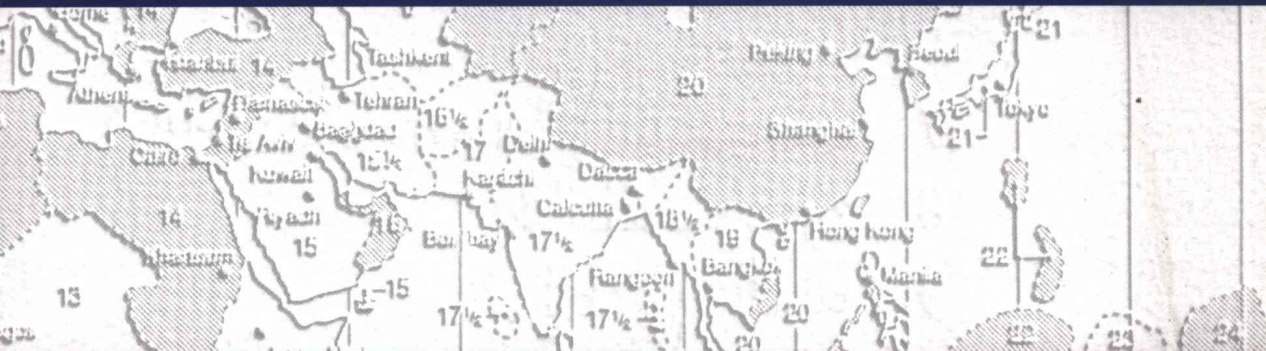




卓越系列 · 21 世纪高职高专精品规划教材



可编程序控制器简明教程

THE CONCISE COURSE OF PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER

主 编 宋建伟



天津大学出版社
TIANJIN UNIVERSITY PRESS

卓越系列 · 21 世纪高职高专精品规划教材

可编程序控制器简明教程

**The Concise Course of Programmable
Logic Controller**

主 编 宋建伟
副主编 包玉花 林长青

 **天津大学出版社**
TIANJIN UNIVERSITY PRESS

内容提要

本书以目前国内应用比较广泛、比较有代表性的日本 OMRON 公司 CPM1A 系列 PLC 为背景,着重介绍了 PLC 的组成、工作原理、指令系统及编程方法。全书共 8 章,可分为三个部分。第一部分为基础知识部分,主要介绍了 PLC 的基本结构、工作原理及编程方法;第二部分为本书的重点部分,主要介绍了 PLC 的指令系统及编程设备的使用;第三部分为应用部分,介绍了 PLC 控制系统的设计方法和与通信相关的知识。

本书可作为高等职业院校电气自动化技术专业、数控技术专业、机械制造及自动化相关专业的教材,也可作为工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

可编程序控制器简明教程/宋建伟主编. —天津:天津
大学出版社,2008.7
ISBN 978-7-5618-2708-6

I. 可… II. 宋… III. 可编程序控制器-教材 IV. TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 098960 号

出版发行 天津大学出版社
出 版 人 杨欢
地 址 天津市卫津路 92 号天津大学内(邮编:300072)
电 话 发行部:022-27403647 邮购部:022-27402742
印 刷 廊坊市长虹印刷有限公司
经 销 全国各地新华书店
开 本 169mm×239mm
印 张 11.25
字 数 240 千
版 次 2008 年 7 月第 1 版
印 次 2008 年 7 月第 1 次
印 数 1-3 000
定 价 18.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,烦请向我社发行部门联系调换

版权所有 侵权必究

前 言

可编程序控制器(Programmable Logic Controller)简称 PLC,它综合了计算机技术、自动控制技术和通信技术(简称 3C 技术),不仅具有逻辑控制功能,还具有算术运算、模拟量处理和通信联网等功能。PLC 技术与机器人技术、CAD/CAM 技术共同构成了工业自动化的三大支柱。

本书从高职高专教育教学特点出发,以够用为度,注重基础知识与技术应用之间的关系,在解决知识与技能、理论与实践、通用能力与专业能力的关系上进行精心的布置和安排,强调基础知识、基本技能在教学中的重要性。在选材上,本书渗透职业教育理念,体现以就业为导向,适合应用型、职业型人才培养需求。

本书以目前国内应用比较广泛、比较有代表性的日本 OMRON 公司 CPM1A 系列 PLC 为背景,着重介绍了 PLC 的组成、工作原理、指令系统及编程方法。全书共 8 章,可分为三个部分。第一部分为基础知识部分,主要介绍了 PLC 的基本结构、工作原理及编程方法;第二部分为本书的重点部分,主要介绍了 PLC 的指令系统及编程设备的使用;第三部分为应用部分,介绍了 PLC 控制系统的设计方法和通信的相关知识。三部分具有相对独立性,读者可根据自身情况和不同学时选学。

本书由齐齐哈尔职业学院电气自动化技术专业宋建伟担任主编,其中第 1~3 章由包玉花编写,第 4~6 章由宋建伟编写,第 7、8 章由林长青编写。另外,天津大学出版社为本书的出版做了很多工作,在此表示衷心感谢。本书编写过程中引用了一些相关资料,在此一并向这些资料的作者致以诚挚的谢意。

由于编者水平有限,书中难免会有一些错误和不足之处,恳请读者批评指正。

编者

2008 年 2 月

目 录

第 1 章 可程序控制器基础知识	1
1.1 可程序控制器的产生与发展	1
1.2 可程序控制器的定义及特点	2
1.3 可程序控制器的分类及应用	4
1.4 可程序控制器的性能指标	7
习题	8
第 2 章 可程序控制器的组成与工作原理	9
2.1 可程序控制器的基本结构	9
2.2 可程序控制器的基本工作过程	15
2.3 可程序控制器的编程语言	19
习题	22
第 3 章 几种典型的欧姆龙 PLC	23
3.1 CPM1A 概述	23
3.2 C200H α 概述	40
3.3 CS1 系列可程序控制器	43
习题	48
第 4 章 欧姆龙 PLC 的指令系统	49
4.1 概述	49
4.2 基本编程指令	51
4.3 梯形图的编程原则	56
4.4 定时器和计数器指令	57
4.5 数据比较指令	62
4.6 数据移位指令	67
4.7 数据传送指令	77
4.8 数据转换指令	84
4.9 十进制运算指令	89
4.10 二进制运算指令	96
4.11 位控制指令	99
4.12 逻辑运算指令	101
4.13 特殊指令	104
4.14 子程序控制指令	107
4.15 高速计数器控制指令	108

4.16	脉冲输出控制指令	113
4.17	中断控制指令	115
4.18	步进指令	119
4.19	顺序控制和暂存指令	121
	习题	124
第5章	编程设备及其使用	126
5.1	手持编程器	126
5.2	CX-Programmer 编程软件上机操作方法	127
第6章	欧姆龙 PLC 特殊功能单元	137
6.1	模拟量输入单元 C200H-AD003	137
6.2	模拟量输入输出单元 C200H-MAD01	147
	习题	148
第7章	PLC 控制系统的设计	153
7.1	PLC 控制系统设计概述	153
7.2	PLC 应用程序的设计方法	154
	习题	167
第8章	欧姆龙 PLC 的数据通信技术	169
	参考文献	173

第 1 章 可编程序控制器基础知识

1.1 可编程序控制器的产生与发展

1.1.1 可编程序控制器的产生

20 世纪 60 年代末,在技术改革浪潮的冲击下,曾一度在工业控制领域占主导地位的继电器控制系统,由于存在控制能力弱、可靠性低、改变控制顺序时必须改变硬件接线等一系列缺点,已不能满足某些企业的生产需求。1968 年,美国通用汽车公司(GM)为解决汽车不断改型而重新设计汽车装配线上各种继电器的控制线路问题,要求制造商为其装配线提供一种新型的通用控制器,并提出 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;
- ⑤可将数据直接送入管理计算机;
- ⑥在成本上可与继电器控制柜竞争;
- ⑦输入可以是交流 115 V(美国标准系列交流电压是 110 V);
- ⑧输出为交流 115 V、2 A 以上,能直接驱动电磁阀;
- ⑨系统扩展时,原系统只需作很小改动;
- ⑩用户程序存储器容量至少能扩展到 4 kB。

这一设想提出后,美国数字设备公司(DEC)首先响应,于 1969 年研制成功了世界上第一台可编程序控制器 PDP-14,用它代替传统的继电器控制系统,并在美国 GM 公司的汽车自动装配线上试用成功。从此,可编程序控制器在世界各地迅速发展起来。

1971 年,日本从美国引进了这项新技术,并很快研制成功了日本第一台可编程序控制器。1973—1974 年,德国和法国也相继研制成功了各自的可编程序控制器。我国从 1974 年也开始研制,1977 年研制成功了以美国 Motorola 公司的 1 位微处理器 MC14500 为核心的可编程序控制器,并开始工业应用。

1.1.2 可编程序控制器的发展

可编程序控制器从诞生至今,大体经历了四次更新换代,其发展过程大致如下。

1969—1972 年是第一代可编程序控制器发展和应用时期。此时期的特点是:

CPU 多数采用 1 位微处理器,采用磁芯存储器存储;机种单一,没有形成系列;功能简单,仅具有逻辑控制、定时、计数功能。

1973—1975 年是第二代 PLC 发展时期。此时期的特点是:使用了 8 位微处理器及半导体存储器;产品逐步系列化,功能也有所增强,增加了数字运算、传送、比较等功能,并能完成模拟量的控制。

1976—1983 年是第三代 PLC 发展时期。此时期的特点是:采用了高性能微处理器及位片式 CPU,工作速度大幅度提高;同时向多功能和联网方向发展,并具有较强的自诊断能力。

1983 年至今是第四代 PLC 发展时期。此时期的特点是:CPU 不仅全面使用 16 位、32 位微处理器,内存容量也有较大增加,可直接用于一些规模较大的复杂控制系统;编程语言除使用传统梯形图、流程图外,还可使用高级语言,外设也更加多样化。

1.1.3 可编程序控制器的发展趋势

PLC 技术的发展与微电子技术和计算机技术密切相关,随着可编程序控制器应用领域的不断扩大及工业生产对自动控制系统需求的多样性,它本身也在不断发展。目前,PLC 主要朝着三个方向发展。

一是朝着小型化的方向发展。这种小型的 PLC 结构紧凑,外形体积小,CPU 和 I/O 部件组装在一个箱体内,价格低廉,经济可靠,而且功能也大有提高。过去一些大型 PLC 才有的功能,如模拟量的处理、通信、PID 调节运算等,均可以被移植到这种小型机上,从而使它真正地成为继电器控制系统的替代产品,可应用于单机控制和小型生产线的控制等。

二是朝着大型化的方向发展。这种类型的 PLC 采用高性能的微处理器,存储容量大,处理速度快,响应时间短,功能强大,各种功能模块种类齐全,使各种规模的自动化系统功能更强、更可靠,组成和维护更加灵活方便,使 PLC 应用范围更加扩大。

三是 PLC 产品更加规范化、标准化。PLC 厂家在使硬件及编程工具换代频繁、丰富多样、功能提高的同时,日益向 MAP(制造自动化协议)靠拢,并使 PLC 基本部件,如输入输出模块、接线端子、通信协议、编程语言和工具等方面的技术规格规范化、标准化,使不同产品间能相互兼容、易于组网,以方便用户真正利用 PLC 实现工厂生产的自动化。

1.2 可编程序控制器的定义及特点

1.2.1 可编程序控制器的定义

早期的可编程序控制器是为了取代继电器控制线路,采用存储器程序指令完成顺序控制而设计的。它仅有逻辑控制、定时、计数功能,用于开关量控制,实际上只能

进行逻辑运算,所以被称为可编程序逻辑控制器,简称 PLC(Programmable Logic Controller)。随着 16 位和 32 位微处理器在可编程序逻辑控制器中的应用,PLC 技术取得了飞速的发展。如今的可编程序控制器综合了计算机技术、自动控制技术和通信技术(简称 3C 技术),不仅具有逻辑控制功能,还具有算术运算、模拟量处理和通信联网等功能。可编程序逻辑控制器这一名称已不能准确地反映它的特性,于是,人们将其称为可编程序控制器(Programmable Controller),简称 PC。但为了与个人计算机 PC(Personal Computer)相区别,仍将可编程序控制器简称为 PLC。PLC 技术与机器人技术、CAD/CAM 技术共同构成了工业自动化的三大支柱。

1985 年国际电工委员会(IEC)颁布的可编程序控制器标准草案第二稿中,将可编程序控制器做了如下定义:“可编程序控制器是一种数字运算操作的电子系统,专为工业环境下应用而设计。它采用可编程序的存储器,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,并通过数字式或模拟式的输入和输出,控制各种类型的机械设备或生产过程。”

1.2.2 可编程序控制器的特点

1. 可编程序控制器的特点

PLC 作为一种新型工业控制装置,一般具有以下特点。

(1) 可靠性高,抗干扰能力强

采用了微电子技术,大量的开关动作由无触点的半导体电路完成;所有的 I/O 接口电路均采用光电隔离,使工业现场的外电路与 PLC 内部电路之间电气上隔离;其输入端均采用 RC 滤波器,滤波时间常数一般为 10~20 ms;各模块均采用屏蔽措施,以防止辐射干扰。由于上述原因,因此 PLC 可靠性很高,抗干扰能力很强。另外,PLC 还具有良好的自诊断功能,一旦电源或其他软硬件发生异常情况,CPU 立即采取有效措施,防止故障扩大。

(2) 通用性强,控制程序可变,使用方便

PLC 硬件装置种类齐全,可组成满足各种不同控制要求的控制系统,用户不必自己再设计和制作硬件装置。另外,PLC 通过软件实现控制,在生产工艺流程改变或生产设备更新情况下,不必改变 PLC 硬件设备,只需改变软件(程序)就可满足控制要求。因此,PLC 除用于单机控制外,在工厂自动化中也被大量采用,通用性强。

(3) 功能强,适应面广

现代 PLC 不仅有逻辑运算、定时、计数、顺序控制等功能,还具有数字和模拟量的输入输出、功率驱动、通信、人机对话、自检、记录显示等功能。它既可控制一台生产机械、一条生产线,又可控制一个生产过程。

(4) 编程简单,容易掌握

PLC 编程大多采用类似继电器控制线路的梯形图编程方式,既继承了传统控制线路的清晰直观,又考虑到大多数电气技术人员的读图习惯及编程水平(对使用者来

说,不需要具备专门的计算机知识),因此很容易被一般工程技术人员接受和掌握。

(5) 安装简单,维护方便

PLC 不需要专门的机房,可以在各种工业环境下直接运行。使用时只需将现场的各种设备与 PLC 相应的 I/O 端相连接,即可投入运行。各种模块上均有运行和故障指示装置,便于用户了解运行情况和查找故障。由于采用模块化结构,因此一旦某模块发生故障,用户可以通过更换模块的方法,使系统迅速恢复运行。

(6) 体积小,质量轻,功耗低

PLC 是将微电子技术应用于工业设备的产品,它结构紧凑、坚固、体积小、质量轻、功耗低,并且由于强抗干扰能力及易于装入设备内部的特点,是实现机电一体化的理想控制设备。例如,日本欧姆龙公司的 CPM2A-20CDR-D 型 PLC 的外形尺寸仅为 120 mm×90 mm×55 mm,质量为 2.3 kg,功耗小于 25 VA,而且具有很好的抗振能力和适应环境温度、湿度变化的能力。现在三菱公司又有 FX 系列 PLC,与其超小型品种 F1 系列相比,面积为 F1 系列的 47%,体积为 F1 系列的 36%,在系统的配置上既固定又灵活,输入输出可达 24~128 点。

2. 可编程序控制器与其他控制装置的比较

可编程序控制器与其他控制装置的比较如表 1.1 所示。

表 1.1 可编程序控制器与其他控制装置的比较

控制装置名称	特 点
可编程序控制器	由 CPU、存储器及输入输出接口电路组成;采用程序控制方式且编程容易,可靠性极强,安装、使用、维护、维修方便;系统更新换代容易
继电器控制系统	由开关、继电器、接触器等组成,靠硬接线实现逻辑运算;连线多而复杂,体积大,功耗大,易出现故障,且排障困难;系统更新换代不容易
单片机控制系统	控制电路需人工设计、焊接,抗干扰能力差;采用程序控制方式,但程序设计较难,维护、使用需较强的专业知识;系统更新换代周期长

1.3 可编程序控制器的分类及应用

1.3.1 可编程序控制器的分类

PLC 的种类很多,在功能、内存容量、控制规模、外形等方面均存在较大差异。因此,PLC 的分类没有一个严格的统一标准,一般是按照结构形式、I/O 点数、实现功能大致分类。

1. 按结构分类

按照硬件结构 PLC 可以分为整体式和组合式。整体式 PLC 外观上是一个长方形的箱体,又称箱体式 PLC。组合式 PLC 在硬件构成上具有较高的灵活性,其模块可以像拼积木一样进行组合,从而构成具有不同控制规模和功能的 PLC,因此这种

PLC 又称为模块式或积木式 PLC。

(1) 整体式 PLC

整体式 PLC 的 CPU、存储器、I/O 单元、电源安装在同一机体内,构成主机。另外还有 I/O 扩展单元配合主机使用,用电缆将其接在主机上可以扩充 I/O 点数。其特点是结构紧凑,体积小,质量轻,价格低,输入输出点数固定,实现的功能和控制规模固定,灵活性较低。小型 PLC 常采用这种结构,适应于工业生产中的单机控制。

(2) 组合式 PLC

组合式 PLC 为总线结构。其总线做成总线板,上面有若干个总线槽,每个总线槽上可安装一个 PLC 模块,不同模块实现不同的功能。PLC 的 CPU、存储器做成一个模块(有的把电源也做在上面),该模块在总线上的安装位置一般来说是固定的。其他的模块可根据 PLC 的控制规模和要实现的功能选用,安装在总线板的其他任一总线槽上。组合式 PLC 安装完成后,需进行登记,使 PLC 对安装在总线上的各模块进行地址确认。组合式 PLC 的特点是系统配置灵活,可构成具有不同控制规模和功能的 PLC,但价格较高。一般大中型 PLC 采用这种结构。

无论哪种类型的 PLC,都可根据需要进行配置与组合。例如 OMRON CPM1A 型 PLC 为整体式结构,通过主机连接 I/O 扩展单元,I/O 点数可在 10~100 点的范围内进行配置。组合式 PC 则在 I/O 配置上更方便、更灵活。

2. 按 I/O 点数分类

I/O 点数主要是指控制系统的所有开关量输入输出点数及模拟量输入输出路数,但主要按开关量点数计算,模拟量的路数可折合成开关量的点数,一般一路相当于 8~16 点。根据 I/O 点数的不同,PLC 大致可分为微型机、小型机、中型机及大型机、超大型机。

(1) 微型机

微型机控制点数仅几十点,如 OMRON 公司 SP 系列、松下电工 FP0 系列等。

(2) 小型机

小型机控制点数 100~500 点,如 OMRON 公司的 CPM1A、CQM1、CQM1H、CJ1 系列,松下电工的 FP1 系列,三菱公司的 FX2N 系列,西门子公司的 S7-200 系列等。

(3) 中型机

中型机控制点数 500~1 000 点,如 OMRON 公司的 C200H 机,普通配置可达 700 多点,C200H α 机则可达 1 084 点,西门子公司的 S7-300 机最多可达 512 点。

(4) 大型机

大型机控制点数在 1 000 点以上,如 OMRON 公司的 C1000H、CV1000 本地配置可达 1 024 点,C2000H、CV2000 本地配置可达 2 048 点;松下公司的 FP2 本地配置可达 1 600 点,FP3、FP10、FP10SH 使用远程 I/O 可达 2 048 点。

(5) 超大型机

超大型机控制点数可达上万点,甚至于几万点,如美国 GE 公司的 90-70 机,点

数可达 24 000 点,另外还有 8 000 路的模拟量。

3. 按生产厂家分类

目前世界上能生产 PLC 的厂家较多,但大、中、小、微型均能生产的不算太多。在中国市场占有较大份额、较有影响的公司和 PLC 系列机型有以下几家。

1) 美国罗克韦尔(ROCKWELL)公司 ROCKWELL 公司已把 A-B(艾伦-布拉德利,Allen-Bradley)公司兼并。它有 PC/5 及 SLC-500 型机。

2) GE-FANUC 公司 美国通用电气(GE)公司与日本法那克(FANUC)合资的 GE-FANUC 公司有 90-70 大型机、90-30 系列中型机、90-20 系列小型机。

3) 日本欧姆龙(OMRON)公司 该公司有 P、CPM1A、CPM2A、C200H、C200H α 、CQM1、CQM1H、CJ1、CV、CS1 等机型。大、中、小、微型机都有,各具特色,各有所长,在中国及世界市场上都占有相当的份额。

4) 日本三菱(MITSUBISHI)公司 该公司中小型机 F1 前期在国内用得较多,后又推出 FX2、FX0、FX2N 机。它的大中型机为 A 系列机。

5) 日本松下电工(PANASONIC)公司 该公司有 FP0 系列微型机,FP1 系列箱体式小型机,FP2、FP3、FP10、FP10SH、FP20 模块式机。

6) 日本日立(HITACHI)公司 该公司有 E 系列箱体式机、EM 系列模块式机型。

7) 日本东芝(TOSHIBA)公司 该公司有 EX 及 EX-PLUS 小型机。

8) 日本富士(FUJID)公司 该公司有 NB 系列箱体式小型机、NS 系列模块式机型。

9) 德国西门子(SIEMENS)公司 该公司有 S5 系列的 PLC 产品,如 S5-95U、100U、115U、135U 及 155U,其中 135U、155U 为大型机,I/O 点数可达 6 000 多点,模拟量可达 300 多路。近期推出了 S7 系列机型,有 S7-200(小型)、S7-300(中型)及 S7-400(大型)。

10) 法国施耐德(SCHNEIDER)公司 施耐德公司已把莫迪康(MODICON)公司兼并。它有 984 型 PLC,在最大与最小之间共有 20 多个型号。

国内也有一些厂家从事 PLC 的研制与生产,还有不少国外著名厂商在我国合资建厂,与国外的差距可望逐步缩小。

1.3.2 可编程序控制器的应用

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、轻纺、交通运输、环保及文化娱乐等各个行业,使用情况大致可归纳为如下几类。

1. 开关量的逻辑控制

这是 PLC 最基本、最广泛的应用领域。它取代传统的继电器电路,实现逻辑控制、顺序控制,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,如注塑机、印刷机、订书机械、组合机床、磨床、包装生产线、电镀流水线等。

2. 模拟量控制

在工业生产过程当中,有许多连续变化的量,如温度、压力、流量、液位和速度等,这些连续变化的量称为模拟量。为了使可编程控制器能够处理这些模拟量,必须实现模拟量(Analog)和数字量(Digital)之间的 A/D 转换及 D/A 转换。PLC 厂家都生产配套的 A/D 和 D/A 转换模块,使可编程控制器能够用于模拟量控制。

3. 运动控制

PLC 可以用于圆周运动或直线运动的控制。从控制机构配置来说,早期直接用于开关量 I/O 模块连接位置传感器和执行机构,现在一般使用专用的运动控制模块,如可驱动步进电机或伺服电机的单轴或多轴位置控制模块。世界上各主要 PLC 厂家的产品几乎都有运动控制功能,广泛用于各种机械、机床、机器人、电梯等场合。

4. 过程控制

过程控制是指对温度、压力、流量等模拟量的闭环控制。作为工业控制设备,PLC 能编制各种各样的控制程序,完成闭环控制。PID 调节是一般闭环控制系统中用得较多的调节方法。大中型 PLC 都有 PID 模块,目前许多小型 PLC 也具有此功能模块。PID 处理一般是运行专用的 PID 子程序。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。

5. 数据处理

现代 PLC 具有数学运算(含矩阵运算、函数运算、逻辑运算)、数据传送、数据转换、排序、查表、位操作等功能,可以完成数据的采集、分析及处理。这些数据可以与存储在存储器中的参考值比较,完成一定的控制操作,也可以利用通信功能传送到别的智能装置,或将它们打印制表。数据处理一般用于大型控制系统,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、食品工业中的一些大型控制系统。

6. 通信及联网

PLC 通信含 PLC 间的通信及 PLC 与其他智能设备间的通信。随着计算机控制技术的发展,工厂自动化网络发展迅速,各 PLC 厂商都十分重视 PLC 的通信及联网功能,纷纷推出各自的网络系统。新近生产的 PLC 都具有通信接口,通信非常方便。

1.4 可编程序控制器的性能指标

PLC 的性能指标很多,主要有以下几个方面。

1. 输入输出点数(即 I/O 点数)

I/O 点数即输入输出端子的个数。I/O 点数越多,PLC 可外接的输入开关器件和输出控制器件就越多,控制规模就越大,因此 I/O 点数是衡量 PLC 的一个重要指标。

2. 用户程序存储器容量

用户程序存储器容量决定了 PLC 可以容纳用户程序的长短,一般以字节为单位计算。每 8 位二进制数为一个字节。每 1 024 个字节为 1 kB。中小型 PLC 的存储

容量一般在 8 kB 以下,大型 PLC 的存储容量可达 256 kB~2 MB。

3. 扫描速度

扫描速度是指 PLC 执行程序的速度,是衡量 PLC 控制速度的重要指标。单位为 ms/kB,例如 20 ms/kB 表示扫描 1 kB 用户程序需要的时间为 20 ms。

4. 指令种类及条数

这是衡量 PLC 编程能力强弱的主要指标。指令种类及条数越多,编程功能就越强,即处理能力、控制能力越强。

5. 内部器件的种类和数量

内部器件包括辅助继电器、定时器、计数器、保持继电器、特殊辅助继电器、数据存储器等。其种类和数量越多,控制功能就越强。

在描述 PLC 的内部器件时,经常用到以下术语:位(bit)、数字(digit)、字节(byte)及字(word)或通道(channel)。位是二进制数的一位,仅 1、0 两个取值,分别对应继电器线圈得电(ON)或失电(OFF)及继电器触点的通(ON)或断(OFF)。4 个二进制位构成一个数字。这个数字可以是 0~9(用于十进制数的表示),也可能是 0~F(用于十六进制数的表示)。8 个二进制位构成一个字节。2 个字节构成一个字。字也可作为通道,一个通道含 16 位,或说含 16 个继电器。

6. 智能单元

PLC 不仅能完成开关量的逻辑控制,而且利用智能单元还可完成模拟量控制、位置和速度控制以及通信联网等。智能单元种类的多少、功能的强弱是衡量 PLC 产品水平高低的一个重要指标。各个 PLC 生产厂家都非常重视智能单元的开发,近年来智能单元发展很快,种类日益增多,功能越来越强。

7. 可扩展能力

PLC 的可扩展能力包括 I/O 点数的扩展、存储容量的扩展、联网功能的扩展、各种智能单元的扩展等。在选择 PLC 时,经常要考虑 PLC 的扩展能力。

习 题

1. 什么是可编程序控制器?
2. 可编程序控制器的发展经历了哪几个阶段? 各阶段的主要特征是什么?
3. 可编程序控制器按照 I/O 点数分为几类? 每一类 I/O 点数各是多少?
4. 可编程序控制器有哪些特点? 主要应用在哪些领域?
5. 可编程序控制器的发展方向是什么?
6. 可编程序控制器的基本技术性能有哪些?

第 2 章 可编程序控制器的组成与工作原理

2.1 可编程序控制器的基本结构

2.1.1 PLC 的硬件组成

PLC 采用典型的计算机结构,只不过与普通的计算机相比,它具有较强的与工业控制系统相连接的接口和更直接的适应于控制要求的编程语言。PLC 由中央处理单元(CPU)、存储器、输入输出(I/O)单元、电源、其他接口及外设等组成,如图 2.1 所示。

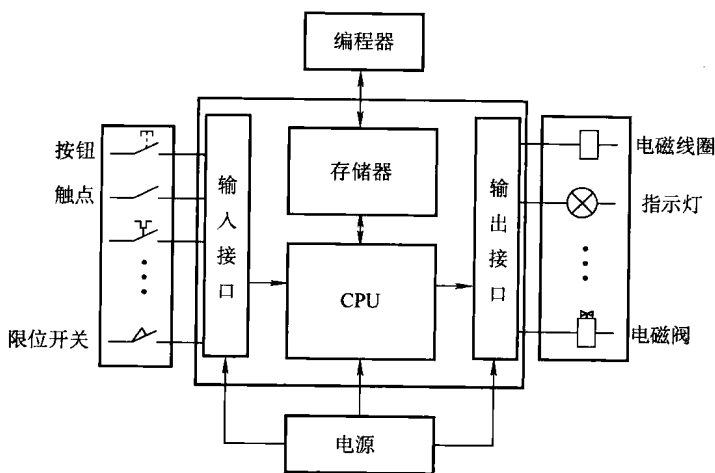


图 2.1 PLC 的硬件组成

2.1.2 PLC 各组成部分的作用

1. 中央处理单元(CPU)

(1) CPU 的功能

CPU 是 PLC 的运算、控制中心。它按照系统程序赋予的功能完成以下任务：

- ①接收并储存从编程器输入的用户程序和数据；
- ②诊断电源与 PLC 内部电路的工作状态和程序的语法错误；
- ③用扫描方式接收输入信号，送入 PLC 的数据寄存器并保存起来；
- ④PLC 进入运行状态后，根据存放的先后顺序逐条读取用户程序，进行解释和

执行,完成用户程序中规定的各种操作;

⑤将用户程序的执行结果送至输出端。

(2) CPU 使用的处理器

现代 PLC 使用的 CPU 主要有以下几种。

1) 通用微处理器(如 8086 等) 通用微处理器价格便宜,通用性强,还有成熟的实时操作系统和丰富的软硬件资源。

2) 单片机(如 8051 等) 单片机集成度高、体积小、价格低,很适合在小型 PLC 上使用,也广泛地应用于 PLC 的智能 I/O 模块。

3) 位片式微处理器(如 AMD2900 系列等) 位片式微处理器是独立于微型机的另一分支。它主要追求运算速度快,以 4 位为一片。用几个位片级联,可以组成任意字长的微处理器。改变微程序存储器的内容,可以改变计算机的指令系统。位片式结构可以使用多个微处理器,将控制任务划分为若干个可以并行处理的部分,几个微处理器同时进行处理。这种高运算速度与可以适应用户需要的指令系统相结合,很适合以顺序扫描方式工作的 PLC 使用。

2. 存储器

存储器可分为以下三种:

①系统程序存储器,常用 ROM 或 EPROM;

②用户程序存储器,一般用 RAM,较先进的用快闪存储器 Flash RAM;

③工作数据存储器,一般用 RAM。

3. I/O 单元

I/O 单元也称为 I/O 模块。PLC 通过 I/O 单元与工业生产过程现场相联系。输入单元接收操作指令和现场的状态信息,如控制按钮、操作开关和限位开关、光电管、继电器触点、行程开关、接近开关等信号,并通过输入电路的滤波、光电隔离和电平转换等将这些信号转化成 CPU 能够接收和处理的信号。输出单元将 CPU 送出的弱电控制信号通过输出电路的光电隔离和功率放大等转换成现场需要的强电信号输出,以驱动接触器、电磁阀、电磁铁等执行元件。

I/O 单元有多种类型,但各种 I/O 单元的原理基本相同。下面介绍几种常用的 I/O 单元,并说明其工作原理。

(1) 开关量输入单元

PLC 的开关量输入单元按照输入端电源类型的不同,分为直流输入单元和交流输入单元。

1° 直流输入单元

直流输入单元应外接 24 V 直流电源,如图 2.2 所示。图中虚线框内为 PLC 内部输入电路,框外左侧为外部用户接线。图中只画出对应于一个输入点的输入电路,各个输入点所对应的输入电路均相同。其中,T 为一光电耦合器,它是将发光二极管

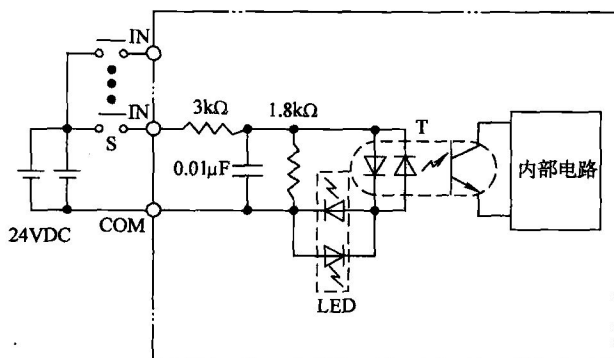


图 2.2 直流输入电路原理

与光电三极管封装在一个管壳中。当二极管中有电流流过时，二极管发光，使光电三极管导通；当二极管中无电流流过时，三极管不导通。发光二极管 LED 指示该点输入状态。输入端的两个电阻起分压限流作用，电容器起高频滤波作用。欧姆龙 PLC 输入单元的外接直流电源的极性是任意的。当 S 闭合时，光电耦合器导通，CPU 访问该路信号时，将该点对应的输入映像寄存器状态置 1；此外，发光二极管 LED 点亮，指示输入开关处于接通状态。当 S 断开时，光电耦合器不导通，CPU 访问该路信号时，将该点对应的输入映像寄存器状态置 0；此外，发光二极管 LED 不亮，指示输入开关处于断开状态。

有的 PLC(例如三菱公司的 PLC)直流输入单元不需要外接电源，称为无源式输入单元。无源式输入单元的内部提供 24 V 直流电源，用户只需将控制按钮或操作开关等接在输入端子和公共端子之间即可，不用再外接电源，简化了输入端的接线。

2° 交流输入单元

交流输入单元应外接交流电源，电路如图 2.3 所示。图中虚线框内为 PLC 内部输入电路，框外左侧为外部用户接线。图中只画出对应于一个输入点的输入电路，其他相同。其中电容 C 为隔直电容，对交流来说，相当于短路。 R_1 和 R_2 构成分压电路。光电耦合器中有两个反向并联的发光二极管。显示用的两个发光二极管也是反向并联的。所以这个电路可以接收外部的交流输入电压，其工作原理与直流输入电路基本相同。

在图 2.2 与图 2.3 所示的输入电路中，输入端子有一个公共端子 COM，即有一个公共汇集点，因此称为汇点式输入方式。除汇点式之外，输入单元还有分组式和分隔式。分组式输入单元的输入端子分为若干组，每组共用一个公共端子和一个电源。分隔式输入单元的输入端子互相隔离、互不影响，各自使用独立的电源。

(2) 开关量输出单元

PLC 的开关量输出单元按输出电路所用开关器件的不同可分为晶体管输出单元、双向晶闸管输出单元、继电器输出单元。