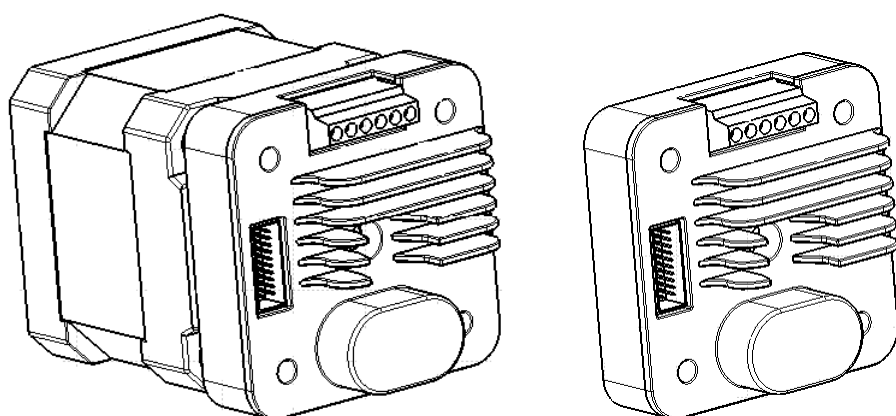


控制器离线编程指南

PMCxxxxx 系列

微型一体化步进电机控制器



1. 版本控制

1) 文档更新记录

日期	更新人	版本	备注
2016-04-06	yanghua	V0.1.0	Initial
2016-04-07	liur	V0.1.1	Add guide line for code

目录

1	概述	4
2	相关定义	4
2.1	什么是离线编程功能.....	4
2.2	加载和保存.....	4
2.3	模式切换.....	4
3	用户指令集	4
4	使用流程	6
5	程序范例	6
5.1	柱塞泵流体控制实例.....	6
5.1.1	控制流程.....	6
5.1.2	程序代码.....	6
5.1.3	代码解析.....	7
5.2	自动化搅拌设备实例.....	7
5.2.1	控制流程.....	7
5.2.2	程序代码.....	7
5.2.3	代码解析.....	8
6	常见问题及解决.....	8
6.1	程序没有被执行.....	8
6.2	输入输出不正确.....	8

1 概述

PMC 系列控制器提供离线编程功能，本文档用于描述离线编程的使用方法和一般规则，以及常见问题和解决方式。

2 相关定义

2.1 什么是离线编程功能

PMC 系列控制器提供了简单易用的离线编程功能，所谓离线编程功能是指用户将自己的逻辑程序和流程写入控制器中，保存后断开与上位机的通讯连接，通过上电执行或 I/O 状态变化去触发和停止程序，这非常适合一些简单应用或固定逻辑的应用场景，可省去昂贵的上位机成本和繁琐的通讯编程。

2.2 加载和保存

在被控制器自动执行前，离线程序必须通过调试工具软件烧录到控制器的 EEPROM 中。用户也可以将程序保存到电脑主机上进行备份或者发送给其他用户加载使用。

在离线程序中设定的配置将不会被掉电保存，这并不影响程序的正常运行，因为整个离线程序都会被保存到 EEPROM 中，即使离线自动执行被禁止，这些程序仍然可以被正确读出。

2.3 模式切换

当离线自动执行被使能后，在线命令仍然会被响应，但是不推荐同时使用两种模式来操作控制器，除非能够确保配置或命令没有冲突。

在调试工具软件进入到离线编程界面时，离线自动执行将被禁止。

3 用户指令集

转动相关命令				
命令名称	选项	数据	数据范围	说明
设定细分数	无	0-128 以内	0-128	设定细分，只能是 2 的 N 次方
设定加（减）速度	无	0 到 5 之间整数	0-5	设定加（减）速度系数，见手册说明，数值越高，加速时间越短
设定转动方向	无	0 or 1	0-1	设置转动方向： 0 正转；1 反转
设定转动速度	无	数据范围内的值	100-15600	设定速度，单位：脉冲数/秒 速度和细分相关，如 16 细分下，3200 为 1r/s 即 60rpm
进入或退出速度模式	进入速度模式 退出速度模式	0	0-0	进入速度模式并启动； 退出速度模式并停止
转动给定步数	高 16 位 低 16 位	数据范围内的值	0-65535	转动位移设置位移值和细分数相关，如 16 细分下，3200 为一圈；当步进长度超过 65535 时，必须首先设置高 16 位
等待条件	等待步进完成	0	0-0	在转动给定步数命令之后必须加载一条等待完成指令
EXT 紧急停止端口（限位开关端口）操作指令				
命令名称	选项	数据	数据范围	说明

设置外部停止触发方式	无	0 或 1 或 2 或 3	0-3	EXT1 和 EXT2 是控制器的两个限位开关接入端口, 该功能确定是上升沿有效还是下降沿有效 0: 表示 EXT1 和 EXT2 下降沿触发有效 1: 表示 EXT1 上升沿触发有效, EXT2 下降沿触发有效 2: 表示 EXT2 上升沿触发有效, EXT1 低电平触发有效 3: 表示 EXT1 和 EXT2 均是高电平触发有效 EXT2 低电平触发有效
设置外部紧急停止使能	无	0 或 1 或 2 或 3	0-3	EXT1 和 EXT2 是控制器的两个限位开关接入端口, 该功能选择端口是否使能 0: 表示 EXT1 和 EXT2 均不使能 1: 表示 EXT1 使能, EXT2 不使能 2: 表示 EXT2 使能, EXT1 不使能 3: 表示 EXT1 和 EXT2 都使能
输入输出端口操作指令				
命令名称	选项	数据	数据范围	说明
端口输出	端口输出 4~8	0 或 1	0-1	选项控制哪个端口输出 数据 0 表示低电平, 1 表示高电平
等待条件	等待输入端口 1~5 选项用于选择哪个输入端口	0 或 1	0-1	若使用等待语句, 程序在一直停留在该行, 直到等到条件满足后才会执行下一行语句 0 表示低电平, 1 表示高电平
比较	比较输入端口 1~5 选项用于选择哪个输入端口	0 或 1	0-1	若使用比较语句, 程序会做一次比较, 比较之后将结果保存并继续执行下一条语句, 比较语句之后通常会跟一条相等跳转或不相等跳转命令 0 表示低电平, 1 表示高电平 举例: 比较输入端口 1=0 表示该行指令为比较端口 1 是否是低电平
设置 GPI1 复位停止功能	使能 GPI1 复位停止 禁止 GPI1 复位停止	n (n=0~100 之间数值)	0-100	使能 GPI1 复位停止, 将 GPI1 端口用于外部急停复位输入, 此时内部上拉使能, 当 GPI1 上检测到上升沿时, 停止当前马达操作, 并跳转到指定语句
设置 GPI2 暂停功能	使能 GPI2 暂停功能 禁止 GPI2 暂停功能	0	0-0	GPI2 位暂停/启动开关接口, 将 GPI2 端口用于外部暂停输入, 此时内部上拉使能, 当 GPI2 上检测到上升沿时, 暂停或启动下一条语句的执行
逻辑跳转操作				
命令名称	选项	数据	数据范围	说明
无条件跳转	无	n (n 是 0-100 之间整数)	0-100	将程序跳转至第 n 行继续执行
相等跳转	无	n (n 是 0-100 之间整数)	0-100	通常应用于比较命令之后, 比较的结果若是相等, 则跳转至第 n 行继续执行
不相等跳转	无	n (n 是 0-100 之间整数)	0-100	不相等跳转至第 n 行继续执行
计数器操作				
命令名称	选项	数据	数据范围	说明
内部计数器累加	无	0	0-0	内部计数器 1 (或内部计数器 2) 每次累加 1 类似于 i++, 记录程序执行次数
比较	比较内部计数器 1	n (n=0 到 65535 之间数值)	65535	比较内部计数器 1 (或内部计数器 2) 是否等于设定值 类似判断 i 是否等于 n
内部计数器清零	无	0	0-0	内部计数器 1 (或内部计数器 2) 清零, 设置初始值

4 使用流程

以PMC006为例，操作流程如下：

打开调试软件 —— 打开串口连接——扫描站点 —— 站点区选中所需操作站点 —— 切换到离线编程选项卡 —— 进入到离线编程界面,按逻辑顺序编制程序或加载已经编制的程序 —— 编制完成后，写入命令到buffer ——写命令到EEPROM ——打开离线执行 —— 断电 ——连接外部触发信号或传感器 ——重新上电。

5 程序范例

5.1 柱塞泵流体控制实例

5.1.1 控制流程

- ① 电机向上以设定速度（低速）运行回零，启动时，输出信号，控制电磁阀 4 通电打开；
- ② 运行至零点信号，零点传感器触发（上零点为光耦），电机停止并设为零点，同时输出信号 2 路信号用于控制外部电磁阀 1. 2. 3. 5. 6 打开，电磁阀 4 断电；
- ③ 向下运行 10 圈，运行时输出信号控制上述电磁阀的通断；
- ④ 以此循环；
- ⑤ 零点采用光耦传感器信号控制，电机启动/暂停/停止/复位，用外部信号或开关执行；

5.1.2 程序代码

序号	命令	选项	数据	数据范围	说明
0	等待条件	等待N ms	1000	0--65535	系统等待N ms
1	设置GPI2暂停功能	使能GPI2暂停功能	0	0--0	使能GPI2低电平暂停功能
2	设置外部停止触发方式	无	1	0--3	设置外部停止触发方式
3	设定外部紧急停止使能	无	1	0--3	设置外部紧急停止使能
4	设定细分数	无	8	0--128	设置细分数 (只能是2 ⁿ)
5	设定加减速系数	加速度	2	0--5	设置加速度系数
6	设定加减速系数	减速度	1	0--5	设置减速度系数
7	比较	比较外部停止1	0	0--0	比较外部停止1是否有效
8	相等跳转	无	15	0--100	相等跳转到指定位置
9	设定转动方向	无	0	0--1	设置转动方向
10	设定转动速度	无	4000	100--15600	设置转动速度
11	转动给定步数	低16位	30000	0--65535	设置转动步数低16位
12	端口输出	输出端口4	1	0--1	输出端口4
13	内部计数器清零	计数器1	0	0--0	内部计数器1清零
14	等待条件	等待外部停止1	0	0--0	等待外部停止1有效
15	清除外部停止位1	无	0	0--0	清除外部停止位1
16	清除外部停止位1	无	0	0--0	清除外部停止位1
17	端口输出	输出端口4	0	0--1	输出端口4
18	端口输出	输出端口5	1	0--1	输出端口5
19	等待条件	等待N ms	30	0--65535	系统等待N ms
20	设定转动方向	无	1	0--1	设置转动方向
21	设定转动速度	无	8000	100--15600	设置转动速度
22	转动给定步数	低16位	16000	0--65535	设置转动步数低16位
23	等待条件	等待步进完成	0	0--0	等待步进完成
24	内部计数器累加	计数器1	0	0--0	内部计数器1累加
25	比较	比较内部计数器1	200	0--65535	比较内部计数器1是否等于设定值
26	相等跳转	无	34	0--100	相等跳转到指定位置
27	端口输出	输出端口4	1	0--1	输出端口4
28	端口输出	输出端口5	0	0--1	输出端口5
29	等待条件	等待N ms	30	0--65535	系统等待N ms
30	设定转动方向	无	0	0--1	设置转动方向
31	转动给定步数	低16位	18000	0--65535	设置转动步数低16位
32	等待条件	等待外部停止1	0	0--0	等待外部停止1有效
33	无条件跳转	无	15	0--100	无条件跳转到指定位置
34	等待条件	等待N ms	3000	0--65535	系统等待N ms

5.1.3 代码解析

- ① GPI2 是一个特殊定义的输入引脚，可以用作暂停功能，内部上拉电阻使能，当与 GND 短接时，将会暂停或启动下一个离线指令的运行，因此它可以使循环停止，但不会立即停止正在运行的电机。
- ② 通常在离线程序的第一条语句要加上一个延时等待，原因是当系统刚上电时，机电系统（特别是电机）尚未稳定，而控制器的 CPU 将会高速执行离线指令，所以此处应该有毫秒级的延时等待。
- ③ 比较语句后面通常紧跟相等跳转或不相等跳转语句，确保比较的结果不会被后面的程序改变。第 7 句的比较是判断系统上电时柱塞泵是否刚好在光耦位置。
- ④ 第 11 句的转动命令有两个选项，高 16 位和低 16 位，这是因为控制器的最大步长是 32 位整数，而每个离线命令只有 16 位的数据。如果一次转动的步数超过 65535，那么应该首先设置高 16 位数据，下一个语句紧跟着设置低 16 位数据。
- ⑤ 离线指令有两个计数器可以使用，每个计数器的最大长度是 65535，如果需要的循环次数超过了这个值，可以嵌套使用另一个计数器，这样循环次数最大可达 32 位整数次。
- ⑥ 第 15 和 16 句都是清除外部停止 1，这并不是重复，而是因为系统约定外部停止位必须连续清除两次才会生效。
- ⑦ 在步进命令之后通常需要紧跟“等待步进完成”或“等待外部停止”指令，这是由于 CPU 高速逐条执行下一个语句，如果没有等待，那么本次步进命令将会被后续的指令破坏而无法正确执行。
- ⑧ 在每次马达改变转动方向时，通常在前面加一个小的等待延时，比如第 19 和 29 语句。这是因为当上一个步进指令完成时，马达等机电系统并未立即稳定，而 CPU 高速执行到下一个换向转动命令，会导致马达出现剧烈震荡或换向失败。

5.2 自动化搅拌设备实例

5.2.1 控制流程

上电运转，正转 1 圈半，反转 1 圈半，一直循环；当外部按键按下，电机停止，外部按键松开，电机继续启动。

5.2.2 程序代码

序号	命令	选项	数据	数据范围	说明
0	等待条件	等待N ms	2000	0--65535	系统等待N ms
1	设定细分数	无	16	0--128	设置细分数 (只能是 2^n)
2	设定外部紧急停止使能	无	1	0--3	设置外部紧急停止使能
3	设置外部停止触发方式	无	0	0--3	设置外部停止触发方式
4	设定加减速系数	加速度	3	0--5	设置加速度系数
5	设定加减速系数	减速度	3	0--5	设置减速度系数
6	设定转动速度	无	10000	100--15600	设置转动速度
7	比较	比较外部停止1	0	0--0	比较外部停止1是否有效
8	相等跳转	无	18	0--100	相等跳转到指定位置
9	设定转动方向	无	0	0--1	设置转动方向
10	转动给定步数	低16位	4800	0--65535	设置转动步数低16位
11	等待条件	等待步进完成	0	0--0	等待步进完成
12	等待条件	等待N ms	500	0--65535	系统等待N ms
13	设定转动方向	无	1	0--1	设置转动方向
14	转动给定步数	低16位	4800	0--65535	设置转动步数低16位
15	等待条件	等待步进完成	0	0--0	等待步进完成
16	等待条件	等待N ms	500	0--65535	系统等待N ms
17	无条件跳转	无	7	0--100	无条件跳转到指定位置

18	清除外部停止位1	无	0	0--0	清除外部停止位1
19	清除外部停止位1	无	0	0--0	清除外部停止位1
20	等待条件	等待N ms	100	0--65535	系统等待N ms
21	无条件跳转	无	7	0--100	无条件跳转到指定位置

5.2.3 代码解析

由于应用场景要求按下按键后马达立即停止，所以这里不能使用 GPI2，而是使用外部停止信号作为输入。

6 常见问题及解决

6.1 程序没有被执行

- ① 确保程序已经被正确写入 EEPROM，可以通过点击“读命令 buffer”来验证；
- ② 检查是否已经勾选了“离线自动执行”，注意当进入离线编程界面时，离线自动执行将会被工具软件禁止，因此确保重新上电前最后一个操作是勾选“离线自动执行”；
- ③ 检查是否有一个等待条件没有满足，通常是外部信号没有正确触发，或者外部控制信号没有和控制器共地；

6.2 输入输出不正确

- ① 当离线程序运行时，可以通过调试工具软件的“端口测试”界面监控每个端口的状态变化；
- ② 在离线程序的初始化阶段设置好端口方向，最好不要在运行中动态切换端口方向；
- ③ 连接外部设备时，确保对方端口是 5V 电平，并连接两边的 GND；
- ④ 所有未使用的端口应该设置为输入状态；
- ⑤ 与外部设备互联的端口，在上电初始状态应确保有一边设置为输入，如果两边同时设置为输出，将极有可能导致短路烧毁控制器；