



山东省建筑标准设计图集

预应力高强混凝土实心方桩

图集号: L19G402

山东省建筑标准服务中心

山东省建筑标准设计图集

预应力高强混凝土实心方桩

图集号：L19G402

山东省建筑标准服务中心

山东省住房和城乡建设厅

鲁建设函〔2019〕25 号

关于批准《蒸压砂加气混凝土精确砌块墙体自保温系统建筑构造》 等三项省标准设计图集的通知

各市住房城乡建设局：

由青岛北洋建筑设计有限公司主编的《蒸压砂加气混凝土精确砌块墙体自保温系统建筑构造》(L19ZJ107)、山东建科建筑设计有限责任公司主编的《预应力高强混凝土实心方桩》(L19G402)和山东省建筑设计研究院有限公司主编的《机械连接预应力混凝土异型桩》(L19ZG403)现已完成全部编制工作。经审查，该三项图集已达到标准设计编制深度和质量要求，现批准为山东省建筑标准设计图集，自2019年9月1日起施行。

该三项图集由山东省住房和城乡建设厅委托山东省建筑标准服务中心负责管理，具体技术内容由主编单位负责解释。

二〇一九年八月二十八日

<div>校核设计图</div> <div>编制</div> <div>审核</div> <div>设计</div> <div>制图</div>	<div>预应力高强混凝土实心方桩</div>		<div>主 编 单 位 负 责 人: 李 文 仲</div> <div>主 编 单 位 技 术 负 责 人: 李 文 仲</div> <div>技 术 审 定 人: 尹 飞 如</div> <div>设 计 负 责 人: 郑 爱 萍</div>		
	<div>批准部门: 山东省住房和城乡建设厅</div> <div>批准文号: 鲁建设函[2019] 25号</div>				
	<div>主编单位: 山东建科建筑设计有限责任公司</div> <div>统一编号: DBJT37-3</div>				
	<div>施行日期: 2019年9月1日</div> <div>图 集 号: L19G402</div>				
<div><div>目 录</div><div><div><div>目录1</div><div>编制说明2</div><div>方桩模板配筋图(机械连接)14</div><div>机械接桩结构配筋截面图16</div><div>方桩模板配筋图(焊接连接)18</div><div>焊接接桩结构配筋截面图20</div><div>PS方桩选用表22</div><div>PHS方桩选用表23</div><div>混凝土锥形桩尖详图24</div><div>机械接桩桩头及网片详图25</div><div>机械接桩、组合接桩示意图26</div><div>焊接接桩方式1及桩套箍1详图27</div></div><div><div>焊接接桩方式2及桩套箍2详图28</div><div>焊接接桩端板详图29</div><div>桩顶与承台连接详图30</div><div>网片MP-1及吊钩制作详图32</div><div>附录一 方桩选用示例33</div><div>附录二 桩锤选择参考表35</div><div>附录三 静压桩机选择参考表36</div></div></div></div>					
<div>目 录</div>				<div>图集号</div>	<div>L19G402</div>
				<div>页 号</div>	<div>1</div>

编 制 说 明

一、适用范围

1. 本图集为预应力高强混凝土实心方桩(以下简称方桩),适用于抗震设防烈度8度及8度以下地区的民用与工业建筑、构筑物等工程的低承台桩基础;铁路、公路与桥梁、港口、市政、水利等工程可参考使用,但尚应符合相关规范和规程的要求。
2. 本图集方桩主要考虑承受竖向荷载。
3. 本图集方桩分为普通方桩和防腐蚀方桩两种。普通方桩适用于山东地区二a、二b环境类别或弱、微腐蚀等级的地质条件;防腐蚀方桩适用于三a、三b环境类别和中腐蚀等级的地质条件。
4. 当环境、地质条件对方桩有强腐蚀性时,应根据使用条件按有关规范补充设计,并采取有效的防腐措施。
5. 本图集方桩设计使用年限为50年。

二、编制依据

- | | |
|------------------------|---------------|
| 1. 《建筑地基基础设计规范》 | GB 50007-2011 |
| 2. 《建筑结构荷载规范》 | GB 50009-2012 |
| 3. 《建筑结构可靠性设计统一标准》 | GB 50068-2018 |
| 4. 《混凝土结构设计规范》(2015年版) | GB 50010-2010 |
| 5. 《建筑抗震设计规范》(2016年版) | GB 50011-2010 |
| 6. 《工业建筑防腐蚀设计标准》 | GB 50046-2018 |
| 7. 《建筑桩基技术规范》 | JGJ 94-2008 |
| 8. 《钢结构设计标准》 | GB 50017-2017 |
| 9. 《钢筋机械连接技术规程》 | JGJ 107-2016 |

- | | |
|------------------------|------------------|
| 10. 《混凝土结构工程施工质量验收规范》 | GB 50204-2015 |
| 11. 《建筑地基基础工程施工质量验收标准》 | GB 50202-2018 |
| 12. 《钢结构工程施工质量验收规范》 | GB 50205-2001 |
| 13. 《预应力混凝土用钢棒》 | GB/T 5223.3-2017 |
| 14. 《通用硅酸盐水泥》 | GB 175-2007 |
| 15. 《混凝土制品用冷拔低碳钢丝》 | JC/T 540-2006 |
| 16. 《低碳钢热轧圆盘条》 | GB/T 701-2008 |

三、编制内容

1. 本图集主要编制内容包括预应力高强混凝土实心方桩的相关参数及使用说明。
2. 本图集方桩分为普通方桩和防腐蚀方桩两种。
3. 本图集方桩代号、桩型及规格详见表1。

方桩代号、桩型及规格

表1

代 号	PS	PHS
混凝土强度等级	C60	C80
边长B(mm)	300、350、400、450、500 550、600	
桩 型	A型、B型	
防腐性能	普通方桩和防腐蚀方桩(F)	
接桩方式	焊接接桩(Ja)、机械接桩(Jb) 组合接桩(Jc)	

编 制 说 明

图集号	L19G402
页 号	2

四、材料

1. 混凝土

- (1) 方桩的混凝土强度等级为C60、C80，混凝土质量应符合《混凝土质量控制标准》GB 50164的规定。普通方桩混凝土氯离子含量不得超过0.15%，防腐蚀方桩混凝土氯离子含量不得超过0.08%；方桩的水胶比、碱含量等要求按照《混凝土结构设计规范》GB 50010、《工业建筑防腐蚀设计标准》GB 50046从严控制。
- (2) 方桩混凝土抗渗等级不低于P10。
- (3) 普通方桩水泥应采用强度等级不低于42.5级的硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥，其质量应符合《通用硅酸盐水泥》GB 175的规定。
- (4) 防腐蚀方桩水泥应采用强度等级不低于42.5级的抗硫酸盐硅酸盐水泥或经处理（掺入抗硫酸盐的外加剂或矿物掺合料）的硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥。为提高方桩的防腐性能可掺入钢筋阻锈剂等外加剂，其质量应符合《工业建筑防腐蚀设计规范》GB 50046及《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476的规定。
- (5) 细骨料宜采用洁净的天然硬质中粗砂，细度模数宜为2.5~3.2；采用人工砂时，细度模数可为2.5~3.5。砂的质量应符合《建筑用砂》GB/T 14684的规定，且砂的含泥量不大于1.0%，氯离子含量不大于0.01%，硫化物及硫酸盐含量不大于0.5%。
- (6) 粗骨料应采用碎石，连续级配，针片状颗粒不宜大于5%，不应大于8%，含泥量不大于0.5%，硫化物及硫酸盐含量不大于0.5%。最大粒径不宜大于25mm，且不应大于钢筋净距

(2) 方桩混凝土抗渗等级不低于P10。

(3) 普通方桩水泥应采用强度等级不低于42.5级的硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥,其质量应符合《通用硅酸盐水泥》GB 175的规定。

(4) 防腐蚀方桩水泥应采用强度等级不低于42.5级的抗硫酸盐硅酸盐水泥或经处理(掺入抗硫酸盐的外加剂或矿物掺合料)的硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥。为提高方桩的防腐性能可掺入钢筋阻锈剂等外加剂,其质量应符合《工业建筑防腐蚀设计规范》GB 50046及《混凝土结构耐久性设计规范》GB/T 50476的规定。

(5) 细骨料宜采用洁净的天然硬质中粗砂，细度模数宜为2.5~3.2；采用人工砂时，细度模数可为2.5~3.5。砂的质量应符合《建筑用砂》GB/T 14684的规定，且砂的含泥量不大于1.0%，氯离子含量不大于0.01%，硫化物及硫酸盐含量不大于0.5%。

(6)粗骨料应采用碎石,连续级配,针片状颗粒不宜大于5%,不应大于8%,含泥量不大于0.5%,硫化物及硫酸盐含量不大于0.5%。最大粒径不宜大于25mm,且不应大于钢筋净距

的3/4,其质量应符合《建设用卵石、碎石》GB/T 14685的规定。碎石的岩体抗压强度宜大于所配混凝土强度的1.5倍。

(7) 对于有抗冻、抗渗或其他特殊要求的方桩,其所使用的骨料应符合相关标准的规定。

(8) 混凝土拌合水不得含有影响水泥正常固结和硬化的有害杂质和油质, 其质量应符合《混凝土用水标准》JGJ 63 的规定。

(9) 外加剂质量应符合《混凝土外加剂》GB 8076的规定,不得采用含有氯盐或有害物的外加剂。掺合料不得对方桩产生有害影响,使用前必须对其相关性能和质量进行试验验证。

(10) 混凝土的力学性能指标见表2。

混凝土力学性能指标

表2

混凝土 强度 等级	轴心抗压 强度标准 值 f_{ck} (MPa)	轴心抗压 强度设计 值 f_c (MPa)	轴心抗拉 强度标准 值 f_{tk} (MPa)	轴心抗拉 强度设计 值 f_t (MPa)	弹性模量 E_c (N/mm ²)
C60	38.5	27.5	2.85	2.04	3.60×10^4
C80	50.2	35.9	3.11	2.22	3.80×10^4

2. 钢材

(1) 预应力钢筋应采用抗拉强度不小于1420MPa、35级延性低松弛预应力混凝土用螺旋槽钢棒（PCB-1420-35-L-HG），其质量应符合《预应力混凝土用钢棒》GB/T 5223.3的规定，几何特性及理论质量、力学性能应分别符合表3和表4的要求。

钢棒几何特性及理论质量 表3

公称直径 (mm)	外轮廓直径 (mm)	公称截面面积 (mm ²)	理论质量 (kg/m)
9.0	9.15	64.0	0.502
10.7	11.10	90.0	0.707
12.6	13.10	125.0	0.981

钢棒力学性能指标 表4

符 号	规 定 塑性延 伸强度 (MPa)	抗拉强度 标准 值 f_{ptk} (MPa)	抗拉强度 设计 值 f_{py} (MPa)	抗压强度 设计 值 f'_{py} (MPa)	断 后 延伸率 $L_0=8d_n$ A (%)	1000h 松弛值 A (%)	弹 性 模 量 E_s (MPa)
ϕ^D	≥ 1280	≥ 1420	≥ 1005	≥ 400	≥ 7.0	≤ 2.0	2.0×10^5

注：表中1000h松弛值指初始应力为70%抗拉强度时的松弛值。

- (2) 钢筋：HPB300用“ ϕ ”表示， $f_y=f'_y=270\text{N/mm}^2$
HRB400用“ Φ ”表示， $f_y=f'_y=360\text{N/mm}^2$
- (3) 附加锚筋宜采用钢筋混凝土用热轧带肋钢筋，质量应符合《钢筋混凝土用钢 第二部分热轧带肋钢筋》GB/T 1499.2 的规定。
- (4) 吊环应采用HPB300级钢筋制作，质量应符合《钢筋混凝土用钢》GB/T 1499对热轧光圆钢筋的规定。
- (5) 桩端板采用Q235B钢，其质量应符合《钢结构设计标准》GB 50017的规定。

- (6) 螺旋箍筋宜采用低碳钢热轧圆盘条、混凝土制品用冷拔低碳钢丝，其质量应分别符合《低碳钢热轧圆盘条》GB/T 701、《混凝土制品用冷拔低碳钢丝》JC/T 540的规定。冷拔低碳钢丝(ϕ^b)抗拉强度设计值： $f_y=320\text{N/mm}^2$ 。
- (7) 焊条采用E43型，其质量应符合《碳钢焊条》GB/T 5117的规定。桩节、桩尖等焊缝质量不应低于二级，现场焊缝质量除注明外，不应低于二级。
- (8) 机械连接的插杆、卡片应与钢棒的规格相符，其质量应符合《合金结构钢》GB/T 3077的规定。
- (9) 制作张拉采用的大小螺母应采用45号钢，其质量应符合《优质碳素结构钢》GB/T 699的规定。
- (10) 方桩机械连接专用密封材料由环氧树脂、固化剂组成，并应分别符合《双酚-A型环氧树脂》GB 13657和《色漆、清漆和色漆与清漆用原材料 取样》GB/T 3186的相关规定。

五、构造要求

1. 方桩的预应力钢棒应沿桩周对称布置，并不得少于8根。
2. 边长为300mm、350mm、400mm的普通方桩纵向主筋的保护层厚度为45mm，防腐蚀方桩纵向主筋的保护层厚度为50mm；其余边长的普通方桩纵向主筋保护层厚度为50mm，防腐蚀方桩的纵向主筋保护层厚度为52mm。
3. 方桩螺旋箍筋在两端加密区的螺距为60mm，加密区长度不小于3倍桩边长，且不小于1500mm，非加密区的螺距为100mm；螺旋箍筋的直径应满足：边长450mm及以下不应小于4mm；边长500mm~600mm不应小于5mm。承受较大水平荷载，位于液化土层及软硬土交接处一定范围的方桩，应根据具体工程设计的要求确定箍筋的直径、螺距和加密范围。

六、设计计算

1. 设计参数

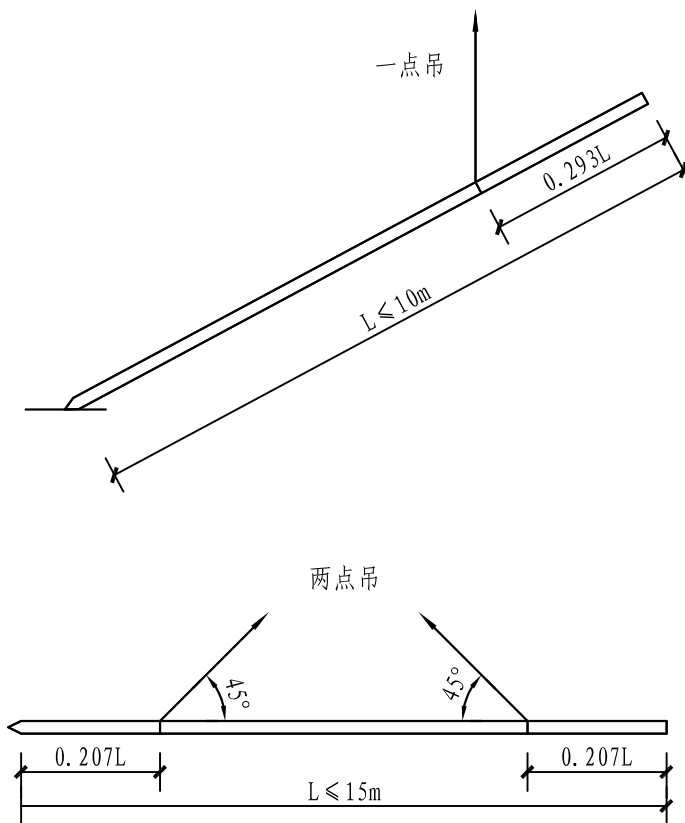
- (1) 本图集方桩结构重要性系数 γ_0 取1.0。
- (2) 张拉控制应力取0.7倍的钢棒抗拉强度标准值，即 $\sigma_{con} = 0.7 f_{ptk}$ 。
- (3) 方桩的最小配筋率为0.5%。
- (4) 水平吊运、旋转吊立及沉桩阶段，构件抗裂等级要求为一级，相应的构件重要性系数为0.9。
- (5) 吊运动力系数为1.5。

2. 设计规定

- (1) 桩身配筋按起吊、运输、施工、使用过程中产生的最大内力计算确定，并满足抗裂及构造要求。
- (2) 吊点位置和起吊方式应根据桩长按图示选择。当施工吊装不符合本规定时（如改变起吊方式、桩长或吊点时），应按现场吊装条件另行验算。
- (3) 当方桩承受较大水平荷载时，应结合场地情况和工程结构类型另行验算。

3. 计算方法

- (1) 方桩需计算有效预压应力、抗裂弯矩、抗弯弯矩、竖向抗压承载力、竖向抗拉承载力、抗剪承载力以及一级裂缝控制抗裂拉力等。
- (2) 预应力钢棒的张拉采用应力、应变双项控制法，但以应力控制为主。钢棒的张拉控制应力及每根钢棒的张拉力见表5。
- (3) 混凝土有效预压应力（ σ_{pc} ）的计算
方桩考虑三种引起预应力损失的因素，包括张拉端模具变形和钢筋的内缩（计算取3mm）、预应力钢筋的应力松弛



吊点示意图

编制说明

图集号	L19G402
页号	5

预应力钢棒的张拉控制应力及每根钢棒的张拉力值 表5

钢棒直径（mm）	9.0	10.7	12.6
张拉控制应力 σ_{con} （MPa）	994		
每根钢棒的张拉力（kN）	63.62	89.46	124.25

以及混凝土的收缩和徐变。若采用蒸汽养护，还需要考虑受张拉的预应力筋与承受拉力的设备之间温差引起的预应力损失。本图集计算中，采用自然养护或钢模成型，忽略温差影响。当计算求得的预应力损失值小于100MPa时，取100MPa。

方桩的混凝土有效预压应力应符合《混凝土结构设计规范》GB 50010的有关规定，按下式计算：

$$\sigma_{pc}=(\sigma_{con}-\sigma_L)A_p/A_0$$

式中 σ_{pc} —方桩混凝土有效预压应力；
 σ_{con} —预应力钢筋张拉控制应力；
 σ_L —预应力钢棒的预应力总损失；
 A_p —方桩纵向预应力钢棒总横截面面积；
 A_0 —截面换算面积，
 $A_0=A_n+[(E_s/E_c)-1]A_p$
 E_s —预应力钢棒的弹性模量；
 E_c —混凝土受压和受拉的弹性模量；
 A_n —方桩净截面面积。

预应力损失计算时不考虑蒸汽养护所引起的预应力损失。

1) 张拉锚具变形和预应力筋内缩引起的损失值 σ_{l1} 应按下式计算：

$$\sigma_{l1}=\frac{a}{l}E_s$$

式中 a —张拉端锚具变形和预应力筋内缩量；
 l —张拉端至锚固端之间的距离；
 E_s —预应力钢筋的弹性模量。

2) 预应力钢棒应力松弛（低松弛）引起的预应力损失 σ_{l4} 按下式计算：

$$\sigma_{l4}=0.125\left(\sigma_{con}/f_{ptk}-0.5\right)\sigma_{con}$$

式中 σ_{con} —预应力钢筋张拉控制应力；
 f_{ptk} —预应力钢筋抗拉强度标准值。

3) 混凝土收缩徐变引起的预应力损失值 σ_{l5} 应按下式计算：

$$\sigma_{l5}=\frac{60+340\frac{\sigma_{pc}}{f_{cu}}}{1+15\rho}$$

式中 σ_{pc} —预应力筋合力点处的混凝土法向压应力；
 f_{cu} —施加预应力时混凝土立方体抗压强度；
 ρ —方桩横截面面积配筋率。

(4) 桩身抗裂弯矩计算

$$M_{cr}=(\sigma_{pc}+\gamma f_{ptk})W_0$$

式中 M_{cr} —桩身正截面抗裂弯矩；
 σ_{pc} —方桩混凝土有效预压应力；
 γ —混凝土构件的截面抵抗矩塑性影响系数；
 $\gamma=(0.7+120/h)\gamma_m$

编 制 说 明

图集号	L19G402
页 号	6

h ——截面高度，图集中等于桩截面边长 B ，

当 $h < 400\text{mm}$ ，取 $h = 400\text{mm}$ ； $h > 1600\text{mm}$ 时，取 $h = 1600\text{mm}$ ；

γ_m ——混凝土构件的截面抵抗矩塑性影响系数基本值，本图集方桩为矩形截面取1.55。

f_{ptk} ——方桩混凝土轴心抗拉强度标准值；

W_0 ——方桩换算截面受拉边缘的弹性抵抗矩。

(5) 桩身正截面抗弯弯矩计算

$$M = \sum f_{\text{py}} A_{\text{pi}} (h_i - a_{\text{p}}')$$

式中 M ——桩身正截面抗弯承载力设计值；

f_{py} ——预应力钢筋抗拉强度设计值，取 1000MPa ；

A_{pi} ——第 i 排受拉区纵向预应力钢筋的截面面积；

h_i ——第 i 排受拉预应力筋到混凝土受压区外边缘的距离；

a_{p}' ——受压区预应力筋合力点至截面受压边缘的距离；

设 x 为等效矩形应力图形受压区高度，按下列公式计算：

$$\alpha_1 f_c b x = \sum f_{\text{py}} A_{\text{pi}} + \sum (\sigma_{\text{p0}}' - f_{\text{py}}') A_{\text{p}}'$$

α_1 ——系数，按《混凝土结构设计规范》GB 50010确定；

A_{p}' ——受压区纵向预应力筋的截面面积；

σ_{p0}' ——受压区纵向预应力筋合力点处混凝土法向应力等于零时的预应力筋应力；

b ——矩形截面的宽度，图集中等于桩截面边长 B ；

应用上述公式计算应根据平截面假定复核混凝土受拉区预应力钢筋应力达到 f_{py} 、 x 值不大于 $2a_{\text{p}}'$ 。否则应按照《混凝土结构设计规范》GB 50010有关内容计算。

(6) 桩身结构竖向抗压承载力计算 (R_p)

$$R_p = \psi_c f_c A$$

式中 R_p ——桩身结构竖向承载力设计值；

f_c ——混凝土轴心抗压强度设计值；

A ——桩身截面面积；

ψ_c ——方桩成桩工艺系数，取 $0.60 \sim 0.70$ ，桩周土为软土、松散粉土、粉砂时 ψ_c 宜取低值。本图集提供的受压承载力设计值为按 ψ_c 取 0.7 计算。

(7) 桩身结构竖向抗拉承载力计算

正截面受拉承载力设计值：

$$N = f_{\text{py}} A_{\text{p}}$$

式中 N ——正截面受拉承载力设计值；

A_{p} ——纵向预应力筋的全部截面面积。

抗拔桩裂缝控制等级为一级，即严格要求不出现裂缝，在荷载效应标准组合下混凝土不应产生拉应力，受拉边缘的混凝土法向应力应符合下列要求：

$$\sigma_{\text{ck}} - \sigma_{\text{pc}} \leq 0$$

式中 σ_{ck} ——荷载标准组合下抗裂验算边缘的混凝土法向应力；

(8) 桩身结构抗剪承载力计算

按照《混凝土结构设计规范》GB 50010有关内容计算。

(9) 吊装验算

桩身结构自重产生的最大吊装弯矩 (M_{max}) 不大于桩的抗裂弯矩。

如第5页吊点示意图所示：

编 制 说 明

图集号	L19G402
页 号	7

采用两点吊法时,

$M_{\max} = (0.0214 \times 1.3qL^2) \times 1.5$

采用一点吊法时,

$M_{\max} = (0.0429 \times 1.3qL^2) \times 1.5$

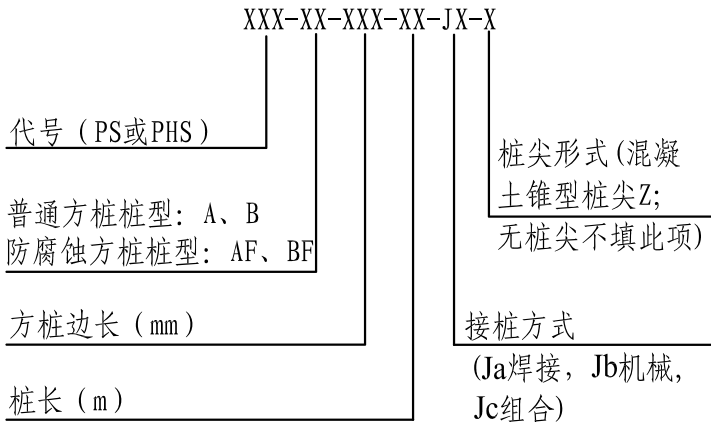
式中 M_{\max} —最大吊装弯矩;

q —方桩理论重量;

L —桩节长度。

七、选用方法

1. 方桩编号



2. 方桩编号选用举例

如设计中采用桩截面为400mm×400mm, 总长为20m, 按A型桩配筋的方桩, 强度C80 (代号PHS) 采用机械连接接桩和锥型桩尖的防腐蚀方桩的标记为:

PHS-AF-400-20-Jb-Z

3. 选用原则

- (1) 设计人员应结合工程地质情况、上部结构的特点、抗震设防烈度、荷载大小以及性质、施工条件、沉桩设备等因素, 综合分析后选用。
- (2) 桩身强度应满足桩的承载力设计要求。
- (3) 接桩接头不应超过3个, 节数及每节长度应根据现场实际情况确定, 需要考虑桩架的有效高度、场地条件、运输和装卸能力。
- (4) 摩擦桩的长径比不宜大于100, 当摩擦桩需要穿越较厚的硬土层时, 其长径比不宜大于80; 端承桩的长径比不宜大于80。如遇不良地质等情况时应进行相应的承载能力计算和稳定性验算。
- (5) 液化土和震陷土中的方桩, 设计人员应根据相关规范的规定, 对本图集中实心桩采用的箍筋直径、间距及加密区长度作调整。
- (6) 当穿越较厚坚硬夹层、入岩的地质条件时宜采用混凝土锥形桩尖。
- (7) 本图集中方桩设计选用桩长不包括桩尖部分, 当计算工程量时应将桩尖部分计算在内。

八、生产制作要求

1. 桩的制作质量标准应符合《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204的有关规定。
2. 预应力钢筋镦头宜采用热镦工艺, 镦头强度不得小于该材料标准强度的90%。
3. 钢筋笼应采用滚焊机成型。

4. 采用先张法施加预应力工艺，张拉力应计算确定，并采用应力和伸长值双重控制。
5. 预应力纵向主筋应通长设置，严禁接头。
6. 混凝土坍落度宜控制在40mm~60mm。
7. 方桩采用常压蒸汽带模养护时，介质为饱和蒸汽，养护制度应符合相关生产工艺技术规程的规定。
8. 预应力钢筋放张时，方桩的立方体抗压强度标准值不得低于45MPa。预应力钢筋放张顺序应采用对称，相互交错放张。
9. 制桩时应采取措施保证入模后主筋保护层厚度一致。
10. 灌注混凝土时，应由桩顶部分往桩尖方向进行，必须连续灌注，不得中断。对桩顶、桩尖部分应加强振捣。
11. 桩套箍的焊接应平直、方正，不允许倾斜、串角或者翘曲，焊缝必须饱满。
12. 桩顶主筋与桩套箍焊接时宜选用专用模具。
13. 桩顶钢筋网片应垂直于桩长方向，间距均匀。
14. 混凝土试块应与方桩同时同条件压蒸养护，方桩的强度以混凝土试块强度判定。

九、吊运与堆放

1. 当方桩的混凝土强度达到设计强度的70%时方可起吊，达到100%时才能运输。
2. 在方桩吊运过程中，应保证各吊环均匀受力，防止发生横向裂缝。
3. 起吊时应轻吊轻放，保持平稳，避免剧烈碰撞。采用一点吊法时，吊点应设在桩身0.293L处，吊点应绑扎，严禁勾住一个吊环起吊。
4. 运输时垫木的位置应满足0.207倍桩长两点法位置要求，

各层的垫木应对齐，运输过程中应捆绑牢固防止滑动和滚落。水平运输，应做到桩身平稳放置，无大的震动。严禁在现场以直接拖拉方式运桩。

5. 堆存现场必须平整、坚实。
6. 方桩应按类别、规格、型号、长度按两支点法进行分别堆放，最下层的支点位置放在垫木上，且垫木应放置在同一水平面；堆放层数：桩边长450mm~600mm≤7层，桩边长300mm~400mm≤9层。

十、质量检验

1. 方桩产品质量应符合《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204的要求。
2. 方桩的检测方法可参考《预应力混凝土空心方桩》JG/T 197的检测方法，并应符合相关规范要求。
3. 方桩的外观质量应符合下列要求：
 - (1) 表面平整、密实，掉角深度不应超过10mm，局部蜂窝和掉角的缺损面积不应超过全部桩表面积的0.5%，且不得过分集中。
 - (2) 局部粘皮和麻面累计面积不应大于桩总表面的0.5%；每处粘皮和麻面面积不应超过单桩表面积的0.5%，且不得过分集中。
 - (3) 桩顶与桩尖处不得有蜂窝、麻面、裂缝或掉角。
 - (4) 混凝土收缩裂缝宽度不得大于0.10mm，横向裂缝长度不得超过边长的1/2。
 - (5) 桩端面混凝土应平整，机械连接桩扣不得高出桩端面。
4. 方桩的钢筋骨架及制作的尺寸允许偏差应符合表6、表7的规定。

编制说明

图集号	L19G402
页号	9

方桩钢筋骨架的尺寸允许偏差（mm） 表6

项次	项 目	允许偏差值
1	主筋间距	± 5
2	桩尖中心线	10
3	箍筋间距或螺旋筋的螺距	± 20
4	吊环沿纵轴线方向	± 20
5	吊环沿垂直于桩纵轴线方向	± 20
6	吊环露出桩表面的高度	± 10
7	桩顶钢筋网片位置	± 10
8	预埋件位置	± 3

方桩制作的尺寸允许偏差（mm） 表7

项次	项 目	允许偏差值
1	横截面边长	± 5
2	桩顶对角线之差	≤ 5
3	保护层厚度	± 5
4	桩身弯曲矢高	≤ 1‰桩长， 且 ≤ 20
5	桩尖偏心	≤ 10
6	桩端面倾斜	≤ B/200
7	桩节长度	≤ 4‰桩长

十一、沉桩

1. 施工前应编制施工组织设计或施工方案。
2. 方桩的混凝土强度达到设计强度的100%时方可沉桩。锤击沉桩时混凝土的自然养护龄期不宜少于28d。采用蒸汽养护的静力压桩，应在混凝土强度达到设计强度的100%后，自然养护5d以上才能沉桩。
3. 沉桩的顺序一般由一端向另一端连续进行；当桩基平面尺寸较大、桩数较多或桩距较小时，宜由中间向两端或向四周施工；当一侧毗邻建筑物时，由毗邻建筑物处向另一方向施工；当桩埋置有深浅之别时，宜先深后浅；当桩的规格不同时，宜先大后小，先长后短；在斜坡地带时，应先坡顶后坡脚。
4. 桩插入土中定位时的垂直偏差不得超过0.5%。
5. 送桩孔应及时用砂或碎石回填密实。
6. 每根桩应一次性连续打（压）到底，接桩、送桩应连续进行，尽量减少中间停歇时间。
7. 沉桩过程中，出现贯入度异常，桩身倾斜、位移、桩身或桩顶破损等异常情况时；应停止沉桩，待查明原因并进行必要的处理后，方可继续施工。
8. 在沉桩过程中，当桩头破裂时，应立即停止施工，并去除破裂部分松动的混凝土。去除干净后立即用环氧树脂、水泥、芳香胺拌合料进行浇筑，强度达到桩身强度后方可继续施工。
9. 沉桩后桩位的尺寸允许偏差应符合表8的规定。

桩位的尺寸允许偏差（mm） 表8

项 目		允许偏差值
带有基础梁的桩	垂直于条形桩基纵向轴	100+0.01H
	平行于条形桩基纵向轴	150+0.01H
桩数为1～3根的桩基中的桩		100
桩数为4～16根的桩基中的桩		B/2
桩数大于16根桩基中的桩	最外边的桩	B/3
	中间桩	B/2

注：H为施工现场地面标高与桩顶设计标高的距离。

10. 锤击沉桩
- (1) 锤击压应力不应大于桩身混凝土的轴心抗压强度设计值。
锤击拉应力不应大于桩身混凝土的轴心抗拉强度设计值。
- (2) 锤击沉桩应结合地区经验，根据方桩的截面和工程地质条件，选择适当的锤重和落距以及采用适当的桩垫与锤垫。
- (3) 桩帽或送桩器与桩头周围应有5～10mm的空隙，锤与桩帽和桩帽与桩之间应设弹性衬垫，衬垫厚度应均匀，且锤击压实后的厚度不宜小于120mm；在打桩期间应经常检查，及时更换和补充。桩锤、桩帽、送桩器和桩身应保持在同一铅垂线上。
- (4) 开始沉桩时，应采取较小桩锤落距。当桩入土一定深度时，再按要求的落距沉桩。采用柴油锤时，应保持桩锤跳动正常，随时检查桩和打桩架的垂直度，及时调整打桩架。如桩已打斜且入土深度不大时，应尽可能拔出桩身；查明原

- 因排除故障，并将桩孔用砂土回填后再进行施工。
- (5) 桩终锤控制应按标高和贯入度相结合的原则，根据地质条件和设计要求综合确定。并应满足下列要求：
- 1) 当桩顶位于一般土层时，应以控制桩顶设计标高为主，贯入度为辅。
- 2) 持力层为坚硬、硬塑的黏性土、碎石土、中密以上的砂土或风化岩石等土层时，以贯入度控制为主，桩端进入持力层深度或桩端标高作为参考。
- 3) 贯入度已达到而桩顶标高未达到要求时，应继续锤击3阵，每阵10击的平均贯入度应符合要求或试桩数值。
- 4) 总锤击数可根据锤重和工程地质条件控制，当选用的桩锤与方桩相适应时，锤击总数可控制在1500～2000击左右，或按地区经验确定。
11. 静压沉桩
- (1) 静压沉桩时，压桩力可根据工程地质条件、结合地区施工经验，通过分析静力触探比贯入阻力平均值Ps和标准贯入试验N值评估沉桩的适用性，并选用适宜的压桩机械。
- (2) 根据地质条件、单桩竖向极限承载力以及布桩疏密程度等因素，压桩机应按最大压力值配压重。压桩机的总重量不应小于最大压桩力的1.2倍。应避免配重不足而产生桩架抬起的现象。
- (3) 油压表必须经法定计量单位标定。机械性能应保证正常运转。
- (4) 施工现场地基承载力应满足静压桩设备正常运转的需要。
- (5) 静压沉桩控制应按标高、压桩力和稳压下沉量相结合的原则，根据地质条件和设计要求综合确定。

- 1) 桩端进入坚硬、硬塑的黏性土，中密以上粉土、砂土、碎石类土及风化岩等持力层时，以最终压桩力为主要控制指标，桩端标高可作为辅助控制指标。
- 2) 桩端进入持力层，已达到终压值要求但未至设计标高时，宜保持稳压1~2min。
- (6) 静压桩施工过程中不得任意调整和校对桩的垂直度，避免对桩身产生较大的附加弯矩。桩端穿越硬土层或进入持力层的过程中，除机械故障外，不得停止沉桩施工。

十二、接桩

1. 焊接接桩

- (1) 接桩时上下节桩的中心偏差不应大于2mm，节点弯曲矢量不应大于桩长的1‰，且不大于20mm。
- (2) 接桩时预埋件表面应保持清洁，纵轴线必须重合一致，连接件应满足设计要求。
- (3) 上下接头间隙应用厚薄适当、加工成楔形的钢板填实焊牢。
- (4) 焊接时先将四角点焊固定，然后对称施焊以减少变形。宜选用二氧化碳气体保护焊。如采用手工电弧焊，焊接层数不得小于两层，第一层宜采用细焊条打底，确保根部焊透。焊缝必须每层检查，不应有夹渣气孔等缺焊，焊缝要求连续饱满，焊缝厚度必须满足设计要求。
- (5) 焊接完毕后，焊缝应在自然条件下冷却5~8min后方可继续沉桩。

2. 机械接桩

- (1) 机械接桩接头强度不小于桩身强度的1.3倍。接桩时，上下节桩的中心偏差不大于5mm，节点弯曲矢高不大于桩长的1‰，且不大于15mm。

- (2) 拼接时，接头连接强度不应小于桩身强度，必须确保锤击回弹时无缝隙。
- (3) 机械连接可采用“上螺下顶”式、啮合式、插接式以及抱箍式等连接方式，接桩、卡扣的安装顺序应符合下列规定：
第一步: 检查桩两端制作的尺寸偏差及连接卡扣件，无受损后方可起吊施工。
第二步: 卸下上、下节桩两端的保护装置，清理接头残物。
第三步: 将插杆安装在上节桩的小螺帽上，在下节桩的大螺帽里安装弹簧、垫片及中间螺帽，用专用检测工具检测中间螺帽端面与插杆平台距桩端面深度，连接安装尺寸允许偏差及测点数量见表9。

连接安装尺寸允许偏差及测点数 表9

序号	项目	深度 (mm)	允许偏差 (mm)	测点数
1	连接大小螺帽距桩端面深度	3.0	±0.3	按连接大小螺帽个数
2	插杆平台桩端面深度	1.5	±0.5	按插杆个数
3	中间螺帽端面距桩端面深度	1.5	±0.5	按中间螺帽个数

第四步：调配专用密封材料。

第五步：在下节桩端面涂抹足够的专用密封材料，操作时间控制在5min以内，固化密封材料压缩强度达到80MPa以上，专用密封材料涂抹量见表10。

专用密封材料涂抹量 表10

边长B(mm)	300、350	400、450	500、550	600
涂抹量(g)	40	50	60	70

第六步：在专人指挥下，将插杆与中间套的轴线移到同一条直线上，缓缓插入，严禁碰撞。插接后，专用密封材料宜溢出接口，接口无缝隙。专用密封材料应在固化时间内使用完毕。

- (4) 拼接桩的尺寸允许偏差、检查工具和检查方法应符合相关规范的规定。
- (5) 连接时，必须准确对准4个以上孔方可插入，待确认上下节桩完全连接，专用密封材料固化后，且达到压缩强度要求后方可开始沉桩。
- (6) 拼接后的上节桩压入地下3m后方可拆卸起吊钢绳。
- (7) 抱压式桩机应正确安放定位器，依靠定位器将上下节桩对齐，抱压式桩机平台与方桩桩身不在90°时严禁进行沉桩。

3. 组合接桩

当采用机械接桩或焊接接桩不能满足设计要求时，宜采用组合接桩方式。

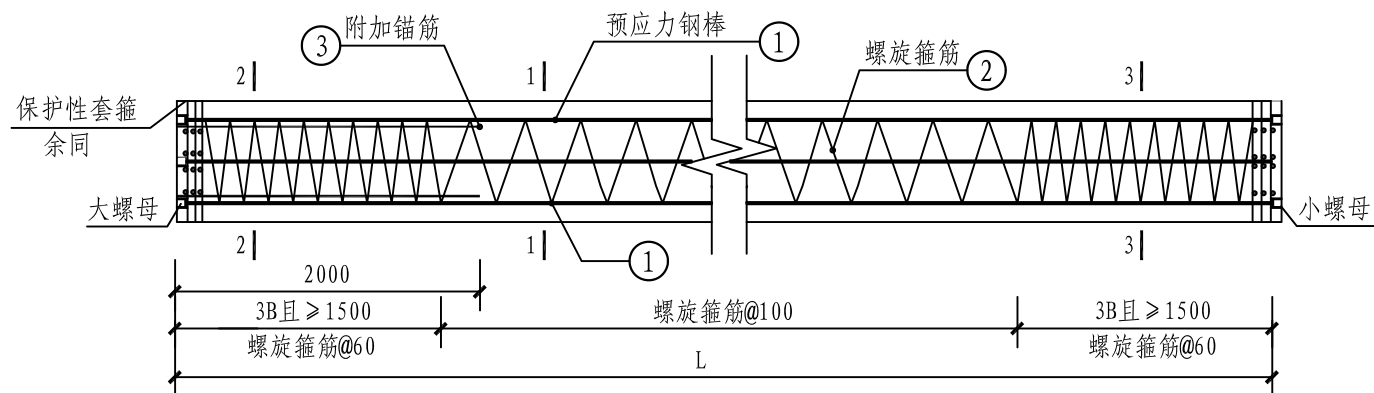
十三、截桩

1. 宜采用人工和截桩器相配合的方法截桩，先用截桩器把多余的桩身截去，用钢箍箍紧截口下部桩身，然后沿截口处仔细剔凿混凝土，钢筋可用气割法、机器切割法切断，严禁使用大锤敲击、强行扳拉等方法截桩。
2. 截桩过程中，应保护好主筋避免受损；截桩后，应调直主筋不得有弯折。

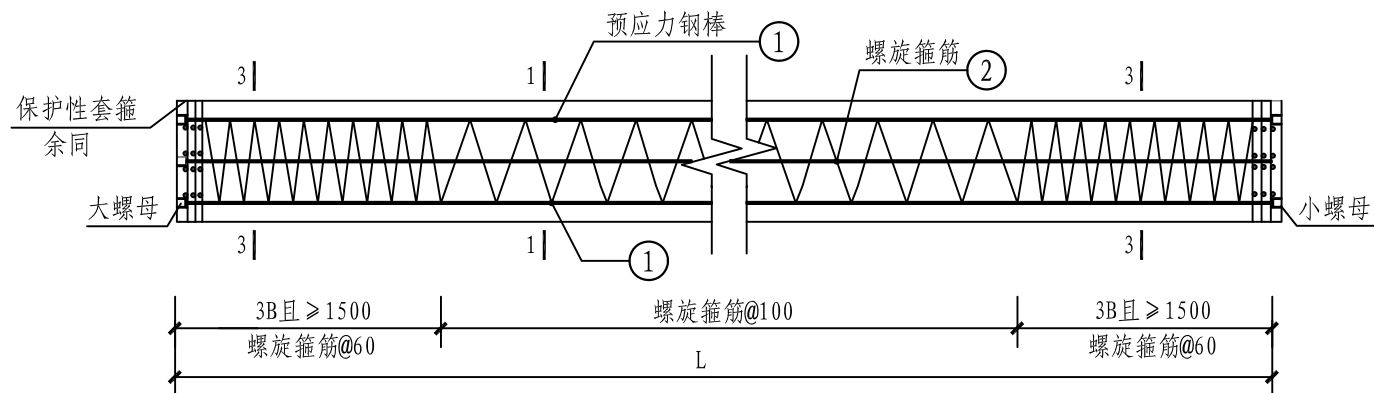
十四、其他

1. 本图集除注明外均以毫米（mm）为单位。
2. 本图集所依据的规范、标准有新版本时，应按有效版本对相关做法进行调整。
3. 本图集未尽事宜，应按国家和山东省现行相关规范、标准和有关技术法规文件执行。
4. 本图集仅供建设、设计、施工、监理、质检及相关管理部门使用。

工程名称	方桩模板
设计	张岩
校核	
设计	
制	



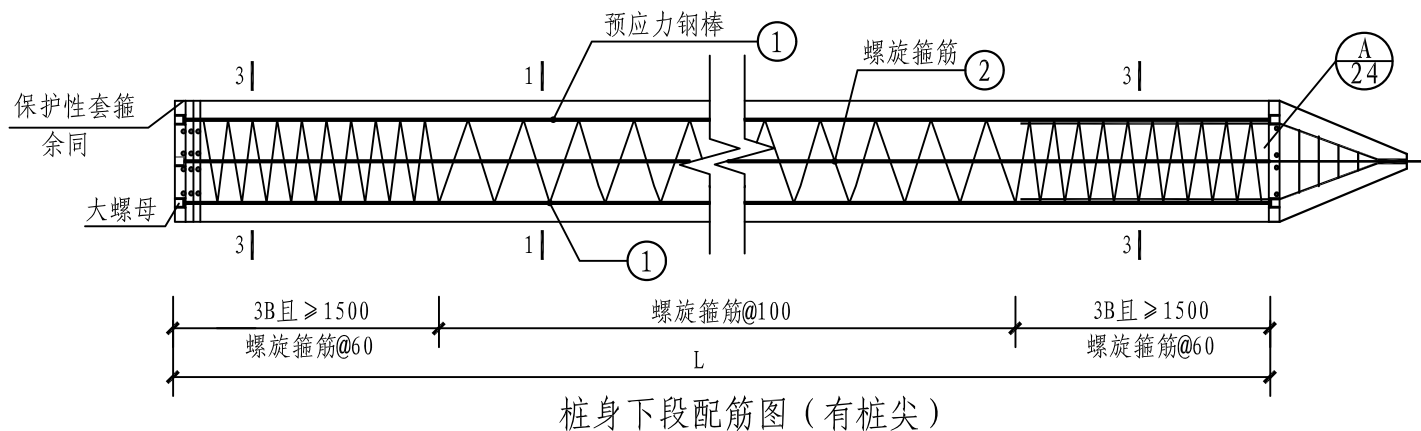
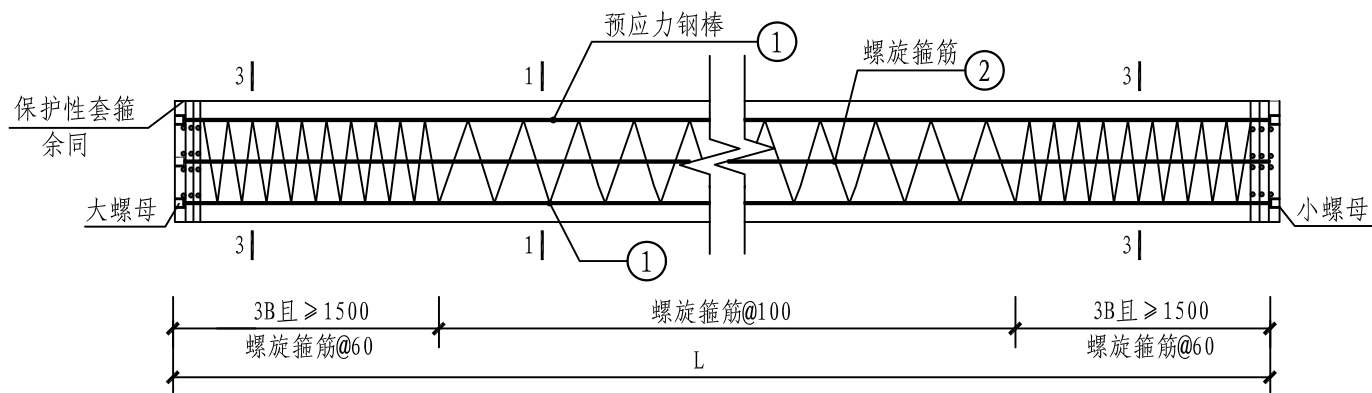
桩身上段配筋图



桩身中段配筋图

注：1. 1-1、3-3剖面图详见第16页，2-2剖面图详见第17页；
 2. ① ② ③号钢筋见第22、23页；
 3. 机械接桩桩头及网片详见第25页。

方桩模板配筋图(机械连接)	图集号	L19G402
	页 号	14

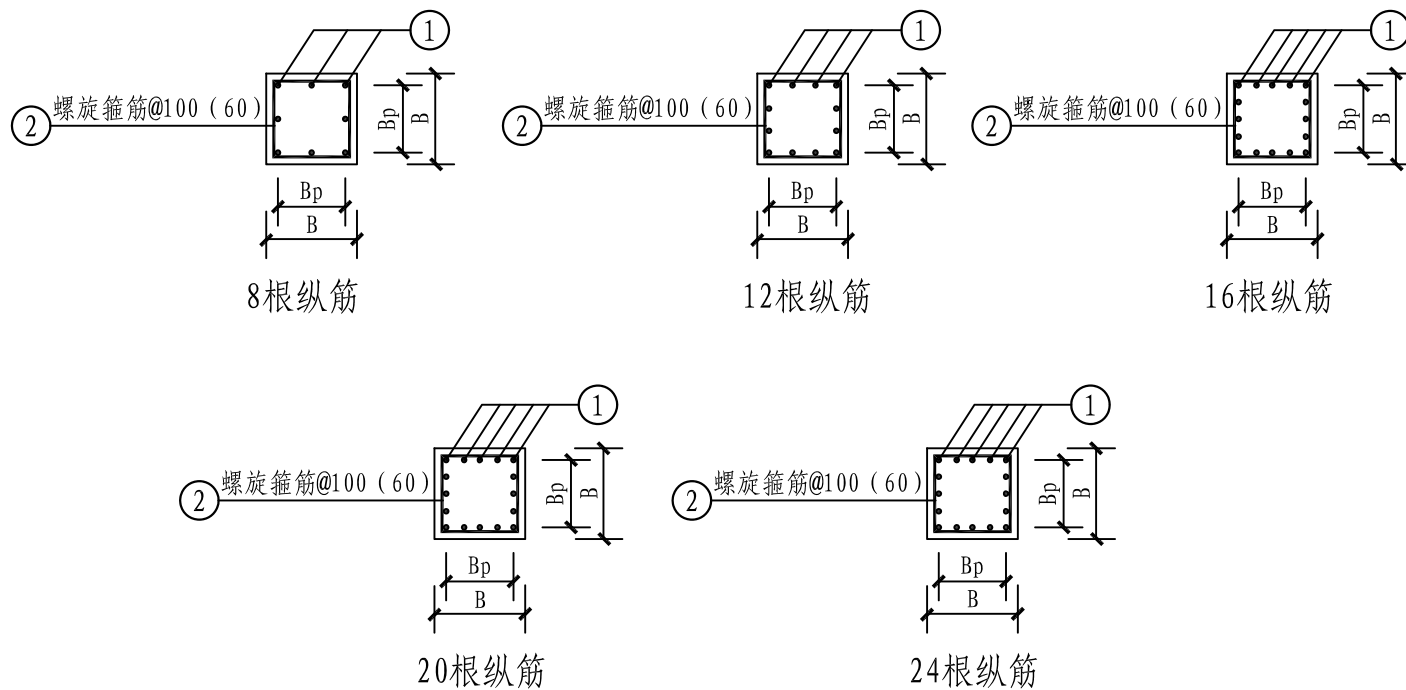


- 注: 1. 1-1、3-3剖面图详见第16页;
 2. ① ② ③ 号钢筋见第22、23页;
 3. 机械接桩头及网片详见第25页;
 4. 当需要采用有桩尖方桩时宜采用本图集混凝土锥形桩尖。

方桩模板配筋图(机械连接)

图集号	L19G402
页 号	15

校	核	计	图
	张明华	张明华	张明华



1-1 (3-3)

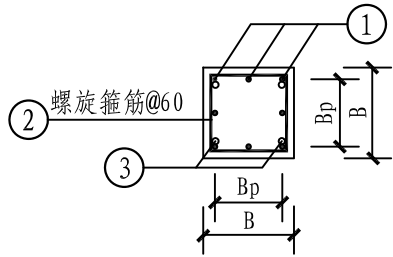
注: 1. ① ② ③ 钢筋详见第22、23页;

2. 图中 B_p 为预应力钢棒中心距。

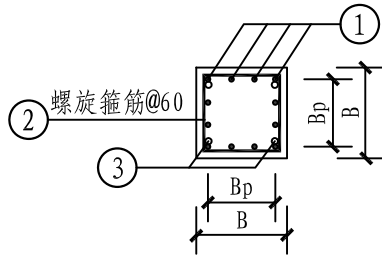
机械接桩结构配筋截面图

图集号	L19G402
页 号	16

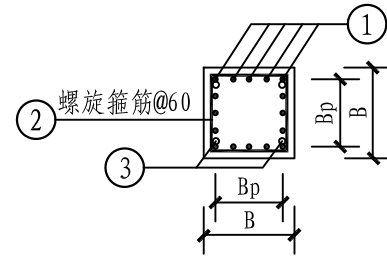
审核	设计	制图
张明	张明	张明



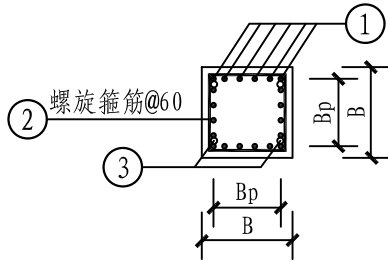
8根纵筋



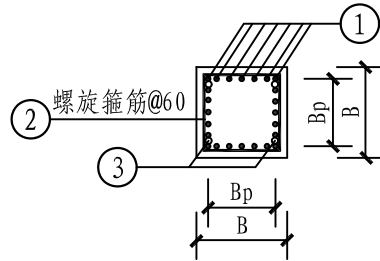
12根纵筋



16根纵筋



20根纵筋



24根纵筋

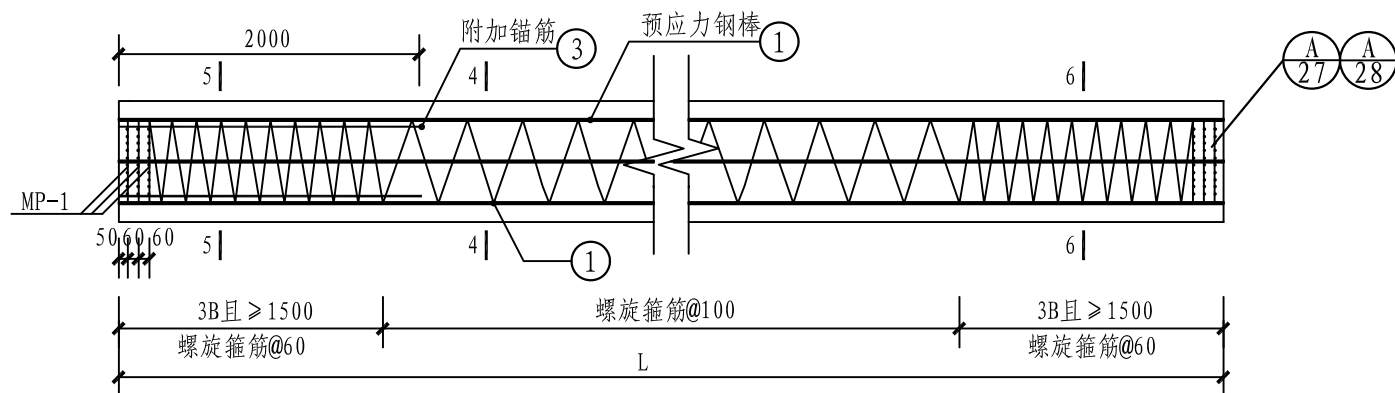
2-2

- 注: 1. ① ② ③ 钢筋详见第22、23页;
2. 图中 B_p 为预应力钢棒中心距。

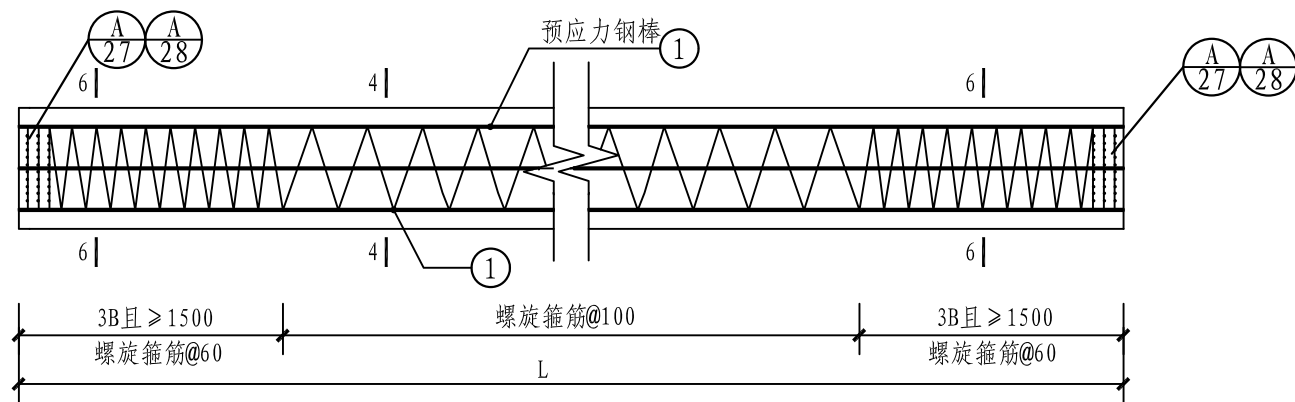
机械接桩结构配筋截面图

图集号	L19G402
页 号	17

校	核	张明华	
设	计	张明华	
制	图	张明华	



桩身上段配筋图



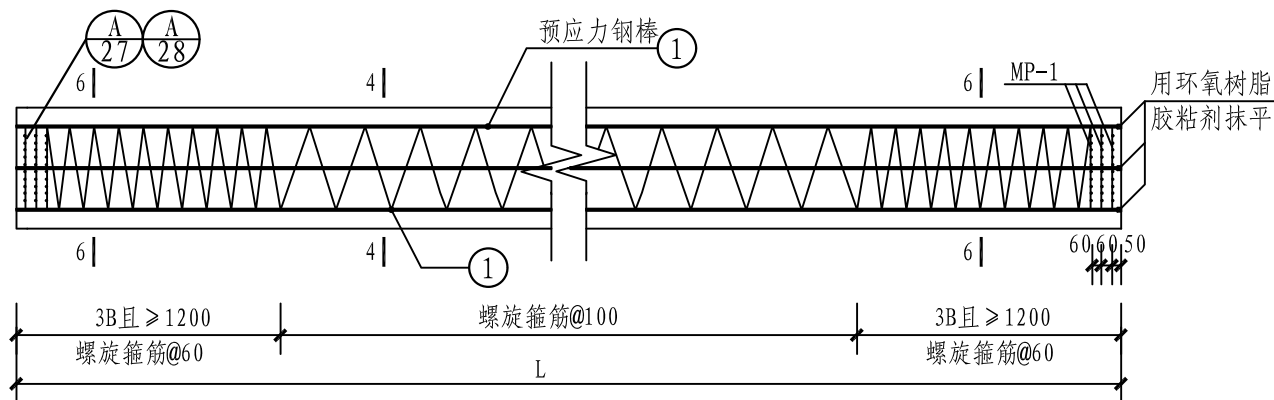
桩身中段配筋图

注: 1. 4-4、6-6剖面图详见第20页, 5-5剖面图详见第21页;

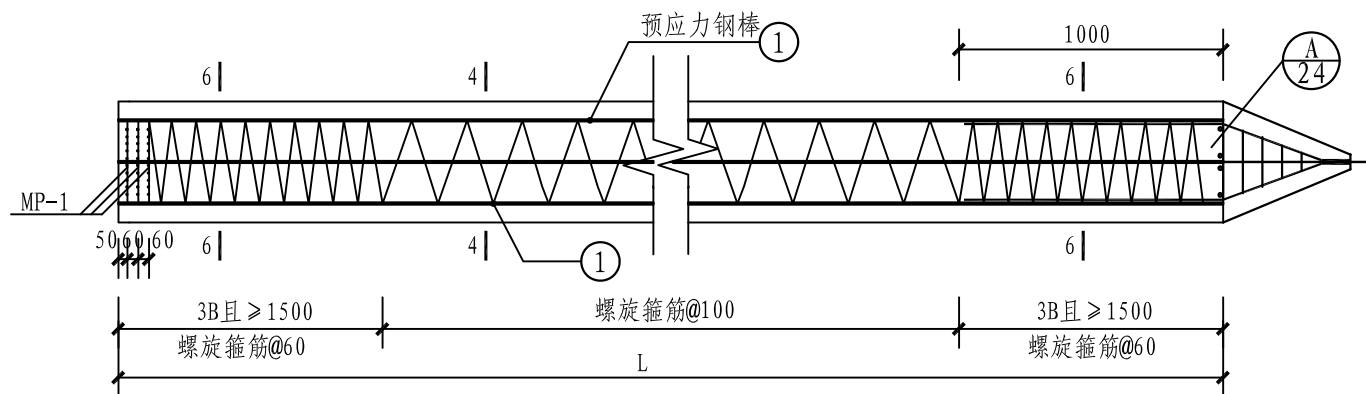
2. ① ② ③ 钢筋详见第22、23页。

3. MP-1 详见本图集第 32 页; 当采用端板焊接时, 可取消 MP-1 网片。

方桩模板配筋图(焊接连接)	图集号	L19G402
	页 号	18



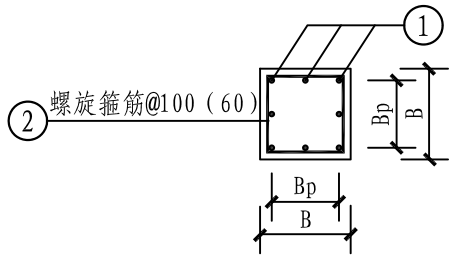
桩身下段配筋图（无桩尖）



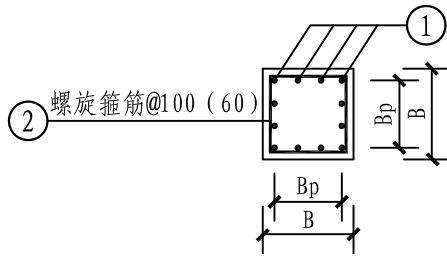
桩身下段配筋图 (有桩尖)

注: 1. 4-4、6-6剖面图详见第20页;
2. ① ② ③ 钢筋详见第22、23页;
3. MP-1详见第32页;当采用端板焊接时,可取消MP-1网片。
4. 当需要采用有桩尖方桩时宜采用本图集混凝土锥形桩尖。

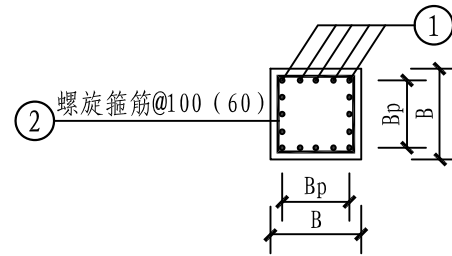
设计	审核	编制
张明	张明	张明
校	计	图
校	计	图



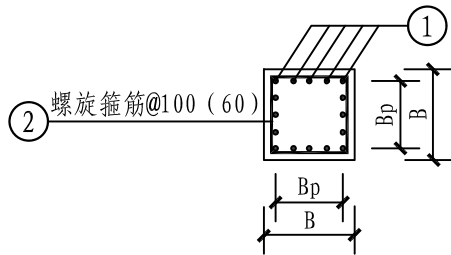
8根纵筋



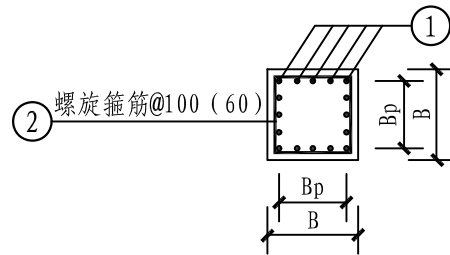
12根纵筋



16根纵筋



20根纵筋



24根纵筋

4-4 (6-6)

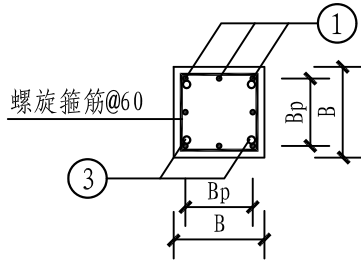
注: 1. ① ② ③ 钢筋详见第22、23页。

2. 图中Bp为预应力钢棒中心距。

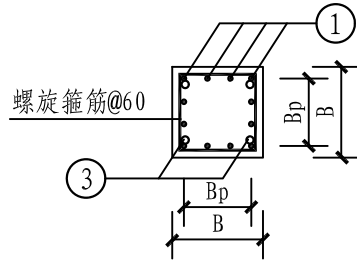
焊接接桩结构配筋截面图

图集号	L19G402
页 号	20

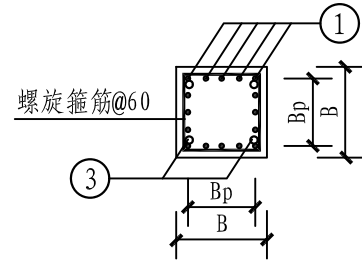
审核	设计	制图
张明	张明	张明



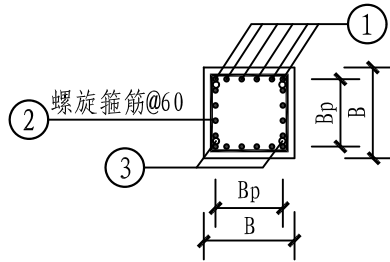
8根纵筋



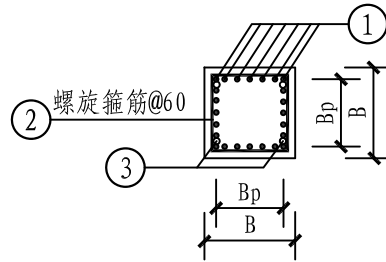
12根纵筋



16根纵筋



20根纵筋



24根纵筋

5-5

注：1. ① ② ③ 钢筋详见本图集第22、23页。

2. 图中Bp为预应力钢棒中心距。

焊接接桩结构配筋截面图

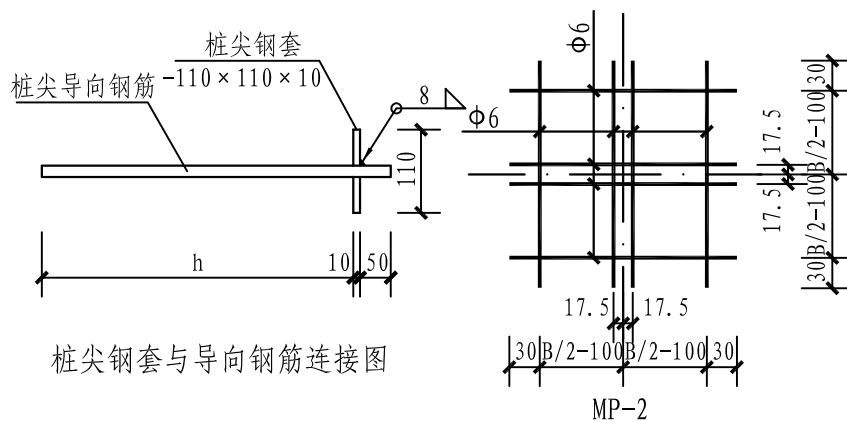
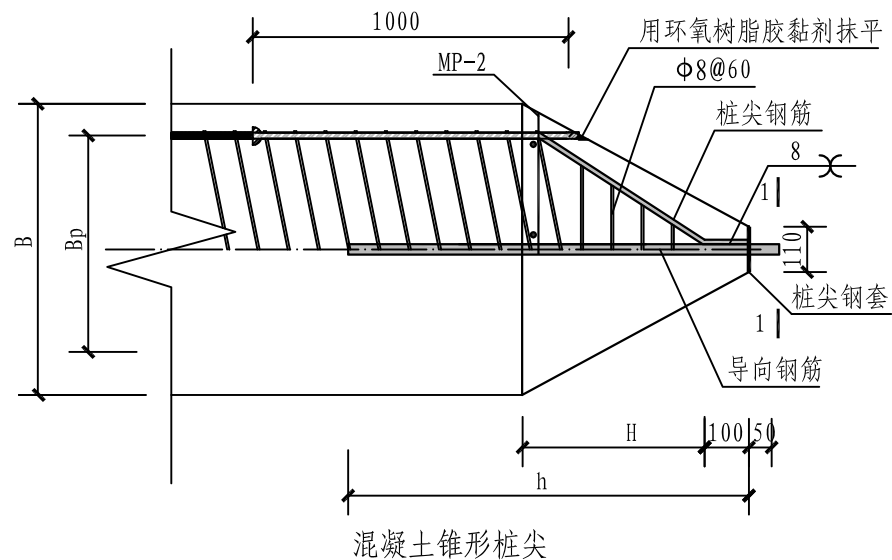
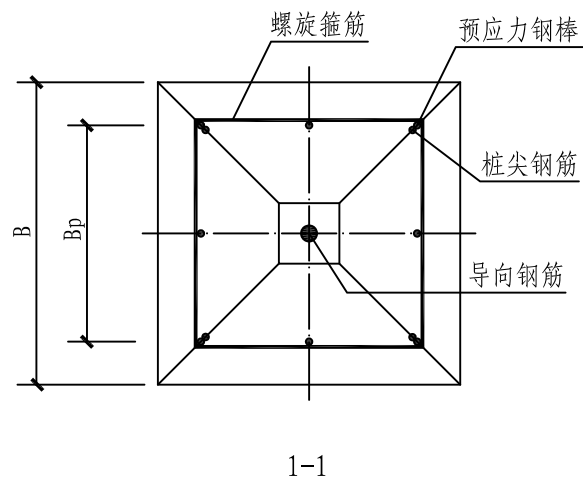
图集号	L19G402
页号	21

PS方桩选用表

边长 B (mm)	预应力 筋位置 B_p (mm)	单节桩 长度 L (m)	桩型	预应力 钢棒 ①	螺旋箍 筋规格 ②	附加 锚筋 ③	混凝土有 效预压应 力 σ_{pc} (MPa)	抗裂 弯矩 M_{cr} (kN·m)	抗弯承载 力设计值 M (kN·m)	抗压承载 力设计值 R_p (kN)	抗剪承载 力设计值 V (kN)	抗拉承载 力设计值 N (kN)	一级裂缝 控制抗裂 拉力标准 值 N_k (kN)	理论 重量 (kg/m)
300	201 (191)	≤ 12	A (AF)	8 Φ^D 9.0	Φ^b 4	4 Φ 18	4.96	42	51 (49)	1733	130 (128)	512	458	225
	199 (189)	≤ 13	B (BF)	8 Φ^D 10.7	Φ^b 4	4 Φ 18	6.90	51	67 (66)	1733	141 (137)	720	644	225
350	249 (239)	≤ 12	A (AF)	8 Φ^D 10.7	Φ^b 4	4 Φ 18	5.12	68	78 (75)	2358	176 (162)	720	644	306
	247 (237)	≤ 13	B (BF)	8 Φ^D 12.6	Φ^b 4	4 Φ 18	7.04	82	97 (89)	2358	182 (179)	977	894	306
400	297 (287)	≤ 15	A (AF)	8 Φ^D 12.6	Φ^b 4	4 Φ 20	5.43	105	116 (105)	3080	231 (222)	977	894	400
	297 (287)	≤ 15	B (BF)	12 Φ^D 12.6	Φ^b 4	4 Φ 20	8.04	133	201 (197)	3080	250 (245)	1496	1341	400
450	339 (335)	≤ 15	A (AF)	12 Φ^D 10.7	Φ^b 4	4 Φ 20	4.65	135	183 (178)	3898	293 (275)	1080	966	506
	337 (333)	≤ 15	B (BF)	12 Φ^D 12.6	Φ^b 4	4 Φ 20	6.41	162	233 (216)	3898	324 (316)	1496	1341	506
500	387 (383)	≤ 15	A (AF)	12 Φ^D 12.6	Φ^b 5	4 Φ 22	5.22	195	271 (263)	4813	382 (369)	1496	1341	625
	387 (383)	≤ 15	B (BF)	16 Φ^D 12.6	Φ^b 5	4 Φ 22	6.90	195	315 (310)	4813	429 (415)	2000	1788	625
550	437 (433)	≤ 15	A (AF)	12 Φ^D 12.6	Φ^b 5	4 Φ 22	4.34	233	325 (316)	5823	460 (437)	1496	1341	756
	437 (433)	≤ 15	B (BF)	16 Φ^D 12.6	Φ^b 5	4 Φ 22	5.74	272	355 (350)	5823	480 (475)	2000	1788	756
600	489 (479)	≤ 15	A (AF)	20 Φ^D 10.7	Φ^b 5	4 Φ 25	4.37	300	435 (430)	6930	545 (528)	1848	1609	900
	487 (477)	≤ 15	B (BF)	24 Φ^D 12.6	Φ^b 5	4 Φ 25	7.18	401	622 (615)	6930	552 (548)	2464	2682	900

注：1. 钢筋用量不含桩尖用量；
2. 抗拔桩时应单独设计。

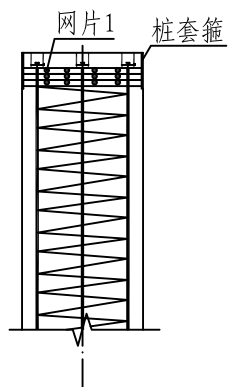
PS方桩选用表



桩尖参数表

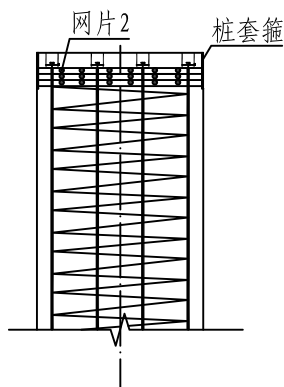
桩边长B (mm)	300	350	400	450	500	550	600
H (mm)	300	300	400	400	500	500	600
h (mm)	440	440	540	540	640	640	740
桩尖导向钢筋	Φ25	Φ25	Φ25	Φ25	Φ28	Φ28	Φ28
桩尖钢筋	4Φ14	4Φ14	4Φ16	4Φ16	4Φ20	4Φ20	4Φ22
桩尖钢套厚度 (mm)	10						

注: 1. 除特殊注明外, 焊缝厚度均为8mm;
2. 本页图以8根主筋为例说明, 其他情况参考本页图。



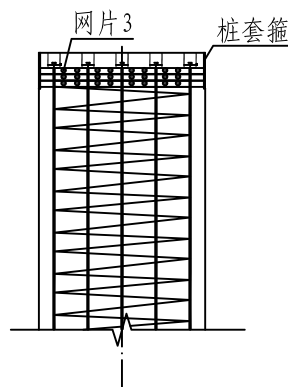
①

桩头配筋类型一
注：用于纵筋根数
为8的桩型



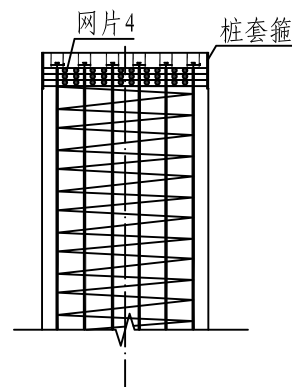
②

桩头配筋类型二
注：用于纵筋根数
为12的桩型



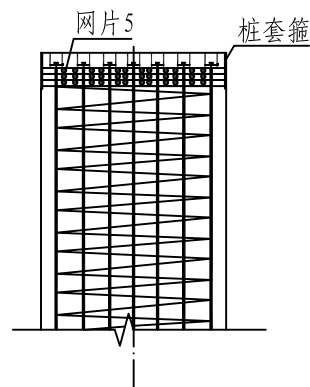
③

桩头配筋类型三
注：用于纵筋根数
为16的桩型



④

桩头配筋类型四
注：用于纵筋根数
为20的桩型

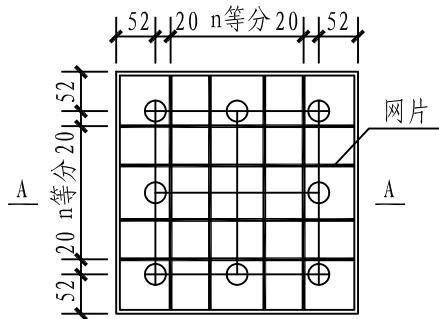


⑤

桩头配筋类型五
注：用于纵筋根数
为24的桩型

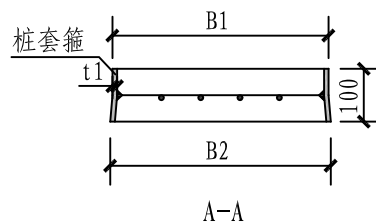
桩套箍参数表

桩边长B (mm)	边长B ₁ (mm)	边长B ₂ (mm)	厚度t ₁ (mm)
300	298	304	1.1
350	348	354	1.1
400	398	404	1.1
450	448	454	1.1
500	498	504	1.1
550	548	554	1.1
600	598	604	1.1



桩头平面示意图

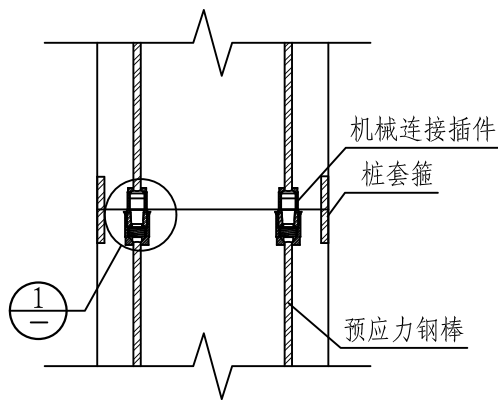
注：网片与桩套箍焊接连接。



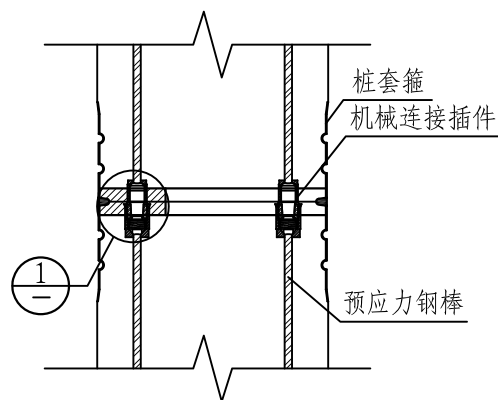
桩端网片参数表

网片	n	钢筋
网片1	3	8 Φ^b 6
网片2	5	12 Φ^b 6
网片3	7	16 Φ^b 6
网片4	9	20 Φ^b 6
网片5	11	24 Φ^b 6

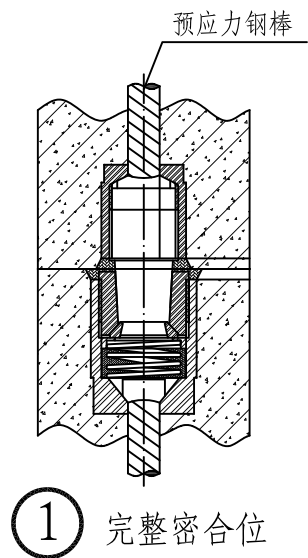
机械接桩桩头及网片详图



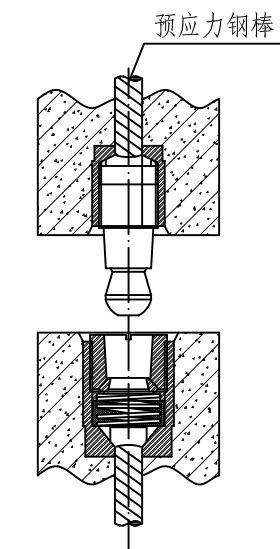
机械接桩示意图



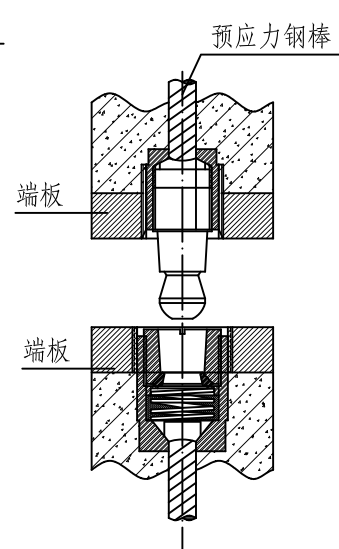
组合接桩示意图



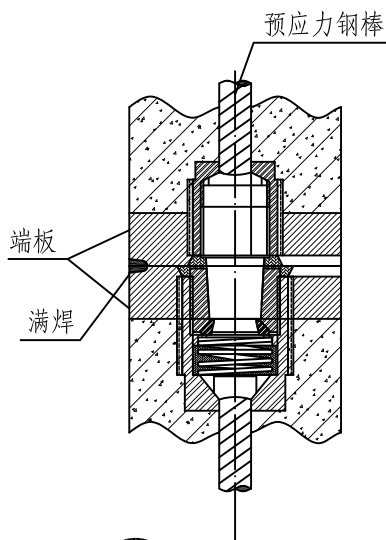
① 完整密合位



机械接桩对孔位

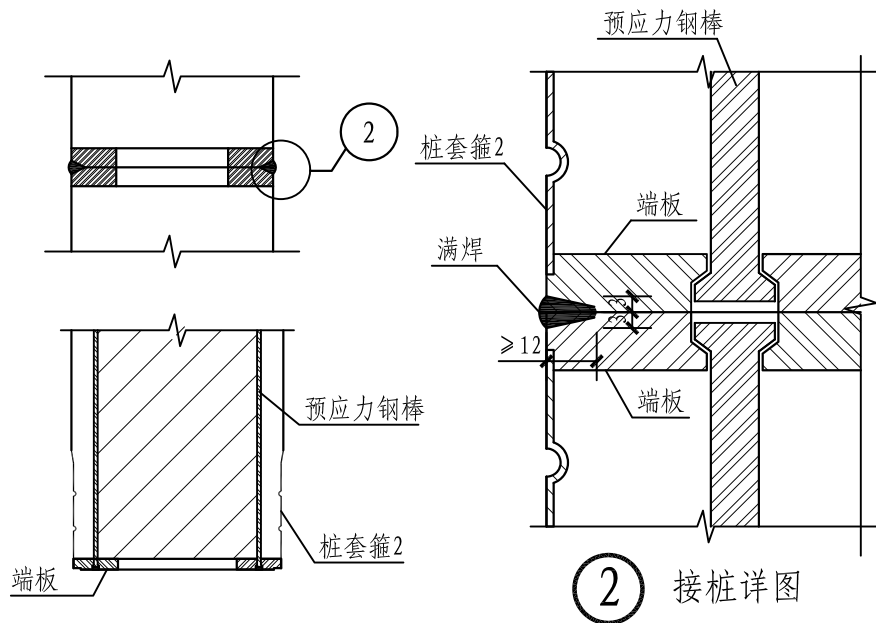


组合接桩对孔位



② 完整密合位

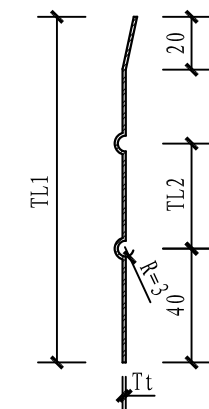
- 注：1. 连接件各部件的强度应大于相配套钢棒设计强度的1.3倍；
2. 机械连接方式有“上螺下顶”式、啮合式、插接式以及抱箍式等，本图以“上螺下顶”式示意说明。



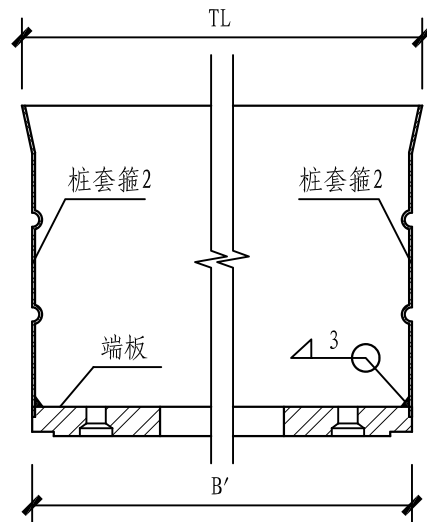
焊接接桩方式2示意图

桩套箍2参数表

桩边长B (mm)		300	350	400	450	500	550	600
桩套箍2	B'	297	347	397	447	497	547	597
	TL	303	353	403	453	503	553	603
	Tt	1.2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.6	1.6
	TL1	120	120	150	150	150	150	150
	TL2	40	40	50	50	50	50	50



桩套箍2剖面详图



桩套箍2与端板连接详图

注:

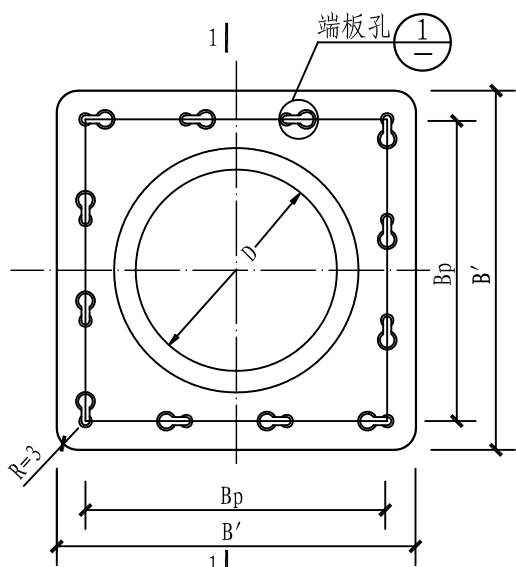
1. 在三a、三b环境类别或中腐蚀等级的地质条件下, 宜增加端板和桩套箍2的厚度。
2. 当作为抗拔桩时, 宜优先采用单节桩。如接桩时, 宜采用以下措施:

- (1) 焊接质量等级为二级;
- (2) 接桩宜采用“上长下短”, 即上节桩优先采用较长的桩节。

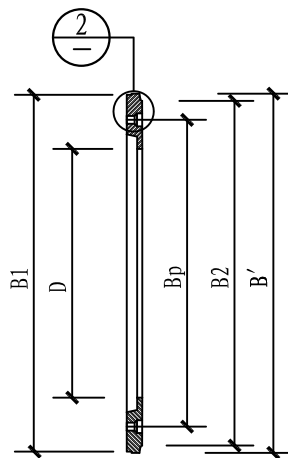
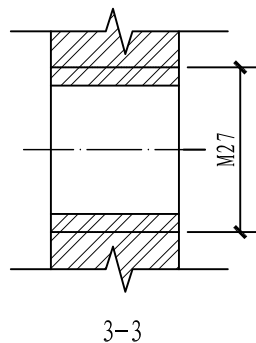
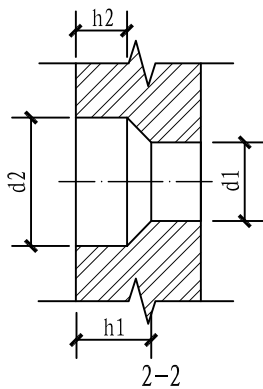
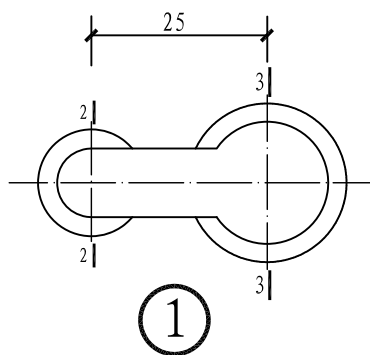
同时可采用下列方法对接桩部位进行加强, 并根据具体工程实际需要设计:

- (1) 在桩头增设附加锚筋;
- (2) 端板加厚2mm。

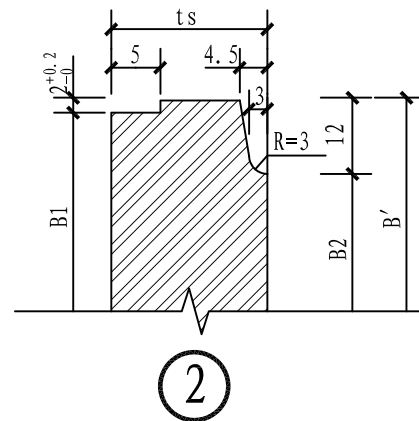
焊接接桩方式2及桩套箍2详图



端板



1-1

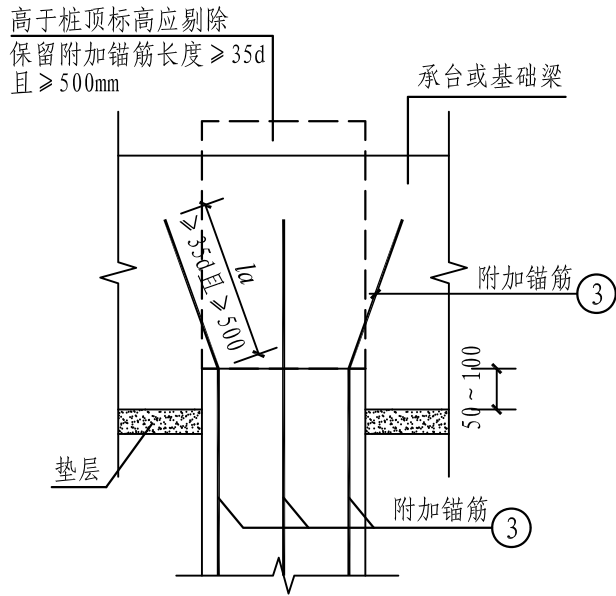


端板参数表

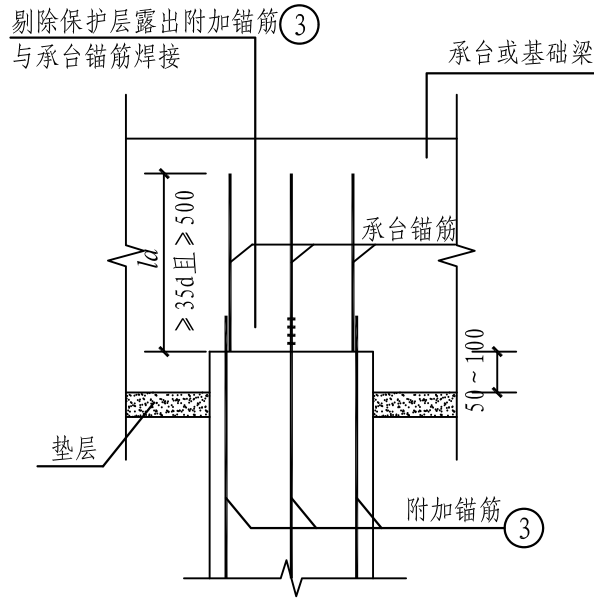
桩边长B (mm)	桩型	B'	D	B1	B2	d1	d2	h1	h2	ts
300	A	297	150	292.5	268.5	10	18	8.0	5.0	18
	B					12	20	9.5	6.5	20
350	A	347	170	342.5	318.5	12	20	9.5	6.5	20
	B					14	22	11.0	8.0	22
400	A	397	200	392.5	368.5	14	22	11.0	8.0	22
	B					14	22	11.0	8.0	22
450	A	447	220	442.5	418.5	12	20	9.5	6.5	20
	B					14	22	11.0	8.0	22
500	A	497	250	492.5	468.5	14	22	11.0	8.0	22
	B					14	22	11.0	8.0	22
550	A	547	280	542.5	518.5	12	20	9.5	6.5	22
	B					14	22	11.0	8.0	22
600	A	597	350	592.5	568.5	12	20	9.5	6.5	22
	B					14	22	11.0	8.0	22

- 注：1. 两端板之间任意两相邻孔之间距离偏差不应大于0.5mm；
 2. 图中Bp值详见第22、23页；
 3. 端板孔位置根据预应力钢棒位置定位；
 4. 本页图以12根钢棒桩为例。

焊接接桩端板详图

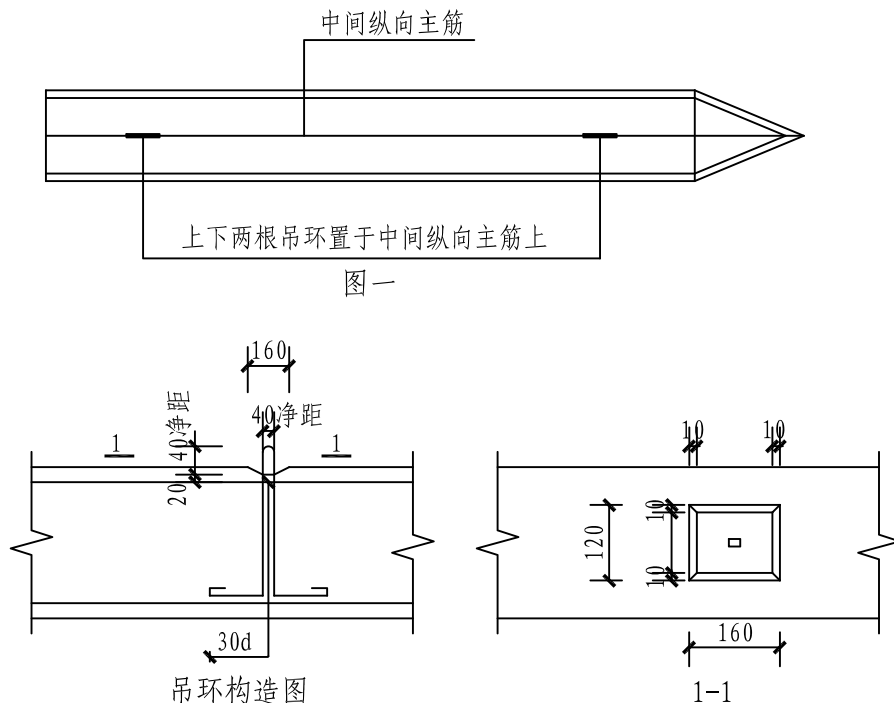


桩顶与承台连接详图一



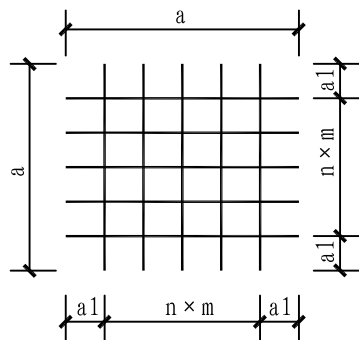
桩顶与承台连接详图二

- 注：1. 当桩顶标高高于设计标高时，剔除后保留附加锚筋长度不小于锚固长度时，桩顶与承台连接选用详图一。
剔除后保留主筋长度小于锚固长度时，桩顶与承台连接选用详图二；
2. 钢筋与钢筋的焊接长度单面焊时不小于 $10d$ ，双面焊时不小于 $5d$ ， d 为附加锚筋直径；
3. 截桩后加密区箍筋不满足要求时，由设计者另行处理；
4. 用作抗拔桩时，附加锚筋的直径及数量由设计人员根据工程实际情况确定；
5. 腐蚀性地质条件下桩与承台连接应满足《工业建筑防腐蚀设计规范》GB 50046的要求。



钢筋网片MP-1尺寸表 (mm)

桩边长B	a	a ₁	n	m
300	240	40	3	53
350	290	40	4	52
400	340	40	5	52
450	390	40	5	62
500	440	40	5	72
550	490	40	7	58
600	540	40	7	68



- 注：1. 起吊、吊立应根据施工经验，按安全、可靠原则在吊点位置采用吊环、预留孔及绑扎等方式或几种方式并用等。
2. 吊环的位置应埋设在中间主筋的两侧（见图一），使桩在起吊时不发生侧向倾斜。吊环锚脚埋入混凝土内不得小于30倍吊环钢筋直径，并与桩的主筋绑扎牢固或采取其它措施保证可靠连接（见吊环构造图）；
3. 每个吊环按2个截面计算的吊环拉应力不应大于 65N/mm^2 。

吊环选用表 (mm)

桩边长B	钢筋
300	$\phi 16$
350	$\phi 18$
400	$\phi 20$
450	$\phi 22$
500	$\phi 25$
550	$\phi 28$
600	$\phi 32$

5. 单桩水平承载力验算

单桩水平承载力特征值按《建筑桩基技术规范》

JGJ94-2008式5.7.2-2计算:

$$R_{ha}=0.75(\alpha^3EI/v_{\chi})\chi_{oa}$$

桩侧水平抗力系数的比例系数按《建筑桩基技术规范》

JGJ94附录C公式C0.2-1计算:

其中 $h_m=2(d+1)=2.8m$, $h_1=1.2m$, $h_2=1.8m$,

$$m_1=4.5MN/m^4, m_2=6MN/m^4$$

$$m=\frac{m_1h_1^2+m_2(2h_1+h_2)h_2}{h_m^2}=5.72MN/m^4$$

计算宽度: $b_0=1.5b+0.5=1.1m$

桩身抗弯刚度: $EI=0.85E_cI_0=54.9N/mm^2$

$$I_0=\frac{b}{6}[b^2+2(\alpha_E-1)\rho_g b_0^2](b_0/2)=5.72m^4$$

水平变形系数:

$$\alpha=\sqrt[5]{(mb_0/EI)}=0.65(1/m)$$

桩顶允许水平位移: $\chi_{oa}=10mm$

查《建筑桩基技术规范》JGJ94-2008,表 5.7.2得:

$$v_{\chi}=0.94$$

$$R_{ha}=0.75(\alpha^3EI/v_{\chi})\chi_{oa}=120kN$$

单桩桩顶水平力标准值:

$$H_k=40kN < R_{ha}=120kN, \text{满足要求。}$$

桩身受剪承载力设计值,查本图集第23页, $[V]=249kN$ 。

单桩桩顶水平力设计值:

$$H=53kN < [V], \text{满足要求。}$$

二、抗拔预应力混凝土方桩设计选用示例

1. 荷载效应组合

单桩竖向拔力标准值: $N_k=320kN$

单桩竖向拔力设计值: $N=415kN$

2. 单桩抗拔承载力验算

单桩抗拔极限承载力标准值: $T_{uk}=\sum \lambda_{ik}q_{sik}u_{li}=1375.8kN$

单桩自重: $G_p=60kN$

单桩竖向拔力标准值:

$$N_k=320kN < T_{uk}/2+G_p=748kN, \text{满足。}$$

3. 方桩桩身轴心受拉承载力计算中,查本图集第23页表,

$$[N]=977kN$$

单桩竖向拔力设计值:

$$N=415kN < [N], \text{满足要求。}$$

4. 方桩桩身抗裂验算

$$A_0=A_n+[(E_s/E_c)-1]A_p=128918.77mm^2$$

$$\sigma_{ck}=\frac{N_k}{A_0}=2.48MPa \leq \sigma_{pc}=5.44MPa, \text{满足要求。}$$

桩锤选择参考表

注: 1. 本表仅供选锤参考, 不能作为设计确定贯入度和承载力的依据;
2. 桩锤应根据工程地质情况综合考虑, 选用时应遵循重锤低击的原则;
3. 当岩层为变质片麻花岗岩或类似性质的持力层时, 桩尖进入强风化岩深度不宜小于0.5m;
4. 标准贯入击数N值为未修正的数值, 并采用自动脱钩方式而得到的。

静压桩机选择参考表

压桩机型号 项 目	YZY120	YZY160 ~ 180	YZY240 ~ 280	YZY300 ~ 360	YZY400 ~ 460	YZY500 ~ 600
最大压桩力 (kN)	1200	1600 ~ 1800	2400 ~ 2800	3000 ~ 3600	4000 ~ 4600	5000 ~ 6000
适用的桩规格 (mm)	300	300 ~ 400	300 ~ 500	400 ~ 500	400 ~ 500	500 ~ 600
单桩抗压承载力设计值 (kN)	600 ~ 1000	1000 ~ 2000	1700 ~ 3000	2100 ~ 3800	2800 ~ 4600	3500 ~ 5500
桩端持力层	中密 ~ 密实砂硬塑的粘土层	中密 ~ 密实砂层、硬塑 ~ 坚硬粘土层、残积土层	密实砂层、坚硬粘土层全风化岩层	密实砂层、坚硬粘土层全风化岩层	密实砂层、坚硬粘土层、全风化岩层、强风化岩层	密实砂层、坚硬粘土层、全风化岩层、强风化岩层
桩端持力层标贯值 (N)	15 ~ 20	20 ~ 25	20 ~ 35	30 ~ 40	30 ~ 50	30 ~ 55
穿透中密、密实砂层厚度 (m)	< 1	≈ 2	2 ~ 3	3 ~ 4	5 ~ 6	5 ~ 8

注：本表仅供参考，不能作为设计确定贯入度的依据。

图 集 编 审 名 单

主 编 单 位:	山东建科建筑设计有限责任公司	联系方式: 0531-85595331
参 编 单 位:	山东省建筑科学研究院有限公司	滨州广厦基础工程有限责任公司
	滨州广轩建筑材料有限公司	聊城市建审建设工程施工图审查中心
	淄博市鲁中勘察设计审查咨询中心	山东民艺建筑设计有限公司
	菏泽市建筑工程施工图审查中心	滨州建筑设计院有限责任公司
	山东华科规划建筑设计有限公司	
协 编 单 位:	青岛昊河水泥制品有限责任公司	江苏天海建材有限公司
	汤始建华建材(山东)有限公司	山东君宏基础工程有限公司
	滨州恒正基础工程有限公司	山东新纪元地基处理有限责任公司
	山东聊建第四建设有限公司	
主要编制人员:	宋义仲 尹子和 郑爱萍 程海涛 王永花 杨 震 周冰然 汝华伟	
参与编制人员:	储亚慧 赵 文 李红玉 郭 鲁 孙 兵 杨春松 李秀兰 谢瑞祥	
	梁万波 赵传平 王传波 吴建群 翁广龙 尚 健 刘 明 闫会良	
	孟 涛	
主要审查人员:	蒋世林 周广泉 李当生 钟 杰 傅正茂 吴本国 谢如奎	

山东省建筑标准服务中心电话: 0531-87080782 87080703

查阅图集相关信息请登录省住建厅网站 <http://www.sdjs.gov.cn>