

**中国化学工程集团有限公司**

China National Chemical Engineering Co., LTD.

# 质量管理专业培训教材

**第二分册 建筑工程**





# 中国化学工程集团有限公司 质量管理专业培训教材

第二分册 建筑工程

CNCEC

二〇二〇年十一月

# 编 委 会

主 任：韩 兵

副主任：张学雷 梁华金 潘新宇 田贵斌（执行）

编 委：

冯军伦 张效康 黄俊斌 刘体义 徐承俊 郑国昌 张小汇 陈建军 彭兵虎 陈敬杰  
聂述刚 黎 明 姜战士 徐宇霞 陈 燕 毕文生 马耀华

参加编制人员：（按姓氏笔画排列）

丁晓勇 丁晓峰 王 伟 王自颖 王 平 尹保文 付 磊 台德树 冯圣余 冯兆辉  
田斌斌 孙 莹 刘思静 刘 军 李 强 李志强 李卫东 李立红 刘胜峰 刘晓亮  
刘建平 刘 哲 纪 崇 许同山 陈先强 陈银川 陈桂喜 陈嘉熙 吴明傲 苏 华  
严恒静 杨定雄 杨德义 苏玉贤 张建月 张 昶 张 培 张学进 张德福 张新彪  
张 勇 张云霞 宗崇武 单春芳 贺建平 郭高魁 郭寅寅 展庆刚 唐朝全 夏明干  
崔燕春 程国华 董 军 蔡 敏 薛慧峰 燕海银

主编单位：

中国化学工程第三建设有限公司

参编单位：

中化二建集团有限公司

中国化学工程第六建设有限公司

中国化学工程第七建设有限公司

中国化学工程第十一建设有限公司

中国化学工程第十三建设有限公司

中国化学工程第十四建设有限公司

中化学交通建设集团有限公司

中国化学建设投资集团有限公司

# 前 言

为深入贯彻中共中央国务院《关于开展质量提升行动的指导意见》和国资委《关于中央企业开展质量提升行动实施意见》精神，落实集团公司质量提升行动和精细化管理工作要求，全面提升工程项目质量标准化、规范化水平，有效防范工程项目质量风险，加快建设具有国际竞争力的一流企业，为集团公司健康可持续改革发展奠定坚实的质量基础，集团公司印发《关于组织编制集团公司〈工程项目质量管理专业培训教材〉的通知》（安质发〔2020〕15号），于2020年5月启动开展《质量管理专业培训教材》编制工作。

《质量管理专业培训教材》由中国化学工程第三建设有限公司主编，中化二建集团有限公司、中国化学工程第六建设有限公司、中国化学工程第七建设有限公司、中国化学工程第十一建设有限公司、中国化学工程第十三建设有限公司、中国化学工程第十四建设有限公司、中化学交通建设集团有限公司、中国化学建设投资集团有限公司等单位参与编写，经过多次广泛征求意见，历时一年编制完成。

《质量管理专业培训教材》共分为第一分册综合质量管理基础知识、第二分册建筑工程、第三分册安装工程、第四分册公路市政工程等四个分册。是集团公司适应新时代高质量发展的要求，是企业提升企业标准化管理水平、健康可持续改革发展的现实需要，对提高企业项目管理水平和工程产品质量，传播和提升品牌形象，提高市场核心竞争力，具有重大意义。

本教材在使用过程中，各单位注意总结经验，积累资料，随时将有关意见和建议寄送至中国化学工程集团有限公司安全质量监督部，以供今后修订时参考。

# 总 目 录

总 则 .....	1~2
-----------	-----

第一分册 综合质量管理基础知识 .....	3~188
-----------------------	-------

第一章 国家的质量有关的法律法规条例 .....	3
第二章 集团公司质量管理文件 .....	51
第三章 质量管理体系 .....	58
第四章 质量管理体系内审员培训 .....	67
第五章 建设工程项目质量控制 .....	84
第六章 质量风险管理 .....	109
第七章 焊接工艺评定、WPS、焊工资格考试 .....	135
第八章 工程质量（问题）事故和应急预案管理 .....	143
第九章 质量监督检查管理 .....	155
第十章 工程质量服务 .....	174
第十一章 新上岗 / 转岗质量员培训 .....	179
第十二章 海外项目质量管理 .....	183

第二分册 建筑工程 .....	1~424
-----------------	-------

第十三章 地基与基础工程的质量控制和验收 .....	1
第十四章 混凝土结构工程 .....	103
第十五章 砌体工程 .....	168
第十六章 钢结构工程质量控制 .....	202
第十七章 屋面工程 .....	234
第十八章 建筑装饰装修工程 .....	242
第十九章 室内给排水、采暖、燃气工程 .....	260
第二十章 通风与空调工程 .....	274
第二十一章 建筑电气工程 .....	308
第二十二章 建筑节能工程 .....	380
第二十三章 地下（室外工程）管道安装 .....	406

第三分册 安装工程 .....	1~403
-----------------	-------

第二十四章 通用机械设备安装 .....	1
----------------------	---

第二十五章	静设备安装 .....	11
第二十六章	动设备安装 .....	31
第二十七章	球罐制作安装 .....	96
第二十八章	储罐制作安装 .....	156
第二十九章	工业金属管道安装工程 .....	225
第三十章	工业设备、管道防腐蚀和绝热工程 .....	259
第三十一章	化工电气安装工程 .....	285
第三十二章	化工仪表安装工程 .....	303
第三十三章	无损检测、理化试验 .....	324
<b>第四分册 公路市政工程 .....</b>		<b>1~331</b>
第三十四章	公路工程 .....	1
第三十五章	长输管线通用部分 .....	264
第三十六章	给排水管道 .....	285
第三十七章	热力管道 .....	308
第三十八章	天然气管道 .....	316

# 目 录

第二分册 建筑工程.....	1~424
----------------	-------

<b>第十三章 地基与基础工程的质量控制和验收.....</b>	<b>1</b>
----------------------------------	----------

第一节 地基工程.....	1
第二节 基础工程.....	13
第三节 特殊地基工程.....	17
第四节 基坑支护工程.....	29
第五节 地下水控制.....	53
第六节 土石方工程.....	68
第七节 边坡工程.....	77
第八节 施工中常见的质量通病及预防措施.....	97

<b>第十四章 混凝土结构工程.....</b>	<b>103</b>
--------------------------	------------

第一节 模板分项工程.....	103
第二节 钢筋分项工程.....	114
第三节 预应力工程.....	117
第四节 混凝土分项工程.....	128
第五节 混凝土结构工程现浇结构分项工程.....	131
第六节 预制装配式结构工程质量控制装配式结构分项工程.....	138
第七节 混凝土结构实体验收.....	152
第八节 大体积混凝土工程.....	156

<b>第十五章 砌体工程.....</b>	<b>168</b>
-----------------------	------------

第一节 砌筑砂浆.....	168
第二节 砖砌体工程.....	176
第三节 砖块砌体工程.....	185
第四节 石砌体施工.....	191
第五节 填充墙砌体工程.....	196
第六节 砌体冬期施工.....	199

<b>第十六章 钢结构工程质量控制.....</b>	<b>202</b>
----------------------------	------------

第一节 原材及成品控制.....	202
------------------	-----

第二节	钢结构焊接工程 .....	204
第三节	紧固件连接工程 .....	206
第四节	钢零件及钢部件加工工程 .....	208
第五节	钢构件组装工程 .....	210
第六节	钢构件预拼装工程 .....	211
第七节	单层钢结构安装工程 .....	211
第八节	多层及高层钢结构安装工程 .....	214
第九节	钢网架结构安装工程 .....	218
第十节	压型金属板工程 .....	223
第十一节	钢结构涂装工程 .....	229
第十二节	钢结构分部工程验收 .....	232
<b>第十七章</b>	<b>屋面工程 .....</b>	<b>234</b>
第一节	基层与保护工程 .....	234
第二节	保温与隔热工程 .....	235
第三节	防水与密封工程 .....	236
第四节	细部构造工程 .....	239
第五节	屋面工程验收 .....	240
<b>第十八章</b>	<b>建筑装饰装修工程 .....</b>	<b>242</b>
第一节	地面工程 .....	242
第二节	抹灰工程 .....	243
第三节	外墙防水工程 .....	244
第四节	门窗工程 .....	250
第五节	吊顶工程 .....	252
第六节	轻质隔墙工程 .....	252
第七节	饰面板（砖）工程 .....	253
第八节	幕墙工程 .....	253
第九节	涂饰工程 .....	256
第十节	裱糊过程和软包工程 .....	256
第十一节	细部工程 .....	257
第十二节	装饰装修工程分部验收 .....	258
<b>第十九章</b>	<b>室内给排水、采暖、燃气工程 .....</b>	<b>260</b>

第一节	室内给水系统安装 .....	260
第二节	室内排水系统安装 .....	262
第三节	室内热水供应系统安装 .....	264
第四节	卫生器具安装 .....	265
第五节	室内采暖系统安装 .....	267
第六节	室内燃气管道安装 .....	269
第七节	分部工程验收 .....	273
<b>第二十章</b>	<b>通风与空调工程 .....</b>	<b>274</b>
第一节	风管及部件原材料 .....	274
第二节	风管系统制作安装 .....	275
第三节	风机与设备安装 .....	286
第四节	冷热源与辅助设备安装 .....	286
第五节	空调水系统与设备安装 .....	291
第六节	防腐与绝热 .....	299
第七节	系统调试 .....	301
第八节	分部分项工程验收 .....	306
<b>第二十一章</b>	<b>建筑电气工程 .....</b>	<b>308</b>
第一节	变压器、箱式变电所安装 .....	308
第二节	配电柜安装 .....	309
第三节	电气设备试验及试运行 .....	312
第四节	母线槽安装 .....	313
第五节	梯架、槽盒安装 .....	326
第六节	导管敷设 .....	333
第七节	电缆敷设 .....	346
第八节	普通灯具安装 .....	361
第九节	专用灯具安装 .....	364
第十节	开关、插座、风扇安装 .....	367
第十一节	照明通电试运行 .....	368
第十二节	接地装置安装 .....	369
第十三节	防雷接地引下线及接闪器安装 .....	370
第十四节	建筑物等电位联结 .....	376
第十五节	建筑电气工程验收 .....	378

**第二十二章 建筑节能工程.....380**

第一节 总 则 ..... 380

第二节 建筑节能新技术术语..... 380

第三节 基本规定 ..... 385

第四节 外墙节能工程 ..... 387

第五节 幕墙节能工程 ..... 391

第六节 门窗节能工程 ..... 393

第七节 屋面节能工程 ..... 394

第八节 地面节能工程 ..... 396

第九节 采暖节能工程 ..... 397

第十节 配电与照明节能工程..... 403

第十一节 建筑节能工程现场检验..... 404

**第二十三章 地下（室外工程）管道安装 .....406**

第一节 球磨铸铁管安装 ..... 406

第二节 混凝土管安装 ..... 415

第三节 钢管安装（防腐） ..... 420

CNCEC

## 第二分册 建筑工程

## 第十三章 地基与基础工程的质量控制和验收

## 第一节 地基工程

## 一、材料控制

建筑工程材料质量是工程质量的基础。材料质量的好坏,直接影响整个建筑工程的质量等级、结构安全、外部造型和竣工移交后的使用功能等。因此,加强材料的质量控制,是提高工程质量的重要保证,是创造正常施工条件、实现质量控制的前提。地基基础材料质量控制尤为重要。

## (一) 材料控制的原则

1. 所有进场原材料、成品及半成品必须符合设计图纸和相关标准规范要求,并提供合格证、质量证明书、检验报告及其他应提供的资料等。

2. 按规定需进行见证取样的材料及构配件,必须在建设单位代表或监理工程师见证下,对进入施工现场的有关建筑材料,由施工单位专职材料试验人员在现场取样或制作试件后,送至符合资质资格管理要求的试验室进行检验,检验合格后方可用于现场施工。

## (二) 地基与基础工程材料控制

地基与基础工程涉及到的主要材料有:换填加固地基用的砂石料、灰土、粉煤灰、水泥等材料;基础施工用的钢筋、混凝土等材料及预制桩等。

## 1. 素土、灰土地基材料控制

1.1 土料可采用黏土或粉质黏土,有机质含量不应大于5%,并应过筛,不应含有冻土或膨胀土,严禁采用地表耕植土、淤泥及淤泥质土、杂填土等土料。

1.2 灰土地基的土料可采用黏土或粉质黏土,有机质含量不应大于5%,并应过筛,其颗粒不得大于15mm,石灰宜采用新鲜的消石灰,其颗粒不得大于5mm,且不应含有未熟化的生石灰块粒,灰土的体积配合比宜为2:8或3:7,灰土应搅拌均匀。

## 2. 砂和砂石地基材料控制

2.1 宜采用颗粒级配良好的砂石,砂石的最大粒径不宜大于50mm,含泥量不应大于5%。

2.2 采用细砂时应掺入碎石或卵石,掺量应符合设计要求。

2.3 砂石材料应去除草根、垃圾等有机物,有机物含量不应大于5%。

## 3. 粉煤灰地基材料控制

粉煤灰填筑材料应选用Ⅲ级以上粉煤灰,颗粒粒径宜为0.001mm~2.0mm,严禁混入生活垃圾及其他有机杂质,并应符合建筑材料有关放射性安全标准的要求。



#### 4. 钢筋材料控制

4.1 钢筋的性能应符合国家现行有关标准的规定。常用钢筋的公称直径、公称截面面积、计算截面面积及理论重量，应符合《混凝土结构设计规范》GB50010、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204、《混凝土结构工程施工规范》GB50666 及其他相关标准规定。

4.2 对有抗震设防要求的结构，其纵向受力钢筋的性能应满足设计要求；当设计无具体要求时，对按一、二、三级抗震等级设计的结构中的纵向受力普通钢筋应采用 HRB335E、HRB400E、HRB500E、HRBF335E、HRBF400E 或 HRBF500E 钢筋，其强度和最大力下总伸长率的实测值，应符合下列规定：

钢筋的抗拉强度实测值与屈服强度实测值的比值不应小于 1.25。

钢筋的屈服强度实测值与屈服强度标准值的比值不应大于 1.30。

钢筋的最大力下总伸长率不应小于 9%。

4.3 施工过程中应采取防止钢筋混淆、锈蚀或损伤的措施。

4.4 施工中发现钢筋脆断、焊接性能不良或力学性能显著不正常等现象时，应停止使用该批钢筋，并应对该批钢筋进行化学成分检验或其他专项检验。

#### 5. 混凝土原材料控制

5.1 混凝土原材料的主要技术指标应符合《混凝土结构工程施工规范》GB50666 附录 F 和国家现行有关标准的规定。

5.2 水泥的选用应符合下列规定：

5.2.1 水泥品种与强度等级应根据设计、施工要求，以及工程所处环境条件确定。

5.2.2 普通混凝土宜选用通用硅酸盐水泥；有特殊需要时，也可选用其他品种水泥。

5.2.3 有抗渗、抗冻融要求的混凝土，宜选用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥。

5.2.4 处于潮湿环境的混凝土结构，当使用碱活性骨料时，宜采用低碱水泥。

5.3 粗骨料宜选用粒形良好、质地坚硬的洁净碎石或卵石，并应符合下列规定：

5.3.1 粗骨料最大粒径不应超过构件截面最小尺寸的  $1/4$ ，且不应超过钢筋最小净间距的  $3/4$ ；对实心混凝土板，粗骨料的最大粒径不宜超过板厚的  $1/3$ ，且不应超过 40mm。

5.3.2 粗骨料宜采用连续粒级，也可用单粒级组合成满足要求的连续粒级。

5.3.3 含泥量、泥块含量指标应符合国家相关规范要求。

5.4 细骨料宜选用级配良好、质地坚硬、颗粒洁净的天然砂或机制砂，并应符合下列规定：

5.4.1 细骨料宜选用Ⅱ区中砂。当选用Ⅰ区砂时，应提高砂率，并保持足够的胶凝材料用量，同时应满足混凝土的工作性能要求；当采用Ⅲ区砂时，宜适当降低砂率。

5.4.2 混凝土细骨料中氯离子含量，对钢筋混凝土，按干砂的质量百分率计算不得大于 0.06%；对预应力混凝土，按干砂的质量百分率计算不得大于 0.02%。

5.4.3 含泥量、泥块含量指标应符合国家相关规范要求规定。

5.4.4 海砂应符合现行行业标准《海砂混凝土应用技术规范》JGJ206 的有关规定。

5.5. 有抗渗、抗冻融或其他特殊要求的混凝土，宜选用连续级配的粗骨料，最大粒径不宜大于40mm，含泥量不应大于1.0%，泥块含量不应大于0.5%；所用细骨料含泥量不应大于3.0%，泥块含量不应大于1.0%。

5.6. 矿物掺合料的选用应根据设计、施工要求，以及工程所处环境条件确定，其掺量应通过试验确定。

5.7. 外加剂的选用应根据设计、施工要求，混凝土原材料性能以及工程所处环境条件等因素通过试验确定，并应符合下列规定：

5.7.1 当使用碱活性骨料时，由外加剂带入的碱含量（以当量氧化钠计）不宜超过1.0kg/m<sup>3</sup>，混凝土总碱含量尚应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010等的有关规定。

5.7.2 不同品种外加剂首次复合使用时，应检验混凝土外加剂的相容性。

5.8 混凝土拌合及养护用水，应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63的有关规定。

5.9 未经处理的海水严禁用于钢筋混凝土结构和预应力混凝土结构中混凝土的拌制和养护。

5.10. 原材料进场后，应按种类、批次分开储存与堆放，应标识明晰，并应符合下列规定：

5.10.1 散装水泥、矿物掺合料等粉体材料，应采用散装罐分开储存；袋装水泥、矿物掺合料、外加剂等，应按品种、批次分开码垛堆放，并应采取防雨、防潮措施，高温季节应有防晒措施。

5.10.2 骨料应按品种、规格分别堆放，不得混入杂物，并保持洁净和颗粒级配均匀。骨料堆放场地的地面应做硬化处理，并应采取排水、防尘和防雨等措施。

5.10.3 液体外加剂应放置于阴凉干燥处，应防止日晒、污染、浸水，使用前应搅拌均匀；有离析、变色等现象时，应经检验合格后再使用。

## 二、地基工程质量控制

### （一）地基工程施工质量控制的一般规定：

1. 施工前应测量和复核地基的平面位置与标高。
2. 地基施工时应及时排除积水，不得在浸水条件下施工。
3. 基底标高不同时，宜按先深后浅的顺序进行施工。
4. 施工过程中应采取减少基底土体扰动的保护措施，机械挖土时，基底以上200mm～300mm厚土层应采用人工挖除。

5. 地基施工时，应分析挖方、填方、振动、挤压等对边坡稳定及周边环境的影响。

6. 地基验槽时，发现地质情况与勘察报告不相符，应进行补勘。

7. 地基施工完成后，应对地基进行保护，并应及时进行基础施工。

### （二）素土、灰土地基

1. 素土、灰土地基土料应符合材料控制要求。
2. 素土、灰土地基土料的施工含水量宜控制在最优含水量 $\pm 2\%$ 的范围内，最优含水量可通过击实试验确定，也可按当地经验取用。
3. 素土、灰土地基的施工方法，分层铺填厚度，每层压实遍数等宜通过试验确定，分层铺填



厚度宜取 200mm ~ 300mm，应随铺填随夯压密实。基底为软弱土层时，地基地部宜加强。

4. 素土、灰土换填地基宜分段施工，分段的接缝不应在柱基、墙角及承重窗间墙下位置，上下相邻两层的接缝距离不应小于 500mm，接缝处宜增加压实遍数。

5. 基底存在洞穴、暗浜（塘）等软硬不均的部位时，应按设计要求进行局部处理。

6. 素土、灰土地基的施工检验应符合下列规定：

6.1 应每层进行检验，在每层压实系数符合设计要求后方可铺填上层土。

6.2 可采用环刀法、贯入仪、静力触探、轻型动力触探或标准贯入试验等方法，其检测标准应符合设计和规范要求。

6.3 采用环刀法检验施工质量时，取样点应位于每层厚度的 2/3 深度处。筏形与箱形基础的地基检验点数量每 50m<sup>2</sup> ~ 100m<sup>2</sup> 不应少于 1 个点；条形基础的地基检验点数量每 10m ~ 20m 不应少于 1 个点；每个独立基础不应少于 1 个点。

6.4 采用贯入仪或轻型动力触探检验施工质量时，每分层检验点的间距应小于 4m。

### （三）砂和砂石地基

1. 砂和砂石地基的材料应符合材料控制要求。

2. 砂和砂石地基的施工应符合下列规定：

2.1 施工前应通过现场试验性施工确定分层厚度、施工方法、振捣遍数、振捣器功率等技术参数。

2.2 分段施工时应采用斜坡搭接，每层搭接位置应错开 0.5m ~ 1.0m，搭接处应振压密实。

2.3 基底存在软弱土层时应在与土面接触处先铺一层 150mm ~ 300mm 厚的细砂层或铺一层土工织物。

2.4 分层施工时，下层经压实系数检验合格后方可进行上一层施工。

3. 砂石地基的施工质量宜采用环刀法、贯入法、载荷法、现场直接剪切试验等方法检测，标准同素土、灰土地基的施工检验的有关规定。

### （四）粉煤灰地基

1. 粉煤灰填筑材料应符合材料控制要求。

2. 粉煤灰地基施工应符合下列规定：

2.1 施工时应分层摊铺，逐层夯实，铺设厚度宜为 200mm ~ 300mm，用压路机时铺设厚度宜为 300mm ~ 400mm，四周宜设置具有防冲刷功能的隔离措施。

2.2 施工含水量宜控制在最优含水量  $\pm 4\%$  的范围内，底层粉煤灰宜选用较粗的灰，含水量宜稍低于最优含水量。

2.3 小面积基坑、基槽的垫层可用人工分层摊铺，用平板振动器或蛙式打夯机进行振（夯）实，每次振（夯）板应重叠 1/2 板 ~ 1/3 板，往复压实，由两侧或四侧向中间进行，夯实不少于 3 遍，大面积垫层应采用推土机摊铺，先用推土机预压 2 遍，然后用压路机碾压，施工时压轮重叠 1/2 轮宽 ~ 1/3 轮宽，往复碾压 4 遍 ~ 6 遍。

2.4 粉煤灰宜当天即铺即压完成，施工最低气温不宜低于 0℃。

2.5 每层铺完检测合格后，应及时铺筑上层，并严禁车辆在其上行驶，铺筑完成应及时浇筑混

凝土垫层或上覆 300mm ~ 500mm 土进行封层。

3. 粉煤灰地基不得采用水沉法施工，在地下水位以下施工时，应采取降排水措施，不得在饱和或浸水状态下施工。基底为软土时，宜先铺填 200mm 左右厚的粗砂或高炉干渣。

4. 粉煤灰地基施工过程中应检验铺筑厚度、碾压遍数、施工含水量、搭接区碾压程度、压实系数等，标准同素土、灰土地基的施工检验的有关规定。

三、地基工程质量检查、验收要求

(一) 地基工程质量检查、验收要求的一般规定：

1. 地基工程的质量验收宜在施工完成并在间歇期后进行，间歇期应符合国家现行标准的有关规定和设计要求。

2. 平板静载试验采用的压板尺寸应按设计或有关标准确定。素土和灰土地基、砂和砂石地基、土工合成材料地基、粉煤灰地基、注浆地基、预压地基的静载试验的压板面积不宜小于 1.0 m<sup>2</sup>；强夯地基静载试验的压板面积不宜小于 2.0 m<sup>2</sup>。复合地基静载试验的压板尺寸应根据设计置换率计算确定。

3. 地基承载力检验时，静载试验最大加载量不应小于设计要求的承载力特征值的 2 倍。

4. 素土和灰土地基、砂和砂石地基、土工合成材料地基、粉煤灰地基、强夯地基、注浆地基、预压地基的承载力必须达到设计要求。地基承载力的检验数量每 300 m<sup>2</sup> 不应少于 1 点，超过 3000 m<sup>2</sup> 部分每 500m m<sup>2</sup> 不应少于 1 点。每单位工程不应少于 3 点。

5. 砂石桩、高压喷射注浆桩、水泥土搅拌桩、土和灰土挤密桩、水泥粉煤灰碎石桩、夯实水泥土桩等复合地基的承载力必须达到设计要求。复合地基承载力的检验数量不应少于总桩数的 0.5%，且不应少于 3 点。有单桩承载力或桩身强度检验要求时，检验数量不应少于总桩数的 0.5%，且不应少于 3 根。

6. 除本节第 4 条和第 5 条指定的项目外，其他项目可按检验批抽样。复合地基中增强体的检验数量不应少于总数的 20%。

7. 地基处理工程的验收，当采用一种检验方法检测结果存在不确定性时，应结合其他检验方法进行综合判断。

(二) 素土、灰土地基

- 1. 施工前应检查素土、灰土土料、石灰或水泥等配合比及灰土的拌合均匀性。
- 2. 施工中应检查分层铺设的厚度、夯实时加水量、夯压遍数及压实系数。
- 3. 施工结束后，应进行地基承载力检验。
- 4. 素土、灰土地基的质量检验标准应符合表 13-1 的规定。

表 13-1 素土、灰土地基质量检验标准

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	地基承载力	不小于设计值		静载试验
	2	配合比	设计值		检查拌和时的体积比
	3	压实系数	不小于设计值		环刀法



项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
一般项目	1	石灰粒径	mm	$\leq 5$	筛析法
	2	土料有机质含量	%	$\leq 5$	灼烧减量法
	3	土颗粒粒径	mm	$\leq 15$	筛析法
	4	含水量	最优含水量 $\pm 2\%$		烘干法
	5	分层厚度	mm	$\pm 50$	水准测量

### (三) 砂和砂石地基

1. 施工前应检查砂、石等原材料质量和配合比及砂、石拌和的均匀性。
2. 施工中应检查分层厚度、分段施工时搭接部分的压实情况、加水量、压实遍数、压实系数。
3. 施工结束后，应进行地基承载力检验。
4. 砂和砂石地基的质量检验标准应符合表 13-2 的规定。

表 13-2 砂和砂石地基质量检验标准

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	地基承载力	不小于设计值		静载试验
	2	配合比	设计值		检查拌和时的体积比或重量比
	3	压实系数	不小于设计值		灌砂法、灌水法
一般项目	1	砂石料有机质含量	%	$\leq 5$	灼烧减量法
	2	砂石料含泥量	%	$\leq 5$	水洗法
	3	砂石料粒径	mm	$\leq 50$	筛析法
	4	分层厚度	mm	$\pm 50$	水准测量

### (四) 土工合成材料地基

1. 施工前应检查土工合成材料的单位面积质量、厚度、比重、强度、延伸率以及土、砂石料质量等。土工合成材料以 100 m<sup>2</sup> 为一批，每批应抽查 5%。
2. 施工中应检查基槽清底状况、回填料铺设厚度及平整度、土工合成材料的铺设方向、接缝搭接长度或缝接状况、土工合成材料与结构的连接状况等。
3. 施工结束后，应进行地基承载力检验。
4. 土工合成材料地基质量检验标准应符合表 13-3 的规定。

表 13-3 土工合成材料地基质量检验标准

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	地基承载力	不小于设计值		静载试验
	2	土工合成材料强度	%	2~5	拉伸试验（结果与设计值相比）
	3	土工合成材料延伸率	%	2~3	拉伸试验（结果与设计值相比）
一般项目	1	土工合成材料搭接长度	mm	$\geq 300$	用钢尺量
	2	土料有机质含量	%	W5	灼烧减量法
	3	层面平整度	mm	$\pm 20$	用 2m 靠尺
	4	分层厚度	mm	$\pm 25$	水准测量

### (五) 粉煤灰地基

1. 施工前应检查粉煤灰材料质量。
2. 施工中应检查分层厚度、碾压遍数、施工含水量控制、搭接区碾压程度、压实系数等。
3. 施工结束后，应进行承载力检验。
4. 粉煤灰地基质量检验标准应符合表 13-4 的规定。

表 13-4 粉煤灰地基质量检验标准

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	地基承载力	不小于设计值		静载试验
	2	压实系数	不小于设计值		环刀法
	3	粉煤灰粒径	mm	0.001 ~ 2.000	筛析法、密度计法
一般项目	1	氧化铝及二氧化硅含黄	%	$\geq 70$	试验室试验
	2	烧失量	%	$\leq 12$	灼烧减量法
	3	分层厚度	mm	$\pm 50$	水准测量
	4	含水髒	最优含水量 $\pm 4\%$		烘干法

## (六) 强夯地基

1. 施工前应检查夯锤质量和尺寸、落距控制方法、排水设施及被夯地基的土质。
2. 施工中检查夯锤落距、夯点位置、夯击范围、夯击击数、夯击遍数、每击夯沉量、最后两击的平均夯沉量、总夯沉量和夯点施工起止时间等。
3. 施工结束后，应进行地基承载力、地基土的强度、变形指标及其他设计要求指标检验。
4. 强夯地基质量检验质量标准应符合下表 13-5 的规定。

表 13-5 强夯地基质量检验标准

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	地基承载力	不小于设计值		静载试验
	2	处理后地基土的强度	不小于设计值		原位测试
	3	变形指标	设计值		原位测试
一般项目	1	夯锤落距	Mm	$\pm 300$	钢索设标志
	2	夯锤质量	Kg	$\pm 100$	称重
	3	夯击遍数	不小于设计值		计数法
	4	夯击顺序	设计要求		检查施工记录
	5	夯击击数	不小于设计值		计数法
	6	夯点位置	Mm	$\pm 500$	用钢尺量
一般项目	7	夯击范围	设计要求		用钢尺量
	8	前后两遍间歇时间	设计值		检查施工记录
	9	最后两击平均夯沉量	设计值		水准测量
	10	场地平整度	Mm	$\pm 100$	水准测量

## (七) 注浆地基

1. 施工前应检查注浆点位置、浆液配比、浆液组成材料的性能及注浆设备性能。
2. 施工中应抽查浆液的配比及主要性能指标、注浆的顺序及注浆过程中的压力控制等。
3. 施工结束后，应进行地基承载力、地基土强度和变形指标检验。



#### 4. 注浆地基的质量检验标准应符合表 13-6。

表 13-6 注浆地基质量检验标准

项	序	检查项目		允许值或允许偏差		检查方法
				单位	数值	
主控项目	1	地基承载力		不小于设计值		静载试验
	2	处理后地基土的强度		不小于设计值		原位测试
	3	变形指标		设计值		原位测试
一般项目	1	注浆用砂	粒径	mm	< 2.5	筛析法
			细度模数	< 2.0		筛析法
			含泥量	%	< 3	水洗法
			有机质含量	%	< 3	灼烧减量法
		注浆用黏土	塑性指数	> 14		界限含水率试验
			黏粒含量	%	> 25	密度计法
			含砂率	%	< 5	洗砂瓶
			有机质含量	%	< 3	灼烧减量法
		粉煤灰	细度模数	不小于同时使用的水泥		筛析法
			烧失量	%	< 3	灼烧减量法
		水玻璃：模数		3.0-3.3		试验室试验
		其他化学浆液		设计值		查产品合格证书或抽样送检
	2	注浆材料称量		%	± 3	称重
	3	注浆孔位		mm	± 50	用钢尺量
	4	注浆孔深		mm	± 100	量测注浆管长度
	5	注浆压力		%	± 10	检查压力表读数

#### (八) 预压地基

1. 施工前应检查施工监测措施和监测初始数据、排水设施和竖向排水体等。
2. 施工中应检查堆载高度、变形速率，真空预压施工时应检查密封膜的密封性能、真空表读数等。
3. 施工结束后，应进行地基承载力与地基土强度和变形指标检验。
4. 预压地基质量检验标准应符合表 13-7 规定。

表 13-7 预压地基质量检验标准

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	地基承载力	不小于设计值		静载试验
	2	处理后地基土的强度	不小于设计值		原位测试
	3	变形指标	设计值		原位测试
一般项目	1	预压荷载（真空度）	%	> -2	高度测量（压力表）
	2	固结度	%	N - 2	原位测试（与设计要求比）
	3	沉降速率	%	± 10	水准测量（与控制值比）
	4	水平位移	%	± 10	用测斜仪、全站仪测量
	5	竖向排水体位置	mm	< 100	用钢尺量
	6	竖向排水体插入深度	mm	+ 2000	经纬仪测量
	7	插入塑料排水带时的回带长度	mm	< 500	用钢尺量

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
	8	竖向排水体高出砂垫层距离	mm	N100	用钢尺量
	9	插入塑料排水带的回带根数	%	< 5	统计
	10	砂垫层材料的含泥量	%	< 5	水洗法

## (九) 复合地基

## 1. 砂石桩复合地基

1.1 施工前应检查砂石料的含泥量及有机质含量等。振冲法施工前应检查振动器的性能，应对电流表、电压表进行检定或校准。

1.2 施工中应检查每根砂石桩的桩位、填料量、标高、垂直度等。振冲法施工中还应检查密实电流、供水压力、供水量、填料量、留振时间、振冲点位置、振冲器施工参数等。

1.3 施工结束后，应进行复合地基承载力、桩体密实度等检验。

1.4 砂石桩复合地基质量检验标准应符合表 13-8 规定。

表 13-8 砂石桩复合地基质量检验标准

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	复合地基承载力	不小于设计值		静载试验
	2	桩体密实度	不小于设计值		重型动力触探
	3	填料量	%	$\geq -5$	实际用料量与计算填料量体积比
	4	孔深	不小于设计值		测钻杆长度或用测绳
一般项目	1	填料的含泥量	%	< 5	水洗法
	2	填料的有机质含量	%	$\leq 5$	灼烧减量法
	3	填料粒径	设计要求		筛析法
	4	桩间土强度	不小于设计值		标准贯入试验
	5	桩位	mm	$\leq 0.3D$	全站仪或用钢尺量
	6	桩顶标高	不小于设计值		水准测量，将顶部预留的松散桩体挖除后测量
	7	密实电流	设计值		查看电流表
	8	留振时间	设计值		用表计时
	9	褥垫层夯填度	$\leq 0.9$		水准测量

注：1. 夯填度指夯实后的褥垫层厚度与虚铺厚度的比值；

2.  $D$  为设计桩径（mm）。

## 2. 高压喷射桩注浆复合地基

2.1 施工前应检验水泥、外掺剂等的质量、桩位、浆液配比、高压喷射设备的性能等，并应对压力表、流量计进行检定或校准。

2.2 施工中应检查压力、水泥浆量、提升速度、旋转速度等施工参数及施工程序。



2.3 施工结束后，应检验桩体的强度和平均直径，以及单桩与复合地基的承载力等。

2.4 高压喷射桩注浆复合地基质量检验标准应符合表 13-9 的规定。

表 13-9 高压喷射桩注浆复合地基质量检验标准

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	复合地基承载力	不小于设计值		静载试验
	2	单桩承载力	不小于设计值		静载试验
	3	水泥用量	不小于设计值		查看流量表
	4	桩长	不小于设计值		测钻杆长度
	5	桩身强度	不小于设计值		28d 试块强度或钻芯法
一般项目	1	水胶比	设计值		实际用水量与水泥等胶凝材料的重损比
	2	钻孔位置	mm	$\leq 50$	用钢尺量
	3	钻孔垂直度	$\leq 1/100$		经纬仪测钻杆
	4	桩位	mm	$\leq 0.2D$	开挖后桩顶下 500mm 处用钢尺量
	5	桩径	mm	$\geq -50$	用钢尺量
	6	桩顶标高	不小于设计值		水准测量，最上部 500mm 浮浆层及劣质桩体不计入
	7	喷射压力	设计值		检查压力表读数
	8	提升速度	设计值		测机头上升距离及时间
	9	旋转速度	设计值		现场测定
	10	褥垫层夯填度	$\leq 0.9$		水准测量

注：D 为设计桩径（mm）。

### 3. 水泥土搅拌桩复合地基

3.1 施工前应检查水泥基外掺剂的质量、桩位、搅拌机工作性能，并应对各种计量设备进行检定或校准。

3.2 施工中应检查机头提升速度、水泥浆或水泥注入量、搅拌桩的长度和标高。

3.3 施工结束后，应检验桩体的强度和直径，以及单桩与复合地基的承载力等。

3.4 水泥搅拌桩地基质量检验标准应符合表 13-10 的规定。

表 13-10 水泥搅拌桩地基质量检验标准

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	复合地基承载力	不小于设计值		静载试验
	2	单桩承载力	不小于设计值		静载试验
	3	水泥用量	不小于设计值		查看流量表
	4	搅拌叶回转直径	mm	$\pm 20$	用钢尺量
	5	桩长	不小于设计值		测钻杆 K 度
	6	桩身强度	不小于设计值		28d 试块强度或钻芯法
一般项目	1	水胶比	设计值		实际用水量与水泥等胶凝材料的重量比
	2	提升速度	设计值		测机头上升距离及时间
	3	下沉速度	设计值		测机头下沉距离及时间

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
	4	桩位	条基边桩沿轴綫	$\leq 1/4D$	全站仪或用钢尺量
			垂直轴綫	$\leq 1/6D$	
			其他情况	$\leq 2/5D$	
	5	桩顶标高	mm	$\pm 200$	水准测信, 最上部 500mm 浮浆层及劣质桩体不计入
	6	导向架垂直度	$\leq 1/150$		经纬仪测量
	7	得垫层夯填度	$\leq 0.9$		水准测蚩

#### 4. 土和灰土挤密桩复合地基

4.1 施工前应对石灰及土的质量、桩位等进行检查。

4.2 施工中应对桩孔直径、桩孔深度、夯击次数、填料的含水量及压实系数等进行检查。

4.3 施工结束后, 应检验成桩的质量及复合地基的承载力。

4.4 土和灰土挤密桩复合地基质量检验标准应符合下表 13-11 的规定。

表 13-11 土和灰土挤密桩复合地基质量检验标准

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	复合地基承载力	不小于设计值		静载试验
	2	桩体壤料平均压实系数	$\geq 0.97$		环刀法
	3	桩长	不小于设计值		测桩管长度或用测 绳测孔深
一般项目	1	土料有机质含量	$\leq 5\%$		灼烧减重法
	2	含水最	最优含水量: $\pm 2\%$		烘干法
	3	石灰粒径	mm	$\leq 5$	筛析法
	4	桩位	条基边桩沿轴綫	$\leq 1/4D$	全站仪或用钢尺最
			垂直轴綫	$\leq 1/60$	
			其他情况	$\leq 2/5D$	
	5	桩径	mm	$+ 500$	用钢尺量
	6	桩顶标高	mm	$\pm 200$	水准测量, 最上部 500mm 劣质桩体不计入
	7	垂直度	$\leq 1/100$		经纬仪测桩管
	8	砂、碎石褥垫层夯填度	$\leq 0.9$		水准测量
	9	灰土垫层压实系数	$\geq 0.95$		环刀法

注: D. 为设计桩径 (mm)。

#### 5. 水泥粉煤灰碎石复合地基

5.1 施工前应对入场的水泥、粉煤灰、砂及碎石等原材料进行检验。

5.2 施工中应检查桩身混合料的配合比、坍落度和成孔深度、混合料充盈系数等。

5.3 施工结束后, 应对桩体质量、单桩及复合地基的承载力进行检验。

5.4 水泥粉煤灰碎石桩复合地基质量检验标准应符合表 13-12 的规定。

表 13-12 水泥粉煤灰碎石桩复合地基质量检验标准



项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	复合地基承载力	不小于设计值		静载试验
	2	单桩承载力	不小于设计值		静载试验
	3	桩长	不小于设计值		测桩管长度或用测绳测孔深
	4	桩径	mm	+ 500	用钢尺量
	5	桩身完整性	——		低应变检测
	6	桩身强度	不小于设计要求		28d 试块强度
一般项目	1	桩位	条基边桩沿轴线	$\leq 1/4D$	全站仪或用钢尺量
			垂直轴线	$\leq 1/6D$	
			其他情况	$\leq 2/5D$	
	2	桩顶标高	mm	$\pm 200$	水准测量, 最上部 500mm 劣质桩体不计入
	3	桩垂直度	$\leq 1/100$		经纬仪测桩管
	4	混合料坍落度	mm	160 ~ 220	坍落度仪
	5	混合料充盈系数	$\geq 1.0$		实际灌注量与理论灌注量的比
	6	褥垫层夯填度	$\leq 0.9$		水准测量

注: D 为设计桩径 (mm)。

#### 6. 夯实水泥土桩复合地基

6.1 施工前应对进场的水泥及夯实土料的质量进行检验。

6.2 施工中应检查孔位、孔深、孔径、水泥和土的配比及混合料含水量等。

6.3 施工结束后, 应对桩体质量、复合地基承载力及褥垫层夯填度进行检验。

6.4 夯实水泥土桩复合地基质量检验标准应符合表 13-13 的规定。

表 13-13 夯实水泥土桩复合地基质量检验标准

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	复合地基承载力	不小于设计值		静载试验
	2	桩体填料平均压实系数	$\geq 0.97$		环刀法
	3	桩长	不小于设计值		用测绳测孔深
	4	桩身强度	不小于设计要求		28d 试块强度
一般项目	1	土料有机质含量	$\leq 5\%$		灼烧减量法
	2	含水量	最优含水量 $\pm 2\%$		烘干法
	3	土料粒径	mm	$\leq 20$	筛析法
	4	桩位	条基边桩沿轴线	$\leq 1/40$	全站仪或用钢尺量
			垂直轴线	$\leq 1/6D$	
			其他情况	$\leq 2/5D$	
	5	桩径	mm	+ 500	用钢尺量
	6	桩顶标高	mm	$\pm 200$	水准测量, 最上部
	7	桩孔垂直度	$\leq 1/100$		经纬仪测桩管
	8	褥垫层夯填度	$\leq 0.9$		水准测量

注: D 为设计桩径 (mm)。

## 第二节 基础工程

### 一、基础工程过程质量控制

#### (一) 基础施工的一般规定:

1. 基础施工前应进行地基验槽, 并应清除表层浮土和积水, 验槽后应立即浇筑垫层。
2. 基础施工完成后应设置沉降观测点, 沉降观测点的设置与观测应符合现行行业标准《建筑变形测量规范》JGJ8 的规定。
3. 垫层混凝土应在基础验槽后立即浇筑, 混凝土强度达到设计强度 70% 后, 方可进行后续施工。
4. 基础施工完毕后应及时回填, 回填前应及时清理基槽内的杂物和积水, 回填质量应符合设计要求。

#### (二) 无筋扩展基础

##### 1. 砖砌体基础的施工应符合下列规定:

1.1 砖及砂浆的强度应符合设计要求, 砂浆的稠度宜为 70mm ~ 100mm, 砖的规格应一致, 砖应提前 1 ~ 2 天适度湿润, 不得采用干砖或吸水状态的砖砌筑。

1.2 砌筑应上下错缝, 内外搭砌, 竖缝错开不应小于 1/4 砖长, 砖基础水平缝的砂浆饱满度不应低于 80%, 内外墙基础应同时砌筑, 对不能同时砌筑而又必须留置的临时间断处, 应砌筑成斜槎, 斜槎的水平投影长度不应小于高度的 2/3。

1.3 深浅不一致的基础, 应从低处开始砌筑, 并应由高处向低处搭砌, 当设计无要求时, 搭接长度不应小于基础底的高差, 搭接长度范围内下层基础应扩大砌筑, 砌体的转角处和交接处应同时砌筑, 不能同时砌筑时应留槎、接槎。

1.4 宽度大于 300mm 的洞口, 上方应设置过梁。

##### 2. 毛石砌体基础的施工应符合下列规定:

2.1 毛石的强度、规格尺寸、表面处理和毛石基础的宽度、阶宽、阶高等应符合设计要求。

2.2 粗料毛石砌筑灰缝不宜大于 20mm, 各层均应铺灰坐浆砌筑, 砌好后的内外侧石缝应用砂浆勾嵌。

2.3 基础的第一皮及转角处、交接处和洞口处, 应采用较大的平毛石, 并采取大面朝下的方式坐浆砌筑, 转角、阴阳角等部位应选用方正平整的毛石互相拉结砌筑, 最上面一皮毛石应选用较大的毛石砌筑。

2.4 毛石基础应结合牢靠, 砌筑应内外搭砌, 上下错缝, 拉结石、丁砌石交错设置, 不应在转角或纵横墙交接处留设接槎, 接槎应采用阶梯式, 不应留设直槎或斜槎。

##### 3. 混凝土基础施工应符合下列规定

3.1 混凝土基础台阶应支模浇筑, 模板支撑应牢固可靠, 模板接缝不应漏浆。

3.2 台阶式基础宜一次浇筑完成, 每层宜先浇边角, 后浇中间, 坡度较陡的锥形基础可采取支模浇筑的方法。



3.3 不同底标高的基础应开挖成阶梯状，混凝土应由低到高浇筑。

3.4 混凝土浇筑和振捣应满足均匀性和密实性的要求，浇筑完成后应采取养护措施。

### （三）钢筋混凝土扩展基础

1. 柱下钢筋混凝土独立基础施工应符合下列规定：

1.1 混凝土宜按台阶分层连续浇筑完成，对于阶梯形基础，每一台阶作为一个浇捣层，每浇筑完一台阶宜稍停 0.5h ~ 1.0h，待其初步获得沉实后，再浇筑上层，基础上有插筋埋件时，应固定其位置。

1.2 杯形基础的支模宜采用封底式杯口模板，施工时应将杯口模板压紧，在杯底应预留观测孔或振捣孔，混凝土浇筑应对称均匀下料，杯底混凝土振捣应密实。

1.3 锥形基础模板应随混凝土浇捣分段支设并固定牢靠，基础边角处的混凝土应捣实密实。

2. 钢筋混凝土条形基础施工应符合下列规定：

2.1 绑扎钢筋时，底部钢筋应绑扎牢固，采用 HPB300 钢筋时，端部弯钩应朝上，柱的锚固钢筋下端应用 90° 弯钩与基础钢筋绑扎牢固，按轴线位置校核后上端应固定牢靠。

2.2 混凝土宜分段分层连续浇筑，每层厚度宜为 300mm ~ 500mm，各段各层间应互相衔接，混凝土浇捣应密实。

3. 基础混凝土浇筑完后，外露表面应在 12h 内覆盖并保湿养护。

### （四）筏形与箱形基础

1. 基础混凝土可采用一次连续浇筑，也可留设施工缝分块连续浇筑，施工缝宜留设在结构受力较小且便于施工的位置。

2. 采用分块浇筑的基础混凝土，应根据现场场地条件、基坑开挖流程、基坑施工监测数据等合理确定浇筑的先后顺序。

3. 在浇筑基础混凝土前，应清除模板和钢筋上的杂物，表面干燥的垫层、木模板应浇水湿润。

4. 筏形与箱形基础混凝土浇筑应符合下列规定：

4.1 混凝土运输和输送设备作业区域应有足够的承载力。

4.2 混凝土浇筑方向宜平行于次梁长度方向，对于平板式筏形基础宜平行于基础长边方向。

4.3 根据结构形状尺寸、混凝土供应能力、混凝土浇筑设备、场内外条件等划分泵送混凝土浇筑区域及浇筑顺序，采用硬管输送混凝土时，宜由远而近浇筑，多根输送管同时浇筑时，其浇筑速度宜保持一致。

4.4 混凝土应连续浇筑，且应均匀、密实。

4.5 混凝土浇筑的布料点宜接近浇筑位置，应采取减缓混凝土下料冲击的措施，混凝土自高处倾落的自由高度应根据混凝土的粗骨料粒径确定，粗骨料粒径大于 25mm 时不应大于 3m，粗骨料粒径不大于 25mm 时不应大于 6m。

4.6 基础混凝土应采取减少表面收缩裂缝的二次抹面技术措施。

5. 筏形与箱形基础混凝土养护宜采用浇水、蓄热、喷涂养护剂等方式。

6. 筏形与箱形基础大体积混凝土浇筑应符合下列规定：

6.1 混凝土宜采用低水化热水泥，合理选择外掺料、外加剂，优化混凝土配合比。

6.2 混凝土浇筑应选择合适的布料方案，宜由远而近浇筑，各布料点浇筑速度应均衡。

6.3 混凝土宜采用斜面分层浇筑方法，混凝土应连续浇筑，分层厚度不应大于 500mm，层间间隔时间不应大于混凝土的初凝时间。

6.4 混凝土裸露表面应采用覆盖养护方式，当混凝土表面以内 40mm ~ 80mm 位置的温度与环境温度的差值小于 25℃时，可结束覆盖养护，覆盖养护结束但尚未达到养护时间要求时，可采用洒水养护方式直至养护结束。

7. 筏形与箱形基础后浇带和施工缝的施工应符合下列规定：

7.1 地下室柱、墙、反梁的水平施工缝应留设在基础顶面。

7.2 基础垂直施工缝应留设在平行于平板式基础短边的任何位置且不应留设在柱角范围，梁板式基础垂直施工缝应留设在次梁跨度中间的 1/3 范围内。

7.3 后浇带和施工缝处的钢筋应贯通，侧模应固定牢靠。

7.4 箱形基础的后浇带两侧应限制施工荷载，梁、板应有临时支撑措施。

7.5 后浇带和施工缝处浇筑混凝土前，应清除浮浆、疏松石子和软弱混凝土层，浇水湿润。

7.6 后浇带混凝土强度等级宜比两侧混凝土提高一级，施工缝处后浇混凝土应待先浇混凝土强度达到 1.2MPa 后方可进行。

二、基础工程质量检查、验收要求

(一) 无筋扩展基础

- 1. 施工前应对放线尺寸进行检验。
- 2. 施工中应对砌筑质量、砂浆强度、轴线及标高等进行检验。
- 3. 施工结束后，应对混凝土强度、轴线位置、基础顶面标高等进行检验。
- 4. 无筋扩展基础质量检验标准应符合表 13-5 的规定。

表 13-5 无筋扩展基础质量检验标准

项	序	检查项目		允许偏差				检查方法
				单位	数值			
主控项目	1	轴线位置	砖基础	mm	≤ 10			经纬仪或用钢尺量
			毛石基础	mm	毛石砌体	料石砌体		
						毛料石	粗料石	
					≤ 20	≤ 20	≤ 15	
	混凝土基础	mm	≤ 15					
	2	混凝土强度		不小于设计值				28d 试块强度
	3	砂浆强度		不小于设计值				28d 试块强度
一般项目	1	L（或 B）≤ 30		mm	± 5			用钢尺量
		30 < L（或 B）≤ 60		mm	± 10			
		60 < L（或 B）≤ 90		mm	± 15			
		L（或 B）> 90		mm	± 20			



项	序	检查项目		允许偏差				检查方法
				单位	数值			
	2	基础 顶面 标高	砖基础	mm	± 15			水准测量
			毛石基础	mm	毛石砌体	料石砌体		
						毛料石	粗料石	
					± 25	± 25	± 15	
	混凝土基础	mm	± 15					
3	毛石砌体厚度		mm	+300	+300	+150	用钢尺量	

注：L 为长度 (m)；B 为宽度 (m)。

### (二) 钢筋混凝土扩展基础

1. 施工前应对放线尺寸进行检验。
2. 施工中应对钢筋、模板、混凝土、轴线等进行检验。
3. 施工结束后，应对混凝土强度、轴线位置、基础顶面标高进行检验。
4. 钢筋混凝土扩展基础质量检验标准应符合表 13-6 的规定。

表 13-6 钢筋混凝土扩展基础质量检验标准

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	混凝土强度	不小于设计值		28d 试块强度
	2	轴线位置	mm	$\leq 15$	经纬仪或用钢尺量
一般项目	1	L (或 B) $\leq 30$	mm	$\pm 5$	用钢尺量
		$30 < L (或 B) \leq 60$	mm	$\pm 10$	
	2	$60 < L (或 B) \leq 90$	mm	$\pm 15$	
		L (或 B) $> 90$	mm	$\pm 20$	
		基础顶面标高	mm	$\pm 15$	水准测量

注：L 为长度 (m)；B 为宽度 (m)。

### (三) 筏形与箱形基础

1. 施工前应对放线尺寸进行检验。
2. 施工中应对轴线、预埋件、预留洞中心线位置、钢筋位置及钢筋保护层厚度进行检验。
3. 施工结束后，应对筏形和箱形基础的混凝土强度、轴线位置、基础顶面标高及平整度进行验收。
4. 筏形和箱形基础质量检验标准应符合表 13-7 的规定。

表 13-7 筏形和箱形基础质量检验标准

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	混凝土强度	不小于设计值		28d 试块强度
		轴线位置	mm	$< 15$	经纬仪或用钢尺量
一般项目	1	基础顶面标高	mm	$\pm 15$	水准测量
	2	平整度	mm	$\pm 10$	用 2m 靠尺
	3	尺寸	mm	+15 -10	用钢尺量

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
	4	预埋件中心位置	mm	< 10	用钢尺量
		预留洞中心位置	mm	< 15	用钢尺量

5. 大体积混凝土施工过程中应检查混凝土的坍落度、配合比、浇筑的分层厚度、坡度以及测温点的设置，上下两层的浇筑搭接时间不应超过混凝土的初凝时间。混凝土入模温度不宜大于 30℃，混凝土浇筑体最大温升值不宜大于 50℃，混凝土降温速率不宜大于 2.0℃/d，当有可靠经验时，降温速率要求可适当放宽。养护时混凝土结构构件表面以内 50mm ~ 100mm 位置处的温度与混凝土结构构件内部的温度差值不宜大于 25℃，且与混凝土结构构件表面温度的差值不宜大于 25℃。

### 第三节 特殊地基工程

#### 一、材料控制

砂石、水泥、钢筋、石灰等均按设计要求。

#### 二、特殊地基工程质量控制

##### （一）一般规定

特殊地基工程从以上分布区域特性方面归纳成软土地基、湿陷性黄土地基、膨胀土地基、红黏土地基、冻土地基以及盐渍土地基。

##### （二）特殊土采用的地基处理方法

从加固原理上可大致分为四类：置换、土质改良、加筋、托换。所形成的人工地基可归纳为三类：均质地基、多层地基、复合地基。详见表 13-8。

表 13-8 特殊土地基处理方法分类

序号	特殊土分类	规范中的地基处理建议
1	湿陷性黄土	垫层法、强夯法、挤密法、预浸水法
2	红黏土	/
3	膨胀土	换土改良法、预浸水法
4	软土	排水固结法、灌入固化物法、置换法
5	盐渍土	浸水预溶法、盐化法
6	冻土	钢筋混凝土预制桩，混凝土灌注桩保温隔热地基

##### （三）质量控制

资料复核：施工图纸、测量放线记录、岩土工程勘察报告、经过审批的施工组织设计、安全技术交底，以及拟建工程影响范围内的建（构）筑物、地下管线和障碍物等资料。

##### 1. 湿陷性黄土

湿陷性黄土是一种非饱和和欠压密土，在天然湿度下，其压缩性较低，强度较高，但遇水浸湿时，在附加压力或在土的自重压力作用下，引起的湿陷变形较大，土的强度显著降低的土质。具有肉



眼可见的大孔隙，竖直节理发育，能保持较高直立的天然边坡。

湿陷性黄土处理要求：当地基的湿陷变形、压缩变形或承载力不满足设计要求时，应针对不同土质条件和建筑物的类别，在地基压缩层内或湿陷性黄土层内采取处理措施。甲类建筑应消除地基的 1 全部湿陷量或采用桩基础穿透全部湿陷性黄土层，或将建筑设置在非湿性黄土层上；乙、丙类建筑应消除地基的部分湿陷量。

表 13-9 湿陷性黄土场地常用的处理方法

处理方法	适用范围	可处理的湿陷性黄土层厚度 (m)
垫层法	地下水位以上，局部或整片处理	1-3
强夯法	地下水位以上， $S_r \leq 60\%$ ，局部或整片处理	3-12
挤密法	地下水位以上， $S_r \leq 65\%$ ，	5-15
预浸水法	自重湿陷性黄土场地，地基湿陷等级为级或级，可消除地面下 6m 以下，湿陷性黄土层的全部湿陷性	6m 以上，尚应采用垫层或其他方法处理

采用垫层法消除基底下 1-3m 湿陷性黄土的湿陷量时，采用局部（或整片）土垫层进行处理，当同时要求提高垫层土的承载力及增强水稳性时，采用整片灰土垫层处理。

采用垫层法的地基质量控制参见如下表 13-10，并对外放尺寸和垫层总厚度进行控制。

表 13-10 垫层法质量控制点和控制措施

序号	质量控制点	控制等级	控制措施
1	冬雨季施工	B	雨、冬期不宜做灰土工程，不得使用盐渍土、膨胀土、冻土、有机质等不良土料和粗颗粒的透水性（砂、石）材料做填料
2	配合比	A	控制材料质量，并利用计量工具严格控制体积或质量比，同时作好记录
3	分层铺设厚度	A	施工过程中应检查每层厚度是否符合设计及规范要求
4	压实系数	A	施工过程中应分层取样试验，并应在每层表面以下 2/3 厚度处取样检测干密度，换算压实系数
5	取样数量	A	1 整片土（或灰土）垫层的面积每 100-500m <sup>2</sup> ，每层 3 处。2 独立基础下的土（或灰土）垫层，每层 3 处。3 形基础下的土（或灰土）垫层，每 10m 每层 1 处。4 取样点位置宜在各层的中间及离边缘 150-300mm
竣工验收采用静载荷试验检验地基承载力：每个单体工程不宜少于 3 个点，1000m <sup>2</sup> 以上工程，每 100m <sup>2</sup> 至少应有一点，3000m <sup>2</sup> 以上工程，每 300m <sup>2</sup> 至少有一点，每一独立基础至少应有一点，基槽每 20 延米应有一点。			

采用强夯法处理湿陷性黄土地基，应先在场地内选择有代表性的地段进行试夯，试夯点的数量，应根据建筑场地的复杂程度、土质均匀性和建筑物的类别等综合因素确定。

表 13-11 采用强夯法消除湿陷性黄土层的有效深度预估值

单击夯击能	全新世黄土、晚更新世黄土	中更新世黄土
1000-2000KN·m	3-5	/
2000-3000KN·m	5-6	/
3000-4000KN·m	6-7	/
4000-5000KN·m	7-8	/
5000-6000KN·m	8-9	7-8
7000-8500KN·m	9-12	8-10

注：1 在同一栏内，单击夯击能小的取小值，单击夯击能大的取大值。

2 消除湿陷性黄土层的有效深度，从起夯面算起。

采用强夯法的地基质量控制参见表 13-12，尚应对起夯标高，设计处理厚度内夯实土层的湿陷性、湿陷系数和压实系数进行控制。

表 13-12 强夯法质量控制点和控制措施

序号	质量控制点	控制等级	控制措施
1	试夯	A	测定每个夯点每夯击 1 次的下沉量，试夯结束后，从夯击终止时的夯面起至其下 6~12m 深度内，每隔 0.5~1.0m 取土样进行室内试验，测定土的干密度、压缩系数和湿陷系数，或进行静载荷试验。确定夯锤质量、落距、夯击次数等参数
2	夯前	A	制定强夯方案，预估夯后效果，对于不均匀土层适当增加钻孔和原位测试工作（土工试验，标准贯入、静力触探、旁压仪等）
3	满夯	B	最末一遍夯击后，再以低能级对表层松土满夯 2~3 击
4	夯后	A	进行对应的原位测试工作（土工试验，标准贯入、静力触探、旁压仪等）
5	检测时间	B	根据不同土质条件间歇 7~30d，采用静载荷试验
6	检测数量	A	在每 500~1000m <sup>2</sup> 面积内的各夯点之间任选一处，自夯击终止时的夯面起至其下 5~12m 深度内，每隔 1m 取 1~2 个土样进行室内试验，测定土的干密度、压缩系数和湿陷系数
7	夯沉量	B	1 检查强夯施工记录，基坑内每个夯点的累计夯沉量，不得小于试夯时各夯点平均夯沉量的 95%
竣工验收采用静载荷试验检验地基承载力：每个单体工程不少于 3 个点。对于大型工程应按单体工程的数量或工程划分的面积确定检验点数。			

采用挤密法处理湿陷性黄土地基上的甲、乙类建筑，或在缺乏建筑经验的地区施工前，在现场选择有代表性的地段进行试验，试验结果满足设计要求，取的必要参数后再进行地基处理施工。

采用挤密法的地基质量控制请参见表 13-13，对于对复合土层湿陷性、桩间土湿陷系数、桩间土平均挤密系数均应进行控制。

表 13-13 挤密法质量控制点和控制措施

序号	质量控制点	控制等级	控制措施
1	管理	B	施工前技术交底施工顺序和检查频率
2	施工顺序	B	根据设计要求分段或分区施工
3	灰土拌制	B	土料、石灰过筛、计量，拌制均匀
3	桩孔夯填	A	石灰桩严格遵循打一孔填一孔，若土质较差，夯填速度较慢，宜采用间隔打法
4	填料的夯实质量	A	及时抽样检查，数量不少于总孔数的 2%，每台班不少于 1 孔。在全部孔深内，每 1m 取土样测定干密度，检测点的位置应在距孔心 2/3 孔半径处。
竣工验收采用复合地基静载荷试验检验承载力：每个单体工程不少于 3 个点；对于重压或大型工程，在处理深度内，分层取样测试挤密土及孔内填料的湿陷性及压缩性。			

采用预浸水法处理湿陷性黄土层厚度大于 10m，自重湿陷量的计算值不小于 500mm 的场地。浸水前通过现场试坑浸水试验确定浸水时间、耗水量和湿陷量。浸水结束后，在基础施工前进行补充勘察，重新评定地基土的湿陷性后采用相应方法处理上部湿陷性黄土层。



采用预浸水法的地基质量控制,对于施工前应检查浸水坑平面开挖尺寸或深度、浸水孔数量、深度和间距,施工中湿陷变形量及浸水坑内水头高度均应控制。

表 13-14 预浸水法质量控制点和控制措施

序号	质量控制点	控制等级	控制措施
1	浸水孔深度、间距	A	浸水坑边缘至既有建筑物的距离不小于 50m, 并应防止由于浸水影响附近建筑物和场地边坡的稳定性
2	浸水	B	按设计要求, 浸水坑边长不得小于湿陷性黄土层的厚度, 当浸水坑的面积较大时, 可分段进行浸水
3	湿陷变形量	A	按设计要求, 坑内水头高差不宜小于 300mm, 连续浸水时间以湿陷变形稳定为准, 其稳定标准为最后 5d 的平均湿陷量小于 1mm/d
竣工验收采用静载荷试验检验地基承载力: 每个单体工程不宜少于 3 个点, 1000m <sup>2</sup> 以上工程, 每 100m <sup>2</sup> 至少应有一点, 3000m <sup>2</sup> 以上工程, 每 300m <sup>2</sup> 至少有一点, 每一独立基础至少应有一点, 基槽每 20 延米应有一点。			

在湿陷性黄土场地采用桩基础, 桩端必须穿透湿陷性黄土层, 在非自重湿陷性黄土场地, 桩端应支撑在压缩性较低的非湿陷性黄土层中, 在自重湿陷性黄土场地, 桩端应支承在可靠的岩(或土)层中。

## 2. 红黏土

红黏土分为原生红黏土和次生红黏土。

原生红黏土是指石灰岩、白云岩、泥质岩等碳酸类岩石, 在炎热湿润气候条件下经过长期的红土化作用而形成的高塑性黏土物质。

次生红黏土是原生红黏土经过搬运、沉积后仍保留其基本特征。

红黏土做为地基来讲, 分为均匀地基与非均匀地基, 分述如下:

2.1 对于均匀性红黏土地基, 应充分利用上层红黏土强度高、压缩性低的特点, 基础应尽量浅埋。

2.2 对于岩土混合的非均匀地基, 改造压缩性较高的地基, 采用桩基、局部深挖、换土及梁、板等, 改造压缩性较低的地基, 采用炉渣、中粗砂、土夹石、黏性土作为材料的垫层法。

2.3 对于裂隙性红黏土地基, 采用铺垫层、增加基础埋深、加大室外散水宽度等方法。

2.4 对于有下伏岩溶、土洞的红黏土地基, 在基础持力层内的土洞, 可挖除洞体进行灌填及梁板支撑的方法。

2.5 对于下伏基岩洞隙强烈发育时, 采用钻孔灌注桩基础, 穿越洞隙。

地基质量控制根据设计要求执行。

## 3. 膨胀土

膨胀土是土中黏粒成分主要由亲水性矿物质组成, 同时具有显著的吸水膨胀和失水收缩两种变形特性的黏性土。

膨胀土成因复杂, 土质不均, 含水量的高低和土体自身裂隙性对其强度影响很大, 地基处理采取实事求是、因地制宜的方法。

表 13-15 换土改良法质量控制点和控制措施

序号	质量控制点	控制等级	控制措施
1	换填垫层	A	按设计要求, 检验分层进行, 并在每层的压实系数复核设计要求后铺填上层。
2	质量检验	B	按设计要求, 对粉质黏土、灰土、砂石、粉煤灰垫层采用环刀取样、静力触探、轻型动力触探或标准贯入试验等对碎石、矿渣垫层采用重型动力触探试验
3	压实系数	B	按设计要求, 采用灌砂法、灌水法
4	加筋材料	B	按设计要求, 外观无破损、老化、污染可张拉、无皱折、紧贴下承层, 锚固端锚固牢靠上下层搭接缝交替错开
竣工验收采用静载荷试验检验地基承载力: 每个单体工程不宜少于 3 个点, 1000m <sup>2</sup> 以上工程, 每 100m <sup>2</sup> 至少应有一点, 3000m <sup>2</sup> 以上工程, 每 300m <sup>2</sup> 至少有一点, 每一独立基础至少应有一点, 基槽每 20 延米应有一点。			

预浸水法是指用人工方法增加地基土的含水量, 使膨胀土全部或部分膨胀, 并维持高含水量, 从而消除或减少膨胀变形量。我国幅员辽阔, 气候差异大, 这种方法使用受到很大限制。

在膨胀土场地采用桩基础, 是当大气影响急剧深度较大, 或基础埋深较深, 选用墩基础施工有困难或不经济时采用的地基处理方法, 质量控制根据设计要求进行。

#### 4. 软土

软土可称为淤泥、淤泥质土、泥炭、泥炭质土, 主要分布于滨海沉积、湖泊沉积、河滩沉积和沼泽沉积。软土的分布广泛的区域性及物理力学特性, 决定了对软土采用的地基处理方法的多样性。

表 13-16 真空预压控制点和控制措施

序号	质量控制点	控制等级	控制措施
1	密封膜	B	关键点, 注意选择密封性和韧性好, 抗老化、穿刺能力强, 来源容易、价格便宜的材料, 同时注意边缘的密封, 加强检验、测试, 如有漏气, 应及时补好
2	压力监测	B	进行膜下真空度和地下水位测量
3	固结度	B	排除竖井处理深度以下, 受压土层实测竖面变形和平均固结度应满足设计要求
4	真空管分布	A	距离适当, 分布均匀, 管外滤膜渗透系数不小于 10-2cm/s
5	真空度	A	控制泵及膜内真空度达到 96kPa 和 73kPa 以上
6	地面总沉降	A	符合堆载预压测降规律

表 13-17 堆载预压控制点和控制措施

序号	质量控制点	控制等级	控制措施
1	位移观测和沉降观测	B	预压前设置垂直沉降观测点, 水平位移观测桩, 测斜仪及孔隙水压力计, 其设置数量、位置及测试方法, 应符合设计要求地基的稳定性加载速率、位移控制在 3-5mm/d, 控制预压速度, 最大沉降速率不超过 10mm/d, 从而控制堆载速率



序号	质量控制点	控制等级	控制措施
2	砂井数量、排列、形式、孔径、深度	A	按设计要求
3	灌砂密实度	A	自上而下保持连续，不出现颈井，且不扰动砂井周围土的结构，对灌砂量未达到设计要求的砂井，在原位将桩管打入灌砂复打一次，灌砂量不少于 95%
4	砂井井体强度	A	采用标准贯入检验砂井

表 13-18 固化物贯入法质量控制点和控制措施

序号	质量控制点	控制等级	控制措施
1	喷射程序	A	注浆均自上而下（水平喷射由里向外）连续进行，当注射管不能一次提升完成，需分成数次卸管时，斜管再喷射注浆的搭接长度不应小于 100mm，以保证固结体的整体性
2	喷射工艺	A	由于天然地基的地质情况比较复杂，沿着深度变化大，往往有多种土层，其密实度、含水量、土粒组成和地下水状态等有很大差异和不同，若采用单一的技术参数喷射长桩或高位幕墙，则全形成直径大小极不均匀的固结体，导致旋喷桩直径不一，使承载力降低，旋喷桩之间交联不上或防渗帷幕墙出现缺口，防水效果不良等问题，因此长桩和高帷幕墙的喷射工艺，对硬土，深部土层和土料粒大的卵砾石要多喷些时间，适当放慢提升速度和旋转速度或提升喷射压力
3	复喷工艺	A	在不改变喷射技术参数的条件下，对同一土层重复喷射（喷到顶再放下重喷该部位），能增加土体破坏有效长度，从而加大固结体的直径或长度，并提高固化强度，粉喷射时先喷水，最后一次喷射或全体喷浆，复喷的次数愈多，固结体增径加长的效果愈好。
4	间隔时间	B	成桩 3d 内，采用轻型动力触探检查上部桩身的均匀性，检验数量为施工总桩数的 1%，且不少于 3 根；成桩 7d 后，采用浅部开挖桩头进行检查，开外深度宜超过停浆（灰）面下 0.5m，检查搅拌的均匀性，测量成桩直径，检查数量不少于总桩数的 5%

水泥土搅拌桩干法施工机械必须配置经国家计量部门确认的具有能瞬时检测并记录出粉体计量装置及搅拌深度自动记录仪。竣工验收采用复合地基静载荷试验检验承载力：宜在成桩后 28d 后进行，试验数量不应少于总桩数的 1%，每个单体工程不少于 3 个点。对变形有严格要求的工程，采用双管单动取样器钻取芯样作抗压强度检验，检验数量为施工总桩数的 0.5%，且不少于 6 点。

表 13-19 置换法质量控制点和控制措施

序号	质量控制点	控制等级	控制措施
1	灌砂量	B	孔内填料量通过现场试验确定，估算时可按设计孔径体积乘以充盈系数，充盈系数控制在 1.2~1.4；开始拔管前应先在管内灌入一定量砂，振动 15~30s，然后将管子上拔 30~50cm，再次向管内灌入足量砂，适量水，对桩尖处加自重压力，以压迫活瓣张开，使砂易流出，用浮漂得桩尖已经张开，方可继续拔管。砂桩施工顺序，应从两侧向中间进行，以利挤密。砂桩料以中粗砂为好，含泥量应在 5% 以内无杂物
2	复打	B	在软黏土中施工，桩管未入土前先向管内灌 1.0~1.5m <sup>3</sup> 的砂，打到深度后，复打 2~3 次，可保证桩底成孔更好
3	排砂	B	向桩管内灌砂的同时，应向桩管内通水或压缩空气，利于砂排除桩管排砂不畅时，可适当加大风压，桩管快拔出地面，应减小风压，防止砂料外飘注入贯入和电流曲线，如土质较硬，或排砂量正常，贯入曲线平缓，而电流曲线变化幅度大

序号	质量控制点	控制等级	控制措施
4	桩长度	A	桩必须是上下连续, 确保设计长度
5	加固效果	A	桩体强度和桩周土加固效果, 均可用标贯或轻便触探检验, 也可用锤击法检查其密实度和均匀性
6	起拔速度	A	桩管拔起时速度不能过快, 可根据试验确定, 可按 2m/min
7	留振时间	A	逐步沉管法中, 每段拔起高度和留振时间可由现场试验确定
8	检测时间	B	对粉质黏土地基不宜少于 21d, 对粉土地基不宜少于 14d, 对砂石和杂填土地基不宜少于 7d

对桩体采用重型动力触探试验, 对桩间土采用标准贯入、精力触探、动力触探或其他原位测试等方法, 对消除液化的地基检验应采用标准贯入试验。检验深度不应小于处理地基深度, 检测数量不应少于桩孔总数的 2%。竣工验收采用复合地基静载荷试验检验承载力: 试验数量不应少于总桩数的 1%, 每个单体工程不少于 3 个点。

### 5. 盐渍土

盐渍土中的盐分分布随季节、气候、水文地质条件而变化, 在地表层常常存在白色盐霜与盐壳、厚几厘米到几十厘米, 这些表面盐层经常在雨季与干旱季节相交替的淋溶与聚集中发生周期性的变化。

建筑材料(砖、砂、石、水等)的含盐量, 防腐添加剂及防腐涂料的质量, 施工过程中应检验防腐添加剂的用法和用量、防腐涂层的施工质量。

表 13-20 防止盐渍土地基溶陷的处理措施

序号	处理措施	适用条件	备注
1	浸水预溶	厚度不大或渗透性较好的盐渍土层	需现场试验, 确定参数
2	强夯	地下水位以上, 含盐量不大而孔隙比较大的低塑性土和砂土	
3	浸水预溶 + 强夯	厚度较大、渗透性较好的盐渍土、处理深度取决于预溶深度和夯击能量	
4	浸水预溶 + 预压	厚度较大、渗透性较好的盐渍土、处理深度取决于预溶深度和预压深度	需现场试验, 检验压密效果
5	换土	溶陷性较大且厚度不大的盐渍土	
6	盐化处理	溶陷性高、土层厚, 其他方法难以处理、且地下水位较深时	

表 13-21 预浸水法质量控制点和控制措施

序号	质量控制点	控制等级	控制措施
1	浸水孔深度、间距	A	施工中测量
2	注水	B	按设计要求
3	溶剂	A	按设计要求

### 6. 冻土

冻土是指温度在 0℃或 0℃以下, 并含有冰的各种岩类和土壤。需要处理冻胀、融沉, 可采用换填法、物理化学法、保温法、隔水排水法。

对于季节性冻土, 为防止冻害发生, 从地基土的处理和增强上部结构两方面共同作用, 主要通过削弱产生冻胀的易冻胀土质、土中水分及外界补给水分、土中负温值, 来达到防冻害目的。上部结构措施方面以深基础为主。

对于多年冻土, 考虑常规变形因素外, 还要增加与温度有极密切关系的有效应力对冻土的作用以及与温度分布和控制有关的热源。



表 13-22 钢筋混凝土灌注桩质量控制点和控制措施

序号	质量控制点	控制等级	控制措施
1	成孔	A	按设计要求
2	钢筋笼	A	按设计要求同一标高位置接头数量不应大于总桩数的 50%，并应交错布置。
3	灌注	A	按设计要求

竣工验收采用单桩承载力和桩身完整性抽样检测：检测数量在同一条件下不应少于 3 根，且不宜少于总桩数的 1%，当工程桩总数在 50 根以内时，不少于 2 根。柱下三桩或三桩以下的承台抽检桩数不得少于 1 根设计等级为甲级，或地质条件复杂，成桩质量可靠性较低的灌注桩，抽检数量不应少于总桩数的 30%，且不少于 20 根。其他桩基工程的抽检数量不用少于总桩数的 20%，且不得少于 10 根。

表 13-23 钢筋混凝土预制桩质量控制点和控制措施

序号	质量控制点	控制等级	控制措施
1	桩位定点	A	用经纬仪两点导入，控制桩位投点的桩位放线定位精确度
2	桩架垂直度	A	安装组对过程中检查桩架与底盘的垂直度，在两个方向用经纬仪对桩架进行校正
3	桩垂直度	A	根据地质资料，掌握桩位土体情况清理地下的障碍物
4	接桩	A	焊接接头的焊接选用及焊机工艺、焊后停歇时间

竣工验收采用单桩承载力和桩身完整性抽样检测：检测数量在同一条件下不应少于 3 根，且不宜少于总桩数的 1%；当工程桩总数在 50 根以内时，不少于 2 根；柱下三桩或三桩以下的承台抽检桩数不得少于 1 根，设计等级为甲级，或地质条件复杂，成桩质量可靠性较低的灌注桩，抽检数量不应少于总桩数的 30%，且不少于 20 根；其他桩基工程的抽检数量不用少于总桩数的 20%，且不得少于 10 根。

表 13-24 保温隔热地基质量控制点和控制措施

序号	质量控制点	控制等级	控制措施
1	热棒安装	A	用钻机按设计要求钻成斜孔或垂直孔，整齐排列，高度差小于 20mm 同侧的热棒在同一平面内，误差不大于 20mm
2	钻进	A	干钻，根据地层情况也可加入少量冷水，采用小循环钻进，检查孔径和孔深，并将钻孔中的泥浆、孔周围的泥土杂质清理干净
3	回冻时间	A	固定热棒的支架应在灌孔填砂充分冻结后拆除，填砂回冻在 5-7d
4	回填	A	采用水中沉沙法回填钻孔间隙，先将冷水灌满钻孔，后将中粗砂徐徐灌入热棒和孔壁之间的间隙中，可分多次回填灌砂数量与设计数量相符，多余的水则自钻孔中流出，回填一定要饱满密实，以减少政法段的热阻，提高热棒的工作效率
5	热棒存放	A	紧靠施工现场，尽量缩短搬运距离

### 三、施工中常见的质量通病及预防措施

桩孔要防止漏钻或漏填；灰土要计量拌匀；干湿要适度，厚度和落锤高度、锤击数要按规定，以免桩出现漏填灰、夹层、松散等情况，造成严重质量事故。

在湿陷性黄土地带，对建筑物及其附属工程进行施工，应根据湿陷性黄土的特点和设计要求采取措施防止施工用水和场地雨水流入建筑物地基（或基坑内）引起湿陷。

在建筑物邻近修建地下工程时，应采取有效措施，保证原有建筑物和管道系统的安全使用，

并应保持场地排水畅通。

建筑场地的防洪工程应提前施工，并应在汛期前完成。

当基坑或基槽挖至设计深度或标高时，应进行验槽。

深基坑的开挖与支护，必须进行勘察与设计。

当发现地基浸水湿陷和建筑物产生裂缝时，应暂时停止施工，切断有关水源，查明浸水的原因和范围，对建筑物的沉降和裂缝加强观测，并绘图记录，经处理后方可继续施工。

管道和水池等施工完毕，必须进行水压试验。不合格的应返修或加固，重做试验，直到合格为止。

清洗管道用水，水池用水和试验用水，应将其引至排水系统，不得任意排放。

在使用期间，对建筑物和管道应经常进行维护和检修，并确保所有防水措施发挥有效作用，防止建筑物和管道的地基浸水湿陷。

表 13-25 施工中常见质量通病及预防措施

序号	特殊地基处理方式	质量通病	预防措施
1	换填法	未测定填料的质量密度	施工时每层夯实后测定，符合要求后才能摊铺上层填料，并在试验报告中，注明土料种类、配合比、试验日期、层数、结论等。密实度未达到设计要求的部位，均应重新处理并复检。
2		留接槎不符合规定	当基础标高不同时，应作为阶梯形，上下层的填料接槎距离不得小于 500mm，接槎的槎子应垂直切齐。
3		生石灰块熟化不良	颗粒过大，造成颗粒遇水熟化体积膨胀，会将上层垫层、基础开裂，应仔细过筛。
4		配合比不准确	做好计量检查
5		压实系数不达标	现场施工随时检查分层铺筑厚度，分段施工搭接部位的压实情况，随时检查压实遍数，按规定检测压实系数结果，注意边缘和转角处夯打密实。
6		橡皮土	挖除，填方区如有地表水时，应设排水沟排水，有地下水应降低至基底 500mm 以下，避免在含水量过大的粘土、粉质粘土、淤泥质土、腐殖土等原状土上进行回填。
7	加筋法	筋带未固定好	筋带两头要锚固到上一层土中，锚固长度每端不小于 1.5m，且用编织袋装重物压好。
8		筋带纤维破坏	及时更换扭曲、褶皱、重叠的筋带。
9	强夯法	地面隆起及翻浆	调整夯点间距、落距、夯击数等，
10		夯击效果差	基础埋置较深时，先挖除表层土，荷载较大时，增加夯击点。
11		土层中有软弱土	尽量避免在软弱夹层地区采用强夯加固地基，或采用加大夯击能量。
12	真空预压法堆载预压法	灌砂量不足	自上而下保持连续，不出现颈井，且不扰动砂井周围土的结构，对灌砂量未达到设计要求的砂井，在原位将桩管打入灌砂，复打一次。
13		密封膜漏气	注意选择密封性和韧性好，抗老化、穿刺能力强，来源容易、价格便宜的材料，同时注意边缘的密封，加强检验、测试，如有漏气，应及时补好
14		地基失稳破坏	采用分级加荷，并控制每级加载重量的大小和加荷速率，使之与地基的强度增长相适应。
15	挤密法	缩孔塌孔	套管成孔，遵循成孔挤密顺序
16		桩身疏松	随夯随填，控制含水量，夯锤不宜小于 100kg，不宜采用平头夯锤。



#### 四、质量检查、验证要求

##### (一) 特殊土地基工程质量检查标准

表 13-26 湿陷性黄土垫层法地基质量检验标准

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	地基承载力	不小于设计值		静载试验
	2	配合比	设计值		检查拌和时的体积比
	3	压实系数	不小于设计值		环刀法
	4	外放尺寸	不小于设计值		用钢尺量
一般项目	1	石灰粒径	mm	$\leq 5$	筛析法
	2	土料有机质含量	%	$\leq 5$	灼烧减量法
	3	土颗粒粒径	mm	$\leq 15$	筛析法
	4	含水量	最优含水量		烘干法
	5	分层厚度	mm	$\pm 50$	水准测量或用钢尺量
	6	垫层总厚度	不小于设计值		水准测量或用钢尺量

表 13-27 湿陷性黄土场地上强夯法地基质量检验标准

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	地基承载力	不小于设计值		静载试验
	2	处理后地基土的强度	不小于设计值		原位测试
	3	变形指标	设计值		原位测试
	4	湿陷性	设计要求		原位浸水静载试验或室内试验
一般项目	1	夯锤落距	mm	$\pm 300$	钢索设标志
	2	锤的质量	%	$\pm 100$	称重
	3	夯击遍数	不小于设计值		计数法
	4	夯击顺序	设计要求		检查施工记录
	5	夯击基数	不大于设计值		计数法
	6	夯点定位	mm	$\leq 500$	用钢尺量
	7	夯击范围超出基础范围距离	不小于设计值		用钢尺量
	8	前后两遍间歇时间	不小于设计值		检查施工记录
	9	最后两击平均夯沉量	不大于设计值		水准测量
	10	场地平整度	mm	$\pm 100$	水准测量
	11	起夯标高	mm	$\pm 300$	水准测量
	12	湿陷系数	$< 0.015$		室内湿陷系数试验, 取样竖向间隔不宜大于 1m
	13	压实系数	不小于设计值		环刀法, 取样竖向间隔不宜大于 1m

表 13-28 湿陷性黄土场地上挤密法地基质量检验标准

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	复合地基承载力	不小于设计值		静载试验
	2	桩长	不小于设计值		测桩管长度或用测绳
	3	桩体填料平均压实系数	不小于设计值		环刀法
	4	复合土层湿陷性	设计要求		原位浸水静载试验或室内试验
	1	石灰粒径	mm	$\leq 5$	筛分法
	2	土料有机质含量	%		灼烧减量法

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
一般项目	3	桩位	$\leq 0.25D$		全站仪或用钢尺量
	4	桩径	不小于设计值		用钢尺量
	5	垂直度	$\leq 1/100$		经纬仪测桩管
	6	桩顶垫层压实系数	不小于设计值		环刀法
	7	夯锤提升高度	不小于设计值		用钢尺量
	8	桩间土湿陷系数	$< 0.015$		室内湿陷系数试验, 取样竖向间隔不宜大于 1m
	9	桩间土平均挤密系数	不于设计要求		环刀法, 取样竖向间隔不宜大于 1m

注: D 为设计桩径 (mm)

表 13-29 湿陷性黄土地地上灰土挤密桩工程质量检验标准

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	桩长	mm	+500	测桩管长度或锤球测孔深
	2	地基承载力	设计要求		按规范方法
	3	桩体及桩间土干密度	设计要求		现场、取样检查
	4	桩径	mm	-20	用钢尺量, 负值指局部断面
一般项目	1	土料有机质含量	%	<5	试验室、焙烧法
	2	石灰粒径	mm	<5	筛分法, 合格袋装石灰粉可不测
	3	桩位偏差	$\leq 5\%$ 的桩距		用钢尺量
	4	垂直度	%	<1.0	用经纬仪测桩管

表 13-30 湿陷性黄土地地上预浸水法质量检验标准

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	湿陷变形稳定标准	mm/d	设计要求按连续 5d 平均值计算	水准测量
	2	浸水坑边长或直径	不小于设计值		用钢尺量
一般项目	1	浸水坑底标高	mm	$\pm 150$	水准测量
	2	浸水坑内水头高度	不小于设计要求		灼烧减量法
	3	浸水孔深度	mm	$\pm 200$	用钢尺量
	4	浸水孔间距	mm	$\leq 0.11$	用钢尺量

注: 1 为设计浸水孔间距 (mm)。

表 13-31 膨胀土地地上帷幕保湿法宽散水质量检验标准

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	散水宽度	mm	+1000	用钢尺量
	2	面层厚度	mm	+200	用钢尺量
	3	垫层厚度	mm	+200	用钢尺量
	4	隔热保温层厚度	mm	+200	用钢尺量
一般项目	1	散水坡底	设计值		用钢尺量
	2	垫层、隔热保温层配合比	设计值		检查拌和时的体积比
	3	垫层、隔热保温层压实系数	不小于设计值		环刀法
	4	石灰粒径	mm	$\leq 5$	用筛析法



项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
	5	土料有机质含量	%	$\leq 5$	灼烧减量法
	6	土颗粒粒径	mm	$\leq 15$	筛析法
	7	土的含水量	最优含水量 $\pm 2\%$		烘干法

表 13-32 盐渍土地上浸水预溶法质量检验标准

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	浸水下沉量	不小于设计值		水准测量
	2	有效浸水影响深度	不小于设计值		用钢尺量
	3	浸水坑的外放尺寸	不小于设计值		用钢尺量
一般项目	1	水头高度	不小于设计值		用钢尺量

表 13-33 冻土地上盐化法质量检验标准

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	含盐量	不小于设计值		实验室测量
	2	浸水影响深度	不小于设计值		用钢尺量
	3	浸盐坑的外放尺寸	不小于设计值		用钢尺量
一般项目	1	水头高度	不小于设计值		用钢尺量

## (二) 现行施工标准规范

GB50025《湿陷性黄土地区建筑标准》

GB50112《膨胀土地区建筑技术规范》

GB/T50942《盐渍土地区建筑技术规范》

JGJ118《冻土地区建筑地基基础设计规范》

JTG/TD31-06《季节性冻土地区公路设计与施工技术规范》

DB33/T904《公路软土地基路堤设计规范》

DB50/T1041《贵州省红黏土和高液限土路基设计与施工技术规范》

GB50007《建筑地基基础设计规范》

GB51004《建筑地基基础工程施工规范》

GB50202《建筑地基基础工程施工质量验收规范》

GB50026《工程测量规范》

GB50870《建筑施工安全技术统一规范》

GB/T 50502《建筑施工组织设计规范》

GB/T 50375《建筑工程施工质量评价标准》

JGJ18《钢筋焊接及验收规范》

JGJ79《建筑地基处理技术规范》

JGJ340《建筑地基检测技术规范》

JGJ94《建筑桩基技术规范》

JGJ 106 《建筑基桩检测技术规范》

HG/T 20578 《真空预压法加固软土地基施工技术规范》

第四节 基坑支护工程

一、排桩施工质量控制

（一）当排桩桩位邻近的既有建筑物、地下管线、地下构筑物对地基变形敏感或坑壁土层软弱时，应根据其位置、地基基础及结构类型、材料特性、使用状况等相应采取下列控制地基变形或成桩质量的措施：

1. 排桩宜采取间隔成桩的施工顺序；对混凝土灌注桩，混凝土浇注完毕 36h 后方可施工相邻的桩。2. 对松散或稍密的砂土、稍密的粉土、饱和软土等易坍塌或流动的软弱土体，应按成桩工艺（回转钻进、旋挖钻进、冲击钻进）不同采取改善泥浆性能等措施，必要时加入一定的分散剂等外加剂，保证成孔质量，以防塌孔。

3. 人工挖孔桩施工前应进行专项的安全论证，并预先进行试挖成孔。施工过程中必须做好通风、照明、排水工作；必须采用混凝土护壁，护壁圈应与土体紧密接触。

4. 预应力管桩应合理选择锤重（配重），保证能顺利将桩下沉至设计深度，管桩用作支护桩时应尽可能采用一段桩，如采用两段桩，不宜采用硫磺胶泥接桩，且桩的接头不宜在同一截面内，应相互错开。

（二）灌注桩钢筋笼的制作、焊接、吊放应符合规范要求，钢筋笼主筋连接应采用焊接或机械连接，焊接接头或机械连接接头的类型和质量应符合国家现行有关标准的规定。位于同一连接区段内的主筋连接接头面积百分率不应大于 50%，且应间隔布置。对非均匀配筋或有预埋件的钢筋笼必须严格控制其方向性和定位标高。

（三）混凝土在浇灌时需严格按施工工艺施工，保证桩身混凝土质量，并宜采用商品混凝土灌注。混凝土配合比应通过试配确定，配置的混凝土应具有良好的和易性和流动性，并能满足设计强度以及施工工艺要求。

（四）冠梁施工时，应将桩顶部浮浆、低强度混凝土及破碎部分清除。冠梁混凝土浇注采用土模时，土面应修理平整。

（五）排桩施工（灌注桩及混凝土预制桩）及质量检验应符合现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ94 及《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB50202 相对应的有关规定

（六）质量控制点

表 13-34 质量控制点

序号	质量控制点	控制等级	控制措施
1	成孔	A	桩长必须满足设计要求。



序号	质量控制点	控制等级	控制措施
2	钢筋孔	A	笼长应满足设计要求，同一标高位置接头数量不应大于总桩数的50%，并应交错布置。
3	灌注	A	桩身混凝土施工强度应满足设计要求。
4	冠梁	A	施工前，将支护桩桩头凿除清理干净，桩顶露出的钢筋长度应达到设计锚固长度要求；腰梁施工时其位置及梁与桩连接应符合设计要求。

## 二、钢板桩施工质量控制

（一）钢板桩的平面布置应保证轴线平直顺畅，应尽可能避免不规则的转角。有严格交圈合拢要求时，各边尺寸应符合桩的模数，避免使用异形截面桩。

（二）钢板桩使用之前应进行矫正。弯曲、企口不正等应采用机械方法或火焰校正，局部孔洞应用焊接修补，端头矩形比失控时应予切割修正。

（三）钢板桩长度不大、打设精度要求高时可采用单独打入法；当长度大于等于10m、打设精度要求高时应采用“屏风式”打入法。必要时，在施工过程中设置隔震沟以减小对周边环境的影响。

（四）钢板桩接长可采用剖口对焊或加鱼尾板焊接。相邻桩的焊缝宜间隔设置，错开1m以上。

（五）拔桩前应进行土方回填，尽量使板桩两侧土压力平衡。拔桩设备要同板桩保持一定距离，减小板桩受到的侧向压力。拔桩顺序宜与打桩顺序相反，拔桩后形成的桩孔应及时回填处理。

### （六）质量控制点

表 13-35 质量控制点

序号	质量控制点	控制等级	控制措施
1	材料	A	桩源材料质量应满足设计和规范要求
2	标高	A	桩顶标高应满足设计标高的要求
3	嵌固	A	悬臂桩其嵌固长度必须满足设计要求

## 三、地下连续墙施工质量控制

（一）地下连续墙的施工应根据地质条件、周边环境条件、设计要求等选择成槽设备和成槽工艺。成槽施工前应进行成槽试验，确定合适的施工工艺和技术参数。

（二）当成槽施工可能对邻近重要的建（构）物、地下管网线产生不利影响时，应跳槽段施工并采取有效措施控制槽壁变形，也可对邻近的建（构）物、地下管网线采取预加固、托换或隔离措施。在深厚的松散填土和粉土、砂土、软弱淤泥及淤泥质黏性土中施工地下连续墙时，应采取可靠措施提高槽壁的稳定性，必要时，宜采用搅拌桩、高压旋喷等方法对槽壁进行加固。

（三）地下连续墙的施工顺序及单元槽段划分应根据地下连续墙的平面布置、场地地质条件、邻近建（构）筑物分布状况以及泥浆池容量、混凝土供应能力、起重设备吊运能力等因素综合考虑确定。一字形单元槽段的长度宜为4.0m～6.0m。单元槽段宜采用间隔一个或多个槽段的跳幅施工顺序。每个单元槽段的挖槽分段不宜超过3个。

(四) 成槽施工前, 应沿地下连续墙两侧设置导墙。导墙应符合下列要求:

1. 导墙应具有足够的强度、刚度、整体性和抗渗性。应采用 C20 以上强度等级的混凝土制作钢筋混凝土导墙; 导墙外侧应采用黏性土填实; 导墙应满足成槽设备及顶拔接头管时的强度及稳定性要求;

2. 导墙应平行于地下连续墙轴线, 导墙墙基应置于较好土层上, 如土层较软, 应采取加固措施, 埋深不宜小于 1.5m, 墙面垂直。导墙之间的净空应为连续墙厚加 40mm ~ 50mm, 墙顶标高应根据结构要求及连续墙施工要求综合确定。导墙施工允许误差为: 轴线偏差  $\pm 10\text{mm}$ ; 净空尺寸  $\pm 5\text{mm}$ 。

3. 导墙拆模后, 需在墙间每隔 1.0m 左右加设上、下两道对顶木支撑, 如附近有较大荷载或有重型机械运行时, 还需在重荷载影响范围的导墙中每隔 0.2m ~ 0.3m 设一道钢闸板支撑, 防止导墙位移和变形。

(五) 成槽护壁泥浆制作宜选用膨润土, 使用前应进行配比试验。施工过程中应控制泥浆比重、黏度、含砂率、胶体率等指标, 定时观测, 防止槽壁失稳。成槽过程槽内泥浆液面应高于导墙底面 500mm。

(六) 钢筋笼的加工和安放应符合下列要求:

1. 钢筋笼应焊接成空间骨架。当配筋较少时应增加纵向骨架 2 根 ~ 4 根。骨架纵横钢筋交点应有 50% 以上采用焊接, 焊点交错布置。钢筋笼内及两侧应有必要的净空, 保证浇灌混凝土的导管及单元槽段接头管 (或型钢等) 能顺利拔出。

2. 钢筋笼的下端与槽底之间 500mm 内, 沿地下连续墙的厚度方向应作收口处理; 钢筋笼两侧的端部与接头管 (或型钢) 或相邻墙段混凝土接头面之间应留有 100mm ~ 150mm 的间隙。钢筋笼制作时, 纵向受力钢筋的接头不宜设置在受力较大处。

3. 钢筋笼应设置定位垫块, 垫块在垂直方向上的间距宜取 3.0m ~ 5.0m, 水平方向上每层宜设置 2 块 ~ 3 块。

4. 钢筋笼通过验收合格后方可吊运入槽。吊装前应制定起吊、运输、吊放专项施工方案。应根据需要施工的笼体重量选择可靠的主、副吊设备。钢筋笼制作过程中应对吊点进行局部加强, 沿钢筋笼设置纵横向起吊桁架。钢筋笼入槽时应先对准单元槽段中心, 垂直而又准确地插入槽内, 不得产生横向摆动, 以免造成槽壁坍塌。起吊后若有钢筋笼散架现象, 必须重新焊接, 严禁强行入槽。如遇障碍应重新吊起, 查明原因、清除障碍再下槽, 严禁采用冲击、压沉方法下槽。

(七) 两墙合一地下连续墙钢筋笼制作时, 要处理好地下连续墙与结构楼板、柱、梁连接的结构接头, 应在钢筋笼上预留剪力槽、插筋、钢筋接驳器等预埋件, 预埋件应可靠固定; 严格控制预埋件的标高和水平位置, 并做好保护工作, 保证预埋连接件部位的混凝土浇灌密实。

(八) 地下连续墙应按水下混凝土浇灌要求采用导管连续浇筑。并应符合下列要求:

1. 一个单元槽段内导管数量应通过计算确定; 每根导管分担的浇筑面积宜均等, 导管距槽段端部不宜大于 1.5m。

2. 混凝土浇筑过程中导管理入混凝土液面以下的深度宜为 2.0m ~ 4.0m, 各导管底面的高差不



宜大于 0.3m。

3. 浇灌上升速度不宜小于 3.0m/h。浇灌过程中应注意保证接头质量。

(九) 槽段的混凝土浇筑标高应比墙顶设计标高高出 300mm ~ 500mm, 浇筑冠梁前应将高出部分凿去, 并保证墙顶面嵌入冠梁内 50mm。混凝土塌落度宜为 180mm ~ 220mm, 初凝时间不宜小于 8h; 配合比通过试验确定; 混凝土强度应比设计墙身强度提高等级进行配置。

(十) 地下连续墙墙段接头处理应符合下列要求:

1. 槽段间的连接接头形式, 应根据地下连续墙的使用要求选用, 同时还应满足混凝土浇筑压力对其强度和刚度的要求。两墙合一地下连续墙槽段施工接头宜采用刚性接头。

2. 后续槽段浇注混凝土前, 应对前槽段竖向接头处进行清刷处理, 清刷后的槽段接头和混凝土面不得夹泥砂或污物。

3. 地下水丰富地层中的槽段接头处宜采用旋喷桩等墙外防渗措施。

(十一) 承受竖向荷载的地下连续墙, 根据设计要求需进行墙底注浆时, 墙底注浆应符合下列要求:

1. 注浆管应采用钢管, 宜设置在墙厚中部, 且宜沿槽段长度方向均匀布置。

2. 单幅槽段注浆管数量不应少于 2 根; 注浆管低于槽底以下不少于 300mm。

3. 在墙体混凝土达到设计强度的 80% 后注入水泥浆, 注浆压力应大于注浆深度处的土层压力, 注浆量应符合设计要求。

(十二) 地下连续墙槽段开挖、泥浆配制、钢筋笼制作及吊装、浇灌混凝土等尚应符合《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204 和《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB50202 的有关规定。

(十三) 质量控制点

表 13-36 质量控制点

序号	质量控制点	控制等级	控制措施
1	抗渗	A	按现行国家标准《地下防水工程施工质量验收规范》GB50208 执行
2	连接接头	A	在浇注混凝土前, 接头处必须刷洗干净, 不留任何泥砂或污物
3	槽的质量	A	应检查成槽的垂直度、槽底的淤积物厚度、泥浆比重、钢筋笼尺寸、浇注导管位置、混凝土上升速度、浇注面标高、地下墙连接面的清洗程度、商品混凝土的坍落度、锁口管或接箱的拔出时间及速度等
4	永久性结构的地下墙	A	永久性结构的地下墙, 在钢筋笼沉放后, 应做二次清孔, 沉渣厚度应符合要求
5	永久性结构的地下墙	A	作为永久性结构的地下连续墙, 土方开挖后应进行逐段检查, 钢筋混凝土底板也应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204 的规定
6	材料	A	施工前应检验进场的钢材、电焊条。已完工的导墙应检查其净空尺寸, 墙面平整度与垂直度。检查泥浆用的仪器、泥浆循环系统应完好。地下连续墙应用商品混凝土

#### 四、锚杆(索)施工质量控制

(一) 对于重要工程、无经验以及采用新型锚杆(索)时,应按设计要求事先进行成锚工艺及极限抗拔力试验,并根据试验结果对设计进行必要的调整。对于软弱黏性土、淤泥及淤泥质土层中的锚杆,尚应进行成锚工艺及其蠕变试验。

(二) 正确选择锚杆(索)成孔的钻孔机械和钻孔工艺,在复杂的地质条件、易涌水的松散层中钻孔时应采用旋转式钻机并套管跟进成孔,如遇卵石、孤石等应采用冲击旋转式钻机成孔。在承压水含水层中施工锚杆时,宜事先降低地下水位,预防沿锚孔发生涌砂。

(三) 锚杆(索)钻孔在水平方向误差不应大于 100mm,垂直方向误差不应大于 50mm,钻孔偏斜度不应大于 3%,孔深应超过设计深度 0.5m ~ 1.0m。

(四) 锚杆施工应符合下列要求:

1. 锚杆制作应严格按设计要求下料,长度误差不应大于 50mm。锚杆钢筋杆体接长可以采用机械连接,也可以采用双面搭接焊,焊接长度不应小于 8d,接长的杆体轴线应与原轴线保持一致。

2. 安放锚杆时,应做好定位工作,并宜将注浆管一同放入钻孔。注浆管底端距孔底宜为 50mm ~ 100mm。在条件许可的情况下,尽可能采用可回收锚杆。

3. 设计未作明确规定之处,锚杆施工可参照工程建设标准化协会标准《岩土锚杆(索)技术规范》CECS 的有关规定执行。

(五) 锚索的施工应符合下列要求

1. 钢绞线锚索杆体绑扎时,钢绞线应平行、间距均匀,沿杆体轴线方向每隔 1.0 ~ 1.5m 设置一个隔离支架,注浆管和排气管应与杆体绑扎牢固,绑扎材料不宜采用镀锌材料;杆体插入孔内时,应避免钢绞在孔内弯曲或扭转。

2. 杆体制作和安放时应除油污、锈斑;每根钢绞线的下料长度误差不应大于设计长度的 50mm。钢绞线宜使用机械切割,不得使用电弧切割。

3. 拉力型钢绞线锚索宜采用钢绞线束整体长拉锁定的方法;压力型锚索的承载体应与钢绞线牢靠固定。锚具、垫板应与锚筋体同轴安装,对于钢绞线或高强钢丝锚索,锚索锁定后其偏差应不超过  $\pm 5^\circ$ ,垫板应安装平整、牢固,垫板与垫墩接触面无空隙。

4. 其它要求可参照工程建设标准化协会标准《岩土锚杆(索)技术规范》CECS 的有关要求执行。

(六) 锚杆(索)灌浆必须保证锚固段连结密实。用压力泵灌浆时压力不宜过大,以免吹散浆液。在浆液硬化前,不得使锚体承受外力。

(七) 浆液应按设计要求配制,可选用水泥砂浆或纯水泥浆。浆体设计强度不应低于 20MPa。

(八) 采用二次高压灌浆时,应在一次灌浆浆体强度达 5.0MPa 后进行,二次灌浆压力宜控制在 2.0MPa ~ 4.0MPa 之间。

(九) 锚固体强度大于 15.0MPa 且达到设计强度 75% 后方可进行张拉。张拉前应对张拉设备进行标定。锚固体强度应根据现场取样标准养护的试块试压确定。

(十) 确定锚杆(索)的张拉顺序时应考虑相邻锚杆(索)的相互影响。张拉荷载应分级施加,张拉至设计荷载值后,保持 10min ~ 15min,然后卸荷至锚杆(索)锁定荷载锁定。



(十一) 锚杆(索)锁定应保证锁定后具有设计规定的预应力, 锁定荷载一般为设计荷载的 0.6 倍 ~ 0.8 倍。锁定后若发现有明显的预应力损失, 应进行补偿张拉。

### 五、土钉支护施工质量控制

(一) 基坑开挖应按设计要求分段分层进行, 严禁超深度开挖, 也不应超长度开挖。机械开挖后, 应辅以人工修整坡面。上下层面板及锚杆(或土钉)施工间隔应满足养护期要求。

(二) 土钉成孔机具可根据地质条件及环境情况选用螺旋钻、冲击钻、洛阳铲等; 对于孔隙较大的杂填土、砂性土等土层, 可选用打入式钢管花管, 形成注浆式土钉。成孔深度应超过设计长度的 0.3m ~ 0.5m。

(三) 喷射混凝土作业时应符合下列要求:

1. 喷射作业应分段分片进行, 并在坡面上垂直打入短钢筋作为控制厚度的标志, 同一段内应自下而上进行喷射, 射流应垂直喷射面, 射距宜在 0.8m ~ 1.5m 范围之内。

2. 当面板设置有钢筋(或钢丝)网时, 应分二次进行喷射, 第二次喷射前应清除表面上的浮浆和松散碎屑, 并喷水使之湿润。

3. 喷射混凝土的配合比应进行试配, 其设计强度不宜低于 20MPa。

4. 应做好保湿养护, 养护时间应根据气温和环境条件而定。

(四) 钢筋网宜在喷射一层混凝土后铺设, 钢筋与坡面间距宜大于 30mm, 钢筋网应通过加强筋(肋)与土钉连结, 连接方式及强度应满足本规程及设计的有关规定。

(五) 土钉施工可参照上节中锚索的施工的有关要求执行。

(六) 锚杆(索)、土钉质量控制点

表 13-37 锚杆(索)、土钉质量控制点

序号	质量控制点	控制等级	控制措施
1	机具确定	A	根据设计要求, 地质水文情况和施工机具条件, 认真编制施工组织设计, 选择合适的钻孔机具和方法, 精心操作, 确保顺利成孔和安装锚杆并顺利灌注
2	锚杆安装	A	锚杆安装应按设计要求, 正确组装, 正确绑扎, 认真安插, 确保锚杆安装质量
3	灌浆	A	锚杆灌浆应按设计要求, 严格控制水泥浆、水泥砂浆配合比, 做至搅拌均匀, 并使注浆设备和管路处于良好的工作状态
4	施加预应力	A	施加预应力应根据所用锚杆类型正确选用锚具, 并正确安装台座和张拉设备, 保证数据准确可靠
5	钻进	A	在钻进过程中, 应认真控制钻进参数, 合理掌握钻进速度, 防止埋钻、卡钻、坍孔、掉块、涌砂缩颈和等各种通病的发生, 一旦发现孔内事故, 应尽快进行处理, 并配备必要的事故处理工具
6	注浆	A	干作业钻机拔出钻杆后要立即注浆, 以防塌孔; 水作业钻机拔出钻杆后, 外套留在孔内不会坍孔, 但亦不宜间隔时间过长, 以防流砂涌入管内, 造成堵塞

### 六、内支撑施工质量控制

(一) 内支撑有钢或混凝土支撑系统, 支撑系统包括围檩及支撑、支撑下的立柱及其下部立柱桩。

(二) 施工前应熟悉支撑系统的图纸及各种计算工况, 掌握土方开挖及支撑设置的方式、预顶力及周围环境保护的要求。

(三) 支撑结构的安装与拆除顺序, 应与基坑支护结构的设计计算工况相一致。支撑安装应与土方开挖密切配合, 必须严格按“由上而下、先撑后挖、严禁超挖”的原则施工。

(四) 支撑下立柱穿过主体底板或楼板以及支撑结构穿越主体结构地下室外墙的部位, 应采用止水构造措施。采用钢立柱时应避免在负荷状态下对立柱主体施焊。

(五) 在设置围檩部位, 应凿去支护结构表面的软弱部分, 露出坚实的混凝土。采用钢围檩时还需在围檩与支护结构之间充填适当厚度的强度等级 C25 以上的混凝土, 或采取其它有效措施, 保证支撑力的有效传递。

(六) 混凝土内支撑的施工应符合下列要求:

1. 开挖土方至混凝土支撑垫层底标高。
2. 平整、压实支撑底部地基, 施工垫层或做底胎膜。当支撑部位的地基土为软弱土层, 为防止地基土沉降对混凝土支撑梁的平直度和挠度产生影响, 应根据设计要求、结合具体地层条件采取预先加固防沉的措施。
3. 施工混凝土支撑并养护, 若考虑为爆破拆除则宜预先留设药眼。
4. 待支撑混凝土强度达到设计要求或设计无要求达到设计强度的 80% 以上后, 继续开挖支撑以下的土方。
5. 重复以上工序, 直至土方开挖完毕。

(七) 钢内支撑的施工应符合下列要求:

1. 钢支撑的构件制作应符合《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205 和《建筑钢结构焊接规程》JGJ81 的有关规定。
2. 有立柱时先焊好立柱支撑托架, 再依次安装角撑、横向(短方向)水平支撑、纵向水平支撑。
3. 钢支撑的施工与使用过程中均应考虑气温变化对支撑工作状态的影响, 应对钢支撑内力进行监控。
4. 根据设计要求, 钢结构支撑如需施加预应力, 宜采用工具式接头, 并配有计量千斤顶装置。千斤顶及计量仪器应由专人使用管理, 并定期校验, 有异常现象应随时校验或更换。
5. 钢支撑安装后施加预压力, 应符合下列要求:
  - 5.1 预压力控制值根据设计确定, 通常为支撑设计轴向力的 50% ~ 75%。
  - 5.2 施加预压力前, 应检查各节点的连接状况, 经确认符合要求后方可施加, 施加时应在支撑的两端同步对称进行。
  - 5.3 预压力应分级施加, 加至设计值时, 应再次检查各连接点的情况, 必要时应对节点加固, 待额定压力稳定后锁定。



(八) 采用坑内钢斜撑时,应在支护结构内侧先预留一定的护壁土,施工好斜撑的传力支座后,开槽安装斜撑,再挖除该斜撑所在段的护壁土。对穿越底板和外墙的斜撑,应采用止水构造措施。

(九) 支撑拆除前,应根据设计工况要求,先进行基坑回填或安装好替代支撑系统。替代支撑的截面和布置应由设计计算确定。当采用爆破法拆除混凝土支撑结构时,必须对周围环境和主体结构采取有效的安全防护措施。

(十) 利用主体结构换撑时,应符合下列规定:

1. 主体结构的楼板或底板混凝土强度应达到设计强度的 80% 以上。
2. 在主体结构与支护结构之间设置可靠的换撑传力构造。
3. 在主体结构楼板局部缺少部位,应在主体结构内的适当部位设置临时的支撑系统。
4. 当主体结构的底板和楼板分块施工或设置后浇带时,应在分块或后浇带的适当部位设置传力构件。

(十一) 每层支撑体系安装结束后,应对整个使用期进行监测,监测内容和频率应符合《建筑基坑工程监测技术规范》GB50497 的规定要求,确保整个系统的正常运转直至支撑体系全部拆除。

(十二) 支撑施工过程中和施工完成后,除非设计时有考虑,严禁在支撑顶面运行施工机械。

(十三) 立柱桩施工应满足《建筑桩基技术规范》JGJ94 的规定和设计要求。立柱应插入立柱桩中不小于 3m,立柱的制作与安装应按结构柱的要求满足相关国家和地方标准的规定和设计要求。

(十四) 混凝土结构多层地下室的逆作法施工应满足下列要求:

1. 沿地下室四周施工挡土止水支护结构。
2. 施工地下室逆作法用临时立柱及立柱桩。
3. 浇筑地下室顶板结构并按设计要求预留垂直运输孔洞,使之与基坑四周的支护结构及临时立柱结合,形成第一层水平支撑。
4. 挖除已施工楼面结构下面的土方,施工下一层楼面结构,并形成第二层水平支撑。
5. 按本条第 3、4 款分别进行其下各层的楼面结构和土方开挖施工,直至浇筑地下室底板。然后自下而上浇筑地下室侧墙(内衬墙)和临时立柱的外包钢筋混凝土,直至完成地下室结构的施工。

(十五) 为永久性结构的支撑系统尚应符合现行国家、地方有关标准规范的要求。

(十六) 当对钢筋混凝土支撑结构或对钢支撑焊缝施工质量有怀疑时,可采用超声探伤无损方法检测。

## 七、基坑隔渗帷幕及土体加固施工质量控制

(一) 根据设计要求,基坑隔渗帷幕与坑内土体加固可采用高压旋喷桩、深层搅拌桩施工。

1. 高压旋喷桩可采用单管法、二重管法、三重管法,注浆形式可采用旋喷、摆喷、定喷。高压旋喷桩应根据不同的地质条件和技术要求选择机具设备、喷射参数和浆液配方,并通过现场试喷确认后方可正式施工。当土层中含有较多的大粒径块石、大量植物根茎、过多的有机质或为坚硬黏性土时,应经现场试验确定其适用程度后再确定施工参数。

2. 深层搅拌桩施工可采用浆喷或粉喷,施工中应根据加固土层的特点选用合适的施工方法和施

工机械,宜优先选用浆喷型双轴或三轴深层搅拌工艺。

(二) 高压旋喷桩施工应符合下列要求:

1. 高压喷射浆液应按设计要求配制,一般采用普通硅酸盐水泥,水灰比一般取 1.0 ~ 1.5,常用 1.0。当有特殊要求时,可加入适宜的外加剂。作为隔渗帷幕时不宜使用矿渣水泥,但可在浆液中掺入膨润土、粉煤灰等填充材料,掺量应经试验确定。

2. 高压旋喷桩应间隔施工,喷射注浆时,应由下而上均匀地喷射,停止喷射的位置宜高于帷幕设计顶面标高 1.0m;且应在注浆施工 24h 内并初具强度后,再施工相邻的注浆孔。孔位与设计位置的偏差不得大于 80mm,垂直度应控制在 1% 以内;可采用复喷工艺增大固结体半径、提高固结体强度,喷浆下沉或提升速度不应大于 100mm/min。

3. 当喷射注浆因故中途停喷后,继续注浆时应与停喷前的注浆搭接,其搭接宽度不应小于 500mm。

4. 为防止固结体顶部浆液凝固收缩影响其高程,高喷作业时应注意其标高控制,必要时应采用冒浆回灌;当注浆孔邻近既有建筑物时,宜采用速凝浆液进行喷射注浆。

5. 采用与排桩咬合的高压喷射注浆截水帷幕时,应先进行排桩施工,后进行高压喷射注浆施工;当在排桩之间施工高喷隔渗帷幕时,为便于准确定位可先施工冠梁,在冠上预埋注浆孔(管),后施工高喷注浆。

6. 采用高压旋喷桩隔渗帷幕深度大于 15.0m 时,应采用双排或多排相互搭接的高压旋喷桩隔渗帷幕;隔渗帷幕深度大于 20.0m 时,对隔渗帷幕的施工的可行性应进行专题论证。

7. 高压旋喷桩是在高压下进行的,要注意施工的安全性,防止接头断开、软管破裂导致的浆液飞散、软管甩出等安全事故。喷射浆自喷嘴喷出时,人和喷嘴的距离不应小于 0.6m。

(三) 深层搅拌桩施工应符合下列要求:

1. 深层搅拌桩施工应满足设计的搭接要求,每一施工段应连续施工,相邻桩体的施工间隔时间不宜超过 24h。施工开始和施工结束处的搭接应采取加强措施。

2. 深层搅拌桩桩位水平偏差不大于 50mm,垂直偏差不大于 1%;对于作为隔渗帷幕时,桩位水平偏差不大于 20mm,垂直偏差不大于 0.5%。

3. 为了保证桩的完整性和均匀性,应合理划分施工段,宜减少段数,缩短施工段之间的间隔时间。若间隔时间过长,应采取补桩或其它加强措施。施工期间应对桩位、桩长、提升速度、水泥浆(粉)总用量等做出记录。

(四) 当采用高压旋喷桩作加固体时,宜先进行支护桩(墙)施工,再进行坑内土体加固;当采用深层搅拌桩作加固体时,若先进行支护桩(墙)施工,再进行坑内土体加固时,应在支护桩(墙)与加固体之间的空隙采用高压旋喷桩或高压注浆进行补强加固。

(五) 高压旋喷或深层搅拌水泥土体应有 28d 以上的龄期,达到设计强度要求后,方能进行基坑土方开挖。

(六) 施工过程中应对孔位、孔深、喷射和搅拌时的各项参数做出记录。遇有地下障碍物、

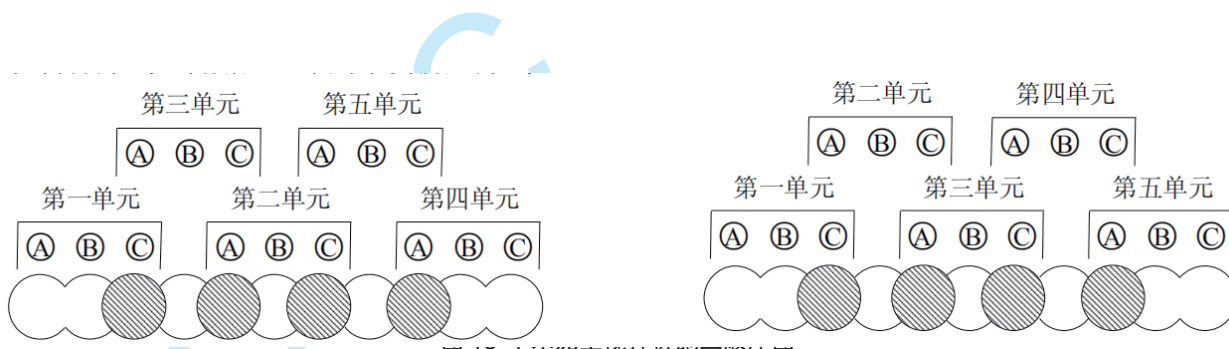
洞穴或其它特殊情况时应查明原因，采取相应对策，并作好记录，作为隐蔽资料存档。

## 八、型钢水泥土搅拌墙施工质量控制

(一) 型钢水泥土搅拌墙施工前应通过成桩试验确定搅拌下沉和提升速度、水泥掺量、水泥浆液水灰比等工艺参数及成桩工艺，成桩试验不宜少于 3 根。对有机质含量较高的淤泥、淤泥质土应取样进行配合比试验，确定其适用性。

(二) 搅拌下沉速度宜控制在  $0.5\text{m/min} \sim 1.0\text{m/min}$  范围内，提升速度宜控制在  $1.0\text{m/min} \sim 2.0\text{m/min}$  范围内，并保持匀速下沉或提升。提升时不应在孔内产生负压造成周边土体的过大扰动，搅拌次数或搅拌时间应能保证水泥土搅拌桩的成桩质量。对环境保护要求高的基坑工程，宜选择挤土量小的搅拌机头，并应通过试成桩及其监测结果调整施工参数，搅拌下沉速度宜控制在  $0.5\text{m/min} \sim 0.8\text{m/min}$  范围内，提升速度宜小于  $1.0\text{m/min}$ ，喷浆压力不宜大于  $0.8\text{MPa}$ 。

(三) 水泥土搅拌墙的施工顺序可采用跳打方式（图 13-1a）、单侧挤压方式（图 13-1b）、先行引孔套打方式。转角处宜采用单侧挤压方式。



(四) 拟拔出回收的型钢，插入前应先在干燥条件下除锈，再在表面涂刷减摩材料。完成涂刷后的型钢，在搬运过程中应防止碰撞和强力擦挤。减摩材料如有脱落、开裂等现象应及时补涂减摩材料。型钢宜在水泥土搅拌墙施工结束后的 30min 内完成，型钢宜依靠自重插入；相邻型钢焊接接头位置应相互错开，竖向错开距离不宜小于  $1.0\text{m}$ 。

(五) 型钢回收起拔，应在水泥土搅拌墙与主体结构外墙之前的空隙回填密实后进行，并满足设计工况要求后进行。型钢拔出后留下的空隙应及时注浆填充，并应编制包括浆液配比、注浆工艺拔除顺序等内容的施工方案。周边环境复杂、保护要求高的基坑工程，型钢不宜拔出。必须拔出时应采取跳拔、随拔随灌浆、控制上拔速度、加强监测等措施。

## 九、基坑支护施工中常见的质量通病及预防措施

### (一) 钢板桩工程常见的质量通病与预防措施

#### 1. 打桩受阻

打桩阻力大，不易贯入。为此，打桩前应对地质情况做详细分析，确定钢板桩可能贯入的深度；打桩前对钢板桩逐根检查，剔除连接锁口锈蚀和严重变形的钢板桩；施工时可用高压水或振动法辅助沉桩；在钢板桩的锁口内涂油脂。

### 2. 桩身倾斜

钢板桩头部向打桩行进方向倾斜。为此,施工过程中应用仪器随时检查、控制、纠正钢板桩的垂直度;发生倾斜时,用钢丝绳拉住桩身,边拉边打,逐步纠正。

### 3. 桩身扭转

钢板桩的中心线变为折线形。为此,在打桩行进方向用卡板锁住钢板桩的前锁口;在钢板桩与围檩之间的两边空隙内设一只定樨滑轮支架,以制止钢板桩下沉中的转动;在两块钢板桩锁口扣搭处的两边用垫铁和木樨填实;桩身扭转严重时,可将扭转部分的钢板桩拔出,采用上述预防扭转的措施之后,重新打桩。

### 4. 带桩下沉

打钢板桩时,连带已打入的相邻钢板桩一起下沉。为此,钢板桩发生倾斜时应及时纠正,不应一次把钢板桩打到标高,而留一部分在地面,待全部钢板桩入土后,用屏风法把余下部分打入土中;把连带下沉的钢板桩和其他一块或数块已打好的钢板桩用型钢焊接在一起;在连接锁 E1 处涂油脂,减少阻力;运用特殊的塞子防止土砂进入连接锁口;钢板桩被连带下沉厚,应在其头部焊接同类型的钢板桩,以补充其长度的不足。

### 5. 拔桩困难

打入的钢板桩在回收时难以从地基中拔出。为此,打桩前,应对钢板桩逐根检查,剔除连接锁口锈蚀、变形严重的钢板桩;打桩前,在钢板桩的锁口内涂油脂;基坑内土建施工结束回填土时,应尽可能使钢板桩两侧土压平衡;拔桩时,拔桩设备同钢板桩保持一段距离,必要时在拔桩设备下放置路基箱或垫木,以此减小钢板桩受到的附加侧压力;将钢板桩用振动锤或柴油锤等重复打一次,以此克服土的粘结力,并消除钢板桩上的铁锈;应按与打桩顺序相反的次序拔桩;当钢板桩承受土压一侧的土较密实时,可在其附近并列打入另一根桩,使原来的桩容易拔出;在钢板桩两侧开槽,灌膨润土泥浆,使拔桩阻力减少。

## (二) 钢筋混凝土桩常见的质量通病与预防措施

### 1. 坍孔:

如遇有坍孔,应仔细分析查明原因和位置,然后进行相应处理。

对遇坍孔严重时,可用匀质粘性土回填至坍孔位置以上,同样采取改善泥浆性能、加高泥浆水头等措施继续成孔。对坍孔严重时,应立即将所成的孔回填,其回填的材料根据不同的成孔工艺而定;如采用自成泥浆正循环排渣成孔的,应填入一般粘性土;如采用反循环成孔的可全部用砂或小砾石夹粘土回填,回填后应暂停一段时间,查明坍孔原因,采取相应措施后重新开钻。

### 2. 偏斜、弯曲:

成孔遇有偏斜、弯曲时,一般如采用悬吊式多头钻(或单头钻)的,可使钻头悬空反复扫孔使成孔正直;如采用导杆抓斗成孔的,则可采取慢慢调整导杆角度来使其正直。如所成孔偏斜严重时,应回填粘性土到偏斜处,等其沉积密实后再钻进。

### 3. 缩孔:



钻头头部磨损过多、且补焊不及时；因地层中有遇水膨胀的软土、粘土泥岩等。前者应注意钻头的及时补焊，后者应采取用失水小的优质泥浆护壁。如已发生缩孔时，宜在缩孔处用钻头上下反复扫孔，以扩大缩宽或孔径。

采用回转钻或冲击钻以正反循环成孔时，常出现糊钻、埋钻等。遇到这种情况应对泥浆稠度、钻渣进出口、钻杆内径大小和排渣设备等进行全面检查和复算，并作适当调整控制适当的进尺速度。若已严重糊钻，应停钻提出钻头，清除钻渣等。

#### 4. 钢筋笼放不下孔：

排桩墙孔施工完成后，常因孔壁变形过大或出现坍塌等，都可能使钢筋笼放不到因孔内的设计位置。遇这种情况一般都应该吊出钢筋笼，重新以合格和泥浆进行清孔，或以增大泥浆密度再用钻头扩孔，使其达到设计宽、长、深后，重新放入钢筋笼，浇注水下混凝土，对于一般工程用地下墙，当条件所限不能再次清除坍方或扩孔时，也可作一般清孔后，将钢筋笼慢慢摆动压入就位。如在放钢筋遇到已浇注的地下墙混凝土等确实成孔所限钢筋笼放不下时，在满足设计承力和使用要求的情况下，将局部有碍放入孔内就位的纵向钢筋割断，用满足与该割断钢筋搭接长度 40d 的同直径和同割断根数的钢筋与其他纵向筋点焊成二根一束，这样快速处理后的钢筋笼，再放孔内。

### （三）土钉、锚杆（索）常见的质量通病与预防措施

#### 1. 钻孔塌孔

人工洛阳铲具有成孔速度慢，成孔质量有保障的特点。机械成孔的速度比较快，有利于在较坚实的地层中进行施工，但在用于填土地层中施工时，由于土体的冲刷、机械振动等作用易出现垮孔现象，因此，钻进时的速度宜控制在 0.3/min 之内并保证钻屑能充分从孔口返出。

#### 2. 清孔不干净

土钉、锚杆（索）孔成孔之后，安放杆体前要求孔内清孔干净，清孔不干净将影响砂浆与孔壁的粘结强度。

在人工或机械成孔后，可采用人工洛阳铲清孔，用人工方式把孔内的泥渣清理一遍，清孔后可能会出现孔壁光滑而影响砂浆与孔壁摩擦力的问题，可以在清孔之后用风管压风沿着孔长对孔壁吹一次，之后再用洛阳铲清理一次的方法，以增大砂浆与孔壁的接触面积，进而增强水泥砂浆与孔壁的粘结强度。

#### 3. 杆体不居中

土钉、锚杆杆体在孔内居中，才能保证钢筋与水泥砂浆握裹力以及钢筋的防腐要求，尤其在填土等松散土体中，在杆体自重的作用下会使对中支架尤其是端部陷入孔壁下部土体内。因此，可在从距离土钉端部 50cm 处开始以每隔 2m 的距离焊一对中支架，并在高度上预留下沉量，而且土钉、锚杆入孔内时不能来回拖，需要一次性送到位。

#### 4. 注浆不饱满

注浆的基本要求是便有一定的压力的浆液填满整个土钉孔，注浆不饱满会影响砂浆与孔壁的粘结强度。

为此注浆是要控制好注浆量、保证注浆压力，孔口注浆压力的维持时间一般要根据土层性质来确定，既要保证孔内注浆饱满，又要使孔口部位不会因为挤压而开裂破坏。

#### 5. 土钉墙局部坍塌

土钉墙在设计和施工过程中受土层地质条件和受力状态等不确定性因素的影响，在一定程度上限制了土钉墙设计、施工的可靠性。因此，在土钉墙设计中施工经验以及后期的检测及监测等信息化手段就非常重要。这也是目前不断完善设计、预防土钉墙局部坍塌的重要手段。

出现土钉墙局部坍塌可进行如下处理：

5.1 出现坍塌后可立即向坍塌区域回填土，控制坍塌的进一步发展，在坍塌区域范围内采取加打土钉，增强支护结构。

5.2 从产生的裂缝处进行灌浆，充填因坍塌出现的空隙并使坍塌区固结。

5.3 待注入的砂浆、增加的土钉受力后再修整坍塌区域表层，并恢复坍塌区的设计外形。

5.4 增加坍塌区域喷射砼厚度，以增强坍塌区域面层对土钉间土体变形能力的约束。

#### 6. 锚杆被拔出

锚固长度的计算应反复核算，避免错误，引发事故。

第一层锚杆的锚固长度非常关键。因此其锚固力特别重要，设计、施工应特别重视。

#### 7. 锚杆不起作用

预应力锚杆施工应由有经验的技术人员操作。当锚头锚住后还应检查横梁（一般为工字钢）是否受力。当发现横梁脱落，应立即停止挖土，研究原因，采取措施。

#### 8. 锚杆倾角小，锚固力差

正式施工锚杆前必须作锚杆基本试验，确定倾角、锚固长度关系，并严格按其实施，确保设计的锚固力。

### （四）SMW 工法挡墙常见的质量通病与预防措施

#### 1. 搅拌体不均匀

搅拌体质量不均匀，或出现元水泥浆拌和情况。为此，选择合理的工艺；施工前对搅拌机械、注浆设备、制浆设备等进行检查、维修、试运转；灰浆搅拌时间应不少于 2min，并增加拌和次数，保证拌和均匀，不使浆液沉淀；采取提高搅拌转数，降低钻进速度，边搅拌、边提升等措施提高拌和的均匀性；单位时间内的注浆量要相等，不能忽多忽少，更不能中断；采用一次喷浆二次补浆或重复搅拌得施工工艺，以反复搅拌得办法解决钻进速度快和搅拌速度慢的矛盾；拌制固化剂时不任意加水，以防改变水泥浆的水灰比，降低搅拌体的强度。

#### 2. 喷浆不正常

施工中喷浆突然中断。为此，注浆泵、搅拌机等施工机械在施工前应进行维修、试运转，保证能正常使用；喷浆口采用逆止阀（单向球阀），以防止倒灌水泥；注浆应连续进行，不得中断；搅拌机的输浆高压胶管应与灰浆泵可靠连接；在钻头喷浆口上方设置越浆板，以防止堵塞；泵与管路用完后，要清洗干净，并在集浆池上部设细筛过滤，防止杂物及硬块进入管路，造成堵塞，选



用合适的水灰比，一般为 0.6 ~ 1.0。

### 3.H 型钢插入不到位

为此，严格控制注浆量和提升速度，保证搅拌质地均匀，选用合适的水泥掺入比，水泥宜采用 42.5MPa 或 52.5MPa 的普通硅酸盐水泥，其掺入比宜在 15%~17% 的范围；如 H 型钢不能靠自重下沉，可借助适当的外力（柴油锤或振动锤）将 H 型钢插入到位；钻孔时精心操作，保证成孔的垂直度在 1% 以上；H 型钢插入时用经纬仪双向校直；应在成桩之后 30min 之内插入 H 型钢，若水灰比或水泥掺入量较大时，插入 H 型钢的时间允许适当延长。

## （五）地下连续墙常见的质量通病与预防措施

### 1. 槽壁坍塌

槽段内局部孔壁坍塌而出现水位突然下降、孔口冒细密的水泡、出土量增加而不见进尺以及钻机负荷显著增加等现象。为此，在竖向节理发育的软弱土层或流砂层钻进时应采用慢速，适当加大泥浆密度，控制槽段内液面高于地下水位 0.5m 以上；成槽应根据土质情况选用合格泥浆，泥浆密度一般不应小于 1.05t/立方米，泥浆必须配制并使其充分溶胀，且储存 3h 以上，严禁将膨润土、火碱等直接倒入槽中，所用水质应符合要求；槽段成孔后紧接着放钢筋笼并浇灌混凝土，尽量不使其搁置时间过长；单元槽段一般不超过两个槽段，并注意地面荷载不要过大；局部坍塌时可加大泥浆密度，已塌土体可用钻机搅成碎块抽出，严重塌孔时应拔钻并填入较好的粘土重新下钻，大面积坍塌时应将钻机提出地面，用优质粘土掺入 20% 的水泥回填至坍塌处以上 1 ~ 2m，待沉积密实后再行钻进。

### 2. 槽孔偏斜或歪曲

为此，钻机使用前应调整悬吊装置以防止偏心，机架底座应保持水平并安设平稳；当遇到较大孤石、探头石时，应辅以冲击钻将其破碎；在软硬岩石交界处及扩孔较大处采取低速钻进，尽可能采取两槽段成槽、间隔施钻；一旦查明钻孔偏斜的位置和程度，可在偏斜处吊住钻机上、下往复扫孔而使钻孔正直；当偏差严重时，应回填砂粘土至偏孔处 1m 以上，待沉积密实后再重新施钻。

### 3. 钢筋笼难以下槽或出现上浮

成槽后吊放的钢筋笼被卡住或搁住，难以全部放入槽孔内；或混凝土灌注时钢筋被托出槽孔面，出现上浮现象。为此，成孔时要保持槽壁面平整；严格控制钢筋笼的外形尺寸，其长、宽应比槽孔小 10 ~ 12cm；钢筋笼接长时，先将下段放入槽内，保持垂直状态悬挂在槽壁上，再放入上段钢筋笼，使其垂直对正下段后再进行焊接，要求对称施焊，以免钢筋笼产生纵向弯曲；钢筋笼上浮时，可在导墙上设置锚固点固定钢筋笼，并清除槽底沉渣，加快浇灌速度，控制导管的最大埋深不要超过 6m。

## 十、基坑支护工程质量检查、验证要求

### （一）一般规定

1. 基坑支护结构施工前应对放线尺寸进行校核，施工过程中应根据施工组织设计复核各项施工参数，施工完成后宜在一定养护期后进行质量验收。

2. 围护结构施工完成后的质量验收应在基坑开挖前进行, 支锚结构的质量验收应在对应的分层土方开挖前进行, 验收内容应包括质量和强度检验、构件的几何尺寸、位置偏差及平整度等。

3. 基坑开挖过程中, 应根据分区分层开挖情况及时对基坑开挖面的围护墙表观质量, 支护结构的变形、渗漏水情况以及支撑竖向支承构件的垂直度偏差等项目进行检查。

4. 除强度或承载力等主控项目外, 其他项目应按检验批抽取。

5. 基坑支护工程验收应以保证支护结构安全和周围环境安全为前提。

#### (二) 排桩

1. 灌注桩排桩和截水帷幕施工前, 应对原材料进行检验。

2. 灌注桩施工前应进行试成孔, 试成孔数量应根据工程规模和场地地层特点确定, 且不宜少于 2 个。

3. 灌注桩排桩施工中应加强过程控制, 对成孔、钢筋笼制作与安装、混凝土灌注等各项技术指标进行检查验收。

4. 灌注桩排桩应采用低应变法检测桩身完整性, 检测桩数不宜少于总桩数的 20%, 且不得少于 5 根。采用桩墙合一时, 低应变法检测桩身完整性的检测数量应为总桩数的 100%; 采用声波透射法检测的灌注桩排桩数量不应低于总桩数的 10%, 且不应少于 3 根。当根据低应变法或声波透射法判定的桩身完整性为Ⅲ类、Ⅳ类时, 应采用钻芯法进行验证。

5. 灌注桩混凝土强度检验的试件应在施工现场随机抽取。灌注桩每浇筑  $50\text{m}^3$  必须至少留置 1 组混凝土强度试件, 单桩不足  $50\text{m}^3$  的桩, 每连续浇筑 12h 必须至少留置 1 组混凝土强度试件。有抗渗等级要求的灌注桩尚应留置抗渗等级检测试件, 一个级配不宜少于 3 组。

6. 灌注桩排桩的质量检验应符合下表 13-38 的规定。

表 13-38 灌注桩排桩质量检验标准

项	序	检查项目		允许值或允许偏差		检查方法
				单位	数值	
主控项目	1	孔深		不小于设计值		测钻杆长度或用测绳
	2	桩身完整性		设计要求		本标 1.4.4.2 第 4) 条
	3	混凝土强度		不小于设计值		28d 试块强度或钻芯法
	4	嵌岩深度		不小于设计值		取岩样或超前钻孔取样
	5	钢筋笼主筋间距		mm	$\pm 10$	用钢尺量
一般项目	1	垂直度		$\leq 110 (\leq 1/200)$		测钻杆、用超声波或井径仪测量
	2	孔径		不小于设计值		测钻头直径
	3	柱位		mm	$\leq 50$	开挖前量护筒, 开挖后量桩中心
	4	泥浆指标	比重 (黏土或砂性土中)	1.10 ~ 1.25		用比重计测, 清孔后在距孔底 500mm 处取样
			含砂率	%	$\leq 8$	洗砂瓶
			黏度	s	18 ~ 28	黏度计



项	序	检查项目		允许值或允许偏差		检查方法
				单位	数值	
	5	钢筋笼质量	长度	mm	$\pm 100$	用钢尺量
			钢筋连接质量	设计要求		实验室试验
			箍筋间距	mm	$\pm 20$	用钢尺量
			笼直径	mm	$\pm 10$	用钢尺量
	6	沉渣厚度		mm	$\leq 200$	用沉渣仪或重锤测
	7	混凝土坍落度		mm	180 ~ 220	坍落度仪
	8	钢筋笼安装深度		mm	$\pm 100$	用钢尺量
	9	混凝土充盈系数		$\geq 1.0$		实际灌注量与理论灌注量的比
	10	柱顶标高		mm	$\pm 50$	水准测量, 需扣除桩顶浮浆层及劣质桩体

注: 垂直度项括号中数值适用于灌注桩排桩采用桩墙合一设计的情况。

7. 基坑开挖前截水帷幕的强度指标应满足设计要求, 强度检测宜采用钻芯法。截水帷幕采用单轴水泥土搅拌桩、双轴水泥土搅拌桩、三轴水泥土搅拌桩、高压喷射注浆时, 取芯数量不宜少于总桩数的 1%, 且不应少于 3 根。截水帷幕采用渠式切割水泥土连续墙时, 取芯数量宜沿基坑周边每 50 延米取 1 个点, 且不应少于 3 个。

8. 截水帷幕采用单轴水泥土搅拌桩或双轴水泥土搅拌桩时, 质量检验应符合表 13-39 的规定。

表 13-39 单轴与双轴水泥土搅拌桩截水帷幕质量检验标准

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	水泥用量	不小于设计值		查看流量表
	2	桩长	不小于设计值		测钻杆长度
	3	导向架垂直度	$\leq 1/150$		经纬仪测量
	4	桩径	mm	$\pm 20$	量搅拌叶回转直径
一般项目	1	桩身强度	不小于设计值		28d 试块强度或钻芯法
	2	水胶比	设计值		实际用水量与水泥等胶凝材料的重量比
	3	提升速度	设计值		测机头上升距离和时间
	4	下沉速度	设计值		测机头下沉距离和时间
	5	桩位	mm	$\leq 20$	全站仪或用钢尺量
	6	桩顶标高	mm	$\pm 200$	水准测量, 最上部 500mm 浮浆层及劣质桩体不计入
	7	施工间歇	h	$\leq 24$	检查施工记录

9. 截水帷幕采用三轴水泥土搅拌桩时, 质量检验应符合表 13-40 的规定。

表 13-40 三轴水泥土搅拌桩截水帷幕质量检验标准

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	桩身强度	不小于设计值		28d 试块强度或钻芯法
	2	水泥用量	不小于设计值		查看流量表
	3	桩长	不小于设计值		测钻杆长度
	4	导向架垂直度	$\leq 1/250$		经纬仪测量
	5	桩径	mm	$\pm 20$	量搅拌叶回转直径
	1	水胶比	设计值		实际用水量与水泥等胶凝材料的重量比

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
一般项目	2	提升速度	设计值		测机头上升距离和时间
	3	下沉速度	设计值		测机头下沉距离和时间
	4	桩位	mm	$\leq 50$	全站仪或用钢尺量
	5	桩顶标高	mm	$\pm 200$	水准测量
	6	施工间歇	h	$\leq 24$	检查施工记录

10. 截水帷幕采用渠式切割水泥土连续墙时, 质量检验应符合表 13-41 的规定。

表 13-41 渠式切割水泥土连续墙截水帷幕质量检验标准

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	墙体强度	不小于设计值		28d 试块强度或钻芯法
	2	水泥用量	不小于设计值		查看流量表
	3	墙体长度	不小于设计值		测切割链长度
	4	垂直度	$\leq 1/250$		用测斜仪量
	5	墙厚	mm	$\pm 30$	用钢尺量
一般项目	1	水胶比	设计值		实际用水量与水泥等胶凝材料的重量比
	2	中心线定位	mm	$\pm 25$	用钢尺量
	3	墙顶标高	mm	$\geq -10$	水准测量

11. 截水帷幕采用高压喷射注浆时, 质量检验应符合表 13-42 的规定。

表 13-42 高压喷射注浆截水帷幕质量检验标准

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	水泥用量	不小于设计值		查看流量表
	2	桩长	不小于设计值		测钻杆长度
	3	钻孔垂直度	$\leq 1/100$		经纬仪测量
	4	桩身强度	不小于设计值		钻芯法
一般项目	1	水胶比	设计值		实际用水量与水泥等胶凝材料的重量比
	2	提升速度	设计值		测机头上升距离及时间
	3	旋转速度	设计值		现场实测
	4	桩位	mm	$\pm 20$	全站仪或用钢尺量
	5	桩顶标高	mm	$\pm 200$	水准测量, 最上部 500mm 浮浆层及劣质桩体不计入
	6	注浆压力	设计值		检查压力表读数
	7	施工间歇	h	$\leq 24$	检查施工记录

### (三) 板桩围护墙

1. 板桩围护墙施工前, 应对钢板桩或预制钢筋混凝土板桩的成品进行外观检查。
2. 钢板桩围护墙的质量检验应符合表 13-43 的规定。

表 13-43 钢板桩围护墙质量检验标准

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	桩长	不小于设计值		用钢尺量
	2	桩身弯曲度	mm	$\leq 2\%l$	用钢尺量
	3	桩顶标高	mm	$\pm 100$	水准测量



项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
一般项目	1	齿槽平直度及光滑度	无电焊渣或毛刺		用 1m 长的桩段做通过试验
	2	沉桩垂直度	$\leq 1/100$		经纬仪测量
	3	轴线位置	mm	$\pm 100$	经纬仪或用钢尺量
	4	齿槽咬合程度	紧密		目测法

注：1. 为钢板桩设计桩长 (mm)。

2. 预制混凝土板桩围护墙的质量检验标准应符合表 13-44 的规定。

表 13-44 预制混凝土板桩围护墙质量检验标准

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	桩长	不小于设计值		用钢尺量
	2	桩身弯曲度	mm	$\leq 1\%l$	用钢尺量
	3	桩身厚度	mm	$\pm 100$	用钢尺量
	4	凹凸槽尺寸	mm	$\pm 3$	用钢尺量
	5	桩顶标高	mm	$\pm 100$	水准测量
一般项目	1	保护层厚度	mm	$\pm 5$	用钢尺量
	2	模截面相对两面之差	mm	$\leq 5$	用钢尺量
	3	桩尖对桩轴线的位移	mm	$\leq 10$	用钢尺量
	4	沉桩垂直度	$\leq 1/100$		经纬仪测量
	5	轴线位置	mm	$\leq 100$	用钢尺量
	6	板缝间隙	mm	$\leq 20$	用钢尺量

注：1 为预制混凝土板桩设计桩长 (mm)。

#### (四) 咬合桩围护墙

1. 施工前，应对导墙的质量和钢套管顺直度进行检查。
2. 施工过程中应对桩成孔质量、钢筋笼的制作、混凝土的坍落度进行检查。咬合桩围护墙施工中的质量检测要求尚应符合标准规定。
3. 咬合桩围护墙质量检验标准应符合表 13-45 和表 13-46 的规定。

表 13-45 单桩混凝土坍落度检验次数

项目	序号	单桩混凝土量 ( $m^3$ )	次数	检测时间
一般项目	1	$\leq 30$	2	灌注混凝土前、后阶段各一次
	2	$> 30$	3	灌注混凝土前、后和中间阶段各一次

表 13-46 导墙、钢套管允许偏差

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	导墙定位孔孔径	mm	$\pm 10$	用钢尺量
	2	导墙定位孔口定位	mm	$\leq 10$	用钢尺量
	3	钢套管顺直度	$\leq 1/500$		用线锤测
	4	成孔孔径	mm	+300	用超声波或井径仪测量
	5	成孔垂直度	$\leq 1/300$		用超声波或测斜仪测量
	6	成孔孔深	不小于设计值		测钻杆长度或用测绳

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
一般项目	1	导墙面平整度	mm	$\pm 5$	用钢尺量
	2	导墙平面位置	mm	$\leq 20$	用钢尺量
	3	导墙顶面标高	mm	$\pm 20$	水准测量
	4	桩位	mm	$\leq 20$	全站仪或用钢尺量
	5	矩形钢筋笼长边	mm	$\pm 10$	用钢尺量
	6	矩形钢筋笼短边	mm	0-10	用钢尺量
	7	矩形钢筋笼转角	°	$\leq 5$	用量角器量
	8	钢筋笼安放位置	mm	$\leq 10$	用钢尺量

#### (五) 型钢水泥土搅拌墙

1. 型钢水泥土搅拌墙施工前，应对进场的 H 型钢进行检验。
2. 焊接 H 型钢焊缝质量应符合设计要求和国家现行标准《钢结构焊接规范》GB 50661 和《焊接 H 型钢》YB 3301 的规定。
3. 基坑开挖前应检验水泥土桩(墙)体强度，强度指标应符合设计要求。墙体强度宜采用钻芯法确定，三轴水泥土搅拌桩抽检数量不应少于总桩数的 2%，且不得少于 3 根；渠式切割水泥土连续墙抽检数量每 50 延米不应少于 1 个取芯点，且不得少于 3 个。
4. 型钢水泥土搅拌墙中三轴水泥土搅拌桩和渠式切割水泥土连续墙的质量检验应符合《型钢水泥土搅拌墙技术规程》JGJ/T7199-2010 第 1.4.4.2 节第 9) 条和第 10) 条的规定，内插型钢的质量检验应符合表 13-47 的规定。

表 13-47 内插型钢的质量检验标准

项	序	检查项目		允许偏差		检查方法
				单位	数值	
主控项目	1	型钢截面高度		mm	$\pm 5$	用钢尺量
	2	型钢截面宽度		mm	$\pm 3$	用钢尺量
	3	型钢长度		mm	$\pm 10$	用钢尺量
一般项目	1	型钢挠度		mm	$\leq l/500$	用钢尺量
	2	型钢腹板厚度		mm	$\geq -1$	用游标卡尺量
	3	型钢翼缘板厚度		mm	$\geq -1$	用游标卡尺量
	4	型钢顶标高		mm	$\pm 50$	水准测量
	5	型钢平面位置	平行于基坑边线	mm	$\leq 50$	用钢尺量
			垂直于基坑边线	mm	$\leq 10$	用钢尺量
	6	型钢形心转角		°	$\leq 3$	用量角器量

注：l 为型钢设计长度 (mm)。

#### (六) 土钉墙

1. 土钉墙支护工程施工前应对钢筋、水泥、砂石、机械设备性能等进行检验。
2. 土钉墙支护工程施工过程中应对放坡系数，土钉位置，土钉孔直径、深度及角度，土钉杆体长度，注浆配比、注浆压力及注浆量，喷射混凝土面层厚度、强度等进行检验。
3. 土钉应进行抗拔承载力检验，检验数量不宜少于土钉总数的 1%，且同一土层中的土钉检验



数量不应小于 3 根。

4. 复合土钉墙的质量检验应符合下列规定：

4.1 复合土钉墙中的预应力锚杆，应按《型钢水泥土搅拌墙技术规程》JGJ/T7199-2010 第 1.4.4.11 节的相关规定进行抗拔承载力检验。

4.2 复合土钉墙中的水泥土搅拌桩或旋喷桩用作截水帷幕时，应按 JGJ/T7199-2010 标准第 1.4.4.2 节的规定进行质量检验。

4.3 土钉墙支护质量检验应符合表 13-48 的规定。

表 13-48 土钉墙支护质量检验标准

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	抗拔承载力	不小于设计值		土钉抗拔试验
	2	土钉长度	不小于设计值		用钢尺量
	3	分层开挖厚度	mm	± 200	水准测量或用钢尺量
一般项目	1	土钉位置	mm	± 100	用钢尺量
	2	土钉直径	不小于设计值		用钢尺量
	3	土钉孔倾斜度	°	≤ 3	侧倾角
	4	水胶比	设计值		实际用水量与水泥等胶凝材料的重量比
	5	注浆量	不小于设计值		查看流量计
	6	注浆压力	设计值		检查压力表读数
	7	浆体强度	不小于设计值		试块强度
	8	钢筋网间距	mm	± 30	用钢尺量
	9	土钉面层厚度	mm	± 10	用钢尺量
	10	面层混凝土强度	不小于设计值		28d 试块强度
	11	预留土墩尺寸及间距	mm	± 500	用钢尺量
	12	微型桩桩位	mm	≤ 50	全站仪或用钢尺量
	13	微型桩垂直度	≤ 1/200		经纬仪测量

注：第 12 项和第 13 项的检测仅适用于微型桩结合土钉的复合土钉墙。

#### （七）地下连续墙

1. 施工前应对导墙的质量进行检查。

2. 施工中应定期对泥浆指标、钢筋笼的制作与安装、混凝土的坍落度、预制地下连续墙墙段安放质量、预制接头、墙底注浆、地下连续墙成槽及墙体质量等进行检验。

3. 兼作永久结构的地下连续墙，其与地下结构底板、梁及楼板之间连接的预埋钢筋接驳器应按原材料检验要求进行抽样复验，取每 500 套为一个检验批，每批应抽查 3 件，复验内容为外观、尺寸、抗拉强度等。

4. 混凝土抗压强度和抗渗等级应符合设计要求。墙身混凝土抗压强度试块每 100m<sup>3</sup> 混凝土不应少于 1 组，且每幅槽段不应少于 1 组，每组为 3 件；墙身混凝土抗渗试块每 5 幅槽段不应少于 1 组，每组为 6 件。作为永久结构的地下连续墙，其抗渗质量标准可按现行国家标准《地下防水工程质量验收规范》GB 50208 的规定执行。

5. 作为永久结构的地下连续墙墙体施工结束后, 应采用声波透射法对墙体质量进行检验, 同类型槽段的检验数量不应少于 10%, 且不得少于 3 幅。

6. 地下连续墙的质量检验标准应符合表表 13-49 ~ 表 13-51 的规定。

表 13-49 泥浆性能指标

项目	序号	检查项目		允许偏差	检查方法
一般项目	1	新拌制泥浆	比重	1.03 ~ 1.10	比重计
			黏度	黏性土 20s ~ 25s	黏度计
				砂土 25s ~ 35s	
	2	循环泥浆	比重	1.05 ~ 1.25	比重计
			黏度	黏性土 20s ~ 30s	黏度计
				砂土 30s ~ 40s	
	3	现浇地下连续墙	比重	黏性土 1.10 ~ 1.15	比重计
				砂土 1.10 ~ 1.20	
			黏度		20s ~ 30s 黏度计
			含砂率		≤ 7% 洗砂瓶
	4	预制地下连续墙	比重	1.10 ~ 1.20	比重计
			黏度	20s ~ 30s	黏度计
			pH 值		7 ~ 9 pH 试纸

表 13-50 钢筋笼制作与安装允许偏差

项	序	检查项目		允许值或允许偏差		检查方法
				单位	数值	
主控项目	1	钢筋笼长度		mm	± 100	用钢尺量, 每片钢筋网检查上中下 3 处
	2	钢筋笼宽度		mm	0~20	
	3	钢筋笼安装标高	临时结构	mm	± 20	
			永久结构	mm	± 15	
一般项目	4	主筋间距		mm	± 10	任取一断面。连续量取间距, 取平均值作为一点, 每片钢筋网上测 4 点
	1	分布筋间距		mm	± 20	
	2	预埋件槽底注浆管中心位置	临时结构	mm	≤ 10	用钢尺量
			永久结构		≤ 5	
	3	预埋钢筋和接驳器中心位置	临时结构	mm	≤ 10	用钢尺量
			永久结构		≤ 5	
	4	钢筋笼制作平台平整度		mm	± 20	用钢尺量

表 13-51 地下连续墙成槽及墙体允许偏差

项	序	检查项目		允许值或允许偏差		检查方法
				单位	数值	
主控项目	1	墙体强度		不小于设计值		28d 试块强度或钻芯法
	2	槽壁垂直度	临时结构	≤ 1/200		20% 超声波 2 点 / 幅
			永久结构	≤ 1/300		100% 超声波 2 点 / 幅
	3	槽段深度		不小于设计值		测绳 2 点 / 幅
	1	导墙尺寸	宽度 (设计墙厚 +40mm)	mm	± 10	用钢尺量
			垂直度	≤ 1/500		用线锤测
			导墙顶面平整度	mm	± 5	用钢尺量
			导墙平面定位	mm	≤ 10	用钢尺量
			导墙顶标高	mm	± 20	水准测量



项	序	检查项目		允许值或允许偏差		检查方法
				单位	数值	
一般项目	2	槽段宽度	临时结构	不小于设计值		20% 超声波 2 点 / 幅
			永久结构	不小于设计值		100% 超声波 2 点 / 幅
	3	槽段位	临时结构	mm	$\leq 50$	钢尺 1 点 / 幅
			永久结构	mm	$\leq 30$	
	4	沉渣厚度	临时结构	mm	$\leq 150$	100% 测绳 2 点 / 幅
			永久结构	mm	$\leq 100$	
	5	混凝土坍落度		mm	180 ~ 220	坍落度仪
	6	地下连续墙表面平整度	临时结构	mm	$\pm 150$	用钢尺量
			永久结构	mm	$\pm 100$	
			预制地下连续墙	mm	$\pm 20$	
	7	预制墙顶标高		mm	$\pm 10$	水准测量
	8	预制墙中心位移		mm	$\leq 10$	用钢尺量
	9	永久结构的渗漏水		无渗漏、线流, 且 $\leq 0.1\text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$		现场检验

#### (八) 重力式水泥土墙

1. 水泥土搅拌桩施工前应检查水泥及掺合料的质量、搅拌桩机性能及计量设备完好程度。
2. 水泥土搅拌桩的桩身强度应满足设计要求, 强度检测宜采用钻芯法。取芯数量不宜少于总桩数的 1%, 且不得少于 6 根。
3. 基坑开挖期间应对开挖面桩身外观质量以及桩身渗漏水等情况进行质量检查。
4. 水泥土搅拌桩成桩施工期间和施工完成后质量检验应符合表表 13-52 的规定。

表 13-52 水泥土搅拌桩的质量检验标准

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	桩身强度	不小于设计值		钻芯法
	2	水泥用量	不小于设计值		查看流量表
	3	桩长	不小于设计值		测钻杆长度
一般项目	1	桩径	mm	$\pm 10$	量搅拌叶回转直径
	2	水胶比	设计值		实际用水量与水泥等胶凝材料的重量比
	3	提升速度	设计值		测机头上升距离及时间
	4	下沉速度	设计值		测机头下沉距离及时间
	5	桩位	mm	$\leq 50$	全站器或用钢尺量
	6	桩顶标高	mm	$\pm 200$	水准测量
	7	导向架垂直度	$\leq 1/100$		经纬仪测量
	8	施工间歇	h	$\leq 24$	检查施工记录

#### (九) 土体加固

1. 在基坑工程中设置被动区土体加固、封底加固时, 土体加固的施工检验应符合本节规定。
2. 采用水泥土搅拌桩、高压喷射注浆等土体加固的桩身强度应满足设计要求, 强度检测宜采用钻芯法。取芯数量不宜少于总桩数的 0.5%, 且不得少于 3 根。
3. 注浆法加固结束 28d 后, 宜采用静力触探、动力触探、标准贯入等原位测试方法对加固土层进行检验。检验点的位置应根据注浆加固布置和现场条件确定, 每 200  $\text{m}^2$  检测数量不应少于 1 点,

且总数量不应少于 5 点。

4. 采用水泥土搅拌桩进行土体加固时,其施工质量检验应符合《型钢水泥土搅拌墙技术规程》JGJ/T7199-2010 表 1.4.4.8 的规定。

5. 采用高压喷射注浆桩进行土体加固时,其施工质量检验应符合标准表 1.4.4.2-5 的规定。

6. 采用注浆法进行土体加固时,其施工质量检验应符合注浆地基质量检验标准的规定。

#### (十) 内支撑

1. 内支撑施工前,应对放线尺寸、标高进行校核。对混凝土支撑的钢筋和混凝土、钢支撑的产品构件和连接构件以及钢立柱的制作质量等进行检验。

2. 施工中应对混凝土支撑下垫层或模板的平整度和标高进行检验。

3. 施工结束后,对应的下层土方开挖前应对水平支撑的尺寸、位置、标高、支撑与围护结构的连接节点、钢支撑的连接节点和钢立柱的施工质量进行检验。

4. 钢筋混凝土支撑的质量检验应符合表 13-53 的规定。

表 13-53 钢筋混凝土支撑质量检验标准

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	混凝土强度	不小于设计值		28d 试块强度
	2	截面宽度	mm	+20 0	用钢尺量
	3	桩长截面高度	mm	+20 0	用钢尺量
一般项目	1	标高	mm	± 20	水准测量
	2	轴线平面位置	mm	≤ 20	用钢尺量
	3	支撑与垫层或模板的隔离措施	设计要求		目测法

5. 钢支撑的质量检验应符合表 13-54 的规定。

表 13-54 钢支撑质量检验标准

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	外轮廓尺寸	mm	± 5	用钢尺量
	2	预加顶力	kN	± 10%	应力监测
一般项目	1	轴线平面位置	mm	≤ 30	用钢尺量
	2	连接质量	设计要求		超声波或射线探伤

6. 立柱桩的质量检验应符合相应基础桩的有关规定。钢立柱的质量检验应符合表 13-55 的规定。

表 13-55 钢立柱的质量检验标准

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	截面尺寸(立柱)	mm	≤ 5	用钢尺量
	2	立柱长度	mm	± 50	用钢尺量
	3	垂直度	≤ 1/200		经纬仪测量
	1	立柱挠度	mm	≤ 1/500	用钢尺量
	2	截面尺寸(缀板或缀条)	mm	≥ -1	用钢尺量



项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
一般项目	3	缀板间距	mm	$\pm 20$	用钢尺量
	4	钢板厚度	mm	$\geq -1$	用钢尺量
	5	立柱顶标高	mm	$\pm 20$	水准测量
	6	平面位置	mm	$\leq 20$	用钢尺量
	7	平面转角	°	$\leq 5$	用量角器量

注：1 为型钢长度 (mm)。

#### (十一) 锚杆

1. 锚杆施工前应对钢绞线、锚具、水泥、机械设备等进行检验。
2. 锚杆施工中应对锚杆位置，钻孔直径、长度及角度，锚杆杆体长度，注浆配比、注浆压力及注浆量等进行检验。
- 3.) 锚杆应进行抗拔承载力检验，检验数量不宜少于锚杆总数的 5%，且同一土层中的锚杆检验数量不应少于 3 根。
4. 锚杆质量检验应符合表 13-56 的规定。

表 13-56 锚杆质量检验标准

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	抗拔承载力	不小于设计值		锚杆抗拔试验
	2	锚固体强度	不小于设计值		试块强度
	3	预加力	不小于设计值		检查压力表读数
	4	锚杆长度	不小于设计值		用钢尺量
一般项目	1	钻孔孔位	mm	$\leq 100$	用钢尺量
	2	锚杆直径	不小于设计值		用钢尺量
	3	钻孔倾斜度	$\leq 3^\circ$		侧倾角
	4	水胶比 (或水泥砂浆配比)	设计值		实际用水量与水泥等胶凝材料的重量比 (实际用水、水泥、砂的重量比)
	5	注浆量	不小于设计值		查看流量表
	6	注浆压力	设计值		检查压力表读数
	7	自由段套管长度	mm	$\pm 50$	用钢尺量

#### (十二) 与主体结构相结合的基坑支护

1. 与主体结构外墙相结合的灌注排桩围护墙、咬合桩围护墙和地下连续墙的质量检验应《型钢水泥土搅拌墙技术规程》JGJ/T7199-2010 第 1.4.4.2 节、第 1.4.4.4 节和第 1.4.4.7 节的规定执行。
2. 结构水平构件施工应与设计工况一致，施工质量检验应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 和《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的规定。
3. 支承桩施工结束后，应采用声波透射法、钻芯法或低应变法进行桩身完整性检验，以上三种方法的检验总数量不应少于总桩数的 10%，且不应少于 10 根。
4. 钢管混凝土支承柱在基坑开挖后应采用低应变法检验柱体质量，检验数量应为 100%。当发现立柱有缺陷时，应采用声波透射法或钻芯法进行验证。

5. 竖向支承桩柱除应符合《型钢水泥土搅拌墙技术规程》JGJ/T7199-2010 第 1.4.4.10 节的规定外, 尚应符合表 13-57 的规定。

表 13-57 竖向支承桩柱的质量检验标准

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	支承桩柱定位	mm	$\leq 10$	用钢尺量
	2	支承柱的垂直度		$\leq 1/300$	经纬仪测量或线锤测量
一般项目	1	支承桩成孔垂直度		$\leq 1/200$	用超声波或井径仪测
	2	支承柱插入支承桩的长度	mm	$\pm 50$	用钢尺量

## 第五节 地下水控制

在土方工程施工中, 如开挖的基坑、基槽和管沟底面标高位于地下水位以下时, 地下水就会不断地渗入基坑内。如挖土赶在雨季施工, 雨水也会进入坑内, 如果流入坑内的地下水、雨水不及时排出, 不但会使施工条件恶化, 给施工带来困难, 使工程质量得不到保证, 有时还会引起严重的塌方以及引发特殊地基土的湿陷或膨胀等事故。为保证地下工程、基础工程正常施工, 控制和减少对工程环境影响, 而采取的排水、降水、隔水或回灌等工程措施以使地下水得到良好的控制。

### 一、基本规定

#### (一) 一般规定

1. 地下水控制应包括工程勘察、地下水控制设计、工程施工与工程检测等工作内容。
2. 地下水控制应综合地方经验, 因地制宜, 选择合理的地下水控制方案, 有效控制对工程环境的影响, 防止污染地下水, 减少地下水的抽排量。
3. 地下水控制设计和施工前应搜集下列资料:
  - 3.1 地下水控制范围、深度、起止时间等。
  - 3.2 地下工程开挖与支护设计施工方案, 拟建建(构)筑物基础埋深、地面高程等。
  - 3.3 场地与相邻地区的工程勘察等资料, 当地地下水控制工程经验。
  - 3.4 周围建(构)筑物、地下管线分布状况和平面位置、基础结构和埋设方式等工程环境情况。
  - 3.5 地下水控制工程施工的供水、供电、道路、排水及有无障碍物等现场施工条件。
4. 当已有工程勘察资料不能满足设计要求时应进行补充勘察或专项水文地质勘察。
5. 地下水控制设计应满足下列功能规定:
  - 5.1 支护结构设计和施工的要求。
  - 5.2 地下结构施工的要求。
  - 5.3 工程周边建(构)筑物、地下管线、道路的安全和正常使用要求。
6. 地下水控制施工应根据设计要求编制施工组织设计或专项施工方案, 并应包括下列主要内容:



- 6.1 工程概况及设计依据。
- 6.2 分析地下水控制工程的关键节点，提出针对性技术措施。
- 6.3 制定质量保证措施。
- 6.4 制定现场布置、设备、人员安排、材料供应和施工进度计划。
- 6.5 制定监测方案。
- 6.6 制定安全技术措施和应急预案。
7. 地下水控制实施过程中，应对地下水及工程环境进行监测。
8. 地下水控制的勘察、设计、施工、检测、维护资料应及时分析整理、保存。
9. 地下水控制工程不得恶化地下水水质，导致水质产生类别上的变化。
10. 地下水控制过程中抽排出的地下水经沉淀处理后应综合利用；当多余的地下水符合城市地表水排放标准时，可排入城市雨水管网或河湖，不应排入城市污水管道。
11. 地下水控制施工、运行、维护过程中，应根据检测资料，判断分析对工程环境影响程度及变化趋势，进行信息化施工，及时采取防治措施，适时启动应急预案。

## （二）地下水控制工程分类

1. 地下水控制方法可划分为降水、隔水和回灌三类。各种地下水控制方法可单独或组合使用。
2. 地下水控制可根据控制方法、工程环境限制要求、工程规模、地下水控制幅度、含水层特征、场地复杂程度，并结合基坑围护结构特点、开挖方法和工况等将地下水控制工程划分为简单、中等复杂、复杂三级。

## 二、勘察

### （一）一般规定

1. 地下水控制工程勘察应查明场地及周边区域的水文地质条件，提供地下水控制设计、施工所需的水文地质参数和岩土参数。
2. 地下水控制勘察应根据工程设计需要开展。地下水控制勘察工作可与岩土工程勘察合并进行。对于特殊场地或工程需要时，可进行补充勘察或专项地下水控制勘察。
3. 地下水控制勘察应在搜集已有资料和现场踏勘后制定勘察方案。勘察的范围、内容和工作量应根据地下水控制设计和施工的技术要求、工程复杂程度及已有资料等确定。
4. 地下水控制勘察应包括下列主要工作：
  - 4.1 搜集场地及其周边工程地质、水文地质资料，已有建筑物、管线、地下构筑物的分布和埋设资料，拟建建（构）筑物平面布置和基础埋深等设计资料及要求等。
  - 4.2 搜集区域性气候资料。
  - 4.3 查明含水层和隔水层的埋藏条件，主要含水层的分布规律、岩性特征，地下水类型、流向、水位、水质及其变化幅度，当场地有多层对工程有影响的地下水时，分层量测地下水位，并查明个含水层之间的补排关系。
  - 4.4 查明基岩裂隙、岩溶发育程度、富水性。

4.5 查明地下水的补给、径流、排泄条件，地表水体和地下河系的分布及其与工程场地的水力联系。

4.6 确定各含水层的渗透系数等水文地质参数。

4.7 确定地下水控制稳定、变形计算等所需的岩土参数。

4.8 提出地下水控制方法的建议。

### 三、降水

#### (一) 一般规定

1. 降水设计应符合下列规定：

1.1 应明确设计任务和依据。

1.2 应根据工程地质、水文地质条件、基坑开挖工程、工程环境条件进行多方案对比分析后制定降水技术方案。

1.3 应确定降水井的结构、平面布置及剖面图，以及不同工况条件下的出水量和水位降深。

1.4 应提出对周边工程环境监测要求，明确预警值、控制值和控制措施。

1.5 应提出降水运行维护的要求，提出地下水综合利用方案。

1.6 应提出降水施工质量要求，明确质量控制指标。

1.7 应预测可能存在的施工缺陷，制定针对性的修复预案。

2. 采用三维数值模拟进行降水设计时，应进行专门的水文地质试验，查明水文地质和岩土条件，获取设计所需的各项参数。

3. 应根据与区域构造和含水层沟通情况，确定预防突涌措施，并应制定观测方案。

4. 岩溶地区降水设计尚应符合下列规定：

4.1 设计井位应避开岩溶构造裂隙和主要岩溶发育带。

4.2 应进行涌水量、水位预测，并经现场试验验证。

4.3 应提出防止成井后突水现象发生的辅助措施。

4.4 应对相邻地区泉水衰减、地面沉降、地面塌陷进行预测和观测。

4.5 应根据岩溶水的特点，采取以排为主、排堵结合的处理措施。

5. 水下观测的降水设计尚应符合下列规定：

5.1 应选择可靠的围堰、筑岛、栈桥等方法排除地表水。

5.2 应采取防止地表水与地下水连通措施。

5.3 选择堵截工程措施时应加强试验和观测。

6. 对滨海地区降水，应提出防止海水侵入、淡水资源遭受污染的措施。

7. 降水运行时间应满足地下结构施工的要求，当存在抗浮要求时应延长降水运行工期。

8. 降水完成后应及时封井。

#### (二) 降水方法的分类和选择

1. 降水方法应根据场地地质条件、降水目的、降水技术要求、降水工程可能涉及的工程环境



保护等因素按表选用，并应符合下列规定：

1.1 地下水控制水位应满足基础施工要求，基坑范围内地下水位应将至基础垫层以下不小于0.5m，对基底以下承压水应降至不产生坑底突涌的水位以下，对局部加深部位（电梯井、集水坑、泵房等）宜采取局部控制措施。

1.2 降水过程中应采取防止土颗粒流失的措施。

1.3 应减少对地下水资源的影响。

1.4 对工程环境的影响应在可控范围之内。

1.5 应能充分利用抽排的地下水资源。

表 13-58 工程降水方法及适用条件

适用条件 降水方法	土质类别	渗透系数 (m/d)	降水深度 (m)
集水明排	填土、黏性土、粉土、砂土、碎石土	-	-
降水井	真空井点	粉质黏土、粉土、砂土	0.01-20.0
	喷射井点	粉土、砂土	0.1-20.0
	管井	粉土、砂土、碎石土、岩石	> 1
	渗井	粉质黏土、粉土、砂土、碎石土	> 0.1
	辐射井	黏性土、粉土、砂土、碎石土	> 0.1
	电渗井	黏性土、淤泥、淤泥质黏土	≤ 0.1
	潜埋井	粉土、砂土、碎石土	> 0.1

2. 地下水控制应采取集水明排措施，拦截、排除地表（抗顶）、抗底和坡面积水。

3. 当采用渗井或多层含水层降水时，应采取措施防止下部含水层水质恶化，在降水完成后应及时进行分段封井。

4. 对风化岩、黏性土等富水性差的地层，可采用降、排、堵等多种地下水控制方法。

### （三）降水系统布设

1. 降水系统平面布置应根据工程的平面形状、场地条件及建筑条件确定，并应符合下列规定：

1.1 面状降水工程降水井点宜沿降水区域周边呈封闭状均匀布置，距开挖上口边线不宜小于1m。

1.2 线状、条状降水工程降水井宜采用单排或双排布置，两端应外延条状或线状降水井点围合区域宽度的（1-2）倍布置降水井。

1.3 降水井点围合区域宽度大于单井降水影响半径或采用隔水帷幕的工程，应在围合区域内增设降水井或疏干井。

1.4 在运土通道出口两侧应增设降水井。

1.5 当降水区域远离补给边界，地下水流速较小时，降水井点宜等间距布设，当邻近补给边界，地下水流速较大时，在地下水补给方向降水井点间距可适当减小。

1.6 对于多层含水层降水宜分层布置降水井点，当确定上层含水层地下水不会造成下层含水层

地下水污染时,可利用一个井点降低多层地下水水位。

1.7 降水井点、排水系统布设应考虑与场地工程施工的相互影响。

2. 真空井点

2.1 真空井点布设除应符合上述规定外,尚应符合下列规定:

2.1.1 当真空井点孔口至设计降水水位的深度不超过 6.0m 时,宜采用单级真空井点;当大于 6.0m 且场地条件允许时,可采用多级真空井点降水,多级井点上下级高差宜取 4.0m~5.0m。

2.1.2 井点系统的平面布置应根据降水区域平面形状、降水深度、地下水的流向以及土的性质确定,可布置成环形、U 形和线形(单排、双排)。

2.1.3 井点间距宜为 0.8m~2.0m,距开挖上口线的距离不应小于 1.0m;集水总管宜沿抽水水流方向布设,坡度宜为 0.25%~0.5%。

2.1.4 降水区域四角位置井点宜加密。

2.1.5 降水区域场地狭小或在涵洞、地下暗挖工程、水下降水工程,可布设水平、倾斜井点。

2.2 真空井点的构造应符合下列规定:

2.2.1 井点管宜采用金属管或 U-PVC 管,直径应根据单井设计出水量确定,宜为 38mm~110mm。

2.2.2 过滤器管径应与井点管直径一致,滤水段管长度应大于 1.0m;管壁上应布置渗水孔,直径宜为 12mm~18mm;渗水孔宜呈梅花形布置,孔隙率应大于 15%;滤水段之下应设置沉淀管,沉淀管长度不宜小于 0.5m。

2.2.3 管壁外应根据地层土颗粒设置滤水网;滤水网宜设置两层,内层滤网宜采用 60 目~80 目尼龙网或金属网,外层滤网宜采用 3 目~10 目尼龙网或金属网,管壁与滤网间宜采用金属丝绕成螺旋形隔开,滤网外应再绕一层粗金属丝。

2.2.4 孔壁与井管之间的滤料宜采用中粗砂,滤料上方应用黏土封堵,封堵至地面的厚度应大于 1.0m。

2.2.5 集水总管宜采用  $\phi 89\text{mm}$ ~ $\phi 127\text{mm}$  的钢管,每节长度宜为 4m,其上应安装与井点管相连接的接头。

2.2.6 井点泵应用密封胶管或金属管连接各井,每个泵可带动(30~50)个真空井点。

3. 喷射井点

3.1 喷射井点布设除应符合本条(1)规定外,尚应符合下列规定:

3.1.1 当降水区域宽度小于 10m 时宜采用单排布置,当降水区域宽度大于 10m 时宜双排布置,面状降水工程宜环形布置。

3.1.2 喷射井点间距宜为 1.5m~3.0m,井点深度应比设计开挖深度大 3.0m~5.0m。

3.1.3 每组喷射井点系统的井点数不宜超过 30 个,总管直径不宜小于 150mm,总长不宜超过 60m,每组井点应自成系统。

3.2 喷射井点的构造应符合下列规定:



3.2.1 井点的外管直径宜为 73mm–108mm，内管直径宜为 50mm–73mm。

3.2.2 过滤器管径应与井点管径一致，滤水段管长度应大于 1.0m；管壁上应布置渗水孔，直径宜为 12mm–18mm；渗水孔宜呈梅花形布置，孔隙率应大于 15%；滤水段之下应设置沉淀管，沉淀管长度不宜小于 0.5m。

3.2.3 管壁外应根据地层土颗粒设置滤水网；滤水网宜设置两层，内层滤网宜采用 60 目–80 目尼龙网或金属网，外层滤网宜采用 3 目–10 目尼龙网或金属网，管壁与滤网间应采用金属丝绕成螺旋形隔开，滤网外应再绕一层粗金属丝。

3.2.4 井孔成孔直径不宜大于 600mm，成孔深度应比滤管底深 1m 以上。

3.2.5 喷射井点的喷射器应由喷嘴、联管、混合室、负压室组成，喷射器应连接在井管的下端；喷射器混合室直径宜为 14mm，喷嘴直径宜为 6.5mm，工作水箱不应小于 10m<sup>3</sup>。

3.2.6 工作水泵可采用多级泵，水泵压力应大于 2MPa。

#### 4. 管井

4.1 管井的布设除应符合本条（1）规定外，尚应符合下列规定：

4.1.1 管井位置应避开支护结构、工程桩、立柱、加固区及坑内布设的监测点。

4.1.2 临时设置的降水管井和观测孔孔口高度可随工程开挖进行调整。

4.1.3 工程采用逆作法施工时应考虑各层楼板预留管井洞口。

4.1.4 当管井件地下分水岭的水位未达到设计降水深度时，应根据抽水试验的浸润曲线反算管井间距和数量并进行调整。

4.2 管井的构造和设备应符合下列规定：

4.2.1 管井井管直径应根据含水层的富水性及水泵性能选取，井管外径不宜小于 200mm，井管内径应大于水泵外径 50mm。

4.2.2 管井成孔直径宜为 400mm–800mm。

4.2.3 沉砂管长度宜为 1.0m–3.0m。

4.2.4 抽水设备出水量应大于单井设计出水量的 30%。

#### 5. 渗井

5.1 渗井的布设除应符合本条（1）的规定外，尚应符合下列规定：

5.1.1 渗井间距应根据引渗试验确定，宜为 2.0m–10.0m。

5.1.2 渗井深度应根据下伏透水层的性质和埋置深度确定，宜揭穿被渗层，当被渗层厚度较大时，进入被渗层厚度不宜小于 2.0m。

5.1.3 渗井可单独采用，也可作为管井的补充。

5.2 渗井的构造和设备应符合下列规定：

5.2.1 裸渗井成孔直径宜为 200mm–500mm，填入的砂、砾或砂砾混合滤料含泥量应小于 0.5%。

5.2.2 管井渗井成孔后应置入无砂混凝土滤水管、钢筋笼或金属滤水管，井周围应填充滤料。

#### 6. 辐射井

6.1 辐射井布设除应符合本条（1）规定外，尚应符合下列规定：

6.1.1 辐射管的长度和分布应能有效控制降水范围，宜呈扇形布置。

6.1.2 当含水层较薄时，可在含水层中设置单层辐射管，辐射管道根数宜为每层（6-8）根；含水层较厚或多层时，宜设多层辐射管或倾斜辐射管，含水层底板界面应布设一层辐射管。

6.1.3 最下层辐射管至辐射井底的距离应大于 2.0m。

6.2 辐射井的构造应符合下列规定：

6.2.1 集水井直径应满足井内辐射管施工。

6.2.2 辐射管规格应根据地层、进水量、施工长度确定。

6.2.3 集水井应根据相应含水层在不同高程设置辐射管，并应设置施工辐射管用的钢筋混凝土圈梁。

6.2.4 集水井深度可根据含水层位置、基坑深度综合确定，底部应进行封底处理。

## 7. 电渗井

7.1 电渗井布设除应符合本条（1）的规定外，尚应符合下列规定：

7.1.1 井点管（阴极）应布设在基坑外侧，金属管（棒）（阳极）应布设在基坑内侧，井点管与金属管（棒）应进行交错排列，间距宜为 0.8m-1.0m。

7.1.2 井点管与金属管（棒）数量应一致。

7.2 电渗井的构造及设备应符合下列规定：

7.2.1 电渗井的设备应包括水泵、发电机、井点管、金属管（棒）、电线（缆）等。

7.2.2 井点管的直径、深度应满足抽水能力和水泵要求，金属管直径宜为 50mm-75mm，金属棒直径宜为 10mm-20mm，技术管（棒）宜高出地面 200mm-400mm，入土深度应比井点管深 0.5m。

## 8. 集水明排

8.1 集水明排应符合下列规定：

8.1.1 对地表汇水、降水井抽出的地下水可采用明沟或管道排水。

8.1.2 对坑底汇水可采用明沟或盲沟排水。

8.1.3 对坡面渗水宜采用渗水部位插打导水管引致排水沟的方式排水。

8.1.4 必要时可设置临时性明沟和集水井，临时明沟和集水井随土方开挖过程适时调整。

8.2 沿排水沟宜每隔 30m-50m 设置一口集水井。集水井、排水管道不应影响地下工程施工。

8.3 排水沟深度和宽度应根据基坑排水量确定，坡度宜为 0.1%-0.5%；集水井尺寸和数量应根据汇水量确定，深度应大于排水沟深度 1.0m；排水管道的直径应根据排水量确定，排水管道坡度不宜小于 0.5%。

8.4 降水工程排水设施与市政管网接口之间应设沉淀池。

## 9. 潜埋井

9.1 潜埋井布设除应满足本条（1）的规定外，尚应符合下列规定：

9.1.1 井点宜布置在排降残存水方便、对结构施工影响小且便于封底的部位。

9.1.2 井点应布置在不影响后续工序施工的位置。

9.2 潜埋井的构造及设备安装应符合下列规定：

9.2.1 潜埋井应由集水、抽水、排水和电力设施组成。

9.2.2 抽水设施应埋至设计降水深度以下。

#### (四) 降水施工

1. 降水施工组织设计应满足下列规定：

1.1 根据设计要求，制定成井质量控制、降水运行控制的流程和指标。

1.2 地表排水管网布置及与市政管网的连接的要求。

1.3 降水工程停止时间，封井的时间、方法和要求。

2. 降水施工准备阶段应符合下列规定：

2.1 施工现场水、电、路和场地应满足设备、设施九尾和进出场地条件。

2.2 应根据施工组织设计对所有参加人员进行技术交底和安全交底。

2.3 应进行设备、材料的采购、组织与调配，设备选择应与江苏井的出水能力相匹配。

2.4 应进行工程环境监测的布设和初始数据的采集。

2.5 当发现降水设计与现场情况不符时，应及时反馈情况。

3. 真空井点的成孔应符合下列规定：

3.1 垂直井点：对易产生塌孔、缩孔的松软地层，成孔施工宜采用泥浆钻进、高压水套管冲击钻进；对于不易产生塌孔缩孔的地层，可采用长螺旋钻进、清水或稀泥浆钻进。

3.2 水平井点：钻探成孔后，将滤水管水平顶入，通过射流喷砂器将滤砂送至滤管周围；对容易塌孔地层可采用套管钻进。

3.3 倾斜井点：宜按水平井点施工要求进行，并应根据设计条件调整角度，穿过多层含水层时，井管应倾向基坑外侧。

3.4 成孔直径应满足填充滤料的要求，且不宜大于 300mm。

3.5 成孔深度不应小于降水井设计深度。

4. 真空井点施工安装应符合下列规定：

4.1 井点管的成孔应符合本条（3）的规定。

4.2 达到设计孔深后，应加大泵量、冲洗钻孔、稀释泥浆，返清水 3min-5min 后，方可向孔内安放井点管。

4.3 井点管安装到位后，应向孔内投放滤料，滤料粒径宜为 0.4mm-0.6mm。孔内投入的滤料数量，宜大于计算值 5%-15%，滤料填至地面以下 1m-2m 后应用黏土填满压实。

4.4 井点管、集水总管应与水泵连接安装，抽水系统不应漏水、漏气。

4.5 形成完整的真空井点抽水系统后，应进行试运行。

5. 喷射井点施工安装应符合下列规定：

5.1 喷射井点施工方法、滤料回填应符合本条 3、4 的规定。

5.2 井管沉设前应对喷射器进行检验,每个喷射井点施工完成后,应及时进行单井试抽,排出的浑浊水不得回流循环管理系统,试抽时间应持续到水清沙净为止。

5.3 每组喷射井点系统安装完成后,应进行试运行,不应有漏气、翻砂、冒水现象。

5.4 循环水箱内的水应保持清洁。

6. 管井施工应符合下列规定:

6.1 管井施工应根据地层条件选用冲击钻、螺旋钻、回转钻或反循环等方法钻进成孔,施工过程中应做好成孔施工记录。

6.2 吊放井管时应平稳、垂直,并保持井管在井孔中心,严禁猛墩,井管宜高出地表 200mm 以上。管井的施工与安装应符合现行国家标准《管井技术规范》GB50296 的规定。

6.3 单井完成后应及时进行洗井,洗井后应安装水泵进行单井试抽;抽水时应做好工作压力、水位、抽水量的记录,当抽水量及水位降值与设计不符时,应及时调整降水方案。

6.4 单井、排水管网安装完成后应及时进行联网试运行,试运行合格后方可投入正式降水运行。

7. 渗井施工应符合下列规定:

7.1 可采用螺旋钻进、回转钻进或人工成井,对易缩孔、塌孔地层应采用套管法成孔。

7.2 采用人工成井时应制定专项安全措施。

8. 辐射井施工应符合下列规定:

8.1 集水井宜采用钢筋混凝土结构;采用沉井法和倒挂井壁逆作法时,壁厚宜为 250mm~350mm,采用钻机成孔和漂浮下管法时,壁厚宜为 150mm~200mm,每节管的接头部位应做防渗漏处理。

8.2 辐射管施工工艺应根据地层岩性确定,可采用顶管钻进、回转钻进、潜孔锤钻进、人工成孔。

8.3 辐射管与集水井壁间应封堵严密。

8.4 配备的抽水设备的出水量、扬程应大于设计参数。

8.5 集水井口应采取安全防护措施。

9. 电渗井施工应符合下列规定:

9.1 电渗降水时一采区间歇通电,每通电 24h 后宜停电 2h~3h。

9.2 应采取连续抽水。

9.3 雷雨时工作人员应远离两级地带,维修电极时应停电。

10. 集水明排施工应符合下列规定:

10.1 采用明沟排水时,沟底应采取防渗措施;采用盲沟排水时,盲沟内宜采用级配碎石充填,并应满足主体结构对地基的要求。

10.2 集水井(坑)壁应有防护结构,并应采用碎石滤水层、泵头包纱网等措施。

10.3 当基坑侧壁出现渗水时,应针对性地设置导水管,将水引入排水沟。

10.4 水泵的选型可根据排水量大小及基坑深度确定。

10.5 排水管道上宜设置清淤孔,清淤孔的间距不宜大于 10m。

10.6 明沟、集水井、排水管、沉淀池试验时应随时清理淤积物，保持排水通畅。

11. 潜埋井施工应符合下列规定：

11.1 潜埋井封底应在周边基础结构施工完成后方可进行。

11.2 封底时应预留出水管口，停抽后应及时堵塞封闭出口管口。

#### （五）验收与运行维护

1. 降水工程单井验收应符合下列规定：

1.1 单井的平面位置、成孔直径、深度应符合设计要求。

1.2 成井直径、深度、垂直度等应符合设计要求，井内沉淀厚度不应大于成井深度的 5‰。

1.3 洗井应符合设计要求。

1.4 降深、单井出水量等应符合设计要求。

1.5 成井材料和施工过程应符合设计要求。

2. 正式运行前应进行联网试运行抽水试验，并应符合下列规定：

2.1 应保持场区排水管网畅通并与市政管网连接，排水管道应满足排水量的要求，沉淀池、水量计量、水位测量仪等设施应符合设计要求。

2.2 各降水井管与排水总管应安装调试完毕。

2.3 供电线路和配电箱的布置应满足降水要求，并应配备必要的备用电源、水泵和有关设备及材料。

2.4 应开启全部降水井，并进行水位、水量等检测记录。

2.5 当降水深度大于设计要求的深度时，可适当调整降水井的数量或井的抽水量；当降水深度小于设计要求的深度或不能满足基坑开挖的深度时，应分批开启全部备用井。

2.6 当基坑内观察井的稳定水位 24h 波动幅度小于 20mm 时，可停止试验。

2.7 抽水试验的降水深度不能满足基坑开挖或降水设计要求时，应分析查找原因，调整井的数量或井的结构。

3. 降水过程中，抽排水的含砂量应符合下列规定：

3.1 管井抽水半小时内砂量，粗砂含量应小于 1/50000；中砂含量应小于 1/20000；细砂含量应小于 1/50000。

3.2 管井正常运行时含砂量应小于 1/50000。

3.3 辐射井抽水半小时内含砂量应小于 1/20000。

3.4 辐射井正常运行时含砂量应小于 1/200000。

4. 集水明排工程排水沟、集水井、排水导管的位置，排水沟的断面、坡度、集水坑（井）深度、数量及降排水效果应满足设计要求。

5. 降水运行维护应符合下列规定：

5.1 应对水位计涌水量等进行监测，发现异常应及时反馈。

5.2 当发现基坑（槽）出水、涌砂，应立即查明原因，采取处理措施。

5.3 对所有景点、排水管、配电设施应有明显的安全保护标识。

5.4 降水期间应对抽水设备和运行状况进行维护检查，每天检查不应少于 2 次。

5.5 当井内水位上升且接近基坑底部时，应及时处理，使水位恢复到设计深度。

5.6 冬季降水时，对地面排水管网应采取防冻措施。

5.7 当发生停电时，应及时更换电源，保持正常降水。

6. 降水工程验收资料应包括下列内容：

6.1 设计依据、技术要求，经审批的施工组织设计、施工方案以及执行中的变更单。

6.2 测量放线成果和符合签证单。

6.3 原材料质量合格和质量鉴定书，半成品产品的质量合格证书。

6.4 施工记录和隐蔽工程的验收文件，检测试验及见证取样文件。

6.5 监测、巡视检查记录。

6.6 降水工程的运行维护记录。

6.7 对周边环境的影响记录，包括基坑支护结构、周边地面、邻近工程和地下设施的变形记录。

6.8 其他需提供的文件和记录。

#### 四、隔水帷幕

##### （一）一般规定

1. 当降水会对基坑周边建（构）筑物、地下管线、道路等造成危害或对工程环境造成长期不利影响时，可采用隔水帷幕方法控制地下水。

##### 2. 隔水帷幕方法的分类

表 13-59 隔水帷幕方法分类

分类方式	帷幕方法
按布置方式	悬挂式竖向隔水帷幕、落底式竖向隔水帷幕、水平向隔水帷幕
按结构形式	独立式隔水帷幕、嵌入式隔水帷幕、支护结构自抗渗式隔水帷幕
按施工方法	高压喷射注浆（旋喷、摆喷、定喷）隔水帷幕、压力注浆隔水帷幕、水泥土搅拌桩隔水帷幕、冻结法隔水帷幕、地下连续墙或咬合式排桩隔水帷幕、钢板桩隔水帷幕、沉箱

##### （一）隔水帷幕施工

1. 施工前应根据现场环境及地下建（构）筑物的埋设情况复核设计孔位，清除地下、地上障碍物。

2. 隔水帷幕的施工应与支护结构施工相协调，施工顺序应符合下列规定：

2.1 独立的、连续性隔水帷幕，宜先施工帷幕，后施工支护结构。

2.2 对嵌入式隔水帷幕，当采用搅拌工艺成桩时，可先施工帷幕桩，后施工支护结构；当采用高压喷射注浆工艺成桩，或可对支护结构形成包覆时，可先施工支护结构，后施工帷幕。

2.3 当采用咬合式排桩帷幕时，宜先施工非加筋桩，后施工加筋桩。

2.4 当采取嵌入式隔水帷幕或咬合支护结构时，应控制其养护强度，应同时满足相邻支护结构施工时的自身稳定性要求和相邻支护结构施工要求。



## 五、回灌

### （一）一般规定

1. 降水工程影响周边工程环境安全时可进行地下水回灌。
2. 地下水回灌宜采用井灌法，回灌方法如下表选择。

表 13-60 回灌方法选择

回灌方法	适用条件
管井回灌	各种含水层
大口井回灌	埋藏不深、厚度不大、透水性条件较好的含水层

### 3. 地下水回灌方式选择

表 13-61 地下水回灌方式选择

回灌方式	适用条件
重力回灌	地下水位较低，渗透性好的含水层
真空回灌	厚度较大，渗透性较好的含水层
压力回灌	地下水位高，渗透性差的含水层

4. 回灌宜首选同层地下水回灌；当非同层回灌时，回灌水源的水质不应低于回灌目标含水层地下水的水质；当回灌目标含水层与饮用地下水联系较紧密时，回灌水源的水质应达到饮用水的标准。

5. 地下水回灌应采取有效措施，防止恶化地下水水质。

### （二）回灌施工

1. 回灌井施工除应符合本条 1 的规定外，还应符合下列规定：

1.1 过滤层的级配砂填筑宜采用动水回填法。

1.2 在回填的过滤砂层之上，应填筑大于 3m 厚的高膨胀性止水黏土球。

2. 井灌法回灌施工应符合下列规定：

2.1 回灌井成井深度不应小于设计深度，成井后应及时洗井。

2.2 回灌井在使用前应进行冲洗工作。

2.3 应选择与井的出水能力相匹配的水泵。

2.4 降水、回灌期间应对抽水设备和运行状况进行检查，每天检查不应少于 3 次，同时应有备用设备。

2.5 应经常检查灌入水的污浊度及水质情况，防止机油、有毒有害物质、化学药剂、垃圾等进入回灌水中。

2.6 回灌井点必须与降水井点同时工作。

3. 在回灌过程中，应对回灌井、观测井水位计流量观测资料进行分析，必要时调整回灌参数。

4. 回灌水量应根据地下水位的变化及时调整，保证抽灌平衡。

5. 完成地下水回灌任务、停止回灌后，应进行回填封井。回填封井应符合下列规定：

5.1 回填前应对井深、水位等进行测量。

5.2 回填材料宜选用直径 20mm–30mm 的黏土球缓慢填入。

5.3 回填后应灌水检查封井效果。

### （三）验收与运行维护

1. 回灌单井验收应符合下列规定：

1.1 单井的平面位置、成孔直径、深度应符合设计要求。

1.2 成井直径、深度、垂直度等应符合设计要求。

1.3 回灌水质应符合设计要求。

1.4 回灌水位、单井回灌量应符合设计要求。

1.5 成井材料和施工过程应符合设计要求。

2. 正式运行前应进行试回灌，并应符合下列规定：

2.1 各回灌井管应安装调试完毕。

2.2 供电线路和配电箱的布设应满足回灌要求，并应配备必要的备用电源和有关设备及材料。

2.3 应做好水位、水量等检测记录。

2.4 应进行回灌调试，确定回灌参数。

3. 回灌井运行维护应符合下列规定：

3.1 应根据要求对水位、回灌量等进行监测，发现异常应及时反馈。

3.2 回灌井、配电设施应有明显的安全保护标识。

3.3 回灌过程中应保持回灌流量、回灌压力的稳定。

3.4 回灌水源水质应符合设计要求。

3.5 应对抽水设备和运行状况进行维护检查，每天检查不应少于 2 次。

3.6 回灌过程中应对回灌管井定期进行回扬，当回灌流量明显减少时，应立即进行回扬。

3.7 回灌期间应对回灌设备和运行状况进行维护检查，每天检查不应少于 2 次。

3.8 重力回灌应保持回灌井内水位在一定高度，当回灌井内水位升高至设计动水位后应控制回灌流量，保持回灌与渗流场的平衡。

3.9 压力回灌时要及时观测压力、流量、水位及回灌四周地面土体的变化；回灌压力开始宜采用 0.1MPa，加压间隔 0.05MPa，加压时间间隔 24h，最大压力不宜大于 0.5MPa。

3.10 真空回灌系统应满足密封要求。

3.11 当发生停电时，应及时更换电源，保持正常回灌。

## 六、监测

### （一）一般规定

1. 地下水控制工程监测工作应符合下列规定：

1.1 监测实施前应编制监测专项方案，监测方案应根据地下水控制方法、设计要求，结合围护结构综合确定。



- 1.2 监测开始、终止时间应根据设计要求和施工情况确定，并应覆盖地下水控制实施全过程。
- 1.3 监测点布置、信息采集的频率应根据设计要求、施工方法、施工进度、监测对象特点、地质条件和周边环境条件综合确定。
- 1.4 监测点应妥善保护，当监测点失效或被破坏时，应及时补充。
- 1.5 监测项目监测数据异常时应分析原因并加密监测频次。
- 1.6 监测的记录，数据和图表应真实、完整，并按工程要求及时整理分析，监测资料应及时向有关方面报送，现场监测完成后应提交成果报告。

2. 地下水控制运行稳定后，监测过程中出现下列情况之一时应立即进行预警，并应加密监测频率。

- 2.1 当地下水位上升达到设计预警值时。
- 2.2 地下水位上升速率加大且持续上升。
- 2.3 隔水帷幕工程渗漏严重或帷幕后水位突变。
- 2.4 当降水过程中抽取地下水的含砂量超过规范要求时。
- 2.5 降水工程地下水量、回灌过程回灌量与正常时相比发生较大变化。
- 2.6 地下水控制工程范围含水层水质发生恶化。
- 2.7 建筑物、道路、地下管线等工程环境发生较大沉降、倾斜、裂缝，达到设计预警值。
- 2.8 根据工程经验判断，出现其他需进行预警的情况。

## （二）地下水位监测

1. 地下水位应通过地下水水位观测孔或孔隙水压力计进行监测，在弱透水层中宜埋设孔隙水压力计。

2. 安全等级为一级工程应设置专门的地下水水位观测孔进行水位监测，二级工程宜设置地下水水位观测孔进行水位监测，三级工程可利用抽水井进行水位监测。

3. 地下水水位观测孔布设应符合下列规定：

3.1 地下水控制区域外侧应布设水位观测孔，单项工程水位观测孔总数不宜少于 3 个，观测孔间距宜为 20m~50m。降水工程水位观测孔宜沿降水井点外轮廓线、被保护对象周边或降水井点与被保护对象之间布置，相邻建筑、重要的管线密集区应布置水位观测点；隔水帷幕水位观测孔宜布设在隔水帷幕的外侧约 2m 处；回灌过程水位观测孔宜布置在回灌井点与被保护对象之间。

3.2 地下水控制区域内可设置水位观测孔；当采用管井、渗井降水时，水位观测孔应布置在控制区域中央和两相邻的降水井点中间部位；当采用真空井点、喷射井点降水时，水位观测孔应布置在控制区域中央和周边拐弯处。

3.3 有地表水补给的一侧，可适当加密观测孔间距。

3.4 分层降水时应分层布置观测孔。

4. 地下水水位观测孔结构可与降水井结构一致，孔径应满足观测要求且方便操作，孔深宜达到设计降深以下 3m~5m。

5. 地下水水位监测应符合下列规定:

5.1 抽水前应进行稳定水位的观测, 并应监测降水井内水位。

5.2 初期水位未达到设计要求前, 宜每天观测 2 次。

5.3 水位达到设计要求且趋于稳定后, 可每天观测 1 次。

5.4 当出现停电、水泵损坏等情况, 应加密监测频率, 预测可能出现的工程问题。

5.5 降雨期间, 应加密监测频率直至水位稳定。

#### (三) 出水量和含砂量监测

1. 地下水控制过程中水量监测频率应与水位观测频率一致, 并应记录水量、水流特征。

2. 当理由计量仪表进行水量监测时, 可采用固定量测法或随机量测法, 并应符合下列规定:

2.1 当采用固定量测法时, 可在每眼抽水井或排水总管上安装流量表, 或在排水沟、沉砂池最后安装量水槽堰进行计量。

2.2 当采用随机量测法时, 可采用超声波流量计随机进行计量。

3. 当水量突然减小时, 应及时查找、分析原因, 并应采取有效措施, 消除隐患。

4. 抽奖期间的水位、水量应同时监测, 监测记录应及时整理, 绘制出涌水量与时间、水位降深值与时间过程曲线图, 并应分析水位、水量下降趋势, 预测达到设计降水深度要求所需时间。

5. 抽降期间应定期对抽出地下水的含砂量进行监测。

6. 回灌水量、回灌压力可通过安装在回灌井上的回灌水计量装置和回灌压力表进行监测, 监测记录应及时整理。

#### (四) 水质监测

1. 降水工程遇有下列情况时应进行水质监测:

1.1 控制措施可能对地下水水质产生影响。

1.2 地下水水质对工程建设的材料由不利影响。

1.3 地下水已受污染的区域。

1.4 临海降水可能引起海水侵入的工程。

#### (五) 变形观测

1. 变形观测的水准基准点应设置在地下水控制工程和基坑变形影响范围之外, 且每一测区不应少于 3 个。

2. 变形监测点宜结合地下工程支护监测点布置。

3. 在地下水控制水位未达到设计要求前, 应每天观测 1 次, 达到设计降深后每 2d~5d 观测 1 次; 在地下水控制工程结束后 15d 内, 应继续观测至少 3 次。

4. 地下水控制运行过程中应绘制各测点沉降曲线, 并应分析各测点沉降变化趋势。

#### (六) 巡视检查

1. 在地下水控制施工、运行、维护阶段应对工程设施、设备、地下水控制的本体、监测设施、周边环境进行现场巡视检查。巡查内容宜包括地表与周边建筑物、道路的裂缝及异常渗漏、控制



效果、排水等。

2. 地下水控制运行期间，每天巡视检查不应少于 2 次。
3. 巡视检查应固定专人、定期进行，检查方式应以目测为主，可辅以锤、钎、量尺、摄像、摄影等工具进行。
4. 应进行巡视检查记录，并结合仪器检测数据进行综合分析。

## 第六节 土石方工程

### 一、土石方施工一般规定：

（一）土方工程施工前应考虑土方量、土方运距、土方施工顺序、地质条件等因素，进行土方平衡和合理调配，确定土方机械的作业线路、运输车辆的行走路线、弃土地点。

（二）平整场地的表面坡度应符合设计要求，排水沟方向的坡度不应小于 2‰。平整后的场地表面应进行逐点检查，检查点的间距不宜大于 20m。

（三）挖土机械、土方运输车辆等通过坡道进入作业点时，应采取保证坡道稳定的措施。

（四）基坑开挖期间若周边影响范围内存在桩基、基坑支护、土方开挖、爆破等施工作业时，应根据实际情况合理确定相互之间的施工顺序和方法，必要时应采取可靠的技术措施。

（五）机械挖土时应避免超挖，场地边角土方、边坡修整等应采用人工方式挖除。基坑开挖至坑底标高应在验槽后及时进行垫层施工，垫层宜浇筑至基坑围护墙边或坡脚。

（六）永久性挖方边坡坡度应符合设计要求。使用时间较长的临时性挖方边坡坡度，应根据工程地质和水文地质、边坡高度等，结合当地同类土体的稳定坡度值或通过稳定性计算确定。过程中形成的临时边坡应按现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB50202 的规定控制坡度。

（七）土方工程施工应采取保护周边环境、支护结构、工程桩及降水井点等设施的技术措施。

（八）土方开挖、土方回填过程中应设置完善的排水系统。

（九）机械挖土时，坑底以上 200mm ~ 300mm 范围内的土方应采用人工修底的方式挖除。放坡开挖的基坑边坡应采用人工修坡的方式。

（十）基坑开挖应进行全过程监测，应采用信息化施工法，根据基坑支护体系和周边环境的监测数据，适时调整基坑开挖的施工顺序和施工方法。

（十一）土方工程冬期施工时，应采取防冻、防滑的技术措施。

### 二、基坑开挖

（一）土方工程施工前，应采取有效的地下水控制措施。基坑内地下水位应降至拟开挖下层土方的底面以下不小于 0.5m。

（二）基坑开挖的分层厚度宜控制在 3m 以内，并应配合支护结构的设置和施工的要求，临近基坑边的局部深坑宜在大面积垫层完成后开挖。

(三) 基坑放坡开挖应符合下列规定:

1. 当场地条件允许, 并经验算能保证边坡稳定性时, 可采用放坡开挖, 多级放坡时应同时验算各级边坡和多级边坡的整体稳定性, 坡脚附近有局部坑内深坑时, 应按深坑深度验算边坡稳定性。
2. 应根据土层性质、开挖深度、荷载等通过计算确定坡体坡度、放坡平台宽度, 多级放坡开挖的基坑, 坡间放坡平台宽度不宜小于 3.0m。
3. 无截水帷幕放坡开挖基坑采取降水措施的, 降水系统宜设置在单级放坡基坑的坡顶, 或多级放坡基坑的放坡平台、坡顶。
4. 坡体表面可根据基坑开挖深度、基坑暴露时间、土质条件等情况采取护坡措施, 护坡可采取水泥砂浆、挂网砂浆、混凝土、钢筋混凝土等方式, 也可采用压坡法。
5. 边坡位于滨填土区域, 应采用土体加固等措施后方可进行放坡开挖。
6. 放坡开挖基坑的坡顶及放坡平台的施工荷载应符合设计要求。

(四) 采用土钉支护、土层锚杆支护的基坑开挖应符合下列规定:

1. 应在截水帷幕或排桩墙的强度和龄期满足设计要求后方可进行基坑开挖。
2. 基坑开挖应和支护施工相协调, 应提供土钉、土层锚杆成孔施工的工作面宽度, 土方开挖和支护施工应形成循环作业。
3. 基坑开挖应分层分段进行, 每层开挖深度应根据土钉、土层锚杆施工作业面确定, 并满足设计工况要求, 每层分段长度不宜大于 30m。
4. 每层每段开挖后应及时进行土钉、土层锚杆施工, 缩短无支护暴露时间, 上一层土钉支护、土层锚杆支护完成后的养护时间或强度满足设计要求后, 方可开挖下一层土方。

(五) 设有内支撑的基坑开挖应遵循“先撑后挖、限时支撑”的原则, 减小基坑无支撑暴露的时间和空间。

(六) 下层土方的开挖应在支撑达到设计要求后方可进行。挖土机械和车辆不得直接在支撑上行走或作业, 严禁在底部已经挖空的支撑上行走或作业。

(七) 面积较大的基坑可根据周边环境保护要求、支撑布置形式等因素, 采用盆式开挖、岛式开挖等方式施工, 并结合开挖方式及时形成支撑或基础底板。

(八) 采用盆式开挖的基坑应符合下列规定:

1. 盆式开挖形成的盆状土体的平面位置和大小应根据支撑形式、围护墙变形控制要求、边坡稳定性、坑内加固与降水情况等因素确定, 中部有支撑时宜先完成中部支撑, 再开挖盆边土体。
2. 盆式开挖形成的边坡应符合本条 3) 基坑放坡开挖的规定, 且坡顶与围护墙的距离应满足设计要求。
3. 盆边土方应分段、对称开挖, 分段长度宜按照支撑布置形式确定, 并限时设置支撑。

(九) 采用岛式开挖的基坑应符合下列规定:

1. 岛式开挖形成的中部岛状土体的平面位置和大小应根据支撑布置形式、围护墙变形控制要求、边坡稳定性、坑内降水等因素确定。



2. 岛式开挖的边坡应符合本条 3 基坑放坡开挖的规定。

3. 基坑周边土方应分段、对称开挖。

(十) 狭长形基坑开挖应符合下列规定：

1. 基坑土方应分层分区开挖，各区开挖至坑底后应及时施工垫层和基础底板。

2. 采用钢支撑时可采用纵向斜面分层分段开挖方法，斜面应设置多级边坡，其分层厚度、总坡度、各级边坡坡度、边坡平台宽度等应通过稳定性验算确定。

3. 每层每段开挖和支撑形成的时间应符合设计要求。

(十一) 采用逆作法、盖挖法等暗挖施工的基坑应符合下列规定：

1. 基坑开挖方法的确定应与主体结构设计、支护结构设计相协调，主体结构在施工期间的受力变形和不均匀沉降均应满足设计要求。

2. 应根据基坑设计工况、平面形状、结构特点、支护结构、土体加固、周边环境等情况设置取土口。

3. 主体结构兼作为取土平台和施工栈桥时，应根据施工荷载要求对主体结构进行复核计算和加固设计，施工设备荷载不应大于设计规定限值。

4. 面积较大的基坑，宜采用盆式开挖，先形成中部结构，再分块、对称、限时开挖周边土方和施工主体结构。

5. 施工机械及车辆尺寸应满足取土平台、作业及行驶区域的结构平面尺寸和净空高度要求。

6. 暗挖作业区域应采取通风照明的措施。

(十二) 饱和软土地基的基坑开挖应符合下列规定：

1. 挤土成桩的场地应在成桩休止一个月后待超孔隙水压消散后方可进行基坑开挖。

2. 基坑开挖应分层均衡开挖，分层厚度不应大于 1m。

### 三、岩石基坑开挖

(一) 岩石基坑可根据工程地质与水文地质条件、周边环境保护要求、支护形式等情况，选择合理的开挖顺序和开挖方式。

(二) 岩石基坑应采取分层分段的开挖方法，遇不良地质、不稳定或欠稳定的基坑，应采取分层分段间隔开挖的方法，并限时完成支护。

(三) 岩石的开挖宜采用爆破法，强风化的硬质岩石和中风化的软质岩石，在现场试验满足的条件下，也可采用机械开挖方式。

(四) 爆破开挖宜先在基坑中间开槽爆破，再向基坑周边进行台阶式爆破开挖。在接近支护结构或坡脚附近的爆破开挖，应采取减小对基坑边坡岩体和支护结构影响的措施。爆破后的岩石坡面或基底，应采用机械修整。

(五) 周边环境保护要求较高的基坑，基坑爆破开挖应采取静力爆破等控制振动、冲击波、飞石的爆破方式。

(六) 岩石基坑爆破参数可根据现场条件和当地经验确定，地质复杂或重要的基坑工程，

宜通过试验确定爆破参数。单位体积耗药量宜取  $0.3\text{kg} / \text{m}^3 \sim 0.8\text{kg} / \text{m}^3$ ，炮孔直径宜取  $36\text{mm} \sim 42\text{mm}$ 。应根据岩体条件和爆破效果及时调整和优化爆破参数。

(七) 岩石基坑的爆破施工应符合现行国家标准《爆破安全规程》GB6722 的规定。

#### 四、基坑回填

(一) 永久性土方回填的边坡坡度应符合设计要求。使用时间较长的临时性土方回填的边坡坡度，应根据当地经验或通过稳定性计算确定。

(二) 回填土料应符合设计要求，土料不得采用淤泥和淤泥质土，有机质含量不大于 5%，土料含水量应满足压实要求。

(三) 碎石类土或爆破石碴用作回填土料时，其最大粒径不应大于每层铺填厚度的  $2/3$ ，铺填时大块料不应集中，且不得回填在分段接头处。

(四) 土方回填前，应根据工程特点、土料性质、设计压实系数、施工条件等合理选择压实机具，并确定回填土料含水量控制范围、铺土厚度、压实遍数等施工参数。重要土方回填工程或采用新型压实机具的，应通过填土压实试验确定施工参数。

(五) 黏土或排水不良的砂土作为回填土料的，其最优含水量与相应的最大干容重，宜通过击实试验测定或通过计算确定。黏土的施工含水量与最优含水量之差可控制为  $-4\% \sim +2\%$ ，使用振动碾时，可控制为  $-6\% \sim +2\%$ 。

(六) 回填压实施工应符合下列规定：

1. 轮(夯)迹应相互搭接，机械压实应控制行驶速度。
2. 建筑物转角、空间狭小等机械压实不能作业的区域，可采用人工压实的方法。
3. 回填面积较大的区域，应采取分层、分块(段)回填压实的方法，各块(段)交界面应设置成斜坡形，碾迹应重叠  $0.5\text{m} \sim 1.0\text{m}$ ，填土施工时的分层厚度及压实遍数应符合表 13-62 的规定，上、下层交界面应错开，错开距离不应小于  $1\text{m}$ 。

表 13-62 填土施工时的分层厚度及压实遍数

压实机具	分层厚度 (mm)	每层压实遍数
平碾	250~300	6~8
振动压实机	250~350	3~4
柴油打夯机	200~250	3~4
人工打夯	< 200	3~4

(七) 土方回填应按设计要求预留沉降量或根据工程性质、回填高度、土料种类、压实系数、地基情况等确定。

(八) 基坑土方回填应符合下列规定：

1. 基础外墙有防水要求的，应在外墙防水施工完毕且验收合格后方可回填，防水层外侧宜设置保护层。



2. 坑边坡或围护墙与基础外墙之间的土方回填, 应与基础结构及基坑换撑施工工况保持一致, 以回填作为基坑换撑的, 应根据地下结构层数、设计工况分阶段进行土方回填, 基坑设置混凝土或钢换撑带的, 换撑带底部应采取保证回填密实的措施。

3. 宜对称、均衡地进行土方回填。

4. 回填较深的基坑, 土方回填应控制降落高度。

(九) 土方回填的施工检验应符合下列规定:

1. 土方回填的施工质量检测应分层进行, 应在每层压实系数符合设计要求后方可铺填上层土。

2. 应通过土料控制干密度和最大干密度的比值确定压实系数, 土料的最大干密度应通过击实试验确定, 土料的控制干密度可采用环刀法、灌砂法、灌水法或其他方法检验。

3. 采用轻型击实试验时, 压实系数宜取高值, 采用重型击实试验时, 压实系数可取低值。

4. 基坑和室内土方回填, 每层按  $100\text{m}^2 \sim 500\text{m}^2$  取样 1 组, 且不应少于 1 组, 柱基回填, 每层抽样柱基总数的 10%, 且不应少于 5 组, 基槽和管沟回填, 每层按  $20\text{m} \sim 50\text{m}$  取 1 组, 且不应少于 1 组, 场地平整填方, 每层按  $400\text{m}^2 \sim 900\text{m}^2$  取样 1 组, 且不应少于 1 组。

## 五、土石方工程质量检查、验收要求

(一) 土石方工程质量检查、验收要求一般规定:

1. 在土石方工程开挖施工前, 应完成支护结构、地面排水、地下水控制、基坑及周边环境监测、施工条件验收和应急预案准备等工作的验收, 合格后方可进行土石方开挖。

2. 在土石方工程开挖施工中, 应定期测量和校核设计平面位置、边坡坡率和水平标高。平面控制桩和水准控制点应采取可靠措施加以保护, 并应定期检查和复测。土石方不应堆在基坑影响范围内。

3. 土石方开挖的顺序、方法必须与设计工况和施工方案相一致, 并应遵循“开槽支撑, 先撑后挖, 分层开挖, 严禁超挖”的原则。

4. 平整后的场地表面坡率应符合设计要求, 设计无要求时, 沿排水沟方向的坡率不应小于  $2\%$ , 平整后的场地表面应逐点检查。土石方工程的标高检查点为每  $100\text{m}^2$  取 1 点, 且不应少于 10 点; 土石方工程的平面几何尺寸 (长度、宽度等) 应全数检查; 土石方工程的边坡为每  $20\text{m}$  取 1 点, 且每边不应少于 1 点。土石方工程的表面平整度检查点为每  $100\text{m}^2$  取 1 点, 且不应少于 10 点。

(二) 土方开挖

1. 施工前应检查支护结构质量、定位放线、排水和地下水控制系统, 以及对周边影响范围内地下管线和建 (构) 筑物保护措施的落实, 并应合理安排土方运输车辆的行走路线及弃土场。附近有重要保护设施的基坑, 应在土方开挖前对围护体的止水性能通过预降水进行检验。

2. 施工中应检查平面位置、水平标高、边坡坡率、压实度、排水系统、地下水控制系统、预留土墩、分层开挖厚度、支护结构的变形, 并随时观测周围环境变化。

3. 施工结束后应检查平面几何尺寸、水平标高、边坡坡率、表面平整度和基底土性等。

4. 临时性挖方工程的边坡坡率允许值应符合表 13-63 的规定或经设计计算确定。

表 13-63 临时性挖方工程的边坡坡率允许值

序	土的类别		边坡坡率 (高:宽)
1	砂土	不包括细砂、粉砂	1: 1.25~1: 1.50
2	黏性土	坚硬	1: 0.75~1: 1.00
		硬塑、可塑	1: 1.00~1: 1.25
		软塑	1: 1.50 或更缓
3	碎石土	充填坚硬黏土、硬塑黏土	1: 0.50~1: 1.00
		充填砂土	1: 1.00~1: 1.50

注: 1. 本表适用于无支护措施的临时性挖方工程的边坡坡率。

2. 设计有要求时, 应符合设计标准。

3. 本表适用于地下水位以上的土层。采用降水或其他加固措施时, 可不受本表限制, 但应计算复核。

4. 一次开挖深度, 软土不应超过 4m, 硬土不应超过 8m。

5. 土方开挖工程的质量检验标准应符合表 13-64 ~ 表 13-67 的规定。

表 13-64 柱基、基坑、基槽土方开挖工程的质量检验标准

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	标高	mm	0 -50	水准测量
	2	长度、宽度 (由设计中心线向两边量)	mm	+200 -50	全站仪或用钢尺量
	3	坡率	设计值		目测法或用坡度尺检查
一般项目	1	表面平整度	mm	± 20	用 2m 靠尺
	2	基底土性	设计要求		目测法或土样分析

表 13-65 挖方场地平整土方开挖工程的质量检验标准

项	序	检查项目	允许值或允许偏差			检查方法
			单位	数值		
主控项目	1	标高	mm	人工	± 30	水准测量
		机械		± 50		
	2	长度、宽度（由设计中心线向两边置）	mm	人工	+300	全站仪或用钢尺量
				机械	+500	
	3	坡率	设计值			目测法或用坡度尺检查
一般项目	1	表面平整度	mm	人工	± 20	用 2m 靠尺
		机械		± 50		
	2	基底土性	设计要求			目测法或土样分析

表 13-66 管沟土方开挖工程的质量检验标准

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	标高	mm	0 -50	水准测量
	2	长度、宽度 (由设计中心线向两边量)	mm	+100 0	全站仪或用钢尺量



项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
	3	坡率	设计值		目测法或用坡度尺检查
一般项目	1	表面平整度	mm	$\pm 20$	用 2m 靠尺
	2	基底土性	设计要求		目测法或土样分析

表 13-67 地(路)面基层土方开挖工程的质量检验标准

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	标高	mm	0	水准测此
				-50	
	2	长度、宽度(由设计中心线向两边鼓)	设计值		全站仪或用钢尺斌
	3	坡率	设计值		目测法或用坡度尺检查
一般项目	1	表面平整度	mm	$\pm 20$	用 2m 靠尺
	2	基底土性	设计要求		目测法或土样分析

注：地(路)面基层的偏差只适用于直接在挖、填方上做地(路)面的基层。

### (三) 岩质基坑开挖

1. 施工前应检查支护结构质量、定位放线、爆破器材(购置、运输、储存和使用)、排水和地下水控制系统、起爆设备和检测仪表,以及对周边影响范围内地下管线和建(构)筑物保护措施的情况,并应合理安排土石方运输车辆的行走路线及弃土场。

2. 施工中应检查平面位置、平面尺寸、水平标高、边坡坡率、分层开挖厚度、排水系统、地下水控制系统、支护结构的变形等,并应随时对周围环境观测和监测。采用爆破施工时,爆前应检查爆破装药和爆破网路等,并应加强环境监测。

3. 施工结束后应检查平面几何尺寸、水平标高、边坡坡率、表面平整度、基底岩(土)质情况和承载力以及基底处理情况。岩质基坑基底处理无设计规定时,应符合下列规定:

3.1 岩层基底应清除岩面松碎石块、淤泥、苔藓,凿出新鲜岩面,表面应冲洗干净。倾斜岩层应将岩面凿平或凿成台阶,满足施工组织设计要求。

3.2 易风化的岩层基底,应按基础尺寸凿除已风化的表面岩层。在砌筑基础时应边砌边回填封闭,且应满足施工组织设计要求。

3.3 泉眼可用堵塞或排引的方法处理。

4. 柱基、基坑、基槽、管沟岩质基坑开挖工程的质量检验标准应符合表 13-68 的规定。

表 13-68 柱基、基坑、基槽、管沟岩质基坑开挖工程的质量检验标准

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	标高	mm	0	水准测置
				-200	
	2	长度、宽度(由设计中心线向两边量)	mm	+200	全站仪或用钢尺最
				0	
	3	坡率	设计值		目测法或用坡度尺检查
一般	1	表面平整度	mm	$\pm 100$	用 2m 靠尺

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
项目	2	基底岩(土)质	设计要求		目测法或岩(土)样分析

注：柱基、基坑、基槽、管沟应将炸松的石渣清除后检查。

5. 挖方场地平整岩土开挖工程的质量检验标准应符合表 13-69 的规定。

表 13-69 挖方场地平整岩土开挖工程的质量检验标准

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	标高	mm	+100	水准测量
				-300	
	2	长度、宽度(由设计中心线向两边量)	mm	+400	全站仪或用钢尺量
				-100	
	3	坡率	设计值		目测法或用坡度尺检查
一般项目	1	表面平整度	mm	±100	用 2m 靠尺
	2	基底岩《土》质	设计要求		目测法或岩(土)样分析

注：场地平整应在整平完后检查。

#### (四) 土石方堆放与运输

1. 施工前应对土石方平衡计算进行检查，堆放与运输应满足施工组织设计要求。

2. 施工中应检查安全文明施工、堆放位置、堆放的安全距离、堆土的高度、边坡坡率、排水系统、边坡稳定、防扬尘措施等内容，并应满足设计或施工组织设计要求。

3. 在基坑(槽)、管沟等周边堆土的堆载限值和堆载范围应符合基坑围护设计要求，严禁在基坑(槽)、管沟、地铁及建构(筑)物周边影响范围内堆土。对于临时性堆土，应视挖方边坡处的土质情况、边坡坡率和高度，检查堆放的安全距离，确保边坡稳定。在挖方下侧堆土时应将土堆表面平整，其顶面高程应低于相邻挖方场地设计标高，保持排水畅通，堆土边坡坡率不宜大于 1:1.5。在河岸处堆土时，不得影响河堤的稳定和排水，不得阻塞污染河道。

4. 施工结束后，应检查堆土的平面尺寸、高度、安全距离、边坡坡率、排水、防扬尘措施等内容，并应满足设计或施工组织设计要求。

5. 土石方堆放工程的质量检验标准应符合表 13-70 规定。

表 13-70 土石方堆放工程的质量检验标准

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	总高度	不大于设计值		水准测量
	2	长度、宽度	设计值		全站仪或用钢尺量
	3	堆放安全距离	设计值		全站仪或用钢尺量
	4	坡率	设计值		目测法或用坡度尺检查
一般项目	1	防扬尘	满足环境保护要求或施工组织设计要求		目测法

#### (五) 土石方回填

1. 施工前应检查基底的垃圾、树根等杂物清除情况，测量基底标高、边坡坡率，检查验收基



础外墙防水层和保护层等。回填料应符合设计要求，并应确定回填料含水量控制范围、铺土厚度、压实遍数等施工参数。

2. 施工中应检查排水系统，每层填筑厚度、辗迹重叠程度、含水量控制、回填土有机质含量、压实系数等。回填施工的压实系数应满足设计要求。当采用分层回填时，应在下层的压实系数经试验合格后进行上层施工。填筑厚度及压实遍数应根据土质、压实系数及压实机具确定。无试验依据时，应符合表 13-71 的规定。

表 13-71 填土施工时的分层厚度及压实遍数

压实机具	分层厚度 (mm)	每层压实遍数
平碾	250~300	6~8
振动压实机	250~350	3~4
柴油打夯	200~250	3~4
人工打夯	<200	3~4

3. 施工结束后，应进行标高及压实系数检验。

4. 填方工程质量检验标准应符合表 13-71、表 13-72 的规定。

表 13-72 柱基、基坑、基槽、管沟、地(路)面基础层填方工程质量检验标准

项	序	检查项目	允许值或允许偏差		检查方法
			单位	数值	
主控项目	1	标高	mm	0	水准测量
				-50	
	2	分层压实系数	不小于设计值		环刀法、灌水法、灌砂法
一般项目	1	回填土料	设计要求		取样检查或直接鉴别
	2	分层厚度	设计值		水准测址及抽样检查
	3	含水率	最优含水量±2%		烘干法
	4	表面平整度	mm	±20	用2m靠尺
	5	有机质含量	<5%		灼烧减量法
	6	辗迹重叠长度	mm	500~1000	用钢尺量

表 13-72 场地平整填方工程质量检验标准

项	序	检查项目	允许值或允许偏差			检查方法
			单位	数值		
主控项目	1	标高	mm	人工	± 30	水准测量
		机械		± 50		
	2	分层压实系数	不小于设计值			环刀法、灌水法、灌砂法
一般项目	1	回填土料	设计要求			取样检查或直接鉴别
	2	分层厚度	设计值			水准测览及抽样检查
	3	含水量	最优含水量± 4%			烘干法
	4	表面平整度	mm	人工	± 20	用 2m 靠尺
				机械	± 30	
	5	有机质含量	<5%			灼烧减量法
6	辗避重叠长度	mm	500—1000		用钢尺煜	

## 第七节 边坡工程

## 一、边坡工程质量控制

## (一) 前言

## 1. 边坡支护工程类型

常见的边坡支护类型有：锚喷支护、挡土墙支护、抗滑桩支护，挡土墙包括重力式挡墙、扶壁式挡墙。较为常见的为锚喷支护、重力式挡墙支护。

## 2. 质量控制基本规定

2.1 为加强工程质量管理，明确建筑边坡工程施工质量控制、检查、验收要求，保证工程质量，特编制本教材。

2.2 本教材适用于建筑工程中的建筑边坡工程施工质量控制与质量验收。

2.3 边坡工程的检查与验收应满足现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB50300的要求。

2.4 建筑边坡工程施工质量的验收除应执行《建筑边坡工程施工质量验收标准》GB/T51351外，尚应符合国家现行有关标准规范的规定。

2.5 建筑边坡工程现场质量管理应有相应的施工技术标准、健全的质量管理体系、施工质量控制和质量检查制度。

2.6 建筑边坡子分部工程可根据结构类型的分类，还可分为喷锚支护、挡土墙、悬臂式抗滑桩子分部工程。

各分项工程可根据与施工方式相一致且便于控制施工质量的原则，按支护类型、施工缝或施工段划分为若干检查批。

2.7 施工中，前一分项工程未经验收合格严禁进行后一分项工程施工。

2.8 对建筑边坡子分部工程的质量验收，应在钢筋、预应力、混凝土、锚杆、桩等分项工程验收合格的基础上，进行质量控制资料的检查及感观质量验收，并对涉及结构安全的材料、试件、施工工艺和结构的重要部位进行见证检测或结构实体检查。

2.9 分项工程的质量验收在所含检查批验收合格的基础上，进行质量验收记录检查。

2.10 检查批的质量验收应包括如下内容：

## 2.10.1 实物检查、按下列方式进行

对原材料、构配件和器具等产品的进场复检，应按进场的批次和产品的抽样方案进行。

对钢材力学性能、混凝土强度、预制构件结构性能等，应按国家现行有关标准和本规范规定的抽样检查方案进行。

对本规范中采用计数检查的项目，应按抽查总点数的合格点数进行检查。

2.10.2 资料检查，包括原材料、构配件和器具等的产品合格证（中文质量合格证明文件、规格、型号和性能检测报告等）及进场复检报告、施工过程中重要的工序的自检和交接检记录、抽样检

查报告、见证检测报告、隐蔽验收记录等。

2.11 检查批合格质量应符合下列规定：

2.11.1 主控项目的质量经抽样检查合格。

2.11.2 一般项目的质量经抽样检查合格；当采用计数检查时，除有专门要求外，一般项目的合格点率应达到 80% 以上，且不得有严重缺陷。

2.11.3 具有完整的施工操作依据和质量验收记录。

对验收合格的检查批，宜作出合格标志。

2.12 检查批、分项工程、边坡子分部工程的质量验收程序和组织应符合国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB50300 的规定。

## （二）边坡开挖质量控制

### 1. 土石方开挖质量控制

1.1 表土清除后，应对地面线进行复测。每挖填 5m 应复测中线桩，测定标高及宽度，以控制边坡的大小。开挖前，先修好路堑天沟等排水系统。

1.2 在全线导线点复测、水准点加密、路基横断面复测工作完成后，放出路线中桩，标明路堤坡脚、路堑顶、边沟的具体位置。严格测定和掌控边坡的开挖（定位和坡率）；纵横台阶法逐级开挖。

1.3 每开挖至一级台阶后，及时复测，及时修整，及时护砌和植被。施工过程中及时测量检查，避免超欠挖，边挖边修整边坡，以防坍塌。

1.4 边坡在开挖中和防护过程中，随时以塑料布覆盖，防雨水冲刷。

1.5 提前、充分做好机具和器材的准备。

表 13-73 边坡土石方开挖质量控制点

质量控制点		质量检查控制依据
坝肩开挖不应欠挖，尽量减少超挖。对于斜坡面必须保证设计坡度。在设计开挖线以内的岩石尖角、局部喷混凝土面和锚杆头，均需按规定要求处理；边坡爆破采用光面爆破或预裂爆破，边坡开挖面上的残孔率一般不小于 80%。	施工图纸；GB50330-2013 规范	
测量放线	(1) 开挖断面起坡点确定。(2) 开挖范围确定。(3) 开挖坡度的确定。	对测量仪器进行经常性标定，保证仪器的准确性和可靠性；用红色油漆在开挖断面轮廓线上做明显的标志，按钻爆图标出炮孔位置；检测工具：水准仪、经纬仪。

## （三）锚喷支护工程质量控制

### 1. 基本规定

1.1 锚杆（索）工程应进行质量检查和验收试验。

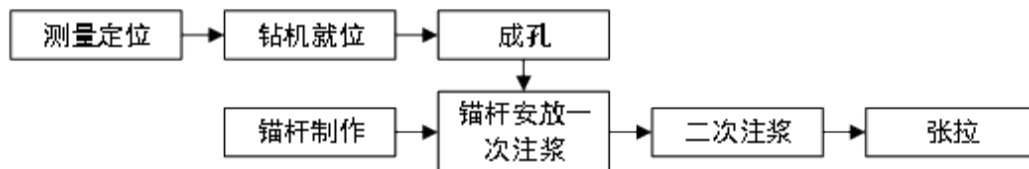
1.2 对检查不合格的锚杆（索）应进行处理，直至满足设计要求和国家有关规范要求。

1.3 锚杆（索）质量检查应符合设计要求和现行国家规范标准《建筑边坡工程技术规范》的相

关规定。

## 2. 锚杆（索）施工质量控制

### 2.1 工艺流程



### 2.2 各流程的质量控制

#### 2.2.1 测量定位质量控制

测量定位在误差范围内，尤其是每排锚杆张拉底座采用钢梁时，必须保证每排锚杆在同一标高上，否则张拉时钢梁安装无法施工。

#### 2.2.2 钻机就位质量控制

钻机就位时钻头对准孔位，钻杆入孔角度满足设计要求，钻机机臂上带有角度刻度尺，可以直接读书控制入孔角度。

#### 2.2.3 成孔质量控制

成孔质量主要是孔径、孔深、角度。孔径可以通过度量钻头来控制，孔深根据单根钻杆长度和钻杆的根数计算控制，其实也可以在锚杆安放时控制孔深，满足设计长度的锚杆能够顺利安放到对应的孔内说明孔深满足质量要求。角度在钻机就位时控制。

#### 2.2.4 锚杆制作质量控制

控制锚杆制作质量首先明确制作锚杆的组成部分包括：锚杆主杆体、对中支架、注浆管。

锚杆主杆体分为锚固段和自由段，长度需考虑锚头张拉和制作长度。自由段控制隔离剂涂抹均匀饱满和套管的质量（常用PVC管），保证自由段与浆体隔离。主杆体材料为螺纹钢，单根钢筋长度通常为9米，长度大于9米的锚杆主杆体需要钢筋连接，连接方式分为焊接和直螺纹对接，普通螺纹钢常采用焊接，精轧螺纹钢采用专用精轧螺纹钢连接器直螺纹连接。焊接控制焊缝质量和搭接长度（单面焊：10d，双面焊5d），直螺纹连接控制连接器所连接的两根钢筋进入连接器两头的尺寸相等，并且连接器和所连接的钢筋拧紧。

对中支架材料为盘圆，制作焊于主杆体锚固段上，主要控制支架大小和间距。

注浆管分为一次注浆管和二次注浆管，一次注浆管材料为塑料管，二次注浆管为无缝钢管或外侧部分无缝钢管与内侧部分塑料管连接。一次注浆管绑在锚杆上，不得绑扎太紧，注浆后不宜拔出；也不得绑扎太松，下放锚杆时容易脱落。二次注浆管锚固段部分为花管，控制花孔孔径和间距满足设计要求，外侧钢管套丝均匀，满足二次注浆时安装球阀，管的两头和花孔均用胶布封死，防止一次注浆时浆液进入二次注浆管内。

制作好的锚杆成品堆放整齐有序，防止堆放时将注浆管破坏和封口的胶布损坏。

#### 2.2.5 锚杆安放质量控制



锚杆安放前搬运主要依靠人工扛抬在边坡上搬运。搬运前仔细核对该搬运的锚杆长度与即将进入所对应设计孔位的锚孔深度是否相符，确认无误，才能组织人员抬至孔口。搬运时，不得损坏锚索杆各部位，凡有损伤的必须修复。

锚杆入孔有两种形式，一是制作好的锚杆一次性放入孔内；二是锚杆孔口搭接，搭接一节向孔内安放一节。入孔安放时，应防止锚杆挤压、弯曲或扭转。锚索杆入孔的倾角和方位应与锚孔的倾角和方位一致，要求平顺推送。锚杆安装先慢慢入孔，摆正方向，然后加快速度推送，依靠锚杆重力及惯性下滑。尽量不要停顿，严禁抖动、扭转和串动。如中间卡住，可稍拨出一点再下推，直至下到设计深度。若遇锚杆进孔困难，再用高压风吹洗孔一次，若还不行，再用钻进冲孔、扣孔，直到锚杆入孔安装就位为止。安装完成后，不得随意敲击锚筋或悬挂重物。

#### 2.2.6 一次注浆质量控制措施

下放锚杆后，立即按照设计配合比进行注浆。压浆前应对压浆设备、压浆管、注浆管等进行检查，确保完好、畅通。在管路连接后可用清水压注检查，确保设备和管路运转正常，无漏浆、爆管等问题发生。

注浆采用孔底返浆法，全段一次性注浆，防止中途停止较长时间。注浆至锚孔孔口溢出浆液时，方可停止注浆。边注浆边抽拔注浆管，保证管口埋于浆液内，实际注浆量一般要大于理论的注浆量，且孔口浆液溢出浓浆作为注浆结束的标准。如发现孔口浆面回落，应在 30 分钟内进行孔口压注补浆 2 ~ 3 次，确保孔口浆体充满。

#### 2.2.7 二次注浆质量控制措施

二次注浆采用双控法，满足设计注浆量和设计注浆压力。

#### 2.2.8 张拉质量控制措施

锚杆张拉分五级进行，每级荷载分别为锁定拉力的 0.25、0.5、0.75、1.0、1.2 倍，除最后一级需要稳定 10 ~ 20 分钟外，其余每级需要稳定 5 分钟，并分别记录每一级锚杆的伸长量，在每一级稳定时间内必须测读锚头位移三次。张拉后若发现有明显的预应力损失，应及时进行补张拉。张拉稳定后，卸荷至锁定荷载锁定锚杆。

#### 2.2.9 锚杆（索）封锚

锚杆（索）的张拉力满足设计要求的 1.1 倍后，用切割机将多余锚索外露钢绞线切断，在锚具顶面外留 50 ~ 100 mm 线头，以防钢绞线滑移掉入孔中而失效；锚头钢绞线必须进行防腐处理；封锚混凝土不低于 C30，厚度不小于 100mm，混凝土保护层厚度不小于 50mm。

### 3. 喷射混凝土质量控制

#### 3.1 喷射距离的控制

混凝土的喷射距离是指喷枪喷射口与受喷面间的最佳距离。在喷射混凝土的施工过程中，喷射距离直接影响到喷射混凝土的强度质量。喷射距离太远，喷射到坡面的混合料不密实，混凝土的内部容易形成空洞，粗细骨料分离严重；喷射距离太近，喷射到坡面的混合料过于集中，粗细骨料不能充分参合均匀，且粗骨料反弹严重。因而在施工过程中，混凝土喷射距离不能太近也不

能太远,否则会影响混凝土的喷射效果,且距离太近,骨料返弹严重,浪费较大。只有在施工过程中,根据所使用的配料和水灰比的不同、坡面坡度等,经过多次反复地实验,以使喷射到坡面的混合料和水充分拌和均匀,达到混凝土回弹率最小和强度最高来确定喷射混凝土的最佳喷射距离。在实际施工过程中,喷射手需沿坡面做上下或左右不停的走动,且在不同的坡面喷射手的操作角度会不相同,混凝土的喷射距离会随时发生变化。经验证明,混凝土的喷射距离一般控制在 $0.8\text{m} \sim 1.2\text{m}$ 范围内较为合适。

### 3.2 喷射角的控制

混凝土的喷射角,即混凝土喷射方向与受喷面间的夹角。在喷射混凝土的施工过程中,混凝土的喷射角原则上要求垂直于坡面且稍微向刚喷射过的部位倾斜 $10^\circ$ 左右。由于某些部位会受脚手架或其他障碍物的影响,混凝土的喷射角也会随障碍物稍有改变,但混凝土喷射角不能超出一定的角度范围。具体而言,当混凝土的喷射线偏离坡面法线较大时,喷射出的混凝土混合料部分原材料就无法喷射吹打到坡面上,混合料中的粗细骨料不能很好地黏结在一起,粗骨料返弹滚落严重,混凝土回弹率增大。这样,既造成了混凝土混合料材料的浪费,又使混凝土配合比不能有效去执行,进而保证不了混凝土的喷射强度。由此看来,控制混凝土的喷射角在喷射混凝土施工中具有十分重要的作用。

### 3.3 水灰比的控制

水灰比的大小对喷射混凝土的强度尤为重要。水灰比过大,混凝土喷料易滑移、脱落,凝结后表面容易起皱、拉毛;水灰比太小,喷料粉尘多,骨料回弹率高,混合料黏结性差,易自动脱落。由于喷射混凝土的用水量不能准确计算,往往在施工中混凝土用水量的大小主要由喷射手凭经验现场确定,因而喷射手的喷射经验在喷射混凝土的施工中是非常重要的。在干式喷射混凝土施工中,由于砂石料、水及水泥属于现场参合搅拌,有经验的喷射手常常凭自己的感觉,随时观察喷射到坡面的混合料与水的拌和黏结情况,根据拌和料颜色灰暗度、黏结程度随时调整喷枪供水量的大小,以便使混凝土的和易性达到目标要求,从而保证混凝土的喷射质量。通过长期喷射的经验证明,混合料的水灰比应控制在 $0.4 \sim 0.5$ 之间为宜。另外,骨料在使用前8小时宜洒水使之充分湿润,以促进骨料与水泥的充分黏合,骨料含水率以 $5\% \sim 7\%$ 为宜。

### 3.4 混凝土的喷射厚度

混凝土一次喷射厚度主要与喷射混凝土与受喷面之间的粘结力和受喷部位有关。每次喷射厚度太薄,骨料易回弹;每次喷射厚度太厚易出现喷层下坠、流淌,或与受喷面间出现空壳。经验证明:加速凝剂混凝土,每次喷射厚度拱部 $50\text{mm} \sim 70\text{mm}$ ,边墙 $70\text{mm} \sim 100\text{mm}$ ;不加速凝剂混凝土,每次喷射厚度拱部 $30\text{mm} \sim 50\text{mm}$ ,边墙 $60\text{mm} \sim 70\text{mm}$ 。

### 3.5 混凝土喷层的时间间隔及喷层间的处理

混凝土分层喷射一般分 $2 \sim 3$ 层。分层喷射合理的时间间隔应根据水泥品种、速凝剂种类及参量、施工温度和水灰比大小等因素,并结合混凝土终凝情况而定。在常温下,采用速凝剂,可在 $5\text{min} \sim 10\text{min}$ 进行下一次喷射;常用碳酸钠速凝剂,最少要在 $30\text{min}$ 之后才能进行下一次喷射。



在喷射混凝土施工过程中，因故中断喷射作业，施工过程时有发生。而对于喷射作业停歇时间过长或混凝土表面已终凝的施工接缝可采用高压水冲洗，并用同标号或大标号的砂浆进行喷护处理以继续混凝土的喷射施工。重要部位或防渗要求较高的部位，可在采取人工凿毛，高压水冲洗及大标号砂浆喷护处理后再继续喷射施工。对于喷层混凝土未终凝的停歇，在下次喷射时，可用同标号或大标号的砂浆进行喷护处理再进行混凝土喷射施工；对于喷层混凝土已终凝而进行下次喷射时，可采用高压水将喷层混凝土表面的乳膜、浮尘等杂物冲洗干净，然后再进行混凝土的喷射施工。这样，既可以解决混凝土喷层之间的裂缝、掉块脱落现象，又能保证混凝土的结构整体性。

#### （四）挡土墙质量控制

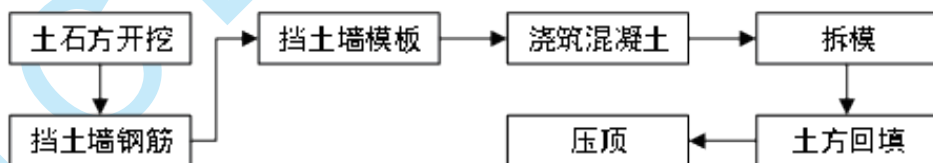
按墙身材质分，常见的挡土墙类型有：现浇混凝土挡土墙、砌体挡土墙。

##### 1. 基本规定

- 1.1 挡土墙基础地基承载力应符合设计要求，且经检测验收合格后方可进行后续工序施工。
- 1.2 施工中应按设计要求施作挡土墙的排水系统、泄水孔、反滤层和结构变形缝。
- 1.3 当挡土墙墙面需立体绿化时，应报请建设单位补充防止挡土墙基础浸水的设计。
- 1.4 墙背填土应采用透水性材料或设计规定的材料。
- 1.5 挡土墙顶部设有栏杆时，栏杆施工质量应满足节的有关规定。

##### 2. 现浇混凝土挡土墙质量控制

###### 2.1 工艺流程



###### 2.2 挡土墙工序质量控制

2.2.1 放线，确定挡土墙准确位置及标高，然后进行边坡开挖，开挖宽度根据基础宽度按照设计放坡坡率确定。

2.2.2 开挖完成后，按基底纵轴线结合横断面放线复验，确认位置、标高无误并经监理确认后，方可进行随时垫层施工。

2.2.3 测量放线确定基础尺寸后，进行立模。挡墙基础的施工按跳槽施工，几个作业面可同时施工，为挡墙的墙身施工提供较多的作业面。基础施工完成后应立即回填，以小型压实机械进行分层夯实，并在表面预留 3 ~ 5% 的向外斜坡，防止积水渗入基底。垫块采用和基础同强度的混凝土垫块，以保证混凝土的质量。

2.2.4 浇筑基础混凝土，在基础混凝土施工完成后及时对墙身处的混凝土凿毛，保证浇筑挡墙的墙身时新浇混凝土与已浇混凝土的连接。待基础混凝土达到设计强度的 80% 后方可进行墙身施工，开始关模，并进行沉降缝、接缝及防水处理。施工中特别注意模板的垂直度、平整度及稳定性。

2.2.5 施工挡墙墙身时其支架要一同搭建，而墙身的斜支撑不得与支架进行连接，避免在施工中因支架的移动引起模板不稳定。

2.2.6 在浇筑中采用插入式振捣棒进行振捣，不得过振及漏振。

2.2.7 混凝土养护主要是保证混凝土表面的湿润，防止混凝土水化反应的各种影响。定期测定混凝土内部温度、环境温度，控制混凝土内外温差，防止混凝土表面产生裂缝。

2.2.8 混凝土强度达到 3MPa 以上，且其表面及棱角不因拆模而受损时，可进行拆模施工，在拆模时不要损坏混凝土，正面模板主要采用整体移动，在移动过程中注意模板的稳定性、安全性，保证施工安全。

### 2.3. 挡土墙支模质量控制

2.3.1 模板不应与脚手架相联，避免引起模板变形和浇注过程中模板的不稳定。

2.3.2 安装侧模时应防止移位和凸出，基础侧模可在模板外设立支撑固定，墙身的侧模可设拉杆固定，对于小型结构可用金属线代替拉杆。

2.3.3 模板安装完毕后，应对其平面位置、顶部标高、节点联结、纵横向稳定性进行检查。其允许偏差必须符合规范要求（允许偏差如下表）。在施工过程中发现模板有移位和变形应及时纠正。

2.3.4 模板在安装过程中必须设置防倾覆设施。

#### 2.3.5 模板支架搭设

2.3.5.1. 支架宜采用标准化、系列化、通用化的构件拼装，支架的接头尽量减少，相邻立柱的应尽量设在不同的水平面上。

2.3.5.2. 模板支架的拆除应遵循先支后拆、后支先拆的原则严禁抛扔。

2.3.5.3. 模板支架拆除后，应维修整理、分类存放。

### 2.4 混凝土浇筑质量控制

2.4.1 混凝土浇筑前，应对支架、模板进行检查并作好记录。

2.4.2 混凝土自高处直接倾卸时，其自由高度不宜超过 2 米，以不发生离析为准。

2.4.3 混凝土按一定厚度、顺序、方向分层（50cm）浇筑。

#### 2.4.4 混凝土捣固

使用插入式振动器时，移动间距不应超过振动器作用半径的 1.5 倍，与侧模保持 50 ~ 100mm 的距离，插入下层混凝土 50 ~ 100mm。每一处振动完毕后，应边振动边徐徐提出，对每一振动部分必须振动到该部分混凝土密实为止，密实的标志是混凝土停止下沉，不再冒出气泡、表面呈现平坦、泛浆。应避免振动棒碰撞模板、钢筋及其他预埋件。平板振动器移位间距应以振动器能覆盖已振动部分 100mm 为宜。

施工中应注意：在施工过程要认真如实的填写施工原始记录及检查证。

### 2.5 沉降缝质量控制

沉降缝按设计布设于基础错台处、分段处及与结构相接处，沉降缝按纵断面设计分段长度预留，缝宽 2 ~ 3cm。



## 2.6 泄水孔质量控制

泄水孔的施工要根据交底在适当的位置预留,采用 PVC 管,泄水孔的横坡需满足设计要求,在安装时,可通过钢筋对 PVC 管进行固定,对于面板方向的泄水孔,要使 PVC 管与正面模板接触紧密,PVC 管的端面要形成相应的斜面,保证在浇筑混凝土的过程中 PVC 管周围不会漏浆,使面板光滑、平整。PVC 管管口用胶布进行密封。

拆除模板当天,对应泄水孔的位置,对进出口进行妥善处理。

## 3. 砌体挡土墙质量控制

### 3.1 工艺流程



### 3.2 施工质量控制

#### 3.2.1 测量放线

3.2.1.1 根据设计图纸,按照道路、桥梁施工中线、高程点测放挡墙的平面位置和纵断高程。

3.2.1.2 在基础或垫层表面弹出轴线及墙身线。

#### 3.2.2 砂浆拌制

3.2.2.1 砂浆宜利用机械搅拌,投料顺序应先倒砂、水泥、掺合料,最后加水。搅拌时间宜为 3 ~ 5min,不得少于 90s。砂浆稠度应控制在 50mm ~ 70mm。

3.2.2.2 砂浆配制应采用质量比,砂浆应随拌随用,保持适宜的稠度,一般宜在 3 ~ 4h 内使用完毕,气温超过 30℃时,宜在 2 ~ 3h 内使用完毕。发生离析、泌水的砂浆,砌筑前应重新拌和,已凝结的砂浆不得使用。

3.2.2.3 为改善水泥砂浆的和易性,可掺入无机塑化剂或以皂化松香为主要成分的微沫剂等有机塑化剂,其掺量可以通过试验确定。

3.2.2.4 砂浆试块:各个构筑物或每 50m<sup>3</sup> 砌体制作边长为 70.7mm 立方体试块一组(6块),如砂浆配合比变化时,应相应制作试块。

#### 3.2.3 基础砌筑

3.2.3.1 将皮数杆立于石砌体的转角处和交接处,在皮数杆之间挂线控制水平灰缝高度。

3.2.3.2 基础石料砌筑时,基础第一皮石块应座浆,即在开始砌筑前先铺砂浆 30mm ~ 50mm,然后选用较大较整齐的石块,大面朝下,放稳放平。从第二皮开始,应分皮卧砌,并按上下错缝,内外搭接,不得采用外面侧立石块中间填心的砌法。

3.2.3.3 基础转角和交接处应同时砌筑,对不能同时砌筑而又必须留置的临时间断处,应留成斜槎。

3.2.3.4 挡土墙基础与原有构筑物基础相衔接时,基础结合部位应按设计要求处理。

3.2.3.5 基础砌筑时,石块间较大的空隙应先填塞砂浆,后用碎石块嵌塞,不得采用先摆碎石块,

后塞砂浆或干填碎石块方法。

3.2.3.6 基础的最上一皮，宜选用较大的片石砌筑。转角处、交接处和洞口处，应选用较大的平石砌筑。

3.2.3.7 基础灰缝厚度 20mm ~ 30mm，砂浆应饱满，石块间不得有相互接触现象。

#### 3.2.4 墙体砌筑

3.2.4.1 分段砌筑时，分段位置应设在基础变形缝或伸缩缝处，各段水平砌缝应一致。相邻砌筑高差不宜超过 1.2m。缝板安装应位置准确、牢固，缝板材料应符合设计规定。

3.2.4.2 相邻挡土墙体设计高差较大时应先砌筑高墙段。挡土墙每天连续砌筑高度不宜超过 1.2m。砌筑中墙体不得移位变形。

3.2.4.3 预埋管、预埋件及砌筑预留口应位置准确。

3.2.4.4 挡土墙外露面应留深 10mm ~ 20mm 的勾缝槽，按设计要求勾缝。

3.2.4.5 砌筑挡墙应保证砌体宽(厚)度符合设计要求，砌筑中应经常校正挂线位置。

3.2.4.6 砌石底面应卧浆铺砌，立缝填浆捣实，不得有空缝和贯通立缝。砌筑中断时，应将砌好的石层空隙用砂浆填满。再砌筑时石层表面应清扫干净，洒水湿润。工作缝应留斜茬。

#### 3.2.5 墙体片石砌筑

3.2.5.1 宜以 2 ~ 3 层石块组成一工作层，每工作层的水平缝应大致找平。立缝应相互错开，不得贯通；应选择大尺寸的片石砌筑砌体下部；转角外边缘处应用较大及较方正的片石长短交替与内层砌块咬砌。

3.2.5.2 砌筑外露面应选择有平面的石块，使砌体表面整齐，不得使用小石块镶垫。

3.2.5.3 砌体中的石块应大小搭配、相互错叠、咬接牢固，较大石块应宽面朝下，石块之间应用砂浆填灌密实，不得干砌。

3.2.5.4 较大空隙灌缝后，应用挤浆法填缝，挤浆时，可用小锤将小石块轻轻敲入较大空隙中。

#### 3.2.6 墙体块石砌筑

3.2.6.1 每层块石应高度一致，每砌高 0.7m ~ 1.2m 找平一次。

3.2.6.2 砌筑块石，错缝应按规定排列，同一层中用一丁一顺或用一层丁石一层顺石。灰缝宽度宜为 20mm ~ 30mm。

3.2.6.2 砌筑填心石，灰缝应彼此错开，水平缝不得大于 30mm，垂直灰缝不得大于 40mm，个别空隙较大的，应在砂浆中用挤浆填塞小石块。

#### 3.2.7 砌筑方法

3.2.7.1 丁顺叠砌：一皮丁石与一皮顺石相互叠加组砌而成，先丁后顺，竖向灰缝错开 1 / 4 石长。

3.2.7.2 丁顺组砌：同皮石中用丁砌石和顺砌石交替相隔砌成。丁石长度为基础厚度，顺石厚度一般为基础厚度的 1 / 3，上皮丁石应砌于下皮顺石的中部，上下皮竖向灰缝至少错 1 / 4 石长。

#### 3.2.8 墙体砌筑镶面石

3.2.8.1 镶面块石表面四周应加修整，其修整进深不应小于 70mm，尾部应较修整部分略缩小，



镶面丁石的长度，不应短于顺石宽度的 1.5 倍，每层镶面石均应事先按规定灰缝宽及错缝要求配好石料，再用铺浆法顺序砌筑，并应随砌随填立缝。

3.2.8.2 砌筑前应先计算层数，选好料。砌筑曲线段镶面石应从曲线部分开始，并应先安角石。

3.2.8.3 一层镶面石砌筑完毕，方可砌填心石，其高度应与镶面石平。

3.2.8.4 每层镶面石均应采用一丁一顺砌法，砌缝宽度应均匀，不应大于 20mm。相邻两层的立缝应错开不得小于 100mm，在丁石的上层和下层不得有立缝。所有立缝均应垂直。

3.2.8.5 砌筑应随时用水平尺及垂线校核。

f. 在同一部位上使用同类石料。

### 3.2.9 勾缝

3.2.9.1 砌体勾缝除设计有规定外，一般可采用平缝或凸缝，浆砌较规则的块材时，可采用凹缝。

3.2.9.2 勾缝前应先将石面清理干净，勾缝宽度应均匀美观，深（厚）度为 10mm ~ 20mm，勾缝完成后注意浇水养生。

3.2.9.3 勾缝砂浆宜用过筛砂，勾缝砂浆强度不应低于砌体砂浆强度，勾缝应嵌入砌缝内 20mm，缝槽深度不足时，应凿够深度后再勾缝。除料石砌体勾凹缝外，其他砌体勾缝一般勾平缝。片石、块石、粗料石缝宽不宜大于 20mm，细料石缝宽不宜大于 5mm。

3.2.9.4 勾缝前须对墙面进行修整，再将墙面洒水湿润，勾缝的顺序是从上到下，先勾水平缝后勾竖直缝。勾缝后应用扫帚用力清除余灰，做好成品保护工作，避免砌体碰撞、振动、承重。

3.2.9.5 成活的灰缝水平缝与竖直缝应深浅一致、交圈对口、密实光滑，搭接处平整，阳角方正，阴角处不能上下直通，不能有丢缝、瞎缝现象。灰缝应整齐、拐弯圆滑、宽度一致、不出毛刺，不得空鼓、脱落。

### 3.2.9.6 墙体养生

墙体养生应在砂浆初凝后，洒水或覆盖养生 7 ~ 14d，养护期间应避免碰撞、振动或承重。

## （五）抗滑桩质量控制

### 1. 基本规定

1.1 桩基工程应进行桩位、桩长、桩径、配筋数量、桩身质量和单桩承载力的检查。

1.2 桩基工程的检查按时间顺序可分为三个阶段：施工前检查、施工检查和施工后检查。

1.3 对水泥、砂、石子、钢材等桩体原材料质量检查项目和方法应符合国家现行有关标准的规定。

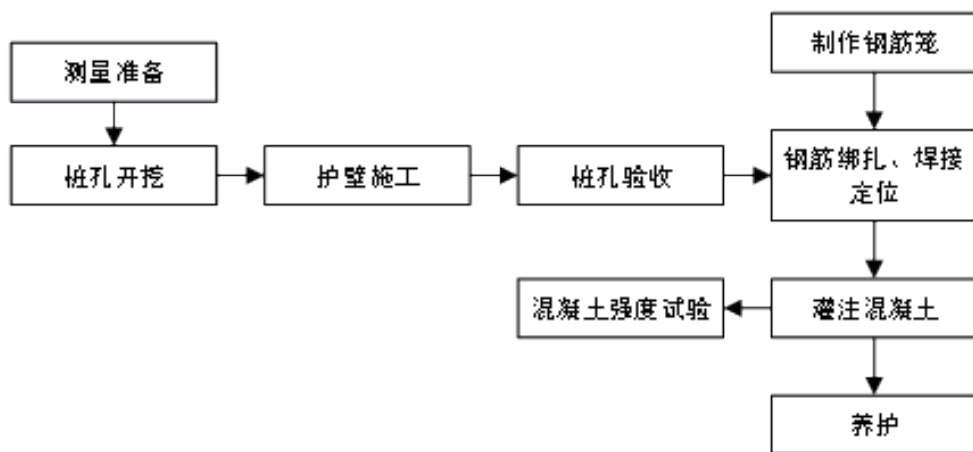
1.4 施工前应对施工组织设计中制定的施工顺序、监测手段（包括仪器、方法）进行检查。

1.5 当对基桩质量有质疑时，宜采用钻芯法对成桩质量进行评价。成桩质量评价应按单桩进行。

1.6 当采用钻芯法对成桩质量进行评价时，应按《建筑基桩检测技术规范》JGJ106 的有关规定执行。

### 2. 抗滑桩质量控制

#### 2.1 工艺流程



## 2.2 抗滑桩质量控制

2.1 桩位偏差，轴线和垂直轴线方向均不宜超过 50mm。

2.2 垂直度偏差不宜大于 0.5%。

2.3 钻孔灌注桩桩底沉渣厚度不宜超过 200mm。

2.4 人工挖孔桩桩底持力层满足设计要求。

2.5 人工挖孔桩护臂钢筋、厚度均满足设计要求。

2.6 桩身钢筋制作符合设计及规范要求。

2.7 人工挖孔桩填芯时，保证桩底无积水，桩底清理干净，当桩长超过 3m 时，应用串筒施工，串筒末端离孔底高度不大于 2m，采用插入式振捣器振实。

2.8 人工挖孔桩填芯时，孔内地下水位较高时，采用水下混凝土灌注。

2.9 冠梁施工前，应将支护桩桩顶浮浆凿出清理干净。

2.10 井圈顶面应比场地高出 150 ~ 200mm。

2.11 水下混凝土灌注：

2.11.1 导管壁厚不小于 3mm，直径 200 ~ 300mm。

2.11.2 灌注前，导管距离孔底距离 300 ~ 500mm。

2.11.3 具备足够的混凝土灌入量，使导管一次埋入混凝土面以下 0.8m 以上。

2.11.4 导管的埋深为 2 ~ 6m。

## 二、施工中常见的质量通病及预防措施

### （一）喷锚支护

喷锚支护施工的质量通病及预防措施可参见“1.2.4 节基坑支护工程喷锚支护质量通病与防治”。

### （二）现浇混凝土挡土墙

现浇混凝土挡土墙施工的质量通病及预防措施可参见“1.2.4 节基坑支护工程混凝土结构质量通病与防治”。

### （三）砌体挡土墙

#### 1. 组砌不良



### 1.1 主要表现在:

1.1.1 上下两层石块不错缝搭接或搭接长度太少。

1.1.2 同皮内采用丁顺相间组砌时,丁砌石数量太少(中心距过大)。

1.1.3 采用同皮内全部顺砌或丁砌时,丁砌层层数太少。

1.1.4 阶梯形挡土墙各阶梯的标高和墙顶标高偏差过大。

### 1.2 原因分析:

1.2.1 不执行施工规范和操作规程的有关规定。

1.2.2 不按设计要求和石料的实际尺寸,预先计算确定各段应砌皮数和灰缝厚度。

### 1.3 防治措施:

1.3.1 毛料石挡土墙应上下错缝搭砌。阶梯形挡土墙的上阶梯料石至少压砌下阶梯料石宽的 $1/3$ 。

1.3.2 同皮内采用丁顺组砌时,丁砌石应交错设置,其中心距不应大于 $2m$ 。

1.3.3 毛料石挡土墙厚度大于或等于两块石块宽度时,可以采用同皮内全部顺砌,但每砌两皮后,应砌一皮丁砌层。

1.3.4 按设计要求、石料厚度和灰缝允许厚度的范围,预先计算出砌完各段、各皮的灰缝厚度,如果上述三项要求不能同时满足时,应提前办理技术核定或设计修改。

## 2. 砌体砂浆不饱满

### 2.1 主要表现在:

在浆砌块、片石的砌体上,块、片石块体之间存在空隙和孔洞。

### 2.2 原因分析:

2.2.1 采用层铺法施工,致使层底空洞多或没有湿砂浆。

2.2.2 座浆不饱满或采用干砌灌浆法施工,在石块之间缝隙小或相互贴紧的地方灌不进浆。

2.2.3 砌筑工艺差,块、片石搭配不当,大块石之间未用小片石填塞;或未把大块石的棱角敲去。

### 2.3 防治措施:

2.3.1 浆砌块、片石应采用座浆法砌筑,不准采用层铺法或干砌灌浆法施工。

2.3.2 立缝和石块间的空隙须用砂浆填捣密实,大的空隙应采用小片石填塞,以确保石块完全被密实的砂浆包裹。

## 3. 墙面垂直度与表面平整度误差过大

### 3.1 主要表现在:

3.1.1 墙面垂直度偏差超过规范规定值。

3.1.2 墙表面凹凸不平,表面平整度超过规范规定值。

### 3.2 原因分析:

3.2.1 砌墙未挂线。砌乱毛石时,未将石块的平整大面放在正面。

3.2.2 砌筑时没有随时检查砌体表面的垂直度,以致出现偏差后,未能及时纠正。

3.2.3 砌乱毛石墙时, 将大石块全部砌在外面, 里面全部用小石块, 以致墙里面灰缝过多, 造成墙面向内倾斜。

3.2.4 在浇筑混凝土构造柱或圈梁时, 墙体未采取必要的加固措施, 以致将部分石砌体挤动变形, 造成墙面倾斜。

#### 3.3 预防措施:

3.3.1 砌筑时必须认真跟线。在满足墙体里外皮错缝搭接的前提下, 尽可能将石块较平整的大面朝外砌筑。球形、蛋形、粽子形或过于扁薄的石块未经修凿不得使用。

3.3.2 砌筑中认真检查墙面垂直度, 发现偏差过大时, 及时纠正。

3.3.3 砌乱毛石墙时, 应将大小不同石块搭配使用。禁止外表面全用大石块和里面用小石块填心的做法。

3.3.4 浇筑混凝土构造柱和圈梁时, 必须加好支撑。混凝土应分层浇灌, 振捣不过度。

#### 4. 挡土墙后积水

##### 4.1 主要表现:

挡土墙身未留泄水孔, 或泄水孔堵塞, 或墙后泄水孔口漏做疏水层, 或排水坡度不够, 墙后土中积水严重, 挡土墙同时挡土和水, 内力明显加大, 造成墙体倾斜变形、开裂, 甚至倒塌。

##### 4.2 原因分析:

4.2.1 未按图纸要求留设泄水孔; 或留孔方法错误造成堵塞。

4.2.2 未按施工规范规定或图纸要求铺设疏水层。

4.2.3 墙体内侧未按规定做出泛水坡度, 墙根处残留的施工材料和土未清理。

##### 4.3 预防措施:

4.3.1 砌筑挡土墙应按设计要求留设泄水孔。泄水孔宜采用袖管方法留置, 并随时检查泄水孔是否畅通, 若出现堵塞, 应及时疏通或返修。

4.3.2 墙后回填土中, 应在泄水孔口及附近范围作疏水层, 当设计无具体规定时, 可在泄水孔水平面上填放宽 30、厚 20 的碎石或卵石作疏水层, 以利土内积水顺泄水孔排出。

4.3.3 挡土墙顶土面应有适当坡度, 使地表水流向挡土墙外侧面。

#### (四) 抗滑桩

抗滑桩施工的质量通病及预防措施可参见“1.2.4 节基坑支护工程灌注桩质量通病与防治”。

### 三、质量检查、验证要求

#### (一) 边坡开挖质量检查与验证

1. 施工前应检查平面位置、标高、边坡坡率、降排水系统。
2. 施工中, 应检查开挖的平面尺寸、标高、坡率、水位等。
3. 预裂爆破或光面爆破的岩质边坡的坡面上宜保留炮孔痕迹, 残留炮孔痕迹保存率不应小于 50%。

4. 边坡开挖施工应检查监测和监控系统, 监测、监控方法应按现行国家标准《建筑边坡工程



技术规范》GB 50330 的规定执行。在采用爆破施工时，应加强环境监测。

5、施工结束后，应检查边坡坡率、坡底标高、坡面平整度等。

6. 边坡开挖质量检查标准应符合下表的规定。

#### 6.1 土质边坡

土质挖方边坡施工质量检查与验证标准按表 13-74 执行。

表 13-74 土质挖方边坡施工质量检查与验证标准

项目	序号	检查项目	允许偏差	检查数量	检查方法
主控项目	1	坡率	不大于设计值	每一检查批，不应少于 2 处	仪器测量
	2	标高 (mm)	$\pm 100$	每一检查批，不应少于 2 处	仪器测量
一般项目	1	坡面平整度 (mm)	$\pm 100$	每一检查批，不应少于 2 处	尺量，观察
	2	坡脚线偏位 (mm)	+500, -100	全数	尺量，仪器测量
	3	基底土性	设计要求	全数	观察
	4	平台宽度	0, +200	每一检查批，不应少于 2 处	尺量

#### 6.2 岩质边坡

岩质挖方边坡施工质量检查与验证标准按表 13-75 执行。

表 13-75 岩质挖方边坡施工质量检查与验证标准

项目	序号	检查项目	允许偏差	检查数量	检查方法
主控项目	1	坡率	不大于设计值	每一检查批，不应少于 2 处	仪器测量
	2	标高 (mm)	软质岩 +100 硬质岩 +100, -500	每一检查批，不应少于 2 处	仪器测量
一般项目	1	坡面平整度 (mm)	软质岩 +200 硬质岩 +350	每一检查批，不应少于 2 处	尺量，观察
				全数	尺量，仪器测量
	2	坡脚线偏位 (mm)	软质岩 +500, -200 硬质岩 +800, -250		
				全数	观察
	3	基底岩性	设计要求		
	4	平台宽度	软质岩 +300 硬质岩 +500	每一检查批，不应少于 2 处	尺量

### (二) 喷锚支护质量检查与验证

#### 1. 锚杆 (索) 质量检查

1.1 锚杆 (索) 原材料的质量验证应包括下列材料:

1.1.1 原材料出厂合格证。

1.1.2 材料现场抽样试验报告和代用材料试验报告。

1.1.3 锚杆 (索) 浆体强度等级检查报告。

1.2 锚杆 (索) 的质量检查应符合下表 13-76、表 13-77 的规定。

表 13-76 非预应力锚杆工程质量检查标准

项目	序号	检查项目	允许偏差或允许值	检查数量	检查方法
主控项目	1	钢筋强度、连接性能	设计要求	按检查批抽样	检查检测报告
	2	锚杆钢筋配置	设计要求	全数	检查
	3	灌浆体强度	设计要求	按检查批抽样	检查检测报告

项目	序号	检查项目	允许偏差或允许值	检查数量	检查方法
	4	防腐材料性能指标	设计要求	按检查批抽样	检查检测报告
	5	钢筋插入长度	设计要求	全数	尺量
	6	抗拔力	设计要求	按检查批抽样	按《建筑边坡工程技术规范》附录 C 检查
一般项目	1	锚杆直径 (mm)	0, +20	全数	尺量
	2	注浆量	大于理论计算用浆量	全数	检查计量数据、观察
	3	全长粘结型锚杆浆体饱满度	设计要求	按检查批抽样	观察或检查检测报告
	4	定位支架 (钢筋直径、长度、形式、保护层厚度)	设计要求	全数	尺量、观察

表 13-77 预应力锚杆 (索) 工程质量检查标准

项目	序号	检查项目	允许偏差	检查数量	检查方法
主控项目	1	钢筋、钢绞线及钢垫板强度	设计要求	按检查批抽样	检查检测报告
	2	锚具、夹具和连接器	设计要求	按检查批抽样	尺量、观察
	3	预应力筋、外锚头钢筋配置及构造	设计要求	全数	检查检测报告
	4	灌浆体及混凝土强度	设计要求	按检查批抽样	检查检测报告
	5	防腐材料性能指标	设计要求	按检查批抽样	尺量
	6	抗拔力	设计要求	按检查批抽样	按《建筑边坡工程技术规范》附录 C 检查
	7	预应力锁定值	设计要求	按检查批抽样	按《建筑边坡工程技术规范》附录 D 检查
	8	杆体插入长度	锚固段长度不小于设计长度	全数	尺量、观察
		自由段长度	设计要求		
一般项目	1	锚杆直径 (mm)	0, +20	按检查批抽样	尺量
	2	注浆量	大于理论计算用浆量	全数	检查计量数据、观察
	3	定位支架	设计要求	全数	尺量、观察
	4	垫座尺寸 (mm)	-10, +30	全数	尺量

### 1.3. 不合格锚杆 (索) 处理

1.3.1 锚杆 (索) 验证试验不合格时应按锚杆总数的 30% 重新抽检; 若再有不合格时应全数进行检查。

1.3.2 对不合格的锚杆 (索), 在具有二次高压注浆的条件下应进行注浆处理, 然后再按验证试验标准进行试验。否则, 应按实际达到的试验荷载最大值进行锁定。

1.3.3 根据不合格锚杆 (索) 数量和位置, 由有资质的设计单位给出锚杆 (索) 加固施工图, 且应按本规范要求对加固后锚杆 (索) 进行验证试验。

### 2. 锚杆 (索) 工程验证

#### 2.1 锚杆 (索) 工程验证应提交下列文件:

2.1.1 原材料出厂合格证, 材料现场抽样试验报告和代用材料试验报告, 锚杆 (索) 浆体强度等级检查报告。



2.1.2 锚杆（索）工程施工记录。

2.1.3 隐蔽工程检查验证记录。

2.1.4 设计变更文件。

2.1.5 锚杆（索）验证试验报告。

2.1.6 工程重大问题处理文件。

2.1.7 竣工图。

2.1.8 设计有监测要求时，应提供具有法定资质的监测单位提供的锚杆（索）监测报告。

2.2 对隐蔽工程应进行中间验证。

2.3 锚杆（索）工程验证应由监理工程师（建设单位项目负责人）组织施工单位项目专业质量（技术）负责人等进行验证。

2.4 主控项目应符合验证标准的规定，一般项目应有 80% 合格。

### 3. 喷射混凝土检查与验证

3.1 喷射混凝土护面中的钢筋分项工程应符合《混凝土结构工程质量验收规范》GB50204 中的有关规定。

3.2 喷射混凝土的质量检查与验证应符合表 13-78 规定：

表 13-78 喷射混凝土结构施工质量检查与验证标准

项目	序号	检查项目	允许偏差	检查数量	检查方法
主控项目	1	喷射混凝土原材料、配合比	设计要求	按检查批抽样	检查检测报告
	2	喷射混凝土强度等级	设计要求	按检查批抽样	检查检测报告
	3	外观质量	不应有严重缺陷	全数	观察
	4	喷射混凝土厚度	平均厚度不应小于设计厚度； 所有检查部位的喷层厚度 90% 以上不应小于设计厚度； 最小值不应小于设计厚度的 80%	400m <sup>2</sup> 范围内不应少于 1 组，每组不应少于 3 个测点	观察、测量
一般项目	1	外观质量	不应有一般缺陷，且喷射混凝土应与边坡基面牢固结合，不得漏喷、脱层，周边与基面之间应无空隙	全数	观察
	2	保护层厚度	设计要求	检查批构件总数的 10%，且不应少于 3 件	观察、测量，按《建筑边坡施工质量验收标准》（GB 51351）附录 E 规定检测
	3	平整度	喷射混凝土表面应均匀、平顺，不应有突变	全数	观察
	4	变形缝宽度（mm）	0，+20	全数	尺量

### （三）挡土墙质量检查与验证

#### 1. 现浇混凝土挡土墙质量检查及验证标准

##### 1.1 结构外观和性能

由监理（建设）单位、施工单位等各方根据其对结构性能和耐久性影响的严重程度，按表

13-79 确定。

表 13-79 现浇混凝土结构外观质量控制及验证标准

序号	名称	现象	严重缺陷	一般缺陷
1	露筋	构件内钢筋未被混凝土包裹而外露	横向受力钢筋有露筋	其他钢筋有少量露筋
2	蜂窝	混凝土表面缺少水泥砂浆面而形成石子外露	构件主要受力部位有蜂窝，外表面有渗水	其他部位有少量蜂窝
3	孔洞	混凝土中孔穴深度和长度均超过保护层厚度	构件主要受力部位有孔洞，有流水	其他部位有少量孔洞
4	夹渣	混凝土中加有杂物且深度超过保护层厚度	构件主要受力部位有夹渣	其他部位有少量夹渣
5	疏松	混凝土局部不密实	构件主要受力部位有疏松，外表面有渗水	其他部位有少量疏松
6	裂缝	裂缝从混凝土表面延伸至混凝土内部	构件主要受力部位有影响结构性能或使用功能的裂缝	其他部位有少量不影响结构性能或使用功能的裂缝
7	连接部位缺陷	构件连接处混凝土有缺陷或连接钢筋、连接件松动	连接部位有影响结构传力性能的缺陷	连接部位有基本不影响传力性能的缺陷
8	外形缺陷	缺棱掉角、棱角不直、翘曲不平、飞边凸肋等	混凝土构件有影响结构耐久性或使用功能的外形缺陷	有不影响结构耐久性或使用功能的外形缺陷
9	外表缺陷	构件表面麻面、掉皮、起砂、玷污等	具有装饰效果的清水混凝土构件有外表缺陷	有不影响使用功能的外表缺陷

## 1.2 施工质量

表 13-80 现浇混凝土施工质量控制及验证标准

项目	序号	检查项目	允许偏差	检查数量	检查方法
主控项目	1	混凝土强度等级	设计要求	按检查批抽样	检查检测报告
	2	外观质量	不应有严重缺陷	全数	观察
	3	保护层厚度	设计要求	全数	观察、测量，按《建筑边坡工程技术规范》附录 E 检查
一般项目	1	外观质量	不应有一般缺陷	全数	观察
	2	柱、梁位置 (mm)	$\pm 50$	检查批构件总数的 10%，且不应少于 3 件	仪器测量
	3	柱、梁、墙尺寸 (mm)	+20, -5	检查批构件总数的 10%，且不应少于 3 件	尺量
	4	外露表面平整度 (mm)	20	检查批构件总数的 10%，且不应少于 3 件	靠尺和塞尺量测
	5	垂直度 (mm)	单根构件：20，全高：60	检查批构件总数的 10%，且不应少于 3 件	仪器测量
	6	变形缝宽度 (mm)	+20	全数	尺量
	7	预埋件位置 (mm)	10	检查批构件总数的 10%，且不应少于 3 件	尺量
	8	预留孔洞 (mm)	15	检查批构件总数的 10%，且不应少于 3 件	尺量



## 1.3 挡土墙尺寸偏差。

表 13-81 现浇钢筋混凝土挡土墙允许偏差

项目		规定值或允许偏差	检测频率		检查方法
			范围	点数	
长度 (mm)		+20	构件	1	用钢尺量
截面尺寸 (mm)	宽度 (厚)	+5	每段变形缝、构件长度, 且 $\leq 20\text{m}$	2	用钢尺量
	高	+5		2	
垂直度		$\leq$ 且 $\leq 10\text{mm}$		2	用精密经纬仪、全站仪或垂线检测
外露面平整度 (mm)		$\leq 5$		2	用 2m 直尺、塞尺取最大值
顶面高程 (mm)		+5		2	用水准仪或全站仪测量

注: 表中 H 为挡土墙板高度。

1.4 钢筋加工与安装偏差应《混凝土结构工程施工质量验收》规范的有关规定。

## 2. 砌体挡土墙质量检查与验证

2.1 砌块、石料强度等级应符合设计要求。

检查数量: 每品种、每检查批 1 组 (3 块)。

检查方法: 查试验报告。

2.2 砌筑砂浆平均抗压强度应符合设计要求, 任一组试件抗压强度最小值不应低于设计强度的 85%。

检查数量: 同一配合比砂浆, 每 50m<sup>3</sup> 砌体中, 做 1 组 (6 块), 不足 50m<sup>3</sup> 按 1 组计。

检查方法: 检查试验报告。

2.3 砂浆饱满度不应小于 80%。

检查数量: 每步架抽查不应少于 1 处。

检查方法: 观察检查。

2.4 挡土墙应牢固, 内外搭砌, 上下错缝, 拉接石、丁砌石交错布置, 外形美观, 勾缝密实、均匀, 泄水孔通畅。

检查数量: 全数检查。

检查方法: 观察检查。

2.5 砌筑挡土墙允许偏差应符合下表的规定。

表 13-82 砌筑挡土墙允许偏差

项目		允许偏差、规定值				检查频率		检查方法	
		料石	块石、片石		预制块	范围	点数		
断面尺寸（mm）		0，+10	不小于设计值				每段变形缝长度，且≤20m	2	用钢尺量，上、下各1点
基底高程（mm）	土方	±20	±20	±20	±20	2		用水准仪测量	
	石方	±100	±100	±100	±100				
顶面高程（mm）		±10	±15	±20	±10	2			
轴线偏位（mm）		≤10	≤15	≤15	≤10	2		用经纬仪测量	
墙面垂直度		≤%H且≤20mm	≤%H且≤30mm	≤%H且≤30mm	≤%H且≤20mm	2		用垂线测量	
平整度		≤5	≤30	≤30	≤5	2		用2m直尺、塞尺量	
水平缝平直度（mm）		≤10	—	—	≤10	2		用20m线和钢尺量	
墙面坡度		不陡于设计值				1	用坡度板检查		

## (四) 抗滑桩质量检查与验证

## 1. 桩成孔质量控制及验证

## 1.1 桩成孔质量控制及验证标准应符合下表。

表 13-83 桩成孔质量控制及验证标准

项目	序号	检查项目	允许偏差	检查数量	检查方法
主控项目	1	总长度	不小于设计值	全数检查	尺量或仪器测量
	2	断面尺寸	不小于设计值		
一般项目	1	孔顶高程 (mm)	$\pm 20$		仪器测量
	2	孔位 (mm)	50		
	3	孔倾斜度	1%		
	4	机械成孔桩沉渣厚度 (mm)	120		

1.2 施工前应严格对桩位进行检查。桩位的放样允许偏差为：多排桩 15mm；单排桩 10mm。

1.3 灌注桩施工前应进行下列检查：

1.3.1 混凝土拌制应对原材料质量与计量、混凝土配合比、塌落度、混凝土强度等级等进行检查。

1.3.2 钢筋笼制作应对钢筋规格、机械连接接头规格和品种、焊条规格、品种、焊口规格、焊缝长度、焊缝外观和质量、主筋和箍筋的制作偏差等进行检查，钢筋笼制作允许偏差应满足下表要求。

表 13-84 灌注桩钢筋笼质量控制及验证标准

项目	序号	检查项目	允许偏差或允许值	检查方法
主控项目	1	主筋间距	$\pm 10\text{mm}$	用钢尺量
	2	长度	+100mm	用钢尺量
一般项目	1	钢筋材质检查	设计要求	抽样送检
	2	箍筋间距	$\pm 20\text{mm}$	用钢尺量
	3	钢筋笼直径	$\pm 10\text{mm}$	用钢尺量

1.4 施工中应对成孔、清渣、放置钢筋笼、灌注混凝土等进行全过程检查，人工挖孔桩尚应复验孔底持力层土 (岩) 性。

嵌岩桩必须有桩端持力层的岩性报告。

检查数量：满足设计要求；抽检桩总数的 50%，且不少于 5 根，少于 5 根时全数检查。

检查方法：查检查报告。

1.5 桩体混凝土强度等级应满足设计要求。每浇筑 50m<sup>3</sup> 必须有一组试件，小于 50m<sup>3</sup> 的桩，每根桩必须有一组试件。

检查数量：全数检查。

检查方法：检查混凝土强度试验报告。

1.6 钢筋保护层厚度应满足设计要求。

检查数量：全数检查。

检查方法：检查施工记录或检查检查报告。

## 2. 抗滑桩质量控制及验证



## 2.1 混凝土桩的质量标准应符合下表要求。

表 13-85 混凝土桩质量控制及验证标准

项目	序号	检查项目	允许偏差或允许值	检查方法
主控项目	1	桩位	$< 100\text{mm}$	开挖前量护壁，开挖后量桩中心
	2	孔深	$+300\text{mm}$	只深不浅，用重锤测，嵌岩桩应确保进入设计要求的深度
一般项目	1	垂直度	$< 1\%$	测套管或钻杆，或用超声波探测，干施工时吊锤球
	2	桩径	$+50\text{mm}$	井径仪或超声波检测，干施工时用钢尺量
	3	泥浆比重（粘土或砂性土中）	~	用比重计测，清孔后在距孔底 50cm 处取样
	4	泥浆面标高（高于地下水位）	$\sim 1.0\text{m}$	目测
	5	沉渣厚度	$\leq 50\text{mm}$	用沉渣仪或重锤测量
	6	混凝土坍落度：水下灌注干施工	160 ~ 220	坍落度仪
			70 ~ 100	
	7	钢筋笼安装深度	$\pm 50\text{mm}$	用钢尺量
	8	混凝土充盈系数	$> 1$	检查每根桩实际灌注量
	9	桩顶标高	$+30\text{mm}$	水准仪，需扣除桩顶浮浆层及劣质桩体

## 2.2 护壁混凝土强度等级、主筋布置应符合设计要求。

检查数量：不少于总数的 30%，且不少于 5 根。

检查方法：检查施工记录或检查混凝土强度试验报告。

## 2.3 护壁质量的检查应符合下表规定。

表 13-86 桩护壁检查项目允许偏差

序号	检查项目	允许偏差	检查方法
1	护壁定位	$\pm 100\text{mm}$	全数，经纬仪，尺量
2	护壁断面尺寸	$\pm 50\text{mm}$	每桩上中下共三点，尺量
3	护壁的垂直度	H，且不大于 250mm	每桩吊线测量
4	水平筋间距	$\pm 10\text{mm}$	每桩 3 个断面，尺量
5	竖向筋间距	$\pm 10\text{mm}$	每桩 3 个断面，尺量
6	钢筋保护层厚度	$\pm 5\text{mm}$	每桩沿高度 4 处，尺量
7	内壁凹凸程度	外凸 5 mm，内凹 15mm	每桩沿高度 4 处，尺量

## 2.4 工程桩应进行桩身质量和承载力检查。

## 2.5 桩身质量除对预留混凝土试件进行强度检查外，尚应现场检查桩的完整性。

检查数量：全数检查。

检查方法：检查检测报告。

对一级边坡桩，当桩长边尺寸不小于 1.5m 时，应采用声波透射法检查桩身完整性；当对桩身质量有怀疑时，还可采用钻芯法进行复检。

## 2.6 有下列情况之一时，应进行桩基承载力检测。

### 2.6.1 设计有专项要求的桩。

### 2.6.2 采用新桩型或新工艺。

### 2.6.3 地质条件复杂，桩施工质量可靠性低。

2.6.4 边坡等级为一级或承受较大竖向荷载的桩。

检查数量：总桩数的 1%，且不少于 3 根。

检查方法：检查检查报告。

2.7 工程桩应进行承载力检查。对于成桩质量可靠性高的灌注桩，应采用静载荷试验的方法进行检查，检查桩数不应少于总桩数的 1%，且不应少于 3 根。

2.8 对专用抗拔桩和对水平承载力有特殊要求的桩基工程，应进行单桩抗拔静载试验和水平静载试验检测。

2.9 对边坡等级为一级或设计有要求的抗滑桩应进行桩的水平位移监测。

检查数量：监测数量符合设计要求。

检查方法：检查监测报告。

2.10 工程桩的外观质量缺陷，应由监理（建设）单位、施工单位等各方根据其对结构性能和使用功能影响的严重程度，按本规范条确定。

## 第八节 施工中常见的质量通病及预防措施

### 一、挖方边坡塌方

#### （一）现象

在挖方过程中或挖方后，基坑（槽）边坡土方局部或大面积塌落或滑塌，使地基土受到扰动，承载力降低，严重的会影响建筑物的稳定和施工安全。

#### （二）原因分析

1. 基坑（槽）开挖较深，放坡不够；或挖方尺寸不够，将坡脚挖去；或通过不同土层时，没有根据土的特性分别放成不同坡度，致使边坡失去稳定而造成塌方。

2. 在有地表水、地下水作用的土层开挖基坑（槽）时，未采取有效的降、排水措施，使土层湿化，粘聚力降低，在重力作用下失去稳定而引起塌方。

3. 边坡顶部堆载过大，或受车辆、施工机械等外力振动影响，使坡体内剪切应力增大，土体失去稳定而导致塌方。

4. 土质松软，开挖次序、方法不当而造成塌方。

#### （三）预防措施

1. 根据土的种类、物理力学性质（如土的内摩擦角、粘聚力、湿度、密度、休止角等）确定适当的边坡坡度。对永久性挖方的边坡坡度，应按设计要求放坡，一般在 1:1.0 ~ 1:1.5 之间。对临时性挖方边坡坡度，在山坡整体稳定情况下，如地质条件良好，土质较均匀，应按照规定选取相应的坡度，经过不同土层时，其边坡应做成折线形。

2. 开挖基坑（槽）和管沟，如地质条件良好，土质均匀，且地下水位低于其底面标高时，挖方深度在 5m 以内不加支撑的边坡的最陡坡度，应按规定采用。



3. 在地质条件良好, 土质均匀, 且地下水位低于基坑 (槽) 或管沟底面标高时, 挖方边坡可做成直立壁不加支撑, 但挖方深度不得超过规定的数值, 此时砌筑基础或施工其他地下结构设施, 应在管沟挖好后立即进行。施工期较长, 挖方深度超过规定数值时, 应做成直立壁加设支撑。支撑的形式、方法和适用范围按规定选取。

4. 做好地面排水措施, 避免在影响边坡稳定的范围内积水, 造成边坡塌方。当基坑 (槽) 开挖范围内有地下水时, 应采取降、排水措施, 将水位降至离基底 0.5m 以下方可开挖, 并持续到回填完毕。

5. 在坡顶上弃土、堆载时, 弃土堆坡脚至挖方上边缘的距离, 应根据挖方深度、边坡坡度和土的性质确定。当土质干燥密实时, 其距离不得小于 3m, 当土质松软时, 不得小于 5m, 以保证边坡的稳定。

6. 土方开挖应自上而下分段分层、依次进行, 随时作成一定的坡势, 以利泄水, 避免先挖坡脚, 造成坡体失稳。相邻基坑 (槽) 和管沟开挖时, 应遵循先深后浅或同时进行的施工顺序, 并及时做好基础或铺管, 尽量防止对地基的扰动。

## 二、基坑 (槽) 回填土沉陷

### (一) 现象

基坑 (槽) 填土局部或大片出现沉陷, 造成靠墙地面、室外散水空鼓下陷, 建筑物基础积水, 有的甚至引起建筑结构不均匀下沉, 出现裂缝。

### (二) 原因分析

1. 基坑 (槽) 中的积水、淤泥杂物未清除就回填; 或基础两侧用松土回填, 未经分层夯实; 或槽边松土落入基坑 (槽), 夯填前未认真进行处理, 回填后土受到水的浸泡产生沉陷。

2. 基槽宽度较窄, 采用人工夯回填夯实, 未达到要求的密实度。

3. 回填土料中夹有大量干土块, 受水浸泡产生沉陷; 或采用含水量大的粘性土、淤泥质土、碎块草皮作土料, 回填质量不合要求。

4. 回填土采用水泡法沉实, 含水量大, 密实度达不到要求。

### (三) 预防措施

1. 基坑 (槽) 回填前, 应将槽中积水排净, 淤泥、松土、杂物清理干净, 如有地下水或地表滞水, 应有排水措施。

2. 回填土采取严格分层回填、夯实。每层虚铺土厚度不得大于 300mm。土料和含水量应符合规定。回填土密实度要按规定抽样检查, 使符合要求。

3. 填土土料中不得含有大于 50mm 直径的土块, 不应有较多的干土块, 急需进行下道工序时, 宜用 2: 8 或 3: 7 灰土回填夯实。

4. 严禁用水沉法回填土方。

## 三、基坑 (槽) 底出现 “流砂”

### (一) 现象

当基坑 (槽) 开挖超过地下水位 0.5m 时, 坑内采用集水井排水, 坑 (槽) 底发现冒砂, 边挖边冒,

无法挖深,这种现象称为“流砂”。

#### (二) 原因分析

流砂一般出现在粉砂层或粘土颗粒含量小于 10%、粉粒含量大于 75% 的土层,地下水动水压力较大,基坑(槽)内外的水位高差大,动水将粉砂颗粒冲流冒出,粉砂层被破坏,形成流砂。流砂挖掘愈多,将使基坑(槽)外附近的地基下陷、沉塌。

#### (三) 预防措施

1. 施工前必须了解天然地基土层情况。
2. 如基坑(槽)底在地下水位以下超过 0.5m,并正处于粉砂层中,则应预先采用井点降水,将水位降低,以消除坑(槽)内外的动水压力。

### 四、地基密实度达不到要求

#### (一) 现象

换土后的地基,经夯击、碾压后,达不到设计要求的密实度。

#### (二) 原因分析

1. 换土用的土料不纯。
2. 分层虚铺厚度过大。
3. 土料含水量过大或过小。
4. 机具使用不当,夯击能量不能达到有效影响深度。

#### (三) 防治措施

##### 1. 土料要求

1.1 素土地基:土料一般以粉土或粉质粘土、重粉质粘土、粘土为宜,不应采用地表耕植土、淤泥及淤泥质土、膨胀土及杂填土。

1.2 灰土地基:土料应尽量采用就地基槽中挖出的土,凡有机质含量不大的粘性土,都可用作灰土的土料,但不应采用地表耕植土。土料应予过筛,其粒径不大于 15mm。石灰必须经消解 3~4d 后方可使用,粒径不大于 5mm,且不能夹有未熟化的生石灰块粒,灰、土配合比(体积比)一般为 2:8 或 3:7,拌和均匀后铺入基坑(槽)内。

1.3 砂垫层和砂石垫层地基宜采用质地坚硬的中砂、粗砂、砾砂、卵石或碎石,以及石屑、煤渣或其他工业废粒料。如采用细砂,宜同时掺入一定数量的卵石或碎石。砂石材料不能含有草根、垃圾等杂质。

##### 2. 含水量要求

2.1 素土地基必须采用最佳含水量。

2.2 灰土经拌和后,如水分过多或不足时,可晾干或洒水润湿。一般可按经验在现场直接判断,其方法为:手握灰土成团,两指轻捏即碎。此时灰土基本上接近最佳含水量。

2.3 砂垫层和砂石垫层施工可按所采用的捣实方法,分别选用最佳含水量。

3. 掌握分层虚铺厚度,必须按所选用机具来确定。



## 五、基槽(坑)位置、尺寸偏差过大

### (一) 现象

1. 基槽(坑)轴线错位。
2. 基槽(坑)开挖尺寸偏小。

### (二) 原因分析

1. 测量放线错误,造成轴线错位。
2. 土方边坡坡度太陡,开挖线尺寸太小。

### (三) 预防措施

1. 施工前应根据建设单位提供的平面控制桩和水准点,建立与施工相适应的测量控制网,作为施工测量的基本依据,并应定期复测和检查,确保其正确。
2. 在建筑物定位放线时,应在主要轴线部位设置控制桩或标志板。
3. 基槽(坑)开挖前,应选用合适的边坡坡度,并计算确定最小的开挖线尺寸。
4. 土方开挖中,应经常测量和校核其平面位置、长宽尺寸和边坡坡度是否符合施工组织设计的要求。

## 六、基底标高或土质不符合要求

### (一) 现象

1. 基槽(坑)底标高不符合设计规定值,造成浅基础埋置深度不足或超挖。
2. 基底持力层土质不符合设计要求,或被人工扰动,造成持力层承载能力降低。

### (二) 原因分析

1. 测量放线错误,造成基底标高不足或过深。
2. 地质勘察资料与实际情况不符,虽已挖至设计规定深度,但土质仍不符合设计要求。
3. 选用的施工机械和施工方法不当,造成超挖。

### (三) 预防措施

1. 当发现控制桩或标志板有被碰撞和移动迹象时,应复查校正,防止标高出现过大误差。
2. 防止超挖。采用机械开挖基槽(坑)时,可在基底标高以上预留一层土用人工清理,其厚度应根据施工机械确定。
3. 基槽(坑)挖至基底标高后,应会同设计单位、监理单位(或建设单位)检查基底土质是否符合要求,并作出隐蔽工程记录。

## 七、毛石基础根部不实

### (一) 现象

毛石基础第一层毛石未坐实、挤紧。

### (二) 原因分析

1. 不按规定验槽,或对局部不良地基处理不当。
2. 未铺砂浆即将毛石浮格在地基上。

3. 毛石尺寸过小, 未将大面朝下, 致使个别尖棱短边挤入土中。

#### (三) 防治措施

1. 基础砌筑前应认真验槽。若发现地基不良, 应会同有关部门处理, 并办理隐检记录。

2. 第一皮砌体应选用较大的平毛石砌筑, 砌前应坐浆, 并将石块大面向下。

3. 砌筑时毛石应平铺卧砌, 毛石长面与基础长度方向垂直(即顶砌), 互相交插紧密排好。接着灌入五分之二较稀的砂浆, 然后用小石块将毛石之间的缝隙填实, 用手锤敲打密实, 再将其余空隙灌满砂浆。

### 八、石砌基础组砌形式不良

#### (一) 现象

毛石基础不分皮砌筑, 同皮内的石块内外不搭砌, 上下皮石块不错缝, 台阶形基础错台处不搭砌。

#### (二) 原因分析

1. 毛石规格不符合要求, 尺寸偏小或未大小搭配, 造成砌筑时错缝搭砌困难。

2. 砌筑方法错误, 如竖向不分层, 或在同一层内。先将两边纵向排成两行, 中间再用碎石填塞的砌法等。

3. 施工中不按规范和规程要求严格检查, 任凭工人按各自习惯操作。

#### (三) 防治措施

1. 毛石基础的第一皮及转角处、交接处和洞口处, 应用较大的平毛石砌筑, 大面朝下, 放平放稳。

2. 毛石基础应分皮卧砌, 各皮石块间应利用自然形状经敲打修整使能与先砌石块基本吻合, 搭砌紧密; 应上下错缝, 内外搭砌, 不得采用外面侧立石块中间填心的砌筑方法。

3. 毛石基础各皮必须设置拉结石。拉结石应均匀分布, 相互错开, 其一般间距为 2m 左右。

4. 阶梯形毛石基础, 上级阶梯的石块应至少压砌下级阶梯的 1/2, 相邻阶梯的毛石应相互错缝搭砌。

5. 毛石与毛石之间不得直接接触, 应留 20 ~ 35mm 的灰缝, 灰缝较小 ( $\leq 30\text{mm}$ ) 时, 可用砂浆填满; 灰缝较大 ( $> 30\text{mm}$ ) 时, 应选用小石块加砂浆填塞密实, 不准使用成堆的碎石填塞。

### 九、混凝土基础外观缺陷

#### (一) 现象

1. 基础中心线错位。

2. 基础平面尺寸、台阶形基础台阶宽和高的尺寸偏差过大。

3. 带形基础上口宽度不准, 基础顶面的边线不直; 下口陷入混凝土内; 拆模后上段混凝土有缺损, 侧面有蜂窝、麻面; 底部支模不牢。

4. 杯形基础的杯口模板位移; 芯模上浮, 或芯模不易拆除。

#### (二) 原因分析

1. 测量放线错误。安装模板时, 挂线或拉线不准。造成垂直度偏差大, 或模板上口不在一条



直线上。

2. 模板上口仅用铁丝拉紧，且松紧不一致，上口不钉木带或不加顶撑，浇混凝土时的侧压力使模板下口向外推移（上口内倾），造成上口宽度大小不一。

3. 模板未撑牢；基础上部浇筑的混凝土从模板下口挤出后，未及时清除，均可造成侧模下部陷入混凝土内。

4. 模板支撑直接撑在基坑土面上，土体松动变形，导致模板尺寸、形状偏差。

5. 杯形基础上段模板支撑方法不当，杯芯模底部密闭，浇筑混凝土时，杯芯模上浮。

6. 模板两侧的混凝土不同时浇筑，造成模板侧压力差太大而发生偏移。

7. 浇筑混凝土时，操作脚手板格置在基础上部模板上，造成模板下沉。

### （三）防治措施

1. 在确认测量放线标记和数据正确无误后，方可以此为据，安装模板。模板安装中，要准确地挂线和拉线，以保证模板垂直度和上口平直。

2. 模板及支撑应有足够的强度和刚度，支撑的支点应坚实可靠。

3. 上段模板应支承在预先横插圆钢或预制混凝土垫块上；也可用临时木支撑将上部侧模支撑牢靠，并保持标高、尺寸准确。

4. 发现混凝土由上段模板下翻上来时，应及时铲除、抹平，防止模板下口被卡住。

5. 模板支撑支承在土上时，下面应垫木板，以扩大支承面。模板长向接头处应加拼条，使板面平整，连接牢固。

6. 杯基芯模板应刨光直拼，表面涂隔离剂，底部钻几个小于L，以利排气（水）。

7. 浇筑混凝土时，两侧或四周应均匀下料并振捣。脚手板不得格在模板上。

## 第十四章 混凝土结构工程

### 第一节 模板分项工程

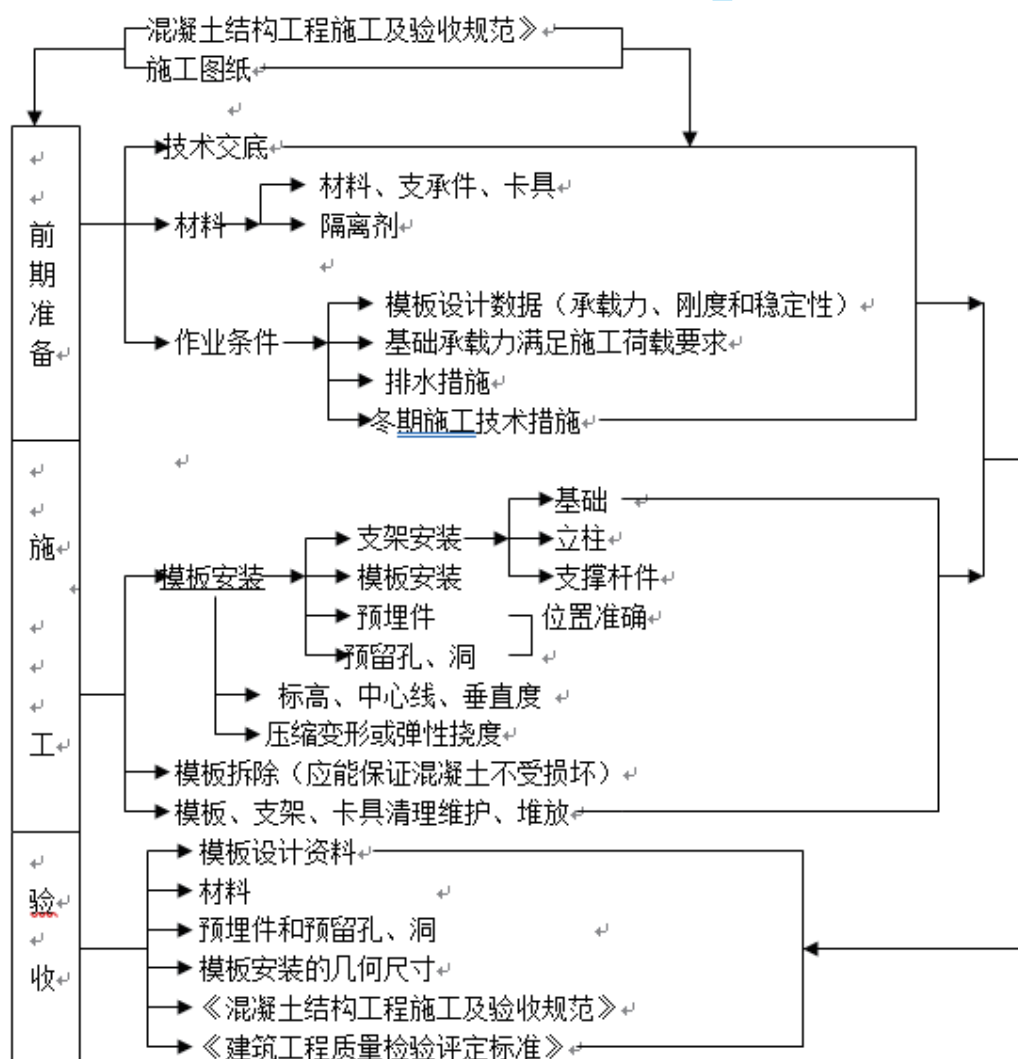
#### 一、模板安装工程内容

##### (一) 工程内容

模板是使砼构件按几何尺寸成型的模型板，施工中要求能保证结构和构件的形状、位置和尺寸的准确，具有足够的强度、刚度和稳定性；装拆方便能够多次周转使用；接缝严密不漏浆。

本文仅适用于模板体系在墙、柱、梁、板各种混凝土构件及异性构件施工应用。

##### (二) 施工流程





### (三) 主要执行标准

《建筑工程施工质量统一验收标准》GB50300-2013。

《混凝土结构工程施工规范》GB50666-2011。

《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204-2015。

《建筑施工安全检查标准》JGJ59-2011。

《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》JGJ130-2011。

《建筑施工模板安全技术规范》JGJ162-2008。

## 二、主要控制环节

表 14-1 主要工序三级控制点

序号	质量控制点检查、检测项	执行依据或准则	质量记录名称	记录格式文本号	等级划分	业 主 单 位	监 理 单 位	施 工 单 位	备 注
一	模板								
1	模板清扫、隔离剂涂刷检查	GB50204-2015	模板安装检验批质量验收记录	02010101	C			√	
2	一般支模强度、刚度、稳定性、支撑点检查				BR		√	√	
3	重要支模强度、刚度、稳定性、支撑点检查、验收	GB50204-2015	模板安装检验批质量验收记录	02010101	BR		√	√	
4	支模方案实施结果检查				B		√	√	
5	预留孔、预埋件、各部中心、标高尺寸检查	GB50204-2015	现浇结构外观及尺寸偏差检验批质量验收记录	020105	BR		√	√	
6	模板接缝沉降缝处理检查				C			√	
7	模板拆除前混凝土强度检查	GB50204-2015	模板拆除检验批质量验收记录	02010101	BR		√	√	
8	模板分项工程质量验收	GB50300-2013	分项工程质量验收记录	表 F	BR		√	√	

## 三、质量检验

(一) 模板及其支架应根据工程结构形式、荷载大小、地基土类别、施工设备和材料供应等条件进行设计。模板及其支架应具有足够的承载能力、刚度和稳定性。能可靠地承受浇筑混凝土的重量、侧压力以及施工荷载。

检查验收：在浇筑混凝土之前，应对模板工程进行验收。模板安装和浇筑混凝土时，应对模板及其支架进行观察和维护；发生异常情况时，应按施工技术方案处理。

(二) 高支模专项方案由项目部技术负责人，组织专业技术人员、质检员、安全员编制专项方案，经企业技术负责人、总监理工程师审批后方可施工。工程范围包括：

搭设高度 5m 以上。

搭设跨度 10m 及以上。

施工总荷载 10 kN/m<sup>2</sup> 及以上。

集中线荷载 15 kN/m 及以上。

高度大于支撑水平投影宽度且相对独立无联系构件的混凝土模板支撑工程

检查验收: 施工前, 专项方案已完成审批, 方案内容符合国家强制性规范要求, 签字盖章齐全。

(三) 超过一定规模的危险性较大模板安装分部分项工程, 施工单位应组织召开专家论证会对专项施工方案进行论证。经审批的专项施工方案不得擅自修改, 施工单位应严格按照方案组织施工。因规划调整、设计变更等原因确需调整的, 修改后的专项施工方案应重新审核和论证。工程范围包括:

支撑系统高度超过 8m。

支撑系统跨度超过 18m。

施工总荷载大于 15KN/ m<sup>2</sup>。

集中线荷载大于 20KN/m。

检查验收: 施工前, 方案已审批完成, 其内容符合国家强制性规范要求, 签字盖章齐全。

(四) 当模板竖向支架的支架的支撑部位安装在土层地基时, 基土必须坚实, 且有排水措施, 支架支柱与基土接触面加设垫板。。

检查验收: 对照模板设计文件和施工技术方案观察, 全数检查。

(五) 模板安装前, 必须铲除清刷干净, 并涂刷柴油、机油( 不准刷黑色黏稠废机油 )或脱模剂, 要求涂刷薄而均匀, 不漏刷。

检查验收: 现场观察, 全数检查。

(六) 砖胎模, 用作模板的地坪、胎模等应平整光洁, 不得产生影响构件质量下沉、裂缝、起砂或起鼓。

检查方法: 观察, 全数检查。

(七) 梁、板起拱: 对跨度不小于 4m 的现浇钢筋混凝土梁、板, 其模板应按设计要求起拱; 当设计无具体要求时, 起拱高度宜为跨度的 1/1000 ~ 3/1000。

检查方法: 水准仪或拉线、钢尺检查; 检查数量: 在同一检验批内, 对梁, 应抽查构件数量的 10%, 且不少于 3 件; 对板, 应按有代表性的自然间抽查 10%, 且不少于 3 间; 对大空间结构, 板可按纵、横轴线划分检查面, 抽查 10%, 且不少于 3 面。

(八) 模板安装位置、轴线、标高、垂直度应符合设计要求和标准。结构构件尺寸准确, 门窗和大小洞口、水、电预留洞、电线盒、预埋件、螺栓位置尺寸准确, 固定牢固。模板安装应拼缝严密、平整、不漏浆、不错台、不胀模、不跑模、不变形。堵缝所用胶条、泡沫塑料不得突出板模表面, 严防搅入混凝土。其偏差应符合下表 14-2 规定。

表 14-2 模板安装允许偏差及检验方法

项目		允许偏差 ( mm )	检龄方法
轴线位置		5	尺里
底模上表面标高		± 5	水准仪或拉线、尺里
模板内部尺寸	基础	± 10	尺里
	柱、墙、梁	± 5	尺里
	楼梯相邻踏步高差	5	尺里

项目		允许偏差 (mm)	检验方法
柱、墙垂直度	层间	8	水准仪或拉线、尺量
	层高 > 6m	10	水准仪或拉线、尺量
相邻模板表面高差		2	尺量
表面平整度		5	水准仪或拉线、尺量
预留洞	中心线位置	10	尺量
	尺寸	+10, 0	尺量

检查方法：钢尺检查；检查数量：在同一检验批内，对梁、柱和独立基础，应抽查构件数量的 10%，且不少于 3 件；对墙和板，应按有代表性的自然间抽查 10%，且不少于 3 间；对大空间结构，墙可按相邻轴线间高度 5m 左右划分检查面，板可按纵横轴划分检查面，抽查 10%，且均不少于 3 面。


9) 拆模，混凝土结构浇筑后，达到一定强度，方可拆模。拆模顺序：先支后拆，后支先拆，先梁侧、后梁底、再板模；在拆除模板过程中，如发现混凝土有影响结构安全的质量问题，应暂时停拆除，经过处理后，方可继续拆除。已拆活动的模板，必须一次连续拆除完方可停歇，严禁留下安全隐患。

构件类型	构件跨度 (m)	达到设计的混凝土立方体抗压强度标准值的百分率 (%)
板	$\leq 2$	$\geq 50$
	$> 2, \leq 8$	$\geq 75$
	$> 8$	$\geq 100$
梁、拱、壳	$\leq 8$	$\geq 75$
	$> 8$	$\geq 100$
悬臂构件	—	$\geq 100$



检查方法：拆模前应核验同条件试块抗压强度报告（7d 强度报告）。

#### 四、常见质量通病及防治

(一) 轴线位移

序号	现象和问题	图片	原因	防治措施																																		
1	混凝土浇筑后拆除模板时,发现墙柱实际位置与建筑物轴线位置有偏移。	 <p>上下层墙柱接茬处错台</p>	1. 翻样不认真或技术交底不清。 2. 轴线测放时产生误差。 3. 模板安装加固不牢固,发生偏移后未能及时校正,造成累积误差。 4. 模板安装时未拉水平、竖向通线进行控制。 5. 模板自身刚度差。 6. 混凝土浇筑时未对称均匀下料,或一次浇筑高度过高造成侧压力过大挤压模板变形。 7. 对啦螺栓、顶撑使用不当或松动造成轴线偏移。	1. 施工前必须进行熟悉图纸、技术交底、模板放样。 2. 轴线测放后必须进行复核。 3. 墙柱模板根部和顶部必须设置可靠的限位措施并加固牢固,保证位置准确。 4. 支模前要拉水平、竖向通线,保证模板水平、竖向位置准确。 5. 根据结构特点,对模板进行设计,以保证模板及其支撑体系具有足够的强度、刚度和稳定性。 6. 浇筑混凝土前仔细检查,发现问题及时处理。 7. 浇筑混凝土时要对称下料,严格控制下料高度。 现浇结构模板安装允许偏差及检验方法 <table><tr><th colspan="2">项目</th><th>允许偏差mm</th><th>检验方法</th></tr><tr><td colspan="2">轴线位置</td><td>5</td><td>钢尺检查</td></tr><tr><td colspan="2">底模上表面标高</td><td>±5</td><td>水准仪、钢尺、拉线</td></tr><tr><td rowspan="2">截面内部尺寸</td><td>基础</td><td>±10</td><td>钢尺检查</td></tr><tr><td>柱、墙、梁</td><td>+4、-5</td><td>钢尺检查</td></tr><tr><td rowspan="2">层高垂直高</td><td>不大于5m</td><td>6</td><td>经纬仪、吊线、钢尺</td></tr><tr><td>大于5m</td><td>8</td><td>经纬仪、吊线、钢尺</td></tr><tr><td colspan="2">相邻两板表面高低差</td><td>2</td><td>钢尺检查</td></tr><tr><td colspan="2">表面平整度</td><td>5</td><td>2m靠尺和塞尺</td></tr></table>	项目		允许偏差mm	检验方法	轴线位置		5	钢尺检查	底模上表面标高		±5	水准仪、钢尺、拉线	截面内部尺寸	基础	±10	钢尺检查	柱、墙、梁	+4、-5	钢尺检查	层高垂直高	不大于5m	6	经纬仪、吊线、钢尺	大于5m	8	经纬仪、吊线、钢尺	相邻两板表面高低差		2	钢尺检查	表面平整度		5	2m靠尺和塞尺
项目		允许偏差mm	检验方法																																			
轴线位置		5	钢尺检查																																			
底模上表面标高		±5	水准仪、钢尺、拉线																																			
截面内部尺寸	基础	±10	钢尺检查																																			
	柱、墙、梁	+4、-5	钢尺检查																																			
层高垂直高	不大于5m	6	经纬仪、吊线、钢尺																																			
	大于5m	8	经纬仪、吊线、钢尺																																			
相邻两板表面高低差		2	钢尺检查																																			
表面平整度		5	2m靠尺和塞尺																																			

(二) 结构变形

序号	现象和问题	图片	原因	防治措施	备注
2	结构变形:拆模后发现混凝土柱、梁、墙出现鼓凸、缩颈或翘曲现象。		1. 支撑及围檩间距过大,模板刚度差。连接件未按规定设置,造成模板整体性差。 2. 对拉螺栓或螺栓间距过大,螺栓规格过小。 3. 竖向支撑过少。 4. 砼浇筑墙、柱混凝土速度过快,一次浇灌高度过高,振捣过度。	1. 严格按方案施工,控制立杆及剪刀撑间距,保证模板刚度和稳定性。排架间距必须符合施工方案,一般在800~1200,底层必须加连杆和扫地杆(扫地杆可一隔一设置)。 2. 梁底加设支撑确保稳固。 3. 墙柱模板设置足够的对拉螺杆或包箍。 4. 浇筑混凝土时要均匀对称下浆,严格控制浇灌高度,特别是门窗洞口模板两侧,既要保证混凝土振捣密实,又要防止过分振捣引起模板变形。 5. 对跨度大于4m的现浇钢筋混凝土梁、板,其模板应按设计要求起拱。 6. 采用木模板、胶合板模板施工时,经验收合格后应及时浇筑混凝土,防止模板变形。	
3					




## (三) 模板支撑选用不当

序号	现象和问题	图片	原因	防治措施	备注
4	由于模板支撑体系选配和支撑方法不当，结构浇筑混凝土时变形。	 <p>梁下立杆弯曲</p>	1. 支撑选配未经过安全验算，无足够的承载能力和刚度。 2. 支撑稳定性差，无保证措施，混凝土浇筑后支撑自身失稳，使模板变形。	1. 模板支撑体系根据不同的结构类型和模板类型来选配，一边相互协调搭配。使用时，必须对支撑体系进行验算和复核。尤其是支撑立柱间距应经计算确定，确保模板支撑体系有足够的承载能力、刚度、稳定性。 2. 钢管支撑体系其支撑的布置形式应满足模板设计要求，并能保证安全承受施工荷载，钢管支撑体系一般宜扣成整体排架式，其立柱纵横间距一般为 0.9m 左右（荷载大时应采用密排形式），同时应加设斜撑和剪力撑。	
5		 <p>排架间距过大、底层无扫地杆和连杆</p>			



## (四) 模板接缝不严

序号	现象和问题	图片	原因	防治措施	备注
6	接缝不严：由于模板间接缝不严有间隙，混凝土浇筑时产生漏浆，混凝土表面出现蜂窝，严重的出现孔洞露筋。		1. 翻样不认真或有误，拼装时接缝过大。 2. 木模板制作粗糙，拼缝不严。 3. 周期过长木模干缩或裂缝。 4. 模板变形未及时修整。 5. 模板接缝措施不当。 6. 梁、柱、墙交接部位、接头尺寸不准、错位，底部基层不平整。	1. 翻样要认真，拼装严密。 2. 模板变形特别是边框变形，要及时修整平直。 3. 梁、柱、墙交接部位支撑要牢固可靠，拼缝要严密。 4. 梁、柱、墙交接部位支撑要牢固可靠，拼缝要严密（必要时缝间加双面胶纸）发生错位要及时校正。 5. 墙柱底部混凝土面施工时找平收光，平整度水大于 2mm。 6. 严禁使用报废的模板；模板重复使用前应充分整修，对模板上的螺栓孔洞应有效封堵；模板与混凝土的接触面应清理干净并涂刷隔离剂。 7. 模板施工时要严格控制模板拼缝。模板龙骨用料规格、间距以及支撑体系要符合施工方案和规范要求。对已破损的模板及时进行修复或更换。	
7					



(五) 脱模剂使用不当

序号	现象和问题	图片	原因	防治措施	备注
8	脱模剂使用不当： 模板表面用废机油造成混凝土污染或混凝土殊浆不清除即涂刷脱模剂，造成混凝土表面出现麻面等缺陷。		1. 拆模后不清理混凝土残浆即刷脱模剂。 2. 脱模剂涂刷不匀或漏涂或涂层过厚。 3. 使用废机油脱刷模板，即污染了钢筋及混凝土，又影响了混凝土表面装饰质量。	1. 拆模后必须清除模板上遗留的混凝土残浆后，再刷脱模剂。 2. 严禁用废机油作为脱模剂，脱模剂材料选用原则应为：即适于脱模，又便于混凝土表面装饰。选用的材料有皂液、滑石粉、石灰水及其混合液或各种专门化学制品的脱模剂等。（建议采用水性脱模剂）。 3. 脱模剂材料宜拌成稠糊状，应涂刷均匀，不得流滴也不易涂刷过厚。	
9					

(六) 模板未清理干净

序号	现象和问题	图片	原因	防治措施	备注
10	模板内未清理干净： 模板内残留木块、浮浆残渣、碎石等建筑垃圾，拆模后发现混凝土中有缝隙且有垃圾夹杂物。		1. 钢筋绑扎完毕，模板位置未用压缩空气或压力水清扫。 2. 封模前未仔细检查和进行清仓。 3. 墙柱根部、梁柱接头最低处未留清扫孔，或所留位置不当无法进行清扫。	1. 钢筋绑扎完毕，用压缩空气或压力水清除模板内垃圾。 2. 检验钢筋时必须连带验仓。 3. 在封模前，派专人将模内垃圾清除干净。 4. 墙柱根部、梁柱接头处预留孔尺 $\geq 100\text{mm} \times 100\text{mm}$ ，模内垃圾清除完毕后及时将清扫口处封堵。	
11					

### (七) 模板拆除

序号	现象和问题	图片	原因	防治措施	备注
12	模板拆除过早, 保护措施不到位, 构件混凝土缺棱掉角。		1. 混凝土强度未达到拆模要求。 2. 拆除方法不当, 猛撬硬砸。 3. 模板拆除后, 成品质量保护意识淡薄。	1. 加强技术交底, 和成品质量保护意识。 2. 严格控制模板拆除时间, 特别是底模拆除必须是在混凝土强度达到允许拆模的强度时方可进行。 3. 严格控制拆模方法。用力适当, 严禁大面积撬落和猛撬硬砸。	
13					

### (八) 结构后浇带

序号	现象和问题	图片	原因	防治措施	备注
14	结构后浇带支撑体系不规范, 侧模封堵不严, 砼渗流严重。		1. 技术人员交底不清, 检查不到位, 工人工程质量意识淡薄。 2. 后浇带两侧模板封堵不严密。	1. 加强技术交底。加强此处支模的质量管理, 凿除后浇带内的水泥浆和砂, 使两侧变形不因此而受到约束。 2. 后浇带两侧埋设双层 20 目隔离钢丝网并加固牢固, 3. 模板拆除后, 后浇带两侧立即进行支撑。	
15					

(九) 悬臂梁下支撑擅自拆除

序号	现象和问题	图片	原因	防治措施	备注
16	悬臂梁下支撑擅自拆除。		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 技术人员交底不清, 检查不到位, 工人工程质量意识淡薄。</li> <li>2. 模板支撑配备不够。</li> <li>3. 模板工程施工方案考虑不周。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 对下部结构进行检查, 若已经出现结构性损伤应责成施工单位拿出处理方案。类似的悬臂构件在上部结构未完成之前, 底部支撑体系不能拆除。</li> <li>2. 悬臂结构以及构件跨度大于 8 米的, 底模拆除时的混凝土强度应达到 100%)。</li> </ol>	

(十) 平顶角支模不严密, 部分板底模板伸入墙体, 梁底模板未按要求起拱

序号	现象和问题	图片	原因	防治措施	备注
17	平顶角支模不严密, 部分板底模板伸入墙体。		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 技术人员交底不清, 检查不到位, 工人工程质量意识淡薄。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 加强技术交底, 过程管理, 混凝土浇筑前验收管理, 提高支模的细部质量, 板底模不得伸入墙身, 板底模上部应每隔小于 300 左右钉钉子固定于墙模上。</li> </ol>	
18	梁底模板未按要求起拱。			<ol style="list-style-type: none"> <li>2. 对跨度不小于 4m 的现浇钢筋混凝土梁、板其模板应按设计要求起拱; 当设计无具体要求时, 起拱高度宜为跨度的 1/1000 ~ 3/1000。严格控制模板的支撑体系, 保证足够的刚度和稳定性。</li> </ol>	



## (十一) 柱、墙模稳定性差，与排架体系无连接；下部 1/3 高度未采用双螺帽

序号	现象和问题	图片	原因	防治措施	备注
19	柱、墙模稳定性差，与排架体系无连接；下部 1/3 高度未采用双螺帽。		1. 技术人员交底不清，检查不到位，工人工程质量意识淡薄。	1. 为保证柱模的稳定和不变形，柱模与柱模之间每边两端分上、中加二道钢管水平支撑及一道剪撑，支撑应与顶板支撑排架相连，使整个柱群模板连成整体并保持稳定。下部 1/3 高度须采用双螺帽	

## (十二) 梁模板缺陷

序号	现象和问题	原因	防治措施
20	梁身不平直、梁底不平、下挠；侧梁模炸模（模板崩坍），拆模发现梁身侧面鼓出有水平裂缝，掉角、上口尺寸加大、表面毛糙、局部模板嵌入柱梁间，拆除困难。	1. 模板支设未校直撑牢，支撑整体稳性不够。 2. 模板没有支撑在坚硬的地面上，混凝土浇筑过程由于荷载增加，底部松动，造成模板下沉。 3. 梁底模未按设计要求或规范规定起拱，未根据水平线控制模板标高。 4. 侧模承载能力及刚度不够，拆模过迟或模板未使用隔离剂。 5. 木模采用易变形的木材制作，混凝土浇筑后变形较大，易使用混凝土产生裂缝、掉角或表面毛糙。 6. 木模在混凝土浇筑后吸水膨胀，事先未留有空隙，湿润木模。	1. 梁底支撑间距应能保证在混凝土自重和施工荷载作用不产生变形。支撑底部如为泥土地面，应先认真夯实，铺放通长垫木，以确保支撑不沉陷，梁底模应按设计或规范要求起拱。 2. 梁侧模应根据梁的高度进行配制，若超过 60cm 应加钢管围檩，上口则用圆钢插入模板上端固定上口，若梁高超过 70cm 应在梁中加对穿螺栓，与钢管围檩配合，加强梁侧模刚度及强度。 3. 支梁木模时应遵守边模板包底模的原则，梁模与柱模连接处，应考虑梁模板吸湿后长日膨胀的影响，下料尺寸一般应略为缩短，使模板在混凝土浇筑后不致嵌入柱内。 4. 模板梁侧模下口必须有夹条木，钉紧在支柱上，以保证混凝土浇筑过程侧模下口不致炸模。 5. 梁模用木模时，尽量不采用易变形的木材制作，并应在混凝土浇筑前充分用水浇透。 6. 组装前应将模板上残渣剔除干净，模板拼缝应符合规范要求，侧模应支撑牢靠，模板支立前应认真涂刷隔离剂两遍。

(十三) 柱模板缺陷

序号	现象和问题	原因	防治措施
21	炸模造成截面尺寸不准、鼓出、漏浆、混凝土不密实或蜂窝麻面。偏斜，一排柱子不在同一条轴线上。柱身扭曲，梁柱接头处偏差大。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 柱箍间距太大或不牢，钢筋骨架缩小，或木模钉子被混凝土侧压力拔出。</li> <li>2. 测放轴线不认真，梁柱接头处未按大样图安装组合。</li> <li>3. 成排柱子支模不跟线，不找方，钢筋偏移未扳正就套柱模。</li> <li>4. 柱模未保护好，支模前已歪扭，未修整好就使用，板缝不严密。</li> <li>5. 模板两侧松紧不一，未进行模板柱箍和穿墙螺栓设计。</li> <li>6. 模板上有混凝土残渣，未做好清理或拆模时间过早。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 成排柱子支模前，应先在底部弹出通线，柱子位置按轴线找正。</li> <li>2. 柱子支模前必须先校正钢筋位置。</li> <li>3. 柱子底部采用短钢筋头焊制支撑，保证底部位置准确。</li> <li>4. 成排模支撑时，应先立两端柱模，校直与复核位置无误后，顶部拉通长线，再立中间各根柱梁，柱距不大时，相互间用剪力撑及水平撑搭牢。柱距较大时，各柱单独拉四面斜撑，保证柱子位置准确。</li> <li>5. 柱模立完，校正模板的垂直度，拉杆或顶杆的支承点要牢固可靠的与地面成不大于 45 度夹角方向预埋在楼板混凝土内。</li> <li>6. 根据柱子断面的大小及高度，柱模外面每隔 500 ~ 800mm 应加设牢固的柱箍，必要时增加对拉螺栓，防止炸模。</li> <li>7. 柱模用木料制作，拼缝应刨光拼严，确保混凝土浇筑过程中不漏浆、不炸模、不产生外鼓。</li> <li>8. 较高的柱子应在模板中部一侧留临时浇捣口，以便浇筑混凝土插入振动棒，当混凝土浇筑到临时洞口时，应立即封闭牢固。</li> <li>9. 模板上混凝土浇完后残渣应清理干净，柱模拆除时的混凝土强度应能保证其表面及棱角不受损伤。</li> </ol>

(十四) 板模板缺陷、墙模板缺陷

序号	现象和问题	原因	防治措施
22	板模板缺陷：板中部下挠，板底混凝土面不平，采用木模板时梁边模板嵌入梁内不易拆除。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 模板龙骨用料较小或间距偏大，不能提供足够的强度及刚度，底模未按设计或规范要求起拱，造成挠度过大。</li> <li>2. 板下支撑底部不牢，混凝土浇筑过程中荷载不断增加，支撑下沉，板模下挠。</li> <li>3. 板底模板不平，混凝土接触面平整度超过允许偏差。</li> <li>4. 将板模板铺钉在梁侧模上面，甚至略伸入梁模内，浇筑混凝土后，板模板吸水膨胀，梁模也略有外胀，造成边缘一块模板嵌牢在混凝土内。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 楼板模板下的龙骨应由模板设计计算确定，确保有足够的强度和刚度，支承面要平整。</li> <li>2. 支撑材料应有足够强度，具有足够的强度、刚度和稳定性。</li> <li>3. 板模与梁模连接外，板模应铺到梁侧模外口齐平，避免模板嵌入梁混凝土内，便于拆除。</li> <li>4. 板模板应按设计要求起拱，钢木模板混用时，缝隙必须嵌实，并保持水平一致。</li> </ol>
23	墙模板缺陷：炸模、倾斜变形、墙体不垂直。墙体厚薄不一，墙面高低不平。墙根跑浆、露筋，模板底部被混凝土及砂浆裹住，拆模困难。墙角模板拆不出。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 模板事先未作设计，相邻模板未设置围檩或围檩间距过大，对拉螺栓选用过小或未拧紧，墙根部混凝土面不平，缝隙过大。</li> <li>2. 模板制作不平整，厚度不一致，相邻两块墙模板拼接不严，支撑不牢，设有采用对拉螺栓来承受混凝土对模板的侧压力，以致混凝土浇筑时炸模或因选用的对拉螺栓直径太小或间距偏大，不能承受混凝土侧压力而被拉断。</li> <li>3. 模板间支撑方法不当。</li> <li>4. 混凝土浇筑分层过厚，振捣不密实，模板受侧压力过大，支撑变形。</li> <li>5. 角模与墙模板拼缝不严，水泥浆漏出，包裹模板下口，拆模时间太迟模板与混凝土粘结力过大。</li> <li>6. 未涂刷隔离剂，或涂刷后被雨水冲走。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 墙面模板应拼装平整，符合配模图要求。</li> <li>2. 墙身应根据模板设计配制对拉螺栓，模板两侧以连杆增强刚度来承担混凝土的侧压力，确保不炸模（一般采用 <math>\Phi 12 \sim \Phi 16\text{mm}</math> 螺栓）。</li> <li>3. 两片模板之间应根据墙的厚度用硬塑料撑头，以保证墙体厚度一致，有防水要求时，应采用焊有止水片的螺栓。</li> <li>4. 混凝土应分层浇筑，每层浇筑厚度应控制在施工规范允许范围内。</li> <li>5. 模板面应涂刷隔离剂，且应涂刷均匀。</li> <li>6. 墙根部采用焊制钢筋撑来控制，轴线尺寸位置及厚度。</li> <li>7. 墙梁交接处和墙顶上口应设拉结，外墙所设的拉顶支撑要牢固可靠，支撑的间距位置应控制好。</li> </ol>

## 第二节 钢筋分项工程

### 一、钢筋工程内容

#### (一) 工程内容

本文适用于工业和民用建筑中钢筋分项工程的施工应用。

#### (二) 施工流程 (如图 14-2 所示)

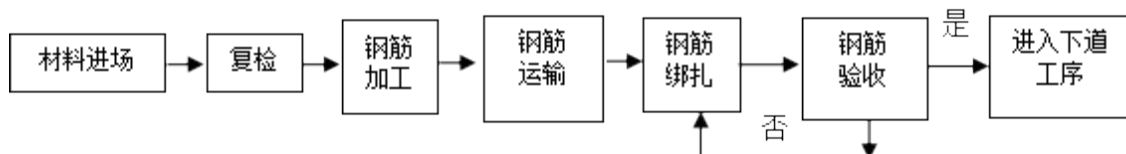


图 14-2 钢筋加工流程图

#### (三) 主要执行标准

《建筑工程施工质量统一验收标准》GB50300。

《混凝土结构工程施工规范》GB50666。

《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204。

《建筑施工安全技术统一规范》GB50870。

《钢筋焊接及验收规范》JGJ18。

《混凝土结构施工图平面整体表示方法制图规则和构造详图》16G101

《钢筋机械连接技术规范》JGJ107。

### 二、钢筋工程主要控制环节

表 14-3 钢筋工程主要工序三级控制点

序号	质量控制点检查、检测项	执行标准	质量记录名称	记录格式文本号	等级划分	业主单位	监理单位	施工单位	备注
1	原材料报验	GB50204-2015	钢筋为大型厂商生产并配完整质量证明文件,按照规范规范批次复检;钢筋外观检查:无裂纹、凸块、褶皱等。	010601 020101	BR		√	√	
2	钢筋加工	GB50204-2015	钢筋调直:机械或冷拉方法,选择冷拉方法控制冷拉率, HPR300<4%, HRB335/400、RRB400<1% 钢筋加工形状、尺寸符合设计要求和标准偏差(见表二)	钢筋加工检验批质量验收记录 010602(2)、020102(2)	BR		√	√	
3	钢筋安装	GB50204-2015	钢筋安装位置偏差控制(见表三)	钢筋安装加工检验批质量验收记录 010602(4)、020102(4)	BR		√	√	
4	钢筋验收	GB50204-2015	钢筋安装位置偏差控制(见表三)	钢筋安装加工检验批质量验收记录 010602(4)、020102(4)	BR		√	√	

序号	质量控制点检查、检测项	执行标准	质量记录名称	记录格式文本号	等级划分	业主单位	监理单位	施工单位	备注
5	预埋件安装	GB50204-2015	中心线位置、水平高差（见表四）	隐蔽工程检查记录 SH/T 3503-J111	AWR	√	√	√	

表 14-4 钢筋加工允许偏差

序号	项目	允许偏差 (mm)	检验方法
1	受力钢筋顺长度方向全长的净尺寸	± 10	钢尺检查
2	弯起钢筋的弯折位置	± 20	钢尺检查
3	箍筋内净尺寸	± 5	钢尺检查

表 14-5 钢筋加工允许偏差

序号	项目	允许偏差 (mm)	检验方法
1	受力钢筋顺长度方向全长的净尺寸	± 10	钢尺检查
2	弯起钢筋的弯折位置	± 20	钢尺检查
3	绑扎钢筋网	长、宽	± 10
		网眼尺寸	± 20
4	绑扎钢筋骨架	长	± 10
		宽、高	± 5
5	受力钢筋	间距	± 10
		排距	± 5
		保护层厚度 / 板、墙、壳	± 3
6	板扎箍筋、横向钢筋间距	± 20	钢尺连续三挡取最大
7	钢筋弯起点位置	20	钢尺检查

表 14-6 预埋件检查偏差控制

序号	项目	允许偏差 (mm)	检验方法
1	中心线位置	5	钢尺检查
2	水平高差	3	钢尺和塞尺检查

### 三、质量检验

#### （一）原材料验收：

钢筋进场时，应按国家现行相关标准的规定抽取试件作力学性能检验和重量偏差检验，检验结果必须符合有关标准的规定。

#### （二）钢筋加工：

1. 当发现钢筋脆断、焊接性能不良或力学性能显著不正常等现象时，应对该批钢筋进行化学成分检验或其他专项检验。

2. 受力钢筋弯钩和弯折：HPB235 级钢筋末端应作 180° 弯钩，其弯弧内直径 ≥ 钢筋直径的 2.5 倍，弯钩的弯后平直部分长度 ≥ 钢筋直径的 3 倍；当设计要求钢筋末端需作 135° 弯钩时，HRB335 级、HRB400 级钢筋的弯弧内直径 ≥ 钢筋直径的 4 倍，弯钩的弯后平直部分长度应符合设计要求；钢筋作 ≤ 90° 的弯折时，弯折处的弯弧内直径 ≥ 钢筋直径的 5 倍。

3. 箍筋末端弯钩：除焊接封闭环式箍筋外，箍筋的末端应做弯钩，弯钩形式应符合设计要求；当设计无具体要求时，应符合下列规定：箍筋弯钩的弯弧内直径 ≥ 受力钢筋直径；箍筋弯钩的弯折角度：对一般结构，弯折角度 ≥ 90°；对有抗震等要求的结构，弯折角度应为 135°；箍筋弯

后平直部分长度：对一般结构，不宜小于箍筋直径的 5 倍，对有抗震等要求的结构，大于箍筋直径的 10 倍。

#### 四、常见质量通病及防治

表 14-7 常见质量通病及防治

序号	质量问题及质量通病	防治措施
1	钢筋固定不牢固，浇筑时钢筋骨架变形松脱，钢筋移位	1) 钢筋绑扎时，要固定牢固，钢筋的交叉点应采用双根铁丝扎牢，靠近外围两行钢筋的相交点全部扎牢，中间部分可间隔交错扎牢，双向受力的钢筋必须全部扎牢。 2) 浇筑时防止振动棒振动钢筋，以免钢筋移动。 3) 板上要架立马镫人行通道，泵管架空。
2	钢筋离模板距离无法满足混凝土保护层厚度要求	1) 有 M20 的水泥砂浆预制成不同厚度的带铁丝预制垫块，在钢筋底部或者侧面按照图纸保护层厚度要求绑扎垫块，确保钢筋保护层厚度。
2	钢筋骨架绑扎完成后，会出现斜向一方；柱子箍筋接头未错开放置	1) 绑扎时铁丝应绑成八字形，左右绑扎发现箍筋遗漏、间距不对要及时调整好。 2) 柱子箍筋接头必须错开放置。 3) 绑扎前要先检查，绑扎完成后再检查，若有错误应立即纠正。
3	钢筋间距及保护层厚度偏差较大	钢筋安装前认真检查，在施工前对工人进行质量意识教育，并进行技术交底，提前按照要求预制钢筋保护层垫块，保证使用时有足够的强度。
4	墙体拉结筋埋入砼内较深，造成剔除困难，且影响混凝土表面质量和截面尺寸	将锚固筋按照柱模板尺寸下料，并与柱箍筋绑扎牢固，让锚固筋紧贴模板，锚固筋和柱箍筋间加混凝土垫块并绑扎牢固，或采用植筋法，直接植入砼内。
5	外露钢筋被混凝土污染	浇筑混凝土前用塑料布包裹钢筋，在浇筑混凝土时不能碰伤包裹钢筋的塑料布。

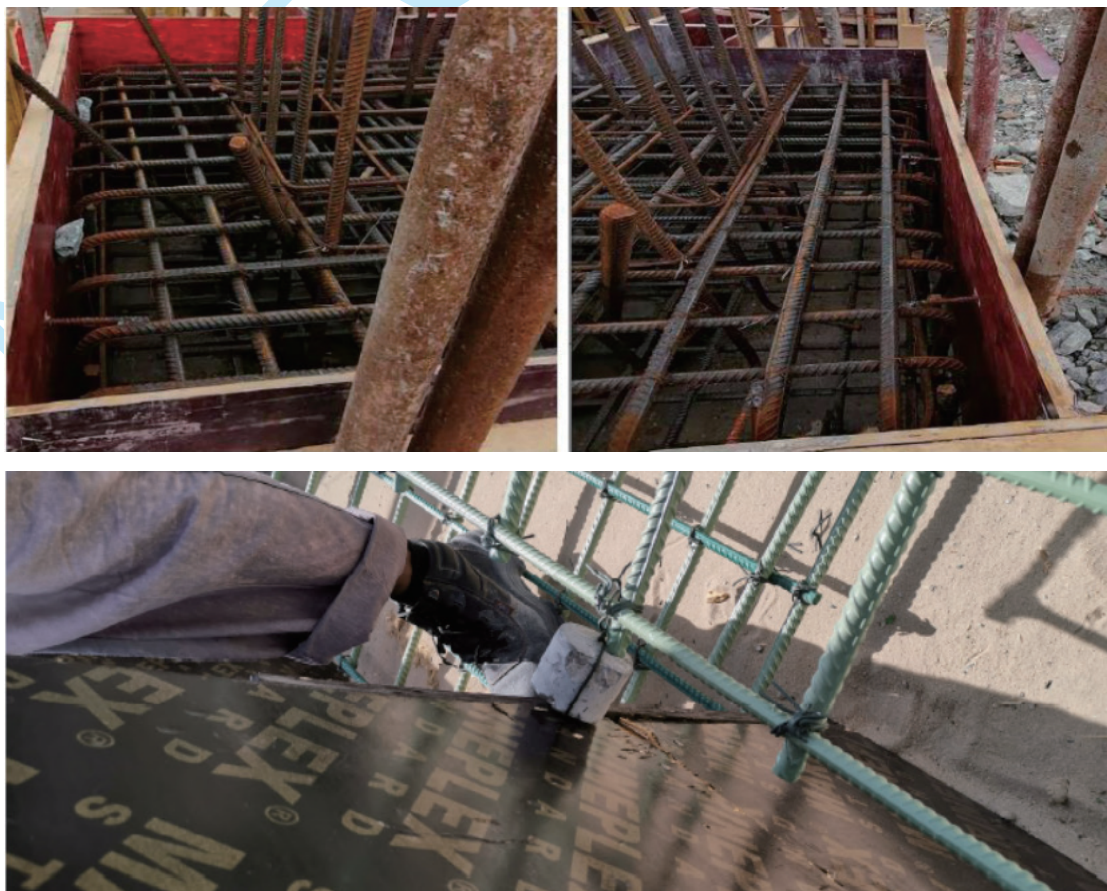


图 14-3 钢筋安装质量通病示意图

### 第三节 预应力工程

#### 一、预应力工程

##### (一) 定义

为了弥补混凝土过早出现裂缝，在构件使用以前，预先给混凝土一个预压力，即在混凝土的受拉区内，用人工加力的方法，将钢筋进行张拉，利用钢筋的回缩力，使混凝土受拉区预先受压力。在构件承受外荷载产生拉力时，首先抵消受拉区混凝土中储存下来的预压力，然后随着荷载的增加，才使混凝土受拉，这就限制了混凝土的伸长，延缓或不使裂缝出现。预应力根据张拉先后可分为先张法和后张法。先张法主要以工厂化加工为主，不做介绍。本文以后张法中有粘结和无粘结作为重点加以介绍。

##### (二) 施工流程

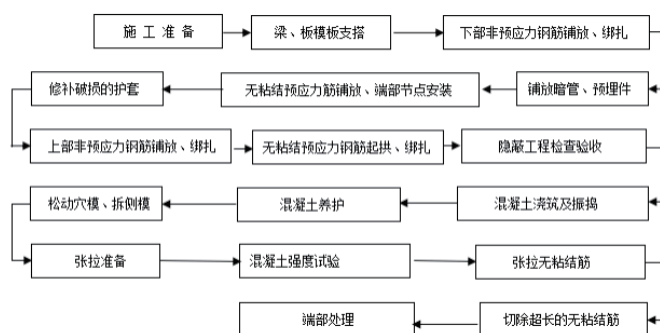


图 14-4 无粘结预应力工艺

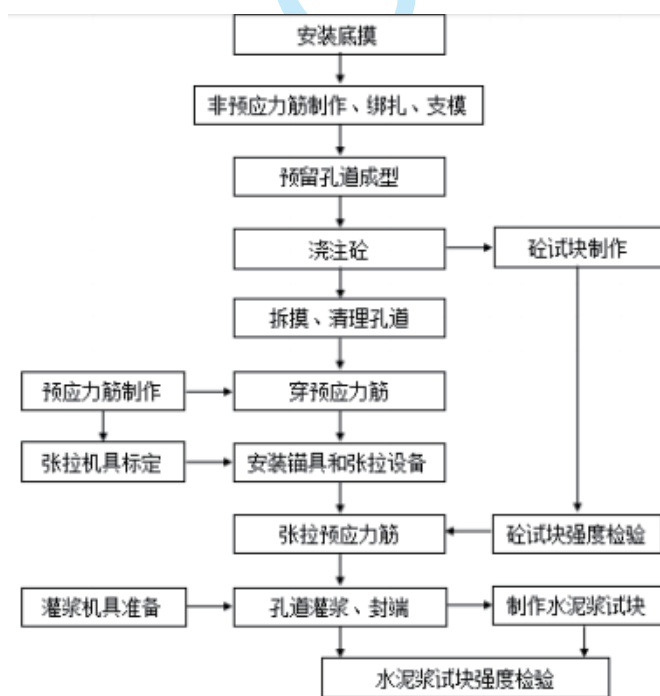


图 14-4 有粘结预应力工艺

### (三) 主要执行标准

GB50300 《建筑工程施工质量验收统一标准》  
GB50204 《混凝土结构工程施工质量验收规范》  
GB50666 《混凝土结构工程施工规范》  
GB/T5223 《预应力混凝土用钢丝》  
GB/T5224 《预应力混凝土用钢绞线》  
GB/T20065 《预应力混凝土用螺纹钢筋》  
GB/T21073 《环氧涂层七丝预应力钢绞线》  
GB/T14370 《预应力筋用锚具、夹具和连接器》  
YB/T156 《中强度预应力混凝土用钢丝》  
JG161 《无粘结预应力钢绞线》  
JGJ85 《预应力筋用锚具、夹具和连接器应用技术规程》  
JGJ92 《无粘结预应力混凝土结构技术规程》  
JGJ46 《施工现场临时用电安全技术规范》  
JGJ80 《建筑施工高处作业安全技术规范》  
JGJ130 《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》  
JT/T529 《预应力混凝土桥梁用塑料波纹管》  
JG225 《预应力混凝土用金属波纹管》

### 二、主要控制环节

表 14-8 主要工序三级控制点

序号	质量控制点检查、检测项	执行标准	质量记录名称	记录格式文本号	等级划分	业主单位	监理单位	施工单位	备注
1	预应力筋、锚具、夹具、连接器等外观检查	GB/T5223 GB/T5224 GB/T20065 YB/T156 等	进行外观检查，并按国家现行相关标准的规定抽取试件作抗拉强度、伸长率检验。检查原材料出厂合格证和复试报告		B		√	√	
2	预应力筋、锚具、夹具进场检查等	GB/T14370 JGJ85	进行外观检查，并按国家现行相关标准的规定检验。检查原材料出厂合格证和复试报告		B		√	√	
3	预应力成孔管道进场检查	JT/T529 JG225	进行外观检查，并按国家现行相关标准的规定检验。检查原材料出厂合格证和复试报告。		B		√	√	
4	张拉机具	JGJ85 GB/T14370	张拉机具进行标定和配套校验。		B		√	√	
5	混凝土配合比	GB50204	检查混凝土配合比试验报告。		B		√	√	
6	预应力筋制作	GB50204 JGJ85	张拉前预应力筋下料长度计算准确。		C			√	
7	预应力筋铺设、锚固	JGJ85	控制钢筋锚头的高、宽等参数和钢筋锚后的外观质量检查，确保预应力筋铺设位无偏差且符合设计要求。		C			√	

序号	质量控制点检查、检测项	执行标准	质量记录名称	记录格式文本号	等级划分	业主单位	监理单位	施工单位	备注
8	预应力筋、非预应力筋、预埋件隐蔽工程	GB50204 JGJ85	按图施工, 保证预应力筋、非预应力筋品种、规格、数量必须符合设计要求, 控制预埋件位置正确。		B		√	√	
9	混凝土试压强度	GB50204	混凝土试压报告应满足设计要求。		B		√	√	
10	预应力筋张拉质量	GB50204	钢筋张拉时应控制张拉力和张拉伸长值, 同时张拉力应满足设计要求, 实际张拉值与理论伸长值比较应控制在允许范围内。		B		√	√	
11	预应力筋外露长度、锚具内缩量	GB50204	锚固完成后, 用砂轮切割机对称放张钢筋且钢筋外露长度不小于30mm。锚具内缩量须符合规范要求。		B		√	√	
12	灌浆质量	GB50204	控制灌浆原材料, 孔道内灌浆应饱满、密实, 强度符合要求。		B		√	√	
13	预应力筋锚具封闭质量	GB50204	锚具的全封闭防水保护措施应符合设计和规范要求。		B		√	√	

### 三、质量检验

#### (一) 设备、材料的质量检验

##### 1. 设备的检验

1.1 预应力工程设备及机具进场时, 设材人员、技术人员、质检人员要进行外观和机械性能等检查。预应力张拉设备要有校验记录, 计量设备及机具要在校验周期内。(标定期限不应超过半年, 张拉次数不应超过300)。

1.2 所有设备及机具等进场后, 要进库或者采取防雨措施。

1.3 选择合理的张拉设备, 通过磨阻试验确保预应力张拉符合设计要求。

##### 2. 材料的检验应按下表验收

表 14-9 材料检验报

类别	序号	检查项目	质量标准
主控项目	1	预应力筋力学性能	预应力筋进场时, 应按 GB/T 5224 等规定抽取试件作力学性能检验, 其质量必须符合现行有关标准的规定
	2	孔道灌浆用水泥和外加剂质量	应符合现行有关标准的规定
	3	无粘结预应力筋的涂包质量	应符合无粘结预应力钢绞线标准的规定
	4	锚具、夹具和连接器的性能	应按设计要求采用, 其性能应符合 GB/T 14370 等的规定
一般项目	1	预应力筋外观质量	有粘结预应力筋展开后应平顺, 不得有弯折, 表面不应有裂纹、小刺、机械损伤、氧化铁皮和油污等; 无粘结预应力筋护套应光滑, 无裂缝, 无明显褶皱
	2	预应力筋用锚具、夹具和连接器外观质量	表面应无污物、锈蚀、机械损伤和裂纹
	3	金属螺旋管的尺寸和性能	应符合设计要求和 JG/T 3013 的规定
	4	金属螺旋管外观质量	内外表面应清洁, 无锈蚀, 不应有油污、孔洞和不规则的褶皱, 咬口不应有开裂或脱扣



2.1 预应力筋其品种、规格、直径，必须符合设计要求及国家标准，应有合格证、出厂质量证明书和进场复试报告。

2.2 预应力筋的锚具、夹具和连接器：常用的有锥形锚、镦头锚、钢筋螺纹锚具、OVM 锚具等应符合设计及应用技术规程的要求，应有出厂合格证，进入施工现场应按《预应力筋用锚具、夹具和连接器》GB/T14370 的规定进行外观质量验收、硬度检验和组装件的静载试验。

2.3 后张有粘结预应力筋成孔管道进场时，应进行径向刚度和抗渗漏性能检验，其检验结果应符合相关标准的规定。

2.4 预应力筋等材料在运输、存放、加工、安装过程中，应采取防止其损伤、锈蚀或污染的保护措施，并应符合下列规定：有粘结预应力筋展开后应平顺，不应有折痕，表面不应有裂纹、小刺、机械损伤、氧化铁皮和油污等；预应力筋用锚具、夹具、连接器和锚垫板表面应无污物、锈蚀、机械损伤和裂纹；后张法有粘结用成孔管道内外表面应清洁，无锈蚀，不应有油污、孔洞和不规则的褶皱，咬口不应有开裂或脱落。

2.5 灌浆用的水泥不得低于 32.5 级、普通硅酸盐水泥应对其品种、级别、出厂日期等进行检查，并对其强度、安定性及其他必要的性能指标进行复验。其质量必须符合国家标准的规定。且符合中国化学工程集团有限公司施工工艺标准（CNCEC-J0402065-2018）

#### 2.6 无粘结筋制作及要求

（1）制作无粘结筋应通过专用设备涂包防腐润滑脂和塑料套管。

（2）无粘结筋用钢丝、钢绞线、不允许有死弯，有死弯必须切断。钢丝应为通长，严禁有接头。

（3）无粘涂料层、包结筋钢材、裹层质量要求及检验方法见下表。

表 4-10 无粘涂料层、包结筋钢材、裹层质量检验表

名称	项目	质量标准	检测方法
涂料层（建筑油脂）	外观每米用量	饱满，不漏涂，厚度均匀	目测：每批抽样两组，每组三根 1m 长，每根称重后，将塑料皮剖开，用机油洗净，分别对钢丝或钢绞线及塑料套管称重，然后计算平均油脂重量，称重用天平。
包裹层（高压聚乙烯）	外观壁厚每米用量	光滑，破损率不超过 3% 均匀，厚 0.8 ~ 1.2mm 不低于 0.03 kg	目测：每批抽样三组，每组三根 1m 长，用千分尺测量，测点选最薄和最厚处。每根测点不少于 2 处，取其平均值，然后用天平称重计算平均重量。
钢丝（钢绞线）	力学性能复试	抗拉强不小于 1570N/mm <sup>2</sup> ，延伸率不小于 4%（抗拉强不小于 1470N/mm <sup>2</sup> ，延伸率不小于 4%）	检查试验报告

2.7 所有材料进场后，相关人员要进行外观等检查，并按规定取样复试，复试合格后才能使用。材料要分类标识、堆码整齐，采取防潮、防雨措施。

#### （二）预应力筋的制作与安装

##### 1. 预应力筋的制作与安装应按下表进行控制

表 14-11 预应力筋的制作与安装控制表

类别	序号	检查项目	质量标准
主控项目	1	预应力筋品种、级别、规格和数量	预应力筋安装时其品种、级别、规格、数量必须符合设计要求。
	2	隔离剂	预应力施工时应选用非油质类模板隔离剂，并应避免沾污预应力筋
	3	电火花损伤	施工过程中焊接时应避免电火花损伤预应力筋；受损伤的预应力筋应予以更换
一般项目	1	预应力筋下料	预应力筋应采用砂轮锯或切断机切断，不得采用电弧切割；当钢丝束两端采用 镦头锚具时，同一束中各根钢丝长度的极差不应大于钢丝长度的 1/5000，且不应大于 5mm。当成组张拉长度不大于 10m 的钢丝时，同组钢丝长度的极差不得大于 2mm
	2	预应力筋端部锚具的制作质量	挤压锚具制作时压力表油压应符合操作说明书的规定，挤压后预应力筋外露应露出挤压套筒 1mm ~ 5mm；钢绞线压花锚成形时，表面应清洁、无油污，梨形头尺寸和直线段长度应符合设计要求；钢丝镦头的强度不得低于钢丝强度标准值的 98%

## 2 预应力筋的制作与安装施工过程中应注意质量问题

### 2.1 无粘结

2.1.1 无粘结筋的下料长度应按设计和施工工艺计算确定，当预应力筋需要 代换时，应进行专门计算，并应经原设计单位确认。

2.1.2 制作挤压锚具时应遵守专项操作规定。在完成挤压后，检查护套是否正好与挤压锚具头贴紧靠拢。在使用连体锚作为张拉锚具时，必须加套颈管，并切断护套，安装定心穴模。

2.1.3、端模预留孔位置：在张拉端帮模外侧，按施工图所注无粘结筋位置弹线、编号和钻孔。

2.1.4 铺放无粘结筋：通常无粘结筋的配置有单向和双向曲线配置两种，铺放应注意。

2.1.5 预应力筋由专业厂商生产并运至施工现场后，先按要求对聚乙烯护套及其外观进行检查验收，尤其是其端部铁件必须准确无误。待底模安装后，应在模板上标出预应力筋的位置和走向，以便于可靠 固定锚具垫板。

2.1.6 为保证无粘结筋的曲线矢高位置固定的要求，预应力筋铺放前，应设铁马凳，以控制无粘结 筋的曲率，一般每隔 1m 设一马凳，用  $\Phi 12$  的钢筋制作。马凳的高度根据设计要求确定。跨中处可不设马凳，直接绑扎在底筋上。预应力筋铺放时，应注意保持其平行走向，防止相互扭绞。

2.1.7 双向曲线配置时，必须事先编序，还应注意无粘结筋的铺放顺序。为避免铺放时穿筋，施工 前必须进行人工或电算编序。例如：将各向无粘结筋的交叉点处的标高（从板底至无粘结筋上皮的 高度）标出，对各交叉点相应的两个标高分别进行比较，若一个方向某一筋的各点标高均分别低于与其 相交的各筋相应点标高时，则此筋就可以先放置。按此规律找出铺放顺序。按此顺序，在非预应力筋底筋绑完后，将无粘结筋铺放在模板中。

2.1.8 当无粘结筋与预埋电线管发生位置矛盾时，后者应予避让。

2.1.9 在施工中无粘结筋的护套如有破损，应对破损部位用塑料胶带包缠修补。

2.1.10 端部节点安装：无粘结筋张拉端均设承压板且与予应力筋垂直，承压板和穴模应与端模紧密固 定。安装中应防止由于承压板端面倾斜造成张拉油缸与承压板互不垂直，而影响张拉正常进行。穴模外 端面与端模之间应加泡沫塑料垫片，防止漏浆。对于固定端挤压式锚具的承压板应



与挤压锚固头贴紧并固定牢固。

2.1.11 无粘结筋绑扎：检查塑料保护套筒无损坏后。将软塑料管两端分别绑在保护套筒和无粘结筋上，并按设计要求标高将无粘结筋绑在端部非预应力筋或附加筋上，绑扎时，应保护无粘结筋与锚环轴线重合，并垂直于承压板，以利张拉时锚环能顺利拉出板端。

2.1.12 起拱：绑完非预应力筋后，按施工图中无粘结筋的设计编号位置，将无粘结筋理直，找正各筋曲线高度控制点下面的马凳位置并绑牢。

2.1.13 混凝土浇筑及振捣：①无粘结筋组装件铺放完毕后，应由施工单位、质量检查部门，会同监理单位等相关单位联合进行隐检验收，当确认合格后，浇筑混凝土。②混凝土浇筑时，严禁踏压马凳及防止触动锚具，确保无粘结筋及锚具的位置准确。③张拉端及锚固端混凝土应认真振捣，严禁过振、漏振，避免出现蜂窝麻面，保证其密实性，同时严禁触碰张拉端塑料套筒，避免由于套筒脱落破坏而影响张拉进行。

2.1.14 无粘结筋用的钢丝、钢绞线，不允许有死弯，见死弯必须切断。成型中每根钢丝、钢绞线应为通长，严禁有接头。在现场搬运和铺设过程中，不应损伤其塑料护套。当出现轻微破损时，应及时采用防水胶带封闭；严重破损的不得使用。

2.1.15、预应力筋制作或安装时，不应用接地线，并应避免焊渣或接地电火花的损伤。

## 2.2 有粘结

成孔管道的方式有钢管抽芯、胶管抽芯和波纹管成孔，根据预应力筋安装的时间分为先穿束、后穿束。

2.2.1 成孔管道的连接应密封，并应符合下列规定：

2.2.1.1 圆形金属波纹管接长时，可采用大一规格的同波型波纹管作为接头管，接头管长度可取其内径的3倍，且不宜小于150mm，两端旋入长度宜相等，且接头管两端应采用防水胶带密封，并预留锚外不少于10cm的总下料长度；优先考虑钢带现场制作，避免产生过多接头。完成后应进行灌水试验，合格后并封闭，振捣时应注意保护。张拉前启封，并采用高压空气吹净。

2.2.1.2 塑料波纹管接长时，可采用塑料焊接机热熔焊接或采用专用连接管。

2.2.1.3 钢管连接可采用焊接连接或套筒连接。

2.2.2 预应力筋或成孔管道应按设计规定的形状和位置安装，并应符合下列规定：

2.2.2.1 预应力筋或成孔管道应平顺，并与定位钢筋绑扎牢固。定位钢筋直径不宜小于10mm，间距不宜大于1.2m，板中无粘结预应力筋的定位间距可适当放宽，扁形管道、塑料波纹管或预应力筋曲线曲率较大处的定位间距，宜适当缩小。

2.2.2.2 凡施工时需要预先起拱的构件，预应力筋或成孔管道宜随构件同时起拱。

2.2.2.3 预应力筋或成孔管道控制点竖向位置偏差应符合下表的规定。

表 14-12 预应力筋或成孔管道控制点竖向位置偏差

构件截面高(厚度) $h$ (mm)	$h \leq 300$	$300 < h \leq 1500$	$h > 1500$
允许偏差 (mm)	$\pm 5$	$\pm 10$	$\pm 15$

2.2.2.4 预留孔道的内径宜比预应力束外径及需穿过孔道的连接器外径大 6mm ~ 15mm, 且孔道的截面面积宜为穿入预应力束截面面积的 3 倍 ~ 4 倍。

2.2.2.5 当有可靠经验并能保证混凝土浇筑质量时, 预应力孔道可水平并列贴紧布置, 但每一并列束中的孔道数量不应超过 2 个。

2.2.2.6 预应力孔道应根据工程特点设置排气孔、泌水孔及灌浆孔, 排气孔可兼作泌水孔或灌浆孔, 并应符合下列规定:

① 当曲线孔道波峰和波谷的高差大于 300mm 时, 应在孔道波峰设置排气孔, 排气孔间距不宜大于 30m。

② 当排气孔兼作泌水孔时, 其外接管伸出构件顶面高度不宜小于 300mm。

2.2.2.7 预应力筋的下料长度应按设计和施工工艺计算确定。下料时用砂轮锯切割, 禁止电、气焊切割, 以防热损伤。当预应力筋需要代换时, 应进行专门计算, 并应经原设计单位确认。

2.2.2.8 穿预应力筋穿筋前, 应检查钢筋 (或束) 的规格、数量、总长是否符合要求。穿筋时, 带有端杆螺丝的预应力筋, 应将丝扣保护好, 以免损坏。钢筋束或钢丝束应将钢筋或钢丝顺序编号, 并套上穿束器。先把钢筋或穿束器的引线由一端穿入孔道, 在另一端穿出, 然后逐渐将钢筋或钢丝束拉出到另一端。

2.2.2.9 钢绞线可单根或整束穿入孔道, 穿束前应用压力水冲洗孔内杂物, 观察有无串孔现象, 再用风压机吹干孔内水分。采用单根穿入时, 应按一定的顺序进行, 以免钢绞线在孔道内紊乱。采用整束穿入时, 钢绞线应排列理顺, 并间隔 1.5m 用铁丝捆扎编束, 并用铁丝扎牢穿入。同一束钢绞线应顺畅不扭结。

2.2.2.10 安装锚具及张拉设备: 安装锚具及张拉设备时, 对直线预应力筋, 应使张拉力的作用线与孔道中心线在张拉过程中相互重合; 对曲线预应力筋, 应使张拉力的作用线与孔道末端中心点的切线相互重合。锚垫板、局部加强钢筋和连接器应根据设计要求的位置和方向安装牢固, 并应符合下列规定:

2.2.2.11 锚垫板的承压面应与预应力筋或孔道曲线末端的切线垂直。预应力筋曲线起始点与张拉锚固点之间的直线段最小长度应符合下表的规定。

表 14-13 预应力筋曲线起始点与张拉锚固点之间的直线段最小长度

预应力筋张拉力 (kN)	< 1500	1500 ~ 6000	> 6000
直线段最小长度 (mm)	400	500	600

2.2.2.12 采用连接器接长预应力筋时, 应全面检查连接器的所有零件, 并按产品技术手册要求操作。

2.2.2.13 内埋式固定端锚垫板不应重叠, 锚具与锚垫板应贴紧。

(三) 预应力筋的张拉封锚与放张



表 14-14 预应力筋的张拉、封锚、放张应按下表进行控制

类别	序号	检查项目	质量标准
主控项目	1	预应力筋断裂或滑脱	张拉过程中应避免预应力筋断裂和滑脱。当发生断裂或滑脱时，必须符合下列的规定： 1、对后张法预应力结构构件，断裂或滑脱的数量严禁超过同一截面预应力筋总根数的 3%，且每束钢丝不得超过一根；对多跨双向连续板，其同一截面应按每跨计算。 2、对先张法预应力构件，在浇筑混凝土前发生断裂或滑脱的预应力筋必须予以更换。
	2	张拉、放张时的混凝土强度	应符合设计要求；当设计无具体要求时，不应低于设计的混凝土立方体抗压强度标准的 75%
	3	孔道灌浆质量	孔道内水泥浆应饱满、密实
	4	锚具的封闭保护	应符合设计要求和 GB 50204 的规定
	5	张拉力、张拉或放张顺序及张拉工艺	应符合设计及施工方案的要求，并符合 GB 50204 的规定
	6	实际预应力值控制	实际建立预应力值与工程设计规定检验值相对允许偏差为 $\pm 5\%$
一般项目	1	锚固阶段张拉端预应力筋的内缩量	应符合设计要求和 GB 50204 的规定
	2	位置偏差	先张法预应力筋张拉后与设计位置的偏差 $\leq 5\text{mm}$ ，且 $\leq$ 构件截面短边边长的 4%
	3	预应力筋外露部分	宜采用机械方法切割，其外露长度不宜小于预应力筋直径的 1.5 倍，且不宜小于 30mm
	4	灌浆用水泥浆的水灰比和泌水率	灌浆用水泥浆的水灰比不应大于 0.45，搅拌后 3h 泌水率不宜大于 2%，且不应大于 3%。泌水应在 24h 内全部重新被水泥浆吸收
	5	灌浆用水泥浆的抗压强度 $a$	不应小于 30 N/mm <sup>2</sup>

## 1. 张拉设备和压力表应符合下列规定

1.1 压力表的量程应大于张拉工作压力读值。压力表的精确度等级不应低于 1.6 级。

1.2 标定张拉设备用的试验机或测力计的测力示值不确定度，不应大于 1.0%。

1.3 张拉设备标定时，千斤顶活塞的运行方向应与实际张拉工作状态一致。

2. 后张预应力筋应根据设计和专项施工方案的要求采用一端或两端张拉。采用两端张拉时，宜两端同时张拉，也可一端先张拉，另一端补张拉。当设计无具体要求时，应符合下列规定：有粘结预应力筋长度不大于 20m 时，可一端张拉，大于 20m 时，宜两端张拉；预应力筋为直线形时，一端张拉的长度可延长至 35m。无粘结预应力筋长度不大于 40m 时，可一端张拉，大于 40m 时，宜两端张拉，无粘结筋曲线配置或长度大于 24m 采用两端张拉法时，两台设备张拉速度应保持一致。

3. 预应力筋的张拉顺序应符合设计要求，并应符合下列规定：

3.1 应根据结构受力特点、施工方便及操作安全等因素确定张拉顺序。

3.2 预应力筋宜按均匀、对称的原则张拉。

3.3 现浇预应力混凝土楼盖，宜先张拉楼板、次梁的预应力筋，后张拉主梁的预应力筋。

3.4 对预制屋架等平卧叠浇构件，应从上而下逐榀张拉。

4. 预应力筋张拉中应避免预应力筋断裂或滑脱。对后张法预应力结构构件，当发生断裂或滑脱时，断裂或滑脱的数量严禁超过同一截面预应力筋总根数的 3%，且每束钢丝不得超过一根；对多跨双向连续板，其同一截面应按每跨计算。

### 5. 预应力筋的张拉操作要领:

5.1 预应力筋张拉时, 应从零拉力加载至初拉力后, 量测伸长值初读数, 再以均匀速率加载至张拉控制力。塑料波纹管内的预应力筋, 张拉力达到张拉控制力后宜持荷 2min ~ 5min

5.2 预应力值校核 中国化学工程集团有限公司施工工艺标准 CNCEC-J0402065 — 2018 8 5.3 预应力钢筋的张拉力, 一般采用油压表控制、伸长值校核。预应力筋张拉锚固后实际建立的 预应力值与工程设计规定检验值的相对允许偏差为  $\pm 5\%$ 。

5.4 预应力筋张拉时, 应对张拉力、压力表读数、张拉伸长值、锚固回缩及异常情况处理等作出详细记录。

5.5 锚固区的防护必须有充分防锈和防水的保护措施, 严防水气进入, 锈蚀锚具或预应力筋。应将 锚具预先埋入混凝土构件内, 待张拉后, 切去多余无粘结筋 (必须用砂轮锯, 不得用电弧或氧乙炔焰), 使无粘结筋切断后露出锚具夹片外的长度不宜小于预应力筋直径的 1.5 倍, 且不小于 30mm。切割完后, 用环氧树脂掺标准砂配制砂浆或混凝土予以堵封。

5.6 锚固阶段张拉端预应力筋的内缩量应符合设计要求。当设计无具体要求时, 应符合下表规定

表 14-15 锚固阶段张拉端预应力筋的内缩量要求

锚具类别		内缩量限值 (mm)
支承式锚具 (螺母锚具、镦头锚具等)	螺帽缝隙	1
	每块后加垫板的缝隙	1
夹片式锚具	有顶压	5
	无顶压	8 ~ 10

5.7 锚具的全封闭防水保护措施应符合设计要求, 当设计无要求时, 外露锚具和预应力筋的混凝土 保护层厚度不小于: 一类环境时 20mm, 二 a、二 b 类环境时 50mm, 三 a、三 b 类环境时 80mm。

5.8 有粘结筋张拉完毕后, 应填写施加预应力表格, 且操作人员签名备查。归档资料有: 高强钢丝 或钢绞线、锚夹具钢材出厂证明及力学性能复试报告; 有粘结预应力筋及锚夹具合格证明; 传感器、配套油泵千斤顶标定试验单; 有粘结筋张拉伸长值记录。

### 6. 孔道灌浆:

6.1 灌浆前孔道应压力水清洗干净, 灌浆用的水泥浆应过筛, 在灌浆过程中应不断搅拌, 以免沉淀析水, 同时检查灌浆孔、出气孔是否与预应力筋孔道连通, 否则, 应事先处理。

6.2 预应力筋张拉完后应尽早进行孔道灌浆, 以减少预应力损失。孔道灌浆应采用标号不低于 32.5 级的普通硅酸盐水泥配置的水泥浆或灌浆料; 对孔隙大的孔道, 可采用砂浆灌浆。水泥浆中可掺入对预应力筋无腐蚀作用的外加剂。一般可掺入 0.05% ~ 0.1% 的铝粉或 0.25% 的木质素磺酸钙减水剂。

6.3 灌浆顺序应先下后上, 待排气孔冒出浓浆后即堵死排气孔, 再继续压浆至 0.4—0.6MPa, 保持 1 ~ 2min 后, 即可堵塞灌浆孔。



6.4 灌浆用水泥浆的制备及使用，应符合下列规定：

6.4.1 水泥浆宜采用高速搅拌机进行搅拌，搅拌时间不应超过 5min。

6.4.2 水泥浆使用前应经筛孔尺寸不大于 1.2mm × 1.2mm 的筛网过滤。

6.4.3 搅拌后不能在短时间内灌入孔道的水泥浆，应保持缓慢搅动。

6.4.4 水泥浆应在初凝前灌入孔道，搅拌后至灌浆完毕的时间不宜超过 30min。

6.5 灌浆施工应符合下列规定：

6.5.1 宜先灌注下层孔道，后灌注上层孔道。

6.5.2 灌浆应连续进行，直至排气管排除的浆体稠度与注浆孔处相同且没有出现气泡后，再顺浆体流动方向依次封闭排气孔；全部出浆口封闭后，宜继续加压 0.5MPa ~ 0.7MPa，并应稳压 1min ~ 2min 后 封闭灌浆口。

6.5.3 当泌水较大时，宜进行二次灌浆和对泌水孔进行重力补浆。

6.5.4 因故中途停止灌浆时，应用压力水将未灌注完孔道内已注入的水泥浆冲洗干净。

6.6 真空辅助灌浆时，孔道抽真空负压宜稳定保持为 0.08MPa ~ 0.10MPa。

6.7 压浆前应浇筑封端混凝土或端部防护处理，并注意混凝土养护。

7. 后张法有粘结预应力筋穿入孔道及其防护，应符合下列规定：

7.1 对采用蒸汽养护的预制构件，预应力筋应在蒸汽养护结束后穿入孔道。

7.2 预应力筋穿入孔道后至孔道灌浆的时间间隔不宜过长，当环境相对湿度大于 60% 或处于近海环境时，不宜超过 14d；当环境相对湿度不大于 60% 时，不宜超过 28d。

7.3、当不能满足规定时，宜对预应力筋采取防锈措施。

8. 施加预应力时，混凝土强度应符合设计要求，且同条件养护的混凝土立方体抗压强度，应符合下列规定：

8.1 不应低于设计混凝土强度等级值的 75%。

8.2 不应低于锚具供应商提供的产品技术手册要求的混凝土最低强度要求。

8.3 后张法预应力梁和板，现浇结构混凝土的龄期分别不宜小于 7d 和 5d。

9. 预应力筋张拉后，孔道应尽快灌浆。用连接器连接的多跨连续预应力筋的孔道灌浆应张拉完一跨随即灌浆一跨，不应在各跨全部张拉完毕后一次连续灌浆。

#### 四、常见质量通病防治

表 14-15 常见质量通病表

序号	现象和问题	图片	原因	防治措施
1	锚后混凝土开裂		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 锚下混凝土浇筑不实，养护不到位。</li> <li>2. 锚固时混凝土未达到设计值。</li> <li>3. 锚固时加强筋设置不当，混凝土受过大拉力。</li> <li>4. 加强筋保护层厚度不足。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 浇筑过程中专人监督指导，保证混凝土不漏振，不过振，振捣密实</li> <li>将锚固后开裂的混凝土剔除，用高标号混凝土补强并留置试块，待试件强度达到要求后再重新张拉。</li> <li>2. 对于压浆后出现的混凝土裂缝应由设计人员根据图纸和施工记录分析原因，提出处理建议。</li> </ol>
2	预应力筋张拉过程中滑丝，异响		<p>异响</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 锚具、限位板、千斤顶安装不到位，中心线不重合。</li> <li>2. 钢丝束被混凝土浆粘结。</li> </ol> <p>发生断丝、滑丝</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 钢绞线、钢丝束表面生锈或粘有杂物。</li> <li>2. 锚具安装后没有及时张拉，孔内生锈或粘有杂物。</li> <li>3. 锚具质量问题、夹片安装不规范、张拉机具、钢绞线质量问题。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 加强检查、清除粘结混凝土。</li> <li>2. 清除预应力筋表面浮锈及杂物。</li> <li>3. 锚具安装后要及时张拉，最好边安装边张拉，清除孔内锈迹及杂物并在夹片或锚环孔内抹黄油等防护材料。</li> <li>4. 严控材料进场检查。</li> <li>5. 保证夹片安装同步跟进。</li> <li>6. 确保机具符合锚具厂家的技术要求。</li> </ol>
3	张拉断丝		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 预应力筋存在质量缺陷，应力集中于一点。</li> <li>2. 工具夹片磨损造成个别钢丝承载力过大。</li> <li>3. 电弧擦伤使其脆断。</li> <li>4. 限位器尺寸过小。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 严控材料进场质量检查。</li> <li>2. 焊接时注意对预应力筋的防护。</li> <li>3. 定期检查限位器磨损情况。</li> </ol>
4	混凝土堵塞波纹管		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 安装时波纹管本身破损、接头未处理好、施工其他工序时造</li> <li>2. 成管道破坏且未检查修补。</li> <li>3. 浇筑过程中波纹管破损、脱节，进浆堵管。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 穿管时严格检查保证其没有破损。</li> <li>2. 接头管应有足够长度，同时做好接头部分防护（用胶带等缠紧）。</li> <li>3. 安装钢筋加固模板等其他工序时，防止破坏管道。</li> <li>4. 浇筑振捣时注意对波纹管的保护，禁止振动棒长时间接触波纹管。</li> </ol>

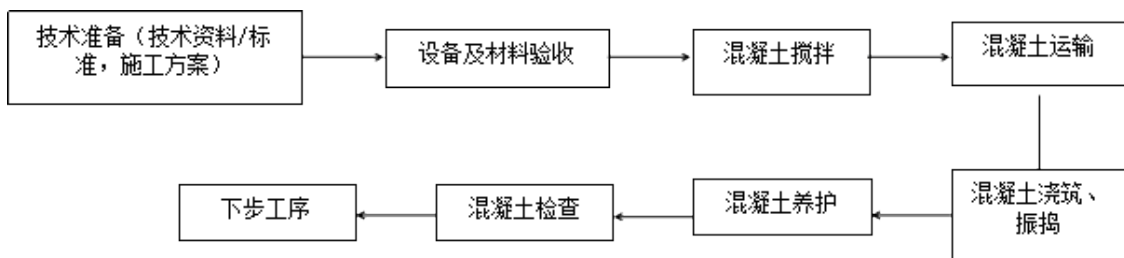
## 第四节 混凝土分项工程

### 一、混凝土工程内容

#### (一) 工程内容

本文适用于工业和民用建筑中混凝土分项工程的施工应用，对混凝土原材料采购验收，混凝土设计配合比及试验项目的委托，商品混凝土的委托，混凝土配料、搅拌，混凝土运输、浇筑、养护等混凝土施工的全过程进行有效控制。

#### (二) 施工流程（如图 1 所示）



#### (三) 主要执行标准

《建筑工程施工质量统一验收标准》GB50300。

《混凝土质量控制标准》GB50164。

《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204。

《混凝土结构工程施工规范》GB50666。

《建筑施工安全技术统一规范》GB50870。

《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ52。

《普通混凝土用水标准》JGJ63。

### 二、混凝土工程主要控制环节

表 14-16 混凝土原材料每盘称量允许偏差（GB/T 14902）

材料名称	允许偏差（mm）
水泥、掺合料	±2%
粗、细骨料	±2%
水、添加剂	±3%

### 三、质量检验

#### (一) 原材料验收：

1. 水泥进厂后必须对安定性和强度进行复验，有要求时应检查其它性能（根据需要可采用快速检验法，预测水泥的 28 天强度，作为生产控制和配合比设计的依据）。

2. 骨料进厂应按批检验颗粒级配、含泥量及粗骨料针、片状颗粒含量及有害物质的含量。

3. 检查要求：水泥进场时应对其品种、级别、包装或散装仓号、出厂日期等进行检查。水泥数量按同一生产厂家、同一品种、同一代号、同一强度等级、同一批号且连续进场的水泥，袋装不超过 200t 为一批，散装不超过 500t 为一批，每批抽样数量不应少于一次。砂、石骨料应按每

400m<sup>3</sup> 或 600t 为一个检验批；外加剂应按每 50t 为一个检验批。

4. 水泥检验方法：检查产品合格证、出厂检验报告和进场复验报告。

#### （二）混凝土搅拌：

1. 混凝土在施工现场搅拌时，要设立混凝土搅拌站集中搅拌混凝土，并指定专人负责。在配料计量及搅拌前由工号工程师填写《混凝土搅拌通知单》。

2. 配料计量：搅拌站操作工根据《混凝土搅拌通知单》和按当天砂、石料的含水率计算每盘混凝土的施工配合比，填入《混凝土搅拌记录》，并严格按施工配合比配料、计量，每盘称量偏差应符合 3.2.2.2 的规定，骨料计量严禁以体积比代替重量比。

3. 计量设备应具有法定计量部门签发的有效检定证书，并应定期校验。搅拌站计量人员每月应自检一次，每班使用前要进行零点校核，确保计量准确。

#### 4. 混凝土搅拌

4.1 搅拌机操作人员严格按《混凝土搅拌通知单》的技术要求进行混凝土搅拌，混凝土拌合物应拌合均匀、颜色一致，不得有泌水和离析现象。

4.2 混凝土搅拌的最短时间应按现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB50164 的规定控制，混凝土搅拌时间应每班检查两次。

4.3 混凝土拌合物应在满足施工要求的前提条件下，尽可能采用较小的塌落度；泵送混凝土拌合物塌落度设计值不宜大于 180mm。

4.4 搅拌站当班搅拌机操作人员对混凝土设计配合比的执行情况，原材料的品种、规格，混凝土的浇筑部位，以及混凝土搅拌质量的检查情况进行记录，并按《混凝土搅拌通知单》的要求留置混凝土试块，填入《混凝土搅拌记录》。

5. 商品混凝土：当合同有约定用商品混凝土时，由项目经理部委托当地有资质的商品混凝土搅拌站进行混凝土的供应，并向商品混凝土站提供混凝土的技术要求。商品混凝土搅拌站负责向混凝土使用单位提供相应的质量证明文件。

#### （三）混凝土运输：

1. 混凝土在运输过程中应保持其均匀性，做到不分层、不离析及混凝土组成成份不发生变化。运输容器要不吸水、不漏浆，以满足施工所需的稠度要求。若有分层、离析现象，应二次搅拌后方能入模。

2. 混凝土运输应减少倒运次数和运输时间，以确保混凝土从出料到浇筑完毕的延续时间，预拌混凝土从搅拌机卸入搅拌运输车至卸料时的运输时间不宜大于 90 分钟；如需要延长运送时间，则应采取相应的有效技术措施（添加适量的抗凝剂）；当采用泵送混凝土时，应能保持混凝土泵机的连续工作，受料斗内应有足够的混凝土，泵送间歇时间不宜超过 15 分钟。

3. 为了保证混凝土的入模温度最高不宜超过 35℃，最低不宜低于 5℃ 的规定，夏季施工混凝土运输应采取适用的降温措施；冬季施工混凝土运输应采取适用的防冻、保温措施。

#### （四）混凝土施工：



1. 混凝土浇筑应重点控制其均匀性和密实性，混凝土运至现场浇筑前应检查混凝土的塌落度；若混凝土拌合物的均匀性和稠度发生较大变化时，应立即停止浇筑，并通知混凝土搅拌站处理。混凝土拌合物入模下料方法应严格执行施工操作规程，自由倾落高度不应超过 2 米，竖向结构浇筑高度超过 3 米时应采用串筒、溜槽或溜管使混凝土下落。

2. 混凝土运输、浇筑及间歇的全部时间不应超过混凝土的初凝时间。同一施工段的混凝土应连续浇筑，并应在底层混凝土初凝之前将上一层混凝土浇筑完毕。当底层混凝土初凝后浇筑上一层混凝土时，应按施工缝的要求进行处理。

3. 混凝土振捣应根据施工对象和混凝土搅拌物的性质，选择适当的振捣器，控制振捣时间和振捣半径，严禁漏振，确保混凝土里实外光。振捣应分层进行，每层混凝土都有充分的振捣。

4. 混凝土浇筑过程中，应尽量避免碰撞、踩踏和碾压钢筋、预埋件，以确保其位置准确。必要时应采取预防措施或指派专人进行监护，发现问题及时处理。

#### （五）混凝土强度试件取样：

混凝土浇筑过程中，应制作标准养护和同条件养护的混凝土试件，试件制作应在混凝土运到浇筑地点时开始计算起 40 分钟内完成；由取样送样员负责进行养护和保管，混凝土试件龄期满 28 天或达到等效养护龄期时及时委托实验室试压，并向监理工程师提供试压报告。

#### （六）混凝土养护：

1. 工号工程师应根据施工对象所处环境、水泥品种、外加剂和混凝土性能，确定养护措施和养护要求，并向养护人员交底。

2. 对于特殊结构（如漏斗、大型复杂的设备基础等）、特殊养护方法（如蒸汽、养护剂、综合蓄热等养护法）、大体积混凝土养护，工号工程师要编写养护作业指导书，施工班组指派专人按照混凝土养护作业指导书进行养护，并做好养护记录。

3. 采用塑料薄膜覆盖养护时，混凝土全部表面应覆盖严密，并应保持膜内有凝结水；采用养护剂养护时，应通过试验检验养护剂的保湿效果。

4. 对混凝土浇筑面，尤其是平面结构，宜边浇筑成型边采用塑料薄膜覆盖保湿。

5. 采用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥或矿渣硅酸盐水泥配制的混凝土，养护时间不应少于 7 天；采用其他品种水泥时，养护时间应根据水泥性能确定。

6. 用缓凝型外加剂、抗渗混凝土、强度等级 C60 及以上的混凝土，不应少于 14 天；后浇带混凝土养护时间不应少于 14 天。

### 四、质量通病及措施

表 14-17 质量通病及措施

序号	质量问题及质量通病	原因分析	整改措施
1	漏筋	1) 钢筋垫块漏放或移位，保护层厚度不够；2) 振捣时振动棒撞击钢筋，钢筋发生移位；3) 混凝土配合比错误发生离析，振捣部位或模板漏浆	凿出胶合不密实部分至混凝土密实部位，表面清理，支护模板，洒水湿润，涂抹混凝土界面剂，用比原混凝土强度高一等级的细石混凝土浇筑密实，养护时间不少于 7 天

序号	质量问题及质量通病	原因分析	整改措施
2	蜂窝	1) 混凝土配合比不正确(浆少石多); 2) 振捣不充分; 3) 模板漏浆	
2	孔洞	1) 骨料粒径过大、钢筋过密; 2) 混凝土出现离析、振捣不实	
3	夹渣	模板内杂物未清理干净	
4	疏松	混凝土出现离析、振捣不实	
5	裂缝	振捣不实、养护不到位	注浆封闭处理

## 第五节 混凝土结构工程现浇结构分项工程

### 一、现浇结构分项工程内容

#### (一) 工作内容

现浇结构分项工程以模板、钢筋、预应力、混凝土四个分项工程为依托,是拆除模板后的主体结构实物外观质量、几何尺寸检验等一系列技术工作的总称。是以前四项为基础对前四项成果的检测,控制重点应以控制混凝土浇筑及模板支设这两分项作为重点混凝土浇筑质量及模板支设控制尺寸直接影响外观和尺寸偏差的关键。

现浇结构分项工程可按单位工程的楼层、结构缝或施工段划分检验批进行分项验收。

本节适用于现浇结构体系在基础、主体框架各种混凝土构件及异性构件施工应用。

#### (二) 验收步骤

1. 检查、检测工具符合规定,人员持证上岗或具备检测能力的人员。
2. 按照规范要求项目(砼强度、钢筋保护层的厚度、轴线偏差、楼层标高<净高>;截面尺寸、垂直度、平整度、实施检测和检查,留存好原始记录,并做好现场标识。
3. 现浇结构的质量缺陷处置,按审批后的处置方案执行。现场处理完毕后重新验收
4. 现浇结构验收合格后,标高、轴线、定位标识及数据等应做好现场记录标识,进行下道工序或工作面移交。

#### (三) 主要执行标准

GB50300 《建筑工程施工质量验收统一标准》

GB50204 《混凝土结构工程施工质量验收规范》

GB50666 《混凝土结构工程施工规范》

GB/T 50107 《混凝土强度检验评定标准》

GB8076 《混凝土外加剂》

GB175 《通用硅酸盐水泥》

GB/T1596 《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》

GB/T18046 《用于水泥和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》



GB/T14902《预拌混凝土》

JGJ 52《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》

JGJ63《混凝土用水标准》

JGJ/T193《混凝土耐久性检验评定标准》

JGJ/T10《混凝土泵送施工技术规范》

JGJ46《施工现场临时用电安全技术规范》

JGJ80《建筑施工高处作业安全技术规范》

## 二、主要控制环节

1、资料的查验，前期资料（验收记录、检验批、实验、复验报告、混凝土强度检验报告等）应完整。

2、现场现浇结构外观质量的检查验收。

3、现场现浇结构的尺寸偏差的检查验收。

表 14-18 主要工序三级控制点

序号	质量控制点 检查、检测项	执行依据或 准则	质量记录名称	记录 格式 文本 号	等 级 划 分	业 主 单 位	监 理 单 位	施 工 单 位	备 注
1	模板支撑、安装	JGJ162 JGJ130	方案（如有）、承载力、刚度稳定性、预压、支撑点尺寸、预留预埋件位置、平整度、垂直度、拼缝、预拱度		B		√	√	
2	钢筋制作安装	GB50204 GB50666	材料、连接接头复验，间距、规格等或验收记录		B		√	√	
3	模板拆除	GB50204	混凝土强度		B		√	√	
4	混凝土浇筑	GB50204	材料复验、砼配合比报告，振捣、施工缝处理或验收记录		B		√	√	
5	混凝土耐久性	JGJ/T193	试件耐久性的实验报告		B		√	√	
6	现浇结构外观质量	GB50204	观察，检查技术处理方案		B		√	√	
7	现浇结构位置和尺寸偏差	GB50204	量测，检查技术处理方案		B		√	√	
8	基础验收	GB50300	材料复验、混凝土强度试验报告、基础尺寸、位置或验收记录		A	√	√	√	
9	主体验收	GB50300	混凝土强度报告、尺寸、位置或验收记录		A	√	√	√	

### 三、质量检验

#### (一) 外观质量缺陷

现浇结构的外观质量不应有严重缺陷。现浇结构的外观质量根据其对结构性能和使用功能影响的严重程度，一般按下表的规定界定。

表 14-19 现浇结构外观质量缺陷

名称	现象	严重缺陷	一般缺陷	检查方法
露筋	构件内钢筋未被混凝土包裹而外露	纵向受力钢筋有露筋	其他钢筋有少量露筋	观察
蜂窝	混凝土表面缺少水泥砂浆而形成石子外露	构件主要受力部位有蜂窝	其他部位有少量蜂窝	观察
孔洞	混凝土中孔穴深度和长度均超过保护层厚度	构件主要受力部位有孔洞	其他部位有少量孔洞	观察
夹渣	混凝土中夹有杂物且深度超过保护层厚度	构件主要受力部位有夹渣	其他部位有少量夹渣	观察
疏松	混凝土中局部不密实	构件主要受力部位有疏松	其他部位有少量疏松	观察
裂缝	缝隙从混凝土表面延伸至混凝土内部	构件主要受力部位有影响结构性能或使用功能的裂缝	其他部位有少量不影响结构性能或使用功能的裂缝	观察
连接部位缺陷	构件连接处混凝土缺陷及连接钢筋、连接件松动	连接部位有影响结构传力性能的缺陷	连接部位有基本不影响结构传力性能的缺陷	观察及检查验收记录
外形缺陷	缺棱掉角、棱角不直、翘曲不平、飞边凸肋等	清水混凝土构件有影响使用功能或装饰效果的外形缺陷	其他混凝土构件有不影响使用功能的外形缺陷	观察
外表缺陷	构件表面麻面、掉皮、起砂、沾污等	具有重要装饰效果的清水混凝土构件有外表缺陷	其他混凝土构件有不影响使用功能的外表缺陷	观察

具体实施中，外观质量缺陷对结构性能和使用功能等的影响程度，应由监理（建设）单位、施工单位等相关方共同确定。对于具有重要装饰效果的清水混凝土，其装饰效果属于主要使用功能，其表面外形缺陷、外表缺陷确定为严重缺陷

对已经出现的严重缺陷，应由施工单位提出技术处理方案，经监理（建设）单位认可后进行处理。对经处理的部位，应重新检查验收。

#### (二) 现浇结构不应有影响结构性能和使用功能的尺寸偏差。

检查数量：全数检查。检查方法：观察和尺量检查。

尺寸偏差主要包括轴线、标高、平整度、垂直度、构件截面尺寸、预埋件、预留洞位置等这些的尺寸偏差的检验及控制对于工业厂房来说预埋件、预留洞、设备基础应是控制的重点要满足安装工艺的需要允许偏差及检验方法如下表：

表 14-20 预埋件、预留洞、设备基础允许偏差及检验方法


项 目	允许偏差 (mm)	检验方法
轴线位置	整体基础	经纬仪及尺量
	独立基础	
	墙、柱、梁	





项 目			允许偏差 (mm)	检验方法
垂直度	层高	$\leq 6\text{m}$	10	经纬仪或吊线、尺量
		$> 6\text{m}$	12	经纬仪或吊线、尺量
	全高 (H) $\leq 300\text{m}$		$H/3000+20$	经纬仪、尺量
	全高 (H) $> 300\text{m}$		$H/10000$ 且 $\leq 80$	经纬仪、尺量
标高	层高		$\pm 10$	水准仪或拉线、尺量
	全高		$\pm 30$	
截面尺寸	基础		$+15, -10$	尺量
	柱、梁、板、墙		$+10, -5$	尺量
	楼梯相邻踏步高差		6	尺量
电梯井	中心位置		10	尺量
	长、宽尺寸		$+25, 0$	尺量
表面平整度			8	2m 靠尺和塞尺量测
预埋件中心位置	预埋板		10	尺量
	预埋螺栓		5	
	预埋管		5	
	其他		10	
预埋洞、孔中心线位置			15	尺量

#### 四、常见质量通病及防治



(一) 混凝土外观质量形成的原因一般为模板支设和混凝土质量及浇筑质量。对于这些缺陷多采用以下防治

表 14-21 混凝土外观质量缺陷及防治措施

序号	现象和问题	图片	原因	防治措施	备注
1	表面蜂窝、麻面、漏筋、孔洞		1. 模板拼缝不严漏浆、模板未清理干净涂刷隔离剂。 2. 钢筋过密或下落高度过高、石子粒径过大下落过程中离析、振捣过振、漏振。 3. 钢筋保护层不符合设计要求。	1. 模板应平整光滑，缝隙和空洞应堵严，安装前要把粘浆清除干净，并满涂隔离剂，木模板、砖砌体应浇湿，但不能有积水。 2. 有效地控制石子的颗粒度。 3. 对钢筋较密的部位分次下料，缩小分层振捣的厚度。 4. 高度较高的柱应分段浇筑，每段施工高度不应大于 2 米，防止砼离析，超高时应用串筒或溜管。 5. 钢筋垫块厚度要符合设计规定的保护层厚度。 6. 按规定使用和移动振动器，振动棒应避免碰撞钢筋、模板等，插入深度不应大于规范或设计要求。	

序号	现象和问题	图片	原因	防治措施	备注
2	砼疏松不密实,出现蜂窝状孔洞或形成局部孔洞		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 混凝土原材料质量问题如含泥量过大等,未严格按配合比计量或搅拌过程搅拌时间过短等出现坍落度不符合要求。</li> <li>2. 振捣时漏振,或气泡未完全赶出。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 严格按砼配合比计量,保证计量准确无误。</li> <li>2. 模板支设严密,防止漏浆,用插入式振捣器振捣时,移位间距不宜大于振捣器作用半径的 1.5 倍,即控制在 300~400 mm。</li> <li>3. 每个振点振动时间控制在 15~30 秒,并且在 20~30 分钟后进行二次复振。</li> </ol>	
3	拆模时混凝土结构边角被破坏		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 拆模时间过早、混凝土边模拆除强度宜达到 2.5MPa,</li> <li>2. 模板安装时未涂刷脱模剂。</li> <li>3. 拆模时野蛮施工</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 模板在支设前进行表面清理,并刷无色的隔离剂。</li> <li>2. 当砼达到一定强度时(宜大于 2.5MPa)才能拆模,保证拆除时不缺棱少角。</li> <li>3. 模板拆除前必须通过技术管理人员的同意。</li> <li>4. 模板拆除不能野蛮施工,不能硬撬硬砸。</li> <li>5. 模板拆除后对柱子护角。</li> </ol>	
4	混凝土板面裂缝		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 混凝土养护不到位</li> <li>2. 振捣收面时未严格按照规范和方案技术交底操作。</li> <li>2. 混凝土坍落度过大</li> <li>3. 未按规定顺序拆除支撑特别是大跨度的梁板</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 对所浇筑的结构或构件,在混凝土初凝前做完找平工作,在终凝前进行压平(或压光)工作。</li> <li>2. 当结构构件(基础底板)厚度<math>\geq 200\text{mm}</math>时,应用二次抹压工艺,二次抹压工艺需进行表面的二次振捣与三遍抹压。</li> <li>3. 严格控制配合比及坍落度并按要求养护,严格按施工规范及方案拆除支撑。</li> <li>4. 拆除支撑顺序应遵循由变形最大处向变形最小处循环对称拆除</li> </ol>	
5	楼板混凝土表面有龟裂现象		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 材料计量质量及搅拌中问题</li> <li>2. 混凝土养护不到位</li> <li>3. 振捣收面时未严格按照规范和方案技术交底操作</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 进场材料严格检查,控制其含泥量。</li> <li>2. 现场准备塌落度桶,对进场的混凝土定时测量塌落度,随时和搅拌站联系,把塌落度控制在规范之内。</li> <li>3. 浇筑时要求用木抹子压平,最后一次压抹必须在初凝之前,要控制好时间。</li> <li>4. 浇筑完及时洒水养护,并覆盖塑料薄膜。</li> </ol>	






序号	现象和问题	图片	原因	防治措施	备注
	对于已经出现的裂缝可按表格下方处理方法进行处理	 		1. 对于一般缺陷处理办法有剔除疏松石子清理湿润基层用水泥砂浆修补（建议用与混凝土同批次的水泥参加一定比例的白水泥和建筑胶这样修补出的颜色与砼颜色接近） 2. 对于裂缝的处理混凝土表面纹缝宽度小于0.2mm的局部区域，先将其表面杂物、尘土清理干净后再刷一道素水泥浆。 3. 对于混凝土表面纹缝宽度大于0.2mm局部区域，采取如下措施： 纹缝长度方向弹出切割线，宽度25~50mm。 用切割机将纹缝区域沿切割线切割呈V字形坡口，坡口深度为纹缝深度。 V形坡口切割完成待监理单位、业主验收合格后，采用早强无收缩灌浆料将V形坡口填满灌实。 4. 严重缺陷应会同监理建设单位编写处理方案	

（二）对于结构尺寸偏差这一方面的质量控制应把下列表中作为控制重点

表 14-22 混凝土结构尺寸偏差及防治措施

序号	现象和问题	图片	原因	防治措施	备注
1	模板轴线偏移		1. 模板放线时偏差过大 2. 模板支架未预压变形过大 3. 地基局部承载力不足	1. 模板轴线放线后，要有专人复核，无误后才能支模。 2. 保证模板及其支架具有足够强度、刚度和稳定性。 3. 每一层施工前要符合轴线标高	
2	模板翘曲、变形、破损、漏浆、位置不准确、涨模		1. 模板质量未严格控制 2. 模板拼缝不严，且未进行处理 3. 模板及支撑的刚度不够，未严格按照规范和技术交底加固 4. 模板安装位置偏差过大	1. 不合格模板禁止进场。 2. 按结构形式、尺寸确定模板规格，确定模板拼版图，加工特殊部位异型钢模板。 3. 模板及其支撑必须具有足够的强度、刚度、稳定性。 4. 安装过程中随时复核尺寸、垂直度、中心线、标高是否正确，及时校正，满足设计及规范要求。 5. 模板清理干净后满刷脱模剂，钢模板拼缝之间加海绵条防止漏浆，满足混凝土浇筑要求。	

序号	现象和问题	图片	原因	防治措施	备注
3	浇筑时模板出现跑模、爆模现象		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 加固材料间距过大</li> <li>2. 浇筑过程中关键部位的浇筑速度过快</li> <li>3. 加固时山形卡，对拉丝，螺帽等未检查质量</li> <li>4. 浇筑过程中螺帽等退丝</li> <li>5. 振捣过程中时间过长</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 在断面较大的柱、梁及墙板施工时，使用对拉螺栓，间距不宜过大，且应根据选用的加固材料进行验算</li> <li>2. 底部受力较大部位，加双螺帽，且第一排对拉杆距地面距离不能超过 150mm。</li> <li>3. 横竖连杆用碟型卡、钩头螺丝固定。</li> <li>4. 禁止使用劣质模板。</li> </ol>	
4	标高偏差过大		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 测量时出现误差过大</li> <li>2. 梁底模未按要求留预拱度</li> <li>3. 模板支架未预压变形过大</li> <li>4. 地基局部承载力不足</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 严格控制木模板含水率，制作时拼缝要严密，控制模板接缝，交接部位支撑要牢靠。</li> <li>2. 专职测量员从基准点引标高，技术员复核尺寸。</li> <li>3. 梁模板要在底模板标高复核无误后，安装侧模。</li> <li>4. 模板支架搭设完成后应进行预压消除钢管接头，地基沉降等弹性和非弹性变形</li> </ol>	
6	混凝土柱、梁、墙出现凸肚、缩颈或翘曲现象		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 加固材料间距过大</li> <li>2. 浇筑过程中关键部位的浇筑速度过快，下料不均匀</li> <li>3. 加固时山形卡，对拉丝，螺帽等未检查质量</li> <li>4. 浇筑过程中螺帽等退丝</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 保证模板及支架有足够承载能力和刚度。</li> <li>2. 钢模拼装时，围檩及对拉螺栓间距、规格应按设计要求设置。</li> <li>3. 浇筑混凝土时，要均匀对称下料，控制浇灌高度。</li> <li>4. 柱子浇筑下料高度不宜超过 5 米超过时浇筑时应用串桶</li> </ol>	
8	预埋铁件或基础螺栓位移、标高不一		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 安装时出现误差</li> <li>2. 混凝土浇筑及振捣过程中出现移位</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 预埋件及螺栓安装时焊接在钢筋的适当位置。</li> <li>2. 采用螺栓定位板定位，保证位置准确。</li> <li>3. 模板及螺栓定位板支设安装要牢固，保持螺栓上下垂直并采取支设加固措施。</li> <li>4. 采用经纬仪校正每根螺栓的标高，保持螺栓标高一致。</li> <li>5. 浇筑时，加强旁站监督检查，防止定位板及螺栓位移和偏斜。</li> </ol>	

序号	现象和问题	图片	原因	防治措施	备注
9	预留螺栓孔偏移和弯斜		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 安装时出现误差</li> <li>2. 混凝土浇筑及振捣过程中出现移位, 偏斜</li> <li>3. 芯模拔模时间未控制好, 发生塌陷和裂缝</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 支模时, 保持螺栓孔芯模位置准确无误和中心线垂直。</li> <li>2. 浇筑时, 加强旁站监督检查, 防止模板位移和偏斜。</li> <li>3. 掌握孔芯拔模时间, 防止过早或过晚拔模造成螺栓孔周围砼酥松或砼坍塌。</li> </ol>	
10	基础轴线位移、截面尺寸超差		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 模板安装时偏差过大</li> <li>2. 模板支撑安装时强度、刚度不足</li> <li>3. 浇筑时未均匀下料</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 严格按设计图纸准确定位, 并做好复测工作。</li> <li>2. 基础模板支设安装牢固, 防止位移。</li> <li>3. 严格控制模板安装尺寸, 防止尺寸超差。</li> <li>4. 浇筑砼时, 防止模板跑模</li> </ol>	
12	梁柱、梁端外观质量差, 截面尺寸偏差超过规范要求		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 模板质量未严格控制</li> <li>2. 模板拼缝不严, 且未进行处理</li> <li>3. 模板及支撑的刚度不够, 未严格按照规范和技术交底加固</li> <li>4. 模板安装位置偏差过大</li> <li>5. 钢筋过密造成振捣下料困难</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 严格控制模板安装尺寸, 模板缝隙要拼堵严密</li> <li>2. 施工前进行技术交底, 施工过程质检员跟踪检查, 发现问题立即处理。</li> <li>3. 必要时根据工程实际情况, 制作定型模板并安装加固。</li> <li>4. 严格控制振捣质量振捣密实不可漏振、过振</li> </ol>	

## 第六节 预制装配式结构工程质量控制装配式结构分项工程

### 一、预制装配式工程内容

#### (一) 定义及分类

预制装配式结构是采用工厂化预制生产混凝土产品（构件），在施工现场装配而成的建筑装配式按结构体系分为：装配式框架体系、装配式剪力墙体系、装配式框架剪力墙体系、装配板式体系、外墙挂板体系，集成产品体系等等。

#### (二) 常用术语

1. 混凝土预制件（简称 PC 构件）：是指在工厂中通过标准化、机械化方式加工生产的混凝土制品。

2. 预制率：工业化建筑室外地坪以上主体结构和维护结构中预制部分的混凝土用量占对应构件混凝土总用量的体积比。预制率一般不低于 20%。（譬如：楼板、楼梯、承重墙等单体在工厂里完成预制的比率）

3. 装配率：即 PC 率，建筑单体范围内，预制构件混凝土方量占所使用的所有混凝土方量的比率。根据单体的预制率，按照一定的计算方式进行计算。装配率指标反映建筑的工业化程度。装配率越高，工业化程度越高。

4. 装配化率：达到装配率要求的建筑单体的面积占项目总面积的比率。国家暂无统一的明确规定，一般由地方政府或建筑主管部门在土地出让和项目建设过程中管控。

5. 集成产品：地面、吊顶、墙面、橱柜、厨房设备及管线通过设计集成、工程生产、在工地主要采用干式干法装配而成的产品。

### （三）施工流程

#### 1. 构件制作流程

设计各类构件模具→构件模具制作→钢筋绑扎→管线预埋→浇筑混凝土

#### 2. 构件安装流程

引测控制轴线→楼面弹线→水平标高测量→装配式墙体逐块安装（控制标高垫块放置→起吊、就位→临时固定→脱钩、校正→锚固筋安装、疏理）→叠合阳台板、空调板安装→现浇剪力墙钢筋绑扎→剪力墙模板→混凝土浇筑→养护→装配式楼梯→拆除模板排架结构→灌浆施工→墙体注胶。

### （四）主要执行标准

《建筑工程施工质量统一验收标准》GB50300

《混凝土结构工程施工规范》GB50666

《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204

《建筑施工安全检查标准》JGJ59

《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》JGJ130

《建筑施工模板安全技术规范》JGJ162

《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231

《装配式建筑评价标准》GB/T51129

《工程测量规范》GB50026

《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107

《民用建筑隔声设计规范》GB 50118)

《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119

《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204



- 《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205  
《建筑装饰装修工程质量验收规范》GB50210  
《水泥基灌浆材料应用技术规范》GB/T 50448  
《建筑施工场界环境噪声排放标准》GB 12523  
《混凝土和砂浆用再生细骨料》GB/T 25176  
《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1  
《高层 建筑混凝土结构技术规程》JGJ 3  
《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18  
《建筑机械使用安全技术规程》JGJ 33  
《预应力筋用锚具、夹具和连接器应用技术规程》JGJ 85  
《无粘结预应力混凝土结构技术规程》JGJ 92  
《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107  
《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ355  
《钢筋机械连接用套筒》JG/T 163  
《预应力混凝土用金属波纹管》JG 225

## 二、装配式结构主要控制环节

表 14-23 主要工序三级控制点

序号	质量控制点检查、检测项目	执行依据或准则	质量记录名称	记录格式文本号	等级划分	业主单位	监理单位	施工单位	备注
一	构件的生产								
1	混凝土配合比、原材料质量检验,复验	《混凝土结构工程施工质量验收规范》	合格证、检验报告、复验报告		B				
2	混凝土的搅拌及坍落度检查	《混凝土结构工程施工质量验收规范》	生产记录、抽检		B				
3	模具安装	《装配式混凝土建筑技术标准》	模板安装检验批质量验收记录		C				
4	钢筋及预埋件的制作安装,保温板连接件的安装	《混凝土结构工程施工规范》	现浇结构外观及尺寸偏差检验批质量验收记录		B				
5	混凝土浇筑养护	《混凝土结构工程施工规范》			C				
二	构件的安装								
1	预制构件进场外观质量、尺寸偏差及结构性能检查	《装配式混凝土建筑技术标准》	装配式结构工程检验批质量验收记录				√	√	
2	预制构件与结构之间的连接	《混凝土结构工程施工质量验收规范》	装配式结构工程检验批质量验收记录		B		√	√	

序号	质量控制点检查、检测项目	执行依据或准则	质量记录名称	记录格式文本号	等级划分	业主单位	监理单位	施工单位	备注
3	承受内力的接头和拼缝要求	《装配式混凝土建筑技术标准》《水泥基灌浆材料应用技术规范》	装配式结构工程检验批质量验收记录		B		√	√	
4	构件就位校正后的焊接质量	《钢结构工程施工质量验收规范》	装配式结构工程检验批质量验收记录		B		√	√	
5	预制构件码放和运输时的支承位置和方法应符合标准图或设计的要求	《装配式混凝土建筑技术标准》	装配式结构工程检验批质量验收记录		C			√	
6	预制构件吊装前,应按设计要求在构件和相应的支承结构上标志中心线、标高等控制尺寸,按标准图或设计文件校核预埋件及连接钢筋等	《装配式混凝土建筑技术标准》	装配式结构工程检验批质量验收记录		B		√	√	
7	预制构件吊装应符合标准图或设计的要求。起吊时,绳索与构件水平面的夹角不宜小于45°,否则应采用吊架或经验算确定	《装配式混凝土建筑技术标准》《建筑机械使用安全技术规程》	装配式结构工程检验批质量验收记录		B		√	√	
8	临时固定措施位置和校正	《装配式混凝土建筑技术标准》《建筑机械使用安全技术规程》	装配式结构工程检验批质量验收记录		C			√	
9	接头和拼缝	《装配式混凝土建筑技术标准》《建筑工程施工质量统一验收标准》	装配式结构工程检验批质量验收记录		B		√	√	
10	安装位置的检验	《装配式混凝土建筑技术标准》《建筑工程施工质量统一验收标准》	装配式结构工程检验批质量验收记录		B		√	√	

### 三、质量检验

#### (一) 预制构件进场检验

1. 预制构件进场时应全数检查外观质量,不得有严重缺陷,且不应有一般缺陷。结构外观质量缺陷(对出现的严重缺陷应制定技术处理方案处理,处理后重新检验。对于一般缺陷进行修整并达到合格)。

表 14-24 ) 预制构件缺陷表现

名称	现象	严重缺陷	一般缺陷
结合面	未按设计要求将结合面 设置成粗糙面或键槽以及配置抗剪（抗拉）钢筋	未设置粗糙面；键槽或抗剪（抗拉）钢筋缺失或不符合设计要求	设置的粗糙面不符合设计要求
露筋	构件内钢筋未被混凝土 包裹而外漏	纵向受力钢筋有露筋	其他钢筋有少量露筋
蜂窝	混凝土表面缺少水泥砂浆而形成石子外漏	构件主要受力部位有蜂窝	其他部位有少量蜂窝
孔洞	混凝土中孔穴深度和长度均超过保护层厚度	构件主要受力部位有孔洞	其他部位有少量孔洞
夹渣	混凝土中夹有杂物且深度超过保护层厚度	构件主要受力部位有夹渣	其他部位有少量夹渣
疏松	混凝土中局部不密实	构件主要受力部位有疏松	其他部位有少量疏松
裂缝	缝隙从混凝土表面延伸至混凝土内部	构件主要受力部位有影响结构性能或使用功能的裂缝	其他部位有少量不影响结构性能或使用功能的裂缝
连接部位 缺陷	构件连接处混凝土缺陷 及连接钢筋、连接件松动、插筋严重锈蚀、弯曲，灌浆套筒堵塞、偏位，破损等缺陷	连接部位有影响结构传力性能的缺陷	连接部位有少量不影响结构传力性能的缺陷
外形缺陷	缺棱角、棱角不直、翘曲 不平、飞边凸肋等，装饰面砖粘结不牢、表面不平、砖缝不顺直等	清水混凝土构件有影响使用功能或装饰效果的外形缺陷	其他混凝土构件有不影响使用功能的外形缺陷
外表缺陷	构件表面麻面、掉皮、起砂、沾污等	具有重要装饰效果的清水混凝土构件有外表缺陷	其他混凝土构件有不影响使用功能的外表缺陷

2. 预制构件的允许偏差及检验方法应符合下表要求，应全数检查，预制构件有粗糙面时，粗糙面相关的尺寸允许偏差可适当放松（一般为 1.5 倍）。

表 14-25 预制构件尺寸允许偏差及检验方法

项目	允许偏差（mm）	检验方法
长度	板、梁、柱、桁架	尺寸
	< 12m	
	≥ 12m 且 < 18m	
	≥ 18m	
墙板		± 4
宽度高度厚度	板、梁、柱、桁架截面尺寸	± 5
	墙板的高度、厚度	± 3
表面平整度	板、梁、柱、墙板内表面	4
	墙板外表面	3
侧向弯曲	板、梁、柱	1/750 且 ≤ 20
	墙板、桁架	1/1000 且 ≤ 20
翘曲	板	1/750
	墙板	1/1000
对角线差	板	10
	墙板、门窗口	5
挠度变形	梁、板、桁架设计起拱	± 10
	梁、板、桁架、下垂	5
预留孔	中心线位置	5
	孔尺寸	± 5
预留洞	中心位置	5
	洞口尺寸、深度	± 5

项目	允许偏差 (mm)	检验方法
门窗口	中心线位置	尺寸检查
	宽度、高度	
预埋件	预埋件锚板中心线位置	尺寸检查
	预埋件锚板与混凝土面平面高差	
	预埋螺栓中心线位置	
	预埋螺栓外露长度	
	预埋套筒、螺母中心线位置	
	预埋套筒、螺母与混凝土面平面高差	
	线管、电盒、木砖、吊环在构件平面的中心线位置偏差	
预留插筋	中心线位置	尺寸检查
	外露长度	
	键槽	
灌浆套筒及连接钢筋	灌浆套筒中心线位置	用尺寸测纵横两个方向的中心线位置, 取其中较大值
	连接钢筋中心线位置	
	连接钢筋外露长度	用尺寸测

表 14-26 装饰构件外观尺寸允许偏差及检验方法

序号	装饰种类	检查项目	允许偏差 (mm)	检验方法
1	通用	表面平整度	2	用托线板检查
2	面砖、石材	阳角方正	2	2m 靠尺或塞尺检查
		上口平直	2	拉通线用钢尺检查
		接缝平直	3	用钢尺或塞尺检查
		接缝深度	±5	用钢尺或塞尺检查
		接缝宽度	±2	钢尺检查

3. 预制构件进场检查合格后应构件上进行合格标识。

4. 预制构件的预埋件、插筋、预留孔的规格、数量应满足检查数量: 全数检验。检验方法: 观察和量测。

5. 预制构件的粗糙面或键槽成型质量应满足设计要求。检查数量: 全数检验。检验方法: 观察和量测。

6. 面砖与混凝土的粘结强度应符合现行行业标准《建筑工程饰面砖粘结强度检验标准》JGJ110 和《外墙饰面砖工程施工及验收规程》JGJ 126 的有关规定, 检查数量: 按同一工程、同一工艺的预制构件分批抽样检验。检验方法: 检查试验报告单。

7. 预制构件采用钢筋套筒灌浆连接时, 在构件生产前应检查套筒型式检验报告是否合格, 应进行钢筋套筒灌浆连接接头的抗拉强度试验, 并应符合现行行业标准《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355 的有关规定。检查数量: 按同一工程、同一工艺的预制构件分批抽样检验。同一批号、同一类型、同一规格的灌浆套筒, 不超过 1000 个为一批, 每批随机抽取 3 个灌浆套筒制作对中连接接头试件。检验方法: 检查试验报告单、质量证明文件。



8. 夹芯外墙板的内外叶墙板之间的拉结件类别、数量、使用位置及性能应符合设计要求。

检查数量：按同一工程、同一工艺的预制构件分批抽样检验。

检验方法：检查试验报告单、质量证明文件及隐蔽工程检查记录。

9. 夹芯保温外墙板用的保温材料类别、厚度、位置及性能应满足设计要求。检查数量：按批检查。

检验方法：观察、量测，检查保温材料质量证明文件及检验报告。

10. 混凝土强度应符合设计文件及国家现行有关标准的检查数量：按构件生产批次在混凝土浇筑地点随机抽取标准养护试件，取样频率应符合标准规定。

检验方法，应符合现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107 的有关规定。

## （二）构件的运输、存放

### 1. 构件的吊运

1.1 应根据预制构件的形状、尺寸、重量和作业半径等要求选择吊具和起重设备，所采用的吊具和起重设备及其操作，应符合国家现行有关标准及产品应用技术手册的规定。

1.2 吊点数量、位置应经计算确定，应保证吊具连接可靠，应采取保证起重设备的主钩位置、吊具及构件重心在竖直方向上重合的措施。

1.3 吊索水平夹角不宜小于  $60^\circ$ ，不应小于  $45^\circ$ 。

1.4 应采用慢起、稳升、缓放的操作方式，吊运过程，应保持稳定，不得偏斜、摇摆和扭转，严禁吊装构件长时间悬停在空中。

1.5 吊装大型构件、薄壁构件或形状复杂的构件时，应使用分配梁或分配桁架类吊具，并应采取避免构件变形和损伤的临时，加固措施。

### 2. 预制构件存放应符合下列规定：

2.1 存放场地应平整、坚实，并应有排水措施。

2.2 存放库区宜实行分区管理和信息化台账管理

2.3 应按照产品品种、规格型号、检验状态分类存放，产品标识应明确、耐久，预埋吊件应朝上，标识应向外。

2.4 应合理设置垫块支点位置，确保预制构件存放稳定，支点宜与起吊点位置一致。

2.5 与清水混凝土面接触的垫块应采取防污染措施。

2.6 预制构件多层叠放时，每层构件间的垫块应上下对齐；预制楼板、叠合板、阳台板和空调板等构件宜平放，叠放层数不宜超过 6 层；长期存放时，应采取措施控制预应力构件起拱值和叠合板翘曲变形。

2.7 预制柱、梁等细长构件宜平放且用两条垫木支撑。

2.8 预制内外墙板、挂板宜采用专用支架直立存放，支架应有足够的强度和刚度，薄弱构件、构件薄弱部位和广]窗洞口应采取防止变形开裂的临时加固措施。

### 3. 预制构件成品保护应符合下列规定：

3.1 预制构件成品外露保温板应采取防止开裂措施，外露钢筋应采取防弯折措施，外露预埋件

和连结件等外露金属件应按不同环境类别进行防护或防腐、防锈。

3.2 宜采取保证吊装前预埋螺栓孔清洁的措施。

3.3 钢筋连接套筒、预埋孔洞应采取防止堵塞的临时封堵措施。

3.4 露骨料粗糙面冲洗完成后应对灌浆套筒的灌浆孔和出浆孔进行透光检查，并清理灌浆套筒内的杂物。

3.5、冬期生产和存放的预制构件的非贯穿孔洞应采取措施防止雨雪水进入发生冻胀损坏。

4. 预制构件在运输过程中应做好安全和成品防护，并应符合下列要求

4.1 应根据预制构件种类采取可靠的固定措施。

4.2 对于超高、超宽、形状特殊的大型预制构件的运输和存放应制定专门的质量安全保证措施。

4.3 设置柔性垫片避免预制构件边角部位或链索接触处的混凝土损伤。

4.4 用塑料薄膜包裹垫块避免预制构件外观污染。

4.5 墙板门窗框、装饰表面和棱角采用塑料贴膜或其他措施防护。

4.6 竖向薄壁构件设置临时防护支架。

4.7 装箱运输时，箱内四周采用木材或柔性垫片填实，支撑牢固 V)

4.8 应根据构件特点采用不同的运输方式，托架、靠放架、放架应进行专门设计，进行强度、稳定性和刚度验算：

4.9 外墙板宜采用立式运输，外饰面层应朝外，梁、板、楼梯、阳台宜采用水平运输。

4.10 采用靠放架立式运输时，构件与地面倾斜角度宜大于  $80^{\circ}$ ，构件应对称靠放，每侧不大于 2 层，构件层间上部采用木垫块隔离。

4.11 采用插放架直立运输时，应采取防止构件倾倒措施，构件之间应设置隔离垫块。

4.12 水平运输时，预制梁、柱构件叠放不宜超过 3 层，板类构件叠放不宜超过 6 层

#### 四、吊装精度控制与校核

（一）吊装质量的控制重点在于施工测量的精度控制方面。为达到构件整体拼装的严密性，避免因累计误差超过允许偏差值而使后续构件无法正常吊装就位等问题的出现，吊装前须对所有吊装控制线进行认真的复检，构件安装就位后应由质检员自检合格后报监理工程师验收构件的安装精度。安装精度经验收签字通过后方可进行下道工序施工。

（二）轴线、柱、墙定位边线及 200mm 或 300mm 控制线、结构 1m 线、建筑 1m 线、支撑定位点在放线后及时进行现场标识。现场吊装完成后及时依据下表进行检查，标识完整，实测上墙。

表 14-27 装配式结构构件位置和尺寸允许偏差及检验方法

项 目			允许偏差 (mm)	检验方法
构件轴线位置	竖向构件 (柱、墙、桁架)		8	经纬仪及尺量
	水平构件 (梁、楼板)		5	
标高	梁、柱、墙板 楼板底面或顶面		$\pm 5$	水准仪或拉线、尺量
构件垂直度	柱、墙板安	$\leq 6m$	5	经纬仪或
	装后的高度	$> 6m$	10	吊线、尺量



项 目		允许偏差 (mm)	检验方法
构件倾斜度	梁、桁架	5	经纬仪或吊线、尺量
相邻构件平整度	梁、楼板底面	外露	2m 尺和塞尺量测
		不外露	
	柱、墙板	外露	
		不外露	
构件搁置长度	梁、板	$\pm 10$	尺量
支座、支垫中心位置	板、梁、柱、墙、桁架	10	尺量
墙板接缝宽度		$\pm 5$	尺量

#### (五) 墙板吊装施工

1. 吊装前对外墙分割线进行统筹分割, 尽量将现浇结构的 施工误差进行平差, 防止预制构件因误差累积而无法进行。
2. 吊装应依次铺开, 不宜间隔吊装。
3. 吊装前, 在楼面板上根据定位轴线放出预制墙体定位边 线及 200mm 控制线, 检查竖向连接钢筋, 针对偏位钢筋用钢套管 进行矫正。
4. 吊装就位后应用靠尺核准墙体垂直度, 调整斜向支撑, 固定斜向支撑, 最后才可摘钩。

#### (六) 套筒灌浆施工

1. 拌制专用灌浆料应进行浆料流动性检测每工作班不应少于 1 次, 留置试块, 灌浆料强度检验试件的数量应符合验收及施工控制要求。然后才可以进行灌浆。
2. 灌浆施工时, 环境温度应符合灌浆料产品使用说明书要求。灌浆施工时环境温度应高于 5℃ 以上, 必要时, 应对连接处采取保温加热措施, 保证浆料在 48h 凝结硬化过程中连接部位温度不低于 10℃。低于 0℃ 时不得施工。当环境温度高于 30℃ 时, 应采取降低灌浆料拌合物温度的措施。
3. 灌浆操作全过程应有专职检验人员负责现场监督并及时形成施工检查记录, 并做好灌浆作业全过程影像记录。
4. 一个阶段灌浆作业结束后, 应立即清洗灌浆泵。
5. 灌浆泵内残留的灌浆料浆液如已超过 30 分钟 (自制浆加水开始计算), 不得继续使用, 应废弃
6. 预制构件安装校正固定稳妥后, 使用风机清理预留板缝, 并用水将封堵部位润湿, 周边的缝隙用 1: 2.5 水泥砂浆填塞密实、抹平, 砂浆内掺加水泥用量 10% 的 107 胶。当缝隙宽大于 3cm 时, 应用 C20 细石混凝土浇筑密实。塞缝作业时应注意避免堵塞注浆孔及灌浆连通腔。预制墙板封堵时采用分仓处理, 将墙体按照 60cm 长度进行分仓, 分仓节点采用长度 40cm 直径 25mm 的蛇皮软管进行分隔。墙体外侧封堵时为填抹密实并防止封堵过深堵住套筒里孔, 里侧采用直径 18mm 的蛇皮管做内衬, 封堵完毕后及时将内衬抽出, 抽出内衬时尽量不扰动抹好的封堵材料。
7. 灌浆施工部位一般为受力薄弱点应在施工前对操作人员进行培训, 通过培训增强操作人员对灌浆质量重要性的意识, 明确该操作行为的一次性, 且不可逆的特点, 从思想上重视其所从事的灌浆操作; 另外, 通过工作人员灌浆作业的模拟操作培训, 规范灌浆作业操作流程, 熟练掌握

灌浆操作要领及其控制要点。

8. 灌浆料的拌合用水应符合 JGJ63 的有关规定及产品说明书的要求；拌合水量应按灌浆料使用说明书要求确定，并按重量计量。灌浆料拌合应采用电动设备。拌制灌浆料，首先将全部拌合水加入搅拌桶，然后加入约为 70% 的灌浆干粉料，搅拌至大致均匀（约 1 ~ 2 分钟），最后将剩余干料全部加入，再搅拌 3 ~ 4 分钟至浆体均匀，静置 2 ~ 3 分钟排气，搅拌充分、均匀，宜静置 2min 后使用，然后注入灌浆泵中进行灌浆作业。灌浆料搅拌完成后，任何情况下不得再次加水。

表 14-28 套筒专用灌浆产品的技术性能指标

检测项目		性能指标
流动度	初始	$\geq 300\text{mm}$
	30 分钟	$\geq 260\text{mm}$
抗压强度	1 天	$\geq 35\text{MPa}$
	3 天	$\geq 60\text{MPa}$
	28 天	$\geq 85\text{MPa}$
竖向自由膨胀率	24 小时与 3 小时差值	0.02%~0.5%
氯离子含量		$\leq 0.03\%$
泌水率（%）		0

检查拌合后的浆液流动度，保证流动度不小于 300mm。

9. 检查砂浆封堵 45 分钟后可开始进行灌浆作业，宜采用机械灌浆。同一分仓要求注浆连续进行，每次拌制的浆料需在 30 分钟内用完。注浆封堵宜采用专用橡胶塞封堵。

竖向钢筋套筒灌浆连接，灌浆应采用压浆法从灌浆套筒下方灌浆孔注入，当灌浆料从构件其他灌浆孔、出浆孔流出后应及时封堵。

竖向钢筋套筒灌浆连接采用连通腔灌浆时，宜采用一点灌浆的方式。当一点灌浆遇到问题而需要改变灌浆点时，各套筒已封堵灌浆孔、出浆孔应重新打开，待灌浆料拌合物再次流出后进行封堵。

水平钢筋套筒灌浆连接，灌浆作业应采用压浆法从灌浆套筒灌浆孔注入，当灌浆套筒灌浆孔、出浆孔的连接管或接头处的灌浆料拌合物均应高于套筒外表面最高点时应停止灌浆，及时封堵。

10. 每个灌浆后灌浆料同条件试块强度达到 35MPa 后方可进入后续工序施工，避免对构件扰动。通常，环境温度在：15℃ 以上，24 小时内构件不得受扰动。5℃ ~ 15℃，48 小时内构件不得受扰动；5℃ 以下，视情况而定。如对构件接头部位采取加热保温措施，要保持加热 5℃ 以上至少 48 小时，期间构件不得受扰动。拆支撑要根据设计荷载情况确定。

11. 现场存放灌浆料时需搭设专门的灌浆料储存仓库，要求该仓库防雨、通风，仓库内搭设放置灌浆料存放架（离地一定高度），使灌浆料处于干燥、阴凉处。

12. 预制墙板与现浇结构结合部分表面应清理干净，不得有油污、浮灰、粘贴物、木屑等杂物，构件周边封堵应严密，不漏浆。

#### （七）叠合板吊装施工

1. 预制叠合板按照吊装计划按编号依次叠放。吊装顺序尽量依次铺开，不宜间隔吊装。



2. 板底支撑不得大于 2m, 每根支撑之间高差不得大于 2mm、标高差不得大于 3mm, 悬挑板外端比内端支撑尽量调高 2mm。

3. 在预制板吊装结束后, 就可以分段进行管线预埋的施工, 在满足设计管道流程基础上结合叠合板规格合理地规划线盒位置、管线走向, 使其合理化, 线盒需根据管网综合布置图预埋在预制板中, 叠合层仅有 8cm, 叠合层中杜绝多层管线交错, 最多只允许两根线管交叉在一起。

4. 叠合层混凝土浇捣结束后, 应适时对上表面进行抹面、收光作业, 作业分粗刮平、细抹面、精收光三个阶段完成。混凝土应及时洒水养护, 使混凝土处于湿润状态, 洒水次数不得少于 4 次

#### (八) 楼梯施工质量控制要点

1. 预制楼梯段安装时要校对标高, 安装预制段时除校对标高外, 还应校对预制段斜向长度, 以避免预制楼梯段支座处接触不实或搭接长度不够而引起的支承不良。

2. 严禁干摆浮搁。安装时应严格按设计要求安装楼梯与墙体连接件, 安装后及时对楼梯孔洞处进行灌浆封堵。

3. 安装休息板应注意标高及水平位置线的准确性。避免因抄平放线不准而导致休息板面与踏步板面接槎不齐。养护时间不得少于 7 天。

#### (九) 混凝土结构分部验收

混凝土结构子分部工程验收时, 除应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定提供文件和记录外, 尚应提供下列文件和记录:

1. 工程设计文件、预制构件安装施工图和加工制作详图。
2. 预制构件、主要材料及配件的质量证明文件、进场验收、记录、抽样复验报告。
3. 预制构件安装施工记录。
4. 钢筋套筒灌浆型式检验报告、工艺检验报告和施工检验记录, 浆锚搭接连接的施工检验记录。
5. 后浇混凝土部位的隐蔽工程检查验收文件。
6. 后浇混凝土、灌浆料、座浆材料强度检测报告。
7. 外墙防水施工质量检验记录。
8. 装配式结构分项工程质量验收文件。
9. 装配式工程的重大质量问题的处理方案和验收记录。
10. 装配式工程的其他文件和记录。

#### (十) 装配式结构工程质量验收



应提交下列文件与记录:

1. 工程设计单位已确认的预制构件深化设计图、设计变更文件。
2. 装配式结构工程所用主要材料及预制构件的各种相关质量证明文件。
3. 预制构件安装施工验收记录。
4. 钢筋套筒灌浆连接的施工检验记录。
5. 连接构造节点的隐蔽工程检查验收文件。

6. 叠合构件和节点的后浇混凝土或灌浆料强度检测报告。
7. 密封材料及接缝防水检测报告。
8. 分项工程验收记录。
9. 工程的重大质量问题的处理方案和验收记录。
10. 其他文件与记录。

#### 四、常见质量通病及防治


表 14-29 常见质量通病及防治

序号	现象和问题	图片	原因	防治措施
1	预置构件到场运输、堆放过程中出现裂缝		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 垫块不在一条垂直线上</li> <li>2. 构件堆放缺少垫块</li> <li>3. 吊装、运输时混凝土强度不符合要求</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 必须要求堆放场地比较平整，如场地不平，则需调整垫块，保证底层垫块在同一平面，保证底层预制构件摆放平整，受力均匀。</li> <li>2. 叠合板堆放层数不宜超过 6 层。</li> <li>3. 板与板之间不能缺少垫块，且竖向垫块需在一条直线上，所有垫块需满足规范要求。</li> <li>4. 混凝土强度应符合设计要求且按设计要求加固（起吊不小于 75%、运输应达到 100%）</li> </ol>
2	吊点位置设计不合理 吊装过程中产生明显裂缝		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 预制构件本身设计不合理。</li> <li>2. 吊点设计不合理。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 构件设计时对吊点位置进行分析计算，确保吊装安全，吊点合理。</li> <li>2. 对于漏埋吊点或吊点设计不合理的构件返回工厂进行处理。</li> </ol>

序号	现象和问题	图片	原因	防治措施
3	预制墙板吊装偏位墙体偏离控制线过大两面墙明显错开		1. 墙体安装时未严格按照控制线进行控制，导致墙体落位后偏位。 2. 构件本身存在一定质量问题，厚度不一致。	1. 校正墙体位置。 2. 施工单位加强现场施工管理、避免发生类似问题。 3. 监理单位加强现场检查监督工作。
4	预制构件管线遗漏、预埋管线严重偏位		1. 构件加工过程中预埋管件遗漏。 2. 管线安装未按图施工。	加强管理，预埋管线必须按图施工，不得遗漏，在浇筑混凝土前加强检查
5	预制构件灌浆不密实现场灌浆质量差		1. 灌浆料配置不合理。 2. 波纹管干燥。 3. 灌浆管道不畅通、嵌缝不密实造成漏浆。 4. 操作人员粗心大意未灌满。	1. 严格按照说明书的配比及放料顺序进行配制，搅拌方法及搅拌时间根据说明书进行控制。 2. 构件吊装前应仔细检查注浆管、拼缝是否通畅，灌浆前半小时可适当撒少量水对灌浆管进行湿润，但不得有积水。 3. 使用压力注浆机，一块构件中的灌浆孔应一次连续灌满，并在灌浆料终凝前将灌浆孔表面压实抹平。 4. 灌浆料搅拌完成后保证 30 分钟以内将料用完。 5. 加强操作人员培训与管理，提高造作人员施工质量意识。

序号	现象和问题	图片	原因	防治措施
6	预制构件钢筋偏位		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 楼面混凝土浇筑前竖向钢筋未限位和固定。</li> <li>2. 楼面混凝土浇筑、振捣使得竖向钢筋偏移。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 根据构件编号用钢筋定位框进行限位，适当采用撑筋撑住钢筋框，以保证钢筋位置准确。</li> <li>2. 砼浇筑完毕后，根据插筋平面布置图及现场构件边线或控制线，对预留插筋进行现场预留墙柱构件插筋进行中心位置复核，对中心位置偏差超过 10mm 的插筋应根据图纸进行适当的校正。</li> </ol>
7	外墙水平缝密口砂浆过多，严重影响灌浆质量	 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 此部位下层预制构件未留住企口，导致水平缝隙过大。</li> <li>2. 施工单位管理失职。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 重新采取封堵措施，并将处理方案报监理、甲方工程部审核通过后实施。</li> <li>2. 要求施工单位加强现场管理，严禁密口砂浆过多导致灌浆质量无法保证。</li> <li>3. 完善 NPC 相关技术规范，对于密口砂浆的厚度、密口砂浆砂浆所占体积比例等相关指标须有明确规定，以便现场检查验收规范依据。</li> </ol>
8	节点处墙体主筋不在箍筋内问题，给结构安全带来隐患		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 主筋偏位。</li> <li>2. 预制加工厂预留箍筋长度不足。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 采取相应的加强补救措施。</li> <li>2. 加强现场施工管理，避免出现钢筋偏位现象。</li> <li>3. 将信息及时反馈给加工厂，重新设计箍筋外伸长度，避免再次发生类似问题。</li> </ol>



序号	现象和问题	图片	原因	防治措施
9	叠合楼板、叠合墙板开裂，叠合楼板之间连接缝开裂，外挂板裂缝，外挂板与外挂板缝、内隔墙与周边裂缝。		叠合板养护时间不够，叠合板尚未达到规定强度	<p>1. 叠合墙板开裂防治主要从提高叠合墙板质量，加强进场验收，不合格的不准使用。叠合墙板固定和浇注混凝土时应有防叠合墙板开裂的措施，可使用自密实混凝土。与现浇结构、其它墙体连接部位应有相应的构造加强措施；</p> <p>2. 外挂板裂缝，外挂板与外挂板缝防治。提高安装精度，控制缝隙宽度，选择合适的嵌缝材料和密封胶。外挂板安装后要受到额外应力。</p> <p>3. 内隔墙与周边裂缝防治，内隔墙与周边应有钢筋、键槽、粗糙面等连接构造措施。缝隙应选择合适的嵌缝材料处理，并用钢筋网片或耐碱网布补强；</p> <p>加强成品保护，严禁在预制构件时开槽打洞。</p> <p>4. 要求施工单位加强现场管理，叠合板必须达到强度的100%方可进行拆模吊装。</p> <p>5. 监理单位加强现场检查监督工作。</p>
10	外墙渗漏			<p>预制外墙板的接缝和门窗洞口等防水薄弱部位，宜采用构造防水和材料防水相结合的防水做法，并应满足热工防水、防火、环保、隔声及建筑装饰等要求，做到材料耐久、便于制作和安装；</p> <p>1. 预制外墙板接缝采用构造防水时，水平缝宜采用外低内高的高低缝或企口缝，竖缝宜采用双直槽缝，并在预制外墙板一字缝部位每隔三层设置排水管引水外流。</p> <p>2. 预制外墙板接缝采用材料防水时，应采用防水性能、相容性、耐候性能和耐老化性能优良的硅酮防水密封胶作嵌缝材料。板缝宽不宜大于20mm，嵌缝深度不应小于20mm。</p> <p>3. 对外墙接缝应进行防水性能抽查，并做淋水试验。对渗漏部位应进行修补。</p>

## 第七节 混凝土结构实体验收

### 一、混凝土结构实体验收工程内容

#### (一) 工程内容

结构实体验收应包括：混凝土强度、钢筋保护层厚度、结构位置与尺寸偏差以及合同约定的项目，必要时可检验其他项目。

本文仅适用于顶板、中板、底板、侧墙以及梁柱等混凝土结构实体验收。

#### (二) 施工流程



- (三) 主要执行标准
- 《建筑工程施工质量统一验收标准》GB50300-2013。
- 《混凝土结构工程施工规范》GB50666-2011。
- 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204-2015。
- 《建筑施工安全检查标准》JGJ59-2011。
- 《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》JGJ130-2011。
- 《建筑施工模板安全技术规范》JGJ162-2008。

二、主要控制环节

表 14-30 主要工序三级控制点

序号	质量控制点检查、检测项目	执行依据或准则	质量记录名称	记录格式文本号	等级划分	业 主 单 位	监 理 单 位	施 工 单 位	备 注
一	混凝土结构实体验收								
1	现浇结构外观及尺寸偏差检查	GB50204-2015	现浇结构外观及尺寸偏差检验批质量验收记录	020105	BR		√	√	
2	混凝土工程子分部工程验收	GB50204-2015	子分部工程质量验收记录	A.0.3	BR		√	√	



### 三、质量检验

#### (一) 混凝土抗压强度检测

检查方法：回弹法检测；检查数量：同一混凝土强度等级的柱、梁、墙、板，抽取构件最小数量符合表 14-31 的规定，并应均匀分布。

表 14-31 回弹构件抽取最小数量

构件总数	最小抽样数量
20 以下	全数
20~150	20
151~280	26
281~500	40
501~1200	64
201~3200	100

每个构件应选取不少于 5 个测区进行回弹检测及回弹值计算。楼板构件的回弹宜在楼板下进行。

#### (二) 钢筋保护层厚度的检测

检查方法：采用钢筋探测仪进行检测并通过剔凿原位检测法进行验证。检查数量：结构实体钢筋保护层厚度检测构件的选取应均匀分布，并应符合下列规定，对非悬挑梁板类构件，应各抽取构件数量的 2% 且不少于 5 个构件进行检验；对悬挑梁板类构件，应各抽取构件数量的 5% 且不少于 10 个构件进行检验；当悬挑梁数量少于 10 个时，应全数检验。对悬挑板，应抽取构件数量 10% 且不少于 20 个构件进行检验；当悬挑板数量少于 20 个时，应全数检验。

对选定的梁类构件，应对全部纵向受力钢筋的保护层厚度进行检验；对选定的板类构件，应抽取不少于 6 根纵向受力钢筋的保护层厚度进行检验。对每根钢筋，应选择有代表性的不同部位测 3 点取平均值。

钢筋保护层厚度检验时，纵向受力钢筋保护层厚度的允许偏差应符合表 14-32 的规定

表 14-32 结构实体纵向受力钢筋保护厚度的允许偏差

构件类型	允许偏差 (mm)
梁	+10, -7
板	+8, -5

#### (三) 结构位置与尺寸偏差检验

检查方法：非破损方法并用局部破损方法进行校准。检查数量：结构实体位置与尺寸偏差检验构件的选取应均匀分布，并应符合下列规定，梁、柱应抽取构件数量的 1%，且不应少于 3 个构件；墙、板应按有代表性的自然间抽取 1%，且不应少于 3 个构件；层高应按有代表性的自然间抽查 1%，且不应少于 3 间。对选定的构件，检验项目及检验方法应符合表 14-33 规定。


表 14-33 结构实体位置与尺寸偏差检验项目及检验方法

项目	检验方法
柱截面尺寸	选取柱的一边量测柱中部、下部及其他部位，取 3 点平均值
柱垂直度	沿两个方向分别量测，取较大值


项目	检轮方法
墙厚	墙身中部址测 3 点, 取平均值; 测点间距不应小于 1m
梁高	量测一侧边跨中及两个距离支座 0.1m 处, 取 3 点平均值; 量测值可取腹板高度加上此处楼板的实测厚度
板厚	悬挑板取距离支座 0.1m 处, 沿宽度方向取包括中心位置在内的随机 3 点取平均值; 其他楼板, 在同一对角线测中间及距离两端各 0.1m 处, 取 3 点平均值
层高	与板厚测点相同, 址测板顶至上层楼板板底净高, 层高址测值为净高与板厚之和, 取 3 点平均值

#### 四、常见质量通病及防治


##### (一) 层高偏差

序号	现象和问题	图片	原因	防治措施	备注
1	顶板水平标高差		1. 楼板模板安装倾斜, 模板表面平整度偏差过大。 2. 模板支撑架未有效加固, 未采取有效的防滑措施, 板底方钢(木方)间距过大, 导致在浇捣混凝土时, 模板变形下沉。	1. 加强模板表面标高控制, 将模板表面平整度控制在规格要求内, 允许偏位 5mm。 2. 模板支撑架严格按照施工方案施工, 添加防滑扣, 板底方钢间距 $\leq 30\text{cm}$ , 每个扣件都必须按要求拧紧, 确保模板不会因浇捣混凝土而产生变形、下沉等现象。	


##### (二) 墙柱垂直度

序号	现象和问题	图片	原因	防治措施	备注
2	结构墙柱垂直度偏差		1. 墙柱模板加固倾斜, 垂直度偏差大。 2. 模板未有效加固, 对拉螺杆或扣件未拧紧, 导致在浇捣混凝土时, 模板产生拱起、凹陷等变形。	1. 墙柱模板严格按照规范要求安装, 垂直度控制在规范要求内, 允许偏差 6mm。墙柱模板安装完成后, 采用线锤吊线检查垂直度。 2. 严格按照模板施工方案进行施工, 层高 2.8~3m 的墙体必须设置 6 排螺杆, 螺杆间距 $\leq 500\text{mm}$ , 第一排螺杆距地小于 200mm, 最上面一排螺杆距板面小于 300mm。且每个对拉螺杆和扣件都要按要求拧紧。	


##### (三) 楼层净高

序号	现象和问题	图片	原因	防治措施	备注
3	楼层净高偏差		1. 楼板标高控制不准确。或模板未按楼板标高安装, 板面倾斜。 2. 模板支撑架未有效加固, 未采取有效的防滑措施, 板底方钢(木方)间距过大, 导致在浇捣混凝土时, 模板变形下沉。	1. 楼板标高准确引到楼层。模板应严格按照楼板标高安装, 模板平整度控制在规范要求内, 底模上表面标高允许偏差 $\pm 5\text{mm}$ , 表面平整度允许偏差 5mm。模板安装过程中做好标高复核。 2. 模板支撑架严格按照施工方案施工, 添加防滑扣, 板底方钢间距 $\leq 30\text{cm}$ , 每个扣件都必须按要求拧紧, 确保模板不会因浇捣混凝土而产生变形、下沉等现象。	

## (四) 楼板厚度

序号	现象和问题	图片	原因	防治措施	备注
4	楼板厚度偏差		1、楼板标高控制不准确，或楼板砼表面未按楼板标高收面。 2、模板支撑架未有效加固，未采取有效的防滑措施，板底方钢（木方）间距过大，导致在浇捣混凝土时，模板变形下沉。	1、楼板标高准确引到楼层，每处预留墙柱筋引两个标高控制点。楼板砼表面严格安装楼板标高控制，大面楼板须在两个标高控制点拉通线控制，砼截面尺寸允许偏差 8，-5mm。 2、模板支撑架严格按照施工方案施工，添加防滑扣，板底方钢间距 $\leq 30\text{cm}$ ，每个扣件都必须按要求拧紧，确保模板不会因浇捣混凝土而产生变形、下沉等现象。	

## (五) 混凝土工程截面尺寸

序号	现象和问题	图片	原因	防治措施	备注
5	混凝土工程截面尺寸偏差		1、墙柱砼未达到要求强度，已进行模板拆除，或模板拆除不便，拆除时用力过大，导致砼截面破损。 2、模板未有效加固，模板拼装不方正，对拉螺杆或扣件未拧紧，导致在浇捣混凝土时，模板产生拱起、扭曲等变形。	1、墙柱模板须在砼浇捣完成 24 小时后，且砼强度应能保证其表面及棱角在拆模后不受损伤，方可进行拆除。拆除模板时应用力适度，确保砼结构不受损伤。 2、严格按照模板施工方案进行施工，层高 2.8-3m 的墙体必须设置 6 排螺杆，螺杆间距 $\leq 500\text{mm}$ ，第一排螺杆距地小于 200mm，最上面一排螺杆距板面小于 300mm。模板安装须方正，模板截面尺寸允许偏差 +4，-5mm。每个对拉螺杆和扣件都必须按要求	

## 第八节 大体积混凝土工程

## 一、工程内容

## (一) 工程特点

1. 大体积砼强度等级比较高，单位水泥用量较大，水化热和收缩变化等原因容易造成结构的开裂；需通过优化配合比、砼浇筑振捣及后期的养护进行混凝土开裂的预控。
2. 大体积砼由于其水泥水化热不容易很快散失，蓄热于内部，使温度升高较大，容易产生由温度引起的裂缝。因此对温度进行控制，是大体积砼施工最突出的问题。必须处理或解决由于水泥产生的水化热所引起的砼体积变化，以便最大限度地减少砼裂缝。
3. 大体积砼工程施工方案，若属于超过一定规模的危险性较大的分部分项工程，须经专家论证通过等程序后组织实施。

本文适用于混凝土结构中大体积混凝土施工。不适用于碾压混凝土和水工大体积混凝土等工程施工。

## (二) 工艺原理及施工流程

## 1. 工艺原理

大体积砼施工是通过对砼温度和应力的计算（主要包括拌合温度、出罐温度、浇筑温度、绝热温度、内部实际最高温度、表面温度及温度应力计算），确定控制温度的措施，并对砼搅拌、运输、入模、浇筑等全过程及配合比、外加剂的优选，在确保砼具有良好的工作性和温度变化的情况下，采用科学管理方法，严密组织施工，采取相应技术措施妥善处理温度差值，合理解决温度应力并控制好裂缝的开展，以满足结构物浇筑的需要

## 2. 工艺流程

优化砼配合比→施工准备→清理基础钢筋网内垃圾（钢筋加工安装完毕）→商品砼运输→砼分层浇筑→循环水降温→砼振捣→砼养护、测温→砼拆模

## 3. 主要执行标准

- 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204
- 《混凝土质量控制标准》GB50164
- 《商品混凝土质量管理规程》DBJ01
- 《混凝土泵送施工技术规程》JGJ/T10
- 《混凝土强度检验评定标准》GBT 50107
- 《大体积混凝土工程施工规范》GB50496
- 《砼外加剂应用技术规范》GB50119
- 《混凝土结构工程施工规范》GB50666
- 《预拌混凝土》GB1490
- 《建筑工程施工质量验收统一标准》GB50300
- 《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ52
- 《高层建筑混凝土结构技术规程》JGJ/T104
- 《块体基础大体积混凝土施工技术规程》YBJ224

## 二、主要控制环节

（一）原材料应符合下列规定：

1. 水泥应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175 的有关规定，当采用其他品种时，其性能指标应符合国家现行有关标准的规定。

2. 应选用水化热低的通用硅酸盐水泥，3d 水化热不宜大于 250kJ / kg，7d 水化热不宜大于 280kJ / kg；当选用 52.5 强度等级水泥时，7d 水化热宜小于 300kJ / kg；碱含量应符合下表规定：

表 14-35 通用硅酸盐水泥最大碱含量

反应类型	环境条件	混凝土最大碱含量（按 Na <sub>2</sub> O 当量计）（kg/m <sup>3</sup> ）		
		一般工程环境	重要工程环境	特殊工程环境
碱硅酸盐反应	干燥环境	不限制	不限制	3.0
	潮湿环境	3.5	3.0	2.0
	含碱环境	3.0	用非活性骨料	

3. 水泥在搅拌站的人机温度不宜高于 60℃。



4. 细骨料宜采用中砂，细度模数宜大于 2.3，含泥量不应大于 3%。
5. 粗骨料粒径宜为 5.0mm ~ 31.5mm，并应连续级配，含泥量不应大于 1%。
6. 应选用非碱活性的粗骨料。
7. 当采用非泵送施工时，粗骨料的粒径可适当增大。
8. 粉煤灰和粒化高炉矿渣粉，质量应符合现行国家标准《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB / T 1596 和《用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB / T 18046 的有关规定。
9. 外加剂的品种、掺量应根据材料试验确定。
10. 宜提供外加剂对硬化混凝土收缩等性能的影响系数。
11. 耐久性要求较高或寒冷地区的大体积混凝土，宜采用引气剂或引气减水剂。
12. 混凝土拌合用水质量应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63 的有关规定。

#### (二) 大体积混凝土产生的裂缝分类及成因

1. 大体积产生的裂缝主要有表层裂缝、深层裂缝、贯穿裂缝
2. 产生的原因：
  - 2.1 水泥水化热影响
  - 2.2 内外约束条件的影响
  - 2.3 外界气温变化影响
  - 2.4 混凝土的收缩变形
  - 2.5 混凝土的沉陷裂缝

#### (三) 大体积混凝土施工温控指标应符合下列规定：

大体积混凝土施工前，应对混凝土浇筑体的温度、温度应力及收缩应力进行试算，并确定混凝土浇筑体的温升峰值，里表温差及降温速率的控制指标，制定相应的温控技术措施。

1. 混凝土浇筑体在入模温度基础上的温升值不宜大于 50℃。
2. 混凝土浇筑体里表温差 ( 不含混凝土收缩当量温度 ) 不宜大于 25℃。
3. 混凝土浇筑体降温速率不宜大于 20℃ / d。
4. 拆除保温覆盖时混凝土浇筑体表面与大气温差不应大于 20℃。

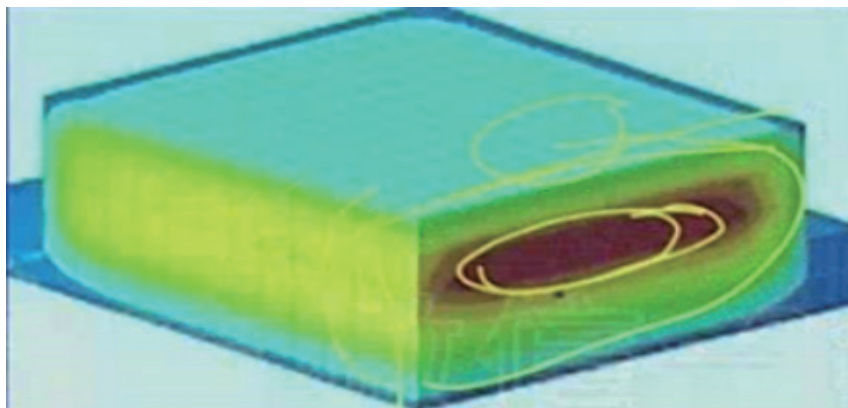


图 14-5 混凝土温度分布图

(四) 大体积混凝土施工应符合下列规定:

1. 大体积混凝土的设计强度等级宜为 C25 ~ C50, 并可采用混凝土 60d 或 90d 的强度作为混凝土配合比设计、混凝土强度评定及工程验收的依据;
2. 大体积混凝土的结构配筋除应满足结构承载力和构造要求外, 还应结合大体积混凝土的施工方法配置控制温度和收缩的构造钢筋。
3. 大体积混凝土置于岩石类地基上时, 宜在混凝土垫层上设置滑动层。
4. 设计中应采取减少大体积混凝土外部约束的技术措施。
5. 设计中应根据工程情况提出温度场和应变的相关测试要求。

表 14-36 主要工序三级控制点

序号	质量控制点检查、检测项	执行依据或准则	质量记录名称	记录格式文本号	等级划分	业主单位	监理单位	施工单位	备注
1	模板支撑、安装	JGJ162-2008	方案(如有)、承载力、刚度稳定性、预压、支撑点		C		√	√	
2	钢筋制作、安装	GB50666-2011	材料、连接接头复验, 间距、规格等或验收记录		B		√	√	
3	原材料检验	GB175-2007GB/T10171-2016	合格证、质量检验报告、材料复验报告		B				
4	混凝土浇筑	GB 50496-2018	为便于沿水平逐层上升并便于检查, 应在基础内模板上每隔一定距离, 测上标高, 画上分层线, 使之便与观测和控制; 同时应注意使各浇灌区浇筑、下灰, 进度应大体均衡, 以避免各区层次不一, 高低不平, 造成较大高差, 而使模板走动; 或振动低处, 使高处已振实的混凝土受侧振而松塌		B		√	√	
5	施工缝处理	GB 50204-2015	应按规范处理, 凿毛、清理、湿润、刷同配比水泥浆或对于混凝土全面分层带来的水平施工缝应在下层混凝土未硬化前, 在混凝土表面插上短的钢筋头, 以加强与上层混凝土的连接, 钢筋长度 20cm, 采用 Φ8 或 Φ10, 每平方米一根		B			√	
6	混凝土养护	GB 50496-2018	混凝土养护初期, 应努力提高混凝土养护环境温度, 其内外温差控制在 20℃以内, 使得混凝土内部温升峰值出现之前, 混凝土具有一定抗拉强度。		C			√	
7	温度测量	GB 50496-2018	测温记录表、监测记录		B		√	√	
8	验收	GB 50496-2018	混凝土强度报告、尺寸、位置或验收记录		B		√	√	

### 三、质量检验

#### (一) 主控项目

##### 1. 原材料

1.1 水泥进场时应对其品种、级别、包装或散装仓号、出厂日期等进行检查, 并应对其强度、安定性及其他必要的性能指标进行复验, 其质量必须符合现行国家规定。



1.1.1 当在使用中对水泥质量有怀疑或水泥出厂超过三个月（快硬硅酸盐水泥超过一个月）时，应进行复验，并按复验结果使用。

1.1.2 钢筋混凝土结构中，严禁使用含氯化物的水泥。

1.1.3 检查数量：按同一生产厂家、同一等级、同一品种、同一批号且连续进场的水泥，袋装不超过 200t 为一批，散装不超过 500t 为一批，每批抽样不少于一次。

1.1.4 检验方法：检查产品合格证、出厂检验报告和进场复验报告。

1.2 混凝土中掺用外加剂的质量及应用技术应符合现行国家规定：

1.2.1 钢筋混凝土结构中，当使用含氯化物的外加剂时，混凝土中氯化物的总含量应符合现行国家中国化学工程集团有限公司施工工艺标准 CNCEC-JO402043-2018 9 规范规定。

1.2.2 检查数量：按进场的批次和产品的抽样检验方案确定。

1.2.3 检验方法：检查产品合格证、出厂检验报告和进场复验报告。

1.3 混凝土中氯化物和碱的总含量应符合现行国家标准和设计的要求。 检验方法：检查原材料试验报告和氯化物、碱的总含量计算书。

## 2. 配合比设计

2.1 大体积混凝土配合比设计，除应符合现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 的有关规定外，尚应符合下列规定：

2.1.1 当采用混凝土 60d 或 90d 强度验收指标时，应将其作为混凝土配合比的设计依据。

2.1.2 混凝土拌合物的坍落度不宜大于 180mm。

2.1.3 拌合水用量不宜大于  $170\text{kg/m}^3$ 。

2.1.4 粉煤灰掺量不宜大于胶凝材料用量的 50%，矿渣粉掺量不宜大于胶凝材料用量的 40%；粉煤灰和矿渣粉掺量总和不宜大于胶凝材料用量的 50%。

2.1.5 水胶比不宜大于 0.45。

2.1.6 砂率宜为 38% ~ 45%。

2.2 混凝土制备前，宜进行绝热温升、泌水率、可泵性等对大体积混凝土裂缝控制有影响的技术参数的试验，必要时配合比设计应通过试泵性验证。

2.3 在确定混凝土配合比时，应根据混凝土绝热温升、温控施工方案的要求，提出混凝土制备时的粗细骨料和拌合用水及入模温度控制的技术措施

## 3. 混凝土搅拌及浇灌

3.1 结构混凝土的强度等级必须符合设计要求。用于检查结构构件混凝土强度的试件，应在混凝土的浇筑地点随机抽取。取样与试件留置应符合下列规定：

3.1.1 每拌制 100 盘且不超过  $100\text{m}^3$  的同配合比的混凝土，取样不得少于一次。

3.1.2 每工作班拌制的同一配合比的混凝土不足 100 盘时，取样不得少于一次。

3.1.3 当一次连续浇筑超过  $1000\text{m}^3$  时，同一配合比的混凝土每  $200\text{m}^3$  取样不得少于一次。

3.1.4 每一楼层、同一配合比的混凝土，取样不得少于一次。

3.1.5 每次取样应至少留置一组标准养护试件，同条件养护试件的留置组数应根据实际需要确定。检验方法：检查施工记录及试件强度试验报告。

3.2 对有抗渗要求的混凝土结构，其混凝土试件应在浇筑地点随机取样。同一工程、同一配合比的混凝土，取样不应少于一次，留置组数可根据实际需要确定。检验方法：检查试件抗渗试验报告。

3.3 混凝土原材料每盘称量的偏差应符合下表规定。

表 14-36 原材料每盘称量的允许偏差

材料名称	允许偏差
粗、细骨料	$\pm 3\%$
水、外加剂	$\pm 2\%$
水泥、掺合料	$\pm 2\%$

3.4 混凝土运输、浇筑及间歇的全部时间不应超过混凝土的初凝时间。同一施工段的混凝土应连续浇筑，并应在底层混凝土初凝之前将上一层混凝土浇筑完毕。当底层混凝土初凝后，浇筑上一层混凝土时，应按施工方案中对施工缝的要求进行处理。检查数量：全数检查。检验方法：观察，检查施工记录。

3.5 混凝土进行现场坍落度试验，达不到要求的按退场处理，检验方法：抽检

表 14-37 混凝土坍落度的允许偏差

坍落度 (mm)	
设计值 (mm)	$\leq 40$
允许偏差 (mm)	$\pm 10$

3.6 砼强度的试块取样、制作、养护和试验应符合《混凝土强度检验评定标准》(GBT 50107-2010) 的规定：

3.6.1 标养：一次连续浇筑的同配合比混凝土不超过  $1000\text{m}^3$ ，每  $100\text{m}^3$  取样应不少于一次

3.6.2 同养：同一强度等级的“同条件养护试块”，其留置的数量应根据砼工程量和重要性确定，不宜少于 2 组

3.7 结构裂缝允许宽度应符合设计规范的规定。

## (二) 一般项目

### 1. 原材料

1.1 混凝土中掺用矿物掺合料的质量应符合现行国家标准相关规定。矿物掺合料的掺量应通过试验确定。检查数量：按进场的批次和产品的抽样检验方案确定。中国化学工程集团有限公司施工工艺标准 CNCEC-JO402043-2018 10 检验方法：检查出厂合格证和进场复验报告。

1.2 普通混凝土所用的粗、细骨料的质量应符合国家现行标准相关规定。检查数量：按进场的批次和产品的抽样检验方案确定。检验方法：检查进场复验报告。

1.3 拌制混凝土宜采用饮用水；当采用其他水源时，水质应符合国家现行标准相关规定

1.4 检查数量：同一水源检查不应少于一次。检验方法：检查水质试验报告。

### 2. 混凝土施工



2.1 后浇带、施工缝的位置应在混凝土浇筑前按设计要求和施工技术方案确定。施工缝的处理应按施工技术方案执行。检查数量：全数检查。检验方法：观察，检查施工记录。

2.2 混凝土浇筑完毕后，应按施工技术方案及时采取有效的养护措施，并应符合下列规定：

2.2.1 应在浇筑完毕后的 12h 以内对混凝土加以覆盖并保湿养护。

2.2.2 混凝土浇水养护的时间：对采用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥或矿渣硅酸盐水泥拌制的混凝土，不得少于 7d；对掺用缓凝型外加剂或有抗渗要求的混凝土，不得少于 14d。

2.2.3 浇水次数应能保持混凝土处于湿润状态；混凝土养护用水应与拌制用水相同。

2.2.4 采用塑料布覆盖养护的混凝土，其敞露的全部表面应覆盖严密，并应保持塑料布内有凝结水。

2.2.5 混凝土表面不便浇水或使用塑料布时，宜涂刷养护剂，对大体积混凝土的养护，应根据气候条件按施工技术方案采取控温措施。

2.2.6 混凝土强度达到  $1.2\text{N/mm}^2$  前，不得在其上踩踏或安装模板及支架。检查数量：全数检查。检验方法：观察，检查施工记录。注：1 当日平均气温低于  $5^\circ\text{C}$  时，不得浇水；当采用其他品种水泥时，混凝土的养护时间应根据所采用水泥的技术性能确定。

2.2.6.1 混凝土振捣均匀密实，不得出现孔洞、露筋、缝隙夹渣等质量缺陷。

2.2.6.2 其他部分的实测误差要小于规范要求。

表 14-38 允许偏差项目及检验方法

序号	项 目	允许偏差 (mm)	检验方法
1	轴线位置	独立基础	丈量检查
		其他基础	
2	标 高	层 高	用水准仪或丈量检查
		全 高	
3	基 础	+15	丈量检查
	截面尺寸	-10	
4	表面平整度	8	用 2m 靠尺和楔形塞尺检查
5	预留洞中心线位置偏移	15	尺查检查

#### 四、常见质量通病及防治

大体积混凝土由于水化热产生的大量热量聚集形成温差过大而产生的裂缝一般是深层或贯穿裂缝是危害性最大的，本文着重介绍。其他原因形成的质量问题本文不再累述。

采取的防治措施如下：

##### （一）测温原则及测温点的布置

1. 温控措施原则和方法，结合监测数据实时调控：

1.1 控制混凝土出机温度，调控入模温度在合适区间。

1.2 升温阶段可适当散热，降低温升峰值，当升温速率减缓时，应及时增加保温措施，避免表面温度快速下降。

1.3 在降温阶段，根据温度监测结果调整保温层厚度，但应避免表面温度快速下降。

- 1.4 在采用保温棚措施的工程中,当降温速率过慢时,可通过局部掀开保温棚调整环境温度。
2. 大体积混凝土浇筑体里表温差、降温速率及环境温度的测试,在混凝土浇筑后,每昼夜不应少于4次;入模温度测量,每台班不应少于2次。
3. 大体积混凝土浇筑体内监测点布置,应反映混凝土浇筑体内最高温升、里表温差、降温速率及环境温度,可采用下列布置方式:
  - 3.1 测试区可选混凝土浇筑体平面对称轴线的半条轴线,测试区内监测点应按平面分层布置。
  - 3.2 测试区内,监测点的位置与数量可根据混凝土浇筑体内温度场的分布情况及温控的规定确定。
  - 3.3 在每条测试轴线上,监测点位不宜少于4处,应根据结构的平面尺寸布置。
  - 3.4 沿混凝土浇筑体厚度方向,应至少布置表层、底层和中心温度测点,测点间距不宜大于500mm。
  - 3.5 保温养护效果及环境温度监测点数量应根据具体需要确定。
  - 3.6 混凝土浇筑体表层温度,宜为混凝土浇筑体表面以内50mm处的温度。
  - 3.7 混凝土浇筑体底层温度,宜为混凝土浇筑体底面以上50mm处的温度。
4. 测温元件的选择应符合下列规定:
  - 4.1 25℃环境下,测温误差不应大于0.3℃。
  - 4.2 温度测试范围应为-30℃~120℃。
  - 4.3 应变测试元件测试分辨率不应大于 $5\mu\varepsilon$ 。
  - 4.4 应变测试范围应满足 $-1000\mu\varepsilon \sim 1000\mu\varepsilon$ 要求。
  - 4.5 测试元件绝缘电阻应大于500M $\Omega$ 。
5. 温度测试元件的安装及保护,应符合下列规定:
  - 5.1 测试元件安装前,应在水下1m处经过浸泡24h不损坏。
  - 5.2 测试元件固定应牢固,并应与结构钢筋及固定架金属体隔离。
  - 5.3 测试元件引出线宜集中布置,沿走线方向予以标识并加以保护。
  - 5.4 测试元件周围应采取保护措施,下料和振捣时不得直接冲击和触及温度测试元件及其引出线。
6. 测温过程中宜描绘各点温度变化曲线和断面温度分布曲线。
7. 发现监测结果异常时应及时报警,并应采取相应的措施。



图 14-6 温度监测



## （二）温度控制的措施

### 2. 混凝土配比及原材料上控制

#### 2.1 原材料

2.1.1 粗细骨料宜为连续级配，符合规范及前文主控项目的要求

2.1.2 外加剂宜采用缓凝剂、减水剂，掺合料宜采用粉煤灰、矿渣粉等。

2.1.3 水泥应尽量选用水化热低、凝结时间长的水泥，优先采用中热硅酸盐水泥、低热矿渣硅酸盐水泥、大坝水泥、矿渣硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥等。

2.1.4 混凝土配合比及掺加合适的外加剂、控制入模温度且符合规范及前文主控项目的要求。

2.1.5 掺加外加剂（如缓凝剂）、控制入模温度当高温天气浇筑混凝土时，宜采用遮盖、洒水、拌冰屑等降低混凝土原材料温度的措施，条件许可时，混凝土浇筑应避开高温时段。



图 14-7 坍落度检测

## （三）浇筑方法控制

### 1. 全面分层法：

将整个结构分为数层浇筑。当已浇筑的下层砼尚未凝结时，即开始浇筑第2层。如此逐层进行，减少大体积砼的温度裂缝的产生，直至浇筑完成。这种方案适用于结构平面尺寸不太大的工程。一般长方形底板宜从短边开始，沿长边推进浇筑；亦可从中间向两端或从两端向中间同时进行浇筑。

### 2. 分段分层法：

混凝土浇筑时采用分层分段进行时，每段浇筑高度应根据结构特点，钢筋疏密程度决定，一般分层高度为振捣器作用半径的1.25倍，最大不得超过500mm。混凝土浇筑时，严格掌握控制下灰厚度、混凝土振捣时间，浇筑分为若干单元，每个浇筑单元间隔时间不超过3小时。

### 3. 斜面分层法：

混凝土浇筑采用“分段定点，循序推进、一个坡度、一次到顶”的方法——自然流淌形成斜坡混凝土的浇筑方法，能较好地适应泵送工艺，提高泵送效率，简化混凝土的泌水处理，保证了上下层混凝土不超过初凝时间，一次连续完成。当混凝土大坡面的坡角接近端部模板时，改变混凝土的浇筑方向，即从顶端往回浇筑。

### 4. 超长大体积混凝土采用跳仓法或后浇带施工时结构有害裂缝控制应符合下列规定：

4.1 当采用跳仓法时,跳仓的最大分块单向尺寸不宜大于 40m,跳仓间隔施工的时间不宜小于 7d,跳仓接缝处应按施工缝的要求设置和处理。

4.2 当采用变形缝或后浇带时,变形缝或后浇带设置和施工应符合国家现行有关标准的规定。

4.3 对后浇带或跳仓法留置的竖向施工缝,宜采用钢板网、铁丝网或快易收口网等材料支挡;后浇带竖向支架系统宜与其他部位分开搭设。



图 14-8 混凝土分层浇筑

#### (四) 采用循环水管降温

1. 采用热传导性好并具有有一定强度冷却水管
2. 水流速度及布设长度、位置应根据现场实际情况通过计算选用确定,使混凝土的内外温差控制在 25℃以下
3. 浇筑前,将冷却管焊接在预先设置的钢筋支撑上且焊接牢固,接头处应有防止混凝土进入堵塞的措施,出基础后冷却水管用软管相互连接并与供水管连接。
4. 冷却水管安装完成后,须通水试运行,检查水管密闭情况。水循环时,派专人看管,防止堵管。并每隔 2 小时记录 1 次测温点温度,混凝土浇筑后,待混凝土内外温差趋于稳定即温差不大于 10 度,方可停止通水可停止冷却水循环。
5. 冷却循环水管及测温管使用完成后,应在其入口处和出口处用压力灌浆法进行封堵压平。



图 14-9 冷却水管安装

## （二）大体积混凝土施工缝和泌水防治措施

1. 混凝土应连续浇筑，特殊情况下如需间歇，其间歇时间应尽量缩短，并应在前一层混凝土凝固以前将下一层混凝土浇筑完毕。间歇的最长时间，按水泥的品种及混凝土的凝固条件而定，一般超过 2 小时就应按“施工缝”处理。

2. 中国化学工程集团有限公司施工工艺标准 CNCEC-JO402043-2018 6 3.2.4.4 施工缝处理：混凝土的强度不小于 1.2Mpa，才能浇筑下层混凝土；在继续浇混凝土之前，应 将界面处的混凝土表面凿毛，剔除浮动石子，并用清水冲洗干净后，再浇一遍高标号水泥砂浆，然后继续浇筑混凝土且振捣密实，使新老混凝土紧密结合。

3. 混凝土的泌水处理：斜面分层法浇筑混凝土采用泵送时，在浇筑、振捣过程中，上涌的泌水和浮浆将顺坡向集中在坡面下，应在侧模适宜部位留设排水孔，使大量泌水顺利排出。采取全面分层法时，每层浇筑，都须将泌水逐渐往前赶，在模板处开设排水孔使泌水排出或将泌水排至施工缝处，设水泵将水抽走，至整个层次浇筑完。

大体积混凝土浇筑应符合下列规定：

3.1 混凝土浇筑层厚度应根据所用振捣器作用深度及混凝土的和易性确定，整体连续浇筑时宜为 300mm ~ 500mm，振捣时应避免过振和漏振。

3.2 整体分层连续浇筑或推移式连续浇筑，应缩短间歇时间，并应在前层混凝土初凝之前将次层混凝土浇筑完毕。层间间歇时间不应大于混凝土初凝时间。混凝土初凝时间应通过试验确定。当层间间歇时间超过混凝土初凝时间时，层面应按施工缝处理。

3.3 混凝土的浇灌应连续、有序，宜减少施工缝。

3.4 混凝土宜采用泵送方式和二次振捣多次抹面工艺。



图 14-10 混凝土多次抹压收面

## （三）大体积混凝土养护

大体积混凝土应采取保温保湿养护。在每次混凝土浇筑完毕后，除应按普通混凝土进行常规养护外，保温养护应符合下列规定：

1. 应专人负责保温养护工作，并应进行测试记录。

2. 保湿养护持续时间不宜少于 14d, 应经常检查塑料薄膜或养护剂涂层的完整情况, 并应保持混凝土表面湿润。

3. 保温覆盖层拆除应分层逐步进行, 当混凝土表面温度与环境最大温差小于 20℃时, 可全部拆除。

4. 混凝土浇筑完毕后, 在初凝前宜立即进行覆盖或喷雾养护工作。

5. 混凝土保温材料可采用塑料薄膜、土工布、麻袋、阻燃保温被等, 必要时, 可搭设挡风保温棚或遮阳降温棚。在保温养护中, 应现场监测混凝土浇筑体的里表温差和降温速率, 当实测结果不满足温控指标要求时, 应及时调整保温养护措施。

6. 大体积混凝土拆模时间应满足混凝土的强度要求, 当模板作为保温养护措施的一部分时, 其拆模时间应根据温控要求确定。

7. 大体积混凝土宜适当延迟拆模时间。拆模后, 应采取预防寒流袭击、突然降温和剧烈干燥等措施。

#### 五、特殊季节施工

(一) 大体积混凝土施工遇高温、冬期、大风或雨雪天气时, 必须采用混凝土浇筑质量保证措施。

(二) 当冬期浇筑混凝土时, 宜采用热水拌合、加热骨料等提高混凝土原材料温度的措施。混凝土浇筑后, 应及时进行保温保湿养护。

(三) 当大风天气浇筑混凝土时, 在作业面应采取挡风措施, 并应增加混凝土表面的抹压次数, 应及时覆盖塑料薄膜和保温材料。

(四) 雨雪天不宜露天浇筑混凝土, 需施工时, 应采取混凝土质量保证措施。浇筑过程中突遇大雨或大雪天气时, 应及时在结构合理部位留置施工缝, 并应中止混凝土浇筑; 对已浇筑还未硬化的混凝土应立即覆盖, 严禁雨水直接冲刷新浇筑的混凝土。



## 第十五章 砌体工程

### 第一节 砌筑砂浆

#### 一、材料控制

##### (一) 建筑砂浆

##### 1. 定义及分类

砂浆由胶凝材料、细骨料、掺合料、外加剂和水按适当比例配置而成的材料。按用途分为砌筑砂浆、灌浆砂浆和特种砂浆。按所用胶凝材料的不同分为水泥砂浆、石灰砂浆和水泥混合砂浆。按其供应方式不同分为普通砂浆、预拌砂浆和干粉砂浆。

##### 2. 质量等级

##### 3. 检验批划分及抽样数量

##### (二) 干混砂浆

##### 1. 定义及分类

干混砂浆是由专业生产厂家生产的，以水泥为主要胶结料与干燥筛分处理的细骨料、矿物掺合料、加强材料和外加剂按一定比例混合而成的混合物。

按组分不同分为单组分和双组分干混砂浆，干混砂浆按用途分为普通干混砂浆（包括干混砌筑砂浆、干混抹灰砂浆、干混地面砂浆和干混防水砂浆）和特种干混砂浆。

##### 2. 质量等级其强度等级有 M5、M7.5、M10、M15、M20、M25、M30 等。

##### 3. 检验批划分及抽样数量。

#### 二、施工过程质量控制

##### (一) 一般规定

1. 配置砌筑砂浆时，各组分材料应采用质量计量，水泥及各种外加剂配料的允许偏差为 +2%；砂、粉煤灰、石灰膏等配料的允许偏差为 +5%。

2. 砌筑砂浆应采用机械搅拌，搅拌时间自投料完起算应符合下列规定：

水泥砂浆和水泥混合砂浆不得少于 120s。

水泥粉煤灰砂浆和掺有外加剂的砂浆不得少于 180s。

3. 干混砂浆及加气混凝土砌块专用砂浆宜按掺用外加剂的砂浆确定搅拌时间或按产品说明书采用

4. 现场拌制的砂浆应随拌随用，拌制的砂浆应在 3h 内使用完毕，当施工期间最高气温超过 30 度时，应在 2h 内使用完毕。

##### (二) 其他规定

1. 预拌砂浆及蒸压加气混凝土砌块专用砂浆的使用时间应按照厂方提供的说明书确定。
2. 砌体结构工程使用的湿拌砂浆，除直接使用外必须储存在不吸水的专用容器内，并根据气候条件采取遮阳、保温、防雨雪等措施，砂浆在储存过程中严禁随意加水。
3. 砌体结构工程施工中，所用砌筑砂浆宜选用预拌砂浆，当采用现场拌制时，应按砌筑砂浆设计配合比配制。对非烧结类块材，宜采用配套的专用砂浆。
4. 不同种类的砌筑砂浆不得混合使用。
5. 砂浆试块的试验结果，当与预拌砂浆厂的试验结果不一致时，应以现场取样的试验结果为准。

### 三、施工中常见的质量通病及预防措施

#### （一）砂浆强度不稳定

1. 现象：砂浆强度的波动性较大，匀质性差，其中低强度等级的砂浆特别严重，强度低于设计要求的情况较多。

#### 2. 原因分析：

2.1 水泥混合砂浆中无机掺合料（如建筑生石灰、粉煤灰等）的掺量对砂浆强度影响很大，随着掺量的增加砂浆和易性越好，但强度降低，如超过规定用量的1倍，砂浆强度约降低40%。但施工时往往片面追求良好的和易性，无机掺合料的掺量常常超过规定用量，因而降低了砂浆的强度。

2.2 无机掺合料材质不佳，生石灰、生石灰粉熟化时间不够，石灰膏中含有较多的灰渣，或运至现场保管不当，发生结硬、干燥等情况，使砂浆中含有较多的软弱颗粒，降低了强度。

2.3 水泥的质量不稳定、安定性不好或强度较低，砂浆搅拌不匀，加料顺序颠倒，使无机掺合料未散开，影响砂浆的匀质性及和易性。

2.4 在水泥砂浆中掺加砌筑砂浆增塑剂、早强剂、缓凝剂、防冻剂或防水剂等外加剂，外加剂超过规定掺用量，或外加剂质量不好，甚至变质，严重地降低了砂浆的强度。

2.5 砂浆试块的制作、养护方法和强度取值等不标准，致使测定的砂浆强度缺乏代表性。

#### 3. 防治措施：

3.1 砂浆配合比的确定，应结合现场材质情况进行试配，试配时应采用重量比计量，水泥及外加剂的计量偏差为±2%，砂及粉煤灰、石灰膏等配料的允许误差为±5%。

3.2 无机掺合料一般为湿料，计最称重比较困难，而其计量误差对砂浆强度影响很大，故应严格控制。计量时，应以标准稠度（ $120 \pm 5$ ）mm为准，如供应的无机掺合料的稠度小于120mm时，应调成标准稠度或者进行折算后称重计量，建筑生石灰、建筑生石灰粉熟化为石灰膏的熟化时间不得少于7d和2d。

3.3 施工中，不得随意增加石灰膏或外加剂的掺量来改善砂浆的和易性。

#### （二）砂浆和易性差，沉底结硬

#### 1. 现象：

1.1 砂浆和易性不好，砌筑时铺浆和挤浆都较困难，影响灰缝砂浆的饱满度，同时使砂浆与砖的粘结力减弱。



1.2 砂浆保水性差，容易产生分层、泌水现象。

1.3 灰槽中砂浆存放时间过长，最后砂浆沉底结硬，即使加水重新拌和，砂浆强度也会严重降低。

2. 原因分析：

2.1 强度等级低的水泥砂浆由于采用高强度等级水泥和过细的砂子，使砂子颗粒间起润滑作用的胶结材料减少，因而砂子间的摩擦力较大，砂浆和易性较差，而且由于砂粒之间缺乏足够的胶结材料起悬浮支托作用，砂浆容易产生沉淀和出现表面泛水现象。

2.2 水泥混合砂浆中掺入的石灰有等塑化材料质量差含有较多灰渣、杂物，或因保存不好发生干燥和污染，不能起到改善砂浆和易性的作用。

2.3 砂浆搅拌时间短，拌和不均匀。

2.4 拌好的砂浆存放时间过久，或灰槽中的砂浆长时间不清理，使砂浆沉底结硬。

2.5 拌制的砂浆未在规定时间内用完，而将剩余砂浆捣碎加水拌和后继续使用。

3. 防治措施

3.1 低强度等级砂浆应采用水泥混合砂浆，如确有困难，可掺增塑剂或掺水泥用量 5%~10% 的粉煤灰，以达到改善砂浆和易性的目的。

3.2 水泥混合砂浆中的塑化材料，应符合试配室试配时的质量要求现场的石灰膏、黏土膏等。应在池中妥善保管，防止暴晒、风干结硬，并经常浇水保持湿润。

宜采用强度等级较低的水泥和中砂拌制砂浆，拌制时应严格执行施工配合比，并保证搅拌时间。

3.3 灰槽中的砂浆，使用中应经常用铲翻拌、清底并将灰槽内角边处的砂浆刮净，堆在一侧继续使用，或与新拌砂浆混在一起使用。

3.4 现场拌制的砂浆应随伴随用，拌制的砂浆应在拌后 3h 内用完。当施工期间最高气温超过 30° 时应在 2h 内用完。预拌砂浆及蒸压加气混凝土砌块专用砂浆的使用时间按照厂方提供的说明书中的规定。

（三）用等强度等级的水泥砂浆代替水泥混合砂浆

1. 现象：

设计确定采用水泥砂浆，施工单位为降低成本，改善砂浆和易性，便于操作，改用水泥混合砂浆，错误地采用相同强度等级混合砂浆代替，造成砌筑后的砌体抗压强度、抗剪、抗拉强度等均有不同程度的下降。

2. 原因分析：施工技术管理人员和施工人员对规范中砂浆替代的有关规定缺乏了解。

3. 防治措施：

3.1 组织施工技术人员培训和学习有关施工质量验收规范和设计规范。

3.2 施工中采用水泥砂浆或掺有机塑化剂的水泥砂浆代替混合砂浆时，应按设计规范有关规定，考虑砌体抗压强度、抗剪、抗拉强度分别降低 15% 和 25% 的影响，据此重新换算确定相应的。

（四）砖砌体组砌混乱

1. 现象：混水墙面组砌方法混乱出现直缝和“二层皮”，砖柱采用先砌四周后填心的包心砌法，

里外皮砖层互不相咬,形成周圈通天缝,降低了砌体强度和整体性;砖规格尺寸误差对清水墙面影响较大,如组砌形式不当,形成竖缝宽窄不匀,影响美观。

2. 原因分析:因混水墙面要抹灰,操作人员容易忽视组砌形式,或者操作人员缺乏砌筑基本技能,因此出现了多层砖的竖缝和“二层皮”现象。

### 3. 防治措施

3.1 应使操作者了解砖墙组砌形式不单是为了清水墙美观,同时也是为了使墙体具有较好的受力性能。因此,墙体中砖缝搭接不得少于 1/4 砖长;内外皮砖层最多隔 200mm 就应有一层丁砖拉结。烧结普通砖采用一顺一丁、梅花丁或三顺一丁砌法,多孔砖采用一顺一丁或梅花丁砌法均可满足这一要求。

3.2 加强对操作人员的技能培训和考核,达不到技能要求者,不能上岗操作。

3.3 墙体组砌形式的选用,可根据受力性能和砖的尺寸误差确定。一般清水墙面常选用一顺一丁和梅花丁组砌方法;双面清水墙,如工业厂房围护墙、围墙等,可采取三七缝组砌方法。在同一栋工程中,应尽量使用同一砖厂的砖,以避免因砖的规格尺寸误差而经常变动组砌方法。

### (五) 砖缝砂浆不饱满、砂浆与砖粘结不良

1. 现象:砌体水平灰缝砂浆饱满度低于 80%;竖缝出现瞎缝;砌筑清水墙采取大缩口铺灰,缩口缝深度甚至达 20mm 以上,影响砂浆饱满度。砖在砌筑前未浇水湿润,干砖上墙,或铺灰长度过长,致使砂浆与砖粘结不良。

### 2. 原因分析:

2.1 低强度等级的砂浆,如使用水泥砂浆,因水泥砂浆和易性差,砌筑时挤浆费劲,操作若用大铲或瓦刀铺刮砂浆后,使底灰产生空穴,砂浆不饱满。

2.2 干砖砌墙,使砂浆早期脱水而降低强度,且与砖的粘结力下降,而干砖表面的粉屑又起隔离作用,减弱了砖与砂浆层的粘结。

2.3 用铺浆法砌筑,有时因铺浆过长,砌筑速度跟不上,砂浆中的水分被底砖吸收,使砌上层砖与砂浆失去粘结。

2.4 砌清水墙时,为了省去刮缝工序,采取了大缩口的铺灰方法,使砌体砖缝缩口深度达 20mm 以上,既降低了砂浆饱满度,又增加了勾缝工作量。

### 3. 防治措施

3.1 改善砂浆和易性是确保灰缝砂浆饱满度和提高粘结强度的关键。

3.2 改进砌筑方法,不宜采取铺浆法或摆砖砌筑,应推广“三一砌砖法”,即一块砖、一铲灰、一挤揉的砌筑方法。

3.3 当采用铺浆法砌筑时,必须控制铺浆的长度,一般气温情况下不得超过 750mm,当施工期间气温超过 30℃时,不得超过 500mm。

3.4 严禁用干砖砌墙。砌筑前 1~2d 应将砖浇湿,使砌筑时烧结普通砖和多孔砖的含水率达到 10%~15%;灰砂砖和粉煤灰砖的含水率达到 8%~12%。



3.5 冬期施工时，在正温度条件下也应将砖面适当湿润后再砌筑。负温下施工无法浇砖时，应适当增加砂浆的稠度；对于9度抗震设防地区，在严冬无法浇砖情况下，不能进行砌筑。

#### （六）“螺丝”墙

1. 现象：砌完一个层高的墙体时，同一砖层的标高差一皮砖的厚度，不能交圈。

2. 原因分析：砌筑时，没有按皮数杆控制砖的层数。每当砌至基础顶面或混凝土楼板上接砌砖时，由于标高偏差大，皮数杆往往不能与砖层吻合，需要在砌筑中用灰缝厚度逐步调整。

#### 3. 防治措施：

3.1 砌墙前应先测定所砌部位基面标高误差，通过调整灰缝厚度，调整墙体标高，每次在基础顶面或楼板上接砌时应重新抄平，采用灰缝调整好水平标高。

3.2 调整同一墙面标高误差时，可采取提（或压）缝的办法，砌筑时应注意灰缝均匀，标高误差应分配在一步架的各层砖缝中，逐层调整。

3.3 挂线两端应相互呼应，注意同一条水平线所砌砖的层数是否与皮数杆上的砖层数相符。

3.4 当砌至一定高度时，可检查与相邻墙体水平线的平行度，以便及时发现标高误差。

3.5 在墙体一步架砌完前应进行抄平弹半米线，用半米线向上引尺检查标高误差，墙体基面的标高误差，应在一步架内调整完毕。

#### （七）墙体留槎形式不符合规定，接槎不严

1. 现象：砌筑时不按规范执行，随意留直槎，槎口部位用砖填砌，留槎部位接槎砂浆不严灰缝不顺直，使墙体拉结性能严重削弱。

#### 2. 原因分析：

2.1 操作人员对留槎形式与抗震性能的关系缺乏认识，习惯于留直槎，认为留斜槎不如留直槎方便，而且多数留阴槎。有时由于施工操作不便，如外脚手砌墙，横墙留斜槎较困难而留置直槎。

2.2 施工组织不当，造成留槎过多。由于重视不够，留直槎时，漏放拉结筋，或拉结筋长度、间距未按规定执行；拉结筋部位的砂浆不饱满，使钢筋锈蚀。

2.3 斜槎留置方法不统一，留置大斜槎工作量大，斜槎灰缝平直度难以控制，使接槎部位不顺线。

2.4 施工洞口随意留设，运料小车将混凝土、砂浆撒落到洞口留槎部位，影响接槎质量。

#### 3. 防治措施：

3.1 在安排施工组织计划时，对施工留槎应作统一考虑。外墙大角尽量做到同步砌筑不留槎，或一步架留槎，二步架改为同步砌筑，以加强墙角的整体性。纵横墙交接处，有条件时尽量安排同步砌筑，如外脚手砌纵墙，横墙可以与此同步砌筑，工作面互不干扰。这样可尽量减少留槎部位，有利于房屋的整体性。

3.2 砖砌体的转角处和交接处应同时砌筑，严禁无可靠措施的内外墙分砌施工。在抗震设防烈度为8度及8度以上地区，对不能同时砌筑而又必须留置的临时间断处应砌成斜槎。普通砖砌体斜槎水平投影长度不应小于高度的2/3，多孔砖砌体的斜槎长高比不应小于1/2。

3.3 应注意接槎的质量。首先应将接槎处清理干净，然后浇水湿润，接槎时，槎要填实砂浆，

并保持灰缝平直。

3.4 非抗震设防及抗震设防烈度为 6 度、7 度地区，当临时间断处不能留斜槎时，除转角处外，可留直槎，但直槎必须做成凸槎，且应加设拉结钢筋，拉结钢筋应符合下列规定：

3.4.1 每 120mm 墙厚放置 1M 拉结钢筋（120mm 厚墙应放置 2Φ6 拉结钢筋）。

3.4.2 间距沿墙高不应超过 500mm，且竖向间距偏差不应超过 100mm。

3.4.3 埋入长度从留槎处算起每边均不应小于 500mm，对抗震设防烈度 6 度、7 度的地区，不应小于 1000mm。

3.4.4 末端应有 90° 弯钩。

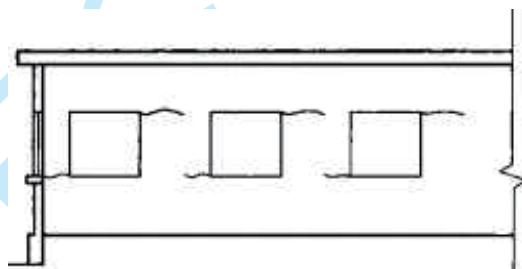
#### （八）地基不均匀沉降引起墙体裂缝

##### 1. 现象：

1.1 斜裂缝一般发生在纵墙的两端，多数裂缝通过窗口的两个对角，裂缝向沉降较大的方向倾斜，并由下向上发展。横墙由于刚度较大（门窗洞口也少）一般不会产生太大的相对变形，故很少出现这类裂缝。裂缝多出现在底层墙体，向上逐渐减少，裂缝宽度下大上小，常常在房屋建成后不久就出现，其数量及宽度随时间而逐渐发展。

1.2 窗间墙水平裂缝一般在窗间墙的上下对角处成对出现，沉降大的一边裂缝在下沉降小的一边裂缝在上。

1.3 竖向裂缝发生在纵墙中央的顶部和底层窗台处，裂缝上宽下窄。当纵墙顶层有钢筋混凝土圈梁时，顶层中央顶部竖直裂缝则较少。



##### 2. 原因分析：

2.1 斜裂缝主要发生在软土地基上的墙体中，由于地基不均匀下沉，使墙体承受较大的剪切力，当结构刚度较差，施工质量和材料强度不能满足要求时，导致墙体开裂。

2.2 窗间墙水平裂缝产生的原因是，由于地基沉降较大，沉降单元上部受到阻力，使窗间墙受到较大的水平的力，而发生上下位置的水平裂缝。

2.3 房屋底层窗台下一竖直裂缝，是由于窗间墙承受荷载后，窗台墙起着反梁作用，特别是较宽大的窗口或窗间墙承受较大的集中荷载情况下（如礼堂、厂房等工程），建在软土地基上的房屋，窗台墙因反向变形过大而开裂，严重时还会挤坏窗口影响窗扇开启。另外，地基如建在冻土层上，由于冻胀作用也可能在窗台处发生裂缝。

##### 3. 预防措施：

3.1 加强地基探槽工作。对于较复杂的地基，在基槽开挖后应进行普遍钎探，待探出的软弱部位进行加固处理后，方可进行基础施工。

3.2 合理设置沉降缝。凡不同荷载（高差悬殊的房屋）、长度过大、平面形状较为复杂、同一建筑物地基处理方法不同和有部分地下室的房屋，都应从基础开始分成若干部分。设置沉降缝使其各自沉降，以减少或防止裂缝产生。沉降缝应有足够的宽度，操作中应防止浇筑圈梁时将断开

处浇在一起，或砖头、砂浆等杂物落入缝内致使房屋不能自由沉降而发生墙体拉裂现象。

3.3 加强上部结构的刚度，提高墙体抗弯强度。由于上部结构刚度较强，可以适当调整地基的不均匀下沉。故应在基础顶面（±0.000）处及各楼层门窗口上部设置圈梁，减少建筑物端部门窗数量。设计时，应控制长高比不要过大。操作中严格执行规范规定，如砖浇水润湿程度，改善砂浆和易性，提高砂浆饱满度，在施工临时间断处留置斜槎等。对于非抗震设防地区及抗震设防烈度为6、7度地区的房屋，当留置直槎时，也应留成阳槎，并按规定加设拉结筋，严禁留置阴槎、不设拉结筋的做法。

3.4 宽大窗间部应考虑设混凝土梁或砌反砖磴，以适应窗台反梁作用的变形，防止窗台处产生竖直裂缝。为避免多层房屋底层窗台下出现裂缝，除加强基础整体性外，也采取在灰缝内设置通长钢筋的方法来加强。另外窗台部位也不宜使用过多半砖砌筑。

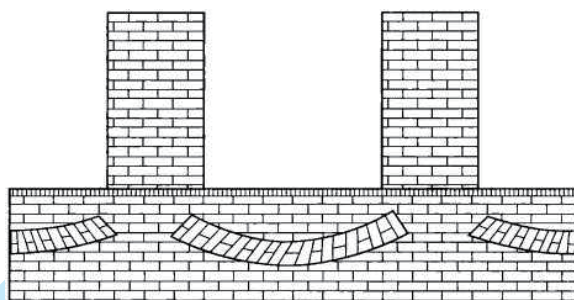


图 15-2 砌反砖磴

#### 4. 治理方法：

4.1 对于沉降差不大，且已不再发展的一般性细小裂缝。因不会影响结构的安全和使用采取砂浆堵抹或压力注浆法即可。

4.2 对于不均匀沉降仍在发展，裂缝较严重且在继续开展，则应本着先加固地基后处理裂缝的原则进行。一般可采用桩基托换方法来加固，即沿基础两侧布置灌注桩，上设梁，将原基础圈梁托起，防止地基继续下沉。然后根据墙体裂缝的严重程度，分别采用填缝法、压浆法、外加网片法、置换法进行处理。

#### （九）温度变化引起的墙体裂缝

##### 1. 现象：

1.1 八字裂缝。出现在顶层纵墙的两端（一般在1~2开间的范围内），严重时发展到房屋1/3长度内。有时在横墙上也可能发生。裂缝宽度一般中间大、两端小。当外纵墙两端有窗时裂缝沿窗口对角方向裂开。

1.2 水平裂缝。一般发生在平屋顶屋檐下或顶层圈梁下2~3皮砖的灰缝位置，裂缝一般沿外墙顶部断续分布，两端较中间严重，在转角处，往往形成纵、横墙相交而成的包角裂缝。

1.3 竖向裂缝。对于一些长度较大的房屋，在纵墙中间部位可能出现竖向裂缝，裂缝宽度中间大、两端小。

##### 2. 原因分析：

2.1 八字裂缝一般发生在平屋顶房屋顶层纵墙面上。这种裂缝的产生,往往是在夏季,屋顶圈梁、挑檐混凝土浇筑后,保温层未施工前,由于混凝土和砖砌体两种材料线胀系数的差异(前者比后者约大一倍)。在较大温差情况下,纵墙因不能自由缩短而在两端产生八字裂缝。无保温屋盖的房屋,经过夏、冬季气温的变化,也容易产生八字裂缝。裂缝之所以发生在顶层,还由于顶层墙体承受的压应力较其他各层小,从而砌体抗剪强度比其他各层要低的缘故。

2.2 檐口下水平裂缝、包角裂缝以及在较长的多层房屋楼梯间处,楼梯休息平台与楼板邻接部位发生的竖直裂缝,以及纵墙上的竖直裂缝,产生的原因与上述原因相同。

### 3. 预防措施:

3.1 合理安排屋面保温层施工。由于屋面结构层施工完毕至作好保温层,中间有一段时间间隔,因此屋面施工应尽量避免高温季节,同时应尽可能缩短间隔时间。

3.2 屋面挑檐可采取分块预制或者顶层圈梁。与墙体之间设置滑动层。

3.3 按规定留置伸缩缝,以减少温度变化对墙体产生的影响。伸缩缝应清理干净,避免碎砖或砂浆等杂物填入缝内。

3.4 混凝土砖、蒸压砖的生产龄期达到 28d 后,方可用于砌体的施工。

3.5 砌筑烧结普通砖、烧结多孔砖、蒸压灰砂砖、蒸压粉煤灰砖砌体时,砖应提前 1~2d 适度湿润,不得采用干砖或吸水饱和状态的砖砌筑。砖湿润程度应符合下列规定:

3.5.1 烧结类砖的相对含水率 60%~70%。

3.5.2 混凝土多孔砖及混凝土实心砖不需浇水湿润,但在气候干燥炎热的情况下,宜在砌筑前对其喷水湿润。

3.5.3 其他非烧结类砖的相对含水率为 40%~50%。

4. 治理方法:此类裂缝一般不会危及结构的安全,且 2~3 年后将趋于稳定。因此,对于这类裂缝可待其基本稳定后再作处理。

### 四、砌筑砂浆质量检查验收:

(一) 砂浆试块强度验收时其强度合格标准应符合下列规定:

1. 同一验收批砂浆试块强度平均值应大于或等于设计强度等级值的 1.10 倍。
2. 同一验收批砂浆试块抗压强度的最小一组平均值应大于或等于设计强度等级值的 85%。

(二) 砌筑砂浆的验收批:

同一类型、强度等级的砂浆试块不应少于 3 组;同一验收批砂浆只有 1 组或 2 组试块时,每组试块抗压强度平均值应大于或等于设计强度等级值的 1.10 倍;对于建筑结构的安全等级为一级或设计使用年限为 50 年及以上的房屋,同一验收批砂浆试块的数量不得少于 3 组。

(三) 砂浆强度应以标准养护, 28d 龄期的试块抗压强度为准。

(四) 抽检数量:

每一检验批且不超过 250m<sup>3</sup> 砌体的各类、各强度等级的普通砌筑砂浆,每台搅拌机应至少抽检一次。验收批的预拌砂浆、蒸压加气混凝土砌块专用砂浆,抽检可为 3 组。



### （五）检验方法：

在砂浆搅拌机出料口或在湿拌砂浆的储存容器出料口随机取样制作砂浆试块。

## 第二节 砖砌体工程

### 一、材料控制

#### （一）烧结普通砖

##### 1. 定义和分类

是以黏土、页岩、煤矸石、粉煤灰为主要原料经焙烧而成的普通砖。按主要原料分为黏土砖(N)、页岩砖(Y)、煤矸石砖(M)、粉煤灰砖(F)、建筑渣土砖(N)。烧结普通砖的标准尺寸是240mm\*115mm\*53mm。

##### 2. 强度等级

烧结普通砖的强度等级: MU30、MU25、MU20、MU15、MU10 五个强度等级。根据尺寸偏差、外观质量、泛霜和石灰爆裂分为优等品、一等品和合格品三个质量等级。

#### （二）烧结多孔砖

##### 1. 定义和分类

是以煤矸石、粉煤灰、页岩或黏土为主要原料焙烧而成，孔洞率等于或大于33%，孔的尺寸小而数量多的砖称为烧结多孔砖。按主要原料分为黏土砖(N)、页岩砖(Y)、煤矸石砖(M)、粉煤灰砖(F)、淤泥砖(U)、固体废弃物砖(G)。

##### 2. 质量等级

烧结多孔砖的外形尺寸，长度可分为290mm、240mm、190mm，宽度可分为240mm、190mm、180mm、140mm、115mm，高度为90mm。常用于建筑承重部位。

烧结多孔砖的强度等级: MU30、MU25、MU20、MU15、MU10 五个强度等级。根据尺寸偏差、外观质量、孔形、孔洞排列、泛霜和石灰爆裂分为优等品、一等品和合格品三个质量等级。

#### （三）烧结空心砖

##### 1. 定义和分类

烧结空心砖是以黏土、页岩、煤矸石为主要原料，经焙烧而成的孔洞率等于或大于40%的砖，其孔尺寸大而数量少且平行于大面和条面，使用时大面受压，孔洞与承压面平行，因而砖的强度不高。按主要原料分为黏土空心砖(N)、页岩空心砖(Y)、煤矸石空心砖(M)、粉煤灰空心砖(F)、淤泥空心砖(U)、建筑渣土空心砖(Z)、其他固体废弃物空心砖(G)。

##### 2. 质量等级

长度规格尺寸为：390、290、240、190、180、140；宽度规格尺寸为：190、180、140、115；高度规格尺寸为：180、140、115、90；根据抗压强度分为：MU10.0、MU7.5、MU5.0、MU3.5 四个强度等级。

根据尺寸偏差、外观质量、孔洞排列及结构、泛霜、石灰爆裂和吸水率分为优等品、一等品和合格品三个质量等级。

### 3. 检验批划分及抽样数量

检验批的构成原则和批量大小按 JC/T466 规定，3.5 万~15 万块为一批，不足 3.5 万块按一个检验批计取。抽样数量见下表

表 15-1 抽样数量表

序号	检验项目	抽样数量
1	外观质量 [ 欠火砖 ( 砌块 ) 、麻砖 ( 砌块 ) ]	50( $n_1=n_2=50$ )
2	尺寸允许偏差	20
3	强度	10
4	密度	5
5	孔洞排列及其结构	5
6	泛霜	5
7	石灰爆裂	5
8	吸水率和饱和系数	5
9	冻更	5
10	放射性核素限最	3

#### (四) 蒸压灰砂砖,

##### 1. 定义和分类

是以石灰、砂子为原料，经配料、拌和、压制成型和蒸压养护而制成的。灰砂砖的尺寸规格为 240mm\*115mm\*53mm,

##### 2. 质量等级

灰砂砖根据抗压强度和抗折强度分为 MU25、MU20、MU15、MU10 四个强度等级。根据产品的尺寸偏差、外观质量、强度及抗冻性分为优等品 (A)、一等品 (B)、合格品 (C) 三个等级。

##### 3. 适用范围:

MU15、MU20、MU25 的砖可用于基础及其他建筑；MU10 的砖仅可用于防潮层以上的建筑；灰砂砖不得用于长期受热 200 以上、受急冷急热和有酸性介质侵蚀的建筑部位。

##### 4. 检验批划分及抽样数量

同类型的灰砂砖每 10 万块为一批，不足 10 万块按一个检验批计取。抽样数量见下表

表 15-2 抽样数量表

项目	抽样数量, 块
尺寸偏差和外观质量	50 ( $n_1=n_2=50$ )
颜色	36
抗折强度	5
抗压强度	5
抗冻性	5

#### (五) 蒸压粉煤灰砖

##### 1. 定义和分类



粉煤灰砖以粉煤灰、生石灰为主要原料，可掺入适量石膏等外加剂或其他集料，经坯料制备、压制成型、高压蒸汽养护而制成的砖。其外形尺寸为 240mm\*115mm\*53mm。

## 2. 质量等级

根据《粉煤灰砖》（JC239-2001）中规定：抗压强度和抗折强度划分为 MU30、MU25、MU20、MU15、MU10 五个强度等级。按外观质量、尺寸偏差、强度和干燥收缩值分为优等品、一等品、合格品，优等品强度等级应不低于 MU15。

## 3. 适用范围

粉煤灰砖可用于工业与民用建筑的墙体和基础，但用于基础或易受冻融和干湿交替作用的建筑部位，必须使用一等品和优等品。粉煤灰砖不得用于长期受热 (200) 以上、受急冷急热和有酸性介质侵蚀的建筑部位。为避免或减少收缩裂缝的产生，用粉煤灰砖砌筑的建筑物，应适当增设圈梁或伸缩缝。

## 4. 检验批划分及抽样数量

以同一批原材料、同一生产工艺、同一规格型号、同一强度等级和同一龄期的每 10 万块为一批，不足 10 万块按一个检验批计取。抽样数量见下表

表 15-3 抽样数量表

检验项目	样品数量
外观质量和尺寸偏差	100 ( $n_1+n_2=50$ )
强度等级	20
吸水率	3
线性干燥收缩值	3
抗冻性	20
碳化系数	25
放射性核素限量	3

## 二、施工过程质量控制

### (一) 材料质量控制规定

1. 混凝土砖、蒸压砖的生产龄期应达到 28d 后，方可用于砌体的施工。
2. 当砌筑烧结普通砖、烧结多孔砖、蒸压灰砂砖和蒸压粉煤灰砖砌体时，砖应提前 1d ~ 2d 适度湿润，不得采用干砖或吸水饱和状态的砖砌筑。砖湿润程度宜符合下列规定：
  - 2.1 烧结类砖的相对含水率宜为 60% ~ 70%。
  - 2.2 混凝土多孔砖及混凝土实心砖不宜浇水湿润，但在气候干燥炎热的情况下，宜在砌筑前对其浇水湿润。
  - 2.3 其他非烧结类砖的相对含水率宜为 40% ~ 50%。
3. 不同品种的砖不得在同一楼层混砌。

## (二) 砌筑质量控制规定

1. 砌筑砂浆的水平灰缝厚度宜为 10mm, 允许误差宜为 +2mm。
2. 采用铺浆法砌筑砖砌体时, 一次铺浆长度不得超过 750mm; 当施工期间环境温度超过 30℃ 时, 一次铺浆长度不得超过 500mm。
3. 每日砌筑高度宜控制在 1.5m 以下或一步脚手架高度内。
4. 砌体灰缝的砂浆应密实饱满, 砖墙水平灰缝的砂浆饱满度不得小于 80%, 砖柱的水平灰缝和竖向灰缝饱满度不应小于 90%; 竖缝宜采用挤浆或加浆方法, 不得出现透明缝、瞎缝和假缝。不得用水冲浆灌缝。
5. 当砌体上的砖被撞动或需移动时, 应将原有砂浆清除再铺浆砌筑。
6. 砖基础大放脚形式应符合设计要求。当设计无规定时, 宜采用二皮砖一收或二皮与一皮砖间隔一收的砌筑形式, 退台宽度均应为 60mm, 退台处面层砖应丁砖砌筑。
7. 砖砌体的转角处和交接处应同时砌筑。在抗震设防烈度 8 度及以上地区, 对不能同时砌筑的临时间断处应砌成斜槎。其中普通砖砌体的斜槎水平投影长度不应小于高度 (h) 的 2/3。多孔砖砌体的斜槎长高比不应小于 1/2。斜槎高度不得超过一步脚手架高度。
8. 砖砌体的转角处和交接处对非抗震设防及在抗震设防烈度为 6 度、7 度地区的临时间断处, 当不能留斜槎时, 除转角处外, 可留直槎, 但应做成凸槎。留直槎处应加设拉结钢筋, 其拉结筋应符合下列规定:
  - 8.1 每 120mm 墙厚应设置 1  $\phi$  6 拉结钢筋; 当墙厚为 120mm 时, 应设置 2  $\phi$  6 拉结钢筋。
  - 8.2 间距沿墙高不应超过 500mm, 且竖向间距偏差不应超过 100mm。
  - 8.3 埋入长度从留槎处算起每边均不应小于 500mm 对抗震设防烈度 6 度、7 度的地区, 不应小于 1000mm。
  - 8.4 末端应设 90° 弯钩。

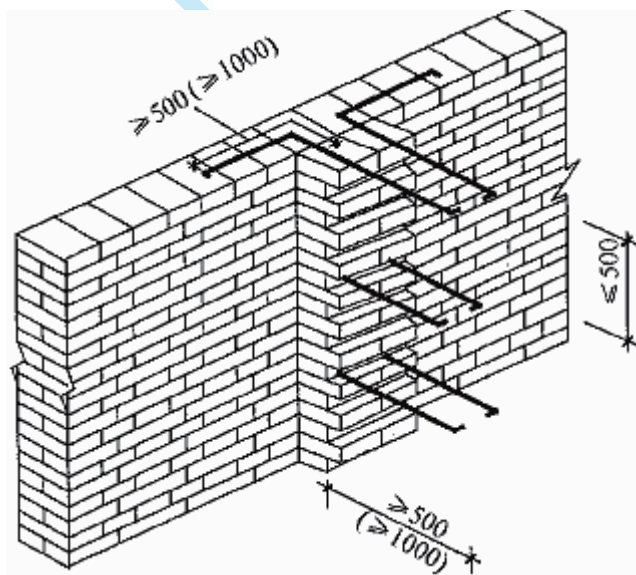


图 15-3 砖砌体直槎和拉结筋示意图



9. 砌体组砌应上下错缝，内外搭砌；组砌方式宜采用一顺一丁、梅花丁、三顺一丁

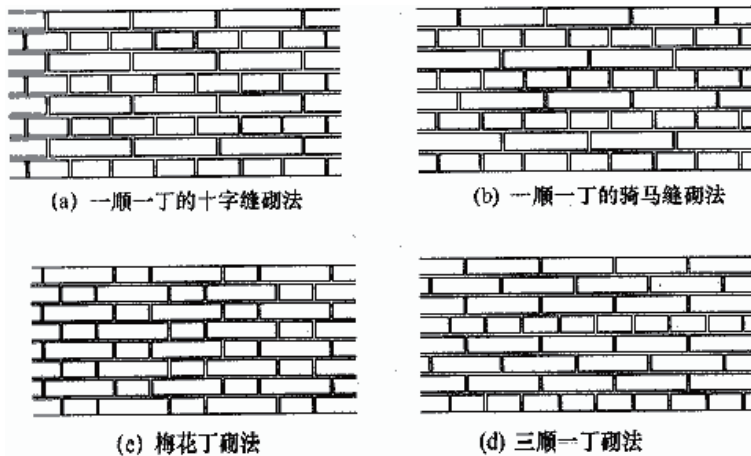


图 15-4 砖砌体组砌方式

10. 砖砌体的下列部位不得使用破损砖：

10.1 砖柱、砖垛、砖拱、砖碇、砖过梁、梁的支承处、砖挑层及宽度小于 1m 的窗间墙部位。

10.2 起拉结作用的丁砖。

10.3 清水砖墙的顺砖。

11. 砖砌体在下列部位应使用丁砌层砌筑，且应使用整砖：

11.1 每层承重墙的最上一皮砖。

11.2 楼板、梁、柱及屋架的支承处。

11.3 砖砌体的台阶水平面上。

11.4 挑出层。

12. 水池、水箱和有冻胀环境的地面以下工程部位不得使用多孔砖。

13. 多孔砖的孔洞应垂直于受压面砌筑。

14. 砌体接槎时，应将接槎处的表面清理干净，洒水湿润，并应填实砂浆，保持灰缝平直。

拉结钢筋应预制加工成型，钢筋规格、数量及长度符合设计要求，且末端应设 90° 弯钩。埋入砌体中的拉结钢筋，应位置正确、平直，其外露部分在施工中不得任意弯折。

15. 厚度 240mm 及以下墙体可单面挂线砌筑；厚度为 370mm 及以上的墙体宜双面挂线砌筑；夹心复合墙应双面挂线砌筑。

16. 砖柱和带壁柱墙砌筑应符合下列规定：

16.1 砖柱不得采用包心砌法。

16.2 带壁柱墙的壁柱应与墙身同时咬槎砌筑。

16.3 异形柱、垛用砖，应根据排砖方案事先加工。

17. 实心砖的弧拱式及平拱式过梁的灰缝应砌成楔形缝。灰缝的宽度，在拱底面不应小于 5mm；在拱顶面不应大于 15mm。平拱式过梁拱脚应伸入墙内不小于 20mm，拱底应有 1% 起拱。

18. 砖过梁底部的模板，应在灰缝砂浆强度不低于设计强度 75% 时，方可拆除。

19. 在门窗洞口边, 外叶墙应设阳槎与内叶墙搭接砌筑, 且应沿竖向每隔 300mm 设置 U 形拉结筋。外叶墙在底层墙体底部、每层圈梁处的墙体底部应设置泄水口, 泄水口位置底层砖竖缝应为空缝, 或应在竖缝内埋设 10mm 的导流管作为泄水口, 泄水口间距宜为 500mm。

20. 砌筑夹心复合墙时, 空腔侧墙面水平缝和竖缝应随砌随刮平, 并防止砂浆和杂物落入两片墙之间的空腔内及保温板上。

21. 砌筑装饰夹心复合墙时, 外叶墙应随砌随划缝, 深度宜为 8mm ~ 10mm; 且应采用专门的勾缝剂勾凹圆或 V 形缝, 灰缝应厚薄均匀、颜色一致。

22. 砖砌体应随砌随清理干净凸出墙面的余灰。清水墙砌体应随砌随压缝, 后期勾缝应深浅一致, 深度宜为 8mm ~ 10mm, 并应将墙面清扫干净。

### 三、施工过程常见的质量通病与预防措施

#### (一) 砖砌体组砌混乱

##### 1. 现象:

混水墙面组砌方法混乱, 出现直缝和“二层皮”, 砖柱采用先砌四周后填心的包心砌法, 里外皮砖层互不相咬, 形成周圈通天缝, 降低了砌体强度和整体性; 砖规格尺寸误差对清水墙面影响较大, 如组砌形式不当, 形成竖缝宽窄不均, 影响美观。

##### 2. 原因分析:

2.1 因混水墙面要抹灰, 操作人员容易忽视组砌形式, 或者操作人员缺乏砌筑基本技能, 因此, 出现了多层砖的直缝和“二层皮”现象。

2.2 砌筑砖柱需要大量的七分砖来满足内外砖层错缝要求, 打制七分砖会增加工作量, 影响砌筑效率, 而且砖损耗很大。当操作人员思想不够重视, 又缺乏严格检查的情况下, 三七砖柱习惯于用包心砌法。

##### 3. 防治措施:

##### 3.1 缝宽度均匀一致。

3.2 在同一工程中, 应尽量使用同一砖厂的砖, 以避免因砖的规格尺寸误差而经常变动组砌方法。

#### (二) 砖缝砂浆不饱满, 砂浆与砖粘结不良

##### 1. 现象:

砌体水平灰缝砂浆饱满度低于 80%; 竖缝出现瞎缝, 特别是空心砖墙, 常出现较多的透明缝; 砌筑清水墙采取大缩口铺灰, 缩口缝深度甚至达 20mm 以上, 影响砂浆饱满度。砖在砌筑前未浇水湿润, 干砖上墙, 或铺灰长度过长, 致使砂浆与砖粘结不良。

##### 2. 原因分析:

2.1 低强度等级的砂浆, 如使用水泥砂浆, 因水泥砂浆和易性差, 砌筑时挤浆费劲, 操作者用大铲或瓦刀铺刮砂浆后, 使底灰产生空穴, 砂浆不饱满。

2.2 用于砖砌墙, 使砂浆早期脱水而降低强度, 且与砖的粘结力下降, 而于砖表面的粉屑又起



隔离作用，减弱了砖与砂浆层的粘结。

2.3 用铺浆法砌筑，有时因铺浆过长，砌筑速度跟不上，砂浆中的水分被底砖吸收，使砌上的砖层与砂浆失去粘结。

### 3. 防治措施：

3.1 改善砂浆和易性是确保灰缝砂浆饱满度和提高粘结强度的关键。

3.2 改进砌筑方法。不宜采取铺浆法或摆砖砌筑，应推广“三一砌砖法”，即使用大铲，一块砖、一铲灰、一挤揉的砌筑方法。

3.3 严禁用干砖砌墙。砌筑前 1 ~ 2 d 应将砖浇湿，使砌筑时烧结普通砖和多孔砖的含水率达到 10% ~ 15%；灰砂砖和粉煤灰砖的含水率达到 8% ~ 12%。

3.4 冬期施工时，在正温度条件下也应将砖面适当湿润后再砌筑。负温下施工无法浇砖时，应适当增大砂浆的稠度。对于 9 度抗震设防地区，在严冬无法浇砖情况下，不能进行砌筑。

### （三）清水墙面游丁走缝

#### 1. 现象：

大面积的清水墙面常出现丁砖竖缝歪斜、宽窄不匀，丁不压中（丁砖在下层顺砖上不居中），清水墙窗台部位与窗间墙部位的上下竖缝发生错位、搬家等，直接影响到清水墙面的美观。

#### 2. 原因分析：

2.1 砖的长、宽尺寸误差较大，如砖的长为正偏差，宽为负偏差，砌一顺一丁时，竖缝宽度不易掌握，稍不注意就会产生游丁走缝。

2.2 开始砌墙摆砖时，未考虑窗口位置对砖竖缝的影响，当砌至窗台处分窗口尺寸时，窗的边线不在竖缝位置，使窗间墙的竖缝搬家，上下错位。

2.3 里脚手砌外清水墙，需经常探身穿看外墙面的竖缝垂直度，砌至一定高度后，穿看墙缝不大方便，容易产生误差，稍有疏忽就会出现游丁走缝。

#### 3. 防治措施：

3.1 砌筑清水墙，应选取边角整齐、色泽均匀的砖。

3.2 砌清水墙前应进行统一摆底，并先对现场砖的尺寸进行实测，以便确定组砌方法和调整竖缝宽度。

3.3 摆底时应将窗口位置引出，使砖的竖缝尽量与窗口边线相齐，如安排不开，可适当移动窗口位置（一般不大于 20 mm）。当窗口宽度不符合砖的模数（如 1.8 m 宽）时，应将七分头砖留在窗口下部的中央，以保持窗间墙处上下竖缝不错位。

3.4 游丁走缝主要是丁砖游动所引起，因此在砌筑时，必须强调丁压中，即丁砖的中线与下层顺砖的中线重合。

3.5 在砌大面积清水墙（如山墙）时，在开始砌的几层砖中，沿墙角 1 m 处，用线坠吊一次竖缝的垂直度，至少保持一步架高度有准确的垂直度。

3.6 沿墙面每隔一定间距，在竖缝处弹墨线，墨线用经纬仪或线坠引测。当砌至一定高度（一

步架或一层墙)后,将墨线向上引伸,以作为控制游丁走缝的基准。

#### (四) 墙体留槎形式不符合规定,接槎不严

##### 1. 现象:

砌筑时不按规范执行,随意留直槎,且多留置阴槎,槎口部位用砖渣填砌,留槎部位接槎砂浆不严,灰缝不顺直,使墙体拉结性能严重削弱。

##### 2. 原因分析:

2.1 操作人员对留槎形式与抗震性能的关系缺乏认识,习惯于留直槎,认为留斜槎费事,技术要求高,不如留直槎方便,而且多数留阴槎。有时由于施工操作不便,如外脚手砌墙,横墙留斜槎较困难而留置直槎。

2.2 施工组织不当,造成留槎过多。由于重视不够,留直槎时,漏放拉结筋,或拉结筋长度、间距未按规定执行;拉结筋部位的砂浆不饱满,使钢筋锈蚀。

2.3 后砌 120mm 厚隔墙留置的阳槎(马牙槎)不正不直,接槎时由于咬槎深度较大(砌十字缝时咬槎深 120 mm),使接槎砖上部灰缝不易塞严。

2.4 斜槎留置方法不统一,留置大斜槎工作量大,斜槎灰缝平直度难以控制,使接槎部位不顺线。

2.5 施工洞口随意留设,运料小车将混凝土、砂浆撒落到洞口留槎部位,影响接槎质量。填砌施工洞的砖、色泽与原墙不一致,影响清水墙面的美观。

##### 3. 防治措施:

3.1 在安排施工组织计划时,对施工留槎应作统一考虑。外墙大角尽量做到同步砌筑不留槎,或一步架留槎,二步架改为同步砌筑,以加强墙角的整体性。纵横墙交接处,有条件时尽量安排同步砌筑,如外脚手砌纵墙,横墙可以与此同步砌筑,工作面互不干扰。这样可尽量减少留槎部位,有利于房屋的整体性。

3.2 执行抗震设防地区不得留直槎的规定,斜槎宜采取 18 层斜槎砌法,为防止因操作不熟练,使接槎处水平缝不直,可以加立小皮数杆。清水墙留槎,如遇有门窗口,应将留槎部位砌至转角门

3.3 应注意接槎的质量。首先应将接槎处清理干净,然后浇水湿润,接槎时,槎面要填实砂浆,并保持灰缝平直。

3.4 后砌非承重隔墙,可于墙中引出凸槎,对抗震设防地区还应按规定设置拉结钢筋,非抗震设防地区的 120 mm 隔墙,也可采取在墙面上留样式槎的作法。接槎时,应在槎式槎洞口内先填塞砂浆,顶皮砖的上部灰缝用大铲或瓦刀将砂浆塞严,以稳固隔墙,减少留槎洞口对墙体断面的削弱。

3.5 外清水墙施工洞口(竖井架上料口)留槎部位,应加以保护和遮盖,防止运料小车碰撞槎子和撒落混凝土、砂浆造成污染。为使填砌施工洞口用砖规格和色泽与墙体保持一致,在施工洞口附近应保存一部分原砌墙用砖,供填砌洞口时使用。

#### 四、质量检查、验收要求



### (一) 主控项目

#### 1. 砖和砂浆必须符合设计要求

1.1 抽检数量: 每一生产厂家, 烧结普通砖、混凝土实心砖每 15 万块, 烧结多孔砖、混凝土多孔砖、蒸压灰砂砖及蒸压粉煤灰砖每 10 万块各为一验收批, 不足上述数量时按 1 批计, 抽检数量为 1 组。

1.2 检验方法: 查砖试验报告。

2. 砌体灰缝砂浆应密实饱满, 砖墙水平灰缝的砂浆饱满度不得低于 80%; 砖柱水平灰缝和竖向灰缝饱满度不得低于 90%。

2.1 抽检数量: 每检验批抽查不应少于 5 处。

2.2 检验方法: 用百格网检查砖底面与砂浆的粘结痕迹面积, 每处检测 3 块砖, 取其平均值。

3. 砖砌体的转角处和交接处应同时砌筑, 严禁无可靠措施的内外墙分砌施工。在抗震设防烈度为 8 度及 8 度以上地区, 对不能同时砌筑而又必须留置的临时间断处应砌成斜槎, 普通砖砌体斜槎水平投影长度不应小于高度的  $2/3$ , 多孔砖砌体的斜槎长高比不应小于  $1/2$ 。斜槎高度不得超过一步脚手架的高度。

3.1 抽检数量: 每检验批抽查不应少于 5 处。

3.2 检验方法: 观察检查。

4. 抗震设防及抗震设防烈度为 6 度、7 度地区的临时间断处, 当不能留斜槎时, 除转角处外, 可留直槎, 但直槎必须做成凸槎, 且应加设拉结钢筋, 拉结钢筋应符合下列规定:

4.1 每 120mm 墙厚放置 1 $\Phi$ 6 拉结钢筋 (120mm 厚墙应放置 2 $\Phi$ 6 拉结钢筋)。

4.2 间距沿墙高不应超过 500mm, 且竖向间距偏差不应超过 100mm。

4.3 埋入长度从留槎处算起每边均不应小于 500mm, 对抗震设防烈度 6 度、7 度的地区, 不应小于 1000mm。

4.4 末端应有 90° 弯钩

4.4.1 抽检数量: 每检验批抽查不应少于 5 处。

4.4.2 检验方法: 观察和尺量检查。

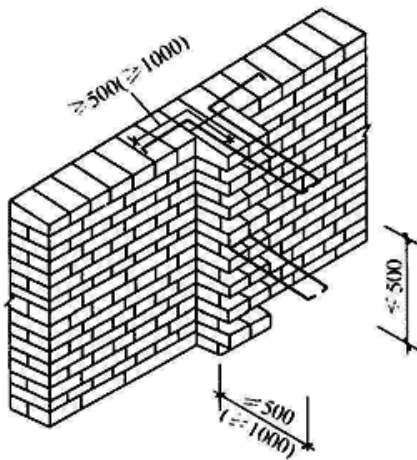


图 15-6 拉结钢筋布置

## (二) 一般项目

1. 砖砌体组砌方法应正确, 内外搭砌, 上、下错缝。清水墙、窗间墙无通缝; 混水墙中不得有长度大于 300mm 的通缝, 长度 200mm ~ 300mm 的通缝每间不超过 3 处, 且不得位于同一面墙体上。砖柱不得采用包心砌法。

1.1 抽检数量: 每检验批抽查不应少于 5 处。

1.2 检验方法: 观察检查。砌体组砌方法抽检每处应为 3m ~ 5m。

2. 砖砌体的灰缝应横平竖直, 厚薄均匀, 水平灰缝厚度及竖向灰缝宽度宜为 10mm, 但不应小于 8mm, 也不应大于 12mm。

2.1 抽检数量: 每检验批抽查不应少于 5 处。

2.2 检验方法: 水平灰缝厚度用尺量 10 皮砖砌体高度折算; 竖向灰缝宽度用尺量 2m 砌体长度折算。

3. 砖砌体尺寸、位置的允许偏差及检验应符合下表的规定。

表 15-4 砖砌体尺寸、位置的允许偏差及检验要求

项次	项目			允许偏差 (mm)	检验方法	抽检数量
1	轴线位移			10	用经纬仪和尺或用其他测量仪器检查	承重墙、柱全数检查
2	基础、墙、柱顶面标高			$\pm 15$	用水准仪和尺检查	不应少于 5 处
3	墙面垂直度	每层		5	用 2m 托线板检查	不应少于 5 处
		全高	$\leq 10m$	10	用经纬仪、吊线和尺或用其他测量仪器检查	外墙全部阳角
			$> 10m$	20		
4	表面平整度	清水墙、柱		5	用 2m 靠尺和楔形塞尺检查	不应少于 5 处
		混水墙、柱		8		
5	水平灰缝平直度	清水墙		7	拉 5m 线和尺检查	不应少于 5 处
		混水墙		10		
6	门窗洞口高、宽 (后塞口)			$\pm 10$	用尺检查	不应少于 5 处
7	外墙上下窗口偏移			20	以底层窗口为准, 用经纬仪或吊线检查	不应少于 5 处
8	清水墙游丁走缝			20	以每层第一皮砖为准, 用吊线和尺检查	不应少于 5 处

## 第三节 砖块砌体工程

## 一、材料控制

## (一) 建筑砌块

## 1. 定义和分类

以水泥、矿物掺合料、砂、石、水等为原料, 经搅拌、振动成型、养护等工艺制成的小型砌块,



包括空心砌块和实心砌块。主块型砌块长度尺寸为 390，高度尺寸为 190。砌块按使用时砌筑墙体的结构和受力情况，分为承重结构用砌块（L）及非承重结构用砌块（N）。

表 15-5 砖砌体尺寸

长度	宽度	高度
390	90、120、140、190、240、290。	90.140.190

注：其他规格尺寸可由供需双方协商确定。采用薄灰缝砌筑的块型，相关尺寸可作相应调整。

## 2. 质量等级

按砌块的抗压强度分级，以 MU 表示，见下表。

表 15-6 砖砌体抗压强度分级

砌块种类	承重砌块（L）	非承重砌块（N）
空心砌块（H）	7.5、10.0、15.0、20.0、25.0	5.0、7.5、30.0
实心砌块（S）	15.0、20.0、25.0、30.0、35.0、40.0	10.0、15.0、20.0

## 3. 检验批划分及抽样数量

砌块按规格、种类、龄期和强度等级分批验收，以同一种原材料配制成的相同规格、龄期、强度等级和相同生产工艺生产的 500m<sup>3</sup> 且不超过 3 万块砌体为一批，不足 500m<sup>3</sup> 且不超过 3 万块砌块按一批计。

表 15-7 砖砌体检验批抽样数量

检验项目	样品数量	
	(H/B) ≥ 0.6	(H/B) < 0.6
空心率	3	3
外壁和肋厚	3	3
强度等级	5	10
吸水率	3	3
线性干燥收缩值	3	3
抗冻性	10	20
碳化系数	12	22
软化系数	10	20
放射性核素限域	3	3

注：H/B（高宽比）是指试样在实际使用状态下的承压高度（H）与最小水平尺寸（B）之比。

## （二）蒸压加气混凝土砌块

### 1. 定义和分类

蒸压加气混凝土砌块是以钙质材料（水泥、石灰）和硅质材料（砂、矿渣、粉煤灰等）以及加气剂（铝粉）等，经配料、搅拌、浇注、发气（由化学反应形成孔隙）、预养切割、蒸汽养护等工艺过程形成的多孔轻质、块体硅酸盐材料

表 15-8 砌块的尺寸规格

长度 L	宽度 B			高度 H			
600	100	120	125	200	240	250	300
	150	180	200				
	240	250	300				

注：如需要其他规格，可由供需双方协商他决。

## 2. 质量等级

按砌块的抗压强度,划分为 A1.0、A2.0、A3.5、A5.0、A7.5、A10.0 共七个级别。砌块按尺寸偏差与外观质量、体积密度和抗压强度分为优等品、合格品两个等级。

## 3. 检验批划分及抽样数量

同品种、同规格、同等级的砌块,以 10000 块为一批,不足 10000 块亦为一批,随机抽取 50 块砌块,进行尺寸偏差、外观检验,从外观和尺寸偏差检验合格的砌块中随机抽取 6 块砌块制作试件,进行干密度及强度级别检验。

## 二、施工过程质量控制

### (一) 材料质量控制规定

1. 砌筑墙体时,小砌块产品龄期不应小于 28d。
2. 承重墙体使用的小砌块应完整、无破损、无裂缝。
3. 小砌块表面的污物应在砌筑时清理干净,灌孔部位的小砌块,应清除掉底部孔洞周围的混凝土毛边。

### (二) 砌筑质量控制规定

1. 小砌块应将生产时的底面朝上反砌于墙上
2. 当砌筑厚度大于 190mm 的小砌块墙体时,宜在墙体内外侧双面挂线。
3. 小砌块砌体应对孔错缝搭砌。搭砌应符合下列规定:
  - 3.1 单排孔小砌块的搭接长度应为块体长度的 1/2,多排孔小砌块的搭接长度不宜小于砌块长度的 1/3。
  - 3.2 当个别部位不能满足搭砌要求时,应在此部位的水平灰缝中设  $\phi 4$  钢筋网片,且网片两端与该位置的竖缝距离不得小于 400mm,或采用配块。
  - 3.3 墙体竖向通缝不得超过 2 皮小砌块,独立柱不得有竖向通缝。
4. 墙体转角处和纵横交接处应同时砌筑。临时间断处应砌成斜槎,斜槎水平投影长度不应小于斜槎高度。临时施工洞口可预留直槎,但在补砌洞口时,应在直槎上下搭砌的小砌块孔洞内用强度等级不低于 Cb20 或 C20 的混凝土灌实。
5. 厚度为 190mm 的自承重小砌块墙体宜与承重墙同时砌筑。厚度小于 190mm 的自承重小砌块墙宜后砌,且应按设计要求预留拉结筋或钢筋网片。
6. 砌筑小砌块时,宜使用专用铺灰器铺放砂浆,且应随铺随砌。当未采用专用铺灰器时,砌筑时的一次铺灰长度不宜大于 2 块主规格块体的长度。水平灰缝应满铺下皮小砌块的全部壁肋或单排、多排孔小砌块的封底面;竖向灰缝宜将小砌块一个端面朝上满铺砂浆,上墙应挤紧,并应加浆插捣密实。
7. 砌筑小砌块墙体时,对一般墙面,应及时用原浆勾缝,勾缝宜为凹缝,凹缝深度宜为 2mm;对装饰夹心复合墙体的墙面,应采用勾缝砂浆进行加浆勾缝,勾缝宜为凹圆或 V 形缝,凹缝深度宜为 4mm ~ 5mm。



8. 小砌块砌体的水平灰缝厚度和竖向灰缝宽度宜为 10mm，但不应小于 8mm，也不应大于 12mm，且灰缝应横平竖直。

9. 需移动砌体中的小砌块或砌筑完成的砌体被撞动时，应重新铺砌。

10. 砌入墙内的构造钢筋网片和拉结筋应放置在水平灰缝的砂浆层中，不得有露筋现象。钢筋网片应采用点焊工艺制作，且纵横筋相交处不得重叠点焊，应控制在同一平面内。

11. 直接安放钢筋混凝土梁、板或设置挑梁墙体的顶皮小砌块应正砌，并应采用强度等级不低于 Cb20 或 C20 混凝土灌实孔洞，其灌实高度和长度应符合设计要求。

12. 固定现浇圈梁、挑梁等构件侧模的水平拉杆、扁铁或螺栓所需的穿墙孔洞，宜在砌体灰缝中预留，或采用设有穿墙孔洞的异型小砌块，不得在小砌块上打洞。利用侧砌的小砌块孔洞进行支模时，模板拆除后应采用强度等级不低于 Cb20 或 C20 混凝土填实孔洞。

13. 砌筑小砌块墙体应采用双排脚手架或工具式脚手架。当需在墙上设置脚手眼时，可采用辅助规格的小砌块侧砌，利用其孔洞作脚手眼，墙体完工后应采用强度等级不低于 Cb20 或 C20 的混凝土填实。

14. 正常施工条件下，小砌块砌体每日砌筑高度宜控制在 1.4m 或一步脚手架高度内。

### 三、施工中常见的质量通病及预防措施

#### (一) 砌体强度低

1. 现象：墙体抗压强度偏低，出现墙体局部压碎或断裂，造成结构破坏。

2. 原因分析：

2.1 小砌块强度偏低，不符合设计要求；小砌块断裂、缺棱掉角。

2.2 砂浆及原材料质量差，如石灰骨中有生石灰块、水泥安定性不合格、砂子偏细或含泥量过多等，都会影响砂浆的强度，造成砂浆强度低于设计强度。

2.3 小砌块排列不合理，组砌混乱。上下皮砌块没有对孔错缝搭接，纵横墙没有交错搭砌；与其他墙体材料混砌，造成砌体整体性差，降低砌体的承载能力，在外力作用下导致破坏。

2.4 由于操作工艺不合理，如铺灰面过大，砂浆失去塑性，造成水平灰缝不密实；竖缝没有采用加浆法砌筑，竖缝砂浆不饱满，影响砌体强度。

2.5 小砌块砌体不能满足砌体截面局部均匀压力，特别是梁端支承处砌体局部受压，在集中荷载作用下，砌体的局部受压强度不能满足承载力的要求。

#### 3. 预防措施

3.1 认真做好小砌块、水泥、石子、砂、石灰膏和外掺剂等原材料的质量检验；在砌筑过程中，外观和尺寸不合格的小砌块要剔除，使用在主要受力部位的小砌块要经过挑选。

3.2 砂浆配合比应用重量比控制，做到盘盘称量；砂浆要采用机械搅拌，并且要搅拌均匀，随拌随用，在初凝前用完。砂浆出现泌水现象时，要在砌筑前再次拌和。砌筑砂浆应在拌成后 3h 内用完，当最高气温超过 30℃ 时，应在 2h 内用完。严禁使用隔夜砂浆（预拌砂浆除外）。砂浆除应满足强度要求外，还应有良好的和易性，一般宜为 50mm~70mm。

3.3 小砌块一般应优先采用集装箱或集装托板装车运输；要求装车均匀、平整、防止、运输过程中小砌块相互碰撞而损坏。小砌块到工地后，不允许翻斗倾卸和任意抛掷，避免造成小砌块缺棱掉角和产生裂缝。现场堆放场地应平整、坚实。小砌块堆置高度不宜超过 1.6m。装卸时，不得用翻斗车或随意抛掷。

3.4 小砌块的底部应底面朝上砌筑（即反砌）；正常情况下，小砌块的每日砌筑高度宜控制在 1.4m 或一步脚手架高度内。砌筑小砌块时砂浆应随铺随砌，砌体灰缝应横平竖直，水平灰缝宜用坐浆法铺满小砌块全部壁肋或多排孔小砌块的封底面；竖向灰缝应采取满铺端面法，即将小砌块端面朝上铺满砂浆再上墙挤紧。然后加浆捣实，砂浆饱满度均不宜低于 90%；灰缝宽度宜为 10mm，不得小于 8mm，也不应大于 12mm，同时，不得出现瞎缝、透明缝。

3.5 190mm 厚度的小砌块内外墙和纵横墙要同时砌筑并相互搭接。临时间断处应设置在门窗洞口处或砌成阶梯形斜槎，斜槎水平投影长度不应小于斜槎高度（严禁留直槎）。接槎时，必须将接槎处表面清理干净，填实砂浆，保持灰缝平直。施工洞口可预留直槎，但在洞口砌筑和补砌时，应在直槎上下搭砌的小砌块内用强度等级不低于 C20（或 C20b）的混凝土灌实。

3.6 混凝土砌块房屋纵横墙交接处，距墙中心线每边不小于 300mm 范围内的孔洞，应采用不低于 C20 混凝土灌实，灌实高度应为墙身全高。

3.7 小砌块墙体砌筑应采用双排脚手架或里脚手进行施工，严禁在砌筑的墙体上设脚手眼。

#### 4. 治理方法：

4.1 对已砌筑于砌体中的不合格砌块，如条件许可时，应拆除重砌。特别是在受力部位，即使上部结构已经完成，但砌的数量不多，面积不大时，一般应在做好临时支撑以后，将不合格砌块拆除，重新砌筑；待砌体达到一定强度以后，方能撤去临时支撑。

4.2 如果砌体中已砌进较多的不合格砌块或分布面较广，又难于拆除时，需要在结构验算后，进行加固补强。补强时，一般均应铲除原有抹灰层，清理干净后，采用钢筋混凝土增大结构断面的方法。对柱、垛等部位，可通过计算，确定适当厚度的钢筋混凝土围箍进行加固补强。对于墙体等部位，可以通过计算，在墙体两侧用适当厚度的钢筋混凝土板墙进行加固补强。混凝土施工方法可采用支模浇筑方法，也可采用喷射混凝土的工艺施工。墙体上每隔适当距离钻孔（孔距一般控制在 500mm 左右），放置拉结筋，使加固以后的墙体形成整体。在加固过程中，绑扎钢筋、立模板、浇水湿润、浇筑混凝土、喷射混凝土等施工工艺和要求与钢筋混凝土相同。

#### （二）墙体产生裂缝，整体性差

1. 现象：小砌块墙体产生各种裂缝，如水平裂缝、竖向裂缝、阶梯形裂缝和砌块周边裂缝。一般情况下，在顶部内外纵墙及内横墙端部出现正八字裂缝；窗台左右角部位和梁下部局部受压部位出现裂缝，裂缝主要是沿灰缝开展；在顶层屋面板底、圈梁底出现水平裂缝，这些裂缝影响建筑物的整体性，对抗震不利，影响建筑物的美观，严重的墙面会出现渗水现象。

#### 2. 原因分析：

2.1 小砌块的块体比黏土砖大，相应灰缝少，故砌体的抗压强度低，只有砖砌体的 40%~50%

左右, 仅为 0.23MPa; 另外竖缝仅 19cm 高, 砂浆难以嵌填饱满, 如果砌筑中不注意操作质量, 抗压强度还会降低。

2.2 小砌块表面沾有黏土、浮灰等污物, 砌筑前没有清理干净, 在砂浆和小砌块之间形成隔离层, 影响小砌块砌体的抗压强度。

2.3 混凝土小砌块收缩率在 0.35~0.5mm/m 之间比黏土砖的温度线膨胀系数大 60 倍以上。混凝土收缩一般需要 180d 后才趋于稳定, 养护 28d 的混凝土仅完成收缩值的 60%, 其余的收缩值将在 28d 后完成。因此, 采用没有适当存放期的小砌块砌筑。小砌块将继续收缩, 如果遇砌筑砂浆强度不足、粘结力是或某部位灰缝不饱满, 此时收缩应力大于砌体的抗拉和抗压强度, 小砌块墙体就必然产生裂缝。

2.4 小砌块在现场淋雨后, 没有充分干燥, 含水率高, 砌到墙体上后, 小砌块会在墙体中继续失水而再次产生干缩, 收缩值为第一次干缩值的 80% 左右。因此, 施工中用雨水淋湿的小砌块砌筑墙体容易沿砌块周边灰缝出现细小裂缝。

2.5 室内与室外、屋面与墙体存在温差, 小砌块墙体因温差变形差异而引起裂缝。屋面的热胀冷缩对砌体产生很大的推力, 造成房屋端部墙体开裂。另外, 顶层内外纵墙及内横墙端部产生正八字斜裂缝, 还有, 屋面板与圈梁之间、圈梁与梁底砌体之间, 在温度作用下出现水平剪切, 也会出现水平裂缝。

### (三) 墙面垂直度及表面平整度误差过大

#### 1. 现象:

1.1 墙面垂直度偏差超过规范规定值。

1.2 墙表面凹凸不平, 表面平整度超过规范规定值。

#### 2. 原因分析:

2.1 砌墙未挂线。砌乱毛石时, 未将石块的平整大面放在正面。

2.2 砌筑时没有随时检查砌体表面的垂直度, 以致出现偏差后, 未能及时纠正。

2.3 砌乱毛石墙时, 将大石块全部砌在外面, 里面全部用小石块, 以致墙里面灰缝过多, 造成墙面向内倾斜。

2.4 在浇筑混凝土构造柱或圈梁时, 墙体未采取必要的加固措施, 以致将部分石砌体挤动变形, 造成墙面倾斜。

#### 3. 预防措施:

3.1 砌筑时必须认真跟线。在满足墙体里外皮错缝搭接的前提下, 尽可能将石块较平整的大面朝外砌筑。球形、蛋形、粽子形或过于扁薄的石块未经修凿不得使用。

3.2 砌筑中认真检查墙面垂直度, 发现偏差过大时, 及时纠正。

3.3 砌筑毛石墙时, 应将大小不同石块搭配使用。禁止外表面全用大石块和里面用小石块填心的做法。

3.4 浇筑混凝土构造柱和圈梁时, 必须加好支撑。混凝土应分层浇筑, 振捣不过度。

#### 四、质量检查验收

##### (一) 主控项目

###### 1. 小砌块和芯柱混凝土

1.1 抽检数量：每一生产厂家，每 1 万块小砌块为一验收批，不足 1 万块按一批计，抽检数量为 1 组；用于多层以上建筑的基础和底层的小砌块抽检数量不应少于 2 组。

1.2 检验方法：检查小砌块和芯柱混凝土、砌筑砂浆试块试验报告。

2. 砌体水平灰缝和竖向灰缝的砂浆饱满度，按净面积计算不得低于 90%

2.1 抽检数量：每检验批抽查不应少于 5 处。

2.2 检验方法：用专用百格网检测小砌块与砂浆粘结痕迹，每处检测 3 块小砌块，取其平均值。

3. 墙体转角处和纵横交接处应同时砌筑。临时间断处应砌成斜槎，斜槎水平投影长度不应小于斜槎高度。施工洞口可预留直槎，但在洞口砌筑和补砌时，应在直槎上下搭砌的小砌块孔洞内用强度等级不低于 C20（或 Cb20）的混凝土灌实。

3.1 抽检数量：每检验批抽查不应少于 5 处。

3.2 检验方法：观察检查。

4. 小砌块砌体的芯柱在楼盖处应贯通，不得削弱芯柱截面尺寸；芯柱混凝土不得漏灌。

4.1 抽检数量：每检验批抽查不应少于 5 处。

4.2 检验方法：观察检查。

##### (二) 一般项目

1. 砌体的水平灰缝厚度和竖向灰缝宽度宜为 10mm，但不应小于 8mm，也不应大于 12mm。

1.1 抽检数量：每检验批抽查不应少于 5 处。

1.2 检验方法：水平灰缝厚度用尺量 5 皮小砌块的高度折算；竖向灰缝宽度用尺量 2m 砌体长度折算。

### 第四节 石砌体施工

#### 一、材料控制

砌体工程所用的材料要有产品合格证、产品检测报告，对需进行复试的材料做进场后的复试工作，如砌筑砂浆用的水泥、钢筋、外加剂等。

##### (一) 石材

1. 石砌体采用的石材应质地坚实，无裂纹和无明显风化剥落。

2. 用于清水墙、柱表面的石材，尚应色泽均匀。

3. 石材的放射性应经检验，其安全性应符合现行国家标准《建筑材料放射性核素限量》GB 6566 的有关规定。

4. 石材表面的泥垢、水锈等杂质，砌筑前应清除干净。



## （二）水泥

所用水泥不小于 42.5Mpa 的普通硅酸盐水泥，并经进场检验合格。

## （三）水

凡适于饮用的水，可用于拌制砂浆，未经处理的污水不得用以拌制砂浆。

## （四）外加剂

所用外加剂质量的标准应符合技术规范的要求。

# 二、施工过程质量控制

（一）砌筑毛石基础的第一皮石块应坐浆，并将大面向下；砌筑料石基础的第一皮石块应用丁砌层坐浆砌筑。

（二）石砌体的转角处和交接处应同时砌筑。对不能同时砌筑而又需留置的临时间断处，应砌成斜槎。

（三）梁、板类受弯构件石材，不应存在裂痕。梁的顶面和底面应为粗糙面，两侧面应为平整面；板的顶面和底面应为平整面，两侧面应为粗糙面。

（四）石砌体应采用铺浆法砌筑，砂浆应饱满，叠砌面的粘灰面积应大于 80%。

（五）石砌体每天的砌筑高度不得大于 1.2m。

（六）石砌体勾缝时，应符合下列规定：

1. 勾平缝时，应将灰缝嵌塞密实，缝面应与石面相平，并应把缝面压光；
2. 勾凸缝时，应先用砂浆将灰缝补平，待初凝后再抹第二层砂浆，压实后应将其捋成宽度为 40mm 的凸缝。
3. 勾凹缝时，应将灰缝嵌塞密实，缝面宜比石面深 10mm，并把缝面压平溜光。

（七）毛石砌体所用毛石应无风化剥落和裂纹，无细长扁薄和尖锥，毛石应呈块状，其中部厚度不宜小于 150mm。

（八）毛石砌体宜分皮卧砌，错缝搭砌，搭接长度不得小于 80mm，内外搭砌时，不得采用外面侧立石块中间填心的砌筑方法，中间不得有铲口石、斧刃石和过桥石；毛石砌体的第一皮及转角处、交接处和洞口处，应采用较大的平毛石砌筑。

（九）毛石砌体的灰缝应饱满密实，表面灰缝厚度不宜大于 40mm，石块间不得有相互接触现象。石块间较大的空隙应先填塞砂浆，后用碎石块嵌实，不得采用先摆碎石后塞砂浆或于填碎石块的方法。

（十）砌筑时，不应出现通缝、干缝、空缝和孔洞。

（十一）砌筑毛石基础的第一皮毛石时，应先在基坑底铺设砂浆，并将大面向下。阶梯形毛石基础的上级阶梯的石块应至少压砌下级阶梯的 1/2，相邻阶梯的毛石应相互错缝搭砌。

（十二）毛石砌体应设置拉结石，拉结石应符合下列规定：

1. 拉结石应均匀分布，相互错开，毛石基础同皮内宜每隔 2m 设置一块；毛石墙应每 0.7m<sup>2</sup> 墙面至少设置一块，且同皮内间距不应大于 2m。

2. 当基础宽度或墙厚不大于 400mm 时, 拉结石的长度应与基础宽度或墙厚相等; 当基础宽度或墙厚大于 400mm 时, 可用两块拉结石内外搭接, 搭接长度不应小于 150mm, 且其中一块的长度不应小于基础宽度或墙厚的 2/3。

### 三、施工中常见的质量通病及预防措施

#### (一) 基根不实

##### 1. 现象

在地基条件复杂, 隐患较大的堆砌石砌体质量问题多由这类原因引起。具体表现在地基土松软不实, 表层有杂物, 底皮石局部嵌入土中, 墙基下沉。

##### 2. 原因:

基坑开挖后未认真验槽, 未进行清底、找平和夯实; 底皮石块过小, 未座浆就直接干摆浮砌, 石块小面朝下, 使个别尖棱压入土中; 基础砌完后未及时回填土, 基底土受雨水浸泡, 造成墙基下沉。

##### 3. 预防措施:

砌筑堆砌石前, 认真验槽和夯实基坑并找平, 采用座浆法砌筑; 基础最下一皮块石, 应选用比较大的石块, 使石块大面朝下, 放平放稳, 再灌浆; 在堆砌石砌体达到一定强度后, 及时进行土方回填并夯实。

#### (二) 大方脚上上皮未压接

##### 1. 现象

毛石基础大方脚收台处, 上皮石未压搭在下皮石块上或压搭过少, 致使下皮石灰缝外露, 影响基础受力。

##### 2. 原因:

毛石规格不合要求, 尺寸偏小, 砌筑时未严格挑选, 未大小搭配使用。

##### 3. 预防措施:

3.1 选择石料时, 要求石料形状大致方正, 具有三个平面, 并有两个面大致平行, 无尖角棱, 单块重量以二人抬运为宜。

3.2 大、中、小块石应搭配使用, 使砌体平稳, 灰缝饱满; 石块上下皮竖缝必须错开 (不少于 10 厘米, 角石不少于 15 厘米), 做到丁顺交错排列, 无通缝。

3.3 每隔 0.7 平方米垂直墙面应砌一块拉结石, 水平距离应不大于 2 米, 上下拉结石要相互错开。

3.4 填心的石块, 应根据石块自然形状交错放置, 尽量使石块间缝隙最小, 超过 3 厘米的缝隙, 应铺浆用小石块填入填稳, 严禁石块间无浆直接接触, 出现空缝。

3.5 每一阶内毛石至少砌二皮毛石, 上阶毛石应压在下阶内不少于 1/2 石长处, 以保证其整体性; 当基础砌至顶面一层时, 上皮石块伸入墙内长度不应小于墙厚的一半, 也就是上一皮石块挑出或露明部分和长度, 不能大于该石块的 1/2 长度或宽度, 以免因连接不好而影响砌体强度; 基础如需留槎时, 不得留在外墙转角或纵墙与横墙的交接处, 至少应离开 1~1.5 米的距离, 且接槎应作成阶梯式, 不得留直槎或斜槎。



### （三）墙面竖向通缝

#### 1. 现象

乱毛石、卵石墙，上下各皮石块未按规定搭砌，尤其是墙角处及纵横墙交接处，形成上下通缝，里外两层皮。

#### 2. 原因

乱毛石形状不规则，难于同时照顾到上下、左右、前后的咬接搭砌，未设拉结石，施工间歇处未按规定留踏步形斜槎，图方便留马牙槎。

#### 3. 预防措施：

3.1 认真挑选石块的大小和形状，应搭配使用；先砌角石，再砌面石，最后砌填腹石，转角处尽量采用尺寸较大，形状较为规整的石块砌筑。

3.2 所有石块都必须大面朝下放平放稳，一般大石块下不应用小石块支垫。

3.3 每隔一定距离(1~1.5m)丁砌一块拉结石，拉结石与墙等厚，上下错开，不能采用外面侧立石块中间填心石的方法砌筑，墙中应避免砌全部对合石。

3.4 立缝要小，要用小石块堵塞空隙，禁止立面、剖面上出现通缝，禁止平面上形成十字缝(四碰头)；施工间隙处要按规定留踏步形斜槎，不能图方便留马牙槎。

### （四）砂浆不饱满，石块粘结不牢

#### 1. 现象

毛石砌体水平缝砂浆不饱满，石块与石块之间竖缝无砂浆，用力推石块会松动，敲击时有空洞声，掀开后砂浆与石块完全分离。

#### 2. 原因

是毛石砌体采用铺石灌浆法砌筑，造成砂浆灌填不满、不实；砌缝过大，砂浆收缩大，高温干燥季节石块未洒水湿润，造成砂浆与石块粘结力降低。

#### 3. 预防措施：

3.1 采用座浆法砌筑，根据砌体种类控制灰缝大小和砂浆稠度，砂浆流动性宜采用5~7厘米，石块适当洒水湿润。

3.2 在石块砌筑过程中，如需调整石块时，应将石块提起，刮去原有砂浆重新砌筑，严禁用撬击方法调整，以防扰动周围砌体；每天砌筑高度不宜超过1.2米，临时间断处应留踏步形斜槎；接槎时，应将不牢的石块及砂浆清除，用水冲洗干净后再砌。

### （五）墙面凹凸不平

#### 1. 现象

墙体表面里出外进、或外出里进、立面凹凸不平。

#### 2. 原因

是未进行拉线砌筑。

#### 3. 预防措施：

应根据墙高、石料尺寸和灰缝厚度，立皮数杆，拉线砌筑；尺量挑选平整大面作为正面挂线；砌到混凝土圈梁或墙顶压顶时，应全面找平一次，并用 1:3 水泥砂浆把水平面抹平。

#### （六）勾缝砂浆脱落

##### 1. 现象

勾缝砂浆脱落与砌体粘结不牢，甚至开裂脱落，严重时造成渗水漏水。

##### 2. 原因

勾缝砂浆配料和配比不合适。

##### 3. 预防措施：

选择合适的砂浆配比及原材料，砂浆流动性控制在 4~5 厘米；勾缝前应开缝，刮缝深度宜大于 2 厘米，清缝后洒水湿润；凸缝应分两次勾成；注意勾缝后的早期养护。

### 四、质量检查验收

#### （一）主控项目

1. 石材及砂浆强度等级必须符合设计要求。

1.1 抽检数量：同一产地的同类石材抽检不应少于 1 组。

1.2 检验方法：料石检查产品质量证明书，石材、砂浆检查试块试验报告。

2. 砌体灰缝的砂浆饱满度不应小于 80%。

2.1 抽检数量：每检验批抽查不应少于 5 处。

2.2 检验方法：观察检查。

#### （二）一般项目

1. 石砌体尺寸、位置的允许偏差及检验方法应符合下表的规定。

表 15-9 石砌体尺寸、位置的允许偏差及检验方法

项次	项目		允许偏差（mm）							检验方法
			毛石砌体		料石砌体					
			基础	墙	毛料石		粗料石		细料石	
					基础	墙	基础	墙	墙、柱	
1	轴线位置		20	15	20	15	15	10	10	用经纬仪和尺检查，或用其他测量仪器检查
2	基础和墙砌体顶面标高		± 25	± 15	± 25	± 15	± 15	± 15	± 10	用水准仪和尺检查
3	砌体厚度		+30	+20 -10	+30	+20 -10	+15	+10 -5	+10	用尺检查
4	墙面垂直度	每层	-	20	-	20	-	10	7	用经纬仪、吊线和尺检查或用其他测量仪器检查
		全高	-	30	-	30	-	25	10	
5	表面平整度	清水墙、柱	-	-	-	20	-	10	5	细料石用 2m 麻尺和楔形塞尺检查，其他用两宜尺垂直于灰缝拉 2m 度和尺检查
		混水墙、柱	-	-	-	20	-	15	-	
6	清水墙水平灰缝平直度		-	-	-	-	-	10	5	拉 10m 线和尺检查



抽检数量：每检验批抽查不应少于 5 处。

2. 石砌体的组砌形式应符合下列规定：内外搭砌，上下错缝，拉结石、丁砌石交错设置；毛石墙拉结石每 0.7m<sup>2</sup> 墙面不应少于 1 块。

2.1 检查数量：每检验批抽查不应少于 5 处。

2.2 检验方法：观察检查。

## 第五节 填充墙砌体工程

### 一、材料控制

（一）轻骨料混凝土小型空心砌块、蒸压加气混凝土砌块砌筑时，其产品龄期应大于 28d；蒸压加气混凝土砌块的含水率宜小于 30%。

（二）吸水率较小的轻骨料混凝土小型空心砌块及采用薄层砂浆砌筑法施工的蒸压加气混凝土砌块，砌筑前不应对其浇水湿润；在气候干燥炎热的情况下，对吸水率较小的轻骨料混凝土小型空心砌块宜在砌筑前浇水湿润。

（三）采用普通砂浆砌筑填充墙时，烧结空心砖、吸水率较大的轻骨料混凝土小型空心砌块应提前 1d ~ 2d 浇水湿润；蒸压加气混凝土砌块采用专用砂浆或普通砂浆砌筑时，应在砌筑当天对砌块砌筑面浇水湿润。块体湿润程度应符合下列规定：

1. 烧结空心砖的相对含水率宜为 60% ~ 70%。

2. 吸水率较大的轻骨料混凝土小型空心砌块、蒸压加气混凝土砌块的相对含水率宜为 40% ~ 50%。

（四）在没有采取有效措施的情况下，不应在下列部位或环境中使用轻骨料混凝土小型空心砌块或蒸压加气混凝土砌块砌体：

1. 建筑物防潮层以下墙体。
2. 长期浸水或化学侵蚀环境。
3. 砌体表面温度高于 80℃ 的部位。
4. 长期处于有振动源环境的墙体。

### 二、施工过程质量控制

（一）在厨房、卫生间、浴室等处采用轻骨料混凝土小型空心砌块、蒸压加气混凝土砌块砌筑墙体时，墙体底部宜现浇混凝土坎台，其高度宜为 150mm。

（二）在填充墙上钻孔、镂槽或切锯时，应使用专用工具，不得任意剔凿。

（三）各种预留洞、预埋件、预埋管，应按设计要求设置，不得砌筑后剔凿。

（四）抗震设防地区的填充砌体应按设计要求设置构造柱及水平连系梁，且填充砌体的门窗洞口部位，砌块砌筑时不应侧砌。

（五）填充墙砌体砌筑，应在承重主体结构检验批验收合格后进行；填充墙顶部与承重主体

结构之间的空隙部位，应在填充墙砌筑 14d 后进行砌筑。

### 三、施工中常见的质量通病及预防措施

#### (一) 填充墙与混凝土柱、梁、墙连接不良

##### 1. 现象

填充墙与柱、梁、墙连接处出现裂缝，严重的受冲撞时倒塌。

##### 2. 原因分析

2.1 混凝土柱、墙、梁未按规定预埋拉接筋或偏位、规格不符。

2.2 砌填充墙时未将拉接筋调直或未放在灰缝中，影响钢筋的拉接能力。

2.3 钢筋混凝土梁、板与填充墙之间未楔紧，或没有用砂浆嵌填嵌密实。

##### 3. 预防措施

3.1 轻质小砌块填充墙应沿墙高每隔 600mm 与柱或承重墙内预埋的  $2\phi 6$  钢筋拉接，钢筋伸入填充墙内长度不应小于 600mm。加气砌块填充墙与柱和承重墙交接处应沿墙高每隔 1m 设置  $2\phi 6$  拉接筋，伸入填充墙内不得小于 500mm。

3.2 填充墙砌至拉接筋部位时，将拉接筋调直，平铺在墙身上，然后铺灰砌墙，严禁把拉接筋折断或未进入墙体灰缝中。

3.3 填充墙砌完后，砌体还将有一定的变形，因此要求填充墙砌到梁、板底留一定的空隙，在抹灰前再用侧砖、立砖或预制混凝土块斜砌挤紧，其倾斜度为  $60^\circ$  左右，砌筑砂浆要饱满。另外，在填充墙与柱、梁、板结合处须用砂浆嵌缝，这样使填充墙与梁、板、柱结合紧密，不易开裂。

#### (二) 墙片整体性差

##### 1. 现象

墙体沿灰缝产生裂缝或在外力作用下造成墙片损坏，影响墙片的整体性。

##### 2. 原因分析

2.1 砌块含水率过大，砌上墙后，砌块逐渐干燥而收缩，因此体积不稳定，容易在灰缝中产生裂缝。

2.2 砌块施工未预先绘制砌块排列图，使砌块排列混乱，造成砌块搭接长度不符合要求，灰缝过厚等现象，引起沿灰缝产生裂缝。

2.3 因轻质小砌块和加气砌块的强度低，承受剧烈碰撞能力差，往往墙底部容易损坏，影响墙片的整体性。

2.4 在抗震设防区，未按抗震要求对墙体采取加强措施，遇地震，墙片整体性差，出现裂缝，甚至倒塌。

2.5 加气砌块块体大，竖缝砂浆不易饱满，影响砌体的整体性。另外，因块体大、灰缝少、受剪能力差，在外界因素影响下（如温差、干缩等），容易沿灰缝产生裂缝。

2.6 随意凿墙破坏墙片整体性。

2.7 过梁支承处轻质小砌块孔洞未用混凝土填实，造成砌块压碎。



### 3. 预防措施

3.1 砌块砌筑前应绘制砌块排列图，并设计皮数杆，砌筑时应上下错缝搭接，轻质小砌块搭接长度不应小于 90mm。如不能满足，应在灰缝中加  $\phi 4$  钢筋网片，网片长度不应小于 700mm，加气砌块搭接长度不宜小于砌块长度的  $1/3$ ，并应不小于 150mm，如还不能满足时，应在水平灰缝中设置  $2\phi 6$  钢筋或  $\phi 4$  钢筋网片加强，加强筋长度不应小于 500mm。

3.2 砌体砌筑前，块材应提前 2d 浇水湿润，使块料与砌筑砂浆有较好的粘结，并根据不同材料性能控制含水率，轻质小砌块含水率控制在 5%—8%，加气混凝土砌块含水率小于 15%，粉煤灰加气块含水率小于 20%。

3.3 因砌块在龄期达到 28d 之前，自身的收缩较大，为控制砌体收缩裂缝，要求砌块砌筑时龄期应超过 28d。

3.4 加气砌块砌筑时，不应将不同干密度和强度的加气砌块混砌。

3.5 灰缝应横平竖直，不得有亮眼。加气砌块高度较大，竖缝砂浆不易饱满，影响砌体的整体性，因此，竖缝宜支临时夹板灌缝。

## 四、质量检查、验收要求

### (一) 主控项目

1. 烧结空心砖、小砌块和砌筑砂浆的强度等级应符合设计要求。

1.1 抽检数量：烧结空心砖每 10 万块为一验收批，小砌块每 1 万块为一验收批，不足上述数量时按一批计，抽检数量为 1 组。

1.2 检验方法：查砖、小砌块进场复验报告和砂浆试块试验报告。

2. 填充墙砌体应与主体结构可靠连接，其连接构造应符合设计要求，未经设计同意，不得随意改变连接构造方法。每一填充墙与柱的拉结筋的位置超过一皮块体高度的数量不得多于一处。

2.1 抽检数量：每检验批抽查不应少于 5 处。

2.2 检验方法：观察检查。

3. 填充墙与承重墙、柱、梁的连接钢筋，当采用化学植筋的连接方式时，应进行实体检测。锚固钢筋拉拔试验的轴向受拉非破坏承载力检验值应为 60kN。抽检钢筋在检验值作用下应基材无裂缝、钢筋无滑移宏观裂损现象；持荷 2min 期间荷载值降低不大于 5%。检验批验收可按本规范表 B.0.1 通过正常检验一次、二次抽样判定。填充墙砌体植筋锚固力检测记录可按本规范表 C.0.1 填写。

3.1 抽检数量：按下表确定。

3.2 检验方法：原位试验检查。

检验批的容欣	样本最小容量	检验批的容量	样本最小容量
$\leq 90$	5	281~500	20
91~150	8	501~1200	32
151~280	13	1201~3200	50

### (二) 一般项目

1. 填充墙砌体尺寸、位置的允许偏差及检验方法应符合下表的规定。

项次	项目	允许偏差 (mm)	检验方法
1	轴线位移	10	用尺检查
2	垂直度 (每层)	$\leq 3\text{m}$	用 2m 托线板或吊线、尺检查
		$>3\text{m}$	
3	表面平整度	8	用 2m 靠尺和楔形尺检查
4	门窗洞口高、宽 (后塞口)	$\pm 10$	用尺检查
5	外墙上、下窗口偏移	20	用经纬仪或吊线检查

抽检数量：每检验批抽查不应少于 5 处。

2. 填充墙砌体的砂浆饱满度及检验方法应符合下表的规定。

砌体分类	灰缝	饱满度及要求	检验方法
空心砖砌体	水平	280%	采用百格网检查块体底面或侧面砂浆的粘结痕迹面积
	垂直	填满砂浆，不得有透明缝、瞎缝、假缝	
蒸压加气混凝土砌块、轻骨料混凝土小型空心砌块砌体	水平	280%	
	垂直	280%	

抽检数量：每检验批抽查不应少于 5 处。

3. 填充墙留置的拉结钢筋或网片的位置应与块体皮数相符合。拉结钢筋或网片应置于灰缝中，埋置长度应符合设计要求，竖向位置偏差不应超过一皮高度。

3.1 抽检数量：每检验批抽查不应少于 5 处。

3.2 检验方法：观察和用尺量检查。

4. 砌筑填充墙时应错缝搭砌，蒸压加气混凝土砌块搭砌长度不应小于砌块长度的 1/3；轻骨料混凝土小型空心砌块搭砌长度不应小于 90mm；竖向通缝不应大于 2 皮。

4.1 抽检数量：每检验批抽查不应少于 5 处。

4.2 检验方法：观察检查。

5. 填充墙的水平灰缝厚度和竖向灰缝宽度应正确，烧结空心砖、轻骨料混凝土小型空心砌块砌体的灰缝应为 8mm ~ 12mm；蒸压加气混凝土砌块砌体当采用水泥砂浆、水泥混合砂浆或蒸压加气混凝土砌块砌筑砂浆时，水平灰缝厚度和竖向灰缝宽度不应超过 15mm；当蒸压加气混凝土砌块砌体采用蒸压加气混凝土砌块粘结砂浆时，水平灰缝厚度和竖向灰缝宽度宜为 3mm ~ 4mm。

5.1 抽检数量：每检验批抽查不应少于 5 处。

5.2 检验方法：水平灰缝厚度用尺量 5 皮小砌块的高度折算；竖向灰缝宽度用尺量 2m 砌体长度折算。

## 第六节 砌体冬期施工

### 一、材料质量控制

(一) 冬期施工所用材料应符合下列规定：



1. 砌筑前，应清除块材表面污物和冰霜，遇水浸冻后的砖或砌块不得使用。
2. 石灰膏应防止受冻，当遇冻结，应经融化后方可使用。
3. 拌制砂浆所用砂，不得含有冰块和直径大于 10mm 的冻结块。
4. 砂浆宜采用普通硅酸盐水泥拌制，冬期砌筑不得使用无水泥拌制的砂浆。
5. 拌合砂浆宜采用两步投料法，水的温度不得超过 80℃，砂的温度不得超过 40℃，砂浆稠度宜较常温适当增大。

(二) 砌筑时砂浆温度不应低于 5℃。

(三) 砌筑砂浆试块的留置，除应按常温规定要求外，尚应增设一组与砌体同条件养护的试块。

(四) 砌体施工时，应将各种材料按类别堆放，并应进行覆盖。

## 二、施工质量控制

(一) 冬期施工过程中，施工记录除应按常规要求外，尚应包括室外温度、暖棚气温、砌筑砂浆温度及外加剂掺量。

(二) 不得使用已冻结的砂浆，严禁用热水掺入冻结砂浆内重新搅拌使用，且不宜在砌筑时的砂浆内掺水。

(三) 当混凝土小砌块冬期施工砌筑砂浆强度等级低于 M10 时，其砂浆强度等级应比常温施工提高一级。

(四) 冬期施工搅拌砂浆的时间应比常温期增加 (0.5 ~ 1.0) 倍，并应采取有效措施减少砂浆在搅拌、运输、存放过程中的热量损失。

(五) 砌筑工程冬期施工用砂浆应选用外加剂法。

(六) 冬期施工过程中，对块材的浇水湿润应符合下列规定：

1. 烧结普通砖、烧结多孔砖、蒸压灰砂砖、蒸压粉煤灰砖、烧结空心砖、吸水率较大的轻骨料混凝土小型空心砌块在气温高于 0℃ 条件下砌筑时，应浇水湿润，且应即时砌筑；在气温不高于 0℃ 条件下砌筑时，不应浇水湿润，但应增大砂浆稠度。

2. 普通混凝土小型空心砌块、混凝土多孔砖、混凝土实心砖及采用薄灰砌筑法的蒸压加气混凝土砌块施工时，不应对其浇水湿润。

3. 抗震设防烈度为 9 度的建筑物，当烧结普通砖、烧结多孔砖、蒸压粉煤灰砖、烧结空心砖无法浇水湿润时，当无特殊措施，不得砌筑。

(七) 冬期施工中，每日砌筑高度不宜超过 1.2m，砌筑后应在砌体表面覆盖保温材料，砌体表面不得留有砂浆。在继续砌筑前，应清理干净砌筑表面的杂物，然后再施工。

(八) 当最低气温不高于 -15℃ 时，采用外加剂法砌筑承重砌体，其砂浆强度等级应按常温施工时的规定提高一级。

(九) 在氯盐砂浆中掺加砂浆增塑剂时，应先加氯盐溶液后再加砂浆增塑剂。

(十) 下列砌体工程，不得采用掺氯盐的砂浆：

1. 对可能影响装饰效果的建筑物。

2. 使用湿度大于 80%的建筑物。
3. 热工要求高的工程。
4. 配筋、铁埋件无可靠的防腐处理措施的砌体。
5. 接近高压电线的建筑物。
6. 经常处于地下水位变化范围内，而又无防水措施的砌体。
7. 经常受 40℃以上高温影响的建筑物。
- （十一）砖与砂浆的温度差值砌筑时宜控制在 20℃以内，且不应超过 30℃。
- （十二）地下工程、基础工程以及建筑面积不大又急需砌筑使用的砌体结构应采用暖棚法施工。
- （十三）当采用暖棚法施工时，块体和砂浆在砌筑时的温度不应低于 5℃。距离所砌结构底面 0.5m 处的棚内温度也不应低于 5℃。
- （十四）在暖棚内的砌体养护时间，应符合下表规定。

表 15-10 砌体养护时间

暖棚内温度（℃）	5	10	15	20
养护时间不少于（d）	6	5	4	3

（十五）采用暖棚法施工，搭设的暖棚应牢固、整齐。宜在背风面设置一个出入口，并应采取保温避风措施。当需设两个出入口时，两个出入口不应对齐。



## 第十六章 钢结构工程质量控制

### 第一节 原材及成品控制

#### 一、材料质量

(一) 对用于工程的原材料及成品应进行进厂验收, 必须具有出厂合格证和材质证明书。

(二) 钢材、焊材的品种、规格、性能等应符合现行国家标准和设计要求、进口产品的质量符合设计和合同规定标准的要求。

(三) 对属于下列情况之一的钢材, 应进行抽样复查, 复查内容应包括力学性能、工艺性能试验和化学成分分析:

1. 国外进口钢材。
2. 钢材混批。
3. 板厚等于或大于 40mm, 并且设计有 Z 向性能要求的厚板。
4. 建筑钢结构安全等级为一级, 大跨度钢结构 (60m 以上) 中主要受力构件所采用的钢材。
5. 设计有复查要求的钢材。
6. 对质量有疑义的钢材。

以上所有原材料的力学性能和化学成分应符合现行国家标准《碳素结构钢》GB/T700-2006、《低合金高强度结构钢》GB/T1591-2018、《合金结构钢》GB/T3077-2015 并定期、定批次的提供检测报告。

(四) 当设计文件无特殊要求时, 钢材抽样复验的检验批宜按下列规格:

1. 对于生产厂家、牌号、质量等级均相同的 Q235、Q345 钢材, 当板材厚度小于 40mm 时 150T 为单位组成检验批; 当板厚大于等于 40mm 时 60T 为单位组成检验批; 同一生产厂家, 同一牌号的钢材供货重量超过 600T 并且全部复查合格时, 每批的组批重量可扩大至 400T。
2. 对于生产厂家、牌号、质量等级均相同的 Q390GJ 钢材, 每批重量不应大于 60T, 同一生产厂家, 同一牌号的钢材供货重量超过 600T 并且全部复查合格时, 每批的组批重量可扩大至 300T。
3. 对于生产厂家、牌号、质量等级均相同的 Q235GJ、Q345GJ 钢材, 每批重量不应大于 60T, 同一生产厂家, 同一牌号的钢材供货重量超过 600T 并且全部复查合格时, 每批的组批重量可扩大至 300T。
4. 对于、牌号、质量等级、炉号、厚度、交货状态均相同的 Q420、Q460、Q420GJ、Q460GJ 钢材, 每批重量不应大于 60T。
5. 有厚度方向要求的钢板, 宜逐张进行超声波复验。

(五) 用于重要焊缝的焊接材料, 或对质量合格证明文件有疑义的焊接材料, 应进行抽查复验, 复检时焊丝宜按五个批 (相同炉批) 取一组试验, 焊条宜按三个批 (相同炉批) 取一组试验。

重要焊缝包括：

1. 建筑结构安全等级为一级的一、二级焊缝。
2. 建筑结构安全等级为二级的一级焊缝。
3. 大跨度（60m 以上）结构中一级焊缝。
4. 重级工作制吊车梁结构中一级焊缝。
5. 设计要求。

5.1 高强度大六角螺栓连接副和扭剪型高强度螺栓连接副应分别进行扭矩系数和紧固轴力（预拉力）复验，复验的螺栓应在施工现场待安装的螺栓批中随机抽取，每批抽取 8 套连接副进行复验。

5.2 建筑结构安全等级为一级，跨度 40m 及以上的螺栓球节点钢网架结构，其连接高强度螺栓应进行表面硬度试验，8.8 级的高强度螺栓其表面硬度应为 HRC21~29；10.9 级的高强度螺栓其表面硬度应为 HRC32~36，并且不得有裂纹。

## 二、钢结构驻厂监造

选择合格分包商，编制详细的驻厂监造细则，明确原材料入厂、钢结构制作生产、成品运输和钢结构随机资料等问题的主控项目和一般控制项目、旁站点和必检点等工作。

## 三、施工现场验收要求

（一）施工现场应有经项目技术负责人审批的施工组织设计、施工方案等文件、相关技术标准及质量管理体系。

（二）钢结构质量验收的量具，必须采用经计量检定、校准合格的计量器具。

（三）对应到场的钢结构材料应进行三方检查，应对其外观质量、焊缝质量、钢材的厚度等进行抽查。专人检查过程，对于重点部位需拍照留档。

（四）当钢结构工程施工质量不符合规范要求时，应按下列规定进行处理：

1. 经返工重做或更换构（配）件应重新进行验收。
2. 经有资质的检测单位检定能够达到设计要求的检验批，可予以验收，要求出示第三方检测报告。
3. 经有资质的检测单位检定达不到设计要求，但经原设计单位核算认可能够满足结构安全和使用功能的检验批，予以验收，要求设计核算人员签字确认。
4. 经返修或加固处理的分项、分部工程，虽然改变外形尺寸，但是仍能满足安全使用要求，可由相关设计人员签字确认后，可予以验收。

## 四、原材料及成品管理

（一）施工单位应制定材料管理制度，并应做到订货、存放、使用规范。

（二）加强对材料的质量管理控制，材料进厂必须按规定的技术条件进行三方（建设单位、施工单位和监理单位）检验，检验合格后方可入库使用。

（三）钢材应按种类、材质、炉号（批号）、规格、单元编号等分类平整堆放，下垫上盖，并做好标识。



(四) 焊材的堆放、领用发放必须严格按照焊材库管理规定及相关制度执行。

(五) 高强度螺栓存放应防潮、防雨、防粉尘，并按类型、规格、批号分类存放保管，且进行上架保管，做好防锈处理，不得混批存放，发放时做发放记录。

(六) 压型板应按照材质、规格分批平整堆放，堆放不易过高，并妥善保管，防止出现擦痕、泥沙油污、明显凹凸和褶皱。

(七) 由于油漆和耐火材料属于时效性物资，故宜先行使用。

## 第二节 钢结构焊接工程

### 一、焊接准备的一般规定

(一) 从事钢结构焊接工作的焊工，应按《特种设备焊接操作人员考核细则》TSG Z6002-2010 的规定取得相应的合格证后，方可作业，一般现场还要进行焊接考试，考试合格后，方可进行作业。

(二) 焊接作业前要有相应的焊接作业指导书、焊接工艺评定；在钢结构中首次采用的钢种、焊接材料、接头形式、坡口形式及焊接方法，应按《钢结构焊接规范》GB50661-2011 的规定进行焊接工艺评定。

#### (三) 焊接坡口

1. 坡口加工：材料为碳素钢和碳锰钢（标准抗拉强度不大于 540MPa）的坡口可采用冷加工或者热加工方法制备；碳锰钢（标准抗拉强度大于 540MPa）、珉钼低合金钢和高合金钢宜采用冷加工法。如采用热加工法，表面的淬硬层，应用冷加工法去除。

2. 坡口加工应严格按照图纸进行加工。

3. 母材的焊接坡口及两侧 30 ~ 50mm 范围内，在焊接前必须彻底清除氧化皮、熔渣、锈、油污、涂料、灰尘、水分等影响焊接质量的杂质。

### 二、焊接施工的一般规定

(一) 引弧应在焊道处进行，严禁在焊道区以外的母材上引弧。焊缝终端的弧坑必须填满，焊条接头位置应清理干净，宜引发夹渣等缺陷。

#### (二) 对接焊缝：

1. 不同厚度的工件对接接头受拉时，当板厚超过允许差值时，应将较厚板加工成 1: 2.5 以下的斜度，对接处与薄板等厚；或者将焊缝焊成斜坡状，其坡度最大允许值为 1: 2.5。

2. 不同宽度的板材对接时，应根据施工条件采用热切割、机械加工或砂轮机打磨的方法平缓过渡，其连接处最大允许坡度值为 1: 2.5。

3. 焊接完毕后，焊工应清理焊缝表面的熔渣及两侧的飞溅物，焊缝检查合格后，在工艺规定的部位打上焊工钢印号。

4. 焊接缺陷返修：

4.1 焊接同一部位的返修次数,不宜超过2次,超过2次时,必须经过焊接责任工程师核准后,方可按返修工艺进行。

4.2 焊缝出现裂纹时,焊工不得擅自处理,应及时报告焊接技术负责人查清原因,制定返修措施,方可处理。

4.3 对焊缝金属中的裂纹,在返修前应用无损检测方法确认裂纹的范围,在去除裂纹时,应自裂纹的端头算起,两端至少各50mm的焊缝一同去除后再进行返修。

### 三、焊接质量控制要点

(一)焊接检验前应编制质量计划,计划应包括检验批的划分,抽样检查的抽查方法、检验项目、检验方法、检验时间和相应的验收标准等内容(根据图纸设计要求,选定规范)。

(二)焊缝内部缺陷检查:

1. 钢结构焊缝内部缺陷检查一般采用无损检测的方法,主要方法有超声波探伤(UT)、射线探伤(RT)、磁粉探伤(MT)、渗透探伤(PT)等。碳素结构钢应在焊缝冷却的环境温度,低合金钢应在完成焊接24h以后进行焊缝探伤检验。

2. 设计要求全焊透的一级、二级焊缝应采用超声波探伤进行内部缺陷的检验,超声波探伤不能对缺陷做出判断时,应采用射线探伤。探伤比例应按设计文件和《钢结构工程质量验收标准》GB50205-2020的规定。

3. 需要局部探伤的焊缝检验抽样方法及检验批的划分应符合《钢结构焊接规范》GB50661-2011的规定。除设计指定的焊缝外,应采用随机取样的方法取样,在施工现场需监理单位或者建设单位进行旁站取样,且取样中应覆盖到该批焊缝中所包含的所有钢材类别、焊接位置和焊接方法。

### 四、焊缝外观检查

(一)通常外观检查项目:

1. 焊接缺陷:

1.1 咬边:由于焊接参数选择不当,或操作工艺不正确,沿焊缝的母材部位产生的沟槽或凹陷。

1.2 焊接表面气孔:焊接时,熔池中的汽包在凝固时未能逸出而残留下来形成的空穴叫气孔。表面气孔指露在表面的气孔。

1.3 未熔合:熔焊时,焊道与母材之间或焊道与焊道之间,未完全熔化结合的部分:点焊时母材与母材之间未完全熔化结合的部分。

1.4 未焊透:焊接时接头根部未完全熔透的现象。

1.5 裂纹:在焊接应力及其它致脆因素共同作业下,焊接接头中局部地区的金属原子结构合力遭到破坏而形成的新界面而产生缝隙,它具有尖锐的缺口和大的长宽比的特征。

1.6 未焊满:由于填充金属不足,在焊缝表面形成的连续或断续的沟槽。

1.7 焊瘤:焊接过程中,熔化金属流淌到焊缝之外未熔化的母材上所形成的金属瘤。

1.8 烧穿:焊接过程中,熔化金属自坡口背面流出,形成穿孔的缺陷。

2. 焊缝形状缺陷



2.1 焊缝成形差：熔焊时，液态焊缝金属冷凝后形成的焊缝外形叫焊缝成形，焊缝成形差是指焊缝外观上，焊缝高低、宽窄不一，焊缝波纹不整齐等。

2.2 焊脚尺寸：在角焊缝横截面中画出最大等腰三角形中，直角边的长度。缺陷表现在焊脚尺寸小于设计要求和焊脚尺寸不等（单边）等。

2.3 余高超差：余高高于要求或低于母材。

2.4 错边：对接焊缝时两母材不在同一平面上。

2.5 漏焊：要求焊接的焊缝未焊接，表现在整条焊缝未焊接，整条焊缝部分未焊接、未填满弧坑、焊缝未填满未焊完等。

2.6 漏装：结构件中某一个或一个以上的零件未组焊上去。

2.7 飞溅：焊接过程中，熔化的金属颗粒或熔渣向周围飞散的现象。

2.8 复合缺陷：同一条焊缝或同一条焊缝同一处同时存在两种或两种以上的缺陷。

### 3. 检查方法

对于外观检查通常方法如下三种：

3.1 肉眼观察。

3.2 使用放大镜检验，放大倍数应以 5 倍为限。

3.3 采用渗透探伤。渗透探伤是指采用荧光染料（荧光法）或红色染料（着色法）的渗透剂的渗透作用，显示缺陷痕迹的无损检测法。

焊接尺寸的测量应用量具、卡规。

#### （二）栓钉焊接接头的外观质量

检查合格后进行打弯抽样检查，当栓钉打弯至  $30^\circ$  时，焊缝和热影响区不得有肉眼可见的裂纹为合格，检查数量应大于等于栓钉总数并不少于 10 个。

## 第三节 紧固件连接工程

紧固件连接是用普通螺栓或高强度螺栓将两个或两个以上的零件或构件连接成整体的一种钢结构连接方法。它具有结构简单、坚固可靠、装拆迅速方便等优点，应用极为广泛。

### 一、钢结构连接螺栓等级划分

钢结构连接用螺栓性能等级分 3.6、4.6、4.8、5.6、6.8、8.8、9.8、10.9、12.9 等 10 余个等级，其中 8.8 级及以上螺栓材质为低碳合金钢或中碳钢并经热处理（淬火、回火），通称为高强度螺栓，其余通称为普通螺栓。

强度等级所谓 8.8 级和 10.9 级是指螺栓的抗剪切应力等级为 8.8GPa 和 10.9GPa。

### 二、螺栓施工的一般要求

#### （一）螺母和螺钉的装配应符合以下要求

1. 螺母或螺钉与零件的贴合面要光洁、平整，并保持清洁，螺孔内的脏物应清理干净，螺母

和螺栓要注意防锈处理。

2. 普通螺栓可采用普通扳手紧固，紧固时应从中间开始，对称向两边扩展，大型接头需进行复拧。

3. 螺栓头和螺栓侧应分别放置平垫圈、螺栓头侧放置的垫圈不多于 2 个，螺母侧放置的垫圈不多于 1 个。

4. 对于工字钢、槽钢等有斜面的螺栓连接，宜采用斜垫圈。

5. 同一连接接头螺栓数量不应少于 2 个。

6. 螺栓紧固后外露的丝扣不少于 2 扣，紧固质量检验可采用锤敲检验。

#### (二) 高强度螺栓施工的一般规定

1. 高强度螺栓连接分为大六角头螺栓连接和扭剪型高强度螺栓连接。大六角头螺栓连接副由一个螺栓、一个螺母和两个垫圈组成；扭剪型高强度螺栓连接副由一个螺栓、一个螺母和一个垫圈组成。

2. 高强度螺栓的连接形式：高强度螺栓的连接形式有摩擦连接、张拉连接和承压连接三种。

2.1 摩擦连接是高强度螺栓拧紧后，产生强大夹紧力来夹紧板束，依靠接触面间产生的抗剪摩擦力传递与螺杆垂直方向应力的连接方法。

2.2 张拉连接是螺杆只承受轴向压力，在螺栓拧紧后，连接的板层间的压力减少，外力完全由螺杆承担。

2.3 承压连接是在螺栓拧紧后产生的抗滑移力及螺栓孔内和连接板产生的承压力来传递应力的一种方法。

3. 采用摩擦连接形式的钢结构制造厂与安装单位分别应按《钢结构工程施工质量验收标准》GB50205-2020 的规定进行高强度螺栓连接摩擦面的抗滑移系数试验和复验，现场处理的构件摩擦面应单独进行摩擦面的抗滑移系数试验，其结果应符合设计要求。

4. 经表面处理后的螺栓连接摩擦面应保持干燥、清洁，不应有飞边、毛刺、焊接飞溅物、焊疤、氧化铁皮、污垢等，不得在摩擦面上做标记；当采用生锈处理方法时，安装前应以细钢丝垂直于构件受力方向刷除去摩擦面上的浮锈。

5. 高强度螺栓连接安装时，在每个节点上应穿入临时螺栓与冲钉数量由安装时可能承担的载荷计算确定，并应符合下列规定：

5.1 不得小于安装孔数的 1/3。

5.2 不得少于两个临时螺栓。

5.3 冲钉穿入数量不宜多于临时螺栓的 30%。

5.4 不得将连接用的高强度螺栓兼作临时螺栓。

6. 高强度螺栓的安装应顺畅穿入孔内，严禁强制敲打。如不能自由穿入时，应用电钻修孔，修整后的最大孔径应小于 1.2 倍螺栓直径。钻孔前应将四周的螺栓全部拧紧，使钢板密贴后再进行，不得用气割扩孔。



7. 高强度螺栓连接副的拧紧应分为初拧、终拧。对于大型节点应分初拧、复拧、终拧，复拧扭矩等于初拧扭矩。初拧、复拧、终拧应在 24h 内完成。

8. 检查数量：按节点数抽查 10%，且不应少于 10 个；每个被抽查节点按螺栓数抽查 10%，且不应少于 2 个。

9. 高强度螺栓连接副初拧、复拧、终拧时，一般应按由螺栓群节点中心位置顺序对称向外缘的方法施拧。

10. 扭剪型高强度螺栓连接副终拧后，除因构造原因无法使用专用扳手终拧掉梅花头者外，未在终拧中拧掉梅花头的螺栓数不应大于该节点螺栓数的 5%。对所有梅花头未拧掉的扭剪型高强度螺栓连接副应采用扭矩法或转角法进行终拧并作标记。扭剪型高强度螺栓的拧紧应分为初拧、终拧。对大型节点应分为初拧、复拧、终拧。初拧扭矩值为  $0.13 \times P_c \times d$ （ $P_c$  为施工预拉力、 $d$  为螺栓公称直径）的 50% 左右。复拧扭矩等于初拧扭矩值。

11. 检查数量：按节点数抽查 10%，但不应少于 10 个节点，被抽查节点中梅花头未拧掉的扭剪型高强度螺栓连接副全数进行终拧扭矩检查。

12. 高强度螺栓连接副的施工扭矩检验通常采用扭矩法进行检验。

#### 12.1 大六角头高强度螺栓的检验

检验方法：在螺尾端头和螺母相对位置划线，将螺母退回  $60^\circ$  左右，用扭矩扳手测定拧回至原来位置时的力矩值。该扭矩值与施工扭矩值的偏差在 10% 以内为合格。

#### 12.2 扭剪型高强度螺栓施工扭矩检验

检验方法：观察尾部梅花头拧掉情况。尾部梅花头被拧掉者视其终拧扭矩达到合格质量标准；尾部梅花头未被拧掉者应按上述扭矩法检验。

### （三）钢结构紧固件连接质量控制

1. 普通螺栓作为永久性连接螺栓时，当设计要求或对其质量有疑义时，应按照《钢结构工程施工质量验收标准》GB50205-2020 的规定进行螺栓实物最小拉力载荷复验，复验报告结果应符合《紧固件机械性能螺栓、螺钉和螺柱》GB/T3098.1-2010 的规定。

2. 连接薄钢板采用的自攻丝、接铆钉、射钉等，其规格尺寸应与被连接钢板相匹配，其间距、边距等应符合设计要求。

3. 若发现有不符合规定的，应再扩大 1 倍检查；若仍有不合格者，则整个节点的高强度螺栓应重新施拧。

## 第四节 钢零件及钢部件加工工程

### 一、钢零件及钢部件加工

#### （一）制作前准备工作

1. 钢结构图纸深化和建立相应的 3D 建模图，深化图经过设计院和委托生产者确认。

2. 钢材采购、检验、储备；经过工程施工技术人员及相关部门参与，进行内部图纸审核，经过工程技术人员翻样后列出各种材料用量表经审核，交给采购人员进行材料采购，材料的采购符合 4.1.1 节有关原材料的验收标准。

## （二）放样和号料

### 1. 放样注意事项：

1.1 放样应在平整的放样平台上进行。凡放大样的构件，应以 1:1 的比例放出实样；当构件零件较大难以制作样杆、样板时，可以绘制下料图。

1.2 样杆、样板制作时，应按施工图和构件加工要求，做出各种加工符号、基准线、眼孔中心等标记，并按工艺要求预放各种加工余量，然后号上冲印印记，用记号笔在样板、样板上写出工程、构件及零件编号、零件规格孔径、数量及标注有关符合。

### 2. 号料注意事项：

2.1 凡型材端部存有倾斜或板材边缘弯曲等缺陷，号料时应先除去缺陷部位或先行校正，根据割、锯等不同切割要求的对刨、铣加工零件，预先留出切割及加工余量。

2.2 号料后零部件进行标识、包括工程号、零件编号、加工符号、孔的位置等，便于切割及后续工序工作。

### 3. 切割

3.1 钢材切割可采用气割、机械剪切、等离子切割、水切割等方法，选用的切割方法应满足工艺文件要求。切割后的飞边、毛刺和飞溅应清理干净。

3.2 钢材切割面或剪切面应无裂纹、夹渣、分层等缺陷和大于 1mm 的缺棱。

3.3 机械剪切的零件厚度不宜大于 12mm，剪切面应平整。碳素钢结构在环境温度低于  $-20^{\circ}\text{C}$ 、低合金结构钢在环境温度低于  $-15^{\circ}\text{C}$  时，不得进行剪切、冲孔。

### 4. 矫正和成形

4.1 矫正可采用机械矫正、限定温度的加热矫正、加热矫正与机械联合矫正的方法。

4.2 碳素结构钢在环境温度低于  $-15^{\circ}\text{C}$  时、低合金结构钢在环境温度低于  $-12^{\circ}\text{C}$  时，不应进行冷矫正和冷弯曲。

4.3 矫正后的钢材表面、不应有明显的凹痕或损伤，划痕深度不得大于 0.5mm，且不应大于该钢材厚度允许负偏差 1/2。

4.4 钢材矫正、切割等加工允许偏差应符合《钢结构工程施工规范》GB50755-2012 的规定。

### 5. 边缘加工

边缘加工通常采用刨和铣的方法，以便提高零件尺寸精度，消除切割边缘的有害影响，加工焊接坡口、提高截面光洁度。

### 6. 制孔

构件使用的高强度螺栓、半圆头铆钉、自攻螺钉等用孔的制作方法有钻孔、铣孔、冲孔、铰孔、镗孔等，制孔加工过程应注意以下事项：



6.1 构件制孔首先选用钻孔，当证明某些材料质量、厚度和孔径，冲孔后不会引起脆性时允许采用冲孔。

6.2 一般情况下，厚度在 5mm 以下的低碳钢允许冲孔，次要结构厚度小于 12mm 允许采用冲孔，需要在所冲孔上在钻大孔时，侧冲孔必须比指定的孔径小 3mm。

6.3 制成的螺栓孔，应为正圆柱形，并垂直于所在位置的钢材表面，倾斜度应小于 1/20，其孔边应无毛刺、破裂、喇叭口或凹凸的痕迹，切屑应清理干净。

6.4 螺栓孔直径及孔距偏差应符合《钢结构工程施工质量验收标准》GB50205-2020 的规定。

## 第五节 钢构件组装工程

### 一、组装定义

钢结构构件的组装是遵照施工图要求，把已加工完成的各种零件或半成品构件，用组装的手段组合成独立的成品。组装根据组装构件的特性以及组装程度，可分为部件组装、组装和预组装。

（一）部件组装是组织的最小单元组合，它是由两个或两个以上零件安装施工图的要求组装成为半成品的结构构件。

（二）组装是把零件或半成品按照施工图的要求组装成为独立的成品构件。

（三）预组装是根据施工图把相关的两个以上成品构件，在工厂制作场地上，按其各构件空间位置组装起来。钢结构构件组装通常使用的方法：地样组装、仿形复制组装、立装、卧装、胎膜组装。

### 二、组装的一般规定

（一）组装前，组装人员必须熟悉施工图、组装工艺及有关技术文件的要求，并检查组装零部件的外观、材质、规格、数量，当合格无误后方可施工。

（二）组装焊接处的连接面及边缘 30 ~ 50mm 范围内的铁锈、毛刺、污垢等必须在组装前清理干净。

（三）板材、型材需要焊接时，应在部件或构件整体组装前进行。构件整体组装应在部件组装、焊接、矫正后进行。

（四）构件的隐蔽部位应先行涂装、焊接，经检查合格后方可组合。完整封闭的内表可不涂装。

（五）构件组装应在适当的工作平台及装配胎膜上进行。

（六）组装焊接构件时，对构件的几何尺寸应依据焊接等收缩变形情况，预防收缩余量；对有起拱要求的构件，必须在组装前按规定的起拱量做好起拱。

（七）拆取组装卡夹具时，不得损伤母材，可用气割方法割除，切割后并磨光残留焊疤。

### 三、组装质量控制

（一）吊车梁和吊车桁架不应下挠。

（二）焊接连接组装的允许偏差应符合《钢结构工程施工质量验收标准》GB50205-2020。

(三) 顶紧接触面应有 75% 以上的面积紧贴。

(四) 桁架结构杆件轴线交点错位的允许偏差不得大于 3.0mm。

## 第六节 钢构件预拼装工程

### 一、预拼装的定义

预拼装是将各构件按图纸要求联接在一起, 检查各尺寸是否满足图纸要求, 各装配孔位置是否满足安装要求。预拼装后的构件还要拆除, 移到工地后再进行安装。

### 二、预拼装的一般规定

(一) 预拼组合部位的选择原则: 尽可能选用主要受力框架、节点连接结构复杂、构件允许偏差接近极限且有代表性的组合构件。

(二) 预拼装应在坚实、稳固的平台式胎架上进行, 预拼全过程中, 不得对构件用火焰或机械等方式进行修正, 切割或用重物压载、冲撞、锤击。

(三) 预拼装中所有构件应按施工图控制尺寸, 各杆件的重心线应交会于节点中心, 并完成处于自由状态, 不允许有外力强制固定。

(四) 预拼装结构控制基准中心线明确标示, 并与平台基线和地面基线相对一致。

(五) 大型框架露天预拼装的检测应定时, 所使用测量工具的精度等级, 应与安装单位一致。

(六) 高强度螺栓连接预拼装时, 可使用冲钉定位和临时螺栓紧固。试装螺栓在一组孔内不得少于螺栓孔的 30%, 且不少于 2 颗。冲钉数不得多于临时螺栓的 1/3。

### 三、预拼装的质量控制

(一) 高强度螺栓和普通螺栓连接的多层叠板, 应用试孔器进行检查, 并应符合下列规定:

1. 当采用比孔公称直径小 1.0mm 的试孔器检查时, 每组孔的通过率不应小于 85%。
2. 当采用比螺栓公称直径大 0.3mm 的试孔器检查时, 每组孔的通过率应为 100%。

(二) 预拼装一般项目合格标准应符合《钢结构工程施工质量验收标准》GB50205-2020。

## 第七节 单层钢结构安装工程

### 一、建筑物定义:

(一) 单层: 只有一层的的地面上建筑物, 它包括工业厂房(单层高在 6 ~ 8 米以上)民用建筑(2.2 到 3 米以上), 农业的厂棚(2.3 米以上)等建筑物。

(二) 多层: 指 4 ~ 6 层建筑物。

(三) 高层: 指 10 层以上。总高度小于 100 米的建筑物。

(四) 超高层: 指 40 层以上高度 100 米以上建筑物。

单层钢结构安装主要钢柱安装、吊车梁安装、钢屋架安装、地下钢结构、钢平台栏杆扶手等安装。



## 二、施工准备一般规定

(一) 钢结构安装前的主体材料和焊接材料、紧固件材料的进场验收。

(二) 钢结构的安装应符合施工图设计要求, 工程人员编制安装工程施工组织设计及施工方案(安装工艺、测量校正、高强度螺栓安装、负温度下施工及焊接工艺等), 经审核、批准后方可进行安装指导作业, 并对施工人员进行详细的技术交底。

(三) 安装用的专用工具和检查仪器, 应满足施工要求, 并应做定期检查效验, 保证合格, 做好效验记录和施工记录。

## 三、结构构件安装顺序一般规定

(一) 建筑钢结构安装应符合下列要求:

施工准备→基础验收→基础处理→划分安装流水区段→确定构件安装顺序→编制钢结构安装顺序表→进行构件安装, 或先将构件组拼大安装单元, 再进行安装→构件调整, 验收。

(二) 安装流水区段可按建筑物的平面状态、结构形式、安装机械的数量、现场施工条件等因素划分。

(三) 构件安装的顺序, 多轴多列线钢结构安装平面应从中间向四周扩展, 两轴线厂房等钢结构安装, 可采用中轴向两边逐步安装, 也可采用从一个端头逐步向另一个端头进行安装。

## 四、钢结构安装的质量控制要点

(一) 基础、支撑面和预埋件的质量控制

1. 钢结构安装前应对建筑物定位轴线、基础标高、地脚螺栓位置等进行复查, 验收, 验收合格后方可进行钢结构安装。基础各部尺寸及位置偏差如下: 基础坐标位置(纵横中心轴线)  $\pm 20\text{mm}$ ; 基础各不同平面的标高偏差  $\pm 20$ ; 支承面标高为  $\pm 3.0\text{mm}$ , 水平度为  $1/1000$ 。

采用杯口基础时, 其杯口尺寸允许偏差: 底面标高  $+0.0, -5.0\text{mm}$ ; 杯口深度  $\pm 5.0\text{mm}$ ; 杯口垂直度  $H/100, \nless 10.0\text{mm}$ ; 位置  $10.0\text{mm}$ 。

2. 立柱的地脚螺栓位置应符合设计文件和相关的规范要求, 并应保护好地脚螺栓的螺纹, 可以做在地脚螺栓的表面涂刷 3# 锂基脂黄油, 再用胶带包裹并在好硬维护。预埋地脚螺栓的标高(顶端)  $0 \sim 20\text{mm}$ ; 预埋地脚螺栓的中心距(在根部和顶部两处测量)  $\pm 2\text{mm}$ ; 预留孔中心偏移为  $10.0\text{mm}$ 。

3. 基础上表面与钢结构立柱结合基础表面不得有油垢或疏松层; 基础混凝土强度应达到设计要求; 放置垫铁位置除外的基础部份铲麻(变不平): 麻坑坑径为  $20 \sim 30\text{mm}$  左右, 坑深  $10 \sim 20\text{mm}$ , 每  $100 \times 100$  平方毫米范围内有  $3 \sim 5$  个坑。

4. 钢柱脚垫板布置应靠近地脚螺栓的柱底板的加筋板会柱肢下, 垫板尺寸应符合规范技术要求的技术规范如下:

垫铁计算公式如下:

$$A = C * (Q1 + Q2) / nR$$

A——垫铁的面积

Q1——钢结构载荷

Q2——地脚螺栓的许可抗拉力  $Q2=A_e \cdot F_t$  ( $A_e$  为横截面积,  $F_t$  为螺栓抗拉强度为普通钢 Q235B 为 3.8 级一般取 140N/平方毫米)

N——垫铁的数量

R——混凝土设计强度

C——安全系数一般 1.5 ~ 3

每组垫铁不得多于 5 块, 二次灌浆前垫板间应点焊牢固。

(二) 柱的安装应调整标高, 再调整位移, 最后调整垂直偏差, 并应重复上述步骤, 直到柱的标高、位移、垂直偏差符合要求。调整柱垂直的缆风绳或支撑夹板应在柱起吊前在地面绑扎好。

(三) 由多个构件在地面组拼为扩大安装单元进行安装时, 其吊点应经过计算确定。

(四) 构件的零件及附件应随构件一起起吊, 尺寸较大、重量较重的节点板, 可以用铰链固定在构件上。

(五) 当天安装的钢构件应形成空间稳定体系, 形成空间刚度单元, 应及时对柱底板和基础顶面的空隙进行细石混凝土、灌浆料等二次灌浆。

(六) 进行钢结构安装时, 必须控制屋面、楼面、平台等施工载荷和冰雪载荷等, 严禁超过梁、桁架、屋面板、平台铺板等的承载力。

(七) 桁架其受拉铰杆上下得焊接悬挂物和卡具。

### 五、安装测量校正的质量控制要点

(一) 柱在安装校正时, 水平偏差应校正到允许偏差以内。在安装柱与柱之间的主梁时, 再根据焊缝收缩量预留焊缝变形值。

(二) 结构安装时, 应注意日照、焊接等温度变化产生的热影响造成的结构伸缩变形, 应采取相应的措施。

(三) 用缆风绳或支撑校正时, 应在缆风绳或支撑装置松开状态下使柱保持垂直, 方可结束校正。

(四) 在安装柱与柱之间的主梁构件时, 应对柱的垂直度进行检测。除检测一根梁两端的柱子垂直度变化外, 还因检测其余几根相邻柱子因梁安装连接而产生的垂直度变化。单层钢结构主体结构的整体垂直度和整体平面弯曲的允许偏差: 垂直度  $H/1000 \nlessgtr 25.0\text{mm}$ ; 平面弯曲  $L/1500 \nlessgtr 25.0\text{mm}$ 。

(五) 必须检测其梁、柱不均匀沉降、根据反馈的测量结果及时调整。除了对施工过程进行沉降观测外, 也要求第三方进行沉降观测和复验。

(六) 钢柱安装可通过柱端四个耳板临时固定和微调, 微调建议可直接通过在柱上下端四边设置的临时耳板 (可兼作安装吊环) + 双侧连接板 + 大六角头高强度螺栓 + 钢楔的方法临时固定, 微调标高及垂直度、安装可靠、施工快速。

(七) 当天安装的柱子应安装梁, 以确保空间稳定体系的形成, 梁的安装应事先在预埋件上



焊接经检测抄平的标高临时控制支座，在柱牛腿上挂上临时支座，另外，安装主梁是必须采用普通螺栓进行临时固定，绝不允许用高强度螺栓直接固定，整梁经检测抄平后打入冲钉。

（八）梁安装就位并更换高强度螺栓后，柱的垂直度发生微小变化，柱顶偏差在 5mm 时可通过梁端翼缘板的焊接顺序加以调整部分偏差。

## 第八节 多层及高层钢结构安装工程

### 一、多层及高层钢结构安装工程

#### （一）工程定义

多层及高层钢结构是指三层及以上的钢结构建筑物，采用焊接或高强螺栓连接、热轧 H 型钢为主要承重框架的结构，由压型钢板、轻质围护结构和内隔断配套组合而成的结构体系。

#### （二）施工准备一般规定

1. 材料：合格零部件、构件、连接材料；其它材料：各种规格垫铁等。

2. 主要机具：

2.1 机械设备：塔式起重机、履带式起重机或汽车式起重机、载重汽车等吊装机械。

2.2 主要工具：钢丝绳、棕绳、卡环、绳卡、平衡梁、倒链、索具、手持电砂轮、电钻、垫木、垫铁、扳手、撬棍、扭矩扳手、气焊、钢板尺、角尺、塞尺、水平尺、经纬仪、水准仪、锤子、钢丝刷等。

3. 作业条件：

3.1 按构件明细表，核对进场构件的数量，查验出厂合格证及有关技术资料。

3.2 检查构件在装卸、运输及堆放中有无损坏或变形。损坏和变形的构件应予矫正或重新加工。被碰损的防锈涂料应补涂，并再次检查办理验收手续。

3.3 对构件的外形几何尺寸、制孔、组装、焊接、摩擦面等进行检查，做出记录。

3.4 钢结构构件应按安装顺序成套供应，现场堆放场地能满足现场拼装及顺序安装的需要。

3.5 构件分类堆放，刚度较大的构件可以铺垫木水平堆放。多层叠放时垫木应在一条垂线上。

3.6 编制钢结构安装施工组织设计（施工方案），包括机械设备选用、安装程序、安装方法、构件供应、保证质量、安全技术措施等等，经审批后，进行技术交底。

3.7 检查安装支座及预埋件，取得经总包确认合格的验收资料。

3.8 检查吊装用起重设备、配套机索具等是否齐全完好，运转是否灵活，并维护好，保持良好状态。

3.9 整平场地，修筑构件运输和起重机械运行的临时道路；或安装塔式起重机。

4. 作业人员：起重工、铆工、钳工、气焊、机械工等。

#### （三）钢结构构件安装顺序一般规定

1. 建筑钢结构安装应符合下列要求：

施工准备→基础验收→基础处理→划分安装流水区段→确定构件安装顺序→编制钢结构安装顺序表→进行构件一层安装，先柱后梁或先将构件组拼大安装单元，再进行安装→进行构件二层安装，先柱后梁或先将构件组拼大安装单元，再进行安装。直到最后一层钢结构安装→格栅板铺设→构件调整，验收。

## 2. 钢柱安装工艺

2.1 钢柱吊点的设置：钢柱吊点设置在钢柱的顶部，直接利用临时连接板，作为钢柱吊点。

2.2 安装前将安装用的操作平台、钢梯固定在柱子便于操作的一侧上，钢梯固定要安全牢固，方便工作人员上下。（如果地面有通道也可以采用登高车进行安装）

2.3 根据钢构件的重量及吊点情况，准备足够的不同长度、不同规格的钢丝绳（吊带）以及卡环、工具包及扳手等小型工具。

2.4 安装之前，要将校正用的（平、斜）垫铁摆放到要安装的基础上，标高调整好。

2.5 钢柱上、下对接时，要先将连接板和临时螺栓吊装柱底连接耳板上，在下柱另外方向两个连接耳板上安装调整扭转的卡具。

2.6 当钢柱吊至安装位置时，上柱连接耳板插入已经安装好的卡具上，另外两个连接耳板则用临时连接板、临时螺栓进行临时固定后，工作人员在通过钢梯（或登高车）摘吊钩。

2.7 利用垫铁（或升降放置在柱底板下的地脚螺栓的螺帽）对安装标高、垂直度进行调整。

## 3. 钢梁安装工艺

3.1 钢梁的安装顺序：外框架柱之间的主梁——外框架柱与核心筒之间的次梁：先下层梁再上层梁最后上层梁。

3.2 吊装梁的吊索水平角度不得小于 45 度，绑扎必须牢固，并在地面用临时螺栓把连接板固定在梁两端，将高强度螺栓装在工具包内，绑在离梁头 1m 之内。按照预先编制的安装顺序图，按顺序进行吊装。

3.3 主梁起吊进入框架的对正，先用撬棍，再用冲头（冲钉）调整好结构件的准确位置，连板螺栓对正后主梁先用不少于 1/3 孔数（最少不小于 2 颗）的临时螺栓拧紧固定，即可脱钩。紧跟其后由专人投放高强度螺栓，按高强度螺栓施工工艺实施初拧、终拧。次梁安装与主梁方法相同，但采取直接投放高强度螺栓的方法，节省了安装时间。安装梁时预留好经试验确定的焊缝收缩量（2mm）。整个安装过程中，采用两台经纬仪从两个不同方向跟踪测控，及时进行校正。

3.4 安装外框架与核心筒之间的梁之前，测量人员在核心筒预埋件投放梁底标高线，安装人员提前在核心筒预埋件上焊接钢托板。安装时，将钢梁一头放置在钢托板上，另一头钢梁靠钢柱一端，同外框架主梁相同打方法安装，用螺栓固定。

## 4. 钢结构安装的质量控制要点

4.1 钢柱吊装应及时连接钢梁，形成稳定的框架体系。

4.2 每根钢柱安装后应及时进行初步校正，以利于钢梁安装和后续校正。

4.3 校正时应对轴线、垂直度、标高、焊缝间隙等因素进行综合考虑，全面兼顾，每个分项的



偏差都要达到设计及规范要求。

4.4 每节柱的定位轴线应从地面基准线引上，不得从下层柱的轴线引上。

4.5 结构的楼层标高可按相对标高进行，安装第一节柱时从基准点引出控制标高在混凝土基础或钢柱上，以后每次使用此标高，确保结构标高符合设计和规范要求。

4.6 钢柱定位后应及时将垫板、螺帽与钢柱底板点焊牢固。

4.7 上部钢柱之间连接的连接板待校正完毕，并全部焊接完毕后，将连接板割除，并打磨光滑，并涂上防锈漆，割除时不要伤害母材。

4.8 在钢梁的标高、轴线的测量校正过程中，一定要保证已安装好框架的整体安装精度。钢梁安装完成后应检查钢梁与连接板的贴合方向。

4.9 处理生产偏差的螺栓孔时，只能采用铰孔扩孔，不得采用气割扩孔的方式。

4.10 安装时应用螺栓进行临时固定，不得将高强度螺栓直接穿入。

4.11 一节柱的各层梁安装完毕后，应立即安装本节柱范围内的各层楼面、楼梯，并铺设各层的压型板或格栅板等。

## 二、钢格栅的安装

### （一）施工准备一般规定

1. 施工前编制、报审技术方案，做好钢格板安装技术交底。
2. 施工班组人员在施工前要熟悉图纸，审核钢格板厂家提供的深化排版图，掌握钢格板铺设施工的要点和难点，并做好钢格板安装危险辨识，采取必要防护措施。
3. 按照施工需要配备施工机具，保证施工机具满足现场施工的需要。
4. 规划好钢格栅堆放区，做好施工准备。
5. 材料验收、钢格栅外观检查严格按照规范《钢结构工程施工质量验收标准》GB50205-2020 执行，制造尺寸偏差应符合《钢格栅板》YB / T 4001-2007。

### （二）钢格栅安装

1. 根据现场实际情况，施工工序采取从下向上，从一边向另一边的推进式安装方法。作业面上方必须设置纵向和横向水平安全绳（生命绳），并正确使用。

1.1 钢格栅安装前必须确定安装顺序，结合图纸的钢格栅板编号依次安装。钢格栅安装前应在地面拆开，按照楼层图纸编号和安装顺序归类摆放。

1.2 钢格栅安装工艺必须从结构第一层的钢梯开始向四周铺设，钢格栅板一旦搁置在梁上，应马上调整间隙并将其固定，以避免钢格栅位移，造成安全事故。

2. 每安装一块钢格板必须把安装夹具紧固（每件格栅板使用安装夹的数据不得少于 2 只）或点焊牢固，钢格板安装一块必须固定一块，没有固定的钢格栅严禁站人作业，也不允许拆除临时防护措施。

3. 钢格板不得集中堆积在钢梁上，在安装完的钢格板上堆积高度不得超过 1.2m。

4. 作业过程中作业人员应将小型工具放入工具袋内，不允许将小型工具及配件（手锤、扳手、

撬棍、焊条等)直接放在格栅板上,防止坠物伤人。

5. 钢格板铺设工作,原则上不允许上下层或多层同时进行交叉作业,如确需交叉作业,必须在两个作业层之间必须有效的隔离设施。

6. 作业过程中要进行进行场地清理,工具和切割下来的金属材料不能堆放到正在安装或拆除过程中的钢格栅板开口附近,对边角余料要及时回收,防止坠落伤人。

7. 格栅板全部铺设完毕,或局部安装完需进入下道工序,应由项目部相关人员进行验收合格后,方可交付使用。

8. 格栅板安装间隙一般为 10mm,安装时需根据图纸和现场实际情况适当进行调整,最小安装间隙:格栅板之间的间距 3mm,格栅板与相邻结构间距为 10mm。格栅板间和边缘间隙见下图:

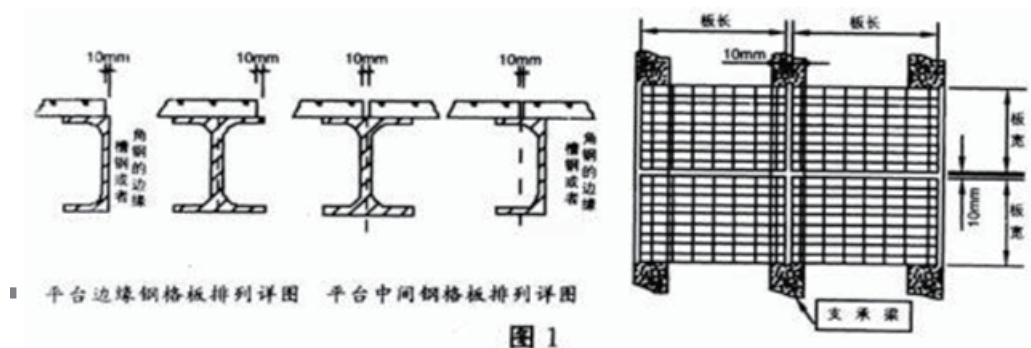


图 16-1 格栅板安装示意图

9. 格栅板受载荷扁钢必须支承在钢梁或其它支承架上,每端搭接长度不少于 25mm。

### (三) 格栅板的固定

格栅板的固定主要有焊接和专用安装夹具两种方法。

1. 对永久不需要拆卸的钢格栅,可采用分段焊接,将其焊渣支承结构上。焊接位置在钢格栅板的最外侧第一根扁钢上,焊接长度大于 25mm,焊角高度按设计要求进行,一般不小于最低板厚。

2. 钢格板焊接完毕,应将焊点处的熔渣清理干净,并将设备及结构的被污染部分补刷防锈漆、银粉漆。

3. 对于有拆卸要求的钢格栅一般采用专用夹具固定。每块格栅板(约 1 平方米)不少于 4 套安装固定夹具,分别安装在每块格栅板的 4 个角上。单如果钢格栅板较长,且格栅板中间有支承梁的情况下,安装夹可按下表进行配置。

表 16-1 钢格栅配置安装夹数量

序号	钢格栅板长度(按承载扁钢长度)	配置安装夹数量(套)
1	500 ~ 1500mm	4
2	1500 ~ 3000mm	6
3	3000 ~ 4000mm	8
4	4000 ~ 5000mm	10
5	5000 ~ 6000mm	12

4. 焊接在支承结构上的安装夹螺栓焊缝应饱满,压片上的螺母应拧紧。投入使用后要注意保



养和维护，如发现安装夹松动，应及时紧固。

5. 钢格栅安装固定后不能纵横移动或脱离支承架。

#### （四）格栅板开孔要求

1. 当设备或管道安装需要穿越格栅板时，如钢格栅板厂家未做相应预留，应根据厂家说明书或设计要求进行开孔，开孔周围需要设置脚手架防护栏，并设置警示标志。

2. 对有保温要求的设备或管道，开孔时应预留保温层的厚度。

3. 开孔完毕，依据要求增加开孔补强扁钢，并补刷防锈漆、银粉漆。

#### （五）钢格栅的拆除管理

1. 钢格栅拆除作业必须执行作业许可制度，并办理相应的作业票，拆除作业时，安排专人对拆除作业人员进行监护。

2. 施工班组须拆除钢格栅板形成的孔洞，应及时在周围搭设脚手架硬维护，并设置警示标志，放置其他人员误入而造成伤害。

3. 施工完毕后，施工班组将需拆除的钢格栅板放到指定位置或及时恢复原样，然后才能拆除防护措施。

#### （六）格栅板的质量控制

1. 钢格栅板安装前应对结构进行全面检查，其外形尺寸、安装面标高的相关尺寸，均应符合设计文件的规定，对于所有结构顶面需要进行严格的水平度检测，超过规范安装要求的一定要进行处理。

2. 钢格板在运输和吊装过程中应采取防变形加固措施，安装后应立即进行固定，控制钢格栅板间距、负载扁钢方向等技术要求符合规范。

## 第九节 钢网架结构安装工程

### 一、钢网架结构定义

网架结构是一种网状的立体结构，多用于大跨度屋面结构。这种结构重量轻，抗弯强度大，跨度大。网架结构在结构形式上分为正交与斜交两种。其中正交是通过正放钢结构使其成为“井”字形的网架，其施工方式极为方便，因此在工程施工中被大量采用。对于 60 ~ 80m 的大跨度双向桁架网架，其属于相互交叉的桁架网结构。

### 二、工技术准备

（一）网架结构的安装应符合施工图设计要求，工程人员编制安装工程施工组织设计及施工方案（安装工艺、测量校正、高强度螺栓安装、负温度下施工及焊接工艺等），经审核、批准后方可进行安装指导作业。

#### （二）施工方法选取

网架结构安装一般有三种安装方法，根据现场实际的情况（场地的大小、吊车的起重能力、

构件的大小等)等众多条件来选取合理的安装方法。

三种安装方法如下:

#### 1. 高空拼装法:

是先在设计位置处搭设拼装支架,然后用起重机把网架构件分件(或分块)上吊至空中的设计位置,在支架上进行拼装,此法有时不需大型起重设备,但拼装支架用量大,高空作业多。

因此,对高强度螺栓连接的,用型钢制作的钢网架或螺栓球节点的钢管网架较适宜,目前仍有一些钢网架用此法施工。

#### 2. 整体安装法:

是先将网架在地面上拼装成整体,然后用起重设备将其整体提升到设计位置上加以固定。这种施工方法不需高大的拼装支架,高空作业少,易保证焊接质量,但需要的起重量大,起重设备,技术较复杂。

因此,此法对球节点的钢网架(尤其是三向网架等杆件较多的网架)较适宜。根据所用设备的不同,整体安装法又分为多机抬吊法、拔杆提升法、千斤顶提升法及千斤顶顶升法等。

#### 3. 高空平移法:

网架屋盖较多采用平行滑移法,尤其适用于影视院、礼堂等工程。

这种施工方法,网架多在建筑物前厅顶板上设拼装平台进行拼装(亦可在观众厅看台上搭设拼装平台进行拼装),待第一个拼装单元(或第一段)拼装完毕,即将其下落至滑移轨道上,用牵引设备向前滑移一定距离。

接下来在拼装平台上拼装第二单元(或第二段),拼好后连同第一个拼装单元(或第一段)一同向前滑移,直至整个网架拼装完毕并滑移至就位位置。

拼装好的网架滑移,可在网架支座下设滚轮,使滚轮在轻动轨道上滑动;亦可在网架支座下设支座底板,使支座底板沿预埋在钢筋混凝土上框架梁上的预埋钢板滑动。

网架滑动可采用卷扬机或手动葫芦进行牵引。根据牵引力大小及网架支座之间的杆件承载力,可采用一点或多点牵引。

网架滑动时,两端不同步值不应大于 50mm。采用滑移法施工网架时,在滑移和拼装过程中,应对网架进行下列验算;当跨度中间无支点时,杆件内力和跨中扰度值;当跨度中有支座时,干架内力、支点反力和跨中扰度值。当网架滑移单元由于增设中间滑轨引起杆件内力变化时,应采取临时加固措施以防失稳。

4. 安装用的专用工具和检查仪器,应满足施工要求,并应做定期检查效验,保证合格,做好效验记录和施工记录。

5. 技术员(工程师)熟悉施工图,并将问题汇总,会同业主、设计和监理单位进行图纸会审;对工作人员进行详细的技术安装和安全交底等工作内容。

### 三、网架结构施工流程一般规定

#### (一) 施工准备



### 1. 熟悉图纸

施工前组织工程技术人员按照施工图纸做好图纸会审和技术交底工作，做好施工与设计的结合，做好钢网架施工与土建施工的结合，编制详细的施工组织设计、施工方案、施工进度计划、材料采购供应进场计划、人力机具动员计划等。

### 2. 现场准备

按照图纸要求进行施工前测量及预埋件复核，测量记录要与图纸相符，如有不符，应复测，经设计方认可共同解决后再进行施工。搞好“三通一平”，确保材料顺利进场。

3. 安装调试施工机具。按照施工机具需要，安排计划，组织施工机具进场，将施工机具安置在规定的地点。对于固定的机具要进行就位、搭棚、接电源、保养和调试等工作。所有施工机具都必须在开工前进行检查和试运转。

### 4. 做好构（配）件、制品和材料的储存和堆放。

#### （二）现场拼装

##### 1. 桁架的拼装

###### 1.1 现场拼装场地的要求

在高空拼装和整体法的地面拼装场地要求：为了保证桁架现场组装的精度，防止构件在组装的过程中由于胎架的不均匀沉降而导致拼装的误差，组装场地要求平整压实、铺设 200 厚碎石垫层，进行压实后敷设 2m\*6m 的水泥预制板，再在上面铺设钢路基箱。

平行滑移法的场地要求：一端的建筑物施工完毕，在建筑物楼顶进行拼装。

###### 1.2 拼装胎架搭设要求

胎架高度最低处应能满足全位置焊接所需的高度，胎架搭设后不得有明显的晃动状，并经验收合格后方可使用。

为防止刚性平台沉降引起胎架变形，胎架旁应建立胎架沉降观察点。在施工过程中结构重量全部荷载于路基板上时观察标高有无变化，如有变化应及时调整，待沉降稳定后方可进行焊接。

1.3 桁架的地面拼装 桁架现场拼装时，根据胎架底线及分段定位线进行定位，先在钢构件端部焊接耳板，作为对接时连接耳板，对接后将耳板割除磨。

###### 1.4 桁架拼装工艺

1.4.1 平台及胎架支撑必须有足够的刚度，在平台上应明确标明主要控制点的标记，作为构件制作时的基准点。在平台（已测平，误差在 2mm 以内）上划出桁架控制点的水平投影点，打上钢印或作好其它明显标记。

1.4.2 用水准仪或其他测平仪器对桁架的控制点的垂直标高进行测量，确保构件控制点的垂直标高尺寸符合图纸要求，然后用挂锤球或其它仪器（如经纬仪）的方法确保桁架上的控制点的水平投影点与平台上标的控制点重合，允许偏差在 2.0mm 内。用角钢或槽钢等临时支撑将胎架进行固定，以免胎架在拼装过程中晃动，降低控制点的精度。

1.4.3 用吊机将已对接好的弦杆按其具体位置放置在胎架上，固定定位块。再次用经纬仪、水

平仪等仪器对桁架上的控制点进行测量,对有偏差的点通过调整调整块来确保弦杆位置的正确。

1.4.4 确定主管相对位置时,必须放焊接收缩量。

1.4.5 定位好后,对主桁架进行焊接,先焊未靠住胎架的一面,焊好后,用吊机将桁架翻身,再焊另一面,焊接时,为保证焊接质量,尽量避免仰焊、立焊。在组装时,应按设计要求考虑桁架的预起拱值(在设计无要求时可按  $L/1500$  取值)。

## 2. 现场安装

### 2.1 网架安装工艺流程

构件清点→复核土建轴线尺寸→放线→支承点检查→网架组对→质量检查→支托安装→支座焊接→检查焊接质量

### 2.2 网架安装方法

由于网架的形式不同,采用的安装方法也不同,采取整体吊装法。其操作流程为:

在地面放线、验线→安装下弦平面网格→安装上弦倒三角网格→安装下弦正三角网格→调整、紧固→网架提升→支座焊接与验收。

#### 2.2.1 放线及基础检查

检查柱顶混凝土强度。检查试件报告,合格后方能在高空柱顶放线、验收。

按甲方提供的柱顶轴线位移情况,网架安装单位对提供的网架支承点位置、尺寸进行复验。

要定出各支座支承面中心点,然后校对各轴线位置后,才能进行网架的安装。

临时支点的位置、数量、支点高度应统一安排,支点下部应适当加固,防止网架支点局部受力过大下沉。对于地面上散装要保证支点下基础强度可靠,保证不下沉。

#### 2.2.2 安装下弦平面网架

将第一跨间的支座安装就位,对好柱顶轴线、中心线,用水平仪对好标高,有误差应予修正。

安装第一跨间下弦球、杆,组成纵向平面网格。

排好临时支点,保证下弦球的平等度,起拱时,应在临时支点上找出坡度。

安装第一单元间的腹杆与上弦球,一般是第一个锥体为一球四腹杆的小单元,就位后与下弦球拧入、固定。

第二个锥体为先装一球一弦杆二腹杆的三角锥,然后填入另外两根腹杆,逐步循环安装完第一单元的网架。

检查网架、网格尺寸,检查网架纵向尺寸与矢高。检查网架位置,如有出入,可以调整临时支点的位置和高低,以校准网架位置尺寸。

#### 2.2.3 安装上弦倒三角网格(推锥)

从边跨开始首先将一球一上弦二腹杆的三角锥,以后为一球二上弦二腹杆的四角锥。将二斜腹杆支撑在下弦球上,在上方拉紧上弦杆,使上弦杆逐步靠近已安装好的上弦球(推锥),拧入。

#### 2.2.4 调整、紧固

地面散装法安装网架,应随时测量检查网架质量,检查下弦网格尺寸及对角线,检查上弦网

格尺寸及对角线,检查网架纵向长度、横向长度、网格矢高。在提升前及时调整。

网架安装过程中,应随时检查网架轴线与建筑基础轴线是否偏离,并应随时调整。

检查网架整体挠度,严格控制网架上下弦尺寸,确保每个螺栓均旋紧到位。

网架在安装过程中应随时检查各临时支点的下沉情况,如有下降情况,应及时加固。

### 2.2.5 支座焊接与验收

检查网架整体尺寸合格后,检查支座位置是否在轴线上,以及偏移尺寸。网架安装时尺寸的累积误差应该两边分散,防止一侧支座就位正确,另一侧支座偏差过大。

检查网架标高、矢高,网架标高以四周支点为准,各支点尺寸误差应在标准规范以内。

### 2.2.6 各部尺寸合格后,进行支座焊接。

## 3. 网架结构施工质量控制一般规定

### 3.1 钢网架各种原材质量控制要点

#### 3.1.1 杆件以及焊接球等所有构件材料进场检验、抽检。

3.1.2 按规定对拱桁架、复杆的钢管材料、网架的上下杆弦管材,焊接用材、预应力索及焊接用的钢板抽取一定数量作检验批复检。

3.1.3 将焊接球节点与钢管焊接成试件对其进行轴心拉压承载力试验,其数值不应低于设计承载力的 1.6 倍。

3.1.4 对进场的钢板、高强螺栓、焊接材料进行见证取样,报验时提交有效质量合格证明文件及抽样合格报告并提供原件核验备案。

3.1.5 焊条、焊丝、螺栓、栓钉的选择和使用必须符合国家现行标准。

### 3.2 网架现场拼装焊接质量控制要点

3.2.1 钢管与空心球的焊接,焊缝要求饱满,不得有夹渣、未焊透、气孔、咬肉等缺陷。

3.2.2 钢管与空心球连接,当钢管壁厚 $< 5\text{mm}$ 时可采用角焊缝直接连接,并等强焊接。当钢管壁厚 $\geq 5\text{mm}$ 时,在钢管端部作 $30^\circ$ 的坡口,并增设短衬管和采用完全焊缝连接。当钢管壁厚 $\geq 8\text{mm}$ 时,除对接焊缝外,还采用部分角焊缝予以加强。焊接空心球由两个半球焊接而成。直径大于 $500\text{mm}$ 以上的空心球内加十字肋。

3.2.3 部分杆件壁厚较大,整条焊缝应为4~5遍成型。

3.2.4 质量检验员应对所有焊缝进行100%的外观检查,并作好记录。严禁有漏焊、裂纹、咬肉等缺陷。按规范和设计要求对焊缝进行超声波探伤跟踪检测,作好探伤检测记录,提供探伤报告。

### 3.3 钢网架安装质量控制要点

3.3.1 在地面或高空拼装焊接后的外形尺寸和质量检查中,特别是超长构件组焊接中要求正确估计收缩量,收缩量主要依靠工程实践经验来确定。根据工程构件的截面、壁厚、每个接口的焊接收缩收缩量约为 $2 \sim 3\text{mm}$ 。

3.3.2 对于双向预应力索的安装,应首先在地面布置所有的锁具,且每组索通过在网架和桁架上的滑轮同时起吊,然后分别固定在竖向撑杆的下端,上层索安装完毕后,再成对安装纵向索。

必须在全部拱桁架和网架均安装焊接完毕后，再安装竖向撑杆最后安装钢丝绳。

### 3.4 网架涂装控制要点

3.4.1 网架构件表面必须采用抛丸除锈处理，彻底清除构件表面的氧化皮、毛刺、铁锈、油污和其它附着物，表面涂底漆两遍，漆干后再涂面漆两遍，除锈等级应达到《涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级》GB/T8923.1-2011 中的 Sa2.5 级标准。涂装时按照设计要求逐道进行，每道都要进行湿膜、干膜厚度的自检和缺陷的修补。

3.4.2 焊接钢、杆件球表面处理在工厂内进行，并涂刷可焊性防锈漆，杆件两端焊接位置留出 5CM 不喷涂。除涂层修补及现场拼装焊缝两侧外，其它构件及部位均在网架安装前施工完毕。

3.4.3 严格控制漆膜厚度，涂装过程中对每一道都应进行湿膜和干膜的外观检查和厚度测量。

## 第十节 压型金属板工程

压型金属板是指以冷轧薄钢板为基板，经镀锌或镀锌后覆以彩色涂层再经辊弯成型的波纹板材。具有成型灵活、施工速度快、外观美观、重量轻、易于工业化、商业化再生产等特点，广泛用作建筑屋面及墙面维护材料。可分为软刚带、半软钢带，硬钢带；高波斑、中波板、小波板；保温夹心板等。

### 一、压型金属板安装一般规定

（一）压型金属板安装应在钢结构楼层全部安装完成、检验合格并办理有关隐蔽手续以后进行，最好是整层施工。

（二）压型金属板应按施工要求分区、分片吊装到到施工楼层并放置稳妥，及时安装，不宜在高空过夜，必须过夜的应临时固定。

（三）高空施工的安全走道应按施工组织设计的要求搭设完毕。

（四）压型金属板的切割应用冷作、空气等离子弧等方法切割，严禁用氧气乙炔火焰切割。

### 二、压型板施工准备一般规定

#### （一）技术准备

#### 1. 压型金属板的板型确认

楼层板、屋顶板、墙体板在施工前，应根据施工图的要求，选用符合设计规定的材料（主要是考虑用于楼、屋顶、墙体承板制作的镀锌钢板的材质、板厚、力学性能、防火能力、镀锌喷漆量、压型钢板的價格等多方经济技术要求），板型报业主和设计审批确认。

#### 2. 压型金属板排版图

2.1 根据已确认板型的有关技术参数绘制压型金属板的排版图。

2.2 标准层压型金属板排版图。

非标准层压型金属板排版图。

标准节点做法详图。



特殊节点的做法详图。

压型金属板编号、材料清单等。

### 3. 其他技术准备和技术交底

3.1 根据设计文件、施工组织设计和压型金属板的排版图和内容,编制压型金属板施工作业指导书和有关安全、技术交底文件,根据责任范围和施工内容下发到有关施工班组和个人,进行严格的作业交底。

3.2 在铺设压型金属板之前及时办理已经安装完毕的钢结构安装、焊接、节点处防腐等工程的隐蔽工程记录和工序交接记录。

### 4. 材料准备要求

4.1 建筑上使用的压型金属板的尺寸、形式、板厚允许偏差应符合《建筑用压型钢板》GB/T12755-2008 的要求。

4.2 不少于 3 块,压型金属板基材不得有裂纹、镀锌板不能有锈点。

4.3 由于压型金属板在建筑中用于楼板永久性支撑模板和钢筋混凝土叠合共同工作,因此我们不仅要求其力学、防腐性能,而且要求有必要的防火能力满足设计和规范的要求。

4.4 压型金属板的分类,根据压型金属板凹槽的开口出厂时是否封闭和是否有压痕,我们把压型金属板分为开口式压型金属板和封闭式压型金属板。

### 4.5 施工机具准备

压型金属板施工的专用机械有压型板电焊机、其他施工机具有手提式或其他小型焊机、空气等离子弧切割机、手提式砂轮机、剪刀和吊装工具。

## 三、压型板施工流程一般规定

压型金属板安装只要施工区域为楼层、屋面和墙体的施工,具体施工流程如下:

### (一) 屋面、墙面维护结构中压型金属板安装:

#### 1. 安装前测量放线

1.1 由于压型金属屋面板和墙面板是预制装配结构,故安装前的测量放线是一道关键工序,必须认真进行,确保尺寸精确。

1.2 根据排版设计确定起始线的位置,屋面施工中,先在檩条上标定起点,即沿跨度方向在每个檩条上标出排版起始点,各点的连线应与建筑物的纵横相垂直,然后在板宽度方向每隔几块继续标注一次,以限制和检查板的宽度安装偏差积累。如不按照规定放线,将会锯齿现象和超宽现象。墙体板安装应同类似的方法放线,除此之外还应标定支撑面的垂直度,以确保压型金属板安装完毕后形成垂直墙面。

1.3 屋面板及墙面板安装完毕后应对配件的安装作二次放线,以保证檐口线、屋脊线、窗口门口和转角线等的水平度和垂直度。不得仅用目测或凭经验定位。

#### 2. 压型金属板安装

2.1 实测安装板材的实际长度,按实测长度核对对应板号的板材长度,必要时对板材剪裁。

2.2 将提升、平移到位的压型金属板按施工排版图中设定的起始线放置,并使压型金属板的宽度覆盖标志线对准该起始线。在压型金属板长度方向的两端标划出该处安装节点的构造长度。

2.3 用紧固件紧固两端后,再安装第二块板,其安装顺序为自左到右或自右到左,自下而上。安装到下一放线标志点处,复查板材安装偏差,当满足设计要求后,进行板材的全面紧固。不能满足要求时,应在下一标志段内调正,当在标志段内可调正时,可调整本标志后再全面紧固。依次全面展开安装。

2.4 安装夹心板时,应挤密板间间隙,当就位准确,仍有间隙时,应用保温材料进行填充。

2.5 安装完的屋面应及时检查有无遗漏紧固点。对保温屋面,应将屋脊的空隙处用保温材料进行填充。

2.6 板的纵向搭接,应按设计要求铺设密封条和涂密封胶,并在搭接处用自攻螺丝或带密封垫的拉铆钉连接,紧固件应位于密封条处。

### 3. 泛水件安装

在泛水件安装前应在泛水件的安装处放出基准线,如屋脊线、檐口线、窗上下口线等。具体情况如下:

#### 3.1 檐口安装

檐口的构造是彩板围护结构中复杂的部位,可分为多排水天沟檐口、内排水天沟檐口和自由落水檐口三种形式。

##### 3.1.1 自由落水檐口

无封檐的自由落水檐口:外观简单,建筑艺术效果不好。这种檐口自墙面向外挑出,按板型不同,其伸出长度不同,但是不应少于 300mm。墙板与屋面板产生的锯齿空隙应由专用板型的挡水件封堵。当屋面坡度小于 1/10 时,屋面板的波谷处板边应用夹钳向下弯折 5 ~ 10mm 作为滴水。

带封檐的自由落水檐口:封檐挑出长度可自由选择,建议封檐板置于屋面板以下,屋面板挑出檐口板不小于 30mm。

##### 3.1.2 外排水天沟檐口

外排水天沟檐口有带封檐和不带封檐两类:

不带封檐的外排水天沟檐口,这种檐口的天沟可用彩板天沟或焊接钢板天沟,一般多采用彩板天沟,因为它可以不需专门支撑它的结构系统。其沟壁内侧多与外墙板相贴近,在墙板上设支撑件,在屋面板上伸出连接件,挑在天沟的外壁上,各段天沟相互搭接,采用拉铆钉连接和密封胶密封。因设置在室外,如出现缝隙漏雨,影响不大。

带封檐的外排水天沟檐口,这种檐口多采用钢板天沟,为固定封檐需设置固定支架,由于各种工程需求不同,封檐的大小等各异,需在梁上挑出牛腿支撑,在牛腿支撑上支撑天沟和封檐支架。

##### 3.1.3 内排水天沟檐口

内排水天沟檐口分为连跨内天沟和檐口内天沟两种,两种改造形式基本一致。

由于建筑物造型的需要,不得不采用檐口内排水的形式时,应注意以下问题:



3.1.3.1 天沟上应设置溢水口，避免下水口堵塞时倒灌。

3.1.3.2 天沟应采用钢板天沟，密封焊接，并应作好防腐处理，有条件选用不锈钢天沟。

3.1.3.3 天沟外壁宜高于屋面板在檐口处的高度，避免雨水冲击而引起漏水。

3.1.3.4 天沟与屋面板之间锯齿形空隙应封闭。

3.1.3.5 屋面板挑出檐口不少于 50mm，并应用工具，将彩板边沿的波谷部分弯成滴水，避免爬水现象。

3.1.3.6 应作好外样板与天沟壁的封闭，避免墙下壁漏雨。

3.1.3.7 天沟找坡采用自身找坡。

### 3.2 屋脊做法

彩色钢板建筑屋脊，有两种做法，一种是屋脊处的压型钢板不断开，屋面板从一个檐口直接到另一个檐口，在屋脊处自然压弯。另一种是屋面板只到屋脊处，这是常用做法，屋脊板与屋面板的搭接长度不宜小于 200mm。

#### 3.2.1 山墙与屋面交接做法

3.2.1.1 山墙与屋面交接处的构造可分为三类，即山墙处屋面板出檐，山墙随屋面坡度设置和山墙高出屋面且上沿线成水平线。

3.2.1.2 山墙处屋面板出檐，多用于侧墙处屋面板外挑的做法，这种做法构造简单，防水可靠。

3.2.1.3 山墙随屋面坡度设置的做法又分为山墙面高出屋面和与屋面等高作法两种，为常见作法。山墙与屋面等高的做法构造简单，山墙高出屋面的作法，一般不宜高出太多，以便封闭结构简单化。

3.2.1.4 山墙高出屋面，且墙面上沿线成水平布置的方法，是彩板围护结构中较复杂的问题要处理好山墙内外的封闭问题。

#### 3.2.2 泛水做法

3.2.2.1 安装前检查泛水件的端头尺寸，挑选搭接口处的合适接头。

3.2.2.2 安装泛水件的搭接口时应在被搭接处涂上密封胶或设置双面胶条，搭接后立即紧固。

3.2.2.3 安装泛水件至拐角处时，应按交接处的泛水件断面形状加工拐角处的接头，以保证拐角处有良好的防水效果和外观效果。

3.2.2.4 应特别注意门窗洞的泛水件转角处搭接防水口的相互构造方法，以保证建筑的立面外观效果。

### 4. 防水和密封

防水和密封关系到建筑物的使用功能和寿命。施工时应符合下列要求：

4.1 自攻螺丝、拉铆钉一般要求设在波峰上（墙板可设在波谷处），自攻螺丝所配密封橡胶盖垫必须齐全，且外露部分使用防水垫圈和防锈螺盖。外露拉铆钉必须采用防水型，外露钉头涂密封膏。

4.2 屋脊板、封檐板、包角板及泛水板等配件之间的搭接宜背主导风向，搭接部位接触面宜采

用密封胶密封,连接拉铆钉尽可能避开屋面板波谷。

4.3 夹心板、保温板之间的搭接(或插接)部位应设置密封条,密封条应通长,一般采用软质泡沫聚氨酯密封胶条。

4.4 在压型金属板的两端,应设置与板型一致的泡沫堵头进行端部密封,一般采用软质泡沫聚氨酯制品,用不干胶粘贴。

#### (二) 组合楼板中压型金属板安装

1. 组合楼板中的压型金属板一般为压型钢板。

2. 组合楼板是由压型钢板和混凝土组成的楼板,压型钢板作为浇筑混凝土的永久性模板,待混凝土达到设计强度后,压型钢板与混凝土结合成为整体而共同发挥作用。

2.1 压型钢板安装前的放样弹线,应符合下列要求:

2.1.1 放样弹线前检查钢构件的尺寸与设计尺寸的符合程度,并根据钢构件的实际尺寸进行进行放样弹线。

2.1.2 在压型钢板的两端弹设基准线,距钢梁翼缘板边缘至少 50mm。

2.1.3 在主梁上弹出中心线,从此中心线控制压型钢板搭接钢梁的宽度和压型钢板与钢梁的熔焊的焊点位置。次梁的中心线反射弹在主梁上,当压型钢板铺设完后,再将次梁的中心线及次梁翼缘宽度再反射到次梁上面的压型钢板上,此中心线决定锚栓的焊接位置。

2.2 压型钢板的铺设

2.2.1 在安装施工中,压型钢板同时也是钢结构安装的操作平台,所以铺设时应先铺下层压型钢板形成安全工作平台,然后铺设上一层的,至到最后一层。

2.2.2 铺设时注意压型钢板上标识的层、区、位号,准确无误的运输至工作指定位置,避免来回倒运增加工作量。

2.2.3 铺设时以压型钢板母肋为基准起始边,依次铺设,而且要以张为单位,边铺设边固定。

2.2.4 梁、柱接头处的压型钢板,必须用无齿锯将结合处切割平齐,与梁柱实现紧密贴合,并且浇筑混凝土时应在此处粘贴上胶带,避免漏浆污染梁柱和影响混凝土的浇筑质量。

2.2.5 压型钢板侧向公肋与母肋扣合后用专用夹钳固定(或用铆钉固定或焊接固定),间距一般不大于 300mm(一般根据波距来确定),压型钢板之间端部搭接部位(钢梁上)采用点焊的方式固定,以避免漏浆,如为对接则要求在拼缝上粘贴胶带。

2.2.6 对连续跨梁的组合楼板,要求压型钢板的波纹对齐,以便混凝土中的钢筋在波谷通过。

2.2.7 外框架、电梯洞口等四周应采用专用的镀锌边模进行封闭。

2.3 楼层标高的调整:当楼面层标高不一致时,应在梁上加焊角钢,使水平结构呈台阶过渡。

2.4 压型钢板与钢柱结合处的处理:由于压型钢板与钢柱结合处要切割部分压型钢板,造成局部的强度下降,应在切割处加焊 50mm × 50mm × 5mm 的补强角钢,补强角钢表面处理同钢结构主体,角钢长度必须保证超过一个波谷长度。

2.5 压型干板在钢梁上的固定:



2.5.1 压型钢板与梁上的搭接长度不小于 50mm 固定方式为铆钉焊接，焊钉位与压型钢板的波谷。

2.5.2 压型钢板侧向与钢梁的搭接用栓钉焊接牢固，点焊间距不大于 400mm。

2.5.3 边模与钢梁的焊接用手工电弧焊，采用分段跳焊的方式，焊缝长度 25mm，间距 300mm；封口板与压型钢板的每个波峰，波谷处用手工电弧焊点焊两处，使其牢固可靠。

2.6 楼面孔洞的预留：组合楼板预留孔洞时，孔洞尺寸小于 500mm × 500mm 的，采用压型钢板后开孔方式，先在四周加焊角钢增加洞口刚度。网片钢筋在洞口断开，并与角钢焊接，四周置模板，待混凝土浇注完后再切割压型钢板；孔洞尺寸大于 500mm × 500mm 的，采用压型钢板先开孔方式，网片钢筋在洞口断开，四周置模板，因洞口四周有次梁加固，故不必采取加固措施，如无就应在四周增加次梁加固。

#### 四、压型板施工安装质量控制要点

（一）压型金属板安装应在钢结构检验验收合格后进行。

（二）压型金属板（包括泛水板、包角板）搭接固定必须牢靠。

1. 屋面板长度方向采用搭接时，搭接端必须位于支承件（如檩条）上，并用连接件固定。搭接长度不宜小于下列限值：屋面板波高  $h > 70\text{mm}$  时为 375；屋面板波高  $h \leq 70\text{mm}$  时，屋面坡度  $< 1/10$  时为 250mm， $\geq 1/10$  时为 200mm。

2. 组合楼板支承长度应不小于 50mm，锚固件连接可靠，位置符合设计要求。

（三）防止屋面漏水的构造措施施工到位。

1. 压型板侧向搭接一般不小于半波，搭接方向与该地区主导方向一致，以减小风的影响。同时当用非咬边方法时，应用自攻螺钉或铝合金拉锚螺栓连接，间距同檩条距，应采用严密的防水措施。

2. 当采用国产的防水密封材料时，宜将连接件设于压型板的波峰，以利防渗漏水（高波型搭接部件必须设连接件）。

3. 连接点可每波设置 1 个，也可隔波设 1 个，但每块压型板与同一檩条的连接不得少于 3 个连接点。

4. 防止由坡度、咬边（搭接）接口不良、误开孔及密封材料敷设不当等质量通病的发生。

（四）压型板围护结构外观质量应符合质量验收规范的要求：

1. 屋面、墙面平整，接槎顺直，板面无施工残留物和污物。

2. 檐口和墙面下端基本呈直线，无未经处理的错钻孔洞。

3. 檐口与屋脊基本平行，压型板波纹与屋脊基本垂直，檐口相邻板端部基本无错位，及卷边板件波高等误差应在允许偏差值之内。

4. 墙板波纹线基本垂直，墙板包角板基本垂直，相邻两板下端基本无错位，其偏差值应在允许偏差值以内。

5. 搭接长度一致。

（五）安装屋面压型板时应尽量避免 4 块板在同一部位搭接，当无法避免时，应采取必要措施，

使重叠板不超过两层。

(六)屋脊板平板配件,其自身搭接及压型板的搭接应采用连接件连接,且宜用屋脊方向每隔不大于50m设置伸缩缝。

## 第十一节 钢结构涂装工程

### 一、钢结构防腐涂装

钢结构构件在使用中经常与环境中的介质接触,导致钢材被腐蚀,亦称为锈蚀。钢材受腐蚀的原因很多,可根据其与环境介质的作用分为化学腐蚀和电化学腐蚀两大类。为了防止钢构件的腐蚀以及由此而造成的经济损失,采用涂料保护是目前我国最主要手段之一。

#### (一)涂装施工准备工作一般规定

- 1.防腐材料进场验收,三方验收合格后方可进行使用安装。
- 2.防腐施工前,技术人员需要编制防腐施工组织设计,经审核、批准后方可进行防腐指导作业。
- 3.防护施工使用的专用工具和检查仪器,应满足施工要求,并应做定期检查效验,保证合格,做好效验记录和施工记录。
- 4.技术员(工程师)熟悉施工图,并将问题汇总,会同业主、设计和监理单位进行图纸会审;对工作人员进行详细的技术安装交底等工作内容。
- 5.涂装之前应除去钢材表面的油污、油脂、铁锈、氧化皮、焊渣或已失效的旧漆膜。根据锈蚀程度不同可按照规范《涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级》GB8923-2011划分为A、B、C、D四个锈蚀等级:

A—全面地覆盖氧化皮,而几乎没有铁锈。

B—已发生锈蚀,并有部分氧化皮剥落。

C—氧化皮应锈而蚀剥落,或者可以刮除,并有少量点蚀。

D—氧化皮应锈蚀而全面剥落,并部分发生点蚀。

除锈方法主要有喷射或抛丸、动力工具除锈、手工工具除锈和火焰除锈。除锈方式和除锈等级见表16-2。

表 16-2 除锈方式及质量标准

除锈方式	除锈等级	质量标准	
喷射或抛射除锈	Sa1	轻度的喷射或抛射除锈	钢材表面应无可见的油脂和污垢,并且没有附着不牢的氧化皮、铁锈和油漆涂层等附着物。
	Sa2	彻底的喷射或抛射除锈	钢材表面应无可见的油脂和污垢,并且氧化皮、铁锈和油漆涂层等附着物已基本清除,其残留物应是牢固附着的。
	Sa2.5	非常彻底的喷射或抛射除锈	钢材表面应无可见的油脂、污垢、氧化皮、铁锈和油漆涂层等附着物,任何残留的痕迹应仅是点状或条纹状的轻微色斑。
	Sa3	使钢材表面洁净的喷射或抛射除锈	钢材表面应无可见的油脂、污垢、氧化皮、铁锈和油漆涂层等附着物,该表面应显示均匀的金属色泽



除锈方式	除锈等级	质量标准	
手工和动力工具除锈	St2	彻底的手工和动力工具除锈	钢材表面应无可见的油脂和污垢，并且没有附着不牢的氧化皮、铁锈和油漆涂层等附着物
	St3	非常彻底的手工和动力工具除锈	钢材表面应无可见的油脂和污垢，并且没有附着不牢的氧化皮、铁锈和油漆涂层等附着物。除锈应比 St2 更为彻底，底材显露部分的表面应具有金属光泽。
火焰除锈	FI		钢材表面应无氧化皮、铁锈和油漆涂层等附着物，任何残留的痕迹应仅为表面变色。

钢构件要求一般除锈时，除锈等级可选用 Sa2 或 St2 ~ St3 等级，除锈要求高时，可选用 Sa2 ~ Sa3 或 St3 等级。钢构件需热浸镀锌和热喷锌、铝时，除锈等级应为 Sa2.5 ~ Sa3 等级，同时表面粗糙度达到 30 ~ 35  $\mu\text{m}$ 。

6. 在涂料使用前，必须将桶内油漆和沉淀物全部搅拌均匀后才可使用。

7. 双组分的涂料，在使用前必须严格按照使用说明书所规定的比例进行混合。一旦配比混合后，就必须在规定的时间内用完。

8. 施工时应选用的稀释剂牌号及使用稀释剂的量进行控制，否则会造成涂料报废或性能下降而影响质量。

## （二）施工环境条件的一般规定

1. 涂装工作尽可能在车间内进行，并应保持环境清洁和干燥，以防止正在处理涂料表面和已涂装好的任何表面被灰尘、水滴、油脂、焊接飞溅或其他脏物黏附在其上面而影响质量。

2. 涂装时的环境温度和相对湿度应符合涂料厂家使用说明书的要求，当说明书没要求时，环境温度宜为 5 ~ 38℃，相对湿度不应大于 85%。

3. 涂装后 4h 内严禁雨淋，当使用无气喷涂时，风力超过 5 级，不宜在室外进行喷涂。

## （三）涂装施工的质量控制要点

1. 涂装方法一般有侵涂、手刷、滚刷和喷漆等，在涂刷过程中的顺序应自上而下，从左到右、先里后外、先难后易，纵横交错地进行涂刷。

2. 对于边、角、焊缝等部位，在喷涂之前应先涂刷一道，然后在进行大面喷涂，以保证凸出部位的漆膜厚度。

3. 喷（抛）射磨料进行表面处理后，一般应在 4 ~ 6h 内涂刷第一道底漆。喷涂前钢材表面不允许再有锈蚀，否则应重新除锈后方可涂装。

4. 构件须要焊接部位应留出规定的宽度暂不喷涂，构件连接的高强度螺栓连接脸面在喷涂过程中要进行遮挡，在不需要喷涂的面采用透明胶布进行包裹。

5. 喷涂前构件表面处理情况及涂装工作的每一道工序完成后，都需要检查，并做好检查记录及隐蔽工程记录。检查内容包括：涂件周围工作环境、相对湿度、表面光洁度、各层涂刷（喷）遍数、涂料种类、配料、漆膜厚度、干膜厚度等。

6. 钢构件在喷涂前，应先做好无损检测，然后进行油漆施工。

7. 损伤涂膜应根据损伤的情况，磨、铲后重新按层涂刷，仍按原工艺要求修补。

8. 包浇、埋入混凝土部位可不作涂刷, 如果涂刷要铲除。

#### (四) 防腐涂装质量检查与控制

1. 涂装前钢材表面除锈应符合设计要求和国家现行相关的规范标准, 处理后钢材表面不应有焊渣、焊疤、灰尘、油污、水和毛刺等。

2. 涂料、涂装遍数、涂层厚度均应符合设计要求。当设计对涂层厚度无要求时, 涂层干漆膜厚度应为: 室外  $150\mu\text{m}$ , 室内  $125\mu\text{m}$ , 其允许偏差为  $-25\mu\text{m}$ 。每遍涂层干漆膜厚度厚度的允许偏差为  $-5\mu\text{m}$ 。涂刷过厚, 宜引起流纹和泪滴等现象, 影响外观。

3 构件表面不应误涂、漏涂, 涂层不应脱皮和返锈等, 涂层应均匀, 无明显折皱、流坠、针眼和汽包等。

4. 当钢结构处有腐蚀介质环境或外露且设计有要求时, 应进行涂层附着力测试, 在测试范围内, 当涂层完整程度达到 70% 以上时, 涂层附着力达到合格标准要求。

5. 涂料完成后, 构件的标识、标记和编号应清晰完整。

### 二、钢结构防火涂装

钢材在高温下, 会改变性能而使钢结构降低强度, 当温度达到  $600^{\circ}\text{C}$  时, 其承载能力几乎完全丧失。因此钢结构的防火涂装是防止钢结构在火灾中倒塌、避免经济损失和环境破坏、保障人民生命与财产安全的有效办法。

#### (一) 一般规定

1. 为保证防火涂层和钢结构一面有足够的黏结力, 在喷涂前, 应清除构件表面的铁锈、必要时, 除锈后应涂一层防锈底漆, 且注意防锈底漆不得与防火涂料产生化学反应。应做油漆与防火涂料之间的相融性试验。

2. 防火涂料分为混凝土型和超薄型及油漆型, 混凝土型需要焊接铆钉和挂网, 进行喷涂混凝土; 超薄型及油漆型防火涂料施工等同于油漆施工方法。

3. 当风速在  $5\text{m/s}$  以上时, 不宜施工。喷完后宜在环境温度  $5\sim 38^{\circ}\text{C}$ , 相对湿度不应大于 85%, 通风条件良好的情况下干燥固化。

4. 防火涂料的喷涂施工应由专业施工单位负责施工, 并由设计单位、施工单位和材料供应商共同商讨确定施工方案。

5. 防火涂刷施工完成后, 均应报当地消防主管部门进行专项验收。

#### (二) 质量控制要求

1. 防火涂料涂装前, 钢结构金属表面除锈和防锈底漆涂装均应符合设计要求和国家现行有关标准的规定。

2. 薄涂型防火涂料的涂层厚度应符合有关耐火极限的设计要求。厚涂型防火涂料层的厚度, 80% 及以上面积应符合有关耐火极限的设计要求, 且最薄处的厚度不应对于设计要求厚度的 85%。

3. 薄涂型防火涂料涂层表面裂纹不应大于  $0.5\text{mm}$ , 厚涂型防火涂料涂层表面裂纹宽度不应大



于 1mm。

4. 防火涂料涂装基层不应有油污、灰尘和泥沙等污物。

5. 防火涂料不应漏涂，涂层应闭合，无脱层、空鼓、明显凹陷、粉化松散和浮浆等外观缺陷，乳突应剔除。

## 第十二节 钢结构分部工程验收

### 一、钢结构分部工程竣工验收。

(一) 根据现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300-2013 的规定，钢结构作为主体结构之一应按子分部工程竣工验收；当主体结构均为钢结构时应按分部工程竣工验收。大型钢结构工程可划分成若干个子分部工程进行竣工验收。

(二) 钢结构分部工程有关安全及功能的检验和见证检测项目见：《钢结构工程施工质量验收标准》GB50205-2020 的附录 F，检验应在其分项工程验收合格后进行。

(三) 钢结构分部工程有关观感质量检验应按：《钢结构工程施工质量验收标准》GB50205-2020 附录 G 执行。

### 二、钢结构分部工程合格质量标准应符合下列规定：

(一) 各分项工程质量均应符合合格质量标准。

(二) 质量控制资料 and 文件应完整。

(三) 有关安全及功能的检验和见证检测结果应符合《钢结构工程施工质量验收标准》GB50205-2020 相应合格质量标准的要求。

(四) 有关观感质量应符合《钢结构工程施工质量验收标准》GB50205-2020 相应合格质量标准的要求。

### 三、钢结构分部工程竣工验收时，应提供下列文件和记录：

(一) 钢结构工程竣工图纸及相关设计文件。

(二) 施工现场质量管理检查记录。

(三) 有关安全及功能的检验和见证检测项目检查记录。

(四) 有关观感质量检验项目检查记录。

(五) 分部工程所含各分项工程质量验收记录。

(六) 分项工程所含各检验批质量验收记录。

(七) 强制性条文检验项目检查记录及证明文件。

(八) 隐蔽工程检验项目检查验收记录。

(九) 原材料、成品质量合格证明文件、中文标志及性能检测报告。

(十) 不合格项的处理记录及验收记录。

(十一) 重大质量、技术问题实施方案及验收记录。

(十二) 其他有关文件和记录。

#### 四、钢结构工程质量验收记录应符合下列规定：

(一) 施工现场质量管理检查记录可按现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300-2013 中附录 A 进行。

(二) 分项工程检验批验收记录可按《钢结构工程施工质量验收标准》GB50205-2020 附录 H 中表 H.0.1 ~ 表 H.0.15 进行。

(三) 分项工程验收记录可按现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300-2013 中附录 E 进行。

#### 五、分部(子分部)工程验收记录

可按现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300-2013 中附录 F 进行。



## 第十七章 屋面工程

### 第一节 基层与保护工程

#### 一、找坡层和找平层

(一) 材料: 水泥找平层: 水泥强度等级不得低于 32.5 级; 砂子粒径不应超过 3mm, 含泥量不超过 3% 的中砂; 对整体砼基层, 水泥砂浆厚度为 15–20mm, 配合比为 1: 2.5–1: 3 (水泥: 砂, 体积比)。细石砼找平层: 砼强度等级不低于 C20, 厚度为 30–35mm。

(二) 平整度: 表面应平整, 误差不应超过 5mm; 找平层应粘结牢固, 无松动、起壳、翻砂等现象。

(三) 坡度: 应符合设计要求, 一般来说, 平层面采用结构找坡不应小于 3%, 采用材料找坡宜为 2%; 天沟、檐沟纵向找坡不应小于 1%, 沟底水落差不得超过 200mm。

(四) 转角或交接处: 基层与突出层面结构 (如墙、山墙、变形缝、烟囱等) 的交接处和基层的转角处, 找平层均应做成圆弧形, 圆弧半径不小于 10–15mm。

(五) 分格缝: 宜留设分格缝, 缝宽一般为 20mm, 并嵌填密封材料。对水泥砂浆找平层和细石砼找平层, 其纵横缝的最大间距不应大于 6m。

(六) 水落口: 内部排水的水落口周围, 应做成略低的凹坑。

(七) 防止与基层粘结不牢固引起空鼓, 彻底清除结构层上面的杂物用水冲洗干净, 凡凸起的砼疙瘩、钢筋头、落地砂浆均应凿去。操作前底层洒水湿润撒纯水泥浆一次, 随刷随铺砂浆。

(八) 防止起砂控制砂浆水灰比; 掌握压实时间, 一般不应小于 3 遍; 合理安排施工流向, 不过早上人; 压实后经 12 小时后洒水养护, 养护时间不少于 7 天。

#### 二、隔汽层

(一) 汽层的基层应平整、干净、干燥。

(二) 隔汽层应设置在结构层与保温层之间; 隔汽层应选用气密性、水密性好的材料。

(三) 在屋面与墙的连接处, 隔汽层应沿墙面向上连续铺设, 高出保温层上表面不得小于 150mm。

(四) 隔汽层采用卷材时宜空铺, 卷材搭接缝应满粘, 其搭接宽度不应小于 80mm; 隔汽层采用涂料时, 应涂刷均匀。

(五) 穿过隔汽层的管线周围应封严, 转角处应无折损; 隔汽层凡有缺陷或破损的部位, 均应进行返修。

#### 三、隔离层

(一) 块体材料、水泥砂浆或细石混凝土保护层与卷材、涂膜防水层之间, 应设置隔离层。

(二) 隔离层可采用干铺塑料膜、土工布、卷材或铺抹低强度等级砂浆。

(三) 隔离层不得有破损和漏铺现象。

#### 四、保护层

(一) 防水层上的保护层施工, 应待卷材铺贴完成或涂料固化成膜, 并经检验合格后进行。

(二) 用水泥砂浆做保护层时, 表面应抹平压光, 并应设表面分格缝, 分格面积宜为  $1 \text{ m}^2$ 。

(三) 用块体材料做保护层时, 宜设置分隔缝, 分隔缝纵横间距不应大于  $10\text{m}$ , 分隔缝宽度宜为  $20\text{mm}$ 。

(四) 用细石混凝土做保护层时, 混凝土应振捣密实, 表面应抹平压光, 分格缝纵横间距不应大于  $6\text{m}$ 。分格缝的宽度宜为  $10\text{mm} \sim 20\text{mm}$ 。

(五) 块体材料、水泥砂浆或细石混凝土保护层与女儿墙和山墙之间, 应预留宽度为  $30\text{mm}$  的缝隙, 缝内宜填塞聚苯乙烯泡沫塑料, 并应用密封材料嵌填密实。

(六) 细石混凝土保护层抹平压光时不宜在表面掺加水泥砂浆和干灰, 否则表面砂浆易产生裂缝与剥落现象。若采用配筋细石混凝土保护层时, 钢筋网片的位置设置在保护层中间偏上位置。

(七) 块体材料、水泥砂浆或细石混凝土保护层的强度等级, 应符合设计要求。

## 第二节 保温与隔热工程

### 一、板状材料保温层

(一) 板状材料保温层采用干铺法施工时, 板状保温材料应紧靠在基层表面上, 应铺平垫稳, 分层铺设的板块上下层接缝应相互错开, 板间缝隙应采用同类材料的碎屑嵌填密实。

(二) 板状材料保温层采用粘贴法施工时, 胶粘剂应与保温材料的材性相容, 并应贴严、粘牢; 板状材料保温层的平面接缝应挤紧拼严, 不得在板块侧面涂抹胶粘剂, 超过  $2\text{mm}$  的缝隙应采用相同材料板条或片填塞严实。

(三) 板状保温材料采用机械固定法施工时, 应选择专用螺钉和垫片; 固定件与结构层之间应连接牢固。

(四) 板状保温材料的质量, 应符合设计要求, 检查出厂合格证、质量检验报告和进场检验报告。

(五) 板状材料保温层的厚度应符合设计要求, 其正偏差应不限, 负偏差应为  $5\%$ , 且不得大于  $4\text{mm}$ 。

### 二、纤维材料保温层

(一) 纤维保温材料应紧靠在基层表面上, 平面接缝应挤紧拼严, 上下层接缝应相互错开。

(二) 屋面坡度较大时, 宜采用金属或塑料专用固定件将纤维保温材料与基层固定。

(三) 纤维材料填充后, 不得上人踩踏。

(四) 纤维材料保温层的厚度应符合设计要求, 其正偏差应不限, 毡不得有负偏差, 板负偏差应  $4\%$ , 且不得大于  $3\text{mm}$ 。

(五) 纤维保温材料铺设应紧贴基层, 拼缝应严密, 表面应平整。



(六) 装配式骨架和水泥纤维板应铺钉牢固, 表面应平整; 龙骨间距和板材厚度应符合设计要求。

(七) 固定件的规格、数量和位置应符合设计要求; 垫片应与保温层表面齐平。

### 三、喷涂硬泡聚氨酯保温层

(一) 所用原材料配合比和保温层厚度应符合设计要求, 分遍喷涂粘结应牢固, 注意热桥部位质量。

(二) 保温层施工前应对喷涂设备进行调试, 并应制备试样进行硬泡聚氨酯的性能检测。

(三) 喷涂硬泡聚氨酯的配比应准确计量, 发泡厚度应均匀一致。

(四) 喷涂时喷嘴与施工基面的间距应由试验确定。

(五) 一个作业面应分遍喷涂完成, 每遍厚度不宜大于 15mm; 当日的作业面应当日连续地喷涂施工完毕。

(六) 硬泡聚氨酯喷涂后 20min 内严禁上人; 喷涂硬泡聚氨酯保温层完成后, 应及时做保护层。

### 四、架空隔热层

(一) 架空隔热层制品质量应符合设计要求, 非上人屋面砌体强度等级不应低于 MU7.5, 上人屋面不应低于 MU10, 混凝土强度等级不应低于 C20。

(二) 板厚及配筋应符合设计要求, 制品铺设应平整、稳固, 缝隙勾填应密实。

(三) 架空隔热层的高度应按屋面宽度或坡度大小确定。设计无要求时, 架空隔热层的高度宜为 180mm ~ 300mm。

(四) 当屋面宽度大于 10m 时, 应在屋面中部设置通风屋脊, 通风口处应设置通风算子。

(五) 架空隔热制品支座底面的卷材、涂膜防水层, 应采取加强措施。

(六) 架空隔热制品距山墙或女儿墙不得小于 250mm。

(七) 架空隔热制品接缝高低差的允许偏差为 3mm。

## 第三节 防水与密封工程

### 一、卷材防水

(一) 施工要点:

1. 屋面工程施工时前, 施工单位应通过图纸会审, 掌握施工图中的细部构造及有关技术要求, 并应编制防水施工方案或技术措施。

2. 施工负责人应向班组进行技术交底。内容包括: 施工部位、施工顺序、施工工艺、构造层次、节点设防方法、增强部位及做法, 工程质量标准, 保证质量的技术措施, 成品保护措施和安全注意事项。

3. 防水层所用的材料应有材料质量证明文件, 并经指定的质量检测部门认证, 确保其质量符合技术要求。进场材料应按规定取样复试, 提出试验报告, 严禁在工程中使用不合格产品。

4. 准备好熬制或拌合胶粘剂、运输防水材料、涂刷胶粘剂、嵌填密封材料、铺贴卷材、清扫基层等施工操作中各种必需的工具、用具、机械以及安全设施、灭火器材。

5) 为使檐口立面清洁美观,必要时可在檐口立面上先刷一层滑石粉、石灰浆等隔离材料,以防止污染檐口立面的饰面层(待防水层施工完毕后,再将其清理干净)。

6. 检查找平层的施工质量是否符合前述要求。当出现局部凹凸不平、起砂起皮、裂缝以及预埋不稳等缺陷时,可进行修补。

### (二) 卷材铺贴

1. 铺设方向卷材的铺设方向应根据屋面坡度和屋面是否有振动来确定。当屋面坡度小于 3% 时,卷材宜平行于屋脊铺贴;屋面坡度在 3% ~ 15% 时,卷材可平行或垂直于屋脊铺贴;屋面坡度大于 15% 或受振动时,沥青卷材应垂直于屋脊铺贴,高聚物改性沥青卷材和合成高分子卷材可根据屋面坡度、屋面是否受振动、防水层的粘结方式、粘结强度、是否机械固定等因素综合考虑采用平行或垂直屋脊铺贴。上下层卷材不得相互垂直铺贴。

2. 施工顺序防水层施工时,应先做好节点、附加层和屋面排水比较集中部位(如屋面与水落口连接处,檐口、天沟、檐沟、屋面转角处、板端缝等)的处理,然后由屋面低标高处向上施工。铺贴天沟、檐沟卷材时,宜顺天沟、檐口方向,减少搭接。铺贴多跨和有高低跨的屋面时,应按先高后低、先远后近的顺序进行。大面积屋面施工时,为提高工效和加强管理,可根据面积大小、屋面形状、施工工艺顺序、人员数量等因素划分流水施工段。施工段的界线宜设在屋脊、天沟、变形缝等处。

3. 搭接方法及宽度要求铺贴卷材采用搭接法,上下层及相邻两幅卷材的搭接缝应错开。平行于屋脊的搭接缝应顺流水方向搭接;垂直于屋脊的搭接缝应顺年大频率风向(主导风向)搭接。叠层铺设的各层卷材,在天沟与屋面的连接处应采用叉接法搭接,搭接缝应错开;接缝宜留在屋面或天沟侧面,不宜留在沟底。坡度超过 25% 的拱形屋面和天窗下的坡面上,应尽量避免短边搭接,如必须短边搭接时,在搭接处应采取防止卷材下滑的措施。高聚物改性沥青卷材和合成高分子卷材的搭接缝宜用与它材性相容的密封材料封严。

4. 卷材与基层的粘贴方法卷材与基层的粘结方法可分为满粘法、点粘法和空铺法等形式。通常都采用满粘法,而条粘、点粘和空铺法更适用于防水层上有重物覆盖或基层变形较大的场合,是一种克服基层变形拉裂卷材防水层的有效措施,设计中应明确规定、选择适用的工艺方法。空铺法:铺贴卷材防水层时,卷材与基层仅在四周一定宽度内粘结,其余部分不粘结的施工方法;条粘法:铺贴卷材时,卷材与基层粘结面不少于两条,每条宽度不小于 150mm;点粘法:铺贴防水卷材时,卷材或打孔卷材与基层采用点状粘结的施工方法。每平方米粘结不少于 5 点,每点面积为 100 × 100mm。无论采用空铺、条粘还是点粘法,施工时都必须注意:距屋面周边 800mm 内的防水层应满粘,保证防水层四周与基层粘结牢固;卷材与卷材之间应满粘,保证搭接严密。

## 二、涂膜防水

### (一) 施工要点:

1. 施工前应做好材料、施工机具、安全防护等的物资准备和技术准备。防水材料进场后应抽



检合格。

2. 检查基层 (找平层) 质量是否符合要求, 并加以清扫。出现缺陷应及时加以修补。

3. 涂膜防水的施工顺序也应按“先高后低, 先远后近”的原则进行。遇高低跨屋面; 相同高度屋面上, 要合理安排施工段, 先涂布距上料点远的部位, 后涂布近处; 同一屋面上先涂布排水较集中的水落口、天沟、檐口等节点部位, 再进行大面积涂布。

4. 需铺设胎体增强材料, 且坡度小于 15% 时可平行屋脊铺设; 坡度大于 15% 时, 应垂直屋脊铺设, 并由屋面低处向上施工。胎体增强材料长边搭接宽度不得小于 50mm, 短边搭接宽度不得小于 70mm。采用二层胎体增强材料时, 上下层不得互相垂直铺设, 搭接缝应错开, 其间距不应小于幅度的 1/3。

5. 在涂膜防水屋面上如使用两种或两种以上不同防水材料时, 应考虑不同材料之间是否相容 (即亲合性大小, 是否会发生侵蚀), 如相容则可使用, 否则会造成结合减弱, 或相互侵蚀引起防水层短期失效。在天沟、檐口、泛水或其它基层采用卷材防水时, 卷材与涂膜的接缝应顺流水方向搭接, 搭接宽度不应小于 100mm。

6. 涂膜防水层的厚度: 沥青基防水涂膜在Ⅲ级防水屋面上单独使用时不应小于 8mm, 在Ⅳ级防水屋面或复合使用时不宜小于 4mm; 高聚物改性沥青防水涂膜不应小于 3mm, 在Ⅲ级防水屋面上复合使用时, 不宜小于 1.5mm; 合成高分子防水涂膜不应小于 2mm, 在Ⅲ级防水屋面上复合使用时, 不宜小于 1mm。

7. 在涂膜防水层实干前, 不得在其上进行其它施工作业。涂膜防水屋面上不得直接堆放物品。

#### (二) 预控措施:

1. 屋面基层必须平整、密实、清洁。局部有高低不平处, 应事先修补平整, 并清扫干净。

2. 薄质涂料的一次成膜厚度为 0.2 ~ 0.3mm, 并不大于 0.5mm; 厚质涂料的一次成膜厚度为 1 ~ 1.5mm, 并不大于 2mm。

3. 在水泥砂浆基层上铺贴玻璃丝布时, 砂浆应有 7d 以上龄期, 砂浆强度应达到 5MPa 以上。

4. 涂料的施工温度以 10 ~ 30℃ 为宜。不能在负温下施工, 以选择晴朗、干燥的天气为佳。涂料施工时, 基本含水率宜控制在 8% 左右, 且不允许基层表面有水珠, 同时不应在雾天或雨天操作。

5. 施工期间应掌握天气预报, 并置备防雨塑料布, 供下雨时及时覆盖。表干的涂膜即可抵抗雨水的冲刷, 而不影响与基层的粘结性。

6. 防水层每道工序之间一般应有 12 ~ 24h 的间歇, 并以 24h 为佳。整个防水层施工完后, 应至少有一周以上的养护期限 (自然干燥)。

7. 选用与涂料配套的中碱玻璃布, 其中尤以 130I 型及 120D 型为佳。这类产品表面平整, 抗断裂强度高, 密度渗透力好, 与涂料粘贴牢固, 铺贴时布面也不位移。

8. 不得使用已经变质失效的涂料。

### 三、复合防水

卷材与涂料复合使用时, 涂膜防水层宜设置在卷材防水上。

复合防水层所用防水材料及其配套材料的质量,应符合设计要求。

复合防水层不得有渗漏和积水现象。

卷材与涂膜应粘贴牢固,不得有空鼓和分层现象。

复合防水层的总厚度应符合设计要求。

#### 四、接缝密封防水

基层应牢固、表面应平整、密实,不得有裂缝、蜂窝、麻面起皮和起砂现象。

密封防水部位的基层宜涂刷基层处理剂,涂刷应均匀,不得漏涂。

多组分密封材料应按配合比准确计量,拌合应均匀,并应根据有效时间确定每次配制的数量。

密封材料嵌填完成后,在固化前应避免灰尘、破损及污染,且不得踩踏。

密封材料嵌填应密实、连续、饱满,粘结牢固,不得有气泡、开裂、脱落等缺陷。

接缝宽度和密封材料的嵌填深度应符合设计要求,接缝宽度的允许偏差为  $\pm 10\%$ 。

嵌填的密封材料表面应平滑,缝边应顺直,应无明显不平和周边污染现象。

### 第四节 细部构造工程

#### 一、檐口

将铺贴到檐口端头的卷材裁齐后压入凹槽内,然后将凹槽用密封材料嵌填密实。如用压条(20mm 宽薄钢板等)或用带垫片钉子应敲入凹槽内,钉帽及卷材端头用密封材料封严。

檐口的排水坡度应符合设计要求,檐口部位不得有渗漏和积水现象。

檐口 800mm 范围内的卷材应满粘,卷材收头应在找平层的凹槽内用金属压条钉压固定,并应用密封材料封严。

#### 二、檐沟和天沟

天沟、檐沟卷材铺设前,应先对水落口进行密封处理。在水落口杯埋设时,水落口杯与竖管承插口的连接处应用密封材料嵌填密实,防止该部位在暴雨时产生例水现象。水落口周围直径 500mm 范围内用防水涂料或密封材料涂封作为附加层,厚度不少于 2mm,涂刷时应根据防水材料的种类采用不同的涂刷遍数来满足涂层的厚度要求。水落口杯与基层接触处应留宽 20mm、深 20mm 的凹槽,嵌填密封材料。

由于天沟、檐沟部位水流量较大,防水层经常受雨水冲刷或浸泡,因此在天沟或檐沟转角处应先用密封材料涂封,每边宽度不少于 30mm,干燥后再增铺一层卷材或涂刷料作为附加层。

天沟或檐沟铺贴卷材应从沟底开始,顺天沟从水落口向分水岭方向铺贴、边铺边用刮板从沟底中心向两侧刮压,赶出气泡使卷材铺贴平整,粘贴密实。如沟底过宽时,会有纵向搭接缝,搭接缝处必须用密封材料封口。铺至水落口的各层卷材的附加层,均应粘贴在杯口上,用雨水罩的底盘将其压紧,底盘与卷材间应满涂胶结材料予以粘结,底盘周围用密封材料填封。

檐沟、天沟的排水坡度应符合设计要求;沟内不得有渗漏和积水现象。



檐沟防水层应由沟底翻上至外侧顶部,卷材收头应用金属压条钉压固定,并应用密封材料封严;涂膜收头应用防水涂料多遍涂刷。

### 三、女儿墙和山墙

女儿墙和山墙的压顶向内排水坡度不应小于 5%,压顶内侧下端应做成鹰嘴或滴水槽。

女儿墙和山墙的卷材应满粘,卷材收头应用金属压条钉压固定,并应用密封材料封严。

女儿墙和山墙的涂膜应直接涂刷至压顶下,涂膜收头应用防水涂料多遍涂刷。

### 四、变形缝

屋面变形缝处,附加墙与屋面交接处的泛水部位,应作好附加层:接缝两侧的卷材防水层铺贴至缝边,然后在缝中填嵌直径略大于缝宽的背衬材料,如聚乙烯泡沫塑料棒等,也可以在缝中填以沥青麻丝作为背衬材料,为了使沥青麻丝不掉落,在附加墙砌筑前,缝口用伸缩片覆盖,附加墙砌好后,将沥青麻丝填入缝内。嵌填完背衬材料后,再在变形缝上铺贴盖缝卷材,并延伸至附加墙立面。

卷材在立面上应采用满粘法,铺贴宽度不小于 100mm。为提高卷材适应变形的能力,卷材与附加墙顶面不宜粘结。高低跨度变形缝处,低跨的卷材防水层应铺至附加墙顶面缝边。然后将金属或合成高分子卷材盖板上、下端用带垫片的钉子分别固定在高跨外墙面和低跨的附加墙立面上,盖板两端及钉帽用密封材料封严。

等高变形缝顶部宜加扣混凝土或金属盖板。混凝土盖板的接缝应用密封材料封严;金属盖板应铺钉牢固,搭接缝应顺流水方向,并应做好防锈处理。

高低跨变形缝在高跨墙面上的防水卷材封盖和金属盖板,应用金属压条钉压固定,并应用密封材料封严。

## 第五节 屋面工程验收

### 一、验收标准

屋面工程施工质量验收的程序和组织,应符合现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》>> GB 50300 的有关规定。

### 二、检验批质量验收合格应符合下列规定:

主控项目的质量应经抽查检验合格。

一般项目的质量应经抽查检验合格;有允许偏差值的项目,其抽查点应有 80% 及其以上在允许偏差范围内,且最大偏差值不得超过允许偏差值的 1.5 倍。

应具有完整的施工操作依据和质量检查记录。

### 三、屋面工程应对下列部位进行隐蔽工程验收:

卷材、涂膜防水层的基层。

保温层的隔汽和排汽措施。

保温层的铺设方式、厚度、板材缝隙填充质量及热桥部位的保温措施。

接缝的密封处理。

瓦材与基层的固定措施。

檐沟、天沟、泛水、水落口和变形缝等细部做法。

在屋面易开裂和渗水部位的附加层。

保护层与卷材、涂膜防水层之间的隔离层。

金属板材与基层的固定和板缝间的密封处理。

坡度较大时，防止卷材和保温层下滑的措施。

#### 四、屋面工程观感质量检查应符合下列要求：

卷材铺贴方向应正确，搭接缝应粘结或焊接牢固，搭接宽度应符合设计要求，表面应平整，不得有扭曲、皱折和翘边等缺陷。

涂膜防水层粘结应牢固，表面应平整，涂刷应均匀，不得有流淌、起泡和露胎体等缺陷。

嵌填的密封材料应与接缝两侧粘结牢固，表面应平滑，缝边应顺直，不得有气泡、开裂和剥离等缺陷。

檐口、檐沟、天沟、女儿墙、山墙、水落口、变形缝和伸出屋面管道等防水构造，应符合设计要求。

烧结瓦、混凝土瓦铺装应平整、牢固，应行列整齐，搭接应紧密，檐口应顺直，脊瓦应搭盖正确，间距应均匀，封固应严密，正脊和斜脊应顺直，应无起伏现象，泛水应顺直整齐，结合应严密。

沥青瓦铺装应搭接正确，瓦片外露部分不得超过切口长度，钉帽不得外露；沥青瓦应与基层钉粘牢固，瓦面应平整，檐口应顺直；泛水应顺直整齐，结合应严密。

金属板铺装应平整、顺滑；连接应正确，接缝应严密，屋脊、檐口、泛水直线段应顺直，曲线段应顺畅。

检查屋面有无渗漏、积水和排水系统是否通畅，应在雨后或持续淋水 2h 后进行，并应填写淋水试验记录。具备蓄水条件的檐沟、天沟应进行蓄水试验，蓄水时间不得少于 24h，并应填写蓄水试验记录。

对安全与功能有特殊要求的建筑屋面，工程质量验收除应符合本规范的规定外，尚应按合同约定和设计要求进行专项检验（检测）和专项验收。

屋面工程验收后，应填写分部工程质量验收记录，并应交建设单位和施工单位存档。

## 第十八章 建筑装饰装修工程

### 第一节 地面工程

#### 一、磨光花岗岩等石材地面的质量保证措施

大理石的品种、规格、质量必须符合设计要求，面层与基层的结合（粘结）必须牢固、无空鼓（脱胶）。

大理石表面洁净，图案清晰，光亮光滑，色泽一致，接缝均匀，周边顺直，板块无裂纹、掉角和缺楞等现象。碎拼大理石颜色协调，间隙适宜，磨光一致，无裂缝、坑洼和磨伤。

地漏坡度符合设计要求，不倒泛水，无积水，与地漏结合处严密牢固，无渗漏。

踢脚线表面洁净，接缝平整均匀，高度一致，结合牢固，出墙厚度适宜，基本一致镶边用料及尺寸符合设计要求和施工规范规定，边角整齐、光滑。

#### 二、防滑地砖等地砖地面的质量保证措施

面砖的品种、质量必须符合设计要求。

面层与下一层的结合应牢固、无空鼓。

砖面层应洁净，图案清晰，色泽一致，接缝平整，深浅一致，周边顺直。板块无裂纹、掉角和缺楞等缺陷。

面层表面的坡度应符合设计要求，不倒泛水、无积水，与地漏、管道结合处应严密牢固，无渗漏。

#### 三、复合地板等木地板地面的质量保证措施

复合地板面层所采用的条材和块材，其技术等级和质量要求应符合设计要求。

面层铺设应牢固；粘贴无空鼓。

木板面层图案和颜色应符合设计要求，图案清晰，颜色一致，板面无翘曲。

面层的接头位置应错开、缝隙严密、表面洁净。

踢脚线表面应光滑，接缝严密，高度一致。

复合木地板面层的允许偏差应符合质量验收规范的规定。

#### 四、环氧地坪地面的质量保证措施

外观要求表面平整，颜色一致，树脂固化完全，无针孔、气泡、起壳、脱层、浮色、发花等现象。

厚度符合设计要求；表面平整不大于 5mm（用 2m 直尺检查）；坡度符合设计要求，用尺量检查和泼水试验，允许偏差为坡长的 0.2%，并不大于 30mm。

要求固化后的地坪表面有一定的硬度，以保证有足够的耐磨性。

#### 五、细石混凝土地面的质量保证措施

细石混凝土面层的材质、强度（配合比）必须符合设计要求和施工规范规定。

面层与基层的结合,必须牢固、无空鼓。

表面密实光洁,无裂纹、脱皮、麻面和起砂等缺陷。

地漏和带有坡度的面层,坡度应符合设计要求,不倒泛水,无渗漏,无积水,地漏与管道口结合处应严密平顺。

楼地面各种面层邻接处的镶边用料及尺寸符合设计要求及施工规范规定。

#### 六、地毯地面的质量保证措施

地毯的品种、规格、颜色、花色、胶料和辅料及其材质必须符合设计要求和国家现行地毯产品标准的规定。地毯应达到毯面平整服贴,图案连续、协调,不显接缝,不易滑动,墙边、门口处连接牢靠,毯面无脏污、损伤。

地毯表面不应起鼓、起皱、翘边、卷边、显拼缝、露线和无毛边,绒毛顺光一致,毯面干净,无污染和损伤。地毯同其他面层连接处、收口处和墙边、柱子周围应顺直、压紧。

#### 七、橡胶地面的质量保证措施

要加强挑板,发现误差大的板,尽量避免使用,以保证不发生错缝。

铺贴时在有控制线的位置,跳过一、两块,待往前铺贴一段距离后,回过头来,将空下的位置用橡胶地板补上。这样,每隔一段距离就调整一次,避免误差累计,变成明显的错缝。

橡胶面层所用的橡胶板块品种、规格、颜色应符合设计要求和国家现行标准的规定。

面层与下一层粘结牢固,不翘边、不脱胶、无溢胶。

橡胶板面层应表面洁净,色泽一致,接缝严密、美观。拼缝处的图案、花纹吻合,无胶痕;与墙边交接严密,阴阳收边方正。

镶边用料应尺寸准确、边角整齐、拼缝严密、接缝顺直。

#### 八、塑胶地面的质量保证措施

原材料要符合要求。

面层与下一层应结合牢固,无翘边,不脱胶,无溢胶。

塑料板面层应洁净,图案清晰,色泽一致,接缝严密,美观,拼缝处的花纹、图案要吻合,无胶痕,与墙边交接严密,阴阳角收边方正。

## 第二节 抹灰工程

### 一、一般抹灰工程质量控制要点

抹灰前基层表面的尘土、污垢、油渍等应清除干净,并应洒水润湿。

一般抹灰所用材料的品种和性能应符合设计要求。水泥的凝结时间和安定性复验应合格。砂浆的配合比应符合设计要求。

抹灰工程应分层进行。当抹灰总厚度大于或等于 35mm 时,应采取措施。不同材料基体交接处表面的抹灰,应采取防止开裂的加强措施,当采用加强网时,加强网与各基体的搭接宽度不应



小于 100mm。

抹灰层与基层之间及各抹灰层之间必须粘结牢固，抹灰层应无脱层、空鼓、面层应无爆灰和裂缝。

## 二、装饰抹灰工程质量控制要点

抹灰前基层表面的尘土、污垢、油渍等应清除干净，并应洒水润湿。

装饰抹灰工程所用材料的品种和性能应符合设计要求。水泥的凝结时间和安定性复验应合格。砂浆的配合比应符合设计要求。

抹灰工程应分层进行。当抹灰总厚度大于或等于 35mm 时，应采取加强措施。不同材料基体交接处表面的抹灰，应采取防止开裂的加强措施，当采用加强网时，加强网与各基体的搭接宽度不应小于 100mm。

各抹灰层之间及抹灰层与基体之间必须粘接牢固，抹灰层应无脱层、空鼓和裂缝。

## 第三节 外墙防水工程

### 一、一般规定

（一）防止建筑工程外墙渗漏，加强施工过程质量管理，规范施工工艺，做到安全适用、技术先进、经济合理。

（二）主要适用于外墙门窗、穿墙管道、穿墙螺栓等容易出现渗漏的防水节点处理。对于需进行外墙整体防水处理的工程，按照《建筑外墙防水工程技术规程》JGJ/T235-2011 执行，并建议采用本工艺标准中的节点做法。本施工工艺不包括地下室外墙防水工程的设计、施工及验收。

（三）外墙防水工程的施工除应符合本施工工艺外，尚应符合国家现行有关标准、规范的规定。

（四）外墙防水工程施工前应进行图纸会审，编制施工方案，掌握施工图中的细部构造及有关技术要求。对图纸设计中不合理之处提出修改建议，做好工程洽商。

（五）砌体材料外墙上粘贴块状保温材料时，基层必须进行防水找平处理。

（六）外墙防水施工，宜选择具有防水施工资质的专业队伍施工；作业人员应持有建设行政主管部门颁发的防水工上岗证书，项目部应对施工作业人员进行技术培训和交底。

（七）外墙防水工程施工时，应建立各道工序的自检、交接检和专职人员检查的“三检”制度，并有完整的检查记录。每道工序完成，经监理单位（或建设单位）检查验收合格后，方可进行下道工序的施工。

（八）当下道工序或相邻工程施工时，对外墙防水已完成的部分应采取保护措施，防止损伤防水层，严禁非专业队伍作业或无修补覆盖。

（九）伸出外墙的管道、设备、管道支架或预埋件等，在外墙防水层施工前要安设完毕。外墙防水层完工后，不得在其上凿孔打洞或重物冲击。

（十）外墙防水工程完工后，对细部构造、接缝、保护层等进行外观检验，并进行现场淋水检验。

淋水试验不少于 2h。

(十一) 外墙防水层严禁在雨天、雪天和五级风及其以上时施工。施工环境气温宜符合如下要求

高聚物改性沥青防水卷材冷粘法不低于 5℃, 热熔法不低于 -10℃ 合成高分子防水卷材冷粘法不低于 5℃; 热风焊接法不低于 -10℃ 高聚物改性沥青防水涂料溶剂型 -5 ~ 35℃, 水溶型 5 ~ 35℃, 热熔型不低于 -10℃ 合成高分子防水涂料反应型和水乳型 5 ~ 35℃, 溶剂型 -5 ~ 35℃ 聚合物水泥防水涂料 5 ~ 35℃ 细石混凝土、水泥砂浆 5 ~ 35℃。

(十二) 外墙门框、窗框或副框等应在建筑外窗防水节点施工前安装完毕。

(十三) 防水层的基层应平整、坚实、牢固、干净, 不得酥松、起砂、起皮。

(十四) 外墙防水工程的施工质量检验批量, 符合下列规定:

1. 外墙防水卷材和涂料按外墙面积 500m<sup>2</sup> ~ 1000m<sup>2</sup> 为一个检验批, 每 100m<sup>2</sup> 抽查一处, 每处 10m<sup>2</sup>, 且不得少于 3 处。

2. 接缝密封防水, 每 50m 抽查一处, 每处 5m, 且不得少于 3 处。

3. 细部构造根据分项工程的内容, 全部进行检查。

(十五) 建筑外窗防水工程的施工质量检验批量, 符合下列规定:

1. 同一品种、类型和规格的门窗每 100 樘应划分为一个检验批, 不足 100 樘也应划分为一个检验批。

2. 每个检验批应至少抽查 5%, 并不得少于 3 樘, 不足 3 樘时应全数检查; 高层建筑的外窗, 每个检验批应至少抽查 10%, 并不得少于 6 樘, 不足 6 樘时应全数检查。

## 二、施工准备

### (一) 材料准备

1. 外墙防水工程所采用的防水、保温隔热材料要有产品合格证书和性能检测报告, 材料的品种、规格、性能等符合现行国家产品标准和设计要求。膨胀剂、防水涂料、防水卷材、发泡剂、水泥砂浆等原材料进场时应检查其产品合格证及产品说明书, 对其主要性能指标应进行复检, 合格后方可使用。外墙防水材料进场时应在监理单位的见证下现场抽样复验。

2. 建筑外墙防水采用的防水材料及配套材料除应符合外墙各构造层的要求外, 尚应满足安全及环境保护的要求。

3. 建筑外墙防水工程所用材料及外墙相关构造层各组成部分应具有物理—化学稳定性。相邻材料应彼此相容并应具有防腐性。施工之前应对进场的材料进行相容性试验, 不相容的材料必须进行设计变更。

4. 外墙防水工程中推广应用的新技术, 必须经过科技成果鉴定(评估)或新产品、新技术鉴定, 并应制定相应的技术标准, 经工程实践符合有关安全及功能的检验。

5. 外墙防水材料、密封材料和配套材料的性能指标应符合《建筑外墙防水工程技术规程》JGJ/T235-2011、《屋面工程质量验收规范》GB50207-2012、《外墙外保温工程技术规程》JGJ144-



2004 等规范及产品标准的要求。

6. 门窗的规格、型号应符合设计要求，五金配件应与门窗型号匹配，配套齐全，且应具有出厂合格证、性能检测报告、进场验收记录和复验报告。所用的零附件及固定件宜采用不锈钢件，若用其他材质必须进行防腐防锈处理。防腐材料、填缝材料、密封材料、防锈漆、水泥、砂、连接板等应符合设计要求和有关标准的规定。自攻螺丝、钢钉或塑料胀栓等根据需要准备。材料进场必须按图纸要求规格、型号严格检查验收。

### （二）施工技术准备

1.1 外墙防水应由有相应资质的专业队伍进行施工；作业人员应持证上岗。

2.2 外墙防水工程施工前，专业分包施工单位应根据《建筑施工组织设计规范》GB/T50502-2009 的要求编制外墙防水工程施工方案，方案经施工总承包单位及监理、建设单位审批后实施。施工方案应向管理人员和操作人员进行技术交底，并办理技术交底手续。

3. 根据工程设计确定材料品种及需用计划。

4. 确定配合比及各种材料计量方法。

5. 按施工图纸，检验洞口尺寸，外墙面层间垂直、标高线。

6. 正式施工之前，先做样板，样板经施工、监理、建设单位验收合格后按样板施工。

### （三）施工机具、设备准备

铁锤、凿子、剁斧、扁铲、钢丝刷、扫帚、刷子、胶皮管、水桶、手推车、铁锹、托灰板、木抹子、铁抹子、捣棒、木楔、喷壶、筛子、胶枪、梯子、空压机、冲击钻、电钻、射钉枪、电焊机、螺丝刀、钳子、钢卷尺、水平尺、线坠、墨斗、长把滚刷、大小橡皮刮板、料桶、称料桶、搅拌桶、剪刀、壁纸刀、剪刀、喷灯、辊压工具、砂浆搅拌机、捋角器、刮杆、方尺等。

### （四）作业条件

1. 外窗防水施工前，主体结构经有关质量部门验收合格，墙面抹灰已完，工种之间已办好交接手续。外墙螺栓孔防水施工前，施工部位结构施工完成，外脚手架未拆除。

2. 检查门窗洞口尺寸及标高是否符合设计要求。有预埋件的门窗口还应检查预埋件的数量、位置及埋设方法是否符合设计要求。

3. 按图纸要求尺寸弹好门窗中线，并弹好室内 +50cm 水平线。

4. 检查门窗，如有劈棱窜角和翘曲不平、偏差超标，表面损伤，变形及松动、外观色差较大者，应与有关人员协商解决，经处理、验收合格后方可安装。

5. 防水施工前，基层表面应清扫干净，残留的灰浆硬块及突出部分清除掉，整平修补、抹光。水泥砂浆基层表面应保持干燥，不得有起砂、开裂、空鼓等缺陷。门窗框必须安装牢固，不得出现松动、变形、移位等现象。

6. 施工环境温度应在 5℃ 以上。雨雪、风沙、大风天气均不宜进行施工。

7. 外墙螺栓孔封堵完成后方可涂刷防水涂料或粘贴防水卷材。

## 三、外窗防水施工工艺

(一) 施工工艺流程:

1. 有副框: 副框安装完成→基层清理→副框背面打注发泡聚氨酯→窗外侧面副框与门窗洞口之间的缝隙打耐候密封胶→门窗洞口周边刷防水涂料→外墙外保温施工→安装主框→主框与副框之间的缝隙打注发泡聚氨酯→窗外侧面清出凹槽→窗外侧面主框与副框之间的缝隙打耐候密封胶、凹槽内填耐候密封胶→外墙刮柔性耐水腻子刷涂料→安装门窗扇、密封胶条等门窗配件→外窗淋水试验

2. 无副框: 门窗框安装完成→基层清理→门窗框背面打注发泡聚氨酯→窗外侧面窗框与门窗洞口之间的缝隙打耐候密封胶→门窗洞口周边刷防水涂料→外墙外保温施工→窗外侧面清出凹槽→窗框外侧面与保温层之间的凹槽填耐候密封胶→外墙刮柔性耐水腻子刷涂料→安装门窗扇、密封胶条等门窗配件→外窗淋水试验

(二) 操作要点:

1. 副框安装: 副框安装之前先进行放线, 保证副框上下位置在同一条垂直线上, 窗台在同一条水平线上。副框就位后临时用木楔固定, 然后用胀栓等固定在窗楞上。建筑外门窗的安装必须牢固。在砌体上安装门窗及连接件严禁用射钉固定。

2. 清理基层: 将窗框周边及窗台清理干净, 露出坚实的基层, 便于发泡剂及窗台防水施工。

3. 副框背面打注发泡聚氨酯: 基层清理干净后, 将副框背面打注聚氨酯发泡剂, 将溢出的发泡剂在表面稍硬化后塞回副框背面, 发泡剂打注要饱满密实, 使发泡剂具有保温和防水的作用。

4. 窗外侧面副框与门窗洞口之间的缝隙打耐候密封胶: 发泡剂硬化后, 将副框两侧溢出的发泡剂清除, 并清理干净副框及相邻门窗洞口基层。然后将耐候密封胶放入胶枪内, 准备好与所打胶宽度相适应的胶嘴, 打胶宽度要与副框和门窗洞口均有足够的搭接宽度, 确保密封效果。打胶时将副框的转角接缝一并密封, 防止雨水通过此处渗漏如室内。打胶之前基层一定要清理干净, 否则容易引起密封胶翘边。

5. 门窗洞口周边刷防水涂料: 为加强窗台的防水效果, 在门窗洞口周边刷防水涂料, 防水涂料翻出窗洞口周边 10cm 以上。防水涂料要分层涂刷, 涂刷要严密, 特别是副框周边要涂刷到位, 聚氨酯防水涂料厚度应不低于 1.5mm, 其他防水涂料厚度根据材料品种的不同, 适当调整。

6. 外墙外保温施工: 外墙外保温按照相应材料的施工工艺进行施工, 保温层的厚度要保证, 窗台的坡度主要在外保温施工时找出, 窗台坡度控制在 10% ~ 15% 之间, 窗台处有腰线的外窗台坡度宜与腰线排水坡度相同, 保证排水畅通, 有副框时保温层与副框内侧面平齐, 无副框时, 保温层应保证低于窗框的溢水口。门窗洞口周边保温层的保护层应做加强处理, 增加抗踩踏、碰撞的能力。窗头滴水建议采用鹰嘴的做法, 具体做法执行《外墙滴水线槽施工工艺标准》。在做抹面层及刮柔性耐水腻子时, 要注意保护滴水线的形状, 确保滴水线顺直。

7. 安装主框: 主框固定在副框或直接固定在门窗洞口上。穿过主框的螺栓孔处用玻璃密封胶密封, 应重点检查窗台处的固定点密封情况, 注意检查窗框转角处焊接是否严密, 如有漏点, 用无色玻璃密封胶密封。



8. 主框与副框之间的缝隙打聚氨酯发泡剂：主框安装完成后，主框与副框之间的缝隙打聚氨酯发泡剂密封并起到保温作用。做法同第 2.3 条。

9. 窗外侧面清出凹槽：保温层施工完成之后将靠近窗框处清出宽约 1cm 的凹槽，清理至副框处。将粘附在副框上的杂物清理干净。

10. 窗外侧面主框与副框之间的缝隙打耐候密封胶、凹槽内填耐候密封胶：凹槽清理干净后，用胶枪打注耐候密封胶，并将凹槽填满，表面用胶嘴抹压成顺直的圆弧形，转角处成直角，保证密封胶表面的美观，主、副框之间必须密封严密，无漏点。

11. 外墙刮柔性耐水腻子刷涂料：待密封胶固化后，按外墙涂料施工工艺进行外墙涂料的施工，施工时避免破坏已施工完的密封胶。

12. 安装门窗扇、密封胶条等门窗配件：外墙涂料施工完成之后，安装门窗扇及门窗五金件，门窗玻璃的固定胶条在窗外侧面增加耐候玻璃密封胶密封，防止雨水顺玻璃表面渗入窗框内，进而渗入室内。

13. 外窗淋水试验：外墙及外窗施工完成后进行外墙（窗）淋水试验，试验方法按照附录 A 执行，或按照工程所在地点建设行政主管部门的有关文件要求执行。如发现有渗漏情况及时修复。

#### 四、外墙对拉螺栓防水施工工艺

##### （一）施工工艺流程：

1. 水泥砂浆堵孔：螺栓孔内套管打碎→清理干净→洒水润湿→分次塞干硬性膨胀水泥砂浆用捣棒捣实→表面抹压平整→外墙外侧刷防水涂料或粘贴防水卷材→外墙淋水试验

2. 发泡剂堵孔：螺栓孔内套管打碎→清理干净→螺栓孔内打注聚氨酯发泡剂→内外表面抹水泥砂浆找平（抹之前可将发泡剂清除一部分后填塞干硬性微膨胀水泥砂浆捣实）→外墙外侧刷防水涂料或粘贴防水卷材→外墙淋水试验

##### （三）操作要点：

1. 螺栓孔内套管打碎：用冲击钻将螺栓孔内 PVC 套管打碎或用凿子凿出，然后用空压机将渣物吹干净，剩余的 PVC 碎片用捣棒等顶出。用钢丝刷在螺栓孔内旋转若干圈，再用吹风机将表面及螺栓孔内粉尘吹干净。

2. 洒水润湿：使用喷壶进行喷水润湿，在施工前一小时进行喷水，使螺栓眼周围保持湿润。施工时再进行少量喷水，以便施工。

3. 分次塞干硬性膨胀水泥砂浆用捣棒捣实：在外墙外侧面用削成圆锥状的木楔塞紧螺栓孔，然后从内测分层填塞 1:2 ~ 1:3 防水水泥砂浆，膨胀剂的掺量按使用说明书，砂浆稠度以手握成团稍有水分浸出，落地即散为宜。分多次进行填塞，每次填塞厚度不宜过厚，防止捣不密实，填塞完成后拔出木楔，待孔内砂浆充分凝结硬化后，从外墙外侧面进行第二次填塞。用铁抹子将水泥砂浆抹到螺栓眼里，塞进去一部分后，用钢筋捣实后，外表面用铁抹子将螺栓眼处抹平压光。

4. 螺栓孔内打注聚氨酯发泡剂：（当采用聚氨酯发泡剂时）清孔完成后，把发泡剂喷嘴伸入螺栓孔内注入发泡材料，待发泡剂表面稍干后将溢出的发泡剂塞回螺栓孔内 3cm，用水泥砂浆填塞，

表面抹压平整。

5. 内外表面抹水泥砂浆找平：抹之前可在外侧或内外两侧同时将发泡剂清除一部分，深度一般 3cm，然后填塞干硬性微膨胀水泥砂浆捣实，表面抹压平整。

6. 外墙外侧刷防水涂料或粘贴防水卷材：螺栓孔填塞完成后，表面晾干，将螺栓孔周边 150mm 范围内清理干净，表面打磨平整，根据设计，在外墙外侧刷防水涂料或粘贴防水卷材。涂刷防水涂料时，要分层涂刷，分层涂刷的时间间隔在底层初步固化后进行，涂刷厚度要均匀，涂刷遍数不少于 3 次，总厚度不小于 1.5mm，涂刷宽度以螺栓孔为圆心，半径不小于 75mm；当粘贴防水卷材时，卷材提前裁成 150mm × 150mm 见方的小块，用热熔法或胶粘法粘贴在螺栓孔处，卷材周边密封严密。采用防水涂料时，宜采用同一厂家生产的同品种，不同颜色的防水涂料，每层使用同一种颜色，便于检查防水涂料涂刷遍数，防止偷工减料。防水涂料使用之前应进行相容性试验。

7. 外墙淋水试验：外墙防水施工完成之后，抽样进行淋水试验，试验方法按照规范执行，或按照工程所在地点建设行政主管部门的有关文件要求执行。如发现有渗漏情况及时修复。

## 五、质量标准

### （一）外窗防水质量验收标准

#### 1. 主控项目

1.1 外窗防水所用的防水、密封材料性能指标应符合设计及规范要求。检验方法：检查出厂合格证、质量检验报告、进场验收记录、计量记录、配合比和抽样复验报告。

1.2 门窗防水的节点做法，应符合设计要求。检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

1.2.1 一般项目 1 密封胶、防水层与基层之间及各层之间必须结合牢固，无脱层、无空鼓、无翘边、无开胶现象。检验方法：观察和用小锤轻击检查。

1.2.2 门窗框与墙体之间的缝隙应填嵌饱满，并采用密封胶密封。密封胶表面应光滑顺直，无裂纹。检验方法：观察检查；轻敲门窗框检查；检查隐蔽工程验收记录。

1.2.3 有排水孔的门窗，排水孔应畅通，位置和数量应符合设计要求。检验方法：观察检查。

1.2.4 窗台坡度正确，无积水、倒泛水现象，窗台表面装饰面层无破损现象。检验方法：观察检查。

### （二）外墙对拉螺栓防水质量验收标准

#### 1. 主控项目

1.1 所用防水材料及配套材料性能指标应符合设计及规范要求。检验方法：检查出厂合格证、质量检验报告和抽样复验报告。

1.2 外墙螺栓孔不得有渗漏现象。检验方法：雨后或持续淋水 2h 后观察检查。

1.3 防水层的节点做法，应符合设计要求。检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。

#### 2. 一般项目

2.1 防水层的基层应牢固，表面应洁净、平整，不得有空鼓、松动、起砂和脱皮现象。

检验方法：观察检查和检查隐蔽工程验收记录。



2.2 防水层应与基层粘结牢固，表面平整，涂刷均匀，不得有流淌、皱褶、鼓泡、露胎体和翘边等缺陷。

检验方法；观察检查。

2.3 涂料防水层的平均厚度应符合设计要求，最小厚度不得小于设计厚度的 90%。

检验方法：针测法或割取 20mm × 20mm 实样用卡尺测量。

2.4 螺栓孔堵塞水泥砂浆无收缩现象，无收缩裂缝。

检验方法；观察检查。

## 第四节 门窗工程

### 一、木门窗制作与安装工程质量控制要点

木门窗的木材品种、材质等级、规格、尺寸、框扇的线型及人造木板的甲醛含量应符合设计要求。设计未规定材质等级时，所用木材的质量应符合规范规定。

木门窗应采用烘干的木材，含水率应符合《建筑木门、木窗》（JG/T122）的规定。

木门窗的防火、防腐、防蚀处理应符合设计要求。

木门窗结合处和安装配件处不得有木节或已填补的木节。木门窗如有允许限值以内的灰节及直径较大的虫眼时，应用同一材质的木塞加胶填补。对于清漆制品，木塞的木纹色泽应与制品一致。

门窗框和厚度大于 50mm 的门窗应用双榫连接。榫槽应采用胶料严密嵌合，并应用胶楔加紧。

胶合板门、纤维板门和模压门不得脱胶。胶合板不得刨透表层单板，不得有戗槎。制作胶合板门、纤维板门时，边框和横楞应在同一平面上，面层、边框及横楞应加强胶结。横楞和上、下冒头应各钻两个以上的透气孔，透气孔应通畅。

木门窗的品种、类型、规格、开启方向、安装位置和连接方式应符合设计要求。

木门窗框的安装必须牢固。预埋木砖的防腐处理、木门窗框固定点的数量、位置及固定方法应符合设计要求。

木门窗必须安装牢固，并应开关灵活，关闭严密，无倒翘。

木门窗配件的型号、规格、数量应符合设计要求，安装应牢固，位置应正确，功能应满足使用要求。

### 二、金属门窗安装工程质量控制要点

金属门窗的品种、类型、规格、尺寸、性能、开启方向、安装位置、连接方式及铝合金门窗的型材壁厚应符合设计要求。金属门窗的防腐处理及填嵌、密封处理应符合设计要求。

金属门窗框的副框的安装必须牢固。预埋件的数量、位置、埋设方式与框的连接方式必须符合设计要求。

金属门窗必须安装牢固，并应开关灵活，关闭严密、无倒翘。推拉门窗必须有防脱落措施。

金属门窗配件的型号、规格、数量应符合设计要求，安装应牢固，位置应正确功能应满足使

用要求。

### 三、塑料门窗安装工程质量控制要点

塑料门窗的品种、类型、规格、尺寸、开启方向、安装位置、连接方式及填嵌密封处理应符合设计要求，内衬增强型钢的壁厚及设置应符合国家现行产品标准的质量要求。

塑料门窗框、副框和扇的安装必须牢固。固定片或膨胀螺栓的数量与位置应正确，连接方式应符合设计要求。固定点应距窗角、中横框、中竖框 150 ~ 200mm，固定点间距应不大于 600mm。

塑料门窗拼樘料内衬增强型钢的规格、壁厚必须符合设计要求，型钢应与型材内腔紧密吻合，其两端必须与洞口固定牢固。窗框必须与拼樘料连接紧密，固定点间距应不大于 600mm。

塑料门窗扇应开关灵活、关闭严密、无倒翘。推拉门窗扇必须具有防脱落措施。

塑料门窗配件的型号、规格、数量应符合设计要求，安装应牢固，位置应正确，功能应满足使用要求。

塑料门窗框与墙体间缝隙应采用闭孔弹性材料填嵌饱满，表面应采用密封胶密封。密封胶应粘结牢固，表面应光滑、顺直、无裂纹。

### 四、特种门安装工程质量控制要点

特种门的质量和各项性能应符合设计要求。

特种门的品种、类型、规格、尺寸、开启方向、安装位置及防腐处理应符合设计要求。

带有机电装置、自动装置或智能化装置的特种门，其机械装置、自动装置或智能装置的功能应符合设计要求和有关标准的规定。

特种门的安装必须牢固。预埋件的数量、位置、埋设方式、与框的连接方式必须符合设计的要求。

特种门的配件应齐全，位置应正确，安装应牢固，功能应满足使用要求和特种门的各项性能要求。

### 五、门窗玻璃安装工程质量控制要点

玻璃的品种、规格、尺寸、色彩、图案和涂膜朝向应符合设计要求。单块玻璃大于 1.5m<sup>2</sup> 时应使用安全玻璃。

门窗玻璃裁割尺寸应正确。安装后的玻璃应牢固，不得有裂纹、损伤和松动。

玻璃的安装方法应符合设计要求。固定玻璃的钉子或钢丝卡的数量、规格应保证玻璃安装牢固。

镶钉木压条接触玻璃处，应与裁口边缘平齐。木压条应互相紧密连接，并与裁口边缘紧贴，割角应整齐。

密封条与玻璃、玻璃槽口的接触应紧密、平整。密封胶与玻璃、玻璃槽口的边缘应粘结牢固、接缝平齐。

带密封条的玻璃压条，其密封条必须与玻璃全部贴紧，压条与型材之间应无明显缝隙，压条接缝应不大于 0.5mm。



## 第五节 吊顶工程

### 一、暗龙骨吊顶工程质量控制要点

吊顶标高、尺寸、起拱和造型应符合设计要求。

饰面材料的材质、品种、规格、图案和颜色应符合设计要求。

暗龙骨吊顶工程的吊杆、龙骨和饰面材料的安装必须牢固。

吊杆、龙骨的材质、规格、安装间距及连接方式应符合设计要求。金属吊杆、龙骨应经过表面防腐处理；木吊杆、龙骨应进行防腐、防火处理。

石膏板的接缝应按其施工工艺标准进行板缝防裂处理。安装双层石膏板时，面层板与基层板的接缝应错开，并不得在同一根龙骨上接缝。

### 二、明龙骨吊顶工程质量控制要点

吊顶标高、尺寸、起拱和造型应符合设计要求。

饰面材料的材质、品种、规格、图案和颜色应符合设计要求。当饰面材料为玻璃板时，应使用安全玻璃或采取可靠的安全措施。

饰面材料的安装应稳固严密。饰面材料与龙骨的搭接宽度应大于龙骨受力面宽度的 2/3。

吊杆、龙骨的材质、规格、安装间距及连接方式应符合设计要求。金属吊杆、龙骨应进行表面防腐处理；木龙骨应进行防腐、防火处理。

明龙骨吊顶工程的吊杆和龙骨安装必须牢固。

## 第六节 轻质隔墙工程

### 一、板材隔墙工程质量控制要点

隔墙板材的品种、规格、性能、颜色应符合设计要求。有隔声、隔热、阻燃、防潮等特殊要求的工程，板材应有相应性能等级的检测报告。

安装隔墙板材所需预埋件、连接件的位置、数量及连接方法应符合设计要求。

隔墙板材安装必须牢固。现制钢丝网水泥隔墙与周边墙体的连接方法应符合设计要求，并应连接牢固。

隔墙板材所用接缝材料的品种及接缝方法应符合设计要求。

### 二、骨架隔墙工程质量控制要点

骨架隔墙所用龙骨、配件、墙面板、填充材料及嵌缝材料的品种、规格、性能和木材的含水率应符合设计要求。有隔声、隔热、阻燃、防潮等特殊要求的工程，材料应有相应性能等级的检测报告。

内架隔墙工程边框龙骨必须与基体结构连接牢固，并应平整、垂直、位置正确。

骨架隔墙中龙骨间距和构造连接方法应符合设计要求。骨架内设备管线的安装、门窗洞口等部位加强龙骨应安装牢固、位置正确，填充材料的设置应符合设计要求。

木龙骨及木墙面板的防火和防腐处理必须符合设计要求。

骨架隔墙的墙面板应安装牢固，无脱层、翘曲、拆裂及缺损。

墙面板所用接缝材料的接缝方法应符合设计要求。

### 三、活动隔墙工程质量控制要点

活动隔墙所用墙板、配件等材料的品种、规格、性能和木材的含水率应符合设计要求。有阻燃、防潮等特性要求的工程，材料应有相应性能等级的检测报告。

活动隔墙轨道必须与基体结构连接牢固，并应位置正确。

活动隔墙用于组装、推拉和制动的构本件必须安装牢固、位置正确，推拉必须安全、平稳、灵活。

活动隔墙制作方法、组合方式应符合设计要求。

### 四、玻璃隔墙工程质量控制要点

玻璃隔墙工程所用材料的品种、规格、性能、图案和颜色应符合设计要求。玻璃板隔墙应使用安全玻璃。

玻璃砖隔墙的砌筑或玻璃板隔墙的安装方法应符合设计要求。

玻璃砖隔墙砌筑中埋设的拉结筋必须与基体结构连接牢固，并应位置正确。

玻璃板隔墙的安装必须牢固。玻璃板隔墙胶垫的安装应正确。

## 第七节 饰面板（砖）工程

### 一、饰面板安装工程质量控制要点

饰面板的品种、规格、颜色和性能应符合设计要求，木龙骨、木饰面板和塑料饰面板的燃烧性能等级应符合设计要求。

饰面板孔、槽的数量、位置和尺寸应符合设计要求。

饰面板安装工程的预埋件（或后置埋件）、连接件的数量、规格、位置、连接方法和防腐处理必须符合设计要求。后置埋件的现场拉拔强度必须符合设计要求。饰面板安装必须牢固。

### 二、饰面砖粘贴工程质量控制要点

饰面砖品种、规格、图案、颜色和性能应符合设计要求。

饰面砖粘贴工程的找平、防水、粘结和勾缝材料及施工方法应符合设计要求及国家现行产品标准和工程技术标准的规定。

饰面砖粘贴必须牢固

满粘法施工的饰面砖工程应无空鼓、裂缝。

## 第八节 幕墙工程

### 一、玻璃幕墙工程质量要点



(一) 玻璃幕墙工程所使用的各种材料、构件和组件的质量,应符合设计要求及国家现行产品标准和工程技术规范的规定。

(二) 玻璃幕墙的造型和立面分格应符合设计要求。

(三) 玻璃幕墙使用的玻璃应符合下列规定:

1. 幕墙应使用安全玻璃,玻璃的品种、规格、颜色、光学性能及安装方向应符合设计要求。
2. 幕墙玻璃的厚度不应小于 6.0mm。全玻璃幕墙肋玻璃的厚度不应小于 12mm。
3. 幕墙的中空玻璃应采用双道密封。明框幕墙的中空玻璃应采用聚硫密封胶及丁基密封胶;隐框和半隐框幕墙的中空玻璃应采用硅酮结构密封胶及丁基密封胶;镀膜面应在中空玻璃的第 2 或第 3 面上。

4. 幕墙的夹层玻璃应采用聚乙烯醇缩丁醛(PVB)胶片干法加工合成的夹层玻璃。点支承玻璃幕墙夹层玻璃的夹层胶片(PVB)厚度不应小于 0.76mm。

5. 钢化玻璃表面不得有损伤;8.0mm 以下的钢化玻璃应进行引爆处理。

6. 所有幕墙玻璃均应进行边缘处理。

(四) 玻璃幕墙与主体结构连接的各种预埋件、连接件、紧固件必须安装牢固,其数量、规格、位置、连接方法和防腐处理应符合设计要求。

(五) 各种连接件、紧固件的螺栓应有松动措施;焊接连接应符合设计要求和灶接规范的规定。

(六) 隐框或半隐框玻璃幕墙,每块玻璃下端应设置两个铝合金或不锈钢托条,其长度不应小于 100mm,厚度不应小于 2mm,托条外端应低于玻璃外表面 2mm。

(七) 明框玻璃幕墙的玻璃安装应符合下列规定:

1. 玻璃槽口与玻璃的配合尺寸应符合设计要求和技术标准的规定。
2. 玻璃与构件不得直接接触,玻璃四周与构件凹槽底部应保持一定的空隙,每块玻璃下部应至少放置两块宽度与槽口宽度相同、长度不小于 100mm 的弹性定位垫块;玻璃两边嵌入量及空隙应符合设计要求。
3. 玻璃四周橡胶条的材质、型号应符合设计要求,镶嵌应平整,橡胶条长度应比边框内槽长 1.5% ~ 2.0%,橡胶条在转角处应斜面断开,并应用粘结剂粘结牢固后嵌入槽内。

(八) 高度超过 4m 的全玻璃幕墙应吊挂在主体结构上,吊夹具应符合设计要求,玻璃与玻璃、玻璃与玻璃肋之间的缝隙,应采用硅酮结构密封胶填嵌严密。

(九) 点支承玻璃幕墙应采用带万向头的活动不锈钢爪,其钢爪间的中心距离应大于 250mm。

(十) 玻璃幕墙四周、玻璃幕墙内表面与主体结构之间的连接节点、各种变形缝、墙角的连接节应符合设计要求和技术标准的规定。

(十一) 玻璃幕墙应无渗漏

(十二) 玻璃幕墙结构胶和密封胶的打注应饱满、密实、连续、均匀、无气泡,宽度和厚度应符合设计要求和技术标准的规定。

(十三) 玻璃幕墙开启窗的配件应齐全, 安装应牢固, 安装位置和开启方向、角度应正确; 开启应灵活, 关闭应严密。

(十四) 玻璃幕墙的防雷装置必须与主体结构的防雷装置可靠连接。

## 二、金属幕墙工程质量控制要点

金属幕墙工程所使用的各种材料和配件, 应符合设计要求及国家现行产品标准和工程技术规范的规定。

金属幕墙的造型和立面分格应符合设计要求。

金属面板的品种、规格、颜色、光泽及安装方向应符合设计要求。

金属幕墙主体结构上的预埋件、后置埋件的数量、位置及后置埋件的拉拔力必须符合设计要求。

金属幕墙的金属框架立柱与主体结构预埋件的连接、立柱与横梁的连接、金属面板的安装必须符合设计要求, 安装必须牢固。

金属幕墙的防火、保温、防潮材料的设置应符合设计要求, 并应密实、均匀、厚度一致。

金属框架及连接件的防腐处理应符合设计要求。

金属幕墙的防雷装置必须与主体结构的防雷装置可靠连接。

各种变形缝、墙角的连接节点应符合设计要求和技术标准的规定。

金属幕墙的板缝注胶应饱满、密实、连续、均匀、无气泡, 宽度和厚度应符合设计要求和技术标准的规定。

金属幕墙应无渗漏。

## 三、石材幕墙工程质量控制要点

石材幕墙工程所用材料的品种、规格、性能和等级, 应符合设计要求及国家现行产品标准和工程技术规范的规定。石材的弯曲强度不应小于 8.0Mpa; 吸水率应小于 0.8%。石材幕墙的铝合金挂件厚度不应小于 4.0mm, 不锈钢挂件厚度不应小于 3.0mm。

石材幕墙的造型、立面分格、颜色、光泽、光纹和图案应符合设计要求。

石材孔、槽的数量、深度、位置、尺寸应符合设计要求。

石材幕墙主体结构上的预埋件和后置埋件的位置、数量及后置埋件的拉拔力必须符合设计要求。

石材幕墙的金属框架立柱与主体结构预埋件的连接、立柱与横梁的连接、连接件与金属框架的连接、连接件与石材面板的连接必须符合设计要求, 安装必须牢固。

金属框架和连接件的防腐处理应符合设计要求。

石材幕墙的防雷装置必须与主体结构防雷装置可靠连接。

石材幕墙的防火、保温、防潮材料的设置应符合设计要求, 填充应密实、均匀、厚度一致。

各种结构变形缝、墙角的连接节点应符合设计要求和技术标准的规定。

石材表面和板缝的处理应符合设计要求。

石材幕墙的板缝注胶应饱满、密实、连续、均匀、无气泡, 板缝宽度和厚度应符合设计要求。

和技术标准的规定。

石材幕墙应无渗漏。

## 第九节 涂饰工程

### 一、水性涂料涂饰工程质量控制要点

水性涂料涂饰工程所用涂料的品种、型号和性能应符合设计要求。

水性涂料涂饰工程的颜色、图案应符合设计要求。

水性涂料涂饰工程应涂饰均匀、粘结牢固，不得漏涂、透底、起皮和掉粉。

水性涂料涂饰工程的基层处理应符合规范要求。

### 二、溶剂型涂料涂饰工程质量控制要点

溶剂型涂料涂饰工程所选用涂料的品种、型号和性能应符合设计要求。

溶剂型涂料涂饰工程的颜色、光泽、图案应符合设计要求。

溶剂型涂料涂饰工程应涂饰均匀、粘结牢固，不得漏涂、透底、起皮和反锈。

溶剂型涂料涂饰工程的基层处理应符合规范要求。

### 三、美术涂饰工程质量控制要点

美术涂饰所用材料的品种、型号和性能应符合设计要求。

美术涂饰工程应涂饰均匀、粘结牢固，不得漏涂、透底、起皮、掉粉和反锈。

美术涂饰工程的基层处理应符合规范要求。

美术涂饰的套色、花纹和图案应符合设计要求。

## 第十节 裱糊过程和软包工程

### 一、裱糊工程质量控制要点

壁纸、墙布的种类、规格、图案、颜色和燃烧性能等级必须符合设计要求及国家现行标准的有关规定。

裱糊工程基层处理质量应符合规范要求。

裱糊后各幅拼接应横平竖直，拼接处花纹、图案应吻合，不离缝，不搭接，不显拼缝。

壁纸、墙布应粘贴牢固，不得有漏贴、补贴、脱层、空鼓和翘边。

### 二、软包工程质量控制要点

软包面料、内衬材料及边框的材质、颜色、图案、燃烧性能等级和木材的含水量水率应符合设计要求及国家现行标准的有关规定。

软包工程的安装位置及构造做法应符合设计要求。

软包工程的龙骨、衬板、边框应安装牢固，无翘曲，拼缝应平直。

单块软包面料不应有接缝，四周应绷压严密。

## 第十一节 细部工程

### 一、橱柜制作与安装工程质量控制要点

橱柜制作与安装所用材料的材质和规格、木材的燃烧性能等级和含水率、花岗石的放射性及人造木板的甲醛含量应符合设计要求及国家现行标准的有关规定。

橱柜安装预埋件或后置埋件的数量、规格、位置应符合设计要求。

橱柜的造型、尺寸、安装位置、制作和固定方法应符合设计要求。橱柜安装必须牢固。

橱柜配件的品种、规格应符合设计要求。配件应齐全，安装应牢固。

橱柜的抽屉和柜门应开关灵活、回位正确。

### 二、窗帘盒、窗台板和散热器罩制作与安装工程质量控制要点

窗帘盒、窗台板和散热器罩制作与安装所使用材料的材质和规格、木材的燃烧性能等级和含水率、花岗石的放射性及人造木板的甲醛含量应符合设计要求及国家现行标准的有关规定。

窗帘盒、窗台板和散热器罩的造型、规格、尺寸、安装位置和固定方法必须符合设计要求。

窗帘盒、窗台板和散热器罩的安装必须牢固。

窗帘盒配件的品种、规格应符合设计要求，安装应牢固。

### 三、门窗套制作与安装工程质量控制要点

门窗套制作与安装所使用材料的材质、规格、花纹和颜色、木材的燃性性能等级和含水率、花岗石的放射性及人造木板的甲醛含量应符合设计要求及国家现行标准的有关规定。

门窗套的造型、尺寸和固定方法应符合设计要求，安装应牢固。

### 四、护栏和扶手制作与安装工程质量控制要点

护栏和扶手制作与安装所使用材料的材质、规格、数量和木材、塑料的燃烧性能等级应符合设计要求。

护栏和扶手的造型、尺寸及安装位置应符合设计要求。

护栏和扶手安装预埋件的数量、规格、位置以及护栏与预埋件的连接节点应符合设计要求。

护栏高度、栏杆间距、安装位置必须符合设计要求。护栏安装必须牢固。

护栏玻璃应使用公称厚度不小于 12mm 的钢化玻璃或钢化夹层玻璃。当护栏一侧距楼地面高度为 5m 及以上时，应使用钢化夹层玻璃。

### 五、花饰制作与安装工程质量控制要点

花饰制作与安装所使用材料的材质、规格应符合设计要求。

花饰的造型、尺寸应符合设计要求。

花饰的安装位置和固定方法必须符合设计要求，安装必须牢固。

## 第十二节 装饰装修工程分部验收

### 一、验收标准

建筑装饰装修工程质量验收程序和组织应符合现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 的规定。

### 二、分部分项工程划分

建筑装饰装修工程的子分部工程、分项工程参照下表进行划分。

表 18-1 建筑装饰装修工程的子分部工程、分项工程划分表

分部工程	子分部工程	分项工程
建筑装饰装修地面	地面	基层铺设、整体面层铺设、板块面层铺设、木竹面层铺设
	抹灰	一般抹灰、保温层薄抹灰、装饰抹灰、清水砌体勾缝
	外墙防水	外墙砂浆防水、涂膜防水、透气膜防水
	门窗	木门窗安装、金属门窗安装、塑料门窗安装、特种门安装、门窗玻璃安装
	吊顶	整体面层吊顶、板块面层吊顶、格栅吊顶
	轻质隔墙	板材隔墙、骨架隔墙、活动隔墙、玻璃隔墙
	饰面板	石板安装、陶瓷板安装、木板安装、金属板安装、塑料板安装
	饰面砖	外墙饰面板粘贴, 内墙饰面砖粘贴
	幕墙	玻璃幕墙安装、金属幕墙安装、石材幕墙安装、陶板墙安装
	涂饰	水性涂料涂饰、溶剂型涂料涂饰、美术涂饰
	裱糊与软包	裱糊、软包
	细部	橱柜制作与安装、窗帘盒和窗台板制作与安装、门窗套制作与安装、护栏和扶手制作与安装、花饰制作与安装

### 三、验收

(一) 建筑装饰装修工程施工过程中, 应按标准要求对隐蔽工程进行验收, 并应按标准附录 B 的格式记录。

(二) 检验批的质量验收应按现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB50300 的格式记录。检验批的合格判定应符合下列规定:

1. 抽查样本均应符合标准主控项目的规定。
2. 抽查样本的 80% 以上应符合标准一般项目的规定。其余样本不得有影响使用功能或明显影响装饰效果的缺陷, 其中有允许偏差的检验项目, 其最大偏差不得超过标准规定允许偏差的 1.5 倍。

(三) 分项工程的质量验收应按现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB50300 的格式记录, 分项工程中各检验批的质量均应验收合格。

(四) 子分部工程的质量验收应按现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB50300 的格式记录。子分部工程中各分项工程的质量均应验收合格, 并应符合下列规定:

1. 应具备标准各子分部工程规定检查的文件和记录。
2. 应具备标准规定的有关安全和功能检验项目的合格报告。
3. 观感质量应符合标准各分项工程中一般项目的要求。

(五) 分部工程的质量验收应按现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB50300

的格式记录。分部工程中各子分部工程的质量均应验收合格，并按标准规定进行核查。

（六）当建筑工程只有装饰装修分部工程时，该工程应作为单位工程验收。

（七）有特殊要求的建筑装饰装修工程，竣工验收时应按合同约定加测相关技术指标。

（八）建筑装饰装修工程的室内环境质量应符合现行国家标准《民用建筑工程室内环境污染控制规范》GB50325 的规定。

（九）未经竣工验收合格的建筑装饰装修工程不得投入使用。

CNCEC



## 第十九章 室内给排水、采暖、燃气工程

### 第一节 室内给水系统安装

#### 一、一般规定

(一) 给水管道按材质分为：铸铁管、钢管、塑料管、钢塑复合管。

(二) 管径小于或等于 100mm 的镀锌钢管应采用螺纹连接，套丝扣时破坏的镀锌层表面及外露螺纹部分应做防腐处理；管径大于 100mm 的镀锌钢管应采用法兰或卡套式专用管件连接，镀锌钢管与法兰的焊接处应二次镀锌。

(三) 给水塑料管和复合管可以采用橡胶圈接口、粘接接口、热熔连接、专用管件连接及法兰连接等形式。塑料管和复合管与金属管件、阀门等的连接应使用专用管件连接，不得在塑料管上套丝。

(四) 给水铸铁管管道应采用水泥捻口或橡胶圈接口方式进行连接。

(五) 给水管道必须采用与管材相适应的管件。生活给水系统所涉及的材料必须达到饮用水卫生标准。

(六) 给水立管和装有 3 个或 3 个以上配水点的支管始端，均应安装可拆卸的连接件。

(七) 冷、热水管道同时安装应符合下列规定：

1 上、下平行安装时热水管应在冷水管上方。

2 垂直平行安装时热水管应在冷水管左侧。

#### 二、主控项目

(一) 主要控制项目

1. 室内给水管道的水压试验必须符合设计要求。当设计未注明时，各种材料的给水管道系统试验压力均为工作压力的 1.5 倍，但不得小于 0.6MPa。

2. 给水管道的连接件必须采用与管材相适应的管件。生活给水系统所涉及的材料必须达到饮用水卫生标准。

3. 生活给水系统管道在交付使用前必须冲洗和消毒，并经有关部门取样检验，符合国家《生活饮用水标准》方可使用。

(二) 室内 PPR 管安装

1. 给水管道采取结构混凝土表面压槽（槽深不超过 20mm），以后再进行水管配管和试压等工序，严禁直接埋在混凝土结构层中；剪力墙部位也采取压槽方法，避免以后剔凿混凝土，水管在楼面的水平走向为离墙 20~50cm 为宜，冷热水管间间距 10cm；墙面嵌墙布管管径不超过 25mm，嵌墙深度不小于 20mm。

2. 给水管线配管完成后,水管必须打压,打压验收合格后,立即用 1:2.5 水泥砂浆保护,要求安装给水配件前必须通水,带水作业。

3. 给水引入管与排水排出管的水平净距不得小于 1m。室内给水与排水管道平行敷设时,两管间的最小水平净距不得小于 0.5m;交叉铺设时,垂直净距不得小于 0.15m。给水管应铺在排水管上面,若给水管必须铺在排水管的下面时,给水管应加套管,其长度不得小于排水管管径的 3 倍。

### 三、质量要求及措施

(一) 管道支、吊、托架的安装,应符合下列规定:

1. 位置正确,埋设应平整牢固。
2. 固定支架与管道接触应紧密,固定应牢靠。
3. 滑动支架应灵活,滑托与滑槽两侧间应留有 3 ~ 5mm 的间隙,纵向移动量应符合设计要求。
4. 无热伸长管道的吊架、吊杆应垂直安装。
5. 有热伸长管道的吊架、吊杆应向热膨胀的反方向偏移。
6. 固定在建筑结构上的管道支、吊架不得影响结构的安全。

(二) 管道接口应符合下列规定:

1. 熔接连接管道的结合面应有一均匀的熔圈,不得出现局部熔瘤或熔接圈口凸凹不均现象,管端插入承口的深度应符合相关规范的规定。
2. 法兰连接时衬垫不得凸入管内,其外边缘接近螺栓孔为宜。不得安放双垫或偏垫。
3. 连接法兰的螺栓。直径和长度应符合标准,拧紧后,突出螺母的长度不应大于螺杆直径的 1/2。
4. 螺纹连接管道安装后的管螺纹根部应有 2~3 扣的外露螺纹,多余的麻丝等填料应清理干净并做防腐处理。
5. 安装螺翼式水表,表前与阀门应有不小于 8 倍水表接口直径的直线管段。表外壳距墙表面净距为 10~30mm;水表进水口中心标高按设计要求,允许偏差为  $\pm 10\text{mm}$ 。
6. 在墙体、楼板上暗敷必须按施工图准确定位,尽量避免管道穿门坎(特别是阳台推拉门),管道不应凸出砖墙面,以保证足够的抹灰层厚度。

7. 应及时对管子套丝机进行校正与检查,及时校正套丝机的零件配合位,及时更换受损的铰牙板,以确保套丝的质量,从而确保丝扣连接的质量。

### 四、室内消火栓系统安装

(一) 主要控制项目

1. 室内消火栓系统安装完成后应取屋顶层(或水箱间)试验消火栓和首层取二处消火栓做试射试验,达到设计要求为合格。充实水柱,如设计无要求时,一般建筑不小于 7m,高层建筑不小于 10m,超高层建筑不小于 13m。

2. 室内消火栓系统使用的管材一般为热镀锌钢管,具接口形式,  $\text{DN} \leq 100$  时,采用丝扣连接,  $\text{DN} > 100$  时,采用卡箍式连接,不得采用焊接连接方式。



## (二) 主要技术要求及质量控制措施

1. 箱式消火栓的安装应符合下列规定:
2. 栓口应朝外, 并不应安装在门轴侧。
3. 栓口中心距地面为 1.1m, 允许偏差  $\pm 20\text{mm}$ 。
4. 阀门中心距箱侧面为 140mm, 距箱后内表面为 100mm, 允许偏差  $\pm 5\text{mm}$ 。
5. 消火栓箱体安装的垂直度允许偏差为 3mm。
6. 同一建筑内的消防栓、水带、水枪应采用同一规格。

## 第二节 室内排水系统安装

### 一、一般规定

(一) 生活污水管道应使用塑料管、铸铁管或混凝土管(由成组洗脸盆或饮用喷水器到共用水封之间的排水管和连接卫生器具的排水短管, 可使用钢管)。

(二) 雨水管道宜使用塑料管、铸铁管、镀锌和非镀锌钢管或混凝土管等。

(三) 悬吊式雨水管道应选用钢管、铸铁管或塑料管。易受振动的雨水管道(如锻造车间等)应使用钢管。

(四) 建筑排水塑料管道管材与管件之间的连接应符合下列规定:

1. 硬聚氯乙烯(PVC-U)、氯化聚氯乙烯(PVC-C)和苯乙烯+聚氯乙烯共混(SAN+PVC)等排水管道, 应采用胶粘剂承插粘接, 立管也可采用橡胶密封圈连接。
2. 高密度聚乙烯(HDPE)排水管道各种连接方法均采用热熔方式。
3. 聚丙烯(PP)和聚丙烯静音排水管道应采用橡胶密封圈连接。
4. 室内沿墙敷设的雨落水排水管道和空调凝结水排水管应采用插入式连接, 承口不应涂胶粘剂或加橡胶密封圈。
5. 伸缩节伸缩部位应采用橡胶密封圈。
6. 敷设在高层建筑室内的塑料排水管道, 当管径大于等于 110mm 时, 应在下列位置设置阻火圈:  
①明敷立管穿越楼层的贯穿部位; ②横管穿越防火分区的隔墙和防火墙的两侧; ③横管穿越管道井井壁或管窿围护墙体的贯穿部位外侧。

### 二、主控项目

(一) 隐蔽或埋地的排水管道在隐蔽前必须做灌水试验, 其灌水高度应不低于底层卫生器具的上边缘或底层地面高度。满水 15 分钟水面下降后, 再次灌满观察 5 分钟。液面不降, 管道及接口无渗漏为合格。

(二) 生活污水铸铁管道、生活污水塑料管道的坡度必须符合设计或 GB50242-2002 标准的相关规定。

(三) 排水塑料管道必须按设计要求及位置装设伸缩节, 如设计无要求时, 伸缩节间距不得

大于 4m。暗装在管井内的排水管道其间距可放大到 8m。

(四) 伸缩节的设置要求:

1. 下列管道可不设伸缩节: ①橡胶圈密封连接的管道系统; ②全部为固定支架的管道系统; ③埋地或墙体直埋管道系统。

2. 胶粘剂粘结连接的管道系统中, 横管伸缩节的设置应符合下列规定: ①当排水横支管、横干管管段无汇合管道接入, 且与立管相连管段的直线长度大于 2.2m 时, 应在靠近回水管件的横管一侧设置伸缩节; ②当排水立管设置在管道井或管窿内时, 应在靠近管道井井壁或管窿墙体的外侧设置伸缩节; ③不设伸缩节管段的直线长度不宜超过 6.0m。

(五) 排水立管伸缩节的设置应符合下列规定:

1. 楼层内有横管接入, 当汇合管件设在楼板下部时, 应在汇合管件的下方设置伸缩节; 当汇合管件设在楼板上部且靠近地面时, 应在汇合管件上方设置伸缩节。

2. 在楼层内无横管接入, 宜在距离地面 1.0m-1.2m 处设置伸缩节。

3. 高层建筑中当排水立管穿越楼板部位为不封堵楼层时, 伸缩节之间的最大间距为 4m, 且伸缩节应设置固定支承。

### 三、质量要求及措施

(一) 在生活污水管道上设置的检查口或清扫口, 当设计无要求时应符合下列规定:

1. UPVC 立管上应每六层设置一个检查口, 但在最底层和有卫生器具的最高层必须设置。如两层建筑时, 可仅在底层设置立管检查口; 如有乙字弯管时, 则在该层乙字弯管的上部设置检查口。检查口中心高度距操作地面一般为 1m, 允许偏差土 20mm; 检查口的朝向应便于检修。暗装立管, 在检查口处应安装检修门。

2. 在连接 2 个及 2 个以上大便器或 3 个及 3 个以上卫生器具的污水横管上应设置清扫口。

3. 在转角小于 135° 的污水横管上, 应设置检查口或清扫口。

4. 污水横管的直线管段, 应按设计要求的距离设置检查口或清扫口。

(二) 排水通气管不得与风道或烟道连接, 在经常有人停留的平屋顶上, 通气管应高出屋面 2m (以完成面计算)

(三) 由室内通向室外排水检查井的排水管, 井内引入管应高于排出管或两管顶相平, 并有不小于 90° 的水流转角, 如跌落差大于 300——可不受角度限制。

(四) 用于室内排水的水平管道与水平管道、水平管道与立管的连接, 应采用 45° 三通和 45° 四通和 90° 斜三通或 90° 斜四通。立管与排出管端部的连接, 应采用两个 45° 弯头或曲率半径不小于 4 倍管径的 90° 弯头。

(五) UPVC 管在粘接过程中, 应保证插口端面平整, 并倒有坡口, 在正式粘接前进行试插, 达到要求方可正式粘接。粘接前尚应保证插口及承口干净、干燥。粘接完成后不要转动、移动粘接位, 确保固化后方可进行下道工序的施工。

(六) 沉箱侧排地漏应位于沉箱底完成面的最低处, 一般情况侧排地漏背面至墙体之间的局



部位置防水保护层完成面标高会低于侧排地漏口，该局部位置应在侧排地漏安装完成后二次找坡，以尽量避免沉箱积水。

(七) 卫生洁具去水器与管道连接口应用油麻填塞，表面打胶处理。

### 第三节 室内热水供应系统安装

#### 一、一般规定

热水供应系统的管材，应按下列规定选用：

(一) 热水管应采用热浸镀锌钢管或钢塑管、铅塑管、聚丁烯管(PB管)、聚丙烯管(PP管)、交联聚乙烯管(PEX管)等防锈、卫生指标优良的热水管材。连接方法与管材相应。

(二) 如建筑物建筑标准和使用要求较高，(如宾馆、高级公寓、高级办公楼等)宜采用铜管。其连接方法及管件以应与管材相应。

(三) 铜管、薄壁不锈钢管、衬塑钢管等可根据建筑、工艺要求暗设或明设。塑料热水管宜暗设，明设时立管宜布置在不受撞击处，如不可避免时，应在管外加防紫外线照射、防撞击的保护措施。

#### 二、主控项目

(一) 热水供应系统安装完毕，管道保温之前应进行水压试验。试验压力应符合设计要求。当设计未注明时，热水供应系统水压试验压力应为系统顶点的工作压力加0.1MPa，同时在系统顶点的试验压力不小于0.3MPa。

(二) 钢管或复合管道系统试验压力下10min内压力降不大于0.02MPa，然后降至工作压力检查，压力应不降，且不渗不漏；塑料管道系统在试验压力下稳压1h，压力降不得超过0.05MPa，然后在工作压力1.15倍状态下稳压2h，压力降不得超过0.03MPa，连接处不得渗漏。

(三) 热水供应管道应尽量利用自然弯补偿热伸缩，直线段过长则应设置补偿器。补偿器型式、规格、位置应符合设计要求，并按有关规定进行预拉伸。

(四) 热水供应系统竣工后必须进行冲洗。

(五) 温度控制器及阀门应安装在便于观察和维护的位置。

(六) 在安装太阳能集热器玻璃前，应对集热排管和上、下集管作水压试验，试验压力为工作压力的1.5倍，试验压力下10min内压力不降，不渗不漏。

(七) 热交换器应以工作压力的1.5倍作水压试验。蒸汽部分应不低于蒸汽供汽压力加0.3MPa；热水部分应不低于0.4MPa。试验压力下10min内压力不降，不渗不漏。

(八) 水泵就位前的基础混凝土强度、坐标、标高、尺寸和螺栓孔位置必须符合设计要求。

(九) 水泵试运转的轴承温升必须符合设备说明书的规定。

(十) 敞口水箱的满水试验和密闭水箱(罐)的水压试验，满水试验静置24h，观察不渗不漏；水压试验在试验压力下10min压力不降，不渗不漏。

#### 三、质量要求及措施

- (一) 上行下给式配水干管的最高点应设排气装置。
- (二) 下行上给热水供应系统的最低点应设泄水装置。
- (三) 下行上给式热水供应系统设有循环管道时, 其回水立管应在最高配水点以下约 0.5m 处与配水立管连接。
- (四) 热水横管均应保持有不小于 0.003 的坡度, 配水沿水流方向上升, 回水沿水流方向下降。
- (五) 热水立管与横管连接时, 应采用乙字弯的连接方式。
- (六) 室外热水管道一般为管沟内敷设, 也可直埋敷设, 应保温。
- (七) 热水管网应在下列管段上装设止回阀:
1. 水加热器或贮水罐的冷水供水管。
  2. 机械循环的第二循环回水管。
  3. 冷热水混水器的冷、热水供水管。
- (八) 热水管网应在下列管段上装设阀门:
1. 与配水、回水干管连接的分干管。
  2. 配水立管和回水立管。
  3. 从立管接出的支管。
  4. 3 个及 3 个以上配水点的配水支管。
  5. 与水加热设备、水处理设备及温度、压力等控制阀件连接处的管段上按其安装要求配置阀门。
- (九) 热水供应系统中的水加热设备, 贮热设备, 热水箱, 热水供水干、立管, 机械循环的回水管、立管, 有冰冻可能的自然循环回水干、立管, 均应保温, 以减少介质传送过程中无效的热损失。

## 第四节 卫生器具安装

### 一、一般规定

卫生器具包括: 污水盆、洗涤盆、洗脸(手)盆、盥洗槽、浴盆、淋浴器、大便器、小便器、小便槽、大便冲洗槽、妇女卫生盆、化验盆、排水栓、地漏、加热器、煮沸消毒器和饮水器等。

- (一) 卫生器具的安装应采用预埋螺栓或膨胀螺栓安装固定。
- (二) 卫生器具安装高度如设计无要求时, 应符合下表的相关规定。

表 19-1 卫生器具的安装高度 (mm)

项次	卫生器具名称		卫生器具安装高度		备注
			居住和公共建筑	幼儿园	
1	污水盆（池）	架空式	800	800	自地面至器具上边缘
		落地式	500	500	
2	洗涤盆（池）		800	800	
3	洗脸盆、洗手盆（有塞、无塞）		800	500	
4	盥洗槽		800	500	
5	浴盆		≥ 520		



项次	卫生器具名称		卫生器具安装高度		备注
			居住和公共建筑	幼儿园	
6	蹲式大便器	高水箱	1800	1800	自台阶面至高水箱底
		低水箱	900	900	自台阶面至低水箱底
7	蹲式大便器	高水箱	1800	1800	自地面至高水箱底
		低水箱	外露排水管式	370	自地面至低水箱底
			虹吸喷射式		
8	小便器	挂式	600	450	自地面至下边缘
9	水便槽		200	150	自地面至台阶面
10	大便槽冲洗水箱		≤ 2000		自台阶面至水箱底
11	妇女卫生盆		360		自地面至器具上边缘
12	化验盆		800		自地面至器具上边缘

(三) 卫生器具给水配件的安装高度, 如设计无要求时, 应符合下表的相关规定。

表 19-2 卫生器具给水配件的安装高度 (mm)

项次	给水配件名称		配件中心距地面高度	冷热水龙头距离
1	架空式污水盆(池)水龙头		1000	—
2	落地式污水盆(池)水龙头		800	—
3	洗涤盆(池)水龙头		1000	150
4	住宅集中给水龙头		1000	—
5	洗手盆水龙头		1000	—
6	洗脸盆	水龙头(上配水)	1000	150
		水龙头(下配水)	800	150
		角阀(下配水)	450	—
7	盥洗槽	水龙头	1000	150
		冷热水管上下并行其中热水龙头	1100	150
8	浴盆	水龙头(上配水)	670	150
9	淋浴器	截止阀	1150	95
		混合阀	1150	—
		淋浴喷头下沿	2100	—
10	蹲式大便器(台阶面算起)	高水箱角阀及截止阀	2040	—
		低水箱角阀	250	—
		手动式自闭冲洗阀	600	—
		脚踏式自闭冲洗阀	150	—
		拉管式冲洗阀(从地面算起)	1600	—
		带防污助冲器阀门(从地面算起)	900	—
11	坐式大便器	高水箱角阀及截止阀	2040	—
		低水箱角阀	150	—
12	大便槽冲洗水箱截止阀(从台阶面算起)		≥ 2400	—
13	立式小便器角阀		1130	—
14	挂式小便器角阀及截止阀		1050	—
15	小便槽多孔冲洗管		1100	—
16	实验室化验水龙头		1000	—
17	妇女卫生盆混合阀		360	—

## 二、主控项目

(一) 排水栓和地漏的安装应平正、牢固, 低于排水表面, 周边无渗漏。

地漏安装应平整, 无渗漏, 地漏应安装在地面最低处, 采用 0.02 的坡度, 其篦子顶面应低于设置处地面 5 ~ 10mm, 地漏水封高度不得小于 50mm。

(二) 卫生器具交工前应满水试验, 各连接件不渗不漏; 通水试验给、排水畅通。

(三) 卫生器具给水配件应完好无损伤, 接口严密, 启闭部分灵活。

(四) 与排水横管连接的各卫生器具的受水口和立管均应采取妥善可靠的固定措施; 管道与楼板的接合部位应采取牢固可靠的防渗、防漏措施。

(五) 连接卫生器具的排水管道接口应紧密不漏, 其固定支架、管卡等支撑位置应正确、牢固, 与管道的接触应平整。

### 三、质量要求及措施

(一) 及时确定卫生洁具安装样式, 参照产品样品或实物, 确定卫生洁具安装尺寸, 确定排水支管距墙尺寸以及卫生洁具的甩口位置。

(二) 卫生器具的支、托架必须防腐良好, 安装平整、牢固, 与器具接触紧密、平稳。

(三) 坐便器安装前, 确认排污管口高度, 要求高于地砖 5--10mm。对原排污管口的预留位置进行测量, 并注意与选购安装的坐便器型号相吻合。螺帽与坐便器底座之间应采用软性垫片, 不得使用刚性垫片, 严禁使用弹簧垫片。底座四周要求硅胶密封, 以防渗水或返潮。

(四) 洗涤盆下排水管道应设有水封(P 弯)。塑料排水软管在接入原排水管道时, 承插口四周应密封。

## 第五节 室内采暖系统安装

### 一、一般规定

采暖管道采用焊接钢管的连接, 管径小于或等于 32mm, 应采用螺纹连接; 管径大于 32mm, 采用焊接。镀锌钢管的连接管径小于或等于 100mm 的镀锌钢管应采用螺纹连接, 套丝扣时破坏的镀锌层表面及外露螺纹部分应做防腐处理; 管径大于 100mm 的镀锌钢管应采用法兰或卡套式专用管件连接, 镀锌钢管与法兰的焊接处应二次镀锌。

### 二、主控项目

(一) 管道安装坡度, 当设计未注明时, 应符合下列规定:

1. 气、水同向流动的热水采暖管道和汽、水同向流动的蒸汽管道及凝结水管道, 坡度应为 3‰, 不得小于 2‰。

2. 气、水逆向流动的热水采暖管道和汽、水逆向流动的蒸汽管道, 坡度不应小于 5‰。

3. 散热器支管的坡度应为 1%, 坡向应利于排气和泄水。

(二) 管道固定支架的位置和构造必须符合设计要求和施工规范规定。

(三) 管道的对口焊缝处及弯曲部位严禁焊接支管, 接口焊缝距起弯点、支、吊架边线必须



大于 50mm。

(四) 除污器过滤网的材质、规格和包扎方法必须符合设计要求和施工规范规定。

(五) 补偿器的型号、安装位置及预拉伸和固定支架的构造及安装位置应符合设计要求。

(六) 平衡阀及调节阀型号、规格、公称压力及安装位置应符合设计要求。安装完后应根据系统平衡要求进行调试并作出标志。

(七) 蒸汽减压阀和管道及设备安全阀的型号、规格、公称压力及安装位置应符合设计要求。安装完毕后应根据系统工作压力进行调试，并做出标志。

(八) 方形补偿器制作时，应用整根无缝钢管煨制，如需要接口，其接口应设在垂直臂的中间位置，且接口必须焊接。

(九) 方形补偿器应水平安装，并与管道的坡度一致；如其臂长方向垂直安装必须设排气及泄水装置。

(十) 散热器组对后，以及整组出厂的散热器在安装之前应作水压试验。试验压力如设计无要求时应为工作压力的 1.5 倍，但不小于 0.6MPa。试验时间为 2 ~ 3min，压力不降且不渗不漏为合格。

(十一) 辐射板在安装前应作水压试验，如设计无要求时试验压力应为工作压力 1.5 倍，但不得小于 0.6MPa。试验时间为 2 ~ 3min，压力不降且不渗不漏为合格。

(十二) 水平安装的辐射板应有不小于 5‰ 的坡度坡向回水管。

(十三) 辐射板管道及带状辐射板之间的连接，应使用法兰连接。

(十四) 地面下敷设的盘管埋地部分不应有接头。

(十五) 盘管隐蔽前必须进行水压试验，试验压力为工作压力的 1.5 倍，但不小于 0.6MPa。稳压 1h 内压力降不大于 0.05MPa 且不渗不漏。

(十六) 加热盘管弯曲部分不得出现硬折弯现象，曲率半径应符合下列规定：

1. 塑料管：不应小于管道外径的 8 倍。

2. 复合管：不应小于管道外径的 5 倍。

### 三、质量要求及措施

(一) 隐蔽管道和整个采暖系统的水压试验结果，必须符合设计要求和施工规范规定。

(二) 管道固定支架的位置和构造必须符合设计要求和施工规范规定。

(三) 伸缩器的安装位置必须符合设计要求，并应按有关规定进行预拉伸。

(四) 管道的对口焊缝处及弯曲部位严禁焊接支管，接口焊缝距起弯点、支、吊架边线必须大于 50mm。

(五) 碳素钢管道的螺纹连接应螺纹清洁、规整，无断丝或缺丝，连接牢固，管螺纹根部外露螺纹 2 ~ 3 扣，接口处无外露油麻等缺陷。

(六) 碳素钢管道的焊接应焊口平直度、焊缝加强面符合设计规范规定，焊口面无烧穿、裂纹和明显结瘤、夹渣及气孔等缺陷、焊波均匀一致。

(七) 阀门安装应型号、规格耐压强度和严密性试验结果符合设计要求和施工规范规定。安装位置、进出口方向正确,连接牢固紧密,启闭灵活,朝向便于使用,表面洁净。

(八) 管道支(吊托)架及管座(墩)的安装应符合以下要求:构造正确,埋设平正牢固,排列整齐,支架与管道接触紧密。

(九) 安装在墙壁和楼板内的套管应符合以下规定:楼板内套管顶部高出地面不少于 20mm。底部与天棚面齐平,墙壁内的两端套管与饰面平。固定牢固,管口齐平,环缝均匀。

(十) 管道、箱类和金属支架涂漆应符合以下规定:油漆种类和涂刷遍数符合设计要求,附着良好,无脱皮、起泡和漏涂,漆膜厚度均匀,色泽一致,无流淌及污染现象。

## 第六节 室内燃气管道安装

### 一、一般规定

(一) 室内燃气管道一般选用镀锌钢管。若采用黑铁管时,施工前做好除锈工作,安装后做好防腐工作。

(二) 为了减少管道的局部阻力,减少漏气的机会,应尽量少用管件,并要选用符合质量要求的管件。

(三) 室内燃气管道一般采用丝扣连接,管件螺纹有圆柱形管螺纹和圆锥形管螺纹用铰板加工丝扣时,要两遍成活,不要一遍铰成。加工出的丝扣要完整,表面要光滑。丝扣拧紧之后,在管件外露 2 ~ 3 扣为宜。上管件时,要避免出现拧过了头再往回退才符合要求的情况,以免管扣松动而漏气。

(四) 引入管及户内燃气管道不得敷设在卧室、浴室、厕所、密闭地下室、易燃易爆品仓库、有腐蚀性介质的房间;配电室、变电室、电缆沟、暖气沟、烟道及风道等地方。输送人工煤气的引入管的最小公称直径应不小于 25mm。输送天然气和液化石油气的引入管的最小公称直径应不小于 15mm。它们的埋设深度应在土壤冰冻线以下,并应有不低于 0.01 坡向庭院的坡度。

(五) 活接头:为了安装和维修方便,必须在室内燃气管道的适当位置上设置活接头。一般情况下,所有阀门后均应设置活接头。DN ≤ 50mm 的用户立管上,每隔一层楼安装活接头一个,安装高度应便于安装拆卸。水平干管过长时,也应在适当位置安装活接头。设置活接头的场所应具有良好的通风条件。

(六) 套管的设置:引入管穿越墙基础、承重墙、伸出地面;立管穿越楼板;水平管穿越卫生间、封闭间和低温烟道时,其穿越段必须全部设在套管内,套管内不准有接头。

(七) 室内燃气管道应为明设。管道安装应横平竖直,水平管应有 0.003 的坡度,并分别坡向立管或灶具,不准发生倒坡和凹陷。

(八) 室内燃气管道与墙面的净距:当管径小于 25mm 时,不少于 30mm;管径在 25 ~ 50mm 时,不小于 50mm;管径大于 50mm 时,不小于 70mm。立管安装时,距墙角的垂直投影距离不小



于 300mm, 距水池不小于 200mm。

(九) 水平支管安装: 立管中的燃气分流到各厨房。其管径一般为 15 ~ 20mm, 用三通与立管相连。水平支管距厨房地面不低于 1.8m, 上面装有燃气表及表前阀门。每根水平支管两端应设托钩。

(十) 下垂管安装: 水平支管与灶具之间的一段垂直管线叫下垂管。其管径为 15mm, 灶前下垂管上至少设一个管卡, 若下垂管上装有燃气嘴时, 可设两个卡子。

(十一) 进户总阀门的安装: 管径在 40 ~ 70mm, 选用球阀, 丝扣连接, 阀后加设活接头。管径大于 80mm 时, 选用法兰闸阀。总阀门一般装在离地面 0.3 ~ 0.5m 的水平管上。

(十二) 燃气表安装: 燃气表应设在便于安装、维修、观察(抄表)、清洁、无湿汽、无振动、远离电气设备和远离明火的地方。为了节省钢管, 燃气表尽量靠近用户开闭阀门安装。

(十三) 燃气炉灶安装: 燃气炉通常是放置在砖砌或混凝土制的台子上, 进气口与燃气表的出口(或出口短管)以橡胶软管连接。

## 二、主控项目

(一) 在地下室、半地下室、设备层和地上密闭房间以及地下车库安装燃气引入管道时应符合设计文件的规定; 当设计文件无明确要求时, 应符合下列规定:

1. 引入管道应使用钢号为 10、20 的无缝钢管或具有同等及同等以上性能的其他金属管材。
2. 管道的敷设位置应便于检修, 不得影响车辆的正常通行, 且应避免被碰撞。
3. 管道的连接必须采用焊接连接, 焊缝 100% 检查, 其焊缝外观质量应按现行国家标准《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》GB 50236 进行评定, III 级合格; 焊缝内部质量检查应按现行国家标准《无损检测金属管道熔化焊环向对接接头射线照相检测》GB/T 12605 进行评定, III 级合格。

(二) 紧邻小区道路(甬路)和楼门过道处的地上引入管设置的安全保护措施应符合设计文件要求。

(三) 燃气管道的连接方式应符合设计文件的规定。当设计文件无明确规定时, 设计压力大于或等于 10kPa 的管道以及布置在地下室、半地下室或地上密闭空间内的管道, 除采用加厚的低压管或与专用设备进行螺纹或法兰连接以外, 应采用焊接的连接方式。

(四) 钢质管道的焊接应符合下列规定:

1. 管子与管件的坡口与组对
  - 1.1 管子与管件的坡口形式和尺寸应符合设计文件的规定, 当设计文件无明确规定时, 应符合现行国家标准《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》GB50236 和本规范附录 B 的规定。
  - 1.2 管子与管件的坡口及其内、外表面的清理应符合现行国家标准《工业金属管道工程施工及验收规范》GB50235 的规定。
  - 1.3 等壁厚对接焊件内壁应齐平, 内壁错边量不应大于 1mm。
  - 1.4 当不等壁厚对接焊件组对且其内壁错边量大于 1mm 或外壁错边量大于 3mm 时, 应按现行

国家标准《工业金属管道工程施工与验收规范》GB50235 的规定进行修整。

2. 钢质管道宜采用手工电弧焊或手工钨极氩弧焊焊接,当公称尺寸小于或等于 DN40 时,也可采用氧—可燃气体的焊接。

3. 焊条(料)、焊丝、焊剂的选用

3.1 焊条(料)、焊丝、焊剂的选用应符合设计文件的规定,当设计文件无规定时,应按现行国家标准《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》GB50236 的规定选用。

3.2 严禁使用药皮脱落或不均匀、有气孔、裂纹、生锈或受潮的焊条。

4. 管道的焊接工艺要求

4.1 管道的焊接应符合现行国家标准《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》GB50236 的有关规定。

4.2 管子焊接时,应采取防风措施。

4.3 焊缝严禁强制冷却。

5. 在管道上开孔接支管时,开孔边缘距管道环焊缝不应小于 100mm;当小于 100mm 时,应对环焊缝进行射线探伤检测,且质量不应低于现行国家标准《无损检测金属管道熔接焊环向对接接头射线照相检测方法》GB/T12605 中的Ⅲ级;管道环焊缝与支架、吊架边缘之间的距离不应小于 50mm。

6. 管道对接焊缝质量应符合设计文件的要求,当设计文件无明确要求时应符合下列要求:

6.1 焊后应将焊缝表面及其附近的药皮、飞溅物清理干净,然后进行焊缝外观检查。

6.2 焊缝外观质量不应低于现行国家标准《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》GB50236 中的Ⅲ级焊缝质量标准。

6.3 对接焊缝内部质量采用射线探伤检测时,其质量不应低于现行国家标准《无损检测金属管道熔接焊环向对接接头射线照相检测方法》GB/T12605 中的Ⅲ级焊缝质量标准。

检查数量:当管道明设或暗封敷设时,焊缝外观质量应 100% 检查,焊缝内部质量的检查比例不少于 5% 且不少于 1 个连接部位。当管道暗埋敷设时,焊缝外观和内部质量应 100% 检查。

(五) 钢管焊接质量检验不合格的部位必须返修至合格。设计文件要求对焊缝质量进行无损检测时,对检验出现不合格的焊缝,应按下列规定检验与评定:

1. 每出现一道不合格焊缝,应再抽检两道该焊工所焊的同一批焊缝,当这两道焊缝均合格时,应认为检验所代表的这一批焊缝合格。

2. 当第二次抽检仍出现不合格焊缝时,每出现一道不合格焊缝应再抽检两道该焊工所焊的同一批焊缝,再次检验的焊缝均合格时,可认为检验所代表的这一批焊缝合格。

3. 当仍出现不合格焊缝时,应对该焊工所焊全部同批的焊缝进行检验并应对其他批次的焊缝加大检验比例。

(六) 法兰焊接结构及焊缝成型应符合国家现行标准《管路法兰技术条件》JB/T74 的有关规定。

(七) 铝塑复合管的连接应符合下列规定:



1. 铝塑复合管的质量应符合现行国家标准《铝塑复合压力管》GB/T18997 的规定。铝塑复合管连接管件的质量应符合国家现行标准《铝塑复合管用卡压式管件》CJ/T190 和《铝塑复合管用卡套式铜制管接头》CJ/T111 的规定。并应附有质量合格证书。

2. 连接用的管件应与管材配套，并应用专用工具进行操作。

3. 应使用专用刮刀将管口处的聚乙烯内层削坡口，坡口角度为  $20^{\circ} \sim 30^{\circ}$ ，深度为  $\sim 1.5\text{mm}$ ，且应用清洁的纸或布将坡口残屑擦干净。

4. 连接时应将管口整圆，并修整管口毛刺，保证管口端面与管轴线垂直。

(八) 可燃气体检测报警器与燃具或阀门的水平距离应符合下列规定：

1. 当燃气相对密度比空气轻时，水平距离应控制在  $\sim 8.0\text{m}$  范围内，安装高度应距屋顶  $0.3\text{m}$  之内，且不得安装于燃具的正上方。

2. 当燃气相对密度比空气重时，水平距离应控制在  $\sim 4.0\text{m}$  范围内，安装高度应距地面  $0.3\text{m}$  以内。

(八) 室内燃气管道严禁作为接地导体或电极。

沿屋面或外墙明敷的室内燃气管道，不得布置在屋面上的檐角、屋檐、屋脊等易受雷击部位。当安装在建筑物的避雷保护范围内时，应每隔  $25\text{m}$  至少与避雷网采用直径不小于  $8\text{mm}$  的镀锌圆钢进行连接，焊接部位应采取防腐措施，管道任何部位的接地电阻值不得大于  $10\Omega$ ；当安装在建筑物的避雷保护范围外时，应符合设计文件的规定。

### 三、质量要求及措施

(一) 管道的耐压强度和严密性试验结果及管材、器具的型号、规格必须符合设计要求。

(二) 管道的坡度必须符合设计要求。按系统内直线管段长度每  $30\text{m}$  抽查 2 段，不足  $30\text{m}$  不少于 1 段；有分隔墙的建筑，以隔墙为分段数，抽查 5%。但不少于 5 段。

(三) 管道及管道支坐（墩）严禁铺设在冻土和未经处理的松土上。

(四) 煤气引入管和室内煤气管道与其它各类管线、电力电缆、电线和电气开关的最小水平、垂直和交叉净距，必须符合设计要求或下表规定。

表 19-3 埋地煤气管与其它相邻管道及电缆间的最小水平净距 (mm)

序号	项目		水平净距
1	与给、排水管		1000
2	与供热管的管沟外壁		
3	与电力电缆		
4	与通讯电缆	直 埋	
		在导管内	

表 19-4 埋地煤气管与其它相邻管道及电缆间的最小垂直净距 (mm)

序号	项 目	垂直净距（当有套管时，以套管计）	
1	与给、排水管	150	
2	与供热管的管沟底或顶部	150	
3	与电缆	直埋	600
		在导管内	150

表 19-5 煤气管与相邻管道及电线、电表箱、电气开关接头之间的距离 (mm)

类别走向	煤气管与给、排水、采暖和热水供应管道的间距	煤气管与电线的间距	煤气管与配电箱、盘的距离	煤气管与电气开关和接头的距离
同一平面	$\geq 50$	$\geq 50$	$\geq 0.3$	$\geq 0.15$
不同平面	$\geq 10$	$\geq 20$	$\geq 0.3$	$\geq 0.15$

(五)镀锌碳素钢管道与非镀锌碳素钢管道的连接,要求碳素钢管的螺纹加工精度符合国标《管螺纹》规定,螺纹清洁规整,无断丝或缺丝,连接牢固,管螺纹根部有外露螺纹,镀锌碳素钢管无焊口,螺纹无断丝。镀锌碳素钢管和管件的镀锌层无破损,螺纹露出部分防腐蚀良好,接口处无外露麻头等缺陷。

(六)碳素钢管的法兰连接应对接平行、紧密,与管子中心线垂直。螺杆露出螺母长度一致,且不大于螺杆直径的二分之一,螺母在同侧,衬垫材质符合设计要求和施工规范规定。

(七)非镀锌碳素钢管的焊接焊口平直,焊波均匀一致,焊缝表面无结瘤、夹渣和气孔。焊缝加强面符合施工规范规定。

(八)管道支(吊、托)架及管座(墩)的安装应构造正确,埋设平正牢固,排列整齐。支架与管道接触紧密。

(九)阀门安装:型号、规格、耐压和严密性试验符合设计要求。位置、进出口方向正确,连接牢固、紧密、启闭灵活,朝向合理,表面洁净。

(十)装在墙壁和楼板内的套管要求:楼板内套管,顶部高出地面不少于 20mm,底部与天棚面齐平,墙壁内的套管两端与饰面平,固定牢固,管口齐平,环缝均匀。

(十一)埋地管道的防腐层材质和结构符合设计要求和施工规范规定,卷材与管道以及各层卷材间粘贴牢固,表面平整,无皱折、空鼓、滑移和封口不严等缺陷。

(十二)管道和金属支架的油漆种类和涂刷遍数符合设计要求,附着良好,无脱皮、起泡和漏涂,漆膜厚度均匀,色泽一致,无流淌及污染现象。

## 第七节 分部工程验收

一、根据 GB50300-2013《建筑工程施工质量验收统一标准》分部工程、分项工程的划分,由监理工程师组织施工单位项目专业质量(技术)负责人对检验批、分项工程进行验收。

二、由总监理工程师组织施工单位项目负责人和技术、质量负责人对分部工程进行验收。

## 第二十章 通风与空调工程

### 第一节 风管及部件原材料

一、通风与空调工程施工应根据施工图及相关产品技术文件的要求进行,使用的材料与设备应符合设计要求及国家现行有关标准的规定。严禁使用国家明令禁止使用或淘汰的材料与设备。

二、通风与空调工程所使用的材料与设备应有中文质量证明文件,并齐全有效。质量证明文件应反映材料与设备的品种、规格、数量和性能指标,并与实际进场材料和设备相符。设备的型式检验报告应为该产品系列,并应在有效期内。

三、材料与设备进场时,施工单位应对其进行检查和试验,合格后报请监理工程师(建设单位代表)进行验收,填写材料(设备)进场验收记录。未经监理工程师(建设单位代表)验收合格的材料与设备,不应在工程中使用。

四、通风与空调工程使用的绝热材料和风机盘管进场时,应按现行国家标准《建筑节能工程施工质量验收规范》GB50411的有关要求进行见证取样检验。

(一) 产品技术文件是指材料与设备的使用技术要求等文件,是材料与设备生产企业配套供应的质量证明文件。在选择材料与设备时,应按设计要求的技术参数进行选择,同时应满足现行国家标准《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243及《建筑节能工程施工质量验收规范》GB50411等国家标准的有关要求。有些材料与设备,行业主管部门也出台了相应的产品技术标准,所以在选用上,也要符合该产品技术标准的规定。

(二) 材料包括工程中使用的材料、成品、半成品及构配件等。

(三) 质量证明文件是指产品合格证、质量合格证、检验报告、试验报告、产品生产许可证和质量保证书等的总称。

(四) 各类管材、板材等型材应有材质检测报告。

(五) 风管部件、水管管件、法兰等应有出厂合格证。

(六) 焊接材料和胶粘剂等应有出厂合格证、使用期限及检验报告。

(七) 阀门、开(闭)式水箱(罐)、分(集)水器、除污器、过滤器、软接头、绝热材料、衬垫等应有产品出厂合格证及相应检验报告。

(八) 制冷(热泵)机组、空调机组、风机、水泵、热交换器、冷却塔、风机盘管、诱导器、水处理设备、加湿器、空气幕、消声器、补偿器、防火阀、防排烟风口等应有产品合格证和型式检验报告,型式检验报告应为同系列定型产品,不同系列的产品应分别具有该系列产品的型式检验报告。

(九) 压力表、温度计、湿度计、流量计(表)、传感器等应有产品合格证和有效检测报告。

(十) 主要设备应有中文安装使用说明书。

(十一) 材料与设备进场时, 施工单位应自行检验, 合格后才能报请监理工程师(建设单位代表) 验收。同时强调, 工程中使用的所有材料与设备, 均应经监理工程师(建设单位代表) 验收合格。

## 第二节 风管系统制作安装

### 一、风管制作应符合下列规定:

(一) 风管制作在干净、专门的预制场地内进行, 风管预制车间地面敷设橡胶垫。

(二) 风管和部件的板材选用依据设计要求和规范规定制作。

(三) 风管道与部件的加工制作顺序为: 材料检验→展开下料→咬口→折方→合缝。

(四) 风管加工所用板材须有出厂证和材质分析报告, 板材外观要求平整, 厚度均匀, 无腐蚀和镀锌层剥落现象; 风管制作采用剪板机下料, 折方机折方, 咬口机咬口, 压口机合缝, 局部采用手工操作。

(五) 风管加工尺寸: 矩形风管的制作尺寸以外边长为准; 圆形风管尺寸以外径为准。

(六) 风管拼接形式如图 20-1 所示。风管的板材拼接采用单咬口; 圆形风管的闭合缝采用单咬口, 弯管的横向缝采用立咬口; 矩形风管转角缝采用联合角咬口。

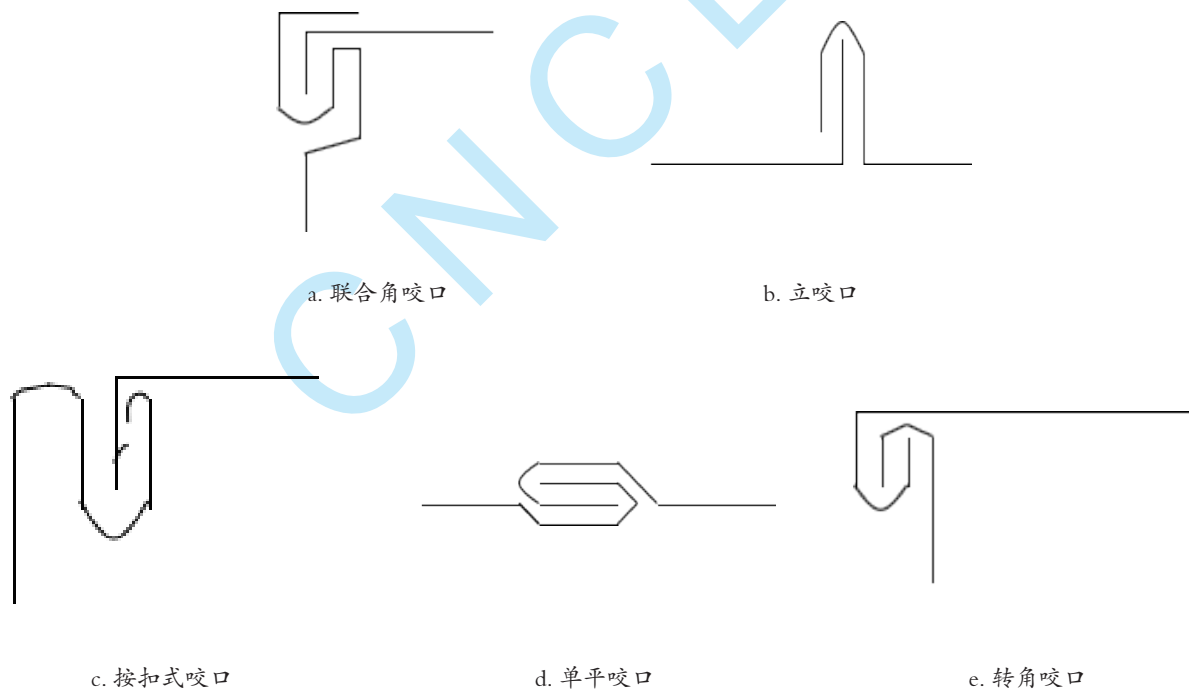


图 20-1 风管拼接形式

(七) 当矩形风管边长大于或等于 630mm 和保温风管边长大于或等于 800mm, 且其管段长度大于 1200mm 时, 均应采取加固措施。风管的加固示意图如图 20-2。

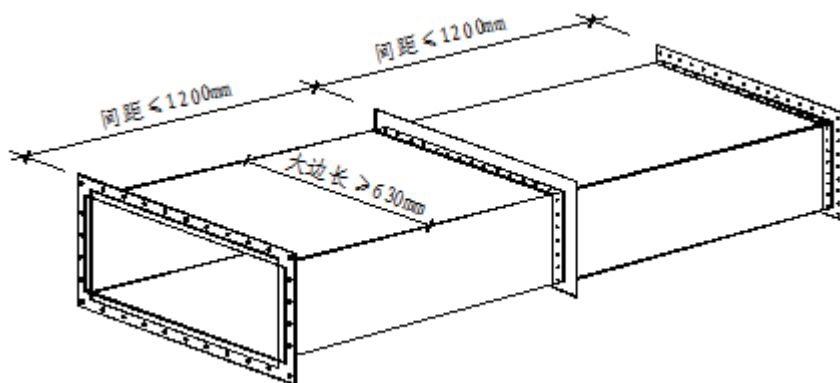


图 20-2 风管加固示意图（角钢法兰加固）

（八）风管的风量、风压测定孔在风管安装之前设于设计要求的部位。

（九）法兰制作先核对几何尺寸，找好平整度，对于相同尺寸的法兰，统一制作，统一钻孔，保证法兰具有互换性，具体尺寸如表 1。

表 20-1 矩形风管法兰用料规格（mm）

风管长边尺寸	法兰用料规格（角钢）
$\geq 630$	$25 \times 3$
$670 \sim 1250$	$30 \times 4$
$1320 \sim 2500$	$40 \times 4$

1. 矩形法兰的制作：矩形法兰由四块角钢拼成，画线下料时，注意使焊接后法兰的内边不能小于风管的外边尺寸，达到允许的偏差值。角钢切断采用切割机，切割后磨掉角钢两端毛刺，在平台上进行法兰的焊接。法兰焊接时先进行点焊，点焊后进行测量和变形调整，使法兰的两条对角线相等。然后再进行法兰的满焊。矩形法兰钻孔时先按规定的螺栓、铆钉数量画线分孔，用样冲定点后，将两个相配的法兰用夹子夹在一起，在台钻上钻出螺栓孔、铆钉孔。法兰制作见下图 20-3：

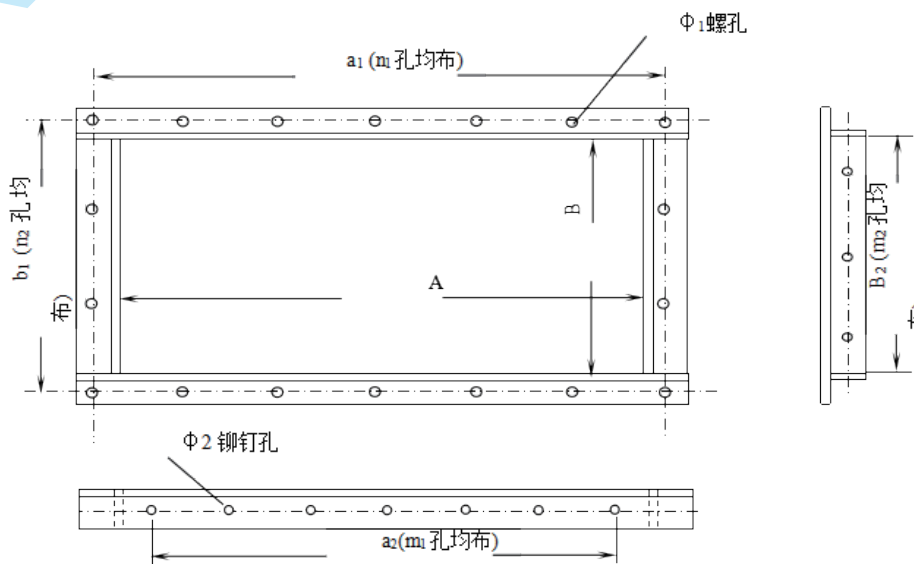


图 20-3 矩形法兰制作示意图

2. 圆形法兰的制作 圆形风管的法兰采用机械煨制成型, 煨好的法兰, 待冷却后, 稍加找圆平整, 就可以焊接和钻孔。圆形风管的钻孔方法同矩形法兰。

(十) 风管支吊架的制作如表 20-2、表 20-3 所示。

表 20-2 采用角钢制作不保温风管的吊架规格 (mm)

$\begin{matrix} A \\ B \end{matrix}$	120 ~ 200	250 ~ 500	630 ~ 1000	1250 ~ 2000
120 ~ 200	40 × 4	45 × 4	56 × 4	75 × 5
250 ~ 500	40 × 4	45 × 4	63 × 4	75 × 5
630 ~ 1000	50 × 4	56 × 4	70 × 4	80 × 6
1250 ~ 2000	63 × 4	63 × 5	70 × 5	90 × 6

注: 吊架吊杆采用  $\phi 8$  的圆钢。

表 20-3 采用角钢制作保温风管的吊架规格 (mm)

$\begin{matrix} A \\ B \end{matrix}$	120 ~ 200	250 ~ 500	630 ~ 1000	1250 ~ 2000
120 ~ 200	45 × 4	50 × 4	70 × 4	90 × 8
250 ~ 500	50 × 4	63 × 5	75 × 5	—
630 ~ 1000	63 × 4	63 × 5	80 × 5	—
1250 ~ 2000	75 × 6	75 × 6	90 × 7	—

注: 吊架吊杆采用  $\phi 8$  的圆钢。

(十一) 风管、部件和设备的支吊托架、基础的钢制构件, 在除锈后涂防锈底漆两道, 外露部分涂面漆两道。

## 二、风管与部件制作质量检查

(一) 风管与配件制作完毕之后应依据施工规范和设计要求规定进行用料和制作误差检查。首先检查风管制作所用材质、规格是否符合规范和设计要求; 其次检查风管的咬口是否平整、严密; 第三检查其制作误差是否符合规范规定; 其制作尺寸允许偏差及检查方法见表 20-4;

表 20-4 风管与配件制作尺寸允许偏差及检查方法 (mm)

风管与配件外径 (外边长)	制作尺寸允许偏差	检查方法
$\leq 300\text{mm}$	-1 ~ 0mm	尺量检查
$> 300\text{mm}$	-2 ~ 0mm	尺量检查

(二) 法兰的制作质量检查: 首先检查法兰的材质和用料是否符合设计要求和规范规定; 其次检查法兰的制作允许偏差以及法兰螺栓孔的间距是否符合施工规范规定, 法兰制作允许偏差检查依据见表 20-5;

表 20-5 法兰制作允许偏差检查依据 (mm)

法兰制作质量检查项目	制作尺寸允许偏差	检查方法
法兰内径或内边长尺寸	+1 ~ +3	尺量检查
法兰平面度	2	塞尺检查
矩形法兰对角线	$\leq 3$	尺量检查
法兰螺栓、铆钉孔的间距	低压、中压 $\leq 150$	尺量检查
	高压系统 $\leq 100$	

(三) 检查中发现不符合设计要求和规范规定的风管或法兰应重新进行整改, 直至达到符合

规定。然后将检查合格的风管与配件和法兰进行组配。

### 三、风管的组配

风管与法兰的翻边铆接：铆接矩形风管法兰时，在平钢板上进行，先把两端法兰连接在风管上，并使管端露出法兰 10mm，然后将法兰和风管铆接在一起，铆好后，再用小锤将管端翻边，使风管翻边平整并紧贴法兰，且保证翻边宽度不小于 7mm。将铆接好法兰的风管按规范要求铆好加固框，编上标号，同时按设计要求安装风量、风压及温度测定孔，避免因安装后高空作业打孔，使风管变形不易修整。

### 四、风管道与部件的安装

（一）风管安装前，先检查风管穿越楼板，墙孔的尺寸，标高和标定支吊架的位置等是否符合要求。

（二）吊架之间的间距为 3m，对于不足 3m 长的管道在其两端各设一吊架。保温风管为防止冷桥产生在风管和吊架之间加设垫木，垫木的厚度同保温层。风管的吊架安装如图 20-4 所示。

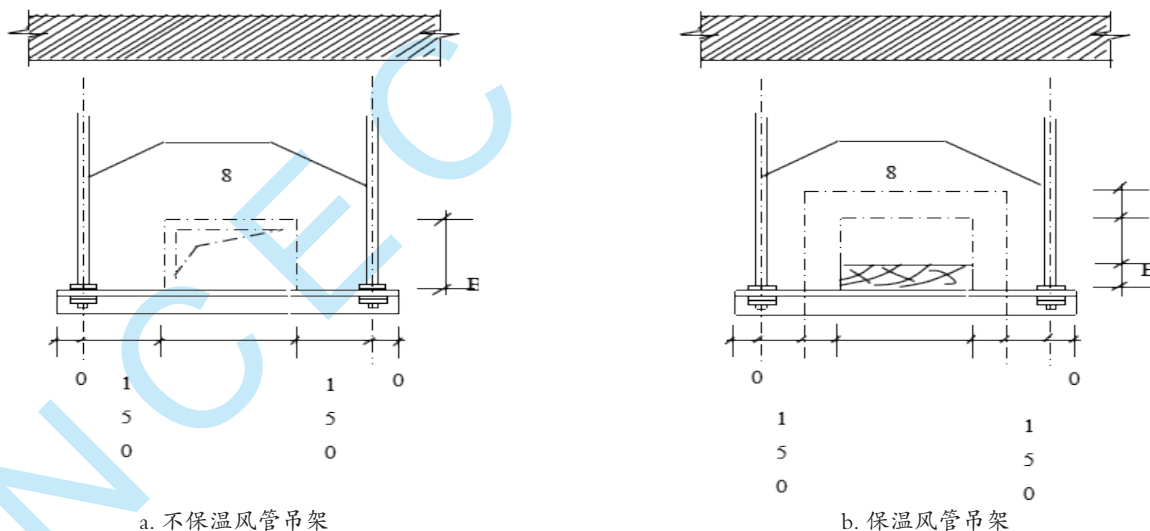


图 20-4 风管的吊架安装

（三）风管安装前，必须经过预组装并检查合格后，方可按编写的顺序进行安装就位。

（四）法兰填料依据设计规定，如设计无规定时采用  $\delta=5\text{mm}$  闭孔乳胶海绵橡胶板，为保证法兰连接的严密性，闭孔乳胶海绵橡胶板接头采用梯形或楔形连接，如图 20-5 所示。法兰连接时，连接法兰的螺母设在同一侧。



图 20-5 闭孔乳胶海绵橡胶板的在法兰角处的连接形式

(五) 风管及部件安装前将管内外的积尘及污物清除,用聚乙烯薄膜封好两端,保持管内清洁,经清洗干净包装密封的风管及其部件,安装前不得拆卸。

(六) 风管的支吊架要避开风口、风阀、法兰、检查门等部件位置,配件的可卸接口不允许安装在墙洞或楼板内,支吊架与风管之间设垫木。

(七) 消声器安装的方向保证正确,且不得损坏和受潮。消声器单独设支架,避免其重量由风管承受。

(八) 防火阀安装前,检查其型号和位置是否符合设计要求、有无产品合格证,防火阀易熔片要迎气流方向安装,为防止易熔片脱落,易熔片在系统安装后再装,安装后做动作试验,另外防火阀安装时单独设支架。

(九) 依据设计要求的位置安装排烟阀、排烟口及手控装置(包括预埋导管),排烟阀安装后做动作试验,检查其手动、电动操作是否灵敏、可靠,阀体关闭是否严密。

(十) 进排风机,空调机的风管进出口与风管的连接处采用柔性软管,软管的取150~250mm,且软管的接缝处要保持严密和牢固,且禁止软管变径。风口安装时,保证风口与风管连接的严密、牢固;风口的边框与建筑装饰面贴实;安装完毕的风口外表面保证其平整不变形,调节灵活。

(十一) 安装过程中振动和噪音的预防 振动和噪音的预防是安装过程中一个重点,安装过程中风管的振动和噪音的预防主要从以下几个方面着手:

空调机组、风机和风管相连接的软接头的安装做到松紧适度,避免因软接过松减小进出口面积,而引起噪声和振动。

为防止风管振动,在每个系统风管的转弯处、与空调设备和风口的连接处设固定支架。

## 五、风管系统的验收

### (一) 一般规定

1. 风管系统安装后应进行严密性检验,合格后方可交付下道工序。风管系统严密性检验应以主、干管为主,并应符合《通风与空调工程施工质量验收规范 GB50243-2016》附录C的规定。

2. 风管系统支、吊架采用膨胀螺栓等胀锚方法固定时,施工应符合该产品技术文件的要求。

3. 净化空调系统风管及其部件的安装,应在该区域的建筑地面工程施工完成,且室内具有防尘措施的条件下进行。

### (二) 主控项目

1. 风管系统支、吊架的安装应符合下列规定:

1.1 预埋件位置应正确、牢固可靠,埋入部分应去除油污,且不得涂漆。

1.2 风管系统支、吊架的形式和规格应按工程实际情况选用。

1.3 风管直径大于2000mm或边长大于2500mm风管的支、吊架的安装要求,应按设计要求执行。

检查数量:按I方案。检查方法:查看设计图、尺量、观察检查。

注:产品合格率大于或等于95%的抽样评定方案,应定为第I抽样方案(以下简称I方案),主



要适用于主控项目；产品合格率大于或等于 85% 的抽样评定方案，应定为第 II 抽样方案（以下简称 II 方案），主要适用于一般项目。

2. 当风管穿过需要封闭的防火、防爆的墙体或楼板时，必须设置厚度不小于 1.6mm 的钢制防护套管。风管与防护套管之间应采用不燃柔性材料封堵严密。

检查数量：全数。检查方法：尺量、观察检查。

3. 风管安装必须符合下列规定：

3.1 风管内严禁其他管线穿越。

3.2 输送含有易燃、易爆气体或安装在易燃、易爆环境的风管系统必须设置可靠的防静电接地装置。

3.3 输送含有易燃、易爆气体的风管系统通过生活区或其他辅助生产房间时不得设置接口。

3.4 室外风管系统的拉索等金属固定件严禁与避雷针或避雷网连接。

检查数量：全数。检查方法：尺量、观察检查。

4. 外表温度高于 60℃，且位于人员易接触部位的风管，应采取防烫伤的措施。

检查数量：按 I 方案。检查方法：观察检查。

5. 净化空调系统风管的安装应符合下列规定：

5.1 在安装前风管、静压箱及其他部件的内表面应擦拭干净，且应无油污和浮尘。当施工停顿或完毕时，端口应封堵。

5.2 法兰垫料应采用不产尘、不易老化，且具有强度和弹性的材料，厚度应为 5mm ~ 8mm，不得采用乳胶海绵。法兰垫片宜减少拼接，且不得采用直缝对接连接，不得在垫料表面涂刷涂料。

5.3 风管穿过洁净室（区）吊顶、隔墙等围护结构时，应采取可靠的密封措施。

检查数量：按 I 方案。检查方法：观察、用白调布擦拭。

6. 集中式真空吸尘系统的安装应符合下列规定：

6.1 安装在洁净室（区）内真空吸尘系统所采用的材料应与所在洁净室（区）具有相容性。

6.2 真空吸尘系统的接口应牢固装设在墙或地板上，并应设有盖帽。

6.3 真空吸尘系统弯管的曲率半径不应小于 4 倍管径，且不得采用褶皱弯管。

6.4 真空吸尘系统三通的夹角不得大于 45°，支管不得采用四通连接。

6.5 集中式真空吸尘机组的安装，应符合现行国家标准《机械设备安装工程施工及验收通用规范》GB50231 的有关规定。

检查数量：全数。检查方法：尺量、观察检查。

7. 风管部件的安装应符合下列规定：

7.1 风管部件及操作机构的安装应便于操作。

7.2 斜插板风阀安装时，阀板应顺气流方向插入；水平安装时，阀板应向上开启。

7.3 止回阀、定风量阀的安装方向应正确。

7.4 防爆波活门、防爆超压排气活门安装时，穿墙管的法兰和在轴线视线上的杠杆应铅垂，活

门开启应朝向排气方向,在设计的超压下能自动启闭。关闭后,阀盘与密封圈贴合应严密。

7.5 防火阀、排烟阀(口)的安装位置,方向应正确。位于防火分区隔墙两侧的防火阀,距墙表面不应大于 200mm。

检查数量:按 I 方案。检查方法:吊垂、手板、尺量、观察检查。

8. 风口的安装位置应符合设计要求,风口或结构风口与风管的连接应严密牢固,不应存在可察觉的漏风点或部位,风口与装饰面贴合应紧密。X 射线发射房间的送、排风口应采取防止射线外泄的措施。

检查数量:按 I 方案。检查方法:观察检查。

9. 风管系统安装完毕后,应按系统类别要求进行施工质量外观检验。合格后,应进行风管系统的严密性检验,漏风量除应符合设计要求和本规范第 4.2.1 条的规定外,尚应符合下列规定:

9.1 当风管系统严密性检验出现不合格时,除应修复不合格的系统外,受检方应申请复验或复检。

9.2 净化空调系统进行风管严密性检验时, N1 级 ~ N5 级的系统按高压系统风管的规定执行; N6 级 ~ N9 级,且工作压力小于或等于 1500Pa 的,均按中压系统风管的规定执行。

检查数量:

微压系统,按工艺质量要求实行全数观察检验。

低压系统,按 II 方案实行抽样检验。

中压系统,按 I 方案实行抽样检验。

高压系统,全数检验。

检查方法:除微压系统外,严密性测试按本规范附录 C 的规定执行。

10. 当设计无要求时,人防工程染毒区的风管应采用大于或等于 3mm 钢板焊接连接;与密闭阀门相连接的风管,应采用带密封槽的钢板法兰和无接口的密封垫圈,连接应严密。

检查数量:全数。

检查方法:尺量、观察、查验检测报告。

11. 住宅厨房、卫生间排风道的结构、尺寸应符合设计要求,内表面应平整;各层支管与风道的连接应严密,并应设置防倒灌的装置。

检查数量:按 I 方案。

检查方法:观察检查。

12. 病毒实验室通风与空调系统的风管安装连接应严密,允许渗漏量应符合设计要求。

检查数量:全数。

检查方法:观察检查,查验现场漏风量检测报告。

### (三) 一般项目

1. 风管支、吊架的安装应符合下列规定:

1.1 金属风管水平安装,直径或边长小于或等于 400mm 时,支、吊架间距不应大于 4m;大于



400mm 时, 间距不应大于 3m。螺旋风管的支、吊架的间距可为 5m 与 3.75m; 薄钢板法兰风管的支、吊架间距不应大于 3m。垂直安装时, 应设置至少 2 个固定点, 支架间距不应大于 4m。

1.2 支、吊架的设置不应影响阀门、自控机构的正常动作, 且不应设置在风口、检查门处, 离风口和分支管的距离不宜小于 200mm。

1.3 悬吊的水平主、干风管直线长度大于 20m 时, 应设置防晃支架或防止摆动的固定点。

1.4 矩形风管的抱箍支架, 折角应平直, 抱箍应紧贴风管。圆形风管的支架应设托座或抱箍, 圆弧应均匀, 且应与风管外径一致。

1.5 风管或空调设备使用的可调节减振支、吊架, 拉伸或压缩量应符合设计要求。

1.6 不锈钢板、铝板风管与碳素钢支架的接触处, 应采取隔绝或防腐绝缘措施。

1.7 边长(直径)大于 1250mm 的弯头、三通等部位应设置单独的支、吊架。

检查数量: 按 II 方案。检查方法: 尺量、观察检查。

2. 风管系统的安装应符合下列规定:

2.1 风管应保持清洁, 管内不应有杂物和积尘。

2.2 风管安装的位置、标高、走向, 应符合设计要求。现场风管接口的配置应合理, 不得缩小其有效截面。

2.3 法兰的连接螺栓应均匀拧紧, 螺母宜在同一侧。

2.4 风管接口的连接应严密牢固。风管法兰的垫片材质应符合系统功能的要求, 厚度不应小于 3mm。垫片不应凸入管内, 且不宜突出法兰外; 垫片接口交叉长度不应小于 30mm。

2.5 风管与砖、混凝土风道的连接接口, 应顺着气流方向插入, 并应采取密封措施。风管穿出屋面处应设置防雨装置, 且不得渗漏。

2.6 外保温风管必须穿越封闭的墙体时, 应加设套管。

2.7 风管的连接应平直。明装风管水平安装时, 水平度的允许偏差应为  $3‰$ , 总偏差不应大于 20mm; 明装风管垂直安装时, 垂直度的允许偏差应为  $2‰$ , 总偏差不应大于 20mm。暗装风管安装的位置应正确, 不应有侵占其他管线安装位置的现象。

2.8 金属无法兰连接风管的安装应符合下列规定:

2.8.1 风管连接处应完整, 表面应平整。

2.8.2 承插式风管的四周缝腺应一致, 不应有折叠状褶皱。内涂的密封胶应完整, 外粘的密封胶带应粘贴牢固。

2.8.3 矩形薄钢板法兰风管可采用弹性插条、弹簧夹或 U 形紧固螺栓连接。连接固定的间隔不应大于 150mm, 净化空调系统风管的间隔不应大于 100mm, 且分布应均匀。当采用弹簧夹连接时, 宜采用正反交叉固定方式, 且不应松动。

2.8.4 采用平插条连接的矩形风管, 连接后板面应平整。

2.8.5 置于室外与屋顶的风管, 应采取与支架相固定的措施。

检查数量: 按 II 方案。

检查方法：尺量、观察检查。

3. 除尘系统风管宜垂直或倾斜敷设。倾斜敷设时，风管与水平夹角宜大于或等于  $45^\circ$ ；当现场条件限制时，可采用小坡度和水平连接管。含有凝结水或其他液体的风管，坡度应符合设计要求，并应在最低处设排液装置。

检查数量：按 I 方案。检查方法：尺量、观察检查。

4. 集中式真空吸尘系统的安装应符合下列规定：

4.1 吸尘管道的坡度宜大于或等于 5%，并应坡向立管、吸尘点或集尘器。

4.2 吸尘嘴与管道的连接，应牢固严密。

检查数量：按 I 方案。

检查方法：尺量、观察检查。

5. 柔性短管的安装，应松紧适度，目测平顺，不应有强制性的扭曲。可伸缩金属或非金属柔性风管的长度不宜大于 2m。柔性风管支、吊架的间距不应大于 1500mm，承托的座或箍的宽度不应小于 25mm，两支架间风道的最大允许下垂应为 100mm，且不应有死弯或塌凹。

检查数量：按 II 方案。

检查方法：尺量、观察检查。

6. 非金属风管的安装除应符合《通风与空调工程施工质量验收规范 GB50243-2016》第 6.3.2 条的规定外，尚应符合下列规定：

6.1 风管连接应严密，法兰螺栓两侧应加镀锌垫圈。

6.2 风管垂直安装时，支架间距不应大于 3m。

6.3 硬聚氯乙烯风管的安装尚应符合下列规定：

6.3.1 采用承插连接的圆形风管，直径小于或等于 200mm 时，插口深度宜为 40mm ~ 80mm，粘接处应严密牢固。

6.3.2 采用套管连接时，套管厚度不应小于风管壁厚，长度宜为 150mm ~ 250mm。

6.3.3 采用法兰连接时，垫片宜采用 3mm ~ 5mm 软聚氯乙烯板或耐酸橡胶板。

6.3.4 风管直管连续长度大于 20m 时，应按设计要求设置伸缩节，支管的重量不得由干管承受。

6.3.5 风管所用的金属附件和部件，均应进行防腐处理。

6.4 织物布风管的安装应符合下列规定：

6.4.1 悬挂系统的安装方式，位置、高度和间距应符合设计要求。

6.4.2 水平安装钢绳垂吊点的间距不得大于 3m。长度大于 15m 的钢绳应增设吊架或可调节的花篮螺栓。风管采用双钢绳垂吊时，两绳应平行，间距应与风管的吊点相一致。

6.4.3 滑轨的安装应平整牢固，目测不应有扭曲；风管安装后应设置定位固定。

6.4.4 织物布风管与金属风管的连接处应采取防止锐口划伤的保护措施。

6.4.5 织物布风管垂吊吊带的间距不应大于 1.5m，风管不应呈现波浪形。

检查数量：按 II 方案。



检查方法：尺量、观察检查。

7. 复合材料风管的安装除应符合《通风与空调工程施工质量验收规范 GB50243-2016》第 6.3.6 条的规定外，尚应符合下列规定：

7.1 复合材料风管的连接处，接缝应牢固，不应有孔洞和开裂。当采用插接连接时，接口应匹配，不应松动，端口缝隙不应大于 5mm。

7.2 复合材料风管采用金属法兰连接时，应采取防冷桥的措施。

7.3 酚醛铝箔复合板风管与聚氨酯铝箔复合板风管的安装，尚应符合下列规定：

7.3.1 插接连接法兰的不平整度应小于或等于 2mm，插接连接条的长度应与连接法兰齐平，允许偏差应为 -2mm ~ 0。

7.3.2 插接连接法兰四角的插条端头与护角应有密封胶封堵。

7.3.3 中压风管的插接连接法兰之间应加密封垫或采取其他密封措施。

7.4 玻璃纤维复合板风管的安装应符合下列规定：

7.4.1 风管的铝馆复合面与丙烯酸等树脂涂层不得损坏，风管的内角接缝处应采用密封胶勾缝。

7.4.2 榫连接风管的连接应在榫口处涂胶粘剂，连接后在外接缝处应采用扒钉加固，间距不宜大于 50mm，并宜采用宽度大于或等于 50mm 的热敏胶带粘贴密封。

7.4.3 采用槽形插接等连接构件时，风管端切口应采用铝箔胶带或刷密封胶封堵。

7.4.4 采用槽型钢制法兰或插条式构件连接的风管，风管外壁钢抱箍与内壁金属内套，应采用镀锌螺栓固定，螺孔间距不应大于 120mm，螺母应安装在风管外侧。螺栓穿过的管壁处应进行密封处理。

7.4.5 风管垂直安装宜采用“井”字形支架，连接应牢固。

7.5 玻璃纤维增强氯氧镁水泥复合材料风管，应采用黏结连接。直管长度大于 30m 时，应设置伸缩节。

检查数量：按 II 方案。

检查方法：尺量、观察检查。

8. 风阀的安装应符合下列规定：

8.1 风阀应安装在便于操作及检修的部位。安装后，手动或电动操作装置应灵活可靠，阀板关闭应严密。

8.2 直径或长边尺寸大于或等于 630mm 的防火阀，应设独立支、吊架。

8.3 排烟阀（排烟口）及手控装置（包括钢索预埋套管）的位置应符合设计要求。钢索预埋套管弯管不应大于 2 个，且不得有死弯及瘪陷；安装完毕后应操控自如，无卡涩等现象。

8.4 除尘系统吸人管段的调节阀，宜安装在垂直管段上。

8.5 防爆波悬摆活门、防爆超压排气活门和自动排气活门安装时，位置的允许偏差应为 10mm，标高的允许偏差应为 ±5mm，框正、侧面与平衡锤连杆的垂直度允许偏差应为 5mm。

检查数量：按 II 方案。

检查方法：尺量、观察检查。

9. 排风口、吸风罩(柜)的安装应排列整齐、牢固可靠,安装位置和标高允许偏差应为±10mm,水平度的允许偏差应为3%,且不得大于20mm。

检查数量：按Ⅱ方案。

检查方法：尺量、观察检查。

10. 风帽安装应牢固,连接风管与屋面或墙面的交接处不应渗水。

检查数量：按Ⅱ方案。

检查方法：尺量、观察检查。

11. 消声器及静压箱的安装应符合下列规定：

11.1 消声器及静压箱安装时,应设置独立支吊架,固定应牢固。

11.2 当回风箱作为消声静压箱时,回风口处应设置过滤网。

检查数量：按Ⅰ方案。

检查方法：观察检查。

12. 风管内过滤器的安装应符合下列规定：

12.1 过滤器的种类、规格应符合设计要求。

12.2 过滤器应便于拆卸和更换。

12.3 过滤器与框架及框架与风管或机组壳体之间连接应严密。

检查数量：按Ⅱ方案。

检查方法：观察检查。

13. 风口的安装应符合下列规定：

13.1 风口表面应平整、不变形,调节应灵活、可靠。同一厅室、房间内的相同风口的安装高度应一致,排列应整齐。

13.2 明装无吊顶的风口,安装位置和标高允许偏差应为10mm。

13.3 风口水平安装,水平度的允许偏差应为3%。

13.4 风口垂直安装,垂直度的允许偏差应为2%。

检查数量：按Ⅱ方案。

检查方法：尺量、观察检查。

14. 洁净室(区)内风口的安装除应符合本规范第6.3.13的规定外,尚应符合下列规定：

14.1 风口安装前应擦拭干净,不得有油污、浮尘等。

14.2 风口边框与建筑顶棚或墙壁装饰面应紧贴,接缝处应采取可靠的密封措施。

14.3 带高效空气过滤器的送风口,四角应设置可调节高度的吊杆。

检查数量：按Ⅱ方案。检查方法：查验成品质量合格证明文件,观察检查。

### 第三节 风机与设备安装

#### 一、施工流程

设备开箱检查→定位放线→支吊架制作→风机吊装→风管连接→调试。

#### 二、施工工艺

(一) 风机安装前, 根据设计图纸对设备进行全面检查, 坐标、标高、支吊架形式及尺寸符合设备安装要求。

(二) 风机设备安装前, 应将轴承、传动部位及调节机构进行拆卸、清洗, 装配后使其转动, 调节灵活。

(三) 风机叶轮旋转平稳, 停转后不得每次停留在同一位置。

(四) 风机须单独设支吊架, 其出口安装方向正确。

(五) 安装隔振器的地面平整, 各组隔振器承受荷载的压缩量均匀, 高度误差小于 2mm。固定通风机的地脚螺栓拧紧, 并有防松动措施。

(六) 风机传动装置的外露部位以及直通大气的进、出口, 必须装设防护罩(网)或采取其他安全措施。

(七) 噪音要求高的工程采用弹簧减振支架, 应严格按设计要求的减振器型号、数量和位置进行安装并找平找正, 不偏心。风机前后采用软接连接, 软接长度不大于 250mm, 软接材料要满足系统功能要求。

(八) 整装设备在起吊和下落时, 要缓慢行动, 注意周围环境, 不破坏其它建筑物、设备和砸压伤手脚。

#### 三、注意要点

(一) 风机运转中皮带滑下或产生跳动。应检查两皮带轮是否找正, 并在一条中线上, 或调整两皮带轮的距离; 如皮带过长应更换。

(二) 风机产生与转速相符的振动。应检查叶轮重量是否对称, 或叶片上是否有附着物; 双进通风机应检查两侧过气量是否相等。

(三) 通风机和电动机整体振动。应检查地脚螺栓是否松动, 机座是否紧固; 与通风机相连的风管是否加支撑固定; 柔性短管是否过紧。

(四) 用型钢制作的风机支座, 焊接后应保证支座的平整, 若有扭曲, 校正好后方能安装。

(五) 风机减震器所承受压力不均。应适当调整减震器的位置, 或检查减震器的底板是否同基础固定。

### 第四节 冷热源与辅助设备安装

#### 一、一般规定

(一) 制冷(热)设备、附属设备管道、管件及阀门等产品的性能及技术参数应符合设计要求,设备机组的外表不应有损伤,密封应良好,随机文件和配件应齐全。

(二) 与制冷(热)机组配套的蒸汽、燃油、燃气供应系统,应符合设计文件和产品技术文件的要求,并应符合国家现行标准的有关规定。

(三) 制冷机组本体的安装、试验、试运转及验收应符合现行国家标准《制冷设备、空气分离设备安装工程施工及验收规范》GB50274的有关规定。

(四) 太阳能空调机组的安装应符合现行国家标准《民用建筑太阳能空调工程技术规范》GB50787的有关规定。

## 二、主控项目

(一) 制冷机组及附属设备的安装应符合下列规定:

1. 制冷(热)设备、制冷附属设备产品性能和技术参数应符合设计要求,并应具有产品合格证书、产品性能检验报告。

2. 设备的混凝土基础应进行质量交接验收,且应验收合格。

3. 设备安装的位置、标高和管口方向应符合设计要求。采用地脚螺栓固定的制冷设备或附属设备,垫铁的放置位置应正确,接触应紧密,每组垫铁不应超过3块;螺栓应紧固,并应采取防松动措施。

4. 检查数量:全数检查。

检查方法:观察、核对设备型号、规格;查阅产品质量合格证书、性能检验报告和施工记录。

(二) 制冷剂管道系统应按设计要求或产品要求进行强度、气密性及真空试验,且应试验合格。

检查数量:全数检查。检查方法:观察、旁站、查阅试验记录。

(三) 直接膨胀蒸发式冷却器的表面应保持清洁、完整,空气与制冷剂应呈逆向流动;冷却器四周的缝隙应堵严,冷凝水排放应畅通。

检查数量:全数检查。检查方法:观察检查。

(四) 燃油管道系统必须设置可靠的防静电接地装置。

检查数量:全数检查。

检查方法:观察、查阅试验记录。

(五) 燃气管道的安装必须符合下列规定:

1. 燃气系统管道与机组的连接不得使用非金属软管。

2. 当燃气供气管道压力大于5kPa时,焊缝无损检测应按设计要求执行;当设计无规定时,应对全部焊缝进行无损检测并合格。

3. 燃气管道吹扫和压力试验的介质应采用空气或氮气,严禁采用水。

检查数量:全数检查。检查方法:观察、查阅压力试验与无损检测报告。

(六) 组装式的制冷机组和现场充注制冷剂的机组,应进行系统管路吹污、气密性试验、真空试验和充注制冷剂检漏试验,技术数据应符合产品技术文件和国家现行标准的有关规定。



检查数量：全数检查。

检查方法：旁站观察，查阅试验及试运行记录。

（七）蒸汽压缩式制冷系统管道。管件和阀门的安装应符合下列规定：

1. 制冷系统的管道、管件和阀门的类别、材质、管径、壁厚及工作压力等应符合设计要求，并应具有产品合格证书、产品性能检验报告。
2. 法兰、螺纹等处的密封材料应与管内的介质性能相适应。
3. 制冷循环系统的液管不得向上装成“口”形；除特殊回油管外，气管不得向下装成“U”形；液体支管引出时，必须从干管底部或侧面接出；气体支管引出时，应从干管顶部或侧面接出；有两根以上的支管从干管引出时，连接部位应错开，间距不应小于2倍支管直径，且不应小于200mm。
4. 管道与机组连接应在管道吹扫、清洁合格后进行。与机组连接的管路上应按设计要求及产品技术文件的要求安装过滤器、阀门、部件、仪表等，位置应正确、排列应规整；管道应设独立的支吊架；压力表距阀门位置不宜小于200mm。
5. 制冷设备与附属设备之间制冷剂管道的连接，制冷剂管道坡度坡向应符合设计及设备技术文件的要求。当设计无要求时，应符合规范规定。
6. 制冷系统投入运行前，应对安全阀进行调试校核，开启和回座压力应符合设备技术文件要求。
7. 系统多余的制冷剂不得向大气直接排放，应采用回收装置进行回收。

检查数量：按 I 方案。

检查方法：核查合格证明文件，观察、尺量，查阅测量、调试校核记录。

（八）氨制冷机应采用密封性能良好、安全性好的整体式冷水机组。除磷青铜材料外，氨制冷剂的管道、附件、阀门及填料不得采用铜或铜合金材料，管内不得镀锌。氨系统管道的焊缝应进行射线照相检验，抽检率应为10%，以质量不低于M1级为合格。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察检查，查阅探伤报告和试验记录。

（九）多联机空调（热泵）系统的安装应符合下列规定：

1. 多联机空调（热泵）系统室内机、室外机产品的性能、技术参数等应符合设计要求，并应具有出厂合格证、产品性能检验报告。
2. 室内机、室外机的安装位置、高度应符合设计及产品技术的要求，固定应可靠。室外机的通风条件应良好。
3. 制冷剂应根据工程管路系统的实际情况，通过计算后进行充注。
4. 安装在户外的室外机组应可靠接地，并应采取防雷保护措施。

检查数量：按 I 方案。

检查方法：旁站、观察检查和查阅试验记录。

（十）空气源热泵机组的安装应符合下列规定：

1. 空气源热泵机组产品的性能、技术参数应符合设计要求, 并应具有出厂合格证、产品性能检验报告。

2. 机组应有可靠的接地和防雷措施, 与基础间的减振应符合设计要求。

3. 机组的进水侧应安装水力开关, 并应与制冷机的启动开关连锁。

检查数量: 全数检查。

检查方法: 旁站、观察和查阅产品性能检验报告。

(十一) 吸收式制冷机组的安装应符合下列规定:

1. 吸收式制冷机组的产品的性能、技术参数应符合设计要求。

2. 吸收式机组安装后, 设备内部应冲洗干净。

3. 机组的真空试验应合格。

4. 直燃型吸收式制冷机组排烟管的出口应设置防雨帽、防风罩和避雷针, 燃油油箱上不得采用玻璃管式油位计。

检查数量: 全数检查。

检查方法: 旁站、观察, 查阅产品性能检验报告和施工记录。

### 三、一般项目

(一) 制冷(热)机组与附属设备的安装应符合下列规定:

1. 设备与附属设备安装允许偏差和检验方法应符合表的规定。

表 20-6 设备与附属设备安装允许偏差和检验方法

项次	项目	允许偏差	检验方法
1	平面位置	10mm	经纬仪或控线或尺量检查
2	标高	± 10mm	水准仪或经纬仪, 控线和尺量检查

2. 整体组合式制冷机组机身纵、横向水平度的允许偏差应为 1%。当采用垫铁调整机组水平度时, 应接触紧密并相对固定。

3. 附属设备的安装应符合设备技术文件的要求, 水平度或垂直度允许偏差应为 1%。

4. 制冷设备或制冷附属设备基(机)座下减振器的安装位置应与设备重心相匹配, 各个减振器的压缩量应均匀一致, 且偏差不应大于 2mm。

5. 采用弹性减振器的制冷机组, 应设置防止机组运行时水平位移的定位装置。

6. 冷热源与辅助设备的安装位置应满足设备操作及维修的空间要求, 四周应有排水设施。

检查数量: 按 II 方案。

检查方法: 水准仪、经纬仪、拉线和尺量检查, 查阅安装记录。

(二) 模块式冷水机组单元多台并联组合时, 接口应牢固、严密不漏, 外观应平整完好, 目测无扭曲。

检查数量: 全数检查。

检查方法: 尺量、观察检查。



(三) 制冷剂管道、管件的安装应符合下列规定：

1. 管道、管件的内外壁应清洁干燥，连接制冷机的吸、排气管道应设独立支架；管径小于或等于 40mm 的铜管道，在与阀门连接处应设置支架。水平管道支架的间距不应大于 1.5m，垂直管道不应大于 2.0m；管道上、下平行敷设时，吸气管应在下方。

2. 制冷剂管道弯管的弯曲半径不应小于 3.5 倍管道直径，最大外径与最小外径之差不应大于 8% 的管道直径，且不应使用焊接弯管及皱褶弯管。

3. 制冷剂管道的分支管，应按介质流向弯成 90° 与主管连接，不宜使用弯曲半径小于 1.5 倍管道直径的压制弯管。

4. 铜管切口应平整，不得有毛刺、凹凸等缺陷，切口允许倾斜偏差应为管径的 1%；管扩口应保持同心，不得有开裂及皱褶，并应有良好的密封面。

5. 铜管采用承插钎焊焊接连接时，承插口深度应符合规范的规定，承口应迎着介质流动方向。当采用套管钎焊焊接连接时，插接深度不应小于规范中最小承插连接的规定；当采用对接焊接时，管道内壁应齐平，错边量不应大于 10% 的壁厚，且不大于 1mm。

6. 管道穿越墙体或楼板时，应加装套管。管道的支吊架和钢管的焊接应按《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243-2016 第 9 章的规定执行。

检查数量：按 I 方案。

检查方法：尺量、观察检查。

(四) 制冷剂系统阀门的安装应符合下列规定：

1. 制冷剂阀门安装前应进行强度和严密性试验。强度试验压力应为阀门公称压力的 1.5 倍，时间不得少于 5min；严密性试验压力应为阀门公称压力的 1.1 倍，持续时间 30s 不漏为合格。

2. 阀体应清洁干燥，不得有锈蚀，安装位置、方向和高度应符合设计要求。

3. 水平管道上阀门的手柄不应向下，垂直管道上阀门的手柄应便于操作。

4. 自控阀门安装的位置应符合设计要求。电磁阀、调节阀、热力膨胀阀、升降式止回阀等的阀头均应向上；热力膨胀阀的安装位置应高于感温包，感温包应装在蒸发器出口处的回气管上，与管道应接触良好，绑扎紧密。

5. 安全阀应垂直安装在便于检修的位置、排气管的出口应朝向安全地带，排液管应装在泄水管上。

检查数量：按 II 方案。

检查方法：尺量、观察检查、旁站或查阅试验记录。

(五) 系统的吹扫排污应采用压力为 0.5MPa ~ 0.6MPa(表压) 的干燥压缩空气或氮气，应以白色(布)标识靶检查 5min，目测无污物为合格。系统吹扫干净后，系统中阀门的阀芯拆下清洗应干净。

检查数量：全数检查。检查方法：观察、旁站或查阅试验记录。

(六) 多联机空调系统的安装应符合下列规定：

1. 室外机的通风应通畅, 不应有短路现象, 运行时不应有异常噪声。当多台机组集中安装时, 不应影响相邻机组的正常运行。
2. 室外机组应安装在设计专用平台上, 并应采取减振与防止紧固螺栓松动的措施。
3. 风管式室内机的送、回风口之间, 不应形成气流短路。风口安装应平整, 且应与装饰线条相一致。
4. 室内外机组间冷媒管道的布置应采用合理的短捷路线, 并应排列整齐。

检查数量: 按 II 方案。

检查方法: 尺量、观察检查。

(七) 空气源热泵机组除应符合《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243-2016 中的 8.3.1 的规定外, 尚应符合下列规定:

1. 机组安装的位置应符合设计要求。同规格设备成排就位时, 目测排列应整齐, 允许偏差不应大于 10mm。水力开关的前端宜有 4 倍管径及以上的直管段。
2. 机组四周应按设备技术文件要求留有设备维修空间。设备进风通道的宽度不应小于 1.2 倍的进风口高度; 当两个及以上机组进风口共用一个通道时, 间距宽度不应小于 2 倍的进风口高度。
3. 当机组设有结构围挡和隔音屏障时, 不得影响机组正常运行的通风要求。

检查数量: 按 II 方案。

检查方法: 尺量、观察检查、旁站或查阅试验记录。

(八) 燃油系统油泵和蓄冷系统载冷剂泵安装时, 纵、横向水平度允许偏差应为 1%, 联轴器两轴芯轴向倾斜允许偏差应为 0.2‰, 径向允许位移不应大于 0.05mm。

检查数量: 全数检查。

检查方法: 尺量、观察检查。

(九) 吸收式制冷机组安装除应符合《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243-2016 中的 8.3.1 的规定外, 尚应符合下列规定:

1. 吸收式分体机组运至施工现场后, 应及时运入机房进行组装, 并应清洗、抽真空。
2. 机组的真空泵到达指定安装位置后, 应进行找正、找平。抽气连接管应采用直径与真空泵进口直径相同的金属管, 当采用橡胶管时, 应采用真空用的胶管, 并应对管接头处采取密封措施。
3. 机组的屏蔽泵到达指定安装位置后, 应进行找正、找平, 电线接头处应采取防水密封措施。
4. 机组的水平度允许偏差应为 2‰。

检查数量: 按 II 方案。

检查方法: 观察检查, 查阅泵安装和真空测试记录。

## 第五节 空调水系统与设备安装

### 一、一般规定



(一) 镀锌钢管及带有防腐涂层的钢管不得采用焊接连接, 应采用螺纹连接。当管径大于 DN100 时, 可采用卡箍或法兰连接。

(二) 金属管道的焊接施工, 企业应具有相应的焊接工艺评定, 施焊人员应持有相应类别焊接的技能证明。

(三) 空调用蒸汽管道工程施工质量的验收应符合现行国家标准《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB50242 的有关规定。温度高于 100℃ 的热水系统应按国家有关压力管道工程施工的规定执行。

(四) 当空调水系统采用塑料管道时, 施工质量的验收应按国家现行有关标准的规定执行。

## 二、主控项目

(一) 空调水系统设备与附属设备的性能、技术参数, 管道、管配件及阀门的类型、材质及连接形式应符合设计要求。

检查数量: 按 I 方案。

检查方法: 观察检查, 查阅产品质量证明文件和材料进场验收记录。

(二) 管道的安装应符合下列规定:

1. 隐蔽安装部位的管道安装完成后, 应在水压试验合格后方能交付隐蔽工程的施工。
2. 并联水泵的出口管道进入总管应采用顺水流斜向插接的连接形式, 夹角不应大于 60°。
3. 系统管道与设备的连接应在设备安装完毕后进行。管道与水泵、制冷机组的接口应为柔性接管, 且不得强行对口连接。与其连接的管道应设置独立支架。
4. 判定空调水系统管路冲洗、排污合格的条件是目测排出口的水色和透明度与入口的水对比应相近, 且无可见杂物。当系统继续运行 2h 以上, 水质保持稳定后, 方可与设备相贯通。
5. 固定在建筑结构上的管道支、吊架, 不得影响结构体的安全。管道穿越墙体或楼板处应设钢制套管, 管道接口不得置于套管内, 钢制套管应与墙体饰面或楼板底部平齐, 上部应高出楼层地面 20mm ~ 50mm, 且不得将套管作为管道支撑。当穿越防火分区时, 应采用不燃材料进行防火封堵; 保温管道与套管四周的缝隙应使用不燃绝热材料填塞紧密。

检查数量: 按 I 方案。

检查方法: 尺量, 观察检查, 旁站或查阅试验记录。

(三) 管道系统安装完毕, 外观检查合格后, 应按设计要求进行水压试验。当设计无要求时, 应符合下列规定:

1. 冷(热)水、冷却水与蓄能(冷、热)系统的试验压力, 当工作压力小于或等于 1.0MPa 时, 应为 1.5 倍工作压力, 最低不应小于 0.6MPa; 当工作压力大于 1.0MPa 时, 应为工作压力加 0.5MPa。
2. 系统最低点压力升至试验压力后, 应稳压 10min, 压力下降不应得大于 0.02MPa, 然后将系统压力降至工作压力, 外观检查无渗漏为合格。对于大型、高层建筑等垂直位差较大的冷(热)水、冷却水管道系统, 当采用分区、分层试压时, 在该部位的试验压力下, 应稳压 10min, 压力不得下降, 再将系统压力降至该部位的工作压力, 在 60min 内压力不得下降、外观检查无渗漏为合格。

3. 各类耐压塑料管的强度试验压力 (冷水) 应为 1.5 倍工作压力, 且不应小于 0.9MPa; 严密性试验压力应为 1.15 倍的设计工作压力。

4. 凝结水系统采用通水试验, 应以不渗漏, 排水畅通为合格。

检查数量: 全数检查。

检查方法: 旁站观察或查阅试验记录。

(四) 阀门的安装应符合下列规定:

1. 阀门安装前应进行外观检查, 阀门的铭牌应符合现行国家标准《工业阀门标志》GB/T12220 的有关规定。工作压力大于 1.0MPa 及在主管上起到切断作用和系统冷、热水运行转换调节功能的阀门和止回阀, 应进行壳体强度和阀瓣密封性能的试验, 且应试验合格。其他阀门可不单独进行试验。壳体强度试验压力应为常温条件下公称压力的 1.5 倍, 持续时间不应少于 5min, 阀门的壳体、填料应无渗漏。严密性试验压力应为公称压力的 1.1 倍, 在试验持续的时间内应保持压力不变, 阀门压力试验持续时间与允许泄漏量应符合规范的规定。

2. 阀门的安装位置、高度、进出口方向应符合设计要求, 连接应牢固紧密。

3. 安装在保温管道上的手动阀门的手柄不得朝向下。

4. 动态与静态平衡阀的工作压力应符合系统设计要求, 安装方向应正确。阀门在系统运行时, 应按参数设计要求进行校核调。

5. 电动阀门的执行机构应能全程控制阀门的开启与关闭。

检查数量: 安装在主管上起切断作用的闭路阀门全数检查, 其他款项按 I 方案。

检查方法: 按设计图核对、观察检查; 旁站或在阅试验记录。

(五) 补偿器的安装应符合下列规定:

1. 补偿器的补偿量和安装位置应符合设计文件的要求, 并应根据设计计算的补偿量进行预拉伸或预压缩。

2. 波纹管膨胀节或补偿器内套有焊缝的一端, 水平管路上应安装在水流的流入端, 垂直管路上应安装在上端。

3. 填料式补偿器应与管道保持同心, 不得歪斜。

4. 补偿器一端的管道应设置固定支架, 结构形式和固定位置应符合设计要求, 并应在补偿器的预拉伸 (或预压缩) 前固定。

5. 滑动导向支架设置的位置应符合设计与产品技术文件的要求, 管道滑动轴心应与补偿器轴心相一致。

检查数量: 按 I 方案。

检查方法: 观察检查, 旁站或查阅补偿器的预拉伸或预压缩记录。

(六) 水泵、冷却塔的技术参数和产品性能应符合设计要求, 管道与水泵的连接应采用柔性接管, 且应是无应力状态, 不得有强行扭曲、强制拉伸等现象。

检查数量: 全数检查。



检查方法：按图核对，观察、实测或查阅水泵试运行记录。

（七）水箱、集水器、分水器与储水罐的水压试验或满水试验应符合设计要求，内外壁防腐涂层的材质。涂抹质量、厚度应符合设计或产品技术文件的要求。

检查数量：全数检查。

检查方法：尺量、观察检查，查阅试验记录。

（八）蓄能系统设备的安装应符合下列规定：

1. 蓄能设备的技术参数应符合设计要求，并应具有出厂合格证、产品性能检验报告。

2. 蓄冷（热）装置与热能塔等设备安装完毕后应进行水压和严密性试验，且应试验合格。

3. 储槽、储罐与底座应进行绝热处理，并应连续均匀地放置在水平平台上，不得采用局部垫铁方法校正装置的水平度。

4. 输送乙二醇溶液的管路不得采用内壁镀锌的管材和配件。

5. 封闭容器或管路系统中的安全阀应按设计要求设置，并应在设定压力情况下开启灵活，系统中的膨胀罐应工作正常。

检查数量：按 I 方案。

检查方法：旁站、观察检查和查阅产品与试验记录。

（九）地源热泵系统热交换器的施工应符合下列规定：

1. 垂直埋管应符合下列规定：

1.1 钻孔的位置、孔径、间距、数量与深度不应小于设计要求，钻孔垂直度偏差不应大于 1.5%。

1.2 埋地管的材质、管径应符合设计要求。埋管的弯管应为定型的管接头，并应采用热熔或电熔连接方式与管道相连接。直管段应采用整管。

1.3 下管应采用专用工具，埋管的深度应符合设计要求，且两管应分离，不得相贴合。

1.4 回填材料及配比应符合设计要求，回填应采用注浆管，并应由孔底向上满填。

1.5 水平环路集管埋设的深度距地面不应小于 1.5m，或埋设于冻土层以下 0.6m；供、回环路集管的间距应大于 0.6m。

2. 水平埋管热交换器的长度、回路数量和埋设深度应符合设计要求。

3. 地表水系统热交换器的回路数量、组对长度与所在水面下深度应符合设计要求。

检查数量：按 I 方案。

检查方法：测斜仪、尺量、目测，查阅材料验收记录。

### 三、一般项目

（一）采用建筑塑料管道的空调水系统，管道材质及连接方法应符合设计和产品技术的要求，管道安装尚应符合下列规定：

1. 两法兰面应平行，误差不得大于 2mm。密封垫为与法兰密封面相配套的平垫圈，不得突入管内或突出法兰之外。法兰连接螺栓应采用两次紧固，紧固后的螺母应与螺栓齐平或略低于螺栓。

2. 电熔连接或热熔连接的工作环境温度不应低于 5℃ 环境。插口外表面与承口内表面应作小于

0.2mm 的刮削, 连接后同心度的允许误差应为 2%; 热熔熔接接口圆周翻边应饱满、匀称, 不应有缺口状缺陷, 海绵状的浮渣与目测气孔。接口处的错边应小于 10% 的管壁厚。承插接口的插入深度应符合设计要求, 熔融的包浆在承插件间形成均匀的凸缘, 不得有裂纹凹陷等缺陷。

3. 采用密封圈承插连接的胶圈应位于密封槽内, 不应有皱折扭曲。插入深度应符合产品要求, 插管与承口周边的偏差不得大于 2mm。

检查数量: 按 II 方案。

检查方法: 尺量、观察检查, 验证产品合格证书和试验记录。

(二) 金属管道与设备的现场焊接应符合下列规定:

1 管道焊接材料的品种、规格、性能应符合设计要求。管道、焊接坡口形式和尺寸应符合规范的规定。对口平直度的允许偏差应为 1%, 全长不应大于 10mm。管道与设备的固定焊口应远离设备, 且不宜与设备接口中心线相重合。管道的对接焊缝与支、吊架的距离应大于 50mm。

2. 管道现场焊接后, 焊缝表面应清理干净, 并应进行外观质量检查。焊缝外观质量应符合下列规定:

2.1 管道焊缝外观质量允许偏差应符合规范规定。

2.2 管道焊缝余高和根部凸出允许偏差应符合规范规定。

(三) 螺纹连接管道的螺纹应清洁规整, 断丝或缺丝不应大于螺纹全扣数的 10%。管道的连接应牢固, 接口处的外露螺纹应为 2 扣~3 扣, 不应有外露填料。镀锌管道的镀锌层应保护完好, 局部破损处应进行防腐处理。

检查数量: 按 I 方案。

检查方法: 尺量、观察检查。

(四) 法兰连接管道的法兰面应与管道中心线垂直, 且应同心。法兰对接应平行, 偏差不应大于管道外径的 1.5%, 且不得大于 2mm。连接螺栓长度应一致, 螺母应在同一侧, 并应均匀拧紧、紧固后的螺母应与螺栓端部平齐或略低于螺栓。法兰衬垫的材料、规格与厚度应符合设计要求。

检查数量: 按 II 方案。

检查方法: 尺量、观察检查。

(五) 钢制管道的安装应符合下列规定:

1. 管道和管件安装前, 应将其内、外壁的污物和锈蚀清理干净。管道安装后应保持管内清洁。

2. 热弯时, 弯制弯管的弯曲半径不应小于管道外径的 3.5 倍; 冷弯时, 不应小于管道外径的 4 倍。焊接弯管不应小于管道外径的 1.5 倍; 冲压弯管不应小于管道外径的 1 倍。弯管的最大外径与最小外径之差, 不应大于管道外径的 8%, 管壁减薄率不应大于 15%。

3. 冷(热)水管道与支、吊架之间, 应设置衬垫。衬垫的承压强度应满足管道全重, 且应采用不燃与难燃硬质绝热材料或经防腐处理的木衬垫。衬垫的厚度不应小于绝热层厚度, 宽度应大于或等于支、吊架支承面的宽度。衬垫的表面应平整、上下两衬垫结合面的空隙应填实。

4. 管道安装允许偏差和检验方法应符合《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243-2016



表 9.3.5 的规定。安装在吊顶内等暗装区域的管道,位置应正确,且不应有侵占其他管线安装位置的现象。

(六) 沟槽式连接管道的沟槽与橡胶密封圈和卡箍套应为配套,沟槽及支、吊架的间距应符合规范规定。

检查数量:按 I 方案。

检查方法:尺量、观察检查,查阅产品合格证明文件。

(七) 风机盘管机组及其他空调设备与管道的连接,应采用耐压值大于或等于 1.5 倍工作压力的金属或非金属柔性接管,连接应牢固,不应有强扭和瘪管。冷凝水排水管的坡度应符合设计要求。当设计无要求时,管道坡度宜大于或等于 8%,且应坡向出水口。设备与排水管的连接应采用软接,并应保持畅通。

检查数量:按 I 方案。

检查方法:观察、查阅产品合格证明文件。

(八) 金属管道的支、吊架的形式、位置、间距、标高应符合设计要求。当设计无要求时,应符合下列规定:

1. 支、吊架的安装应平整牢固,与管道接触应紧密,管道与设备连接处应设置独立支、吊架。当设备安装在减振基座上时,独立支架的固定点应为减振基座。

2. 冷(热)媒水、冷却水系统管道机房内总、干管的支、吊架,应采用承重防晃管架,与设备连接的管道管架宜采取减振措施。当水平支管的管架采用单杆吊架时,应在系统管道的起始点、阀门、三通、弯头处及长度每隔 15m 处设置承重防晃支、吊架。

3. 无热位移的管道吊架的吊杆应垂直安装,有热位移的管道吊架的吊杆应向热膨胀(或冷收缩)的反方向偏移安装。偏移量应按计算位移量确定。

4. 滑动支架的滑动面应清洁平整,安装位置应满足管道要求,支承面中心应向反方向偏移 1/2 位移量或符合设计文件要求。

5. 竖井内的立管应每两层或三层设置滑动支架。建筑结构负重允许时,水平安装管道支、吊架的最大间距应符合规范《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243-2016 表 9.3.8 的规定,弯管或近处应设置支、吊架。

6. 管道支、吊架的焊接应符合规范《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243-2016 第 9.3.2-3 的规定。固定支架与管道焊接时,管道侧的咬边量应小于 10% 的管壁厚度,且小于 1mm。

检查方法:尺量,观察检查。

(九) 采用聚丙烯(PP-R)管道时,管道与金属支、吊架之间应采取隔绝措施,不宜直接接触,支、吊架的间距应符合设计要求。当设计无要求时,聚丙烯(PP-R)冷水管支、吊架的间距应符合规范《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243-2016 表 9.3.9 的规定,使用温度大于或等于 60℃热水管道应加宽支承面。

检查数量:按 I 方案。

检查方法：观察检查。

(十) 除污器、自动排气装置等管道部件的安装应符合下列规定：

1. 阀门安装的位置及进、出口方向应正确且应便于操作。连接应牢固紧密，启闭应灵活。成排阀门的排列应整齐美观，在同—平面上的允许偏差不应大于 3mm。

2. 电动、气动等自控阀门安装前应进行单体调试，启闭试验应合格。

3. 冷(热)水和冷却水系统的水过滤器应安装在进入机组、水泵等设备前端的管道上，安装方向应正确，安装位置应便于滤网的拆装和清洗，与管道连接应牢固严密。过滤器滤网的材质、规格应符合设计要求。

4. 闭式管路系统应在系统最高处及所有可能积聚空气的管段高点设置排气阀，在管路最低点应设有排水管及排水阀。

检查数量：按 I 方案。

检查方法：对照设计文件，尺量、观察和操作检查。

(十一) 冷却塔安装应符合下列规定：

1. 基础的位置、标高应符合设计要求，允许误差应为 $\pm 20\text{mm}$ ，进风侧距建筑物应大于 1m，冷却塔部件与基座的连接应采用镀锌或不锈钢螺栓，固定应牢固。

2. 冷却塔安装应水平，单台冷却塔的水平和垂直度允许偏差应为 2%。多台冷却塔安装时，排列应整齐，各台开式冷却塔的水面高度应一致，高度偏差值不应大于 30mm。当采用共用集管并联运行时，冷却塔集水盘(槽)之间的连通管应符合设计要求。

3. 冷却塔的集水盘应严密、无渗漏，进出水口的方向和位置应正确。静止分水器的布水应均匀；转动布水器喷水出口方向应一致，转动应灵活、水量应符合设计或产品技术文件的要求。

4. 冷却塔风机叶片端部与塔身周边的径向间隙应均匀。可调整角度的叶片，角度应一致，并应符合产品技术文件要求。

5. 有水冻结危险的地区，冬季使用的冷却塔及管道应采取防冻与保温措施。

检查数量：按 I 方案。

检查方法：尺量、观察检查，积水盘充水试验或查阅试验记录。

(十二) 水泵及附属设备的安装应符合下列规定：

1. 水泵的平面位置和标高允许偏差应为 $\pm 10\text{mm}$ ，安装的地脚螺栓应垂直，且与设备底座应紧密固定。

2. 垫铁组放置位置应正确，平稳，接触应紧密，每组不应大于 3 块。

3. 整体安装的泵的纵向水平偏差不应大于 0.1%，横向水平偏差不应大于 0.2%。组合安装的泵的纵、横向安装水平偏差不应大于 0.05%。水泵与电机采用联轴器连接时，联轴器两轴芯的轴向倾斜不应大于 0.2%，径向位移不应大于 0.05mm。整体安装的小型管道水泵目测应水平，不应有偏斜。

4. 减振器与水泵及水泵基础的连接，应牢固平稳，接触紧密。

检查数量：按 II 方案。



检查方法：扳手试拧，观察检查，用水平仪和塞尺测量或查阅设备安装记录。

（十三）水箱、集水器、分水器、膨胀水箱等设备安装时，支架或底座的尺寸、位置应符合设计要求。设备与支架或底座接触应紧密，安装应平整牢固。平面位置允许偏差应为 15mm，标高允许偏差应为  $\pm 5\text{mm}$ ，垂直度允许偏差应为 1%。

检查数量：按 II 方案。

检查方法：尺量、观察检查，旁站或查阅试验记录。

（十四）补偿器的安装应符合下列规定：

1. 波纹补偿器、膨胀节应与管道保持同心，不得偏斜和周向扭转。
2. 填料式补偿器应按设计文件要求的安装长度及温度变化，留有 5mm 剩余的收缩量。两侧的导向支座应保证运行时补偿器自由伸缩，不得偏离中心，允许偏差应为管道公称直径的 5%。

检查数量：全数检查。

检查方法：尺量，观察检查，旁站或查阅试验记录。

（十五）地源热泵系统埋管热交换系统的施工应符合下列规定：

1. 单 U 管钻孔孔径不应小于 110mm，双 U 管钻孔孔径不应小于 140mm。
2. 埋管施工过程中的压力试验，工作压力小于或等于 1.0MPa 时应为工作压力的 1.5 倍，工作压力大于 1.0MPa 时应为工作压力加 0.5MPa，试验压力应全数合格。
3. 埋地换热管应按设计要求分组汇集连接，并应安装阀门。
4. 建筑基础底下埋地水平管的埋设深度，应小于或等于设计深度，并应延伸至水平环路集管连接处，且应进行标识。

检查数量：按 II 方案。

检查方法：尺量，观察检查，旁站或查阅试验记录。

（十六）地表水地源热泵系统换热器的长度、形式尺寸应符合设计要求，衬垫物的平面定位允许偏差应为 200mm，高度允许偏差应为  $\pm 50\text{mm}$ 。绑扎固定应牢固。

检查数量：按 II 方案。

检查方法：尺量，观察检查，旁站或查阅试验记录。

（十七）蓄能系统设备的安装应符合下列规定：

1. 蓄能设备（储槽、罐）放置的位置应符合设计要求，基础表面应平整，倾斜度不应大于 5%。同一系统中多台蓄能装置基础的标高应一致，尺寸允许偏差应符合规范的规定。
2. 蓄能系统的接管应满足设计要求。当多台蓄能设备支管与总管相接时，应顺向插入，两支管接入点的间距不宜小于 5 倍总管管径长度。
3. 温度和压力传感器的安装位置应符合设计要求，并应预留检修空间。
4. 蓄能装置的绝热材料与厚度应符合设计要求。绝热层、防潮层和保护层的施工质量应符合《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243-2016 第 10 章的规定。
5. 充灌的乙二醇溶液的浓度应符合设计要求。

6. 现场制作钢制蓄能储槽等装置时,应符合现行国家标准《立式圆筒形钢制焊接储罐施工规范》GB50128、《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205 和《现场设备、工业管道焊接工程施工规范》GB50236 的有关规定。

7. 采用内壁保温的水蓄冷储罐,应符合相关绝热材料的施工工艺和验收要求。绝热层、防水层的强度应满足水压的要求;罐内的布水器、温度传感器、液位指示器等的技术性能和安装位置应符合设计要求。

8. 采用隔膜式储罐的隔膜应满布,且升降应自如。

检查数量:按 II 方案。

检查方法:观察检查,密度计检测、旁站或查阅试验记录。

## 第六节 防腐与绝热

### 一、一般规定

(一) 空调设备、风管及其部件的绝热工程施工应在风管系统严密性检验合格后进行。

(二) 制冷剂管道和空调水系统管道绝热工程的施工,应在管路系统强度和严密性检验合格和防腐处理结束后进行。

(三) 防腐工程施工时,应采取防火、防冻、防雨等措施,且不应在潮湿或低于 5℃ 的环境下作业。绝热工程施工时,应采取防火、防雨等措施。

(四) 风管、管道的支、吊架应进行防腐处理,明装部分应刷面漆。

(五) 防腐与绝热工程施工时,应采取相应的环境保护和劳动保护措施。

### 二、主控项目

(一) 风管和管道防腐涂料的品种及涂层层数应符合设计要求,涂料的底漆和面漆应配套。

检查数量:按 I 方案。

检查方法:按面积抽查,查对施工图纸和观察检查。

(二) 风管和管道的绝热层、绝热防潮层和保护层,应采用不燃或难燃材料,材质、密度、规格与厚度应符合设计要求。

检查数量:按 I 方案。

检查方法:查对施工图纸、合格证和做燃烧试验。

(三) 风管和管道的绝热材料进场时,应按现行国家标准《建筑节能工程施工质量验收规范》GB50411 的规定进行验收。

检查数量:按 I 方案。

检查方法:按现行国家标准《建筑节能工程施工质量验收规范》GB50411 的有关规定执行。

(四) 洁净室(区)内的风管和管道的绝热层,不应采用易产尘的玻璃纤维和短纤维矿棉等材料。

检查数量:全数检查。



检查方法：观察检查。

### 三、一般项目

(一) 防腐涂料的涂层应均匀，不应有堆积、漏涂、皱纹、气泡、掺杂及混色等缺陷。

检查数量：按 II 方案。

检查方法：按面积或件数抽查，观察检查。

(二) 设备、部件、阀门的绝热和防腐涂层，不得遮盖铭牌标志和影响部件、阀门的操作功能；经常操作的部位应采用能单独拆卸的绝热结构。

检查数量：按 II 方案。

检查方法：观察检查。

(三) 绝热层应满铺，表面应平整，不应有裂缝、空隙等缺陷。当采用卷材或板材时，允许偏差应为 5mm；当采用涂抹或其他方式时，允许偏差应为 10mm。

检查数量：按 I 方案。

检查方法：观察检查。

(四) 橡塑绝热材料的施工应符合下列规定：

1. 黏结材料应与橡塑材料相适用，无溶蚀被黏结材料的现象。
2. 绝热层的纵、横向接缝应错开，缝间不应有孔隙，与管道表面应贴合紧密，不应有气泡。
3. 矩形风管绝热层的纵向接缝宜处于管道上部。
4. 多重绝热层施工时，层间的拼接缝应错开。

检查数量：按 II 方案。

检查方法：观察检查。

(五) 风管绝热材料采用保温钉固定时，应符合下列规定：

1. 保温钉与风管、部件及设备表面的连接，应采用黏结或焊接，结合应牢固，不应脱落；不得采用抽芯铆钉或自攻螺丝等破坏风管严密性的固定方法。
2. 矩形风管及设备表面的保温钉应均布，风管保温钉数量应符合规范的规定。首行保温钉距绝热材料边沿的距离应小于 120mm，保温钉的固定压片应松紧适度、均匀压紧。
3. 绝热材料纵向接缝不宜设在风管底面。

检查数量：按 II 方案。

检查方法：观察检查。

(六) 管道采用玻璃棉或岩棉管壳保温时，管壳规格与管道外径应相匹配，管壳的纵向接缝应错开，管壳应采用金属丝、黏结带等捆扎，间距应为 300mm ~ 350mm，且每节至少应捆扎两道。

检查数量：按 I 方案。

检查方法：观察检查。

(七) 风管及管道的绝热防潮层（包括绝热层的端部）应完整，并应封闭良好。立管的防潮层环向搭接缝口应顺水流方向设置；水平管的纵向缝应位于管道的侧面，并应顺水流方向设置；带

有防潮层绝热材料的拼接缝应采用粘胶带封严，缝两侧粘胶带黏结的宽度不应小于 20mm。胶带应牢固地粘贴在防潮层面上，不得有胀裂和脱落。

检查数量：按 II 方案。

检查方法：尺量和观察检查。

（八）绝热涂抹材料作绝热层时，应分层涂抹，厚度应均匀，不得有气泡和漏涂等缺陷，表面固化层应光滑牢固，不应有缝隙。

检查数量：按 II 方案。

检查方法：观察检查。

（九）金属保护壳的施工应符合下列规定：

1. 金属保护壳板材的连接应牢固严密，外表应整齐平整。
2. 圆形保护壳应贴紧绝热层，不得有脱壳、褶皱、强行接口等现象。接口搭接应顺水流方向设置，并应有凸筋加强，搭接尺寸应为 20mm ~ 25mm。采用自攻螺钉紧固时，螺钉间距应匀称，且不得刺破防潮层。
3. 矩形保护壳表面应平整，棱角应规则，圆弧应均匀，底部与顶部不得有明显的凸肚及凹陷。
4. 户外金属保护壳的纵、横向接缝应顺水流方向设置，纵向接缝应设在侧面。保护壳与外墙面或屋顶的交接处应设泛水，且不应渗漏。

检查数量：按 II 方案。

检查方法：尺量和观察检查。

（十）管道或管道绝热层的外表面，应按设计要求进行色标。

检查数量：按 II 方案。

检查方法：观察检查。

## 第七节 系统调试

### 一、一般规定

（一）通风与空调工程竣工验收的系统调试，应由施工单位负责，监理单位监督，设计单位与建设单位参与和配合。系统调试可由施工企业或委托具有调试能力的其他单位进行。

（二）系统调试前应编制调试方案，并应报送专业监理工程师审核批准。系统调试应由专业施工和技术人员实施，调试结束后，应提供完整的调试资料和报告。

（三）系统调试所使用的测试仪器应在使用合格检定或校准合格有效期内，精度等级及最小分度值应能满足工程性能测定的要求。

（四）通风与空调工程系统非设计满负荷条件下的联合试运转及调试，应在制冷设备和通风与空调设备单机试运转合格后进行。系统性能参数的测定应符合《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243-2016 附录 E 的规定。

(五) 恒温恒湿空调工程的检测和调整应在空调系统正常运行 24h 及以上, 达到稳定后进行。

(六) 净化空调系统运行前, 应在回风、新风的吸入口处和粗、中效过滤器前设置临时无纺布过滤器。净化空调系统的检测和调整应在系统正常运行 24h 及以上, 达到稳定后进行。工程竣工洁净室(区) 洁净度的检测应在空态或静态下进行。检测时, 室内人员不宜多于 3 人, 并应穿着与洁净室等级相适应的洁净工作服。

## 二、主控项目

(一) 通风与空调工程安装完毕后应进行系统调试。系统调试应包括下列内容:

1. 设备单机试运转及调试。
2. 系统非设计满负荷条件下的联合试运转及调试。

检查数量: 按 I 方案。

检查方法: 观察, 旁站, 查阅调试记录。

(二) 设备单机试运转及调试应符合下列规定:

1. 通风机、空气处理机组中的风机, 叶轮旋转方向应正确、运转应平稳, 应无异常振动与声响, 电机运行功率应符合设备技术文件要求。在额定转速下连续运转 2h 后, 滑动轴承外壳最高温度不得大于 70℃, 滚动轴承不得大于 80℃。

2. 水泵叶轮旋转方向应正确, 应无异常振动和声响, 紧固连接部位应无松动, 电机运行功率应符合设备技术文件要求。水泵连续运转 2h 滑动轴承外壳最高温度不得超过 70℃, 滚动轴承不得超过 75℃。

3. 冷却塔风机与冷却水系统循环试运行不应小于 2h, 运行应无异常。冷却塔本体应稳固, 无异常振动。冷却塔中风机的试运转尚应符合本条第 1 款的规定。

4. 制冷机组的试运转除应符合设备技术文件和现行国家标准《制冷设备、空气分离设备安装工程施工及验收规范》GB50274 的有关规定外, 尚应符合下列规定:

- 4.1 机组运转应平稳, 应无异常振动与声响。
- 4.2 各连接和密封部位不应有松动、漏气、漏油等现象。
- 4.3 吸、排气的压力和温度应在正常工作范围内。
- 4.4 能量调节装置及各保护继电器、安全装置的动作应正确、灵敏、可靠。
- 4.5 正常运转不应少于 8h。

5. 多联式空调(热泵) 机组系统应在充灌定量制冷剂后, 进行系统的试运转, 并应符合下列规定:

5.1 系统应能正常输出冷风或热风, 在常温条件下可进行冷热的切换与调控。

5.2 室外机的试运转应符合本条第 4 款的规定。

5.3 室内机的试运转不应有异常振动与声响, 百叶板动作应正常, 不应有渗漏水现象, 运行噪声应符合设备技术文件要求。

5.4 具有可同时供冷、热的系统, 应在满足当季工况运行条件下, 实现局部内机反向工况的运行。

6. 电动调节阀、电动防火阀、防排烟风阀(口) 的手动、电动操作应灵活可靠, 信号输出应正确。

7. 变风量末端装置单机试运转及调试应符合下列规定:

7.1 控制单元单体供电测试过程中, 信号及反馈应正确, 不应有故障显示。

7.2 启动送风系统, 按控制模式进行模拟测试, 装置的一次风阀动作应灵敏可靠。

7.3 带风机的变风量末端装置, 风机应能根据信号要求运转, 叶轮旋转方向应正确, 运转应平稳, 不应有异常振动与声响。

7.4 带再热的末端装置应能根据室内温度实现自动开启与关闭。

8. 蓄能设备(能源塔)应按设计要求正常运行。

检查数量: 全数或者按 I 方案。

检查方法: 调整控制模式, 旁站、观察、查阅调试记录。

(三) 系统非设计满负荷条件下的联合试运转及调试应符合下列规定:

1. 系统总风量调试结果与设计风量的允许偏差应为  $-5\% \sim +10\%$ , 建筑内各区域的压差应符合设计要求。

2. 变风量空调系统联合调试应符合下列规定:

2.1 系统空气处理机组应在设计参数范围内对风机实现变频调速。

2.2 空气处理机组在设计机外余压条件下, 系统总风量应满足本条第 1 款的要求, 新风量的允许偏差应为  $0 \sim +10\%$ 。

2.3 变风量末端装置的最大风量调试结果与设计风量的允许偏差应为  $0 \sim +15\%$ 。

2.4 改变各空调区域运行工况或室内温度设定参数时, 该区域变风量末端装置的风阀(风机)动作(运行)应正确。

2.5 改变室内温度设定参数或关闭部分房间空调末端装置时, 空气处理机组应自动正确地改变风量。

2.6 应正确显示系统的状态参数。

3. 空调冷(热)水系统、冷却水系统的总流量与设计流量的偏差不应大于  $10\%$ 。

4. 制冷(热泵)机组进出口处的水温应符合设计要求。

5. 地源(水源)热泵换热器的水温与流量应符合设计要求。

6. 舒适空调与恒温、恒湿空调室内的空气温度、相对湿度及波动范围应符合或优于设计要求。

检查数量: 舒适性空调, 按 I 方案; 恒温、恒湿空调系统, 全数检查。

检查方法: 调整控制模式, 旁站、观察、查阅调试记录。

(四) 防排烟系统联合试运行与调试后的结果, 应符合设计要求及国家现行标准的有关规定。

检查数量: 全数检查。

检查方法: 观察、旁站、查阅调试记录。

(五) 净化室、调系统除应符合《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243-2016 第 11.2.3 条的规定外, 尚应符合下列规定:

1. 单向流洁净室系统的系统总风量允许偏差应为  $0 \sim +10\%$ , 室内各风口风量的允许偏差应为



0 ~ +15%。

2. 单向流洁净室系统的室内截面平均风速的允许偏差应为 0 ~ +10% , 且截面风速不均匀度不应大于 0.25。

3. 相邻不同级别洁净室之间和洁净室与非洁净室之间的静压差不应小于 5Pa, 洁净室与室外的静压差不应小于 10Pa。

4. 室内空气洁净度等级应符合设计要求或为商定验收状态下的等级要求。

5. 各类通风、化学实验柜、生物安全柜在符合或优于设计要求的负压下运行应正常。

检查数量: 第 3 款, 按 I 方案; 第 1、2、4、5 款, 全数检查。

检查方法: 检查、验证调试记录, 按《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243-2016 附录 E 进行测试校核。

(六) 蓄能空调系统的联合试运转及调试应符合下列规定:

1. 系统中载冷剂的种类及浓度应符合设计要求。

2. 在各种运行模式下系统运行应正常平稳; 运行模式转换时, 动作应灵敏正确。

3. 系统各项保护措施反应应灵敏, 动作应可靠。

4. 蓄能系统在设计最大负荷工况下运行应正常。

5. 系统正常运转不应少于一个完整的蓄冷-释冷周期。

检查数量: 全数检查。

检查方法: 观察、旁站、查阅调试记录。

(七) 空调制冷系统、空调水系统与空调风系统的非设计满负荷条件下的联合试运转及调试, 正常运转不应少于 8h, 除尘系统不应少于 2h。

检查数量: 全数检查。

检查方法: 观察、旁站、查阅调试记录。

### 三、一般项目

(一) 设备单机试运转及调试应符合下列规定:

1. 风机盘管机组的调速、温控阀的动作应正确, 并应与机组运行状态一一对应, 中挡风量的实测值应符合设计要求。

2. 风机、空气处理机组、风机盘管机组、多联式空调(热泵)机组等设备运行时, 产生的噪声不应大于设计及设备技术文件的要求。

3. 水泵运行时壳体密封处不得渗漏, 紧固连接部位不应松动, 轴封的温升应正常, 普通填料密封的泄漏水量不应大于 60mL/h, 机械密封的泄漏水量不应大于 5mL/h。

4. 冷却塔运行产生的噪声不应大于设计及设备技术文件的规定值, 水流量应符合设计要求。冷却塔的自动补水阀应动作灵活, 试运转工作结束后, 集水盘应清洗干净。

检查数量: 第 1、2 款按 II 方案; 第 3、4 款全数检查。

检查方法: 观察、旁站、查阅调试记录, 按《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243-

2016 附录 E 进行测试校核。

(二) 通风系统非设计满负荷条件下的联合试运行及调试应符合下列规定:

1. 系统经过风量平衡调整,各风口及吸风罩的风量与设计风量的允许偏差不应大于 15%。
2. 设备及系统主要部件的联动应符合设计要求,动作应协调正确,不应有异常现象。
3. 湿式除尘与淋洗设备的供、排水系统运行应正常。

检查数量:按 I 方案。

检查方法:按《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243-2016 附录 E 进行测试,校核检查,查验调试记录。

(三) 空调系统非设计满负荷条件下的联合试运转及调试应符合下列规定:

1. 空调水系统应排除管道系统中的空气,系统连续运行应正常平稳,水泵的流量、压差和水泵电机的电流不应出现 10% 以上的波动。

2. 水系统平衡调整后,定流量系统的各空气处理机组的水流量应符合设计要求,允许偏差应为 15%;变流量系统的各空气处理机组的水流量应符合设计要求,允许偏差应为 10%。

3. 冷水机组的供回水温度和冷却塔的出水温度应符合设计要求;多台制冷机或冷却塔并联运行时,各台制冷机及冷却塔的水流量与设计流量的偏差不应大于 10%。

4. 舒适性空调的室内温度应优于或等于设计要求,恒温恒湿和净化空调的室内温、湿度应符合设计要求。

5. 室内(包括净化区域)噪声应符合设计要求,测定结果可采用  $N_c$  或  $dB(A)$  的表达方式。

6. 环境噪声有要求的场所,制冷、空调设备机组应按现行国家标准《采暖通风与空气调节设备噪声声功率级的测定工程法》GB9068 的有关规定进行测定。

7. 压差有要求的房间、厅堂与其他相邻房间之间的气流流向应正确。

检查数量:第 1、3 款全数检查,第 2 款及第 4 款~第 7 款,按 I 方案。

检查方法:观察、旁站、用仪器测定、查阅调试记录。

(四) 蓄能空调系统联合试运转及调试应符合下列规定:

1 单体设备及主要部件联动应符合设计要求,动作应协调正确,不应有异常。

2 系统运行的充冷时间,蓄冷量、冷水温度、放冷时间等应满足相应工况的设计要求。

3 系统运行过程中管路不应产生凝结水等现象。

4 自控计量检测元件及执行机构工作应正常,系统各项参数的反馈及动作应正确、及时。

检查数量:全数检查。

检查方法:旁站观察、查阅调试。

(五) 通风与空调工程通过系统调试后,监控设备与系统中的检测元件和执行机构应正常沟通,应正确显示系统运行的状态,并应完成设备的连锁、自动调节和保护等功能。

检查数量:按 II 方案。

检查方法:旁站观察,查阅调试记录。

## 第八节 分部分项工程验收

一、通风与空调工程竣工验收前，应完成系统非设计满负荷条件下的联合试运转及调试，项目内容及质量要求应符合《通风与空调工程施工质量验收规范 GB50243-2016》规范第 11 章的规定。

二、通风与空调工程的竣工验收应由建设单位组织，施工、设计、监理等单位参加，验收合格后应办理竣工验收手续。

三、通风与空调工程竣工验收时，各设备及系统应完成调试，并可正常运行。

四、当空调系统竣工验收时因季节原因无法进行带冷或热负荷的试运转与调试时，可进行不带冷（热）源的试运转，建设、监理、设计、施工等单位应按工程具备竣工验收的时间给予办理竣工验收手续。带冷（热）源的试运转应待条件成熟后，再施行。

五、通风与空调工程分部验收资料应包括下列内容：

- （一）图纸会审记录、设计变更通知书和竣工图。
- （二）主要材料、设备、成品、半成品和仪表的出厂合格证明及进场检（试）验报告。
- （三）隐蔽工程验收记录。
- （四）工程设备、风管系统、管道系统安装及检验记录。
- （五）管道系统压力试验记录。
- （六）设备单机试运转记录。
- （七）系统非设计满负荷联合试运转与调试记录。
- （八）分部（子分部）工程质量验收记录。
- （九）观感质量综合检查记录。
- （十）安全和功能检验资料的核查记录。
- （十一）净化空调的洁净度测试记录。
- （十二）新技术应用论证资料。

六、通风与空调工程各系统的观感质量应符合下列规定：

（一）风管表面应平整、无破损，接管应合理。风管的连接以及风管与设备或调节装置的连接处不应有接管不到位、强扭连接等缺陷。

（二）各类阀门安装位置应正确牢固，调节应灵活，操作应方便。

（三）风口表面应平整，颜色应一致，安装位置应正确，风口的可调节构件动作应正常。

（四）制冷及水管道系统的管道、阀门及仪表安装位置应正确，系统不应有渗漏。

（五）风管、部件及管道的支、吊架形式，位置及间距应符合设计及本规范要求。

（六）除尘器、积尘室安装应牢固，接口应严密。

（七）制冷机、水泵、通风机、风机盘管机组等设备的安装应正确牢固；组合式空气调节机组组装顺序应正确，接缝应严密；外表面不应有渗漏。

（八）风管、部件、管道及支架的油漆应均匀，不应有透底返锈现象，油漆颜色与标志应符

合设计要求。

(九) 绝热层材质、厚度应符合设计要求, 表面应平整, 不应有破损和脱落现象; 室外防潮层或保护壳应平整、无损坏, 且应顺水流方向搭接, 不应有渗满。

(十) 消声器安装方向应正确, 外表面应平整、无损坏。

(十一) 风管、管道的软性接管位置应符合设计要求, 接管应正确牢固, 不应有强扭。

(十二) 测试孔开孔位置应正确, 不应有遗漏。

(十三) 多联空调机组系统的室内、室外机组安装位置应正确, 送、回风不应存在短路回流的现象。

检查数量: 按 II 方案。

检查方法: 尺量、观察检查。

七、净化空调系统的观感质量检查除应符合《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243-2016 第 12.0.6 条的规定外, 尚应符合下列规定:

(一) 空调机组、风机、净化空调机组、风机过滤器单元和空气吹淋室等的安装位置应正确, 固定应牢固, 连接应严密, 允许偏差应符合规范有关条文的规定。

(二) 高效过滤器与风管、风管与设备的连接处应有可靠密封。

(三) 净化空调机组, 静压箱、风管及送回风口清洁不应有积尘。

(四) 装配式洁净室的内墙面、吊顶和地面应光滑平整, 色泽应均匀, 不应起灰尘。

(五) 送回风口、各类末端装置以及各类管道等与洁净室内表面的连接处密封处理应可靠严密。

检查数量: 按 I 方案。

检查方法: 尺量、观察检查。

## 第二十一章 建筑电气工程

### 第一节 变压器、箱式变电所安装

一、变压器安装应位置正确，附件齐全，油浸变压器油位正常，无渗油现象。

二、变压器中性点的接地连接方式及接地电阻值应符合设计要求。

三、变压器箱体、干式变压器的支架、基础型钢及外壳应分别单独与保护导体可靠连接，紧固件及防松零件齐全。

四、变压器及高压电气设备应按规定完成交接试验且合格。

交接试验的主要内容包括：

- (一) 绝缘油试验或 SF<sub>6</sub> 气体试验。
- (二) 测量绕组连同套管的直流电阻。
- (三) 检查所有分接的电压比。
- (四) 检查变压器的二相接线组别和单相变压器引出线的极性。
- (五) 测量铁心及夹件的绝缘电阻。
- (六) 非纯瓷套管的试验。
- (七) 有载调压切换装置的检查 and 试验。
- (八) 测量绕组连同套管的绝缘电阻、吸收比或极化指数。
- (九) 测量绕组连同套管的介质损耗因数与电容量。
- (十) 变压器绕组变形试验。
- (十一) 绕组连同套管的交流耐压试验。
- (十二) 绕组连同套管的长时感应耐压试验带局部放电测量。
- (十三) 额定电压下的冲击合闸试验。
- (十四) 检查相位。
- (十五) 测量噪音。(具体试验项目参照 GB50150 规定)。

五、箱式变电所及其落地式配电箱的基础应高于室外地坪，周围排水通畅。用地脚螺栓固定的螺帽应齐全，拧紧牢固；自由安放的应垫平放正。对于金属箱式变电所及落地式配电箱，箱体应与保护导体可靠连接，且有标识。

六、箱式变电所的交接试验应符合下列规定：

(一) 由高压成套开关柜、低压成套开关柜和变压器三个独立单元组合成的箱式变电所高压电气设备部分，应按 GB50303 第 3.1.5 条的规定完成交接试验且合格。

(二) 对于高压开关、熔断器等与变压器组合在同一个密闭油箱内的箱式变电所，交接试验

应按产品提供的技术文件要求执行。

(三) 低压成套配电柜和馈电线路的每路配电开关及保护装置的相间和相对地间的绝缘电阻值不应小于  $0.5M\Omega$ ；当国家现行产品标准未做规定时，电气装置的交流工频耐压试验电压应为  $1000V$ ，试验持续时间应为  $1min$ ，当绝缘电阻值大于  $10M\Omega$  时，宜采用  $2500V$  兆欧表摇测。

七、配电间隔和静止补偿装置栅栏门应采用裸编织铜线与保护导体可靠连接，其截面积不应小于  $4mm^2$ 。

八、有载调压开关的传动部分润滑应良好，动作应灵活，点动给定位置与开关实际位置应一致，自动调节应符合产品的技术文件要求。

九、绝缘件应无裂纹、缺损和瓷件瓷柏损坏等缺陷，外表应清洁，测温仪表指示应准确。

十、装有滚轮的变压器就位后，应将滚轮用能拆卸的制动部件固定。

十一、变压器应按产品技术文件要求进行器身检查，当满足下列条件之一时，可不检查器身：

(一) 制造厂规定不检查器身。

(二) 就地生产仅作短途运输的变压器，且在运输过程中有效监督，无紧急制动、剧烈振动、冲撞或严重颠簸等异常情况。

十二、箱式变电所内、外涂层应完整、无损伤，对于有通风口的，其风口防护网应完好。

十三、箱式变电所的高压和低压配电柜内部接线应完整、低压输出回路标记应清晰，回路名称应准确。

十四、对于油浸变压器顶盖，沿气体继电器的气流方向应有  $1.0\% \sim 1.5\%$  的升高坡度。除与母线槽采用软连接外，变压器的套管中心线应与母线槽中心线在同一轴线上。

十五、对有防护等级要求的变压器，在其高压或低压及其他用途的绝缘盖板上开孔时，应符合变压器的防护等级要求。

## 第二节 配电柜安装

一、柜、台、箱的金属框架及基础型钢应与保护导体可靠连接；对于装有电器的可开启门，门和金属框架的接地端子间应选用截面积不小于  $4mm^2$  的黄绿色绝缘铜芯软导线连接，并应有标识。

二、柜、台、箱、盘等配电装置应有可靠的防电击保护装置，保护接地导体 (PE) 排应有裸露的连接外部保护接地导体的端子，并应可靠连接。当设计未做要求时，连接导体最小截面积应符合现行国家标准《低压配电设计规范》GB 50054 的规定。

三、小车、抽屉式成套配电柜推拉应灵活，无卡阻碰撞现象。动触头与静触头的中心线应一致，且触头接触应紧密，投入时，接地触头应先于主触头接触；退出时，接地触头应后于主触头脱开。

四、高压成套配电柜应按规定进行交接试验，并应合格，且应符合下列规定：

(一) 继电保护元器件、逻辑元件、变送器和控制用计算机等单体校验应合格，整组试验动作应正确，整定参数应符合设计要求。

(二) 新型高压电气设备和继电保护装置投入使用前, 应按产品技术文件要求进行交接试验。

五、低压成套配电柜交接试验应符合 50303 第 4.1 条的规定。

六、对于低压成套配电柜、箱及控制柜(台、箱)间线路的线间和线对地间绝缘电阻值, 馈电线路不应小于  $0.5M\Omega$ , 二次回路不应小于  $1M\Omega$ ; 二次回路的耐压试验电压应 1000V, 当回路绝缘电阻值大于  $10M\Omega$  时, 应采用 2500V 兆欧表代替, 试验持续时间应为 1min 或符合产品技术文件要求。

七、直流柜试验时, 应将屏内电子器件从线路上退出, 主回路线间和线对地间绝缘电阻值不应小于  $0.5M\Omega$ , 直流屏所附蓄电池组的充、放电应符合产品技术文件要求; 整流器的控制调整和输出特性试验应符合产品技术文件要求。

八、低压成套配电柜和配电箱(盘)内末端用电回路中, 所设过电流保护电器兼作故障防护时, 应在回路末端测量接地故障回路阻抗, 且因路阻抗应满足下式要求:  $ZS(m) \leq (2/3) \times (U_0/I_a)$ 。

式中  $ZS(m)$  —— 实测接地故障回路阻抗 ( $\Omega$ )。

$U_0$  —— 相导体对地的中性导体的电压 (V)。

$I_a$  —— 保护电器在规定时间内切断故障回路的动作电流 (A)。

九、配电箱(盘)内的剩余电流动作保护器(RCD)应在施加额定剩余动作电流( $I_{\Delta n}$ )的情况下测试动作时间, 且测试值应符合设计要求。

十、柜、箱、盘内电涌保护器(SPD)安装应符合下列规定:

(一) SPD 的型号规格及安装布置应符合设计要求。

(二) SPD 的接线形式应符合设计要求, 接地导线的位置不宜靠近出线位置。

(三) SPD 的连接导线应平直、足够短, 且不宜大于 0.5m。

十一、IT 系统绝缘监测器(IMD)的报警功能应符合设计要求。

十二、照明配电箱(盘)安装应符合下列规定:

(一) 箱(盘)内配线应整齐、无绞接现象; 导线连接应紧密、不伤线芯、不断股垫圈下螺丝两侧压的导线截面积应相同, 同一电器器件端子上的导线连接不应多于 2 根, 防松垫圈等零件应齐全。

(二) 箱(盘)内开关动作应灵活可靠。

(三) 箱(盘)内宜分别设置中性导体(N)和保护接地导体(PE)汇流排, 汇流排上同一端子不应连接不同回路 PE。操作、螺丝刀拧紧检查。

十三、送至建筑智能化工程变送器的电量信号精度等级应符合设计要求, 状态信号应正确; 接收建筑智能化工程的指令应使建筑电气工程的断路器动作符合指令要求, 且于动、自动切换功能均应正常。

十四、基础型钢安装允许偏差应符合表的规定, 用水平仪或拉线尺量检查。

表 21-1 基础型钢安装允许偏差表 (mm)

检查项目	允许偏差	
	每米	全长
不直度	1.0	5.0
水平度	1.0	5.0
不平行度	—	5.0

十五、柜、台、箱、盘的布置及安全间距应符合设计要求。

十六、柜、台、箱相互间或与基础型钢间应用镀锌螺栓连接，且防松零件应齐全；当设计有防火要求时，柜、台、箱的进出口应做防火封堵，并应封堵严密。

十七、室外安装的落地式配电（控制）柜、箱的基础应高于地坪，周围排水应通畅，其底座周围应采取封闭措施。

十八、柜、台、箱、盘应安装牢固，且不应设置在水管的正下方。柜、台、箱、盘安装允许偏差应符合表的规定。

表 21-2 盘柜安装的允许偏差 (mm)

项目	允许偏差	
垂直度（每米）		1.5
水平偏差	相邻两盘顶部	2
	成列盘顶部	5
盘面偏差	相邻两盘边	1
	成列盘面	5
盘间接缝		2

十九、柜、台、箱、盘内检查试验应符合下列规定：

- （一）控制开关及保护装置的规格、型号应符合设计要求。
- （二）闭锁装置动作应准确、可靠。
- （三）主开关的辅助开关切换动作应与主开关动作一致。
- （四）柜、台、箱、盘上的标识器件应标明被控设备编号及名称或操作位置，接线端子应有编号，且清晰、工整、不易脱色。

（五）回路中的电子元件不应参加交流工频耐压试验，50V 以下回路可不作交流工频耐压试验。

二十、低压电器组合应符合下列规定：

- （一）发热元件应安装在散热良好的位置。
- （二）熔断器的熔体规格、断路器的整定值应符合设计要求。
- （三）切换压板应接触良好，相邻压板间应有安全距离，切换时不应触及相邻的压板。
- （四）信号回路的信号灯、按钮、光字牌、电铃、电笛、事故电钟等动作和信号显示应准确。
- （五）金属外壳需做电击防护时，应与保护导体可靠连接。
- （六）端子排应安装牢固，端子应有序号，强电、弱电端子应隔离布置，端子规格应与导线截面积大小适配。

二十一、柜、台、箱、盘间配线应符合下列规定：



(一) 二次回路接线应符合设计要求, 除电子元件回路或类似回路外, 回路的绝缘导线额定电压不应低于 450/750V。对于铜芯绝缘导线或电缆的导体截面积, 电流回路不应小于  $2.5\text{mm}^2$ , 其他回路不应小于  $1.5\text{mm}^2$ 。

(二) 二次回路连线应成束绑扎, 不同电压等级、交流、直流线路及计算机控制线路应分别绑扎, 且应有标识。固定后不应妨碍于车开关或抽出式部件的拉出或推入。

(三) 线缆的弯曲半径不应小于线缆允许弯曲半径。

(四) 导线连接不应损伤线芯。

二十二柜、台、箱、盘面板上的电器连接导线应符合下列规定:

(一) 连接导线应采用多芯铜芯绝缘软导线, 敷设长度应留有适当裕量。

(二) 线束宜有外套塑料管等加强绝缘保护层。

(三) 与电器连接时, 端部应绞紧、不松散、不断股, 其端部可采用不开口的终端端子或搪锡。

(四) 可转动部位的两端应采用卡子固定。

二十三、照明配电箱(盘)安装应符合下列规定:

(一) 箱体开孔应与导管管径适配, 暗装配电箱箱盖应紧贴墙面, 箱(盘)涂层应完整。

(二) 箱(盘)内回路编号应齐全, 标识应正确。

(三) 箱(盘)应采用不燃材料制作箱(盘)应安装牢固、位置正确、部件齐全, 安装高度应符合设计要求, 线坠尺量垂直度允许偏差不应大于 0.15%。

二十四、盘柜母线连接接触面应保持清洁, 并应涂以电力复合脂。连接螺栓应用力矩扳手紧固, 钢制螺栓紧固力矩值应符合下表。

表 21-3 钢制螺栓紧固力矩值 (N.m)

螺栓规格 (mm)	力矩值
M8	8.8 ~ 10.8
M10	17.7 ~ 22.6
M12	31.4 ~ 39.2
M14	51 ~ 60.8
M16	78.5 ~ 98.1
M18	98 ~ 127.4
M20	156.9 ~ 196.2
M24	274.6 ~ 343.2

### 第三节 电气设备试验及试运行

一、试运行前, 相关电气设备和线路应按 50303 规定试验合格, 现场单独安装的低压电器交接试验项目应符合 50303 的规定。

二、电动机必须有明显可靠的接地。

三、电动机应试通电, 并应检查转向和机械转动情况, 电动机试运行应符合下列规定:

(一) 空载试运行时间宜为 2 小时, 机身和轴承的温升、电压和电流 等应符合建筑设备或工艺装置的空载状态运行要求, 并应记录电 流、电压、温度、运行时间等有关数据, 电动机滚动轴承温度应不超过 95℃, 滑动轴承的温度应不超过 80℃。

(二) 空载状态下可启动次数及间隔时间应符合产品技术文件的要求; 无要求时, 连续启动 2 次的时间间隔不应小于 5min, 并应在电动机冷却至常温下进行再次启动。

(三) 电动机振动符合要求。

(四) 电气动力设备的运行电压、电流应正常, 各种仪表指示应正常。

(五) 电动执行机构的动作方向及指示应与工艺装置的设计要求保持一致, 运行中应无异常声音。

(六) 换向器、集电环及电刷应工作正常, 接触面应无明显火花。

(七) 轴承状态应正常, 润滑脂量应满足产品技术文件要求。

四、交流电动机的试验项目, 应包括下列内容:

(一) 测量绕组的绝缘电阻和吸收比。

(二) 测量绕组的直流电阻。

(三) 定子绕组的直流耐压试验和泄漏电流测量。

(四) 定子绕组的交流耐压试验。

(五) 绕线式电动机转子绕组的交流耐压试验。

(六) 同步电动机转子绕组的交流耐压试验。

(七) 测量可变电阻器、起动电阻器、灭磁电阻器的绝缘电阻。

(八) 测量可变电阻器、起动电阻器、灭磁电阻器的直流电。

(九) 测量电动机轴承的绝缘电阻。

(十) 检查定子绕组极性及其连接的正确性。

(十一) 电动机空载转动检查和空载电流测量。

五、电压 1000V 以下且容量为 100kW 以下的电动机, 可按第 1/7/10/11 条进行试验。

## 第四节 母线槽安装

### 一、母线槽系统的组成

#### (一) 母线槽的应用

随着高层建筑和大型厂房车间的出现, 作为输电导线的传统电缆在大电流输送系统中已不能满足要求, 多路电缆的并联使用给现场安装施工连接带来了诸多不便。

母线槽作为一种新型输配电形式应运而生。

母线槽为交流三相四线或五线制, 适用于频率 50 ~ 60Hz、额定电流 100A ~ 6300A、额定电压至 690V 以下的供配电系统。



## (二) 母线槽内部结构

母线槽结构由：

导电铜排——由纯铜排组成，导电铜排接头的表面应均匀镀锡或镀银

绝缘材料——由聚四氟乙烯、聚碳酸高强绝缘塑料块组成

以及固定螺栓、绝缘套管、盖板组成

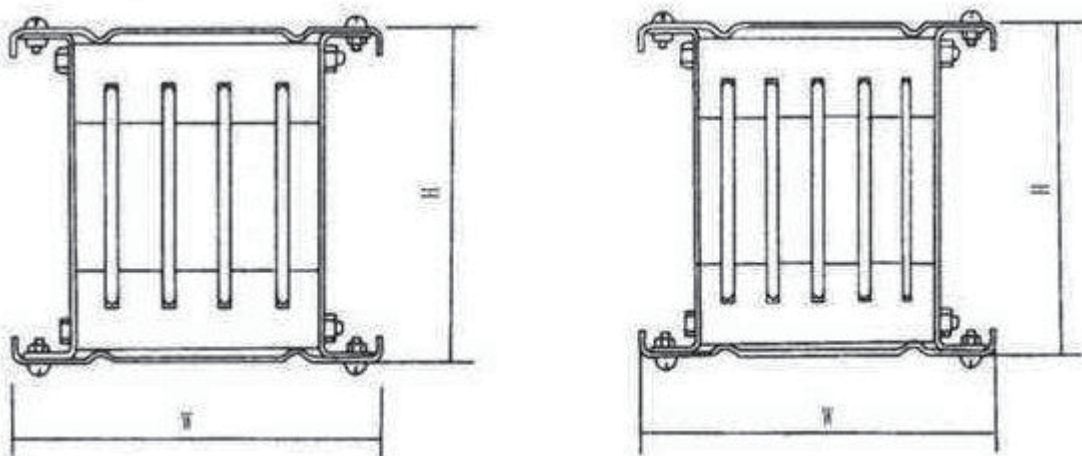


图 21-2 三相四线、三相五线母线槽示意图

### (三) 母线槽供电系统组成

#### 1. 直线型母线槽单元

直线型母线槽单元用于延长供电线路，带分接装置的封闭式母线与插接箱配套使用以分配电力负荷。

#### 2. 始端母线槽单元

始端母线槽单元与始端箱配套使用与变压器、配电柜、电缆连接。

#### 3. 膨胀母线槽单元

膨胀母线槽单元用于吸收由于热膨胀产生的母线槽轴向的变化量。

#### 4. 变径母线槽单元

变径母线槽单元用于同一系统中母线槽不同额定电流单元的连接，是的母线系统经济合理。

#### 5. 母线弯曲槽单元

母线弯曲槽单元用于水平与垂直安装方式的连接及母线槽改变走向。

#### 6. 母线槽终端盒

母线槽终端盒用于母线槽终止端的封闭，保证供电安全。

#### 7. 插接箱

插接箱用于母线槽上引出供电回路电源，插接箱内配置自动开关，接通和切段供电回路电源。

#### 8. 支架

支撑、固定母线槽供电系统各组成单元的结构。

### 二、母线槽进厂验收

(一) 母线槽及其附属设备、材料应进场验收合格，做好验收记录，验收记录、产品技术文件及时归档。

母线槽是供电系统的主要设备属于国家强制性认证产品，产品标准、规格型号、技术要求、环境要求、检测参数不仅涉及产品质量、使用寿命，使用环境属于人员密集、火灾危险大，其安全性能更是人命关天，合规性、可追溯性非常重要，进场验收时重要环节，验收记录、技术资料

及时归档妥善保存。

(二) 验收依据是《母线干线系统》GB7251.6(2015)、《建筑电气工程施工质量验收规范》GB50303(2015)和设计文件要求。

《母线干线系统》GB7251.6(2015)是强制性国家标准,是母线槽产品设计、生产、试验及认证的技术依据。

母线干线系统简称母线槽,该系统由母线、母线支撑和绝缘件、外壳、固定件及与其他单元相接的连接件构成,这些母线置于走线槽或类似的壳体中,并由绝缘材料支撑或隔开,其大电流输送的优越性多用于高层建筑和大型厂房车间作为输电导线(代替传统电缆)。

母线槽特点是具有系列配套、商品性生产、体积小、容量大、设计施工周期短、装拆方便、不会燃烧、安全可靠、使用寿命长。母线槽产品适用于交流 50Hz,额定电压 380V,额定电流 250A-6300A 的三相四线、三相五线制供电系统工程中。

(三) 母线槽产品铭牌标识齐全,附件齐全,应提供检测报告、安装、维修和试验要求等技术文件。

铭牌、技术文件、检测报告、设计文件是产品的使用、检查验收的依据,安装、维修文件是安装、维护的指导文件,正确的安装、良好的维护是安全运行的保证。

(四) 查验国家强制性产品认证标志、产品合格证和随带的安装技术文件。

1. 母线槽为国家强制性认证产品,应有合格证和国家强制性产品认证标志,确认认证证书的认证范围、有效性、真实性。

国家强制性产品认证(3C 认证),是按照世贸有关协议和国际通行规则,国家依法对涉及人类健康安全、动植物生命安全和健康,以及环境保护和公共安全的产品实行统一的强制性产品认证制度。

3C 标志并不是质量标志,而只是一种最基础的安全认证,它的某些指标代表了产品的安全质量合格。



图 21-3 中国国家强制性产品认证证书

2. 查验国家强制性产品认证试验报告, 报告中的参数符合设计要求, 导体规格、防护型式与报告一致, 当对载流能力有异议时, 应送具备资质的试验室做极限温升试验, 额定电流温升值应符合《母线干线系统》GB521.6 (2015) 规定。



图 21-4 国家强制性产品认证试验报告

强制性产品认证试验报告不是某批次产品的检测报告, 是企业申请 3C 认证时对产品进行测试后出具的报告, 只是为了证明该产品符合国家强制性认证的要求基础检测报告, 是一种认证产品鉴定型式试验报告, 由质监或检验机构检测出具。

检验(检测)报告是单独针对产品(批次)进行的质量检测, 由内部质检部门或第三方检测机构检测出具。

3. 保护接地导体(PE)应与外壳有可靠连接, 其截面与产品技术文件一致, 当外壳兼做保护接地导体(PE)时, 试验报告和产品结构符合国家现行产品标准规定。

(五) 外观检查: 外包装良好无损伤, 防潮密封良好, 各段编号标识清晰, 外壳无明显变形, 母线螺栓搭接面平整, 镀层覆盖完整、无起皮和麻面。

母线槽内部结构为母线、母线支撑件、绝缘及辅助绝缘填充, 母线间紧贴或间距很小, 意外碰撞、受潮都可能降低甚至损坏绝缘性能。

母线槽连接采用插接或螺栓连接, 其搭接面平整要求较高, 搭接面缺陷会降低载流量、发热, 影响使用性能和安全性。

#### (六) 查验检测报告、现场抽样检测

1. 检测报告的技术参数应不低于强制性产品认证试验报告中的参数值并符合设计要求, 产品导体规格、防护型式等级与报告一致。

2. 验收时需进行现场抽样检测, 同厂、同批次、同型号、同规格每批至少抽取 1 个样本, 除外观检查判定外, 用 1000V 兆欧表测量母线绝缘电阻, 电阻值  $\geq 2M\Omega$ 。

3. 有异议送有资质试验单位检测, 同厂、同批次、同型号、不同规格 10% 检测, 不少于 2 个样本。

4. 抽检结果不合格, 加倍检测, 仍不合格则该批产品为不合格品, 不得使用。

### （七）母线槽的搬运、装卸、保管注意事项

1. 吊运时必须使用吊带，不得用钢丝绳捆绑，铲运时层间、下部、侧面须垫木板等柔性材料，轻拿轻放，防止外壳碰撞受损。
2. 搬运时导体连接部位适当保护，不得有碰撞损伤。
3. 搬运时码放母线槽其下部和单元之间垫以木板、木方，码放高度不得过高并用柔性绳索有效约束控制。
4. 母线槽及其附件应保管存放在干燥通风室内，下部垫高不小于 200mm，层间加垫木板等柔性材料，码放高度符合安全要求。
5. 母线槽及其附件分类存放，铭牌置于醒目方向。

## 三、母线槽安装准备工作及应具备的条件

### （一）熟悉施工图纸

母线槽是成套产品它与成套配电屏（柜）在安装方面有所不同，配电屏安装场是相对独立封闭的空间，而母线槽的安装环境是与其他专业（土建、管道、消防等）交涉很多的复杂环境（高层建筑为减少交涉，独立设置强电井），母线槽安装前期不仅要熟悉电气图纸，对其它专业图纸也要有所了解，尽量避免后期专业交叉、打架，同时对预埋件、预留洞位置及尺寸等进行交流沟通。

加强与设计的沟通，进行设计交底和图纸会审。

### （二）编制电气施工方案

施工方案是施工安装的指导性文件，充分熟悉图纸编制切合实际的施工方案。

方案审批后在母线槽安装开工前进行技术交底和安装技术培训，了解施工安装程序及技术质量要点。

根据方案备齐施工检测器具及掌握使用方法。

### （三）编制母线槽实际安装走向布置图

电气施工图其布置并没有充分考虑现场情况，与土建、管道等专业冲突时电气不是优先专业，依据现场实际情况编制确切安装参数的走向布置，不仅利于生产厂商生产切合实际的合格产品，还利于现场安装质量，更利于后续的安全运行。

过程中需要调整尺寸或增加部件的及时联系制造厂家，进行补充、调整。

母线槽是国家强制性认证产品，现场不得自行改造。

### （四）母线槽安装前复核

母线槽及其附件除前述验收要求外，还需依据实际走向布置复核特殊单元、特殊附件的尺寸等参数。

### （五）准备合适的安装工具

母线槽及主体附件搬运时不得使用钢丝绳绑扎吊运，不得随地拖拉，轻拿轻放，特别是导体连接部位，防止碰撞。

母线槽安装过程，不得铁锤直接敲打，必须使用木质锤、橡胶锤调整安装位置。

母线连接螺栓须使用力矩扳手控制紧固力矩。

母线槽安装前每个单元及每安装完成一个单元的整体部分都需使用 1000V 兆欧表测试绝缘电阻，绝缘电阻满足要求才能继续安装活动。

#### （六）竣工资料准备

施工方案、施工过程记录、质量控制记录及时编制、填写、审批，分类归档。

#### （七）安装应具备的条件

变压器、配电柜、穿墙套管安装完成并检查验收合格后。

建筑结构封顶，室内底层地面完成或底层地面标高确定、场地清理，层间距复测。

与母线槽位置相关的管道、暖通、建筑装饰工程完成。

母线槽安装组对前，每段母线槽（母线槽单元）1000V 兆欧表测试绝缘电阻合格，每段绝缘电阻不小于 20MΩ。

### 四、固定支架（座）安装及质量控制与验收

#### （一）支架安装及质量控制

母线槽重量较大，支架安装方式、固定方法依据设计图纸要求，施工时须按实际走向复核预埋件位置，确保承载和载荷分布满足设计要求。

支架固定方式一般采用预埋件焊接固定、膨胀螺栓固定或钢构件焊接固定、开孔螺栓固定，对于承力建筑钢结构构件若无设计文件规定，必须征得设计书面确认，否则不得擅自焊接支架和热开孔。

母线槽水平安装支架还有吊架和立柱架，直线水平安装的支架直线度满足母线槽安装直线度不大于 1.5‰要求，同时保证母线槽与墙壁距离以满足插接箱安装空间。

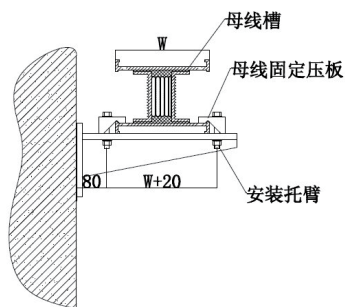


图 21-5 母线墙壁水平安装示意图

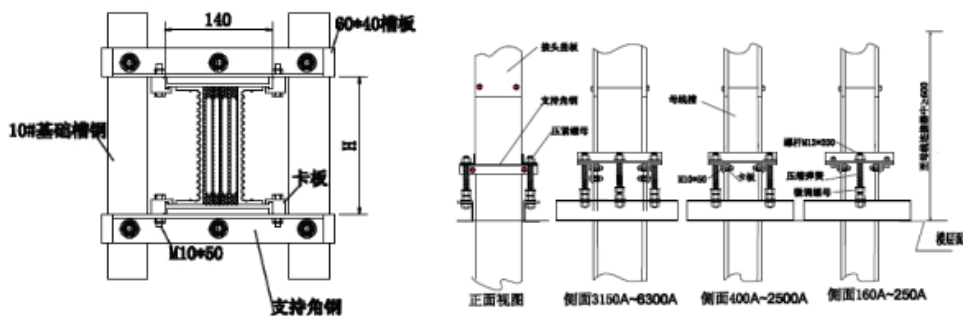


图 21-6 母线竖井垂直安装示意图



母线槽竖直安装多用于高层建筑，每一楼层和母线槽垂直安装高度大于 4m 时都必须安装弹簧支架，以支撑母线槽自身荷载及垂直方向安装微调，当楼层高度过大或一付弹簧支架不能支撑其楼层高度的母线槽重量，可在该楼层中间位置增设一付弹簧支架，确保母线槽的静态稳定性及安全承载，弹簧架之间可设置简单固定支架稳定母线槽与墙壁距离，支架中心偏移度满足母线槽中心偏移不大于 5mm/20m 要求。

弹簧支架按母线槽安装、维护技术文件要求调整。

每个母线槽单元、拐弯处 0.4–0.6m 设置固定点，固定点不应设置在连接和分接处。

## （二）支（座）架质量验收

一般项目：

1. 除设计要求外，承力建筑钢结构构件上不得熔焊连接母线槽支架，且不得热加工开孔。

检查数量：全数检查。

承力钢结构构件上焊接和热开孔会产生热应力形成微裂纹，影响构件的承载能力。

2. 与预埋件焊接固定时，焊缝应饱满。

采用膨胀螺栓固定时，选用的螺栓应适配，连接应牢固。

检查数量：每个检验批的支架总数抽查 10%，且不少于 1 处并应覆盖指甲的不同固定形式。

3. 支架安装牢固，无明显扭曲，采用金属吊架时应有防晃支架，配电母线槽的圆钢吊架直径不得小于 8mm，照明母线槽的圆钢吊架直径不得小于 6mm。

检查数量：每个检验批的支架总数抽查 10%，且不少于 1 处并应覆盖指甲的不同固定形式。

4. 水平敷设母线槽每段均须设置固定支架，拐弯处 0.4–0.6m 增设支架，垂直敷设母线槽每层不得少于 1 个支架，必要时支架间增加固定点，支架、固定点不应设置在连接和分接处。

检查数量：检验批母线槽数量抽查 20%，且不少于 1 处。

5. 金属支架应进行防腐，位于室外及潮湿场所的应按设计要求做处理。

检查数量：每个检验批的支架总数抽查 10%，且不少于 1 处并应覆盖指甲的不同固定形式。

支架防腐质量容易忽视的，母线槽自重大，使用寿命长，支架应该提高防腐等级，最好母线槽厂商配置支架，现场制作的支架最好采用热镀锌材料。

## 五、始端母线槽安装及质量控制与验收

### （一）始端母线槽安装及质量控制

1. 始端母线与变配电设备连接方式

2. 始端母线安装质量控制

始端母线连接的硬铜排或软铜编织带材质、截面积必须符合设计要求，搭接长度、螺栓规格、螺栓孔径符合设计文件规定和规范（GB50303）要求。

搭接面平整无裂纹、凹凸，清理拭擦干净并涂抗氧化剂，搭接边沿整齐无错边，螺栓孔规则无毛刺。

连接螺栓热镀锌两侧加平垫圈，保持相邻垫圈间隙大于 3mm，螺母侧装弹簧垫圈或锁紧螺母，

螺母方向置于维护侧。

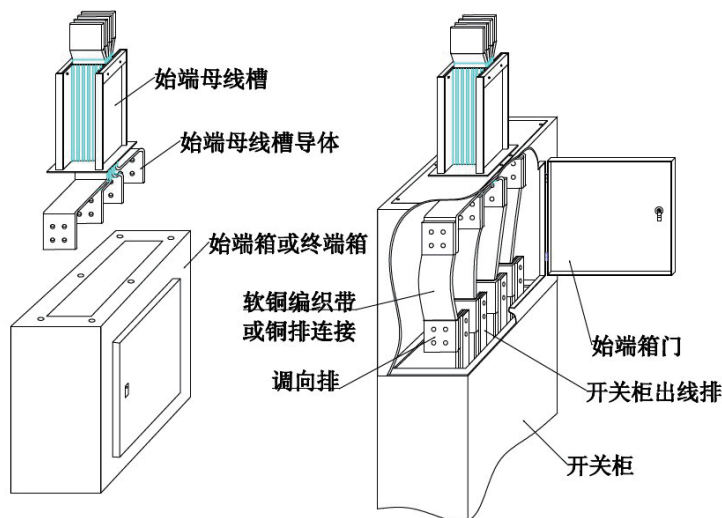


图 21-7 母线槽与开关柜的连接

母线槽与开关柜的连接必须采用软铜编织带或硬铜排螺栓连接，如图 21-7 所示。

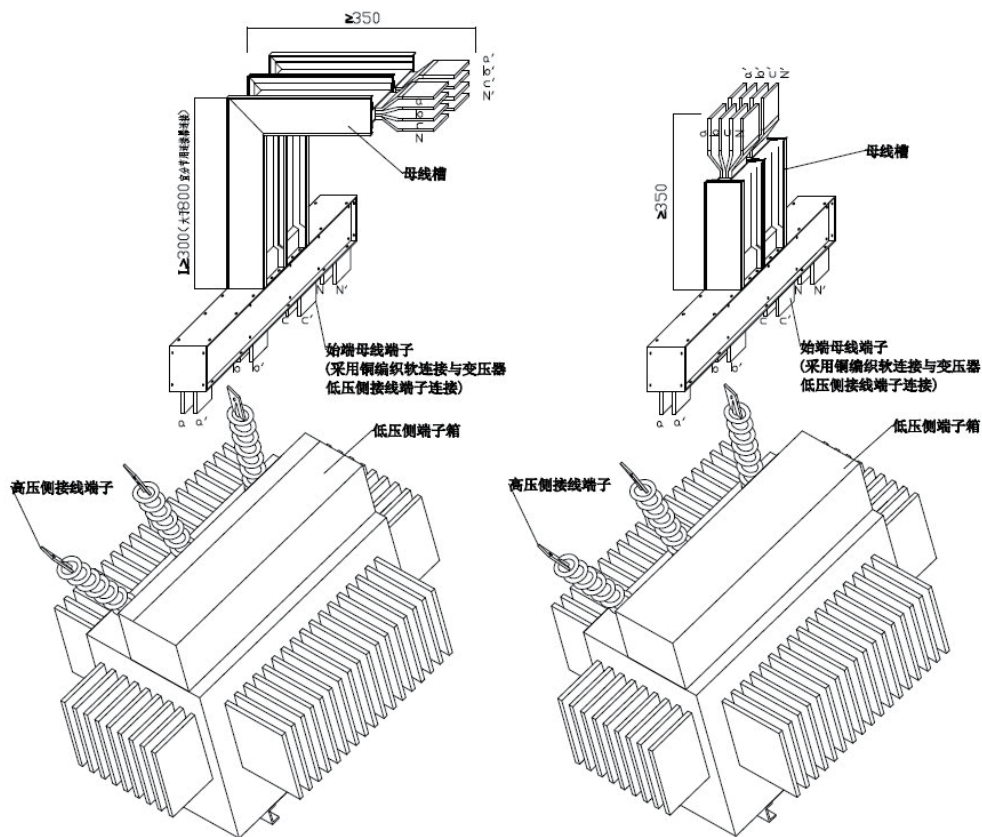


图 21-8 母线槽与变压器的连接

母线槽与变压器的连接必须采用软铜编织带螺栓连接，如图 21-8 所示。

硬母线与设备连接自然过渡，不应用螺栓强力搭接，螺栓紧固时力矩扳手设置好满足要求的

力矩值，使的螺栓受力均匀力矩值一致，设备接线端子不得受额外应力。

始端箱、端子箱安装端正、牢固。

## （二）始端母线安装质量验收

主控项目：

1. 始端母线槽与相连的母线槽单元及始端箱（端子箱）金属外壳间可靠连接，且末端始端箱与保护导体（接地体）可靠连接。

检查数量：全数检查。

2. 连接导体（硬铜排、软铜编织带）材质、截面积符合设计要求。

检查数量：全数检查。

3. 若母线槽的金属外壳作为保护接地导体（PE）时，其外壳导体应具有连续性且符合规范要求（GB7521.1）。

检查数量：全数检查。

4. 母线搭接长度、螺栓孔径、螺栓拧紧力矩符合规范 GB50303 附录 D、附录 E 要求，每个螺栓拧紧力矩值一致。

检查数量：按检验批连接端数量抽查 20%，不少于 2 个连接端。

一般项目：

5. 母线搭接（母线与母线、母线与设备接线端子）符合下列规定：

铜与铜：处于室外、高温且潮湿的室内，搭接面搪锡或镀银，干燥室内可不搪锡、镀银。

铝与铝：可直接搭接。

钢与钢：搭接面搪锡或镀锌。

铜与铝：干燥室内，铜导体搭接面搪锡；潮湿环境铜导体搭接面搪锡或镀银，采用铜铝过渡连接。

钢与铜或铝：钢搭接面搪锡或镀锌。

检查数量：检验批母线搭接数量总数的抽查 10%，且不少于 1 处，覆盖不同材质的不同连接方式。

6. 母线搭接接头处距绝缘子夹板边缘不应小于 50mm。

检查数量：接头总数抽查 20%。

## 六、母线槽单元的安装及质量控制与验收

### （一）母线槽单元安装及质量控制

#### 1. 母线槽单元安装方法

根据实际走向布置图将测试完绝缘电阻的不同母线单元按走向图的编号放置于支架上，调整好支架（弹簧支架按技术文件调整），对接好连接器位置，确定合适后紧固连接器和连接盖板，并将母线用固定压板固定于支架上，整体检测绝缘电阻，一个母线槽单元安装完成。

需要强调的是，第一，每个母线槽单元安装前后测试绝缘电阻并满足要求，第二，所有高强螺栓使用力矩扳手，如图所示，紧固力矩满足预设力矩值或力矩标识牌脱落。



图 21-9 高强螺栓紧固

## 2. 母线槽单元安装的质量控制

母线槽单元安装走向按实际走向布置，实际走向应避开障碍和可能对母线槽运行造成威胁的设施（水管、消防喷淋下方等）。

母线槽连接方式符合产品技术文件要求。

母线槽及部件安装前确认母线截面符合设计要求，规格型号符合实际走向图，防护等级一致并符合现场环境要求。

安装前须 1000V 兆欧表检查确认准备安装母线槽单元和已安装母线槽整体绝缘电阻符合要求。

母线槽单元安装时，检查相邻单元插接面清洁平整，保证接触面积，相序正确再插入连接器，然后母线及外壳对准保证同心度，母线与外壳同心度偏差  $\pm 5\text{mm}$ ，避免连接后母线、外壳应受额外应力。

安装后各母线槽单元及部件金属外壳间均须用软铜编织带可靠跨接，主线首末端、分支末端与接地装置可靠连接。

每个母线槽单元（段）均须设置固定支架，以承载母线槽重量；水平母线槽拐弯处 0.4–0.6m 增设支架，控制连接处受力产生移动错位；垂直母线槽每层穿越楼板处设置配套的固定弹簧支架，弹簧支架间必要时增设固定点，穿越楼板的孔洞四周有防水台并做防火封堵；支架、固定点设置避开连接和分接处。

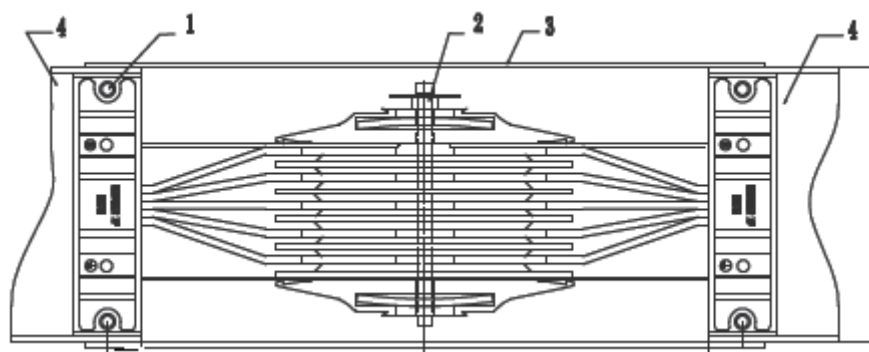
母线槽直线长度过长（大于 80m 时，每 50–60m）和跨越建筑变形缝须设置伸缩补偿装置。

母线槽直线段安装平直，水平度、垂直度控制在  $\leq 1.5\text{‰}$ ，全长  $\leq 20\text{mm}$ 。

### （二）母线槽连接器的安装及质量控制

#### 1. 母线槽连接器的安装方法

如图所示，将两节母线槽单元端头导体插入母线连接器，确认相位无误后，测量接头盖板连接孔距，连接器内两母线槽单元端头导体间距保证 40mm 母线膨胀间隙。



1. 接头盖板连接螺钉 2. 母线连接器 3. 接头盖板 4. 母线单元

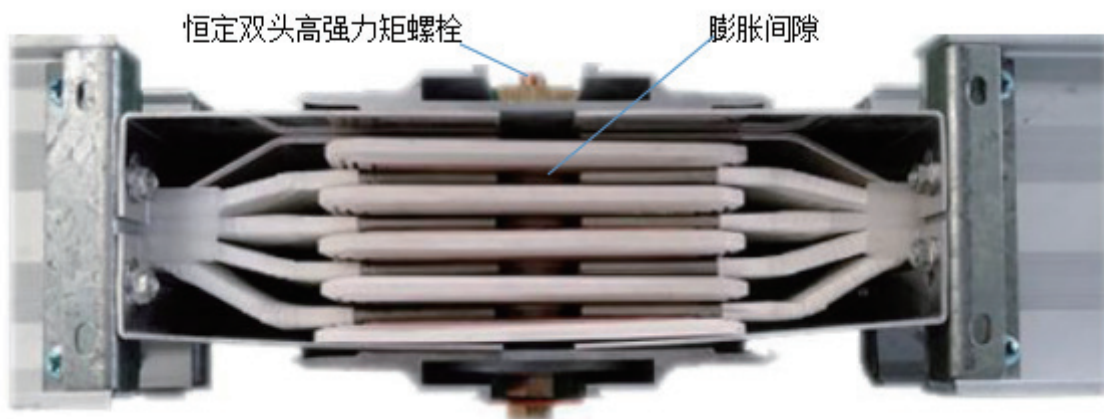


图 21-10 母线槽接头连接器

母线槽连接器均采用恒定双螺栓头高强度矩螺栓，该双螺栓头中间颈项设有力矩标志牌，紧固连接时，扳手拧住螺栓外端帽进行紧固，直至螺栓外端帽颈部断裂力矩标志牌脱落即可。

## 2. 母线槽连接器的安装质量控制

母线单元连接前测试准备安装母线槽单元和已安装母线槽的绝缘电阻，满足要求后才允许安装连接。

为方便检查、维护，母线槽连接器位置避免在穿楼板和墙体位置。

两母线槽单元端头导体在连接器内间距保证 40mm 母线膨胀间隙。

### （三）母线槽膨胀单元、升降单元的安装及质量控制

膨胀单元、升降单元的伸缩部位的调节螺栓出厂时都是紧固的，安装时应先将膨胀单元或升降单元两端头接头连接好，再松开调节螺栓，保持良好的伸缩或升降功能。

### （四）插接箱安装及质量控制

插接箱的安装必须在母线槽安装结束后，全线绝缘电阻和耐压测试合格满足验收要求，再安装插接箱。

插接箱安装时要确认相线、N 线和 PE 线与母线的相线对应正确；将母线槽插口封盖打开，再将插接箱插脚对准插口孔，插入时要确保两片插脚在母线槽同相导体的两侧，确认无误后插入到位，并将固定压板卡住母线盖板的背面，拧紧穿过插接箱横梁和固定压板的紧固螺栓即可，如图。

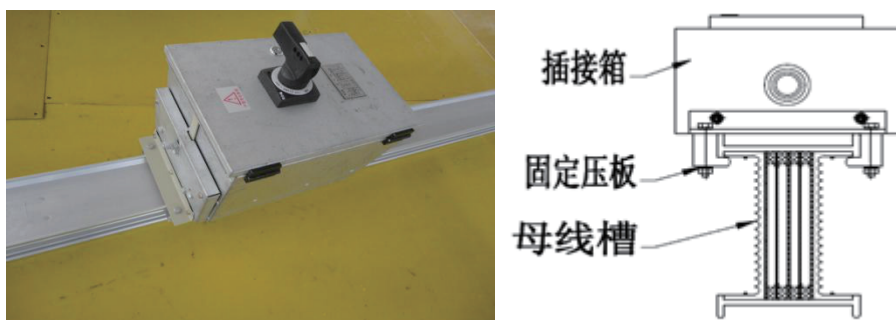


图 21-11 插入箱安装

#### (五) 母线槽单元安装质量验收

##### 主控项目

1. 母线槽单元连接导体材质、截面积符合设计要求。

检查数量：全数检查。

2. 每段母线槽金属外壳间应可靠连接，且母线槽全长与保护导体可靠连接不少于 2 处，分支母线槽金属外壳末端应与保护导体可靠连接。

检查数量：全数检查。

3. 当设计将母线槽的金属外壳作为保护接地导体（PE）时，其外壳导体应具有连续性且应符合现行国家标准 GB7251.1 的规定。

检查数量：全数检查。

4. 母线槽不宜安装在水管正下方。

检查数量：全数检查。

5. 母线连接方法应符合产品技术文件要求。

母线槽连接用部件的防护等级应与母线槽本体的防护等级一致。

当母线槽段与段连接时，两相邻段母线及外壳宜对准，相序应正确，连接后不应使母线及外壳受额外应力。

母线应与外壳同心，允许偏差应为  $\pm 5\text{mm}$ 。

检查数量：按每检验批的母线连接端数量抽查 20%，且不得少于 2 个连接端。

##### 一般项目

6. 水平或垂直敷设的母线槽固定点应每段设置一个，且每层不得少于一个支架，其间距符合产品技术文件的要求，距拐弯处 0.4~0.6m 处应设置支架，固定点位置不应设置在母线槽的连接和分接单元处。

母线槽段与段的连接口不应设置在穿越楼板或墙体处，垂直穿越楼板应设置与建（构）筑物固定的专用部件支座，其孔洞四周应设置高度为 50mm 及以上的防水台，并应采取防火封堵措施。

母线槽直线段安装应平直，水平度与垂直度偏差不宜大于  $1.5\text{‰}$ ，全长最大偏差不宜大于 20mm；照明用母线槽水平偏差全长不应大于 5mm，垂直偏差不应大于 10mm。



外壳与底座间、外壳个连接部位及母线连接螺栓应按产品技术文件要求选择正确，连接紧固。  
检查数量：按每个检验批母线槽数量抽查 20%，且不得少于 1 处，并应覆盖不同的敷设形式。

7. 母线槽快约建筑物变形缝处时应设置补偿装置，母线槽直线敷设长度超过 80m，每 50m~60m 宜设置伸缩节。

母线槽上无插接部件的插接口及母线端部应采用专用的封板封堵完好。

母线槽与各类管道平行或交叉的净距离符合 GB50303 附录 H 的规定。

检查数量：全数检查。

## 七、工程验收和通电前检查、检测

### （一）检查、检测

母线槽安装完工，其金属外壳与外部保护导体连接完成后，必须全线检查各个连接点及外壳接地线是否牢靠有无遗漏，按电气规范要求，进行全面性能检查。

母线槽水平安装和垂直安装后，要求母线槽的水平度及垂直度偏差 $\leq 1.5\%$ 。

母线槽全线安装完毕，供电端及分支引线全部切断，不与电器设备相连，常温常态下用 1000V 兆欧表测量其相与相，相与地的绝缘电阻 $\geq 20M\Omega$ ，若温度在 30℃ 以上，相对湿度在 90% 以上时，其绝缘电阻不小于 0.5  $M\Omega$ ，经过烘烤后绝缘电阻且能显著上升，绝缘耐压每分钟 2000V 测压无闪络现象。

### （二）质量验收

#### 主控项目

高压母线交流工频耐压试验交接试验合格。

低压母线绝缘电阻值不应小于 0.5  $M\Omega$ 。

检查分接单元插入时，接地触头应先于相线触头接触，且触头连接紧密，退出时，接地触头应后于相线触头脱开。

检查母线槽与配电柜、电气设备的接线相序应一致。

检查数量：全数检查。

## 第五节 梯架、槽盒安装

### 一、梯架、托盘、槽盒的进场验收

（一）验收依据《建筑电气工程施工质量验收规范》GB50303（2015）和设计文件要求。

（二）梯架、托盘、槽盒及其附件、材料应进场验收合格，做好验收记录，验收记录、产品技术文件及时归档。

（三）梯架、托盘、槽盒及附件、配件材料材质、厚度、规格与产品技术文件、采购合同、设计文件一致。

（四）产品铭牌标识、附件齐全，检测报告、产品合格证齐全。

(五) 产品合格证、出厂检测报告内容填写齐全完整。

(六) 外观检查:

1. 配件齐全, 表面光滑、无变形。
2. 钢制梯架、托盘、槽盒涂层完整、无锈蚀。
3. 塑料槽盒无破损, 色泽均匀, 对阻燃等特殊要求产品有异议时, 按批抽样送有资质试验室检测。
4. 铝合金梯架、托盘、槽盒涂层完整, 无扭曲变形、压扁和表面划伤等现象。
5. 镀锌梯架、托盘、槽盒镀锌层完全覆盖, 表面无锈斑, 对镀锌质量有异议, 按批抽样送有资质试验室检测。

(七) 搬运、装卸、保管注意事项

1. 吊运时应使用吊带, 人工搬运, 轻拿轻放, 防止梯架、槽盒涂层破损和碰撞变形。
2. 梯架、托盘、槽盒及其附件保管存放, 下部垫高不小于 200mm, 码放高度符合安全要求。
3. 按规格分类存放, 标识清晰。

## 二、梯架、托盘、槽盒安装准备工作及注意事项

(一) 熟悉施工图纸

梯架、托盘、槽盒的安装环境是与其他专业(土建、管道、消防等)交涉很多的复杂环境, 安装前期不仅要熟悉电气图纸, 对其它专业图纸也要有所了解, 尽量避免后期专业交叉、打架, 同时对预埋件、预留洞位置及尺寸等进行交流沟通。

加强与设计的沟通, 进行设计交底和图纸会审, 编制施工方案。

(二) 施工方案交底

开工前进行技术交底和安装技术培训, 了解施工安装程序及技术质量要点。

(三) 竣工资料准备

技术交底、施工过程记录、质量控制记录及时编制、填写、审批, 分类归档。

(四) 安装应注意的事项

加工制作不得使用热切割和焊接, 制作弯通时弯曲半径不小于所敷设最大电缆的最小允许弯曲半径。

土建墙体抹灰完成后, 开始支架安装及梯架、托盘、槽盒敷设工作。

支架安装前与相关专业协调进行测量定位。

梯架、托盘、槽盒敷设路径保持与可能对电气系统造成危害设施的安全距离。

梯架、托盘、槽盒接地、跨接不允许焊接, 其跨接线固定位置、始末端接地线固定位置开孔。

跨接导线分段、压端子、搪锡, 防松螺栓检查合格。

## 三、固定支架(座)安装及质量控制与验收

(一) 支架安装及质量控制

1. 支架制作

梯架、托盘、槽盒敷设电缆后重量很大，支架材料满足载荷要求。

支架制作采用焊接，焊缝饱满，无虚焊（未焊透）、漏焊。

支架按设计或规范要求防腐，尽量采用镀锌材料制作，镀锌材料的焊缝、切口须做防腐处理。

## 2. 支架安装

支架安装标高按设计文件规定，敷设路径原则按设计文件但需根据现场实际情况调整。

支架采用膨胀螺栓固定，膨胀螺栓规格要匹配，数量满足承载要求。

支架采用预埋件焊接固定，其焊缝饱满无虚焊漏焊，焊缝长度满足承载要求。

支架在钢结构构件上固定，需征得设计同意，建筑承力钢结构构件上不允许直接焊接和热开孔。

吊架需稳固，增加防晃措施，转弯、分支和长直线段增设固定支架，如图 21-12 所示。



图 21-12 防止晃动固定支架

支架安装间距水平 1.5m-3m，垂直不大于 2m，原则上每段梯架、托盘、槽盒至少有一个固定支架，梯架、槽盒分支、转弯处和弯曲半径大的弯通中部须增设固定支架，如图 21-13 所示，防止梯架、托盘、槽盒承重后发生整体变形。



图 21-13 分支、转弯处、弯曲半径大弯通中部增设固定支架

梯架、托盘、槽盒垂直敷设的承重支架，其型材规格应考虑承载力满足电缆敷设后的重量和线路的可靠性要求，支架安装必须牢固可靠。

整体支架安装满足其梯架、托盘、槽盒水平度、直线度、垂直度符合 GB50312-2007 要求。

支架安装过程损伤的防腐涂层，须清理表面后按涂层要求修补。

支（吊）架不应设置在梯架、托盘、槽盒的连接处，便于安装维护操作。

若设计要求，支架须可靠接地。

#### （二）支架制作安装质量验收

##### 一般项目

1. 梯架、托盘、槽盒在电气竖井敷设时，其支架不应安装在固定电缆的横担上，且每隔 3 层—5 层应设置承重支架。

检查数量：全数检查。

2. 承力建筑钢结构构件上不得熔焊支架，且不得热加工开孔。

水平安装的支架间距宜为 1.5m—3.0m，垂直安装的支架间距不应大于 2m。

采用金属吊架固定时，圆钢直径不得小于 8mm，并应有防晃支架，在分支处或端部 0.3m—0.5m 处应有固定支架。

支吊架设置应符合设计或产品技术文件要求，支吊架安装牢固，无并明显扭曲；与预埋件焊接固定时，焊缝应饱满；膨胀螺栓固定时，螺栓应选用适配、防松零件齐全、连接紧固。

检查数量：检验批支架总数抽查 10%，且各不得少于 1 处并应覆盖支架的安装形式。

3. 金属支架应进行防腐，位于室外及潮湿场所的应按设计要求处理。

检查数量：检验批金属支架总数抽查 10%，且不得少于 1 处。

#### 四、梯架、托盘、槽盒安装及质量控制与验收

##### （一）梯架、托盘、槽盒安装及质量控制

##### 1. 梯架、托盘、槽盒附件制作

附件尽量供应商配置，特殊情况现场制作时，不得使用火焰、电焊制作，应使用钢锯、线锯、砂轮切割，机械钻孔，人力弯曲，连接板连接，且切割面防腐处理。

##### 2. 梯架、托盘、槽盒弯曲半径

转角、分支的弯曲半径不得小于内部电缆最小允许弯曲半径（实际上大截面和高压交联聚乙烯电缆，梯架、槽盒弯通的弯曲半径无法满足，不得强行将电缆放置在内，电缆往往固定悬挂在外）。

转角、分支附件（成品、自制）内角应设置成多段斜 45° 转角或圆弧转角，如图 21-14 所示。

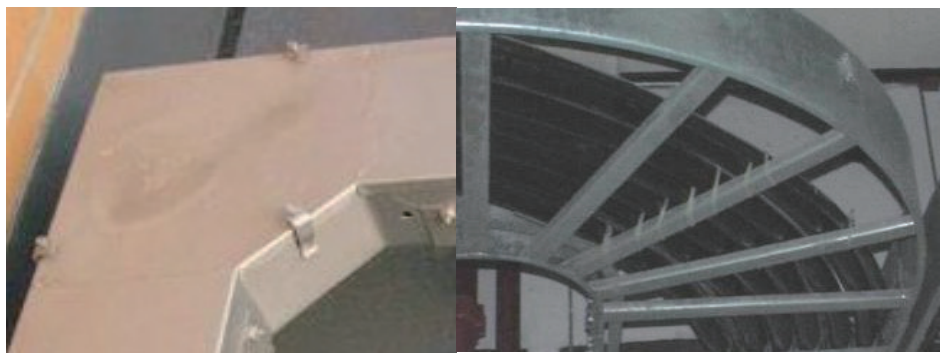


图 21-14 45° 和圆弧转角



### 3. 梯架、托盘、槽盒的连接

梯架、托盘、槽盒连接时缝隙不应过大且均匀。

连接板的固定螺栓紧固不得遗漏，螺母置于梯架、槽盒外侧。

梯架、托盘、槽盒与支架固定牢固，铝合金梯架、托盘、槽盒与钢支架固定需设置有效防电化腐蚀隔离（橡胶、石棉垫等）。

托盘、槽盒引出导管，应在侧面机械开孔，并使用锁母固定。

### 4. 梯架、托盘、槽盒接地

金属梯架、托盘、槽盒起始段和终点段（主线、分支）必须与接地干线可靠连接（特殊位置与 PE 线连接），连接时清除接触面防腐层，不得使用焊接，如图 21-15 所示。



图 21-15 槽盒终端与接地干线连接

金属梯架、托盘、槽盒全长大于 30m 时，每隔 20m--30m 应与接地干线增加一次可靠连接（如内部敷设有接地干线同样间隔与梯架、槽盒可靠连接一次），如图 21-16 所示。



图 21-16 中间与接地干线可靠连接

金属梯架、托盘、槽盒不应作为其他设施保护接地的接续体。

非镀锌金属梯架、托盘、槽盒本体间连接板的两端跨接接地铜线（或铜、钢编织带），跨接线截面不小于  $4\text{mm}^2$ ，且跨接线两端压接接线端子，不得直接绕接在固定螺栓上，跨接线须跨过连接板固定连接，如图 21-17 所示，跨接螺栓应有防松措施。

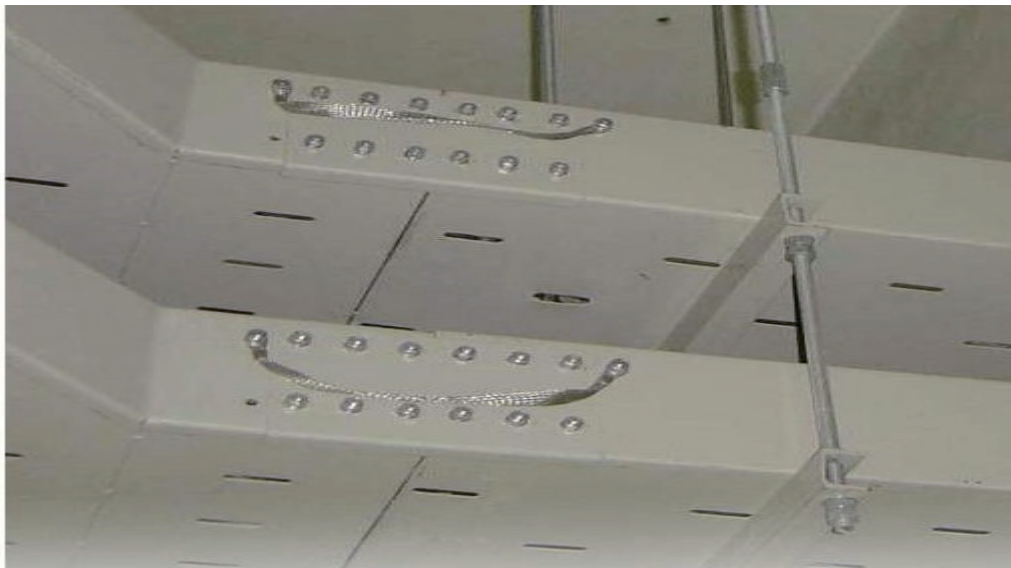


图 21-17 接地跨接线跨过连接板固定

镀锌梯架、托盘、槽盒本体间连接板两端可不跨接跨接线，利用连接板及螺栓作为跨接线，但连接板两端螺栓每端至少 2 颗（两端至少各 2 颗）应有防松措施（防松螺帽或防松垫片）连接固定螺栓。

#### 5. 梯架、托盘、槽盒的补偿、防火、防雨

钢制、塑料梯架、托盘、槽盒长度超过 30m，铝合金、玻璃钢梯架、托盘、槽盒长度超过 15m 以及梯架、槽盒跨越建筑变形缝应设有伸缩补偿装置，如图 21-18 所示。

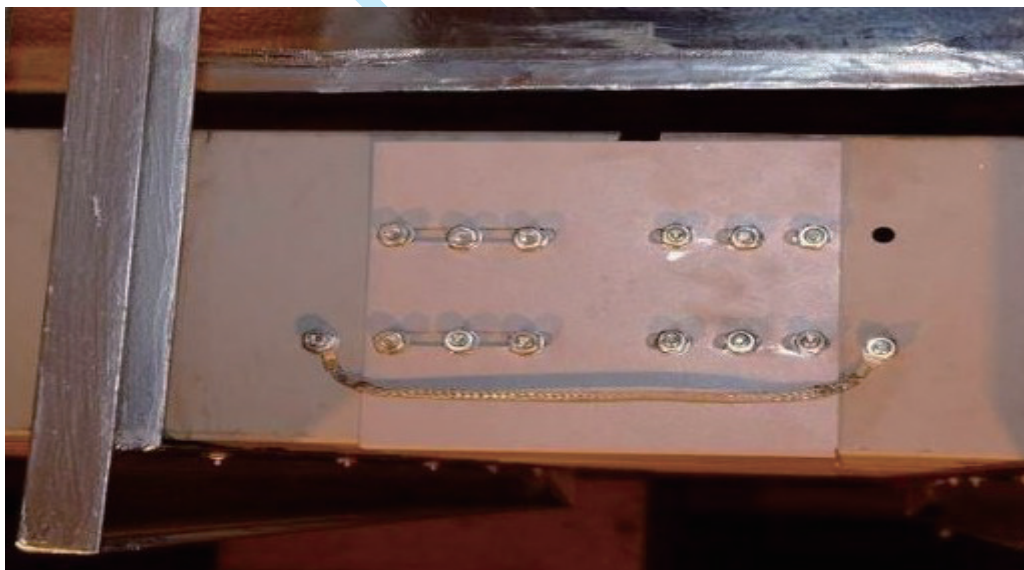


图 21-18 变形缝补偿装置

梯架、托盘、槽盒穿越防火分区隔墙时，梯架、托盘、槽盒内外侧及穿越孔洞应做防火封堵，如图 21-19 所示，防止火警时火势蔓延。



图 21-19 穿越防火分区隔墙的防火封堵

梯架、托盘、槽盒穿越楼层和穿越不同防火区楼层时应做防火封堵和防水平台，如图所示。

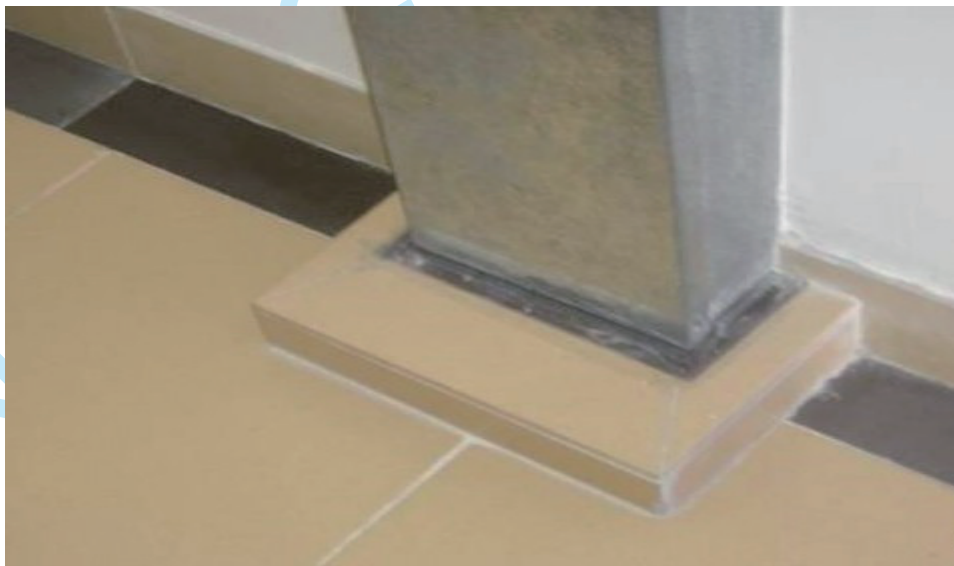


图 21-20 穿越楼层的防火封堵和防水平台

室外敷设的梯架、托盘、槽盒盖板应有接缝带盖板防水措施，槽盒底部应有泄水孔，梯架、托盘、槽盒进入建筑物应向外倾斜，入口封堵，防止水进入室内。

## （二）梯架、托盘、槽盒安装质量验收

### 主控项目

1. 梯架、托盘、槽盒全长不大于 30m 时，不应少于 2 处与保护导体可靠连接；全长大于 30m 时，每隔 20m—30m 应增加 1 个连接点，起始端和终点端均应可靠接地。

检查数量：全数检查

2. 非镀锌梯架、托盘、槽盒本体之间连接板两端应跨接保护联结导体，护联结导体的截面积

应符合设计要求。

镀锌梯架、托盘、槽盒本体之间不跨接保护联结导体时，连接板每端不应少于 2 颗有防松螺帽或防松垫圈的连接固定螺栓。

检查数量：每检验批的连接点数量各抽查 10%，且各不得少于 2 个点

3. 梯架、托盘、槽盒转弯、分支处宜采用专用连接配件，其弯曲半径不应小于梯架、槽盒内电缆最小允许弯曲半径。

检查数量：每个检验批弯头数量各抽查 10%，且各不得少于 1 个弯头

一般项目

4. 当直线段钢制或塑料梯架、托盘、槽盒长度超过 30m，铝合金或玻璃钢梯架、托盘、槽盒长度超过 15m 时，应设置伸缩节；当梯架、托盘、槽盒跨越建筑物变形缝时，应设置补偿装置。

检查数量：全数检查

5. 梯架、托盘、槽盒与支架间及与连接板的固定螺栓应紧固无遗漏，螺母应置于梯架、托盘、槽盒外侧；当铝合金梯架、托盘、槽盒与钢支架固定时，应有相互间绝缘的防电化腐蚀措施。

检查数量：按每个检验批固定点数量各抽查 10%，且各不得少于 2 个点

6. 电缆梯架、托盘、槽盒宜敷设在易燃易爆气体管道和热力管道的下方，与各类管道的最小净距应符合 GB50303 附录 F 规定。

配线槽盒与水管同侧上下敷设时，宜敷设在水管上方；与热水管、蒸汽管平行上下敷设时，应敷设在热水管、蒸汽管下方，当有困难时，可敷设在热水管、蒸汽管上方，相互间的最小距离符合 GB50303 附录 G 规定。

敷设在电气竖井内穿越楼板和穿越不同防火区的梯架、托盘、槽盒，应有防火封堵措施。

对于敷设在室外的梯架、托盘、槽盒，当进入室内或配电箱（柜）时，应有防雨措施，槽盒底部应有泄水孔。

检查数量：全数检查

## 第六节 导管敷设

### 一、导管材料

导管定义即：布线系统中用于布设绝缘导线、电缆，横截面通常为圆形管件。有刚性、柔性及金属、非金属导管等，现场常用的有：

（一）焊接钢管：工业及民用建筑安装中使用最广泛的一种电气管线，使用寿命长，制作加工简单，抵御外力冲击强度较好，有一定的抗腐蚀性能。

（二）镀锌钢管：除了具备焊接钢管的所有的优点以外还有更加优异的耐腐蚀性能，但连接方式有一定限制（不允许焊接），成本较高。

（三）薄壁电线管（JDG 钢管）：综合了部分焊接钢管与镀锌钢管的优点，管材的内外壁采



用了部分电镀工艺，耐腐蚀性能增强，管材的壁厚小（一般厚度在 1.2mm—1.4mm 之间），减轻了管材的重量，专用接头、配件的使用提高了生产效率。

（四）PVC 管线：是最为经济的一种管材，阻燃性能好，质量轻、加工简单、连接方便，但易老化使用寿命较短。

（五）柔性管：多用于减少震动传递或因空间限制，作为刚性导管与设备、接线箱之间的连接。

## 二、导管的进厂验收

（一）验收依据《建筑电气工程施工质量验收规范》GB50303（2015）和设计文件要求。

（二）导管及特殊附（配）件（防水、防爆、耐火附件）应进场验收合格，做好验收记录，验收记录、产品技术文件及时归档。

（三）查验钢导管质量证明文件、产品合格证，塑料导管应有合格证和相应的检测报告，特殊附（配）件产品铭牌标识、零件齐全，检测报告、合格证齐全。

（四）外观检查

1. 钢导管无压扁、内壁光滑、无锈蚀，防腐涂层完整。
2. 镀锌导管镀层覆盖完整、表面无锈斑。
3. 塑料导管无破裂，表面应有阻燃标记和厂标。
4. 特殊附（配）件（防水、防爆、耐火附件）无破损，表面应有标记和厂标，等级符合要求。

（五）对导管和防水、防爆、阻燃等特殊要求产品现场抽样检测。

1. 导管：同厂、同批次、同规格，每批至少抽取 1 个样本
2. 有异议时，按批抽样送有资质试验室检测。

同厂、同批次、不同规格，应抽检 10%，且不少于 2 个规格。

当抽样检测结果出线不合格，可加倍抽样检测，仍不合格时，判为不合格品，不得使用。

（六）搬运、装卸、保管注意事项

1. 导管吊运时应轻拿轻放，防止涂层破损和碰撞变形。
2. 导管保管存放，下部垫高不小于 200mm，码放高度符合安全要求，附（配件）件保管存放在室内。
3. 按规格分类存放，标识清晰。

## 三、导管敷设准备工作及具备的条件

（一）熟悉施工图纸

导管敷设环境与土建、装饰装修、暖通、消防交涉很多，施工前认真熟悉图纸，编制材料计划，与相关专业积极沟通，掌握进度，减少相互约束冲突和遗漏，保证施工质量和进度。

加强与设计的沟通，进行设计交底和图纸会审。

（二）施工方案交底

开工前进行技术交底和安装技术培训，了解施工安装程序及技术质量要点。

（三）竣工资料准备

技术交底、施工过程记录、质量控制记录及时编制、填写、审批，分类归档。

#### (四) 具备的条件

导管材料、管接头、锁母、护口、盒管接头、接线盒、灯头盒、复合脂检查合格。

导管、接线盒绑扎固定铁丝、铁钉、短管及管口、接线盒封堵材料准备。

接线盒、盒管接头装配封堵。

分段跨接导线、压接搪锡端子、卡箍及焊接跨接的圆钢检查合格。

确认直埋导管路径、沟槽尺寸、垫层处理符合设计要求。

现浇混凝土配管，在底层钢筋绑扎完成，上层钢筋未绑扎前进行，协调跟踪土建进度。

墙体内配管，现行放线，与土建协调后埋管、开槽。

暗敷管线、接线盒安装后须检查验收合格，再行隐蔽。

穿墙、穿楼板、穿柱导管套管、预埋件、支架符合要求。

吊顶内配管，电气灯具、器具、支架位置放样并与其它相关专业协调。

### 四、导管支架制作安装及质量控制与验收

#### (一) 导管支架安装及质量控制

##### 1. 导管支架制作

支架可型钢焊接制作或成品支架构件螺栓组装。

支架材料尽可能采用镀锌材料，焊接处、切口进行防腐处理，普通材料支架须进行防腐处理，特殊位置的支架防腐按设计要求处理。

支架材料下料不得气割，应采用砂轮切割或手锯，切口毛刺需处理。

支架焊接其焊接药皮需清理干净。

##### 2. 导管支架安装

支架不允许在建筑承力钢结构构件上直接焊接和热开孔。

吊架需稳固，应设置有防晃支架，如图所示，导管转弯、分支、端部和进入盒(箱)增设固定支架。

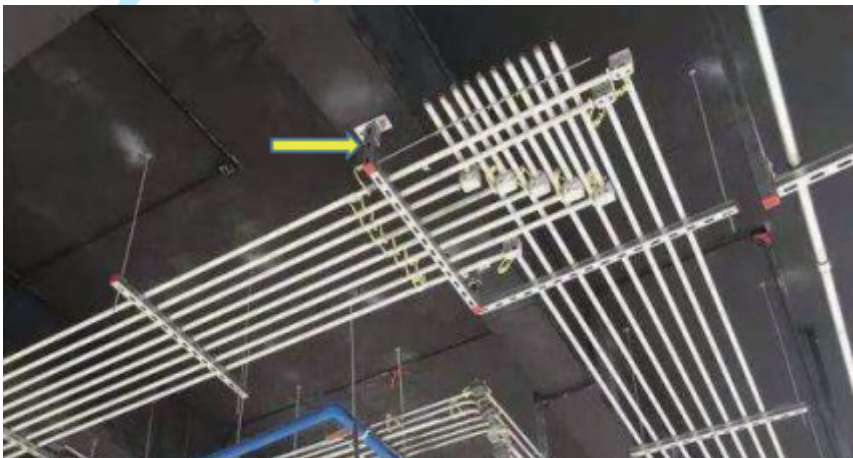


图 21-21 防晃支架设置

支架安装牢固，无扭曲变形，同平面支架安装标高满足导管水平度、垂直度要求。

## （二）支架制作安装质量验收

### 一般项目

1. 除设计要求外，承力建筑钢结构构件上不得熔焊导管支架，且不得热加工开孔。

检查数量：全数检查

2. 当导管采用金属吊架固定时，圆钢直径不得小于 8mm，并应设置防晃支架，在距离盒（箱）、分支处或端部 0.3m—0.5m 处应设置固定支架。

金属支架应进行防腐，位于室外及潮湿场所的应按设计要求做处理。

导管支架应安装牢固，无明显扭曲。

检查数量：每个检验批的支吊架总数抽查 10%，且各不得不少于 1 处。

## 五、刚性导管（钢管、PVC 管）敷设及质量控制与验收

### （一）刚性导管敷设及质量控制

导管敷设不得随意破坏建筑物钢筋、防水及承重结构，若与土建施工发生冲突，应与设计、业主、监理及土建专业协调处理。

#### 1. 刚性导管加工

为防刮伤导线，钢管下料切段后，断面与管轴线垂直，管口内外去除毛刺、飞边。

钢管不得使用热力弯曲，机械制弯需选用合适模具，刚性导管人力煨弯需控制力度和半径，钢管焊缝放置在弯的内外侧，防止导管起皱、开裂、变形和半径过小；导管弯曲半径不小于管外径 6 倍，埋地导管弯曲半径不小于管外径的 10 倍，电缆导管弯曲半径不小于电缆的最小弯曲半径。

JDG、PVC 管，宜专用弯管器人力制弯，如图 21-22 所示，PVC 管也可热风煨弯。



图 21-22 电线管（JDG 管）人力制弯

钢导管套丝时，丝扣完整，有效丝扣虽无强制要求也应保证 6 口以上；JDG 管采用套管扣压式连接，PVC 管采用管接头热风收缩连接或胶合剂粘接连接。

#### 2. 钢导管连接

钢导管连接禁止直接对口焊接，应使用管接头丝接、套管紧定螺钉连接，镀锌钢管、薄壁钢导管（壁厚  $\leq 2\text{mm}$ ）不得套管焊接连接（图 21-23）。

钢导管管接头丝扣连接（图 21-24）：管头、管接头丝扣完整不得有乱扣，管接头需通丝，接头两端管头丝扣进入管接头深度基本一致，管口应对严，外露丝扣不少于 2 口，管接头两端跨接地线。

暗敷厚壁钢导管亦可钢套管焊接连接，套管长度宜为管径的 1.5—3 倍，套管管径不宜过大，连接导管的对口处于套管中部，套管两端与导管焊接牢固严实。

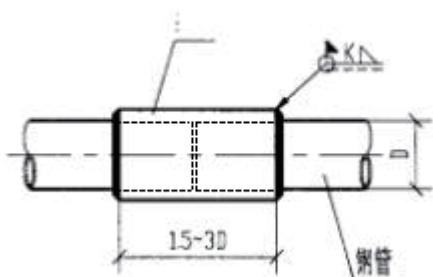


图 21-23 套管焊接连接

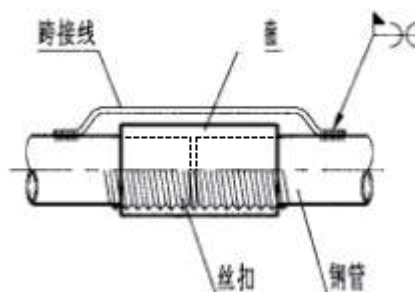


图 21-24 管接头丝扣连接

目前镀锌钢管也有采用镀锌套管紧定连接方式，如图 21-24 所示，紧定螺钉增加至 6 颗，可以使连接更加紧密牢固，此连接方式也可不进行跨接。



图 21-24 镀锌钢管套管紧定螺钉连接

钢导管与接线盒、配电箱、桥架连接，采用丝扣锁母固定连接。

电缆导管一般为镀锌管埋地(混凝土)敷设，电缆导管口径较大，采用套管焊接连接且埋入地下，焊接位置沥青漆防腐。

JDG 管壁厚 1.2mm--1.4mm，不宜丝扣连接和套管焊接连接，管线连接采用紧定螺钉套接，管线与接线盒、配电箱采用紧定螺钉插接，管头插入管接头至凹型槽处，使管头紧贴凹型槽，用紧定螺钉定位后，施力旋紧螺钉直至螺帽脱落。管管接头与管箱(盒)接头如图 21-25、管管紧定螺钉套接和管盒紧定螺钉插接如图 21-26 所示。



图 21-25 管管接头与管箱(盒)接头



图 21-26 管管紧定螺钉套接和管盒紧定螺钉插接

### 3. PVC 管连接

管管连接、管盒连接采用插入法胶合剂粘接连接或管接头热风收缩连接。

热风收缩连接使用配套的管接头，插入管管端要标示插入长度记号，保证 PVC 管插入到位，管口结合部位于管接头中间，管接头内壁、管插入部分外表清理干净涂布硬质胶合剂，组装好后用喷灯或热风加热管接头承口外沿，使管接头冷却时收缩复原与导管紧密结合，导管调整平直后用湿冷布包裹使其进一步冷却。

插入管管口依据管接头形式处理，1 号管接头的插入管管口断面处理平整内外口清除锐角，2 号管接头的插入管管口断面处理平整外口 30° 倒角内口清除锐角，如图 21-27。

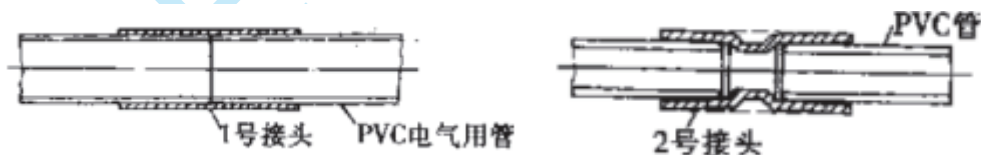


图 21-27 PVC 管热收缩连接

胶合剂粘接连接方式，同样依据管接头形式处理插入管管端管口标注插入长度，管接头内壁、管插入部分外表清理干净涂布硬质胶合剂，待部分溶剂挥发、粘度增大后用力插入，旋转 90° 使胶合剂更加均匀，静置 30 秒使胶合剂固化粘接牢固。

PVC 管与同材质接线盒连接，须使用同材质管盒接头（由令），由令自接线盒内向外穿出，接线盒与由令、由令与导管采用胶合剂粘接连接，如图 21-28 所示。

PVC 管与金属接线盒（配电箱、桥架）连接需使用带螺纹金属短管过渡，金属短管进入接线盒，接线盒内外用锁母固定，再用 PVC 管接头将金属短管与 PVC 管胶合剂粘接后，对 PVC 管接头加热使其收缩复原，调整方向湿布冷却，如图 21-29 所示。

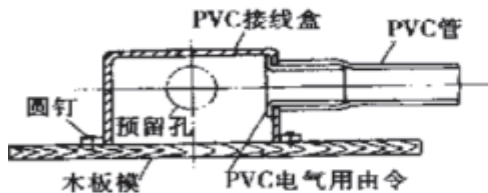


图 21-28 PVC 管与同材质接线盒连接

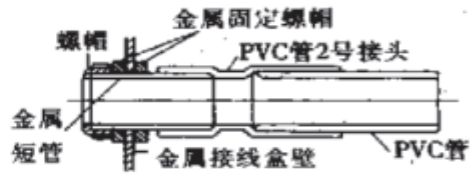


图 21-29 PVC 管与金属接线盒连接

#### 4. 钢导管接地

钢导管连接除套管焊接连接处外，其它连接方式管管连接处、管盒（箱）、管与桥架连接处均须跨接接地线，与接线盒连接的所有钢导管均须跨接接地线。

电线管、明敷钢导管跨接线应采用黄绿导线卡接，跨接导线两端开口接线端子压接好后需搪锡，跨接导线应为铜芯软导线截面不应小于  $4\text{mm}^2$ 。

暗敷钢导管可采用钢筋跨接，，钢筋直径不小于  $6\text{mm}$ ，搭接长度为钢筋直径的 6 倍。

与接线盒连接的所有钢导管均须接地跨接，如图 21-30 所示。



图 21-30 接线盒钢导管接地跨接

与配电箱连接的所有电线管、钢导管均须接地跨接，同时跨接线与配电箱内接地端子可靠连接，配电箱接地端子与接地干线、系统 PE 线可靠连接（管线首端接地），与电气器具直接连接或软连接的钢管口与接地干线跨接，如图 21-31 所示。

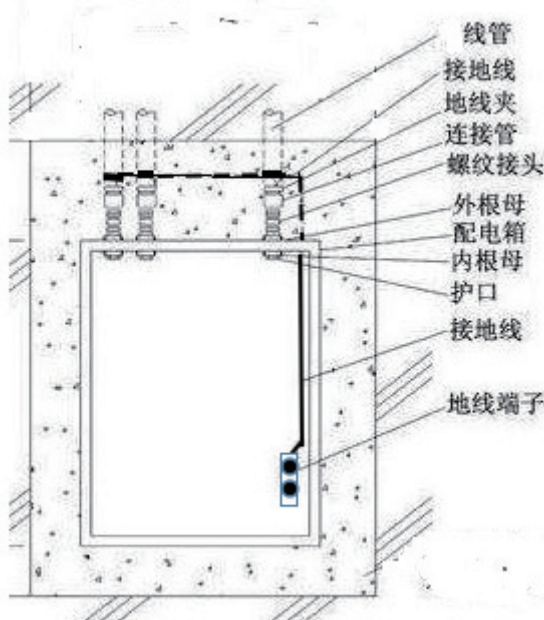


图 21-31 钢导管与配电箱连接接地跨接

电缆导管一般为镀锌管可焊接螺栓或地线夹固定跨接线与接地干线直接连接，焊接处需防腐。

#### 5. 刚性导管敷设

钢导管敷设前主动与土建等相关专业沟通，关注相关专业进度，提前做好人员、技术、材料

准备工作，取得相关专业的配合。

管线敷设还须保证与可能对电气系统造成危害设施的安全距离。

导管穿墙、楼板应设置保护套管。

### 5.1 暗敷导管

埋地敷设的导管，埋设深度符合规范和设计文件要求。

钢导管在混凝土、墙内敷设，涉及建筑强度和外观，充分考虑导管弯曲半径和敷设深度（距建筑物表面 $\geq 15\text{mm}$ ），减少导管交叉。

现浇混凝土配管，在底层钢筋绑扎完成，上层钢筋未绑扎前进行，导管敷设前先就接线盒埋设的位置应进行放样，并检查确定接线盒的位置正确。

按拟定导管敷设路径预制导管，拟定路径应管路最短，弯曲、交叉最少。

为不影响混凝土质量暗敷导管交叉大口径在下，成排导管不得紧密排列（间距间隙应 $\geq 25\text{mm}$ ），导管直段、弯曲处都不得紧贴模板（距离模板 $\geq 30\text{mm}$ ），如图 21-32、图 21-33 所示。



图 21-32 成排暗配导管保证管间距离



图 21-33 导管不得紧贴模板

暗敷导管间隔与钢筋绑扎固定，管接头两端、接线盒管头与钢筋绑扎固定，如图 21-34 所示。



图 21-34 PVC 管管接头及两端与钢筋绑扎固定

混凝土内暗敷管线其管口、管接头两端用胶布封闭，同时绑扎固定，防止振捣时管口、管接头破坏或松动混凝土进入。

暗敷导管进入接线盒、配电箱须锁紧，接线盒封堵严实并连同导管一起固定牢固，防止松动脱落、混凝土渗入，如图 21-35 所示。



图 21-35 接线盒、管口封闭固定

梁柱混凝土振捣力度较大，附近的管接头极易遭到破坏，应对此处管接头强化保护，如图 21-36 所示。



图 21-36 梁柱附近管接头强化保护

PVC 管暗敷在穿出地面或楼板段较易受到意外损伤，应在易受损段加套钢管保护或使用钢管引出，使用钢管引出时 PVC 管与钢管连接使用专用接箍，接箍设置在地下或混凝土内，钢管部分须跨接接地。

暗装接线盒土建拆模后及时找出，并清理盒内封堵物和渗入的砂浆。

埋地导管进入无底板落地配电箱柜、控制台，管口应高出其基础 50mm--80mm。

## 5.2 明敷导管

确定管线、出线管口或接线盒安装位置，放样标注导管敷设路径，施工图安装位置和敷设路径可按现场情况适当调整，以期避让障碍，方便操作和维护，保证与可能对电气系统造成危害设施的安全距离。

出线管口位置要考虑与电气器具连接软管和电缆的弯曲半径不得小于产品的允许弯曲半径。

沿敷设路径、出线管口盒接线盒安装位置布置支（吊）架，支架间距和设置点应符合规范要求。

明敷导管不得与支架其它金属设施焊接固定，应采用 U 型卡固定，支架的导管固定孔，不得气割孔洞。

导管穿越墙、板应设置预埋套管，穿越楼板的套管应高出地面，导管穿越密闭或防护密闭隔墙时，套管两端应伸出墙面。

明敷导管除特殊要求外，应横平竖直，成排敷设的导管排列整齐、间距一致，如图 21-37 所示。



图 21-37 成排钢管导管排列整齐

明敷钢导管进入配电箱、桥架、非密闭接线盒，其管口内外须锁母锁定。

PVC 管膨胀系数较大，PVC 管在建筑物、构筑物表面和支架上敷设需进行装设温度补偿，直管每隔 30m 应加装补偿装置，补偿装置接头的大头与直管套入并粘牢，另一端 PVC 管套上节小头并粘牢，然后将此小头一端插入卡环中，小头可在卡环内滑动，如图 21-38 所示。

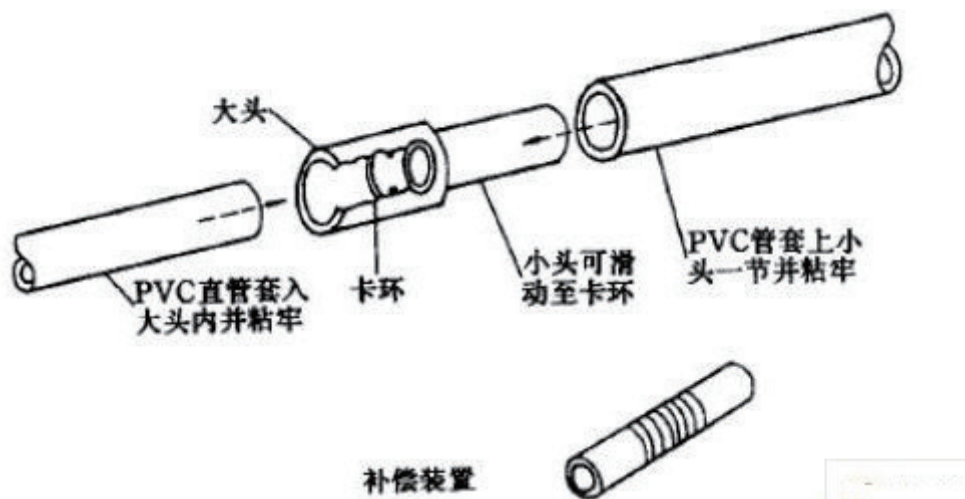


图 21-38 PVC 管温度补偿装置安装

吊顶内敷设钢导管与明敷钢导管要求基本一致。

## 6. 刚性管敷设质量验收

### 主控项目

6.1 金属导管应与保护导体可靠连接，并符合下列规定：

6.1.1 镀锌导管不得熔焊连接。

6.1.2 非镀锌导管采用螺纹连接时，连接处两端应熔焊焊接保护联结导体。

6.1.3 镀锌导管连接处两端宜采用专用接地卡固定保护联结导体。

6.1.4 机械连接的金属导管，管与管、管与盒（箱）体的连接配件应选用配套部件，其连接应符合产品技术文件要求，当连接处的接触电阻值符合现行国家标准 GB/T20041.1 的相关要求时，连接处可不设置保护联结导体，但导管不应作为保护导体的接续导体。

6.1.5 金属导管与金属梯架、托盘连接时，镀锌材质的连接端宜用专用接地卡固定保护联结导体，非金属材质的连接处应熔焊焊接保护联结导体。

6.1.6 已专用接地卡固定的保护联结导体应为铜心软导线，截面积不应小于  $4\text{mm}^2$ ，以熔焊焊接的保护联结导体宜为圆钢，直径不应小于  $6\text{mm}^2$ ，其搭接长度应为圆钢直径的 6 倍。

检查数量：按每个检验批的导管接头总数抽查 10%，且各不得少于 1 处，并应能覆盖不同的检查内容。

6.2 钢导管不得采用对口熔焊连接，镀锌导管或壁厚小于或等于  $2\text{mm}$  的钢导管，不得采用套管熔焊连接。

检查数量：按每个检验批的导管接头总数抽查 20%，并应能覆盖不同的连接方式，且各不

得少于 1 处。

6.3 当塑料导管在砌体上剔槽埋设时，应采用强度等级不小于 M10 的水泥砂浆抹面保护，保护层厚度不应小于 15mm。

检查数量：按每个检验批的配管回路数量抽查 20%，且不得少于 1 个回路。

6.4 导管穿越密闭或防护密闭隔墙时，应设置预埋套管，预埋套管的制作安装应符合设计要求，套管两端伸出墙面的长度宜为 30mm—50mm，导管穿越密闭穿墙套管的两侧应设置过线盒，并做好封堵。

检查数量：按套管数量抽查 20%，且不得少于 1 个。

一般项目

6.5 导管的弯曲半径应符合下列规定：

6.5.1 明配导管的弯曲半径不宜小于管外径的 6 倍，当两个接线盒间只有一个弯头时，其弯曲半径不宜小于管外径的 4 倍。

6.5.2 埋设于混凝土内的导管的弯曲半径不宜小于管外径的 6 倍，当直埋于地下时，其弯曲半径不宜小于管外径的 10 倍。

6.5.3 电缆导管的弯曲半径不应小于电缆最小允许弯曲半径，电缆最小允许弯曲半径应符合 GB50303 规定。

检查数量：按每个检验批的导管弯头总数抽查 10%，且各不得少于 1 个弯头，并应覆盖不同规格和不同敷设方式的导管。

6.6 除设计要求外，对于暗配的导管，导管表面埋设深度与土建建筑物、构筑物表面的距离不应小于 15mm。

检查数量：按每个检验批的配管回路数量抽查 10%，且不得少于 1 个回路。

6.7 进入配电（控制）柜、台、箱内的导管管口，当箱底无封板时，管口应高出柜、台、箱的基础面 50mm—80mm。

检查数量：按每个检验批的落地式柜、台、箱总数抽查 10%，且不得少于 1 台。

6.8 室外导管敷设应符合下列规定：

6.8.1 对于埋地敷设的钢导管，埋设深度应符合设计要求，钢导管的壁厚应大于 2mm。

6.8.2 导管的管口不应敞口垂直向上，导管管口应在盒、箱内或导管端部设置防水弯。

6.8.3 由箱式变电所或落地式配电箱引向建筑物的导管，建筑物一侧的导管管口应设在建筑物内。

6.8.4 导管的管口在穿入绝缘导线、电缆后应做密封处理。

检查数量：按每个检验批各种敷设形式的总数抽查 20%，且各不得少于 1 处。

6.9 明配的电气导管应符合下列规定：

6.9.1 导管应排列整齐、固定点间距均匀、安装牢固。

6.9.2 在距终端、弯头中点或柜、台、箱、盘等边缘 150mm—500mm 范围内应设有固定管卡，

中间直线段固定管卡间的最大距离应符合 GB50303 规定。

6.9.3 明配管采用的接线或过渡盒（箱）应选用明装盒（箱）。

检查数量：按每个检验批的导管固定点或盒（箱）的总数抽查 20%，且各不得少于 1 处。

6.10 塑料导管敷设应符合下列规定：

6.10.1 管口应平整光滑，管与管、管与盒（箱）等器件采用插入法连接时，连接处结合面应涂专用胶合剂，接口应牢固密封。

6.10.2 当设计无要求时，埋设在墙内或混凝土内的塑料导管应采用中型及以上的导管。

6.10.3 检查数量：按每个检验批的接头或导管数量各抽查 10%，且各不得少于 1 处。

6.10.4 直埋于地下或楼板内的刚性塑料导管，在穿出地面或楼板易受机械损伤的一段应采取保护措施。

6.10.5 沿建筑物、构筑物表面和在支架上敷设的刚性塑料导管，应按设计要求装设温度补偿装置。

检查数量：全数检查。

6.11 导管敷设应符合下列规定：

6.11.1 导管穿越外墙时应设置防水套管，且做好防水处理。

6.11.2 钢导管或刚性塑料导管跨越建筑物变形缝应设补偿装置。

检查数量：全数检查。

6.11.3 除埋设于混凝土内的钢导管内壁应做防腐，外壁可不做防腐处理外，其余场所敷设的钢导管内、外壁均应做防腐处理。

6.11.4 导管与热水管、蒸汽管平行敷设时，宜敷设在热水管、蒸汽管的下面，当有困难时，可敷设在其上面，相互间的最小距离宜符合 GB50303 附录 G 的规定。

检查数量：按每个检验批的导管总数抽查 10%，且各不得少于 1 根（处），并应覆盖不同的敷设场所及不同规格的导管。

## 六、柔性导管敷设

（一）柔性导管一般只作为刚性导管与电气器具（设备）的短距离减震、保护连接，这里不再赘述。

### （二）柔性导管质量验收

#### 1. 主控项目：

1.1 可弯曲金属导管和金属柔性导管不得熔焊连接。

1.2 可弯曲金属导管和金属柔性导管连接处两端宜采用专用接地卡固定保护联接导体。

1.3 以专用接地卡固定的保护联接导体应为铜芯软导线，截面积不应小于 4mm<sup>2</sup>。

1.4 检查数量：按每个检验批的导管连接头总数抽查 10%，且各不得少于 1 处，并应能覆盖不同的检查内容。

#### 2. 一般项目：



2.1 刚性导管经柔性导管与电气设备、器具连接时，柔性导管的长度在动力工程中不宜大于 0.8m，在照明工程中不宜大于 1.2m。

2.2 可弯曲金属导管或金属柔性导管与刚性导管或电气设备、器具间的连接应采用专用接头。防液型可弯曲金属导管或金属柔性导管的连接处应密封良好，防液覆盖层应完整无损。

2.3 可弯曲金属导管和金属柔性导管不应作为保护导体的接续导体。

检查数量：按每个检验批的导管连接点或导管总数抽查 10%，且各不得少于 1 处。

2.4 当可弯曲金属导管有可能受重物压力或明显机械撞击时，应采取保护措施。

检查数量：全数检查。

2.5 明配的金属、非金属柔性导管固定点间距均匀，不应大于 1m，管卡与设备、器具、弯头中点管端等边缘的距离应小于 0.3m。

检查数量：按每个检验批的导管固定点总数抽查 10%，且各不得少于 1 处并应能覆盖不同的导管和不同的固定部位。

## 第七节 电缆敷设

### 一、电缆的进厂验收

（一）验收依据《建筑电气工程施工质量验收规范》GB50303（2015）和设计文件要求。

（二）电缆及其附件应进场验收合格，做好验收记录，验收记录、产品技术文件及时归档。

（三）电缆及其附件铭牌标识、附件齐全，检测报告、产品技术文件、产品合格证齐全。

（四）电缆及其附件材质规格与产品技术文件、采购合同、设计文件一致。

（五）电缆及其附件产品合格证、技术文件、出厂检测报告内容填写齐全完整。

（六）外观检查：

1. 电缆及其附件包装完好，标识齐全，电缆端头密封良好。

2. 电缆护套、绝缘层厚度均匀、完整无损。

3. 电缆护套应有明显标识和制造厂标。

4. 电缆无压扁、扭曲，铠装无松卷。

5. 电缆附件部件齐全，无破损、污染、腐蚀现象，包装标识、产品标志应清晰，表面无裂纹和气孔，袋装的涂料或填料无泄漏。

6. 铝及铝合金电缆用接线端子和接头附件的压接圆筒内表面应有抗氧化剂。

7. 矿物绝缘电缆专用终端接线端子规格应与电缆相适配。

（七）检测电缆绝缘性能应符合产品技术标准或产品技术文件规定。

（八）检测电缆标称截面积和电阻值，标称截面积应符合设计要求，导体电阻值应符合现行国家标准《电缆的导体》GB/T3956 的有关规定。

《电缆的导体》GB/T3956 中标称截面积的定义“确定导体特定尺寸的数值，但并不受直接测

量影响。导体的每个特定尺寸应符合最大电阻值的要求”，即并不要求实测的截面积等于标称截面积，实测电缆的电阻值应符合 GB/T3956 规定的最大电阻值要求。GB/T3956 应该是产品制造标准。

GB50303 中测量电缆的截面积可能是确定该电缆的标称截面积级别（也就是常说的“多大电缆”，设计要求 120mm<sup>2</sup> 电缆不能用 95mm<sup>2</sup> 电缆替代），实测值与标称值有误差（仅仅是误差）只要最大电阻值符合标准，载流量就能满足要求。

（九）当对电缆的导电性能、绝缘性能、机械性能和阻燃耐火性能有异议时，应按抽样送有资质的试验室检测。检测项目和内容应符合国家现行有关产品标准的规定。

（十）铝及铝合金电缆附件应具有与电缆导体匹配的检测报告。

（十一）矿物质绝缘电缆的中间连接附件的耐火等级不应低于电缆本体的耐火等级。

（十二）接线端子的额定电压、连接容量及防护等级应满足设计要求。

（十三）搬运、装卸、保管注意事项

电缆伤及芯线绝缘或芯线受潮，会降低其绝缘性能，特别是高压电缆一旦受潮或受损需要废弃受潮、受损部分。

1. 电缆的装卸搬运不得从高处直接滚落，电缆盘、电缆装卸时不得受损。

2. 整盘电缆验收完成，恢复包装存放保管，验收拆除的电缆头封闭护套因重新恢复，无法恢复的需重新防护，放置在室外的电缆应有防雨措施。

3. 散装电缆及电缆附件应室内垫高 300mm 存放保管，电缆头应封闭，整盘存放保管的电缆不应平放。

4. 整盘电缆不应平放运输，整盘电缆若滚动搬运，需注意电缆绕向和电缆数量，电缆盘绕超过电缆盘或平盘不得滚动搬运，滚动方向应向电缆盘紧方向滚动且电缆头固定牢固。

5. 散装电缆不得随地拖运，应使用平板运输。

6. 电缆截断后剩余部分电缆头及时封闭。

7. 电缆存放标识清晰，电缆盘和护套上原有标识不得抹去。

## 二、电缆敷设前准备工作及应具备的条件

（一）熟悉施工图纸

电缆敷设环境涉及土建、装饰、钢结构、管道等专业，敷设前不仅要熟悉电气图纸，还需了解相关专业的进度以及对已敷设电缆有影响的各专业后续工序，提前做好防护准备工作。

加强与设计的沟通，进行设计交底和图纸会审，编制施工方案。

（二）施工方案交底

敷设前进行技术交底和安全技术培训，了解施工敷设程序及技术质量要点。

（三）竣工资料准备

技术交底、施工过程记录、质量控制记录及时编制、填写、审批，分类归档。

（四）编制电缆敷设表

一个工程敷设的电缆数量较多，依据电缆的始终点，编制有序有条不紊的电缆敷设表，安排

电缆敷设顺序，使得敷设工作安全有序、整齐美观。

填写打印电缆标识挂牌，每根电缆敷设到位两端及中间部位及时挂牌标识，避免施工混乱，有利运行维护。

#### （五）电缆敷设应具备的条件

预埋件符合设计，安置牢固。

电缆沟、、竖井、穿电缆孔洞等地坪、墙体抹面工作结束验收合格。

电缆沟、、竖井、穿电缆孔洞等施工临设、模板及垃圾废弃物清理干净。

其他电缆敷设后不能再进行的工作结束。

与所敷设电缆相关的电缆支架、桥架、盘柜、保护管安装完成验收合格。

### 三、固定支架（座）制作安装质量控制与验收

#### （一）支架制作安装质量控制

##### 1. 支架制作

支架材料平直无明显扭曲，下料尺寸符合要求，切口打磨光滑无毛刺、卷边。

支架焊接焊缝饱满，无明显变形，支架应机械开孔，孔边沿打磨清理干净。

清理干净锈蚀和焊接药皮、飞溅，按要求防腐处理。特殊环境的支架按设计要求防腐。

多层支架层间距离符合 GB50303 要求。

##### 2. 支架安装

支架安装标高按设计文件规定标高放样，敷设路径原则按设计文件但需根据现场实际情况调整。

支架与预埋板焊接牢固，焊接完成清理药皮、飞溅防腐处理；支架膨胀螺栓固定时膨胀螺栓应匹配，连接紧固并有防松措施。

支架间距应根据电缆的允许支持点间距决定，支架与建筑物或支架层间的距离要满足电缆敷设、弯曲、维护空间和规范要求。电缆在支架上敷设如图。



图 21-39 电缆敷设在支架上

电缆支架需全程接地，一般采用接地干线沿支架敷设，接地干线与每个支架的立柱两个搭接边可靠焊接，也可接地干线与一个的横担两个搭接边可靠焊接，所有焊接处防腐处理。

## （二）支架制作安装质量验收

主控项目：

1. 金属电缆支架必须与保护导体可靠连接。

检查数量：明敷的全数检查，暗敷的按每个检验批抽查 20%，且不得少于 2 处。

一般项目：

2. 电缆支架安装应符合下列规定：

2.1 除设计要求外，承力钢结构构件不得熔焊支架，且不得热加工开孔。

检查数量：全数检查

2.2 当设计无要求时，电缆支架层间净距不应小于 2 倍电缆外径加 10mm，35KV 电缆应不小于 2 倍电缆外径加 50mm。

2.3 最上层电缆支架距建筑物顶板或梁底的最小净距应满足电缆引接至上方配电柜、台、箱、盘时电缆弯曲半径的要求，且不宜小于规范要求，距其他设备的最小净距不应小于 300mm，当无法满足要求时应设置防护板。

2.4 当设计无要求时，最下层电缆支架距沟底、地面的最小距离不应小于规范规定。

2.5 当支架与预埋件焊接固定时，焊缝应饱满；当采用膨胀螺栓固定时，螺栓应适配，连接紧固，防松零件齐全，支架安装应牢固，无明显扭曲。

2.6 金属支架应进行防腐，位于室外及潮湿场所的应按设计要求做处理。

2.7 检查数量：按每个检验批的支架总数抽查 10%，且各不得少于 1 处。

## 四、电缆敷设质量控制与验收

### （一）电缆敷设质量控制

1. 电缆敷设前必须做好的相关工作

电缆敷设顺序表：电缆敷设的顺序直接决定了电缆在电缆沟、支架、桥架上的排列顺序，整齐有序的排列提高电缆敷设的外观质量，敷设顺序同时要考虑不同电压等级和使用性质符合规范要求，不同电压等级电缆宜不同桥架或不同层间分开敷设，多层敷设时高压电缆在下低压在上，控制在上动力在下。

电缆系统回路标识：电缆系统回路标识是永久性标识，标明电缆规格型号、起始点设备名称、系统回路编号，电缆系统回路标识应在电缆首末端及中间间隔挂贴，便于接线时查找同时对系统运行维护十分必要。

电缆敷设设备：电缆放线架——电缆应使用电缆盘架、电缆放线架配合施放，散装电缆也应释放扭曲应力后上电缆盘架施放，避免敷设时的扭曲应力损伤电缆绝缘性能，对于长度很短的散装电缆可直接敷设但敷设时须消除扭曲应力；电缆布线机械——长距离、大截面电缆应采用机械敷设，沿敷设线路布置多台机械，分散牵引力，沿途还应布置导向托辊和支持托辊减少接触摩擦降低牵引力。

监护人员：特别是机械敷设时，张弛、力度难于控制，电缆移动过程中可能与支架、桥架或

其他坚硬物发生剧烈刮擦，应在敷设路径的转弯及可能刮擦处设置监护人员蹲守，沿途直线段也应设置监护人员巡视，监护人员配备通讯设备。

指挥人员：设置总指挥，保持首、末、弯等重要点蹲守监护人员通讯畅通，统一指挥。

防护措施：封闭敷设路径、设置临时防护设施，防止机械、人员及有害环境对电缆意外损伤。

敷设前电缆检查：核对电缆规格型号，检查电缆外观，绝缘性能测试。

电缆敷设的环境温度，塑料动力电缆不低于  $0^{\circ}$ 、控制电缆不低于  $-10^{\circ}$ 。

## 2. 电缆敷设

电缆敷设主要有桥架、支架、钢索、穿管、直埋敷设方式。

为防止电缆沿地面刮擦，电缆敷设敷设时，始放端电缆盘应架离地面，电缆释放端从电缆盘上部释放。

电缆布放时，始放端地面需放置托辊或间隔布置人员，电缆盘布置控制人员控制转动惯性，防止电缆与地面刮擦，如图 21-40 所示。

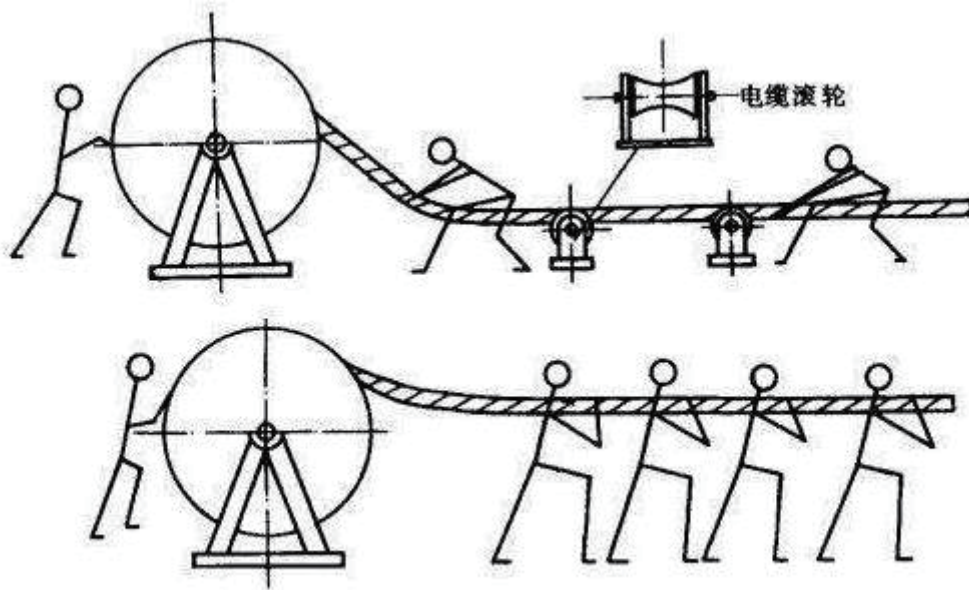


图 21-40 电缆敷设始放端布置

散装电缆敷设前应检查确认是否有绞拧，上盘或敷设前应首先在光滑、松软的地面铺开，消除扭曲应力。

敷设途径的机械、人员通道设置监护人员，禁止通行，防止受电缆意外挤压。

落实沿途托辊、导向托辊及监护人员布置到位，固定牢固，布放机械安装固定稳妥，机器运转正常。

电缆机械布放牵引头装设防拧器，速度不宜超过  $15\text{m/min}$ ，环境复杂应降低布放速度，牵引强度不大于  $7\text{kg/mm}^2$ 。

电缆敷设时不宜拖拉过紧，电缆始终端和中间接头须预留足够维护余量，见表。

表 21-2 不同电缆部位始终端和中间接头预留余量 (m)

电缆部位	余量	备注
电缆张弛、波形	敷设时自然形成	
进入建筑物	2	具备预留条件的位置
入沟、引上引下	1.5	具备预留条件的位置
变配电所进出线	1.5	具备预留条件的位置
电缆始终端头	1.5	
电缆中间接头	两端各 2	
进出控制、保护屏台	屏台长 + 宽	
进出高低压开关柜	2	
进用电设备	0.5	
变压器	3	

电缆敷设不得绞拧、压扁、护层断裂和表面严重划伤等缺陷，电缆护套如有意外刮伤，须检查是否伤及芯线绝缘，并认真处理。护套轻微刮伤及时用高压橡胶带封闭，严重划伤或伤及绝缘经同意设置中间接头。

多层桥架和多层支架电缆由下（层）向上（层）顺序布放，多层桥架的下层桥架和多层支架敷设的电缆，最好先在无桥架的平台或无支架的空档位置移放电缆，终点到位后人力抬移至桥架或支架上，以保证桥架、支架的稳定，避免电缆刮擦。

电缆抬移进桥架、支架，留足余量，顺序排列整齐，间隔绑扎（卡）固定，始终端和中间间断挂牌标识。

高层建筑强电井内电缆敷设可从顶层或底层开始施放，从顶层敷设较为省力，大截面电缆敷设时严格控制施放速度，必要时装设电缆阻尼装置防止电缆急速下坠，竖井电缆敷设时每层均须设置监护人员且预留洞口需设置防刮擦措施。

桥架、支架等明敷同电压并列敷设的电缆排列不宜过于紧密，不同电压等级电缆宜不同桥架或不同层间分开敷设。

桥架水平敷设电缆首尾两端、转弯两侧需设置固定点，直线段每 5m--10m 设置 1 个固定点；桥架垂直敷设电缆间隔 2m 设置固定点，。

建筑物（构筑物）表面、支架卡设水平敷设电缆固定点，控制电缆 0.8m、中低压电缆 0.4m--0.8m、35KV 高压电缆 1.5m；垂直敷设电缆固定点，控制电缆 1m、中低压电缆 1m--1.5m、35KV 高压电缆 2m。

竖井支架敷设电缆穿越楼层、墙壁及电缆沟支架敷设电缆出地面、穿墙，均须穿钢管保护，且电缆在每个支架均须固定，如图如图 21-41 所示。

电缆钢索架设固定点间距  $\leq 0.75\text{m}$ 。

直埋电缆沟应先放线，电缆沟位置要考虑周围环境：与建筑物距离大于 0.6m，与排水沟距离大于 1m，与人力管道距离大于 2m，与其它管道距离大于 1m，与树木距离大于 1.5m，如距离无法满足需采取相应隔离措施。

电缆沟深度符合设计要求，沟顶部至电缆上表面一般深度不小于 0.7m，宽度应根据所敷设电

缆数量及电缆之间的距离决定，沟底平坦无石块等坚硬之物。

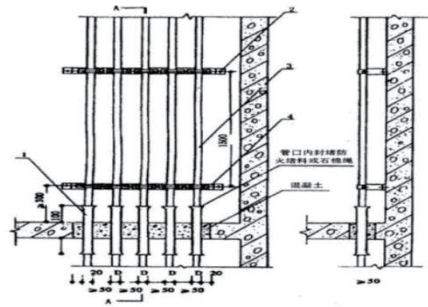


图 21-41 电缆沟支架、竖井支架电缆固定

直埋敷设电缆前电缆沟底填入 100mm 砂或细软土，敷设电缆时留足电缆间敷设距离（电缆间净距离），1KV 及以下电力电缆间距 100mm，1KV 以上高压电缆间、与低压电缆间距 250mm，电缆上部填入 100mm 砂或细软土并盖板（砖），其余部分回填原土，回填的原土应清理土中坚硬杂物、垃圾及腐蚀性物质，严寒地区电缆应敷设在冻土层以下。如图 21-42 所示。

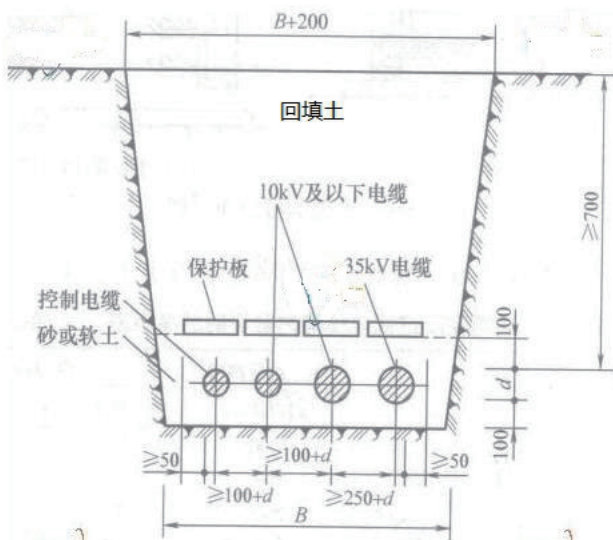


图 21-42 直埋敷设电缆敷设要求

直埋电缆相互交叉，与非热力管道和沟道交叉，以及穿越公路和墙壁时，都应穿在保护管中。保护管长度应超出交叉点前后 1m，交叉净距不得小于 250mm，保护管内径不得小于电缆外径的 1.5 倍。

直埋电缆在无永久性建筑物的地点，应埋设标桩，接头与转弯处也应埋设电缆标桩。

室内或室外混凝土地坪下暗敷电缆应穿管敷设，引出地面部分穿管保护。

敷设电缆弯曲半径符合 GB50303 规定，变配电所内桥架弯通的弯曲半径一般很难满足 10KV 及以上高压电缆的弯曲半径要求，悬出桥架的电缆应加以固定。

单芯电缆穿管时同回路须穿同一根钢管，不得分开穿管。

电缆敷设的环境温度，塑料动力电缆不低于  $0^{\circ}$ 、控制电缆不低于  $-10^{\circ}$ 。

电缆与可能对系统产生危害的设施距离符合规范要求。

电气系统经常遇到并联使用的电缆回路，其电缆型号、规格及敷设长度应一致。

电缆进入建筑物或穿越隔墙、楼板、引出地面须穿钢管保护，管口封堵严实。

## （二）电缆敷设质量验收

主控项目：

1. 电缆敷设不得存在绞拧、铠装压扁、护套断裂和表面严重刮伤等缺陷。

检查数量：全数检查

2. 当电缆敷设存在可能受到机械外力损伤、振动、浸水及腐蚀性或污染物质等损害时，应采取防护措施。

检查数量：全数检查

3. 除设计要求外，并联使用的电力电缆的型号、规格、长度应相同。

检查数量：全数检查

4. 交流单芯电缆或分相后的每相电缆不得单根穿于钢导管内，固定用的夹具和支架不应形成闭合磁路。

检查数量：全数检查

5. 当电缆穿过零序电流互感器时，电缆金属护套层和接地线应对地绝缘。对电缆穿过零序电流互感器后制作的电缆头，其电缆接地线应回穿互感器后接地；对尚未穿过零序电流互感器的电缆接地线应在零序电流互感器前直接接地。

检查数量：按电缆穿过零序电流互感器的总数抽查 5%，且不得少于 1 处

6. 电缆敷设和排列布置应符合设计要求，矿物质绝缘电缆敷设在温度变化大的场所、振动场所或穿越建筑物变形缝时应采取“S”或“Ω”弯。

检查数量：全数检查

一般项目：

7. 电缆敷设应符合下列规定：

7.1 电缆敷设排列应顺直、整齐，并宜少交叉。

7.2 电缆转弯处的最小弯曲半径符合规范 GB50303 要求。

7.3 在电缆沟或电气竖井内垂直敷设或大于 45° 倾斜敷设的电缆应在每个支架上固定。

7.4 在梯架、托盘或槽盒内大于 45° 倾斜敷设的电缆应每隔 2 米固定，水平敷设的电缆，首尾两端、转弯两侧及每隔 5m--10m 处应设固定点。

7.5 当设计无规定时，电缆支持点间距应符合规范 GB50303 规定。

7.6 当设计无规定时，电缆与管道的最小净距离应符合规范 GB50303 附录 F 规定。

7.7 无挤塑外护套层电缆金属护套与金属支（吊）架接触的部位应采取防电化腐蚀的措施。

7.8 电缆出入电缆沟，电气竖井，建筑物，配电（控制）柜、台、箱处以及管子管口处等部位应采取防火或密封措施。

7.9 电缆出入电缆梯架、托盘、槽盒及配电（控制）柜、台、箱、盘处应做固定。

7.10 电缆通过墙、楼板或室外敷设穿导管保护时导管的内径不应小于电缆外径的 1.5 倍。

检查数量：按每检验批电缆线路抽查 20%，且不得少于 1 条电缆线路并应能覆盖上述不同的检查内容。

8. 直埋电缆的上、下应有细沙或软土，回填土应无石块、砖头等尖锐硬物。

检查数量：全数检查

9. 电缆首端、末端和分支处应设标志牌，直埋电缆应设标示桩。

检查数量：按每检验批电缆线路抽查 20%，且不得少于 1 条电缆线路。

## 五、电缆头制作安装质量控制

电缆头是将电缆与用电设备连接的部件，电缆中间头是将两根电缆连接的部件，电缆附件是制作电缆头和电缆中间头所用的材料、器件。

电缆附件的性能不低于电缆本体性能，满足电缆本体及系统长期安全运行。

电缆头（中间头）制作实际上破坏了原有的电缆整体性能，使得电缆头成为电缆线路中最薄弱的地方，电缆头（特别是高压电缆头）制作安装应严格按技术文件和规范要求认真操作。

制作电缆终端或接头时剥除一小段屏蔽层主要目的是用来保证高压对地的爬电距离的，这个屏蔽断口处应力十分集中，是薄弱环节，采用应力锥或应力管可较好的进行应力处理。

现在在 10KV 及以上冷、热缩电缆附件中都有制作精良的应力管和应力锥，制作电缆头已无需手工制作应力锥。高压电缆结构如图 21-43 所示。



图 21-43 高压电缆结构

### （一）电缆头制作安装应具备的条件和注意事项

1. 电气设备安装完毕，室内门窗安装完毕且干燥清洁，支架安装完毕，电缆固定，夜间施工照明充足，作业面宽敞。

2. 电缆敷设完毕，核对无误，电缆绝缘符合要求。

3. 高压电缆附件规格、型号、数量、包装、出厂日期符合要求，低压电缆头材料与电缆匹配。

4. 为防止操作失误，制作人员认真阅读相关技术文件，必要时需预组装，所使用的工具与电缆匹配。

5. 高压电缆头制作作业人员应具有一定经验, 无经验者应在指导和监督下作业, 作业时手部及所用工具、材料清洁, 操作时不得做其它无关事情。

6. 高压电缆头不应在雨天、雾天等湿度过大及大风(室外)的天气制作, 气温低于 $0^{\circ}\text{C}$ 需预先加热。

7. 调整电缆头位置、方向, 对齐相序控制长度, 避免芯线尺寸不适和相序交叉。

8. 为防止钢甲松散, 铠装电缆应先在钢甲切断处内侧外护套剥去一圈, 用铜丝(卡子)绑紧固定钢甲, 焊接好接地线再剥去其余外护套, 剥钢带时不可锯断防止伤及电缆, 用钳子撕开钢甲并用锉刀修整断面, 地线再两层钢甲上牢固焊接, 不应虚焊也不得烫伤绝缘。

9. 用电缆刀或电工刀剥护套时, 不宜用力过大, 刀片倾斜不切透, 防止电缆芯线伤损。

10. 每个电缆头制作应一次性完成, 中间停滞时间不宜过长。

### (二) 低压电缆头(控制电缆头)制作安装

剥切护套不得伤及芯线绝缘, 分叉口包缠填充饱满套上电缆头套电缆头丰满端正美观。

与接线端子连接芯线剥线长度以接线端子深度再加 $5\text{mm}$ , 芯线涂上复合脂插入端子深度到位, 压接两道以上。

接点端子与芯线连接部位用相应相色带包缠。

各相芯线弯曲调整到位(端子接触面积和角度、芯线排列布置), 布局整齐美观。

固定连接螺栓由上向下、由内向外穿, 弹簧垫、平垫齐全, 固定牢固。

### (三) 热缩式高压电缆头制作安装

#### 1. 剥护套、焊接钢甲接地线

电缆外护套的主要作用很多, 针对特殊环境还有特种电缆, 主要作用是抵御机械损伤, 抵抗化学、油侵蚀, 阻缓高温热, 抗低温、紫外线等。

电缆内护套层的作用是阻断绝缘层与水、空气或其他物体接触, 防止绝缘受潮和机械伤害。

电缆钢甲的作用是提高电缆承受径向压力、轴向拉力的能力和抵御机械损伤的能力。

对于三芯电缆钢甲、屏蔽层接地是电气系统的要求, 主要是引导电缆运行时产生的电容电流、接地短路电流、线路不平衡感应电流进入大地, 保证人生安全和系统正常运行(对于单芯电缆钢甲、屏蔽层接地较为复杂, 容后再讨论)。

用电缆刀或电工刀剥护套时, 不宜用力过大, 刀片倾斜不切透, 防止电缆芯线伤损。

铠装电缆应先在钢甲切断处内侧外护套剥去一圈, 用铜丝(卡子)绑紧固定钢甲, 防止钢甲松散, 焊接好接地线再剥去其余外护套, 剥钢带时不可锯断防止伤及电缆, 用钳子撕开钢甲并用锉刀修整断面, 地线再两层钢甲上牢固焊接, 不应虚焊也不得烫伤绝缘。

焊接接地线时, 焊接位置需清理干净, 接地线必须与两层钢甲焊接牢固, 再剥去其余外护套。

顺钢甲包紧方向, 钢锯切段第一层钢甲, 第二层钢甲切锯一道深槽, 不得切断防止伤及芯线, 用工具撕拉折断第二层钢甲, 钢甲断口的毛刺、碎屑清理修整干净。

剥内护套需小心, 保护好芯线相色标识及铜屏蔽层与钢甲之间的绝缘。

## 2. 屏蔽层处理

高压电缆每相芯线外均有需接地的屏蔽层，它的作用是使芯线间没有电位差，屏蔽外界电磁场干扰，同时限制电缆自身电磁场对外界的影响，芯线发生短路故障时承载短路电流减少对芯线绝缘损害，屏蔽层的处理和接地可控制外界影响限制自身影响，改善电缆运行时电场分布，减少故障时对线路的损害。

电缆头制作剥去屏蔽层，切断屏蔽层区域电缆原来的电场分布发生对芯线绝缘不利的改变，屏蔽层断口处最易发生击穿。

清除内护套外侧（电缆头侧）屏蔽层铜带焊接位置上的氧化物涂抹上焊锡，接地线分成三股线头与涂抹上焊锡屏蔽层绑紧，用焊锡将两者焊住。

芯线分叉处做好相色标记，按说明书测量标记铜屏蔽层切断位置，用焊锡焊牢屏蔽层切断位置内侧交叠处，防止切断铜屏蔽层后屏蔽层松散。

切断处内侧用铜丝扎紧，顺铜屏蔽层缠紧方向切一道浅痕，不得划破半导体层。

慢慢撕下铜屏蔽带，最后拆除绑扎铜丝。

钢甲接地线、屏蔽层接地线要求分开时，屏蔽层接地线要做绝缘处理。

接地线下引与外护套间打毛一圈涂密封胶作防潮段，防止雨水渗入电缆头。如图 21-44 所示。

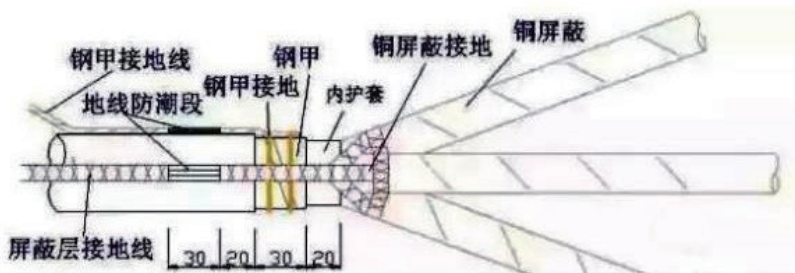


图 21-44 电缆头焊接地线

## 3. 半导体层处理

半导体层位于屏蔽层内主绝缘外，是防止线芯与屏蔽层之间电场不均匀设置的（主绝缘不可能是标准圆）。

切剥半导体层应确定剥切位置做好标记，环刀、纵刀稳定控制，避免伤及主绝缘，环刀切口整齐。撕剥半导体层时要缓慢稳定，不得拉动环刀痕内侧半导体层。

清理主绝缘表面半导体层遗留和碎屑，检查主绝缘有无刀痕，如有轻微刀痕需要专用细沙打磨清除，主绝缘表面处理不当不仅直接伤害绝缘性能，还会影响电场分布。

用不掉毛浸有清洁剂的细布由主绝缘向半导体层方向（由电缆末端向内）单方向拭擦，避免半导体物质带到主绝缘表面。

## 4. 安装半导应力管

前面说到屏蔽层切断改变了电缆的原来电场分布，对芯线绝缘不利，屏蔽层断口处最易发生击穿，应力管套在屏蔽层断口处能改善不利的电场分布，分散电力线缓和电应力，在高压电缆头

制作中应力管非常重要。无 / 有应力管电力线分布如图 21-45、图 21-46 所示。

应力管外壁是绝缘层，内壁是半导体层。

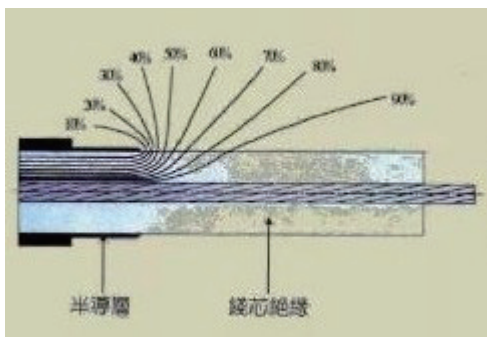


图 21-45 无应力管电力线分布

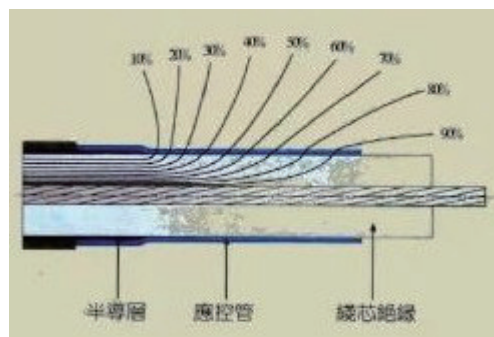


图 21-46 有应力管电力线分布

半导应力管与屏蔽层的接触长度不小于 20mm 不大于 25mm，不得短也不得长，标记好接触位置，热缩时控制好位置从中间向两端热缩，如图 21-47。

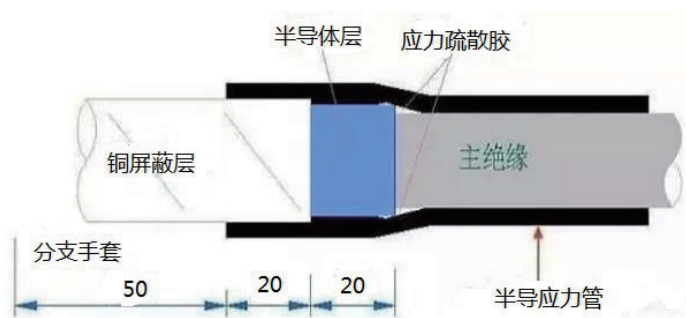


图 21-47 半导应力管安装

### 5. 分支手套安装

从钢甲至分支处填料填满包平，并涂密封胶至手套端口，小心套入分支手套，做好相色标记热缩手套，涂抹密封胶的手套四个端口（电缆端口和三个分支端口）要紧缩。如图 21-48 所示。

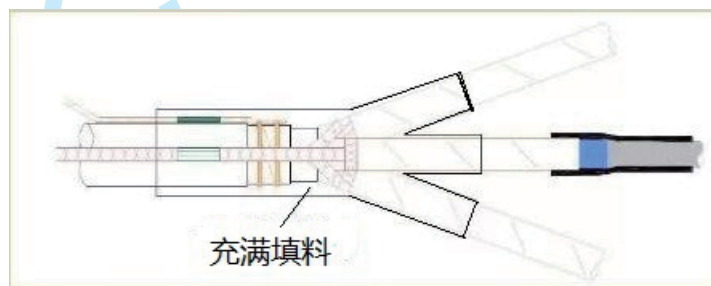


图 21-48 分支手套安装

### 6. 安装绝缘套管和接线端子

测量好电缆头固定位置和各相芯线长度，去掉芯线多余长度，依据接线端子深度剥去压接端子部分主绝缘，主绝缘断口需留有一定锥度。

清理线芯毛刺、铜屑，涂抹导电膏，套接线端子应考虑端子的压接方向。

端子压接后，芯线清理干净，芯线主绝缘锥体部分与端子压痕须用填料包平。

绝缘套管热缩前，端子除接触部分外涂导电膏，热缩后绝缘套管应套住除接触部分外端子的其余部分，并压住分支手套手指。

绝缘套管外标注相色。

固定电缆头、电缆头接线、挂标识牌、封堵电缆入口。

#### （四）冷缩式高压电缆头

冷缩电缆头是用特制模具制成，操作相对简单施工速度迅速，操作要求与热缩式基本相同，制作程序、尺寸按电缆附件说明书要求。

##### 1. 剥护套、焊接接地线

用电缆刀或电工刀剥护套时，先将恒力弹簧暂时绕在外护套切断处，控制切剥位置，切剥一段外护套。

预留好钢甲长度用恒力弹簧顺钢铠将钢甲扎住，防止钢甲松散，剥去剩余外护套。

为防止伤及电缆剥钢带时不可锯断，用钳子撕开钢甲并用锉刀修整断面，整个过程都要顺钢铠包紧方向，不能让电缆上的钢铠松脱。

剥内护套需小心，关键是防止划伤铜屏蔽层。

应用恒力弹簧将接地线与电缆铠甲层连接，如图 21-49 所示。

内护套、钢甲、恒力弹簧及断口以下 50mm 填充胶包缠两层，如图 21-50 所示。



图 21-49 钢甲接地线连接



图 21-50 填充胶包缠

屏蔽层地线塞入三线芯中，再将垫锥塞入，地线绕三芯线包绕一圈，用恒力弹簧固定，如图 21-51 所示。

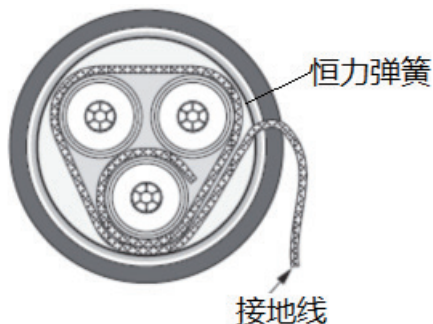


图 21-51 屏蔽层接地线

用自粘带包裹填充胶和屏蔽层接地恒力弹簧。

一般情况下屏蔽层与钢铠的两根接地线要求绝缘隔开。

### 2. 安装电缆手套、芯线护套管

尽量下压电缆分叉口套手套,先抽出大口支撑再抽去指口支撑,自指口向上缠绕200mmPVC带。

芯线冷缩护套管应套至指套根部(电缆手套分叉处),缓慢抽去支撑,抽取支撑时手应稳定握住支撑尚未抽取部位,防止抽取时套管移动。

如需调整芯线长度,切除部分套管,须标定切除位置环切,不得轴向切割,环切时不得留有刀痕。芯线做好相色标记。

### 3. 铜屏蔽层处理

测量好铜屏蔽层切断处位置用PVC带缠绕,防止松散,断口位置再用铜丝扎紧,。

沿屏蔽层缠紧方向切一道浅痕,不得划破半导体层。

慢慢撕下铜屏蔽带,最后顺屏蔽层缠紧方向拆除绑扎铜丝。

### 4. 剥外半导体层

在离铜屏蔽层断口10~20mm处(以说明书规定尺寸为准)为外半导体层断口,断口内侧包一圈PVC带作好标记。

可剥离型外半导体层在标记剥切处(胶带外侧),环刀、纵刀稳定控制,避免伤及主绝缘,环刀切口整齐。

撕剥外半导体层时要缓慢稳定,不得拉动环刀痕内侧半导体层。

清理主绝缘表面半导体层遗留和碎屑,检查主绝缘有无刀痕,如有轻微刀痕需要专用细砂打磨光滑,主绝缘表面处理不当不仅直接伤害绝缘性能,还会影响电场分布。

不可剥离型外半导体层从芯线末端开始用玻璃(或专用道具)刮掉外半导体层,在断口处刮一斜坡,断口要整齐,主绝缘层表面不应留半导体材料,且表面应采用细砂打磨光滑。

### 5. 安装应力管

用专用清洁剂擦净主绝缘表面的污物,清洁时注意应从主绝缘端擦向外半导体层端,不要反向擦,以免将半导体物质带到主绝缘层表面。

应力管是控制电缆终端电场分布的重要部件,一定要注意应力控制管的安装位置,要严格按照说明书的规定进行。

### 6. 压接接线端子、安装密封管

室内高压电缆终端头的安装如图21-52所示,首先测量好电缆固定位置和各相引线所需长度,锯掉多余的引线;再按接线端子压接芯线深度,剥去主绝缘层,涂抹导电膏,套压接线端子,处理压接处的毛刺,压接端子前应调整端子方向;然后将接线端子与主绝缘层之间用绝缘带包平(压痕也要包平),套冷缩密封管;最后固定电缆头、电缆头接线、挂标识牌、封堵电缆入口。

#### (五) 电缆中间头制作

中间头制作与终端头制作的步骤、要求基本相同。

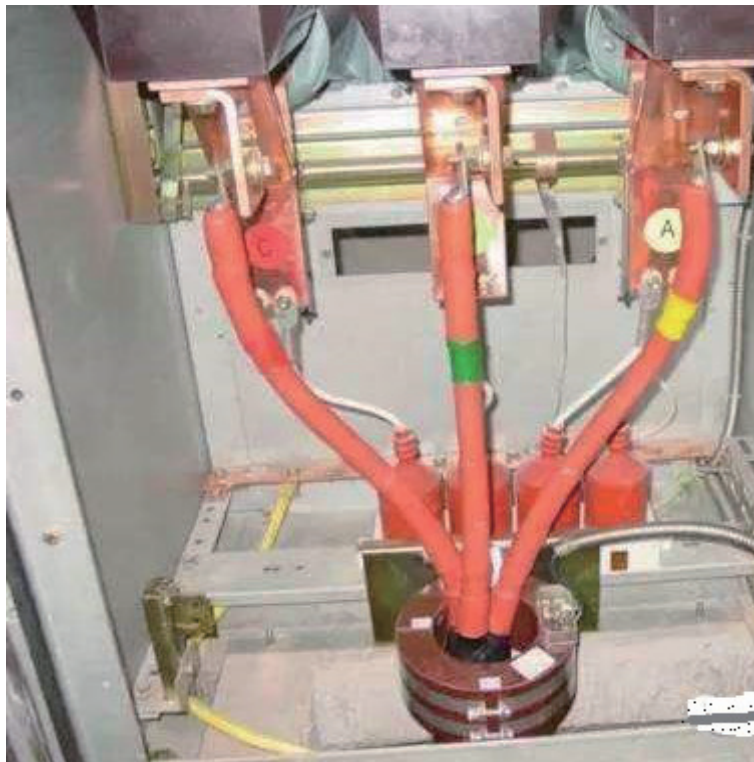


图 21-52 室内高压电缆终端头

### 1. 焊接钢甲接地线

按照尺寸环刀隔断外护套，再向电缆头方向 30mm 环刀切断外护套，去掉这两段 30mm 外护套露出钢甲，打磨清理钢甲去除油漆，焊接位置放焊锡焊剂，用铜丝将接地线头绑定在焊接位置，接地线头、铜丝头一同与钢甲焊牢（或恒定弹簧固定），剥去外护套、钢带。

钢带断口外 20mm 剥去内护套，芯线标识相色标记。

### 2. 安装屏蔽层接地、应力管

按尺寸标记、固定（PVC 带粘贴、焊锡点焊、铜丝绑扎）铜屏蔽层，环刀轻割撕去屏蔽层，清理屏蔽层去除 PVC 带、铜丝。

接地线分成三股线头与涂抹上焊锡屏蔽层绑紧，用焊锡将两者焊住（或恒定弹簧固定）。

按尺寸固定、环刀半导体层，剥去半导体层，清理主绝缘。

半导体层断口涂抹应力疏散胶，套应力管（套住屏蔽层 20mm），热缩（冷缩）应力管。

### 3. 压接铜接管

量电缆距芯线头 60mm—85mm 削铅笔头，剥去主绝缘，线芯清理涂抹导电膏。

所有芯线套管、电缆外套管套入电缆和芯线。

检查确认芯线套管、电缆外套管套全部套好。

清理铜接管一根电缆线芯头穿进一半铜接管（另一根电缆暂不穿），压接已穿线芯的一半铜接管。

核对相序，压接另一根电缆线芯头，清理铜接管毛刺。

铅笔头用半导体带包平，外层包填充胶。

#### 4. 缩护套管

中间头芯线安装如图 21-53 所示。护套管须按顺序热（冷）缩：内绝缘管 --- 外绝缘管 --- 外半导体管 1、2（2 支中间交叉对接 40mm、屏蔽层包覆 20mm），热缩须从中间向两端进行，防止管内留有空气，并防止伤害相邻芯线。

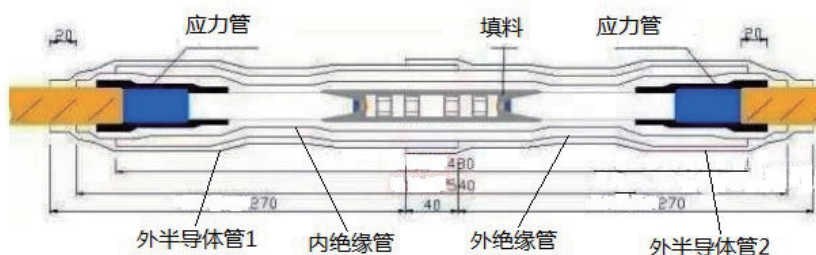


图 21-53 中间头芯线安装示意图

#### 5. 安装接地、外护套

电缆中间接头如图 21-54 所示。套管缩好后，外半导体管包紧铜丝网，两端屏蔽层接地线绑紧铜丝网后对接，焊住接头。

如钢甲接地与屏蔽层接地要求分开，钢甲接地须做绝缘处理，然后对接。

外护套交叉对接不小于 100mm，对接连接部位打毛并涂密封胶，最后缩紧外护套。



图 21-54 电缆中间接头

## 第八节 普通灯具安装

施工前项目部专业技术人员要对现场施工人员进行技术、安全交底。主要是说明本项目的施工要求和安全要求，讲解施工方案内容。特别要指出本项目与其它项目的特别之处，在施工过程中一定要注意此方面规范作业。

### 一、一般规定

#### （一）灯具检查

1. 灯具应按照设计文件的规格型号及有关的设计说明采购。特别消防指示灯具（如疏散指示灯）均要符合国家和当地政府消防部门的质量要求，并提供相关合格证、质量证明文件及使用说明书等。

2. 灯具到货后组织专业人员进行质量验收，保证灯具质量符合设计文件要求。各种灯具配件齐全，无机械损伤、变形、油漆剥落、灯罩破裂和灯箱歪翘等现象，各种型号的照明灯具应有出

厂合格证、“CCC”认证标志和认证证书复印件，进场时做验收检查并做好记录。

3. 设备合格证应为原件，如果是复印件时应该加盖销售单位公章，使材料设备有可追溯性。

### （二）组装灯具

根据厂家提供的使用安装说明书进行灯具组装，组装完成后应该在安装前进行绝缘检测并通临时电进行通电试亮。

### （三）灯具安装及接线

在屋顶下面用膨胀螺栓作为固定件时，在钻孔深度应小于屋顶楼面厚度以免破坏屋面防水层。在砌体和混凝土结构上严禁使用木楔、尼龙塞和塑料塞进行固定照明设备。变压器、配电装置、母线及电梯牵引电机等上方不应安装灯具。

#### 1. 普通灯具安装

1.1 塑料（木、型材）台的安装。将接灯线从塑料（木、型材）台的出线孔中穿出，将塑料（木、型材）台紧贴住建筑物表面，塑料（木、型材）台的安装孔对准灯头盒螺孔，用膨胀螺丝将塑料（木、型材）台固定牢固（如图 21-55 所示）。嵌入吊顶内安装灯具应与吊顶安装进行施工配合。

1.2 把从塑料（木、型材）台甩出的导线留出适当维修长度，削出线芯，然后推入灯头盒内，线芯应高出塑料（木、型材）台的台面。用软线在接灯线芯上缠绕 5 ~ 7 圈后，将灯线芯折回压紧。用粘塑料带和黑胶布分层包扎紧密。将包扎好的接头调顺，扣于法兰盘内，法兰盘（吊盒、平灯口）应与塑料（木、型材）台的中心找正，用长度小于 20mm 的木螺丝固定。

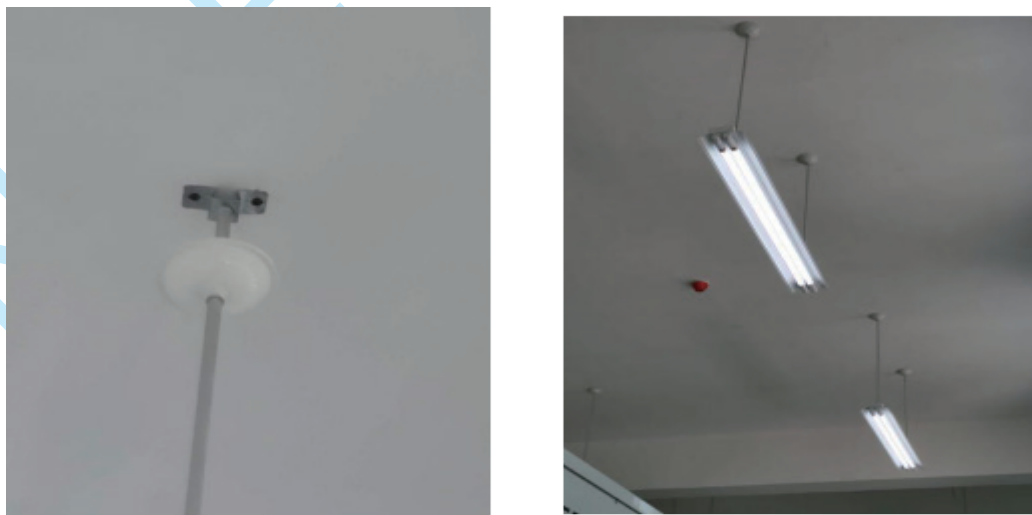


图 21-55 塑料（木、型材）台安装

1.3 自在器吊灯安装：首先根据灯具的安装高度及数量，把吊线全部预先掐好，应保证在吊线全部放下后，其灯泡底部距地面高度为 800 ~ 1100mm 之间。削出线芯，然后盘圈、涮锡、砸扁。根据已掐好的吊线长度断取软塑料管，并将塑料管的两端管头剪成两半，其长度为 20mm，然后把吊线穿入塑料管。把自在器穿套在塑料管上。将吊盒盖和灯口盖分别套入吊线两端，挽好保险扣，再将剪成两半的软塑料管端子紧密搭接，加热粘合，然后将灯线压在吊盒和灯口螺柱上。如为螺钉口，找出相线，并作好标记，最后按塑料（木、型材）台安装接头方法将吊线灯安装好。

## 2. 日光灯安装:

2.1 吸顶日光灯安装: 根据设计图确定出日光灯的位置, 将日光灯贴紧建筑物表面, 日光灯的灯箱应完全遮盖住灯头盒, 对着灯头盒的位置打好进线孔, 将电源线甩入灯箱, 在进线孔处应套上塑料管以保护导线。找好灯头盒螺孔的位置, 在灯箱的底板上用电钻打好孔, 用机螺丝拧牢固, 在灯箱的另一端应使用胀管螺栓加以固定。如果日光灯是安装在吊顶上的, 应该用自攻螺丝将灯箱固定在龙骨上。灯箱固定好后, 将电源线压入灯箱内的端子板(瓷接头)上。把灯具的反光板固定在灯箱上, 并将灯箱调整顺直, 最后把日光灯管装好。

2.2 吊链日光灯安装: 根据灯具的安装高度, 将全部吊链编好, 把吊链挂在灯箱挂钩上, 并且在建筑物顶棚上安装好塑料(木、型材)台, 将导线依顺序偏叉在吊链内, 并引入灯箱, 在灯箱的进线孔处应套上软塑料管以保护导线, 压入灯箱内的端子板(瓷接头)内。将灯具导线和灯头盒中甩出的电源线连接, 并用粘塑料带和黑胶布分层包扎紧密。理顺接头扣于法兰盘内, 法兰盘(吊盒)的中心应与塑料(木)台的中心对正, 用木螺丝将其拧牢固。将灯具的反光板用机螺丝固定在灯箱上, 调整好灯脚, 最后将灯管装好。

## 3. 各型花灯安装:

3.1 组合式吸顶花灯安装: 根据预埋的螺栓和灯头盒的位置, 在灯具的托板上用电钻开好安装孔和出线孔, 安装时将托板托起, 将电源线和从灯具甩出的导线连接并包扎严密。应尽可能的把导线塞入灯头盒内, 然后把托板的安装孔对准预埋螺栓, 使托板四周和顶棚贴紧, 用螺母将其拧紧, 调整好各个灯口, 悬挂好灯具的各种装饰物, 并上好灯管和灯泡。

3.2 吊式花灯安装: 将灯具托起, 并把预埋好的吊杆插入灯具内, 把吊挂销钉插入后要将其尾部掰开成燕尾状, 并且将其压平。导线接好头, 包扎严实, 理顺后向上推起灯具上部的扣碗, 将接头扣于其内, 且将扣碗紧贴顶棚, 拧紧固定螺丝。调整好各个灯口。上好灯泡, 最后再配上灯罩。

## 4. 光带的安装:

根据灯具的外型尺寸确定其支架的支撑点, 再根据灯具的具体重量经过认真核算, 选用支架的型材制做支架, 做好后, 根据灯具的安装位置, 用预埋件或用胀管螺栓把支架固定牢固。轻型光带的支架可以直接固定在主龙骨上; 大型光带必须先下好预埋件, 将光带的支架用螺丝固定在预埋件上, 固定好支架, 将光带的灯箱用机螺丝固定在支架上, 再将电源线引入灯箱与灯具的导线连接并包扎严密。调整各个灯口和灯脚, 装上灯泡和灯管, 上好灯罩, 最后调整灯具的边框应与顶棚面的装修直线平行。如果灯具对称安装, 其纵向中心轴线应在同一直线上, 偏斜不应大于5mm。

## 5. 壁灯的安装:

先根据灯具的外形选择合适的木台(板)或灯具底托把灯具摆放在上面, 四周留出的余量要对称, 然后用电钻在木板上开好出线孔和安装孔, 在灯具的底板上也开好安装孔, 将灯具的灯头线从木台(板)的出线孔中甩出, 在墙壁上的灯头盒内接头, 并包扎严密, 将接头塞入盒内。把木台或木板对正灯头盒, 贴紧墙面, 可用机螺丝将木台直接固定在盒子耳朵上, 如为木板就应该



用胀管固定。调整木台（板）或灯具底托使其平正不歪斜，再用机螺丝将灯具拧在木台（板）或灯具底托上，最好配好灯泡，灯伞或灯罩。安装在室外的壁灯，其台板或灯具底托与墙面之间应加防水胶垫，并应打好泄水孔。

6. 庭院灯及室外路灯安装应符合下列规定：

6.1 每套灯具的导电部分对地绝缘电阻值大于  $2M\Omega$ ：

6.2 立柱式路灯、落地式路灯、特种园艺灯等灯具与基础固定可靠，地脚螺栓备帽齐全。灯具的接线盒或熔断器盒，盒盖的防水密封垫完整。

6.3 金属立柱及灯具可接近裸露导体接地 (PE) 或接零 (PEN) 可靠。接地线单设干线，干线沿庭院灯布置位置形成环网状，且不少于 2 处与接地装置引出线连接。由干线引出支线与金属灯柱及灯具的接地端子连接，且有标识。

6.4 灯具的通断、声光控应动作灵敏、可靠。露天安装的灯具应有可靠的防水措施或泄水孔保证灯具使用安全。

二、灯具的固定应符合下列规定：

I 类普通灯具外露可导电部分必须用铜芯软电缆与保护接地导体可靠连接，并在连接处应有接地标识，所用铜芯软电缆的截面积应与灯具电源进线同面积。

（一）灯具重量大于 3kg 时，固定在螺栓预埋吊钩上。

（二）软线吊灯，灯具重量在 0.5kg 及以下时，采用软电线自身吊装；大于 0.5kg 的灯具采用吊链，且软电线编叉在吊链内，使电线不受力；带悬吊升降的灯具在行程全展开后，灯具应该与工作台面的距离应该不少于 0.3m。

（三）花灯吊钩圆钢直径不应小于灯具挂销直径，且不应小于 6mm。大型花灯的固定及悬吊装置，应按灯具重量的 2 倍做过载试验。

（四）当钢管做灯杆时，钢管内径不应小于 10mm，钢管厚度不应小于 1.5mm。

（五）固定灯具带电部件的绝缘材料以及提供防触电保护的绝缘材料，应耐燃烧和防明火。

（六）除采用安全电压以外，当设计无要求时，敞开式灯具灯头距平台或地面的距离不少于 2.5m，有要求外设计有要求外，当灯具距地面高度小于 2.4m 时，灯具的可接近裸露导体必须接地 (PE) 或接零 (PEN) 可靠，并应有专用接地螺栓，且有标识。

（七）嵌入式灯具安装，灯具边框应该紧贴安装面；多边开灯具应固定在专用的安装架上，且固定螺栓不得少于 4 颗。

（八）质量大于 10KG 的灯具，固定装置及悬吊装置应按照灯具的 5 倍重量进行恒定均布载荷做强度试验，持续时间不得少于 15 分钟。

## 第九节 专用灯具安装

### 一、一般规定

(一) 36V 及以下行灯变压器和行灯安装应符合下列规定:

1. 行灯变压器的固定支架牢固, 油漆完整。
2. 携带式局部照明灯电线采用橡套软线。

(二) 手术台无影灯安装应符合下列规定:

1. 底座紧贴顶板, 四周无缝隙。
2. 表面保持整洁、无污染, 灯具镀、涂层完整无划伤。

(三) 应急照明灯具安装应符合下列规定:

1. 疏散照明采用荧光灯或白炽灯; 安全照明采用卤钨灯, 或采用瞬时可靠点燃的荧光灯。
2. 安全出口标志灯和疏散标志灯装有玻璃或非燃材料的保护罩, 面板亮度均匀度为 1: 10(最低: 最高), 保护罩应完整、无裂纹。

(四) 防爆灯具安装应符合下列规定:

1. 灯具及开关的外壳完整, 无损伤、无凹陷或沟槽, 灯罩无裂纹, 金属护网无扭曲变形, 防爆标志清晰:

2. 灯具及开关的紧固螺栓无松动、锈蚀, 密封垫圈完好。

(五) 建筑物彩灯安装应符合下列规定:

1. 建筑物顶部彩灯灯罩完整, 无碎裂:
2. 彩灯电线导管防腐完好, 敷设平整、顺直。

(六) 霓虹灯安装应符合下列规定:

1. 当霓虹灯变压器明装时, 高度不小于 3m; 低于 3m 采取防护措施。
2. 霓虹灯变压器的安装位置方便检修, 且隐蔽在不易被非检修人触及的场所, 不装在吊平顶内:
3. 当橱窗内装有霓虹灯时, 橱窗门与霓虹灯变压器一次侧开关有联锁装置, 确保开门不接通霓虹灯变压器的电源。
4. 霓虹灯变压器二次侧的电线采用玻璃制品绝缘支持物固定, 支持点距离不大于下列数值: 水平线段: 0.5m, 垂直线段: 0.75m。

建筑物景观照明灯具构架应固定可靠, 地脚螺栓拧紧, 备帽齐全: 灯具的螺栓紧固、无遗漏。灯具外露的电线或电缆应有柔性金属导管保护:

(七) 航空障碍标志灯安装应符合下列规定:

1. 同一建筑物或建筑群灯具间的水平、垂直距离不大于 45m。
2. 灯具的自动通、断电源控制装置动作准确。

(八) 庭院灯安装应符合下列规定:

1. 灯具的自动通、断电源控制装置动作准确, 每套灯具熔断器盒内熔丝齐全, 规格与灯具适配。
2. 架空线路电杆上的路灯, 固定可靠, 紧固件齐全、拧紧, 灯位正确; 每套灯具配有熔断器保护。

## 二、建筑物彩灯、景观照明和航空障碍标志灯安装

(一) 建筑物彩灯安装应符合下列规定:



1. 建筑物顶部彩灯采用有防雨性能的专用灯具，灯罩要拧紧。
2. 彩灯配线管路按明配管敷设，且有防雨功能。管路间、管路与灯头盒间螺纹连接，金属导管及彩灯的构架、钢索等可接近裸露导体接地 (PE) 或接零 (PEN) 可靠。
3. 垂直彩灯悬挂挑臂采用不小于 10# 的槽钢。端部吊挂钢索用的吊钩螺栓直径不小于 10mm，螺栓在槽钢上固定，两侧有螺帽，且加平垫及弹簧垫圈紧固。
4. 悬挂钢丝绳直径不小于 4.5mm，底把圆钢直径不小于 16mm，地锚采用架空外线用拉线盘，埋设深度大于 1.5m；
5. 垂直彩灯采用防水吊线灯头，下端灯头距离地面高于 3m。

(二) 霓虹灯安装应符合下列规定：

1. 霓虹灯管完好，无破裂。
2. 灯管采用专用的绝缘支架固定，且牢固可靠。灯管固定后，与建筑物、构筑物表面的距离不小于 20mm。
3. 霓虹灯专用变压器采用双圈式，所供灯管长度不大于允许负载长度，露天安装的有防雨措施。
4. 霓虹灯专用变压器的二次电线和灯管间的连接线采用额定电压大于 15kV 的高压绝缘电线。二次电线与建筑物、构筑物表面的距离不小于 20mm。

(三) 建筑物景观照明灯具安装应符合下列规定：

1. 每套灯具的导电部分对地绝缘电阻值大于  $2M\Omega$ 。
2. 在人行道等人员来往密集场所安装的落地式灯具，无围栏防护，安装高度距地面 2.5m 以上。
3. 金属构架和灯具的可接近裸露导体及金属软管的接地 (PE) 或接零 (PEN) 可靠，且有标识。

(四) 航空障碍标志灯安装应符合下列规定：

1. 灯具装设在建筑物或构筑物的最高部位。当最高部位平面面积较大或为建筑群时，除在最高端装设外，还在其外侧转角的顶端分别装设灯具。
2. 当灯具在烟囱顶上装设时，安装在低于烟囱口 1.5 ~ 3m 的部位且呈正三角形水平排列。
3. 灯具的选型根据安装高度决定；低光强的 (距地面 60m 以下装设时采用) 为红色光，其有效光强大于 1600cd。高光强的 (距地面 150m 以上装设时采用) 为白色光，有效光强随背景亮度而定。
4. 灯具的电源按主体建筑中最高负荷等级要求供电：
5. 灯具安装牢固可靠，且设置维修和更换光源的措施。

(五) 手术台无影灯安装：

1. 固定螺丝的数量，不得少于灯具法兰盘上的固定孔数，且螺栓直径应与孔径配套。
2. 在混凝土结构上，预埋螺栓应与主筋相焊接，或将挂钩末端弯曲与主筋绑扎锚固。
3. 固定无影灯底座时，均须采用双螺母。

(六) 安装在重要场所的大型灯具的玻璃罩，应有防止其碎裂后向下溅落的措施 (除设计要求外)，一般可用透明尼龙丝编织的保护网，网孔的规格应根据实际情况决定。

(七) 金属卤化物灯 (钠铊铟灯、镝灯等) 安装：

1. 灯具安装高度宜在 5m 以上, 电源线应经接线柱连接, 并不得使电源线靠近灯具的表面。
2. 灯管必须与触发器和限流器配套使用。

(八) 投光灯的底座应固定牢固, 按需要的方向将驱轴拧紧固定。

(九) 事故照明的线路和白炽灯泡容量在 100W 以上的密封安装时, 均应使用 BV-105 型的耐温线。

(十) 公共场所的安全灯应装有双灯。固定在移动结构(如活动托架等)上的局部照明灯具的敷线要求:

1. 导线的最小截面应符合设计和规范要求。
2. 导线应敷于托架的内部。
3. 导线不应在托架的活动连接处受到拉力和磨损, 应加套塑料套予以保护。

## 第十节 开关、插座、风扇安装

### 一、插座安装应符合下列规定:

(一) 当不采用安全型插座时, 托儿所、幼儿园及小学等儿童活动场所安装高度不小于 1.8m。

(二) 暗装的插座面板紧贴墙面, 四周无缝隙, 安装牢固, 表面光滑整洁、无碎裂、划伤, 装饰帽齐全。

(三) 车间及试(实)验室的插座安装高度距地面不小于 0.3m 特殊场所暗装的插座不小于 0.15m 同一室内插座安装高度一致。

(四) 地插座面板与地面齐平或紧贴地面, 盖板固定牢固, 密封良好。

### 二、照明开关安装应符合下列规定:

(一) 开关安装位置便于操作, 开关边缘距门框边缘的距离 0.15 ~ 0.2m, 开关距地面高度 1.3m 拉线开关距地面高度 2 ~ 3m, 层高小于 3m 时, 拉线开关距项板不小于 100mm, 拉线出口垂直向下。

(二) 相同型号并列安装及同一室内开关安装高度一致, 且控制有序不错位。并列安装的拉线开关的相邻间距不小于 20mm。

(三) 暗装的开关面板应紧贴墙面, 四周无缝隙, 安装牢固, 表面光滑整洁、无碎裂、划伤, 装饰帽齐全。

### 三、吊扇安装应符合下列规定:

(一) 涂层完整, 表面无划痕、无污染, 吊杆上下扣碗安装牢固到位。

(二) 同一室内并列安装的吊扇开关高度一致, 且控制有序不错位。

### 四、壁扇安装应符合下列规定:

(一) 壁扇下侧边缘距地面高度不小于 1.8m。

(二) 涂层完整, 表面无划痕、无污染, 防护罩无变形。

### 五、插座安装应符合下列规定:



当交流、直流或不同电压等级的插座安装在同一场所时，应有明显的区别，且必须选择不同结构、不同规格和不能互换的插座；配套的插头应按交流、直流或不同电压等级区别使用。

（一）插座接线应符合下列规定：

1. 单相两孔插座，面对插座的右孔或上孔与相线连接，左孔或下孔与零线连接；单相三孔插座，面对插座的右孔与相线连接，左孔与零线连接。

2. 单相三孔、三相四孔及三相五孔插座的接地 (PE) 或接零 (PEN) 线接在上孔。插座的接地端子不与零线端子连接。同一场所的三相插座，接线的相序一致。

3. 接地 (PE) 或接零 (PEN) 线在插座间不串联连接。

（二）特殊情况下插座安装应符合下列规定：

1. 当接插有触电危险家用电器的电源时，采用能断开电源的带开关插座，开关断开相线；

2. 潮湿场所采用密封型并带保护地线触头的保护型插座，安装高度不低于 1.5m。

（三）照明开关安装应符合下列规定：

1. 同一建筑物、构筑物的开关采用同一系列的产品，开关的通断位置一致，操作灵活、接触可靠。

2. 相线经开关控制；民用住宅无软线引至床边的床头开关。

（四）吊扇安装应符合下列规定：

1. 吊扇挂钩安装牢固，吊扇挂钩的直径不小于吊扇挂销直径，有防振橡胶垫；挂销的防松零件齐全、可靠。

2. 吊扇扇叶距地高度不小于 2.5m。

3. 吊扇组装不改变扇叶角度，扇叶固定螺栓防松零件齐全。

4. 吊杆间、吊杆与电机间螺纹连接，啮合长度不小于 20mm，紧固；

5. 吊扇接线正确，当运转时扇叶无明显颤动和异常声响。

（五）壁扇安装应符合下列规定：

1. 壁扇底座采用尼龙塞或膨胀螺栓固定；尼龙塞或膨胀螺栓的数量不少于 2 个，且直径不小于 8mm。固定牢固可靠。

2. 壁扇防护罩扣紧，固定可靠，当运转时扇叶和防护罩无明显颤动和异常声响。

## 第十一节 照明通电试运行

一、送电前对送电回路进行绝缘检测，照明系统通电，灯具回路控制应与照明配电箱及回路的标识一致；开关与灯具控制顺序相对应，风扇的转向及调速开关应正常。

二、公用建筑照明系统通电连续试运行时间应为 24h，民用住宅照明系统通电连续试运行时间应为 8h。所有照明灯具均应开启，且每 2h 记录运行状态 1 次，连续试运行时间内无故障。

## 第十二节 接地装置安装

施工准备→接地装置安装→引下线暗敷→避雷带支架制作安装→支架→避雷网安装→避雷针安装→接地电阻测试。

### 一、防雷接地组成及敷设方式：

- (一) 防雷接地系统由接闪器、引下线、接地体三个部分组成。
- (二) 接闪器有避雷针、避雷网、避雷带等。
- (三) 引下线敷设方式分为明设和暗设。
- (四) 接地装置分为人工接地体和自然接地体。

### 二、基本要求：

- (一) 材质符合规范和设计要求，连接可靠，防腐措施到位，接地系统畅通、完整。
- (二) 利用建筑物基础钢筋做接地体和引下线连接规范，资料齐全；避雷带、接地线安装顺直、美观，固定牢固；屋面及外露金属构件接地完整；设备金属外壳及设备基础接地无遗漏。
- (三) 接地点标识清楚，防雷接地测试点齐全。
- (四) 接地线搭接符合要求。

### 三、下面结合实例全面解析防雷施工的工艺做法：

- (一) 按设计图纸采购合格材料，无设计时为保证接地质量，室外接地线必须为热镀锌材料，接地扁铁厚度不得小于 4mm，截面积不得小于  $100\text{mm}^2$ ，如图 21-56 所示。



图 21-56 防雷接地扁铁材料

- (二) 扁钢与扁钢搭接为扁钢宽度的 2 倍，不少于三面施焊；圆钢与圆钢搭接为圆钢直径的 6 倍，双面施焊；圆钢与扁钢搭接为圆钢直径的 6 倍，双面施焊；扁钢与钢管，扁钢与角钢焊接，紧贴角钢外侧两面，或紧贴  $3/4$  钢管表面，上下双侧施焊，如图 21-57 所示。



图 21-57 防雷接地扁铁搭接

(三) 利用底板钢筋网作接地连接线时, 接地跨接钢筋应采用不小于  $\Phi 12$  的热镀锌圆钢; 焊缝应饱满并有足够的机械强度, 不得有夹渣、咬肉、裂纹、虚焊、气孔等缺陷, 焊接处的药皮要敲净, 如图 21-58 所示。



图 21-58 利用底板钢筋网作接地连接线

### 第十三节 防雷接地引下线及接闪器安装

一、利用柱主筋作防雷引下线时, 当主筋采用螺纹连接时, 螺纹连接的两端应作跨接处理。焊接平滑、无加渣、咬肉、虚焊, 如图 21-59 所示。



图 21-59 防雷接地引下线焊接

二、接地扁铁敷设前应调直，敷设时应立放，不得平放，因为立放时散流电阻较小；焊接长度应为扁铁宽度的 2 倍，并 3 面施焊，焊好后清除药皮，素土内敷设的扁铁必须刷沥青做防腐处理，如图所示。



图 21-60 防雷接地扁铁敷设

三、利用结构柱柱主筋（直径不小于  $\Phi 12\text{mm}$ ）作防雷引下线时，在每层钢筋绑扎时，按设计图纸要求，找出全部所需主筋位置，用油漆做好标记。

四、避雷线弯曲处不得小于  $90^\circ$ ，弯曲半径不得小于圆钢直径的 10 倍，转弯部分支架应不大于  $0.3\text{M}$ 。焊缝应饱满并有足够的机械强度，焊接处的药皮要敲净，焊接后必刷防锈漆两道，面漆（银粉漆）两道。焊接不得有夹渣、咬肉、裂纹、虚焊、气孔等缺陷。

五、屋顶接闪器如果采用混凝土支座，应将混凝土支座分档摆放，在两端支架间拉直线，然后将其它支座用水泥砂浆找平直，间距不得大于 1.5 米，如图 21-61 所示；当屋面为纯防水层时，支座下面应放置一层厚度不小于  $3\text{mm}$  的橡胶垫，以防伤害防水层。

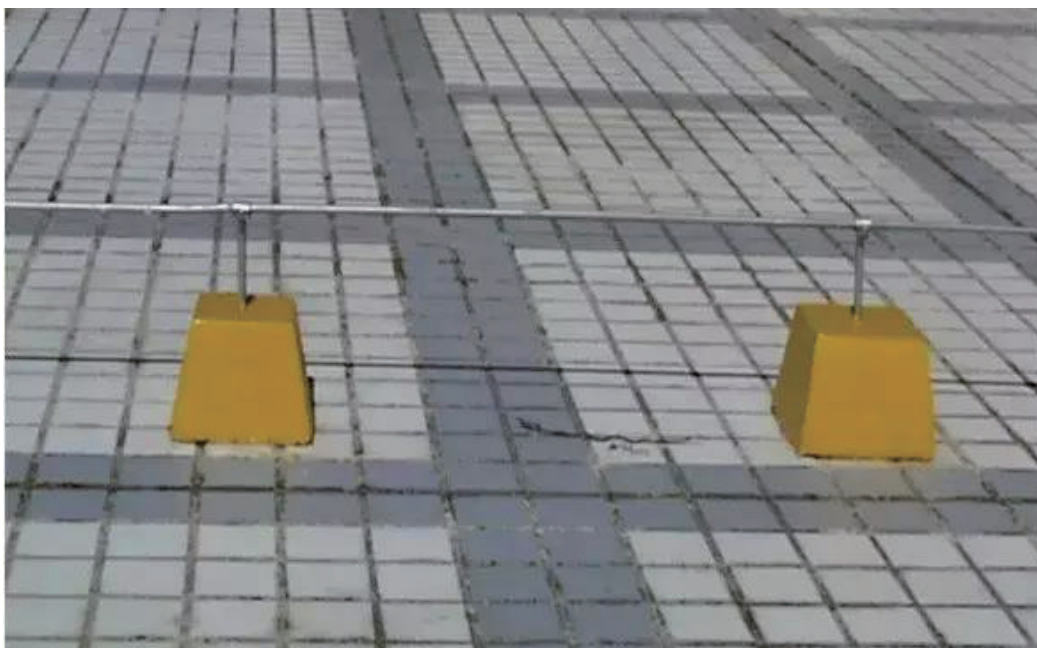


图 21-61 屋顶接闪器采用混凝土支座

六、接闪器采用热镀锌圆钢时，搭接长度为圆钢直径的六倍，并应双面焊接；如果采用热镀锌扁钢做接闪器时，搭接长度应不小于其宽度的 2 倍，至少 3 个棱边施焊，放置时与埋地敷设相反，必须平放；焊接处焊缝应饱满并有足够的机械强度，不得有夹渣、咬肉、裂纹、虚焊、气孔等缺陷，焊接处的药皮要敲净，焊接后必须刷防锈漆两道，面漆（银粉漆）两道，如图 21-62 所示。



图 21-62 接闪器采用热镀锌圆钢时的搭接

七、暗装测试点一般距地为 0.5 米，一般应标以如图所示样的黑色记号；在检修用临时接地点处应刷白色底漆再标黑色记号，板面按装时应与结构装饰面平齐，且平直不歪斜，如图 21-63 所示。



图 21-63 暗装测试点

八、避雷网钢筋的安装应顺直、牢固，钢筋不应有高低起伏和弯曲现象，水平及垂直偏差全长不大于 10mm。钢筋及附件均为热镀锌件，避雷支持件固定牢固，能承受大于 49N（5Kg）的拉力，间距均匀，直线部分间距不大于 1m，支持件根部表面平整，观感好，如图 21-64 所示。

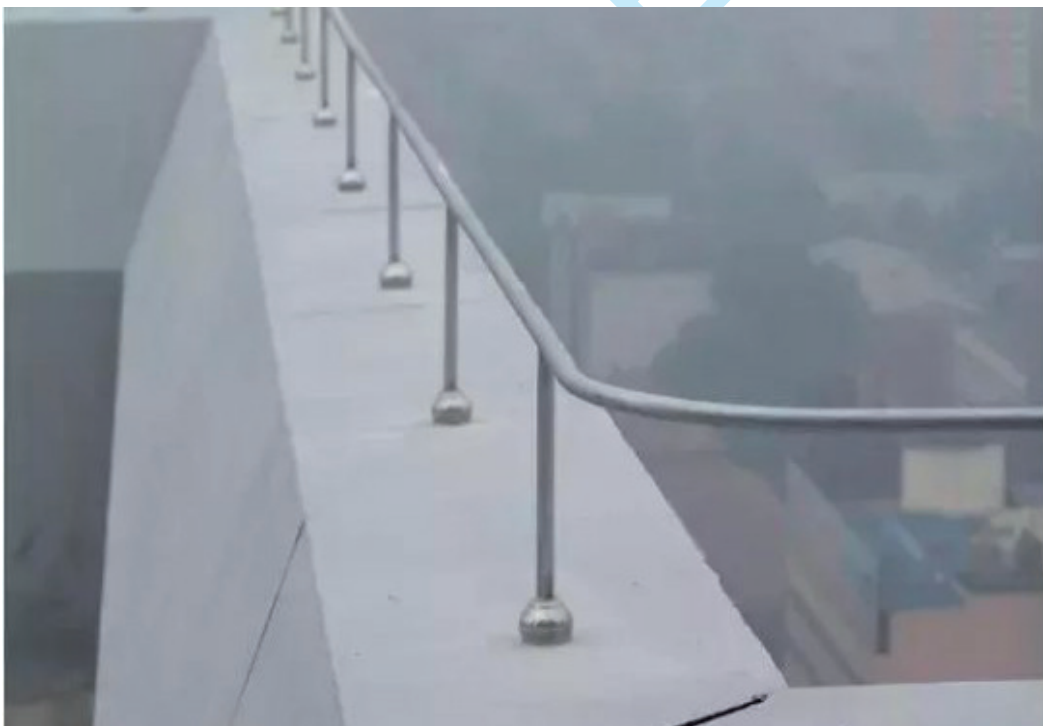


图 21-64 避雷网钢筋的安装

九、建筑物屋顶上有突出物，如金属旗杆、透气管、金属天沟、铁栏杆、爬梯、冷却水塔、电视天线等，这些部位的金属导体都必须与避雷网焊接成一体，如图 21-65 所示。



图 21-65 筑物屋顶上有突出物与避雷网焊接

十、突出屋面的铸铁金属管道做防雷接闪器时，用管道吊件和避雷安装附件相连。

十一、避雷网钢筋的安装应顺直，钢筋无弯曲现象，平直度每 2 米检查段允许偏差 3 / 1000，全长不大于 10mm。钢筋及附件均为热镀锌件，钢筋规格符合设计要求，固定牢固。避雷支持件固定牢固，间距均匀，直线部分间距不大于 1m，支持件根部表面平整，观感好，圆钢直径不得小于 8mm，如图所示。



图 21-66 避雷网钢筋的安装

十二、避雷线必须调直后方可进行敷设，弯曲处不应小于 90° 并不得弯成死角。引下线除设计有特殊要求外，镀锌扁钢截面不得小于 48mm<sup>2</sup>，镀锌圆钢直径不得小于 Φ8mm，如图所示。



图 21-67 避雷线安装

十三、支持件的间距必须均匀，水平直线部分其各支点的间距不应大于 1m，垂直部分不大于 1.5m，弯曲部分为 0.3M ~ 0.5m，支架的安装高度为 100 ~ 200mm，如图所示。



图 21-68 支持件安装

十四、避雷针安装时，先将支座钢板的底板固定在预埋的地脚螺栓上，焊上一块肋板，将避雷针立起、找直、找正后进行点焊，然后加以校正，焊上其它三块肋板，最后将防雷引下线焊在底板钢板上，清除药皮刷防锈漆和银粉漆各两道，如图所示。

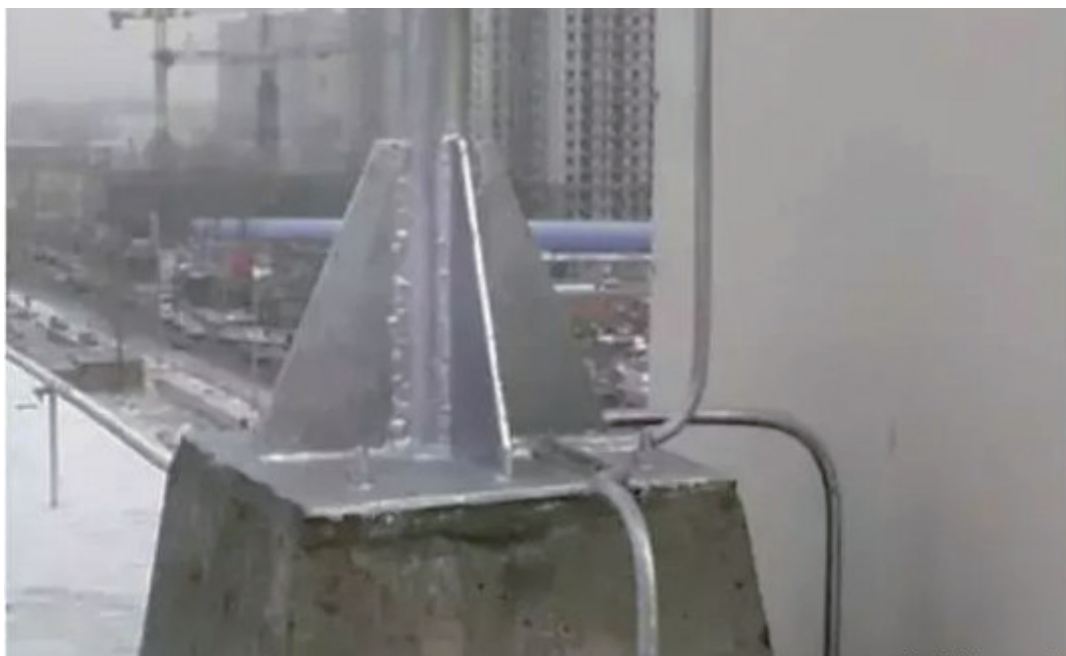


图 21-69 避雷针安装

十五、屋顶避雷线应平直、牢固，不应有高低起伏和弯曲现象，距离建筑屋面应一致，当建筑物屋面有曲线时，避雷网应随建筑物屋面曲线敷设；屋面明敷避雷网时，重要建筑可使用10m\*10m的网格，一般建筑物采用20m\*20m的网格，设计特殊要求除外。

十六、接闪器在建筑物的变形缝处应做防雷补偿措施

十七、接地干线应设有为测试接地电阻而预制的测试点，盒盖用可拆卸的螺丝螺母固定，盒盖必须做接地标记，一般规定为黑色的接地符号和文字说明。

## 第十四节 建筑物等电位联结

一、等电位箱的外表面要满足建筑装饰美观要求，箱门（盖板）上必有“等电位联结端子箱，不可触动”标识，颜色为黑色。箱门应与装饰面平齐，不歪斜，无污染。

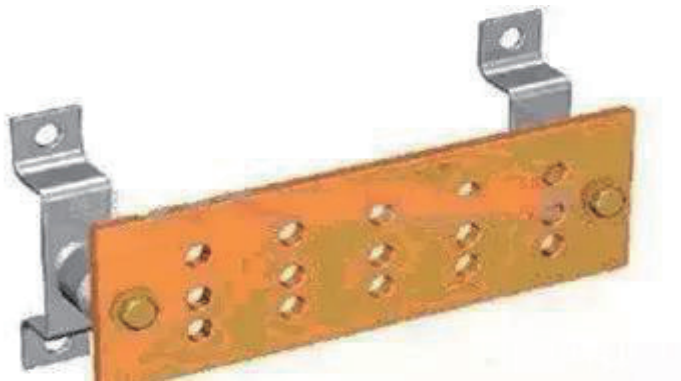


图 21-70 等电位箱安装

二、卫生间内作等电位连接，局部应与等电位端子箱 LEB 中的端子连接。卫生间在距地 0.3M 设一等电位端子箱，至金属管道、金属器具接地线采用 PVC16 管内穿 BVR-4mm<sup>2</sup> 铜线（黄绿双色）可靠联接，每根联接线均由等电位端子箱单独接出，接地线联接后，墙面引出管口、接线盒及时封堵或封盖，如图所示。

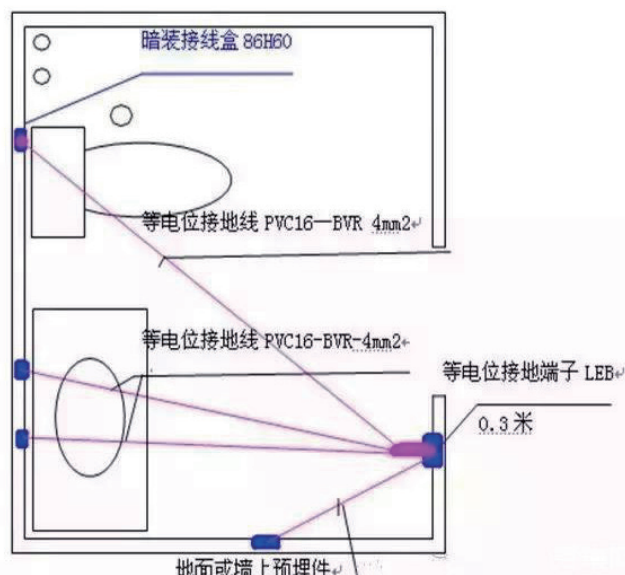


图 21-71 卫生间内作等电位连接

三、变配电室明敷接地干线安装如图所示，当沿建筑物墙壁水平敷设时，距地面高度 250 ~ 300mm, 且高度均匀一致；与建筑物墙壁间距 10 ~ 15mm, 且间距均匀一致。

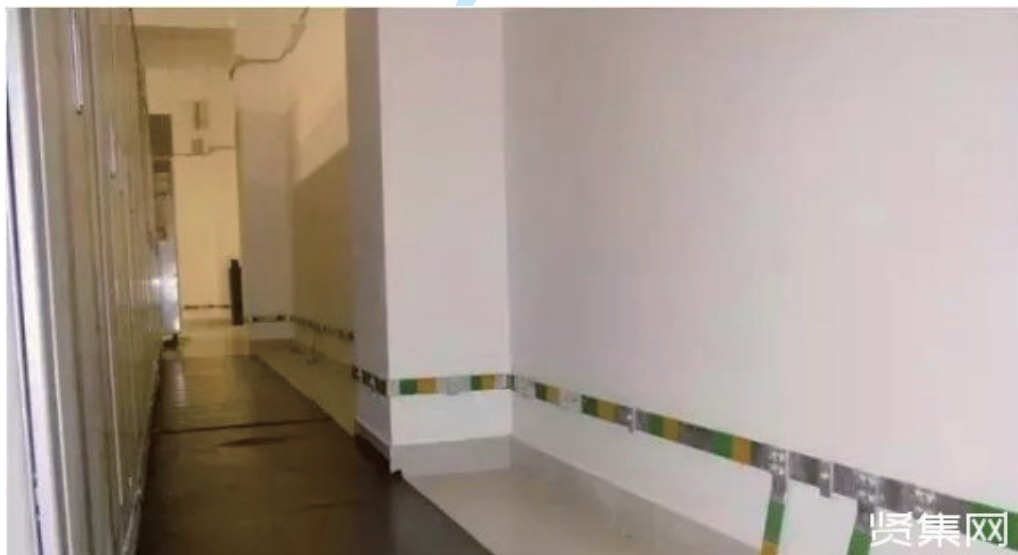


图 21-72 变配电室明敷接地干线安装

#### 四、防雷接地工程中需要注意哪些问题

（一）为了确保防雷接地工程施工完毕以后，有一个非常高的防雷电和防静电效果，在施工时要注意避雷带、引下线、接地体以及均压环搭接的长度要达到设计规定的长度要求，除此之外，所有部件的焊接处不能留下夹渣、焊瘤和气孔等缺陷。



(二) 在对防雷接地工程实施的过程中, 要注意接地钢筋网连接点之间不能出现错焊、漏焊的情况, 另漏设外引接地联结点以及检测点预埋件的事情也不能发生。如果是使用结构钢材代替避雷针或避雷网及其引下线时, 还要注意不能破坏镀锌层上的防锈漆, 螺栓连接片也要经过专业处理, 片与片之间不能有缝隙。

(三) 引下点的间距偏大会导致防雷接地工程质量下降, 所以在施工时要注意, 当引下线有跨越变形缝时应该加设补偿器, 此外, 接地体安装埋设应注意达到一定的深度, 并且引出线也要提前做好防腐处理。

(四) 防雷接地工程中所使用的屋顶防雷设施应该和屋面金属物相连, 等电位联结跨接地线的线径要注意符合要求, 电气设备接地分支线也要注意与接地干线连接。

## 第十五节 建筑电气工程验收

### 一、建筑电气检验批:

(一) 室外电气安装工程中分项工程的检验批, 依据庭院大小、投运时间先后、功能区块不同划分。

(二) 变配电室安装工程中分项工程的检验批, 主变配电室为 1 个检验批; 有数个分变配电室, 且不属于子单位工程的分部工程, 各为 1 个检验批, 其验收记录汇入所有变配电室有关分项工程的验收记录中; 如各分变配电室属于各子单位的子分部工程, 所属分项工程各为 1 个检验批, 其验收记录应为一个分项工程验收记录, 经子分部工程验收记录汇入分部工程验收记录中。

(三) 供电干线安装工程分程的检验批, 依据供电区段和电气线缆竖井的编号划分。

(四) 电气动力和电气照明安装工程中分项工程及建筑物电位联结分项工程的检验批, 其划分的界区, 应与建筑土建工程一致。

(五) 备用和不间断电源安装工程中分项工程各自成为 1 个检验批。

(六) 防雷及接地装置安装工分项工程检验批, 人工接地装置和利用建筑物基础钢筋的接地体各为 1 个检验批, 大型基础可按区块划分成几个检验批。避雷引下线安装 6 层以下的建筑为 1 个检验批, 高层建筑依均压环设置间隔的层数为 1 个检验批。接闪器安装同一屋面为 1 个检验批。

### 二、建筑电气质量控制资料:

(一) 建筑电气工程施工图设计文件和图纸会审记录及洽商记录。

(二) 主要设备、器具、材料的合格证和进场验收记录。

(三) 隐蔽工程记录。

(四) 电气设备交接试验记录。

(五) 接地电阻、绝缘电阻测试记录。

(六) 空载试运行和负荷试运行记录。

(七) 建筑照明通电试运行记录。

(八) 工序交接合格等施工安装记录。

(九) 根据单位工程实际情况, 检查建筑电气分部(子分部)工程所含分项工程的质量验收记录应无遗漏缺项。

### 三、建筑电气实物质量:

(一) 大型公用建筑的变配电室, 技术层的动力工程, 供电干线的竖井, 建筑顶部的防雷工程, 重要的或大面积活动场所的照明工程, 以及 5% 自然间的建筑电气动力、照明工程。

(二) 一般民用建筑的配电室和 5% 自然间的建筑电气照明工程, 以及建筑顶部的防雷工程。

(三) 室外电气工程以变配室为主, 且抽检各类灯具的 5%。

(四) 核查各类技术资料应齐全, 且符合工序要求, 有可追溯性; 各责任人均应签章确认。

### 四、高低压配电调整试验确认:

(一) 电气设备、电缆和继电保护系统的调整试验结果, 查阅试验记录或试验时旁站。

(二) 空载试运行和负荷试运行结果, 查阅试运行记录或试运行时旁站。

(三) 绝缘电阻、接地电阻和接地 (PE) 或接零 (PEN) 导通状态及插座接线正确性的测试结果, 查阅测试记录或测试时旁站或用配仪表进行抽检。

(四) 漏电保护装置动作数据值, 查阅测试记录或用适配仪表进行抽检。

(五) 负荷试运行时大电流节点温升测量用红外线遥测温度仪抽检或查阅负荷试运行记录。

(六) 螺栓紧固程度用适配工具做拧动试验; 有最终拧紧力矩要求的螺栓用扭力扳手抽检。

(七) 需吊芯、抽芯检查的变压大型电动机、吊芯、抽芯时旁站或查阅吊芯、抽芯记录。

(八) 需做动作试验的电气装置, 高压部分不应带电试验, 低压部分无负荷试验。

(九) 水平度用铁水平尺测量, 垂直度用线锤吊线尺量, 盘面平整度拉线尺量, 各种距离的尺寸用塞尺、游标卡尺、钢尺、塔尺或采用其他仪器仪表等测量。

(十) 外观质量情况目测检查。

(十一) 设备规格型号、标志及接线, 对照工程设计图纸及其变更文件检查。

## 第二十二章 建筑节能工程

### 第一节 总 则

建筑节能，在发达国家最初为减少建筑中能量的散失，现在则普遍称为“提高建筑中的能源利用率”，在保证提高建筑舒适性的条件下，合理使用能源，不断提高能源利用效率。

建筑节能具体指在建筑物的规划、设计、新建(改建、扩建)、改造和使用过程中，执行节能标准，采用节能型的技术、工艺、设备、材料和产品，提高保温隔热性能和采暖供热、空调制冷制热系统效率，加强建筑物用能系统的运行管理，利用可再生能源，在保证室内热环境质量的前提下，减少供热、空调制冷制热、照明、热水供应的能耗。

我国是一个发展中大国，又是一个建筑大国，每年新建房屋面积高达 17 ~ 18 亿平方米，超过所有发达国家每年建成建筑面积的总和。随着全面建设小康社会的逐步推进，建设事业迅猛发展，建筑能耗迅速增长。所谓建筑能耗指建筑使用能耗，包括采暖、空调、热水供应、照明、炊事、家用电器、电梯等方面的能耗。其中采暖、空调能耗约占 60% ~ 70%。我国既有的近 400 亿平方米建筑，仅有 1% 为节能建筑，其余无论从建筑围护结构还是采暖空调系统来衡量，均属于高耗能建筑。单位面积采暖所耗能源相当于纬度相近的发达国家的 2 ~ 3 倍。这是由于我国的建筑围护结构保温隔热性能差，采暖用能的 2/3 白白跑掉。而每年的新建建筑中真正称得上“节能建筑”的还不足 1 亿平方米，建筑耗能总量在我国能源消费总量中的份额已超过 27%，逐渐接近三成。

由于我国是一个发展中国家，人口众多，人均能源资源相对匮乏。人均耕地只有世界人均耕地的 1/3，水资源只有世界人均占有量的 1/4，已探明的煤炭储量只占世界储量的 11%，原油占 2.4%。每年新建建筑使用的实心黏土砖，毁掉良田 12 万亩。物耗水平相较发达国家，钢材高出 10% ~ 25%，每立方米混凝土多用水泥 80kg，污水回用率仅月 25%。国民经济要实现可持续发展，推行建筑节能势在必行、迫在眉睫。目前，我国建筑用能浪费极其严重，而且建筑能耗增长的速度远远超过我国能源生产可能增长的速度，如果听任这种高耗能建筑持续发展下去，国家的能源生产势必难以长期支撑此种浪费型需求，从而被迫组织大规模的旧房节能改造，这将要耗费更多的人力物力。在建筑中积极提倡能源使用效率，就能够大大缓解国家能源紧缺状况，促进我国国民经济建设的发展。因此建筑节能是贯彻可持续发展战略、实现国家节能规划目标、减排温室气体的重要措施，符合全球发展趋势。实现建筑节能技术途径——减少建筑内的能源总需求量。

### 第二节 建筑节能新技术术语

#### 一、建筑节能使用范围

(一) 建造过程中的能耗, 包括建筑材料、建筑构配件、建筑设备的生产和运输以及建筑施工和安装中的能耗。

(二) 使用过程中的能耗, 包括房屋建筑和构筑物使用期内采暖、通风、空调、照明、家用电器、电梯和冷热水供应等的能耗。

建筑节能包括范围的能耗一般占一国总能耗的 30% 左右。

## 二、建筑节能技术途径

### (一) 减少能源总需求量

据统计, 在发达国家, 空调采暖能耗占建筑能耗的 65%。目前, 我国的采暖空调和照明用能量近期增长速度已明显高于能量生产的增长速度, 因此, 减少建筑的冷、热及照明能耗是降低建筑能耗总量的重要内容, 一般可从以下几方面实现。

#### 1. 合理的建筑规划与设计

面对全球能源环境问题, 不少全新的设计理念应运而生, 如低能耗建筑、零能建筑和绿色建筑等, 它们本质上都要求建筑师从整体综合设计概念出发, 坚持与能源分析专家、环境专家、设备师和结构师紧密配合。在建筑规划和设计时, 根据大范围的气候条件影响, 针对建筑自身所处的具体环境气候特征, 重视利用自然环境(如外界气流、雨水、湖泊和绿化、地形等)创造良好的建筑室内微气候, 以尽量减少对建筑设备的依赖。具体措施可归纳为以下三个方面: 合理选择建筑的地址、采取合理的外部环境设计(主要方法为: 在建筑周围布置树木、植被、水面、假山、围墙); 合理设计建筑形体(包括建筑整体体量和建筑朝向的确定), 以改善既有的微气候; 合理的建筑形体设计是充分利用建筑室外微环境来改善建筑室内微环境的关键部分, 主要通过建筑各部件的结构构造设计和建筑内部空间的合理分隔设计得以实现。同时, 可借助相关软件进行优化设计, 如运用天正建筑(II)中建筑阴影模拟, 辅助设计建筑朝向和居住小区的道路、绿化、室外消闲空间及利用 CFD 软件, 如: PHOENICS, Fluent 等, 分析室内外空气流动是否通畅。

#### 2. 改善建筑围护结构

建筑围护结构组成部件(屋顶、墙、地基、隔热材料、密封材料、门和窗、遮阳设施)的设计对建筑能耗、环境性能、室内空气质量与用户所处的视觉和热舒适环境有根本的影响。一般增大围护结构的费用仅为总投资的 3% ~ 6%, 而节能却可达 20% ~ 40%。通过改善建筑物围护结构的热工性能, 在夏季可减少室外热量传入室内, 在冬季可减少室内热量的流失, 使建筑热环境得以改善, 从而减少建筑冷、热消耗。首先, 提高围护结构各组成部件的热工性能, 一般通过改变其组成材料的热工性能实行, 如欧盟新研制的热二极管墙体(低费用的薄片热二极管只允许单方向的传热, 可以产生隔热效果)和热工性能随季节动态变化的玻璃。然后, 根据当地的气候、建筑的地理位置和朝向, 以建筑能耗软件 DOE-2.0 的计算结果为指导, 选择围护结构组合优化设计方法。最后, 评估围护结构各部件与组合的技术经济可行性, 以确定技术可行、经济合理的围护结构。

#### 3. 提高终端用户用能效率

高效能的采暖、空调系统与上述削减室内冷热负荷的措施并行, 才能真正地减少采暖、空调

能耗。首先,根据建筑的特点和功能,设计高能效的暖通空调设备系统,例如,热泵系统、蓄能系统和区域供热、供冷系统等。然后,在使用中采用能源管理和监控系统监督和调控室内的舒适度、室内空气品质和能耗情况。如欧洲国家通过传感器测量周边环境的温、湿度和日照强度,然后基于建筑动态模型预测采暖和空调负荷,控制暖通空调系统的运行。在其他的家电产品和办公设备方面,应尽量使用节能认证的产品。如美国一般鼓励采用“能源之星”的产品,而澳大利亚对耗能大的家电产品实施最低能效标准(MEPS)。

#### 4. 提高总的能源利用效率

从一次能源转换到建筑设备系统使用的终端能源的过程中,能源损失很大。因此,应从全过程(包括开采、处理、输送、储存、分配和终端利用)进行评价,才能全面反映能源利用效率和能源对环境的影响。建筑中的能耗设备,如空调、热水器、洗衣机等应选用能源效率高的能源供应。例如,作为燃料,天然气比电能的总能源效率更高。采用第二代能源系统,可充分利用不同品位热能,最大限度地提高能源利用效率,如热电联产(CHP)、冷热电联产(CCHP)。

#### (二) 利用新能源

在节约能源、保护环境方面,新能源的利用起至关重要的作用。新能源通常指非常规的可再生能源,包括有太阳能、地热能、风能、生物质能等。人们对各种太阳能利用方式进行了广泛的探索,逐步明确了发展方向,使太阳能初步得到一些利用,如:①作为太阳能利用中的重要项目,太阳能热发电技术较为成熟,美国、以色列、澳大利亚等国投资兴建了一批试验性太阳能热发电站,以后可望实现太阳能热发电商业化;②随着太阳能光伏发电的发展,国外已建成不少光伏电站和“太阳屋顶”示范工程,将促进并网发电系统快速发展;③目前,全世界已有数万台光伏水泵在各地运行;④太阳能热水器技术比较成熟,已具备相应的技术标准和规范,但仍需进一步地完善太阳能热水器的功能,并加强太阳能建筑一体化建设;⑤被动式太阳能建筑因构造简单、造价低,已经得到较广泛应用,其设计技术已相对较为成熟,已有可供参考的设计手册;⑥太阳能吸收式制冷技术出现较早,目前已应用在大型空调领域;太阳能吸附式制冷目前处于样机研制和实验研究阶段;⑦太阳能干燥和太阳灶已得到一定的推广应用。但从总体而言,目前太阳能利用的规模还不小,技术尚不完善,商品化程度也较低,仍需要继续深入广泛地研究。在利用地热能时,一方面可利用高温地热能发电或直接用于采暖供热和热水供应;另一方面可借助地源热泵和地道风系统利用低温地热能。风能发电较适用于多风海岸线山区和易引起强风的高层建筑,在英国和香港已有成功的工程实例,但在建筑领域,较为常见的风能利用形式是自然通风方式。

### 三、建筑节能新技术

理想的节能建筑应在最少的能量消耗下满足以下三点,一是能够在不同季节、不同区域控制接收或阻止太阳辐射;二是能够在不同季节保持室内的舒适性;三是能够使室内实现必要的通风换气。目前,建筑节能的途径主要包括:尽量减少不可再生能源的消耗,提高能源的使用效率;减少建筑围护结构的能量损失;降低建筑设施运行的能耗。在这三个方面,高新技术起着决定性的作用。当然建筑节能也采用一些传统技术,但这些传统技术是在先进的试验论证和科学的理论

分析的基础上才能用于现代化的建筑中。

#### （一）减少能源消耗，提高能源的使用效率

为了维持居住空间的环境质量，在寒冷的季节需要取暖以提高室内的温度，在炎热的季节需要制冷以降低室内的温度，干燥时需要加湿，潮湿时需要抽湿，而这些往往都需要消耗能源才能实现。从节能的角度讲，应提高供暖（制冷）系统的效率，它包括设备本身的效率、管网传送的效率、用户端的计量以及室内环境的控制装置的效率等。这些都要求相应的行业在设计、安装、运行质量、节能系统调节、设备材料以及经营管理模式等方面采用高新技术。如目前在供暖系统节能方面就有三种新技术：①利用计算机、平衡阀及具专用智能仪表对管网流量进行合理分配，既改善了供暖质量，又节约了能源；②在用户散热器上安设热量分配表和温度调节阀，用户可根据需要消耗和控制热能，以达到舒适和节能的双重效果；③采用新型的保温材料包敷送暖管道，以减少管道的热损失。近年来低温地板辐射技术已被证明节能效果比较好，它是采用交联聚乙烯（PEX）管作为通水管，用特殊方式双向循环盘于地面层内，冬天向管内供低温热水（地热、太阳能或各种低温余热提供）；夏天输入冷水可降低地表温度（目前国内只用于供暖）；该技术与对流散热为主的散热器相比，具有室内温度分布均匀，舒适、节能、易计量、维护方便等优点。

#### （二）减少建筑围护结构的能量损失

建筑物围护结构的能量损失主要来自三部分：①外墙；②门窗；③屋顶。这三部分的节能技术是各国建筑界都非常关注的。主要发展方向是，开发高效、经济的保温、隔热材料和切实可行的构造技术，以提高围护结构的保温、隔热性能和密闭性能。

#### （三）外墙节能技术

就墙体节能而言，传统的用重质单一材料增加墙体厚度来达到保温的做法已不能适应节能环保的要求，而复合墙体越来越成为墙体的主流。复合墙体一般用块体材料或钢筋混凝土作为承重结构，与保温隔热材料复合，或在框架结构中用薄壁材料加以保温、隔热材料作为墙体。目前建筑用保温、隔热材料主要有岩棉、矿渣棉、玻璃棉、聚苯乙烯泡沫、膨胀珍珠岩、膨胀蛭石、加气混凝土及胶粉聚苯颗粒浆料等。这些材料的生产、制作都需要采用特殊的工艺、特殊的设备，而不是传统技术所能及的。墙体的复合技术有内附保温层、外附保温层和夹心保温层三种。我国采用夹心保温做法的较多；在欧洲各国，大多采用外附发泡聚苯板的做法，在德国，外保温建筑占建筑总量的 80%，而其中 70% 均采用泡沫聚苯板。

#### （四）门窗节能技术

门窗具有采光、通风和围护的作用，还在建筑艺术处理上起着很重要的作用。然而门窗又是最容易造成能量损失的部位。为了增大采光通风面积或表现现代建筑的性格特征，建筑物的门窗面积越来越大，更有全玻璃的幕墙建筑。这就对外围护结构的节能提出了更高的要求。目前，对门窗的节能处理主要是改善材料的保温隔热性能和提高门窗的密闭性。从门窗材料来看，近些年出现了铝合金断热型材、铝木复合型材、钢塑整体挤出型材、塑木复合型材以及 UPVC 塑料型材等一些技术含量较高的节能产品。其中使用较广的是 UPVC 塑料型材，它所使用的原料是高分子



材料——硬质聚氯乙烯。它不仅生产过程中能耗少、无污染，而且材料导热系数小，多腔体结构密封性好，因而保温隔热性能好。UPVC 塑料门窗在欧洲各国已经采用多年，在德国塑料门窗已经占了 50%。我国 20 世纪 90 年代以后塑料门窗用量不断增大，正逐渐取代钢、铝合金等能耗大的材料。为了解决大面积玻璃造成能量损失过大的问题，人们运用了高新技术，将普通玻璃加工成中空玻璃，镀膜玻璃（包括反射玻璃、吸热玻璃）高强度 LOW2E 防火玻璃（高强度低辐射镀膜防火玻璃）、采用磁控真空溅射方法镀制含金属银层的玻璃以及最特别的智能玻璃。智能玻璃能感知外界光的变化并做出反应，它有两类，一类是光致变色玻璃，在光照射时，玻璃会感光变暗，光线不易透过；停止光照射时，玻璃复明，光线可以透过。在太阳光强烈时，可以阻隔太阳辐射热；天阴时，玻璃变亮，太阳光又能进入室内。另一类是电致变色玻璃，在两片玻璃上镀有导电膜及变色物质，通过调节电压，促使变色物质变色，调整射入的太阳光（但因其生产成本低，现在还不能实际使用），这些玻璃都有很好的节能效果。

#### （五）屋顶节能技术

屋顶的保温、隔热是围护结构节能的重点之一。在寒冷的地区屋顶设保温层，以阻止室内热量散失；在炎热的地区屋顶设置隔热降温层以阻止太阳的辐射热传至室内；而在冬冷夏热地区（黄河至长江流域），建筑节能则要冬、夏兼顾。保温常用的技术措施是在屋顶防水层下设置导热系数小的轻质材料用作保温，如膨胀珍珠岩、玻璃棉等（此为正铺法）；也可在屋面防水层以上设置聚苯乙烯泡沫（此为倒铺法）。在英国有另外一种保温层做法是，采用回收废纸制成纸纤维，这种纸纤维生产能耗极小，保温性能优良，纸纤维经过硼砂阻燃处理，也能防火。施工时，先将屋顶钉一层夹层，再将纸纤维喷吹入内，形成保温层。屋顶隔热降温的方法有：架空通风、屋顶蓄水或定时喷水、屋顶绿化等。以上做法都能不同程度地满足屋顶节能的要求，但目前最受推崇的是利用智能技术、生态技术来实现建筑节能的愿望，如太阳能集热屋顶和可控制的通风屋顶等。

#### （六）降低建筑设施运行的能耗

采暖、制冷和照明是建筑能耗的主要部分，降低这部分能耗将对节能起着重要的作用，在这方面一些成功的技术措施很有借鉴价值，如英国建筑研究院（英文缩写：BRE）的节能办公楼便是一例。办公楼在建筑围护方面采用了先进的节能控制系统，建筑内部采用通透式夹层，以便于自然通风；通过建筑物背面的格子窗进风，建筑物正面顶部墙上的格子窗排风，形成贯穿建筑物的自然通风。办公楼使用的是高效能冷热锅炉和常规锅炉，两种锅炉由计算机系统控制交替使用。通过埋置于地板内的采暖和制冷管道系统调节室温。该建筑还采用了地板下输入冷水通过散热器制冷的技术，通过在车库下面的深井用水泵从地下抽取冷水进入散热器，再由建筑物旁的另一回水井回灌。为了减少人工照明，办公楼采用了全方位组合型采光、照明系统，由建筑管理系统控制；每一单元都有日光，使用者和管理者通过检测器对系统遥控；在 100 座的演讲大厅，设置有两种形式的照明系统，允许有 0% ~ 100% 的亮度，采用节能型管型荧光灯和白炽灯，使每个观众都能享有同样良好的视觉效果和适宜的温度。

#### （七）新能源的开发利用

在节约不可再生能源的同时，人类还在寻求开发利用新能源以适应人口增加和能源枯竭的现实，这是历史赋予现代人的使命，而新能源有效地开发利用必定要以高科技为依托。如开发利用太阳能、风能、潮汐能、水力、地热及其他可再生的自然界能源，必须借助于先进的技术手段，并且要不断地完善和提高，以达到更有效地利用这些能源。如人们在建筑上不仅能利用太阳能采暖，太阳能热水器还能将太阳能转化为电能，并且将光电产品与建筑构件合为一体，如光电屋面板、光电外墙板、光电遮阳板、光电窗间墙、光电天窗以及光电玻璃幕墙等，使耗能变成产能。

#### 四、建筑节能的相关国家法规

《中华人民共和国节约能源法》于2007年10月28日修订通过，2008年4月1日批准实施，是建筑节能实施的基本法律。其第三十五条规定“建筑工程的建设、设计、施工和监理单位应当遵守建筑节能标准。不符合建筑节能标准的建筑工程，建设主管部门不得批准开工建设；已经开工建设的，应当责令停止施工、限期改正；已经建成的，不得销售或者使用。”

《民用建筑节能条例》于2008年7月23日由国务院常务会议通过，2008年10月1日起施行，是我国关于民用建筑节能的行政法规。法规明确规定了新建建筑、既有建筑、建筑用能系统运行的节能要求。

《民用建筑节能管理规定》于2005年10月28日由建设部发布，2006年1月1日起施行，是我国关于民用建筑节能的第一部部门规章。

### 第三节 基本规定

#### 一、技术与管理

(一) 承担建筑节能工程的施工企业应具备相应的资质；施工现场应建立相应的质量管理体系、施工质量控制和检验制度，具有相应的施工技术标准。

(二) 设计变更不得降低建筑节能效果。当设计变更涉及建筑节能效果时，应经原施工图审查机构审查，并应办理设计变更手续。

(三) 建筑节能工程采用的新技术、新设备、新材料、新工艺，应按照有关规定进行评审、鉴定及备案。施工前应对新的或首次采用的施工工艺进行评价，并制定专项施工方案。

(四) 单位工程的施工组织设计应包括建筑节能工程施工内容。建筑节能施工前，施工单位应对从事建筑节能工程施工作业的人员进行技术交底和必要的实际操作培训。

(五) 建筑节能工程的质量检测，应由相应资质的检测机构承担。

#### 二、材料与设备

(一) 建筑节能工程所用材料、设备等应符合设计要求及国家有关标准规定。严禁使用国家明令禁止使用与淘汰的材料和设备。

(二) 材料和设备进场验收应遵守下列规定：

1. 对材料和设备的品种、规格、包装、外观、尺寸、标识进行检查验收，并应经监理工程师（建



设单位代表)确认,形成相应的验收记录。

2. 对材料和设备的质量证明文件进行核查,并应经监理工程师(建设单位代表)确认,纳入工程技术档案。进入施工现场用于节能工程的材料和设备均应具有产品质量保证书、出厂合格证、有关性能检测报告;多组分节能保温材料应有含材料配合比的中文说明书;定型产品和成套技术应有型式检验报告,进口材料和设备应按规定进行出入境商品检验。

3. 材料和设备进场应按照规定复验。复验应为见证取样送检。

4. 建筑节能工程使用材料的燃烧性能等级和阻燃处理,应符合设计要求和相关标准规定。

5. 建筑节能工程使用的材料应符合国家现行有关标准对材料有害物质限量的规定,不得对室内外环境造成污染。

6. 现场配制的材料如保温浆料、聚合物砂浆等,应按照施工方案和产品说明书配制。有特殊要求的材料,应按试验室给出的配合比配制。

7. 节能保温材料在施工使用时的含水率应符合设计要求、工艺要求及施工技术方案要求。当无上述要求时,节能保温材料在施工使用时的含水率不应大于正常施工环境湿度下的自然含水率,否则应采取降低含水率的措施。

### 三、施工与控制

(一) 建筑节能工程应按照经审查合格的设计文件和经审查批准的施工方案施工。

(二) 在建筑节能分部工程开工前,建设单位应组织监理单位、设计单位、总包单位、建筑节能施工单位、节能系统材料供应商对建筑节能施工图设计文件(包括设计变更)进行专项设计交底,并明确节能保温工程技术要求;施工单位、监理单位应对设计文件中不明确的内容提请设计单位明确或认可。

对于采用相同建筑节能设计的房间和构造做法,应在现场采用相同材料和工艺制作样板间或样板件,经有关各方确认后方可进行施工。

(三) 对首件样板、隐蔽工程和关键节点施工以及材料现场取样、实体现场检测过程监理工程师应旁站,并留有影像资料。

(四) 民用建筑节能工程的施工作业环境和条件,应满足相关标准和施工工艺的要求。节能保温材料不得在雨雪和大风天气中露天施工。

### 四、验收的划分

(一) 建筑节能工程为单位工程的一个分部工程。其分项工程和检验批的划分,应符合表13-19划分,墙体节能工程可按实际应用墙体保温系统作为建筑节能分项工程。

(二) 建筑节能工程应按照分项工程进行验收。建筑节能分项工程的工程量较大时,可以将分项工程划分为若干个检验批进行验收。

(三) 当建筑节能工程验收无法按照上述要求划分分项工程获检验批时,可由建设、监理、施工等各方协商进行划分。但验收项目、验收内容、验收标准和验收记录均应遵守规范规定。

(一) 建筑节能分项工程和检验批的验收应单独填写验收记录,节能验收资料应单独组卷。

## 第四节 外墙节能工程

### 一、一般规定

(一) 外墙外保温工程应按现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 和《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411 有关规定进行施工质量验收。

(二) 外保温系统主要组成材料应按表 13-11 规定进行现场抽样复验, 抽样数量应符合《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411 对于检查数量的规定。

(三) 外墙外保温工程为建筑节能工程的分项工程, 其主要验收内容应符合 13-12 的规定。

(四) 外墙外保温工程检验批的划分及检查数量应符合现行国家标准《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411 规定。

(五) 外墙外保温工程应按现行国家标准《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411 规定进行隐蔽工程验收。

(六) 外墙外保温工程检验批和分项工程的施工质量验收应符合现行国家标准《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411 规定。

(七) 粘贴泡沫塑料保温板外保温系统和胶粉 EPS 颗粒保温浆料外保温系统保温层, 以及 EPS 板现浇混凝土外保温系统 EPS 板表面找平后保温层表面垂直度和尺寸允许偏差应符合现行国家标准《建筑装饰装修工程质量验收规范》GB 50210 规定。

(八) 现浇混凝土施工质量应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 规定。

(九) EPS 钢丝网架板现浇混凝土外保温系统抹面层厚度应符合(外墙外保温)规程规定。

检查方法: 插针法检查。

(十) 抹面层和饰面层施工质量应符合现行国家标准《建筑装饰装修工程质量验收规范》GB 50210 规定。

(十一) 系统抗冲击性应符合外墙外保温规程规定。

### 二、施工准备

基层清理—防水找平层—保温层—隔离层—保护层(饰面层施工)

### 三、材料质量控制

(一) 外墙保温隔热材料, 常见有板材、块材、喷涂材料; 其导热系数、密度、抗压强度或压缩强度、燃烧性能应符合设计要求。

(二) 泡沫塑料保温板性能要求

(三) 涂料饰面外保温性能要求

(四) 面砖饰面保温系统性能要求

(五) 外墙外保温系统性能要求

(六) 胶黏剂拉伸粘结强度性能要求



(七) 抹面胶浆拉伸粘结强度性能要求

(八) 玻璃纤维网格布性能要求

(九) 胶粉 EPS 颗粒保温浆料性能要求

(十) 进场材料应提供产品合格证明、型式检验报告和进场复检报告。

#### 四、施工操作工艺

##### (一) 施工要点

外墙保温隔热工程的施工必在基层(结构层)质量验收合格后进行。清理基层:使基层干燥、干净,不得损坏基层。

(二) 外保温工程施工期间以及完工后 24h 内,基层及环境空气温度应不低于 5℃。夏季应避免阳光暴晒。在 5 级以上大风天气和雨天不得施工。

(三) 外保温工程施工前,外门窗洞口应通过验收,洞口尺寸、位置应符合设计要求和质量要求,门窗框或辅框应安装完毕。伸出墙面的消防梯、水落管、各种进户管线和空调器等的预埋件、联结件应安装完毕,并按外保温系统厚度留出间隙。

(四) 外保温工程应做好系统在檐口、勒脚处的包边处理。装饰缝、门窗四角和阴阳角等处应做好局部加强网施工。基层墙体变形缝处应做好防水和保温构造处理。

(五) 对于采用粘贴固定的系统,施工前应按规定做基层与胶粘剂的拉伸粘结强度检验,粘结强度应不低于 0.3MPa,并且粘结界面脱开面积应不大于 50%。

(六) 泡沫塑料保温板表面不得长期裸露,安装上墙后应及时做抹面层。

(七) 现场取样胶粉 EPS 颗粒保温浆料干密度不应大于 250kg/m<sup>3</sup>,并且不应小于 180kg/m<sup>3</sup>。现场检验保温层厚度应符合设计要求,不得有负偏差。

(八) 当外保温系统的饰面层采用粘贴饰面砖做法时,系统供应商应提供包括饰面砖拉伸粘结强度内容的耐候性检验报告,并应符合下列规定:

1. 对于粘贴饰面砖的建筑物高度,严寒、寒冷地区不宜超过 20m,夏热冬冷、夏热冬暖地区不宜超过 40m。

2. 粘贴饰面砖工程应进行专项设计,编制施工方案,并应符合现行行业标准《外饰面砖工程施工及验收规程》JGJ 126 的规定。

3. 工程施工前应做样板墙,经建设,设计和监理等单位确认后方可施工。

(八) 外保温工程完工后应做好成品保护。

#### 五、质量标准与验收

(一) 板状材料保温层的基层应平整、干燥和干净。

(二) 板状保温材料应紧靠在需保温的基层表面上,并应铺平垫稳。

(三) 分层铺设的板块上下层接缝应相互错开;板间缝隙应采用同类材料嵌填密实。

(四) 粘贴的板状保温材料应贴严、粘牢。

(五) 外墙的保温层严禁在雨天、雪天和五级风及其以上时施工。

(六) 粘贴泡沫塑料保温板外保温系统:

1. 贴泡沫塑料保温板外保温系统保温板主要依靠胶粘剂固定在基层上,必要时可使用锚栓辅助固定,保温板与基层墙体的粘贴面积不得小于保温板面积的 40%。

2. 以 EPS 板为保温层做面砖饰面时,抹面层中满铺耐碱玻纤网并用锚栓与基层形成可靠固定,保温板与基层墙体的粘贴面积不得小于保温板面积的 50%,每平方米宜设置 4 个锚栓,单个锚栓锚固力应不小于 0.30kN。

3. 建筑物高度在 20m 以上时,在受负风压作用较大的部位宜采用锚栓辅助固定。

4. 保温板宽度不宜大于 1200mm,高度不宜大于 600mm。

5. 墙角处保温板应交错互锁。门窗洞口四角处保温板不得拼接,应采用整块保温板切割成形,保温板接缝应离开角部至少 200mm。

6. 条点法:用抹子在每块挤塑板周边抹宽 50mm,厚度为 10mm 的专用胶粘剂,再在挤塑板内抹直径为 100mm,厚度为 10mm 的灰饼。

7. 网格布翻包:外墙阴阳角、门窗洞口、变形缝两侧等处的挤塑板上预粘网格布,总宽度约 200mm,翻包部分宽度为 60 ~ 80mm。

(七) 胶粉 EPS 颗粒保温浆料外保温系统:

1. 胶粉 EPS 颗粒保温浆料外保温系统抹面层材料为抹面胶浆,抹面胶浆中满铺增强网;饰面层可为涂料和面砖。(当采用涂料饰面时,抹面层中应满铺玻纤网;当采用面砖饰面时,抹面层中应满铺热镀锌电焊网,并用锚栓与基层形成可靠固定。

2. 胶粉 EPS 颗粒保温浆料保温层设计厚度不宜超过 100mm。

3. 胶粉 EPS 颗粒保温浆料宜分遍抹灰,每遍间隔时间应在 24h 以上,每遍厚度不宜超过 20mm。第一遍抹灰应压实,最后一遍应找平,并用大杠搓平。

(八) EPS 板现浇混凝土外保温系统(简称无网现浇系统):

1. EPS 板现浇混凝土外保温系统表面做抹面胶浆薄抹面层,抹面层中满铺玻纤网,外表以涂料或饰面砂浆为饰面层。

2. EPS 板两面必须预喷刷界面砂浆。

3. EPS 板宽度宜为 1.2m,高度宜为建筑物层高,厚度根据当地建筑节能要求等因素,经计算确定。

4. 锚栓每平方米宜设 2 至 3 个。

5. 宜采用钢制大模板施工。

6. 混凝土一次浇筑高度不宜大于 1m,混凝土需振捣密实均匀,墙面及接槎处应光滑、平整。

7. 混凝土浇筑后,保温层中的穿墙螺栓孔洞应使用保温材料填塞,EPS 板缺损或表面不平整处宜使用胶粉 EPS 颗粒保温浆料加以修补。

(九) EPS 钢丝网架板现浇混凝土外保温系统:

1. EPS 钢丝网架板现浇混凝土外保温系统表面抹掺外加剂的水泥砂浆厚抹面层,外表做面砖饰面层。



2. EPS 单面钢丝网架板每平方米斜插腹丝不得超过 200 根, 钢丝均应采用低碳热镀锌钢丝, 板两面应预喷刷界面砂浆。加工质量除应符合 EPS 单面钢丝网架质量要求规定外, 尚应符合国家现行《钢丝网架水泥聚苯乙烯夹心板》JC 623 有关规定。

3. 当 EPS 钢丝网架板厚度为 50mm 时, 热阻应不小于  $0.73 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ , EPS 钢丝网架板厚度为 100mm 时, 热阻应不小于  $1.5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ 。

4. 有网现浇系统 EPS 钢丝网架板厚度、每平方米腹丝数量和表面荷载值应符合设计要求。EPS 钢丝网架板构造设计和施工安装应考虑现浇混凝土侧压力影响, 抹面层厚度应均匀平整且宜  $\leq 25\text{mm}$ (从凹槽底算起), 钢丝网应完全包裹于找平层中, 并应采取可靠措施确保抹面层不开裂。

5. L 形  $\Phi 6$  钢筋每平方米应设 4 根, 锚固深度不得小于 100mm. 如用锚栓每平方米应设 4 个, 锚固深度不得小于 50mm。

6. 宜采用钢制大模板施工, 并应采取可靠措施保证 EPS 钢丝网架板和辅助固定件安装位置准确。

7. EPS 钢丝网架板接缝处应附加钢丝网片, 阳角及门窗洞口等处应附加钢丝角网, 附加网片应与原钢丝网架绑扎牢固。

8. 混凝土一次浇注高度不宜大于 1m, 混凝土需振捣密实均匀, 墙面及接槎处应光滑、平整。

(十) 胶粉 EPS 颗粒浆料贴砌保温板外保温系统:

1. 胶粉 EPS 颗粒浆料贴砌保温板外保温系统抹面层中应满铺玻纤网。

2. 保温板两面必须预喷刷界面砂浆。

3. 单块保温板面积不宜大于  $0.3 \text{ m}^2$ 。保温板上宜开设垂直于板面、直径为 50mm 的通孔两个, 并宜在与基层的粘贴面上开设凹槽。

4. 胶粉 EPS 颗粒粘结浆料、找平浆料性能应符合规范规定。

5. 保温板应使用粘结浆料满粘在基层上, 保温板之间的灰缝宽度宜为 10mm, 灰缝中的粘结浆料应饱满。

6. 按顺砌方式粘贴保温板, 竖缝应逐行错缝, 墙角处排板应交错互锁, 门窗洞口四角处保温板不得拼接, 应采用整块保温板切割成形, 保温板接缝应离开角部至少 200mm。

7. 保温板贴砌完工至少 24h 之后, 用胶粉 EPS 颗粒找平浆料找平, 找平层厚度不宜小于 15mm。

8. 找平层施工完成至少 24h 之后, 进行抹面层施工。

(十一) 现场喷涂硬泡聚氨酯外保温系统:

1. 现场喷涂硬泡聚氨酯外保温系统抹面层满铺玻纤网。

2. 阴阳角及与其他材料交接等不便于喷涂的部位, 宜用相应厚度的聚氨酯硬泡预制型材粘贴。

3. 聚氨酯硬泡的喷涂, 每遍厚度不宜大于 15mm。当日的施工作业面必须当日连续喷涂完毕。

4. 应及时抽样检验聚氨酯硬泡保温层的密度、厚度和导热系数, 导热系数应不大于  $0.027\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 。

5. 聚氨酯硬泡喷涂完工至少 48h 后, 进行保温浆料找平层施工。

(十二) 保温装饰板外保温系统:

1. 保温装饰板系统经耐候性实验后, 保温装饰板各层之间的拉伸粘结强度不得小于 0.4MPa, 并且不得在各层界面处破坏。

2. 找平层垂直度和平整度应符合现行国家标准《建筑装饰装修工程质量验收规范》GB 50210 规定。防水性能应符合现行行业标准《聚合物水泥防水砂浆》JC/T 984 规定。

3. 保温装饰板应同时采用胶粘剂和锚固件固定, 装饰板与基层墙体的粘贴面积不得小于装饰板面积的 40%, 拉伸粘结强度不得小于 0.4MPa。每块装饰板锚固件不得少于 4 个, 且每平方米不得少于 8 个, 单个锚固件的锚固力应不小于 0.30kN。

4. 保温装饰板安装缝应使用弹性背衬材料填充, 并用硅酮密封胶或柔性勾缝腻子嵌缝。

## 第五节 幕墙节能工程

### 一、一般规定

附着于主体结构上的保温层应在主体结构验收合格后施工。工程施工过程中应及时进行质量检查、隐蔽工程和检验批验收。施工完成之后应进行幕墙保温分项工程验收。

### 二、施工准备

准备工作 -- 测量、放线 -- 确认安装基准 -- 安装连接基点 (埋件) -- 安装龙骨 -- 安装横梁 -- 安装保温防火系统 -- 板缝打胶 -- 安装板块 -- 幕墙周围打胶 -- 清理、清洗幕墙 -- 检查验收。

### 三、材料质量控制

(一) 幕墙节能工程采用隔热型材时, 隔热型材生产厂家应提供型材所使用的隔热材料的力学性能和热变形能试验报告。

(二) 幕墙节能工程使用的保温材料在安装过程中应采取防潮、防水等保护措施。

(三) 用于幕墙节能工程的材料、构件等, 其品种、规格应符合设计要求和相关标准的规定。按进场批次, 每批随机抽取 3 个试样进行检查; 质量证明文件应按照其出厂检验批进行核查。如需变更, 必须取得原建筑设计签字认可并办理审图手续。

(四) 幕墙节能工程使用的保温隔热材料, 其导热系数、密度、燃烧性能应符合设计要求。幕墙玻璃的传热系数、遮阳系数、可见光透射比、中空玻璃露点应符合设计要求。

(五) 幕墙节能工程使用的材料、构件等进场时, 应对其下列性能进行复验, 复验应为见证取样送检:

1. 保温材料: 导热系数、密度。
2. 幕墙玻璃: 可见光透射比、传热系数、遮阳系数玻璃露点。
3. 隔热型材: 抗拉强度、抗剪强度。

### 四、施工操作工艺

- (一) 幕墙安装内衬板时, 内衬板四周宜套装弹性橡胶密封条, 内衬板应与构件接缝严密。
- (二) 幕墙与周边墙体间的接缝处应采用弹性闭孔材料填充饱满, 并应采用耐候密封胶密封。
- (三) 伸缩缝、沉降缝、防震缝的保温或密封做法应符合设计要求。
- (四) 活动遮阳设施的调节机构应灵活、调节到位。
- (五) 镀(贴)膜玻璃的安装方向、位置应正确。中空玻璃应采用双道密封。中空玻璃的均压管应密封处理。

## 五、质量标准与验收

### (一) 质量标准

1. 保温材料应安装牢固, 并应与玻璃保持 30mm 以上的距离。保温材料的填塞应饱满、平整、不留间隙, 其填塞密度、厚度应符合设计要求。在冬季取暖的地区, 保温棉板区汽铝箔面应朝向室内, 无隔汽铝箔面时应在室内侧有内衬隔汽板。
2. 用于幕墙节能工程的材料、构件等, 其品种、规格应符合设计要求和相关的标准规定。
3. 幕墙的气密性能应符合设计规定要求, 在幕墙施工安装前, 应根据设计文件选典型的版块, 包括可开启部分, 检测结构符合设计规定的等级要求。
4. 幕墙工程热桥部分的隔断热桥措施应符合设计要求, 断热节点的连接应牢固。渗透水的收集和排放应通畅, 并不得渗漏。
5. 满足《建筑节能工程质量验收规范》GB 50411-2007 的要求。

### (二) 质量验收

1. 幕墙节能工程使用的保温材料, 其厚度应符合设计要求, 安装牢固, 且不得松脱。  
检验方法: 对保温板或保温层采取针插法或剖开法, 尺量厚度; 手扳检查。  
检查数量: 按检验批抽查 10%, 并不少于 5 处。
2. 遮阳设施的安装位置应满足设计要求。遮阳设施的安装应牢固。  
检验方法: 观察; 尺量; 手扳检查。  
检查数量: 检查全数的 10%, 并不少于 5 处; 牢固程度全数检查。
3. 幕墙工程热桥部位的隔断热桥措施应符合设计要求, 断热节点的连接应牢固。  
检验方法: 对照幕墙节能设计文件, 观察检查。  
检查数量: 按检验批抽查 10%, 并不少于 5 处。
4. 幕墙隔汽层应完整、严密、位置正确, 穿透隔汽层处的节点构造应采取密封  
检验方法: 观察检查。  
检查数量: 按检验批抽查 10%, 并不少于 5 处。
5. 冷凝水的收集和排放应通畅, 并不得渗漏。  
检验方法: 通水试验、观察检查。  
检查数量: 按检验批抽查 10%, 并不少于 5 处。
6. 幕墙节能工程验收的文件和记录应按规范要求执行。

## 第六节 门窗节能工程

### 一、一般规定

(一) 建筑门窗工程施工中, 应对门窗安装状况、缝隙状况以及门窗与墙体接缝处的保温材料填充等隐蔽工程验收, 并应有隐蔽工程验收记录和必要的图像资料。

(二) 建筑外门窗工程的检验批应按下列规定划分: 同一品种、窗型、开启方式、规格的门窗及门窗玻璃每 100 樘划分为一个检验批, 不足 100 樘也为一个检验批。同一厂家的同一品种、类型、开启方式、和规格的特种门每 50 樘划分为一个检验批, 不足 50 樘也为一个检验批。

对于异形或有特殊要求的门窗, 检验批的划分应根据其特点和数量, 由监理(建设)单位和施工单位协商确定。

### 二、施工准备

准备工作 -- 测量、放线 -- 确认安装基准 -- 安装门窗框 -- 校正 -- 固定门窗框 -- 土建抹灰收口 -- 填充保温防火材料 -- 门窗外周圈打胶 -- 安装门窗五金件 -- 清理、清洗门窗 -- 检查。

### 三、材料质量控制

(一) 建筑外窗进入施工现场时, 应按地区类别对其下列性能进行复验, 复验应为见证取样送检:

1. 严寒、寒冷地区: 气密性、传热系数和中空玻璃露点。
2. 夏热冬冷地区: 气密性、传热系数、玻璃遮阳系数、可见光透射比、中空玻璃露点。
3. 夏热冬暖地区: 气密性、玻璃遮阳系数、可见光透射比、中空玻璃露点。

(二) 建筑外窗的气密性、保温性能、中空玻璃露点、玻璃遮阳系数和可见光透射比应符合设计要求。

### 四、施工操作工艺

(一) 建筑门窗采用的玻璃品种应符合设计要求, 中空玻璃应采用双道密封。

(二) 门窗安装前, 应对门窗洞口尺寸进行检验。

(三) 门窗与砖石砌体、混凝土或抹灰层接触处应进行防腐处理并应设置防潮层; 埋入砌体或混凝土中的木砖应进行防腐处理。

(四) 外门窗框或副框与洞口之间的间隙应采用弹性闭孔材料填充饱满, 并使用密封胶密封; 外门窗框与副框之间的缝隙应使用密封胶密封。

### 五、质量标准与验收

(一) 质量标准

1. 门窗型材品种、型号规格、开启方式、玻璃配置、隔断热桥状况应符合设计要求和相关标准规定, 并应在进场阶段验收。

2. 建筑门窗采用的中空玻璃品种应符合设计规定, 中空玻璃配置、充气、镀膜贴膜、间隔材料及双道密封状况应符合规定。



3. 金属外门窗隔断热桥措施应符合设计要求和产品标准的规定，金属副框的隔断热桥措施应与门窗框的隔断热桥措施相当。

4. 密封条设置应符合设计与产品标准要求。

5. 金属门窗和塑料门窗安装应采用预留洞口的方法施工，不得采用边安装边砌口或先安装后砌口的方法施工。

6. 建筑外门窗的安装必须牢固。在砌体上安装门窗严禁用射钉固定。

7. 满足《建筑节能施工质量验收规范》GB 50411-2007 的要求。

#### (二) 质量验收

1. 天窗安装的位置、坡度应正确，封闭严密，嵌缝处不得渗漏。

2. 特种门的性能应符合设计和产品标准要求；特种门安装中的节能措施，应符合设计要求。

3. 外窗遮阳设施的性能、尺寸应符合设计和产品标准要求；遮阳设施的安装应位置正确、牢固，满足安全和使用功能的要求。

4. 严寒、寒冷地区的外门安装，应按照设计要求采取保温、密封等节能措施。

5. 外门窗框或副框与洞口之间的间隙应采用弹性闭孔材料填充饱满，并使用密封胶密封；外门窗框与副框之间的缝隙应使用密封胶密封。

6. 严寒、寒冷、夏热冬冷地区的建筑外窗，应对其气密性做现场实体检验，检测结果应满足设计要求。

检验方法：随机抽样现场检验。

检查数量：同一厂家同一品种、类型的产品各抽查不少于 3 樘。

7. 金属外门窗隔断热桥措施应符合设计要求和产品标准的规定，金属副框的隔断热桥措施应与门窗框的隔断热桥措施相当。

检验方法：随机抽样，对照产品设计图纸，剖开或拆开检查。

检查数量：同一厂家同一品种、类型的产品各抽查不少于 1 樘。金属副框的隔断热桥措施按检验批抽查 30%。

8. 门窗节能工程验收的文件和记录应按要求执行。

## 第七节 屋面节能工程

### 一、一般规定

满足《屋面工程质量验收规范》GB 50207-2002 的要求。

### 二、施工准备

基层清理—找平层—防水层—保温层—隔离层—保护层（饰面层施工）

### 三、材料质量控制

（一）屋面保温隔热材料，常见有板材、块材、喷涂材料；其导热系数、密度、抗压强度或

压缩强度、燃烧性能应符合设计要求。

用于屋面的常见保温板材 EPS 板、XPS 板、PU 板材料性能应符合表 13-16 要求。

(二) 进场材料应提供产品合格证明、型式检验报告和进场复检报告。

#### 四、施工操作工艺

(一) 屋面保温隔热工程的施工必须在基层(结构层)质量验收合格后进行。

(二) 清理基层: 使基层干燥、干净, 不得损坏基层。

(三) 找平层施工完以后, 将预制构件的吊钩、铁件等进行处理, 处理点应抹水泥砂浆, 经检查验收合格, 方可铺设保温材料。

(四) 基层处理完后, 应及时进行防水层的施工, 避免基层受潮、受损。

(五) 铺设保温层: 拉线铺设保温材料, 铺设时应紧靠需保温基层表面并铺平垫稳, 分层铺设时上下两层板块缝应相互错开, 表面两块相邻的板边厚度应一致, 板间缝隙应采用同类材料嵌填密实。当采用粘贴施工时, 应贴严、粘牢。板缺角处应用碎屑加胶料拌匀填补严密; 铺设时应按设计要求采取放坡处理, 坡向正确。板状保温材料的保温层厚度允许偏差为 $\pm 5\%$ , 且不得大于 4mm。

(六) 保温板铺贴后在上部行走或运料时应铺设走道板(胶合板), 避免人为因素造成已铺保温板的受损。

#### 五、质量标准与验收

(一) 质量标准

1. 板状材料保温层的基层应平整、干燥和干净。
2. 板状保温材料应紧靠在需保温的基层表面上, 并应铺平垫稳。
3. 分层铺设的板块上下层接缝应相互错开; 板间缝隙应采用同类材料嵌填密实。
4. 粘贴的板状保温材料应贴严、粘牢。
5. 屋面的保温层严禁在雨天、雪天和五级风及其以上时施工。
6. 满足《屋面工程质量验收规范》GB 50207-2002 的要求。

(二) 质量验收

1. 保温层厚度的允许偏差: 板状保温材料为 $\pm 5\%$ , 且不得大于 4mm。

检验方法: 用钢针插入和尺量检查。

2. 天沟、檐沟、泛水、设备基础、变形缝等细部做法与设计图纸应一致。

3. 节能材料产品合格证明、型式检验报告和进场复验报告; 同一厂家同一品种的产品保温面积小于 2500 m<sup>2</sup> 各抽查不少于 1 组, 小于等于 5000 m<sup>2</sup> 时, 抽样不少于 2 组, 5000 m<sup>2</sup> 以上每增加 5000 m<sup>2</sup>, 增加 1 组; 低于 A 级的板材必须进行燃烧性能测试。

4. 屋面节能工程施工应按工序进行验收, 相同的材料和做法的屋面每 100 m<sup>2</sup> 为一个检验批, 各检验批应符合相应质量标准的规定; 屋面保温隔热层的敷设方式、厚度、缝隙填充质量及屋面热桥部位的保温隔热做法, 必须符合设计要求和有关标准的规定。



检验方法：观察、尺量检查。

检查数量：每 100 m<sup>2</sup>抽查一处，每处 10 m<sup>2</sup>，整个屋面抽查不得少于 3 处。

5. 屋面节能工程验收的文件和记录应按规范要求执行。

## 第八节 地面节能工程

### 一、一般规定

（一）建筑地面节能工程的质量验收，包括底面接触室外空气、土壤或毗邻不采暖空间的地面节能工程。

（二）地面节能工程的施工，应在主体或基层质量验收合格后进行。施工过程中应及时进行质量检查、隐蔽工程验收和检验批验收，施工完成后应进行地面节能分项工程验收。

（三）地面节能工程应对下列部位进行隐蔽工程验收，并应有详细的文字记录和必要的图像资料：

1. 基层。
2. 被封闭的保温材料厚度。
3. 保温材料粘结。
4. 隔断热桥部位。

（四）地面节能分项工程检验批划分应符合下列规定：

1. 检验批可按施工段或变形缝划分。
2. 当面积超过 200 m<sup>2</sup>时，每 200 m<sup>2</sup>可划分为一个检验批，不足 200 m<sup>2</sup>也为一个检验批。
3. 不同构造做法的地面节能工程应单独划分检验批。

### 二、施工准备

基层清理—保温层—隔离层—保护层—防水层—面层

### 三、材料质量控制

（一）用于地面节能工程的保温材料，其品种、规格应符合设计要求和相关标准的规定。一般分室内平顶保温、室内地坪保温、室外架空板保温、室外地坪保温。

（二）地面节能工程使用的保温材料，其导热系数、密度、抗压强度或压缩强度、燃烧性能应符合设计要求。

（三）地面节能工程采用的保温材料，进场时应对其导热系数、密度、抗压强度或压缩强度、燃烧性能进行复验，复验应为见证取样送检。量用于地面的常见保温材料性能应符合表 13-18 要求

### 四、施工操作工艺

（一）地面节能工程施工前，应对基层进行处理，使其达到设计和施工方案的要求。

（二）有防水要求的地面，其节能保温做法不得影响地面排水坡度，保温层面层不得渗漏。

(三) 地面保温层、隔离层、保护层等各层的设置和构造做法以及保温层的厚度应符合设计要求, 并应按照施工方案施工。

(四) 保温层和表面防潮层、保护层应符合设计要求。

### 五、质量标准与验收

(一) 楼地面节能工程的施工质量应符合下列规定:

1. 保温板与基层之间、各构造层之间的粘结应牢固, 缝隙应严密。
2. 保温浆料应分层施工。
3. 穿越地面直接接触室外空气的各种金属管道应按设计要求, 采取隔断热桥的保温措施。

(二) 保温板(块)材料应紧密铺设、面层应平整、相邻板块高差不应大于 1mm。浇、喷保温材料应连续铺施、面层平整, 表面平整度不应大于 2mm。

(三) 严寒、寒冷地区的建筑首层直接与土壤接触的采暖地下室与土壤接触的外墙、毗邻不采暖空间的地面以及底面直接接触室外空气的地面应按照设计要求采取保温措施。

(四) 采用地面辐射供暖的工程, 其地面节能做法应符合设计要求, 并应符合《地面辐射供暖技术规程》JGJ 142 的规定。

## 第九节 采暖节能工程

### 一、质量标准与验收

(一) 质量标准

#### 1. 进场材料要求

1.1 施工前必须根据设计文件和规范标准, 确定相关设备、管材、附件等材料的型号、规格和性能参数, 以及材料的品牌和生产厂家。

1.2 根据施工图纸, 编制材料分析预算, 确定安装工程所用材料品种、规格和数量。

1.3 合同签订前应查看材料的技术资料是否齐全, 如设备的构造原理和安装说明书, 产品质量的检验证明, 生产许可证及近一年内该产品的型式检验报告等。

1.4 为保证建筑物达到节能标准, 对部分安装材料和设备必须根据现行国家标准进行参数核对, 主要有下列材料和设备:

1.4.1 空调机组、风机盘管、回收装置等设备冷量、热量、风量、风压、功率及额定热回收效率。

1.4.2 风机的风量、风压、功率及其单位风量的耗功率。

1.4.3 成品风管的材质、厚度等性能参数。

1.4.4 自动阀门与仪表的性能参数。

1.4.5 锅炉的容量及额定热效率。

1.4.6 热交换器换热量。

1.4.7 热泵机组的额定制冷量(制热量)、输入功率、性能系数。



1.4.8 空调机组（溴化锂、燃气、冷水）制冷量（制热量）、性能系数、单位能耗量。

1.4.9 冰蓄冷系统制冷量（制热量）、输入功率、性能系数。

1.4.10 热水采暖系统循环水泵的流量、扬程、电机功率及耗电输热比。

1.4.11 空调冷热水系统循环水泵的流量、扬程、电机功率及输送能效比。

1.4.12 冷却塔的水量、水压、进出水温度及电机功率。

1.4.13 自控阀门与仪表的规格和技术性能参数等。

2. 施工前材料、设备见证取样复验

2.1 根据《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411-2007 的规定，采暖工程中的散热器、风机盘管和保温材料安装施工前，必须做见证取样节能复验。规定复验合格可用在工程中，复验不合格本批材料禁止在工程中使用，并应清退出场。

2.2 散热器的型号规格必须达到设计要求，同一厂家同一规格的散热器按其数量的 1% 进行见证取样送检，但不得少于 2 组。

2.3 风机盘管的型号规格必须达到设计要求，同一厂家的风机盘管机组按数量复验 2% 但不得少于 2 台并覆盖各种型号。

2.4 保温材料必须符合设计要求，同一厂家同材质的保温材料见证取样送检的次数不得少于 2 次。

3. 采暖节能系统管线布置与安装的要求

3.1 采暖管道系统安装制式必须按施工图纸敷设。

3.2 散热设备、阀门、过滤器、温度计及仪表应按设计要求安装齐全，不得随意增减或改变型号，管道系统上安装的仪表应注意安装部位和设置方向。

3.3 为避免能耗无谓的损失，将系统由集中控制改变为区域控制或分户控制，特别是对热（冷）水温度、计量和运行控制。水系统应能实现分室（区）温度调控功能，按分栋、分区、分户实现热（冷）水计量功能，按系统应能实现变流量或定流量功能。

4. 散热器与恒温阀安装要求

4.1 散热器的型号与片数与施工图纸相符。

4.2 翼型散热器组装时翼片不允许损坏，柱形散热器组装时两端应带足。

4.3 安装前必须进行压力试验。

4.4 散热器表面应做防腐处理。

4.5 恒温阀的型号与规格与设计施工图纸相符。

4.6 明装恒温阀阀头应水平安装且不被障碍物遮挡，暗装应有外置式温度传感器

5. 低温热水地面辐射供暖系统

5.1 埋在地坪内低温循环热水管道的材质选用应符合设计或规范要求。

5.2 室内地面管道敷设前，地坪应平整，管道敷设长度、开档、间距和排列应达到工图要求，部位且固定牢固。

5.3 无地下室的底层应分别铺设防潮层和绝热层。

5.4 室内温控传感器应安装在阳光直射不到或无热源的部位，且挂在距地高度 1.4m 的墙体上。

6. 采暖管道保温层材料选用和施工要求：

6.1 保温材料必须选用不燃或耐燃的产品制品，其品种、规格、型号符合设计要求

6.2 不同保温材料施工

6.2.1 管壳保温材料施工的要求：

6.2.1.1 铺设平整，接缝处无明显错位，粘结牢固。

6.2.1.2 每节应有两道环圆绑扎箍，其间距为 300 ~ 350mm。

6.2.1.3 保温壳凸面与凹面拼接缝隙不应大于 5mm, 并用粘结材料勾缝填满。

6.2.2 橡塑保温材料施工要求：

6.2.2.1 保温材料粘结缝不得有爆开及空鼓现象。板材落料内侧周长应大于管道外侧周长 2 ~ 3mm. 保温材料外侧周长应考虑厚度。

6.2.2.2 胶粘剂（胶水）应在保质期内及未挥发，接缝处胶带应粘结力强。

6.2.2.3 使用前查看胶粘剂（胶水）涂刷后干化时间，不出现过长或不足。

6.2.2.4 胶粘剂（胶水）涂刷前，清除接缝处的灰尘或杂物。

6.2.2.5 胶粘剂（胶水）的品牌、型号应适用粘结保温绝热材料。

6.2.3 阀类保温材料施工方法：

6.2.3.1 阀门等管道配件外部形状不规则，所进的管壳保温料不适用，根据阀门的规格调整为硬质（聚苯乙烯）或半硬质（离心玻璃棉）平板保温材料。

6.2.3.2 大规格阀门用硬质材料，小规格阀门用半硬质材料，并用油膏粘结。

7. 采暖管道防潮层施工要求：

7.1 弯曲部分搭接缝不准脱开。

7.2 立管、横管应顺水搭接。

7.3 搭接缝上自攻螺钉应顺直、间距大小基本一致、接缝错位有规则。

7.4 搭接长度应不小于 25mm。

7.5 开孔四周打防水胶封闭。

## （二）质量验收

### 1. 进场材料验收

1.1 对进场设备应检查铭牌上的参数是否满足设计文件要求和外部有否受碰撞而造成损坏现象。对进场材料应检查材料规格和型号是否与设计文件相同，并当场检测和检验，如对管材进行壁厚检测，对附件进行性能检验等。采暖工程中，常用的管材是无缝钢管和焊接钢管。由于无缝钢管是系列产品，验收必须按施工图纸要求进行。而焊接钢管有产品要求，因此必须按国家标准检测验收。

1.2 当场进行清点，材料的品种、规格和数量必须满足施工要求，并做好验收记录 and 材料报表。

1.3 应根据签订合同，检查材料的技术资料，对设备开箱验收后使用和安装说明书应妥善保管，



材料质量证明书应收集装订，复核材料产品型号是否在许可生产范围之内，根据型式检验报告的参数，检查材料是否达到送检标准。材料验收合格应报监理复验，验收不合格应清退出场。

1.4 常见安装材料和设备的性能参数有设计提供，施工单位应认真组织验收。若施工图上无相关参数，可请设计单位补出。施工单位应认真做好参数核对工作，对参数未达标的材料和设备，应告知设计单位，确定材料和设备是否适用。

## 2. 材料、设备见证取样复验的复核

2.1 送检复验前，应核对本工程散热器和风机盘管选用的型号和数量，核对保温材料的品种，检查送检散热器、风机盘管和保温材料品种和数量是否达到规范规定。

2.2 散热器安装前必须查看见证取样送检报告，除报告盖有合格章外还必须有散热量和金属热强度检测结果。另外翼形和柱形散热器还应根据施工图纸查每组的片数，并根据房间面积和朝向，将不同片数的散热器组合放置。

2.3 风机盘管安装前必须查看见证取样送检报告，除报告盖有合格章外还必须有供冷量、供热量、风量、出口静压、噪声及功率。

2.4 保温材料施工前也必须查看见证取样送检报告，除报告盖有合格章外还必须有导热系数、密度和吸水率检测结果。同时要注意对后续进场的前厂家同种材质保温材料，还需做见证取样复试检测。如果施工过程中保温材料生产厂家有变动或材质改变，应按规范规定重新做见证取样性能检测。

## 3. 采暖节能系统管线布置与安装的控制

3.1 查看施工图纸明确采暖管道系统安装敷设的制式。不允许为节省材料，将同程式采暖管道系统擅自改为异程式采暖管道系统。或认为同程式采暖管道系统效果好，擅自将异程式采暖管道系统改为同程式采暖管道系统。

3.2 采暖管道系统的散热设备、配件、附件和仪表有两种要求规定，一种是设置部位按施工图纸进行安装，如散热设备、阀门、过滤器和止回阀等。另一种是设置部位除按施工图纸进行安装外，还需注意安装方向，如温度计、流量表、压力表、调节阀、平衡阀等，以便于今后观察、操作和调试。

3.3 施工前在图纸会审时要从节能角度考虑管线敷设，查看原设计热（冷）水管线布置上是否满足节能规范要求，若存在不同，应及时向设计单位提出。主要是使热（冷）水管线系统达到节能的三个功能：1) 将原先系统温度实行集中调控改变为系统实现分室（区）温度调控功能；2) 将原先系统无计量设置调整为系统实现分栋、分区、分户冷热计量功能；3) 将原先系统无流量控制改变为系统实现变流量或定流量功能。

## 4. 散热器与恒温阀安装注意事项

4.1 复核施工图纸，查看散热器的型号、每组的片数与每组放置的部位是否有偏差。

4.2 翼型散热器组装时注意材料放置，安装就位后应有临时防护措施，防止外力碰撞损坏翼片。柱形散热器两端安装带足片，安装就位后四脚不能有空隙。

4.3 成组的散热器安装配管前，应进行压力试验。压力试验先查看原材料技术资料中产品承受

等级，如大于系统压力，侧按系统工作压力的 1.25 倍对散热器组进行试验。散热器组装连接部位无渗漏水为合格，可安装于工程中。若出现渗漏，应拆开重新拼装和试压。

4.4 除去表面的污垢和锈斑，涂非金属涂料。

4.5 复核恒温阀型号、规格和动作参数是否与设计要求一致。若某个参数有变化，应及时与设计联系或调整产品。

4.6 恒温阀应安装在每组散热器进水管上，用户可根据自己对室内温度高低的要求，自行进行调节和设定。恒温阀阀头应水平安装，若垂直安装或阀头被障碍物遮挡，将造成恒温阀不能真实反映出室内温度，也就是恒温阀不能及时地根据室内温度的变化进行调节，从而不能达到节能调节的目的。对于安装在装饰墙体内或箱柜内的恒温阀，应安装外罩式传感器，传感器应设置在能反映房间温度的位置。

#### 5. 低温热水地面辐射供暖系统施工控制

5.1 低温循环热水埋地管道应选用化学稳定性好、耐腐蚀、导热系数大、流动阻力小的塑料制品的管材及配件。当设计未指定管材品牌时，应按规范要求选择聚乙烯管（材料等级为 PE80 或 PE100）或聚丁烯（PB），不宜选择聚氯乙烯管和配件。

5.2 室内地面低温热水管道敷设前，查看地面是否平整，当存在高低应修正和找平，核查管道敷设长度、开档、间距、部位和排列是否达到设计图纸要求，检查固定点的数量和设置的牢度。

5.3 无地下室的室内底层，管道敷设前，应先铺设防潮层和绝热层。然后安装低温热水管道。绝热层材料采用聚苯乙烯泡沫塑料板 [导热系数为  $\leq 0.041\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ , 密度  $\geq 20.0\text{kg}/\text{m}^3$ ] 时其厚度不应小于 30mm。

5.4 现场观察室内温控传感器的放置部位是否受到阳光直射或周边有否产生热源，以及测量设置高度是否在 1.4m 处。如果设置部位不能达到上述要求，应进行调整。

#### 6. 采暖管道保温层材料和施工验收：

6.1 保温材料使用前用明火检测是否不燃或耐燃的产品，若在明火中仍保持原样，产品可用于工程中管道和设备的保温。若在明火中一起燃烧或离开明火自灭，侧产品禁止用在工程上。另外还要查看产品节能检测报告，检测结果合格的可在工程中使用，不合格的一样禁止在工程中使用。

##### 6.2 不同保温材料的检查

###### 6.2.1 管壳保温材料检查的标准：

6.2.1.1 管线平整度整体目测无明显纵横方向弯曲，若存在波折有两种原因产生：一是管线本身存在弯曲，二是管壳存在空鼓现象。采取手摸方式检查接缝处有否高差和管壳松动。上述问题存在应进行整改，达到观感标准和节能要求。

6.2.2.2 在保温壳施工前，检查每节保温管壳是否有两道环圆绑扎箍和间距在 350mm 内，若有遗漏或间距超标，应进行补绑扎和间距调整。

6.2.2.3 查看保温壳凸面与凹面拼接缝隙大小，若大于 5mm 原因可能是出在无缝钢管和接钢管选用，若小于 5mm 原因是保温壳存在空鼓。对于接缝空隙要用粘结材料填满，经检查后方能防潮

壳施工。

检查后方能防潮壳施工。

#### 6.2.2 橡塑保温材料检查标准:

6.2.2.1 橡塑保温材料有管状型和平板型二种,管状型材料应按规格排列堆放整齐并挂牌标明,施工前按工程实际敷设管线选择各种规格保温材料并作一一交底。施工过程中加强检查,如发现保温材料纵向接缝处有爆开现象,说明保温材料规格用错,即保温材料规格小于管道规格。如保温材料有空鼓现象,说明绝热材料规格大于管道。对于平板保温料,板材落料时根据保温材料的厚度,外侧周长应考虑大于内侧周长 2 ~ 3mm。如保温料连接缝脱开,胶粘剂涂刷前未去除连接端面的污垢。

6.2.2.2 胶结剂(胶水)应选择正宗的产品,切莫使用价格便宜的劣质产品。胶粘剂(胶水)使用前应察看是否在保质期内,过期不准使用。胶粘剂(胶水)是一种易挥发品,瓶盖应随用随开,不用时应随即盖紧。粘结胶带使用前,检查黏性强度,黏性不强的胶带应作报废处理。

6.2.2.3 胶粘剂(胶水)涂刷后,自然干化时间为(春、夏、秋)季为 8 ~ 16min,冬李或雨季为 20min 以上,或按胶粘剂(胶水)使用说明书上的干化时间,达到后方可合缝粘接。

6.2.2.4 用手检查接缝部位粘结是否牢固,脱开除胶粘剂(胶水)使用要领未掌握外,就是胶粘剂(胶水)涂刷前,未清除接缝处的灰尘或杂物。清除灰尘、杂物和干固胶粘剂,按要求重新粘结。

6.2.2.5 检查胶粘剂说明书上的品牌、型号及适用对象,若出现选用错误,应调换产品重新粘结。

#### 6.2.3 阀类保温材料检查标准

6.2.3.1 大规格阀门将平板保温材料划成小块状,沿阀体外部不规则形状,用粘结油膏连成一体。对保温空鼓处用同种材料进行填塞,用扎带较密绑扎,然后用玻璃丝布缠绕。

6.2.3.2 小规格阀门可将半硬质材料划成小块状,沿阀体外部不规则形状落料,边敷设边用扎带较密绑扎,然后用玻璃丝布缠绕。

#### 7. 采暖管道防潮层施工验收:

7.1 用手按住弯曲部位的虾壳弯搭接缝,查看搭接长度和两片是否咬合。如有脱开现象,经上下调整,仍无法解决,应重新放样施工。从三个方面考虑:一要注意管道的弧度,二要注意保温壳的直径,三要注意搭接缝的余量。

7.2 立管应上片搭下片,即由下往上安装。横管搭接缝应在底部中心线两侧 45° 范围内,即上片搭下片,自攻螺钉连接。

7.3 搭接缝上自攻螺钉弯曲和间距大小应调整,调整前应划直线和确定间距,逐一调整。用手转动防潮层,使错位有规则。

## 第十节 配电与照明节能工程

### 一、质量标准与验收

### （一）质量标准

#### 1. 材料确定要求

1.1 进入施工现场材料必须符合施工图纸要求和现行国家标准和规定。现场材料验收前需确认质量证明文件和相关资料齐全，符合国家现行标准和规定。

1.2 要根据施工图纸确认配电与照明系统安装工程所用设备及材料的数量。

1.3 施工前必须确定照明系统的照明光源、灯具及附属装置的选择符合设计要求和规范标准。

#### 2. 施工前材料、设备见证取样复验

2.1 根据《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411-2007 的规定，配电与照明工程中的电线电缆安装施工前，必须做见证取样节能复验。规定复验合格可用在工程中，复验不合格本批材料禁止在工程中使用，并应清退出场。

2.2 电线电缆的型号规格必须达到设计要求，同厂家各种规格的电线电缆按其总数的 10% 进行见证取样送检，但不得少于 2 个规格。

#### 3. 施工确定要求

3.1 施工现场必须协同建设单位做好隐蔽工程的检测与验收。

3.2 工程施工前应具备符合要求的配电和照明系统图纸。

3.3 工程施工应按正式设计文件和施工图纸进行，不得随意更改。若确需局部调整和变更的，需有设计单位、监理单位确认的“设计变更单”，经批准后方可施工。

### （二）质量验收

#### 1. 进场材料验收

1.1 产品验收首先与施工图核对，查看品牌、型号、功率等相关参数。然后根据产品的技术资料对实物及附件检查，自检合格产品报监理复验。与施工图不符或不能达到产品标准以及技术资料不全应清退出场。

1.2 应根据施工图编制材料分析预算，按预算内品种、规格、数量与供货商签订材料订货合同。同时可以通过预算，控制和分析工程中材料消耗状况，以及工程施工完毕作合同预算与施工预算对比之用。

1.3 施工安装前应按照《建筑节能工程施工质量验收规程》DGJ 08-113-2009DE 的规定，查看电气系统照明光源、灯具及附属装置布置状况，与“规程”不符或达不到节能效果的部分应及时反馈设计，经调整系统达到“规程”标准方可施工。

#### 2. 材料、设备见证取样复验的复核

2.1 送检复验前，应核对本工程电线电缆选用的型号和数量，检查送检电线电缆品种和数量是否达到规范规定。

2.2 电线电缆安装前必须查看见证取样送检报告，除报告盖有合格章外还必须有电线电缆截面和导体电阻值的检测结果。

#### 3. 系统施工控制



3.1 施工现场应认真做好配电与照明系统的隐蔽工程验收,应检查隐蔽工程验收资料是否齐全,是否经过施工方技术负责人和专业监理确认。

3.2 工程施工前应具备下列配电和照明系统图纸:

3.2.1 系统原理及系统接线图。

3.2.2 灯具、配电柜等设备安装要求及安装图。

3.2.3 中心控制室、变配电机房的设计及设备布置图。

3.2.4 管线要求及管线敷设图

3.3 工程施工应按正式设计文件和施工图纸进行,不得随意更改。

施工验收时应应对下列技术性能进行核查,并经监理工程师进行检查认可,形成相应的验收、核查记录。

3.3.1 荧光灯灯具和高强度气体放电灯灯具的效率不应低于规定值(规定值可参见《建筑节能工程施工质量验收规范》)。

3.3.2 管型荧光灯镇流器能效限定值不应低于规定值(规定值可参见《建筑节能工程施工质量验收规范》)。

3.3.3 低压配电系统选择的电缆、电线截面不得低于设计值;应进行见证取样送检。

3.3.4 配电工程安装完成后应对低压配电系统进行调试和进行低压配电电源质量进行检测,其中:

3.3.4.1 供电电压允许偏差:三相供电电压允许偏差为标称系统电压的  $\pm 7\%$ ;单相为  $+7\%$ 、 $-10\%$ 。

3.3.4.2 公共电网谐波电压限值为:380 的标称电压,电压总谐波畸变率为  $5\%$ ,奇次(1 ~ 25 次)谐波含有率  $4\%$ ,偶次(2 ~ 24 次)谐波含有率  $2\%$ 。

3.3.4.3 三相电压不平衡度允许值为  $2\%$ ,短时不得超过  $4\%$ 。

3.3.5 在通电试运行中,应测试并记录各功能区每处不少于 2 处的照明系统的照度和功率密度值。

3.3.5.1 照度值不得小于设计值的  $90\%$ 。

3.3.5.2 功率密度值应符合《建筑照明设计标准》GB 50034 中的规定。

## 第十一节 建筑节能工程现场检验

### 一、围护结构建筑节能现场实体检验

(一) 建筑围护结构施工完成后,应对围护结构的外墙节能构造和严寒、寒冷、夏热冬冷地区的外窗气密性进行现场实体检测。当条件具备时或有争议时,可直接进行外墙、屋顶传热系数、隔热性能进行检测。

(二) 外墙节能构造的现场实体检验方法应符合现行国家标准 GB 50411 附录 C 的要求。其检验目的是:

1. 验证墙体保温材料的种类是否符合设计要求。
2. 验证保温层厚度是否符合设计要求。
3. 检查保温层构造做法是否符合设计和施工方案要求。

(三) 严寒、寒冷、夏热冬冷地区的外窗现场实体检测应按照国家现行有关标准的规定执行。其检验目的是验证建筑外窗气密性是否符合节能设计要求和国家有关标准的规定。

(四) 外墙节能构造和外窗气密性的现场实体检验,其抽样数量可以在合同中约定,但合同中约定的抽样数量不应低于规范的要求。当无合同约定时应按照下列规定抽样:

1. 每个单位工程的外墙至少抽查 3 处,每处一个检查点;当一个单位工程外墙有 2 种以上节能保温做法时,每种节能做法的外墙应抽查不少于 3 处。
2. 每个单位工程的外窗至少抽查 3 樘。当一个单位工程外窗有 2 种以上品种、类型和开启方式时,每种品种、类型和开启方式的外窗应抽查不少于 3 樘。

(五) 外墙节能构造的现场实体检验应在监理(建设)人员见证下实施,可委托有资质的检测机构实施,也可由施工单位实施。

(六) 外墙气密性的现场实体检测应在监理(建设)人员见证下抽样,委托有资质的检测机构实施。

(七) 当对围护结构的传热系数进行检测时,应由建设单位委托具备检测资质的检测机构承担;其检测方法、抽样数量、检测部位和合格判定标准等可在合同中约定。

(八) 当外墙节能构造或外窗气密性现场实体检验出现不符合设计要求和标准规定的情况时,应委托有资质的检测机构扩大一倍数量抽样,对不符合要求的项目或参数再次检验。仍然不符合要求时应给出“不符合设计要求”的结论。对不符合要求的工程,应采取技术措施进行整改,并应重新进行检测,检测合格后方可通过验收。

## 二、系统节能性能检测

(一) 采暖、通风与空调、配电与照明工程安装完成后,应进行系统节能性能的检测,且应由建设单位委托具有相应检测资质的检测机构检测并出具报告。受季节影响未进行的节能性能检测项目,应在保修期内补做。

(二) 采暖、通风与空调、配电与照明系统节能性能检测的主要项目有室内温度、供热系统室外管网的水力平衡度、供热系统的补水率、室外管网的热输送效率、各风口的风量、通风与空调系统的总风量、空调机组的水流量、空调系统冷热水、冷却水总流量、平均照度、照明功率密度、现场设备总精度,其检测方法及需要达到的标准应按国家现行有关标准规定执行。

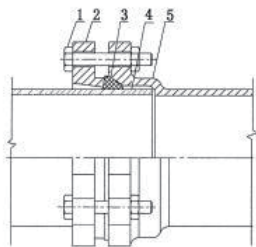
(三) 系统节能性能检测的项目和抽样数量也可以在工程合同中约定,必要时可增加其他检测项目,但合同中约定的检测项目和抽样数量不应低于系统节能性能检测主要项目及要求中的规定。

## 第二十三章 地下（室外工程）管道安装

### 第一节 球磨铸铁管安装

#### 一、接口型式分类

铸铁管按接口型式分为机械式柔性接口（A 型、B 型）和卡箍式柔性接口（W 型、W1 型）两大类。

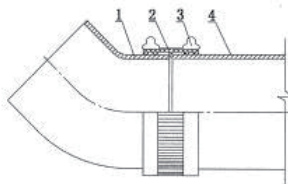


说明：

- 1——紧固螺栓；
- 2——法兰压盖；
- 3——橡胶密封圈；
- 4——插口端；
- 5——承口端。

注：承口端管盘上及法兰压盖均分为三耳、四耳、六耳、八耳。

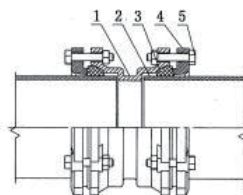
A 型机械式柔性接口图



说明：

- 1——管件；
- 2——橡胶密封套；
- 3——不锈钢卡箍；
- 4——直管。

W、W1 型卡箍式柔性接口图



说明：

- 1——B 型管件；
- 2——插口端；
- 3——橡胶密封圈；
- 4——法兰压盖；
- 5——紧固螺栓。

注：管件管盘上及法兰压盖均分为二耳、三耳、四耳、六耳、八耳。

B 型机械式柔性接口图

图 23-1 铸铁管按接口型式

二、接口形状及尺寸

（一）A 型接口及直管规格尺寸

表 23-1 A 型接口型式及直管图

公称 直径 DN	承插口尺寸 /mm														A(° )
	插口 外径 DE	承口 内径 D3	D4	D5	Φ	c	A	承口 深度 P	M	R1	R2	R3	R	n×d	
														个 × 直径	
50	61	67	83	93	110	6	15	38	12	8	6	7	14	3×12	60
75	86	92	108	118	135	6	15	38	12	8	6	7	14	3×12	60
100	111	117	133	143	160	6	18	38	12	8	6	7	14	3×12	60
125	137	145	165	175	197	7	18	40	15	10	7	8	16	4×14	90
150	162	170	190	200	221	7	20	42	15	10	7	8	16	4×14	90
200	214	224	244	258	278	8	21	50	15	10	7	8	16	4×14	90
250	268	278	302	317	335	9	23	60	18	12	8	10	18	6×16	90
300	318	330	354	370	395	9	25	72	18	14	8	10	22	8×20	90

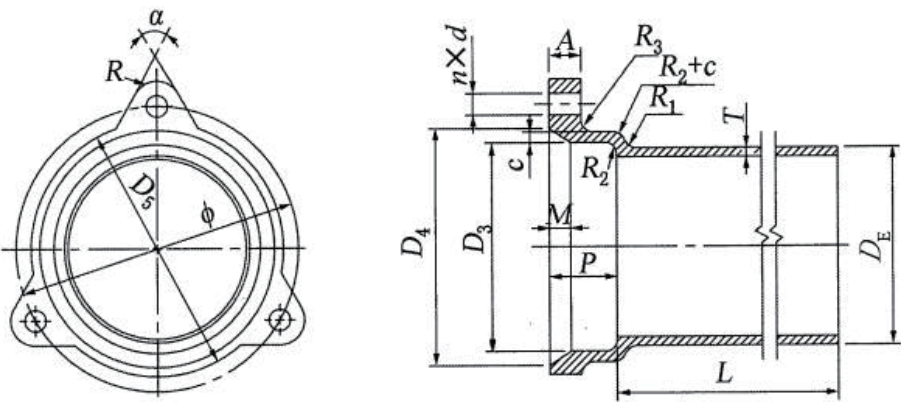


图 23-2 A 型接口规格尺寸

表 23-2 A 型直管、管件壁厚及直管长度、重量

公称 直径 DN	壁厚 T/mm		承口 凸部 重量 / kg	直部每米重 量 /kg		有效长度 L/mm									
						500		1000		1500		2000		3000	
	总重量 /kg														
	A 级	B 级		A 级	B 级	A 级	B 级	A 级	B 级	A 级	B 级	A 级	B 级	A 级	B 级
50	4.5	5.5	0.90	5.75	6.9	3.78	4.35	6.65	7.80	9.53	11.25	12.40	14.70	18.15	21.60
75	5.0	5.5	1.00	9.16	10.02	5.58	6.01	10.16	11.02	14.74	16.03	19.32	21.04	28.48	31.06
100	5.0	5.5	1.40	11.99	13.13	7.39	7.99	13.39	14.53	19.38	21.09	25.38	27.66	37.37	40.79
125	5.5	6.0	2.30	16.36	17.78	10.48	11.19	18.66	20.08	26.84	28.97	35.02	37.86	51.38	55.64
150	5.5	6.0	3.00	19.47	21.17	12.74	13.59	22.47	24.17	32.21	34.76	41.94	45.34	61.41	66.51
200	6.0	7.0	4.00	28.23	32.78	18.12	20.39	32.23	36.78	46.36	53.17	60.46	69.56	88.69	102.34
250	7.0		5.10	41.32		25.76		46.42		67.35		87.74		129.06	
300	7.0		7.30	49.24		31.92		56.54		81.16		105.78		155.02	

## (二) B 型接口及直管规格尺寸

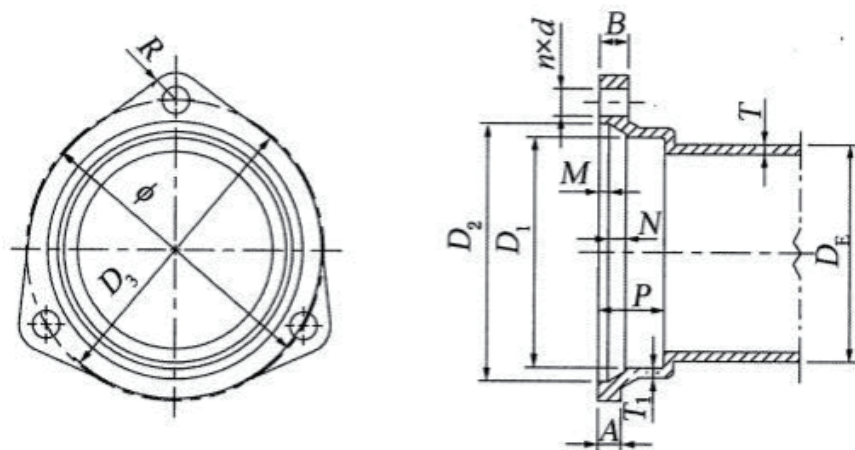


图 23-2 B (含 B I、B II) 型管件承口型式图

表 23-3 B 型管件承口尺寸

DN	DE	承口 内径 D1	D2		D3		Φ		A		B		承口深度 P		R		M		N		壁厚		n × d	
			I 型	II 型	I 型	II 型	I 型	II 型	I 型	II 型	I 型	II 型	I 型	II 型	I 型	II 型	I 型	II 型	I 型	II 型	I 型	II 型	个 × 直径	
			I 型	II 型	I 型	II 型	I 型	II 型	I 型	II 型	I 型	II 型	I 型	II 型	I 型	II 型	I 型	II 型	I 型	II 型	I 型	II 型	I 型	II 型
50	61	65	73	77	92	91	90	95	8	7	12	11	30	30	10	10	3	4	5	6	5	4.5	2 × 10	2 × 10
75	86	93	104	106	121	120	126	124	9	8	13	12	30	30	12	10	3	5	6.5	8	5	4.5	3 × 12	3 × 10
100	111	118	131	133	150	147	152	152	10	9	14	13	34	30	14	10	3	5	9	9	5.5	5	3 × 14	3 × 10
125	137	144	159	161	180	177	184	182	11	10	15	14	38	34	14	12	3	6	11	10	5.5	5	4 × 14	3 × 12
150	162	169	186	188	207	204	210	210	12	11	16	15	40	37	14	12	4	6	12	11	5.5	5	4 × 14	5 × 23
200	214	221	243	243	264	263	268	268	14	13	18	17	48	42	16	14	4	7	16	12	6.5	6	6 × 14	4 × 14
250	268	276	298	300	323	322	324	328	16	19	20	19	50	48	17	16	4	8	16	13	7.5	7	6 × 14	6 × 16
300	318	328	352	354	382	388	378	384	16	21	21	21	55	53	18	16	4	8	17	13	7.5	7	8 × 16	8 × 16

## (三) W 型、W1 型卡箍及直管规格尺寸

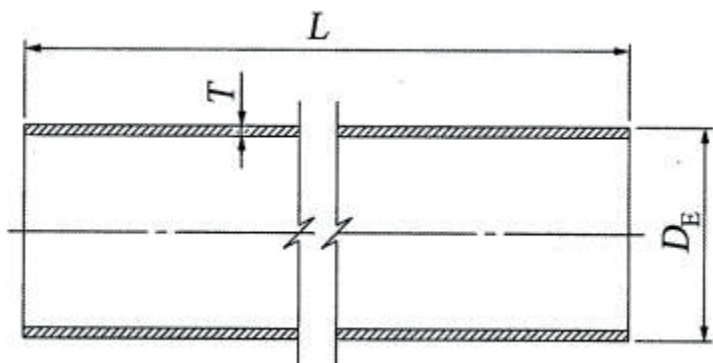


图 23-3 直管尺寸图

表 23-4 W 型直管规格

公称直径 DN	DE/mm	壁厚 T/mm	重量 /kg	
			L=11500mm	L=3000mm
50	61	4.3	8.3	16.5
75	86	4.4	12.2	24.4
100	111	4.8	17.3	34.6
125	137	4.8	21.6	43.1
150	162	4.8	25.6	51.2
200	214	5.8	41.0	81.9
250	268	6.4	56.8	113.6
300	318	7.0	74.0	148.0

表 23-5 W1 型直管规格

公称直径 DN	DE/mm	壁厚 T/mm		重量 /kg L=3000mm
		标准	最小	
50	58	3.5	3.0	12.9
75	83	3.5	3.0	18.9
100	110	3.5	3.0	25.3
125	136	4.0	3.5	35.8
150	161	4.0	3.5	42.6
200	213	5.0	4.0	70.6
250	268	5.5	4.5	98.0
300	318	6.0	5.0	127.0

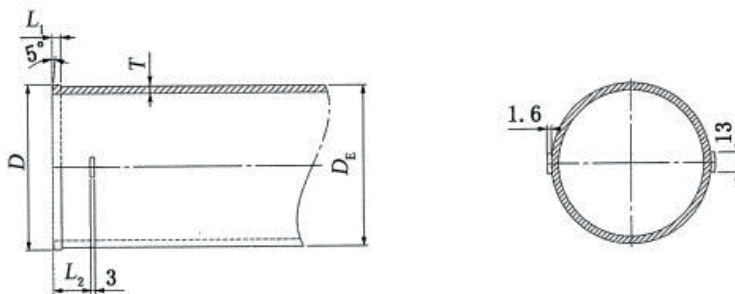


图 23-4 W1 直管外径、壁厚图

表 23-6 W 型管件壁厚、外径和端部尺寸

公称直径 DN	各部尺寸 (单位为 mm)					
	壁厚		DE	D	L1	L2
	A 级	B 级				
50	4.5	5.0	61	63	6	29
75	4.5	5.0	86	89	6	29
100	5.0	5.5	111	114	6	29
125	5.0	5.5	137	138.5	8	38
150	5.0	6.0	162	164.5	8	38
200	6.0	6.0	214	217.5	8	51
250	7.0	7.0	268	271	8	51
300	7.0	7.0	318	321	8	70

1、插口端部根据需要也可不设凸缘部；2、管件重量未计凸缘部重量。

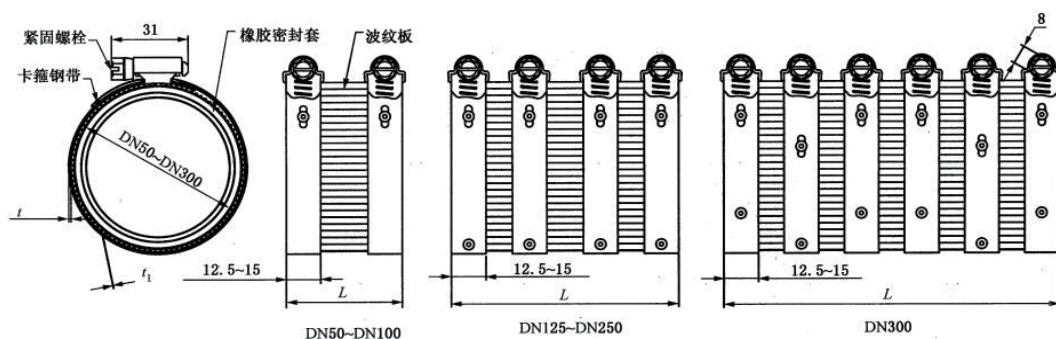


图 23-5 W 型不锈钢卡箍

表 23-7 W 型不锈钢卡箍尺寸 单位为 mm

公称直径 DN	卡箍宽度 L	箍带厚度 t	波纹板厚度 t1	卡箍口径调节 D		安装扭矩		
				最小	最大			
50	54	0.65	0.18	50	76	7.5N · m		
75				75	101			
100				101	127			
125	76			134	157			
150				160	182			
200	100			198	233			
250				248	298			
300	138			298	352			

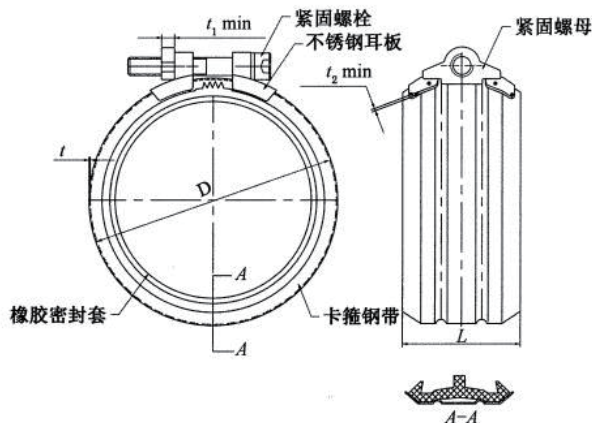


图 23-6 W 型不锈钢卡箍

表 23-8 W1 型不锈钢卡箍尺寸 单位为 mm

公称直径 DN	D	卡箍钢带厚度 t		螺母厚度 t <sub>1</sub>	耳板厚度 t <sub>2</sub>	卡箍宽度 L	螺栓	安装扭矩
		材质 06Cr19Ni10	材质 06Cr19Ni10					
50	70	0.4	0.5	4.8	1.8	41	M8 × 45	18N · m
75	94					45	M8 × 60	
100	124					54	M8 × 70	
125	154							22N · m
150	178	0.55	0.55	7.8	2.3	66	M10 × 80	30N · m
200	230							

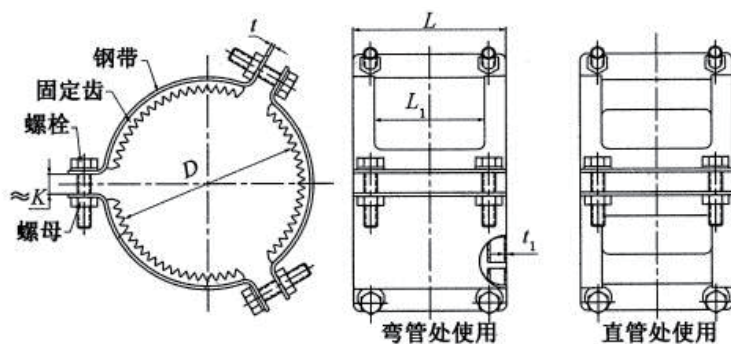


图 23-7 W 型不锈钢卡箍加强箍

表 23-9 W 型不锈钢卡箍加强箍尺寸

单位为 mm

公称直径 DN	D	钢带厚度 t	固定齿厚度 t1	卡箍宽度 L	内孔宽度 L1	开口距离 K	单片数量	螺栓		
50	58	2.5	1.5	95	63	11	2	M8 × 45		
75	83					15	3			
100	110			114	82					
125	135									
150	160			140	110		4			
200	210			3	2	190			146	20
250	274									
300	326									

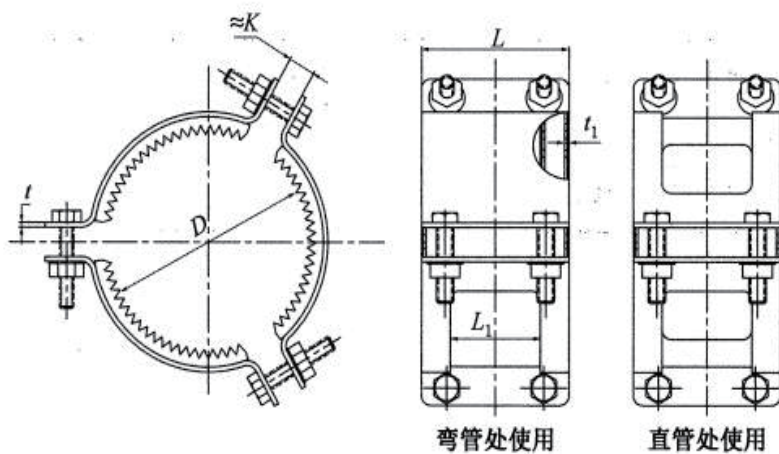


图 23-8 W1 型不锈钢卡箍加强箍

表 23-10 W 型不锈钢卡箍加强箍尺寸

单位为 mm

公称直径 DN	D	钢带厚度 t	固定齿厚度 t1	卡箍宽度 L	内孔宽度 L2	开口距离 K	单片数量	螺栓
50	58	2.5	1.5	82	50	11	2	M8×45
75	83					15	3	
100	110							
125	135							
150	160							
200	210			106	74	20	4	M10×45



表 23-11 卡箍尺寸允许偏差

单位为 mm

型号	卡箍直径 D	卡箍宽度 L	钢带厚度 t	螺栓长度
W 型不锈钢卡箍	$\pm 1$	$\pm 1$	箍带 $-0.05$	$\pm 1$
W1 型不锈钢卡箍			波纹板 $\pm 0.02$	
W、W1 型不锈钢卡箍加强箍			箍带 $\pm 0.05$	
			箍带 $\pm 0.2$	

### 三、施工现场材料管理

(一) 施工所使用的主要材料必须具有中文质量合格证明文件, 规格、型号及性能检测报告应符合国家技术标准或设计要求。进场时应做检查验收, 并经监理工程师核查确认。

(二) 材料进场时应对品种、规格、外观等进行验收。包装应完好, 表面无划痕及外力冲击破损。

(三) 球墨铸铁管节及管件表面不得有裂纹, 不得有妨碍使用的凹凸不平的缺陷。

(四) 采用橡胶圈柔性接口的球墨铸铁管, 承口的内工作面和插口的外工作面应光滑、轮廓清晰, 不得有影响接口密封性的缺陷。

### 四、球墨铸铁管现场施工质量控制

#### (一) 室内排水管道施工质量控制

1. 隐蔽或埋地的排水管道在隐蔽前必须做灌水试验, 其灌水高度应不低于底层卫生器具的上边缘或底层地面高度。

检验方法: 满水 15min 水面下降后, 再灌满观察 5min, 液面不降, 管道及接口无渗漏为合格。

2. 生活污水铸铁管道的坡度必须符合设计要求或下表要求。

表 23-12 生活污水铸铁管道的坡度

管径 (DN)	标准坡度 (‰)	最小坡度 (‰)
50	35	25
75	25	15
100	20	12
125	15	10
150	10	7
200	8	5

3. 排水主立管及水平干管管道均应做通球试验, 通球球径不小于排水管道管径的 2/3, 通球率必须达到 100%。

4. 在生活污水管道上设置的检查口或清扫口, 应符合设计要求, 当设计无要求时, 应符合下列规定。

5. 在立管上应每隔一层设置一个检查口, 但在最底层和卫生器具的最高层必须设置。如为两层建筑时, 可仅在底层设置立管检查口; 如有乙字弯管时, 则在该层乙字弯管的上部设置检查口。检查口中心高度距操作地面一般为 1m, 允许偏差  $\pm 20\text{mm}$ ; 检查口的朝向应便于检修。暗装立管, 在检查口处应安装检修门。

6. 在连接 2 个及 2 个以上大便器或 3 个及 3 个以上卫生器具的污水横管上应设置清扫口。当污水管在楼板下悬吊敷设时, 可将清扫口设在上一层楼地面上, 污水管起点的清扫口与管道相

垂直的情面距离不得小于 200mm；若污水管起点设置堵头代替清扫口时，与墙面距离不得小于 400mm。

7. 转角 135° 的污水横管上，应设置检查口或清扫口。

8. 污水横管的直线管段，应按设计要求的距离设置检查口或清扫口。

7.1 埋在地下或地板下的排水管道检查口，应设置在检查井内。井底表面标高与检查口的法兰相平，井底表面应有 5% 坡度，坡向检查口。

8.2 金属排水管道上的吊钩或卡箍应固定在承重结构上。横管不大于 2m，立管不大于 3m。楼层高度小于或等于 4m 时，立管可安装 1 个固定件。立管底部的弯管处应设支墩或采取固定措施。

8.3 排水通气管不得与风道或烟道连接，且应符合下列规定：

9. 通气管应高出屋面 300mm，但必须大于最大积雪厚度。

10. 在通气管出口 4m 以内有门、窗时，通气管应高出门、窗顶 600mm 或引向无门、窗一侧。

11. 在经常有人停留的平屋顶上，通气管应高出屋面 2m，并应根据防雷要求设置防雷装置。

12. 屋面有隔热层应从隔热层板面算起。

12.1 安装未经消毒处理的医院含菌污水管道，不得与其他排水管道直接连接。

12.2 饮食业工艺设备引出的排水管道及饮用水水箱的溢流管，不得与污水管道直接连接。并应流露出一不小于 100mm 的隔断空间。

12.3 通向室外的排水管，穿过墙壁或基础必须下翻时，应采用 45° 三通和 45° 弯头连接，应在垂直管段顶部设置清扫口。

12.4 由室内通向室外排水检查井的排水管，井内引入管应高于排出管或两管顶平。并有不小于 90° 的水流转角，如跌落差大于 300mm 可不受角度限制。

12.5 用于室内排水的水平管道与水平管道、水平管道与立管的连接，应采用 45° 三通或 45° 四通和 90° 斜三通或 90° 斜四通。立管与排出管端部的连接，应采用两个 45° 弯头或曲率半径不小于 4 倍管径的 90° 弯头。

12.6 室内排水管道安装的允许偏差应符合下表规定：

表 23-13 室内排水管道安装的允许偏差

项次	项目			允许偏差 (mm)	检验方法
1	坐标			15	用水准仪（水平尺）、直尺、拉线和尺量检查
2	标高			± 15	
3	横管纵横方向弯曲	铸铁管	每 1m	≥ 1	
			全长 (25m 或以上)	≥ 25	吊线和尺量检查
4	立管垂直度	铸铁管	每 1m	3	
			全长 (5m 以上)	≥ 15	

### 13. 室内雨水管道施工质量控制

13.1 安装在室内的雨水管道安装后应做灌水试验，灌水高度必须到每根立管上部的雨水斗。

13.2 悬吊式雨水管道的敷设坡度不得小于 5‰，埋地雨水管道的最小坡度，应符合下表规定：



表 23-14 悬吊式雨水管道的敷设坡度

项次	管径 (mm)	最小坡度 (‰)
1	50	20
2	75	15
3	100	8
4	125	6
5	150	5
6	200 ~ 400	4

13.3 雨水管道不得与生活污水管道相连接。

13.4 雨水斗的连接应固定在屋面承重结构上,雨水斗边缘与屋面相连接处应严密不漏。连接管管径当设计无要求时,不得小于 100mm。

13.5 悬吊式雨水管道的检查口或带法兰堵口的三通的间距应符合下表规定:

表 23-15 雨水管道的检查口或带法兰堵口的三通的间距

项次	悬吊管直径 (mm)	检查口间距 (m)
1	≤ 150	≥ 15
2	≥ 200	≥ 20

13.6 雨水管道安装的允许偏差应符合下表规定:

表 23-16 雨水管道安装的允许偏差

项次	项目			允许偏差 (mm)	检验方法
1	坐标			15	用水准仪 (水平尺)、直尺、拉线和尺量检查
2	标高			± 15	
3	横管纵横方向弯曲	铸铁管	每 1m	≥ 1	
			全长 (25m 或以上)	≥ 25	
4	立管垂直度	铸铁管	每 1m	3	吊线和尺量检查
			全长 (5m 以上)	≥ 15	

#### 14. 室外排水管道施工质量控制

14.1 管节及管件下沟槽前,应清除承口内部的油污、飞刺、铸砂及凹凸不平的铸瘤;柔性接口铸铁管及管件承口的内工作面、插口的外工作面应修正光滑,不得有沟槽、凸脊缺陷;有裂纹的管节及管件不得使用。

14.2 沿直线安装管道式,宜选用管径公差组合最小的管节组队连接,确保接口的环向间隙应均匀。

14.3 采用滑入式或机械式柔性接口是,橡胶圈的质量、性能、细部尺寸,应符合相关规定。

14.4 橡胶圈安装经检验合格后,方可进行管道安装。

14.5 安装滑入式橡胶圈接口时,推入深度应达到标记环,并复查预期相邻已安装好的第一至第二接口推入深度。

14.6 安装机械时柔性接口时,应使插口与承口法兰压盖的轴线相重合,螺栓安装方向应一直。用扭矩扳手均匀、对称紧固。

14.7 管道沿曲线安装时,接口的允许转角应符合下表规定:

表 23-17 管道曲线安装的接口允许转角

管径 (mm)	75 ~ 600	700 ~ 800	≥ 900
允许转角 (°)	3	2	1

### 五、质量检查验收要求

施工完毕后质量验收参照 GB/T50268-2008 及 GB/T50242-2002 标准进行验收。验收标准符合上述施工质量控制标准。

## 第二节 混凝土管安装

### 一、材料控制

(一) 混凝土管道大量使用与城镇居民生活给水、排水工程中, 主要材料、成品、半成品、配件、器具和设备必须具有中文质量合格证明文件, 规格、型号及性能检测报告应符合国家技术标准或设计要求。进场时应做检查验收, 并经监理工程师核查确认。

(二) 预制加工的管段应进行分组编号, 非安装现场预制的管道应考虑运输的方便, 预制阶段应同时进行管道的检验和底漆的涂刷工作。

(三) 计划内采购的大宗材料应采取招标、议标的方式。对零星材料(管件)、工程继续材料、技术要求高和专业性强以及业主对产品有特殊要求的材料, 可采用询价比价、协商价格采购的方式。

(四) 进库的材料要建立台账, 帐、物、卡、金额要相符。施工现场材料的放置要按照平面布置图实施, 做到标识清楚、摆放有序、码放合理。库区安全设施要完好, 不存在安全隐患。

(五) 施工设施用料要实行定额发料制度, 以设施用料计划进行总控制。超额用料要经签发批准, 在用料前应办理手续, 填写限额领料单, 注明超耗原因, 经签发批准后实施。

(六) 根据项目状况编制周转性材料的需要计划, 并建立领用、保管、维修、报废制度并严格执行。

### 二、操作工艺

#### (一) 工艺流程

##### 1. 承插式柔性接口混凝土排水管工艺流程:

测量放线→开槽、验槽→管道基础→下管、稳管→挖接头工作坑→对口→闭水试验或闭气试验→回填土方。

##### 2. 平基法安装管道施工工艺流程

开槽、验槽→浇筑混凝土平基→养护→下管→安管→浇筑管座混凝土→抹带接口→养护→闭水试验→回填。

##### 3. 四合一施工法施工工艺流程

开槽、验槽→支模→下管→排管→浇筑平基混凝土→稳管→做管座→抹带→养护、闭水试验→回填。



#### 4 垫块法施工工艺流程:

预制垫块:

开槽、验槽→安垫块→下管→在垫块上安管→支模→浇筑混凝土基础→接口→养护→闭水试验→回填。

#### (二) 操作方法

##### 1 沟槽开挖及验槽

1.1 测量放线参照本册“管线工程施工测量工艺标准”规定执行。

1.2 沟槽降水、沟槽开挖、边坡设置及沟槽支护等参照“管线基坑明挖施工工艺标准”施工。

1.3 验槽: 基底标高、坡度、宽度、轴线位置、基底土质应符合设计要求。

##### 2 承插式柔性接口混凝土排水管道

##### 2.1 管道基础

2.1.1 土弧基础: 采用土弧基础的排水管道铺设见图 23-9 所示。开槽后应测放中心线, 人工修整土弧, 土弧的弧长、弧高应安设计要求放线、施工, 以保证土弧包角的角度。

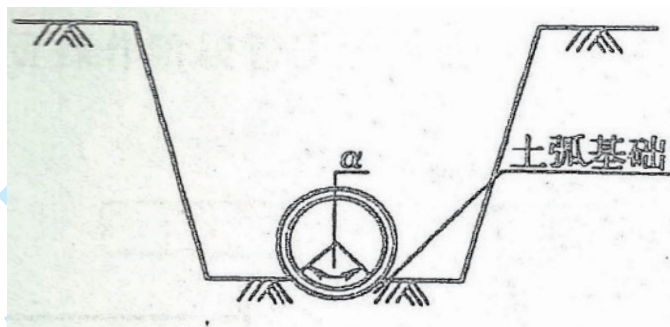


图 23-9 采用土弧基础的排水管道铺设

2.2.2 砂砾垫层基础: 采用砂砾垫层基础的排水管道铺设见图 23-10 所示。在槽底铺设设计规定厚度的砂砾垫层, 并用平板夯夯实。夯实平整后, 测中心线, 修整弧形承托面, 并应预留沉降量。垫层宽度和深度必须严格控制, 以保证管道包角的角度。中粗砂或砂砾层与管座应密实, 管底面必须与中粗砂或砂砾垫层与管座紧密接触。中粗砂或砂垫层与管座施工中不得泡水, 槽底不得有软泥。

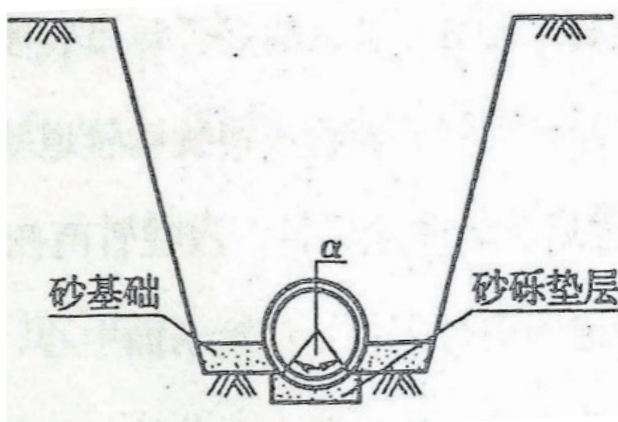


图 23-10 采用砂砾垫层基础的排水管道铺设

2.2.3 四点支承法：采用四点支承法的排水管道铺设见图 23-11 所示。按设计要求在槽底开挖轴向凹槽（窄槽），铺设砂砾、摆放特制混凝土木契块，压实砂砾垫层（压实度同砂砾垫层基础），复核砂砾层和混凝土木契块高程。



图 23-11 采用四点支承法的排水管道铺设

## 2.2 下管、稳管

2.2.1 管道进厂检验：管节安装前应进行外观检查，检查管体外观及管体的承口、插口尺寸，承口、插口工作面的平整度。用专用量径尺量并记录每根管的承口内径、插口外径及椭圆度，承插口配合的环向间隙，应能满足选配的胶圈要求。

2.2.2 管道下管：采用专用高强尼龙吊装带，以免伤及管身混凝土。吊装前应找出管体重心，做出标志以满足管体吊装要求。下管时应使管节承口迎向流水方向。下管、安管不得扰动管道基础。

2.2.3 稳管：管道就位后，为防止滚管，应在管两侧适当加两组四个木契形混凝土垫块。管道安装时应将管道流水面中心、高程逐节调整，确保管道纵断面高程及平面位置准确。每节管就位后，应进行固定，以防止管子发生位移。稳管时，先进入管内检查对口，减少错口现象。管内底高程偏差  $\pm 10\text{mm}$  内，中心偏差不得超过  $10\text{mm}$ ，相邻管内底错口不大于  $3\text{mm}$ 。

2.3 挖接头工作坑：在管道安装前，在接口处挖设工作坑，承口前大于等于  $600\text{mm}$ ，承口后超过斜面长，两侧大于管径，深度大于等于  $200\text{mm}$ ，保证操作阶段管子承口悬空，见图。

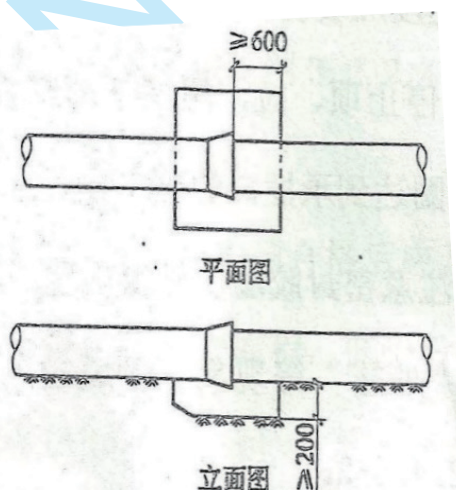


图 23-22 接口工作坑示意图

## 2.4 对口

2.4.1 清理管膛、管口：将承插口内的所有杂物予以清除，并擦洗干净，然后在承口内均匀涂



抹非油质润滑剂。

2.4.2 清理胶圈：将胶圈上的粘接物清擦干净，并均匀涂抹非油质润滑剂。

2.4.3 插口上套胶圈：密封胶圈应平顺、无扭曲。安管时，胶圈应均匀滚动到位，放松外力后，回弹不得大于 10mm，把胶圈弯成心形或花形（大口径）装入承口槽内，并用手沿整个胶圈按压一遍，确保胶圈各个部分不翘不扭，均匀一致卡在槽内。橡胶圈就位后应位于承插口工作面上。

#### 2.4.4 预装接口

2.4.4.1 顶装接口时，采用龙门架，对口时应在已安装稳固的管子上栓住钢丝绳，在待拉入管子承口处架上后背横梁，用钢丝绳和倒链连好绷紧对正，两侧同步拉倒链，将已套好的胶圈的插口经撞口后拉入承口中。注意随时校正胶圈位置和状况。

2.4.4.2 安装时，顶、拉速度应缓慢，并应有专人查胶圈滚入情况，如发现滚入不均匀，应停止顶、拉，用凿子调整胶圈位置，均匀后再继续顶、拉，使胶圈达到承插口的预定位置。

2.4.4.3 管道安装应特别注意密封胶圈，不得出现“麻花”、“闷鼻”、“凹兜”、“跳井”、“外露”等现象。倒链拉入法安管示意图见图 23-23、24。

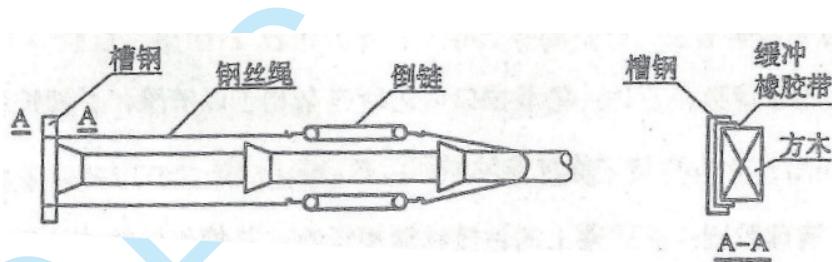


图 23-23 倒链拉入法安装管道示意图

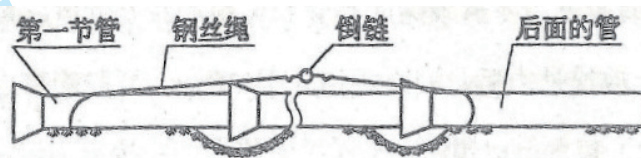


图 23-24 锁管示意图

2.4.5 检查中线、高程：每一管节安装完成后，应校对管体的轴线位置与高程，符合设计要求后，即可进行管体轴向锁定和两侧固定。

2.4.6 用探尺检查胶圈位置：检查插口推入承口的位置是否符合要求，用探尺伸入承插口间隙中检查胶圈位置是否正确。

2.4.7 锁管：铺管后为防止前几节管子的管口移动，可用钢丝绳和倒链锁在后面的管子上。锁管示意图见图 2。

### 3 平基法安装混凝土管

3.1 浇筑混凝土平基：在验槽合格后应及时浇筑平基混凝土。平基混凝土的高程不得高于设计高程，低于设计高程不超过 10mm，并对平基混凝土覆盖养生。

3.2 下管：平基混凝土强度达到 5Mpa 以上时，方可下管。大直径管道采用吊车下管，小直径管道也可采用人工下管。

3.3 安管: 安管的对口间隙, 直径大于等于 700mm 时为 10mm, 直径小于 700mm 时可不留间隙。

3.4 浇筑管座混凝土: 浇筑管座混凝土前平基应凿毛冲洗干净, 平基与管子接触的三角部位, 应用与管座混凝土同强度等级混凝土填捣密实, 浇筑管座混凝土时, 应两侧同时进行, 以防止管子偏移。

3.5.1 水泥砂浆抹带: 抹带及接口均用 1: 2.5 水泥砂浆。抹带前将管口及管外皮抹带处洗刷干净。直径小于等于 1000mm, 带宽 120mm; 直径大于 1000mm, 带宽 150mm, 带厚均为 30mm。抹带分两层做完, 第一层砂浆厚度约为带厚的 1/3, 并压实使管壁粘接牢固, 在表面划成线槽, 以利于与第二层结合。待第一层初凝后抹第二层, 用弧形抹子捋压成型, 初凝前再用抹子赶光压实。抹带完成后, 立即用平软材料覆盖, 3 ~ 4h 后洒水养护。

3.5.2 钢丝网水泥砂浆抹带: 带宽 200mm, 带厚 25mm, 钢丝网宽度 180mm。抹带前先刷一道水泥浆, 抹第一层砂浆厚约 15mm, 紧接着将管座内的钢丝网兜起, 紧贴底层砂浆, 上部搭接处用钢丝扎牢, 钢丝网头应塞入网内使网表面平整。第一层水泥砂浆初凝后再抹第二层水泥砂浆, 初凝前赶光压实, 并及时养护。

3.5.3 预制套环石棉水泥接口: 套环应居中, 与管子的环向间歇用木楔背匀。填油麻位置要正确, 宽为 20mm, 油麻打口要实。填打油麻时, 要少填多打, 一般直径大于等于 600mm 时, 用四填十六打, 即每次填灰 1/3, 共三次, 每次打四遍, 最后用填灰找平, 打两遍; 直径小于 600mm 时, 用四填八打, 即每次填灰 1/3, 共三次, 每次打两遍, 最后用灰找平, 打两次。养护用湿草袋或湿草绳盖严, 1h 后洒水, 养护时间不少于 3d。

#### 4 四合一法安装混凝土管

4.1 支模、下管、排管: 由于“四合一”施工法要在模板上滚运和排放管子, 故模板安装应特别牢固。模板材料一般使用木模和组合钢模板。底模可用 150mm × 150 mm 的方木, 模板内部可用方木临时支撑, 外侧用铁钎支牢。若管道为 90° 管座时, 可一次支设组合钢模板, 支设高度略高于 90° 基础高度; 如果是 135° 及 180° 管座基础, 模板宜分两次支设, 上部模板应待管子铺设合格后在安装。详见图。

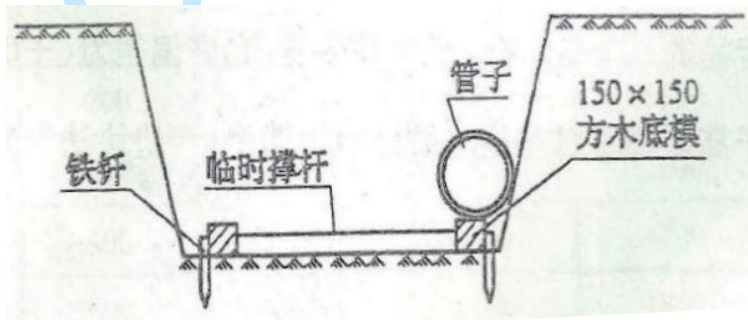


图 23-25 四合一安管支模排管示意图

4.2 浇筑平基混凝土: 平基混凝土应振捣密实, 混凝土面作弧形, 并高出平基面 20 ~ 40mm (视管径大小而定)。混凝土坍落度一般采用 20 ~ 40mm, 稳管前在管口部位应铺适量的抹带砂浆, 以增加接口的严密性。

4.3 稳管：将管子从模板上移至混凝土面，轻轻揉动至设计高程，如果管子下沉过多，可将管子撬起，在下部填补混凝土或砂浆，重新揉至设计高程。

4.4 管座混凝土：若平基混凝土和管座混凝土为一次支模浇筑，管子稳好后，直接将管座的两肩抹平。分两次支设模板时，管子稳好后，支搭管座模板，浇筑两侧管座混凝土，补填接口砂浆，捣固密实，抹平管座两肩，同时用麻袋球或其它工具在管内来回拖动，拉平砂浆。

4.5 抹带：管座混凝土浇筑完毕后立即进行抹带，使带和管座连成一体。抹带与稳管至少相隔 2 ~ 3 节管子，以免稳管时碰撞管子影响接口质量。抹带完成后随即勾捻内缝。

### 5 垫块法安装混凝土管

5.1 预制混凝土垫块：垫块混凝土的强度等级同混凝土基础。垫块长等于管径的 0.7 倍，高等于平基厚度，允许偏差为  $(+0 \sim -10)$ ，宽大于或等于高。每根管垫块个数一般为两个。“垫块法”安装管道见图。

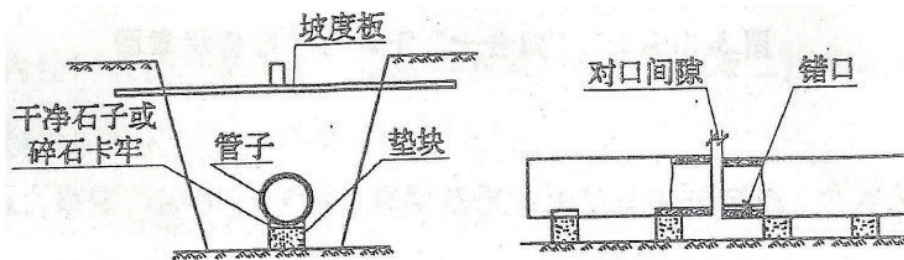


图 23-26 垫块法安管示意图

5.2 在垫块上安管：垫块应放置平稳，高程符合要求；安管时，应及时将管子固定，防止管子从垫块上滚下伤人。

5.3 管道其它做法同标准 3.2.3 条平基法施工。

### 6 闭水试验或闭气试验

6.1 一般规定：管道闭水或闭气试验必须在沟槽回填前进行。井室砌筑完成后，进行闭水试验的管段应用砖砌管堵，在养护 3 ~ 4d 达到一定强度后方可进行闭水试验。闭水试验的水位，应为试验段上游管顶内壁以上 2m。闭水过程中同时检查管堵、管道、井身，无漏水和渗水，在浸泡 1 ~ 2d 后进行闭水试验。

6.2 混凝土管闭气检验方法：在缺水地区可采用闭气试验代替闭水试验对承插式柔性接口钢筋混凝土管道进行检验。管道密封后，向管道内充气至 2000Pa 以上，用喷雾器喷洒发泡液检查管堵对管口的密封时，不得出现气泡。管堵充气胶圈达到规定压力值后 2 ~ 3min，应无压力降。

## 第三节 钢管安装（防腐）

### 一、材料控制

（一）建筑给水、排水及采暖工程所使用的主要材料、成品、半成品、配件、器具和设备必须具有中文质量合格证明文件，规格、型号及性能检测报告应符合国家技术标准或设计要求。进

场时应做检查验收，并经监理工程师核查确认。

（二）所有材料进场时应应对品种、规格、外观等进行验收。包装应完好，表面无划痕及外力冲击破损。

（三）主要器具和设备必须有完整的安装使用说明书。在运输、保管和施工过程中，应采取有效措施防止损坏或腐蚀。

（四）阀门安装前，应作强度和严密性试验。试验应在每批（同牌号、同型号、同规格）数量中抽查 10%，且不少于一个。对于安装在主干管上起切断作用的闭路阀门，应逐个作强度和严密性试验。

（五）阀门的强度和严密性试验，应符合以下规定：阀门的强度试验压力为公称压力的 1.5 倍；严密性试验压力为公称压力的 1.1 倍；试验压力在试验持续时间内应保持不变，且壳体填料及阀瓣密封面无渗漏。

（六）管道上使用冲压弯头时，所使用的冲压弯头外径应与管道外径相同。

## 二、施工过程质量控制

（一）建筑给水、排水及采暖工程与相关各专业之间，应进行交接质量检验，并形成记录。

（二）隐蔽工程应在隐蔽前经验收各方检验合格后，才能隐蔽，并形成记录。

（三）地下室或地下构筑物外墙有管道穿过的，应采取防水措施。对有严格防水要求的建筑物，必须采用柔性防水套管。

（四）管道穿过结构伸缩缝、抗震缝及沉降缝敷设时，应根据情况采取下列保护措施：

1. 在墙体两侧采取柔性连接。
2. 在管道或保温层外皮上、下部留有不小于 150mm 的净空。
3. 在穿墙处做成方形补偿器，水平安装。

（五）明装管道成排安装时，直线部分应互相平行。曲线部分：当管道水平或垂直并行时，应与直线部分保持等距；管道水平上下并行时，弯管部分的曲率半径应一致。

（六）管道支、吊、托架的安装，应符合下列规定：

1. 位置正确，埋设应平整牢固。
2. 固定支架与管道接触应紧密，固定应牢靠。
3. 滑动支架应灵活，滑托与滑槽两侧间应留有 3 ~ 5mm 的间隙，纵向移动量应符合设计要求。
4. 无热伸长管道的吊架、吊杆应垂直安装。
5. 有热伸长管道的吊架、吊杆应向热膨胀的反方向偏移。
6. 固定在建筑结构上的管道支、吊架不得影响结构的安全。

（七）采暖、给水及热水供应系统的金属管道立管管卡安装应符合下列规定：

1. 楼层高度小于或等于 5m，每层必须安装 1 个。
2. 楼层高度大于 5m，每层不得少于 2 个。
3. 管卡安装高度，距地面应为 1.5 ~ 1.8m，2 个以上管卡应匀称安装，同一房间管卡应安装在



同一高度上。

(八) 管道及管道支墩(座), 严禁铺设在冻土和未经处理的松土上。

(九) 管道穿过墙壁和楼板, 应设置金属或塑料套管。安装在楼板内的套管, 其顶部应高出装饰地面 20mm; 安装在卫生间及厨房内的套管, 其顶部应高出装饰地面 50mm, 底部应与楼板底面相平; 安装在墙壁内的套管其两端与饰面相平。穿过楼板的套管与管道之间缝隙应用阻燃密实材料和防水油膏填实, 端面光滑。穿墙套管与管道之间缝隙宜用阻燃密实材料填实, 且端面应光滑。管道的接口不得设在套管内。

(十) 弯制钢管, 弯曲半径应符合下列规定:

热弯: 应不小于管道外径的 3.5 倍。

冷弯: 应不小于管道外径的 4 倍。

焊接弯头: 应不小于管道外径的 1.5 倍。

冲压弯头: 应不小于管道外径。

(十一) 法兰连接时衬垫不得凸入管内, 其外边缘接近螺栓孔为宜。不得安放双垫或偏垫。

(十二) 连接法兰的螺栓, 直径和长度应符合标准, 拧紧后, 突出螺母的长度不应大于螺杆直径的 1/2。

(十三) 螺纹连接管道安装后的管螺纹根部应有 2 ~ 3 扣的外露螺纹, 多余的麻丝应清理干净并做防腐处理。

(十四) 各种承压管道系统和设备应做水压试验, 非承压管道系统和设备应做灌水试验。

### 三、施工中常见的质量通病及预防措施

(一) 试压后的阀门未恢复保护, 预防措施: 阀门试压合格后, 应及时把阀门内的水放尽, 并用塑料帽加以封堵。

(二) 管道安装前管内不清理、不封口, 预防措施: 管道预制后, 应检查并清理管内杂物, 并把两端管口进行封堵。

(三) 下管时不采取措施, 造成防腐层破损, 预防措施: 下管时应采用橡胶皮衬垫, 统一指挥。

(四) 阀门漏水, 井内有杂物, 阀门表面有污染, 预防措施: 阀门井内壁抹面和防腐施工时, 应将阀门和管道覆盖好, 施工完毕后应及时清理并盖好井盖。

(五) 试压前焊缝已做防腐或绝热, 预防措施: 试压前焊缝严禁作防腐或绝热, 对已做防腐或绝热的焊缝, 必须恢复到原始状态。

(六) 安全阀、爆破板及仪表元件没有拆下或隔离, 试压时造成损坏, 预防措施: 对于所有要拆除或隔离的部位要编制详细清单试压前后都要逐项检查、逐项消号。

(七) 安装补偿器, 没有配套的滑动支架或导向支架, 造成管道热胀受力管位偏斜, 预防措施: 安装补偿器, 应按图纸要求或规范标准, 配套安装相对应的支架。

(八) 漆膜返锈, 预防措施: 涂漆前, 必须全面清理管子表面泥土、水分等杂物, 清理干净后尽快涂上底漆, 防止再生锈。

（九）管道漏刷，漆膜厚度不够，预防措施：对于涂刷不到的管子，必须在安装前刷好漆，对于已安装好的管道、设备，应随操作随检查漏刷部分，仔细补刷。

（十）管道绝热性能不良，预防措施：绝热材料严格按标准选用，并抽样检查，合格者才能使用，施工时必须严格按设计和规范规定的厚度进行施工，防潮层应缠紧搭接，并封口严密。

#### 四、质量检查、验收要求

（一）给水管道在埋地敷设时，应在当地的冰冻线以下，如必须在冰冻线以上铺设时，应做可靠的保温防潮措施。在无冰冻地区，埋地敷设时，管顶的覆土埋深不得小于 500mm，穿越道路部位的埋深不得小于 700mm。检验方法：现场观察检查。

（二）给水管道不得直接穿越污水井、化粪池、公共厕所等污染源。检验方法：观察检查。

（三）管道接口法兰、卡扣、卡箍等应安装在检查井或地沟内，不应埋在土壤中。检验方法：观察检查。

（四）给水系统各种井室内的管道安装，如设计无要求，井壁距法兰或承口的距离：管径小于或等于 450mm 时，不得小于 250mm；管径大于 450mm 时，不得小于 350mm。检验方法：尺量检查。

（五）管网必须进行水压试验，试验压力为工作压力的 1.5 倍，但不得小于 0.6MPa。检验方法：管材为钢管时，试验压力下 10min 内压力降不应大于 0.05MPa，然后降至工作压力进行检查，压力应保持不变，不渗不漏。

（六）镀锌钢管、钢管的埋地防腐必须符合设计要求，卷材与管材间应粘贴牢固，无空鼓、滑移、接口不严等。检验方法：观察和切开防腐层检查。

（七）给水管道在竣工后，必须对管道进行冲洗，饮用水管道还要在冲洗后进行消毒，满足饮用水卫生要求。检验方法：观察冲洗水的浊度，查看有关部门提供的检验报告。

（八）管道和金属支架的涂漆应附着良好，无脱皮、起泡、流淌和漏涂等缺陷。检验方法：现场观察检查。

（九）管沟的基层处理和井室的地基必须符合设计要求。检验方法：现场观察检查。各类井室的井盖应符合设计要求，应有明显的文字标识，各种井盖不得混用。检验方法：现场观察检查。

（十）管沟的坐标、位置、沟底标高应符合设计要求。检验方法：观察、尺量检查。

（十一）管沟的沟底层应是原土层，或是夯实的回填土，沟底应平整，坡度应顺畅，不得有尖硬的物体、块石等。检验方法：观察检查。

（十二）如沟基为岩石、不易清除的块石或为砾石层时，沟底应下挖 100 ~ 200mm，填铺细砂或粒径不大于 5mm 的细土，夯实到沟底标高后，方可进行管道敷设。检验方法：观察和尺量检查。

（十三）管沟回填土，管顶上部 200mm 以内应用砂子或无块石及冻土块的土，并不得用机械回填；管顶上部 500mm 以内不得回填直径大于 100mm 的块石和冻土块；500mm 以上部分回填土中的块石或冻土块不得集中。上部用机械回填时，机械不得在管沟上行走。检验方法：观察和尺量检查。



(十四)管道穿过井壁处,应用水泥砂浆分二次填塞严密、抹平,不得渗漏。检验方法:观察检查。

(十五)直埋无补偿供热管道预热伸长及三通加固应符合设计要求。回填前应注意检查预制保温层外壳及接口的完好性。回填应按设计要求进行。检验方法:回填前现场验核和观察。

(十六)补偿器的位置必须符合设计要求,并应按设计要求或产品说明书进行预拉伸。管道固定支架的位置和构造必须符合设计要求。

检验方法:对照图纸,并查验预拉伸记录。

(十七)检查井室、用户入口处管道布置应便于操作及维修,支、吊、托架稳固,并满足设计要求。检验方法:对照图纸,观察检查。

(十八)直埋管道的保温应符合设计要求,接口在现场发泡时,接头处厚度应与管道保温层厚度一致,接头处保护层必须与管道保护层成一体,符合防潮防水要求。检验方法:对照图纸,观察检查。

(十九)管道水平敷设其坡度应符合设计要求。检验方法:对照图纸,用水准仪(水平尺)、拉线和尺量检查。

(二十)除污器构造应符合设计要求,安装位置和方向应正确。管网冲洗后应清除内部污物。检验方法:打开清扫口检查。

(二十一)管道及管件焊接的焊缝表面质量应符合下列规定:

1.焊缝外形尺寸应符合图纸和工艺文件的规定,焊缝高度不得低于母材表面,焊缝与母材应圆滑过渡;

2.焊缝及热影响区表面应无裂纹、未熔合、未焊透、夹渣、弧坑和气孔等缺陷。检验方法:观察检查。

(二十二)供热管道的供水管或蒸汽管,如设计无规定时,应敷设在载热介质前进方向的右侧或上方。检验方法:对照图纸,观察检查。

(二十三)架空敷设的供热管道安装高度,如设计无规定时,应符合下列规定(以保温层外表面计算)。

人行地区,不小于 2.5m。

通行车辆地区,不小于 4.5m。

跨越铁路,距轨顶不小于 6m。检验方法:尺量检查。

(二十四)供热管道的水压试验压力应为工作压力的 1.5 倍,但不得小于 0.6MPa。检验方法:在试验压力下 10min 内压力降不大于 0.05MPa,然后降至工作压力下检查,不渗不漏。

(二十五)管道试压合格后,应进行冲洗。检验方法:现场观察,以水色不浑浊为合格。

(二十六)管道冲洗完毕应通水、加热,进行试运行和调试。当不具备加热条件时,应延期进行。检验方法:测量各建筑物热力入口处供回水温度及压力。

(二十七)供热管道作水压试验时,试验管道上的阀门应开启,试验管道与非试验管道应隔断。检验方法:开启和关闭阀门检查。



质量管理专业培训教材