

AQMD6010BLS-Ax/Bx

9V-60V 10A 高性能直流有感无刷电机驱动器/控制器

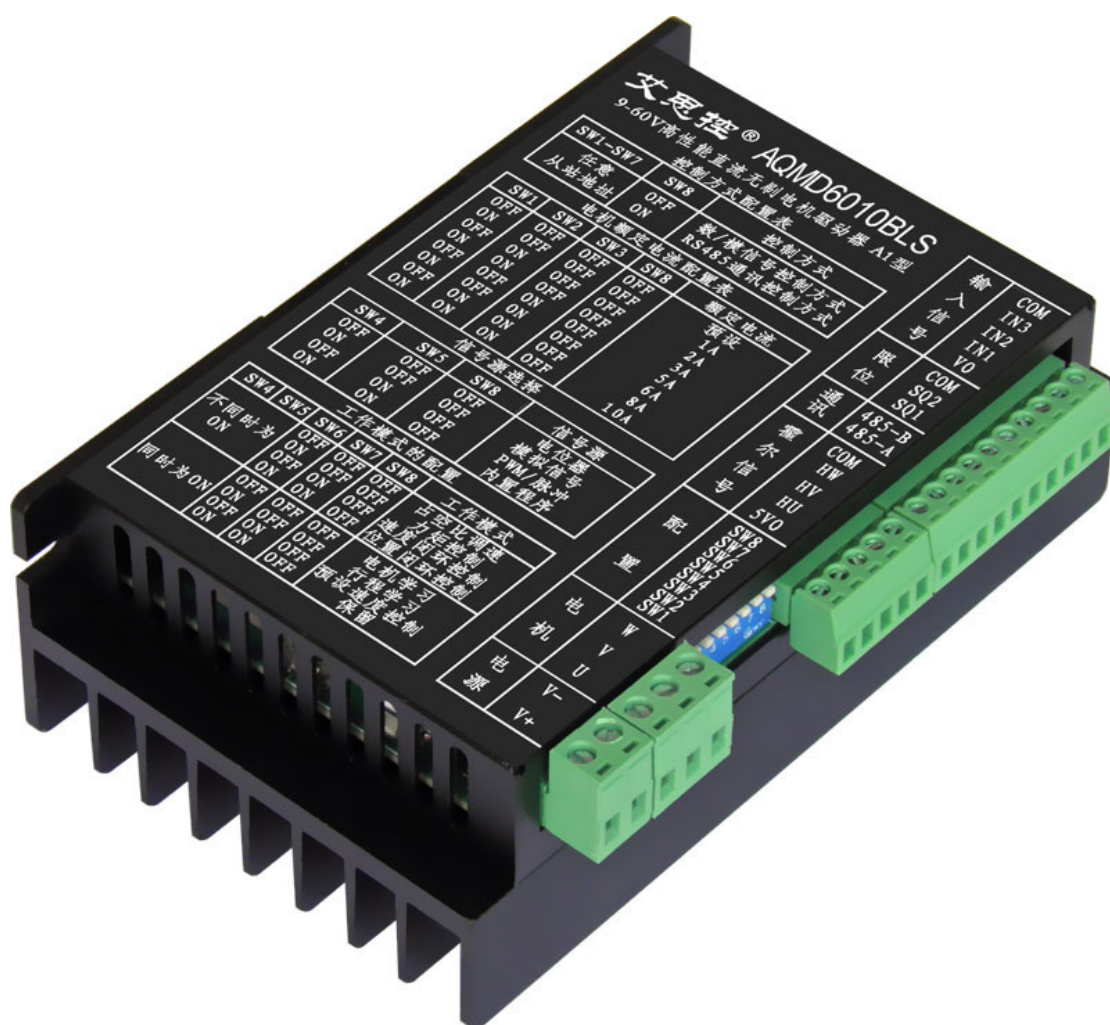
UM15032701

V0.91

Date: 2020/6/2

用户手册

类别	内容
关键词	直流无刷电机、调速、稳速、位置控制、RS485
摘要	AQMD6010BLS-Ax/Bx 用户手册



修订历史

版本	日期	原因
V0.90	2019/11/19	创建文档
V0.91	2020/6/2	增加 PCB 尺寸图，修正部分用法下寄存器地址及配置范围描述错误

目 录

1. AQMD6010BLS-Ax/Bx直流有感无刷电机驱动器功能特点.....	7
1.1 产品子系列.....	7
1.2 尺寸定义.....	8
1.3 技术参数.....	9
1.4 原理概述.....	11
1.4.1 电机加减速控制.....	11
1.4.2 电机制动（刹车）控制.....	12
1.4.3 电机换向控制.....	12
1.4.4 电机稳速控制.....	12
1.4.5 电机位置控制.....	12
1.4.6 电机转矩控制.....	12
1.4.7 电机过载和堵转保护.....	12
1.4.8 内部干扰抑制.....	12
1.4.9 外部干扰抑制.....	12
2. 接口定义.....	13
2.1 系统配置拨码开关.....	13
2.1.1 数字/模拟信号控制方式下拨码开关各位功能定义.....	14
2.1.2 数字/模拟信号控制方式下电机额定电流配置.....	14
2.1.3 数字/模拟信号控制方式下信号源的选择.....	14
2.1.4 数字/模拟信号控制方式下工作模式的配置.....	15
2.1.5 485 通讯控制方式下拨码开关的配置.....	16
2.2 电源接口.....	16
2.3 电机接口.....	17
2.4 霍尔信号接口.....	17
2.5 通讯接口.....	17
2.6 限位接口.....	18
2.7 输入信号接口.....	20
2.8 状态指示灯.....	23
2.9 驱动器内部结构.....	24
3. 使用方法.....	25
3.1 数字/模拟信号控制方式下的用法.....	25
3.1.1 基本操作步骤.....	25

3.1.2 电机学习	26
3.1.3 电位器的用法	27
3.1.4 模拟信号的用法	27
3.1.5 PWM/频率/脉冲信号的用法	28
3.1.6 行程学习	28
3.1.7 预设速度控制	29
3.2 485 通讯控制方式下的使用方法	29
3.3 各种调速方式的特点	31
3.3.1 占空比调速	31
3.3.2 力矩控制	32
3.3.3 速度闭环控制	32
3.3.4 位置闭环控制	32
4. 各种控制方式的接法和配置	33
4.1 电位器调速的接法和配置	33
4.1.1 单电位器调速	33
4.1.2 单电位器位置控制（电平触发）	35
4.1.3 单电位器位置控制（边沿触发）	38
4.1.4 双电位器独立调速	40
4.1.5 双电位器独立位置控制	42
4.1.6 双电位器协同调速	45
4.1.7 双电位器协同位置控制	47
4.2 模拟信号调速的接法和配置	49
4.2.1 单端模拟信号调速（电平触发）	49
4.2.2 单端模拟信号调速（边沿触发）	51
4.2.3 单端模拟信号位置控制（电平触发）	53
4.2.4 单端模拟信号位置控制（边沿触发）	56
4.2.5 差分模拟信号调速	58
4.2.6 差分模拟信号位置控制	61
4.2.7 双单端模拟信号协同调速	63
4.2.8 双单端模拟信号协同位置控制	65
4.2.9 双单端模拟信号独立调速	68
4.2.10 双单端模拟信号独立位置控制	71
4.3 PWM/频率/脉冲信号调速的接法和配置	73
4.3.1 PWM信号调速（电平触发）	73
4.3.2 PWM信号调速（边沿触发）	75

4.3.3 PWM信号位置控制	77
4.3.4 频率信号调速（电平触发）	79
4.3.5 频率信号调速（边沿触发）	81
4.3.6 频率信号位置控制	83
4.3.7 脉冲信号调速（电平触发）	86
4.3.8 脉冲信号调速（边沿触发）	88
4.3.9 脉冲信号位置控制	90
4.4 预设速度控制的接法和配置	92
4.4.1 预设速度双键控制	92
4.4.2 预设速度单键控制	95
4.5 485 通讯的接法和配置	100
4.5.1 485 通讯控制	100
4.5.2 485 多站点通讯控制	104
5. 典型综合接法	105
5.1 电位器调速方式的典型接法	105
5.1.1 单电位器调速方式	105
5.1.2 双电位器调速方式	106
5.2 单片机控制方式典型接法	108
5.2.1 单片机PWM信号调速方式	108
5.2.2 单片机脉冲信号位置控制	109
5.3 PLC控制方式典型接法	111
5.3.1 PLC模拟信号调速	111
5.3.2 PLC脉冲信号位置控制	112
5.4 485 多站点通讯控制	114
6. 通讯协议	115
6.1 通讯参数	115
6.2 MODBUS-RTU帧格式	115
6.2.1 0x03 读保持寄存器	115
6.2.2 0x06 写单个寄存器	116
6.2.3 0x10 写多个寄存器值	116
6.2.4 错误异常码	117
6.3 寄存器定义	117
6.3.1 设备描述信息寄存器	117
6.3.2 实时状态寄存器	118
6.3.3 速度控制寄存器	119

6.3.4 电机控制参数配置寄存器	120
6.3.5 系统参数配置寄存器	121
6.3.6 往复位置控制参数	123
6.3.7 预设速度寄存器	124
6.3.8 闭环控制PID参数配置寄存器	124
6.3.9 电机学习寄存器	125
6.3.10 安全保护寄存器	125
6.3.11 配置参数存储寄存器	126
6.3.12 程序操作寄存器	127
6.3.13 IO配置寄存器	127
6.3.14 外设操作相关寄存器	127
7. 常见问题和注意事项	131
7.1 常见问题	131
7.2 故障报警处理	131
7.3 注意事项	132
8. 保修说明书	134
9. 附录	135
9.1 驱动器与用户控制器共地的危害及解决办法	135
9.2 使用Windows自带的计算器进行十进制 – 十六进制转换	136
9.3 CRC16 的计算	139
10. 免责声明	141

1. AQMD6010BLS-Ax/Bx直流有感无刷电机驱动器功能特点

- 支持电压 9V~60V；额定输出电流 10A，最大输出电流 20A
- 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 多种输入信号
- 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 0~3.3/5/10V 等电压范围，逻辑电平可支持 0/3.3/5/12/24V 等电压；支持模拟信号线性度调整与逻辑电平阈值配置
- 支持 RS485 多机通讯，支持 MODBUS-RTU 通讯协议，方便多种控制器（如 PLC）通讯控制，支持通讯中断停机保护
- 485 通讯隔离（-Ax 款）/485 共模电压保护（-Bx 款）
- 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
- 内置大功率刹车电阻可提供 6A 持续刹车电流
- 支持电机相序学习、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
- 18kHz 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%
- 全部接口 ESD 防护，可适应复杂的现场环境
- 使用 ARM Cortex-M3@72MHz 处理器

适用范围

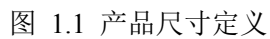
- 科研、生产、现场控制

1.1 产品子系列

子系列名称	型号	特色
标准款	AQMD6010BLS-A1	485 隔离
经济款	AQMD6010BLS-A2	485 隔离、低成本
基础款	AQMD6010BLS-B2	485 保护、低成本

注：经济款须定制。

1. 产品尺寸



2. PCB 尺寸



www.akelec.com

1.3 技术参数

表 1.1 AQMD6010BLS-Ax/Bx 电机驱动器技术参数

项目	参数	备注
电源输入电压	DC 9V~60V	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，原因分析见 9.1 节（有负载时电压勿超过 60V，无负载时电压勿超过 66V，否则可能损坏且难以维修）
最大输出电流	20A （倍流输出） 12A （非倍流输出）	电机输出接口请勿短路，否则可能烧掉保险丝
额定输出电流	10A	
最大软制动电流	6A	
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	0~100000RPM	实测最高可达 140000RPM，若增大霍尔接口滤波电容则会降低支持的转速
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~12A	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~12A， 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	0~30A	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	8~70V	
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	66V	
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	

9V~60V 10A 高性能直流有感无刷电机驱动器/控制器

单端模拟信号输入电压范围	0 ~ 10V	电压范围可配置，如也可配置为 0~3.3V、0~5V、1~4.2V 等
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 ~ 24V	高低电平阈值可配置，可支持 LvTTL、TTL、HvTTL、PLC 等电平
PWM/脉冲输入接口支持电压	0V ~ 24V	当配置的逻辑电平电压不超过 5V 时， $V_{IH} \geq 2.15V$, $0 \leq V_{IL} \leq 1.15V$ ； 当配置的逻辑电平电压超过 5V 时， $V_{IH} \geq 6.5V$, $0 \leq V_{IL} \leq 3.5V$
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	
5V 电源最大输出电流	200mA	
输出 PWM 频率	18kHz	
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/电机极个数*20
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 10A 时，响应时间约 0.1s	测试条件: 使用 48V500W 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 10A 时，响应时间约 0.3s	测试条件: 使用 48V500W 电机空载，在 PWM 为 100%状态刹车并由 0 调节到-100%所需时间

9V~60V 10A 高性能直流有感无刷电机驱动器/控制器

闭环调速方式启动响应时间	额定电流和最大负载电流 10A 时，响应时间约 0.3s	测试条件: 使用 48V500W 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 10A 时，响应时间约 0.5s	测试条件: 使用 48V500W 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 48V500W 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	
信号端口耐压	IN1、IN2、IN3、SQ1、SQ2 耐压为 0~+25V； HU、HV、HW 耐压-4.9V~+8.2V； VO 耐压为 0~+3.6V； 5V0、COM 耐压±30V； 485-A、485-B 耐压 0~+5.5V；	驱动器与不带隔离的用户控制器连接时电源勿共地（仅有 485 连接除外），原因分析见 9.1 节
ESD 防护	机壳和全部接口 8KV 接触放电均无器件损坏 设备能够稳定工作的各接口最高接触放电等级： 机壳：8KV 以上 电源、电机接口：4KV 控制信号接口：2KV 高于以上放电等级，设备可能重启	
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

1.4 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。

1.4.1 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。

1.4.2 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。

1.4.3 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。

1.4.4 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。

1.4.5 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，使用刹车电阻进行减速。通过电机线圈以一定电流通电锁定电机转动位置。

1.4.6 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。

1.4.7 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。

1.4.8 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。

1.4.9 外部干扰抑制

使用 ESD 防护器件和静电泄放电路来对全部接口进行 ESD 防护，以抵抗外部干扰从而使内部电路稳定工作和保护内部器件不被加在接口上的瞬态高压静电击坏。

2. 接口定义

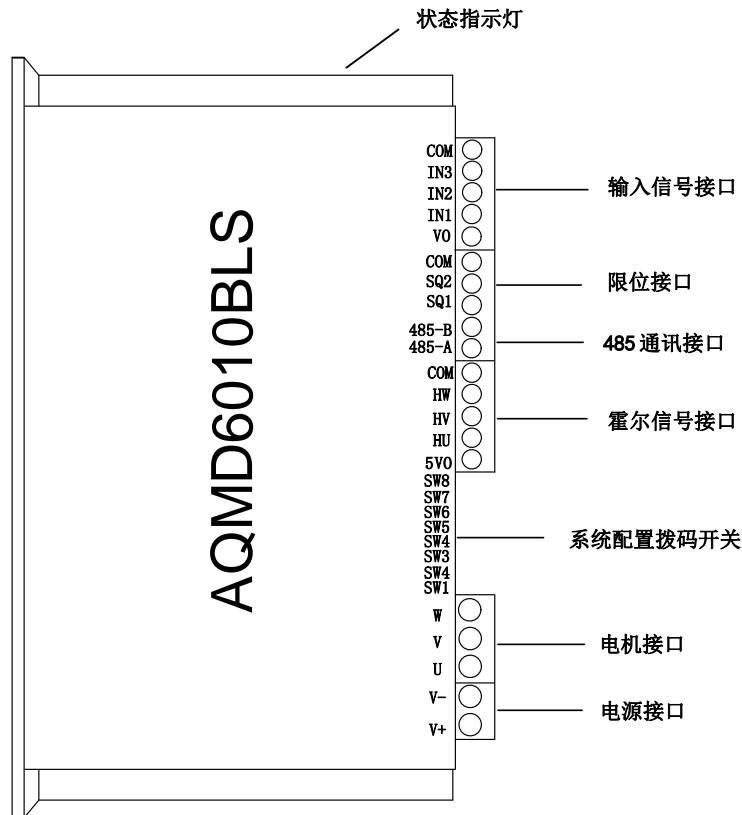


图 2.1 AQMD6010BLS-Ax/Bx 电机驱动器接口定义

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 系统配置拨码开关

在使用本驱动器前首先要对电机额定电流、信号源选择和工作模式等进行配置。通过拨码开关可以配置电机在数字/模拟信号控制方式下电机的额定电流、信号源和工作模式，以及 485 通讯控制方式下的从站地址。

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。

通过对工作模式的配置，可配置电机的不同调速方式或进行电机相序、时序学习。对于刚接上的电机，需要先对电机进行相序学习才能使用；通过选择不同的调速方式可满足用户不同的应用需求；通过学习电机行程，用户可以使用电位器、模拟信号、PWM 或频率信号来调节电机在固定行程内的转动位置。

9V-60V 10A 高性能直流有感无刷电机驱动器/控制器

系统配置拨码开关如图 2.2 所示。开关拨到下方为ON，上方为OFF。从左至右依次是第 1-8 位。

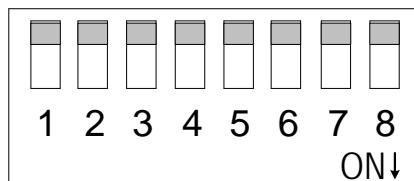


图 2.2 系统配置拨码开关

其中第 8 位为控制方式选择位。当第 8 位为 OFF 时，为电位器/模拟信号控制方式；当第 8 位为 ON 时，为 RS-485 通讯控制方式。

注意：在使用拨码开关配置参数时，请断掉驱动器电源再进行配置，配置好后再上电。

2.1.1 数字/模拟信号控制方式下拨码开关各位功能定义

数字/模拟信号控制方式下拨码开关各位功能定义如表 2.1 所示。

表 2.1 数字/模拟信号控制方式下拨码开关各位功能定义

第 1-3 位	第 4-5 位	第 6-7 位	第 8 位
电机额定电流配置	信号源的选择	工作模式的配置	控制方式位，数字/模拟信号方式请拨到 OFF

2.1.2 数字/模拟信号控制方式下电机额定电流配置

数字/模拟信号控制方式下电机额定电流配置表如表 2.2 所示。

表 2.2 数字/模拟信号控制方式下电机额定电流配置表

第 1 位	第 2 位	第 3 位	第 8 位	电机额定电流值
OFF	OFF	OFF	OFF	使用 485 配置的额定电流，默认 8.4A
ON	OFF	OFF	OFF	1A
OFF	ON	OFF	OFF	2A
ON	ON	OFF	OFF	3A
OFF	OFF	ON	OFF	5A
ON	OFF	ON	OFF	6A
OFF	ON	ON	OFF	8A
ON	ON	ON	OFF	10A

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

表 2.3 数字/模拟信号控制方式下信号源选择表

第 4 位	第 5 位	第 8 位	信号源
OFF	OFF	OFF	电位器
ON	OFF	OFF	模拟信号

9V-60V 10A 高性能直流有感无刷电机驱动器/控制器

OFF	ON	OFF	PWM/频率/脉冲
ON	ON	OFF	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 3.1.3 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 3.1.4 小节。

当信号源为PWM/频率/脉冲时，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 3.1.5 小节。

当信号源为内置程序时，工作模式可配置为电机学习、行程学习和预设速度控制方式。详见 2.1.4 小节。

2.1.4 数字/模拟信号控制方式下工作模式的配置

数字/模拟信号控制方式下工作模式配置表如 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

第 4 位	第 5 位	第 6 位	第 7 位	工作模式
不同时为 ON		OFF	OFF	占空比调速
		ON	OFF	力矩控制
		OFF	ON	速度闭环控制
		ON	ON	位置闭环控制
同时为 ON		OFF	OFF	电机学习
		ON	OFF	行程学习
		OFF	ON	预设速度控制
		ON	ON	保留

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。

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

9V-60V 10A 高性能直流有感无刷电机驱动器/控制器

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，工作模式可配置为电机学习、行程学习和预设速度控制方式。

电机学习用于对电机相序进行学习，初次连接上电机使用前应进行电机学习，电机学习的操作步骤见 3.1.2 小节。

行程学习用于对电机在固定行程内运动的总行程脉冲数进行学习，便于对电机在固定行程内往复运动进行加速度控制，行程学习的操作步骤见 3.1.6 小节。

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 3.1.7 小节。

2.1.5 485 通讯控制方式下拨码开关的配置

485 通讯控制方式下拨码开关各位功能定义如 表 2.5 所示。

表 2.5 串口通讯控制方式下拨码开关各位功能定义

第 1-7 位	第 8 位
从站地址	控制方式位，485 通讯控制方式请拨到 ON

设备从站地址译码表如 表 2.6 所示（即二进制方式）。

表 2.6 拨码开关 1-7 位对应的从站地址译码表

第 1 位	第 2 位	第 3 位	第 4 位	第 5 位	第 6 位	第 7 位	译码值
OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	0x01
ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	0x02
OFF	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	0x03
ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	0x04
OFF	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	0x05
ON	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	0x06
OFF	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	0x07
.....						
ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	0x80

注：在电位器/模拟信号控制方式下设备从站地址为 0x01，485 通讯波特率为 9600bps，校验方式偶校验，停止位为 1 位。

2.2 电源接口

电源接口的信号定义如 图 2.3 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-60V。

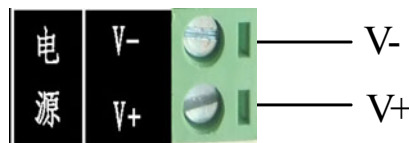


图 2.3 电源接口信号定义

2.3 电机接口

电机接口的定义如图 2.4 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）。

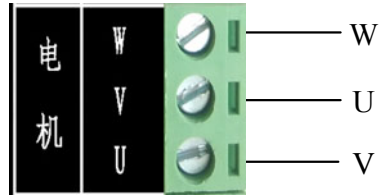


图 2.4 电机接口信号定义

2.4 霍尔信号接口

霍尔信号接口定义如图 2.5 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）。

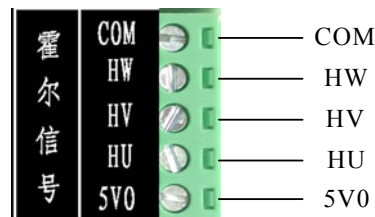


图 2.5 霍尔信号接口定义

2.5 通讯接口

通讯接口支持RS485 通讯，信号定义如图 2.6 所示。A、B为分别为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。

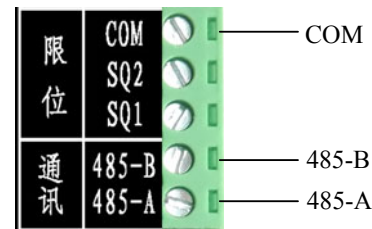


图 2.6 485 通讯接口信号定义

本驱动器支持多站点通讯，即多台驱动器的 485 通讯线按 A-A、B-B 的方式并联后与一台 485 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 主站的信号地相连。主站可为 PLC、单片机或 PC 机等，485 主站通过每台驱动器设定的不同的地址位标识来对每台驱动器独立操作。

9V-60V 10A 高性能直流有感无刷电机驱动器/控制器

RS485 多站点通讯示意图如图 2.7 所示。所有驱动器的 485 的信号线A、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 2.1.5 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。

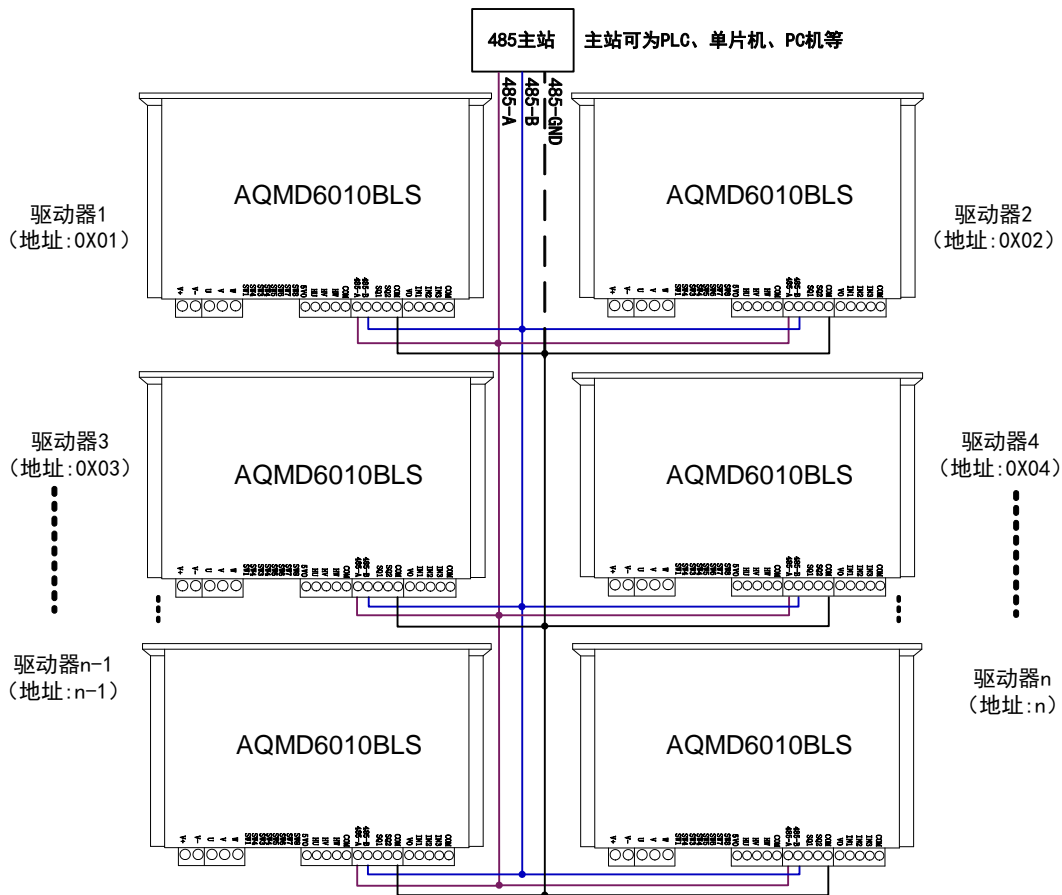


图 2.7 RS485 多站点通讯接线示意图

2.6 限位接口

限位接口信号定义如图 2.8 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 2.9 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，电源负极接 COM。如果使用超过 5V 的接近开关作限位开关，则需要外接电源对接近开关供电。

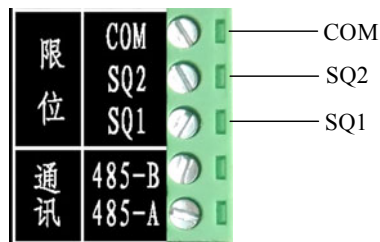


图 2.8 限位接口信号定义

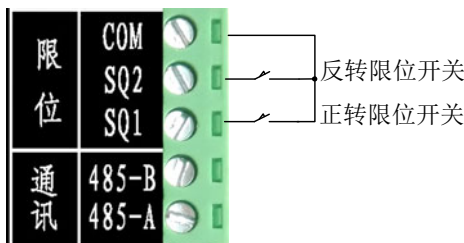


图 2.9 限位开关的接法

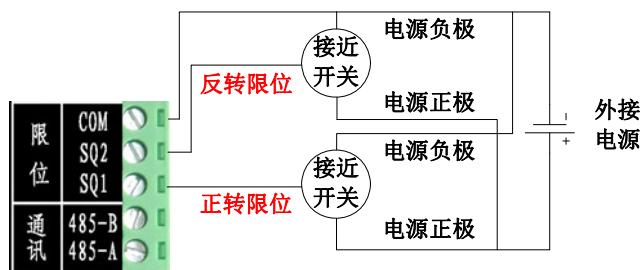


图 2.10 接近开关作限位开关的接法

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 0 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 2.7 所示。

表 2.7 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 2.11 所示，各信号端口的作用如表 2.8 所示。

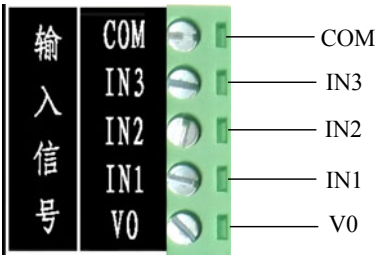


图 2.11 电位器/模拟信号接口信号定义

表 2.8 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 设定中点位置	紧急停止	电位器电源地
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 （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	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

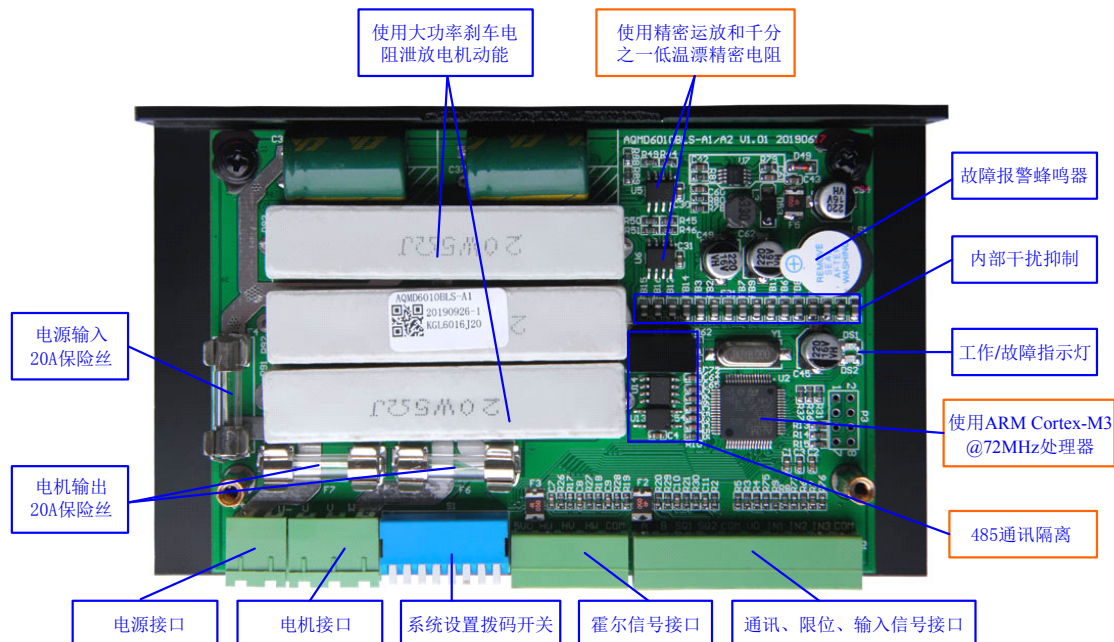
频率信号力矩控制 频率信号闭环调速 (电平触发)					
频率信号占空比调速 频率信号力矩控制 频率信号闭环调速 (边沿触发)	故障信号输出	接频率信号控制电机速度	控制电机正转	控制电机反转	信号地
频率信号位置控制	完成信号输出	接频率信号控制电机转动位置	信号锁存	紧急停止	信号地
脉冲信号占空比调速 脉冲信号力矩控制 脉冲信号闭环调速 (电平触发)	故障信号输出	接脉冲信号控制电机速度增量	控制速度增量方向	紧急停止	信号地
脉冲信号占空比调速 脉冲信号力矩控制 脉冲信号闭环调速 (边沿触发)	故障信号输出	接脉冲信号控制电机速度增量	控制电机增量方向为正向	控制电机增量方向为反向	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

当驱动器绿色指示灯以 0.5Hz 的频率缓慢闪烁时，表示驱动器正处于正常运行状态；当绿色指示灯以 2Hz 的频率较快闪烁时，表示驱动器正处于通讯状态；当红色指示灯单独闪烁时，表示驱动器处于故障状态。

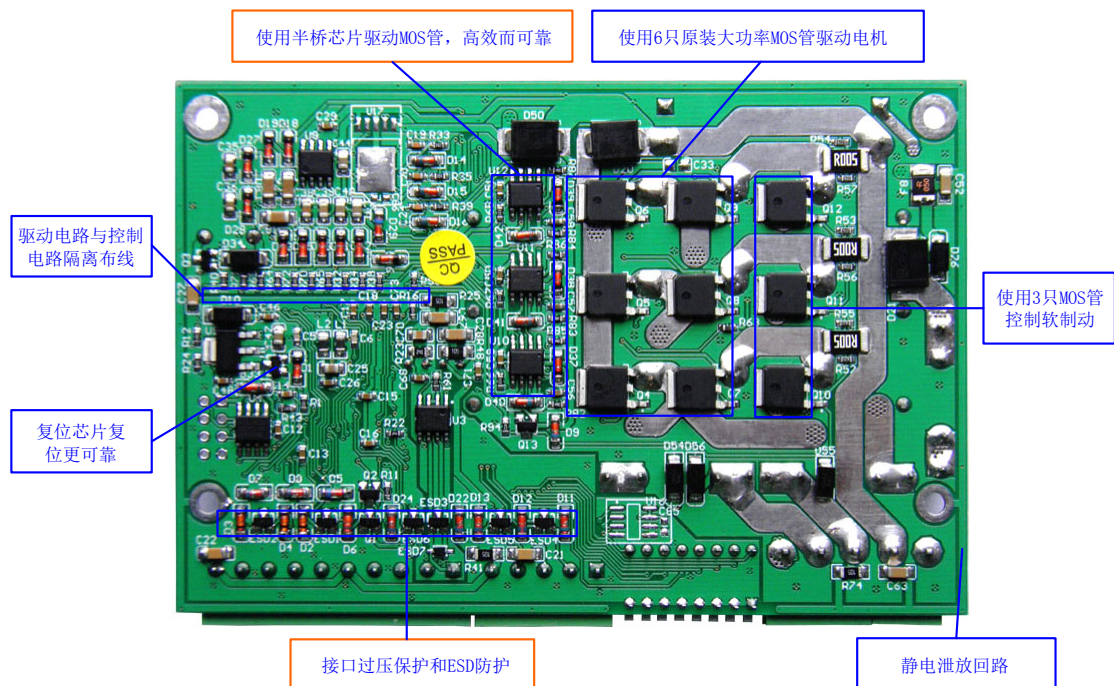
2.9 驱动器内部结构

3. 驱动器内部正面结构



注：AQMD6010BLS-Bx 款 485 未隔离，采用 485 共模电压保护。

2. 驱动器内部背面结构



3. 使用方法

3.1 数字/模拟信号控制方式下的用法

3.1.1 基本操作步骤

在上电使用驱动器前，首先应配置好电机的额定电流参数，再连接上电机和电源，如果是初次使用电机，需要对电机进行学习后再使用。然后按照相应控制方式要求配置的参数配置好相关参数，如果需要使用 485 通讯配置参数，应先将拨码开关配置为 485 通讯控制方式后配置好相关参数后再按照相应控制方式的要求配置拨码开关和接线。具体操作步骤如下。

- 1) 断开驱动器电源。使用拨码开关将电机额定电流配置为与电机实际额定电流一致或略高（如何配置电机额定电流见 表 2.2）。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%。
- 2) 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，应使用拨码开关将信号源配置为内置程序，工作模式配置为电机学习（如何配置信号源和工作模式见表 2.3 和表 2.4），如图 3.1 所示。

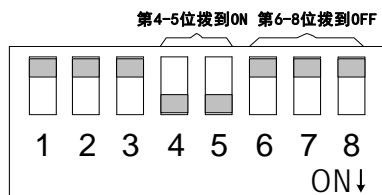


图 3.1 电机学习的拨码开关配置

- 3) 将电机的 U、V、W 三相线电源线接到驱动器电机接口的 U、V、W，将电机的霍尔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 5VO 和 COM，霍尔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 3.2 所示。

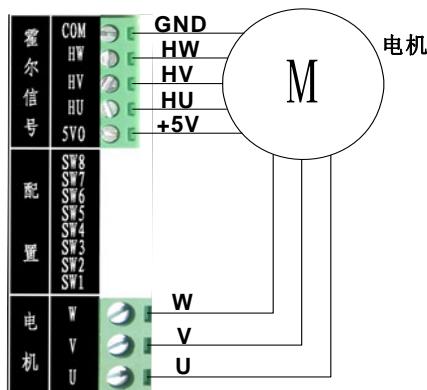


图 3.2 电机接线图

9V-60V 10A 高性能直流有感无刷电机驱动器/控制器

- 4) 将电源的正负极分别接到驱动器电源接口的V+和V-, 如图 3.3 所示, 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)。如果工作模式已配置为电机学习, 那么驱动器会立即进入学习状态, 每学习一相, 驱动器会“嘀”的短鸣一声, 学习完毕后, 如果“嘀——”的一声长鸣, 则表示学习成功, 如果连续“嘀嘀嘀”三声, 则表示学习失败, 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。

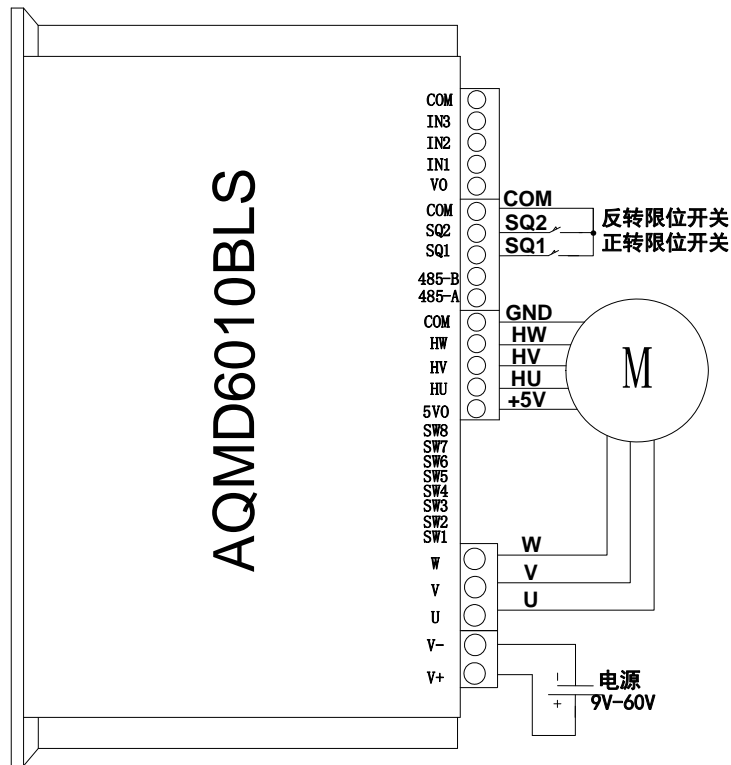


图 3.3 电源及电机接线图

- 5) 电机学习完成后, 关断驱动器电源, 重新使用拨码开关配置需要的参数和工作模式。如果还需要通过 485 通讯配置参数, 那么拨码开关应先配置为 485 通讯方式, 上电后, 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)后再次关断驱动器电源, 再次使用拨码开关配置需要的参数的工作模式。
- 6) 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, 驱动器方可工作。

3.1.2 电机学习

在新连接上电机, 首次使用前, 需要首先对电机相序进行学习才能使用(如何配置工作模式为电机学习见 2.1.4 小节)。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) 将电机的 U、V、W 相线连接到驱动器的电机接口 U、V、W, 将电机的霍尔电源正极和负极分别接到驱动器霍尔信号接口的 5V0 和 COM, 将电机的霍尔传感器信号 HU、HV、HW 连接到驱动器霍尔信号接口的 HU、HV、HW;
- 3) 通过驱动器拨码开关 SW1~SW3 位配置与电机实际额定电流一致的额定电流, 如果

不能确定电机的额定电流，SW1~SW3 位可全拨到 ON；

- 4) 将驱动器拨码开关 SW4~SW5 位均拨到 ON，SW6~SW8 位均拨到 OFF，即工作模式配置为电机学习；
- 5) 接通驱动器电源，等待电机相序学习完成，在学习时，工作指示灯和故障指标灯将交替闪烁；驱动器每测试一相，将会“嘀”的短鸣一声；学习完毕后，若听到“嘀——”的一声长鸣，表示学习成功，若听到连续“嘀嘀嘀”三声短鸣，则表示学习失败；如果学习失败，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；
- 6) 断掉驱动器电源，根据需要重新接线和使用拨码开关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 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 0 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 4.1.3 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。

3.1.4 模拟信号的用法

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 0 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 4.2.2 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

4.2.4 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。

3.1.5 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PWM/脉冲见 2.1.3 小节，如何配置脉冲信号的类型见 0 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）。

3.1.6 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（如何配置工作模式为行程学习见 2.1.4 小节），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 2.10）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) 将拨码开关 SW4~SW6 位均拨到 ON，将 SW7~SW8 均拨到 OFF，即工作模式配置为行程学习；
- 5) 接通驱动器电源，等待驱动器学习完成，在学习时，工作指示灯和故障指标灯将交

9V-60V 10A 高性能直流有感无刷电机驱动器/控制器

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，此时驱动器将“嘀”的一声短鸣；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，此时驱动器将再次“嘀”的一声短鸣。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；

- 6) 断掉驱动器电源，根据需要重新接线和使用拨码开关配置需要的工作参数。

3.1.7 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 小节。

3.2 485 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 5VO和COM，霍尔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。

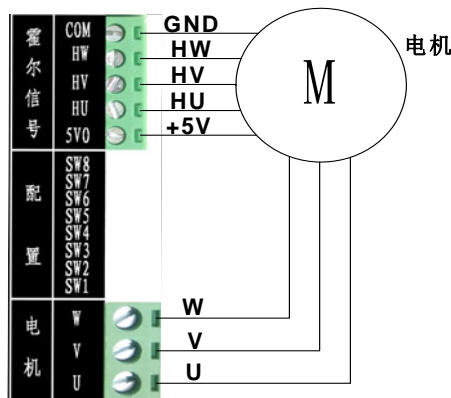


图 3.4 电机接线图

- 2) 将拨码开关第 1~7 位拨到OFF（即拨到上方），第 8 位拨到ON（即拨到下方），这样，驱动器即被配置为 485 通讯控制方式，如图 3.5 所示，从站地址被配置为 0x01。

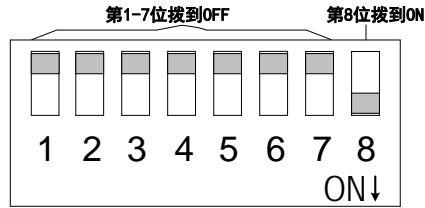


图 3.5 485 通讯控制方式的拨码开关配置

- 3) 将电源的正负极分别接到驱动器电源接口的V+和V-，485 主站与驱动器的 485 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 3.6 所示，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）。

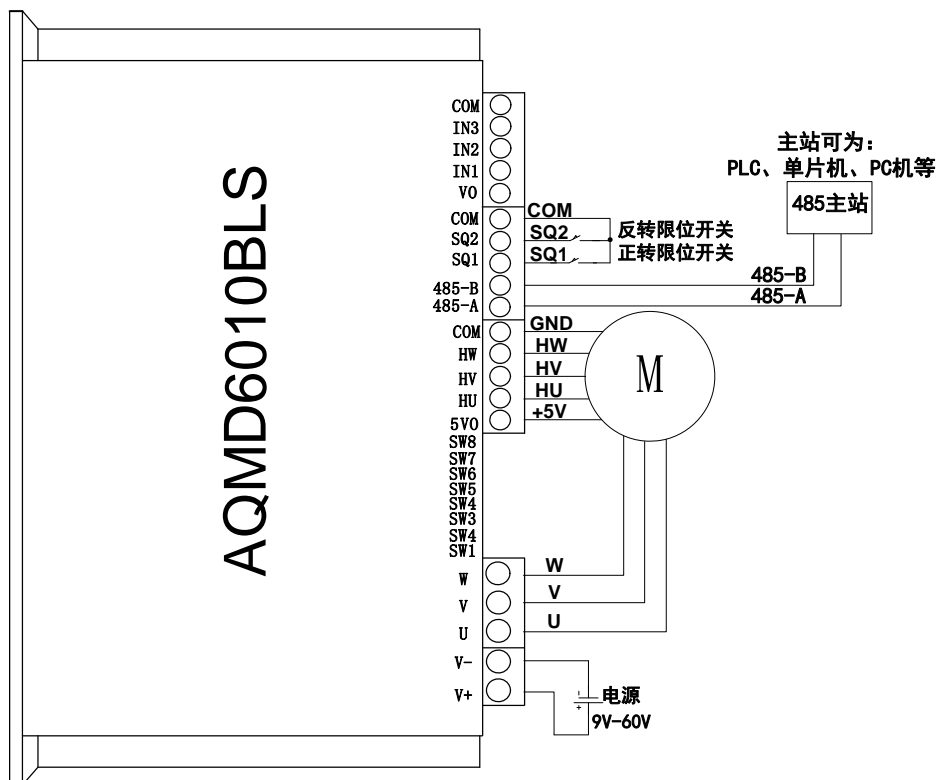


图 3.6 485 通讯电源及电机接线图

- 4) 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。
- 5) 通过 0x006a 和 0x006b 寄存器（详见 0 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%。

9V-60V 10A 高性能直流有感无刷电机驱动器/控制器

- 6) 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。通过向 0x00e1 寄存器写 1 可实现电机学习。驱动器会进入学习状态后,每学习一相,驱动器会“嘀”的短鸣一声,学习完毕后,如果“嘀——”的一声长鸣,则表示学习成功,如果连续“嘀嘀嘀”三声,则表示学习失败,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。
- 7) 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 0 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。
- 8) 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。
- 9) 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。
- 10) 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 0 小节介绍。
- 11) 通过 0x0080~0x0099 寄存器(详见 0 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

9V-60V 10A 高性能直流有感无刷电机驱动器/控制器

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 0 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

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。

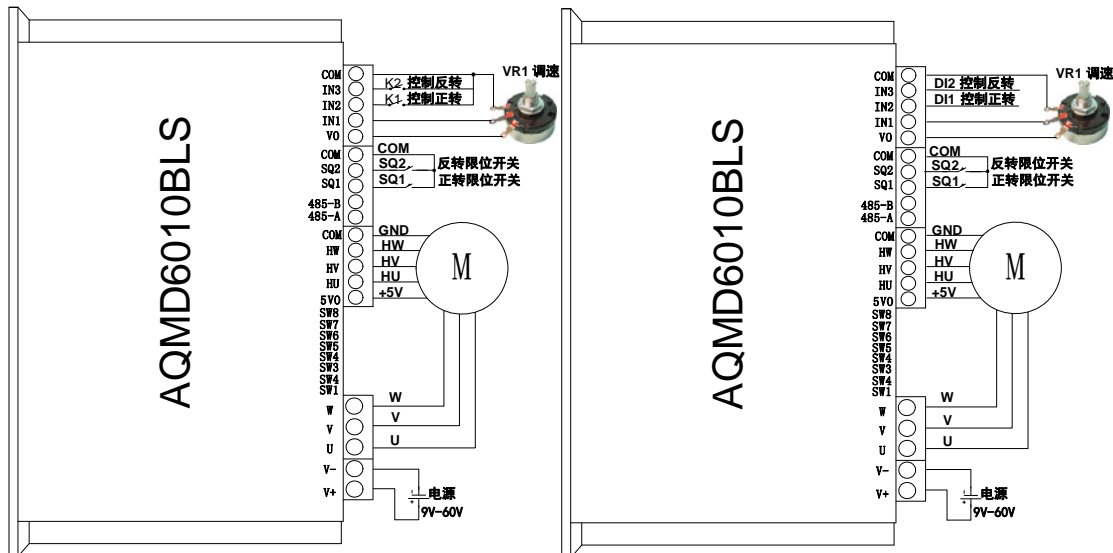


图 4.1 单电位器调速开关量（左图）/逻辑电平（右图）控制方式的接法

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 0 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 4.1 所示。

表 4.1 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（默认）	调速	电位器 VR1 调速	点动
		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, 驱动器支持占空比调速、闭环调速和力矩控制三种调速方式, 各调速方式拨码开关的配置方法如图 4.2 所示。拨码开关第 1-3 位配置电机额定电流 (如何配置电机额定电流见 表 2.2); 第 4-5 位配置信号源 (如何配置信号源见 表 2.3), 我们将信号源配置为电位器, 即 4-5 位均拨到 OFF; 第 6-7 位配置工作模式 (如何配置工作模式见 表 2.4); 第 8 位配置控制方式, 我们将控制方式配置为数字/模拟信号控制方式, 即第 8 位拨到 OFF。

拨码开关拨到上方为 OFF, 下方为 ON。从左至右依次是第 1-8 位。

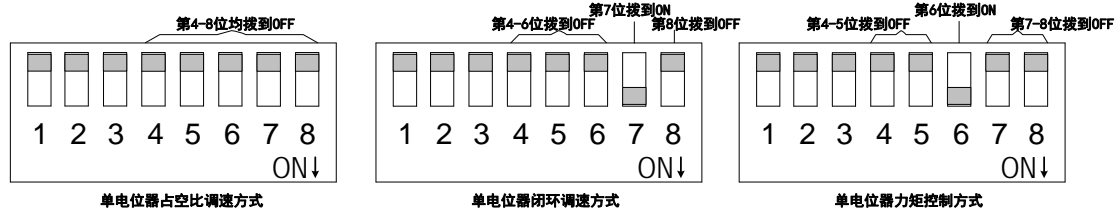


图 4.2 单电位器调速的拨码开关配置

单电位器调速方式下，相关寄存器的参考配置如表 4.2 所示。

表 4.2 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	0,1,2,3	0: 开关量（默认） 1: 0/3.3V 2: 0/5V 3: 0/12V 或 0/24V
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	0x0CDF	电位器最大输出电压值为 3295mV（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

4.1.2 单电位器位置控制（电平触发）

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 4.3 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。

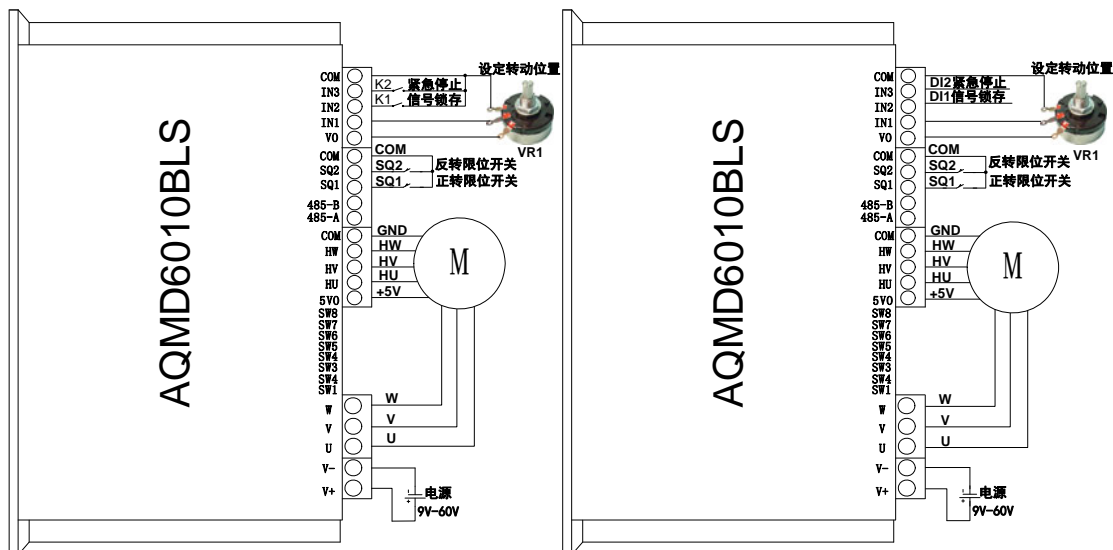


图 4.3 单电位器位置控制（电平触发）开关（左图）/逻辑电平（右图）的接法

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 0 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现在电机位置调节、信号锁存和紧急停止，控制逻辑如表 4.3 所示。

表 4.3 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	

单电位器位置控制的拨码开关配置方法如图 4.4 所示。拨码开关的第 1-3 位配置电机额定电流（如何配置电机的额定电流见 表 2.2）；第 4-5 位配置信号源（如何配置信号源见 表 2.3），我们将信号源配置为电位器，即 4-5 位均拨到 OFF；第 6-7 位配置工作模式（如何配置工作模式见 表 2.4），我们将工作模式配置为位置控制，即第 6-7 位均拨到 ON；第 8 位配置控制方式，我们将控制方式配置为数字/模拟信号控制方式控制方式，即第 8 位拨到 OFF。

拨码开关拨到上方为 OFF，下方为 ON。从左至右依次是第 1-8 位。

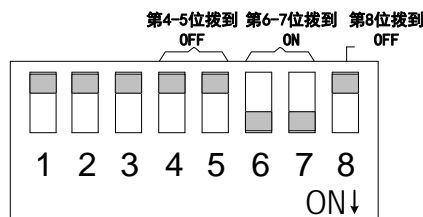


图 4.4 单电位器位置控制（电平触发）的拨码开关配置

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 4.4 所示。

表 4.4 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	0,1,2,3	0: 开关量（默认） 1: 0/3.3V 2: 0/5V 3: 0/12V 或 0/24V
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	0x0CDF	电位器最大输出电压值为 3295mV（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
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	0~1000	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，

4.1.3 单电位器位置控制（边沿触发）

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 4.5 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。

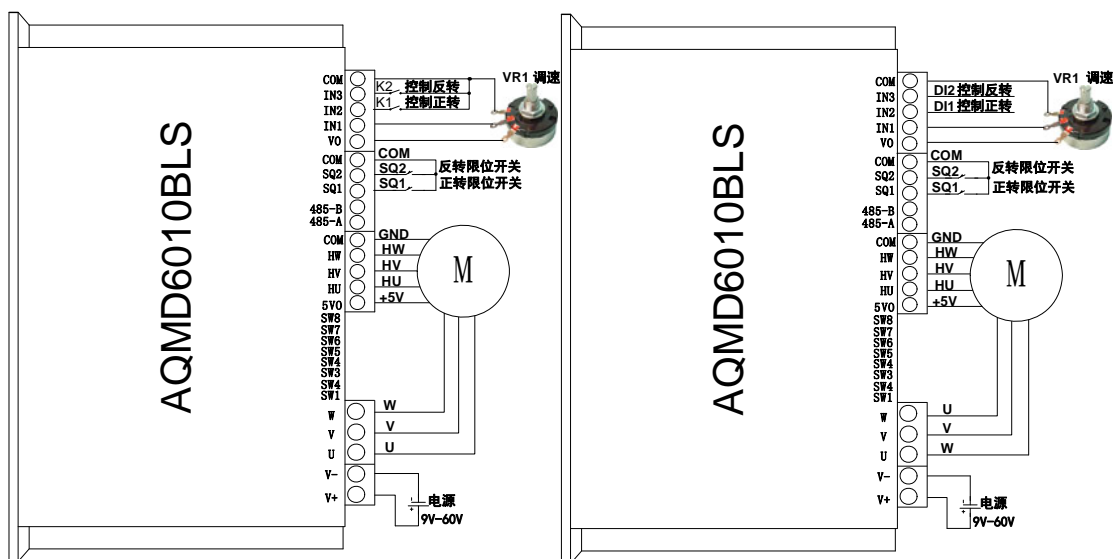


图 4.5 单电位器位置控制（边沿触发）开关（左图）/逻辑电平（右图）的接法

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 0 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现在电机位置调节、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（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时时停止	
	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	

单电位器位置控制的拨码开关配置方法如 图 4.6 所示。拨码开关的第 1-3 位配置电机额定电流（如何配置电机的额定电流见 表 2.2）；第 4-5 位配置信号源（如何配置信号源见 表 2.3），我们将信号源配置为电位器，即 4-5 位均拨到OFF；第 6-7 位配置工作模式（如何配置工作模式见 表 2.4），我们将工作模式配置为位置控制，即第 6-7 位均拨到ON；第 8 位配置控制方式，我们将控制方式配置为数字/模拟信号控制方式控制方式，即第 8 位拨到 OFF。

拨码开关拨到上方为 OFF，下方为 ON。从左至右依次是第 1-8 位。

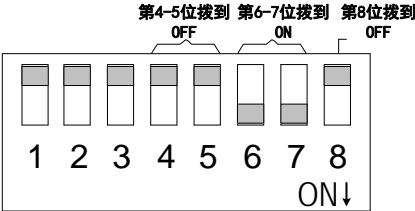


图 4.6 单电位器位置控制（边沿触发）的拨码开关配置

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 4.6 所示。

表 4.6 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	0,1,2,3	0: 开关量（默认）

			1: 0/3.3V 2: 0/5V 3: 0/12V 或 0/24V
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	0x0CDF	电位器最大输出电压值为 3295mV（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
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	0~1000	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

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 4.7 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。

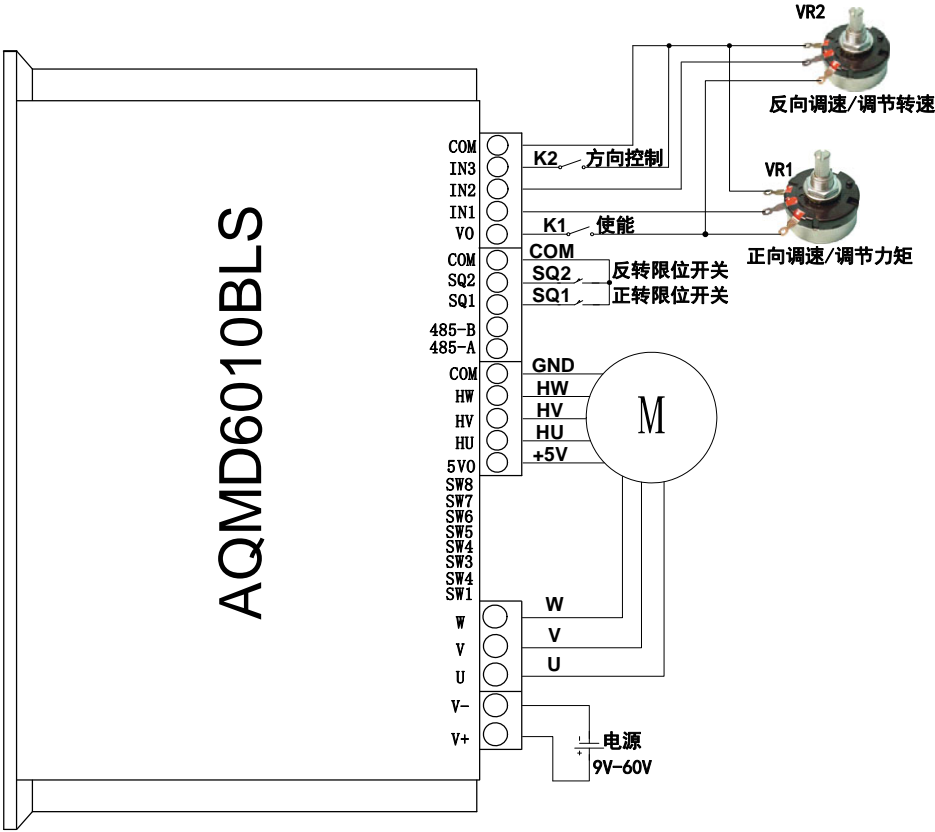


图 4.7 双电位器独立调速的接法

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 0 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 4.7 所示。

表 4.7 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,驱动器支持占空比调速、闭环调速和力矩控制三种调速方式,各调速方式拨码开关的配置方法如图 4.8 所示,拨码开关第 1-3 位配置电机额定电流(如何配置电机的额定电流见表 2.2);第 4-5 位配置信号源(如何配置信号源见表 2.3),我们将信号源配置为电位器,即 4-5 位均拨到OFF;第 6-7 位配置工作模式(如何配置工作模式见表 2.4),第 8 位配置控制方式,我们将控制方式配置为数字/模拟信号控制方式,即第 8 位拨到OFF。

拨码开关拨到上方为 OFF,下方为 ON。从左至右依次是第 1-8 位。

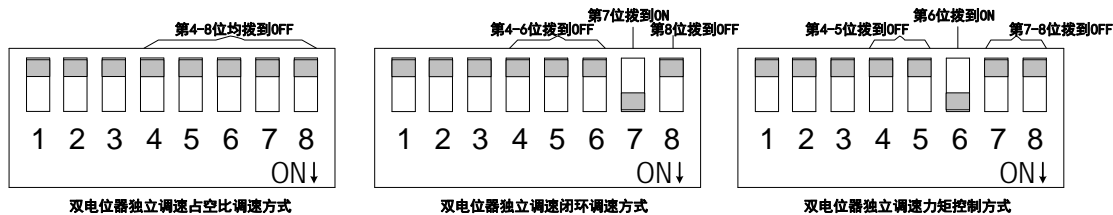


图 4.8 双电位器独立调速的拨码开关配置

双电位器独立调速方式下,相关寄存器的参考配置如表 4.8 所示。

表 4.8 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	0,1,2,3	0: 开关量 (默认) 1: 0/3.3V 2: 0/5V 3: 0/12V 或 0/24V
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	0x0CDF	电位器最大输出电压值为 3295mV (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

4.1.5 双电位器独立位置控制

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 4.9 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

9V-60V 10A 高性能直流有感无刷电机驱动器/控制器

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。

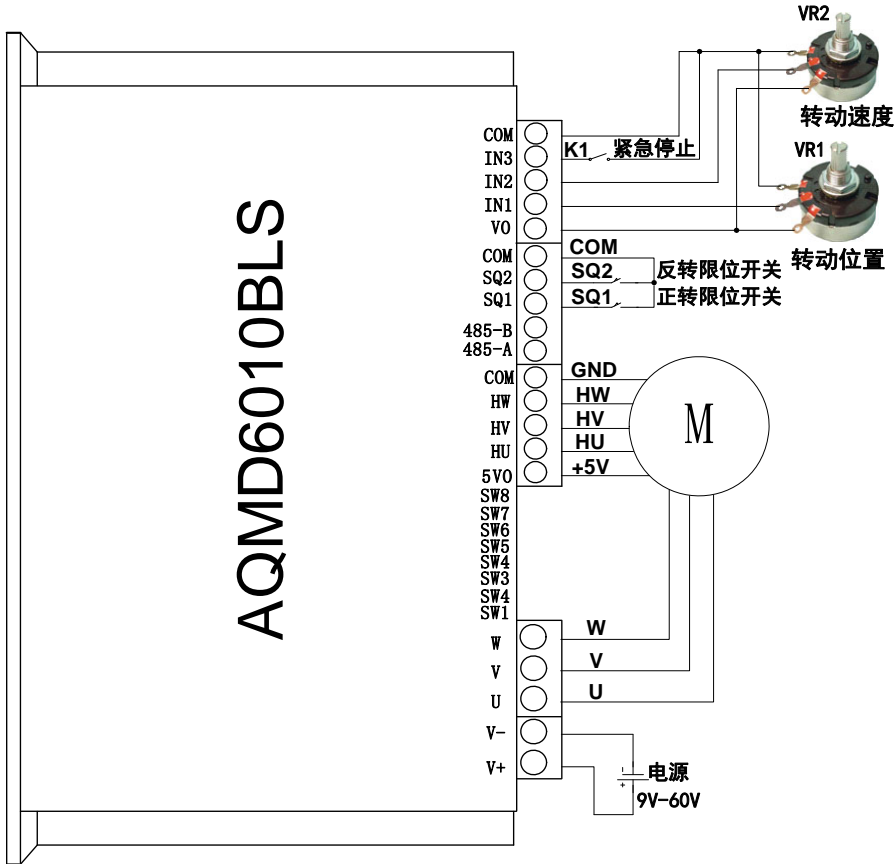


图 4.9 双电位器位置独立控制的接法

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 0 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现在电机位置调节、信号锁存和紧急停止，控制逻辑如 表 4.9 所示。

表 4.9 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	

双电位器位置独立控制的拨码开关配置方法如 图 4.10 所示。拨码开关的第 1-3 位配置电机额定电流（如何配置电机的额定电流见 表 2.2）；第 4-5 位配置信号源（如何配置信号源见 表 2.3），我们将信号源配置为电位器，即 4-5 均拨到OFF；第 6-7 位配置工作模式（如

9V-60V 10A 高性能直流有感无刷电机驱动器/控制器

何配置工作模式见 表 2.4)，我们将工作模式配置为位置控制，即第 6-7 位均拨到ON；第 8 位配置控制方式，我们将控制方式配置为数字/模拟信号控制方式，即第 8 位拨到OFF。

拨码开关拨到上方为 OFF，下方为 ON。从左至右依次是第 1-8 位。

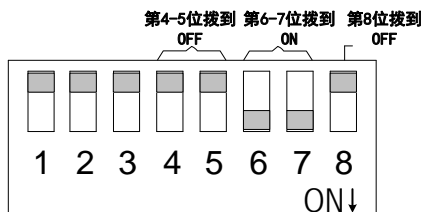


图 4.10 双电位器位置独立控制的拨码开关配置

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 4.10 所示。

表 4.10 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	0,1,2,3	0: 开关量（默认） 1: 0/3.3V 2: 0/5V 3: 0/12V 或 0/24V
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	0x0CDF	电位器最大输出电压值为 3295mV（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
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	0~1000	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

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 4.11 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。

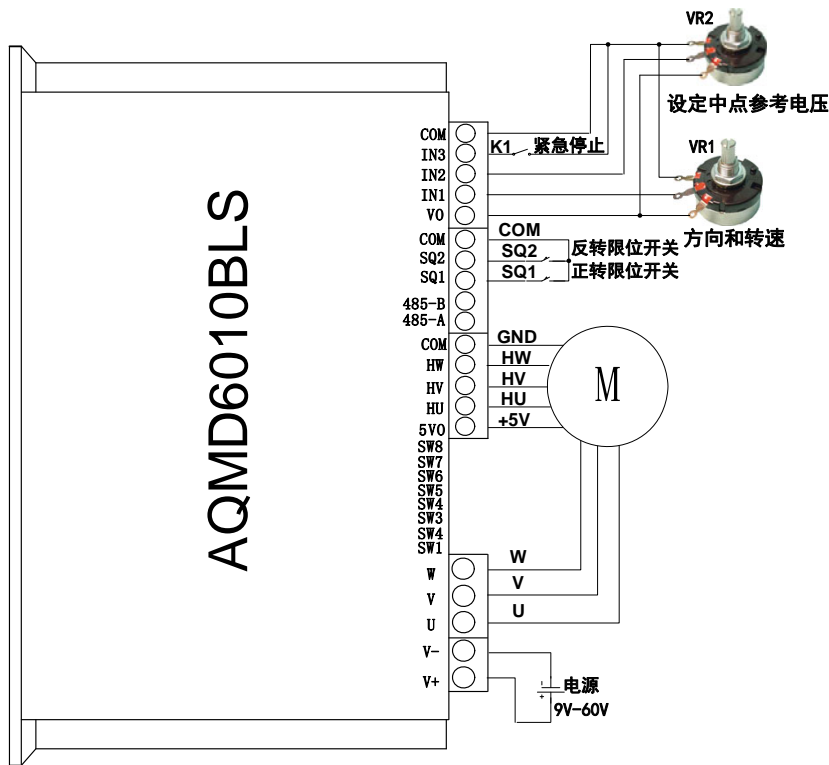


图 4.11 双电位器协同调速的接法

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 0 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在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
		停止	K1 闭合
	高电平/断开	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

双电位器调速协同调速控制方式下，驱动器支持占空比调速、闭环调速和力矩控制三种调速方式，各调速方式拨码开关配置方法如图 4.12 所示，拨码开关第 1-3 位配置电机额定电流（如何配置电机的额定电流见表 2.2）；第 4-5 位配置信号源（如何配置信号源见表 2.3），我们将信号源配置为电位器，即 4-5 均拨到 OFF；第 6-7 位配置工作模式（如何配置工作模式见表 2.4），第 8 位配置控制方式，我们将控制方式配置为数字/模拟信号控制方式，即第 8 位拨到 OFF。

拨码开关拨到上方为 OFF，下方为 ON。从左至右依次是第 1-8 位。

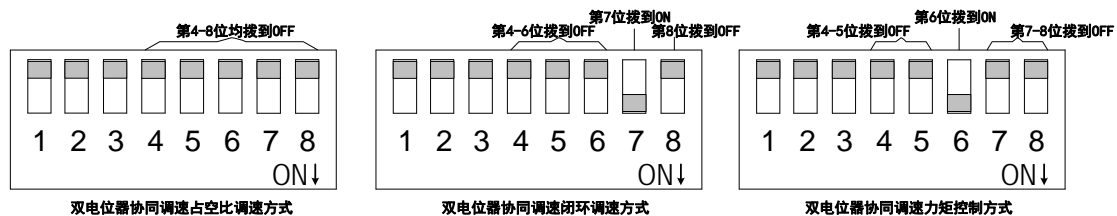


图 4.12 双电位器协同调速的拨码开关配置

双电位器协同调速方式下，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	0,1,2,3	0: 开关量（默认） 1: 0/3.3V 2: 0/5V 3: 0/12V 或 0/24V
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	0x0CDF	电位器最大输出电压值为 3295mV（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

4.1.7 双电位器协同位置控制

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 4.13 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。

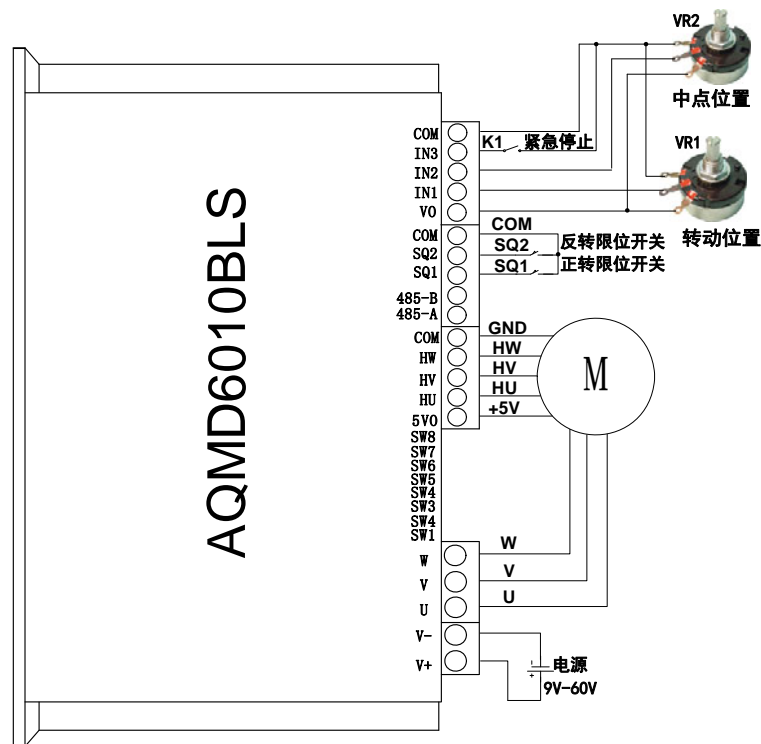


图 4.13 双电位器位置协同控制的接法

9V-60V 10A 高性能直流有感无刷电机驱动器/控制器

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 0 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现在电机位置调节、信号锁存和紧急停止，控制逻辑如表 4.13 所示。

表 4.13 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	

双电位器位置控制的拨码开关配置方法如图 4.14 所示，拨码开关第 1-3 位配置电机额定电流（如何配置电机的额定电流见表 2.2）；第 4-5 位配置信号源（如何配置信号源见表 2.3），我们将信号源配置为电位器，即 4-5 均拨到 OFF；第 6-7 位配置工作模式（如何配置工作模式见表 2.4），我们将工作模式配置为位置控制，即第 6-7 位均拨到 ON；第 8 位配置控制方式，我们将控制方式配置为数字/模拟信号控制方式，即第 8 位拨到 OFF。

拨码开关拨到上方为 OFF，下方为 ON。从左至右依次是第 1-8 位。

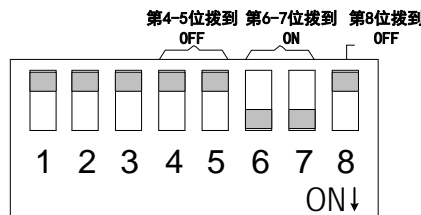


图 4.14 双电位器位置控制方式的拨码开关配置

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 4.14 所示。

表 4.14 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	0,1,2,3	0: 开关量（默认） 1: 0/3.3V 2: 0/5V 3: 0/12V 或 0/24V
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	0x0CDF	电位器最大输出电压值为 3295mV（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
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	0~1000	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 0 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）

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 4.15 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。

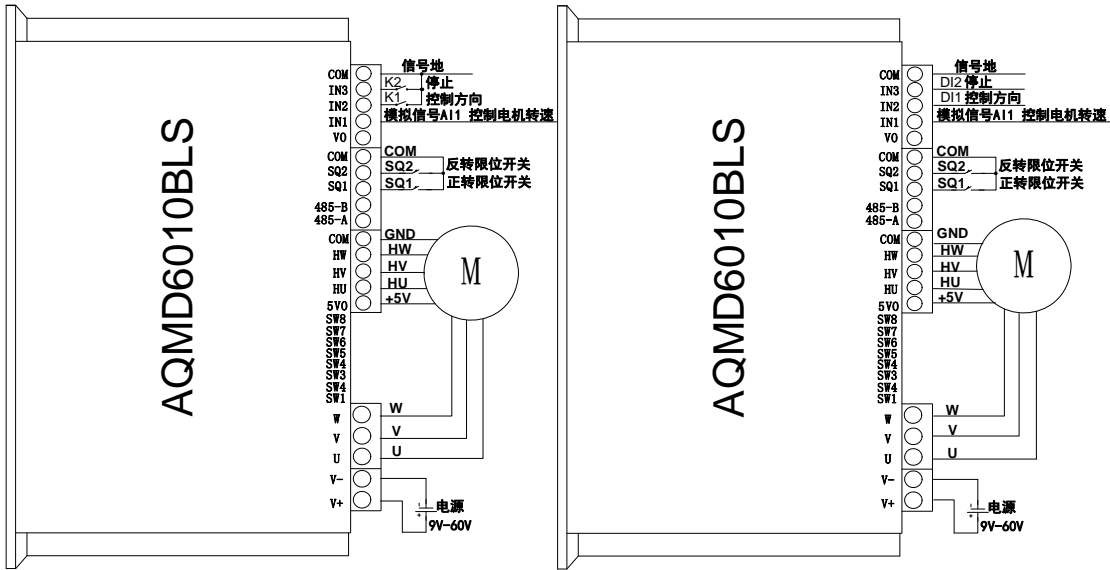


图 4.15 单端模拟信号调速（电平触发）开关量（左图）/逻辑电平（右图）控制的接法

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 0 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 4.15 所示。

表 4.15 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	
		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	模拟信号 AI1 调节转速	电平
		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	模拟信号 AI1 调节转速	
		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	

单端模拟信号调速（电平触发）方式下，驱动器支持占空比调速、闭环调速和力矩控制三种调速方法，各调速方式拨码的开关配置方法如图 4.16 所示，拨码开关的第 1-3 位配置电机额定电流（如何配置电机的额定电流见 表 2.2）；第 4-5 位配置信号源（如何配置信号源见 表 2.3），我们将信号源配置为模拟信号，即第 4 位拨到ON，第 5 位拨到OFF；第 4-7 位配置工作模式（如何配置工作模式见 表 2.4），第 8 位配置控制方式，我们将控制方式配置为数字/模拟信号控制方式，即第 8 位拨到OFF。

9V-60V 10A 高性能直流有感无刷电机驱动器/控制器

拨码开关拨到上方为 OFF，下方为 ON。从左至右依次是第 1-8 位。

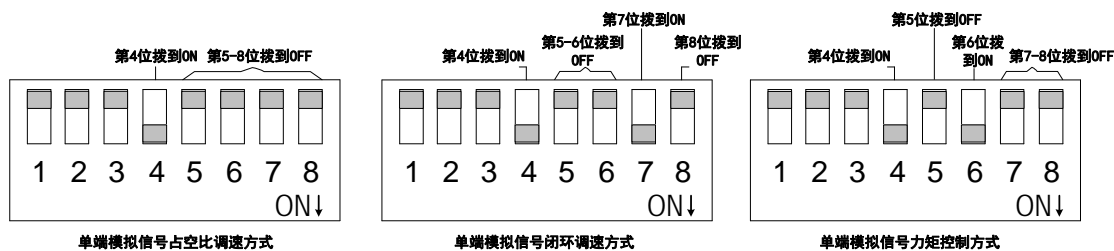


图 4.16 单端模拟信号调速（电平触发）的拨码开关配置

单端模拟信号调速方式下，相关寄存器的参考配置如表 4.16 所示。

表 4.16 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	0,1,2,3	0: 开关量（默认） 1: 0/3.3V 2: 0/5V 3: 0/12V 或 0/24V
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	0x2710	模拟量范围最大值为 10000mV（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

4.2.2 单端模拟信号调速（边沿触发）

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 4.17 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。

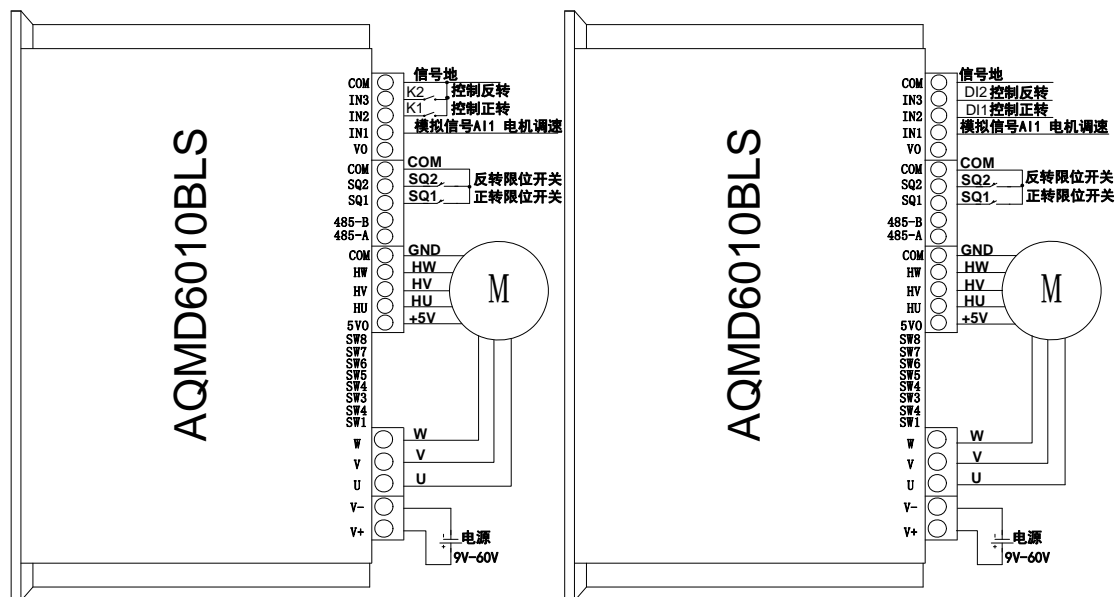


图 4.17 单端模拟信号调速开关量（边沿触发）（左图）/逻辑电平（右图）控制的接法

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 0 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 4.17 所示。

表 4.17 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	
		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	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	

9V-60V 10A 高性能直流有感无刷电机驱动器/控制器

单端模拟信号调速（边沿触发）方式下，驱动器支持占空比调速、闭环调速和力矩控制三种调速方法，各调速方式拨码的开关配置方法如图 4.18 所示，拨码开关的第 1-3 位配置电机额定电流（如何配置电机的额定电流见表 2.2）；第 4-5 位配置信号源（如何配置信号源见表 2.3），我们将信号源配置为模拟信号，即第 4 位拨到 ON，第 5 位拨到 OFF；第 4-7 位配置工作模式（如何配置工作模式见表 2.4），第 8 位配置控制方式，我们将控制方式配置为数字/模拟信号控制方式，即第 8 位拨到 OFF。

拨码开关拨到上方为 OFF，下方为 ON。从左至右依次是第 1-8 位。

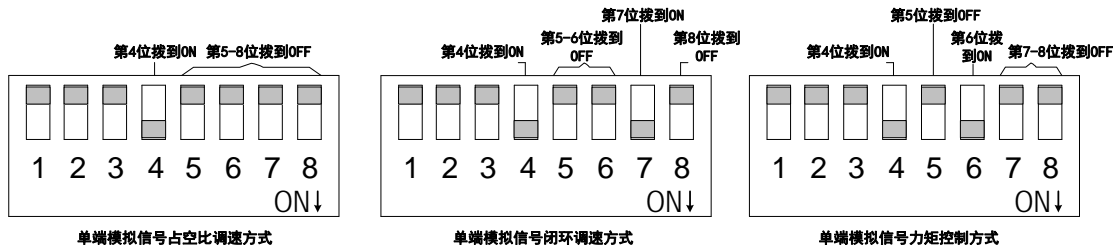


图 4.18 单端模拟信号调速（边沿触发）的拨码开关配置

单端模拟信号调速方式下，相关寄存器的参考配置如表 4.18 所示。

表 4.18 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	0,1,2,3	0: 开关量（默认） 1: 0/3.3V 2: 0/5V 3: 0/12V 或 0/24V
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	0x2710	模拟量范围最大值为 10000mV（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

4.2.3 单端模拟信号位置控制（电平触发）

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 4.19 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，

9V-60V 10A 高性能直流有感无刷电机驱动器/控制器

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。

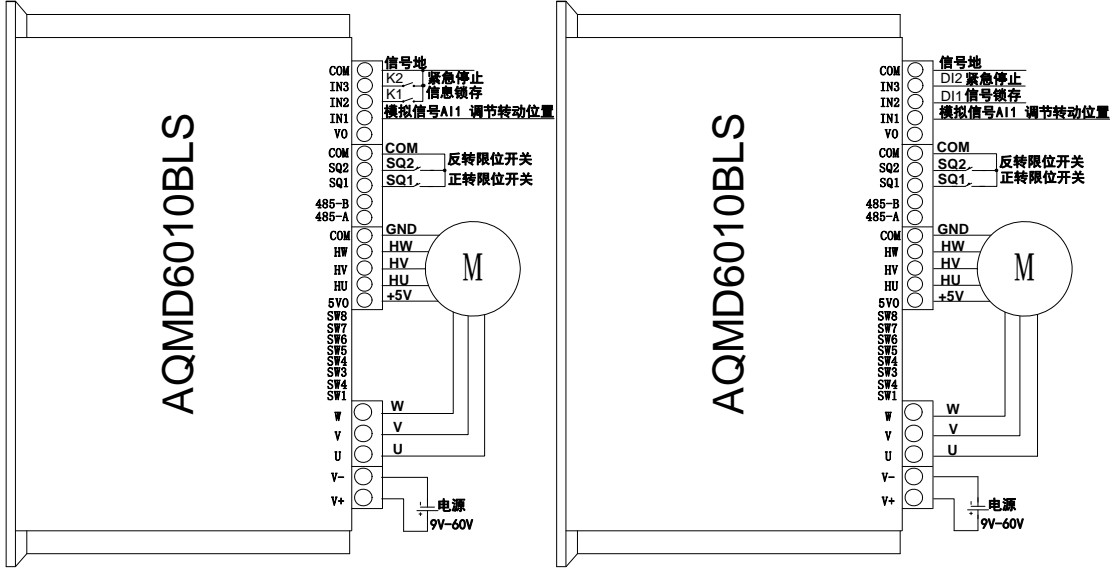


图 4.19 单端模拟信号位置（电平触发）的开关量（左图）/逻辑电平（右图）控制方式的接线

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 0 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在电机位置调节、信号锁存和紧急停止，控制逻辑如 表 4.19 所示。

表 4.19 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）的拨码开关配置方法如图 4.20 所示，拨码开关的第 1-3 位配置电机额定电流（如何配置额定电流见 表 2.2）；第 4-5 位配置信号源（如何配置信号源见 表 2.3），我们将信号源配置为模拟信号，即第 4 位拨到ON，第 5 位拨到OFF；第 6-7 位配置工作模式（如何配置工作模式见 表 2.4），我们将工作模式配置为位置控制，即第 6-7 位均拨到ON；第 8 位拨到OFF，我们将控制方式配置为数字/模拟信号控制方式，即第 8 位拨到OFF。

拨码开关拨到上方为 OFF，下方为 ON。从左至右依次是第 1-8 位。

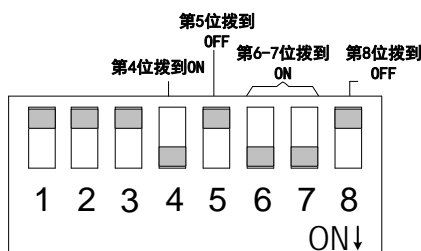


图 4.20 单端模拟信号位置控制（电平触发）拨码开关配置

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 4.20 所示。

表 4.20 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	0,1,2,3	0: 开关量（默认） 1: 0/3.3V 2: 0/5V 3: 0/12V 或 0/24V
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	0x2710	模拟量范围最大值为 10000mV（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
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	0~1000	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）

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 4.21 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。

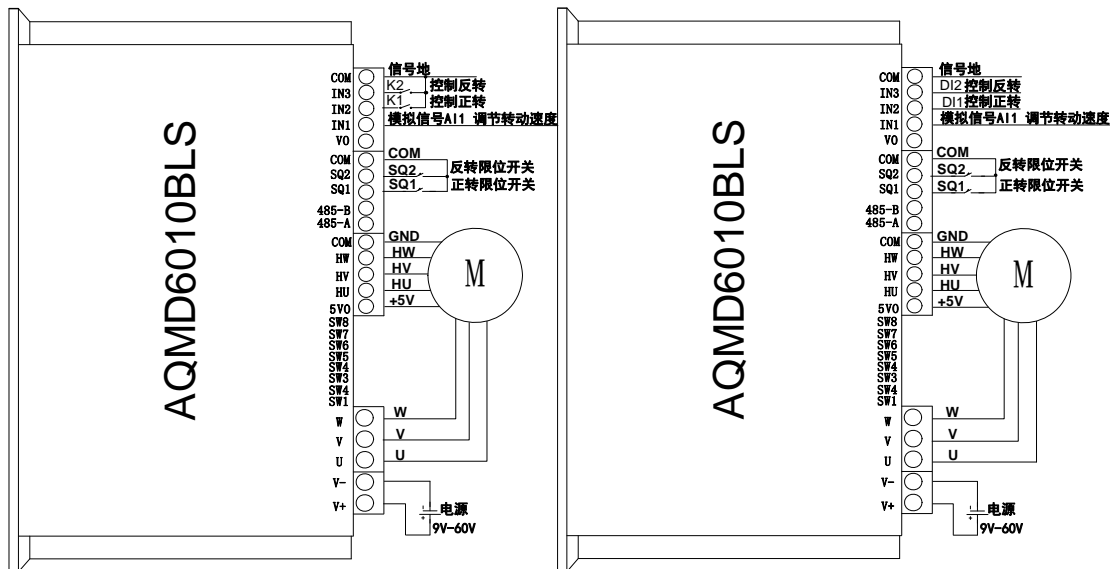


图 4.21 单端模拟信号位置（边沿触发）的开关量（左图）/逻辑电平（右图）控制方式的接线

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 0 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在电机位置调节、信号锁存和紧急停止，控制逻辑如表 4.21 所示。

表 4.21 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）的拨码开关配置方法如图 4.22 所示，拨码开关的第 1-3 位配置电机额定电流（如何配置额定电流见表 2.2）；第 4-5 位配置信号源（如何配置信号源见表 2.3），我们将信号源配置为模拟信号，即第 4 位拨到ON，第 5 位拨到OFF；第 6-7 位配置工作模式（如何配置工作模式见表 2.4），我们将工作模式配置为位置控制，即第 6-7 位均拨到ON；第 8 位拨到OFF，我们将控制方式配置为数字/模拟信号控制方式，即第 8 位拨到OFF。

拨码开关拨到上方为 OFF，下方为 ON。从左至右依次是第 1-8 位。

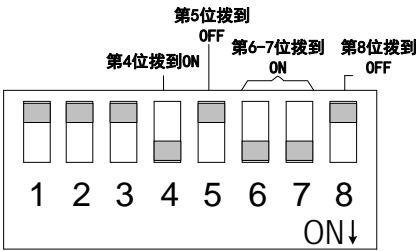


图 4.22 单端模拟信号位置控制（边沿触发）拨码开关配置

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 4.22 所示。

表 4.22 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	0,1,2,3	0: 开关量（默认） 1: 0/3.3V 2: 0/5V 3: 0/12V 或 0/24V
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	0x2710	模拟量范围最大值这里为 10000mV（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
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	0~1000	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

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 4.23 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 0 小节系统参数配置寄存器 0x0086 和 0x0087）。当使用逻辑

9V-60V 10A 高性能直流有感无刷电机驱动器/控制器

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。

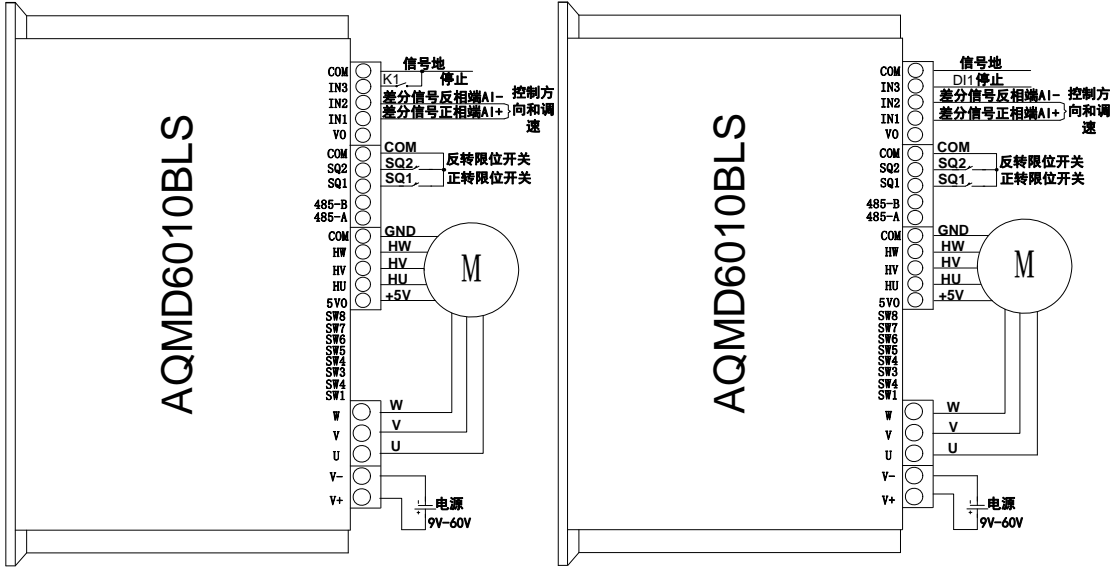


图 4.23 差分模拟信号调速的开关量（左图）/逻辑电平（右图）控制方式的接线

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 0 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的操作方法来实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 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	
--	--	----	---------	--

差分模拟信号调速控制方式下，驱动器支持占空比调速、闭环调速和力矩控制三种调速方式，拨码开关配置方法如图 4.24 所示。拨码开关的第 1-3 位配置电机额定电流（如何配置电机的额定电流见 表 2.2）；第 4-5 位配置信号源（如何配置信号源的选择见 表 2.3），我们将信号源配置为模拟信号，即第 4 位拨到 ON，第 5 位拨到 OFF；第 6-7 位配置工作模式（如何配置工作模式见 表 2.4），第 8 位配置控制方式，我们将控制方式配置为数字/模拟信号控制方式，即第 8 位拨到 OFF。

拨码开关拨到上方为 OFF，下方为 ON。从左至右依次是第 1-8 位。

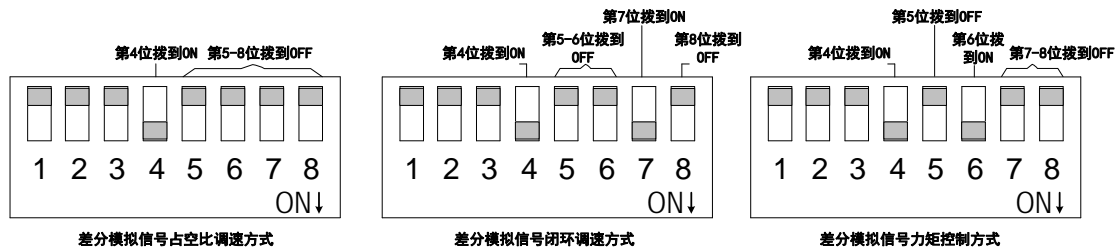


图 4.24 差分模拟信号调速的拨码开关配置

差分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 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	0,1,2,3	0: 开关量（默认） 1: 0/3.3V 2: 0/5V 3: 0/12V 或 0/24V
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

4.2.6 差分模拟信号位置控制

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 4.25 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 0 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。

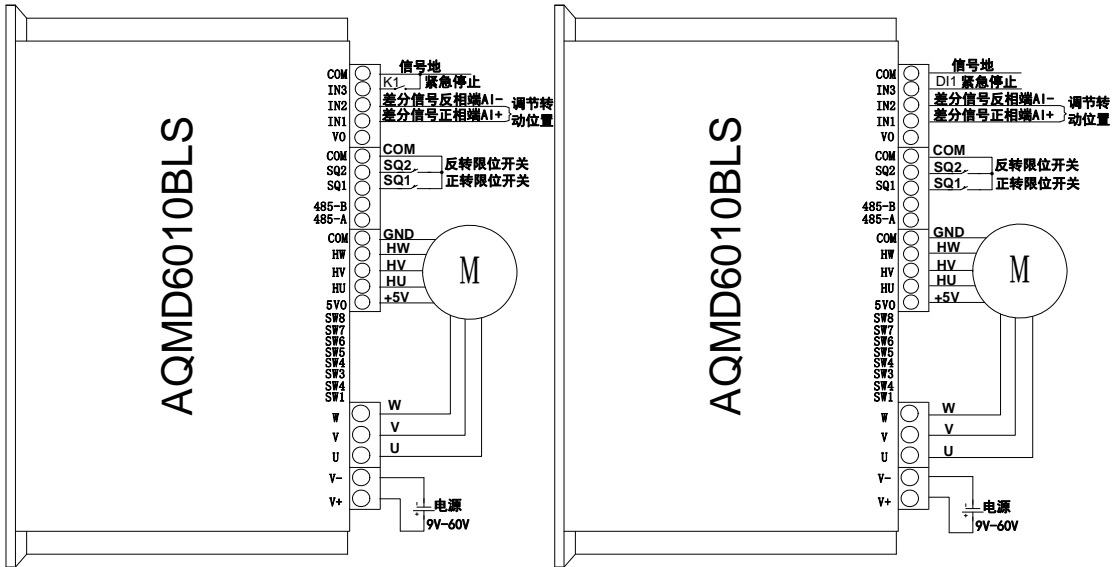


图 4.25 差分模拟控制信号位置控制的接法

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 0 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在电机位置调节、信号锁存和紧急停止，控制逻辑如表 4.25 所示。

表 4.25 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	

		紧急停止	DI1 高电平	
--	--	------	---------	--

差分模拟信号位置控制的拨码开关配置方法如图 4.26 所示，拨码开关的第 1-3 位配置电机额定电流（如何配置额定电流见表 2.2）；第 4-5 位配置信号源（如何配置信号源见表 2.3），我们将信号源配置为模拟信号，即第 4 位拨到 ON，第 5 位拨到 OFF；第 6-7 位配置工作模式（如何配置工作模式见表 2.4），我们将工作模式配置为位置控制，即第 6-7 位均拨到 ON；第 8 位配置控制方式，我们将控制方式配置为数字/模拟信号控制方式，即第 8 位拨到 OFF。

拨码开关拨到上方为 OFF，下方为 ON。从左至右依次是第 1-8 位。

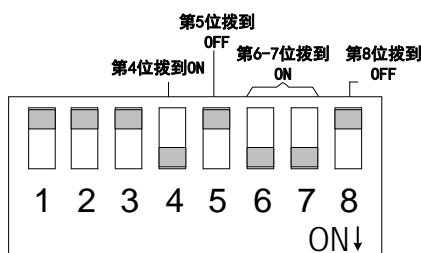


图 4.26 差分模拟信号位置控制拨码开关配置

差分模拟信号位置控制方式下，相关寄存器的参考配置表 4.26 所示。

表 4.26 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	0,1,2,3	0: 开关量（默认） 1: 0/3.3V 2: 0/5V 3: 0/12V 或 0/24V
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
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	0~1000	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

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 4.27 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 0 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。

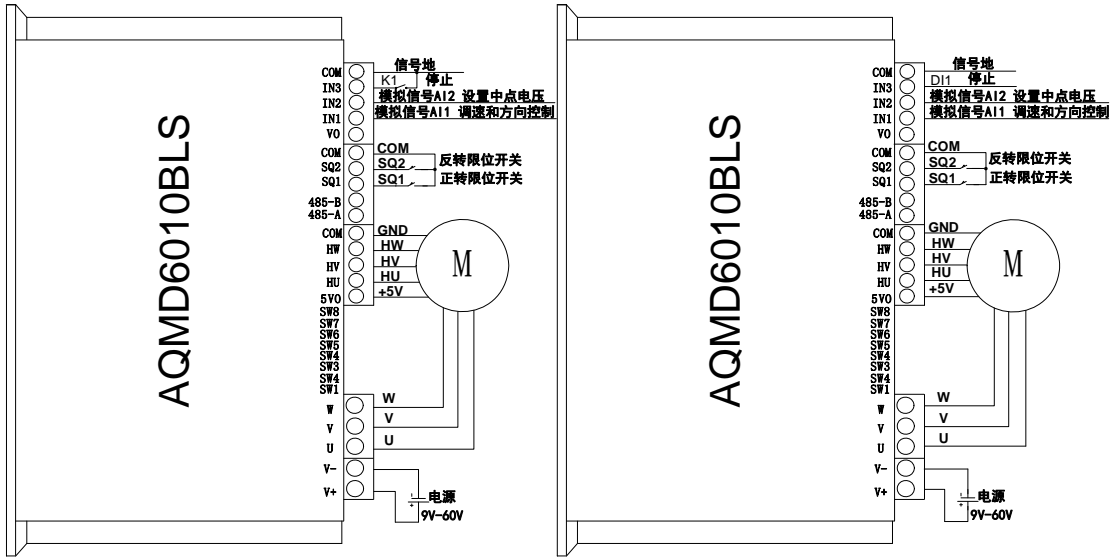


图 4.27 双单端模拟信号协同调速的开关量（左图）/逻辑电平（右图）控制的接图

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 0 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在电机的启停和正反转控制，控制逻辑如 表 4.27 所示。

表 4.27 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，驱动器支持占空比调速、闭环调速和力矩控制三种调速方式，各调速方式拨码开关的配置方法如图 4.28 所示，其中第 1-3 位配置电机额定电流

9V-60V 10A 高性能直流有感无刷电机驱动器/控制器

（如何配置额定电流见 表 2.2）；第 4-5 位配置信号源（如何配置信号源见 表 2.3），我们将信号源配置为模拟信号，第 4 位拨到ON，第 5 位拨到OFF；第 6-7 位配置工作模式（如何配置工作模式见 表 2.4），第 8 位配置控制方式，我们将控制方式配置为数字/模拟信号控制方式，即第 8 位拨到OFF。

拨码开关拨到上方为 OFF，下方为 ON。从左至右依次是第 1-8 位。

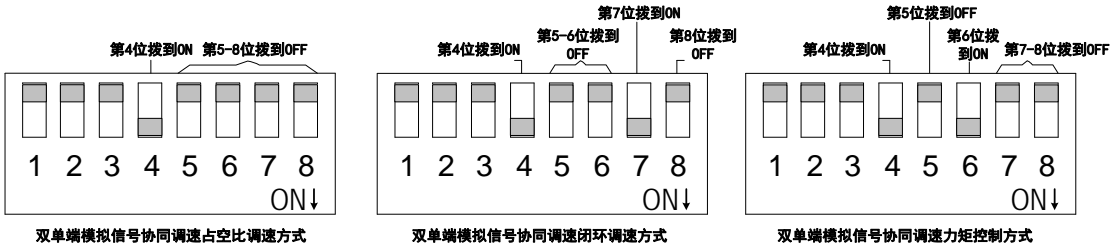


图 4.28 双单端模拟信号协同调速的拨码开关配置

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 4.28 所示。

表 4.28 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	0,1,2,3	0: 开关量（默认） 1: 0/3.3V 2: 0/5V 3: 0/12V 或 0/24V
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	0x2710	模拟量范围最大值为 10000mV（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

4.2.8 双单端模拟信号协同位置控制

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 4.29 所示。其中，IN2 接模拟信号AI2，用于设

9V-60V 10A 高性能直流有感无刷电机驱动器/控制器

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 0 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。

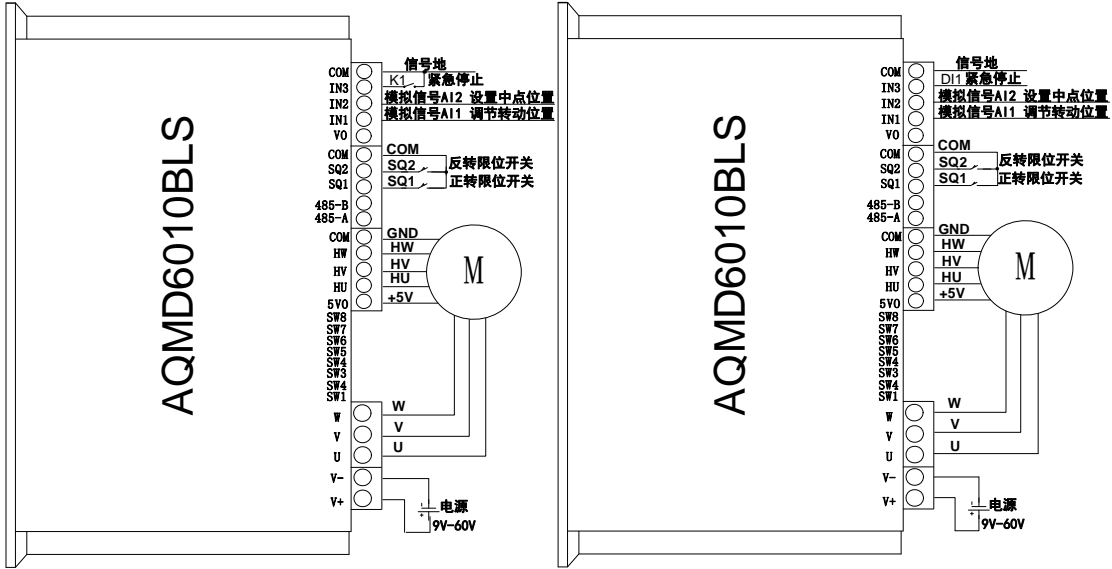


图 4.29 双单端模拟信号协同位置控制的接法

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 0 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在电机位置调节、信号锁存和紧急停止，控制逻辑如 表 4.29 所示。

表 4.29 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的拨码开关配置方法如 图 4.30 所示，拨码开关的第 1-3 位配置电机额定电流（如何配置额定电流见 表 2.2）；第 4-5 位配置信号源（如何配置信号

9V-60V 10A 高性能直流有感无刷电机驱动器/控制器

源见 表 2.3)，我们将信号源配置为模拟信号，第 4 位拨到ON，第 5 位拨到OFF；第 6-7 位配置工作模式（如何配置工作模式见 表 2.4），我们将工作模式配置为位置控制，即第 6-7 位均拨到ON；第 8 位配置控制方式，我们将控制方式配置为数字/模拟信号控制方式，即第 8 位拨到OFF。

拨码开关拨到上方为 OFF，下方为 ON。从左至右依次是第 1-8 位。

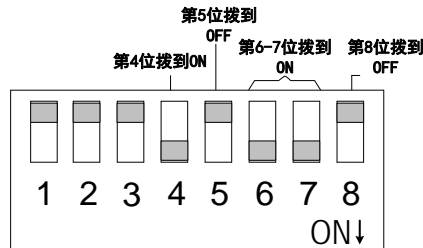


图 4.30 双单端模拟信号协同位置控制的拨码开关配置

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 4.30 所示。

表 4.30 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	0,1,2,3	0: 开关量（默认） 1: 0/3.3V 2: 0/5V 3: 0/12V 或 0/24V
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	0x2710	模拟量范围最大值为 10000mV（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
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	0~1000	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

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 4.31 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。

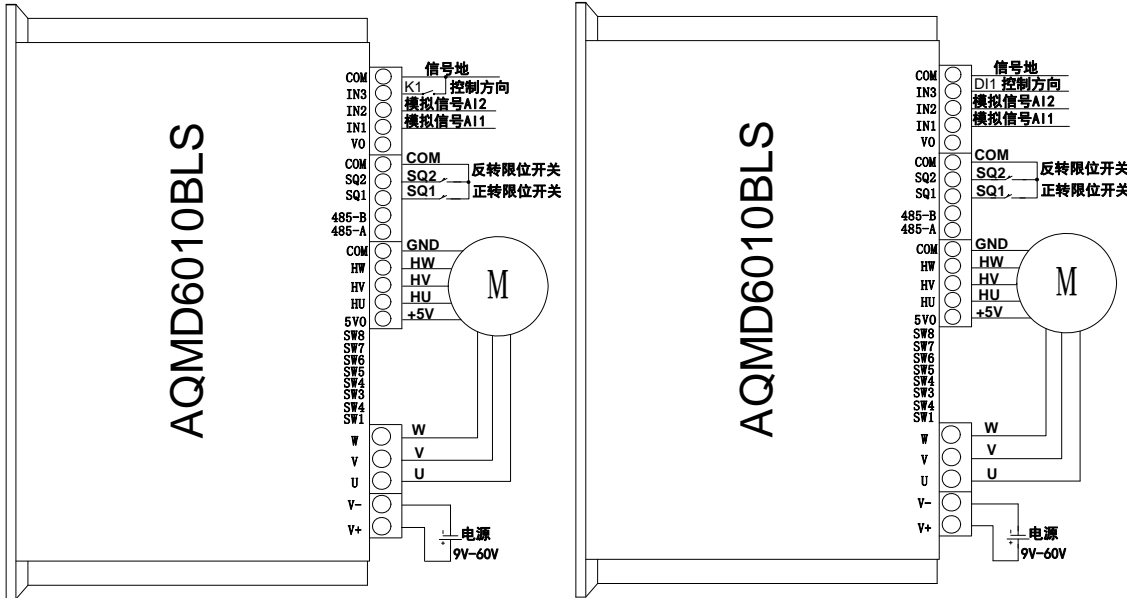


图 4.31 双单端模拟信号独立调速的开关量（左图）/逻辑电平（右图）的接法

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 0 小节系统参

9V-60V 10A 高性能直流有感无刷电机驱动器/控制器

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 4.31 所示。

表 4.31 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	
			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	
			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，驱动器支持占空比调速、闭环调速和力矩控制三种调速方式，它的拨码开关配置方式如图 4.32 所示，其中，第 1-3 位配置电机额定电流（如何配置电机的额定电流见 表 2.2）；第 4-5 位配置信号源（如何配置信号源的选择见 表 2.3），我们将信号源配置为模拟信号，即第 4 位拨到 ON，第 5 位拨到 OFF；第 6-7 位配置工作模式（如何配置模拟信号控制方式下工作模式见 表 2.4）；第 8 位配置控制方式，我们将控制方式配置为数字/模拟信号控制方式，即第 8 位拨到 OFF。

拨码开关拨到上方为 OFF，下方为 ON。从左至右依次是第 1-8 位。

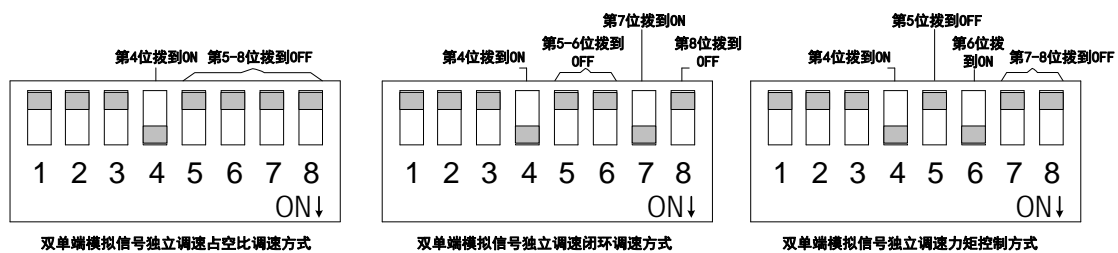


图 4.32 双单端模拟信号独立调速的拨码开关配置

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 4.32 所示。

表 4.32 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	0,1,2,3	0: 开关量（默认） 1: 0/3.3V 2: 0/5V 3: 0/12V 或 0/24V
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	0x2710	模拟量范围最大值这里配置为 10000mV，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

4.2.10 双单端模拟信号独立位置控制

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 4.33 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。

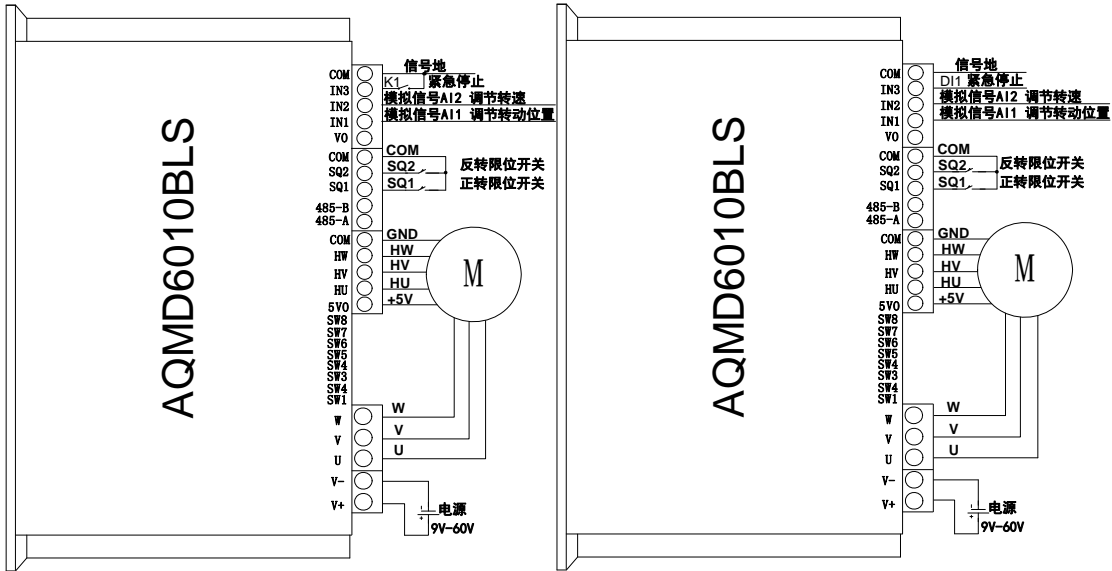


图 4.33 双单端模拟信号独立位置控制的接法

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 0 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在电机位置调节、信号锁存和紧急停止，控制逻辑如表 4.33 所示。

表 4.33 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	

双单端模拟信号位置控制的拨码开关配置方法如图 4.34 所示，其中，第 1-3 位配置电机的额定电流（如何配置电机的额定电流见 表 2.2）；第 4-5 位配置信号源（如何配置信号源见 表 2.3），我们将信号源配置为模拟信号，即第 4 位拨到 ON，第 5 位拨到 OFF；第 6-7

9V-60V 10A 高性能直流有感无刷电机驱动器/控制器

位配置工作模式（如何配置工作模式见 表 2.4），我们将工作模式配置为位置控制，即第 6-7 位均拨到ON；第 8 位配置控制方式，我们将控制方式配置为数字/模拟信号控制方式，即第 8 位拨到OFF。

拨码开关拨到上方为 OFF，下方为 ON。从左至右依次是第 1-8 位。

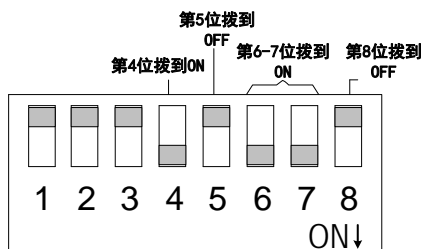


图 4.34 双单端模拟信号位置控制的拨码开关配置

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 4.34 所示。

表 4.34 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	0,1,2,3	0: 开关量（默认） 1: 0/3.3V 2: 0/5V 3: 0/12V 或 0/24V
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	0x2710	模拟量范围最大值这里配置为 10000mV，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
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	0~1000	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）

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 4.35 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。

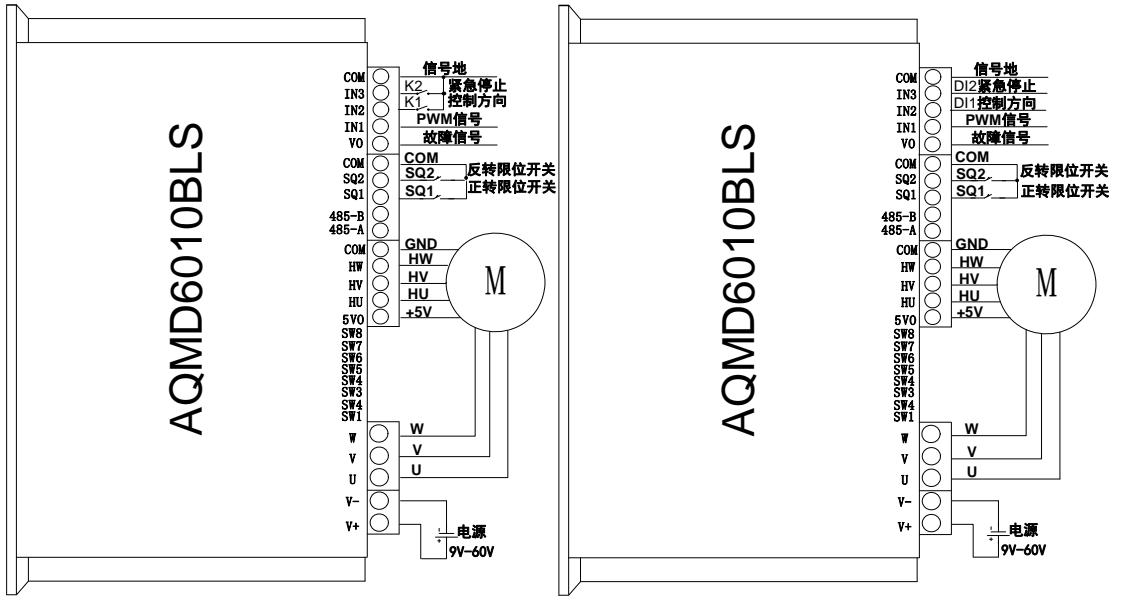


图 4.35 PWM 信号调速（电平触发） 开关量（左图）/逻辑电平（右图）控制方式接线方法

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 0 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的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 4.35 所示。

表 4.35 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调速方式下，驱动器支持占空比调速、闭环调速和力矩控制三种调速方式，各调速方式拨码开关的配置方法如图 4.36 所示，其中第 1-3 位配置电机额定电流（如何配置电机的额定电流见表 2.2）；第 4-5 位配置信号源（如何配置信号源见表 2.3），我们将信号源配置为PWM信号，即第 4 位拨到OFF，第 5 位拨到ON；第 6-7 位配置工作模式（如何配置工作模式见表 2.4）；第 8 位配置控制方式，我们将控制方式配置为数字/模拟信号控制方式，即第 8 位拨到OFF。

拨码开关拨到上方为 OFF，下方为 ON。从左至右依次是第 1-8 位。

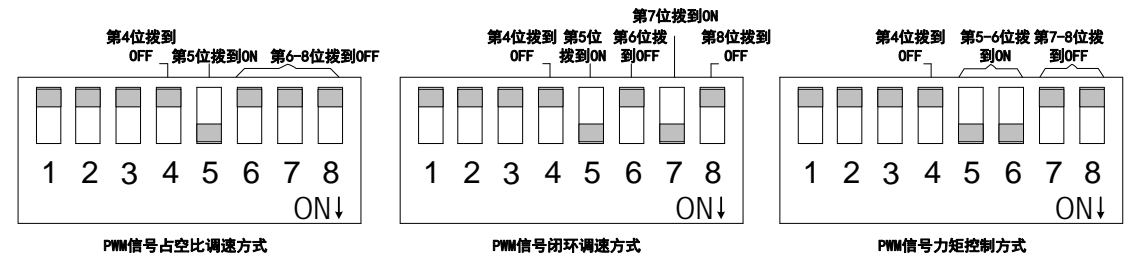


图 4.36 PWM 信号调速（电平触发）下拨码开关配置

PWM信号调速（电平触发）方式下，相关寄存器的参考配置如表 4.36 所示。

表 4.36 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	0,1,2,3	0: 开关量（默认） 1: 0/3.3V 2: 0/5V 3: 0/12V 或 0/24V
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

4.3.2 PWM信号调速（边沿触发）

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 4.37 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。

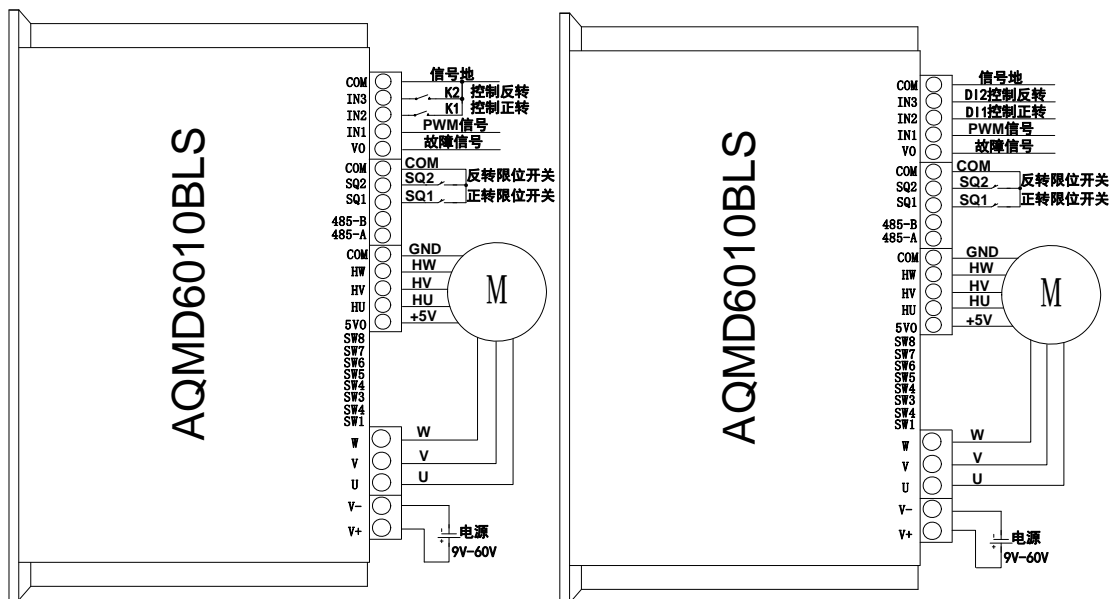


图 4.37 PWM 信号调速（边沿触发） 开关量（左图）/逻辑电平（右图）控制方式接线方法

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 0 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的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 4.37 所示。

表 4.37 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调速（边沿触发）方式下，驱动器支持占空比调速、闭环调速和力矩控制三种调速方式，各调速方式拨码开关的配置方法如图 4.38 所示，其中第 1-3 位配置电机额定电流（如何配置电机的额定电流见表 2.2）；第 4-5 位配置信号源（如何配置信号源见表 2.3），我们将信号源配置为PWM信号，即第 4 位拨到OFF，第 5 位拨到ON；第 6-7 位配置工作模式（如何配置工作模式见表 2.4）；第 8 位配置控制方式，我们将控制方式配置为数字/模拟信号控制方式，即第 8 位拨到OFF。

拨码开关拨到上方为 OFF，下方为 ON。从左至右依次是第 1-8 位。

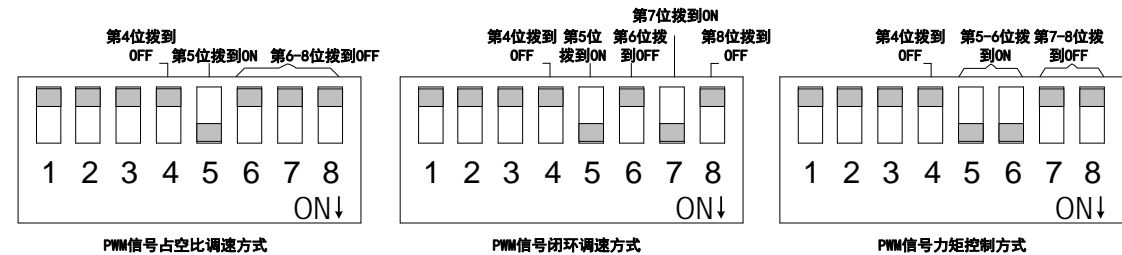


图 4.38 PWM 信号调速（边沿触发）下拨码开关配置

PWM信号调速（边沿触发）方式下，相关寄存器的参考配置如表 4.38 所示。

表 4.38 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	0,1,2,3	0: 开关量 (默认) 1: 0/3.3V 2: 0/5V 3: 0/12V 或 0/24V
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

4.3.3 PWM信号位置控制

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 4.39 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。

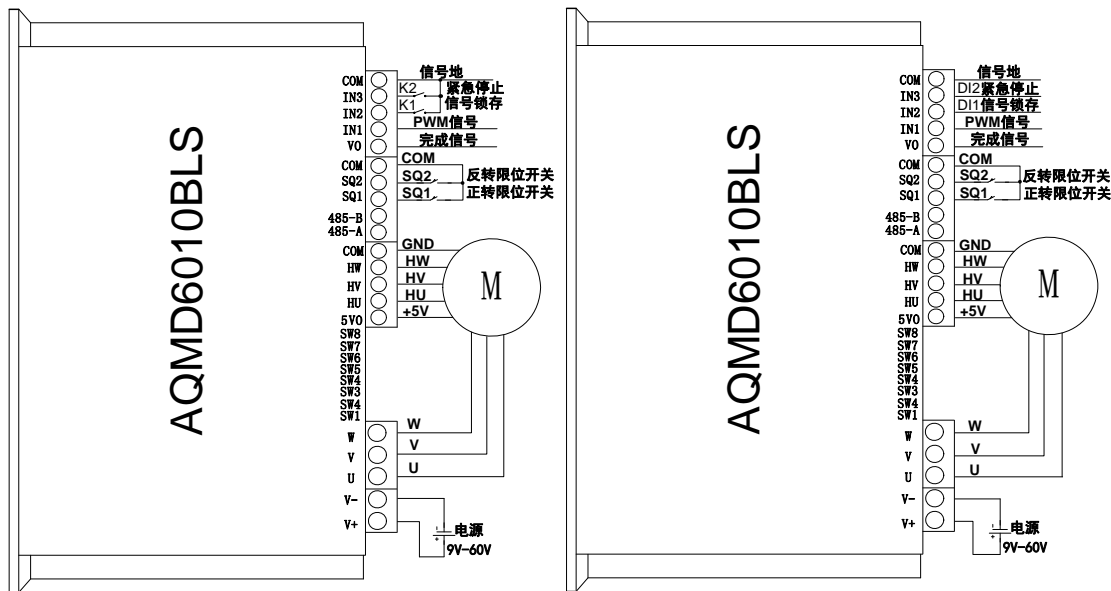


图 4.39 PWM 信号位置控制开关量 (左图) /逻辑电平 (右图) 控制方式接线方法

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 0 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现在电机位置调节、信号锁存和紧急停止, 控制逻辑如表 4.39 所示。

表 4.39 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信号位置调速下的拨码开关配置方法如图 4.40 所示。其中，拨码开关的第 1-3 位配置电机额定电流（如何配置电机的额定电流见 表 2.2）；第 4-5 位配置信号源（如何配置信号源见 表 2.3），我们将信号源配置为PWM信号，即第 4 位拨到OFF，第 5 位拨到ON；第 4-7 位配置工作模式（如何配置工作模式见 表 2.4），我们将工作模式配置为位置控制，即第 6-7 位均拨到ON；第 8 位配置控制方式，我们将控制方式配置为数字/模拟信号控制方式，即第 8 位拨到OFF。

拨码开关拨到上方为 OFF，下方为 ON。从左至右依次是第 1-8 位。

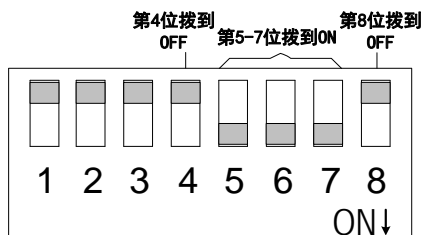


图 4.40 PWM 信号位置控制的拨码开关配置

PWM信号位置控制方式下，相关寄存器的参考配置如 表 4.40 所示。

表 4.40 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	0,1,2,3	0: 开关量（默认） 1: 0/3.3V 2: 0/5V

			3: 0/12V 或 0/24V
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
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	0~1000	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）

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 4.41 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 0 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。

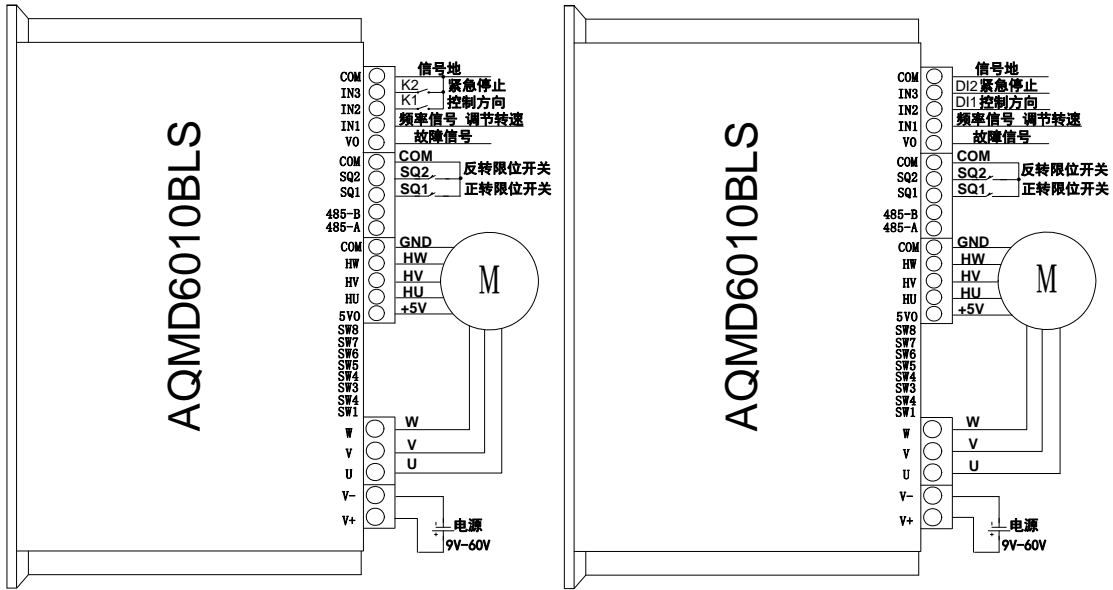


图 4.41 频率信号调速（电平触发） 开关量（左图）/逻辑电平（右图）控制方式接线方法

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 0 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 4.41 所示。

表 4.41 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）下，驱动器支持占空比调速、闭环调速和力矩控制三种调速方式，各调速方式拨码开关的配置如图 4.42 所示，其中，第 1-3 位配置电机额定电流（如何配置电机的额定电流见 表 2.2）；第 4-5 位配置信号源（如何配置信号源见 表 2.3），我们将信号源配置为频率信号，即第 4 位拨到OFF，第 5 位拨到ON；第 6-7 位配置工作模式（如何配置工作模式见 表 2.4）；第 8 位配置控制方式，我们将控制方式配置为数字/模拟

信号控制方式，即第 8 位拨到 OFF。

拨码开关拨到上方为 OFF，下方为 ON。从左至右依次是第 1-8 位。

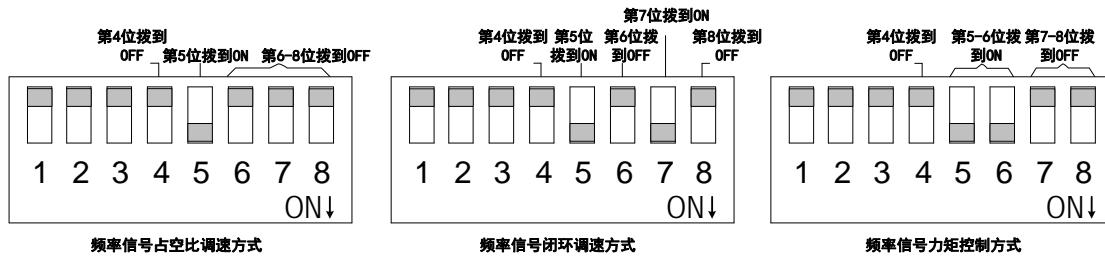


图 4.42 频率信号调速（电平触发）拨码开关配置

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 4.42 所示。

表 4.42 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	0,1,2,3	0: 开关量（默认） 1: 0/3.3V 2: 0/5V 3: 0/12V 或 0/24V
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

4.3.5 频率信号调速（边沿触发）

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 4.43 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 0 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

9V-60V 10A 高性能直流有感无刷电机驱动器/控制器

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。

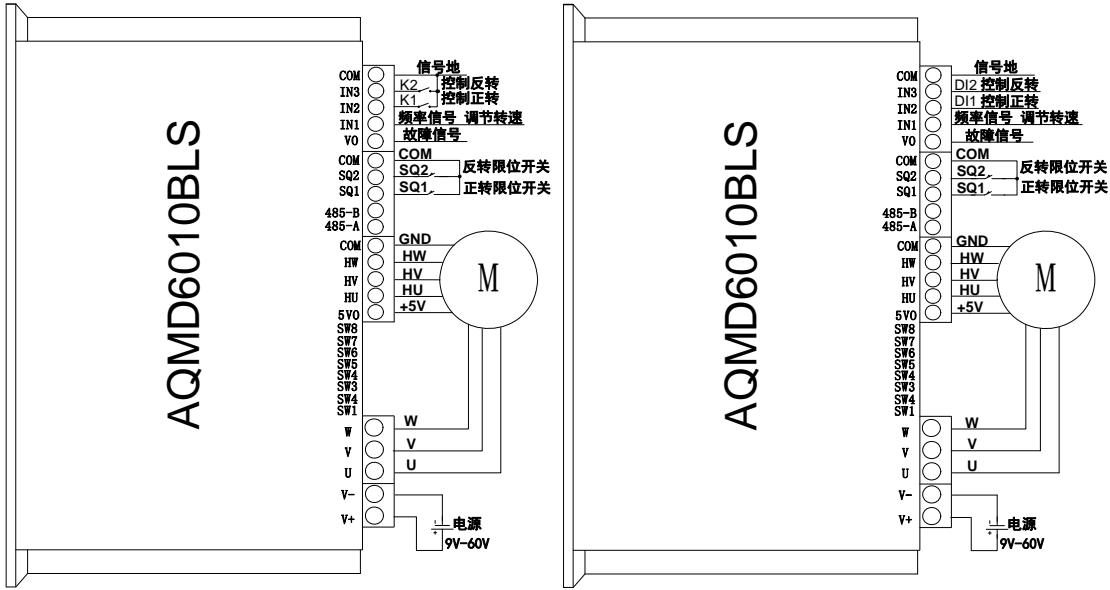


图 4.43 频率信号调速（边沿触发）开关量（左图）/逻辑电平（右图）控制方式接线方法

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 0 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 4.43 所示。

表 4.43 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）下，驱动器支持占空比调速、闭环调速和力矩控制三种调速方式，各调速方式拨码开关的配置如图 4.44 所示，其中，第 1-3 位配置电机额定电流（如何配置电机的额定电流见 表 2.2）；第 4-5 位配置信号源（如何配置信号源见 表 2.3），我们将信号源配置为频率信号，即第 4 位拨到 OFF，第 5 位拨到 ON；第 6-7 位配置工作模式（如何配置工作模式见 表 2.4）；第 8 位配置控制方式，我们将控制方式配置为数字/模拟信号控制方式，即第 8 位拨到 OFF。

拨码开关拨到上方为 OFF，下方为 ON。从左至右依次是第 1-8 位。

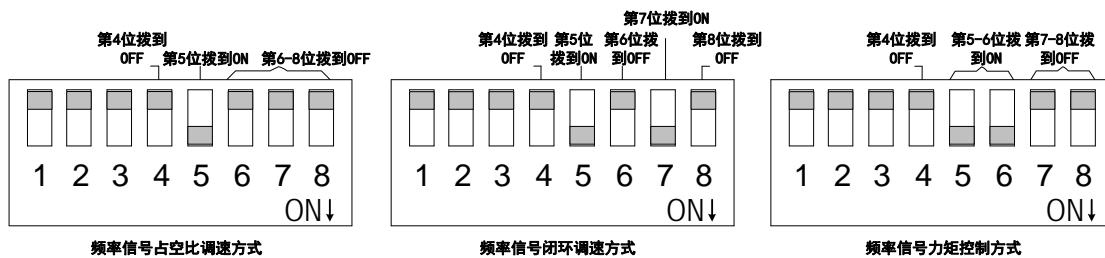


图 4.44 频率信号调速（边沿触发）拨码开关配置

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 4.44 所示。

表 4.44 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	0,1,2,3	0: 开关量（默认） 1: 0/3.3V 2: 0/5V 3: 0/12V 或 0/24V
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

4.3.6 频率信号位置控制

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 4.45 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 0 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 3.1.6 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。

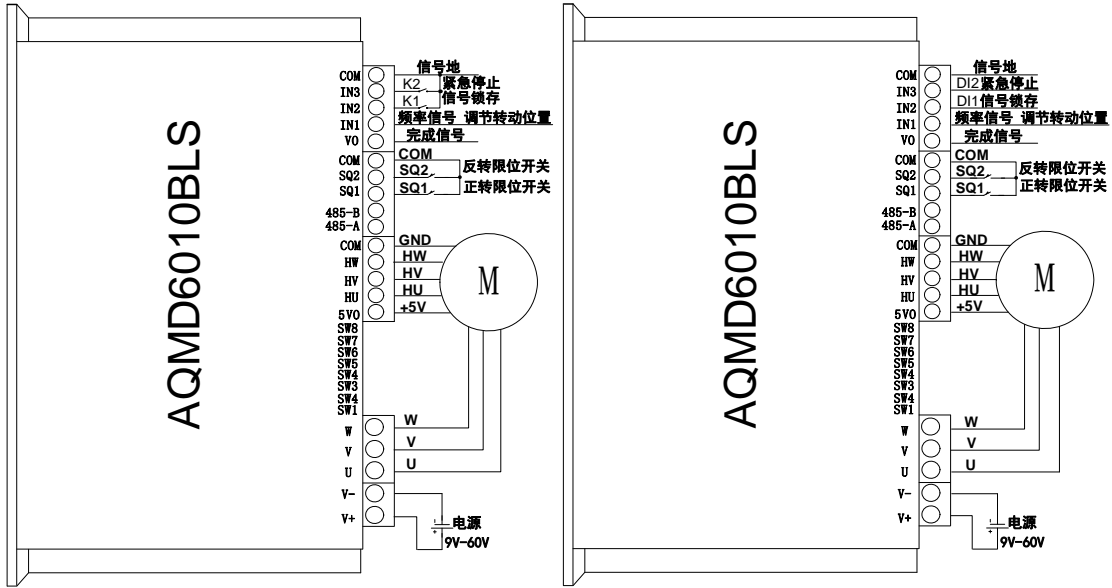


图 4.45 频率信号位置控制的开关量（左图）/逻辑电平（右图）控制方式接线方法

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 0 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的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 4.45 所示。

表 4.45 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	
--	--	------	---------	--

频率信号位置调速下，拨码开关配置方法如图 4.46 所示，其中，第 1-3 位配置电机额定电流（如何配置电机的额定电流见表 2.2）；第 4-5 位配置信号源（如何配置信号源见表 2.3），我们将信号源配置为频率信号，即第 4 位拨到 OFF，第 5 位拨到 ON；第 6-7 位配置工作模式（如何配置工作模式见表 2.4），我们将工作模式配置为位置控制，即第 6-7 位均拨到 ON；第 8 位配置控制方式，我们将控制方式配置为数字/模拟信号控制方式，即第 8 位拨到 OFF。

拨码开关拨到上方为 OFF，下方为 ON。从左至右依次是第 1-8 位。

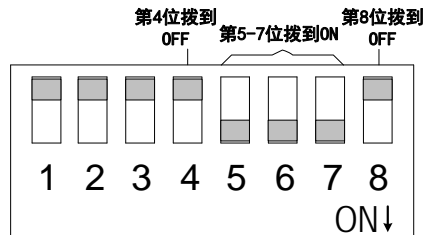


图 4.46 频率信号位置控制拨码开关配置

频率信号位置控制方式下，相关寄存器的参考配置如表 4.46 所示。

表 4.46 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	0,1,2,3	0: 开关量（默认） 1: 0/3.3V 2: 0/5V 3: 0/12V 或 0/24V
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
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	0~1000	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）

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 4.47 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 0 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。

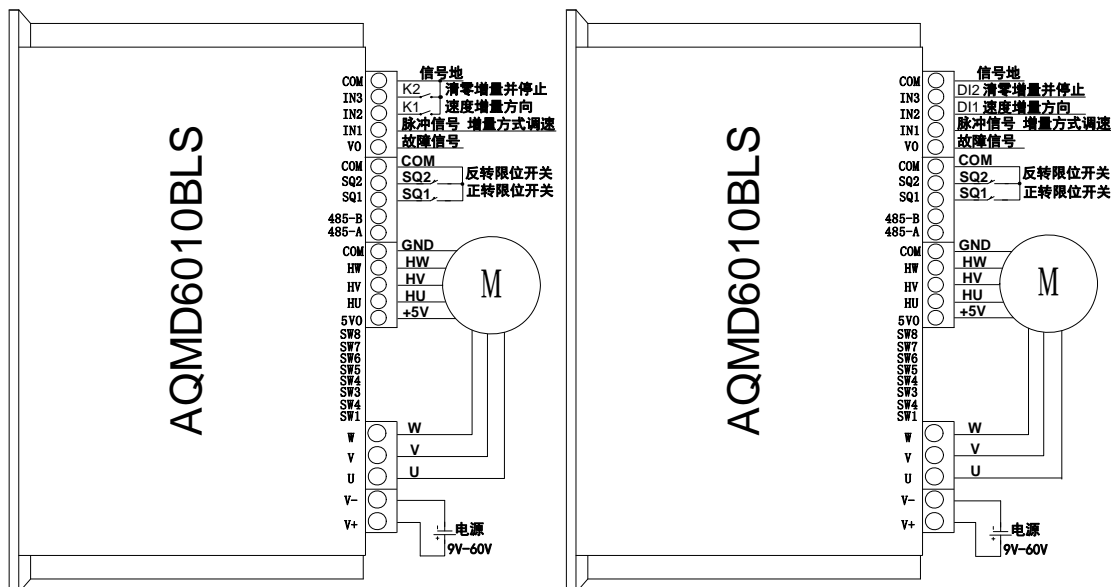


图 4.47 脉冲信号调速（电平触发）的开关量（左图）/逻辑电平（右图）控制的接图

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 0 小节系统参数

9V-60V 10A 高性能直流有感无刷电机驱动器/控制器

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 4.47 所示。

表 4.47 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）下，驱动器支持占空比调速、闭环调速和力矩控制三种方式，拨码开关配置方法如图 4.48 所示，其中，第 1-3 位配置电机额定电流（如何配置电机的额定电流见 表 2.2）；第 4-5 位配置信号源（如何配置信号源见 表 2.3），我们将信号源配置为脉冲信号，即第 4 位拨到OFF，第 5 位拨到ON；第 6-7 位配置工作模式（如何配置工作模式见 表 2.4）；第 8 位配置控制方式，我们将控制方式配置为数字/模拟信号控制方式，即第 8 位拨到OFF。

拨码开关拨到上方为 OFF，下方为 ON。从左至右依次是第 1-8 位。

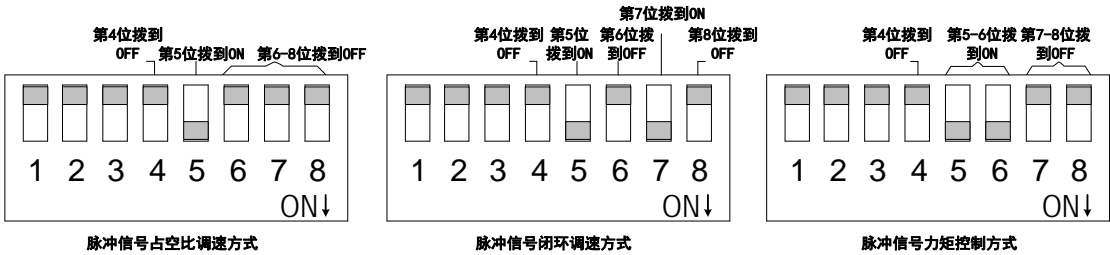


图 4.48 脉冲信号调速（电平触发）的拨码开关设置

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 4.48 所示。

表 4.48 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
0x0085	逻辑电平类型	0,1,2,3	0: 开关量（默认） 1: 0/3.3V 2: 0/5V 3: 0/12V 或 0/24V
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

4.3.8 脉冲信号调速（边沿触发）

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 4.49 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 0 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。

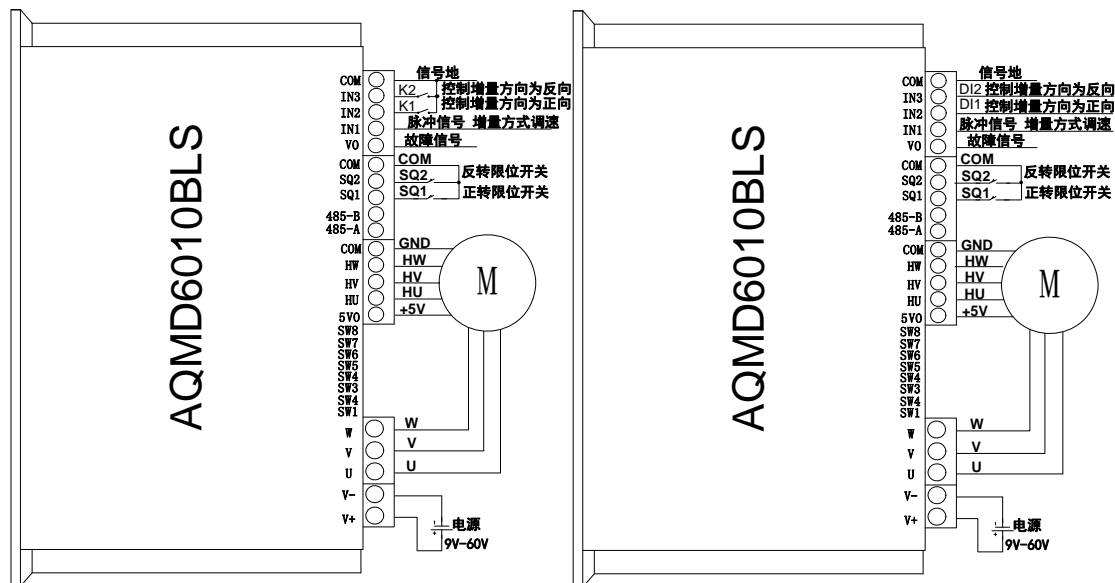


图 4.49 脉冲信号调速（边沿触发）的开关量（左图）/逻辑电平（右图）控制的接图

9V-60V 10A 高性能直流有感无刷电机驱动器/控制器

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 0 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 4.49 所示。

表 4.49 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	
		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	脉冲信号调速	
		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	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）下，驱动器支持占空比调速、闭环调速和力矩控制三种方式，拨码开关配置方法如图 4.50 所示，其中，第 1-3 位配置电机额定电流（如何配置电机的额定电流见 表 2.2）；第 4-5 位配置信号源（如何配置信号源见 表 2.3），我们将信号源配置为脉冲信号，即第 4 位拨到OFF，第 5 位拨到ON；第 6-7 位配置工作模式（如何配置工作模式见 表 2.4）；第 8 位配置控制方式，我们将控制方式配置为数字/模拟信号控制方式，即第 8 位拨到OFF。

拨码开关拨到上方为 OFF，下方为 ON。从左至右依次是第 1-8 位。

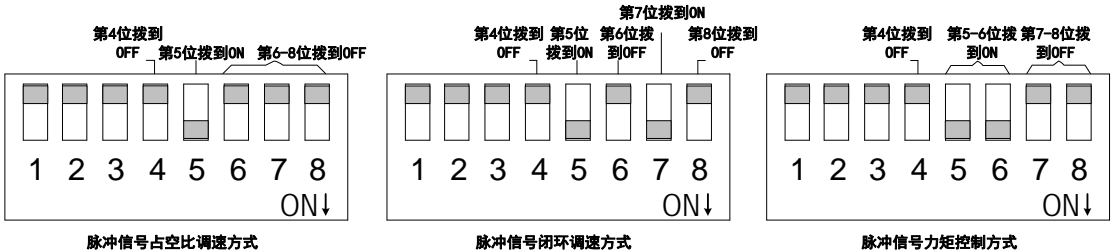


图 4.50 脉冲信号调速（边沿触发）的拨码开关设置

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 4.50 所示。

表 4.50 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
0x0085	逻辑电平类型	0,1,2,3	0: 开关量（默认） 1: 0/3.3V 2: 0/5V 3: 0/12V 或 0/24V
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

4.3.9 脉冲信号位置控制

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 4.51 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 0 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。

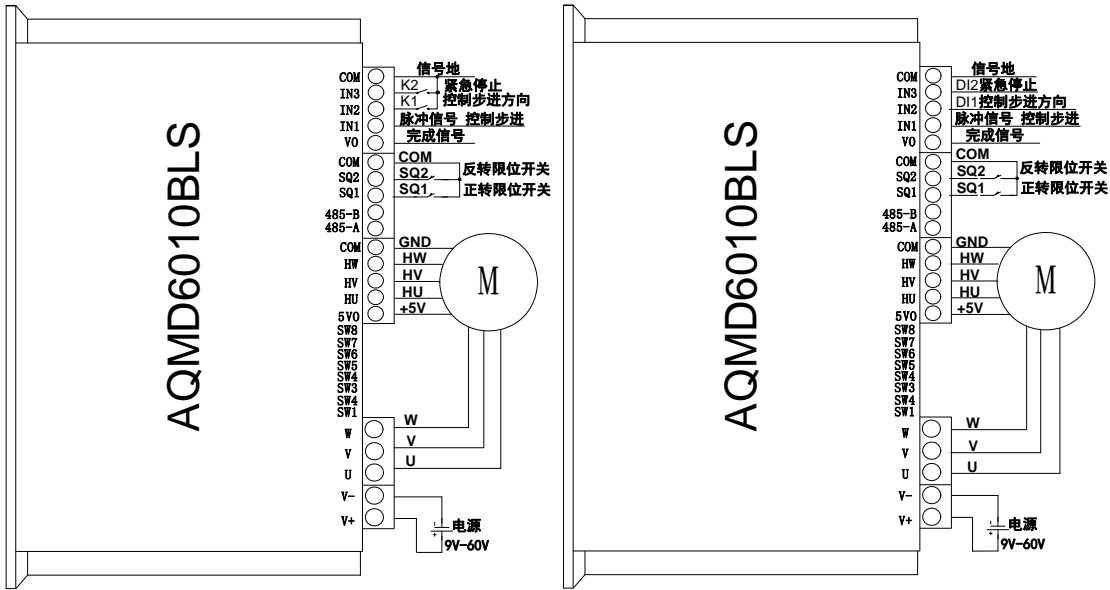


图 4.51 脉冲信号位置控制的接法

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 0 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 4.51 所示。

表 4.51 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	

脉冲信号位置控制的拨码开关配置方法如 图 4.52 所示，其中，第 1-3 位配置电机的额定电流（如何配置电机的额定电流见 表 2.2）；第 4-5 位配置信号源（如何配置信号源见 表 2.3），我们将信号源配置为脉冲信号，即第 4 位拨到OFF，第 5 位拨到ON；第 6-7 位配置工作模式（如何配置工作模式见 表 2.4），我们将工作模式配置为位置控制，即第 6-7 位均拨到ON；第 8 位拨到OFF。

9V-60V 10A 高性能直流有感无刷电机驱动器/控制器

拨码开关拨到上方为 OFF，下方为 ON。从左至右依次是第 1-8 位。

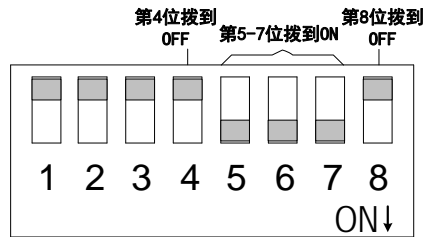


图 4.52 脉冲信号位置控制拨码开关配置

脉冲信号位置控制方式下，相关寄存器的参考配置如表 4.52 所示。

表 4.52 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
0x0085	逻辑电平类型	0,1,2,3	0: 开关量（默认） 1: 0/3.3V 2: 0/5V 3: 0/12V 或 0/24V
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
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

4.4 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

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 4.53 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

9V-60V 10A 高性能直流有感无刷电机驱动器/控制器

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。

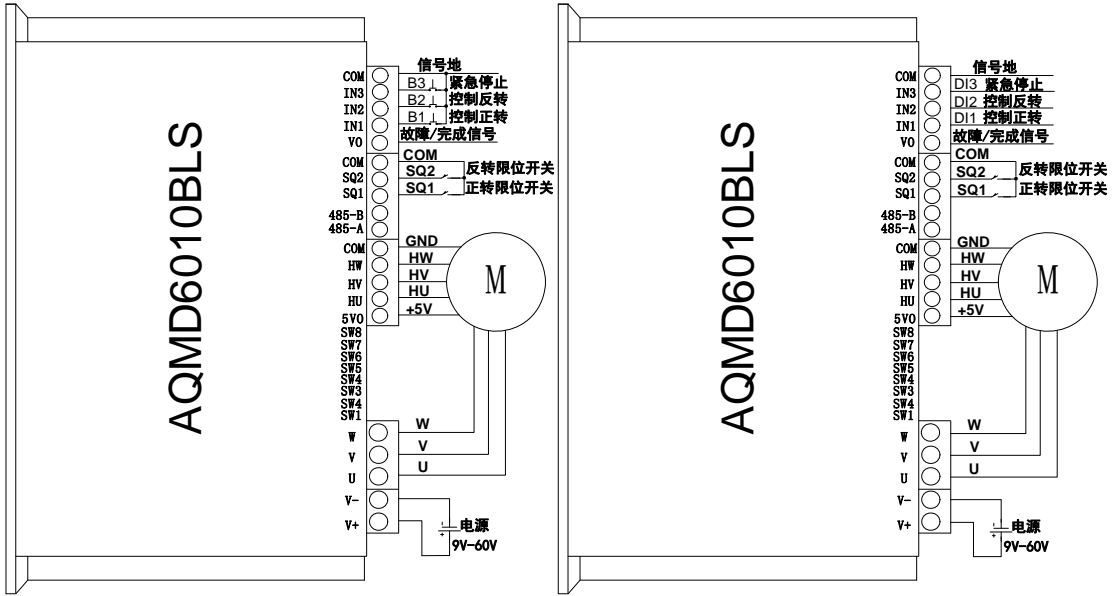


图 4.53 预设速度双键控制的接法

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 0 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的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 4.53 所示。

表 4.53 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/闭合瞬间	调速	预设速度	
		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	

使用预设速度双键控制时，拨码开关配置方法如图 4.54 所示，其中，第 1-3 位配置电机额定电流（如何配置电机的额定电流见 表 2.2）；第 4-5 位配置信号源（如何配置信号源见 表 2.3），我们将信号源配置为内置程序，即第 4 位拨到ON，第 5 位拨到ON；第 6-7 位配置工作模式（如何配置工作模式见 表 2.4），我们将工作模式配置为预设速度控制，即第 6 位拨到OFF,第 7 位拨到ON；第 8 位配置控制方式，我们将控制方式配置为数字/模拟信号控制方式，即第 8 位拨到OFF。

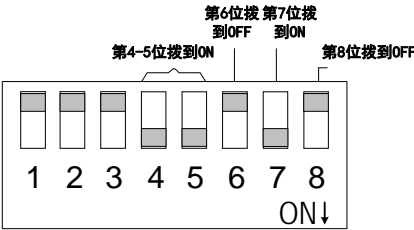


图 4.54 预设速度双键控制的拨码开关配置

预设速度双键控制方式下，相关寄存器的参考配置如表 4.54 所示。

表 4.54 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	0,1,2,3	0: 开关量（默认） 1: 0/3.3V 2: 0/5V 3: 0/12V 或 0/24V
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
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：0~2000 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：0~2000 速度/位置闭环：0~65535

4.4.2 预设速度单键控制

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 4.55 所示。

9V-60V 10A 高性能直流有感无刷电机驱动器/控制器

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。

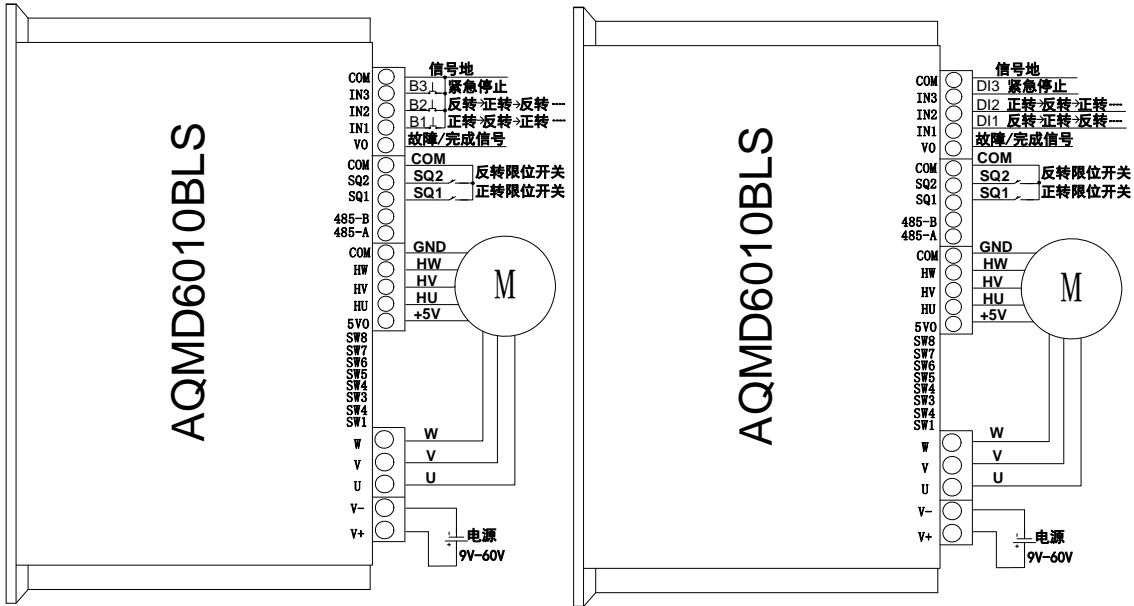


图 4.55 预设速度单键控制的接法

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 0 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的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 4.55 所示。

表 4.55 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	
		调速		预设速度	
	高电平/断开	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→停 止→反转…	B2 断开后反转，闭合 后停止，再次断开正 转，再次闭合停止，以 此循环；B1、B3 均闭 合	
		紧急停止		B3 闭合	
		调速		预设速度	
	下降沿/闭合瞬间	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	自保
			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	
		调速		预设速度	
	上升沿/断开瞬间	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	
		紧急停止		DI3 为高电平	
	下降沿/闭合瞬间	调速		预设速度	边沿
		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	状态 切换	调速	预设速度
			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

使用预设速度单键控制时，拨码开关配置方法如图 4.56 所示，其中，第 1-3 位配置电机额定电流（如何配置电机的额定电流见 表 2.2）；第 4-5 位配置信号源（如何配置信号源见 表 2.3），我们将信号源配置为内置程序，即第 4 位拨到ON，第 5 位拨到ON；第 6-7 位配置工作模式（如何配置工作模式见 表 2.4），我们将工作模式配置为预设速度控制，即第 6 位拨到OFF,第 7 位拨到ON；第 8 位配置控制方式，我们将控制方式配置为数字/模拟信号控制方式，即第 8 位拨到OFF。

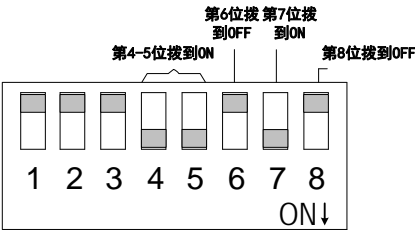


图 4.56 预设速度单键控制的拨码开关配置

预设速度单键控制方式下，相关寄存器的参考配置如 表 4.56 所示。

表 4.56 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	0,1,2,3	0: 开关量（默认） 1: 0/3.3V 2: 0/5V 3: 0/12V 或 0/24V
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
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 通讯的接法和配置

4.5.1 485 通讯控制

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 4.57 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。

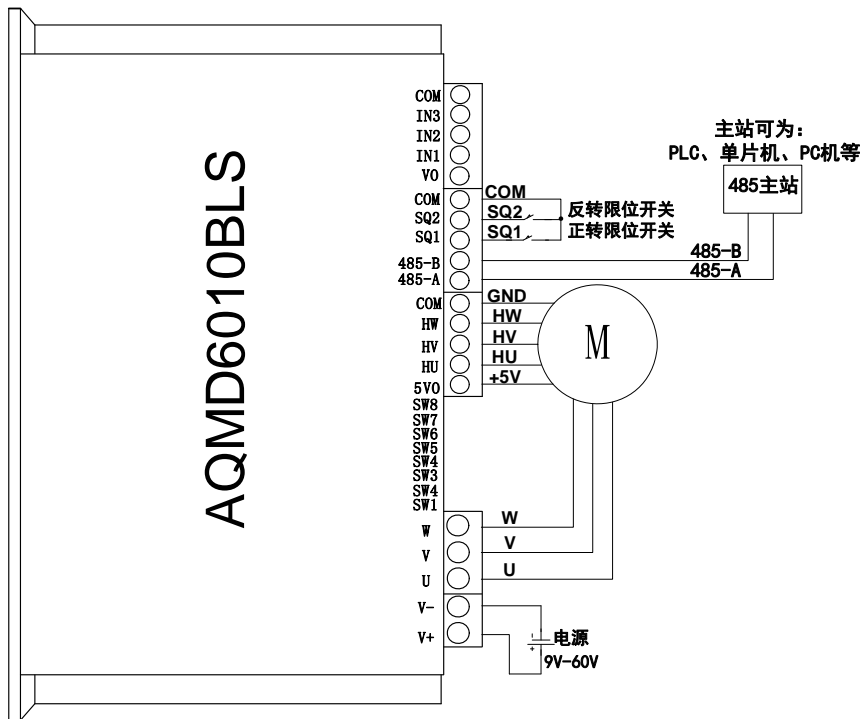


图 4.57 485 通讯控制的接法

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 0 小节系统参数配置寄存器。驱动器的Modbus从站设备地址通过拨码开关第 1~7 位配置，从站地址译码表见 表 2.6；第 8 位为控制方式位，使用 485 通讯控制时第 8 位应拨到ON；拨码开关的配置如图 4.58 所示。

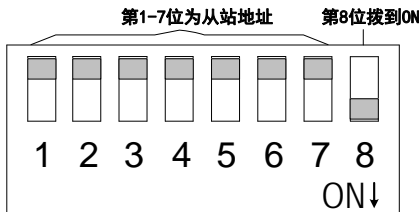


图 4.58 485 通讯方式拨码开关的配置

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 0 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

9V-60V 10A 高性能直流有感无刷电机驱动器/控制器

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 0 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的 0 介绍。

通过 0x0080~0x0099 寄存器（详见 0 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 4.57 所示。

表 4.57 485 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 为输出占比空由 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 为输出占比空由 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	0~1200	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	0~1200	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	0~600	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	0~1200	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	-2147483648~2 147483647	
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: 无法达到目标速度
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。

4.5.2 485 多站点通讯控制

此用法使用一个 485 主站（主站可以是 PLC、单片机或 PC 机等）通过 485 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 4.59 所示。485 多站点通讯的接法见 5.4 小节。

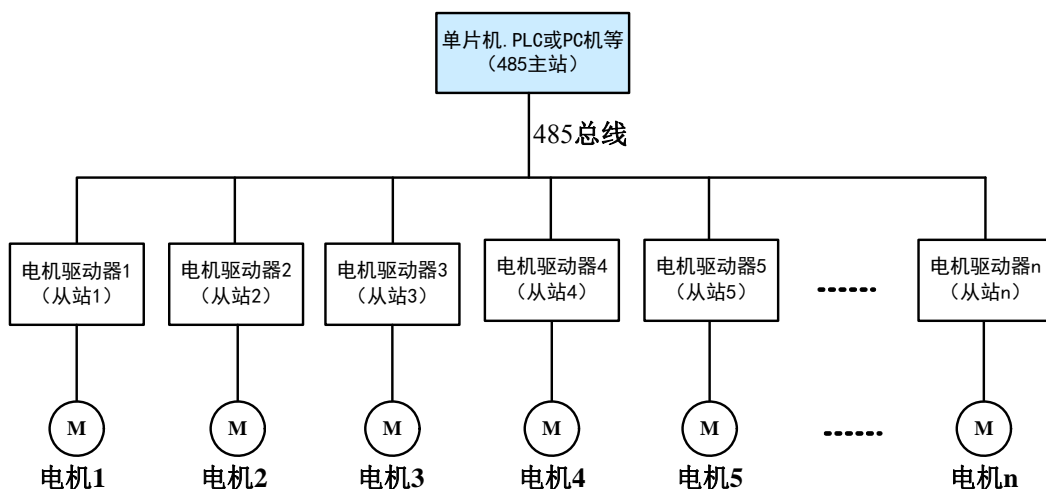


图 4.59 485 多站点通讯控制拓扑图

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

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。

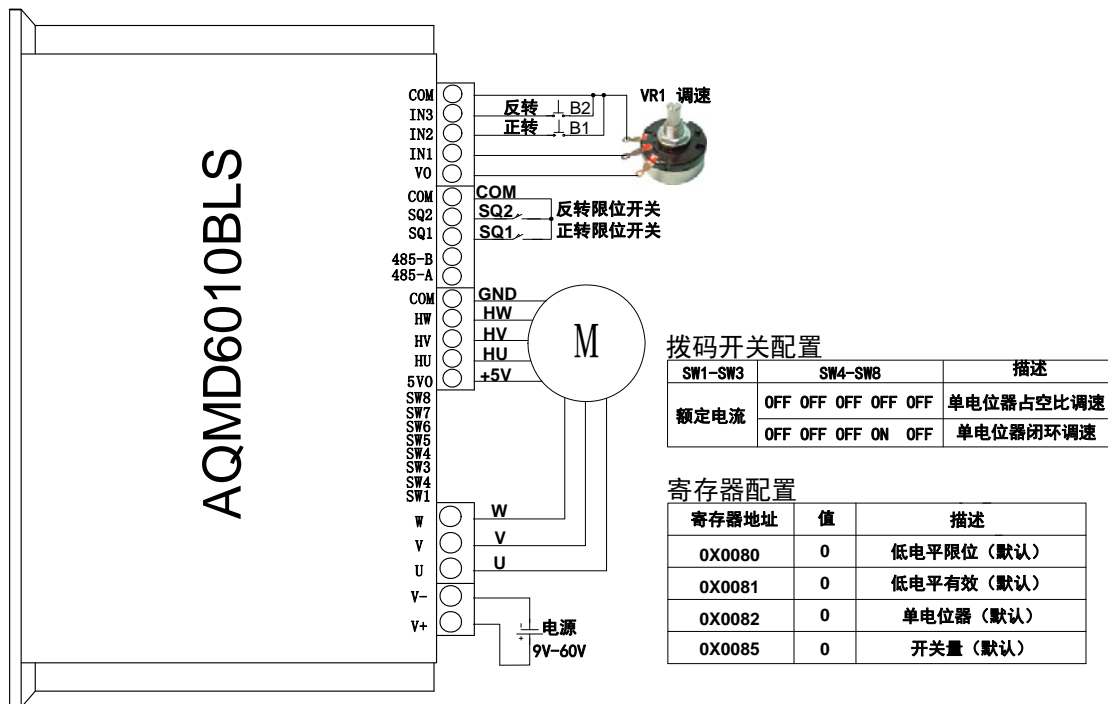


图 5.1 单电位器调速方式的接线示意图

单电位器调速方式下，驱动器支持占空比调速、闭环调速和力矩控制三种调速方式，各调速方式拨码开关的配置方法如图 5.2 所示。拨码开关第 1-3 位配置电机额定电流（如何配置电机额定电流见 表 2.2）；第 4-5 位配置信号源（如何配置信号源见 表 2.3），我们将信号源配置为电位器，即 4-5 同时拨到 OFF；第 6-7 位配置工作模式（如何配置工作模式见 表 2.4）；第 8 位配置控制方式，我们将控制方式配置为数字/模拟信号控制方式，即第 8 位拨到 OFF。

拨码开关拨到上方为 OFF，下方为 ON。从左至右依次是第 1-8 位。

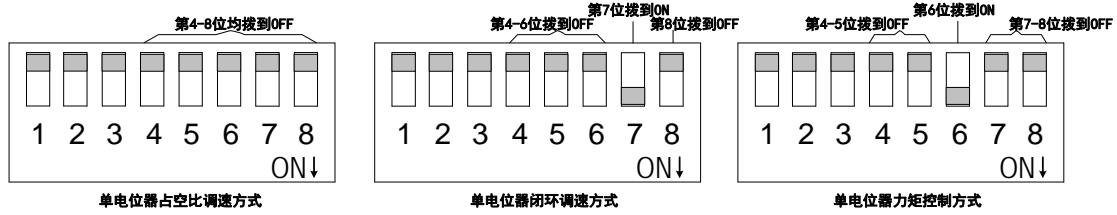


图 5.2 单电位器占空比调速、速度闭环控制和力矩控制方式的拨码开关配置

单电位器调速方式下，相关寄存器的参考配置如表 5.1 所示。

表 5.1 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	0,1,2,3	0: 开关量（默认） 1: 0/3.3V 2: 0/5V 3: 0/12V 或 0/24V
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	0x0CDF	电位器最大输出电压值为 3295mV（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

5.1.2 双电位器调速方式

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 5.3 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。

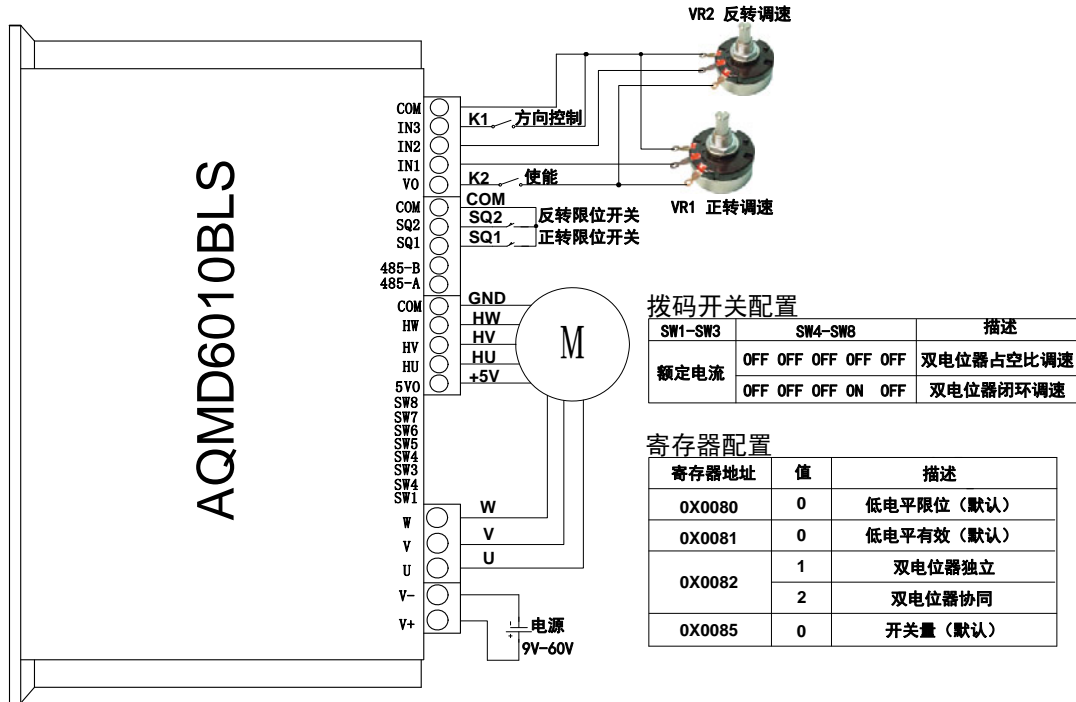


图 5.3 双电位器调速方式的接线示意图

双电位器调速方式下，驱动器支持占空比调速、闭环调速和力矩控制三种调速方式，各调速方式拨码开关的配置方法如图 5.4 所示。其中，拨码开关第 1-3 位配置电机额定电流（如何配置额定电流见 表 2.2）；第 4-5 位配置信号源（如何配置信号源见 表 2.3），我们将信号源配置为电位器，即 4-5 同时拨到OFF；第 4-7 位配置电位器控制时的工作模式（如何配置电位器控制时的工作模式见 表 2.4）；第 8 位配置控制方式，我们将控制方式配置为数字/模拟信号控制方式，即第 8 位拨到OFF。

拨码开关拨到上方为 OFF，下方为 ON。从左至右依次是第 1-8 位。

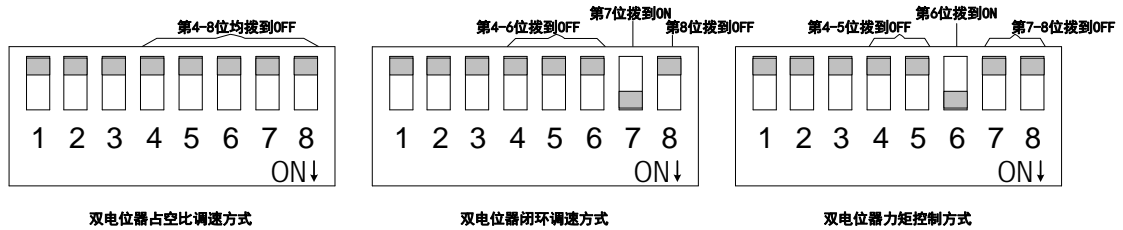


图 5.4 双电位器调速方式的拨码开关配置

双电位器调速下，相关寄存器的参考配置如 表 5.2 所示。

表 5.2 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	0,1,2,3	0: 开关量（默认） 1: 0/3.3V 2: 0/5V 3: 0/12V 或 0/24V
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	0x0CDF	电位器最大输出电压值为 3295mV（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

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

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 5.5 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。

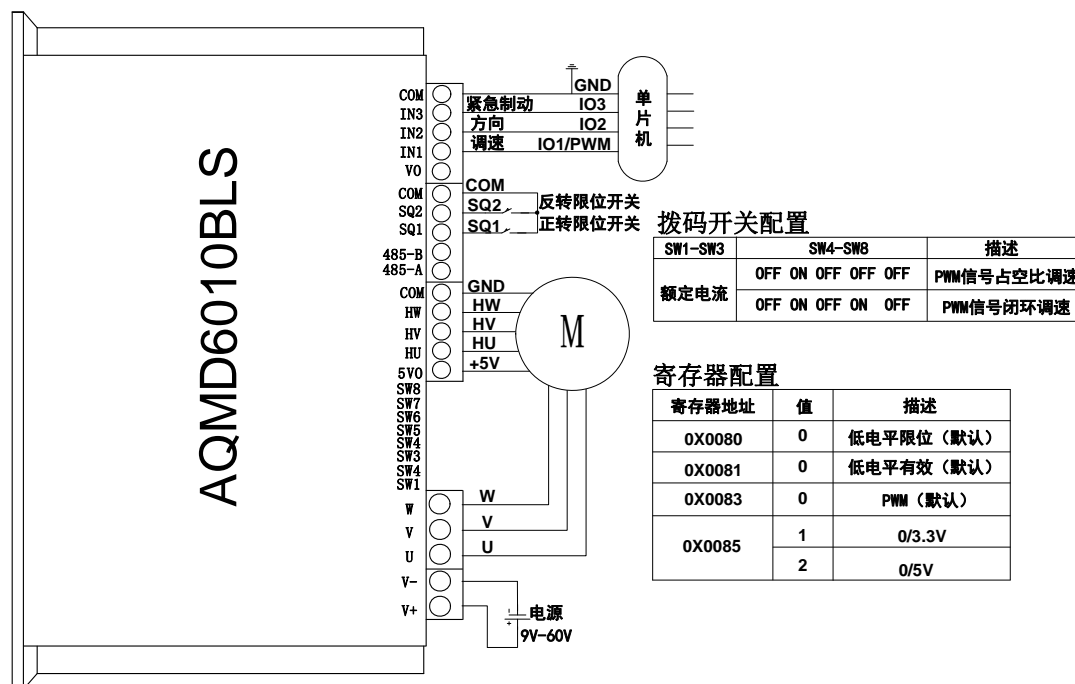


图 5.5 单片机 PWM 信号占空比/闭环调速方式的接法

单片机PWM信号占空比/闭环调速方式下，驱动器支持占空比调速、力矩控制和速度闭

9V-60V 10A 高性能直流有感无刷电机驱动器/控制器

环控制。拨码开关配置方法如图 5.6 所示，其中，第 1-3 位配置电机额定电流（如何配置电机的额定电流见表 2.2）；第 4-5 位配置信号源（如何配置信号源见表 2.3），我们将信号源配置为 PWM/脉冲信号，即第 4 位拨到 OFF，第 5 位拨到 ON；第 6-7 位配置工作模式（如何配置工作模式见表 2.4），第 8 位配置控制方式，我们将控制方式配置为数字/模拟信号控制方式，即第 8 位拨到 OFF。

拨码开关拨到上方为 OFF，下方为 ON。从左至右依次是第 1-8 位。

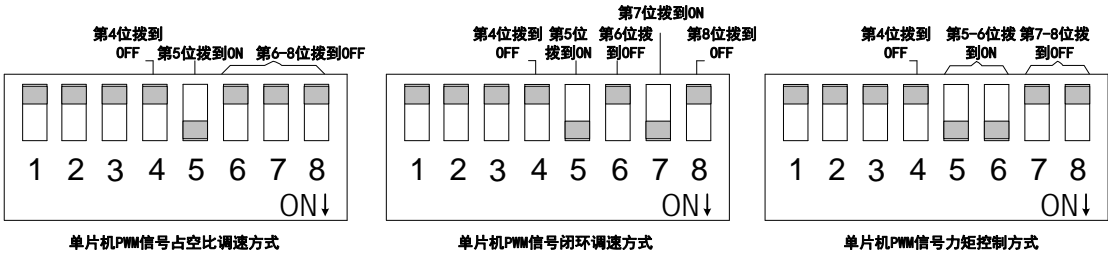


图 5.6 单片机 PWM 信号占空比调速/闭环调速/力矩控制方式的拨码开关配置

单片机 PWM 信号调速方式下，相关寄存器的参考配置如表 5.3 所示。

表 5.3 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

5.2.2 单片机脉冲信号位置控制

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如图 5.7 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。

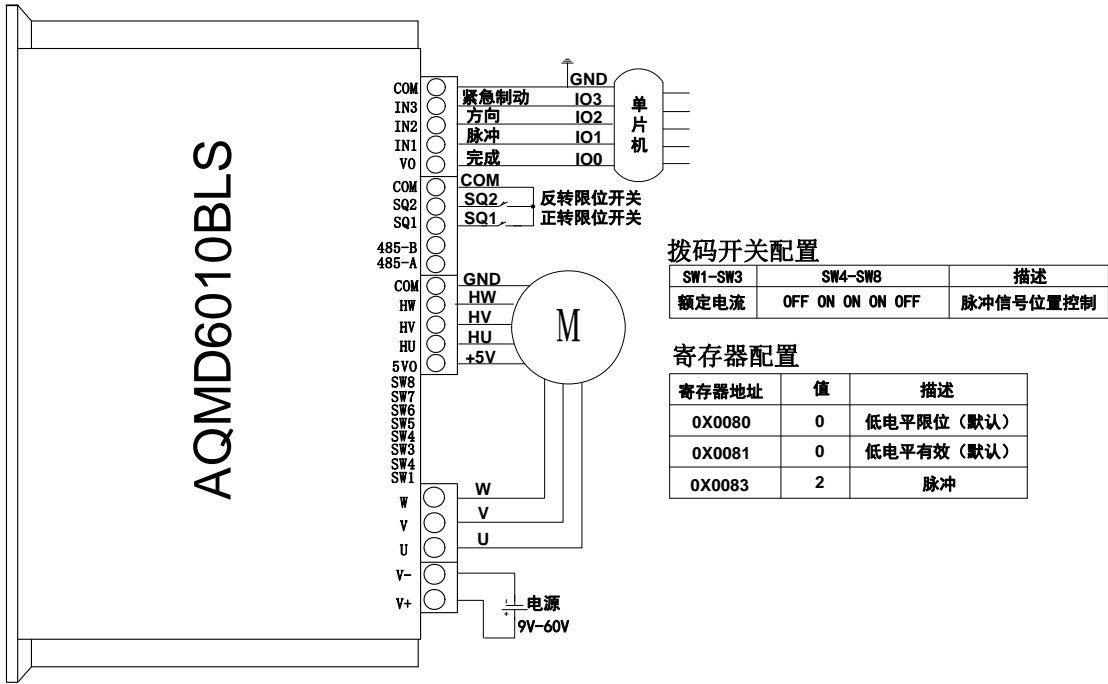


图 5.7 单片机脉冲信号位置控制方式

使用单片机脉冲信号进行位置控制的拨码开关配置方法如 图 5.8 所示，其中，第 1-3 位配置电机的额定电流（如何配置电机的额定电流见 表 2.2）；第 4-5 位配置信号源（如何配置信号源见 表 2.3），我们将信号源配置为脉冲信号，即第 4 位拨到OFF，第 5 位拨到ON；第 6-7 位配置工作模式（如何配置工作模式见 表 2.4），我们将工作模式配置为位置控制，即第 6-7 位均拨到ON；第 8 位配置控制方式，我们将控制方式配置为数字/模拟信号控制方式，即第 8 位拨到OFF。

拨码开关拨到上方为 OFF，下方为 ON。从左至右依次是第 1-8 位。

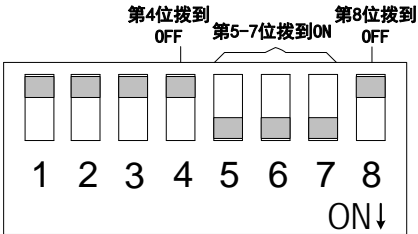


图 5.8 单片机脉冲信号位置控制拨码开关配置

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 5.4 所示。

表 5.4 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

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
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

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 5.9 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，分别控制电机正转和反转；通过限位开关SQ1 和SQ2 分别对正、反转进行限位。

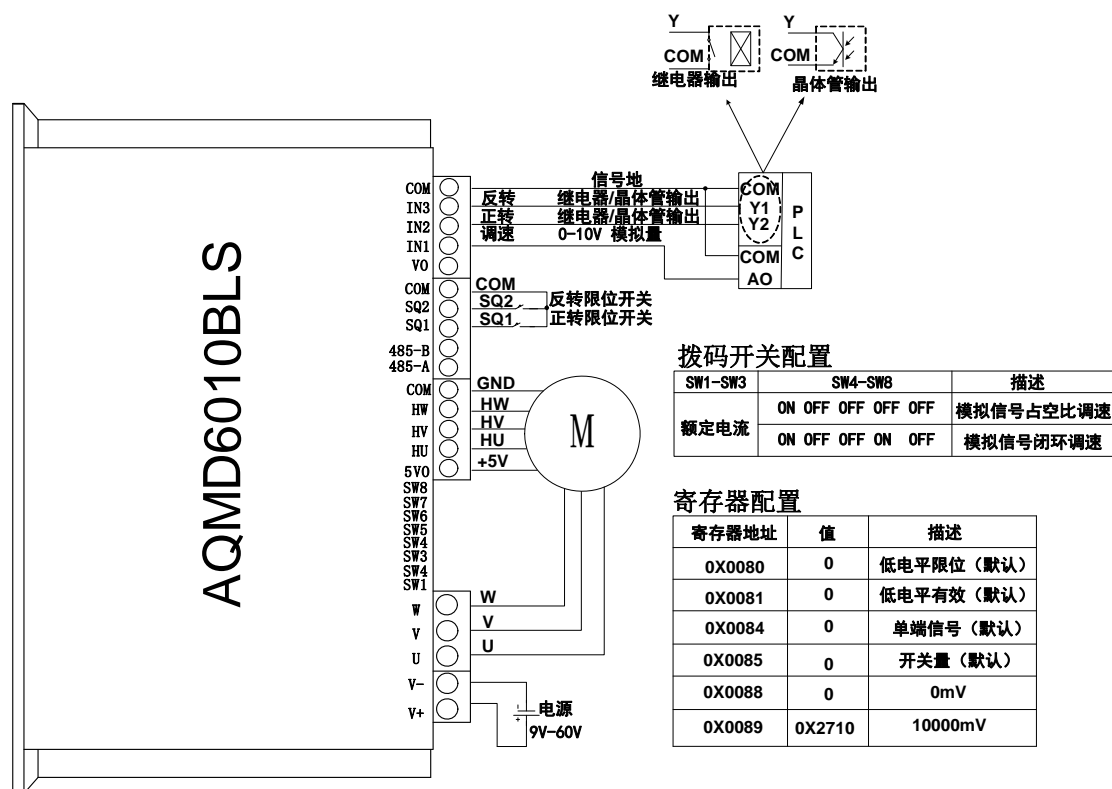


图 5.9 PLC 模拟信号调速接线示意图

PLC模拟信号占空比调速方式的拨码开关配置方法如图 5.10 所示，其中第 1-3 位配置电机额定电流（如何配置额定电流见表 2.2）；第 4-5 位配置信号源（如何配置信号源见表 2.3），我们将信号源配置为模拟信号，即第 4 位拨到 ON，第 5 位拨到 OFF；第 4-7 位配置工作模式（如何配置工作模式见表 2.4），第 8 位配置控制方式，我们将控制方式配置为数

9V-60V 10A 高性能直流有感无刷电机驱动器/控制器
字/模拟信号控制方式，即第 8 位拨到OFF。

拨码开关拨到上方为 OFF，下方为 ON。从左至右依次是第 1-8 位。

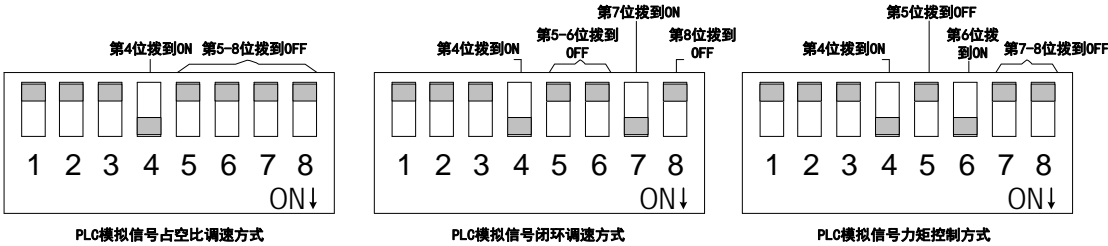


图 5.10 PLC 模拟信号调速方式的拨码开关配置

PLC模拟信号调速方式下，相关寄存器的参考配置如表 5.5 所示。

表 5.5 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	0,1,2,3	0: 开关量（默认） 1: 0/3.3V 2: 0/5V 3: 0/12V 或 0/24V
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	0x2710	模拟量范围最大值为 10000mV（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

5.3.2 PLC脉冲信号位置控制

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 5.11 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。

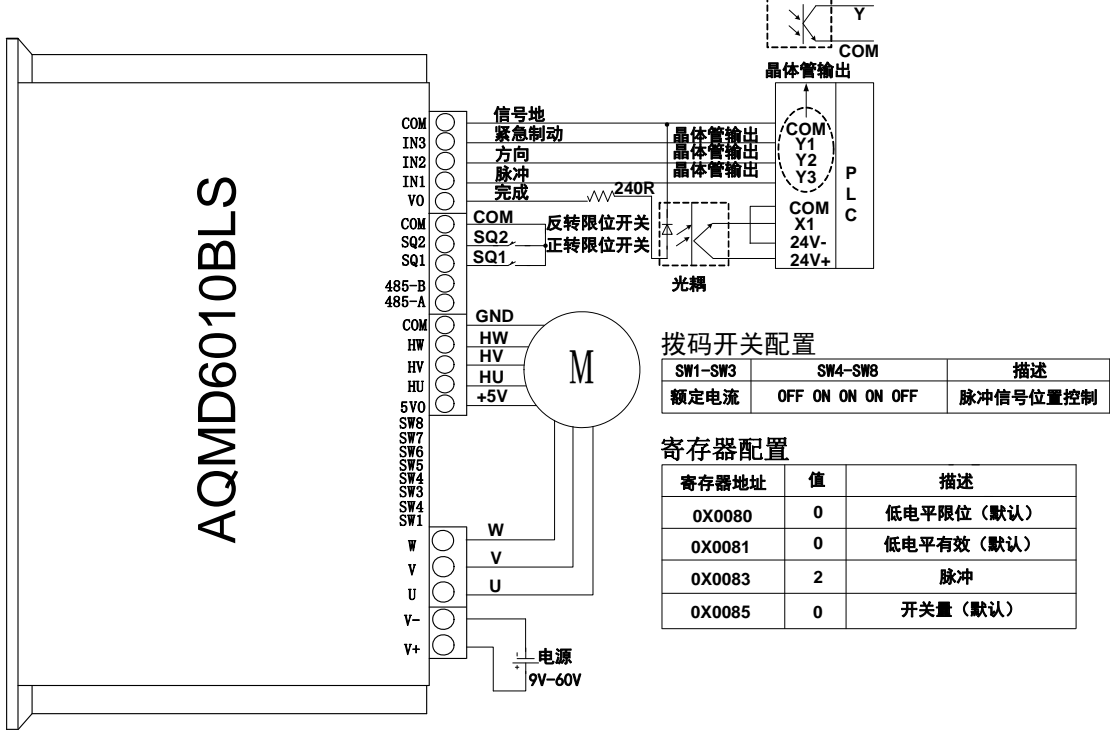


图 5.11 PLC 脉冲信号位置控制的接法示意图

PLC脉冲信号位置控制的拨码开关配置方法如图 5.12 所示，其中，第 1-3 位配置电机的额定电流（如何配置电机的额定电流见 表 2.2）；第 4-5 位配置信号源（如何配置信号源见 表 2.3），我们将信号源配置为脉冲信号，即第 4 位拨到OFF，第 5 位拨到ON；第 6-7 位配置工作模式（如何配置工作模式见 表 2.4），我们将工作模式配置为位置控制，即第 6-7 位均拨到ON；第 8 位配置控制方式，我们将控制方式配置为数字/模拟信号控制方式，即第 8 位拨到OFF。

拨码开关拨到上方为 OFF，下方为 ON。从左至右依次是第 1-8 位。

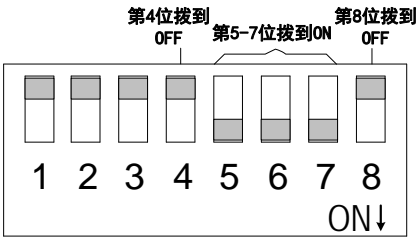


图 5.12 PLC 信号位置控制拨码开关配置

PLC脉冲信号位置控制方式下，相关寄存器的参考配置如 表 5.6 所示。

表 5.6 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
0x0085	逻辑电平类型	0,1,2,3	0: 开关量（默认） 1: 0/3.3V 2: 0/5V 3: 0/12V 或 0/24V
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
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 多站点通讯控制

RS485 多站点通讯示意图如图 5.13 所示。所有驱动器的 485 的信号线 A、B 分别并联后与 485 主站 485 的信号线 A、B 连接。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。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 2.1.5 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。

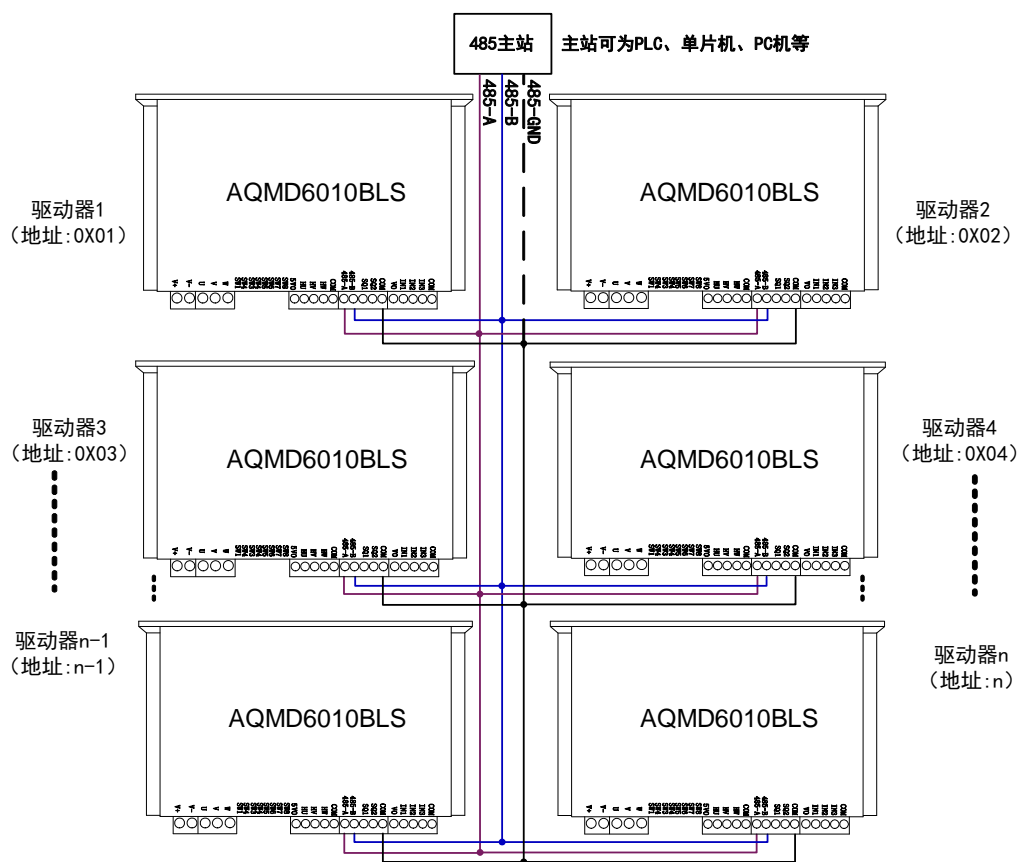


图 5.13 RS485 多站点通讯接线示意图

6. 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，通过拨码开关可以配置 128 个从站地址，主站可以是单片机、PLC或PC机等。关于从站地址的配置见 2.1.5 小节。

6.1 通讯参数

电位器/模拟信号控制方式时，串口波特率固定为 9600bps，数据位为 8 位，偶校验，停止位为 1 位；从站地址固定为 0x01。

串口通讯控制方式时，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；从站地址由拨码开关 1-7 位设定。

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

9V-60V 10A 高性能直流有感无刷电机驱动器/控制器

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

4. 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	0~2000	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	0~10000	0x03	单位为 mV
0x0029	IN2 电压	0~10000	0x03	单位为 mV
0x002a	IN3 电压	0~10000	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: 无法达到目标速度 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	0~700	0x03	数值乘以 0.1V 为电压

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		不能访问	
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)	-32768~32767	0x06	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	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	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	

9V-60V 10A 高性能直流有感无刷电机驱动器/控制器

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	位置控制算法	0, 1, 2	0x03 0x06 0x10	0: 水平定位控制 1: 水平滑行定位控制 2: 竖直定位控制
0x006a	电机额定电流	0~1200	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	0~1200	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	0~600	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	电机电极个数	0~65535	0x03 0x06 0x10	
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	0~1200	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

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	0x03 0x06 0x10	0: PWM 1: 频率 2: 脉冲
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	0,1,2,3	0x03 0x06 0x10	0: 开关量 1: 0/3.3V 2: 0/5V 3: 0/12V 或 0/24V
0x0086	电位器最小值	0~10000	0x03 0x06 0x10	单位为 mV
0x0087	电位器最大值	0~10000	0x03 0x06 0x10	单位为 mV
0x0088	模拟量范围最小值	0~10000	0x03 0x06 0x10	单位为 mV
0x0089	模拟量范围最大值	0~10000	0x03 0x06 0x10	单位为 mV
0x008a	逻辑电平阈值	0~10000	0x03 0x06 0x10	单位为 mV
0x008b	电位比较死区	0~10000	0x03 0x06 0x10	单位为 mV
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	瞬间过流关断值			电流峰值达到该值后关断输出
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

9V-60V 10A 高性能直流有感无刷电机驱动器/控制器

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

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	是否启用复位细调	0, 1	0x03 0x06 0x10	0: 禁用 1: 启用
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	0~1000	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: 0~2000 速度位置闭环: 0~65536	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: 0~2000 速度位置闭环: 0~65536	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 浮点型高半字			

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	0	0x03	请勿操作该寄存器
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	80~660	0x03 0x06 0x10	数值乘以 0.1V 为电压； 电压超过该值后关断输出

9V-60V 10A 高性能直流有感无刷电机驱动器/控制器

0x0103	欠压关断触发电压	80~600	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	0~3000	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	0~100	0x03 0x06 0x10	单位 ms；当霍尔错误状态 达到该时长后关断输出
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	保留		0x03 0x06 0x10	
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 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	
0x01d0	存储安全保护参数	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。

6.3.12 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	运行状态		0x03	
0x00f3	位置控制完成状态	0,1	0x03	0: 未完成 1: 完成
0x00f4 0x00f9	保留			
0x00fa	设备地址		0x03 0x06	
0x00fb	是否自动运行		0x03 0x06	

6.3.13 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

6.3.14 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	0~20000000	0x06	
0x7041	定时器 0 计数器低字节	00		
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	0~20000000	0x06	
0x7045	定时器 1 计数器低字节	00		
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	0~20000000	0x06	
0x7049	定时器 2 计数器低字节	00		
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	0~20000000	0x06	
0x704d	定时器 3 计数器低字节	00		
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. 常见问题和注意事项

7.1 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。

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。

- 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。我们可以通过拨码开关或 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）。

7.2 故障报警处理

当电机控制过程中出现异常后，驱动器将发出报警声，并可通过 0x0033 寄存器读取相关的故障代码，故障说明如表 7.1 所示。

表 7.1 故障相关说明

蜂鸣器连续鸣叫次数	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。

9V-60V 10A 高性能直流有感无刷电机驱动器/控制器

2	0x03	霍尔信号故障	<p>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;</p> <p>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。</p>
3	0x04	达不到目标速度	<p>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;</p> <p>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;</p> <p>3) 是否最大负载电流配置过小, 加速度配置过大。</p>
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	<p>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较大;</p> <p>2) 检查配置的过流关断值是否太小, 导致电机正常工作情况下也触发该故障报警;</p> <p>3) 检查电机电源线是否接触良好或存在搭线短路;</p> <p>4) 是否电机在高速转动情况下突然被卡住。</p>
7	0x08	过压关断	<p>1) 检查电源空载时的电压是否超出配置的过压关断电压;</p> <p>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。</p>
8	0x09	欠压关断	<p>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;</p> <p>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。</p>
9	0x07	过热关断	<p>1) 驱动器是否通风良好;</p> <p>2) 驱动器是否长时间过载或高温环境下工作;</p> <p>3) 配置的过热关断温度是否太低。</p>

7.3 注意事项

- 1) 驱动器电源电压应在 9~60V 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, 原理分析及解决办法见 9.1 节。
- 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

9V-60V 10A 高性能直流有感无刷电机驱动器/控制器

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**，否则可能烧掉保险丝或驱动器。
- 7) 电机接口千万**不能短路**，否则可能烧掉保险丝或驱动器。
- 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。

8. 保修说明书

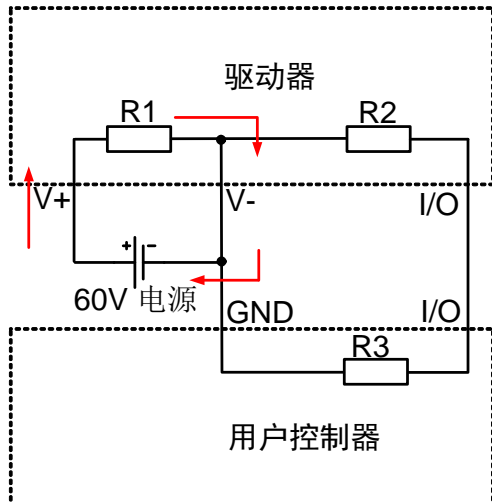
- 1) 请依照用户手册的说明操作、使用。
- 2) 从购买日起, 若因产品本身质量问题, 三个月内包退、包换。在正常使用情况下发生故障时, 带外壳的驱动器可得到 1 年的免费保修。
- 3) 提出保修时, 请务必持收据及保修说明书联系本公司。
- 4) 消耗品(如硅胶片、散热器等)及配件的更换, 不属于本说明书的保修范围内。
- 5) 驱动器发生故障以及用户或售后维修人员在维修和更换配件时, 发生程序的删除或改变造成的损失或利益的损害, (以及第三者提出的无理要求), 本公司不承担任何责任。
- 6) 在保修期内, 下列情况为收费修理:
 - a) 没有出示本公司盖章的收据;
 - b) 购买后, 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。

9. 附录

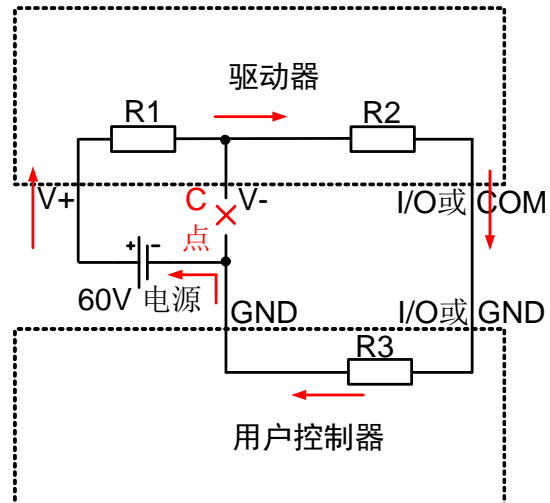
9.1 驱动器与用户控制器共地的危害及解决办法

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 连接,可选用具有 485 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。

9.2 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：

12) 打开系统自带的计算器工具，如图 9.1 所示。



图 9.1 Windows XP 自带的计算器

13) 选择“查看” – “科学型”菜单项，计算器界面将切换为如图 9.9.2 所示。



图 9.9.2 计算器界面切换科学型后的界面

14) 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 9.3 所示。



图 9.3 在计算器里输入“-100”

- 15) 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 9.4 所示。



图 9.4 “-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：

- 16) 打开系统自带的计算器工具，如图 9.5 所示。



图 9.5 Windows 7 自带的计算器

- 17) 选择“查看”-“程序员”菜单项，计算器界面将切换为如图 9.6 所示。



图 9.6 计算器界面切换科学型后的界面

- 18) 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 9.7 所示。



图 9.7 在计算器里输入“-100”

- 19) 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 9.8 所示。



图 9.8 “-100”转换为 short 型并以十六进制显示

9.3 CRC16 的计算

C语言CRC生成函数如 程序 9.1 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 9.1 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, 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, 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, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0,
    0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40, 0x01, 0xC0, 0x80, 0x41, 0x00, 0xC1, 0x81, 0x40,
    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) ;
}

```

10. 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。AQMD6010BLS-Ax/Bx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 © 2019, AIKONG electronics. 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