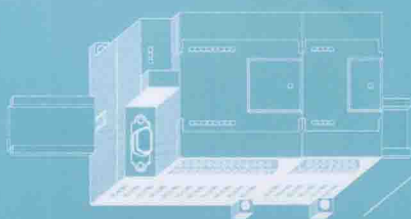


编著 王海燕 李精明
主审 林叶春



P rogrammable
L ogic
C ontroller

可编程控制器及 工业控制网络



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS



P rogrammable
L ogic
C ontroller

可编程控制器及 工业控制网络

编著 王海燕 李精明

主审 林叶春



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

内容提要

本书以西门子 S7-200 系列 PLC 为主,全面介绍 PLC 工作原理、硬件设备、软件指令以及由 PLC 构建的 Profibus DP 网络和工业以太网等工业控制网络。同时,考虑到船舶实际应用情况,单独一章介绍了 PLC 及其工业控制网络在船舶自动化领域的应用。海事局统考要求中关于 PLC 部分,既有西门子系列也有欧姆龙或三菱系列,而船舶实际应用的 PLC 类型则更为广泛。本书以西门子系列 PLC 为主,也介绍了欧姆龙、三菱和罗克韦尔 PLC,内容力求全面、详实,满足海事局统考要求。本书可作为船舶电子电气专业、轮机工程专业和其他相关专业教材,也可供相关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

可编程控制器及工业控制网络 / 王海燕,李精明编

著. —上海:上海交通大学出版社, 2015

ISBN 978-7-313-13444-8

I. ①可… II. ①王… ②李… III. ①可编程序控制器—高等学校—教材②工业控制计算机—计算机网络—高等学校—教材 IV. ①TM571.6②TP273

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 197234 号

可编程控制器及工业控制网络

编 著: 王海燕 李精明

出版发行: 上海交通大学出版社

邮政编码: 200030

出 版 人: 韩建民

印 制: 昆山市亭林印刷有限公司

开 本: 787 mm×1092 mm 1/16

字 数: 561 千字

版 次: 2015 年 9 月第 1 版

书 号: ISBN 978-7-313-13444-8/TM

定 价: 58.00 元

地 址: 上海市番禺路 951 号

电 话: 021-64071208

经 销: 全国新华书店

印 张: 24.5

印 次: 2015 年 9 月第 1 次印刷

版权所有 侵权必究

告读者: 如发现本书有印装质量问题请与印刷厂质量科联系

联系电话: 0512-57751097

前 言

可编程控制器(PLC)自问世以来,以其可靠性高、编程简单、维护方便、通用性强、研发周期短等优点,被广泛应用于各行各业,如汽车制造、机械加工、冶金、矿业等。当然,PLC在船舶上也获得了广泛的应用,从船舶艏侧推控制、综合监控到船舶电站自动化、机舱设备控制等各个系统都有PLC的身影。可以说,PLC在船舶上的广泛应用,已经而且日益改变着船舶自动化的现状。

西门子系列PLC具有结构简单、编程方便、灵活通用等一系列的优点,而且西门子公司是重要的船舶自动化系统设备提供商,因此,西门子系列的PLC在船舶自动化领域具有很高的知名度。其经典的S7-200、S7-300等系列PLC在船舶机舱设备控制方面应用广泛,了解、掌握西门子系列PLC几乎已经成为船舶电气和轮机管理人员必备的技能之一。

随着网络技术的发展,船舶设备之间的互联互通已成为船舶自动化发展的趋势和重要内容。原来由单个PLC实现的对独立设备的控制也需要通过工业控制网络实现互联互通,从而提高机舱设备的整体运行性能,对船舶设备的综合监控、故障诊断等方面有重要的作用。

虽然西门子PLC在船舶领域应用广泛,但其他厂商的PLC在船舶应用上所占份额也相当可观,如三菱、欧姆龙和罗克韦尔等。尽管不同厂商的PLC原理和应用方式大同小异,掌握一种PLC便可以比较容易的掌握其他种类的PLC,但船舶电气和轮机管理等专业的学员仍希望在一本书中介绍其基本原理。

由于PLC在船舶的应用具有以上特点,结合船舶电子电气专业和轮机工程专业对PLC课程的要求,在近年来的教学过程中,我们以西门子PLC为主,介绍PLC的工作原理、硬件特性、程序设计以及工业控制网络的相关知识。通过这些内容的学习让学生初步掌握管理、使用、维护和初步设计船舶PLC控制系统的能力。同时,也介绍其他船舶常用PLC如三菱、欧姆龙和罗克韦尔PLC的相关基础知识,预期让学生更全面地了解PLC在船舶的应用现状。

不过,现有讲解PLC的教材多数为通用型教材,一般仅介绍某一厂家的PLC,尽

管介绍 PLC 原理和指令的内容丰富,但对 PLC 工业控制网络的内容相对较为简单,特别是缺少关于 PLC 及其工业控制网络在船舶自动化领域的应用,而且也没有考虑到海事局考试大纲中对船舶 PLC 的多样性要求。实际考试大纲中既有西门子系列 PLC,也有欧姆龙和三菱系列 PLC,而船舶实际应用的 PLC 类型则更为广泛,因此,现有教材难以满足海事局统考要求和船舶工作实际,不适合航海类专业特色和教学内容。

因此,编者根据船舶电子电气专业和轮机工程专业的培养要求,结合在近年来教学实践中使用的教案,编写了本教材。本书在内容上充分考虑了专业特色和生产实际,以西门子系列 PLC 为主,在第 1~4 章中以 S7-200、300 系列 PLC 为例,详细讲述了 PLC 工作原理;在第 5~6 章中介绍了典型的工业控制网络 PROFIBUS 和工业以太网。同时,兼顾其他品牌的 PLC,在第 7 章分别介绍了三菱、欧姆龙和罗克韦尔 PLC 的硬件特性、软件设计和通信功能,以满足专业对 PLC 多样性的要求。特别是在第 8 章专门介绍了 PLC 在船舶的实际应用案例,体现了专业特色,也结合了船舶实际。本书作为船舶电子电气专业和轮机专业本科教材,也可供相关人员参考。

本书第 1、2、3、8 章由王海燕编写,第 4、5 章由李精明编写,第 6、7 章由陈铭治编写,全书由王海燕统稿,由林叶春老师主审。

作者在撰写过程中,参阅了国内外许多同类著作和相关文献,并引用了他们的成果和论述,在此向本书所引文献的作者们表示衷心的感谢。

本书的出版获得了上海海事大学三年规划教材建设项目的资助,在此谨表示衷心的感谢。同时,感谢上海交通大学出版社的编辑们,正是他们的支持和辛勤劳动,本书才能以高出版质量奉献给读者。

由于编者水平有限,书中存在的错误和不当之处,恳请专家、读者批评指正。

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 可编程控制器的发展	1
1.1.1 可编程控制器的产生与发展	1
1.1.2 可编程控制器的定义	3
1.1.3 可编程控制器的分类及特点	3
1.2 可编程控制器的基本结构	5
1.2.1 CPU 单元	6
1.2.2 存储器	6
1.2.3 输入/输出接口	6
1.2.4 外设接口	10
1.2.5 电源	10
1.2.6 编程设备	10
1.3 PLC 的工作原理和编程语言	10
1.3.1 PLC 的工作过程	10
1.3.2 PLC 的编程语言	13
1.3.3 PLC 的软件	16
1.3.4 PLC 的控制过程	17
1.4 PLC 与工业控制网络	19
1.4.1 工业控制网络及其特点	19
1.4.2 现场总线及其国际标准	21
1.4.3 PLC 的网络控制功能	22
第 2 章 S7-200 系列 PLC 的硬件系统	24
2.1 S7-200 系列 PLC 系统结构	24
2.1.1 S7-200 系列 PLC 的主机	24
2.1.2 S7-200 系列 PLC 的扩展模块	32
2.1.3 S7-200 PLC 的系统配置	38
2.2 S7-200 系列 PLC 的 CPU 存储区	41
2.2.1 数据存储类型	41

2.2.2	数据的编址方式	43
2.2.3	PLC 内部元件及其编址	44
2.3	S7-200 系列 PLC 的寻址方式	47
2.3.1	立即寻址	47
2.3.2	直接寻址	48
2.3.3	间接寻址	48
2.4	S7-200 系列 PLC 的常用通信网络	49
2.4.1	S7-200 的网络通信协议	50
2.4.2	PPI 网络	52
2.4.3	MPI 网络	55
2.4.4	PROFIBUS-DP 网络	56
2.4.5	AS-i 接口网络	57

第 3 章 S7-200 系列 PLC 的基本指令及应用

68

3.1	基本逻辑操作指令	68
3.1.1	位逻辑指令	68
3.1.2	比较指令	76
3.1.3	定时器指令	77
3.1.4	计数器指令	81
3.2	基本功能指令	83
3.2.1	S7-200 的指令规约	83
3.2.2	传送类指令	85
3.2.3	数学运算类指令	88
3.2.4	逻辑操作指令	92
3.2.5	移位与循环移位指令	93
3.2.6	表指令	97
3.2.7	转换指令	101
3.2.8	时钟指令	106
3.3	程序控制指令	107
3.3.1	条件结束、停止	107
3.3.2	定时器复位指令	108
3.3.3	循环指令	109
3.3.4	跳转指令	110
3.3.5	子程序调用	111
3.3.6	中断指令	114
3.3.7	顺序控制指令	118
3.4	高速计数及脉冲指令	119
3.4.1	高速计数器的工作模式	120

3.4.2	高速计数指令	125
3.4.3	高速计数器的应用	126
3.4.4	高速脉冲输出	129
3.5	基本指令的应用实例	139
3.5.1	自锁和互锁控制程序	139
3.5.2	顺序控制程序	141
3.5.3	特殊定时控制程序	148
3.5.4	报警控制程序	153
3.6	编程软件 STEP7 - Micro/WIN V4.0 的使用	156
3.6.1	STEP7 - Micro/WIN V4.0 功能简介	156
3.6.2	用户程序文件的编辑与操作	165
3.6.3	编程软件与 PLC 的通信	170
3.6.4	程序的状态监控与调试	171
第 4 章	SIMATIC S7 - 300 系列 PLC 硬件特性和软件设计	176
4.1	S7 - 300 系列 PLC 简介	176
4.1.1	S7 - 300 概述	176
4.1.2	S7 - 300 的组成部件	177
4.1.3	S7 - 300 的系统结构	178
4.2	S7 - 300 的 CPU 模块与电源模块	179
4.2.1	CPU 模块的元件	179
4.2.2	CPU 的存储器	182
4.2.3	CPU 模块的技术规范	183
4.2.4	电源模块	187
4.3	数字量输入模块	188
4.3.1	数字输入模块	188
4.3.2	数字量输出模块	190
4.3.3	模拟量输入/输出模块	193
4.3.4	模拟量输入模块的参数设置	197
4.4	功能模块	200
4.4.1	计数器模块	200
4.4.2	位置控制与位置检测模块	201
4.4.3	闭环控制模块	203
4.4.4	称重模块与 S5 智能 U 模块	204
4.5	S7 - 300/400 的编程语言与指令系统	205
4.5.1	S7 - 300/400 的编程语言	205
4.5.2	S7 - 300/400 的指令系统	208
4.5.3	用户程序的基本结构	225

4.6	S7-300/400 的通信功能	227
4.6.1	SIMATIC 网络结构与通信服务简介	227
4.6.2	PG/OP 通信服务与 S7 通信服务	230
第 5 章	基于 PLC 的 PROFIBUS-DP 工业控制网络	232
5.1	PROFIBUS 基础	232
5.1.1	ISO/OSI 模型	232
5.1.2	协议的结构与版本	233
5.1.3	PROFIBUS 层	234
5.1.4	总线拓扑	242
5.1.5	遵循 IEC 1158-2 (PROFIBUS PA) 的拓扑	245
5.1.6	PROFIBUS 网络中的总线访问控制	245
5.1.7	总线参数	247
5.2	PROFIBUS DP 的总线设备类型和数据通信	248
5.2.1	总线设备类型	249
5.2.2	各类 DP 设备间的数据通信	250
5.2.3	PROFIBUS DP 循环	254
5.2.4	使用交叉通信进行数据交换	256
5.2.5	DPV1 功能扩展	257
5.3	SIMATIC S7 系统中的 PROFIBUS DP	258
5.3.1	SIMATIC S7 系统中的 PROFIBUS DP 接口	258
5.3.2	使用 DP 接口时的其他通信功能	265
5.3.3	SIMATIC S7 控制器中 DP 接口的系统响应	265
5.3.4	SIMATIC S7 系统中的 DP 从站类型	267
5.4	用 STEP7 编程和组态 PROFIBUS DP	268
5.4.1	STEP7 基础	268
5.4.2	PROFIBUS DP 项目示例	270
第 6 章	由 PLC 构建的以太网工业控制网络	285
6.1	以太网协议及其基本功能	285
6.1.1	以太网协议	285
6.1.2	以太网基本功能	287
6.2	SIMATIC NET 网络解决方案	288
6.2.1	工业以太网网络方案	288
6.2.2	CP 1613 PCI 网卡	289
6.2.3	CP 343-1 PLC 网卡	289
6.3	以太网工业控制网络的应用分析	290
6.3.1	以太网工业控制网络拓扑结构	290

6.3.2	以太网服务器的通信配置	292
6.3.3	以太网客户机的配置及其通信数据	296
6.3.4	STEP7 程序运行中的有关指令	298
第 7 章	其他船舶常用 PLC	300
7.1	欧姆龙 PLC	300
7.1.1	硬件特性	300
7.1.2	软件设计	302
7.1.3	通信功能	303
7.2	三菱 PLC	305
7.2.1	FX 系列 PLC 硬件特性	305
7.2.2	软件设计	307
7.2.3	通信功能	308
7.3	罗克韦尔 PLC	310
7.3.1	硬件特性	310
7.3.2	软件设计	310
7.3.3	通信功能	315
第 8 章	PLC 在船舶机舱自动化中的应用	318
8.1	PLC 控制系统的总体设计	318
8.1.1	PLC 控制系统设计的基本原则和设计步骤	318
8.1.2	减少 PLC 输入输出点数的方法	321
8.1.3	提高 PLC 控制系统可靠性的方法	323
8.2	船舶艏侧推远程控制系统	326
8.2.1	船舶艏侧推远程控制的基本要求	327
8.2.2	船舶艏侧推远程控制的组成和 PLC 的通信	330
8.2.3	船舶艏侧推远程控制的 PLC 编程	333
8.3	船舶机舱设备的 PLC 及其控制网络	336
8.3.1	备用泵的自动切换电路及其 PLC 控制	336
8.3.2	PLC 实现的自动电站	340
8.3.3	船舶辅锅炉的 PLC 控制系统	347
8.4	基于 PLC 的船舶监控报警系统	353
8.4.1	网络型监视报警系统的组成	353
8.4.2	监控计算机与 PLC 的通信	355
附录 A	PLC 实验指导书	358
A.1	Y/ Δ 换接起动的模拟控制	358
A.2	天塔之光的模拟控制	358

A. 3 数码显示的模拟控制 360

A. 4 交通灯的模拟控制 361

A. 5 四节传送带的模拟控制 363

A. 6 五相步进电机的模拟控制 364

附录 B S7-200 PLC 指令快速参考 366

B. 1 特殊存储器 366

B. 2 指令简表 368

附录 C S7-300 组织块、系统功能与系统功能块一览表..... 374

参考文献..... 380

第 1 章 概 述

1.1 可编程控制器的发展

1.1.1 可编程控制器的产生与发展

在可编程控制器产生之前,早期的工业控制广泛采用继电器控制系统。继电器控制系统可以看作是由输入电路、继电器控制电路、输出电路和控制对象等四部分组成,如图 1-1 所示。其中输入电路由继电器、接触器、按钮、行程开关等器件组成,用于向系统输入控制信号。输出电路由接触器、电磁阀等执行元件组成,用于控制工业现场的各种控制对象,如电机、阀门等。继电器控制电路部分是系统的核心,由各种继电器组成,完成逻辑控制、定时、计数等控制功能。

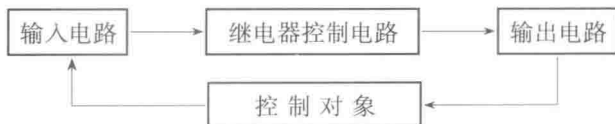


图 1-1 继电器控制系统

虽然继电器控制系统在传统工业中起到不可替代的作用,但其控制系统通常是针对某一固定的动作顺序或生产工艺而设计的,控制功能仅仅局限于逻辑控制、定时、计数等一些简单功能。一旦系统的动作顺序或生产工艺发生变化,就必须对系统进行重新设计、布线、装配和调试。因此,随着生产规模的不断扩大和对控制系统灵活性要求的日益提高,继电器控制系统越来越难以适应现代工业生产的需求,迫使人们研制可以替代继电器控制系统的新型工业控制系统。

1968 年,美国的汽车制造公司通用汽车公司(GM)提出了研制一种新型控制器的要求,并从用户角度提出新一代控制器应具备以下 10 个条件:

- (1) 编程简单,可在现场修改程序。
- (2) 维护方便,最好是插件式。
- (3) 可靠性高于继电器控制柜。
- (4) 体积小于继电器控制柜。
- (5) 可将数据直接送入管理计算机。
- (6) 在成本上可与继电器控制柜竞争。
- (7) 输入可以是交流 115 V(即用美国的电网电压)。

(8) 输出为交流 115 V、2 A 以上,能直接驱动电磁阀。

(9) 在扩展时,原有系统只需要很小的变更。

(10) 用户程序存储器容量至少能扩展到 4 kB。

条件提出后,立即引起了开发热潮。1969 年,美国数字设备公司(DEC)研制出了世界上第一台可编程序控制器,并应用于通用汽车公司的生产线上。当时称可编程逻辑控制器(Programmable Logic Controller, PLC),目的是用来取代各种继电器,以执行逻辑判断、计时、计数等顺序控制功能。美国的 MODICON 公司紧随其后也开发出了同名的控制器。1971 年,日本从美国引进了这项新技术,很快研制成了日本第一台可编程控制器。1973 年,西欧国家也研制出他们的第一台可编程控制器。

到 20 世纪 70 年代中期以后,特别是进入 20 世纪 80 年代以来,随着半导体技术,尤其是微处理器技术的发展,PLC 已广泛地使用 16 位甚至 32 位的微处理器作为中央处理器,同时,输入输出模块和外围电路也都采用了中、大规模甚至超大规模的集成电路,使 PLC 在概念、设计、性能价格比以及应用方面都有了新的突破。这时的 PLC 已不仅仅具备逻辑判断功能,还同时拥有了数据处理、数字通信和智能控制的功能。实际上,这时的 PLC 称之为可编程序控制器(Programmable Controller, PC)更为合适。但为了与个人计算机(Personal Computer)的简称 PC 相区别,一般仍将它简称为 PLC。

实际上,PLC 是微机技术与传统的继电器-接触器控制技术相结合的产物,其基本设计思想是把计算机功能完善、灵活、通用等优点和继电器控制系统的简单易懂、操作方便、价格便宜等优点结合起来。PLC 的硬件是标准的、通用的,但可以根据实际应用对象,将控制内容编制成软件写入控制器的用户程序存储器内,从而实现不同的控制功能。

继电器控制系统已有上百年历史,它是用弱电信号控制强电系统的控制方法。在复杂的继电器控制系统中,故障的查找和排除困难,花费时间长,严重地影响工业生产。在工艺要求发生变化的情况下,控制柜内的元件和接线需要作相应的变动,改造工期长、费用高,以至于用户宁愿另外制作一台新的控制柜。而 PLC 克服了继电器-接触器控制系统中机械触点的接线复杂、可靠性低、功耗高、通用性和灵活性差的缺点,充分利用了微处理器的优点,并通过标准的接线端子将控制器和被控对象方便地连接起来。

对用户来说,可编程控制器是一种无触点设备,改变程序即可改变生产工艺,因此如果在初步设计阶段就选用可编程控制器,可以使设计和调试变得简单容易。从制造生产可编程控制器的厂商角度看,在制造阶段不需要根据用户的订货要求专门设计控制器,适合批量生产。由于这些特点,可编程控制器问世以后很快受到工业控制界的欢迎,并得到迅速的发展。目前,可编程控制器已成为工厂自动化的强有力工具,得到了广泛的应用。

我国从 1974 年也开始研制可编程序控制器,1977 年开始工业应用。目前它已经大量地应用在楼宇自动化、家庭自动化、商业、公用事业、测试设备和农业等领域,并涌现出大批应用可编程序控制器的新型设备。掌握可编程序控制器的工作原理,具备设计、调试和维护可编程序控制器控制系统的能力,已经成为现代工业对电气技术人员和工科学生的基本要求。

1.1.2 可编程控制器的定义

国际电工委员会(IEC)曾于1982年11月颁布了可编程控制器标准草案第一稿,1985年1月发表了第二稿,1987年2月颁布了第三稿。该草案第三稿中对可编程控制器作了如下定义:“可编程控制器是一种数字运算操作的电子系统,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,用来在其内部存储和执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算等操作命令,并通过数字式和模拟式的输入和输出,控制各种类型的机械或生产过程。可编程控制器及其有关外围设备,都按易于与工业系统联成一个整体、易于扩充其功能的原则设计。”

定义强调了可编程控制器是“数字运算操作的电子系统”,是一种计算机。它是“专为在工业环境下应用而设计”的工业控制计算机,除了能完成各种各样的控制功能外,还有与其他计算机通信联网的功能。这种工业计算机采用“面向用户的指令”,因此编程方便。它能完成逻辑运算、顺序控制、定时计数和算术操作,它还具有数字量和模拟量输入输出控制的能力,并且非常容易“与工业控制系统联成一体”,易于“扩充”。

定义还强调了可编程控制器应直接应用于工业环境,它须具有很强的抗干扰能力、广泛的适应能力和应用范围。这也是区别于一般微机控制系统的一个重要特征。

1.1.3 可编程控制器的分类及特点

目前,PLC种类很多,规格性能不一。对PLC的分类,通常可根据它的结构形式、容量或功能进行。

1) 按结构形式分类

按照硬件的结构形式,PLC可分为整体式、模块式和叠装式。

(1) 整体式 PLC(见图1-2)。这种结构的 PLC 将电源、CPU、存储器、输入/输出(I/O)部件等集中配置在一起,装在一个箱体内,通常称为主机。整体式结构的 PLC 具有结构紧凑、体积小、重量轻、价格较低等特点,但主机的 I/O 点数固定,使用上不太灵活。小型的 PLC 通常使用这种结构,适用于功能要求比较简单的控制场合。西门子的 S7-200 系列 PLC、欧姆龙的 CP 系列 PLC 等都属于整体式 PLC。

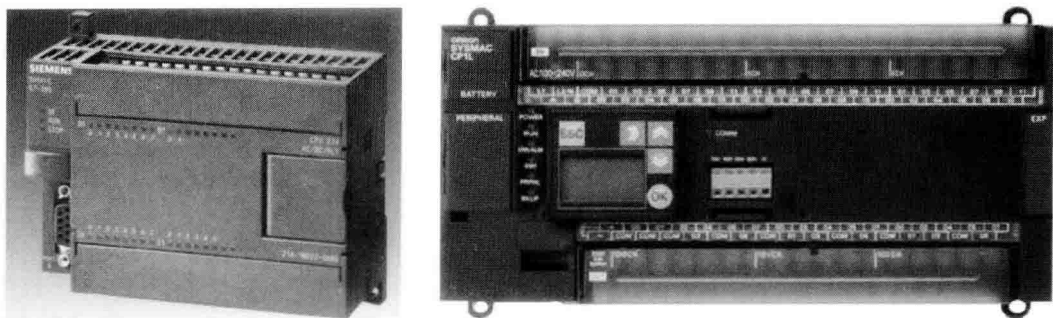


图 1-2 整体式 PLC(S7-200 系列和 CP 系列)

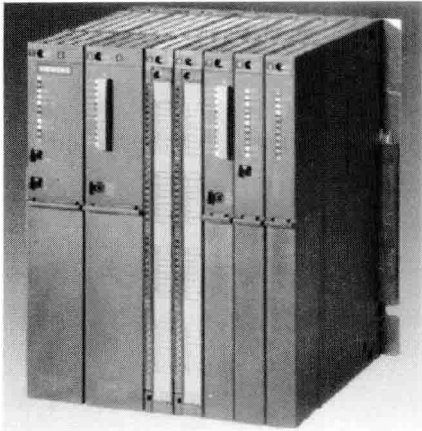


图 1-3 模块式 PLC(S7-300 系列)

(2) 模块式 PLC(见图 1-3)。也称为积木式结构,即把 PLC 的各组成部分以模块的形式分开,如电源模块、CPU 模块、输入模块、输出模块等,把这些模块依次插装在一个底板上,组装在一个机架内。这种结构的 PLC 配置灵活,装配方便,便于扩展,但结构较复杂,价格也较高。大型的 PLC 通常采用这种结构,适用于比较复杂的控制场合。

(3) 叠装式 PLC(见图 1-4)。这是一种新的结构形式,它吸收了整体式和模块式 PLC 的优点,如三菱公司的 FX2 系列 PLC,它的基本单元、扩展单元和扩展模块等高等宽,但是长度不同。它们不用基板,仅用扁平电缆,紧密拼装后组成一个整齐的长方体,输入输出点数的配置也相当灵活。

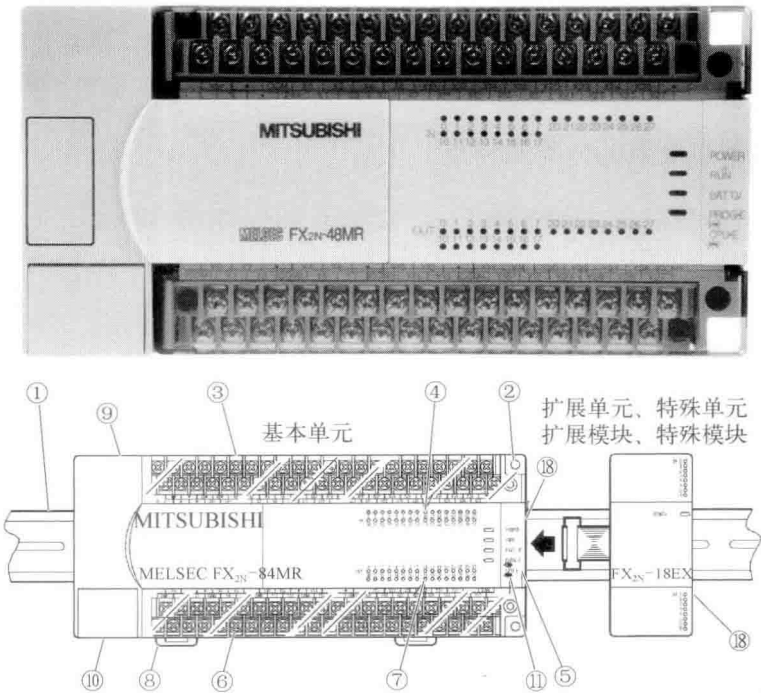


图 1-4 叠装式 PLC(FX2 系列)

2) 按容量分类

PLC 的容量主要是指其 I/O 点数。按容量大小,可将 PLC 分为:

- (1) 小型 PLC: I/O 点数一般在 256 点以下。
- (2) 中型 PLC: I/O 点数一般在 256~1 024 点之间。
- (3) 大型 PLC: I/O 点数在 1 024 点以上。

3) 按功能分类

PLC 按功能上的强弱,可分为:

(1) 低档机。具有逻辑运算、计时、计数等功能,有的有一定的算术运算、数据处理和传送等功能,可实现逻辑、顺序、计时、计数等控制功能。

(2) 中档机。除具有低档机的功能外,还具有较强的模拟量输出、算术运算、数据传送等功能,可完成既有开关量又有模拟量的控制任务。

(3) 高档机。除具有中档机的功能外,还具有带符号运算、矩阵运算等功能,使得运算能力更强,还具有模拟量调节、强大的联网通信等功能,能进行智能控制、远程控制和大规模控制,可构成分布式控制系统,实现工厂自动化管理。

当然,上述分类的标准不是固定的,而是随 PLC 整体性能的提高而不断变化。

4) PLC 的特点

(1) 可靠性高,抗干扰能力强。在 I/O 环节,PLC 采用了光电隔离、滤波等多种措施。系统程序和大部分的用户程序都采用 EPROM,一般 PLC 的平均无故障工作时间可达几万小时。

(2) 控制功能强。PLC 所采用的 CPU 一般是具有较强位处理功能的位处理机,为了增强其复杂的控制功能和联网通信等管理功能,可以采用双 CPU 的运行方式。

(3) 编程方便易学。第一编程语言(梯形图)是一种图形编程语言,与多年来工业现场使用的电器控制图非常相似,理解方式也相同,非常适合现场人员的学习。

(4) 适用于恶劣的工业环境。采用封装的方式,适合于存在各种震动、腐蚀及有毒气体等的应用场合。

(5) 与外部设备连接方便。采用统一接线方式、可拆装的活动端子排,提供不同的端子,能适应多种电气规格。

(6) 体积小,重量轻,功耗低。

(7) 性价比高。与其他控制方式相比,性能价格比较高。

(8) 模块化结构,扩展能力强。根据现场需要可进行不同功能的扩展和组装,一种型号的 PLC 可用于控制从几个 I/O 点到几百个 I/O 点的控制系统。

(9) 维修方便,功能更改灵活。程序的修改就意味着控制功能的修改,因此功能的改变非常灵活。

1.2 可编程控制器的基本结构

可编程控制器的结构形式多种多样,但其组成的一般原理基本相同,都是以微处理器为核心的结构,如图 1-5 所示,主要由 CPU 单元、存储器、I/O 接口、外设接口、编程装置、电源等组成。

可编程控制器的基本工作过程是,编程装置将用户程序送入可编程控制器的存储器,在运行状态下,输入单元接收到外部元件发出的输入信号,CPU 单元从存储器中读取程序并执行程序,然后根据程序运行后的结果,由输出单元输出相关信号驱动外部设备。

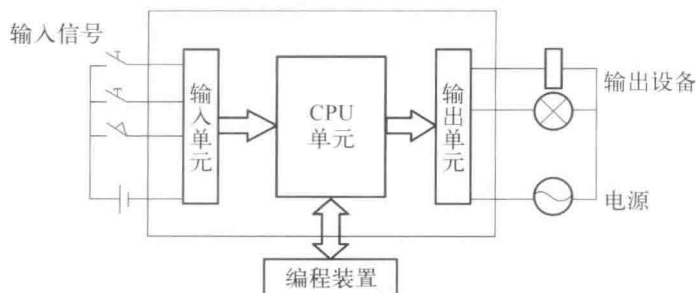


图 1-5 可编程控制器系统结构

1.2.1 CPU 单元

CPU 单元是可编程控制器的控制中枢,相当于人的大脑。CPU 单元一般由控制电路、运算器和寄存器组成,这些电路通常都被封装在一个集成芯片上。CPU 通过地址总线、数据总线、控制总线与存储单元、输入输出接口电路连接并实现数据交换。

CPU 单元的主要功能是在系统监控程序的控制下工作,采用循环扫描工作方式,将外部输入接口的信号读入输入映像寄存器区;在运行状态下,从存储器逐条读取用户指令,按指令规定的任务进行数据的传送、逻辑运算、算术运算等,将运算结果写入输出映像寄存器区;最后刷新输出接口的输出信号。

CPU 常用的微处理器有通用型微处理器、单片机和位片式处理器等。通用型微处理器常见的如 Intel 公司的 8086、80186 到 Pentium 系列芯片;单片机型的微处理器如 Intel 公司的 MCS-96 系列单片机;位片式微处理器如 AMD 2900 系列的微处理器。小型 PLC 的 CPU 多采用单片机或专用 CPU;中型 PLC 的 CPU 大多采用 16 位微处理器或单片机;大型 PLC 的 CPU 多用高速位片式处理器,具有高速处理能力。

1.2.2 存储器

可编程控制器的存储器用来存储系统程序、用户程序和工作数据。通常由只读存储器(ROM)、随机存储器(RAM)和可电擦写的存储器(EEPROM)三大部分构成。

ROM 用以存放系统程序。系统程序在可编程控制器的生产过程中被固化在 ROM 中,用户不可更改。RAM 用于存放用户程序和中间运算数据,是一种高密度、低功耗、价格便宜的半导体存储器,可用锂电池做备用电源。它存储的内容是易失的,掉电后内容丢失;当系统掉电时,用户程序可以保存在 EEPROM 或由高能电池支持的 RAM 中。EEPROM 兼有 ROM 的非易失性和 RAM 的随机存取优点,用来存放需要长期保存的重要数据。

1.2.3 输入/输出接口

输入输出接口电路实际上是 PLC 与被控对象间传递输入输出信号的接口部件。PLC 输入电路作用是将 PLC 外部电路(如行程开关、按钮、传感器等)提供的符合 PLC 输入电路要求的电压信号,通过光电耦合电路送至 PLC 内部电路。输入电路通常以光电隔