



高等职业教育电子信息类专业“十二五”规划教材

S7-200西门子PLC基础教程

刘晓燕 主编



高等职业教育电子信息类专业“十二五”规划教材

S7-200 西门子 PLC 基础教程

主 编 刘晓燕
副主编 王惠贞 郑建红 赵冬梅
参 编 刘 阳 张 辉 杜 荣
王爱兵 张占义 崔京华
潘 彧

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

内 容 简 介

本书体现工学结合的高职教育人才培养理念,理论知识强调“实用为主,必需和够用为度”的原则,在知识与结构上有所创新,采用项目式编写体例,不仅符合高职学生的认知特点,而且紧密联系一线生产实际,真正体现学以致用。

本书每个项目都以实际工程案例引入,由浅入深地介绍相关理论知识和实际应用案例。本书共分为6个项目,即认识 PLC、S7-200 系列 PLC 基本指令应用、PLC 程序设计方法——梯形图经验设计法、PLC 程序设计方法——顺序设计法、S7-200 系列 PLC 功能指令应用、PLC 综合应用实例。每个项目包含若干任务。

本书可作为高职院校电子信息类、自动化类、机电类相关专业 PLC 课程的教学用书,也可供中职业院校、技工学校等相关专业使用,还可供相关领域的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

S7-200 西门子 PLC 基础教程/刘晓燕主编. —北京:
中国铁道出版社,2012. 12
高等职业教育电子信息类专业“十二五”规划教材
ISBN 978-7-113-14981-9

I. ①S… II. ①刘… III. ①plc 技术-高等职业教育-
教材 IV. ①TM571. 6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 205975 号

书 名:S7-200 西门子 PLC 基础教程
作 者:刘晓燕 主编

策 划:吴 飞 读者热线:400-668-0820
责任编辑:吴 飞 鲍 闻
封面设计:付 巍
封面制作:刘 颖
责任印制:李 佳

出版发行:中国铁道出版社(北京市西城区右安门西街8号 邮政编码:100054)

网 址:<http://www.51eds.com>

印 刷:三河市华业印装厂

版 次:2012 年 12 月第 1 版 2012 年 12 月第 1 次印刷

开 本:787mm×1092mm 1/16 印张:12.5 字数:296 千

印 数:1~3000 册

书 号:ISBN 978-7-113-14981-9

定 价:26.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有印制质量问题,请与本社教材图书营销部联系调换。电话(010)63550836

打击盗版举报电话:(010)63549504

可编程控制器(PLC)是一种数字运算操作的电子系统,专为在工业环境中的应用而设计。它采用一类可编程的存储器,用于其内部存储程序、执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数与算术操作等面向用户的指令,并通过数字或模拟式输入/输出控制各种类型的机械或生产过程,是工业控制的核心部分。作为现代化的自动控制装置,具有控制功能强、可靠性高、使用方便等一系列优点,已普遍应用于工业企业的各个领域,是生产过程自动化必不可少的智能控制设备。

本书以能力培养为目标,在注重基础理论教学的同时,力求突出 PLC 技术的实用性,并结合高职教育的人才培养特点,形成以就业为导向的项目式教材。本书按照项目化教学方法要求的体例进行学习任务的设计,打破了指令功能介绍和程序灌输的传统方式,实现从逻辑知识的传授向职业活动中任务导向能力训练的转变。

本书每个项目都以实际工程案例引入,由浅入深地介绍相关理论知识和实际应用案例。全书共分为 6 个项目,即认识 PLC、S7-200 系列 PLC 基本指令应用、PLC 程序设计方法——梯形图经验设计法、PLC 程序设计方法——顺序设计法、S7-200 系列 PLC 功能指令应用、PLC 综合应用实例。每个项目包含若干任务。

本书建议总学时为 60 学时(包括实训内容),具体学时分配如下(仅供参考):

序号	内容	参考学时
1	项目一 认识 PLC	6
2	项目二 S7-200 系列 PLC 基本指令应用	10
3	项目三 PLC 程序设计方法——梯形图经验设计法	12
4	项目四 PLC 程序设计方法——顺序设计法	14
5	项目五 S7-200 系列 PLC 功能指令应用	10
6	项目六 PLC 综合应用实例	8

本书由河北交通职业技术学院刘晓燕担任主编,王惠贞、郑建红、赵冬梅担任副主编,刘阳、张辉、杜荣、王爱兵、张占义、崔京华(河北化工医药职业技术学院)参加编写。其中项目一和项目二由王惠贞编写,项目三和项目四由刘晓燕编写,项目五由刘阳、杜荣和张占义编写,项目六由张辉、王爱兵和崔京华编写,郑建红、赵冬梅、潘璐参与了部分内容的编写。全书由刘晓燕统稿。

为了便于教师教学,本书配有电子教案等免费资料,如有需要,请发邮件至 sjz_liuxiaoyan@163.com。

本书可作为高职院校电子信息类、自动化类、机电类相关专业 PLC 课程的教学用书,也可供中职院校、技工学校等相关专业使用,还可供相关领域的工程技术人员参考。

由于编者水平有限,书中疏漏错误和不足之处在所难免,恳请读者批评指正。

编者

2012 年 10 月

项目一 认识 PLC	1
任务 1 PLC 的发展、分类及应用	2
一、PLC 的定义、产生及发展	2
二、PLC 的分类、特点及应用	4
三、S7-200 系列 PLC 简介	7
任务 2 PLC 的基本结构和工作原理	9
一、PLC 的基本结构	9
二、PLC 的操作模式	12
三、PLC 的工作原理	13
任务 3 PLC 编程软件的使用	15
一、PLC 的编程语言与程序结构	15
二、S7-200 系列 PLC 的内存结构与寻址方式	17
三、STEP7-Micro/WIN 编程软件介绍	22
项目小结	30
思考与练习题	30
项目二 S7-200 系列 PLC 基本指令应用	32
任务 1 PLC 基本逻辑指令	32
一、基本位操作指令	32
二、置位与复位指令	39
三、其他指令	40
任务 2 定时器与计时器指令	41
一、定时器指令	42
二、计数器指令	44
任务 3 基本指令的编程与实现	46
项目小结	49
思考与练习题	49
项目三 PLC 程序设计方法——梯形图经验设计法	52
任务 1 梯形图经验设计法中的基本电路	53
一、启动、保持、停止控制电路	53
二、电动机正反转控制电路	54
三、定时器和计数器的应用电路	55
任务 2 三相异步电动机 Y- Δ 降压启动控制	58
一、常用的低压控制电器	59

二、Y- Δ 降压启动控制电路	62
任务 3 直流电动机正、反转控制	67
一、直流电机的结构	68
二、直流电动机的工作原理	70
任务 4 自动运料小车控制	74
项目小结	78
思考与练习题	78
项目四 PLC 程序设计方法——顺序设计法	79
任务 1 顺序设计法与顺序功能图的绘制	80
一、顺序设计法	80
二、顺序功能图的组成	80
三、顺序功能图的基本结构	83
四、顺序功能图中转换实现的基本原则	84
任务 2 液体自动混合控制	86
一、使用起保停电路单序列的编程方法	88
二、使用起保停电路选择序列的编程方法	90
三、使用起保停电路并行序列的编程方法	92
任务 3 机械手动作控制	96
一、以转换为中心单序列的编程方法	98
二、以转换为中心选择序列的编程方法	99
三、以转换为中心并行序列的编程方法	99
任务 4 十字路口交通灯控制	105
一、顺序控制继电器指令	106
二、使用 SCR 指令单序列的编程方法	106
三、使用 SCR 指令选择序列的编程方法	108
四、使用 SCR 指令并行序列的编程方法	108
项目小结	114
思考与练习题	115
项目五 S7-200 系列 PLC 功能指令应用	117
任务 1 天塔之光系统控制	117
一、数据传送指令	118
二、数据比较指令	121
三、数据移位与循环指令	123
四、数据表功能指令	125
五、译码、编码、段译码指令	128
任务 2 抢答器数码显示控制	133
一、算术、逻辑运算指令	134

二、程序控制指令 138

项目小结..... 147

思考与练习题..... 147

项目六 PLC 综合应用实例 149

任务 1 PLC 应用系统的设计..... 149

一、PLC 控制系统的设计与调试 150

二、PLC 的选择 151

三、节省 PLC 输入、输出点数的方法..... 155

四、PLC 应用中的若干问题 157

任务 2 水塔水位控制 158

任务 3 自动装配流水线控制 162

任务 4 四节传送带控制 170

项目小结..... 177

思考与练习题..... 178

附录..... 182

附表 1 S7-200 系列 PLC 的 I/O 特性 182

附表 2 S7-200 系列 PLC 的特殊存储器(SM)标志位 183

附表 3 S7-200 系列 PLC 的 CPU 编程元器件的有效范围 184

附表 4 S7-200 系列 PLC 的操作数寻址范围 185

附表 5 S7-200 系列 PLC 的 SIMATIC 指令集简表 186

参考文献..... 192

项目一

认识 PLC



项目内容

本项目的内容包括 PLC 发展、分类及应用, PLC 的基本结构和工作原理, PLC 编程软件的使用。



知识要点

1. PLC 的定义与发展, PLC 的分类、特点与应用, S7-200 系列 PLC 的基本介绍。
2. PLC 的基本结构、操作模式与工作原理。
3. PLC 的编程语言、程序结构与软件介绍, S7-200 系列 PLC 的内存结构与寻址方式。



学习目标

1. 了解 PLC 的发展、分类、特点和应用领域, 熟悉 S7-200 系列 PLC 的外部结构与基本性能指标。
2. 掌握 PLC 的基本结构、操作模式与工作原理。
3. 在熟悉 PLC 的编程语言、程序结构与软件环境的基础上, 掌握 S7-200 系列 PLC 的内存结构与寻址方式。

可编程控制器即 PLC, 是一种进行数字运算操作的电子系统, 是专为在工业环境下的应用而设计的工业控制器。它以微处理器为基础, 结合计算机技术、自动控制技术和通信技术, 是面向控制过程、面向用户的语言编程, 是一种操作方便、可靠性高的新一代通用工业控制装置。作为通用工业控制计算机, 30 年来, PLC 从无到有, 实现了工业控制领域接线逻辑到存储逻辑的飞跃, 其功能从弱到强, 实现了逻辑控制到数字控制的进步, 其应用领域从小到大, 实现了单体设备简单控制到胜任运动控制、过程控制及集散控制等各种任务的跨越。今天的 PLC 正在成为工业控制领域的主流控制设备, 在世界各地发挥着越来越大的作用。本项目通过介绍 PLC 发展、分类、应用, 以及 PLC 的基本结构、工作原理和编程软件的使用, 为后续项目利用 PLC 技术进行实际任务的自动控制打下基础。

任务 1 PLC 的发展、分类及应用

任务描述

PLC 是在继电器-接触器控制的基础上,随着计算机技术的发展而产生的,是专为工业环境下的应用而设计的工业计算机。在学习 PLC 之初,通过了解 PLC 的定义、产生、发展以及 PLC 的分类、特点及应用,对 PLC 建立一个初步的认识。

相关知识

一、PLC 的定义、产生及发展

1. PLC 的定义

可编程控制器是在传统顺序控制器的基础上引入微电子技术、计算机技术、自动控制技术和通信技术而形成的新型工业控制装置。早期的可编程控制器在功能上只能进行逻辑控制,即替代继电器、接触器为主的各种顺序控制,因此称它为可编程逻辑控制器(Programmable Logic Controller, PLC)。随着技术的发展,国内外一些厂家采用微处理器作为中央处理单元,使其功能大大增强。现在的 PLC 不仅具有逻辑运算功能,还具有算术运算、模拟量处理和通信联网等功能。1980 年美国电气制造商协会(NEMA)将它命名为可编程控制器(Programmable Controller, PC)。由于个人计算机(Personal Computer)也简称 PC,为避免混淆可编程控制器仍简称 PLC。

国际电工委员会(IEC)在 1987 年的 PLC 标准草案第 3 稿中,对 PLC 的定义如下:“可编程控制器是一种数字运算操作的电子系统,专为在工业环境下的应用而设计。它采用了可编程程序的存储器,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/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,都应按易于使工业控制系统形成一个整体,易于扩充其功能的原则设计。”

从上述定义可以看出,PLC 直接应用于工业环境,因此必须具有很强的抗干扰能力、广泛的适应能力和广阔的应用范围,这也是它区别于一般微机控制系统的重要特征。同时,由定义也可以看出,PLC 是用软件方式——“可编程”的方式来实现控制要求,这与传统控制装置中通过硬件或硬件接线的方式来达到控制要求有着本质的区别。

2. PLC 的产生和发展

在 PLC 出现前,在工业电气控制领域中,继电器-接触器控制系统占主导地位,应用广泛。该系统具有结构简单、价格便宜、容易操作、技术难度较小等优点,但是继电器-接触器控制系统存在体积大、可靠性低、查找和排除故障困难等缺点,特别是其接线复杂,不易更改,如果控制功能稍微改变,则可能需要改变整个控制系统的硬件接线,因此其通用性和灵活性较差。

1968 年美国通用汽车公司(GM)为了适应生产工艺不断更新的需要,要求寻找一种比继电器更可靠,功能更齐全,响应速度更快的新型工业控制器,并从用户角度提出了新一代控制器应具备的十大条件,这一要求的提出立即引起了开发热潮。该要求的主要内容是:

- ① 编程方便,可在现场修改和调试程序;
- ② 维护方便,采用插入式模块结构;
- ③ 可靠性高于继电器-接触器控制系统;
- ④ 体积小于继电器-接触器控制系统,能耗低;
- ⑤ 数据可直接送入管理计算机,与计算机系统进行通信;
- ⑥ 购买、安装成本可与继电器控制柜相竞争;
- ⑦ 采用市电输入,可接受现场的开关信号;
- ⑧ 采用市电输出,容量要求在 2 A 以上,具有直接驱动接触器线圈、电磁阀和小功率电动机的能力;
- ⑨ 系统扩展时,原系统只须做很小的改动;
- ⑩ 用户程序存储器容量至少 4 KB。

这些条件实际上提出了将继电器-接触器控制系统的简单易懂、使用方便、价格低的优点与计算机的功能完善、灵活性、通用性好的优点结合起来,将继电器-接触器控制的硬接线逻辑转变为计算机的软件逻辑编程的设想。

1969 年美国数字设备公司(DEC)研制出了第一台可编程控制器 PDP-14,在通用汽车公司的自动生产线上试用成功并取得了满意的效果,可编程控制器自此诞生。从此以后,这项研究技术迅速发展,从美国、日本、欧洲普及到全世界。1971 年日本从美国引进了这项新技术,很快研制出了日本第一台 PLC;1973 年联邦德国西门子公司独立研制成功了欧洲第一台 PLC;我国从 1974 年开始研制,1977 年开始应用于工业。

PLC 的应用在工业界产生了巨大的影响。自第一台 PLC 诞生以来,PLC 共经过了四个发展时期:

① 从 1969 年到 20 世纪 70 年代初期。主要特点:CPU 由中、小规模数字集成电路组成;存储器为磁心存储器;控制功能比较简单,能完成定时、计数及逻辑控制。

② 20 世纪 70 年代初期到末期。主要特点:CPU 采用微处理器,存储器采用半导体存储器,这样不仅使整机的体积减小,而且数据处理能力获得很大提高;增加了数据运算、传送、比较等功能;实现了对模拟量的控制;软件上开发出自诊断程序,使 PLC 的可靠性进一步提高;初步形成系列,结构上开始有模块式和整体式的区分,整机功能从专用向同用过渡。

③ 20 世纪 70 年代末期到 80 年代中期。主要特点:大规模集成电路的发展极大地推动了 PLC 的发展,CPU 开始采用 8 位和 16 位微处理器,使数据处理能力和速度大大提高;PLC 开始具有一定的通信能力,为实现 PLC 分散控制、集中管理奠定了基础;软件上开发了面向过程的梯形图语言,为 PLC 的普及提供了必要条件。在这一时期,发达的工业化国家在多种工业控制领域开始使用 PLC。

④ 20 世纪 80 年代中期至今。主要特点:超大规模集成电路促使 PLC 完全计算机化,CPU 开始采用 32 位微处理器,处理速度得到很大提高,高速计数、中断、PID、运动控制等功能引入了可编程控制器;由于联网能力增强,既可和上位计算机联网,也可以下挂智能控制器或远程 I/O,从而组成集散控制系统(DCS)已无困难;梯形图语言和语句表语言完全成熟,并且已基本上实现标准化,顺序功能图语言逐步普及;专用的编程器已被个人计算机和相应编程软

件所替代,人机界面装置日趋完善,已能进行对整个工厂的监控、管理,并发展了冗余技术,大大加强了可靠性。

3. PLC 的发展趋势

(1) 向高速度、大容量方向发展

为了提高 PLC 的处理能力,要求 PLC 具有更好的响应速度和更大的存储容量。目前,有的 PLC 的扫描速度可达 0.1 ms/千步。PLC 的扫描速度已成为很重要的一个性能指标。

在存储容量方面,有的 PLC 最高可达几十兆字节。为了扩大存储容量,有的公司使用了磁泡存储器或硬盘。

(2) 向超大型、超小型两个方向发展

当前中小型 PLC 比较多,为了适应市场的多种需要,今后 PLC 要向多品种方向发展,特别是向超大型和超小型两个方向发展。现已有 I/O 点数达 14 336 点的超大型 PLC,其使用 32 位微处理器,多 CPU 并行工作和大容量存储器,功能强。

小型 PLC 由整体结构向小型模块化结构发展,使配置更加灵活,为了市场需要已开发了各种简易、经济的超小型微型 PLC,最小配置的 I/O 点数为 8~16 点,以适应单机及小型自动控制的需要,如三菱公司 α 系列 PLC。

(3) 向智能化、网络化方向发展

为满足各种自动化控制系统的要求,近年来不断开发出许多功能模块,如高速计数模块、温度控制模块、远程 I/O 模块、通信和人机接口模块等。这些包括了 CPU 和存储器的智能 I/O 模块,既扩展了 PLC 功能,又使用灵活方便,扩大了 PLC 应用范围。

加强 PLC 联网通信的能力,是 PLC 技术进步的潮流。PLC 的联网通信有两类:一类是 PLC 之间联网通信,各 PLC 生产厂家都有自己的专有联网手段;另一类是 PLC 与计算机之间的联网通信,一般 PLC 都有专用的通信模块与计算机通信。为了加强联网通信能力,PLC 生产厂家之间也在协商制定通用的通信标准,以构成更大的网络系统。PLC 已成为集散控制系统(DCS)不可缺少的重要组成部分。

(4) 增强外部故障的检测与处理能力

根据统计资料表明:在 PLC 控制系统的故障中,CPU 占 5%,I/O 接口占 15%,输入设备占 45%,输出设备占 30%,线路占 5%。前两项故障属于 PLC 的内部故障,它可通过 PLC 本身的软、硬件实现检测、处理;其余的故障属于 PLC 的外部故障。因此,PLC 生产厂家都致力于研制、发展用于检测外部故障的专用智能模块,进一步提高系统的可靠性。

(5) 编程语言多样化

在 PLC 系统结构不断发展的同时,PLC 的编程语言也越来越丰富,功能也不断提高。除了大多数 PLC 使用的梯形图语言外,为了适应各种控制要求,出现了面向顺序控制的步进编程语言、面向过程控制的流程图语言、与计算机兼容的高级语言(BASIC、C 语言等)。多种编程语言的并存、互补与发展是 PLC 进步的一种趋势。

二、PLC 的分类、特点及应用

1. PLC 的分类

PLC 产品种类繁多,其规格和性能也各不相同。对于 PLC,通常根据其结构形式的不同、

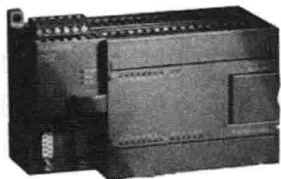
功能的差异和 I/O 点数的多少等进行大致分类。

(1) 按结构形式分类

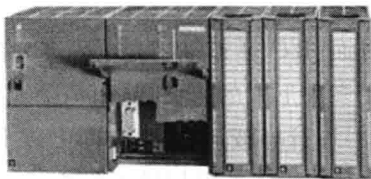
根据 PLC 的结构形式,可将 PLC 分为整体式和模块式两类。

整体式 PLC:将电源、CPU、存储器、I/O 接口等各个功能部件集成在一个机壳内,如图 1-1(a)所示。整体式 PLC 具有结构紧凑、体积小、价格低的特点。小型 PLC 多采用这种结构,如西门子 S7-200 系列 PLC。整体式 PLC 一般还配有特殊功能模块,如模拟量 I/O 模块、通信模块等,使其功能得以扩展。

模块式 PLC:将 PLC 各组成部分分别做成若干单独的模块,如 CPU 模块、I/O 模块、电源模块(有的含在 CPU 模块中)以及各种功能模块。模块式 PLC 由机架和各种模块组成,模块装在机架的插座上,如图 1-1(b)所示。这种模块式 PLC 的特点是配置灵活,可根据需要选配不同规模的系统,而且装配方便,便于扩展和维修。大、中型 PLC 一般采用模块式结构,如西门子 S7-300/400 系列 PLC。



(a) 整体式 PLC



(b) 模块式 PLC

图 1-1 不同结构形式的 PLC

还有一些 PLC 将整体式和模块式的特点结合起来,构成所谓叠装式结构。叠装式 PLC 的 CPU、电源和 I/O 接口等也是各自独立的模块,它们之间是靠电缆进行连接,并且各模块可以一层层地叠装。这样,不但系统可以灵活配置,还可做得小巧。

(2) 按功能分类

根据 PLC 所具有的功能不同,可将 PLC 分为低档、中档和高档三类。

低档 PLC:具有逻辑运算、定时、计数、移位以及自诊断、监控等基本功能,还可有少量模拟量输入/输出、算术运算、数据传送和比较、通信等功能。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。

中档 PLC:除具有低档 PLC 的功能外,还具有较强的模拟量输入/输出、算术运算、数据传送和比较、数制转换、远程 I/O、子程序及通信联网等功能。有些还可增设中断控制、PID 控制等功能,适用于复杂控制系统。

高档 PLC:除具有中档 PLC 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 机具有更强的通信联网功能,可用于大规模过程控制或构成分布式网络控制系统,实现工厂自动化。

(3) 按 I/O 点数分类

根据 PLC I/O 点数的多少,可将 PLC 分为小型、中型和大型三类。

小型 PLC:I/O 点数为 256 点以下的 PLC。其中,I/O 点数小于 64 点的为超小型或微型 PLC。

中型 PLC:I/O 点数为 256 点以上、2 048 点以下的 PLC。

大型 PLC:I/O 点数为 2 048 以上的 PLC。其中,I/O 点数超过 8 192 点的为超大型 PLC。

在实际应用中,一般 PLC 功能的强弱与其 I/O 点数的多少是相互关联的,即 PLC 的功能越强,其可配置的 I/O 点数越多。因此,通常所说的小型、中型、大型 PLC,除指其 I/O 点数不同外,同时也表示其对应功能为低档、中档、高档。

2. PLC 的特点

PLC 技术之所以高速发展,除了工业自动化的客观需要外,主要是因为它具有许多独特的优点。它较好地解决了工业领域中普遍关心的可靠、安全、灵活、方便、经济等问题。主要有以下特点:

(1) 可靠性高,抗干扰能力强

PLC 是专为工业控制而设计的,可靠性高、抗干扰能力强是它重要的特点之一。PLC 的平均无故障时间可达几十万小时。之所以有这么高的可靠性,是由于它采用了一系列的抗干扰措施。

硬件方面:I/O 通道采用光电隔离,有效地抑制了外部干扰源对 PLC 的影响;对供电电源及线路采用多种形式的滤波,从而消除或抑制了高频干扰;对 CPU 等重要部件采用良好的导电、导磁材料进行屏蔽,以减少空间电磁干扰;对有些模块设置了联锁保护和自诊断电路等。

软件方面:PLC 采用扫描工作方式,减少了因外界环境干扰引起的故障;在 PLC 系统程序中设有故障检测和自诊断程序,能对系统硬件电路等故障实现检测和判断;当由外界干扰引起故障时,能立即将当前重要信息加以封存,禁止任何不稳定的读写操作,一旦外界环境正常后,便可恢复到故障发生前的状态,继续原来的工作。

(2) 编程简单,使用方便

PLC 的编程可采用与继电器电路极为相似的梯形图语言,这种语言直观易懂并且深受现场电气技术人员的欢迎。近年来又发展了面向对象的顺序功能图语言,使编程更加简单方便。

(3) 功能完善,通用性强

PLC 不仅具有逻辑运算、定时、计数和顺序控制等功能,配合特殊功能模块还可以实现定位控制、过程控制、数字控制及通信联网等功能。同时,由于 PLC 产品的系列化、模块化,有品种齐全的硬件装置供用户选用,可以组成满足各种要求的控制系统。

(4) 设计安装简单,维护方便

由于 PLC 用软件代替了传统电气控制系统的硬件、控制柜的设计,使安装接线工作量大大减少。PLC 的用户程序大部分可在实验室进行模拟调试,缩短了应用设计和调试周期。在维修方面,由于 PLC 的故障率极低,维修工作量很小,而且 PLC 具有很强的自诊断功能,如果出现故障,可根据 PLC 上的指示或编程器上提供的故障信息,迅速查明原因,维修极为方便。

(5) 体积小,重量轻,能耗低

由于 PLC 是采用半导体集成电路制成的,因此具有体积小、重量轻、能耗低的特点,并且设计结构紧凑,易于装入机械设备内部,因而是实现机电一体化的理想控制设备。

3. PLC 的应用领域

随着微电子技术的快速发展,PLC 的制造成本不断下降,而功能却不断增强。目前,在国

内外 PLC 已广泛应用于冶金、石油、化工、建材、机械制造、电力、汽车、轻工、环保及文化娱乐等领域,随着 PLC 性能价格比的不断提高,其应用领域不断扩大,已覆盖整个工业企业。从应用类型来看,概括起来主要应用在以下几个方面:

(1) 数字量逻辑控制

PLC 用“与”“或”“非”等逻辑控制指令来实现触点和电路的串、并联,代替继电器进行组合逻辑控制、定时控制与顺序逻辑控制。数字量逻辑控制可以用于单台设备,也可以用于自动生产线,其应用领域已遍及各行各业,甚至深入到家庭。

(2) 运动控制

PLC 使用专用的运动控制模块,对直线运动或圆周运动的位置、速度和加速度进行控制,可以实现单轴、双轴、三轴和多轴位置控制,使运动控制与顺序控制有机地结合在一起。PLC 的运动控制功能广泛地用于各种机械,例如金属切削机床、金属成形机械、装配机械、机器人、电梯等场合。

(3) 闭环过程控制

过程控制是指对温度、压力、流量等连续变化的模拟量的闭环控制。PLC 通过模拟量 I/O 模块,实现模拟量和数字量之间的 A/D 转换和 D/A 转换,并对模拟量实行闭环 PID(比例-积分-微分)控制。PID 闭环控制功能已经广泛地应用于塑料挤压成形机、加热炉、热处理炉、锅炉等设备,以及轻工、化工、机械、冶金、电力、建材等行业。

(4) 数据处理

现代的 PLC 具有数学运算、数据传送、转换、排序和查表、位操作等功能,可以完成数据的采集、分析和处理。这些数据可以与存储在存储器中的参考值进行比较,也可以用通信功能传送到别的智能装置,或者将它们打印制表。

(5) 通信联网

PLC 的通信包括 PLC 与远程 I/O 之间的通信、多台 PLC 之间的通信、PLC 与其他智能控制设备(例如计算机、变频器、数控装置)之间的通信。PLC 与其他智能控制设备一起,可以组成“集中管理、分散控制”的分布式控制系统。

三、S7-200 系列 PLC 简介

1. S7-200 系列 PLC 的外部结构

S7-200 系列 PLC 有 CPU 21X 和 CPU 22X 两代产品,外部结构如图 1-2 所示。它是整体式 PLC,它将输入/输出模块、CPU 模块、电源模块均装在一个机壳内,当系统需要扩展时,可选用需要的扩展模块与基本单元(主机)连接。

① 输入接线端子:用于连接外部控制信号,在底部端子盖下是输入接线端子和为传感器提供的 24 V 直流电源。

② 输出接线端子:用于连接被控设备,在顶部端子盖下是输出接线端子和 PLC 的工作电源。

③ CPU 状态指示灯:CPU 状态指示灯有 SF、STOP、RUN 三个,其作用如下:

SF:系统故障指示灯。当系统出现严重的错误或硬件故障时此灯亮。

STOP:停止状态指示灯。编辑或修改用户程序,通过编程装置向 PLC 下载程序或进行系

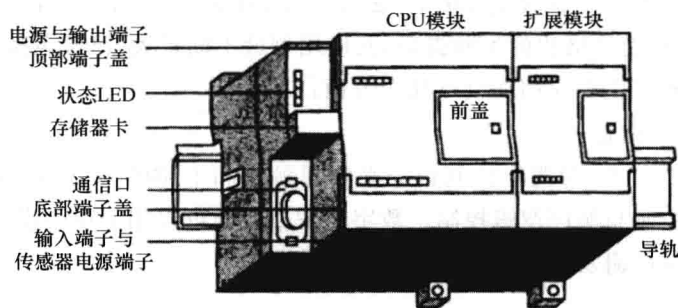


图 1-2 S7-200 系列 PLC 的外部结构

统设置时此灯亮。

RUN:运行指示灯。执行用户程序时此灯亮。

④ 输入状态指示灯:用来显示是否有控制信号(如控制按钮、行程开关、接近开关、光电开关等数字量信号)接入 PLC。

⑤ 输出状态指示灯:用来显示 PLC 是否有信号输出到执行设备(如接触器、电磁阀、指示灯等)。

⑥ 扩展接口:通过扁平电缆线,连接数字量 I/O 扩展模块、模拟量 I/O 扩展模块、热电偶模块和通信模块等。

⑦ 通信接口:支持 PPI、MPI 通信协议,有自由口通信能力。用以连接编程器、PLC 网络等外部设备。

2. 输入/输出接线

输入/输出模块电路是 PLC 与被控设备间传递输入/输出信号的接口部件。各输入/输出点的通/断状态用 LED 显示,外部接线就接在 PLC 输入/输出接线端子上。

S7-200 系列 CPU 22X 主机的输入回路为直流双向光耦合输入电路,输出有继电器和场效应晶体管两种类型,用户可根据需要选用。

3. S7-200 系列 PLC 的性能

PLC 的主要性能指标有 I/O 点数、存储器能力、指令运行时间、各种特殊功能等,这些技术性指标是选用 PLC 的依据。表 1-1 所示为 CPU 22X 的主要技术指标,通过这些指标,使读者对于 S7-200 系列 PLC 的性能建立一个初步的认识和了解。CPU 22X 的输入特性和输出特性见附录中附表 1。

表 1-1 CPU 22X 主要技术指标

型号	CPU 221	CPU 222	CPU 224	CPU 226
用户数据存储器类型	EEPROM	EEPROM	EEPROM	EEPROM
程序空间(永久保存)/B	2 048	2 048	4 096	4 096
数据后备(超级电容)典型值/h	50	50	190	190

续表

型号	CPU 221	CPU 222	CPU 224	CPU 226
主机 I/O 点数	8/4	8/6	14/10	24/16
可扩展模块/个	无	2	7	7
(24 V 传感器电源最大电流/电流限制)/mA	180/600	180/600	280/600	~400/1 500
数字量 I/O 映像区大小	256	256	256	256
模拟量 I/O 映像区大小	无	16/16	32/32	32/32
内置高速计数器(30 kHz)	4	4	6	6
定时器/计数器	256/256	256/256	256/256	256/256
高速脉冲输出(20 kHz)	2	2	2	2
布尔指令执行时间/ μs	0.37	0.37	0.37	0.37
实时时钟	有(时钟卡)	有(时钟卡)	有(内置)	有(内置)
RS-485 通信口	1	1	1	2

任务2 PLC 的基本结构和工作原理

任务描述

PLC 是以微处理器为核心的计算机控制系统,虽然各厂家产品类型繁多,功能和指令系统各不相同,但其基本结构和工作原理大同小异,本任务通过对 PLC 基本结构和工作原理的介绍,为后续项目的实现与应用奠定基础。

相关知识

一、PLC 的基本结构

PLC 生产厂家很多,产品的结构也各不相同,但其基本构成是一样的:都采用计算机结构,如图 1-3 所示;都以微处理器为核心,通过硬件和软件的共同作用来实现其功能。PLC 主要由六部分组成:CPU(中央处理器)、存储器、输入/输出(I/O)接口电路、电源、外部设备接口、输入/输出(I/O)扩展接口。

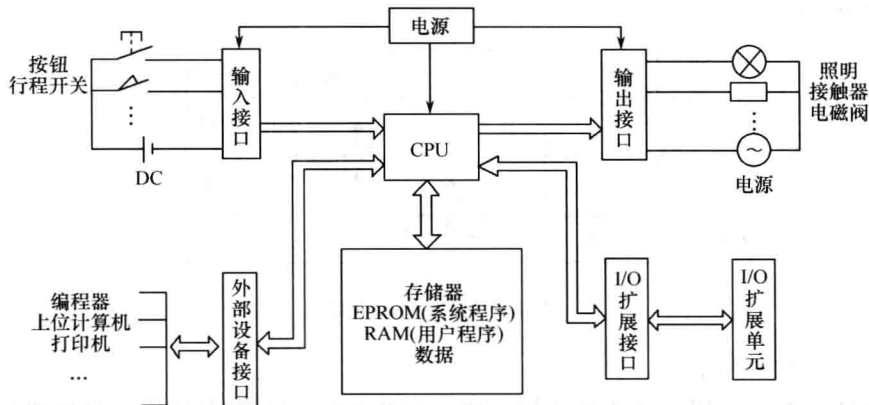


图 1-3 PLC 结构示意图

1. CPU

CPU 是中央处理器(Central Processing Unit)的英文缩写。它是 PLC 的核心和控制指挥中心,主要由控制器、运算器和寄存器组成,并集成在一块芯片上。CPU 通过地址总线、数据总线和控制总线与存储器、输入/输出接口电路相连接,完成信息传递、转换等。

CPU 的主要功能有:接收输入信号并存入存储器,读出指令,执行指令并将结果输出,处理中断请求,准备下一条指令等。

2. 存储器

存储器主要用来存放系统程序、用户程序和数据。根据存储器在系统中的作用可将其分为系统程序存储器和用户程序存储器。

系统程序是对整个 PLC 系统进行调度、管理、监视及服务的程序,它控制和完成 PLC 各种功能。这些程序有 PLC 制造厂家设计提供,固化在 ROM 中,用户不能直接存取、修改。系统程序存储器容量的大小决定系统程序的大小和复杂程度,也决定 PLC 的功能。

用户程序是用户在各自的控制系统中开发的程序,大都存放在 RAM 存储器中,因此使用者可对用户程序进行修改。为保证掉电时不会丢失存储信息,一般用锂电池作为备用电源。用户程序存储器容量的大小决定了用户控制系统的控制规模和复杂程度。

3. 输入/输出接口电路

输入/输出接口电路是 PLC 与现场 I/O 设备相连接的部件。PLC 将输入信号转换为 CPU 能够接收和处理的信号,通过用户程序的运算把结果通过输出模块输出给执行机构。

(1) 输入接口电路

输入接口一般接收按钮开关、行程开关、传感器等的信号,电路如图 1-4 所示。图 1-4 中只画出一个输入点的输入电路,各输入点所对应的输入电路大都相同。输入电路的电源有 3 种形式:一种是直流输入(DC 12 V 或 24 V),另一种是交流输入(AC 100~120 V 或 200~240 V),第三种是交直流输入(交直流 12 V 或 24 V)。图 1-4 就是直流 24 V 的输入电路,虚线内为 PLC 的内部输入电路。图 1-4 中 R_1 为限流电阻, R_2 和 C 构成滤波电路,发光二极管与光电三极管封装在一个管壳内,构成光电耦合器,LED 发光二极管指示该点输入状态。输入接口电路不仅使外部电路与 PLC 内部电路实现光电隔离从而提高了 PLC 的抗干扰能力,而且实现了电平转换。

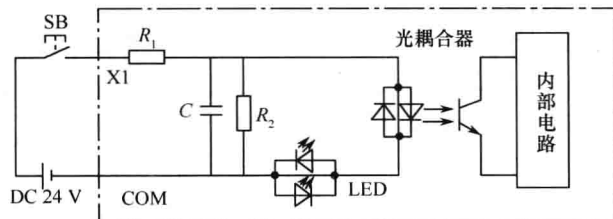


图 1-4 输入接口电路

(2) 输出接口电路

输出接口电路按照 PLC 的类型不同一般分为继电器输出型、晶体管输出型和晶闸管输出型 3 类,以满足各种用户的需要。其中继电器输出型为有触点的输出方式,可用于直流或低频