



可编程控制器 原理与程序设计

谢克明 夏路易 主编



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

可编程控制器 原理与程序设计

谢克明 夏路易 主编

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

可编程控制器(PLC)的应用包括 PLC 工作原理和程序设计。本书以日本欧姆龙公司的 C200HX/HG/HE 系列产品为主,系统地阐述了 PLC 安装、存储区分配和指令系统、顺序功能图和梯形图设计方法、模拟量单元的使用、开发软件 CX-P 和 CPT、仿真软件 TRiLOGI,以及如何使用该仿真软件对 PLC 进行仿真。书中例题和练习翔实,内容新颖,实用性强。

本书可作为大专院校自动控制、电气和机电一体化等电类及非电类专业的教材,也可作为广大电气工程师及对控制有兴趣的控制爱好者自学用书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

可编程控制器原理与程序设计/谢克明,夏路易主编. —北京:电子工业出版社,2002.8
ISBN 7-5053-7602-0

I. 可… II. ①谢 ②夏… III. ①可编程序控制器—理论 ②可编程序控制器—程序设计 IV. TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 057679 号

责任编辑:刘志红

印 刷:北京大中印刷厂

出版发行:电子工业出版社 <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销:各地新华书店

开 本:787×1092 1/16 印张:23.5 字数:602 千字

版 次:2002 年 8 月第 1 版 2002 年 8 月第 1 次印刷

印 数:8 000 册 定价:29.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。
联系电话:(010)68279077

前 言

可编程控制器 (PLC) 是以微处理器为核心的工业控制装置。它将传统的继电器控制系统与计算机技术结合在一起, 具有高可靠性、灵活通用、易于编程、使用方便等特点, 因此近年来在工业自动控制、机电一体化、改造传统产业等方面得到普遍应用。

PLC 的生产厂家和产品型号很多, 但基本原理相同, 特别是梯形图 (LD) 和顺序功能图 (SFC) 程序设计方法, 对所有的 PLC 都是一样的。

PLC 的应用包括 PLC 硬件和程序设计, 本书的目的就是帮助读者学习这两部分理论。

本书以日本欧姆龙公司的 C200HX/HG/HE 系列产品为主, 系统介绍了 PLC 的安装、存储区分配、指令系统以及在 PLC 程序设计中应该掌握的 SFC 设计法和 LD 设计法, 另外对模拟量单元的使用也给予了重点介绍。书中配备了大量 SFC 和 LD 设计方法的例题、练习题和实验, 这有助于读者快速掌握 PLC 的硬件和程序设计, 短时间内成为 PLC 程序设计高手。

PLC 的软件仿真是在没有 PLC 的情况下学习使用 PLC 的好方法, 本书介绍了 PLC 仿真软件 TRILOGI 和如何使用该仿真软件对 PLC 进行仿真。

全书共 11 章。第 1 章首先介绍了 PLC 的基本概念; 第 2、3、4、5、6 章是针对欧姆龙公司的 PLC 硬件和指令系统的介绍; 第 7 章介绍了 PLC 的程序设计方法; 第 8 章对 PLC 的开发软件 CX-P 的使用给予了说明; 第 9 章是 PLC 的编程练习, 该章包括 10 个具有 SFC 图和梯形图的练习; 第 10 章是 PLC 实验, 实验内容包括简单设计性实验、控制实验和综合实验三部分; 第 11 章介绍了 PLC 的软件仿真。本书的附录中介绍了 PLC 开发软件 CPT 和指令列表。

本书有如下特点:

第一, 详细介绍了顺序功能图 (SFC) 描述和梯形图 (LD) 编程的程序设计方法;

第二, 介绍了欧姆龙公司的 PLC 开发软件 CX-P 和 CPT;

第三, 介绍了可编程控制仿真软件, 该软件可以在没有 PLC 的情况下帮助读者学习使用 PLC;

第四, 例题和练习翔实, 由于采用了先顺序功能图 (SFC) 描述, 后梯形图编程的设计方法, 所以这些例题和练习好学易懂。

本书可作为大专院校自动控制、电气和机电一体化等电类及非电类专业的研究生和本专科学生教材, 也可作为自动控制领域的电气工程师及对控制有兴趣的控制爱好者的参考书。

本书由谢克明、夏路易主编, 第 4 章、第 11 章和附录 B 由李铁鹰编写, 第 1 章、第 2 章、第 3 章和附录 A 由郑晟编写, 第 5 章、第 6 章由牛昱光编写, 第 8 章由张国钧编写, 第 7 章、第 9 章和第 10 章由夏路易编写, 全书由谢克明和夏路易统稿。

由于作者水平和时间有限, 书中错误之处在所难免, 望广大读者批评指正。如果遇到技术方面的问题, 请与作者取得联系。E-mail: yiluxia@yahoo.com.cn。

作 者

2002 年 6 月

目 录

第 1 章 PLC 基础	(1)
1.1 概述	(1)
1.1.1 PLC 的定义	(1)
1.1.2 PLC 的特点	(1)
1.1.3 PLC 的用途	(2)
1.1.4 PLC 的发展	(3)
1.1.5 PLC 的分类	(3)
1.1.6 PLC 的主要技术指标	(4)
1.1.7 学习 PLC 的关键	(5)
1.2 PLC 的一般结构	(5)
1.2.1 基本结构	(5)
1.2.2 PLC 各部分电路介绍	(6)
1.3 PLC 工作程序	(7)
1.3.1 工作原理	(7)
1.3.2 PLC 中的存储区	(12)
1.3.3 PLC 的编程语言	(12)
1.3.4 PLC 的指令系统	(13)
1.3.5 PLC 的编程	(13)
1.4 梯形图	(13)
1.4.1 梯形图的由来	(13)
1.4.2 梯形图与继电器控制图的区别	(15)
1.4.3 梯形图编程前的准备工作	(16)
1.5 PLC 控制系统设计	(16)
1.5.1 PLC 设计原则	(16)
1.5.2 PLC 系统设计步骤	(17)
1.6 欧姆龙公司 PLC 简介	(18)
1.6.1 欧姆龙公司简介	(18)
1.6.2 欧姆龙 C200H 系列 PLC	(18)
1.6.3 欧姆龙 C200HS 系列 PLC	(19)
1.6.4 欧姆龙 C200H α 系列 PLC	(20)
□ 第 1 章习题	(21)
第 2 章 PLC 的接线	(23)
2.1 底板、电源与 CPU	(23)
2.1.1 底板	(23)
2.1.2 电源	(23)

2.1.3	CPU	(24)
2.2	I/O 单元	(26)
2.2.1	输入/输出单元的一般问题	(26)
2.2.2	输入单元端子的接线	(29)
2.2.3	输出单元端子的接线	(34)
2.2.4	高密度 I/O 单元	(40)
2.2.5	B7A 接口单元	(42)
2.2.6	其他单元	(42)
2.3	PLC 与计算机之间的 RS232 通信	(43)
2.4	PLC 安装环境	(44)
2.5	PLC 外接按钮和开关	(45)
□	第 2 章习题	(46)
第 3 章	PLC 的存储区分配	(48)
3.1	存储区	(48)
3.1.1	数据区域概述	(48)
3.1.2	数据区域结构	(49)
3.2	内部继电器区域	(51)
3.3	专用继电器区域	(53)
3.4	辅助继电器区域	(59)
3.5	数据存储器区域	(61)
3.6	其他继电器区域	(64)
3.7	扩展数据存储器区域	(65)
□	第 3 章习题	(65)
第 4 章	PLC 的指令系统	(66)
4.1	编程基础和常用指令	(66)
4.1.1	梯形图	(66)
4.1.2	基本术语	(67)
4.1.3	助记符程序	(68)
4.1.4	梯形图指令	(68)
4.2	定时器和计数器	(87)
4.2.1	定时器指令 TIM	(87)
4.2.2	高速定时器指令 TIMH	(91)
4.2.3	计数器指令 CNT	(91)
4.2.4	可逆计数器指令 CNTR (12)	(94)
4.3	数据操作指令	(94)
4.3.1	数据移位指令	(95)
4.3.2	数据传送指令	(96)
4.3.3	数据比较指令	(99)
4.3.4	数据转换指令	(102)
4.3.5	BCD 码运算指令	(106)

4.3.6	二进制运算指令	(108)
4.3.7	特殊算术指令	(109)
4.3.8	逻辑指令	(109)
4.4	其他指令	(110)
4.4.1	子程序和中断指令	(110)
4.4.2	步程序指令	(116)
4.4.3	特殊指令	(119)
4.4.4	高级 I/O 指令	(120)
□	第 4 章习题	(122)
第 5 章	模拟量 I/O 单元	(128)
5.1	一般说明	(128)
5.1.1	一般特性说明	(128)
5.1.2	模拟量与数据之间的对应关系	(129)
5.1.3	单元设置与接线	(130)
5.2	IR 和 DM 存储区	(133)
5.2.1	IR 区域	(133)
5.2.2	DM 区域	(134)
5.3	模拟量输入功能	(136)
5.3.1	设定输入和信号范围	(136)
5.3.2	平均值处理	(137)
5.3.3	峰值保持功能	(137)
5.3.4	断线检测功能	(138)
5.4	模拟量输出功能	(138)
5.4.1	设置输出和信号范围	(138)
5.4.2	输出保持功能	(139)
5.4.3	写入被转换数值	(140)
5.4.4	启动和停止转换	(140)
5.4.5	转换数据超出范围	(140)
5.5	比例变换功能	(141)
5.6	偏移量和增益调整	(141)
5.6.1	输入偏移量和增益调整过程	(142)
5.6.2	输出偏移量和增益调整过程	(144)
5.7	MAD01 单元使用的例题	(146)
□	第 5 章习题	(152)
第 6 章	串行通信	(154)
6.1	上位机链接通信	(154)
6.1.1	上位机链接设置	(154)
6.1.2	上位机链接通信	(156)
6.2	无通信协议的 RS232C 通信	(158)
6.2.1	通信设置	(158)

6.2.2	帧结构	(158)
6.2.3	通信步骤	(159)
6.2.4	通信示例	(160)
6.3	两台 PLC 互连	(161)
6.4	NT 链接	(162)
□	第 6 章习题	(163)
第 7 章	PLC 程序设计	(164)
7.1	编程方法	(164)
7.2	梯形图设计方法	(166)
7.2.1	梯形图设计注意事项	(166)
7.2.2	梯形图经验设计法步骤	(166)
7.2.3	常用梯形图程序	(167)
7.3	SFC 设计方法	(176)
7.3.1	SFC 基础	(176)
7.3.2	SFC 图的结构	(177)
7.3.3	SFC 描述实际问题例	(178)
7.3.4	SFC 图转换成梯形图	(182)
□	第 7 章习题	(191)
第 8 章	PLC 编程软件 CX-P	(192)
8.1	有关软件使用的一些说明	(193)
8.1.1	软件安装	(193)
8.1.2	软件的启动	(193)
8.1.3	菜单简要说明	(194)
8.1.4	工程工作区	(208)
8.1.5	工具条	(208)
8.2	CX-P 使用实例	(211)
8.2.1	简单梯形图程序实例	(211)
8.2.2	具有定时器和计数器的程序实例	(213)
8.2.3	具有功能指令的程序实例	(217)
8.2.4	模拟量单元的程序实例	(218)
第 9 章	编程练习	(223)
9.1	汽车自动清洗	(223)
9.2	车间传送	(224)
9.3	机械手	(227)
9.4	液体混料装置	(229)
9.5	离心选矿自动控制系统	(233)
9.6	自动定时搅拌系统	(236)
9.7	钻孔动力头的控制	(238)
9.8	霓虹灯控制电路	(240)
9.9	安装载货电梯	(242)

9.10	自动售货机的控制	(247)
第 10 章	PLC 实验	(252)
10.1	实验装置介绍	(252)
10.1.1	实验硬件	(252)
10.1.2	通信电缆	(252)
10.1.3	实验软件	(252)
10.2	熟悉指令实验	(253)
10.2.1	基本指令实验	(253)
10.2.2	定时器和计数器指令实验	(254)
10.2.3	特殊工作位的使用实验	(255)
10.2.4	简单功能指令实验	(256)
10.3	模拟量单元实验	(258)
10.4	简单设计性实验	(260)
10.5	控制实验	(266)
10.6	综合实验	(283)
10.7	综合实验参考 SFC 图	(288)
第 11 章	PLC 的软件仿真	(295)
11.1	软件的下载与安装	(295)
11.1.1	下载软件	(295)
11.1.2	安装软件	(296)
11.2	TRiLOGI 软件的使用	(296)
11.2.1	主窗口	(296)
11.2.2	画梯形图	(298)
11.3	梯形图基础	(300)
11.3.1	触点、线圈、定时器和计数器	(300)
11.3.2	特殊位	(300)
11.3.3	特殊功能	(301)
11.3.4	使用 TRiLOGI 的顺序器	(304)
11.3.5	在 I/O 表中定义 I/O 标记	(305)
11.4	PLC 仿真	(306)
11.4.1	运行仿真器	(306)
11.4.2	仿真器窗口	(306)
11.4.3	三个仿真控制按钮	(307)
11.4.4	直接在梯形图中观察 I/O 状态	(307)
11.5	TBASIC 支持下的用户功能	(307)
附录 A	PLC 开发软件 SYSMAC CPT	(310)
A.1	SYSMAC CPT 软件的安装与启动	(310)
A.1.1	安装	(310)
A.1.2	启动	(310)
A.1.3	在 CPT 软件中使用鼠标	(310)

A.1.4	CPT 软件的主工具条	(311)
A.1.5	建立新项目	(311)
A.1.6	保存项目	(311)
A.2	菜单	(313)
A.2.1	文件菜单	(313)
A.2.2	编辑菜单	(316)
A.2.3	显示菜单	(318)
A.2.4	在线菜单	(326)
A.2.5	梯形图菜单	(332)
A.2.6	助记符程序编辑菜单	(335)
A.2.7	窗口管理菜单	(336)
A.3	有关 CPT 软件的练习	(337)
附录 B	欧姆龙 C200Hα PLC 编程指令	(343)
B.1	基本指令	(343)
B.2	定时器和计数器指令	(344)
B.3	数据移位指令	(345)
B.4	数据传送指令	(347)
B.5	数据比较指令	(348)
B.6	数据转换指令	(350)
B.7	BCD 码运算指令	(353)
B.8	二进制运算指令	(355)
B.9	特殊运算指令	(356)
B.10	逻辑指令	(358)
B.11	子程序和中断控制指令	(359)
B.12	步指令	(359)
B.13	特殊指令	(360)
B.14	网络指令	(362)
B.15	串行通信指令	(362)
B.16	高级 I/O 指令	(363)
B.17	特殊 I/O 单元指令	(364)
参考文献	(365)

第 1 章 PLC 基础

可编程控制器（PLC）是非常有用的工业控制装置。每个工业控制工程师都应该学会使用 PLC，从而使机器能够自动运行，提高工作效率和质量，提高产量。

1.1 概述

1.1.1 PLC 的定义

最初，可编程逻辑控制器（Programmable Logic Controller）简称 PLC，主要用于顺序控制，虽然采用了计算机的设计思想，但是实际上只能进行逻辑运算。

随着计算机技术的发展，可编程逻辑控制器的功能不断扩展和完善，其功能远远超出了逻辑控制、顺序控制的范围，具备了模拟量控制、过程控制以及远程通信等强大功能，所以美国电气制造商协会（NEMA）将其正式命名为可编程控制器（Programmable Controller），简称 PC。但是为了和个人计算机（Personal Computer）的简称 PC 相区别，人们常常把可编程控制器仍简称为 PLC。本书跟随人们的习惯，将可编程控制器称为 PLC。

国际电工委员会（IEC）于 1987 年对 PLC 定义如下。

PLC 是专为在工业环境下应用而设计的一种数字运算操作的电子装置，是带有存储器、可以编制程序的控制器。它能够存储和执行指令，进行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术等操作，并通过数字式和模拟式的输入输出，控制各种类型的机械和生产过程。PLC 及其有关的外围设备，都应按易于与工业控制系统形成一体、易于扩展其功能的原则设计。

事实上，PLC 就是以嵌入式 CPU 为核心，配以输入、输出等模块，可以方便地用于工业控制领域的装置。PLC 与机器人、计算机辅助设计与制造一起称为现代工业的三大支柱。

1.1.2 PLC 的特点

PLC 具有以下几个显著的特点。

1. 可靠性好

由于 PLC 采用了输入和输出信号的光电隔离、滤波、电源的屏蔽、稳压和保护、故障诊断等技术，所以 PLC 可以在工业控制现场的恶劣环境中可靠地工作。平均无故障时间可高达 5 万~10 万小时以上。

2. 功能完善

PLC 的种类多、模块丰富和指令功能强大，使目前的 PLC 几乎可以完成所有的工业控制任务。

3. 编程简单

类似继电器控制系统图的梯形图语言易学易懂，非常容易被技术人员掌握。

4. 在线编程

在工业现场，可以使用手持编程器或笔记本电脑对 PLC 进行编程。当 PLC 联网后，可以在网络的任一位置对 PLC 编程。

5. 安装容易

由于采用模块化的结构，现场安装非常简单。

6. 体积小、重量轻、功耗低

在现代集成电路技术的支持下，PLC 体积越来越小，重量也越来越轻，且功耗也越来越低。

7. 价格越来越便宜

在生产厂家增多、集成电路技术进步等因素的影响下，PLC 的价格越来越低。

1.1.3 PLC 的用途

PLC 的用途主要有以下几方面。

1. 取代继电器控制

在灯光照明、机床电控、食品加工、印刷机械、电梯、自动化仓库、生产流水线等方面进行逻辑控制。

2. 过程控制

对温度、压力、流量、物位高度等连续变化的物理量进行控制。

3. 位置、速度控制

在机器人、机床、电机调速等领域进行位置、速度控制。

4. 数据监控

在电力、自来水处理、化工、炼油、轧钢等方面进行数据采集、监测和控制。

5. 组成分散控制系统

把 PLC 作为下位机，与上位机的计算机共同组成分散控制系统。

可以说 PLC 几乎应用到了工业控制的每一个领域，小到家庭的灯光照明，大到冶金、石化企业的生产过程都有 PLC 的应用。

1.1.4 PLC 的发展

PLC 现在发展很快，发展方向主要有以下几个方面。

1. 小型、微型化

PLC 的一个发展方向是越来越小，一些 PLC 只有手掌大小，使用起来灵活方便。

2. 大型、超大型化

PLC 的另一个发展方向是大型和超大型，这些 PLC 具有上万个输入输出量，用于石化、冶金、汽车制造等领域。

3. 智能化

PLC 中的输入输出单元越来越智能化，这些单元具有模糊控制、PID 控制、位置控制、温度控制、远程通信等功能，并根据生产需求，正在不断推出新的智能单元。

4. CPU 能力更强

选用时钟更快、功能更强的 CPU 是 PLC 的发展趋势。

5. 支持更多的工业总线

支持多种工业标准总线，使联网更加容易和简单，更易于组成工程控制网。

6. 编程软件标准化

采用国际标准化的 IEC1131-3 编程语言，可以大大缩短开发周期。

7. 人机交流功能增强

在为 PLC 配置了操作面板、触摸屏等人机对话手段后，其应用领域进一步扩展，应用更加方便。

8. 数据处理能力大大增强

PLC 与个人计算机技术结合后，使得 PLC 的数据处理、存储功能大大增强。

1.1.5 PLC 的分类

1. 按照结构分类

(1) 整体式。

将 CPU、输入/输出单元、电源、通信等部件集成到一个机壳内的 PLC 称为整体式 PLC。整体式 PLC 一般都是小型或微型 PLC。

(2) 模块式。

模块式 PLC 是将 CPU、输入单元、输出单元、电源、通信等分别做成模块。在应用中按照需要进行模块组装，大、中型 PLC 一般都是模块式结构。

(3) 整体模块混合式。

将 CPU、电源模块、通信模块和一定数量的输入/输出单元集成到一个机壳内。当使用中输入/输出模块不够使用时，再进行模块扩展。

2. 按照输入输出点数

(1) 小型。

小型又称为低档 PLC，输入输出点数小于 128 点（所谓输入输出点数就是输入开关和输出继电器的个数）。

(2) 中型。

中型 PLC 的点数为 128~512 点。

(3) 大型。

大型 PLC 的点数为 512 点以上。

1.1.6 PLC 的主要技术指标

1. 用户存储器容量

PLC 中的用户存储器由用户程序存储器和数据存储器组成。该存储器的容量大，可以编制出复杂的程序。一般来说，小型机的用户存储器容量为几千字，而大型机的用户存储器容量为几万字。

2. 输入输出点数

输入输出点数是 PLC 可以接受的输入开关信号和输出开关信号的总和。

3. 模数和数模通道数

模数转换和数模转换的通道数为输入和输出的模拟量总和。

4. 扫描速度

扫描速度是指 PLC 扫描 1K 字用户程序所需的时间，通常以 ms/K 字为单位。扫描速度越快越好。

5. 指令数量和功能

用户编制的程序所完成的控制任务，取决于 PLC 指令的多少。指令的功能越多，编程越简单和方便，越可以完成复杂的控制任务。

6. 内部寄存器的配置及容量

在编制 PLC 程序时，需要用到大量的寄存器来存放变量、中间结果、保持数据、定时计数、模块设置和各种标志位等信息。这些寄存器的多少，直接关系到程序的编制。

7. 特殊功能单元

特殊功能单元的种类多，可以说 PLC 的功能多。例如，有模糊控制单元，就说明 PLC

具有模糊控制能力。

8. 可扩展性

在选择 PLC 时，需要考虑 PLC 的可扩展性，可扩展性包括如下内容：

- (1) 输入输出点数的扩展；
- (2) 存储容量的扩展；
- (3) 联网功能的扩展；
- (4) 可扩展的模块数。

1.1.7 学习 PLC 的关键

学习 PLC 关键要学习如下三点。

1. PLC 的安装与配线

熟悉 PLC 的输入和输出电路，会将 PLC 和它的外围电路连接起来。应该注意输入输出电路的动作特点、电压、负载电流等参数。一般这些内容在 PLC 的安装手册中可以得到。

2. PLC 的用户存储器组织

只有看懂存储器的分配，才会分配输入输出量、计数器、定时器和功能指令的地址。有关存储器组织方面的内容，需要查看 PLC 编程手册。

3. 会画顺序功能（SFC）图和 PLC 的梯形图（LD）

会画实际控制问题的 SFC 图，并将 SFC 图转化成梯形图或助记符程序。这一步是最难的，需要使用 PLC 的工程师熟悉生产流程、被控设备的特性和控制要求，熟悉 PLC 的外围配线和存储器组织，熟悉 PLC 的指令系统。只有这样，才能设计出好的梯形图程序。

1.2 PLC 的一般结构

从数字系统的角度来看，PLC 其实就是一个单片机系统。

1.2.1 基本结构

1. 整体式 PLC 结构

整体式 PLC 硬件系统由 CPU、存储器、通信接口、输入输出电路和电源电路组成，其结构框图如图 1-1 所示。

2. 模块式 PLC 结构

在模块式 PLC 中，组成 PLC 的各个部分都是模块，这些模块由 PLC 的系统连接。模块式 PLC 结构如图 1-2 所示。

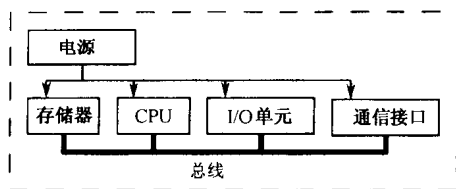


图 1-1 整体式 PLC

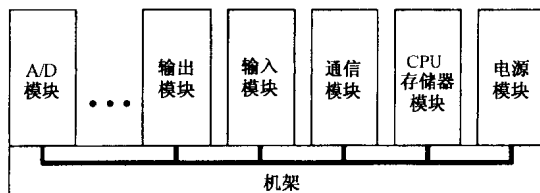


图 1-2 模块式 PLC

3. 混合式 PLC 结构

在混合式 PLC 中，PLC 是由 PLC 主机和扩展模块组成。其中，PLC 主机由 CPU、存储器、通信电路、基本输入输出电路组成，而扩展模块可以是输入输出模块、模拟量模块、位置控制模块等。混合式 PLC 结构如图 1-3 所示。

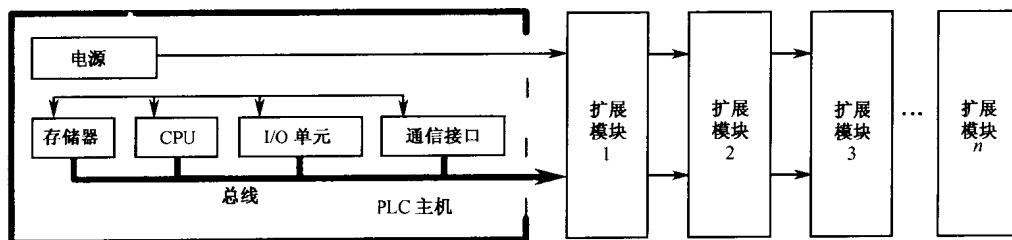


图 1-3 混合式 PLC 结构

1.2.2 PLC 各部分电路介绍

1. CPU 芯片

CPU 芯片是 PLC 的核心，所有 PLC 的动作（程序输入、程序执行、通信、自检等）都需要 CPU 芯片的参与。各个公司的 PLC 的 CPU 芯片类型不同，一般是 8 位或 16 位单片机。

2. 存储器

PLC 中的存储器用于存放以下内容。

(1) 系统程序。系统程序是 PLC 生产厂赋予 PLC 功能的程序。由于有了系统程序，单片机组成的系统，就变成了 PLC。

(2) 用户程序。用户程序就是使 PLC 发出动作进行工业控制的程序。

(3) 数据。数据包括 PLC 运行中的各种数据。例如，I/O、定时、计数、保持、模拟量、

各种标志等。

一般 PLC 的系统程序存放在 EEPROM 中,而用户程序和数据放在后备电池支持的 RAM 中。

3. I/O 电路

I/O 电路是 PLC 与现场工业设备连接的电路,现场的开关量(行程开关、传感器等)信号通过 I/O 电路输入 PLC,而 PLC 输出的开关(例如,继电器、晶体管等)信号从 PLC 输出到工业设备(例如,电磁铁、电机等)。

4. 电源模块

PLC 电源的输入电压有直流 12 V、24 V、48 V 和交流 110 V、220 V,使用时根据需要选择。由于 PLC 中的电源都是开关式电源,所以在输入电压大幅度波动时,PLC 仍能够稳定的工作。

电源模块的输出一般为直流 5 V 和 24 V,它们向 PLC 的 CPU、存储器等提供工作电源。

5. 通信接口

一般 PLC 的 CPU 模块上至少有一个 RS232 通信口或者是 RS485 通信口。PLC 可以通过 RS232 通信口直接和上位计算机通信。若是 RS485 通信口,则和上位计算机通信时需要一个连接器。无论是 RS232 或是 RS485 通信口都可以和 PLC 配套的编程器通信。

PLC 上还有通信模块,通过这些模块,PLC 可以组成网络或下位上位的分散控制系统。

6. 特殊功能单元

特殊功能单元包括高密度 I/O 单元、模拟 I/O 单元、模糊单元、温度传感单元、温度控制单元、热冷控制单元、凸轮控制单元、PID 单元、位置控制单元、高速计数单元和语音单元等。这些单元越多,说明 PLC 的功能越强。

7. 编程器

编程器是 PLC 常用的外部设备。用户通过编程器编写控制程序,并通过通信单元(编程器接口)将程序装入 PLC。编程器还可以监控 PLC 的运行。随着计算机的价格下降,计算机配编程软件后,成为一个功能强大的编程器。在计算机上可以对 PLC 进行设置、编程、调试、监控、显示、打印等工作。

1.3 PLC 工作程序

1.3.1 工作原理

与其他控制装置一样,PLC 根据输入信号的状态,按照控制要求进行判断,产生控制输出。PLC 采用循环扫描的工作方式,其过程如图 1-4 所示。这个过程分为读输入、程序执行、写输出三个阶段。整个过程进行一次所需要的时间称为扫描周期。