



复旦卓越·普通高等教育21世纪规划教材
国家示范性高等职业院校重点专业建设项目成果
机电类与汽车类专业核心课程

PLC与单片机 应用技术

易磊 黄鹏 主编

014032650

TM571.61

26

复旦卓越·普通高等教育 21 世纪规划教材
国家示范性高等职业院校重点专业建设项目成果
机电类与汽车类专业核心课程

PLC 与单片机应用技术

主 审 谢培甫

主 编 易 磊 黄 鹏

副主编 谢惠超 赵 阳 黄 英

参 编 曹悦彬 卜才力



复旦大学出版社



北航

C1720958

TM 571 .61

26

图书在版编目(CIP)数据

PLC 与单片机应用技术/易磊,黄鹏主编. —上海:复旦大学出版社,2012. 12
(复旦卓越·普通高等教育 21 世纪规划教材)
ISBN 978-7-309-09321-6

I. P… II. ①易…②黄… III. ①plc 技术-高等学校-教材②单片微型计算机-高等学校-教材 IV. ①TM571.6②TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 254475 号

PLC 与单片机应用技术

易磊 黄鹏 主编

责任编辑/张志军

复旦大学出版社有限公司出版发行

上海市国权路 579 号 邮编:200433

网址:fupnet@fudanpress.com http://www.fudanpress.com

门市零售:86-21-65642857 团体订购:86-21-65118853

外埠邮购:86-21-65109143

江苏省句容市排印厂

开本 787×1092 1/16 印张 15.5 字数 331 千

2012 年 12 月第 1 版第 1 次印刷

ISBN 978-7-309-09321-6/T·461

定价:31.00 元

如有印装质量问题,请向复旦大学出版社有限公司发行部调换。

版权所有 侵权必究



北航

C1720958

内 容 简 介

本书根据机电与汽车类专业高技能型人才的培养要求,结合机械制造类企业的实际需要,并在考虑高等职业教育教学要求和学生特点的基础上,以模块构建实践教学体系,以项目任务驱动教学内容。

本书以日本三菱 FX2N 系列和欧姆龙 CP 系列 PLC 为样机,通过由易到难的实际应用项目,引导学生熟悉相关国家标准和机械行业规范,学会合理运用 PLC。通过项目实施,使学生具备较强的 PLC 控制系统安装、调试、维护与故障诊断能力。本书还以机电控制系统中常用的 89C51 型单片机为主线,精心设计了与机电控制相关的实际应用项目,通过项目的实践教学,将单片机的硬件结构、工作原理、指令系统、汇编语言程序设计、接口技术和中断系统等相关知识融入到具体实践项目中,通过理论与实践一体化的教学,培养学生对单片机控制系统的安装、调试、维护与故障诊断能力。

本书可作为高等职业院校机电类与汽车类专业的教材,也可作为机械企业 PLC 和单片机应用技术培训教材,还可供机械企业相关技术人员参考。



Preface

前 言

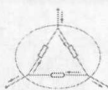
可编程逻辑控制器(PLC)是一种新型的、具有极高可靠性的通用工业自动化控制装置。它以微处理器为核心,有机地将微型计算机技术、自动化控制技术和通信技术融为一体,具有控制能力强、可靠性高、配置灵活、编程简单和易于扩展等优点,是当今及今后工业控制的主要手段和重要的自动化控制设备。随着控制技术的发展,现代 PLC 得到了迅猛发展,不仅可实现逻辑控制,还可实现数字控制。PLC 技术与 CAD/CAM 技术、数控技术和机器人技术一起被称为当代工业自动化的四大支柱。

单片机又称为微控制器,是微型计算机的一个重要分支,是集 CPU, RAM, ROM, I/O 接口和中断系统于同一芯片的器件。进入 21 世纪,单片机发展迅速,各类产品不断涌现,出现了许多高性能机型,其技术已与 PLC 技术一起成为当代工业自动化的支柱之一。

近年来,日本三菱公司生产的 FX 系列 PLC、日本欧姆龙公司生产的 CP 系列 PLC 和基于 89C51 的单片机在我国工业控制领域得到广泛应用。因此,本教材以 FX2N 系列 PLC、欧姆龙 CP 系列 PLC 和 89C51 单片机为样机,根据机械制造类企业的要求,结合高等职业教育的特点,从机电技术应用的角度出发,理论与实践相结合,侧重于介绍 PLC 和单片机的应用技术,并精选了 PLC 和单片机在机电控制系统中的实际应用项目,通过项目的实施,提高学生的职业技能。

全书分为 5 个部分,第一部分为 PLC 概述;第二部分为三菱 FX2N 系列 PLC 实践项目,包含 3 个项目;第三部分为欧姆龙 CP 系列 PLC 实践项目,有 6 个实践项目;第四部分为单片机概述;第五部分为单片机实践项目,包含 3 个实践项目。书末有 PLC 与单片机习题,方便教学,还有相关附录,便于学生对相关指令和控制程序的查询。

本书由易磊、黄鹏主编,谢惠超、赵阳、黄英任副主编。湖南交通职业技术学院易磊编写了三菱 FX2N 系列 PLC 项目 2 和项目 3 部分;湖南交通职业技术学院谢惠超编写



了PLC概述部分;陕西国防工业职业技术学院赵阳编写了欧姆龙CP系列PLC部分;湖南交通职业技术学院黄鹏编写了单片机两个部分;苏州经贸职业技术学院黄英编写了三菱FX2N系列PLC项目1;湖南交通职业技术学院曹悦彬和卜才力参与了本书的程序调试与文字校对工作。全书由湖南交通职业技术学院机电工程学院谢培甫教授主审。

本书在编写过程中得到了湖南交通职业技术学院和陕西国防工业职业技术学院领导的大力支持,还得到了浙江天煌科技实业有限公司的帮助,编者在此一并表示衷心感谢!

由于编者水平和时间有限,书中错误和不妥之处在所难免,敬请专家、同仁、读者批评指正。

编者

2012年9月

Contents

目 录

第一部分 PLC 概述	1	1.5.2 PLC 控制系统的配线	22
1.1 PLC 基本知识	1	1.6 PLC 控制系统的调试	23
1.1.1 PLC 的产生	1	1.7 PLC 控制系统的自动检测功能 及故障诊断	24
1.1.2 PLC 的定义	2	1.8 PLC 控制系统的维护与检修	27
1.1.3 PLC 的特点	3		
1.1.4 PLC 的应用	4	第二部分 三菱 FX2N 系列 PLC 实践 项目	28
1.1.5 PLC 的分类	4	2.1 项目 1 三相异步电动机的 PLC 控制	28
1.1.6 PLC 的发展	5	项目任务要求	28
1.1.7 PLC 的主要技术指标	6	项目分析	28
1.2 PLC 的结构与工作原理	7	相关知识	28
1.2.1 PLC 的结构	7	项目实施	44
1.2.2 PLC 的工作原理	8	2.2 项目 2 自动配料系统的模拟 控制	45
1.3 PLC 的编程语言	11	项目任务要求	45
1.3.1 梯形图语言	11	项目分析	45
1.3.2 助记符语言	12	相关知识	46
1.3.3 流程图语言	12	项目实施	50
1.3.4 逻辑图语言	14	2.3 项目 3 机械手动作的模拟 控制	53
1.3.5 高级语言	14	项目任务要求	53
1.4 PLC 控制系统设计	14	项目分析	53
1.4.1 PLC 控制系统的总体 设计	14	相关知识	53
1.4.2 PLC 控制系统的设计 步骤	16	项目实施	74
1.4.3 控制程序设计	18		
1.4.4 PLC 电控系统的抗干扰 设计	20		
1.5 PLC 控制系统的安装与配线	22		
1.5.1 PLC 控制系统的安装	22		



第三部分 欧姆龙(OMRON)CP 系列 PLC

实践项目 78

3.1 项目 1 PLC 编程软件的使用

使用 78

项目任务要求 78

相关知识 78

项目实施 82

3.2 项目 2 CP 系列 PLC 常用基本指令编程练习

指令编程练习 82

项目任务 82

相关知识 83

项目实施 87

3.3 项目 3 三相异步电动机点动、连续运行控制编程训练

连续运行控制编程训练 88

项目任务 88

相关知识 88

项目实施 89

3.4 项目 4 CP 系列 PLC 功能指令编程练习

编程练习 91

项目任务 91

相关知识 91

项目实施 100

3.5 项目 5 计数器灯光 PLC 控制

控制 101

项目任务 101

相关知识 101

项目实施 102

3.6 项目 6 机电设备装配流水线的控制

控制 102

项目任务 102

相关知识 103

项目实施 103

第四部分 单片机概述 108

4.1 单片机基本知识 108

4.1.1 单片机及其应用 108

4.1.2 MCS-51 系列单片机 114

4.2 MCS-51 单片机结构和原理 115

4.2.1 MCS-51 单片机的内部组成及信号引脚

成及信号引脚 115

4.2.2 MCS-51 单片机的数据存储器

存储器 117

4.2.3 MCS-51 单片机的程序存储器

存储器 123

4.3 并行输入/输出口电路结构 124

4.4 时钟电路与复位电路 126

4.4.1 时钟电路与时序 126

4.4.2 单片机的复位电路 128

4.5 单片机和 ECU 的工作过程 129

4.6 单片机 I/O 扩展 131

4.6.1 最小应用系统的构成 131

4.6.2 MCS-51 单片机的外部扩展特性

特性 131

4.7 单片机开发过程 133

4.7.1 单片机开发系统 133

4.7.2 单片机应用系统设计 134

第五部分 单片机实践项目 137

5.1 项目 1 闪烁灯的单片机控制

控制 137

项目任务要求 137

项目分析 137

相关知识 137

项目实施 157

5.2 项目 2 循环灯的单片机控制

控制 160

项目任务要求 160

项目分析 160

相关知识 160

项目实施 179

5.3 项目 3 电动机的单片机控制

控制 181

项目任务要求	181	习题 3	208
项目分析	182		
相关知识	182	附录 A FX 系列 PLC 实训设备及编程 软件的使用	211
项目实施	196	附录 B FX2N 系列 PLC 功能指令一 览表	223
PLC 基础习题	199	附录 C ASCII 码字符表	227
习题 1	199	附录 D MCS-51 系列单片机指 令表	228
习题 2	200	附录 E 单片机常用子程序	230
习题 3	202	参考文献	239
单片机基础习题	205		
习题 1	205		
习题 2	206		

第一部分

PLC 概 述

1.1 PLC 基本知识

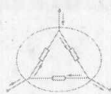
1.1.1 PLC 的产生

在可编程逻辑控制器(PLC)出现以前,工业生产中广泛使用的电气控制系统是继电器控制系统。它是由成百上千只各种继电器构成复杂的控制系统,不仅需要成千上万根导线连接起来,而且需要大量的继电器控制柜安装这些继电器,并占据着巨大的空间。当这些继电器运行时,又产生巨大的噪声,消耗大量的电能。为保证控制系统的正常运行,需安排大量的电气技术人员进行维护,有时某个继电器的损坏,甚至某个继电器的触点接触不良,都会影响整个系统的正常运行。如果系统出现故障,要进行检查和排除故障非常困难,全靠技术人员长期积累的经验。在生产工艺发生变化时,可能需要增加很多的继电器或继电器控制柜,重新接线或改线的工作量很大,甚至可能需要重新设计控制系统。尽管如此,这种控制系统的功能也仅仅局限在能实现具有粗略定时和计数功能的顺序逻辑控制。因此,人们迫切需要一种新的工业控制装置来取代传统的继电器控制系统,使电气控制系统工作更可靠、更容易维修、更能适应经常变化的生产工艺要求。

20 世纪 60 年代,随着电子技术的发展,出现了晶体管和中小规模集成电路。利用它们的开关特性代替继电器构成的逻辑控制系统,体积减小、接线方便,更重要的是,由这些数字器件构成的开关是无触点的,因而可靠性更高。但是这种由中小规模集成电路构成的电气控制系统,控制规模较小,输入/输出点数较少,编程不灵活。随着计算机技术开始应用于工业控制领域,人们尝试用小型计算机取代继电器控制系统。但是也存在价格较高、难以适应恶劣的工业环境和编程困难等问题,阻碍了其进一步发展和推广应用。

20 世纪 60 年代末,汽车工业竞争激烈,美国通用汽车公司(GM)希望有一种“柔性”的汽车制造生产线来适应汽车型号不断更新的要求,为此公开向制造商招标,GM 公司提出的 10 条要求是:

- (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(即用美国的电网电压);
- (8) 输出为交流 115 V, 2 A 以上,能直接驱动电磁阀;
- (9) 在扩展时,原有系统只需要很小的变更;
- (10) 用户程序存储器容量至少能扩展到 4 kB。

条件提出后,立即引起了开发热潮。1969年,美国数字设备公司(DEC)研制出了世界上第一台 PLC,并应用于通用汽车公司的生产线上,取代继电器,以执行逻辑判断、计时和计数等顺序控制功能。紧接着,美国 MODICON 公司也开发出同名的控制器,1971年,日本从美国引进了这项新技术,很快研制成了日本第一台 PLC。1973年,西欧国家也研制出它们的第一台 PLC。

随着半导体技术,尤其是微处理器和微型计算机技术的发展,到 70 年代中期以后,特别是进入 80 年代以来,PLC 已广泛地使用 16 位甚至 32 位微处理器作为中央处理器,输入、输出模块和外围电路也都采用了中、大规模甚至超大规模的集成电路,使 PLC 在概念、设计、性能价格比以及应用方面都有了新的突破。这时的 PLC 已不仅仅是具有逻辑判断功能,同时还具有数据处理、PID 调节和数据通信功能。

我国从 1974 年开始研制 PLC,1977 年开始工业应用。目前,它已经大量地应用在楼宇自动化、家庭自动化、商业、公用事业、测试设备和农业等领域,并涌现出大批应用可编程序控制器的新型设备。掌握 PLC 的工作原理,具备设计、调试和维护 PLC 控制系统的能力,已经成为现代工业对电气技术人员和工科学生的基本要求。

1.1.2 PLC 的定义

1980 年,美国电气制造商协会(National Electronic Manufacture Association,简称 NEMA)将其定义为:PLC 是一种带有指令存储器,数字的或模拟的输入/输出接口,以位运算为主,能完成逻辑、顺序、定时、计数和算术运算等功能,用于控制机器或生产过程的自动控制装置。

国际电工委员会(IEC)于 1982 年 11 月颁发了 PLC 标准草案第一稿,1985 年 1 月又发表了第二稿,1987 年 2 月颁发了第三稿。该草案中对 PLC 的定义是:PLC 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。它采用了可编程序的存储器,用来在其内部存储和执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算等操作命令,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。PLC 及其有关外围设备,都按易于与工业系统联成一个整体、易于扩充其功能的原则设计。

定义强调了 PLC 是“数字运算操作的电子系统”,是一种计算机。它是“专为在工业



环境下应用而设计”的工业计算机,是一种用程序改变控制功能的工业控制计算机,除了能完成各种各样的控制功能外,还有与其他计算机通信联网的功能。这种工业计算机采用“面向用户的指令”,因此编程方便。它能完成逻辑运算、顺序控制、定时计数和算术操作,还具有“数字量和模拟量输入输出控制”的能力,并且非常容易与“工业控制系统联成一体”,易于“扩充”。定义还强调了可编程控制器应直接应用于工业环境,它须具有很强的抗干扰能力、广泛的适应能力和应用范围。这也是区别于一般微机控制系统的一个重要特征。

应该强调的是,PLC 与以往所讲的顺序控制器在“可编程”方面有质的区别。PLC 引入了微处理器及半导体存储器等新一代电子器件,并用规定的指令进行编程,能灵活地修改,即用软件方式来实现“可编程”的目的。

1.1.3 PLC 的特点

PLC 是一种面向用户的工业控制专用计算机,它与通用计算机相比具有以下特点。

(1) 编程简单,使用方便 梯形图是使用得最多的 PLC 的编程语言,形象直观、易学易懂,其符号与继电器电路原理图相似。有继电器电路基础的电气技术人员只要很短的时间就可以熟悉梯形图语言,并用来编制用户程序。

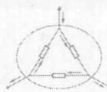
(2) 控制灵活,程序可变,具有很好的柔性 PLC 产品采用模块化形式,配备有品种齐全的各种硬件装置供用户选用,用户能灵活、方便地进行系统配置,组成不同功能、不同规模的系统。PLC 用软件功能取代了继电器控制系统中大量的中间继电器、时间继电器、计数器等器件,硬件配置确定后,可以通过修改用户程序,不用改变硬件,方便、快速地适应工艺条件的变化,具有很好的柔性。

(3) 功能强,扩充方便,性能价格比高 PLC 内有成百上千个可供用户使用的编程元件,有很强的逻辑判断、数据处理、PID 调节和数据通信功能,可以实现非常复杂的控制功能。如果元件不够,只要加上需要的扩展单元即可,扩充非常方便。与相同功能的继电器系统相比,具有很高的性能价格比。

(4) 控制系统设计及施工的工作量少,维修方便 PLC 的配线与其他控制系统比较少得多,故可以省下大量的配线,减少大量的安装接线时间,开关柜体积缩小,节省大量的费用。PLC 有较强的负载能力,可以直接驱动一般的电磁阀和交流接触器。PLC 的故障率很低,且有完善的自诊断和显示功能,便于迅速地排除故障。

(5) 可靠性高,抗干扰能力强 PLC 是为现场工作设计的,采取了一系列硬件和软件抗干扰措施,硬件措施如屏蔽、滤波、电源调整与保护、隔离、后备电池等,软件措施如故障检测、信息保护和恢复、警戒时钟等。这些抗干扰措施有效提高了系统抗干扰能力,平均无故障时间达到数万小时以上,可以直接用于有强烈干扰的工业生产现场。PLC 已被广大用户公认为最可靠的工业控制设备之一。

(6) 体积小、重量轻、能耗低 PLC 采用 LSI 或 VLSI 芯片,结构紧凑、体积小、重量轻、功耗低,是机电一体化特有的产品。



1.1.4 PLC 的应用

目前,PLC已经广泛地应用在各个工业部门。随着其性能价格比的不断提高,应用范围还在不断扩大,主要有以下几个方面。

(1) 逻辑控制 PLC具有“与”、“或”、“非”等逻辑运算的能力,可以实现逻辑运算,用触点和电路的串、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,其应用领域最为普及,包括微电子、家电行业也有广泛的应用。

(2) 运动控制 PLC使用专用的运动控制模块,或灵活运用指令,使运动控制与顺序控制功能有机地结合在一起。随着变频器及电动机起动器的普遍使用,PLC可以与变频器结合,运动控制功能更为强大,并广泛地用于各种机械,如金属切削机床、装配机械、机器人、电梯等场合。

(3) 过程控制 PLC可以接收温度、压力、流量等连续变化的模拟量,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,并对被控模拟量实行闭环 PID(比例-积分-微分)控制。现代的大中型 PLC 一般都有 PID 闭环控制功能,此功能已经广泛地应用于工业生产、加热炉、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 PLC具有数学运算,数据传送、转换、排序与查表及位操作等功能,可以完成数据的采集、分析和处理。这些数据可以是运算的中间参考值,通过通信功能传送到别的智能装置,或者将它们保存、打印。数据处理一般用于大型控制系统,如无人柔性制造系统,也可以用于过程控制系统,如造纸、冶金及食品工业中的一些大型控制系统。

(5) 构建网络控制 PLC的通信包括主机与远程 I/O 之间的通信、多台 PLC 之间的通信、PLC 和其他智能控制设备(如计算机、变频器)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。

1.1.5 PLC 的分类

虽然国内外各厂家生产的 PLC 产品型号、规格和性能各不相同,但仍然可按照 I/O 点数和功能、结构两种形式分类。

1. 按 I/O 点数和功能分类

PLC 用于对外部设备的控制,外部信号的输入、PLC 的运算结果的输出都要通过 PLC 输入、输出端子接线,输入、输出端子的数目之和称作 PLC 的输入、输出点数,简称 I/O 点数。根据 I/O 点数的多少可将 PLC 分成小型、中型和大型 3 类。小型 PLC 的 I/O 点数小于 256 点,以开关量控制为主,具有体积小、价格低的优点,可用于开关量的控制、定时/计数的控制、顺序控制及少量模拟量的控制场合,代替继电器-接触器控制,在单机或小规模生产过程控制中使用。中型 PLC 的 I/O 点数在 256~1 024 之间,功能比较丰富,兼有开关量和模拟量的控制能力,适用于较复杂系统的逻辑控制和闭环过程的控制。大型 PLC 的 I/O 点



数在 1 024 点以上,用于大规模过程控制、集散式控制和工厂自动化网络。

2. 按结构形式分类

PLC 可分为整体式结构和模块式结构两大类。

整体式 PLC 是将 CPU、存储器、I/O 部件等组成部分集中于一体,安装在印刷电路板上,并连同电源一起装在一个机壳内,形成一个整体,通常称为主机或基本单元。整体式结构的 PLC 具有结构紧凑、体积小、重量轻、价格低等优点。一般小型或超小型 PLC 多采用这种结构。

模块式 PLC 是把各个组成部分做成独立的模块,如 CPU 模块、输入模块、输出模块、电源模块等。各模块做成插件式,组装在一个具有标准尺寸并带有若干插槽的机架内。模块式结构的 PLC 配置灵活,装配和维修方便,易于扩展。一般大中型的 PLC 都采用这种结构。

1.1.6 PLC 的发展

1. 向高集成、高性能、高速度、大容量方向发展

微处理器技术、存储技术的发展十分迅猛,功能更强大,价格更便宜。该技术研究的微处理器针对性更强,这为 PLC 的发展提供了良好的环境。大型 PLC 大多采用多 CPU 结构,不断地向高性能、高速度和大容量方向发展。

在模拟量控制方面,除了专门用于模拟量闭环控制的 PID 指令和智能 PID 模块,某些 PLC 还具有模糊控制、自适应和参数自整定功能,使调试时间减少,控制精度提高。

2. 向普及化方向发展

由于微型 PLC 的价格便宜,体积小、重量轻、能耗低,很适合于单机自动化。它的外部接线简单,容易组成控制系统,在很多控制领域中得到广泛应用。

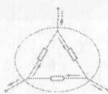
3. 向模块化、智能化方向发展

PLC 采用模块化的结构,方便了使用和维护。智能 I/O 模块主要有模拟量 I/O、高速计数输入、中断输入、机械运动控制、热电偶输入、热电阻输入、条形码阅读器、多路 BCD 码输入/输出、模糊控制器、PID 回路控制、通信等模块。智能 I/O 模块本身就是一个小的微型计算机系统,有很强的信息处理能力和控制功能,有的模块甚至可以自成系统,单独工作。它们可以完成 PLC 的主 CPU 难以兼顾的功能,简化了某些控制领域的系统设计和编程,提高了 PLC 的适应性和可靠性。

4. 向软件化方向发展

编程软件可以控制 PLC 系统的硬件组态,即设置硬件的结构和参数,如设置各框架的各个插槽上模块的型号、模块的参数、各串行通信接口的参数等。在屏幕上可以直接生成和编辑梯形图、指令表、功能块图和顺序功能图程序,并可以实现不同编程语言的相互转换。PLC 编程软件有调试和监控功能,可以在梯形图中显示触点的通断和线圈的通电情况,查找复杂电路的故障非常方便。历史数据可以存盘或打印,通过网络还可以实现远程编程和传送。

个人计算机(PC)价格便宜,有很强的数学运算、数据处理、通信和人机交互的功能。目



前已有多家厂商推出了在 PC 上运行的可实现 PLC 功能的软件包,如亚控公司的 KingPLC。“软 PLC”在很多方面比传统的“硬 PLC”有优势,有的场合“软 PLC”可能是理想的选择。

5. 向通信网络化方向发展

伴随科技发展,很多工业控制产品都加设了智能控制和通信功能,如变频器、软启动器等,可以和现代的 PLC 联网通信,实现更强大的控制功能。通过双绞线、同轴电缆或光纤联网,信息可以传送到几十公里远的地方,通过互联网可以与世界上其他地方的计算机装置通信。

相当多的大中型控制系统都采用上位计算机加 PLC 的方案,通过串行通信接口或网络通信模块,实现上位计算机与 PLC 数据信息交换。应用组态软件可实现两者的通信,降低了系统集成的难度,节约了大量的设计时间,提高了系统的可靠性。国际上比较著名的组态软件有 Intouch, Fix 等,国内也涌现出了组态王、力控等一批组态软件。有的可编程序控制器厂商也推出了自己的组态软件,如西门子公司的 WINCC。

1.1.7 PLC 的主要技术指标

PLC 的种类很多,用户可以根据控制系统的具体要求选择不同技术性能指标的 PLC。PLC 的技术性能指标主要有以下几个方面。

1. 输入/输出点数

PLC 的 I/O 点数指外部输入、输出端子数量的总和,是描述 PLC 大小的一个重要参数。

2. 存储容量

PLC 的存储器由系统程序存储器、用户程序存储器和数据存储器 3 个部分组成。PLC 存储容量通常指用户程序存储器和数据存储器容量之和,表示系统提供给用户的可用资源,是 PLC 的一项重要技术指标。

3. 扫描速度

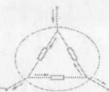
PLC 采用循环扫描方式工作,完成一次扫描所需的时间叫做扫描周期。影响扫描速度的主要因素有用户程序长度和 PLC 产品类型。PLC 中,CPU 的类型、机器字长等直接影响 PLC 运算精度和运行速度。

4. 指令系统

指令系统是指 PLC 所有指令的总和。PLC 的编程指令越多,软件功能就越强,但掌握应用也相对较复杂。用户应根据实际控制要求选择指令功能合适的可编程控制器。

5. 通信功能

通信包括 PLC 之间的通信和 PLC 与其他设备之间的通信。通信主要涉及通信模块、通信接口、通信协议和通信指令等内容。PLC 的组网和通信能力已成为 PLC 产品水平的重要衡量指标之一。



1.2 PLC 的结构与工作原理

1.2.1 PLC 的结构

PLC 的类型繁多,功能和指令系统也不尽相同,但结构与工作原理则大同小异,通常由主机、输入/输出接口、电源、编程器扩展器接口和外部设备接口等几个主要部分组成,其硬件结构如图 1.1 所示。

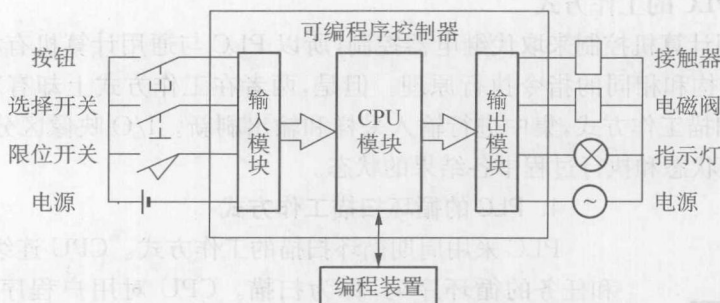


图 1.1 PLC 的硬件系统结构图

1. 主机

主机部分包括中央处理器(CPU)、系统程序存储器和用户程序及数据存储器。CPU 是 PLC 的核心,用以运行用户程序、监控输入/输出接口状态、作出逻辑判断和进行数据处理。即读取输入变量、完成用户指令规定的各种操作,将结果送到输出端,并响应外部设备(如编程器、电脑、打印机等)的请求以及进行各种内部判断等。PLC 的内部存储器有两类,一类是系统程序存储器,主要存放系统管理和监控程序及对用户程序作编译处理的程序,系统程序已由厂家固定,用户不能更改;另一类是用户程序及数据存储器,主要存放用户编制的应用程序及各种暂存数据和中间结果。

2. 输入/输出(I/O)接口

I/O 接口是 PLC 与输入/输出设备连接的部件。输入接口接受输入设备(如按钮、传感器、触点和行程开关等)的控制信号,输出接口是将主机经处理后的结果通过功放电路驱动输出设备(如接触器、电磁阀和指示灯等)。I/O 接口一般采用光电耦合电路,以减少电磁干扰,从而提高了可靠性。I/O 点数即输入/输出端子数是 PLC 的一项主要技术指标,通常小型机有几十个点,中型机有几百个点,大型机将超过千点。

3. 电源

图 1.1 中的电源是指为 CPU、存储器、I/O 接口等内部电子电路工作所配置的直流开关稳压电源,通常也为输入设备提供直流电源。

4. 编程器

编程器是 PLC 的一种主要的外部设备,用于手持编程,用户可用以输入、检查、修改、调



试程序或监控 PLC 的工作情况。除手持编程器外,还可通过适配器和专用电缆线将 PLC 与电脑连接,并利用专用的工具软件进行电脑编程和监控。

5. 输入/输出扩展单元

I/O 扩展接口用于连接扩充外部输入/输出端子数的扩展单元与基本单元(即主机)。

6. 外部设备接口

此接口可将编程器、打印机、条码扫描仪等外部设备与主机相连,以完成相应的操作。

1.2.2 PLC 的工作原理

1.2.2.1 PLC 的工作方式

PLC 源于用计算机控制来取代继电器控制,所以 PLC 与通用计算机有相同之处,如具有相同的基本结构和相同的指令执行原理。但是,两者在工作方式上却有着重大的区别。PLC 采用循环扫描工作方式,集中进行输入采样和输出刷新。I/O 映像区分别存放执行程序之前的各输入状态和执行过程中各结果的状态。

1. PLC 的循环扫描工作方式

PLC 采用周期循环扫描的工作方式。CPU 连续执行用户程序和任务的循环序列,称为扫描。CPU 对用户程序的执行过程是 CPU 的循环扫描,并用周期性地集中采样和集中输出的方式来完成,其工作过程如图 1.2 所示。

一个扫描周期主要可分为以下几个阶段。

(1) 读输入阶段 每次扫描周期的开始,先读取输入点的当前值,然后写到输入映像寄存器区域。在之后的用户程序执行的过程中,CPU 访问输入映像寄存器区域,而并非读取输入端口的状态,输入信号的变化不会影响输入映像寄存器的状态。通常要求输入信号有足够的脉冲宽度,以便被响应。

(2) 执行程序阶段 是指用户程序执行阶段,PLC 按照梯形图的顺序自左而右、自上而下地逐行扫描,CPU 从用户程序的第一条指令开始执行,直到最后一条指令结束,程序运行结果放入输出映像寄存器区域。在此阶段,允许对数字量 I/O 指令和不设置数字滤波的模拟量 I/O 指令进行处理。在扫描周期的各个部分均可对中断事件进行响应。

(3) 处理通信请求阶段 是扫描周期的信息处理阶段,CPU 处理从通信端口接收到的信息。

(4) 执行 CPU 自诊断测试阶段 在此阶段 CPU 检查其硬件、用户程序存储器 and 所有 I/O 模块的状态。

(5) 写输出阶段 每个扫描周期的结尾,CPU 把存在输出映像寄存器中的数据输出给数字量输出端点(写入输出锁存器中),更新输出状态;然后 PLC 进入下一个循环周期,重新执行输入采样阶段,周而复始。



图 1.2 PLC 循环扫描的工作过程