

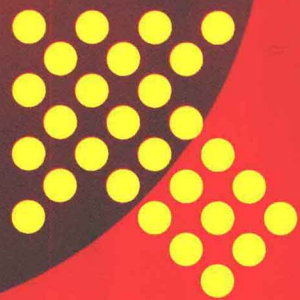
21世纪高等学校规划教材



KEBIAN CHENGXU KONGZHIQI YUANLI YU YINGYONG

可编程序控制器 原理与应用 (罗克韦尔机型)

吴晓梅 钟福金 编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

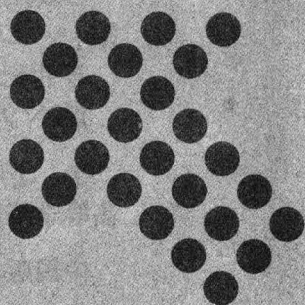
21世纪高等学校规划教材



KEBIAN CHENGXU KONGZHIQI YUANLI YU YINGYONG

可编程序控制器 原理与应用 (罗克韦尔机型)

吴晓梅 钟福金 编
于庆广 主审



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书为 21 世纪高等学校规划教材。

本书围绕罗克韦尔公司的 Allen_Bradley 公司的控制器,介绍了 Micro Logix 和 Control Logix 系列可编程控制器的基本组成、指令和应用。全书共分九章,主要内容包括输入/输出模块及有关设备、Micro Logix 1500 可编程控制器、Control Logix 可编程控制器、PLC 软件系统、可编程控制器的三层网络、PLC 基本指令、PLC 高级指令、Rockwell PLC 设计实例和设计方法。此外,本书附录部分还收录了 Micro Logix 1500 可编程控制器运行时可能出现的故障信息、Micro Logix 1500 系统状态文件、电梯控制梯形图。通过本书,读者可以了解可编程控制器的原理、系统设计方法和软件设计方法。

本书可作为高等院校自动化、电气工程与自动化等相关专业的教材,也可作为高职高专教育与成人教育的教材,同时,还可作为工程技术人员的参考用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

可编程序控制器原理与应用: 罗克韦尔机型/吴晓梅, 钟福金编. —北京: 中国电力出版社, 2011. 6

21 世纪高等学校规划教材

ISBN 978 - 7 - 5123 - 1303 - 3

I. ①可… II. ①吴…②钟… III. ①可编程序控制器—高等学校—教材 IV. ①TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 121521 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>)

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2011 年 8 月第一版 2011 年 8 月北京第一次印刷
787 毫米×1092 毫米 16 开本 17 印张 413 千字

定价 29.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
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

PLC (Programmable Logic Controller) 是一种以计算机技术为基础的新型工业装置。在 1987 年国际电工委员会 (International Electrical Committee) 颁布的 PLC 标准草案中对 PLC 下的定义: PLC 是一种专门为在工业环境下应用而设计的数字运算操作的电子装置, 它采用可以编制程序的存储器, 用于在其内部存储执行逻辑运算、顺序运算、计时、计数和算术运算等操作的指令, 并能通过数字式或模拟式的输入和输出, 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该按易于与工业控制系统形成一个整体, 易于扩展其功能的原则而设计。

PLC 自 20 世纪 60 年代问世以来, 因为其具有高可靠性、强抗干扰能力、方便地修改和维护等特点, 在工业上得到广泛地应用。目前, PLC 在国内外已广泛应用于钢铁、石油、化工、电力、建材、机械制造、汽车、轻工业纺织、交通运输及文化娱乐等行业。

21 世纪, PLC 有了更大的发展。从技术上看, 计算机技术的新成果更多地应用于可编程控制器的设计和制造上, 出现了运算速度更快、存储容量更大、更智能的品种; 从产品规模上看, 进一步向超小型及超大型方向发展; 从产品的配套性上看, 产品的品种更丰富、规格更齐全, 完美的人机界面、完备的通信设备会更好地适应各种工业控制场合的需求; 从市场来看, 各国各自生产多品种产品的情况会随着国际竞争的加剧而被打破, 出现少数几个品牌垄断国际市场的局面, 出现国际通用的编程语言; 从网络发展情况来看, 可编程控制器和其他工业控制计算机组网构成大型的控制系统的可编程控制器技术的发展方向。目前的集散控制系统 DCS (Distributed Control System) 中已有大量的可编程序控制器应用。伴随着计算机网络的发展, 可编程序控制器作为自动化控制网络和国际通用网络的重要组成部分, 将在工业及工业以外的众多领域发挥越来越大的作用。

本书主要是介绍罗克韦尔公司的可编程序控制器的软件和硬件设计, 硬件围绕实验室常用的 Micro Logix 1500 和 Control Logix 5000 两个系列, 软件围绕 RSLogix 500 和 RSLogix 5000 来介绍。

本书系统介绍了 PLC 及其系统。第一部分 (第一章和第二章) 详细介绍了 PLC 的原理和一般的硬件组成; 第二部分 (第三章和第四章) 介绍了罗克韦尔的 Micro Logix 1500 和 Control Logix 5000 这两种类型的 PLC; 第三部分 (第五章) 介绍了罗克韦尔 PLC 的两种软件系统; 第四部分 (第六章) 介绍了可编程序控制器的网络; 第五部分 (第七~第九章) 介绍了 PLC 的指令系统以及设计举例。

罗克韦尔公司在工业控制行业中享有很高的知名度, 其产品系列从 PLC 5 到 Control Logix 在中国都有大量的用户。

本书作者吴晓梅是东南大学自动化学院的副教授, 主要编写了第一~第八章、第九章第一节和第二节的内容; 钟福金是东南大学自动化学院的教授, 编写了第九章第三节的内容。本书由清华大学电机系于庆广审阅, 提出了很多好的意见和建议, 在此深表感谢。

感谢对于本书提供很多帮助的东南大学自动化学院的包金明、陈强工程师。另外, 限于编者水平和时间仓促, 本书难免存在疏漏之处, 希望广大读者批评指正。

编 者

2011 年 7 月

目 录

前言	
第一章 可编程序控制器简介	1
第一节 可编程控制器	1
第二节 继电器控制	3
第三节 PLC 的工作过程	11
第四节 可编程控制器的优点	13
第五节 可编程控制器的发展	15
第六节 可编程控制器的应用	16
第七节 典型的控制线路	16
习题一	19
第二章 输入/输出模块及有关设备	21
第一节 输入设备符号及有关设备	21
第二节 输入内部模块电路	23
第三节 输入设备	25
第四节 传感器	28
第五节 输出模块及有关设备	30
第六节 PLC 系列及选择	33
第七节 输入/输出设备故障排除	33
习题二	35
第三章 Micro Logix 1500 可编程控制器	36
第一节 Micro Logix 1500	36
第二节 Micro Logix 1500 硬件介绍	40
第三节 Micro Logix 1500 输入/输出的使用	42
第四节 Micro Logix 1500 控制器接线	46
第五节 Micro Logix 1500 控制器的存储器和文件类型	50
第六节 Micro Logix 1500 用户系统故障处理	61
第七节 Micro Logix 1500 存储器的使用和指令执行时间	64
习题三	69
第四章 Control Logix 可编程控制器	70
第一节 Control Logix 5000 系列 PLC 系统概况	70
第二节 Control Logix 5000 系列 PLC 硬件结构	72
第三节 Control Logix 处理器模块	75
第四节 Control Logix I/O 模块	77
第五节 Control Logix 控制器通信模块	80

第六节	Control Logix 运动控制模块	81
第七节	Control Logix 系统总结	81
习题四	.....	84
第五章	PLC 软件系统	85
第一节	RSLogix 500 软件系统	86
第二节	RSLogix 5000 软件系统	93
习题五	.....	99
第六章	可编程控制器的三层网络	100
第一节	可编程控制器的网络概述	100
第二节	三层网通信机理	104
第三节	网络组态	113
习题六	.....	126
第七章	PLC 基本指令	128
第一节	编程语言介绍	128
第二节	位指令	136
第三节	计时器和计数器指令	139
第四节	比较指令	147
习题七	.....	157
第八章	PLC 高级指令	158
第一节	算术与转换指令	158
第二节	传送/逻辑指令	166
第三节	移位和顺序进出指令	177
第四节	程序流程指令	183
第五节	中断指令	188
第六节	编程举例	189
习题八	.....	202
第九章	Rockwell PLC 设计实例和设计方法	203
第一节	PLC 控制的十层电梯系统设计	203
第二节	Rockwell PLC 控制交通灯系统设计	212
第三节	可编程控制器控制系统设计方法	226
习题九	.....	231
附录 A	Micro Logix 1500 可编程控制器运行时可能出现的故障信息	233
附录 B	Micro Logix 1500 系统状态文件	238
附录 C	电梯控制梯形图	251
参考文献	.....	264

第一章 可编程序控制器简介

本章介绍了可编程序控制器(简称可编程控制器)的产生、系统组成、工作过程、优点、应用及其发展方向,同时也简单介绍了继电器控制系统的组成和原理,学完这些内容后,应该掌握和了解:

- (1) PLC 的定义。
- (2) 比较 PLC 与继电器系统的异同。
- (3) 明确 PLC 系统的组成和原理。
- (4) 了解 PLC 的优势、发展方向及其应用。

第一节 可编程控制器

自 20 世纪 60 年代以来,可编程控制器由于使用方便、可靠性极高、价格适中,在近 40 年来得到了迅猛发展,至今已成为工业生产自动化三大技术支柱(机器人技术、Auto CAD/AM 技术和 PC 技术)之一。

世界上第一台可编程控制器是在 1968 年由美国通用汽车公司(GE 公司)首先提出的,并于 1969 年委托美国数字设备公司(Digital Equipment Corporation, DEC 公司)研制成功。当时 GE 公司为适应世界上汽车型号不断更新的形势,以求在激烈竞争的汽车工业中取得优势,设想试制一种尽可能减少因汽车型号改变而需重新设计的汽车装配线上各种控制继电器线路的方法,以期减少生产成本和缩短新产品的开发周期。为此,在国内提出了 10 项招标指标:

- (1) 用户编程方法简单易行,并在现场调试时可以很方便地修改程序。
 - (2) 系统(装置)应是由插件或模块拼接而成的,以使用户维护和修理。
 - (3) 装置的可靠性应明显高于原继电器控制柜的可靠性。
 - (4) 装置的体积应显著地小于原继电器控制柜的体积。
 - (5) 装置的生产成本应与原继电器控制柜有较强的竞争能力,即它的性能价格比应高于原继电器控制柜。
 - (6) 可将数据直接输入到装置中的管理计算机中,以使用户操作。
 - (7) 输入的开关量信号应可以是高于交流 115V 的电压信号。
 - (8) 输出的驱动信号应具有交流 115V、2A 以上的容量,即可以直接驱动电磁阀等执行机构。
 - (9) 具有灵活的扩展能力,以便在制造新型汽车或改进制造工艺和流程时,不需对原装置的硬件做很大的改动。
 - (10) 用户程序的容量至少应在 4KB 以上,这是根据当时汽车装配过程的要求提出来的。
- 这 10 项指标至今仍是可编程控制器的基本要求。

最后由美国 DEC 公司中标,并于 1969 年完成了该装置的研制,世界上第一台 PLC 也由此而诞生。该装置安装在 GE 公司的汽车装配生产线上,使 GE 公司的汽车生产过程得到

了很大的改善，并取得了显著的经济效益，因此立即引起世界各国的注意。日本首先向美国引进该项先进技术，并在 1971 年研制成日本第一台可编程控制器 DSC-8。随后西欧各国也开始开展这方面的研究，西德和法国在 1973~1974 年相继研制出自己的第一台可编程控制器。

20 世纪 70 年代中期以前，是可编程控制器的初创时期，它完成的主要功能仅限于逻辑运算、定时和计数等，其中 CPU (Central Process Unit) 是采用中小规模的数字集成电路组成的，存储器用的是磁芯存储器。因此这个时期的可编程控制器常称为可编程逻辑控制器 (Programmable Logic Controller, PLC)，其中典型产品有美国 MODICON 公司的 084，DEE 公司的 PDP-14、PDP-14/P，ALIEN-BRA-DLEY 公司的 PDQ-1，日本富士电机公司的 USC-4000，立石电机公司的 SCY-022，北辰电机公司的 HOSC-20 等。

随着微型计算机的崛起和迅速发展，8 位单片 CPU 和集成存储器芯片的出现，可编程控制器也得到迅速发展和完善，并逐渐趋向系列化和实用化。在工业生产过程控制中得到了普遍应用。到 20 世纪 70 年代末，PLC 除完成逻辑运算、计数和定时功能外，又增加了数值计算、数据的传送相比较、模拟量处理等功能，因此基本上已可替代原来的模拟控制和小型机控制的 DDC 控制系统。可编程控制器的名称也由 PLC 正式改名为 PC (Programmable Controller)，但是当时可编程控制器的规模比较小。这个时期的典型产品有美国 Modicon 公司的 184、284 和 384，GE 公司的 LOGISTROT，德国 Siemens 公司的 SYMATIC S3 系列和 S4 系列，日本富士电机公司的 SC 系列等。

从 20 世纪 70 年代末期到 20 世纪 80 年代中期，微型计算机行业已出现了 16 位 CPU，MCS-51 系列的单片机也由 Intel 公司推出，使 PLC 也开始朝着大规模、高速度和高性能方向发展，PLC 的生产量在国际上每年以 30% 的递增量迅速增长。PLC 所能完成的功能又增加了浮点运算、平方、开方和三角函数运算、脉宽调制控制等，并已初步形成了分布式可编程控制器的网络系统，具有远程 I/O 处理能力，编程语言已经比较规范化和标准化。此外，容错技术已较普遍地应用于 PLC 中，使 PLC 系统的可靠性得到了进一步提高。这个时期的典型产品有美国 GOULD 公司的 M84、484、584、684 和 884，德国 Siemens 公司的 SYMATIC S5 系列，美国 TI 公司的 PM550、TI510、520 和 530，日本三菱公司的 MEL-PLAC-50 和 550，日本富士电机公司的 MICREX 等。

从 20 世纪 80 年代后期开始，可编程控制器的规模更大，存储器的容量又提高了一个数量级（最高已达 896KB），有的 PLC 已经采用 32 位微处理器。多台 PLC 可与大系统一起连成整体的分布式系统，在软件方面，有的已与通用计算机系统兼容，增加了高级语言（如 BASIC），有的行业已开发了专用语言（如专用于机床控制的数控语言等）。在人机接口方面，采用了显示信息更多、更直观的 CRT，完全替代了原来的仪表盘，使用户的操作更方便。这个时期 PC 发展的迅猛势头始终未减。据统计，平均每 5 年国际上各公司都要更新自己的某代产品。国际上专业生产 PLC 的著名厂家目前已达 65 家。

还有一种关于 PLC 产生的说法：Dick Morley 在 1968 年 1 月 1 日提出了可编程控制器，1970 年，当他的新公司莫迪康 (Modicon) 在通用汽车公司的奥兹莫比尔部和宾夕法尼亚州兰迪斯公司安装了第一个 084PLC 模型时，PLC 的发展就开始了。

如今，价值 65 亿美元的 PLC 业务正在以每年 20% 的速度增长。在托马斯名录（一个在线自动化制造商数据库）中查询，PLC 厂商有 110 条记录，并且有 1000 多家厂商提供嵌入 PLC 的电路板或者其他外围设备。另外，2000 多家公司开发 PLC 的解决方案。

一、PLC 定义

PLC 是有特殊目的的工业计算机，用来控制不同的制造业机器和系统。或者，PLC 是基于一个或多个微型处理器，用来控制工业机器的专用电子装置。

工业：PLC 是为生产车间恶劣的物理环境和电气噪声环境中进行操作而设计的。

国际电工委员会（IEC）定义了 PLC 语言：

- (1) 梯形图（LD）。
- (2) 功能块图（FBD）。
- (3) 结构化文本（ST）。
- (4) 指令表（IL）。
- (5) 顺序功能图（SFC）。

欧洲和亚洲的开发人员使用多种 PLC 语言，而在美国使用最多的是梯形图。

二、PLC 与 PC

可编程控制器的缩写是 PC，但容易和个人计算机的缩写 PC 混淆，故沿用了可编程逻辑控制器的缩写 PLC。PC 和 PLC 有一些相同点，但也有很多不同之处。它们相似的是：系统结构相似，结构中都有一个主板、处理器、存储器以及扩充的插槽。它们的不同：① PLC 是用固态内存来存储程序，没有可移动的或者固定的存储媒介，例如光盘驱动器、硬盘驱动器、U 盘等。② PLC 没有显示器。③ PLC 只完成制造机器和加工过程控制这一项任务，而 PC 在家庭和办公室有许多应用。

第二节 继电器控制

在发明机械的初期，人们靠手工来操作机械完成工作，随着自动化的发展，产生了顺序控制（Sequential Control）的技术，顺序控制就是按照预先的动作顺序对机器或装置进行控制，例如洗衣机，当按下“启动”开关后，它就按照规定的顺序工作，并能自动停止。顺序控制如洗衣机和电饭锅等家用电器，道路上的交通信号灯和自动售货机，以及楼宇、企业的自动门，电梯、自动化装置的各个领域被广泛采用。

工业自动化的控制以继电器控制为主，这种顺序控制系统称为继电器梯形图，是工业控制的标准。早期的工业控制系统是由继电器等组成的，理解继电器梯形图有助于理解 PLC 的控制系统。图 1-1 为继电器实物和结构示意图。

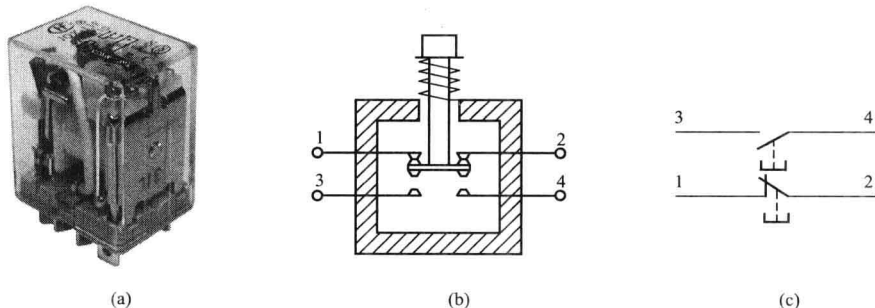


图 1-1 继电器实物和结构示意图

(a) 实物图；(b) 结构图；(c) 对应的符号

一、电磁继电器

Joseph Henry 在 1831 年开发了电磁铁，1836 年建造了首个继电器，如今离这项技术的提出已经 180 年。继电器有很多种，如电磁继电器、干簧继电器、热继电器和时间继电器等。如今的继电器仍然沿用了相同的 3 个部件，即线圈、衔铁和触点，如图 1-2 所示。

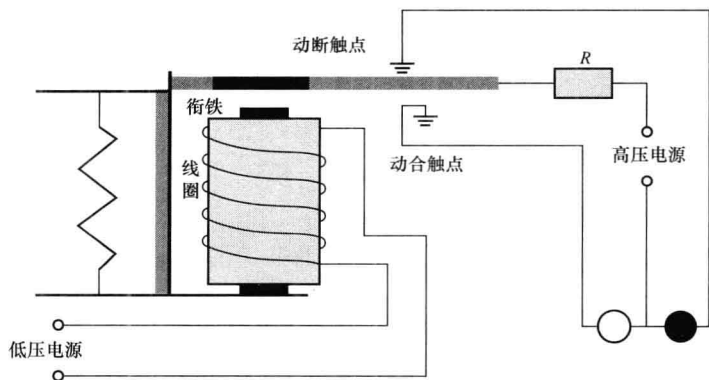


图 1-2 继电器原理图

1. 继电器的组成

(1) 电磁铁。电磁铁是一块磁铁，是通过绕在铁心上的导线产生的。

(2) 电枢。称为衔铁，是一块铰链金属板，当线圈产生能量时，通过电磁力被吸向线圈，当线圈能量消失时通过弹力远离线圈。

(3) 触点。当线圈不通电，处于动断状态时为动断触点（NC），当线圈通电，处于动合状态时为动合触点（NO）。

2. 继电器的触点形式

继电器的触点有以下 3 种形式。

(1) 动合型（H 型、动合型）。线圈不通电时两个触点是断开的，通电后，两个触点就闭合，以合字的拼音字头“H”表示。

(2) 动断型（D 型、动断型）。线圈不通电时两个触点是闭合的，通电后两个触点就断开，用断字的拼音字头“D”表示。

(3) 转换型（Z 型）。这是触点组型。这种触点组共有 3 个触点，即中间是动触点，上下各一个静触点。线圈不通电时，动触点和其中一个静触点断开和另一个闭合，线圈通电后，动触点就移动，使原来断开的闭合，原来闭合的呈断开状态，达到转换的目的。这样的触点组称为转换触点，用“转”字的拼音字头“Z”表示。

电磁继电器分直流和交流两种，它们是以线圈用直流电还是交流电来区分的。交流继电器的铁心和衔铁一般多用硅钢片，以减小涡流；直流则多用铸钢。

电磁继电器也可以按两者线圈的多少分为电流式或电压式。圈数多、电流小的为电压式，反之为电流式。

二、继电器控制系统

继电器控制系统，即用继电器等元件组装起来进行控制的系统。常用的元件有按钮、行程开关、熔断器、继电器、接触器。

如图 1-3 所示的传输带输料系统是一个传输带输料系统。由于运输距离较远，所以要将传输带分成若干段。在这个例子里把它分成三段。运输的料从来料处落下，经三段传输带运输到出料处被送走。这种传输带运输机械在矿山码头、水泥厂等处应用得很广泛。为了防止被送料在传输带上堆积，三段传输带启动时必须保证 III-II-I 的次序。相反，在停车时要保证 I-II-III 的次序。传输带输料系统要求控制器有明确的顺序功能，互相之间的约束和禁止也很紧密。

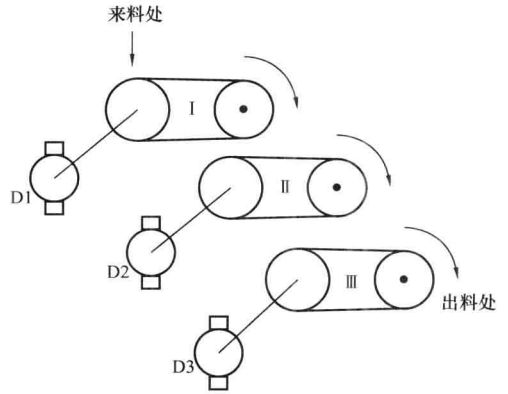


图 1-3 传输带输料系统

三、继电器系统与 PLC 系统的比较

传统的继电器控制系统针对一定的生产机械、固定的生产工艺而设计，采用硬件接线方式安装而成，只能完成既定的逻辑控制、定时和计数等功能，即只能进行开关量的控制。一旦改变了工艺过程，继电器控制系统必须重新配线，因而适应性很差，且体积庞大，安装、维修都不方便，由于 PLC 应用了微电子技术和计算机技术，各种控制功能通过软件来实现，只要改变程序就可适应生产工艺改变的要求，因此适应性强。PLC 不仅能完成逻辑运算、定时、计数等功能，而且能进行算术运算，因而它既可进行开关量控制，又可进行模拟量控制，还能与计算机联网，实现分级控制。PLC 还有自诊断功能，所以 PLC 必将取代传统的继电器控制系统。

四、PLC 控制系统及组成

图 1-4 所示为 PLC 系统结构图。PLC 的核心部分是 PLC 处理器，处理器被左边的输入模块、右边的输出模块以及上面的电源包围。可以通过编程器，或者 PC，或者通过网络联入的计算机进行编程。

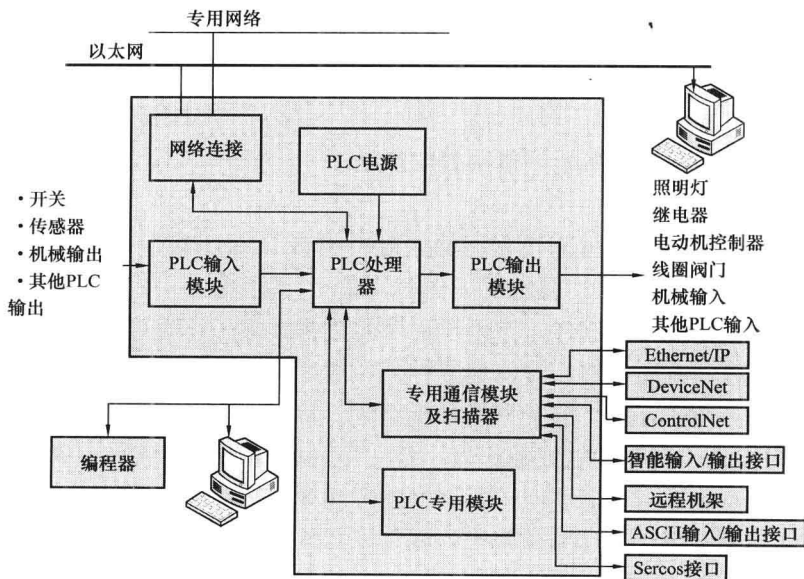


图 1-4 PLC 系统结构图

对于较大的系统，PLC 的结构块被放置在一个如图 1-5 所示的机架中。该机架使用底板总线结构，提供 PLC 系统各个模块之间所有的机械支持和所有的电子连接，加上所有 PLC 模块间的数据接口。在较小的 PLC 系统中组建模块集成在一个类似 Allen-Bradley Pico 模型的单机中。图 1-6 所示为 Micro Logix 1500 系列控制器。

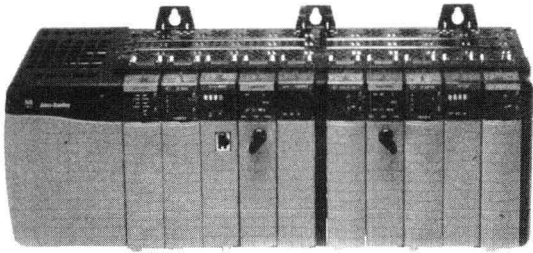


图 1-5 Control Logix 控制器

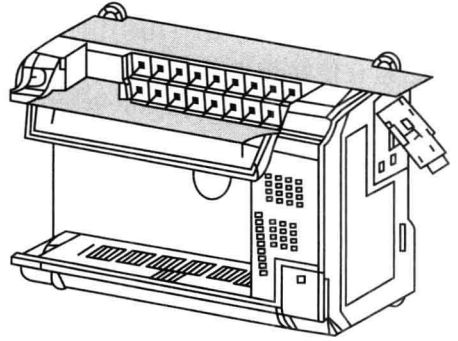


图 1-6 Micro Logix 1500 系列控制器

1. 背板

如图 1-5、图 1-6 所示，机架的背板提供了各个模块的电源和数据接口。背板有铜制导体，称为面板，它为各个模块提供电源，并且为模块和处理器之间提供数据总线从而进行数据交换。模块滑进机架，通过背板上的导体连接背板电源和数据总线。机架中槽的数量是由所需的模块数量和类型决定的。下面对结构图的每个组件进行介绍。

2. 处理器和电源

图 1-4 所示为 PLC 处理器，也就是 CPU，用于处理所有的逻辑操作并且执行所有的数学计算。处理器占用了图 1-5 中 Control Logix 的 4 个槽。在以前系列中处理器必须在 0 号槽位，但是在新的 PLC 模型中，可以存在一个或多个处理器，并且可以插入机架的任何槽位。另外，在一个机架中可以使用多个处理器来增强模板的性能，例如，Logix 系列。

电源模块为处理器及插入机架的模块提供能量。

3. 编程设备

编程设备与处理器连接，用来将程序输入处理器或在处理器下载程序，或者编辑 PLC 中已存在的程序。结构图 1-4 中显示了一台 PC 和一个编程器。

编程器是编制、编辑、调试、监控用户程序的必备设备。它通过通信接口与 CPU 联系，完成人机对话。编程器有简易型和智能型两种：一般简易型的键盘采用命令语句助记符键，而智能型常采用梯形图语言键。前者只能联机编程，而后者还可以脱机编程。很多 PLC 生产厂利用 IBM-PC/XT 改装的智能编程器，备有不同的应用程序软件。它不但可以完成彩显梯形图编程，还可以进行通信联网，具有事务管理等功能。

编程器可以一机多用。一旦编程完毕，就可供其他 PLC 使用。

PLC 也可以选配其他设备，例如盒式磁带机、打印机、EPROM 写入器、高精度大界面彩色图形监控系统、人机接口单元等外部设备。但一般来说有了编程器，基本上可以满足

上述选配设备的存取文件、显示监控、人机对话功能。

图 1-7 所示的 1747-PSD 编程器是一个手持程序传送设备,利用它可以储存和恢复 Micro Logix 1500 的程序。用一个 1761-CBL-PM02 电缆连接设备和 RS-232 接口运行 DF1 全双工通信协议。

4. 输入/输出接口

用在 PLC 中的输入/输出接口有两种:固定式和模组式。固定式用在小型 PLC 系统中,所有特征都集成在单一的单元中。I/O 端口的数量在每个模块中是不变的。模组式,使用一个机架放置 I/O 模块,这样 I/O 模块的数量和类型就可以不同。图 1-8 为输入/输出接口实物图。

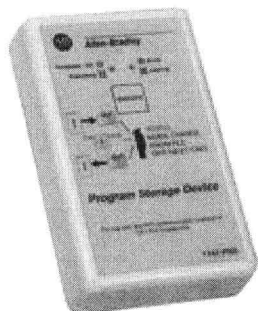


图 1-7 1747-PSD 编程器

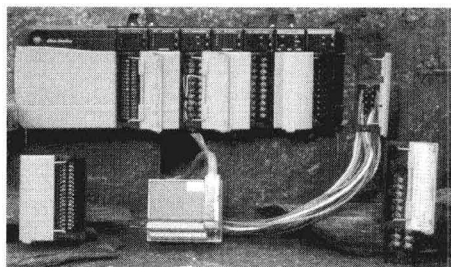
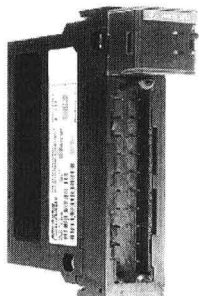


图 1-8 输入/输出接口实物图

输入接口提供了 PLC 处理器与外部设备之间的连接。输入设备一般为开关、传感器、机械输出,或者其他的 PLC 输出。这些输入设备通常称为现场设备,不属于 PLC 的硬件部分。PLC 的输入模块既是一种电线连接的物理接口,也是一种决定开/关状态或者现场设备电压等级的电子/数据接口。另外,起到信号调节作用,可以将不同类型的输入电压转换为在 PLC 处理器中使用的 0~5V 的直流电压。

固定式或模组式输出提供了 PLC 处理器和外部设备或者执行器之间的接口,例如照明灯、继电器、电动机、线圈阀门以及机械输入,也通常称为现场设备。输出模块既是一个配线的终端,又是一个提供合适电压和输出设备所需驱动信号的调节器。

在选择输入/输出模块时,要求对输入/输出现场设备进行全面分析。模块的电压及电流必须与现场设备匹配。必须考虑电压类型(交流和直流)及电压等级。同时,也要考虑系统波动,满足不同的输入/输出现场设备及电压电流需求,有大量的输入/输出模块可选。

如图 1-9、图 1-10 所示为 Control Logix 系统的 I/O 模块型号含义。

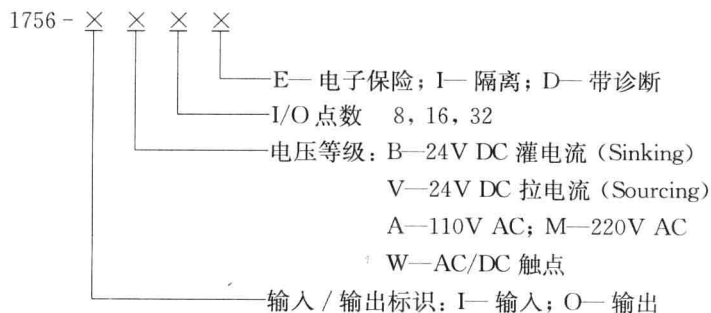


图 1-9 Control Logix 系统的 I/O 模块型号含义

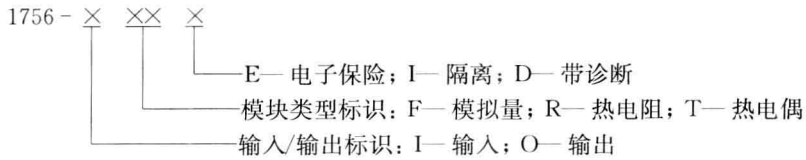


图 1-10 Control Logix 系统的 I/O 模块型号含义

表 1-1~表 1-3 所示为开关量输入、开关量输出、继电器输出模块的意义。

表 1-1 开关量输入

型 号	意 义
1756 - Ibxx (24V DC)	
1756 - IB16	16 点 10~31V DC 汇流
1756 - IB16D	16 点 10~30V DC 高性能汇流
1756 - IB16I	16 点 10~30V DC 隔离, 汇流/源流
1756 - IB32	32 点 10~31V DC 汇流
1756 - IC16	16 点 48V DC 汇流
1756 - IH16I	16 点 125V DC 隔离, 汇流/源流
1756 - Iaxx (120V AC)	
1756 - IA8D	8 点 120V AC 高性能输入
1756 - IA16	16 点 120V AC 输入
1756 - IA16I	16 点 120V AC, 隔离
1756 - IM16I	16 点 240V AC, 隔离
1756 - IN16	16 点 24V AC

表 1-2 开关量输出

型 号	意 义
1756 - Obxx (24V DC)	
1756 - OB8	8 点 12/24V DC 源流
1756 - OB8EI	8 点 12/24V DC 汇流/源流, 隔离, 电子熔断
1756 - OB16D	16 点 24V DC 源流, 高性能, 电子熔断
1756 - OB16E	16 点 12/24V DC 源流, 电子熔断
1756 - OB16I	16 点 12/24V DC 汇流/源流, 隔离
1756 - OB32	32 点 12/24V DC 源流
1756 - OC8	8 点 48V DC 源流
1756 - OH8I	8 点 120V DC 汇流/源流, 隔离
1756 - OAxx (120/240V AC)	
1756 - OA8	8 点 120/240V AC
1756 - OA8D	8 点 120V AC, 高性能
1756 - OA8E	8 点 120V AC, 电子熔断
1756 - OA16	16 点 120/240V AC
1756 - OA16I	16 点 120/240V AC, 隔离
1756 - ON8	8 点 24V AC

表 1-3 继电器输出模块

型 号	意 义	型 号	意 义
1756-OW16I	16 点动合, 隔离	1756-OX8I	8 点, Form C, 隔离

5. 特殊通信模块及网络连接

特殊通信模块使 PLC 实现与其他计算机和设备之间共享数据及 PLC 的要求。

DeviceNet: 一种连接智能输入/输出现场设备的低成本通信网络, 例如 PLC 的传感器和执行器。每个智能现场设备都内置有一个微处理器, 用来通过网络进行通信, 这样就降低了硬件成本。

ControlNet: 在控制等级中比 DeviceNet 高一级的另外一种公开的网络标准。DeviceNet 主要功能是与输入/输出设备进行网络连接, 而 ControlNet 利用生产者/用户网络模型有效地交换控制系统中的时间临界应用信息。

Ethernet/IP: 一种开放的工业网络标准, 应用于商业中现有的以太通信设备及物理媒介。

随着现场总线技术的发展, 世界上各个大公司都推出了各具特色的现场总线形式, 而罗克韦尔公司也在这种形式下推出了它所大力推崇的三层网络——以太网、控制网和设备网。三层网络的提出, 适应了自动化技术发展的方向, 表现出了强大的生命力和优越性, 发展速度及其迅猛。当前, 不仅成立了关于 ControlNet 的国际性组织, 而且三层网络理论也不断丰富发展, 这些都预示了三层网络将在自动化领域掀起一场革命。

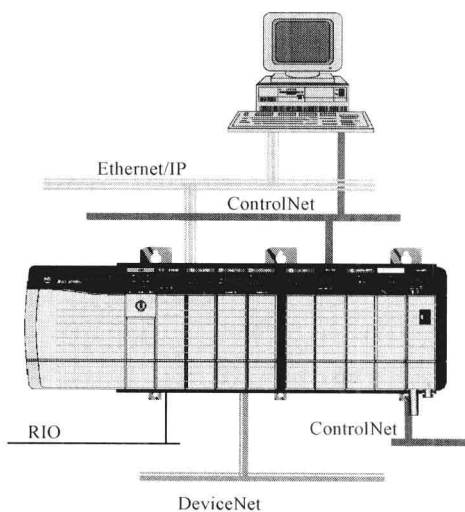


图 1-11 PLC 的网络连接图

三层网络对于数据通信的要求可分为 3 个网络层次: 信息网 (EtherNet)、控制网 (ControlNet) 和设备网 (DeviceNet), 如图 1-11 所示。NetLinx 使用以太网工业协议 (EtherNet IP) 作为其信息网络, 为上层网络计算机系统提供读取数据的途径, 并提供可编程设备支持 (PDS)。同样作为国际标准的控制网, 是一个非常先进的网络, 可满足实时、高产量应用系统的控制要求。其主要特点是使多个智能自动化高速控制设备有效共享信息, 共同完成监控、工作单元协调、操作界面、远程设备配置、编程以及故障排除等。设备网属工业设备层的网络, 提供简单工业设备 (如传感器和激励器) 与高层设备 (如 PLC 控制器和计算机) 之间的连接。设备网是一个灵活开放的网络, 可兼容不同供货商的设备。它可提供高速读取广泛工厂设备数据的途径, 减少布线。NetLinx 技术正是因为采用基于生产者/消费者 (Producer/Consumer) 模式的设备网和控制网以及得到广泛应用的信息网作为核心框架, 从而满足系统从生产现场到互联网各层次的数据通信要求。NetLinx 网络体系结构, 如图 1-12 所示。

网络连接中 PLC 为了与远程控制区域的分布数据进行通信, 通常使用智能 I/O 接口、远程机架及串行通信。如以下 4 种专用通信模块:

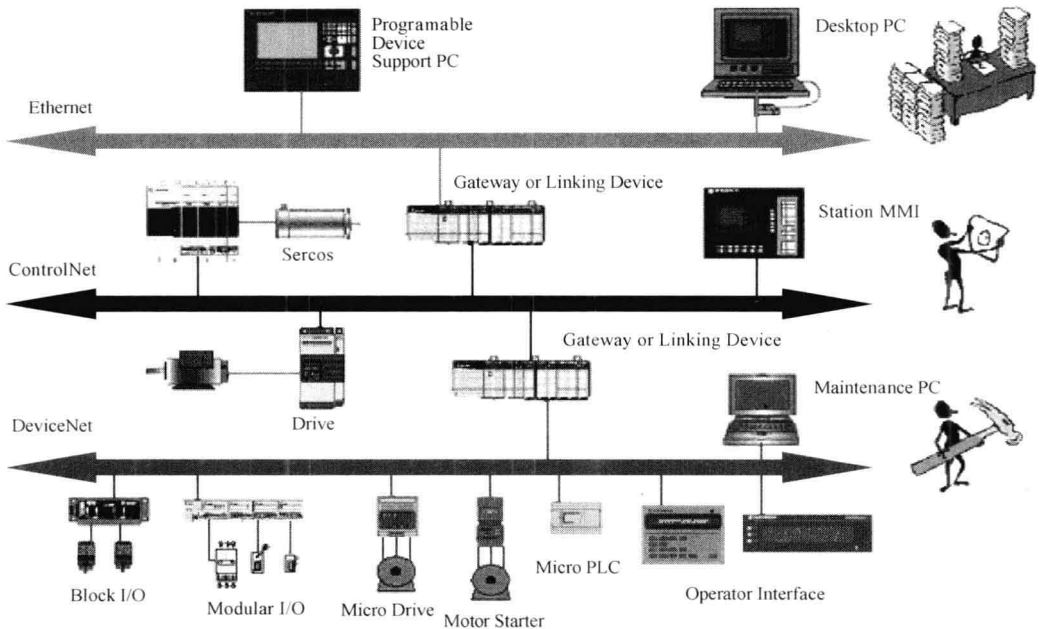


图 1-12 NetLinx 的三层网络结构

(1) SERCOS 接口。一种串行实时通信系统，是一种数字监控网络，通过光缆与伺服电机驱动的 PLC 中的监控模块进行连接。

(2) 智能 I/O 接口。PLC 生产商利用专用网络协议提供其设备之间的网络通信。

(3) 远程机架。为了在一个大型的自动化系统中进行分配控制，PLC 生产商提供了远程机架。主要的 PLC 机架处理器通过单一的网络电缆发送控制指令到远程机架的通信模块，然后发送到远程机架的 I/O 模块。

(4) ASCII I/O 接口。ASCII I/O 接口可以是嵌入式处理器模块，也可以是一个独立的模块，允许使用一些标准接口（例如 RS-232 及 RS-422）进行串行数据通信。

6. PLC 专用模块

PLC 专用模块是生产商针对不同自动化设备的 PLC 控制而开发的。例如，Allen-Bradley 模块中包含模拟输入/输出、温度测量及控制、多 PID 回路控制、伺服电机控制、步进电动机控制、高速计数器及液压铆钉器控制。

五、PLC 类型

PLC 分为三种类型，基于机架或编址系统、基于标签系统，以及软 PLC 或者基于 PC 控制。基于机架或编址控制应用在最初的 PLC 系统中，也是最常用的类型，Allen-Bradley 的 PLC-5/Micro Logix 系统均使用此类系统。

1. 基于机架或编址系统

基于机架或编址系统就是使用了机架中输入/输出模块的槽位来建立模块附属的输入/输出信号的 PLC 编址系统。尽管 I/O 的类型不同，但每种 I/O 模块都能提供两个功能。

(1) 为现场设备的接线提供接口终端。

(2) 提供了与现有类型的 PLC 信号进行接口的一个电子信号调节电路。

下面是 Allen - Bradley 公司的 Micro Logix 1500 系统输入地址的构造方法。

I: (机架/槽号)/(终端号)

输出的编址与输入类似, 只要把首字母换为 O 即可。

例如, I: 2/5

字母 I 表示输入, 2 表示输入模块在 2 号槽位, 5 表示输入信号连接到 5 号终端。

2. 基于标签的 PLC

新式的 PLC 系统都用了基于标签的系统。例如, Allen - Bradley 公司的 Control Logix 系列。用于这些系统的标签名称等同于高级语言中的变量。在设计时, 现场设备的输入/输出被赋予变量名称。Allen - Bradley 公司使用“标签”代替“变量”。当定义标签或变量时, 就已经确定了数据类型。

3. 软 PLC

软 PLC 就是一个基于 PC 的控制系统, 它由三部分组成: 一台 PC、PC 与现场设备接口的输入/输出卡和应用软件。

通常, 机架类型的 PLC 解决带有很少数学计算要求的机械输出的开关控制问题, 软 PLC 解决在时序或过程控制问题的同时需要大量的数据存储和数学运算。

第三节 PLC 的工作过程

一、工作过程的可靠性

PLC 的基本结构虽然与一般微型计算机大致相同, 但它的工作过程与微型计算机有很大的差异 (主要由操作系统和系统软件的差异造成)。PLC 工作的主要特点是输入信号集中批处理, 执行过程集中批处理和输出控制也集中批处理。这样做的原因是 PLC 的输入/输出端口通常都比较多, 集中处理可简化操作过程和便于控制, 以提高系统运行的可靠性 (它的可靠性比相同规模的微型计算机高一个数量级)。提高系统运行可靠性具体体现在下列各个方面:

(1) PLC 在执行程序和处理数据时, 不直接使用现场的立即输入信号, 而仅使用在上一个周期输入到输入映像区中的数据, 因此在执行整个用户程序的过程中, 所使用的输入原始数据是完全相同的。此外, 在执行程序时所得到的中间结果也不是立即去控制被控对象, 而是在整个程序执行完毕后, 将处理的结果同时输出到被控对象。

(2) PLC 在执行程序的过程中, 先处理数据而得到的中间结果可立即供后处理作原始数据使用, 这样既便于检查, 又易于编程, 可减少编程错误。

(3) 对一个给定的 PC 而言, PLC 的信号输入、程序执行和结果输出三个批处理过程 (称为一个工作周期) 所需要的时间总和基本上是一个常数 (差异仅在不同处理程序的执行时间), 或是在一个可预先确定的范围内, 因此在 PLC 中常采用一种称为看门狗 (Watch-dog) 的定时监视器来监测 PLC 的实际工作周期是否超出预定的时间, 从而粗略地确定 PLC 是否在正常工作, 避免 PLC 在执行程序的过程中进入死循环, 或比执行非预定的程序而造成系统故障, 从而导致系统瘫痪。

众所周知, 计算机执行用户程序的过程是: 中央处理器从存储区逐条取出程序, 然后予