

AQMD2410NS

9V-24V 7.5A 高性能直流有刷电机调速器/驱动器

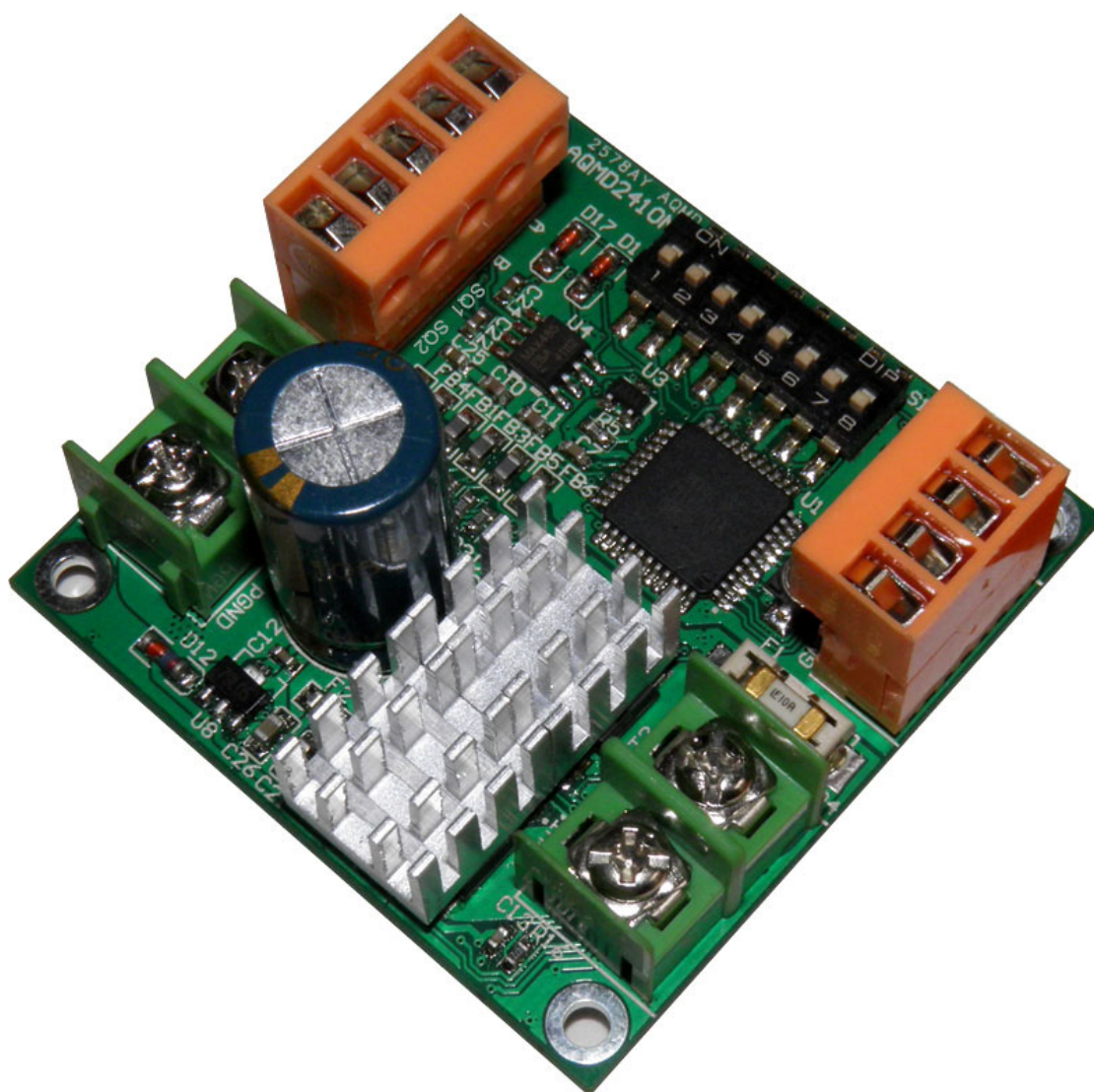
UM12082001

V0.96

Date: 2016/07/29

用户手册

类别	内容
关键词	直流电机、驱动器、调速、稳速、电位器、RS485
摘要	AQMD2410NS 用户手册



修订历史

版本	日期	原因
V0.90	2012/08/20	创建文档；
V0.91	2013/03/15	产品升级，修改限位和通讯协议部分；
V0.92	2013/06/08	修改系统参数、速度预设部分寄存器描述；
V0.93	2013/08/08	增加保修说明书；
V0.94	2014/03/05	在各种接法中添加拨码开关的配置；
V0.95	2014/11/18	修改多站点通讯的接法，增加部分寄存器的说明；
V0.96	2016/07/29	修改部分文字和图片；

目 录

1. AQMD2410NS直流电机驱动器功能特点	5
1.1 产品尺寸	5
1.2 技术参数	6
1.3 原理概述	8
1.3.1 电机启动控制	8
1.3.2 电机制动(刹车)控制	8
1.3.3 电机换向控制	8
1.3.4 电机转矩控制	8
1.3.5 电机自测速稳速控制	9
1.3.6 电机过载和堵转保护	9
1.3.7 内部干扰抑制	9
1.3.8 外部干扰抑制	9
2. 接口定义	10
2.1 系统配置拨码开关	10
2.1.1 电位器/模拟信号控制方式下拨码开关各位功能定义	11
2.1.2 电位器/模拟信号控制方式下电机额定电流配置	11
2.1.3 电位器/模拟信号控制方式下堵转时间配置	11
2.1.4 电位器/模拟信号控制方式下调速方式的配置	11
2.1.5 串口通讯控制方式下拨码开关的配置	12
2.2 电源接口	13
2.3 电机接口	13
2.4 通讯接口	13
2.5 限位接口	15
2.6 电位器/模拟信号接口	16
2.6.1 电位器调速的接法	16
2.6.2 0~5V模拟信号调速的接法	18
2.6.3 -5V~+5V差分信号调速的接法	19
2.6.4 电位器/0~5V模拟信号外接测速发电机闭环调速的接法	19
2.6.5 串口通讯控制方式下外接测速发电机闭环调速的接法	20
2.7 典型综合接法	22
2.7.1 电位器调速方式典型接法	22
2.7.2 自保触点控制方式典型接法	23
2.7.3 点动控制方式典型接法	24

2.7.4 开关控制方式典型接法	25
2.7.5 串口(485)通讯控制方式典型接法	27
2.8 状态指示灯	28
2.9 驱动器结构	29
3. 通讯协议	30
3.1 通讯参数	30
3.2 MODBUS-RTU帧格式	30
3.2.1 0x03 读保持寄存器	30
3.2.2 0x06 写单个寄存器	31
3.2.3 0x10 写多个寄存器值	31
3.2.4 错误异常码	32
3.3 寄存器定义	32
3.3.1 设备描述信息寄存器	32
3.3.2 实时状态寄存器	33
3.3.3 速度控制寄存器	33
3.3.4 AI1 和AI2 作GPIO使用控制寄存器	34
3.3.5 系统参数配置寄存器	34
3.3.6 闭环调速PID参数配置寄存器	36
3.3.7 预设速度参数配置寄存器	36
3.3.8 配置参数存储寄存器	37
4. 常见问题和注意事项	38
4.1 常见问题	38
4.2 注意事项	38
5. 附录	41
5.1 驱动器与用户控制器共地的危害及解决办法	41
5.2 使用Windows自带的计算器进行十进制 – 十六进制转换	42
5.3 CRC16 的计算	45
6. 免责声明	47

1. AQMD2410NS直流电机驱动器功能特点

- 支持电压 9V~24V；最大输出电流 10A（可持续 30 秒），额定输出电流 7.5A
- 支持开关、电位器、0~5V 模拟信号与 TTL 电平、-5V~+5V 差分模拟信号、RS485 多种控制方式
- 支持 RS485 多站通讯，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
- 支持 PWM 调速(调压)、力矩控制(稳流)、自测速闭环调速(稳速)、外接测速发电机闭环调速(稳速)多种调速方式
- 支持电机正反转双向调速，可使用电位器调节电机转速；可通过串口预设正/反转速度并存储，通过开关或按钮控制启停和方向
- 电机电流 PID 调节控制，电流控制精度 0.1A，最大启动/负载电流、制动（刹车）电流可分别配置；支持电机过载和堵转限流，防止过流损坏电机；支持恒电流制动（刹车），电机刹车时间短、冲击力小
- 可提供 3A 持续刹车电流
- 方向切换过程自动控制，自动进行软制动、软启动控制
- 支持电机换向频率(转速)自测量及稳速，支持电机堵转检测/堵转限位停转
- 支持电机正反转限位，可外接两个限位开关分别对正反转限位
- 全 MOS 管驱动电机对电机进行调速、换向和刹车控制，较继电器有更长的使用寿命
- 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%~99.9%
- 全部接口 ESD 防护，可适应复杂的现场环境

适用范围

- 科研、生产、现场控制

1.1 产品尺寸

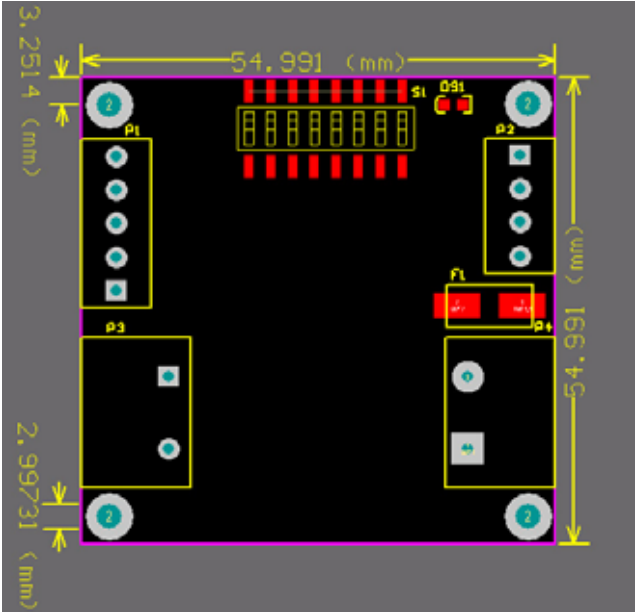


图 1.1 产品尺寸定义

驱动器尺寸如图 1.1所示。尺寸为 5.5cm × 5.5cm，高 3cm。安装孔直径为 3mm，建议使用M3 的螺丝进行固定。安装时注意别让背面电路短路。

1.2 技术参数

表 1.1 AQMD2410NS 电机驱动机技术参数

项目	参数	备注
电源输入电压	DC 8V ~ 27V	推荐的电压范围：9V~24V
电机接口最大输出电流	10A(可持续 30 秒) 7.5A(长时间)	请不要短接电机接口，否则可能烧掉保险丝或出现更严重的后果。
电机额定电流可设定范围	0.2A ~ 10A	请将驱动器的额定电流参数配置至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、烧掉保险丝甚至更严重的后果。
负载电流可设定范围	0.2A ~ 10A， 且不超过 1.5 倍额定电流	
制动电流可设定范围	0.2A ~ 3A， 且不低于 1/4 额定电流和不超过 1.5 倍额定电流	
电机电流检测精度	0.1A	
电流测量分辨率	0.012A	
稳流控制精度	0.02A	
单端模拟信号输入电压范围	0 ~ 5V	
差分模拟信号输入电压范围	-5V ~ +5V	

TTL 输入电平	0V $V_{IL} < 2.5V$ 2.5V $V_{IH} \geq 5.5V$	
5V 电源最大输出电流	100mA	
PWM 频率	18kHz	
PWM 分辨率	10 位	
PWM 最小有效脉宽	500ns	
PWM 有效范围	0.1% ~ 99.9%	
PWM 调速方式 PWM 可设定范围	-99.9% ~ 0, 0 ~ 99.9%	
转矩调速方式电流可设定范围	- 额定电流 ~ 0, 0 ~ 额定电流	分辨率: 12mA
堵转保护时间设定范围	0.5s ~ 22.5s 或不保护	
自测量电机换向频率要求的最小电流波动	0.1A	小功率电机(如微型玩具电机)可能会测速不准或检测不到换向; 电机电流波动越规则,驱动器测速越准。
自测量电机换向频率测速范围	10 次/秒 ~ 1000 次/秒	计算速度方式为换向器每秒钟切换极的次数,电机换向频率低于此范围将出现无测量值,高于此范围驱动器可能会测速不准。
自测量电机换向频率闭环调速方式速度可设定范围	0 ~ 1000 次/秒	
自测量电机换向频率闭环调速方式有效稳速范围	10 次/秒 ~ 900 次/秒	计算速度方式为换向器每秒钟切换的极的次数。
外接测速发电机闭环调速方式反馈电压可设定范围	电位器控制方式: 0 ~ 5.00V 串口控制方式: -5.00V ~ 5.00V	
PWM 调速方式启动响应时间	额定电流和最大负载电流 1A 时, 响应时间约 0.1s; 额定电流和最大负载电流 10A 时, 响应时间约 0.3s	测试条件: 空载, PWM 由 0 调节到最大值所需时间。
转矩调速方式启动响应时间	额定电流和最大负载电流 1A 时, 响应时间约 0.1s; 额定电流和最大负载电流 10A 时, 响应时间约 0.4s	测试条件: 电流由 0 调节到设定电流的 90% 时所需时间。
闭环调速方式启动响应时间	不短于 PWM 调速方式响应时间	闭环调速电压环的 PID 参数由用户整定, 闭环调速输出 PWM 值由驱动器内部接入 PWM 调速方式对电流进行控制。因此, 闭环调速的响应时间由用户设定的 PID 参数, 以及 PWM 调速方式响应时间两部分决定。响应时间不短于 PWM 调速方式。
刹车(制动)响应时间	通常为 0.1s ~ 0.5s	测试条件: 空载, 具体时间和电机转动惯量等因素相关。

串口支持的波特率	1200 ~ 115200bps	
ESD 防护	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： 电源、电机接口：8KV 控制信号接口：4KV 高于以上放电等级，设备可能重启	
工作温度	-25 ~ 85	

1.3 原理概述

本驱动器使用领先的电机回路电流精确检测技术、有刷直流电机转速自检测技术、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启动、制动(刹车)、换向过程和堵转保护，电机响应时间短且反冲力小，输出电流实时监控防止过流，有效保护电机和驱动器。通过拨码开关或串口配置电机额定电流，可使电机启动、制动、堵转电流均限定在电机额定电流，高效而安全。

1.3.1 电机启动控制

电机启动为电流自动调节的软启动方式。此软启动方式非传统的简单延时加速控制，传统的延时加速控制启动方式不能通用于不同额定电流电机或不同负载的情况。延时太短，可能出现很大的启动冲击电流，而导致电机出现强烈的反冲震动，甚至损坏机械部分；延时太长，则可能会出现电机启动过程耗时相当长。本驱动器在电机启动时，自动调节电机电流至接近配置的工作电流，电机启动迅速而无强烈的反冲震动。

1.3.2 电机制动(刹车)控制

电机制动为电流自动调节的能耗制动方式。此能耗制动方式非传统简单地将刹车电阻并在电机电源线上或对电机电源线直接短接。简单地将电阻并在电机电源线上的制动方式，在电机转速下降时，电机反向电动势将越来越小，流经刹车电阻的电流(同时也等于电机的电流)也将越来越小，这将导致制动时间相当长；而使用直接短接电机电源线的方式，电机回路的电阻将会非常小，而一定转速下电机的反向电动势是一定的，那么将在电机回路产生相当大的冲击电流，从而会导致电机出现强烈的冲击力，这样将可能导致电机或机械装置损坏，如减速器断齿等。而本驱动器在对电机制动过程中，由 MOS 管产生恒定的制动电流(此制动电流可配置，通常不超过额定电流)，可将电机的动能迅速地释放到能量消耗器件上，以实现电机在短时间内制动而无强烈的冲击震动。

1.3.3 电机换向控制

电机正反转切换的过程由驱动器内部控制。当进行换向操作时，驱动器将首先对电机进行制动控制(见1.3.2小节)，当电机已几乎停止，电流接近 0 的时候，驱动器将对电机进行反方向的启动控制(见1.3.1小节)。换向信号多频繁，都不会造成驱动器或电机损坏。

1.3.4 电机转矩控制

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

1.3.5 电机自测速稳速控制

由于有刷电机的极在换向时将导致电机回路产生电流波动,本驱动器通过对电机回路的电流波动频率的测量来间接测量电机的转速,适用于中低速,对于大功率电机测速效果最佳。使用 PID 调节方式来实现稳速。即:当负载增加,电机转速下降时,自动增大输出电流使电机转速升高到之前的转速;当负载减小,电机转速升高时,自动减小输出电流使转速降低至之前的转速。

1.3.6 电机过载和堵转保护

当电机负载过大甚至堵转时,本驱动器会自动调节输出电流,稳流输出在设定的工作电流(通常配置为电机的额定电流),输出电流将不超过设定的工作电流,有效地保护电机;另外,本驱动器还支持堵转停机,可以配置堵转停机保护时间,当电机堵转时间达到设定的时间后,将关断输出,表现为对电机进行制动(刹车);而当给反方向转动控制信号时,电机仍然能够反转。

1.3.7 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。

1.3.8 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外部干扰加在接口上的瞬态高压静电击坏。

2. 接口定义

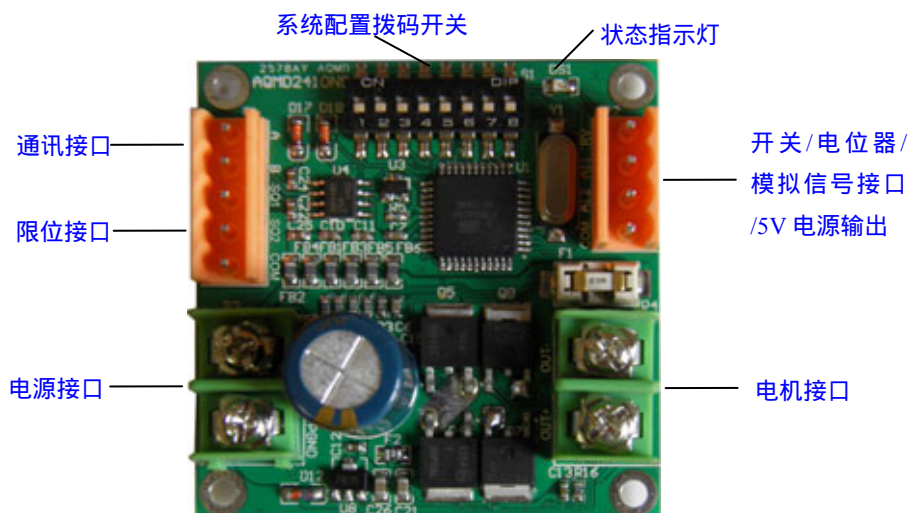


图 2.1 AQMD2410NS 电机驱动器接口定义

注意：电源或电机接口的接线千万不要与电位器、限位或通讯接口搭在一起，否则可能烧掉驱动器。

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、调速方式等进行配置。通过拨码开关可以配置电机在电位器/模拟信号控制方式下电机的额定电流和调速方式，串口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。

通过对调速方式的配置，可满足用户的不同调速需要。本驱动器支持 PWM 调速(调压)、力矩控制(稳流)、自测量换向频率闭环调速(稳速)、外接测速发电机闭环调速(稳速)多种调速方式。

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

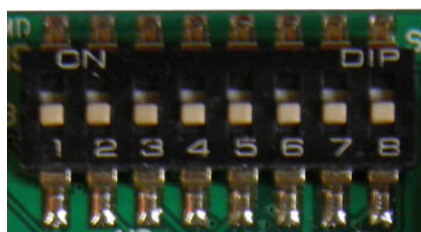


图 2.2 系统配置拨码开关

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。

2.1.1 电位器/模拟信号控制方式下拨码开关各位功能定义

电位器/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 电位器/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 位	第 5-7 位	第 8 位
电机额定电流配置	堵转时间配置	调速方式选择	控制方式位，电位器/模拟信号方式请拨到 OFF

2.1.2 电位器/模拟信号控制方式下电机额定电流配置

电位器/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 电位器/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	使用串口配置的额定电流，默认 7A
ON	OFF	OFF	OFF	1A
OFF	ON	OFF	OFF	2A
ON	ON	OFF	OFF	3A
OFF	OFF	ON	OFF	4.5A
ON	OFF	ON	OFF	6A
OFF	ON	ON	OFF	7.5A
ON	ON	ON	OFF	10A (只能持续 30 秒)

2.1.3 电位器/模拟信号控制方式下堵转时间配置

表 2.3 电位器/模拟信号控制方式下堵转时间配置表

第 4 位	第 8 位	堵转时间
OFF	OFF	使用串口配置的堵转时间，默认不进行堵转制动(刹车)
ON	OFF	堵转 1s 后进行限位制动(刹车)

2.1.4 电位器/模拟信号控制方式下调速方式的配置

电位器/模拟信号控制方式下调速方式配置表如表 2.4所示。

表 2.4 电位器/模拟信号控制方式下调速方式配置表

第 5 位	第 6 位	第 7 位	调速方式
×	OFF	OFF	电位器/0~5V 模拟信号 PWM 调速 此调速方式通过调节等效输出电压，从而调节电机转速。 AI1 电压 0~5V 控制 PWM 占空比，电压值与 PWM 占空比成正比，PWM 可调范围：0 ~ 最大 PWM；AI2 高低电平分别控制电机正反转。
OFF	ON	OFF	-5V ~ +5V 差分模拟信号 PWM 调速 此调速方式通过调节等效输出电压而调节电机转速。AI1 为差分电压正向端，AI2 为差分电压负向端，COM 不用接；差分模拟信号电压的绝对值与 PWM 成正比。PWM 可调范围：0 ~ 最大 PWM；当差分模拟信号电压大于 0 时，电机正转；当差分模拟信号电压小于 0 时，电机反转；当差分模拟信号电压等于 0 时，电机制动。

ON	ON	OFF	电位器/0~5V 模拟信号力矩控制(稳流) 此调速方式通过对输出电流稳流而使电机转矩不变。AI1 电压 0-5V 控制电机电流，电压值与电机电流成正比，电流可调范围：0~配置的最大负载电流；AI2 高低电平分别控制电机正转和反转。
×	OFF	ON	电位器/0~5V 模拟信号自测速闭环调速(稳速) 此调速方式通过调节电机换向频率来实现对电机转速稳速。AI1 电压 0-5V 控制电机换向频率，电压值与电机换向频率成正比，换向频率可调范围：0~1000 次/秒，有效稳速范围：30~900 次/秒；AI2 高低电平分别控制电机正反转；闭环调速的 PID 参数通过串口配置。
OFF	ON	ON	电位器/0-5V 模拟信号外接测速发电机单向闭环调速(稳速) 此调速方式通过调节测速发电机反馈电压，从而实现稳速。AI1 接电位器输出，RV 和 COM 接电位器两端点；AI2 和 COM 连接经过比例放大或分压处理后的测速发电机输出，调整后的电压应在 0-5V 范围，调节电位器改变 AI1 的电压，驱动器会自动调节电机转速使 AI2 电压(调整后的测速发电机输出电压)与 AI1 电压(电位器输出电压)相等。闭环调速的 PID 参数通过串口配置。注：如果测速发电机极性接反，将无法实现调速。
ON	ON	ON	串口预设置正反转速度，开关/按钮控制 此方式使用由串口配置并保存到驱动器中的正反转速度值调速，可在 AI1 和 AI2 接上开关或按钮，实现自保触点(两个按键分别控制正反转，按一下开始转动，直到限位时停止)、点动(两个按键分别控制正反转，按下时转动，弹起时停止)、电平(两个开关分别控制起停和方向)。可以通过串口预设 PWM、转矩和自测速率闭环调速方式下的速度值。

2.1.5 串口通讯控制方式下拨码开关的配置

串口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，串口通讯控制方式请拨到 ON

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
----	----	----	----	----	----	----	------

注意：在电位器/模拟信号控制方式下从站地址为 0x01。

2.2 电源接口

电源接口的信号定义如图 2.3所示。9-24V为电源正极，PGND为电源负极，电源接口支持电压范围DC8V~27V。电源正负千万不能接反，建议在电源处串联一支 10A的保险丝。

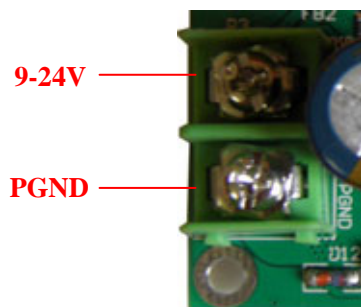


图 2.3 电源接口信号定义

2.3 电机接口

电机接口的定义如图 2.4所示。OUT+接电机正极，OUT-接电机负极，电机接口最大输出电流 10A(可持续 30 秒)，额定输出电流 7.5A。

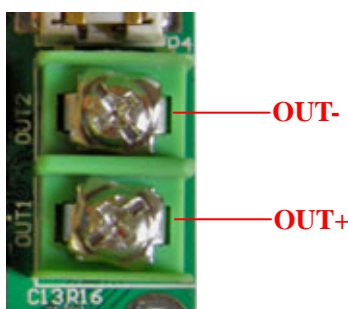


图 2.4 电机接口信号定义

2.4 通讯接口

通讯接口支持RS485 通讯，信号定义如图 2.5所示。485-A、485-B为分别为RS485 的两差分信号A和B。485-A接 485 主站的信号线A，485-B接 485 主站的信号线B。

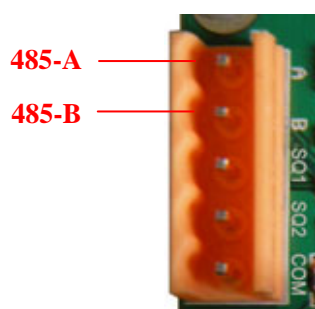


图 2.5 485 通讯接口信号定义

本驱动器支持多站通讯，即多台驱动器的 485 通讯线按 A-A、B-B 的方式并联后跟一台 485 主站相联，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。

RS485 多站通讯连线示意图如图 2.6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。所有的驱动器须共信号地，这个信号地可以与 485 主站的信号地相联。并联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控制命令(如何配置从站地址见2.1.5小节)。如果通讯线较长，可在驱动器从站和主站的 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。

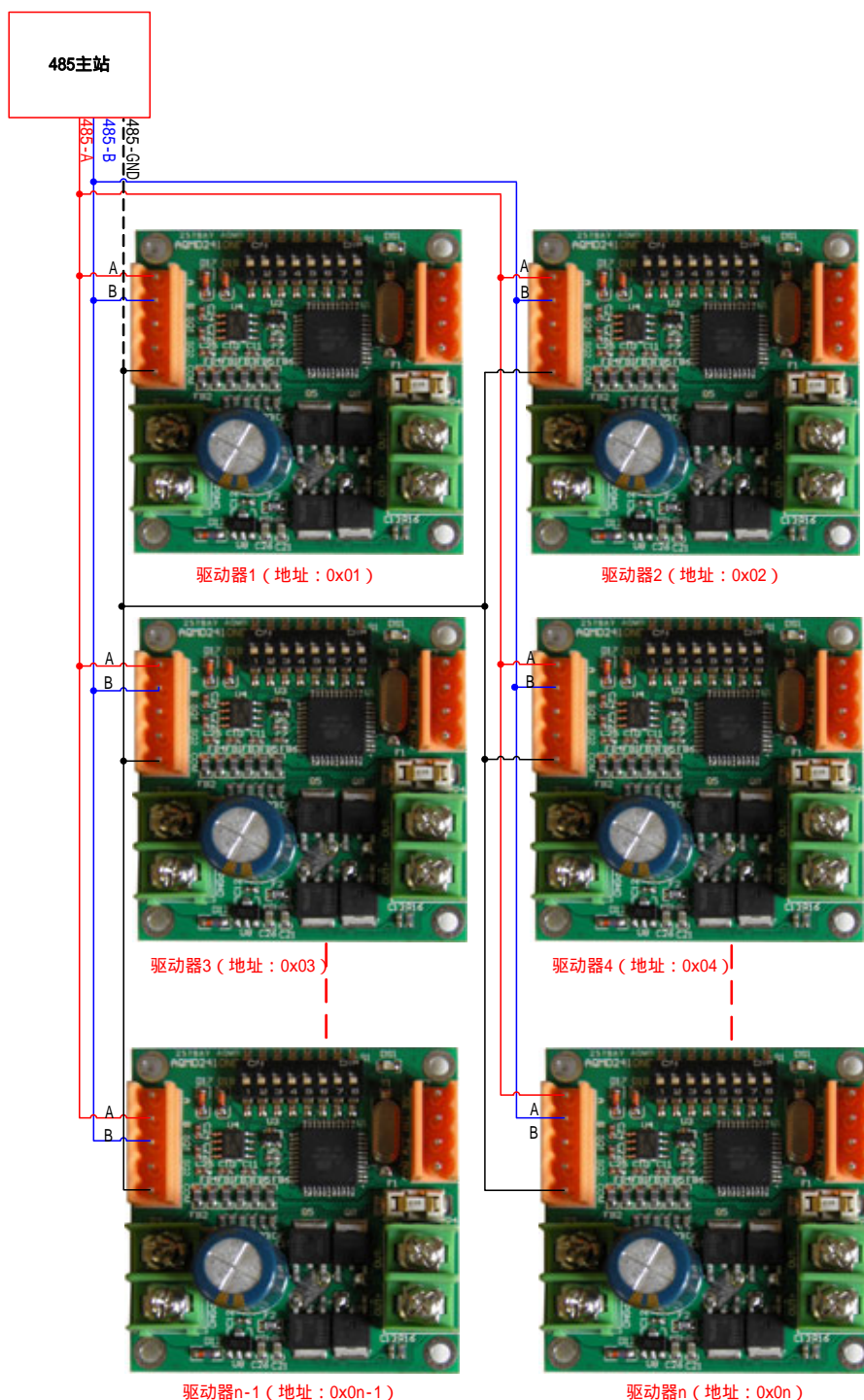


图 2.6 RS485 多站通讯连线示意图

注：为了避免电源地线脱落导致 485 接口损坏(原因分析见5.1小节)，建议用户使用独立的电源给 485 总线上的各个驱动器供电，或者使用隔离 485 集线器(如本公司的 AQTH-0104NI 隔离 485 集线器)来连接 485。

2.5 限位接口

限位接口信号定义如图 2.7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，可通过串口配置为常闭触点限位。

COM为两限位开关公共接线端，接于SQ1 与COM间的限位开关对电机正转进行限位，接于SQ2 与COM间限位开关对电机反转进行限位，如图 2.8所示；如果使用光电限位开关，那么光电限位开关的电源正极连接到电位器/模拟信号接口的RV端，电源负极接COM，这可为光电限位开关提供 5V电源，50mA电流。

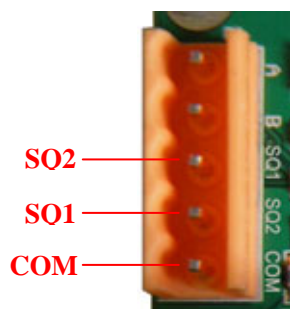


图 2.7 限位接口信号定义

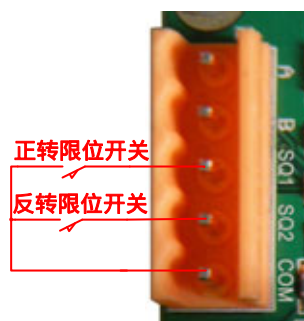


图 2.8 限位开关的接法

2.6 电位器/模拟信号接口

电位器/模拟信号接口定义如图 2.9所示。RV可为电位器提供+5V电压，AI1 为单端模拟信号输入或差分模拟信号同向端；AI2 为方向控制信号或差分模拟信号反相端，COM为信号地。

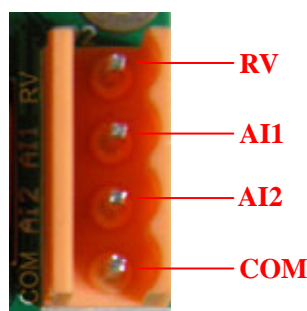


图 2.9 电位器/模拟信号接口信号定义

2.6.1 电位器调速的接法

电位器调速(可为PWM调速、力矩控制、自测速闭环调速)接法一，接线方法如图 2.10所示。开关K1 接在AI2 和COM间，用于控制电机方向，断开时正转，闭合时反转；电位器两端接COM和RV，输出端接AI1，用于电机调速；开关K2 串连在RV和电位器的一端，控制电机使能。K2 闭合时，启用电位器调速；K2 断开时，电机刹车(电机停转后电机接口无输出)。

如果不需要电机使能控制，可去掉K2 直接将RV连到电位器的一端。

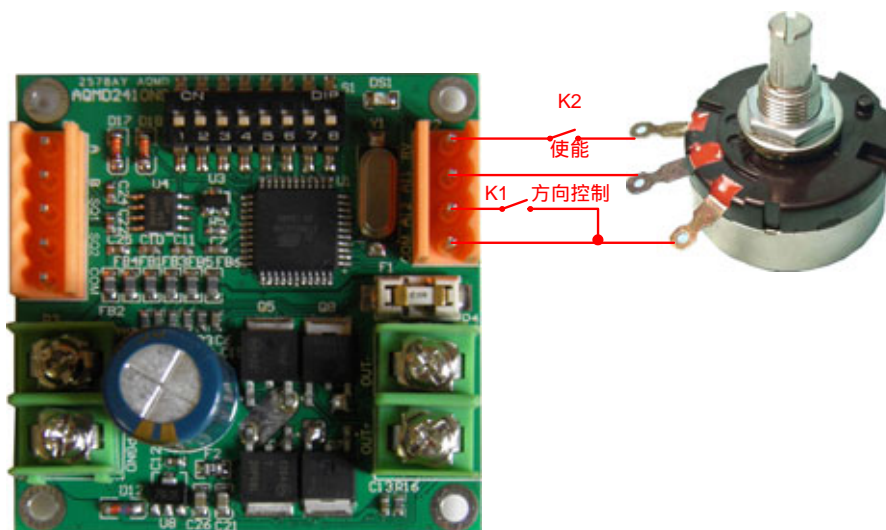


图 2.10 电位器调速的接法一

电位器调速(可为PWM调速、力矩控制、自测速闭环调速)接法二(建议在连接开关的导线较长的情况下使用这种接法), 接线方法如图 2.11所示。开关K1 为单刀双掷开关(三根接线), K1 不动端接AI2, 动端的一端接RV, 另一端接COM, 用于控制电机方向, AI2 接RV 时正转, 接COM时反转; 电位器两端接COM和RV, 输出端接AI1, 用于电机调速; 开关K2 串连在RV和电位器的一端, 控制电机使能。K2 闭合时, 启用电位器调速; K2 断开时, 电机刹车(电机停转后电机接口无输出)。如果不需要电机使能控制, 可去掉K2 直接将RV连到电位器的一端。

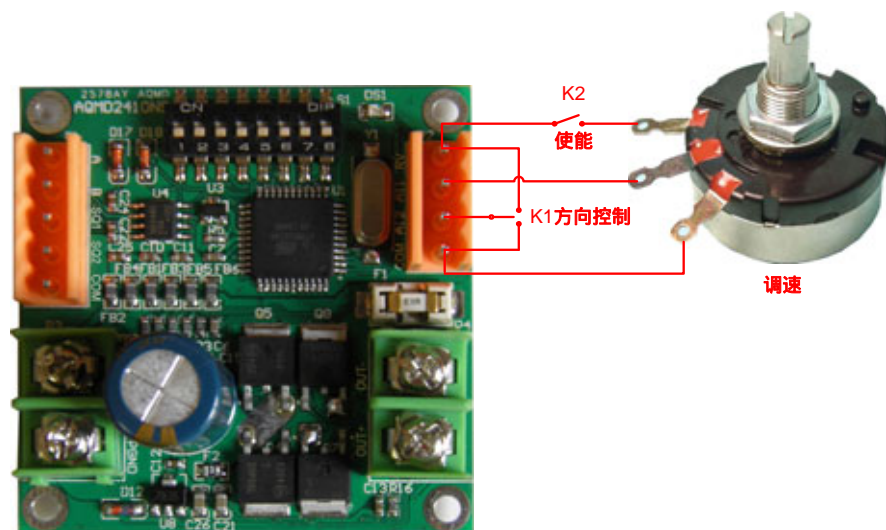


图 2.11 电位器调速的接法二(开关接线较长的情况)

电位器调速可为PWM调速、力矩控制和自测速闭环调速三种方式，它的拨码开关配置方式如下所述。拨码开关第 1-3 位配置电机额定电流 (见表 2.2); 第 4 位配置堵转时间 (见表 2.3); 第 5-8 位配置电位器/模拟信号控制方式下的调速方式, 如图 2.12所示 (详情见表 2.4)。

拨码开关拨到上方为 ON, 下方为 OFF。从左至右依次是第 1-8 位。

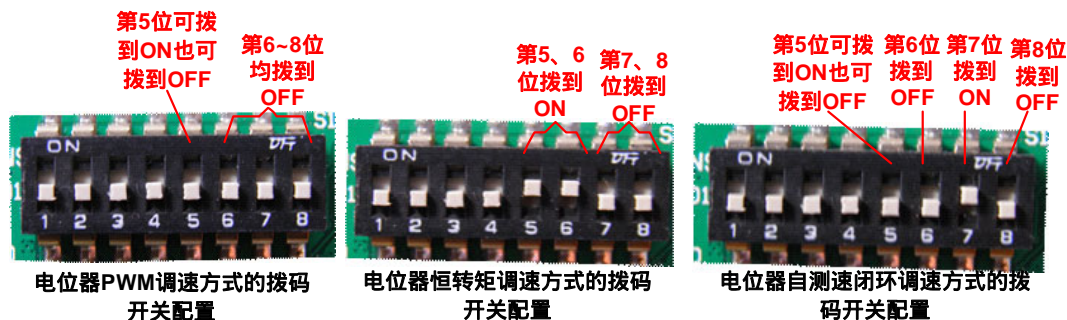


图 2.12 电位器三种调速方式的拨码开关配置

2.6.2 0~5V 模拟信号调速的接法

0~5V模拟信号调速(可为PWM调速、力矩控制、自测速闭环调速)的接法如图 2.13所示。其中，AI2 为TTL电平输入端，控制电机转动方向，高电平时正转，低电平时反转。 AI1 为0-5V模拟信号输入端，用于电机调速。

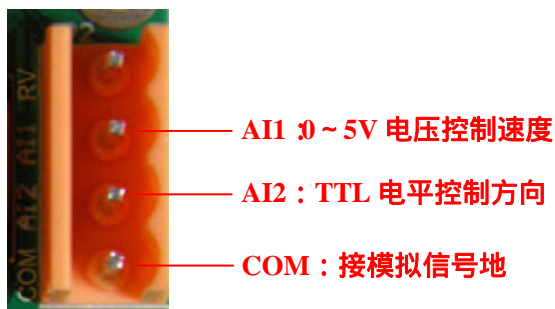


图 2.13 0-5V 模拟信号调速时的接法

0~5V模拟信号调速可为PWM调速、力矩控制和自测速闭环调速三种方式，它的拨码开关配置方式如下所述。拨码开关第 1-3 位配置电机额定电流（见表 2.2）；第 4 位配置堵转时间（见表 2.3）；第 5-8 位配置电位器/模拟信号控制方式下的调速方式，如图 2.12所示（详情见表 2.4）。

拨码开关拨到上方为 ON，下方为 OFF。从左至右依次是第 1-8 位。

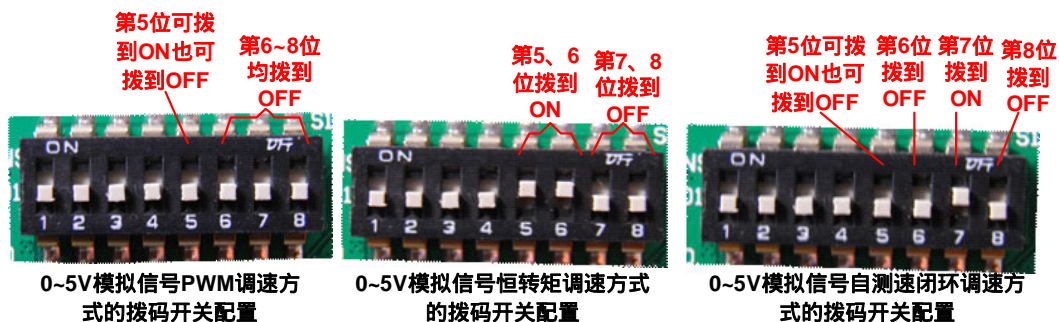


图 2.14 0~5V 模拟信号的三种调速方式的拨码开关配置

2.6.3 -5V~+5V差分信号调速的接法

-5V~+5V差分信号调速的接法如图 2.15所示。AI1 和AI2 分别为-5V~5V差分模拟信号同相端和反相端，用于电机调速；当 $V(AI1-AI2)>0$ 时电机正转； $V(AI1-AI2)<0$ 时电机反转； $V(AI1=AI2)$ 时，电机停转。

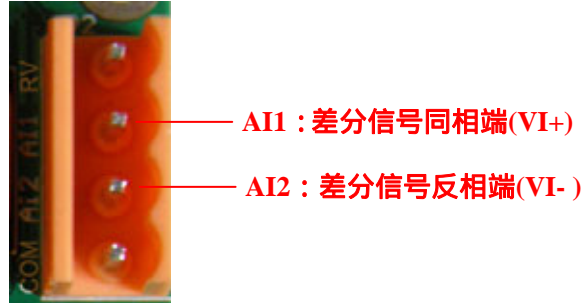


图 2.15 差分信号接线方法

-5V~+5V差分信号调速的拨码开关配置如图 2.16所示。拨码开关第 1-3 位配置电机额定电流（见表 2.2）；第 4 位配置堵转时间（见表 2.3）；第 5 位拨到OFF，第 6 位拨到ON，第 7、8 位均拨到 OFF（详情见表 2.4）。

拨码开关拨到上方为 ON，下方为 OFF。从左至右依次是第 1-8 位。

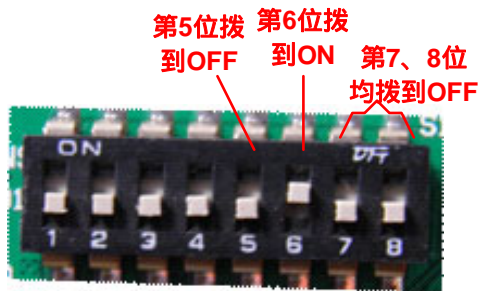


图 2.16 -5V~+5V 差分信号调速的拨码开关配置

2.6.4 电位器/0~5V 模拟信号外接测速发电机闭环调速的接法

当使用电位器/0~5V模拟信号外接测速发电机闭环调速时，模拟信号用来设定测速发电机输出的参照电压，驱动器将自动调节电机转速以使测速发电机(经比例放大或分压处理后的)输出电压与模拟信号电压相等；电位器高电位端接RV，电位器输出/单端模拟信号接驱动器AI1，电位器低电位端或模拟信号的信号地接COM；测速发电机输出电压需要经过比例放大或分压电路处理后将输出电压限定在 0~5V范围才可以接到驱动器，输出电压正向端接AI2，负向端接COM。闭环调速的PID参数通过串口进行配置保存。电位器/模拟信号外接测速发电机闭环调速的接法如图 2.17和图 2.18所示。

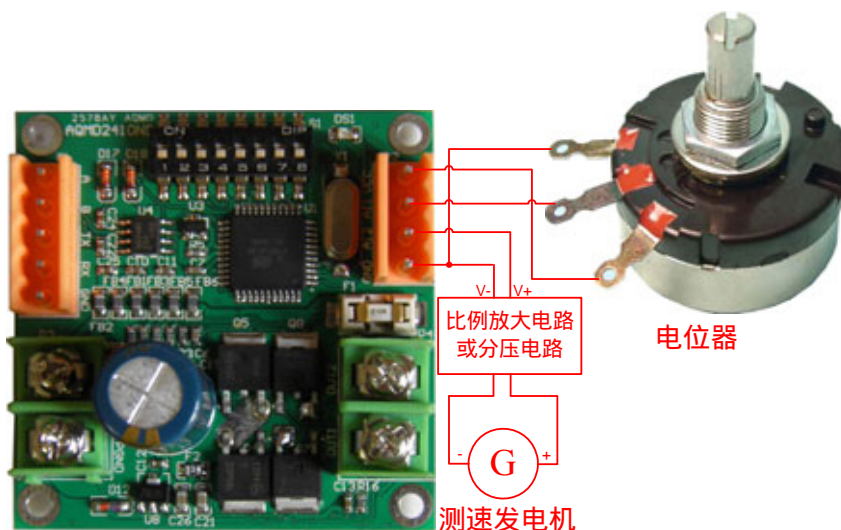


图 2.17 电位器外接测速发电机闭环调速接线示意图

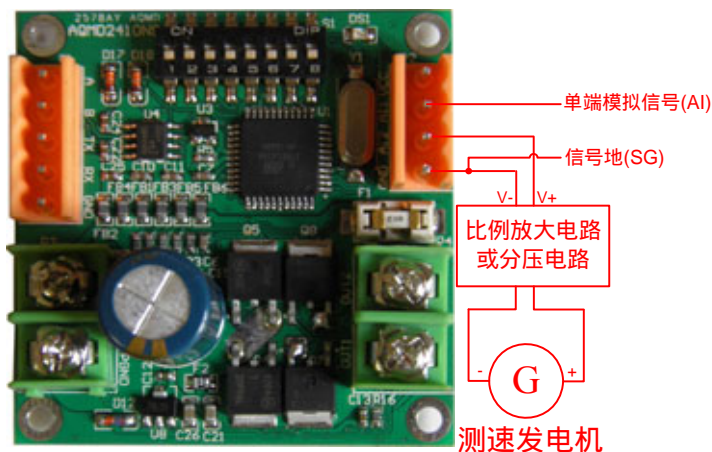


图 2.18 模拟信号外接测速发电机闭环调速接线示意图

注意：1）如果测速发电机输出电压极性接反，将无法实现调速；

2）使用模拟信号进行闭环调速只能对电机正转进行调速，如果要正反转双向调速，需使用串口通讯控制方式下的闭环调速。

使用电位器/0~5V模拟信号外接测速发电机闭环调速的拨码开关配置如图 2.19所示。拨码开关第 1-3 位配置电机额定电流（见表 2.2）；第 4 位配置堵转时间（见表 2.3）；第 5 位拨到OFF，第 6、7 位拨到ON（详情见表 2.4），第 8 位拨到 OFF。

拨码开关拨到上方为 ON，下方为 OFF。从左至右依次是第 1-8 位。

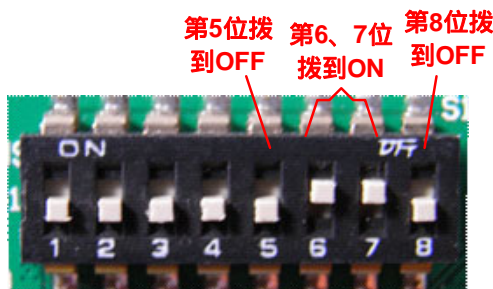


图 2.19 电位器/0~5V 模拟信号外接测速发电机闭环调速的拨码开关配置

2.6.5 串口通讯控制方式下外接测速发电机闭环调速的接法

当使用串口通讯控制方式外接测速发电机闭环调速时,通过串口发送调速命令可以设定测速发电机输出电压,驱动器将自动调节电机转速以使测速发电机(经比例放大或分压处理后的)输出电压与设定的电压相等;测速发电机输出电压需要经过比例放大或分压电路处理后将输出电压限定在-5V ~ +5V范围才能接到驱动器,输出电压正向端接AI1,负向端接AI2。闭环调速的PID参数由用户整定优化。用户可以建立电机转速与测速发电机输出电压对应关系表来方便直接调速。测速发电机的接法如图 2.20所示。

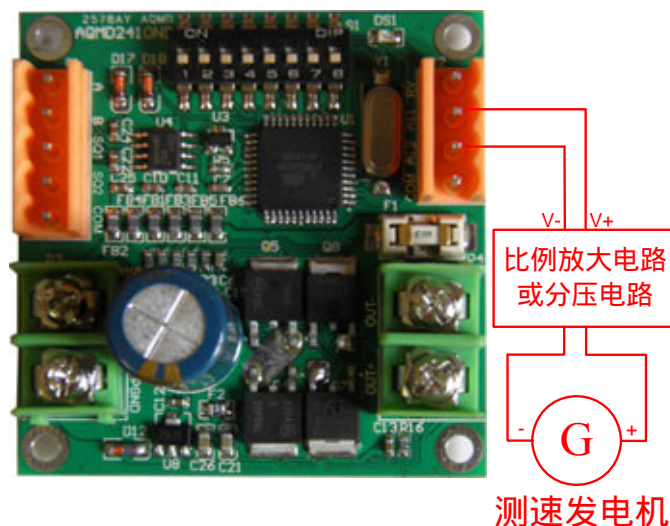


图 2.20 串口通讯控制方式闭环调速测速发电机接线示意图

注意：如果测速发电机输出电压极性接反，将无法实现调速。

串口通讯控制方式拨码开关的配置如图 2.21所示。第 8 位拨到ON，此时控制方式为RS-485 串口通讯控制方式。第 1-7 位用于从站地址的配置（见表 2.6）。

拨码开关拨到上方为 ON，下方为 OFF。从左至右依次是第 1-8 位。

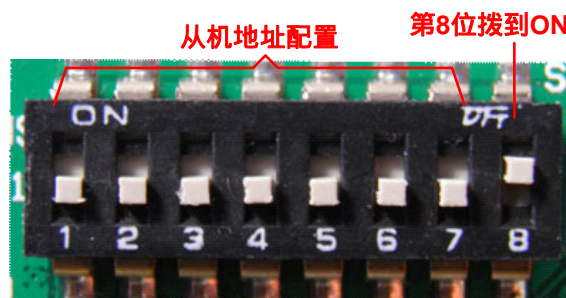


图 2.21 串口通讯控制方式的拨码开关配置

在将拨码开关配置为串口通讯控制方式后,再将调速方式配置为外接测速发电机闭环调速的方式。向MODBUS寄存器 0x0080 写入 3 即可配置为外接测速发电机闭环调速的方式;也可使用AQMDDemo.exe应用程序进行配置,如图 2.22所示。在“系统参数配置”分组框的“调速方式”下拉框中选择“外接闭环”,将调速方式配置为外接测速发电机闭环调速的方式。其他系统参数的配置参照本手册3.3.5小节“系统参数配置寄存器”。



图 2.22 外接测速电机闭环调速方式的配置

2.7 典型综合接法

2.7.1 电位器调速方式典型接法

如图 2.23所示为电位器调速方式的典型综合接法，适合于电位器调速方式下PWM调速、力矩控制和自测速闭环调速(稳速)方式。此接法使用电位器调节电机转速，开关控制电机使能和切换电机转动方向，并通过限位开关对电机进行正反转限位。K2 用于控制电机使能，当K2 接通时，启用电位器调速，电机转动，当K2 断开时，电机先刹车，然后悬空；开关K1 为单刀双掷开关用于控制电机转动方向，当K1 拨向RV端时电机正转，拨向COM端时电机反转；限位开关默认常开触点(或低电平触发)，两个限位开关分别对电机正转和反转进行限位。如果为蓄电池供电方式，建议在电源接口串联一只 10A的保险丝。

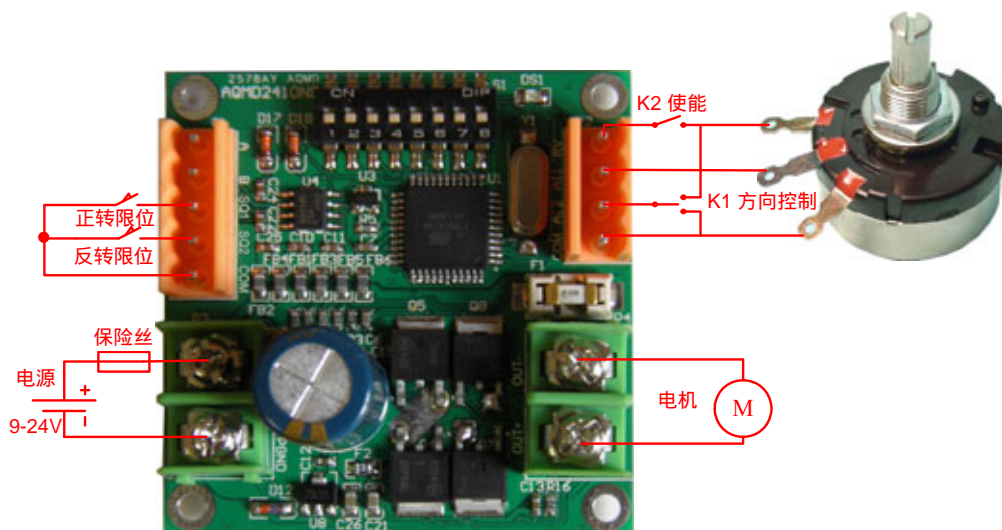


图 2.23 电位器调速方式典型接法

电位器调速可为PWM调速、力矩控制和自测速闭环调速三种方式，它的拨码开关配置方式如下所述。拨码开关第 1-3 位配置电机额定电流（见表 2.2）；第 4 位配置堵转时间（见表 2.3）；第 5-8 位配置电位器/模拟信号控制方式下的调速方式，如图 2.24所示（详情见表 2.4）。

拨码开关拨到上方为 ON，下方为 OFF。从左至右依次是第 1-8 位。

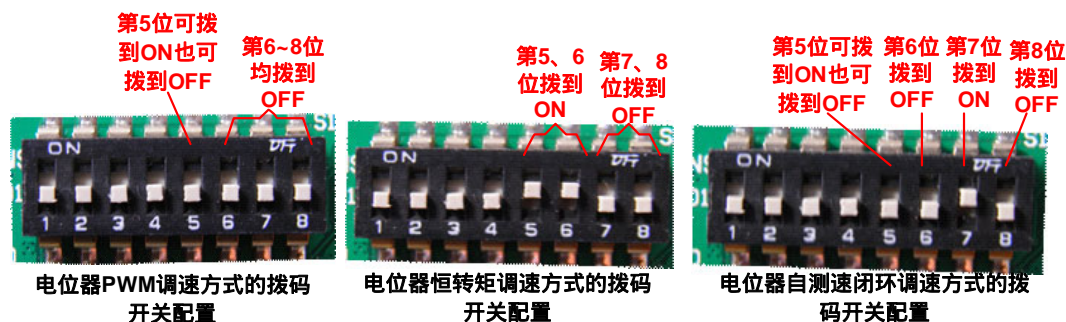


图 2.24 电位器三种调速方式的拨码开关配置

2.7.2 自保触点控制方式典型接法

如图 2.25所示为自保触点控制方式的典型综合接法，适合于电位器/模拟信号控制方式下预设正反转速度方式，且触发方式配置为自保方式。

自保触点控制方式的工作过程为：按一下 B1，电机正转，直到正转限位开关触发电机才停止，也可以按一下 B2 让电机反转；按一下 B2，电机反转，直到反转限位开关触发电机才停止，也可以按一下 B1 让电机正转；在电机转动过程中，如果正反转限位都触发，无论电机哪个方向转动都会停止，即图中强行停止开关的接法；强行停止开关弹起后，只要没有按下 B1 或 B2，电机依然保持停止状态。

如果按键接线较长，环境干扰较大，在 AI1 与 COM 之间、AI2 与 COM 之间并联一个 104 的电容。如果使用蓄电池给驱动器供电，建议在电源接口串联一只 10A 的保险丝。

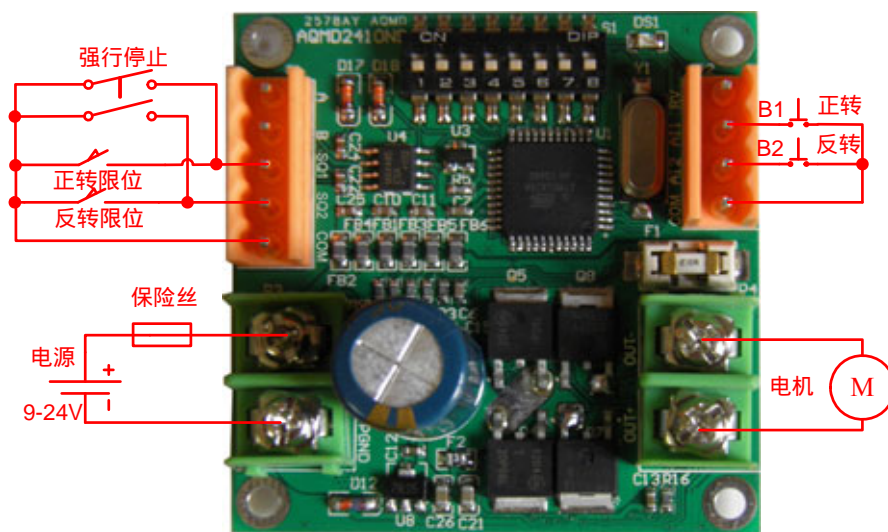


图 2.25 自保触点控制方式接线示意图

预设正反转速度的自保触点控制方式时，拨码开关配置如图 2.26所示。拨码开关第 1-3 位配置电机额定电流（见表 2.2）；第 4 位配置堵转时间（见表 2.3）；第 5-7 位拨到 ON（详情见表 2.4），第 8 位拨到 OFF。

拨码开关拨到上方为 ON，下方为 OFF。从左至右依次是第 1-8 位。



图 2.26 预设正反转速度自保触点方式的拨码开关配置

在将拨码开关配置为预设正反转速度方式后，再将触发方式配置为自保方式。向 MODBUS寄存器 0x00a1 写入 0 即可配置为自保方式；也可使用AQMDDemo.exe应用程序进行配置，如图 2.27所示。在“速度预设”分组框的“触发方式”下拉框中选择“自保方式”，将触发方式配置为自保方式。当调速方式设定为PWM调速时，“正转速度”或“反转速度”编辑框中数值为 1000 表示占空比为 100.0%，即“正转速度”或“反转速度”编辑框中数值乘以 0.1 得到占空比。速度的取值范围与调速方式的选择参见用户手册3.3.7小节“预设速度参数配置寄存器”。

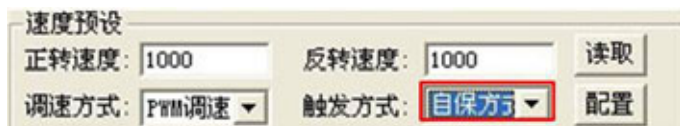


图 2.27 自保方式的配置

2.7.3 点动控制方式典型接法

如图 2.28所示为点动控制方式的典型综合接法，适合于电位器/模拟信号控制方式下预设正反转速度方式，且触发方式配置为点动方式。

点动控制方式的工作过程为：按下 B1，电机正转，B1 弹起，电机停止；当正转限位后电机停止，再按 B1 无效；按下 B2，电机反转；B2 弹起，电机停止；当反转限位时电机停止，再按 B2 无效。

如果按键接线较长，环境干扰较大，在 AI1 与 COM 之间、AI2 与 COM 之间并联一个 104 的电容。如果使用蓄电池给驱动器供电，建议在电源接口串联一只 10A 的保险丝。

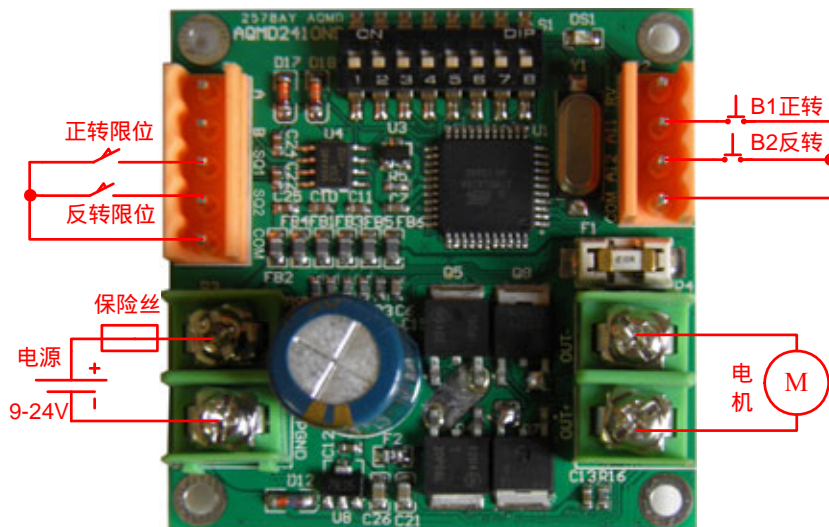


图 2.28 点动控制方式接线示意图

预设正反转速度的点动控制方式拨码开关的配置如图 2.29所示。拨码开关第 1-3 位配置电机额定电流（见表 2.2）；第 4 位配置堵转时间（见表 2.3）；第 5-7 位均拨到ON（详情见表 2.4）；第 8 位拨到OFF。

拨码开关拨到上方为 ON，下方为 OFF。从左至右依次是第 1-8 位。



图 2.29 预设正反转速度点动控制方式的拨码开关控制

在将拨码开关配置为预设速度开关控制方式后，再将触发方式配置为点动方式。向 MODBUS寄存器 0x00a1 写入 1 即可配置为点动；也可使用AQMDDemo.exe应用程序进行配置，如图 2.30所示。在“速度预设”分组框的“触发方式”下拉框中选择“点动方式”，将触发方式配置为点动方式，当调速方式设定为PWM调速时，“正转速度”或“反转速度”编辑框中数值为 1000 表示占空比为 100.0%，即“正转速度”或“反转速度”编辑框中数值乘以 0.1 得到占空比。速度的取值范围与调速方式的选择参见用户手册3.3.7小节“预设速度参数配置寄存器”。



图 2.30 点动控制方式的软件配置

2.7.4 开关控制方式典型接法

开关控制方式适合于电位器/模拟信号控制方式下预设正反转速度方式(且触发方式配置为电平)和 PWM 调速方式。如果无需调速，正反转速度均为全速，可配置为电位器/模拟信号 PWM 调速方式；如果需要指定正反转速度(可为占空比、转矩或转速)，应配置为预设正反转速度方式且触发方式配置为电平方式。

1. 预设正反转速度的开关控制方式

当调速方式配置为预设正反转速度方式且触发方式为电平方式时，接线方法如图 2.31所示。K1 控制方向，K1 断开时正转，闭合时反转；K2 控制电机启动和停止，闭合时启动，断开时停止。如果按键接线较长，环境干扰较大，在AI1 与COM之间、AI2 与COM之间并联一个 104 的电容。如果使用蓄电池给驱动器供电，建议在电源接口串联一只 10A的保险丝。

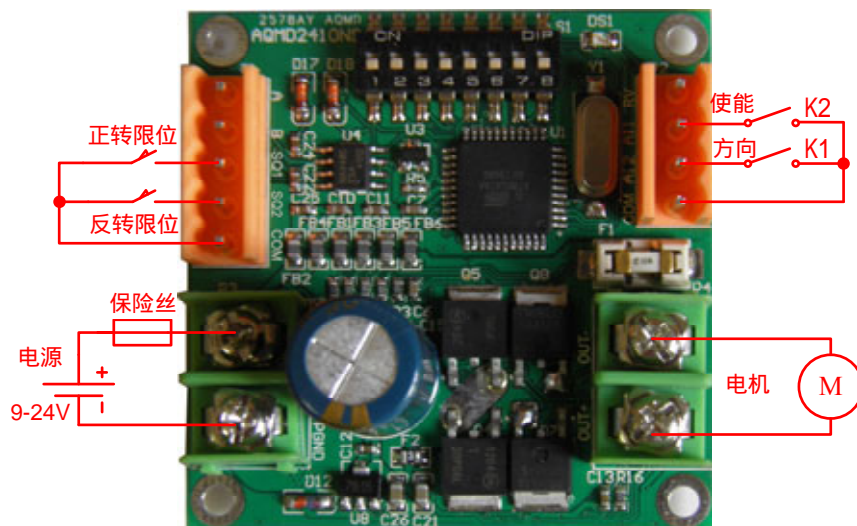


图 2.31 预设正反转速度开关控制方式接线示意图

预设正反转速度的开关控制方式拨码开关的配置如图 2.32所示。拨码开关第 1-3 位配置电机额定电流（见表 2.2）；第 4 位配置堵转时间（见表 2.3）；第 5-7 位均拨到ON（详情见表 2.4）；第 8 位拨到OFF。

拨码开关拨到上方为 ON，下方为 OFF。从左至右依次是第 1-8 位。

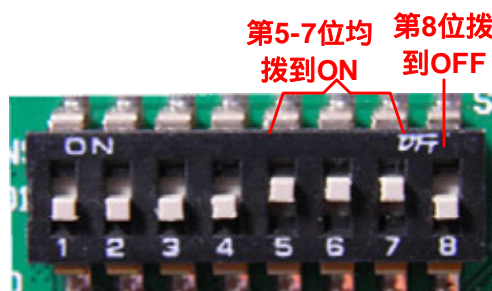


图 2.32 预设正反转速度开关控制方式的拨码配置

在将拨码开关配置为预设正反转速度开关控制方式后，再将触发方式配置为电平方式。向MODBUS寄存器 0x00a1 写入 2 即可配置为电平方式；也可使用AQMDDemo.exe应用程序进行配置，如图 2.33所示。在“速度预设”分组框的“触发方式”下拉框中选择“电平方式”，将触发方式配置为电平方式，当调速方式设定为PWM调速时，“正转速度”或“反转速度”编辑框中数值为 1000 表示占空比为 100.0%，即“正转速度”或“反转速度”编辑框中数值乘以 0.1 得到占空比。速度的取值范围与调速方式的选择参见用户手册3.3.7小节“预设速度参数配置寄存器”。

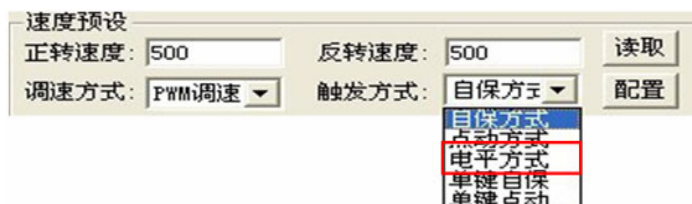


图 2.33 电平方式的配置

2. PWM 正反转全速开关控制方式

当使用电位器/模拟信号PWM调速方式来实现正反转全速控制时，接线方法如图 2.34所示。图中K1和K2为单刀双掷开关。K1控制方向，K1拨向RV端(AI2与RV相连)时，电机正转，拨向COM端时，电机反转；K2控制启动和停止，K2拨向RV端(AI1与RV相连)时启动，

且为PWM全速转动（相当于直接把电位器拨到最大处），拨向COM端时停止（相当于直接把电位器拨到最小处）。如果使用蓄电池给驱动器供电，建议在电源接口串联一只 10A的保险丝。

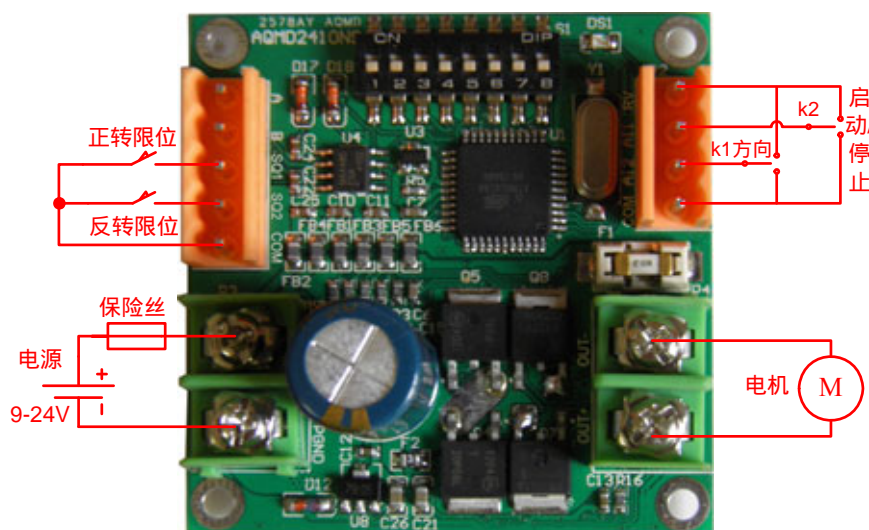


图 2.34 PWM 正反转全速开关控制方式接线示意图

使用电位器/模拟信号PWM调速开关控制方式时拨码开关的配置如图 2.35所示。拨码开关第 1-3 位配置电机额定电流（见表 2.2）；第 4 位配置堵转时间（见表 2.3）；第 5 位可拨到ON也可拨到OFF，第 7-8 位均拨到OFF（详情见表 2.4）。

拨码开关拨到上方为 ON，下方为 OFF。从左至右依次是第 1-8 位。

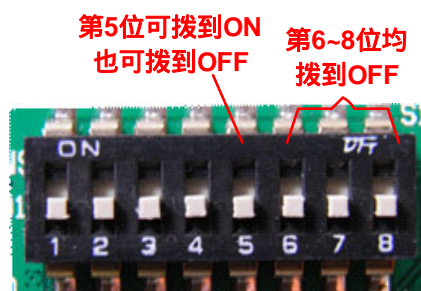


图 2.35 PWM 正反转全速开关控制方式的拨码开关配置

2.7.5 串口(485)通讯控制方式典型接法

串口(485)通讯控制方式的接线方法如图 2.36所示。其中，A、B为分别为RS485 的两差分信号A和B。A接 485 主站的信号线A，B接 485 主站的信号线B。如果要多站通讯，接法见2.4节的图 2.6。当启用了限位时，限位开关对 485 方式依然有效。如果使用蓄电池给驱动器供电，建议在电源接口串联一只 10A的保险丝。

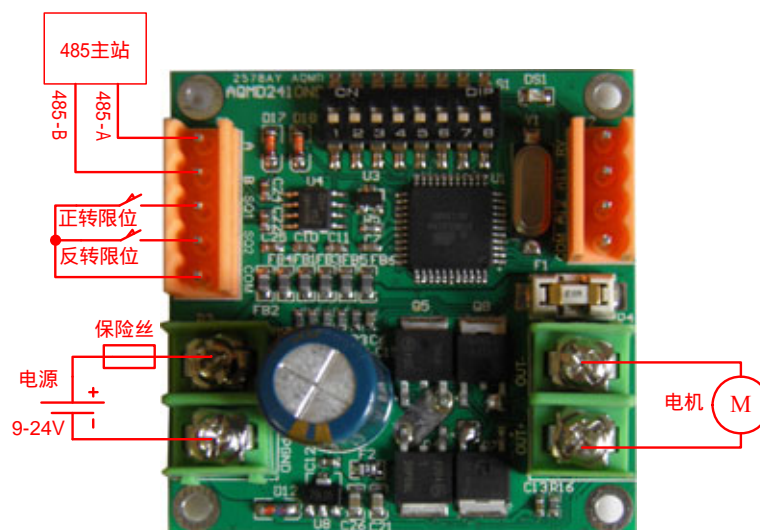


图 2.36 串口(485)通讯控制方式接线示意图

串口通讯控制方式的拨码开关配置如图 2.37所示。第 8 位拨到ON，此时控制方式为 RS-485 串口通讯控制方式。第 1-7 位用于从站地址的配置（见表 2.6）。
拨码开关拨到上方为 ON，下方为 OFF。从左至右依次是第 1-8 位。

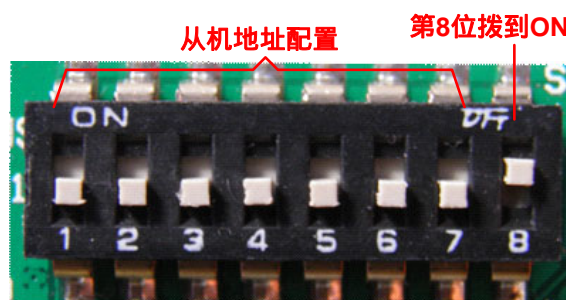


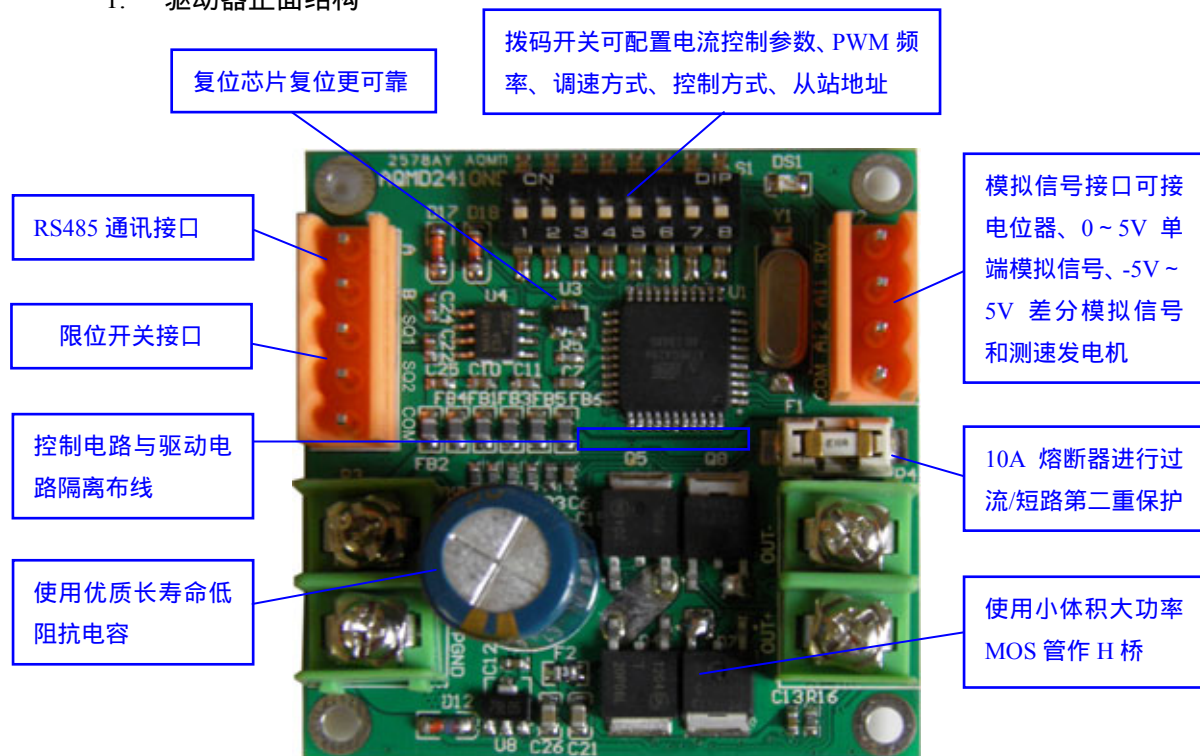
图 2.37 串口通讯控制方式的拨码开关配置

2.8 状态指示灯

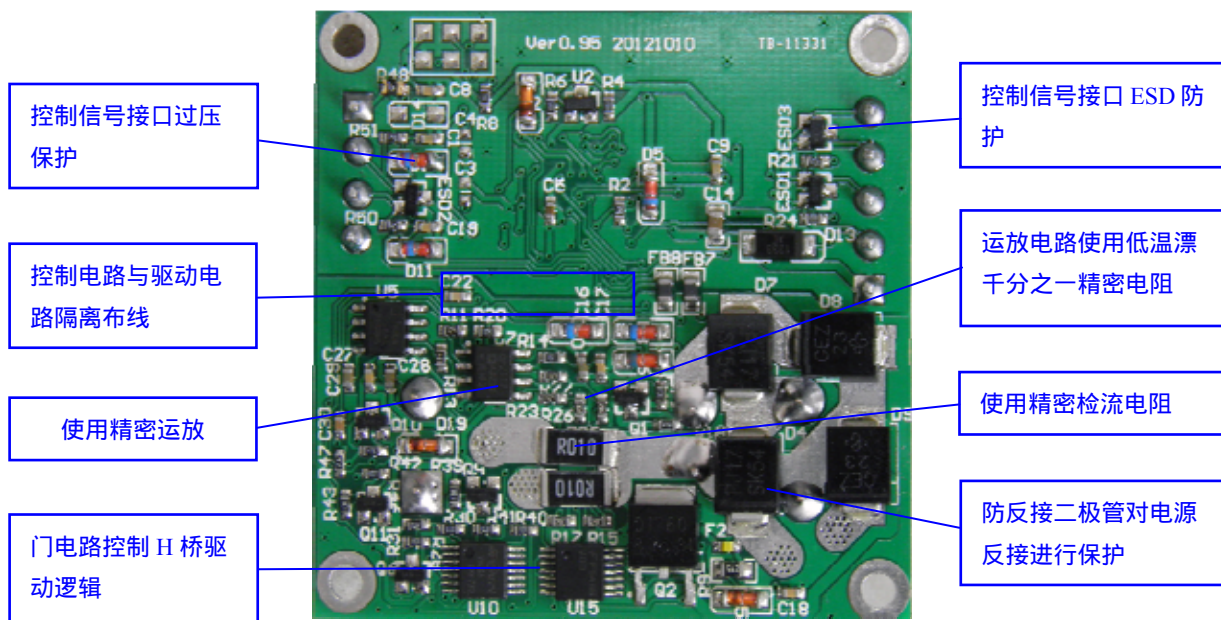
当驱动器状态指示灯以 0.5Hz 的频率缓慢闪烁时，表示驱动器正处于正常运行状态；当驱动器状态指示灯以 2Hz 的频率较快闪烁时，表示驱动器正处于通讯状态。

2.9 驱动器结构

1. 驱动器正面结构



2. 驱动器背面结构



3. 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，支持一个主站控制多个从站，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。

3.1 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 位校验位和 1 位停止位或无校验位和 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，当发生字符超时，就表示这一帧发送完成。

3.2 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。

3.2.1 0x03 读保持寄存器

主站发送：

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

第 1 字节 ADR：从站地址码 (=001 ~ 254)

第 2 字节 0x03：读寄存器值功能码

第 3、4 字节：要读的寄存器开始地址

第 5、6 字节：要读的寄存器数量

第 7、8 字节：从字节 1 到 6 的 CRC16 校验码

从站回送：

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

第 1 字节 ADR：从站地址码 (=001 ~ 254)

第 2 字节 0x03：返回读功能码

第 3 字节：从 4 到 M (包括 4 及 M) 的字节总数

第 4 到 M 字节：寄存器数据

第 M+1、M+2 字节：从字节 1 到 M 的 CRC16 校验码

当从站接收错误时，从站回送：

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

第 1 字节 ADR：从站地址码 (=001 ~ 254)

第 2 字节 0x83：读寄存器值出错

第 3 字节 异常码：见 3.2.4 小节

第 4、5 字节：从字节 1 到 3 的 CRC16 校验码

3.2.2 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 3.2.4 小节

第 4、5 字节：从字节 1 到 3 的 CRC16 校验码

3.2.3 0x10 写多个寄存器值

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 3.2.4 小节

第 4、5 字节：从字节 1 到 3 的 CRC16 校验码

3.2.4 错误异常码

1. MODBUS 异常码

表 3.1 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

2. 扩展异常码

表 3.2 扩展异常码表

异常码	含义
0x40	禁止操作
0xff	未定义错误

3.3 寄存器定义

3.3.1 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	电流分辨率的倒数		0x03	单位为 mA
0x000E	保留		0x03	
0x000F	保留		0x03	

3.3.2 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
0x0010	实时 PWM	0 ~ 1000	0x03	数值乘以 0.1% 为占空比
0x0011	实时电流	0 ~ 2000	0x03	数值乘以 0.01 为电流值，单位为 A。
0x0012	换向频率	0 ~ 2000	0x03	单位为次/秒；换向频率除以电机转子转动一圈的换向次数再乘以 60 为电机转速，单位 RPM。
0x0013	保留		0x03	
0x0014	AI1 电压	0 ~ 500	0x03	数值乘以 0.01 为 AI1 电压值，单位为 V。
0x0015	AI2 电压	0 ~ 500	0x03	数值乘以 0.01 为 AI2 电压值，单位为 V。
0x0016	AI1、AI2 间差分电压	-500 ~ 500	0x03	数值乘以 0.01 为 AI1、AI2 间差分电压值，单位为 V。
0x0017	保留		0x03	
0x0018	SQ1 电平	0,1	0x03	0：低电平 1：高电平
0x0019	SQ2 电平	0,1	0x03	0：低电平 1：高电平
0x001A	DE 电平	0,1	0x03	0：低电平 1：高电平

3.3.3 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	设置速度；数值大于 0 正转，小于 0 反转，等于 0 刹车	PWM 调速方式： -1000 ~ 1000	0x06	设置输出占空比，数值乘以 0.1% 为占空比，电机电压约等于输入电压乘以占空比。
		转矩调速方式： -2000 ~ 2000		设置输出电流，数值乘以 0.01 为电流值，单位为 A。
		自测速闭环调速方式： -1000 ~ 1000		设置换向频率，单位为次/秒。

		外接测速发电机 闭环调速方式： -500 ~ 500		设置反馈电压,数值乘以 0.01 为反馈电压值,单位为 V。
0x0041	保留		不能访问	
0x0042	停止并自锁	0 ~ 1000	0x06	数值乘以 0.1%为自锁占空比
0x0043	保留		不能访问	
0x0044	自然停止或释放自锁	1	0x06	

3.3.4 AI1 和AI2 作GPIO使用控制寄存器

寄存器地址	描述	取值范围	支持功能码	备注
0x0050	AI1 端口方向	0,1	0x03 0x06 0x10	0:输入 1:为输出 当使用 0x10 功能码时,当寄存器数量为 4 时,将对 0x0050 ~ 0x0053 寄存器进行批量写操作;当寄存器数量为 5 时,还会将 AI1 和 AI2 端口的状态进行储存。
0x0051	AI2 端口方向	0,1	0x03 0x06	0:输入 1:输出
0x0052	AI1 端口电平	0,1	0x03 0x06	0:低电平 1:高电平
0x0053	AI2 端口电平	0,1	0x03 0x06	0:低电平 1:高电平
0x0054	储存 AI1 和 AI2 端口的 状态	1	不能单独访问	下次上电后将恢复储存的 AI1 和 AI2 端口的状态。

3.3.5 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
0x0070	模拟信号电压范围下限	0-499		数值乘以0.01为模拟信号电压下限(适用于固件版本1.04以上)。
0x0071	模拟信号电压范围上限	1-500		数值乘以 0.01 为模拟信号电压上限(适用于固件版本 1.04 以上)。
0x0072	自测速自定义电流波动 阈值	0-255		用于改善在负载较大时的稳速效果,当为0时不使用自定义电流波动阈值(适用于固件版本1.04以上)。

0x0080	调速方式	0,1,2,3	0x03 0x06 0x10	0:PWM 方式 1:转矩方式 2:自测速闭环调速 3:外接测速发电机闭环调速 当使用 0x06 功能码,或使用 0x10 功能码且寄存器数量小于 15 时,配置操作只是暂存,并未生效;当 0x10 功能码的寄存器数量为 15 或使用 0x06 功能码向 0x0180 寄存器写 1,配置操作才会生效。
0x0081	堵转停止时间	0 ~ 255	0x03 0x06	数值乘以 0.1 为堵转停止时间,单位为秒;数值为 0 时,不进行堵转停止,当数值非 0 时,将在堵转相应秒数时间后进行限位制动(刹车)。
0x0082	是否使能限位	0,1	0x03 0x06	0:禁用限位 1:使能限位
0x0083	SQ1 限位动作电平,正转限位	0,1	0x03 0x06	0:低电平 1:高电平 当 SQ1 端口实际电平与配置的电平相同时,将进行正转限位动作。
0x0084	SQ2 限位动作电平,反转限位	0,1	0x03 0x06	0:低电平 1:高电平 当 SQ2 端口实际电平与配置的电平相同时,将进行反转限位动作。
0x0085	加速缓冲时间	0 ~ 255	0x03 0x06	乘以 0.1 为 PWM 由 0 增加到最大值的缓冲时间。
0x0086	电机额定电流	0 ~ 2000	0x03 0x06	数值乘以 0.01 为电流值,单位为 A。
0x0087	电机最大启动/负载电流	0 ~ 2000	0x03 0x06	数值乘以 0.01 为电流值,单位为 A。
0x0088	电机制动(刹车)电流	0 ~ 600 0x8000	0x03 0x06	数值乘以 0.01 为电流值,单位为 A。 当数值为 0x8000 时,为硬刹车(短接制动)。
0x0089	制动缓冲时间	0 ~ 255	0x03 0x06	乘以 0.1 为刹车 PWM 由 0 增加到最大值的缓冲时间。
0x008A	波特率四字节整型高半字	建议 1200 ~ 115200	0x03 0x06	单位为 bps
0x008B	波特率四字节整型低半字			

0x008C	校验方式	0,1,2	0x03 0x06	0:无校验+2 停止位; 1:奇校验+1 停止位; 2:偶校验+1 停止位。
0x008D	串口通讯控制方式时是否禁止配置	0,1	0x03 0x06	0:不禁止 1:禁止
0x008E	通讯中断停机时间	0 ~ 255	0x03 0x06	数值乘以 0.1 为通讯中断停机时间,单位为秒;当上次通讯后经过此设定时间尚无下一次通讯,那么将对电机进行制动(刹车)。
0x008F	减速缓冲时间	0 ~ 255	0x03 0x06	乘以 0.1 为 PWM 由最大值减小到 0 的缓冲时间。

3.3.6 闭环调速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
0x0090	P 系数四字节浮点型高半字	建议 0.001 ~ 1	0x03 0x06 0x10	当 0x10 功能码寄存器数量为 7 或使用 0x06 功能码对 0x0190 地址进行写操作时才会对 PID 参数进行储存,否则掉电后配置的参数将丢失。
0x0091	P 系数四字节浮点型低半字		0x03 0x06	
0x0092	I 系数四字节浮点型高半字	建议 0.001 ~ 1	0x03 0x06	
0x0093	I 系数四字节浮点型低半字			
0x0094	D 系数四字节浮点型高半字	建议 0.001 ~ 1	0x03 0x06	
0x0095	D 系数四字节浮点型低半字			
0x0096	保留		0x03 0x06	
0x0097	D 调节节拍周期	1 ~ 1000	0x03 0x06	D 调节节拍,单位为 ms; PI 调节的节拍固定约 1ms。

3.3.7 预设速度参数配置寄存器

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

0x00a0	调速方式	0,1,2,3	0x03 0x06 0x10	0:PWM 调速方式 1:转矩调速方式 2:自测速闭环调速方式 3:外接测速发电机闭环调速方式； 当 0x10 功能码寄存器数量为 4 时或使用 0x06 功能码对 0x01a0 地址进行写操作时才会对速度预设参数进行储存，否则，掉电后配置的参数将丢失。
0x00a1	触发方式	0,1,2	0x03 0x06	0:自保方式 1:点动方式 2:电平方式
0x00a2	正转速度	大于 0 且在 0x0040 寄存器 取值范围	0x03 0x06	
0x00a3	反转速度	大于 0 且在 0x0040 寄存器 取值范围	0x03 0x06	

以上寄存器配置参数在电位器/模拟信号控制方式下的预设正反转速度方式下生效。

3.3.8 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
0x0180	加载/存储系统配置参数	0,1	0x06	0:从存储器重新加载配置参数 1:将配置参数保存到存储器
0x0190	存储闭环调速 PID 参数	1	0x06	
0x01a0	存储预设速度参数	1	0x06	

仅通过 0x06 功能码配置的参数或通过 0x10 功能码进行批量配置但未存储的参数可通过以上寄存器将参数保存到存储器。

4. 常见问题和注意事项

4.1 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几 K 的上拉电阻到 RV,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,输出电流为配置的额定电流,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串口将额定电流参数配置稍大些,以提高驱动器最大输出电流(如果电机要长时间工作,注意配置的电流大小不要超过驱动器允许的长时间工作电流 7.5A)。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;如果使用串口配置参数,还可配置工作电流为之前的额定电流值。

4.2 注意事项

- 1) 驱动器电源电压应在 8~27V 之间。若电压超压,上电后可能烧毁驱动器;电压过低,负载电流较大,也可能导致驱动器烧毁。因模块体积小集成度高,烧毁无法维修。
- 2) 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(橙色接线端子)都不能与电源或电机接口接触,否则极可能烧毁驱动器,且难以维修。
- 3) 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毁驱动器。如果应用中需要在驱动器掉电的时候迅速转动电机,那么建议在驱动器的电机接口串联一个继电器,继电器线圈与驱动器共电源。这样,当电源掉电的时候,继电器就会断开驱动器与电机的连接。
- 4) 驱动器应先与电机连接好后才上电,否则可能烧毁保险丝或驱动器。
- 5) 电机接口千万不能短路,否则可能烧毁保险丝或驱动器。
- 6) 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。
- 7) 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。

- 8) 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。
- 9) 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）。
- 10) 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。
- 11) 请用户仔细阅读此手册，正确使用本款驱动器。

2. 保修说明书

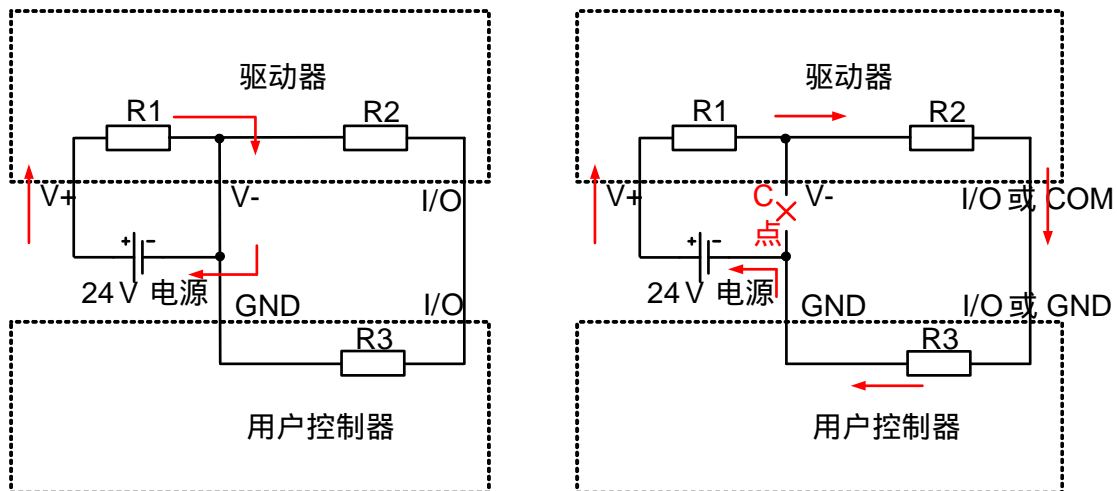
- 1) 请依照用户手册的说明操作、使用。
- 2) 从购买日起, 若因产品本身质量问题, 三个月内包退、包换。在正常使用情况下发生故障时, 带外壳的驱动器可得到 1 年的免费保修。
- 3) 提出保修时, 请务必持收据及保修说明书联系本公司。
- 4) 消耗品(如硅胶片、散热器等)及配件的更换, 不属于本说明书的保修范围内。
- 5) 驱动器发生故障以及用户或售后维修人员在维修和更换配件时, 发生程序的删除或改变造成的损失或利益的损害,(以及第三者提出的无理要求), 本公司不承担任何责任。
- 6) 在保修期内, 下列情况为收费修理:
 - a) 没有出示本公司盖章的收据;
 - b) 购买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

5. 附录

5.1 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。

5.2 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：

(1) 打开系统自带的计算器工具，如图 5.1所示：



图 5.1 Windows XP 自带的计算器

(2) 选择“查看” – “科学型”菜单项，计算器界面将切换为如图 5.2所示：



图 5.2 计算器界面切换科学型后的界面

(3) 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 5.3所示：



图 5.3 在计算器里输入“-100”

(4) 然后点击左边“十六进制”单选按钮，此时，我们先输入的十进制数-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。



图 5.4 “-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：

(1) 打开系统自带的计算器工具，如图 5.5所示：

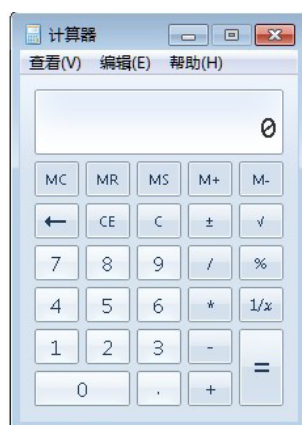


图 5.5 Windows 7 自带的计算器

(2) 选择“查看”-“程序员”菜单项，计算器界面将切换为如图 5.6所示：



图 5.6 计算器界面切换科学型后的界面

(3) 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 5.7所示：



图 5.7 在计算器里输入“-100”

(4) 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。



图 5.8 “-100”转换为 short 型并以十六进制显示


```

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);
}

```

6. 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。AQMD2410NS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 © 2013 , AIKONG electronics. www.akelc.com , 保留所有权利。

电话：028—83508619

传真：028—62316539

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