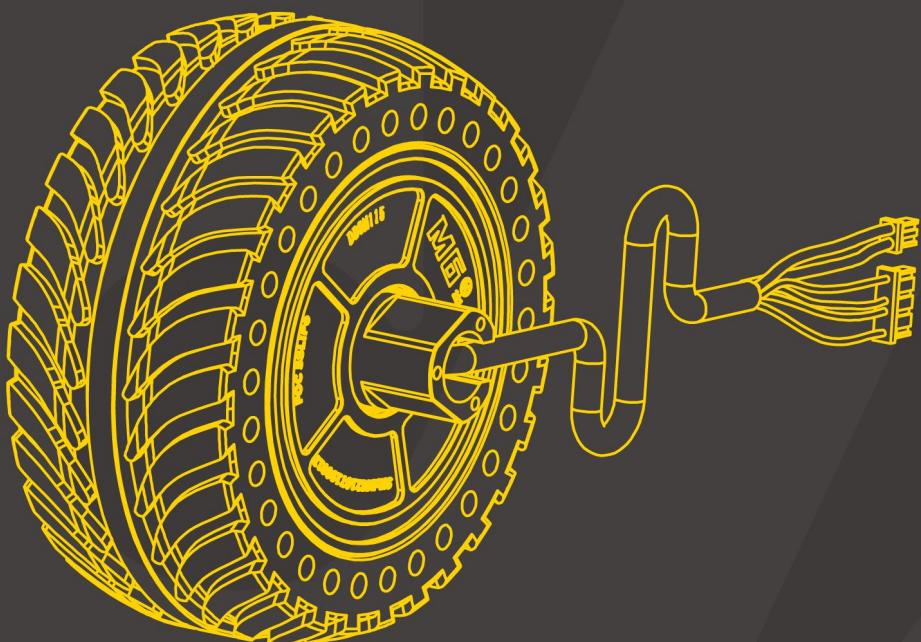


M6[®] 411 规格书

V1.1 2022/12/12



目录

免责声明	3
产品使用注意事项	3
产品简介	4
产品特性	4
产品清单	5
电机接口及线序说明	6
安装指引	7
M0601C_411 电机驱动使用说明	8
通信控制方式	8
通信协议	8
保护规定	10
固件更新	10
电机参数	11

◆ 免责声明

感谢您购买东莞市本末科技有限公司（以下简称：本末™科技） M6 系列永磁同步电动机（以下简称：“电机”）。此说明书将指引用户使用该产品，在使用之前请务必仔细阅读本文并按照相关指引操作，以免造成伤害或损失。注：此电机不能商用于空气净化器领域，如果使用风险自担，于本公司无关。您使用本产品将视为您已经接受本规格书及本产品所有相关文档的全部条款和内容。您承诺仅处于正当目的使用本产品及对于使用本产品可能带来的后果负全部责任。本末™科技对于直接或者间接使用该产品而造成的损坏，伤害以及任何法律责任不予负责。

本产品及规格书为东莞市本末科技有限公司版权所有。未经许可，不得以任何形式复制翻印。本产品及规格书所有文档最终解释权与修改权归东莞市本末科技有限公司所有，本末™科技可能会在获得新信息、知识或经验时修改此规格书信息，恕不另行通知。

◆ 产品使用注意事项

1. 请使用前确认工作电压是否为本文规定电压。
2. 确保电机在规定环境温度范围内使用。
3. 请避免电机浸泡在水中，否则可能会导致电机运行异常或损坏。
4. 使用前请确保接线正确，稳固，避免接触不良的情况出现。
5. 使用电机前请参考安装说明，保证电机安装正确，稳固。
6. 使用电机前请参考安装说明，保证电机对外输出部分安装正确，稳固。
7. 使用时请避免损伤线材，否则可能会导致电机运行异常或损坏。
8. 使用时请勿触摸电机转动部分，避免受伤。
9. 电机大转矩输出时，会出现发热的情况，请勿触摸电机，避免烫伤。
10. 请勿私自拆卸电机，否则可能会导致电机运行异常或损坏，并可能带来安全隐患。

◆ 产品简介

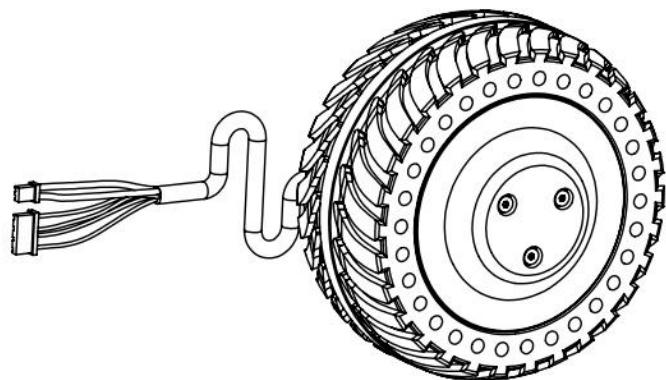
M6 列电机是一款由东莞市本末科技有限公司自主研发的产品。该产品是基于一体化开发理念，集外转子无刷电机、编码器、伺服驱动于一体的高可靠性永磁同步电动机，其结构紧凑，安装方便，运行稳定，小体积、大扭矩特别适合应用于以下直驱领域：机器人关节、小型AGV驱动轮、玩具驱动轮、教育开发车载平台等。通过对极槽数、槽型、气隙、永磁材料等相关优化，确保电机有更大的转矩输出、更小的转矩波动，实现低转速大扭矩的直接驱动，为用户提供了高性能的直驱应用解决方案。该电机适配的驱动器使用磁场定向控制（FOC）算法，配合电机内置的高精度传感器，达到对电机的精确控制及更好的静音效果。驱动器具备完整可靠的电机OBD监控机制和保护功能，确保电机运行安全可靠。

◆ 产品特性

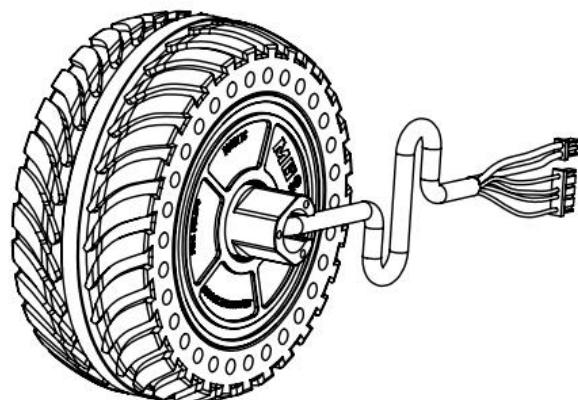
1. 电机和驱动器一体化设计，结构紧凑，集成度高；
2. 支持485通信方式；
3. 特殊的结构设计可以让温度传感器测量到电机的整体温度，控制更精准；
4. 通过通信可以获取电机的位置，速度，电流，故障码等信息；
5. 具有霍尔位置检测，过流保护等功能；
6. 支持电刹车。

◆ 产品清单

电机×1

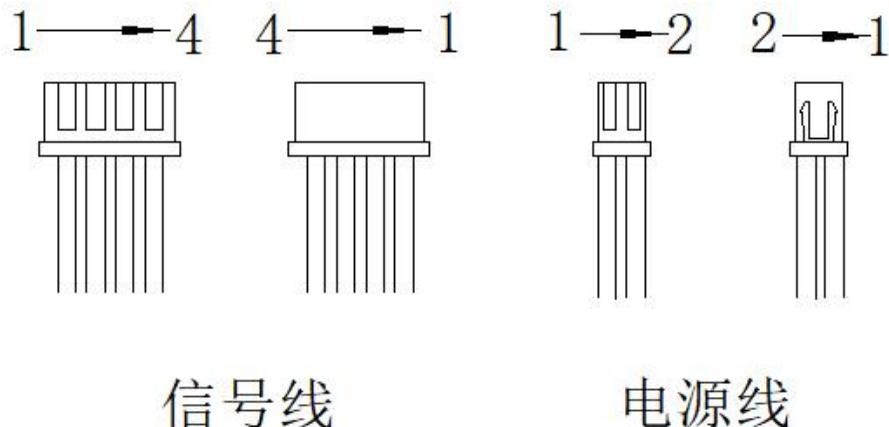


正面视图



背面视图

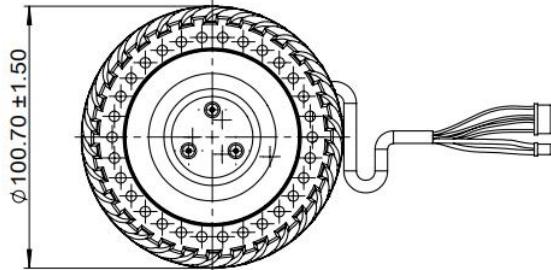
◆ 电机接口及线序说明



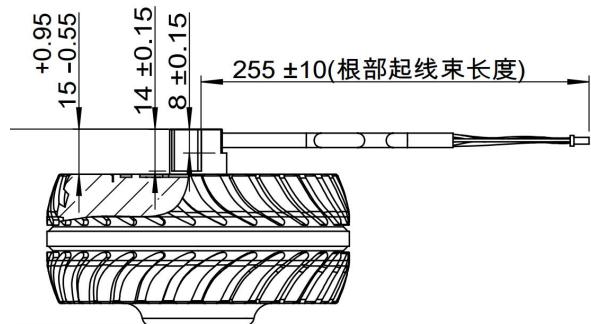
类型	线序号	名称	类型	说明
信号线 (ZH1.5*4P)	1	GND	信号地	负极
	2	A	DATA+	485 总线 A
	3	B	DATA-	485 总线 B
	4	/		保留
电源线 (XH2.54*2P)	1	VCC	电源正	额定 18VDC
	2	GND	电源负	

◆ 安装指引

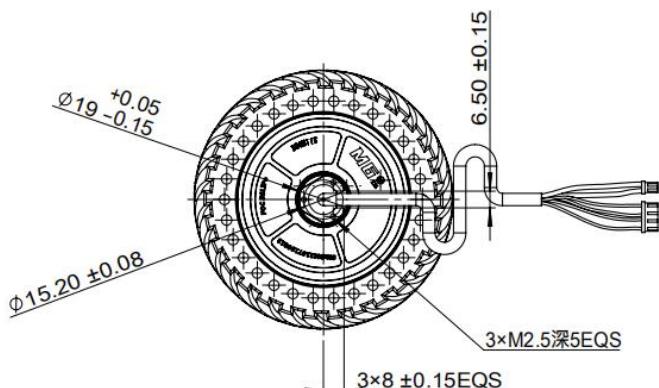
请参考电机安装孔尺寸和位置将电机安装到对应设备。单位：mm



正视图



侧视图



后视图

电机安装端的安装螺纹孔为 M2.5，深 6mm，定位为Φ15.2mm 的外圆和 8mm 的扁位，安装过程中请选择合适的螺丝进行安装。

◆ M0601C_411 电机驱动使用说明

1. 电机支持通过 USB 转 485 工具接入电脑，实现固件升级。
2. 驱动器根据用户的输入目标值对转矩电流和速度进行闭环控制。

◆ 通信控制方式

485 总线协议控制

上电后，按照相关协议发送相关信息即可。

◆ 通讯协议

波特率：115200 **数据位：**8bit **停止位：**1bit **奇偶校验位：**无

数据长度：10 字节

回复形式：一问一答

速率：最高 500Hz

电流环模式下：-32767~32767 对应量程-8~8A(非电机电流范围)，数据类型有符号 16 位

速度环模式下：-330~330，单位 rpm，数据类型有符号 16 位

位置环模式下：0~32767 对应 0°~360°，数据类型无符号 16 位

操作步骤：

- ①设置电机 ID (断电保存)
- ②设置电机模式 (电流环、速度环、位置环，默認為速度环)
- ③发送给定值

通信协议

协议 1：驱动电机转动

发送到电机：										
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	ID	0x64	速度/ 电流/ 位置给 定高 8 位	速度/ 电流/ 位置给 定低 8 位	0	0	加速时 间	刹车	0	CRC8
电机反馈：										
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	ID	模式值	转矩电 流高 8 位	转矩电 流低 8 位	速度高 8 位	速度低 8 位	位置高 8 位	位置低 8 位	故障码	CRC8

加速时间：速度环模式下有效，每 1rpm 的加速时间，单位为 0.1ms，当设置为 1 时，每 1rpm 的加速时间为 0.1ms，当设置为 10 时，每 1rpm 的加速时间为 $10 \times 0.1\text{ms} = 1\text{ms}$ ，设置为 0 时，既默认为 1，每 1rpm 的加速时间为 0.1ms。

刹车：0xFF 其他值不刹车，速度环模式下有效

协议 2：获取其他反馈

发送到电机：										
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	ID	0x74	0	0	0	0	0	0	0	CRC8
电机反馈：										
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	ID	模式值	转矩电 流高 8 位	转矩电 流低 8 位	速度高 8 位	速度低 8 位	绕组温 度	U8 位 置值	故障码	CRC8

U8 位置值：0~255 对应 0~360°

绕组温度：单位°C

故障码：

故障值	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
内容	保留	保留	保留	过温故障	堵转故障	相电流 过流	过流故障	传感器故 障

例如故障码为：0x02 即为 0b00000010 表示发生过流故障

CRC8 值：

对数值 DATA[0]~DATA[8]进行 CRC8 校验后的值。

CRC 算法：CRC-8/MAXIM

多项式： $x^8 + x^5 + x^4 + 1$

电机模式切换发送协议:

数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	ID	0xA0	0	0	0	0	0	0	0	模式值

模式值:

0x01 : 设定为电流环

0x02 : 设定为速度环

0x03 : 设定为位置环

切换为位置环时电机转速需低于 10rpm

电机 ID 设置发送协议:

数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	0xAA	0x55	0x53	ID	0	0	0	0	0	0

注: 设置 ID 时请保证总线上只有一个电机, 每次上电只允许设置一次, 电机接收到 5 次 ID

设置指令后进行设置

电机 ID 查询发送协议:

发送到电机:										
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	0XC8	0x64	0	0	0	0	0	0	0	CRC8
电机反馈:										
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	ID	模式值	转矩电 流高 8 位	转矩电 流低 8 位	速度高 8 位	速度低 8 位	位置高 8 位	位置低 8 位	故障码	CRC8

注：查询 ID 时请保证总线上只有一个电机

◆ 保护规定

- 1、母线过流保护阈值：3A，过流发生后触发停机保护，5S 后解除
- 2、电机过温保护阈值：80°C，温度低于阈值 5°C 后解除保护
- 3、相电流保护阈值：4.6A，过流发生后触发停机保护，5S 后解除
- 4、堵转保护：堵转持续时间超过 5S 触发保护，5S 后解除

◆ 固件更新

使用 USB 转 485 工具，将电机连接至计算机，利用 DDT TOOL 软件进行固件更新。

◆ 电机参数

搭配 M6 电调测试电机参数

空载转速	200±10rpm
空载电流	≤0.25A
额定转速	115rpm
额定转矩	0.96Nm
额定电流	1.25A
最大效率	≥60%
堵转扭矩	2.0Nm
堵转电流	≤2.7A
额定电压	18VDC
转矩常数	0.75Nm/A (在额定转速下测得)
转速常数	11.1rpm/V
使用环境温度	-20°C~45°C
电机重量	485g
编码器分辨率	4096
相对精度	1024
噪音等级	≤50dB
防护等级	IP54

注意：未装轮胎前的测试结果。



E-mail: HuYue@DirectDriveTech.com / MKT@DirectDriveTech.com

广东省东莞市松山湖高新技术产业开发区怡乐路一号中集产城数字科技产业园南区三号楼二层

2nd Floor, Building 3, South District, Digital Technology Industrial Park, CIMC Industrial City, No. 1, Yile Road, Songshan Lake High-tech Development Zone, Dongguan, Guangdong Province

M6[®]
112

规格书

V1.0 2021.08.01



目录

免责声明.....	3
产品使用注意事项.....	3
产品简介.....	4
产品特性.....	4
产品清单.....	5
电机接口及线序说明.....	6
安装指引.....	7
M0602C_112 电机驱动使用说明.....	8
通信控制方式.....	8
通信协议.....	8
保护规定.....	12
固件更新.....	12
电机参数.....	13

◆ 免责声明

感谢您购买东莞市本末科技有限公司（以下简称：本末™科技） M6 系列永磁同步电动机（以下简称：“电机”）。此说明书将指引用户使用该产品，在使用之前请务必仔细阅读本文并按照相关指引操作，以免造成伤害或损失。您使用本产品将视为您已经接受本规格书及本产品所有相关文档的全部条款和内容。您承诺仅处于正当目的使用本产品及对于使用本产品可能带来的后果负全部责任。本末™科技对于直接或者间接使用该产品而造成的损坏，伤害以及任何法律责任不予负责。

本产品及规格书为东莞市本末科技有限公司版权所有。未经许可，不得以任何形式复制翻印。本产品及规格书所有文档最终解释权与修改权归东莞市本末科技有限公司所有，本末™科技可能会在获得新信息、知识或经验时修改此规格书信息，恕不另行通知。

◆ 产品使用注意事项

1. 请使用前确认工作电压是否为本文规定电压。
2. 确保电机在规定环境温度范围内使用。
3. 请避免电机浸泡在水中，否则可能会导致电机运行异常或损坏。
4. 使用前请确保接线正确，稳固，避免接触不良的情况出现。
5. 使用电机前请参考安装说明，保证电机安装正确，稳固。
6. 使用电机前请参考安装说明，保证电机对外输出部分安装正确，稳固。
7. 使用时请避免损伤线材，否则可能会导致电机运行异常或损坏。
8. 使用时请勿触摸电机转动部分，避免受伤。
9. 电机大转矩输出时，会出现发热的情况，请勿触摸电机，避免烫伤。
10. 请勿私自拆卸电机，否则可能会导致电机运行异常或损坏，并可能带来安全隐患。

◆ 产品简介

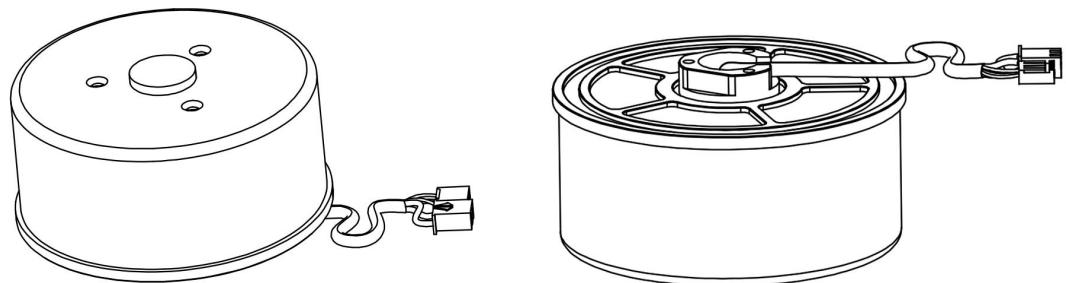
M6 列电机是一款由东莞市本末科技有限公司自主研发的产品。该产品是基于一体化开发理念，集外转子无刷电机、编码器、伺服驱动于一体的高可靠性永磁同步电动机，其结构紧凑，安装方便，运行稳定，小体积、大扭矩特别适合应用于以下直驱领域：机器人关节、小型AGV驱动轮、玩具驱动轮、教育开发车载平台等。通过对极槽数、槽型、气隙、永磁材料等相关优化，确保电机有更大的转矩输出、更小的转矩波动，实现低转速大扭矩的直接驱动，为用户提供了高性能的直驱应用解决方案。该电机适配的驱动器使用磁场定向控制（FOC）算法，配合电机内置的高精度传感器，达到对电机的精确控制及更好的静音效果。驱动器具备完整可靠的电机OBD监控机制和保护功能，确保电机运行安全可靠。

◆ 产品特性

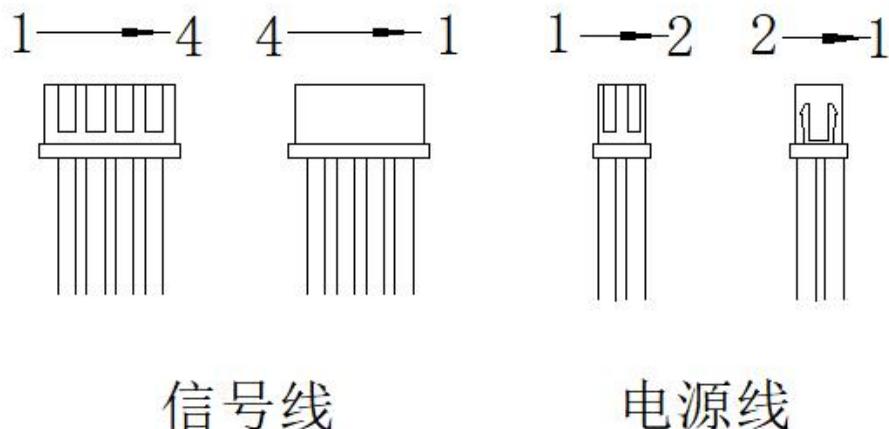
1. 电机和驱动器一体化设计，结构紧凑，集成度高；
2. 支持485通信方式；
3. 特殊的结构设计可以让温度传感器测量到电机的整体温度，控制更精准；
4. 通过通信可以获取电机的位置，速度，电流，故障码等信息；
5. 具有霍尔位置检测，过流保护等功能；
6. 支持电刹车。

◆ 产品清单

电机×1



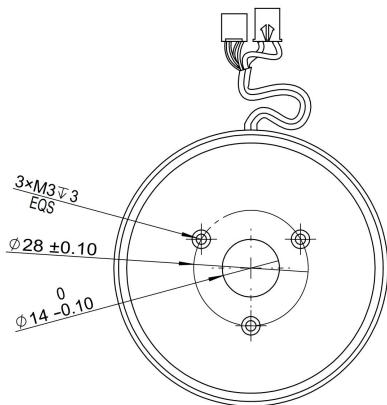
◆ 电机接口及线序说明



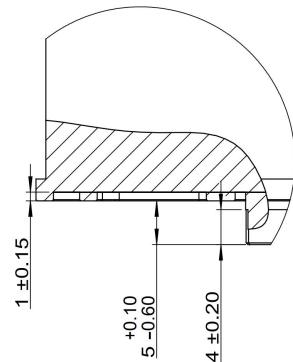
类型	线序号	名称	类型	说明
信号线 (ZH1.5*4P)	1	GND	信号地	电源负极
	2	A	DATA+	485 总线 A
	3	B	DATA-	485 总线 B
	4	/		保留
电源线 (XH2.54*2P)	1	VCC	电源正	最大 24VDC
	2	GND	电源负	

◆ 安装指引

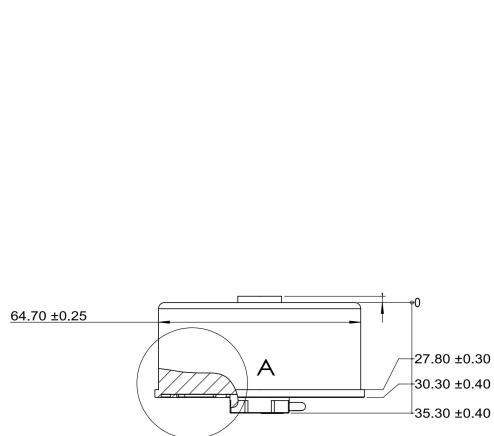
请参考电机安装孔尺寸和位置将电机安装到对应设备。单位：mm



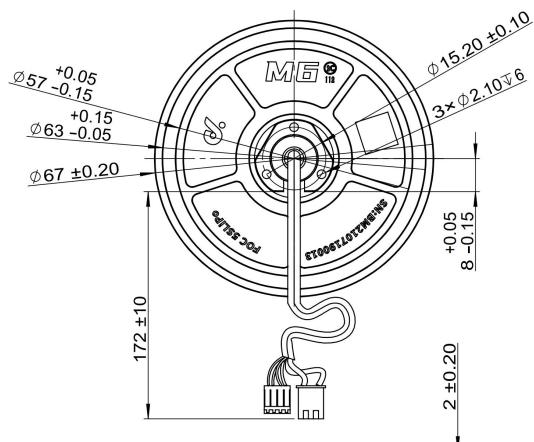
俯视图



局部视图 比例：2 : 1



正视图



仰视图

电机输出端的螺纹孔为 M3，深度 3mm,定位为Φ28 的圆所在位置均匀分布， 电机安装端的安装孔为Φ2.1，深 6mm，定位为Φ15.2mm 的外圆和 8mm 的扁位，安装过程中需要使用自攻螺钉，请选择合适的螺丝进行安装。

◆ M0602C_112 电机驱动使用说明

1. 电机支持通过 USB 转 485 工具接入电脑，实现固件升级。
2. 驱动器根据用户的输入目标值对转矩电流和速度进行闭环控制。

◆ 通信控制方式

485 总线协议控制

上电后，按照相关协议发送相关信息即可。

◆ 通讯协议

波特率：115200 **数据位：**8bit **停止位：**1bit **奇偶校验位：**无

数据长度：10 字节

回复形式：一问一答

速率：最高 500Hz

电流环模式下：-32767~32767 对应量程-8~8A(非电机电流范围)，数据类型有符号 16 位

速度环模式下：-330~330，单位 rpm，数据类型有符号 16 位

位置环模式下：0~32767 对应 0°~360°，数据类型无符号 16 位

操作步骤：

- ①设置电机 ID (断电保存)
- ②设置电机模式 (电流环、速度环、位置环，默認為速度环)
- ③发送给定值

1、协议 1：驱动电机转动

发送到电机：										
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	ID	0x64	速度/ 电流/ 位置给 定高 8 位	速度/ 电流/ 位置给 定低 8 位	0	0	加速时 间	刹车	0	CRC8
电机反馈：										
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	ID	模式值	转矩电 流高 8 位	转矩电 流低 8 位	速度高 8 位	速度低 8 位	位置高 8 位	位置低 8 位	故障码	CRC8

加速时间：速度环模式下有效，每 1rpm 的加速时间，单位为 0.1ms，当设置为 1 时，每 1rpm 的加速时间为 0.1ms，当设置为 10 时，每 1rpm 的加速时间为 $10 \times 0.1\text{ms} = 1\text{ms}$ ，设置为 0 时，既默认为 1，每 1rpm 的加速时间为 0.1ms。

刹车：0xFF 其他值不刹车，速度环模式下有效

2、协议 2：获取其他反馈

发送到电机：										
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	ID	0x74	0	0	0	0	0	0	0	CRC8
电机反馈：										
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	ID	模式值	转矩电 流高 8 位	转矩电 流低 8 位	速度高 8 位	速度低 8 位	绕组温 度	U8 位 置值	故障码	CRC8

U8 位置值：0~255 对应 0~360°

绕组温度：单位°C

故障码：

故障值	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
内容	保留	保留	保留	过温故障	堵转故障	相电流 过流	过流故障	传感器故 障

例如故障码为：0x02 即为 0b00000010 表示发生过流故障

CRC8 值：

对数值 DATA[0]~DATA[8]进行 CRC8 校验后的值。

CRC 算法：CRC-8/MAXIM

多项式： $x^8 + x^5 + x^4 + 1$

3、电机模式切换发送协议：

数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	ID	0xA0	0	0	0	0	0	0	0	模式值

模式值：

0x01 : 设定为电流环

0x02 : 设定为速度环

0x03 : 设定为位置环

切换为位置环时电机转速需低于 10rpm

4、电机 ID 设置发送协议：

数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	0xAA	0x55	0x53	ID	0	0	0	0	0	0

注：设置 ID 时请保证总线上只有一个电机，每次上电只允许设置一次，电机接收到 5 次 ID 设置指令后进行设置

5、电机 ID 查询发送协议：

发送到电机：										
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	0XC8	0x64	0	0	0	0	0	0	0	CRC8
电机反馈：										
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	ID	模式值	转矩电 流高 8 位	转矩电 流低 8 位	速度高 8 位	速度低 8 位	位置高 8 位	位置低 8 位	故障码	CRC8

注：查询 ID 时请保证总线上只有一个电机

◆ 保护规定

- 1、母线过流保护阈值：3A，过流发生后触发停机保护，5S 后解除
- 2、电机过温保护阈值：80°C，温度低于阈值 5°C 后解除保护
- 3、相电流保护阈值：4.6A，过流发生后触发停机保护，5S 后解除
- 4、堵转保护：堵转持续时间超过 5S 触发保护，5S 后解除

◆ 固件更新

使用 USB 转 485 工具，将电机连接至计算机，利用 DDT TOOL 软件进行固件更新。

◆ 电机参数

搭配 M6 电调测试电机参数

空载转速	315rpm±10rpm
空载电流	≤0.25A
额定转速	200rpm
额定转矩	0.55Nm
额定电流	1.45A
最大效率	≥50%
堵转扭矩	1.1Nm
堵转电流	≤3.5A
额定电压	18VDC
转矩常数	0.37Nm/A 在额定转速下测得
转速常数	17.5rpm/V
使用环境温度	-20°C~45°C
电机重量	300g
编码器分辨率	4096
相对精度	1024

注：以上参数是在额定电压 18VDC 下测得。



E-mail: HuYue@DirectDriveTech.com / MKT@DirectDriveTech.com

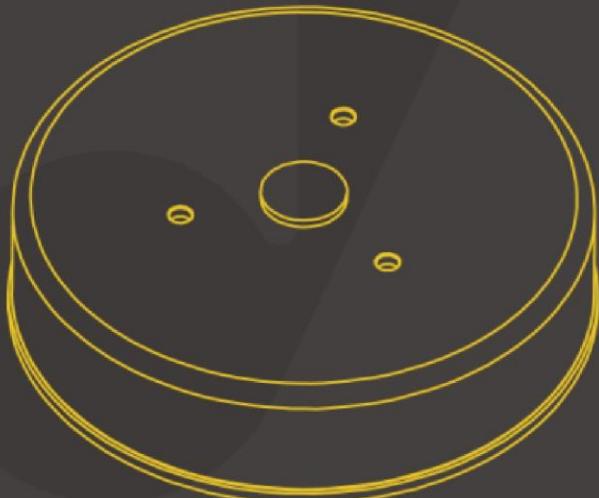
广东省东莞市松山湖高新技术产业开发区怡乐路一号中集产城数字科技园南区三号楼二层

2nd Floor, Building 3, South District, Digital Technology Industrial Park, CIMC Industrial City, No. 1, Yile Road, Songshan Lake High-tech Development Zone, Dongguan, Guangdong Province

M6[®] 111 规格书

型号：M0603A_111

版本：V1.0



目录

免责声明.....	3
产品使用注意事项.....	3
产品简介.....	4
产品特性.....	4
电机接口及线序说明.....	5
安装指引.....	6
电机驱动使用说明.....	7
通信控制方式.....	7
通讯协议.....	7
保护规定.....	13
固件更新.....	13
包装运输.....	13
电机参数.....	14

◆ 免责声明

感谢您购买东莞市本末科技有限公司(以下简称:本末™科技) M6 系列永磁同步电动机(以下简称:“电机”)。此说明书将指引用户使用该产品 , 在使用之前请务必仔细阅读本文并按照相关指引操作, 以免造成伤害或损失。您使用本产品将视为您已经接受本规格书及本产品所有相关文档的全部条款和内容。您承诺仅处于正当目的使用本产品及对于使用本产品可能带来的后果负全部责任。本末™科技对于直接或者间接使用该产品而造成的损坏, 伤害以及任何法律责任不予负责。

此 M6 电机内部型号对应为 M0603A, 本产品及规格书为东莞市本末科技有限公司版权所有。未经许可, 不得以任何形式复制翻印。 本产品及规格书所有文档最终解释权与修改权归东莞市本末科技有限公司所有, 本末™科技可能会在获得新信息、知识或经验时修改此规格书信息, 恕不另行通知。

◆ 产品使用注意事项

1. 请使用前确认工作电压是否为本文规定电压。
2. 确保电机在规定环境温度范围内使用。
3. 请避免电机浸泡在水中, 否则可能会导致电机运行异常或损坏。
4. 使用前请确保接线正确, 稳固, 避免接触不良的情况出现。
5. 使用电机前请参考安装说明, 保证电机安装正确, 稳固。
6. 使用电机前请参考安装说明, 保证电机对外输出部分安装正确, 稳固。
7. 使用时请避免损伤线材, 否则可能会导致电机运行异常或损坏。

8. 使用时请勿触摸电机转动部分，避免受伤。
9. 电机大转矩输出时，会出现发热的情况，请勿触摸电机，避免烫伤。
10. 请勿私自拆卸电机，否则可能会导致电机运行异常或损坏，并可能带来安全隐患。

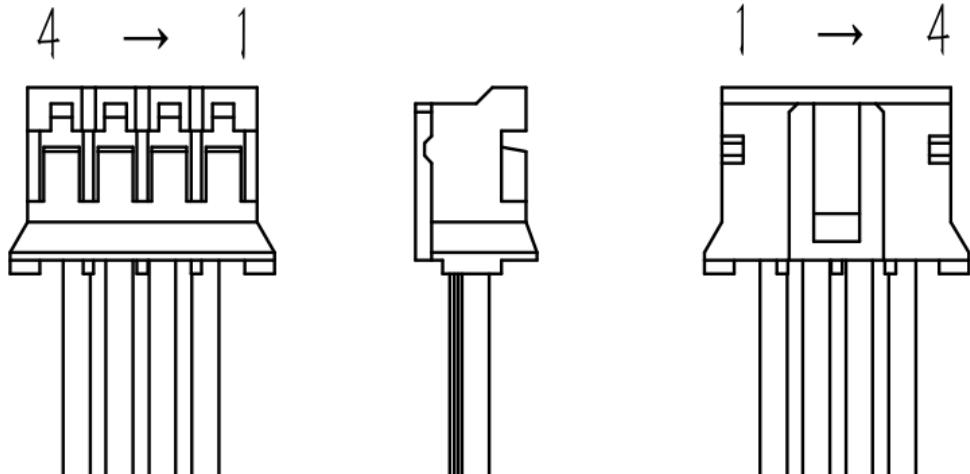
◆ 产品简介

M6 列电机是一款由东莞市本末科技有限公司自主研发的产品。该产品是基于一体化开发理念，集外转子无刷电机、编码器、伺服驱动于一体的高可靠性永磁同步电动机，其结构紧凑，安装方便，运行稳定，小体积、大扭矩特别适合应用于以下直驱领域：机器人关节、小型 AGV 驱动轮、玩具驱动轮、教育开发车载平台等。通过对极槽数、槽型、气隙、永磁材料等相关优化，确保电机有更大的转矩输出、更小的转矩波动，实现低转速大扭矩的直接驱动，为用户提供了高性能的直驱应用解决方案。该电机适配的驱动器使用磁场定向控制（FOC）算法，配合电机内置的高精度传感器，达到对电机的精确控制及更好的静音效果。驱动器具备完整可靠的电机 OBD 监控机制和保护功能，确保电机运行安全可靠。

◆ 产品特性

1. 电机和驱动器一体化设计，结构紧凑，集成度高；
2. 支持单总线串口通信方式；
3. 特殊的结构设计可以让温度传感器测量到电机的整体温度，控制更精准；
4. 通过通信可以获取电机的速度，电流，故障码等信息；
5. 具有霍尔位置检测，过流保护等功能；
6. 支持电刹车。

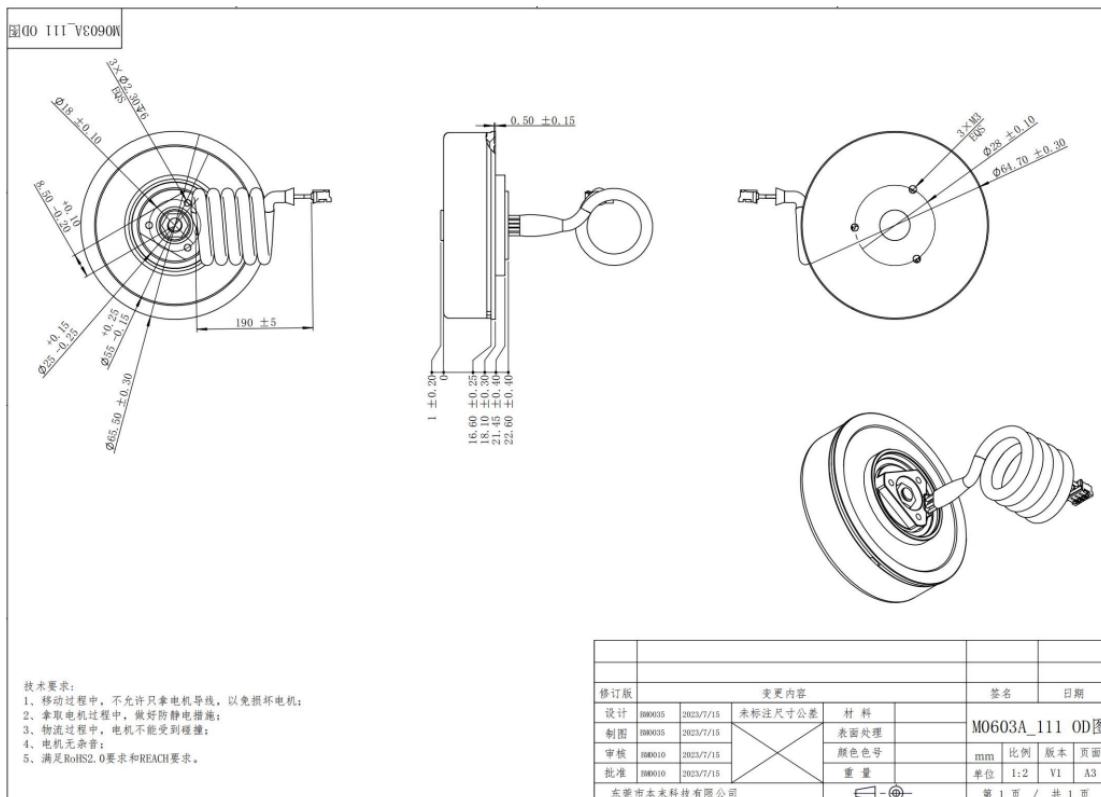
◆ 电机接口及线序说明



线束	线序号	名称	颜色	类型	说明
A2001-H0 4 电源 26AWG	1	VCC	红色	电源	电源正
	2	GND	黑色	电源	地
	3	LIN	白色	信号	单线半双工串口
	4	ID	黄色	信号	低电平 (电压低于 1.5V) : ID1 高电平 (电压高于 3.0V, 最大 5.5V) : ID2

◆ 安装指引

请参考电机安装孔尺寸和位置将电机安装到对应设备。单位：mm



技术要求：
1、移动过程中，不允许只拿电机导线，以免损坏电机；
2、拿取电机过程中，做好防静电措施；
3、物流过程中，电机不能受到碰撞；
4、电机无杂音；
5、满足RoHS2.0要求和REACH要求。

修订版	变更内容			签名	日期
设计 080035	2023/7/15	未标注尺寸公差	材料	M0603A_111 OD图	
制图 080035	2023/7/15		表面处理		
审核 080010	2023/7/15		颜色色号	mm 比例 版本 页数	
批准 080010	2023/7/15		重量	单位 1:2 V1 A3	
				第 1 页 / 共 1 页	

电机输出端的螺纹孔为 M3，深度 3mm（注意：安装时螺钉旋入电机深度不能超过 3mm，否则会存在螺钉与定子干涉的风险），安装孔圆心在 Φ28 位置均匀分布。电机安装端的安装孔为φ2.5，深 6mm，安装孔圆心在 Φ18 位置均匀分布。安装过程中请选择合适的螺丝进行安装。

◆ 电机驱动使用说明

1. 电机支持通过 USB 转 LIN 工具接入电脑，实现固件升级。
2. 驱动器根据用户的输入目标值对转矩电流和速度进行闭环控制。

◆ 通信控制方式

UART 协议控制

上电后，按照相关协议发送相关信息即可。

◆ 通讯协议

波特率：38400 **数据位：**8bit **停止位：**1bit **奇偶校验位：**无

数据长度：10 字节

回复形式：一问一答

速率：最高 250Hz

电流环模式下：-32767~32767 对应-4A~4A，数据类型有符号 16 位

速度环模式下：-3800~3800 对应-380rpm~380rpm，数据类型有符号 16 位

位置环模式下：0~32767 对应 0°~360°，数据类型无符号 16 位

备注：波特率不支持通过指令修改

操作步骤：

- ①配置电机 ID (低电平为 ID1,高电平为 ID2，上电时匹配)
- ②发送使能指令，使能后默认电流环
- ③发送给定值

1、驱动电机转动：

发送到电机：										
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	ID	0x64	电压/ 速度/ 电流给 定高 8 位	电压/ 速度/ 电流给 定低 8 位	0	0	加速时 间	刹车	0	CRC8
电机反馈：										
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	ID	0x65	速度高 8 位	速度低 8 位	电流高 8 位	电流低 8 位	加速时 间	温度	故障码	CRC8

加速时间：速度环模式下有效，每 1rpm 的加速时间，单位为 1ms，当设置为 1 时，每 1rpm 的加速时间为 1ms，当设置为 10 时，每 1rpm 的加速时间为 $10 \times 1\text{ms} = 10\text{ms}$ ，设置为 0 时，既默认为 1，每 1rpm 的加速时间为 1 ms

绕组温度：单位°C

刹车：0xFF 其他值不刹车，速度环模式下有效

2、获取其他反馈：

发送到电机：										
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	ID	0x74	0	0	0	0	0	0	0	CRC8
电机反馈：										
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	ID	0x75	里程圈数高 8 位	里程圈数次高 8 位	里程圈数低 8 位	里程圈数低 8 位	位置高 8 位	位置低 8 位	故障码	CRC8

里程圈数：计圈范围 -2,147,483,647 到 2,147,483,647，重新上电会清 0

位置值：0~32767 对应 0~360°

故障码：

故障值	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
内容	保留	过欠压故障	断联故障	过温故障	堵转故障	保留	过流故障	霍尔故障
例如故障码为：0x02 即为 0b00000010 表示发生过流故障								

CRC8 值：

对数值 DATA[0]~DATA[8]进行 CRC8 校验后的值。

CRC 算法：CRC-8/MAXIM

多项式： $x^8 + x^5 + x^4 + 1$

3、电机模式切换发送协议：

数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	ID	0xA0	模式值	0	0	0	0	0	0	CRC8

电机反馈										
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	ID	0xA1	模式值	0	0	0	0	0	0	CRC8

模式值：

0x00 : 设定为开环

0x01 : 设定为电流环

0x02 : 设定为速度环

0x08 : 电机使能

0x09 : 电机失能

0x0A : 电机后转 $150 \pm 10^\circ$

0x10 : 开启通讯断联功能，超过 3S 没有接收到信息会停止动作，维持上一个模式

0x11 : 关闭通讯断联功能

4、获取模式反馈

发送到电机:										
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	ID	0x75	0	0	0	0	0	0	0	CRC8

电机反馈:										
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	ID	0x76	模式值	0	0	0	0	0	0	CRC8

模式值:

0x00 : 设定为开环

0x01 : 设定为电流环

0x02 : 设定为速度环

5、获取版本号反馈

发送到电机:										
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	ID	0xFD	0	0	0	0	0	0	0	CRC8
电机反馈:										
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	ID	0xFE	年	月	日	电机型号	软件版本	硬件版本	保留	CRC8

年/月/日：默认省略 20XX 的 20，例如：2021 为 0x15，11 月为 0x0B，28 号为 0x1C

电机型号：63 为 0x3F

◆ 保护规定

1. 母线过流保护阈值：

- 1) 1.5A, 持续过流 8S 后触发停机保护, 5S 后自动解除
- 2) 2.5A, 持续过流 5S 后触发停机保护, 5S 后自动解除
- 3) 4A, 持续过流 1S 后触发停机保护, 5S 后自动解除
- 4) 6A, 持续过流 62.5uS 后触发停机保护, 5S 后自动解除

2. 电机过温保护阈值：

- 1) 80°C, 温度高于 80°C 后触发停机保护, 低于阈值 5°C 后自动解除保护
- 2) -25°C, 温度低于 -25°C 后触发停机保护, 高于阈值 5°C 后自动解除保护

3. 堵转保护：堵转持续时间超过 5S 触发保护, 5S 后自动解除 (速度环有效)

4. 过压保护阈值：

- 1) 28V, 电压高于 28V 后触发停机保护, 低于阈值 0.5V 后自动解除保护
- 2) 9V, 电压低于 9V 后触发停机保护, 高于阈值 0.5V 后自动解除保护

◆ 固件更新

使用特定工具，将电机连接至计算机，利用特定软件进行固件更新。请联系官方售后。

◆ 包装运输

根据实际需要使用本章节...

◆ 电机参数

M0603A_111 电机参数

产品型号	M0603A_111
空载转速	400±20 rpm
空载电流	≤0.25 A
额定转速	100rpm
额定转矩	0.15 Nm
额定电流	0.24±0.07A
额定电压	25.2 VDC
堵转扭矩	≥0.30 Nm
堵转电流	1.0±0.2 A
最大效率	≥40%
编码器分辨率	12 位
重量	198g
防护等级	IP54 (磁轭端面完全密封及安装特定组件状态下, 参考 GB/T 4208-2017 测试)
噪音等级	≤45dB(A) (参考 GB/T 4214.1-2017 测试)
寿命	1500H (0.15Nm 负载, 100rpm 状态下测试)
EMC	-6dB (参考 GB/T17626.4-2018/EN55014-1: 2017 测试)
ESD	转子端面接触±15KV (参考 GB/T17626.2-2018/EN61000-4-2 测试)



E-mail: MKT@DirectDriveTech.com

广东省东莞市松山湖高新技术产业开发区怡乐路一号中集产城数字科技产业园南区三号楼二层

2nd Floor, Building 3, South District, Digital Technology Industrial Park, CIMC Industrial City, No. 1, Yile Road, Songshan Lake High-tech Development Zone, Dongguan, Guangdong Province

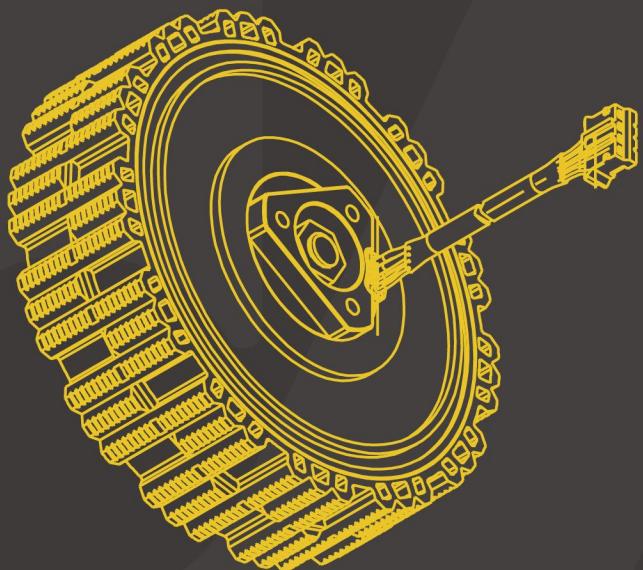
变更履历

序号	版本号	变更说明	变更人	更新日期	审批
1	V1.0	初次拟定	周思岑	2023/11/13	陈春银
2					

M6[®]

规格书

3A



目录

免责声明	3
产品使用注意事项	3
产品简介	4
产品特性	4
电机接口及线序说明	5
安装指引	6
电机驱动使用说明	7
通信控制方式	7
通讯协议	7
保护规定	13
固件更新	13
电机参数	14

◆ 免责声明

感谢您购买东莞市本末科技有限公司(以下简称:本末™科技) M6 系列永磁同步电动机(以下简称:“电机”)。此说明书将指引用户使用该产品 , 在使用之前请务必仔细阅读本文并按照相关指引操作, 以免造成伤害或损失。您使用本产品将视为您已经接受本规格书及本产品所有相关文档的全部条款和内容。您承诺仅处于正当目的使用本产品及对于使用本产品可能带来的后果负全部责任。本末™科技对于直接或者间接使用该产品而造成的损坏, 伤害以及任何法律责任不予负责。

此 M6 电机内部型号对应为 M0603A, 本产品及规格书为东莞市本末科技有限公司版权所有。未经许可, 不得以任何形式复制翻印。 本产品及规格书所有文档最终解释权与修改权归东莞市本末科技有限公司所有, 本末™科技可能会在获得新信息、知识或经验时修改此规格书信息, 恕不另行通知。

◆ 产品使用注意事项

1. 请使用前确认工作电压是否为本文规定电压。
2. 确保电机在规定环境温度范围内使用。
3. 请避免电机浸泡在水中, 否则可能会导致电机运行异常或损坏。
4. 使用前请确保接线正确, 稳固, 避免接触不良的情况出现。
5. 使用电机前请参考安装说明, 保证电机安装正确, 稳固。
6. 使用电机前请参考安装说明, 保证电机对外输出部分安装正确, 稳固。
7. 使用时请避免损伤线材, 否则可能会导致电机运行异常或损坏。

8. 使用时请勿触摸电机转动部分，避免受伤。
9. 电机大转矩输出时，会出现发热的情况，请勿触摸电机，避免烫伤。
10. 请勿私自拆卸电机，否则可能会导致电机运行异常或损坏，并可能带来安全隐患。

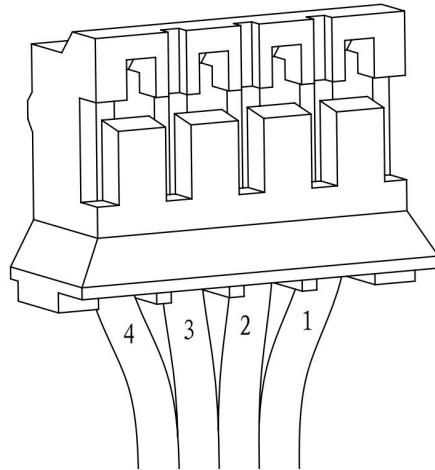
◆ 产品简介

M6 列电机是一款由东莞市本末科技有限公司自主研发的产品。该产品是基于一体化发展理念，集外转子无刷电机、编码器、伺服驱动于一体的高可靠性永磁同步电动机，其结构紧凑，安装方便，运行稳定，小体积、大扭矩特别适合应用于以下直驱领域：机器人关节、小型 AGV 驱动轮、玩具驱动轮、教育开发车载平台等。通过对极槽数、槽型、气隙、永磁材料等相关优化，确保电机有更大的转矩输出、更小的转矩波动，实现低转速大扭矩的直接驱动，为用户提供了高性能的直驱应用解决方案。该电机适配的驱动器使用磁场定向控制（FOC）算法，配合电机内置的高精度传感器，达到对电机的精确控制及更好的静音效果。驱动器具备完整可靠的电机 OBD 监控机制和保护功能，确保电机运行安全可靠。

◆ 产品特性

1. 电机和驱动器一体化设计，结构紧凑，集成度高；
2. 支持单总线串口通信方式；
3. 特殊的结构设计可以让温度传感器测量到电机的整体温度，控制更精准；
4. 通过通信可以获取电机的速度，电流，故障码等信息；
5. 具有霍尔位置检测，过流保护等功能；
6. 支持电刹车。

◆ 电机接口及线序说明



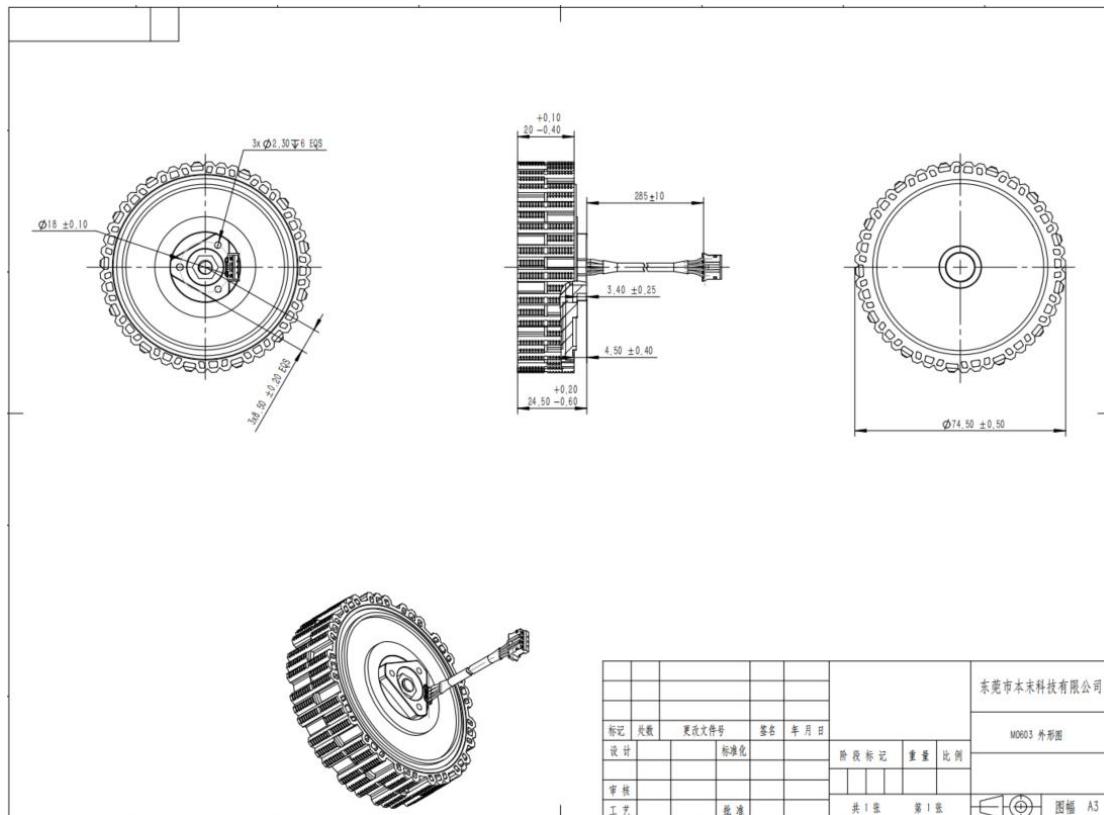
胶壳型号：联和 A2001-H04

线束	线序号	名称	颜色	类型	说明
电源 26AWG	1	VCC	红色	电源	电源正
	2	GND	黑色	电源	地
信号 28AWG	3	LIN	白色	信号	单线半双工串口
	4	ID	黄色	信号	低电平 (电压低于 1.5V) : ID1 高电平 (电压高于 3.0V, 最

大 5.5V) : ID2

◆ 安装指引

请参考电机安装孔尺寸和位置将电机安装到对应设备。单位: mm



◆ 电机驱动使用说明

1. 电机支持通过 USB 转 LIN 工具接入电脑，实现固件升级。
2. 驱动器根据用户的输入目标值对转矩电流和速度进行闭环控制。

◆ 通信控制方式

UART 协议控制

上电后，按照相关协议发送相关信息即可。

◆ 通讯协议

波特率：38400 **数据位：**8bit **停止位：**1bit **奇偶校验位：**无

数据长度：10 字节

回复形式：一问一答

速率：最高 250Hz

电流环模式下：-32767~32767 对应-4A~4A，数据类型有符号 16 位

速度环模式下：-3800~3800 对应-380rpm~380rpm，数据类型有符号 16 位

位置环模式下：0~32767 对应 0°~360°，数据类型无符号 16 位

备注：波特率不支持通过指令修改

操作步骤：

- ①配置电机 ID (低电平为 ID1,高电平为 ID2，上电时匹配)
- ②发送使能指令，使能后默认电流环
- ③发送给定值

1. 电机 ID 设置发送协议:

发送到电机:										
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	0xAA	0x55	0x53	ID	0	0	0	0	0	CRC8
电机反馈:										
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	ID	0x64	0	0	0	0	0	0	0	CRC8

注：设置 ID 时请保证总线上只有一个电机，每次上电只允许设置一次，电机接受到 5 次 ID
设置指令后设置生效。

2. 驱动电机转动

发送到电机:										
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	ID	0x64	电压/ 速度/ 电流给 定高 8 位	电压/ 速度/ 电流给 定低 8 位	0	0	加速时 间	刹车	0	CRC8
电机反馈:										

数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	ID	0x65	速度高 8位	速度低 8位	电流高 8位	电流低 8位	加速时 间	温度	故障码	CRC8

加速时间: 速度环模式下有效, 每 1rpm 的加速时间, 单位为 1ms, 当设置为 1 时, 每 1rpm 的加速时间为 1ms, 当设置为 10 时, 每 1rpm 的加速时间为 $10 \times 1\text{ms} = 10\text{ms}$, 设置为 0 时, 既默认为 1, 每 1rpm 的加速时间为 1 ms

绕组温度: 单位°C

刹车: 0xFF 其他值不刹车, 速度环模式下有效

3. 获取其他反馈:

发送到电机:										
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	ID	0x74	0	0	0	0	0	0	0	CRC8
电机反馈:										

数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	ID	0x75	里程圈数高8位	里程圈数次高8位	里程圈数低8位	里程圈数低8位	位置高8位	位置低8位	故障码	CRC8

里程圈数: 计圈范围- 2,147,483,647 到 2,147,483,647, 重新上电会清 0

位置值: 0~32767 对应 0~360°

故障码:

故障值	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
内容	保留	过欠压故障	断联故障	过温故障	堵转故障	保留	过流故障	霍尔故障

例如故障码为：0x02 即为 0b00000010 表示发生过流故障

CRC8 值:

对数值 DATA[0]~DATA[8]进行 CRC8 校验后的值。

CRC 算法：CRC-8/MAXIM

多项式： $x^8 + x^5 + x^4 + 1$

4. 电机模式切换发送协议：

数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	ID	0xA0	模式值	0	0	0	0	0	0	CRC8

电机反馈

数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	ID	0xA1	模式值	0	0	0	0	0	0	CRC8

模式值：

0x00 : 设定为开环

0x01 : 设定为电流环

0x02 : 设定为速度环

0x08 : 电机使能

0x09 : 电机失能

0x0A : 电机后转 $150 \pm 10^\circ$

0x10 : 开启通讯断联功能，超过 3S 没有接收到信息会停止动作，维持上一个模式

0x11 : 关闭通讯断联功能

5. 获取模式反馈

发送到电机：										
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	ID	0x75	0	0	0	0	0	0	0	CRC8
电机反馈：										

数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	ID	0x76	模式值	0	0	0	0	0	0	CRC8

模式值:

0x00 : 设定为开环

0x01 : 设定为电流环

0x02 : 设定为速度环

6. 获取版本号反馈

发送到电机:										
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	ID	0xFD	0	0	0	0	0	0	0	CRC8
电机反馈:										
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	ID	0xFE	年	月	日	电机型号	软件版本	硬件版本	保留	CRC8

年/月/日：默认省略 20XX 的 20，例如：2021 为 0x15，11 月为 0x0B，28 号为 0x1C

电机型号：63 为 0x3F

◆ 保护规定

1. 母线过流保护阈值：

- 1) 1.5A, 持续过流 8S 后触发停机保护, 5S 后自动解除
- 2) 2.5A, 持续过流 5S 后触发停机保护, 5S 后自动解除
- 3) 4A, 持续过流 1S 后触发停机保护, 5S 后自动解除
- 4) 6A, 持续过流 62.5uS 后触发停机保护, 5S 后自动解除

2. 电机过温保护阈值：

- 1) 80°C, 温度高于 80°C 后触发停机保护, 低于阈值 5°C 后自动解除保护
- 2) -25°C, 温度低于 -25°C 后触发停机保护, 高于阈值 5°C 后自动解除保护

3. 堵转保护：堵转持续时间超过 5S 触发保护, 5S 后自动解除（速度环有效）

4. 过压保护阈值：

- 1) 28V, 电压高于 28V 后触发停机保护, 低于阈值 0.5V 后自动解除保护
- 2) 9V, 电压低于 9V 后触发停机保护, 高于阈值 0.5V 后自动解除保护

◆ 固件更新

使用特定工具，将电机连接至计算机，利用特定软件进行固件更新。请联系官方售后。

◆ 电机参数

M0603A_411 电机参数 (硬件版本 V5.5 软件版本 V1.4)

产品型号	M0603A_411
空载转速	400±20 rpm
空载电流	≤0.25 A
额定转速	100rpm
额定转矩	0.15 Nm
额定电流	0.24±0.07A
额定电压	25.2 VDC
堵转扭矩	≥0.30 Nm
堵转电流	1.0±0.2 A
最大效率	≥40%
编码器分辨率	12 位
防护等级	IP64
(磁轭端面完全密封及安装特定组件状态下, 参考 GB/T 4208-2017 测试)	
噪音等级	≤45dB(A)
(参考 GB/T 4214.1-2017 测试)	
寿命	1500H
(0.15Nm 负载, 100rpm 状态下测试)	
EMC	-6dB
(参考 GB/T17626.4-2018/EN55014-1: 2017 测试)	
ESD	转子端面接触±15KV
(参考 GB/T17626.2-2018/EN61000-4-2 测试)	



E-mail: MKT@DirectDriveTech.com

广东省东莞市松山湖高新技术产业开发区怡乐路一号中集产城数字科技产业园南区三号楼二层

2nd Floor, Building 3, South District, Digital Technology Industrial Park, CIMC Industrial City, No. 1, Yile Road, Songshan Lake High-tech Development Zone, Dongguan, Guangdong Province

变更履历

序号	版本号	变更说明	变更人	更新日期	审批
1	V1.0	初次拟定	陈伟	2021/1 2/02	
2	V2.0	接受 ZM 定制，电机重构，规格书 重新调整	陈春银	2023/0 6/27	钟志鸣
3	V2.1	空载转速由 380 调整为 400； 额定电压由 24 调整为 25.2； 防护等级由 IP54 调整为 IP65； 线束长度由 355 调整为 250； 线束长度由 250 调整为 190；	卢旺	2023/0 7/29	钟志鸣
4	V2.2	性能参数增加公差管控； 重量因线束调整而调整； 补充完善软件功能描述	卢旺	2023/0 8/19	钟志鸣
5	V2.3	密封圈定版，空载转速管控公差确 定，由 408 ± 20 调整为 400 ± 20	卢旺	2023/0 8/31	钟志鸣

6	V2.4	1、补充线束颜色 2、2D 图纸更新，增加轴侧视图 3、防护等级由 IP65 调整为 IP64 4、防护等级、噪音、寿命等测试 增加测试条件或标准 5、增加 EMC\ESD 规格 6、额定扭矩及额定电流标准重定	陈春银	2023/0 9/07	钟志鸣
7	V2.5	基于左右轮存在黑、白端子的差异，需分别拟制两版规格书	陈春银	2023/1 0/10	钟志鸣
8	V2.6	基于电机存在氟橡胶密封圈（棕色）、丁腈橡胶密封圈（黑色）差异，需分别拟制左右轮两版规格书	卢旺	2023/1 0/24	钟志鸣
9	V3.0	更新外形图（绞线版本线束）	唐生	2024/0 1/04	
10	V4.0	更新外形图、更新线束胶壳型号	唐生	2024/0 3/18	
11	V4.1	更新外形图(线长从 360 改为 320)	唐生	2024/0 4/03	

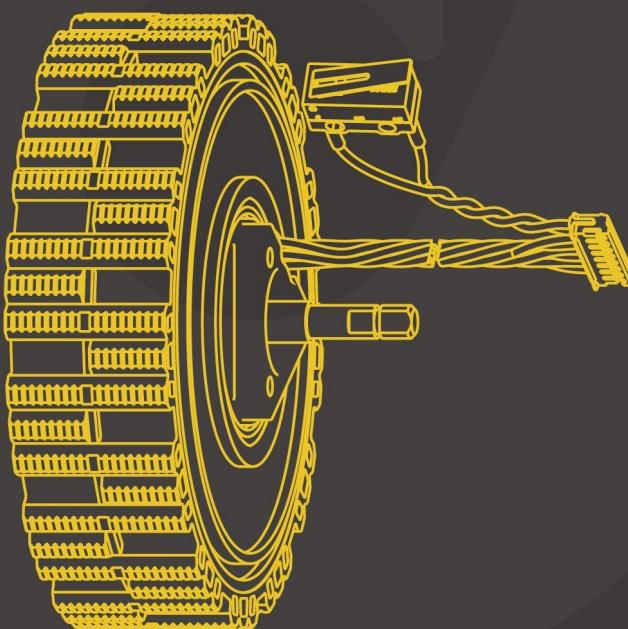
M6 3B
222

规格书

型号: M0603B_222 轮毂电机 L

版本: V2.1

日期: 2024/6/20



目录

免责声明	3
产品使用注意事项	3
产品简介	4
产品特性	4
产品清单	5
电机接口及线序说明	6
爆炸图	7
安装指引	8
M0603B_222 电机驱动使用说明	9
通信控制方式	9
通信协议	9
保护规定	9
固件更新	9
电机参数	10
变更履历	12
测试清单	13

◆ 免责声明

感谢您购买东莞市本末科技有限公司（以下简称：本末™科技） M6 系列永磁同步电动机（以下简称：“电机”）。此说明书将指引用户使用该产品，在使用之前请务必仔细阅读本文并按照相关指引操作，以免造成伤害或损失。您使用本产品将视为您已经接受本规格书及本产品所有相关文档的全部条款和内容。您承诺仅处于正当目的使用本产品及对于使用本产品可能带来的后果负全部责任。本末™科技对于直接或者间接使用该产品而造成的损坏，伤害以及任何法律责任不予负责。

本产品及规格书为东莞市本末科技有限公司版权所有。未经许可，不得以任何形式复制翻印。本产品及规格书所有文档最终解释权与修改权归东莞市本末科技有限公司所有，本末™科技可能会在获得新信息、知识或经验时修改此规格书信息，恕不另行通知。

◆ 产品使用注意事项

1. 请使用前确认工作电压是否为本文规定电压。
2. 确保电机在规定环境温度范围内使用。
3. 请避免电机浸泡在水中，否则可能会导致电机运行异常或损坏。
4. 使用前请确保接线正确，稳固，避免接触不良的情况出现。
5. 使用电机前请参考安装说明，保证电机安装正确，稳固。
6. 使用电机前请参考安装说明，保证电机对外输出部分安装正确，稳固。
7. 使用时请避免损伤线材，否则可能会导致电机运行异常或损坏。
8. 使用时请勿触摸电机转动部分，避免受伤。
9. 电机大转矩输出时，会出现发热的情况，请勿触摸电机，避免烫伤。
10. 请勿私自拆卸电机，否则可能会导致电机运行异常或损坏，并可能带来安全隐患。

◆ 产品简介

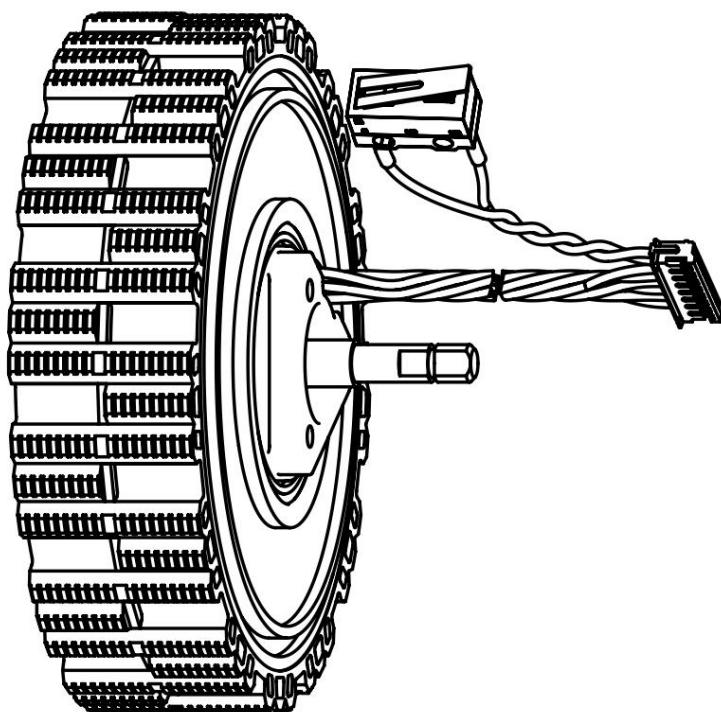
M6 系列电机是一款由东莞市本末科技有限公司自主研发的产品。该产品是基于一体化发展理念，集外转子无刷电机、编码器、伺服驱动于一体的高可靠性永磁同步电动机，其结构紧凑，安装方便，运行稳定，小体积、大扭矩特别适合应用于以下直驱领域：机器人关节、小型 AGV 驱动轮、玩具驱动轮、教育开发车载平台等。通过对极槽数、槽型、气隙、永磁材料等相关优化，确保电机有更大的转矩输出、更小的转矩波动，实现低转速大扭矩的直接驱动，为用户提供了高性能的直驱应用解决方案。该电机适配的驱动器使用磁场定向控制（FOC）算法，配合电机内置的高精度传感器，达到对电机的精确控制及更好的静音效果。驱动器具备完整可靠的电机 OBD 监控机制和保护功能，确保电机运行安全可靠。

◆ 产品特性

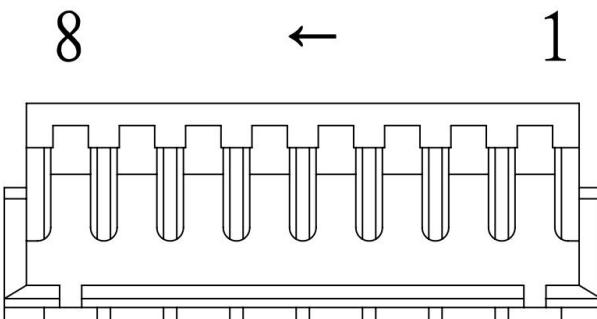
1. 电机和驱动器一体化设计，结构紧凑，集成度高；
2. 支持 PWM 调速控制方式和 FG 信号反馈转速功能；
3. 特殊的结构设计可以让温度传感器测量到电机的整体温度，控制更精准；
4. 具有霍尔位置检测，过流保护等功能；
5. 支持电刹车。

◆ 产品清单

电机×1

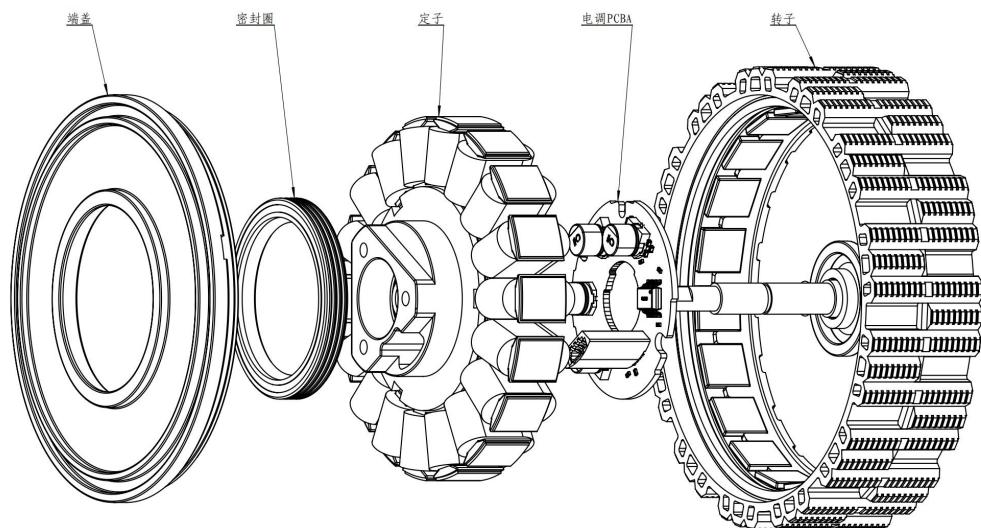


◆ 电机接口及线序说明



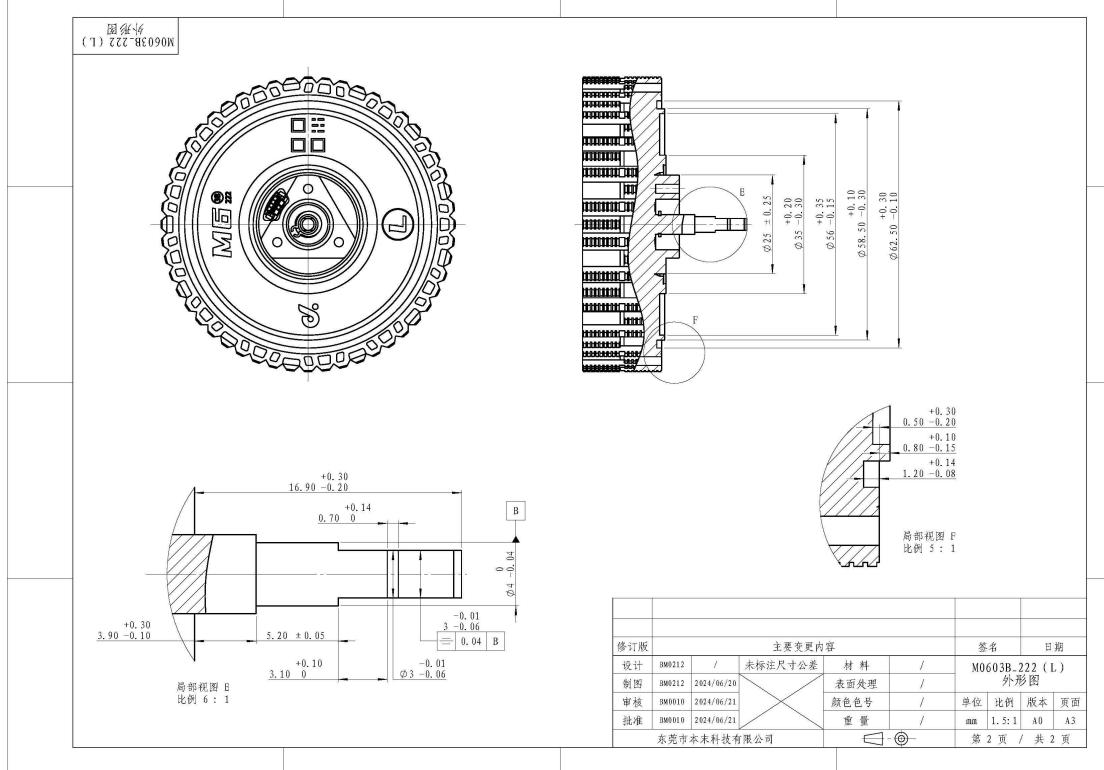
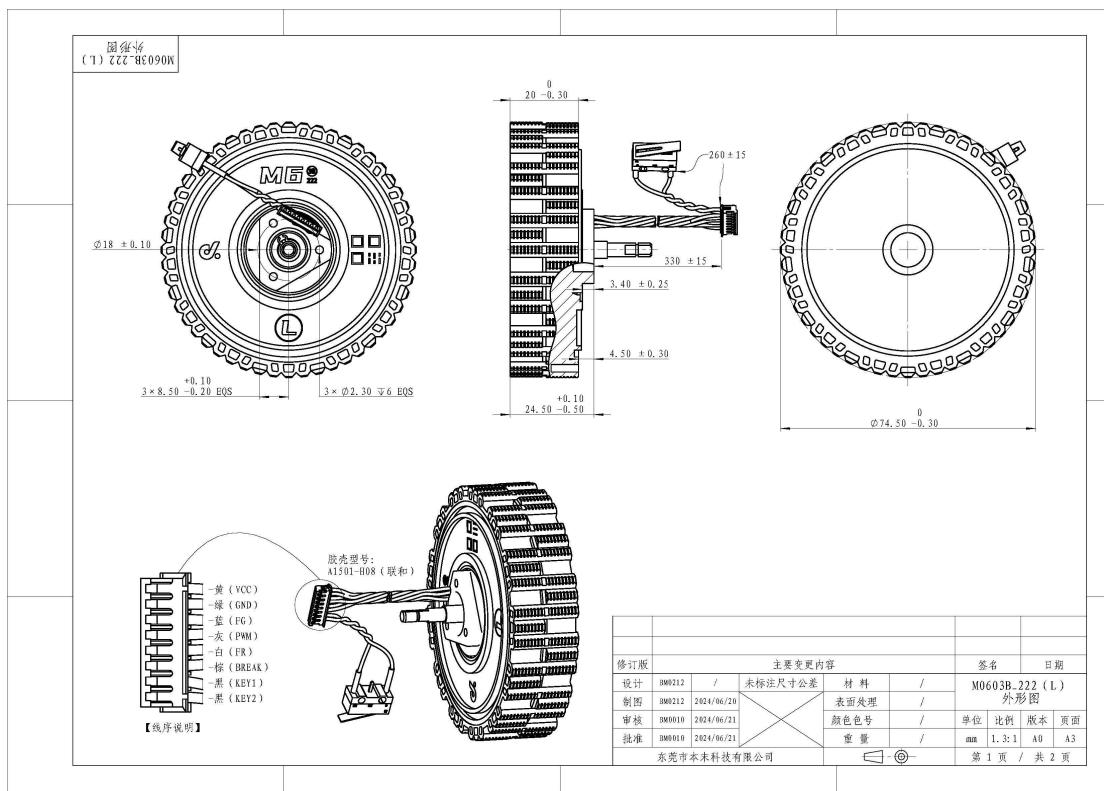
类型	线序号	名称	类型	说明
导线	1	VCC	电源正极	黄
	2	GND	电源负极	绿
	3	FG	速度反馈	蓝
	4	PWM	速度设定	灰
	5	FR	旋转方向设定 高电平正转, 低电平反转	白
	6	BREAK	低电平制动, 高电平运转	棕
	7	KEY1	微动开关 1 脚	黑
	8	KEY2	微动开关 2 脚	黑

◆ 电机爆炸图



◆ 安装指引

请参考电机安装孔尺寸和位置，将电机安装到对应设备。单位：mm



◆ M0603B_222 电机驱动使用说明

- 1、电机支持通过 USB 转 UART 工具接入电脑，实现固件升级。
- 2、驱动器根据用户的输入目标值对速度进行闭环控制。
- 3、电机上电前至上电后 2s 内，FG、PWM、FR、BRAKE 四个信号电平须要保持稳定，恒定高电平或恒定低电平，若在此时间内信号有变化有可能使电机错误进入固件升级握手等待状态，此时电机上电后将不受控制且无法使用；上电 2s 后即可正常发送信号控制电机。

◆ PWM 控制方式

- 1、PWM 控制频率为 25kHz，是以低电平计算占空比为准。
- 2、速度范围：-210rpm~210rpm。
- 3、FG 信号反馈速度：1rpm 对应 19.5Hz。

◆ 保护规定

- 1、母线过流保护阈值：1.9A，过流持续时间超过 3s 触发停机保护，5s 后解除
- 2、电机过温保护阈值：
 - 1) 80°C，温度高于 80°C 后触发停机保护，低于阈值 5°C 后自动解除保护
 - 2) -25°C，温度低于 -25°C 后触发停机保护，高于阈值 5°C 后自动解除保护
- 3、堵转保护：堵转持续时间超过 3s 触发保护，5s 后解除
- 4、过压保护阈值：
 - 1) 28V，电压高于 28V 后触发停机保护，低于阈值 0.5V 后自动解除保护
 - 2) 9V，电压低于 9V 后触发停机保护，高于阈值 0.5V 后自动解除保护

◆ 固件更新

使用 USB 转 UART 工具，将电机连接至计算机，利用 DDT TOOL 软件进行固件更新。

◆ 电机参数

搭配 M603B_222 电调测试电机参数

空载转速	210±15rpm
空载电流	≤0.15A
额定转速	98rpm
额定转矩	0.25Nm
额定电流	0.5A
最大效率	≥40%
堵转扭矩	≥0.85Nm
堵转电流	≤4.5A
额定电压	14.4VDC
工作电压范围	10.0~22.0VDC
使用环境温度	-5°C~40°C
电机重量	260g
编码器分辨率	12bit
噪音等级	≤40dB(A)
防护等级	IPX4

注：以上参数是在额定电压 14.4VDC 下测得。



E-mail: MKT@DirectDriveTech.com

广东省东莞市松山湖高新技术产业开发区怡乐路一号中集产城数字科技产业园南区三号楼二层

2nd Floor, Building 3, South District, Digital Technology Industrial Park, CIMC Industrial City, No. 1, Yile Road, Songshan Lake High-tech Development Zone, Dongguan, Guangdong Province

变更履历

序号	版本号	变更说明	变更人	更新日期	审批
1	V1.0	初次拟定	M63 项目组	2024/1/29	陈春银
2	V2.0	1、更新外形图 2、更新电机重量； 3、封面更新。	M63 项目组	2024/5/13	陈春银
3	V2.1	1、更新外形图。 2、增加爆炸图。 3、协议补充增加一项使用说明。 4、过流保护阈值改为 1.9A 5、增加测试清单附录	M63 项目组	2024/6/24	陈春银

M6
3B
224

规格书



目录

◆ 免责声明	3
◆ 产品使用注意事项	3
◆ 产品简介	4
◆ 产品特性	4
◆ 产品清单	5
◆ 电机接口及线序说明	6
◆ 安装指引	7
◆ 电机驱动使用说明	9
◆ 通信控制方式	9
◆ 通讯协议	9
◆ 保护规定	16
◆ 固件更新	16
◆ 电机参数	17

◆ 免责声明

感谢您购买东莞市本末科技有限公司（以下简称：本末™科技） M6 系列永磁同步电动机（以下简称：“电机”）。此说明书将指引用户使用该产品，在使用之前请务必仔细阅读本文并按照相关指引操作，以免造成伤害或损失。您使用本产品将视为您已经接受本规格书及本产品所有相关文档的全部条款和内容。您承诺仅处于正当目的使用本产品及对于使用本产品可能带来的后果负全部责任。本末™科技对于直接或者间接使用该产品而造成的损坏，伤害以及任何法律责任不予负责。

本产品及规格书为东莞市本末科技有限公司版权所有。未经许可，不得以任何形式复制翻印。本产品及规格书所有文档最终解释权与修改权归东莞市本末科技有限公司所有，本末™科技可能会在获得新信息、知识或经验时修改此规格书信息，恕不另行通知。

◆ 产品使用注意事项

1. 请使用前确认工作电压是否为本文规定电压。
2. 确保电机在规定环境温度范围内使用。
3. 请避免电机浸泡在水中，否则可能会导致电机运行异常或损坏。
4. 使用前请确保接线正确，稳固，避免接触不良的情况出现。
5. 使用电机前请参考安装说明，保证电机安装正确，稳固。
6. 使用电机前请参考安装说明，保证电机对外输出部分安装正确，稳固。
7. 使用时请避免损伤线材，否则可能会导致电机运行异常或损坏。
8. 使用时请勿触摸电机转动部分，避免受伤。
9. 电机大转矩输出时，会出现发热的情况，请勿触摸电机，避免烫伤。
10. 请勿私自拆卸电机，否则可能会导致电机运行异常或损坏，并可能带来安全隐患。

◆ 产品简介

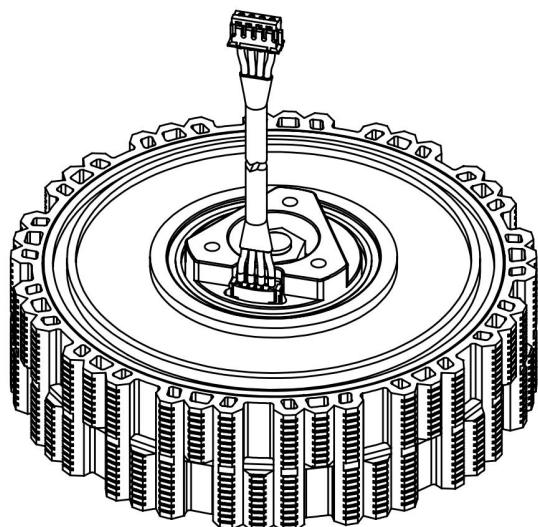
M6 列电机是一款由东莞市本末科技有限公司自主研发的产品。该产品是基于一体化开发理念，集外转子无刷电机、编码器、伺服驱动于一体的高可靠性永磁同步电动机，其结构紧凑，安装方便，运行稳定，小体积、大扭矩特别适合应用于以下直驱领域：机器人关节、小型 AGV 驱动轮、玩具驱动轮、教育开发车载平台等。通过对极槽数、槽型、气隙、永磁材料等相关优化，确保电机有更大的转矩输出、更小的转矩波动，实现低转速大扭矩的直接驱动，为用户提供了高性能的直驱应用解决方案。该电机适配的驱动器使用磁场定向控制（FOC）算法，配合电机内置的高精度传感器，达到对电机的精确控制及更好的静音效果。驱动器具备完整可靠的电机 OBD 监控机制和保护功能，确保电机运行安全可靠。

◆ 产品特性

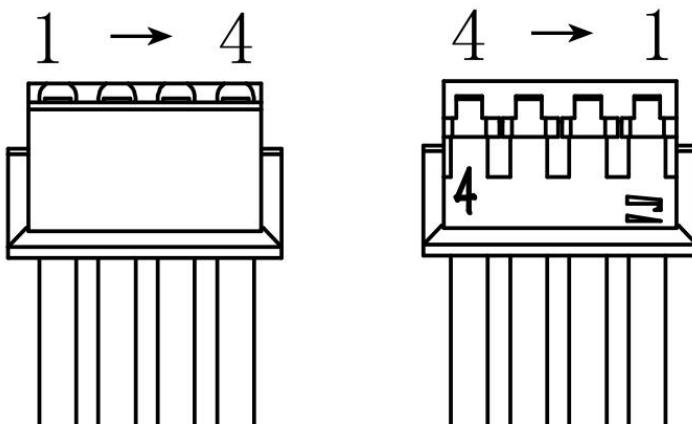
1. 电机和驱动器一体化设计，结构紧凑，集成度高；
2. 支持 UART 通信方式；
3. 特殊的结构设计可以让温度传感器测量到电机的整体温度，控制更精准；
4. 通过通信可以获取电机的位置，速度，电流，故障码等信息；
5. 具有霍尔位置检测，过流保护等功能；
6. 支持电刹车。

◆ 产品清单

电机×1



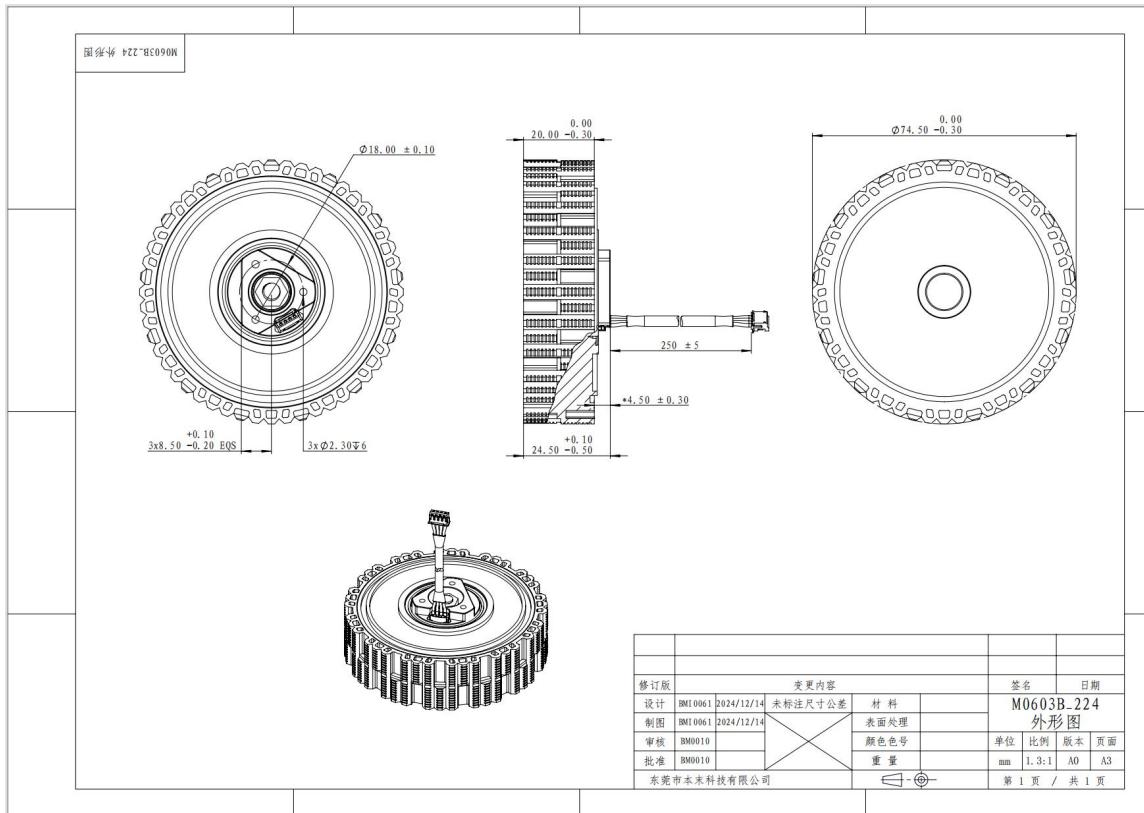
◆ 电机接口及线序说明

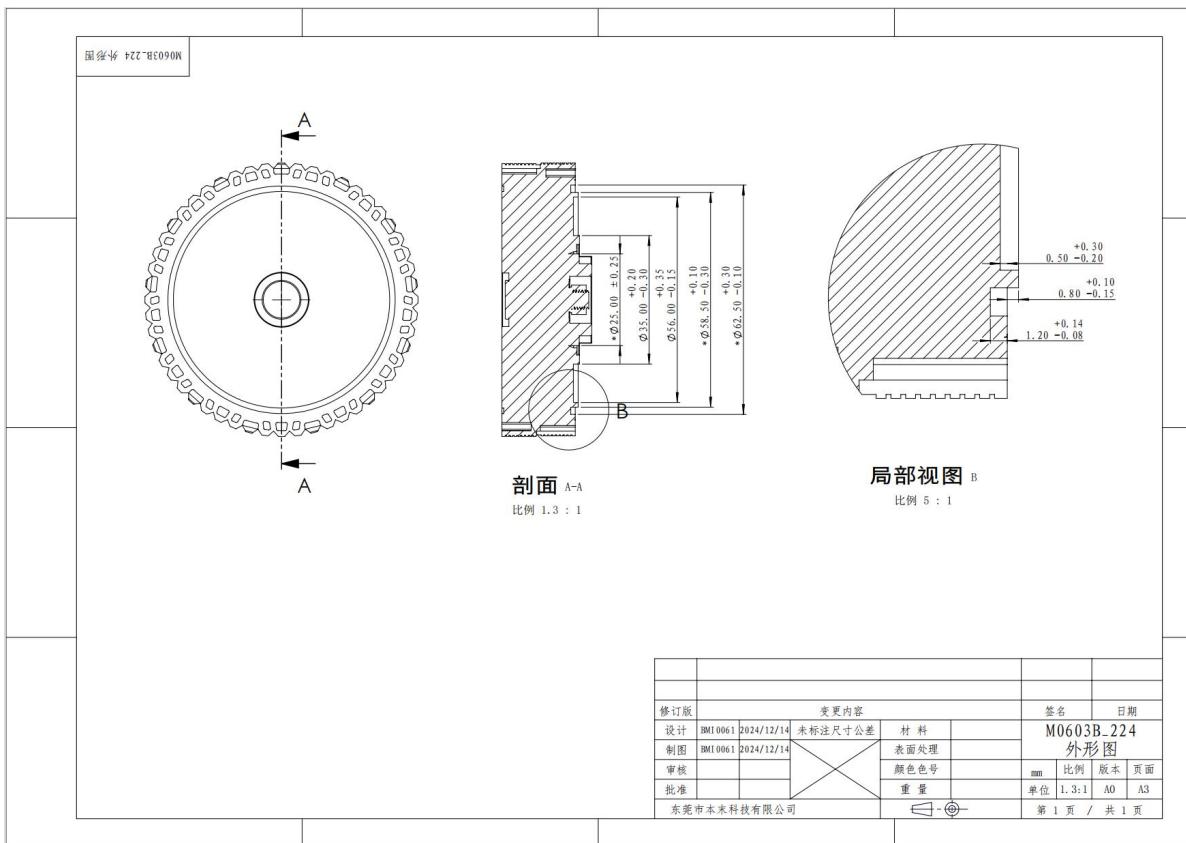


类型	线序号	名称	类型	说明
导线 (1.5T-1-4Y)	1	VCC	电源正极	
	2	GND	电源负极	
	3	UART	Rx	UART_Rx
	4	UART	Tx	UART_Tx

◆ 安装指引

请参考电机安装孔尺寸和位置，将电机安装到对应设备。单位：mm





电机安装端（底座）的安装孔为 $\varphi 2.1$ ，深 6mm，安装孔圆心在Φ18 位置均匀分布。
安装过程中请选择合适的螺丝。
进行安装。
否则会存在螺钉与定子干涉的风险），安装孔圆心在Φ28 位置均匀分布。电机安装端的安

◆ 电机驱动使用说明

电机支持通过 USB 转 UART 工具接入电脑，实现固件升级。

1. 驱动器根据用户的输入目标值对转矩电流和速度进行闭环控制。

◆ 通信控制方式

UART 协议控制

上电后，按照相关协议发送相关信息即可。

◆ 通讯协议

波特率：115200

数据位：8bit

停止位：1bit

奇偶校验位：无

数据长度：10 字节

回复形式：一问一答

速度环模式下：-2100~2100 对应-210rpm~210rpm，数据类型有符号 16 位

位置环模式下：0~32767 对应 0°~360°，数据类型无符号 16 位

操作步骤：

①设置电机 ID（断电保存）

②设置电机模式（开环、速度环、位置环，默认为速度环）

③发送给定值

1. 驱动电机转动协议：

发送到电机：										
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	ID	0x64	速度/ 位置给 定高 8 位	速度/ 位置给 定低 8 位	反馈 1 内容	反馈 2 内容	加速时 间	刹车	0	CRC8
电机反馈：										
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	ID	0x64	反馈 1 内容高 8 位	反馈 1 内容低 8 位	反馈 2 内容高 8 位	反馈 2 内容低 8 位	加速时 间	温度	故障码	CRC8

反馈内容：0X01—速度值 0X02—母线电流 0X03—位置值

加速时间：速度环模式下有效，每 1rpm 的加速时间，单位为 1ms，当设置为 1 时，每 1rpm 的加速时间为 1ms，当设置为 10 时，每 1rpm 的加速时间为 $10 \times 1\text{ms} = 10\text{ms}$ ，设置为 0 时，既默认为 1，每 1rpm 的加速时间为 1ms

绕组温度：单位°C

刹车：0xFF，其他值不刹车，速度环模式下有效

CRC8 值：

对数值 DATA[0]~DATA[8]进行 CRC8 校验后的值。

CRC 算法：CRC-8/MAXIM

多项式： $x^8 + x^5 + x^4 + 1$

2. 获取其他反馈协议：

发送到电机：										
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	ID	0x74	0	0	0	0	0	0	0	CRC8
电机反馈：										
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	ID	0x74	里程圈数高8位	里程圈数次高8位	里程圈数次低8位	里程圈数低8位	位置高8位	位置低8位	故障码	CRC8

里程圈数：计圈范围 - 2,147,483,647 到 2,147,483,647，重新上电会清 0

位置值：0~65535 对应 0~360°

故障码：

故障值	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
内容	异常转动故障	过压故障	保留	过温故障	堵转故障	相电流短路故障	过流故障	保留

例如故障码为：0x02 即为 0b00000010 表示发生过流故障

3. 电机模式切换发送协议：

数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	ID	0xA0	模式值	0	0	0	0	0	0	CRC8

电机反馈										
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	ID	0xA0	模式值	0	0	0	0	0	0	CRC8

模式值：

0x00 : 设定为开环

0x02 : 设定为速度环

0x03 : 设定为位置环

4. 电机 ID 设置发送协议:

数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	0xAA	0x55	0x53	ID	0	0	0	0	0	CRC8
反馈帧										
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	ID	0x64	0	0	0	0	0	0	0	CRC8

注：设置 ID 时请保证总线上只有一个电机，每次上电只允许设置一次，电机接收到 5 次 ID
设置指令后进行设置

5. 获取模式反馈

发送到电机:										
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	ID	0x75	0	0	0	0	0	0	0	CRC8

电机反馈:										
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	ID	0x75	模式值	0	0	0	0	0	0	CRC8

模式值:

0x00 : 开环

0x02 : 速度环

0x03 : 位置环

6. 获取版本号反馈协议:

发送到电机:										
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	ID	0xFD	0	0	0	0	0	0	0	CRC8

电机反馈:										
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	ID	0xFD	年	月	日	电机型号	软件版本	硬件版本	保留	CRC8

年/月/日：默认省略 20XX 的 20，例如：2021 为 0x15，11 月为 0x0B，28 号为 0x1C

电机型号：63 为 0x3F

◆ 保护规定

1、母线过流保护阈值：2.8A，过流持续时间超过 5S 触发停机保护，5S 后解除

2、电机过温保护阈值：

1) 80°C，温度高于 80°C后触发停机保护，低于阈值 5°C后自动解除保护

2) -25°C，温度低于-25°C后触发停机保护，高于阈值 5°C后自动解除保护

3、堵转保护：堵转持续时间超过 5S 触发保护，5S 后解除（速度环有效）

4、过压保护阈值：

1) 28V，电压高于 28V 后触发停机保护，低于阈值 0.5V 后自动解除保护

2) 9V，电压低于 9V 后触发停机保护，高于阈值 0.5V 后自动解除保护

5、短路保护：母线电流高于 20A 后触发停机保护，只能重启解除

◆ 固件更新

使用 USB 转 UART 工具，将电机连接至计算机，利用 DDT TOOL 软件进行固件更新。

◆ 电机参数

搭配 M603B_224 电调测试电机参数

空载转速	210±15rpm
空载电流	≤0.15A
额定转速	98rpm
额定转矩	0.25Nm
额定电流	0.5A
最大效率	≥50%
堵转扭矩	0.85Nm
堵转电流	≤3A
额定电压	14.4VDC
工作电压范围	10.0~28.0VDC
电机重量	260g
编码器分辨率	12bit
噪音等级 (参考标准 GB/T 10069.1)	≤48db
防护等级 (参考标准 GB/T4942.1-2006, 底座安装面默认密 封状态下)	IPX4

注：以上参数是在额定电压 14.4VDC 下测得。



E-mail: MKT@DirectDriveTech.com

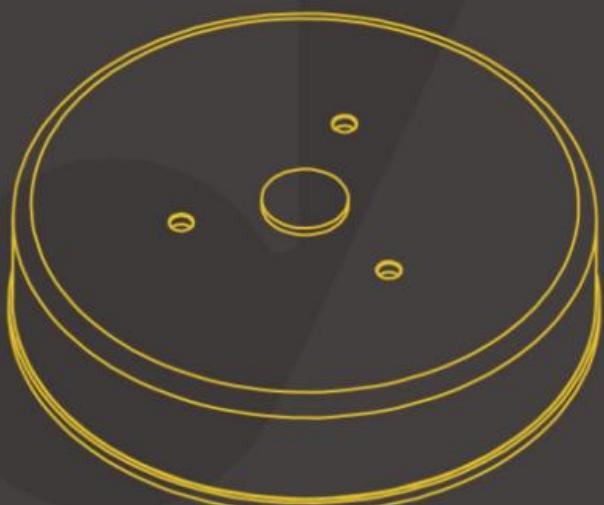
广东省东莞市松山湖高新技术产业开发区怡乐路一号中集产城数字科技产业园南区三号楼二层

2nd Floor, Building 3, South District, Digital Technology Industrial Park, CIMC Industrial City, No. 1, Yile Road, Songshan Lake High-tech Development Zone, Dongguan, Guangdong Province

MG[®] 111 规格书

型号：M0603C_111

版本：V1.1



目录

免责声明	3
产品使用注意事项	3
产品简介	4
产品特性	4
产品清单	5
电机接口及线序说明	6
安装指引	7
M0603C_111 电机驱动使用说明	8
通信控制方式	8
通信协议	8
保护规定	12
固件更新	12
电机参数	13

◆ 免责声明

感谢您购买东莞市本末科技有限公司（以下简称：本末™科技） M6 系列永磁同步电动机（以下简称：“电机”）。此说明书将指引用户使用该产品，在使用之前请务必仔细阅读本文并按照相关指引操作，以免造成伤害或损失。您使用本产品将视为您已经接受本规格书及本产品所有相关文档的全部条款和内容。您承诺仅处于正当目的使用本产品及对于使用本产品可能带来的后果负全部责任。本末™科技对于直接或者间接使用该产品而造成的损坏，伤害以及任何法律责任不予负责。

本产品及规格书为东莞市本末科技有限公司版权所有。未经许可，不得以任何形式复制翻印。本产品及规格书所有文档最终解释权与修改权归东莞市本末科技有限公司所有，本末™科技可能会在获得新信息、知识或经验时修改此规格书信息，恕不另行通知。

◆ 产品使用注意事项

1. 请使用前确认工作电压是否为本文规定电压。
2. 确保电机在规定环境温度范围内使用。
3. 请避免电机浸泡在水中，否则可能会导致电机运行异常或损坏。
4. 使用前请确保接线正确，稳固，避免接触不良的情况出现。
5. 使用电机前请参考安装说明，保证电机安装正确，稳固。
6. 使用电机前请参考安装说明，保证电机对外输出部分安装正确，稳固。
7. 使用时请避免损伤线材，否则可能会导致电机运行异常或损坏。
8. 使用时请勿触摸电机转动部分，避免受伤。
9. 电机大转矩输出时，会出现发热的情况，请勿触摸电机，避免烫伤。
10. 请勿私自拆卸电机，否则可能会导致电机运行异常或损坏，并可能带来安全隐患。

◆ 产品简介

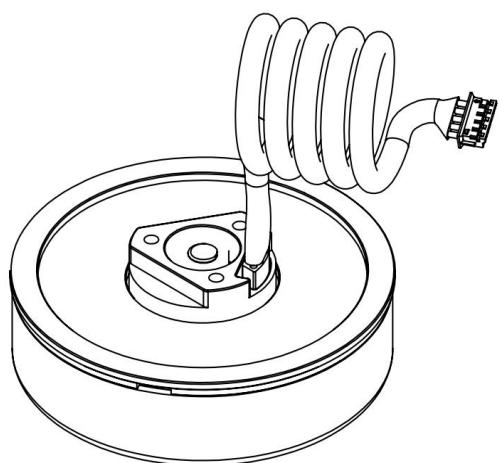
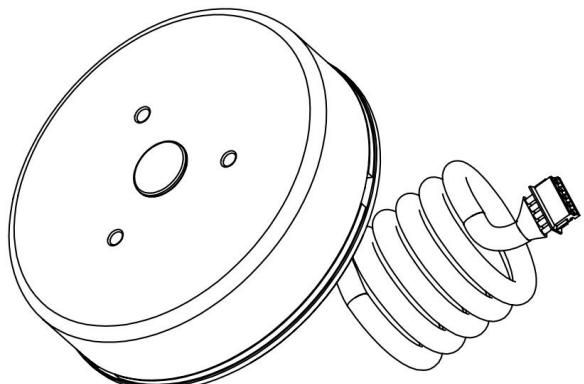
M6 列电机是一款由东莞市本末科技有限公司自主研发的产品。该产品是基于一体化开发理念，集外转子无刷电机、编码器、伺服驱动于一体的高可靠性永磁同步电动机，其结构紧凑，安装方便，运行稳定，小体积、大扭矩特别适合应用于以下直驱领域：机器人关节、小型 AGV 驱动轮、玩具驱动轮、教育开发车载平台等。通过对极槽数、槽型、气隙、永磁材料等相关优化，确保电机有更大的转矩输出、更小的转矩波动，实现低转速大扭矩的直接驱动，为用户提供了高性能的直驱应用解决方案。该电机适配的驱动器使用磁场定向控制（FOC）算法，配合电机内置的高精度传感器，达到对电机的精确控制及更好的静音效果。驱动器具备完整可靠的电机 OBD 监控机制和保护功能，确保电机运行安全可靠。

◆ 产品特性

1. 电机和驱动器一体化设计，结构紧凑，集成度高；
2. 支持 UART 通信方式；
3. 特殊的结构设计可以让温度传感器测量到电机的整体温度，控制更精准；
4. 通过通信可以获取电机的位置，速度，电流，故障码等信息；
5. 具有霍尔位置检测，过流保护等功能；
6. 支持电刹车。

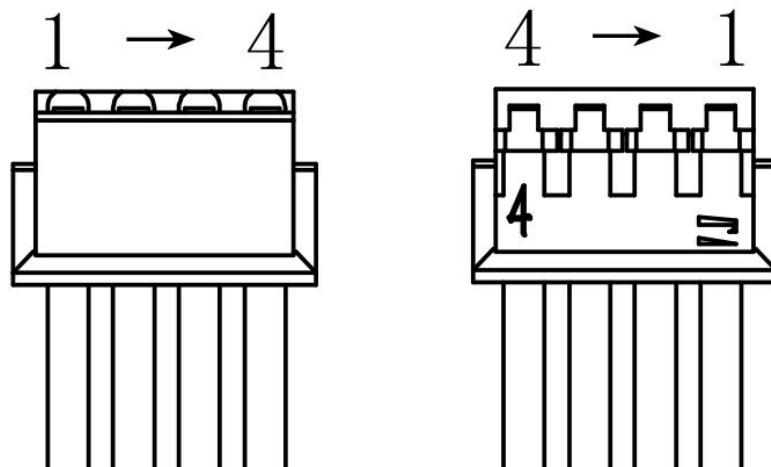
◆ 产品清单

电机×1



注明：附图所示线束仅用于展示效果，不包含在电机产品清单中，如需配置，需另行购买

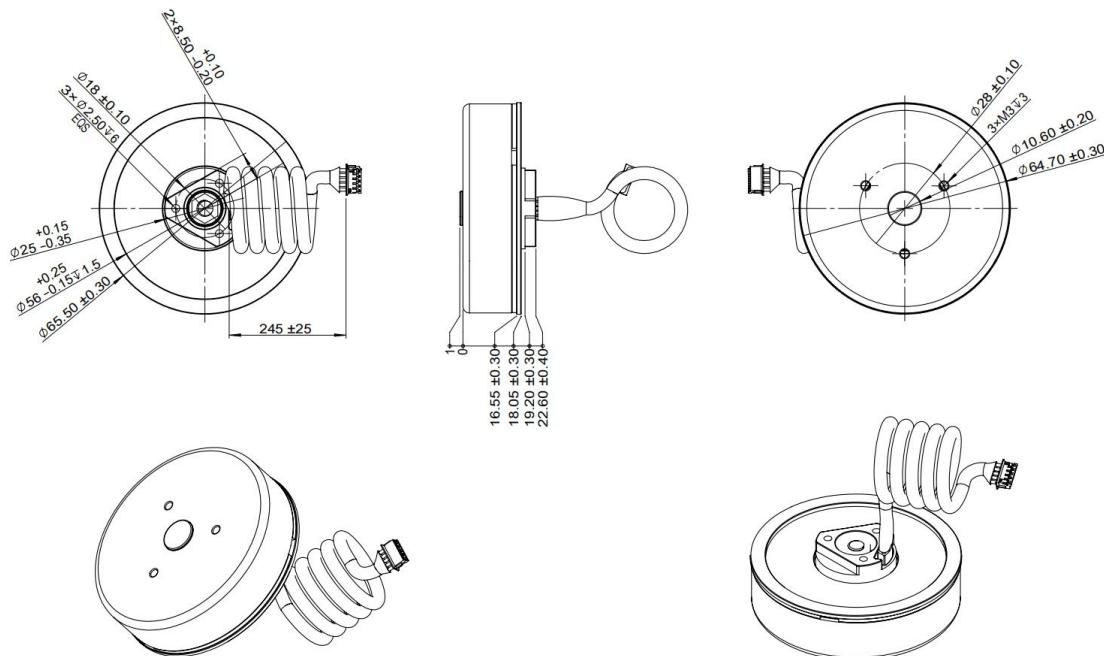
◆ 电机接口及线序说明



类型	线序号	名称	类型	说明
导线 (1.5T-1-4Y)	1	VCC	电源正极	
	2	GND	电源负极	
	3	UART	Rx	UART_Rx
	4	UART	Tx	UART_Tx

◆ 安装指引

请参考电机安装孔尺寸和位置，将电机安装到对应设备。单位：mm



注明：附图所示线束仅用于展示效果，不包含在电机产品清单中，如需配置，需另行购买

电机输出端的螺纹孔为 M3，深度 3mm（注意：安装时螺钉旋入电机深度不能超过 3mm，否则会存在螺钉与定子干涉的风险），安装孔圆心在Φ28 位置均匀分布。

电机安装端的安装孔为φ2.5，深 6mm，安装孔圆心在Φ18 位置均匀分布。安装过程中请选择合适的螺丝。

◆ M0603C_111 电机驱动使用说明

1. 电机支持通过 USB 转 UART 工具接入电脑，实现固件升级。
2. 驱动器根据用户的输入目标值对转矩电流和速度进行闭环控制。

◆ 通信控制方式

UART 协议控制

上电后，按照相关协议发送相关信息即可。

◆ 通讯协议

波特率：115200 **数据位：**8bit **停止位：**1bit **奇偶校验位：**无

数据长度：10 字节

回复形式：一问一答

速率：最高 500Hz

速度环模式下：-2100~2100 对应-210rpm~210rpm，数据类型有符号 16 位

位置环模式下：0~32767 对应 0°~360°，数据类型无符号 16 位

操作步骤：

①设置电机 ID（断电保存）

②设置电机模式（开环、速度环、位置环，默认为速度环）

③发送给定值

1、协议 1：驱动电机转动

发送到电机：										
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	ID	0x64	速度/ 位置给 定高 8 位	速度/ 位置给 定低 8 位	0	0	加速时 间	刹车	0	CRC8
电机反馈：										
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	ID	0x64	速度高 8 位	速度低 8 位	电流高 8 位	电流低 8 位	加速时 间	温度	故障码	CRC8

加速时间: 速度环模式下有效, 每 1rpm 的加速时间, 单位为 1ms, 当设置为 1 时, 每 1rpm 的加速时间为 1ms, 当设置为 10 时, 每 1rpm 的加速时间为 10*1ms=10ms, 设置为 0 时, 既默认为 1, 每 1rpm 的加速时间为 1ms

绕组温度: 单位°C

刹车: 0xFF 其他值不刹车, 速度环模式下有效

CRC8 值:

对数值 DATA[0]~DATA[8]进行 CRC8 校验后的值。

CRC 算法: CRC-8/MAXIM

多项式: $x^8 + x^5 + x^4 + 1$

2、协议 2：获取其他反馈

发送到电机：										
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	ID	0x74	0	0	0	0	0	0	0	CRC8
电机反馈：										
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	ID	0x74	里程圈数高8位	里程圈数次高8位	里程圈数次低8位	里程圈数低8位	位置高8位	位置低8位	故障码	CRC8

里程圈数：计圈范围- 2,147,483,647 到 2,147,483,647，重新上电会清 0

位置值：0~65535 对应 0~360°

故障码：

故障值	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
内容	保留	保留	保留	过温故障	保留	保留	过流故障	保留

例如故障码为：0x02 即为 0b00000010 表示发生过流故障

3、电机模式切换发送协议：

数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	ID	0xA0	模式值	0	0	0	0	0	0	CRC8

电机反馈										
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	ID	0xA0	模式值	0	0	0	0	0	0	CRC8

模式值：

0x00 : 设定为开环

0x02 : 设定为速度环

0x03 : 设定为位置环

4、电机 ID 设置发送协议：

数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	0xAA	0x55	0x53	ID	0	0	0	0	0	CRC8
反馈帧										

数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	ID	0x64	0	0	0	0	0	0	0	CRC8

注：设置 ID 时请保证总线上只有一个电机，每次上电只允许设置一次，电机接收到 5 次 ID
设置指令后进行设置

5、获取模式反馈

发送到电机：										
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	ID	0x75	0	0	0	0	0	0	0	CRC8
电机反馈：										
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	ID	0x75	模式值	0	0	0	0	0	0	CRC8

模式值：

0x00 : 开环

0x02 : 速度环

0x03 : 位置环

6、获取版本号反馈

发送到电机：										
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	ID	0xFD	0	0	0	0	0	0	0	CRC8

电机反馈：										
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	ID	0xFD	年	月	日	电机型号	软件版本	硬件版本	保留	CRC8

年/月/日：默认省略 20XX 的 20，例如：2021 为 0x15，11 月为 0x0B，28 号为 0x1C

◆ 保护规定

- 1、母线过流保护阈值：2.8A，过流发生后触发停机保护，5S 后解除
- 2、电机过温保护阈值：80°C，温度低于阈值 5°C 后解除保护
- 3、堵转保护：堵转持续时间超过 5S 触发保护，5S 后解除

◆ 固件更新

使用 USB 转 UART 工具，将电机连接至计算机，利用 DDT TOOL 软件进行固件更新。

◆ 电机参数

搭配 M603C_111 电调测试电机参数

空载转速	210±15rpm
空载电流	≤0.15A
额定转速	98rpm
额定转矩	0.25Nm
额定电流	0.5A
最大效率	≥50%
堵转扭矩	0.85Nm
堵转电流	≤4.5A
额定电压	14.4VDC
工作电压范围	11VDC~22VDC
使用环境温度	-5°C~40°C
电机重量	216g
编码器分辨率	12bit
噪音等级	≤45dB(A)

注：以上参数是在额定电压 14.4VDC 下测得。



E-mail: MKT@DirectDriveTech.com

广东省东莞市松山湖高新技术产业开发区怡乐路一号中集产城数字科技产业园南区三号楼二层

2nd Floor, Building 3, South District, Digital Technology Industrial Park, CIMC Industrial City, No. 1, Yile Road, Songshan Lake High-tech Development Zone, Dongguan, Guangdong Province

M6 3C
211

规格书



目录

免责声明	3
产品使用注意事项	3
产品简介	4
产品特性	4
产品清单	5
电机接口及线序说明	6
安装指引	7
M0603C_111 电机驱动使用说明	8
通信控制方式	8
通信协议	8
保护规定	12
固件更新	12
电机参数	13

◆ 免责声明

感谢您购买东莞市本末科技有限公司（以下简称：本末™科技） M6 系列永磁同步电动机（以下简称：“电机”）。此说明书将指引用户使用该产品，在使用之前请务必仔细阅读本文并按照相关指引操作，以免造成伤害或损失。您使用本产品将视为您已经接受本规格书及本产品所有相关文档的全部条款和内容。您承诺仅处于正当目的使用本产品及对于使用本产品可能带来的后果负全部责任。本末™科技对于直接或者间接使用该产品而造成的损坏，伤害以及任何法律责任不予负责。

本产品及规格书为东莞市本末科技有限公司版权所有。未经许可，不得以任何形式复制翻印。本产品及规格书所有文档最终解释权与修改权归东莞市本末科技有限公司所有，本末™科技可能会在获得新信息、知识或经验时修改此规格书信息，恕不另行通知。

◆ 产品使用注意事项

1. 请使用前确认工作电压是否为本文规定电压。
2. 确保电机在规定环境温度范围内使用。
3. 请避免电机浸泡在水中，否则可能会导致电机运行异常或损坏。
4. 使用前请确保接线正确，稳固，避免接触不良的情况出现。
5. 使用电机前请参考安装说明，保证电机安装正确，稳固。
6. 使用电机前请参考安装说明，保证电机对外输出部分安装正确，稳固。
7. 使用时请避免损伤线材，否则可能会导致电机运行异常或损坏。
8. 使用时请勿触摸电机转动部分，避免受伤。
9. 电机大转矩输出时，会出现发热的情况，请勿触摸电机，避免烫伤。
10. 请勿私自拆卸电机，否则可能会导致电机运行异常或损坏，并可能带来安全隐患。

◆ 产品简介

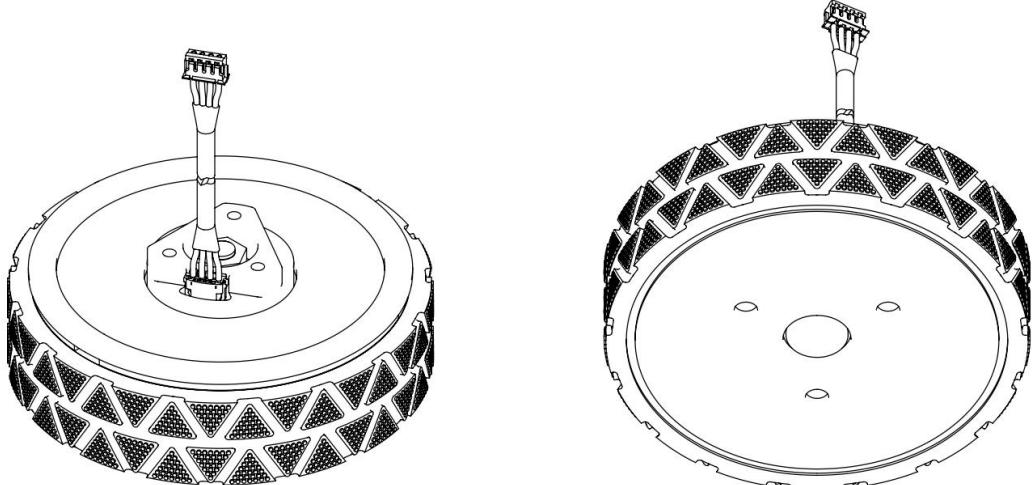
M6 系列电机是一款由东莞市本末科技有限公司自主研发的产品。该产品是基于一体化发展理念，集外转子无刷电机、编码器、伺服驱动于一体的高可靠性永磁同步电动机，其结构紧凑，安装方便，运行稳定，小体积、大扭矩特别适合应用于以下直驱领域：机器人关节、小型 AGV 驱动轮、玩具驱动轮、教育开发车载平台等。通过对极槽数、槽型、气隙、永磁材料等相关优化，确保电机有更大的转矩输出、更小的转矩波动，实现低转速大扭矩的直接驱动，为用户提供了高性能的直驱应用解决方案。该电机适配的驱动器使用磁场定向控制(FOC)算法，配合电机内置的高精度传感器，达到对电机的精确控制及更好的静音效果。驱动器具备完整可靠的电机 OBD 监控机制和保护功能，确保电机运行安全可靠。

◆ 产品特性

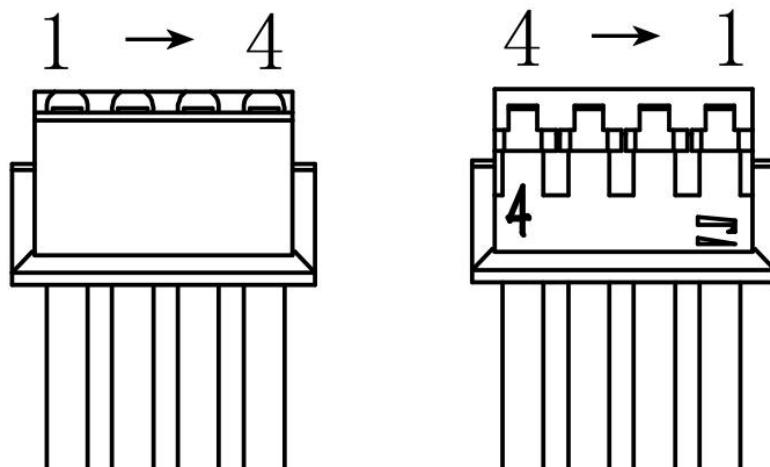
1. 电机和驱动器一体化设计，结构紧凑，集成度高；
2. 支持 UART 通信方式；
3. 特殊的结构设计可以让温度传感器测量到电机的整体温度，控制更精准；
4. 通过通信可以获取电机的位置，速度，电流，故障码等信息；
5. 具有霍尔位置检测，过流保护等功能；
6. 支持电刹车。

◆ 产品清单

电机×1



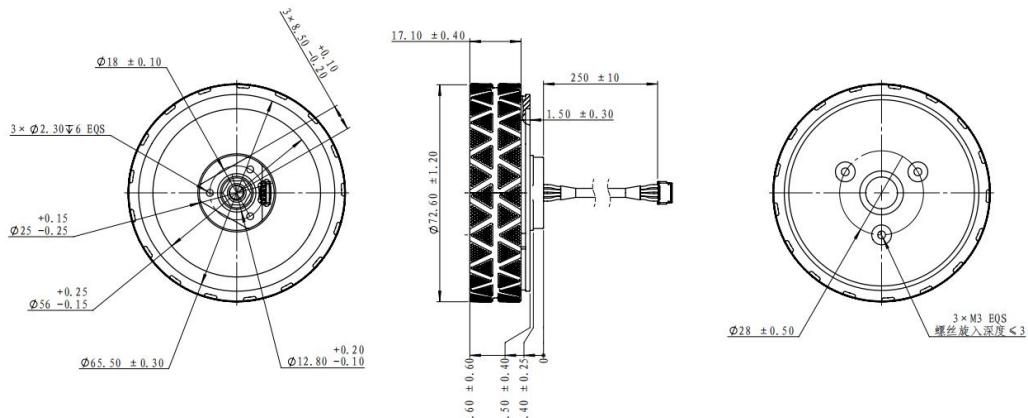
◆ 电机接口及线序说明



类型	线序号	名称	类型	说明
导线 (1.5T-1-4Y)	1	VCC	电源正极	
	2	GND	电源负极	
	3	UART	Rx	UART_Rx
	4	UART	Tx	UART_Tx

◆ 安装指引

请参考电机安装孔尺寸和位置，将电机安装到对应设备。单位：mm



电机输出端的螺纹孔为 M3，深度 3mm（注意：安装时螺钉旋入电机深度不能超过 3mm，否则会存在螺钉与定子干涉的风险），安装孔圆心在Φ28 位置均匀分布。

电机安装端的安装孔为 $\varphi 2.3$ ，深 6mm，安装孔圆心在 $\Phi 18$ 位置均匀分布。安装过程中请选择合适的螺丝。

◆ M0603C_211 电机驱动使用说明

1. 电机支持通过 USB 转 UART 工具接入电脑，实现固件升级。
2. 驱动器根据用户的输入目标值对转矩电流和速度进行闭环控制。

◆ 通信控制方式

UART 协议控制

上电后，按照相关协议发送相关信息即可。

◆ 通讯协议

波特率: 115200 **数据位:** 8bit **停止位:** 1bit **奇偶校验位:** 无

数据长度: 10 字节

回复形式: 一问一答

速率: 最高 500Hz

速度环模式下: -2100~2100 对应-210rpm~210rpm, 数据类型有符号 16 位

位置环模式下: 0~32767 对应 0°~360°, 数据类型无符号 16 位

操作步骤:

- ①设置电机 ID (断电保存)
- ②设置电机模式 (开环、速度环、位置环, 默认为速度环)
- ③发送给定值

1、协议 1：驱动电机转动

发送到电机:										
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	ID	0x64	速度/ 位置给 定高 8 位	速度/ 位置给 定低 8 位	0	0	加速时 间	刹车	0	CRC8
电机反馈:										

数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	ID	0x64	速度高 8位	速度低 8位	电流高 8位	电流低 8位	加速时间	温度	故障码	CRC8

加速时间: 速度环模式下有效, 每 1rpm 的加速时间, 单位为 1ms, 当设置为 1 时, 每 1rpm 的加速时间为 1ms, 当设置为 10 时, 每 1rpm 的加速时间为 $10 \times 1\text{ms} = 10\text{ms}$, 设置为 0 时, 既默认为 1, 每 1rpm 的加速时间为 1ms

绕组温度: 单位°C

刹车: 0xFF 其他值不刹车, 速度环模式下有效

CRC8 值:

对数值 DATA[0]~DATA[8]进行 CRC8 校验后的值。

CRC 算法: CRC-8/MAXIM

多项式: $x^8 + x^5 + x^4 + 1$

2、协议 2：获取其他反馈

发送到电机:										
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	ID	0x74	0	0	0	0	0	0	0	CRC8
电机反馈:										

数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	ID	0x74	里程圈数高8位	里程圈数次高8位	里程圈数次低8位	里程圈数低8位	位置高8位	位置低8位	故障码	CRC8

里程圈数: 计圈范围- 2,147,483,647 到 2,147,483,647, 重新上电会清 0

位置值: 0~32767 对应 0~360°

故障码:

故障值	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
内容	保留	过/欠压故障	保留	过温故障	堵转故障	保留	过流故障	霍尔故障

例如故障码为：0x02 即为 0b00000010 表示发生过流故障

3、电机模式切换发送协议：

数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	ID	0xA0	模式值	0	0	0	0	0	0	CRC8

电机反馈

数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	ID	0xA0	模式值	0	0	0	0	0	0	CRC8

模式值：

0x00 : 设定为开环

0x02 : 设定为速度环

0x03 : 设定为位置环

4、电机 ID 设置发送协议：

数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	0xAA	0x55	0x53	ID	0	0	0	0	0	CRC8
反馈帧										
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	ID	0x64	0	0	0	0	0	0	0	CRC8

注：设置 ID 时请保证总线上只有一个电机，每次上电只允许设置一次，电机接收到 5 次 ID

设置指令后进行设置

5、获取模式反馈

发送到电机：

数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	ID	0x75	0	0	0	0	0	0	0	CRC8
电机反馈:										
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	ID	0x75	模式值	0	0	0	0	0	0	CRC8

模式值:

0x00 : 开环

0x02 : 速度环

0x03 : 位置环

6、获取版本号反馈

发送到电机:										
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	ID	0xFD	0	0	0	0	0	0	0	CRC8
电机反馈:										

数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	ID	0xFD	年	月	日	电机型号	软件版本	硬件版本	保留	CRC8

年/月/日：默认省略 20XX 的 20，例如：2021 为 0x15，11 月为 0x0B，28 号为 0x1C

◆ 保护规定

- 1、母线过流保护阈值：2.8A，过流持续时间超过 5S 触发停机保护，5S 后解除
- 2、电机过温保护阈值：
- 3、 1) 80°C，温度高于 80°C 后触发停机保护，低于阈值 5°C 后自动解除保护
- 4、 2) -25°C，温度低于-25°C 后触发停机保护，高于阈值 5°C 后自动解除保护
- 5、堵转保护：堵转持续时间超过 5S 触发保护，5S 后解除
- 6、过压保护阈值：
- 7、 1) 28V，电压高于 28V 后触发停机保护，低于阈值 0.5V 后自动解除保护
- 8、 2) 9V，电压低于 9V 后触发停机保护，高于阈值 0.5V 后自动解除保护

◆ 固件更新

使用 USB 转 UART 工具，将电机连接至计算机，利用 DDT TOOL 软件进行固件更新。

◆ 电机参数

搭配 M603C_211 电调测试电机参数

空载转速	210±15rpm
空载电流	≤0.15A
额定转速	98rpm
额定转矩	0.25Nm
额定电流	0.5A
最大效率	≥50%
堵转扭矩	≥0.85Nm
堵转电流	≤4.5A
额定电压	14.4VDC
工作电压范围	10.0~22.0VDC
使用环境温度	-5°C~40°C
电机重量	216g
编码器分辨率	12bit
噪音等级	≤45dB(A)

注：以上参数是在额定电压 14.4VDC 下测得。



E-mail: MKT@DirectDriveTech.com

广东省东莞市松山湖高新技术产业开发区怡乐路一号中集产城数字科技产业园南区三号楼二层

2nd Floor, Building 3, South District, Digital Technology Industrial Park, CIMC Industrial City, No. 1, Yile Road, Songshan Lake High-tech Development Zone, Dongguan, Guangdong Province

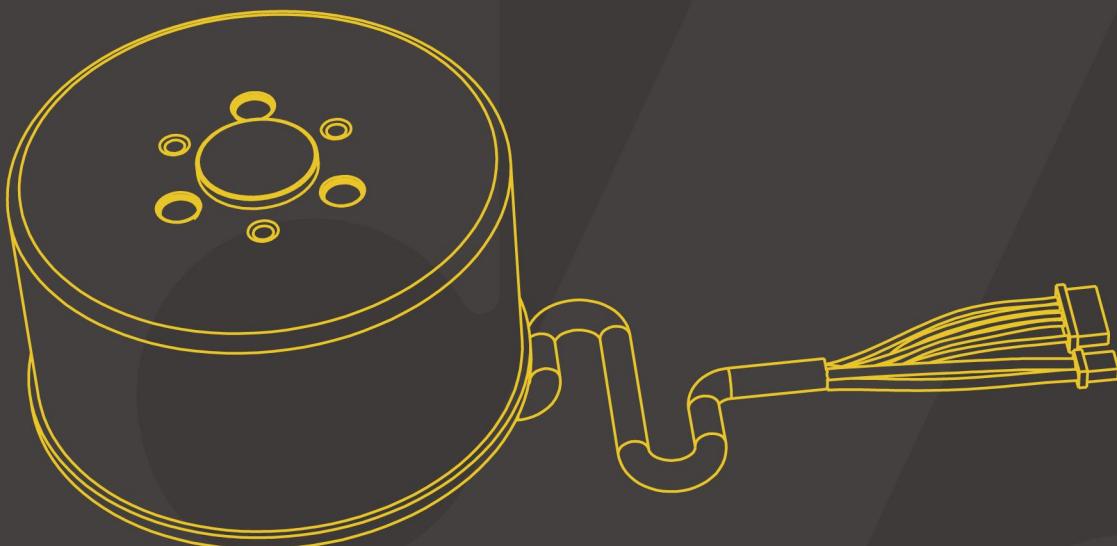
M7[®]

规格书

1A

型号：M0701A111

版本：V1.3.2



目录

免责声明	3
产品使用注意事项	3
产品简介	4
产品特性	4
电机接口及线序说明	5
安装指引	6
电机驱动使用说明	7
通信控制方式	7
通讯协议	7
保护规定	13
固件更新	13
包装运输	13
电机参数	14

◆ 免责声明

感谢您购买东莞市本末科技有限公司(以下简称:本末™科技) M7 系列永磁同步电动机(以下简称:“电机”)。此说明书将指引用户使用该产品，在使用之前请务必仔细阅读本文并按照相关指引操作，以免造成伤害或损失。您使用本产品将视为您已经接受本规格书及本产品所有相关文档的全部条款和内容。您承诺仅处于正当目的使用本产品及对于使用本产品可能带来的后果负全部责任。本末™科技对于直接或者间接使用该产品而造成的损坏，伤害以及任何法律责任不予负责。

此 M7 电机内部型号对应为 M0701A, 本产品及规格书为东莞市本末科技有限公司版权所有。未经许可，不得以任何形式复制翻印。本产品及规格书所有文档最终解释权与修改权归东莞市本末科技有限公司所有，本末™科技可能会在获得新信息、知识或经验时修改此规格书信息，恕不另行通知。

◆ 产品使用注意事项

1. 请使用前确认工作电压是否为本文规定电压。
2. 确保电机在规定环境温度范围内使用。
3. 请避免电机浸泡在水中，否则可能会导致电机运行异常或损坏。
4. 使用前请确保接线正确，稳固，避免接触不良的情况出现。
5. 使用电机前请参考安装说明，保证电机安装正确，稳固。
6. 使用电机前请参考安装说明，保证电机对外输出部分安装正确，稳固。
7. 使用时请避免损伤线材，否则可能会导致电机运行异常或损坏。

8. 使用时请勿触摸电机转动部分，避免受伤。
9. 电机大转矩输出时，会出现发热的情况，请勿触摸电机，避免烫伤。
10. 请勿私自拆卸电机，否则可能会导致电机运行异常或损坏，并可能带来安全隐患。

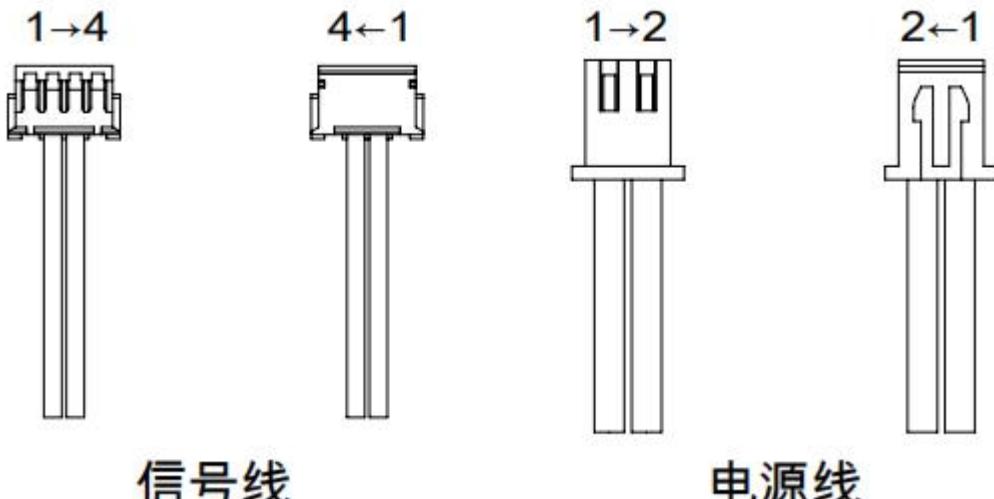
◆ 产品简介

M7 系列电机是一款由东莞市本末科技有限公司自主研发的产品。该产品是基于一体化设计理念，集外转子无刷电机、编码器、伺服驱动于一体的高可靠性永磁同步电动机，其结构紧凑，安装方便，运行稳定，小体积、大扭矩特别适合应用于以下直驱领域：机器人关节、小型 AGV 驱动轮、玩具驱动轮、教育开发车载平台等。通过对极槽数、槽型、气隙、永磁材料等相关优化，确保电机有更大的转矩输出、更小的转矩波动，实现低转速大扭矩的直接驱动，为用户提供了高性能的直驱应用解决方案。该电机适配的驱动器使用磁场定向控制（FOC）算法，配合电机内置的高精度传感器，达到对电机的精确控制及更好的静音效果。驱动器具备完整可靠的电机 OBD 监控机制和保护功能，确保电机运行安全可靠。

◆ 产品特性

1. 电机和驱动器一体化设计，结构紧凑，集成度高；
2. 支持 485 通信方式；
3. 特殊的结构设计可以让温度传感器测量到电机的整体温度，控制更精准；
4. 通过通信可以获取电机的速度，电流，故障码等信息；
5. 具有霍尔位置检测，过流保护等功能；
6. 支持电刹车。

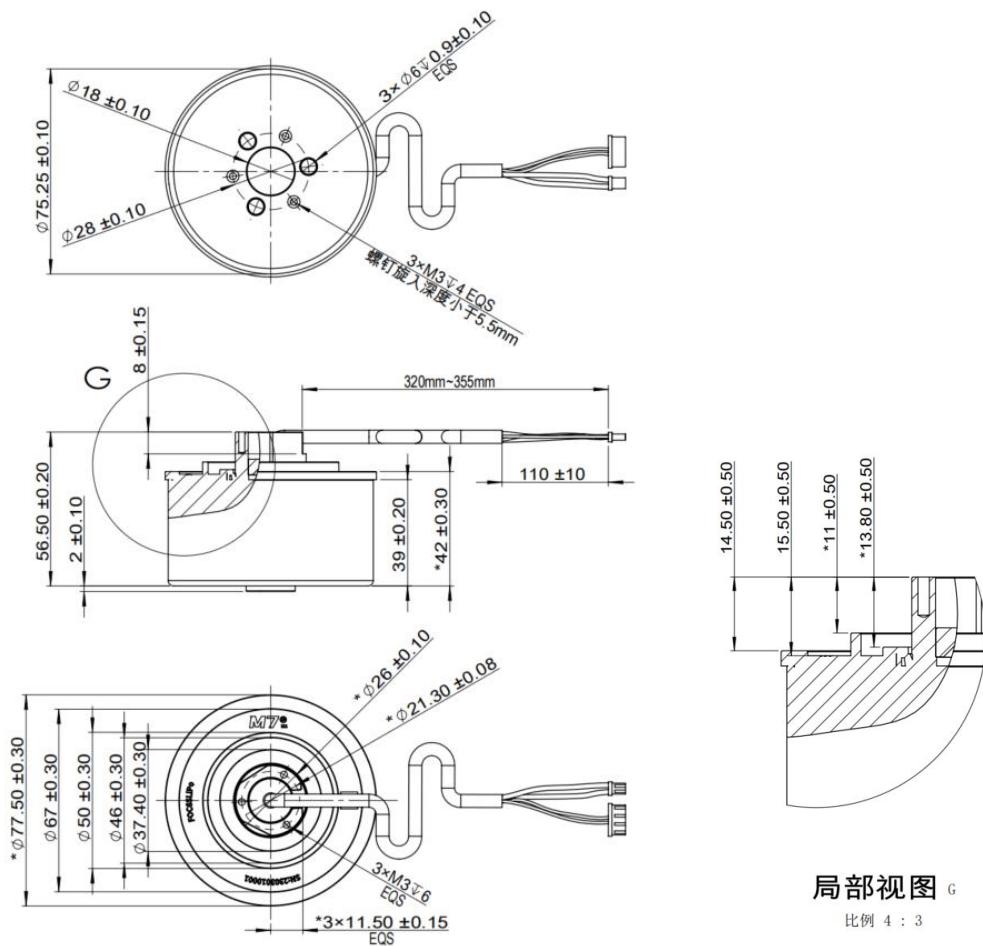
◆ 电机接口及线序说明



类型	线序号	名称	说明
信号线 (ZH1.5*4P)	1	/	/
	2	A	RS485A (白)
	3	B	RS485B (橙)
	4	/	/
电源线	1	GND	电源负 (黑)
	2	VCC	电源正 (红)

◆ 安装指引

请参考电机安装孔尺寸和位置将电机安装到对应设备。单位: mm



电机输出端的螺纹孔为 M3，深度 4mm（要求螺钉旋入的深度小于 5.5mm），定位

为 3 个直径 6，深度 0.9mm 的内凹孔。

电机安装端的安装螺纹孔为 M3，深 6mm，定位为 $\phi 21.3\text{mm}$ 的外圆和 11.5mm 的

扁位，安装过程中请选择合适的螺丝进行安装。

◆ 电机驱动使用说明

1. 电机支持通过 USB 转 485 工具接入电脑，实现固件升级。
2. 驱动器根据用户的输入目标值对速度进行闭环控制。

◆ 通信控制方式

485 总线协议控制

上电后，按照相关协议发送相关信息即可。

◆ 通讯协议

波特率： 115200

数据位： 8bit

停止位： 1bit

奇偶校验位： 无

通信格式： 10bit/帧

协议类型： 问询式通用协议

1. 电机驱动帧：速度指令：-330~330，单位 RPM

数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	0XC8	0X64	速度/ 电流指 令高 8 位	速度/ 电流指 令低 8 位			加速时 间	刹车指 令	0	CRC8
描述	帧头 1	帧头 2	给定速 度/电 流高 8 位	给定速 度/电 流低 8 位					保留	CRC8 值
回复	ID	模式值	转矩电 流高 8 位	转矩电 流低 8 位	速度高 8位	速度低 8位	角度高 8位	角度低 8位	故障码	CRC8 值

数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	ID	0X64	速度/ 电流指 令高 8 位	速度/ 电流指 令低 8 位	保留	保留	加速时 间	刹车指 令	保留	CRC8 值
描述	帧头 1	帧头 2	给定速 度/电 流高 8 位	给定速 度/电 流低 8 位					保留	CRC8 值
回复	ID	0x64	转矩电 流高 8 位	转矩电 流低 8 位	速度高 8位	速度低 8位	角度高 8位	角度低 8位	故障码	CRC8 值

加速时间：速度环模式下有效，每 1rpm 的加速时间，单位为 0.1ms，当设置为 1 时，每 1rpm

的加速时间为 0.1ms，当设置为 10 时，每 1rpm 的加速时间为 $10 \times 0.1\text{ms} = 1\text{ms}$ ，设置为 0 时，

既默认为 1，每 1rpm 的加速时间为 0.1ms。

刹车指令：0：不刹车 0xFF：刹车

转矩电流：-32767~32767，绝对值数值 32767 对应线电流 8A

速度反馈：-330~330，单位 RPM

角度反馈：0~32767 对应 0° ~ 360° ；

2. 电机查询帧：绕组温度：单位 $^\circ\text{C}$

数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	C8	0X74	保留	保留	保留	保留	保留	保留	保留	CRC8 值
描述	帧头 1	帧头 2	保留	保留	保留	保留	保留	保留	保留	CRC8 值
回复	ID	模式值	转矩电 流高 8 位	转矩电 流低 8 位	速度高 8位	速度低 8位	温度	角度 8 位	故障码	CRC8 值

数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	ID	0X74	保留	保留	保留	保留	保留	保留	保留	CRC8 值
描述	电机 ID	帧头 2	保留	保留	保留	保留	保留	保留	保留	CRC8 值
回复	ID	0x74	转矩电 流高 8 位	转矩电 流低 8 位	速度高 8位	速度低 8位	温度	角度 8 位	故障码	CRC8 值

3. 模式切换

数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	ID	0XA0	0	0	0	0	0	0	0	模式值
描述	电机 ID	帧头 2	保留	模式值						
回复	ID	0xA0	发送次数	5	模式值	模式值	模式值	模式值	故障码	CRC8 值

模式值：

0x01 : 设定为电流环

0x02 : 设定为速度环 (默认速度环)

电机切换模式需要连续发送 5 次模式切换指令

4. 设置 ID

数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	0XAA	0X55	0X53	ID	0	0	0	0	0	0
描述	帧头 1	帧头 2	帧头 3	ID	0	0	0	0	0	0
回复	ID	0x64	保留	CRC8 值						

电机设置 ID 需要连续发送 5 次 ID 设置指令(第 5 次才有回复), 每次上电只能修改一次 ID。

5. 使能/失能指令

数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	ID	0XED	使能/失能操作符	0	0	0	0	0	0	CRC8值
描述	电机 ID	帧头 2	保留	保留	保留	保留	保留	保留	保留	CRC8值
回复	ID	0xED	当前使能/失能状态						故障码	CRC8值

使能/失能操作符：使能：0xEE 失能：0xDD 其他：仅回复状态，不改变状态

当前使能/失能状态：使能：0x0E 失能：0x0D

6. 固件版本查询

查询帧										
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	0XC8	0X94	电机 ID	0	0	0	0	0	0	CRC8
反馈帧										
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]	DATA [8]	DATA [9]
内容	电机 ID	0x94	0xFF	大版本	小版本	年	月	日	故障码	CRC8

如版本：01 01 15 0B 1A 即 01 (大版本) 01 (小版本) 21 (年) 11 (月) 26 (日)

7. 故障码

故障值	BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
内容	过压/欠压	相电流零偏异常	通信超时故障	过温故障	堵转故障	相电流过流	过流故障	霍尔故障

故障码为：0x02 即为 0b00000010 表示发生过流故障

8. CRC8 值：

对数值 DATA[0]~DATA[8]进行 CRC8 校验后的值。

CRC 算法：CRC-8/MAXIM

多项式： $x^8 + x^5 + x^4 + 1$

◆ 保护规定

- 1、母线过流保护阈值：5A 持续 3S 触发保护，过流发生后触发停机保护，5S 后解除
- 2、电机过温保护阈值：80℃，温度低于阈值 5℃后解除保护
- 3、相电流保护阈值：6A 持续 2S 触发保护，过流发生后触发停机保护，5S 后解除
- 4、堵转保护：电机速度为 0，堵转电流大于 3A，持续时间超过 2S 触发保护，5S 后解除

◆ 固件更新

使用 USB 转 485 工具，将电机连接至计算机，利用 DDT Alpha 软件进行固件更新。

◆ 包装运输

运输方式：电机内部含有磁性装置，我司将采用陆运物流运输。

◆ 电机参数

24V 搭配 M7 电调测试电机参数

空载转速	300±10rpm
空载电流	≤0.25A
额定转速	200±5rpm
额定转矩	1.2Nm
额定电流	1.55±0.15A
额定电压	24VDC
电压范围	7.5~28VDC
最大效率	≥60%
最大输出功率	≥35W
堵转扭矩	≥4.5Nm
堵转电流	≤8.5A
转矩常数	0.65Nm/A
防护等级	IP54 (螺纹孔密封)
噪音	≤40dB (A)
绝缘等级	B
电机极对数	10
电机槽数	18
电机重量	730g
编码器分辨率	4096
电机控制方式	FOC



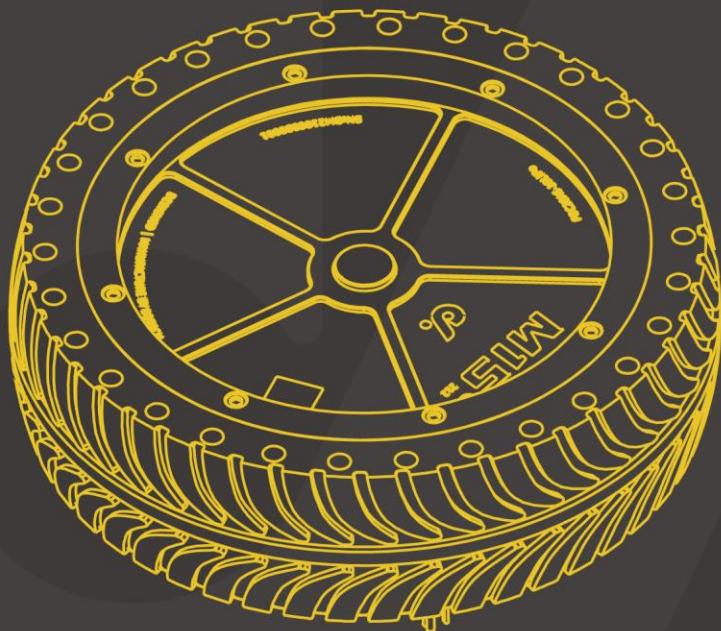
E-mail: MKT@DirectDriveTech.com

广东省东莞市松山湖高新技术产业开发区怡乐路一号中集产城数字科技产业园南区三号楼二层

2nd Floor, Building 3, South District, Digital Technology Industrial Park, CIMC Industrial City, No. 1, Yile Road, Songshan Lake High-tech Development Zone, Dongguan, Guangdong Province

M15[®]
2D
233

规格书



目录

免责声明	3
使用前注意事项	3
产品简介	4
产品特性	4
产品清单	5
电机驱动器接口及线序说明	6
安装指引	7
M1502D_233 电机驱动使用说明	8
CAN 通讯协议	10
固件更新	16
电机参数	17

◆ 免责声明

感谢您购买东莞市本末科技有限公司（以下简称：本末™科技） M15 系列永磁同步电动机（以下简称：“电机”）。此说明书将指引用户使用该产品，在使用之前请务必仔细阅读本文并按照相关指引操作，以免造成伤害或损失。您使用本产品将视为您已经接受本规格书及本产品所有相关文档的全部条款和内容。您承诺仅处于正当目的使用本产品及对于使用本产品可能带来的后果负全部责任。本末™科技对于直接或者间接使用该产品而造成的损坏，伤害以及任何法律责任不予负责。

本产品及规格书为东莞市本末科技有限公司版权所有。未经许可，不得以任何形式复制翻印。本产品及规格书所有文档最终解释权与修改权归东莞市本末科技有限公司所有，本末™科技可能会在获得新信息、知识或经验时修改此规格书信息，恕不另行通知。

◆ 使用注意事项

1. 请使用前确认工作电压是否为本文规定电压。
2. 确保电机在规定环境温度范围内使用。
3. 请避免电机浸泡在水中，否则可能会导致电机运行异常或损坏。
4. 使用前请确保接线正确，稳固，避免接触不良的情况出现。
5. 使用电机前请参考安装说明，保证电机安装正确，稳固。
6. 使用电机前请参考安装说明，保证电机对外输出部分安装正确，稳固。
7. 使用时请避免损伤线材，否则可能会导致电机运行异常或损坏。
8. 使用时请勿触摸电机转动部分，避免受伤。
9. 电机大转矩输出时，会出现发热的情况，请勿触摸电机，避免烫伤。
10. 请勿私自拆卸电机，否则可能会导致电机运行异常或损坏，并可能带来安全隐患。

◆ 产品简介

M15 系列电机是一款由东莞市本末科技有限公司自主研发的产品。该产品是基于一体化设计理念，集外转子无刷电机、编码器、伺服驱动于一体 的高可靠性永磁同步电动机，其结构紧凑，安装方便，运行稳定，小体积、大扭矩特别适合应用于以下直驱领域：机器人、AGV平台、自动化设备、仓储物流等。通过对极槽数、槽型、气隙、永磁材料等相关优化，确保电机有更大的转矩输出、更小的转矩波动，实现低转速大扭矩的直接驱动，为用户提供了高性能的直驱应用解决方案。该电机适配的驱动器使用磁场定向控制（FOC）算法，配合电机内置的高精度传感器，达到对电机的精确控制及更好的静音效果。驱动器具备完整可靠的电机OBD监控机制和保护功能，确保电机运行安全可靠。

◆ 产品特性

1. 电机和驱动器一体化设计，结构紧凑，集成度高；
2. 小体积大转矩，支持超低转速；
3. 支持 CAN 通信方式；
4. 特殊的结构设计可以让温度传感器测量到电机的整体温度，控制更精准；
5. 通过通信可以获取电机的位置，速度，电流，故障码等信息；
6. 具备完整的监控机制和保护功能；
7. 具有较高 IP 防护等级。

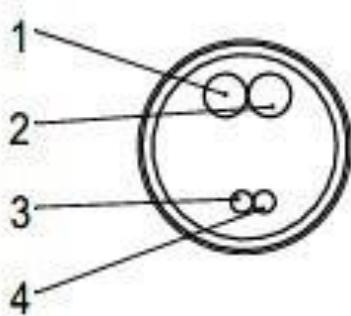
◆ 产品清单

1. 电机总成:



◆ 电机驱动器接口及线序说明

线序图：

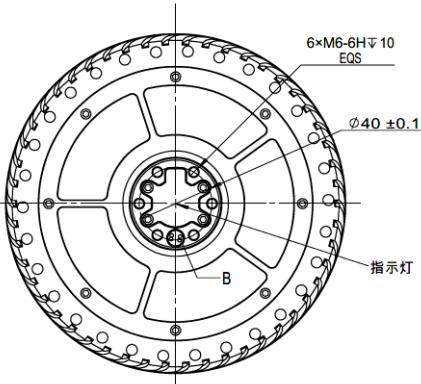


序号	名称	说明
1	电源正 (红色)	额定电压 24V
2	电源负 (黑色)	GND
3	CAN 信号 H (黄色)	此接口为非隔离式 CAN 接口，连接时请确保电机驱动器与总线连线正确，切勿连接错误。
4	CAN 信号 L (白色)	

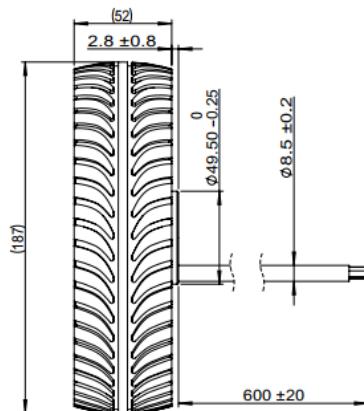
◆ 安装指引

请参考电机安装孔尺寸和位置将电机安装到对应设备。

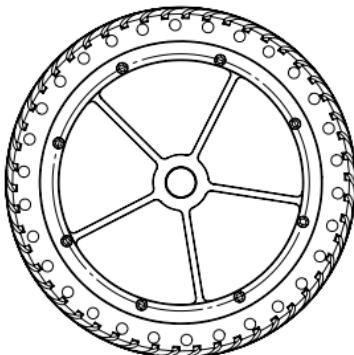
1. 电机安装接口



仰视图



侧视图



俯视图

2. 注意事项

- 2.1 建议指示灯无遮挡；
- 2.2 线材尽量避免拉扯；
- 2.3 注意螺钉长度选型，避免安装不可靠。

◆ M1502D_233 电机驱动使用说明

支持 CAN 总线信号控制。驱动器根据用户的输入目标指令对电机的速度、位置或电流进行闭环控制，并反馈电机的实时速度、位置、转矩电流和温度等信息。

CAN ID 指示灯描述：

ID	指示灯描述
1	绿灯间隔 5s 闪 1 次
2	绿灯间隔 5s 闪 2 次
3	绿灯间隔 5s 闪 3 次
4	绿灯间隔 5s 闪 4 次
5	绿灯间隔 5s 闪 5 次
6	绿灯间隔 5s 闪 6 次
7	绿灯间隔 5s 闪 7 次

故障指示灯描述及相关保护定:

故障描述	指示灯及相应保护描述
欠压 1 (18V < 母线电压 < 22V)	红灯闪烁对应ID
欠压 2 (母线电压 < 18V)	停机 , 红灯常亮
过压 (母线电压 > 63V)	停机 , 红灯常亮
过流 (母线电流 > 20A)	停机, 红灯常亮
过速 (转速 > 300RPM)	停机, 红灯常亮
过温 1 (电机绕组温度 > 80°C)	黄灯闪烁对应ID
过温 2 (大于 120°C)	停机, 黄灯常亮
位置传感器自身故障故障	停机, 蓝灯常亮
位置传感器信号被干扰	蓝灯闪烁对应ID
通信超时	控制值复位, 红灯常亮
采样电阻故障	停机, 蓝灯常亮
堵转	停机, 红灯常亮

CAN 通信的标识符对应关系如下:

电机 ID	1	2	3	4	5	6	7	8
反馈报文 标识符	0x97	0x98	0x99	0x9A	0x9B	0x9C	0x9D	0x9E
控制报文 标识符	0x32				0x33			

◆ CAN 通信协议

速率：1000Kbps

帧类型：标准帧

数据长度：8字节

开环模式下：给定值 0~-32767 对应反转零速到最高速，0~32767 对应正转零速到最高速

电流环模式下：给定值范围-16383 ~ 16383，对应-55A ~ 55A

速度环模式下：给定值范围-21000 ~ 21000，对应转速-210rpm ~210rpm

位置环模式下：给定值范围0 ~ 32767， 对应 0° ~360°

反馈数据方式有主动上报及查询方式两种

为避免频繁擦写Flash，用户参数设置完成后需单独发送参数保存指令方能生效(参数保存发送指

令见：9、参数保存章节)

操作步骤：

- ①设置反馈方式 (默认为 1Khz 下主动上报)
- ②设置电机模式 (开环、电流环、速度环、位置环， 默认开环)
- ③发送给定值。

1、开环模式下的发送举例 (其他模式数据格式一致)

发端用于开环指令，范围-32767 ~ 32767

发送指令								
标识符	0x32							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	开环给定高八位	开环给定低八位	开环给定高八位	开环给定低八位	开环给定高八位	开环给定低八位	开环给定高八位	开环给定低八位
电机ID	1		2		3		4	

发送指令								
标识符	0x33							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	开环给定高八位	开环给定低八位	开环给定高八位	开环给定低八位	开环给定高八位	开环给定低八位	开环给定高八位	开环给定低八位
电机ID	5		6		7		8	

接收端：反馈相关值

反馈内容：频率 1KHZ								
标识符	0x96 + 电机ID							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	速度测量值高八位	速度测量值低八位	转矩电流值高八位	转矩电流值低八位	位置值高八位	位置值低八位	故障值	当前模式

速度值范围：-21000 ~ 21000, 对应-210RPM ~ 210RPM

转矩电流值：-32767 ~ 32767, 对应-55A ~ 55A

位置值范围：0 ~ 65535(可通过第15章：机械零位标定将反馈值设置为0 ~ 32767),

对应 0 ~ 360°

故障值及对应故障描述：

故障值	故障描述
0x00	无故障
0x01	欠压 2 (母线电压 < 18V)
0x02	欠压 1 (18V < 母线电压 < 22V)
0x03	过压 (母线电压 > 63V)
0x0A	过流 (默认：母线电流 > 20A)
0x14	过速 (转速 > 300RPM)
0x20	过温 1 (电机绕组温度 > 80°C)
0x1F	过温 2 (电机绕组温度 > 120°C)
0X29	采样电阻故障
0x2A	位置传感器自身故障
0x2B	位置传感器信号被干扰
0X2D	温度传感器超出量程
0x3C	通信超时(默认无保护，需用户自行开启)
0x62	堵转(默认:电流 > 5A 并且 转速为0)

2、设置模式及反馈方式的发送举例

设置模式								
标识符	0x105							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	模式值	模式值	模式值	模式值	模式值	模式值	模式值	模式值
电机ID	1	2	3	4	5	6	7	8

反馈内容								
标识符	0x200 + 电机ID							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	当前模式值	0xFF						

模式值:	说明
0X00	电压开环
0x01	设定为电流环
0x02	设定为速度环
0x03	设定为位置环
0x09	失能电机
0xA	使能电机 (默认使能)

注：

1. 电机运行过程中请勿切换模式
2. 该模式下仍主动上报信息，可通过查看主动反馈信息中的模式值判断是否设置成功
3. 位置环下用户可根据实际使用情况设置绝对零点
4. 位置环下转动方式：以最近距离到达目标位置

设置反馈方式								
标识符	0x106							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	反馈方式	反馈方式	反馈方式	反馈方式	反馈方式	反馈方式	反馈方式	反馈方式
电机ID	1	2	3	4	5	6	7	8
反馈内容								
标识符	0x264 + 电机ID							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	反馈方式值	0xFF						

反馈方式：数据为 8 位，最高位设置反馈方式为主动上报或查询方式，1 为查询方式，0 为
主动上报方式，低 7 位为主动上报方式下的上报频率，单位 ms，范围为 1~127ms

例：数据 0b1000 0000 ——表示设置为查询方式；

数据 0b0100 0000 ——表示设置为 64ms 上报一次数据；

注：查询方式下，设置上报频率无效，没有设置反馈方式时为默认状态，默认状态为
1ms 的主动上报方式，且断电不保存。

3、反馈方式为查询方式时的查询操作

发送指令								
标识符	0x107							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机 ID	查询目标内容 1	查询目标内容 2	查询目标内容 3	自定义值	保留	保留	保留
反馈内容								
标识符	0x96 + 电机ID							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	查询目标1高八位	查询目标1低八位	查询目标2高八位	查询目标2低八位	查询目标3高八位	查询目标3低八位	自定义值	保留

查询目标内容值：

0x01：速度查询

0x02：母线电流查询

0x03：绕组温度查询

0x04：位置值查询

0x05：故障值查询

0x06：当前模式查询

自定义值：任意设置，范围 0~255，用于区分返回帧

保留：任意值

例：电机接收到如下帧：

标识符：0x107

数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	0x01	0x01	0x03	0x04	0xAA	保留	保留	保留

反馈内容为：

标识符：0x97

数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	速度高八位	速度低八位	电机温度高八位	电机温度低八位	电机位置高八位	电机位置低八位	0xAA	保留

4、电机 ID 设置

发送指令								
标识符	0x108							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机 ID	保留						
反馈内容								
标识符	0x96 + 电机ID							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机 ID	0xFF						

注：

- 1、每次上电仅支持设置一次电机ID，可通过反馈标识符判断是否设置成功
- 2、参数掉电保存

5、电机CAN终端电阻选通设置

发送指令								
标识符	0x109							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1
电机ID	1	2	3	4	5	6	7	8

反馈内容								
标识符	0x390 + 电机ID							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机ID	0/1	0XFF	0XFF	0XFF	0XFF	0XFF	0XFF

注：

1、0 —— 断开终端电阻(默认断开) 1 —— 接入终端电阻

2、参数掉电不保存

6、电机固件版本查询

发送指令								
标识符	0x10A							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	0X00							

反馈内容								
标识符	0x2C8 + 电机ID							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机ID	软件大版本	软件小版本	硬件大版本	硬件小版本	年	月	日

例如：010101030116020F 表示：电机ID为1；软件大版本01、软件小版本01(即软件版本1.1)；硬件大版本03、硬件小版本01(即硬件版本3.1)；16020F表示最近修改日期(即22年02月15日)

注：版本查询完成，电机主动上报默认反馈信息

7、通信超时读写操作设置

发送指令								
标识符	0x10B							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机ID	通信超时设置标志	读写标志	超时时间设置高八位	超时时间设置低八位	0X00	0X00	0X00
反馈内容								
标识符	0x32C + 电机ID							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机ID	通信超时设置标志	0XFF	超时时间设置高八位	超时时间设置低八位	0XFF	0XFF	0XFF

注：

- 1、通信超时设置标志：0X10 —— 设置；0X11 —— 复位(恢复为默认值)
- 2、读写标志：0X01 —— 写；0X00 —— 读
- 3、该参数设置完成之后需发送参数保存指令进行参数保存
- 4、参数保存：发送参数保存指令(见：第9章：参数保存)
- 5、超时时间设置范围：0~65535(默认值为0),单位ms。即：1000ms = 1s。在设置时间内电机未接收到驱动信息则停机

8、电机PI参数调节

(1)、PI参数调节

发送指令								
标识符	0x10C							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机ID	模式	P被除数高八位	P被除数低八位	P除数	I被除数高八位	I被除数低八位	I除数

反馈内容								
标识符	0x3F4 + 电机ID							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机ID	模式	P被除数高八位	P被除数低八位	P除数	I被除数高八位	I被除数低八位	I除数

注：

- 1、模式：见(3)模式值与对应描述
- 2、积分上限 = 32767*I除数 积分下限 = -32767*I除数
- 3、例：设置P=0.97,即可配置为：P被除数=0X3E8， P除数=10 (即0X3E8/2^10);I同理

(2)、PI参数输出限幅值调节

发送指令								
标识符	0x10C							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机ID	模式	最大输出值高八位	最大输出值低八位	最小输出值高八位	最小输出值低八位	保留	保留

反馈内容								
标识符	0x3F4 + 电机ID							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机ID	模式	最大输出值高八位	最大输出值低八位	最小输出值高八位	最小输出值低八位	保留	保留

注：

- 1、模式：见(3)模式值与对应描述
- 2、电流环限幅输出值：限幅范围-32767~32767， 默认值32767
速度环限幅输出值：限幅范围-32767~32767， 默认值32767
位置环限幅输出值：数据放大512倍，如需限幅为10rpm，数据应设置为5120。限幅范围-32767~32767， 默认值8000

(3)、模式值与对应描述

模式	描述
0X01	修改电流环PI参数
0x02	修改速度环PI参数
0x03	修改位置环PI参数
0x11	修改电流环PI参数输出限幅
0x22	修改速度环PI参数输出限幅，电流环的输入是速度环PI参数输出
0x33	修改位置环PI参数输出限幅，速度环的输入是位置环PI参数输出
0xFF	复位所有的环路PID参数

注：

- 1、协议中涉及到的除数均为2的n次幂，例：如设定除数为32，需将32换算成2的n次幂(即 $2^5 = 32$)，在相应位置输入5即可；此处除数设置不得超过15
- 2、复位参数后也许选择模式0XFE进行复位后的参数保存；复位后使用默认参数
- 3、非设置参数情况下，电机使用内部固化参数
- 4、所有设置值均需给定非0值
- 5、调整PID参数需具备一定基础，参数发送后即刻生效，建议电源做限流避免烧机，可先将I置0，调整完P参数再调整I参数，调试过程请注意安装好电机
- 6、上述所有参数设置完成之后需发送参数保存指令进行参数保存
- 7、参数保存：发送参数保存指令(见：第9章：参数保存)

9、参数保存

发送指令								
标识符	0x10C							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机ID	0XFE	0X00	0X00	0X00	0X00	0X00	0X00
反馈内容								
标识符	0x3F4 + 电机ID							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机ID	模式	0XFE	0X00	0X00	0X00	0X00	0X00

注：

- 1、模式：见(3)模式值与对应描述
- 2、电机只有在失能模式才能进行参数保存

10、电流滤波系数设置

发送指令								
标识符	0x10D							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机ID	电流滤波系数设置标志	读写标志	电流滤波值高八位	电流滤波值低八位	0X00	0X00	0X00
反馈内容								
标识符	0x458 + 电机ID							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机ID	电流滤波系数设置标志	0XFF	电流滤波值高八位	电流滤波值低八位	0X00	0X00	0X00

注：

- 1、电流滤波系数设置标志：0X20 —— 设置；0X21 —— 复位
- 2、读写标志：0X01 —— 写；0X00 —— 读
- 3、实际电流滤波值 = 用户自定义值 / 1000(浮点数) (默认值为：0.01)

- 4、用户自定义值范围: 0 ~ 1000
- 5、该参数设置完成之后需发送参数保存指令进行参数保存
- 6、参数保存：发送参数保存指令(见：第9章：参数保存)

11、反馈数据最后一字节设置

发送指令								
标识符	0x10E							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机ID	最后一字节设置标志	读写标志	模式	0X00	0X00	0X00	0X00
反馈内容								
标识符	0x4BC + 电机ID							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机ID	最后一字节设置标志	0XFF	模式	0XFF	0XFF	0XFF	0XFF

注：

- 1、最后一字节设置标志：0X30 —— 设置；0X31 —— 复位
- 2、读写标志：0X01 —— 写；0X00 —— 读
- 3、0X00: 反馈电机控制模式(默认反馈控制模式)
 0X01: 反馈电机绕组温度
 0X02: 反馈电机MOS温度

参数不保存，上电后可多次重复设置

12、堵转保护设置

发送指令								
标识符	0x10F							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机ID	堵转保护设置标志	读写标志	堵转电流高八位	堵转电流低八位	持续时间	解除时间	0X00

反馈内容								
标识符	0x520 + 电机ID							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机ID	堵转保护设置标志	0XFF	堵转电流高八位	堵转电流低八位	持续时间	解除时间	0XFF

注：

- 1、堵转保护设置标志：0X40 —— 设置；0X41 —— 复位
- 2、读写标志：0X01 —— 写；0X00 —— 读
- 3、堵转电流单位：mA(默认5000mA) 持续时间、解除时间单位：S(默认5S)
- 4、该参数设置完成之后需发送参数保存指令进行参数保存
- 5、参数保存：发送参数保存指令(见：第9章：参数保存)

13、过温、过流保护开关选通设置

发送指令								
标识符	0x110							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机ID	开关选通标志	读写标志	0 / 1	0X00	0X00	0X00	0X00

反馈内容								
标识符	0x584 + 电机ID							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机ID	开关选通标志	0XFF	0 / 1 / 2	0XFF	0XFF	0XFF	0XFF

注：

- 1、过温、过流开关选通标志：0X50 —— 设置；0X51 —— 复位
- 2、读写标志：0X01 —— 写；0X00 —— 读
- 3、0——开启(默认开启过温、过流保护)；1——关闭；2——设置失败(表示给定值非0或1，需重新设置)
- 4、该参数设置完成之后需发送参数保存指令进行参数保存
- 5、参数保存：发送参数保存指令(见：第9章：参数保存)

14、保护模式开关选通设置

发送指令								
标识符	0x111							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机ID	保护模式设置标志	写标志	0 / 1	0X00	0X00	0X00	0X00
反馈内容								
标识符	0x5E8 + 电机ID							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机ID	0X60	0XFF	0/1/2	0XFF	0XFF	0XFF	0XFF

注：

- 1、保护模式设置标志：0X60 —— 设置
- 2、写标志：0X01 —— 写
- 3、0——开启(默认开启)；1——关闭；2——设置失败(表示给定值非0或1，需重新设置)
- 4、该参数设置完成之后需发送参数保存指令进行参数保存
- 5、参数保存：发送参数保存指令(见：第9章：参数保存)

15、机械零位标定设置

发送指令								
标识符	0x112							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	0X00							

注：

- 1、该设置无回复，可根据电机反馈的位置值进行判断是否设置成功

16、LED选通设置

发送指令								
标识符	0x113							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	0 /1							
描述	ID1	ID2	ID3	ID4	ID5	ID6	ID7	ID8

注：

- 1、0 —— 关闭；1 —— 开通(默认开通)
- 2、该设置无回复，可根据电机LED指示灯判断是否设置成功
- 3、该参数不保存

17、绝对零点校准

发送指令								
标识符	0x104							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	0X16	0X32	0X64	0X00	0X00	0X00	0X00	0X00

注：

- 1、校准过程中电机应处于空载状态且能保证电机完整转动一周
- 2、出厂时需先校准绝对零点
- 3、一次校准完成后，无需再次校准

18、绝对零点用户自定义

发送指令								
标识符	0x114							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机ID	绝对零点设置标志	读写标志	机械角度高八位	机械角度低八位	0X00	0X00	0X00

反馈内容								
标识符	0x5E8 + 电机ID							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机ID	绝对零点设置标志	0XFF	机械角度高八位	机械角度低八位	0XFF	0XFF	0XFF

注：

- 1、绝对零点标志：0X70 —— 写；0X71 —— 读
- 2、读写标志：0X01 —— 写；0X00 —— 读
- 3、机械角度：通过电机反馈获取，将预设零点写入

◆ 固件更新

可使用专用工具进行更新

如有需要，请联系官方售后。

◆ 电机参数

搭配M15内置驱动器测试电机参数

空载转速	≥200rpm	
空载电流	≤0.5A	
额定转速	115rpm	
额定转矩	9.6Nm	工作制S2
额定电流	≤11.5A	
最大效率	≥72%	
堵转扭矩	≥17Nm	
堵转电流	≤21A	
额定电压	24VDC	
转矩常数	0.88Nm/A	额定转速下测得
速度常数	8.3rpm/V	
使用环境温度	-20°C~45°C	
电机重量	2.3kg	
编码器分辨率	16384	
绝对精度	8192	
防护等级	IP55	
噪音等级	≤52dB	

注：以上参数是在额定电压 24VDC 下测得。



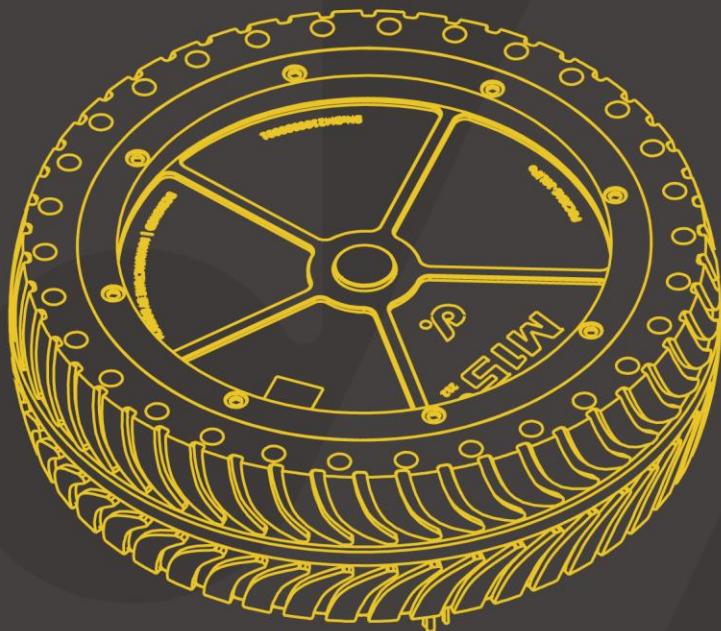
E-mail: MKT@DirectDriveTech.com

广东省东莞市松山湖高新技术产业开发区怡乐路一号中集产城数字科技产业园南区三号楼二层

2nd Floor, Building 3, South District, Digital Technology Industrial Park, CIMC Industrial City, No. 1, Yile Road, Songshan Lake High-tech Development Zone, Dongguan, Guangdong Province

M15[®]
2D
233

规格书



目录

免责声明	3
使用前注意事项	3
产品简介	4
产品特性	4
产品清单	5
电机驱动器接口及线序说明	6
安装指引	7
M1502D_233 电机驱动使用说明	8
CAN 通讯协议	10
固件更新	16
电机参数	17

◆ 免责声明

感谢您购买东莞市本末科技有限公司（以下简称：本末™科技） M15 系列永磁同步电动机（以下简称：“电机”）。此说明书将指引用户使用该产品，在使用之前请务必仔细阅读本文并按照相关指引操作，以免造成伤害或损失。您使用本产品将视为您已经接受本规格书及本产品所有相关文档的全部条款和内容。您承诺仅处于正当目的使用本产品及对于使用本产品可能带来的后果负全部责任。本末™科技对于直接或者间接使用该产品而造成的损坏，伤害以及任何法律责任不予负责。

本产品及规格书为东莞市本末科技有限公司版权所有。未经许可，不得以任何形式复制翻印。本产品及规格书所有文档最终解释权与修改权归东莞市本末科技有限公司所有，本末™科技可能会在获得新信息、知识或经验时修改此规格书信息，恕不另行通知。

◆ 使用注意事项

1. 请使用前确认工作电压是否为本文规定电压。
2. 确保电机在规定环境温度范围内使用。
3. 请避免电机浸泡在水中，否则可能会导致电机运行异常或损坏。
4. 使用前请确保接线正确，稳固，避免接触不良的情况出现。
5. 使用电机前请参考安装说明，保证电机安装正确，稳固。
6. 使用电机前请参考安装说明，保证电机对外输出部分安装正确，稳固。
7. 使用时请避免损伤线材，否则可能会导致电机运行异常或损坏。
8. 使用时请勿触摸电机转动部分，避免受伤。
9. 电机大转矩输出时，会出现发热的情况，请勿触摸电机，避免烫伤。
10. 请勿私自拆卸电机，否则可能会导致电机运行异常或损坏，并可能带来安全隐患。

◆ 产品简介

M15 系列电机是一款由东莞市本末科技有限公司自主研发的产品。该产品是基于一体化设计理念，集外转子无刷电机、编码器、伺服驱动于一体 的高可靠性永磁同步电动机，其结构紧凑，安装方便，运行稳定，小体积、大扭矩特别适合应用于以下直驱领域：机器人、AGV平台、自动化设备、仓储物流等。通过对极槽数、槽型、气隙、永磁材料等相关优化，确保电机有更大的转矩输出、更小的转矩波动，实现低转速大扭矩的直接驱动，为用户提供了高性能的直驱应用解决方案。该电机适配的驱动器使用磁场定向控制（FOC）算法，配合电机内置的高精度传感器，达到对电机的精确控制及更好的静音效果。驱动器具备完整可靠的电机OBD监控机制和保护功能，确保电机运行安全可靠。

◆ 产品特性

1. 电机和驱动器一体化设计，结构紧凑，集成度高；
2. 小体积大转矩，支持超低转速；
3. 支持 CAN 通信方式；
4. 特殊的结构设计可以让温度传感器测量到电机的整体温度，控制更精准；
5. 通过通信可以获取电机的位置，速度，电流，故障码等信息；
6. 具备完整的监控机制和保护功能；
7. 具有较高 IP 防护等级。

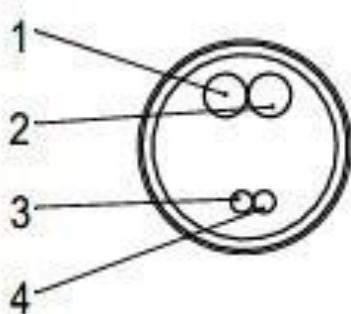
◆ 产品清单

1. 电机总成:



◆ 电机驱动器接口及线序说明

线序图：

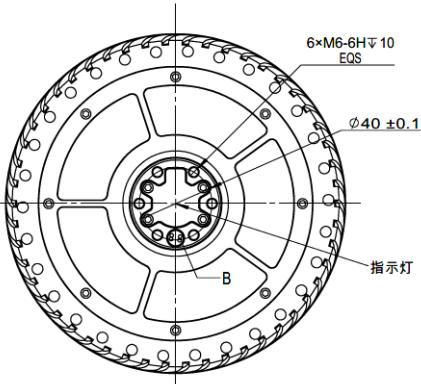


序号	名称	说明
1	电源正 (红色)	额定电压 24V
2	电源负 (黑色)	GND
3	CAN 信号 H (黄色)	此接口为非隔离式 CAN 接口，连接时请确保电机驱动器与总线连线正确，切勿连接错误。
4	CAN 信号 L (白色)	

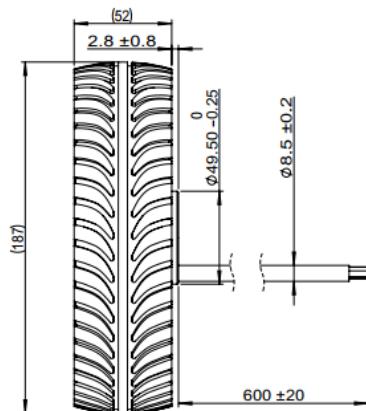
◆ 安装指引

请参考电机安装孔尺寸和位置将电机安装到对应设备。

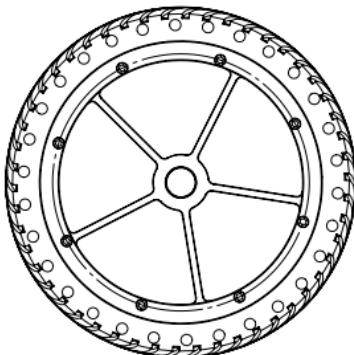
1. 电机安装接口



仰视图



侧视图



俯视图

2. 注意事项

- 2.1 建议指示灯无遮挡；
- 2.2 线材尽量避免拉扯；
- 2.3 注意螺钉长度选型，避免安装不可靠。

◆ M1502D_233 电机驱动使用说明

支持 CAN 总线信号控制。驱动器根据用户的输入目标指令对电机的速度、位置或电流进行闭环控制，并反馈电机的实时速度、位置、转矩电流和温度等信息。

CAN ID 指示灯描述：

ID	指示灯描述
1	绿灯间隔 5s 闪 1 次
2	绿灯间隔 5s 闪 2 次
3	绿灯间隔 5s 闪 3 次
4	绿灯间隔 5s 闪 4 次
5	绿灯间隔 5s 闪 5 次
6	绿灯间隔 5s 闪 6 次
7	绿灯间隔 5s 闪 7 次

故障指示灯描述及相关保护定:

故障描述	指示灯及相应保护描述
欠压 1 (18V < 母线电压 < 22V)	红灯闪烁对应ID
欠压 2 (母线电压 < 18V)	停机 , 红灯常亮
过压 (母线电压 > 63V)	停机 , 红灯常亮
过流 (母线电流 > 20A)	停机, 红灯常亮
过速 (转速 > 300RPM)	停机, 红灯常亮
过温 1 (电机绕组温度 > 80°C)	黄灯闪烁对应ID
过温 2 (大于 120°C)	停机, 黄灯常亮
位置传感器自身故障故障	停机, 蓝灯常亮
位置传感器信号被干扰	蓝灯闪烁对应ID
通信超时	控制值复位, 红灯常亮
采样电阻故障	停机, 蓝灯常亮
堵转	停机, 红灯常亮

CAN 通信的标识符对应关系如下:

电机 ID	1	2	3	4	5	6	7	8
反馈报文 标识符	0x97	0x98	0x99	0x9A	0x9B	0x9C	0x9D	0x9E
控制报文 标识符	0x32				0x33			

◆ CAN 通信协议

速率：1000Kbps

帧类型：标准帧

数据长度：8字节

开环模式下：给定值 0~-32767 对应反转零速到最高速，0~32767 对应正转零速到最高速

电流环模式下：给定值范围-16383 ~ 16383，对应-55A ~ 55A

速度环模式下：给定值范围-21000 ~ 21000，对应转速-210rpm ~210rpm

位置环模式下：给定值范围0 ~ 32767， 对应 0° ~360°

反馈数据方式有主动上报及查询方式两种

为避免频繁擦写Flash，用户参数设置完成后需单独发送参数保存指令方能生效(参数保存发送指

令见：9、参数保存章节)

操作步骤：

- ①设置反馈方式 (默认为 1Khz 下主动上报)
- ②设置电机模式 (开环、电流环、速度环、位置环， 默认开环)
- ③发送给定值。

1、开环模式下的发送举例 (其他模式数据格式一致)

发端用于开环指令，范围-32767 ~ 32767

发送指令								
标识符	0x32							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	开环给定高八位	开环给定低八位	开环给定高八位	开环给定低八位	开环给定高八位	开环给定低八位	开环给定高八位	开环给定低八位
电机ID	1		2		3		4	

发送指令								
标识符	0x33							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	开环给定高八位	开环给定低八位	开环给定高八位	开环给定低八位	开环给定高八位	开环给定低八位	开环给定高八位	开环给定低八位
电机ID	5		6		7		8	

接收端：反馈相关值

反馈内容：频率 1KHZ								
标识符	0x96 + 电机ID							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	速度测量值高八位	速度测量值低八位	转矩电流值高八位	转矩电流值低八位	位置值高八位	位置值低八位	故障值	当前模式

速度值范围：-21000 ~ 21000, 对应-210RPM ~ 210RPM

转矩电流值：-32767 ~ 32767, 对应-55A ~ 55A

位置值范围：0 ~ 65535(可通过第15章：机械零位标定将反馈值设置为0 ~ 32767),

对应 0 ~ 360°

故障值及对应故障描述：

故障值	故障描述
0x00	无故障
0x01	欠压 2 (母线电压 < 18V)
0x02	欠压 1 (18V < 母线电压 < 22V)
0x03	过压 (母线电压 > 63V)
0x0A	过流 (默认：母线电流 > 20A)
0x14	过速 (转速 > 300RPM)
0x20	过温 1 (电机绕组温度 > 80°C)
0x1F	过温 2 (电机绕组温度 > 120°C)
0X29	采样电阻故障
0x2A	位置传感器自身故障
0x2B	位置传感器信号被干扰
0X2D	温度传感器超出量程
0x3C	通信超时(默认无保护，需用户自行开启)
0x62	堵转(默认:电流 > 5A 并且 转速为0)

2、设置模式及反馈方式的发送举例

设置模式								
标识符	0x105							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	模式值	模式值	模式值	模式值	模式值	模式值	模式值	模式值
电机ID	1	2	3	4	5	6	7	8

反馈内容								
标识符	0x200 + 电机ID							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	当前模式值	0xFF						

模式值:	说明
0X00	电压开环
0x01	设定为电流环
0x02	设定为速度环
0x03	设定为位置环
0x09	失能电机
0xA	使能电机 (默认使能)

注：

1. 电机运行过程中请勿切换模式
2. 该模式下仍主动上报信息，可通过查看主动反馈信息中的模式值判断是否设置成功
3. 位置环下用户可根据实际使用情况设置绝对零点
4. 位置环下转动方式：以最近距离到达目标位置

设置反馈方式								
标识符	0x106							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	反馈方式	反馈方式	反馈方式	反馈方式	反馈方式	反馈方式	反馈方式	反馈方式
电机ID	1	2	3	4	5	6	7	8
反馈内容								
标识符	0x264 + 电机ID							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	反馈方式值	0xFF						

反馈方式：数据为 8 位，最高位设置反馈方式为主动上报或查询方式，1 为查询方式，0 为主动上报方式，低 7 位为主动上报方式下的上报频率，单位 ms，范围为 1~127ms

例：数据 0b1000 0000 ——表示设置为查询方式；

数据 0b0100 0000 ——表示设置为 64ms 上报一次数据；

注：查询方式下，设置上报频率无效，没有设置反馈方式时为默认状态，默认状态为 1ms 的主动上报方式，且断电不保存。

3、反馈方式为查询方式时的查询操作

发送指令								
标识符	0x107							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机 ID	查询目标内容 1	查询目标内容 2	查询目标内容 3	自定义值	保留	保留	保留
反馈内容								
标识符	0x96 + 电机ID							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	查询目标1高八位	查询目标1低八位	查询目标2高八位	查询目标2低八位	查询目标3高八位	查询目标3低八位	自定义值	保留

查询目标内容值：

0x01：速度查询

0x02：母线电流查询

0x03：绕组温度查询

0x04：位置值查询

0x05：故障值查询

0x06：当前模式查询

自定义值：任意设置，范围 0~255，用于区分返回帧

保留：任意值

例：电机接收到如下帧：

标识符：0x107

数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	0x01	0x01	0x03	0x04	0xAA	保留	保留	保留

反馈内容为：

标识符：0x97

数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	速度高八位	速度低八位	电机温度高八位	电机温度低八位	电机位置高八位	电机位置低八位	0xAA	保留

4、电机 ID 设置

发送指令								
标识符	0x108							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机 ID	保留						
反馈内容								
标识符	0x96 + 电机ID							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机 ID	0xFF						

注：

- 1、每次上电仅支持设置一次电机ID，可通过反馈标识符判断是否设置成功
- 2、参数掉电保存

5、电机CAN终端电阻选通设置

发送指令								
标识符	0x109							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1
电机ID	1	2	3	4	5	6	7	8

反馈内容								
标识符	0x390 + 电机ID							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机ID	0/1	0XFF	0XFF	0XFF	0XFF	0XFF	0XFF

注：

1、0 —— 断开终端电阻(默认断开) 1 —— 接入终端电阻

2、参数掉电不保存

6、电机固件版本查询

发送指令								
标识符	0x10A							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	0X00							

反馈内容								
标识符	0x2C8 + 电机ID							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机ID	软件大版本	软件小版本	硬件大版本	硬件小版本	年	月	日

例如：010101030116020F 表示：电机ID为1；软件大版本01、软件小版本01(即软件版本1.1)；硬件大版本03、硬件小版本01(即硬件版本3.1)；16020F表示最近修改日期(即22年02月15日)

注：版本查询完成，电机主动上报默认反馈信息

7、通信超时读写操作设置

发送指令								
标识符	0x10B							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机ID	通信超时设置标志	读写标志	超时时间设置高八位	超时时间设置低八位	0X00	0X00	0X00
反馈内容								
标识符	0x32C + 电机ID							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机ID	通信超时设置标志	0XFF	超时时间设置高八位	超时时间设置低八位	0XFF	0XFF	0XFF

注：

- 1、通信超时设置标志：0X10 —— 设置；0X11 —— 复位(恢复为默认值)
- 2、读写标志：0X01 —— 写；0X00 —— 读
- 3、该参数设置完成之后需发送参数保存指令进行参数保存
- 4、参数保存：发送参数保存指令(见：第9章：参数保存)
- 5、超时时间设置范围：0~65535(默认值为0),单位ms。即：1000ms = 1s。在设置时间内电机未接收到驱动信息则停机

8、电机PI参数调节

(1)、PI参数调节

发送指令								
标识符	0x10C							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机ID	模式	P被除数高八位	P被除数低八位	P除数	I被除数高八位	I被除数低八位	I除数

反馈内容								
标识符	0x3F4 + 电机ID							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机ID	模式	P被除数高八位	P被除数低八位	P除数	I被除数高八位	I被除数低八位	I除数

注：

- 1、模式：见(3)模式值与对应描述
- 2、积分上限 = 32767*I除数 积分下限 = -32767*I除数
- 3、例：设置P=0.97,即可配置为：P被除数=0X3E8， P除数=10 (即0X3E8/2^10);I同理

(2)、PI参数输出限幅值调节

发送指令								
标识符	0x10C							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机ID	模式	最大输出值高八位	最大输出值低八位	最小输出值高八位	最小输出值低八位	保留	保留

反馈内容								
标识符	0x3F4 + 电机ID							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机ID	模式	最大输出值高八位	最大输出值低八位	最小输出值高八位	最小输出值低八位	保留	保留

注：

- 1、模式：见(3)模式值与对应描述
- 2、电流环限幅输出值：限幅范围-32767~32767，默认值32767
速度环限幅输出值：限幅范围-32767~32767，默认值32767
位置环限幅输出值：数据放大512倍，如需限幅为10rpm，数据应设置为5120。限幅范围-32767~32767，默认值8000

(3)、模式值与对应描述

模式	描述
0X01	修改电流环PI参数
0x02	修改速度环PI参数
0x03	修改位置环PI参数
0x11	修改电流环PI参数输出限幅
0x22	修改速度环PI参数输出限幅，电流环的输入是速度环PI参数输出
0x33	修改位置环PI参数输出限幅，速度环的输入是位置环PI参数输出
0xFF	复位所有的环路PID参数

注：

- 1、协议中涉及到的除数均为2的n次幂，例：如设定除数为32，需将32换算成2的n次幂(即 $2^5 = 32$)，在相应位置输入5即可；此处除数设置不得超过15
- 2、复位参数后也许选择模式0XFE进行复位后的参数保存；复位后使用默认参数
- 3、非设置参数情况下，电机使用内部固化参数
- 4、所有设置值均需给定非0值
- 5、调整PID参数需具备一定基础，参数发送后即刻生效，建议电源做限流避免烧机，可先将I置0，调整完P参数再调整I参数，调试过程请注意安装好电机
- 6、上述所有参数设置完成之后需发送参数保存指令进行参数保存
- 7、参数保存：发送参数保存指令(见：第9章：参数保存)

9、参数保存

发送指令								
标识符	0x10C							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机ID	0XFE	0X00	0X00	0X00	0X00	0X00	0X00

反馈内容								
标识符	0x3F4 + 电机ID							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机ID	模式	0XFE	0X00	0X00	0X00	0X00	0X00

注：

- 1、模式：见(3)模式值与对应描述
- 2、电机只有在失能模式才能进行参数保存

10、电流滤波系数设置

发送指令								
标识符	0x10D							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机ID	电流滤波系数设置标志	读写标志	电流滤波值高八位	电流滤波值低八位	0X00	0X00	0X00

反馈内容								
标识符	0x458 + 电机ID							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机ID	电流滤波系数设置标志	0XFF	电流滤波值高八位	电流滤波值低八位	0X00	0X00	0X00

注：

- 1、电流滤波系数设置标志：0X20 —— 设置；0X21 —— 复位
- 2、读写标志：0X01 —— 写；0X00 —— 读
- 3、实际电流滤波值 = 用户自定义值 / 1000(浮点数) (默认值为：0.01)

- 4、用户自定义值范围: 0 ~ 1000
- 5、该参数设置完成之后需发送参数保存指令进行参数保存
- 6、参数保存：发送参数保存指令(见：第9章：参数保存)

11、反馈数据最后一字节设置

发送指令								
标识符	0x10E							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机ID	最后一字节设置标志	读写标志	模式	0X00	0X00	0X00	0X00
反馈内容								
标识符	0x4BC + 电机ID							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机ID	最后一字节设置标志	0XFF	模式	0XFF	0XFF	0XFF	0XFF

注：

- 1、最后一字节设置标志：0X30 —— 设置；0X31 —— 复位
- 2、读写标志：0X01 —— 写；0X00 —— 读
- 3、0X00: 反馈电机控制模式(默认反馈控制模式)
 0X01: 反馈电机绕组温度
 0X02: 反馈电机MOS温度

参数不保存，上电后可多次重复设置

12、堵转保护设置

发送指令								
标识符	0x10F							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机ID	堵转保护设置标志	读写标志	堵转电流高八位	堵转电流低八位	持续时间	解除时间	0X00

反馈内容								
标识符	0x520 + 电机ID							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机ID	堵转保护设置标志	0XFF	堵转电流高八位	堵转电流低八位	持续时间	解除时间	0XFF

注：

- 1、堵转保护设置标志：0X40 —— 设置；0X41 —— 复位
- 2、读写标志：0X01 —— 写；0X00 —— 读
- 3、堵转电流单位：mA(默认5000mA) 持续时间、解除时间单位：S(默认5S)
- 4、该参数设置完成之后需发送参数保存指令进行参数保存
- 5、参数保存：发送参数保存指令(见：第9章：参数保存)

13、过温、过流保护开关选通设置

发送指令								
标识符	0x110							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机ID	开关选通标志	读写标志	0 / 1	0X00	0X00	0X00	0X00

反馈内容								
标识符	0x584 + 电机ID							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机ID	开关选通标志	0XFF	0 / 1 / 2	0XFF	0XFF	0XFF	0XFF

注：

- 1、过温、过流开关选通标志：0X50 —— 设置；0X51 —— 复位
- 2、读写标志：0X01 —— 写；0X00 —— 读
- 3、0——开启(默认开启过温、过流保护)；1——关闭；2——设置失败(表示给定值非0或1，需重新设置)
- 4、该参数设置完成之后需发送参数保存指令进行参数保存
- 5、参数保存：发送参数保存指令(见：第9章：参数保存)

14、保护模式开关选通设置

发送指令								
标识符	0x111							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机ID	保护模式设置标志	写标志	0 / 1	0X00	0X00	0X00	0X00
反馈内容								
标识符	0x5E8 + 电机ID							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机ID	0X60	0XFF	0/1/2	0XFF	0XFF	0XFF	0XFF

注：

- 1、保护模式设置标志：0X60 —— 设置
- 2、写标志：0X01 —— 写
- 3、0——开启(默认开启)；1——关闭；2——设置失败(表示给定值非0或1，需重新设置)
- 4、该参数设置完成之后需发送参数保存指令进行参数保存
- 5、参数保存：发送参数保存指令(见：第9章：参数保存)

15、机械零位标定设置

发送指令								
标识符	0x112							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	0X00							

注：

- 1、该设置无回复，可根据电机反馈的位置值进行判断是否设置成功

16、LED选通设置

发送指令								
标识符	0x113							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	0 /1							
描述	ID1	ID2	ID3	ID4	ID5	ID6	ID7	ID8

注：

- 1、0 —— 关闭；1 —— 开通(默认开通)
- 2、该设置无回复，可根据电机LED指示灯判断是否设置成功
- 3、该参数不保存

17、绝对零点校准

发送指令								
标识符	0x104							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	0X16	0X32	0X64	0X00	0X00	0X00	0X00	0X00

注：

- 1、校准过程中电机应处于空载状态且能保证电机完整转动一周
- 2、出厂时需先校准绝对零点
- 3、一次校准完成后，无需再次校准

18、绝对零点用户自定义

发送指令								
标识符	0x114							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机ID	绝对零点设置标志	读写标志	机械角度高八位	机械角度低八位	0X00	0X00	0X00

反馈内容								
标识符	0x5E8 + 电机ID							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机ID	绝对零点设置标志	0XFF	机械角度高八位	机械角度低八位	0XFF	0XFF	0XFF

注：

- 1、绝对零点标志：0X70 —— 写；0X71 —— 读
- 2、读写标志：0X01 —— 写；0X00 —— 读
- 3、机械角度：通过电机反馈获取，将预设零点写入

◆ 固件更新

可使用专用工具进行更新

如有需要，请联系官方售后。

◆ 电机参数

搭配M15内置驱动器测试电机参数

空载转速	≥200rpm	
空载电流	≤0.5A	
额定转速	115rpm	
额定转矩	9.6Nm	工作制S2
额定电流	≤11.5A	
最大效率	≥72%	
堵转扭矩	≥17Nm	
堵转电流	≤21A	
额定电压	24VDC	
转矩常数	0.88Nm/A	额定转速下测得
速度常数	8.3rpm/V	
使用环境温度	-20°C~45°C	
电机重量	2.3kg	
编码器分辨率	16384	
绝对精度	8192	
防护等级	IP55	
噪音等级	≤52dB	

注：以上参数是在额定电压 24VDC 下测得。



E-mail: MKT@DirectDriveTech.com

广东省东莞市松山湖高新技术产业开发区怡乐路一号中集产城数字科技产业园南区三号楼二层

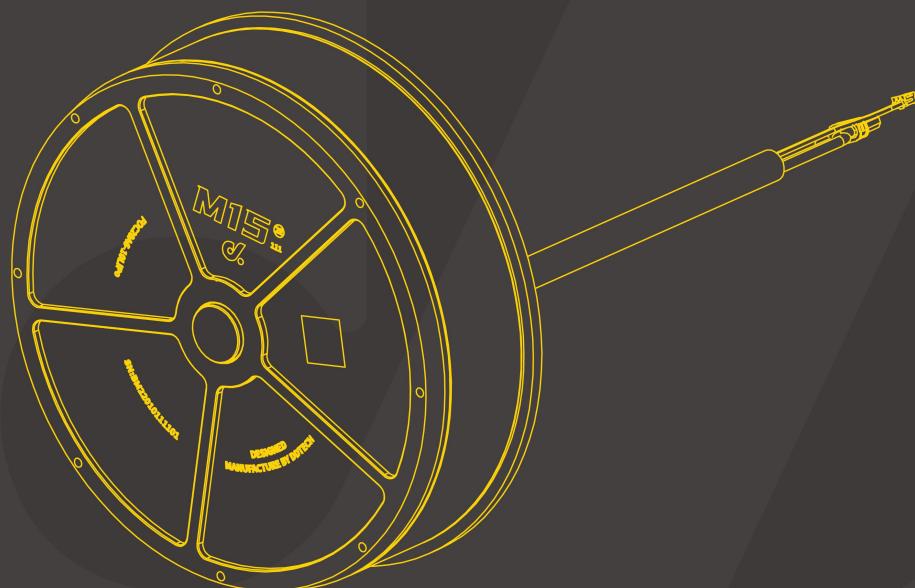
2nd Floor, Building 3, South District, Digital Technology Industrial Park, CIMC Industrial City, No. 1, Yile Road, Songshan Lake High-tech Development Zone, Dongguan, Guangdong Province



M15[®]
111
^{2E}

规格书

V1.0 2022.06.20



目录

免责声明.....	3
使用前注意事项.....	3
产品简介.....	4
产品特性.....	4
产品清单.....	5
电机驱动器接口及线序说明.....	6
安装指引.....	7
M1502E_111 电机驱动使用说明.....	8
CAN 通讯协议.....	10
固件更新.....	18
电机参数.....	19

◆ 免责声明

感谢您购买东莞市本末科技有限公司（以下简称：本末™科技） M15 系列永磁同步电动机（以下简称：“电机”）。此说明书将指引用户使用该产品，在使用之前请务必仔细阅读本文并按照相关指引操作，以免造成伤害或损失。您使用本产品将视为您已经接受本规格书及本产品所有相关文档的全部条款和内容。您承诺仅处于正当目的使用本产品及对于使用本产品可能带来的后果负全部责任。本末™科技对于直接或者间接使用该产品而造成的损坏，伤害以及任何法律责任不予负责。

本产品及规格书为东莞市本末科技有限公司版权所有。未经许可，不得以任何形式复制翻印。本产品及规格书所有文档最终解释权与修改权归东莞市本末科技有限公司所有，本末™科技可能会在获得新信息、知识或经验时修改此规格书信息，恕不另行通知。

◆ 使用注意事项

1. 请使用前确认工作电压是否为本文规定电压。
2. 确保电机在规定环境温度范围内使用。
3. 请避免电机浸泡在水中，否则可能会导致电机运行异常或损坏。
4. 使用前请确保接线正确，稳固，避免接触不良的情况出现。
5. 使用电机前请参考安装说明，保证电机安装正确，稳固。
6. 使用电机前请参考安装说明，保证电机对外输出部分安装正确，稳固。
7. 使用时请避免损伤线材，否则可能会导致电机运行异常或损坏。
8. 使用时请勿触摸电机转动部分，避免受伤。
9. 电机大转矩输出时，会出现发热的情况，请勿触摸电机，避免烫伤。
10. 请勿私自拆卸电机，否则可能会导致电机运行异常或损坏，并可能带来安全隐患。

◆ 产品简介

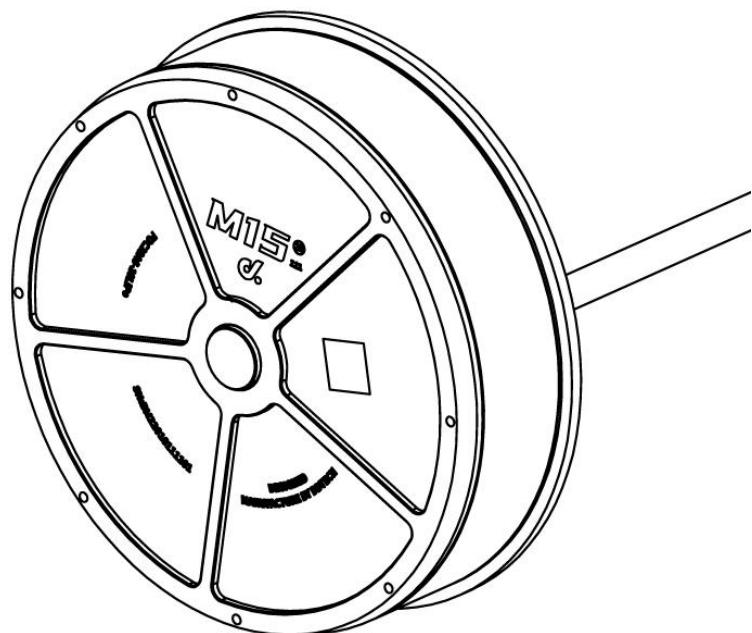
M15 系列电机是一款由东莞市本末科技有限公司自主研发的产品。该产品是基于一体化发展理念，集外转子无刷电机、编码器、伺服驱动于一体的高可靠性永磁同步电动机，其结构紧凑，安装方便，运行稳定，小体积、大扭矩特别适合应用于以下直驱领域：机器人、AGV 平台、自动化设备、仓储物流等。通过对极槽数、槽型、气隙、永磁材料等相关优化，确保电机有更大的转矩输出、更小的转矩波动，实现低转速大扭矩的直接驱动，为用户提供了高性能的直驱应用解决方案。该电机适配的驱动器使用磁场定向控制（FOC）算法，配合电机内置的高精度传感器，达到对电机的精确控制及更好的静音效果。驱动器具备完整可靠的电机 OBD 监控机制和保护功能，确保电机运行安全可靠。

◆ 产品特性

1. 电机和驱动器一体化设计，结构紧凑，集成度高；
2. 小体积大转矩，支持超低转速；
3. 支持 CAN 通信方式；
4. 特殊的结构设计可以让温度传感器测量到电机的整体温度，控制更精准；
5. 通过通信可以获取电机的位置，速度，电流，故障码等信息；
6. 具备完整的监控机制和保护功能；
7. 具有较高 IP 防护等级。

◆ 产品清单

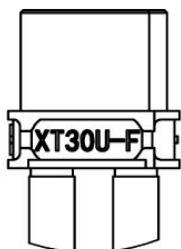
1. 电机总成:



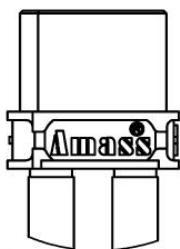
◆ 电机驱动器接口及线序说明

线序图：

1 → 2

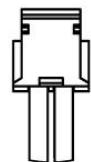


2 → 1

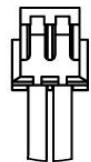


电源线

1 → 2



2 → 1



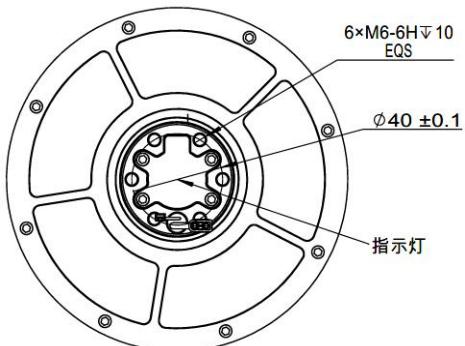
信号线

端子类型	线序号	线类型	颜色
电源线 (XT30U-F)	1	电源+	红色
	2	电源-	黑色
信号线 (ZH1.5-2PIN)	1	CAN H	黄色
	2	CAN L	白色

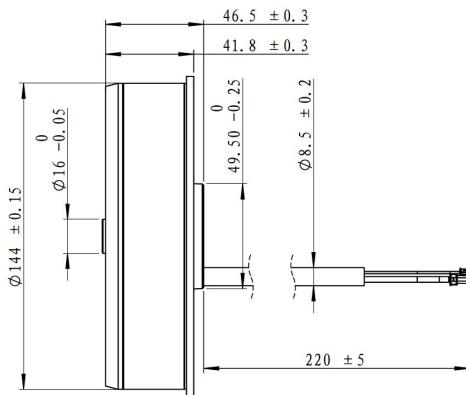
◆ 安装指引

请参考电机安装孔尺寸和位置将电机安装到对应设备。

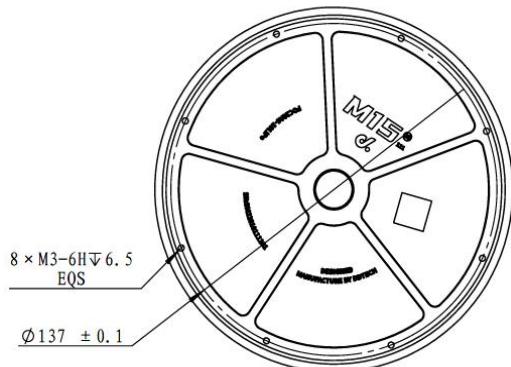
1. 电机安装接口



后视图



侧视图



正视图

2. 注意事项

- 2.1 建议指示灯无遮挡；
- 2.2 线材尽量避免拉扯；
- 2.3 注意螺钉长度选型，避免安装不可靠。

◆ M1502E_111 电机驱动使用说明

支持 CAN 总线信号控制。驱动器根据用户的输入目标指令对电机的速度、位置或电流进行闭环控制，并反馈电机的实时速度、位置、转矩电流和温度等信息。

CAN ID 指示灯描述：

ID	指示灯描述
1	绿灯间隔 5s 闪 1 次
2	绿灯间隔 5s 闪 2 次
3	绿灯间隔 5s 闪 3 次
4	绿灯间隔 5s 闪 4 次
5	绿灯间隔 5s 闪 5 次
6	绿灯间隔 5s 闪 6 次
7	绿灯间隔 5s 闪 7 次

故障指示灯描述及相关保护规定：

故障描述	指示灯描述
欠压 1 (17V<电压<22V)	红灯闪烁对应 ID
欠压 2 (电压<17V)	红灯闪烁对应 ID, 停机
过压 (电压>36V)	红灯闪烁对应 ID, 停机
过流 (母线电流>15A)	红灯常亮, 停机
过速 (电机转速>250)	红灯闪烁对应 ID, 停机
过温 1 (电机绕组温度>80°C)	黄灯闪烁对应 ID
过温 2 (电机绕组温度>120°C)	黄灯常亮, 停机
位置传感器故障	红灯常亮, 停机
位置传感器信号异常	红灯闪烁对应 ID
通信超时	红灯常亮, 控制值复位
堵转 (电流 > 5A, 转速<1RPM)	红灯常亮, 停机

CAN 通信的标识符对应关系如下：

电机 ID	1	2	3	4	5	6	7	8
反馈报文 标识符	0x97	0x98	0x99	0x9A	0x9B	0x9C	0x9D	0x9E
控制报文 标识符	0x32				0x33			

◆ CAN 通信协议

速率：500Kbps

帧类型：标准帧

数据长度：8 字节

开环模式下：设定值 0~-32767 对应反转零速到最高速，0~32767 对应正转零速到最高速

电流环模式下：设定值范围-32767~32767，对应-33A~33A

速度环模式下：设定值范围-21000~21000,对应-210~210rpm，即分辨率 0.01

位置环模式下：0~32767 对应 0°~360°

反馈数据的方式有主动上报及查询方式两种。

电机使用标识符范围：0x32~0x500

操作步骤：

- ①设置反馈方式（默认为 100hz 下主动上报）
- ②设置电机模式（开环、电流环、速度环、位置环，默认开环）
- ③发送给定值。

1、开环模式下的发送举例（其他模式数据格式一致）：

发送端：用于开环指令，范围-32767 ~ 32767。

发送指令								
标识符	0x32							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	开环给定高 8 位	开环给定低 8 位						
电机 ID	1		2		3		4	

发送指令								
标识符	0x33							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	开环给定高 8 位	开环给定低 8 位	开环给定高 8 位	开环给定低 8 位	开环给定高 8 位	开环给定低 8 位	开环给定高 8 位	开环给定低 8 位
电机 ID	5		6		7		8	

接收端：反馈相关值

反馈内容：频率 100HZ								
标识符	0x96+电机 ID							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	速度测量值高 8 位	速度测量值低 8 位	转矩电流值高 8 位	转矩电流值低 8 位	位置值高 8 位	位置值低 8 位	故障值	当前模式

速度范围 -210 ~ 210RPM；转矩电流-32767~32767，对应-33A~33A；位置值范围 0 ~ 32767 对应 0~360°。

故障值及对应故障描述：

故障值	故障描述
0x00	无故障
0x01	欠压 2 (电压<17V)
0x02	欠压 1 (17V<电压<22V)

0x03	过压 (电压>36V)
0x0A	过流 (母线电流>15A)
0x14	过速 (电机转速>250RPM)
0x1F	过温 2 (电机绕组温度>120°C)
0x20	过温 1 (电机绕组温度>80°C)
0x2A	位置传感器故障
0x2B	位置传感器信号异常
0x3C	通信超时
0X62	堵转 (电流 > 5A, 转速<1RPM)

2、设置模式及反馈方式的发送举例

设置模式								
标识符	0x105							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	模式值	模式值	模式值	模式值	模式值	模式值	模式值	模式值
电机 ID	1	2	3	4	5	6	7	8
反馈内容								
标识符	0x200+电机 ID							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	当前模式值	0xFF						

注：模式设置完成，电机主动上报默认反馈信息

模式值：	说明
0X00	电压开环
0x01	设定为电流环
0x02	设定为速度环
0x03	设定为位置环
0x09	失能电机
0x0A	使能电机（默认使能）

注：位置环下，位置为绝对式，驱动方式为以最短路线到达目标位置

设置反馈方式								
标识符	0x106							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	反馈方式							
电机 ID	1	2	3	4	5	6	7	8

反馈内容								
标识符	0x264+电机 ID							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	反馈方式值	0xFF						

反馈方式：数据为 8 位，最高位设置反馈方式为主动上报或查询方式，1 为查询方式，0 为主动上报方式，低 7 位为主动上报方式下的上报频率，单位 ms，范围为 1~127ms

例：数据 0b1000 0000 ——表示设置为查询方式；

数据 0b0100 0000 ——表示设置为 64ms 上报一次数据；

注：查询方式下，设置上报频率无效，没有设置反馈方式时为默认状态，默认状态为 10ms 的主动上报方式，掉电后反馈模式不保存。

3、反馈方式为查询方式时的查询操作

发送指令								
标识符	0x107							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机 ID	查询目标内容 1	查询目标内容 2	查询目标内容 3	自定义值	保留	保留	保留
反馈内容								
标识符	0x96+电机 ID							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	查询目标 1 高 8 位	查询目标 1 低 8 位	查询目标 2 高 8 位	查询目标 2 低 8 位	查询目标 3 高 8 位	查询目标 3 低 8 位	自定义值	保留

查询目标内容值：

0x01：查询速度

0x02：查询转矩电流

0x03：查询电机温度

0x04：查询电机位置值

0x05：查询故障值

0x06：查询当前模式

自定义值：任意设置，范围 0~255，用于区分返回帧

保留：任意值

注：该模式下，电机不会主动上报信息

例：电机接收到如下帧：

标识符：0x107

数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	0x01	0x01	0x03	0x04	0xAA	保留	保留	保留

反馈内容为：

标识符：0x97

数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	速度高 8位	速度低 8位	电机温 度高 8 位	电机温 度低 8 位	电机位 置高 8 位	电机位 置低 8 位	0xAA	保留

4、电机 ID 设置：

发送指令								
标识符	0x108							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机 ID	保留						
反馈内容								
标识符	0x96+电机 ID							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机 ID	0xFF						

注：每次上电仅支持设置一次电机 ID，可通过反馈标识符判断是否设置成功。

5、电机 CAN 终端电阻选通设置：

发送指令								
标识符	0x109							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1
电机 ID	1	2	3	4	5	6	7	8

反馈内容								
标识符	0x390+电机 ID							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机 ID	0/1	0XFF	0XFF	0XFF	0XFF	0XFF	0XFF

0：断开终端电阻 1：接入终端电阻 默认断开。

6、通信超时读写操作设置：

发送指令								
标识符	0x10A							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机 ID	设置 0X10/ 复位 0X11	写 0X01/ 读 0X00	超时时 间设置 高 8 位	超时时 间设置 低 8 位	0X00	0X00	0X00

反馈内容								
------	--	--	--	--	--	--	--	--

标识符	0x2C8+电机 ID							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机 ID	设置 0X10/ 复位 0X11	0xFF	超时时间 设置高 8 位	超时时间 设置低 8 位	0xFF	0xFF	0xFF

超时时间设置范围：0~65535(默认值为 0),单位 ms。即：1000ms = 1s。在设置时间内电机未接收到驱动信息则停机

复位操作：将用户设置的超时时间复位为默认值

注：通信超时写操作每次上电只能设置一次

7、电机固件版本查询

发送指令								
标识符	0x10B							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	0X00	0X00	0X00	0X00	0X00	0X00	0X00	0X00
反馈内容								
标识符	0x32C+电机 ID							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机 ID	软件大 版本	软件小 版本	硬件大 版本	硬件小 版本	年	月	日

例如：010101030116020F 表示：电机 ID 为 1；软件大版本 01、软件小版本 01(即软件版本 1.1)；硬件大版本 03、硬件小版本 01(即硬件版本 3.1)；16020F 表示最近修改日期(即 22 年 02 月 15 日)

注：版本查询完成，电机主动上报默认反馈信息

◆ 固件更新

可使用专用工具进行更新

如有需要，请联系官方售后。

◆ 电机参数

搭配内置驱动器测试电机参数

项目	参数	测试条件
空载转速	$210 \pm 1 \text{ rpm}$	速度闭环
空载电流	$\leq 0.85 \text{ A}$	空载
额定转速	95rpm	
额定转矩	2Nm	
额定电流	$1.5 \pm 0.1 \text{ A}$	额定扭矩及转速下
最大效率	$\geq 58\%$	
堵转扭矩	$\geq 10 \text{ Nm}$	
堵转电流	$\leq 17 \text{ A}$	
额定电压	24VDC	
转矩常数	1.3Nm/A	额定转速下
速度常数	10rpm/V	空载
使用环境温度	-20°C~45°C	
电机重量	1.86kg	
编码器分辨率	16384	
绝对精度	8192	
防护等级	IP65	
噪音等级	$\leq 52 \text{ dB}$	转速 200rpm, 距离 40cm

注：以上参数均在额定电压 24VDC 下测得。



E-mail: HuYue@DirectDriveTech.com / MKT@DirectDriveTech.com

广东省东莞市松山湖高新技术产业开发区怡乐路一号中集产城数字科技产业园南区三号楼二层

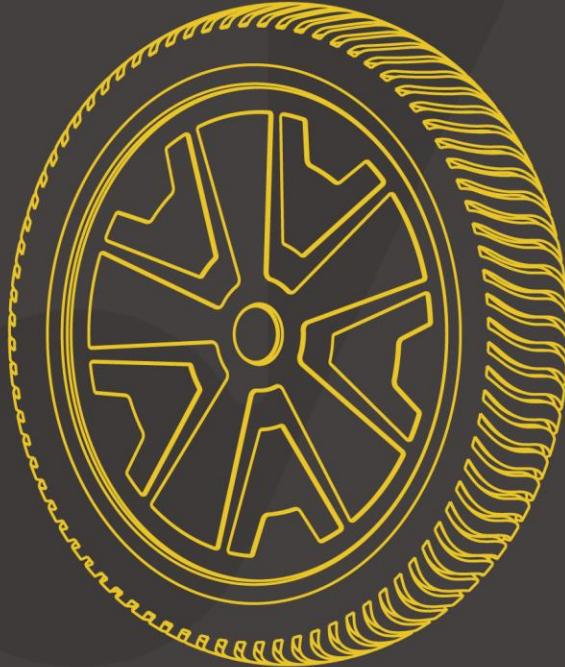
2nd Floor, Building 3, South District, Digital Technology Industrial Park, CIMC Industrial City, No. 1, Yile Road, Songshan Lake High-tech Development Zone, Dongguan, Guangdong Province

M15^{5A}
222

规格书

版本：V1.2

日期：2024/05/24



目录

免责声明.....	4
产品使用注意事项.....	5
产品简介.....	6
产品特性.....	6
电机接口及线序说明.....	7
安装指引.....	8
电机驱动使用说明.....	8
通信控制方式.....	9
通讯协议.....	9
保护规定.....	25
固件更新.....	25
包装运输.....	26
电机参数.....	27

◆ 免责声明

感谢您购买东莞市本末科技有限公司（以下简称：本末™科技） M15 系列永磁电动机（以下简称：“电机”）。此说明书将指引用户使用该产品，在使用之前请务必仔细阅读本文并按照相关指引操作，以免造成伤害或损失。您使用本产品将视为您已经接受本规格书及本产品所有相关文档的全部条款和内容。您承诺仅出于正当目的使用本产品及对于使用本产品可能带来的后果负全部责任。本末™科技对于直接或者间接使用该产品而造成的损坏，伤害以及任何法律责任不予负责。

此电机内部型号对应为 M1505A_222，本产品及规格书为东莞市本末科技有限公司版权所有。未经许可，不得以任何形式复制翻印。本产品及规格书所有文档最终解释权与修改权归东莞市本末科技有限公司所有，本末™科技可能会在获得新信息、知识或经验时修改此规格书信息，恕不另行通知。

◆ 产品使用注意事项

在使用电机之前，请注意以下事项：

1. 工作电压确认：确保电机的工作电压符合说明书规定的电压范围。
2. 环境温度限制：请确保电机在规定的环境温度范围内进行使用，避免超出该范围可能引起的性能问题或损坏。
3. 防水注意：请避免将电机浸泡在水中，以免导致电机运行异常或损坏。
4. 正确接线：使用前请确保接线正确、稳固，避免出现接触不良的情况。
5. 安装正确：在使用电机之前，请仔细参考安装说明，确保电机安装正确、稳固。
6. 外部输出部分安装稳固：使用电机前请参考安装说明，确保电机外部输出部分的安装正确、稳固。
7. 线材保护：在使用过程中，请避免损伤电机的线材，以免导致电机运行异常或损坏。
8. 避免触摸转动部分：请在电机运行时避免触摸电机的转动部分，以防止受伤。
9. 热情况注意：在电机大扭矩输出时，可能会出现发热情况，请避免触摸电机，以免烫伤。
10. 禁止私自拆卸：请勿私自拆卸电机，否则可能导致电机异常运行或损坏，并可能带来安全隐患。

请在使用电机之前，仔细阅读和遵守以上注意事项，以确保安全、正常运行，并保护电机的性能和寿命。

◆ 产品简介

M1505A_222 是东莞市本末科技有限公司自主研发的机器人轮足电机。它是一款高性能产品，采用先进技术和创新设计，旨在满足机器人应用的需求。

该电机还具有简化集成和控制的特点，提供标准化接口和友好的调试工具，方便与机器人控制系统的连接和交互。

总之，M1505A_222 是东莞市本末科技有限公司自主研发的高性能机器人电机，以其精准性、扭矩输出、高功率密度、可靠性和低噪音等特点，为机器人应用提供卓越的性能和可靠性。

◆ 产品特性

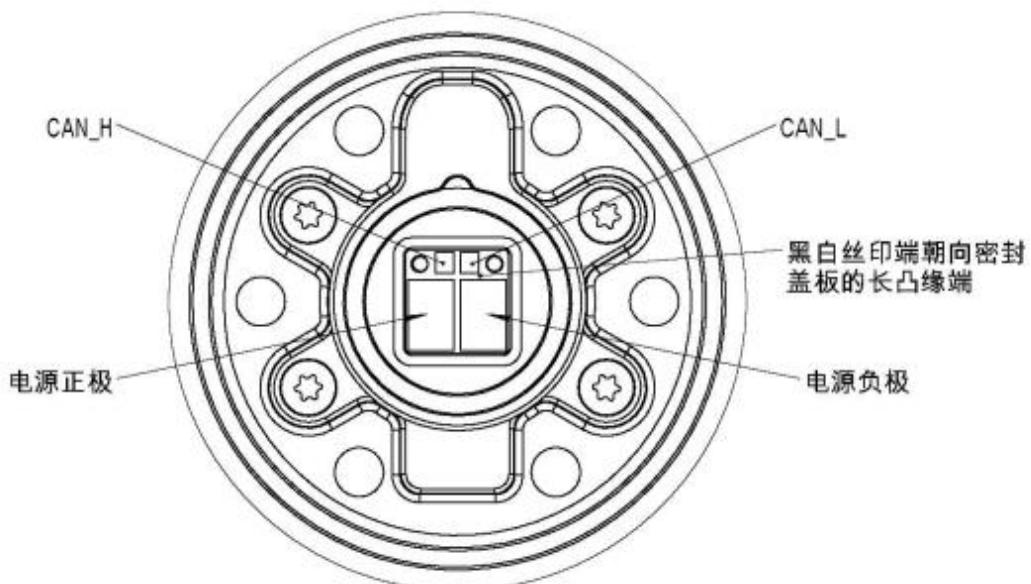
M1505A_222 是一款专为机器人设计的高性能电机，满足机器人电机的各项需求。其特点包括：

1. 高精度和高响应性能：M1505A_222 电机具备出色的位置和速度控制能力，实现精准的运动和定位，响应速度快，适应快速变化的运动需求。
2. 大扭矩输出：M1505A_222 提供强大的扭矩输出，峰值扭矩高达 8Nm，能够应对机器人在各种工作负载下的运动和操作需求，提高机器人的负载能力和工作效率。
3. 高可靠性和耐久性：M1505A_222 电机经过精心设计和制造，具备高可靠性和长寿命特性，确保机器人系统的稳定性和可持续性运作。
4. 噪音和高效能：M1505A_222 电机工作时低噪音、高效能，噪音，效率高。
- 5 简化集成和控制：M1505A_222 电机设计考虑了集成和控制的简化，提供标准化接口和多

种通信协议:CAN2.0 和 CANFD，方便与机器人控制系统的连接和交互。

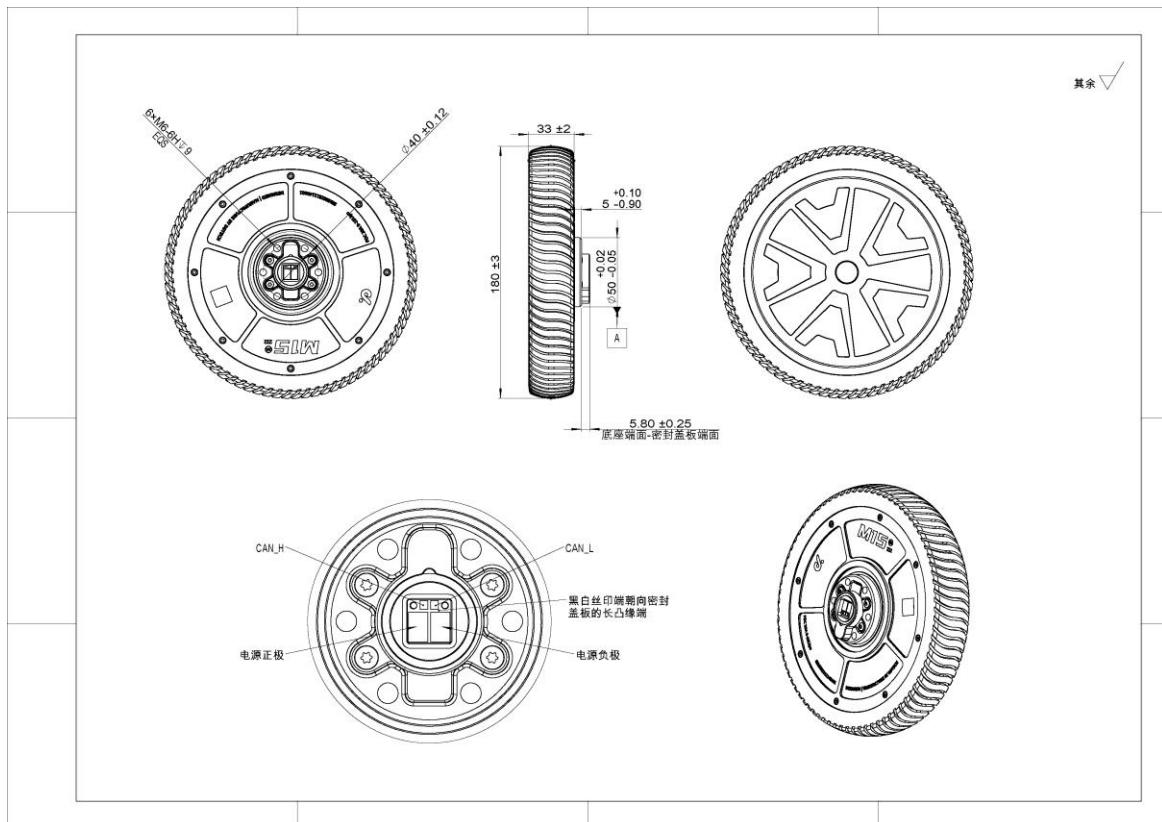
综上所述，M1505A_222 机器人电机具备高精度、高扭矩输出、高功率密度、可靠耐用、低噪音和高效能的特点，能够满足机器人系统对电机的各项要求。

◆ 电机接口及线序说明



◆ 安装指引

请参考电机安装孔尺寸和位置将电机安装到对应设备。单位：mm



◆ 电机驱动使用说明

1. 电机支持通过 USB 转 CAN 工具接入电脑，实现固件升级。
2. 驱动器支持电压开环/电流环/速度环控制。支持 CAN2.0, CANFD。
3. 上电默认处于电流环模式，处于使能状态。

◆ 通信控制方式

CAN 总线协议控制

上电后，按照相关协议发送相关信息即可。设备收到 10 条有效指令，就会触发主动上报。

◆ 通讯协议

波特率：1Mbps (默认)

帧格式：标准帧

协议类型：问询式通用协议

1、电压 (Vq)、电流、速度给定

发送指令								
标识符	0x32/0x33							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	给定高八位	给定低八位	给定高八位	给定低八位	给定高八位	给定低八位	给定高八位	给定低八位
电机 ID	1/5		2/6		3/7		4/8	

反馈内容								
标识符	0x96 + 电机 ID							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	速度测量值高八位	速度测量值低八位	转矩电流值高八位	转矩电流值低八位	位置值高八位	位置值低八位	故障值	当前模式

注：

1、给定值与当前的电机模式对应，例如：当前电流环模式，那么给定值即为电流值

2、0x32 指令对应设置 ID1-4, 0x33 指令对应设置 ID5-8.

3、范围

· 转矩电流值 (Iq)： -16383 ~ 16383

(实际的 Iq 电流值 = 设置值 * 55 / 32767, 单位是 A)

· 速度值： -5000 ~ 5000, 对应于 -500RPM ~ 500RPM

· 电压给定值 0 ~ -16384 对应反转零速到最高速, 0 ~ 16384 对应正转零速到最

高速

4、返回变量

· 速度：中心轴转速，分辨率 0.1RPM；

- 电流：实际 Iq 电流值 = 反馈电流值 * 55 / 32767，单位是 A

- 位置：0 ~ 32767，对应 0 ~ 360°；

5、故障值及对应故障描述：

故障值	故障描述
0x00	无故障
0x02	欠压 2 (母线电压 < 18V)
0x01	欠压 1 (18V < 母线电压 < 20V)
0x03	过压 (母线电压 > 36V)
0x0A	过流 (默认：母线电流 > 35A)
0x20	过温 1 (电机绕组温度 > 80°C)
0x1F	过温 2 (电机绕组温度 > 110°C)
0X29	采样电阻故障
0x2A	位置传感器自身故障
0x2B	位置传感器信号被干扰
0X2D	温度传感器超出量程
0x3C	通信超时(默认无保护，需用户自行开启)
0x62	堵转(默认:电流 > 5A 并且 转速为 0)

2、电机校准

电机校准								
标识符	0x104							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	0x00							
电机ID	1	2	3	4	5	6	7	8

注：

- 1、出厂已校准，非必要情况无需校准。
- 2、该设置无回复，电机收到指令后会缓慢转动来进行校准。可以此判断指令是否有效。
- 3、注意，校准时电机不能带载。
- 4、不区分ID，总线上电机都会响应。

3、设置模式

设置模式								
标识符	0x105							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	模式值							
电机ID	1	2	3	4	5	6	7	8

反馈内容								
标识符	0x200 + 电机 ID							
数据域	DATA	DATA	DATA	DATA	DATA	DATA	DATA	DATA

	[0]	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]
内容	当前模式值	0xFF						

模式值	说明
0X00	电压开环
0x01	电流环
0x02	速度环
0x09	失能模式
0x0A	使能模式（默认使能）

注：

- 1、运行过程中无法切换模式，切换模式需在电机转速为零时完成
- 2、在使用过程中触发保护则进入失能模式
- 3、进入失能模式，需先使能才能切换模式以及给定控制值
- 4、执行设置模式操作电机仍主动上报信息，可通过查看主动反馈信息中的模式值判断是否设置成功
- 5、模式设置参数掉电不保存

4、设置反馈方式

设置反馈方式								
标识符	0x106							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	反馈 方式	反馈 方式	反馈 方式	反馈 方式	反馈 方式	反馈 方式	反馈 方式	反馈 方式
电机ID	1	2	3	4	5	6	7	8
反馈内容								
标识符	0x264 + 电机 ID							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	反馈方 式值	0xFF						

注：

1、反馈方式：数据为 8 位

- 最高位设置反馈方式为主动上报或查询方式，1 为查询方式，0 为主动上报方式。
- 低 7 位为主动上报方式下的上报频率，单位 ms，范围为 1~127ms

2、示例：数据 0b1000 0000 ——表示设置为查询方式；

 数据 0b0100 0000 ——表示设置为 64ms 上报一次数据；

3、查询方式下，设置上报频率无效，没有设置反馈方式时为默认状态，默认状态为 1ms 的主动上报方式，且断电不保存。

5、查询操作（仅反馈方式为查询方式时有效）

发送指令								
标识符	0x107							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机 ID	查询 目标 内容1	查询 目标 内容2	查询 目标 内容3	自定义值	保留	保留	保留
反馈内容								
标识符	0x96 + 电机 ID							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	查询目 标1高 八位	查询目 标1低 八位	查询目 标2高 八位	查询目 标2低 八位	查询目 标3高 八位	查询目 标3低 八位	自定义 值	保留

查询目标	内容
0x01	查询速度
0x02	查询母线电流
0x03	查询绕组温度
0x04	查询位置值
0x05	查询故障值
0x06	查询当前模式
自定义值	任意设置，范围 0~255，用于区分返回帧
保留	任意值

示例：电机接收到如下帧：

标识符：0x107

数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	0x01	0x01	0x03	0x04	0xAA	保留	保留	保留

反馈内容为：

标识符：0x97

数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	速度高 八位	速度低 八位	电机温 度高八 位	电机温 度低八 位	电机位 置高八 位	电机位 置低八 位	0xAA	保留

6、电机 ID 设置

发送指令								
标识符	0x108							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机 ID	保留						
反馈内容								
标识符	0x96 + 电机ID							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机 ID	0xFF						

注：

- 1、默认ID是4；

- 2、每次上电仅支持设置一次电机ID，可通过反馈标识符判断是否设置成功；
- 3、只有在电机失能的状态下才能进行ID设置；
- 4、所设参数掉电保存。

7、电机 CAN 终端电阻选通设置

发送指令								
标识符	0x109							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1
电机ID	1	2	3	4	5	6	7	8
反馈内容								
标识符	0x390 + 电机 ID							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机 ID	0/1	0XFF	0XFF	0XFF	0XFF	0XFF	0XFF

注：

- 1、0——断开终端电阻(默认断开) 1——接入终端电阻
- 2、参数掉电不保存

8、电机固件版本查询

发送指令								
标识符	0x10A							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	0X00	0X00	0X00	0X00	0X00	0X00	0X00	0X00
反馈内容								
标识符	0x2C8 + 电机 ID							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机ID	软件大 版本	软件小 版本	硬件大 版本	硬件小 版本	年	月	日

例如：010101030116020F 表示：电机ID为1；软件大版本01、软件小版本01(即软件版本1.1)；硬件大版本03、硬件小版本01(即硬件版本3.1)；16020F表示最近修改日期(即22年02月15日)

注：版本查询完成，电机主动上报默认反馈信息

9、通讯超时读写操作设置

发送指令								
标识符	0x10B							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机ID	通信超 时设置 标志	读写标 志	超时时 间设置 高八位	超时时 间设置 低八位	0X00	0X00	0X00
反馈内容								

标识符 0X32C + 电机 ID								
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机ID	通信超时设置标志	0xFF	超时时 间设置高八位	超时时 间设置低八位	0xFF	0xFF	0xFF

注：

- 1、通信超时设置标志：0X10 —— 设置； 0X11 —— 复位(恢复为默认值)
- 2、读写标志：0X01 —— 写； 0X00 —— 读
- 3、该参数设置完成之后需发送参数保存指令进行参数保存
- 4、参数保存：发送参数保存指令(见：第11章：参数保存)
- 5、超时时间设置范围：0~65535(默认值为0),单位ms。即：1000ms = 1s。在设置时间内电机未接收到驱动信息则停机

10、电机 PI 参数调节

(1) 电流环输出占空比最大值调节

发送指令								
标识符	0x10C							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机ID	模式	最大占空比高八位	最大占空比低八位	保留	保留	保留	保留
反馈内容								
标识符	0x3F4 + 电机 ID							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]

内容	电机ID	模式	最大占空比高八位	最大占空比低八位	保留	保留	保留	保留
----	------	----	----------	----------	----	----	----	----

注：

- 1、模式：见(3)模式值与对应描述
- 2、占空比输出值：8500 ~ 9600
- 3、实际占空比 = 占空比输出值 / 100；如输出值是9300，则最大占空比是93%

(2) 电流环带宽调节

发送指令								
标识符	0x10C							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机ID	模式	带宽高八位	带宽低八位	保留	保留	保留	保留
反馈内容								
标识符	0x3F4 + 电机 ID							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机ID	模式	带宽高八位	带宽低八位	保留	保留	保留	保留

注：

- 1、模式：见(3)模式值与对应描述
- 2、环带宽范围： 10 ~ 2000

(3)模式值与对应描述

模式	描述
0x11	修改电流环输出最大占空比
0x21	修改电流环带宽值

0xFF	复位所有的环路 PID 参数
------	----------------

注：

- 1、复位参数后也许选择模式0XFE进行复位后的参数保存；复位后使用默认参数
- 2、非设置参数情况下，电机使用内部固化参数
- 3、所有设置值均需给定非0值
- 4、上述所有参数设置完成之后需发送参数保存指令进行参数保存
- 5、参数保存：发送参数保存指令(见：第11章：参数保存)

11、参数保存

发送指令								
标识符	0x10C							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机 ID	0XFE	0X00	0X00	0X00	0X00	0X00	0X00
反馈内容								
标识符	0x3F4 + 电机 ID							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机 ID	模式	0XFE	0X00	0X00	0X00	0X00	0X00

注：

- 1、模式：反馈当前控制模式
(0 —— 开环、1 —— 电流环、2 —— 速度环)

12、反馈数据最后一字节设置

发送指令								
标识符	0x10E							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机ID	最后一字节设置标志	读写标志	模式	0X00	0X00	0X00	0X00

反馈内容								
标识符	0x4BC + 电机 ID							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机ID	最后一字节设置标志	0XFF	模式	0XFF	0XFF	0XFF	0XFF

注：

- 1、最后一字节设置标志：0X30 —— 设置；0X31 —— 复位
- 2、读写标志：0X01 —— 写；0X00 —— 读
- 3、0X00: 反馈电机控制模式(默认反馈控制模式)
- 4、0X01: 反馈电机绕组温度
- 5、参数不保存，上电后可多次重复设置

13、过温、过流保护开关选通设置

发送指令								
标识符	0x110							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]

内容	电机ID	开关选通标志	读写标志	0 / 1	0X00	0X00	0X00	0X00
反馈内容								
标识符	0x584 + 电机 ID							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机ID	开关选通标志	0XFF	0 / 1 / 2	0XFF	0XFF	0XFF	0XFF

注：

- 1、过温、过流开关选通标志：0X50 —— 设置；0X51 —— 复位
- 2、读写标志：0X01 —— 写；0X00 —— 读
- 3、0——开启(默认开启过温、过流保护)；
1——关闭；
2——设置失败(表示给定值非0或1，需重新设置)
- 4、该参数设置完成之后需发送参数保存指令进行参数保存
- 5、参数保存：发送参数保存指令(见：第11章：参数保存)

14、CAN 速率设置

发送指令								
标识符	0x111							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机ID	速率设置标志	读写标志	1/2/3	0X00	0X00	0X00	0X00
反馈内容								
标识符	0x5E8 + 电机 ID							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机ID	速率设置标志	0XFF	1/2/3	0XFF	0XFF	0XFF	0XFF

注：

- 1、速率设置标志：0X60 —— 设置； 0X61 —— 复位
- 2、读写标志：0X01 —— 写； 0X00 —— 读
- 3、 1——CAN2.0, 500kbps；
2——CAN2.0, 1Mbps (默认)；
3——CANFD, 5Mbps；
- 4、该参数设置完成之后需发送参数保存指令进行参数保存
- 5、参数保存：发送参数保存指令(见：第11章：参数保存)
- 6、设置并保存好后，需要重新上电才能生效

◆ 保护规定

故障码含义：

故障值	故障描述
0x00	无故障
0x02	欠压 2 (母线电压 < 18V)
0x01	欠压 1 (18V < 母线电压 < 20V)
0x03	过压 (母线电压 > 36V)
0x0A	过流 (默认：母线电流 > 35A)
0x20	过温 1 (电机绕组温度 > 80°C)
0x1F	过温 2 (电机绕组温度 > 110°C)
0X29	采样电阻故障
0x2A	位置传感器自身故障
0x2B	位置传感器信号被干扰
0X2D	温度传感器超出量程
0x3C	通信超时(默认无保护，需用户自行开启)
0x62	堵转(默认:电流 > 5A 并且 转速为 0)

◆ 固件更新

使用 USB 转 CAN 工具，将电机连接至计算机，利用上位机软件进行固件更新。

◆ 包装运输

运输方式：电机内部含有磁性装置，我司将采用陆运物流运输。

◆ 电机参数

电调测试电机参数

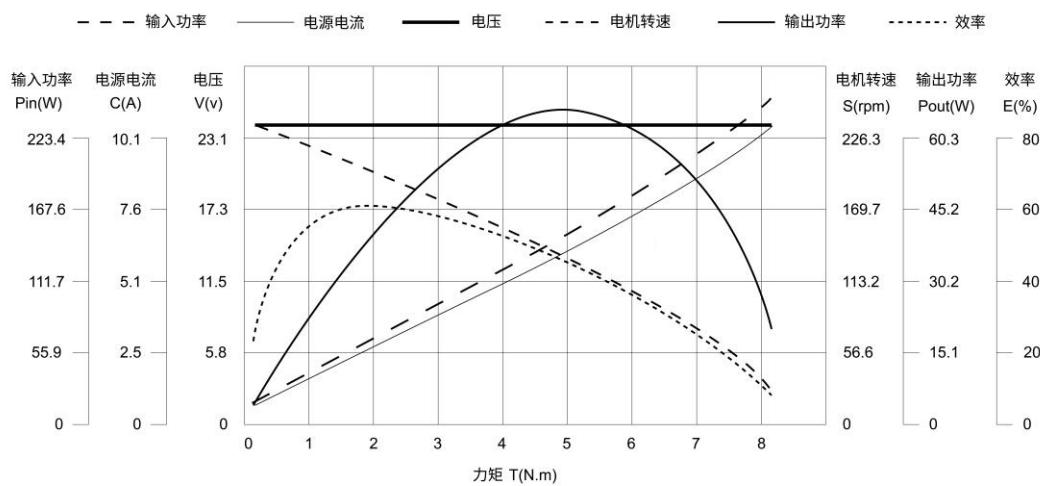
空载转速 (电流环)	250rpm±8% (2.4m/s)
空载电流	≤0.6A
额定转速	175rpm±5% (1.65m/s)
额定转矩	3Nm
额定电流	4±0.2A
额定电压	24VDC
电压范围	18-36VDC
最大效率	≥55%
堵转扭矩	≥7.5Nm
堵转电流	≤12A
转矩常数	0.83 Nm/A
防护等级	IP65
噪音	≤65dBA
绝缘等级	F
电机重量	1.54Kg
编码器位数	15 位
电机控制方式	FOC

高校RM比赛平衡步兵实测数据 (25Kg整机双驱下):

- 1、平地速度可2m/s
- 2、30度坡速度可1m/s， 可驻坡

未经特殊说明，上述电流均为母线电流。

电流环负载特性曲线 (24VDC 下测得)



工作温度	-20°C ~ 50°C
温升	220RPM/1Nm , 环境温度 30°C , 外壳温度≤80°C
工作湿度	< 95%
储存温度	-20°C ~ 60°C
存储湿度	< 85%
工作寿命	电机运行总时间 400H, 功能、性能正常 (采用对拖方式, 220RPM/1Nm)

变更履历

变更内容	变更人员	版本信息	日期
初版规格书	项目组	V1.0	2024/05/08
1、调整结构尺寸图，电机尺寸未变 2、加入机器人测试速度	项目组	V1.1	2024/05/18
1、加入终端电阻选通指令 2、加入 Vq 电压值给定范围 3、加入特性曲线	项目组	V1.2	2024/05/24



E-mail: MKT@DirectDriveTech.com

广东省东莞市松山湖高新技术产业开发区怡乐路一号中集产城数字科技产业园南区三号楼二层

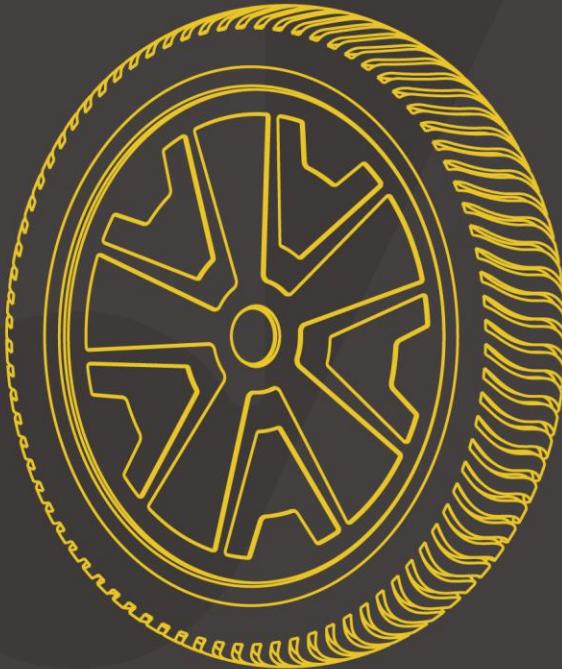
2nd Floor, Building 3, South District, Digital Technology Industrial Park, CIMC Industrial City, No. 1, Yile Road, Songshan Lake High-tech Development Zone, Dongguan, Guangdong Province

M15^{5B} 111

规格书

版本：V1.1

日期：2024/06/19



目录

免责声明.....	4
产品使用注意事项.....	5
产品简介.....	6
产品特性.....	6
电机接口及线序说明.....	7
安装指引.....	8
电机驱动使用说明.....	8
通信控制方式.....	9
通讯协议.....	9
保护规定.....	25
固件更新.....	25
包装运输.....	26
电机参数.....	27

◆ 免责声明

感谢您购买东莞市本末科技有限公司（以下简称：本末™科技） M15 系列永磁电动机（以下简称：“电机”）。此说明书将指引用户使用该产品，在使用之前请务必仔细阅读本文并按照相关指引操作，以免造成伤害或损失。您使用本产品将视为您已经接受本规格书及本产品所有相关文档的全部条款和内容。您承诺仅出于正当目的使用本产品及对于使用本产品可能带来的后果负全部责任。本末™科技对于直接或者间接使用该产品而造成的损坏，伤害以及任何法律责任不予负责。

此电机内部型号对应为 M1505B_111，本产品及规格书为东莞市本末科技有限公司版权所有。未经许可，不得以任何形式复制翻印。本产品及规格书所有文档最终解释权与修改权归东莞市本末科技有限公司所有，本末™科技可能会在获得新信息、知识或经验时修改此规格书信息，恕不另行通知。

◆ 产品使用注意事项

在使用电机之前，请注意以下事项：

1. 工作电压确认：确保电机的工作电压符合说明书规定的电压范围。
2. 环境温度限制：请确保电机在规定的环境温度范围内进行使用，避免超出该范围可能引起的性能问题或损坏。
3. 防水注意：请避免将电机浸泡在水中，以免导致电机运行异常或损坏。
4. 正确接线：使用前请确保接线正确、稳固，避免出现接触不良的情况。
5. 安装正确：在使用电机之前，请仔细参考安装说明，确保电机安装正确、稳固。
6. 外部输出部分安装稳固：使用电机前请参考安装说明，确保电机外部输出部分的安装正确、稳固。
7. 线材保护：在使用过程中，请避免损伤电机的线材，以免导致电机运行异常或损坏。
8. 避免触摸转动部分：请在电机运行时避免触摸电机的转动部分，以防止受伤。
9. 热情况注意：在电机大扭矩输出时，可能会出现发热情况，请避免触摸电机，以免烫伤。
10. 禁止私自拆卸：请勿私自拆卸电机，否则可能导致电机异常运行或损坏，并可能带来安全隐患。

请在使用电机之前，仔细阅读和遵守以上注意事项，以确保安全、正常运行，并保护电机的性能和寿命。

◆ 产品简介

M1505B_111 是东莞市本末科技有限公司自主研发的机器人轮足电机。它是一款高性能产品，采用先进技术和创新设计，旨在满足机器人应用的需求。

该电机还具有简化集成和控制的特点，提供标准化接口和友好的调试工具，方便与机器人控制系统的连接和交互。

总之，M1505B_111 是东莞市本末科技有限公司自主研发的高性能机器人电机，以其精准性、扭矩输出、高功率密度、可靠性和低噪音等特点，为机器人应用提供卓越的性能和可靠性。

◆ 产品特性

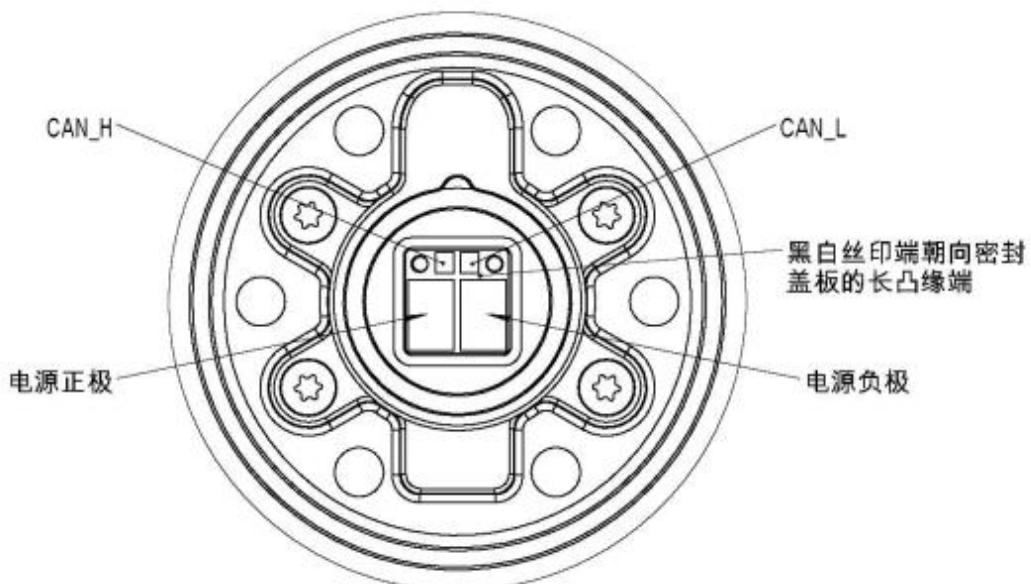
M1505B_111 是一款专为机器人设计的高性能电机，满足机器人电机的各项需求。其特点包括：

1. 高精度和高响应性能：M1505B_111 电机具备出色的位置和速度控制能力，实现精准的运动和定位，响应速度快，适应快速变化的运动需求。
2. 大扭矩输出：M1505B_111 提供强大的扭矩输出，能够应对机器人在各种工作负载下的运动和操作需求，提高机器人的负载能力和工作效率。
3. 高可靠性和耐久性：M1505B_111 电机经过精心设计和制造，具备高可靠性和长寿命特性，确保机器人系统的稳定性和可持续性运作。
4. 噪音和高效能：M1505B_111 电机工作时低噪音、高效能，噪音，效率高。
- 5 简化集成和控制：M1505B_111 电机设计考虑了集成和控制的简化，提供标准化接口和多

种通信协议:CAN2.0 和 CANFD，方便与机器人控制系统的连接和交互。

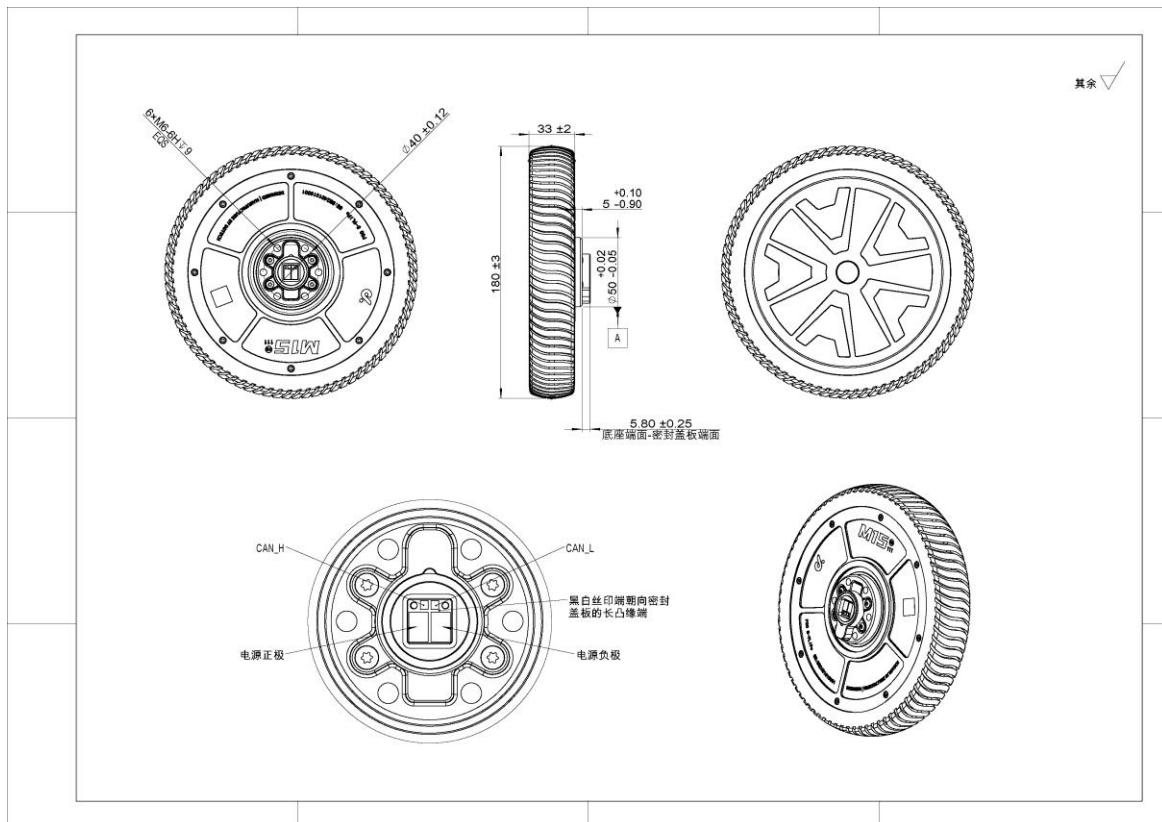
综上所述，M1505B_111 机器人电机具备高精度、高扭矩输出、高功率密度、可靠耐用、低噪音和高效能的特点，能够满足机器人系统对电机的各项要求。

◆ 电机接口及线序说明



◆ 安装指引

请参考电机安装孔尺寸和位置将电机安装到对应设备。单位：mm



◆ 电机驱动使用说明

1. 电机支持通过 USB 转 CAN 工具接入电脑，实现固件升级。
2. 驱动器支持电压开环/电流环/速度环控制。支持 CAN2.0, CANFD。
3. 上电默认处于电流环模式，处于使能状态。

◆ 通信控制方式

CAN 总线协议控制

上电后，按照相关协议发送相关信息即可。设备收到 10 条有效指令，就会触发主动上报。

◆ 通讯协议

波特率：1Mbps (默认)

帧格式：标准帧

协议类型：问询式通用协议

1、电压 (Vq)、电流、速度给定

发送指令								
标识符	0x32/0x33							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	给定高八位	给定低八位	给定高八位	给定低八位	给定高八位	给定低八位	给定高八位	给定低八位
电机 ID	1/5		2/6		3/7		4/8	

反馈内容								
标识符	0x96 + 电机 ID							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	速度测量值高八位	速度测量值低八位	转矩电流值高八位	转矩电流值低八位	位置值高八位	位置值低八位	故障值	当前模式

注：

1、给定值与当前的电机模式对应，例如：当前电流环模式，那么给定值即为电流值

2、0x32 指令对应设置 ID1-4, 0x33 指令对应设置 ID5-8.

3、范围

· 转矩电流值 (Iq)： -16383 ~ 16383

(实际的 Iq 电流值 = 设置值 * 55 / 32767, 单位是 A)

· 速度值： -7500 ~ 7500, 对应于 -750RPM ~ 750RPM

· 电压给定值 0 ~ -16384 对应反转零速到最高速, 0 ~ 16384 对应正转零速到最

高速

4、返回变量

· 速度：中心轴转速，分辨率 0.1RPM；

- 电流：实际 Iq 电流值 = 反馈电流值 * 55 / 32767，单位是 A

- 位置：0 ~ 32767，对应 0 ~ 360°；

5、故障值及对应故障描述：

故障值	故障描述
0x00	无故障
0x02	欠压 2 (母线电压 < 18V)
0x01	欠压 1 (18V < 母线电压 < 20V)
0x03	过压 (母线电压 > 36V)
0x0A	过流 (默认：母线电流 > 35A)
0x20	过温 1 (电机绕组温度 > 80°C)
0x1F	过温 2 (电机绕组温度 > 110°C)
0X29	采样电阻故障
0x2A	位置传感器自身故障
0x2B	位置传感器信号被干扰
0X2D	温度传感器超出量程
0x3C	通信超时(默认无保护，需用户自行开启)
0x62	堵转(默认:电流 > 5A 并且 转速为 0)

2、电机校准

电机校准								
标识符	0x104							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	0x00							
电机ID	1	2	3	4	5	6	7	8

注：

- 1、出厂已校准，非必要情况无需校准。
- 2、该设置无回复，电机收到指令后会缓慢转动来进行校准。可以此判断指令是否有效。
- 3、注意，校准时电机不能带载。
- 4、不区分ID，总线上电机都会响应。

3、设置模式

设置模式								
标识符	0x105							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	模式值							
电机ID	1	2	3	4	5	6	7	8

反馈内容								
标识符	0x200 + 电机 ID							
数据域	DATA	DATA	DATA	DATA	DATA	DATA	DATA	DATA

	[0]	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]
内容	当前模式值	0xFF						

模式值	说明
0X00	电压开环
0x01	电流环
0x02	速度环
0x09	失能模式
0x0A	使能模式（默认使能）

注：

- 1、运行过程中无法切换模式，切换模式需在电机转速为零时完成
- 2、在使用过程中触发保护则进入失能模式
- 3、进入失能模式，需先使能才能切换模式以及给定控制值
- 4、执行设置模式操作电机仍主动上报信息，可通过查看主动反馈信息中的模式值判断是否设置成功
- 5、模式设置参数掉电不保存

4、设置反馈方式

设置反馈方式								
标识符	0x106							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	反馈 方式	反馈 方式	反馈 方式	反馈 方式	反馈 方式	反馈 方式	反馈 方式	反馈 方式
电机ID	1	2	3	4	5	6	7	8
反馈内容								
标识符	0x264 + 电机 ID							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	反馈方 式值	0xFF						

注：

1、反馈方式：数据为 8 位

- 最高位设置反馈方式为主动上报或查询方式，1 为查询方式，0 为主动上报方式。
- 低 7 位为主动上报方式下的上报频率，单位 ms，范围为 1~127ms

2、示例：数据 0b1000 0000 ——表示设置为查询方式；

 数据 0b0100 0000 ——表示设置为 64ms 上报一次数据；

3、查询方式下，设置上报频率无效，没有设置反馈方式时为默认状态，默认状态为 1ms 的主动上报方式，且断电不保存。

5、查询操作（仅反馈方式为查询方式时有效）

发送指令								
标识符	0x107							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机 ID	查询 目标 内容1	查询 目标 内容2	查询 目标 内容3	自定义值	保留	保留	保留
反馈内容								
标识符	0x96 + 电机 ID							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	查询目 标1高 八位	查询目 标1低 八位	查询目 标2高 八位	查询目 标2低 八位	查询目 标3高 八位	查询目 标3低 八位	自定义 值	保留

查询目标	内容
0x01	查询速度
0x02	查询母线电流
0x03	查询绕组温度
0x04	查询位置值
0x05	查询故障值
0x06	查询当前模式
自定义值	任意设置，范围 0~255，用于区分返回帧
保留	任意值

示例：电机接收到如下帧：

标识符：0x107

数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	0x01	0x01	0x03	0x04	0xAA	保留	保留	保留

反馈内容为：

标识符：0x97

数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	速度高 八位	速度低 八位	电机温 度高八 位	电机温 度低八 位	电机位 置高八 位	电机位 置低八 位	0xAA	保留

6、电机 ID 设置

发送指令								
标识符	0x108							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机 ID	保留						
反馈内容								
标识符	0x96 + 电机ID							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机 ID	0xFF						

注：

1、默认ID是4；

- 2、每次上电仅支持设置一次电机ID，可通过反馈标识符判断是否设置成功；
- 3、只有在电机失能的状态下才能进行ID设置；
- 4、所设参数掉电保存。

7、电机 CAN 终端电阻选通设置

发送指令								
标识符	0x109							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1	0/1
电机ID	1	2	3	4	5	6	7	8
反馈内容								
标识符	0x390 + 电机 ID							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机 ID	0/1	0XFF	0XFF	0XFF	0XFF	0XFF	0XFF

注：

- 1、0——断开终端电阻(默认断开) 1——接入终端电阻
- 2、参数掉电不保存

8、电机固件版本查询

发送指令								
标识符	0x10A							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	0X00	0X00	0X00	0X00	0X00	0X00	0X00	0X00
反馈内容								
标识符	0x2C8 + 电机 ID							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机ID	软件大 版本	软件小 版本	硬件大 版本	硬件小 版本	年	月	日

例如：010101030116020F 表示：电机ID为1；软件大版本01、软件小版本01(即软件版本1.1)；硬件大版本03、硬件小版本01(即硬件版本3.1)；16020F表示最近修改日期(即22年02月15日)

注：版本查询完成，电机主动上报默认反馈信息

9、通讯超时读写操作设置

发送指令								
标识符	0x10B							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机ID	通信超 时设置 标志	读写标 志	超时时 间设置 高八位	超时时 间设置 低八位	0X00	0X00	0X00
反馈内容								

标识符 0X32C + 电机 ID								
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机ID	通信超时设置标志	0xFF	超时时 间设置高八位	超时时 间设置低八位	0xFF	0xFF	0xFF

注：

- 1、通信超时设置标志：0X10 —— 设置； 0X11 —— 复位(恢复为默认值)
- 2、读写标志：0X01 —— 写； 0X00 —— 读
- 3、该参数设置完成之后需发送参数保存指令进行参数保存
- 4、参数保存：发送参数保存指令(见：第11章：参数保存)
- 5、超时时间设置范围：0~65535(默认值为0),单位ms。即：1000ms = 1s。在设置时间内电机未接收到驱动信息则停机

10、电机 PI 参数调节

(1) 电流环输出占空比最大值调节

发送指令								
标识符	0x10C							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机ID	模式	最大占空比高八位	最大占空比低八位	保留	保留	保留	保留
反馈内容								
标识符	0x3F4 + 电机 ID							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]

内容	电机ID	模式	最大占空比高八位	最大占空比低八位	保留	保留	保留	保留
----	------	----	----------	----------	----	----	----	----

注：

- 1、模式：见(3)模式值与对应描述
- 2、占空比输出值：8500 ~ 9600
- 3、实际占空比 = 占空比输出值 / 100；如输出值是9300，则最大占空比是93%

(2) 电流环带宽调节

发送指令								
标识符	0x10C							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机ID	模式	带宽高八位	带宽低八位	保留	保留	保留	保留
反馈内容								
标识符	0x3F4 + 电机 ID							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机ID	模式	带宽高八位	带宽低八位	保留	保留	保留	保留

注：

- 1、模式：见(3)模式值与对应描述
- 2、环带宽范围： 10 ~ 2000

(3)模式值与对应描述

模式	描述
0x11	修改电流环输出最大占空比
0x21	修改电流环带宽值

0xFF	复位所有的环路 PID 参数
------	----------------

注：

- 1、复位参数后也许选择模式0XFE进行复位后的参数保存；复位后使用默认参数
- 2、非设置参数情况下，电机使用内部固化参数
- 3、所有设置值均需给定非0值
- 4、上述所有参数设置完成之后需发送参数保存指令进行参数保存
- 5、参数保存：发送参数保存指令(见：第11章：参数保存)

11、参数保存

发送指令								
标识符	0x10C							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机 ID	0XFE	0X00	0X00	0X00	0X00	0X00	0X00
反馈内容								
标识符	0x3F4 + 电机 ID							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机 ID	模式	0XFE	0X00	0X00	0X00	0X00	0X00

注：

- 1、模式：反馈当前控制模式
(0 —— 开环、1 —— 电流环、2 —— 速度环)

12、反馈数据最后一字节设置

发送指令								
标识符	0x10E							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机ID	最后一字节设置标志	读写标志	模式	0X00	0X00	0X00	0X00

反馈内容								
标识符	0x4BC + 电机 ID							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机ID	最后一字节设置标志	0XFF	模式	0XFF	0XFF	0XFF	0XFF

注：

- 1、最后一字节设置标志：0X30 —— 设置；0X31 —— 复位
- 2、读写标志：0X01 —— 写；0X00 —— 读
- 3、0X00: 反馈电机控制模式(默认反馈控制模式)
- 4、0X01: 反馈电机绕组温度
- 5、参数不保存，上电后可多次重复设置

13、过温、过流保护开关选通设置

发送指令								
标识符	0x110							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]

内容	电机ID	开关选通标志	读写标志	0 / 1	0X00	0X00	0X00	0X00
反馈内容								
标识符	0x584 + 电机 ID							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机ID	开关选通标志	0XFF	0 / 1 / 2	0XFF	0XFF	0XFF	0XFF

注：

- 1、过温、过流开关选通标志：0X50 —— 设置；0X51 —— 复位
- 2、读写标志：0X01 —— 写；0X00 —— 读
- 3、0——开启(默认开启过温、过流保护)；
1——关闭；
2——设置失败(表示给定值非0或1，需重新设置)
- 4、该参数设置完成之后需发送参数保存指令进行参数保存
- 5、参数保存：发送参数保存指令(见：第11章：参数保存)

14、CAN 速率设置

发送指令								
标识符	0x111							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机ID	速率设置标志	读写标志	1/2/3	0X00	0X00	0X00	0X00
反馈内容								
标识符	0x5E8 + 电机 ID							
数据域	DATA [0]	DATA [1]	DATA [2]	DATA [3]	DATA [4]	DATA [5]	DATA [6]	DATA [7]
内容	电机ID	速率设置标志	0XFF	1/2/3	0XFF	0XFF	0XFF	0XFF

注：

- 1、速率设置标志：0X60 —— 设置； 0X61 —— 复位
- 2、读写标志：0X01 —— 写； 0X00 —— 读
- 3、 1——CAN2.0, 500kbps；
2——CAN2.0, 1Mbps (默认)；
3——CANFD, 5Mbps；
- 4、该参数设置完成之后需发送参数保存指令进行参数保存
- 5、参数保存：发送参数保存指令(见：第11章：参数保存)
- 6、设置并保存好后，需要重新上电才能生效

◆ 保护规定

故障码含义：

故障值	故障描述
0x00	无故障
0x02	欠压 2 (母线电压 < 18V)
0x01	欠压 1 (18V < 母线电压 < 20V)
0x03	过压 (母线电压 > 36V)
0x0A	过流 (默认：母线电流 > 35A)
0x20	过温 1 (电机绕组温度 > 80°C)
0x1F	过温 2 (电机绕组温度 > 110°C)
0X29	采样电阻故障
0x2A	位置传感器自身故障
0x2B	位置传感器信号被干扰
0X2D	温度传感器超出量程
0x3C	通信超时(默认无保护，需用户自行开启)
0x62	堵转(默认:电流 > 5A 并且 转速为 0)

◆ 固件更新

使用 USB 转 CAN 工具，将电机连接至计算机，利用上位机软件进行固件更新。

◆ 包装运输

运输方式：电机内部含有磁性装置，我司将采用陆运物流运输。

◆ 电机参数

电调测试电机参数 (24VDC 下测得)

空载转速 (电流环)	510rpm±8% (4.8m/s)
空载电流	≤1.1A
额定转速	360rpm±5% (3.4m/s)
额定转矩	3Nm
额定电流	7.0±0.3A
额定电压	24VDC
电压范围	18-36VDC
最大效率	≥60%
堵转扭矩	≥9.5Nm
堵转电流	≤30A
转矩常数	0.8 Nm/A
防护等级	IP65
噪音	≤65dBA
绝缘等级	F
电机重量	1.54Kg
编码器位数	15 位
电机控制方式	FOC

高校RM比赛平衡步兵实测数据 (25Kg整机双驱下):

1、平地速度: (腿高: 轮毂电机圆心距离关节电机圆心高度)

①16cm腿高: 4.3m/s

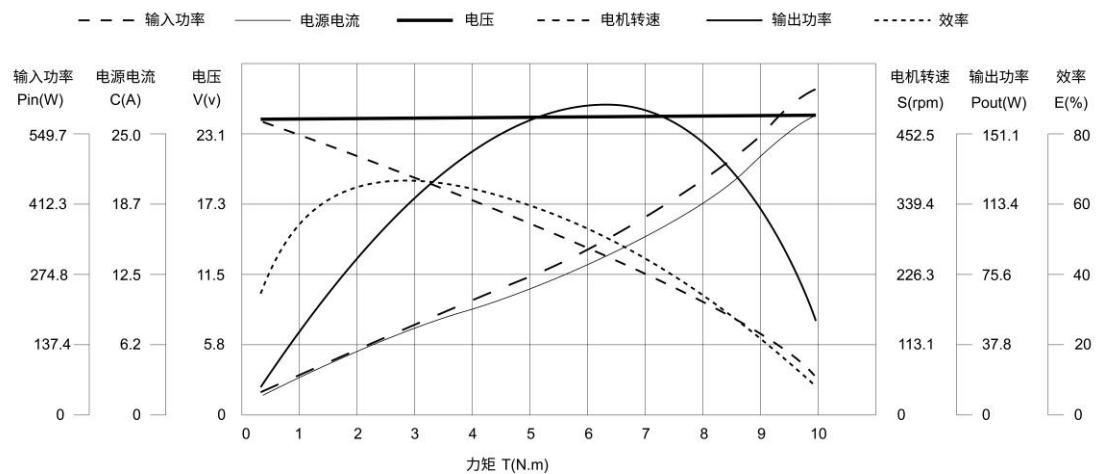
②30cm腿高: 3.5m/s

2、35度坡速度可1m/s, 可驻坡

3、17度坡飞坡速度可2.5m/s

未经特殊说明，上述电流均为母线电流。

电流环负载特性曲线 (24VDC 下测得)



工作温度	-20°C ~ 50°C
温升	360RPM/3Nm , 环境温度 30°C , 外壳温度≤100°C
工作湿度	< 95%
储存温度	-20°C ~ 60°C
存储湿度	< 85%
工作寿命	电机运行总时间 400H, 功能、性能正常 (采用对拖方式, 360RPM/3Nm)

变更履历

变更内容	变更人员	版本信息	日期
初版规格书	项目组	V1.0	2024/06/13
修改电流参数	项目组	V1.1	2024/06/19



E-mail: MKT@DirectDriveTech.com

广东省东莞市松山湖高新技术产业开发区怡乐路一号中集产城数字科技产业园南区三号楼二层

2nd Floor, Building 3, South District, Digital Technology Industrial Park, CIMC Industrial City, No. 1, Yile Road, Songshan Lake High-tech Development Zone, Dongguan, Guangdong Province

P10

10A
111

减速电机

规格书

2024/05/13

V2.2



免责声明

感谢您购买东莞市本末科技有限公司（以下简称：本末™科技）P10系列永磁减速电动机（以下简称：“电机”）。此说明书将指引用户使用该产品，在使用之前请务必仔细阅读本文并按照相关指引操作，以免造成伤害或损失。您使用本产品将视为您已经接受本规格书及本产品所有相关文档的全部条款和内容。您承诺仅处于正当目的使用本产品及对于使用本产品可能带来的后果负全部责任。本末™科技对于直接或者间接使用该产品而造成的损坏，伤害以及任何法律责任不负责。

此电机内部型号对应为 P1010A_111，本产品及规格书为东莞市本末科技有限公司版权所有。未经许可，不得以任何形式复制翻印。本产品及规格书所有文档最终解释权与修改权归东莞市本末科技有限公司所有，本末™科技可能会在获得新信息、知识或经验时修改此规格书信息，恕不另行通知。

产品使用注意事项

在使用关节减速电机之前，请注意以下事项：

- 1、工作电压确认：确保电机的工作电压符合说明书规定的电压范围。
- 2、环境温度限制：请确保电机在规定的环境温度范围内进行使用，避免超出该范围可能引起性能问题或损坏。
- 3、防水注意：请避免将电机浸泡在水中，以免导致电机运行异常或损坏。
- 4、正确接线：使用前请确保接线正确、稳固，避免出现接触不良的情况。
- 5、安装正确：在使用电机之前，请仔细参考安装说明，确保电机安装正确、稳固。
- 6、外部输出部分安装稳固：使用电机前请参考安装说明，确保电机外部输出部分的安装正确、稳固。
- 7、线材保护：在使用过程中，请避免损伤电机的线材，以免导致电机运行异常或损坏。
- 8、避免触摸转动部分：请在电机运行时避免触摸电机的转动部分，以防止受伤。
- 9、热情情况注意：在电机大扭矩输出时，可能会出现发热情况，请避免触摸电机，以免烫伤。

10、禁止私自拆卸：请勿私自拆卸电机，否则可能导致电机异常运行或损坏，并可能带来安全隐患。

11、说明书中相关参数如没做特殊说明，均是在 48VDC 下测的。

请在使用关节减速电机之前，仔细阅读和遵守以上注意事项，以确保安全、正常运行，并保护电机的性能和寿命。

简介

P1010A_111 是东莞市本末科技有限公司自主研发的机器人关节电机。它是一款高性能产品，采用先进技术和创新设计，旨在满足机器人应用的需求。

P1010A_111 电机具备高精度和高响应性能，能够实现精准的运动和定位。它提供强大的扭矩输出，适应不同负载的运动和操作需求。

该电机具有高功率密度和紧凑的尺寸，能够提高机器人的灵活性和携带能力。同时，它也注重可靠性和耐久性，适应长时间运行和频繁负载变化的工作环境。

P1010A_111 电机运行时低噪音，为工作环境提供舒适的操作体验。高效能的设计和运行有助于降低能源消耗，提高系统的能源利用效率。

该电机还具有简化集成和控制的特点，提供标准化接口和友好的调试工具，方便与机器人控制系统的连接和交互。

总之，P1010A_111 是东莞市本末科技有限公司自主研发的高性能机器人关节电机，以其精准性、高扭矩输出、高功率密度、高可靠性和低噪音等特点，为机器人应用提供卓越的性能和可靠性。

产品特性

P1010A_111 是一款专为机器人关节设计的高性能电机，满足机器人关节电机的各项需求。其特点包括：

1、高精度和高响应性能：P1010A_111 电机具备出色的位置和速度控制能力，实现精准的运动和定位，响应速度快，适应快速变化的运动需求。

2、大扭矩输出：P1010A_111 提供强大的扭矩输出，峰值扭矩高达 90Nm，能够应对机器人在各种工作负载下的运动和操作需求，提高机器人的负载能力和工作效率。

3、高功率密度和小尺寸：P1010A_111 电机具备高功率密度设计，以较小的体积提供较高的功率输出，有助于减小机器人的体积和重量，提高运动灵活性和携带能力。

4、高可靠性和耐久性：P1010A_111 电机经过精心设计和制造，具备高可靠性和长寿命特性，

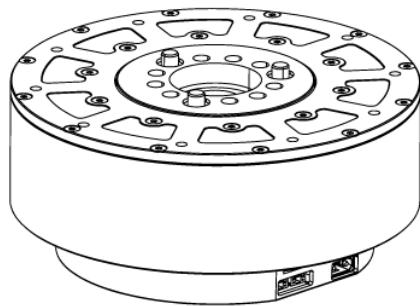
能够持续运行并承受频繁的运动和负载变化，确保机器人系统的稳定性和可持续性运作。

5、低噪音和高效能：P1010A_111 电机工作时低噪音、高效能，减少机器人操作过程中的设计和运行降低能源消耗，提高系统的能源利用效率。

6、简化集成和控制：P1010A_111 电机设计考虑了集成和控制的简化，提供标准化接口和多种通信协议:CANFD/CAN2.0/RS485，方便与机器人控制系统的连接和交互。用户友好的软件界面和调试工具简化电机的配置和调试过程。

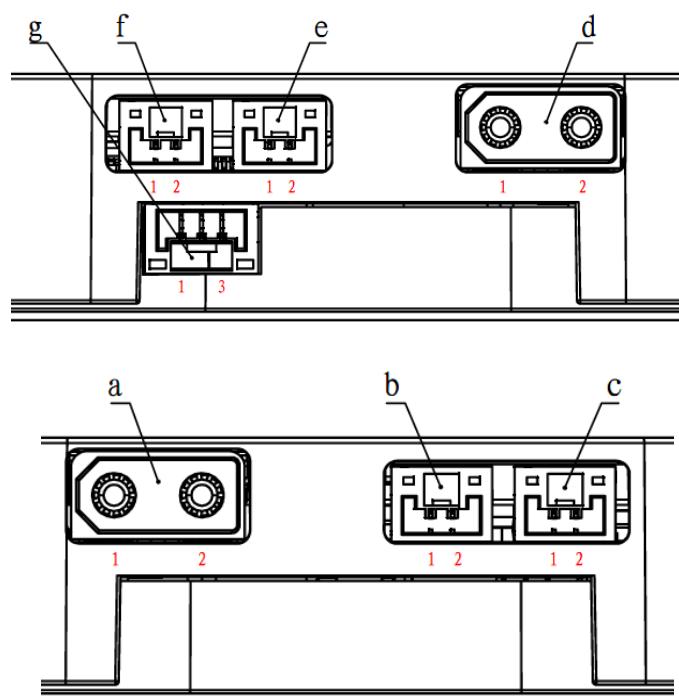
综上所述，P1010A_111 机器人关节电机具备高精度、高扭矩输出、高功率密度、可靠耐用、低噪音和高效能的特点，能够满足机器人系统对关节电机的各项要求。

物品清单



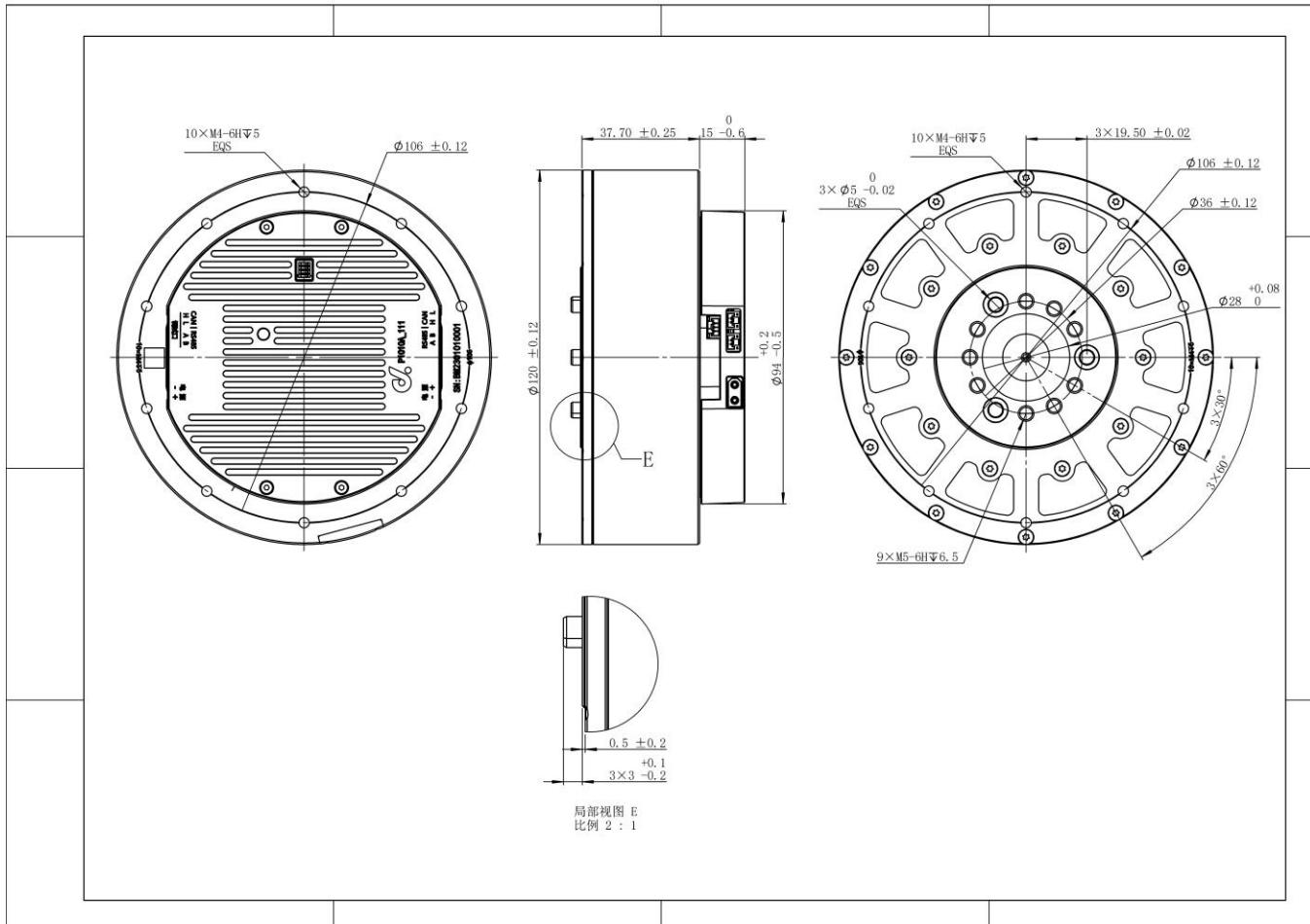
- 电机*1 台

接口及线序说明



端口序号	端子型号	引脚序号	功能定义
a、d	XT30PW-M	1	电源负极
		2	电源正极
b、e	GH1.25-2PWBPZ	1	485-A
		2	485-B
c、f	GH1.25-2PWBPZ	1	CAN-H
		2	CANL
g	GH1.25-3PWBPZ	1、2、3	未开放(USART)

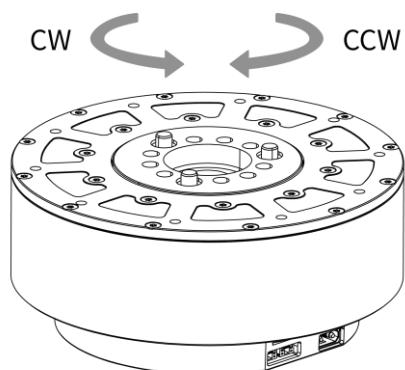
安装



安装描述：

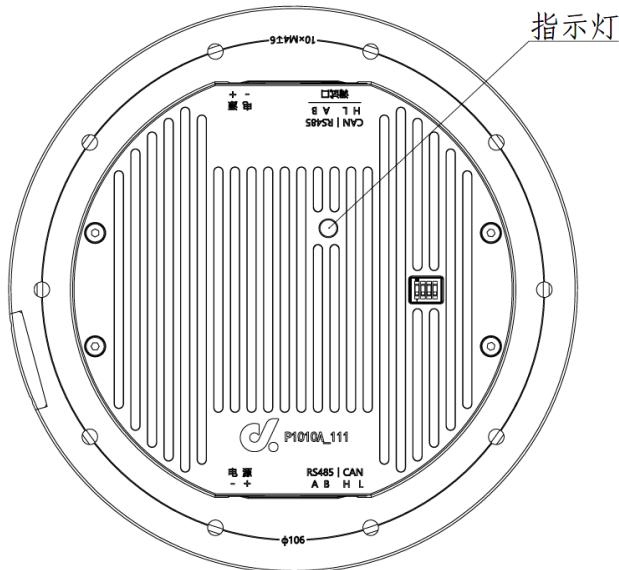
电机转子端安装螺纹孔为 M5, 深度 6.5mm; 电机壳体安装螺纹孔为 M4, 旋入深度不超过 5mm, 螺丝长度超长可能会损坏电机, 请选择合适的螺丝进行安装。

电机转向



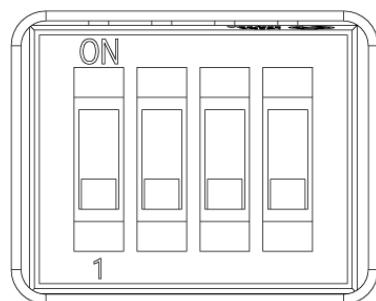
指示灯和拨码开关

● 指示灯描述



- 指示灯常亮表示发生故障；
- 指示灯闪烁表示系统正常运行。

● 拨码开关设置



- 第 1 位置位于 ON 处，表示使能 CAN 通讯 120R 端接电阻；
- 第 2 位置位于 ON 处，表示使能 485 通讯 120R 端接电阻；
- 第 3 位和第 4 位，未开放。

使用

● CAN 通信协议

1、驱动命令给定

- 电机接收报文格式：

标识符：0x32/0x33 帧类型：标准帧

帧格式：DATA DLC：8 字节

数据域	DATA[0]	DATA[1]	DATA[2]	DATA[3]	DATA[4]	DATA[5]	DATA[6]	DATA[7]
内容	给定 高 8 位	给定 低 8 位						
电机 ID	1/5		2/6		3/7		4/8	

- 电机反馈报文格式：

标识符：0x50+电机 ID 帧类型：标准帧

帧格式：DATA DLC：8 字节

数据域	DATA[0]	DATA[1]	DATA[2]	DATA[3]	DATA[4]	DATA[5]	DATA[6]	DATA[7]
内容	速度 高 8 位	速度 低 8 位	IQ 高 8 位	IQ 低 8 位	绝对位 置高 8 位	绝对位 置低 8 位	电压 高 8 位	电压 低 8 位

注：

- (1) 给定值与当前的电机模式对应，例如：当前电流环模式，那么给定值即为电流值。
- (2) 在电机使能后给定指令有效，且给定后会返回值。电机未使能给定无效，无返回。
- (3) 设定值公式及范围

	设定值	范围
电压	设定值 = 给定电压值 (V) * 100	0.0 ~ +/-Vbus (V)
电流	设定值 = 给定电流值 (A) * 100	0.0 ~ +/-75.0 (A)
速度	设定值 = 给定速度值 (RPM) *10	0 ~ +/-1600RPM
位置	设定值 = 给定值 (Cycles) * 100	0.0 ~ +/-50 (圈)

- (4) 返回值

返回变量速度：中心轴转速，分辨率 0.1；

返回变量电流：IQ 实际反馈电流，分辨率 0.01(即：反馈数值 / 100 为实际 IQ 电流)；

返回值绝对位置：0 - 32768；

返回值电压：系统母线电压，分辨率 0.1 (即：反馈数值 / 10 为实际母线电压)；

(5) 0x32 指令对应设置 ID1-4, 0x33 指令对应设置 ID5-8。

2、反馈方式设置

- 电机接收报文格式：

标识符：0x34 帧类型：标准帧

帧格式：DATA DLC：8 字节

数据域	DATA[0]	DATA[1]	DATA[2]	DATA[3]	DATA[4]	DATA[5]	DATA[6]	DATA[7]
内容	电机 ID	反馈模式	反馈时间	上报数据 1	上报数据 2	上报数据 3	上报数据 4	保留

- 电机反馈报文格式：

标识符：0x60+电机 ID 帧类型：标准帧

帧格式：DATA DLC：8 字节

数据域	DATA[0]	DATA[1]	DATA[2]	DATA[3]	DATA[4]	DATA[5]	DATA[6]	DATA[7]
内容	电机 ID	反馈模式	反馈时间	上报数据 1	上报数据 2	上报数据 3	上报数据 4	保留

- 注：

(1) DATA[1]=0：查询模式；当为查询模式时，DATA[2]-DATA[6] 忽略。

(2) DATA[1]=1：主动上报模式；当为主动上报模式时，DATA[2]为主动上报的间隔时间（单位：ms），范围 1-255ms。DATA[3]- DATA[6] 为要查询的数据代号，可参考附录 1（反馈数据代号表）。

举例：DATA[3]- DATA[6] 分别为 1、2、3、4，那么主动上报的时候上报的数据为：
速度、母线电流、IQ、当前位置。

(3) 默认为查询模式，此模式设置断电不保存。

(4) 当设置 ID 不匹配时无返回；当查询的数据不在此范围时，返回 0xFFFF。

3、主动数据查询

- 电机接收报文格式：

标识符：0x35 帧类型：标准帧
帧格式：DATA DLC：8字节

数据域	DATA[0]	DATA[1]	DATA[2]	DATA[3]	DATA[4]	DATA[5]	DATA[6]	DATA[7]
内容	查询数 据 1	查询数 据 2	查询数 据 3	查询数 据 4	保留	保留	保留	保留

- 电机反馈报文格式：

标识符：0x70+电机 ID 帧类型：标准帧
帧格式：DATA DLC：8字节

数据域	DATA[0]	DATA[1]	DATA[2]	DATA[3]	DATA[4]	DATA[5]	DATA[6]	DATA[7]
内容	查询数 据 1 高 8 位	查询数 据 1 低 8 位	查询数 据 2 高 8 位	查询数 据 2 低 8 位	查询数 据 3 高 8 位	查询数 据 3 低 8 位	查询数 据 4 高 8 位	查询数 据 4 低 8 位

- 注：

- (1) 查询数据代号参考附录 1 (反馈数据代号表)
- (2) 当查询数据不在此范围时，返回 0xFFFF。
- (3) 对所有电机有效。

4、参数设置

- 电机接收报文格式：

标识符：0x36 帧类型：标准帧
帧格式：DATA DLC：8字节

数据域	DATA[0]	DATA[1]	DATA[2]	DATA[3]	DATA[4]	DATA[5]	DATA[6]	DATA[7]
内容	电机 ID	参数序 号	设 置 值 BYTE0	设 置 值 BYTE1	设 置 值 BYTE2	设 置 值 BYTE3	保留	保留

- 电机反馈报文格式：

标识符：0x80+电机 ID 帧类型：标准帧
帧格式：DATA DLC：8字节

数据域	DATA[0]	DATA[1]	DATA[2]	DATA[3]	DATA[4]	DATA[5]	DATA[6]	DATA[7]
内容	电机 ID	参 数 序 号	设 置 值 BYTE0	设 置 值 BYTE1	设 置 值 BYTE2	设 置 值 BYTE3	0xFF	0xFF

- 注：

- (1) 设置的数据 $\text{data} = (\text{DATA}[5] \ll 24) | (\text{DATA}[4] \ll 16) | (\text{DATA}[3] \ll 8) | \text{DATA}[2]$

(2) 参数序号参考附录 2 (指令参数表)

5、参数读取

- 电机接收报文格式：

标识符：0x37 帧类型：标准帧
帧格式：DATA DLC：8 字节

数据域	DATA[0]	DATA[1]	DATA[2]	DATA[3]	DATA[4]	DATA[5]	DATA[6]	DATA[7]
内容	电机 ID	参数序号	保留	保留	保留	保留	保留	保留

- 电机反馈报文格式：

标识符：0x90+电机 ID 帧类型：标准帧
帧格式：DATA DLC：8 字节

数据域	DATA[0]	DATA[1]	DATA[2]	DATA[3]	DATA[4]	DATA[5]	DATA[6]	DATA[7]
内容	电机 ID	查询值 BYTE3	查询值 BYTE2	查询值 BYTE1	查询值 BYTE0	0xFF	0xFF	0xFF

• 注：

- (1) 要读的数据 $\text{data} = (\text{DATA}[1] \ll 24) | (\text{DATA}[2] \ll 16) | (\text{DATA}[3] \ll 8) | \text{DATA}[4]$
- (2) 参数序号参考附录 2 (指令参数表)

6、电机状态控制命令

- 电机接收报文格式：

标识符：0x38 帧类型：标准帧
帧格式：DATA DLC：8 字节

数据域	DATA[0]	DATA[1]	DATA[2]	DATA[3]	DATA[4]	DATA[5]	DATA[6]	DATA[7]
内容	CMD							
电机 ID	1	2	3	4	5	6	7	8

- 电机反馈报文格式：

标识符：0xA0+电机 ID 帧类型：标准帧
帧格式：DATA DLC：8 字节

数据域	DATA[0]	DATA[1]	DATA[2]	DATA[3]	DATA[4]	DATA[5]	DATA[6]	DATA[7]
内容	电机 ID	控制模式	CMD	校准状态	故障码	报警码	0xFF	0xFF

• 注：

- (1) CMD=0, 保留；CMD=1, 电机失能；CMD=2, 电机使能。

- (2) 校准状态: =1, 校准成功; =0, 校准失败。
- (3) 在校准失败或者有故障码的情况下, 电机是不会响应给定指令的。

7、参数保存

- 电机接收报文格式:

标识符: 0x39 帧类型: 标准帧

帧格式: DATA DLC: 8 字节

数据域	DATA[0]	DATA[1]	DATA[2]	DATA[3]	DATA[4]	DATA[5]	DATA[6]	DATA[7]
内容	保 存 命 令	设 置 绝 对 值 零 位	保留	保留	保留	保留	保留	保留

- 电机反馈报文格式:

标识符: 0xB0+电机 ID 帧类型: 标准帧

帧格式: DATA DLC: 8 字节

数据域	DATA[0]	DATA[1]	DATA[2]	DATA[3]	DATA[4]	DATA[5]	DATA[6]	DATA[7]
内容	电机 ID	保 存 命 令	0xFF	0xFF	0xFF	0xFF	0xFF	0xFF

- 注:

- (1) DATA[0]=1 时, 进行 Flash 保存。
- (2) DATA[1]=1 时, 将当前位置设置绝对位置零点, 并保存。
- (3) Flash 和绝对零点不可同时保存, 如在发送指令中如果存在 DATA[0] 和 DATA[1] 都为 1, 按照保存 Flash 处理, 此时不会进行绝对零位设置。不区分 ID。

8、软件复位

- 电机接收报文格式:

标识符: 0x40 帧类型: 标准帧

帧格式: DATA DLC: 8 字节

数据域	DATA[0]	DATA[1]	DATA[2]	DATA[3]	DATA[4]	DATA[5]	DATA[6]	DATA[7]
内容	0x01	保留						

- 注:

- (1) 不区分电机 ID, 对所有电机进行软件复位
- (2) 无反馈报文

● RS485 通讯协议

- 每条指令的长度都是 11 字节；
- CRC-8 采用 CRC8-MAXIM 的计算方法。

1、驱动命令给定

- 电机接收报文格式：
- 命令：0x32/0x33

数据域	DATA[0]	DATA[1]	DATA[2]	DATA[3]	DATA[4]	DATA[5]	DATA[6]	DATA[7]
内容	命令 高 8 位	命令 低 8 位	给定 高 8 位	给定 低 8 位	给定 高 8 位	给定 低 8 位	给定 高 8 位	给定 低 8 位
数据域	DATA[8]	DATA[9]	DATA[10]					
内容	给定 高 8 位	给定 低 8 位	CRC8 值					

- 注：

- (1) 给定值与当前的电机模式对应，例如：当前电流环模式，那么给定值即为电流值。
- (2) 在电机使能后给定指令有效，且给定后会返回值。电机未使能给定无效，无返回。
- (3) 设定值公式及范围

	设定值	范围
电压	设定值 = 给定电压值 (V) * 100	0.0 ~ +/-Vbus (V)
电流	设定值 = 给定电流值 (A) * 100	0.0 ~ +/-75.0 (A)
速度	设定值 = 给定速度值 (RPM) *10	0 ~ +/-1600RPM
位置	设定值 = 给定值 (Cycles) * 100	0.0 ~ +/-50 (圈)

(4) 返回值

返回变量速度：中心轴转速，分辨率 0.1；

返回变量电流：IQ 实际反馈电流，分辨率 0.01(即：反馈数值 / 100 为实际 IQ 电流)；

返回值绝对位置：0 - 32768；

返回值电压：系统母线电压，分辨率 0.1 (即：反馈数值 / 10 为实际母线电压)；

(5) 0x32 指令对应设置 ID1-4, 0x33 指令对应设置 ID5-8。

(6) 无电机反馈接收报文。

2、主动数据查询

- 电机接收报文格式：

- 命令：0x35

数据域	DATA[0]	DATA[1]	DATA[2]	DATA[3]	DATA[4]	DATA[5]	DATA[6]	DATA[7]
内容	命令 高 8 位	命令 低 8 位	电机 ID	查询数据 1	查询数据 2	查询数据 3	查询数据 4	保留
数据域	DATA[8]	DATA[9]	DATA[10]					
内容	保留	保留	CRC8 值					

- 电机反馈报文格式：

- 命令：0x70+电机 ID

数据域	DATA[0]	DATA[1]	DATA[2]	DATA[3]	DATA[4]	DATA[5]	DATA[6]	DATA[7]
内容	命令 高 8 位	命令 低 8 位	查询数据 1 高 8 位	查 询 数 据 1 低 8 位	查 询 数 据 2 高 8 位	查 询 数 据 2 低 8 位	查 询 数 据 3 低 8 位	查 询 数 据 3 高 8 位
数据域	DATA[8]	DATA[9]	DATA[10]					
内容	查 询 数 据 4 高 8 位	查 询 数 据 4 低 8 位	CRC8 值					

- 注：

- (1) 查询数据代号参考附录 1 (反馈数据代号表)
- (2) 当查询数据不在此范围时，返回 0xFFFF。

3、参数设置

- 电机接收报文格式：

- 命令：0x36

数据域	DATA[0]	DATA[1]	DATA[2]	DATA[3]	DATA[4]	DATA[5]	DATA[6]	DATA[7]
内容	命令 高 8 位	命令 低 8 位	电机 ID	参数序 号	设 置 值 BYTE0	设 置 值 BYTE1	设 置 值 BYTE2	设 置 值 BYTE3
数据域	DATA[8]	DATA[9]	DATA[10]					
内容	保留	保留	CRC8 值					

- 电机反馈报文格式：

- 命令：0x80+电机 ID

数据域	DATA[0]	DATA[1]	DATA[2]	DATA[3]	DATA[4]	DATA[5]	DATA[6]	DATA[7]
内容	命令 高 8 位	命令 低 8 位	电机 ID	参数序 号	设 置 值 BYTE0	设 置 值 BYTE1	设 置 值 BYTE2	设 置 值 BYTE3
数据域	DATA[8]	DATA[9]	DATA[10]					
内容	保留	保留	CRC8 值					

- 注：

(1) 设置的数据 $\text{data} = (\text{DATA}[7] \ll 24) | (\text{DATA}[6] \ll 16) | (\text{DATA}[5] \ll 8) | \text{DATA}[4]$

(2) 参数序号参考附录 2 (指令参数表)

4、参数读取

- 电机接收报文格式：

- 命令：0x37

数据域	DATA[0]	DATA[1]	DATA[2]	DATA[3]	DATA[4]	DATA[5]	DATA[6]	DATA[7]
内容	命令 高 8 位	命令 低 8 位	电机 ID	参数序 号	保 留	保 留	保 留	保 留
数据域	DATA[8]	DATA[9]	DATA[10]					
内容	保 留	保 留	CRC8 值					

- 电机反馈报文格式：

- 命令：0x90+电机 ID

数据域	DATA[0]	DATA[1]	DATA[2]	DATA[3]	DATA[4]	DATA[5]	DATA[6]	DATA[7]
内容	命令 高 8 位	命令 低 8 位	电机 ID	查 询 值 BYTE3	查 询 值 BYTE2	查 询 值 BYTE1	查 询 值 BYTE0	0xFF
数据域	DATA[8]	DATA[9]	DATA[10]					
内容	0xFF	0xFF	CRC8 值					

- 注：

(1) 要读的数据 $\text{data} = (\text{DATA}[3] \ll 24) | (\text{DATA}[4] \ll 16) | (\text{DATA}[5] \ll 8) | \text{DATA}[6]$

(2) 参数序号参考附录 2 (指令参数表)

5、电机状态控制命令

- 电机接收报文格式：

- 命令：0x38

数据域	DATA[0]	DATA[1]	DATA[2]	DATA[3]	DATA[4]	DATA[5]	DATA[6]	DATA[7]
内容	命令 高 8 位	命令 低 8 位	电机 ID	CMD	保留	保留	保留	保留
数据域	DATA[8]	DATA[9]	DATA[10]					
内容	保留	保留	CRC8 值					

- 电机反馈报文格式：

- 命令：0xA0+电机 ID

数据域	DATA[0]	DATA[1]	DATA[2]	DATA[3]	DATA[4]	DATA[5]	DATA[6]	DATA[7]
内容	命令 高 8 位	命令 低 8 位	电机 ID	控制 模 式	CMD	校 准 状 态	故障码	报警码
数据域	DATA[8]	DATA[9]	DATA[10]					
内容	OxFF	OxFF	CRC8 值					

- 注：

- (1) CMD=0, 保留；CMD=1, 电机失能；CMD=2, 电机使能。
- (2) 校准状态：=1, 校准成功；=0, 校准失败。
- (3) 在校准失败或者有故障码的情况下，电机是不会响应给定指令的。

6、参数保存

- 电机接收报文格式：

- 命令：0x39

数据域	DATA[0]	DATA[1]	DATA[2]	DATA[3]	DATA[4]	DATA[5]	DATA[6]	DATA[7]
内容	命令 高 8 位	命令 低 8 位	电机 ID	保存命令	设置绝对 值零位	保留	保留	保留
数据域	DATA[8]	DATA[9]	DATA[10]					
内容	保留	保留	CRC8 值					

- 电机反馈报文格式：

- 命令：0xB0+电机 ID

数据域	DATA[0]	DATA[1]	DATA[2]	DATA[3]	DATA[4]	DATA[5]	DATA[6]	DATA[7]
内容	命令	命令	电机 ID	保 存 命	OxFF	OxFF	OxFF	OxFF

	高 8 位	低 8 位		令				
数据域	DATA[8]	DATA[9]	DATA[10]					
内容	0xFF	0xFF	CRC8 值					

• 注：

- (1) DATA[3]=1 时，进行 Flash 保存。
- (2) DATA[4]=1 时，将当前位置设置绝对位置零点，并保存。
- (3) Flash 和绝对零点不可同时保存，如在发送指令中如果存在 DATA[3] 和 DATA[4] 都为 1，按照保存 Flash 处理，此时不会进行绝对零位设置。

7、软件复位

• 电机接收报文格式：

• 命令：0x40

数据域	DATA[0]	DATA[1]	DATA[2]	DATA[3]	DATA[4]	DATA[5]	DATA[6]	DATA[7]
内容	命令 高 8 位	命令 低 8 位	0x01	保留	保留	保留	保留	保留
数据域	DATA[8]	DATA[9]	DATA[10]					
内容	保留	保留	CRC8 值					

• 注：

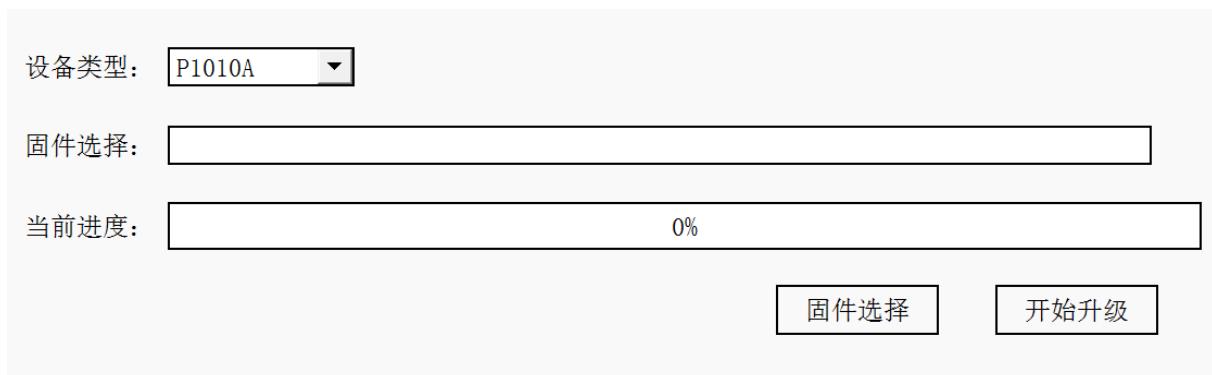
- (1) 不区分电机 ID，对所有电机进行软件复位
- (2) 无电机反馈报文

固件升级

- 1、将 USB 转串口工具与电机相连，然后工具再通过 TYPE-C 线连接到电脑。
- 2、打开上位机 DDT_MC_TOOL，选择好对应的端口、设备 ID、通讯方式后，点击“打开”。

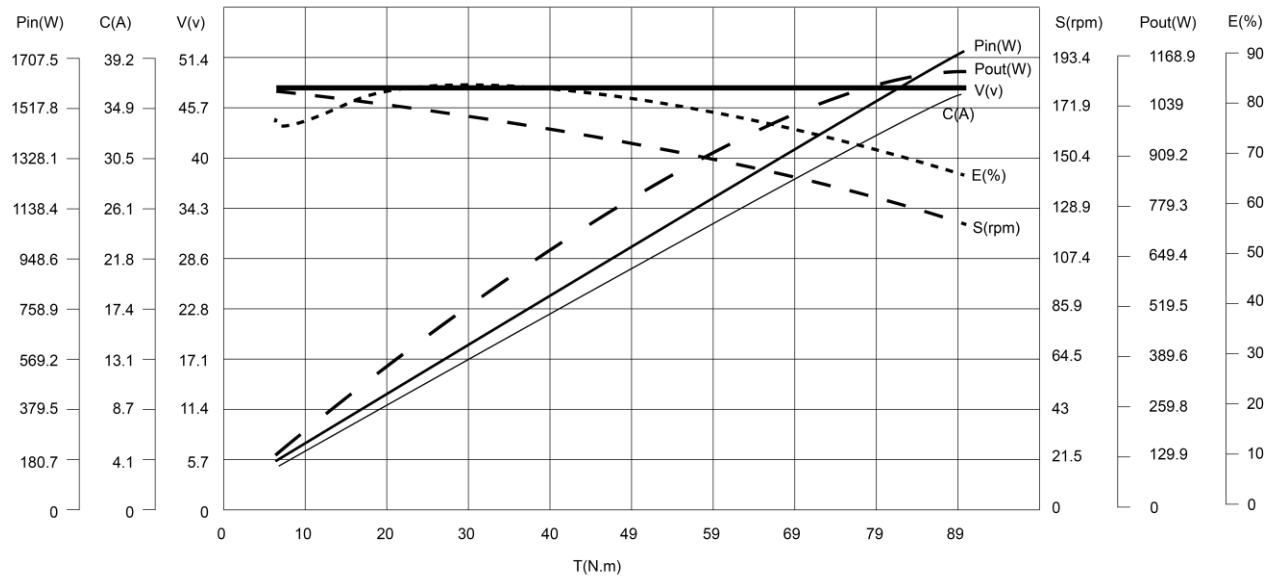


- 3、打开后点击“OTA 升级”页面，设备类型选择“P1010A”。
- 4、点击“固件选择”，选择要升级的固件后，点击“开始升级”即可开始升级。

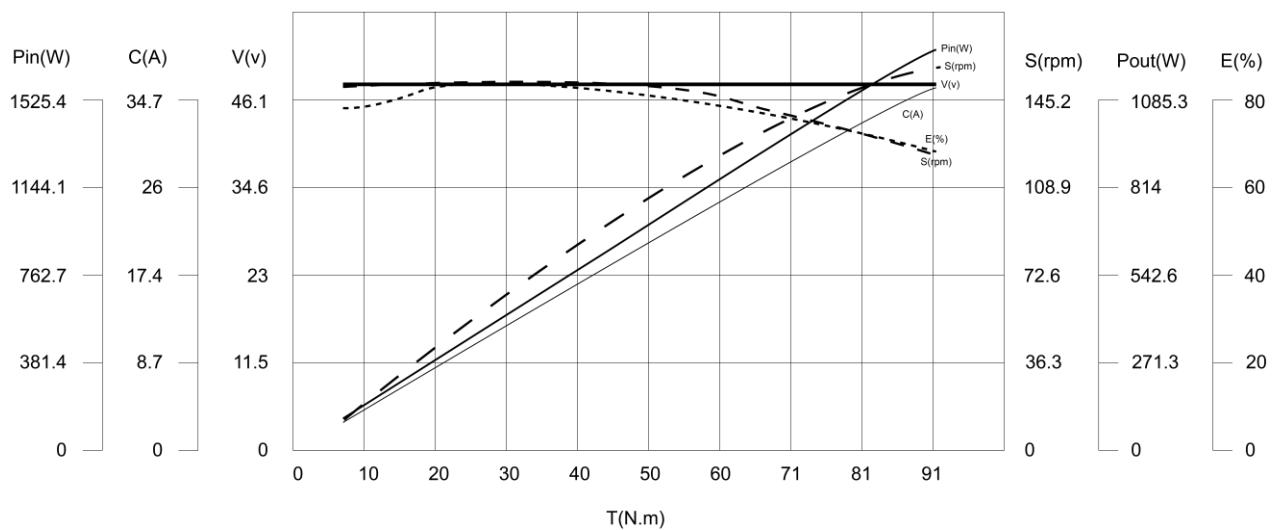


电机参数

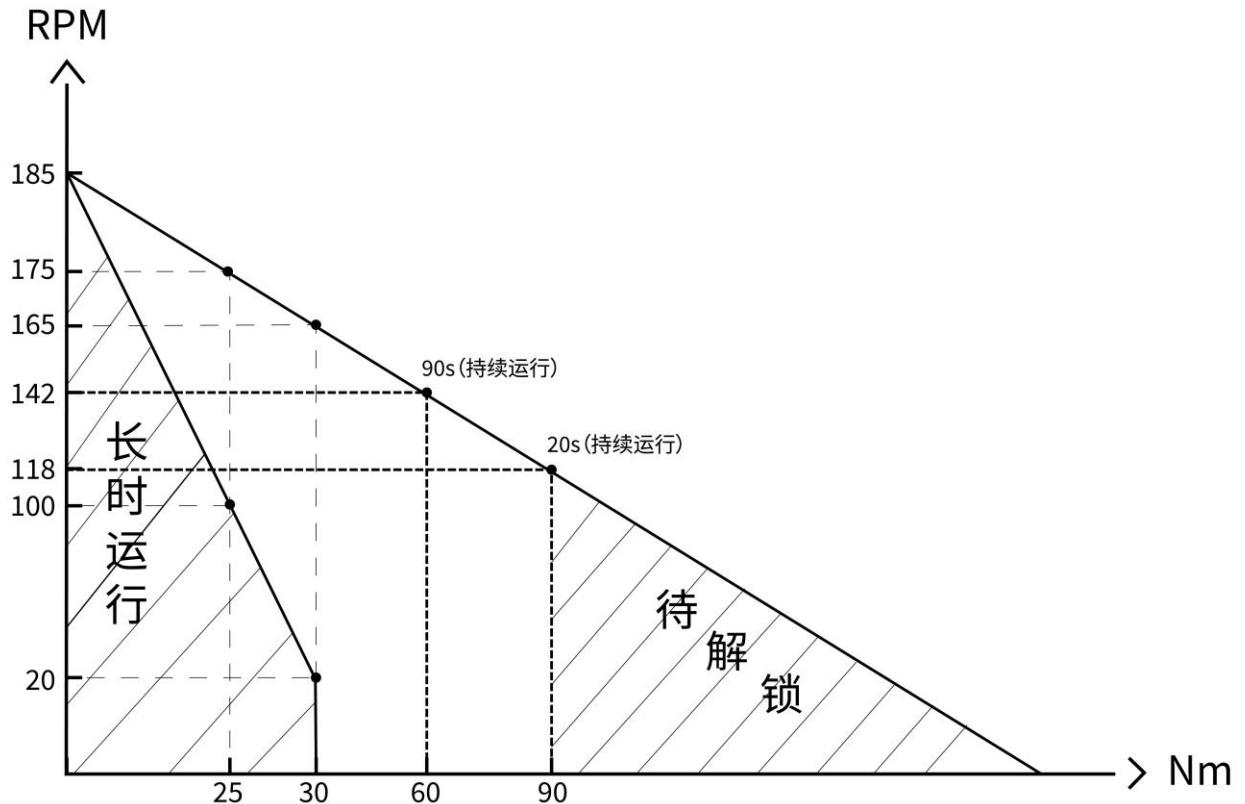
- 电流环负载特性曲线 (48VDC 下测得)



- 速度环 150RPM 负载特性曲线 (48VDC 下测得)



工作范围 (48VDC 下测得)



注：待解锁区域可联系厂家进行设置解锁。

以上数据由本末实验室室温条件下测得。

电机参数明细表 (48VDC 下测得)

电调测试电机参数	
空载转速 (电流环)	$\geq 170\text{RPM}$
空载电流 (电流环)	$\leq 1.1\text{A}$
额定转速	$100 \pm 3\text{RPM}$
额定转矩	25Nm
额定电流 (母线)	$6.6\text{A} \pm 0.3\text{A}$
额定电压	48VDC
电压范围	36-60VDC (默认欠过压值)
最大效率	$\geq 79\%$
过载扭矩	$\geq 90\text{Nm}$
过载电流(母线)	$\geq 35.0\text{A}$
转矩常数	2.5 Nm/A
防护等级	IP2X
噪音	$\leq 65\text{dBA}$ (检验依据 GB/T 4214.1-2017, 150rpm 转速下)
绝缘等级	F
电机极对数	21
电机槽数	36
电机重量	1.4Kg
编码器位数	15 位 (转子位置检测) + 15 位 (绝对位置检测)
电机控制方式	FOC
相电阻	0.166Ω
相电感	0.175mH
轴向最大负载	300N
径向最大负载	1500N

轴承基本额定静载荷	8080N
使用环境温度	-20 ~ 50°C
转子惯量	5350g/cm^2
减速比	10: 1
背隙	< 8arcmin

注：

1、默认欠压值：36V；默认过压值：60V；低于36V供电应用可按通信协议自行设置欠压值。

附录

● • 附录 1 (反馈数据代号表)

1: 中心轴速度*10	8: 电机绕组温度
2: 母线电流*100	9: 当前模式
3: IQ*100	10: 当前系统电压*10
4: 转子位置 (0-32768)	11: 当前转的圈数累计*100
5: 故障信息	12: 当前系统状态
6: 警告信息	13: 绝对位置 (0-32768)
7: MOS 温度	14: 相电流最大值*100

● • 附录 2 (指令参数表)

(类型参考：1=unsigned int 2=signed int 3=float x=未知)

序号	参数	类型	范围	注释
0	保留	x		
1	版本号	1	None	只读。 Bit31-12:日期, Bit11-9:硬件大版本, Bit8-6: 硬件小版本, Bit5-3:软件大版本, Bit2-0: 软件

				小版本。 如：230409 硬件 1.1 软件 1.1 值应写为： 0x38409 249
2	序列号	1		产品序列号
3	初始相位	1	0-32768	只读
4	编码器码数	1	0-32768	只读
5	PWM频率	1	None	单位 Hz, 只读。
6	校准最大相电流	3	None	单位 A, 只读, 接收数据 / 100 即等于实际电流。
7	母线过流点	3	1.0-45.0	单位 A, 只能在电机失能时设置。 实际发送数据=想要设置的值*100。 默认 40A。
8	绝对值零位值	1	0-32768	只读。绝对值编码器相对于用户设置的绝对值零位的偏移量值。
9-10	保留	x		
11	故障屏蔽	1	None	Bit31-Bit0 每个位可屏蔽不同的故障（目前仅 bit15-bit0 有效），具体位对应的描述见表 2。 默认 0。
12	保留	x		
13	用户零位	1	0-32768	当前位置（转子位置）设置为用户零点。 位置闭环使用此零位。 默认 0。
14-16	保留	x		
17	位置前馈使能	1	None	暂未启用。
18	速度前馈使能	1	None	暂未启用。
19	力矩前馈使能	1	0/1	只能在电机失能时设置，否则指令无效，无返回。 0-失能，1-使能， 默认使能。
20	陷波器使能	1	None	暂未启用。

21	保留	x		
22	总线心跳使能	1	0/1	使能后，在设定的时间内（序号：47）内，无通信，会报错。 0-失能，1-使能，默认失能。
23	保留	x		
24	位置规划使能	1	0/1	位置环模式分为带曲线规划（T型）和不带曲线规划。 0-失能，1-使能，默认使能。
25-27	保留	x		
28	电机工作模式	1	0-4	电机工作模式设置：0 电压开环 1: MIT(暂未实现) 2: 电流环 3: 速度环 4: 位置环，只能在电机失能时设置，超出范围时指令无效，无返回。 默认 2，即电流环模式。
29-41	保留	x		
42	电机 ID	1	1-8	只能在电机失能时设置，超出范围时指令无效，无返回。 默认 1。
43	CAN 波特率	1	Bit7-bit4: 0/1 Bit3-Bit0: 1-11	Bit7-bit4: 0: 普通 CAN; 1: CANFD; Bit3-Bit0: 1:500K; 2:1M; 3:5M; 只能在电机失能时设置，超出范围指令无效，无返回 设置完成保存参数掉电重启生效。 默认 CAN-1Mbps，超过 0x13,按照默认值来处理。(注：当前硬件版本最大支持 5M)
44	SCI 通信波特率	1	0-7	暂未启用
45	SCI 通信模式	1	0-2	暂未启用
46	保留	x		
47	心跳时间	1	5-1000	单位：ms，只能在电机失能时设置，超出范围会被限制。最大 1000，最小 5， 默认 1000。
48-54	保留	x		
55	ADC 基准允许误差	1	0-248	驱动板上电时 ADC 输出相对于 1.65V 基准的最大误差： $248/4095*3.3 = 0.1998V$

				设置完成之后保存，掉电重启生效。 默认 200。
56-60	保留	x		
61	额定电流	3	1-45	用于判断过载使用，过载 1.5 倍时 15S 保护，2 倍时 5S 保护，2.5 倍时 2S 保护。 实际发送数据=想要设置的值*100 只能在电机失能时设置，超范围设置无效，无返回。 默认 34A。
62	极对数	1	1-30	只读
63	保留	x		
64	转动惯量	1	None	暂未启用。
65-73	保留	x		
74	位置环 Kp	3		实际发送数据=想要设置的值*100。 默认 6600。
75	位置环 Ki	3		实际发送数据=想要设置的值*100。 默认 0。
76	位置环 Kd	3		实际发送数据=想要设置的值*100。 默认 10000。
77	位置规划最大速度	1	1-转速限制值	位置曲线模式下有效，位置环执行频率 20K。 默认 100。
78	位置规划加速度	1	1-转速限制值	位置曲线模式下有效，位置环执行频率 20K。 默认 100。
79	位置规划减速度	1	1-转速限制值	位置曲线模式下有效，位置环执行频率 20K。 默认 100。
80-81	保留	x		
82	速度环算法选择	1	0-1	0:PID 1:LADRC。 默认 1，即选择 LADRC 算法。
83	电压开环加速度	1	1-1500	电压开环执行频率 20K。 默认 1000。

84	速度环 加速度	1	1-1800	速度环执行频率 20K。 默认 300。
85	电流环 加速度	1	1-6000	电流环执行频率 20K。 默认 800。
86-87	保留	x		
88	转速限 制	1	1-160RP M	实际发送数据=想要设置的值。 默认 160。
89	第一速 度环 Kp	3		实际发送数据=想要设置的值*100。 默认 350。
90	第一速 度环 Ki	3		实际发送数据=想要设置的值*100。 默认 150。
91	第一速 度环 Kd	3		实际发送数据=想要设置的值*100。 默认 0。
92	第二速 度环 Kp	3		实际发送数据=想要设置的值*100。 默认 350。
93	第二速 度环 Ki	3		实际发送数据=想要设置的值*100。 默认 150。
94	第二速 度环 Kd	3		实际发送数据=想要设置的值*100。 默认 0。
95	速度环 切换点	1	1-转速限 制值	大于速度环切换点，切换第二套 PID 参数； 小于切换点使用第一套 PID 参数； 默认两套参数一样 切换点默认 500。
96	LADR-b 0	3		LADR 是速度环的一种算法， LADR_b0,LADR_Omega 是算法中的调节量， LADR_Omega 不变时, LADR_b0 越大, 整个跟随系统对超调的抑制效果越差, 太小会引发速度环给出的 IQ 值震荡; LADR_Omega 调节的是整个系统的跟随度, 越大速度环带宽越高, 跟随度越高。
97	LADR-O mega	3		实际发送数据=想要设置的值*100。 LADR-b0 默认 90000。 LADR-Omega 默认 15000。
98	第一陷 波器频 率	3	None	暂未启用

99	第一陷波器幅值	3	None	暂未启用
100	第一陷波器宽度	3	None	暂未启用
101-1 03	保留	x		
104	电流环 Kp	3		只读，写无效。 目前程序中使用带宽以及电阻电感参数自动计算，调整带宽、电阻、电阻参数可修改此值。 $Kp = L * \text{电流环带宽}$
105	电流环 Ki	3		只读，写无效。 目前程序中使用带宽以及电阻电感参数自动计算，调整带宽、电阻、电阻参数可修改此值。 $Ki = R * \text{电流环带宽}$
106	电流环 前馈系数	3	0-0.01	实际发送数据=想要设置的值*1000。 默认 0.005。
107	保留	x		
108	电流环 给定滤波带宽	1	None	暂未启用
109	Iq 限流值	3	1 - 最大电机相电流	单位 A, 实际发送数据=想要设置的值*100。 默认 64A。
110-1 12	保留	x		
113	电机过温保护值	1	80-120	实际发送数据=想要设置的值。 默认 120。
114-1 15	保留	1		
116	过压值	1	18-70	单位 VDC, 实际发送数据=想要设置的值。 默认 60。
117	欠压值	1	18-70	单位 VDC, 实际发送数据=想要设置的值。

				默认 36。
118	相电阻	3		单位：R， 实际发送数据=想要设置的值*1000。 默认 74。
119	相电感	3		单位：H， 实际发送数据=想要设置的值 *1000000。 默认 85。
120	电流环带宽	1	200-2000	实际发送数据=想要设置的值。 默认 1600。
121-2 48	校准表	2		不允许读写
249	保留	x		
250	最大电机相电流	3	1-75	单位：A， 实际发送数据=想要设置的值*100。 默认 73.5A。
251	三相电流最大差值	3	1-20	单位：A， 实际发送数据=想要设置的值*100。 默认 15A。
252-2 54	保留	x		
255	结束标识符	1		只读

● · 附录 3 (屏蔽位含义)

序号	范围	含义
Bit0	0/1	=1, 屏蔽欠压故障
Bit1	0/1	=1, 屏蔽过压故障
Bit2	0/1	=1, 屏蔽总线掉线故障
Bit3	0/1	=1, 屏蔽母线过流故障 (母线为估计电流, 可能会存在误报)
Bit4	0/1	=1, 屏蔽 ADC 偏移过大故障
Bit5	0/1	=1, 屏蔽过载故障
Bit6	0/1	=1, 屏蔽位置传感器故障
Bit7	0/1	=1, 屏蔽超速故障
Bit8	0/1	=1, 屏蔽 MOSFET 过热故障
Bit9	0/1	=1, 屏蔽 MOTOR 过热故障

Bit10	0/1	=1, 屏蔽 “三相不平衡” 故障
Bit11	0/1	=1, 屏蔽 “相电流过流” 故障
Bit12-Bit31	None	保留

● • 附录 4 (系统状态位含义)

序号	范围	含义
Bit0	0/1	=1, 伺服使能 =0, 伺服未使能
Bit1	0/1	=1, 有故障 =0, 无故障
Bit2	0/1	=1, 有警告 =0, 无警告
Bit3	0/1	=1, 电机正传 =0, 电机反转
Bit4	0/1	=1, CAN 通信心跳使能 =0, CAN 通信心跳未使能
Bit5	0/1	=1, 曲线规划使能 =0, 曲线规划未使能
Bit6	0/1	=1, 伺服准备好 =0, 未准备好
Bit7	0/1	=1, 校准正在运行 =0, 校准未运行
Bit8	0/1	=1, 校准成功 =0, 校准未成功 (校准未成功时, 无法启动电机)
Bit9	0/1	=1, Flash 保存失败 =0, Flash 保存成功
Bit10-Bit31	0/1	保留

● • 附录 5 (故障码含义)

故障	故障码	触发条件	说明
总线掉线	1	当使能了总线心跳, 且未在设置的时间内接收到 CAN 指令, 检测周期: 1ms	
母线过压	2	母线电压大于设置的欠压值, 检测周期: 1ms	
母线欠压	3	母线电压小于设定的值持续 100ms, 检测周期: 1ms	

过流	4	电流大于设定的电流， 检测周期：1ms	可能发生的问题：1.母线电流大 2.缺相 3.MOS 损坏 4.其它
ADC 偏移量过大	5	相对于 1.65 基准偏差大于设置的值，只在初始化的时候检测	
位置错误	6	读到位置信号连续多次错误	
过载	7	大于设定的额定电流值，持续一定的时间	连续超过额定值 1.5 倍 15S 保护，2 倍 5S 保护，2.5 倍 2S 保护
超速	8	大于转速限制 1.5 倍	
MO 过热	9	MOS 温度 100 度	可能的原因 1.持续运行过热 2.MOS 损坏
电机过热	10	电机温度大于设定的值	可能的原因 1.持续运行过热 2.MOS 损坏
过流	11	电流大于设定的电流， 检测周期：50us	三相电流不平衡
过流	12	电流大于设定的电流， 检测周期：50us	相电流过大

● · 附录 6 (报警码含义)

警报	警报码	触发条件
Flash 操作失败	101	写 Flash 失败
校准失败	102	校准发生错误
电机温度传感器断线	103	温度传感器未接或者断线
磁编磁场弱	104	磁编内部检测报警信息
磁编超速	105	磁编内部检测报警信息
电机高温	106	大于 100°
MO 高温	107	大于 80°

• 注：在不重新上电的情况下，警报可自动恢复，故障不可自动恢复；

可通过设置参数表中第 11 个参数（故障屏蔽）进行故障屏蔽。

变更履历

变更内容	变更人员	版本信息	日期
1、修改部分文字错误 2、添加过欠压设置备注	项目组	V2.2	2024/05/13



directdrive.com

广东省东莞市松山湖大学路11号一号楼9层

9th Floor, Building 1, No. 11, Songshan Lake University Road, Dongguan City, Guangdong Province

P10 10B
111

减速电机

规格书

2024/09/24

V1.2



免责声明

感谢您购买东莞市本末科技有限公司（以下简称：本末™ 科技） P10 系列永磁减速电动机（以下简称：“电机”）。此说明书将指引用户使用该产品，在使用之前请务必仔细阅读本文并按照相关指引操作，以免造成伤害或损失。您使用本产品将视为您已经接受本规格书及本产品所有相关文档的全部条款和内容。您承诺仅处于正当目的使用本产品及对于使用本产品可能带来的后果负全部责任。本末™ 科技对于直接或者间接使用该产品而造成的损坏，伤害以及任何法律责任不予负责。

此电机内部型号对应为 P1010B_111，本产品及规格书为东莞市本末科技有限公司版权所有。未经许可，不得以任何形式复制翻印。本产品及规格书所有文档最终解释权与修改权归东莞市本末科技有限公司所有，本末™ 科技可能会在获得新信息、知识或经验时修改此规格书信息，恕不另行通知。

产品使用注意事项

在使用关节减速电机之前，请注意以下事项：

- 1、工作电压确认：确保电机的工作电压符合说明书规定的电压范围。
- 2、环境温度限制：请确保电机在规定的环境温度范围内进行使用，避免超出该范围可能引起的性能问题或损坏。
- 3、防水注意：请避免将电机浸泡在水中，以免导致电机运行异常或损坏。
- 4、正确接线：使用前请确保接线正确、稳固，避免出现接触不良的情况。
- 5、安装正确：在使用电机之前，请仔细参考安装说明，确保电机安装正确、稳固。
- 6、外部输出部分安装稳固：使用电机前请参考安装说明，确保电机外部输出部分的安装正确、稳固。
- 7、线材保护：在使用过程中，请避免损伤电机的线材，以免导致电机运行异常或损坏。
- 8、避免触摸转动部分：请在电机运行时避免触摸电机的转动部分，以防止受伤。
- 9、热情况注意：在电机大扭矩输出时，可能会出现发热情况，请避免触摸电机，以免烫伤。
- 10、禁止私自拆卸：请勿私自拆卸电机，否则可能导致电机异常运行或损坏，并可能带来安全隐患。
- 11、说明书中相关参数如没做特殊说明，均是在 24VDC 下测的。

请在使用关节减速电机之前，仔细阅读和遵守以上注意事项，以确保安全、正常运行，并保护电机的性能和寿命。

简介

P1010B_111 是东莞市本末科技有限公司自主研发的机器人关节电机。它是一款高性能产品，采用先进技术和创新设计，旨在满足机器人应用的需求。

P1010B_111 电机具备高精度和高响应性能，能够实现精准的运动和定位。它提供强大的扭矩输出，适应不同负载的运动和操作需求。

该电机具有高功率密度和紧凑的尺寸，能够提高机器人的灵活性和携带能力。同时，它也注重可靠性和耐久性，适应长时间运行和频繁负载变化的工作环境。

P1010B_111 电机运行时低噪音，为工作环境提供舒适的操作体验。高效能的设计和运行有助于降低能源消耗，提高系统的能源利用效率。

该电机还具有简化集成和控制的特点，提供标准化接口和友好的调试工具，方便与机器人控制系统的连接和交互。

总之，P1010B_111 是东莞市本末科技有限公司自主研发的高性能机器人关节电机，以其精准性、高扭矩输出、高功率密度、高可靠性和低噪音等特点，为机器人应用提供卓越的性能和可靠性。

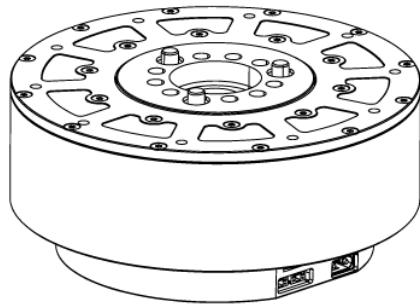
产品特性

P1010B_111 是一款专为机器人关节设计的高性能电机，满足机器人关节电机的各项需求。其特点包括：

- 1、高精度和高响应性能：P1010B_111 电机具备出色的位置和速度控制能力，实现精准的运动和定位，响应速度快，适应快速变化的运动需求。
- 2、大扭矩输出：P1010B_111 提供强大的扭矩输出，峰值扭矩高达 50Nm，能够应对机器人在各种工作负载下的运动和操作需求，提高机器人的负载能力和工作效率。
- 3、高功率密度和小尺寸：P1010B_111 电机具备高功率密度设计，以较小的体积提供较高的功率输出，有助于减小机器人的体积和重量，提高运动灵活性和携带能力。
- 4、高可靠性和耐久性：P1010B_111 电机经过精心设计和制造，具备高可靠性和长寿命特性，能够持续运行并承受频繁的运动和负载变化，确保机器人系统的稳定性和可持续性运作。
- 5、低噪音和高效能：P1010B_111 电机工作时低噪音、高效能，减少机器人操作过程中的设计和运行降低能源消耗，提高系统的能源利用效率。
- 6、简化集成和控制：P1010B_111 电机设计考虑了集成和控制的简化，提供标准化接口和多种通信协议：CANFD/CAN2.0/RS485，方便与机器人控制系统的连接和交互。用户友好的软件界面和调试工具简化电机的配置和调试过程。

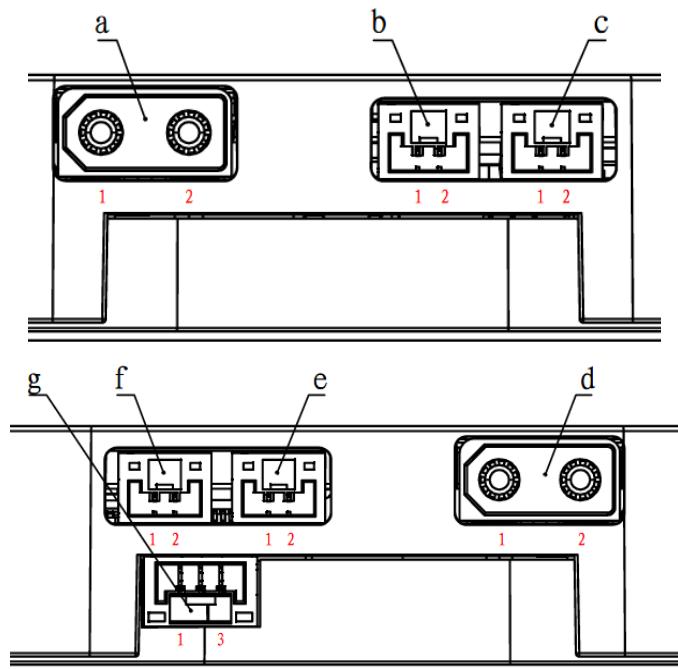
综上所述，P1010B_111 机器人关节电机具备高精度、高扭矩输出、高功率密度、可靠耐用、低噪音和高效能的特点，能够满足机器人系统对关节电机的各项要求。

物品清单



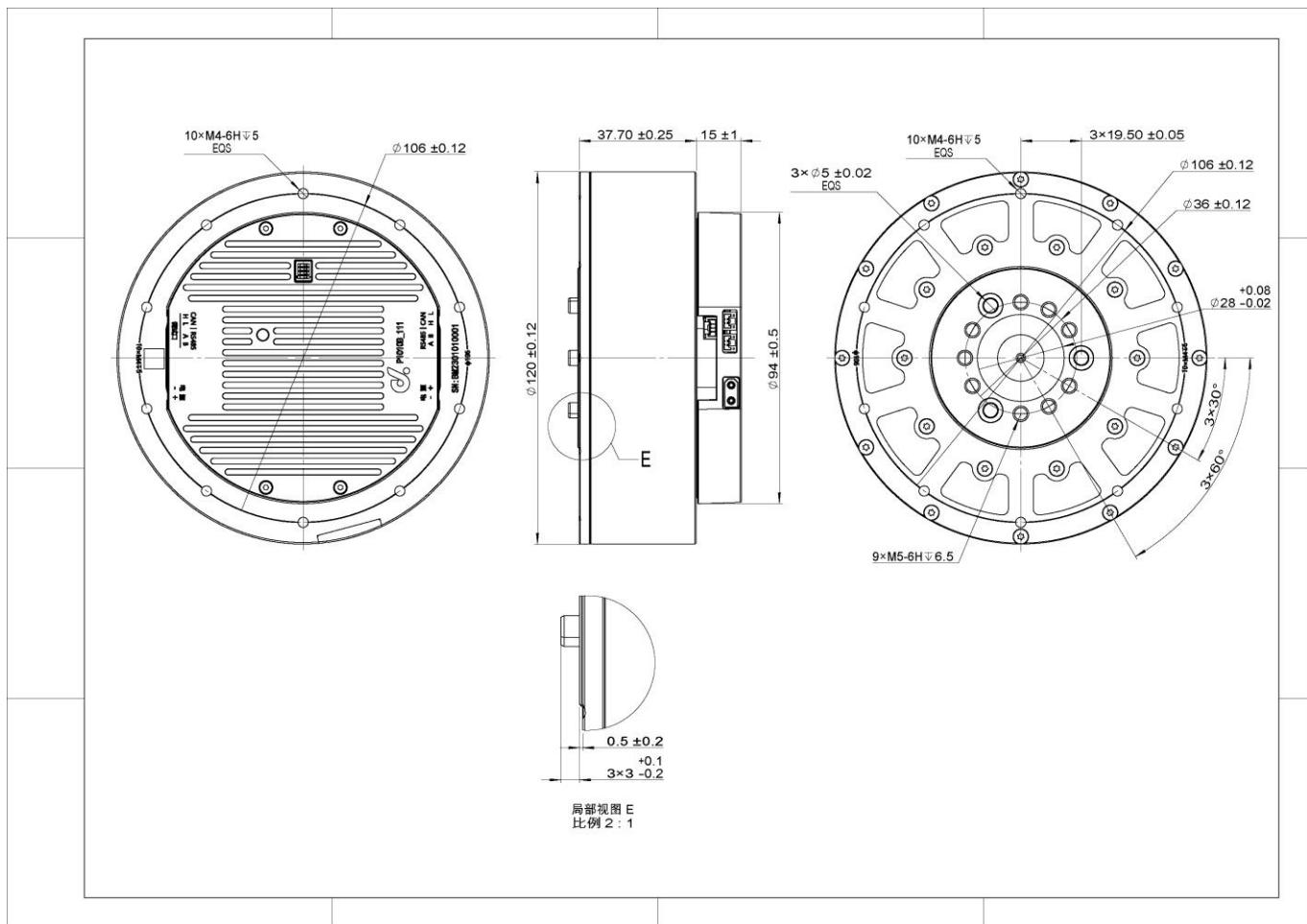
- 电机*1 台

接口及线序说明



端口序号	端子型号	引脚序号	功能定义
a、d	XT30PW-M	1	电源负极
		2	电源正极
b、e	GH1.25-2PWPBZ	1	485-A
		2	485-B
c、f	GH1.25-2PWPBZ	1	CAN-H
		2	CANL
g	GH1.25-3PWPBZ	1、2、3	未开放(USART)

安装

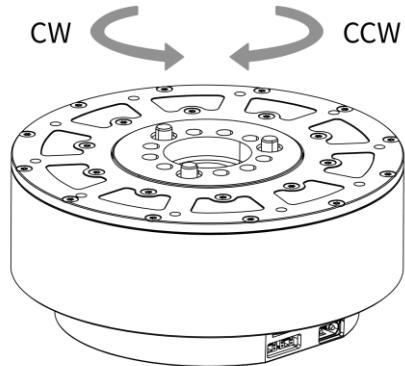


安装描述：

电机转子端安装螺纹孔为 M5，深度 6.5mm；电机壳体安装螺纹孔为 M4，深度 5mm，旋入深度不超过 5mm。

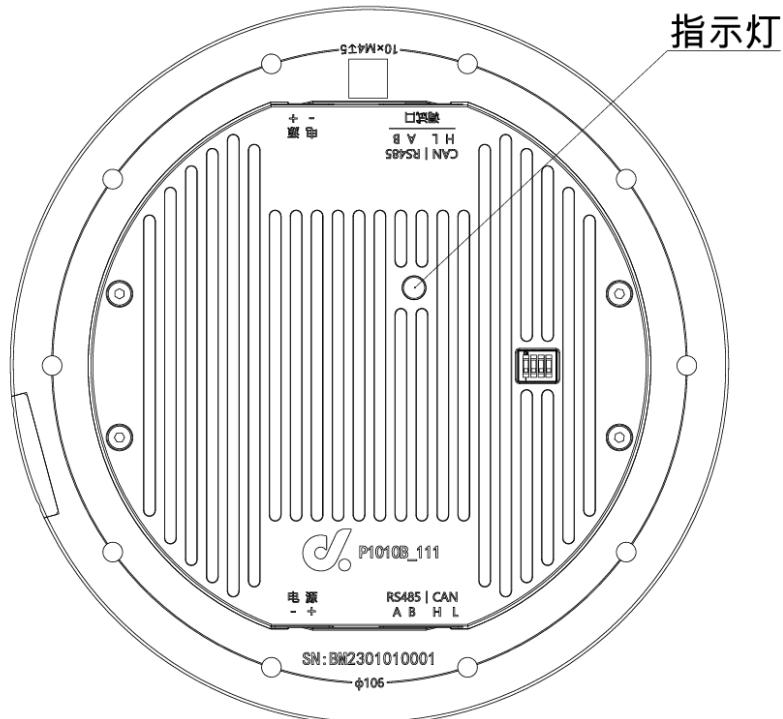
特别注意，螺丝长度超长会损坏电机，请选择合适的螺丝进行安装。

电机转向



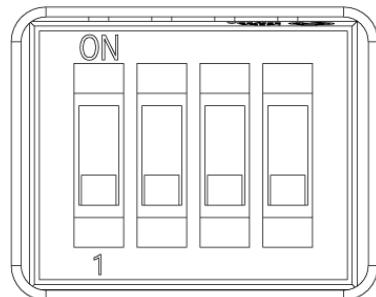
指示灯和拨码开关

● 指示灯描述



- 指示灯常亮表示发生故障；
- 指示灯闪烁表示系统正常运行。

● 拨码开关设置



- 第 1 位置位于 ON 处，表示使能 CAN 通讯 120R 端接电阻；
- 第 2 位置位于 ON 处，表示使能 485 通讯 120R 端接电阻；
- 第 3 位和第 4 位，未开放。

使用

● CAN 通信协议

1、驱动命令给定

· 电机接收报文格式：

标识符：0x32/0x33 帧类型：标准帧

帧格式：DATA DLC：8 字节

数据域	DATA[0]	DATA[1]	DATA[2]	DATA[3]	DATA[4]	DATA[5]	DATA[6]	DATA[7]
内容	给定 高 8 位	给定 低 8 位						
电机 ID	1/5		2/6		3/7		4/8	

· 电机反馈报文格式：

标识符：0x50+电机 ID 帧类型：标准帧

帧格式：DATA DLC：8 字节

数据域	DATA[0]	DATA[1]	DATA[2]	DATA[3]	DATA[4]	DATA[5]	DATA[6]	DATA[7]
内容	速度 高 8 位	速度 低 8 位	IQ 高 8 位	IQ 低 8 位	绝对位 置高 8 位	绝对位 置低 8 位	电压 高 8 位	电压 低 8 位

注：

- (1) 给定值与当前的电机模式对应，例如：当前电流环模式，那么给定值即为电流值。
- (2) 在电机使能后给定指令有效，且给定后会返回值。电机未使能给定无效，无返回。
- (3) 设定值公式及范围

	设定值	范围
电压	设定值 = 给定电压值 (V) * 100	0.0 ~ +/-Vbus (V)
电流	设定值 = 给定电流值 (A) * 100	0.0 ~ +/-75.0 (A)
速度	设定值 = 给定速度值 (RPM) *10	0 ~ +/-160RPM
位置	设定值 = 给定绝对位置值 (Cycles) * 100	0.0 ~ +/-50 (圈)

给定电流值对应的扭矩计算：扭矩 Nm = 给定电流值 (A) /1.414 * 转矩常数 (1.2Nm/A)

(4) 返回值

返回变量速度：中心轴转速，分辨率 0.1；

返回变量电流：IQ 实际反馈电流，分辨率 0.01 (即：反馈数值 / 100 为实际 IQ 电流)；

返回值绝对位置：0 – 32768；

返回值电压：系统母线电压，分辨率 0.1 (即：反馈数值 / 10 为实际母线电压)；

(5) 0x32 指令对应设置 ID1-4, 0x33 指令对应设置 ID5-8。

2、反馈方式设置

- 电机接收报文格式:

标识符: 0x34 帧类型: 标准帧

帧格式: DATA DLC: 8 字节

数据域	DATA[0]	DATA[1]	DATA[2]	DATA[3]	DATA[4]	DATA[5]	DATA[6]	DATA[7]
内容	电机 ID	反馈模式	反馈时间	上报数据 1	上报数据 2	上报数据 3	上报数据 4	保留

- 电机反馈报文格式:

标识符: 0x60+电机 ID 帧类型: 标准帧

帧格式: DATA DLC: 8 字节

数据域	DATA[0]	DATA[1]	DATA[2]	DATA[3]	DATA[4]	DATA[5]	DATA[6]	DATA[7]
内容	电机 ID	反馈模式	反馈时间	上报数据 1	上报数据 2	上报数据 3	上报数据 4	保留

- 注:

(1) DATA[1]=0: 查询模式; 当为查询模式时, DATA[2]-DATA[6] 忽略。

(2) DATA[1]=1: 主动上报模式; 当为主动上报模式时, DATA[2]为主动上报的间隔时间 (单位: ms), 范围 1-255ms。DATA[3]- DATA[6] 为要查询的数据代号, 可参考附录 1 (反馈数据代号表)。

举例: DATA[3]- DATA[6] 分别为 1、2、3、4, 那么主动上报的时候上报的数据为:

速度、母线电流、IQ、当前位置。

(3) 默认为查询模式, 此模式设置断电不保存。

(4) 当设置 ID 不匹配时无返回; 当查询的数据不在此范围时, 返回 0xFFFF。

3、主动数据查询

- 电机接收报文格式：

标识符：0x35 帧类型：标准帧

帧格式：DATA DLC：8 字节

数据域	DATA[0]	DATA[1]	DATA[2]	DATA[3]	DATA[4]	DATA[5]	DATA[6]	DATA[7]
内容	查询数 据 1	查询数 据 2	查 询 数 据 3	查 询 数 据 4	保留	保留	保留	保留

- 电机反馈报文格式：

标识符：0x70+电机 ID 帧类型：标准帧

帧格式：DATA DLC：8 字节

数据域	DATA[0]	DATA[1]	DATA[2]	DATA[3]	DATA[4]	DATA[5]	DATA[6]	DATA[7]
内容	查 询 数 据 1 高 8 位	查 询 数 据 1 低 8 位	查 询 数 据 2 高 8 位	查 询 数 据 2 低 8 位	查 询 数 据 3 高 8 位	查 询 数 据 3 低 8 位	查 询 数 据 4 高 8 位	查 询 数 据 4 低 8 位

- 注：

(1) 查询数据代号参考附录 1（反馈数据代号表）

(2) 当查询数据不在此范围时，返回 0xFFFF。

(3) 对所有电机有效。

4、参数设置

- 电机接收报文格式：

标识符：0x36 帧类型：标准帧

帧格式：DATA DLC：8 字节

数据域	DATA[0]	DATA[1]	DATA[2]	DATA[3]	DATA[4]	DATA[5]	DATA[6]	DATA[7]
内容	电机 ID	参数序 号	设 置 值 BYTE0	设 置 值 BYTE1	设 置 值 BYTE2	设 置 值 BYTE3	保留	保留

- 电机反馈报文格式：

标识符：0x80+电机 ID 帧类型：标准帧

帧格式：DATA DLC：8 字节

数据域	DATA[0]	DATA[1]	DATA[2]	DATA[3]	DATA[4]	DATA[5]	DATA[6]	DATA[7]
内容	电机 ID	参 数 序 号	设 置 值 BYTE0	设 置 值 BYTE1	设 置 值 BYTE2	设 置 值 BYTE3	0xFF	0xFF

- 注：

- (1) 设置的数据 $\text{data} = (\text{DATA}[5] \ll 24) | (\text{DATA}[4] \ll 16) | (\text{DATA}[3] \ll 8) | \text{DATA}[2]$
- (2) 参数序号参考附录 2 (指令参数表)

5、参数读取

- 电机接收报文格式:

标识符: 0x37 帧类型: 标准帧

帧格式: DATA DLC: 8 字节

数据域	DATA[0]	DATA[1]	DATA[2]	DATA[3]	DATA[4]	DATA[5]	DATA[6]	DATA[7]
内容	电机 ID	参数序号	保留	保留	保留	保留	保留	保留

- 电机反馈报文格式:

标识符: 0x90+电机 ID 帧类型: 标准帧

帧格式: DATA DLC: 8 字节

数据域	DATA[0]	DATA[1]	DATA[2]	DATA[3]	DATA[4]	DATA[5]	DATA[6]	DATA[7]
内容	电机 ID	查询值 BYTE3	查询值 BYTE2	查询值 BYTE1	查询值 BYTE0	0xFF	0xFF	0xFF

- 注:

- (1) 要读的数据 $\text{data} = (\text{DATA}[1] \ll 24) | (\text{DATA}[2] \ll 16) | (\text{DATA}[3] \ll 8) | \text{DATA}[4]$

- (2) 参数序号参考附录 2 (指令参数表)

6、电机状态控制命令

- 电机接收报文格式:

标识符: 0x38 帧类型: 标准帧

帧格式: DATA DLC: 8 字节

数据域	DATA[0]	DATA[1]	DATA[2]	DATA[3]	DATA[4]	DATA[5]	DATA[6]	DATA[7]
内容	CMD							
电机 ID	1	2	3	4	5	6	7	8

- 电机反馈报文格式:

标识符: 0xA0+电机 ID 帧类型: 标准帧

帧格式: DATA DLC: 8 字节

数据域	DATA[0]	DATA[1]	DATA[2]	DATA[3]	DATA[4]	DATA[5]	DATA[6]	DATA[7]
内容	电机 ID	控制模式	CMD	校准状态	故障码	报警码	0xFF	0xFF

注：

- (1) CMD=0，保留；CMD=1，电机失能；CMD=2，电机使能。
- (2) 校准状态：=1，校准成功；=0，校准失败。
- (3) 在校准失败或者有故障码的情况下，电机是不会响应给定指令的。

7、参数保存

· 电机接收报文格式：

标识符：0x39 帧类型：标准帧

帧格式：DATA DLC：8 字节

数据域	DATA[0]	DATA[1]	DATA[2]	DATA[3]	DATA[4]	DATA[5]	DATA[6]	DATA[7]
内容	保 存 命 令	设 置 绝 对 值 零 位	保留	保留	保留	保留	保留	保留

· 电机反馈报文格式：

标识符：0xB0+电机 ID 帧类型：标准帧

帧格式：DATA DLC：8 字节

数据域	DATA[0]	DATA[1]	DATA[2]	DATA[3]	DATA[4]	DATA[5]	DATA[6]	DATA[7]
内容	电机 ID	保 存 命 令	0xFF	0xFF	0xFF	0xFF	0xFF	0xFF

· 注：

- (1) DATA[0]=1 时，进行 Flash 保存。
- (2) DATA[1]=1 时，将当前位置设置绝对位置零点，并保存。
- (3) Flash 和绝对零点不可同时保存，如在发送指令中如果存在 DATA[0] 和 DATA[1] 都为 1，按照保存 Flash 处理，此时不会进行绝对零位设置。不区分 ID。

8、软件复位

· 电机接收报文格式：

标识符：0x40 帧类型：标准帧

帧格式：DATA DLC：8 字节

数据域	DATA[0]	DATA[1]	DATA[2]	DATA[3]	DATA[4]	DATA[5]	DATA[6]	DATA[7]
内容	0x01	保 留	保 留	保 留	保 留	保 留	保 留	保 留

· 注：

- (1) 不区分电机 ID，对所有电机进行软件复位
- (2) 无反馈报文

● RS485 通讯协议

- 每条指令的长度都是 11 字节；
- CRC-8 采用 CRC8-MAXIM 的计算方法。

1、驱动命令给定

- 电机接收报文格式：

- 命令：0x32/0x33

数据域	DATA[0]	DATA[1]	DATA[2]	DATA[3]	DATA[4]	DATA[5]	DATA[6]	DATA[7]
内容	命令 高 8 位	命令 低 8 位	给定 高 8 位	给定 低 8 位	给定 高 8 位	给定 低 8 位	给定 高 8 位	给定 低 8 位
数据域	DATA[8]	DATA[9]	DATA[10]					
内容	给定 高 8 位	给定 低 8 位	CRC8 值					

- 注：

- (1) 给定值与当前的电机模式对应，例如：当前电流环模式，那么给定值即为电流值。
- (2) 在电机使能后给定指令有效，且给定后会返回值。电机未使能给定无效，无返回。
- (3) 设定值公式及范围

	设定值	范围
电压	设定值 = 给定电压值 (V) * 100	0.0 ~ +/-Vbus (V)
电流	设定值 = 给定电流值 (A) * 100	0.0 ~ +/-75.0 (A)
速度	设定值 = 给定速度值 (RPM) *10	0 ~ +/-160RPM
位置	设定值 = 给定绝对位置值 (Cycles) * 100	0.0 ~ +/-50 (圈)

(4) 返回值

返回变量速度：中心轴转速，分辨率 0.1；

返回变量电流：IQ 实际反馈电流，分辨率 0.01 (即：反馈数值 / 100 为实际 IQ 电流)；

返回值绝对位置：0 – 32768；

返回值电压：系统母线电压，分辨率 0.1 (即：反馈数值 / 10 为实际母线电压)；

(5) 0x32 指令对应设置 ID1-4, 0x33 指令对应设置 ID5-8。

(6) 无电机反馈接收报文。

2、主动数据查询

· 电机接收报文格式：

· 命令：0x35

数据域	DATA[0]	DATA[1]	DATA[2]	DATA[3]	DATA[4]	DATA[5]	DATA[6]	DATA[7]
内容	命令 高 8 位	命令 低 8 位	电机 ID	查询数据 1	查询数据 2	查询数据 3	查询数据 4	保留
数据域	DATA[8]	DATA[9]	DATA[10]					
内容	保留	保留	CRC8 值					

· 电机反馈报文格式：

· 命令：0x70+电机 ID

数据域	DATA[0]	DATA[1]	DATA[2]	DATA[3]	DATA[4]	DATA[5]	DATA[6]	DATA[7]
内容	命令 高 8 位	命令 低 8 位	查询数据 1 高 8 位	查 询 数 据 1 低 8 位	查 询 数 据 2 高 8 位	查 询 数 据 2 低 8 位	查 询 数 据 3 高 8 位	查 询 数 据 3 低 8 位
数据域	DATA[8]	DATA[9]	DATA[10]					
内容	查 询 数 据 4 高 8 位	查 询 数 据 4 低 8 位	CRC8 值					

· 注：

(1) 查询数据代号参考附录 1 (反馈数据代号表)

(2) 当查询数据不在此范围时，返回 0xFFFF。

3、参数设置

· 电机接收报文格式：

· 命令：0x36

数据域	DATA[0]	DATA[1]	DATA[2]	DATA[3]	DATA[4]	DATA[5]	DATA[6]	DATA[7]
内容	命令 高 8 位	命令 低 8 位	电机 ID	参数序 号	设 置 值 BYTE0	设 置 值 BYTE1	设 置 值 BYTE2	设 置 值 BYTE3
数据域	DATA[8]	DATA[9]	DATA[10]					
内容	保留	保留	CRC8 值					

· 电机反馈报文格式：

· 命令：0x80+电机 ID

数据域	DATA[0]	DATA[1]	DATA[2]	DATA[3]	DATA[4]	DATA[5]	DATA[6]	DATA[7]
内容	命令 高 8 位	命令 低 8 位	电机 ID	参数序 号	设 置 值 BYTE0	设 置 值 BYTE1	设 置 值 BYTE2	设 置 值 BYTE3
数据域	DATA[8]	DATA[9]	DATA[10]					
内容	保留	保留	CRC8 值					

· 注：

(1) 设置的数据 $\text{data} = (\text{DATA}[7] \ll 24) | (\text{DATA}[6] \ll 16) | (\text{DATA}[5] \ll 8) | \text{DATA}[4]$

(2) 参数序号参考附录 2 (指令参数表)

4、参数读取

· 电机接收报文格式：

· 命令：0x37

数据域	DATA[0]	DATA[1]	DATA[2]	DATA[3]	DATA[4]	DATA[5]	DATA[6]	DATA[7]
内容	命令 高 8 位	命令 低 8 位	电机 ID	参数序 号	保 留	保 留	保 留	保 留
数据域	DATA[8]	DATA[9]	DATA[10]					
内容	保留	保留	CRC8 值					

· 电机反馈报文格式：

· 命令：0x90+电机 ID

数据域	DATA[0]	DATA[1]	DATA[2]	DATA[3]	DATA[4]	DATA[5]	DATA[6]	DATA[7]
内容	命令 高 8 位	命令 低 8 位	电机 ID	查 询 值 BYTE3	查 询 值 BYTE2	查 询 值 BYTE1	查 询 值 BYTE0	0xFF
数据域	DATA[8]	DATA[9]	DATA[10]					
内容	0xFF	0xFF	CRC8 值					

· 注：

- (1) 要读的数据 $\text{data} = (\text{DATA}[3] \ll 24) | (\text{DATA}[4] \ll 16) | (\text{DATA}[5] \ll 8) | \text{DATA}[6]$
- (2) 参数序号参考附录 2 (指令参数表)

5、电机状态控制命令

· 电机接收报文格式：

· 命令：0x38

数据域	DATA[0]	DATA[1]	DATA[2]	DATA[3]	DATA[4]	DATA[5]	DATA[6]	DATA[7]
内容	命令 高 8 位	命令 低 8 位	电机 ID	CMD	保留	保留	保留	保留
数据域	DATA[8]	DATA[9]	DATA[10]					
内容	保留	保留	CRC8 值					

· 电机反馈报文格式：

· 命令：0xA0+电机 ID

数据域	DATA[0]	DATA[1]	DATA[2]	DATA[3]	DATA[4]	DATA[5]	DATA[6]	DATA[7]
内容	命令 高 8 位	命令 低 8 位	电机 ID	控 制 模 式	CMD	校 准 状 态	故 障 码	报 警 码
数据域	DATA[8]	DATA[9]	DATA[10]					
内容	0xFF	0xFF	CRC8 值					

· 注：

- (1) CMD=0，保留；CMD=1，电机失能；CMD=2，电机使能。
- (2) 校准状态：=1，校准成功；=0，校准失败。
- (3) 在校准失败或者有故障码的情况下，电机是不会响应给定指令的。

6、参数保存

· 电机接收报文格式：

· 命令：0x39

数据域	DATA[0]	DATA[1]	DATA[2]	DATA[3]	DATA[4]	DATA[5]	DATA[6]	DATA[7]
内容	命令 高 8 位	命令 低 8 位	电机 ID	保存命令	设置绝对 值零位	保留	保留	保留
数据域	DATA[8]	DATA[9]	DATA[10]					
内容	保留	保留	CRC8 值					

· 电机反馈报文格式：

· 命令：0xB0+电机 ID

数据域	DATA[0]	DATA[1]	DATA[2]	DATA[3]	DATA[4]	DATA[5]	DATA[6]	DATA[7]
内容	命令 高 8 位	命令 低 8 位	电机 ID	保 存 命 令	0xFF	0xFF	0xFF	0xFF
数据域	DATA[8]	DATA[9]	DATA[10]					
内容	0xFF	0xFF	CRC8 值					

· 注：

(1) DATA[3]=1 时，进行 Flash 保存。

(2) DATA[4]=1 时，将当前位置设置绝对位置零点，并保存。

(3) Flash 和绝对零点不可同时保存，如在发送指令中如果存在 DATA[3] 和 DATA[4] 都为 1，按照保存 Flash 处理，此时不会进行绝对零位设置。

7、软件复位

· 电机接收报文格式：

· 命令：0x40

数据域	DATA[0]	DATA[1]	DATA[2]	DATA[3]	DATA[4]	DATA[5]	DATA[6]	DATA[7]
内容	命令 高 8 位	命令 低 8 位	0x01	保留	保留	保留	保留	保留
数据域	DATA[8]	DATA[9]	DATA[10]					
内容	保留	保留	CRC8 值					

· 注：

(1) 不区分电机 ID，对所有电机进行软件复位

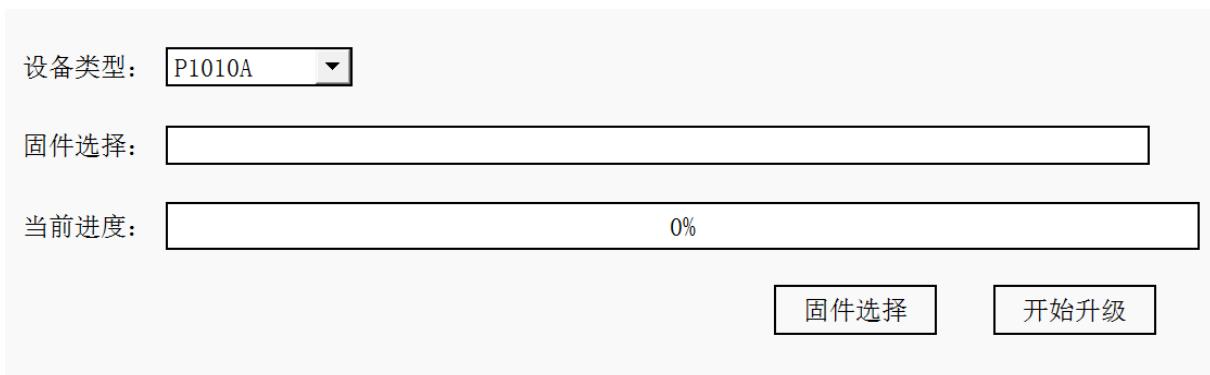
(2) 无电机反馈报文

固件升级

- 1、将 USB 转串口工具与电机相连，然后工具再通过 TYPE-C 线连接到电脑。
- 2、打开上位机 DDT_MC_TOOL，选择好对应的端口、设备 ID、通讯方式后，点击“打开”。

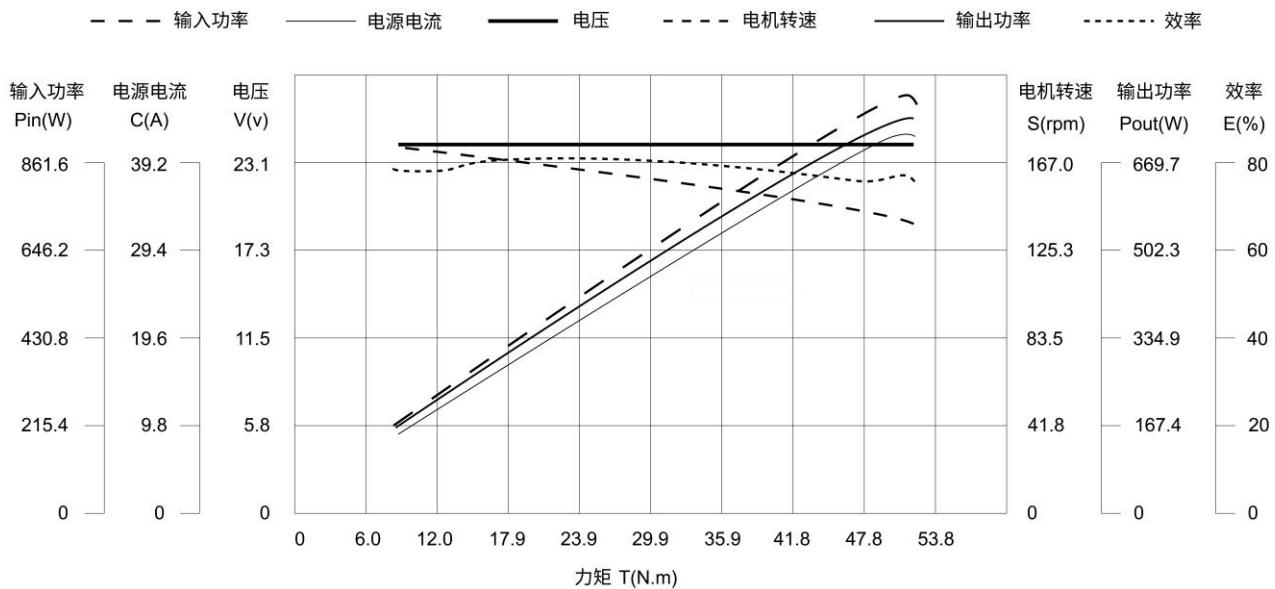


- 3、打开后点击“OTA 升级”页面，设备类型选择“P1010A”或“P1010B”。
- 4、点击“固件选择”，选择要升级的固件后，点击“开始升级”即可开始升级。

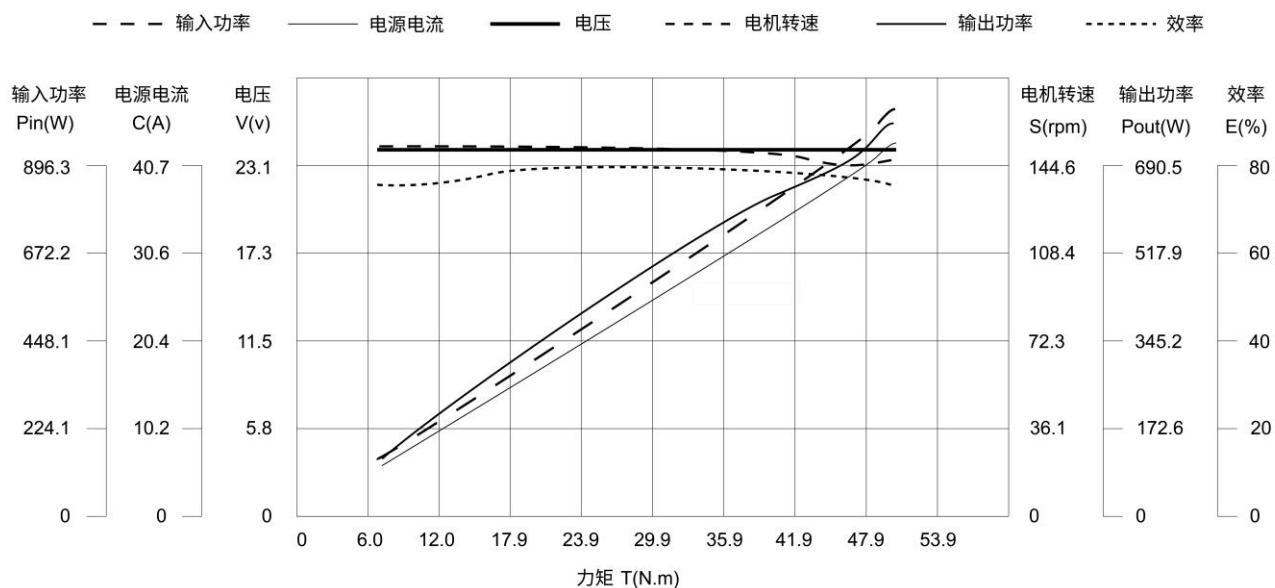


电机参数

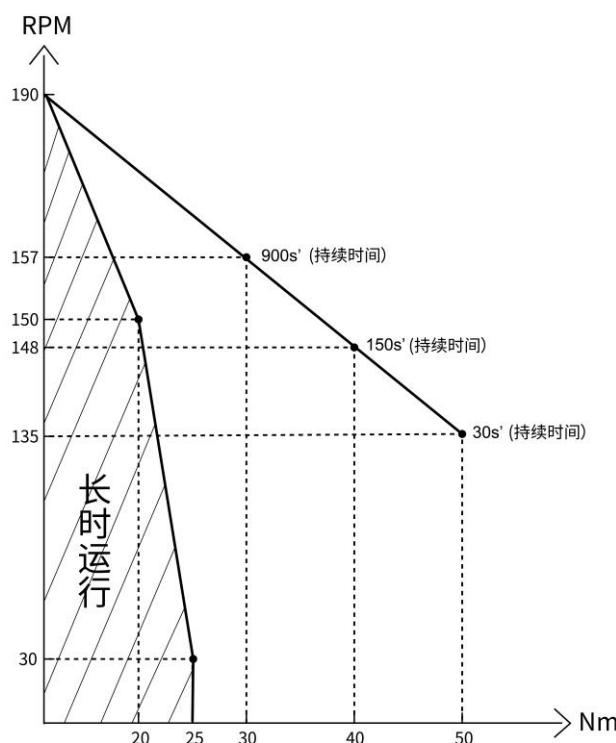
- 电流环负载特性曲线（24VDC 下测得）



- 速度环 150RPM 负载特性曲线（24VDC 下测得）



· 工作范围 (24VDC 下测得)



注：以上数据由本末实验室室温条件下测得

· 电机参数明细表（24VDC 下测得）

电调测试电机参数	
空载转速 (电流环)	190RPM±5%
空载电流 (电流环)	≤1.6A
额定转速	150±3RPM
额定转矩	20Nm
额定电流 (母线)	16A±0.5A
额定电压	24VDC
电压范围	18-36VDC
最大效率	≥75%
过载扭矩	≥50Nm
过载电流(母线)	≥40A
转矩常数	1.2Nm/A
防护等级	IP2X
噪音	≤65dBA (检验依据 GB/T 4214.1-2017, 150rpm 转速下)
绝缘等级	F
电机重量	1.4Kg
编码器位数	15 位 (转子位置检测) + 15 位 (绝对位置检测)
电机控制方式	FOC
轴向最大负载	300N
径向最大负载	1500N
轴承基本额定静载荷	8080N
使用环境温度	-20 ~ 50°C
转子惯量	5350g·cm^2
减速比	10: 1
背隙	< 8arcmin

附录

● · 附录 1 (反馈数据代号表)

1: 中心轴速度*10	8: 电机绕组温度
2: 母线电流*100	9: 当前模式
3: IQ*100	10: 当前系统电压*10
4: 转子位置 (0-32768)	11: 当前转的圈数累计*100
5: 故障信息	12: 当前系统状态
6: 警告信息	13: 绝对位置 (0-32768)
7: MOS 温度	14: 相电流最大值*100

● · 附录 2 (指令参数表)

(类型参考: 1=unsigned int 2=signed int 3=float x=未知)

序号	参数	类型	范围	注释
0	保留	x		
1	版本号	1	None	只读。 Bit13-12:日期, Bit11-9:硬件大版本, Bit8-6: 硬件小版本, Bit5-3:软件大版本, Bit2-0: 软 件小版本。 如: 230409 硬件 1.1 软件 1.1 值应写为: 0x38409 249
2	序列号	1		产品序列号
3	初 始 相 位	1	0-32768	只读
4	编 码 器 码 数	1	0-32768	只读
5	PWM 频 率	1	None	单位 Hz, 只读。
6	校 准 最 大 相 电 流	3	None	单位 A, 只读, 接收数据 / 100 即等于实际电流。
7	母 线 过 流 点	3	1. 0-45. 0	单位 A, 只能在电机失能时设置。 实际发送数据=想要设置的值*100。 默认 50A。

8	绝对值零位值	1	0-32768	只读。绝对值编码器相对于用户设置的绝对值零位的偏移量值。
9-10	保留	x		
11	故障屏蔽	1	None	Bit31-Bit0 每个位可屏蔽不同的故障（目前仅 bit15-bit0 有效），具体位对应的描述见表 2。默认 0。
12	保留	x		
13	用户零位	1	0-32768	当前位置（转子位置）设置为用户零点。 位置闭环使用此零位。 默认 0。
14-16	保留	x		
17	位置前馈使能	1	None	暂未启用。
18	速度前馈使能	1	None	暂未启用。
19	力矩前馈使能	1	0/1	只能在电机失能时设置，否则指令无效，无返回。 0-失能，1-使能， 默认使能。
20	陷波器使能	1	None	暂未启用。
21	保留	x		
22	总线心跳使能	1	0/1	使能后，在设定的时间内（序号：47）内，无通信，会报错。 0-失能，1-使能， 默认失能。
23	保留	x		
24	位置规划使能	1	0/1	位置环模式分为带曲线规划（T型）和不带曲线规划。 0-失能，1-使能， 默认使能。
25-27	保留	x		
28	电机工作模式	1	0-4	电机工作模式设置：0 电压开环 1: MIT(暂未实现) 2: 电流环 3: 速度环 4: 位置环， 只能在电机失能时设置，超出范围时指令无效， 无返回。 默认 2，即电流环模式。
29-41	保留	x		
42	电机 ID	1	1-8	只能在电机失能时设置，超出范围时指令无效，

				无返回。 默认 1。
43	CAN 波特率	1	Bit7-bit 4: 0/1 Bit3-Bit 0:1-11	Bit7-bit4: 0: 普通 CAN; 1: CANFD; Bit3-Bit0: 1:500K; 2:1M; 3:5M; 只能在电机失能时设置, 超出范围指令无效, 无返回。设置完成保存参数掉电重启生效。 默认 CAN-1Mbps, 超过 0x13, 按照默认值来处理。 (注: 当前硬件版本最大支持 5M)
44	SCI 通信波特率	1	0-7	暂未启用
45	SCI 通信模式	1	0-2	暂未启用
46	保留	x		
47	心跳时间	1	5-1000	单位: ms, 只能在电机失能时设置, 超出范围会被限制。最大 1000, 最小 5, 默认 1000。
48-54	保留	x		
55	ADC 基准允许误差	1	0-248	驱动板上电时 ADC 输出相对于 1.65V 基准的最大误差: $248/4095 \times 3.3 = 0.1998V$ 设置完成之后保存, 掉电重启生效。 默认 200。
56-60	保留	x		
61	额定电流	3	1-45	用于判断过载使用, 过载 1.5 倍时 900S 保护, 2 倍时 150S 保护, 2.5 倍时 30S 保护。 实际发送数据=想要设置的值*100 只能在电机失能时设置, 超范围设置无效, 无返回。 默认 23A。
62	极对数	1	1-30	只读
63	保留	x		
64	转动惯量	1	None	暂未启用。
65-73	保留	x		
74	位置环	3		实际发送数据=想要设置的值*100。

	Kp			默认 6600。
75	位置环 Ki	3		实际发送数据=想要设置的值*100。 默认 0。
76	位置环 Kd	3		实际发送数据=想要设置的值*100。 默认 10000。
77	位置规划最大速度	1	1-转速限制值	位置曲线模式下有效，位置环执行频率 20K。 默认 100。
78	位置规划加速度	1	1-转速限制值	位置曲线模式下有效，位置环执行频率 20K。 默认 100。
79	位置规划减速度	1	1-转速限制值	位置曲线模式下有效，位置环执行频率 20K。 默认 100。
80-81	保留	x		
82	速度环算法选择	1	0-1	0:PID 1:LADRC。 默认 1，即选择 LADRC 算法。
83	电压开环加速度	1	1-1500	电压开环执行频率 20K。 默认 1000。
84	速度环加速度	1	1-1800	速度环执行频率 20K。 默认 300。
85	电流环加速度	1	1-6000	电流环执行频率 20K。 默认 800。
86-87	保留	x		
88	转速限制	1	1-160RPM	实际发送数据=想要设置的值。 默认 160。
89	第一速度环 Kp	3		实际发送数据=想要设置的值*100。 默认 350。
90	第一速度环 Ki	3		实际发送数据=想要设置的值*100。 默认 150。
91	第一速度环 Kd	3		实际发送数据=想要设置的值*100。 默认 0。
92	第二速度环 Kp	3		实际发送数据=想要设置的值*100。 默认 350。

93	第二速度环 Ki	3		实际发送数据=想要设置的值*100。 默认 150。
94	第二速度环 Kd	3		实际发送数据=想要设置的值*100。 默认 0。
95	速度环切换点	1	1-转速限制值	大于速度环切换点，切换第二套 PID 参数； 小于切换点使用第一套 PID 参数； 默认两套参数一样 切换点默认 500。
96	LADR-b0	3		LADR 是速度环的一种算法， LADR_b0, LADR_Omega 是算法中的调节量， LADR_Omega 不变时，LADR_b0 越大，整个跟随系统对超调的抑制效果越差，太小会引发速度环给出的 IQ 值震荡；LADR_Omega 调节的是整个系统的跟随度，越大速度环带宽越高，跟随度越高。 实际发送数据=想要设置的值*100。 LADR-b0 默认 90000。 LADR-Omega 默认 15000。
98	第一陷波器频率	3	None	暂未启用
99	第一陷波器幅值	3	None	暂未启用
100	第一陷波器宽度	3	None	暂未启用
101-103	保留	x		
104	电流环 Kp	3		只读，写无效。 目前程序中使用带宽以及电阻电感参数自动计算，调整带宽、电阻、电容参数可修改此值。 $K_p = L * \text{电流环带宽}$
105	电流环 Ki	3		只读，写无效。 目前程序中使用带宽以及电阻电感参数自动计算，调整带宽、电阻、电容参数可修改此值。

				$K_i = R * \text{电流环带宽}$
106	电 流 环 前 馈 系 数	3	0~0.01	实际发送数据=想要设置的值*1000。 默认 0.005。
107	保 留	x		
108	电 流 环 给 定 滤 波 带 宽	1	None	暂未启用
109	Iq 限流 值	3	1 - 最 大 电机相电 流	单位 A, 实际发送数据=想要设置的值*100。 默认 64A。
110-11 2	保 留	x		
113	电 机 过 温 保 护 值	1	80~120	实际发送数据=想要设置的值。 默认 120。
114-11 5	保 留	1		
116	过压值	1	18~70	单位 VDC, 实际发送数据=想要设置的值。 默认 60。
117	欠压值	1	18~70	单位 VDC, 实际发送数据=想要设置的值。 默认 18。
118	相电阻	3		单位: R, 实际发送数据=想要设置的值*1000。 默认 25。
119	相电感	3		单位:H, 实际发送数据=想要设置的值*1000000。 默认 20000。
120	电 流 环 带 宽	1	200~2000	实际发送数据=想要设置的值。 默认 1600。
121-24 8	校 准 表	2		不允许读写
249	保 留	x		
250	最 大 电 机 相 电 流	3	1~85	单位: A, 实际发送数据=想要设置的值*100。 默认 85A。
251	三 相 电 流 最 大	3	1~20	单位: A, 实际发送数据=想要设置的值*100。 默认 15A。

	差值			
252-25 4	保留	x		
255	结束标识符	1		只读

● · 附录 3 (屏蔽位含义)

序号	范围	含义
Bit0	0/1	=1, 屏蔽欠压故障
Bit1	0/1	=1, 屏蔽过压故障
Bit2	0/1	=1, 屏蔽总线掉线故障
Bit3	0/1	=1, 屏蔽母线过流故障 (母线为估计电流, 可能会存在误报)
Bit4	0/1	=1, 屏蔽 ADC 偏移过大故障
Bit5	0/1	=1, 屏蔽过载故障
Bit6	0/1	=1, 屏蔽位置传感器故障
Bit7	0/1	=1, 屏蔽超速故障
Bit8	0/1	=1, 屏蔽 MOSFET 过热故障
Bit9	0/1	=1, 屏蔽 MOTOR 过热故障
Bit10	0/1	=1, 屏蔽 “三相不平衡” 故障
Bit11	0/1	=1, 屏蔽 “相电流过流” 故障
Bit12-Bit31	None	保留

● · 附录 4 (系统状态位含义)

序号	范围	含义
Bit0	0/1	=1, 伺服使能 =0, 伺服未使能
Bit1	0/1	=1, 有故障 =0, 无故障
Bit2	0/1	=1, 有警告 =0, 无警告
Bit3	0/1	=1, 电机正传 =0, 电机反转
Bit4	0/1	=1, CAN 通信心跳使能 =0, CAN 通信心跳未使能
Bit5	0/1	=1, 曲线规划使能 =0, 曲线规划未使能
Bit6	0/1	=1, 伺服准备好 =0, 未准备好
Bit7	0/1	=1, 校准正在运行 =0, 校准未运行

Bit8	0/1	=1, 校准成功 =0, 校准未成功 (校准未成功时, 无法启动电机)
Bit9	0/1	=1, Flash 保存失败 =0, Flash 保存成功
Bit10-Bit31	0/1	保留

● · 附录 5 (故障码含义)

故障	故障码	触发条件	说明
总线掉线	1	当使能了总线心跳, 且未在设置的时间内接收到 CAN 指令, 检测周期: 1ms	
母线过压	2	母线电压大于设置的欠压值, 检测周期: 1ms	
母线欠压	3	母线电压小于设定的值持续 100ms, 检测周期: 1ms	
过流	4	电流大于设定的电流, 检测周期: 1ms	可能发生的问题: 1. 母线电流大 2. 缺相 3. MOS 损坏 4. 其它
ADC 偏移量过大	5	相对于 1.65 基准偏差大于设置的值, 只在初始化的时候检测	
位置错误	6	读到位置信号连续多次错误	
过载	7	大于设定的额定电流值, 持续一定的时间	
超速	8	大于转速限制 1.5 倍	
MOS 过热	9	MOS 温度 100 度	可能的原因 1. 持续运行过热 2. MOS 损坏
电机过热	10	电机温度大于设定的值	可能的原因 1. 持续运行过热 2. MOS 损坏
过流	11	电流大于设定的电流, 检测周期: 50us	三相电流不平衡
过流	12	电流大于设定的电流,	相电流过大

		检测周期: 50us	
--	--	------------	--

● · 附录 6 (报警码含义)

警报	警报码	触发条件
Flash 操作失败	101	写 Flash 失败
校准失败	102	校准发生错误
电机温度传感器断线	103	温度传感器未接或者断线
磁编磁场弱	104	磁编内部检测报警信息
磁编超速	105	磁编内部检测报警信息
电机高温	106	大于 100°
MOS 高温	107	大于 80°

- 注：在不重新上电的情况下，警报可自动恢复，故障不可自动恢复；
可通过设置参数表中第 11 个参数（故障屏蔽）进行故障屏蔽。

变更履历

变更内容	变更人员	版本信息	日期
初版修订	项目组	V1.0	2024/05/14
1、安装螺纹旋入深度由 6mm 调整为 5mm; 2、对规格书的尺寸附图进行调整。	卢旺	V1.1	2024/05/22
1、修改速度环范围错误; 2、修改位置环指令描述; 3、更换计算方法，修改转矩常数。	项目组	V1.2	2024/09/24



directdrive.com

广东省东莞市松山湖大学路11号一号楼9层

9th Floor, Building 1, No. 11, Songshan Lake University Road, Dongguan City, Guangdong Province