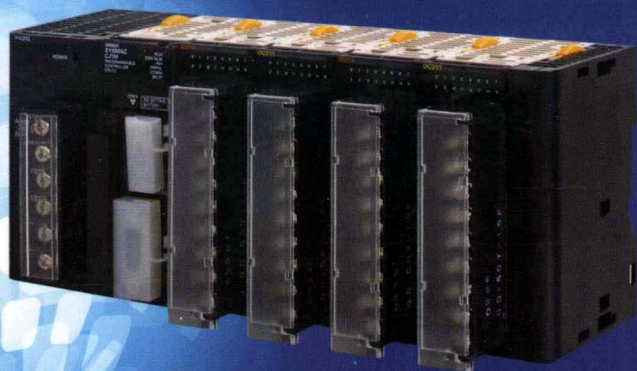


欧姆龙PLC

培训教程

OMRON

主 编 公利滨
副主编 张智贤 杜洪越



随书附赠光盘
全书实例程序和培训电子课件



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

欧姆龙PLC 培训教程

主 编 公利滨

副主编 张智贤 杜洪越

参 编 牟晓光 岳中哲



中国电力出版社

CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书以欧姆龙 CJ1 系列 PLC 为例,介绍 PLC 基本结构组成、工作原理及其应用,主要内容包括基本逻辑指令编程应用、CX-Programmer 编程软件的使用、功能模块(高速计数单元、A/D 转换模块、D/A 转换模块、温度控制单元、位置控制单元)的基本原理及使用方法、NB 触摸屏、PLC 网络通信、PLC 与变频器综合应用等相应内容。在编写过程中把 PLC 控制系统工程设计思想和方法及其工程实例融合到本书中,便于读者更好地掌握 PLC 技术在实际工程中的应用。本书的特色是以培养工程实践能力为目标,注重讲解实例及操作步骤,在内容编排上循序渐进、深入浅出、通俗易懂,便于教学和自学。

本书可作为高等学校自动化、电气工程及其自动化、机械工程及其自动化等相关专业的本、专科教材,也可作为相关技能培训的教材,还可供相关工程技术人员参考。

随书附赠的光盘包含了全书各章节的实例程序、欧姆龙 CJ1 系列 PLC 的编程手册等资料和培训教材的电子课件。

图书在版编目(CIP)数据

欧姆龙 PLC 培训教程/公利滨主编. —北京: 中国电力出版社, 2012. 3

ISBN 978-7-5123-2829-7

I. ①欧… II. ①公… III. ①plc 技术—教材 IV. ①TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 047743 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2012 年 8 月第一版 2012 年 8 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 23.25 印张 563 千字

印数 0001—3000 册 定价 45.00 元 (含 1CD)

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

前言

可编程序控制器 (PLC) 是集计算机技术、自动化技术、通信技术于一体的通用工业控制装置。OMRON 公司的 PLC 等相关的产品在工业控制领域得到越来越广泛的应用, 众多自动化行业的工程技术人员和广大的自动化、机电一体化等专业的学生都希望得到一本实用的培训教材。本书就是基于此目的而编写的。

本书的特点是: 理论精简、结合实际、突出应用, 重点讲解实例及操作步骤。在内容编排上循序渐进、深入浅出、通俗易懂。为了便于教学和自学, 本书列举了大量的工程实际案例, 编排了针对培训内容的思考题和综合实际的工程项目。

本书由三部分组成。

第一篇为基础篇, 介绍 OMRON 公司 CJ1 系列 PLC 基本结构组成、工作原理及其应用, 主要内容包括 PLC 结构原理、基本逻辑指令编程应用、CX-Programmer 编程软件的使用及 PLC 控制系统程序分析和设计方法。

第二篇为提高篇, 介绍 NB 触摸屏、特殊 I/O 单元 (高速计数单元、A/D 转换模块、D/A 转换模块、温度控制单元、位置控制单元) 的基本原理及使用方法、PLC 网络通信基础。对于触摸屏、功能模块的应用都给出了相应的控制程序设计方法; 对于 PLC 网络通信详细阐述 CJ1 系列的通信模式、通信协议、硬件实现方法, 并通过工程实例来介绍如何实现 PLC 与 PLC 之间的 Host Link 链接和数据交换。

第三篇为应用篇, 介绍 PLC 与变频器综合应用。以变频调速电梯为例阐述电气控制系统、PLC 硬件系统、软件流程图及控制程序的设计, 介绍控制系统的调试方法。通过本篇内容加强学生工程实践应用能力的培养。

本书由多年从事 PLC 教学、培训和科研, 并且具有丰富工程实际经验的教师编写。本书由哈尔滨理工大学自动化学院公利滨任主编, 张智贤、杜洪越任副主编, 牟晓光、岳中哲参编。其中, 公利滨编写了第 1、2、4 章, 张智贤编写了第 3、8 章和第 6 章的 6.8 节, 杜洪越编写了第 6 章的 6.1~6.7 节和第 9 章, 牟晓光编写了第 5 章, 岳中哲编写了第 7 章。全书由公利滨统稿, 哈尔滨理工大学自动化学院的高俊山教授、吕宁教授主审。两位主审对教材的编写提出许多宝贵的意见, 在此表示衷心的感谢。本书在编写过程中, 参考了部分兄弟院校的教材和相关厂家的资料, 在此一并表示衷心感谢。

由于编者水平有限, 加之时间仓促, 书中不足和疏漏之处在所难免, 恳请广大读者批评指正。

编者

2012 年 3 月



目 录

前言

第一篇 基础篇

■ 第1章 PLC技术应用概述	2
1.1 PLC的主要特点	2
1.2 PLC的发展过程及应用	3
1.2.1 PLC的发展过程	3
1.2.2 PLC的应用	4
1.3 PLC的分类及技术指标	5
1.3.1 PLC的分类	5
1.3.2 PLC的技术指标	5
1.4 PLC的硬件结构及工作原理	6
1.4.1 PLC的硬件结构	6
1.4.2 PLC的工作原理	7
1.5 欧姆龙CJ1系列PLC简介	9
1.5.1 CJ1系列PLC的主要特点	9
1.5.2 CJ1系列PLC的基本结构与配置	9
1.5.3 CJ1系列PLC的存储器系统	18
1.6 PLC的主要产品及发展趋势	23
1.6.1 PLC的主要产品	23
1.6.2 PLC发展趋势	24
思考题	25
■ 第2章 基本编程指令及其应用	26
2.1 基本指令及应用	26
2.1.1 CJ1系列PLC指令系统概述	26
2.1.2 CJ1系列PLC的基本逻辑指令	26
2.1.3 基本逻辑指令编程举例	31
2.1.4 其他基本指令及应用	33
2.1.5 采用不同指令控制三相异步电动机正反向运行的应用程序设计	41
2.2 定时器与计数器指令	44
2.2.1 定时器指令	44
2.2.2 计数器指令	47

2.3 数据处理指令	49
2.3.1 数据移位指令	49
2.3.2 数据传送指令	52
2.3.3 数据比较指令	54
2.4 数据运算指令	57
2.4.1 四则运算指令	57
2.4.2 转换指令	63
2.5 其他应用指令	65
2.6 综合应用	68
2.6.1 基本顺序指令练习	68
2.6.2 定时器/计数器指令的编程练习	69
2.6.3 电动机不同控制方式的编程练习	72
2.6.4 改造三速异步电动机的继电器控制的编程练习	73
2.6.5 顺序控制程序编程练习	74
2.6.6 移位指令的编程练习	77
2.6.7 比较指令 CMP 的编程练习	78
2.6.8 数据传送、运算指令编程练习	80
2.6.9 流动彩灯控制编程练习	82
2.6.10 电动机起动、制动程序编程练习	87
2.6.11 多种液体混合装置控制编程练习	91
2.6.12 交通灯控制程序编程练习	92
2.6.13 加工中心刀具库控制编程练习	97
2.6.14 滤波程序编程练习	102
2.6.15 自动循环送料装置综合编程练习	103
思考题	108

■ 第3章 欧姆龙 PLC 编程工具	110
3.1 欧姆龙编程软件 CX-P 概述	110
3.2 CX-P 的使用	112
3.2.1 CX-P 的基本设定	112
3.2.2 CX-P 窗口介绍	115
3.2.3 CX-P 的编程	126
3.2.4 CX-P 检查程序	130
3.2.5 梯形图在线操作	131
3.2.6 在线编辑	133
3.2.7 CX-P 监控	134
3.2.8 PLC 的程序调试	136
3.2.9 在线模拟	137
3.3 欧姆龙 PLC 手持编程器的使用	140
3.3.1 手持编程器简介	140

3.3.2 手持编程器的使用方法	140
3.4 程序调试	145
3.4.1 仿真调试	146
3.4.2 联机调试	147
3.4.3 现场调试	147
思考题	148
■ 第4章 PLC 程序设计基础	149
4.1 PLC 程序设计的基本原则与方法	149
4.1.1 指令的基本知识	149
4.1.2 程序容量	151
4.1.3 梯形图编程基本概念	151
4.1.4 PLC 控制系统设计的基本原则和内容	154
4.2 PLC 程序设计的方法	156
4.2.1 PLC 控制系统设计的一般步骤	156
4.2.2 PLC 控制系统的设计方法	158
4.2.3 利用功能表图设计组合机床液压力滑台控制程序	164
4.3 PLC 程序设计的技巧	165
4.3.1 程序设计技巧	166
4.3.2 梯形图编程注意事项	169
4.4 龙门刨床横梁升降机构的 PLC 程序设计	172
4.4.1 龙门刨床横梁机构的结构和工艺要求	172
4.4.2 PLC 控制系统的设计	173
思考题	177

第二篇 提高篇

■ 第5章 NB 触摸屏及其应用	180
5.1 NB 触摸屏系统概述	180
5.1.1 触摸屏的定义	180
5.1.2 触摸屏的功能	180
5.1.3 触摸屏的分类	181
5.1.4 NB 触摸屏的特点	182
5.2 NB 触摸屏硬件及系统参数	183
5.2.1 NB 触摸屏硬件	183
5.2.2 NB 触摸屏的基本数据	185
5.3 NB-Designer 基本操作	186
5.3.1 启动 NB-Designer	186
5.3.2 创建项目	187
5.3.3 创建画面	190

5.3.4 保存和载入工程	190
5.4 模拟及下载	191
5.4.1 离线模拟	191
5.4.2 间接在线模拟	191
5.4.3 直接在线模拟	191
5.4.4 下载	192
5.5 NB触摸屏与 PLC 控制交通灯的组态制作	194
5.5.1 创建工程	194
5.5.2 编辑指示灯	197
5.5.3 放置按钮	199
5.5.4 放置计时器	200
5.5.5 放置文本文件	202
5.5.6 放置系统时间	203
5.5.7 保存工程	204
5.6 触摸屏与 PLC 的连接运行	204
5.6.1 连接方法	204
5.6.2 PLC 系统设定区域	205
5.6.3 正面开关的设定方法	205
5.6.4 触摸屏的运行	205
思考题	206

■ 第6章 特殊 I/O 单元的应用 207

6.1 模拟量输入单元	207
6.1.1 模拟量输入单元的规格	207
6.1.2 A/D 模块 CJ1W-AD041-V1	208
6.1.3 CJ1W-AD041-V1 开关设置及接线	208
6.1.4 A/D 模块输入规格	209
6.1.5 A/D 模块的操作步骤	210
6.1.6 模拟量单元的设置	210
6.1.7 模拟量输入功能编程	210
6.2 模拟量输出单元	212
6.2.1 模拟量输出单元的规格	212
6.2.2 A/D 模块 CJ1W-AD041-V1	213
6.2.3 CJ1W-DA041 单元号设置开关 DIP	213
6.2.4 D/A 模块的操作步骤	214
6.2.5 模拟量输出单元的设置	214
6.2.6 模拟量输出功能编程	215
6.3 高速计数单元	217
6.3.1 高速计数单元 CJ1W-CT021 的性能指标	217
6.3.2 计数器类型开关选择	217

6.4 温度控制单元	220
6.4.1 基本系统的构成	220
6.4.2 温度控制单元与 CPU 单元数据的交换	221
6.4.3 温度控制单元 PID 参数的设定	224
6.4.4 启动和停止温度控制	226
6.4.5 执行自动调整 PID 常数控制程序应用	227
6.5 位置控制单元	228
6.5.1 位置控制单元 CJIW-NC	228
6.5.2 位置控制单元基本结构	229
6.5.3 外部输入/输出电路	232
6.5.4 位置控制单元的数据区分配	234
6.5.5 位置控制单元的数据传送与保存	242
6.6 PLC 控制变频恒压供水系统设计	246
6.6.1 PLC 控制变频恒压供水系统的节能原理	246
6.6.2 电气控制系统的原理	247
6.6.3 PLC 控制恒压供水的程序设计	249
6.6.4 系统的参数设定	253
6.6.5 程序的调试	254
6.7 高速计数单元在位置检测中的应用	255
6.7.1 位置检测控制系统的组成	255
6.7.2 位置检测控制系统应用程序设计	257
6.8 位置控制单元 PCU 的应用	259
6.8.1 位置控制单元应用概述	259
6.8.2 控制系统的组成	260
6.8.3 机床进给的位置控制模块 PCU 的编程	260
思考题	267
■ 第7章 PLC 网络通信基础及应用	269
7.1 通信基础概述	269
7.1.1 网络的基本概念	269
7.1.2 网络的分类	269
7.1.3 通信方式	270
7.1.4 工业网络通信基础	271
7.2 上位机链接通信系统	272
7.2.1 上位机链接通信	272
7.2.2 串行通信的数据传输协议	274
7.2.3 系统配置	275
7.3 欧姆龙通信协议及硬件	277
7.3.1 无协议通信	277
7.3.2 NT 链接	278

7.3.3 协议宏通信	279
7.3.4 串行通信硬件单元 CJ1W-SCU	280
7.4 网络通信	281
7.4.1 欧姆龙网络概述	281
7.4.2 Ethernet 以太网	283
7.4.3 Controller Link 通信系统	286
7.4.4 CompoBUS/D 通信系统	288
7.4.5 CompoBUS/S 通信系统	289
7.5 欧姆龙 PLC 串行链接工业网络应用实例	292
7.5.1 串行 PLC 链接通信原理	292
7.5.2 串行 PLC 链接应用实例	295
7.5.3 串行 PLC 链接的参数设定	298
7.5.4 串行 PLC 链接的数据传输	300
思考题	300

第三篇 应用篇

■ 第8章 变频器与 PLC 的综合应用	302
8.1 变频调速的基本原理	302
8.1.1 变频器的基本原理	302
8.1.2 欧姆龙 3G3RV-ZV1 变频器的功能	304
8.2 变频器基本使用方法	305
8.2.1 变频器的基本参数	305
8.2.2 变频器的硬件原理接线	310
8.2.3 变频器数字操作器的使用	318
8.2.4 变频器的使用举例	327
8.3 采用多段速控制全自动变频洗衣机的 PLC 控制系统	328
8.3.1 控制要求	328
8.3.2 全自动洗衣机控制原理	329
8.3.3 注意事项	331
思考题	331
■ 第9章 变频调速电梯的 PLC 控制系统设计	332
9.1 电梯的概述	332
9.1.1 电梯的分类	332
9.1.2 电梯的组成	332
9.1.3 电梯的安全保护装置	332
9.1.4 电梯变频调速控制的特点	334
9.1.5 电梯的控制功能	334
9.2 电梯的驱动系统设计	336

9.2.1 电梯变频调速驱动系统	336
9.2.2 电梯门机驱动系统	338
9.3 电梯的 PLC 控制系统设计	338
9.3.1 PLC 控制系统原理框图	338
9.3.2 PLC 控制系统的硬件设计	338
9.3.3 PLC 控制系统的软件设计	340
9.4 电梯的调试运行	355
9.4.1 变频器的基本参数设定	355
9.4.2 零速起动时转矩调整	355
9.4.3 加减速阶段的曲线参数的调整	355
9.4.4 PLC 控制程序的调试	356
思考题	359

参考文献	360
------------	-----



欧姆龙 PLC

培训教程



第一篇 基础篇

第
一
篇

第
一
篇



第 1 章

PLC 技术应用概述

在制造工业和过程工业中，存在着大量的开关量顺序控制，它们按照逻辑条件进行顺序动作，并按照逻辑关系进行联锁保护动作的控制，及大量离散量的数据采集。传统的控制方式是通过气动或继电器控制系统来实现的。1969 年，美国 DEC 公司研制出世界上第一台可编程序逻辑控制器（Programmable Logic Controller, PLC，简称可编程控制器），经过四十多年的发展与实践，其功能和性能已经有了很大的提高，从当初用于逻辑控制和顺序控制领域扩展到运动控制领域。

1987 年，美国国际电工委员会（IEC）对可编程控制器（PLC）定义如下：可编程控制器（PLC）是一种数字运算操作的电子系统，专门为在工业环境应用而设计，它采用可编程的存储器，用来在其内部存储执行逻辑运算、定时、计数和算术运算等操作的指令，并通过数字式、模拟式的输入/输出控制各种机械或生产过程。

可见，PLC 是基于计算机技术和自动控制理论而发展起来的，它既不同于普通的计算机，也不同于一般的计算机控制系统，作为一种特殊形式的计算机控制装置，它在系统结构、硬件组成、软件结构以及 I/O 通道、用户界面等诸多方面都有其特殊性。

1.1 PLC 的主要特点

可编程控制器之所以得到迅速的发展和越来越广泛的应用，是因为它具有一些良好的特性。

1. 灵活、通用

在继电器控制系统中，使用的控制器件是大量的继电器，整个系统是根据设计好的电气控制图，由人工布线、焊接、固定等手段组装完成的，其过程费时费力。如果因为工艺上的稍许变化，需要改变电气控制系统，那么原先的整个电气控制系统将被全部拆除，而重新进行布线、焊接、固定等工作，耗费了大量的人力、物力和时间。而可编程控制器（PLC）是通过存储在存储器中的程序实现控制功能的，如果控制功能需要改变，只需要修改程序以及改动少量的接线即可。而且，同一台可编程控制器还可以用于不同的控制对象，只要改变软件就可以实现不同的控制要求，因此具有很大的灵活性、通用性。另外，PLC 产品还具有多样化、系列化的特点，其结构形式多种多样，同一系列又有低档、高档之分，因此可以适应于各种不同规模、不同要求的工业控制。PLC 还有多种功能模块，可以根据需要灵活组合成各种不同功能的控制装置，实现各种特殊的控制要求。

2. 可靠性高、抗干扰能力强

PLC 的研制者在可靠性方面采取了许多有利的措施，使 PLC 具有很高的可靠性和抗干

抗能力,因此被称为“专为适应恶劣的工业环境而设计的计算机”。

(1) 对电源、CPU、存储器等严格屏蔽,几乎不受外部干扰,有很好的冗余技术。例如,家用电视、显示器、收音机等,一旦旁边有电话或其他电磁波,都能明显发现干扰很大,而 PLC 则不受这些干扰信号影响。

(2) 采用微电子技术,内部大量地采用无触点控制方式,使用寿命大大加长。正常情况下寿命在 5 年以上。

3. 编程简单、使用方便

PLC 采用面向控制过程、面向问题的“自然语言”编程,容易掌握。例如目前大多数 PLC 采用的梯形图语言编程方式,既继承了继电器控制线路的清晰直观感,又考虑到大多数电气技术人员读图的习惯及应用微机的水平,因此,很容易被电气技术人员所接受。PLC 易于编程,程序改变时也容易修改,灵活方便。它与目前微机控制常用的汇编语言相比,虽然在 PLC 内部增加了解释程序而使系统程序执行时间加长,但对大多数的控制设备来说,PLC 的运算速度是足够的。

4. 接线简单

PLC 的输入/输出接口可直接与控制现场的用户设备直接连接。输入接口可与各种开关和传感器连接,输出接口具有较强的驱动能力,可以直接驱动继电器、接触器和电磁阀的线圈,使用非常方便。PLC 接线工作极其简单、工作量极少。

5. 功能强

PLC 不仅具备逻辑控制、计时、计数和步进等控制功能,而且还能完成 A/D 转换、D/A 转换、数字运算、数据处理、通信联网和生产过程监控等。因此,它既可对开关量进行控制,又可对模拟量进行控制;既可现场控制,又可远距离控制;既可控制简单系统,又可控制复杂系统。

6. 体积小、重量轻和易于实现机电一体化

由于 PLC 采用了半导体集成电路,因此具有体积小、重量轻、功耗低的特点。且由于 PLC 是专为工业控制而设计的专用计算机,其结构紧凑、坚固耐用、体积小巧,使之易于装入机械设备内部,因而成为实现机电一体化十分理想的控制设备。

1.2 PLC 的发展过程及应用

1.2.1 PLC 的发展过程

随着电子技术和计算机技术的发生,PLC 的功能越来越强大,其概念和内涵也不断扩展。

20 世纪 80 年代至 90 年代中期,是 PLC 发展最快的时期,PLC 在处理模拟量能力、数字运算能力、人机接口能力和网络能力得到大幅度提高,PLC 逐渐进入过程控制领域,在某些应用上取代了在过程控制领域处于统治地位的 DCS 系统。

工业计算机技术(IPC)和现场总线技术(FCS)发展迅速,挤占了一部分 PLC 市场,PLC 增长速度出现渐缓的趋势,但其在工业自动化控制特别是顺序控制中的地位,在可预见的将来是无法取代的。

PLC 的应用几乎涵盖了所有的行业,小到简单的单机设备、简单的顺序动作控制,大

到整厂的流水线、大型仓储、立体停车场，再到制造行业和交通行业等。

我国在 PLC 生产方面非常弱，但在 PLC 应用方面，我国是很活跃的，近年来每年约新投入 10 万台套 PLC 产品，年销售额 30 亿元人民币。在我国，一般按 I/O 点数将 PLC 分为以下级别（国外分类有些区别）：

- (1) 微型：I/O 点数 32；
- (2) 小型：I/O 点数 256；
- (3) 中型：I/O 点数 1024；
- (4) 大型：I/O 点数 4096；
- (5) 巨型：I/O 点数 8192。

在我国应用的 PLC 系统中，I/O 64 点以下 PLC 销售额占整个的 47%，64 点~256 点的占 31%，合计占整个 PLC 销售额的 78%。

1.2.2 PLC 的应用

目前，在国内外 PLC 技术已广泛应用于冶金、石油、化工、建材、机械制造、电力、汽车、轻工、环保及文化娱乐等各行各业，随着 PLC 性能价格比的不断提高，其应用领域不断扩大。从应用类型看，PLC 的应用大致可归纳为以下几个方面：

1. 开关量逻辑控制

利用 PLC 最基本的逻辑运算、定时、计数等功能实现逻辑控制，可以取代传统的继电器控制，用于单机控制、多机控制、生产自动线控制等，如机床、注塑机、印刷机械、装配生产线、电镀流水线及电梯的控制等。这是 PLC 最基本的应用，也是 PLC 最广泛的应用领域。

2. 运动控制（伺服控制）

大多数 PLC 都有驱动步进电动机或伺服电动机的单轴或多轴位置控制模块。这一功能广泛用于各种机械设备，如对各种机床、装配机械、机器人等进行运动控制。

3. 过程控制

大、中型 PLC 都具有多路模拟量 I/O 模块和 PID 控制功能，有的小型 PLC 也具有模拟量输入/输出。所以 PLC 可实现模拟量控制，而且具有 PID 控制功能的 PLC 可构成闭环控制，用于过程控制。这一功能已广泛用于锅炉、反应堆、水处理、酿酒以及闭环位置控制和速度控制等方面。

4. 数据处理

现代的 PLC 都具有数学运算、数据传送、转换、排序和查表等功能，可进行数据的采集、分析和处理，同时可通过通信接口将这些数据传送给其他智能装置，如计算机数值控制（CNC）设备，进行处理。

5. 通信联网

PLC 的通信包括 PLC 与 PLC、PLC 与上位计算机、PLC 与其他智能设备之间的通信，PLC 系统与通用计算机可直接或通过通信处理单元、通信转换单元相连构成网络，以实现信息的交换，并可构成“集中管理、分散控制”的多级分布式控制系统，满足工厂自动化（FA）系统发展的需要。

1.3 PLC 的分类及技术指标

1.3.1 PLC 的分类

1. 从组成结构上分

(1) 整体式: PLC 各部件组合成一个不可拆卸的整体。整体式 PLC 是将 CPU、存储器、I/O 单元、电源、通信端口、I/O 扩展端口等组装在一个箱体内构成主机。整体式 PLC 结构紧凑、体积小。小型机常采用这种结构。

(2) 组合式(模块式): PLC 的各部件按照一定规则组合配置。组合式 PLC 将 CPU、I/O 单元、通信单元等分别做成相应的模块, 模板之间通过底板上的总线联系。装有 CPU 的单元称为 CPU 模块, 其他单元称为扩展模块。大中型机常采用组合式结构。

2. 按 I/O 点数及内存容量分

可分为超小型、小型、中型、大型、超大型。

3. 按输出形式分

(1) 继电器输出: 为有触点输出方式, 适用于通断频率较低的直流或交流负载。

(2) 晶体管输出: 为无触点输出方式, 适用于通断频率较高的直流负载。

(3) 晶闸管输出: 为无触点输出方式, 适用于通断频率较高的交流负载。

1.3.2 PLC 的技术指标

(1) I/O 点数: I/O 点数是指 PLC 外部输入、输出端子的总数。I/O 点数越多, 外部可接的输入和输出器件也就越多, 控制规模就越大, 一般按 I/O 点数多少来区分机型的大小。

(2) 扫描速度: 扫描速度反映了 PLC 运行速度的快慢。扫描速度快, 意味着 PLC 可运行较为复杂的控制程序, 并有可能扩大控制规模和控制功能。扫描速度是 PLC 最重要的一项硬性能指标。

(3) 指令条数: PLC 的指令条数是衡量其软件功能强弱的主要指标。PLC 具有的指令条数越多, 指令就越丰富, 说明其软件功能越强。

(4) 内存容量: 系统程序存放在系统程序存储器中, 存储容量是指用户程序存储器容量。用户程序存储器的容量决定了 PLC 可以容纳用户程序的长短, 一般以字为单位计算。每 1024 个字为 1K。中小型 PLC 的存储容量一般在 8K 以下, 大型机可达到 256K~2M。

(5) 内部器件: 内部器件包括各种继电器、计数器/定时器、数据存储器等。其种类越多、数量越大, 存储各种信息的能力和控制在能力就越强。

(6) 高功能模块: PLC 除了主控制模块外, 还可以配接各种高功能模块。高功能模块的多少及功能强弱往往是衡量 PLC 产品水平高低的一个重要标志。高功能模块使得 PLC 既可以进行开关量的开环控制, 也可以进行模拟量的闭环控制, 能进行精确的定位和速度控制。

(7) 支持软件: 为了便于对 PLC 的编程和监控, 各 PLC 生产厂相继开发出各类计算机支持的编程和监控软件。

(8) 扩展能力: 大部分 PLC 利用 I/O 扩展单元进行 I/O 点数的扩展, 有的 PLC 利用各种功能模块进行功能扩展。

1.4 PLC 的硬件结构及工作原理

1.4.1 PLC 的硬件结构

PLC 是以微处理器为核心的工业用计算机系统，其硬件组成与计算机有类似之处，根据结构的不同，PLC 可分为整体式和组合式。

PLC 包括 CPU、I/O 模块、存储器、电源等，其硬件结构框图如图 1-1 所示。

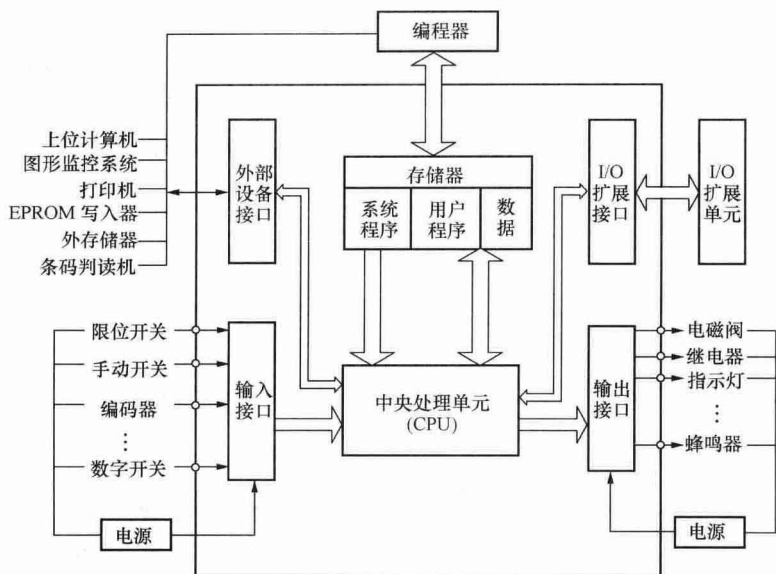


图 1-1 PLC 硬件结构框图

1. CPU

CPU 是 PLC 的核心，主要由运算器、控制器、寄存器及实现它们之间联系的数据、控制及状态总线等构成，一般都集成在一块芯片上。它能够识别用户按照特定的格式输入的各种指令，并按照指令的规定，根据当前的现场 I/O 信号的状态发出相应的控制指令，完成预定的控制任务并将结果送到 PLC 的输出终端。另外，它还能够识别用户所输入的指令序列的格式和语法错误，还具有系统电源、I/O 系统、存储器及其他接口的测试与诊断功能。CPU 与其他部件之间的连接是通过总线进行的。

CPU 速度和内存容量是 PLC 的重要参数，它们决定着 PLC 的工作速度，I/O 数量及程序容量大小，会直接影响 PLC 的运行速度，因此要限制 PLC 的控制规模。

2. I/O 模块

PLC 的对外功能主要是通过各种接口单元来实现对工业设备或生产过程的控制。通过各种 I/O 接口电路，PLC 既可以检测到所需要的过程信息，又可以将处理后的结果传送给外部过程，驱动各种执行机构，实现工业生产过程的自动控制。I/O 系统提供了各种操作电平和驱动能力的 I/O 接口模块，以实现被控对象与 PLC 的 I/O 接口之间的电平转换、电气隔离、串/并转换、A/D 与 D/A 转换等功能。根据它们所实现的功能不同，可将 I/O 通道分为五种：开关量输入通道 (DI)、开关量输出通道 (DO)、模拟量输入通道 (AI)、模拟