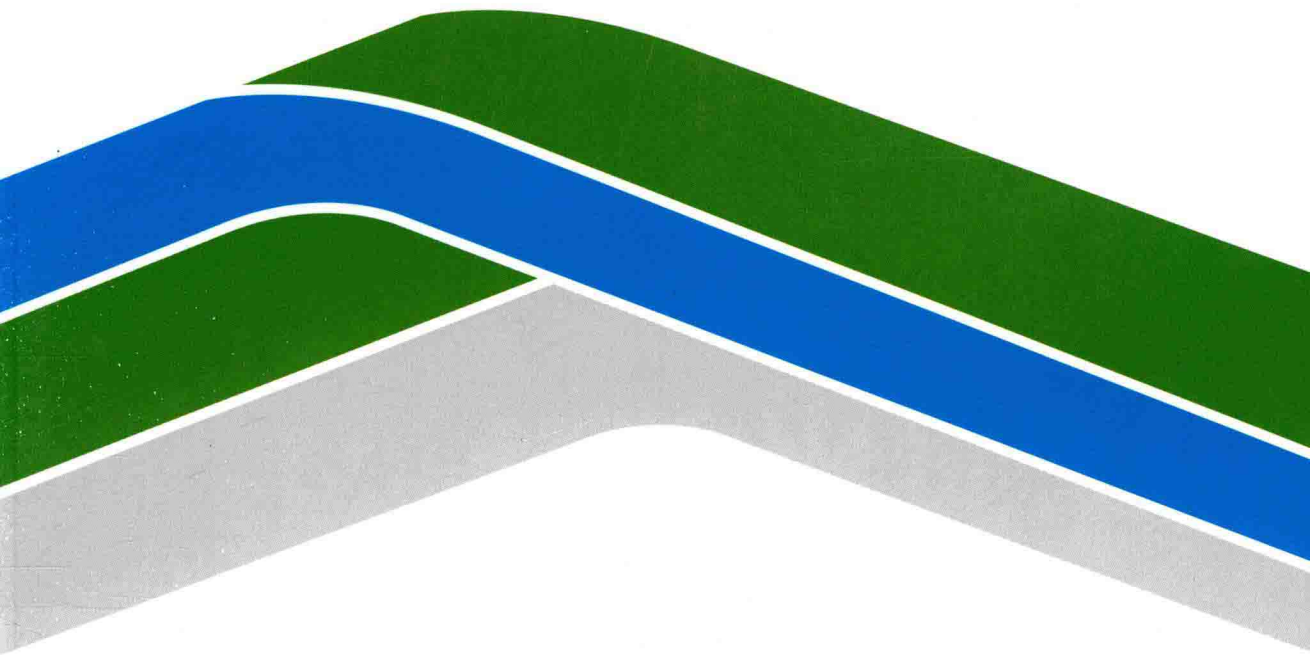




PLC应用技术

王蕴岭◎主编

 中央广播电视大学出版社

PLC 应用技术

王蕴岭 主编

岳 健 段学习 魏加争 副主编

中央广播电视大学出版社·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

PLC 应用技术 / 王蕴岭主编. —北京: 中央广播电视大学出版社, 2017.5

ISBN 978-7-304-08566-7

I. ①P… II. ①王… III. ①PLC 技术 IV. ①TM571.61

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 097048 号

版权所有, 翻印必究。

PLC 应用技术

PLC YINGYONG JISHU

王蕴岭 主 编

出版·发行: 中央广播电视大学出版社

电话: 营销中心 010-66490011

总编室 010-68182524

网址: <http://www.crtvup.com.cn>

地址: 北京市海淀区西四环中路 45 号

邮编: 100039

经销: 新华书店北京发行所

特约编辑: 曾繁荣

责任校对: 曾繁荣

责任编辑: 程业刚

责任印制: 赵连生

印刷: 北京宏伟双华印刷有限公司

版本: 2017 年 5 月第 1 版

2017 年 5 月第 1 次印刷

开本: 787mm×1092mm 1/16

印张: 10.5 字数: 241 千字

书号: ISBN 978-7-304-08566-7

定价: 42.00 元

(如有缺页或倒装, 本社负责退换)

前 言

“PLC 应用技术”是自动化类专业理论性和实践性都很强的一门核心课程。一方面，传统的系统理论教学不适合高等院校以培养技能为主的教学；另一方面，没有正确理论指导的实践必然是盲目的实践。现代教学改革的目的既不是一味追求空洞系统理论的“填鸭式”灌输，也不是不要理论的盲目实践，而是工学结合，使理论紧密结合实际，通过项目导向、任务驱动的形式，将系统的理论知识拆解融合在项目实施的过程中，在项目中完成相关理论知识的学习，并将其立即应用到实践中，这样既可以以理论指导实践，又可以使学生获得的理论知识得到巩固。在这个过程中，教师不仅要传授给学生相关理论知识，还要注意启发学生利用所学知识，发挥自己的创造性，完成相关任务。本课程的教学目标是通过“学中做+做中学”的方式，使学生能够真正掌握各种典型自动化控制单元 PLC 控制电路的识图、设计、维修、维护等方面的专业技术知识和岗位实践技能，将学生培养成为高素质劳动者和技术技能型人才。

基于此，本书根据对应的工作岗位及岗位群进行典型工作任务分析，设置教学目标，将教学内容分为 6 个项目，即 PLC 的认知与选型、C650 车床系统的控制、自动小车行程的控制、交通信号灯系统的控制、智能停车场系统的控制、电镀生产线系统的控制。每个项目又分解为若干个有针对性的实践任务，以项目为导向，通过任务驱动，经过教师启发式理论教学和学生的强化实践训练，理实一体、师生互动，最终完成本课程的教学目标。

本书由多年来一直从事“PLC 应用技术”课程教学研究的专家主持编写，其最大的特点是实用性强。本书既能针对高等院校学生的特点，教会学生掌握阅读分析、设计和维护基于 PLC 自动化单元控制的专业知识及方法，又能通过实践任务，使学生掌握相关岗位技能。

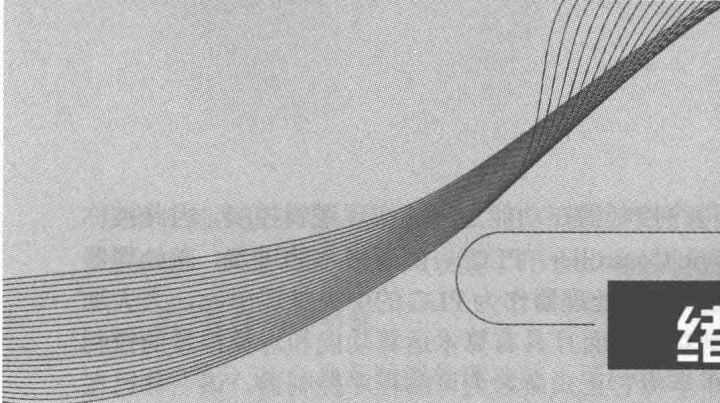
本书由王蕴岭担任主编，岳健、段学习和魏加争任副主编。本书得到了郑春禄教授的大力支持，在此向他表示由衷的感谢！另外，向本书所引用的著作和论文的编著者表示最诚挚的谢意！

限于编者的水平和经验，书中疏漏和不妥之处在所难免，恳请各位读者和专家们批评指正，以便今后更好地修订、完善和提高。

编 者

目 录

绪论	1
项目一 PLC 的认知与选型	7
实践任务 使用 CPM1A 型 PLC	15
思考与练习	25
项目二 C650 车床系统的控制	27
实践任务一 控制电动机起动	33
实践任务二 控制电动机正反转	46
实践任务三 控制电动机制动	52
实践任务四 改造 C650 车床电气控制系统	55
思考与练习	65
项目三 自动小车行程的控制	67
实践任务一 用经验设计法设计小车行程控制程序	70
实践任务二 用顺序控制设计法设计小车行程控制程序	74
实践任务三 设计送料小车行程控制系统	78
思考与练习	90
项目四 交通信号灯系统的控制	91
实践任务一 控制流水灯	99
实践任务二 控制数码管显示	105
实践任务三 控制交通信号灯系统	114
思考与练习	130
项目五 智能停车场系统的控制	131
实践任务 控制智能停车场系统	133
思考与练习	139
项目六 电镀生产线系统的控制	141
实践任务 控制电镀生产线系统	142
思考与练习	159
参考文献	160



绪 论

随着科学技术的不断进步,自动化技术已经广泛地应用于工业、农业、国防、交通、通信等各个领域。自动化技术的应用能够提高工厂的技术水平,节能、降耗、提质、增益,提高劳动生产率和产品的市场竞争力。自动化设备作为自动化技术的具体呈现形式已经广泛地应用于各行各业,成为现代化生产过程中不可或缺的生产设备。而以可编程程序控制器为核心的自动化设备正在迅速地改变着工厂自动控制的面貌和进程,将成为今后工业控制的重要自动化设备。因此专家认为,可编程序控制器技术、计算机辅助设计(Computer Aided Design, CAD)/计算机辅助生产(Computer Aided Manufacturing, CAM)技术及机器人技术,将成为工业生产自动化的三大支柱。

一、可编程序控制器技术的应用领域

可编程序控制器技术是现代化领域中很有发展前景的技术,它在国民经济中起着极其重要的作用。

在电气控制领域,可编程序控制器控制系统已经逐步取代了接触器-继电器控制系统,实现了逻辑控制、顺序控制。它既可用于单台设备的控制,也可用于多机群控及自动化流水线的控制,如注塑机、印刷机、组合机床、包装生产线、电镀生产线等。

在工业生产过程中,有许多连续变化的量,如温度、压力、流量、液位和速度等都是模拟量,可编程序控制器配有模/数(A/D)转换模块和数/模(D/A)转换模块,用于模拟量控制,并且通过编制各种各样的控制算法程序,实现闭环控制。这样的过程控制在冶金、化工、热处理、锅炉控制等场合有非常广泛的应用。

现代可编程序控制器具有数学运算、数据处理等功能,可以完成数据的采集、分析及处理。它既可用于大型控制系统,如无人控制的柔性制造系统;也可用于过程控制系统,如造纸、冶金、食品工业中的过程控制系统。

现代可编程序控制器可以实现可编程序控制器之间及可编程序控制器与其他智能设备之间的通信。随着计算机控制技术的发展,工厂自动化网络快速发展起来,可编程序控制器的应用范围将更加广泛。

可编程序控制器的应用领域仍在扩展,已经从传统的产业设备和机械的自动控制扩展到以下应用领域:中小型过程控制系统、远程维护服务系统、节能监视控制系统,以及与生活关联的机器、与环境关联的机器。

二、可编程序控制器的定义

可编程序控制器(Programmable Controller, PC),是近年来迅速发展并得到广泛应用的

新一代工业自动化控制装置。早期的可程序控制器在功能上只能实现逻辑控制，因此被称为可程序逻辑控制器（Programmable Logic Controller, PLC）。随着技术的进步，微处理器获得了广泛应用，一些 PLC 生产厂家开始采用微处理器作为 PLC 的中央处理单元，大大加强了 PLC 的功能，使其不仅具有逻辑控制功能，而且具有算术运算功能和对模拟量的控制功能。因此，美国电气制造商协会于 1980 年将它正式命名为可程序控制器。该名称已在工业界使用多年，但为了与个人计算机（Personal Computer, PC）进行区别，目前可程序控制器仍被称为 PLC。

美国电气制造商协会和国际电工委员会分别于 1980 年和 1985 年定义了可程序控制器，国际电工委员会还在 1982 年和 1985 年颁布了可程序控制器标准草案。国际电工委员会在 1985 年颁布的标准中，将可程序控制器定义为：可程序控制器是一种专为工业环境下应用而设计的数字运算操作的电子系统。它采用可程序的存储器，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，并通过数字式、模拟式的输入和输出，控制各种生产机械或过程。

由此可见，可程序控制器是一台专为工业环境下的应用而设计制造的计算机，它具有丰富的输入/输出（I/O）接口，并且具有较强的驱动能力。近年来，PLC 的发展非常迅速，其功能已经远远超出上述定义范围。

三、可程序控制器的基本功能

1. 逻辑控制功能

逻辑控制功能实际上就是位处理功能，是 PLC 的基本功能之一。PLC 设置有“与”“或”“非”等逻辑指令，利用这些指令，根据外部现场（开关、按钮或其他传感器）的状态，按照指定的逻辑进行运算处理后，将结果输出到现场的被控对象（电磁阀、电动机等）。因此，PLC 可替代继电器进行开关控制，完成接点的串联、并联、串并联、并串联等各种连接。另外，在 PLC 中一个逻辑位的状态可以无限次地使用，逻辑关系的修改和变更十分方便。

2. 定时控制功能

定时控制功能是 PLC 的基本功能之一。PLC 中有许多可供用户使用的定时器，其功能类似于继电器线路中的时间继电器。定时器的设定值（定时时间）可以在编程时设定，也可以在运行过程中根据需要进行修改，使用起来方便灵活。程序执行时，PLC 根据用户设定的定时器对某个操作进行限时控制或延时控制，以满足生产工艺的要求。

3. 计数控制功能

计数控制功能是 PLC 的基本功能之一。PLC 为用户提供了许多计数器，计数器计数到某一数值时，产生一个状态信号（计数值到），利用该状态信号实现对某个操作的计数控制。计数器的设定值可以在编程时设定，也可以在运行过程中根据需要进行修改。程序执行时，PLC 根据用户设定的数值对某个控制信号的状态改变次数（如某个开关的闭合次数）进行计数，以完成对某个工作过程的计数控制。

4. 步进控制功能

PLC 为用户提供了若干个移位寄存器，可以实现以时间、计数或其他指定逻辑信号为转

步条件的步进控制。也就是说,在一道工序完成以后,在转步条件的控制下,自动进行下一道工序。有些 PLC 还专门设置了用于步进控制的步进指令,编程和使用都极为方便。

5. 数据处理功能

大部分 PLC 具有数据处理功能,可以实现算术运算、数据比较、数据传送、数据移位、数制转换、译码编码等操作。中、大型 PLC 数据处理功能更加齐全,不仅可完成开方、比例-积分-微分(Proportion Integral Differential, PID)运算、浮点数运算等操作,还可以和阴极射线管(Cathode Ray Tube, CRT)显示器、打印机相连,实现程序、数据的显示和打印。

6. A/D 转换和 D/A 转换功能

有些 PLC 具有 A/D 转换、D/A 转换功能,可以方便地完成对模拟量的控制和调节。

7. 通信联网功能

现代 PLC 大多采用了通信、网络技术,有 RS-232 接口或 RS-485 接口,计算机与 PLC 之间、PLC 与 PLC 之间可进行远程 I/O 控制,多台 PLC 可彼此联网、通信,外部器件与一台或多台 PLC 的信号处理单元之间,可实现程序和数据交换,如程序转移、数据文档转移。在构成系统时,可由一台计算机与多台 PLC 构成“集中管理、分散控制”的分布式控制网络,以便完成较大规模的复杂控制。通常所说的数据采集与监控(Supervisory Control and Data Acquisition, SCADA)系统,其现场端和远程端也可以采用 PLC。

8. 支持人机界面功能

PLC 为操作者提供监视机器/过程工作必需的信息,允许操作者和 PC 系统及其应用程序相互作用,以便作出决策和调整,实现工业计算机的分散、集中操作与监视系统。

9. 停电记忆功能

PLC 内部的随机存储器(Random Access Memory, RAM)中有停电保持器件,可保证失电后这部分存储器中的信息能够长期保存。利用某些记忆指令,可以对工作状态进行记忆,以保持 PLC 失电后的数据内容不变。PLC 电源恢复后,可以在原来的基础上继续工作。

10. 故障诊断功能

PLC 可以对系统构成、某些硬件状态、指令的合法性等进行自诊断,发现异常情况后,会发出警报并显示错误类型,如属严重错误,则自动中止运行。PLC 的故障自诊断功能,大大提高了 PLC 控制系统的安全性和可维护性。

四、可编程序控制器控制系统

可编程序控制器控制系统是将 PLC 作为核心控制设备,通过线路连接将 PLC 和现场设备构成一个有机整体的系统。来自生产现场的各种信号通过 PLC 的输入信号端传送到 PLC,经中央处理器(Central Processing Unit, CPU)后形成输出信号,PLC 的输出信号端接收 CPU 处理后的输出信号,并将其转换成生产现场被控设备所能接受的电压、电流信号,以驱动被控设备。在可编程序控制器控制系统中主要的外部设备有以下 5 类:

① 编程设备,有简易编程器和智能图形编程器,除用于编程外,还可对系统作一些设

定并监控可编程序控制器及其控制系统的工作状况。编程器是可编程序控制器开发应用、监测运行、检查维护不可缺少的器件,但它不直接参与现场控制运行。

② 监控设备,有数据监视器和图形监视器。监控设备可直接监视数据或通过画面监视数据。

③ 存储设备,有存储卡、存储磁带、磁盘或只读存储器(Read Only Memory, ROM),用于永久性地存储用户数据,使用户程序不丢失,如 EPROM、EEPROM 写入器等。

④ I/O 设备,用于接收信号或输出信号,一般有条码读入器、输入模拟量的电位器和打印机等。

⑤ 执行机构,通常是指各种继电器、电磁铁、电磁阀门、电磁调节阀、伺服电动机等,它们是在电路中起通断、控制、调节、保护等作用的电气设备。

五、可编程序控制器的特点

可编程序控制器的特点如下:

① 可靠性高,抗干扰能力强。高可靠性是控制设备的关键性能。由于 PLC 采用了现代超大规模集成电路技术、严格的生产工艺制造,并且其内部电路采用先进的抗干扰技术,因此其具有很高的可靠性。从 PLC 的外部电路来看,和同等规模的接触器-继电器控制系统相比,PLC 控制系统的电气接线及开关触点已经减少至原来的数百甚至数千分之一,故障率大大降低。此外,PLC 具有硬件故障的自检测功能,出现故障时可迅速、及时地发出报警信号。在应用软件中,用户还可以编入外部器件的故障自诊断程序,使系统中 PLC 以外的电路及设备获得故障自诊断能力。这样,就使得整个 PLC 控制系统具有了极高的可靠性。

② 产品配套齐全,功能完善,适用性强。PLC 发展到今天,已经形成了大、中、小、微等各种规模的系列化产品,可以用于各种规模的工业控制场合。除了逻辑控制功能外,现代 PLC 大多具有完善的数据运算能力,可用于各种数字控制领域。近年来 PLC 的功能模块大量涌现,使 PLC 广泛应用于模拟量控制、位置控制、运动控制、过程控制、温度和湿度控制、计算机数控等各种工业控制中。随着 PLC 通信能力的增强及人机界面技术的发展,使用 PLC 组成各种控制系统变得非常容易。

③ 易学、好懂、易用,深受工程技术人员的欢迎。PLC 作为现代通用工业控制器,是面向工矿企业的工业控制设备,其编程语言易于被工程技术人员所接受。例如,梯形图语言的图形符号和表达方式与接触器-继电器控制电路图非常接近,只用少量开关逻辑控制指令就可以方便地实现接触器-继电器控制电路的功能。又如,步进式顺序控制的状态转移图简单直观,易于设计复杂的多流程顺序控制,并且能够减少程序条数,便于程序的理解。

④ 系统设计周期短,维护方便,容易改造。PLC 用存储逻辑代替接线逻辑,大大地减少了控制设备的外部接线,既使控制系统设计周期大大缩短,又使维护变得简单,更重要的是,使通过改变某一设备的程序而改变生产过程成为可能。因此 PLC 适用于多品种、小批量的生产场合。

⑤ 体积小,质量轻,能耗低。以超小型 PLC 为例,其新产品的底部面积为 100mm^2 ,质量小于 150g ,能耗仅为数瓦。由于其体积小,因此很容易嵌入机械内部,是实现机电一体化首选的控制器件。

六、可编程序控制器的发展

可编程序控制器是从早期的继电器逻辑控制系统演变而来的。自 1836 年继电器问世以来,继电器与开关元件构成了用途各异的逻辑控制系统或顺序控制系统。随着微电子技术、计算机技术和数据通信技术的飞速发展,以及微处理器的出现,流程加工行业(如汽车制造业)对生产流程迅速、频繁变更的需求日益迫切,在此背景下可编程序控制器技术应运而生并快速发展。

1969 年美国数字设备公司(Digital Equipment Corporation, DEC)研制了第一台可编程序控制器,从此可编程序控制器技术迅速发展。我国从 1973 年开始研制顺序控制器,并取得了较大进展。目前我国市场上出现了系列化的国产可编程序控制器,其价格相对低廉,性价比高。

早在 1987 年世界可编程序控制器的销售额就达到了 25 亿美元,此后每年以 20%左右的速度递增。进入 20 世纪 90 年代以后,世界可编程序控制器的年平均销售额在 55 亿美元以上,其中我国约占 1%。当前,可编程序控制器在国际市场上已成为最受欢迎的工业控制产品,用可编程序控制器设计自动控制系统已成为世界潮流。

现代可编程序控制器在小型化、大型化、大容量、多功能等方面有了质的飞跃,使早期的可编程序控制器从最初的仅有逻辑控制、顺序控制功能发展成为具有逻辑判断、定时、计数、记忆和算术运算、数据处理、通信联网及 PID 回路调节等功能的现代可编程序控制器。但是,现代可编程序控制器仍然沿用早期顺序扫描、程序控制等基本模式及“CPU+通信+I/O”的基本结构。

可编程序控制器之所以有生命力,是因为它能满足工业现场和市场高可靠性、强抗干扰能力、编程安装使用简便、低价格长寿命的要求。它的输入端、输出端接近现场设备,不需要添加太多的中间部件或更多的接口,节约了用户的时间和成本。可编程序控制器的下端为继电器、晶体管和晶闸管等控制部件,而上端一般是面向用户的微型计算机。人们在应用可编程序控制器时,不必进行计算机方面的专门培训,就能对可编程序控制器进行操作及编程。

由于工业生产对自动控制系统需求的多样性,可编程序控制器的发展方向有两个:一是朝着小型、简易、价格低廉方向发展。近年来,单片机的出现促进了可编程序控制器向紧凑型方向发展,体积减小,价格降低,可靠性不断提高。这种可编程序控制器可以取代继电器控制系统,应用于单机控制和规模较小的自动线控制。二是朝着大型、高速、多功能方向发展。大型可编程序控制器一般为多处理系统,由字处理器、位处理器和浮点处理器等组成,有较强的存储能力和功能很强的 I/O 接口。通过丰富的智能外部接口,其可以独立完成位置控制、闭环调节等特殊功能;通过网络接口,其可级联不同类型的可编程序控制器和计算机,组成控制范围很大的局部网络,适用于大型自动化控制系统。

可编程序控制器的发展趋势可以概括为以下几个方面:在系统构成规模上,向超大型、超小型方向发展;在增强控制能力和扩大应用范围上,进一步开发各种智能 I/O 模块;在系统集成方面,进一步提高安全性、可靠性;在控制与管理功能一体化方面,进一步增强通信联网能力;在编程语言与编程工具方面,向多样化、高级化、标准化方向发展。

七、国内外 PLC 的主要生产厂家

根据美国 Automation Research Corp 的调查,世界上生产 PLC 的主导厂家分别是日本的三菱公司和欧姆龙公司、法国的施耐德电气有限公司、德国西门子股份公司、美国的 Allen-Bradley 公司,它们的 PLC 销售额约占全球总销售额的 2/3。

我国的 PLC 生产目前也有一定的发展。国内 PLC 形成产品化的生产企业有 30 多家,主要有苏州电子计算机厂、苏州机床电器厂有限公司、上海蓝星电器有限公司、天津市自动化仪表厂、杭州通灵控制电脑公司、北京机械工业自动化研究所和江苏嘉华实业有限公司等。

八、本课程的任务和学习方法

本课程的任务是通过“学中做”和“做中学”的交替,完成简单 PLC 控制系统的设计及选型,在实践任务实施中学习解决问题的整体思路,并通过具体实施,掌握 PLC 程序的设计及调试思路。

项目一

PLC 的认知与选型

项目梗概

PLC 的认知与选型的教学内容与能力要求见表 1-1。

表 1-1 PLC 的认知与选型的教学内容与能力要求

项目名称		PLC 的认知与选型	参考学时	6
实践任务		使用 CPM1A 型 PLC		6
项目总目标描述		(1) 掌握 PLC 系统的组成、工作原理及工作过程; (2) 了解 PLC 的特点及应用; (3) 能根据实际需求正确选用 PLC; (4) 学会 PLC 的基本操作		
教学内容		(1) PLC 的构成及工作原理; (2) 输入回路、输出回路的连接; (3) 程序的输入		
教学目标	知识	(1) 掌握 PLC 的系统组成及内存分布; (2) 掌握 PLC 的工作原理; (3) 了解 PLC 的特点及应用		
	技能	(1) 能正确地操作 HF-03A 型可编程序控制器实训实验装置; (2) 能使用手持编程器完成程序的输入; (3) 使用编程软件完成程序的输入		
	态度	(1) 按时出勤,不迟到,不早退,认真听课,积极发言; (2) 能认真做好课前准备工作,能与同组成员友好合作,认真完成实训任务; (3) 作业整洁,字迹工整,有独特见解		
教学任务与实施		教学任务:知识介绍、任务布置、学生分析研讨、教师同步进行辅导和检查、实训室体验、教师总结、学生课外作业 教学实施:结合实训室中的设备让学生认知 PLC,通过多媒体课件向学生展示 PLC 的内部构成及应用环境、特性,通过板书讲授 PLC 的工作原理及工作过程,通过实训让学生掌握 PLC 的基本操作		
项目成果		(1) 学生课堂研讨——PLC 的工作过程; (2) 学生课堂练习——控制系统中 PLC 的选型; (3) 实训报告——PLC 的认知与选型		
技术规范		国际电工委员会可编程序逻辑控制器标准 IEC 61131-3;可编程序控制器的相关国家标准有 GB/T 15969.1-2007、GB/T 15969.2-2008、GB/T 15969.3-2005、GB/T 15969.4-2007、GB/T 15969.5-2002、GB/T 15969.8-2007		
学生角色	维修电工	教师能力	具备熟练的 PLC 操作能力,具备典型程序设计、维修维护技能和实训设备使用能力	

知识链接

一、PLC 的组成

本书以欧姆龙公司的 CPM1A-40CDR 型 PLC 为例,介绍 PLC 的基本知识,训练学生 PLC 的操作技能。CPM1A-40CDR 型 PLC 的硬件组成与其他类型 PLC 基本相同,主要由输入部分、输出部分和 CPU 部分组成。

1. 输入部分

PLC 的输入部分是指 PLC 与生产过程相连接的输入通道,其主要功能是接收来自生产现场的各种信号,如行程开关、按钮、传感器的信号等。PLC 的信号输入情况如图 1-1 所示。

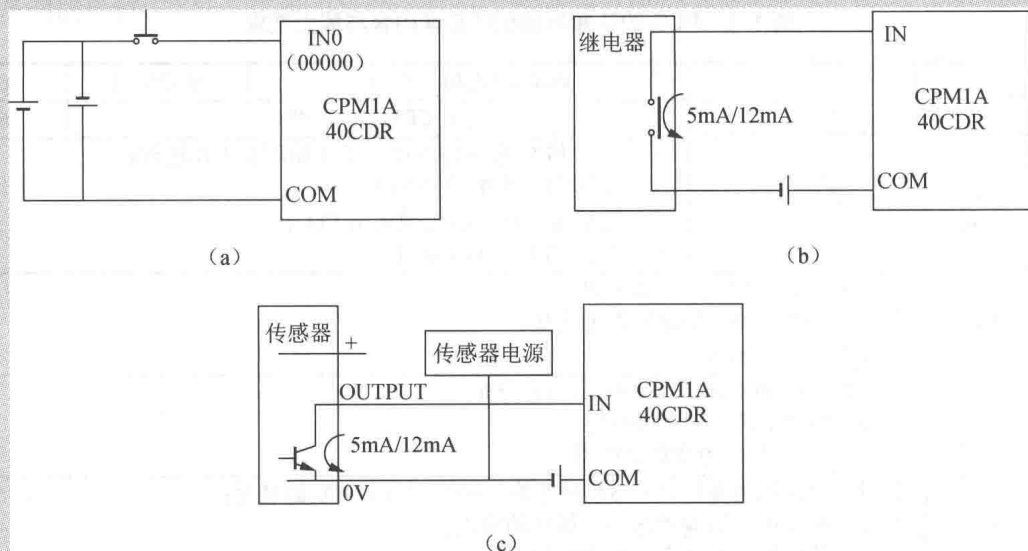


图 1-1 PLC 的信号输入情况

(a) 按钮接入; (b) 继电器接入; (c) 晶体管接入

以欧姆龙公司的 CPM1A-40CDR 型 PLC 为例,其输入点的输入电压为 $DC\ 24^{+2.4}_{-3.6}V$,输入电流为 5mA,输入阻抗 $4.7k\Omega$,输入点状态为 ON 时电压最小值为 14.4V,输入点状态为 OFF 时电压最大值为 5V,响应时间为 1~128ms。当输入点作为中断输入时,其响应时间小于 0.3ms。

CPM1A-40CDR 型 PLC 共有 24 个输入信号端,分别是 000 通道的 00~11 位(00000~00011)、001 通道的 00 位~11 位(00100~00111)。这些输入信号端能够同时接收来自生产现场的 24 个信号。PLC 的输入扩展电路如图 1-2 所示。

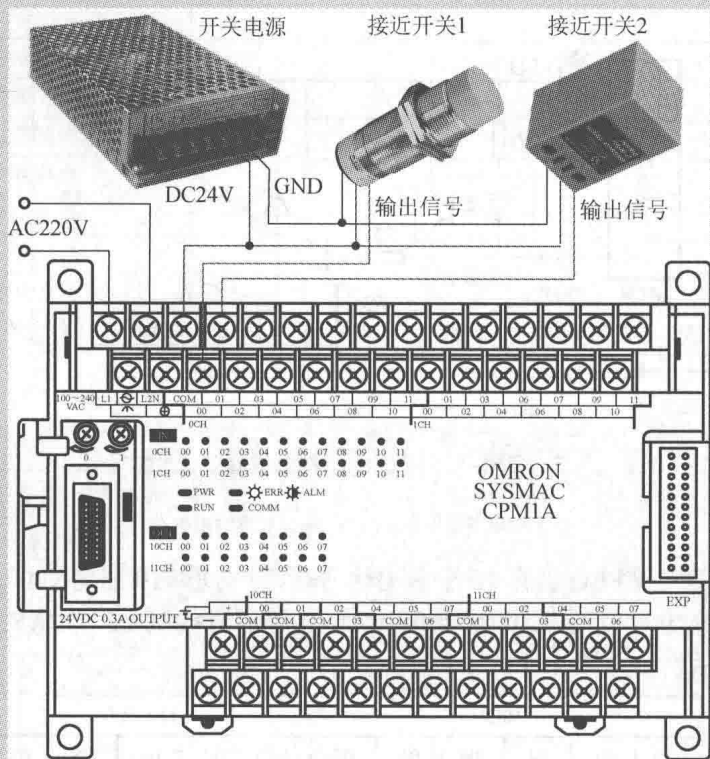


图 1-2 PLC 的输入扩展电路

2. 输出部分

PLC 的输出部分是指 PLC 中与生产过程相连接的输出通道。输出部分的主要功能是接收 CPU 处理后的输出信号，并转换成被控设备所能接受的电压信号、电流信号，以驱动被控设备。典型的 PLC 输出单元可分为继电器型输出单元、晶闸管型输出单元和晶体管型输出单元。欧姆龙公司的 CPM1A 系列 PLC 采用继电器型输出单元和晶体管型输出单元。继电器型输出单元的最大开关能力为 AC250V / 2A 或 DC24V / 2A，动作次数为 2 000 万次，响应时间小于 15ms。晶体管型输出单元的最大开关能力为 $24^{+2.4}_{-3.6}$ V / 300mA，漏电流小于 0.1mA，响应时间小于 0.1ms。PLC 输出控制如图 1-3 所示。

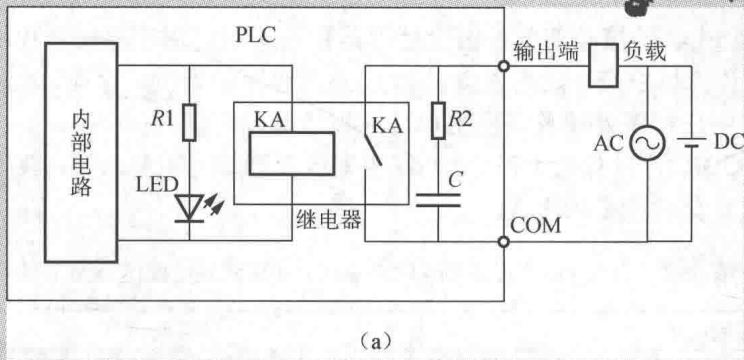


图 1-3 PLC 输出控制

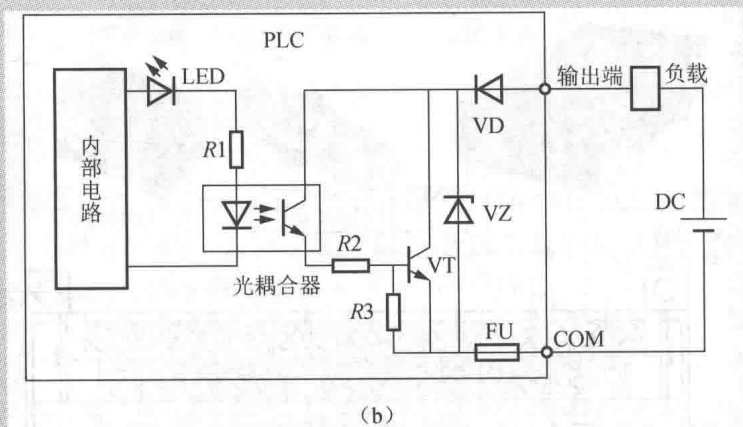


图 1-3 PLC 输出控制（续）

(a) 继电器输出单元；(b) 晶体管型输出单元

CPM1A-40CDR 型 PLC 共有 16 个输出信号端，分别是 010 通道的 00~07 位(01000~01007)、011 通道的 00~07 位(01100~01107)，能够同时控制生产现场的 16 个执行机构。PLC 的输出扩展示意图如图 1-4 所示。

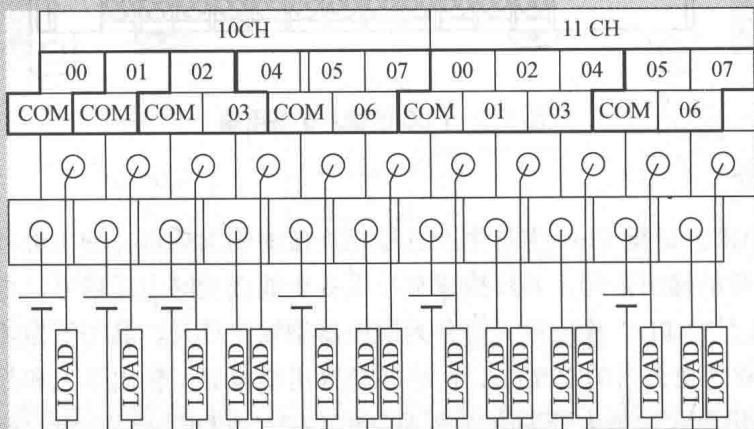


图 1-4 PLC 的输出扩展示意图

3. CPU 部分

CPU 部分是 PLC 的核心部分，由微处理器系统、系统程序存储器和用户程序存储器组成，其本质为计算机系统。该系统负责 PLC 系统程序的调度、管理、运行、通信和 PLC 的自诊断，担负用户程序处理及调度用户目标程序运行的任务。

CPM1A-40CDR 型 PLC 的 CPU 单元继电器区及通道号见表 1-2。典型特殊功能继电器的通道号、位号及功能见表 1-3。

表 1-2 CPM1A-40CDR 型 PLC 的 CPU 单元继电器区及通道号

继电器区	通道号
输入继电器	000~009
输出继电器	010~019

续表

继电器区		通道号
内部继电器		200~231
特殊功能继电器		232~255
暂存继电器		TR0~TR7 (位)
保持继电器		HR00~HR19
辅助继电器		AR00~AR15
链接继电器		LR00~LR15
定时器/计数器		TIM/CNT000~TIM/CNT127
数据存储器	R/W	DM0000~DM1023
	R	DM6144~DM6599
	系统设定区	DM6600~DM6655

注：暂存继电器中只有 8 个位，没有通道。

表 1-3 典型特殊功能继电器的通道号、位号及功能

通道号	位号	功能
255	00	0.1s 时钟脉冲
	01	0.2s 时钟脉冲
	02	1.0s 时钟脉冲
	03	ER 标志位
	04	CY 标志位
	05	>标志位
	06	=标志位
	07	<标志位
256	13	常 ON
	14	常 OFF
	15	运行开始时 1 扫描周期为 ON
254	00	1min 时钟脉冲
	01	0.02s 时钟脉冲
	02	负数标志位
	07	STEP 开始仅 1 扫描周期为 ON

欧姆龙公司生产的 PLC 的继电器按通道编号，每个通道由 16 位继电器构成。例如，地址 01001，用来表示 010 通道的 01 号继电器，前 3 位 010 代表通道号，为 CPM 系列 PLC 的输出通道，后两位 01 代表继电器位数，表示该通道的 01 号输出继电器。有些内部继电器既能以通道方式进行寻址，又能按位进行寻址，如 I/O 继电器、内部继电器 IR、特殊功能继电器 SR、保持继电器 HR、辅助继电器 AR 和链接继电器 LR；有些继电器只能以通道方式进行寻址，如数据存储器 DM 和定时器/计数器的当前值存储寄存器；有些继电器只能按位进行寻址，如暂存继电器 TR。

I/O 继电器包括输入继电器（INPUT）和输出继电器（OUTPUT）两部分，在 CPM 系列中，为输入继电器分配 000~009 通道，PLC 内部与输入端子连接的输入继电器采用光

电隔离的电子继电器，它们的编号与接线端子编号一致，线圈的吸合或释放只取决于 PLC 外部触点的状态。PLC 内部有常开、常闭两种触点供编程使用，且使用次数不限。

输出继电器占用 010~019 通道，其线圈由程序控制，外部输出主触点接到 PLC 的输出端子上供外部负载使用，其余常开触点/常闭触点供内部程序使用。输出继电器的常开触点/常闭触点使用次数不受限制。输出电路的时间常数是固定的。当 PLC 的 I/O 点数没有使用完分配的通道地址时，剩余未占用的通道地址可以作为内部继电器使用。

内部继电器 IR 共有 512 点，地址范围为 200~231 通道，在 PLC 的程序设计中一般用来存储中间状态，类似于继电器控制中的中间继电器，只供内部编程使用。它的常开触点/常闭触点使用次数不受限制。但是，这些触点不能直接驱动外部负载，外部负载的驱动必须通过输出继电器来实现。

链接继电器 LR 一般用于 PLC 网络中数据的通信共享。保持继电器具有掉电保护功能，一般 PLC 系统中的重要参数存储于此。数据存储区由两部分构成，分别是只读区域和读/写区域。数据存储区只能以通道方式进行寻址，如果改变其中某位的数值需要进行逻辑运算或通道赋值。

特殊功能继电器共有 384 点，地址范围为 232~255 通道。

例如，25502 继电器的状态为方波，即 0.5s 为 ON 状态，0.5s 为 OFF 状态。当两个操作数进行比较时，影响 25505 继电器、25506 继电器和 25507 继电器的状态，PLC 根据这 3 个继电器的状态标志来确定两个操作数之间的关系。

二、PLC 的工作过程

PLC 采用循环扫描工作方式，其工作过程如图 1-5 所示。PLC 通电后，有两种基本工作状态，即运行（RUN）状态与停止（STOP）状态。在运行状态时，PLC 的工作过程分为内部处理、通信服务、输入处理、程序执行和输出处理 5 个阶段。在停止状态时，PLC 只进行内部处理和通信服务。



图 1-5 PLC 的工作过程

1. 内部处理阶段

在内部处理阶段，PLC 复位监控定时器，运行自诊断程序，进行硬件检查、用户内存检查等。检查正常后，方可进行下面的操作。如果有异常情况，则根据错误的严重程度报警或停止 PLC 的运行。

2. 通信服务阶段

通信服务阶段又称通信处理阶段、通信操作阶段或外部设备通信阶段。在此阶段，PLC 与带微处理器的外部智能装置进行通信，响应编程工具输入的命令，更新编程工具