
**负载能力:**

电源范围 VDD: 12 ~ 48 VDC

最大输出电源: 95% VDD

 最大连续电流 I<sub>c</sub>: 5 A

 最大峰值电流 I<sub>p</sub>: 10 A

**工作温度 / 储存温度:**

MLDS 3605-C : -10 ~ 70 °C / -40 ~ 85 °C

**控制模式:**

位置、速度、转矩、放大器 (带 IxR 补偿)

**反馈元件:**

3CH 增量式编码器, 4 倍频解码

**适用电机:**

直流有刷伺服电机

**通讯口:**

CAN 总线

**控制指令:**

- 数字指令 (CAN)

**数字 I/O:**

- 3 个输入: EN 启停, 正、负限位
- 1 个输出: FAULT 保护输出

**保护:**

- 过流, 过载
- 过压, 欠压
- 失控

**1. 技术参数表:**

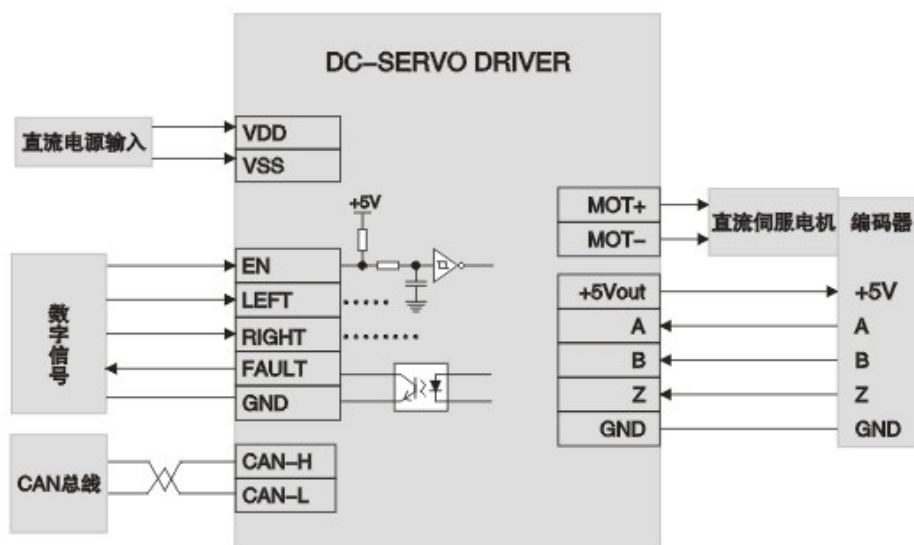
参数	标号	参数值	单位
功率级 PWM 开关频率	f <sub>pwm</sub>	50	KHz
电流环采样率	f <sub>sample</sub>	50	KHz
速度环带宽	WB <sub>velocity</sub>	1	KHz
位置环带宽	WB <sub>position</sub>	500	Hz
静态电流	I <sub>standby</sub>	65 @24V	mA
编码器电源驱动能力	P <sub>out</sub>	100mA @ 5V	
定位精度		± 1 个编码器分辨率 (4 倍频后)	
通讯端口	CAN2.0B	500 (1000, 250, 125, 100, 50, 20)	kbps

欠压保护	V <sub>under</sub>	10.5	V
过压保护	V <sub>over</sub>	54	V

## 2. 端口定义

VDD	驱动器电源(+20~30V)	输入	电源
VSS	驱动器电源地	输入	
MOT+	电机驱动信号正	输出	电机
MOT-	电机驱动信号负	输出	
CAN_H	CAN 信号线	输入输出	CAN2.0B
CAN_L	CAN 信号线	输入输出	
LEFT	左限位输入信号	输入	控制信号
RIGHT	右限位输入信号	输入	
EN	外部使能控制(高电平有效)	输入	
FAULT	故障输出(集电极开路)	输出	
GND	控制信号地	输入	
+5Vout	编码器正电源	输出	编码器
A+	编码器信号 A 通道 +	输入	
B+	编码器信号 B 通道 +	输入	
Z+	编码器信号 Z 通道 +	输入	
GND	编码器电源地	输出	

## 3. 接线图



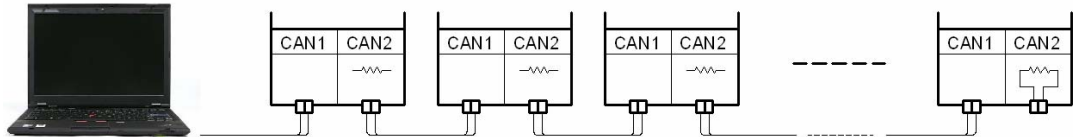
## 4. CAN 总线连接

(1) 驱动器采用 CAN2.0B 通讯协议

- (2) 波特率有 1000, 500, 250, 125, 100, 50, 20kbps 七种。1000kbps 波特率时理论最大传输距离为 40 米, 5kbps 时理论最大传输距离为 1 万米。出厂默认设置为 500kbps。
- (3) 总线上的节点个数最多为 127 个。0 号节点为群呼, 1 号为上位机主节点, 驱动器节点范围为 2~127。
- (4) 驱动器节点设定方式为软件设定。
- (5) 默认节点为 127 (0x7F), 除非用户订货时声明, 需要预写节点编号。预写的编号在驱动器外壳的条形码上标示。如图:



(6) 驱动器提供两组 CAN 接口。第一组是信号线, 第二组除信号线外, 还有 120 欧姆终端电阻接口。用于级联组网时, 中间节点驱动器的两组信号线可以一进一出; 在终端节点的驱动器处, 把第二组接口的 120 欧姆终端电阻分别连到信号线上即可。如下图:



(7) 通讯协议请向铭朗科技销售人员索取。

## 5. 编码器连接

驱动器提供编码器电源, 负载能力 100mA@5V。用户需要确定编码器电源负载不超过 100mA, 否则可能损坏驱动器。A, B 通道为正交输入接口, Z 通道为基准零位输入。编码器的信号形式包括 5V 差分、单端电压、集电极开路、线驱动等。驱动器对编码器进行 4 倍频解码。如 500 线的驱动器, 驱动器解析为 2000 个位置。

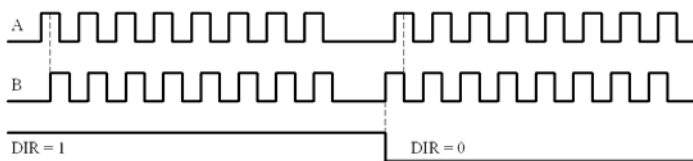
如果编码器输出为单端信号, 可直接和驱动器的对应端口相连;

如果编码器输出为差分信号, 则将编码器的 A+, B+ 通道分别接入驱动器的 A, B 端口。

单端输出的编码器抗干扰性差, 传输距离短。一般不超过 1 米。

编码器输入的最高频率为 200kHz。

驱动器对编码器反馈的方向定义:



## 6. 指令信号源输入

### (1) CAN 总线

数字指令可以作为所有控制模式的指令信号源。

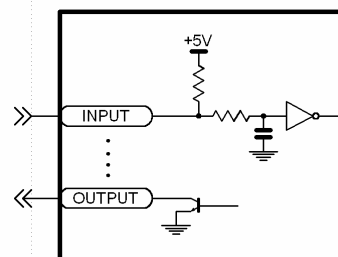
具体操作请参考通讯协议。

## 7. 数字信号输入

所有数字信号输入端口在悬空时均为高电平 (如右图)。

### (1) EN

使能端口。在任何模式下都有效, 具有最高优先级。高电平时, 驱动器加载电机。低电平时, 驱动器释放电机, 电机处于无力矩状态。此信号



在悬空时为高电平状态，这时驱动器向电机加载。

当 EN 端口处于低电平时，使用驱动器内部加载电机指令“ENA”无效，处于释放电机“DIS”状态。

#### (2) Pos LMT / Neg LMT

正/负限位端口。详细使用请参见标题“11. 关于限位”。

### 8. 数字信号输出

数字输出信号均为 OC（集电极开路）输出。

输出端口需要外接上拉电阻才能有电平输出。上拉电平范围为+5~30VDC。端口最大吸收电流为5mA。在选择上拉电阻时，请保证端口的吸收电流不能超过5mA。

#### (1) FAULT

保护输出端口。当驱动器产生报警、保护动作时，该端口输出低电平。该端口的状态和报警指示灯的状态同步。

### 9. LED 状态指示灯

驱动器有两个状态指示灯：绿色指示灯和红色指示灯。

绿色指示灯：电源和 CAN 通讯状态指示灯。系统上电后，绿色指示灯点亮。成功接收到 CAN 通讯指令，绿色指示灯闪烁一次。

红色指示灯：系统故障报警或故障保护指示灯，和 FAULT 端口同步。有报警或故障时，指示灯点亮。

### 10. 关于寻零

寻零有两种方式：开机自动寻零、指令寻零。可以设定寻零范围（-Z<sub>RANG1</sub>，Z<sub>RNG2</sub>）、寻零速度、机械偏差。

(1) 零位信号输入：零位信号从编码器 Z 通道输入

(2) 寻零动作：首先向正向寻零，如果到 Z<sub>RNG2</sub> 位置未能检测到零位信号，电机将从 Z<sub>RNG2</sub> 位置向 -Z<sub>RANG1</sub> 运转继续寻零。

(3) 检测零位信号后，可以人为设定机械偏差，修正零位。

(4) 零位信号检测成功后，电机将运行至修正后的零位处。

(5) 寻零范围（-Z<sub>RANG1</sub>，Z<sub>RNG2</sub>）是一组相对值。开机寻零时，“寻零范围（-Z<sub>RANG1</sub>，Z<sub>RNG2</sub>）”是相对于开机位置的范围；指令寻零时，“寻零范围（-Z<sub>RANG1</sub>，Z<sub>RNG2</sub>）”是指相对于当前位置的范围。当检测到零位，经过机械偏差修正，将重新定位零位。

(6) 有效信号：正向寻零时，驱动器识别 Z 信号的下降沿有效；负向寻零时，识别 Z 信号的上升沿有效。

(7) 在寻零过程中，如果遇到限位信号有效，则停止在该方向的寻零，自动转向另一方向寻零。

(8) 在寻零过程中，任何指令均无效。

(9) 如果寻零失败，驱动器把开机位置作为基准零点。

(10) 无论是否成功，寻零过程结束后，驱动器都将自动转入正常工作状态。

### 11. 关于限位

本驱动器有两种限位方式：硬件限位、软件限位。

硬件限位，即通过外部端口 Neg LMT、Pos LMT 输入。

软件限位，即内部设定 Neg LMT、Pos LMT 的限位位置值。

硬件限位信号被识别后，可以从驱动器读取限位信号对应的位置。

这两种限位可以分别通过指令选择是否启用。当两种限位方式均被启用时，以先到的限位优先起作用。

(1) 位置模式时：

硬件限位信号均为下降沿有效，驱动器检测到限位信号后，记录限位信号对应的位置，将电机锁定在限位位置上，此时，只能接收相反方向的移动指令。硬件限位有效时，电机可能会过冲一定距离，驱动器会将电机调整到限位位置，并保持电机加力。硬件限位对应的位置值可以从驱动器读取。

启用软件限位时，系统接收的目标位置指令不能超过限位位置，如果超过限位位置，将自动将目标位置调整为限位位置，电机运动到限位位置自动停止。

(2) 其它模式时:

启用硬件限位时，限位信号低电平有效。驱动器检测到限位信号后，将目标值置为零，直至接到相反方向的运转指令。驱动器如果能检测到编码器，则硬件限位对应的位置值可以从驱动器读取。

启用软件限位时，驱动器如果能检测到编码器反馈，电机到达限位位置后，将目标值置为零，直至接到相反方向的运转指令。驱动器如果不能检测到编码器反馈，等同于软件限位无效。

## 12. 电流控制

本驱动器有两种电流控制机制：限流模式和过流保护模式，这两种模式可以通过指令 SIPM 选择。

SIPM 1: 过载保护模式；SIPM0 或 SIPM2~255: 限流保护模式。

(1) 过流保护模式

当绕组电流超过最大连续电流的时间大于保护延迟时间，驱动器将产生过载保护。过载的时间计量以电流低于最大连续电流的 0.8 倍时结束。

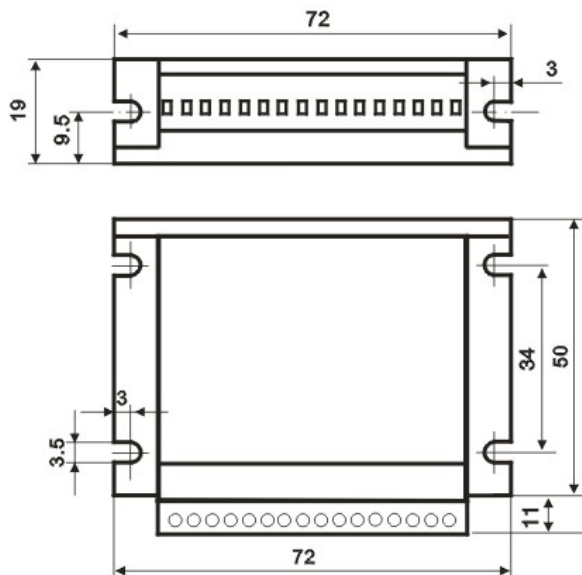
当绕组电流达到最大峰值电流时，驱动器将产生过流保护。

(2) 限流模式

当绕组电流达到最大峰值电流后，驱动器将限制绕组电流不超过最大峰值电流，经过保护延迟时间后，仍不能降低最大连续电流以下，将强制限流到最大连续电流。绕组电流连续超过最大连续电流的时间大于堵转保护时间后，电流仍不能下降到最大连续电流的 0.8 倍以下，驱动器将产生速度失控保护。

在限流模式下，一般不会产生电流保护。

## 13. 外形尺



## 14. 故障保护与复位

(1) 安全级别

保护机制分为三个安全级别：报警、自恢复和状态锁存。各级别保护机制如下：

**报 警：** 驱动器继续工作，标志置位，FAULT 信号输出；当保护条件消失后，驱动器自动恢复正常工作，标志清除，FAULT 信号恢复正常。

**自 恢 复：** 驱动器释放电机，标志置位，FAULT 信号输出；当保护条件消失后，驱动器自动恢复正常工作，标志清除，FAULT 信号恢复正常。

状态锁存：驱动器释放电机，标志置位，FAULT 信号输出；故障标志只能通过发送 DIS 指令或外部 EN 信号置低清除。

(2) 故障保护依据

过流保护：参照章节“12.电流控制”；

过载保护：参照章节“12.电流控制”；

过压/欠压保护：参照章节“1. 技术参数表”；

失控保护：驱动器无法控制电机按照设定的指令运行，将产生保护。

(3) 故障信息列表

保护类别	安全级别	关断 PWM 输出	FAULT 输出
过流保护	状态锁存	是	是
欠压保护	状态锁存	是	是
过压保护	状态锁存	是	是
速度失控保护	状态锁存	是	是
过载保护	状态锁存	是	是
EEPROM 出错保护	状态锁存	是	是

注：故障状态被锁定后，驱动器将停止功率输出；使用 DIS 指令或者外部使能置低，可以清除所有故障标志。

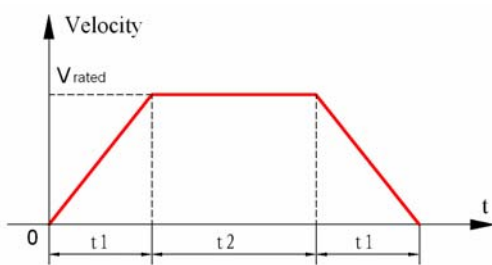
## 15. 应用说明

驱动器在使用前，应当设定好参数、控制模式和信号源。对应表如下：

控制模式	信号源	设置指令
位置模式	数字指令 (CAN)	SMOD256
速度模式	数字指令 (CAN)	SMOD0
转矩模式	数字指令 (CAN)	SMOD512
放大器模式	数字指令 (CAN)	SMOD768

(1) 位置模式应用

数字指令 (CAN)：驱动器根据额定速度  $V_{rated}$ 、加速度  $A (r/s^2)$ 、目标位置构建梯形曲线。



图中  $V_{rated}$  表示额定速度。 $t1$  表示加减速时间。 $t2$  表示匀速时间。

$$P = V_{rated} * (t1 + t2)$$

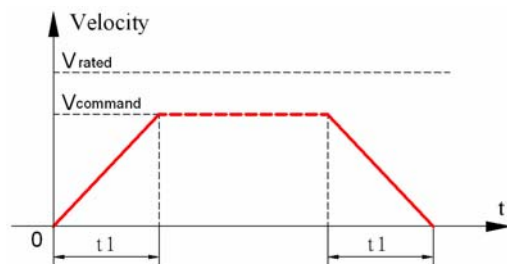
$$V_{rated} = 60 * A * t1$$

设置目标位置时，可以使用相对位置和绝对位置。

加速和减速使用同一个加速度。

处于停止状态时，电机有制动力。

(2) 速度模式应用



在信号源为数字指令时，速度曲线由加速度  $A(r/s^2)$  和指令速度构建，如左图。

$$V_{command} = 60 * A * t1$$

在任何信号源时，指令速度不能超过设定的额定速度。当超过时，驱动器按设定的额定速度运行。

处于停止状态时，电机有制动力。

(3) 转矩模式应用

在转矩模式下，转矩曲线的构建完全由电流环的 PID 参数决定。和加速度无关。

该模式不需要反馈元件。但是如果有编码器接入，可以解析电机转速和位置信息。

当指令值为零时，驱动器释放电机，电机处于无力矩状态。

#### (4) 放大器模式应用

在放大器模式下，加速度 A 有效：单位为  $1\%/s^2$

右图中，Am 表示目标百分比。

$$Am = A * t1$$

当  $A \geq 100$  时，加速度无效。驱动器将直接输出占空比。

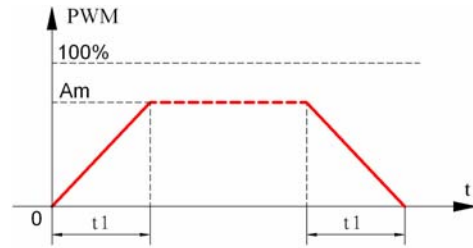
容易产生过流保护。

在该模式下，可以设置 IxR 补偿参数(指令 SIR)。设置了

IxR 补偿参数，驱动器将补偿电机绕组上的阻性压降。可以解决低速情况下，负载增大失速的问题。这时，放大器模式即为无反馈的速度模式。

该模式不需要反馈元件。但是如果有编码器接入，可以解析电机转速和位置信息。

当指令值为零时，驱动器释放电机，电机处于无力矩状态。



## 16. 参数设置

### (1) 出厂默认参数及参数范围表

指令 + 出厂默认参数	功能描述	参数范围
ENA	内部使能有效	
SMOD0	速控模式，信号源数字指令	
SCBD500000	CAN 通信波特率 500000bps	
SPC10000	峰值电流 10A	0 ~ 10000mA
SCC5000	连续电流 5A	0 ~ 5000mA
A50	加速度 50 RPS <sup>2</sup>	1 ~ 32767 RPS <sup>2</sup>
P2000	比例系数 2000	0~32767
I1000	积分系数 1000	0~32767
D0	微分系数 0	0~32767
MK125	速度前馈系数 125	0~32767
MP1000	位置比例系数 1000	0~32767
MI0	位置积分系数 0	0~32767
MD0	位置微分系数 0	0~32767
Ap100	电流比例系数 100	0~32767
Ai10	电流积分系数 10	0~32767
Ad0	电流微分系数 0	0~32767
SSP5000	额定转速 5000RPM	1~2100000000 RPM
SPE0	禁用软件位置限制	
SPH2000000000	设置位置范围上限	0~2100000000
SPL-2000000000	设置位置范围下限	-2100000000~0
SPHE0	禁用硬件位置限制	
ENC2000	编码器分辨率 2000 (500 线)	4~2100000000
SPT3000	设置延迟保护时间 3000ms	1~30000 ms
SPOF0	设置开机寻零标志	
SOV100	设置开机寻零时的速度 (100RPM)	
SOP1000	设置开机寻零时的寻零范围 (-1000~+1000)	
SORG0	设置零位信号与机械零位的偏差值 (0)	

(2) 参数设定后，首先保存在 RAM 中，驱动器断电前有效。要长期保存在 EEPROM 中，需要输入 ESA 指令。一次输入 ESA 指令，将保存所有参数，不必每设置一个参数，用 ESA 指令保存一次。

(3) 使用《运控管理系统》软件。通过 CAN 总线，将驱动器连接到计算机上，用户可以方便地进行参数设置和调试。

## 17. 关于《运控管理系统》

《运控管理系统》软件由本公司自主研发，是专门用于调试本公司驱动器的可视化工具。

主要功能有：参数设置，运行状态查看、PID 调试，运行曲线观测等。

本软件支持通过 CAN 总线连接驱动器。连接软件的 CAN 设备需要本公司指定，否则可能无法连接驱动器。

## 18. 关于 PID 调试

(1) 驱动器的 PID 调试本着由内环向外环调试的原则。即先调电流环（转矩环），再调速度环，最后调位置环。

(2) 在本公司提供的《运控管理系统》上调试，可以直观地查看调试效果。

(3) 各个参数的含义：

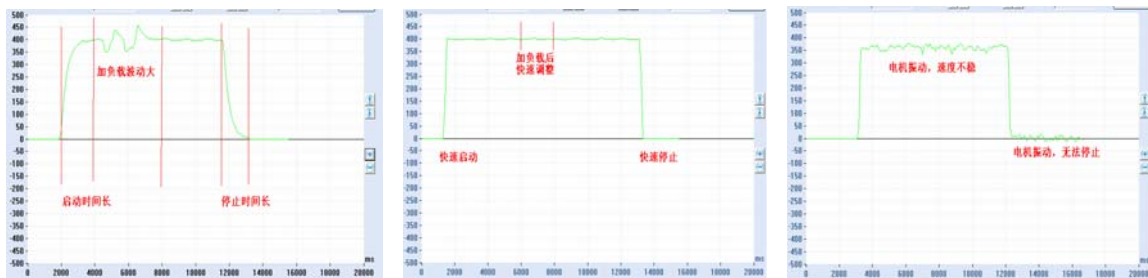
P：比例系数。I：积分系数。D：微分系数。

(4) 以速度环为例，以下是各种情况下的运行曲线截图：

A、参数小，加减速慢，抖动

B、刚性较强，启动、制动迅速

C、刚性过大，电机振动



(5) 内部波形发生，三角波、方波、正弦波

## 19. 常见问题

(1) 参数保存

在调试过程中下载的参数，如果不通过 ESA 指令保存，掉电后将丢失！

(2) ENA/DIS 指令和外部使能信号 EN 的关系

外部使能信号 EN 的优先级最高。当它为低时，ENA/DIS 指令无效；当它为高时，ENA/DIS 指令操作有效。

(3) SBS 急停指令

电机在运转中需要急停时，可用 SBS 指令。但此指令在重负载和高速度时使用会对电机和驱动器不利，严禁经常使用；解除急停状态，可使用 CBS 指令或将驱动器重新加电。

(4) 读取速度指令 GV

驱动器速度分辨率为 1RPM。电机在运转中的速度小于 1RPM 时，通过 GV 指令读取的速度均为 1RPM，只有电机停止运转或处于制动状态，读取的速度才会为 0。

(5) ESA 指令

在使用 ESA 指令存储参数时，应将电机停止运转，否则可能会出现短暂失调现象。



## 21. 本说明书升级记录

序号	修改日期	修改内容	修改后版本号
1			
2			
3			