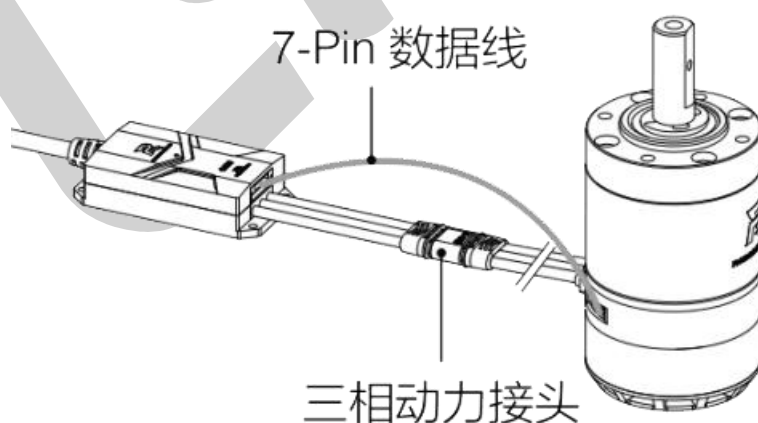


M3508

P19 型无刷直流齿轮马达
使用说明 V1.0

2018.11.16



作者：曹志荣（QQ - 1091422337）

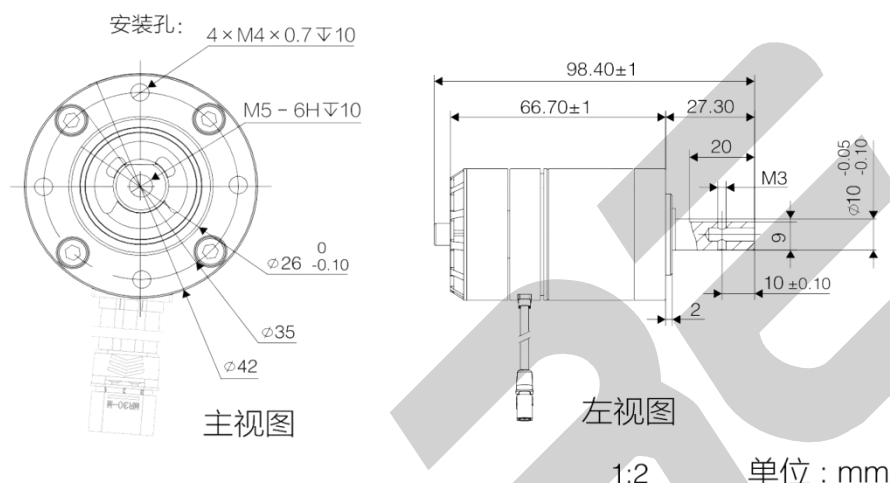
目录

一、M3508 电机硬件规格.....	3
二、C620 电调硬件规格.....	4
三、如何使用调参软件.....	6
四、如何控制 C620 电调.....	12
1、指示灯描述.....	12
2、SET 按键操作.....	14
①独立设置 ID.....	14
②快速设置 ID.....	14
③电机校准.....	15
3、PWM 信号控制.....	16
①PWM 信号线线序.....	16
②PWM 信号行程校准.....	16
③PWM 信号控制转速.....	18
4、CAN 总线指令控制.....	20
①电调接收报文格式.....	20
②电调反馈报文格式.....	22
五、结语	

一、M3508 电机硬件规格

* 重量 : 365 g

* 尺寸 :



电机安装孔为M4螺纹孔，深度10mm，请勿使用过长的螺丝，否则可能会顶到电机的减速箱外齿圈从而损坏电机。

* 最大径向载荷（动载荷）：210 N

(动载荷是物体在运动过程中受到震动、环境等因素影响下，所受的载荷)

* 转矩常数 : 0.3 N · m/A

* 转速常数 : 24.48 rpm/V

* 额定电压 : 24 V

* 减速比 : 3591/187(约为 19:1)

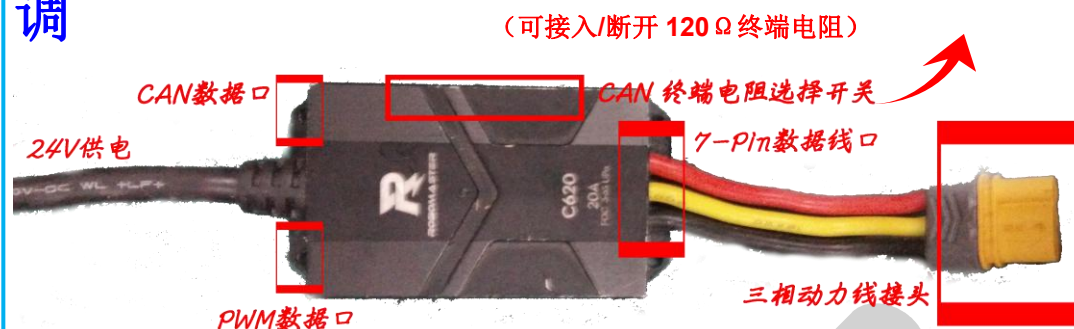
* 使用环境温度 : 0℃ ~ 50℃

* 绕组最高允许温度 : 125 ℃

* 机械时间常数 : 49 ms

(机械时间常数是电动机从启动到转速达到空载转速的 63.2%时所经历的时间)

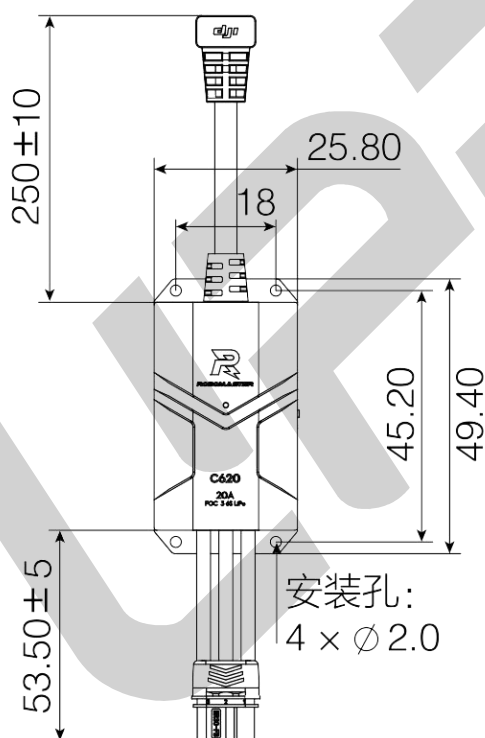
配套该电机的电调为 RoboMaster C620 电调



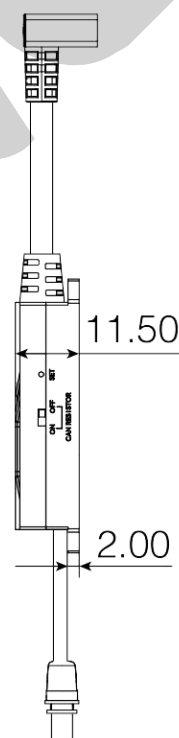
二、C620 电调硬件规格

* 尺寸：49.4 \times 25.8 \times 11.5 mm

主视图



侧视图



单位：mm

* 重量：35 g

* CAN 总线比特率：1Mbps

* PWM 输入信号频率：50-500 Hz

* 最大允许电流*（持续）：**20A**

* 工作环境温度范围：**0 ~ 50℃**

* 额定电压：**24 V**



不允许同时接入 CAN 信号端口和 PWM 信号端口，否则会造成电机控制失常。如需切换控制信号，请在电调切断电源的状态下切换。

以下数据是 **M3508** 电机搭配 **C620** 电调在额定电压下测试的参数

* 空载转速：**482 rpm**

* 空载电流：**0.78 A**

* 额定转速：**469 rpm**

* 额定转矩（最大连续转矩）：**3 N · m**

* 额定电流：**10 A**

* 最大效率：**70%**

* 堵转扭矩：**4.5 N · m**

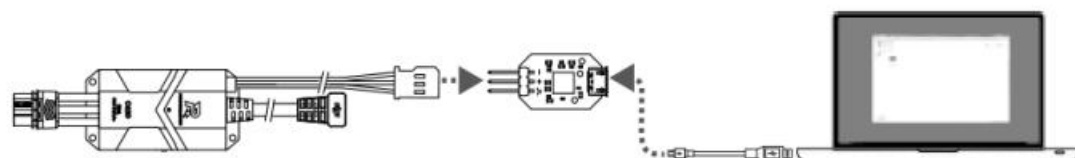
* 堵转电流：**2.5 A**

（堵转转矩是衡量一台电动机极限输出能力的物理量）

以上电流均为电调的输入端电流；
效率为电机和电调整个系统的效率。

以上介绍的是 M508 电机和 C620 电调硬件规格上的一些参数和机械安装需要的一些尺寸，下面主要介绍一下如何通过 C620 电调去控制 M3508 电机。

三、如何使用调参软件



电调

Takyon 电调升级器

计算机

1、使用 Takyon 电调升级器（或其它 USB 转串口工具），连接计算机。（下图为 Takyon 电调升级器）



正面

反面

（大疆的电调基本都需要 3.3V 电平的 USB 转串口工具，推荐的就是大疆的 Takyon 电调升级器）

2、将电调 PWM 信号线接入 Takyon 电调升级器一端的接口，电调的 PWM 信号线的黑色为地线(-)，灰色为电调发送端(+)，白色为电调接收端（ \neg ），请按照线序进行连接，注意不要接错。

3. 连接电源为电调供电，设置完成前切勿切断电源或断开连接。

4. 运行 RoboMaster Assistant 调参软件。软件界面显示已连接设备，表示电调与软件已连接并能正常通信。

①运行软件

名称	修改日期	类型	大小
CrashReport	2017/10/13 10:56	文件夹	
lang	2018/9/30 16:35	文件夹	
end.bat	2017/8/16 10:35	Windows 批处理...	1 KB
OxyPlot.dll	2017/6/21 16:58	应用程序扩展	497 KB
OxyPlot.Wpf.dll	2017/6/21 16:58	应用程序扩展	157 KB
OxyPlot.Wpf.xml	2017/6/21 16:58	XML 文档	287 KB
OxyPlot.xml	2017/6/21 16:58	XML 文档	961 KB
RJCP.SerialPortStream.dll	2017/7/20 23:06	应用程序扩展	228 KB
rm.cfg	2018/10/23 11:25	CFG 文件	1 KB
RoboMaster Assistant.exe	2018/4/13 17:31	应用程序	44,142 KB
RoboMaster Assistant.exe - 快捷方式	2018/3/30 9:48	快捷方式	2 KB
SharpConfig.dll	2017/7/18 18:41	应用程序扩展	30 KB
Transitionals.dll	2017/6/20 16:08	应用程序扩展	108 KB
Transitionalsnew.dll	2017/9/7 16:53	应用程序扩展	108 KB
update.exe	2017/8/15 21:46	应用程序	35 KB

运行

②电调未连接成功时显示的界面



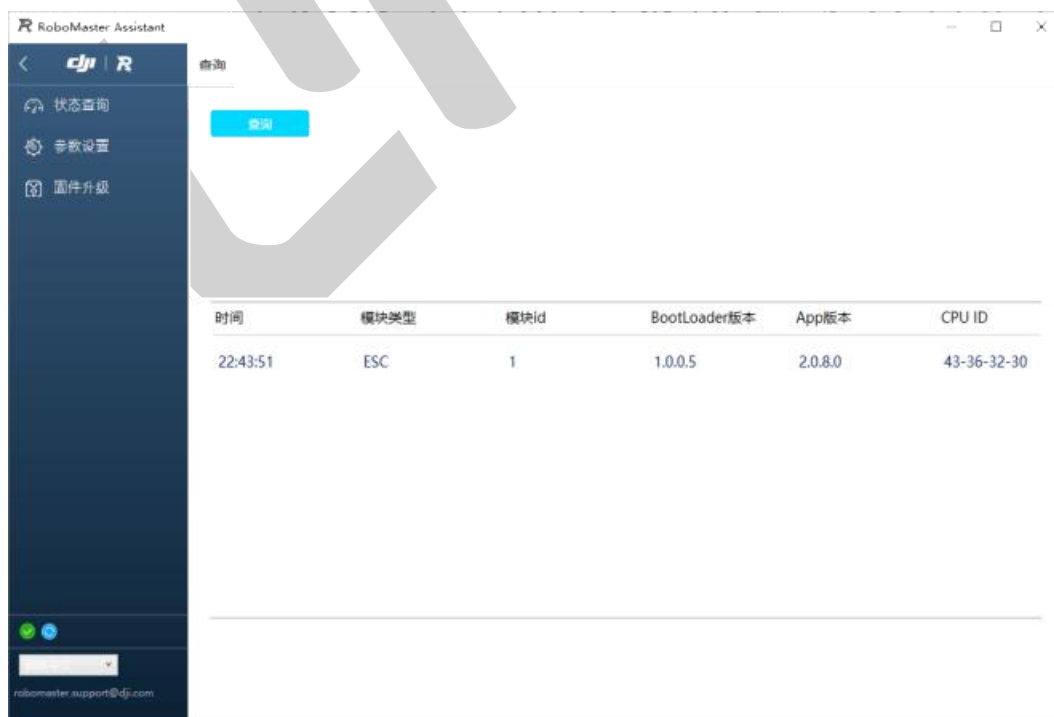
注意：用调参软件给电调刷参数时，必须连接电机，如果不连接电机，调参软件可能会识别不到电调。

③电调**连接成功**时显示的界面



5. 使用 RoboMaster Assistant 调参软件的设置界面进行基本参数的设置。

①**状态查询界面**：可查询模块 ID 等版本之类的信息，咱们基本上不用这个界面。



②参数设置---基本界面：

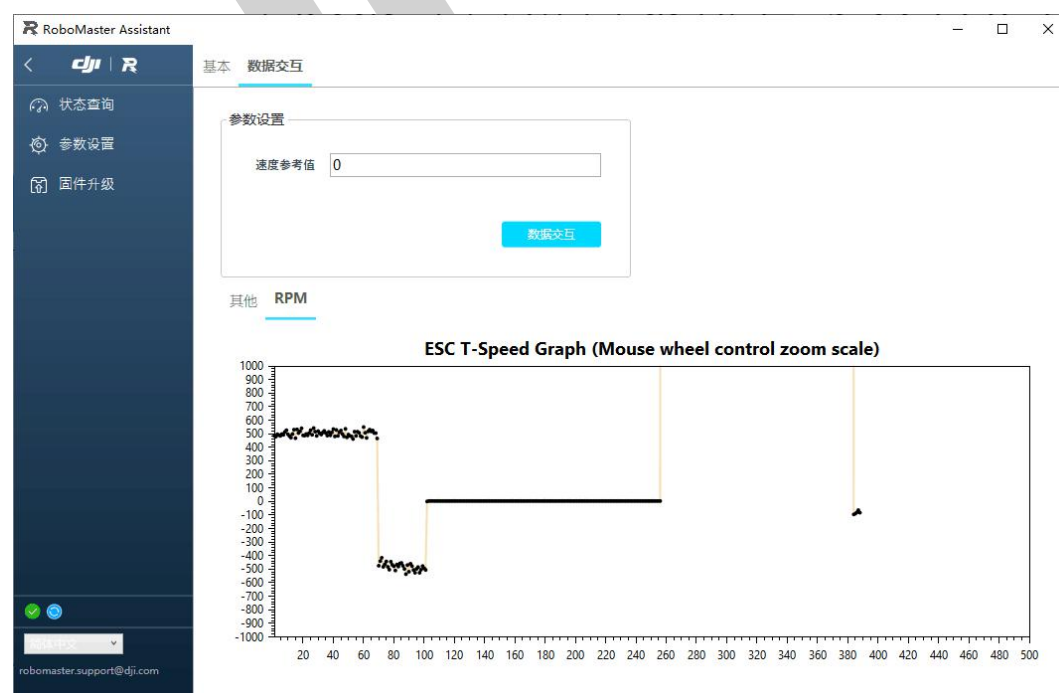
注意：

- (1)设置参数前记着把电调侧方的小开关拨至 **OFF**。
- (2)电调出厂设置中在 **PWM** 模式下是单向模式，咱们需要设置成下图的正反转模式。
- (3)如果选择用 **PWM** 控制底盘轮子，左右两侧的轮子要设置成不同的正方向，这样在程序里发速度时就非常方便。
- (4)**PWM** 模式下最大转速为 8000，超过 8000 会提示红色字体：**数据保存至电调失败**。
- (5)电机温度保护模式建议打开，否则可能会烧坏电机。
- (6)修改完参数后记着点击右下角的设置按钮，设置成功后左下角会出现绿色的提示信息。



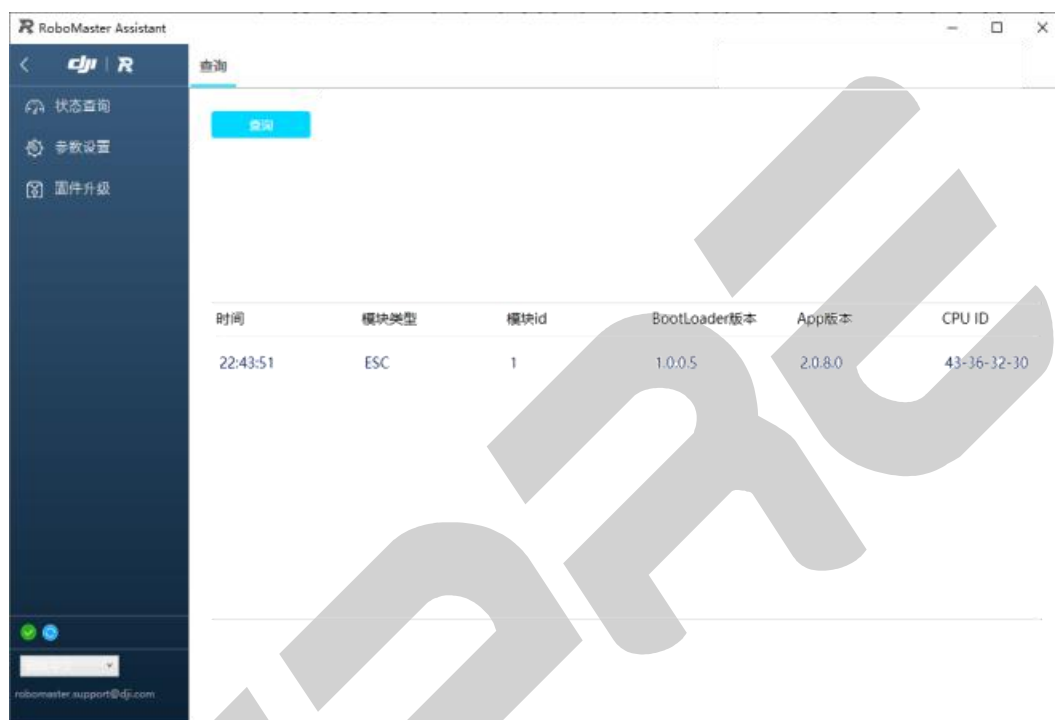
③参数设置---数据交互界面：

该页面可用调参软件直接向电调发送速度，然后控制电机，观察效果，然后可以在调参软件上观看返回数据，其他栏里是返回的数据具体数值，RPM 栏里是转速图像数据（滑动滚轮可放大缩小）。



④固件升级界面：

用于查看版本和更新时间，如有新的固件版本，点击升级按钮进行相应的固件版本升级，调参软件将自动下载并升级固件。这个界面基本上用不到。



四、如何控制 C620 电调

1、指示灯描述

注意：

- (1)请根据电调指示灯状态判断电调工作情况。
- (2)当警告及异常情况同时出现时，电调指示灯仅指示异常状态。
- (3)若同时存在多个警告或异常状态，电调状态指示灯将对闪烁次数最少的状态进行提示。
- (4)在异常状态下，电调将关闭输出。

正常状态	描述
绿灯每隔 1 秒闪 N 次	当前电调的 ID 为 N，电调 ID 范围为 1 到 8
橙灯常亮	当前电调处于快速设置 ID 状态
绿灯快闪	当前电机处于位置传感器参数校准模式

PWM 信号校准状态	描述
绿灯常亮	PWM 信号校准中
橙灯快闪	PWM 信号校准失败

警告状态	描述
橙灯每隔 1 秒闪 1 次	电机温度过热 ($\geq 125^{\circ}\text{C}$)*
橙灯每隔 1 秒闪 2 次	总线上有相同 ID 的设备
橙灯每隔 1 秒闪 3 次	PWM 输入不在最小值

异常状态	描述
红灯常亮	无法通过 7-Pin 数据线访问电机中的存储芯片，或电机不匹配（仅开机自检）
红灯每隔 1 秒闪 1 次	电调供电电压过高（仅开机自检）
红灯每隔 1 秒闪 2 次	电机三相线未接入
红灯每隔 1 秒闪 3 次	与电机相连的 7-Pin 数据线中位置传感器数据丢失
红灯每隔 1 秒闪 4 次	电机温度异常或过高 ($\geq 180^{\circ}\text{C}$)
红灯快闪	电机位置传感器参数校准失败

注意：一些常用的指示灯状态最好可以记住。

2、SET 按键操作

①独立设置 ID

单个 C620 电调进行 ID（支持范围 1-8）设置，具体操作如下：

- (1)电调正常工作状态下，短按 1 次 SET 按键，进入独立设置 ID 模式，此时指示灯熄灭。
- (2)在独立设置 ID 模式下，短按 SET 按键的次数（不超过 8 次,若超过 8 次,则按除 8 的余数来算）即为设置的 ID 号。每次有效短按，指示灯将橙灯闪烁 1 次。
- (3)若 3 秒未对 SET 按键进行操作，电调将自动保存当前设置 ID 号。设置完 ID 的电调需要重新上电才能进入正常工作状态。

注意：同一总线上不能出现 ID 重复的情况，否则 ID 冲突的电调将提示警告、关闭输出。

②快速设置 ID

对总线上的所有 C620 电调（不超过 8 个）进行快速编号，具体操作如下：

- (1)正常工作状态下，对总线上任意 1 个 C620 电调的 SET 按键进行 1 次短按，进入独立 ID 设置模式后，再长按 SET 按键，此时总线上的所有电调将进入快速设置 ID 模式，所有电调指示灯为橙灯常亮。

(2)按照预设 ID 依次手动转动 C620 电调对应的直流无刷减速电机（M3508）的转子（任意方向至少旋转半圈以上），电调会按照转动顺序自动从 1 依次开始编号，编号完成的电调需重新上电才能进入正常工作状态。

注意：该模式下未设置 ID 的电机（未转动转子）重新上电后会保持原有 ID。

③电机校准

更换电机或电调后，为获得更好的电机适配参数，可运行电机校准程序。电调电机连接并接通电源后，用户通过对电机的位置传感器参数进行校准，以发挥电调的最佳性能，具体操作如下：

(1)长按 SET 按键，直至指示灯变为绿灯快闪，释放 SET 按键。

(2)电机进入自动校准模式，待校准完成后自动退出校准模式。

注意：电机校准时会转动，切勿触碰，建议在空载下进行该操作。若多次校准失败，请更换电机。

★在安装电机和电调之前，一定要提前把电调和电机参数都刷好，磨刀不误砍柴工。

3、PWM 信号控制

①PWM 信号线线序



从上到下依次为：A 黑色（GND），B 灰色（TX）及 C 白色（PWM/RX）。

②PWM 信号行程校准

此操作是为了适应不同的控制板，为了更准确的控制电调，防止某些小的因素导致信号有变（比如不同的主控晶振频率可能不一样），一般情况下，一类的主控板都是统一的，所以只需要对新的电调进行一次信号行程校准就可以了。

下面说一下具体的操作：

前提：PWM 信号频率(50-500Hz)

PWM 信号脉宽行程(1000 - 2000us)

(1)首先将 PWM 信号的脉宽设置到最大行程（即 2000us）发送给电调，然后电调与电机连接并上电。如果电调上电前两秒之前（即蓝灯停止闪烁之前）接到是最大脉宽行程的 PWM 信号，电调就会进入 PWM 信号行程校准状态，此时电调 LED 指示灯状态为绿灯常亮（持续 3s）。

(2)在 3s 内（绿灯常亮结束之前）将 PWM 信号的脉宽设置到最低行程（即 1000us）发送给电调。

(3)如果电调的 PWM 模式为单向模式。完成第二步后，若校准成功，电调直接进入正常模式以绿灯指示 ID 号闪烁；若校准失败，电调指示灯橙灯快闪。

如果电调的 PWM 模式为**正反转模式**。完成第二步后，会出现橙灯每隔 1 秒闪 3 次的警告状态，此时需要将 PWM 信号的脉宽设置到行程为 1500us 的状态发送给电调，发送完成后如果电调直接进入正常模式以绿灯指示 ID 号闪烁，说明校准成功，否则校准失败。

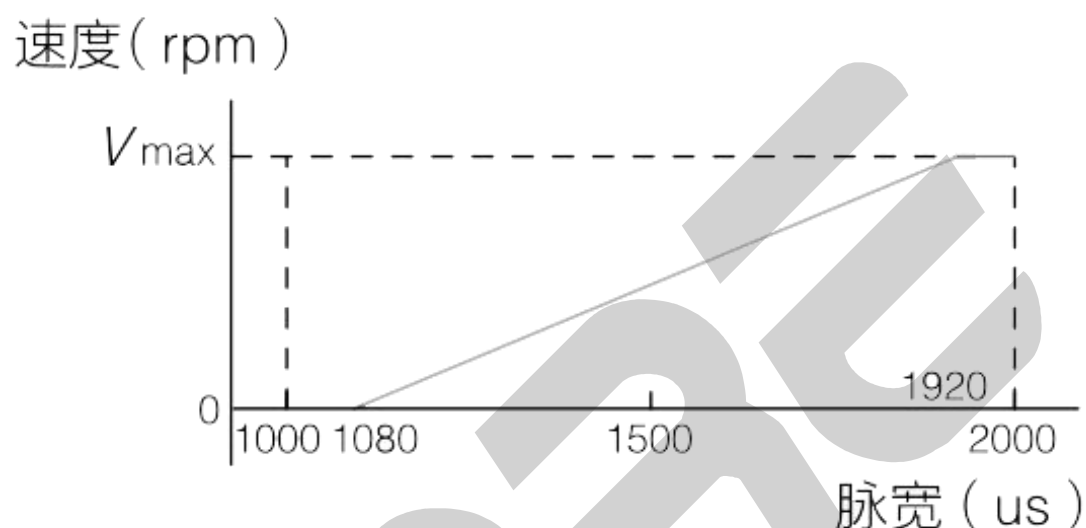
结合文字和下图来理解如何进行校准：

PWM信号频率(50-500Hz) PWM信号脉宽行程(1000 - 2000us)	
模式	如何进行PWM信号行程校准
单向模式	2000us ➡ 1000us ➡ 校准成功
正反转模式	2000us ➡ 1000us ➡ 1500us ➡ 校准成功

③PWM 信号控制转速

单向模式

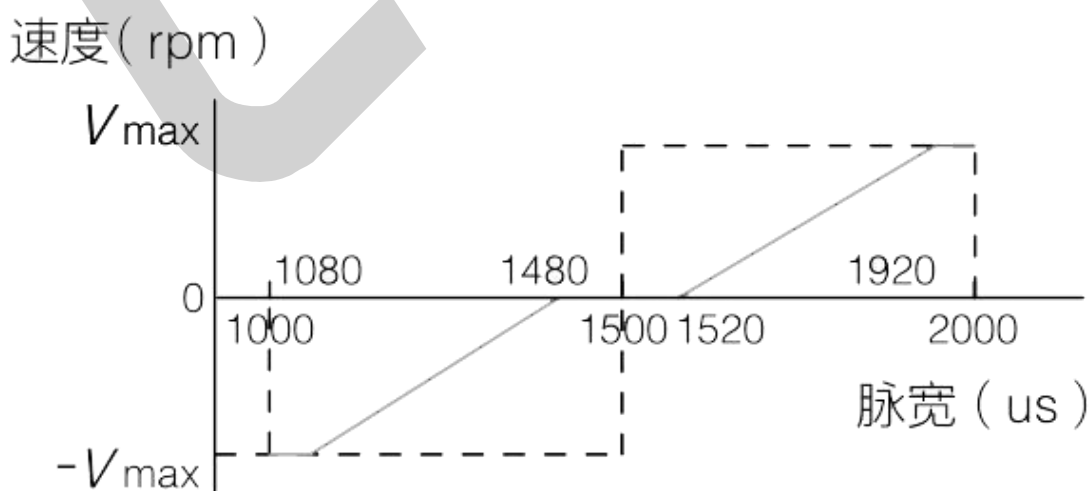
单向转动模式下，PWM 的脉宽和速度的映射关系如下，PWM 信号只能驱动电机单向运动。



注意：脉宽自 1000us 到 2000us 转速匀速增加。

正反转模式

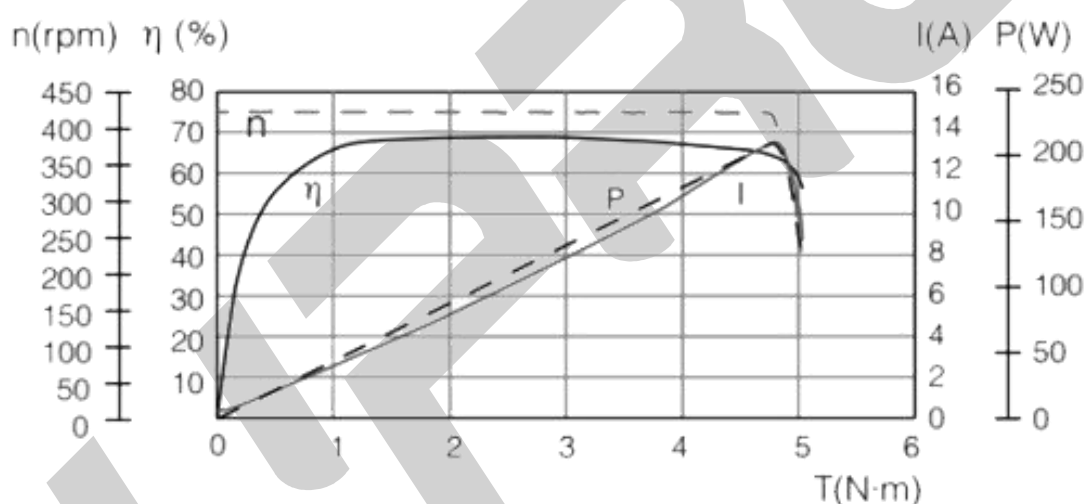
双向转动模式下，PWM 的脉宽和速度的映射关系如下。



注意：PWM 分为两个部分，1000us 到 1500us 脉宽控制速度从反向最大速度到 0，1500us 到 2000us 脉宽控制速度从 0 到正向最大速度。

默认旋转正方向为电机输出轴逆时针旋转方向。

搭配 M3508 直流无刷减速电机时的电机性能曲线



P- 输出功率，I- 电流， η - 效率，T- 扭矩，n- 转速

以上图像是使用 **C620** 电调做速度闭环控制（**PWM** 控制）的负载特性曲线，可以看出最高转速在 **425rpm** 左右，效率在 **75%**左右，电流最大可达 **13A** 左右，功率最大可达 **220W** 左右。

4、CAN 总线指令控制

①电调接收报文格式

用于向电调发送控制指令控制电调的电流输出，两个标识符（0x200 和 0x1FF）各自对应控制 4 个 ID 的电调。控制电流值范围 -16384~0~16384，对应电调输出的转矩电流范围 -20 ~ 0 ~ 20A。

电调 ID 为 1 到 4 的 CAN 总线指令格式：

标识符：0x200 帧格式：DATA
帧类型：标准帧 DLC：8 字节

数据域	内容	电调 ID
DATA[0]	控制电流值高 8 位	1
DATA[1]	控制电流值低 8 位	
DATA[2]	控制电流值高 8 位	2
DATA[3]	控制电流值低 8 位	
DATA[4]	控制电流值高 8 位	3
DATA[5]	控制电流值低 8 位	
DATA[6]	控制电流值高 8 位	4
DATA[7]	控制电流值低 8 位	

电调 ID 为 5 到 8 的 CAN 总线指令格式：

标识符：0x1FF

帧格式：DATA

帧类型：标准帧

DLC：8 字节

数据域	内容	电调 ID
DATA[0]	控制电流值高 8 位	5
DATA[1]	控制电流值低 8 位	
DATA[2]	控制电流值高 8 位	6
DATA[3]	控制电流值低 8 位	
DATA[4]	控制电流值高 8 位	7
DATA[5]	控制电流值低 8 位	
DATA[6]	控制电流值高 8 位	8
DATA[7]	控制电流值低 8 位	

②电调反馈报文格式

电调向 CAN 总线上发送的反馈数据指令格式：

标识符：0x200 + 电调 ID

（如：ID 为 1，该标识符为 0x201）

帧类型：标准帧

帧格式：DATA

DLC：8 字节

数据域	内容
DATA[0]	转子机械角度高 8 位
DATA[1]	转子机械角度低 8 位
DATA[2]	转子转速高 8 位
DATA[3]	转子转速低 8 位
DATA[4]	实际转矩电流高 8 位
DATA[5]	实际转矩电流低 8 位
DATA[6]	电机温度
DATA[7]	Null

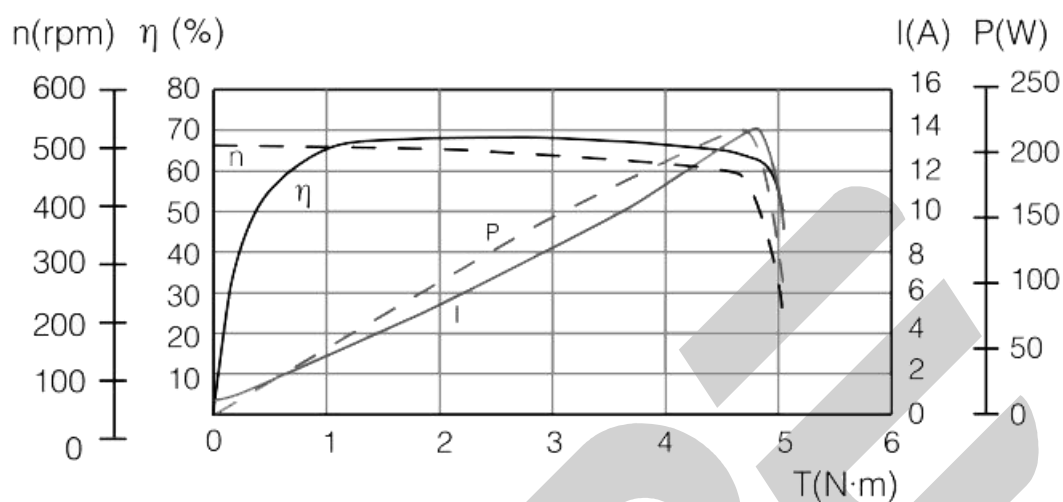
发送频率：1KHz（默认值，可在 RoboMaster Assistant 软件中修改发送频率）

转子机械角度值范围：0 ~ 8191（对应转子机械角度为 0~360°）

转子转速值的单位为：RPM

电机温度的单位为：℃

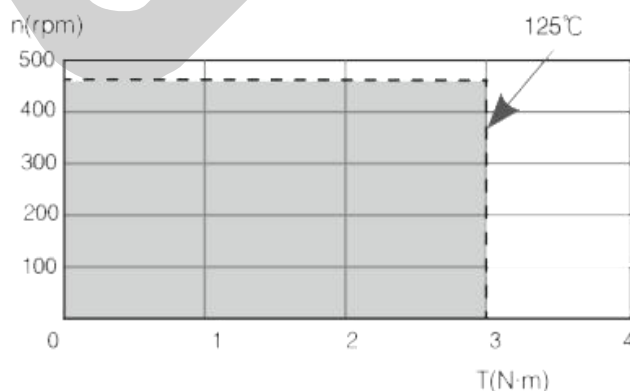
搭配 M3508 直流无刷减速电机时的电机性能曲线



P- 输出功率, I- 电流, η - 效率, T- 扭矩, n- 转速

以上图像是使用 **C620** 电调做电流闭环控制（**CAN** 总线控制）的负载特性曲线，可以看出最高转速在 **500rpm** 左右，效率在 **68%**左右，电流最大可达 **14A** 左右，功率最大可达 **225W** 左右。

工作范围图



125°C内的持续工作范围图

■ 持续工作范围

η - 效率, T- 扭矩, I- 电流, P- 输出功率, n- 转速

五、结语

本人目前还是一名在校的大三学生，总结以上内容希望可以与大家交流学习，共同进步，对于一些知识的理解可能有些片面，请大家多多包涵，如有问题，可以与我交流讨论，我真诚的希望以上内容可以帮助到大家。

最后，本文档内容仅供参考，如有意外出现，与本人无关。谢谢。