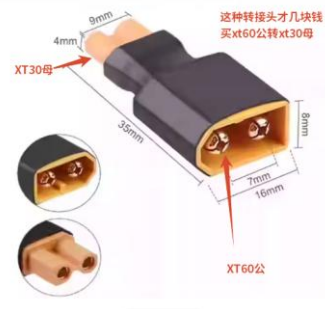


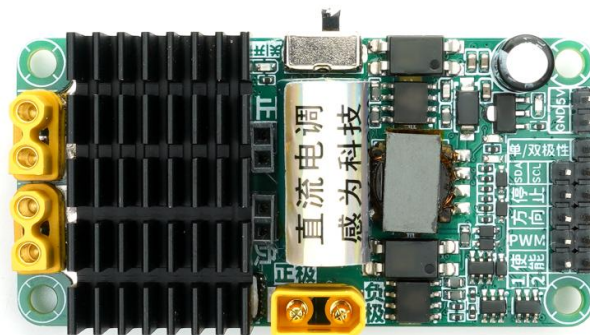
## 一、提醒同学们

- **调试电机有风险，请一定要注意安全！**
- 在调试双极性的时候，如果 PWM 引脚没有 50% 占空比的 PWM 信号时，不论 PWM 引脚是低电平还是高电平，电机都会以最大速度疯狂旋转，**一定要先用示波器看 PWM 信号输出没问题了，再来用双极性，一定要注意安全，一定要注意安全，一定要注意安全。**
- 供电电压是 12V，超过 16V 会自动关机，请同学们确认一下电池电压，推荐用 **3s 航模电池** 哦，记得买电池的时候，接口请选 XT30 母头，可能一般都是 XT60 母头，你再花几块钱，买个 xt60 公转 xt30 母的转接头就行了。

**航模3S电池，有30C，乘以容量3.3Ah， $30 \times 3.3 = 99A$ 输出能力十分推荐买航模电池，不会掉电压。**

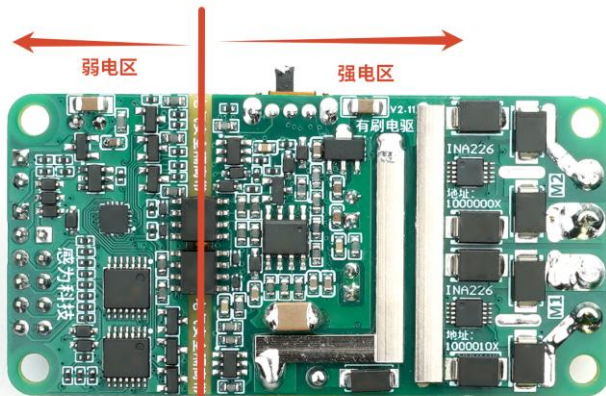


- 选电机的时候，电驱的 30A 是指您的堵转电流，也就是电机的最大电流。不是运行电流，如果选一个额定电流 30A 的电机的话，电驱是招架不住的。不要选错了，对于我们电赛电机，功率都较小，无需多虑。
- 我们的核心卖点之一是不会烧您的 MCU(单片机)，我们电路板上是**没有 MCU** 的。请允许我对于全隔离说几点注意事项，这些注意事项，不是代表技术不行，而是为您负责，想让您有一个稳定的比赛环境。相比于比赛中烧机，有些时候只需要我们稍加注意就行了，不会有任何负担。
  - 5V 具备输出能力，通过反激隔离 DCDC 设计，具备 6 瓦输出能力，请评估 6 瓦是否满足设备供电要求。还有防止出问题，5V 与 GND 之间不需要额外接入电压。例如我们在 debug 调代码的时候，开发板插电脑上以后，开发板上的 5V 就有电了，这时候，就不要把开发板的 5V 插到电机驱动的 5V 上了，仅需要插上 GND 就行了，有个参考 GND 即可正常通讯。当然，理论上插上也没事，我也想不到会发生什么事，为了安全还是别接了。

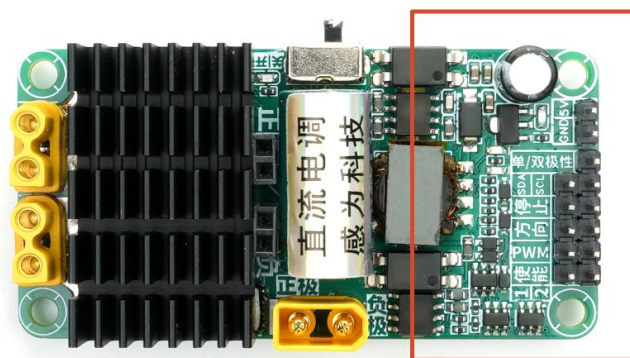


单片机的GND  
必须和他连一起  
要不然没有参考  
0电位，通讯不  
成功。

- 咱们驱动是全隔离设计，强电（电机区）弱电（控制区）是没有任何电气连接的，不要想着从电驱**强电的电池**上直接取电给**弱电**用，除非你买的也是隔离电源。换句话说，但凡有一根线从强电区连到弱电区，都是一个隐患。如果功率实在不够，你就单独买一个电池给单片机用，像树莓派的ups一样，这样单片机就由自己的电池供电了，与强电的电池没任何联系，自然没风险了。但需要注意，单片机想和电驱通讯，还是要共地，把单片机的GND和电驱弱电的GND连一起才可以通讯。但是，记住共地就不要共5V了。



- 请勿在弱电的5V端接入任何感性负载，例如电机就是一个感性负载，他自身会污染电源，隔离是为了保护整体电路的安全。如果你在5V端自己接了一个感性负载，比如说舵机，电机，那还是有概率因为新接入的感性负载引起MCU烧毁的。



弱电区不要连接感性器件，例如电机、舵机、电感之类的。感性器件的电流不可突变，突然改变电流会产生很强的电压尖峰，会击穿一切连接在上的东西。咱们都有隔离了，就不要再往弱电区接感性器件了。

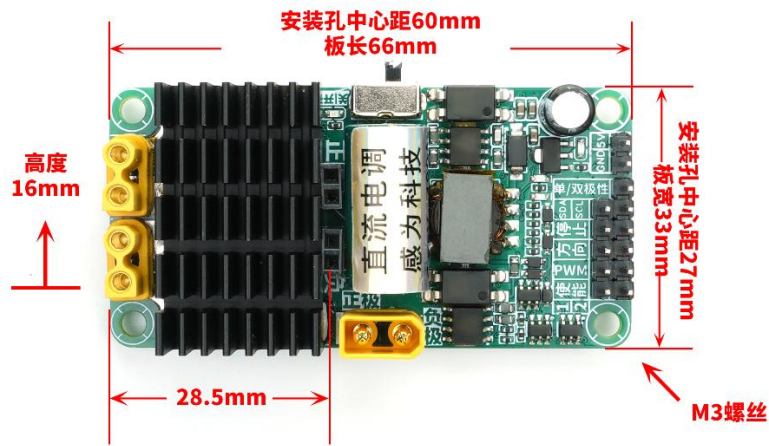
- 请勿以任何方式、短接、连接“电气安全隔离带”两端的电路，否则全隔离作用可能失效，会有烧毁MCU的风险发生。
- 5V与GND引脚的电压会随着负载增加会有些压降，由于反激隔离的负反馈在变压器的初级，次级是没有任何负反馈的，在使用过程中，输出电流为1.2A时，输出电压一般是4.6V，这是由反激隔离初级负反馈的特性决定的，给您带来不便十分抱歉。

## 二、 一些参数和使用方法

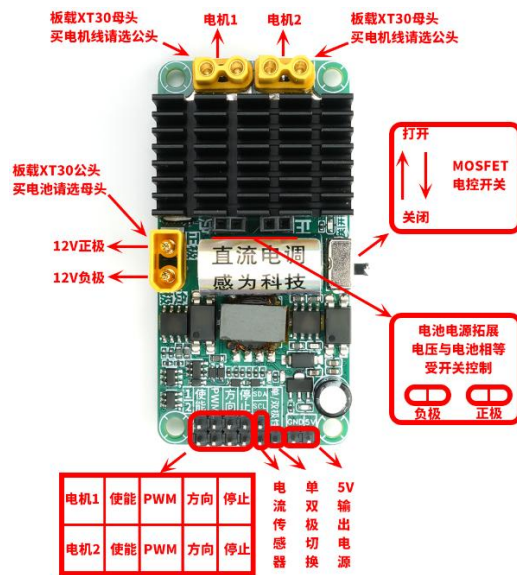
### 1. 参数表格:

符号	名称	最小值	典型值	最大值	单位	测试条件
$U_{XT30}$	工作电压	10	12	16	V	—
$I_{motor}$	电机最大堵转电流	27	30	35	A	$U_{XT30}=10-16V$
$f_{PWM}$	PWM 输入频率	0.02	20	200	kHz	$U_{XT30}=12V$
$I_{OFF}$	关机电流	0.1	0.2	0.3	mA	$U_{XT30}=12V$
$I_{STD}$	待机电流	40	48	60	mA	$U_{XT30}=12V$
$U_{IO}$	控制电平	3	3.3	5	V	$U_{XT30}=12V$
$U_{5V}$	5V 输出电压	4.3	5	5.2	V	$U_{XT30}=12V$
$I_{5V}$	5V 输出电流	—	—	1.2	A	$U_{XT30}=12V$
$t_{pulse}$	PWM 最窄脉冲	0.9	1	1.5	us	$U_{XT30}=12V$
$D_{min}$	占空比精度	0.01%	0.02%	0.05%	—	$U_{XT30}=12V, f_{PWM}=20kHz$

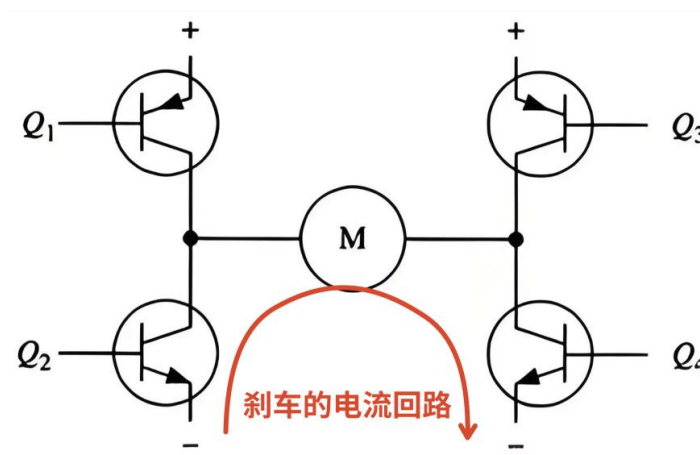
### 2. 尺寸:



### 3. 控制:

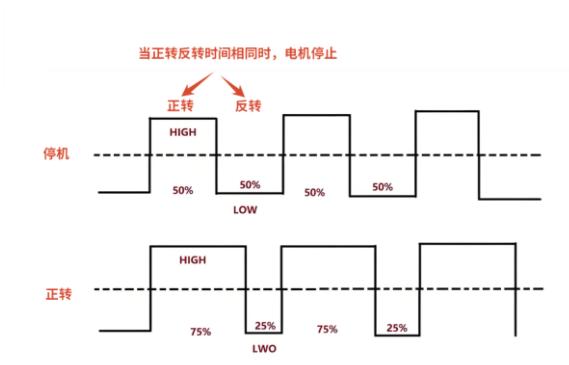


- 1) 使能：使能高电平有效，默认低电平，单极性与双极性都需要用这个引脚。
- 2) 单/双极性：低电平单极性（单极式），高电平双极性（双极式），默认低电平单极性。
- 3) 单极性下的控制：
  - (一) 方向：高电平反转，默认低电平正转。
  - (二) PWM：高电平给油门，低电平断电滑行。
  - (三) 停止：停止引脚高电平有效，默认低电平。当停止引脚高电平时，H桥会控制电机处于短路状态，将机械能转化为热能，从而消耗反向电动势，达到刹车的目的。停止引脚具备最高权限，当停止引脚在高电平下，PWM与方向引脚均失效，需要重新给停止引脚低电平才可以重新恢复。

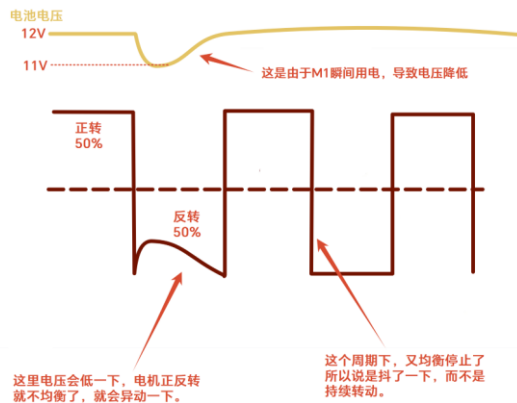


4) 双极性下的控制:

(一) 双极性下, 50%占空比为停止, 正反转由占空比决定, 以 50%占空比为界, 低于 50%为反转, 高于 50%为正转。



(二) 双极性下, 当一个电机突然需要大电流时, 另一个电机即便 50%占空比, 也依然有可能发生抖动。这是由于在大电流发生的瞬间, 会掉电压。例如上一毫秒 M1、M2 的 PWM 均 50%占空比, 应该是停转状态, 此时电池电压应该是 12V。下一毫秒 M1 瞬间拉满占空比, 需要巨大电流, 电压就掉到 11V 了。因为 M1M2 公用一个电源, 那么在 M2 即便还是 50%占空比, 一瞬时间正转与反转的电压不均衡了, 就会发生一次异动。这是物理特性决定的, 多发生在电池电量、能力不足的时候, 也可能是电机功率过高导致的。解决方案是买更大电流能力的电池, 减短线路长度, 增加为 XT30 供电线增加一个大电容, 或者其他有利于不掉电压的装备。

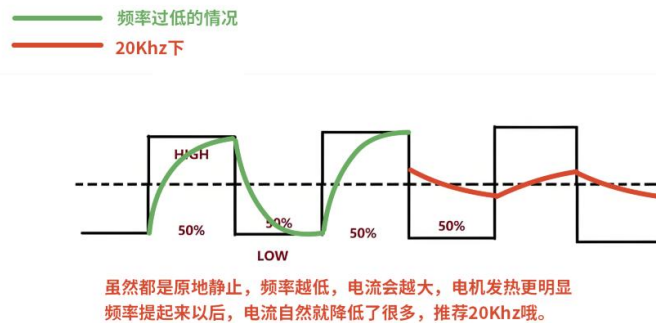


(三) 注意: 双极性下, 方向、停止引脚无效。由于双极性的特性, 停机时给 50%占空比即可, 该条件下, 有一半的时间在反向制动, 整体制动效果比较不错。假如您认为制动效果不达标, 建议使用 PID 做转速负反馈, PID 可以短时间 100%反向制动, 可以更快速的停机。或者您用开环的方式, 写死一个固定的时间, 让电机驱动处于 100%反向制动 (正转时, 给 0%占空比; 反转时, 给 100%占空比), 到时间后恢复 50%占空比即可快速刹车, 例如时长固定在 10ms, 车重的话, 就再加时长。

(四) 双极性下，PWM 的频率最好是 20KHz，这太重要了。

i. 低于 20KHz 的情况下：

- A. 一方面，由于 50%占空比下，电机在原地抖动，所以会有噪音，低于 20KHz，人耳能听见，20KHz 会让调试更舒服一些，如果你在 50%占空比下听的见嗡嗡声，有可能你的 PWM 频率低于 20KHz 了，或者你的耳朵超级棒，能听见 20K 噪音。
- B. 另一方面，由于原地抖动，电机没有反向电动势，所以仅表现为电感特性，假设电机电感在 1ms 充到最大电流，咱们 PWM 的电平时长又大于 1ms，那么它一直在最大堵转电流运转，电机会非常烫。而我们将频率修改为 20K 呢，在 50us 的短时间内，电感不足以充能，方向就切换了，循环往复，这样电流会显著降低，电机也就不发热了。



ii. 频率高于 20KHz 的情况下：

- A. 第一：频率越高，电机驱动器上的 MOS 管开关损耗越大，功耗越大，能耗就不合适了。
- B. 第二：频率越高，动态响应也会降低。由于 H 桥的上下 MOS 开关必须有死区，死区时电机处于断电状态，而且死区时间不受频率影响，也就是说频率越高，死区占比越高。体现在电机上，频率越高，电机加减速越没劲，动态响应越差，我们实测下来刚好 20KHz 是比较不错的效果。

iii. 如果没有示波器该怎么判断 pwm 频率：

- A. 如果没有示波器怎么办，那就用耳朵听，用手摸（小心别烫着手）。我们一路一路的调试，不要心急，不要一起调两路，以免发生危险。我们调试的时候**务必用直流电源箱**供电，方便看电流，能保护安全，避免意外发生，再次强调**我们一定要注意安全，一定要注意安全，一定要注意安全。**
- B. 调试前，先用电源箱试一下电机，**确保电机正反转都是正常的。**我们先**关闭**电机驱动器，然后插好电机，将**代码里的 PWM** 输出到 50%（有示波器就可以先用示波器确认频率），将 PWM 信号插到 PWM 引脚上，**单\双极性**引脚给上**高电平**，**使能**引脚给上**高电平**，**打开**电机驱动器，电机没任何转动迹象，恭喜你至少 50%占空比的 PWM 被你搞出来了。当然也有可能是频率太高了，超出电驱范围了。

- C. 然后听，如果电机有噪音，证明频率不对，真实频率可能在 20Hz-20KHz 之间，我们应该调到人耳**刚好听不到**的状态。
- D. 然后摸电机，如果此时发热严重，即便你也听不到噪音，也不行，证明频率太低了，需要往高了调频率，调到电机不发热，或者微热状态，电机**刚好听不到噪音**状态就 OK 了。
- E. 注意别把频率整高了，我们应该一点点的修改 timer 分频和计数器值，增加频率，别忘了同步修改比较值，要不然占空比就不对了。从听得到噪声开始，到听不见噪声为止，如果你看不懂这三个数值啥意思，大概率你用的比较高级，都集成库函数了，按照你理解的就行了。
- F. 如果发现电机没劲，电驱还发热，有可能是频率给太高了，由于 H 桥的上下 MOS 开关必须有死区，死区时电机处于断电状态，而且死区时间不受频率影响，也就是说频率越高，死区占比越高。体现在电机上，频率越高，电机加减速越没劲，动态响应越差，那就需要降一降频率了。

#### 4. 注意事项：

- 1) 5V 与 GND 引脚的电压会随着负载增加会有些压降。由于反激隔离的负反馈在变压器的初级，次级是没有任何负反馈的，在使用过程中，次级电压（5V 和 GND 之间的电压）会有少许压降，输出电流为 1.2A 时，输出电压一般是 4.6V，这是由反激隔离初级负反馈的特性决定的，给您带来不便十分抱歉。
- 2) 调试的时候一定要注意安全，尽可能把电机架起来，逐一功能模块测试，不要上来就控小车，电驱最大约有半匹马力，马力比较大，一定要以安全为主，一定要注意安全，一定要注意安全，祝您调试顺利。
- 3) **双极性 50%占空比下，如果停机不用，请低电平使能引脚**，或者关闭电源。因为我们虽然看着电机不动，但是它的抖动依旧耗能，为了防止电池被耗干，请关闭电源，或者给使能引脚低电平，从而关闭电机运转，关闭电机运转后，基础电路仍有 50mA 左右电流，如果有必要，请关闭电驱开关。
- 4) **电驱关机后，请拔掉电池线，以防伤害电池**。由于咱们开关不是物理关断，是间接 mos 关断，所以即使用电驱的开关关机，还会有大概 0.3mA 的静态电流，如果长时间放置整车的情况下，这点电流也会慢慢耗干您的电池，请拔掉电池线，以防伤害电池。
- 5) **请勿手摸电源开关部分，可能会触发关机**。由于咱们开关不是物理关断，是间接 mos 关断，由于咱们没有芯片集成化的能力，咱们缓启动、防反接、防超压等一系列模电电路裸露在外，对“手”和其他导体、不绝缘体比较敏感，我们已经涂敷绝缘三防漆，但依旧有误触可能，请勿触碰。但是触碰了也不要怕，手拿开就重新开机了，刚刚他只是关机了而已，不会烧的。

5. INA226 的使用:

- 1) INA226 的采样电阻是 1mohm, 由 PCB 寄生电阻, 实测大概有 1.336mohm, 具体请用电子负载的情况下, 通过给代码微调电阻的形式校准。如果没有电子负载, 也没有精度要求, 就按 1.336 使用即可。由于每个电路板的寄生电阻都不同, 没办法给您精确的数据, 十分抱歉。
- 2) INA226 的 IIC 地址在印刷电路板上写明, 大概短地址是 M1: 0x42 M2: 0x40。读取信息和使用方法请看 INA226 的文档。
- 3) INA226 的连接: <https://www.ti.com.cn/product/zh-cn/INA226>