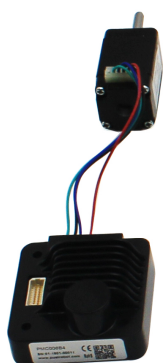
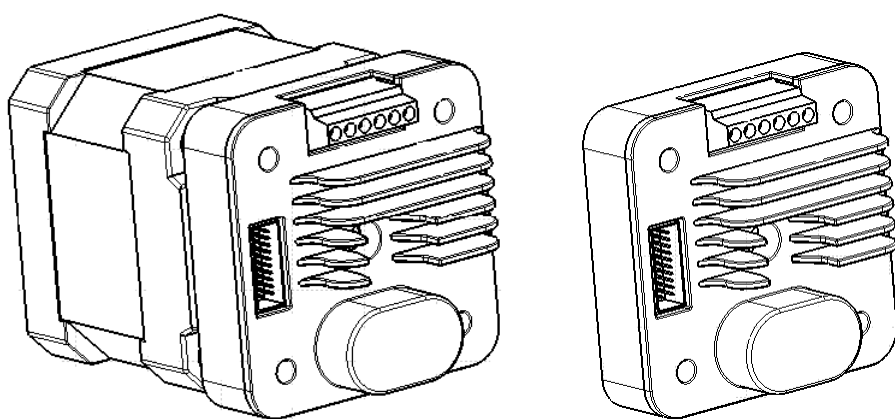


# 使用手册

## PMC006XX系列 RS485总线指令控制 微型一体化步进电机控制器



20步进电机 Step Motor



28步进电机 Step Motor



47步进电机 Step Motor



57步进电机 Step Motor



86步进电机 Step Motor

## 1. 版本控制

### 1) 文档更新记录

日期	更新人	版本	备注
2010-10-2	liur	V0.1.0	Initial
2011-02-23	tangxi	V0.1.1	Add RS485 feature
2011-04-05	robert	V0.1.2	Change baud setting
2012-5-27	liur	V0.1.10	Re-define port function
2012-6-22	jacky	V0.1.11	Add auto half current
2013-11-3	tangxi	V0.1.12	Add external stop
2014-04-15	jacky	V0.1.13	Modify auto accelerate
2014-05-06	robert	V0.1.14	Add self test
2014-07-16	liur	V0.1.15	Modify current setting
2014-10-23	robert	V0.1.18	Modify layout & port
2014-11-7	liur	V0.1.19	Modify input port trigger
2014-11-20	liur	V0.1.20	Add IO operating instruction.
2014-11-21	liur	V0.1.21	Add user defined instruction.
2015-01-03	Liur	V0.1.22	Add description for debug tool software.
2015-01-23	jacky	V0.1.23	Change ext configure and IO arrange
2015-6-22	Lijiwen	V0.1.24	Modify description due to software
2015-8-26	Jacky	V0.1.25	Append opt description
2016-2-17	huangcheng	V0.1.30	Software Arch update
2016-03-15	Liur	V0.1.31	Supplement description for acc/dec
2016-05-12	Liur	V0.1.32	Add PMC006B3
2016-06-02	huangcheng	V0.1.33	Add analog speed regulation
2016-06-18	huangcheng	V0.1.34	Add stall detection function

## 目录

1	引言 .....	5
1.1	知识产权保护申明 .....	5
1.2	免责声明 .....	5
2	概述 .....	6
2.1	主要特性 .....	6
2.2	功能特点 .....	6
2.3	产品选型与订购信息 .....	6
2.3.1	选型对比指引 .....	7
3	接口说明 .....	7
3.1	接线端口位置 .....	7
3.2	电机接口 J2 .....	7
3.3	电源接口 J3 .....	7
3.4	信号接口 J1 .....	7
3.5	单机连接 .....	8
3.6	RS485 网络连接 .....	8
3.7	CAN 网络连接 .....	9
3.8	限位开关连接 .....	10
3.9	模拟量调速连接 .....	10
3.10	恢复工厂配置 .....	11
4	指令集 .....	11
4.1	指令帧格式 .....	11
4.1.1	地址字节 .....	12
4.1.2	指令字节 .....	12
4.1.3	数据字节 .....	12
4.1.4	校验字节 .....	12
4.2	指令汇总表 .....	12
4.3	指令详解 .....	13
4.3.1	步进指令 .....	14
4.3.2	设定细分数 .....	14
4.3.3	设定加减速控制 .....	14
4.3.4	读取当前位置 .....	15
4.3.5	设置最大相电流 .....	15
4.3.6	设置外部紧急停止 .....	15
4.3.7	设置自动电流衰减 .....	15
4.3.8	设置速度模式 .....	15
4.3.9	设置启动速度和停止速度 .....	16
4.3.10	电流补偿因子设置 .....	16
4.3.11	速度补偿因子设置 .....	16
4.3.12	设置脱机使能 .....	16
4.3.13	模拟量调速 .....	16
4.3.14	堵转检测 .....	16
4.3.15	通用 I/O 端口操作 .....	17
4.3.16	查询控制器状态 .....	17

4.3.17	性能最佳化.....	17
4.3.18	参数保存.....	17
4.4	用户自定义程序.....	18
4.4.1	用户指令集.....	18
4.4.2	用户指令详解.....	18
5	工具软件操作简介.....	19
5.1.1	主界面.....	20
5.1.2	自定义编程界面.....	20
5.1.3	端口测试界面.....	21
5.1.4	动态链接库.....	21
6	电气特性 .....	21
7	安装尺寸图（单位：mm） .....	22

## 1 引言

### 1.1 知识产权保护申明

PMC006xx 系列控制器已经申请如下国家专利：

- 控制器方案和方法已申请发明专利保护。
- 控制器电路已申请实用新型专利保护。
- 控制器外观已申请外观专利保护。

PMC006xx 系列控制器内嵌固件代码，任何试图破坏固件代码保护功能的行为均可视为违反了知识产权保护法案和条例。如果这种行为导致在未经 CQPUSI 授权的情况下，获取软件或其他受知识产权保护的成果，CQPUSI 有权依据该法案提起诉讼制止这种行为。

### 1.2 免责声明

本使用手册中所述的器件使用信息及其他内容仅为您提供便利，它们可能在未来版本中被更新。确保应用符合技术规范，是您自身应负的责任。CQPUSI 对这些信息不作任何形式的声明或担保，包括但不限于使用情况、质量、性能、适销性或特定用途的适用性的声明或担保。CQPUSI 对因这些信息及使用这些信息而引起的后果不承担任何责任。如果将 CQPUSI 器件用于生命维持和/或生命安全应用，一切风险由买方自负。买方同意在由此引发任何一切伤害、索赔、诉讼或费用时，会维护和保障 CQPUSI 免于承担法律责任和赔偿。

## 2 概述

### 2.1 主要特性

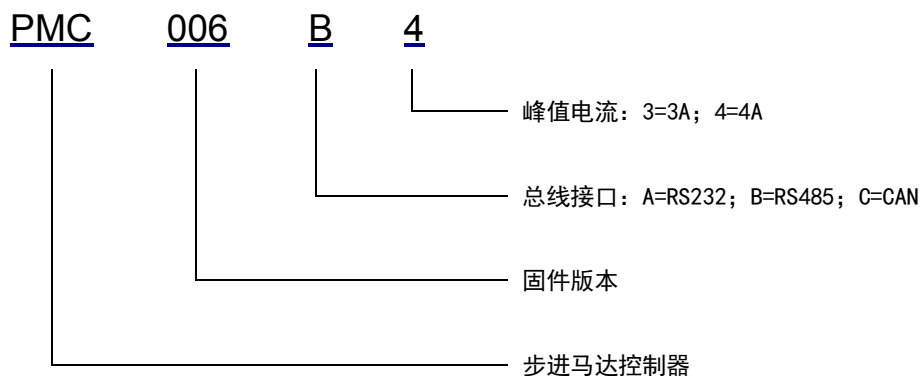
PMC006xx 是一种微型一体化步进电机细分控制器，可直接安装在 42/57 等系列步进电机的后盖上，该系列控制器提供基于 RS232/RS485/CAN 等总线控制和不同电流档的多种型号选择。使用 PMC006xx 步进电机控制器可以轻松实现多达 120 个节点的工控网络系统，使其具备出色的噪声抑制和优良的运动平滑性。PMC006xx 提供简单、丰富的控制命令集，不仅极大的简化了上层控制系统的复杂性，而且最大限度的保留了控制的灵活性，适合各种高精度、宽范围的工业应用。

### 2.2 功能特点

- ✓ 9-36V 宽范围单电压供电
- ✓ 输出电流 0.4A ~ 3A，指令可调整相电流
- ✓ S 曲线加减速自动控制
- ✓ 可单独配置的加速度/减速度/启动速度/停止速度
- ✓ 两个限位开关输入，指令可配置紧急停车功能
- ✓ 支持 0/2/4/8/16/32/64/128 等多种细分精度
- ✓ 支持 4/6/8 线两相步进电机
- ✓ 十个通用数字端口
- ✓ 指令可配置脱机功能
- ✓ 电机位置记录和反馈
- ✓ 用户自定义程序烧写及离线自动执行
- ✓ 自动电流补偿和速度补偿
- ✓ 指令可配置自动电流衰减功能
- ✓ 小体积 42mmx42mmx18mm
- ✓ 精密铝合金外壳，利于保护及散热
- ✓ 免拆卸在线固件升级
- ✓ 基于 VC++的控制例程和底层驱动

### 2.3 产品选型与订购信息

订购 PMC006xx 时请按以下格式提供具体的型号，以便我们准确及时的为您提供产品：



2.3.1 选型对比指引

型号	电压	最高电流	细分	特征
PMC006B3	9-36V	2.75A	0/2/4/8/16/32	中高速适用
PMC006B4	9-36V	3.75A	0/2/4/8/16/32/64/128	超低噪声，中低速适用

3 接口说明

3.1 接线端口位置

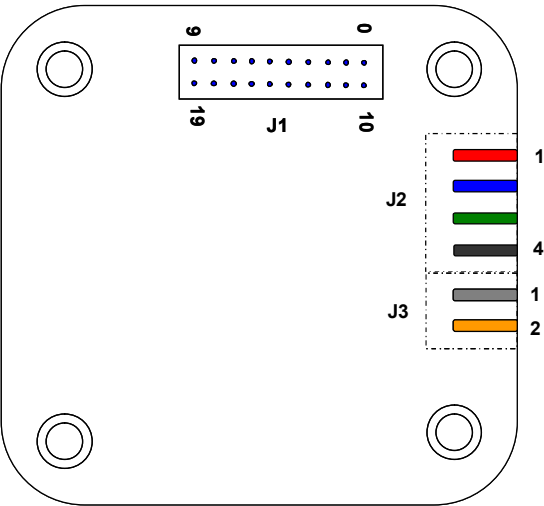


图 3-1

3.2 电机接口 J2

引脚	1	2	3	4
定义	M10	M11	M20	M21

信号说明如下：  
M10, M11: 步进电机 A 相；  
M20, M21: 步进电机 B 相；  
注意：电源或电机相线接错会永久性损坏控制器。

3.3 电源接口 J3

引脚	1	2
定义	GND	VCC

信号说明如下：  
VCC: 直流电源正极，8~36V；  
GND: 直流电源地；

3.4 信号接口 J1

引脚	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
定义	DVDD	DVDD	GND	GP12	GP11	NC	EXT1	FSET	RXD	TXD
引脚	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
定义	GP14	GP15	GND485	EXT2	GP13	GP01	GP02	GP03	GP04	GP05

信号说明如下：

GP11~5: 通用输入口 1-5;  
 GP01~5: 通用输出口 1-5;  
 NC: 保留位, 不与任何外设连接;  
 DVDD: 控制器+5V 输出;  
 GND: 控制器数字地;  
 GND485: RS485 地  
 EXT1: 外部限位开关信号 1 输入 (开环时);  
 EXT2: 外部限位开关信号 2 输入 (开环时);  
 TXD: RS232/RS485 总线传输信号或连接 CAN 收发器模块;  
 RXD: RS232/RS485 总线接收信号或连接 CAN 收发器模块;  
 FSET: 恢复工厂设置, 低电平有效;  
 注意: 除了 TXD 和 RXD 外, 所有信号端口的电压必须在 -0.3V~+5.3V 之间。

### 3.5 单机连接

下图演示了如何 PMC006A2 控制器在单机操作下的连线方式。每台 PMC006xx 控制器在出厂时的设备地址均为 0xff, 首次给控制器烧录设备地址时必须采用单机连接方式。PMC006xx 控制器的 J1 端口采用 20p 1.0 Pitch SHD 连接器, 用户可以自行设计连接器插头或者通过 PMC006xx 控制器配送的电缆修改, 下图中的 RS232 电缆中的 GND 应该与控制器的 GND 连接在一起。

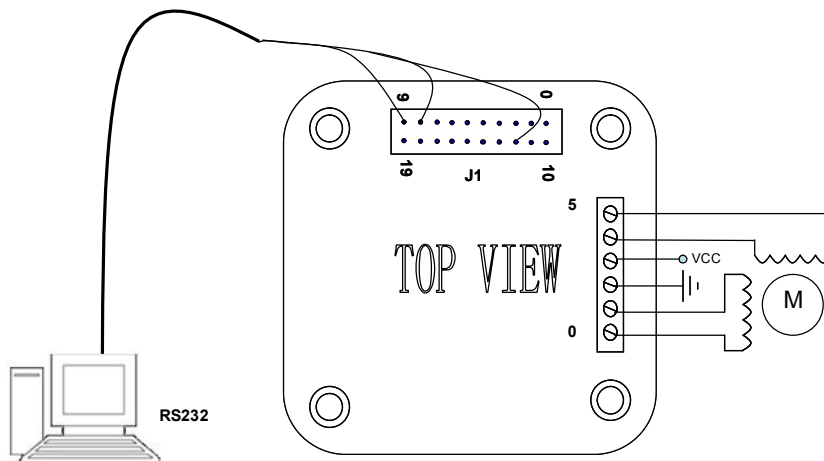


图 3-2

注意: 禁止带电插拔, 否则会永久损坏控制器。

### 3.6 RS485 网络连接

图 3-3 提供了一种采用 RS485 总线连接多台 PMC006Bx 控制器组成的网络方案, 最大通讯距离可达 1200 米。使用一根双绞线连接所有的节点, 距离超过 50 米时网络的两端需要各连接一个 120 欧姆的终端电阻, 以防止信号反射和过冲, 同时, 主机端的 RS485 需要与各节点的控制器共地。

注意: RS-485 标准定义信号阈值的上下限为  $\pm 200\text{mV}$ 。即当  $A-B > 200\text{mV}$  时, 总线状态应表示为“1”; 当  $A-B < -200\text{mV}$  时, 总线状态应表示为“0”。但当  $A-B$  在  $\pm 200\text{mV}$  之间时, 则总线状态为不确定, 因此在实际组网时, 建议用户在 A、B 线上面设上、下拉电阻, 以避免这种不确定状态。



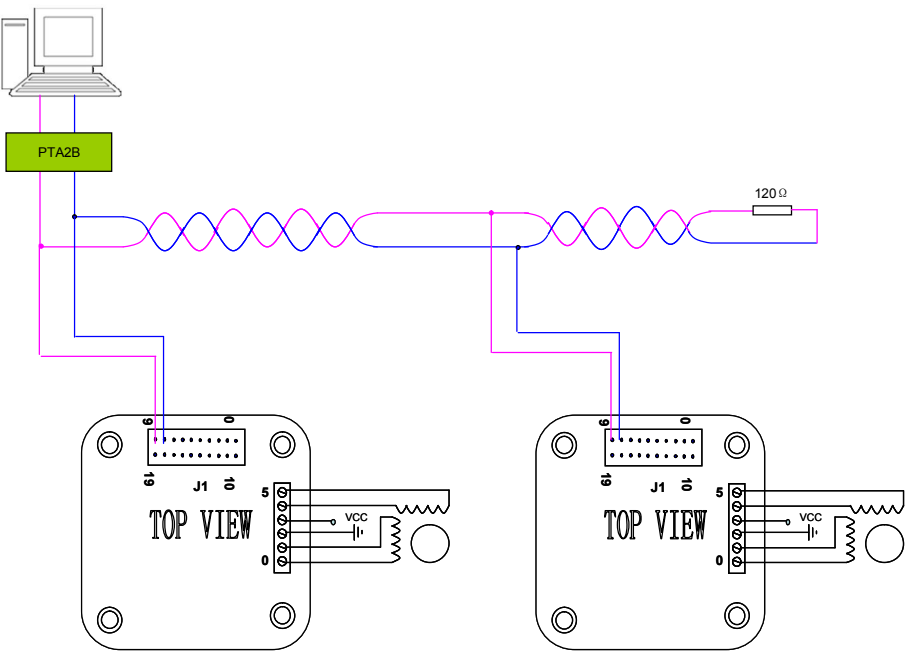


图 3-3

若需详细了解主机端的 RS232 到 RS485 转换模块 PTA2B，请联系销售人员。

3.7 CAN 网络连接

使用 CAN 总线连接可达到最大 5000 米的传输距离。图 3-4 提供了一种采用 CAN 总线连接多台 PMC006Cx 控制器组成的网络方案，可兼容 CAN2.0A 和 CAN2.0B 两种技术规范，最多可连接 100 个节点。

注意：建议使用 CAN 总线专用的 120 欧姆屏蔽双绞线，并在双绞线的两端需要各连接一个 120 欧姆的终端电阻，另外各节点 CAN 收发器电缆 PTA2C 与主机端的 CAN 转换器 PTA2C 需要共地。

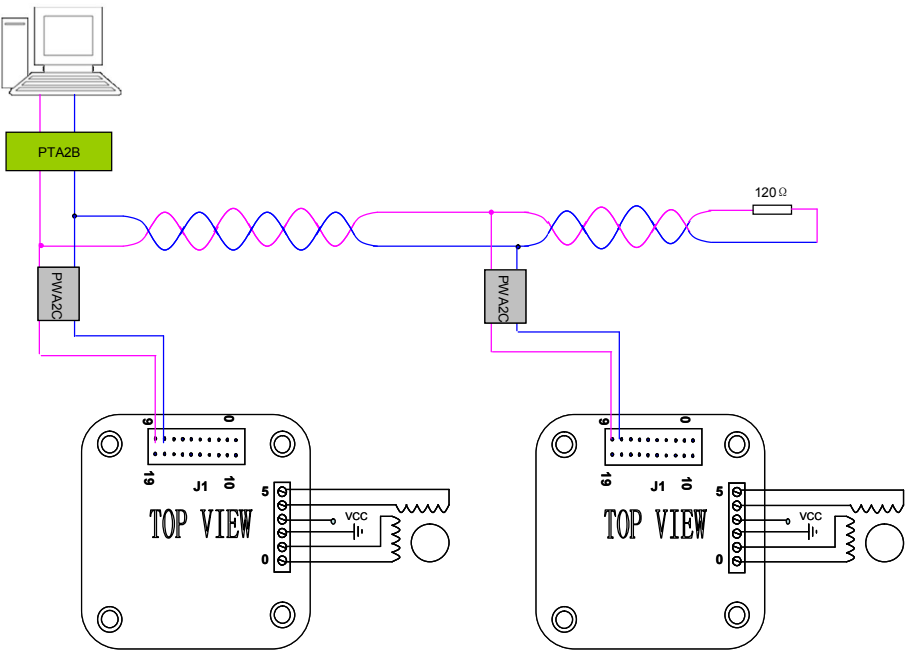


图 3-4

关于 RS232 转 CAN 模块 PTA2C 以及 CAN 收发器电缆 PWA2C 的具体细节，请联系销售人员。

### 3.8 限位开关连接

PMC006xx 控制器默认状态使用开环工作模式, 此时 Ext1 和 Ext2 引脚用于连接外部限位开关, 每个引脚的触发方式可以通过指令实时选择, 工厂默认值为下降沿触发有效, 用户也可通过指令控制打开或关闭其中任何一个限位开关。

触发方式有上升沿触发和下降沿触发两种。当选择下降沿触发时, 内部上拉电阻自动使能, 输入引脚可以直接连接到光耦的集电极, 如图 3-5 左; 当选择上升沿触发时, 内部上拉不使能, 为了在未触发状态时将输入端可靠的钳位到低电平, 需要外部连接下拉电阻, 如图 3-5 右。

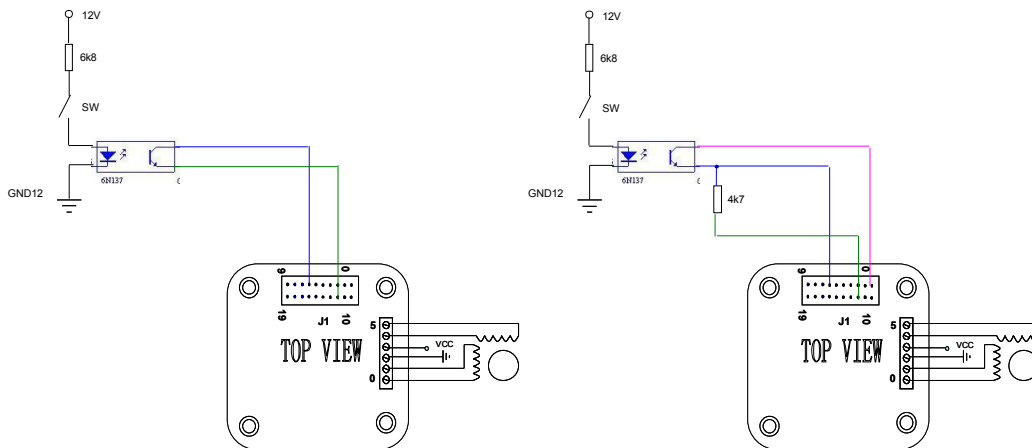


图 3-5

上述连接方式适用于光耦发射极常开状态, 但在有些应用场景中 (比如柱塞泵), 光耦的发射极是常闭状态, 挡片运动到特定位置时, 接受端断开, 那么使用下降沿触发方式时, 输入引脚可以直接连接到光耦的发射极, 如图 3-6 左; 当选择上升沿触发时, 输入引脚可以直接连接到光耦的集电极, 如图 3-6 右。

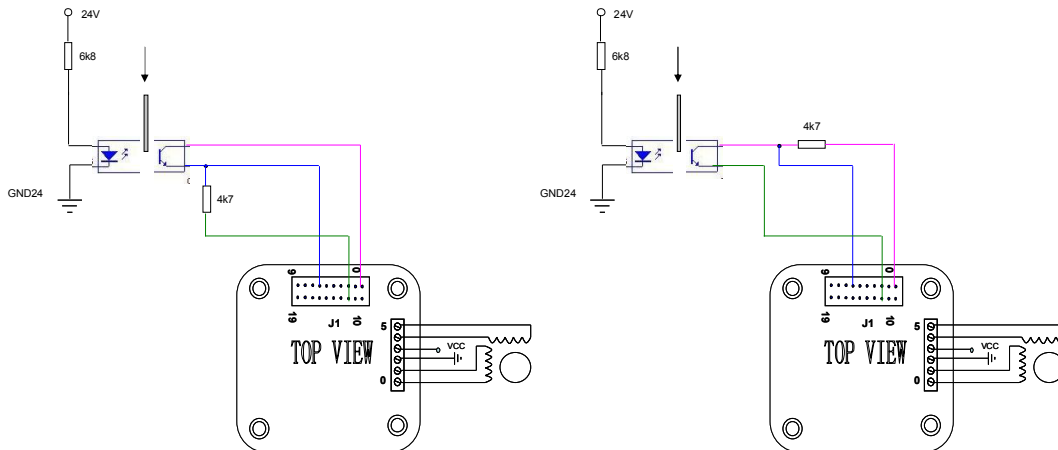


图 3-6

### 3.9 模拟量调速连接

PMC006xx 控制器在离线工作模式下可以使用模拟量调速功能。在这种应用下 GP11 引脚被用作模拟量输入端口, 如下图 3-7 所示。详细操作请参见 4.3 章节。

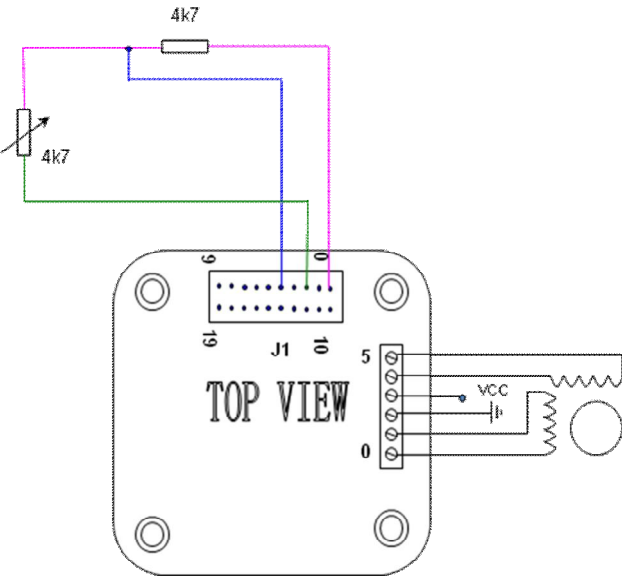


图 3-7

3.10 恢复工厂配置

当 PMC006xx 控制器执行一个有问题的用户自定义程序时，或者当用户意外改写了控制器波特率时，通讯接口可能会失去响应。在这种情况下，如果在重新上电后仍然无法连接，可以使用恢复工厂配置功能：将 J1 的 FSET 引脚连接到 GND 至少 20ms 以上，然后重新上电，控制器即自动恢复工厂配置，包括电机的各种参数，但是用户自定义程序将会保留，以便进行调试分析。

4 指令集

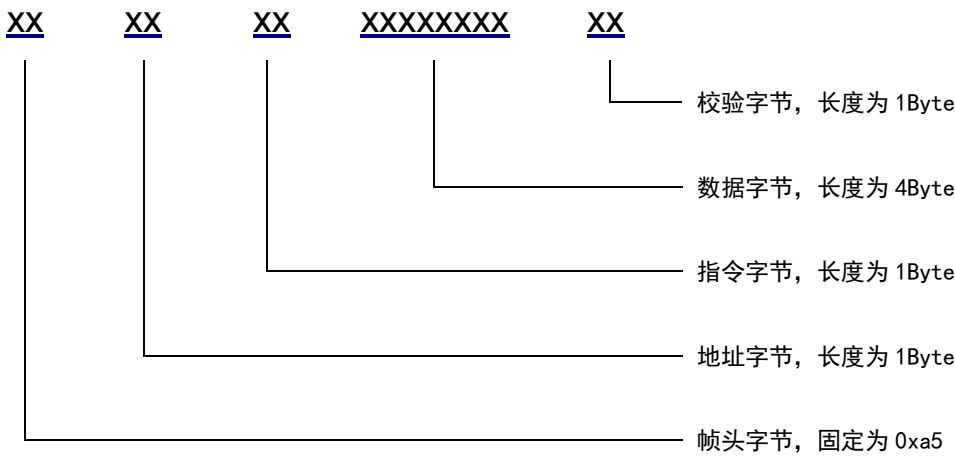
PMC006xx 控制器使用一套精简指令集来规范和简化上位机对控制器的操作。控制器接收上位机发来的操作指令，执行后返回 ACK 给上位机，并返回用户需要的数据或状态。

上位机和 PMC006xx 控制器之间采用半双工通讯，同一时刻信息只能是从上位机到控制器或控制器到上位机单向传送，PMC006xx 控制器之间彼此不能相互通讯。

4.1 指令帧格式

PMC006xx 与上位机的通讯采用基于 RS232 字符串的透明传输格式，帧内容以字节为单位依次传输，每帧固定为 8 个字节长度。

帧格式定义如下：



上位机发送给控制器的指令帧和控制器反馈给上位机的应答帧，均固定长度为 8 个字节（中间没有任何空格或分隔符）。当控制器发出一个指令帧后，如果是有效地址并且校验正确，PMC006xx 控制器就会返回一个应答帧（即使指令无效）。

无论是指令帧还是应答帧，都必须传完 8 个字节后才能释放总线，否则上位机或从机将会等待超时。

当上位机发出指令帧中的地址或校验字节不正确时，将不会收到任何应答帧，此时上位机在自身的超时机制生效后继续发出有效的指令帧，不会导致总线冲突或挂死。

#### 4.1.1 地址字节

当上位机发出指令时，该字节取值范围 0x1~0x78，在网络连接模式下，每个节点的控制器地址必须是唯一的，用户可以在单机模式下修改控制器地址（出厂时默认地址为 0xff）；当 PMC006xx 控制器反馈指令时，该字节固定为 0x7a。

#### 4.1.2 指令字节

当上位机发出指令时，该字节内容为对应的指令，详见 4.2 指令汇总表。

当 PMC006xx 控制器反馈指令时，该字节为控制器的地址。

#### 4.1.3 数据字节

当上位机发出指令时，该 4 个字节内容为对应的指令所需要的数据，对于无需数据的指令，该 4 字节可以是任意值。

当 PMC006xx 控制器反馈指令时，该 4 个字节为返回的数据或状态，对于无需数据的反馈，该 4 字节的内容应该被忽略。

无论是上位机还是控制器，该 4 字节的数据类型都定义为一个带符号的整数（ANSI C: signed long），传输时总是低字节首先被发送或接受，例如数据 0x12345678，传输顺序为 0x78 -> 0x56 -> 0x34 -> 0x12。

#### 4.1.4 校验字节

定义为前面 7 个字节的累加和（舍弃最后进位）。在指令帧中，由上位机计算并发送；在应答帧中，由 PMC006xx 控制器计算并发送。校验字节不正确的帧，将会被丢弃不予处理。

### 4.2 指令汇总表

命令字符	用途	数据范围	备注
s(0x73)	转动给定的步数	1~0x7fffffff	②
m(0x6d)	设定细分数	0/2/4/8/16/32/64/128	可掉电保存
p(0x70)	保留	保留	①
t(0x74)	保存所有参数	----	②
c(0x63)	读取当前位置	----	
d(0x64)	设定转动方向	0: 反向, 1: 正向	
v(0x76)	设定最高转速	1~16000 PPS (步/秒)	
w(0x77)	写驱动器地址	1~120	可掉电保存
h(0x68)	保留	保留	①
r(0x72)	读加速度系数	----	

e (0x65)	设定最大相电流	400~4000 (单位 mA)	可掉电保存
f (0x66)	设定外部紧急停止使能	0/1/2/3	
n (0x6e)	读取相电流设置	----	
k (0x6b)	读取细分数设置	----	
p (0x70)	清除堵转标志位	----	
q (0x71)	读取速度设置	----	
o (0x6f)	设置减速度系数	0-5	②, 可掉电保存
a (0x61)	设定自动电流衰减使能	0/1	可掉电保存
g (0x67)	设置脱机使能	0/1	
i (0x69)	设置当前位置	0-0x7ffffff	
j (0x6a)	读控制器状态 1	Bit[3:0]定义见指令详解	
l (0x6c)	清除 ext_stop2 标志位	----	
b (0x62)	清除 ext_stop1 标志位	----	
x (0x78)	I/O 端口读取	0~0x3ff	
y (0x79)	I/O 端口写值	0~0xff	
z (0x5a)	试运行当前用户程序	----	
u (0x75)	设置加速度系数	0-5	②, 可掉电保存
l (0x49)	当前步进命令中止	0	
J (0x4a)	设置外部触发方式	0~3	可掉电保存
K (0x4b)	读取外部触发方式	----	
F (0x46)	设定离线自动运行	0/1	可掉电保存
R (0x52)	读取固件版本信息	0	
L (0x4c)	设置启动速度	65-3000	②, 可掉电保存
M (0x4d)	设置电流补偿因子	100-1200	②③, 可掉电保存
N (0x4e)	设置速度模式使能	0/1	
O (0x4f)	读控制器状态 2		
P (0x50)	设置速度补偿因子	300-2000	②③, 可掉电保存
Q (0x51)	自动电流衰减系数	1-4	可掉电保存
T (0x54)	读写堵转长度	0~0x3f (大于 0x3f 为读)	
S (0x53)	设置停止速度	65-3000	①, 可掉电保存
X (0x58)	读取堵转位置	----	
Y (0x59)	读写堵转配置寄存器	0~0x7 (大于 0x7 为读)	
Z (0x5a)	读写堵转触发值	0~0x1ff (大于 0x1ff 为读)	

备注:

①: 与 V36 之前的固件版本相比, 指令被取消;

②: 与 V36 之前的固件版本相比, 指令被修改;

③: 在 PMC006B3 版本中, 该指令被取消;

### 4.3 指令详解

在 CQPUSI 提供的工具软件包中, 包含了基于 VC++ 的通讯接口 DLL 及相关的示例说明, 用户程序可以直接调用 DLL 的接口函数对 PMC006xx 控制器进行操作, 而不需要了解每条指令的具体发送方式和反馈信息。以下对部分指令的用途作详细解释。

4.3.1 步进指令

步进指令 0x73 根据设定的方向、速度、加速度来控制步进电机转动指定的步数，该步数以当前细分设置计算。

当控制器处于 busy 状态时，步进命令将被忽略，因此在上位机在发送步进命令之前，应当首先通过 0x6a 指令查询控制器的状态位，详细请参照控制器状态说明。

上位机发出：0xa5 0x01 0x73 0x1f 0x01 0x00 0x00 0x39

控制器响应：0xa5 0x7a 0x01 0x03 0x00 0x00 0x00 0x23

解析：向地址为 0x01 的控制器发出步进 287 步的指令。

4.3.2 设定细分数

PMC006xx 控制器支持最大 128 细分精度。当控制器从低细分数向高细分转换时，不会造成精度损失，但是当控制器从高细分转向低细分时，由于电机转子处于中间位置，因此会不可避免的带来精度损失。

当加速度值设置得很大时，在低细分时可能会造成电机失步，此时可增加细分数。

控制器掉电后，细分数设置仍然会保留，并在下次上电时自动启用最后配置。

上位机发出：0xa5 0x02 0x6d 0x04 0x00 0x00 0x00 0x18

控制器响应：0xa5 0x7a 0x02 0x04 0x00 0x00 0x00 0x25

解析：将地址为 0x02 的控制器设定细分数为 4。

4.3.3 设定加减速控制

PMC006xx 控制器支持 S 曲线自动加减速功能，无需额外模块支持。当通过指令设置加速度/减速度/启动速度/停止速度后，控制器实时计算加速度曲线，直到转速达到设定的最高速度，然后开始计算减速度曲线，控制电机减速，如下图 4-1。

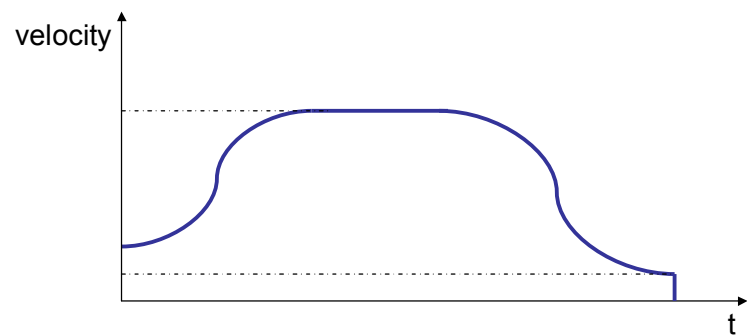


图 4-1

加速度系数和减速度需要分开配置，但是两者具有同样的量纲，系数值与加速度值的对应关系如下。

系数	加速度 PPS <sup>2</sup>
0	1700
1	3400
2	6800
3	13600
4	27200
5	54400

当启动步进命令时，控制器对加速度、减速度进行自适应控制，以便使得电机能够以预期的速度运行指定的步数。因此，当步进长度较短且设定速度较高时，实际的加速度和减速度系数值可能会自动增加。

当步进长度小于 256 时，控制器将不使用 S 曲线加减速控制，而是直接降到停止速度。

在大多数应用场景中，将减速度系数设置得比较小，加速度系数适当增大，可以获得比加减速对称更加平滑的运动效果。

#### 4.3.4 读取当前位置

每当一个转动命令被下达执行时，控制器根据下达的步进数自动记录当前位置，用一个带符号的整数表示，正数表示顺时针方向转动位置，负数表示逆时针方向转动位置。

当前位置的值是以步数来计算的，因此当用户需要更改细分数时，应当先读取该位置信息，然后通过 0x69 指令重置位置，以避免位置换算错误。

控制器掉电时，位置信息自动清零。

#### 4.3.5 设置最大相电流

PMC006xx 控制器内置电流闭环控制电路，电流设置最大范围是 400~4000mA，推荐设置电流不要超过 3000mA，最小步进单位 150mA。

Note：当电机工作在很低的速度时，需要注意电机和控制器的发热情况，通常来说只需要设置较小的电流值。

#### 4.3.6 设置外部紧急停止

PMC006xx 控制器提供两个限位开关输入口 EXT1 和 EXT2，可用作开环模式下的紧急停止功能。用户可以通过 0x66 命令设置任意一个或两个使能，该命令中的数据取值范围 0~3，0 表示两个都不使能，1 表示使能 EXT1，2 表示使能 EXT2，3 表示使能 EXT1 和 EXT2。

当使能紧急停止功能后，如果对应的输入引脚检测到有效的低电平，控制器随即锁住电机，并停止响应步进命令，用户可以通过 0x6a 命令查询状态位的第 6、7bit，查看是哪一个输入引脚触发了紧急停止。只有当用户使用 0x62，0x6c 命令清除对应的状态位后，控制器才会继续响应新的步进命令。

#### 4.3.7 设置自动电流衰减

使用该命令设置当控制器没有接收到步进指令时，是否自动衰减相电流。默认的衰减幅度为 50%，用户可通过 0x4d 指令设定衰减系数，值越大，衰减幅度越大。当相电流在 2.5A 以上时，建议配置为 2 以上。

#### 4.3.8 设置速度模式

使用该命令设置控制器进入速度模式，电机将以设定的速度持续运行。在速度模式下，可使用该命令带 0 参数或者使用 0x49 指令退出速度模式，注意这两个指令的差别：设置速度模式为 0 将使得电机按减速曲线逐渐停止，而使用 0x49 命令将立即停止电机。



### 4.3.9 设置启动速度和停止速度

使用 0x4c 和 0x53 命令设置电机的启动速度和停止速度, 默认值 600pps, 最小值 65pps。

Note: 当这两个值中的任意一个高于设定的最高速度时, 步进命令将不会工作。

### 4.3.10 电流补偿因子设置

控制器根据 0x4d 设置的参数对电机扭矩进行实时补偿, 这个值与电机的相电感和内阻有关。默认值是 300, 这个值适用于大部分 0.9A-2A 之间的 42 型步进电机; 对于大多数 57 电机, 推荐值为 200。

### 4.3.11 速度补偿因子设置

为了获得最佳的运动平滑性, 控制器根据 0x50 设置的参数对电流波形进行优化, 这个值与电机的互感系数和磁通截面积有关。默认值是 1250, 这个值适用于大部分 0.9A-2A 之间的 42 型步进电机; 对于大多数 57 电机, 推荐值为 512。

### 4.3.12 设置脱机使能

使用该命令设置脱机功能是否使能, 使能该功能后, 控制器立即释放对电机的控制, 当前步进指令被终止, 相电流降为 0, 后续上位机发出的所有步进指令均不被处理, 直到用户重新使用 0x67 指令设置脱机无效。

该命令与步进停止命令 0x49 的差别在于: 0x49 仅仅停止当前的步进命令, 相电流不为 0, 不会设置状态标志位, 也不会阻止下个步进命令的执行。

### 4.3.13 模拟量调速

在用户离线程序中可以使能模拟量调速功能, 将 GPI1 引脚用作模拟输入端口, 输入电压范围 0~2.5V, 可以在离线程序中设置 2.5V 对应的最高转速。

### 4.3.14 堵转检测

PMC006xx 控制器使用 BEMF 实现无传感器堵转检测, 其检测结果的可靠性与电机电感参数及转速密切相关。首先使用 0x5a, 0x54 指令分别设置堵转触发值和堵转长度, 然后使用 0x59 指令设置堵转配置寄存器, 该寄存器共有 3 个有效比特位, 其中 bit0: 堵转检测使能; bit1: 堵转后是否停止电机; bit2: 堵转后是否通过 GP05 送出中断。当堵转发生后, 当前堵转位置被自动记录, 用户可以通过 0x58 指令读取。可以通过 0x70 指令清除堵转标志位, 同时 GP05 中断也会被清零, 该标志位即使没有被指令清除, 也会在下一次步进命令时自动清除。以下是几种典型场景下的堵转触发值和长度设置。

电机类型	相电感 mH	电流 mA	速度范围 pps	细分	堵转触发值	堵转长度
28	5.7	900	8000-15000	8	10	3
42	2.8	1600	6000-12000	8	2	3
57	1.1	3000	10000-14000	8	21	2



#### 4.3.15 通用 IO 端口操作

PMC006xx 控制器提供 5 个通用输入口 GPI1~5 和 5 个通用输出口 GP01~5。可以通过 0x78 和 0x79 命令进行读取和赋值，这两个命令都是对三个字节进行操作，12 个端口在字节中的位置从高到低是 [EXT2, EXT1, GPI5, GPI4, GP05, GP04, GP03, GP02, GP01, GPI3, GPI2, GPI1]，端口输出命令 0x79 只对 GP0 比特位生效，对 GPI 和 EXT 比特位无效。

上位机发出：0xa5 0x02 0x79 0x08 0x00 0x00 0x00 0x28

控制器响应：0xa5 0x7a 0x02 0x08 0x00 0x00 0x00 0x29

解析：将输出端口 GP01 输出高电平，GP02~5 输出低电平。

#### 4.3.16 查询控制器状态

控制器的状态有两个寄存器表示。分别通过 0x6a 和 0x4f 读取。0x6a 指令读取控制器的状态 1。该状态位共有 5 个比特，定义如下：

Bit	定义	说明
0	STATUS	0: IDLE; 1: Busy
1	EXT1	0: 无急停事件; 1: 有急停事件
2	EXT2	0: 无急停事件; 1: 有急停事件
3	AUTO_DEC	0: 自动衰减不使能; 1: 自动衰减使能
4	STALL	0: 没有堵转; 1: 发生堵转

状态寄存器 2 共有 6 个比特，定义如下：

Bit	定义	说明
0	FREE_RUN	0: 脱机不使能; 1: 脱机使能
1	EXT1_EN	0: 不使能急停; 1: 使能急停
2	EXT2_EN	0: 不使能急停; 1: 使能急停
3	SPEED_MODE	0: 位移模式; 1: 速度模式
4	DIR	0: 反向; 1: 正向
5	OFFLINE_AUTO	0: 离线不自动运行; 1: 离线自动运行

#### 4.3.17 性能最佳化

PMC006B4 控制器设计为在 65~16000pps 的速度范围内提供优良的运动效果。细分配置越高（最高 128 细分），运动效果和噪声水平越好，在大多数应用场景中，PMC006B4 在 16 细分即能提供非常出色的运动性能，特别是 2A 以下的小电机，基本上不需要进行参数调整，对于 57 以上或特殊型号电机，可能需要对参数进行调整测试以便获得最佳性能。

#### 4.3.18 参数保存

在 4.2 节指令汇总表中标注了所有可在掉电时保存的参数。向控制器发送 0x74 指令将保存这些参数到 EEPROM 中，由于所有的非遗失性存储器都会有擦写寿命限制，因此建议用户仅仅在真正必要的情况下才使用该命令。

控制器的地址修改会立即生效，因此当使用调试工具修改控制器地址时，应当在写入控制器参数后，点击“扫描”重新获取站点号，然后再点“保存所有参数”才能将地址保存在 EEPROM 中。

## 4.4 用户自定义程序

PMC006xx 控制器可以配置为离线工作方式，在这种方式下，控制器开机上电后自动执行用户自定义的程序代码，该代码预先通过 CQPUSI 工具软件编译后烧录到 EEPROM 中，详细操作方法及范例请参照《控制器离线编程指南》。

当 PMC006xx 控制器工作在离线方式时，UART（或 RS485 或 CAN）通讯接口仍然可响应用户在线指令。

PMC006xx 控制器支持的最大用户指令数为 100 条。

### 4.4.1 用户指令集

PMC006xx 控制器支持以下用户自定义指令，这些命令均通过 CQPUSI 提供的工具软件自动与控制器进行交互，用户不需要自己编写程序，只需要在“自定义编程”界面进行操作即可。

指令	用途	选项	数据范围
ROT	转动给定的步数	0	1~0x7fffffff
MIC	设定细分数	0	0/2/4/8/16/32/64/128
DIR	设定转动方向	0	0：反向，1：正向
EXTEN	设定外部紧急停止使能	0	0/1
FREE	设置脱机使能	0	0/1
CLR2	清除 ext_stop2 标志位	0	----
CLR1	清除 ext_stop1 标志位	0	----
VSET	设置转动速度	0	0~6000PPS
ACC	设置加速度	0	3~6
TRIG	设置外部触发方式	0	0~3
CNTI	内部计数器加 1	0	----
CNTC	内部计数器清零	0	----
JMP	无条件跳转	0	0~50
JNE	不相等跳转	0	0~50
JEQ	相等时跳转	0	0~50
WAIT	等待条件	1~7	0/1
OUT	端口输出	1~5	0/1
CMP	比较	1~6	0~65536
RESET_EN	设置 GPI1 外部复位停止使能	0~1	0~50
PAUSE_EN	设置 GPI2 外部暂停使能	0~1	0

### 4.4.2 用户指令详解

以下对部分指令的用途进行解释。

#### 4.4.2.1 CNTI, CNTC 指令

这两个指令用于操作内部计数器进行累加和清零，内部计数器可以在用户自定义程序中用作循环计数功能。计数器的值可以在 CMP 命令中作为比较条件。

#### 4.4.2.2 JMP 指令

无条件跳转指令，将程序跳到指定的程序位置。

#### 4.4.2.3 JNE, JEQ 指令

条件跳转指令，根据 CMP 指令产生的标志位进行跳转。如果标志位为 1，JEQ 指令将程序跳转到指定位置；如果标志位为 0，JNE 指令将程序跳转到指定位置。

#### 4.4.2.4 WAIT 指令

暂停程序执行，直到选项的条件满足后才执行下一条指令。共有 9 个选项可以选择，详细请参见 CQPUSI 工具软件中“自定义编程”界面设置。

注意：当使用 ROT 指令发起电机转动时，自定义程序并不会等到转动命令完成，而是立即执行下一条指令，因此一般情况下转动命令后都要紧跟一条 WAIT 指令。

#### 4.4.2.5 OUT 指令

输出值到选择的端口，可选择的端口为 GP01~5。该指令每次只能输出一个端口值。

#### 4.4.2.6 CMP 指令

比较选项是否与设定值相等。选项可以是内部计数器的值，或者任何一个输入端口，或者外部停止状态位，或者所有输入端口作为总线数据比较，共有 9 个选项可以选择。比较后的结果将置内部标志位，如果比较相等，标志位置 1，否则置 0。

#### 4.4.2.7 RESET\_EN 和 PAUSE\_EN 指令

控制器可选择绑定 GPI1 为外部复位停止键输入，GPI2 为外部暂停/启动键输入。这些功能只能通过离线程序来使能，并且只需要在程序中做一次即可全局生效，因此用户应当尽量将这两条语句放在离线程序的最开始。当外部外部暂停/启动功能使能，GPI2 上的低电平脉冲将交替的启动或暂停离线程序的执行，但是已经被下达的转动命令将不会停止。当外部复位停止功能使能，GPI1 上的低电平脉冲将立即停止所有操作指令，包括正在执行中的转动命令，并将程序指针指向设定的位置。

## 5 工具软件操作简介

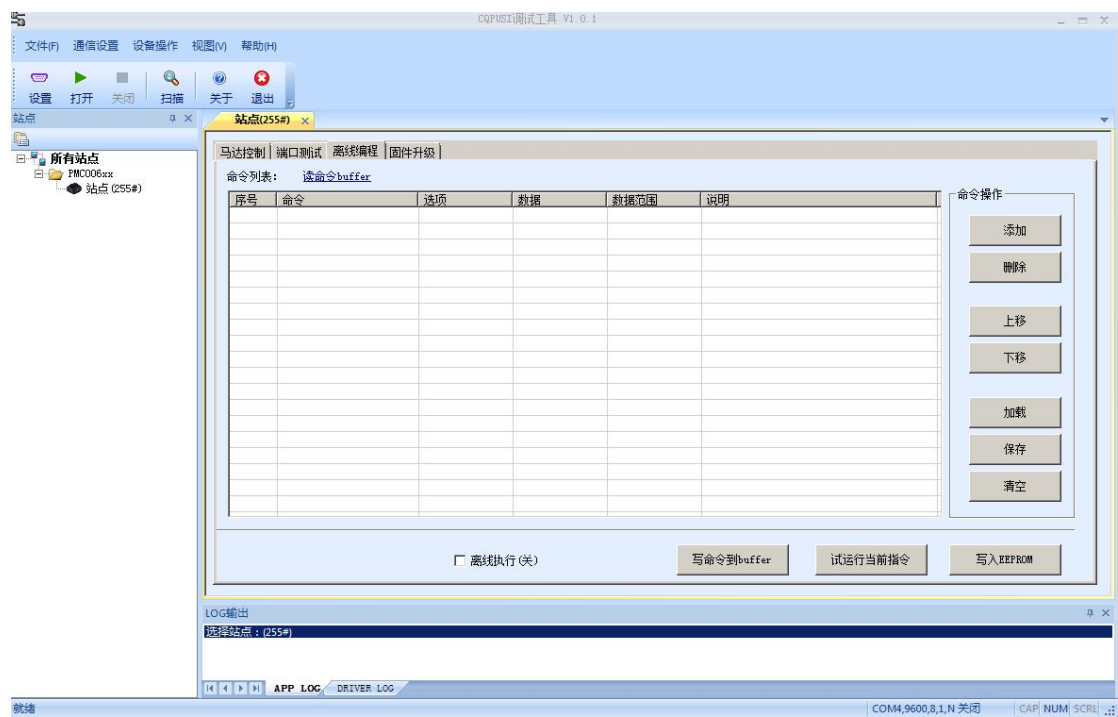
PMC006xx 可通过 CQPUSI 工具软件进行电机控制参数设置、端口检测、自定义编程等。

5.1.1 主界面



首先根据系统设置选择连接的串口号，并配置为 9600，n，8，1 格式，打开串口。然后可以单击“扫描”按钮进行站点扫描，所有连接到总线的站点将会被显示到左边的窗口中，用户可以双击选择任一站点进行操作。

5.1.2 自定义编程界面



点击主界面中的“离线编程”页签将会进入以上界面。如果 PMC006xx 控制器中已经存有用户指令，那么点击“读命令 buffer”可自动读取并显示所有指令。用户可以通过“插

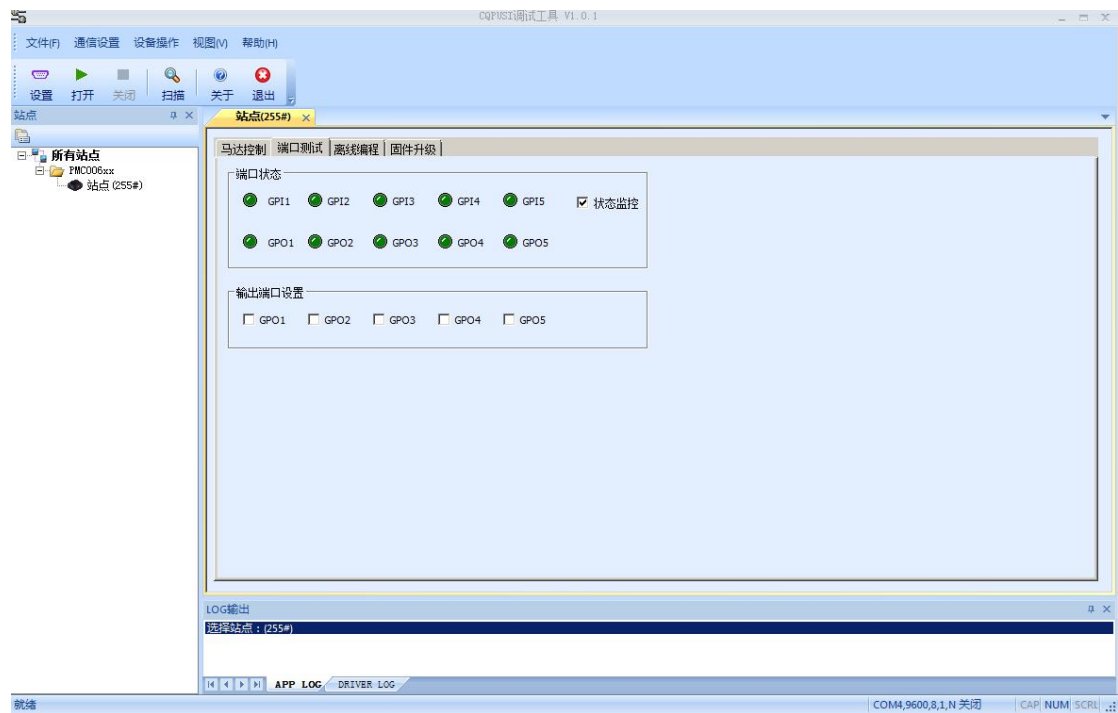
入”，“删除”，“上移”，“下移”等按钮对指令进行操作。

一旦指令编辑完成，需要进行在线调试时，首先按“写命令到 buffer”按钮，将程序下载到 PMC006xx 控制器的片上 Memory 中，然后可以按“试运行当前指令”按钮，对光标所在的指令进行运行调试，确认无误后，按“写入 EEPROM”按钮将所有程序烧录到非遗失性存储器中。如果选择了“离线执行”，那么在 PMC006xx 控制器下次上电时会自动运行已经烧录的指令。

指令调试成功后，可以按“保存”按钮将指令保存到本地磁盘中，这样在批量烧写时只需要点击“打开”按钮即可读入磁盘中的命令，然后通过“写命令到 buffer”和“写入 EEPROM”将程序下载到控制器中。

注意：一旦进入离线编程界面，离线自动执行选项将被禁止，即使在该界面没有做任何操作。因此，当离开该界面时，需要点击“离线执行”使其呈现打开状态，否则下次开机上电时将不会自动运行用户自定义程序。

5.1.3 端口测试界面



端口测试界面用于实时调试 PMC006xx 的 IO 端口。点击“状态监控”按钮后，指示灯将会实时显示当前的端口状态。取消“状态监控”后，可以对输出端口进行赋值。

5.1.4 动态链接库

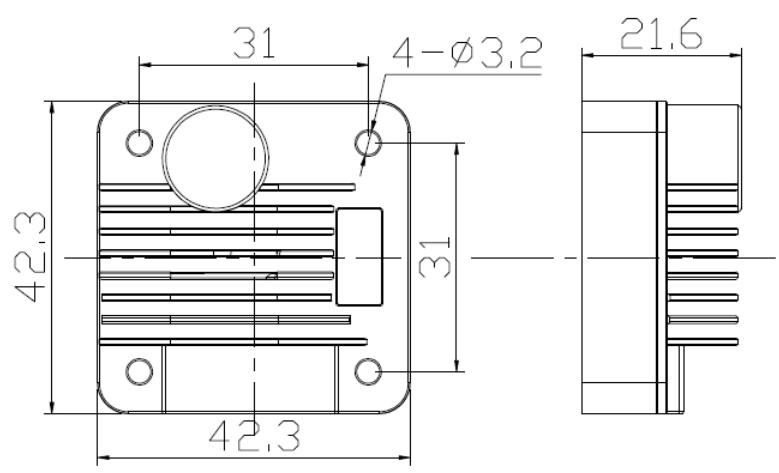
CQPUSI 工具软件 Debug Tool 包含了对通讯接口进行封装的动态链接库，可用于上位机的定制化程序开发。该 DLL 使用非常简单的接口函数，包括了对串口的初始化、命令和数据的发送和接收等基本功能。为了方便进一步的调试，该 DLL 还提供了实时 LOG 记录，以日期+时间的文件格式存储。详细信息请参考工具软件包中的“动态库使用说明”文档。

6 电气特性

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
输入电压	常温 25℃	9		36	V
操作温度	12V 输入电压	-20		85	℃

I0 接口最大电流	灌电流/拉电流	0		20	mA
每相输出电流	常温 25℃	0	2.5	3.75	A
I0 接口低电平	12V 电源电压	-0.5		1.0	V
I0 接口高电平	12V 电源电压	3.0		5.5	V

7 安装尺寸图（单位：mm）



联系我们：

市 场 部：深圳睿强科技有限公司

联系电话：0755-23504005 15313116651（彭）18720926029（龙）

地 址：广东省深圳市宝安区西乡街道共乐社区骏丰大厦409室

研 发 部：重庆谱思机器人系统有限公司

联系电话：023-63207381

地 址：重庆市北部新区青枫北路18号凤凰A座5楼