

# AQMD2408BLS-MF

9V-24V 8A 高性能直流有感无刷电机驱动器/控制器

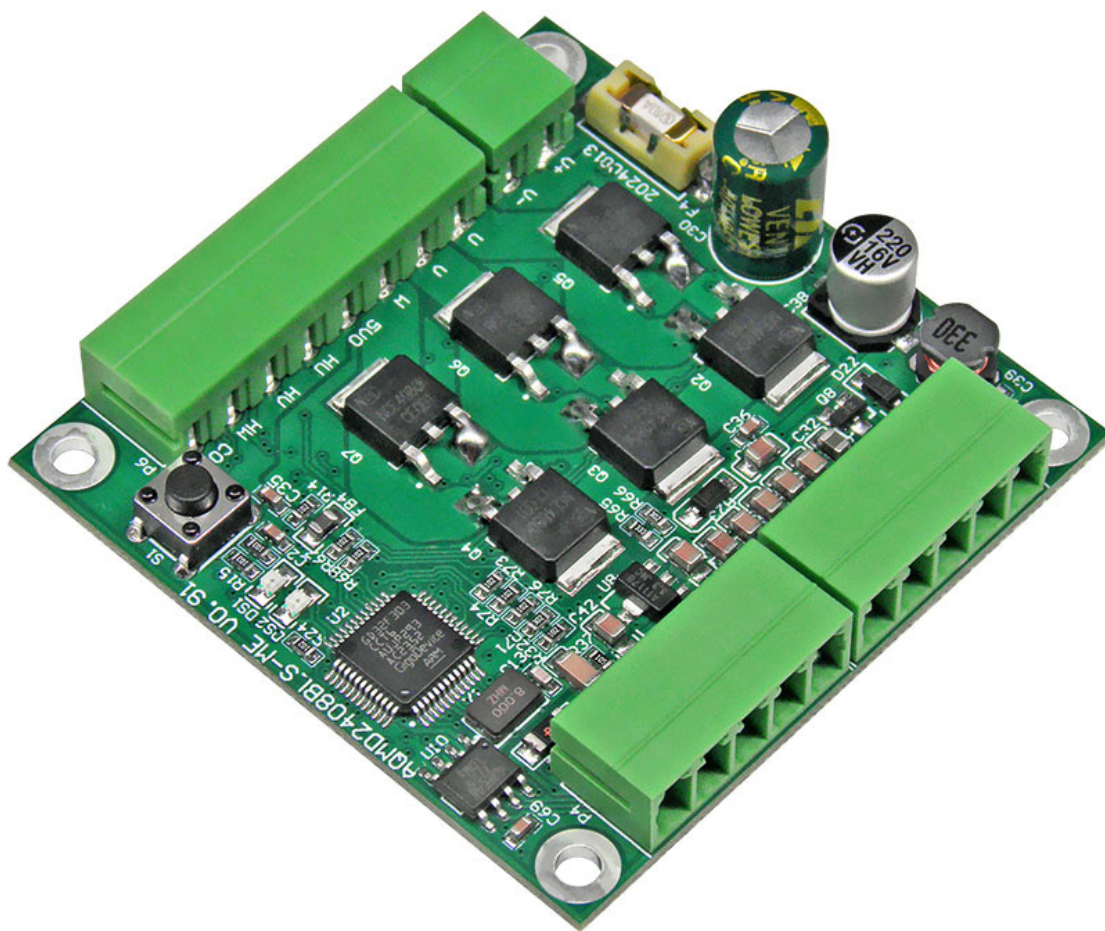
UM24081901

V1.00

Date: 2025/01/07

用户手册

类别	内容
关键词	直流无刷电机、调速、位置控制、485、CAN、FOC
摘要	AQMD2408BLS-MF 用户手册



修订历史

版本	日期	原因
V0.90	2024/08/19	创建文档;
V0.91	2024/09/28	增加(航模)脉宽信号相关用法, 更正部分寄存器描述;
V1.00	2025/01/07	细化限位接口限位开关的用法及配图;

## 目 录

1. AQMD2408BLS-MF直流有感无刷电机驱动器功能特点 .....	8
1.1 产品尺寸 .....	9
1.2 技术参数 .....	10
1.3 原理概述 .....	12
1.3.1 电机加减速控制 .....	12
1.3.2 电机制动（刹车）控制 .....	12
1.3.3 电机换向控制 .....	13
1.3.4 电机稳速控制 .....	13
1.3.5 电机位置控制 .....	13
1.3.6 电机转矩控制 .....	13
1.3.7 电机过载和堵转保护 .....	13
1.3.8 内部干扰抑制 .....	13
2. 接口定义 .....	14
2.1 按键用法、信号源选择及工作模式配置 .....	14
2.1.1 按键用法 .....	14
2.1.2 电机电流相关参数的配置 .....	15
2.1.3 数字/模拟信号控制方式下信号源的选择 .....	16
2.1.4 数字/模拟信号控制方式下工作模式的配置 .....	17
2.1.5 通讯控制方式下按键的配置 .....	18
2.1.6 485/CAN从站地址（或节点ID）的配置 .....	19
2.2 电源接口 .....	19
2.3 电机接口 .....	20
2.4 霍尔信号接口 .....	20
2.5 通讯接口 .....	20
2.5.1 485/CAN接线方法 .....	20
2.5.2 485 多站点通讯 .....	22
2.5.3 CAN多节点通讯 .....	23
2.6 限位接口 .....	23
2.7 输入信号接口 .....	25
2.8 状态指示灯 .....	29
2.9 驱动器内部结构 .....	31
3. 使用方法 .....	32

3.1 数字/模拟信号控制方式下的用法.....	32
3.1.1 基本操作步骤.....	32
3.1.2 电机相序学习.....	33
3.1.3 霍尔相位偏移量配置.....	33
3.1.4 电位器的用法.....	33
3.1.5 模拟信号的用法.....	34
3.1.6 PWM/频率/脉冲信号的用法.....	34
3.1.7 行程学习.....	35
3.1.8 预设速度控制.....	36
3.2 485/CAN通讯控制方式下的使用方法.....	36
3.3 各种调速方式的特点.....	39
3.3.1 占空比调速.....	39
3.3.2 力矩控制.....	39
3.3.3 速度闭环控制.....	39
3.3.4 位置闭环控制.....	39
4. 各种控制方式的接法和配置.....	40
4.1 电位器调速的接法和配置.....	40
4.1.1 单电位器调速.....	40
4.1.2 单电位器位置控制（电平触发）.....	42
4.1.3 单电位器位置控制（边沿触发）.....	44
4.1.4 双电位器独立调速.....	47
4.1.5 双电位器独立位置控制.....	49
4.1.6 双电位器协同调速.....	50
4.1.7 双电位器协同位置控制.....	52
4.2 模拟信号调速的接法和配置.....	54
4.2.1 单端模拟信号调速（电平触发）.....	55
4.2.2 单端模拟信号调速（边沿触发）.....	56
4.2.3 单端模拟信号位置控制（电平触发）.....	58
4.2.4 单端模拟信号位置控制（边沿触发）.....	61
4.2.5 差分模拟信号调速.....	63
4.2.6 差分模拟信号位置控制.....	65
4.2.7 双单端模拟信号协同调速.....	67
4.2.8 双单端模拟信号协同位置控制.....	69
4.2.9 双单端模拟信号独立调速.....	72
4.2.10 双单端模拟信号独立位置控制.....	74

4.3 PWM/频率/脉冲信号调速的接法和配置 .....	76
4.3.1 PWM信号调速（电平触发） .....	76
4.3.2 PWM信号调速（边沿触发） .....	78
4.3.3 PWM信号位置控制 .....	80
4.3.4 频率信号调速（电平触发） .....	82
4.3.5 频率信号调速（边沿触发） .....	84
4.3.6 频率信号位置控制 .....	86
4.3.7 脉冲信号调速（电平触发） .....	88
4.3.8 脉冲信号调速（边沿触发） .....	90
4.3.9 脉冲信号位置控制 .....	92
4.3.10 （航模）脉宽信号调速 .....	94
4.3.11 （航模）脉宽信号位置控制 .....	98
4.4 预设速度控制的接法和配置 .....	100
4.4.1 预设速度双键控制 .....	100
4.4.2 预设速度单键控制 .....	103
4.5 485/CAN通讯的接法和配置 .....	107
4.5.1 485 通讯控制 .....	107
4.5.2 CAN通讯控制方式 .....	110
4.5.3 485/CAN多站点通讯控制 .....	114
5. 典型综合接法 .....	116
5.1 电位器调速方式的典型接法 .....	116
5.1.1 单电位器调速方式 .....	116
5.1.2 双电位器调速方式 .....	117
5.2 单片机控制方式典型接法 .....	119
5.2.1 单片机PWM信号调速方式 .....	119
5.2.2 单片机脉冲信号位置控制 .....	120
5.3 PLC控制方式典型接法 .....	121
5.3.1 PLC模拟信号调速 .....	121
5.3.2 PLC脉冲信号位置控制 .....	123
5.4 485/CAN多站点通讯控制 .....	124
6. RS485 通讯协议 .....	127
6.1 485 通讯参数 .....	127
6.2 MODBUS-RTU帧格式 .....	127
6.2.1 0x03 读保持寄存器 .....	127
6.2.2 0x06 写单个寄存器 .....	128

6.2.3 0x10 写多个寄存器值.....	128
6.2.4 错误异常码.....	129
6.3 寄存器定义.....	129
6.3.1 设备描述信息寄存器.....	129
6.3.2 实时状态寄存器.....	130
6.3.3 速度控制寄存器.....	131
6.3.4 电机控制参数配置寄存器.....	132
6.3.5 系统参数配置寄存器.....	134
6.3.6 往复位置控制参数.....	136
6.3.7 预设速度寄存器.....	137
6.3.8 闭环控制PID参数配置寄存器.....	137
6.3.9 电机学习寄存器.....	138
6.3.10 安全保护寄存器.....	139
6.3.11 CAN参数配置寄存器.....	140
6.3.12 对象字典操作寄存器.....	141
6.3.13 FOC参数配置寄存器.....	141
6.3.14 配置参数存储寄存器.....	143
6.3.15 程序操作寄存器.....	143
6.3.16 IO配置寄存器.....	143
6.3.17 外设操作相关寄存器.....	144
7. CAN通讯协议.....	147
7.1 CAN通讯参数.....	147
7.2 CAN消息语法.....	147
7.3 传送中止代码.....	148
7.4 通过CAN访问MODBUS寄存器.....	149
7.5 驱动器对CANopen的支持.....	149
7.5.1 CANopen通讯对象支持情况.....	149
7.5.2 网络管理（NMT）.....	150
7.5.3 服务数据对象（SDO）.....	151
7.5.4 过程数据对象（PDO）.....	151
7.5.5 同步（SYNC）.....	155
7.5.6 应急指示对象（EMCY）.....	155
7.5.7 基本对象字典（OD）.....	156
7.6 对象字典定义.....	159
7.6.1 电机控制对象字典.....	159

7.6.2 实时状态对象字典 ..... 160

7.6.3 通讯参数对象字典 ..... 162

8. 常见问题和注意事项 ..... 163

8.1 常见问题 ..... 163

8.2 故障报警处理 ..... 164

    注意事项 ..... 166

9. 保修说明书 ..... 167

10. 附录 ..... 168

10.1 驱动器与用户控制器共地的危害及解决办法 ..... 168

10.2 使用Windows自带的计算器进行十进制 – 十六进制转换 ..... 169

10.3 CRC16 的计算 ..... 172

11. 免责声明 ..... 174

## 1. AQMD2408BLS-MF直流有感无刷电机驱动器功能特点

- 支持电压 9V~24V；额定输出电流 8A；最大输出电流 16A
- 支持占空比调速（调压）、转矩控制（稳流）、速度闭环控制（稳速）、位置闭环控制（角度、距离控制）多种调速方式
- 支持电位器、模拟信号、逻辑电平、开关量、PWM、频率、脉冲、RS485/CAN 多种输入信号
- 支持方波驱动方式与正弦波驱动方式(FOC)自由切换，兼顾方波驱动方式的响应实时性与正弦波驱动方式的低噪声特性
- 支持模拟信号电压范围配置与逻辑电平电压配置，模拟信号可支持 0~3.3V 等电压范围，逻辑电平可支持 0/3.3/5V 等电压；支持模拟信号线性度调整与逻辑电平阈值配置
- 485/CAN 通讯隔离，支持 485/CAN 多站点通讯，方便多种控制器（如 PLC）通讯控制，支持通讯中断停机保护
- 支持加减速缓冲时间与加减速加速度控制，可在指定行程内自动加减速并精确定位
- 电机电流 PID 调节控制，最大启动/负载电流、制动（刹车）电流可分别配置
- 支持驱动器内部温度监测，可配置过热保护温度
- 支持驱动器电源电压监测，可配置过压/欠压关断监测值
- 支持倍流输出，启动、大负载时可大力矩输出
- 支持电机过载限流和堵转停机，以及瞬间大电流监测，防止过流损坏电机或驱动器
- 可提供 3A 刹车电流
- 支持一键电机相序学习；支持霍尔错误保护、故障报警
- 支持电机正反转限位，可外接两个限位开关分别对正转和反转限位
- 支持电机转速测量，支持电机堵转检测/堵转限位停转
- 20kHz 的 PWM 频率，电机调速无 PWM 器叫声
- 极小的 PWM 死区，仅 0.5us，PWM 有效范围 0.1%~100%
- 使用 ARM Cortex-M3/M4 处理器

### 适用范围

- 科研、生产、现场控制

## 1.1 产品尺寸

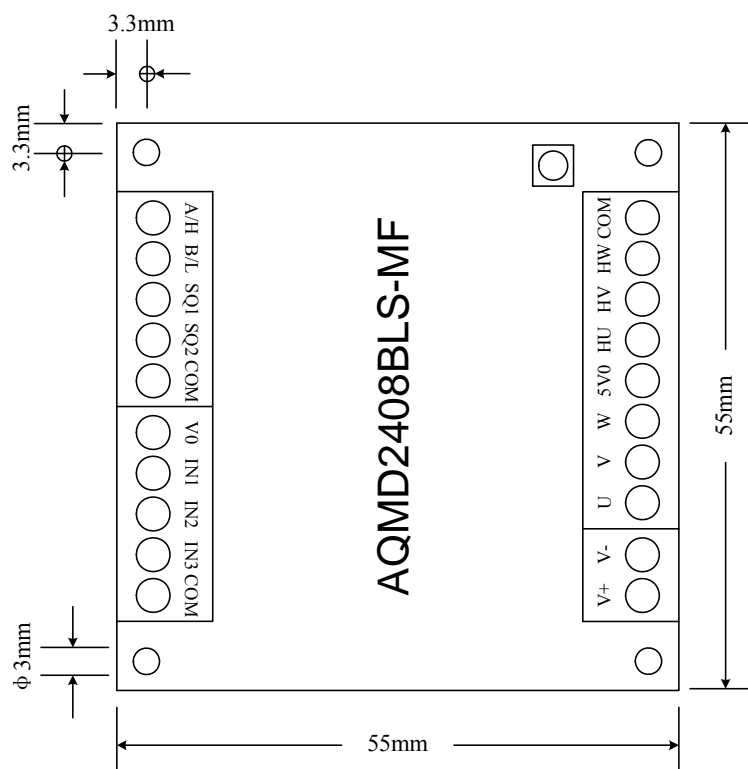


图 1.1 产品尺寸定义

驱动器尺寸如图 1.1 所示。尺寸为 55mm×55mm×17mm。安装孔孔径为 3mm，安装孔圆心到侧边的距离为 3.3mm。

1.2 技术参数

表 1.1 AQMD2408BLS-MF 电机驱动器技术参数

项目	参数	备注
电源输入电压	DC 9V~24V	电源正负极请勿接反，否则可能烧掉保险丝。驱动器与不带隔离的用户控制器连接时电源勿共地，（有负载时电压勿超过 24V，无负载时电压勿超过 27V，否则可能损坏且难以维修）
最大输出电流	16A （倍流输出） 10A （非倍流输出）	电机输出接口请勿短接，否则可能损坏驱动器
额定输出电流	8A	
最大软制动电流	3A	
霍尔传感器接口输出电压	5V	
霍尔传感器电流	10mA	
支持电机转速	方波：0~100000RPM 正弦波：建议 0~20000RPM	注：正弦波驱动方式为 SVPWM 输出方式，2 个极电机正弦波驱动方式支持转速设定范围 0~60000RPM
完成/故障信号输出电压	3.3V	
电机额定电流可设定范围	0.5A~10A	请将驱动器的额定电流参数配置为与电机实际额定电流一致，否则可能导致响应缓慢、调速不稳定或烧掉保险丝等后果
负载电流可设定范围	0.5A~10A， 且不超过额定电流的 1.5 倍	
倍流倍数可设定范围	1.00~2.00	0 禁用倍流输出
倍流时间可设定范围	0.1S~99.9S	0 禁用倍流输出
瞬间过流关断电流设定范围	0~25A	电机接口出现瞬间异常大电流时，驱动器将在 1ms 内关断输出
温度有效检测范围	-40℃~125℃	
温度检测误差	±10℃	可通过配置温度校准系数进行校正
过热关断/过热限流温度设定范围	-40℃~125℃	
电压有效检测范围	8~30V	
电压检测误差	5%	可通过配置电压校准系数进行校正
欠压/过压关断最大设定值	27V	对于非电池直接供电，建议禁用过压关断，否则电机制动时的反向电动势可能触发过压关断。
电机电流检测精度	0.2A	

电流测量分辨率	0.01A	
稳流控制精度	0.02A	
单端模拟信号输入电压范围	0 ~ 3.3V	
差分模拟信号输入电压范围	-3.3V ~ +3.3V	电压范围可配置，如也可配置为 -2V~+2V
逻辑电平电压范围	0V ~ 5V	高低电平阈值可配置，可支持 LvTTL、TTL 等电平
PWM/脉冲输入接口支持电压	0V ~5V	$V_{IH} \geq 2.15V$ , $0 \leq V_{IL} \leq 1.15V$
PWM 输入信号支持频率	支持范围 100Hz~10kHz, 100Hz~1kHz 时, 分辨率 0.1%; 1kHz~10kHz 时, 分辨率 0.1%~1%	低于此频率范围将出现无法捕获 PWM 信号; 高于此范围将出现捕获 PWM 分辨率低
频率输入信号支持范围	0 ~ 10kHz	
5V0 电源最大输出电流	100mA	
VO 最大输出电流	50mA	
输出 PWM 频率	20kHz	
输出 PWM 分辨率	1/1000	
输出 PWM 最小有效脉宽	500ns	
输出 PWM 有效范围	0.1% ~ 100.0%	
PWM 调速方式 PWM 可设定 范围	-100.0%~0, 0~100.0%	
速度闭环控制可设定范围	-3276.8Hz~3276.7 Hz	单位 Hz 为电机换向频率 (每秒的换向次数), 电机转速=换向频率*20/(电机极个 数*减速比)
位置闭环控制可设定范围	速度 0.1~3276.7 Hz 位置-2147483648~2147483647	
实时速度最佳测量范围	10Hz~4000Hz	单位 Hz 为电机换向频率, 电机换向 频率低于此范围将出现无测量值
实时速度表示范围	-32768Hz~32767Hz	当换向频率在-3276.7Hz~3276.7Hz 范围内时分辨率为 0.1Hz
电机转速表示范围	1~655340 RPM	当换向频率在-3276.7Hz~3276.7Hz 范围内时转速分辨率为 1RPM, 超出 此范围分辨率为 10RPM
堵转保护时间设定范围	0.1s~25.5s 或不保护	
占空比调速方式启动响应时 间	额定电流和最大负载电流 8A 时, 响应时间约 0.1s	测试条件: 使用 24V 60W 电机空载, PWM 由 0%调节到 100%所需时间

占空比调速方式正反转切换响应时间	额定电流和最大负载电流 8A 时，响应时间约 0.3s	测试条件：使用 24V 60W 电机空载，在 PWM 为 100%状态刹车并由 0 调节到-100%所需时间
闭环调速方式启动响应时间	额定电流和最大负载电流 8A 时，响应时间约 0.3s	测试条件：使用 24V 60W 电机空载，速度由 0 达到设定转速 90%所需时间。PID 参数配置适宜，加速度 6500Hz/s
闭环调速方式正反转切换响应时间	额定电流和最大负载电流 8A 时，响应时间约 0.5s	测试条件：使用 24V 60W 电机空载，速度由正向速度切换到反向速度设定转速 90%所需时间。PID 参数配置适宜，加速度 6500Hz/s
位置闭环控制精度	加速度 500Hz/s 时，1 脉冲以内误差； 加速度 2000Hz/s 时，2 脉冲以内误差；误差不累积	测试条件：使用 24V 60W 电机空载。出现误差不校正方式。PID 参数配置适宜
刹车（制动）响应时间	通常为 0.1s~0.3s	测试条件：空载，具体时间和电机转动惯量等因素相关
485 支持的波特率	1200~115200bps	
CAN 支持波特率	10k~1Mbps	
信号端口耐压	IN1、IN2、IN3、SQ1、SQ2、HU、HV、HW 耐压-4.9V~+8.2V； VO 耐压为 0~+3.6V； 5V0、COM、485-A/CANH、485-B/CANL 耐压±27V	
工作环境温度	-30℃~70℃	注：实测可达-40℃~85℃，但极端的环境温度将影响驱动器的使用寿命

## 1.3 原理概述

本驱动器使用领先的电机电流精确检测技术、有感无刷电机自测速、有感无刷电机转动位置检测、再生电流恒电流制动（或称刹车）技术和强大的 PID 调节技术可完美地控制电机平稳正反转、换向及制动，输出电流实时调控防止过流，精准控制电机转速和转动位置，电机响应时间短且反冲力小。

### 1.3.1 电机加减速控制

电流自动调节、加速度自动控制的软启动方式，电机可迅速、平稳启动而反冲力小。支持加减速时间和加减速加速度配置。

### 1.3.2 电机制动（刹车）控制

电流自动调节的能耗制动方式，电机制动时间短而无强烈的冲击震动。支持制动电流配

置。

### 1.3.3 电机换向控制

电机正反转切换的过程由驱动器内部控制，自动进行减速、软制动、软启动控制，无论换向信号改变多么频繁，都不会造成驱动器或电机损坏。

### 1.3.4 电机稳速控制

通过霍尔信号检测转速和转动位置，使用 PID 调节算法进行闭环控制，支持速度闭环控制和时间-位置闭环控制两种稳速控制算法。速度闭环方式具有在高速时速率控制平稳且超调小的特点，但在低速时可能速度控制不平稳；时间-位置闭环控制方式适合于多台驱动器控制多个电机在相同时间内转动相同的角度的控制要求，也适合于超低速控制。

### 1.3.5 电机位置控制

通过霍尔信号检测转动位置，使用 PID 调节算法进行位置闭环控制，使用能耗制动方式进行减速。通过电机线圈以一定电流通电锁定电机转动位置。

### 1.3.6 电机转矩控制

由于电机转矩与电流大小为近似的线性关系，本驱动器使用稳流输出控制方式来实现电机转矩控制，用户通过调节输出电流的大小来实现对电机转矩大小的控制。

### 1.3.7 电机过载和堵转保护

电机过载时，驱动器将限流输出，有效地保护电机；电机堵转时，驱动器可检测该状态并对电机制动。

### 1.3.8 内部干扰抑制

为了保证电机回路电流测量的精度，驱动电路与控制电路间通过干扰衰减和消耗、瞬态干扰抑制方式耦合，可有效保证控制电路不受驱动电路干扰的影响。

## 2. 接口定义

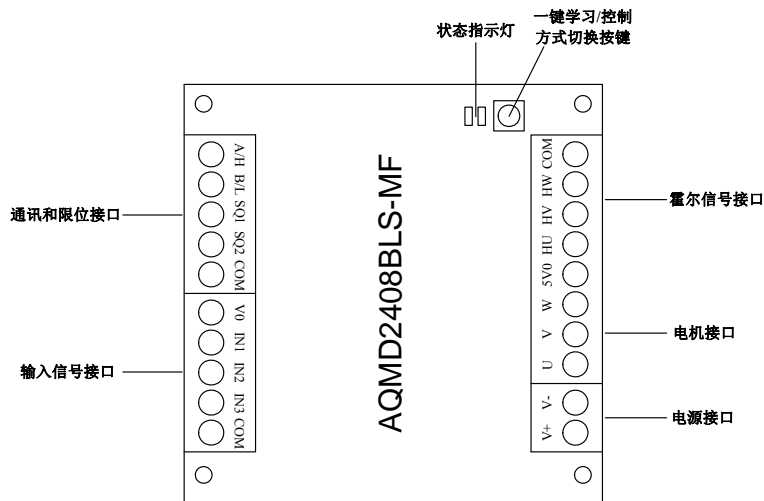


图 2.1 AQMD2408BLS-MF 电机驱动器接口定义

注意：电源接口和电机接口的接线千万不能搭在一起，它们也不能与输入信号、霍尔信号、限位或通讯接口搭在一起，否则可能损坏驱动器。电源地或控制信号的地也不要与机壳相连，否则可能造成驱动器工作不稳定。如果使用变压器供电或开关电源供电，机壳请与大地相连，使用电池供电，机壳请不要与大地相连。

### 2.1 按键用法、信号源选择及工作模式配置

在使用本驱动器控制电机运行前首先要对电机相序进行学习，对额定电流、信号源选择和工作模式等进行配置。通过寄存器可以配置电机的额定电流，数字/模拟信号控制方式下的信号源和工作模式，以及 485/CAN 通讯控制方式下的从站地址。

通过对电机相序学习，驱动器才能正常驱动电机转动。对于刚接上的电机，首次使用时，需要先对电机进行相序学习。通过按键一键操作或相关寄存器操作可实现电机相序学习（电机学习寄存器详见 6.3.9 小节）。

通过对电机额定电流的配置，一方面设定了电机的最大负载电流，当电机过负载或堵转时，驱动器会将输出电流稳流至额定电流，有效地保护电机；另一方面可使相应额定电流的电机调速更稳定。通过 0x006a 寄存器可对电机额定电流进行配置。

通过对信号源的选择，可支持用户所使用的不同的控制信号。本驱动器在数字/模拟信号控制方式下可支持电位器、模拟信号、开关量、逻辑电平和 PWM/频率/脉冲等输入信号。通过 0x009a 寄存器可对信号源进行配置。

通过对工作模式的配置，可配置数字/模拟信号控制方式下电机不同的调速方式。通过 0x009b 寄存器可对工作模式进行配置。

#### 2.1.1 按键用法

通过按键操作我们可以实现一键电机相序学习和控制方式的切换，按键在不同操作方式下的功能如表 2.1 所示。

表 2.1 按键的用法

操作方式	功能	说明	状态指示灯
短按一下	电机相序学习	学习成功	黄灯、绿灯交替闪烁 6 次后，同时长亮 1s
		学习失败	黄灯、绿灯交替闪烁 6 次后，黄灯再连续闪烁 3 次
按住 1s 后松开	切换控制方式	数字/模拟信号控制方式	黄灯常亮，绿灯常亮或闪烁
		485/CAN 通讯控制方式	黄灯常灭，绿灯常亮或闪烁
长按 5s 后松开	默认通讯参数通讯	485 通讯参数：波特率为 9600bps，校验方式为偶校验，1 位停止位 CAN 通讯参数：波特率为 500kbps 从站地址/节点 ID：0x01	黄灯常灭，绿灯闪烁

注：

- 1) 当通讯模式为 485/CAN 模式时，在通讯和非通讯状态绿灯分别以 2Hz 和 0.5Hz 频率闪烁；
- 2) 当通讯模式为 CANopen 模式时，运行、预运行和停止状态绿灯状态分别为常亮、2Hz 频率闪烁和 0.5Hz 频率短亮一下后熄灭。
- 3) 默认通讯参数控制方式不支持 CANopen 模式；

按键短按一下，电机进入学习状态，若状态指示灯绿灯和黄灯交替闪烁 6 次后同时长亮 1s，则学习成功；若状态指示灯绿灯和黄灯交替闪烁 6 次后，黄灯再连续闪烁 3 次，则学习失败。

按键按住 1s 后松开，可实现数字/模拟信号控制和 485/CAN 控制的切换。当驱动器处于数字/模拟信号控制模式时，状态指示灯黄灯常亮，绿灯常亮或闪烁；当驱动器处于 485/CAN 控制模式时，状态指示灯黄灯常灭，绿灯常亮或闪烁。

按键长按 5s 后松开，通过 RS485 使用 Modbus-RTU 通讯协议与驱动器通讯，通讯默认波特率为 9600bps，检验方式为偶校验，1 位停止位，状态指示灯黄灯常灭，绿灯闪烁。

2.1.2 电机电流相关参数的配置

用户可通过电流相关寄存器配置电机相关电流，相关寄存器配置说明如表 2.2 所示。

表 2.2 电机电流参数的相关配置

寄存器地址	寄存器名称	值 (乘以 0.01A 为电流值)	说明
0x006a	电机额定电流	0~1000	通常配置为与电机标称额定电流一致；额定电流过小可能导致调速不稳甚至烧毁驱动器；过大可能导致响应缓慢
0x006b	最大负载电流	0~1000	用于限制电机启动、过载和堵转时电机的最大电流
0x006c	制动补偿电流	0~300	用于调节制动力矩，将影响电机制动制动时间及平稳程度

0x0078	常态自锁电流	0~800	用于调节电机停转后保持转动位置的阻力矩，适用于时间位置稳速算法闭环调速和位置控制工作模式，建议配置值不大于电机额定电流的 1/2，否则可能导致电机发热严重并影响电机寿命
--------	--------	-------	--

用户也可通过本驱动器配套的PC机示例程序实现数字/模拟信号控制方式下电机相关电流的配置，如图 2.2 所示。电机使用 485 配置的额定电流，默认 7A，最大可配置 10A，建议最大不超过 8A。

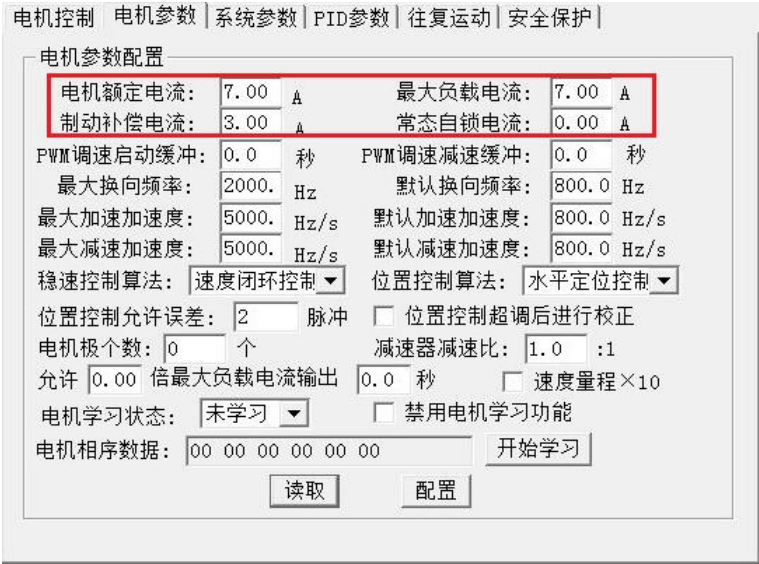


图 2.2 数字/模拟信号控制方式下电机电流配置

注：电机额定电流的配置应与电机实际额定电流一致，否则可能导致调速不稳定、响应缓慢、烧掉保险丝甚至更严重的后果。电机的实际额定电流可通过电机铭牌标示、数据手册等途径获取。

2.1.3 数字/模拟信号控制方式下信号源的选择

通过对端口输入类型寄存器（0x009a）进行操作可对数字/模拟信号控制方式下信号源进行选择，寄存器值与信号源的对应关系如表 2.3 所示。

表 2.3 数字/模拟信号控制方式下信号源选择表

寄存器值	信号源
1	电位器
2	模拟信号
3	脉冲信号
4	内置程序

数字/模拟信号控制方式下，信号源可选择为电位器、模拟信号、PWM/频率/脉冲信号或内置程序。

当信号源为电位器时，使用电位器进行调速、力矩控制或固定行程内的位置调节，支持单电位器、双电位器独立和双电位器协同控制，电位器的用法见 3.1.4 小节。

当信号源为模拟信号时，使用模拟信号进行调速、力矩控制或固定行程内的位置调节，支持单端模拟信号、差分模拟信号、双单端模拟信号独立和双单端模拟信号协同控制，模拟

信号的用法见 3.1.5 小节。

当信号源为脉冲信号时，使用PWM/频率信号进行调速、力矩控制或固定行程内的位置调节，使用脉冲信号进行速度、力矩增量控制或位置步进控制。脉冲信号的用法见 3.1.6 小节。

当信号源为内置程序时，工作模式可配置为预设速度和内置程序控制方式。详见 2.1.4 小节。

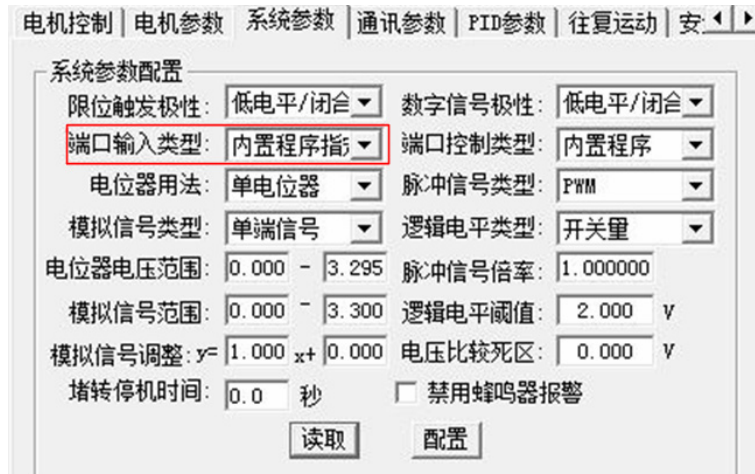


图 2.3 数字/模拟信号控制方式下信号源选择

用户也可通过本驱动器配套的PC机示例程序实现数字/模拟信号控制方式下的信号源选择及相应信号用法的配置，如图 2.3 所示。

#### 2.1.4 数字/模拟信号控制方式下工作模式的配置

通过对端口控制类型寄存器（0x009b）进行操作可对数字/模拟信号控制方式下工作模式进行配置，寄存器值与工作模式的对应关系如表 2.4 所示。

表 2.4 数字/模拟信号控制方式下工作模式配置表

寄存器值	工作模式
1	占空比调速
2	力矩控制
3	速度闭环控制
4	位置闭环控制
5	预设速度控制
6	内置程序

数字/模拟信号控制方式下，当信号源为电位器、模拟信号或 PWM/频率/脉冲信号时，工作模式可配置为占空比、力矩、速度闭环和位置闭环控制方式。

用户也可通过本驱动器配套的PC机示例程序实现数字/模拟信号控制方式下工作模式的配置，如图 2.4 所示。

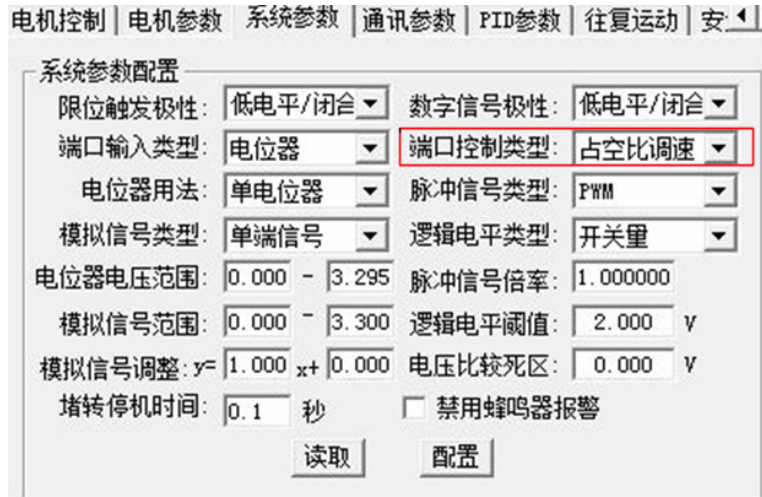


图 2.4 数字/模拟信号控制方式下工作模式配置

占空比调速方式通过改变等效输出电压来调节电机转速，具有响应快的特点，但转速受负载变化有一定程度的变化，且堵转时的扭矩与占空比有关。

力矩控制方式通过调节输出电流来改变电机扭矩。力矩控制方式下支持仅力矩控制和力矩转速同时控制两种方式。仅力矩控制方式下，当负载力矩小于电机扭矩时，电机转速最终将达到最大转速。在力矩转速同时控制方式下，除了可以调节电机扭矩外，还可调节电机最终达到的转速。

速度闭环控制方式使用 PID 调节算法来对电机进行稳速控制。稳速算法支持速度闭环控制和时间-位置闭环控制。前者直接对电机转速进行调节，具有超调量小和在高速时调速平稳的特点，但在低速时，可能出现调速不均匀问题；后者通过计算电机随时间改变应该转动的位置来对电机转动位置进行控制，从而间接对电机进行了稳速控制，此方式可满足多台驱动器对多个电机转动位置进行同步控制的要求以及超低速稳速控制的要求，但转速调节有一定超调。

位置闭环控制使用 PID 调节算法来对电机转动位置进行控制。当给定目标位置后，驱动器会根据配置的加速加速度、减速加速度和最大速度，自动计算电机运行过程中当前转动位置的目标实时速度并进行调控，从而使电机按照配置的速度和加速度参数准确地转动到目标位置。

当信号源为内置程序时，工作模式可配置为预设速度和内置程序控制方式。

预设速度控制方式将正反转的速度保存到驱动器中，仅通过开关或逻辑电平来控制电机启停和正反转。此控制方式支持占空比、力矩、速度闭环、位置闭环控制。预设速度控制方式详见 3.1.8 小节。

内置程序控制方式可通过配套程序编写自定义过程程序对电机运动过程进行控制，详见《MotorProc 使用手册》。

### 2.1.5 通讯控制方式下按键的配置

通讯控制方式下按键功能定义如表 2.5 所示。

表 2.5 485/CAN 通讯控制方式下按键功能定义

按住 1s 后松开	切换控制方式	数字/控制方式	黄灯常亮，绿灯常亮或闪烁
		485/CAN 通讯控制方式	黄灯常灭，绿灯常亮或闪烁

长按 5s 后松开	默认通讯参数 通讯	485 通讯参数：波特率为 9600bps，校验方式为偶校验， 1 位停止位 CAN 通讯参数：波特率为 500kbps 从站地址/节点 ID：0x01	黄灯常灭，绿灯闪烁
-----------	--------------	---	-----------

注：

- 1) 当通讯模式为 485/CAN 模式时，在通讯和非通讯状态绿灯分别以 2Hz 和 0.5 Hz 频率闪烁；
- 2) 当通讯模式为 CANopen 模式时，运行、预运行和停止状态绿灯状态分别为常亮、2Hz 频率闪烁和 0.5Hz 频率短亮一下后熄灭；
- 3) 默认通讯参数控制方式不支持 CANopen 模式；

### 2.1.6 485/CAN从站地址（或节点ID）的配置

#### 1. 485 从站地址的配置方法

通过操作指定站地址寄存器(0x009c)可配置 485 通讯控制方式时驱动器的从站地址。若向地址寄存器(0x009d)写 1，则数字/模拟信号控制方式下也使用 485 通讯控制方式的通讯参数和从站地址。若 0x009d寄存器值为 0，则在数字/模拟信号控制方式下将使用默认通讯参数（波特率 9600bps，偶校验，1 停止位，从站地址 0x01）进行通讯。如何配置控制方式为通讯控制方式或数字/模拟信号控制方式见 2.1.1 节按键的用法。更多 485 通讯参数相关介绍见 6.1 节。

#### 2. CAN 节点 ID 的配置方法

通过操作CAN节点ID寄存器(0x0021)可配置CAN通讯控制方式时驱动器的CAN节点ID。在数字/模拟信号控制方式和CAN通讯控制方式，均使用该CAN节点ID。CAN通讯参数相关介绍见 7.1 节。

#### 3. 使用示例程序配置 485 从站地址和 CAN 节点 ID



图 2.5 485 通讯从站地址配置

用户也可通过本驱动器配套的PC机示例程序实现 485 从站地址和CAN节点ID的配置，如图 2.5 所示。

485/CAN通讯控制方式和数字/模拟信号控制方式的模式切换可通过按键操作来实现。若忘记配置的从站地址和通讯参数驱动器无法通讯，亦可通过按键长按 5 秒切换为默认通讯参数来进行通讯（按键的操作方法详见 2.1.1 小节）。

## 2.2 电源接口

电源接口的信号定义如图 2.6 所示。V+为电源正极，V-为电源负极，电源接口支持电压范围为DC9V~24V。

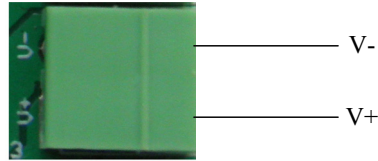


图 2.6 电源接口信号定义

## 2.3 电机接口

电机接口的定义如图 2.7 所示。U、V、W与电机的U、V、W相线相连（可不按顺序连接，当电机的相线顺序改变后需要重新对电机进行学习）。

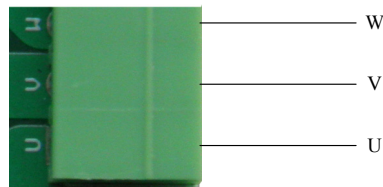


图 2.7 电机接口定义

## 2.4 霍尔信号接口

霍尔信号接口定义如图 2.8 所示，COM接霍尔传感器的负极，5V0接霍尔传感器的正极，HW、HV、HU分别接霍尔传感器的三霍尔信号线（电机霍尔传感器的电源正负极一定要接正确，霍尔位置信号HW、HV、HU可不按顺序连接，当霍尔位置信号接线顺序改变后需要重新对电机进行学习）。

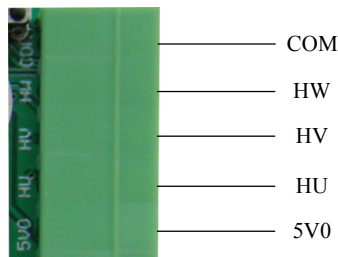


图 2.8 霍尔信号接口定义

## 2.5 通讯接口

### 2.5.1 485/CAN接线方法

通讯接口支持 485/CAN通讯，信号定义如图 2.9 所示。

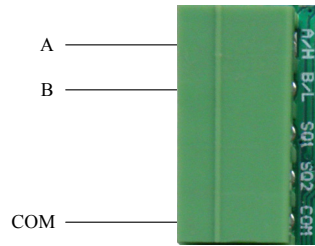


图 2.9 通讯接口信号定义

当使用 485 设备进行通讯时，485-A/CANH 和 485-B/CANL 分别为 RS485 的两差分信号 A 和 B，COM 为信号地。A 接 485 主站的信号线 A，B 接 485 主站的信号线 B。

当使用 CAN 设备进行通讯时，485-A/CANH 和 485-B/CANL 分别为 CAN 的两差分信号 CANH 和 CANL，COM 为信号地。CANH 接 CAN 总线的 CANH，CANL 接 CAN 总线的 CANL。CANH 和 CANL 间至少要并联一个 120Ω 的终端电阻才能正常通讯。

本驱动器支持多站点通讯，即多台驱动器的 485/CAN 接口通讯线按 A-A、B-B 的方式并联后与一台 485 主站相连。或多台驱动器的 485/CAN 接口通讯线按 CANH-CANH、CANL-CANL 的方式并联后与 CAN 客户端/主站相连。

为了信号更稳定，可将每台驱动器的 COM 连在一起后与 485/CAN 主站的信号地相连。主站可为 PLC、单片机或 PC 机等，485/CAN 主站/CAN 客户端通过每台驱动器设定的不同的地址来对每台驱动器独立操作。

注意：

- 1) 若要使用 485 通讯方式，0x0120 寄存器须配置为 0；此配置值若使用 CAN 通讯，不支持 CANopen 协议；
- 2) 若要使用 CANopen 协议进行 CAN 通讯，0x0120 寄存器须配置为 1，此配置值不支持 485 通讯；
- 3) 在改变 0x0120 寄存器值并保存后，须重新上电，新的通讯方式才会启用；
- 4) 无论 0x0120 配置为 0 或 1，都可以通过长按按键 5s 切换为默认通讯模式，此模式下 485 和 CAN 都能运行，不支持 CANopen 协议；
- 5) 在 485/CAN 通讯模式下，若已经通过 485 设备进行通讯，则不能在未掉电情况下通过重新连接到 CAN 设备来进行 CAN 通讯；同样，若已经通过 CAN 设备进行通讯，则不能在未掉电情况下通过重新连接到 485 设备来进行 485 通讯；
- 6) 在 CAN 通讯控制方式下，先断开 CAN 通讯线，再长按按键 5s 切换为默认通讯参数通讯方式后，再连接上 485 主站是可以进行 485 通讯的；
- 7) 不建议用户在驱动器通电状态下进行第 5)、6) 项这样的接线操作，以免勿操作出现搭线等情况导致驱动器或用户设备损坏。

## 2.5.2 485 多站点通讯

RS485 多站点通讯示意图如图 2.10 所示。

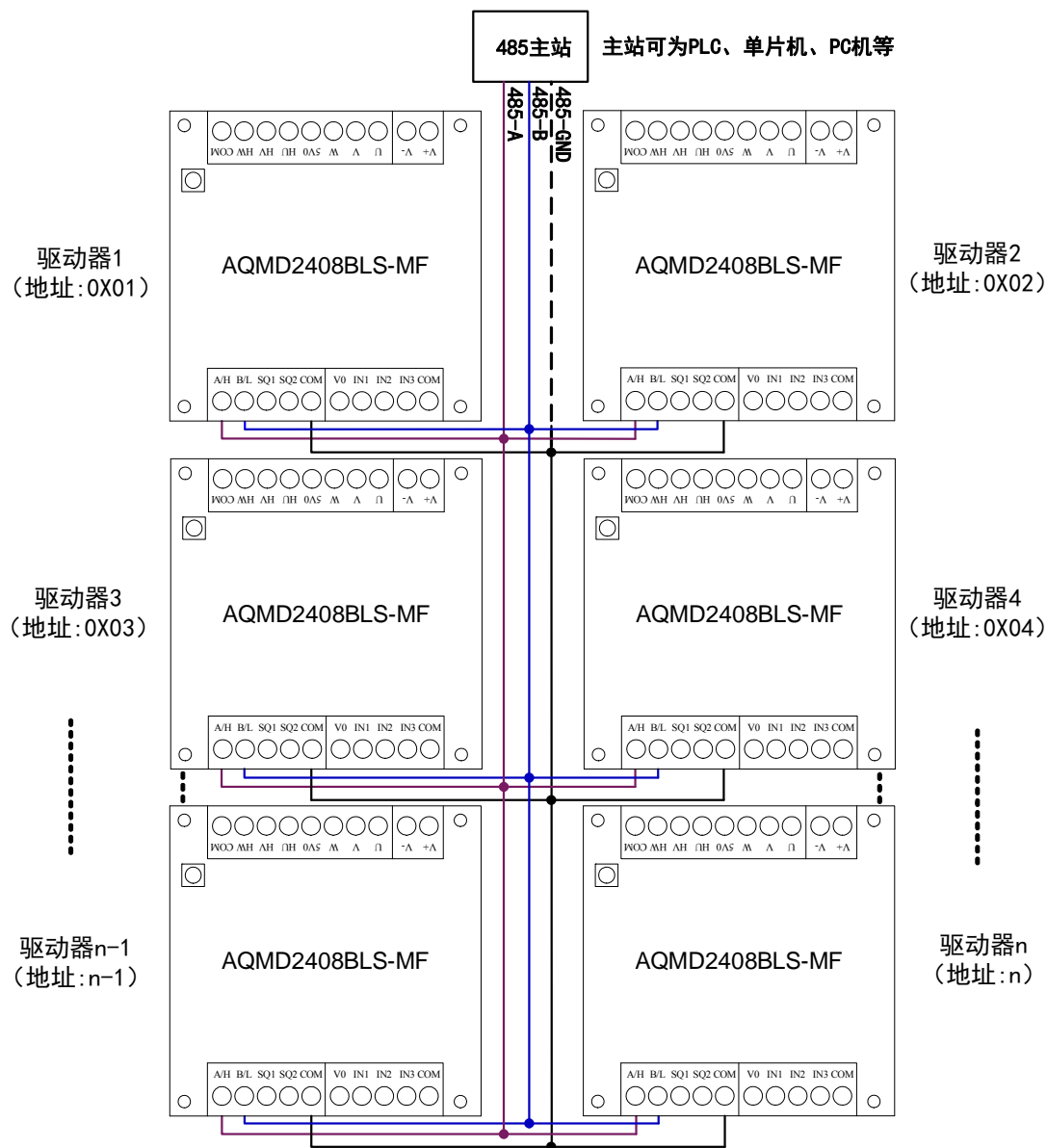


图 2.10 RS485 多站点通讯接线示意图

485/CAN接口通讯线按A-A、B-B分别并联后与485主站485的信号线A、B连接。并连的每一个驱动器设定的地址应唯一，不能与其它驱动器相同，驱动器地址的配置方法见 表 2.6，485主站通过通讯帧里的地址字节来指定对哪块驱动器进行操作，配置的地址与通讯帧里指定的地址相同的驱动器才会响应主站的请求(如何配置从站地址见 2.1.6 小节)。如果通讯线较长，可在从站和主站的485信号线间各自并联120Ω的终端电阻，以消除通讯线中的反射的干扰。

### 2.5.3 CAN多节点通讯

CAN多节点通讯示意图如图 2.11 所示。

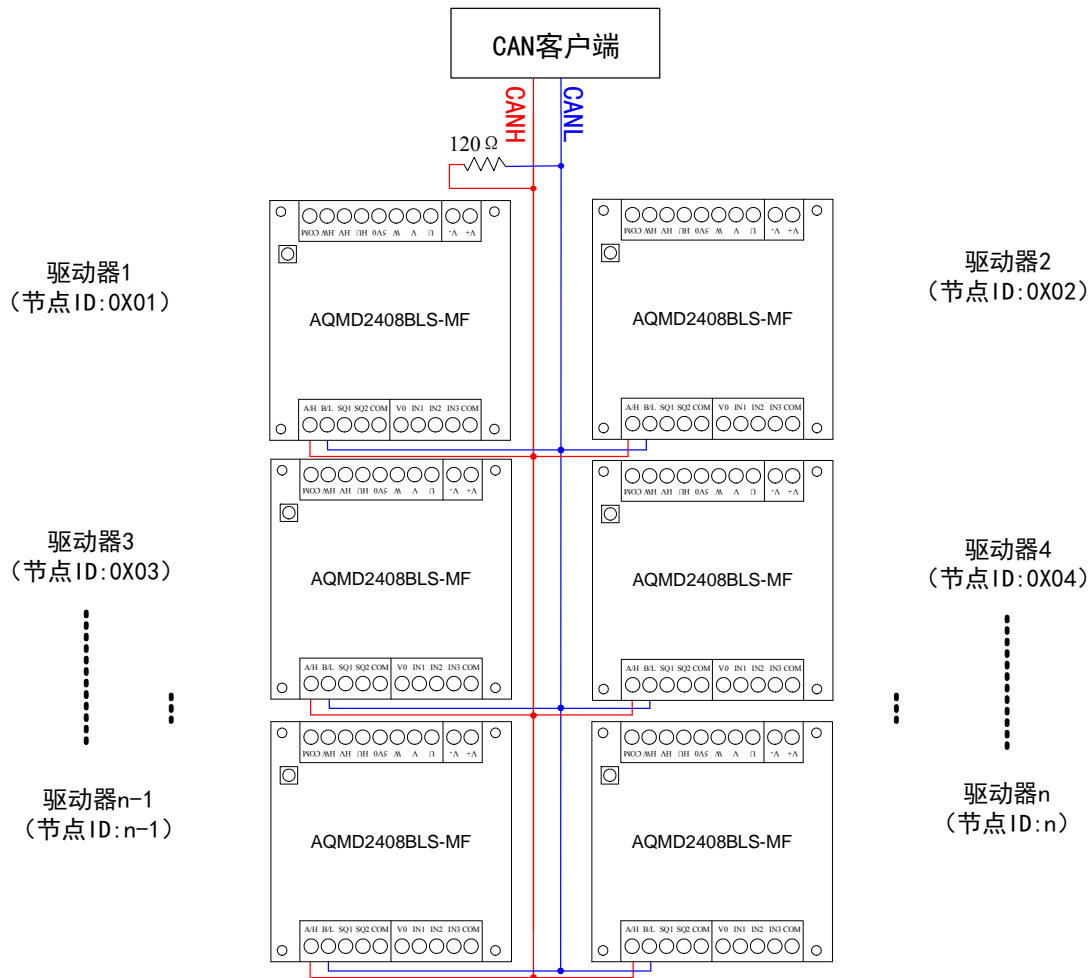


图 2.11 CAN 多节点通讯示意图

485/CAN接口通讯线按CANH-CANH、CANL-CANL方式分别并联后与CAN主站/客户端的信号线CANH、CANL分别连接。并连的每一个驱动器设定的节点ID应唯一，不能与其它驱动器相同。CAN主站/客户端通过帧标识位的节点ID位来指定对哪块驱动器进行操作，配置的节点ID与帧标识位里指定的节点ID相同的驱动器才会响应主站/客户端的请求(如何配置节点ID见 2.1.6 小节)。

注意：主站/客户端或从站/服务器至少有一端必须并联一个 120Ω 的电阻才能正常通讯。如果通讯线较长，以消除通讯线中的反射的干扰。但切勿在总线节点较多时每一个节点都并联一个终端电阻，以免导致总线负载过大影响通讯。

## 2.6 限位接口

限位接口信号定义如图 2.12 所示。限位接口用于对机械装置行程进行限位，可接两个限位开关分别对正反转进行限位。默认支持常开触点限位，可通过 485 配置为常闭触点限位。COM为两限位开关公共接线端，接在SQ1 与COM间的限位开关对电机正转进行限位，接在SQ2 与COM间限位开关对电机反转进行限位，如图 2.13 所示；如果使用 5V光电接近开关

或 5V 金属接近开关作限位开关（驱动器仅支持 NPN 常开/常闭输出的接近开关），那么接近开关的电源正极可接到霍尔信号接口的 5V0 端取电（可提供 0.1A 电流），电源负极接限位接口的 COM 端，如图 2.14 所示。如果使用 6~36V 的接近开关作限位开关，或霍尔供电电流无法驱动接近开关，则需要外接电源对接近开关供电，如图 2.15 所示。

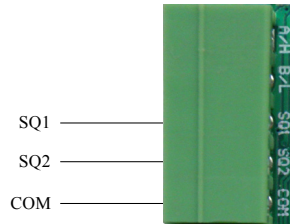


图 2.12 限位接口信号定义

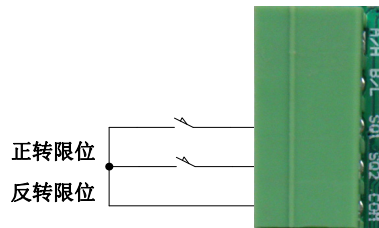


图 2.13 机械限位开关的接法

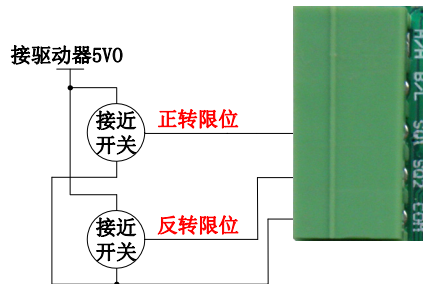


图 2.14 5V 接近开关作限位开关的接法（共驱动器电源）

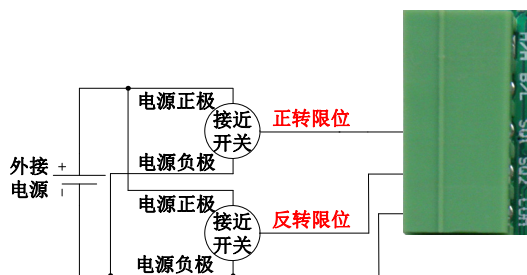


图 2.15 外接电源驱动接近开关作限位开关的接法

**注：**千万不能将驱动器的 V- 与 COM 连接在一起，也不能在 V+ 与 COM 间串联电容，否则可能导致驱动器或用户设备工作不稳定。

限位接口触发电平和极性可配置（如何配置限位接口极性见 6.3.5 小节 0x0080 寄存器的描述），当触发方式为电平触发时，在限位触发时电机停转，限位去除后电机恢复转动；当触发方式为边沿触发时，在限位触发瞬间电机停止，限位去除后电机仍然保持停止，直到给反向信号电机才转动。限位接口触发逻辑如表 2.6 所示。

表 2.6 限位接口触发逻辑

限位触发极性	电机转动方向	SQ1 状态	SQ2 状态	限位情况
低电平/闭合	正转	低电平/开关闭合	任意	正转限位停止

		高电平/开关断开	任意	无动作
		高电平→低电平→高电平/开关闭合一下后断开	任意	电机停顿一下后继续正转
	反转	任意	低电平/开关闭合	反转限位停止
		任意	高电平/开关断开	无动作
		任意	高电平→低电平→高电平/开关闭合一下后断开	电机停顿一下后继续反转
高电平/断开	正转	低电平/开关闭合	任意	无动作
		高电平/开关断开	任意	正转限位停止
		低电平→高电平→低电平/开关断开一下后闭合	任意	电机停顿一下后继续正转
	反转	任意	低电平/开关闭合	无动作
		任意	高电平/开关断开	反转限位停止
		任意	低电平→高电平→低电平/开关断开一下后闭合	电机停顿一下后继续反转
下降沿/闭合瞬间	正转	低电平/开关闭合	任意	正转限位停止
		高电平/开关断开	任意	无动作
		高电平→低电平→高电平/开关闭合一下后断开	任意	正转限位停止并保持
	反转	任意	低电平/开关闭合	反转限位停止
		任意	高电平/开关断开	无动作
		任意	高电平→低电平→高电平/开关闭合一下后断开	反转限位停止并保持
上升沿/断开瞬间	正转	低电平/开关闭合	任意	无动作
		高电平/开关断开	任意	正转限位停止
		低电平→高电平→低电平/开关断开一下后闭合	任意	正转限位停止并保持
	反转	任意	低电平/开关闭合	无动作
		任意	高电平/开关断开	反转限位停止
		任意	低电平→高电平→低电平/开关断开一下后闭合	反转限位停止并保持

2.7 输入信号接口

输入信号接口的定义如图 2.16 所示，各信号端口的作用如表 2.7 所示。

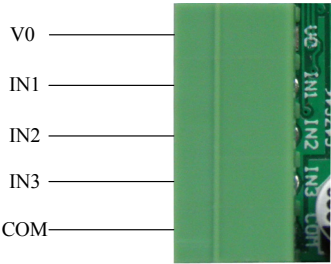


图 2.16 电位器/模拟信号接口信号定义

表 2.7 各信号端口的作用

调速方式	端口的作用				
	VO	IN1	IN2	IN3	COM
单电位器占空比调速 单电位器力矩控制 单电位器闭环调速	为电位器供电	接电位器对电机调速	控制电机正转	控制电机反转	电位器电源地
单电位器位置控制(电平触发)	为电位器供电	接电位器设定电机转动位置	信号锁存	紧急停止	电位器电源地
单电位器位置控制(边沿触发)	为电位器供电	接电位器对电机调速	控制电机正转	控制电机反转	电位器电源地
双电位器独立占空比调速 双电位器独立闭环调速	为电位器供电	接电位器 1 对电机正转调速	接电位器 2 对电机反转调速	控制电机方向	电位器电源地
双电位器独立力矩控制	为电位器供电	接电位器 1 调节电机力矩	接电位器 2 对电机调速	控制电机方向	电位器电源地
双电位器位置独立控制	为电位器供电	接电位器 1 设定电机转动位置	接电位器 2 对电机调速	紧急停止	电位器电源地
双电位器协同占空比调速 双电位器协同力矩控制 双电位器协同闭环调速	为电位器供电	接电位器 1 控制电机方向和转速	接电位器 2 设定中点参考电压	紧急停止	电位器电源地
双电位器位置协同控制	为电位器供电	接电位器 1 设定电机转动位置	接电位器 2 设定中点	紧急停止	电位器电源地

			位置		
单端模拟信号占空比调速 单端模拟信号力矩控制 单端模拟信号闭环调速 (电平触发)	故障信号输出	接模拟信号控制 电机转速	控制电机 方向	停止	信号地
单端模拟信号占空比调速 单端模拟信号力矩控制 单端模拟信号闭环调速 (边沿触发)	故障信号输出	接模拟信号控制 电机转速	控制电机 正转	控制电机 反转	信号地
单端模拟信号位置控制 (电平触发)	完成信号输出	控制电机转动位 置	信号锁存	紧急停止	信号地
单端模拟信号位置控制 (边沿触发)	完成信号输出	控制电机转动位 置	控制电机 正转	控制电机 反转	信号地
差分模拟信号占空比调速 差分模拟信号力矩控制 差分模拟信号闭环调速	故障信号输出	接差分模拟信号控制电机方向 和速度		停止	信号地
差分模拟信号位置控制	完成信号输出	接差分模拟信号控制电机转动 位置		紧急停止	信号地
双单端信号独立占空比调速 双单端模拟信号独立闭环调速	故障信号输出	接模拟信号 1 对电 机正转调速	接模拟信 号 2 对电机 反转调速	控制电机 方向	信号地
双单端模拟信号独立力矩控制	故障信号输出	接模拟信号 1 控制 电机力矩	接模拟信 号 2 对电机 调速	停止	信号地
双单端模拟信号独立位置控制	完成信号输出	接模拟信号 1 控制 电机转动位置	接模拟信 号 2 对电机 调速	紧急停止	信号地
双单端信号协同占空比调速 双单端模拟信号协同力矩控制 双单端模拟信号协同闭环调速	故障信号输出	接模拟信号 1 控制 电机方向和速度	接模拟信 号 2 设定中 点参考电 压	停止	信号地

双单端模拟信号协同位置控制	完成信号输出	接模拟信号 1 控制 电机转动位置	接模拟信号 2 设定中 点位置	紧急停止	信号地
PWM 信号占空比调速 PWM 信号力矩控制 PWM 信号闭环调速 (电平触发)	故障信号输出	接 PWM 信号控制 电机速度	控制电机 方向	紧急停止	信号地
PWM 信号占空比调速 PWM 信号力矩控制 PWM 信号闭环调速 (边沿触发)	故障信号输出	接 PWM 信号控制 电机速度	控制电机 正转	控制电机 反转	信号地
PWM 信号位置控制	完成信号输出	接 PWM 信号控制 电机转动位置	信号锁存	紧急停止	信号地
频率信号占空比调速 频率信号力矩控制 频率信号闭环调速 (电平触发)	故障信号输出	接频率信号控制 电机速度	控制电机 方向	紧急停止	信号地
频率信号占空比调速 频率信号力矩控制 频率信号闭环调速 (边沿触发)	故障信号输出	接频率信号控制 电机速度	控制电机 正转	控制电机 反转	信号地
频率信号位置控制	完成信号输出	接频率信号控制 电机转动位置	信号锁存	紧急停止	信号地
脉宽信号占空比调速 脉宽信号力矩控制 脉宽信号闭环调速 (电平触发)	故障信号输出	接脉冲宽度与中 间值的差值控制 电机速度和方向	控制电机 方向反向	紧急停止	信号地
脉宽信号占空比调速 脉宽信号力矩控制 脉宽信号闭环调速 (边沿触发)	故障信号输出	接脉冲宽度与中 间值的差值控制 电机速度和方向	控制电机 方向正向	控制电机 方向反向	信号地
脉宽信号位置控制	完成信号输出	接脉冲宽度控制 电机转动位置	信号锁存	紧急停止	信号地

脉冲信号占空比调速 脉冲信号力矩控制 脉冲信号闭环调速 (电平触发)	故障信号输出	接脉冲信号控制 电机速度增量	控制速度 增量方向	紧急停止	信号地
脉冲信号占空比调速 脉冲信号力矩控制 脉冲信号闭环调速 (边沿触发)	故障信号输出	接脉冲信号控制 电机速度增量	控制电机 增量方向 为正向	控制电机 增量方向 为反向	信号地
脉冲信号位置控制	完成信号输出	接脉冲信号控制 电机步进量	控制电机 步进方向	紧急停止	信号地
预设速度控制(双键控制方式)	故障/完成信 号输出	控制电机正转	控制电机 反转	停止	信号地
预设速度控制(单键控制方式)	故障/完成信 号输出	正转→反转→正 转…	反转→正 转→反 转…	停止	信号地

## 2.8 状态指示灯

### 1. 485/CAN 通讯模式下（或端口控制方式时）指示灯状态

当黄灯常亮，且绿灯以 0.5/2Hz 频率闪烁时，驱动器处于端口控制方式；当黄灯常灭，且绿灯以 0.5/2Hz 频率闪烁时，驱动器处于 485/CAN 通讯控制方式。

当黄灯常亮或常灭，绿灯以 0.5Hz 频率闪烁时，驱动器处于正常运行状态；当黄灯常亮或常灭，绿灯以 2Hz 频率闪烁时，驱动器处于 485/CAN 通讯状态；当绿灯常灭，黄色指示灯单独闪烁几次停止再闪烁时，驱动器处于故障状态。黄灯连续闪烁次数与故障类型的对应关系见 8.2 节。

485/CAN 通讯模式下（或端口控制方式时）状态指示灯状态说明如表 2.8 所示。

表 2.8 485/CAN 通讯模式下(或端口控制方式时) 指示灯状态说明

指示灯状态		说明
黄灯	绿灯	
常亮	0.5/2Hz 频率闪烁	驱动器处于数字/模拟信号控制方式
常灭	0.5/2Hz 频率闪烁	驱动器处于 485/CAN 通讯控制方式
常亮或常灭	0.5Hz 频率缓慢闪烁	驱动器处于正常运行状态
常亮或常灭	2Hz 频率较快闪烁	驱动器处于通讯状态
单独闪烁	常灭	驱动器处于故障状态

### 2. CANopen 通讯模式下指示灯状态

当黄灯常亮，且绿灯常亮或闪烁时，驱动器处于端口控制方式；当黄灯常灭，且绿灯常亮或闪烁时，驱动器处于通讯控制方式。

当驱动器绿色指示灯常亮且黄灯常亮或常灭时，驱动器处于正常运行状态；当绿色指示灯以 2Hz 的频率较快闪烁，且黄灯常亮或常灭时，驱动器处于预运行状态；当绿色指示灯以 0.5Hz 频率短暂亮一下立刻熄灭，且黄灯常亮或常灭时，驱动器处于停止状态。

当黄色指示灯连续闪烁几次后停顿一下，黄灯重复这样闪烁，绿灯常亮或闪烁，驱动器处于厂家定义的故障状态。黄灯连续闪烁次数与故障类型的对应关系见 8.2 节。

当黄灯和绿灯同时以 0.5Hz 或 2Hz 闪烁时，驱动器处于通讯故障/致命故障状态；若同时闪烁频率为 0.5Hz，则驱动器处于等待通讯状态；若同时闪烁频率为 2Hz，则驱动器处于通讯故障或致命故障状态。

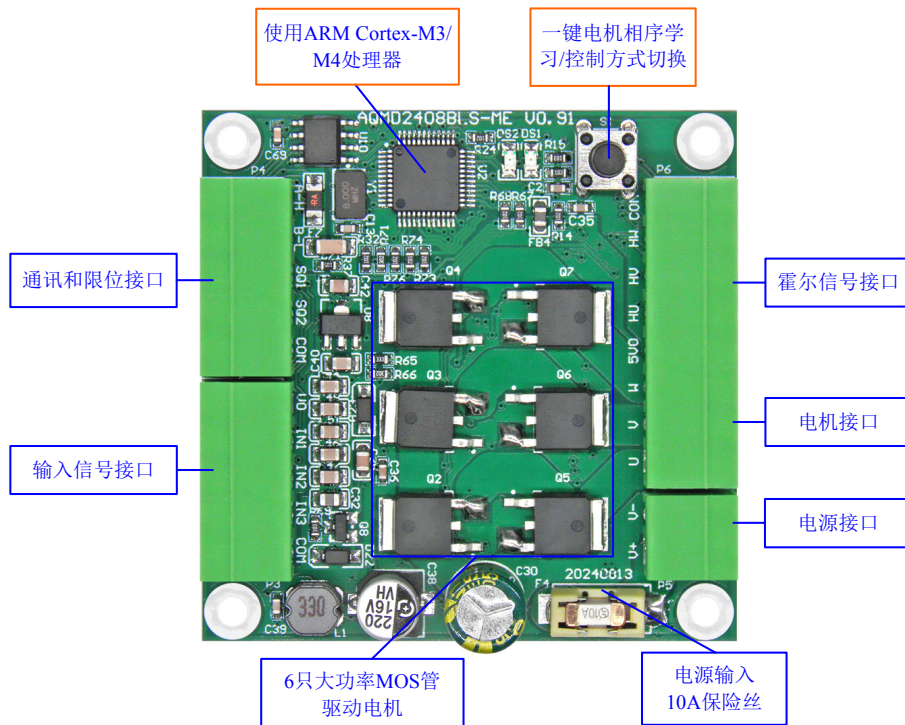
CANopen通讯模式下状态指示灯状态说明如表 2.9 所示。

表 2.9 CANopen 通讯模式下驱动器指示灯状态说明

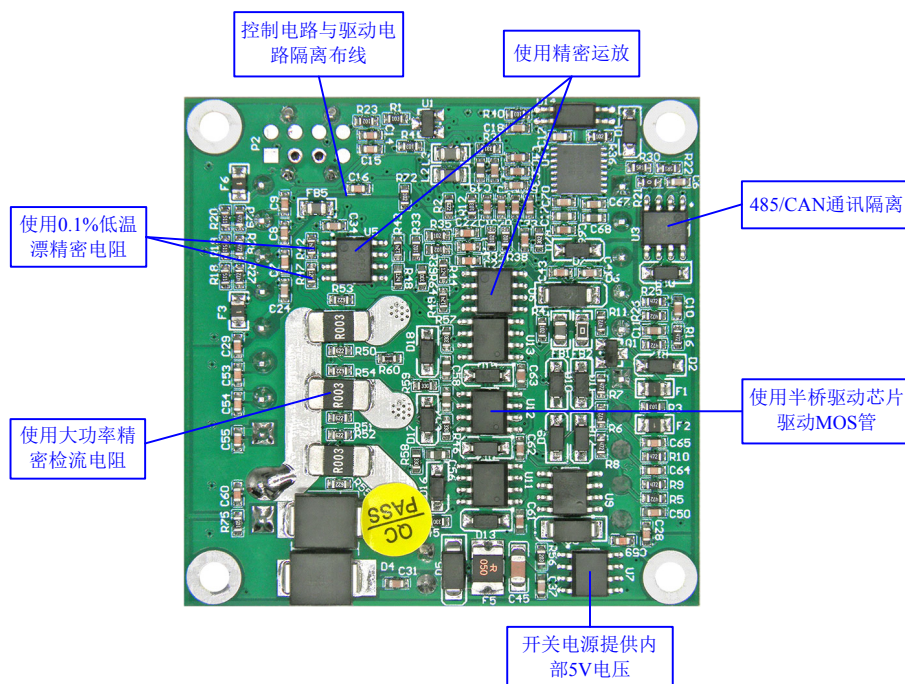
指示灯状态		说明
黄灯	绿灯	
常亮	常亮或闪烁	驱动器处于端口控制方式
常灭	常亮或闪烁	驱动器处于通讯控制方式
闪烁几次后停顿一下，重复这样闪烁	常亮或闪烁	驱动器处于厂家定义的故障状态
常亮或常灭	常亮	驱动器处于正常运行状态
	2Hz 频率较快闪烁	驱动器处于预运行状态
	0.5Hz 短亮一下后熄灭	驱动器处于停止状态
同时以 0.5Hz 频率缓慢闪烁		驱动器处于通讯故障状态（驱动器等待通讯）
同时以 2Hz 频率较快闪烁		驱动器在通讯过程中出现故障或处于致命故障状态

## 2.9 驱动器内部结构

### 1. 驱动器内部正面结构



### 2. 驱动器内部背面结构





流一致或略高（如何配置电机额定电流见 2.1.2 小节）。电机额定电流可从电机的铭牌标示或数据手册上获得。如果无法确定电机额定电流，可用电机额定功率除以额定电压再除以电机效率估算，对于 12V 电机，效率可取 50%，对于 24V 及以上电压电机，效率可取 70%。

- 4) 对电机相序进行学习，电机相序学习方法详见 3.1.2 小节步骤 3)。
- 5) 电机学习完成后，关断驱动器电源，按照相应控制方式要求的接线方法接线（各种控制方式的接线方法详见第 4 章节），然后接通电源，重新使用相关寄存器配置需要的参数和工作模式，驱动器方可工作。
- 6) 如果需要通过 485 通讯配置参数，先关断驱动器电源，按照 485 通讯控制方式要求的接线方法接线（详见第 4.5 节），然后接通电源，按住按键 1s 后松开将驱动器配置为 485 通讯方式（按键用法详见 2.1.1 小节），在 485 通讯方式下配置好需要的参数（各种控制方式的参数配置要求详见第 4 章节），再次使用相关寄存器配置需要的参数的工作模式，驱动器方可工作。

### 3.1.2 电机相序学习

在新连接上电机首次使用前，或电机相线或霍尔信号线接线顺序调换后，需要首先对电机相序进行学习才能使用。电机相序学习的步骤如下：

- 1) 断掉驱动器电源，让电机处于空载状态；
- 2) 按照 3.1.1 小节步骤 1)~3) 的方法连接好驱动器与电机，接通驱动器电源，并配置好电机额定电流；
- 3) 短按一下按键，电机进入学习状态。若状态指示灯绿灯和黄灯交替闪烁 6 次后同时长亮 1s，则表示学习成功；若状态指示灯绿灯和黄灯交替闪烁 6 次后，黄灯再连续闪烁 3 次，则表示学习失败，请检查电机接线是否正确是否接牢，或电机是否是驱动器支持的类型；
- 4) 学习成功后，断掉驱动器电源，根据需要重新接线和使用相关寄存器配置需要的工作参数。各种控制方式下的接线和配置方法参见本文档第 4 章节。

### 3.1.3 霍尔相位偏移量配置

若要使用正弦波（FOC）驱动方式，需要先对电机霍尔相位偏移量进行配置。一方面可解决电机正反转速度差异大问题，另一方面可缩短 FOC 进入稳态的时间。霍尔偏移量配置须在 485/CAN 通讯控制方式下进行。操作方法如下：

方法一：通过霍尔相位学习自动确定霍尔相位偏移量。在 485/CAN 通讯控制方式下，依次对 0x00e0 和 0x00e1 均写 1 可启用霍尔相位学习，驱动器红绿灯将交替闪烁，可通过 0x00e2 寄存器读取学习状态。

方法二：若方法一不能达到最佳效果，可通过 0x0302 寄存器直接写入相位偏移角度。

### 3.1.4 电位器的用法

电位器的用法可以配置为单电位器调速、双电位器独立调速和双电位器协同调速（如何选择信号源为电位器见 2.1.3 小节，如何配置电位器的用法见 6.3.5 小节 0x0082 寄存器的描述）。

单电位器调速使用单个电位器对电机调速，通过开关或者逻辑电平控制电机方向和启

停，通过限位开关对正反转限位。单电位器调速的接线和配置方法见 4.1.1 小节。

单电位器位置控制使用单个电位器调节电机转动位置，通过开关或者逻辑电平进行位置信号锁存和控制电机紧急停止，通过限位开关对正反转限位。单电位器位置控制的接线和配置方法见 4.1.2 小节。

双电位器独立调速使用两个电位器对电机的正反转分别调速（在力矩控制方式下为力矩与速度分别控制），通过开关或者逻辑电平控制电机启停和方向，通过限位开关对正反转限位。双电位器独立调速的接线和配置方法见 4.1.4 小节。

双电位器独立位置控制使用一个电位器调节电机的转动位置，另一个电位器调节电机转速，通过开关或逻辑电平控制电机紧急停止，通过限位开关对正反转限位。双电位器独立位置控制的接线和配置方法见 4.1.5 小节。

双电位器协同调速使用两个电位器组合调节来控制电机的速度和方向，通过限位开关对正反转限位。双电位器协同调速的接线和配置方法见 4.1.6 小节。

双电位器协同位置控制使用一个电位器设置行程中点，另一个电位器调节电机转动位置，通过开关或逻辑电平控制电机紧急停止，通过限位开关对正反转限位。双电位器协同位置控制的接线和配置方法见 4.1.7 小节。

### 3.1.5 模拟信号的法

模拟信号的类型和用法可配置为单端模拟信号调速、差分模拟信号调速、双单端模拟信号独立调速和双单端模拟信号协同调速（如何选择信号源为模拟信号见 2.1.3 小节，如何配置模拟信号的类型见 6.3.5 小节 0x0084 寄存器的描述）。

单端模拟信号调速使用单端模拟信号对电机调速，通过开关量或逻辑电平控制电机方向和停止，通过限位开关对正反转限位。单端模拟信号调速的接线和配置方法见 4.2.1 小节。

单端模拟信号位置控制使用单端模拟信号调节电机转动位置，通过开关或者逻辑电平进行位置信号锁存和控制电机紧急停止，通过限位开关对正反转限位。单端模拟信号位置控制的接线和配置方法见 4.2.3 小节。

差分模拟信号调速使用差分模拟信号控制电机方向和速度，通过开关量或逻辑电平控制电机紧急停止，通过限位开关对正反转限位。差分模拟信号调速方式的配置和接线方法见 4.2.5 小节。

差分模拟信号位置控制使用差分模拟信号控制电机方向和速度，通过开关量或逻辑电平控制紧急停止，通过限位开关对正反转限位。差分模拟信号位置控制配置和接线方法见 4.2.6 小节。

双单端模拟信号独立调速使用两路单端模拟信号对电机的正反转分别调速（在力矩控制方式下为力矩与速度分别控制），通过开关量或者逻辑电平控制电机启停和方向，通过限位开关对正反转限位。双单端模拟信号独立调速的接线和配置方法见 4.2.9 小节。

双单端模拟信号独立位置控制使用一路模拟信号调节电机的转动位置，另一个路模拟信号调节电机转速，通过开关或逻辑电平控制电机紧急停止，通过限位开关对正反转限位。双单端模拟信号独立位置控制的接线和配置方法见 4.2.10 小节。

双单端模拟信号协同调速使用两路单端模拟信号组合调节来控制电机的速度和方向，通过限位开关量对正反转限位。双单端模拟信号协同调速的接线和配置方法见 4.2.7 小节。

双单端模拟信号协同位置控制使用一路模拟信号设置行程中点，另一路模拟信号调节电机转动位置，通过开关或逻辑电平控制电机紧急停止，通过限位开关对正反转限位。双单端模拟信号协同位置控制的接线和配置方法见 4.2.8 小节。

### 3.1.6 PWM/频率/脉冲信号的法

脉冲信号的类型和用法可配置为PWM信号调速、频率信号调速和脉冲信号（计数方式）调速（如何选择信号源为脉冲信号见 2.1.3 小节，如何配置脉冲信号的类型见 6.3.5 小节 0x0083 寄存器的描述）。

PWM信号调速通过改变输入脉冲信号的占空比来对电机进行调速，通过开关量或逻辑电平控制电机方向和紧急停止，通过限位开关对正反转限位。PWM信号调速的接线和配置方法见 4.3.1 小节。

频率信号调速通过改变输入脉冲信号的频率来对电机进行调速，通过开关量或逻辑电平控制电机方向和紧急停止，通过限位开关对正反转限位。频率信号调速的接线和配置方法见 4.3.4 小节。

脉冲信号调速通过产生的脉冲的个数与开关量或逻辑电平相组合的方式来控制电机的速度和方向，通过限位开关对正反转限位（脉冲信号调速的接线和配置方法见 4.3.7 小节）。

### 3.1.7 行程学习

当要使用电位器、模拟信号、PWM 信号或频率信号调节电机在指定行程内的转动位置时，我们可以通过电机行程学习来测量电机的总行程，行程学习的步骤如下：

- 1) 确保电源、电机与驱动器已正确连接，且驱动器已对电机成功进行了学习；
- 2) 断掉驱动器电源；
- 3) 将一限位开关接在驱动器SQ1 与COM间（如果为接近开关，接法参见 图 2.13）安装在电机正转方向，将另一限位开关接在驱动器SQ2 与COM间安装在电机反转方向；
- 4) 将 485 转换器与驱动器的 485 接口按照 A-A、B-B 的方式连接，接通电源（注意：电源的电压应与电机的额定电压一致，且能够提供的电流大于电机的额定电流）。
- 5) 操作按键将驱动器配置为 485 通讯控制方式，黄色指示灯常灭、绿色指示灯以 0.5/2Hz频率闪烁或常亮（按键操作方法见 2.1.1 小节）。
- 6) 确保电脑已安装转换器驱动CH340，连接 485 转换器，双击打开驱动器配套的PC机示例程序，找到正确的串口号，设置好波特率和校验方式（通讯默认波特率为 9600bps，检验方式为偶校验，1 位停止位），点击“打开串口”。点击示例程序的往复运动选项卡“测量行程”按钮，如图 3.3 所示，等待驱动器学习完成。在学习时，工作指示灯和故障指示灯将交替闪烁；电机拖动的装置首先会向限位开关SQ2 方向移动，当限位开关SQ2 触发后，驱动器便确定了行程起点位置，接着电机拖动的装置将会向限位开关SQ1 方向移动，当限位开关SQ1 触发后，驱动器便确定了行程终点位置。行程数值将自动写入Modbus的 0x00A2-0x00A3 寄存器（行程控制相关的其它寄存器见 6.3.6 小节），电机将停止转动，行程学习完成；

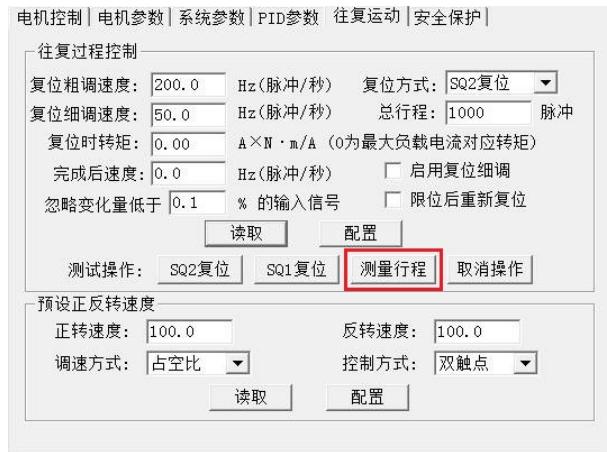


图 3.3 行程学习

7) 断掉驱动器电源，根据需要重新接线配置需要的工作参数。

### 3.1.8 预设速度控制

当不需要对电机调速，仅通过开关或逻辑电平控制电机启停与正反转，我们可以使用预设速度方式（如何配置工作模式为预设速度控制方式见 2.1.4 小节）。通过预设速度寄存器（详见 6.3.7 小节）0x00B2 和 0x00B3 分别配置正转和反转的速度，通过 0x00B0 寄存器配置调速方式（可配置为占空比调速、力矩控制、速度闭环控制、位置闭环控制），通过 0x00B1 配置操作方式，是单按键（或单路控制信号）控制正反转还是双按键（或双路控制信号）分别控制正转和反转。预设速度控制方式的接线和配置方法见 4.4 章节。

## 3.2 485/CAN通讯控制方式下的使用方法

在使用驱动器前，首先应配置好电机的额定电流参数，如果是初次使用电机，需要先对电机进行学习，再按照相应控制方式要求配置的参数配置好相关参数。具体操作步骤如下：

- 1) 断开驱动器电源。将电机的U、V、W三相电源线接到驱动器电机接口的U、V、W，将电机的霍尔信号传感器电源线正负极（通常正极为红色，负极为黑色，具体参照电机的相关资料）分别接到驱动器霍尔信号接口的 5V0和COM，霍尔信号传感器的三霍尔位置信号线接到驱动器霍尔接口的HU、HV、HW，如图 3.4 所示。

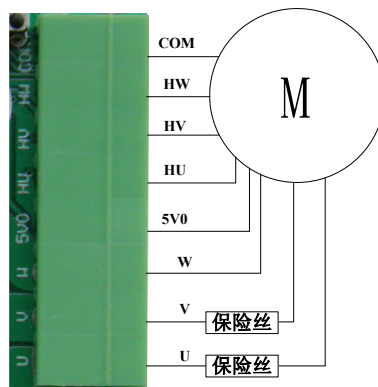


图 3.4 电机接线图

- 2) 将电源的正负极分别接到驱动器电源接口的 V+和 V-;

- 3) 操作按键将驱动器配置为 485/CAN 通讯控制方式，黄色指示灯常灭、绿色指示灯以 0.5/2Hz 频率闪烁或常亮（按键操作方法见 2.1.1 小节）。
- 4) 若主站为 485 设备，485 主站与驱动器的 485/CAN 接口按照 A-A、B-B 的方式连接（为了信号更稳定，可将驱动器的 COM 与主站的信号地相连），如图 3.5 所示，然后接通电源（注意：电源的电压应与电机的额定电压一致，且能够提供的电流大于电机的额定电流）。

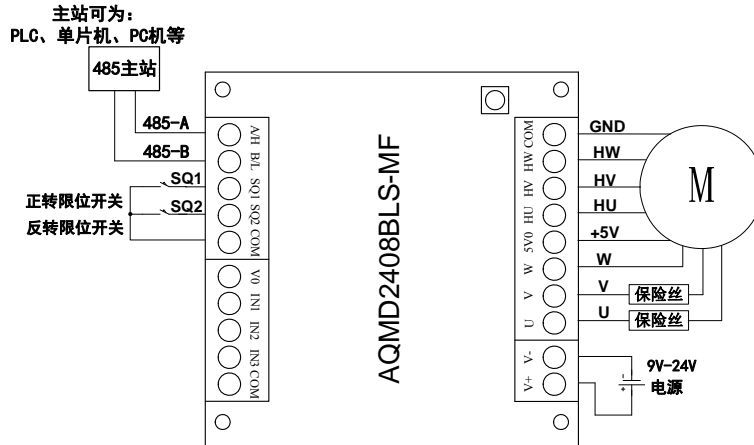


图 3.5 485 通讯电源及电机接线图

- 5) 通过 RS485 使用 Modbus-RTU 通讯协议与驱动器通讯，通讯默认波特率为 9600bps，检验方式为偶校验，1 位停止位。如果通讯参数被重新配置过，请使用新配置过的通讯参数进行通讯；若忘记配置的通讯参数，可通过长按按键 5s 后松开使用默认通讯参数进行通讯。
- 6) 若主站/客户端为 CAN 设备，CAN 主站/客户端与驱动器的 485/CAN 接口按照 CANH-CANH、CANL-CANL 的方式连接，并且 CAN 总线上至少要并联一个 120Ω 的电阻才能正常通讯，如图 3.6 所示，然后接通电源（注意：电源的电压与电机的额定电压一致，且能够提供的电流大于电机的额定电流）。

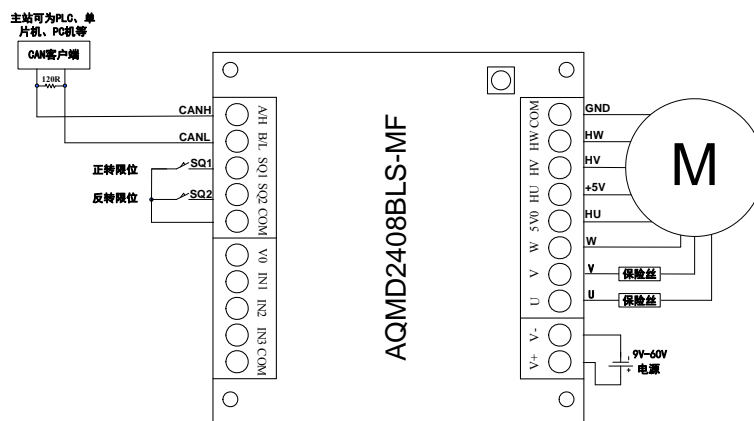


图 3.6 CAN 通讯电源及电机接线图

- 7) CAN 通讯默认波特率为 500kbps，如果通讯参数被重新配置过，请使用新配置过的通讯参数进行通讯。若要使用 CANopen 协议，0x0120 寄存器须配置为 1。通过 CAN 可访问 CANopen 对象字典和 Modbus 寄存器（如何通过 CAN 访问 Modbus 寄存器见 7.4 节）。

- 8) 通过 0x006a 和 0x006b 寄存器（详见 6.3.4 小节）配置电机的额定电流和最大负载电流，配置的电机额定电流应与电机实际额定电流一致或略高，最大负载电流可用来配置电机的最大负载/堵转力矩，如无要求，通常与额定电流配置相同（电机电流配置详见 2.1.2 小节）。电机额定电流可从电机的铭牌标示或数据手册上获得。如果无法确定电机额定电流，可用电机额定功率除以额定电压再除以电机效率估算，对于 12V 电机，效率可取 50%，对于 24V 及以上电压电机，效率可取 70%。
- 9) 对于初次使用的电机，或电机相线或霍尔信号线接线顺序调换，应先进行电机学习。按键短按一下，电机进入学习状态，若状态指示灯绿灯和黄灯交替闪烁 6 次后同时长亮 1s，则学习成功；若状态指示灯绿灯和黄灯交替闪烁 6 次后，黄灯再连续闪烁 3 次，则学习失败，请检查电机接线是否正确以及电机是否是驱动器支持的类型。
- 10) 若需要使用正弦波（FOC）驱动方式，须进行电机霍尔相位偏移量配置，操作方法见 3.1.3 小节。
- 11) 通过 0x0050~0x0053 寄存器（详见 6.3.3 小节速度控制寄存器的描述）可临时改变占空比调速方式下 PWM 的上升、下降缓冲时间及速度闭环和位置闭环方式下的加减速加速度。通过 0x0060~0x0067 寄存器（详见 6.3.4 小节电机控制参数配置寄存器的描述）可配置上电后默认的占空比调速方式下 PWM 的上升、下降缓冲时间及速度闭环和位置闭环方式下的加减速加速度，以及最大加减速加速度和最大换向频率。
- 12) 通过写 0x0042 寄存器设置输出占空比进行占空比调速；通过写 0x0043 寄存器设置电机转动的换向频率（对应转速）进行闭环调速；通过 0x0044 设置位置控制的换向频率（对应转速），0x0045 寄存器设置位置控制方式为绝对位置还是相对位置，0x0046 和 0x0047 两个寄存器写入四字节整型的目标位置数值来进行位置闭环控制。可以只操作 0x0046 和 0x0047 寄存器或在对 0x0046 寄存器写 0 后只操作 0x0047 寄存器来进行位置控制。通过 0x0040 寄存器对电机进行制动操作。0x0040~0x0047 寄存器的描述详见 6.3.3 小节。
- 13) 若使用 CAN 通讯控制方式，还可通过操作 0x2000~0x2003 字典对象对电机进行控制；其中，0x2000 对象设置控制模式为占空比、转速、力矩、位置控制或制动，0x2001 设置控制量，0x2002 设置位置类型，0x2003 设定目标位置。
- 14) 闭环调速的算法可通过 0x0070 寄存器配置为速度闭环控制或时间-位置闭环控制。前者具有超调量小及在高速时调速平稳的特点，但在低速时调速可能不均匀；后者可实现多驱动器对多个电机转动角度的同步控制，以及在低速时调速也平稳，可满足极低速控制的要求，但在调速过程中有一定超调。
- 15) 当闭环调速算法为速度闭环控制时，通过 0x00c0~0x00c5 寄存器配置闭环调速的 PID 参数；当闭环调速算法为时间-位置闭环控制时，通过 0x00c6~0x00cb 寄存器配置闭环调速电机转动时的 PID 参数，通过 0x00ba~0x00bf 寄存器配置闭环调速电机自锁时的 PID 参数；当为位置闭环控制，也通过 0x00c6~0x00cb 寄存器配置位置闭环控制电机转动时的 PID 参数，0x00ba~0x00bf 配置电机自锁时的 PID 参数。PID 各参数配置过大，可能导致调速或位置控制超调严重甚至出现震荡，PID 各参数配置过小可能导致调节缓慢，跟随性差，应合理配置 PID 参数以使调节效果最佳。PID 参数配置相关寄存器详见 6.3.8 小节介绍。

- 16) 通过 0x0080~0x0099 寄存器（详见 6.3.5 小节系统参数配置寄存器的描述）可配置 485 通讯控制方式下限位开关触发极性、通讯参数、通讯中断保护时间和堵转停止时间等。

注：也可通过本驱动器配套的 PC 机示例程序进行参数配置及调速控制操作。

### 3.3 各种调速方式的特点

本驱动器可支持占空比调速、力矩控制、速度闭环控制和位置闭环控制（如何配置调速方式见 2.1.4 小节）。各种调速方式的特点如下。

#### 3.3.1 占空比调速

占空比调速方式通过改变等效输出电压来调节电机转速。占空比调速具有响应快的特点，但转速受负载变化有一定变化，在堵转电流不超过配置的最大负载电流的情况下，堵转扭矩与占空比成近似正比，这可表现为当将电机调节为低速转动时，电机扭矩较小。本驱动器另外支持占空比上升/下降缓冲时间配置，以使电机启动/停止过程平稳。

#### 3.3.2 力矩控制

力矩控制方式通过调节输出电流大小来改变电机的扭矩。电机通常工作在堵转状态。力矩控制方式输出的电流可在配置的最大负载电流范围内任意调节。

#### 3.3.3 速度闭环控制

速度闭环控制方式使用 PID 调节算法来对电机进行稳速控制。稳速算法支持速度闭环控制和时间-位置闭环控制。前者直接对电机转速进行调节，具有超调量小和在高速时调速平稳的特点，但在低速时，可能出现调速不均匀问题；后者通过计算电机随时间改变应该转动的位置来对电机转动位置进行控制，从而间接对电机进行了稳速控制，此方式可满足多台驱动器对多个电机转动位置进行同步控制的要求以及超低速稳速控制的要求，但转速调节有一定超调。本驱动器支持闭环调速加速度配置，对于使用速度闭环控制算法，可将加速配置大一些，以使稳速响应更快；而对于使用时间-位置闭环控制算法，加速度配置过大则可能导致超调严重或切换电机转动方向过程不平稳。

#### 3.3.4 位置闭环控制

位置闭环控制使用 PID 调节算法来对电机转动位置进行控制。当给定目标位置后，驱动器会根据配置的加速加速度、减速加速度和最大速度，自动计算电机运行过程中当前转动位置的目标实时速度并进行调控，从而使电机按照配置的速度和加速度参数准确地转动到目标位置。在对电机位置进行调控过程中，驱动器也能同时估算出电机转动到目标位置所需要的时间。注意，如果加速度配置过大或制动电流配置过小可能导致驱动器提供不了所需的加速度而使位置控制出现超调，因此应合理配置加速度。

在数字/模拟信号控制方式下，驱动器可实现固定行程内的电机转动位置调节以及使用脉冲信号对电机进行步进控制；在 485 通讯控制方式下，可实现对电机绝对转动位置和相对转动位置的控制。

## 4. 各种控制方式的接法和配置

### 4.1 电位器调速的接法和配置

电位器的用法可配置为单电位器调速/位置控制、双电位器独立调速/位置控制和双电位器协同调速/位置控制（如何配置电位器的用法，见 6.3.5 节 0x0082 寄存器的描述）。电位器在各种用法下的接线和配置方法如下。

#### 4.1.1 单电位器调速

通过按键将控制方式切换为数字/模拟信号控制方式，此时黄色指示灯常亮、绿色指示灯以 0.5/2Hz 频率闪烁或常亮（按键的操作方法详见 2.1.1 小节），向 0x009a 寄存器写 1 选择输入信号类型为电位器，向 0x0082 寄存器写 0 选择电位器用法为单电位器，向 0x009b 寄存器写 1~3 配置调速方式为占空比调速、力矩控制或速度闭环控制，即可实现单电位器调速用法（亦可使用本驱动器配套 PC 机示例程序来配置相关寄存器，详见《AQMDBLS\_Demo 使用手册》），相关的配置如表 4.1 所示。

表 4.1 单电位器调速用法所需相关配置

控制方式 (按键切换)	端口输入类型 (0x009a 寄存器)	电位器用法 (0x0082 寄存器)	端口控制类型 (0x009b 寄存器)
数字/模拟信号控制方式	0x01: 电位器	0x00: 单电位器	0x01: 占空比调速
			0x02: 力矩控制
			0x03: 速度闭环控制

此用法使用电位器对电机进行调速，使用开关量/逻辑电平控制电机正反转和启停。单电位器调速的接法如图 4.1 所示。电位器 VR1 两不动端接 VO 和 COM，动端接 IN1，当电位器动端由 COM 滑向 VO 过程中，电机转速由低变高。当用开关量控制电机正反转和启停时，开关 K1 接 IN2 与 COM 间，控制电机正转；开关 K2 接 IN3 与 COM 间，控制电机反转。当使用逻辑电平控制电机正反转和启停时，IN2 接逻辑电平 DI1，控制电机正转；IN3 接逻辑电平 DI2，控制电机反转。限位开关 SQ1 和 SQ2 分别对正转和反转进行限位。

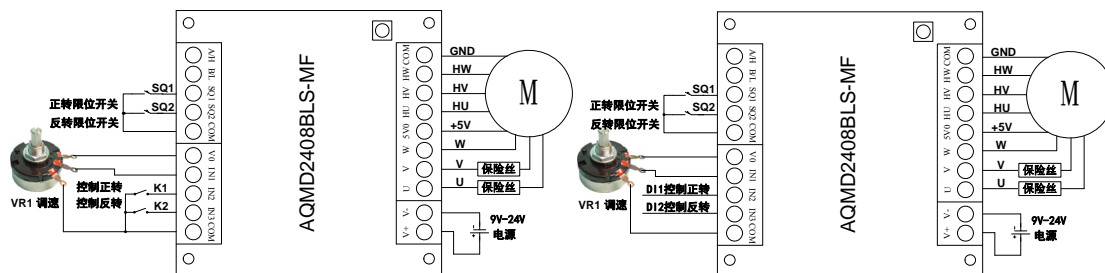


图 4.1 单电位器调速开关量（左图）/逻辑电平（右图）控制方式的接法

通过配置数字信号不同的类型和极性（如何配置数字信号类型和极性见 6.3.5 小节系统参数配置寄存器 0x0081 和 0x0085），我们可以通过对电位器、开关量和逻辑电平的不同操作方法来实现电机的启停和正反转控制，控制逻辑如表 4.2 所示。

表 4.2 单电位器调速控制逻辑

数字信号类型	数字信号极性	实现的功能	操作方法	所属接线方案
开关量	低电平/闭合（默	调速	电位器 VR1 调速	点动

	认)	正转	K1 闭合, K2 断开	
		反转	K1 断开, K2 闭合	
		停止	K1、 K2 均断开	
	高电平/断开	调速	电位器 VR1 调速	
		正转	K1 断开, K2 闭合	
		反转	K1 闭合, K2 断开	
		停止	K1、K2 均闭合	
	下降沿/闭合瞬间	调速	电位器 VR1 调速	自保
		正转	K1 闭合后断开, K2 始终断开	
		反转	K2 闭合后断开, K1 始终断开	
		停止	限位或调速到 0 时停止	
	上升沿/断开瞬间	调速	电位器 VR1 调速	
		正转	K1 断开后闭合, K2 始终闭合	
		反转	K2 断开后闭合, K1 始终闭合	
		停止	限位或调速到 0 时停止	
逻辑电平	低电平/闭合（默认）	调速	电位器 VR1 调速	点动
		正转	DI1 低电平, DI2 高电平	
		反转	DI1 高电平, DI2 低电平	
		停止	DI1、DI2 均为高电平	
	高电平/断开	调速	电位器 VR1 调速	
		正转	DI1 高电平, DI2 低电平	
		反转	DI1 低电平, DI2 高电平	
		停止	DI1、DI2 均为低电平	
	下降沿/闭合瞬间	调速	电位器 VR1 调速	自保
		正转	DI1 由高电平变低电平, DI2 始终高电平	
		反转	DI2 由高电平变低电平, DI1 始终高电平	
		停止	限位或调速到 0 时停止	
	上升沿/断开瞬间	调速	电位器 VR1 调速	
		正转	DI1 由低电平变高电平, DI2 始终低电平	
		反转	DI2 由低电平变高电平, DI1 始终低电平	
		停止	限位或调速到 0 时停止	

单电位器调速方式下，相关寄存器的参考配置如 表 4.3 所示。

表 4.3 单电位器调速方式相关寄存器的配置

寄存器地址	寄存器作用	值	描述
0x0080	限位触发极性	0,1,2,3,4	0: 低电平触发（默认） 1: 高电平触发

			2: 下降沿触发 3: 上升沿触发 4: 禁用限位功能
0x0081	数字信号极性	0,1,2,3	0: 低电平触发（默认） 1: 高电平触发 2: 下降沿触发 3: 上升沿触发
0x0082	电位器用法	0	单电位器（默认）
0x0085	逻辑电平类型	0,1,2	0: 开关量（默认） 1: 0/3.3V 2: 0/5V
0x0086	电位器最小值	0	电位器最小输出电压值为 0（默认）
0x0087	电位器最大值	0x0CDA	电位器最大输出电压值为 3290mV（默认）
0x008a	逻辑电平阈值	0x07D0	开关量逻辑电平电压阈值可配置为 2000mV（默认），其它逻辑电平另行配置
0x009a	端口输入类型	1	电位器
0x009b	端口控制类型	1,2,3	1: 占空比调速 2: 力矩控制 3: 速度闭环控制

4.1.2 单电位器位置控制（电平触发）

通过按键将控制方式切换为数字/模拟信号控制方式，此时黄色指示灯常亮、绿色指示灯以 0.5/2Hz 频率闪烁或常亮（按键的操作方法详见 2.1.1 小节），向 0x009a 寄存器写 1 选择输入信号类型为电位器，向 0x0082 寄存器写 0 选择电位器用法为单电位器，向 0x009b 寄存器写 4 配置调速方式为位置闭环控制，向 0x0081 寄存器写 0、1 配置数字信号极性为低电平/闭合、高电平/断开，即可实现单电位器位置控制（电平触发）用法（亦可使用本驱动器配套 PC 机示例程序来配置相关寄存器，详见《AQMDBLS\_Demo 使用手册》），相关的配置如表 4.4 所示。

表 4.4 单电位器位置控制（电平触发）用法所需相关配置

控制方式 (按键切换)	端口输入类型 (0x009a 寄存器)	电位器用法 (0x0082 寄存器)	端口控制类型 (0x009b 寄存器)	数字信号极性 (0x0081 寄存器)
数字/模拟信号控制方式	0x01: 电位器	0x00: 单电位器	0x04: 位置闭环控制	0x00: 低电平/闭合
				0x01: 高电平/断开

此用法通过电位器调节电机转动位置，通过开关量/逻辑电平对电机进行信号锁存和紧急停止。单电位器位置控制（电平触发方式）的接法如图 4.2 所示。电位器 VR1 两不动端接 VO 和 COM，动端接 IN1，当电位器动端由 COM 滑向 VO 过程中，电机转动位置由行程起点变化到行程的最大位置（总行程可通过 0x00a2 和 0x00a3 寄存器来配置，详见 6.3.6 小节往复位置控制参数寄存器）。当使用开关量控制时，开关 K1 接 IN2 与 COM 间，用于信号锁存，开关 K2 接 IN3 与 COM 间，控制电机紧急停止；当用逻辑电平控制时，IN2 接逻辑电平 DI1，对电机进行信号锁存，IN3 接逻辑电平 DI2，控制电机紧急停止。限位开关 SQ1 和 SQ2 分别对电机正转和反转进行限位。

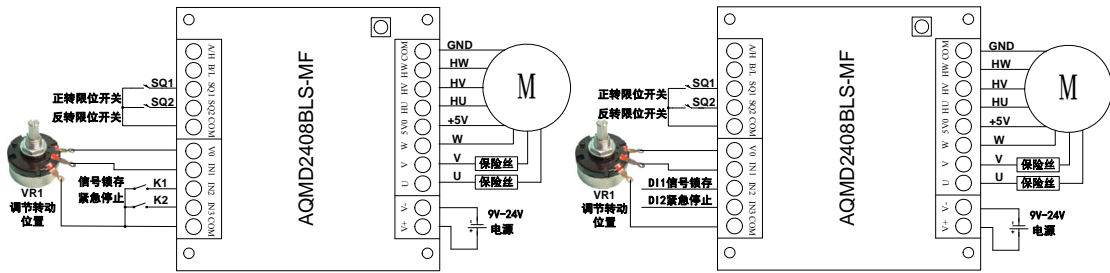


图 4.2 单电位器位置控制（电平触发）开关（左图）/逻辑电平（右图）的接法

通过配置数字信号不同的类型和极性（如何配置数字信号类型和极性见 6.3.5 小节系统参数配置寄存器 0x0081 和 0x0085），我们可以通过对电位器、逻辑电平和开关量不同操作方法来实电机位置调节、信号锁存和紧急停止，控制逻辑如表 4.5 所示。

表 4.5 单电位器位置控制（电平触发）的控制逻辑

数字信号类型	数字信号极性	实现的功能	操作方法	所属接线方案
开关量	低电平/闭合（默认）	调节位置	电位器 VR1 调节	
		信号锁存	K1 闭合，K2 断开	
		紧急停止	K2 闭合	
	高电平/断开	调节位置	电位器 VR1 调节	
		信号锁存	K1 断开，K2 闭合	
		紧急停止	K2 断开	
逻辑电平	低电平/闭合（默认）	调节位置	电位器 VR1 调节	
		信号锁存	DI1 低电平，DI2 高电平	
		紧急停止	DI2 低电平	
	高电平/断开	调节位置	电位器 VR1 调节	
		信号锁存	DI1 高电平，DI2 低电平	
		紧急停止	DI2 高电平	

单电位器位置控制（电平触发）方式下，相关寄存器的参考配置如表 4.6 所示。

表 4.6 单电位器位置控制（电平触发）方式相关寄存器的配置

寄存器地址	寄存器作用	值	描述
0x0080	限位触发极性	0,1,2,3,4	0: 低电平触发（默认） 1: 高电平触发 2: 下降沿触发 3: 上升沿触发 4: 禁用限位功能
0x0081	数字信号极性	0,1	0: 低电平触发（默认） 1: 高电平触发
0x0082	电位器用法	0	单电位器（默认）
0x0085	逻辑电平类型	0,1,2	0: 开关量（默认） 1: 0/3.3V 2: 0/5V

0x0086	电位器最小值	0	电位器最小输出电压值为 0（默认）
0x0087	电位器最大值	0x0CDA	电位器最大输出电压值为 3290mV（默认）
0x008a	逻辑电平阈值	0x07D0	开关量逻辑电平电压阈值可配置为 2000mV（默认），其它逻辑电平另行配置
0x009a	端口输入类型	1	电位器
0x009b	端口控制类型	4	位置闭环控制
0x00a0	位置复位模式	1,2,3,4	1: SQ2 复位（默认） 2: SQ1 复位 3: SQ2 复位并细调 4: SQ1 复位并细调
0x00a2-0x00a3	总行程		可通过行程学习获得总行程
0x00a7	要忽略的信号变化量	1	忽略 0.1%以下的电位器输出电压波动（默认） 用于滤波，以消除干扰信号造成电机抖动
0x00a9	复位时电流	0~800	非零时，乘以 0.01 为复位时的最大负载电流，单位为 A；为零时，使用系统参数配置的最大负载电流；用以配置复位时的转矩。对于使用电机堵转检测方式复位时，这里的电流配置为恰能平稳拖动负载即可，同时堵转停止时间配置为非零
0x008e	堵转停止时间	0~255	数值乘以 0.1 为堵转停止时间，单位为 s；对于使用电机堵转检测方式（未使用限位开关检测行程）复位时，堵转停止时间应配置为非零，建议配置为 0.1~1s，以便堵转检测

4.1.3 单电位器位置控制（边沿触发）

通过按键将控制方式切换为数字/模拟信号控制方式，此时黄色指示灯常亮、绿色指示灯以 0.5/2Hz频率闪烁或常亮（按键的操作方法详见 2.1.1 小节），向 0x009a寄存器写 1 选择输入信号类型为电位器，向 0x0082 寄存器写 0 选择电位器用法为单电位器，向 0x009b寄存器写 4 配置调速方式为位置闭环控制，向 0x0081 寄存器写 2、3 配置数字信号极性为下降沿/闭合瞬间、上升沿/断开瞬间，即可实现单电位器位置控制（边沿触发）用法（亦可使用本驱动器配套PC机示例程序来配置相关寄存器，详见《AQMDBLS\_Demo使用手册》），相关的配置如表 4.7 所示。

表 4.7 单电位器位置控制（边沿触发）用法所需相关配置

控制方式 (按键切换)	端口输入类型 (0x009a 寄存器)	电位器用法 (0x0082 寄存器)	端口控制类型 (0x009b 寄存器)	数字信号极性 (0x0081 寄存器)
数字/模拟信号控制方式	0x01: 电位器	0x00: 单电位器	0x04: 位置闭环控制	0x02: 下降沿/闭合瞬间
				0x03: 上升沿/断开瞬间

此用法通过电位器调节电机转速，通过开关/逻辑电平控制电机运动到行程起点或最大行程位置。单电位器位置控制（边沿触发）的接法如图 4.3 所示。其中，电位器VR1 调节

电机转速，通过开关量/逻辑电平控制电机正反转。电位器VR1 两不动端接VO和COM，动端接IN1，当电位器动端由COM滑向VO过程中，电机转速由低变高。当用开关量控制时，开关K1 接IN2 与COM间，控制电机正转到最大行程位置（总行程可通过 0x00a2 和 0x00a3 寄存器来配置，详见 6.3.6 小节往复位置控制参数寄存器），开关K2 接IN3 与COM间，控制电机反转到行程起点位置；当用逻辑电平控制时，IN2 接逻辑电平DI1，控制电机正转到最大行程位置，IN3 接逻辑电平DI2，控制电机反转到行程起点位置。限位开关SQ1 和SQ2 分别对电机正转和反转进行限位。

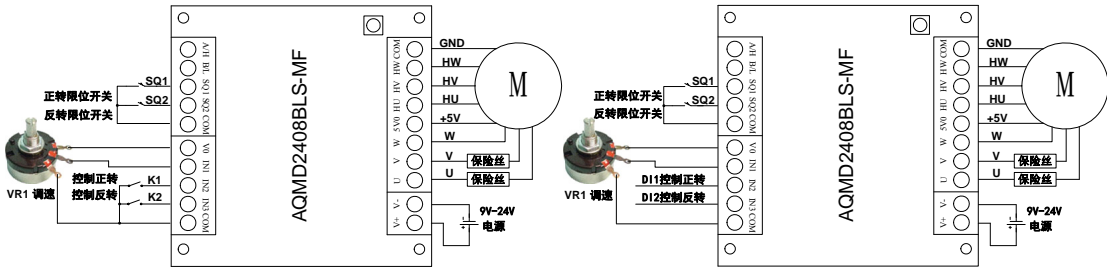


图 4.3 单电位器位置控制（边沿触发）开关（左图）/逻辑电平（右图）的接法

通过配置数字信号不同的类型和极性（如何配置数字信号类型和极性见 6.3.5 小节系统参数配置寄存器 0x0081 和 0x0085），我们可以通过对电位器、逻辑电平和开关量不同操作方法来实电机位置调节、信号锁存和紧急停止，控制逻辑如 表 4.8 所示。

表 4.8 单电位器位置控制（边沿触发）的控制逻辑

数字信号类型	数字信号极性	实现的功能	操作方法	所属接线方案
开关量	下降沿/闭合瞬间	调节转速	电位器 VR1 调节	自保
		正转至最大行程	K1 闭合后断开, K2 始终断开	
		反转至行程起点	K2 闭合后断开, K1 始终断开	
		停止	运动到行程端点或限位时停止	
	上升沿/断开瞬间	调节转速	电位器 VR1 调节	
		正转至最大行程	K1 断开后闭合, K2 始终闭合	
		反转至行程起点	K2 断开后闭合, K1 始终闭合	
		停止	运动到行程端点或限位时停止	
逻辑电平	下降沿/闭合瞬间	调节转速	电位器 VR1 调节	边沿
		正转至最大行程	DI1 由高电平变低电平, DI2 始终高电平	
		反转至行程起点	DI2 由高电平变低电平, DI1 始终高电平	
		停止	运动到行程端点或限位时停止	
	上升沿/断开瞬间	调节转速	电位器 VR1 调节	

		正转至最大行程	DI1 由低电平变高电平， DI2 始终低电平	
		反转至行程起点	DI2 由低电平变高电平， DI1 始终低电平	
		停止	运动到行程端点或限位 时停止	

单电位器位置控制（边沿触发）方式下，相关寄存器的参考配置如表 4.9 所示。

表 4.9 单电位器位置控制（边沿触发）方式相关寄存器的配置

寄存器地址	寄存器作用	值	描述
0x0080	限位触发极性	0,1,2,3,4	0: 低电平触发（默认） 1: 高电平触发 2: 下降沿触发 3: 上升沿触发 4: 禁用限位功能
0x0081	数字信号极性	2,3	2: 下降沿触发 3: 上升沿触发
0x0082	电位器用法	0	单电位器（默认）
0x0085	逻辑电平类型	0,1,2	0: 开关量（默认） 1: 0/3.3V 2: 0/5V
0x0086	电位器最小值	0	电位器最小输出电压值为 0（默认）
0x0087	电位器最大值	0x0CDA	电位器最大输出电压值为 3290mV（默认）
0x008a	逻辑电平阈值	0x07D0	开关量逻辑电平电压阈值可配置为 2000mV（默认），其它逻辑电平另行配置
0x009a	端口输入类型	1	电位器
0x009b	端口控制类型	4	位置闭环控制
0x00a0	位置复位模式	1,2,3,4	1: SQ2 复位（默认） 2: SQ1 复位 3: SQ2 复位并细调 4: SQ1 复位并细调
0x00a2-0x00a3	总行程		可通过行程学习获得总行程，也可直接配置
0x00a7	要忽略的信号变化量	1	忽略 0.1%以下的电位器输出电压波动（默认） 用于滤波，以消除干扰信号造成电机抖动
0x00a9	复位时电流	0~800	非零时，乘以 0.01 为复位时的最大负载电流，单位为 A；为零时，使用系统参数配置的最大负载电流；用以配置复位时的转矩。对于使用电机堵转检测方式复位时，这里的电流配置为恰能平稳拖动负载即可，同时堵转停止时间配置为非零
0x008e	堵转停止时间	0~255	数值乘以 0.1 为堵转停止时间，单位为 s；

			对于使用电机堵转检测方式（未使用限位开关检测行程）复位时，堵转停止时间应配置为非零，建议配置为 0.1~1s，以便堵转检测
--	--	--	---

4.1.4 双电位器独立调速

通过按键将控制方式切换为数字/模拟信号控制方式，此时黄色指示灯常亮、绿色指示灯以 0.5/2Hz频率闪烁或常亮（按键的操作方法详见 2.1.1 小节），向 0x009a寄存器写 1 选择输入信号类型为电位器，向 0x0082 寄存器写 1 选择电位器用法为双电位器独立，向 0x009b寄存器写 1~3 配置调速方式为占空比调速、力矩控制或速度闭环控制，即可实现双电位器独立调速用法（亦可使用本驱动器配套PC机示例程序来配置相关寄存器，详见《AQMDBLS\_Demo使用手册》），相关的配置如表 4.10 所示。

表 4.10 双电位器独立调速用法所需相关配置

控制方式 (按键切换)	端口输入类型 (0x009a 寄存器)	电位器用法 (0x0082 寄存器)	端口控制类型 (0x009b 寄存器)
数字/模拟信号控制方式	0x01: 电位器	0x01: 双电位器独立	0x01: 占空比调速
			0x02: 力矩控制
			0x03: 速度闭环控制

此用法使用两个电位器对电机正反转分别调速或力矩、转速分别控制，使用开关控制电机正反转和启停。双电位器独立调速的接法如图 4.4 所示。电位器VR1 的一不动端与电位器VR2 的一不动端相联后再与开关K1 的一端相联，K1 的另一端接到VO端口；电位器VR1 的另一不动端与VR2 的另一不动端相联后接COM端；VR1 动端接IN1，VR2 动端接IN2，开关K2 接IN3 与COM间。当调速方式为占空比调速或闭环调速时，电位器VR1 调节电机正转速度，电位器VR2 调节电机反转速度。电位器动端由COM滑向VO过程中，电机转速由低变高；当调速方式为力矩控制时，电位器VR1 调节力矩，电位器VR2 调节转速，电位器VR1 的动端由COM滑向VO过程中，电机转矩由 0 变化到配置的最大负载电流对应的转矩，电位器VR2 的动端由COM滑向VO过程中，电机转速由低变高。开关K1 控制电机启停；开关K2 控制电机转动方向。限位开关SQ1 和SQ2 分别对正转和反转进行限位。

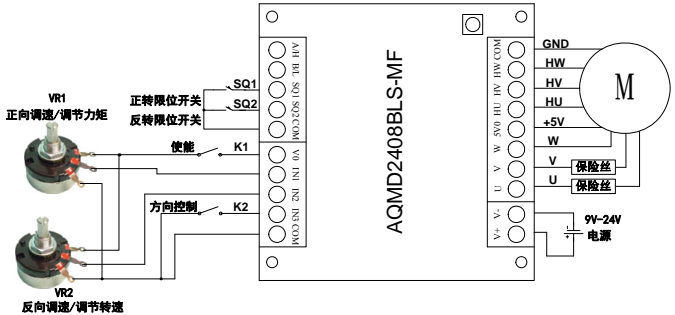


图 4.4 双电位器独立调速的接法

通过配置数字信号的不同类型和极性（如何配置数字信号类型和极性见 6.3.5 小节系统参数配置寄存器 0x0081 和 0x0085），我们可以通过对电位器、开关量和逻辑电平的不同操作方法来实现电机的启停和正反转控制，控制逻辑如表 4.11 所示。

表 4.11 双电位器独立调速控制逻辑

数字信号类型	数字信号极性	实现的功能	操作方法	所属接线方案
--------	--------	-------	------	--------

开关量	低电平/闭合（默认）	调速	占空比调速和闭环方式下， 电位器 VR1 调节正转速度， 电位器 VR2 调节反转速度。	
			力矩控制方式下， 电位器 VR1 调节力矩， 电位器 VR2 调节转速。	
		正转	K1 闭合，K2 断开	
		反转	K1 闭合，K2 闭合	
		停止	K1 断开	
	高电平/断开	调速	占空比调速和闭环方式下， 电位器 VR1 进行正转调速， 电位器 VR2 进行反转调速。	
			力矩控制方式下， 电位器 VR1 调节力矩， 电位器 VR2 调节转速。	
		正转	K1 闭合，K2 闭合	
		反转	K1 闭合，K2 断开	
		停止	K1 断开	

双电位器独立调速方式下，相关寄存器的参考配置如表 4.12 所示。

表 4.12 双电位器独立调速方式相关寄存器的配置

寄存器地址	寄存器作用	值	描述
0x0080	限位触发极性	0,1,2,3,4	0: 低电平触发（默认） 1: 高电平触发 2: 下降沿触发 3: 上升沿触发 4: 禁用限位功能
0x0081	数字信号极性	0,1	0: 低电平触发（默认） 1: 高电平触发
0x0082	电位器用法	1	双电位器独立
0x0085	逻辑电平类型	0,1,2	0: 开关量（默认） 1: 0/3.3V 2: 0/5V
0x0086	电位器最小值	0	电位器最小输出电压值为 0（默认）
0x0087	电位器最大值	0x0CDA	电位器最大输出电压值为 3290mV（默认）
0x008a	逻辑电平阈值	0x07D0	开关量逻辑电平电压阈值可配置为 2000mV（默认），其它逻辑电平另行配置
0x009a	端口输入类型	1	电位器
0x009b	端口控制类型	1,2,3	1: 占空比调速 2: 力矩控制 3: 速度闭环控制

4.1.5 双电位器独立位置控制

通过按键将控制方式切换为数字/模拟信号控制方式，此时黄色指示灯常亮、绿色指示灯以 0.5/2Hz频率闪烁或常亮（按键的操作方法详见 2.1.1 小节），向 0x009a寄存器写 1 选择输入信号类型为电位器，向 0x0082 寄存器写 1 选择电位器用法为双电位器独立，向 0x009b寄存器写 4 配置调速方式为位置闭环控制，即可实现双电位器独立位置控制用法（亦可使用本驱动器配套PC机示例程序来配置相关寄存器，详见《AQMDBLS\_Demo使用手册》），相关的配置如 表 4.13 所示。

表 4.13 双电位器独立位置控制用法所需相关配置

控制方式 (按键切换)	端口输入类型 (0x009a 寄存器)	电位器用法 (0x0082 寄存器)	端口控制类型 (0x009b 寄存器)
数字/模拟信号控制方式	0x01: 电位器	0x01: 双电位器独立	0x04: 位置闭环控制

此用法使用一个电位器调节电机转动位置，使用另一个电位器调节电机转速，使用开关量控制电机正反转和启停。双电位器位置独立控制的接法如 图 4.5 所示。电位器VR1 两不动端接VO和COM，动端接IN1，用于设定电机转动位置，当电位器动端由COM滑向VO过程中，电机转动位置由行程起点变化到行程的最大行程位置（总行程可通过 0x00a2 和 0x00a3 寄存器来配置，详见 6.3.6 小节往复位置控制参数寄存器）；电位器VR2 两不动端接VO和COM，动端接IN2，用于调节电机转速，当电位器动端由COM滑向VO过程中，电机转速由低变高。开关K1 接COM与IN3 间，控制电机紧急停止。限位开关SQ1 和SQ2 分别对正转和反转进行限位。

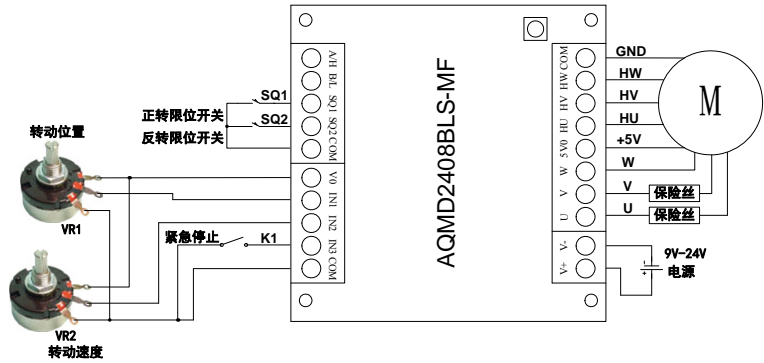


图 4.5 双电位器位置独立控制的接法

通过配置数字信号不同的类型和极性（如何配置数字信号类型和极性见 6.3.5 小节系统参数配置寄存器 0x0081 和 0x0085），我们可以通过对电位器、逻辑电平 and 开关量不同操作方法来实现在电机位置调节、信号锁存和紧急停止，控制逻辑如 表 4.14 所示。

表 4.14 双电位器位置独立控制的控制逻辑

数字信号类型	数字信号极性	实现的功能	操作方法	所属接线方案
开关量	低电平/闭合（默认）	调节位置	电位器 VR1 调节	
		调节速度	电位器 VR2 调节	
		紧急停止	K1 闭合	
	高电平/断开	调节位置	电位器 VR1 调节	
		调节速度	电位器 VR2 调节	
		紧急停止	K1 断开	

双电位器独立位置控制方式下，相关寄存器的参考配置如 表 4.15 所示。

表 4.15 双电位器独立位置控制方式相关寄存器的配置

寄存器地址	寄存器作用	值	描述
0x0080	限位触发极性	0,1,2,3,4	0: 低电平触发（默认） 1: 高电平触发 2: 下降沿触发 3: 上升沿触发 4: 禁用限位功能
0x0081	数字信号极性	0,1	0: 低电平触发（默认） 1: 高电平触发
0x0082	电位器用法	1	双电位器独立
0x0085	逻辑电平类型	0,1,2	0: 开关量（默认） 1: 0/3.3V 2: 0/5V
0x0086	电位器最小值	0	电位器最小输出电压值为 0（默认）
0x0087	电位器最大值	0x0CDA	电位器最大输出电压值为 3290mV（默认）
0x008a	逻辑电平阈值	0x07D0	开关量逻辑电平电压阈值可配置为 2000mV（默认），其它逻辑电平另行配置
0x009a	端口输入类型	1	电位器
0x009b	端口控制类型	4	位置闭环控制
0x00a0	位置复位模式	1,2,3,4	1: SQ2 复位（默认） 2: SQ1 复位 3: SQ2 复位并细调 4: SQ1 复位并细调
0x00a2-0x00a3	总行程		可通过行程学习获得总行程
0x00a7	要忽略的信号变化量	1	忽略 0.1%以下的电位器输出电压波动（默认） 用于滤波，以消除干扰信号造成电机抖动
0x00a9	复位时电流	0~800	非零时，乘以 0.01 为复位时的最大负载电流，单位为 A；为零时，使用系统参数配置的最大负载电流；用以配置复位时的转矩。对于使用电机堵转检测方式复位时，这里的电流配置为恰能平稳拖动负载即可，同时堵转停止时间配置为非零
0x008e	堵转停止时间	0~255	数值乘以 0.1 为堵转停止时间，单位为 s；对于使用电机堵转检测方式（未使用限位开关检测行程）复位时，堵转停止时间应配置为非零，建议配置为 0.1~1s，以便堵转检测

4.1.6 双电位器协同调速

通过按键将控制方式切换为数字/模拟信号控制方式，此时黄色指示灯常亮、绿色指示

灯以 0.5/2Hz频率闪烁或常亮（按键的操作方法详见 2.1.1 小节），向 0x009a寄存器写 1 选择输入信号类型为电位器，向 0x0082 寄存器写 2 选择电位器用法为双电位器协同，向 0x009b寄存器写 1~3 配置调速方式为占空比调速、力矩控制或速度闭环控制，即可实现双电位器协同调速用法（亦可使用本驱动器配套PC机示例程序来配置相关寄存器，详见《AQMDBLS\_Demo使用手册》），相关的配置如表 4.16 所示。

表 4.16 双电位器协同调速用法所需相关配置

控制方式 (按键切换)	端口输入类型 (0x009a 寄存器)	电位器用法 (0x0082 寄存器)	端口控制类型 (0x009b 寄存器)
数字/模拟信号控制方式	0x01: 电位器	0x02: 双电位器协同	0x01: 占空比调速
			0x02: 力矩控制
			0x03: 速度闭环控制

此用法使用一个电位器设定中点参考电压，使用另一个电位器控制电机转速和方向，使用开关量控制电机紧急停止。双电位器协同调速的接法如图 4.6 所示。电位器VR2 两不动端接VO和COM，动端接IN2，用于设置中点参考电压；电位器VR1 两不动端接VO和COM，动端接IN1，用于控制电机转速和方向，输入信号接口IN1、IN2、VO和COM端口的电压我们分别记为 $V_{VR1}$ 、 $V_{VR2}$ 、 $V_O$ 和 $V_{COM}$ 。当 $V_{VR1} > V_{VR2}$ 时电机正转， $V_{VR1}$ 由 $V_{VR2}$ 逐渐增大到 $V_O$ 过程中，电机转速将由 0 逐渐增大到正转全速；当 $V_{VR1} < V_{VR2}$ 时电机反转， $V_{VR1}$ 由 $V_{VR2}$ 逐渐减小到 $V_{COM}$ 过程中，电机转速将由 0 逐渐增大到反转全速；当 $V_{VR1} = V_{VR2}$ 时，电机制动。开关K1 接COM与IN3 间，控制电机紧急停止。限位开关SQ1 和SQ2 分别对正转和反转进行限位。

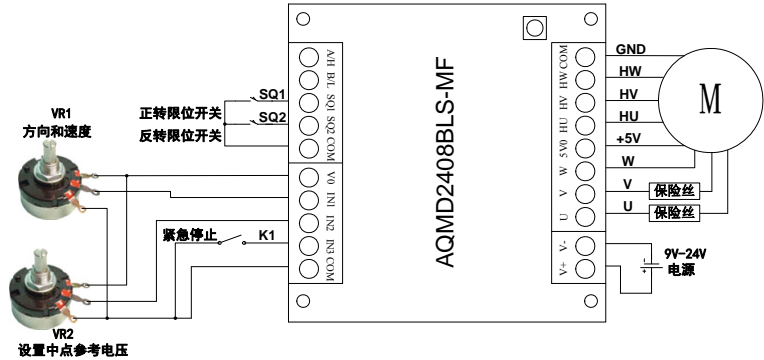


图 4.6 双电位器协同调速的接法

通过配置数字信号不同的类型和极性（如何配置数字信号类型和极性见 6.3.5 小节系统参数配置寄存器 0x0081 和 0x0085），我们可以通过对电位器、开关量和逻辑电平的不同操作方法来实现电机的启停和正反转控制，控制逻辑如表 4.17 所示。

表 4.17 双电位器协同调速控制逻辑

数字信号类型	数字信号极性	实现的功能	操作方法	所属接线方案
开关量	低电平/闭合（默认）	调速	转速由电位器 VR1 的输出电压 $V_{VR1}$ 与电位器 VR2 的输出电压 $V_{VR2}$ 的差值决定，即由 $\text{abs}(V_{VR1} - V_{VR2})$ 决定	
		正转	$V_{VR1} > V_{VR2}$ ，K1 断开	
		反转	$V_{VR1} < V_{VR2}$ ，K1 断开	

	高电平/断开	停止	K1 闭合	
		调速	转速由电位器 VR1 的输出电压 $V_{VR1}$ 与电位器 VR2 的输出电压 $V_{VR2}$ 的差值决定，即由 $\text{abs}(V_{VR1} - V_{VR2})$ 决定	
		正转	$V_{VR1} > V_{VR2}$ ，K1 闭合	
		反转	$V_{VR1} < V_{VR2}$ ，K1 闭合	
		停止	K1 断开	

双电位器协同调速方式下，相关寄存器的参考配置如表 4.18 所示。

表 4.18 双电位器协同调速方式相关寄存器的配置

寄存器地址	寄存器作用	值	描述
0x0080	限位触发极性	0,1,2,3,4	0: 低电平触发（默认） 1: 高电平触发 2: 下降沿触发 3: 上升沿触发 4: 禁用限位功能
0x0081	数字信号极性	0,1,2,3	0: 低电平触发（默认） 1: 高电平触发 2: 下降沿触发 3: 上升沿触发
0x0082	电位器用法	2	双电位器协同
0x0085	逻辑电平类型	0,1,2	0: 开关量（默认） 1: 0/3.3V 2: 0/5V
0x0086	电位器最小值	0	电位器最小输出电压值为 0（默认）
0x0087	电位器最大值	0x0CDA	电位器最大输出电压值为 3290mV（默认）
0x008a	逻辑电平阈值	0x07D0	开关量逻辑电平电压阈值可配置为 2000mV（默认），其它逻辑电平另行配置
0x008b	电压比较死区	0	默认值 0，单位为 mV；用于使电位器在中点附近产生死区，电机保持停止状态
0x009a	端口输入类型	1	电位器
0x009b	端口控制类型	1,2,3	1: 占空比调速 2: 力矩控制 3: 速度闭环控制

4.1.7 双电位器协同位置控制

通过按键将控制方式切换为数字/模拟信号控制方式，此时黄色指示灯常亮、绿色指示灯以 0.5/2Hz 频率闪烁或常亮（按键的操作方法详见 2.1.1 小节），向 0x009a 寄存器写 1 选择输入信号类型为电位器，向 0x0082 寄存器写 2 选择电位器用法为双电位器协同，向 0x009b 寄存器写 4 配置调速方式为位置闭环控制，即可实现双电位器协同位置控制用法（亦可使用

本驱动器配套PC机示例程序来配置相关寄存器，详见《AQMDBLS\_Demo使用手册》，相关的配置如 表 4.19 所示。

表 4.19 双电位器协同位置控制用法所需相关配置

控制方式 (按键切换)	端口输入类型 (0x009a 寄存器)	电位器用法 (0x0082 寄存器)	端口控制类型 (0x009b 寄存器)
数字/模拟信号控制方式	0x01: 电位器	0x02: 双电位器协同	0x04: 位置闭环控制

此用法使用一个电位器设定中点位置，使用另一个电位器调节转动位置，使用开关量控制电机紧急停止。双电位器位置协同控制的接法如图 4.7 所示。电位器VR2 两不动端接VO和COM，动端接IN2，用于设定中点位置；电位器VR1 两不动端接VO和COM，动端接IN1，用于调节电机转动位置。输入信号接口IN1、IN2、VO和COM端口的电压我们分别记为 $V_{VR1}$ 、 $V_{VR2}$ 、 $V_o$ 和 $V_{COM}$ 。当 $V_{VR1}$ 由 $V_{VR2}$ 逐渐增大到 $V_o$ 过程中，电机转动位置由中点位置变化到最大行程位置（总行程可通过 0x00a2 和 0x00a3 寄存器来配置，详见 6.3.6 小节往复位置控制参数寄存器）；当 $V_{VR1}$ 由 $V_{VR2}$ 逐渐减小到 $V_{COM}$ 过程中，电机转动位置由中点位置变化到行程起点；当 $V_{VR1} = V_{VR2}$ 时，电机转动到中点位置。当开关K1 接COM与IN3 间，控制电机紧急停止。限位开关SQ1 和SQ2 分别对正转和反转进行限位。限位开关SQ1 和SQ2 分别对正转和反转进行限位。

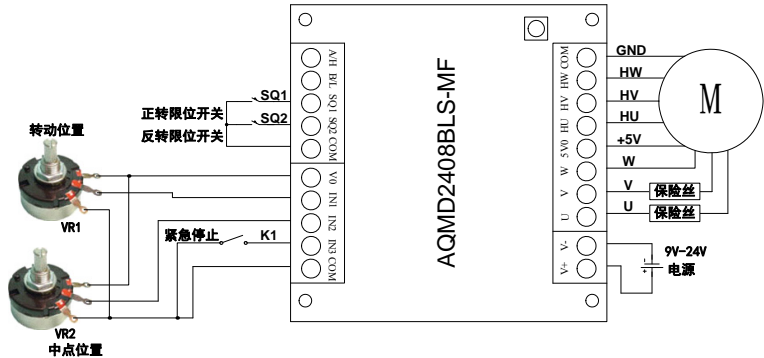


图 4.7 双电位器位置协同控制的接法

通过配置数字信号不同的类型和极性（如何配置数字信号类型和极性见 6.3.5 小节系统参数配置寄存器 0x0081 和 0x0085），我们可以通过对电位器、逻辑电平 and 开关量不同操作方法来实现电机位置调节、信号锁存和紧急停止，控制逻辑如 表 4.20 所示。

表 4.20 双电位器位置协同控制的控制逻辑

数字信号类型	数字信号极性	实现的功能	操作方法	所属接线方案
开关量	低电平/闭合（默认）	设置中点	电位器 VR2 调节	
		调节位置	电位器 VR1 调节	
		紧急停止	K1 闭合	
	高电平/断开	设置中点	电位器 VR2 调节	
		调节位置	电位器 VR1 调节	
		紧急停止	K1 断开	

双电位器协同位置控制方式下，相关寄存器的参考配置如 表 4.21 所示。

表 4.21 双电位器协同位置控制方式相关寄存器的配置

寄存器地址	寄存器作用	值	描述
0x0080	限位触发极性	0,1,2,3,4	0: 低电平触发（默认） 1: 高电平触发

			2: 下降沿触发 3: 上升沿触发 4: 禁用限位功能
0x0081	数字信号极性	0,1	0: 低电平触发（默认） 1: 高电平触发
0x0082	电位器用法	2	双电位器协同
0x0085	逻辑电平类型	0,1,2	0: 开关量（默认） 1: 0/3.3V 2: 0/5V
0x0086	电位器最小值	0	电位器最小输出电压值为 0（默认）
0x0087	电位器最大值	0x0CDA	电位器最大输出电压值为 3290mV（默认）
0x008a	逻辑电平阈值	0x07D0	开关量逻辑电平电压阈值可配置为 2000mV（默认），其它逻辑电平另行配置
0x009a	端口输入类型	1	电位器
0x009b	端口控制类型	4	位置闭环控制
0x00a0	位置复位模式	1,2,3,4	1: SQ2 复位（默认） 2: SQ1 复位 3: SQ2 复位并细调 4: SQ1 复位并细调
0x00a2-0x00a3	总行程		可通过行程学习获得总行程
0x00a7	要忽略的信号变化量	1	忽略 0.1%以下的电位器输出电压波动（默认）用于滤波，以消除干扰信号造成电机抖动
0x00a9	复位时电流	0~800	非零时，乘以 0.01 为复位时的最大负载电流，单位为 A；为零时，使用系统参数配置的最大负载电流；用以配置复位时的转矩。对于使用电机堵转检测方式复位时，这里的电流配置为恰能平稳拖动负载即可，同时堵转停止时间配置为非零
0x008b	电压比较死区	0	默认值 0，单位为 mV；用于使电位器在中点附近产生死区，电机保持中点位置
0x008e	堵转停止时间	0~255	数值乘以 0.1 为堵转停止时间，单位为 s；对于使用电机堵转检测方式（未使用限位开关检测行程）复位时，堵转停止时间应配置为非零，建议配置为 0.1~1s，以便堵转检测

## 4.2 模拟信号调速的接法和配置

模拟信号的用法可配置为单端模拟信号调速/位置控制、差分模拟信号调速/位置控制、双单端模拟信号独立调速/位置控制方式和双单端模拟信号协同调速方式/位置控制（如何配置模拟信号的用法，见 6.3.5 小节的 0x0084 寄存器的描述）。模拟信号在各种用法下的接线和配置方法如下。

4.2.1 单端模拟信号调速（电平触发）

通过按键将控制方式切换为数字/模拟信号控制方式，此时黄色指示灯常亮、绿色指示灯以 0.5/2Hz频率闪烁或常亮（按键的操作方法详见 2.1.1 小节），向 0x009a寄存器写 2 选择输入信号类型为模拟信号，向 0x0084 寄存器写 0 选择模拟信号类型用法为单端信号，向 0x009b寄存器写 1~3 配置调速方式为占空比调速、力矩控制或速度闭环控制，向 0x0081 寄存器写 0、1 配置数字信号极性为低电平/闭合、高电平/断开，即可实现单端模拟信号调速（电平触发）用法（亦可使用本驱动器配套PC机示例程序来配置相关寄存器，详见《AQMDBLS\_Demo使用手册》），相关的配置如表 4.22 所示。

表 4.22 单端模拟信号调速（电平触发）用法所需相关配置

控制方式 (按键切换)	端口输入类型 (0x009a 寄存器)	模拟信号类型 (0x0084 寄存器)	端口控制类型 (0x009b 寄存器)	数字信号极性 (0x0081 寄存器)
数字/模拟信号控制方式	0x02: 模拟信号	0x00: 单端信号	0x01: 占空比调速	0x00: 低电平/闭合
			0x02: 力矩控制	
			0x03: 速度闭环控制	0x01: 高电平/断开

此用法使用单端模拟信号对电机调速（电平触发），使用开关量/逻辑电平控制电机转动方向和启停。单端模拟信号调速的接法如图 4.8 所示。IN1 接模拟信号AI1，用于电机调速。当使用开关量控制电机正反转和启停时，开关K1 接IN2 与COM间，控制电机方向，开关K2 接IN3 与COM间，控制电机启停；当使用逻辑电平控制电机正反转和启停时，IN2 接逻辑电平DI1，控制电机方向，IN3 接逻辑电平DI2，控制电机启停。COM接信号地，VO为故障输出。限位开关SQ1 和SQ2 分别对正转和反转进行限位。

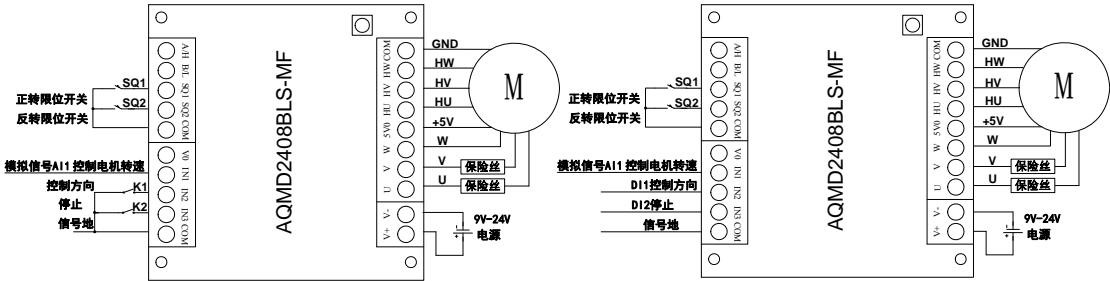


图 4.8 单端模拟信号调速（电平触发）开关量（左图）/逻辑电平（右图）控制的接法

通过配置数字信号不同的类型和极性（如何配置数字信号类型和极性见 6.3.5 小节系统参数配置寄存器 0x0081 和 0x0085），我们可以通过对模拟信号、开关量和逻辑电平的不同操作方法来实现电机的启停和正反转控制，控制逻辑如表 4.23 所示。

表 4.23 单端模拟信号调速（电平触发）的控制逻辑

数字信号类型	数字信号极性	实现的功能	操作方法	所属接线方案
开关量	低电平/闭合（默认）	调速	模拟信号 AI1 调节转速	开关
		正转	K1 断开，K2 断开	
		反转	K1 闭合，K2 断开	
		停止	K2 闭合	
	高电平/断开	调速	模拟信号 AI1 调节转速	
		正转	K1 闭合，K2 闭合	

逻辑电平	低电平/闭合（默认）	反转	K1 断开，K2 闭合	电平
		停止	K2 断开	
		调速	模拟信号 AI1 调节转速	
		正转	DI1 高电平，DI2 高电平	
	高电平/断开	反转	DI1 低电平，DI2 高电平	
		停止	DI2 为低电平	
		调速	模拟信号 AI1 调节转速	
		正转	DI1 低电平，DI2 低电平	
逻辑电平	低电平/闭合（默认）	反转	DI1 高电平，DI2 低电平	电平
		停止	DI2 高电平	
		调速	模拟信号 AI1 调节转速	
		正转	DI1 低电平，DI2 低电平	
	高电平/断开	反转	DI1 高电平，DI2 低电平	
		停止	DI2 高电平	
		调速	模拟信号 AI1 调节转速	
		正转	DI1 低电平，DI2 低电平	

单端模拟信号调速方式下，相关寄存器的参考配置如表 4.24 所示。

表 4.24 单端模拟信号调速（电平触发）方式相关寄存器的配置

寄存器地址	寄存器作用	值	描述
0x0080	限位触发极性	0,1,2,3,4	0: 低电平触发（默认） 1: 高电平触发 2: 下降沿触发 3: 上升沿触发 4: 禁用限位功能
0x0081	数字信号极性	0,1	0: 低电平触发（默认） 1: 高电平触发
0x0084	模拟信号类型	0	单端模拟信号（默认）
0x0085	逻辑电平类型	0,1,2	0: 开关量（默认） 1: 0/3.3V 2: 0/5V
0x0088	模拟量范围最小值	0	模拟量范围最小值为 0（默认）
0x0089	模拟量范围最大值	0x0CE4	模拟量范围最大值为 3300mV（默认），也可根据需求配置为其它值
0x008a	逻辑电平阈值	0x07D0	开关量逻辑电平电压阈值可配置为 2000mV（默认），其它逻辑电平另行配置
0x0096-0x0097	模拟信号调整系数 k	1.0f	默认值 1.0f，用来调整模拟信号倍率
0x0098	模拟信号调整系数 b	0	单位为 mV，默认值 0，用来修正模拟信号死区
0x009a	端口输入类型	2	模拟信号
0x009b	端口控制类型	1,2,3	1: 占空比调速 2: 力矩控制 3: 速度闭环控制

4.2.2 单端模拟信号调速（边沿触发）

通过按键将控制方式切换为数字/模拟信号控制方式，此时黄色指示灯常亮、绿色指示灯以 0.5/2Hz 频率闪烁或常亮（按键的操作方法详见 2.1.1 小节），向 0x009a 寄存器写 2 选

择输入信号类型为模拟信号，向 0x0084 寄存器写 0 选择模拟信号类型用法为单端信号，向 0x009b寄存器写 1~3 配置调速方式为占空比调速、力矩控制或速度闭环控制，向 0x0081 寄存器写 2、3 配置数字信号极性为下降沿/闭合瞬间、上升沿/断开瞬间，即可实现单端模拟信号调速（边沿触发）用法（亦可使用本驱动器配套PC机示例程序来配置相关寄存器，详见《AQMDBLS\_Demo使用手册》），相关的配置如 表 4.25 所示。

表 4.25 单端模拟信号调速（边沿触发）用法所需相关配置

控制方式 (按键切换)	端口输入类型 (0x009a 寄存器)	模拟信号类型 (0x0084 寄存器)	端口控制类型 (0x009b 寄存器)	数字信号极性 (0x0081 寄存器)
数字/模拟信号控制方式	0x02: 模拟信号	0x00: 单端信号	0x01: 占空比调速	0x02: 下降沿/闭合瞬间
			0x02: 力矩控制	
			0x03: 速度闭环控制	0x03: 上升沿/断开瞬间

此用法使用单端模拟信号对电机调速（边沿触发），使用开关量/逻辑电平控制电机转动方向和启停。单端模拟信号调速的接法如图 4.9 所示。IN1 接模拟信号AI1，用于电机调速。当使用开关量控制电机正反转时，开关K1 接IN2 与COM间，控制电机正转，开关K2 接IN3 与COM间，控制电机反转；当使用逻辑电平控制电机正反转时，IN2 接逻辑电平DI1，控制电机正转，IN3 接逻辑电平DI2，控制电机反转。COM接信号地，VO为故障输出。限位开关SQ1 和SQ2 分别对正转和反转进行限位。

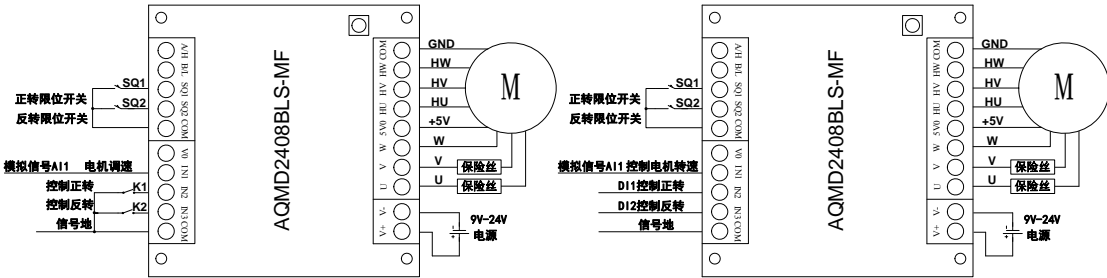


图 4.9 单端模拟信号调速开关量（边沿触发）（左图）/逻辑电平（右图）控制的接法

通过配置数字信号不同的类型和极性（如何配置数字信号类型和极性见 6.3.5 小节系统参数配置寄存器 0x0081 和 0x0085），我们可以通过对模拟信号、开关量和逻辑电平的不同操作方法来实现电机的启停和正反转控制，控制逻辑如 表 4.26 所示。

表 4.26 单端模拟信号调速（边沿触发）的控制逻辑

数字信号类型	数字信号极性	实现的功能	操作方法	所属接线方案
开关量	下降沿/闭合瞬间	调速	模拟信号 AI1 调节转速	自保
		正转	K1 闭合后断开，K2 始终断开	
		反转	K2 闭合后断开，K1 始终断开	
		停止	限位或调速到 0 时停止	
	上升沿/断开瞬间	调速	模拟信号 AI1 调节转速	
		正转	K1 断开后闭合，K2 始终闭合	
		反转	K2 断开后闭合，K1 始终闭合	
逻辑电平	下降沿/闭合瞬间	调速	模拟信号 AI1 调节转速	边沿

		正转	DI1 由高电平变低电平， DI2 始终高电平	
		反转	DI2 由高电平变低电平， DI1 始终高电平	
		停止	限位或调速到 0 时停止	
	上升沿/断开瞬间	调速	模拟信号 AI1 调节转速	
		正转	DI1 由低电平变高电平， DI2 始终低电平	
		反转	DI2 由低电平变高电平， DI1 始终低电平	
		停止	限位或调速到 0 时停止	

单端模拟信号调速方式下，相关寄存器的参考配置如表 4.27 所示。

表 4.27 单端模拟信号调速（边沿触发）方式相关寄存器的配置

寄存器地址	寄存器作用	值	描述
0x0080	限位触发极性	0,1,2,3,4	0: 低电平触发（默认） 1: 高电平触发 2: 下降沿触发 3: 上升沿触发 4: 禁用限位功能
0x0081	数字信号极性	2,3	2: 下降沿触发 3: 上升沿触发
0x0084	模拟信号类型	0	单端模拟信号（默认）
0x0085	逻辑电平类型	0,1,2	0: 开关量（默认） 1: 0/3.3V 2: 0/5V
0x0088	模拟量范围最小值	0	模拟量范围最小值为 0（默认）
0x0089	模拟量范围最大值	0x0CE4	模拟量范围最大值为 3300mV（默认），也可根据需求配置为其它值
0x008a	逻辑电平阈值	0x07D0	开关量逻辑电平电压阈值可配置为 2000mV（默认），其它逻辑电平另行配置
0x0096-0x0097	模拟信号调整系数 k	1.0f	默认值 1.0f，用来调整模拟信号倍率
0x0098	模拟信号调整系数 b	0	单位为 mV，默认值 0，用来修正模拟信号死区
0x009a	端口输入类型	2	模拟信号
0x009b	端口控制类型	1,2,3	1: 占空比调速 2: 力矩控制 3: 速度闭环控制

4.2.3 单端模拟信号位置控制（电平触发）

通过按键将控制方式切换为数字/模拟信号控制方式，此时黄色指示灯常亮、绿色指示灯以 0.5/2Hz 频率闪烁或常亮（按键的操作方法详见 2.1.1 小节），向 0x009a 寄存器写 2 选择输入信号类型为模拟信号，向 0x0084 寄存器写 0 选择模拟信号类型用法为单端信号，向

0x009b寄存器写 4 配置调速方式为位置闭环控制，向 0x0081 寄存器写 0、1 配置数字信号极性为低电平/闭合、高电平/断开，即可实现单端模拟信号位置控制（电平触发）用法（亦可使用本驱动器配套PC机示例程序来配置相关寄存器，详见《AQMDBLS\_Demo使用手册》），相关的配置如 表 4.28 所示。

表 4.28 单端模拟信号位置控制（电平触发）用法所需相关配置

控制方式 (按键切换)	端口输入类型 (0x009a 寄存器)	模拟信号类型 (0x0084 寄存器)	端口控制类型 (0x009b 寄存器)	数字信号极性 (0x0081 寄存器)
数字/模拟信号控制方式	0x02: 模拟信号	0x00: 单端信号	0x04: 位置闭环控制	0x00: 低电平/闭合 0x01: 高电平/断开

此用法使用单端模拟信号调节电机转动位置（电平触发），使用逻辑电平/开关量控制位置给定信号锁存和电机紧急停止。单端模拟信号位置控制的接法如图 4.10 所示。IN1 接模拟信号AI1，用于调节电机转动位置。当使用开关量控制时，开关K1 接IN2 与COM间，用于位置信号锁存，开关K2 接IN3 与COM间，控制电机紧急停止。当使用逻辑电平控制时，IN2 接逻辑电平DI1，用于位置信号锁存，IN3 接逻辑电平DI2，控制电机紧急停止。VO输出完成信号，COM接信号地。限位开关SQ1 和SQ2 分别对正转和反转进行限位。

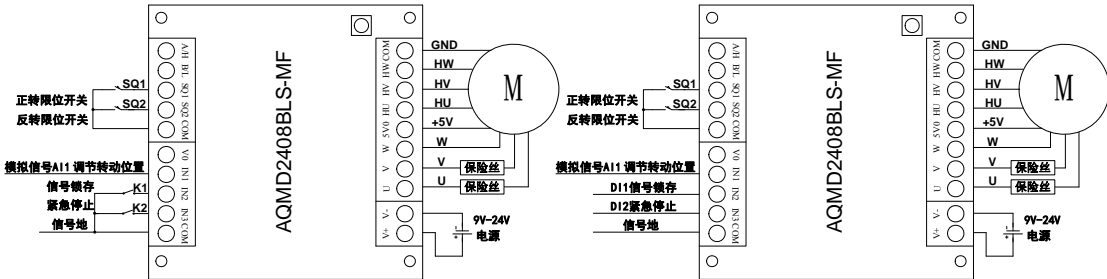


图 4.10 单端模拟信号位置（电平触发）的开关量（左图）/逻辑电平（右图）控制方式的接线

通过配置数字信号不同的类型和极性（如何配置数字信号类型和极性见 6.3.5 小节系统参数配置寄存器 0x0081 和 0x0085），我们可以通过对模拟信号、逻辑电平和开关量不同操作方法来实现电机位置调节、信号锁存和紧急停止，控制逻辑如 表 4.29 所示。

表 4.29 单端模拟信号位置控制（电平触发）

数字信号类型	数字信号极性	实现的功能	操作方法	所属接线方案
开关量	低电平/闭合（默认）	调节位置	模拟信号 AI1 调节位置	开关
		信号锁存	K1 闭合，K2 断开	
		紧急停止	K2 闭合	
	高电平/断开	调节位置	模拟信号 AI1 调节位置	
		信号锁存	K1 断开，K2 闭合	
		紧急停止	K2 断开	
逻辑电平	低电平/闭合（默认）	调节位置	模拟信号 AI1 调节位置	电平
		信号锁存	DI1 低电平，DI2 高电平	
		紧急停止	DI2 为低电平	
	高电平/断开	调节位置	模拟信号 AI1 调节位置	
		信号锁存	DI1 高电平，DI2 低电平	
		紧急停止	DI2 高电平	

单端模拟信号位置控制（电平触发）方式下，相关寄存器的参考配置如表 4.30 所示。

表 4.30 单端模拟信号位置控制（电平触发）方式相关寄存器的配置

寄存器地址	寄存器作用	值	描述
0x0080	限位触发极性	0,1,2,3,4	0: 低电平触发（默认） 1: 高电平触发 2: 下降沿触发 3: 上升沿触发 4: 禁用限位功能
0x0081	数字信号极性	0,1	0: 低电平触发（默认） 1: 高电平触发
0x0084	模拟信号类型	0	单端模拟信号（默认）
0x0085	逻辑电平类型	0,1,2	0: 开关量（默认） 1: 0/3.3V 2: 0/5V
0x0088	模拟量范围最小值	0	模拟量范围最小值为 0（默认）
0x0089	模拟量范围最大值	0x0CE4	模拟量范围最大值为 3300mV（默认），也可根据需求配置为其它值
0x008a	逻辑电平阈值	0x07D0	开关量逻辑电平电压阈值可配置为 2000mV（默认），其它逻辑电平另行配置
0x0096-0x0097	模拟信号调整系数 k	1.0f	默认值 1.0f，用来调整模拟信号倍率
0x0098	模拟信号调整系数 b	0	单位为 mV，默认值 0；用来修正模拟信号死区
0x009a	端口输入类型	2	模拟信号
0x009b	端口控制类型	4	位置闭环控制
0x00a0	位置复位模式	1,2,3,4	1: SQ2 复位（默认） 2: SQ1 复位 3: SQ2 复位并细调 4: SQ1 复位并细调
0x00a2-0x00a3	总行程		可通过行程学习获得总行程
0x00a7	要忽略的信号变化量	1	忽略 0.1% 以下的输入模拟信号电压波动（默认） 用于滤波，以消除干扰信号造成电机抖动
0x00a9	复位时电流	0~800	非零时，乘以 0.01 为复位时的最大负载电流，单位为 A；为零时，使用系统参数配置的最大负载电流；用以配置复位时的转矩。对于使用电机堵转检测方式复位时，这里的电流配置为恰能平稳拖动负载即可，同时堵转停止时间配置为非零
0x008e	堵转停止时间	0~255	数值乘以 0.1 为堵转停止时间，单位为 s； 对于使用电机堵转检测方式（未使用限位开关检测行程）复位时，堵转停止时间应配置为非零，建议配置为 0.1~1s，以便堵转检测

4.2.4 单端模拟信号位置控制（边沿触发）

通过按键将控制方式切换为数字/模拟信号控制方式，此时黄色指示灯常亮、绿色指示灯以 0.5/2Hz频率闪烁或常亮（按键的操作方法详见 2.1.1 小节），向 0x009a寄存器写 2 选择输入信号类型为模拟信号，向 0x0084 寄存器写 0 选择模拟信号类型用法为单端信号，向 0x009b寄存器写 4 配置调速方式为位置闭环控制，向 0x0081 寄存器写 2、3 配置数字信号极性为下降沿/闭合瞬间、上升沿/断开瞬间，即可实现单端模拟信号位置控制（边沿触发）用法（亦可使用本驱动器配套PC机示例程序来配置相关寄存器，详见《AQMDBLS\_Demo使用手册》），相关的配置如表 4.31 所示。

表 4.31 单端模拟信号位置控制（边沿触发）用法相关配置

控制方式 (按键切换)	端口输入类型 (0x009a 寄存器)	模拟信号类型 (0x0084 寄存器)	端口控制类型 (0x009b 寄存器)	数字信号极性 (0x0081 寄存器)
数字/模拟信号控制方式	0x02: 模拟信号	0x00: 单端信号	0x04: 位置闭环控制	0x02: 下降沿/闭合瞬间
				0x03: 上升沿/断开瞬间

此用法使用单端模拟信号调节电机转速（边沿触发），使用逻辑电平/开关量控制行程的起点或最大行程位置。单端模拟信号位置控制的接法如图 4.11 所示。IN1 接模拟信号AI1，用于调节电机转动速度。当使用开关量控制时，开关K1 接IN2 与COM间，控制电机正转到最大行程位置，开关K2 接IN3 与COM间，控制电机反转到行程起点位置。当使用逻辑电平控制时，IN2 接逻辑电平DI1，控制电机正转，IN3 接逻辑电平DI2，控制电机反转。VO输出完成信号，COM接信号地。限位开关SQ1 和 SQ2 分别对正转和反转进行限位。

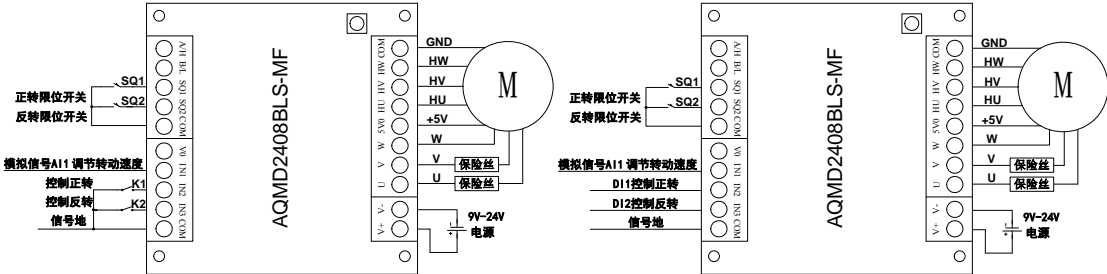


图 4.11 单端模拟信号位置（边沿触发）的开关量（左图）/逻辑电平（右图）控制方式的接线

通过配置数字信号不同的类型和极性（如何配置数字信号类型和极性见 6.3.5 小节系统参数配置寄存器 0x0081 和 0x0085），我们可以通过对模拟信号、逻辑电平和开关量不同操作方法来实电机位置调节、信号锁存和紧急停止，控制逻辑如表 4.32 所示。

表 4.32 单端模拟信号位置控制（边沿触发）

数字信号类型	数字信号极性	实现的功能	操作方法	所属接线方案
开关量	下降沿/闭合瞬间	调节转速	模拟信号 AI1 调节转速	自保
		正转到最大行程	K1 闭合后断开， K2 始终断开	
		反转到行程起点	K2 闭合后断开， K1 始终断开	
		停止	限位或运动到端点时停止	

	上升沿/断开瞬间	调节转速	模拟信号 AI1 调节转速	
		正转到最大行程	K1 断开后闭合， K2 始终闭合	
		反转到行程起点	K2 断开后闭合， K1 始终闭合	
		停止	限位或运动到端点时停止	
逻辑电平	下降沿/闭合瞬间	调节转速	模拟信号 AI1 调节转速	边沿
		正转到最大行程	DI1 由高电平变低电平， DI2 始终高电平	
		反转到行程起点	DI2 由高电平变低电平， DI1 始终高电平	
		停止	限位或运动到端点时停止	
	上升沿/断开瞬间	调节速度	模拟信号 AI1 调节转速	
		正转到最大行程	DI1 由低电平变高电平， DI2 始终低电平	
		反转到行程起点	DI2 由低电平变高电平， DI1 始终低电平	
		停止	限位或运动到端点位置时 停止	

单端模拟信号位置控制（边沿触发）方式下，相关寄存器的参考配置如表 4.33 所示。

表 4.33 单端模拟信号位置控制（边沿触发）方式相关寄存器的配置

寄存器地址	寄存器作用	值	描述
0x0080	限位触发极性	0,1,2,3,4	0: 低电平触发（默认） 1: 高电平触发 2: 下降沿触发 3: 上升沿触发 4: 禁用限位功能
0x0081	数字信号极性	2,3	2: 下降沿触发 3: 上升沿触发
0x0084	模拟信号类型	0	单端模拟信号（默认）
0x0085	逻辑电平类型	0,1,2	0: 开关量（默认） 1: 0/3.3V 2: 0/5V
0x0088	模拟量范围最小值	0	模拟量范围最小值为 0（默认）
0x0089	模拟量范围最大值	0x0CE4	模拟量范围最大值这里为 3300mV（默认），也可根据需求配置为其它值
0x008a	逻辑电平阈值	0x07D0	开关量逻辑电平电压阈值可配置为 2000mV（默认），其它逻辑电平另行配置
0x0096-0x0097	模拟信号调整系数 k	1.0f	默认值 1.0f，用来调整模拟信号倍率
0x0098	模拟信号调整系数 b	0	单位为 mV，默认值 0；用来修正模拟信号死区

0x009a	端口输入类型	2	模拟信号
0x009b	端口控制类型	4	位置闭环控制
0x00a0	位置复位模式	1,2,3,4	1: SQ2 复位（默认） 2: SQ1 复位 3: SQ2 复位并细调 4: SQ1 复位并细调
0x00a2-0x00a3	总行程		可通过行程学习获得总行程
0x00a7	要忽略的信号变化量	1	忽略 0.1%以下的输入模拟信号电压波动（默认） 用于滤波，以消除干扰信号造成电机抖动
0x00a9	复位时电流	0~800	非零时，乘以 0.01 为复位时的最大负载电流，单位为 A；为零时，使用系统参数配置的最大负载电流；用以配置复位时的转矩。对于使用电机堵转检测方式复位时，这里的电流配置为恰能平稳拖动负载即可，同时堵转停止时间配置为非零
0x008e	堵转停止时间	0~255	数值乘以 0.1 为堵转停止时间，单位为 s；对于使用电机堵转检测方式（未使用限位开关检测行程）复位时，堵转停止时间应配置为非零，建议配置为 0.1~1s，以便堵转检测

4.2.5 差分模拟信号调速

通过按键将控制方式切换为数字/模拟信号控制方式，此时黄色指示灯常亮、绿色指示灯以 0.5/2Hz 频率闪烁或常亮（按键的操作方法详见 2.1.1 小节），向 0x009a 寄存器写 2 选择输入信号类型为模拟信号，向 0x0084 寄存器写 1 选择模拟信号类型为差分信号，向 0x009b 寄存器写 1~3 配置调速方式为占空比调速、力矩控制或速度闭环控制，即可实现差分模拟信号调速用法（亦可使用本驱动器配套 PC 机示例程序来配置相关寄存器，详见《AQMDBLS\_Demo 使用手册》），相关的配置如表 4.34 所示。

表 4.34 差分模拟信号调速用法所需相关配置

控制方式 (按键切换)	端口输入类型 (0x009a 寄存器)	模拟信号类型 (0x0084 寄存器)	端口控制类型 (0x009b 寄存器)
数字/模拟信号控制方式	0x02: 模拟信号	0x01: 差分信号	0x01: 占空比调速
			0x02: 力矩控制
			0x03: 速度闭环控制

此用法使用差分信号控制电机转速和方向，使用开关或逻辑电平控制电机停止。差分模拟信号调速的接法如图 4.12 所示。其中，IN1 接差分模拟信号同相端 AI+，IN2 接差分模拟信号反相端 AI-，差分模拟信号电压我们记为  $V_{DM}$ 。电机转动方向由  $V_{DM}$  的正负决定。当  $V_{DM} > 0$  时电机正转，当  $V_{DM} < 0$  时电机反转，当  $V_{DM} = 0$  时电机制动；电机的转速大小与差分信号电压的绝对值成正比；当  $V_{DM}$  大于等于所设定的模拟信号范围的最大值时，电机全速转动；当  $V_{DM}$  小于等于所设定的模拟信号范围的最小值时，电机停止。可以通过寄存器 0x0086 和 0x0087 配置模拟量的范围（详见 6.3.5 小节系统参数配置寄存器）。当使用逻辑电平控制电机停止时，IN3 接逻辑电平 DI1；当使用开关量控制电机停止时，IN3 与 COM 间接开关 K1；

COM接信号地，VO为故障输出。限位开关SQ1 和SQ2 分别对正转和反转进行限位。

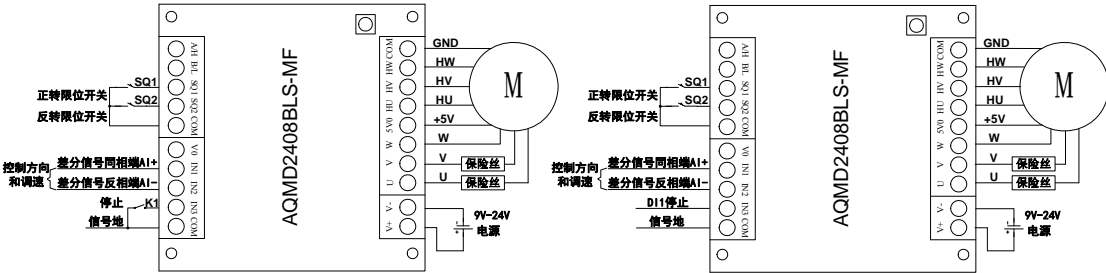


图 4.12 差分模拟信号调速的开关量（左图）/逻辑电平（右图）控制方式的接线

通过配置数字信号不同的类型和极性（如何配置数字信号类型和极性见 6.3.5 小节系统参数配置寄存器 0x0081 和 0x0085），我们可以通过对模拟信号、开关量和逻辑电平的不同操作方法来实现电机的启停和正反转控制，控制逻辑如 表 4.35 所示。

表 4.35 差分模拟信号调速控制逻辑

数字信号类型	数字信号极性	实现的功能	操作方法	所属接线方案
开关量	低电平/闭合（默认）	调速	通过差分模拟信号的电压 $V_{DM}$ 的幅值调节	差分
		正转	$V_{DM}>0$ , K1 断开	
		反转	$V_{DM}<0$ , K1 断开	
		停止	K1 闭合	
	高电平/断开	调速	通过差分模拟信号的电压 $V_{DM}$ 的幅值调节	
		正转	$V_{DM}>0$ , K1 闭合	
		反转	$V_{DM}<0$ , K1 闭合	
		停止	K1 断开	
逻辑电平	低电平/闭合（默认）	调速	通过差分模拟信号的电压 $V_{DM}$ 的幅值调节	差分
		正转	$V_{DM}>0$ , DI1 高电平	
		反转	$V_{DM}<0$ , DI1 高电平	
		停止	DI1 为低电平	
	高电平/断开	调速	通过差分模拟信号的电压 $V_{DM}$ 的幅值调节	
		正转	$V_{DM}>0$ , DI1 低电平	
		反转	$V_{DM}<0$ , DI1 低电平	
		停止	DI1 高电平	

差分模拟信号调速方式下，相关寄存器的参考配置如 表 4.36 所示。

表 4.36 差分模拟信号调速方式相关寄存器的配置

寄存器地址	寄存器作用	值	描述
0x0080	限位触发极性	0,1,2,3,4	0: 低电平触发（默认） 1: 高电平触发 2: 下降沿触发

			3: 上升沿触发 4: 禁用限位功能
0x0081	数字信号极性	0,1	0: 低电平触发（默认） 1: 高电平触发
0x0084	模拟信号类型	1	差分模拟信号
0x0085	逻辑电平类型	0,1,2	0: 开关量（默认） 1: 0/3.3V 2: 0/5V
0x0088	模拟量范围最小值	0	模拟量范围最小值为 0（默认）
0x0089	模拟量范围最大值	0x0CE4	差分模拟量范围最大值为 3300mV，也可根据需求配置为其它值
0x008a	逻辑电平阈值	0x07D0	开关量逻辑电平电压阈值可配置为 2000mV（默认），其它逻辑电平另行配置
0x008b	电压比较死区	0	默认值 0，单位为 mV；用于使差分信号在 0 电压附近产生死区，电机保持停止状态
0x0096-0x0097	模拟信号调整系数 k	1.0f	默认值 1.0f，用来调整模拟信号倍率
0x0098	模拟信号调整系数 b	0	单位为 mV，默认值 0，用来修正模拟信号死区
0x009a	端口输入类型	2	模拟信号
0x009b	端口控制类型	1,2,3	1: 占空比调速 2: 力矩控制 3: 速度闭环控制

4.2.6 差分模拟信号位置控制

通过按键将控制方式切换为数字/模拟信号控制方式，此时黄色指示灯常亮、绿色指示灯以 0.5/2Hz 频率闪烁或常亮（按键的操作方法详见 2.1.1 小节），向 0x009a 寄存器写 2 选择输入信号类型为模拟信号，向 0x0084 寄存器写 1 选择模拟信号类型为差分信号，向 0x009b 寄存器写 4 配置调速方式为位置闭环控制，即可实现差分模拟信号位置控制用法（亦可使用本驱动器配套 PC 机示例程序来配置相关寄存器，详见《AQMDBLS\_Demo 使用手册》），相关的配置如表 4.37 所示。

表 4.37 差分模拟信号位置控制用法所需相关配置

控制方式 (按键切换)	端口输入类型 (0x009a 寄存器)	模拟信号类型 (0x0084 寄存器)	端口控制类型 (0x009b 寄存器)
数字/模拟信号控制方式	0x02: 模拟信号	0x01: 差分信号	0x04: 位置闭环控制

此用法通过差分模拟信号调节电机转动位置，通过开关量/逻辑电平控制紧急停止。差分模拟信号位置控制的接法如图 4.13 所示。其中，IN1 接差分模拟信号同相端 AI+，IN2 接差分模拟信号反相端 AI-，差分模拟信号的电压我们记为  $V_{DM}$ ，转动位置由  $V_{DM}$  的值决定。当  $V_{DM}$  等于所设定的模拟信号范围的最大值时，电机转动到最大行程位置；当  $V_{DM}$  等于所设定的模拟信号范围的最小值时，电机转动到行程起点位置； $V_{DM}$  等于 0 时，电机转动到行程的中点位置。我们可以通过操作寄存器配置模拟量的范围（如何配置见 6.3.5 小节系统参数配置寄存器 0x0086 和 0x0087）。当使用逻辑电平控制紧急停止时，IN3 接逻辑电平 DI1；当使用开关量控制电机紧急停止时，开关 K1 接 IN3 与 COM 间。VO 输出完成信号，COM 接

信号地。限位开关SQ1 和SQ2 分别对正转和反转进行限位。

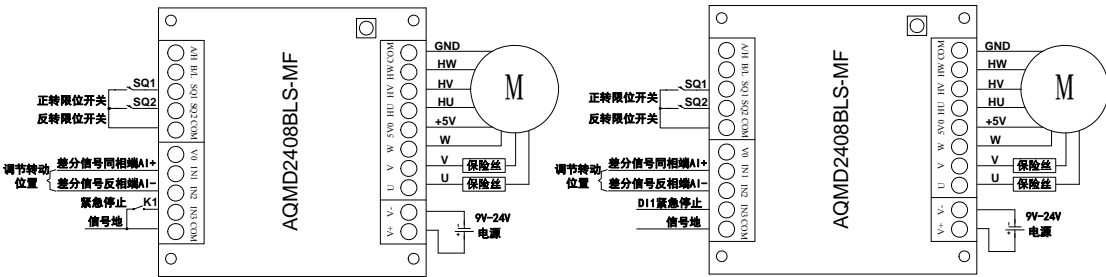


图 4.13 差分模拟控制信号位置控制的接法

通过配置数字信号不同的类型和极性（如何配置数字信号类型和极性见 6.3.5 小节系统参数配置寄存器 0x0081 和 0x0085），我们可以通过对模拟信号、逻辑电平和开关量不同操作方法来实现电机位置调节、信号锁存和紧急停止，控制逻辑如表 4.38 所示。

表 4.38 差分模拟控制信号位置控制

数字信号类型	数字信号极性	实现的功能	操作方法	所属接线方案
开关量	低电平/闭合（默认）	调节位置	通过差分模拟信号的电压 $V_{DM}$ 进行调节	
		紧急停止	K1 闭合	
	高电平/断开	调节位置	通过差分模拟信号的电压 $V_{DM}$ 进行调节	
		紧急停止	K1 断开	
逻辑电平	低电平/闭合（默认）	调节位置	通过差分模拟信号的电压 $V_{DM}$ 进行调节	
		紧急停止	DI1 低电平	
	高电平/断开	调节位置	通过差分模拟信号的电压 $V_{DM}$ 进行调节	
		紧急停止	DI1 高电平	

差分模拟信号位置控制方式下，相关寄存器的参考配置表 4.39 所示。

表 4.39 差分模拟信号位置控制方式相关寄存器的配置

寄存器地址	寄存器作用	值	描述
0x0080	限位触发极性	0,1,2,3,4	0: 低电平触发（默认） 1: 高电平触发 2: 下降沿触发 3: 上升沿触发 4: 禁用限位功能
0x0081	数字信号极性	0,1	0: 低电平触发（默认） 1: 高电平触发
0x0084	模拟信号类型	1	差分模拟信号
0x0085	逻辑电平类型	0,1,2	0: 开关量（默认） 1: 0/3.3V

			2: 0/5V
0x0088	模拟量范围最小值	0	模拟量范围最小值为 0（默认）
0x0089	模拟量范围最大值	0x0CE4	差分模拟量范围最大值为 3300mV，也可根据需求配置为其它值
0x008a	逻辑电平阈值	0x07D0	开关量逻辑电平电压阈值可配置为 2000mV（默认），其它逻辑电平另行配置
0x008b	电压比较死区	0	默认值 0，单位为 mV；用于使差分信号在 0 电压附近产生死区，电机保持中点位置
0x0096-0x0097	模拟信号调整系数 k	1.0f	默认值 1.0f，用来调整模拟信号倍率
0x0098	模拟信号调整系数 b	0	单位为 mV，默认值 0；用来修正模拟信号死区
0x009a	端口输入类型	2	模拟信号
0x009b	端口控制类型	4	位置闭环控制
0x00a0	位置复位模式	1,2,3,4	1: SQ2 复位（默认） 2: SQ1 复位 3: SQ2 复位并细调 4: SQ1 复位并细调
0x00a2-0x00a3	总行程		可通过行程学习获得总行程
0x00a7	要忽略的信号变化量	1	忽略 0.1%以下的输入模拟信号电压波动（默认） 用于滤波，以消除干扰信号造成电机抖动
0x00a9	复位时电流	0~800	非零时，乘以 0.01 为复位时的最大负载电流，单位为 A；为零时，使用系统参数配置的最大负载电流；用以配置复位时的转矩。对于使用电机堵转检测方式复位时，这里的电流配置为恰能平稳拖动负载即可，同时堵转停止时间配置为非零
0x008e	堵转停止时间	0~255	数值乘以 0.1 为堵转停止时间，单位为 s；对于使用电机堵转检测方式（未使用限位开关检测行程）复位时，堵转停止时间应配置为非零，建议配置为 0.1~1s，以便堵转检测

4.2.7 双单端模拟信号协同调速

通过按键将控制方式切换为数字/模拟信号控制方式，此时黄色指示灯常亮、绿色指示灯以 0.5/2Hz 频率闪烁或常亮（按键的操作方法详见 2.1.1 小节），向 0x009a 寄存器写 2 选择输入信号类型为模拟信号，向 0x0084 寄存器写 3 选择模拟信号类型为双单端协同，向 0x009b 寄存器写 1~3 配置调速方式为占空比调速、力矩控制或速度闭环控制，即可实现双单端模拟信号协同调速用法（亦可使用本驱动器配套 PC 机示例程序来配置相关寄存器，详见《AQMDBLS\_Demo 使用手册》），相关的配置如表 4.40 所示。

表 4.40 双单端模拟信号协同调速用法所需相关配置

控制方式	端口输入类型	模拟信号类型	端口控制类型
------	--------	--------	--------

(按键切换)	(0x009a 寄存器)	(0x0084 寄存器)	(0x009b 寄存器)
数字/模拟信号控制方式	0x02: 模拟信号	0x03: 双单端协同	0x00: 占空比调速
			0x01: 力矩控制
			0x02: 速度闭环控制

此用法通过一路模拟信号设置中点电压，另一路模拟信号控制电机转速和方向。双单端模拟信号协同调速的接法如图 4.14 所示。其中，IN2 接模拟信号AI2，用于设置为中点参考电压；IN1 接模拟信号AI1，用于控制电机转速和方向。模拟信号AI1 和AI2 的电压我们分别记为 $V_{IN1}$  和 $V_{IN2}$ ，配置的模拟信号范围最大值和最小值我们分别记为 $V_{MAX}$  和 $V_{MIN}$ （我们可以通过寄存器 0x0086 和 0x0087 配置模拟量的范围，详见 6.3.5 小节系统参数配置寄存器的描述）。当 $V_{IN1}$  由 $V_{IN2}$  逐渐增大到 $V_{MAX}$ 过程中，电机转速将由 0 变化到正转最大；当 $V_{IN1}$  由 $V_{IN2}$  逐渐减小到 $V_{MIN}$ 过程中，电机转速将由 0 变化到反转最大；当 $V_{IN1}$  等于 $V_{IN2}$  时，电机将停转。当使用逻辑电平控制电机停止时，IN3 接逻辑电平DI1；当使用开关量控制电机停止时，IN3 接开关K1。COM接信号地，VO为故障输出。限位开关SQ1 和SQ2 分别对正转和反转进行限位。

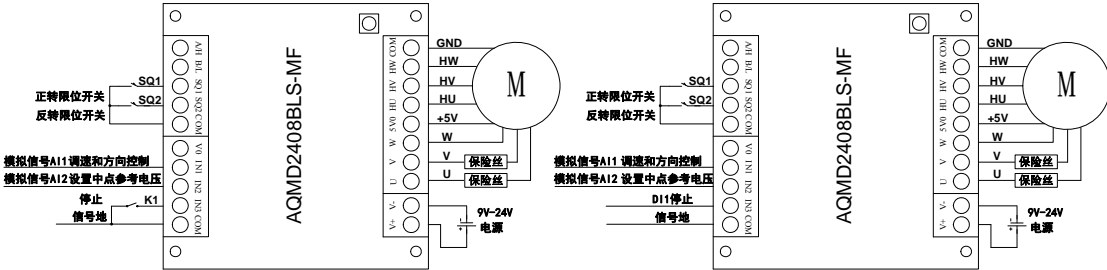


图 4.14 双单端模拟信号协同调速的开关量（左图）/逻辑电平（右图）控制的接图

通过配置数字信号不同的类型和极性（如何配置数字信号类型和极性见 6.3.5 小节系统参数配置寄存器 0x0081 和 0x0085），我们可以通过对模拟信号和开关量、逻辑电平的不同的操作方法来实现电机的启停和正反转控制，控制逻辑如表 4.41 所示。

表 4.41 双单端模拟信号协同调速的控制逻辑

数字信号类型	数字信号极性	实现的功能	操作方法	所属接线方案
开关量	低电平/闭合（默认）	调速	通过单端模拟信号 AI1 的电压 $V_{IN1}$ 进行调节	
		正转	$V_{IN1} > V_{IN2}$	
		反转	$V_{IN1} < V_{IN2}$	
		停止	$V_{IN1} = V_{IN2}$ 或 K1 闭合	
	高电平/断开	调速	通过单端模拟信号 AI1 的电压 $V_{IN1}$ 进行调节	
		正转	$V_{IN1} > V_{IN2}$	
		反转	$V_{IN1} < V_{IN2}$	
		停止	$V_{IN1} = V_{IN2}$ 或 K1 断开	
逻辑电平	低电平/闭合（默认）	调速	通过单端模拟信号 AI1 的电压 $V_{IN1}$ 进行调节	
		正转	$V_{IN1} > V_{IN2}$	
		反转	$V_{IN1} < V_{IN2}$	
		停止	$V_{IN1} = V_{IN2}$ 或 DI1 为低电平	

	高电平/断开	调速	通过单端模拟信号 AI1 的电压 $V_{IN1}$ 进行调节	
		正转	$V_{IN1} > V_{IN2}$	
		反转	$V_{IN1} < V_{IN2}$	
		停止	$V_{IN1} = V_{IN2}$ 或 DI1 高电平	

双单端模拟信号协同调速方式下，相关寄存器的参考配置如表 4.42 所示。

表 4.42 双单端模拟信号协同调速方式相关寄存器的配置

寄存器地址	寄存器作用	值	描述
0x0080	限位触发极性	0,1,2,3,4	0: 低电平触发（默认） 1: 高电平触发 2: 下降沿触发 3: 上升沿触发 4: 禁用限位功能
0x0081	数字信号极性	0,1	0: 低电平触发（默认） 1: 高电平触发
0x0084	模拟信号类型	3	双单端模拟信号协同
0x0085	逻辑电平类型	0,1,2	0: 开关量（默认） 1: 0/3.3V 2: 0/5V
0x0088	模拟量范围最小值	0	模拟量范围最小值为 0（默认）
0x0089	模拟量范围最大值	0x0CE4	模拟量范围最大值为 3300mV（默认），也可根据需求配置为其它值
0x008a	逻辑电平阈值	0x07D0	开关量逻辑电平电压阈值可配置为 2000mV（默认），其它逻辑电平另行配置
0x008b	电压比较死区	0	默认值 0，单位为 mV；用于使模拟信号在中点电压附近产生死区，电机保持停止状态
0x0096-0x0097	模拟信号调整系数 k	1.0f	默认值 1.0f，用来调整模拟信号倍率
0x0098	模拟信号调整系数 b	0	单位为 mV，默认值 0；用来修正模拟信号死区
0x009a	端口输入类型	2	模拟信号
0x009b	端口控制类型	1~3	1: 占空比调速 2: 力矩控制 3: 速度闭环控制

4.2.8 双单端模拟信号协同位置控制

通过按键将控制方式切换为数字/模拟信号控制方式，此时黄色指示灯常亮、绿色指示灯以 0.5/2Hz 频率闪烁或常亮（按键的操作方法详见 2.1.1 小节），向 0x009a 寄存器写 2 选择输入信号类型为模拟信号，向 0x0084 寄存器写 3 选择模拟信号类型为双单端协同，向 0x009b 寄存器写 4 配置调速方式为位置闭环控制，即可实现双单端模拟信号协同位置控制用法（亦可使用本驱动器配套 PC 机示例程序来配置相关寄存器，详见《AQMDBLS\_Demo 使用手册》），相关的配置如表 4.43 所示。

表 4.43 双单端模拟信号协同位置控制用法所需相关配置

控制方式 (按键切换)	端口输入类型 (0x009a 寄存器)	模拟信号类型 (0x0084 寄存器)	端口控制类型 (0x009b 寄存器)
数字/模拟信号控制方式	0x02: 模拟信号	0x03: 双单端协同	0x04: 位置闭环控制

此用法通过一路单端模拟信号设置中点位置，另一路单端模拟信号调节电机转动位置。双单端模拟信号协同位置控制的接法如图 4.15 所示。其中，IN2 接模拟信号AI2，用于设置中点位置；IN1 接模拟信号AI1，调节电机转动位置。模拟信号AI1 与AI2 的电压我们分别记作 $V_{IN1}$  和 $V_{IN2}$ 。配置的模拟信号范围最大值和最小值我们分别记为 $V_{MAX}$ 和 $V_{MIN}$ （我们可以通过寄存器 0x0086 和 0x0087 配置模拟量的范围，详见 6.3.5 小节系统参数配置寄存器的描述）。当 $V_{IN1}$  由 $V_{MIN}$ 逐渐增大到 $V_{IN2}$ 过程中，电机转动位置将由行程起点变化到行程中点位置；当 $V_{IN1}$  由 $V_{IN2}$  逐渐增大到 $V_{MAX}$ 过程中，电机转动位置将由行程中点位置变化到最大行程位置；当 $V_{IN1}$  等于 $V_{IN2}$  时，电机将转动到行程中点位置。当使用逻辑电平控制电机紧急停止时，开关K1 接IN3 和COM间；当使用逻辑电平控制电机紧急停止时，IN3 接逻辑电平DI1。COM接信号地，VO为故障输出。限位开关SQ1 和SQ2 分别对正转和反转进行限位。

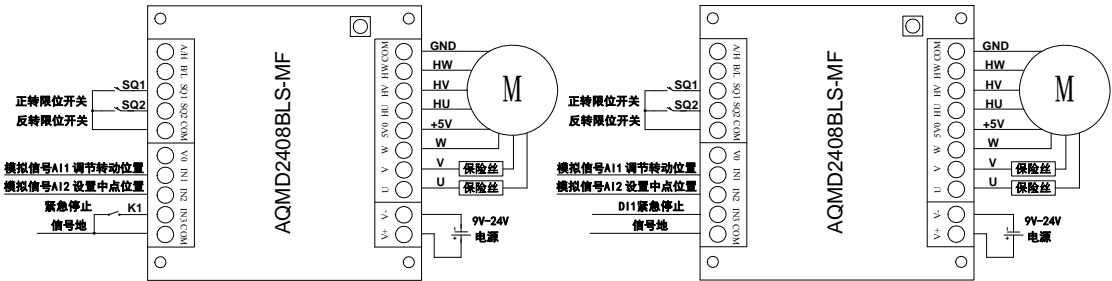


图 4.15 双单端模拟信号协同位置控制的接法

通过配置数字信号不同的类型和极性（如何配置数字信号类型和极性见 6.3.5 小节系统参数配置寄存器 0x0081 和 0x0085），我们可以通过对模拟信号、逻辑电平和开关量不同操作方法来实现电机位置调节、信号锁存和紧急停止，控制逻辑如表 4.44 所示。

表 4.44 双单端模拟信号协同位置控制的控制逻辑

数字信号类型	数字信号极性	实现的功能	操作方法	所属接线方案
开关量	低电平/闭合（默认）	调节位置	通过 AI1 调节转动位置	
		设置中点	通过 AI2 设置中点位置	
		紧急停止	K1 闭合	
	高电平/断开	调节位置	通过 AI1 调节转动位置	
		设置中点	通过 AI2 设置中点位置	
		紧急停止	K1 断开	
逻辑电平	低电平/闭合（默认）	调节位置	通过 AI1 调节转动位置	
		设置中点	通过 AI2 设置中点位置	
		紧急停止	DI1 低电平	
	高电平/断开	调节位置	通过 AI1 调节转动位置	
		设置中点	通过 AI2 设置中点位置	
		紧急停止	DI1 高电平	

双单端模拟信号协同位置控制方式下，相关寄存器的参考配置如表 4.45 所示。

表 4.45 双单端模拟信号协同位置控制方式相关寄存器的配置

寄存器地址	寄存器作用	值	描述
0x0080	限位触发极性	0,1,2,3,4	0: 低电平触发（默认） 1: 高电平触发 2: 下降沿触发 3: 上升沿触发 4: 禁用限位功能
0x0081	数字信号极性	0,1	0: 低电平触发（默认） 1: 高电平触发
0x0084	模拟信号类型	3	双单端模拟信号协同
0x0085	逻辑电平类型	0,1,2	0: 开关量（默认） 1: 0/3.3V 2: 0/5V
0x0088	模拟量范围最小值	0	模拟量范围最小值为 0（默认）
0x0089	模拟量范围最大值	0x0CE4	模拟量范围最大值为 3300mV（默认），也可根据需求配置为其它值
0x008a	逻辑电平阈值	0x07D0	开关量逻辑电平电压阈值可配置为 2000mV（默认），其它逻辑电平另行配置
0x008b	电压比较死区	0	默认值 0，单位为 mV；用于使模拟信号在中点电压附近产生死区，电机保持中点位置
0x0096-0x0097	模拟信号调整系数 k	1.0f	默认值 1.0f，用来调整模拟信号倍率
0x0098	模拟信号调整系数 b	0	单位为 mV，默认值 0；用来修正模拟信号死区
0x009a	端口输入类型	2	模拟信号
0x009b	端口控制类型	4	位置闭环控制
0x00a0	位置复位模式	1,2,3,4	1: SQ2 复位（默认） 2: SQ1 复位 3: SQ2 复位并细调 4: SQ1 复位并细调
0x00a2-0x00a3	总行程		可通过行程学习获得总行程
0x00a7	要忽略的信号变化量	1	忽略 0.1%以下的输入模拟信号电压波动（默认） 用于滤波，以消除干扰信号造成电机抖动
0x00a9	复位时电流	0~800	非零时，乘以 0.01 为复位时的最大负载电流，单位为 A；为零时，使用系统参数配置的最大负载电流；用以配置复位时的转矩。对于使用电机堵转检测方式复位时，这里的电流配置为恰能平稳拖动负载即可，同时堵转停止时间配置为非零
0x008e	堵转停止时间	0~255	数值乘以 0.1 为堵转停止时间，单位为 s； 对于使用电机堵转检测方式（未使用限位开

			关检测行程)复位时,堵转停止时间应配置 为非零,建议配置为 0.1~1s,以便堵转检测
--	--	--	--

4.2.9 双单端模拟信号独立调速

通过按键将控制方式切换为数字/模拟信号控制方式,此时黄色指示灯常亮、绿色指示灯以 0.5/2Hz频率闪烁或常亮(按键的操作方法详见 2.1.1 小节),向 0x009a寄存器写 2 选择输入信号类型为模拟信号,向 0x0084 寄存器写 2 选择模拟信号类型为双单端独立,向 0x009b寄存器写 1~3 配置调速方式为占空比调速、力矩控制或速度闭环控制,即可实现双单端模拟信号独立调速用法(亦可使用本驱动器配套PC机示例程序来配置相关寄存器,详见《AQMDBLS\_Demo使用手册》),相关的配置如表 4.46 所示。

表 4.46 双单端模拟信号独立调速用法所需相关配置

控制方式 (按键切换)	端口输入类型 (0x009a 寄存器)	模拟信号类型 (0x0084 寄存器)	端口控制类型 (0x009b 寄存器)
数字/模拟信号控制方式	0x02: 模拟信号	0x02: 双单端独立	0x01: 占空比调速
			0x02: 力矩控制
			0x03: 速度闭环控制

此用法通过一路单端模拟信号调节正转速度(对于力矩控制工作模式为调节力矩),通过另一路单端模拟信号调节反转速度(对于力矩控制工作模式为调节转速)。双单端模拟信号独立调速的接法如图 4.16 所示。其中,IN1 接模拟信号AI1,IN2 接模拟信号AI2,使用逻辑电平/开关量控制电机方向。当工作模式为占空比调速或闭环调速时,模拟信号AI1 调节电机正转速度,模拟信号AI2 调节电机反转速度;当工作模式为力矩控制时,模拟信号AI1 调节电机电力矩,模拟信号AI2 调节电机转速。当使用开关量控制电机方向时,开关K1 接IN3 与COM间;当使用逻辑电平控制电机方向时,IN3 接逻辑电平DI1。COM接信号地,VO为故障输出。限位开关SQ1 和SQ2 分别对正转和反转进行限位。

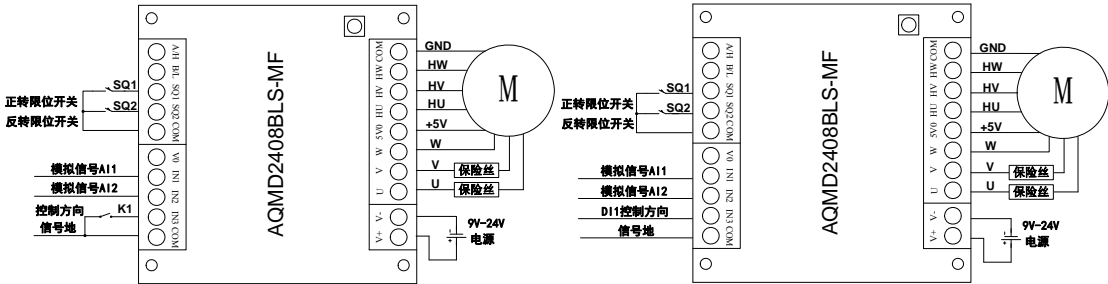


图 4.16 双单端模拟信号独立调速的开关量(左图)/逻辑电平(右图)的接法

通过配置数字信号的不同类型和极性(如何配置数字信号类型和极性见 6.3.5 小节系统参数配置寄存器 0x0081 和 0x0085)，我们可以通过对模拟信号、开关量和逻辑电平的不同操作方法来实现电机的启停和正反转控制,控制逻辑如表 4.47 所示。

表 4.47 双单端模拟信号独立调速的控制逻辑

数字信号类型	数字信号极性	实现的功能	操作方法	所属接线方案
--------	--------	-------	------	--------

开关量	低电平/闭合（默认）	调速	占空比调速或闭环调速工作模式下， 模拟信号 AI1 调节正转速度，模拟信号 AI2 调节反转速度	
			力矩控制工作模式下， 模拟信号 AI1 调节力矩， 模拟信号 AI2 调节转速	
		正转	K1 断开	
		反转	K1 闭合	
		停止	限位或调速到 0 时停止	
	高电平/断开	调速	占空比调速或闭环调速工作模式下， 模拟信号 AI1 调节正转速度，模拟信号 AI2 调节反转速度	
			力矩控制工作模式下， 模拟信号 AI1 调节力矩， 模拟信号 AI2 调节转速	
		正转	K1 闭合	
		反转	K1 断开	
		停止	限位或调速到 0 时停止	
逻辑电平	低电平/闭合（默认）	调速	占空比调速或闭环调速工作模式下， 模拟信号 AI1 调节正转速度，模拟信号 AI2 调节反转速度	
			力矩控制工作模式下， 模拟信号 AI1 调节力矩， 模拟信号 AI2 调节转速	
		正转	DI1 高电平	
		反转	DI1 低电平	
		停止	限位或调速到 0 时停止	
	高电平/断开	调速	占空比调速或闭环调速工作模式下， 模拟信号 AI1 调节正转速度，模拟信号 AI2 调节反转速度	
			力矩控制工作模式下， 模拟信号 AI1 调节力矩， 模拟信号 AI2 调节转速	
		正转	DI1 低电平	

		反转	DI1 高电平	
		停止	限位或调速到 0 时停止	

双单端模拟信号独立调速方式下，相关寄存器的参考配置如表 4.48 所示。

表 4.48 双单端模拟信号独立调速方式相关寄存器的配置

寄存器地址	寄存器作用	值	描述
0x0080	限位触发极性	0,1,2,3,4	0: 低电平触发（默认） 1: 高电平触发 2: 下降沿触发 3: 上升沿触发 4: 禁用限位功能
0x0081	数字信号极性	0,1	0: 低电平触发（默认） 1: 高电平触发
0x0084	模拟信号类型	2	双单端模拟信号独立
0x0085	逻辑电平类型	0,1,2	0: 开关量（默认） 1: 0/3.3V 2: 0/5V
0x0088	模拟量范围最小值	0	模拟量范围最小值为 0（默认）
0x0089	模拟量范围最大值	0x0CE4	模拟量范围最大值这里配置为 3300mV，也可根据需求配置为其它值
0x008a	逻辑电平阈值	0x07D0	开关量逻辑电平电压阈值可配置为 2000mV（默认），其它逻辑电平另行配置
0x0096-0x0097	模拟信号调整系数 k	1.0f	默认值 1.0f，用来调整模拟信号倍率
0x0098	模拟信号调整系数 b	0	单位为 mV，默认值 0；用来修正模拟信号死区
0x009a	端口输入类型	2	模拟信号
0x009b	端口控制类型	1,2,3	1: 占空比调速 2: 力矩控制 3: 速度闭环控制

4.2.10 双单端模拟信号独立位置控制

通过按键将控制方式切换为数字/模拟信号控制方式，此时黄色指示灯常亮、绿色指示灯以 0.5/2Hz 频率闪烁或常亮（按键的操作方法详见 2.1.1 小节），向 0x009a 寄存器写 2 选择输入信号类型为模拟信号，向 0x0084 寄存器写 2 选择模拟信号类型为双单端独立，向 0x009b 寄存器写 4 配置调速方式为位置闭环控制，即可实现双单端模拟信号独立位置控制用法（亦可使用本驱动器配套 PC 机示例程序来配置相关寄存器，详见《AQMDBLS\_Demo 使用手册》），相关的配置如表 4.49 所示。

表 4.49 双单端模拟信号独立位置控制用法所需相关配置

控制方式 （按键切换）	端口输入类型 （0x009a 寄存器）	模拟信号类型 （0x0084 寄存器）	端口控制类型 （0x009b 寄存器）
数字/模拟信号控制方式	0x02: 模拟信号	0x02: 双单端独立	0x04: 位置闭环控制

此用法通过一路单端模拟信号调节电机转动位置，另一路单端模拟信号调节电机转速。

双单端模拟信号位置控制的接法如图 4.17 所示。其中，IN1 接模拟信号AI1，用于调节电机的转动位置；IN2 接模拟信号AI2，用于调节电机的转动速度；当使用逻辑电平控制电机紧急停止时，IN3 接逻辑电平DI1；当使用开关量控制电机紧急停止时，开关K1 接IN3 与COM 间。VO输出完成信号，COM接信号地。限位开关SQ1 和SQ2 分别对正转和反转进行限位。

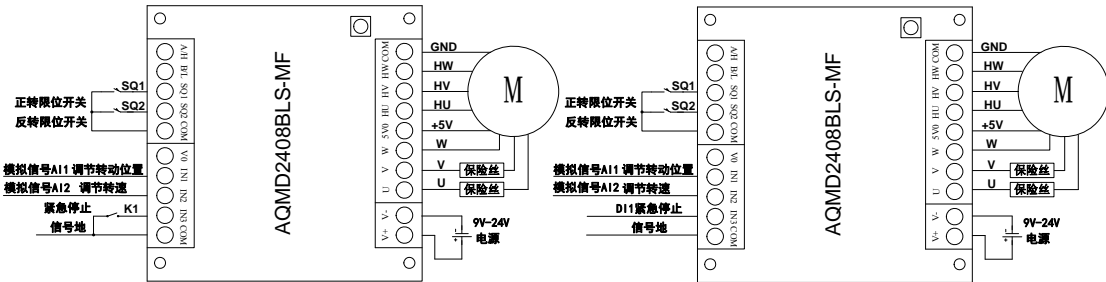


图 4.17 双单端模拟信号独立位置控制的接法

通过配置数字信号不同的类型和极性（如何配置数字信号类型和极性见 6.3.5 小节系统参数配置寄存器 0x0081 和 0x0085），我们可以通过对模拟信号、逻辑电平和开关量不同操作方法来实现电机位置调节、信号锁存和紧急停止，控制逻辑如表 4.50 所示。

表 4.50 双单端模拟信号独立位置控制的控制逻辑

数字信号类型	数字信号极性	实现的功能	操作方法	所属接线方案
开关量	低电平/闭合（默认）	调节位置	模拟信号 AI1 调节位置	
		调节转速	模拟信号 AI2 调节转速	
		紧急停止	K1 闭合	
	高电平/断开	调节位置	模拟信号 AI1 调节位置	
		调节转速	模拟信号 AI2 调节转速	
		紧急停止	K1 断开	
逻辑电平	低电平/闭合（默认）	调节位置	模拟信号 AI1 调节位置	
		调节转速	模拟信号 AI2 调节转速	
		紧急停止	DI1 低电平	
	高电平/断开	调节位置	模拟信号 AI1 调节位置	
		调节转速	模拟信号 AI2 调节转速	
		紧急停止	DI1 高电平	

双单端模拟信号独立位置控制方式下，相关寄存器的参考配置如表 4.51 所示。

表 4.51 双单端模拟信号独立位置控制方式相关寄存器的配置

寄存器地址	寄存器作用	值	描述
0x0080	限位触发极性	0,1,2,3,4	0: 低电平触发（默认） 1: 高电平触发 2: 下降沿触发 3: 上升沿触发 4: 禁用限位功能
0x0081	数字信号极性	0,1	0: 低电平触发（默认） 1: 高电平触发
0x0084	模拟信号类型	2	双单端模拟信号独立

0x0085	逻辑电平类型	0,1,2	0: 开关量（默认） 1: 0/3.3V 2: 0/5V
0x0088	模拟量范围最小值	0	模拟量范围最小值为 0（默认）
0x0089	模拟量范围最大值	0x0CE4	模拟量范围最大值这里配置为 3300mV，也可根据需求配置为其它值
0x008a	逻辑电平阈值	0x07D0	开关量逻辑电平电压阈值可配置为 2000mV（默认），其它逻辑电平另行配置
0x0096-0x0097	模拟信号调整系数 k	1.0f	默认值 1.0f，用来调整模拟信号倍率
0x0098	模拟信号调整系数 b	0	单位为 mV，默认值 0；用来修正模拟信号死区
0x009a	端口输入类型	2	模拟信号
0x009b	端口控制类型	4	位置闭环控制
0x00a0	位置复位模式	1,2,3,4	1: SQ2 复位（默认） 2: SQ1 复位 3: SQ2 复位并细调 4: SQ1 复位并细调
0x00a2-0x00a3	总行程		可通过行程学习获得总行程
0x00a7	要忽略的信号变化量	1	忽略 0.1%以下的输入模拟信号波动（默认）用于滤波，以消除干扰信号造成电机抖动
0x00a9	复位时电流	0~800	非零时，乘以 0.01 为复位时的最大负载电流，单位为 A；为零时，使用系统参数配置的最大负载电流；用以配置复位时的转矩。对于使用电机堵转检测方式复位时，这里的电流配置为恰能平稳拖动负载即可，同时堵转停止时间配置为非零
0x008e	堵转停止时间	0~255	数值乘以 0.1 为堵转停止时间，单位为 s；对于使用电机堵转检测方式（未使用限位开关检测行程）复位时，堵转停止时间应配置为非零，建议配置为 0.1~1s，以便堵转检测

## 4.3 PWM/频率/脉冲信号调速的接法和配置

### 4.3.1 PWM信号调速（电平触发）

通过按键将控制方式切换为数字/模拟信号控制方式，此时黄色指示灯常亮、绿色指示灯以 0.5/2Hz频率闪烁或常亮（按键的操作方法详见 2.1.1 小节），向 0x009a寄存器写 3 选择输入信号类型为脉冲信号，向 0x0083 寄存器写 0 选择脉冲信号类型为PWM，向 0x009b寄存器写 1~3 配置调速方式为占空比调速、力矩控制或速度闭环控制，向 0x0081 寄存器写 0、1 配置数字信号极性为低电平/闭合、高电平/断开，即可实现PWM信号调速（电平触发）用法（亦可使用本驱动器配套PC机示例程序来配置相关寄存器，详见《AQMDBLS\_Demo使用手册》），相关的配置如表 4.52 所示。

表 4.52 PWM 信号调速（电平触发）用法所需相关配置

控制方式 (按键切换)	端口输入类型 (0x009a 寄存器)	脉冲信号类型 (0x0083 寄存器)	端口控制类型 (0x009b 寄存器)	数字信号极性 (0x0081 寄存器)
数字/模拟信号控制方式	0x03: 脉冲信号	0x00: PWM	0x01: 占空比调速	0x00: 低电平/闭合
			0x02: 力矩控制	0x01: 高电平/断开
			0x03: 速度闭环控制	

此用法通过外部PWM信号调节电机转速，通过开关量/逻辑电平控制电机方向和紧急停止。PWM信号调速（电平触发）的接法如图 4.18 所示。其中，IN1 接PWM输入信号，用于调节电机转速。电机转速随占空比增大而增大，当占空比为 100%时，电机转速将达最大。当使用开关量控制电机方向和紧急停止时，开关K1 接IN2 与COM间，控制电机转动方向；开关K2 接IN3 与COM间，控制电机紧急停止。当使用逻辑电平控制电机方向和紧急停止时，IN2 接逻辑电平DI1，用于控制电机转动方向；IN3 接逻辑电平DI2，控制电机紧急停止。COM 接信号地，VO为故障输出。限位开关SQ1 和SQ2 分别对正转和反转进行限位。

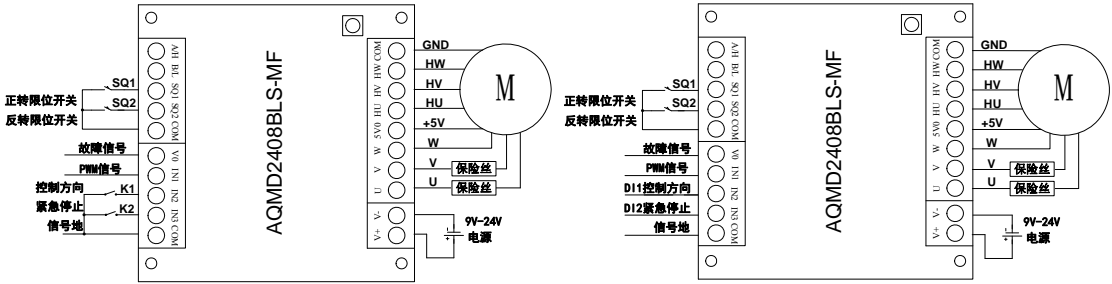


图 4.18 PWM 信号调速（电平触发）开关量（左图）/逻辑电平（右图）控制方式接线方法

通过配置数字信号不同的类型和极性（如何配置数字信号类型和极性见 6.3.5 小节系统参数配置寄存器 0x0081 和 0x0085），我们可以通过对PWM信号、开关量和逻辑电平的不同操作方法来实现对电机的启停和正反转控制，控制逻辑如表 4.53 所示。

表 4.53 PWM 信号调速（电平触发）的控制逻辑

数字信号类型	数字信号极性	实现的功能	操作方法	所属接线方案
开关量	低电平/闭合（默认）	调速	PWM 信号调速	
		正转	K1 断开，K2 断开	
		反转	K1 闭合，K2 断开	
		紧急停止	K2 闭合	
	高电平/断开	调速	PWM信号调速	
		正转	K1 闭合，K2 闭合	
		反转	K1 断开，K2 闭合	
		紧急停止	K2 断开	
逻辑电平	低电平/闭合（默认）	调速	PWM 信号调速	
		正转	DI1 高电平，DI2 高电平	
		反转	DI1 低电平，DI2 高电平	
		紧急停止	DI2 为低电平	
	高电平/断开	调速	PWM信号调速	

		正转	DI1 低电平，DI2 低电平	
		反转	DI1 高电平，DI2 低电平	
		紧急停止	DI2 高电平	

PWM信号调速（电平触发）方式下，相关寄存器的参考配置如 表 4.54 所示。

表 4.54 PWM 信号调速（电平触发）方式相关寄存器的配置

寄存器地址	寄存器作用	值	描述
0x0080	限位触发极性	0,1,2,3,4	0: 低电平触发（默认） 1: 高电平触发 2: 下降沿触发 3: 上升沿触发 4: 禁用限位功能
0x0081	数字信号极性	0,1	0: 低电平触发（默认） 1: 高电平触发
0x0083	脉冲信号类型	0	PWM（默认）
0x0085	逻辑电平类型	0,1,2	0: 开关量（默认） 1: 0/3.3V 2: 0/5V
0x008a	逻辑电平阈值	0x07D0	开关量逻辑电平电压阈值可配置为 2000mV（默认），其它逻辑电平另行配置
0x009a	端口输入类型	3	脉冲信号
0x009b	端口控制类型	1,2,3	1: 占空比调速 2: 力矩控制 3: 速度闭环控制

4.3.2 PWM信号调速（边沿触发）

通过按键将控制方式切换为数字/模拟信号控制方式，此时黄色指示灯常亮、绿色指示灯以 0.5/2Hz频率闪烁或常亮（按键的操作方法详见 2.1.1 小节），向 0x009a寄存器写 3 选择输入信号类型为脉冲信号，向 0x0083 寄存器写 0 选择脉冲信号类型为PWM，向 0x009b寄存器写 1~3 配置调速方式为占空比调速、力矩控制或速度闭环控制，向 0x0081 寄存器写 2、3 配置数字信号极性为下降沿/闭合、上升沿/断开，即可实现PWM信号调速（边沿触发）用法（亦可使用本驱动器配套PC机示例程序来配置相关寄存器，详见《AQMDBLS\_Demo使用手册》），相关的配置如 表 4.55 所示。

表 4.55 PWM 信号调速（边沿触发）用法所需相关配置

控制方式 （按键切换）	端口输入类型 （0x009a 寄存器）	脉冲信号类型 （0x0083 寄存器）	端口控制类型 （0x009b 寄存器）	数字信号极性 （0x0081 寄存器）
数字/模拟信号控制方式	0x03: 脉冲信号	0x00: PWM	0x01: 占空比调速	0x02: 下降沿/闭合 瞬间
			0x02: 力矩控制	
			0x03: 速度闭环控制	0x03: 上升沿/断开 瞬间

此用法通过外部PWM信号调速，通过两开关量/逻辑电平边沿触发方式分别控制正反转。PWM信号调速（边沿触发）的接法如图 4.19 所示。其中，IN1 接PWM信号，用于调节电机转速。电机的转速随占空比增大而增大，当占空比为 100%时，电机的转速将达最大。当使用开关量控制正反转时，开关K1 接IN2 与COM间，控制电机正传；开关K2 接IN3 与COM间，控制电机反转。当使用逻辑电平控制正反转时，IN2 接逻辑电平DI1，控制电机正转；IN3 接逻辑电平DI2，控制电机反转。COM接信号地，VO为故障输出。限位开关SQ1 和SQ2 分别对正转和反转进行限位。

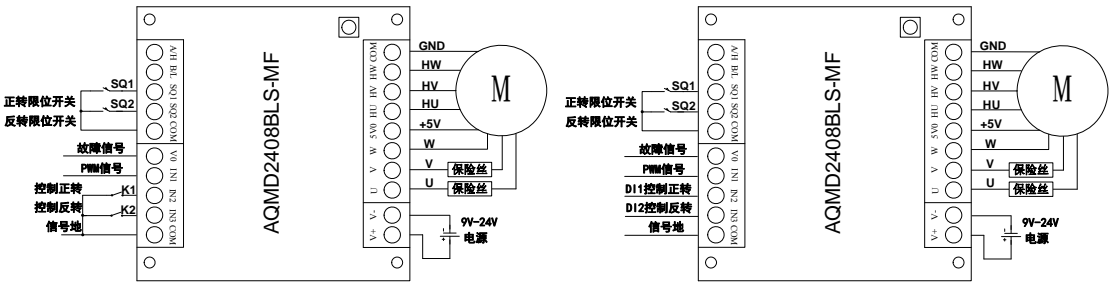


图 4.19 PWM 信号调速（边沿触发） 开关量（左图）/逻辑电平（右图）控制方式接线方法

通过配置数字信号不同的类型和极性（如何配置数字信号类型和极性见 6.3.5 小节系统参数配置寄存器 0x0081 和 0x0085），我们可以通过对PWM信号、开关量和逻辑电平的不同操作方法来实现对电机的启停和正反转控制，控制逻辑如表 4.56 所示。

表 4.56 PWM 信号调速（边沿触发）的控制逻辑

数字信号类型	数字信号极性	实现的功能	操作方法	所属接线方案
开关量	下降沿/闭合瞬间	调速	PWM 信号调速	
		正转	K1 闭合后断开, K2 始终断开	
		反转	K2 闭合后断开, K1 始终断开	
		停止	限位或调速到 0 时停止	
	上升沿/断开瞬间	调速	PWM 信号调速	
		正转	K1 断开后闭合, K2 始终闭合	
		反转	K2 断开后闭合, K1 始终闭合	
		停止	限位或调速到 0 时停止	
逻辑电平	下降沿/闭合瞬间	调速	PWM 信号调速	
		正转	DI1 由高电平变低电平, DI2 始终为高电平	
		反转	DI2 由高电平变低电平, DI1 始终为高电平	
		停止	限位或调速到 0 时停止	
	上升沿/断开瞬间	调速	PWM信号调速	
		正转	DI1 由低电平变高电平, DI2 始终为低电平	
		反转	DI2 由低电平变高电平, DI1 始终为低电平	
		停止	限位或调速到 0 时停止	

PWM信号调速（边沿触发）方式下，相关寄存器的参考配置如 表 4.57 所示。

表 4.57 PWM 信号调速（边沿触发）方式相关寄存器的配置

寄存器地址	寄存器作用	值	描述
0x0080	限位触发极性	0,1,2,3,4	0: 低电平触发（默认） 1: 高电平触发 2: 下降沿触发 3: 上升沿触发 4: 禁用限位功能
0x0081	数字信号极性	2,3	2: 下降沿触发 3: 上升沿触发
0x0083	脉冲信号类型	0	PWM（默认）
0x0085	逻辑电平类型	0,1,2	0: 开关量（默认） 1: 0/3.3V 2: 0/5V
0x008a	逻辑电平阈值	0x07D0	开关量逻辑电平电压阈值可配置为 2000mV（默认），其它逻辑电平另行配置
0x009a	端口输入类型	3	脉冲信号
0x009b	端口控制类型	1,2,3	1: 占空比调速 2: 力矩控制 3: 速度闭环控制

4.3.3 PWM信号位置控制

通过按键将控制方式切换为数字/模拟信号控制方式，此时黄色指示灯常亮、绿色指示灯以 0.5/2Hz频率闪烁或常亮（按键的操作方法详见 2.1.1 小节），向 0x009a寄存器写 3 选择输入信号类型为脉冲信号，向 0x0083 寄存器写 0 选择脉冲信号类型为PWM，向 0x009b寄存器写 4 配置调速方式为位置闭环控制，即可实现PWM信号位置控制用法（亦可使用本驱动器配套PC机示例程序来配置相关寄存器，详见《AQMDBLS\_Demo使用手册》），相关的配置如 表 4.58 所示。

表 4.58 PWM 信号位置控制用法所需相关配置

控制方式 （按键切换）	端口输入类型 （0x009a 寄存器）	脉冲信号类型 （0x0083 寄存器）	端口控制类型 （0x009b 寄存器）
数字/模拟信号控制方式	0x03: 脉冲信号	0x00: PWM	0x04: 位置闭环控制

此用法通过外部PWM信号调节电机的转动位置，通过开关量/逻辑电平对输入PWM信号进行锁存和对电机进行紧急停止。PWM信号位置控制的接法如图 4.20 所示。其中，IN1 接 PWM信号，用于调节电机转动位置。当PWM信号由 0 逐渐增大到 100%过程中，电机转动位置将由行程起点变化到最大行程。当使用开关量控制信号锁存和电机紧急停止时，开关 K1 接IN2 与COM间，用于PWM输入信号锁存；开关K2 接IN3 与COM间，控制电机紧急停止。当使用逻辑电平控制信号锁存和电机紧急停止时，IN2 接逻辑电平DI1，用于输入PWM信号锁存；IN3 接逻辑电平DI2，控制电机紧急停止。COM接信号地。VO输出完成信号，用于将位置调节完成的信号反馈给控制器。限位开关SQ1 和SQ2 分别对正转和反转进行限位。

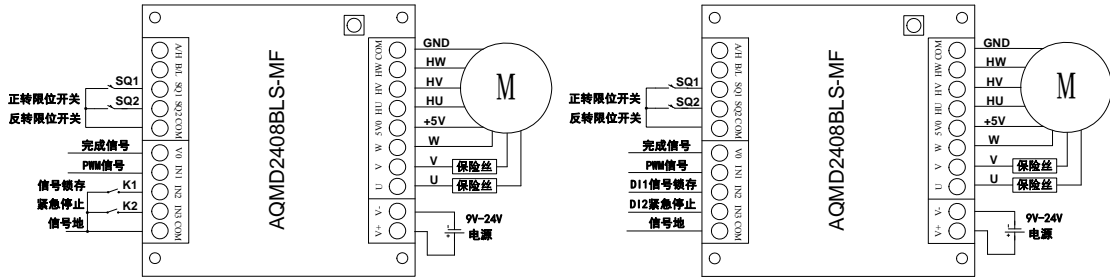


图 4.20 PWM 信号位置控制开关量（左图）/逻辑电平（右图）控制方式接线方法

通过配置数字信号不同的类型和极性（如何配置数字信号类型和极性见 6.3.5 小节系统参数配置寄存器 0x0081 和 0x0085），我们可以通过对脉冲信号、开关量和逻辑电平不同操作方法来实电机位置调节、信号锁存和紧急停止，控制逻辑如 表 4.59 所示。

表 4.59 PWM 信号控制的控制逻辑

数字信号类型	数字信号极性	实现的功能	操作方法	所属接线方案
开关量	低电平/闭合（默认）	调节位置	PWM 信号调节位置	
		信号锁存	K1 闭合, K2 断开	
		紧急停止	K2 闭合	
	高电平/断开	调节位置	PWM 信号调节位置	
		信号锁存	K1 断开, K2 闭合	
		紧急停止	K2 断开	
逻辑电平	低电平/闭合（默认）	调节位置	PWM 信号调节位置	
		信号锁存	DI1 低电平, DI2 高电平	
		紧急停止	DI2 低电平	
	高电平/断开	调节位置	PWM 信号调节位置	
		信号锁存	DI1 高电平, DI2 低电平	
		紧急停止	DI2 高电平	

PWM信号位置控制方式下，相关寄存器的参考配置如 表 4.60 所示。

表 4.60 PWM 信号位置控制方式相关寄存器的配置

寄存器地址	寄存器作用	值	描述
0x0080	限位触发极性	0,1,2,3,4	0: 低电平触发（默认） 1: 高电平触发 2: 下降沿触发 3: 上升沿触发 4: 禁用限位功能
0x0081	数字信号极性	0,1	0: 低电平触发（默认） 1: 高电平触发
0x0083	脉冲信号类型	0	PWM（默认）
0x0085	逻辑电平类型	0,1,2	0: 开关量（默认） 1: 0/3.3V 2: 0/5V

0x008a	逻辑电平阈值	0x07D0	开关量逻辑电平电压阈值可配置为 2000mV（默认），其它逻辑电平另行配置
0x009a	端口输入类型	3	脉冲信号
0x009b	端口控制类型	4	位置闭环控制
0x00a0	位置复位模式	1,2,3,4	1: SQ2 复位（默认） 2: SQ1 复位 3: SQ2 复位并细调 4: SQ1 复位并细调
0x00a2-0x00a3	总行程		可通过行程学习获得总行程
0x00a7	要忽略的信号变化量	1	忽略 0.1%以下的输入 PWM 信号占空比的波动（默认） 用于滤波，以消除干扰信号造成电机抖动
0x00a9	复位时电流	0~800	非零时，乘以 0.01 为复位时的最大负载电流，单位为 A；为零时，使用系统参数配置的最大负载电流；用以配置复位时的转矩。对于使用电机堵转检测方式复位时，这里的电流配置为恰能平稳拖动负载即可，同时堵转停止时间配置为非零
0x008e	堵转停止时间	0~255	数值乘以 0.1 为堵转停止时间，单位为 s；对于使用电机堵转检测方式（未使用限位开关检测行程）复位时，堵转停止时间应配置为非零，建议配置为 0.1~1s，以便堵转检测

4.3.4 频率信号调速（电平触发）

通过按键将控制方式切换为数字/模拟信号控制方式，此时黄色指示灯常亮、绿色指示灯以 0.5/2Hz频率闪烁或常亮（按键的操作方法详见 2.1.1 小节），向 0x009a寄存器写 3 选择输入信号类型为脉冲信号，向 0x0083 寄存器写 1 选择脉冲信号类型为频率，向 0x009b寄存器写 1~3 配置调速方式为占空比调速、力矩控制或速度闭环控制，向 0x0081 寄存器写 0、1 配置数字信号极性为低电平/闭合、高电平/断开，即可实现频率信号调速（电平触发）用法（亦可使用本驱动器配套PC机示例程序来配置相关寄存器，详见《AQMDBLS\_Demo使用手册》），相关的配置如表 4.61 所示。

表 4.61 频率信号调速（电平触发）用法所需相关配置

控制方式 (按键切换)	端口输入类型 (0x009a 寄存器)	脉冲信号类型 (0x0083 寄存器)	端口控制类型 (0x009b 寄存器)	数字信号极性 (0x0081 寄存器)
数字/模拟信号控制方式	0x03: 脉冲信号	0x01: 频率	0x01: 占空比调速	0x00: 低电平/闭合
			0x02: 力矩控制	
			0x03: 速度闭环控制	0x01: 高电平/断开

此用法通过输入频率的大小来调节电机转速，通过开关/逻辑电平控制电机启停和方向。频率信号调速的接法如图 4.21 所示。其中，IN1 接频率信号，用于调节电机转速。

电机的转速随输入频率的增大而增大，我们可通过 0x008c和 0x008d寄存器（详见 6.3.5 小节系统参数配置寄存器）配置脉冲信号倍率来改变电机转速与输入频率的比例系数。对于 占空比调速工作模式，输出占空比=MIN（输入频率×脉冲信号倍率×0.1%，100.0%）；对于 力矩控制模式，堵转电流=MIN（输入频率×脉冲信号倍率×最大负载电流×0.001，最大负载电流），最大负载电流可通过 0x006b寄存器配置；对于速度闭环控制工作模式，电机 换向频率=MIN（输入频率×脉冲信号倍率，最大换向频率），最大换向频率可通过 0x0066 寄存器来配置。

当使用开关量控制电机启停和方向时，开关 K1 接 IN2 与 COM 间，控制电机转动方向；开关 K2 接 IN3 与 COM 间，控制电机紧急停止。当使用逻辑电平控制电机启停和方向时，IN2 接逻辑电平 DI1，控制电机转动方向；IN3 接逻辑电平 DI2，控制电机紧急停止。COM 接信号地，VO 为故障输出。限位开关 SQ1 和 SQ2 分别对正转和反转进行限位。

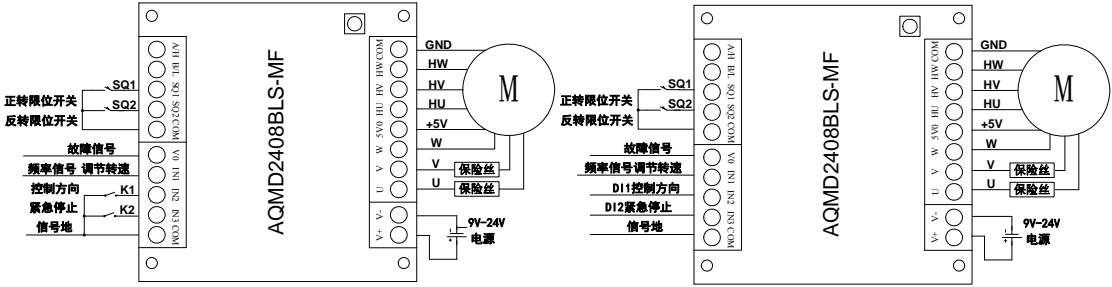


图 4.21 频率信号调速（电平触发） 开关量（左图）/逻辑电平（右图）控制方式接线方法

通过配置数字信号不同的类型和极性（如何配置数字信号类型和极性见 6.3.5 小节系统参数配置寄存器 0x0081 和 0x0085），我们可以通过对频率信号、开关量和逻辑电平的不同操作方法来实现电机的启停和正反转控制，控制逻辑如 表 4.62 所示。

表 4.62 频率信号调速（电平触发）的控制逻辑

数字信号类型	数字信号极性	实现的功能	操作方法	所属接线方案
开关量	低电平/闭合（默认）	调速	频率信号调速	
		正转	K1 断开，K2 断开	
		反转	K1 闭合，K2 断开	
		紧急停止	K2 闭合	
	高电平/断开	调速	频率信号调速	
		正转	K1 闭合，K2 闭合	
		反转	K1 断开，K2 闭合	
		紧急停止	K2 断开	
逻辑电平	低电平/闭合（默认）	调速	频率信号调速	
		正转	DI1 高电平，DI2 高电平	
		反转	DI1 低电平，DI2 高电平	
		紧急停止	DI2 为低电平	
	高电平/断开	调速	频率信号调速	
		正转	DI1 低电平，DI2 低电平	
		反转	DI1 高电平，DI2 低电平	
		紧急停止	DI2 高电平	

频率信号调速（电平触发）方式下，相关寄存器的参考配置如表 4.63 所示。

表 4.63 频率信号调速（电平触发）方式相关寄存器的配置

寄存器地址	寄存器作用	值	描述
0x0080	限位触发极性	0,1,2,3,4	0: 低电平触发（默认） 1: 高电平触发 2: 下降沿触发 3: 上升沿触发 4: 禁用限位功能
0x0081	数字信号极性	0,1	0: 低电平触发 1: 高电平触发
0x0083	脉冲信号类型	1	频率
0x0085	逻辑电平类型	0,1,2	0: 开关量（默认） 1: 0/3.3V 2: 0/5V
0x008a	逻辑电平阈值	0x07D0	开关量逻辑电平电压阈值可配置为 2000mV（默认），其它逻辑电平另行配置
0x008c-0x008d	脉冲信号倍率	1.0f	默认值 1.0f；用于改变输入频率与电机速度间的比例系数
0x009a	端口输入类型	3	脉冲信号
0x009b	端口控制类型	1,2,3	1: 占空比调速 2: 力矩控制 3: 速度闭环控制

4.3.5 频率信号调速（边沿触发）

通过按键将控制方式切换为数字/模拟信号控制方式，此时黄色指示灯常亮、绿色指示灯以 0.5/2Hz频率闪烁或常亮（按键的操作方法详见 2.1.1 小节），向 0x009a寄存器写 3 选择输入信号类型为脉冲信号，向 0x0083 寄存器写 1 选择脉冲信号类型为频率，向 0x009b寄存器写 1~3 配置调速方式为占空比调速、力矩控制或速度闭环控制，向 0x0081 寄存器写 2、3 配置数字信号极性为下降沿/闭合瞬间、上升沿/断开瞬间，即可实现频率信号调速（边沿触发）用法（亦可使用本驱动器配套PC机示例程序来配置相关寄存器，详见《AQMDBLS\_Demo使用手册》），相关的配置如表 4.64 所示。

表 4.64 频率信号调速（边沿触发）用法所需相关配置

控制方式 (按键切换)	端口输入类型 (0x009a 寄存器)	脉冲信号类型 (0x0083 寄存器)	端口控制类型 (0x009b 寄存器)	数字信号极性 (0x0081 寄存器)
数字/模拟信号控制方式	0x03: 脉冲信号	0x01: 频率	0x01: 占空比调速	0x02: 下降沿/闭合瞬间
			0x02: 力矩控制	
			0x03: 速度闭环控制	0x03: 上升沿/断开瞬间

此用法通过输入频率的大小来调节电机转速，通过开关/逻辑电平控制电机启停和方向。

频率信号调速的接法如图 4.22 所示。其中，IN1 接频率信号，用于调节电机转速。

电机的转速随输入频率的增大而增大，我们可通过 0x008c 和 0x008d 寄存器（详见 6.3.5 小节系统参数配置寄存器）配置脉冲信号倍率来改变电机转速与输入频率的比例系数。对于占空比调速工作模式，输出占空比=MIN（输入频率×脉冲信号倍率×0.1%，100.0%）；对于力矩控制模式，堵转电流=MIN（输入频率×脉冲信号倍率×最大负载电流×0.001，最大负载电流），最大负载电流可通过 0x006b 寄存器配置；对于速度闭环控制工作模式，电机换向频率=MIN（输入频率×脉冲信号倍率，最大换向频率），最大换向频率可通过 0x0066 寄存器来配置。

当使用开关量控制电机方向时，开关 K1 接 IN2 与 COM 间，控制电机正转；开关 K2 接 IN3 与 COM 间，控制电机反转。当使用逻辑电平控制电机方向时，IN2 接逻辑电平 DI1，控制电机正转；IN3 接逻辑电平 DI2，控制电机反转。COM 接信号地，VO 为故障输出。限位开关 SQ1 和 SQ2 分别对正转和反转进行限位。

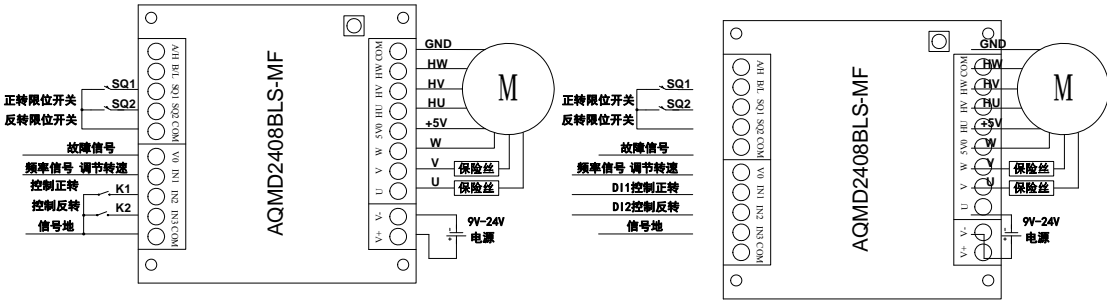


图 4.22 频率信号调速（边沿触发） 开关量（左图）/逻辑电平（右图）控制方式接线方法

通过配置数字信号不同的类型和极性（如何配置数字信号类型和极性见 6.3.5 小节系统参数配置寄存器 0x0081 和 0x0085），我们可以通过对频率信号、开关量和逻辑电平的不同操作方法来实现电机的启停和正反转控制，控制逻辑如表 4.65 所示。

表 4.65 频率信号调速（边沿触发）的控制逻辑

数字信号类型	数字信号极性	实现的功能	操作方法	所属接线方案
开关量	下降沿/闭合瞬间	调速	频率信号调速	
		正转	K1 闭合后断开, K2 始终断开	
		反转	K2 闭合后断开, K1 始终断开	
		停止	限位或调速到 0 时停止	
	上升沿/断开瞬间	调速	频率信号调速	
		正转	K1 断开后闭合, K2 始终闭合	
		反转	K2 断开后闭合, K1 始终闭合	
		停止	限位或调速到 0 时停止	
逻辑电平	下降沿/闭合瞬间	调速	频率信号调速	
		正转	DI1 由高电平变低电平, DI2 始终高电平	
		反转	DI2 由高电平变低电平, DI1 始终高电平	
		停止	限位或调速到 0 时停止	
	上升沿/断开瞬间	调速	频率信号调速	

		正转	DI1 由低电平变高电平， DI2 始终低电平	
		反转	DI2 由低电平变高电平， DI1 始终低电平	
		停止	限位或调速到 0 时停止	

频率信号调速（边沿触发）方式下，相关寄存器的参考配置如表 4.66 所示。

表 4.66 频率信号调速（边沿触发）方式相关寄存器的配置

寄存器地址	寄存器作用	值	描述
0x0080	限位触发极性	0,1,2,3,4	0: 低电平触发（默认） 1: 高电平触发 2: 下降沿触发 3: 上升沿触发 4: 禁用限位功能
0x0081	数字信号极性	2,3	2: 下降沿触发 3: 上升沿触发
0x0083	脉冲信号类型	1	频率
0x0085	逻辑电平类型	0,1,2	0: 开关量（默认） 1: 0/3.3V 2: 0/5V
0x008a	逻辑电平阈值	0x07D0	开关量逻辑电平电压阈值可配置为 2000mV（默认），其它逻辑电平另行配置
0x008c-0x008d	脉冲信号倍率	1.0f	默认值 1.0f; 用于改变输入频率与电机速度间的比例系数
0x009a	端口输入类型	3	脉冲信号
0x009b	端口控制类型	1,2,3	1: 占空比调速 2: 力矩控制 3: 速度闭环控制

4.3.6 频率信号位置控制

通过按键将控制方式切换为数字/模拟信号控制方式，此时黄色指示灯常亮、绿色指示灯以 0.5/2Hz频率闪烁或常亮（按键的操作方法详见 2.1.1 小节），向 0x009a寄存器写 3 选择输入信号类型为脉冲信号，向 0x0083 寄存器写 1 选择脉冲信号类型为频率，向 0x009b寄存器写 4 配置数字信号极性为位置闭环控制，即可实现频率信号位置控制用法（亦可使用本驱动器配套PC机示例程序来配置相关寄存器，详见《AQMDBLS\_Demo使用手册》），相关的配置如表 4.67 所示。

表 4.67 频率信号位置控制应发所需相关配置

控制方式 (按键切换)	端口输入类型 (0x009a 寄存器)	脉冲信号类型 (0x0083 寄存器)	端口控制类型 (0x009b 寄存器)
数字/模拟信号控制方式	0x03: 脉冲信号	0x01: 频率	0x04: 位置闭环控制

此用法通过输入频率的大小来调节电机转动位置，通过开关量/逻辑电平控制频率信号

锁存和电机紧急停止。频率信号位置调速的接法如图 4.23 所示。其中，IN1 接频率信号，用于调节电机转动位置。

电机转动的位置随输入频率的增大而增大，我们可通过 0x008c 和 0x008d 寄存器（详见 6.3.5 小节系统参数配置寄存器的描述）配置脉冲信号倍率来改变电机转动位置与输入频率的比例系数。电机转动的位置=MIN（输入频率×脉冲信号倍率×总行程×0.001，总行程），总行程可通过 0x00a2 和 0x00a3 寄存器配置或通过行程学习获得（详见 3.1.7 小节）。

当使用开关量控制信号锁存和电机紧急停止时，开关 K1 接 IN2 与 COM 间，用于输入频率信号锁存；开关 K2 接 IN3 与 COM 间接，控制电机紧急停止；当使用逻辑电平控制信号锁存和电机紧急停止时，IN2 接逻辑电平 DI1，用于信号锁存，IN3 接逻辑电平 DI2，控制电机紧急停止。COM 接信号地。VO 输出完成信号，用于将位置调节完成状态反馈给控制器。限位开关 SQ1 和 SQ2 分别对正转和反转进行限位。

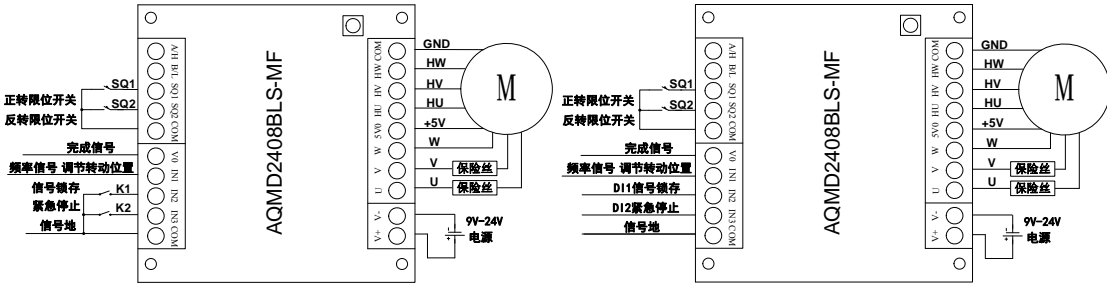


图 4.23 频率信号位置控制的开关量（左图）/逻辑电平（右图）控制方法的接法

通过配置数字信号不同的类型和极性（如何配置数字信号类型和极性见 6.3.5 小节系统参数配置寄存器 0x0081 和 0x0085），我们可以通过对频率信号、开关量和逻辑电平的不同操作方法来实现对电机的启停和正反转控制，控制逻辑如表 4.68 所示。

表 4.68 频率信号位置控制的控制逻辑

数字信号类型	数字信号极性	实现的功能	操作方法	所属接线方案
开关量	低电平/闭合（默认）	调节位置	频率信号调节位置	
		信号锁存	K1 闭合，K2 断开	
		紧急停止	K2 闭合	
	高电平/断开	调节位置	频率信号调节位置	
		信号锁存	K1 断开，K2 闭合	
		紧急停止	K2 断开	
逻辑电平	低电平/闭合（默认）	调节位置	频率信号调节位置	
		信号锁存	DI1 低电平，DI2 高电平	
		紧急停止	DI2 为低电平	
	高电平/断开	调节位置	频率信号调节位置	
		信号锁存	DI1 高电平，DI2 低电平	
		紧急停止	DI2 高电平	

频率信号位置控制方式下，相关寄存器的参考配置如表 4.69 所示。

表 4.69 频率信号位置控制方式相关寄存器的配置

寄存器地址	寄存器作用	值	描述
0x0080	限位触发极性	0,1,2,3,4	0: 低电平触发（默认）

			1: 高电平触发 2: 下降沿触发 3: 上升沿触发 4: 禁用限位功能
0x0081	数字信号极性	0,1	0: 低电平触发（默认） 1: 高电平触发
0x0083	脉冲信号类型	1	频率
0x0085	逻辑电平类型	0,1,2	0: 开关量（默认） 1: 0/3.3V 2: 0/5V
0x008a	逻辑电平阈值	0x07D0	开关量逻辑电平电压阈值可配置为 2000mV（默认），其它逻辑电平另行配置
0x008c-0x008d	脉冲信号倍率	1.0f	默认值 1.0f; 用于改变输入频率与电机转动位置间的比例系数
0x009a	端口输入类型	3	脉冲信号
0x009b	端口控制类型	4	位置闭环控制
0x00a0	位置复位模式	1,2,3,4	1: SQ2 复位（默认） 2: SQ1 复位 3: SQ2 复位并细调 4: SQ1 复位并细调
0x00a2-0x00a3	总行程		可通过行程学习获得总行程
0x00a7	要忽略的信号变化量	1	忽略 0.1%以下的输入频率波动（默认） 用于滤波，以消除干扰信号造成电机抖动
0x00a9	复位时电流	0~800	非零时，乘以 0.01 为复位时的最大负载电流，单位为 A；为零时，使用系统参数配置的最大负载电流；用以配置复位时的转矩。对于使用电机堵转检测方式复位时，这里的电流配置为恰能平稳拖动负载即可，同时堵转停止时间配置为非零
0x008e	堵转停止时间	0~255	数值乘以 0.1 为堵转停止时间，单位为 s；对于使用电机堵转检测方式（未使用限位开关检测行程）复位时，堵转停止时间应配置为非零，建议配置为 0.1~1s，以便堵转检测

#### 4.3.7 脉冲信号调速（电平触发）

通过按键将控制方式切换为数字/模拟信号控制方式，此时黄色指示灯常亮、绿色指示灯以 0.5/2Hz 频率闪烁或常亮（按键的操作方法详见 2.1.1 小节），向 0x009a 寄存器写 3 选择输入信号类型为脉冲信号，向 0x0083 寄存器写 2 选择脉冲信号类型为脉冲（计数），向 0x009b 寄存器写 1~3 配置端口输入类型为占空比调速、力矩控制或速度闭环控制，向 0x0081 寄存器写 0、1 配置数字信号极性为低电平/闭合、高电平/断开，即可实现脉冲信号调速（电

平触发）用法（亦可使用本驱动器配套PC机示例程序来配置相关寄存器，详见《AQMDBLS\_Demo使用手册》），相关的配置如表 4.70 所示。

表 4.70 脉冲信号调速（电平触发）用法所需相关配置

控制方式 (按键切换)	端口输入类型 (0x009a 寄存器)	脉冲信号类型 (0x0083 寄存器)	端口控制类型 (0x009b 寄存器)	数字信号极性 (0x0081 寄存器)
数字/模拟信号控制方式	0x03: 脉冲信号	0x02: 脉冲（计数）	0x01: 占空比调速	0x00: 低电平/闭合
			0x02: 力矩控制	0x01: 高电平/断开
			0x03: 速度闭环控制	

此用法通过脉冲计数以增量方式对电机调速，通过逻辑电平/开关量控制速度增量方向和电机停止。脉冲信号调速的接法如图 4.24 所示。其中，IN1 接脉冲信号，以增量方式对电机调速。

我们可通过 0x008c和 0x008d寄存器（详见 6.3.5 小节系统参数配置寄存器的描述）配置脉冲信号倍率来改变增量系数。输入信号每产生一个脉冲，对于占空比调速，输出占比空改变量为脉冲信号倍率×1%；对于力矩控制，输出电流改变量为脉冲信号倍率×最大负载电流×1%，最大负载电流可通过 0x006b寄存器配置；对于速度闭环控制，电机换向频率改变量为脉冲信号倍率×最大换向频率×1%，最大换向频率可通过 0x0066 寄存器来配置。增量方向表示输出量是增加还是减小。

当使用逻辑电平控制速度增量方向和电机停止时，IN2 接逻辑电平 DI1，用于控制速度增量方向；IN3 接逻辑电平 DI2，用于清零速度增量累加值同时对电机进行制动；当使用开关量控制速度增量方向和电机停止时，开关 K1 接 IN2 与 COM 间，用于控制速度增量方向；开关 K2 接 IN3 与 COM 间，用于清零速度增量累加值同时对电机进行制动。COM 接信号地。VO 输出故障信号。限位开关 SQ1 和 SQ2 分别对正转和反转进行限位。

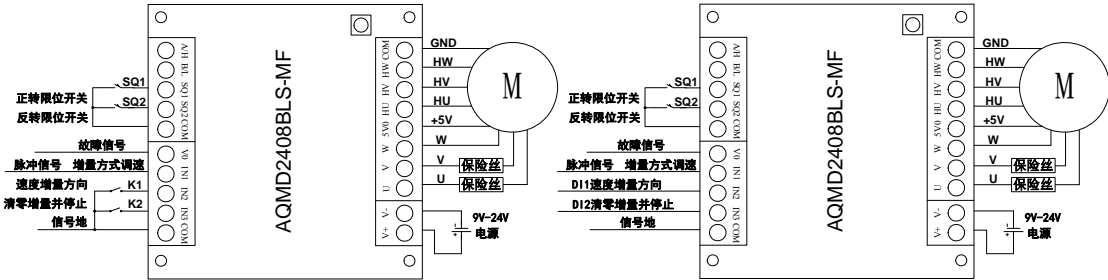


图 4.24 脉冲信号调速（电平触发）的开关量（左图）/逻辑电平（右图）控制的接图

通过配置数字信号不同的类型和极性（如何配置数字信号类型和极性见 6.3.5 小节系统参数配置寄存器 0x0081 和 0x0085），我们可以通过对脉冲信号和开关量、逻辑电平的不同操作方法来实现电机的启停和正反转控制，控制逻辑如表 4.71 所示。

表 4.71 脉冲信号调速（电平触发）的控制逻辑

数字信号类型	数字信号极性	实现的功能	操作方法	所属接线方案
开关量	低电平/闭合（默认）	调速	脉冲信号调速	
		正转	K1 断开，K2 断开	
		反转	K1 闭合，K2 断开	
		停止	K2 闭合	

	高电平/断开	调速	脉冲信号调速	
		正转	K1 闭合, K2 闭合	
		反转	K1 断开, K2 闭合	
		停止	K2 断开	
逻辑电平	低电平/闭合（默认）	调速	脉冲信号调速	
		正转	DI1 高电平, DI2 高电平	
		反转	DI1 低电平, DI2 高电平	
		停止	DI2 为低电平	
	高电平/断开	调速	脉冲信号调速	
		正转	DI1 低电平, DI2 低电平	
		反转	DI1 高电平, DI2 低电平	
		停止	DI2 高电平	

脉冲信号调速（电平触发）方式下，相关寄存器的参考配置如表 4.72 所示。

表 4.72 脉冲信号调速（电平触发）方式相关寄存器的配置

寄存器地址	寄存器作用	值	描述
0x0080	限位触发极性	0,1,2,3,4	0: 低电平触发（默认） 1: 高电平触发 2: 下降沿触发 3: 上升沿触发 4: 禁用限位功能
0x0081	数字信号极性	0,1	0: 低电平触发 1: 高电平触发
0x0083	脉冲信号类型	2	脉冲（计数）
0x0085	逻辑电平类型	0,1,2	0: 开关量（默认） 1: 0/3.3V 2: 0/5V
0x008a	逻辑电平阈值	0x07D0	开关量逻辑电平电压阈值可配置为 2000mV（默认），其它逻辑电平另行配置
0x009a	端口输入类型	3	脉冲信号
0x009b	端口控制类型	1,2,3	1: 占空比调速 2: 力矩控制 3: 速度闭环控制

4.3.8 脉冲信号调速（边沿触发）

通过按键将控制方式切换为数字/模拟信号控制方式，此时黄色指示灯常亮、绿色指示灯以 0.5/2Hz 频率闪烁或常亮（按键的操作方法详见 2.1.1 小节），向 0x009a 寄存器写 3 选择输入信号类型为脉冲信号，向 0x0083 寄存器写 2 选择脉冲信号类型为脉冲（计数），向 0x009b 寄存器写 1~3 配置端口控制类型为占空比调速、力矩控制或速度闭环控制，向 0x0081 寄存器写 2、3 配置数字信号极性为下降沿/闭合瞬间、上升沿/断开瞬间，即可实现脉冲信号调速（边沿触发）用法（亦可使用本驱动器配套 PC 机示例程序来配置相关寄存器，详见

《AQMDBLS\_Demo使用手册》），相关的配置如 表 4.73 所示。

表 4.73 脉冲信号调速（边沿触发）用法所需相关配置

控制方式 (按键切换)	端口输入类型 (0x009a 寄存器)	脉冲信号类型 (0x0083 寄存器)	端口控制类型 (0x009b 寄存器)	数字信号极性 (0x0081 寄存器)
数字/模拟信号控制方式	0x03: 脉冲信号	0x02: 脉冲（计数）	0x01: 占空比调速	0x02: 下降沿/闭合瞬间
			0x02: 力矩控制	0x03: 上升沿/断开瞬间
			0x03: 速度闭环控制	

此用法通过脉冲计数以增量方式对电机调速，通过逻辑电平/开关量控制速度增量方向。脉冲信号调速的接法如图 4.25 所示。其中，IN1 接脉冲信号，以增量方式对电机调速。

我们可通过 0x008c 和 0x008d 寄存器（详见 6.3.5 小节系统参数配置寄存器的描述）配置脉冲信号倍率来改变增量系数。输入信号每产生一个脉冲，对于占空比调速，输出占比空改变量为脉冲信号倍率×1%；对于力矩控制，输出电流改变量为脉冲信号倍率×最大负载电流×1%，最大负载电流可通过 0x006b 寄存器配置；对于速度闭环控制，电机换向频率改变量为脉冲信号倍率×最大换向频率×1%，最大换向频率可通过 0x0066 寄存器来配置。增量方向表示输出量是增加还是减小。

当使用逻辑电平控制速度增量方向时，IN2 接逻辑电平 DI1，用于控制速度增量方向为正向；IN3 接逻辑电平 DI2，用于控制速度增量方向为反向；当使用开关量控制速度增量方向时，开关 K1 接 IN2 与 COM 间用于控制速度增量方向为正向；开关 K2 接 IN3 与 COM 间，用于控制速度增量方向为反向。COM 接信号地。VO 输出故障信号。限位开关 SQ1 和 SQ2 分别对正转和反转进行限位。

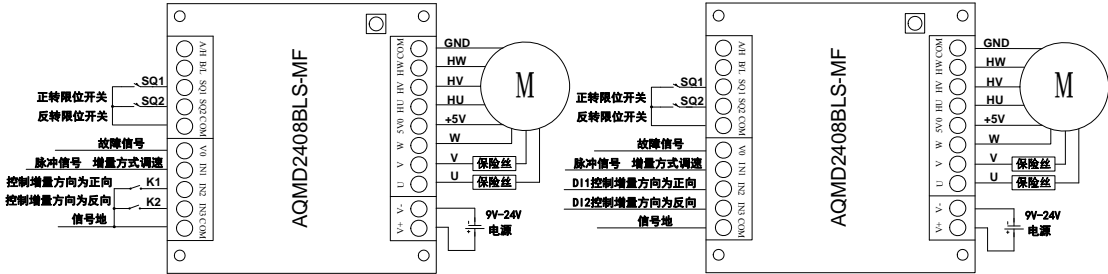


图 4.25 脉冲信号调速（边沿触发）的开关量（左图）/逻辑电平（右图）控制的接图

通过配置数字信号不同的类型和极性（如何配置数字信号类型和极性见 6.3.5 小节系统参数配置寄存器 0x0081 和 0x0085），我们可以通过对脉冲信号和开关量、逻辑电平的不同操作方法来实现电机的启停和正反转控制，控制逻辑如 表 4.74 所示。

表 4.74 脉冲信号调速（边沿触发）的控制逻辑

数字信号类型	数字信号极性	实现的功能	操作方法	所属接线方案
开关量	下降沿/闭合瞬间	调速	脉冲信号调速	
		正转	K1 闭合后断开，K2 始终断开	
		反转	K2 闭合后断开，K1 始终断开	
		停止	限位或调速到 0 时停止	
	上升沿/断开瞬间	调速	脉冲信号	
		正转	K1 断开后闭合，K2 始终闭合	

逻辑电平	下降沿/闭合瞬间	反转	K2 断开后闭合, K1 始终闭合	
		停止	限位或调速到 0 时停止	
		调速	脉冲信号调速	
		正转	DI1 由高电平变低电平, DI2 始终高电平	
	上升沿/断开瞬间	反转	DI2 由高电平变低电平, DI1 始终高电平	
		停止	限位或调速到 0 时停止	
		调速	脉冲信号调速	
		正转	DI1 由低电平变高电平, DI2 始终低电平	
		反转	DI2 由低电平变高电平, DI1 始终低电平	
		停止	限位或调速到 0 时停止	

脉冲信号调速（边沿触发）方式下，相关寄存器的参考配置如表 4.75 所示。

表 4.75 脉冲信号调速（边沿触发）方式相关寄存器的配置

寄存器地址	寄存器作用	值	描述
0x0080	限位触发极性	0,1,2,3,4	0: 低电平触发（默认） 1: 高电平触发 2: 下降沿触发 3: 上升沿触发 4: 禁用限位功能
0x0081	数字信号极性	2,3	2: 下降沿触发 3: 上升沿触发
0x0083	脉冲信号类型	2	脉冲（计数）
0x0085	逻辑电平类型	0,1,2	0: 开关量（默认） 1: 0/3.3V 2: 0/5V
0x008a	逻辑电平阈值	0x07D0	开关量逻辑电平电压阈值可配置为 2000mV（默认），其它逻辑电平另行配置
0x009a	端口输入类型	3	脉冲信号
0x009b	端口控制类型	1,2,3	1: 占空比调速 2: 力矩控制 3: 速度闭环控制

4.3.9 脉冲信号位置控制

通过按键将控制方式切换为数字/模拟信号控制方式，此时黄色指示灯常亮、绿色指示灯以 0.5/2Hz 频率闪烁或常亮（按键的操作方法详见 2.1.1 小节），向 0x009a 寄存器写 3 选择输入信号类型为脉冲信号，向 0x0083 寄存器写 2 选择脉冲信号类型为脉冲（计数），向

0x009b寄存器写 4 配置端口控制类型为位置闭环控制，即可实现脉冲信号位置控制用法（亦可使用本驱动器配套PC机示例程序来配置相关寄存器，详见《AQMDBLS\_Demo使用手册》），相关的配置如 表 4.76 所示。

表 4.76 脉冲信号位置控制用法所需控制

控制方式 (按键切换)	端口输入类型 (0x009a 寄存器)	脉冲信号类型 (0x0083 寄存器)	端口控制类型 (0x009b 寄存器)
数字/模拟信号控制方式	0x03: 脉冲信号	0x02: 脉冲（计数）	0x04: 位置闭环控制

此用法通过脉冲信号对电机进行步进控制，通过开关/逻辑电平控制步进方向和紧急停止。脉冲信号位置控制的接图 4.26 所示。其中IN1 接脉冲信号，对电机进行步进控制。

输入信号每产生一个脉冲，电机转动的换向次数（即步进量），我们可通过 0x008c和 0x008d寄存器（详见 6.3.5 小节系统参数配置寄存器的描述）配置脉冲信号倍率来改变，每次步进量等于脉冲信号倍率。步进方向即在之前的步进量累加值基础上是进行增加还是减小。对电机进行步进控制时，不用等待电机完成之前给定的步进量，可连续给多个脉冲给定步进量累加值。也可在电机正在转动过程中，连续给多个反向步进量信号，使步进累加值的方向与电机当前转动方向相反，那么驱动器会自动进行加减速控制改变电机转动方向。

通过紧急停止信号电机进行紧急停止后，步进量累加值不会清零也不会改变为电机停止的位置对应的步进量，紧急停止信号去除后，如果电机转动位置尚不是步进量累加值对应的位置，那么电机将继续转动。如果在电机紧急停止后，要求在紧急停止信号去除后电机反向转动，那么应在紧急停止信号去除前，给以足够的反向步进量信号。

当使用逻辑电平控制步进方向和紧急停止时，IN2 接逻辑电平 DI1，用于控制步进方向；IN3 接逻辑电平 DI2，用于对电机紧急制动。当使用开关量控制步进方向和紧急停止时，开关 K1 接 IN2 与 COM 间，用于控制步进方向；开关 K2 接 IN3 与 COM 间，用于对电机紧急制动。COM 接信号地，VO 输出完成信号。限位开关 SQ1 和 SQ2 分别对正转和反转进行限位。

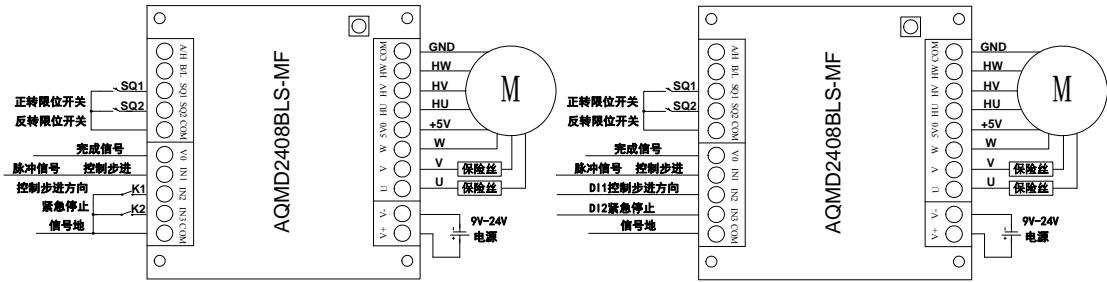


图 4.26 脉冲信号位置控制的接法

通过配置数字信号不同的类型和极性（如何配置数字信号类型和极性见 6.3.5 小节系统参数配置寄存器 0x0081 和 0x0085），我们可以通过对脉冲信号和开关量、逻辑电平的不同操作方法来实现电机的启停和正反转的控制，控制逻辑如 表 4.77 所示。

表 4.77 脉冲信号位置控制的控制逻辑

数字信号类型	数字信号极性	实现的功能	操作方法	所属接线方案
开关量	低电平/闭合 (默认)	步进控制	脉冲信号	步进
		步进量正向	K1 断开, K2 断开	
		步进量反向	K1 闭合, K2 断开	
		紧急停止	K2 闭合	

	高电平/断开	步进控制	脉冲信号	
		步进量正向	K1 闭合, K2 闭合	
		步进量反向	K1 断开, K2 闭合	
		紧急停止	K2 断开	
逻辑电平	低电平/闭合 (默认)	步进控制	脉冲信号	步进
		步进量正向	DI1 高电平, DI2 高电平	
		步进量反向	DI1 低电平, DI2 高电平	
		紧急停止	DI2 为低电平	
	高电平/断开	步进控制	脉冲信号	
		步进量正向	DI1 低电平, DI2 低电平	
		步进量反向	DI1 高电平, DI2 低电平	
		紧急停止	DI2 高电平	

脉冲信号位置控制方式下，相关寄存器的参考配置如表 4.78 所示。

表 4.78 脉冲信号位置控制方式相关寄存器的配置

寄存器地址	寄存器作用	值	描述
0x0080	限位触发极性	0,1,2,3,4	0: 低电平触发（默认） 1: 高电平触发 2: 下降沿触发 3: 上升沿触发 4: 禁用限位功能
0x0081	数字信号极性	0,1	0: 低电平触发（默认） 1: 高电平触发
0x0083	脉冲信号类型	2	脉冲（计数）
0x0085	逻辑电平类型	0,1,2	0: 开关量（默认） 1: 0/3.3V 2: 0/5V
0x008a	逻辑电平阈值	0x07D0	开关量逻辑电平电压阈值可配置为 2000mV（默认），其它逻辑电平另行配置
0x008c-0x008d	脉冲信号倍率	1.0f	默认值 1.0f；用于配置每脉冲步进量
0x009a	端口输入类型	3	脉冲信号
0x009b	端口控制类型	4	位置闭环控制
0x00a0	位置复位模式	0	不复位；作步进控制通常无需复位，也可根据情况配置复位模式

4.3.10 （航模）脉宽信号调速

通过按键将控制方式切换为数字/模拟信号控制方式，此时黄色指示灯常亮、绿色指示灯以 0.5/2Hz频率闪烁或常亮（按键的操作方法详见 2.1.1 小节），向 0x009a寄存器写 3 选择输入信号类型为脉冲信号，向 0x0083 寄存器写 3 选择脉冲信号类型为脉冲宽度，向 0x009e和 0x009f寄存器分别配置脉冲宽度范围的下限和上限，向 0x009b寄存器写 1~3 配置调速方式为占空比调速、力矩控制或速度闭环控制，向 0x0081 寄存器写 0、1 配置数字信号极性为低电平/闭合、高电平/断开，即可实现脉宽信号调速（电平触发）用法（亦可使用本驱动器

配套PC机示例程序来配置相关寄存器，详见《AQMDBLS\_Demo使用手册》），相关的配置如表 4.61 所示。

表 4.79 脉宽信号调速用法所需相关配置

控制方式 (按键切换)	端口输入类型 (0x009a 寄存器)	脉冲信号类型 (0x0083 寄存器)	脉冲信号范围 (0x009e、0x009f 寄存器)	端口控制类型 (0x009b 寄存器)	数字信号极性 (0x0081 寄存器)
数字/模拟信号控制方式	0x03: 脉冲信号	0x03: 脉冲宽度	脉冲宽度范围，如： 航模脉宽范围通常为 1000~2000us	0x01: 占空比调速	0x00: 低电平/闭合
				0x02: 力矩控制	0x01: 高电平/断开
					0x02: 下降沿/闭合 瞬间
				0x03: 速度闭环控制	0x03: 上升沿/断开 瞬间

此用法通过脉冲宽度信号来控制电机转速和方向，另可通过开关/逻辑电平控制电机紧急停止和设置正方向。脉宽信号调速的接法如图 4.21 所示。其中，IN1 接脉冲宽度信号信号，用于调节电机转速和控制电机方向。

通过输入信号的脉冲宽度与 0x009e、0x009f（详见 6.3.5 小节系统参数配置寄存器）寄存器配置的脉宽信号范围中点值的差值来调速和控制方向，差值越大，输出量越大；当差值大于 0 时，电机正转，当脉冲宽度增大到 0x009f 寄存器配置的上限时，输出量达到最大；当差值小 0 时，电机反转，当脉冲宽度减小到 0x009e 寄存器配置的下限时，输出量达到反向最大；当差值为 0 时，电机停转。

对于占空比调速工作模式，输出占空比 = (脉冲宽度-脉冲宽度范围中点值) / (脉冲宽度范围中点值-脉冲宽度范围下限) × 100%；对于力矩控制模式，堵转电流 = (脉冲宽度-脉冲宽度范围中点值) / (脉冲宽度范围中点值-脉冲宽度范围下限) × 最大负载电流，最大负载电流可通过 0x006b 寄存器配置；对于速度闭环控制工作模式，电机换向频率 = (脉冲宽度-脉冲宽度范围中点值) / (脉冲宽度范围中点值-脉冲宽度范围下限) × 最大换向频率，最大换向频率可通过 0x0066 寄存器来配置。

另外，我们可以通过 0x008f 寄存器配置脉宽信号超出配置的脉宽范围多少值后就无效，从而使电机停转。如航模遥控器关机后，多数航模信号接收机的输出脉宽会超出配置脉宽范围，此时驱动器将使电机停转。而有一部分航模遥控器关机后，航模信号接收机输出脉宽为脉宽范围中点值，而这个值存在一定波动，那么，我们可以通过 0x008b 寄存器设置脉宽比较死区，来忽略这个波动值，从而使电机停转控制更稳定。另外，航模遥控器摇杆拨至中点，实际脉宽与脉宽范围中点值间仍然存在较小的差值，从而导致驱动器仍然有较小输出量，若我们并不希望有这个输出量，那么也可以通过 0x008b 寄存器设置脉宽比较死区，屏蔽掉这个较小的脉宽差值。

若数字信号极性配置为电平触发方式（0x0081 寄存器配置为 0 或 1），那么可以通过 IN2 的电平设置电机正方向，通过 IN3 进行紧急制动。

当使用开关量信号时，开关 K1 接 IN2 与 COM 间，设置电机正方向；开关 K2 接 IN3 与 COM 间，控制电机紧急停止。当使用逻辑电平控制电机启停和方向时，IN2 接逻辑电平 DI1，设置电机正方向；IN3 接逻辑电平 DI2，控制电机紧急停止。COM 接信号地，VO 为故障输出。限位开关 SQ1 和 SQ2 分别对正转和反转进行限位。

若只使用脉宽信号调速和控制正反转，可将数字信号类型配置为开关量，数字信号极性

配置为低电平/闭合，那么 K1 和 K2 可不接。

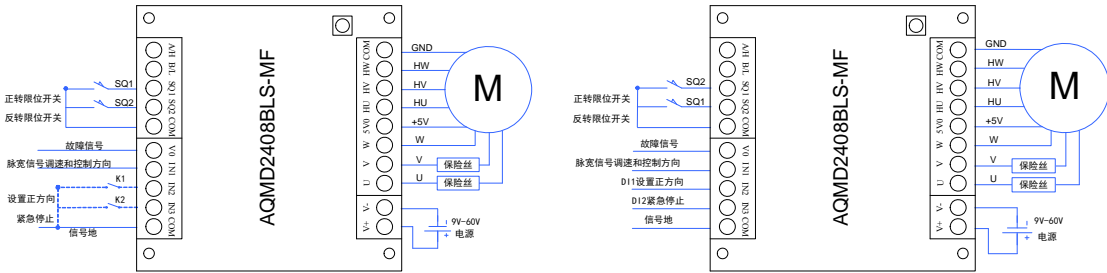


图 4.27 脉宽信号控制（电平触发） 开关量（左图）/逻辑电平（右图）控制方式接线方法

若数字信号极性配置为边沿触发方式（0x0081 寄存器配置为 3 或 4），那么可以通过 IN2 和 IN3 的设置电机正方向。

当使用开关量信号时，开关 K1 接 IN2 与 COM 间，开关 K2 接 IN3 与 COM 间，通过 K1 和 K2 设置电机正方向和反方向；当使用逻辑电平时，IN2 接逻辑电平 DI1，IN3 接逻辑电平 DI2，COM 接信号地，VO 为故障输出，通过 DI1 和 DI2 设置电机正方向和反方向。限位开关 SQ1 和 SQ2 分别对正转和反转进行限位。

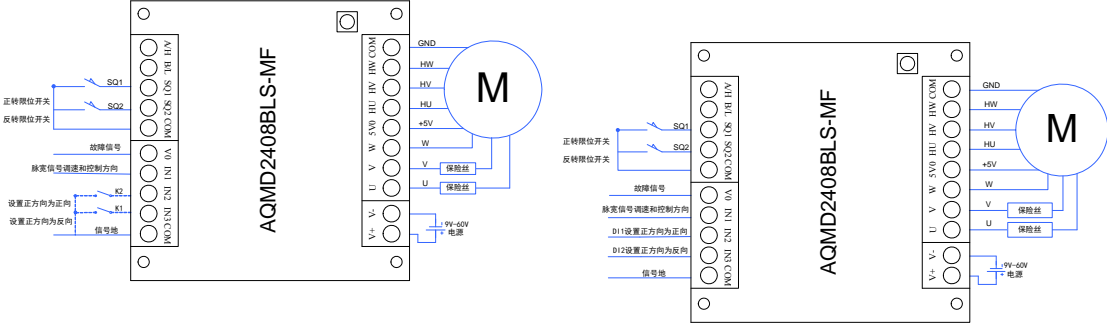


图 4.28 脉宽信号控制（边沿触发） 开关量（左图）/逻辑电平（右图）控制方式接线方法

通过配置数字信号不同的类型和极性（如何配置数字信号类型和极性见 6.3.5 小节 系统参数配置寄存器 0x0081 和 0x0085），我们可以通过对脉宽信号、开关量和逻辑电平的不同操作方法来实现电机的调速和正反停转控制，控制逻辑如表 4.62 所示。

表 4.80 脉宽信号调速的控制逻辑

数字信号类型	数字信号极性	实现的功能	操作方法	所属接线方案
/	/	调速	通过脉冲宽度与脉宽范围中点的差值大小来调速	
		正转	脉冲宽度与脉宽范围中点的差值大于 0	
		反转	脉冲宽度与脉宽范围中点的差值小于 0	
		停止	脉冲宽度与脉宽范围中点的差值等于 0	
开关量	低电平/闭合（默认）	设置正方向	K1 断开正向，K1 闭合反向	

	高电平/断开	紧急停止	K2 闭合	
		设置正方向	K1 闭合正向, K1 断开反向	
	下降沿/闭合瞬间	紧急停止	K2 断开	
		设置正方向为 正转	K1 闭合一下正向 K2 闭合一下反向	
	上升沿/断开瞬间	设置正方向为 反转	K1 闭合一下反向 K2 闭合一下正向	
逻辑电平	低电平/闭合（默认）	设置正方向	DI1 高电平正向, DI1 低电 平反向	
		紧急停止	DI2 为低电平	
	高电平/断开	设置正方向	DI1 低电平正向, DI1 高电 平反向	
		紧急停止	DI2 高电平	
	下降沿/闭合瞬间	设置正方向为 正转	DI1 始终高电平, DI2 高电 平变低电平, 设置为正向	
		设置正方向为 反转	DI2 始终高电平, DI1 高电 平变低电平, 设置为反向	
	上升沿/断开瞬间	设置正方向为 正转	DI1 始终高低平, DI2 低电 平变高电平, 设置为正向	
		设置正方向为 反转	DI2 始终低电平, DI1 低电 平变高电平, 设置为反向	

脉宽信号控制方式下，相关寄存器的参考配置如 表 4.63 所示。

表 4.81 脉冲信号调速方式相关寄存器的配置

寄存器地址	寄存器作用	值	描述
0x0080	限位触发极性	0,1,2,3,4	0: 低电平触发（默认） 1: 高电平触发 2: 下降沿触发 3: 上升沿触发 4: 禁用限位功能
0x0081	数字信号极性	0,1	0: 低电平触发 1: 高电平触发 2: 下降沿触发 3: 上升沿触发
0x0083	脉冲信号类型	3	脉冲宽度
0x0085	逻辑电平类型	0,1,2	0: 开关量（默认） 1: 0/3.3V 2: 0/5V
0x008a	逻辑电平阈值	0x07D0	开关量逻辑电平电压阈值可配置为 2000mV（默认），其它逻辑电平另行配置
0x008b	脉宽比较死区		脉宽比较：单位 us，脉宽信号控制方式脉宽范围中点附近该值范围内视为中点。

0x008f	超出脉冲信号范围 停转		超出 0x009e-0x009f 配置的脉冲信号范围进 行制动
0x009e	脉冲信号范围下限		脉宽信号：单位 us
0x009f	脉冲信号范围上限		脉宽信号：单位 us

4.3.11 （航模）脉宽信号位置控制

通过按键将控制方式切换为数字/模拟信号控制方式，此时黄色指示灯常亮、绿色指示灯以 0.5/2Hz频率闪烁或常亮（按键的操作方法详见 2.1.1 小节），向 0x009a寄存器写 3 选择输入信号类型为脉冲信号，向 0x0083 寄存器写 3 选择脉冲信号类型为脉冲宽度，向 0x009e和 0x009f寄存器分别配置脉冲宽度范围的下限和上限，向 0x009b寄存器写 1~3 配置调速方式为占空比调速、力矩控制或速度闭环控制，向 0x0081 寄存器写 0、1 配置数字信号极性为低电平/闭合、高电平/断开，即可实现脉宽信号调速（电平触发）用法（亦可使用本驱动器配套PC机示例程序来配置相关寄存器，详见《AQMDBLS\_Demo使用手册》），相关的配置如表 4.61 所示。

表 4.82 脉宽信号位置控制用法所需相关配置

控制方式 (按键切换)	端口输入类型 (0x009a 寄存器)	脉冲信号类型 (0x0083 寄存器)	脉冲信号范围 (0x009e、0x009f 寄存器)	端口控制类型 (0x009b 寄存器)	数字信号极性 (0x0081 寄存器)
数字/模拟信 号控制方式	0x03：脉冲信号	0x03：脉冲宽度	脉冲宽度范围，如： 航模脉宽范围通常 为 1000~2000us	0x04：位置控制	0x00：低电平/闭合
					0x01：高电平/断开

此用法通过输入脉宽信号来调节电机转动位置，通过开关量/逻辑电平控制脉宽信号锁存和电机紧急停止。脉宽信号位置调速的接法如图 4.23 所示。其中，IN1 接脉宽信号，用于调节电机转动位置。

通过输入信号的脉冲宽度与 0x009e、0x009f寄存器（详见 6.3.5 小节系统参数配置寄存器）配置的脉宽信号范围下限的差值来控制位置，当差值为 0 时，控制转动位置为 0；当差值达到脉宽信号范围上限时，控制转动位置为 0x002a-0x002b配置的总行程；而其它值，则按差值与脉宽范围的比值按比例控制总行程范围内的位置。

电机转动的位置随脉冲宽度的增大而增大。电机转动的位置 =（脉冲宽度 - 脉冲范围下限）/（脉冲范围上限 - 脉冲范围下限）× 总行程，电机转动的位置被限定在 0~总行程范围，总行程可通过 0x00a2 和 0x00a3 寄存器配置或通过行程学习获得（详见 3.1.7 小节）。

另外，我们可以通过 0x008f 寄存器配置脉宽信号超出配置的脉宽范围多少值后就无效，从而使电机停转。如航模遥控器关机后，多数航模信号接收机的输出脉宽会超出配置脉宽范围，此时驱动器将使电机停转。

当使用开关量控制信号锁存和电机紧急停止时，开关 K1 接 IN2 与 COM 间，用于输入脉宽信号锁存；开关 K2 接 IN3 与 COM 间接，控制电机紧急停止；当使用逻辑电平控制信号锁存和电机紧急停止时，IN2 接逻辑电平 DI1，用于信号锁存，IN3 接逻辑电平 DI2，控制电机紧急停止。COM 接信号地。VO 输出完成信号，用于将位置调节完成状态反馈给控制器。限位开关 SQ1 和 SQ2 分别对正转和反转进行限位。

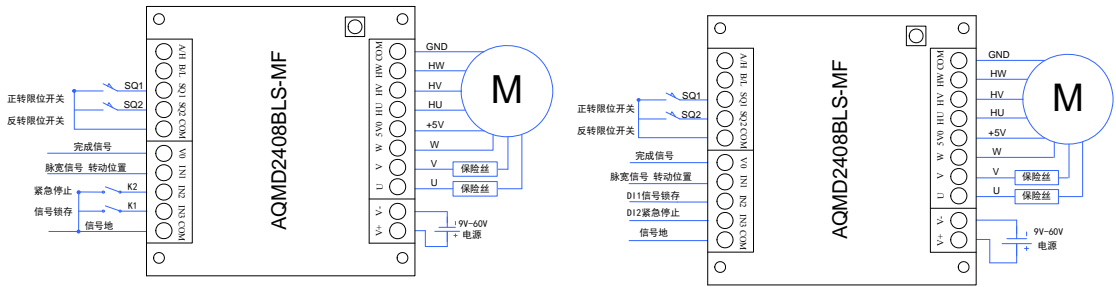


图 4.29 脉宽信号位置控制的开关量（左图）/逻辑电平（右图）控制方法的接线

通过配置数字信号不同的类型和极性（如何配置数字信号类型和极性见 6.3.5 小节 系统参数配置寄存器 0x0081 和 0x0085），我们可以通过对脉宽信号、开关量和逻辑电平的不同操作方法来实现对电机的启停和正反转控制，控制逻辑如 表 4.68 所示。

表 4.83 脉宽信号位置控制的控制逻辑

数字信号类型	数字信号极性	实现的功能	操作方法	所属接线方案
开关量	低电平/闭合（默认）	调节位置	脉冲信号宽度调节位置	
		信号锁存	K1 闭合, K2 断开	
		紧急停止	K2 闭合	
	高电平/断开	调节位置	脉冲信号宽度调节位置	
		信号锁存	K1 断开, K2 闭合	
		紧急停止	K2 断开	
逻辑电平	低电平/闭合（默认）	调节位置	脉冲信号宽度调节位置	
		信号锁存	DI1 低电平, DI2 高电平	
		紧急停止	DI2 为低电平	
	高电平/断开	调节位置	脉冲信号宽度调节位置	
		信号锁存	DI1 高电平, DI2 低电平	
		紧急停止	DI2 高电平	

脉宽信号位置控制方式下，相关寄存器的参考配置如 表 4.69 所示。

表 4.84 脉宽信号位置控制方式相关寄存器的配置

寄存器地址	寄存器作用	值	描述
0x0080	限位触发极性	0,1,2,3,4	0: 低电平触发（默认） 1: 高电平触发 2: 下降沿触发 3: 上升沿触发 4: 禁用限位功能
0x0081	数字信号极性	0,1	0: 低电平触发（默认） 1: 高电平触发
0x0083	脉冲信号类型	3	脉冲宽度
0x0085	逻辑电平类型	0,1,2	0: 开关量（默认） 1: 0/3.3V 2: 0/5V
0x008a	逻辑电平阈值	0x07D0	开关量逻辑电平电压阈值可配置为 2000mV

			(默认)，其它逻辑电平另行配置
0x008b	脉宽比较死区		脉宽比较：单位 us，脉宽信号控制方式脉宽范围中点附近该值范围内视为中点。
0x008f	超出脉冲信号范围 停转		超出 0x009e-0x009f 配置的脉冲信号范围进行制动
0x009a	端口输入类型	3	脉冲信号
0x009b	端口控制类型	4	位置闭环控制
0x009e	脉冲信号范围下限		脉宽信号：单位 us
0x009f	脉冲信号范围上限		脉宽信号：单位 us
0x00a0	位置复位模式	1,2,3,4	1: SQ2 复位 (默认) 2: SQ1 复位 3: SQ2 复位并细调 4: SQ1 复位并细调
0x00a2-0x00a3	总行程		可通过行程学习获得总行程
0x00a7	要忽略的信号变化 量	1	忽略 0.1%以下的输入脉宽波动 (默认) 用于滤波，以消除干扰信号造成电机抖动
0x00a9	复位时电流	0~800	非零时，乘以 0.01 为复位时的最大负载电流，单位为 A；为零时，使用系统参数配置的最大负载电流；用以配置复位时的转矩。对于使用电机堵转检测方式复位时，这里的电流配置为恰能平稳拖动负载即可，同时堵转停止时间配置为非零
0x008e	堵转停止时间	0~255	数值乘以 0.1 为堵转停止时间，单位为 s；对于使用电机堵转检测方式 (未使用限位开关检测行程) 复位时，堵转停止时间应配置为非零，建议配置为 0.1~1s，以便堵转检测

4.4 预设速度控制的接法和配置

当不需要对电机调速，仅通过开关或逻辑电平控制电机启停与正反转，我们可以使用预设速度方式。通过预设速度寄存器（详见 6.3.7 小节）0x00B2 和 0x00B3 分别配置正转和反转的速度，通过 0x00B0 寄存器配置调速方式（可配置为占空比调速、力矩控制、速度闭环控制、位置闭环控制），通过 0x00B1 配置操作方式，是单按键（或单路控制信号）控制正反转还是双按键（或双路控制信号）分别控制正转和反转。

4.4.1 预设速度双键控制

通过按键将控制方式切换为数字/模拟信号控制方式，此时黄色指示灯常亮、绿色指示灯以 0.5/2Hz 频率闪烁或常亮（按键的操作方法详见 2.1.1 小节），向 0x009a 寄存器写 4 选择输入信号类型为内置程序，向 0x009b 寄存器写 5 配置端口控制类型为预设速度控制，向 0x00b1 寄存器写 0 选择控制方式为双触点，即可实现预设速度双键控制用法（亦可使用本驱动器配套 PC 机示例程序来配置相关寄存器，详见《AQMDBLS\_Demo 使用手册》），相关的配置如表 4.85 所示。

表 4.85 预设速度双键控制用法所需相关配置

控制方式 (按键切换)	端口输入类型 (0x009a 寄存器)	端口控制类型 (0x009b 寄存器)	控制方式 (0x00b1 寄存器)
数字/模拟信号控制方式	0x04: 内置程序	0x05: 预设速度控制	0x00: 双触点

此用法通过预设正反转速度，通过三路开关量/逻辑电平信号，分别控制正转、反转和停止。预设速度双键控制的接法如图 4.30 所示。

当使用开关量控制正反转和停止时，按键 B1 接 IN1 与 COM 间，用于控制正转；按键 B2 接 IN2 与 COM 间，用于控制反转；按键 B3 接 IN3 与 COM 间，用于紧急停止。当数字信号极性为低电平触发时（可通过 0x0081 寄存器配置极性），B1 按下时电机正转，B2 按下时电机反转，B1 和 B2 均弹起时电机停止，按下 B3 电机紧急停止。当数字信号极性为下降沿触发时，按一下 B1 然后弹起电机正转，按一下 B2 然后弹起电机反转，按一下 B3 电机紧急停止。

当使用逻辑电平控制正反转和停止时，IN1 接逻辑电平 DI1，用于控制正转；IN2 接逻辑电平 DI2，用于控制反转；IN3 接逻辑电平 DI3，用于紧急停止。

COM 为信号地。当调速方式为占空比调速、力矩控制或速度闭环控制时，VO 输出故障信号；当调速方式为位置控制时，VO 输出完成信号。限位开关 SQ1 和 SQ2 分别对正、反转进行限位。

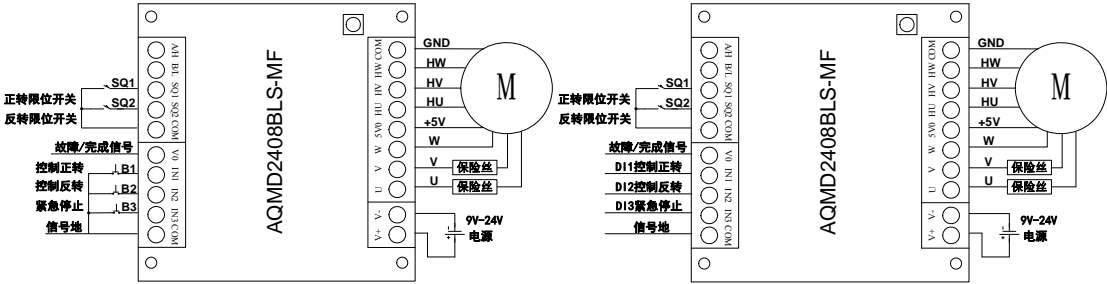


图 4.30 预设速度双键控制的接法

通过配置数字信号不同的类型和极性（如何配置数字信号类型和极性见 6.3.5 小节系统参数配置寄存器 0x0081 和 0x0085），我们可以通过对开关量和逻辑电平的不同操作方法来实现电机的启停和正反转的控制，控制逻辑如表 4.86 所示。

表 4.86 预设速度双键控制的控制逻辑

数字信号类型	数字信号极性	实现的功能	操作方法	所属接线方案
开关量	低电平/闭合 (默认)	调速	预设速度	
		正转	B1 闭合，B2、B3 均断开	
		反转	B2 闭合，B1、B3 均断开	
		普通停止	B1、B2、B3 均断开	
		紧急停止	B3 闭合	
	高电平/断开	调速	预设速度	
		正转	B1 断开，B2、B3 均闭合	
		反转	B2 断开，B1、B3 均闭合	
		普通停止	B1、B2、B3 均闭合	
		紧急停止	B3 断开	
	下降沿/闭合瞬	调速	预设速度	

	间	正转	B1 闭合后断开， B2、B3 始终断开	
		反转	B2 闭合后断开， B1、B3 始终断开	
		紧急停止	B3 闭合	
	上升沿/断开瞬间	调速	预设速度	
		正转	B1 断开后闭合， B2、B3 始终闭合	
		反转	B2 断开后闭合， B1、B3 始终闭合	
		紧急停止	B3 断开	
逻辑电平	低电平/闭合（默认）	调速	预设速度	
		正转	DI1 低电平，DI2、DI3 高电平	
		反转	DI2 低电平，DI1、DI3 高电平	
		普通停止	DI1、DI2、DI3 均高电平	
		紧急停止	DI3 为低电平	
	高电平/断开	调速	预设速度	
		正转	DI1 高电平，DI2、DI3 低电平	
		反转	DI2 高电平，DI1、DI3 低电平	
		普通停止	DI1、DI2、DI3 均低电平	
		紧急停止	DI3 为高电平	
	下降沿/闭合瞬间	调速	预设速度	
		正转	DI1 由高电平变低电平， DI2、DI3 始终高电平	
		反转	DI2 由高电平变低电平， DI1、DI3 始终高电平	
		紧急停止	DI3 为低电平	
	上升沿/断开瞬间	调速	预设速度	
		正转	DI1 由低电平变高电平， DI2、DI3 始终低电平	
		反转	DI2 由低电平变高电平， DI1、DI3 始终低电平	
		紧急停止	DI3 为高电平	

预设速度双键控制方式下，相关寄存器的参考配置如表 4.87 所示。

表 4.87 预设速度双键控制方式相关寄存器的配置

寄存器地址	寄存器作用	值	描述
0x0080	限位触发极性	0,1,2,3,4	0: 低电平触发（默认） 1: 高电平触发 2: 下降沿触发 3: 上升沿触发 4: 禁用限位功能

0x0081	数字信号极性	0,1,2,3	0: 低电平触发 1: 高电平触发 2: 下降沿触发 3: 上升沿触发
0x0085	逻辑电平类型	0,1,2	0: 开关量（默认） 1: 0/3.3V 2: 0/5V
0x008a	逻辑电平阈值	0x07D0	开关量逻辑电平电压阈值可配置为2000mV（默认），其它逻辑电平另行配置
0x009a	端口输入类型	4	内置程序
0x009b	端口控制类型	5	预设速度控制
0x00b0	工作模式	0,1,2,3	0: 占空比 1: 力矩 2: 速度闭环 3: 位置闭环
0x00b1	控制方式	0	双触点/逻辑电平控制
0x00b2	正转速度		预设正转速度； 占空比方式：0~1000 力矩方式：0~1000 速度/位置闭环：0~65535
0x00b3	反转速度		预设反转速度； 占空比方式：0~1000 力矩方式：0~1000 速度/位置闭环：0~65535

4.4.2 预设速度单键控制

通过按键将控制方式切换为数字/模拟信号控制方式，此时黄色指示灯常亮、绿色指示灯以 0.5/2Hz频率闪烁或常亮（按键的操作方法详见 2.1.1 小节），向 0x009a寄存器写 4 选择输入信号类型为内置程序，向 0x009b寄存器写 5 配置端口控制类型为预设速度控制，向 0x00b1 寄存器写 1 选择控制方式为单触点，即可实现预设速度单键控制用法（亦可使用本驱动器配套PC机示例程序来配置相关寄存器，详见《AQMDBLS\_Demo使用手册》），相关的配置如表 4.88 所示。

表 4.88 预设速度单键控制用法所需相关配置

控制方式 (按键切换)	端口输入类型 (0x009a 寄存器)	端口控制类型 (0x009b 寄存器)	控制方式 (0x00b1 寄存器)
数字/模拟信号控制方式	0x04: 内置程序	0x05: 预设速度控制	0x01: 单触点

此用法使用单路开关量/逻辑电平信号即可实现对电机正转、反转和停止控制。预设速度单键控制的接法如图 4.31 所示。

当使用开关量控制正反转和停止时，按键 B1 接 IN1 与 COM 间，用于控制正转/停止/反转切换；按键 B2 接 IN2 与 COM 间，用于控制反转/停止/正转切换；按键 B3 接 IN3 与

COM 间，用于控制紧急停止。当数字信号极性为低电平触发时（可通过 0x0081 寄存器配置极性），B1 按下时电机正转，弹起后电机停止，B1 再次按下后电机反转，再次弹起时电机停止，以此循环；B2 按下时电机反转，弹起后电机停止，B2 再次按下后电机正转，再次弹起时电机停止，以此循环；B3 按下后电机紧急停止。当数字信号极性为下降沿触发时，按一下 B1 然后弹起电机正转，再按一下 B1 然后弹起电机停止，再按一下 B1 然后弹起电机反转，再按一下 B1 然后弹起电机停止，以此循环；按一下 B2 然后弹起电机反转，再按一下 B2 然后弹起电机正转，再按一下 B2 然后弹起电机停止，以此循环；按一下 B3 电机紧急停止。

当使用逻辑电平控制正反转和停止时，IN1 接逻辑电平 DI1，用于控制正转/停止/反转；IN2 接逻辑电平 DI2，用于控制反转/停止/正转；IN3 接逻辑电平 DI3，用于紧急停止。

COM 为信号地。当调速方式为占空比调速、力矩控制或速度闭环控制时，VO 输出故障信号；当调速方式为位置控制时，VO 输出完成信号。

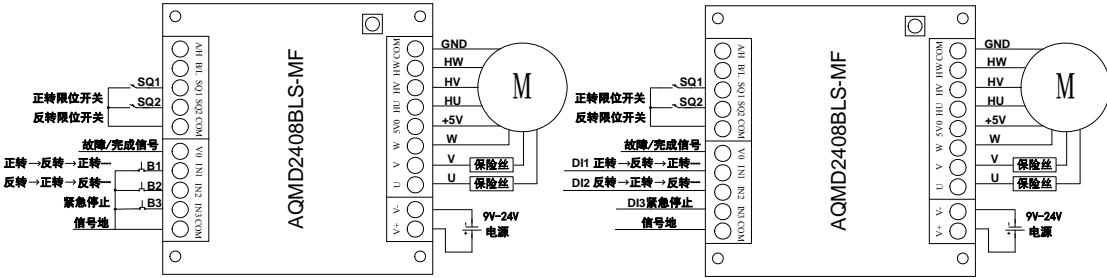


图 4.31 预设速度单键控制的接法

通过配置数字信号不同的类型和极性（如何配置数字信号类型和极性见 6.3.5 小节系统参数配置寄存器 0x0081 和 0x0085），我们可以通过对开关量和逻辑电平的不同操作方法来实现电机的启停和正反转的控制，控制逻辑如表 4.89 所示。

表 4.89 预设速度单键控制的控制逻辑

数字信号类型	数字信号极性	实现的功能		操作方法	所属接线方案
开关量	低电平/闭合 (默认)	调速		预设速度	点动
		状态 切换	正 转 → 停 止 → 反 转 → 停 止 → 正 转...	B1 闭合后正转，断开后 停止，再次闭合反转，再 次断开停止，以此循环； B2、B3 均断开	
			反 转 → 停 止 → 正 转 → 停 止 → 反 转...	B2 闭合后反转，断开后 停止，再次闭合正转，再 次断开停止，以此循环； B1、B3 均断开	
		紧急停止		B3 闭合	
	高电平/断开	调速		预设速度	
		状态 切换	正 转 → 停 止 → 反 转 → 停 止 → 正 转...	B1 断开后正转，闭合后 停止，再次断开反转，再 次闭合停止，以此循环； B2、B3 均闭合	
			反 转 → 停 止 → 正 转	B2 断开后反转，闭合后 停止，再次断开正转，再	

		→停止→ 反转…		次闭合停止，以此循环； B1、B3 均闭合	自保
		紧急停止		B3 闭合	
	下降沿/闭合瞬间	调速		预设速度	
		状态 切换	正 转 → 停 止 → 反 转 → 停 止 → 正转…	B1 闭合后断开保持正转， B1 再闭合后断开保持停 止，B1 再闭合后断开保 持反转，以此循环； B2、B3 始终断开	
			反 转 → 停 止 → 正 转 → 停 止 → 反转…	B2 闭合后断开保持反转， B2 再闭合后断开保持停 止，B2 再闭合后断开保 持正转，以此循环； B1、B3 始终断开	
		紧急停止		B3 闭合	
	上升沿/断开瞬间	调速		预设速度	
		状态 切换	正 转 → 停 止 → 反 转 → 停 止 → 正转…	B1 断开后闭合保持正转， B1 再次断开后闭合保持 停止，B1 再断开后闭合 保持反转，以此循环； B2、B3 始终断开	
			反 转 → 停 止 → 正 转 → 停 止 → 反转…	B2 断开后闭合保持反转， B2 再断开后闭合保持停 止，B2 再断开后闭合保 持正转，以此循环； B1、B3 始终断开	
		紧急停止		B3 闭合	
逻辑电平	低电平/闭合 (默认)	调速		预设速度	电平
		状态 切换	正 转 → 停 止 → 反 转 → 停 止 → 正转…	DI1 低电平时正转，高电 平停止，再低电平反转， 再高电平停止，以此循 环；DI2、DI3 均高电平	
			反 转 → 停 止 → 正 转 → 停 止 → 反转…	DI2 低电平时反转，高电 平停止，再低电平正转， 再高电平停止，以此循 环；DI1、DI3 均高电平	
		紧急停止		DI3 为低电平	
	高电平/断开	调速		脉冲信号调速	
		状态 切换	正 转 → 停 止 → 反 转 → 停 止 → 正转…	DI1 高电平时正转，低电 平停止，再高电平反转， 再低电平停止，以此循 环；DI2、DI3 均低电平	

			反 转 → 停 止 → 正 转 → 停 止 → 反 转…	DI2 高电平时反转，低电 平停止，再高电平正转， 再低电平停止，以此循 环；DI1、DI3 均低电平	边沿
			紧急停止	DI3 为高电平	
	下降沿/闭合瞬 间	调速		预设速度	
		状态 切换	正 转 → 停 止 → 反 转 → 停 止 → 正 转…	DI1 由高电平变低电平正 转，DI1 再次由高电平变 低电平停止，DI1 再次由 高电平变低电平反转，以 此循环；DI2、DI3 始终 高电平	
			反 转 → 停 止 → 正 转 → 停 止 → 反 转…	DI2 由高电平变低电平反 转，DI2 再次由高电平变 低电平停止，DI2 再次由 高电平变低电平正转，以 此循环；DI1、DI3 始终 高电平	
		紧急停止		DI3 为低电平	
	上升沿/断开瞬 间	调速		预设速度	
		状态 切换	正 转 → 停 止 → 反 转 → 停 止 → 正 转…	DI1 由低电平变高电平正 转，DI1 再次由低电平变 高电平停止，DI1 再次由 低电平变高电平反转，以 此循环；DI2、DI3 始终 低电平	
			反 转 → 停 止 → 正 转 → 停 止 → 反 转…	DI2 由低电平变高电平反 转，DI2 再次由低电平变 高电平停止，DI2 再次由 低电平变高电平正转，以 此循环；DI2、DI3 始终 低电平	
		紧急停止		DI3 为高电平	

预设速度单键控制方式下，相关寄存器的参考配置如表 4.90 所示。

表 4.90 预设速度单键控制方式相关寄存器的配置

寄存器地址	寄存器作用	值	描述
0x0080	限位触发极性	0,1,2,3,4	0: 低电平触发（默认） 1: 高电平触发 2: 下降沿触发 3: 上升沿触发 4: 禁用限位功能

0x0081	数字信号极性	0,1,2,3	0: 低电平触发 1: 高电平触发 2: 下降沿触发 3: 上升沿触发
0x0085	逻辑电平类型	0,1,2	0: 开关量（默认） 1: 0/3.3V 2: 0/5V
0x008a	逻辑电平阈值	0x07D0	开关量逻辑电平电压阈值可配置为2000mV（默认），其它逻辑电平另行配置
0x009a	端口输入类型	4	内置程序
0x009b	端口控制类型	5	预设速度控制
0x00b0	工作模式	0,1,2,3	0: 占空比 1: 力矩 2: 速度闭环 3: 位置闭环
0x00b1	控制方式	1	单触点/逻辑电平控制
0x00b2	正转速度	0~65535	预设正转速度
0x00b3	反转速度	0~65535	预设反转速度

4.5 485/CAN通讯的接法和配置

4.5.1 485 通讯控制

通过按键将控制方式切换为 485 通讯控制方式，此时黄色指示灯常灭、绿色指示灯以 0.5/2Hz频率闪烁或常亮（按键的操作方法详见 2.1.1 小节），此用法通过 485 通讯实现对电机的控制操作。485 通讯控制的接法如图 4.32 所示。485 主站（主站可以是PLC、单片机或PC机等）的 485 两信号线按照A-A、B-B的方式与驱动器的 485 接口相连。485 主站通过 Modbus-RTU通讯协议操作驱动器的相关寄存器对电机进行调速、方向控制、位置控制等操作。在 485 通讯控制方式下，驱动器支持占空比调速、速度闭环控制和位置闭环控制。

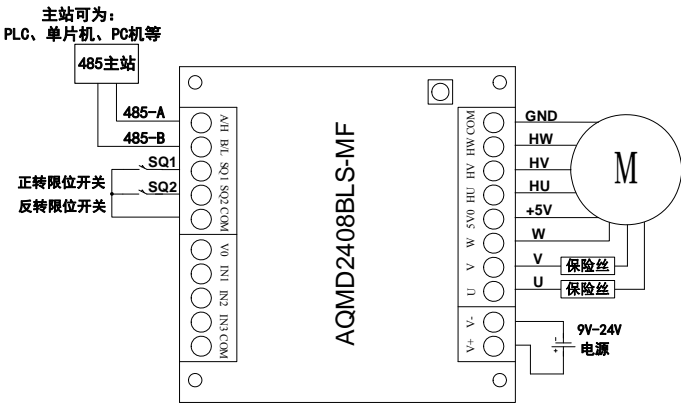


图 4.32 485 通讯控制的接法

使用RS485 与驱动器通讯时，通讯参数及设备地址应与驱动器一致。通讯参数包括波特率、奇偶效验方式和停止位。驱动器默认的通讯参数为，波特率 9600bps，偶校验，1 停止位。驱动器的波特率可通过 0x0090 和 0x0091 寄存器进行配置，驱动器支持的波特率范围为

1200~115200bps；校验方式和停止位通过 0x0092 寄存器进行配置，驱动器支持偶校验+1 停止位、奇校验+1 停止位和无校验+2 停止位，通讯参数相关寄存器详见 6.3.5 小节系统参数配置寄存器。驱动器的Modbus从站设备地址通过寄存器 0x009c配置。

在使用电机前，应首先对电机的额定电流和工作电流进行配置。可通过 0x006a和 0x006b 寄存器（详见 6.3.4 小节）配置电机的额定电流和最大负载电流，配置的电机额定电流应与电机实际额定电流一致或略高，最大负载电流可用来配置电机的最大负载/堵转力矩，如无要求，通常与额定电流配置相同，制动电流通过与电机额定电流配置一致。电机额定电流可从电机的铭牌标示或数据手册上获得。如果无法确定电机额定电流，可用电机额定功率除以额定电压再除以电机效率估算，对于 12V电机，效率可取 50%，对于 24V及以上电压电机，效率可取 70%。对于初次使用的电机，或电机相线或霍尔信号线接线顺序调换，应先进行电机学习。如何对电机进行学习详见 3.1.2 小节。

占空比调速方式下PWM的上升、下降缓冲时间及速度闭环和位置闭环方式下的加减速加速度可通过 0x0050~0x0053 寄存器（详见 6.3.3 小节速度控制寄存器的描述）临时单独改变；而上电时默认的占空比调速方式下PWM的上升、下降缓冲时间及速度闭环和位置闭环方式下的加减速加速度，以及最大加减速加速度和最大换向频率通过 0x0060~0x0067 寄存器（详见 6.3.4 小节电机控制参数配置寄存器的描述）进行配置。

通过写 0x0042 寄存器设定输出占空比进行占空比调速；通过写 0x0043 寄存器设定电机转动的换向频率（对应转速）进行闭环调速；通过 0x0044 设定位置控制的换向频率（对应转速），0x0045 寄存器设定位置控制方式为绝对位置还是相对位置，0x0046 和 0x0047 两个寄存器写入四字节整型的目标位置数值来进行位置闭环控制；通过 0x0040 寄存器对电机进行制动操作。占空比调速、闭环调速、位置控制三种调速方式间可直接切换，写各调速方式对应的输出量寄存器（如 0x0042、0x0043、0x0047 寄存器等）即可切换为相应的调速方式。对于位置控制调速方式，可以只操作 0x0046 和 0x0047 寄存器或在对 0x0046 寄存器单次写 0 后只操作 0x0047 寄存器来进行位置控制。0x0040~0x0047 寄存器的描述详见 6.3.3 小节。

闭环调速的算法可通过 0x0070 寄存器配置为速度闭环控制或时间-位置闭环控制。前者具有超调量小及在高速时调速平稳的特点，但在低速时调速可能不均匀；后者可实现多驱动器对多个电机转动角度的同步控制，以及在低速时调速也平稳，可满足极低速控制的要求，但在调速过程中有一定超调。

当闭环调速算法为速度闭环控制时，通过 0x00c0~0x00c5 寄存器配置闭环调速的PID参数；当闭环调速算法为时间-位置闭环控制时，通过 0x00c6~0x00cb寄存器配置闭环调速电机转动时的PID参数，通过 0x00ba~0x00bf寄存器配置闭环调速电机自锁时的PID参数；当为位置闭环控制，也通过 0x00c6~0x00cb 寄存器配置位置闭环控制电机转动时的PID参数，0x00ba~0x00bf配置电机自锁时的PID参数。PID各参数配置过大，可能导致调速或位置控制超调严重甚至出现震荡，PID各参数配置过小可能导致调节缓慢，跟随性差，应合理配置PID参数以使调节效果最佳。PID参数配置相关寄存器详见 6.3.8 介绍。

通过 0x0080~0x0099 寄存器（详见 6.3.5 小节系统参数配置寄存器的描述）可配置 485 通讯控制方式下限位开关触发极性、通讯参数、通讯中断保护时间和堵转停止时间等。我们通过 0x0095 寄存器设置通讯中断保护时间，当在设置的时间内没有对驱动器进行通讯访问时，驱动器便会进行制动操作，这样可解决机械装置运动过程中，通讯线路出现故障导致机械装置不受主站控制问题，我们可以将实时状态寄存器（详见 6.3.2 小节）作为周期性查询访问的寄存器。我们通过 0x008e寄存器设置堵转停止时间，当电机堵转时电流达到配置的最大负载电流且电机转速为 0，当这种状态持续时间达到配置的堵转停止时间后，驱动器将进行制动，堵转停止的状态可通过 0x0032 寄存器读取，我们可以通过制动或反转操作清除

堵转停止标志。

通过 0x0020~0x0034 寄存器（详见 6.3.2 小节实时状态寄存器的描述）我们可读取输出 PWM 值、电机换向频率、电机相电流、电机转动位置、电机转速等电机相关实时状态值以及各输入信号的实时数值。通过 0x0020 寄存器读取 PWM 输出值，PWM 输出值可反映驱动器输出加在电机相线上的电压，相电压约等于电源电压乘以占空比。通过 0x0022 寄存器读取电机换向频率，电机换向频率为电机转动时霍尔传感器输出的霍尔信号改变的频率，单位为 Hz。电机相电流为电机 U、V、W 三相线中电流的平均值，单位为 A。通过 0x0024 和 0x0025 寄存器读取电机转动位置为电机朝着某一方向转动的换向次数（或霍尔脉冲数），电机位置控制的预计完成时间可通过 0x0026 和 0x0027 寄存器读取，完成状态通过 0x0023 寄存器读取。电机转速通过 0x0034 寄存器读取，电机转速为测量的电机实时转速，单位为 RPM，要使读取的电机实时转速与电机真实转速一致，那么应先通过 0x0073 和 0x0074 寄存器配置电机极个数和减速比。

485 通讯控制方式主要相关寄存器如表 4.91 所示。

表 4.91 485 通讯控制方式相关寄存器的配置

寄存器地址	寄存器作用	值	描述
0x0040	电机制动控制	0, 1, 2	0: 正常停止 1: 紧急制动 2: 自由停止
0x0042	设定占空比	-1000~1000	数值乘以 0.1% 为目标占空比
0x0043	设定速度闭环控制目标速度	-32768~32767	数值乘以 0.1 为目标换向频率，单位为 Hz
0x0044	设定位置闭环控制行走速度	-32768~32767	数值乘以 0.1 为目标换向频率，单位为 Hz
0x0045	设定位置闭环控制类型	0, 1	0: 绝对位置 1: 相对位置
0x0046-0x0047	设定位置闭环控制目标位置	-2147483648~2147483647	
0x0050	临时设定占空比调速加速缓冲时间	0~255	数值乘以 0.1 为输出占空比由 0 增加到 100.0% 所需时间
0x0051	临时设定占空比调速减速缓冲时间	0~255	数值乘以 0.1 为输出占空比由 100.0% 减小到 0 所需时间
0x0052	临时设定速度闭环控制、位置闭环控制加速加速度	0~66635	数值乘以 0.1 为换向频率增大速度，单位为 Hz/s
0x0053	临时设定速度闭环控制、位置闭环控制减速加速度	0~66635	数值乘以 0.1 为换向频率减小速度，单位为 Hz/s
0x006a	配置电机额定电流	0~1000	数值乘以 0.01 为电流值，单位为 A
0x006b	配置电机最大负载电流	0~1000	数值乘以 0.01 为电流值，单位为 A
0x006c	配置电机最大制动电流	0~300	数值乘以 0.01 为电流值，单位为 A
0x0070	配置速度闭环控制算法	0, 1	0: 速度闭环控制 1: 时间-位置闭环控制

0x0071	配置位置闭环控制允许误差	0~65535	
0x0072	配置位置闭环控制超调后是否修正	0, 1	0: 不进行修正 1: 进行修正
0x0073	配置电机极个数	0~65535	设定电机极个数，电机极个数通常为 3 的倍数
0x0074	配置电机减速比	0~65535	
0x0020	PWM 输出值	0~1000	数值乘以 0.1%为占空比
0x0021	实时电机相电流	0~1600	数值乘以 0.01 为电流值，单位为 A
0x0022	实时电机换向频率	-32768~32767	当 0x0035 寄存器为 1 时，数值即为换向频率；当 0x0035 寄存器为 0 时，数值乘以 0.1 为换向频率；单位为 Hz；换向频率除以电机极个数再乘以 20 为电机转速，单位 RPM
0x0023	位置控制完成状态	0, 1	0: 未完成 1: 完成
0x0024-0x0025	电机实时位置	-2147483648~2147483647	
0x0026-0x0027	位置控制预计剩余完成时间	0~4294967295	单位为 ms
0x0032	电机堵转状态	0, 1, 2	0: 未堵转 1: 正转堵转停止 2: 反转堵转停止
0x0033	错误状态	0, 1, 2, 3, 4	0: 无错误 1: 尚未学习 2: 堵转停止 3: 霍尔错误 4: 达不到目标速度
0x0034	电机实时转速	0~65535	当 0x0035 寄存器为 1 时，数值乘以 10 为转速；当 0x0035 寄存器为 0 时，数值即为转速；单位为 RPM (注: 需先通过 0x0073 和 0x0074 寄存器配置正确的电机极个数和减速比, 读取的转速才正确)
0x0035	转速是否需要乘以 10	0, 1	0: 数值即转速 1: 数值乘以 10 为转速

更多寄存器的描述详见 6.3 小节。

#### 4.5.2 CAN通讯控制方式

此用法通过CAN通讯实现对电机的控制操作。按键按住 1s后松开，切换到 485/CAN通讯控制方式，此时信号灯黄灯常灭，绿灯以 0.5/2Hz频率闪烁(按键操作方法详见 2.1.1 小节)。

CAN通讯控制的接法如图 4.33 所示。CAN主站(客户端)(主站可以是PLC、单片机或PC机等)的通讯线按照CANH-CANH、CANL-CANL的方式与驱动器的 485/CAN通讯接口相连。

CAN主站(客户端)通过访问驱动器的CANopen对象字典或Modbus寄存器对电机进行调速、方向控制、位置控制等操作。在CAN通讯控制方式下，驱动器支持占空比调速、力矩控制、速度闭环控制和位置闭环控制。

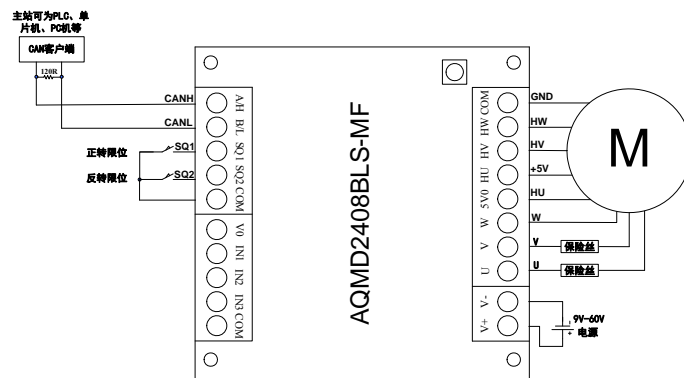


图 4.33 CAN 通讯控制的接法

通过CAN既可访问CANOpen对象字典也可访问Modbus寄存器。若通过CANOpen的SDO访问Modbus寄存器，若Modbus寄存器地址在 0x0000~0x0fff范围，则访问相应寄存器的CANOpen索引号为：0x4000+寄存器地址；若Modbus寄存器地址在 0x7000~0x7fff范围，则访问相应寄存器的CANOpen索引号为：寄存器地址-0x2000；子索引号固定为 0；通过 0x2B 和 0x23 命令分别对双字节和四字节数据的寄存器进行写操作；通过 0x40 命令对寄存器进行读操作。CAN通讯协议详见第 7 章节。

在使用电机前，应首先对电机的额定电流和工作电流进行配置。可通过 0x006a和 0x006b 寄存器(详见 6.3.4 小节)配置电机的额定电流和最大负载电流，配置的电机额定电流应与电机实际额定电流一致或略高，最大负载电流可用来配置电机的最大负载/堵转力矩，如无要求，通常与额定电流配置相同，制动电流通过与电机额定电流配置一致。电机额定电流可从电机的铭牌标示或数据手册上获得。如果无法确定电机额定电流，可用电机额定功率除以额定电压再除以电机效率估算，对于 12V电机，效率可取 50%，对于 24V及以上电压电机，效率可取 70%。对于初次使用的电机，或电机相线或霍尔信号线接线顺序调换，应先进行电机学习。如何对电机进行学习详见 3.1.2 小节。

占空比调速方式下PWM的上升、下降缓冲时间及速度闭环、位置闭环方式下的加减速加速度以及速度闭环或位置闭环控制方式的最大速度可通过访问对象字典 0x2004~0x2008 索引（详见 7.6.1 小节电机控制对象的描述）临时单独改变；而上电时默认的占空比调速方式下PWM的上升、下降缓冲时间及速度闭环和位置闭环方式下的加减速加速度，以及最大加减速加速度和最大换向频率通过 0x0060~0x0067 寄存器(详见 6.3.4 小节电机控制参数配置寄存器的描述)进行配置。

通过对象字典 0x2000 索引可设定电机控制类型为占空比调速、闭环调速、力矩控制、位置控制以及电机制动；通过对象字典 0x2001 索引可设定占空比调速、闭环调速和位置控制的速度控制量以及力矩控制方式的电流控制量；通过对象字典 0x2002 和 0x2003 索引可设定位置控制方式的位置类型（绝对位置或相对位置）以及目标位置值。

通过对象字典 0x200a 索引可设置速度单位为 Hz 或 RPM，通过 0x200b 索引可设置加速度单位为 Hz/s 或  $\text{Rad/s}^2$ 。注意：须先通过 0x0073 寄存器配置电机极个数后才可设置单位为 RPM 和  $\text{Rad/s}^2$ 。

闭环调速的算法可通过 0x0070 寄存器配置为速度闭环控制或时间-位置闭环控制。前者具有超调量小及在高速时调速平稳的特点，但在低速时调速可能不均匀；后者可实现多驱动

器对多个电机转动角度的同步控制，以及在低速时调速也平稳，可满足极低速控制的要求，但在调速过程中有一定超调。

当闭环调速算法为速度闭环控制时，通过 0x00c0~0x00c5 寄存器配置闭环调速的PID参数；当闭环调速算法为时间-位置闭环控制时，通过 0x00c6~0x00cb 寄存器配置闭环调速电机转动时的PID参数，通过 0x00ba~0x00bf 寄存器配置闭环调速电机自锁时的PID参数；当为位置闭环控制，也通过 0x00c6~0x00cb 寄存器配置位置闭环控制电机转动时的PID参数，0x00ba~0x00bf 配置电机自锁时的PID参数。PID各参数配置过大，可能导致调速或位置控制超调严重甚至出现震荡，PID各参数配置过小可能导致调节缓慢，跟随性差，应合理配置PID参数以使调节效果最佳。PID参数配置相关寄存器详见的 6.3.8 介绍。

通过 0x0080~0x0099 寄存器(详见 6.3.5 小节系统参数配置寄存器的描述)可配置 485 通讯控制方式下限位开关触发极性、通讯参数、通讯中断保护时间和堵转停止时间等。我们通过 0x0095 寄存器设置通讯中断保护时间，当在设置的时间内没有对驱动器进行通讯访问时，驱动器便会进行制动操作，这样可解决机械装置运动过程中，通讯线路出现故障导致机械装置不受主站控制问题。我们通过 0x008e 寄存器设置堵转停止时间，当电机堵转时电流达到配置的最大负载电流且电机转速为 0，当这种状态持续时间达到配置的堵转停止时间后，驱动器将进行制动，堵转停止的状态可通过对象字典 0x2111 索引读取，我们可以通过制动或反转操作清除堵转停止标志。

通过对象字典的 0x2100~0x2122 索引(详见 7.6.2 小节实时状态对象字典的描述)我们可读取输出PWM值、电机换向频率、电机相电流、电机转动位置、电机转速等电机相关实时状态值以及各输入信号的实时数值。通过 0x2101 索引读取PWM输出值，PWM输出值可反映驱动器输出加在电机相线上的电压，相电压约等于电源电压乘以占空比。通过 0x2102 索引读取电机换向频率，电机换向频率为电机转动时霍尔传感器输出的霍尔信号改变的频率，单位为Hz。通过 0x2100 索引读取的数值乘以 0.01 为电机相电流，电机相电流为电机U、V、W三相线中电流的平均值，单位为A。通过 0x2105 索引读取电机转动位置为电机朝着某一方向转动的换向次数(或霍尔脉冲数)，电机位置控制的预计完成时间可通过 0x210b 索引读取，完成状态通过 0x2106 索引读取。电机转速通过 0x210a 索引读取，电机转速为测量的电机实时转速，单位为RPM，要使读取的电机实时转速与电机真实转速一致，那么应先通过 0x0073 和 0x0074 寄存器配置电机极个数和减速比。

485 通讯控制方式主要相关寄存器如 表 4.57 所示。

表 4.92 CAN 通讯控制方式相关 Modbus 寄存器配置

寄存器地址	寄存器作用	值	描述
0x006a	配置电机额定电流	0~1000	数值乘以 0.01 为电流值，单位为 A。
0x006b	配置电机最大负载电流	0~1000	数值乘以 0.01 为电流值，单位为 A。
0x006c	配置电机最大制动电流	0~300	数值乘以 0.01 为电流值，单位为 A。
0x0070	配置速度闭环控制算法	0, 1	0: 速度闭环控制 1: 时间-位置闭环控制
0x0071	配置位置闭环控制允许误差	0~65535	
0x0072	配置位置闭环控制超调后是否修正	0, 1	0: 不进行修正 1: 进行修正
0x0073	配置电机极个数	0~65535	设定电机极个数，电机极个数通常为 3 的倍数

0x0074	配置电机减速比	0~65535	
--------	---------	---------	--

更多寄存器的描述详见 6.3 小节。

表 4.93 CAN 通讯控制方式电机控制相关对象字典

索引号	子索引	对象作用	类型	值	权限	描述
0x2000	0	电机控制类型	U8	0x00~0x03, 0x10~0x12	RW/E	0x00: 占空比调速 0x01: 闭环调速 0x02: 力矩控制 3: 位置闭环 0x10: 正常停止 0x11: 紧急停止 0x12: 自由停止
0x2001	0	电机控制量	S16 /S32	占空比: -1000~1000  速度/位置闭环: -最大速度~最大速度  力矩控制: -最大电流~最大电流	RW	占空比调速方式时, 写入数值乘以 0.1%为输出占空比; 闭环调速或位置控制时, 当 0x200A 索引对象数值为 1 时, 写入数值为电机目标转速(RPM); 当 0x200A 索引对象数值为 0 时, 写入数值为电机目标换向频率(Hz), 若 0x0077 寄存器值为 0, 则设写入数值乘以 0.1 为目标换向频率; 力矩控制方式时, 写入数值乘以 0.01 为目标电流(A)。
0x2002	0	位置类型	U8	0,1	RW	0: 绝对位置 1: 相对位置
0x2003	0	目标位置	S32		RW	
0x2004	0	开环调速 PWM 上升缓冲时间	U8	0~255	RW	数值乘以 0.1 为输出占比空由 0 增加到 100.0%所需时间
0x2005	0	开环调速 PWM 下降缓冲时间	U8	0~255	RW	数值乘以 0.1 为输出占比空由 100.0%减小到 0 所需时间
0x2006	0	闭环调速加速加速度	U16	1~65535	RW	数值乘以 0.1 为换向频率增大速度, 单位为 Hz/s
0x2007	0	闭环调速减速加速度	U16	1~65535	RW	数值乘以 0.1 为换向频率减小速度, 单位为 Hz/s
0x2008	0	最大速度	U16	1~65535	RW	当 0x200A 索引对象数值为 1 时, 写入数值为电机最大转速(RPM); 当 0x200A 索引对象数值为 0 时, 写入数值为电机最大换向频率(Hz), 若 0x0077 寄存器值

						为 0，则设写入数值乘以 0.1 为换向频率；
0x200A	0	速度单位	U8	0,1	RW/E	0: Hz 1: RPM 若要设置速度单位为 RPM，须先通过 0x0073 寄存器配置电机极个数
0x200B	0	加速度单位	U8	0,1	RW/E	0: Hz/s 1: Rad/s <sup>2</sup> 若要设置加速度单位为 Rad/s <sup>2</sup> ，须先通过 0x0073 寄存器配置电机极个数
0x200F	0	重新设定电机转动位置计数值	S32		WO	若写 0 则对当前计数值清零
0x2100	0	电机相电流	U16		RO	数值乘以 0.01 为电流值，单位为 A。
0x2101	0	输出 PWM	S16	-1000~1000	RO	数值乘以 0.1%为占空比
0x2102	0	电机换向频率	S32		RO	数值乘以 0.1 为换向频率
0x2105	0	电机转动位置计数值	S32		RO	
0x2106	0	电机位置控制完成状态	U8	0,1	RO	0: 未完成 1: 完成
0x210a	0	电机转速	U32		RO	单位 RPM。
0x210b	0	完成位置控制剩余时间	U32		RO	单位为 ms
0x2111	0	电机堵转状态	U8	0,1,2	RO	0: 未堵转 1: 正转堵转停止 2: 反转堵转停止
0x2112	0	故障状态	U8	0~10	RO	0: 无错误 1: 尚未学习 2: 堵转停止 3: 霍尔错误 4: 达不到目标速度 5: 保留 6: 过流关断 7: 过热关断 8: 过压关断 9: 欠压关断

注：/E 表示可通过 0x1010 索引保存到内部存储器中。

#### 4.5.3 485/CAN多站点通讯控制

此用法使用一个 485/CAN主站(CAN客户端) (主站可以是PLC、单片机或PC机等)通过 485/CAN通讯方式操作多台驱动器，从而实现对多个电机的分别控制。拓扑图如图 4.34 和图 4.35 所示。485/CAN多站点通讯的接法见 5.4 小节。

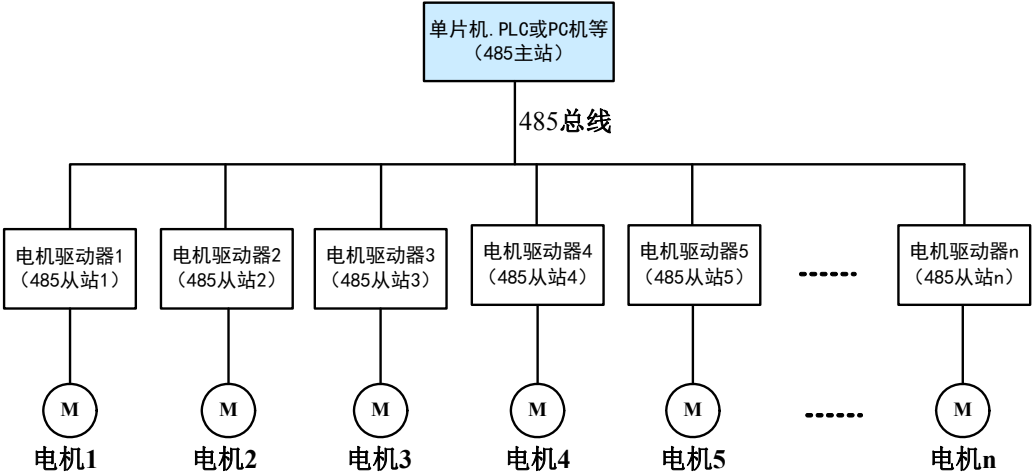


图 4.34 485 多站点通讯控制拓扑图

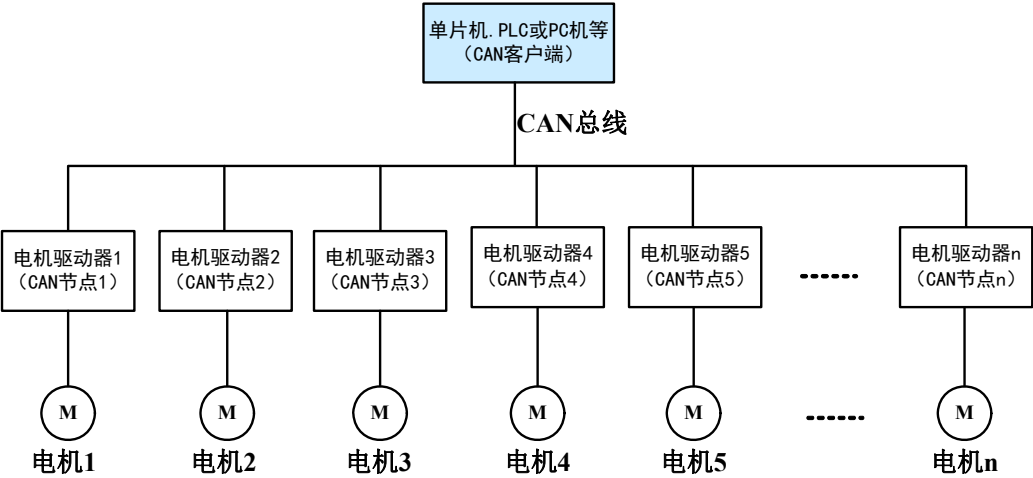


图 4.35 CAN 多站点通讯控制拓扑图

5. 典型综合接法

5.1 电位器调速方式的典型接法

5.1.1 单电位器调速方式

通过按键将控制方式切换为数字/模拟信号控制方式，此时黄色指示灯常亮、绿色指示灯以 0.5/2Hz频率闪烁或常亮（按键的操作方法详见 2.1.1 小节），向 0x009a寄存器写 1 选择输入信号类型为电位器，向 0x0082 寄存器写 0 选择电位器用法为单电位器，向 0x009b寄存器写 1~3 配置调速方式为占空比调速、力矩控制或速度闭环控制，即可实现单电位器调速方式（亦可使用本驱动器配套PC机示例程序来配置相关寄存器，详见《AQMDBLS\_Demo使用手册》），相关的配置如表 5.1 所示。

表 5.1 单电位器调速方式所需相关配置

控制方式 (按键切换)	端口输入类型 (0x009a 寄存器)	电位器用法 (0x0082 寄存器)	端口控制类型 (0x009b 寄存器)
数字/模拟信号控制方式	0x01: 电位器	0x00: 单电位器	0x01: 占空比调速
			0x02: 力矩控制
			0x03: 速度闭环控制

此接法可实现使用单个电位器对电机调速，通过开关控制电机启停和正反转，通过限位开关对正反转限位。单电位器调速方式的典型接法如图 5.1 所示。图中，使用电位器VR1对电机调速。按下B1，电机正转，B1弹起，电机停止；当正转限位开关SQ1触发限位后电机停止，再按B1无效；按下B2，电机反转，B2弹起，电机停止；当反转限位开关SQ2限位时电机停止，再按B2无效。

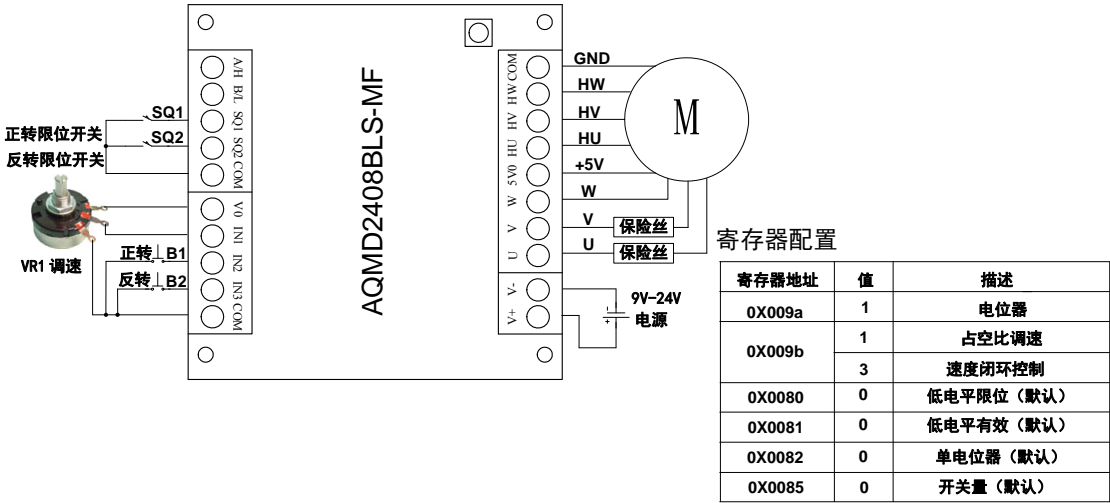


图 5.1 单电位器调速方式的接线示意图

单电位器调速方式下，相关寄存器的参考配置如表 5.2 所示。

表 5.2 单电位器调速方式相关寄存器的配置

寄存器地址	寄存器作用	值	描述
-------	-------	---	----

0x0080	限位触发极性	0,1,2,3,4	0: 低电平触发（默认） 1: 高电平触发 2: 下降沿触发 3: 上升沿触发 4: 禁用限位功能
0x0081	数字信号极性	0,1,2,3	0: 低电平触发（默认） 1: 高电平触发 2: 下降沿触发 3: 上升沿触发
0x0082	电位器用法	0	单电位器（默认）
0x0085	逻辑电平类型	0,1,2	0: 开关量（默认） 1: 0/3.3V 2: 0/5V
0x0086	电位器最小值	0	电位器最小输出电压值为 0（默认）
0x0087	电位器最大值	0x0CDA	电位器最大输出电压值为 3290mV（默认）
0x008a	逻辑电平阈值	0x07D0	开关量逻辑电平电压阈值可配置为 2000mV（默认），其它逻辑电平另行配置
0x009a	端口输入类型	1	电位器
0x009b	端口控制类型	1,2,3	1: 占空比调速 2: 力矩控制 3: 速度闭环控制

5.1.2 双电位器调速方式

通过按键将控制方式切换为数字/模拟信号控制方式，此时黄色指示灯常亮、绿色指示灯以 0.5/2Hz频率闪烁常亮（按键的操作方法详见 2.1.1 小节），向 0x009a寄存器写 1 选择输入信号类型为电位器，向 0x0082 寄存器写 1、2 选择电位器用法为双电位器独立、双电位器协同，向 0x009b寄存器写 1~3 配置调速方式为占空比调速、力矩控制或速度闭环控制，即可实现双电位器调速用法（亦可使用本驱动器配套PC机示例程序来配置相关寄存器，详见《AQMDBLS\_Demo使用手册》），相关的配置如表 5.3 所示。

表 5.3 双电位器调速方式所需相关配置

控制方式 (按键切换)	端口输入类型 (0x009a 寄存器)	电位器用法 (0x0082 寄存器)	端口控制类型 (0x009b 寄存器)
数字/模拟信号控制方式	0x01: 电位器	0x01: 双电位器独立	0x01: 占空比调速
		0x02: 双电位器协同	0x02: 力矩控制
			0x03: 速度闭环控制

此接法使用两个电位器来对电机进行调速和正反转控制。双电位器调速方式的典型综合接法如图 5.2 所示。双电位器的用法包括双电位器独立控制和双电位器协同控制。在双电位器独立控制方式下，使用电位器VR1 和VR2 分别对电机正转和反转调速，通过开关K2 控制电机使能，通过开关K1 切换电机转动方向，通过限位开关SQ1 和SQ2 分别对正、反转进行限位，详细用法见 4.1.4 小节；在双电位器协同控制方式下，电位器VR2 用于设定参考电

压中点，电位器VR1 控制电机转速和方向，限位开关SQ1 和SQ2 分别对正、反转进行限位，详细用法见 4.1.6 小节。

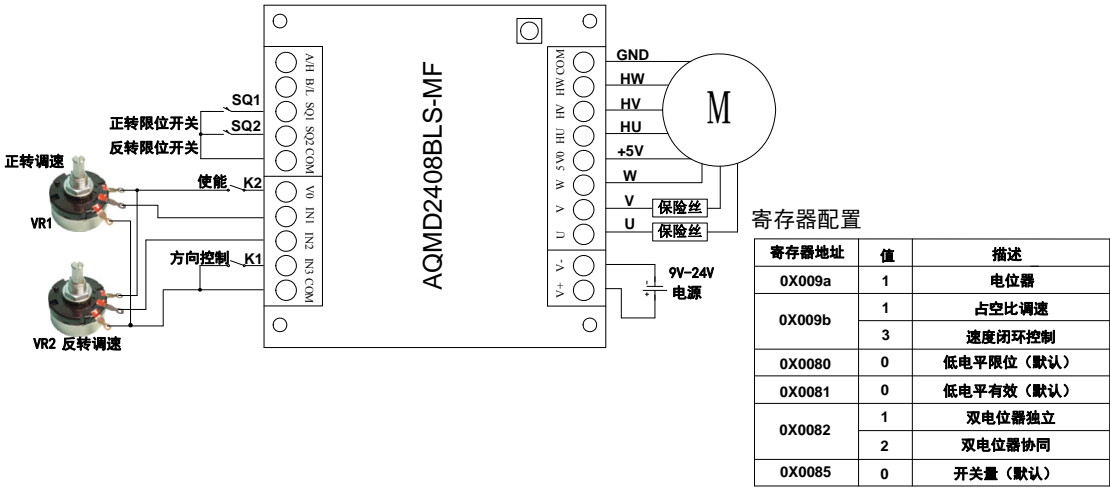


图 5.2 双电位器调速方式的接线示意图

双电位器调速下，相关寄存器的参考配置如 表 5.4 所示。

表 5.4 双电位器调速方式相关寄存器的配置

寄存器地址	寄存器作用	值	描述
0x0080	限位触发极性	0,1,2,3,4	0: 低电平触发（默认） 1: 高电平触发 2: 下降沿触发 3: 上升沿触发 4: 禁用限位功能
0x0081	数字信号极性	0,1,2,3	0: 低电平触发（默认） 1: 高电平触发 2: 下降沿触发 3: 上升沿触发
0x0082	电位器用法	1,2	1: 双电位器独立 2: 双电位器协同
0x0085	逻辑电平类型	0,1,2	0: 开关量（默认） 1: 0/3.3V 2: 0/5V
0x0086	电位器最小值	0	电位器最小输出电压值为 0（默认）
0x0087	电位器最大值	0x0CDA	电位器最大输出电压值为 3290mV（默认）
0x008a	逻辑电平阈值	0x07D0	开关量逻辑电平电压阈值可配置为 2000mV（默认），其它逻辑电平另行配置
0x009a	端口输入类型	1	电位器
0x009b	端口控制类型	1,2,3	1: 占空比调速 2: 力矩控制 3: 速度闭环控制

5.2 单片机控制方式典型接法

5.2.1 单片机PWM信号调速方式

通过按键将控制方式切换为数字/模拟信号控制方式，此时黄色指示灯常亮、绿色指示灯以 0.5/2Hz频率闪烁或常亮（按键的操作方法详见 2.1.1 小节），向 0x009a寄存器写 3 选择输入信号类型为脉冲信号，向 0x0083 寄存器写 0 配置脉冲信号为PWM，向 0x009b寄存器写 1~3 配置调速方式为占空比调速、力矩控制或速度闭环控制，即可实现单片机PWM信号调速方式（亦可使用本驱动器配套PC机示例程序来配置相关寄存器，详见《AQMDBLS\_Demo使用手册》），相关的配置如 表 5.5 所示。

表 5.5 单片机 PWM 信号调速方式所需相关配置

控制方式 (按键切换)	端口输入类型 (0x009a 寄存器)	脉冲信号类型 (0x0083 寄存器)	端口控制类型 (0x009b 寄存器)
数字/模拟信号控制方式	0x03: 脉冲信号	0x00: PWM	0x01: 占空比调速
			0x02: 力矩控制
			0x03: 速度闭环控制

此接法可实现通过单片机输出PWM信号对电机调速，通过单片机IO信号控制控制启停和正反转，通过限位开关对正反转分别进行限位。单片机PWM信号占空比/闭环调速方式典型接法如图 5.3 所示。驱动器的COM与单片机的电源地相连；IN1 接单片机的PWM的输出，用于调速；IN2 和IN3 与单片机的两个分别IO相连，分别用于控制电机正反转及紧急制动。限位开关SQ1 和SQ2 分别对正反转进行限位。

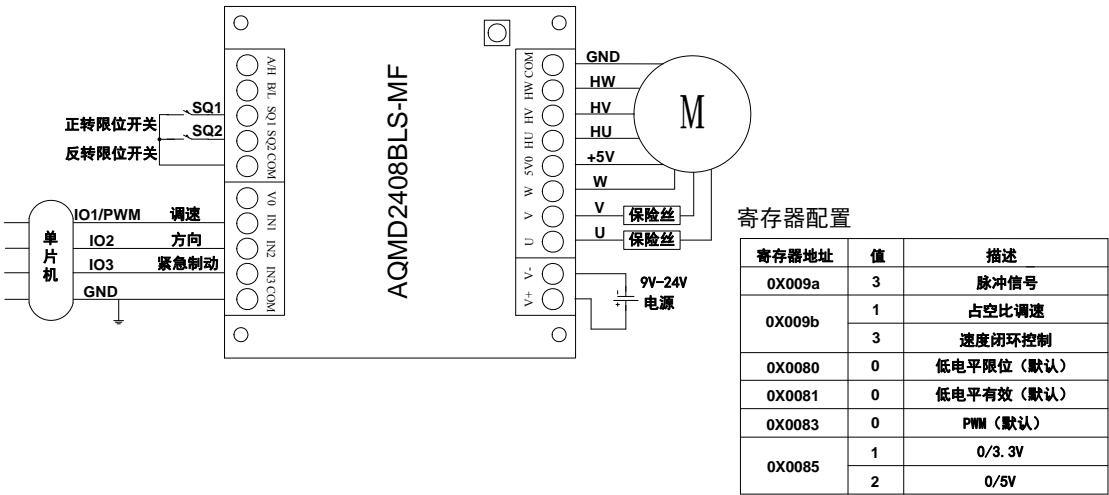


图 5.3 单片机 PWM 信号占空比/闭环调速方式的接法

单片机PWM信号调速方式下，相关寄存器的参考配置如 表 5.6 所示。

表 5.6 单片机 PWM 信号调速方式相关寄存器的配置

寄存器地址	寄存器作用	值	描述
0x0080	限位触发极性	0,1,2,3,4	0: 低电平触发（默认） 1: 高电平触发 2: 下降沿触发 3: 上升沿触发 4: 禁用限位功能

0x0081	数字信号极性	0,1	0: 低电平触发（默认） 1: 高电平触发
0x0083	脉冲信号类型	0	PWM（默认）
0x0085	逻辑电平类型	0,1,2	0: 开关量（默认，如果为 51 单片机应配置为此项） 1: 0/3.3V（ARM 单片机通常为 3.3V 输出） 2: 0/5V
0x008a	逻辑电平阈值	0x07D0	开关量逻辑电平电压阈值可配置为 2000mV（默认），其它逻辑电平另行配置
0x009a	端口输入类型	3	脉冲信号
0x009b	端口控制类型	1,2,3	1: 占空比调速 2: 力矩控制 3: 速度闭环控制

5.2.2 单片机脉冲信号位置控制

通过按键将控制方式切换为数字/模拟信号控制方式，此时黄色指示灯常亮、绿色指示灯以 0.5/2Hz频率闪烁或常亮（按键的操作方法详见 2.1.1 小节），向 0x009a寄存器写 3 选择输入信号类型为脉冲信号，向 0x0083 寄存器写 2 配置脉冲信号为脉冲（计数），向 0x009b寄存器写 4 配置调速方式为位置闭环控制，即可实现单片机脉冲信号位置控制方式（亦可使用本驱动器配套PC机示例程序来配置相关寄存器，详见《AQMDBLS\_Demo使用手册》），相关的配置如 表 5.7 所示。

表 5.7 单片机脉冲信号位置控制方式所需相关配置

控制方式 (按键切换)	端口输入类型 (0x009a 寄存器)	脉冲信号类型 (0x0083 寄存器)	端口控制类型 (0x009b 寄存器)
数字/模拟信号控制方式	0x03: 脉冲信号	0x02: 脉冲（计数）	0x04: 位置闭环控制

此接法可实现在单片机使用脉冲信号控制电机转动位置。单片机脉冲信号位置控制的典型接法 图 5.4 所示。

驱动器的 COM 与单片机的电源地相连；IN1 接单片机的 IO1，接受单片机的脉冲信号，用于控制电机步进；IN2 接单片机的 IO2，用于控制步进方向；IN3 接单片机的 IO3，用于控制紧急停止；VO 与单片机的 IO0 相连，输出完成信号，以通知单片机位置控制过程已完成；限位开关 SQ1 和 SQ2 分别对正、反转进行限位。

注：VO 输出为 3.3V 逻辑电平，若单片机不接受 3.3V 逻辑电平，需要将其转为 5V 逻辑电平。

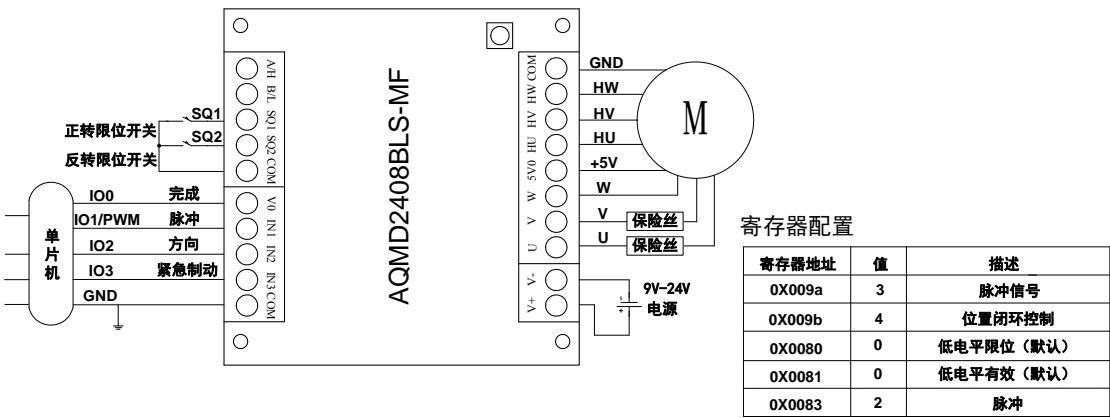


图 5.4 单片机脉冲信号位置控制方式

单片机脉冲信号位置控制方式下，相关寄存器的参考配置如 表 5.8 所示。

表 5.8 单片机脉冲信号位置控制方式相关寄存器的配置

寄存器地址	寄存器作用	值	描述
0x0080	限位触发极性	0,1,2,3,4	0: 低电平触发（默认） 1: 高电平触发 2: 下降沿触发 3: 上升沿触发 4: 禁用限位功能
0x0081	数字信号极性	0,1	0: 低电平触发（默认） 1: 高电平触发
0x0083	脉冲信号类型	2	脉冲（计数）
0x0085	逻辑电平类型	0,1,2	0: 开关量（默认，如果为 51 单片机应配置为此项） 1: 0/3.3V（ARM 单片机通常为 3.3V 输出） 2: 0/5V
0x008a	逻辑电平阈值	0x07D0	开关量逻辑电平电压阈值可配置为 2000mV（默认），其它逻辑电平另行配置
0x008c-0x008d	脉冲信号倍率	1.0f	默认值 1.0f；用于配置每脉冲步进量
0x009a	端口输入类型	3	脉冲信号
0x009b	端口控制类型	4	位置闭环控制
0x00a0	位置复位模式	0	不复位；作步进控制通常无需复位，也可根据情况配置复位模式

5.3 PLC控制方式典型接法

5.3.1 PLC模拟信号调速

通过按键将控制方式切换为数字/模拟信号控制方式，此时黄色指示灯常亮、绿色指示灯以 0.5/2Hz频率闪烁或常亮（按键的操作方法详见 2.1.1 小节），向 0x009a寄存器写 2 选择输入信号类型为模拟信号，向 0x0084 寄存器写 0 配置模拟信号类型为单端信号，向 0x009b寄存器写 1~3 配置调速方式为占空比调速、力矩控制或速度闭环控制，即可实现PLC模拟信号调速方式（亦可使用本驱动器配套PC机示例程序来配置相关寄存器，详见

《AQMDBLS Demo使用手册》），相关的配置如表 5.9 所示。

表 5.9 PLC 模拟信号调速接法所需相关配置

控制方式 (按键切换)	端口输入类型 (0x009a 寄存器)	模拟信号类型 (0x0084 寄存器)	端口控制类型 (0x009b 寄存器)
数字/模拟信号控制方式	0x02: 模拟信号	0x00: 单端信号	0x01: 占空比调速
			0x02: 力矩控制
			0x03: 速度闭环控制

此接法可实现使用PLC对电机进行调速和正反转控制。用PLC模拟信号占空比调速的典型综合接法如图 5.5 所示。驱动器的COM与PLC的继电器COM端及模拟量信号地相连；IN1接PLC的模拟量输出AO，用于调速；IN2、IN3 分别接PLC的继电器/晶体管输出Y2 和Y1，分别控制方向和停止；通过限位开关SQ1 和SQ2 分别对正、反转进行限位。

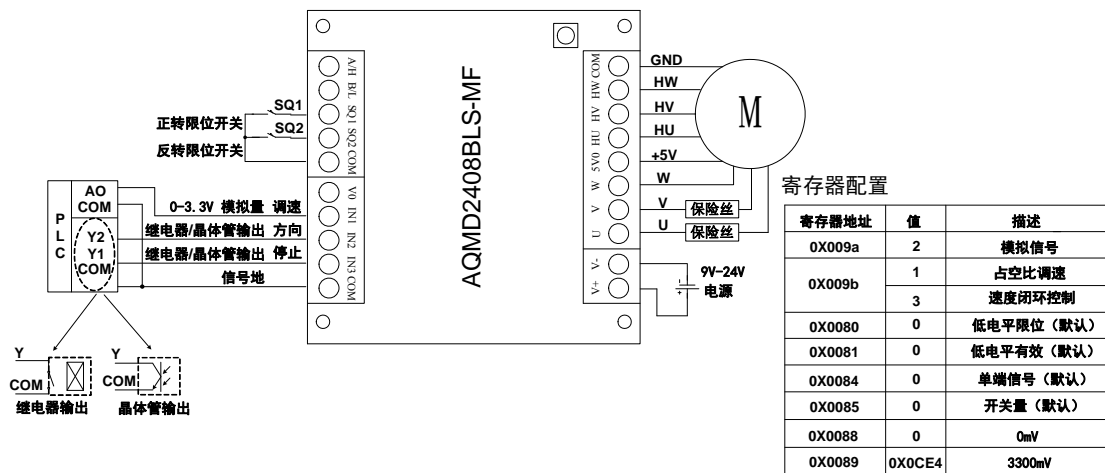


图 5.5 PLC 模拟信号调速接线示意图

PLC模拟信号调速方式下，相关寄存器的参考配置如表 5.10 所示。

表 5.10 PLC 模拟信号调速（电平触发）方式相关寄存器的配置

寄存器地址	寄存器作用	值	描述
0x0080	限位触发极性	0,1,2,3,4	0: 低电平触发（默认） 1: 高电平触发 2: 下降沿触发 3: 上升沿触发 4: 禁用限位功能
0x0081	数字信号极性	0,1	0: 低电平触发（默认） 1: 高电平触发
0x0084	模拟信号类型	0	单端模拟信号（默认）
0x0085	逻辑电平类型	0,1,2	0: 开关量（默认） 1: 0/3.3V 2: 0/5V
0x0088	模拟量范围最小值	0	模拟量范围最小值为 0（默认）
0x0089	模拟量范围最大值	0x0CE4	模拟量范围最大值为 3300mV（默认），也可根据需求配置为其它值

0x008a	逻辑电平阈值	0x07D0	开关量逻辑电平电压阈值可配置为 2000mV（默认），其它逻辑电平另行配置
0x0096-0x0097	模拟信号调整系数 k	1.0f	默认值 1.0f，用来调整模拟信号倍率
0x0098	模拟信号调整系数 b	0	单位为 mV，默认值 0，用来修正模拟信号死区
0x009a	端口输入类型	2	模拟信号
0x009b	端口控制类型	1,2,3	1: 占空比调速 2: 力矩控制 3: 速度闭环控制

5.3.2 PLC脉冲信号位置控制

通过按键将控制方式切换为数字/模拟信号控制方式，此时黄色指示灯常亮、绿色指示灯以 0.5/2Hz频率闪烁或常亮（按键的操作方法详见 2.1.1 小节），向 0x009a寄存器写 3 选择输入信号类型为脉冲信号，向 0x0083 寄存器写 2 配置脉冲信号类型为脉冲（计数），向 0x009b寄存器写 4 配置调速方式为位置闭环控制，即可实现PLC脉冲信号位置控制方式（亦可使用本驱动器配套PC机示例程序来配置相关寄存器，详见《AQMDBLS\_Demo使用手册》），相关的配置如表 5.11 所示。

表 5.11 PLC 脉冲信号位置控制方式所需相关配置

控制方式 (按键切换)	端口输入类型 (0x009a 寄存器)	脉冲信号类型 (0x0083 寄存器)	端口控制类型 (0x009b 寄存器)
数字/模拟信号控制方式	0x03: 脉冲信号	0x02: 脉冲（计数）	0x04: 位置闭环控制

此接法可实现在PLC通过脉冲信号控制电机转动位置。PLC脉冲信号位置控制的典型综合接法如图 5.6 所示。驱动器的COM接PLC的信号地；IN1 接PLC的Y3，接受PLC的脉冲信号，用于控制电机步进；IN2 接PLC的Y2，用于控制步进方向；IN3 接PLC的Y1，用于控制电机紧急停止；驱动器的VO端口串联一个 240 欧的电阻，并且VO和COM与PLC的X1 和 24V+之间连接一个光耦，用于输出完成信号，以通知PLC位置控制过程已完成；限位开关 SQ1 和SQ2 分别对正、反转进行限位。

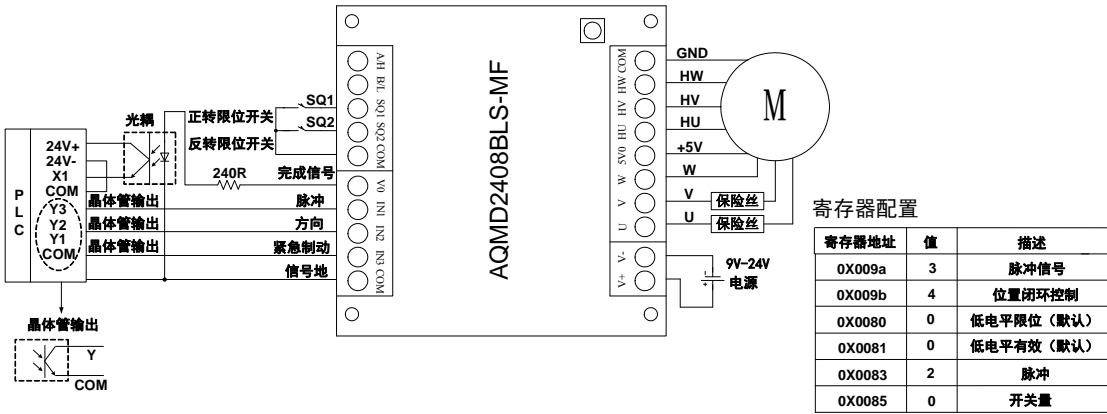


图 5.6 PLC 脉冲信号位置控制的接法示意图

PLC脉冲信号位置控制方式下，相关寄存器的参考配置如表 5.12 所示。

表 5.12 PLC 脉冲信号位置控制方式相关寄存器的配置

寄存器地址	寄存器作用	值	描述
-------	-------	---	----

0x0080	限位触发极性	0,1,2,3,4	0: 低电平触发（默认） 1: 高电平触发 2: 下降沿触发 3: 上升沿触发 4: 禁用限位功能
0x0081	数字信号极性	0,1	0: 低电平触发（默认） 1: 高电平触发
0x0083	脉冲信号类型	2	脉冲（计数）
0x0085	逻辑电平类型	0,1,2	0: 开关量（默认） 1: 0/3.3V 2: 0/5V
0x008a	逻辑电平阈值	0x07D0	开关量逻辑电平电压阈值可配置为2000mV（默认），其它逻辑电平另行配置
0x008c-0x008d	脉冲信号倍率	1.0f	默认值 1.0f；用于配置每脉冲步进量
0x009a	端口输入类型	3	脉冲信号
0x009b	端口控制类型	4	位置闭环控制
0x00a0	位置复位模式	0	不复位；作步进控制通常无需复位，也可根据情况配置复位模式

## 5.4 485/CAN多站点通讯控制

若主站为 485 设备，则所有驱动器的 485/CAN的信号线A、B分别并联后与 485 主站 485 的信号线A、B连接。485/CAN多站点通讯示意图如图 5.7 所示。

为了信号更稳定，可将每台驱动器的COM相连后与主站的信号地相连。每一个驱动器配置的从站地址应唯一，不能与其它驱动器相同，驱动器从站地址的配置方法见 表 2.6 限位接口触发逻辑。485 主站通过通讯帧里的地址字节来指定对哪块驱动器进行操作，配置的地址与通讯帧里指定的地址相同的驱动器才会响应主站的请求(如何配置从站地址见 2.1.6 小节)。如果通讯线较长，可在从站和主站的 485 信号线间各自并联 120Ω的终端电阻，以消除通讯线中的反射的干扰。

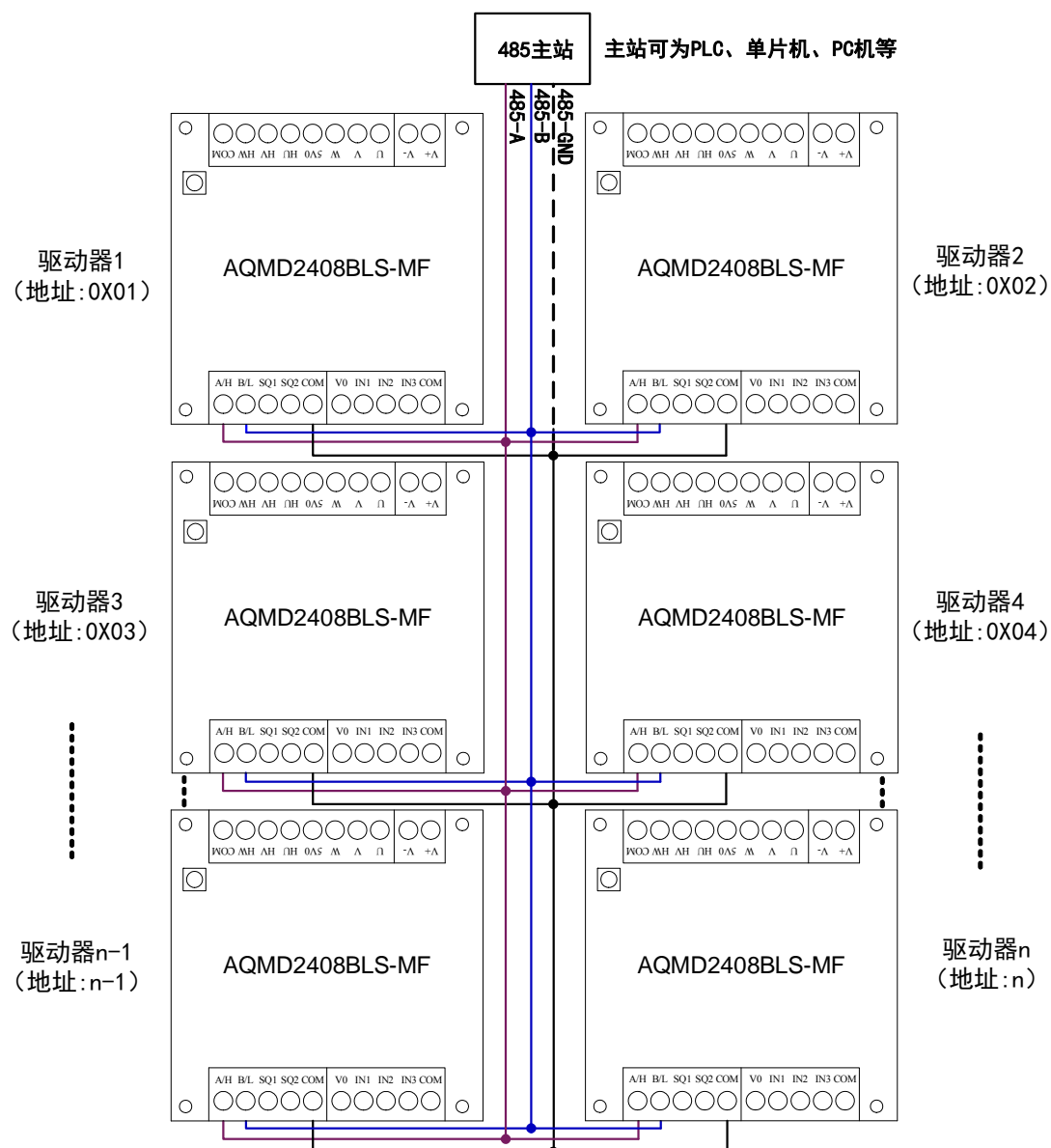


图 5.7 RS485 多站点通讯接线示意图

若主站/客户端为CAN设备，则所有驱动器的 485/CAN的信号线CANH、CANL分别并联后与CAN主站/客户端的CAN的信号线CANH、CANL连接。在CAN总线上，至少并联一个 120Ω的终端电阻才能正常通讯。如图 5.8 所示。

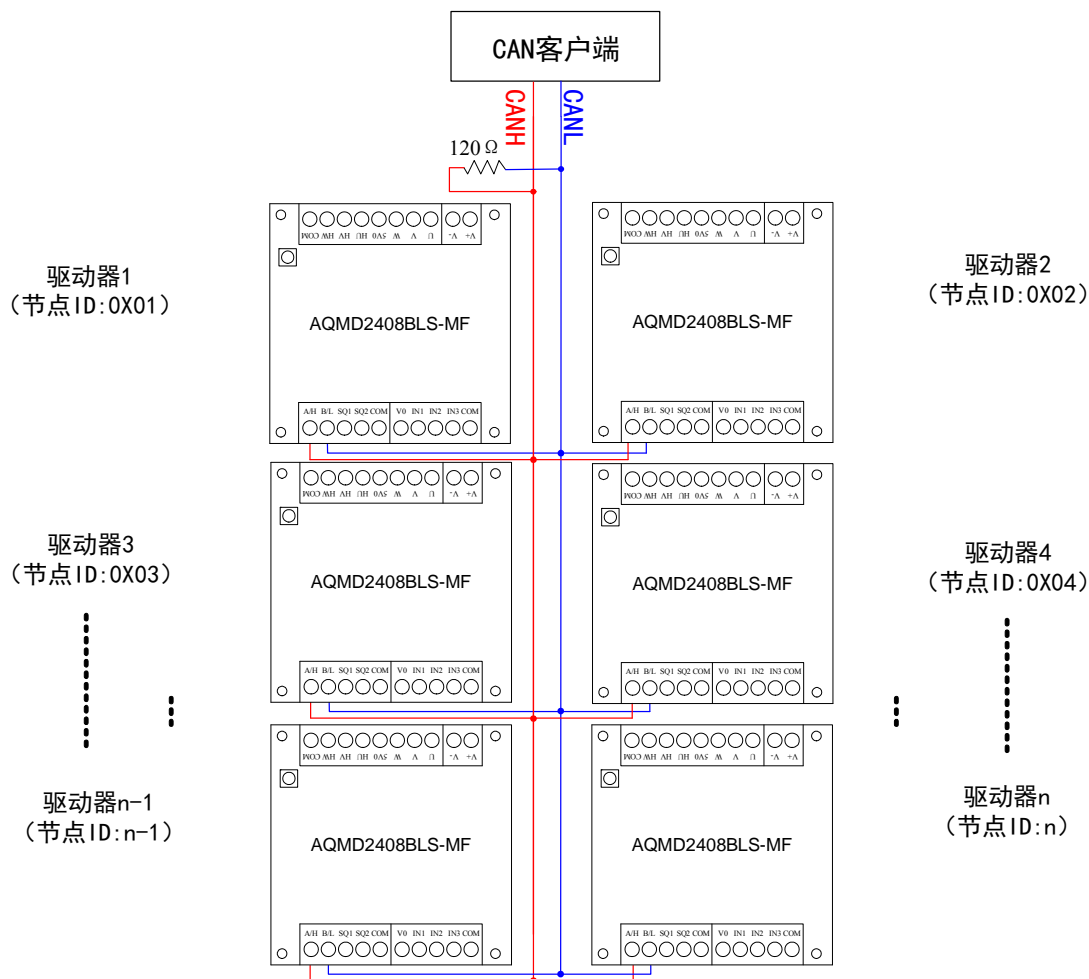


图 5.8 CAN 多节点通讯控制

每一个驱动器配置的节点ID应唯一，不能与其它驱动器相同，驱动器节点ID的配置方法见 2.1.6 小节。CAN主站/客户端通过帧标识的节点ID位来指定对哪块驱动器进行操作，配置的节点ID与帧标识指定的节点ID相同的驱动器才会响应主站的请求。

如果通讯线较长，可在总线适当位置增加并联 120Ω 的终端电阻，以消除通讯线中的反射的干扰。

## 6. RS485 通讯协议

本驱动器使用MODBUS-RTU（国标GB/T19582-2008）通讯协议进行通讯，支持一主站控制多个从站，主站可以是单片机、PLC或PC机等。通过寄存器可以配置 254 个 485 从站地址，从站地址的配置方法见 2.1.6 小节。

### 6.1 485 通讯参数

当 0x0120 寄存器值为 0（默认值），状态指示灯黄灯常亮或常灭，绿灯以 0.5Hz/2Hz 频率闪烁，驱动器通讯方式为 485/CAN，用户可通过 485 设备与驱动器进行通讯。

在数字/模拟信号控制方式（黄灯常亮，绿灯以 0.5Hz/2Hz 频率闪烁），若 0x009c 寄存器值为 0（默认值），则 485 波特率固定为 9600bps，数据位为 8 位，偶校验，停止位为 1 位；从站地址固定为 0x01；若通过 0x009c 寄存器指定从站地址且 0x009d 寄存器值配置为 1，则通讯参数同 485 通讯控制方式。

在 485 通讯控制方式（黄灯常灭，绿灯以 0.5Hz/2Hz 频率闪烁），波特率默认为 9600bps，数据位为 8 位，偶校验，停止位为 1 位；波特率可配置范围 1200-115200bps，数据位固定为 8 位，校验方式可配置为奇校验、偶校验或无校验，当为奇、偶校验时停止位为 1 位，无校验时停止位为 2 位；从站地址通过 0x009c 寄存器指定。

485 通讯控制方式和数字/模拟信号控制方式的切换方法见 2.1.1 节。

485 通讯帧中，每个字符使用 11 个比特位（1 位起始位，8 位数据位，1 位校验位加 1 位停止位或无校验位加 2 位停止位）；当波特率在 19200bps 及以下时，字符超时时间为 1.5 个字符间隔；19200bps 以上时，超时时间为 0.75ms；当发生字符超时，之前接收到的数据将被视为无效；帧超时时间为 3.5 个字符间隔，当发生帧超时，就表示这一帧发送完成。

### 6.2 MODBUS-RTU帧格式

本驱动器支持 MODBUS 的 0x03（读保持寄存器）、0x06（写单个寄存器）、0x10（写多个寄存器）和 0x2B（读设备识别码）功能码。

#### 6.2.1 0x03 读保持寄存器

主站发送：

字节	1	2	3	4	5	6	7	8
内容	ADR	0x03	起始寄存器高字节	起始寄存器低字节	寄存器数高字节	寄存器数低字节	CRC 低字节	CRC 高字节

第 1 字节 ADR：从站地址码（=001~254）

第 2 字节 0x03：读寄存器值功能码

第 3、4 字节：要读的寄存器开始地址

第 5、6 字节：要读的寄存器数量

第 7、8 字节：从字节 1 到 6 的 CRC16 校验码

从站回送：

字节	1	2	3	4、5	6、7		M-1、M	M+1	M+2
内容	ADR	0x03	字节总数	寄存器数据 1	寄存器数据 2	...	寄存器数据 M	CRC 低字节	CRC 高字节

第 1 字节 ADR: 从站地址码 (=001~254)

第 2 字节 0x03: 返回读功能码

第 3 字节: 从 4 到 M (包括 4 及 M) 的字节总数

第 4 到 M 字节: 寄存器数据

第 M+1、M+2 字节: 从字节 1 到 M 的 CRC16 校验码

当从站接收错误时, 从站回送:

字节	1	2	3	4	5
内容	ADR	0x83	异常码	CRC 低字节	CRC 高字节

第 1 字节 ADR: 从站地址码 (=001~254)

第 2 字节 0x83: 读寄存器值出错

第 3 字节 异常码: 见 6.2.4 小节

第 4、5 字节: 从字节 1 到 3 的 CRC16 校验码

### 6.2.2 0x06 写单个寄存器

主站发送:

字节	1	2	3	4	5	6	7	8
内容	ADR	0x06	寄存器高字节地址	寄存器低字节地址	数据高字节	数据低字节	CRC 码低字节	CRC 码高字节

当从站接收正确时, 从站回送:

字节	1	2	3	4	5	6	7	8
内容	ADR	0x06	寄存器高字节地址	寄存器低字节地址	数据高字节	数据低字节	CRC 码低字节	CRC 码高字节

当从站接收错误时, 从站回送:

字节	1	2	3	4	5
内容	ADR	0x86	异常码	CRC 低字节	CRC 高字节

第 1 字节 ADR: 从站地址码 (=001~254)

第 2 字节 0x86: 写寄存器值出错功能码

第 3 字节 异常码: 见 6.2.4 小节

第 4、5 字节: 从字节 1 到 3 的 CRC16 校验码

### 6.2.3 0x10 写多个寄存器值

主站发送:

字节	1	2	3	4	5	6	7
内容	ADR	0x10	起始寄存器高字节地址	起始寄存器低字节地址	寄存器数量高字节	寄存器数量低字节	数据字节总数

字节	8,9	10,11	N,N+1	N+2	N+3
内容	寄存器数据 1	寄存器数据 2	寄存器数据 M	CRC 码低字节	CRC 码高字节

当从站接收正确时，从站回送：

字节	1	2	3	4	5	6	7	8
内容	ADR	0x10	寄存器高 字节地址	寄存器低 字节地址	寄存器数 量高字节	寄存器数 量低字节	CRC 码 低字节	CRC 码 高字节

当从站接收错误时，从站回送：

字节	1	2	3	4	5
内容	ADR	0x90	异常码	CRC 低 字节	CRC 高 字节

- 第 1 字节 ADR： 从站地址码（=001~254）  
第 2 字节 0x90： 写寄存器值出错  
第 3 字节 异常码： 见 6.2.4 小节  
第 4、5 字节： 从字节 1 到 3 的 CRC16 校验码

6.2.4 错误异常码

1. MODBUS 异常码

表 6.1 MODBUS 异常码表

异常码	含义
0x01	非法功能码
0x02	非法数据地址
0x03	非法数据值
0x04	从站设备故障
0x05	请求已被确认，但需要较长时间来处理请求
0x06	从设备忙
0x08	存储奇偶性差错
0x0A	不可用的网关
0x0B	网关目标设备响应失败

3. 扩展异常码

表 6.2 扩展异常码表

异常码	含义
0x40	禁止操作
0x60	尚未学习电机相序
0xff	未定义错误

6.3 寄存器定义

6.3.1 设备描述信息寄存器

寄存器地址	描述	取值范围	支持功能码	备注
0x0000	设备标识		0x03	
0x0001	设备版本号		0x03	高字节为主版本号，低字节为副版本号

0x0002   0x0009	设备名称		0x03	以'\0'结束的字符串
0x000A	PWM 分辨率的倒数		0x03	
0x000B	PWM 频率		0x03	单位为 Hz
0x000C	最大输出电流		0x03	数值乘以 0.01 为电流值，单位为 A
0x000D	电流分辨率		0x03	单位为 mA
0x000E	保留		0x03	
0x000F	保留		0x03	

### 6.3.2 实时状态寄存器

寄存器地址	描述	取值范围	支持功能码	备注
0x0020	实时 PWM	0~1000	0x03	数值乘以 0.1%为占空比
0x0021	实时电流	0~1600	0x03	数值乘以 0.01 为电流值，单位为 A
0x0022	实时换向频率（转速）	-32768~32767	0x03	当 0x0035 寄存器为 1 时，数值即为换向频率；当 0x0035 寄存器为 0 时，数值乘以 0.1 为换向频率；单位为 Hz；换向频率除以电机极个数再乘以 20 为电机转速，单位 RPM
0x0023	位置控制完成状态	0, 1	0x03	0: 未完成 1: 完成
0x0024	电机实时位置高半字	-2147483648~2147483647	0x03	电机换向脉冲数
0x0025	电机实时位置低半字			
0x0026	剩余完成时间高半字	0~4294967295	0x03	单位为 ms
0x0027	剩余完成时间低半字			
0x0028	IN1 电压	0~3300	0x03	信号源为电位器或模拟信号时 IN1 端口电压，单位为 mV (注：信号源为脉冲信号时，该寄存器值不能反映实际电压)
0x0029	IN2 电压	0~3300	0x03	单位为 mV
0x002a	IN3 电压	0~3300	0x03	单位为 mV
0x002b	差分电压	-3300~3300	0x03	单位为 mV
0x002c	SQ1 电平	0,1	0x03	0: 低电平 1: 高电平
0x002d	SQ2 电平	0,1	0x03	0: 低电平 1: 高电平
0x002e	IN1 输入占空比	0~1000	0x03	数值乘以 0.1%为占空比

0x002f	IN1 输入频率	0~100000	0x03	单位为 Hz
0x0030	IN1 输入脉冲高半字	-2147483648~2147483647	0x03	输入脉冲个数
0x0031	IN1 输入脉冲低半字			
0x0032	堵转状态	0, 1, 2	0x03	0: 未堵转 1: 正转堵转停止 2: 反转堵转停止
0x0033	错误状态	0~9	0x03	0: 无错误 1: 尚未学习 2: 堵转停止 3: 霍尔错误 4: 达不到目标速度 5: 线圈错误 (本款不支持) 6: 过流关断 7: 过热关断 8: 过压关断 9: 欠压关断
0x0034	电机转速	0~65535	0x03	当 0x0035 寄存器为 1 时, 数值乘以 10 为转速; 当 0x0035 寄存器为 0 时, 数值即为转速; 单位为 RPM (注: 需先通过 0x0073 和 0x0074 寄存器配置正确的电机极个数和减速比, 读取的转速才正确)
0x0035	转速是否需要乘以 10	0, 1	0x03	0: 数值即转速 1: 数值乘以 10 为转速
0x0037	内部 (驱动电路) 温度	-400~1250	0x03	数值乘以 0.1℃ 为温度
0x0038	电源电压	0~270	0x03	数值乘以 0.1V 为电压
0x0039	控制方式	0, 1	0x03	0: 本地控制 1: 通讯控制
0x003a	母线电流 (本款不支持)		0x03	数值乘以 0.01 为电源输入母线电流
0x003b	IN1 输入脉冲宽度		0x03	单位: us

### 6.3.3 速度控制寄存器

寄存器地址	描述	取值范围	支持功能码	备注
0x0040	停止	0, 1, 2	0x06	0: 正常停止 1: 紧急制动 2: 自由停止
0x0041	保留 (力矩控制)	-800~800	0x06	数值乘以 0.01 为电流, 适合于电机堵转张力控制。单位: A

0x0042	设定占空比	-1000~1000	0x06	数值乘以 0.1%为目标占空比
0x0043	设定速度闭环控制目标速度（换向频率）	-32768~32767	0x06	数值乘以 0.1 为目标换向频率，单位为 Hz
0x0044	设定位置闭环控制行走速度（换向频率）	0~32767	0x06 0x10	数值乘以 0.1 为目标换向频率，单位为 Hz
0x0045	设定位置闭环控制类型	0, 1	0x06 0x10	0: 绝对位置 1: 相对位置
0x0046	设定位置闭环控制目标位置高半字	-2147483648~2147483647	0x06 0x10	如果为绝对位置可任意时刻改变目标位置；如果为相对位置则要等待上一次位置控制完成才可进行下一次操作
0x0047	设定位置闭环控制目标位置低半字			
0x0048   0x004F	保留		不能访问	
0x0050	占空比调速加速缓冲时间	0~255	0x03 0x06 0x10	数值乘以 0.1 为输出占比空由 0 增加到 100.0%所需时间
0x0051	占空比调速减速缓冲时间	0~255	0x03 0x06 0x10	数值乘以 0.1 为输出占比空由 100.0%减小到 0 所需时间
0x0052	速度闭环控制、位置闭环控制加速加速度	0~66635	0x03 0x06 0x10	数值乘以 0.1 为换向频率增大速度，单位为 Hz/s
0x0053	速度闭环控制、位置闭环控制减速加速度	0~66635	0x03 0x06 0x10	数值乘以 0.1 为换向频率减小速度，单位为 Hz/s

注：当 0x0077 寄存器为 1 时，0x0043、0x0044、0x0052、0x0053 寄存器涉及的换向频率为寄存器的值，无须乘以 0.1。

### 6.3.4 电机控制参数配置寄存器

寄存器地址	描述	取值范围	支持功能码	备注
0x0060	上电时默认占空比调速加速缓冲时间	0~255	0x03 0x06 0x10	数值乘以 0.1 为输出占比空由 0 增加到 100.0%所需时间
0x0061	上电时默认占空比调速减速缓冲时间	0~255	0x03 0x06 0x10	数值乘以 0.1 为输出占比空由 100.0%减小到 0 所需时间
0x0062	速度闭环控制、位置闭环控制最大加速加速度	0~66635	0x03 0x06 0x10	数值乘以 0.1 为换向频率最大增大速度，单位为 Hz/s
0x0063	上电时默认速度闭环/位置闭环控制加速加速度	0~66635	0x03 0x06 0x10	数值乘以 0.1 为换向频率增大速度，单位为 Hz/s
0x0064	速度闭环控制、位置闭环控制最大减速加速度	0~66635	0x03 0x06 0x10	数值乘以 0.1 为换向频率最大减小速度，单位为 Hz/s
0x0065	上电时默认速度闭环/位置闭环控制减速加速度	0~66635	0x03 0x06 0x10	数值乘以 0.1 为换向频率减小速度，单位为 Hz/s
0x0066	速度闭环控制、位置闭环控制最大速度（换向频率）	0~32767	0x03 0x06 0x10	数值乘以 0.1 为换向频率，单位为 Hz
0x0067	上电时速度闭环控制/位置闭环控制默认速度（换向频率）	0~32767	0x03 0x06 0x10	数值乘以 0.1 为换向频率，单位为 Hz

0x0068	保留	0	0x03 0x06 0x10	
0x0069	保留	0	0x03 0x06 0x10	
0x006a	电机额定电流	0~1000	0x03 0x06 0x10	数值乘以 0.01 为电流值，单位为 A
0x006b	电机最大负载电流	0~1000	0x03 0x06 0x10	数值乘以 0.01 为电流值，单位为 A
0x006c	电机最大制动电流	0~300	0x03 0x06 0x10	数值乘以 0.01 为电流值，单位为 A
0x006d   0x006f	电机相序数据 6 字节	1~6	0x03 0x06 0x10	只有电机学习状态为未学习才能进行写操作，否则写操作将被忽略
0x0070	速度闭环控制算法	0, 1, 2	0x03 0x06 0x10	0: 速度闭环控制 1: 时间-位置闭环控制 2: 时间-位置速率控制
0x0071	位置闭环控制允许误差	0~65535	0x03 0x06 0x10	
0x0072	位置闭环控制超调后修正	0, 1	0x03 0x06 0x10	0: 不进行修正 1: 进行修正
0x0073	电机极个数	0~65535	0x03 0x06 0x10	电机极对数乘以 2
0x0074	电机减速比	0~65535	0x03 0x06 0x10	数值乘以 0.1 为电机减速比
0x0075	电机学习状态	0, 1	0x03 0x06 0x10	0: 未学习 1: 已学习 (只能通过电机学习操作才能将未学习状态改为已学习状态，不能直接写 1)
0x0076	禁用电机相序学习功能	0, 1	0x03 0x06 0x10	0: 未禁用 1: 禁用
0x0077	速度设定值×10	0,1	0x03 0x06 0x10	0: 禁用 1: 启用
0x0078	常态自锁电流	0~800	0x03 0x06 0x10	数值乘以 0.01 为电流值，单位为 A (注意: 须小于电机额定电流的 1/2, 否则可能电机发热烧坏电机)
0x0079	短时间最大输出电流为最大负载电流的倍数	0, 100~200	0x03 0x06 0x10	0: 禁用倍流 其它: 数值乘以 0.01 倍
0x007a	允许倍流输出时间	0~999	0x03 0x06 0x10	0: 禁用倍流 其它: 数值乘以 0.1 秒

0x007b	启动时检测电机转速	0, 1	0x03 0x06 0x10	0: 启动时不检测初始转速, 适合初始速度为 0 的应用。 1: 启动时检测初始转速, 输出与当前转速匹配的 PWM, 避免启动瞬间突然降速卡顿一下。
0x007c	高低速电机配置	0, 1	0x03 0x06 0x10	第 0 位: 硬件深度霍尔滤波 (本款不支持) 第 1 位: 霍尔数字滤波

注: 当 0x0077 寄存器为 1 时, 0x0062~0x0067 寄存器涉及的换向频率为寄存器的值, 无须乘以 0.1。

### 6.3.5 系统参数配置寄存器

寄存器地址	描述	取值范围	支持功能码	备注
0x0080	限位触发极性	0,1,2,3,4	0x03 0x06 0x10	0: 低电平触发 1: 高电平触发 2: 下降沿触发 3: 上升沿触发 4: 禁用限位功能
0x0081	数字信号极性	0,1,2,3	0x03 0x06 0x10	0: 低电平触发 1: 高电平触发 2: 下降沿触发 3: 上升沿触发
0x0082	电位器用法	0,1,2	0x03 0x06 0x10	0: 单电位器 1: 双电位器独立 2: 双电位器协同
0x0083	脉冲信号类型	0,1,2,3	0x03 0x06 0x10	0: PWM 1: 频率 2: 脉冲个数 3: 脉冲宽度
0x0084	模拟信号类型	0,1,2,3	0x03 0x06 0x10	0: 单端信号 1: 差分信号 2: 双单端信号独立 3: 双单端信号协同
0x0085	逻辑电平类型	0,1,2	0x03 0x06 0x10	0: 开关量 1: 0/3.3V 2: 0/5V
0x0086	电位器最小值	0~3300	0x03 0x06 0x10	单位为 mV
0x0087	电位器最大值	0~3300	0x03 0x06 0x10	单位为 mV
0x0088	模拟量范围最小值	0~3300	0x03 0x06 0x10	单位为 mV

0x0089	模拟量范围最大值	0~3300	0x03 0x06 0x10	单位为 mV
0x008a	逻辑电平阈值	0~3300	0x03 0x06 0x10	单位为 mV
0x008b	电位/脉宽比较死区	0~3300	0x03 0x06 0x10	电位比较：单位为 mV，双电位器/模拟信号协同控制方式设定的中点电压附近该值范围内视为中点； 脉宽比较：单位 us，脉宽信号控制方式脉宽范围中点附近该值范围内视为中点。
0x008c	脉冲信号倍率四字节浮点型高半字		0x03 0x06 0x10	
0x008d	脉冲信号倍率四字节浮点型低半字			
0x008e	堵转停止时间	0~255	0x03 0x06 0x10	数值乘以 0.1 为堵转停止时间，单位为 s
0x008f	脉冲信号超出范围无效		0x03 0x06 0x10	超出 0x009e-0x009f 配置的脉冲信号范围进行制动
0x0090	波特率高半字	9600~115200	0x03 0x06 0x10	
0x0091	波特率低半字			
0x0092	校验方式	0,1,2	0x03 0x06 0x10	0: 无校验+2 停止位 1: 奇校验+1 停止位 2: 偶校验+1 停止位
0x0093	485 控制默认调速方式	0, 1, 2	0x03 0x06 0x10	0: 占空比 1: 速度闭环控制 2: 位置闭环控制
0x0094	485 控制时禁止参数配置	0, 1	0x03 0x06 0x10	0: 不禁止 1: 禁止
0x0095	通讯中断停止时间	0~255	0x03 0x06 0x10	数值乘以 0.1 为通讯中断停止时间，单位为 s
0x0096	模拟信号调整系数 k 四字节浮点型高半字		0x03 0x06 0x10	不能小于 0
0x0097	模拟信号调整系数 k 四字节浮点型低半字			
0x0098	模拟信号调整系数 b	0~65535	0x03 0x06 0x10	单位为 mV
0x0099	禁用报警	0, 1	0x03 0x06 0x10	0: 不禁用 1: 禁用
0x009a	端口输入类型	1,2,3,4	0x03 0x06 0x10	1: 电位器 2: 模拟信号 3: 脉冲信号 4: 内置程序

0x009b	端口控制类型	1,2,3,4,5,6	0x03 0x06 0x10	1: 占空比调速 2: 力矩控制 3: 速度闭环控制 4: 位置闭环控制 5: 预设速度控制 6: 内置程序 (注: 该寄存器在数字/模拟信号控制方式下生效)
0x009c	485 控制方式从站地址	1~254	0x03 0x06 0x10	
0x009d	数字/模拟信号控制方式 通讯参数和从站地址选择	0,1	0x03 0x06 0x10	0: 数字/模拟信号控制方式下 波特率 9600bps, 偶检验, 1 停止位, 从站地址 0x01 1: 数字/模拟信号控制方式下 也使用 485 控制方式的通讯 参数和从站地址
0x009e	脉冲信号范围下限		0x03 0x06 0x10	PWM 信号: 数值乘以 0.1% 频率信号: 单位 Hz 脉宽信号: 单位 us
0x009f	脉冲信号范围下限		0x03 0x06 0x10	

### 6.3.6 往复位置控制参数

寄存器地址	描述	取值范围	支持功能码	备注
0x00a0	复位模式	0,1,2,3,4	0x03 0x06 0x10	0: 不复位 1: SQ2 复位 2: SQ1 复位 3: SQ2 复位并细调 4: SQ1 复位并细调
0x00a1	往复运动配置选项		0x03 0x06 0x10	0: 禁用, 1: 启用 第 0 位: 复位细调; 第 1 位: 完成信号为 0.1s 脉 冲 (写 1) 或持续高电平 (写 0); 第 2 位: 紧急停止时忽略输 入脉冲。
0x00a2	总行程高半字	-2147483648~ 2147483647	0x03 0x06 0x10	
0x00a3	总行程低半字			
0x00a4	复位粗调速度	0~65535	0x03 0x06 0x10	乘以 0.1 为换向频率
0x00a5	复位细调速度	0~65535	0x03 0x06 0x10	乘以 0.1 为换向频率
0x00a6	到端点后最终速度	0~65535	0x03 0x06 0x10	乘以 0.1 为换向频率

0x00a7	要忽略的信号变化量	0~1000	0x03 0x06 0x10	数值乘以 0.1%为要忽略的输入信号变化量比例； 用以解决电位器、模拟信号、占空比或频率信号波动问题
0x00a8	限位后是否重新复位	0, 1	0x03 0x06 0x10	0: 否 1: 是 用以解决机械轮子打滑造成的行程误差问题
0x00a9	复位时转矩	0~800	0x03 0x06 0x10	0: 最大转矩 1: 配置的电流对应的转矩
0x00aa	复位测试	0,1,2,3,4	0x03 0x06 0x10	0: 非复位状态 1: 取消复位 2: SQ1 复位 3: SQ2 复位 4: 测量行程

### 6.3.7 预设速度寄存器

寄存器地址	描述	取值范围	支持功能码	备注
0x00b0	工作模式	0,1,2,3	0x03 0x06 0x10	0: 占空比 1: 力矩 2: 速度闭环 3: 位置闭环
0x00b1	控制方式	0, 1	0x03 0x06 0x10	0: 双触点/逻辑电平控制 1: 单触点/逻辑电平控制
0x00b2	正转速度	占空比方式: 0~1000 力矩方式: 0~1000 速度位置闭环: 0~65535	0x03 0x06 0x10	数值乘以 0.1%为占空比； 数值乘以 0.01 为力矩； 数值乘以 0.1 为换向频率；
0x00b3	反转速度	占空比方式: 0~1000 力矩方式: 0~1000 速度位置闭环: 0~65535	0x03 0x06 0x10	数值乘以 0.1%为占空比； 数值乘以 0.01 为力矩； 数值乘以 0.1 为换向频率；

注：当 0x0077 寄存器为 1 时，0x0062~0x0067 寄存器涉及的换向频率为寄存器的值，无须乘以 0.1。

### 6.3.8 闭环控制PID参数配置寄存器

寄存器地址	描述	取值范围	支持功能码	备注
0x00ba	位置自锁 P 系数四字节浮点型高半字	建议 0.1~100	0x03 0x06 0x10	
0x00bb	位置自锁 P 系数四字节浮点型低半字			

0x00bc	位置自锁 I 系数四字节浮点型高半字	建议 0.001~1	0x03 0x06 0x10	
0x00bd	位置自锁 I 系数四字节浮点型低半字			
0x00be	位置自锁 D 系数四字节浮点型高半字	建议 0.001~1	0x03 0x06 0x10	
0x00bf	位置自锁 D 系数四字节浮点型低半字			
0x00c0	速度闭环控制 P 系数四字节浮点型高半字	建议 0.001~1	0x03 0x06 0x10	
0x00c1	速度闭环控制 P 系数四字节浮点型低半字			
0x00c2	速度闭环控制 I 系数四字节浮点型高半字	建议 0.001~1	0x03 0x06 0x10	
0x00c3	速度闭环控制 I 系数四字节浮点型低半字			
0x00c4	速度闭环控制 D 系数四字节浮点型高半字	建议 0.001~1	0x03 0x06 0x10	
0x00c5	速度闭环控制 D 系数四字节浮点型低半字			
0x00c6	位置闭环控制 P 系数四字节浮点型高半字	建议 0.1~100	0x03 0x06 0x10	
0x00c7	位置闭环控制 P 系数四字节浮点型低半字			
0x00c8	位置闭环控制 I 系数四字节浮点型高半字	建议 0.001~1	0x03 0x06 0x10	
0x00c9	位置闭环控制 I 系数四字节浮点型低半字			
0x00ca	位置闭环控制 D 系数四字节浮点型高半字	建议 0.001~1	0x03 0x06 0x10	
0x00cb	位置闭环控制 D 系数四字节浮点型低半字			

### 6.3.9 电机学习寄存器

寄存器地址	描述	取值范围	支持功能码	备注
0x00e0	保留（学习类型）	0,1	0x03 0x06 0x10	0: 电机相序学习 1: 霍尔偏移量学习
0x00e1	学习命令	0,1	0x03 0x06 0x10	0: 未学习 1: 开始电机学习/学习中
0x00e2	学习状态	0, 1, 2, 3, 4	0x03	0: 准备就绪 1: 正在学习 2: 正在停止 3: 学习完毕 4: 学习失败

0x00e3	学习进度		0x03	子过程号
0x00e4	学习结果数据字节数		0x03	
0x00e5   0x00ef	学习结果数据		0x03	

## 6.3.10 安全保护寄存器

寄存器地址	描述	取值范围	支持功能码	备注
0x0100	过热关断触发温度	-40~125	0x03 0x06 0x10	温度达到该值后关断输出
0x0101	禁用倍流触发温度	-40~125	0x03 0x06 0x10	温度达到该值后禁用倍流输出
0x0102	过压关断触发电压	80~270	0x03 0x06 0x10	数值乘以 0.1V 为电压；电压超过该值后关断输出
0x0103	欠压关断触发电压	80~270	0x03 0x06 0x10	数值乘以 0.1V 为电压；低于该值后关断输出
0x0104	过流关断触发电流	0~2500	0x03 0x06 0x10	数值乘以 0.01A 为电流；电流峰值达到该值后关断输出
0x0105	霍尔错误屏蔽时间、过流持续时间		0x03 0x06 0x10	低字节：霍尔错误屏蔽时间（范围 0~100），单位 ms；当霍尔错误状态达到该时长后关断输出；高字节：数值乘以 0.1ms 为过流持续时间（本款不支持）；当电流达到配置的过流关断触发电流持续该时长后才进行过流关断。
0x0106	启用自动调节电流环系数	0, 1	0x03 0x06 0x10	0：禁用 1：启用；当启动电流上升过快时减小 PID 系数
0x0107	保留		0x03 0x06 0x10	
0x0108	启用当温度低于过热保护触发值后自动清除报警	0, 1	0x03 0x06 0x10	0：禁用 1：启用
0x0109	电源电压拉低触发电压		0x03 0x06 0x10	数值乘以 0.1V 为电压；高于这个电压将进行电源电压拉低。0 为自动拉低电源电压，在某些应用下自动拉低不可靠。
0x010a	温度校正系数 K（倍数）	9500~10500	0x03 0x06 0x10	数值乘以 0.0001 倍
0x010b	温度校正系数 B（截距）	-100~100	0x03 0x06 0x10	数值乘以 0.1℃

0x010c	电压校正系数 K (倍数)	9700~10300	0x03 0x06 0x10	数值乘以 0.0001 倍
0x010d	电压校正系数 B (截距)	-10~10	0x03 0x06 0x10	数值乘以 0.1V

### 6.3.11 CAN参数配置寄存器

寄存器地址	描述	取值范围	支持功能码	备注
0x0120	通讯模式	0,1,2	0x03 0x06 0x10	0: 485/CAN 模式 1: CANopen 模式 2: 485-MODBUS 模式
0x0121	CAN 节点 ID	0~127	0x03 0x06 0x10	0: 节点 ID 为 0x01; 1~127: 指定 CAN 通讯控制时的节点 ID。
0x0122	CAN 波特率	0~7	0x03 0x06 0x10	0: 10kbps    1: 20kbps 2: 50kbps    3: 125kbps 4: 250kbps    5: 500kbps 6: 800kbps    7: 1Mbps
0x0123   0x0127	保留			
0x0128	CANopen 自启动	0,1	0x03 0x06 0x10	0: CANopen 模式时, 上电后最终进入 Pre-Operational 状态, 需客户端通过 NMT 服务使驱动器进入 Operational 状态; 1: CANopen 模式时, 上电后最终进入 Operational 状态。
0x0129	CANOpen 心跳周期	0~65535	0x03 0x06 0x10	0: 禁用心跳包; 1: 驱动器以设定的周期发送心跳包, 单位 ms。

## 6.3.12 对象字典操作寄存器

寄存器地址	描述	取值范围	支持功能码	备注
0x0200	命令字节	0x23, 0x2B, 0x27, 0x2F, 0x40, 0x60, 0x80	0x03 0x06 0x10	0x06 和 0x10 功能码支持命令 0x2F: 写单字节数据 0x2B: 写双字节数据 0x27: 写三字节数据 0x23: 写四字节数据 0x40: 读数据 0x03 功能读取返回命令 0x4F: 有效数据为一个字节 0x4B: 有效数据为两个字节 0x47: 有效数据为三个字节 0x43: 有效数据为四个字节 0x60: 写入数据传送成功 0x80: 写入数据传送中止
0x0201	索引号		0x03 0x06 0x10	对象字典索引号
0x0202	子索引号		0x03 0x06 0x10	对象字典子索引号
0x0204	数据高半字	1	0x03 0x06 0x10	数据第 3、4 字节
0x0205	数据低半字	1	0x03 0x06 0x10	数据第 1、2 字节
0x0206	应用命令	1	0x06	应用以上寄存器写入值对应的命令；若由 0x10 功能码操作 0x0200~0x0205 寄存器，则自动应用命令，无须操作此寄存器。

注：485 通讯方式下可通过以上 Modbus 寄存器访问 CANopen 对象字典。在写入命令、索引号、子索引号和数据并应用命令后，通过读取以上寄存器可获得返回状态和数据。数据长度大于 4 个字节的对象无法通过此方式访问。

## 6.3.13 FOC参数配置寄存器

寄存器地址	描述	取值范围	支持功能码	备注
-------	----	------	-------	----

0x0300	FOC 应用模式	0x00~0x07	0x03 0x06 0x10	<p>第 0 位 (Bit0) :</p> <p>0, 开环使用方波; 1, 开环使用 FOC。</p> <p>第 1 位 (Bit1) :</p> <p>0, 速度闭环使用方波; 1, 速度闭环使用 FOC。</p> <p>第 2 位 (Bit2) :</p> <p>0, 位置闭环使用方波; 1, 位置闭环使用 FOC。</p>
0x0301	FOC 最大应用速度	0~6000	0x03 0x06 0x10	<p>单位 Hz。FOC 方式允许的最大速度, 超过此速度将使用方波驱动方式。</p> <p>注: FOC 方式在速度或加速度较大时, 定位误差略大。速度较大时, 电机噪声也略大。</p>
0x0302	FOC 最大应用减速加速度	0~65535	0x03 0x06 0x10	<p>单位 Hz/s。FOC 方式允许的最大速度, 若设定的减速加速度超过此设定值, 闭环控制减速时将使用方波驱动器方式。</p> <p>注: FOC 方式在速度或加速度较大时, 定位误差略大。</p>
0x0304	霍尔相位偏移量	-20~20	0x03 0x06 0x10	<p>单位: 度。用于解决相同 PWM 正反转速度差异大问题。该配置项将影响正反转速度。</p>
0x0305	霍尔相位超前量	-20~20	0x03 0x06 0x10	<p>单位: 度。用于解决空载电流偏大问题。该配置项影响转速和力矩。</p>
0x0306	磁通量 PID 参数 Kp	0~32767	0x03 0x06 0x10	<p>此参数将影响 FOC 磁通量调节响应实时性。配置过小响应缓慢, 配置过大将导致工作不稳定。</p>
0x0307	磁通量 PID 参数 Ki	0~32767	0x03 0x06 0x10	<p>此参数将影响 FOC 磁通量调节达到稳态的时间。配置过小达到稳态时间长, 配置过大将导致工作不稳定。</p>
0x0308	FOC 失控 Id 值	0~32767	0x03 0x06 0x10	<p>当电流励磁分量达到该设定值时判定 FOC 调节失控, 禁用 FOC 调节以减小啸叫声。配置为 0 则不进行 FOC 失控判断。</p> <p>(在转速和减速加速较大时可能出现 FOC 调节失控导致产生一定啸叫声)</p>

0x0309	使用方波启动方式	0, 1	0x03 0x06 0x10	0: FOC 方式启动时使用正弦波 (SVPWM)。 1: FOC 方式启动时使用方波, 以减轻电机堵转时抖动。
0x030a	停转后自锁	0, 1	0x03 0x06 0x10	0: 非位置控制方式, 正常停止后断开输出; 1: 全部模式正常停止后都进入自锁状态。

### 6.3.14 配置参数存储寄存器

寄存器地址	描述	取值范围	支持功能码	备注
0x0160	存储电机配置参数	1	0x06	
0x0180	存储系统配置参数	1	0x06	
0x01a0	存储往复控制参数	1	0x06	
0x01b0	存储预设速度参数	1	0x06	
0x01c0	存储闭环调速 PID 参数	1	0x06	
0x01c8	存储 FOC 参数	1	0x06	
0x01d0	存储安全保护参数	1	0x06	
0x01e0	存储 CAN 配置参数	1	0x06	
0x01e8	存储 CANopen 参数	1	0x06	
0x01f0	存储用户过程数据	1	0x06	

注: 通过 0x10 功能码配置的参数可直接存储到驱动器中, 而通过 0x06 功能码配置的参数, 则需要通过以上寄存器才能存储到存储器。

### 6.3.15 程序操作寄存器

寄存器地址	描述	取值范围	支持功能码	备注
0x00f0	虚拟机版本		0x03	
0x00f1	程序空间大小		0x03	
0x00f2	程序数据大小		0x03	
0x00f3	运行状态	0,1,2	0x03	0: 停止 1: 运行 2: 暂停
0x00f4   0x00f9	保留			
0x00fa	设备地址		0x03 0x06	
0x00fb	是否自动运行		0x03 0x06	

### 6.3.16 IO配置寄存器

寄存器地址	描述	取值范围	支持功能码	备注
-------	----	------	-------	----

0x00d0	IO1 方向	0,1,2	0x06	0: 浮空输入 1: 上拉下拉输入 2: 输出
0x00d1	IO1 电平	0,1	0x06	0: 低电平/下拉 1: 高电平/上拉
0x00d2	IO2 方向	0,1,2	0x06	0: 浮空输入 1: 上拉下拉输入 2: 输出
0x00d3	IO2 电平	0,1	0x06	0: 低电平/下拉 1: 高电平/上拉
0x00d4	IO3 方向	0,1,2	0x06	0: 浮空输入 1: 上拉下拉输入 2: 输出
0x00d5	IO3 电平	0,1	0x06	0: 低电平/下拉 1: 高电平/上拉

## 6.3.17 外设操作相关寄存器

寄存器地址	描述	取值范围	支持功能码	备注
0x7000	3.3V 输出	0,1	0x06	0: 禁用 1: 使能
0x7001	报警	0,1	0x06	0: 禁用 1: 使能
0x7002	输入类型	0,1	0x06	0: 模拟 1: 数字
0x7003	输入脉冲方向	0,1	0x06	0: 减少 1: 增加
0x7004	清零输入脉冲	0,1,2	0x06	0: 关闭自动清除零 1: 手动清除零 2: 启动自动清除零
0x7005   0x7009	保留			
0x700a	清零位置计数	0,1	0x06	0: 无动作 1: 清零位置计数
0x700b   0x700f	保留			
0x7010   0x7011	读取输入脉冲		0x03	如果 0x7004 写了 2, 则读取后 此寄存器将自动清零
0x7012	读取输入占空比	0~1000	0x03	占空比乘以 1000
0x7013	读取输入频率		0x03	
0x7014	读取霍尔输入状态		0x03	

0x7015   0x701f	保留			
0x7020	IO1 电位器百分比	0~1000	0x03	百分比乘以 1000
0x7021	IO1 电压百分比	0~1000	0x03	百分比乘以 1000
0x7022	IO1 电平		0x03	0: 低电平 1: 高电平
0x7023	IO1 边沿		0x03 0x06	0: 下降 1: 上升 2: 未触发 写入任意: 清除触发
0x7024	保留			
0x7025	IO2 电位器百分比	0~1000	0x03	百分比乘以 1000
0x7026	IO2 电压百分比	0~1000	0x03	百分比乘以 1000
0x7027	IO2 电平		0x03	0: 低电平 1: 高电平
0x7028	IO2 边沿		0x03 0x06	0: 下降 1: 上升 2: 未触发 写入任意: 清除触发
0x7029	保留			
0x702a	IO3 电位器百分比	0~1000	0x03	百分比乘以 1000
0x702b	IO3 电压百分比	0~1000	0x03	百分比乘以 1000
0x702c	IO3 电平		0x03	0: 低电平 1: 高电平
0x702d	IO3 边沿		0x03 0x06	0: 下降 1: 上升 2: 未触发 写入任意: 清除触发
0x702e	保留			
0x7040	定时器 0 计数器高字节	0~2000000000	0x06	
0x7041	定时器 0 计数器低字节			
0x7042	定时器 0 控制寄存器		0x06	0: 禁止 1: 使能单次触发 (自动清除定时触发标志) 0x81: 使能单次触发 (手动清除定时触发标志) 2: 使能周期性触发
0x7043	定时器 0 触发状态		0x03	0: 未触发 1: 触发
0x7044	定时器 1 计数器高字节	0~2000000000	0x06	

0x7045	定时器 1 计数器低字节			
0x7046	定时器 1 控制寄存器		0x06	0: 禁止 1: 使能单次触发（自动清除定时触发标志） 0x81: 使能单次触发（手动清除定时触发标志） 2: 使能周期性触发
0x7047	定时器 1 触发状态		0x03	0: 未触发 1: 触发
0x7048	定时器 2 计数器高字节	0~2000000000	0x06	
0x7049	定时器 2 计数器低字节			
0x704a	定时器 2 控制寄存器		0x06	0: 禁止 1: 使能单次触发（自动清除定时触发标志） 0x81: 使能单次触发（手动清除定时触发标志） 2: 使能周期性触发
0x704b	定时器 2 触发状态		0x03	0: 未触发 1: 触发
0x704c	定时器 3 计数器高字节	0~2000000000	0x06	
0x704d	定时器 3 计数器低字节			
0x704e	定时器 3 控制寄存器		0x06	0: 禁止 1: 使能单次触发（自动清除定时触发标志） 0x81: 使能单次触发（手动清除定时触发标志） 2: 使能周期性触发
0x704f	定时器 3 触发状态		0x03	0: 未触发 1: 触发
0x7060	系统节拍高字节	长整型	0x03	
0x7061	系统节拍低字节			
0x7062	上一次过程 ID		0x03	
0x7063	当前过程 ID		0x03	
0x7100   0x711F	通用寄存器		0x03 0x06	
0x8000	程序代码/调试日志		0x03	调试日志

## 7. CAN通讯协议

本驱动器支持 RS485/CAN 模式和 CANopen 模式通讯，通过 0x0120 寄存器来指定通讯模式。若为 RS485/CAN 通讯模式，当驱动器上电后检测到的第一帧数据为 Modbus 通讯帧，则驱动器使用 485 通讯方式通讯。若驱动器检测到的第一帧数据为 CAN 通讯帧，则驱动器使用 CAN 通讯方式通讯。若为 CANopen 通讯模式，则驱动器只能使用 CAN 通讯方式通讯。

在CAN通讯方式下，驱动器支持多节点通讯。通过按键或寄存器/对象字典可配置 127 个节点ID，客户端可以是单片机、PLC或PC机等。关于节点ID的配置见 2.1.6 小节。

### 7.1 CAN通讯参数

本驱动器支持 CAN 标准帧，驱动器采用 11 位 CAN 标识符的第 0~6 位作为 CAN 节点 ID，第 7~10 位作为功能码。驱动器不支持扩展帧和远程帧。

CAN节点ID可通过 0x0121 寄存器或对象字典 0x2201 索引配置。当 0x0121 寄存器或 0x2201 索引数据为 1~127 范围内的值时，通讯控制方式和数字/模拟信号控制方式的CAN节点ID均为该值。若 0x0121 寄存器和 0x2201 索引数据为默认值 0 时，则CAN节点ID为 1。通讯控制方式和数字/模拟信号控制方式切换的方法见 2.1.1 节。

CAN 波特率可通过 0x0122 寄存器或对象字典 0x2202 索引配置。默认值为 500kbps，可配置范围为 10kbps~1Mbps。

我们可通过配置 0x0120 寄存器值为 1 来启用 CANOpen 协议；通过配置 0x0128 寄存器值为 1 来启用 CANopen 自启动（驱动器上电节点初始化后将直接进入 Operational 状态）；通过 0x0129 寄存器或基本对象字典的 0x1017 索引来配置心跳周期。

当长按按键 5s 后松开，通讯参数为默认通讯参数，CAN 波特率为 500kbps，CAN 节点 ID 为 0x01，此时不支持 CANopen 通讯协议（即使 0x0120 寄存器值配置为 1）。

### 7.2 CAN消息语法

#### 1. 主站/客户端发送消息格式

在RS485/CAN通讯模式或CANopen通讯模式，我们可通过如下CAN消息格式（对应于CANopen的SDO加速传送报文）来访问对象字典，对象字典定义见 7.6 节。

CAN 标识符	数据字节 0	数据字节 1-2	数据字节 3	数据字节 4-7
0x600+节点 ID	命令	索引号	子索引号	数据

**CAN 标识符第 0~6 位：**节点 ID（0x01~0x7F），每一个 CAN 设备的节点 ID 应唯一

**数据字节 0：**命令字节（写 1~4 字节数据的命令依次为 0x2F、0x2B、0x27、0x23，读数据命令为 0x40）

**数据字节 1-2：**对象字典索引号，低字节在前

**数据字节 3：**对象字典子索引号

**数据字节 4-7：**要写入的数据，低字节在前，对于每个无效字节，可用 0x00 填充

命令字节与数据字节 4-7 中有效数据字节对应关系如下：

命令	功能	数据字节 4-7 中有效字节
0x2F	写单字节	前 1 字节
0x2B	写双字节	前 2 字节
0x27	写三字节	前 3 字节
0x23	写四字节	全有效
0x40	读取数据	均无效

注：在 RS485/CAN 通讯模式，无法访问数据长度大于 4 字节的对象，若要访此类对象，须在 CANopen 通讯模式下进行，相应语法请参阅 CANopen 协议相关文档。

## 2. 从站/服务器应答消息格式

相应 CAN 节点接收到消息后的应答格式如下：

CAN 标识符	数据字节 0	数据字节 1-2	数据字节 3	数据字节 4-7
0x580+节点 ID	状态	索引号	子索引号	数据/中止代码

**CAN 标识符第 0~6 位：**节点 ID（0x01~0x7F）

**数据字节 0：**状态码

**数据字节 1-2：**对象字典索引号，低字节在前

**数据字节 3：**对象字典子索引号

**数据字节 4-7：**读取的数据或传送中止代码，低字节在前

状态码与数据字节 4-7 中有效数据对应关系如下：

状态码	描述	数据字节 4-7 中有效字节
0x4F	数据长度为 1 字节	前 1 字节
0x4B	数据长度为 2 字节	前 2 字节
0x47	数据长度为 3 字节	前 3 字节
0x43	数据长度为 4 字节	全有效
0x60	传送成功	均无效
0x80	传送中止	4 个字节为中止代码

## 7.3 传送中止代码

RS485/CAN 模式读写数据和 CANopen 模式 SDO 上传下载数据传送中止的代码如下：

中止代码	功能描述
0x05030000	触发位没有交替改变
0x05040000	SDO 协议超时
0x05040001	非法或未知的 Client/Server 命令字
0x05040002	无效的块大小（仅 Block Transfer 模式）
0x05040003	无效的序号（仅 Block Transfer 模式）
0x05030004	CRC 错误（仅 Block Transfer 模式）

0x05030005	内存溢出
0x06010000	对象不支持访问
0x06010001	试图读只写对象
0x06010002	试图写只读对象
0x06020000	对象字典中对象不存在
0x06040041	对象不能够映射到PDO
0x06040042	映射的对象的数目和长度超出PDO长度
0x06040043	一般性参数不兼容
0x06040047	一般性设备内部不兼容
0x06060000	硬件错误导致对象访问失败
0x06060010	数据类型不匹配，服务参数长度不匹配
0x06060012	数据类型不匹配，服务参数长度太大
0x06060013	数据类型不匹配，服务参数长度太短
0x06090011	子索引不存在
0x06090030	超出参数的值范围(写访问时)
0x06090031	写入参数数值太大
0x06090032	写入参数数值太小
0x06090036	最大值小于最小值
0x08000000	一般性错误
0x08000020	数据不能传送或保存到应用
0x08000021	由于本地控制导致数据不能传送或保存到应用
0x08000022	由于当前设备状态导致数据不能传送或保存到应用
0x08000023	对象字典动态产生错误或对象字典不存在 (例如，通过文件生成对象字典，但由于文件损坏导致错误产生)

## 7.4 通过CAN访问MODBUS寄存器

在 CAN 通讯方式下，我们可通过 Modbus 寄存器地址与对象字典索引号的转换来实现通过访问对象字典对 Modbus 寄存器的访问。Modbus 寄存器地址与 CANopen 索引号的转换关系如下：

MODBUS 寄存器地址 (REG_ADDR)	对象字典索引号 (INDEX)	对象字典子索引号 (SUB-INDEX)
0x0000~0x0FFF	0x4000 + REG_ADDR	0
0x7000~0x7FFF	REG_ADDR - 0x2000	0

我们可通过 0x40 命令对 Modbus 寄存器进行读取操作。对于数据长度为 16 位的寄存器通过 0x2B 命令进行写入操作，对于数据长度为 32 位的寄存器（如：0x0046 设定目标位置寄存器）通过 0x23 命令进行写入操作。CAN 消息语法见 7.2 节。

## 7.5 驱动器对CANopen的支持

### 7.5.1 CANopen通讯对象支持情况

在 CAN 通讯方式 CANopen 模式下，驱动器对 CANopen 协议进行有限的支持，支持情况如下：

通讯对象	项目	支持情况
NMT（网络管理）	NMT 模块控制（NMT Module Control）	支持
	NMT 启动（NMT Boot-up）	支持
	NMT 心跳包（NMT Heartbeat）	支持
	NMT 节点守卫（NMT Node Guarding）	不支持
SDO（服务数据对象）	支持 SDO 数量	1
	修改 SDO COB-ID	不支持
	加速传送（Expedited transfer）	支持
	分段传送（Segmented transfer）	支持
	块传送（Block transfer）	不支持
PDO（过程数据对象）	支持 RPDO 数量	4
	支持 TPDO 数量	4
	修改 PDO COB-ID	支持
	修改 PDO 映射参数	支持
	PDO 传输类型	同步：支持 SYNC 消息同步，不支持远程帧同步 异步：支持定时事件触发，不支持远程帧触发
	TPDO 事件时间	支持
	TPDO 禁止时间	最短有效时间 10 个单位 (10*100us=1ms)
	MPDO（multiplexor PDO）	不支持
SYNC（同步）	修改 SYNC COB-ID	支持
	SYNC 通信间隔时间	最短有效时间 1000us
	同步窗口长度	最短有效时间 1000us
Time Stamp（时间标记对象）		不支持
Emergency Object（应急指示对象）	修改 EMCY COB-ID	不支持
	EMCY 禁止时间	最短有效时间 10 个单位 (10*100us=1ms)

CANopen 具体规范可参阅《CiA DS301 V4.02 - CANopen Application Layer and Communication Profile》。

### 7.5.2 网络管理（NMT）

在 CANopen 模式下，驱动器支持 CANopen NMT 服务的 NMT 控制模块服务、NMT 启动和 NMT 心跳包。

#### 1. NMT 控制模块服务（NMT Module Control）

NMT-Master 可通过 NMT Module Control 报文配置驱动器的节点状态，NMT Module Control 消息无应答消息，NMT 消息格式如下：

CAN 标识符	数据字节 0	数据字节 1
---------	--------	--------

0x000	命令	节点 ID
-------	----	-------

**CAN 标识符：**NMT Module Control 报文的 CAN 标识符为 0

**数据字节 0：**命令字

**数据字节 1：**要操作的设备的节点 ID

其中，命令字对应的作用如下：

命令字	NMT 服务
0x01	启动远程节点（Start Remote Node）
0x02	停止远程节点（Stop Remote Node）
0x80	进入预运行状态（Enter Pre-operational State）
0x81	重启节点（Reset Node）
0x82	重启通讯（Reset Communication）

## 2. NMT 启动（NMT Boot-up）

当驱动器上电后，驱动器会发布 Boot-up 报文通知 NMT-Master 节点它已经从由 Initialising 状态转换为 Pre\_Operational 状态，Boot-up 报文格式如下：

CAN 标识符	数据字节 0
0x700+节点 ID	0

**CAN 标识符第 0~6 位：**驱动器自身的节点 ID（0x01~0x7F）

**数据字节 0：**单字节数据 0

## 3. NMT 心跳包（NMT Heartbeat）

当基本对象字典 0x1017 索引配置为非 0 时（单位：ms），驱动器将周期性地产生心跳报文(Heartbeat)传送它的状态给心跳包消费者，消息格式如下：

CAN 标识符	数据字节 0
0x700+节点 ID	状态

**CAN 标识符第 0~6 位：**驱动器自身的节点 ID（0x01~0x7F）

**数据字节 0：**驱动器的节点状态，节点状态可为以下值：

状态值	意义
0x00	启动（Boot-up）
0x04	停止（Stopped）
0x05	运行（Operational）
0x7F	预运行（Pre-operational）

### 7.5.3 服务数据对象（SDO）

SDO 用来访问设备的对象字典，访问者称作客户端（Client），被访问且提供所请求服务的 CANopen 设备称作服务器（Server）。

其中，加速传送（Expedited transfer）方式可传送不超过 4 个字节的数据，SDO 加速传送的消息格式见 7.2 节。

超过 4 字节的数据可通过分段传送（Segmented transfer）方式来访问，由于此传送方式对驱动器的使用作用不大，这里就不进行具体介绍。

### 7.5.4 过程数据对象（PDO）

## 1. PDO 概述

PDO 用于传输实时过程数据，PDO 按照生产-消费者模式传输数据，每个 PDO 通过单个 CAN 通讯帧来传输数据，通讯帧里的 8 个字节数据可全部用作过程数据，一个 PDO 至多可传送 8 个字节数据。通讯帧的 CAN 标识符由 PDO 类型（第 7~10 位）和设备节点 ID（第 0~6 位）组成。通过 PDO 类型来识别传送的哪一个 PDO，节点 ID 与 PDO 帧标识符中指定的节点 ID 一致的设备才会对接收到的 PDO 消息进行处理。PDO 标识符的格式如下：

CAN 标识符 7~10 位	CAN 标识符 0~6 位
PDO 类型	节点 ID

PDO 数据传送无协议控制，PDO 传送数据内容由 PDO 映射定义。

通过 TPDO 映射参数可将对象字典多个索引的（合计至多 8 个字节的）实时数据按照映射关系“打包”到一个 CAN 通讯帧，当特定事件触发（如：定时事件触发）或接收到设定数量的 SYNC 消息（由 PDO 通讯参数配置触发方式）后，驱动器通过 TPDO 将“打包”的数据传送给相应的 PDO 消费者。因此，我们可通过 TPDO 高效地传送驱动器的实时状态数据。

通过 RPDO 映射参数可将一个 CAN 通讯帧的至多 8 个字节按照映射关系解析拆分为多个数据并依次向对象字典多个索引写入相应数据。因此，我们可通过 RPDO 高效地向驱动器传送控制数据。

## 2. PDO 通讯参数和映射参数的设置

驱动器支持 4 个 TPDO 和 4 个 RPDO，其对应的通讯参数索引号、映射参数索引号和默认 CAN 标识符如下：

PDO 类型	默认 COB-ID (CAN 标识符)	PDO 通讯参数索引号	PDO 映射参数索引号
RPDO1	0x200+节点 ID	0x1400	0x1600
RPDO2	0x300+节点 ID	0x1401	0x1601
RPDO3	0x400+节点 ID	0x1402	0x1602
RPDO4	0x500+节点 ID	0x1403	0x1603
TPDO1	0x180+节点 ID	0x1800	0x1A00
TPDO2	0x280+节点 ID	0x1801	0x1A01
TPDO3	0x380+节点 ID	0x1802	0x1A02
TPDO4	0x480+节点 ID	0x1803	0x1A03

通过 SDO 访问对象字典每个 PDO 的通讯参数索引的子索引号 1 可修改该 PDO 的 CAN 标识符 (COB-ID)，若该 PDO 在正常使用，应先对该 PDO 的 COB-ID 的第 31 位进行操作先停用该 PDO，再设置新的 COB-ID。通过 SDO 访问对象字典每个 PDO 通讯参数索引的子索引号 2 可设置该 PDO 的传输类型，PDO 传输类型的定义如下：

传输类型	触发 PDO 的条件 (B = both needed O = one or both)			PDO 传输
	SYNC	RTR	Event	
0	B	-	B	同步，非循环
1-240	O	-	-	同步，循环
241-251	-	-	-	Reserved
252	B	B	-	同步，在 RTR 之后（不支持）

253	-	O	-	异步，在RTR之后（不支持）
254	-	O	O	异步，制造商特定事件
255	-	O	O	异步，设备子协议特定事件

说明：

- ☐ SYNC—接收到SYNC-object。
- ☐ RTR —接收到远程帧。
- ☐ Event—例如数值改变或者定时器中断。
- ☐ 传输类型为：1到240时，该数字代表两个PDO之间的SYNC对象的数目）。

每个 TPDO 可通过 PDO 通讯参数索引的子索引号 3 指定禁止时间，即定义两个连续 PDO 传输的最小间隔时间，避免由于高优先级信息的数据量太大，始终占据总线，而使其它优先级较低的数据无力竞争总线的问题。禁止时间由 16 位无符号整数定义，单位 100us。

每个 TPDO 可通过通讯参数索引的子索引号 5 指定事件定时周期，当超过定时时间后，此 PDO 传输可以被触发（不需要触发位）。事件定时周期由 16 位无符号整数定义，单位 1ms。

若要修改 PDO 映射，应先通过 SDO 向 PDO 映射参数索引的子索引号 0 写 0，再根据需要通过子索引号 1~8 映射项（Object Mapped）设置映射关系。每一个映射项为 32 位无符号数据，其中，位 16~31 为索引号，位 8~15 为子索引号，位 0~7 为数据位数（如：长整型数据的位数为 32），映射项的数据格式如下：

映射项 16~31 位	映射项 8~15 位	映射项 0~7 位
索引号	子索引号	数据位数

一个 PDO 的所有映射项映射数据长度之和不得超过 8 个字节。设置好映射项后，再向映射参数索引的子索引号 0 写入映射项的数量。

若要存储 PDO 通讯参数和映射参数，还须通过 SDO 向对象字典 0x1010 索引的子索引号 2 写入数值 0x65766173。

### 3. PDO 映射示例

**示例一：通过 RPDO 映射电机控制相关索引，实现通过 RPDO1 对电机进行占空比调速、闭环调速、位置控制和制动控制操作。**

RPDO1 的通讯参数我们可以使用默认参数，那么 RPDO1 的 COB-ID 为 0x200+节点 ID；而 RPDO1 的映射参数索引号为 0x1600，我们先通过对象字典索引号 0x1600 的子索引号 0 写入单字节数据 0 使映射无效，然后对 1~8 子索引进行如下设置：

索引号	子索引号	数据	映射内容
0x1600	1	0x20000008	索引号：0x2000 子索引号：0 数据位数：8 对象作用：设定电机控制类型
	2	0x20010010	索引号：0x2001 子索引号：0 数据位数：16 对象作用：设定电机控制量
	3	0x20020008	索引号：0x2002 子索引号：0 数据位数：8 对象作用：设定位置类型
	4	0x20030020	索引号：0x2003 子索引号：0 数据位数：32 对象作用：设目标位置

以上 4 个映射项的数据长度之和已经达到 8 个字节，我们已不能再对此 PDO 进行更多数据对象的映射了，我们对索引号 0x1600 的子索引号 0 写入映射项数量 4 使映射生效。若需要掉电保存该映射参数，我们可通过对 0x1010 索引的子索引号 2 写入数值 0x65766173 将相关参数储存到驱动器中。

我们配置好 RPDO1 的映射参数后，接下来我们来验证映射的 RPDO1 的功能，假设已配置驱动器的节点 ID 为 1（可通过配置 0x0120 和 0x0121 寄存器的值分别为 1 和 0，且通过长按按键 1s 后松开切换为 485/CAN 通讯控制，此时黄灯常灭，绿灯常亮或闪烁）。

当驱动器节点状态为 Operational 时(黄灯常灭，绿灯常亮)，我们可以通过向驱动器发送如下格式的 CAN 消息实现设定电机以 500.0Hz 的换向频率转动到目标位置 500。

CAN 标识符	数据字节 0~7（16 进制，低字节在前）
0x201	03 88 13 00 F4 01 00 00

注：

- 1) 数据字节 0~7 的数据字节数应与映射的数据字节数相同 PDO 才会被处理；
- 2) 十进制数 500 对应的 16 进制数为 0x01F4，十进制数 5000 对应的 16 进制数为 0x1388；
- 3) 要使速度单位为 Hz 且分辨率为 0.1Hz，须先确保 0x200A 索引和 0x0077 寄存器（0x4077 索引）的值均为 0。

可通过如下 CAN 消息实现设定输出占空比为 50.0%。

CAN 标识符	数据字节 0~7（16 进制，低字节在前）
0x201	00 F4 01 00 00 00 00 00

可通过如下 CAN 消息实现设定输出闭环调速的换向频率为 500.0Hz。

CAN 标识符	数据字节 0~7（16 进制，低字节在前）
0x201	01 88 13 00 00 00 00 00

可通过如下 CAN 消息实现电机紧急制动。

CAN 标识符	数据字节 0~7（16 进制，低字节在前）
0x201	11 00 00 00 00 00 00 00

**示例二：通过 TPDO 映射电机实时状态相关索引，实现 TPDO1 以 500ms 的周期定时传送电机换向频率和电机转动位置数据。**

TPDO1 的通讯参数我们先使用默认参数，那么 TPDO1 的 COB-ID 为 0x180+节点 ID；而 TPDO1 的映射参数索引号为 0x1A00，我们先通过对象字典索引号 0x1A00 的子索引号 0 写入单字节数据 0 使映射失效，然后对 1~8 子索引进行如下设置：

索引号	子索引号	数据	映射内容
0x1A00	1	0x21020010	索引号：0x2101 子索引号：0 数据位数：16 对象作用：读取电机换向频率
	2	0x2105020	索引号：0x2105 子索引号：0 数据位数：32 对象作用：读取电机转动位置计数值

设置好映射项后，我们对索引号 0x1A00 的子索引号 0 写入映射项数量 2 使映射生效。为了使 TPDO1 以 500ms 的周期发送，我们还需要通过 TPDO1 通讯参数对象字典索引号 0x1400 的子索引号 5 的写入事件时间值 0x01F4，那么当驱动器节点状态为 Operational 时，将以 500ms 的周期发送 TPDO1 消息。若需要掉电保存该映射参数，我们可通过对 0x1010 索引的子索引号 2 写入数值 0x65766173 将相关参数储存到驱动器中。若驱动器的节点 ID 为 1，那么，驱动器发送的 TPDO1 的 CAN 消息格式如下：

CAN 标识符	数据字节 0~1	数据字节 2~5
---------	----------	----------

0x181	电机换向频率（低字节在前）	电机转动位置（低字节在前）
-------	---------------	---------------

### 7.5.5 同步（SYNC）

在网络范围内同步（尤其在驱动应用中）：在整个网络范围内当前输入值准同时保存，随后传送（如果需要），根据前一个 SYNC 后接收到的报文更新输出值。

- 主从模式：SYNC 主节点定时发送 SYNC 对象，SYNC 从节点收到后同步执行任务。
- 在 SYNC 报文传送后，在给定的时间窗口内传送一个同步 PDO。

SYNC 报文消息格式如下：

CAN 标识符	数据字节
0x80（默认）	无

**CAN 标识符：**默认值为 0x80，可通过对象字典 0x1005 索引进行配置。

**数据字节：**SYNC 报文无数据字节，数据长度为 0。

注：PDO 通讯参数传输类型数值应在 1~240 之间周期性同步才有效。对象字典 0x1006 索引配置的通讯间隔时间应与 SYNC 主节点发送 SYNC 报文的间隔时间一致，若发送 SYNC 报文间隔时间大于 0x1006 索引配置的通讯间隔时间的 1.5 倍，将产生通讯错误应急报文。

### 7.5.6 应急指示对象（EMCY）

在 CANopen 模式下，当驱动器出现错误时，将以最高优先急发送应急报文，应急报文消息格式如下：

CAN 标识符	数据字节 0-1	数据字节 2	数据字节 3-7
0x80+节点 ID	应急错误代码	错误寄存器	制造商特定的错误区域

**CAN 标识符第 0~6 位：**驱动器自身的节点 ID（0x01~0x7F）

**数据字节 0-1：**应急错误代码

**数据字节 2：**错误寄存器，同对象字典 0x1001 索引中数据

**数据字节 3-7：**制造商特定的错误区域。其中，字节 4-5 为驱动器相应故障的故障值  
应急错误代码（16 进制）功能描述如下表所示。

应急错误代码	代码功能描述
00xx	故障复位或无错误（Error Reset or No Error）
10xx	一般性错误（Generic Error）
20xx	电流（Current）
21xx	电流，设备输入侧（Current, device input side）
22xx	电流，设备内部（Current, inside the device）
23xx	电流，设备输出侧（Current, device output side）
30xx	电压（Voltage）
31xx	主电源电压（Mains voltage）
32xx	设备内部电压（Voltage inside the device）
33xx	输出电压（Output voltage）
40xx	温度（Temperature）
41xx	环境温度（Ambient temperature）
42xx	设备温度（Device tempearture）
50xx	设备硬件（Device hardware）
60xx	设备软件（Device software）

61xx	内部软件 (Internal software)
62xx	用户软件 (User software)
63xx	数据集 (Data set)
70xx	附加模块 (Additional modules)
80xx	监视 (Monitoring)
81xx	通讯 (communication)
8110	CAN过载 (CAN overrun)
8120	被动错误 (Error Passive)
8130	节点守卫错误或心跳错误 (Life Guard Error or Heartbeat Error)
8140	从离线恢复 (Recovered from Bus-Off)
82xx	协议错误 (Protocol Error)
8210	由于长度错误PDO未处理 (PDO no processed Due to length error)
8220	超出长度 (Length exceedd)
90xx	外部错误 (External error)
F0xx	附加功能 (Additional functions)
FFxx	设备特定 (Device specific)

其中，驱动器致命错误的应急错误代码（16 进制）定义如下表。

应急错误代码	代码功能描述	故障值
81xx	通讯故障	
2210	制动电流异常	母线电流与电机相电流差值
2310	输出过流	过流关断触发电流值
3110	电源过压	过压触发电压值
3120	电源欠压	欠压触发电压值
4210	驱动器过热	过热触发温度值

当驱动器出现致命错误由Operational状态转换为Pre\_Operational状态后，可通过NMT控制模块服务（见 7.5.2 小节）重启通讯清除错误并转换为Operational状态。

### 7.5.7 基本对象字典（OD）

驱动器支持的 CANopen 基本对象字典（Object Dictionary）索引如下：

索引号	子索引	对象作用	类型	默认值	权限	描述																											
0x1000	0	设备类型	U32	0x0L	RO																												
0x1001	0	错误寄存器	U8	0x00	RO	<table><tr><th>Bit</th><th>M/O</th><th>Meaning</th></tr><tr><td>0</td><td>M</td><td>一般性错误</td></tr><tr><td>1</td><td>O</td><td>电流</td></tr><tr><td>2</td><td>O</td><td>电压</td></tr><tr><td>3</td><td>O</td><td>温度</td></tr><tr><td>4</td><td>O</td><td>通行错误</td></tr><tr><td>5</td><td>O</td><td>设备子协议</td></tr><tr><td>6</td><td>O</td><td>保留</td></tr><tr><td>7</td><td>O</td><td>制造商特定错误</td></tr></table>	Bit	M/O	Meaning	0	M	一般性错误	1	O	电流	2	O	电压	3	O	温度	4	O	通行错误	5	O	设备子协议	6	O	保留	7	O	制造商特定错误
Bit	M/O	Meaning																															
0	M	一般性错误																															
1	O	电流																															
2	O	电压																															
3	O	温度																															
4	O	通行错误																															
5	O	设备子协议																															
6	O	保留																															
7	O	制造商特定错误																															
0x1002	0	制造商状态寄存器	U32	0x0L	RO																												
0x1003	错误集					记录设备出现的错误并通过ENCY发送出去的错误																											

	0	错误数量	U8	0x0L	RW	出现错误的总数，写 0 时清除历史数据
	1	最近一次出现的错误记录	U32	0x0L	RO	
	2	最近第二次出现的错误记录	U32	0x0L	RO	
	.....		U32	0x0L	RO	
	8	最近第八次出现的错误记录	U32	0x0L	RO	
0x1005	0	SYNC 的 COB-ID	U32	0x80L	RW	Bit30: 1 设备产生 SYNC, 0 设备不产生 SYNC Bit29: 1 29 位 ID, 0 11 位 ID Bit29-0: 29 位 ID 或 11 位 ID (低 11 位)
0x1006	0	SYNC 通信间隔时间	U32	0x0L	RW	该 32 位数据为间隔时间, 以 uS 为单位。
0x1007	0	同步窗口长度	U32	0x0L	RW	PDO 同步时间窗口, 以 uS 为单位。
0x1008	0	制造商设备名称	VSTR		RO	16 字节字符串
0x1009	0	制造商硬件版本	VSTR	“0.00”	RO	无意义
0x100A	0	制造商软件版本	VSTR		RO	4 字节字符串
0x1010	存储参数					储存参数时可写入“save”到对应的字典中, s 放在低 8 位。
	0	最大子索引号	U8	2	RO	
	1	存储所有参数	U32	0x1L	RW	写入“save”(0x65766173) 储存所有参数 (1000h-9FFFh)
	2	储存通信参数	U32	0x1L	RW	写入“save”(0x65766173) 储存 CANopen 参数 (1000h-2FFFh)
0x1011	恢复默认参数					恢复默认参数可写入“load”到对应的字典中, l 放在低 8 位。 设备在复位或重新上电时才能恢复参数。
	0	最大子索引号	U8	0x02	RO	
	1	恢复所有参数	U32	0x1L	RW	写入“load”(0x64616f6c) 恢复所有参数 (1000h-9FFFh)
	2	恢复通信参数	U32	0x1L	RW	写入“load”(0x64616f6c) 恢复 CANopen 参数 (1000h-2FFFh)
0x1014	0	EMCY 报 文 COB-ID	U32	0x80L	RO	
0x1015	0	EMCY 禁止时间	U16	0x00	RW	
0x1016	消费心跳包时间					
	0	最大子索引号	U32	0x0L	RO	
	1	消费心跳包时间	U32	0x0L	RW	消费心跳包时间格式: Bit31-24 保留 (00); Bit23-16 Node-ID, unsigned8; Bit15-0 heartbeat time (ms), unsigned16
	2	消费心跳包时间	U32	0x0L	RW	
	3	消费心跳包时间	U32	0x0L	RW	
0x1017	0	产生心跳时间 (ms)	U16	0x00	RW	

0x1018	标识对象					
	0	最大子索引号	U8	0x04	RO	
	1	厂家标识	U32	0x0L	RO	
	2	产品代码	U32	0x0L	RO	
	3	修订版本号	U32	0x0L	RO	
	4	序列号	U32	0x0L	RO	
0x1029	0	错误行为	U8	0x00	RO	8 位数据值定义如下： 0, pre-operational (Only if the current state is operational) 1, no state change 2, stopped
0x1200	服务器 SDO 参数					
	0	最大子索引号	U8	0x02	RO	
	1	COB-ID Client->Sever (RX)	U32	0x600L	RO	
0x1400   0x1403	2	COB-ID Sever->Client (TX)	U32	0x580L	RO	
	RPDOx (x=1,2,3,4)通讯参数					
	0	最大子索引号	U8	0x02	RO	
	1	RPDOx 使用的 COB-ID	U32	0x200L 0x300L 0x400L 0x500L	RW	Bit31:1 存在 PDO,0 不存在 PDO Bit30: 1 no RTR allowed on this PDO, 0 RTR allowed on this PDO Bit29: 1 29 位 ID, 0 11 位 ID Bit29-0: 29 位 ID 或 11 位 ID (低 11 位)
0x1600   0x1603	2	传输类型	U8	0xFE	RW	
	RPDOx (x=1,2,3,4)映射参数					
	0	最大子索引号	U8	0x00	RW	范围 0-8
	1	RPDOx 映射	U32	0x0L	RW	Bit31-16: 索引号 Bit15-8: 子索引号 Bit7-0: 对象字节数
	2	RPDOx 映射	U32	0x0L	RW	
	3	RPDOx 映射	U32	0x0L	RW	
	4	RPDOx 映射	U32	0x0L	RW	
	5	RPDOx 映射	U32	0x0L	RW	
	6	RPDOx 映射	U32	0x0L	RW	
	7	RPDOx 映射	U32	0x0L	RW	
	8	RPDOx 映射	U32	0x0L	RW	
0x1800   0x1803	TPDOx (x=1,2,3,4)通讯参数					
	0	最大子索引号	U8	0x05	RO	
	1	TPDOx 使用的 COB-ID	U32	0x180L 0x280L 0x380L 0x480L	RW	Bit31:1 存在 PDO,0 不存在 PDO Bit30: 1 no RTR allowed on this PDO, 0 RTR allowed on this PDO Bit29: 1 29 位 ID, 0 11 位 ID Bit29-0: 29 位 ID 或 11 位 ID (低 11 位)

	2	传输类型	U8	0xFE	RW	
	3	禁止时间（100us）	U16	0x00	RW	
	4	兼容入口（保留）	U8	0x00	RW	
	5	事件时间（ms）	U16	0x00	RW	
0x1A00   0x1A03	TPDOx (x=1,2,3,4)映射参数					
	0	最大子索引号	U8	0x00	RW	范围 0~8
	1	TPDOx 映射	U32	0x0L	RW	Bit31-16: 索引号 Bit15-8: 子索引号 Bit7-0: 对象字节数
	2	TPDOx 映射	U32	0x0L	RW	
	3	TPDOx 映射	U32	0x0L	RW	
	4	TPDOx 映射	U32	0x0L	RW	
	5	TPDOx 映射	U32	0x0L	RW	
	6	TPDOx 映射	U32	0x0L	RW	
	7	TPDOx 映射	U32	0x0L	RW	
	8	TPDOx 映射	U32	0x0L	RW	
0x1F80	0	NMTStartup	U32	0x0L	RW	

注：CANopen 基本对象字典适用于 CANopen 通讯模式

7.6 对象字典定义

7.6.1 电机控制对象字典

索引号	子索引	对象作用	类型	值	权限	描述
0x2000	0	电机控制类型	U8	0x00~0x03, 0x10~0x12	RW/E	0x00: 占空比调速 0x01: 闭环调速 0x02: 力矩控制 0x03: 位置闭环 0x10: 正常停止 0x11: 紧急停止 0x12: 自由停止
0x2001	0	电机控制量	S16 或 S32	占空比: -1000~1000  速度/位置闭环: -最大速度~最大速度  力矩控制: -最大电流~最大电流	RW	占空比调速方式时, 写入数值乘以 0.1%为输出占空比; 闭环调速或位置控制时, 当 0x200A 索引对象数值为 1 时, 写入数值为电机目标转速(RPM); 当 0x200A 索引对象数值为 0 时, 写入数值为电机目标换向频率(Hz), 若 0x0077 寄存器值为 0, 则设写入数值乘以 0.1 为目标换向频率; 力矩控制方式时, 写入数值乘以 0.01 为目标电流(A)。
0x2002	0	位置类型	U8	0,1	RW	0: 绝对位置 1: 相对位置

0x2003	0	目标位置	S32		RW	
0x2004	0	开环调速 PWM 上升缓冲时间	U8	0~255	RW	数值乘以 0.1 为输出占比空由 0 增加到 100.0%所需时间
0x2005	0	开环调速 PWM 下降缓冲时间	U8	0~255	RW	数值乘以 0.1 为输出占比空由 100. 0%减小到 0 所需时间
0x2006	0	闭环调速加速加速度	U16	1~65535	RW	数值乘以 0.1 为换向频率增大速度, 单位为 Hz/s
0x2007	0	闭环调速减速加速度	U16	1~65535	RW	数值乘以 0.1 为换向频率减小速度, 单位为 Hz/s
0x2008	0	最大速度	U16	1~65535	RW	当 0x200A 索引对象数值为 1 时, 写入数值为电机最大转速(RPM); 当 0x200A 索引对象数值为 0 时, 写入数值为电机最大换向频率(Hz), 若 0x0077 寄存器值为 0, 则设写入数值乘以 0.1 为换向频率;
0x200A	0	速度单位	U8	0,1	RW/E	0: Hz 1: RPM 若要设置速度单位为 RPM, 须先通过 0x0073 寄存器配置电机极个数
0x200B	0	加速度单位	U8	0,1	RW/E	0: Hz/s 1: Rad/s <sup>2</sup> 若要设置加速度单位为 Rad/s <sup>2</sup> , 须先通过 0x0073 寄存器配置电机极个数
0x200F	0	重新设定电机转动位置计数值	S32		WO	若写 0 则对当前计数值清零

注: /E 表示可通过 0x1010 索引保存到内部存储器中。

## 7.6.2 实时状态对象字典

索引号	子索引	对象作用	类型	值	权限	备注
0x2100	0	电机相电流	U16		RO	数值乘以 0.01 为电流值, 单位为 A
0x2101	0	输出 PWM	S16	-1000~1000	RO	数值乘以 0.1%为占空比
0x2102	0	电机换向频率	S32		RO	数值乘以 0.1 为换向频率
0x2105	0	电机转动位置计数值	S32		RO	
0x2106	0	电机位置控制完成状态	U8	0,1	RO	0: 未完成 1: 完成
0x2109	0	相对转动位置计数值	S32		RO	
0x210A	0	电机转速	U32		RO	单位 RPM。

0x210B	0	完成位置控制剩余时间	U32		RO	单位为 ms
0x210C	0	母线电流	U16		RO	数值乘以 0.01 为母线电流, 单位为 A
0x210D	0	电源电压	U16		RO	数值乘以 0.1 为电源电压, 单位为 V
0x210E	0	IN1~IN3 电平	U8		RO	每一位代表一路输入的电平
0x210F	0	功率管附近温度	U16		RO	数值乘以 0.1 为温度, 单位为℃
0x2111	0	电机堵转状态	U8	0,1,2	RO	0: 未堵转 1: 正转堵转停止 2: 反转堵转停止
0x2112	0	故障状态	U8	0~10	RO	0: 无错误 1: 尚未学习 2: 堵转停止 3: 霍尔错误 4: 达不到目标速度 5: 保留 6: 过流关断 7: 过热关断 8: 过压关断 9: 欠压关断
0x2113	0	VO 输出状态	U8	0,1	RO	0: 关断 1: 打开 可通过 0x7000 寄存器设置
0x2114	0	SQ1、SQ2 限位接口电平	U8	0x00~0x03	RO	第 0、1 位分别为 SQ1 和 SQ2 电平
0x2115	0	霍尔信号电平	U8	0x00~0x07	RO	第 0、1、2 位分别为 HU、HV、HW 的电平
0x2116	0	拨码开关状态	U8	0x00~0xFF	RO	第 0~7 位依次为拨码开关的第 1~8 位的状态, 0 为 OFF, 1 为 ON
0x2120	0	IN1 输入类型	U8	0,1	RO	0: 模拟量 1: 数字量 可通过 0x7002 寄存器设置
0x2121	读取 INx 脉冲信号输入值					
	0	最大子索引号	U8	3	RO	
	1	IN1 输入 PWM	U16		RO	数值乘以 0.1% 为占空比
	2	IN1 输入频率	U16		RO	单位 Hz
	3	IN1 输入脉冲个数	S32		RO	可通过 0x7004 寄存器写 1 清零
0x2122	读取 INx 模拟信号输入值					
	0	最大子索引号	U8	3	RO	
	1	IN1 电压	U16		RO	单位 mV

	2	IN2 电压	U16		RO	单位 mV
	3	IN3 电压	U16		RO	单位 mV

### 7.6.3 通讯参数对象字典

索引号	子索引	对象作用	类型	值	权限	描述
0x2201	0	CAN 节点 ID	U8	1~127	RW/E	修改后在复位通讯后生效
0x2202	0	CAN 波特率	U8	0~7	RW/E	0: 10kbps    1: 20kbps 2: 50kbps    3: 125kbps 4: 250kbps    5: 500kbps 6: 800kbps    7: 1Mbps 修改后在复位通讯后生效
0x2203	0	SYNC 计数	U16		RW	
0x2004	0	SYNC 时间	U16		RO	

注：/E 表示可通过 0x1010 索引保存到内部存储器中。

## 8. 常见问题和注意事项

### 8.1 常见问题

- 1) 开关（包括限位开关）或按钮接线较长时，并没有操作开关或按钮，驱动器出现误动作，操作开关或按钮响应不灵。

答：这可能是由开关或按钮信号线上的干扰引起的，建议在各信号线上加上几K的上拉电阻到VO，或使用屏蔽电缆。

- 2) 485 通讯方式下主站无法与驱动器通讯或通讯不稳定。

答：请检查主站串口波特率、校验方式、从站地址是否与驱动器配置的一致，485 通讯接线是否正确，485 主站与从站间应是按 A-A、B-B 方式连接的，检测帧格式是否正确。如果主站是 PC 机，可以先使用 modbus 调试工具测试通讯是否正常。

若通讯不稳定，可将主站与从站的信号地相连，如：USB-485 的外壳地与驱动器的 COM 相连。

- 3) 驱动器额定电流参数配置为电机的额定电流，电机带不动负载，但电机不经过驱动器直接接电源上却能带动负载。

答：当电机负载过大过载时，驱动器将作稳流输出，输出电流为配置的工作电流，在限制了电机的最大工作电流的同时这也就限制了电机的最大输出转矩，负载过大则可能导致电机带不动负载。我们可以通过 485 将工作电流参数配置稍大些，以提高驱动器最大输出电流。另外，电机电流达到电机的额定电流却带不动负载，这说明电机功率偏小，如果通过提高驱动器输出电流使电机能够带动超载的负载，电机长时间工作在超载状态，可能会影响电机的寿命，建议换用功率更大的电机。

- 4) 电机堵转时，电机一直震动，启用了堵转停转功能并不会停转。

答：可将额定电流参数配置大些；如果使用 485 配置参数，还可配置工作电流为之前的额定电流值。

- 5) 电机在某些转动角度能够直接启动，而在某些角度不能直接启动，需要外力稍转动一下才能启动。

答：请检查电机电源线是否均连接牢固，驱动器输出保险丝是否有损坏（须将保险丝拆下来测量，不可直接测量保险丝座）。

## 8.2 故障报警处理

当电机控制过程中出现异常后，状态指示灯黄灯单独闪烁，并可通过 0x0033 寄存器读取相关的故障代码。

黄灯单独连续闪烁次数	故障代码	故障描述	处置办法
1	0x01	未学习电机相序	电机空载条件下对电机进行相序学习，若无法学习成功，请参照故障代码 0x03 的处置办法处理后再学习相序。
2	0x03	霍尔信号故障	1) 若电机无法转动并报警，请检查电机霍尔信号接线是否正确、牢固；通过外力转动电机时，检查电机每根霍尔输出信号电压幅值变化是否正常； 2) 若电机转动过程中偶尔报警，请检查电机霍尔信号接线是否牢固；将电机霍尔信号电缆与电机线圈电源电缆分离远一些走线；若电机转速在 10000RPM 以下，可在每一霍尔信号线并联一个 103 的电容到霍尔信号地；若无需位置控制，可将霍尔错误屏蔽时间寄存器（0x0105）值配置大一些。
3	0x04	达不到目标速度	1) 检查给定驱动器的最大换向频率是否超过了电机在满 PWM 情况下能达到的最大换向频率； 2) 检查电机负载是否过大，驱动器输出的相电流是否达到了配置的最大负载电流； 3) 是否最大负载电流配置过小，加速度配置过大。
4	0x02	堵转停止	检查电机负载是否过大，电机被堵转。
5	0x05	保留	
6	0x06	过流关断	1) 检查是否配置的电机额定电流太小，而电机标示的额定电流或额定功率却过大； 2) 检查电机电源线是否接触良好或存在搭线短路； 3) 是否电机在高速转动情况下突然被卡住。
	0x0b	制动电流异常	1) 负载异常或电源电压波动较大； 2) 若驱动器重新上下后立刻出现该故障，且驱动器持续发热，请返厂维修。
7	0x08	过压关断	1) 检查电源空载时的电压是否超出配置的过压关断电压； 2) 检查电机由转动切换为制动的过程中，电源电压是否突然升高超过配置的过压关断电压。
8	0x09	欠压关断	1) 检查电机带负载转动过程中，电源电压是否存在跌落低于配置的欠压关断电压情况，电源功率太小或电源稳压响应慢； 2) 检查电源线是否过长过细，电机带负载转动过程中电源线上产生较大压降。
9	0x07	过热关断	1) 驱动器是否通风良好； 2) 驱动器是否长时间过载或高温环境下工作； 3) 配置的过热关断温度是否太低。

在 CANopen 模式控制过程中若出现故障，可通过以下方法判断故障类型。

指示灯状态		故障描述	处置办法
黄灯	绿灯		
连续闪烁几次后停顿一下，这样重复闪烁	常亮或闪烁	出现厂家定义的故障，见上表	1) 若绿灯常亮，排除故障后，通过电机停止指令或重启通讯清除故障。 2) 若伴绿灯闪烁，排除故障后，通过重启通讯清除故障并恢复运行状态。
0.5Hz 频率同时缓慢闪烁		等待通讯	1) 检查驱动器的CANH/A 和CANL/B 与客户端接口的接线是否正确，并确保CAN 总线上至少并联了一个120Ω 电阻； 2) 检查客户端 CAN 是否正确配置。
2Hz 频率同时较快闪烁		通讯掉线或通过电机停止命令清除故障但未重启通讯	1) 若为通讯成功后掉线，请检查驱动器485/CAN 接口是否连接牢固，通讯线上是否存在较强的干扰； 2) 若驱动器出现故障导致进入预运行状态，并已通过停止命令清除故障，之后出现黄绿灯同时闪烁情况，可通过重启通讯恢复运行状态。

## 注意事项

- 1) 驱动器电源电压应在 9~24V 之间。若电压超压，上电后可能烧毁驱动器。
- 2) 驱动器与**不带隔离**的用户控制器（信号线）相连时，电源请勿**共地**，否则存在安全隐患可能**损坏驱动器或用户控制器**。
- 3) 由于控制信号线很脆弱，在使用过程中，控制信号的**任何信号线都不能与电源或电机接口的接线搭在一起**，否则极可能烧掉驱动器，且难以维修。
- 4) 电源或电机接口的接线**千万不要与电位器、限位或通讯接口搭在一起**，否则可能烧掉驱动器部分器件。电源地或控制信号的地也不要与机壳相连，否则可能造成驱动器工作不稳定。如果有条件，机壳请与大地相连。
- 5) 驱动器**掉电**的时候，**不要直接或间接高速旋转电机**，否则电机产生的电动势可能烧掉驱动器。
- 6) 驱动器应先与电机**连接好后才上电**，否则可能损坏驱动器。
- 7) 电机接口**千万不能短路**，否则可能损坏驱动器。
- 8) 注意驱动器**不要受潮**，**不要让驱动器板上的元件短路**，**不要用手触摸板上元件的引脚和焊盘**。
- 9) 如果驱动器上的**保险丝在使用时烧毁**，请检查线路，正确连接。保险丝烧毁后，不可强行接通电源，继续使用；否则驱动器会严重烧毁、无法维修。
- 10) 在驱动器**发生故障**时，用户应及时与本公司联系，不得私自维修和更换配件。
- 11) 本款驱动器**只能用于驱动感性负载**（如电机），不能用于驱动阻性（如电阻）或容性负载（如电容）。
- 12) **请用户仔细阅读注意事项及保修说明**，这样会为您**减少不必要的麻烦**。
- 13) **请用户仔细阅读此用户手册**，正确使用本款驱动器。

## 9. 保修说明书

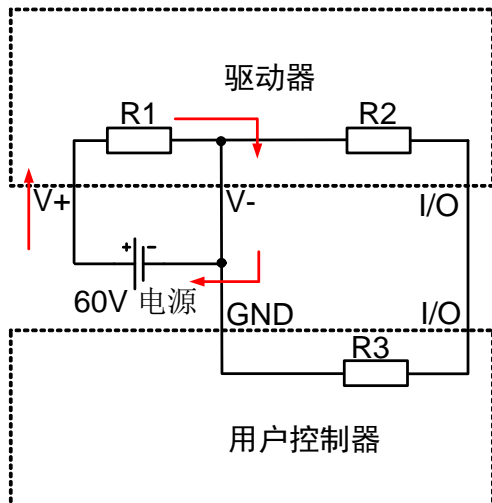
- 1) 请依照用户手册的说明操作、使用。
- 2) 从购买日起, 若因产品本身质量问题, 三个月内包退、包换。在正常使用情况下发生故障时, 带外壳的驱动器可得到 1 年的免费保修。
- 3) 提出保修时, 请务必持收据及保修说明书联系本公司。
- 4) 消耗品(如硅胶片、散热器等)及配件的更换, 不属于本说明书的保修范围内。
- 5) 驱动器发生故障以及用户或售后维修人员在维修和更换配件时, 发生程序的删除或改变造成的损失或利益的损害,(以及第三者提出的无理要求), 本公司不承担任何责任。
- 6) 在保修期内, 下列情况为收费修理:
  - a) 没有出示本公司盖章的收据;
  - b) 购买后, 由于携带、运输或保管不妥所引起的故障;
  - c) 由于使用不当所引起的故障;
  - d) 由于火灾、地震、水灾、雷击、鼠害及其他灾害或被盗所引起的故障或损坏;
  - e) 非正规修理引起的故障和损坏。
- 7) 违反用户手册说明的操作引起的损坏, 私自改装、CPU 损坏、异常电压引起的故障和损坏, 本公司不提供维修服务。
- 8) 若用户把电源或电机的输出接线与控制信号线搭在一起, 造成驱动器的故障或损坏, 本公司不提供维修服务。
- 9) 若用户在保险丝烧毁后, 强行接通电源继续使用驱动器, 以至于驱动器烧毁, 此情况不在保修范围内。
- 10) 不带外壳的驱动器模块(裸板)是以成本价推广的特价驱动器, 不提供保修服务。
- 11) 免费保修期过期以后, 带外壳驱动器可得到 3 年的仅收取成本费用的保修服务。仅收取成本费用的保修期过期后, 按照市场价收取维修费用。
- 12) 本说明书只在中华人民共和国境内有效。
- 13) 本说明书不限制顾客在法律上的权利。

## 10. 附录

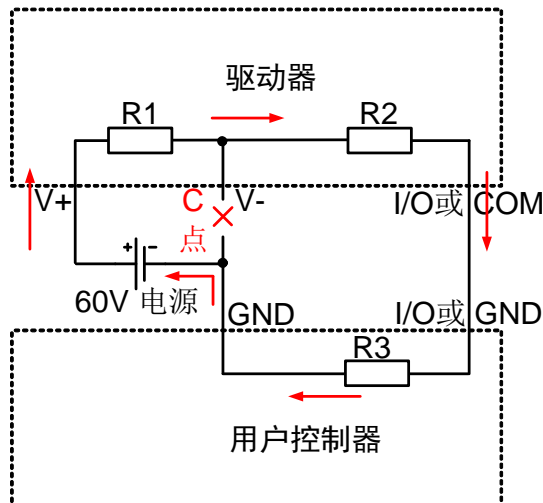
### 10.1 驱动器与用户控制器共地的危害及解决办法

在工控系统设计中,不少工程师曾遇到控制器电源与设备电源共地而导致不可预料的故障发生的情况,而故障发生后,往往很难以找出导致故障的确切原因。我们就驱动器与用户控制器共地造成损坏最典型的原因进行解析。

最典型的原因是用户控制器内部无隔离,而驱动器或用户控制器电源地线松脱;或带电接线时,其它部分接好了,电源正极接上,负极还未接时等情况都会导致驱动器地线未接触上的情况。例如,驱动器和控制器接线正常时,电源电流本应该由驱动器电源接口正极流入,再由驱动器电源接口负极流出流回到电源负极。而当驱动器电源地线未接上,而电源正极及其它信号端口都接上时,电源电流将由驱动器电源正极流入,由驱动器信号接口流出,再由用户控制器信号接口流入,最后由用户控制器电源地线流出,最终回到电源负极,这样电源的电流流经驱动器和用户控制器的信号接口,这将可能导致驱动器或用户控制器内部与信号接口相连的电路损坏。下图以驱动器地线松脱为例说明其过压原理。



图一：正常情况



图二：地线脱落

驱动器电源正极与负极间、驱动器电源负极与信号接口间、以及用户控制器负极与信号接口间,它们的内部电路各等效于一个电阻  $R$ 。正常连接时,电源电流由电源正极流向驱动器  $V+$ ,经过驱动器内部电路(等效于  $R1$ )再由  $V-$ 流出回到电源负极,电流流向如图一所示。

当驱动器电源负极脱落时,即如图  $C$  点断开,电源电流由电源正极流向驱动器  $V+$ ,经过驱动器内部电路(等效于  $R1$  与  $R2$ )通过驱动器的信号接口( $IO$  或  $COM$ )流出,然后通过用户控制器的信号接口  $IO$  或  $GND$  经过用户控制器的内部电路(等效于  $R3$ )由控制器的电源负极  $GND$  流出回到电源的负极,此时电源电流流向如图二所示。这样可能导致驱动器或用户控制器内部与信号接口相连的电路损坏。

#### 解决办法:

一、如果用户控制器自带电源隔离或信号隔离,不用考虑共地问题,多数  $PLC$  自带隔离。

二、如果用户控制器与驱动器的信号接口仅通过  $485/CAN$  连接,可选用具有  $485/CAN$

隔离功能的驱动器而不用考虑电源共地问题。

三、驱动器与用户控制器使用不同的电源，并且请将二者的电源地隔离。

四、如果用户控制器一定要与驱动器使用同一电源，那么可使用隔离 DC-DC 接到电源上给用户控制器供电，或用户控制器输出给驱动器的信号通过隔离器件（如：继电器、光耦、磁隔离）进行隔离。

五、用户控制器如果由 5V 电源驱动且驱动器 5V 输出的电流大小满足使用要求，可从驱动器 5V 输出取电，且用户控制器的输出信号只能与被取电的这一驱动器相连，不能与其它驱动器相连。当然，驱动器 5V 输出也可为光耦供电。

## 10.2 使用Windows自带的计算器进行十进制 – 十六进制转换

1.使用 Windows XP 自带计算器进行十进制到十六进制的转换步骤如下：

17) 打开系统自带的计算器工具，如图 10.1 所示。



图 10.1 Windows XP 自带的计算器

18) 选择“查看” – “科学型”菜单项，计算器界面将切换为如图 10.2 所示。



图 10.2 计算器界面切换科学型后的界面

19) 点击“十进制”单选按钮，输入要转换为十六进制的十进制数，我们以-100 为例进行说明，通过右边数字按钮首先输入 100，然后按“+/-”按钮输入负号，如图 10.3 所示。



图 10.3 在计算器里输入“-100”

- 20) 然后点击左边“十六进制”单选按钮，此时，我们先前输入的十进制数-100 被转换为 \_\_int64 类型的整数以十六进制进行显示。如果我们要以long型、short型或char型整数的十六进制进行显示，可分别按右边的“双字”、“单字”和“字节”单选按钮进行显示，显示结果如图 10.4 所示。



图 10.4 “-100”转换为 short 型并以十六进制显示

2.使用 Windows 7 自带计算器进行十进制到十六进制的转换步骤如下：

- 21) 打开系统自带的计算器工具，如图 10.5 所示。



图 10.5 Windows 7 自带的计算器

- 22) 选择“查看”-“程序员”菜单项，计算器界面将切换为如图 10.6 所示。



图 10.6 计算器界面切换科学型后的界面

- 23) 点击“十进制”单选按钮，输入要转换为十六进制的十进制数，我们以-100 为例进行说明，通过右边数字按钮首先输入 100，然后按“±”按钮输入负号，如图 10.7 所示。



图 10.7 在计算器里输入“-100”

- 24) 然后点击左边“十六进制”单选按钮，此时，我们先前输入的十进制数-100 被转换为\_\_int64 类型的整数以十六进制进行显示。如果我们要以long型、short型或char型整数的十六进制进行显示，可分别按左下方的“双字”、“字”和“字节”单选按钮进行显示。如图 10.8 所示。



图 10.8 “-100”转换为 short 型并以十六进制显示

## 10.3 CRC16 的计算

C语言CRC生成函数如 程序 10.1 所示。所有的可能的CRC 值都被预装在两个数组中，当计算报文内容时可以简单的索引即可。一个数组含有 16 位CRC 域的所有 256 个可能的高位字节，另一个数组含有地位字节的值。这种索引访问CRC 的方式提供了比对报文缓冲区的每个新字符都计算新的CRC 更快的方法。

注意：此函数内部执行高/低 CRC 字节的交换。此函数返回的是已经经过交换的 CRC 值。也就是说，从该函数返回的 CRC 值可以直接放置于报文用于发送。

函数使用两个参数：

unsigned char \*puchMsg; 指向含有用于生成 CRC 的二进制数据报文缓冲区的指针。

unsigned short usDataLen; 报文缓冲区的字节数。

注：以下 CRC16 生成函数程序摘自 <MODBUS over Serial Line Specification and Implementation Guide V1.02>。

程序 10.1 CRC16 生成函数程序清单

```
/* 高位字节的 CRC 值*/
static unsigned char auchCRCHI[] = {
    0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81,
    0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0,
    0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01,
    0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
    0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81,
    0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0,
    0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01,
    0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40,
    0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81,
    0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0,
    0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01,
    0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81,
    0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0,
    0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01,
    0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41,
    0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81,
    0x40
};

/* 低位字节的 CRC 值*/
static char auchCRCLo[] = {
    0x00, 0xC0, 0xC1, 0x01, 0xC3, 0x03, 0x02, 0xC2, 0xC6, 0x06, 0x07, 0xC7, 0x05, 0xC5, 0xC4,
    0x04, 0xCC, 0x0C, 0x0D, 0xCD, 0x0F, 0xCF, 0xCE, 0x0E, 0x0A, 0xCA, 0xCB, 0x0B, 0xC9, 0x09,
    0x08, 0xC8, 0xD8, 0x18, 0x19, 0xD9, 0x1B, 0xDB, 0xDA, 0x1A, 0x1E, 0xDE, 0xDF, 0x1F, 0xDD,
    0x1D, 0x1C, 0xDC, 0x14, 0xD4, 0xD5, 0x15, 0xD7, 0x17, 0x16, 0xD6, 0xD2, 0x12, 0x13, 0xD3,
    0x11, 0xD1, 0xD0, 0x10, 0xF0, 0x30, 0x31, 0xF1, 0x33, 0xF3, 0xF2, 0x32, 0x36, 0xF6, 0xF7,
    0x37, 0xF5, 0x35, 0x34, 0xF4, 0x3C, 0xFC, 0xFD, 0x3D, 0xFF, 0x3F, 0x3E, 0xFE, 0xFA, 0x3A,
```

```

0x3B, 0xFB, 0x39, 0xF9, 0xF8, 0x38, 0x28, 0xE8, 0xE9, 0x29, 0xEB, 0x2B, 0x2A, 0xEA, 0xEE,
0x2E, 0x2F, 0xEF, 0x2D, 0xED, 0xEC, 0x2C, 0xE4, 0x24, 0x25, 0xE5, 0x27, 0xE7, 0xE6, 0x26,
0x22, 0xE2, 0xE3, 0x23, 0xE1, 0x21, 0x20, 0xE0, 0xA0, 0x60, 0x61, 0xA1, 0x63, 0xA3, 0xA2,
0x62, 0x66, 0xA6, 0xA7, 0x67, 0xA5, 0x65, 0x64, 0xA4, 0x6C, 0xAC, 0xAD, 0x6D, 0xAF, 0x6F,
0x6E, 0xAE, 0xAA, 0x6A, 0x6B, 0xAB, 0x69, 0xA9, 0xA8, 0x68, 0x78, 0xB8, 0xB9, 0x79, 0xBB,
0x7B, 0x7A, 0xBA, 0xBE, 0x7E, 0x7F, 0xBF, 0x7D, 0xBD, 0xBC, 0x7C, 0xB4, 0x74, 0x75, 0xB5,
0x77, 0xB7, 0xB6, 0x76, 0x72, 0xB2, 0xB3, 0x73, 0xB1, 0x71, 0x70, 0xB0, 0x50, 0x90, 0x91,
0x51, 0x93, 0x53, 0x52, 0x92, 0x96, 0x56, 0x57, 0x97, 0x55, 0x95, 0x94, 0x54, 0x9C, 0x5C,
0x5D, 0x9D, 0x5F, 0x9F, 0x9E, 0x5E, 0x5A, 0x9A, 0x9B, 0x5B, 0x99, 0x59, 0x58, 0x98, 0x88,
0x48, 0x49, 0x89, 0x4B, 0x8B, 0x8A, 0x4A, 0x4E, 0x8E, 0x8F, 0x4F, 0x8D, 0x4D, 0x4C, 0x8C,
0x44, 0x84, 0x85, 0x45, 0x87, 0x47, 0x46, 0x86, 0x82, 0x42, 0x43, 0x83, 0x41, 0x81, 0x80,
0x40
};

unsigned short CRC16(puchMsg, usDataLen)    /* 函数以 unsigned short 类型返回 CRC */
unsigned char *puchMsg,                    /* 用于计算 CRC 的报文*/
unsigned short usDataLen                    /* 报文中的字节数*/
{
    unsigned char uchCRCHi = 0xFF;          /* CRC 的高字节初始化*/
    unsigned char uchCRCLo = 0xFF;          /* CRC 的低字节初始化*/
    unsigned uIndex ;                       /* CRC 查询表索引*/

    while (usDataLen--)                     /* 完成整个报文缓冲区*/
    {
        uIndex = uchCRCLo ^ *puchMsg++;    /* 计算 CRC */
        uchCRCLo = uchCRCHi ^ auchCRCHi[uIndex];
        uchCRCHi = auchCRCLo[uIndex];
    }
    return (uchCRCHi << 8 | uchCRCLo);
}

```

## 11. 免责声明

本文档提供相关产品的使用说明。本文档并未授予任何知识产权的许可，并未以明示或暗示，或以禁止发言或其它方式授予任何知识产权许可。并且，本产品的销售和 / 或使用我们不作任何明示或暗示的担保，包括对产品的特定用途适用性、适销性或对任何专利权、版权或其它知识产权的侵权责任等，均不作担保。AQMD2408BLS-MF电机驱动器为商业级产品，本产品并非设计用于医疗、救生或维生等用途。我们可能随时对产品规格及产品描述做出修改，恕不另行通知。

Copyright © 2024, AIKONG electronics. [www.akelc.com](http://www.akelc.com), 保留所有权利。

电话：028—83508619

传真：028—62316539

地址：成都市成华区羊子山路68号东立国际广场4-1-1727号 成都爱控电子科技有限公司