

※170 方向盘舵机※

使用手册 (V1.3)

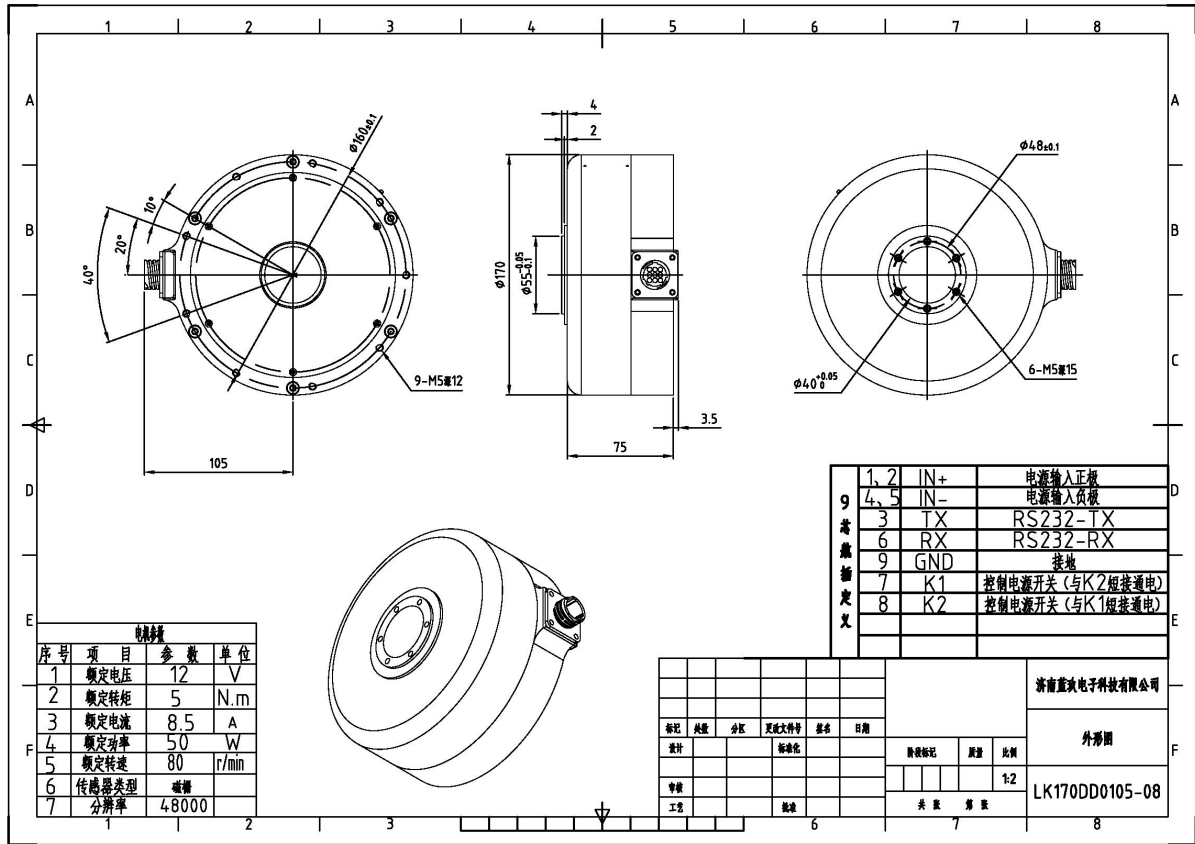


目 录

一. 概述.....	2
1. 电机参数说明.....	2
2. 适用范围.....	2
3. 使用条件.....	2
二. 功能技术指标.....	4
1. 主要功能.....	4
2. 工作模式配置表.....	4
3. 技术参数.....	5
三. 端口说明.....	6
1. 接口定义, 9 芯航插。.....	6
2. 接口说明.....	6
3. 串口连接.....	7
四. 操作说明.....	8
1. 配置说明.....	8
2. 软件使用说明.....	8
3. 参数功能说明.....	11
4. 指示灯说明.....	12
(1) 状态指示灯 (蓝灯): 根据指示灯闪烁频率观察控制器状态。.....	12
(2) 使能指示灯(红色).....	13
5. CAN 指令说明.....	13
5.1 通用配置.....	13
5.2 CAN 总线指令.....	14
6. 串口指令说明.....	19
6.1 通用配置.....	19
五. 故障保护与复位.....	25
1. 故障保护依据.....	25
2. 故障信息列表.....	25

一. 概述

1. 电机参数说明



2. 适用范围

- 适用电机: DC12V 50W;
- 连续电流 6A, 最大峰值电流 12A (1S 过流停止);
- 直流工作电源+9~28VDC;
- 速度模式, 位置模式;

3. 使用条件

(1) 电源:

- 额定工作电源: 12VDC;
- 极限供电范围: 9--28VDC;
- 能提供连续电流 2 倍的瞬间电流过载能力;

(2) 反馈元件:

- 增量式编码器 (常规产品)、绝对值编码器;

(3) 使用环境:

- 使用温度: $-25\sim 55^{\circ}\text{C}$ (以环境温度为准);
存储温度: $-35\sim 65^{\circ}\text{C}$ (以环境温度为准);
 - 湿度: 5%—90%RH、有凝露 (25°C)
 - 防护等级: IP65, 正向淋雨;
 - 绝缘性能: 输入对机壳 DC600V, 漏电流 0.07mA。绝缘电阻 $20\text{M}\Omega$ 以上。
 - 三防要求: 满足三防要求 (防尘、防潮、防盐雾)。
 - 振动要求: 频率 5HZ~25HZ, 振幅 3mm, 0.09g。 25HZ~200HZ, 振幅 1.47mm, 116g。水平、垂直、纵向每方向 30min。
 - 冷却方式: 自然冷却
-

二. 功能技术指标

1. 主要功能

- 工作模式：速度模式、位置模式；
- 反馈元件：磁阻增量式编码器（常规产品）、绝对值编码器；（定制）
- 控制端口：RS232、CAN， 0-5V 模拟电压（定制）；
- 外部启停控制；
- 故障 LED 指示；
- 可以通过 CAN 总线组网控制；
- 通过 RS232 实现对电机转速控制及数据读取；
- 驱动器内部温度监测；
- 过流、过载保护；
- 过压、欠压保护；
- 温度保护；
- 堵转、飞转保护；
- 电机短路保护；

2. 工作模式配置表

工作模式	控制指令		反馈元件
速度模式	RS232	CAN	增量式编码器、绝对值编码器
	模拟电压 0-5V		
位置模式	RS232	CAN	增量式编码器、绝对值编码器
	模拟电压 0-5V		

3. 技术参数

参数	标号	参数值	单位
电源电压	U	9-28	VDC
最大连续电流	I _c	6	A
最大峰值电流	I _{max}	12（1s 过流保护）	A
PWM 开关频率	f _{PWM}	10	kHz
输出编码器电源	+5V _{out}	5	VDC
	I _{CC}	100	mA
数字输入	EN、DIR	截止（高电平）：小于 1mA 导通（低电平）：3~7mA	mA
模拟端输入阻抗	单端输入	20	KΩ
模拟信号电压	单端输入	0~5V	V
欠压保护	V _u	9（可设置）	V
过压保护	V _o	18（可设置）	V
工作温度	工业级（标准产品）	-25 ~ +55	℃
	军品级	-40 ~ +65	
储存温度	工业级（标准产品）	-35 ~ +65	℃
	军品级	-55 ~ +85	

三. 端口说明

1. 接口定义，9 芯航插。

序号	定义	说明	推荐线规
1,2	IN+	电源输入正极	16AWG
4,5	IN-	电源输入负极	16AWG
3	TX	RS232-TX	18AWG
6	RX	RS232-RX	18AWG
9	GND	接口地	18AWG
7	K1	控制电源开关（与 K2 短接通电）	18AWG
8	K2	控制电源开关（与 K1 短接通电）	18AWG

2. 接口说明

(1) **TX, RX, GND**: RS232 接口，实现指令控制，以及参数设置、运行状态调测等；

(2) **K1, K2**: 电源开关接口

●当 **K1** 与 **K2** 短接时，电源接通。

(3) **IN+ 、 IN-** ：

● 因车辆所需电源线较长，电流大会因线路损耗增加压降，建议已此表选用线材规格。

线长 m	线径 mm² 国标线	可工作连续电流 A
1-3	2.5	<17A
3-4.5	4	<25A

注意：当电机“欠压报警”时，可能有以下几种原因导致：

- (1) 电瓶老化，使用时间长后电池内阻会加大，从而使电池放电能力降低。
- (2) 转向液压泵老化，流量阀堵塞等，导致转向阻力变大，电机电流增大。
- (3) 线径太细，压降太大，扭矩大时，电压拉低，导致驱动器检测欠压。

3. 串口连接

采用高速标准串口线，DB9 插头符合标注定义：

驱动器标号	连接串口线引脚号
TX	2
RX	3
GND	5










四. 操作说明

1. 配置说明

- (1) 伺服控制器参数可通过上位机软件进行设置
- (2) 上位机软件通过 RS232 与控制控制进行通信，波特率 115200bit
- (3) 上位机软件利用.NET 环境下开发，XP 系统需要安装.NET4.0。

2. 软件使用说明

- (1) 双击图标

	Languages	2019/7/10 15:37	文件夹	
	DevComponents.DotNetBar2.dll	2015/10/6 22:27	应用程序扩展	5,344 KB
	info	2019/8/30 10:04	配置设置	1 KB
	kyMotor_48150	2019/8/30 10:01	应用程序	272 KB
	kyMotor_48150.exe.Config	2019/8/30 10:04	CONFIG 文件	1 KB
	kyMotor_48150.pdb	2019/8/30 10:01	PDB 文件	190 KB
	kyMotor_48150.vshost	2019/8/30 10:01	应用程序	12 KB
	kyMotor_48150.vshost.exe.Config	2019/8/29 22:27	CONFIG 文件	1 KB
	kyMotor_48150.vshost.exe.manifest	2018/2/19 20:12	MANIFEST 文件	1 KB

- (2) 点击“启动”按键，如果通信正常，界面将会读取反馈参数，同时左上方 LOGO 灯会变绿色常亮，表示通信正常。



(3) 打开配置界面，点击左下角连接按钮，建立软件和控制器的联系。

Intelligent controller

选择串口: COM3
 等待操作: > ||
 启动 停止

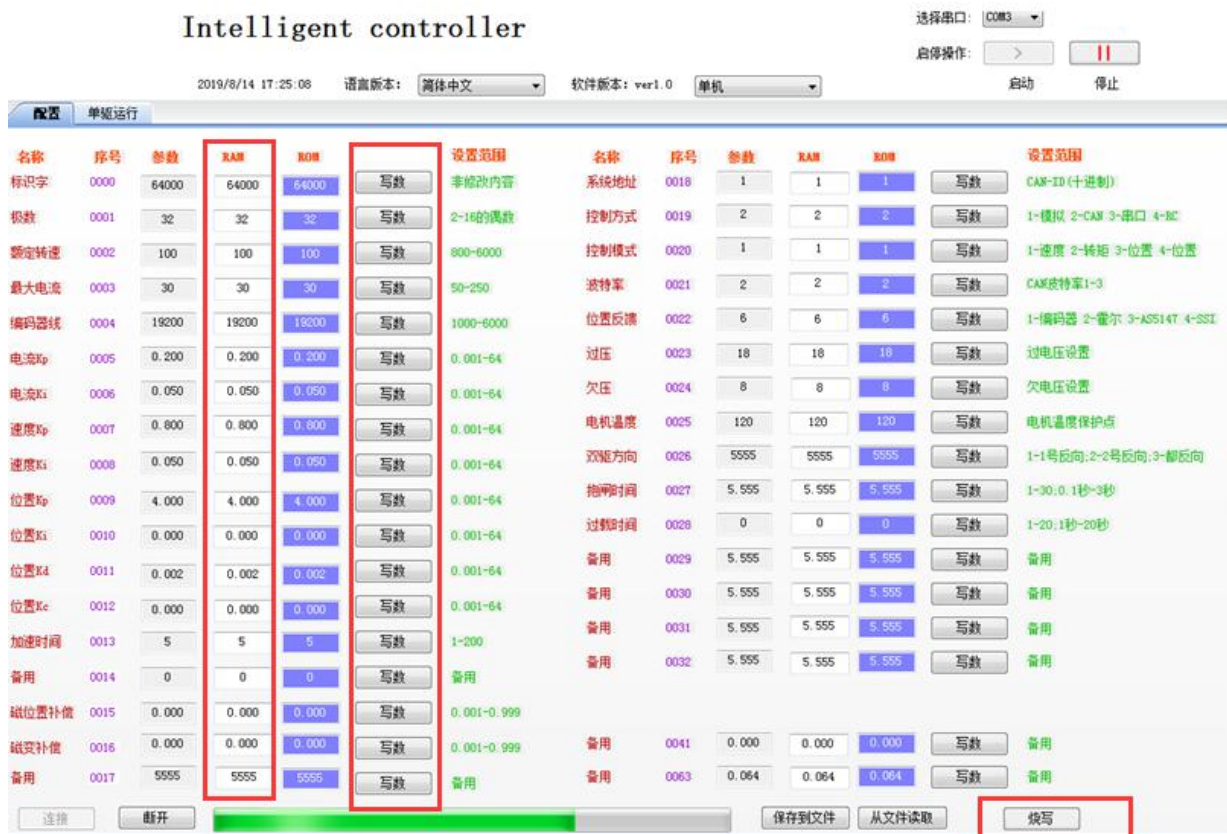
2019/8/14 17:25:08 语言版本: 简体中文 软件版本: ver1.0 单机

配置 单站运行

名称	序号	参数	RAM	ROM	设置范围	名称	序号	参数	RAM	ROM	设置范围
标识字	0000	64000	64000	64000	写数	系统地址	0018	1	1	1	写数
极数	0001	32	32	32	写数	控制方式	0019	2	2	2	写数
额定转速	0002	100	100	100	写数	控制模式	0020	1	1	1	写数
最大电流	0003	30	30	30	写数	波特率	0021	2	2	2	写数
编码脉冲	0004	19200	19200	19200	写数	位置反馈	0022	6	6	6	写数
电流Is	0005	0.200	0.200	0.200	写数	过压	0023	18	18	18	写数
电流Ic	0006	0.050	0.050	0.050	写数	欠压	0024	8	8	8	写数
速度Is	0007	0.000	0.000	0.000	写数	电机温度	0025	120	120	120	写数
速度Ic	0008	0.050	0.050	0.050	写数	双轴方向	0026	5555	5555	5555	写数
位置Is	0009	4.000	4.000	4.000	写数	轴限位	0027	5.555	5.555	5.555	写数
位置Ic	0010	0.000	0.000	0.000	写数	过轴时间	0028	0	0	0	写数
位置Id	0011	0.002	0.002	0.002	写数	备用	0029	5.555	5.555	5.555	写数
位置Ie	0012	0.000	0.000	0.000	写数	备用	0030	5.555	5.555	5.555	写数
加速时间	0013	5	5	5	写数	备用	0031	5.555	5.555	5.555	写数
备用	0014	0	0	0	写数	备用	0032	5.555	5.555	5.555	写数
减位置补偿	0015	0.000	0.000	0.000	写数	备用	0041	0.000	0.000	0.000	写数
减速度补偿	0016	0.000	0.000	0.000	写数	备用	0042	0.064	0.064	0.064	写数
备用	0017	5555	5555	5555	写数						

连接 断开 保存默认 从文件读取 读写

(4) 图中红色框内 RAM 为可输入数据，它的左边为控制器参数，右边为读取 E²ROM 里的数据，正确情况，三个数据一致（相等）。由于软件数据在不断扫描，修改数据时，快速修改，并点击对应的写数按钮。



(5) 例如，需要修改编码器线数，E²ROM 中存的是 2500，需要修改为 1024 线，修改序号 0004 的参数为 1024，同时快速点击对应的“写数”按钮，数据就写入了 RAM 中。确认 1024 不再变化。其他参数相同步骤，同时可以修改多个参数

(6) 把 RAM 的数据，烧写到 E²ROM 中，点击右下方“烧写”按钮。注意：烧写的过程时间较长，大概 3-5 秒左右。

(7) 上方 LED 灯变红，下方的“烧写”按钮变红，表示正在烧写数据，请等待，观察您需要修改的数据，等“烧写”按钮恢复，蓝色框内的数据三个数据一致，且上方 LED 等变绿色，表示 ROM 的数据重新读到控制中。

(8) 至此，控制参数修改结束，点击“断开”按钮，点击“退出”按钮

(9) 重新对控制器上电即可（注：读取配置无论有没有修改，都要断电复位方可正常启动）

(10) 多台电机烧写配置时，可将一台修改好的配置“保存到文件”，然后“从文件读取”下载到另一台电机。



3、参数功能说明

0000 参数：标识符，系统连接时辨识上位机通讯，还是串口控制

（不用修改）

0001 参数：电机极数（本电机为 32 极）

0002 参数：电机额定转速（设置为 80）

0003 参数：电机最大电流（不用修改）

0004 参数：编码器线数，根据编码器进行设置，默认 49000

0005 参数：控制器电流环 PI 控制的 K_p 参数（典型值 1）

可以适当修改

0006 参数：控制器电流环 PI 控制的 K_i 参数（典型值 0.02）

可以适当修改

0007 参数：控制器速度环 PI 控制的 K_p 参数（典型值 2）

可以适当修改

0008 参数：控制器速度环 PI 控制的 K_i 参数（典型值 0.005）

可以适当修改

0009-0012 参数：位置环 PID 控制参数

0013 参数：转速控制时加速时间，“5”表示：由 0rpm 到额定转速加速时间为 0.5 秒

0015 参数：磁编码器零点位置补偿

0016 参数：旋转变压器零点位置补偿

0018 参数：控制器系统地址，或者是控制节点号

该参数在 CAN、CANOpen、EtherCAT 总线中从站用到

例如：设置为 1，CAN 总线中的 ID：0x0600000+控制器设置地址，即（0x06000001）

0019 参数：控制方式选择

1——模拟量控制；2——CAN 控制；3——RS232

0020 参数：控制模式选择，包括速度控制、位置控制

1——速度控制

2——力矩控制

3——绝对位置控制

CAN 总线参考 CAN 协议

4——相对位置控制

CAN 总线参考 CAN 协议

0021 参数：CAN 总线波特率选择（系统中提供 250k）

1——125k

2——250k

3——500k

4——1M

0022 参数：位置传感器选择

1——增量编码器

2——霍尔

3——磁编码器

4——SSI 绝对位置编码器

5——旋变编码器

6——舵机增量编码器

其他参数：备用

4. 指示灯说明

（1）状态指示灯（蓝灯）：根据指示灯闪烁频率观察控制器状态。

闪烁次数	定义	故障原因
1	工作正常	失能状态
2	过压	供电电压高于软件设置的电压上限
3	硬件过流保护 60A	电机短路、场管损坏引起的过流保护
4	EEPROM 错误	数据保存错误
5	欠压	供电电压低于软件设置的电压下限
6	制动	接通刹车信号
7	软件过流保护（软件设定保护值）	相电流达到软件设定保护值持续 1 秒停止输出
8	控制模式故障	控制模式选择错误

9	工作模式故障	速度、扭矩工作模式未选择或错误
10	失速保护	实际转速超过设定值的 25%
11	温度报警	温度超过 85℃停止
12	霍尔故障	电机霍尔脱落或故障
13	预留	未启用
14	232 断开	232 模式，无 232 信号输入
15	CAN 断开	CAN 模式，无 CAN 信号输入
16	堵转 2 秒	电机堵转 2s 保护

（2）使能指示灯(红色)

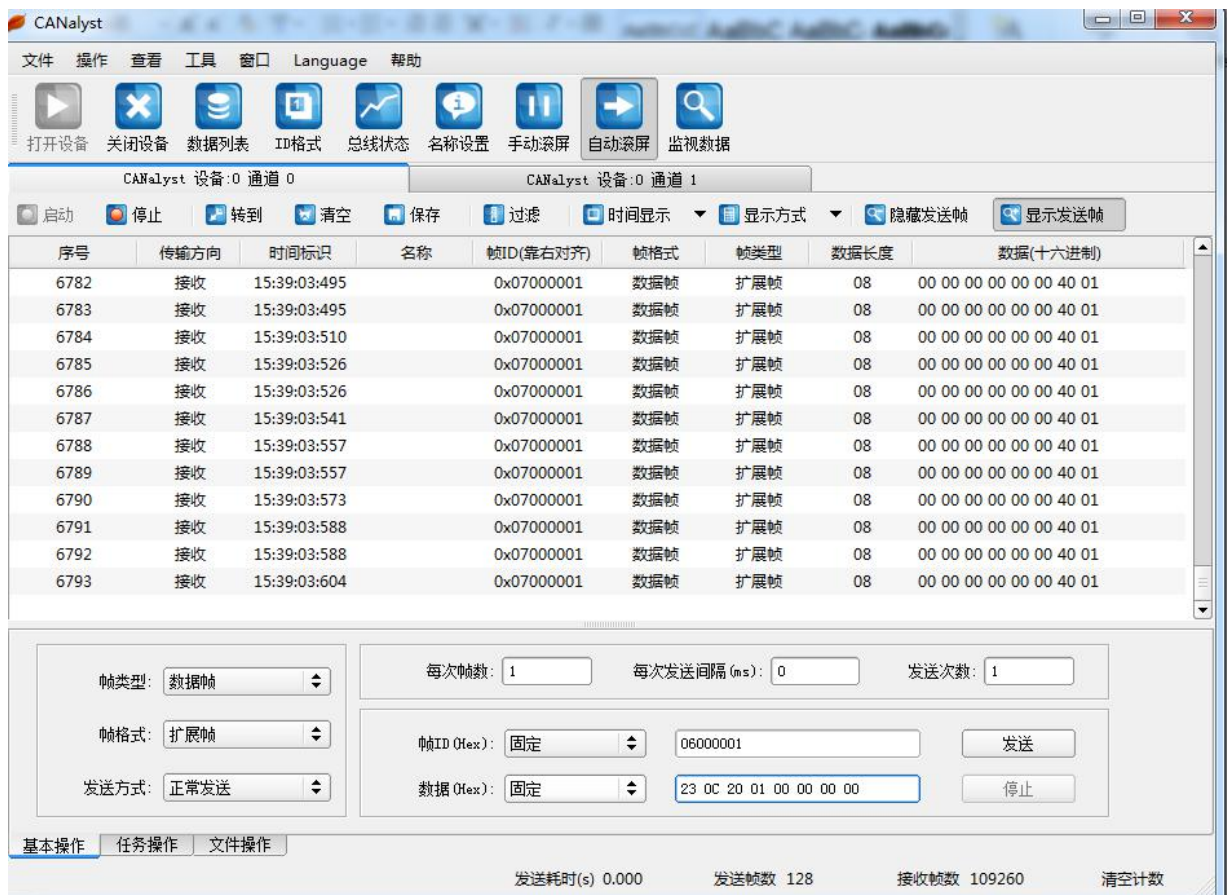
任何控制模式下，只要给驱动器使能命令后，会有红色指示灯熄灭。

失能后指示灯常亮。

5. CAN 指令说明

5.1 通用配置

- （1） CAN 总线协议波特率 250Kb
 - （2） CAN 总线 ID 采用扩展 ID
 - （3） 发送数据低位在前，高位在后（十六进制）
 - （4） 依据 CANOpen 格式，数据采用查询模式
 - （5） 依据 CANOpen 格式，有固定心跳，发送相关数据
 - （6） 看门狗检测掉线周期 1000ms（速度命令间隔不得超过 1000ms）
 - （7） 查询数据返回均为十六进制数，需按顺序转换成十进制
-



5.2 CAN 总线指令

注 1：控制器的 ID，配置软件里是十进制数，CAN 软件是十六进制数。

例 1：1、配置软件设置 ID 为 1， CAN 软件的 ID 为 06000001（扩展 ID）

2、配置软件设置 ID 为 112，CAN 软件的 ID 为 06000070

注 2：发送数据的 ID：0x0600000+控制器 ID（十六进制）

返回数据的 ID：0x0580000+控制器 ID（十六进制）

心跳数据的 ID：0x0700000+控制器 ID（十六进制）

使能：23 0D 20 01 00 00 00 00

返回 ID: 0x0580000+控制器 ID (十六进制)

数据 60 0D 20 00 00 00 00 00

失能: 23 0C 20 01 00 00 00 00

返回 ID: 0x0580000+控制器 ID (十六进制)

数据 60 0C 20 00 00 00 00 00

速度控制: 23 00 20 01 DATA_L (h) DATA_L (l) DATA_H (h) DATA_H (l)

返回 ID: 0x0580000+控制器 ID (十六进制)

数据 60 00 20 00 00 00 00 00

电机电流查询: 40 00 21 01 00 00 00 00

返回 ID: 0x0580000+控制器 ID (十六进制)

数据 60 00 21 01 DAT1 DAT2 DAT3 DAT4

DAT1 = ((unsigned char*)(&send_float))[3]

DAT2 = ((unsigned char*)(&send_float))[4]

DAT3 = ((unsigned char*)(&send_float))[1]

DAT4 = ((unsigned char*)(&send_float))[2]

故障查询: 40 12 21 01 00 00 00 00

返回 ID: 0x0580000+控制器 ID (十六进制)

数据 60 12 21 01 DAT1 DAT2 00 00

DAT1 = ((unsigned char*)(&TYPE_RunData.err)) [L]

DAT2 = ((unsigned char*)(&TYPE_RunData.err)) [H]

TYPE_RunData.err 为故障代码

编码器转速查询: 40 03 21 01 00 00 00 00

返回 ID: 0x0580000+控制器 ID (十六进制)

数据 60 03 21 01 DAT1 DAT2 00 00

DAT1 = ((unsigned char*)(&send_float))[L]

DAT2 = ((unsigned char*)(&send_float))[H]

电源电压查询: 40 0D 21 02 00 00 00 00

返回 ID: 0x0580000+控制器 ID (十六进制)

数据 60 0D 21 02 DATA 00 00 00

DATE = ((unsigned char*)(&send_float))

散热器温度查询: 40 0F 21 01 00 00 00 00

返回 ID: 0x0580000+控制器 ID (十六进制)

数据 60 0F 21 01 DATA 00 00 00

DATE = ((unsigned char*)(&send_short))

查询编码器计数值: 40 04 21 01 00 00 00 00

返回 ID: 0x0580000+控制器 ID (十六进制)

数据 60 04 21 01 DAT1 DAT2 DAT3 DAT4

DAT1 = ((unsigned char*)(&send_int))[4];

DAT2 = ((unsigned char*)(&send_int))[3];

DAT3 = ((unsigned char*)(&send_int))[2];

DAT4 = ((unsigned char*)(&send_int))[1];

AD 输入查询: 40 05 21 01 00 00 00 00

返回 ID: 0x0580000+控制器 ID (十六进制)

数据 60 05 21 01 DAT1 DAT2 00 00

DAT1 = ((unsigned char*)(&send_float))[L]

DAT2 = ((unsigned char*)(&send_float))[H]

程序版本号查询: 40 01 11 11 00 00 00 00

返回 ID: 0x0580000+控制器 ID (十六进制)

数据 60 01 11 11 DAT1 DAT2 DAT3 DAT4

DAT1 = ((unsigned char*)(&send_int))[1];

DAT2 = ((unsigned char*)(&send_int))[2];

DAT3 = ((unsigned char*)(&send_int))[3];

DAT4 = ((unsigned char*)(&send_int))[4];

心跳返回指令:

返回 ID: 0x0700000+控制器 ID (十六进制)

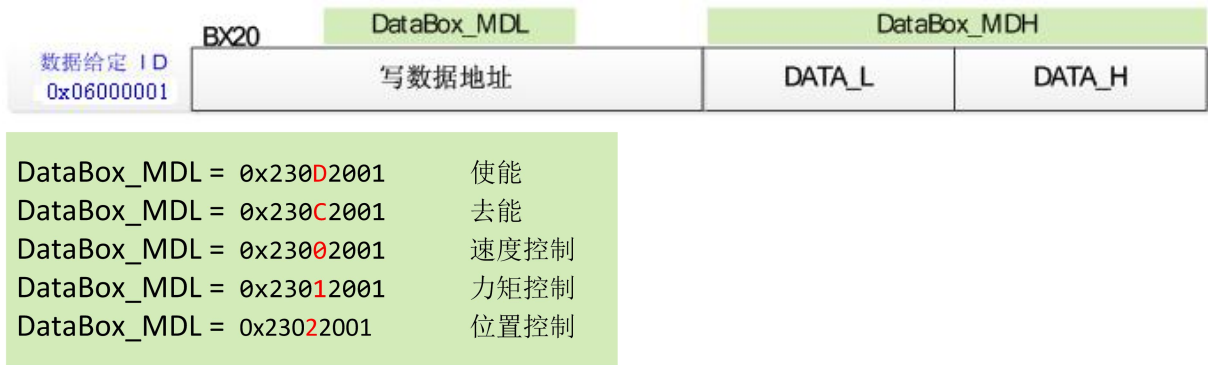
返回指令: Data0 Data1 Data2 Data3 Data4 Data5 Data6 Data7

- Data0 Data1 电角度: 0——1000
- Data2 Data3 电机转速: 带符号 - 转速——+转速
- Data4 Data5 速度给定: 0-1000 (额定转速) 命令值
- Data6 Data7 Control_Close (故障码)

(说明心跳中数据高位在前, 低位在后)

5.3 CAN 总线数据说明

(1) 控制模式



注: 需补足 8 位, 例: 23 0D 20 01 00 00 00 00

转速：-1000——1000对应：负额定转速——额定转速
转矩：-1000——1000对应：负额定转矩x2——额定额定x2
位置：-25000——25000对应：顺时针2.5圈——逆时针2.5圈

(2) 心跳数据

数据反馈 ID 0x07000001	DataBox_MDL		DataBox_MDH	
	BX5			
	电角度	电机实际转速 <small>符号号16位</small>	给定转速 <small>符号号16位</small>	故障码

5.4 CAN 总线控制示例

- (1) 速度控制： $(\text{速度命令值}\%) * (\text{设置的最大转速}) = \text{实际转速}$ 。
 (2) 若额定转速为 100RPM
 速度命令给定值-1000 — +1000 代表 -100rpm—+100rpm
 (0xFC18) (0x03E8)
- 上位机设置控制方式为 CAN 控制 (0019 设置为 2)
 上位机设置控制模式设置为速度控制 (0020 设置为 1)
 上位机设置系统地址为 1 (0018 设置为 1)

 - 如给定转速+50 (额定转速 100)
 控制命令 ID: 0x06000001 (扩展 ID)
 使能: 23 0D 20 01 00 00 00 00
 速度给定: 23 00 20 01 01 F4 00 00 (0x01F4 = 500)
 - 如给定转速-50 (额定转速 100)
 控制命令 ID: 0x0600 0001 (扩展 ID)
 使能: 23 0D 20 01 00 00 00 00
 速度给定: 23 00 20 01 FE 0C FF FF
- (3) 位置控制:
 *位置给定值-50000 — +50000 代表顺时针机械五圈—逆时针机械五圈
 (0x3CB0 FFFF) (0XC350 0000)

上位机设置控制方式为 CAN 控制 (0019 设置为 2)
 上位机设置控制模式设置为绝对位置控制 (0020 设置为 3)

或者上位机设置控制模式设置为**相对位置控制**（0020 设置为 4）

上位机设置系统地址为 1（0018 设置为 1）

控制命令 ID: 0x0600 0001 （扩展 ID）

数据发送顺序:

- (a) 失能 23 0C 20 01 00 00 00 00
- (b) 使能 23 0D 20 01 00 00 00 00
- (c) 位置控制: 23 02 20 01 DATA_L (h) DATA_L (l) DATA_H (h) DATA_H (l)

例，命令电机顺时针旋转 1.8 圈

- (a) 确保位置控制已经切换
- (b) 使能 23 0D 20 01 00 00 00 00
- (c) 位置控制命令: 23 02 20 01 B9 B0 FF FF

例，命令电机逆时针旋转 机械角度 76 度 ($76 * (10000/360) = 2052 = 0x0804$)

- (a) 确保位置控制已经切换
- (b) 使能 23 0D 20 01 00 00 00 00
- (c) 位置控制命令: 23 02 20 01 08 04 00 00

6. 串口指令说明

6.1 通用配置

串口配置

控制器串口通讯口的设置如下:

115200bits/s
8 位数据
1 个起始位
1 个停止位
无奇偶校验

● 正常发送控制命令格式

1. 速度控制模式: 11 00 00 00 data1 data2 data3 data4
[date]为给定速度值，为十六进制数，高位在前，低位在后。

- 1) 例:速度模式，系统失能
-

10 00 00 00 00 00 00 00

- 2) 例:速度模式 转速 0rpm, 系统使能

11 00 00 00 00 00 00 00

- 3) 例:速度模式 转速 100rpm, 系统使能+正转

11 00 00 00 00 00 03 E8

- 4) 例:速度模式 转速-100rpm, 系统使能+反转

11 00 00 00 FF FF FC 18

2. 位置控制模式: 11 00 00 00 data1 data2 data3 data4
[date]为给定位置值, 为十六进制数, 高位在前, 低位在后。

- 1) 例:位置模式 逆时针位置 0.5 圈(机械), 使能

21 00 00 00 00 00 13 88

- 2) 例:位置模式 位置顺时针 1.5 圈, 使能

21 00 00 00 FF FF C5 67

- 3) 例:位置模式 失能

20 00 00 00 00 00 00 00

- 注意: 连续发送指令时,两条指令之间的时间间隔 $20\text{ms} < \text{时间间隔} < 500\text{ms}$

数据范围说明: int16 (有符号)

转速控制: -1000——+1000 (表示正负额定转速)

转矩控制: -1000——+1000 (表示正负额定转矩)

位置控制: -25000——25000 (表示正负两圈半)

- 查询数据格式



标识符 (Data0): ED 表示查询数据命令

标识符 (Data1): 00 表示控制状态

01-----电角度

02-----转速
03-----电流
04-----转子机械位置
05-----电压
06-----温度
07-----故障码
08-----位置
09-----程序版本号

如：

● 读取控制器电机转速（转\分）

上位机发送： ED 02 00 00 00 00 00 00

控制器反馈： ED 02 00 64 00 00

即；当前转速为 100 转\分

● 读取控制器电压（V）

上位机发送： ED 05 00 00 00 00 00 00

控制器反馈： ED 05 0B 00 00 00

即当前供电电压为 12V.

● 读取控制器温度（℃）

上位机发送： ED 06 00 00 00 00 00 00

控制器反馈： ED 06 00 1A 00 00

即当前控制器温度为 26℃

● 读取控制器控制状态

上位机发送： ED 00 00 00 00 00 00 00

控制器反馈： ED 00 64 10 00 00

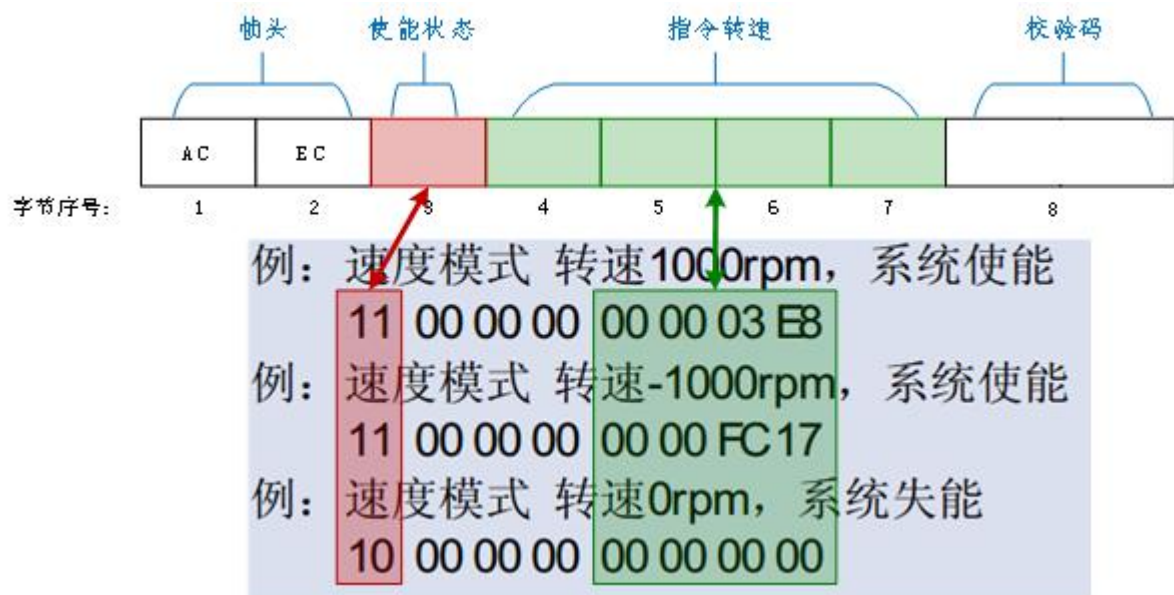
即当前控制器状态为 舵机编码器、RS232 控制、速度模式

	6	4	1	0
转换	110	0010	0010	0000 [↵]
1- 编码器		1-AIN	1-速度模式 [↵]	
2- 霍尔		2-CAN	2—位置模式 [↵]	
3- 磁编码器		4-RS232	3—扭矩模式 [↵]	
4- 绝对值编码器		8-RC [↵]		
5- 旋变 [↵]				
6- 舵机编码器 [↵]				

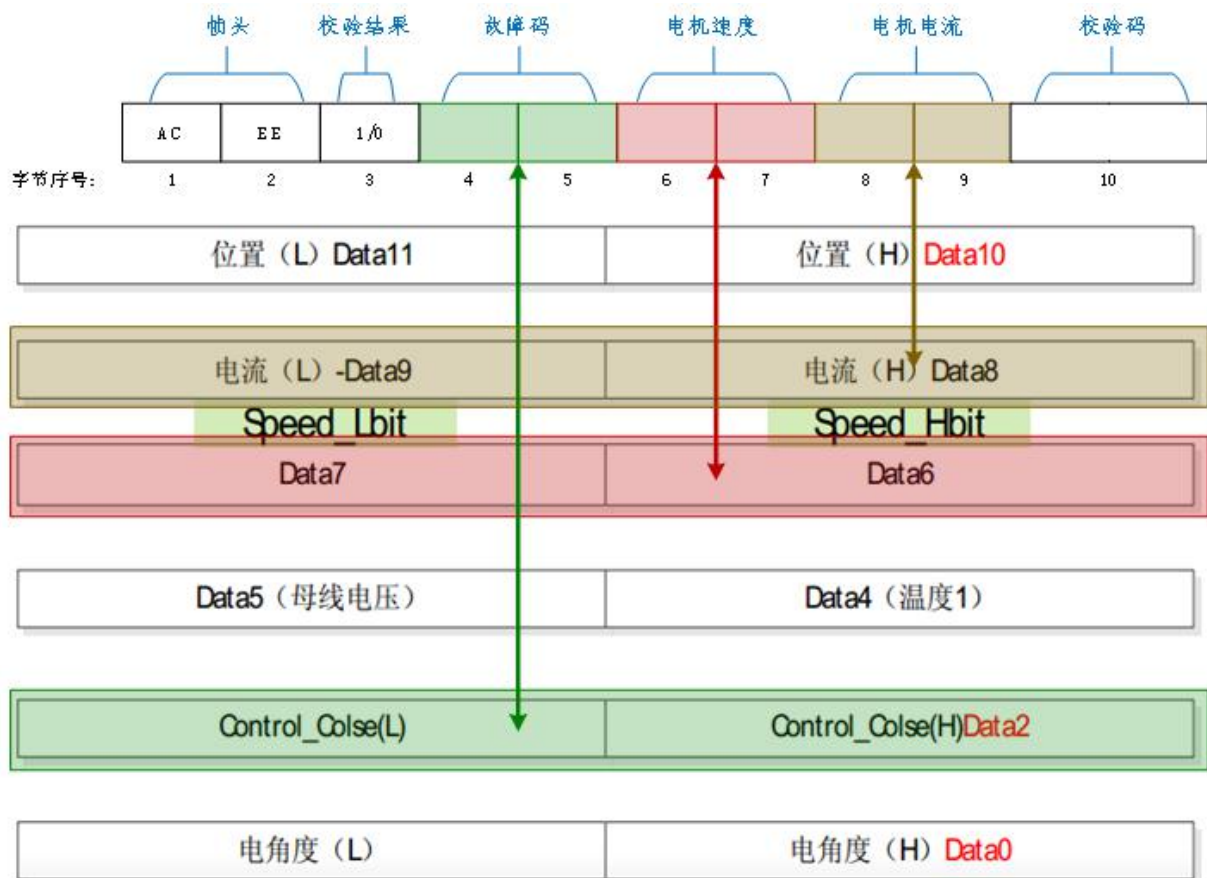
注：查询反馈的数据均为十六进制，需转换为十进制读取

- **带校验的速度控制指令协议；**

该指令与原速度控制指令（如下图）作用类似，只是在原指令前面加上帧头，末尾加上校验，并去除了中间无意义的零位，跟原指令相比如下图所示：



- **接收数据:** 每次当电机收到速度指令后, 电机都需要返回一次应答数据定义如下: (16 进制)



上述两条协议中，速度指令协议帧头为 0xACEC，应答消息协议帧头为 0xACEE。

校验则采用和校验的方式，即从帧头开始，将所有字节累加，得到的最终结果的高位即为校验码。

【例 1】控制指令为 AC EC 11 00 00 03 E8 CH，则校验码（CH）应如下方式计算：

$$AC + EC + 11 + 00 + 00 + 03 + E8 = 294 \text{（十六进制）}$$

则 CL 应为 0x02，CH 应为 0x94，则校验码应为 94.

● 注：反馈回来的数据均为 16 进制，除故障代码外均应转化成十进制读取。

故障代码故障解析：

16 进制先转换成二进制，再从右往左数 1 均在第几位，则对应状态指示灯闪烁次数所对应的故障。

例：反馈数据为 03 01

0 3 0 1 （十六进制）

0000 0011 0000 0001 （二进制）；则对应 1，9，10 三个故障。

详情见 【四. 3. (1) 指示灯说明】

五. 故障保护与复位

1. 故障保护依据

(1) 温度报警

当驱动器温度超过 85℃时产生温度报警；恢复至 80℃自动清除报警标志；

(2) 过流保护

当相电流达到设定电流值时持续 1 秒停止。重新使能复位。

(3) 过压、欠压保护

当电源电压低于软件设置的电压下限时系统将产生欠压保护；

当电源电压高于软件设置的电压上限时系统将产生过压保护,；

2. 故障信息列表

保护类别	安全级别	关断 PWM 输出	FAULT 输出
温度保护	状态锁存	是	是
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
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；软件重新使能，可以清除所有故障标志。