

使用该产品前，我们建议您仔细地阅读该产品的硬件手册！

更小、更强、更稳定、更可靠、更……

M2NanoDRV

主板硬件手册

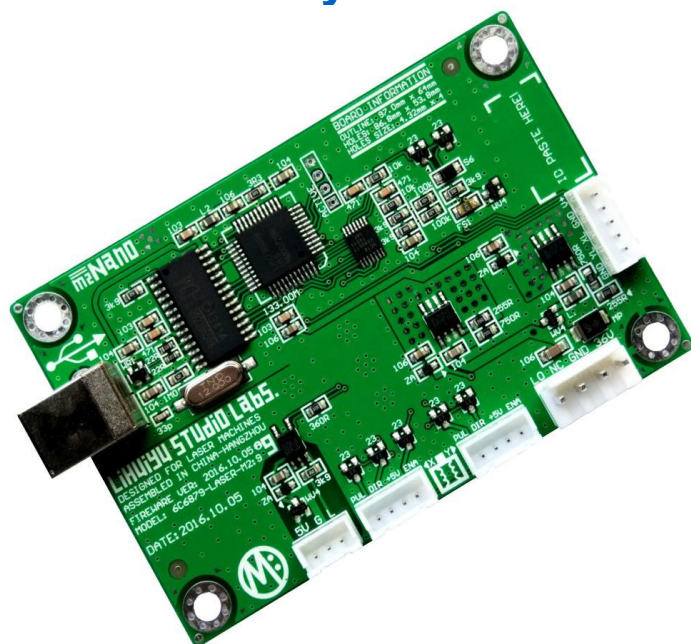
★
李辉宇
★

Lihuiyu Studio Labs.

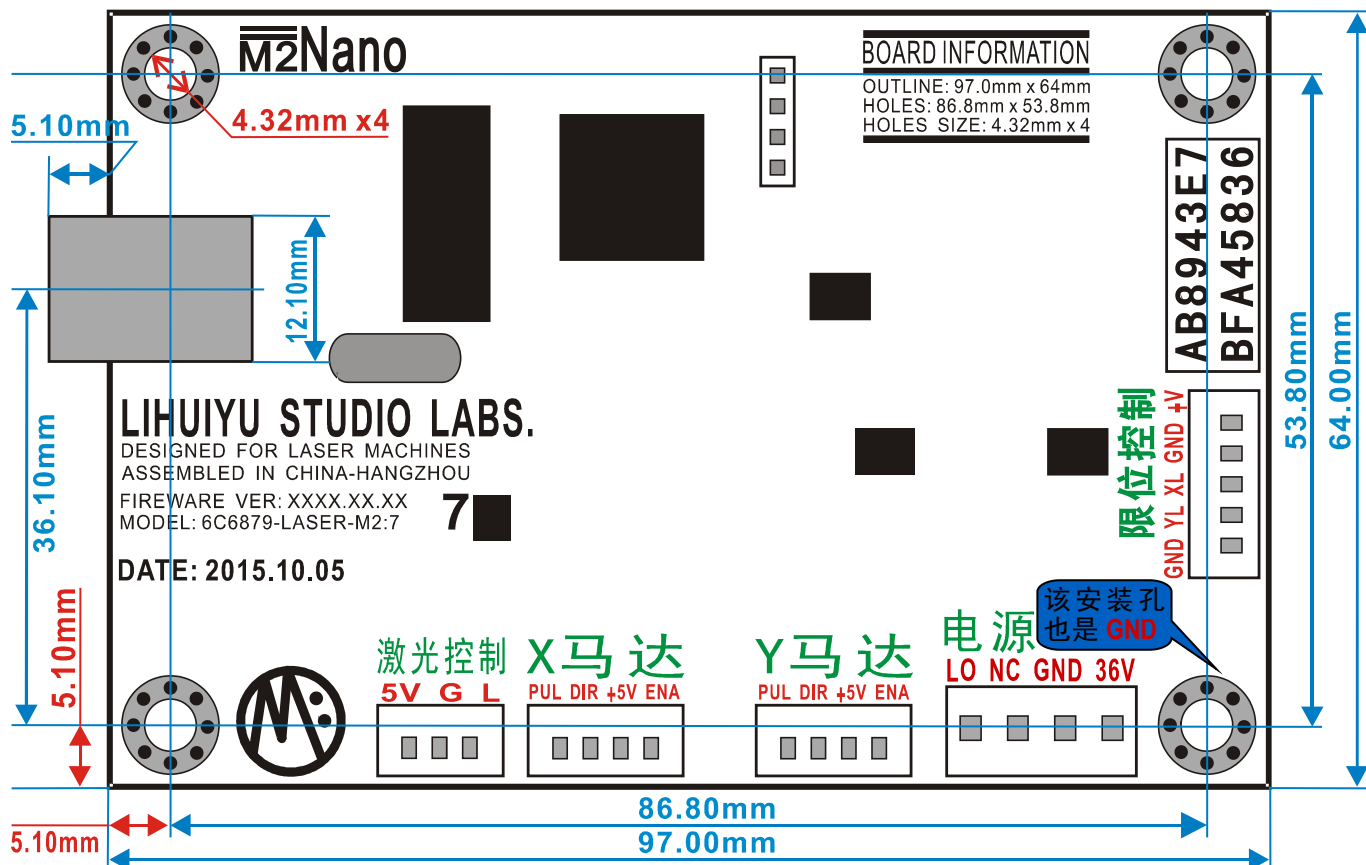
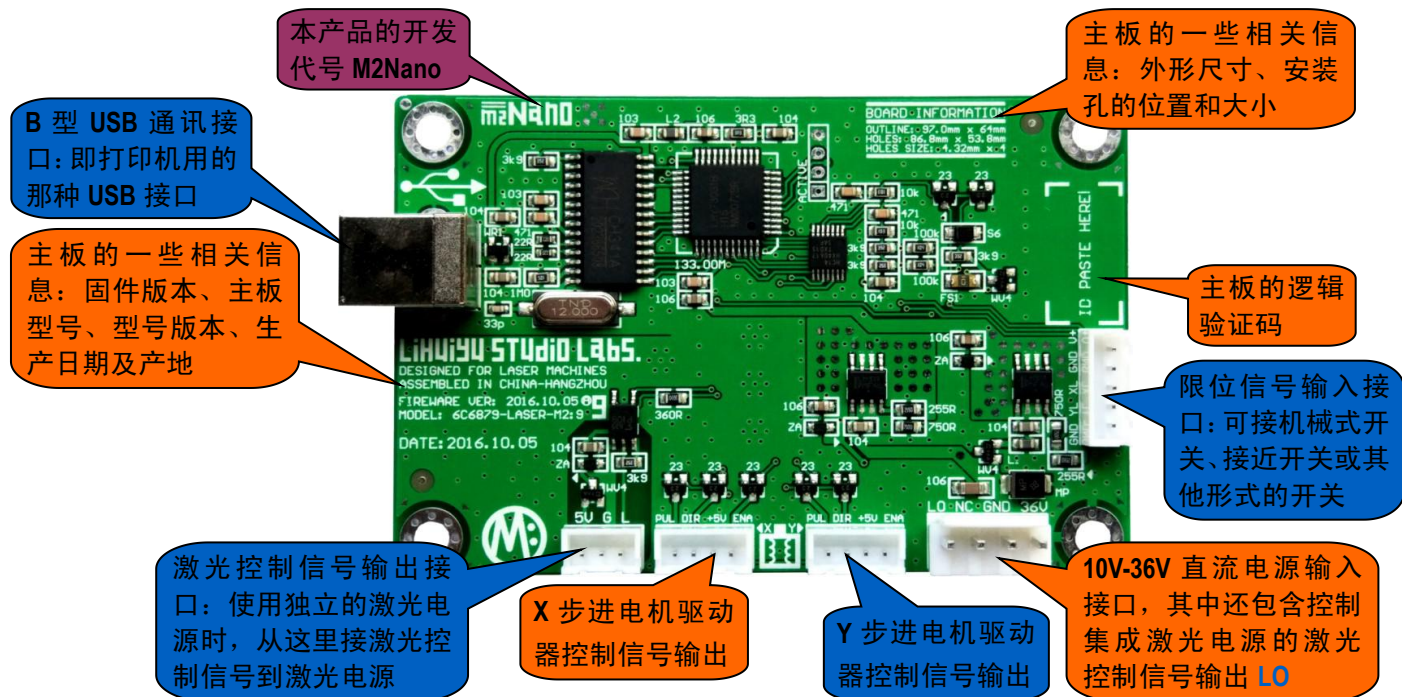
M2NanoDRV 是一个可以外接步进电机驱动器的控制板。**M2Nano** 主板集成了小电流的 X 轴、Y 轴步进电机驱动，所能提供的驱动力矩有限，因此，不能带动比较沉重的绘图仪。为此，我们设计了一款基于 **M2Nano** 内核的 **M2NanoDRV** 控制板，可以外接步进电机驱动器，从而可依据绘图仪所需要的力矩的大小，选配合适的驱动器。

注：M2NanoDRV 选配合适的驱动器，可以驱动 42 步进电机、57 步进电机等等！

2016 年 11 月 17 日
编写者：李辉宇



第一章：M2NanoDRV 主板概论



接线

■ 电源: LO NC GND 36V

36V: 表示最大电源电压不可超过 36V, 并非一定要使用 36V 电源, 建议 10V-36V; 务请注意: 电源电压超过 36V 将导致 M2NanoDRV 控制板损坏!

GND: 电源地;

NC: 未使用, 也就是不用接线的;

LO: 激光控制信号输出, 低电平开激光, 高电平关激光;

M2NanoDRV 与集成激光电源的连接线制作如下图示:



注: 若是使用独立激光电源, 那么只需接上两根电源线 36V(10V-36V)、GND 即可, NC、LO 均不用接线。

■ X 马达、Y 马达: PUL DIR +5V ENA

PUL: 步进脉冲输出;

DIR: 方向信号输出;

+5V: 5V 电源输出(最大输出 0.05A = 50mA);

ENA: 脱机控制信号(脱机, 即步进电机处于自由态);

(1)、M2NanoDRV 与单端控制信号的步进电机驱动器的接线方法:

PUL: 接驱动器的 PUL;

DIR: 接驱动器的 DIR;

+5V: 接驱动器的 VCC 或 OPTO(比如雷赛驱动器);

ENA: 接驱动器的 ENA。

(2)、M2NanoDRV 与差分控制信号的步进电机驱动器的接线方法:

PUL: 接驱动器的 PUL -;

DIR: 接驱动器的 DIR -;

+5V: 接驱动器的 PUL +、DIR +、ENA +;

ENA: 接驱动器的 ENA -。

■ 激光控制: 5V G L

若使用集成的激光电源, 那么该插座不用接线, 若使用独立的激光电源, 那么按照以下方案接线:

5V: 接独立激光电源的 5V;

G: 接独立激光电源的 G;

L: 接独立激光电源的 L(或 TL)

■ 限位开关: GND YL XL GND V+

GND: 信号地;

YL: Y 轴限位信号输入;

XL: X 轴限位信号输入;

GND: 信号地;

V+: 电源(当使用电子限位时, 需用到电源)

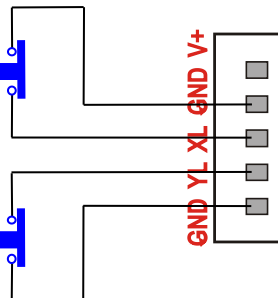
说明: V+即控制板输入的电源, 也即电源插座(LO NC

GND 36V)的 36V 插针输入的电压。

(1)、机械式开关作为限位开关的接线方法:

X 轴限位开关: 使用常闭触点: 碰撞到才断开

Y 轴限位开关: 使用常闭触点: 碰撞到才断开



机械式限位开关的优点是接线简单, 且不易受到来自电气方面的损坏。但建议使用优质的限位开关, 因为劣质的限位开关, 不但寿命有限, 而且触点抖动大可能导致定位精度不够理想。

(2)、接近开关作为限位开关的接线方法:

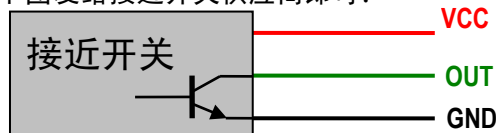
接近开关是一种非接触型传感器, 它以接近、远离某种特定的材质(比如金属)来确定其输出状态。如何选择—个合适的接近开关作为限位开关呢?

A、接近开关的工作电压要与 M2NanoDRV 的电源电压匹配。比如 M2NanoDRV 的电源为 36V, 那么就要选用可在 36V 工作的接近开关;

B、接近开关的检测距离。接近开关的检测距离不宜过大, 一般建议选用检测距离为 5mm - 8mm 的接近开关;

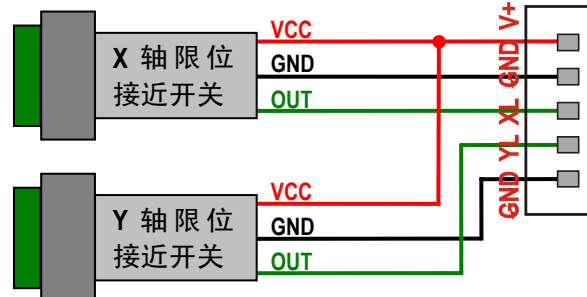
C、接近开关的工作频率与回差大小。工作频率越高、回差越小, 则可获得越精准的定位精度;

D、应选用三线的 NPN 常闭型接近开关。三线 NPN 型接近开关是集电极开路输出的结构。若你不懂啥叫集电极开路输出结构, 购买时请把下图发给接近开关供应商即可:



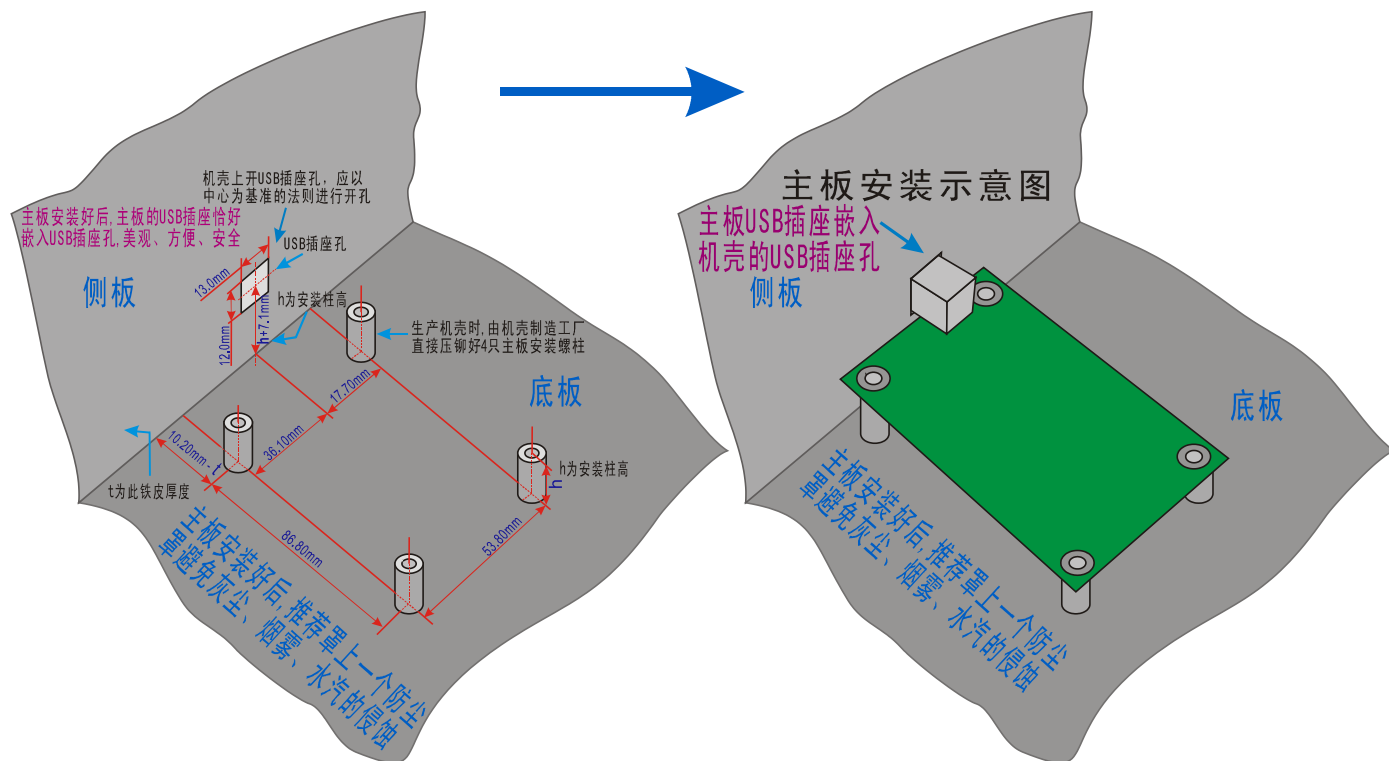
E、要选用抗干扰能力强的接近开关。抗干扰能力差的接近开关, 可能会因为电磁干扰而导致误动作, 从而影响定位的精准。

M2NanoDRV 与接近开关的接线方法如下图所示:



通常认为接近开关作为限位开关只适用于定位精度要求不高的场合。M2NanoDRV 采用了软件、硬件协同的方式, 大大提高接近开关的重复定位精度。

M2NanoDRV 安装示范图



第二章：电机、同步轮、驱动器细分、软件设置

■ 第一种方案：

- 0.9°的 42 步进电机；
- 20 齿的 MXL 同步轮；
- MXL 同步带，同步带宽度依据负载大小选择；
- 马达驱动器细分设置为 16 细分(或 3200)；
- 控制板型号选择 6C6879-LASER-M2，逻辑分辨率设置为 1000dpi，如下图所示：



■ 第二种方案：

- 1.8°的 42 步进电机；
- 20 齿的 MXL 同步轮；

- MXL 同步带，同步带宽度依据负载大小选择；
- 马达驱动器细分设置为 32 细分(或 6400)；
- 控制板型号选择 6C6879-LASER-M2，逻辑分辨率设置为 1000dpi，如下图所示：



■ 第三种方案：

- 0.9°的 57 步进电机；
- 40 齿的 MXL 同步轮；
- MXL 同步带，同步带宽度依据负载大小选择；
- 马达驱动器细分设置为 32 细分(或 6400)；
- 控制板型号选择 6C6879-LASER-M2，逻辑分辨率设置为 1000dpi，如下图所示：



■ 第四种方案

- 1.8°的 57 步进电机;
- 40 齿的 MXL 同步轮;
- MXL 同步带, 同步带宽度依据负载大小选择;
- 马达驱动器细分设置为 64 细分(或 12800);
- 控制板型号选择 6C6879-LASER-M2, 逻辑分辨率设置为 1000dpi, 如下图所示:



■ 第五种方案

- 0.9°的 57 步进电机;
- 24 齿的 3M 同步轮;
- 3M 同步带, 同步带宽度依据负载大小选择;
- 马达驱动器细分设置为 32 细分(或 6400);
- 控制板型号选择 6C6879-LASER-M2, 逻辑分辨率设置为 1129dpi, 如下图所示:



■ 第六种方案

- 1.8°的 57 步进电机;
- 24 齿的 3M 同步轮;
- 3M 同步带, 同步带宽度依据负载大小选择;
- 马达驱动器细分设置为 64 细分(或 12800);
- 控制板型号选择 6C6879-LASER-M2, 逻辑分辨率设置为 1129dpi, 如下图所示:



关于电机和电源的选择:

M2NanoDRV 设计用来带动比较沉重的绘图仪, 我们该如何选配电机和电源呢?

■ 第一种方案和第二种方案, 使用的是 42 步进电机:

- X 轴选用 34mm-36mm 厚的 1.7A-2.0A 的 42 步进电机; Y 轴选用 44mm-48mm 厚的 2.0A-2.4A 的 42 步进电机; 步进电机均降额使用: 驱动器电流设置建议不要超过 1.5A。
- 选用 24V/6A 的开关电源: 大约 150W 的 24V 的开关电源。若需要更好的高速性能, 亦可选用 36V/6A 的开关电源: 大约 200W 的 36V 开关电源。

■ 第三、四、五、六种方案, 使用的是 57 步进电机:

- X 轴选用 40mm-60mm 厚的 2.5A-3.5A 的 57 步进电机; Y 轴选用 50mm-80mm 厚的 3.0A-3.5A 的 57 步进电机; 步进电机均降额使用: 驱动器电流设置建议不要超过 2.5A。
- 选用 36V/8A 的开关电源: 大约 300W 的 36V 的开关电源。

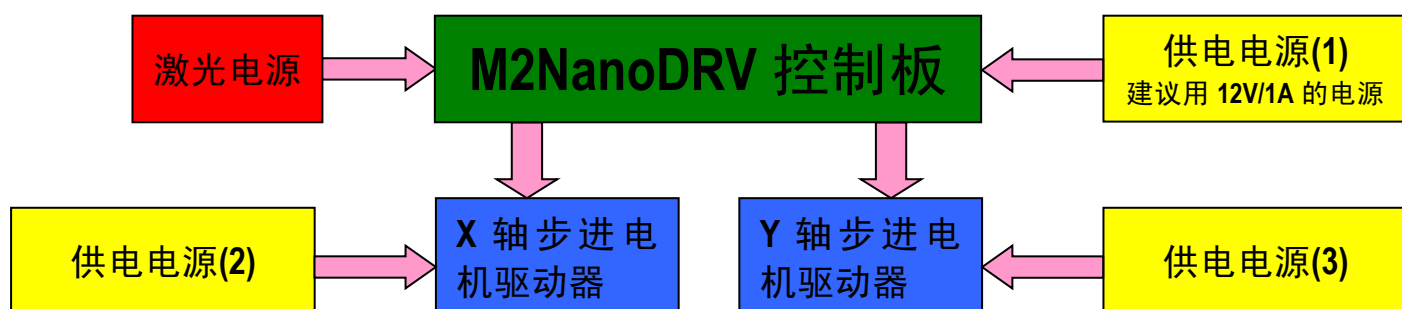
为什么我们推荐步进电机降额使用呢? 因为步进电机满负荷使用的话, 不但噪声大、发热大, 而且运动精度可能受到影响。驱动器电流如何设置到最佳大小呢? 有的人认为步进电机的驱动电流越大, 步进电机的转速就越高, 力矩就越大。这种说法是片面的, 具体原因我们不在此多讲。我们只讲下驱动器的电流如何设置到最佳大小。若一台激光机, 驱动器电流设置为某个档位时, 恰好可以保证激光机在最高速度下不错位(设置为低一档电流则错位), 那么把电流再设置高一档即可。还有一种方法是: 当把驱动器电流设置得更大时, 激光机的运行速度不再提升或者提升有限时, 那么我们就不要再加大驱动器的电流了!

第三章：M2NanoDRV 的系统构成

一台由 M2NanoDRV 作为控制核心的激光雕刻机，它应该由这几个模块组成：M2NanoDRV 控制板、激光电源、X 轴步进电机驱动器、Y 轴步进电机驱动器、供电电源(M2NanoDRV 控制板的供电电源、X 轴步进电机驱动器的供电电源、Y 轴步进电机驱动器的供电电源)。

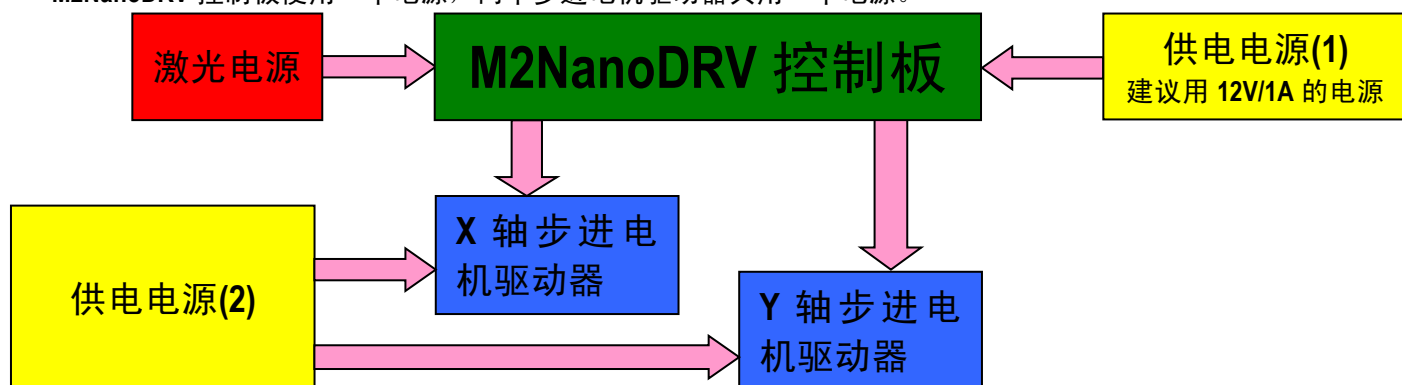
■ 全隔离的系统构成

所谓全隔离的系统，是指构成系统的各个模块都没有电气上的直接联系，因此，理论上不存在电气上的互相干扰，从而提高了系统的可靠性。全隔离的系统，是最可靠的(抗干扰能力最强)，但全隔离的系统，每个模块都需要独立的电源供电，因此成本比较高。如下图所示，全隔离的系统需要 3 个独立的电源。



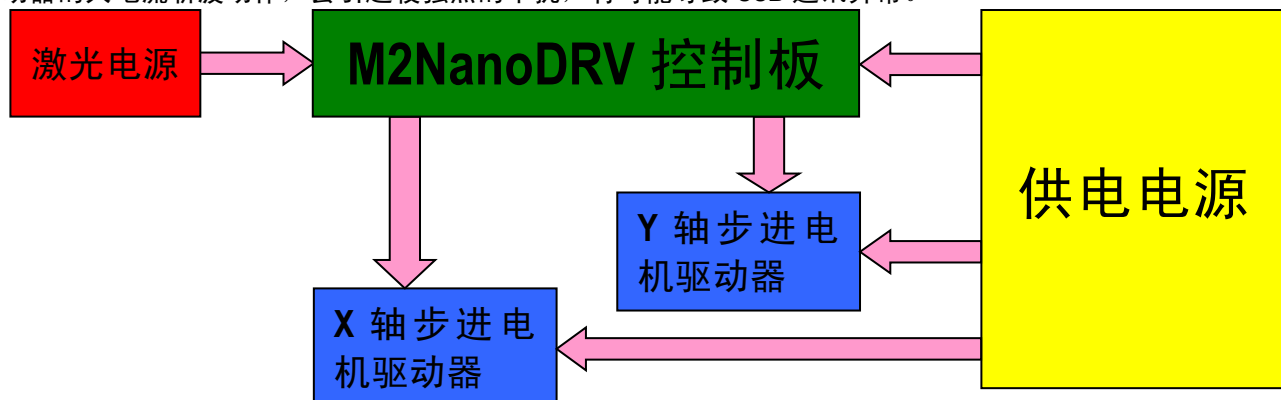
■ 半隔离的系统构成(推荐)

M2NanoDRV 控制板使用一个电源，两个步进电机驱动器共用一个电源。



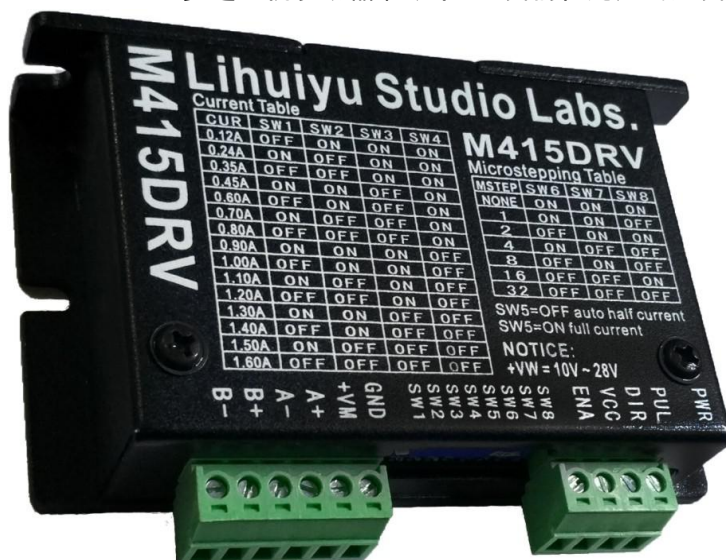
■ 不隔离的系统构成

M2NanoDRV 控制板、两个步进电机驱动器共用同一个电源。不隔离的系统成本最低，但可靠性也最差，因为步进电机驱动器的大电流斩波动作，会引起较强烈的干扰，有可能导致 USB 通讯异常。



附录：逐步提供步进电机驱动器供应

目前，我处可提供的驱动器为 M415DRV(最大峰值电流为 1.60A，但建议不超过 1.50A)，如下图所示。关于该驱动器的详细技术资料请参阅《M415DRV 步进电机驱动器说明书》，我们在此只阐述我们测试的性能。



■ 测试一(控制板：M2NanoDRV，逻辑分辨率为 1000dpi，即第二章所说的第二种方案)

- 轨道：X 轴、Y 轴均为 12mm 宽的方形直线导轨(X 轨道 600mm，Y 轨道 400mm)，机械上没有设计减速结构；
- 电机：X 电机为 1.8°、34mm 厚、1.70A 的 42 步进电机，Y 轴为 1.8°、48mm 厚的 2.20A 的 42 步进电机；两个 42 电机均为我们订制的电机，电机里两个轴承均为 NMB (美蓓亚)的高速轴承；
- 同步轮和同步带：20 齿的 MXL 同步轮，10mm 宽的 MXL 同步带；
- 驱动器细分与电流设定：两个步进电机驱动器均设置为 32 细分、1.40A；
- 开关电源：150W 的 24V 开关电源给两个步进电机驱动器供电，12V 的 10W 小开关电源给 M2NanoDRV 供电；

测试结果：可稳定运行的最高雕刻速度是 800mm/s，电机转速约 1180RPM；

■ 测试二(控制板：M2NanoDRV，逻辑分辨率为 1000dpi，即第二章所说的第三种方案)

- 轨道：X 轴、Y 轴均为 15mm 宽的方形直线导轨(X 轨道 750mm，Y 轨道 550mm)，机械上没有设计减速结构；
- 电机：X 电机为 0.9°、45mm 厚、2.50A 的 57 步进电机，Y 轴为 0.9°、56mm 厚的 3.0A 的 57 步进电机；两个 57 电机均为我们订制的电机，电机里两个轴承均为 NMB (美蓓亚)的高速轴承；
- 同步轮和同步带：40 齿的 MXL 同步轮，15mm 宽的 MXL 同步带；
- 驱动器细分与电流设定：两个步进电机驱动器均设置为 32 细分、1.50A；
- 开关电源：250W 的 36V 开关电源给两个步进电机驱动器供电，12V 的 10W 小开关电源给 M2NanoDRV 供电；

测试结果：可稳定运行的最高雕刻速度是 800mm/s，电机转速约 590RPM；

从以上两个测试可知：X 轴电机应选择厚度小一点的电机，因为厚度小一点的电机，自重也较小，电机内部的线圈也较轻，所以有着优良的加减速特性，更适合于 X 轴雕刻时的来回高速扫描运动。而 Y 轴因为负载比较重，所以应选择厚一点的电机，以保证有足够的力矩输出。同时，因为高速雕刻时，步进电机的转速非常高，步进电机里的两个轴承，宜选用高品质的高速轴承，以保证运动的流畅可靠。

结论：M2NanoDRV 配合 M415DRV 驱动器完全适合制造中小幅面的中高速的耐用型激光雕刻机；如果选用更大驱动能力的驱动器，M2NanoDRV 适合于制造任意幅面的激光雕刻机，尤其适合于制造一些大幅面、切割速度低的板材切割机(因为激光功率限制，厚的板材一般也无法高速切割)。

驱动器供应服务

- ◆ 我们的驱动器，会有相当的价格优势。有价格优势并非是说粗制滥造了，而是因为我们仅针对激光机行业进行设计。比方说，现在大多数激光机所用驱动器的细分，基本都是固定的，比方 4000(20 细分)、5000(25 细分)、6400(32 细分)，而激光机厂家所购买的驱动器，有的有十几种细分设置，都用得着吗？剔除激光机行业用不着的细分部分，自然会有点价格优势；
- ◆ 我们的驱动器，电流调整步长会更小，尽可能让步进电机获得最佳的工作电流。使用驱动器的一个缺点是控制板无法动态调整步进电机的电流，因为大多数驱动器的电流，是用拨码开关设定的，拨码开关拨到某个电流位置后，步进电机的电流就固定了，控制板无法参与调整。但是，大多数驱动器的电流设置步长较大，比如 0.5A、1A、1.5A、2A、2.5A、3A、3.5A、4A，每步是 0.5A，所以，若 1A 嫌小，1.5A 过大，怎么办？没有办法。所以我们会剔除用不着的过多细分设置，而把电流调整步长细化些，这样会更加适合激光机使用。
- ◆ 我们的驱动器，会针对高压做一些防护。在激光机中，激光电源是个瘟神一般的东西，甚至可以说，10 次硬件故障有 9 次是它捣乱引起的。而大多数的驱动器生产厂家，一般都不会考虑这个特殊性。
- ◆ 部分驱动器我们会整合热拔插功能，也就是不断电可以直接拔插。绝大多数的驱动器，都严禁带电拔插电机的连接线，否则会导致驱动器毁坏。但带电拔插很难杜绝，所以因此而引起的返修，不在少数；
- ◆ 现在，有一些步进电机驱动的核心芯片很先进，已经远远超越了传统的步进电机驱动器：有的有低速自动倍频功能，有的有能根据负载大小自动调整电流的功能，有的有检测电机失速赌转的功能，有的还具备闭环位置反馈功能……。采用不同的核心芯片，其价格差异很大，但外壳却是一样的。

提示：我们设计的驱动器，通常只提供二进制规律的细分，比如 2 细分(400)、4 细分(800)、8 细分(1600)、16 细分(3200)、32 细分(6400)、64 细分(12800)、128 细分(25600)、256(51200)细分，但不提供 5 细分(1000)、10 细分(2000)、20 细分(4000)、25 细分(5000)、40 细分(8000)、50 细分(10000)、100 细分(20000)。有些用户可能会说，我原来使用的是 25 细分(5000)那怎么办呢？不要紧，选用 32 细分(6400)并修改脉冲当量和加减速参数即可。选用 25 细分(5000)与选用 32 细分(6400)，究竟有何差别呢？选用 32 细分时，运行会更加平稳，震动会更小，雕刻精细度会更好，切割光滑性会更高，但最高雕刻速度会略有下降。也就是说，越高的细分，步进电机运行会越平稳、震动会越小、雕刻精细度会越好、切割光滑性会越高，但受限于电机的响应频率，最高运行速度会下降，因为越高的细分，要达到低细分一样的转速，需要更高的脉冲频率，而电机的最高响应频率一般是不变的。

 如果只追求最高雕刻速度，而不追求雕刻和切割效果，那么步进电机选择较低的细分即可。也就是说，高速与高精度通常是相互制约的！

2016 - 11 - 17

李辉宇编写

(完)