

可编程控制器 技术及应用

夏辛明 编



北京理工大学出版社

332.3

XXM/1

可编程控制器技术及应用

夏辛明 编

北京理工大学出版社

内 容 简 介

可编程控制器,简称PC或PLC,是本世纪70年代初发展起来的一种新型工业自动控制装置。它综合了计算机技术、自动控制技术和通信技术,是应用极为广泛的自动控制设备。

本书共分八章,并附有附录。本书以松下电工的FP1可编程控制器为模型机介绍了可编程序控制器的结构原理、FP1的性能和规格、FP1指令系统、编程器、NPST-GR编程软件、可编程控制器的应用举例以及实验。

本书可作为大专院校有关专业的教材,也可作为厂矿企业的工程技术人员进行技术改造和技术革新的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

可编程控制器技术及应用/夏辛明编. —北京:北京理工大学出版社,1999.5

高校教材

ISBN 7-81045-529-X

I. 可… I. 夏… III. 可编程序控制器-高等学校-教材 IV. TP332.3

中国版本图书馆CIP数据核字(1999)第01810号

责任印制:李绍英 责任校对:李 军

北京理工大学出版社出版
(北京市海淀区白石桥路7号)
邮政编码100081 电话(010)68911824
各地新华书店经售
国防科工委印刷厂印刷

787毫米×1092毫米 16开本 11.25印张 261千字

1999年5月第1版 1999年5月第1次印刷

印数:1—3000册 定价:15.80元

※图书印装有误,可随时与我社退换※

前 言

可编程控制器(简称 PLC 或 PC)是一种工作可靠,编程简单,使用方便,功能完备的控制设备。它能在恶劣的工业环境下工作,容易实现“机电一体化”。可编程控制器把自动化技术、计算机技术、通信技术融为一体,有利于实现工厂自动化的集散式控制;因此,可编程控制器自诞生以来,得到了迅速发展,成为工业控制领域的主流。

我国许多引进的重大工程项目,例如宝钢、中原制药厂等都使用很多可编程控制器,取得了明显的经济效益。推广和应用可编程控制器技术是一项很有意义的工作。

为了适应 PLC 日益广泛应用的形势,全国各高等院校已相继将 PLC 引入教学。北京理工大学自控系自 1988 年起就开始将 PLC 技术应用到科研和教学中,并积累了多年的教学及应用经验。为了满足教学和更多科技人员的需要,我们在原讲义及资料的基础上进行整理,编写成本书。

本书写作的原则是尽量使读者系统地了解可编程控制器的作用、功能和基本原理。本书以松下电工生产的 FP1 系列 PLC 为具体机型进行介绍,通过学会一种机型,达到举一反三的作用。

本书内容共分八章。第一章概述。第二章介绍可编程控制器的结构原理。第三章介绍 FP1 可编程控制器的规格、性能和结构。第四章介绍 FP1 的指令系统;FP1 的 A/D、D/A 转换单元以及 FP1 的通信功能。第五章介绍 FP1 编程器。第六章介绍 NPST-GR(中文 3.1 版本)编程软件。第七章介绍可编程控制器应用实例。第八章为可编程控制器的实验。

本书由全国理工高校成教研究会电工学科委员会主任,北京市高校电工学研究会第五届理事长,北方交通大学电气工程系李守成教授审阅,并提出了许多宝贵意见。在编写过程中,得到了北京理工大学自控系许多同志的热情帮助和支持,在此一并致以衷心的感谢。

由于编者水平所限,书中错漏在所难免,恳请读者不吝指正。

目 录

第一章 可编程控制器概述	(1)
1-1 可编程控制器的产生	(1)
1-2 可编程控制器的发展	(2)
1-3 可编程控制器的优点	(3)
第二章 可编程控制器的结构及原理	(5)
2-1 中央处理器	(5)
2-2 存储器	(6)
(一) 存储器的结构	(7)
(二) 存储器的工作过程	(7)
(三) PLC 中使用的存储器	(7)
2-3 输入接口电路	(8)
(一) 光电耦合电路	(8)
(二) 输入接口电路	(9)
2-4 输出接口电路	(9)
(一) 输出接口电路	(9)
(二) 功率输出电路	(9)
2-5 可编程控制器工作过程简介	(9)
第三章 FP1 可编程控制器的规格、性能及结构	(12)
3-1 FP1 的类型及规格	(12)
3-2 FP1 的技术性能	(16)
3-3 FP1 的内部寄存器及 I/O 配置	(18)
(一) 内部寄存器及 I/O 配置	(18)
(二) I/O 的地址分配	(19)
第四章 FP1 的指令系统	(21)
4-1 基本指令的构成	(21)
(一) 基本指令的类型	(21)
(二) 基本指令的构成	(21)
4-2 基本指令的说明	(22)
(一) 基本指令表	(22)
(二) 基本顺序指令和基本功能指令	(25)
(三) 控制指令	(36)
4-3 高级指令的构成	(44)
(一) 高级指令的类型	(44)
(二) 高级指令的构成	(44)
4-4 高级指令的说明	(45)
(一) 数据传送指令	(45)
(二) 算术运算指令	(49)

(三) 数据比较指令	(53)
(四) 逻辑运算指令	(55)
(五) 数据变换指令	(56)
(六) 数据移位指令	(60)
(七) 位操作指令	(64)
4-5 FP1 的特殊功能及特殊指令	(64)
(一) 脉冲捕捉功能	(65)
(二) 输入延时滤波功能	(65)
(三) 脉冲输出功能	(66)
(四) 高速计数器	(66)
(五) 其它特殊功能指令	(74)
4-6 FP1 的 A/D 和 D/A 转换单元	(76)
(一) A/D 转换单元	(76)
(二) D/A 转换单元	(78)
4-7 FP1 的通信功能	(80)
(一) 通信方式	(80)
(二) 通信协议	(81)
(三) 通信系统的设置	(88)
第五章 编程器	(90)
5-1 FP 编程器的结构	(90)
5-2 指令的输入方式	(92)
5-3 继电器、寄存器和指令的查找	(93)
5-4 FP 编程器的 OP 功能	(93)
(一) OP 功能的查找	(93)
(二) 清除程序和保持区 OP—0	(94)
(三) 删除 NOP 指令 OP—1	(94)
(四) 寄存器的设置和监视 OP—2、3、8、12	(94)
(五) I/O 继电器的监视 OP—7 和 I/O 继电器的强制 ON/OFF OP—10、11	(95)
(六) 系统寄存器的设置和初始化 OP—50、51	(96)
(七) 程序的检查功能 OP—9 和自诊断功能 OP—110	(97)
(八) 其它 OP 功能	(97)
第六章 NPST—GR 编程软件(中文 3.1 版本)	(99)
6-1 NPST—GR 概述	(99)
(一) NPST—GR 的功能	(99)
(二) NPST—GR 的安装	(100)
6-2 NPST—GR 的组成	(101)
(一) 菜单窗口	(101)
(二) 菜单功能总览	(103)
(三) NPST 菜单功能的使用条件及热键操作	(105)
(四) 编程屏	(107)
(五) NPST—GR 的帮助系统	(109)
6-3 程序的建立和编辑	(109)
(一) 建立程序的工作流程	(109)

(二) 建立新程序	(109)
(三) 指令的删除、插入和修改	(111)
(四) 块编辑	(111)
(五) 编辑注释	(111)
(六) NPST 系统设置和 PLC 设置	(113)
6-4 程序管理	(116)
(一) 程序的存盘和调出	(116)
(二) 程序在计算机和 PLC 间的传送	(117)
(三) 文件管理	(117)
(四) 文件的打印输出	(117)
6-5 程序的监控	(118)
(一) 启动和停止监控	(119)
(二) 监控和测试运行	(119)
(三) 动态时序图	(120)
第七章 可编程控制器应用举例	(122)
7-1 程序设计步骤	(122)
7-2 三相交流异步电动机控制	(123)
7-3 机械手控制系统	(124)
7-4 自动售货机的控制	(125)
7-5 卸罐机控制系统	(127)
(一) 卸罐机工作流程简介	(128)
(二) I/O 点的分配	(129)
(三) 梯形图	(130)
7-6 温度控制系统	(133)
(一) PID 控制算法	(133)
(二) PID 控制参数的确定	(134)
(三) 参数的精整	(135)
(四) PID 子程序框图	(136)
(五) 数字滤波子程序设计	(137)
(六) 系统主程序设计	(138)
第八章 实验	(141)
实验一 上机操作练习	(141)
实验二 十字路口交通灯控制	(144)
实验三 乒乓球模拟比赛	(145)
实验四 三层楼电梯的控制	(146)
实验五 行车运行的自动控制	(148)
实验六 子程序调用	(149)
实验七 中断控制	(150)
实验八 寄存器的可调输入	(151)
附录	(152)
附录一 FP1 的 I/O 地址分配表	(152)
附录二 特殊内部继电器一览表	(153)

附录三	特殊数据寄存器一览表	(155)
附录四	系统寄存器一览表	(157)
附录五	OP 功能表	(159)
附录六	键盘指令表	(160)
附录七	非键盘指令表	(161)
附录八	高级指令表	(162)
附录九	输入输出规格表	(171)
参考文献		(172)

第一章 可编程控制器概述

1-1 可编程控制器的产生

随着计算机科学技术的迅速发展和普及,无论是在科学计算,还是在企业管理及工业控制等方面,计算机技术都起着十分重要的作用,并已深入到国民经济的各个领域。在本世纪60年代,计算机技术开始应用到工业控制领域;然而,由于计算机的技术复杂,对于不熟悉计算机语言的工程技术人员来说,编程不易掌握,加之计算机价格昂贵等原因,限制了计算机在工业控制领域的广泛应用。

在市场经济的推动下,人们要求工业产品品种齐全、质量优越,性能稳定,运行可靠,使用方便等。为适应市场的需求,工业产品的品种和型号就要不断地更新换代,从而使产品的生产线及其控制系统不断地修改或再设计。在60年代,生产线的控制系统多采用继电接触控制,其优点是简单易懂、操作方便,价格较低;缺点是硬设备多,接线复杂。修改一条生产线,要更换许多硬设备,进行复杂的接线,既浪费了许多硬设备又延长了施工周期,增加了产品的成本。于是人们寻求研制一种新型的通用控制设备,取代原来的继电接触控制系统,使其保留继电接触控制系统的优点,吸收计算机技术的功能丰富,控制灵活,通用性强等优点。在修改或设计控制系统时,尽量减少硬设备,简化接线,缩短修改或设计周期,降低生产成本;把计算机的编程和程序的输入加以简化,使编程语言面向用户,面向工业控制;这种新型的通用控制设备要适于在工业环境下运行。根据上述要求,1968年,美国通用汽车公司(GM)液压部,提出了十项招标指标:

- (1) 编程简单,可在现场修改和调试程序。
- (2) 维护方便,各部件最好采用插件方式。
- (3) 可靠性高于继电器控制系统。
- (4) 设备体积要小于继电器控制柜。
- (5) 数据可以直接送给管理计算机。
- (6) 成本可与继电器控制系统相竞争。
- (7) 输入量是115 V交流电压。
- (8) 输出量为115 V交流电压,输出电流在2 A以上,能直接驱动电磁阀。
- (9) 系统扩展时,原系统只需作很小的变动。
- (10) 用户程序存储器容量能扩展到4 K字节。

美国数字设备公司(DEC)中标,于1969年研制成功了一台符合要求的控制器,称为可编程控制器,在通用汽车公司(GM)的汽车装配线上试验获得成功。由于这种控制器适于工业环境,便于安装,占用空间小,可以重复使用,通过编程来改变控制规律,完全可以取代继电接触控制系统,因此在短时间内可编程控制器的应用很快就扩展到其它工业领域。

美国电气制造商协会(NEMA)经过4年的调查,于1980年把这种控制器正式命名为可编程控制器(Programmable Controller),英文缩写为PC。为了与个人计算机PC(Personal

Computer)相区别,往往在PC中加入L(Logical)而写成PLC。本书将可编程控制器称为PLC。

国际电工委员会(IEC)于1982年颁布了可编程控制器标准草案第一稿,1987年2月颁布了第三稿,对可编程控制器定义如下:

可编程控制器是一种数字运算操作的电子系统,专为在工业环境下应用而设计的。它采用可编程的存储器,用来在其内部存储执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算等操作指令,并通过数字式和模拟式的输入和输出,控制各种类型的机械或生产过程。可编程控制器及其有关设备,都应按易于与工业控制系统形成一个整体,易于扩展其功能的原则设计。

可编程控制器的出现,立即引起了各国的注意。日本于1971年引进了可编程控制器技术;德国于1973年引进了可编程控制器技术。我国于1973年开始研制可编程控制器,1977年应用到工业生产线上。

1-2 可编程控制器的发展

可编程控制器经过二十多年的发展,现已形成了完整的工业控制器产品系列,其功能从初期的仅有计时、计数及逻辑运算等简单功能,发展到目前的具有接近于计算机的强有力的软硬件功能,如浮点运算、数据传送和比较、文件传送、诊断、逻辑判断、中断控制、人机对话及网络通讯等功能。随着半导体工艺的进步,使PLC的产品外观尺寸日趋小型化,组合化,从而为机电一体化产品提供了基础。目前,PLC产品已成为控制领域中最常见、最重要的控制装置之一,它代表了当前电子程控技术的发展潮流,其应用已渗透到国民经济的各个领域,正发挥着日益明显的重要作用,因而在世界各国受到越来越高度的重视。根据日本电气自控机器工业协会(NECA)的调查表明,PLC技术、CAD/CAM和工业机器人将成为实现工业自动化的三大支柱,是控制领域中不可缺少的战略性产品,日本将发展和应用PLC技术作为基本国策之一。

美国权威杂志《控制工程》(Control Engineering)1989—1990年汇总了6640家工业企业的工业控制资料,进行了专项调查,结果表明,自1987年到1989年间,PLC的应用从73%增加到89%。调查还指出,今后PLC在生产过程控制中的应用还将大幅度地增加,其市场年增长率将保持在两位数。由此可见PLC在工业各领域中应用前景之广泛!

以美国GM公司为例,1987年其工业区安装了近2万台PLC,2千台工业机器人,若包括可编程智能设备,总数近4万台。至1990年上述设备增长了5倍达20万台之多,实现了工厂自动化的全面要求。

目前,世界上各类PLC的生产厂家达二百余家,仅美国就有近百家厂商,其中著名的厂家有:A·B、GE、DEC、MODICON、GOULD等公司,仅A·B公司一家就占了美国国内市场总销售量的40%。日本的主要厂商有:TI、西屋、三菱、富士、立石等公司。德国的主要厂商有:SIEMENS、BBC、AEG等公司。

通常PLC机以输入输出点(I/O)的多少进行分类。I/O点在64个以下的称为超小型机;I/O点在65—128点的为小型机;I/O点在129—512点的为中型机;I/O点在513—896点的为大型机;I/O点在896点以上的称为超大型机。PLC的I/O点数越多,其存储容量越大,功

能也越强。

1980年美国可编程控制器年会曾指出,PLC将朝着两个方向发展。一个方向是向着大型化、复杂化、高功能化、多层分布式工厂全自动网络化方向发展。以美国GE公司的GENETWO工厂全自动化网络系统为代表,它具有逻辑运算、计时、计数、数值运算、模拟调节、监控、记录显示、计算机接口、数据传送、中断控制、智能控制、过程控制、远程控制等功能。该系统配备GE/BASIC,向上能与上位机进行通信,向下能直接控制CNC数控系统和机器人,并通过下级PLC控制执行机构;操作台上可配备Factory Master数据采集系统和分析系统及Vie-Master彩色图象图解系统,实现了整个工厂的管理与控制的自动化。

可编程控制器的另一个方向是朝着小型化,超小型化方向发展。微处理器的出现,标志着电子技术,特别是集成电路技术的飞跃,它为PLC的发展带来了深刻的影响;为PLC机向小型化超小型化提供了条件。PLC的小型、超小型产品,适合小型分散、低要求的市场,以适应单机控制和机电一体化的要求,机电一体化的关键是控制器的超小型化。根据调查,美国机床行业采用的超小型机几乎占了PLC机市场的四分之一,就范围和数量而言,超小型机的常规应用还远未达到饱和,今后还会有更大的应用市场。以日本松下电工公司的FP1小型机为例,该产品有C16~C72多种规格,已形成系列化。虽然是小型机,但性能价格比较高,其硬件配置较齐全。除主机外,可加扩展模块对I/O口进行扩展,I/O点可以扩展到几百个点;机内设有高速计数器,输入频率可高达10kHz;输出端可输出频率可调的脉冲信号;有8个中断源可进行中断控制;设有RS-232C接口,可以和微机进行通信;并可通过NPST开发软件在微机上用梯形图或指令语句进行编程。

FP1的指令较丰富,多达150多条。除能进行一般的逻辑运算、算术运算、计时、计数外,可进行8位、16位、32位数据的传输和变换。控制指令包括:中断控制指令、子程序调用指令、跳转指令等等,此外还有许多特殊功能指令,如脉冲输出、高速计数、输入延时滤波、脉冲捕获、凸轮控制、步进控制等指令。丰富的指令为用户提供了极大的方便。

PLC机在基本控制方面的编程语言采用梯形图编程。美国、英国、日本的梯形图都已标准化;法国目前采用专用编程语言GRA-FCET;德国采用DIN40719标准编程语言。国际电工委员会(IEC)在制定PLC的编程语言时认为:主要的程序组织语言是顺序执行功能表。功能表的每个动作和转换条件可以运用梯形图编程,这种方法使用方便,容易掌握,很受电气技术人员的欢迎,也是PLC能迅速推广使用的一个重要因素。然而,它在处理一些较复杂的运算及通信和打印报表时显得效率低,灵活性差,尤其是用于通信时更显得笨拙,因此,在原来梯形图编程语言的基础上加入了高级语言,如BASIC、PASCAL、C、FORTRAN等语言,至于采用哪种语言则与特定的硬件有关。

PLC的编程工具一般以三种类型来满足不同层次的需要,①手持式或简易式编程器,供电气技术人员使用;②便携式图形编程器,具有一定支持功能,价格较适中;③CRT图形编程器,具有良好的编辑功能和支持功能,但价格较贵。目前多数PLC厂商都为自己的产品开发了梯形图编程软件,可以在个人微机上对PLC进行编程。

1-3 可编程控制器的优点

可编程控制器经过二十多年的发展,已日臻完善,和传统的继电接触控制相比较,它具

有如下优点：

(1) 由于采用了大规模集成电路和计算机技术，因此可靠性高、逻辑功能强，且体积较小。

(2) 在需要大量中间继电器、时间继电器和计数器的场合，PLC 无需增加硬设备，利用微处理器及存贮器的功能，就可以很容易地完成这些逻辑组合和运算，并大大减少了复杂的接线，从而降低了控制成本。

(3) 由于 PLC 采用软件编制程序来完成控制任务，所以随着要求的变更对程序的修改显得十分方便。

(4) PLC 采用了面向用户的梯形图编程，从用户的角度来看，它已不具有计算机编程的复杂性，编程变得轻而易举。

(5) PLC 是在恶劣的工业环境下运行的，因而它的设计原则是高可靠性，高抗干扰能力，坚固耐用和密封性好。其平均无故障时间约为 5 万小时，可经受 $1000\text{ V}/1\mu\text{s}$ 矩形脉冲的干扰。

(6) PLC 的输入输出端口可以和工业现场的强电信号相接，如交流 220 V，直流 24 V，并可直接驱动功率部件（一般负载电流为 2 A）。

(7) PLC 一般具有模块结构，可以针对不同的控制对象进行组合和扩展，以满足不同的工业控制需要。

(8) PLC 具有完善的监控及诊断功能，内部工作状态、通信状态、I/O 点的状态及异常状态均有醒目的显示，维修人员可以及时准确地发现和排除故障，大大缩短了维修时间。

第二章 可编程控制器的结构及原理

可编程控制器实质上是一种工业控制专用计算机,其系统的实际组成与微机基本相同,一般由以下五个部分组成:

- (1) 中央处理器。进行逻辑和数学运算,控制整个系统使之协调地工作。
- (2) 存贮器。用于存放系统的监控程序,用户程序,逻辑变量和一些其它信息。
- (3) 接口电路。它是PLC与现场设备以及外围设备的联系通道。如输入/输出接口、键盘/显示接口、通信接口和扩展接口等等。
- (4) 输入/输出电路。输入电路用来对输入信号进行隔离和电平转换;输出电路用来对PLC的输出结果进行放大和电平转换,驱动现场设备。
- (5) 电源。包括系统电源、备用电源和掉电保护电源等。

(5) 电源。包括系统电源、备用电源和掉电保护电源等。

PLC的结构示意图,如图2-1所示。

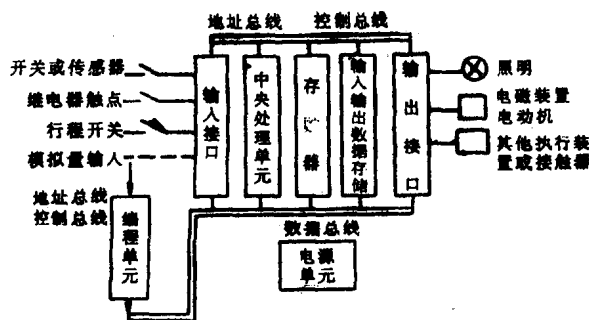


图 2-1 PLC 结构示意图

2-1 中央处理器

PLC的中央处理器CPU和通用微机CPU一样,它在PC控制系统中的作用类似于人体的中枢神经,控制所有其它部件的操作。CPU一般由运算器、控制电路和寄存器组成,这些电路都集成在一个电路芯片上,并通过地址总线、数据总线和控制总线与存贮器,输入输出接口电路相连接。

CPU按照PLC中系统程序所赋予的功能工作:接收并存贮从编程器键入的用户程序和数据;用扫描方式接收现场输入设备的状态或数据,并将输入状态或数据存入输入状态表或数据寄存器中;诊断电源、PLC内部电路的工作状态和编程过程中的语法错误等;PLC在进入运行状态后,从存贮器中逐条读取用户程序,经过指令解释后按指令规定的任务产生相应的控制信号,去启闭有关的控制门电路,分时、分渠道地去执行数据的存取、传送、组合、比较和变换等操作,完成用户程序中规定的逻辑或算术运算等任务;根据运算结果更新有关标志位的状态和输出状态寄存器的内容,然后根据输出状态寄存器或数据寄存器的内容,实现对输出的控制,制表打印或数据通信等功能。

PLC常用的CPU主要采用通用的微处理器、单片机和双极型位片式微处理器。通用微处理器常用的是8位或16位机,如Z80A、8085、8086、6502、M6800、M6809、M68000等。单片机常用的有8031、8039、8049、8051、8098等。双极型位片式微处理器常用的有AM2900、AM2901、AM2903等。

小型 PLC 中,多采用 8 位微处理器和单片机;中型 PLC 中,多采用 16 位微处理器和单片机;大型 PLC 中,多采用高速位片机。

在低档 PLC 机中,采用 Z80A 做为 CPU 较为普遍,Z80A 用于 PLC 中有以下优点:

(1) Z80(或 Z80A)CPU 及其配套芯片价廉、普及、通用,用此芯片制成的 PLC,给维修及推广普及带来了方便。

(2) Z80 有独立的 I/O 指令,且指令的格式较短,这样有利于缩短扫描周期。

(3) 由于 Z80 I/O 指令格式较短,相应的 I/O 设备编码也较短,因此,相应的译码电路较简单。

(4) 由于 Z80 的 I/O 地址采用存储器映射方式,因而在设计系统程序时,对 I/O 与存储器的寻址容易区别。

自 1976 年美国 Intel 公司推出单片机以来已有不少 PLC 产品采用单片机作为 CPU。例如日本三菱公司 F 系列的 PLC 就是采用了 MCS—48 系列单片机 8039 和 8049 作为微处理器。1980 年 Intel 公司推出了 MCS—51 系列单片机,其集成度更高,功能更强。1983 年该公司又研制出字长为 16 位,运行速度比 MCS—51 系列更快的 MCS—96 系列单片机,为 PLC 的开发和应用带来了美好的前景。用单片机做 PLC 的 CPU 有以下特点:

(1) 高集成度。以 MCS—51 系列中 8051 为例,其芯片中包含了 4 K 字节的 ROM,128 个字节的 RAM,4 个 8 位并行口,1 个双全工串行口,2 个 16 位定时/计数器和 1 个功能很强的中央处理器。

(2) 高可靠性。单片机属于工业品,能在常温下工作;单片机的总线大多在芯片内部,不易受干扰,且单片机应用系统体积小,容易采取屏蔽等措施,故可靠性比较高。

(3) 高功能、高速度。在 MCS—51 系列单片机的指令系统中具有算术、逻辑运算指令,转移指令及位操作功能,时钟频率可达 12 MHz。

(4) 价格低。由于有以上优点,使其在销售市场上很受欢迎,因而产量大,价格也低廉。

在大型的 PLC 产品中,大多采用位片式微处理器,如 AB 公司的 PLC—2/20,GE 公司的 GE—VI,歌德公司的 MICRO984,西门子公司的 S5—150U 等等。位片式微处理器主要有以下优点:

(1) 速度快。位片式微处理器采用双极型工艺,所以比一般的 MOS 型微处理器在速度上快一个数量级。

(2) 灵活性强。单片机的字长、结构和指令系统是固定的,而位片机具有 CPU 一切必要的部件,位片的宽度有 2 位,4 位和 8 位几种。用几个位片进行级联,可组成任意位长的微机。此外,位片式微处理器都采用微程序设计,通过改变微程序存储器的内容就可以改变机器的指令系统,用户可以自行定义指令,从而大大简化了软件程序设计。

(3) 效率高。位片式微处理器易于实现“流水线”操作,即重叠操作,能更有效地发挥其快速的特点。

2-2 存 贮 器

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、逻辑变量和其它一些信息。系统程序,是指控制 PLC 完成各种功能的程序。这些程序是由 PLC 的生产厂家编

写的,并固化到 PLC 的只读存储器(ROM)中。用户程序,是指用户根据工程现场的生产过程和工艺要求编写的控制程序。用户程序由用户通过编程器输入到 PLC 的随机存储器(RAM)中,允许修改,由用户启动运行。

(一) 存储器的结构

存储器一般由存储体、地址译码电路、读写控制电路和数据寄存器组成,如图 2-2 所示。

存储体由存储单元构成,每个存储单元可以存放一个二进制数据,所以存储体实际上是存储数据的存储单元的集合。存储单元的数量叫存储器的容量。每个存储单元都有一个编号,这个编号就叫做存储器的单元地址。存储单元中所存放的二进制数据,叫做该单元的内容。

地址译码电路的作用,是根据地址总线上的地址编码选中相应的存储单元。

读/写控制电路的作用是将选中的存储单元的内容读到数据寄存器中,或者将数据寄存器的内容写到选中的存储单元中。

数据寄存器的作用是存放从存储单元读出的数据,或者存放从数据总线送来并准备写到存储单元去的数据。

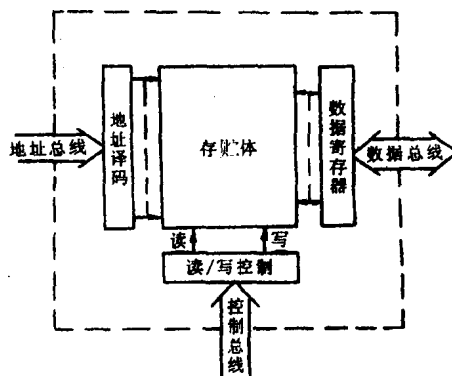


图 2-2 存储器结构

(二) 存储器的工作过程

数据的写入过程:首先将要写入的数据通过数据总线送到数据寄存器;再通过地址总线给出存储单元的地址,经地址译码电路选中相应的单元;然后,控制总线发出写命令,这样就把数据寄存器中的数据写入到选中的存储单元中去了。

数据的读出过程:首先地址总线给出要读的存储单元的地址;地址译码电路选中相应的存储单元;控制总线发出读命令,由地址译码电路选中的存储单元的内容就读到数据寄存器中去了。

(三) PLC 中使用的存储器

在可编程控制器中使用两种类型的存储器,只读存储器 ROM(Read - Only Memory)和随机存储器 RAM(Random Access Memory)。

只读存储器 ROM 中的内容是由 PLC 的制造厂家写入的,永远驻留在 ROM 中。它存放着制造厂家编写的系统程序。包括以下内容:

(1) 自检程序:PLC 加电后,首先由自检程序检查 PLC 的各部件运行是否正常,并将检查结果显示给操作人员。

(2) 键盘输入处理程序:用来解释、执行用户从编程器键盘上输入的命令,将用户的程序输入到 RAM 中,并在显示器上显示输入的命令。

(3) 翻译程序:把用户编写的控制程序翻译成机器码;对用户的程序进行语法检查。

(4) 信息传递程序:将 RAM 中的用户程序传送到外存储器中,如可擦可写的只读存储器

EPROM 或盒式磁带；或将外存贮器中的内容传送到 RAM 中。

(5) 监控程序：相当于系统的总控程序，根据用户的需要调用相应的内部程序。例如，用户通过面板选择开关选择了编程工作方式时，则监控程序就调用“键盘输入处理程序”，将用户从键盘输入的程序送到 RAM 中去；当面板开关置于运行工作方式时，则监控程序就启动用户程序使之运行。系统程序还包括各种功能子程序、功能子程序调用管理程序和各种系统参数等等。

随机存贮器 RAM 是可以读、写的存贮器。读出时，其内容不被破坏；写入时，新写入的内容就会覆盖原有的内容。为了防止掉电后 RAM 中内容的丢失，可编程控制器使用电池对 RAM 供电。这样在 PLC 掉电后，RAM 仍有电池供电，使得 RAM 的内容不致丢失。

RAM 中一般存放以下内容：

(1) 用户程序：在编程工作方式下，用户从键盘输入的控制程序经过处理后，存放在 RAM 的低地址区。

(2) 逻辑变量：RAM 中的若干存贮单元之用来存放逻辑变量。这些逻辑变量在可编程控制器中称为：输入继电器、输出继电器、内部辅助继电器、保持继电器、锁存器、移位继电器、定时器、计数器、数据寄存器等等。

(3) 供内部程序使用的工作单元。如堆栈寄存器、栈区、信号状态寄存器、程序扫描首地址，梯形图首地址，EPROM 工作单元等。

2-3 输入接口电路

输入接口电路是可编程控制器和控制现场接口连接的输入通道。现场输入信号可以是按钮开关、选择开关、行程开关、限位开关以及传感器输出的开关量或模拟量。这些信号都要经过输入接口电路送入 PLC 中。输入接口电路一般由光电隔离电路和输入接口电路组成。

(一) 光电耦合电路

光电耦合电路的核心部分是光电耦合器，它由发光二极管和光电三极管组成，其原理电路如图 2-3。

当按钮 x_0 闭合时，指示灯 D_1 及光电耦合器内的发光二极管点亮，表明 x_0 闭合，光电三极管受光照射而导通，输出 V_0 变为低电平。反之， x_0 断开时，输出 V_0 为高电平。电阻 R_2 和电容 C_1 有消除按钮抖动的作用。由于采用了光电耦合器，使输入电路的抗干扰能力大为提高，其原因如下：

(1) 输入和输出之间为光信号耦合，在电性能上是完全隔离的，因此，输出信号不会反馈到输入端。此外，输入端和输出端不共地，也不会产生地线干扰和其它串扰。

(2) 输入端是发光二极管，其正向导通电阻较小，约为 $100\ \Omega \sim 1\ \text{k}\Omega$ ，而外界干扰源的内阻一般都比较大，因此，干扰源馈送到输入端的分量也很小。

(3) 发光二极管是电流型器件，尽管外界干扰源的电压幅度较高，但其内阻大能量小，不足以产生足够的电流使发光二极管发光，从而抑制了干扰信号。

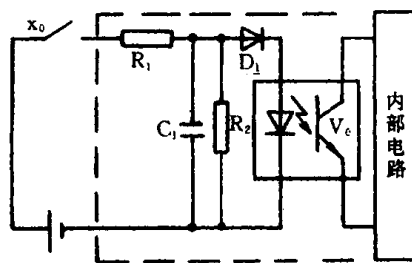


图 2-3 光电耦合电路

(二) 输入接口电路

输入接口电路由输入数据寄存器、选通电路和中断请求逻辑组成。当 PLC 进入输入采样阶段时,发出中断请求信号,选通电路选中输入数据寄存器,把输入信号的状态通过光电耦合电路送到输入数据寄存器,然后通过数据总线送给 CPU。

2-4 输出接口电路

可编程控制器通过输出接口电路向现场执行部件输出相应的控制信号。现场执行部件包括电磁阀、继电器、接触器,灯具、电热器、电机等。输出接口电路一般由输出接口电路和功率放大电路组成。

(一) 输出接口电路

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组成。当 PLC 进入到刷新阶段时,CPU 发出中断请求,选通电路选中输出数据寄存器,通过数据总线把 CPU 的运算结果传送给输出数据寄存器;输出数据寄存器的输出经过功率放大,将结果送给现场的执行部件。

(二) 功率输出电路

为了适应工业控制的要求,要将输出数据寄存器的 CMOS 信号进行功率放大。可编程控制器输出电路的形式一般有三种:继电器输出、晶体管输出和可控硅输出,如图 2-4 所示。

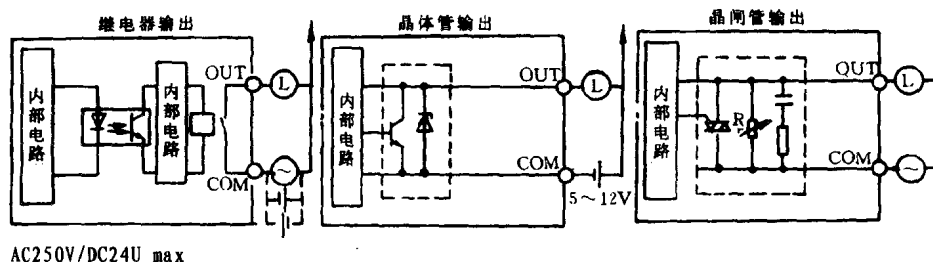


图 2-4 PLC 的输出接口电路

继电器型输出电路:负载电流大于 2 A,响应时间为 8—10 ms,机械寿命大于 10^6 次。

晶体管型输出电路:负载电流约为 0.5 A,响应时间小于 1 ms,漏电流小于 $100\mu\text{A}$,最大浪涌电流约为 3 A,输出数据寄存器和功率放大器之间采用光电耦合方式,响应时间为微秒级。

可控硅型输出电路:一般采用三端双向可控硅做为输出,其耐压较高、负载能力较大、响应时间为微秒级。

2-5 可编程控制器工作过程简介

低档的 PLC 机,它的系统程序和普通微机一样,事先已由 PLC 制造厂家编好并固化在