



零起步轻松学系列丛书

零起步

轻松学

欧姆龙PLC技术

蔡杏山 ■ 主编



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



零起步轻松学系列丛书

零起步 轻松学

欧姆龙PLC技术

蔡杏山 ■ 主编

人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (C I P) 数据

零起步轻松学欧姆龙PLC技术 / 蔡杏山主编. -- 北
京 : 人民邮电出版社, 2011.1
(零起步轻松学系列丛书)
ISBN 978-7-115-24160-3

I. ①零… II. ①蔡… III. ①可编程序控制器—基本
知识 IV. ①TM571.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第201488号

内 容 提 要

本书是一本介绍欧姆龙 PLC 技术的图书, 全书共分 8 章, 主要介绍了 PLC 的组成与原理、PLC 的硬件系统、PLC 编程软件的使用及应用系统的开发、基本指令及应用、顺序控制指令及应用、常用功能指令及使用和高级功能的使用等内容。

为了让初学者通过阅读本书就能轻松快速地掌握欧姆龙 PLC 技术, 本书在每章的首页列出了本章知识结构图, 在内容安排上遵循循序渐进的原则, 在语言表达上注重通俗易懂, 在书的重点和关键内容上采用了黑体字显示, 以便让读者能掌握并记住这些重点内容。

本书起点低、由浅入深, 语言通俗易懂, 结构安排符合学习认知规律, 适合作学习 PLC 技术的自学图书, 也适合作职业院校电类专业的 PLC 技术教材。

零起步轻松学系列丛书

零起步轻松学欧姆龙 PLC 技术

-
- ◆ 主 编 蔡杏山
责任编辑 申 苹
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 22.5
字数: 445 千字
印数: 1—4 000 册
 - 2011 年 1 月第 1 版
2011 年 1 月河北第 1 次印刷

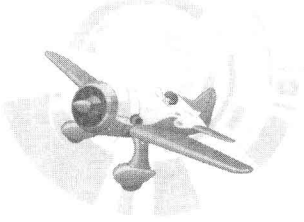
ISBN 978-7-115-24160-3

定价: 42.00 元

读者服务热线: (010)67129264 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

广告经营许可证: 京崇工商广字第 0021 号



丛书前言

在现代社会中,随着科学技术的飞速发展,电子、电工技术已经渗透到社会的许多领域,社会需要大量掌握电子、电工技术的人才。电子、电工技术都属于电类技术,但两者侧重点不同:电子技术是处理低电压、小电流的弱电信号的技术;而电工技术则是处理高电压、大电流的强电信号的技术。电子技术和电工技术在早期划分还比较明显,但在现代社会,两种技术融合越来越紧密,社会对同时掌握电子、电工技术的复合型人才的需求非常迫切。

任何一门技术,既可以通过在学校系统学习,也可以通过自学来掌握。但不管哪种学习方式,都需要一套系统全面、通俗易懂的入门教材。好的入门教材可以让我们学习时少走弯路,轻松、快速地掌握技术。

一、丛书简介

《零起步轻松学系列丛书》是一套非常适合初学者使用的入门教材,它分两个系列:电子技术系列和电工技术系列。这套丛书涉及电子、电工技术基础知识体系中的方方面面,各分册既紧密相关,又独立成册,具体内容如下。

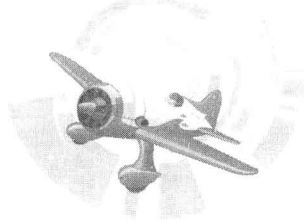
电子技术系列图书:

➤ 《零起步轻松学电子技术(第2版)》 以很低的起点将读者引入电子技术领域,让读者初步全面了解电子技术,对其有一个整体的认识,并掌握一定的动手能力。内容涉及电子技术基础知识、电子元器件知识、电子测量仪器的使用、电子电路和电子设备的检修等。

➤ 《零起步轻松学电子电路(第2版)》 用通俗易懂的语言介绍电子电路(放大电路、谐振电路、滤波电路、正弦波振荡器电路、调制与解调电路、变频电路和电源电路等)的分析方法,培养读者对模拟电路的识图能力。

➤ 《零起步轻松学数字电路(第2版)》 从数字电路中最基本的门电路开始,介绍各种基础数字电路,培养读者对数字电路的识图能力。

➤ 《零起步轻松学电子元器件》 全面地介绍了各种常用电子元器件(电阻器、电容器、电感器、变压器、二极管、三极管、光电器件、电声器件、晶闸管、场效应管、贴片元器件和集成模块等)的种类、性能、重要参数和检测方法等。



➤ 《零起步轻松学电子测量仪器(第2版)》 介绍各种电子测量仪器、仪表的使用方法,如万用表、信号发生器、示波器、毫伏表、频率计、扫频仪、Q表与晶体管特性图示仪等,培养读者使用电子测量仪器及仪表检测电子元器件、电子电路和电子设备的能力。

➤ 《零起步轻松学 Protel 99 SE 电路设计》 介绍如何使用 Protel 99 SE 软件设计电路原理图和印制电路板,使有一定电子技术基础的读者学会利用计算机绘图软件进行电路设计。

➤ 《零起步轻松学单片机技术》 以 MCS-51 单片机为例,介绍了单片机的基础知识和各种实用技术。

电工技术系列图书:

➤ 《零起步轻松学电工技术》 主要介绍电工基础知识、电工仪表、低压电器、电子元器件、变压器、电动机和室内配电布线以及安全用电等内容。

➤ 《零起步轻松学电工常用电子电路》 主要介绍电路基础知识、模拟电子电路、数字电子电路、晶闸管电路和一些实用的电工电子电路。

➤ 《零起步轻松学电动机及控制线路》 主要介绍电气控制线路基础知识和直流电动机、三相异步电动机、单相异步电动机、各种特种电动机的工作原理及相关的控制线路。

➤ 《零起步轻松学变频技术》 主要介绍变频常用电力电子器件、交-直-交变频技术、脉宽调制技术、交-交变频技术和变频技术的应用,另外还介绍变频器的安装、调试和维修。

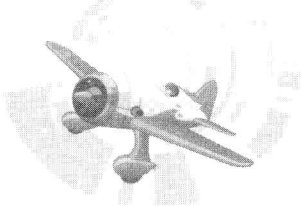
➤ 《零起步轻松学 PLC 技术》 主要以三菱 FX 系列 PLC 为例介绍了 PLC 基础知识、PLC 开发过程、PLC 编程和 PLC 应用系统开发实例等内容。

➤ 《零起步轻松学西门子 S7-200 PLC 技术》 主要介绍了西门子 S7-200 PLC 技术,包括 PLC 的组成与原理、编程基础知识、PLC 编程软件及仿真软件的使用、PLC 应用系统的开发过程及应用等内容。

➤ 《零起步轻松学欧姆龙 PLC 技术》 主要介绍了欧姆龙 CP1H 系列的 PLC 技术,内容包括 PLC 组成与原理、CP1H 系列 PLC 的硬件系统、PLC 编程软件的使用和应用系统的开发、指令的应用等。

二、丛书的特点

➤ 结构安排符合人的认知规律。在图书内容编排上,按照循序渐进、由浅入深的原则进行,读者只需从前往后阅读图书,便会水到渠成。



➤ **起点低，语言通俗易懂。**书中少用专业化的术语，多用通俗易懂的语言，遇到较难理解的内容用比喻来说明，尽量避免复杂的理论分析和烦琐的公式推导，具有初中文化程度的读者即可阅读。

➤ **采用图文并茂的方式表现内容。**书中大多采用读者喜欢的直观形象的图表方式表现内容，使阅读变得轻松。

➤ **突出显示书中知识要点。**为了帮助读者掌握书中的知识要点，书中用阴影和文字加粗的方法突出显示知识要点，指示学习重点。

➤ **网络辅导。**读者在阅读时遇到难理解的问题，可登录**易天教学网**：www.eTV100.com，向老师提问，在网络辅导下更快、更轻松地学习书中的知识。

三、丛书的读者对象

本套丛书起点低，只要具有初中文化程度且对电子、电工技术感兴趣的读者就可阅读，主要的读者对象有以下几类：

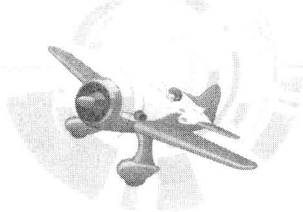
➤ **电子、电工技术爱好者。**对于这类读者来说，本丛书内容丰富、通俗易懂的特点可使读者，尤其是初学者快速掌握电子、电工技术知识，轻松迈入电子、电工技术大门。

➤ **电子、电工技术从业人员。**这包括准备或者正在从事电子、电工技术相关领域工作的人员。对于这类读者来说，本丛书是一套完整的电子、电工技术入门自学教材，学习本丛书可为以后的实践工作打下坚实的基础。

➤ **职业院校相关专业的学生。**这包括以电子、电工技术为主专业的学生，也包括不以电子、电工技术为主专业，但需要学习电子、电工技术知识的学生。对于这类读者来说，本丛书是一套非常好的课外辅导书。

本书在编写过程中得到了易天教学网很多老师的支持，其中蔡玉山、詹春华、何慧、黄晓玲、蔡春霞、邓艳姣、黄勇、刘凌云、刘元能、刘海峰等参与了部分章节的编写工作，在此一致表示感谢。由于我们水平有限，书中错误和疏漏之处在所难免，望广大读者和同仁予以批评指正。

编 者



前 言

本书介绍了欧姆龙 CP1H 系列 PLC 技术,主要内容有 PLC 组成与原理、CP1H PLC 的硬件系统、PLC 编程软件的使用及应用系统的开发、基本指令及应用、顺序控制指令及应用、常用功能指令及使用和高级功能的使用等。

一、本书章节内容

本书共分 8 章:

第 1 章 概述 本章除了对 PLC 的定义、分类、特点和欧姆龙 PLC 进行简单介绍外,还将 PLC 控制与继电器控制的特点进行比较。

第 2 章 PLC 组成与原理 掌握 PLC 技术要先了解 PLC 的硬件结构及工作原理。本章主要介绍了 PLC 基本组成单元、PLC 工作方式和 PLC 执行用户程序的过程。

第 3 章 CP1H PLC 的硬件系统 本章主要介绍了 CP1H PLC 的主机单元、扩展单元、主机单元的接线和 I/O 存储区的分配与编号。

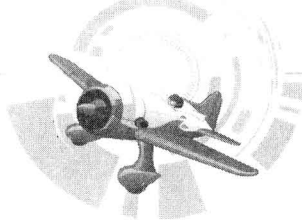
第 4 章 PLC 编程软件的使用及应用系统的开发 编写 PLC 控制程序需要用到编程软件,要开发 PLC 应用系统须了解其开发过程。本章主要介绍了编程语言、CX-Programmer 编程软件的使用和 PLC 应用系统开发全过程。

第 5 章 基本指令及应用 基本指令是 PLC 编程时最常用的指令。本章介绍了编程基础知识、时序输入指令、时序输出指令、定时器指令、计数器和时序控制指令,并通过常用的基本控制线路及梯形图和 4 个应用实例来说明基本指令的综合应用。

第 6 章 顺序控制指令及应用 顺序控制指令简称工序步进指令,主要用于编写顺序控制程序。本章主要介绍了状态转移图、工序步进控制指令、顺序控制的几种方式和 3 个工序步进指令应用实例等内容。

第 7 章 常用功能指令及使用 功能指令让 PLC 具有强大的数据处理和特殊功能。本章主要介绍了数据传送指令、数据比较指令、数据移位指令、自加/自减指令、四则运算指令、数据转换指令、逻辑运算指令、特殊运算指令、浮点转换运算指令、双精度浮点转换运算指令、表格数据处理指令、数据控制指令、显示功能指令、时钟功能指令、特殊功能指令和字符串处理指令及使用。

第 8 章 高级功能的使用 本章主要介绍了键盘输入电路及指令使用、输出显示电路



及指令使用、PID 控制功能及指令使用、子程序、中断功能、高速计数器、脉冲输出功能和模拟量输入输出功能及使用。

二、本书学习建议

在学习本书内容时，建议读者注意以下几点。

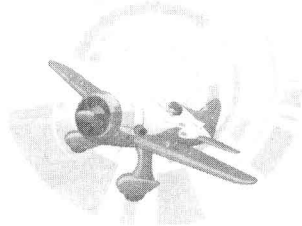
(1) 从前往后逐章节阅读图书，每次不要阅读太多内容，重在理解和掌握；对书中粗体标注显示的内容要重点理解并记忆。

(2) 在学习 PLC 技术时，理解各种指令并使用它们编写控制程序非常重要，最好将编写的程序写入实际的 PLC 进行测试，以检验程序的实际控制效果。

(3) 如果阅读时遇到难题，可以登录易天教学网：www.eTV100.com，通过观看网站有关学习材料或向老师提问进行学习。

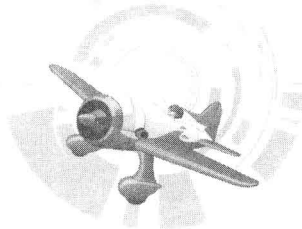
本书在编写过程中得到了不少老师的帮助，特别是彭科钧老师在百忙之中审阅了此书，在此一并表示感谢。

编 者



目 录

第 1 章 概述	1
1.1 PLC 简介	2
1.1.1 PLC 的定义	2
1.1.2 PLC 的分类	2
1.1.3 PLC 的特点	4
1.1.4 欧姆龙 PLC 的简介	4
1.2 PLC 控制与继电器控制比较	5
1.2.1 继电器正转控制线路	5
1.2.2 PLC 正转控制线路	5
1.2.3 PLC 控制、继电器控制和单片机控制的比较	6
第 2 章 PLC 组成与原理	8
2.1 PLC 的基本组成	9
2.1.1 PLC 的组成方框图	9
2.1.2 PLC 的组成单元功能说明	9
2.2 PLC 的工作原理	14
2.2.1 PLC 的工作方式	14
2.2.2 PLC 执行用户程序的过程	14
第 3 章 CP1H PLC 的硬件系统	16
3.1 主机单元	17
3.1.1 主机单元的外形与面板说明	17
3.1.2 主机单元的命名方法与参数	21
3.2 扩展单元	23
3.2.1 CPM1A 扩展单元及连接	23
3.2.2 CJ 扩展单元及连接	25
3.3 主机单元的接线	26
3.3.1 主机单元的电源接线	26
3.3.2 X/XA 型主机单元的接线	27
3.3.3 Y 型主机单元的接线	29



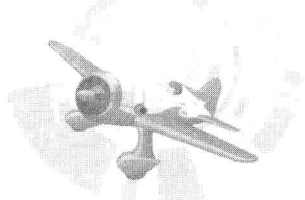
3.4 I/O 存储区的分配与编号	30
-------------------	----

第 4 章 PLC 编程软件的使用及应用系统的开发 38

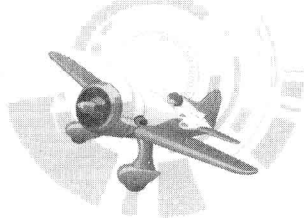
4.1 编程语言	39
4.1.1 梯形图语言	39
4.1.2 语句表语言	40
4.2 CX-Programmer 编程软件的使用	40
4.2.1 软件的安装与启动	40
4.2.2 软件的主窗口介绍	42
4.2.3 新工程的建立与保存	43
4.2.4 程序的编写与编辑	45
4.2.5 程序和编译	52
4.2.6 程序的传送	53
4.2.7 程序的在线监视	55
4.2.8 程序的在线修改	56
4.3 PLC 应用系统开发全过程	57
4.3.1 PLC 应用系统开发流程	57
4.3.2 PLC 应用系统开发举例	58

第 5 章 基本指令及应用 61

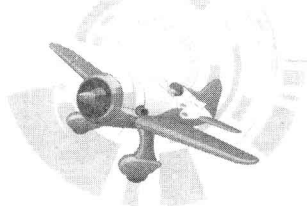
5.1 编程基础知识	62
5.1.1 BIN 数、十六进制数和 BCD 数	62
5.1.2 编程规则与技巧	64
5.2 时序输入指令	67
5.2.1 基本输入指令	67
5.2.2 块操作指令	68
5.2.3 连接型边沿微分指令	69
5.2.4 位测试指令	69
5.3 时序输出指令	71
5.3.1 基本输出指令	72
5.3.2 输出型边沿微分指令	73
5.3.3 置位/复位指令	73
5.3.4 存储/保持指令	74



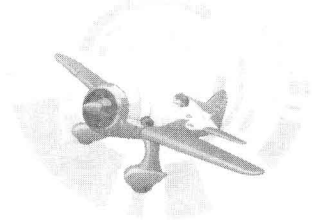
5.4 定时器指令	76
5.4.1 定时器 TIM (100ms)、高速定时器 TIMH (10ms) 和超高速定时器 TMHH (1ms) 指令	77
5.4.2 累计定时器 TTIM (100ms) 指令	79
5.4.3 长时间定时器 TIML (100ms) 指令	80
5.4.4 多输出定时器 MTIM (100ms) 指令	81
5.5 计数器指令	83
5.5.1 计数器 CNT 指令	83
5.5.2 可逆计数器 CNTR 指令	85
5.5.3 定时器/计数器复位 (CNR) 指令	86
5.6 时序控制指令	87
5.6.1 结束 (END) 指令与无功能 (NOP) 指令	88
5.6.2 互锁指令	88
5.6.3 转移指令	90
5.6.4 循环指令	93
5.7 常用控制线路及梯形图	94
5.7.1 启动、自锁和停止控制线路与梯形图	94
5.7.2 正、反转连锁控制线路与梯形图	95
5.7.3 多地控制线路与梯形图	97
5.7.4 定时控制线路与梯形图	99
5.7.5 长定时控制线路与梯形图	101
5.7.6 多重输出控制线路与梯形图	102
5.7.7 过载报警控制线路与梯形图	103
5.7.8 闪烁控制线路与梯形图	104
5.8 基本指令应用实例	105
5.8.1 喷泉控制	105
5.8.2 交通信号灯控制	109
5.8.3 多级传送带控制	113
5.8.4 车库自动门控制	117
第 6 章 顺序控制指令及应用	121
6.1 顺序控制与状态转移图	122
6.2 工序步进控制指令	123
6.2.1 指令说明	123
6.2.2 指令使用举例	123



6.2.3 指令使用注意事项	125
6.3 顺序控制的几种方式	125
6.3.1 选择性分支方式	126
6.3.2 并行分支方式	127
6.4 工序步进指令应用实例	129
6.4.1 液体混合装置的 PLC 控制	129
6.4.2 简易机械手的 PLC 控制	136
6.4.3 大小铁球分检机的 PLC 控制	143
6.5 顺序控制的其他实现方法	152
6.5.1 启保停方式的顺序控制	152
6.5.2 转换中心方式的顺序控制	155
第 7 章 常用功能指令及使用	159
7.1 数据传送指令	160
7.1.1 指令一览表	160
7.1.2 指令详解	161
7.2 数据比较指令	166
7.2.1 指令一览表	166
7.2.2 指令详解	167
7.3 数据移位指令	177
7.3.1 指令一览表	177
7.3.2 指令详解	178
7.4 自加/自减指令	190
7.4.1 指令一览表	190
7.4.2 指令详解	190
7.5 四则运算指令	193
7.5.1 指令一览表	193
7.5.2 指令详解	194
7.6 数据转换指令	204
7.6.1 指令一览表	204
7.6.2 指令详解	205
7.7 逻辑运算指令	222
7.7.1 指令一览表	222



7.7.2 指令详解	223
7.8 特殊运算指令	225
7.8.1 指令一览表	225
7.8.2 指令详解	225
7.9 浮点转换运算指令	230
7.9.1 指令一览表	230
7.9.2 有关浮点数的知识	231
7.9.3 指令详解	232
7.10 双精度浮点转换运算指令	241
7.10.1 指令一览表	241
7.10.2 指令详解	242
7.11 表格数据处理指令	248
7.11.1 指令一览表	248
7.11.2 指令详解	249
7.12 数据控制指令	259
7.12.1 指令一览表	259
7.12.2 指令详解	260
7.13 显示功能指令	267
7.13.1 指令一览表	267
7.13.2 指令详解	267
7.14 时钟功能指令	268
7.14.1 指令一览表	268
7.14.2 指令详解	269
7.15 特殊功能指令	271
7.15.1 指令一览表	271
7.15.2 指令详解	271
7.16 字符串处理指令	273
7.16.1 指令一览表	273
7.16.2 指令详解	274
第 8 章 高级功能的使用	281
8.1 键盘输入电路及指令使用	282
8.1.1 数字式开关输入电路与 DSW 指令	282



8.1.2	10 键输入电路与 TKY 指令	284
8.1.3	16 键输入电路与 HKY 指令	286
8.1.4	矩阵输入电路与 MTR 指令	288
8.2	输出显示电路及指令使用	291
8.2.1	七段数码显示器与七段码	291
8.2.2	一位数字显示电路与 SDEC 指令	291
8.2.3	多位数字显示电路与 7SEG 指令	293
8.3	PID 控制功能及指令使用	297
8.3.1	关于 PID 控制	297
8.3.2	PID 运算 (PID) 指令及使用	298
8.3.3	带自整定 PID 运算 (PIDAT) 指令及使用	301
8.4	子程序	303
8.4.1	子程序	303
8.4.2	子程序指令及使用	304
8.5	中断功能	308
8.5.1	中断的种类、优先顺序和中断程序的建立	308
8.5.2	直接模式的输入中断	310
8.5.3	计数模式的输入中断	313
8.5.4	定时中断	317
8.6	高速计数器	319
8.6.1	输入端子的分配	319
8.6.2	脉冲的输入模式	320
8.6.3	脉冲的计数模式	321
8.6.4	高速计数器的复位方式	322
8.6.5	高速计数器的设置	322
8.6.6	高速计数器分配的区域	323
8.6.7	高速计数器指令及使用	324
8.6.8	高速计数器的使用举例	328
8.7	脉冲输出功能	331
8.7.1	输出端子的分配	331
8.7.2	脉冲输出指令及使用	333
8.8	模拟量输入输出功能	341
8.8.1	内置模拟量输入输出功能的使用	342
8.8.2	模拟量电位器及外部模拟量调节的使用	345

第 1 章

概述

本章知识结构

1.1 PLC 简介

1.1.1 PLC 的定义

1.1.2 PLC 的分类

1.1.3 PLC 的特点

1.1.4 欧姆龙 PLC 的简介

1.2 PLC 控制与继电器控制比较

1.2.1 继电器正转控制线路

1.2.2 PLC 正转控制线路

1.2.3 PLC 控制、继电器控制和单片机控制的比较

1.1 PLC 简介

1.1.1 PLC 的定义

PLC 是英文 **Programmable Logic Controller** 的缩写,意为可编程序逻辑控制器。世界上第一台 PLC 于 1969 年由美国数字设备公司 (DEC) 研制成功。随着技术的发展,PLC 的功能大大增强,不仅限于逻辑控制,因此美国电气制造商协会 (NEMA) 于 1980 年对它进行重命名,称为可编程控制器 (**Programmable Controller**),简称 PC,但由于 PC 容易和个人计算机的英文缩写 PC (**Personal Computer**) 混淆,故人们仍习惯将 PLC 当作可编程控制器的缩写。

由于 PLC 一直在发展中,至今尚未对其下最后的定义。国际电工委员会 (IEC) 对 PLC 最新定义为:

PLC 是一种数字运算操作电子系统,专为在工业环境下应用而设计,它采用了可编程序的存储器,用来在其内部存储执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算等操作的指令,并通过数字的、模拟的输入和输出,控制各种类型的机械或生产过程。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个整体、易于扩充其功能的原则设计。

1.1.2 PLC 的分类

PLC 的种类很多,下面按结构形式、控制规模和实现功能对 PLC 进行分类。

1. 按结构形式分类

按硬件的结构形式不同,PLC 可分为整体式和模块式。

整体式 PLC 又称箱式 PLC,图 1-1 所示是一种常见的整体式 PLC,其外形像一个长方形的箱体,这种 PLC 的 CPU、存储器、I/O 接口等都安装在一个箱体内。整体式 PLC 的结构简单、体积小、价格低。小型 PLC 一般采用整体式结构。

模块式 PLC 又称组合式 PLC,其外形如图 1-2 所示,它有一个总线基板,基板上有许多总线插槽,其中由 CPU、存储器和电源构成的一个模块通常固定安装在某个插槽中,其他功能模块可随意安装在其他不同的插槽内。模块式 PLC 配置灵

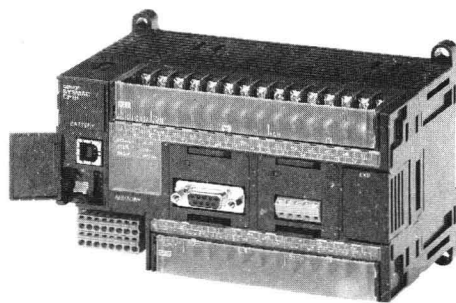


图 1-1 整体式 PLC



活, 可通过增减模块来组成不同规模的系统, 安装维修方便, 但价格较贵。大、中型 PLC 一般采用模块式结构。

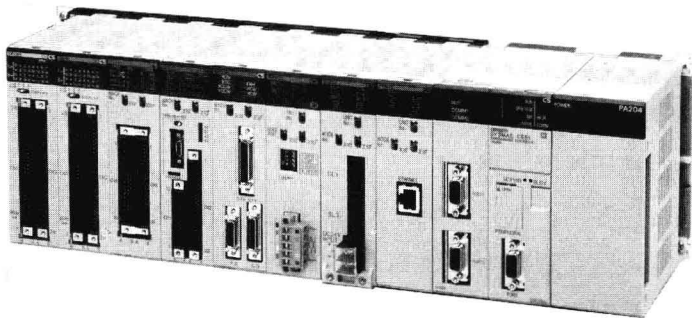


图 1-2 模块式 PLC

2. 按控制规模分类

I/O 点数(输入/输出端子数量)是衡量 PLC 控制规模的重要参数。根据 I/O 点数多少, 可将 PLC 分为小型、中型和大型三类。

(1) 小型 PLC

其 I/O 点数小于 256 点, 采用 8 位或 16 位单 CPU, 用户存储器容量在 4K 字以下。

(2) 中型 PLC

其 I/O 点数在 256~2048 点之间, 采用双 CPU, 用户存储器容量为 2~8K 字。

(3) 大型 PLC

其 I/O 点数大于 2048 点, 采用 16 位、32 位多 CPU, 用户存储器容量为 8~16K 字。

3. 按功能分类

根据 PLC 的功能强弱不同, 可将 PLC 分为低档、中档、高档三类。

(1) 低档 PLC

它具有逻辑运算、定时、计数、移位以及自诊断、监控等基本功能, 有些还有少量模拟量 I/O、算术运算、数据传送和比较、通信等功能。低档 PLC 主要用于逻辑控制、顺序控制或少量模拟量控制的单机控制系统。

(2) 中档 PLC

它除具有低档 PLC 的功能外, 还具有较强的模拟量 I/O、算术运算、数据传送和比较、数制转换、远程 I/O、子程序、通信联网等功能, 有些还增设有中断控制、PID 控制等功能。中档 PLC 适用于比较复杂控制系统。

(3) 高档 PLC

它除了具有中档机的功能外, 还增加了带符号算术运算、矩阵运算、位逻辑运算、平方根运算及其他特殊功能函数的运算、制表及表格传送功能等。高档 PLC 具有很强的通信