
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_c: 5 A

 最大峰值电流 I_p: 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:

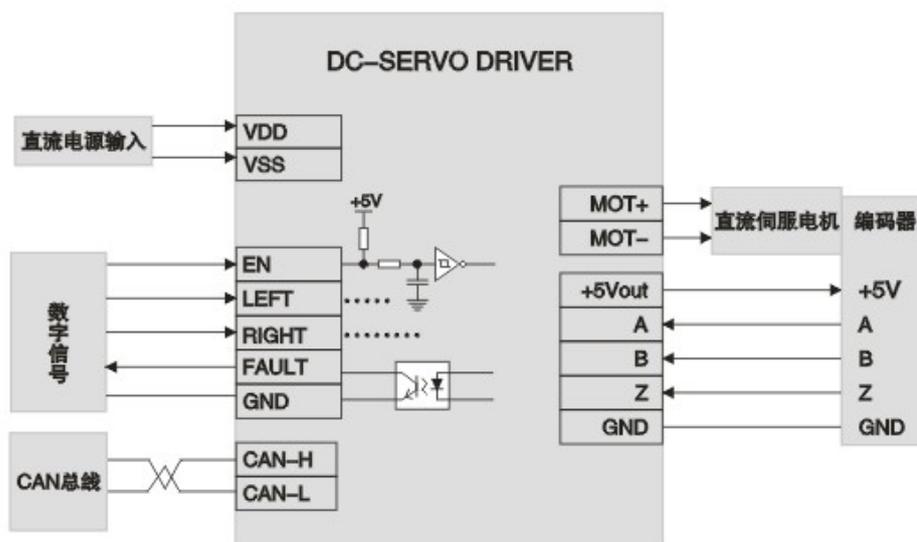
| 参数 | 标号 | 参数值 | 单位 |
|--------------|------------------------|-----------------------------------|------|
| 功率级 PWM 开关频率 | f _{pwm} | 50 | KHz |
| 电流环采样率 | f _{sample} | 50 | KHz |
| 速度环带宽 | WB _{velocity} | 1 | KHz |
| 位置环带宽 | WB _{position} | 500 | Hz |
| 静态电流 | I _{standby} | 65 @24V | mA |
| 编码器电源驱动能力 | P _{out} | 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 _{under} | 10.5 | V |
| 过压保护 | V _{over} | 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

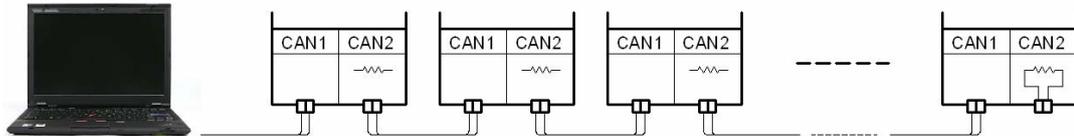
(1) 驱动器采用 CAN2.0B 通讯协议

- (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:



软件版本 产品编号 节点地址

- (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。

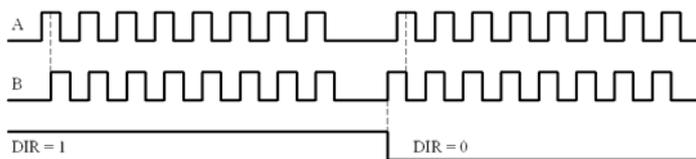
如果编码器输出为单端信号, 可直接和驱动器的对应端口相连;

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。

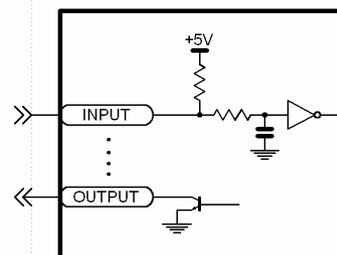
具体操作请参考通讯协议。

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_{RANG1}，Z_{RNG2}）、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_{RNG2} 位置未能检测到零位信号，电机将从 Z_{RNG2} 位置向 -Z_{RANG1} 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_{RANG1}，Z_{RNG2}）是一组相对值。开机寻零时，“寻零范围（-Z_{RANG1}，Z_{RNG2}）”是相对于开机位置的范围；指令寻零时，“寻零范围（-Z_{RANG1}，Z_{RNG2}）”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。

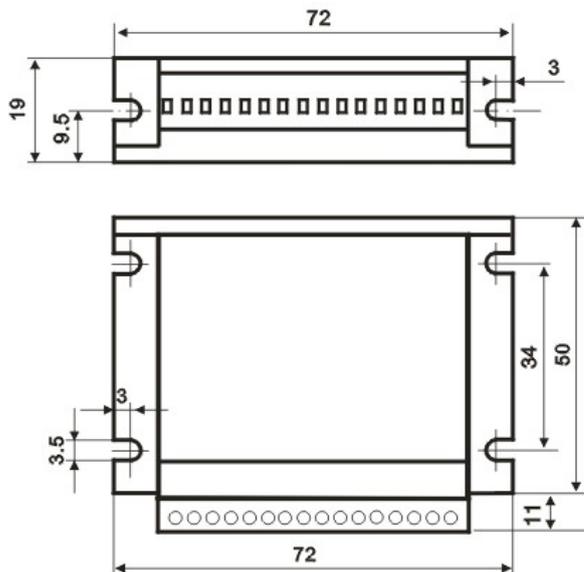
当绕组电流达到最大峰值电流时，驱动器将产生过流保护。

(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。

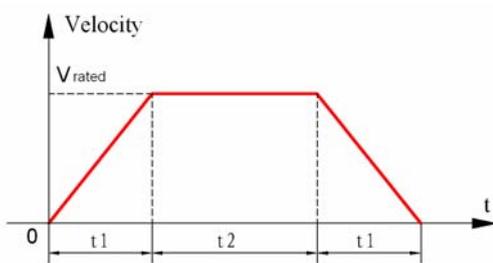
15. 应用说明

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。 t_1 表示加减速时间。 t_2 表示匀速时间。

$$P = V_{rated} * (t_1 + t_2)$$

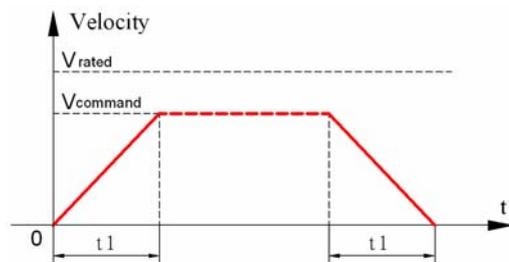
$$V_{rated} = 60 * A * t_1$$

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。

$$V_{command} = 60 * A * t_1$$

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。

$$A_m = A * t_1$$

当 $A \geq 100$ 时，加速度无效。驱动器将直接输出占空比。

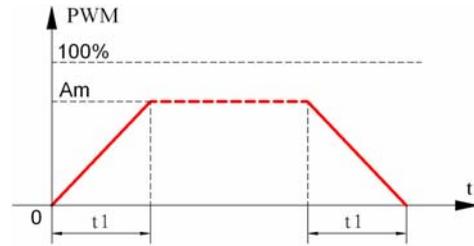
容易产生过流保护。

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 ² | 1 ~ 32767 RPS ² |
| 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：

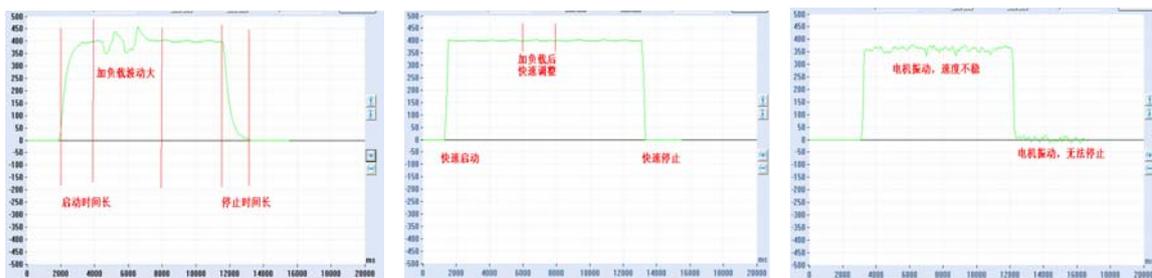
P：比例系数。I：积分系数。D：微分系数。

(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 | | | |