



教育部职业教育与成人教育司推荐教材
高等职业教育教学用书

21世纪高职高专系列规划教材

可编程序控制器原理、 应用与实训

主 编 夏春茂 姚建飞
副主编 高 强



北京师范大学出版社

教育部职业教育与成人教育司推荐教材
21世纪高职高专系列规划教材

可编程序控制器原理、 应用与实训

主 编 夏春茂 姚建飞

副主编 高 强

 北京师范大学出版社

内容简介

本书是高职高专电类相关专业的专业技术课教材,全书共3篇,第1篇系统介绍了OMRON新机型中型机C200H α 可编程序控制器(PLC)的基本理论和应用。第2篇为适应学生就业、拓宽PLC的知识面的需要,简要介绍了松下FP1、西门子SF200和三菱FX2N等小型PLC的主要技术特性。第3篇介绍了PLC的技能实训课题的应用。

本书可作为高职高专院校的工业自动化、机电一体化、电气技术及仪表自动化等专业的教材用书,对广大电气工程技术人员也是一本有价值的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

可编程序控制器原理、应用与实训/夏春茂,姚建飞编著.
—北京:北京师范大学出版社,2005.9
(21世纪高职高专系列规划教材)
ISBN 7-303-07768-5

I. 可… II. ①夏…②姚… III. 可编程序控制器—高等学校:技术学校—教材 IV. TP332.3

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第107413号

北京师范大学出版社出版发行
(北京新街口外大街19号 邮政编码:100875)
<http://www.bnup.com.cn>

出版人:赖德胜

北京京师印务有限公司印刷 全国新华书店经销
开本:185 mm $\times$ 260 mm 印张:21 字数:440千字

2005年11月第1版 2005年11月第1次印刷

印数:1~3 000 定价:27.00元

出版说明

随着我国经济建设的发展,社会对技术型应用人才的需求日趋紧迫,这也促进了我国职业教育的迅猛发展,我国职业教育已经进入了平稳、持续、有序的发展阶段。为了适应社会对技术型应用人才的需求和职业教育的发展,教育部对职业教育进行了卓有成效的改革,职业教育与成人教育司、高等教育司分别颁布了调整后的中等职业教育、高等职业教育专业设置目录,为职业学校专业设置提供了依据。教育部连同其他五部委共同确定数控技术应用、计算机应用与软件技术、汽车运用与维修、护理等四个专业领域为紧缺人才培养专业,选择了上千家高职、中职学校和企业作为示范培养单位,拨出专款进行扶持,力争培养一批具有较高实践能力的紧缺人才。

职业教育的快速发展,也为职业教材的出版发行迎来了新的春天和新的挑战。教材出版发行为职业教育的发展服务,必须体现新的理念、新的要求,进行必要的改革。为此,在教育部高等教育司、职业教育与成人教育司、北京师范大学等的大力支持下,北京师范大学出版社在全国范围内筹建了“全国职业教育教材改革与出版领导小组”,集全国各地上百位专家、教授于一体,对中等职业、高等职业文化基础课、专业基础课、专业课教材的改革与出版工作进行深入地研究与指导。2004年8月,“全国职业教育教材改革与出版领导小组”召开了“全国有特色高职教材改革研讨会”,来自全国20多个省、市、区的近百位高职院校的院校长、系主任、教研室主任和一线骨干教师参加了此次会议。围绕如何编写出版好适应新形势发展的高等职业教育教材,与会代表进行了热烈的研讨,为新一轮教材的出版献计献策。这次会议共组织高职教材50余种,包括文化基础课、电工电子、数控、计算机教材。其特点如下:

1. 紧紧围绕教育改革,适应新的教学要求。教育部等六部委联合发文确定紧缺型人才培养战略,并明确提出了高等职业教育将从3年制逐渐向2年制过渡。过渡时期具有新的教学要求,这批教材是在教育部的指导下,针对过渡时期教学的特点,以2年制为基础,兼顾3年制,以“实用、够用”为度,淡化理论,注重实践,消减过时、用不上的知识,内容体系更趋合理。

2. 教材配套齐全。将逐步完善各类专业课、专业基础课、文化基础课教

材,所出版的教材都配有电子教案,部分教材配有电子课件和实验、习题指导。

3.教材编写力求语言通俗简练,讲解深入浅出,使学生在理解的基础上学习,不囫圇吞枣,死记硬背。

4.教材配有大量的例题、习题、实训,通过例题讲解、习题练习、实验实训,加强学生对理论的理解以及动手能力的培养。

5.反映行业新的发展,教材编写注重吸收新知识、新技术、新工艺。

北京师范大学出版社是教育部职业教育教材出版基地之一;有着近20年的职业教育教材出版历史,具有丰富的编辑出版经验。这批高职教材是针对2/3年制编写的,同时也向教育部申报了“2004—2007年职业教育教材开发编写规划”,部分教材通过教育部审核,被列入职业教育与成人教育司5年制高职推荐教材。我们还将开发电子信息类的通信、机电、电气、计算机等其他专业,以及工商管理、财会等方面教材,希望广大师生积极选用。

教材建设是一项任重道远的工作,需要教师、专家、学校、出版社、教育行政部门的共同努力才能逐步获得发展。我们衷心希望更多的学校、更多的专家加入到我们的教材改革出版工作中来,北京师范大学出版社职业与成人教育事业部全体人员也将备加努力,为职业教育的改革与发展服务。

全国职业教育教材改革与出版领导小组
北京师范大学出版社

参加教材编写的单位名单

(排名不分先后)

沈阳工程学院

山东劳动职业技术学院

济宁职业技术学院

辽宁省交通高等专科学校

浙江机电职业技术学院

杭州职业技术学院

西安科技大学电子信息学院

西安科技大学机械学院

天津渤海职业技术学院

天津渤海集团公司教育中心

连云港职业技术学院

景德镇高等专科学校

徐州工业职业技术学院

广州大学科技贸易技术学院

江西信息应用职业技术学院

浙江商业职业技术学院

内蒙古电子信息职业技术学院

济源职业技术学院

河南科技学院

苏州经贸职业技术学院

浙江工商职业技术学院

温州大学

四川工商职业技术学院

常州轻工职业技术学院

河北工业职业技术学院

太原理工大学轻纺学院

浙江交通职业技术学院

保定职业技术学院

绵阳职业技术学院

北岳职业技术学院

天津职业大学

北京轻工职工职业技术学院

石家庄信息工程职业学院

襄樊职业技术学院

九江职业技术学院

青岛远洋船员学院

无锡科技职业学院

广东白云职业技术学院

三峡大学职业技术学院

西安欧亚学院实验中心

天津机电职业技术学院

漯河职业技术学院

济南市高级技工学校

沈阳职业技术学院

江西新余高等专科学校

赣南师范学院

前 言

根据教育部《关于加强高职高专教育人才培养工作的意见》,为满足高职高专电类相关专业教学基本建设的需要,在教育部高职教育教学指导委员会的关心和指导下,我们编写了面向 21 世纪的高职高专电子信息类专业通用的《可编程序控制器原理、应用、实训》一书。

本书立足高职高专教育人才培养目标,遵循主动适应社会发展需要,突出可编程序控制器(PLC)的应用性,淡化纯理论,够用为度,培养技能,强调理论与实验实训教学的一体化。

PLC 是将传统的继电器接触器控制技术的优点和计算机的通用性、灵活性强的特点及通信技术融为一体而研制的通用的工业自动控制装置。它以其功能强大、可靠性高、编程简单易学、使用维护方便及体积小、功耗低等突出优越性,迅速普及并成为当代先进工业自动化控制的三大支柱设备之一。本书以在我国近年来应用较普遍的日本 OMRON 公司的先进机型 C200H α 中型 PLC 作为背景机型,全面系统地介绍 PLC 的基本理论、应用与技能实训。为了拓宽学生对 PLC 学习的知识面,适应就业的需要,本书还对日本松下公司的 FP1 型 PLC、三菱公司的 FX2 型 PLC 及德国西门子公司的 S7-200 型 PLC 作了简要介绍,并对每一机型附一技能实训课题。

本书可作为高职高专院校的工业自动化、机电一体化、电气技术及仪表自动化等专业的教材,对广大电气工程技术人員也是一本有价值的参考书。

全书共 3 篇。第 1 章,第 2、3 和 7 章,第 4、5 章和第 2 篇分别由浙江交通职业技术学院的王亚娉,张米雅,姚建飞编写。第 8、9 章由天津渤海职业技术学院的高强编写,第 6 章由天津渤海职业技术学院的夏春茂、高强和浙江交通职业技术学院的姚建飞编写,第 3 篇由天津渤海职业技术学院的夏春茂编写。夏春茂、姚建飞任主编,高强任副主编,并由夏春茂负责全书的统稿工作。

由于编者的水平有限,书中难免存在一些缺点和错误,殷切希望广大读者及同行批评指正。

编 者
2005 年 8 月

目 录

第 1 篇 可编程序控制器基本理论

..... (1)

第 1 章 可编程序控制器概述 (1)

1.1 可编程序控制器的产生和特点

..... (1)

1.2 可编程序控制器的定义 ... (4)

1.3 可编程序控制器的基本结构

..... (5)

1.4 可编程序控制器的基本工作原理 (7)

1.5 可编程序控制器的主要技术指标 (8)

1.6 可编程序控制器的用途 ... (9)

1.7 可编程序控制器的发展趋势

..... (10)

习题与思考题 (12)

第 2 章 OMRON C200H α PLC 的硬件系统构成 (13)

2.1 OMRON C 系列 PLC 的类型

..... (13)

2.2 C200H α PLC 系统特点与组成

..... (15)

2.2.1 系统特点 (15)

2.2.2 系统组成 (15)

2.3 底板、电源与 CPU 单元 ... (16)

2.4 标准 I/O 单元 (20)

2.5 特殊 I/O 单元 (24)

2.5.1 模拟量输入/输出 C200H-MAD01

单元 (26)

2.5.2 高速计数单元 C200H-CT021

..... (47)

习题与思考题 (57)

第 3 章 OMRON C200H α PLC 的存储区分配 (58)

3.1 存储区概述 (58)

3.2 数据区域结构 (59)

3.3 内部继电器(IR)区 (62)

3.4 专用继电器(SR)区 (65)

3.5 保持继电器(HR)区 (68)

3.6 暂存继电器(TR)区 (68)

3.7 辅助继电器(AR)区 (68)

3.8 链接继电器(LR)区 (69)

3.9 定时器/计数器(TC)区

..... (69)

3.10 数据存储器(DM)区 (69)

3.11 用户存储器(UM)区 ... (71)

3.12 扩展 DM(EM)区 (71)

习题与思考题 (72)

第 4 章 OMRON C200H α PLC 的指令系统 (73)

4.1 基本概念 (73)

4.2 基本逻辑类编程指令 (74)

4.3 位控制指令 (77)

4.4 定时器和计数器指令 (79)

4.5 联锁(IL(02))和联锁清除 (ILC(03))指令 (82)



4.6 跳转(JMP(04))和跳转结束(JME(05))指令	(83)
4.7 结束(END(01))指令 ..	(85)
4.8 空操作(NOP(00))指令	(85)
4.9 数据移位类指令	(85)
4.10 数据传送类指令	(90)
4.11 数据比较类指令	(95)
4.12 数制转换类指令	(99)
4.13 BCD 码运算指令	(108)
4.14 二进制运算指令	(117)
4.15 特殊算术指令	(120)
4.16 逻辑运算指令	(127)
4.17 步程序指令	(130)
习题与思考题	(134)
第5章 PLC 的编程指导	(138)
5.1 编程的基本原则	(138)
5.2 编程技巧	(139)
5.3 基本电路的编程	(140)
第6章 C 系列 PLC 的编程方式	(146)
6.1 手持式编程器的使用 ..	(146)
6.1.1 手持式编程器的结构 ..	(146)
6.1.2 编程准备	(148)
6.1.3 编程操作	(152)
6.1.4 监控操作	(156)
6.2 PLC 编程软件 CX-P 的使用	(160)
6.2.1 软件安装	(161)
6.2.2 软件的启动	(162)
6.2.3 菜单使用说明	(163)
6.2.4 工程工作区使用说明 ..	(176)
6.2.5 工具条使用说明	(176)
第7章 PLC 上级链接系统简介	(179)

7.1 上位机链接通信	(180)
7.2 RS-232C 通信	(187)
7.3 一对一 PLC 链接	(191)
7.4 通信协议宏功能	(193)
第8章 PLC 的安装与配线	(194)
8.1 PLC 的安装环境	(194)
8.2 配线	(195)
8.2.1 电源配线	(195)
8.2.2 标准 I/O 单元配线	(196)
第9章 PLC 的故障排除	(200)
9.1 PLC 常见故障、分析和排除方法	(200)
9.2 检查和维护	(202)
9.2.1 更换输出单元的熔丝 ..	(202)
9.2.2 更换继电器	(204)
9.2.3 电池	(205)
9.3 检查	(206)
第2篇 其他可编程序控制器	(208)
第10章 松下电工可编程序控制器产品——FPI 介绍	(208)
10.1 FPI 系列产品及技术性能	(209)
10.2 FPI 的内部寄存器及 I/O 配置	(212)
习题与思考题	(218)
第11章 西门子系列可编程序控制器——S7-200	(219)
11.1 S7-200 系列 PLC 的构成	(219)
11.2 S7-200 系列 PLC 内部元器件	(222)
11.3 S7-200 系列 PLC 数据存储区及元件功能	(223)
11.4 S7-200 系列 PLC 有效编程范	

围	(227)	课题 5 PLC 与 VVVF 对交流电动机八段速的自动控制	(272)
11.5 S7-200 系列 PLC 程序概念	(230)	课题 6 PLC 对三相异步电动机 Y/ Δ 降压启动控制	(278)
习题与思考题	(231)	课题 7 PLC 对皮带运输机传输系统的控制	(281)
第 12 章 三菱系列可编程序控制器——FX2N	(232)	课题 8 PLC 对天塔之光自动控制	(284)
12.1 FX2N 的结构和类型	(232)	附录	
12.2 FX2N 系列 PLC 技术性能指标	(234)	附录 A PLC 实训课题报告	(288)
12.3 FX2N 系列可编程序控制器内的元器件	(236)	附录 B 部分习题参考答案	(290)
习题与思考题	(245)	附录 C SR(专用继电器)区域表	(302)
第 3 篇 PLC 技能实训课题 ...	(246)	附录 D AR 区域系统标志位和控制位表	(307)
课题 1 PLC 对三相交流异步电动机自动正反转控制	(246)	附录 E DM 区域 PLC 设置表	(309)
课题 2 PLC 对交通信号灯的自动控制	(250)	附录 F 编程指令表	(316)
课题 3 PLC 对 4 层电梯的自动控制	(255)	附录 G 扩展指令表	(320)
课题 4 PLC 对 3 台电动机的顺序控制	(266)	参考文献	(323)

第1篇 可编程序控制器基本理论

第1章 可编程序控制器概述

本章提要

1. 可编程序控制器的产生和特点;
2. 可编程序控制器的定义;
3. 可编程序控制器的一般结构和基本工作原理;
4. 可编程序控制器的技术指标和用途;
5. 可编程序控制器的发展趋势。

可编程序控制器是计算机技术与继电、接触器逻辑控制技术相结合的一种新型控制器,它是以微处理器为核心,用于数字控制的专用计算机。随着微电子技术、计算机技术和通信技术的发展,可编程序控制器已经逐渐发展成为功能完备的自动化系统,是当前先进工业自动化控制系统领域的三大支柱设备之一。

1.1 可编程序控制器的产生和特点

1. 可编程序控制器的产生

从20世纪20年代起,人们用导线把各种继电器、定时器、接触器及其触点按一定的逻辑关系连接起来组成控制系统,控制各种生产机械,这就是我们所熟悉的传统的继电接触器控制。由于它结构简单易懂、使用方便、价格低廉,在一定的范围内能满足控制要求,因而在工业控制领域中得到了广泛应用并曾占主导地位。

但是,这种继电接触器控制明显的缺点是:设备体积大、动作速度慢、功能少,只能做简单的控制;特别是采用硬连线逻辑,接线复杂,一旦生产工艺或对象变动时,原有接线和控制盘(柜)就需要更换。因此,这种装置的通用性和灵活性较差,不利于产品的更新换代。

20世纪60年代,由于小型计算机的出现和大规模生产及多机群控技术的发展,人们曾试图用小型计算机来实现工业控制的要求,但由于价格高,输入、输出电路不匹配和编程技术复杂等原因而未能得到推广。

20世纪60年代末期,美国汽车制造业竞争激烈,如果在每次汽车改型或改变工艺流程时能不改动原有继电器柜内的接线,就可以降低成本,缩短新产品的开发周期。1968年,美国通用汽车公司(GM)提出了开发一种新型逻辑顺序控制装置以取代继电控制盘的设想,为此发



布了 10 项招标指标:

- 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,能耗较小;
- ⑤可将数据直接送入管理计算机,便于监视系统运行状态;
- ⑥在成本上可与继电器控制装置相竞争,即有较高的性价比;
- ⑦输入开关量可以是交流 115 V 电压信号;
- ⑧输出的驱动信号为交流 115V、2A 以上容量,能直接驱动电磁阀线圈;
- ⑨具有灵活的扩展能力,在扩展时,原系统只需很小变更即可达到最大配置;
- ⑩用户程序存储器容量至少在 4KB 以上(适应当时汽车装配过程的要求)。

10 项指标的核心要求是采用软布线(编程)方式代替继电控制的硬接线方式,实现大规模生产线的流程控制。

1969 年,美国数字设备公司(DEC)根据上述要求研制出世界上第一台可编程序控制器,型号为 PDP-14,并在美国通用汽车公司(GM)生产线上试用,获得了巨大成功,取得了显著的经济效益。

此后,这项新技术迅速发展起来。美国的 MODICON 公司推出了 PDP-084。1971 年,日本从美国引进了这项新技术,很快研制出了其第一台可编程序控制器 DSC-8。1973 年,西欧国家的第一台可编程序控制器也研制成功。但这一时期它主要用于顺序控制,虽然也采用了计算机的设计思想,但当时只能进行逻辑运算,故称为可编程逻辑控制器,简称 PLC(Programmable Logic Controller)。

20 世纪 70 年代中期,随着微电子技术和计算机技术的迅猛发展,可编程逻辑控制器更多地具有计算机的功能,不仅用逻辑编程取代硬接线逻辑,还增加了运算、数据传送和处理等功能,真正成为一种电子计算机工业控制装置,而且做到了小型化和超小型化。这种采用微电脑技术的工业控制装置的功能远远超出逻辑控制、顺序控制的范围,故称为可编程序控制器,简称 PC(Programmable Controller)。但由于 PC 容易与个人计算机(Personal Computer)相混淆,故人们仍习惯地用 PLC 作为可编程序控制器的缩写。

2. 可编程序控制器的特点

可编程序控制器之所以越来越受到控制界人士的重视,是由于它具有令通用计算机望尘莫及的特点。

(1)应用简便

①应用灵活,安装简便。标准的积木式硬件结构与模块化的软件设计,使 PLC 不仅适应大小不同、功能繁复的系统控制要求,而且适应工艺流程变更较多的场合。它的安装和现场接线简便,可按积木方式扩充或缩减其系统规模,组合成灵活的控制系统。由于其控制功能是通过软件实现的,因此,允许设计人员在未购买硬件设备前就能进行“软布线”工作,从而缩短了整个设计、生产、调试周期,研制经费相对减少。从硬件连接方面来看,PLC 对现场环境要求不高,无论是接线或配置都极其方便,只用螺丝刀即可进行全部接线工作,而不要自行设计和制造很多专用接口电路。一般在编程且进行模拟调试后,在现场很快就能将系统安装调试成功并投入使用。

②编程简化。PLC采用电气操作人员习惯的梯形图形式编程,直观易懂。因此,不仅程序开发速度快,而且程序的可读性强,软件维护方便。为了简化编程工作,PLC将编程工作主要集中到设计思想的本身而不是如何实现设计思想,最新设计的PLC还针对具体问题设计了像步进顺控指令、流程图指令等指令系统,可以大大加快系统的开发速度。

③操作方便,维修容易。工程师编好的程序十分清晰直观,只要写好操作说明书,操作人员经短期培训,就可以操控PLC系统。另外,PLC具有完善的监视和诊断功能,对其内部工作状态、通信状态、I/O状态和异常状态等均有醒目的显示。因此,操作和维修人员可以及时、准确地了解机器的故障点,迅速替换故障模块或插件,使系统恢复正常。

(2)可靠性高

PLC的可靠性高,主要是因为它在硬件及软件两方面都采取了严格的措施。在硬件设计方面,首先是选用优质器件,其次是合理的系统结构,加固简化安装,使它具有较强的抗振动冲击性能。对印刷电路板的设计、加工及焊接都采取了极为严格的工艺措施,而且在电路、结构及工艺上采取了一些独特的方式。例如,在输入、输出电路中,都采用了光电隔离措施,做到电浮空,既方便接地,又提高了抗干扰性能,各个I/O端口除采用常规模拟滤波器以外,还加上数字滤波器;内部采用了电磁屏蔽措施,防止辐射干扰;采用了较先进的电源电路,以防止由电源回路串入的干扰信号;采用了较合理的电路结构方式,一旦某模块出现故障,可以在线插拔,调试时不会影响PLC的正常运行。

在软件设计方面也采取了很多特殊措施,设置了警戒时钟WDT。系统运行时对WDT定时刷新,一旦程序出现死循环,使之能立即跳出,重新启动并发出报警信号。为了避免由于程序出错而导致的错误运行,每次扫描都对程序进行检查和校验,一旦程序出错立即发出报警信号并停止运行。对程序及动态数据进行掉电保护,随时对CPU等内部电路进行检测,一旦出错,立即报警。程序中还设置了对用户程序电路查错报错的程序,错误的程序和参数不能运行。上述有效措施,保证了PLC的高可靠性。所以PLC的平均无故障时间(MTBF)超过4万~5万小时,某些优秀品牌的产品更高达十几万小时以上。

此外,模块化接插方便、自诊断功能强等特点也使PLC的平均修复时间(MTTR)缩短,再加上采取了一些特殊的系统设计思想(如大中型可编程序控制器可以在线更换I/O模块,不致影响整个系统运行),使得以PLC为基础的控制系统的可靠性大大提高。

(3)抗电磁干扰性能好,环境适应性强

PLC是直接针对工业环境而设计的,产品在相当宽的环境温度($0^{\circ}\text{C}\sim 55^{\circ}\text{C}$ 或 $0^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$)、湿度(相对湿度 $<90\%$)及规定的机械振动、冲击下,在规定的电源电压与频率变化、电源瞬时中断、电源电压降低等因素作用下,均能正常工作。因此,可直接安装在工业现场,不必采取另外的特殊措施。另外,由于其结构精巧,所以耐热、防潮、抗震等性能也很好。

(4)功能完善

PLC的基本功能包括逻辑运算、定时、计数、数制换算、数值计算、步进控制等。其扩展功能还有A/D和D/A转换、PID闭环回路控制、高速计数、通信联网、中断控制及特殊功能函数运算等功能,可以通过上位机进行显示、报警、记录、人机对话,使控制水平大大提高。

PLC的主要功能概括如下:

①条件控制:PLC具有逻辑运算功能,可以代替继电器进行开关量控制。

②限时控制:PLC具有定时功能,为用户提供由定时指令控制的若干个定时器进行限时



控制和延时控制。

③计数控制:PLC具有计数控制功能,它为用户提供了可用指令设置计数值的若干个计数器。计数值可在运行中读出和修改。

④步进控制:PLC具有步进控制功能,只有在前道工序完成后才能转入下道工序,实现步进控制。

⑤A/D和D/A转换:完成对模拟量的控制和PID回路调节。

⑥数据处理:PLC具有数据处理功能,如并行运算、并行数据传送、BCD码的算术运算等。

⑦通信和联网:PLC采用通信技术,实现远程I/O控制和PLC之间的同级链接,以及与上位机的上位链接,构成一台计算机与多台PLC的“集中管理、分散控制”的分布控制网络,完成大规模的复杂控制。

⑧对控制系统进行监控:操作人员可以通过监控命令监控系统运行状况,调整定时器、计数器设定值。此外,还有报警功能,所以其适用性极强。

⑨自诊断功能:PLC可以在线诊断本系统的软硬件状况,诊断机器和生产过程的状况。

⑩存储功能:PLC具有较强的存储功能。在PLC中,存储器件一般都采用CMOS器件,容量可从几KB到几MB,程序存储器和部分数字存储器具有掉电保护数据的功能。

⑪智能外围接口:大中型PLC具有功能很强的智能外围接口,这些接口具有独立的处理器和存储器。作为专用的工业外围接口,它们具有某种特殊功能,例如,独立进行闭环调节,可用于温度控制、位置控制,也可用于连接显示终端、打印机等。有了智能外围接口,可以大大地增强单台机器的功能。

(5)易于实现网络化

可编程序控制器可连成功能很强的网络系统。网络可分为两类:一类是低速网络,采用主从方式通信,传输速率从几kbps到几Mbps,传输距离为500~2500m;另一类为高速网络,采用令牌传送方式通信,传输速率为1~10Mbps,传输距离为500~1000m,网上节点可达1024个。这两类网络可以级联,网上可兼容不同类型的PLC和计算机,从而组成控制范围很大的局部管控网络。

1.2 可编程序控制器的定义

国际电工委员会(IEC)在1987年对可编程序控制器做出如下定义:可编程序控制器是一类专门为在工业环境下应用而设计的数字式电子系统,它采用了可编程的存储器,用来在其内部存储执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算等功能的面向用户的指令,并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。可编程序控制器及其相关外部设备,都应按照易于与工业控制系统联成一个整体、易于扩展其功能的原则而设计。

进入21世纪,由于控制对象的日益多样性和复杂性,采用单一的可编程序控制器已不能满足控制要求,因此,出现了配备A/D和D/A单元、触摸屏、高速计数单元、温控单元、位控单元、通信单元、主机链接单元等具有不同功能的特殊模块构成的功能强大的可编程序控制器系统,而且不同系统间可以实现网际联控,并与上位管理机进行数据交换。

1.3 可编程序控制器的基本结构

PLC 是以微处理器为核心实现许多电子式继电器、定时器和计数器的组合体。其内部结构框图如图 1.1 所示。

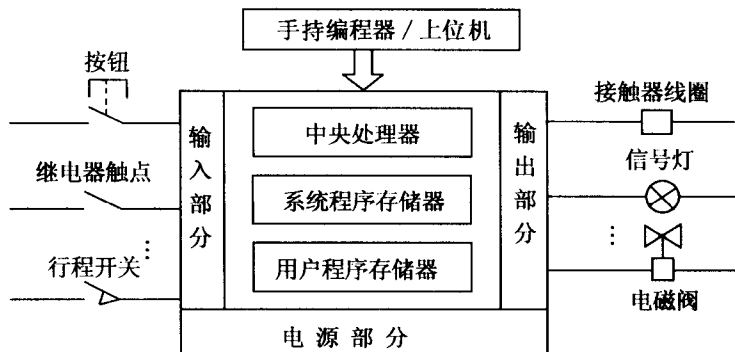


图 1.1 PLC 结构框图

1. 中央处理机

中央处理机是 PLC 的“大脑”，它由中央处理器(CPU)和存储器(Memory)组成。

(1) 中央处理器(CPU)

CPU 一般是由控制电路、运算器和寄存器组成，这些电路一般都集成在一块芯片上。CPU 通过地址总线、数据总线和控制总线与存储器单元、输入/输出(I/O)接口电路连接。

不同型号的 PLC 可能使用不同的 CPU 部件，制造厂家使用 CPU 部件的指令系统编写系统程序，并固化在只读存储器(ROM)中。CPU 按系统程序赋予的功能，接收用户程序和数据，存入随机存储器(RAM)中，CPU 按扫描方式工作，从 00000 首地址存放的第一条用户程序开始，到用户程序的最后一个地址，不停地周期性扫描，每扫描一次，用户程序就执行一次。

CPU 的主要功能有以下几点：

①从存储器中读取指令。CPU 从地址总线上给出存储地址，从控制总线上给出读命令，从数据总线上得到读出的指令，并存入 CPU 内的指令寄存器中。

②执行指令。对存放在指令寄存器中的指令操作码进行译码，执行指令规定的操作，如读取输入信号、读取操作数、进行逻辑运算或算术运算，将结果输出给有关部分。

③准备取下一条指令。CPU 执行完一条指令后，根据条件可产生下一条指令的地址，以便读取和执行下一条指令。在 CPU 的控制下，程序的指令既可以顺序执行，也可以分支或跳转。

(2) 存储器(Memory)

存储器是具有记忆功能的半导体电路，用来存放系统程序、用户程序、逻辑变量和其他一些信息。

系统程序是用来控制和完成 PLC 各种功能的程序，这些程序是由 PLC 制造厂家用相应 CPU 的指令系统编写的，并固化到 ROM 中。

用户程序存储器用来存放由编程设备输入的用户程序。用户程序是指使用者根据工程



现场的生产过程和工艺要求编写的控制程序,可通过编程设备修改或增删。

PLC中使用的存储器为 ROM 和 RAM 两种类型。

1) 只读存储器 ROM

ROM 中的内容是由 PLC 的制造厂家写入的系统程序,并且永远驻留(PLC 去电后再加电,ROM 内容不变)。系统程序一般包括以下几部分:

①检查程序,PLC 加电后,首先由检查程序检查 PLC 各部件操作是否正常,并将检查结果 displays 给操作人员;

②翻译程序,将用户键入的控制程序变换成由微电脑指令组成的程序,然后再执行,还可以对用户程序进行语法检查;

③监控程序,相当于总控程序。根据用户的需要调用相应的内部程序,例如,用手持编程器选择 PROGRAM 编程工作方式,则总控程序就调用“键盘输入处理程序”,将用户键入的程序送到 RAM 中。若选择 RUN 运行工作方式,则总控程序将启动程序。

2) 随机存储器 RAM

RAM 是可读可写存储器,读出时,RAM 中的内容不被破坏;写入时,刚写入的信息就会消除原有的信息。为防止断电后 RAM 中的内容丢失,PLC 使用了专用电池对部分 RAM 供电,这样在 PLC 断电后,它仍有电池供电,使得 RAM 中的信息保持不变。RAM 中一般存放以下内容:

①用户程序,在编程时,通过编程设备输入的程序经过预处理后,存放在 RAM 的从 00000 开始的地址区;

②逻辑变量,在 RAM 中若干个存储单元用来存放逻辑变量,用 PLC 的术语来说这些逻辑变量就是指输入继电器、输出继电器、内部辅助继电器、保持继电器、定时器、计数器和移位继电器等。

③供内部程序使用的工作单元,不同型号的 PLC,存储器的容量是不相同的,在技术说明书中,一般都给出与用户编程和使用有关的指标,如输入继电器和输出继电器的数量、保持继电器数量、内部辅助继电器数量、定时器和计数器的数量、允许用户程序的最大长度等。这些指标都间接地反映了 RAM 的容量,而 ROM 的容量与 PLC 的复杂程度有关。

2. 电源部件

电源部件将交流电源转换成供 PLC 的中央处理器、存储器等电子电路工作所需要的直流电源,使 PLC 能正常工作,它的好坏直接影响 PLC 的功能和可靠性。因此,目前大部分 PLC 采用开关式稳压电源供电,用锂电池做停电时的后备电源。

3. 输入、输出部分

输入、输出部分是 PLC 与被控设备相连接的接口电路。现场设备输入给 PLC 的各种控制信号,如限位开关、操作按钮、选择开关、行程开关及其他一些传感器输出的开关量或模拟量(要通过模数转换进入机内)等,通过输入接口电路将这些信号转换成中央处理器能够接收和处理的信号。输出接口电路将中央处理器送出的弱电控制信号转换成现场需要的强电信号输出,以驱动电磁阀、接触器等被控设备的执行元件。

(1) 输入接口电路

现场输入接口电路一般是由光电耦合电路和微电脑输入接口电路组成的。

采用光电耦合电路与现场输入信号相连的目的是为了防止现场的强电干扰进入 PLC。

光电耦合电路的关键器件是光电耦合器,一般由发光二极管和光电三极管组成。

光电耦合器的信号传感原理是在光电耦合器的输入端加上变化的电信号,发光二极管就产生与输入信号变化规律相同的光信号。光电三极管在光信号的照射下导通,导通程度与光信号的强弱有关。在光电耦合器的线性工作区,输出信号与输入信号呈线性关系。

光电耦合器的抗干扰性能很好,这是由于输入和输出端是靠光信号耦合的,在电气上是完全隔离的,因此,输出端的信号不会反馈到输入端,也不会产生地线干扰或其他串扰。

由于发光二极管的正向阻抗值较低,而外界干扰源的内阻一般较高,根据分压原理可知,干扰源能馈送到输入端的干扰噪声很小。正是由于 PLC 在现场信号的输入环节采用了光电耦合器,才增强了抗干扰能力。

微电脑的输入接口电路一般由数据输入寄存器、选通电路和中断请求逻辑电路构成,这些电路集成在一块芯片上。现场的输入信号通过光电耦合器送到输入数据寄存器,再通过数据总线送给 CPU。

(2) 输出接口电路

输出接口电路一般由微电脑输出接口电路和功率放大电路组成。

微电脑输出接口电路一般由输出数据寄存器、选通电路和中断请求电路集成而成。CPU 通过数据总线将要输出的信号放到输出数据寄存器中。功率放大电路是为了适应工业控制的要求,将微电脑输出的信号加以放大。PLC 一般采用继电器输出,也有的采用可控硅或晶体管输出。

4. 编程方式

PLC 的编程方式有两种:一种是手持编程器,它是由键盘、显示器和工作方式选择开关等组成,主要用于调试简单程序、现场修改参数及监视 PLC 自身的工作情况;另一种是利用上位计算机中的专业编程软件,它主要用于编写较大型的程序,并能灵活地修改、下载装程序及在线调试和监控程序,它的应用较前者更为广泛。

1.4 可编程序控制器的基本工作原理

PLC 虽具有微机的许多特点,但它的工作方式却与微机有很大不同。微机一般采用等待命令的工作方式,如常见的键盘扫描方式或 I/O 扫描方式,有键按下或 I/O 动作则转入相应的子程序,无键按下则继续扫描。PLC 则采用循环扫描工作方式,在 PLC 中,用户程序按先后顺序存放,CPU 从第一条指令开始执行程序,直到遇到结束符后又返回第一条,如此周而复始不断循环。这种工作方式是在系统软件控制下,顺序扫描各输入点的状态,按用户程序进行运算处理,然后顺序向输出点发出相应的控制信号。整个工作过程可分为 5 个阶段:自诊断,与编程器或计算机等的通信,输入采样,用户程序执行,输出刷新。其工作过程框图如图 1.2 所示。

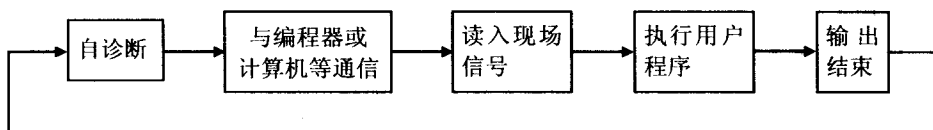


图 1.2 PLC 工作过程框图