

前言

感谢您选用 PEC6600 控制器，手册提供了 PEC6600 控制器必要的使用信息。为了确保能够正确使用产品，请认真阅读手册。

手册内容已经过严格确认，与所描述的软硬件信息相符合。由于遗漏或疏忽可能造成某些地方的错误，发现后请及时反馈给我们，我们会在后续版本中进行更正。

安全指南

手册包括应该遵守的注意事项，以保证人身安全，保护产品和所连接的设备免受损坏。注意事项分为四类：“危险”、“警告”、“注意”和“提示”。

危险：表示不正确的操作将导致危险情况发生，造成严重的人身伤害；

警告：表示不正确的操作将导致危险情况发生，造成中度或轻微的人身伤害；

注意：表示不正确的操作将导致产品无法正常工作，造成该部分功能无法实现或设备损坏；

提示：表示使用的操作方法能使控制器获得更好的性能或是对部分说明更详尽的补充。

手册用途

手册提供了 PEC6600 控制器的工作原理、技术指标、安装接线方法、产品功能、使用与操作方法等。根据手册说明使用控制器，可减少因使用过程不当造成的损失。若需要仔细了解控制器的编程方法，请参考与产品配套的编程手册《DCCE 网络化可编程控制器用户编程手册》和《DCCE 网络化可编程控制器用户编程手册 运动控制指令篇》。

认证标准

- **CE 认证：**DCCE 网络化可编程控制器符合 CE 认证标准
- **ROHS 认证：**DCCE 网络化可编程控制器符合 ROHS 认证标准

相关专有名词

- **AIO：**Analog Input Output，模拟量信号输入输出
- **DIO：**Digital Input Output，数字量信号输入输出

- DCCE: DUT Computer Control Engineering Co.LTD, 大连理工计算机控制工程有限公司
- EPA: Ethernet for Plant Automation, 是中国制定的第一个现场总线标准, 被列为国际现场总线标准 IEC61158 第 14 类型
- FBD: Function Block Diagram, 功能块图表, 基于 IEC61131-3 标准的一种编程语言
- LAD: Ladder Diagram, 梯形图表, 基于 IEC61131-3 标准的一种编程语言
- IEC: International Electronic Committee, 国际电工委员会
- MB+: Modbus Plus, 指在原有 RS485 总线基础上通过特有技术实现的一种速率可达 1M bits/s 的总线
- PEC: Programmable Ethernet Controller, 可编程以太网控制器
- PLC_Config: 可编程控制器编程软件, DCCE 公司编写

目录

前言	1
1 概述	5
2 工作原理	7
3 技术参数	9
3.1 输入参数	9
3.2 输出参数	9
3.3 通信参数	10
3.4 电源参数及使用环境	10
4 产品结构与安装	11
4.1 外观、尺寸	11
4.1.1 外观	11
4.1.2 外形尺寸	12
4.2 端子分布与接线	12
4.2.1 端子分布	12
4.2.2 线缆选择	16
4.2.3 布线指导	16
4.2.4 屏蔽和接地	16
4.2.5 电源接线	18
4.2.6 串口接线	18
4.2.7 以太网接线	20
4.2.8 数字量输入输出接线	20
4.3 安装与拆卸	21
4.3.1 安装装配导轨	21
4.3.2 控制器安装与拆卸	22
5 产品功能	24
5.1 设备管理	24
5.1.1 输入输出	24
5.1.2 定时器	28

5.1.3 中断源.....	29
5.1.4 控制器参数.....	31
5.2 可编程控制.....	34
5.2.1 编程软件.....	34
5.2.2 变量	44
5.2.3 指令	47
5.2.4 程序	61
5.2.5 编程	65
5.3 通信服务.....	72
5.3.1 串行通信.....	72
5.3.2 以太网通信.....	77
5.4 系统管理.....	80
5.4.1 分布式控制系统.....	80
5.4.2 指令网络通信.....	81
5.4.3 主从网络通信.....	83
6. 日常维护与故障排查.....	87
6.1 参数恢复.....	87
6.2 故障排查.....	88
6.2.1 以太网通信故障排查.....	88
6.2.2 串口通信故障排查.....	89
6.2.3 主从设备通信故障排查.....	89
6.2.4 内置电池电量判断及更换.....	89
6.2.5 调用非法指令错误.....	90
6.2.6 灯板不亮或全亮.....	90

1 概述

PEC6600 是大工计控自主研发的 4 轴机器人运动控制器，通过高速脉冲的方式对驱动器进行精确的控制，完成用户期望的速度控制、位置控制等功能。PEC6600 使用 FPGA 进行高速计数、脉冲输出和轴组管理，实现了运动控制系统的精确定位和多轴同步，同时高阶的加减速控制曲线和微秒级的插补周期使运动过程更加快速，更加平稳。PEC6600 以大工计控自主开发的 PLC_Config 软件对运动控制进行编程，来实现各种复杂的运动控制任务。

PEC6600 具有 2 路 RS-485 及 1 路 10/100M 以太网通信接口，数字量输入 24 路，其中 8 路为高速输入，最高输入频率 1MHz，数字量输出 16 路，其中 4 路为高速输出，最高输出频率 500KHz。PEC6600 支持 4 个实轴+4 个虚轴的独立运动和 2 个轴组的多轴同步运动，具有逻辑控制、过程控制、运动控制等特点。支持 IEC61131-3 标准的梯形图、功能块编程，具有逻辑指令，运算指令，定时/计数器指令，控制指令，中断指令，网络通信指令，专用指令，以及符合 PLCopen 标准的单轴指令，多轴指令，轴组指令等。支持 EPA、Modbus、MPI、Profibus-DP 等主流控制网络协议，具有多级主从设备扩展和第三方设备互连的能力。以网络系统为整体，对系统中的设备进行统一管理和编程开发，可以实现大中小型可编程控制系统的各种功能，具有特点如下：

1) 以工业级 32 位高性能 MCU 为核心，集数字量输入输出，以太网，RS-485 等多种资源为一体，运算处理能力强，功能全，使用方便；

2) 隔离 DC-DC 变换技术，全浮空电路设计以及输入输出自恢复保护和瞬态电压抑制等可靠性措施，控制器具有较强的抗过载能力和抗电磁干扰能力；

3) 使用 FPGA 芯片进行 IO 控制和轴组管理，提供了多种计数模式的高速计数功能和丰富的位置控制模式输出，实现了运动控制系统的精确定位和多轴同步；

4) 提供了梯形图和功能块等多种编程语言，带有自整定功能的高精度 PID 控制指令和工件检测、经济运行、数据校验等过程自动化和工厂自动化的控制指令，控制性能好、精度高、使用方便；

5) 提供了符合 PLCopen 标准的单轴，多轴，轴组三大类运动控制指令集，支持空间直线、空间圆弧、NURBS 曲线插补等多种插补算法，支持梯型曲线，S 曲线，E 指数曲线等多种加减速控制曲线，支持直角模型、圆柱模型、四轴并联模型、三轴并联模型、三轴座椅模型、通用模型等多种动力学模型；

6) 支持 EPA、Modbus、MPI、Profibus-DP 等多种网络标准，实现多级网络设备统一管理和编程，以及和第三方网络设备互联混合使用。多种资源共享模式和设备的灵活配置方式，满足不同用户不同场合的各种控制需要。

- **主要用途:**

PEC6600 控制器主要用于钢铁、冶金、电力、水泥、医药、食品等流程行业以及纺织机械、塑料机械、电子产品制造、包装机械等装备制造中，为相关企业提升了设备自动化程度和工作效率，降低了物耗和能耗，提升了产品竞争力。

- **型号的组成及代表的意义:**

PEC: Programmable Ethernet Controller, 可编程以太网控制器。

6600: 带有高速数字量输入、输出的机器人运动控制器类型。

2 工作原理

PEC6600 采用工业级高性能 32 位 MCU, 原理框图如图 2-1 所示, 具有 2 路 RS-485 及 1 路 10/100M 以太网通信接口, 24 路数字量输入, 16 路数字量输出。PEC6600 标准电源电压为 24VDC, 支持 9~30VDC 宽电压输入。各部分电路电源采用 DC-DC 变换器隔离, 使输入输出和通信接口实现全浮空电路设计, 抗干扰能力大为增强。

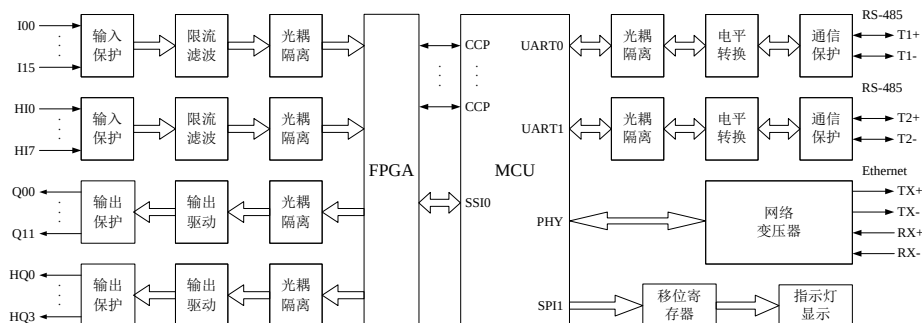


图 2-1 PEC6600 原理框图

I00~I15 为 16 路普通数字量输入, 使用两个 1/4W 的 7.5K Ω 电阻并联限流, RC 滤波后连接隔离光耦输入, 光耦输出连接到 FPGA 的 GPIO, FPGA 将 16 路 DI 转换为串行数据输出给 MCU。HI0~HI7 为 8 路高速数字量输入, 使用两个 1/4W 的 5.1K Ω 电阻并联限流, RC 滤波后连接 20M 高速隔离光耦输入, 光耦输出连接到 FPGA 的 GPIO, 高速 DI 作为普通 DI 使用时, FPGA 将高速 DI 直通给 MCU 的捕获引脚, 计数测频模式时, FPGA 采用等精度宽范围频率测量法进行测量, 将测量数据串行输出给 MCU。MCU 测量频率最高可达 1MHz。

Q00~Q11 为 12 路普通数字量输出, 由 FPGA 通过光耦隔离, 使用耐压 60V 的 NMOS 驱动输出 (OD 输出), 输出带有 150mA 自恢复保险丝和 600W 瞬时钳位抗雷击保护。HQ0~HQ3 为 4 路高速数字量输出, 由 FPGA 输出脉冲数、占空比和频率可调信号, 经高速光耦隔离后, 由耐压 60V 的 NMOS 驱动输出 (OD 输出), 输出带有 150mA 自恢复保险丝, 输出频率最高可达 500KHz。

PEC6600 具有 2 路隔离 RS-485 接口, 带有过流过压保护电路。使用 RS-485 收发控制器将差分信号转换为单端信号, 经过高速光耦隔离后接到 MCU 的 UART 接口上。MCU 内置 10M/100Mbps 以太网, 经网络变压器隔离后, 实现以太网通信功能。使用 MCU 的 SPI 接口连接至移位寄存器, 驱动 46 个 LED, 用来显示控制器电源, 输入输出以及通信等工作状态。

表 2-1 PEC6600 资源列表

功能	点数	端子符号	备注
数字量输入	24	I00~I15（普通）	双向，输入电阻3.75K Ω
		HI0~HI7（高速）	双向，输入电阻2.55 K Ω
数字量输出	16	Q00~Q11（普通）	NMOS输出，负载电流150mA
		HQ0~HQ3（高速）	NMOS输出，负载电流150mA
RS-485	2	T1+, T1-; T2+, T2-	T1通信口与电源接口在一起
以太网	1	RX+, RX-, TX+, TX-	采用端子连接方式

3 技术参数

控制器的技术参数为控制器正常使用时所能实现的功能以及能达到的标准。请在使用前详细阅读此部分，以便选择合适的控制器供电设备及使用环境。快速安全的配置控制器输入输出，合理选用通信模式。

3.1 输入参数

PEC6600 的输入类型分为普通和高速数字量输入，输入参数详见表 3-1-1。

表 3-1-1 输入参数列表

数字量输入		
输入类型	双向输入 (COM 接+24V/0V)	
输入阻抗	普通输入	3.75K Ω
	高速输入	2.55K Ω
最低导通电流	普通输入	2mA
	高速输入	4mA
截止电压	0~5V	
导通电压	12~30V	
高速计数速率	单相计数模式	最大 1MHz (8 路)
	脉冲+方向模式	最大 1MHz (4 路)
	A B 相模式	最大 1MHz (4 路)，4 倍频
	正向+反向脉冲模式	最大 1MHz (4 路)

注意：关于各种模式的使用情况，请查看 5.1.1 节。

3.2 输出参数

PEC6600 的输出类型分为普通和高速数字量输出，输出参数详见表 3-2-1。

表 3-2-1 输出参数列表

数字量输出			
输出类型	NMOS输出	高速输出频率	最大500KHz (4路)
负载电压	最大30V	上升时间	7.0us (普通)
负载电流	小于150mA		200ns (高速)
关断漏电流	小于50uA	下降时间	2.5us (普通)
关断电压	负载电源电压		65ns (高速)
导通电压	小于3V	--	--

注意：负载电源与控制器供电电源需共地。

3.3 通信参数

PEC6600 共有两类通信接口,RS-485 通信与以太网通信,通信参数详见表 3-3-1。

表 3-3-1 通信参数列表

通信接口	RS-485	以太网
通信速率	1200bps~1Mbps	10M/100M自适应
通信协议	MODBUS RTU/ASC II 主从站, MPI主从站, ProfibusDP从站, 自由通信协议主从站	MODBUS TCP/UDP, EPA, 转发协议FEP, TCP/UDP 自由通信协议
线缆长度	屏蔽双绞线最长1200米（低速）	屏蔽双绞线100米

3.4 电源参数及使用环境

PEC6600 电源参数及使用环境要求如表 3-4-1 中所示。

表 3-4-1 电源参数及使用环境要求

电源参数	允许的范围
电压范围	9~30V
工作电流	小于200mA
启动电流	0.6A
	持续15ms
启动延时	100ms
最大功耗	小于5W
环境条件	允许的范围
温度	-30℃~85℃
相对湿度	5%~95%（不结露）
工业防护级别	IP20
电磁兼容性（EMC）	符合IEC 61000-4-4标准, 2KV
通风散热	通风良好, 自然散热
使用环境中不允许存放易燃易爆, 有腐蚀性的气体或物品	
使用环境中不允许有强烈的机械振动, 冲击和强磁场作用	

注意：以上参数为在室温（25℃）和 24V 电源供电条件下测试得出。

4 产品结构与安装

PEC6600 系列产品结构紧凑，体积小。主体材质为 PA66，配有不锈钢卡扣，防护等级达到 IP20，EMC 等级 3 级，适用于温度范围为-30℃~85℃的各种工业环境。输入输出端子间距为 5.08mm，电源端子间距为 3.81mm。端子的可插拔设计使产品更加便于外部接线。

4.1 外观、尺寸

4.1.1 外观

PEC6600 主要由以下几部分组成：①型号贴：说明产品型号。②输入输出端子：输入输出与通信接线端子。③散热口：确保产品快速散热。④导轨卡扣：将控制器安装到 DIN 导轨上的夹具。⑤总线连接器：由电源端子⑧和连接器底座⑨组成。⑥拨码开关：进行硬地址设置、电池控制与工作/调试模式切换。⑦指示灯：指示设备运行状态。图 4-1-1 为产品整体外观图。

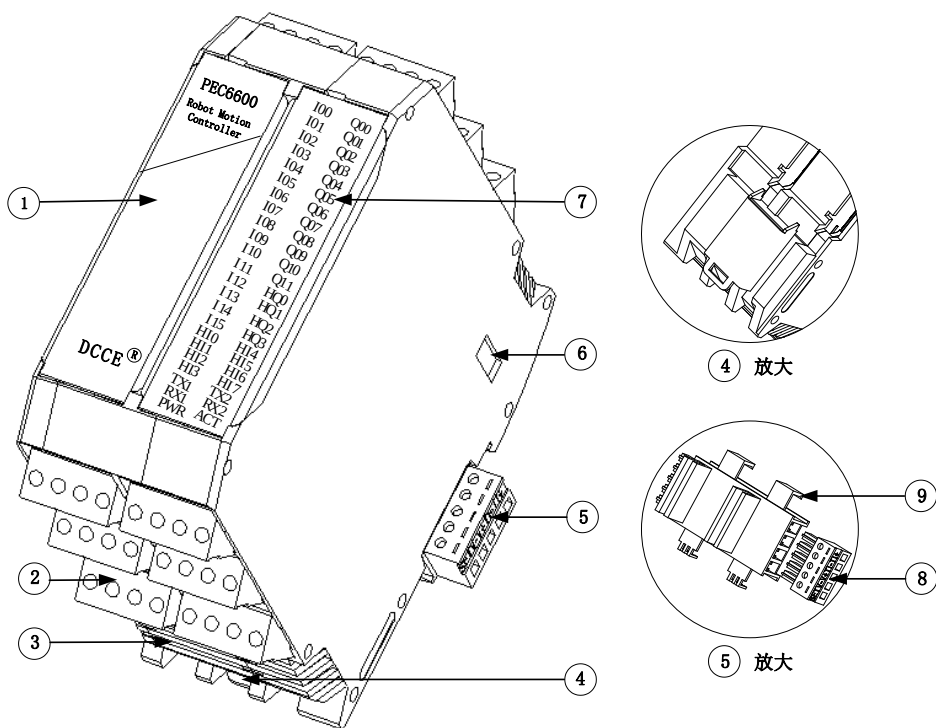


图 4-1-1 整体外观

4.1.2 外形尺寸

PEC6600 系列产品尺寸参照图 4-1-2。产品长度 110mm，宽度 110mm，厚度 45mm。采用立式安装在 3.5cm 的导轨上，占用导轨 60mm。通过连接器底座实现多个控制器扩展连接。占用空间小，扩展连接方便。

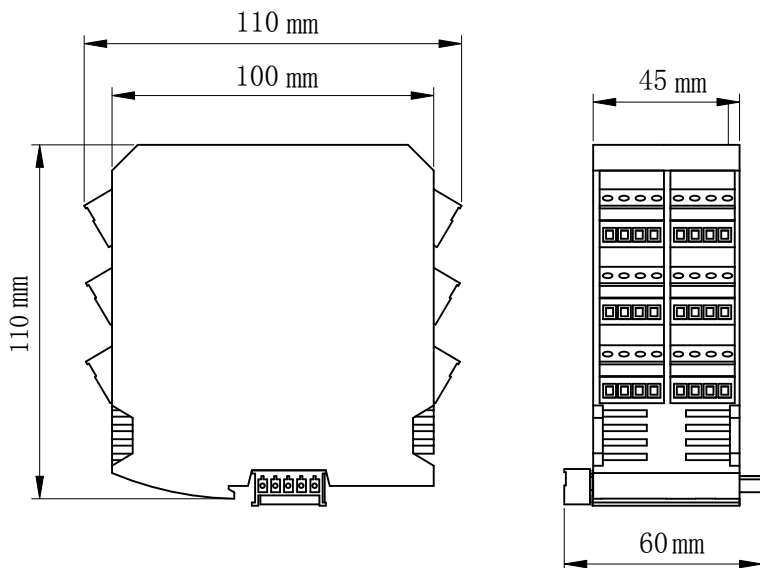


图 4-1-2 外形尺寸

4.2 端子分布与接线

4.2.1 端子分布

PEC6600 输入和输出端子按上下 2 侧排布，每侧分 3 层放置，每层有 2 个 4 位插拔端子，间距 5.08mm。连接器底座侧面有 5 位 3.81mm 间距插拔端子，连接电源和通信接口。详见图 4-2-1，图中给出了端子编号和功能定义对应关系，以及底板连接器、拨码开关和指示灯定义。表 4-2-1 给出了端子功能说明。表 4-2-2 给出了 2 个拨码开关 SW1 和 SW2 定义。表 4-2-3 给出了指示灯功能说明。

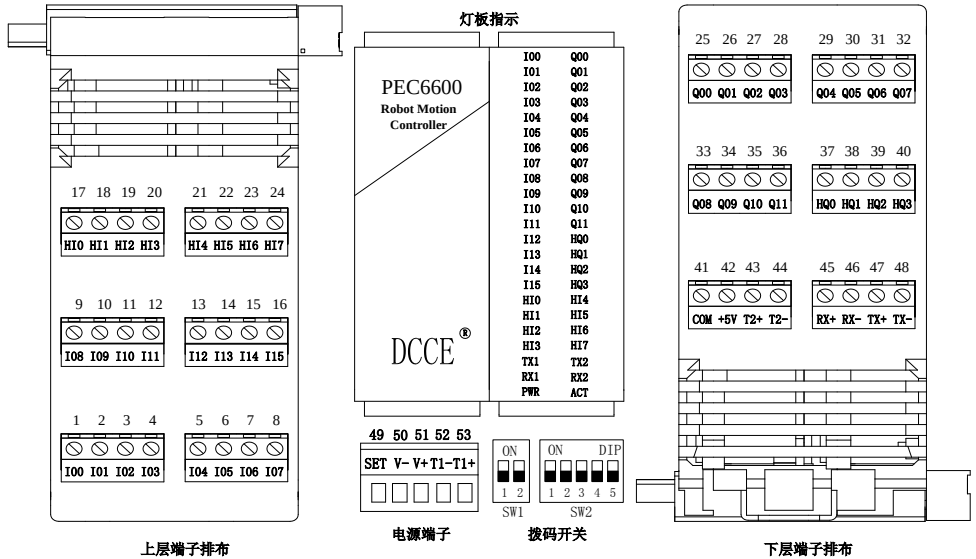


图 4-2-1 端子位置排布

表 4-2-1 端子说明

端子序号	端子名称	描述	端子序号	端子名称	描述
1	IO0	第一路普通数字量输入	28	Q03	第四路普通数字量输出
2	IO1	第二路普通数字量输入	29	Q04	第五路普通数字量、轴0方向或脉冲输出
3	IO2	第三路普通数字量输入	30	Q05	第六路普通数字量、轴1方向或脉冲输出
4	IO3	第四路普通数字量输入	31	Q06	第七路普通数字量、轴2方向或脉冲输出
5	IO4	第五路普通数字量输入	32	Q07	第八路普通数字量、轴3方向或脉冲输出
6	IO5	第六路普通数字量输入	33	Q08	第九路普通数字量输出
7	IO6	第七路普通数字量输入	34	Q09	第十路普通数字量输出
8	IO7	第八路普通数字量输入	35	Q10	第十一路普通数字量输出
9	IO8	第九路普通数字量输入	36	Q11	第十二路普通数字量输出
10	IO9	第十路普通数字量输入	37	HQ0	第一路高速数字量、轴0方向或脉冲输出

接上表 4-2-1 端子说明

端子 序号	端子 名称	描述	端子 序号	端子 名称	描述
11	I10	第十一路普通数字量输入	38	HQ1	第二路高速数字量、轴1方向或脉冲输出
12	I11	第十二路普通数字量输入	39	HQ2	第三路高速数字量、轴2方向或脉冲输出
13	I12	第十三路普通数字量输入	40	HQ3	第四路高速数字量、轴3方向或脉冲输出
14	I13	第十四路普通数字量输入	41	COM	数字量输入公共端
15	I14	第十五路普通数字量输入	42	+5V	+5V电源端
16	I15	第十六路普通数字量输入	43	T2+	串口2数据正
17	HI0	第一路高速数字量输入	44	T2-	串口2数据负
18	HI1	第二路高速数字量输入	45	RX+	以太网接收正
19	HI2	第三路高速数字量输入	46	RX-	以太网接收负
20	HI3	第四路高速数字量输入	47	TX+	以太网发送正
21	HI4	第五路高速数字量输入	48	TX-	以太网发送负
22	HI5	第六路高速数字量输入	49	SET	设置
23	HI6	第七路高速数字量输入	50	V-	供电电源负端
24	HI7	第八路高速数字量输入	51	V+	供电电源正端
25	Q00	第一路普通数字量输出	52	T1-	串口1数据负
26	Q01	第二路普通数字量输出	53	T1+	串口1数据正
27	Q02	第三路普通数字量输出			

表 4-2-2 拨码开关功能说明

拨码开关	位号	功 能	开关定义
SW1	1	电池控制，1为启用电池，0为禁用电池	ON=1 OFF=0
	2	工作/调试模式切换，1为调试模式 ^[1] ，0为工作模式	
SW2（硬件地址设置）	1	硬地址设置，1为硬地址16	ON=1 OFF=0
	2	硬地址设置，1为硬地址8	
	3	硬地址设置，1为硬地址4	
	4	硬地址设置，1为硬地址2	
	5	硬地址设置，1为硬地址1	

注 1：关于调试模式使用，请参考 5.1.1 节中的串口参数恢复设置部分说明。

PEC6600 原理图如图 4-2-2 所示，原理图以功能为主，定义产品引脚和接线端子，主要用于工程图纸原理图设计，该图供原理图设计时参考。

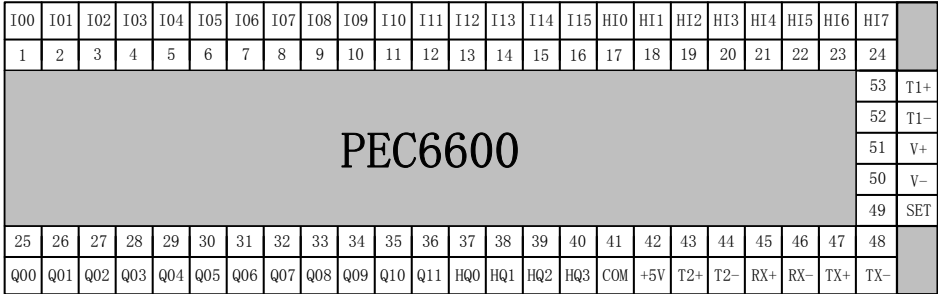


图 4-2-2 PEC6600 原理图

表4-2-3 指示灯说明

指示灯符号	中文名称	功能
Q00~Q11	普通开出状态指示灯	指示开出状态，通亮，断灭；序号代表端子号
HQ0~HQ3	高速开出状态指示灯	指示开出状态，通亮，断灭；序号代表端子号
I00~I15	普通开入状态指示灯	指示开入状态，通亮，断灭；序号代表端子号
HI0~HI7	高速开入状态指示灯	指示开入状态，通亮，断灭；序号代表端子号
TX1, RX1	T1口通信指示灯	指示T1口通信状态,TX1为发送数据指示灯,RX1为接收数据指示灯；发送数据正常时，TX1灯、RX1灯闪烁
TX2, RX2	T2口通信指示灯	指示T2口通信状态,TX2为发送数据指示灯,RX2为接收数据指示灯；发送数据正常时，TX2灯、RX2灯闪烁
ACT	网络通讯指示灯	指示以太网通讯状态，正常通讯时指示灯闪烁
PWR	电源指示灯	指示控制器电源状态，上电后常亮

4.2.2 线缆选择

为了保证 PEC6600 控制器能够正确工作，对产品使用的电缆和布线进行规定，PEC6600 建议使用的连线线缆如表 4-2-4 所示。

表 4-2-4 PEC6600 线缆要求

PEC6600 接线	线缆类型	推荐规格
以太网通信	屏蔽双绞线 STP	CAT-5E (超 5 类屏蔽网线)
串口通信	屏蔽双绞线 STP	$2 \times 0.5\text{mm}^2$
高速数字量输入输出	屏蔽线 RVVP	0.5 mm^2
普通数字量输入输出	单芯软导线 (BVR 或 RV)	$0.5\sim 1.0\text{ mm}^2$
电 源	单芯软导线 (BVR 或 RV)	$0.5\sim 1.0\text{ mm}^2$

4.2.3 布线指导

PEC6600 可编程控制器的输入和输出都是测量信号和控制信号，其输入输出连线应根据现场情况，布线时尽量远离干扰源。干扰源根据功率大小分为三个等级，为了保证 PEC6600 产品工作的稳定性，布线时请将功率设备动力线与 PEC6600 输入输出线分开铺设，其间距应保证表 4-2-5 给出的间隔距离。

表 4-2-5 布线间距

线槽种类	电缆布线的最小距离	干扰源强度
金属线槽	0.08m	低于 20A 负载电流功率设备
	0.15m	大于 20A 负载电流功率设备
	0.3m	功率大于 100KVA 功率设备
非金属线槽	0.15m	低于 20A 负载电流功率设备
	0.3m	大于 20A 负载电流功率设备
	0.6m	功率大于 100KVA 功率设备

4.2.4 屏蔽和接地

屏蔽的作用是将电磁场噪声源与敏感设备隔离，切断噪声源的传播路径。当使用屏蔽电缆时，电缆屏蔽层应选用铜网屏蔽或铝箔屏蔽，铺设在带盖的线槽中，为了发挥屏蔽电缆作用，应对屏蔽层进行良好接地。

PEC6600 控制器内置 DC-DC 隔离电源，将测量部分与电源、输出和 RS-485 通信部分隔离。因此，控制器接地分为电源地、保护地和测量地，如图 4-2-3 所示。电源地是指控制器供电电源的负端，该电路与数字量输出以及 RS-485 串行通信地共用；测量地是指测量部分的电路地，内部 DC/DC 变压器隔离，PEC6600 没有引出该

端子；保护地是指控制柜或控制箱的系统保护地，一般通过铜排或金属背板与大地相连，该地是屏蔽地主要接地点。



图 4-2-3 接地符号说明

PEC6600 作为控制器，主要用于工业自动化系统中，电气设备多为低频大功率设备，干扰源频率较低，因此建议采用单端接地方式将屏蔽线和接地点接地。如图 4-2-4 所示，图中虚线所示圈形为屏蔽层。将控制器的高速输入屏蔽层、通信线缆屏蔽层，高速输出屏蔽层与供电电源 V-端连接到一起，形成控制地 GND，控制地 GND 通过一根粗缆与保护地 PE 相连，形成控制地与保护地一点接地。

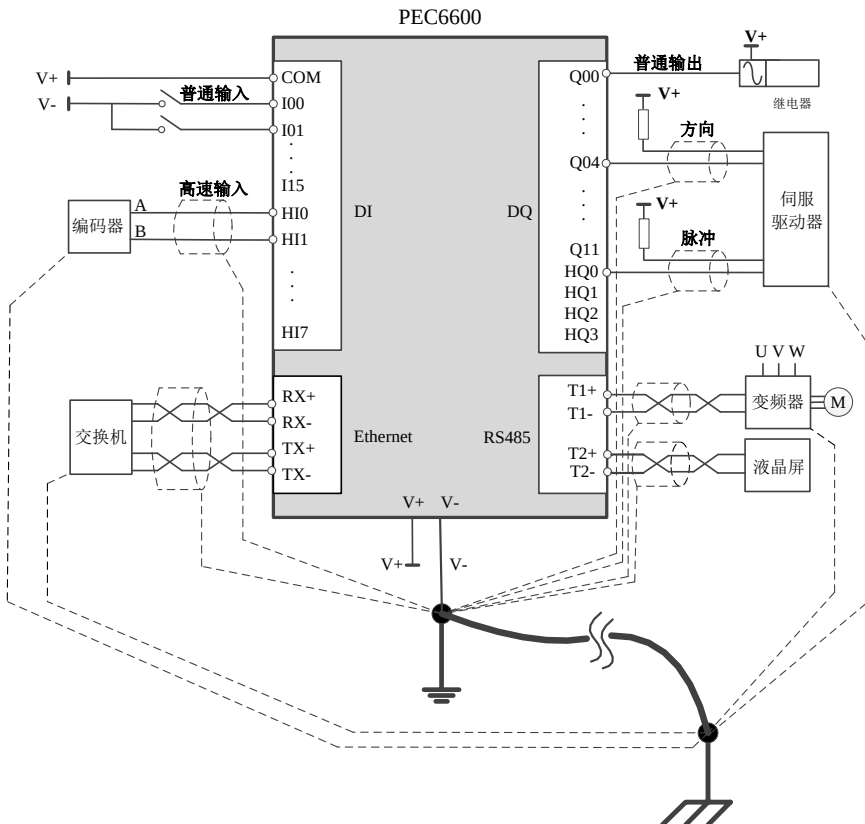


图 4-2-4 控制器接地示例

注意：(1) 多点与系统保护地混接可能将功率设备干扰引入控制器，造成控制器工作不稳定。
(2) 如果工作场所存在较强射频干扰，需要两端接地或多点接地，建议一端直接接地，其他端通过电容接地。

如果使用金属线槽，应保证线槽和盖板都具有良好连接，线槽的连接处要用导线连接，保证整个线槽为一个等电位，并且线槽与保护地 PE 点可靠相连。屏蔽电缆的铜网或铝箔屏蔽层较薄，为了保证连接可靠，请选用固定铜环将电缆屏蔽层与接地线可靠连接，如图 4-2-5 所示。

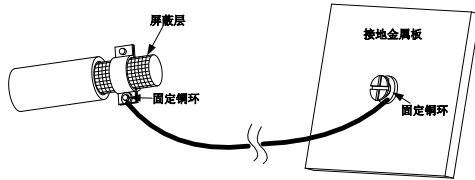


图 4-2-5 电缆屏蔽层的接地方法

4.2.5 电源接线

控制器的供电电源通过总线连接器的电源端子连接。V-端子为供电电源负极，V+端子为供电电源正极，电源端子接线如图 4-2-6 所示。“SET”为初始参数恢复设置端子，正常使用时悬空；电源线缆建议采用 $0.5\sim 1.5\text{mm}^2$ 规格的 BVR 或 RV 软导线，并使用 6mm^2 以下压线钳制作针形冷压头，通过 2.5mm 平口螺丝刀紧固电源端子。

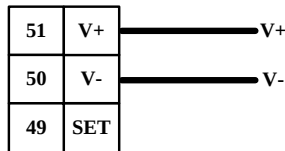


图 4-2-6 电源端子接线方法

4.2.6 串口接线

控制器具有 2 路 RS-485 串口。串口 1 的接线端子在总线连接器处，端子号为 52、53，串口 2 的接线端子在控制器的下层，端子号为 43、44。

串口电缆线建议使用屏蔽双绞线，通过 2.5mm 平口螺丝刀紧固端子。Ti+接数据正端，Ti-接数据负端 ($i=1, 2$)，接线方法如图 4-2-7 所示。

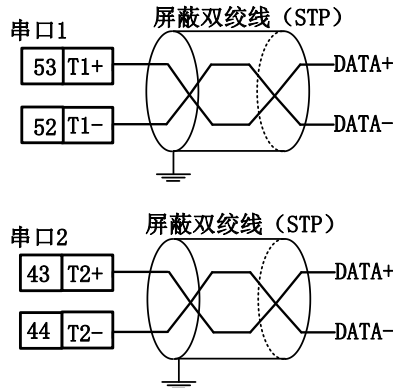


图 4-2-7 串口接线方法

双绞线的长度与传输速率成反比，RS-485 通讯速率在 20Kbps 速率以下时，才可使用规定最长的电缆长度。只有在很短的距离下才能获得最高速率传输。通常，传输速率达到 1Mbps 时最大传输距离仅为 15 米（未接入匹配电阻时）。可以采用在 RS-485 总线的始端和终端分别接入 120Ω 的匹配电阻的方法延长传输距离。匹配电阻应尽量靠近控制器侧安装，可以选择功率为 1/4W，精度高于或等于 5% 的普通直插电阻。为方便接线，可以将电阻两端分别同串口线压接在冷压头中。以串口 1 为例，接线方法如图 4-2-8 所示。常见波特率在使用专用双绞线时，外加匹配电阻与否的最大传输距离见表 4-2-6。

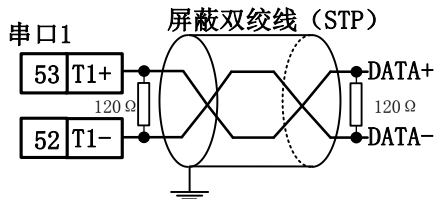


图 4-2-8 120Ω 匹配电阻的接线方法

表 4-2-6 不同波特率下最大传输距离

传输速率	9600 bps	19200 bps	38400 bps	115200 bps	1 Mbps
无匹配电阻	1000m	600m	400m	150m	15m
有匹配电阻	1200m	800m	500m	200m	20m

4.2.7 以太网接线

以太网电缆线建议使用屏蔽双绞线，如工业屏蔽网线。控制器的以太网接口采用开放端子连接，位于控制器下面端子 45~48 号。以太网接线如图 4-2-9 所示，使用压线钳制作针形冷压头，通过 3mm 平口螺丝刀将网线紧固在端子上，将屏蔽层连接到控制器的电源地。另一侧如连接交换机或计算机等设备时，需用专用压线工具制作 RJ-45 水晶头。

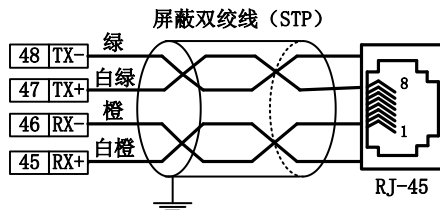


图 4-2-9 以太网接线方法

注意：使用非工业网线或水晶头制作不良时，可能导致以太网通信误码率增加或通信异常。

4.2.8 数字量输入输出接线

数字量输入分为普通输入与高速输入。普通输入建议使用 $0.5\sim 1.0\text{mm}^2$ 的 BVR 或 RV 普通电缆线单芯软导线，高速输入建议使用 0.5mm^2 的 RVVP 屏蔽电缆。所有数字量输入共用 1 个公共端 COM，可接 +24V，也可接 0V。数字量输入的光耦前级均有限流电阻和滤波电路，可防止输入电压受到干扰后控制器产生误操作。

如图 4-2-10 所示（图中 $i=00\sim 15$ ），数字量输入的 COM 端接 24V 的输入电路。如果是高速输入，将多芯屏蔽电缆的屏蔽层接控制器的电源地上。

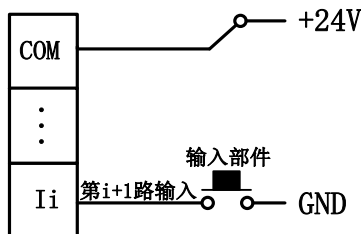


图 4-2-10 数字量输入接线方法

数字量输出分为普通输出与高速输出。普通输出建议使用 $0.5\sim 1.0\text{mm}^2$ 的 BVR 或 RV 单芯软导线，高速输出建议使用 0.5mm^2 的 RVVP 屏蔽电缆。所有数字量输出

均为漏极开漏输出，即灌电流输出。数字量输出端通过自恢复性保险丝和 TVS 实现输出的过流过压保护。

数字量输出为 NMOS 型输出，电路接线如图 4-2-11 所示，负载（如继电器线圈）的负端接 Q_i ($i=00\sim11$)，负载的正端接+24V。负载的供电电源建议使用控制器供电电源，如果使用额外电源，需要将负载电源的负极与控制器供电电源的负极相连。

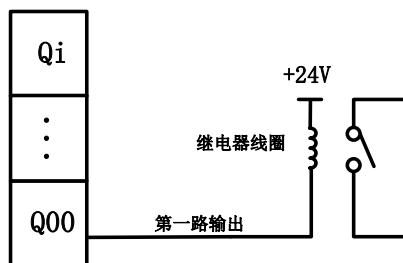


图 4-2-11 数字量输出接线方法

注意：（1）数字量最大输出电流 $\leq 150\text{mA}$ ，请检查负载是否能被驱动。（2）如果接入超过 30V 电压可能使接口保护电路工作，输出不正常动作。超过 60V 电压可能导致数字量输出电路损坏。

4.3 安装与拆卸

PEC6600 可选择垂直或水平方式进行安装，通过设备底部的卡扣和 DIN (35mm) 卡座将控制器固定到标准导轨（DIN）上。结构紧凑的 PEC6600 更加有效的节省了安装空间。

4.3.1 安装装配导轨

设计装配结构时，使控制器周围留出足够的空间（控制器上下间隙至少为 40mm），以便于控制器的散热和布线。用于安装控制器的标准 DIN (35mm) 导轨尺寸如图 4-3-1 所示。

控制器采用立式安装，着力点都在 DIN 导轨上，建议使用多个 M4 螺钉将导轨牢固固定在衬板上。接线后控制器的重心会前移，固定不牢可能使导轨变形，造成控制器向下倾斜。

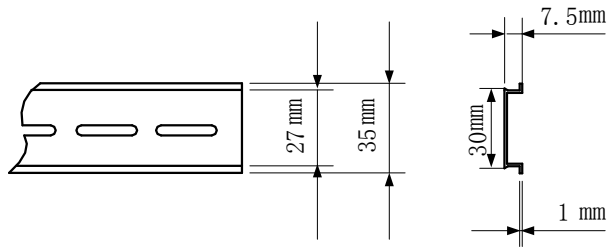


图 4-3-1 导轨外观尺寸

4.3.2 控制器安装与拆卸

在安装与更换设备前，必须先确保设备的供电和与该设备相关联的设备供电已被切断。确定安装位置与安装方向无误后，请按照表 4-3-1 和表 4-3-2 介绍的步骤进行安装与拆卸。

表 4-3-1 控制器安装步骤

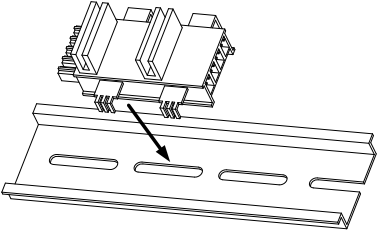
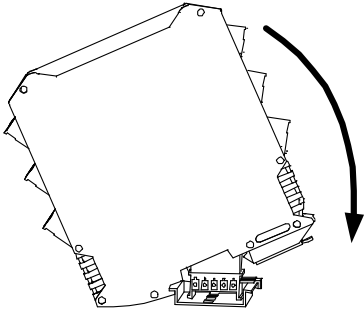
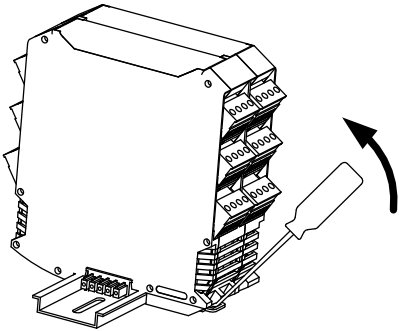
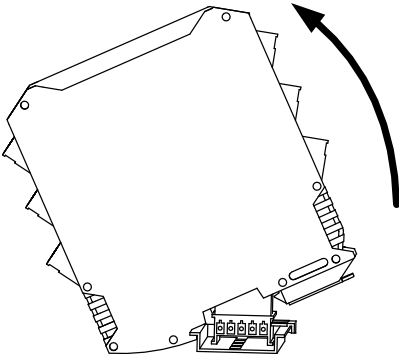
步骤	描述	图示
1	总线连接器安装到 DIN 导轨上	
2	将有金属弹簧卡扣的一端翘起，沿箭头所示方向按下即可完成控制器与总线连接器及导轨的连接	

表 4-3-2 控制器拆卸步骤

步骤	描述	图示
1	用螺丝刀按照图示方向扳动金属卡扣	
2	按照图示方向，将控制器拆离导轨	

5 产品功能

PEC6600 控制器是一款通过高速工业以太网实现多轴联动控制的机器人运动控制器，拥有高速输入输出，外置拨码开关，提供 20 个中断事件和 1024 路定时器和 128 路计数器资源，具有开放式的设备参数配置功能。提供 154 条逻辑控制指令，51 条运动控制指令和 1M 的用户程序存储空间，支持梯形图、功能块、指令码多种编程语言，可实现过程控制、逻辑控制、运动控制等多项控制功能，为用户提供方便、高效的程序开发能力。PEC6600 控制器拥有 1 路以太网和 2 路 RS-485 通信接口，支持 EPA 协议、Modbus RTU、Modbus ASCII、Modbus TCP/UDP、MPI 协议、Profibus-DP 协议以及自由通信协议，可实现主站、从站通信功能。控制器支持主从通信模式，可扩展 16 个从设备，能够与其他控制器组成全分布式控制系统，通过网络通信实现对等设备或主从设备之间的资源映射和同步运行。

5.1 设备管理

PEC6600 控制器支持 8 个轴（包括 4 个实轴，4 个虚轴）的独立运动，作为轴组使用时，可同时支持 2 个轴组（每个轴组中最多包括 4 个轴）。

PEC6600 支持 8 路数字量高速输入和 4 路数字量高速输出，提供了多种高速输入计数模式和多种高速输出模式，实现了运动控制的高速运行，精确定位功能。同时提供了输入防抖，输出冻结和控制器地址可设置等操作。

5.1.1 输入输出

PEC6600 为外部资源提供了数字量输入防抖、高速输入输出、输出冻结和控制器地址设置等功能。

（1）数字量输入防抖：

控制器支持对本地数字量输入的防抖处理，防抖处理可滤除输入信号的毛刺，防止因毛刺干扰导致输入状态的意外改变。防抖功能可以通过特殊功能变量区 SMW213 进行设置。

SMW213 为 DI 防抖时间，单位为 0.1ms，例如写入 SMW213=10 表示 DI 防抖时间为 1ms。DI 防抖时间的范围为 0ms~20ms，设置后可永久保存，对本地所有普通 DI 有效，PEC6600 控制器的 DI 防抖时间默认 1ms，SMW213=10。防抖功能也可以通过编程软件的参数配置界面进行设置，配置界面配置时的单位为 1ms。

注意：SM 区中的 DI 防抖时间单位为 0.1ms，而 PLC_Config 软件的参数配置界面中的 DI 防抖时间单位为 1ms，用户在使用时要注意区分。

(2) 高速输入输出：

PEC6600 控制器支持 8 路数字量高速输入和 4 路数字量高速输出，提供多种高速输入计数模式和多种高速输出模式，用于实现运动控制。

高速计数支持单相计数模式、脉冲+方向模式、AB 相模式和正向+反向脉冲模式。可以通过 HDEF 指令的 MODE 引脚配置高速计数模式。

表 5-1-1 高速计数模式一览表

引脚	MODE (16进制)	模式	描述
HI0	0x0000	单相增计数模式	HI0增计数
	0x0001	单相减计数模式	HI0减计数
HI1	0x0002	单相增计数模式	HI1增计数
	0x0003	单相减计数模式	HI1减计数
HI2	0x0004	单相增计数模式	HI2增计数
	0x0005	单相减计数模式	HI2减计数
HI3	0x0006	单相增计数模式	HI3增计数
	0x0007	单相减计数模式	HI3减计数
HI4	0x0008	单相增计数模式	HI4增计数
	0x0009	单相减计数模式	HI4减计数
HI5	0x000A	单相增计数模式	HI5增计数
	0x000B	单相减计数模式	HI5减计数
HI6	0x000C	单相增计数模式	HI6增计数
	0x000D	单相减计数模式	HI6减计数
HI7	0x000E	单相增计数模式	HI7增计数
	0x000F	单相减计数模式	HI7减计数
HI0+HI1	0x0100	脉冲+方向模式	HI0为脉冲，HI1为方向；HI1为0增计数，HI1为1减计数
HI2+HI3	0x0101	脉冲+方向模式	HI2为脉冲，HI3为方向；HI3为0增计数，HI3为1减计数
HI4+HI5	0x0102	脉冲+方向模式	HI4为脉冲，HI5为方向；HI5为0增计数，HI5为1减计数
HI6+HI7	0x0103	脉冲+方向模式	HI6为脉冲，HI7为方向；HI7为0增计数，HI7为1减计数
HI0+HI1	0x0200	AB相模式	HI0为A相，HI1为B相，相位差 90°，A相超前B相增计数，否则减计数，4倍频模式

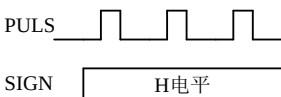
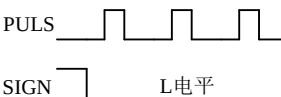
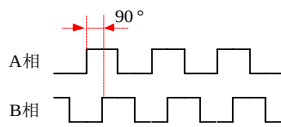
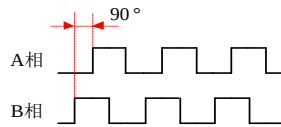
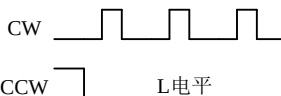
接上表5-1-1高速计数模式一览表

引脚	MODE (16进制)	模式	描述
HI2+HI3	0x0201	AB相模式	HI2为A相, HI3为B相, 相位差90°, A相超前B相增计数, 否则减计数, 4倍频模式
HI4+HI5	0x0202	AB相模式	HI4为A相, HI5为B相, 相位差90°, A相超前B相增计数, 否则减计数, 4倍频模式
HI6+HI7	0x0203	AB相模式	HI6为A相, HI7为B相, 相位差90°, A相超前B相增计数, 否则减计数, 4倍频模式
HI0+HI1	0x0300	正向+反向脉冲模式	HI0为正向, HI1为反向, 正向增计数, 反向减计数
HI2+HI3	0x0301	正向+反向脉冲模式	HI2为正向, HI3为反向, 正向增计数, 反向减计数
HI4+HI5	0x0302	正向+反相脉冲模式	HI4为正向, HI5为反向, 正向增计数, 反向减计数
HI6+HI7	0x0303	正向+反向脉冲模式	HI6为正向, HI7为反向, 正向增计数, 反向减计数

高速脉冲输出支持 PWM 占空比可调输出模式和脉冲输出模式,其中 PWM 占空比可调输出模式通过 PLS 指令实现, 占空比调节步进值为 1%。脉冲输出模式由运动控制指令实现。

PEC6600 脉冲输出模式支持脉冲+方向模式, AB 相模式, 正向+反向脉冲模式, 各种脉冲输出模式可以通过寄存器 SMW22 进行选择, 该寄存器默认为脉冲+方向模式, 关于寄存器的详细配置可以参见 5.1.4 节运动控制参数。各种脉冲输出模式的指令信号参见表 5-1-2。PEC6600 的正转、反转指令信号输出波形是固定的, 用户不可进行修改, 在具体应用中, 若想更改被控对象运动方向, 可以通过修改驱动器的参数来实现。

表 5-1-2 脉冲输出模式配置表

脉冲输出模式	SMW22 [1,0]	正转指令脉冲输出信号	反转指令脉冲输出信号
脉冲+方向	0或3		
AB相	1		
正向+反向	2		

PEC6600 可以控制 4 个轴，两种模式的轴和 IO 引脚的对应关系详见表 5-1-3。

表 5-1-3 轴与 IO 引脚的对应关系表

脉冲输出模式		轴0	轴1	轴2	轴3
脉冲+方向模式	脉冲	HQ0	HQ1	HQ2	HQ3
	方向	Q04	Q05	Q06	Q07
AB相模式	A相	HQ0	HQ1	HQ2	HQ3
	B相	Q04	Q05	Q06	Q07
正向+反向脉冲模式	正向	HQ0	HQ1	HQ2	HQ3
	反向	Q04	Q05	Q06	Q07
PWM输出模式		第0路	第1路	第2路	第3路
PWM占空比可调输出模式		HQ0	HQ1	HQ2	HQ3

提示：有关高速输入输出指令的使用方法和配置信息请参见《DCCE网络化可编程控制器用户编程手册》和《DCCE网络化可编程控制器用户编程手册 运动控制指令篇》的相关章节。

(3) 输出冻结：

调试程序过程中将运行模式转换到停止模式时，用户可以通过配置冻结模式指定控制器的 DQ 输出是否清 0 或保持停止模式之前的输出值不变。

当控制器处于冻结模式时，输出保持停止模式之前的输出值不变。用户可以通过 SMW169 配置冻结模式选择，1 为使能输出冻结，0 为不使能，默认为 0。该设置对所有的输出通道均有效，配置参数永久保存在 FLASH 存储器中。

在非冻结模式下，控制器停止运行时，用户可以通过 SMW170~SWM171 变量设置数字量的输出值，如表 5-1-4 所示。变量值设置范围为-32768~+32767，默认为 0。例如，当控制器处于非冻结模式时，停止运行控制器，SMW170 中的值输出给 QW0。

表 5-1-4 输出冻结 SM 区索引表

SM 区	描述	SM 区	描述
SMW170	QW0 的输出值	SMW171	QW1 的输出值

(4) 控制器地址设置

为了在同一个 RS-485 总线上区分不同的设备，每个控制器都有自己的通信地址。控制器地址由硬地址（拨码开关地址）和软地址组成，实际控制器地址是二者之和。

可以通过修改硬件拨码开关的值，更改控制器硬地址，硬地址范围为 0~31。可以通过编程设备的设备参数设置界面或特殊功能变量区（SMW79）进行设置，更改控制器软地址。控制器地址设置完毕后需要重新上电，新的地址才生效，PEC6600 控制器的软地址默认为 0，控制器地址范围为 0~255。

(5) 串口参数恢复设置

控制器在调试模式下串口将被恢复成固定设置，该功能可在串口参数未知或者串口波特率无法与电脑通信时使用。当 SW1 的 2 号拨码开关拨成 ON 时，控制器重新上电后将处于调试模式，此时控制器串口 2 将恢复成从口，115200bps，无校验，8 位数据位，1 位停止位，通信间隔为 2（串口系统参数不会被修改），此时可以通过 PLC_Config 软件与设备进行串口通信调试。当 SW1 的 2 号拨码开关拨成 OFF 时，控制器重新上电后将处于运行模式，此时控制器串口 2 将恢复成系统参数中保存的参数。

5.1.2 定时器

PEC6600 控制器支持 1ms，10ms，100ms 三类定时器，共 1024 个，编号为 T0~T1023。每个定时器支持三种指令 TON，TOF 和 TONR。

系统变量 SM59.0 控制定时器的时基。SM59.0 的默认值为 0，在默认情况下，定时器 T0~T1007 以 100ms 为时基，T1008~T1023 以 1ms 为时基。当 SM59.0 的值被修改为 1 后，原来以 100ms 为时基的定时器 T80~T119 和 T752~T1007 的时基被修改为以 10ms 为时基，以 1ms 为时基的定时器不变。定时器时基的配置关系见表 5-1-5。系统参数修改后，需将控制器重新上电才能生效。

表 5-1-5 定时器时基配置索引表

SM59.0	1ms	10ms	100ms
0	T1008~T1023	--	T0~T1007
1	T1008~T1023	T80~T119、T752~1007	T0~T79、T120~T751

定时器 T124、T125、T126、T127 除了支持定时器指令外，还可作为中断源，与中断连接指令配合使用。如果中断开放能够产生中断，当计数值与预设值相等时，T124~T127 置位，触发中断程序。定时器 T124~T127 对应的中断号分别是 12~15。

5.1.3 中断源

控制器提供了 20 个中断，可以有效提高事件响应的实时性。其中包括 8 个 I/O 中断，8 个定时中断和 4 个自由通信中断。8 个定时中断分为 4 个定时器指令中断和 4 个时基匹配中断。如表 5-1-7 所示。

I/O 中断主要包括外部数字量输入中断和高速计数中断。数字量输入中断主要包括上升沿和下降沿中断，高速计数中断是指在使用 HDEF 指令时，当前计数值等于预先设定值时产生的中断。

定时器中断有 8 个，其中 4 个时基匹配中断分别对应中断号 8~11，匹配设定值分别存储在 SMW190、SMW191、SMW192、SMW193 四个变量区中，当计数值与匹配值相等时触发中断程序，如表 5-1-6 所示。4 个定时器指令中断分别对应中断号 12~15，使用定时器指令中断时需要调用定时器指令（TON 或 TOF）与中断连接指令配合使用。

表 5-1-6 定时匹配变量表

SM区	描述	SM区	描述
SMW190	时基匹配0定时时间，单位为10ms	SMW192	时基匹配2定时时间，单位为10ms
SMW191	时基匹配1定时时间，单位为10ms	SMW193	时基匹配3定时时间，单位为10ms

串行口接收发送中断是为串行自由通信指令的串行通信及时响应而设计的，主要包括串口 1 发送中断，串口 1 接收中断，串口 2 发送中断和串口 2 接收中断。

表 5-1-7 中断事件一览表

中断号	MODE	中断事件	描述
0	0	HI0上升沿	HI0引脚上升沿产生中断
	1	HI0下降沿	HI0引脚下降沿产生中断
	2	高速计数0	HI0作为高速计数输入，在单相计数模式、脉冲+方向模式、AB相模式和正向+反向脉冲模式下，当CV=SP（当前值=预设值）时，产生中断
1	0	HI1上升沿	HI1引脚上升沿产生中断
	1	HI1下降沿	HI1引脚下降沿产生中断
	2	高速计数1	HI1作为高速计数输入，在单相计数模式下，当CV=SP（当前值=预设值）时，产生中断
2	0	HI2上升沿	HI2引脚上升沿产生中断
	1	HI2下降沿	HI2引脚下降沿产生中断
	2	高速计数2	HI2作为高速计数输入，在单相计数模式、脉冲+方向模式、AB相模式和正向+反向脉冲模式下，当CV=SP（当前值=预设值）时，产生中断
3	0	HI3上升沿	HI3引脚上升沿产生中断
	1	HI3下降沿	HI3引脚下降沿产生中断
	2	高速计数3	HI3作为高速计数输入，在单相计数模式下，当CV=SP（当前值=预设值）时，产生中断
4	0	HI4上升沿	HI4引脚上升沿产生中断
	1	HI4下降沿	HI4引脚下降沿产生中断
	2	高速计数4	HI4作为高速计数输入，在单相计数模式、脉冲+方向模式、AB相模式和正向+反向脉冲模式下，当CV=SP（当前值=预设值）时，产生中断
5	0	HI5上升沿	HI5引脚上升沿产生中断
	1	HI5下降沿	HI5引脚下降沿产生中断
	2	高速计数5	HI5作为高速计数输入，在单相计数模式下，当CV=SP（当前值=预设值）时，产生中断
6	0	HI6上升沿	HI6引脚上升沿产生中断
	1	HI6下降沿	HI6引脚下降沿产生中断
	2	高速计数6	HI6作为高速计数输入，在单相计数模式、脉冲+方向模式、AB相模式和正向+反向脉冲模式下，当CV=SP（当前值=预设值）时，产生中断

接上表5-1-7中断事件一览表

中断号	MODE	中断事件	描述
7	0	HI7上升沿	HI7引脚上升沿产生中断
	1	HI7下降沿	HI7引脚下降沿产生中断
	2	高速计数7	HI7作为高速计数输入，在单相计数模式下，当CV=SP（当前值=预设值）时，产生中断
8	0	时基匹配0	时基匹配0定时时间到产生中断
9	0	时基匹配1	时基匹配1定时时间到产生中断
10	0	时基匹配2	时基匹配2定时时间到产生中断
11	0	时基匹配3	时基匹配3定时时间到产生中断
12	0	定时器124	T124定时时间到产生中断
13	0	定时器125	T125定时时间到产生中断
14	0	定时器126	T126定时时间到产生中断
15	0	定时器127	T127定时时间到产生中断
16	0	串口1发送	串口1自由通信发送指令（XMT）发送结束产生中断
17	0	串口1接收	串口1自由通信接收指令（RCV）接收到报文产生中断
18	0	串口2发送	串口2自由通信发送指令（XMT）发送结束产生中断
19	0	串口2接收	串口2自由通信接收指令（RCV）接收到报文产生中断

提示：中断资源的具体使用方法参见《DCCE 网络化可编程控制器用户编程手册》的中断指令内容。

5.1.4 控制器参数

PEC6600 控制器提供了控制器厂家参数和设备参数，可使用这些参数以时间驱动方式编写程序和程序加密处理。

(1) 设备厂家参数

PEC6600 控制器的厂家参数包括：生产日期、程序版本和控制器类型等系统参数，用户不可修改。

表 5-1-8 控制器厂家参数

SM区	描述	SM区	描述
SMD70	控制器生产序号	SMW15	设备的DEVICEID号
SMW72	生产日期的年	SMW81	产品扩展功能标志位
SMW73	生产日期的月	SMW80	程序副版本号
SMW74	生产日期的日	SMW124	程序主版本号
SMW3	FPGA程序版本号	--	--

(2) 设备参数

控制器为用户提供了以下设备参数：始终为 1 标志、首次扫描为 1 标志、1ms、100ms 和 1s 定时器，秒和分钟脉冲，实时时钟等设备信息，如表 5-1-9 所示。可以使用这些数据控制程序运行。

表 5-1-9 设备参数

SM区	描述	SM区	描述
SM0.0	始终为1	SM0.1	首次扫描为1
SM0.8	指令加密位	SMW1	每100ms加1
SMW6	秒定时器	SMD167	毫秒定时器
SM7.0	秒脉冲	SM7.1	分钟脉冲
SMW52	实时时钟的年	SMW53	实时时钟的月
SMW54	实时时钟的日	SMW55	实时时钟的时
SMW56	实时时钟的分	SMW57	实时时钟的秒
SMW58	实时时钟的星期	--	--

(3) 运动控制参数

控制器为用户提供了以下运动控制参数，其中包括高速 DQ 输出模式选择寄存器、插补周期参数、换向延时时间参数，如表 5-1-10 所示。运动控制参数修改后，需重新上电才能生效。

表 5-1-10 运动控制参数

SM区	描述	SM区	描述
SMW22	高速DQ输出模式选择寄存器 默认值为0	SMW21	换向延时时间，单位为 40ns，默认值为125
SMW20	插补周期，默认值为3	--	--

SMW22 针对脉冲模式的输出形态进行了控制，每 2 位控制一路高速 DQ 的脉冲输出模式。默认值为 0（脉冲+方向模式），用户可以根据实际情况，手动选择脉冲输出模式，进行控制。

用户在不进行任何设置时，PEC6600 会根据用户程序中 PLS 指令和运动控制指令的使用情况，自动在普通 DQ 输出模式、PWM 占空比可调输出模式、脉冲输出模式等三种输出模式之间进行切换。如果用户未使用某一通道的 PLS 指令和运动控制

指令，则该通道的 DQ 为普通 DQ 输出模式；如果用户使用了某一通道的运动控制指令，则该通道的 DQ 自动切换为脉冲输出模式；如果用户使用了某一通道的 PLS 指令，则该通道的 DQ 自动切换为 PWM 占空比可调输出模式。建议用户不要同时使用某一通道的 PLS 指令和运动控制指令，如果同时使用这两类指令，将进入先调用者控制的模式下。

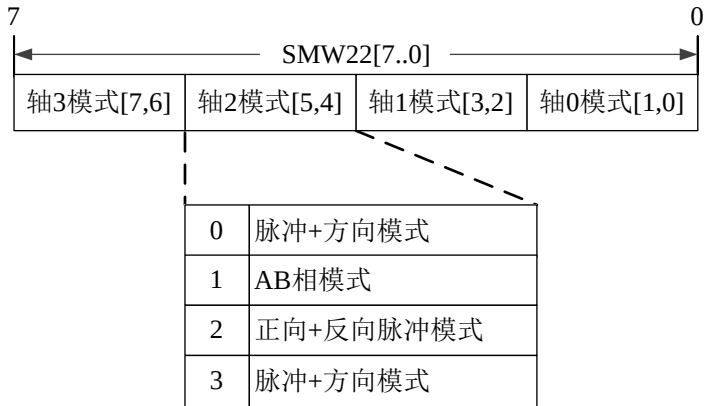


图 5-1-1 脉冲输出模式选择图

注意：在使用运动控制指令和 PLS 指令时，普通 DQ 输出模式失效。

在使用运动控制指令时，SMW20 的值与插补周期、输出频率范围的对应关系如表 5-1-11 所示。SMW20 默认值为 3，修改数值后重新上电生效。

表 5-1-11 插补周期选择对照表

SMW20	插补周期	输出频率范围 (Hz)
1	500us	0~500K
2	1ms	0~500K
3	2ms	0~500K
4	3ms	0~500K
5	4ms	0~500K
6	5ms	0~500K
7	6ms	0~500K

SMW21 是配置换向延时时间的寄存器，单位为 40ns，默认值为 125。当轴的方向由负向切换至正向，或者由正向切换至负向时，脉冲需延时方向一定的时间，然后才输出，这个时间由换向延时时间寄存器设定。数值修改后重新上电生效。

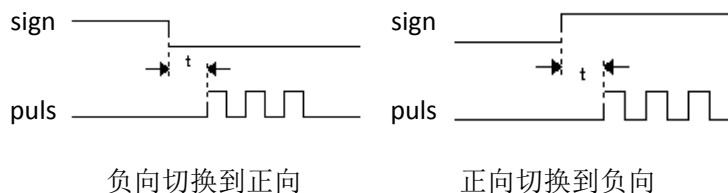


图 5-1-2 脉冲方向图

如图 5-1-2，换向延时时间 $t = \text{SMW21} \times 40 \text{ (ns)}$ 。

5.2 可编程控制

PEC6600 控制器支持 IEC61131-3 标准的梯形图、功能块和指令码编程，指令集丰富，可单独工作，也可同其他产品配合组成控制系统，具备过程控制、运动控制，逻辑控制等功能，提供了方便的设备运行信息访问接口，可有效地减少操作人员与维护工程师在故障诊断与排除方面所花费的时间。

PEC6600 控制器通过 PLC_Config 编程开发软件进行逻辑组态和编程开发。

5.2.1 编程软件

PLC_Config 是大工计控自主开发的，用于对大工计控 PLC 产品进行逻辑组态的编程开发软件，包括工程管理、控制器管理、变量管理、程序编辑、监控等多项功能。支持兼容 IEC61131-3 标准的功能块、梯形图，以及符合 PLCopen 标准的运动控制指令。在进行 PEC6600 程序开发时，建议使用 PLC_Config 2.9.9（该版本软件安装包大小为 21.7MB）及以上版本。

(1) 软件使用环境

PLC_Config 软件包是基于 Windows 操作系统的应用软件，支持 32 位 Windows2000、Windows2003、XP、Windows7 等操作系统。使用 PLC_Config 时，建议您的计算机系统要高于以下配置：

- CPU 主频 $\geq 1\text{GHz}$ ；
- 内存 $\geq 256\text{M}$ ；
- 显示器分辨率 $\geq 1024 \times 768$ ；
- 硬盘剩余空间 $\geq 512\text{M}$ 。

如果您需要对串口控制器编程，计算机需要支持 RS485 接口（或 RS232 接口，配合 RS232/485 转换模块）。您还可以使用 USB 转串口控制器替代计算机串行口。

(2) 工程管理

PLC_Config 以工程为单位对控制器进行管理，支持新建工程、打开工程、保存工程、工程另存为、最近打开工程、关闭工程、导入工程、打印、软件配置等操作。图 5-2-1 为 PLC_Config 软件的主界面，包括菜单、工具栏、工程树、指令编辑区、输出栏和状态栏等信息。

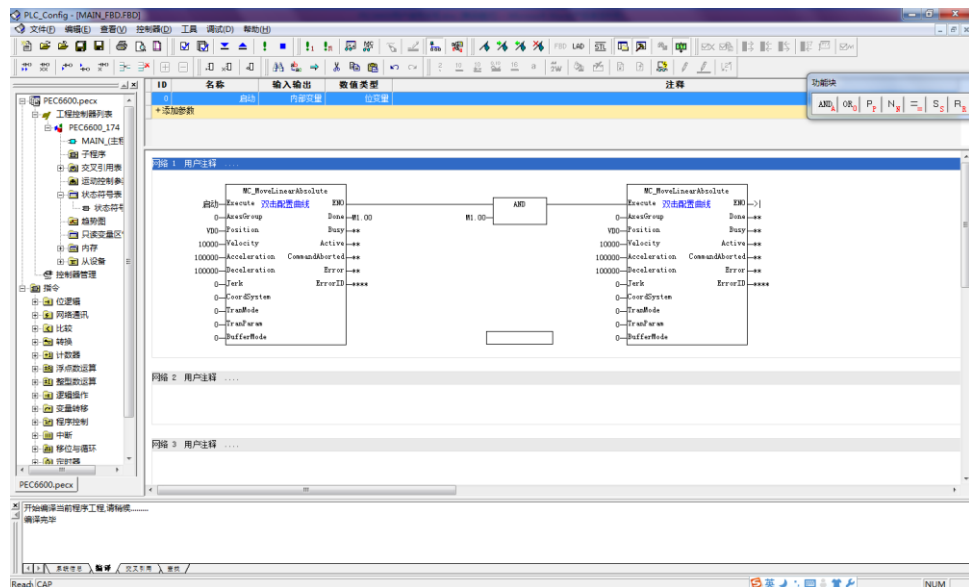


图 5-2-1 PLC_Config 主界面

PLC_Config 软件的主界面项及其对应的功能说明参见表 5-2-1。

表 5-2-1 PLC_Config 主界面说明表

主界面项	功能说明
菜单	列出了 PLC_Config 软件的所有功能
工具栏	列出了 PLC_Config 的常用功能
工程树	列出了工程的主要信息，包含工程名、控制器列表、主程序、子程序、交叉引用表、运动控制参数配置、状态符号表、趋势图、只读变量区管理表、内存表、从设备列表、控制器管理和指令树等内容
指令编辑区	支持功能块语言、梯形图语言的编程界面
输出栏	提供控制器上下线、程序编译、搜索结果、报警等信息显示的窗口
状态栏	显示用户编辑的控制器的基本信息

(3) 控制器管理

PLC_Config 软件可对网络内多个控制器的在线状态、控制器参数、从设备配置等信息进行统一管理。PLC_Config 软件将控制器分为网络控制器和工程控制器两类，图 5-2-2 为自动扫描发现的网络控制器列表。网络控制器是在控制器管理中显示出的当前网络内的所有控制器，它不会保存到工程文件中。用户可以选择自己使用的控制器，双击将其添加到 PLC_Config 的工程树中，添加在工程树中的网络控制器变为工程控制器，工程控制器的信息将被保存在工程文件中，下次打开工程时仍可看到该控制器信息。

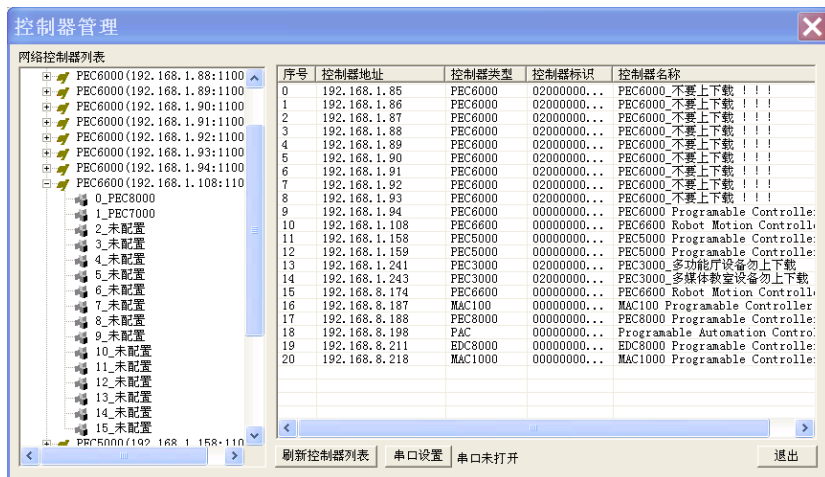


图 5-2-2 控制器管理界面

为满足大批量 IO 点控制需求，增强扩展性，PEC、DIO、AIO 等系列可编程控制器以及第三方设备可通过串口总线扩展为从设备。PLC_Config 软件可对主从设备数据映射方式、从设备参数等信息进行管理与配置，大工计控的产品作为从设备时，还可以直接对从设备进行编程。

(4) 变量管理

PLC_Config 提供多种变量管理功能，如状态符号表、交叉引用表、趋势图、只读变量区管理表、内存表等。用户可以使用这些功能，对程序中的变量进行管理。

状态符号表用于对程序中使用的变量进行集中显示、监控和管理。用户可以定义变量的符号名称、数据类型、变量说明，查看变量的 Modbus 地址，同时支持变量的在线监控、读写变量和变量表的导入导出。PLC_Config 支持基于符号的编程方式，为用户提供多种符号的定义和使用接口，使用户能够更方便的理解组态程序。图 5-2-3 为基于符号编程的界面。用户在定义好变量与符号的对应关系后，可以直接使用符号进行编程开发。

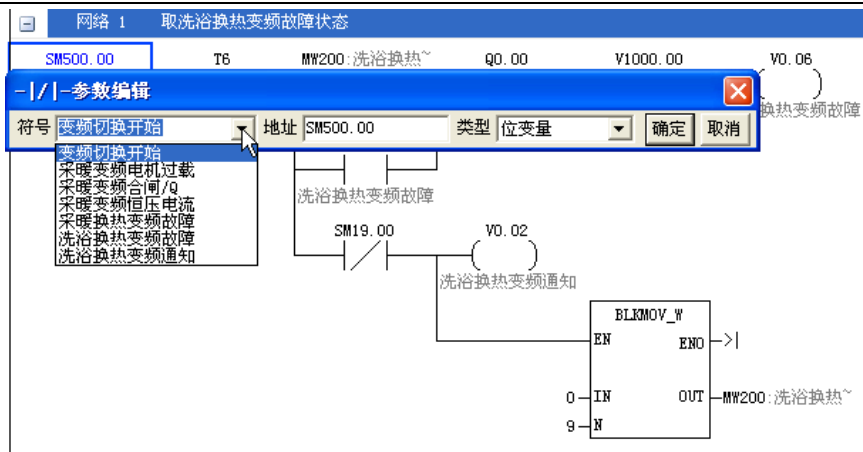


图 5-2-3 基于符号编程的界面

交叉引用表可以列出用户在组态程序中使用变量的情况。在程序编译完毕后，在左侧树中打开交叉引用表，可选择查看字应用、位应用和变量引用表，双击可以进行定位，定位信息显示在输出栏中。

PLC_Config 支持监控变量实时值的趋势图功能。每幅趋势图可以同时监控 8 条自定义颜色的变化曲线，PLC_Config 支持曲线图形和数据的导出，以及曲线图形的打印。只读变量表只能通过软件设置变量，主要对掉电保持区 P 区进行操作。

内存表可以对控制器的变量数据进行监控，将存储区内的数据通过表格以不同的形式显示出来，如二进制、十进制或字符串等，方便用户在不同的模式下进行观察。在内存表中可以根据需要修改变量值并写入到控制器中；也可以将变量值导出或导入，或者将内存表中的值清空。

(5) 程序编辑

PLC_Config 软件提供了主程序替换、添加或删除子程序、子程序的导入、子程序的调用与程序统计功能，方便了用户将已有的工程文件导入到新的工程当中直接应用。在编辑过程中，提供了指令的多重复制、交叉引用查找、拖拽移动指令、变量的替换、编辑网络指令或参数注释、符号的快速定义、子程序参数的快速定义等功能。

编译分为错误检查与生成下载信息两个过程，提供编译当前程序和编译全部程序两种方式。软件提供编译输出栏，提示编译信息，如果编译期间发现错误，则会在输出栏中提示出错误的原因和位置，用户可双击该信息定位到具体的程序位置。表 5-2-2 列出了 PLC_Config 软件一些常见的编译错误情况和解决办法。

表 5-2-2 PLC_Config 软件编译错误和解决办法列表

错误信息	原因和解决办法
无输入参数错误	指令输入没有命名变量地址，写入正确的输入参数
无输出参数错误	指令输出没有命名变量地址，写入正确的输出参数
无头部参数错误	指令头顶参数没有命名变量地址，写入正确的头顶参数
目的控制器IP地址与本地控制器IP地址相同	网络指令的目的IP填入的是本地控制器IP地址，写入正确的目的IP
参数编址错误或者立即数越界	指令参数填入了错误的变量类型，查看指令说明，修改数据类型
PID通道只支持16路	PID回路号越界，超过了限制范围
网络太复杂不能编译	网络回路中有两个或更多的逻辑起点或一个指令有多个能流流入；梯形图网络出现回路；解决方法：确保每个网络回路只有一个逻辑起点；如果想要多个参与逻辑控制，用变量传递的方法，在多网络中实现；确保一个功能块指令最多只有一个能流流入
FOR-NEXT不匹配	FOR指令和NEXT指令不匹配，检查指令使之相匹配
此网络为转换后无法用梯形图表示的网络	指令参数填入了错误的变量类型，查看指令说明，修改数据类型 功能块转梯形图时，某些功能块网络结构无法用梯形图表示；解决方法：重新转换为功能块，并修改该网络的结构，不能转换的网络结构请查看《PLC_Config软件编程手册》

统一下载功能为用户提供了一整套控制系统方案的一键下载功能。用户在完成组态程序和控制器参数配置后可利用 PLC_Config 软件生成统一下载镜像文件，在成批生产时使用 DownloadUtility 软件统一下载。现场的下载人员不需要了解整个控制方案的实现方法，只需按要求将各个模块物理连接起来即可。下载软件会根据镜像的指导将镜像文件的内容——下载到各个模块中。统一下载功能需要两部分共同完成，先由 PLC_Config 组态软件生成镜像文件，再由 DownloadUtility 软件进行下载。

(6) 监控

PLC_Config 软件支持程序上下载、控制器的启动停止、强制写入、仿真运行、在线编辑、微分监视等功能，为用户编写调试程序提供了方便。

在程序编译完成后，可以通过下载键将编译完成的程序下载到控制器中运行。同时，也可以通过上载键将控制器中的程序上载到工程中。程序下载后控制器将自动进入运行状态，用户可以通过调试键控制程序运行的轮次，运行，停止等控制状态。

在线监控的状态下，可以强制改变变量的数值。为了方便工程师在监控状态下能够实时调试工程，在不停止控制器运行的情况下修改局部程序，PLC_Config 提供了运行时下载功能。

仿真运行是指对当前用户编辑的组态程序在仿真器中模拟运行，方便用户在不具备真实控制器的情况下调试组态程序。启动仿真后，PLC_Config 自动将当前组态设备的程序下载到仿真器中并启动程序监控和运行。

(7) 运动控制

PLC_Config 软件为运动控制提供了运动控制参数配置、速度曲线动态调节、运动控制状态监视、指令引脚变量自动分配、运动轨迹仿真调试等多种功能，使用简洁，易于学习理解，方便用户实现更有特色的运动控制需求。

PEC6600 等带运动控制功能的可编程设备，在使用运动控制类指令前需要对相应的轴或轴组进行运动控制参数配置，用来设置轴和轴组的基本信息。PLC_Config 软件提供运动控制参数配置界面，配置完参数后，请将控制器重新上电。具体的参数配置信息详见 5.2.5 节。

在编辑运动控制指令时，可以通过图形化拖拽的方式对运动指令的速度进行配置，生成形象化的 VT 曲线。图 5-2-4 为相对定位指令的编辑状态，双击指令中的“双击配置曲线”，可弹出图 5-2-5 的 VT 曲线配置界面，PLC_Config 软件会根据指令中设置的位置、速度、加减速度和加加速度等信息，生成一条初始的 VT 曲线。用户可以根据应用需求，在此曲线上，通过手动输入，或者拖拽的方式修改运动参数，生成满足控制要求的速度曲线。图 5-2-5 为一条拖拽出来的速度控制曲线，从图上可以清晰的看出这段曲线的运动参数和各运动阶段的运行时间等信息。配置完曲线的运动参数，点击确定，可以将结果写回到指令的输入引脚上，如图 5-2-4 左则的输入引脚即为曲线中设置的各个运动参数。

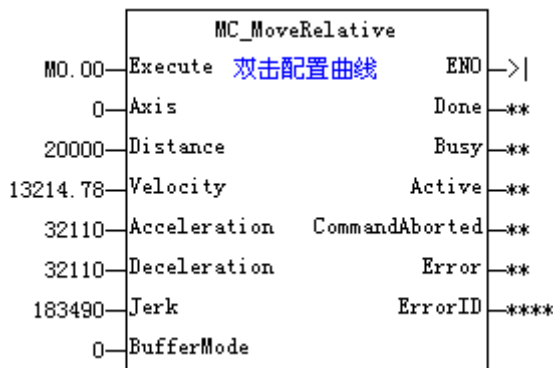


图 5-2-4 相对定位指令的编辑状态

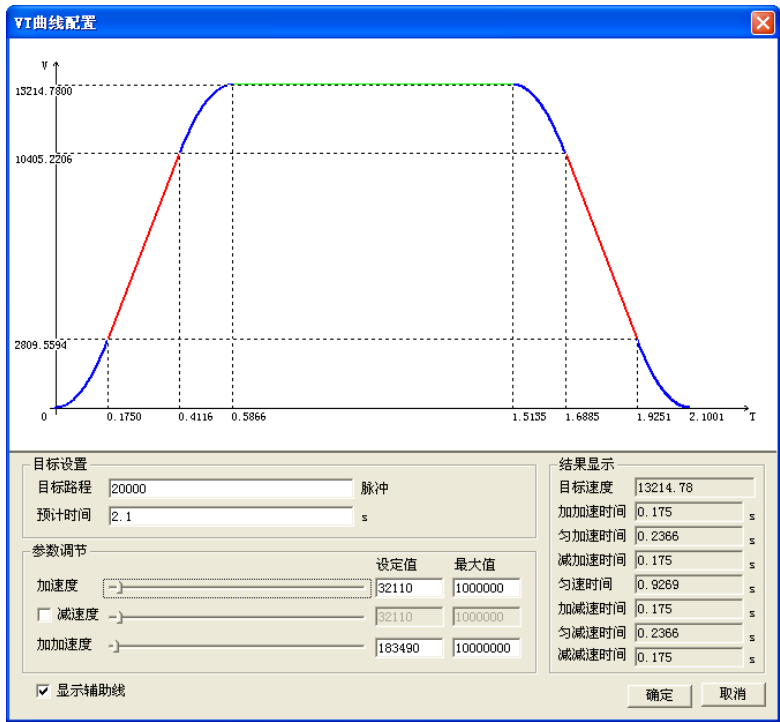


图 5-2-5 VT 曲线配置界面

PLC_Config 提供对轴和轴组的运行状态进行监控的功能。用户可以通过运动控制监控窗口，查看轴和轴组的当前运行状态、目标状态、异常信息等。表 5-2-3 列出了轴状态监控的参数，表 5-2-4 列出了轴组状态监控的参数。

表 5-2-3 轴状态监控参数一览表

参数名称	参数意义	数据范围	数据类型
轴编号	表示轴的 ID	0~7	WORD
禁能状态	是：轴处于禁能状态	是或否	BOOL
停止状态	是：轴处于停止状态	是或否	BOOL
离散运动	是：轴处于离散运动（绝对、相对运动）状态	是或否	BOOL
连续运动	是：轴处于连续运动状态	是或否	BOOL
同步运动	是：轴处于同步运动状态	是或否	BOOL
回原点中	正在利用MC_Home或MC_HomeEx指令回原点 是：轴处于回原点中状态	是或否	BOOL
减速停止中	正在利用MC_Stop指令进行减速停止 是：轴处于减速停止中状态	是或否	BOOL
异常停止	是：轴处于急停中和异常停止状态	是或否	BOOL
准备就绪	是：轴准备就绪并处于停止状态	是或否	BOOL
被轴组使用	是：轴正在被轴组使用	是或否	BOOL
原点确定	是：轴的原点已确定	是或否	BOOL
接近原点	是：轴正在接近原点	是或否	BOOL
达到速度上限	同步运动时轴速度达到设定的最大速度 是：轴已达到速度上限	是或否	BOOL
正方向	是：轴的运动方向为正	是或否	BOOL
负方向	是：轴的运动方向为负	是或否	BOOL
设定位置	轴运动的目标位置	实数	REAL
设定速度	轴运动的目标速度	正实数	REAL
设定加速度	轴运动的目标加速度	正实数	REAL
设定减速度	轴运动的目标减速度	正实数	REAL
当前位置	轴运动过程中的实际位置	实数	REAL
当前速度	轴运动过程中的实际速度	正实数	REAL
是否监视	是：对轴进行异常监视	是或否	BOOL
异常代码	异常发生时的异常代码	正整数	WORD
伺服是否在线	是：伺服在线	是或否	BOOL
伺服当前脉冲数	轴运动过程实际输入伺服的脉冲数	正整数	WORD

表 5-2-4 轴组状态监控参数一览表

参数名称	参数意义	数据范围	数据类型
轴组编号	表示轴组的 ID	0 或 1	WORD
禁能状态	是：轴组处于禁能状态	是或否	BOOL
停止状态	是：轴组处于停止状态	是或否	BOOL
运动中	是：轴组处于运动状态	是或否	BOOL
停止中	正在执行 MC_GroupStop 指令 是：轴组处于停止状态	是或否	BOOL
异常停止	是：轴组处于急停中和异常 停止状态	是或否	BOOL
准备就绪	是：轴组准备就绪并处于 停止状态	是或否	BOOL
速度	轴组运动的目标速度	正实数	REAL
加速度	轴组运动的目标加速度	正实数	REAL
减速度	轴组运动的目标减速度	正实数	REAL
是否监视	是：对轴组进行异常监视	是或否	BOOL
异常代码	异常发生时的异常代码	正整数	WORD
动力学 模型种类	提供轴组运动模型种类	直角坐标系、圆柱坐标系、四轴并联模型、三轴并联模型、三轴座椅模型或通用模型	WORD
第一个轴编号	轴组中第一个轴的轴编号	0, 1, 2, 3, 4 或 5	WORD
第二个轴编号	轴组中第二个轴的轴编号	0, 1, 2, 3, 4 或 5	WORD
第三个轴编号	轴组中第三个轴的轴编号	0, 1, 2, 3, 4 或 5	WORD
第四个轴编号	轴组中第四个轴的轴编号	0, 1, 2, 3, 4 或 5	WORD

在使用运动控制指令时，PLC_Config 会为每个指令的输出引脚动态分配一个变量，用户可以直接使用，自动分配的变量为只读变量，不能更改，当需要再次使用这些引脚输出变量时，请用户自行更改为其他区变量。

在进行样条曲线的轨迹编辑时，可以通过图形化拖拽的方式对样条曲线进行轨迹规划。图 5-2-6 为样条曲线的编辑状态，双击指令中的“双击配置曲线”，可弹出图 5-2-7 的 NURBS 曲线配置界面。在 NURBS 曲线配置界面中，通过设置型值点（曲线经过的点）的值，或者拖拽曲线中的型值点，来规划曲线。图 5-2-7 可以清晰的看出空间轨迹的样式，空间轨迹在三个平面上的投影，以及型值点的坐标等信息。确定轨迹后，可以将轨迹的控制参数下载到指令中，控制轴按照设定的轨迹进行插补运动。

MC_MoveSplineAbsolute		
MO.00	Execute 双击配置曲线	ENO->
0	AxesGroup	Done**
VD0	PointsArray	Busy**
1	WeightsArray	Active**
4	ArraySize	CommandAborted**
0.01	MaxBow	Error**
10000	Velocity	ErrorID****
100000	Acceleration	Time****
100000	Deceleration	
0	Jerk	
0	CoordSystem	
0	TranMode	
0	TranParam	
0	BufferMode	

图 5-2-6 样条曲线的编辑状态

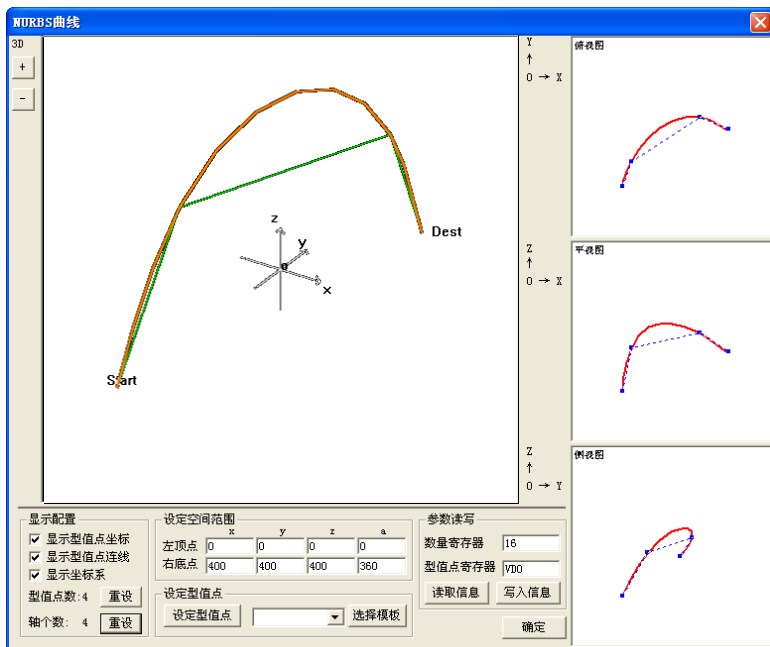


图 5-2-7 NURBS 曲线配置界面

图中曲线的 4 个型值点的坐标分别为 (100, 100, 100, 0) , (118, 150, 188, 107) , (256, 240, 218, 283) , (314, 216, 180, 360) 。

提示：关于 PLC_Config 软件的详细使用信息，请查看《PLC_Config 软件编程手册》。

5.2.2 变量

变量区是为程序提供的一种内存资源，每个变量都有唯一的地址，可通过变量地址直接存取数据，编写程序前需要合理的划分所要使用的变量资源，从而提高内存的利用率和程序执行效率。

变量区的存取支持位、字和双字 3 种类型。位变量，仅有 0 和 1 两个值，主要用于能流控制、位逻辑运算、使能、状态位存储和数字量输入输出的处理等。字（16 位二进制数）变量包括有符号字和无符号字两种类型，范围分别是-32768~32767 和 0~65535，字变量主要用于模拟量输入输出和数据处理，支持数据传送、算数运算、逻辑运算、定时计数、程序控制、循环移位等操作。双字（32 位二进制数）变量包括有符号双字、无符号双字和实数三种类型，每种变量表示范围分别是-2147483648~2147483647、0~4294967295 和-3.402823E+38~3.402823E+38。有符号和无符号双字变量和字变量用法相同，主要用于 32 位的整型运算和数据处理。实数类型的双字变量主要用于数值范围较宽的运算和处理，如实数运算、PID 控制等。

变量区的寻址方式可分为直接寻址和间接寻址两种，直接寻址可对位、字和双字寻址。间接寻址只能寻址字和双字变量。PEC6600 控制器的内存变量以字为单位，地址连续排列。不支持字节变量，如果使用字节变量，也要存储在字变量中。可以 1 个字节变量存储于 1 个字变量中，仅使用字变量的低 8 位；也可以 2 个字节变量存储于 1 个字变量中，分别存于字变量高低字节中。

各种变量类型定义如下：

(1) 字变量：区标识符+W+字地址

区标识符如表 5-2-5 所示，分别是 V，M，I，Q 等。W 表示字标识符。字地址表示变量存储位置，从 0 开始。例如：VW3，表示变量定义在 V 区中地址为 3 的区域中。

(2) 双字变量：区标识符+D+字地址

区标识符与字变量定义相同。D 双字标识符，表示变量类型是双字变量。字地址表示该双字变量存储的位置。双字变量占用 2 个字地址，分别是字地址指定的字变量和下一个字地址指定的字变量，双字变量低位存于低地址，高位存于高地址。可以通过字变量存取双字变量的高位和低位。例如：VD4，表示双字变量存于字地址 4 和 5 中，可以用 VW4 和 VW5 分别存取该双字变量的低位和高位。

(3) 位变量：区标识符+字地址+“.”+位号

区标识符与字变量定义相同。字地址与字变量定义相同。位号是字变量中的该位的位置，范围是 0~15。例如：V3.11 表示是 V 区字变量地址为 3，位号为 11 的位变量操作数，如图 5-2-8 所示。

字变量和双字变量里面存储的数据类型由处理程序定义，控制器中提供了对有符号整型数，无符号整型数，有符号长整型数，无符号长整型数，实数的处理指令。



图5-2-8 变量寻址示意图

除直接使用变量地址外，控制器还支持使用指针的方式间接寻址，PEC6600使用V区和M区定义指针变量，间接寻址其他变量。间接寻址中，指针变量为32位的整型数值，存储在双字变量中，用户可以通过修改指针实现对数据块变量区中的各个变量的访问。

注意：建议尽量少使用指针变量开发程序，或者使用指针变量时在程序中做越界检查，以免指针变量改变了其他变量而影响程序的正常运行。

提示：详细的指针建立与操作请参见《DCCE网络化可编程控制器用户编程手册》。

(1) 变量区分类及范围

PEC6600定义了21个变量区，分别是I,Q,XI,XQ,V,M,S,SM,L,T,C,PAI,XAI,PAQ,XAQ,P,EI,EQ,EAI,EAQ,E区，按照访问的数据类型可分为字访问和位访问两种，按照操作权限可分为只读和读写两种。变量区定义和功能如表5-2-5所示。

表5-2-5 变量区大小

标示符	名称	描述	区大小
I	开关输入	开关量输入寄存器，程序运行周期开始刷新 I 区	4 字
Q	开关输出	开关量输出寄存器，程序运行周期结束刷新 Q 区	4 字
V	用户变量	程序主要变量区，前 1925 个字有掉电保持功能，用户可以通过 PLC_Config 进行配置	25600 字
M	内存变量	同 V 区用法相同，后 123 个字有掉电保持功能	512 字
S	顺序控制	以位变量应用为主，主要用于程序的顺序控制	16 字
L	局部变量	以位变量应用为主，作为头参数存放指令当前状态	16 字
SM	特殊功能	存放设备参数，系统参数和特殊指令参数	512 字
XI	扩展输入	通过网络映射的从设备开关量输入值	256 字
XQ	扩展输出	通过网络映射的从设备开关量输出值	256 字

接上表5-2-5 变量区大小

标示符	名称	描述	区大小
PAI	扩展模拟输入	通过网络映射的从设备模拟量输入整数值	256 字
XAI	变换模拟输入	PAI 值经标度变换生成的浮点数	512 字
PAQ	扩展模拟输出	通过网络映射的从设备模拟量输出整数值	256 字
XAQ	变换模拟输出	PAQ 值经标度变换生成的浮点数	512 字
T	定时器	位变量表示时间到否，字变量表示定时器的过程值	1024 个
C	计数器	位变量表示计数到否，字变量表示当前计数值	128 个
P	永久保存	存储在FLASH中，用于保存初始值或用户设定值	65535 字
EI	扩展数字输入	扩展设备数字量输入映射区	32 字
EQ	扩展数字输出	扩展设备数字量输出映射区	32 字
EAI	扩展模拟输入	扩展设备模拟量输入映射区	192 字
EAQ	扩展模拟输出	扩展设备模拟量输出映射区	128 字
E	扩展数据变量	存储在外扩RAM中，用法与V区相同	1048576 字

(2) 变量使用

变量主要由指令处理，以实现各种运算和控制功能，也可以通过网络与其他设备共享。因此，变量访问方式可分为指令读写，RS-485 读写和以太网读写三种。

- **指令读写：**指令输入可以是常量也可以是变量，但输出必须是变量，用于存放指令执行结果。根据指令要求的变量类型，应该在变量区中使用相应变量。指令输入读取变量时将处理结果写入相应变量中。

- **RS-485 读写：**RS-485 总线以主从方式组成网络，每个从设备都有唯一地址。PEC6600 主要支持 Modbus 协议，也支持 MPI、Profibus-DP 和自由通信协议。可以通过 Modbus 协议对从设备变量区进行读写，实现主从设备之间的变量映射。

- **以太网读写：**以太网是对等网络，控制器以读写指令形式实现设备之间变量映射。以太网读写指令支持 EPA、UDP、TCP 以及 ModbusTCP/UDP 等协议。编程软件使用 EPA 协议管理网络中的设备，完成控制程序开发。

(3) 存储方式

各种变量区具有不同性质，根据程序开发需要选择变量区，定义相应变量。

● 电池保持区（M 区、V 区）：

M区后123个字（MW389~MW511）掉电保持，默认为全保持。V区前1925个字（VW0~VW1924）具有掉电保持功能，默认不保持，用户可以在PLC_Config控制器参数中设置并分配V区保持区域。当供电电池电量不足时，请用户更换电池，否则保持的

数据将全部清零。控制器配有电池开关，用户可根据需要选择是否开启电池保持功能。由于电池的电量有限，从电池开启算起，M区保持电池可持续1年左右的时间。

- **永久存储器区（P区）：**

P区可以用作重要数据的永久保存，可存储程序执行中不变的数据。P区位于控制器的FLASH中，数据掉电不丢失，支持位、字和双字操作。由于FLASH芯片的擦写寿命约10万次，故修改P区数据后，需要带电等待15分钟后才能生效，否则重新上电后数据保持不变，或擦除过程中断电导致数据丢失。设计时也对P区进行了特殊保护，P区变量不允许放置在指令的输出引脚。可通过PLC_Config软件或操作面板通过网络协议对P区进行读写操作，目前不支持Modbus协议位命令。

- **特殊功能变量区（SM区）：**

控制器使用SM区开放了系统的一些功能，提供了和用户程序之间信息交互方法，可以通过SM区使用一些特殊功能，如：首次扫描为1标志和运行状态等。SM区的前256个字变量是只读的，后256个字变量和P区相同，位于控制器的FLASH中，具有永久保存能力。SM区提供了控制器的厂家参数、设备参数、指令参数、通信参数和系统参数等。

- **扩展数据变量区（E区）：**

E区作为扩展数据变量区，与V区的使用方法一致，用于存储程序运行过程中的变量和中间结果。E区大小为1M字，可用于存储大量的扩展数据。由于E区位于控制器的外扩RAM中，数据掉电丢失，所以只能作为临时数据存储区，不能作为数据永久保存区。E区不支持Modbus寻址。

- **其他变量区：**

其他变量区，可保存过程中数据，掉电丢失，用于存储实时数据、控制逻辑、物理输入输出等。

5.2.3 指令

PEC6600 控制器共支持 154 条逻辑控制指令，51 条运动控制指令，如表 5-2-5 和表 5-2-6 所示。按具体功能共分为 15 类，分别是位逻辑指令，网络通信指令，比较指令，转换指令，计数指令，实数运算指令，整数运算指令，逻辑操作指令，变量转移指令，程序控制指令，中断指令，移位与循环指令，定时指令，专用指令和运动控制指令。

- **位逻辑指令**实现与、或、置位和复位等位运算功能。
- **网络通信指令**实现 Modbus、UDP、TCP、自由通信等协议的网络通信功能。
- **比较指令**实现字、整数、长整和实数的比较功能。
- **转换指令**实现实数与整数、整数与 BCD 码、长整与实数和长整与整数的相互转换功能。
- **计数指令**实现边沿计数、高速输入和高速输出的计数功能。

- **实数运算指令**实现实数运算功能，如 PID 运算、四则运算等。
- **整数运算指令**实现整数数学计算、整数递增和递减等运算功能。
- **逻辑操作指令**实现字、双字的取反、与、或和异或等逻辑功能。
- **变量转移指令**实现变量的字、双字、实数、字块的赋值和转移功能，以及字的立即传送功能。
- **程序控制指令**实现程序的循环、跳转和子程序调用功能。
- **中断指令**实现中断的允许、禁止、连接和分离功能。
- **移位与循环指令**实现字、双字的左移、右移、循环左移和循环右移功能，以及寄存器移位和交换功能。
- **定时指令**实现 1ms、10ms、100ms 时基的定时接通、定时断开、保持定时接通等定时功能和中断功能。
- **专用指令**实现冒泡排序、数据校验等特殊功能。
- **运动控制指令**通过运动模型、插补运算和加减速控制，实现运动控制功能。

表 5-2-6 功能块指令索引表

标识符	说明	标识符	说明
AND	位与	LN	自然对数
OR	位或	EXP	自然幂指数
P	上升沿	ARC_SIN	反正弦
N	下降沿	ARC_COS	反余弦
=	输出	ARC_TAN	反正切
=I	立即输出	ABS	绝对值
S	置位	I_PID	增量式 PID
SI	立即置位	P_PID	位置式 PID
R	复位	ADD_I	整数加
RI	立即复位	ADD_DI	长整加
RS	复位优先触发	SUB_I	整数减
SR	置位优先触发	SUB_DI	长整减
NETR_B	UDP 位读	MUL	整数乘
NETR_B_P	UDP 位确认读	MUL_I	整数短乘
NETR_W	UDP 字读	MUL_DI	长整乘
NETR_W_P	UDP 字确认读	DIV	整数除
NETR_D	UDP 双字读	DIV_I	整数整除
NETR_D_P	UDP 双字确认读	DIV_DI	长整整除
NETW_B	UDP 位写	INC_I	整数加 1

接上表 5-2-6 功能块指令索引表

标识符	说明	标识符	说明
NETW_B_P	UDP 位确认写	INC_W	字加 1
NETW_W	UDP 字写	INC_DW	双字加 1
NETW_W_P	UDP 字确认写	DEC_I	整数减 1
NETW_D	UDP 双字写	DEC_W	字减 1
NETW_D_P	UDP 双字确认写	DEC_DW	双字减 1
SCR_B	串行位读	INV_W	字取反
SCR_W	串行字读	INV_DW	双字取反
SCW_B	串行位写	WAND_W	字与
SCW_W	串行字写	WAND_DW	双字与
XMT	串行自由发送	WOR_W	字或
RCV	串行自由接收	WOE_DW	双字或
NET_XMT	以太网写	WXOR_W	字异或
NXMT_SEND	以太网确认写	WXOR_DW	双字异或
NXMT_RCV	以太网确认读	MOV_W	字赋值
TCP_LINK	TCP 连接	MOV_DW	双字赋值
TCP_SEND	TCP 发送	MOV_R	实数赋值
TCP_RCV	TCP 接收	BLKMOV_W	字块赋值
==W、==I	相等	BLKMOV_DW	双字块赋值
<>W、<>I	不等于	MOV_WIR	立即传送读
>=W、>=I	大于等于	MOV_WIW	立即传送写
<=W、<=I	小于等于	FMOV_W	多点变量赋值
>W、>I	大于	FOR	循环头
<W、<I	小于	NEXT	循环尾
==D、==R	相等	JMP	跳转头
<>D、<>R	不等于	LBL	跳转尾
>=D、>=R	大于等于	CALL	子程序调用
<=D、<=R	小于等于	ENI	中断允许
>D、>R	大于	DISI	中断禁止
<D、<R	小于	ATCH	中断连接
R_I	实数整数转换	DTCH	中断分离
I_R	整数实数转换	SHL_W	字左移
I_DI	整数长整转换	SHL_DW	双字左移
DI_I	长整整整数转换	SHR_W	字右移

接上表 5-2-6 功能块指令索引表

标识符	说明	标识符	说明
DI_R	长整实数转换	SHR_DW	双字右移
R_DI	实数长整转换	ROL_W	字循环左移
BCD_I	BCD 整数转换	ROL_DW	双字循环左移
I_BCD	整数 BCD 转换	ROR_W	字循环右移
ROUND	四舍五入	ROR_DW	双字循环右移
TRUNC	取整	SHRB	移位寄存器
CTU	上升计数	SWAP	字节交换
CTD	下降计数	EXCHG	字交换
CTUD	上升下降计数	TON	定时接通
HDEF	高速计数	TONR	定时断开
PLS	高速脉冲输出	TOF	保持定时接通
ADD_R	实数加	WPC	工件检测
SUB_R	实数减	PS	经济运行
MUL_R	实数乘	B_SortW	字冒泡排序
DIV_R	实数除	B_SortD	双字冒泡排序
SQRT	开方	B_SortF	实数冒泡排序
SIN	正弦	CKSUM_G	数据校验码生成
COS	余弦	CKSUM_C	数据校验码检查
TAN	正切	PumpManual	气缸控制

表 5-2-7 运动控制指令索引表

标识符	说明	标识符	说明
MC_MoveAbsolute	绝对定位	APF_RotaryCutOut	旋切脱离
MC_MoveRelative	相对定位	MC_Phasing	相位偏移
MC_MoveAdditive	叠加定位	CamTableCreate	创建凸轮表
MC_MoveSuperImposed	重新定位	CamTableDelete	删除凸轮表
MC_MoveVelocity	恒速运行	CamTableWriteData	写凸轮表数据
MC_Stop	停止轴	CamTableReadData	读凸轮表数据
MC_Jog	点动运行	CamTableReadSlavePos	读从轴位置
MC_Home	回原点	MC_MoveLinearAbsolute	绝对直线运行
MC_HomeEx	扩展回原点	MC_MoveLinearRelative	相对直线运行
MC_Reciprocator	往复运行	MC_MoveSplineAbsolute	绝对样条运行
MC_Reset	复位轴	MC_GroupJog	轴组点动运行
MC_ReadStatus	读轴状态	MC_GroupWriteActPosition	写轴组位置
MC_ReadAxisError	读轴故障	MC_GroupMoveVelocity	轴组恒速运行
MC_ReadParameter	读轴参数	MC_GroupStop	停止轴组
MC_WriteParameter	写轴参数	MC_MoveCircular2D	平面圆弧运行
MC_ReadBoolParameter	读布尔型参数	MC_ContinuousCurve	连续曲线运行
MC_WriteBoolParameter	写布尔型参数	MC_GroupReadActualPosition	读轴组位置
MC_ReadActualPosition	读轴位置	MC_GroupReadActualVelocity	读轴组速度
MC_WriteActualPosition	写轴位置	MC_GroupReadError	读轴组故障
MC_CamIn	凸轮运行	MC_GroupReset	轴组复位
MC_CamOut	凸轮分离	MC_GroupReadStatus	读轴组状态
MC_GearIn	齿轮运行	MC_GroupEnable	轴组使能
MC_GearOut	齿轮分离	MC_GroupDisable	轴组禁能
APF_RotaryCutInit	旋切初始化	MC_MoveCircular3D	空间圆弧运行
APF_RotaryCutIn	旋切耦合	MC_MultiAxesSyncMove	多轴同步运行
MC_CoderMap	编码器轴配置	--	--

PEC6600 控制器的指令主要应用于过程控制、逻辑控制和运动控制。

(1) PID 控制

PEC6600 控制器具有带自整定功能的 PID 控制指令，可以根据被控对象自动生成控制参数；提供多种 PID 控制方式的选择，为用户提供更为专业的控制方案；实现精确的温度控制，控制精度可达 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 。

PID 控制参数，包括比例系数、积分系数和微分系数。在不同系统（温度系统、流量系统、压力系统等）中参数不同，其参数可根据以下三种方法获得：

- 1) 先设置为不同系统的经验值，然后根据调节效果修改；
- 2) 建立系统的数学模型，用仿真的方式计算出各参数的数值，再用于实际中；
- 3) PEC6600 控制器提供了 PID 参数自整定功能，可以根据现场对象自整定出一套参数，供 PID 指令使用。

PID 自整定功能分为无过冲自整定和有冲自整定。PID 自整定功能仅支持位置式 PID 算法，即 P_PID，并且只对 LOOP 号 0~7 的 PID 指令起作用。位置式 P_PID 指令如图 5-2-9 所示。

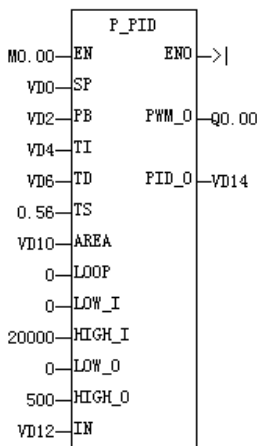


图 5-2-9 位置式 P_PID 指令

PID 自整定功能通过设置 SM 区的标志位来实现，进行自整定前需要根据选用的 PID 通道号配置自整定使能标志位 SM320.i (i=0~7)，整定方式选择字 SM109 和输出方式选择字 SM107 等，整定后的参数保存在 SM 区中，掉电不丢失。请根据被控对象的特性，适当的调节控制参数。

提示： PID 的使用请参见《DCCE 网络化可编程控制器用户编程手册》的 6.8.3 节。

● 有过冲自整定

有过冲自整定法基本原理是通过设定继电器滞环参数，使系统产生等幅振荡，然后在继电器反馈下观察过程的极限振荡环，由极限振荡环获得系统的临界状态，然后由临界状态计算出 PID 控制器的参数。采用有过冲自整定法对某被控对象进行自整定时，其参数配置可根据控制环境和被控对象适当选择。如图 5-2-10 所示，是控温对象的控制参数整定和测量的整个过程曲线，曲线为温度的变化情况，该曲线图的设定温度为 80℃。

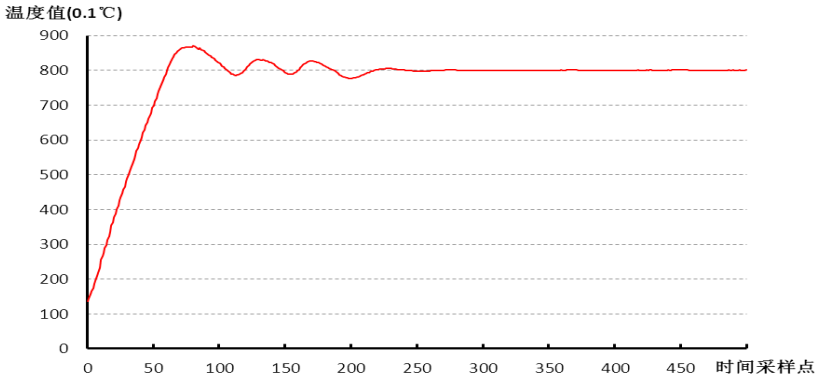


图 5-2-10 P_PID 有过冲自整定控温曲线图

● 无过冲自整定

由于有过冲自整定的整定过程中被控对象需经过振荡过程，此过程中会出现测量值大于设定值的情况，这种情况在一些工业场合是不允许出现的，可能发生危险或使被控对象的性质发生变化（比如化学反应等）而失去控制意义。此外，对滞后特性较大的被控对象，采用有过冲自整定法所需周期较长（几十个小时以上），同时整定出来的参数控制稳定性也较差。基于上述因素，可采用飞升曲线法来确定 PID 控制参数，其工作原理是将被控对象从冷态上升至设定值的过程建立数学模型，获取被控对象的模型参数，从而计算出 PID 的控制参数，达到稳定上升而不超调的目的。采用无过冲自整定法对某控制对象进行自整定控温时 also 需根据控温环境和被控对象适当选择参数，整个整定和控温过程曲线如图 5-2-11 所示，该曲线是温度随时间变化曲线，设定控温温度为 80℃。

注意：

- 如果 PID 指令使用 PWM 输出，PWM_O 引脚只能接开关输出变量 Q，对应到开关量输出引脚，不支持其他变量区。

- 连接到 PID_O 指令输出引脚，应完全由 PID 指令控制，不得作为程序中其他指令的输出使用，否则可能导致 PID 指令算法不执行或执行错误。

温度值 (0.1℃)

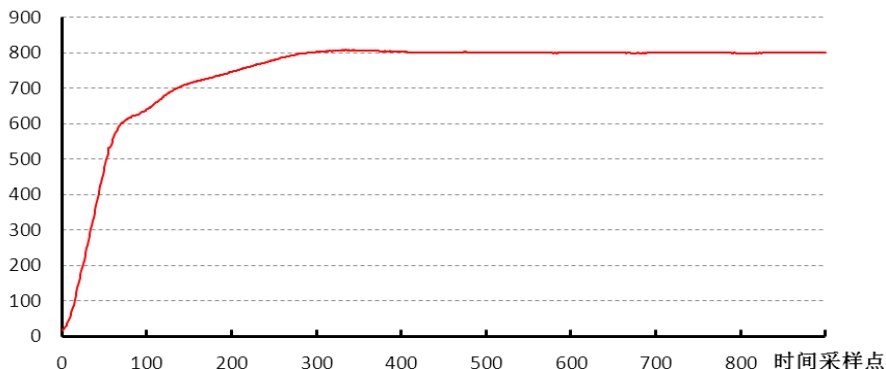


图 5-2-11 P_PID 无过冲自整定控温曲线图

(2) 运动控制

PEC6600 控制器具有高速输入 HDEF 指令，高速输出 PLS 指令（占空比可调的 PWM 输出模式）和运动控制指令集。高速输入指令支持多种高速脉冲计数方式，包括单相计数模式、脉冲+方向模式、AB 相模式和正向+反向脉冲模式，可用于速度、位置测量以及闭环控制等。

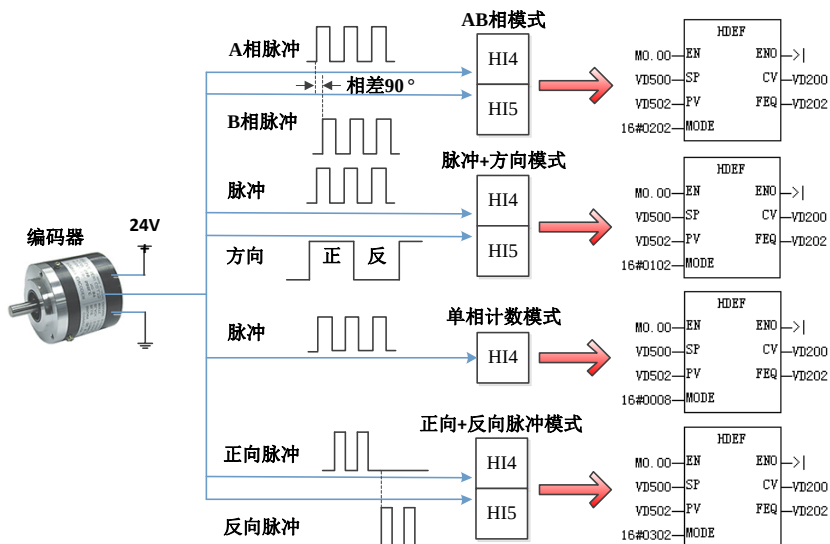


图 5-2-12 高速输入方式

如图 5-2-12 所示，分别给出了 HDEF 高速输入指令四种工作模式下与编码器连接示意图，用于测量输入脉冲个数和旋转速率等。指令中的 SP 是被测脉冲设定值，PV 是脉冲测量值。PV 和 SP 的具体意义请参见《DCCE 网络化可编程控制器用户编程手册》相关章节中的 HDEF 指令说明。

PLS 指令提供占空比可调的 PWM 输出模式，占空比调节范围为 0~100%，调节的步进值为 1%，用户通过这个指令，可以控制一个周期内高电平的持续时间。

PEC6600 提供了符合 PLCopen 标准的单轴，多轴，轴组三大类运动控制指令，通过 PLC 指令的方式对机械运动部件的位置、速度等进行实时的控制管理，使其按照预期的运动轨迹和规定的运动参数进行运动。

在运动控制指令中，对于指令的触发方式，根据其能流输入引脚名称可分为高电平触发和上升沿触发两种。高电平触发方式使能引脚的名称为 Enable，当 Enable 引脚为 TRUE 时，指令使能，当 Enable 引脚为 FALSE 时，指令禁能。如图 5-2-13 所示。上升沿触发方式使能引脚的名称为 Execute，当 Execute 引脚的上升沿产生时，指令使能，读取输入变量，执行指令。其他情况均不执行指令体。如图 5-2-14 所示。

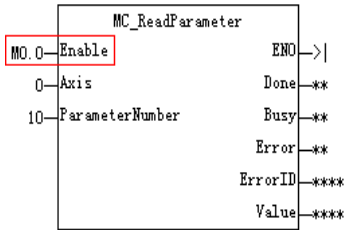


图 5-2-13 指令的高电平触发

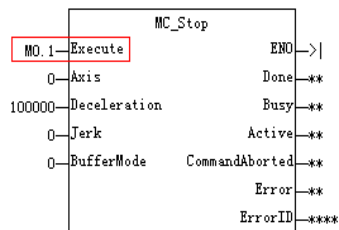


图 5-2-14 指令的上升沿触发

对于具有输出引脚 Done、Busy、CommandAborted 及 Error 的运动类指令，其输出引脚信号状态会受到能流输入引脚 Execute 的影响。以运动执行完成后的情况进行说明。运动执行完成后，指令输出引脚 Done 变为 TRUE。能流输入引脚 Execute 的信号状态影响输出引脚 Done 的持续时间，引脚的时序变化如图 5-2-15 所示。其他情况下引脚的时序类似，详细情况请参见《DCCE 网络化可编程控制器用户编程手册 运动控制指令篇》。

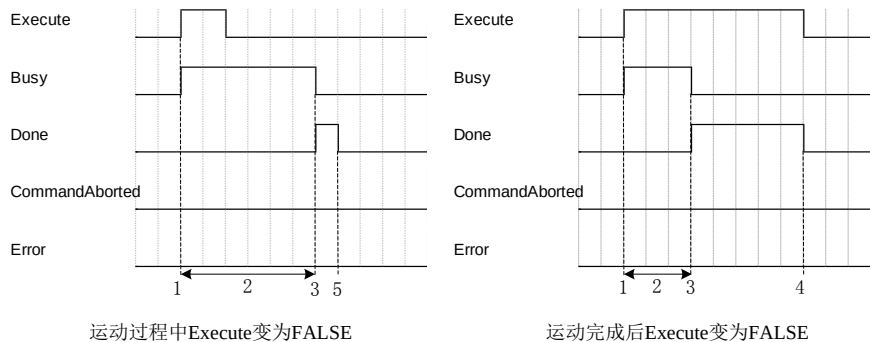


图 5-2-15 运动执行完成时的引脚时序

图 5-2-15 中，引脚时序变化各个阶段的说明参见表 5-2-8。

表 5-2-8 运动执行完成时的引脚信号变化

序号	说明
1	能流输入引脚Execute上升沿时启动运动控制；根据编程情况，Execute引脚在运动过程中可能被置为FALSE，或者保持为TRUE
2	运动过程中Busy引脚为TRUE
3	运动完成后，Busy引脚变为FALSE，Done引脚变为TRUE
4	如果Execute引脚在运动完成之前保持TRUE，则Done引脚保持为TRUE并随Execute一起变为FALSE
5	如果Execute引脚在运动完成之前置为FALSE，则Done引脚仅在一个执行周期内为TRUE

运动控制指令的加减速控制方式有两种，一种为梯型曲线，一种为 S 型曲线。梯型曲线运动时，需要设定的运动参数有加速度、减速度、目标速度。如果当前速度小于目标速度，则通过加速 - 恒速 - 减速三个阶段运行到目标位置；如果当前速度大于目标速度，则通过减速 - 恒速 - 减速三个阶段运行到目标位置；如果当前速度等于目标速度，则通过恒速 - 减速两个阶段运行到目标位置。运动的曲线如图 5-2-16 所示。

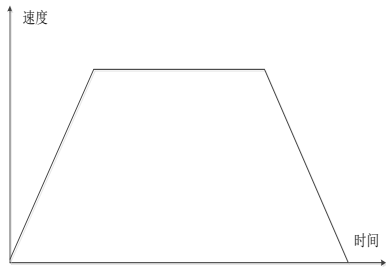


图 5-2-16 梯型曲线

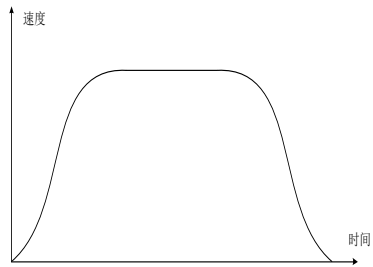


图 5-2-17 S 型曲线

S 型曲线运动时，需要设定的运动参数有加加速度、加速度、减速度、目标速度。如果当前速度小于目标速度，则通过加加速 - 恒加速 - 减加速 - 恒速 - 减加速 - 恒减速 - 减减速七个阶段运行到目标位置；如果当前速度大于目标速度，则通过减加速 - 恒减速 - 减减速 - 恒速 - 减加速 - 恒减速 - 减减速七个阶段运行到目标位置；如果当前速度等于目标速度，则通过恒速 - 减加速 - 恒减速 - 减减速四个阶段运行到目标位置。运动的曲线如图 5-2-17 所示。

单轴指令主要是针对单个轴的位置，速度进行精确控制，一般应用在点位控制场合。下面以绝对定位指令 MC_MoveAbsolute 进行说明。图 5-2-18 显示了在第一个绝对定位指令执行完成后调用第二个绝对定位指令的情况。第一个指令控制轴运动到目标位置 100000 units（同时速度减为 0）后，其 Done 引脚输出高电平信号引起上升沿使能第二个指令，控制轴 0 运动到目标位置 200000 units。

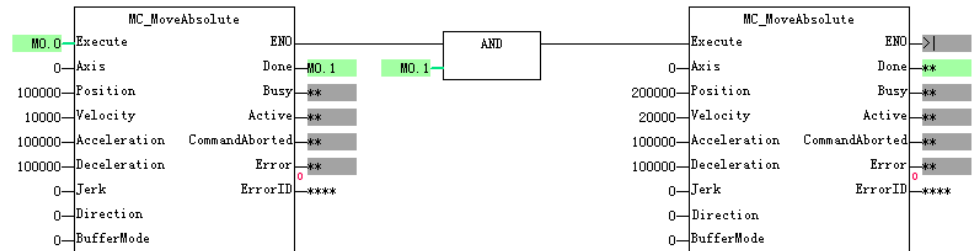


图 5-2-18 绝对定位运行

图 5-2-19 显示了绝对定位指令的引脚时序和速度、位移变化。Busy 和 Execute 同时变为 TRUE，Active 在下一周期变为 TRUE；当位移达到目标值而且定位完成时 Done 变为 TRUE；如果有其它的指令打断当前指令，CommandAborted 变为 TRUE，同时 Busy 和 Active 变为 FALSE；如果在指令执行期间有错误发生，则 Error 变为 TRUE，同时轴将停止运动，用户可以通过 ErrorID（错误码）的值找到导致错误的原因。

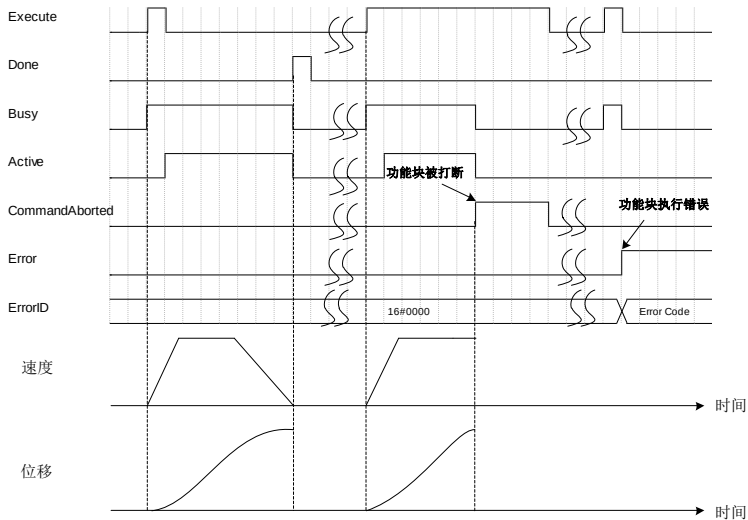


图 5-2-19 绝对定位指令引脚时序和速度、位移变化图

多轴指令主要用于轴和轴之间的运动协调控制，可以是多个轴在运动全程中进行同步，也可以是在运动过程中局部的速度同步，多轴指令主要由电子凸轮和电子齿轮组成。下面主要以电子凸轮指令进行说明。图 5-2-20 为凸轮运行指令。该指令使能后，主轴与从轴按照设定的凸轮表中主轴与从轴位置开始同步运动，主轴保持恒速运动，从轴以当前速度为起始速度，随着主轴自动变速运动。非周期执行时，凸轮表执行结束后，主轴与从轴的速度为零。当凸轮周期执行并且选择绝对位置时，凸轮表中的数据应大于两行。周期执行时凸轮表中最后一行主轴与从轴的位置应与首行一致。

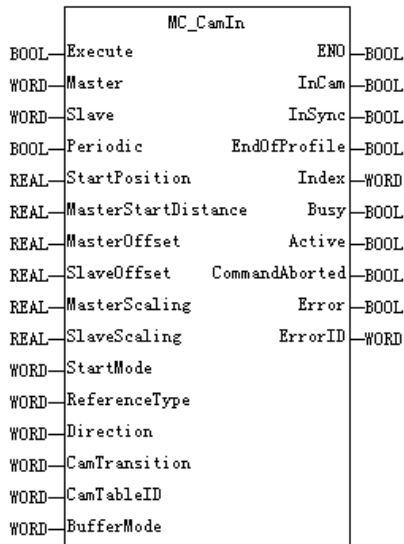


图 5-2-20 凸轮运行指令

图 5-2-21 显示了凸轮运行指令的引脚时序和位移变化。Busy 和 Execute 同时变为 TRUE，Active 在下一周期变为 TRUE；凸轮耦合开始时 InCam 变为 TRUE；耦合完成时 InSync 变为 TRUE；执行完凸轮表中的记录后 EndOfProfile 变为 TRUE；如果有其它的指令打断此指令，CommandAborted 变为 TRUE，同时 Busy 和 Active 变为 FALSE；如果在指令执行期间有错误发生，则 Error 变为 TRUE，同时轴将停止运动，用户可以通过 ErrorID（错误码）的值找到导致错误的原因。

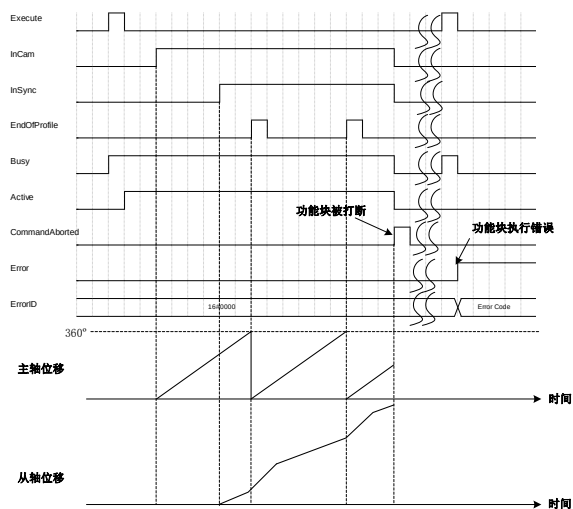


图 5-2-21 凸轮运行指令引脚时序和位移变化图

轴组指令将多个轴绑定到一起，作为一个整体，进行统一的控制管理，为某种应用需求建立动力学模型，进行轨迹插补运行。PEC6600 支持直角模型、圆柱模型、四轴并联模型、三轴并联模型、三轴座椅模型、通用模型等多种动力学模型，支持空间直线、圆弧、NURBS 曲线插补等多种插补算法。下面以绝对样条运行指令为例进行说明。图 5-2-22 为绝对样条运行指令。设置的参数主要包括轴组号、型值点、权值、型值点个数、插补时的最大弓高误差、运动参数等信息。

MC_MoveSplineAbsolute			
BOOL	Execute	ENO	BOOL
WORD	AxesGroup	Done	BOOL
REAL	PointsArray	Busy	BOOL
REAL	WeightsArray	Active	BOOL
WORD	ArraySize	CommandAborted	BOOL
REAL	MaxBow	Error	BOOL
REAL	Velocity	ErrorID	WORD
REAL	Acceleration	Time	REAL
REAL	Deceleration		
REAL	Jerk		
WORD	CoordSystem		
WORD	TranMode		
REAL	TranParam		
WORD	BufferMode		

图 5-2-22 绝对样条运行指令

样条曲线根据用户输入的点值、权值、型值点个数，拟合出一条 NURBS 曲线，然后根据运动参数和输入的最大弓高误差值，进行插补运行。图 5-2-23 为一条绝对样条运行指令生成的运动轨迹。空间轨迹拟合与插补计算后，再根据选择的动力学模型，分解输出到各个轴上。

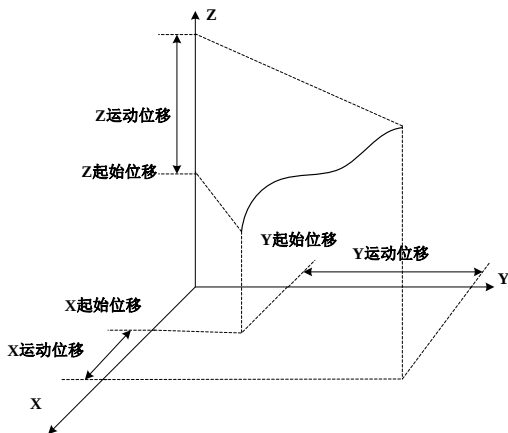


图 5-2-23 绝对样条运行轨迹

提示：关于运动控制指令的详细说明参见《DCCE 网络化可编程控制器用户编程手册 运动控制指令篇》。

(3) 逻辑控制

PEC6600 控制器具有多种逻辑控制指令，可实现各种逻辑运算，包括：位、字、双字的逻辑与、或、置位、复位等操作，以及比较、转换、数学运算、变量转移、中断、定时、计数、移位与循环和程序控制等操作。同时，还将一些常用的特殊功能程序封装作为控制器特殊指令提供给用户，极大地减少了用户的开发与调试时间。

5.2.4 程序

程序是一组为完成某种功能而按一定顺序由算法确定编排的指令序列，PEC6600 控制器将程序和输入输出物理量关联起来，通过程序执行控制物理量的输入输出变化，依据被控对象要求实现控制功能。编程就是让控制器为解决某个问题而使用梯形图或功能块编写程序代码，并最终得到希望结果的过程。下面从程序的基本组成，运行机制，工作模式，存储加密等四个方面介绍程序。

(1) 程序组成

控制程序包含主程序、子程序和中断程序 3 个部分，其中子程序和中断程序是可选的，根据实际的控制过程需要由用户自由选择。

● 主程序

主程序是控制程序的基本程序，能够调用子程序，而不能被其他子程序所调用，是控制程序的中心部分。程序执行以周期扫描形式，从主程序的第一条指令开始顺序执行，循环往复。一个控制程序有且只有一个主程序。

● 子程序

子程序是用户程序的可选部分，只有当被调用的时候才能够执行。子程序可以将一段程序封装成功能独立的新的控制指令形式，这不仅增强了程序的复用性，有效地减少程序代码的冗余，而且还可以将很多功能独立程序建立控制程序库，方便其他程序使用。合理的使用子程序还可以减少控制程序的执行时间，提高运行速度。子程序由 CALL 指令调用，调用者可以是主程序或其他程序，编程软件 PLC_Config 将子程序直接显示成功能块格式，形式上相当于定义了新的功能块指令。子程序可嵌套调用，最多可嵌套 16 层。

● 中断程序

中断程序是用户程序的可选部分，只有当相应的中断事件发生时，中断程序才会被执行。中断程序由 ATCH 指令激活，与控制器内部的中断事件关联起来，由中断事件触发。中断事件到来时，控制器会打断当前正在执行的程序，转而执行中断程序，执行完成后再继续执行被打断的程序。

注意：中断程序有可能随时发生，故用户在中断程序中需要对使用的变量和主程序或其他程序中的变量进行仔细区分，防止变量使用重叠造成程序运行异常。

● 其他功能

除上述的程序组成部分外，控制器内的硬件或其它配置信息也是程序正常运行必不可少的部分，使用时可根据实际情况进行选择配置。

(2) 运行机制

可编程控制器完成输入刷新、内部处理、程序执行、通信处理、输出刷新五个工作阶段，称为一个扫描周期。完成一次扫描后，又重新执行上述过程，这种周而复始的循环工作方式称为扫描工作方式。

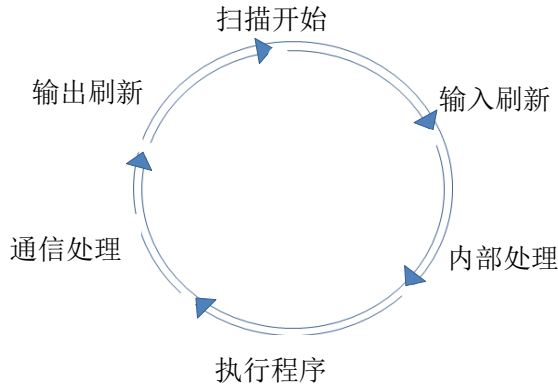


图5-2-24 扫描周期

扫描周期中执行的任务依赖于控制器操作的模式，控制器有两种操作模式：停止模式、运行模式。停止模式和运行模式的主要区别是停止模式的时候不运行用户程序只执行 I/O 操作，而运行模式则运行控制程序且进行 I/O 操作。

- **输入刷新：**

每次扫描周期开始时，先读取控制器物理输入到输入映像变量区（I 和 AI），然后把从设备输入值读取到本地输入映像变量区（XI 和 PAI）。

- **执行程序：**

执行程序就是控制器从用户程序区读取指令，译码执行。从第一条指令开始，直到最后一条指令结束。在程序执行过程中，如果遇到立即输入输出指令则直接对物理量进行刷新，否则需要等到周期结束后进行输出刷新。

程序中调用的中断程序或子程序不会在扫描周期中自动执行，只有当中断事件触发或子程序调用时才被执行。

● 通信处理：

扫描周期内程序执行过程中，控制器定期进行通信处理，管理通信缓冲区收发报文，实现网络设备中共享变量区的刷新。

● 内部处理：

控制器每执行一条指令都对自身硬件、指令执行和通信状态进行检测，当发现问题时做出相应处理，并给出故障信息。

● 输出刷新：

在每个扫描周期的结尾，控制器会把更新后的输出映像变量区（Q 和 AQ），送给相应的物理输出，并把扩展设备的输出映像变量区的值（XQ 和 PAQ）通过相应通信操作发送给扩展设备。

控制器在 SM 区提供了程序执行时间信息，如表 5-2-9 所示。用户根据需要进行查询。

表 5-2-9 程序运行扫描时间

SM 区	数据类型	功能说明	单位
SMD8	无符号四字节	上一次用户程序扫描执行时间	ms
SMD10	无符号四字节	用户程序扫描执行的最短时间	ms
SMD12	无符号四字节	用户程序扫描执行的最长时间	ms

(3) 工作模式

控制器具有两种工作模式：运行模式和停止模式，面板上设有相关的 LED 指示灯，特殊功能变量区 SM0.4 也能查询当前的运行模式。

运行模式下控制器自动运行用户已经下载到控制器中的程序，停止模式下控制器不执行程序，仅进行 I/O 刷新和通信处理。用户可以通过编程软件 PLC_Config 的  按钮来控制用户程序的运行或停止。SM0.4 也显示了用户程序的执行状态，1 为运行模式，0 为停止模式。

控制器支持程序单轮运行和多轮运行的调试功能，方便用户查找程序的错误或现场运行出现的问题。点击  按钮，所下载的运行程序仅运行 1 轮，并且运行程序的效果等同于设备刚刚上电运行第一轮程序的效果。点击 ，会提示输入需要调试的程序扫描轮数 n，程序会按照设置的扫描轮数进行程序扫描执行，并且运行程序的效果等同于设备刚刚上电运行 n 轮的效果。

(4) 程序存储和加密

用户可以利用编程软件上载和下载用户程序，用户程序保存在控制器内部单独的程序存储区中，可永久保存。

为保证用户程序的安全，控制器支持程序加密功能。在下载完程序后，用户只需要把 SM0.8 置位为 1，即可完成对用户程序的加密。加密后用户无法进行程序上载，但是可以下载新的程序，重新下载程序后加密功能自动解除，如果加密需要可再次置位 SM0.8。

5.2.5 编程

编程就是让控制器为解决某个控制问题而使用某种程序设计语言编写程序代码，并最终得到满意结果的过程。PLC 控制器程序主要分为主程序和子程序两部分，主程序在控制器执行期间不间断的循环执行，而子程序仅在被调用时才会执行。用户程序一般由一个主程序和若干个子程序组成。

PLC_Config 软件为用户提供了主程序和子程序操作、子程序参数编辑、网络操作、指令编辑、指令参数编辑、连线操作、功能块梯形图互转，以及查找、替换、快捷键等操作，使用简洁，方便用户进行程序开发。详细信息可查看《PLC_Config 软件编程手册》。

(1) 编程语言

● 梯形图语言 LAD

梯形图与电气连接图类似，允许程序仿真来自电源的电流通过一系列的逻辑输入条件，决定是否使能逻辑输出。一个梯形图程序左侧一定包含提供能流的能量线。其中闭合的触点，允许能量通过它们流到下一个元素，而打开的触点阻止能量的流动，如图 5-2-25 所示。该语言也是很多 PLC 程序员和维护人员首选的编程方法。

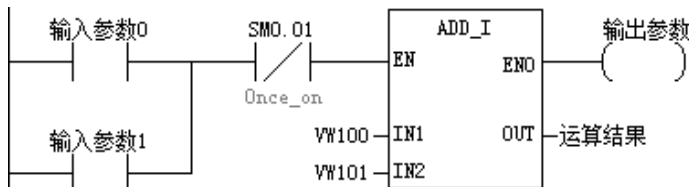


图 5-2-25 梯形图编程语言

其中符号意义如下：

—| |— **触点**，代表逻辑输入条件，如开关、按钮、内部条件等。

—()

线圈，代表逻辑输出结果，如灯、电机启动器、内部输出条件等。



块指令，具有一定算法能力的处理单元，例如定时器、计数器、数学运算指令等。

功能块语言 FBD

功能块用矩形块来表示，除特殊功能块外，每一个功能块的左侧应至少有一个输入端，在右侧应至少有一个输出端。功能块的类型名称通常写在块内的上部，输入输出参数的名称写在块内的输入输出点的相应地方。与梯形图编程语言的区别在于功能块是完全基于块指令的编程方式，功能块有自己的连线方式，不会像梯形图一样出现相交的情况。

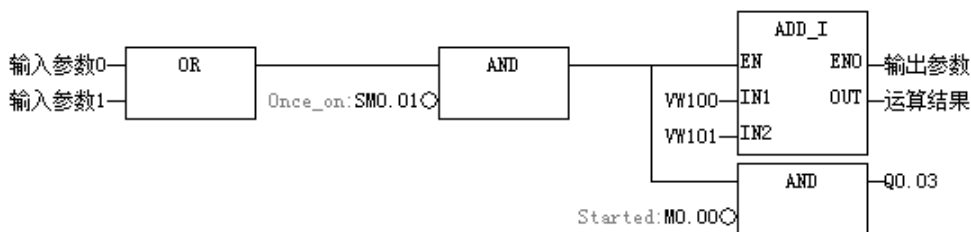


图 5-2-26 功能块编程语言

编程时用户可使用绝对地址或符号变量两种方式填写指令参数。在未填写任何参数时，指令的引脚会显示成默认状态

- << 能流输入，可输入位变量、位类型符号或连线，可以取反；
- >> 能流输出，可输入位变量、位类型符号或连线；
- >| 能流输出，与>>不同的是，该类型的参数可以不填写；
- ???.? 位变量，可输入位变量地址、位类型符号；
- ???? 字或双字变量，可输入字、双字类型的变量或符号；
- ** 系统自动分配的位变量；
- **** 系统自动分配的字、双字或浮点类型的变量。

(2) 编程步骤

PLC_Config 软件直接支持对 PEC6600 设备类型的管理和编程,用户可通过以下步骤实现对 PEC6600 的程序开发：

- 启动 PLC_Config，创建或打开已有工程
- 扫描并添加 PEC6600 设备；

- 定义符号变量；
- 编写主程序，可创建并调用子程序；
- 完成编辑后，点击编译，修正编译错误；
- 下载程序，通过设备实际运行或程序仿真对程序进行调试；
- 完成编程工作。

(3) 监控

可以通过 PLC_Config 对程序、设备状态和变量进行监控，PLC_Config 提供监控功能如下：

- 程序监控，程序运行界面启动监控功能，可观察到各指令执行情况，还可以在监控状态，通过强制写入功能对程序进行调试；
- 状态符号表监控，在状态符号表界面点击监控，可观察到变量的当前值或改变当前值；
- 查看 SM 区当前状态，通过 PLC_Config 查看设备当前的各种运行状态；
- 内存表监控，以设备的整个变量区为单位进行监控，支持位、字、双字、浮点和字符串等多种显示格式。

(4) 仿真

仿真是 PLC_Config 提供的一项离线程序开发功能，通过仿真功能，用户可以在没有实际设备的情况下开发程序，进行模拟运行和调试。

启动仿真后，系统会弹出一个类似设备灯板的界面，显示出仿真设备当前的 I、Q、AI 和 AQ 状态，用户可实时的修改仿真设备的输入输出值，从而模拟真实的外部信号输入，达到仿真运行的效果，并完成对程序进行调试。

仿真运行期间，用户可以进行组态程序监控、状态符号表监控、实时曲线监控、变量区监控、运动控制运行监控等操作，还可以控制程序的运行、停止、首次扫描、多次扫描等操作。这些操作不影响真实控制器，无论控制器是否在线，用户都可以通过仿真运行功能调试组态程序。

(5) 轴参数设置

PEC6600 作为可编程运动控制设备，在使用运动控制类指令前需要对轴或轴组参数进行配置，使控制程序中的控制信息与实际被控对象进行关联。配置完参数后，请将控制器重新上电，否则设置的参数无效。

用户应根据工程的需要，进行轴和轴组的数量配置。程序会根据配置的轴和轴组的数量信息，生成对应数量的详细配置界面。目前支持的轴个数为 0~8 个，其中有 4 个虚轴，轴组个数为 0~2 个，每个轴组中最多允许有 4 个轴。轴的参数配置包括轴的单位、电子齿轮比、最大速度、回原点信息等。详见表 5-2-10 轴参数一览表。

表 5-2-10 轴参数一览表

参数名称	功能	设定范围	初始值
轴编号	轴编号用于表示轴的 ID	0~7	根据选择轴的数量编号依次递增
是否使用	是否使用选项能够使能或禁能该轴	TRUE 或 FALSE	TRUE
单位	位移参数的单位，以units表示	脉冲、毫米、微米、纳米、度或英尺	脉冲
伺服单周脉冲	伺服电机旋转1周的脉冲个数	$1 \sim 1.8 \times 10^{19}$	10000 脉冲
伺服单周位移	伺服电机旋转1周的机构位移量	$1.0 \times 10^{-9} \sim 1.8 \times 10^{19}$	10000units
最大速度	设置轴的最高速度，需为正实数	正实数	4×10^8 units/s
点动最大速度	单轴点动的最大速度，需为正实数	正实数	4×10^8 units/s
最大加速度	最大加速度；置0时没有加速度限制，需为正实数	正实数	4×10^8 units/s ²
最大减速度	最大减速度；置0时没有减速度限制，需为正实数	正实数	4×10^8 units/s ²
正向位置软件限制	软件限制的轴运行的正向最大位置	实数	4×10^9 units
负向位置软件限制	软件限制的轴运行的负向最大位置	实数	-4×10^9 units
回原点动作模式	回原点动作模式设置，回原点指令MC_Home执行前，需在此处设置回原点动作模式	接近信号OFF（反转）、接近信号ON（反转）、接近信号OFF、接近信号ON、限位信号OFF、原点信号屏蔽、只用限位信号、只用原点信号或无接近信号	接近信号OFF（反转）

接上表 5-2-10 轴参数一览表

参数名称	功能	设定范围	初始值
原点输入信号类型	选择原点输入信号的类型； Z相：编码器的循环脉冲输出外部输入：触发器触发信号	Z 相或外部输入	外部输入
回原点开始方向	回原点运动的起始运动方向	正向或反向	正向
原点搜索方向	到达原点位置前一时刻的轴的运动方向	正向或反向	正向
回原点速度	回原点速度，回原点过程开始运动的速度	正实数	10000 units/s
接近原点速度	接近原点时的速度，小于回原点速度	正实数	1000 units/s
回原点加速度	回原点加速度	正实数	10000 units/s ²
回原点减速度	回原点减速度	正实数	10000 units/s ²
回原点加加速度	回原点加加速度	正实数	0 units/s ³
原点位置偏移量	与机械原点位置的偏移量	实数	0 units
原点检测屏蔽距离	原点检测屏蔽距离，回原点指令的原点信号屏蔽模式中的原点检测屏蔽距离，详细用法见 MC_Home指令说明中的原点信号屏蔽模式	正实数	10000 units
原点附近输入信号	原点附近输入信号为当轴运动到接近原点位置时的输入信号，指定原点附近输入信号端子号码 (DI)	I00~I15/ HI00~HI07	I00
原点附近输入信号种类	常态下原点附近输入信号种类	常开或常闭	常开
原点输入信号	原点输入信号为当轴运动到达原点位置时的输入信号，指定原点输入信号端子号码 (DI)	I00~I15/ HI00~HI07	I01
原点输入信号种类	常态下原点输入信号种类	常开或常闭	常开

接上表 5-2-10 轴参数一览表

参数名称	功能	设定范围	初始值
正方向限位输入信号	正方向限位输入信号为当轴运动到正方向最大位置时的输入信号，指定正方向限位输入信号端子号码（DI）	I00~I15/ HI00~HI07	I02
正方向限位输入信号种类	常态下正方向限位输入信号种类	常开或常闭	常开
负方向限位输入信号	负方向限位输入信号为当轴运动到负方向最大位置时的输入信号，指定负方向限位输入信号端子号码（DI）	I00~I15/ HI00~HI07	I03
负方向限位输入信号种类	常态下负方向限位输入信号种类	常开或常闭	常开

轴组的参数配置包括轴组编号、组成轴组的轴个数及其编号、轴组的运动参数限制、轴组选用的动力学模型等信息。详见表 5-2-11 轴组参数一览表。

表 5-2-11 轴组参数一览表

参数名称	功能	设定范围	初始值
轴组编号	轴组编号用于表示轴组的ID	0或1	根据选择轴组数量依次递增
是否使用	使能和禁能该轴组	TRUE或FALSE	FALSE
组成轴组的轴的个数	轴组中轴的个数（不可设置），根据组成轴组的轴自动生成	2, 3或4	组成轴组的轴的总数
组成轴组的轴	添加到轴组中的轴的编号	0~3	0, 1, 2, 3
最大插补速度	轴组运动的最大速度	正实数	4×10^8 units/s
最大插补加速度	轴组运动的最大加速度	正实数	4×10^8 units/s ²
最大插补减速度	轴组运动的最大减速度	正实数	4×10^8 units/s ²
运动模型	提供轴组运动模型种类	直角坐标系、圆柱坐标系、四轴并联机器人、三轴并联机器人、三轴座椅或通用模型	直角坐标系

每一个运动控制指令的右侧输出引脚均有参数 Error 和 ErrorID，这两个参数用来提示当前指令的错误状态和错误信息。当发现 Error 置为 TRUE 时，可以根据 ErrorID 查询表 5-2-12 找出错误的原因。

表 5-2-12 运动控制指令错误码一览表

错误类型	错误码	说明
轴参数错误	4864	轴 ID 不存在或不允许访问
	4865	轴类型错误
	4866	设定速度的最小值不可达
	4867	设定速度的最大值不可达
	4868	设定的最大加速度不可达
	4869	设定的最大减速度不可达
	4870	设定的加加（减减）速度不可达
	4871	设定的速度-位置延迟不正确
	4872	重载速度不正确
	4873	设定主从轴间速度因子不正确
	4874	设定的运动方向错误
	4875	轴处于工作状态
	4876	轴未初始化
	4877	同步运行时，两轴的方向不一致
	4878	同步运行时，轴的状态错误
	4879	轴状态为禁止
PLC 参数错误	5376	轴 ID 不存在或不允许访问
	5377	位置设置错误
	5378	加速度设置错误
	5379	减速度设置错误
	5380	加加速度设置错误
	5381	速度设置错误
	5382	时间-位置对设置错误
	5383	时间-速度对设置错误
	5384	时间-加速度对设置错误
	5385	时间-位置, 时间-速度, 时间-加速度数组维数错误: 超过最大允许维数或小于等于0

接上表 5-2-12 运动控制指令错误码一览表

错误类型	错误码	说明
参数错误	5889	相位偏移时参数设置错误
	5890	设置方向错误
	5891	设置样条参数失败
	5892	设置直线参数失败
轴组参数错误	6400	轴组 ID 不存在或不允许访问
	6401	轴组内该索引处无轴 ID
	6402	轴组已空
模型设置错误	8192	模型不存在或未设定
	8193	模型参数错误
	8194	模型类型与所需轴个数不匹配错误

提示：关于运动控制编程的详细说明参见《DCCE 网络化可编程控制器用户编程手册 运动控制指令篇》。

5.3 通信服务

PEC6600 控制器提供 1 个以太网和 2 个 RS-485 通信接口，兼容 Modbus、MPI、Profibus-DP、EPA 等主流控制网络协议。控制器采用多种通信协议实现对等网络和主从设备之间的通信。支持标准的 Modbus 命令号，实现变量区的访问和主从设备通信。可利用 Modbus、MPI、Profibus-DP 等串口通信协议与第三方设备进行访问和管理。控制器利用标准的 EPA 协议实现与 PLC_Config 编程软件的通信，完成内部参数配置、程序上下载和变量监控等功能。

5.3.1 串行通信

PEC6600 控制器支持 ModbusRTU、ModbusASCII 主站通信和从站通信，实现从设备配置和资源映射。可利用 MPI、Profibus-DP 协议作为从站与西门子 S7-300 通信，实现与西门子 S7-300 的 I/O 数据交互。此外，控制器提供了自由通信指令，以指令的方式实现和变频器等第三方设备的数据发送和接收。

提示：关于自由通信指令的详细使用方法，请参见《DCCE 网络化可编程控制器用户编程手册》。

(1) 串行通信参数

PEC6600 控制器中与串口通信相关的通信参数控制字包括：通信波特率、数据位、停止位、校验方式、通信协议、主从模式和报文传送时间间隔等控制字，使用控制器前需要配置通信参数控制字，可通过 PLC_Config 编辑软件和用户版设置软件读取和修改通信参数。

通信协议控制字：1 表示 ModbusRTU 协议，2 表示 ModbusASCII 协议，5 表示自由通信协议，6 表示 Profibus-DP 协议。PEC6600 控制器的通信协议控制字默认为 1。

校验方式控制字：0 表示无校验、1 表示奇校验、2 表示偶校验、3 表示 Mark 或 Space 校验。PEC6600 控制器的校验方式控制字默认为 0。

通信波特率控制字：0 表示 1200bps、1 表示 2400bps、2 表示 4800bps、3 表示 9600bps、4 表示 19200bps、5 表示 38400bps、6 表示 57600bps、7 表示 115200bps、8 表示 500Kbps、9 表示 1M。PEC6600 控制器的通信波特率控制字默认为 3。

数据位控制字：0 表示 8 位数据位（如果此时有奇偶校验，则第 9 位为奇偶校验位）、1 表示 7 位数据位（若数据位为 7 位时，最高位为奇偶校验位）。PEC6600 控制器的数据位控制字默认为 0。

停止位控制字：0 表示 1 个停止位、1 表示 2 个停止位（2 个停止位时，奇偶校验无效）。PEC6600 控制器的停止位控制字默认为 0。

报文传送时间间隔控制字：串行通信时，串口接收两条报文的最小时间间隔，最大值为 255，单位 ms。PEC6600 控制器的报文传送时间间隔控制字默认为 4。

主从模式控制字：0 表示串口配置为从口，此时串口的主要任务是被动接收数据，根据接收到的命令，执行相应命令。1 表示串口配置为主口，设备可以主动向从设备发送数据。PEC6600 控制器的串口 1 的主从模式控制字默认为 1，串口 2 的主从模式控制字默认为 0。

(2) Modbus 通信

PEC6600 控制器支持 ModbusRTU 和 ModbusASCII 通信协议。控制器支持标准的 Modbus 命令号和变量区 Modbus 地址，实现了变量区的访问和主从设备通信。

● Modbus 命令号

PEC6600 控制器支持 1、2、3、4、5、6、15、16、17 号 Modbus 命令号，如表 5-3-1 所示。

表 5-3-1 Modbus 功能码

命令号	实际操作
1	读多个数字量输出状态
2	读多个数字量输入状态
3	读多个系统参数或模拟量输入
4	同 3 号功能
5	强制单个数字量输出
6	设置单个系统参数或模拟量输出
15	强制多个数字量输出
16	设置多个系统参数或模拟量输出
17	读取设备系统信息

● 变量区 Modbus 地址

PEC6600 控制器为各变量区分配了唯一的 Modbus 地址，所有变量区都支持字访问和位访问操作。支持字访问的变量区索引表如下：

表 5-3-2 支持字访问的变量区索引表（支持功能号 3、4、6、16）

标识符	变量区名称	字数量	Modbus 地址		操作
			十进制	十六进制	
AI	模拟输入	16	0~15	0000~000F	只读
XAI ^[1]	变换模拟输入	512	16~527	0010~020F	只读
PAI	扩展模拟输入	256	528~783	0210~030F	只读
T	定时器	128	784~911	0310~038F	读写
C	计数器	128	912~1039	0390~040F	只读
SM ^[2]	特殊功能	512	1040~1551	0410~060F	读写
XAQ ^[3]	变换模拟输出	512	1552~2063	0610~080F	读写
AQ	模拟量输出值	16	2064~2079	0810~081F	读写
PAQ	扩展模拟输出	256	2080~2335	0820~091F	读写
V	用户变量	512	2336~2847	0920~0B1F	读写
M	内存变量	512	2848~3359	0B20~0D1F	读写

接上表 5-3-2 支持字访问的变量区索引表

标识符	变量区名称	字数量	Modbus 地址		操作
			十进制	十六进制	
S	顺序控制	16	3360~3375	0D20~0D2F	读写
L	局部变量	16	3376~3391	0D30~0D3F	读写
V ^[4]	用户扩展变量	10240	3392~13631	0D40~353F	读写
I	开关输入	4	13632~13635	3540~3543	只读
XI	扩展输入	256	13636~13891	3544~3643	只读
XQ	扩展输出	256	13892~14147	3644~3743	读写
Q	开关输出	4	14148~14151	3744~3747	读写
P	永久保存	4096	14152~18247	3748~4747	读写
RAM	指令 RAM	14504	18248~32751	4748~7FEF	只读

提示：

[1] XAI 区每个通道的数据类型为浮点型，占 2 个字变量。

[2] SM 区的前 256 个字为只读，后 256 个字作为可读写永久存储区。

[3] XAQ 区每个通道的数据类型为浮点型，占 2 个字变量。

[4] 用户扩展变量区 V 延续用户变量区的寻址，对应于 VW512~VW10751。

表 5-3-3 支持位访问的变量区索引表（支持功能号 1、2、5、15）

标识符	变量区名称	字数量	Modbus 地址		操作
			十进制	十六进制	
I	开关输入	4	0~63	0000~003F	只读
XI	扩展输入	256	64~4159	0040~103F	只读
T	定时器	8	4160~4287	1040~10BF	只读
C	计数器	8	4288~4415	10C0~113F	只读
SM ^[1]	特殊功能	512	4416~12607	1140~313F	读写
XQ	扩展输出	256	12608~16703	3140~413F	读写
Q	开关输出	4	16704~16767	4140~417F	读写
V	用户变量	512	16768~24959	4180~617F	读写
M ^[2]	内存变量	256	24960~29055	6180~717F	读写
S	顺序控制	16	29056~29311	7180~727F	读写
L	局部变量	16	29312~29567	7280~737F	读写

提示：

[1] 对于 SM 区的前 256 个字为只读，后 256 个字作为永久存储区，可读可写。

[2] 对于 M 区的位变量，由于 Modbus 地址的限制，只支持前 256 个字的位寻址。

● Modbus 从站通信

PEC6600 控制器作为 Modbus 从站时，需将通信串口配置为从口、通信协议配置为 ModbusRTU 或 ModbusASCII。通信波特率，校验位，停止位，数据位，通信报文时间间隔等参数需和主站配置保持一致。

主从通信时，PEC6600 控制器实时响应主站发送的 Modbus 报文。编程软件或其他支持 Modbus 协议的主设备都可通过 Modbus 命令访问控制器的变量。

● Modbus 主站通信

PEC6600 控制器作为 Modbus 主站时，需将通信串口配置为主口、通信协议配置为 ModbusRTU 或 ModbusASCII。通信波特率，校验位，停止位，数据位，通信报文时间间隔等参数需和从站配置保持一致。

主从通信时，PEC6600 控制器可通过串行通信指令访问或控制串行总线上的其他设备，也可作为主站控制器与 DCCE 网络化可编程控制器或其他支持 Modbus 协议的第三方设备构成分布式控制系统。

注意：（1）进行 Modbus 通信时，控制器地址代表 Modbus 站地址。（2）PEC6600 控制器与其他设备通信时，Modbus 站地址不能相同。（3）通过 Modbus 协议进行资源映射时，需要注意数据区大小端模式，PEC6600 控制器采用小端模式，西门子设备和昆仑动态触摸屏均采用大端模式，使用时请注意。

(3) Profibus_DP 通信

控制器可通过 Profibus_DP 协议与西门子 S7-300 通信。在使用 Profibus_DP 通信协议时，支持的波特率类型为：9600bps 和 19200bps，需将通信串口配置为从口、通信协议配置为 Profibus_DP，通信参数配置为 8 个数据位，1 个停止位，偶校验。

PEC6600 作为 S7-300 的从设备，可将其变量区的数据映射给 S7-300。用户需要使用 STEP7 和 PLC_Config 软件，实现 PEC6600 变量区的映射功能，大工计控为 STEP7 提供了.GSD 文件，描述了控制器实现变量刷新所需要的必要参数。在 STEP7 软件中添加 DCCE.GSD 文件，并通过 PLC_Config 软件配置映射的变量区，实现主从设备之间的资源映射。

DCCE 提供的.GSD 文件支持 8 种映射方式，包括：1 字节、1 字、2 字、3 字、4 字、8 字、12 字和 16 字映射方式。

控制器通过 PLC_Config 编程软件配置映射的变量区，可映射的变量区有 12 种，包括：AQ、M、PAQ、Q、S、V、XAQ、AI、PAI、XAI、I、XI，最少支持 1 个字节的映射，最多支持 60 个字的映射。详细配置方式请参见《DCCE 网络化可编程控制器用户编程手册》。

5.3.2 以太网通信

PEC6600 控制器提供 1 路以太网接口，支持标准的 UDP/TCP 自由通信协议、EPA 通信协议和 ModbusTCP/ModbusUDP 通信协议。

PEC6600 控制器的 EPA 通信端口号默认为 11000，支持 10M、100M 和自适应 3 种以太网通信速率配置模式，支持全双工和半双工 2 种工作方式。用户可通过用户版设置软件或 SM 区进行上述参数配置。

当控制器处于非自适应模式时，可通过 SM165.2 配置工作方式，SM165.2 为 1 表示全双工，为 0 表示半双工。控制器处于自适应模式时，可通过以太网状态位 SM104.0 和 SM104.1 查看以太网工作状态，SM104.0 为 0 表示工作方式为半双工，为 1 表示工作方式为全双工；SM104.1 为 0 表示通信速率为 10M，为 1 表示通信速率为 100M。

(1) 以太网自由通信

以太网自由通信报文带有 UDP 或 TCP 报文头，数据段用户自定义。控制器使用 UDP 和 TCP 自由通信指令实现以太网自由通信，调用自由通信指令时，通过指令引脚配置目的 IP 和目的端口号等参数。

● UDP 自由通信

控制器提供的 UDP 自由通信指令包括：NXMT_RCV，NXMT_SEND，NET_XMT。

通过上述指令可实现同网段或跨网段的 UDP 通信。

➤ 同网段 UDP 通信

当使用 UDP 自由通信指令进行同一网段内的 UDP 通信时，必须保证进行通信的设备具有相同的网络号。例如：设备 A 的 IP 地址网络为 192.168.8.123，则与其通信设备的 IP 地址应设置为 192.168.8.xxx（IP 尾号范围为 1~254）。

➤ 跨网段 UDP 通信

当使用 UDP 自由通信指令进行跨网段通信时，需要对网关进行配置，以图 5-3-1 中的网络结构为例，A 设备通过路由器可以跨网关向 B 设备和 PC 机发送数据报文，实现跨网段通信。

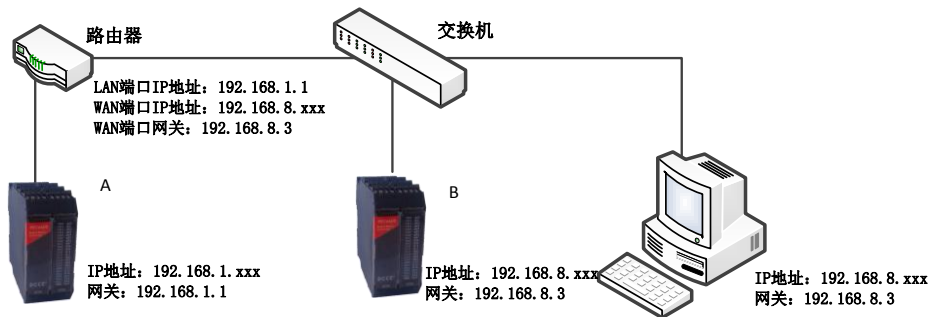


图 5-3-1 跨网段通信

● TCP 自由通信

PEC6600 控制器提供的 TCP 自由通信指令包括：TCP_LINK、TCP_SEND 和 TCP_RCV。控制器通过 TCP_LINK 指令与同一网络上的其他设备建立 TCP 连接，控制器最多可支持 2 个连接。TCP 自由通信指令的详细使用方法参见《DCCE 网络化可编程控制器用户编程手册》第 6 章内容。

(2) EPA 协议通信

PEC6600 控制器利用标准的 EPA 协议实现与 PLC_Config 编程软件的通信，完成内部参数配置、程序上下载和变量监控等功能。

● EAP 报文

EPA 报文头由 8 部分组成，表 5-3-4 描述了各部分含义。控制器提供了读写变量区的报文格式，可利用 EPA 变量读写报文访问各变量区，实现对控制器的监控。

表 5-3-4 EPA 报文头

参数名	数据类型	编码位置偏离 (单位：字节)	字节 长度	描述
ServiceID	Unsigned8	0	1	报文类别码
Reserved	Octetstring	1	3	保留
Length	Unsigned16	4	2	报文长度
MessageID	Unsigned16	6	2	消息号
SourceAppID	Unsigned16	8	2	源功能块标识
DestinationAppID	Unsigned16	10	2	变量区标识
DestinationObjectID	Unsigned16	12	2	目的对象标识
SubIndex	Unsigned16	14	2	对象的子索引

● 变量区读写

通过 EPA 协议可访问 18 个变量区，每个变量区都支持单个变量、多个变量和区变量（512 个字节）的读写操作，对应的变量区标识如表 5-3-5 所示。

表5-3-5 变量区标识

变量区标识	区域	变量区标识	区域
101	I 区	110	AI 区
102	Q 区	111	AQ 区
103	V 区	112	XI 区
104	L 区	113	XQ 区
105	M 区	114	XAI 区
106	S 区	115	XAQ 区
107	SM 区	116	PAI 区
108	T 区	117	PAQ 区
109	C 区	119	P 区

(3) ModbusTCP/ModbusUDP 通信

PEC6600 控制器支持 ModbusTCP/ModbusUDP 通信协议。进行 TCP 方式通信时，通信设备间需要建立 TCP 连接，PEC6600 控制器可接收连接请求，对接收的报文进行相应的处理；也可调用 TCP_LINK 指令主动发起连接，访问其他设备资源。使用 UDP 方式通信时，不需要建立连接，可接收报文或通过指令主动发送报文，实现与设备之间的通信。

5.4 系统管理

PEC6600 控制器可与其它的 DCCE 网络化可编程控制器组成分布控制系统，对现场设备进行分布处理，实时控制。分布式控制系统组成如图 5-4-1 所示。

分布式控制系统由编程设备、主控设备和扩展从设备 3 部分组成，用户通过编程设备对系统中的主控制器进行操作和管理；两个主控制器之间进行变量的映射、通信校验和同步运行；主控制器可利用串口的高速 MB+ 总线和标准 Modbus 总线扩展从设备，完成对整个系统的分布式控制。

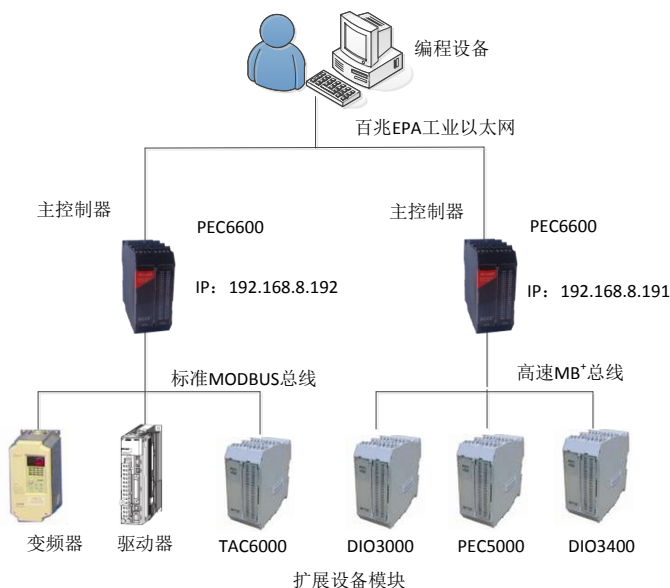


图 5-4-1 分布式控制系统

5.4.1 分布式控制系统

分布式控制系统是由多个控制器分别控制生产过程中的多个控制回路，同时又可集中获取数据、集中管理和集中控制的自动控制系统。

系统支持多级从设备扩展，每级可扩展 16 个从设备，单台设备控制规模包括 10/20/30/40 多种 I/O 点数组合，基于对主流控制网络的良好兼容性和分布式控制特点，可满足大中小型控制系统的通用控制需求。

编程设备对系统中的控制器进行操作和管理。实际使用 PLC_Config 组态软件作为编程软件，进行现场设备的程序编写、开发与实时监控，实现系统的分布式控制。

主控设备是系统的控制核心，负责处理从设备采集的数据，记录设备的运行参数，进而控制整个系统。主控设备之间可以通过以太网实现变量映射，通信校验与同步运行功能。

从设备作为主控设备的扩展，用以增加系统的 I/O 点数，负责采集系统数据，分担主控设备的任务。

5.4.2 指令网络通信

指令通信网络系统分为以太网和串行网络，分别通过以太网读写指令和串行读写指令实现变量的映射，通信校验和同步运行等功能。

(1) 变量映射

● 以太网变量读写

控制器支持 12 种以太网读写指令，用于多个以太网对等控制器之间的变量映射和系统的协同控制，例如，PEC6600 控制器可通过以太网字读指令获取指定 IP 地址的设备变量信息。

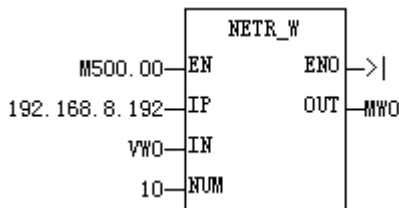


图 5-4-2 以太网字读指令

如图 5-4-2 所示，控制器运行以太网字读指令读取 IP 地址为 192.168.8.192 的 controllers 的 VW0~VW9。读取后将其放入到本地控制器的 MW0~MW9 中，供本地控制器使用。

● 串行变量读写

控制器支持 4 种串行读写指令，用于控制器通过串行通信实现设备间的变量映射。例如，PEC6600 控制器可通过串行字读指令获取指定 Modbus 站地址的设备变量信息。

如图 5-4-3 所示，控制器运行串行字读指令读取 Modbus 站地址为 6 的串行设备的一个 Modbus 地址为 2848 的字变量，并将读取到的数据放入本地的 VW0 中，供本地控制器使用。

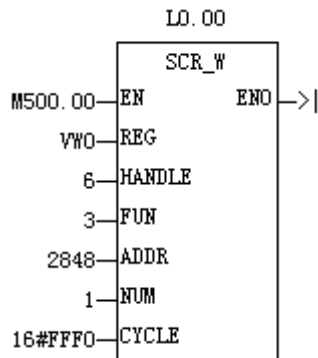


图 5-4-3 串行字读指令

(2) 通信校验

用户可根据实际情况自行设计通信校验方法，以防止错误报文的处理，影响系统正常工作。例如，发送设备可修改发送报文，在报文的起始和结束处添加检测字符，接收设备根据接收报文的起始字符与结束字符判断是否为所需报文，若为所需报文，对其进行相应的处理。此外，控制器还提供了数据校验码生成和检查指令，发送设备可通过数据校验码生成指令对发送数据进行校验，生成校验码重新打包后再发送，接收设备可通过数据校验码检查指令，判断接收报文是否正确，若正确对其进行相应的处理。

(3) 同步运行

● 以太网同步运行

以太网对等网络中通信设备之间需要设置同步周期。同步周期通过以太网通信指令控制字配置，如表 5-4-1 所示。

表 5-4-1 以太网通信指令控制字

SM 区	描述	默认值
SMW182*	以太网读指令通信最小间隔时间	200ms
SMW183*	以太网读指令最大超时时间	400ms
SMW184*	以太网写指令通信最小间隔时间	1s

注：标有*号标识的变量可在程序中利用指令（例如 MOV_W）进行设置。

● 串行同步运行

串行网络中控制器之间需要设置同步周期，实现网络的同步运行。同步周期通过 PLC_Config 软件中的设备参数配置界面或用户版设置软件配置，串口通信控制字如表 5-4-2 所示，各控制字的具体解释请参见 5.4.4 节。

表 5-4-2 串口通信参数配置

控制字	描述	默认值
串口 1 通信控制字	串口 1 从设备通信最大错误次数	10 次
	串口 1 从设备通信时间间隔	100ms
	串口 1 从设备通信最大等待时间	1000ms
串口 2 通信控制字	串口 2 从设备通信最大错误次数	10 次
	串口 2 从设备通信时间间隔	100ms
	串口 2 从设备通信最大等待时间	1000ms

5.4.3 主从网络通信

PEC6600 控制器支持从设备管理功能，主从设备之间可以进行资源映射，用以扩展物理输入输出；用户程序仅对主控制器中的变量进行操作，即可完成对从设备的资源管理，控制从设备的物理输入输出。

PEC6600 控制器可通过串口的方式扩展从设备，主从设备自动完成通信操作，资源映射简单、快捷，提供了多种资源映射模式。

(1) 参数配置

主控制器通过 MB+总线协议最多可扩展 16 个从设备，用标准 Modbus 协议，支持同时管理公司设备和第三方设备同时扩展，用户可以通过 PLC_Config 中的设备参数界面配置从设备通信参数，配置示例图 5-4-4 所示。

从设备自恢复扫描控制字	65535
从设备自恢复扫描时间间隔 (s)	10
从设备通信最大允许错误次数	10
从设备通信时间间隔 (ms)	100
从设备通信最大等待时间 (ms)	1000
1号串口设置	
主从设置	从
通信协议	Modbus RTU
通信波特率	9600 bps
通讯基本设置	N, 8, 1
数据包间隔时间 (ms)	4
2号串口设置	
主从设置	从
通信协议	Modbus RTU
通信波特率	9600 bps
通讯基本设置	N, 8, 1
数据包间隔时间 (ms)	4

图 5-4-4 从设备相关参数

从设备自恢复扫描是系统设备上线管理的重要部分,自恢复扫描控制字共 16 位, 0~15 位对应 0~15 号的从设备,相应位为 1 则允许从设备自恢复扫描,为 0 则不允许从设备自恢复扫描,默认值为 65535。

从设备自恢复扫描时间间隔为进行一次自恢复扫描所用时间,单位为秒,默认值为 10。只有当主控设备的通信串口配置“主”口时才能与从设备通信。主从设备的通信协议、校验位、数据位、停止位、波特率等参数要保持一致。

主从设备连续通信错误次数超过从设备最大允许错误次数后,主设备会认为此从设备下线。默认值为 10 次。

从设备通信时间间隔是指主设备与从设备通信一次所需时间,用户可以通过调整此参数来控制主从设备的数据交换速度。默认值为 100ms。

从设备通信最大等待时间是指主设备从发送命令到接收从设备响应所需要的最大等待时间,若超过此时间后,主设备仍未接收到响应数据,则认为本次通信失败。默认值为 1000ms。

控制器的从设备通信时间间隔和从设备通信最大等待时间可根据通信波特率的不同进行合理配置。从设备通信时间间隔和从设备通信最大等待时间设置较小时会影响控制器的程序执行效率。故在实际应用中,需要根据对程序执行效率的要求适

当调整从设备通信时间间隔和从设备通信最大等待时间。常用波特率对应的从设备通信时间间隔和从设备通信最大等待时间的极限值如表 5-4-3 所示。

表 5-4-3 从设备通信参数配置

波特率	从设备通信时间间隔	从设备通信最大等待时间
9600bps	15ms	150ms
115200bps	5ms	50ms
500Kbps	1ms	1ms
1Mbps	1ms	1ms

报文传送时间间隔是主控制器接收从设备响应时，数据包中两个相邻字节的最大间隔时间。当相邻字节的间隔时间超过此设定值时，则认为报文传送结束，控制器开始处理数据。根据波特率不同，报文传送时间间隔不同，单位为 ms。在 Modbus RTU 协议中规定以总线上不少于 3.5 个字节传输时间的通讯空闲间隔作为数据接收的开始和结束标志。由此可根据波特率计算出报文传送时间间隔，表 5-4-4 给出了不同波特率对应的报文传送时间间隔。使用过程中可根据实际情况调整报文传送时间间隔。

表 5-4-4 报文传送时间间隔默认值

波特率 (bps)	报文传送时间间隔 (ms)	波特率 (bps)	报文传送时间间隔 (ms)
1200	32	38400	2
2400	16	57600	2
4800	8	115200	2
9600	4	500000	内部自动处理
19200	2	1000000	内部自动处理

提示：当通信数据包字节数较大时，用户可以适当增大报文传送时间间隔。

(2) 资源映射模式

PEC6600 控制器提供 3 种资源映射模式：自定义模式、简单模式和完全模式。当从设备为第三方厂家设备时，只能选择自定义模式，当从设备为公司设备时可选择三种模式中的一种进行通信。

● 简单模式

简单模式下无需用户配置变量区参数，从设备会自动映射 I/O 数据到主设备相应变量区中，一般情况下建议使用此种配置。

● 完全模式

完全模式下用户也无需配置变量区参数，此时从设备除映射 I/O 数据外还可映射其他的内部变量区数据，主控制器内相关的变量资源均会被映射完全。

● 自定义模式

使用变频器等第三方厂家设备时应使用自定义模式，根据设备需求进行所需变量的映射。自定义模式下需要用户配置所有需要映射的 AI、DI、AO、DO 区参数。

(3) 从设备映射资源

PEC6600 控制器也可作为其他控制器的从设备。用户可根据需要选择资源映射模式，不同模式下对应的映射资源数量和种类有所不同。

简单模式的映射资源如表 5-4-5 所示。

表 5-4-5 简单模式映射的资源

从设备上的 I/O	主设备的变量区
I00~I15	XI0.0~XI0.15
HI0~HI7	XI1.0~XI1.7
Q00~Q11	XQ0.0~XQ0.11
HQ0~HQ3	XQ0.12~XQ0.15

完全模式的映射资源如表 5-4-6 所示。

表 5-4-6 完全模式映射的资源

从设备 I/O	主设备映射变量区
MW0~MW15	PAIW0~PAIW15, XAID0~XAID14
I00~I15	XI0.0~XI0.15
HI0~HI7	XI1.0~XI1.7
M16.0~M29.15	XI2.0~XI15.15
Q00~Q11	XQ0.0~XQ0.11
HQ0~HQ3	XQ0.12~XQ0.15
V16.0~V29.15	XQ2.0~XQ15.15
VW0~VW15	PAQW0~PAQW15, XAQD0~XAQD14

(4) 从设备组态

DCCE 网络化可编程控制器集控制单元和 I/O 单元于一身，可通过 PLC_Config 编程软件对从设备组态编程。

6. 日常维护与故障排查

6.1 参数恢复

PEC6600 系列产品出厂已经按照最佳参数配置了默认值,通过编程软件 PLC_Config 就可以实现应用程序开发和设备管理。如果由于某种原因,造成参数混乱,使设备在 PLC_Config 下无法上线情况下,公司提供了 PEC6600 用户设置软件,对产品参数进行恢复。

(1) 进入设置模式：将控制器设置端子（SET）连接至电源负极（V-）短路，给控制器上电，使控制器进入设置模式，如图 6-1-1 所示。该模式下，控制器内部的用户程序暂停运行。

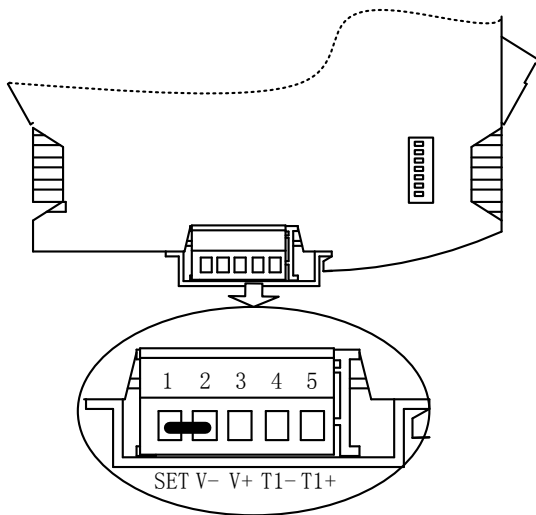


图 6-1-1 设置模式接线示意图

(2) **启动设置软件：**启动 PEC6600 用户设置软件，进入如图 6-1-2 所示界面，单击“通信”按钮。设置软件连接控制器，读取控制器系统参数，进入参数设置状态。

(3) 参数设置： 点击“取参数”按钮，将控制器现在运行的参数显示在软件界面上。“置参数”按钮则将软件界面中的已经修改的参数下载至控制器中，完成对控制器系统参数的设置。“恢复默认参数”是将控制器的所有参数恢复至出厂的设置。

(4) **查看状态参数:** 设备状态参数包括硬地址信息, 电池信息, 系统参数, 软件版本号等。

(5) **退出设置模式：**设置完成后取消电源端子短接线，并重新上电，控制器退出设置模式，进入正常工作模式。

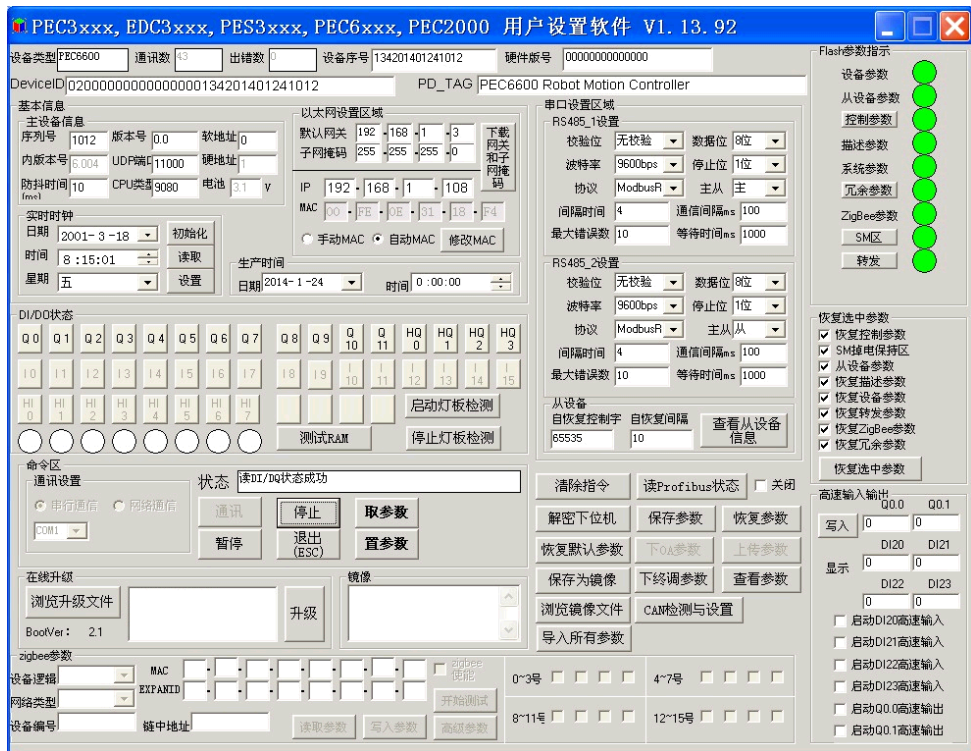


图 6-1-2 PEC6600 用户设置软件

6.2 故障排查

6.2.1 以太网通信故障排查

- (1) 请先检查网线是否安装正确，注意确保线序无误。
- (2) 请检查设备的 ACT 指示灯是否闪烁。如果没闪烁，硬件连接有问题，请检查网线是否好用，交换机是否正确启动。
- (3) 请检查您的电脑 IP 与设备 IP 是否在同一个网段内。若不在同一网段将导致通信异常。
- (4) 请确保您的电脑网卡选项设置的是 100M 以太网或自适应方式。
- (5) 请确保您的电脑已经将网络防火墙关闭了。
- (6) 当以太网 MODBUS TCP/UDP 协议进行通信时，其端口为 502。以 EPA 工业实时以太网通信时，端口为 11000。

6.2.2 串口通信故障排查

(1) 检查串口线是否正确连接。T1 与 T2 口均为 RS-485 接口，对外接线时确保正对正，负对负。

(2) 若使用虚拟串口设备（USB 转 RS485），请确保转换设备正确工作，若转换设备出现丢包情况，则无法正常与控制器通信。可用一些串口通信检测软件，检测虚拟设备是否异常。

(3) 在尝试通信时观察面板指示灯 TX1/TX2，RX1/RX2 灯是否闪烁，其分别代表串口 1 和串口 2 发送数据、接收数据的状态，以此判断问题的原因。若串口状态灯闪烁，证明串口可正常收或发数据，此时可能是通信参数（比特率、奇偶校验、数据位、停止位等）和控制器系统参数（主从口等）配置错误导致的，需要仔细查看参数说明并正确配置参数。若串口状态灯不闪烁，则是由于通信线路连接错误造成的，请仔细检查连接线是否有损坏，端子处是否牢固。

6.2.3 主从设备通信故障排查

(1) 检查设备通信口设置。主控制器通信口设为主口，从设备通信口设为从口。

(2) 检查通信参数设置，确保主从设备串口通信参数一致。

(3) 合理配置通信时间间隔和最大等待时间等参数。无特殊要求时，请使用默认配置。

(4) 多个从设备的情况下，请检查从设备硬地址是否不同，若相同需通过拨码开关更改从设备硬地址。

6.2.4 内置电池电量判断及更换

● 内置电池电量判断

控制器内置纽扣电池，用于 M 区和 V 区掉电保持。电池寿命 1 年，当电池到寿命没电时，请更换电池，否则 M 区和 V 区数据会丢失。

用户通过变量区 SMW91 可以显示控制器当前电池电压值，单位 mV。若当前电池电压值小于 2V（SMW91 小于 2000），表示当前电量已经不足，请更换电池。

● 内置电池更换

PEC6600 将电池仓放在产品型号贴的后面，采用了插槽式电池仓，支持热插拔，解决了电池不易更换问题。电池仓位置如图 6-2-1 所示，具体的电池更换步骤请参考《黑色壳体产品电池安装说明文档》。

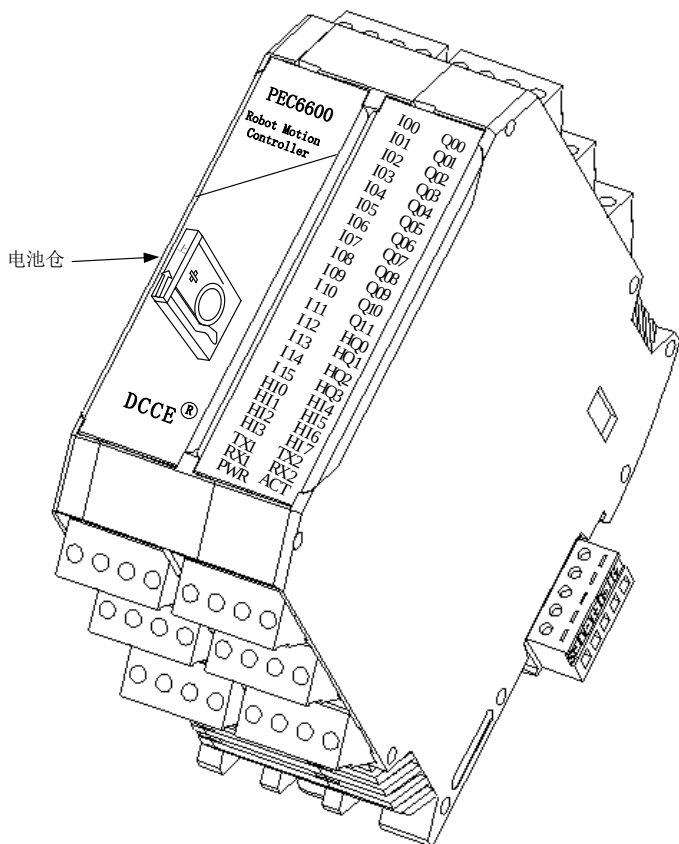


图 6-2-1 电池仓位置说明

6.2.5 调用非法指令错误

在程序运行后，如果用户程序中存在控制器不支持的非法指令，将停止程序运行，同时置位 SM14.13。删除不支持的指令，重新下载用户程序后，复位 SM14.13。

6.2.6 灯板不亮或全亮

现场灰尘过多、排线接触不良等情况会导致灯板常亮或不亮，但并不影响设备正常使用，这种情况需要对灯板的排线和插座进行简单清理和安装。