

前言

感谢您选用 MCD1000 控制器，手册提供了 MCD1000 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 MCD1000 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。若需要详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》。

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, 主控制器
- MCD: Monitor Control Devices, 监控控制器
- PLC_Config: 可编程控制器编程软件, DCCE 公司编写

目录

前言	1
安全指南	1
手册用途	1
认证标准	1
相关专有名词	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	10
3.3 通信参数	10
3.4 电源参数及使用环境	11
4. 产品结构与安装	12
4.1 外观、尺寸	12
4.1.1 外观	12
4.1.2 外形尺寸	12
4.2 端子排列与布线	13
4.2.1 端子定义	13
4.2.2 线缆选择	17
4.2.3 布线指导	17
4.2.4 屏蔽和接地	18
4.2.5 电源接线	19
4.2.6 串口接线	20
4.2.7 以太网接线	21
4.2.8 模拟量输入输出接线	21
4.2.9 数字量输入输出接线	23
4.3 安装与拆卸	24
4.3.1 安装装配定位	24
4.3.2 控制器安装与拆卸	25
5. 产品功能	26

5.1 设备管理	26
5.1.1 输入输出管理	26
5.1.2 定时器	29
5.1.3 中断源	29
5.1.4 控制器参数	31
5.2 可编程控制	32
5.2.1 编程软件	32
5.2.2 变量	37
5.2.3 指令	41
5.2.4 程序	46
5.2.5 编程	49
5.3 通信服务	51
5.3.1 串行通信	51
5.3.2 以太网通信	56
5.4 系统管理	58
5.4.1 分布式控制系统	59
5.4.2 指令网络通信	60
5.4.3 主从网络通信	61
5.5 SD 卡存储	65
5.5.1 SD 卡物理资源介绍	65
5.5.2 SD 卡参数设置	65
5.5.2 SD 卡与上位机通信介绍	66
6. 日常维护与故障排查	66
6.1 参数恢复	67
6.2 故障排查	68
6.2.1 以太网通信故障排查	68
6.2.2 串口通信故障排查	68
6.2.3 主从设备通信故障排查	69
6.2.4 如何确定模拟量采集工作正常	69
6.2.5 内置电池电量判断及更换	69
6.2.6 调用非法指令错误	70

1. 概述

MCD1000 是一种支持多路数字量输入输出和模拟量输入输出的起重机监控控制器，该控制器同时也是一种支持多种通信协议，具有逻辑控制、过程控制、运动控制功能的分布式网络化 PLC。支持 SD 卡存储功能，能够实现实时数据的文件存储功能。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/计数指令，控制指令，中断指令，网络通信指令和专用指令等，指令集丰富。支持 EPA、Modbus、Profibus-DP、MPI 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。

控制器以网络系统为整体，对系统中的其他设备进行统一监控和管理，可以实现大中小型起重机监控系统或普通可编程控制系统的各种控制功能，具有特点如下：

- 1) 以工业级 32 位高性能 MCU 为核心，集模拟量输入输出，开关量输入输出，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) 模拟量输入支持电压电流混合型接入方式，只需修改接线方式，进行简单的软件配置，便可调整采集通道的类型，可满足不同用户不同场合的各种控制需要；
- 4) 采用数字自校零和软件校准技术消除测量电路偏差和温度漂移的影响；采用三线制和比例法 PT100 热电阻温度测量技术，消除供电电源和引线电阻对温度测量的影响；采用发明专利技术（ZL200910304493.7）实现热电偶高精度测量；
- 5) 支持 SD 卡存储功能，适用于大数据存储，最大可外扩 16G 的存储卡，最小存储周期为 100ms；采用文件管理方式存储数据，便于第三方软件读取，同时提供了 DCCE 监控软件的专用读取接口，便于实现大数据量的远程监控和存储；
- 6) 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；
- 7) 支持 EPA、Modbus、Profibus-DP、MPI 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：

MCD1000 控制器主要用于起重机监控系统、钢铁、冶金、电力、水泥、医药等流

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，节约了能耗，提升了产品竞争能力。

- **型号的组成及代表的意义：**

MCD: Monitor Control Devices，监视与控制设备。

1000: 第一代带用扩展存储功能的监控控制器。

2. 工作原理

MCD1000 采用工业级高性能 32 位 MCU，原理框图如图 2-1 所示，具有两路 RS-485 及两路 10/100M 以太网通信接口，六路模拟量输入，两路模拟量输出，32 路数字量输入，16 路继电器输出。MCD1000 标准电源电压为 24VDC。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。

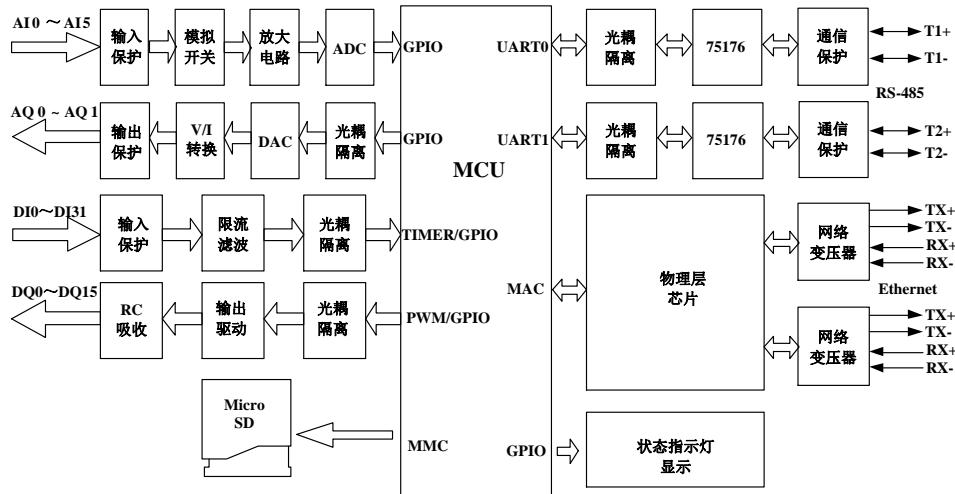


图 2-1 MCD1000 原理框图

AI0~AI5 为六路模拟量输入信号，可以输入热电偶，热电阻，标准电流信号，标准电压信号。模拟量输入信号经 ICL7135 转换为数字量后，连接至 MCU 的 GPIO，实现 AD 转换。AQ0~AQ1 为两路模拟量输出，通过对 MCU 输出的 PWM 信号经隔离和滤波，得到直流电压，经过 V/V 或 V/I 转换实现 0~20VDC 或 0~20mA 模拟量输出。DI0、DI1、DI2 和 DI3 为四路高速数字量输入（DI0 和 DI1，DI2 和 DI3 可配置为 AB 相输入），通过高速光耦隔离后，连接至 MCU 的输入捕获引脚，可以测量输入信号频率，测量频率最高可达 1MHz。DI4~DI31 为普通数字量输入，经光耦隔离后，接到 MCU 的 GPIO。DQ0~DQ15 为 16 路继电器输出，MCU 输出信号通过光耦隔离，使用 NMOS 驱动继电器输出，输出带有 RC 吸收回路。MCD1000 具有两路隔离 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 集成具有 RMII

接口的 MAC 层，通过以太网交换芯片扩展出两个网口，并分别经集成网络变压器的 RJ45 接口隔离后，实现以太网通信功能。为了满足现场数据存储需求，MCD1000 扩展了 MMC 接口的 Micro SD 存储器，可扩充最大 16G 的存储卡，支持 FATFS 文件系统。

表 2-1-1 MCD1000 资源列表

功能	点数	端子符号	备注
模拟量输入	6	0A, 0B, 0C~5A, 5B, 5C	A是正，B是负，C是测量地
模拟量输出	2	AQ0±~AQ1±	如果输出达到20V，电源电压要求达到24V
数字量输入	32	I04~I031 (普通)	双向，输入电阻3.75KΩ。
		I00、I01、I02、I03 (高速)	双向，输入电阻2.55 KΩ
数字量输出	16	Q00~Q015	继电器输出，250V/10A
RS-485	2	T1+, T1-; T2+, T2- ;	T1、T2通信口位于模块侧面
以太网	2	RJ45	RJ45连接方式
外扩存储卡	1	SD卡	存储卡容量≤16G

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

MCD1000 的输入分为模拟量输入与数字量输入，输入参数详见表 3-1-1。

表 3-1-1 输入参数列表

模拟量输入					
传感器类型	热电偶	K, E, S, T, R, N, J, B, W			
	热电阻	PT01, PT100, PT1000, Cu50, Cu100, NTC			
	电压	0~5V, 1~5V, 0~50mV			
	电流	0~20mA、4~20mA			
分辨率	温度	PT100	0.01℃		
		热电阻、热电偶	0.1℃		
	电压	0~5V	2000码/V		
		0~50mV	300码/mV		
	电流	0~20mA	500码/mA		
		4~20mA	500码/mA		
精度	±2码、±0.1%FS				
转换时间	无滤波	640ms/6通道			
	有滤波	1.92s/6通道			
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			
	高速输入	2.55K			
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	单相计数器	最大1MHz (4路)			
	AB相计数器	最大1MHz (2路)			

注意：MCD1000 共有 6 路可用 AI 通道，1 路温度补偿通道和 1 路零点通道。采集每个通道需 80ms，每个采集周期需要采集 6 路 AI 通道，1 路温度补偿通道和 1 路零点通道，故每路 AI 的

更新周期为 640ms。

3.2 输出参数

MCD1000 的输出分为模拟量输出和数字量输出，输出参数详见表 3-2-1。

表 3-2-1 输出参数列表

模拟量输出		
输出类型	电压型	
	电流型	
	数字量型	
输出范围	电压输出	0~20V
	电流输出	0~20mA
码值范围	电压输出	0~20000码
	电流输出	0~5000码
分辨率	电压输出	1mV/码
	电流输出	4uA/码
精度	±0.1%FS	
稳定时间	小于200ms	
带载能力	电压输出	小于50mA
	电流输出	小于1000Ω
数字量输出		
输出类型	NMOS输出	关断电压
负载电压	最大30V	导通电压
导通电流	小于150mA	上升时间
关断漏电流	小于50uA	下降时间

注意：负载电源与控制器供电电源需共地。

3.3 通信参数

MCD1000 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

MCD1000 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 (模拟量输出到20V时, 要求达到24V)
工作电流	小于150mA
启动电流	0.4A
	持续5ms
启动延时	120ms
最大功耗	小于10W
环境条件	允许的范围
温度	-40°C~+85°C
相对湿度	≤95% (不结露)
工业防护级别	IP20
电磁兼容性 (EMC)	通过3级
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震动, 冲击和强磁场作用	

注意: 当 MCD1000 的模拟量输出使用为电压型时, 供电电源电压应该为 24V。

4. 产品结构与安装

MCD1000 系列产品结构紧凑，体积小。主体材质为 PA66，产品所有外部金属接口均进行镀金处理。防护等级达到 IP20，EMC 等级 3 级，适用于温度范围为 -40℃ ~+85℃ 的各种工业环境。端子间距为 5.08mm。

4.1 外观、尺寸

4.1.1 外观

MCD1000 主要由以下几部分组成：①安装孔：产品安装定位孔。②输入输出端子：输入输出与通信接线端子。③拨码开关：地址拨码开关与电池拨码开关。④存储卡：产品外扩存储卡。⑤指示灯：指示设备运行状态。⑥电池：产品备份电池。⑦输出继电器：DQ 输出继电器。⑧RC 吸收回路：继电器输出吸收电路。4-1-1 为产品整体外观图。

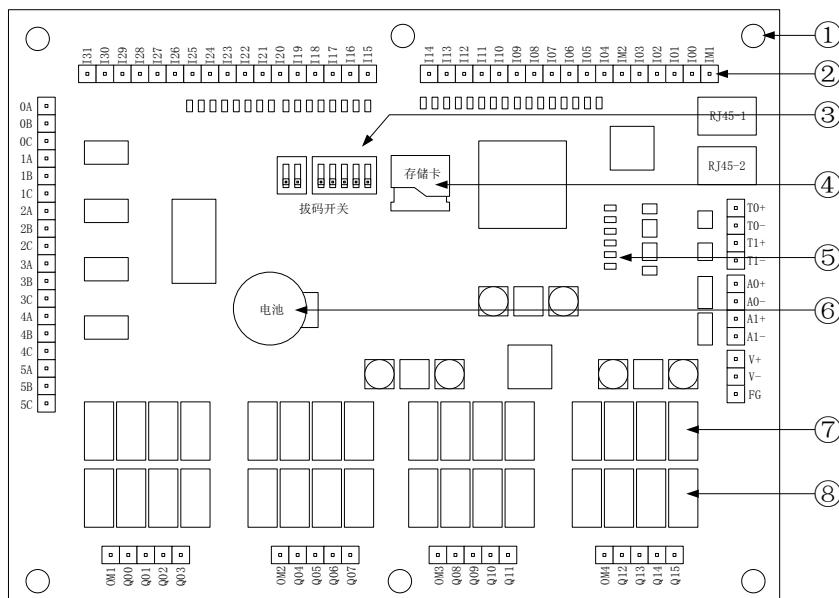


图 4-1-1 整体外观

4.1.2 外形尺寸

MCD1000 系列产品尺寸参照图 4-1-2。产品长度 212mm，宽度 190mm，高度 45mm。采用卧式安装在机柜中。

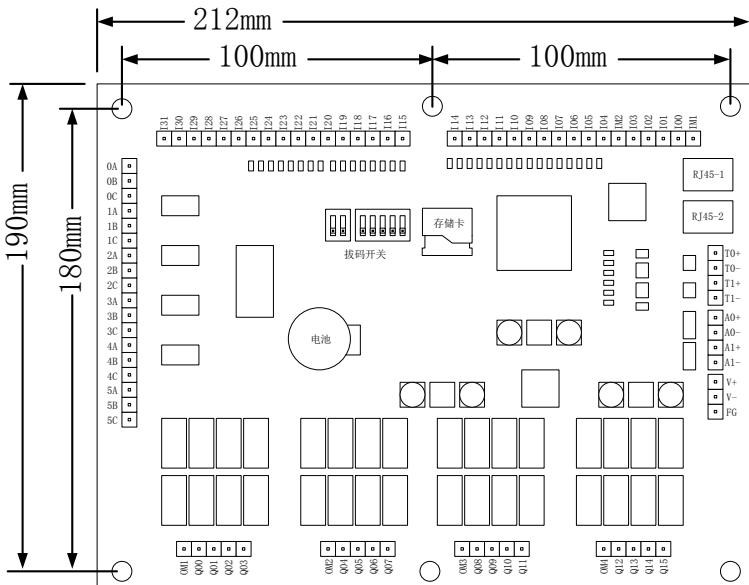


图 4-1-2 外形尺寸

4.2 端子排列与布线

4.2.1 端子定义

MCD1000 输入和输出端子放置于四周排布, 间距 5.08mm。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。

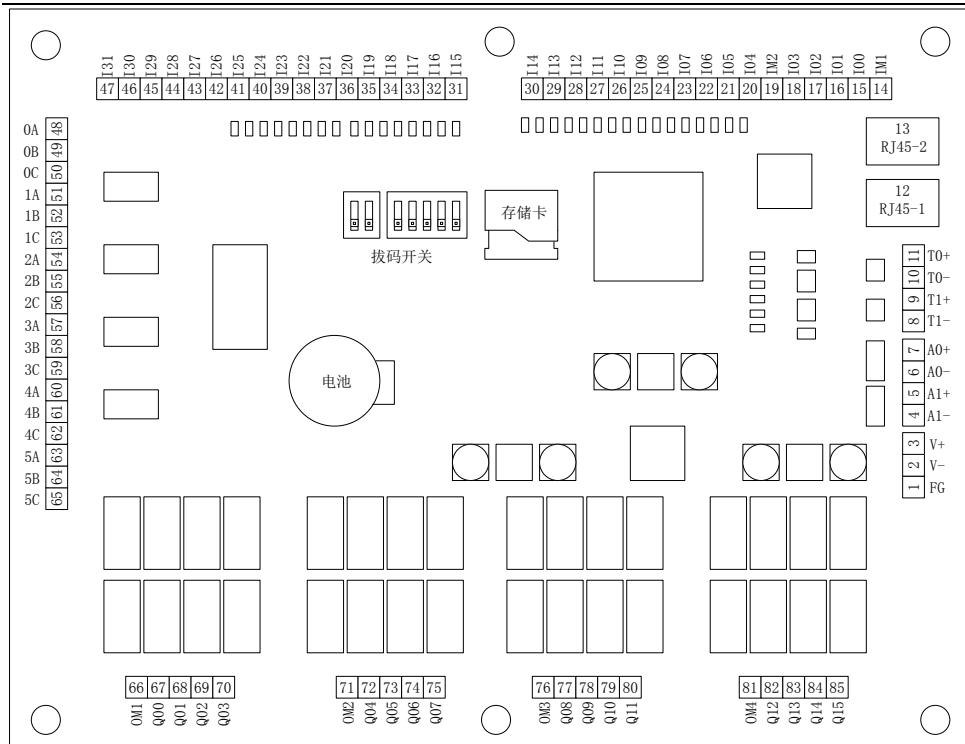


图 4-2-1 端子位置排布表

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	FG	以太网屏蔽接地	44	I28	第29路数字量输入
2	V-	电源输入负端	45	I29	第30路数字量输入
3	V+	电源输入正端	46	I30	第31路数字量输入
4	A1-	第2路模拟量输出负端	47	I31	第32路数字量输入
5	A1+	第2路模拟量输出正端	48	0A	第1路模拟量输入正端
6	A0-	第1路模拟量输出负端	49	0B	第1路模拟量输入负端
7	A0+	第1路模拟量输出正端	50	0C	第1路模拟量输入公共端
8	T1-	串口2数据负	51	1A	第2路模拟量输入正端
9	T1+	串口2数据正	52	1B	第2路模拟量输入负端
10	T0-	串口1数据负	53	1C	第2路模拟量输入公共端
11	T0+	串口1数据正	54	2A	第3路模拟量输入正端
12	RJ45-1	以太网RJ45端口1	5	2B	第3路模拟量输入负端
13	RJ45-2	以太网RJ45端口2	56	2C	第3路模拟量输入公共端
14	IM1	I00~I03的公共端	57	3A	第4路模拟量输入正端
15	I00	第1路数字量输入	58	3B	第4路模拟量输入负端

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
16	I01	第2路数字量输入	59	3C	第4路模拟量输入公共端
17	I02	第3路数字量输入	60	4A	第5路模拟量输入正端
18	I03	第4路数字量输入	61	4B	第5路模拟量输入负端
19	IM2	I04~I31的公共端	62	4C	第5路模拟量输入公共端
20	I04	第5路数字量输入	63	5A	第6路模拟量输入正端
21	I05	第6路数字量输入	64	5B	第6路模拟量输入负端
22	I06	第7路数字量输入	65	5C	第6路模拟量输入公共端
23	I07	第8路数字量输入	66	OM1	Q00~Q03输出公共端
24	I08	第9路数字量输入	67	Q00	第1路继电器输出
25	I09	第10路数字量输入	68	Q01	第2路继电器输出
26	I10	第11路数字量输入	69	Q02	第3路继电器输出
27	I11	第12路数字量输入	70	Q03	第4路继电器输出
28	I12	第13路数字量输入	71	OM2	Q04~Q07输出公共端
29	I13	第14路数字量输入	72	Q04	第5路继电器输出
30	I14	第15路数字量输入	73	Q05	第6路继电器输出
31	I15	第16路数字量输入	74	Q06	第7路继电器输出
32	I16	第17路数字量输入	75	Q07	第8路继电器输出
33	I17	第18路数字量输入	76	OM3	Q08~Q11输出公共端
34	I18	第19路数字量输入	77	Q08	第9路继电器输出
35	I19	第20路数字量输入	78	Q09	第10路继电器输出
36	I20	第21路数字量输入	79	Q10	第11路继电器输出
37	I21	第22路数字量输入	80	Q11	第12路继电器输出
38	I22	第23路数字量输入	81	OM4	Q12~Q15输出公共端
39	I23	第24路数字量输入	82	Q12	第13路继电器输出
40	I24	第25路数字量输入	83	Q13	第14路继电器输出
41	I25	第26路数字量输入	84	Q14	第15路继电器输出
42	I26	第27路数字量输入	85	Q15	第16路继电器输出
43	I27	第28路数字量输入	--	--	--

表 4-2-2 旋转拨码开关拨码开关功能说明

拨码开关	位号	功 能	开关定义
SW1	1	工作/调试模式切换, 1 为停止模式, 0 为工作模式	ON=1 OFF=0
	2	调试模式切换, 1 为调试模式, 0 为正常模式	
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	

表 4-2-3 指示灯说明

指示灯符号	中文名称	功 能
TX1, RX1	T1 口通信指示灯	指示 T1 口通信状态, TX 为发送数据指示灯, RX 为接收数据指示灯。发送数据正常时, TX 灯、RX 灯闪烁
TX2, RX2	T2 口通信指示灯	指示 T2 口通信状态, TX 为发送数据指示灯, RX 为接收数据指示灯。发送数据正常时, TX 灯、RX 灯闪烁
RUN	运行状态指示灯	指示设备运行状态, 亮灯时运行, 灭灯时停止。
PWR	电源指示灯	指示控制器电源状态, 上电后常亮

MCD1000 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。

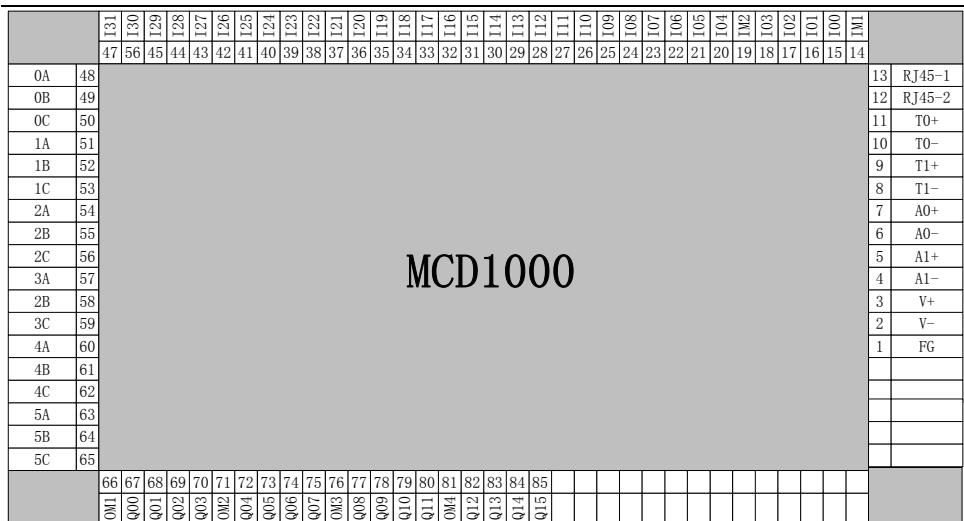


图 4-2-2 MCD1000 原理图

4.2.2 线缆选择

为了保证 MCD1000 控制器能够正确工作, 对产品使用的电缆和布线进行规定, MCD1000 建议使用的连线线缆如表 4-2-4 所示。

表 4-2-4 MCD1000 线缆要求

MCD1000 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	2×0.5mm ²
模拟量输入 (热电偶)	屏蔽补偿导线 (对应分度)	2×0.5mm ²
模拟量输入 (三线制热电阻)	屏蔽线 RVVP	3×0.5mm ²
模拟量输入 (电压、电流)	屏蔽线 RVVP	2×0.5mm ²
模拟量输出	屏蔽线 RVVP	2×0.5mm ²
普通数字量输入输出	单芯软导线 (BVR 或 RV)	0.5~1.0mm ²
电源	单芯软导线 (BVR 或 RV)	0.5~1.0mm ²

4.2.3 布线指导

MCD1000 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 MCD1000 产品工作的稳定性，布线时请将功率设备动力线与 MCD1000 输入输出线分开铺设，其间距应保证达到表 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。

MCD1000 控制器测量部分与电源、输出和 RS-485 通信部分共地不隔离。因此，控制器接地分为电源地和保护地，如图 4-2-3 所示。电源地是指控制器供电电源的负端，该电路与模拟量输入、模拟量输出、开关量输出以及 RS-485 串行通信地共用；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

MCD1000 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，图中虚线所示圆形为屏蔽层。将控制器的模拟输入屏蔽层、高速输入屏蔽层、通信线缆屏蔽层，高速输出屏蔽层和模拟量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。

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。

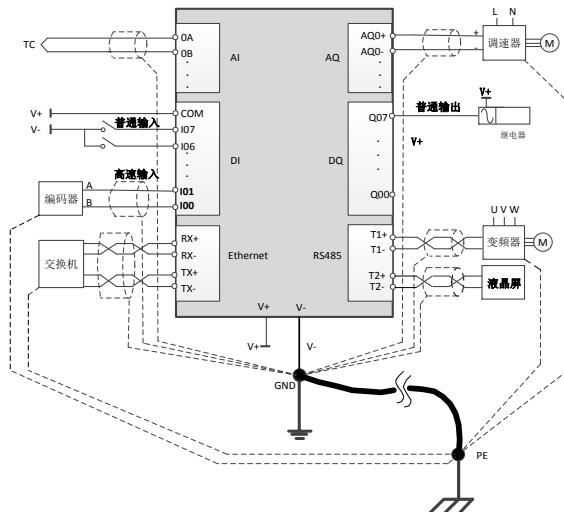


图 4-2-4 控制器接地示例

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。

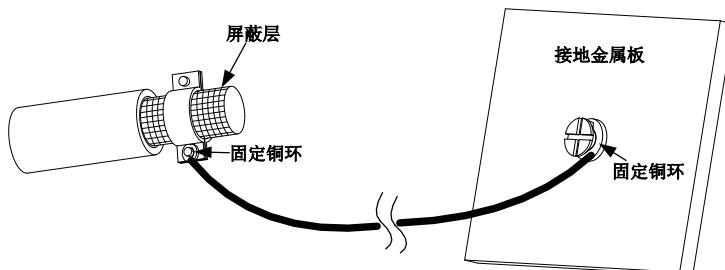


图 4-2-5 电缆屏蔽层的接地方法

4.2.5 电源接线

控制器的供电电源通过滑块式连接器的电源端子连接。V-端子为供电电源负极，V+为供电电源正极，电源端子接线如图 4-2-6 所示。电源线缆建议采用 0.5~1.5mm² 规格的 BVR 或 RV 软导线，并使用 6mm² 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。

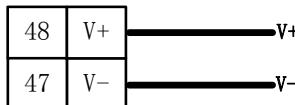


图 4-2-6 电源端子接线方法

4.2.6 串口接线

控制器具有 3 路 RS-485 串口。串口 1 位于控制器上层，端子号对应为 10、11。串口 2 位于控制器上层，端子号对应为 8、9。

串口电缆线建议使用屏蔽双绞线。Ti+接数据正端，Ti-接数据负端，接线方法如图 4-2-7 所示。

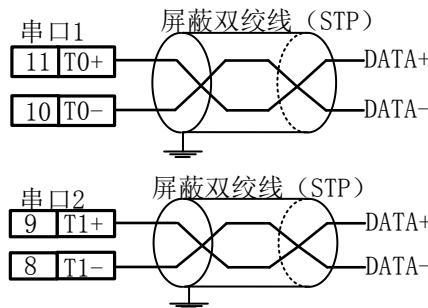


图 4-2-7 串口接线方法

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。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。

表 4-2-6 不同波特率下最大传输距离

有无匹配电阻	9600 bps	19200 bps	38400 bps	115200 bps	1 Mbps
无匹配电阻	1000m	600m	400m	150m	15m
120Ω 匹配电阻	1200m	800m	500m	200m	20m

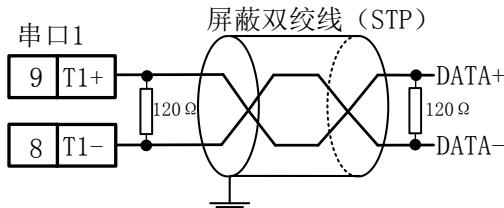


图 4-2-8 120Ω 匹配电阻的接线方法

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标准 RJ45 接口连接，位于控制器下层。以太网接线如图 4-2-9 所示，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。

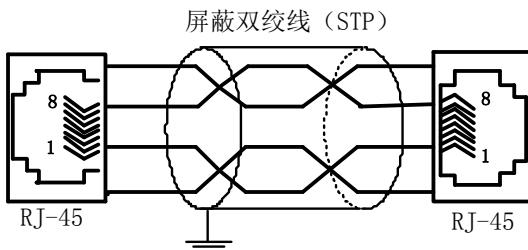


图 4-2-9 以太网接线方法

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 模拟量输入输出接线

模拟量输入输出电缆线建议使用 0.5mm^2 的 RVVP 屏蔽线，通过 3mm 平口螺丝刀紧固相应端子。模拟量输入采用三线制输入，PT100 等热电阻传感器采用桥路差动测量，自动补偿引线电阻；热电偶温度测量时，控制器采用发明专利技术，实现对比端温度高精度补偿和热电偶高精度温度测量。采用数字校零和软件校准技术，消除测量电路漂移，保证各个通道的测量精度。通过软件选择传感器类型，增强了控制器的通用性。

模拟量输入的 iA 端子为正极， iB 端子为负极， iC 端子为公共端（其中 $i=0-5$ ，代表 6 个模拟量测量通道，以下 i 的意义相同）。不同类型传感器的接线方法如下：

(1) 热电阻传感器: 热电阻传感器输入 (如 PT100) 采用三线制接线方式, 分别连接 iA 端子、iB 端子及 iC 端子, 屏蔽线接电源地。如图 4-2-10 所示:

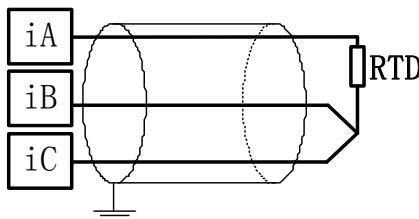


图 4-2-10 热电阻输入接线方法

(2) 热电偶传感器: 热电偶传感器输入 (如 K 型) 为两线制接线方式, 建议采用 0.5mm^2 规格的双芯屏蔽补偿导线, 将热电偶传感器的正极和负极分别连接到 iA 端子和 iB 端子。屏蔽端可以连接电源地, 如图 4-2-11 (a) 所示。也可以连接在控制器的测量地 iC 端子上, 如图 4-2-11 (b) 所示。

注意: 请不要将电源地与测量地连接到一起。

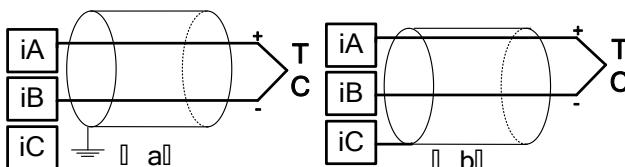


图 4-2-11 热电偶输入接线方法

(3) 电压/电流输入: AI 前端支持电压和电流兼容输入。电压和电流型输入可以同时接入不同通道的 AI 前端。在接入电压信号时, 电压信号的正极接 iA 端子, 负极接 iB 端子。如图 4-2-12 (a) 所示。在接入电流信号时, 电流信号的正极接 iA 端子, 负极接 iB 和 iC 端子。如图 4-2-12 (b) 所示。

注意: 请不要将电源地与测量地连接到一起。

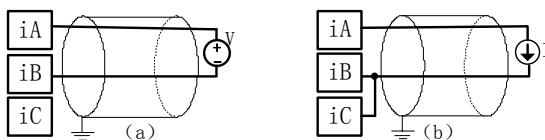


图 4-2-12 电压型和电流型有源输入接线方法

模拟量输出提供电流输出、电压输出和开关输出, 通过控制器内部的跳线可对输出类型进行更改。模拟量输出端通过自恢复保险丝和 TVS 实现输出的过流过压保

护。

MCD1000 设有两路模拟量输出，分别为 AQ0+,AQ0-和 AQ1+,AQ1-。接线方式如图 4-2-13 所示：

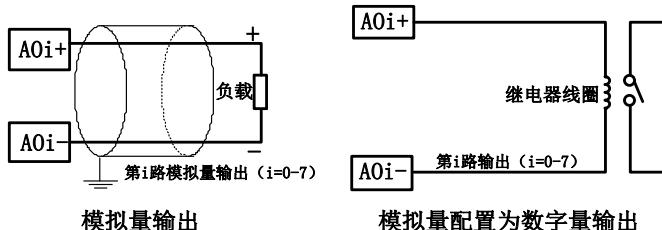


图 4-2-13 模拟量输出接线方法

4.2.9 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 0.5~1.0mm² 的 BVR 或 RV 普通电缆线单芯软导线，高速输入建议使用 0.5mm² 的 RVVP 屏蔽电缆。数字量输入公用 1 个公共端 COM。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 4-2-14 所示，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并将 COM 接 24V。

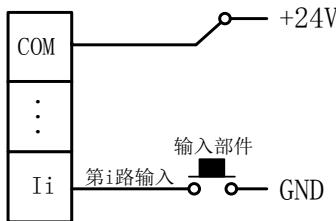


图 4-2-14 数字量输入接线方法

数字量输出为继电器型输出，电路接线如图 4-2-15 所示，负载（如继电器线圈）的负端接 Qi，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。

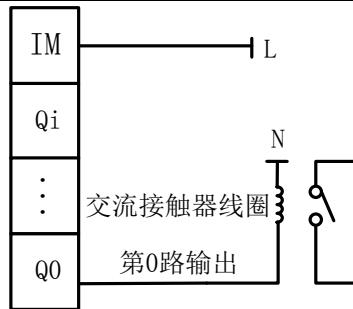


图 4-2-15 数字量输出接线方法

注意：继电器输出已经加入 RC 吸收回路，以减小交流接触器产生的噪声。如果交流接触器容量过大，内部吸收回路无法达到要求，需要外加吸收器件，以减少对系统的干扰。

4.3 安装与拆卸

MCD1000 可选择垂直或水平方式进行安装，通过设备 PCB 板上的安装孔（3mm）将产品安装在控制柜中。

4.3.1 安装装配定位

设计装配结构时，使控制器周围留出足够的空间（控制器四周间隙至少为 40mm），以便于控制器的散热和布线。

控制器采用卧式安装，着力点都在 MCD1000 的 PCB 上下 6 个安装孔上，使用 6 个 M3 铜柱将产品固定在衬板上。铜柱的安装尺寸如图 4-3-1 所示。

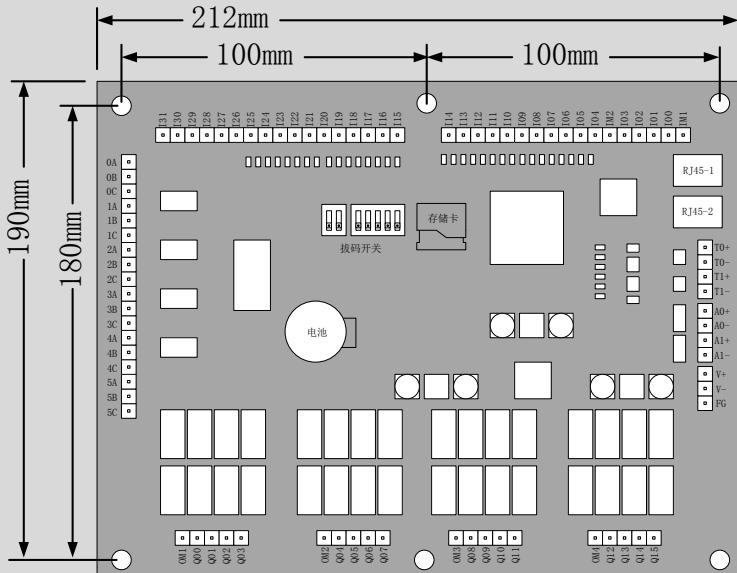


图 4-3-1 产品安装孔尺寸图

4.3.2 控制器安装与拆卸

在安装与更换控制器前，必须先确保控制器的供电和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方可安装。定位孔安装方法请参照图 4-3-2。①M3 平头螺丝。②橡胶或金属垫片。③产品 PCB 安装孔。④橡胶或金属垫片。⑤M3 铜柱（铜柱高不要小于 10mm）。⑥控制柜基板。

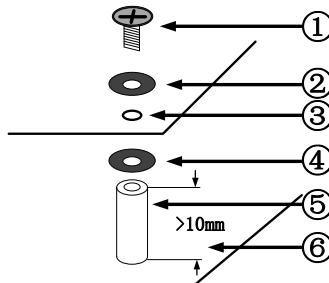


图 4-3-2 定位孔安装

5. 产品功能

MCD1000 控制器是一款模拟量数字量混合型的可编程控制器，拥有高速输入输出，支持多种模拟量输入传感器类型，提供 20 个中断事件和 128 路定时器和计数器，具有开放式的设备参数配置功能。提供 164 条编程指令，支持梯形图、功能块、指令码等多种编程语言，可实现过程控制、逻辑控制、运动控制等多种控制功能，为用户提供方便、高效的程序开发能力。MCD1000 控制器拥有 2 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、Profibus-DP 协议、MPI 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

MCD1000 控制器拥有 6 路模拟量输入，2 路模拟量输出，32 路数字量输入（包括 4 路高速），16 路继电器输出。可以根据用户需要单独使用，也可与多个控制器联网组成全分布控制系统。

MCD1000 的数字量和模拟量输入具有滤波功能，可以根据需要通过软件选择开启和关闭。滤波可以有效地防止因外部毛刺导致输入状态的意外变化而产生误动作，但是也消耗控制器的运算资源。控制器能够直接接入不同类型传感器的模拟量输入信号，提供了传感器类型选择和上下限报警功能。提供了高速输入输出功能，可以实现高速、高精度定位控制。提供了输出冻结功能，用户根据需要保持输出状态。控制器提供软件地址设置和硬件地址设置功能，根据使用场合灵活实现网络设备地址设置功能，方便现场维修和维护。

5.1.1 输入输出管理

MCD1000 为外部资源提供了数字量输入滤波、高速输入输出、模拟量输入滤波、模拟量输入上下限报警、输出冻结和控制器地址设置等功能，其中模拟量输入支持不同的传感器类型设置。

（1）开关量输入滤波：

控制器支持对本地开关量输入的滤波处理，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。滤波功能可以通过特殊功能变量区 SMW213 设置，也可以通过编程软件的参数配置界面进行设置，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 DI 有效，MCD1000 控制器的 DI 防抖时间默认为 1ms。

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

(2) 模拟量输入传感器类型：

控制器支持多种模拟量输入传感器类型，可根据各种场合要求选择模拟量输入传感器，传感器类型分为：

- 热电偶，J型、E型、N型、T型、W型、R型、S型、B型、K型；
- 热电阻，铂电阻 PT100、PT1000、铜电阻 CU50、铜电阻 CU100、NTC；
- 电压，用于采集外部电压信号，范围 0~5V, 1~5V；
- 电流，用于采集外部电流信号，范围 0~20mA, 4~20mA。

可通过编程软件 PLC_Config 的设备参数界面查看控制器的传感器类型。根据订货信息，设备出厂时已配置默认传感器类型。允许同种传感器类型中不同型号切换，使用编程软件的设备参数设置界面设置同种传感器类型的不同传感器型号，例如，当设备的 AI 类型为热电偶型时，用户可以选择 J 型热电偶或 E 型热电偶，但不可以选择铂电阻 PT100。

此外，本控制器的模拟量输入通道支持电压、电流混合型，可通过 PLC_Config 的设备参数界面进行电压、电流类型修改。例如，当设备的 AI 类型为 0~5V 时，用户可以通过软件修改为 1~5V、0~20mA 或 4~20mA 类型。控制器的电流和电压类型接线方式不同，具体的接线方式参见 4.2.8 章节。

注意：当要选择一种传感器类型时，需确定控制器硬件是否支持。

(3) 模拟量输入滤波：

控制器支持对模拟量输入的滤波处理，采用 3 次滤波法。滤波设置对所有的模拟量输入均有效，可通过编程软件 PLC_Config 的设备参数设置界面查看或修改控制器模拟量输入滤波参数。

(4) 模拟量输入上下限报警：

MCD1000 控制器支持模拟量输入上下限报警功能。SMW147 给出 AI 通道的报警状态，SMW147 的 0~5 位分别对应模拟量输入通道 AI0~AI5 的报警状态，其余位保留。某位为 1 表示该通道处于报警状态，输入值超过报警设定范围。为 0 表示该通道处于正常状态。用户可以通过特殊功能变量区 SMW131~SMW142 对模拟量输入上/下限报警值进行设置，如表 5-1-1 所示。默认报警上/下限值为 32767/-32768。

表 5-1-1 模拟量输入上下限报警对应 SM 区表

SM 区	描述	SM 区	描述
SMW131	AI0 通道报警上限值	SMW132	AI0 通道报警下限值
SMW133	AI1 通道报警上限值	SMW134	AI1 通道报警下限值
SMW135	AI2 通道报警上限值	SMW136	AI2 通道报警下限值
SMW137	AI3 通道报警上限值	SMW138	AI3 通道报警下限值
SMW139	AI4 通道报警上限值	SMW140	AI4 通道报警下限值
SMW141	AI5 通道报警上限值	SMW142	AI5 通道报警下限值

(6) 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 AQ 和 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~SWM173 变量设置模拟量和数字量的输出值，如表 5-1-2 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，SMW172 中的值输出给 AQW0。

表 5-1-2 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
SMW172	AQW0 的输出值	SMW173	AQW1 的输出值

(7) 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。可以通过编程软件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，MCD1000 控制器的软地址默认为 0，控制器地址范围为 0~255。

(8) 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

MCD1000 控制器支持 128 个定时器, 编号为 T0~T127。每个定时器支持三种指令 TON, TOF 和 TONR。所有定时器均以 100ms 为时基, 其中 T80~T119 可以通过特殊功能变量区 SM59.0 更改时基, SM59.0 为 1, 时基缩短为 10ms。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 个匹配定时中断。如表 5-1-4 所示。

I/O 中断主要包括外部开关量输入中断、高速计数中断。开关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 5-1-3 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 5-1-3 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分别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 5-1-4 中断事件一览表

中断号	MODE	中断事件	描述
0	0	I00 上升沿	I00 引脚上升沿产生中断
	1	I00 下降沿	I00 引脚下降沿产生中断
	2	高速计数 0	I00 作为高速计数输入 CV=SP (当前值=预设值) 产生中断
1	0	I01 上升沿	I01 引脚上升沿产生中断
	1	I01 下降沿	I01 引脚下降沿产生中断
	2	高速计数 1	I01 作为高速计数输入 CV=SP (当前值=预设值) 产生中断
2	0	I02 上升沿	I02 引脚上升沿产生中断
	1	I02 下降沿	I02 引脚下降沿产生中断
	2	高速计数 2	I02 作为高速计数输入 CV=SP (当前值=预设值) 产生中断
3	0	I03 上升沿	I03 引脚上升沿产生中断
	1	I03 下降沿	I03 引脚下降沿产生中断
	2	高速计数 3	I03 作为高速计数输入 CV=SP (当前值=预设值) 产生中断
4	0	I04 上升沿	I04 引脚上升沿产生中断
	1	I04 下降沿	I04 引脚下降沿产生中断
5	0	I05 上升沿	I05 引脚上升沿产生中断
	1	I05 下降沿	I05 引脚下降沿产生中断
6	0	I06 上升沿	I06 引脚上升沿产生中断
	1	I06 下降沿	I06 引脚下降沿产生中断
7	0	I07 上升沿	I07 引脚上升沿产生中断
	1	I07 下降沿	I07 引脚下降沿产生中断
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

接上表 5-1-4 中断事件一览表

中断号	MODE	中断事件	描述
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

MCD1000 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) 厂家参数

MCD1000 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 5-1-5 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

(2) 设备参数

控制器为用户提供了以下设备参数：始终和首次扫描为 1 标志、1ms、100ms 和 1s 定时器，秒和分钟脉冲，实时时钟和电池电压值等设备信息，如表 5-1-6 所示。可以使用这些数据控制程序运行。

表 5-1-6 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	---	---

5.2 可编程控制

MCD1000 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。

MCD1000 控制器通过 PLC_Config 编程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 产品进行逻辑组态和编程开发的软件，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、梯形图编程语言，实现了用户程序的优化编译、分布式下载、调试与加密等功能。

(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 1GHz；
- 内存 \geq 256M；
- 显示器分辨率 \geq 1024 \times 768；
- 硬盘剩余空间 \geq 512M；

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。

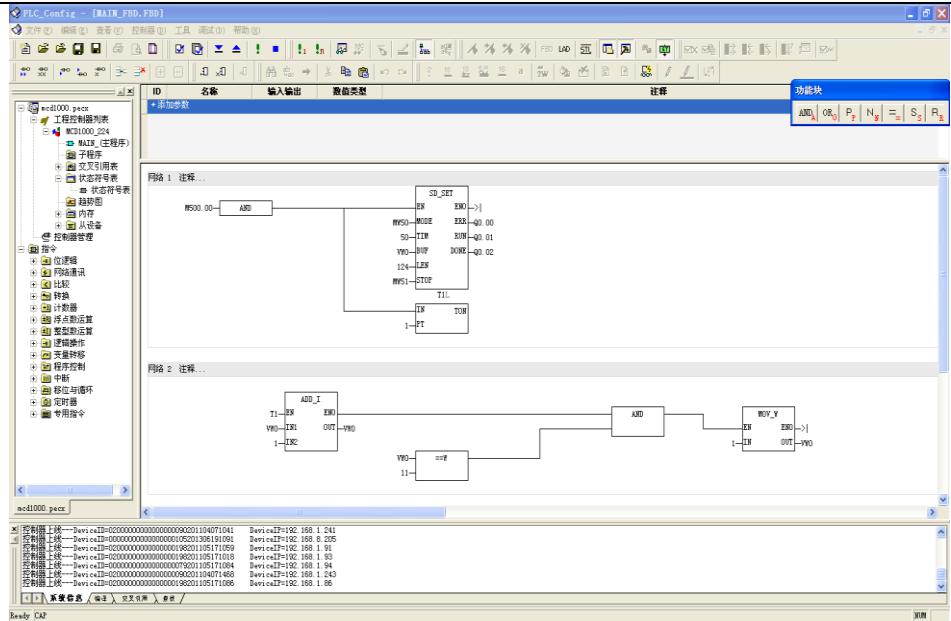


图 5-2-1 PLC_Config 主界面

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。

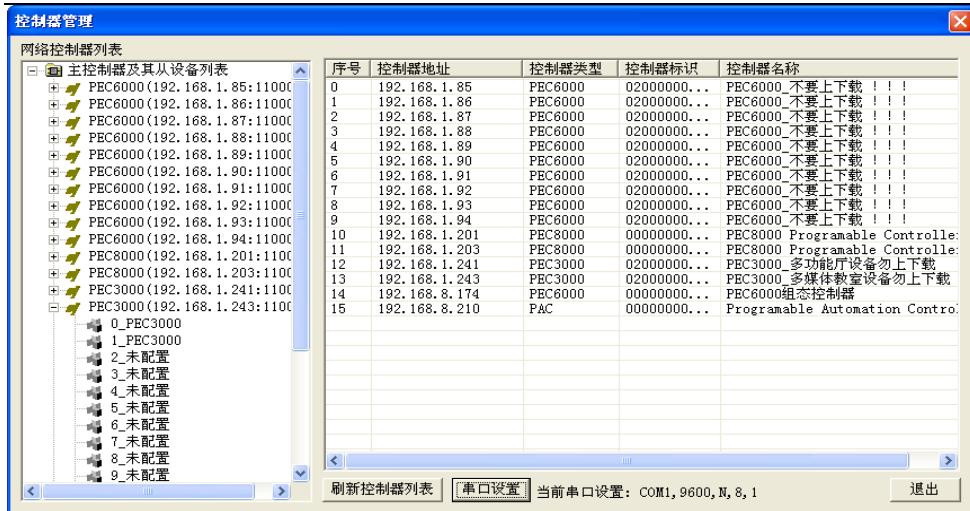


图 5-2-2 控制器管理界面

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。

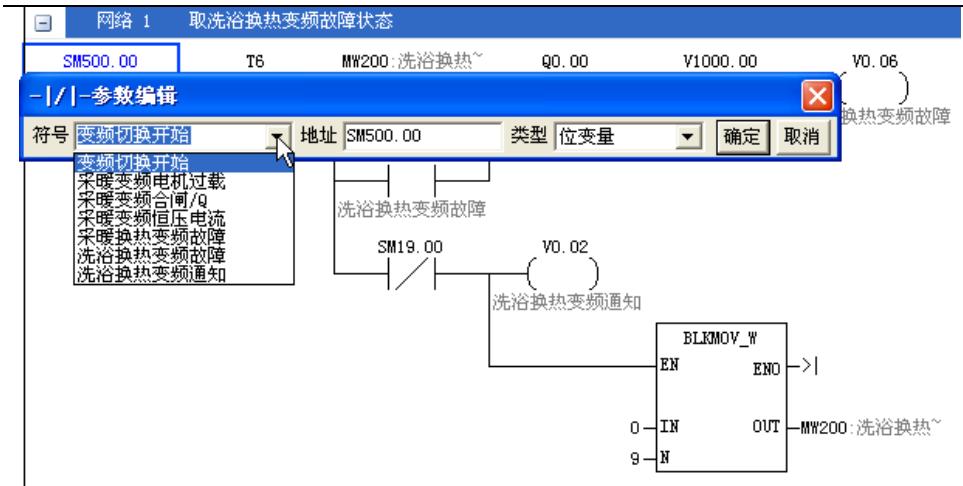


图 5-2-3 基于符号编程的界面

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。解决方法是: 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一一下载到各个模块中。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、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, 可对指令的引脚变量区强制写入。此外, 可通过微分监视对话框对某个变量的某一位的变化次数进行监控。微分监视功能支持上升沿检测、下降沿检

测、启动、停止控制等。

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。

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。MCD1000 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

区标识符如图 5-2-4 所示，分别是 V, S, L, M, I, Q 等。W 表示字变量。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 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 个字变量，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变量 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, 位偏移为 11 的位变量操作数, 如图 5-2-4 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5-2-4 变量寻址示意图

除直接使用变量地址外, MCD1000还支持使用指针的方式间接寻址, MCD1000 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

MCD1000定义了19个变量区, 分别是I, Q, XI, XQ, V, M, S, SM, L, T, C, AI, PAI, XAI, AQ, PAQ, XAQ, E, P区, 按照访问的数据类型可分为字访问(19个)和位访问(11个)两种, 按照操作权限可分为只读(5个)和读写(14个)两种。变量区定义和功能如表5-2-3所示。

表 5-2-3 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, 掉电丢失	32768 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	具有特殊功能, 存放设备参数, 系统参数和特殊指令参数	512 字
AI	模拟输入	模拟输入数值, 二进制有符号数	16 字
AQ	模拟输出	模拟输出数值, 二进制有符号数	16 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
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	128 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	4096 字
E	扩展数据存储区	存储在外扩 RAM 中, 用法与 V 区相同	1048576 字

注意：使用 V2.5.0 版及以上版本的 PLC_Config 时 V 区缩减到 5120 个字。

(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。MCD1000 主要支持 Modbus 协议, 也支持 Profibus-DP、MPI 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 (V 区)：**

V 区作为主要存储区，存储程序运行过程中的变量和中间结果，前 2048 个字 (VW0~VW2047) 掉电保持，默认为全保持。当供电电池电量不足时，请用户更换电池，否则当控制器重新上电后 V 区将全部清零。控制器配有电池仓，由于电池的电量有限，从电池开启算起，V 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，故使用 P 区时一定注意其擦写次数限制。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。

- **扩展数据存储区 (E 区)：**

E 区可以作为大量数据的存储区，E 区可容纳 1M 字的扩展数据存储，可以作为数据运算存储区，E 区只能作为临时数据存储区，不能作为数据永久保存区。

- **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

MCD1000 控制器共支持 164 个指令，参见表 5-2-4，按具体功能共分为 14 类。分别是位逻辑指令，网络通信指令，比较指令，转换指令，计数器指令，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，定时器指令和专用指令。

- **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、MPI、UDP、TCP、自由通信等协议的网络通信。
- **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。
- **计数器指令**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。
- **定时器指令**实现 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**实现工件检测、经济运行、存储、冒泡排序、数据校验、IO 故障检测、定位、PH 检测和 SD 卡存储等特殊功能。

表 5-2-4 功能块指令索引表

标识符	说明	标识符	说明
AND	位与	SIN	正弦
OR	位或	COS	余弦
P	上升沿	TAN	正切
N	下降沿	LN	自然对数
=	输出	EXP	自然幂指数

接上表 5-2-4 功能块指令索引表

标识符	说明	标识符	说明
=I	立即输出	ARC_SIN	反正弦
S	置位	ARC_COS	反余弦
SI	立即置位	ARC_TAN	反正切
R	复位	ABS	绝对值
RI	立即复位	I_PID	增量式 PID
RS	复位优先触发	P_PID	位置式 PID
SR	置位优先触发	ADD_I	整数加
NETR_B	UDP 位读	ADD_DI	长整加
NETR_B_P	UDP 位确认读	SUB_I	整数减
NETR_W	UDP 字读	SUB_DI	长整减
NETR_W_P	UDP 字确认读	MUL	整数乘
NETR_D	UDP 双字读	MUL_I	整数短乘
NETR_D_P	UDP 双字确认读	MUL_DI	长整乘
NETW_B	UDP 位写	DIV	整数除
NETW_B_P	UDP 位确认写	DIV_I	整数整除
NETW_W	UDP 字写	DIV_DI	长整整除
NETW_W_P	UDP 字确认写	INC_I	整数加 1
NETW_D	UDP 双字写	INC_W	字加 1
NETW_D_P	UDP 双字确认写	INC_DW	双字加 1
SCR_B	串行位读	DEC_I	整数减 1
SCR_W	串行字读	DEC_W	字减 1
SCW_B	串行位写	DEC_DW	双字减 1
SCW_W	串行字写	INV_W	字取反
XMT	串行自由发送	INV_DW	双字取反
RCV	串行自由接收	WAND_W	字与
NET_XMT	以太网写	WAND_DW	双字与
NXMT_SEND	以太网确认写	WOR_W	字或
NXMT_RCV	以太网确认读	WOE_DW	双字或
TCP_LINK	TCP 连接	WXOR_W	字异或
TCP_SEND	TCP 发送	WXOR_DW	双字异或
TCP_RCV	TCP 接收	MOV_W	字赋值
X_GET_BIT	MPI 位读	MOV_DW	双字赋值
X_GET_BYTE	MPI 字节读	MOV_R	实数赋值
X_GET_WORD	MPI 字读	BLKMOV_W	字块赋值

接上表 5-2-4 功能块指令索引表

标识符	说明	标识符	说明
X_GET_DWORD	MPI 双字读	BLKMOV_DW	双字块赋值
X_PUT_BIT	MPI 位写	MOV_WIR	立即传送读
X_PUT_BYT	MPI 字节写	MOV_WIW	立即传送写
X_PUT_WORD	MPI 字写	FMOV_W	多点变量赋值
X_PUT_DWORD	MPI 双字写	BSET_W	字批量赋值
==W、==I	相等	BSET_DW	双字批量赋值
<>W、<>I	不等于	FOR	循环头
>=W、>=I	大于等于	NEXT	循环尾
<=W、<=I	小于等于	JMP	跳转头
>W、>I	大于	LBL	跳转尾
<W、<I	小于	CALL	子程序调用
==D、==R	相等	ENI	中断允许
<>D、<>R	不等于	DISI	中断禁止
>=D、>=R	大于等于	ATCH	中断连接
<=D、<=R	小于等于	DTCH	中断分离
>D、>R	大于	SHL_W	字左移
<D、<R	小于	SHL_DW	双字左移
R_I	实数整数转换	SHR_W	字右移
I_R	整数实数转换	SHR_DW	双字右移
I_DI	整数长整转换	ROL_W	字循环左移
DI_I	长整整数转换	ROL_DW	双字循环左移
DI_R	长整实数转换	ROR_W	字循环右移
R_DI	实数长整转换	ROR_DW	双字循环右移
BCD_I	BCD 整数转换	SHRB	移位寄存器
I_BCD	整数 BCD 转换	SWAP	字节交换
NXMT_RCV	以太网确认读	WOE_DW	双字或
ROUND	四舍五入	EXCHG	字交换
TRUNC	取整	TON	定时接通
CTU	上升计数	TONR	定时断开
CTD	下降计数	TOF	保持定时接通
CTUD	上升下降计数	WPC	工件检测
HDEF	高速计数	PS	经济运行
ADD_R	实数加	B_SortW	字冒泡排序
SD_SET	SD 设置使能功能块	B_SortD	双字冒泡排序

接上表 5-2-4 功能块指令索引表

标识符	说明	标识符	说明
SUB_R	实数减	B_SortF	实数冒泡排序
MUL_R	实数乘	CKSUM_G	数据校验码生成
DIV_R	实数除	CKSUM_C	数据校验码检查
SQRT	开方	PH	PH 检测
IOMonitor	IO 故障检测--		

MCD1000 控制器的指令主要应用于过程控制、运动控制和逻辑控制。

(1) PID 控制

MCD1000 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) MCD1000 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过冲自整定。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 5-2-5 所示。

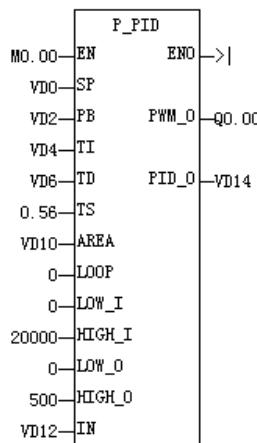


图 5-2-5 位置式 P_PID 指令

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》的指令章节。

● 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 5-2-6 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℃。

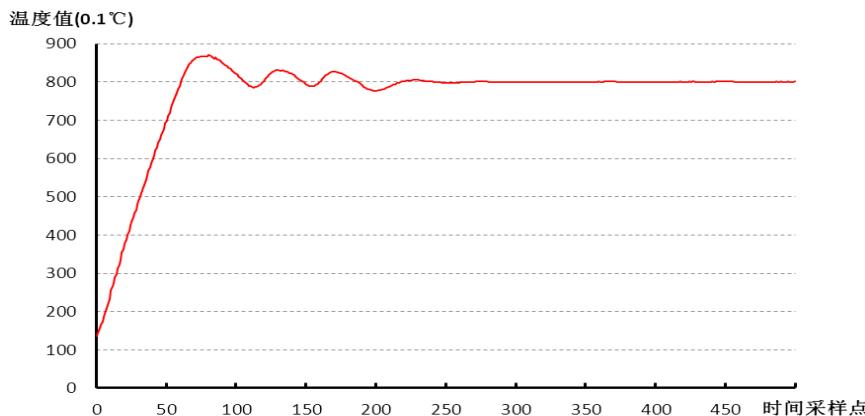


图 5-2-6 P_PID 有过冲自整定控温曲线图

● 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。

的。采用无过冲自整定法对某控制对象进行自整定控温时也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 5-2-7 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。

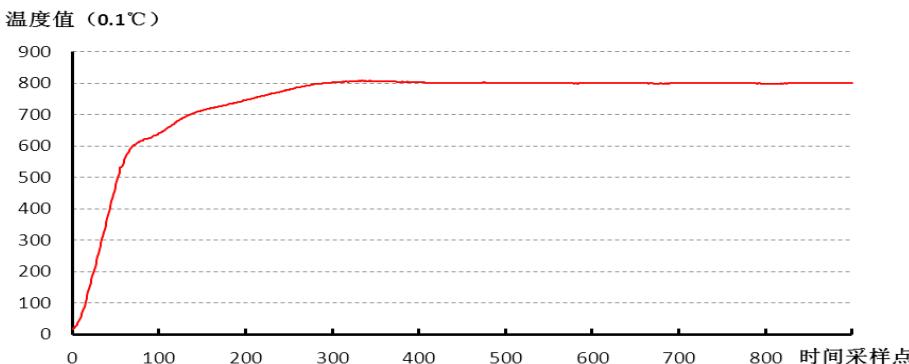


图 5-2-7 P_PID 无过冲自整定控温曲线图

(2) 逻辑控制

MCD1000 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，MCD1000 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。使用子程序可以将一段程序封装成能独立的新的控制指令形式，增强了程序的复用性，有效地减少程序代码的冗余，并可以将很多功能独立程序应用于其他程序中，建立控制程序库。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。相关的详细信息请参看《DCCE 网络化可编程控制器用户编程手册》的指令章节。

● 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。

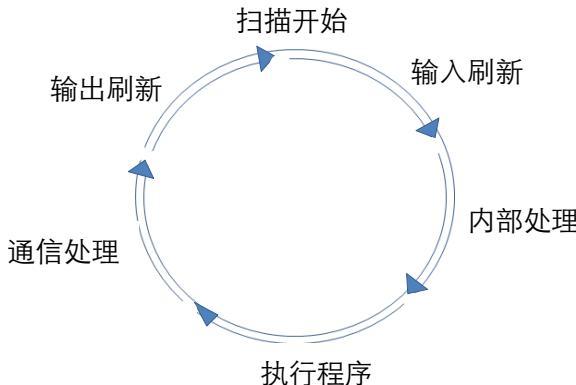


图5-2-10 扫描周期

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 5-2-5 所示。用户根据需要进行查询。

表 5-2-5 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_Config 在提供了许多指令的同时，提供了两种编程语言：梯形图和功能块。两种编辑语言的程序可以相互转换，满足了用户的不同编程习惯。

(1) 编程语言

- 梯形图语言 LAD

梯形图编程语言允许用户建立与电气线路图相似的程序。该语言也是很多 PLC 程序员和维护人员首选的编程语言。如图 5-2-11 所示。

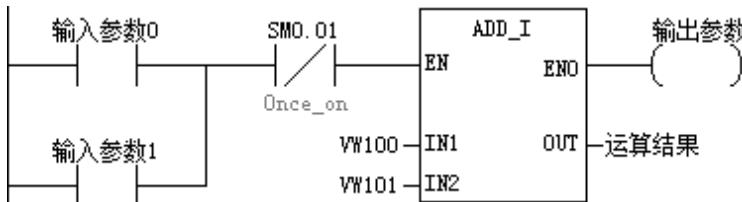


图 5-2-11 梯形图编程语言

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、马达启动器、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

功能块语言允许用户建立与通用逻辑门图相似的程序。其与梯形图编程语言相似，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。

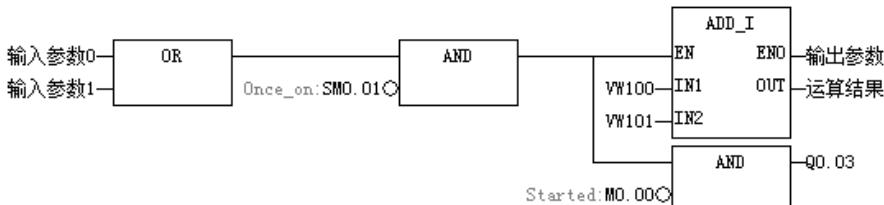


图 5-2-12 功能块编程语言

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。

(2) 编程步骤

PLC_Config 软件直接支持对 MCD1000 设备类型的管理和编程，用户可通过以下步骤实现对 MCD1000 的程序开发：

- 启动 PLC_Config，创建或打开已有工程；
- 扫描并添加 MCD1000 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。

5.3 通信服务

MCD1000 控制器提供 2 个以太网和 2 个 RS-485 通信接口，兼容 EPA、Modbus、Profibus-DP、MPI 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、Profibus-DP、MPI 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

MCD1000 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 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 MPI 指令和自由通信指令，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 MPI 指令和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

MCD1000 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，7 代表 MPI 协议。MCD1000 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。MCD1000 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 1Mbps。MCD1000 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）。MCD1000 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）。MCD1000 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。MCD1000 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。MCD1000 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

MCD1000 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

MCD1000 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	读多个开关量输出状态
2	读多个开关量输入状态
3	读多个系统参数或模拟量输入
4	同 3 号功能
5	强制单个开关量输出
6	设置单个系统参数或模拟量输出
15	强制多个开关量输出
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

MCD1000 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 5-3-2 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

接上表 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	
M	内存变量	512	2848~3359	0B20~0D1F	读写
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	0x3748~0x4747	读写
RAM	指令 RAM	14504	18248~32751	0x4748~0x7FEF	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]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，部分作为控制器内部使用。

[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 VW[512]~VW[10751]。

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

MCD1000 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 Modbus RTU 或 Modbus ASCII。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, MCD1000 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

MCD1000 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, MCD1000 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) MCD1000 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, MCD1000 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

MCD1000 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。

MCD1000 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 MCD1000 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

MCD1000 控制器提供 2 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。

MCD1000 控制器的 EPA 通信端口号默认为 706，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。通过 SMW165 的第 0 位和第 1 位配置以太网通信速率，SM165.0~SM165.1 为 0 表示为 10M 模式，为 1 表示为 100M 模式，为 2 表示自适应模式，默认为自适应模式。

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。

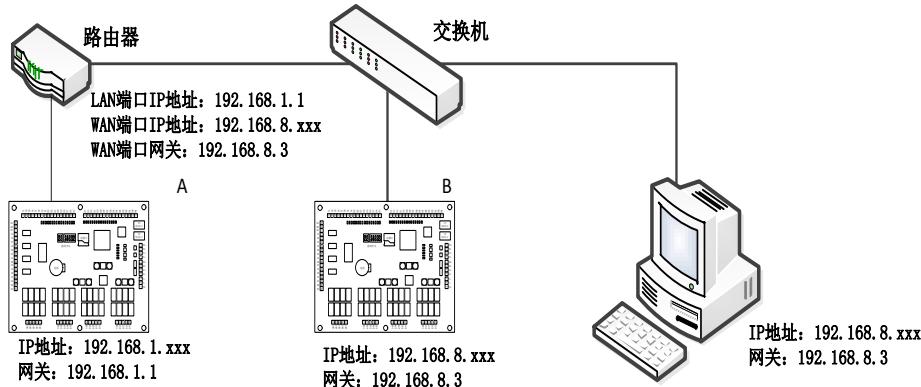


图 5-3-1 跨网段通信

● TCP 自由通信

MCD1000 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

MCD1000 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	编码位置偏移 (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

MCD1000 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，MCD1000 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

MCD1000 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。

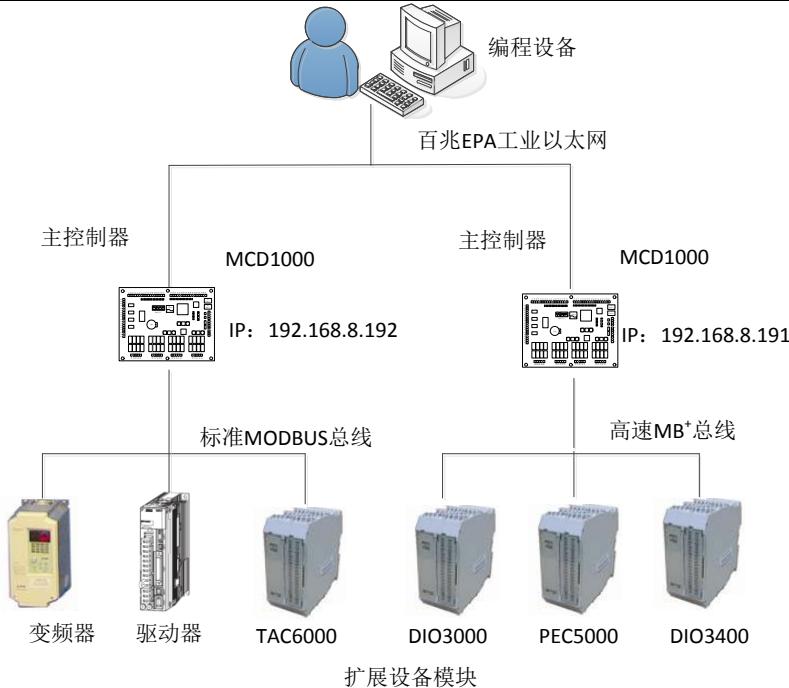


图 5-4-1 分布式控制系统

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。

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，MCD1000 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。

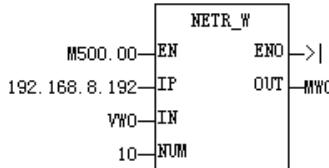


图 5-4-2 以太网字读指令

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 的控制器的 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，MCD1000 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。

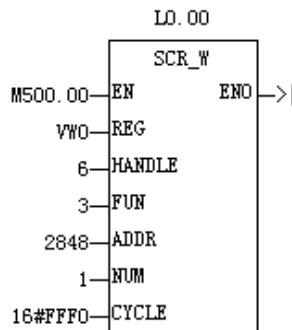


图 5-4-3 串行字读指令

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。

(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

● 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

MCD1000 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。

MCD1000 控制器可通过串口的方式扩展从设备, 也可以作为其他控制器的扩展从设备。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, 配置示例如图 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

MCD1000 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)控制器做从设备

MCD1000 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。如果 AQ0 配置成 DQ 输出，则映射到 XQ0.8，如果 AQ1 配置成 DQ 输出，则映射到 XQ0.9。

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
AI0~AI5	PAIW0~PAIW7, XAID0~XAID14
DI0~DI7	XI0.0~XI0.7
DQ0~DQ8	XQ0.0~XQ0.8
AQ0~AQ1*	PAQW0 和 PAQW1, XAQD0 和 XAQD2

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
AI0~AI5	PAIW0~PAIW7, XAID0~XAID14
MW0~MW7	PAIW8~PAIW15, XAID16~XAID30
DI0~DI7	XI0.0~XI0.7
M8.0~M22.15	XI1.0~XI15.15
DQ0~DQ7	XQ0.0~XQ0.7
V14.0~V28.15	XQ1.0~XQ15.15
AQ0~AQ1*	PAQW0 和 PAQW1, XAQD0 和 XAQD2
VW0~VW13	PAQW2~PAQW15, XAQD4~XAQD30

(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。

5.5 SD 卡存储

5.5.1 SD 卡物理资源

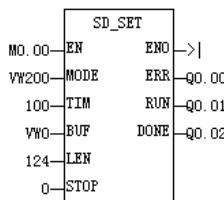
MCD1000 控制器支持 SD 卡存储数据功能。存储容量为 16G 字节，实际使用容量为 14G 字节。按照每 100 毫秒存储 248 字节的数据量进行计算，最多可保存 67 天的数据信息。

数据是采用变化存储的方式，当定时检测变量区数值和之前的相同时数据就不会被存储到 SD 卡内。SD 卡在存储的数据是由 8 个字节的实时时钟信息和用户指定数据信息组成的。用户指定的数据存储区长度最大为 248 字节。

SD 卡内的数据是以文件的方式管理的。文件管理采用二级目录的方式，这种方式可以有效解决由于根目录下文件过多导致打开文件消耗时间较长的问题。目录和文件都是按照自然数顺序递增的。整张 SD 卡中有 112 个目录，每个目录下有 128 个文件，每个文件的容量为 1M 字节。当文件存满后自动切换到下一个文件，全部存满后设备会按顺序覆盖之前的数据存新的数据。

5.5.2 SD 卡参数设置

MCD1000 可通过调用 SD_SET 功能块实现设置 SD 卡保存参数信息，具体功能块如图：



通过设置引脚的参数，即可设置 SD 卡的工作方式。

MODE 引脚为数据存储模式设置引脚，为 1 时表示从头开始存储数据信息，为 0 时表示继续从之前的位置存储数据。当 MODE 为 1 时，功能块设置完成后会将 MODE 引脚的数值清零。

TIM 引脚表示数据存储的时间间隔，最小值为 100ms，当设置的值小于 100ms 时，则设备默认按照 100ms 进行存储。

BUF 引脚表示需要存储的数据缓存区。

LEN 表示从指定地址开始存储的数据区长度，由于设备存储区最小单位为字，因此引脚上的长度值是以字为单位的。

STOP 引脚为 1 时表示需要暂停存储时，此时数据不会存储进 SD 卡。直到重新

置为 0 时才停止存储。

ERR 引脚表示 SD 卡状态错误输出引脚：当 SD 卡初始化失败，和写入异常时，ERR 输出高电平。

RUN 引脚为 1 时表示 SD 卡正处在工作状态，为 0 时表示 SD 卡没有在存储数据。

DONE 引脚为高电平时表示 SD 卡设置完成。

注意：使用 SD 卡时需要注意以下几点

- 1) SD 卡不支持热插拔，上电过程中请不要移除 SD 卡，否则会造成数据丢失。
- 2) 请不要随意更换设备的 SD 卡，不同设备的 SD 卡会导致数据位置信息丢失，设备会初始化 SD 卡重新存储数据。
- 3) 电池没电时请及时带电更换电池，否则会导致电池 RAM 中的数据信息丢失。
- 4) 当 SD 卡异常报警后，设备会重新初始化 SD 卡，让 SD 卡重新恢复正常工作状态，此时 ERR 引脚的输出值不会清除，需要用户手动清除。另外初始化 SD 卡需要一段时间，因此异常初始化过程中会存在丢数据的问题。

提示：SD 卡的设置功能块具体使用说明请参见《DCCE 网络化可编程控制器用户编程手册》。

5.5.2 SD 卡数据读取方式

控制器存储的数据信息可以通过两种方式读取：

第一种方式，Dview 软件读取方式。控制器为我公司 Dview 软件提供了专用的以太网读取接口。用户可使用我公司 Dview 软件获取控制器外扩 SD 卡中存储的数据信息。读取接口报文中包含了上位机请求的数据地址，控制器能够根据这个地址查询到请求的数据，发送给上位机。这种方式实现了上位机和设备间的信息同步，有效避免由于网络中断或通信异常导致的读取数据丢失的问题。Dview 软件支持历史数据回溯功能，可将 SD 卡中的数据信息以表格或曲线的方式展现给用户，方便用户分析处理数据信息。

提示：Dview 软件读取 SD 卡读取数据的使用方法请参见《起重机远程监控系统示例工程使用说明》

第二种方式，二进制文件方式。用户也可以在设备断电的情况下取出 SD 卡，通过读卡器连接到电脑。利用第三方软件读取 SD 卡中的二进制文件，获取 SD 卡内的数据信息。由于读取到的文件都是二进制信息，需要用户自己对数据进行处理，使用数据时会比较繁琐。

6. 日常维护与故障排查

6.1 参数恢复

MCD1000 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 无法上线情况下，公司提供了 MCD1000 用户设置软件，对产品参数进行恢复。

(1) 进入设置模式：将控制器工作模式设置拨码开关 SET 位拔到 ON，重新给控制器上电，使控制器进入设置模式，如图 6-1-1 所示。该模式下，RUN 灯熄灭，控制器内部的用户程序暂停运行。

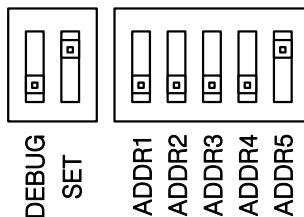


图 6-1-1 设置模式接线图

(2) 启动设置软件：启动 MCD1000 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，温度补偿，软件版本号等。

(5) 退出设置模式：设置完成后，将工作模式切换端子拨到 RUN 端，并重新上电，控制器退出设置模式，进入正常工作模式。

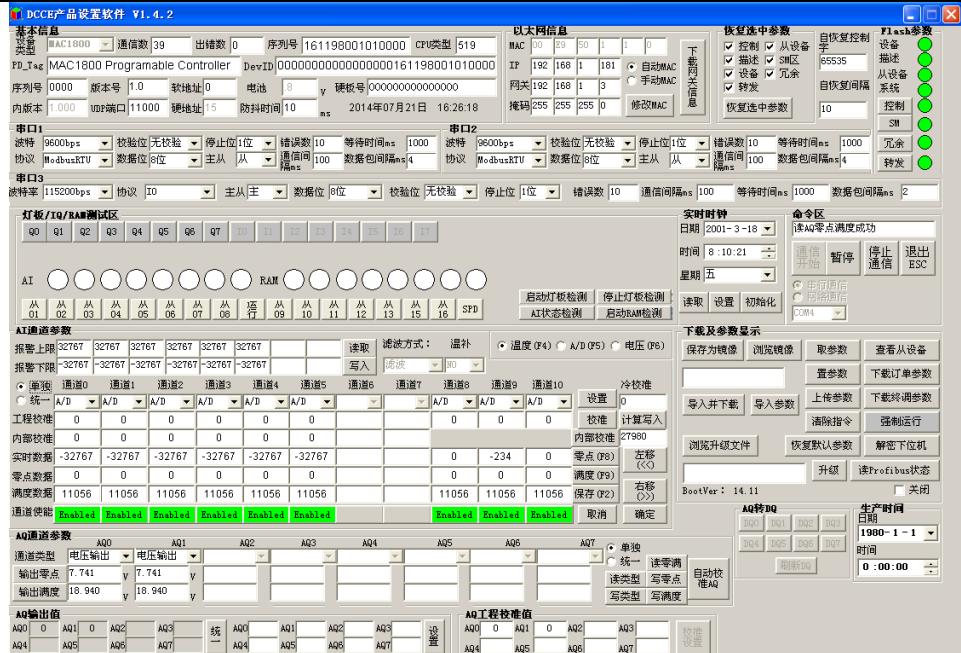


图 6-1-2 MCD1000 用户设置软件

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 RJ45 指示灯（2 个灯），当正常通讯时指示灯一闪一亮，当线路连接正常但没有通讯时全亮。当指示灯全灭，或者一亮一灭，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) 当使用以太网 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 如何确定模拟量采集工作正常

- (1) 首先确定传感器类型是否与控制器型号一致（热电偶/热电阻），一致才能正常采集温度。
- (2) 确定接线是否正确，接线方式参照 4.2 节所述。
- (3) 传感器为热电阻型（如 PT100）：请分别接入 100 欧姆和 250 欧姆的电阻，查看对应通道采集的码值是否为 0 到 4086。若是则控制器可正常采集温度。
- (4) 传感器为热电偶（如 K 型）：请把 A 和 B 端短接，应显示环境温度。若正常测得环境温度，则控制器可正常采集温度。

6.2.5 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 V 区掉电保持，由于电池寿命有限，故电池到寿命后请更换电池，否则 V 区数据将掉电丢失。

- 内置电池更换

MCD1000 将电池仓放在产品 PCB 上面中间位置，支持热插拔，解决了电池不

易更换问题，电池仓位位置请参照图 4-1-1 所示。

6.2.6 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。控制器的所有指示灯都会闪烁，同时置位 SM14.13。重新下载用户程序后，所有指示灯停止闪烁，同时复位 SM14.13。