

KEBIANCHENGXU KONGZHIQI YINGYONG JISHU
(JIYU GONGZUO GUOCHENG MOSHI)

可编程序控制器应用技术

(基于工作过程模式)

杨一平 主编



黄河水利出版社

可编程序控制器应用技术

(基于工作过程模式)

杨一平 主 编

黄河水利出版社

· 郑州 ·

内 容 提 要

本书以可编程序控制器(PLC)为研究对象,全书分为六个模块,模块一、模块二讲述了西门子 S7 - 200 系列可编程序控制器的工作原理和基本结构,对 PLC 的软件系统、硬件系统、编程软件、通信、调试与监控进行了阐述;模块三至模块六讲述了西门子 S7 - 200 系列可编程序控制器的应用,对 PLC 的基本控制电路、典型机床控制电路、工程控制电路、自动化通信网络进行了阐述。以项目教学的模式,基于工作过程的教学方法,理论知识介绍较少,突出适用性,并介绍了大量的工程实例,学生在学习过程中,可以边学边练,特别适合高职教育的特点。

本书可作为高职高专院校和中等职业技术学校电气自动化、机电一体化技术、计算机控制技术等自动化类专业的教学用书,也可供从事自动化技术工作的工程技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

可编程序控制器应用技术:基于工作过程模式/杨一平
主编. —郑州:黄河水利出版社,2009.8
ISBN 978 - 7 - 80734 - 681 - 4

I. 可… II. 杨… III. 可编程序控制器 IV. TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 116484 号

出 版 社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市顺河路黄委会综合楼 14 层 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371 - 66026940、66020550、66028024、66022620(传真)

E-mail: hhsclchs@126.com

承印单位:黄河水利委员会印刷厂

开本:787 mm × 1 092 mm 1/16

印张:14.25

字数:330 千字

版次:2009 年 8 月第 1 版

印数:1—3 000

印次:2009 年 8 月第 1 次印刷

定价:27.00 元

出版说明

职业教育是现代国民教育体系的重要组成部分,在实施科教兴国和人才强国战略中具有特殊的重要地位。为进一步落实《国务院关于大力发展职业教育的决定》精神,贯彻教高(2006)16号《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》,以科学发展观为指导,实施科教兴国战略,促进高等职业教育健康发展。以服务为宗旨,以就业为导向,走产学结合的发展道路,为社会主义现代化建设培养千百万高素质技能型专门人才。为配合高职教育关于“培养21世纪与我国现代化建设要求相适应的一线科技实用型人才”的最新理念,本教材按照基于工作过程的编写方法及项目教学的思路编写,将理论教学和实践教学紧密结合,图文并茂、内容实用、层次分明、讲解透彻。

本书的主编杨一平老师,在企业生产一线工作近20年,具有丰富的实践经验,在自动化控制领域,尤其在可编程序控制器的应用领域有较深的研究,近两年在许昌职业技术学院从事机电一体化专业后期专业课的教学与研究,教材中融入了他丰富的实践和教学经验。

经过近两年的课题研究与探索,本书才正式出版,我们希望通过本书,为各高职高专院校提供一个可实施的“基于工作过程教学”的专业教学实例,也热切盼望各位关心高等职业教育的读者,能够对本教材的不当之处给予批评指正,提出修改意见,并积极与我们联系,共同探讨教学改革和教材编写等相关问题。

本教材可作为各类高职高专院校的教材,也可作为各类培训班的教材。

为方便教学,我们免费为选用本教材的老师提供教学方案及相关教学资源。

黄河水利出版社

2009年6月

前 言

使用可编程序控制器(PLC)对工控对象进行控制是从事自动控制及机电一体化专业工作的技术人员不可缺少的重要技能。可编程序控制器最初的应用仅仅是为了替代传统的继电器控制系统,但是发展至今,它的应用综合了计算机技术、自动控制技术、网络通信技术,其功能远远超出了继电器系统的功能。在控制技术的各个领域得到了越来越广泛的应用,极大地提高了现代工业生产的自动化程度。

由于可编程序控制器在实际控制过程中的大量应用,我国高职高专院校的物流、数控、机电、电子、计算机、智能楼宇以及一些专业领域都讲解这门课程。为了使高职院校的教师能够比较全面、系统地讲授这门课程,并把基于工作过程的项目教学模式融入到教学过程中,我们几位长期在高职院校从事可编程序控制器教学,并具有丰富工程实践经验的教师,共同编写了本书。

本书各部分的内容基本上是按照基于工作过程的项目教学模式着手组织素材的,即按照“预备知识—项目应用—项目技能训练”的模式编写,在编写过程中尽量将知识点融合到项目实例中,以重点培养学生对可编程序控制器的应用能力。每章都附有一定数量的习题,以帮助学生进一步巩固基础知识;同时每个项目,基本是按照“继电器控制原理—PLC 程序设计—PLC 的选型—PLC 的 I/O 配置—PLC 的控制端子接线—PLC 调试”进行的,每个项目都可作为实践性较强的实训,可以供学生实践时使用。

西门子公司的可编程序控制器因其结构紧凑、功能强、易于扩展,以及性价比高等多方面的因素,在我国的市场中占有一定的份额,特别是 S7-200 系列中的 CPU21X 和 CPU22X 系列的 PLC 在工业控制中应用更广泛,同时许多高职院校把它作为教学用机。为此我们编写了这本以培养综合性技能型兼顾应用型人才为目标的“教、学、做、练”结合的教材,在理论够用条件下,突出实践教学,力图做到便于教学,突出职业教育的特点。

本书重点介绍了 S7-200 系列 PLC 的组成、原理、指令和应用,详细介绍了 PLC 的编程方法,并列举了大量应用实例。为了突出职业教育的特点,常用指令后都配有例题、实训,由浅入深地培养学生的学习兴趣,并通过综合实例和实训,介绍 PLC 应用系统的设计,提高学生的技能。

本书配备了 PPT 课件,还有一些常用控制过程的动画,具有丰富的教学资源,本书的参考学时为 60~90,具体可参见下表。

模块号	模块名	学时分配	
		理论	实践
模块一	绪论	1	1
模块二	PLC 的基础知识	4	4
模块三	电动机常用控制电路	8	8
模块四	PLC 在典型机床上的应用	12	12
模块五	PLC 在控制领域的应用	12	12
模块六	PLC 的通信与自动化通信网络	6	6
合计		43	43

本书由许昌职业技术学院杨一平老师任主编,穆亚辉、郭玉萍老师任副主编,宁玉伟、张传斌老师对本书的编写提出了很多宝贵意见,杨付营老师任主审。主要人员分工如下:模块一、模块六由许昌职业技术学院杨一平老师编写;模块二由河南城建学院姜丽娟老师(项目一、项目二)和赵笑声老师(项目三、项目四、项目五、项目六)编写;模块三由河南城建学院张芳芳老师(预备知识)和谷骁勇老师(项目一、项目二、项目三、项目四)编写;模块四由许昌职业技术学院郭玉萍老师编写;模块五由许昌职业技术学院穆亚辉老师编写。

由于时间仓促,加之编者水平有限,书中难免存在错误和不妥之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

2009 年 6 月

目 录

出版说明

前 言

模块一 绪 论	(1)
小 结	(6)
习题一	(6)
模块二 PLC 的基础知识	(7)
项目一 PLC 的硬件系统	(7)
项目二 PLC 的软件系统	(18)
项目三 基本位逻辑指令	(22)
项目四 STEP7 – Micro/Win32 编程软件	(29)
项目五 程序的通信	(36)
项目六 程序的调试与监控	(37)
小 结	(38)
习题二	(38)
模块三 电动机常用控制电路	(40)
预备知识	(40)
项目一 电动机启动、保持、停止电路	(55)
项目二 电动机正反转电路	(57)
项目三 电动机减压启动电路	(61)
项目四 电动机的制动控制电路	(64)
小 结	(70)
习题三	(70)
模块四 PLC 在典型机床上的应用	(72)
预备知识	(72)
项目一 PLC 在 C650 车床上的应用	(93)
项目二 PLC 在 Z3040 钻床上的应用	(98)
项目三 PLC 在 T68 镗床上的应用	(103)
项目四 PLC 在 X62W 万能铣床上的应用	(111)
小 结	(115)
习题四	(116)

模块五 PLC 在控制领域的应用	(119)
项目一 PLC 在喷泉中的应用	(119)
项目二 PLC 在机械手中的应用	(128)
项目三 PLC 在带数码显示的交通信号灯系统中的控制	(147)
项目四 PLC 在步进电动机控制中的应用	(154)
小 结	(165)
习题五	(165)
模块六 PLC 的通信与自动化通信网络	(168)
预备知识	(168)
项目一 PLC 与计算机的通信设计	(191)
项目二 两台 PLC 的通信	(195)
项目三 PROFIBUS - DP 与 EM277 的通信	(199)
项目四 通过 PROFIBUS - DP 连接的 DX 方式通信	(203)
项目五 S7 - 200 自由口通信设计	(209)
小 结	(219)
习题六	(219)
参考文献	(220)

模块一 绪 论

一、知识目标

1. 了解可编程序控制器的发展。
2. 掌握可编程序控制器的定义。

二、技能目标

1. 通过实物展示,认识不同国家及不同公司可编程序控制器的产品外形。
2. 通过实物展示,认识各类型号的可编程序控制器。

一、可编程序控制器(Programmable Logic Controller,简称 PLC)的诞生

在可编程序控制器问世以前,工业控制领域中是以继电器控制占主导地位的。对生产工艺多变的系统适应性差,一旦生产任务和工艺发生变化,就必须重新设计,并改变硬件结构。

1968 年,美国通用汽车公司(GM 公司)提出要用一种新型的工业控制器取代继电器接触器控制装置,并要求把计算机控制的优点(功能完备,灵活性、通用性好)和继电器接触器控制的优点(简单易懂、使用方便、价格便宜)结合起来,设想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,且要求编程简单,使得不熟悉计算机的人员也能很快掌握其使用技术,并提出了 10 项招标技术指标。其主要内容如下:

- (1)编程简单方便,可在现场编制程序;
- (2)硬件维护方便,采用插件式结构;
- (3)可靠性高于继电器接触器控制装置;
- (4)体积小于继电器接触器控制装置;
- (5)可将数据直接送入计算机;
- (6)用户程序存储器容量至少可以扩展到 4 kB;
- (7)输入可直接用 115 V 交流电;
- (8)输出为交流电 115 V 2 A 以上,能直接驱动电磁阀、交流接触器等;
- (9)通用性强,扩展方便;
- (10)成本上可与继电器接触器控制系统竞争。

1969 年,美国数字设备公司(DEC 公司)研制出了第一台可编程序控制器 PDP-14,在美国通用汽车公司的自动装配线上试用成功,并取得满意的效果,可编程序控制器自此诞生。

二、PLC 的定义及发展

(一) PLC 的定义

PLC 是以微处理器为基础,综合了计算机技术、自动控制技术和通信技术而发展起来

的一种新型的、通用的自动控制装置(工业计算机)。由于 PLC 在不断发展,因此对它进行确切的定义是比较困难的。国际电工委员会(International Electrical Committee, IEC)在 1987 年对 PLC 作了如下的定义:PLC 是一种专门为在工业环境下应用而设计的进行数字运算操作的电子装置。它采用可以编制程序的存储器,用来在其内部存储执行逻辑运算、顺序运算、定时、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按照易于与工业控制系统形成一个整体和易于扩展其功能的原则而设计。

(二) PLC 的发展

PLC 的发展经历了下列四个阶段:

第一阶段是初创阶段。主要用于逻辑运算和定时、计数,它的控制功能比较简单。

第二阶段是扩展阶段。它的主要功能是逻辑运算,同时增加了模拟运算。

第三阶段是 PLC 通信功能的实现阶段。产品有西门子的 SYMATIC S6 系列等。

第四阶段是 PLC 的开放阶段。通信协议的标准化使用户得到了好处。产品有 SYMATIC S5 和 S7 系列等。

第一、二代具有逻辑运算、定时计数等简单功能;第三代速度提高、功能增强、可控制模拟量;第四代以 16 位、32 位、微处理器为核心,功能更强。PLC 的发展与其他高新技术的发展是分不开的,其发展的特征表现在下列几方面:

(1) 功能的发展。PLC 从简单的逻辑运算功能,发展到数据传送、数据比较、数据运算,直到通信功能。

(2) 适应控制要求。PLC 的发展是高新科学技术发展的产物,同时,也推动了其他科学技术的发展。

(3) 适应工业环境的要求。PLC 与通用计算机的一个重要的区别就是 PLC 能应用在恶劣的工业环境中。

PLC 的发展趋势为低档 PLC 向小型、简易、廉价方向发展;中、高档 PLC 向大型、网络、高速、多功能方向发展。

三、可编程序控制器的分类

可编程序控制器的分类可以按输入/输出点数、结构形式、生产厂家来分。

(一) 按输入/输出点数分

(1) 小型机:小型 PLC I/O 总点数在 256 点以下,用户程序存储容量在 4 kB 左右。

(2) 中型机:中型 PLC I/O 总点数在 256 ~ 2 048 点,用户程序存储容量在 8 kB 左右。

(3) 大型机:大型 PLC I/O 总点数在 2 048 点以上,用户程序存储容量在 16 kB 以上。

(二) 按结构形式分

按结构形式分为整体式和模块式。

(三) 按生产厂家分

PLC 产品按地域分成三大流派:美国、欧洲和日本。其中占 PLC 市场 80% 以上的生产公司是:德国的西门子(SIEMENS)公司、法国的施耐德(SCHNEIDER)自动化公司、日本的欧姆龙(OMRON)公司和三菱公司。

四、PLC 的特点

PLC 有如下特点:

(1) 可靠性高,抗干扰能力强,无触点控制,故障率低;硬件措施有屏蔽、滤波、隔离等措施;软件措施有故障检测、信息保护和恢复、警戒时钟(死循环报警)、程序检验等措施。

(2) 使用灵活,通用性强。产品系列化,硬件结构模块化,可灵活选用;软接线逻辑使得 PLC 能简单轻松地实现各种不同的控制任务,且系统设计周期短。

(3) 编程方便,易于掌握。采用与继电器电路极为相似的梯形图语言,直观易懂,SFC 功能图使编程更简单方便。

(4) 接口简单,维护方便。可直接与现场强电设备相连接,接口电路模块化;有完善的自诊断及监视功能,便于查出故障原因,并迅速处理。

(5) 功能完善,性价比高。除逻辑控制、定时计数、数字运算外,配合特殊功能模块还可以实现点位控制、PID 运算、过程控制、数字控制等功能,还可实现与上位机通信、远程控制等。

五、PLC 的功能及应用

(一) PLC 的功能

(1) 顺序逻辑控制。

(2) 运动控制。PLC 和计算机数控(CNC)设备集成在一起,可以完成机床的运动控制。

(3) 定时和计数控制。

(4) 模拟量控制。PLC 能完成数模转换或者模数转换,控制大量的物理参数,如温度、压力、速度和流量等。

(5) 数据处理。

(6) 通信和联网。

(二) PLC 的应用

在发达的工业国家,可编程序控制器已经广泛地应用在所有工业部门。随着其性价比的不断提高,应用范围也不断扩大,主要有以下几个方面:

1. 数字化逻辑控制

可编程序控制器具有“与”、“或”、“非”等逻辑指令,可以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

可编程序控制器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,可实现单轴、双轴、3 轴和多轴位置控制,使运动控制与顺序控制功能有机地结合在一起。可编程序控制器的运动控制功能广泛地用于各种机械,如金属切削机床、金属成型机械、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。可编程序控制器通过模拟量 I/O 模块,实现模拟量(Analog)和数字量(Digital)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。现代的大中型可编程序控制器一般都有 PID 闭环控制功能,这一功能可以用 PID 子程序或专用的 PID 模块来实现。其 PID 闭环控制功能已经广泛地应用于塑料挤压成型机、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

现代的可编程序控制器具有数学运算(包括四则运算、矩阵运算、函数运算、字逻辑运算以及求反、循环、移位、浮点数运算等)、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。这些数据可以与储存在存储器中的参考值比较,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。数据处理一般用于大型控制系统,如无人操作的柔性制造系统,也可以用于过程控制系统,如造纸、冶金、食品工业中的一些大型控制系统。

5. 通信联网

可编程序控制器的通信包括主机与远程 I/O 之间的通信、多台可编程序控制器之间的通信、可编程序控制器和其他智能控制设备(如计算机、变频器、数控装置)之间的通信。可编程序控制器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。

必须指出,并不是所有的可编程序控制器都具有上述全部功能,有些小型可编程序控制器只具有上述的部分功能,但是价格较低。

如图 1-1 所示,为 PLC 常用的应用领域。

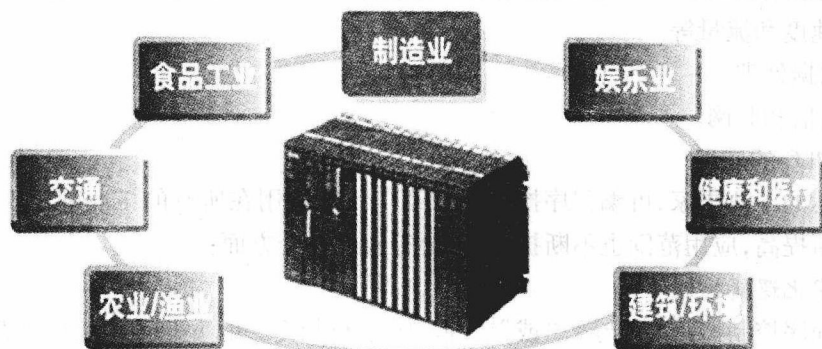
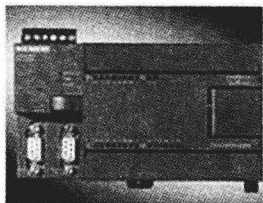


图 1-1 PLC 的应用领域

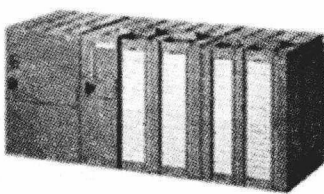
六、常见 PLC 的外形

常用的 PLC 有以下几种:

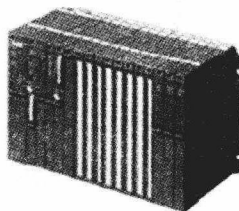
(1) 德国西门子的 PLC 产品。如图 1-2 所示,为德国西门子的 PLC 产品。



西门子S7-200PLC



西门子S7-300PLC



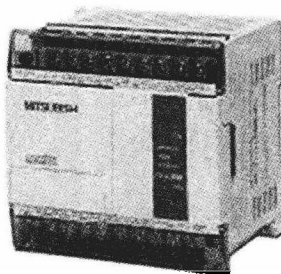
西门子S7-400PLC

图 1-2 德国西门子的 PLC 产品

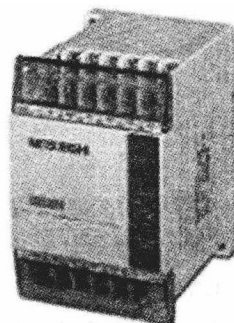
(2) 日本的 PLC 产品。如图 1-3 所示,为日本的 PLC 产品。



Alpha系列PLC



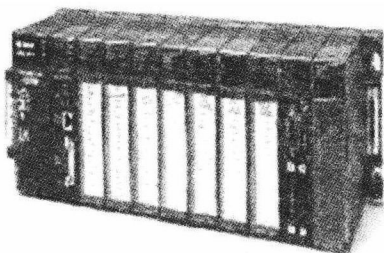
FX_{1N}系列PLC



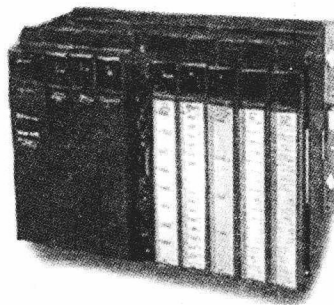
FX_{1S}系列PLC

图 1-3 日本的 PLC 产品

(3) 美国 GE 的 PLC 产品。如图 1-4 所示,为美国 GE 的 PLC 产品。



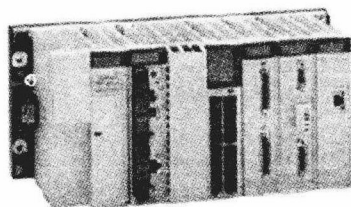
GE公司90-30模块式PLC



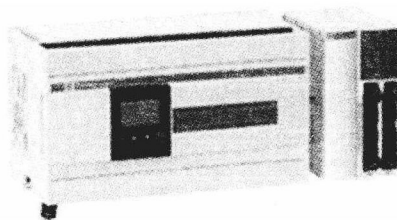
GE公司90-70模块式PLC

图 1-4 美国 GE 的 PLC 产品

(4) 法国施耐德公司的 PLC 产品。如图 1-5 所示,为法国施耐德公司的 PLC 产品。



Modicon Premium系列PLC



Twido系列PLC

图 1-5 法国施耐德公司的 PLC 产品

小 结

自从 1969 年美国 DEC 公司研制出第一台可编程序控制器以后,可编程序控制器以其使用灵活、通用性强、编程方便、易于掌握、功能完善等特点,广泛应用于工业控制领域,并以功能强大、可以实现联网,与计算机、变频器、触摸屏结合而在机电一体化控制领域受到人们的青睐。本章从可编程序控制器的定义、分类、特点、功能及应用等方面讲述了可编程序控制器,并列出了几个常用的国家的 PLC 的外形,意在使学生通过实物展示,认识不同国家和不同公司的 PLC,初步了解不同国家和不同公司的 PLC 使用的编程语言和编程方法。

习题一

1. 简述 PLC 的发展过程。
2. PLC 的定义是什么?
3. PLC 的特点有哪些?
4. PLC 的功能有哪些?
5. 简述 PLC 的应用领域。
6. 不同国家、不同公司的 PLC 是运用同一种编程语言进行程序编制的吗?

模块二 PLC 的基础知识

一、知识目标

1. 熟悉 PLC 的外部结构中各部分的名称和作用。
2. 掌握 PLC 的内部结构的组成和各部分的名称及作用。
3. 熟悉软件系统的概念、组成。
4. 熟悉常用的编程语言、常用的基本指令。
5. 掌握 STEP7 – Micro/Win32 编程软件的使用。

二、技能目标

1. 通过实训,认识输入/输出接线端子、电源端子、扩展单元接口、通信电缆接口、面板指示灯、通信电缆中波特率调整码开关、存储卡接口等,并掌握其用途。
2. 打开 PLC 外壳,认识内部各部分单元及各单元的连接方法,并掌握其用途。
3. 通过实训,掌握 PLC 的外围元件的接线和电源接线。
4. 通过实训,学会简单的基本指令的应用。
5. 通过实训,会使用 STEP7 – Micro/Win32 编程软件进行编程操作。

项目一 PLC 的硬件系统

一、PLC 的结构

完整的 PLC 主要由两部分组成:硬件和软件。如图 2-1 所示,为 PLC 的组成部分,主要由 CPU 模块、输入模块、输出模块和编程装置组成。

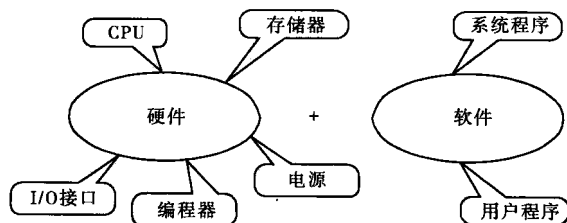


图 2-1 PLC 的组成部分

由图 2-1 可以看到工业控制系统 PLC 的基本构成,以 SIMATIC S7 – 200 系统为例,各部分的连接关系,如图 2-2 所示。

计算机作为编程设备,通过工业编程软件进行 PLC 的程序编制,编制后的控制程序,下载到 PLC 的 CPU 主机,如果仅仅主机就能满足控制的需要,主机就在下载的控制程序的作用下对运行设备进行控制,实现控制的目的;如果仅靠主机不能完成复杂的控制,就需要增加扩展模块扩大主机的功能,增加输入/输出点数来实现复杂的控制。计算机通过

工业编程软件可以把原来下载到 PLC 的 CPU 主机的控制程序装到计算机中,进行程序的修改,完成控制任务。计算机、PLC 主机、PLC 的扩展模块、触摸屏、变频器、通信网络、设备等要通过专用的电缆和专用接口进行连接,来实现网络的通信和控制。

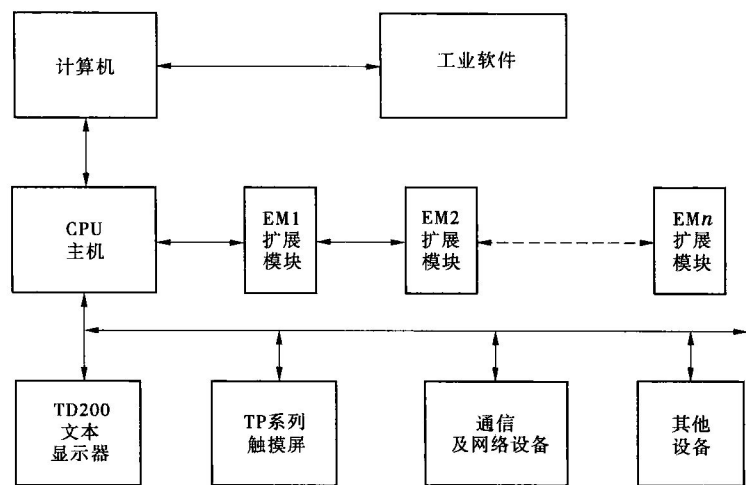


图 2-2 SIMATIC S7 - 200 系统

(一) PLC 的外形结构

PLC 是微机技术和继电器常规控制概念相结合的产物,是一种工业控制用的专用计算机,采用了典型的计算机结构,如图 2-3 所示,为典型主机与扩展机的结构外形图。

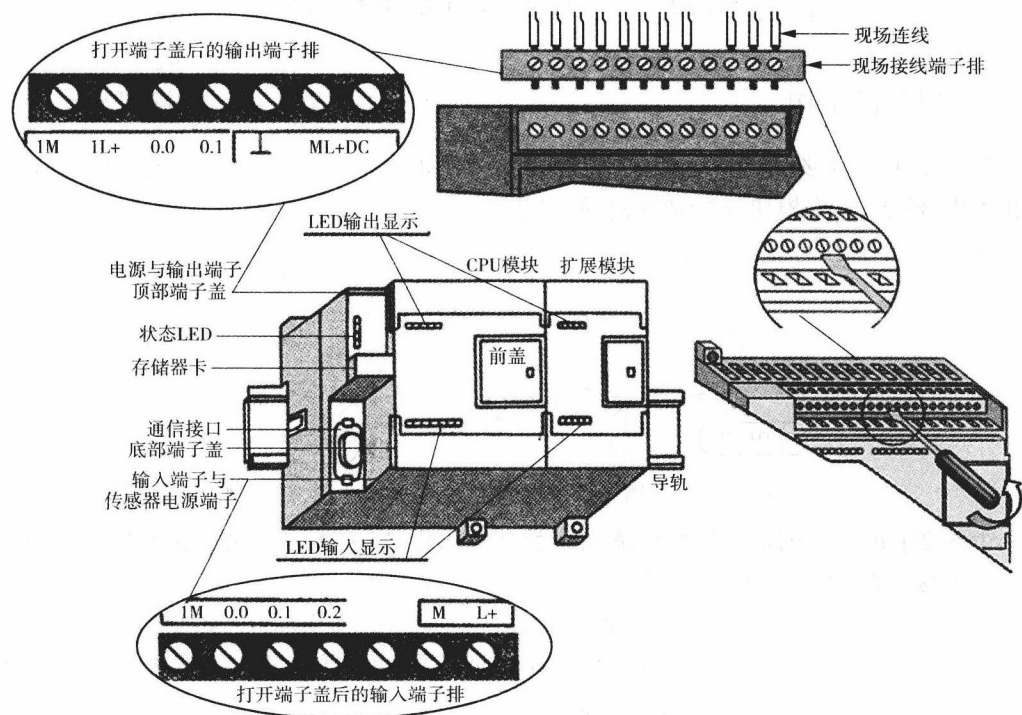


图 2-3 CPU 224 主机与扩展机的结构外形

从图 2-3 中我们看到,主机有 CPU 模块,如果使用过程中,主机的输入或者输出不能满足控制的要求,可增加扩展模块,以满足控制的需要;打开顶部端子盖,可看到上端有电源和输出端子,用于连接输入电源和输出信号;打开底部端子盖,可看到下端有输入端子和机内 24 V 电源,用于连接输入信号,输入信号可以是按钮、继电器类元件的触点,也可以是传感器的输出信号等;在上端、下端、左侧有 LED 显示灯,用于显示输出点工作状态、输入点工作状态、RUN 状态、STOP 状态或监控状态等,还有程序存储器卡接口、通信接口,与通信线可以连接,用于上装和下装 PLC 的运行程序;后边有固定 PLC 的导轨,也可以用螺栓固定。

(二) PLC 的主机系统

如图 2-4 所示,为 PLC 的主机系统图。

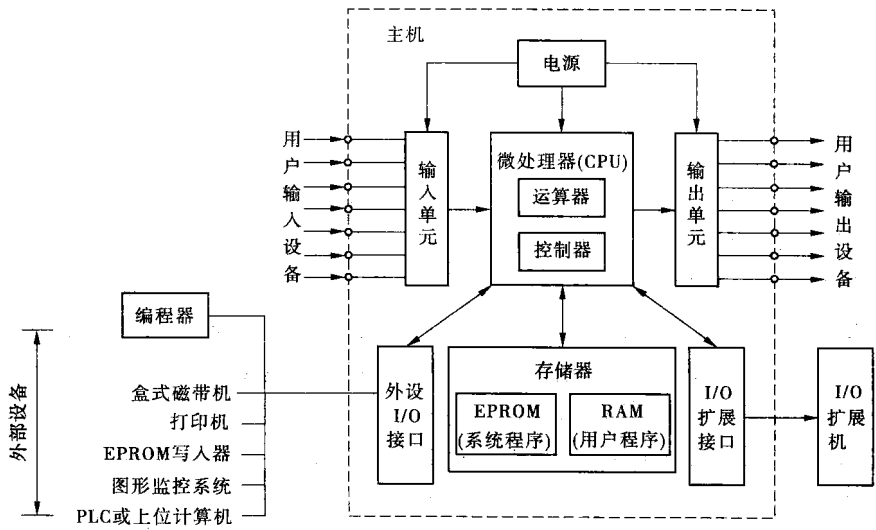


图 2-4 PLC 的主机系统图

如图 2-5 所示,为一典型 PLC 输入/输出接线结构简图。

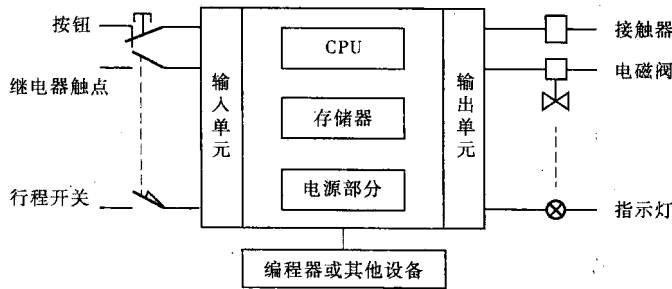


图 2-5 PLC 输入/输出接线结构简图

如图 2-6 所示,为 PLC 的等效电路图。输入点控制的按钮、继电器的触点行程开关、传感器的输出等命令性元件与 I0.0、I0.1 等输入端子连接,用于发布命令;接触器、电磁阀、指示灯、小容量负载等负载型元件与 Q0.0、Q0.1 等输出端子连接。