



“十三五”普通高等教育本科规划教材

微机控制系统 项目化教程

唐中燕 刘崇伦 编
袁兴华 陶善宏

课外
读



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



“十三五”普通高等教育本科规划教材

微机控制系统 项目化教程

常州大学图书馆
藏书章

唐中燕
袁兴华

刘勇
陶善宏
郑海明 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书为“十三五”普通高等教育本科规划教材。本书按照项目导向、任务驱动的模式编写，主要介绍微机控制系统基础知识、分析设计方法及应用技术。本书共7个项目，每个项目由若干个任务组成。主要内容包括：微机控制系统基本知识、数据传输接口技术、人机接口技术、数据输入/输出通道、电动机执行器微机控制、数字PID控制器、微机控制系统设计与应用。

本书可作为高等院校机械电子工程、自动化、电子信息等专业的教材，也可供高职高专院校相关专业师生及工程技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

微机控制系统项目化教程 / 唐中燕等编. —北京: 中国电力出版社, 2018.1

“十三五”普通高等教育本科规划教材

ISBN 978-7-5198-1448-9

I. ①微… II. ①唐… III. ①微型计算机—计算机控制系统—高等学校—教材 IV. ①TP273

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第295659号

出版发行: 中国电力出版社

地 址: 北京市东城区北京站西街19号(邮政编码100005)

网 址: <http://www.cepp.sgcc.com.cn>

责任编辑: 周巧玲(010-63412539)

责任校对: 马 宁

装帧设计: 赵姗姗 郝晓燕

责任印制: 吴 迪

印 刷: 北京雁林吉兆印刷有限公司

版 次: 2018年1月第一版

印 次: 2018年1月北京第一次印刷

开 本: 787毫米×1092毫米 16开本

印 张: 12.25

字 数: 291千字

定 价: 32.00元

版 权 专 有 侵 权 必 究

本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换

前言

随着计算机技术、自动控制技术、检测与传感技术、网络与通信技术的高速发展,微型计算机控制技术水平大大提高,微机控制系统已广泛应用于军事、农业、工业、航空航天以及日常生活的各个领域。建立微机控制系统的基本概念,了解微机控制系统的基本理论,掌握微机控制系统的设计方法,具备微机控制系统基本的设计技能,已成为当前新工科类学生适应新形势、新技术发展的必需。

微机控制系统是高等学校自动化、机械电子工程、电子信息等专业的主干课程之一。由于该课程涉及综合性技术,学习难度较大,编者结合多年的教学实践经验发现,以项目化方式来组织结构,既可化整为零讲授内容,又能保证整体上的系统性。故本教材的编写,按照以项目为导向、以任务为驱动、以设计为目标的课程体系设计思想,将微机控制系统的各知识点有机地分配到对应任务中,结合引入的工程应用实例,从硬件设计到软件分析,循序渐进,深入浅出地介绍相关知识。学习者则由项目确定学习内容,依任务学习相关知识,靠设计达到学习目标。

本书在编写过程中,力求给出设计一个微机控制系统所需综合与全面的知识,并注重理论与应用、硬件与软件、设计与实现的结合。

本书由华北电力大学唐中燕、刘崇伦、袁兴华、陶善宏编写,由郑海明主审。其中,教材的项目1、项目2、项目4由唐中燕编写,项目3、项目6由袁兴华编写,项目5由陶善宏编写,项目7由刘崇伦编写。唐中燕负责全书的统稿及初审工作。

本书在编写中还参阅了一些相关教材、文献资料,在此向其作者表示衷心的感谢。

由于编者的水平有限,教材中难免存在不妥之处,敬请读者给予指正。

编者

2017年9月

目 录

前言

项目 1 微机控制系统基本知识 1

 项目描述 1

 相关知识 1

 1.1 微机控制系统定义 1

 1.2 微机控制系统工作过程与工作方式 2

 1.3 微机控制系统的特点和功能 3

 1.4 微机控制系统组成 4

 项目知识巩固 6

 思考与练习 8

项目 2 微机控制系统数据传输接口技术 9

 项目描述 9

 任务 2.1 接口基本概念 9

 任务描述 9

 相关知识 9

 任务 2.2 并行接口技术 13

 任务描述 13

 相关知识 13

 任务 2.3 并行接口应用 16

 任务描述 16

 相关知识 16

 任务 2.4 串行接口技术 22

 任务描述 22

 相关知识 22

 项目知识巩固 32

 思考与练习 34

项目 3 微机控制系统人机接口技术 35

 项目描述 35

 任务 3.1 键盘接口技术 35

 任务描述 35

 相关知识 35

 任务 3.2 LED 显示并行接口技术 41

 任务描述 41

相关知识	41
任务 3.3 LED 显示串行接口技术	44
任务描述	44
相关知识	44
任务 3.4 LCD 显示	49
任务描述	49
相关知识	49
项目知识巩固	54
思考与练习	55
项目 4 数据输入/输出通道	57
项目描述	57
任务 4.1 数字量输入/输出通道	57
任务描述	57
相关知识	58
任务 4.2 模拟量输入/输出通道	62
任务描述	62
相关知识	62
任务 4.3 8 位并行 A/D 转换器及其接口技术	66
任务描述	66
相关知识	67
任务 4.4 10 位以上并行 A/D 转换器及其接口技术	70
任务描述	70
相关知识	70
任务 4.5 串行 A/D 转换器及其接口技术	73
任务描述	73
相关知识	73
任务 4.6 8 位并行 D/A 转换器及其接口技术	75
任务描述	75
相关知识	76
任务 4.7 10 位以上并行 D/A 转换器及其接口技术	80
任务描述	80
相关知识	80
任务 4.8 串行 D/A 转换器及其接口技术	81
任务描述	81
相关知识	81
项目知识巩固	83
思考与练习	84
项目 5 电动机执行器微机控制	86
项目描述	86

任务 5.1 直流电动机控制	86
任务描述	86
相关知识	87
任务 5.2 步进电动机控制	94
任务描述	94
相关知识	94
思考与练习	102
项目 6 数字 PID 控制器	106
项目描述	106
任务 6.1 数字 PID 控制算法	106
任务描述	106
相关知识	106
任务 6.2 数字 PID 控制参数整定	109
任务描述	109
相关知识	110
任务 6.3 数字 PID 控制算法改进	111
任务描述	111
相关知识	111
项目知识巩固	115
思考与练习	123
项目 7 微机控制系统设计与应用	124
项目描述	124
任务 7.1 机械设备自动工作的微机控制系统	124
任务描述	124
相关知识	124
任务 7.2 微机过程控制系统	138
任务描述	138
相关知识	138
任务 7.3 基于无线通信的微机控制系统	153
任务描述	153
相关知识	153
任务 7.4 微机控制系统的应用与发展	179
任务描述	179
相关知识	179
思考与练习	184
参考文献	185

项目 1 微机控制系统基本知识



项目描述

随着计算机技术、自动控制技术、检测与传感技术、网络与通信技术的高速发展，微型计算机控制的技术水平大大提高，微机控制系统的应用突飞猛进，广泛应用于军事、农业、工业、航空航天及日常生活的各个领域。特别是随着物联网的发展，又赋予微型计算机控制技术以新的使命，可谓“没有微处理器的仪器不能称之为先进的仪器，没有微型计算机的控制系统更谈不上是现代的控制系统”。

建立微机控制系统的概念，了解和掌握微机控制系统的基本理论和设计方法，具备基本的微机控制系统设计技能，已成为当前新工科类学生适应新形势、新技术发展的基本要求。

本项目是进一步学习微机控制系统软硬件设计的基础。该项目通过具体的应用系统案例，介绍了微机控制系统的基本概念、工作原理与工作过程、任务与特点、系统组成等内容。通过本项目的学习，应达到以下学习目标：

- (1) 理解微机控制系统的定义。
- (2) 理解微机控制系统的控制过程、特点。
- (3) 掌握微机控制系统的组成。



相关知识

1.1 微机控制系统定义

微机控制技术是一门新兴的综合性技术。它是在自动控制技术和微型计算机技术的基础上产生的，主要研究如何将自动控制理论和微型计算机技术应用于工业生产自动控制，并设计出所需要的微机控制系统。虽然目前微机控制系统已不仅仅应用于工业生产自动控制，但生产过程微机控制系统是最典型的应用系统，它比较集中地体现了系统的各种功能。下面就以这样的系统为例来理解微机控制系统的含义。

自动控制就是在不需要人工直接参与的情况下，利用控制装置控制机器设备或生产过程按预期的规律运行、自动工作、完成一定的任务，并满足一定的性能指标要求。实现该控制目的所需装置构成了一个自动控制系统。一个生产过程自动控制系统的基本结构如图 1-1 所示，有闭环系统和开环系统两种基本结构。

在闭环控制系统中，首先需要对被控量（如温度、压力、流量、液位、转

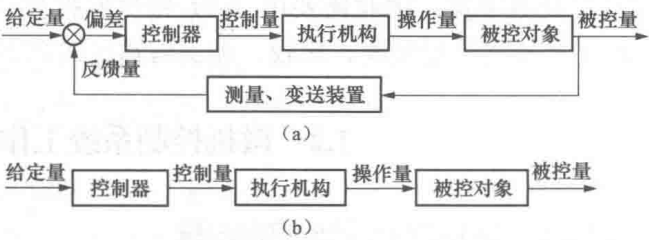


图 1-1 自动控制系统基本结构

(a) 闭环自动控制系统基本结构；(b) 开环自动控制系统基本结构

速、位移等)进行检测,然后与给定量进行比较形成偏差。控制器对偏差加工处理后输出控制量去控制执行机构,进行控制调节,使系统趋向偏差减小,最终使偏差为零,从而达到使被控量趋于或等于给定量的目的。在这种控制系统中,被控量是系统的输出,同时被控量又反馈到输入端,与输入量(给定量)相减,所以称为按偏差进行控制的闭环系统。从图 1-1(a)中可知,该系统通过测量变送装置对被控对象的被控量进行测量,并转换成一定形式的电信号,传送反馈给控制器。控制器是对偏差按预定的控制规律运算,产生一个控制信号驱动执行机构工作的,以使被控量与给定量保持一致。

图 1-1(b)所示为开环控制系统。与闭环系统不同,它不需要被控对象的反馈信号,控制器直接根据给定量控制被控对象工作。这种控制系统不能自动消除被控量与给定量之间的偏差,与闭环系统相比,其控制性能要差许多。

由图 1-1 可见,自动控制系统的基本功能是进行信号的传递、加工和比较,这些功能是通过测量变送装置、控制器、执行机构来完成的。其中,控制器是控制系统的关键部分,它决定了控制系统的控制性能和应用范围。例如一个温度自动控制系统,其控制目的是控制温度使其等于给定值。该温度自动控制系统的组成、控制原理如图 1-2 所示。

图 1-2 所描述的温度自动控制系统的控制过程如下:

(1) 热电偶测量温度并由变送器将温度信号转换成电信号传送到控制器。

(2) 控制器将测量的温度与期望温度(给定量)比较、判断,得出偏差的大小和方向,并对偏差按预定的控制规律运算,产生一个控制量。

(3) 控制器送出控制信号到执行机构驱动电热阻丝工作,进行控制调节,以使温度等于给定值。

如果用微型计算机代替图 1-1 所示系统中的控制器,即自动控制系统中控制器的功能用微型计算机的软硬件实现,就构成了一个微机控制系统。其基本结构如图 1-3 所示。

由图 1-3 可知,微机控制系统就是以微型计算机作为控制器,并且由微型计算机完成全部或部分控制功能的自动控制系统。在微机控制系统中,微型计算机的输入和输出

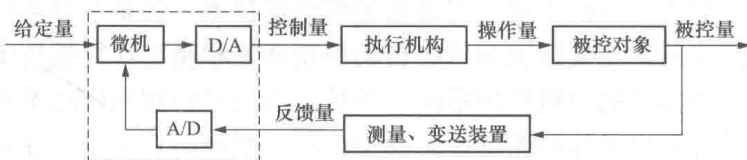


图 1-3 微机控制系统的基本结构

信号都是数字量,因此需要用 A/D 转换器将被控的模拟参量转换成数字量送给微机,以及 D/A 转换器将经过判断、比较、加工后输出的数字量转换成模拟量送到执行机构。

1.2 微机控制系统工作过程与工作方式

1.2.1 微机控制系统的控制过程

生产过程微机控制系统的控制原理、控制过程同对应自动控制系统是一样的,只是自动控制系统的控制任务由电路、元件、装置等硬件完成,而微机控制系统还需要控制程序才能

实施控制,实现控制功能。微机控制系统的控制过程可归结为以下三个步骤:

(1) 实时数据采集。测量变送装置将被测物理量瞬时值检测并转换成模拟电信号,在采样时刻启动 A/D 将其变为数字量并存入存储器。被测量若为数字量则不需转换,通过缓冲器送入微机。还可采集被控对象各种状态信息,检测设备故障。

(2) 实时控制决策。微机对采集的数据进行分析处理,判断是否超限,是否有故障,若未超限、未出现故障则计算偏差,并按预定控制规律计算控制量,做出控制决策。

(3) 实时控制输出。若超限或出现故障,则输出报警信号;否则,输出上一步得到的控制量到执行机构进行控制。微机输出的控制量根据需要决定是否进行 D/A 转换。

以上三个步骤过程不断重复,使系统实现自动控制,并且对系统本身出现的异常情况进行实时监控和及时处理。

三步是通过执行程序完成,都要占用时间,故有些被控对象对三步都有实时性要求。实时是指信号的输入、计算和输出要在规定的时间(采样周期)内完成,微机对输入的信息必须以足够快的速度进行处理并在一定的时间内做出反应或者进行控制。一旦超出了这个时间间隔,就失去了控制时机,控制就失去了意义。实时的概念不能脱离具体的受控过程,应该与工艺要求、被控对象工作特点紧密相连。例如温度、液位控制时,其变化过程比较缓慢,在几秒内完成一次循环,其控制仍然是实时的;对火炮系统来说,当目标状态变化时,必须在几毫秒内及时控制,否则就不能击中目标,因此规定的时间必须短些。实时性通常取决于检测仪表的延时、过程量的输入延时、微处理器的运算延时、控制量的输出延时、控制算法的复杂程度等因素。

1.2.2 微机控制系统的工作方式

根据生产设备是否直接受微机控制,将微机控制系统的工作方式分为在线和离线两种。

(1) 在线工作方式也称联机工作方式。即微机直接连接被控对象,直接与被控对象交换信息,被控对象直接受微机的控制。

(2) 离线工作方式也称脱机工作方式。即微机仅将有关控制信息记录、打印,由人完成相应的控制操作,而微机不直接控制被控对象。

离线工作方式不能实时地对系统进行控制,一个在线工作方式的系统虽然不一定是实时控制系统,但实时控制系统一定是在线系统。

1.3 微机控制系统的特点和功能

1.3.1 微机控制系统的特点

微机控制系统中控制器结构、传递的信号形式、控制量产生方法等与自动控制系统均不同,微机控制系统与自动控制系统相比,具有以下基本特点:

(1) 自动控制系统的控制器是以运放为主的硬件电路,计算控制量,决策执行方式由硬件实现。改变控制规律需改变硬件电路。

微机控制系统的控制器由微机的软硬件替代,控制规律是通过软件实现,微机执行预定的控制程序就能实现对被控量的控制,改变计算与决策只需改变程序。这使得控制系统的设计更加灵活方便。特别是可以利用微型计算机强大的计算、逻辑判断、存储记忆、信息传递的能力,实现更为复杂的控制规律,如非线性控制、逻辑控制、自适应控制、最优控制、智

能控制等。

(2) 自动控制系统中传递的信号是连续的模拟量, 系统为连续系统, 使用的都是模拟部件。

微机控制系统中的微机只能处理数字量及开关量。被控参数为模拟量时, 必须采用 A/D 转换器实现模拟量到数字量的转换, 以进行模拟量的数据采集。当执行机构需要连续的模拟量作为驱动信号时, 应采用 D/A 转换器实现数字量到模拟量的转换, 以输出控制信号到执行机构, 达到控制的目的。另外在控制中, 微机有时还需要处理开关量输入/输出信号, 如开关闭合与断开、继电器衔铁吸合与释放、指示灯亮与灭、电动机启动与停止等。因此微机控制系统中传递的信号除了连续的模拟量, 还有离散的数字量及开关量。微机控制系统即包含数字部分, 又包含了模拟部分, 是一个混合系统。

1.3.2 微机控制系统的功能

(1) 一些硬件实现的功能可由软件实现。当控制对象发生变化, 可以改变控制软件为主, 以适应新的控制任务、控制要求。

(2) 系统运行中的所有数据均可保存下来, 使人们能从容应对突发问题, 也可提高研发效率。

(3) 可实现状态数据显示。有多种显示设备、显示方式, 人们可通过它及时了解系统工作状态、被控对象变化情况、控制效果等。

(4) 可实现分散控制、集中管理。系统和其他系统及计算机联网, 可采用分布式控制, 可实现最优化的设备运行过程规划、组织、决策。

(5) 可分时控制多个回路。随着生产规模的不断扩大, 生产工艺日趋复杂, 控制的参数也越来越多。而微机的运算速度比较快, 实时性好, 有很强的运算能力, 因此用微机可依次巡回检测各参数, 分时控制多个回路。

1.4 微机控制系统组成

被控对象不同, 控制任务与要求也不同, 因此微机控制系统的具体组成是因事而变的。

综合性微机控制系统由微型计算机主机、I/O 接口、输入/输出过程通道、运行操作台、通信网络设备、被控对象及软件几部分构成。图 1-4 所示为微机控制系统的一般组成结构,

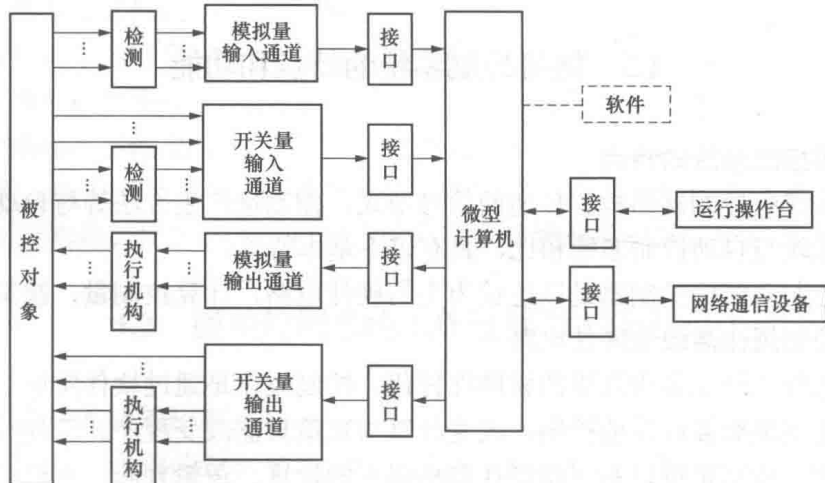


图 1-4 微机控制系统的一般组成

在实际应用中可以根据需要取舍、根据规模与要求配置。例如微机对连续生产过程的控制,其被控量是温度、压力、流量、液位等各种连续模拟量,对于机械制造与加工过程的控制,被控量是转速、位移等。不同的微机控制系统,在原理与结构上也大致相同,只是在输入通道与输出通道上有些差异。

1.4.1 微机控制系统的硬件

微机控制系统的硬件主要包括微机主机、I/O 接口、输入/输出数据通道、运行操作台、网络通信设备、检测变送装置、执行机构、被控对象等几部分构成。不同的系统可以选择不同的硬件,可以根据需要进行扩展。

(1) 微机主机。微机主机是系统的核心。它通过执行控制程序接收输入通道送来的各种数据,实现被测参数的巡回检测,对数据进行处理、判断、比较、计算后,输出控制量,及时发出控制命令。微机主机的选用将直接影响到系统的功能、性能及接口电路的设计等,必须综合考虑。对于小型控制系统、智能化仪表、智能化接口等,常采用单片机。对于中等规模的控制系统或大型的生产过程控制系统,一般采用 PLC、工控机、专用集散控制系统(DCS)、现场总线控制系统(FCS)等。本教材以讲述小型控制系统设计为主,所以微机主机将选用最典型的 MCS-51 系列单片机。

(2) I/O 接口。I/O 接口是微机主机与其他各部分间信息交换的桥梁,它们通过接口交换数据。接口电路的功能包括地址译码、负载扩充、数据转换、中断申请、数据缓冲或锁存等。

(3) 检测变送装置。在微机控制系统中,为了对被控对象进行控制,首先要对被控参数进行数据采集。被控参数一般是非电量的,必须经过传感器变换为等效的电信号,例如,热电偶把温度转换为电压,压力传感器把压力变换成电信号等;然后这些电信号再经过变送器转换成统一的标准信号(如 $0\sim 5\text{V}$, $4\sim 20\text{mA}$)。

另一类测量值是被控对象的状态信息,例如,阀门是否关闭,容器是否注满,泵是否打开等。这些信息是以开关量的形式提供给微机的。

(4) 执行机构。微机是通过执行机构控制各个参数的变化过程。微机可以产生一串脉冲去驱动执行机构执行所需要的动作,可以通过继电器触点、电子开关的开合去启停执行机构,也可通过电压或电流去驱动执行机构。执行机构有电动、气动、液压等方式,常用的有步进电动机、交直流电动机、电磁阀等。

(5) 输入/输出数据通道。输入/输出数据通道是微机主机与被控对象之间完成信息传递与交换的连接通道。

根据信号传送方向,可分为输入通道和输出通道;根据传送信号的形式,又可分为模拟量通道和数字量(开关量)通道。

被检测的量为非电量时,需通过传感器将其转换为电量,然后经过模拟量输入通道变为微机能接收的数字量送入微机。被检测的量为数字量、开关量时,则经开关量输入通道送入微机。

目前,很多传感器都有 CPU(如智能仪表),可以直接给出数字量。这时微机可通过接口直接接收数字量。

若执行机构需要连续的模拟量操纵,则微机输出的数字控制量必须通过模拟量输出通道将其转换为电量送到执行机构。若执行机构需要数字量或开关量操纵,则微机输出的数字、开关控制量通过开关量输出通道送到执行机构。

(6) 运行操作台。运行操作台是人与系统之间交换信息、进行联络的设备。通过操作台, 操作人员可以与系统对话, 及时了解系统工作过程和被控对象运行状态, 向系统发出各种操作命令, 紧急处理某些事件, 修改数据参数。

为实现上述功能, 运行操作台一般包括以下几部分:

1) 数据信息输入装置。用来输入数据, 修改控制参数, 控制系统启停, 工作方式选择等。通过功能按键控制系统执行相应的功能程序, 实现如打印、显示等功能。总之, 利用输入装置实现相应的人工干预控制。输入装置有键盘(包括数字键、功能键)、作用开关等。另外根据系统功能要求, 还可配置计算机通用外部输入设备(如键盘、鼠标、扫描仪等), 以扩展主机的功能。

2) 数据信息输出装置。用来显示被测参数、工作状态、报警信息、监控画面等操作员感兴趣的内容。输出装置有指示灯、声光报警器、LED 数码显示、LCD 液晶显示、CRT 显示器等。发光二极管可指示系统运行状态, 如电源接通指示、系统正常运行指示、系统报警指示等; LED 数码显示只能显示数字和简单字符; LCD 液晶显示还可显示汉字、菜单、英文字符及简单的图形, 且 LCD 具有功耗低的特点; CRT 显示器通常用来对系统进行监控, 可显示数据、流程图、数据历史曲线和实时曲线、报警状态和现场运行情况等。另外根据系统功能要求, 还可配置计算机通用外部输出设备(如显示器、打印机等), 以扩展主机的功能。

(7) 网络通信设备。在网络化的今天, 网络通信设备是系统重要的组成部分。网络通信设备用来实现本系统与其他系统或计算机联网。通过网络和系统监控软件、通信软件, 可实现数据远程传输、进行远程监控等。

1.4.2 微机控制系统的软件

微机控制系统的硬件是完成控制任务的设备基础, 而软件则是完成控制任务的关键, 关系到控制效果的好坏, 以及硬件功能的发挥。微机只有在配备了所需要的各种软件之后, 才能构成完整的控制系统。在微机控制系统中, 许多功能是通过软件实现的。软件包括系统软件和应用软件。

(1) 系统软件。系统软件是使用、管理和维护微型计算机的程序, 由计算机厂家提供。包括监控程序或操作系统、网络通信软件、故障诊断软件、汇编或编译软件等。

(2) 应用软件。应用软件是根据被控对象控制任务和系统功能要求, 由系统设计人员编制的各种控制程序。

控制对象的差异性使对应用软件的要求也有很大的差别。一般在工业控制系统中, 针对每个控制对象, 为完成相应的控制任务, 都应配置相应的专门控制软件, 才能使整个系统实现预定的功能。微机控制系统应用软件一般包括数据输入/输出程序、控制算法程序、人机接口程序、显示程序、打印程序、报警故障诊断程序、网络通信程序等。

控制程序的编制涉及生产工艺、控制理论等知识, 虽然微机软件技术在控制系统中有重要地位, 但控制程序还是需要由控制系统设计人员编写而非专业程序设计者编写。因为控制系统设计人员懂得控制系统基本原理, 掌握了一定的控制技术, 才能正确地组建控制系统。



项目知识巩固

下面给出一个微机控制系统案例, 通过对该案例的分析, 可进一步理解本项目所涉及的基本知识。

该案例是一个微机温度控制系统，其组成示意如图 1-5 所示。要求电加热炉炉温要等于给定值。微机可进行温度控制，并实时显示温度值，温度超限时能即时报警。

图 1-5 所示微机温度控制系统构成框图见图 1-6。微机采用 MCS-51 系列单片机，系统配置有操作台，用于温度设定、温度显示、温度超限报警及启停控制。温度输入电路与 A/D 转换器构成模拟量输入通道，用于采集温度数据。控制信号输出电路为开关量输出通道，用于输出控制信号。

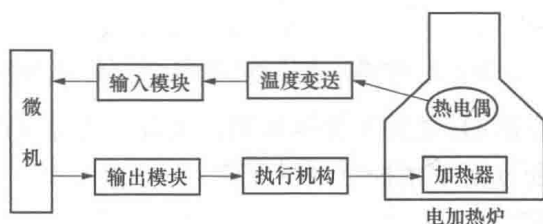


图 1-5 微机温度控制系统组成示意

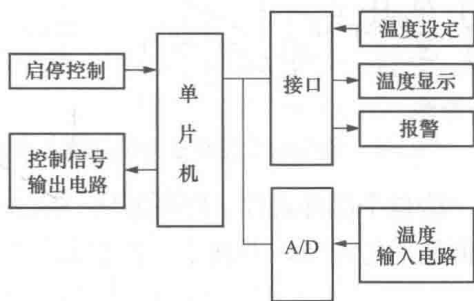


图 1-6 微机温度控制系统构成框图

微机温度控制系统单片机及其接口电路如图 1-7 所示。单片机 8051 通过并行接口 8255 与操作台的输入/输出设备接口。由于 A/D 转换器本身就具有接口功能，所以模拟量输入通道直接与单片机接口。单片机从其 P1.1 口线输出控制信号到开关量输出通道。启停开关 S 的信号由单片机的 P1.2 口线送入。

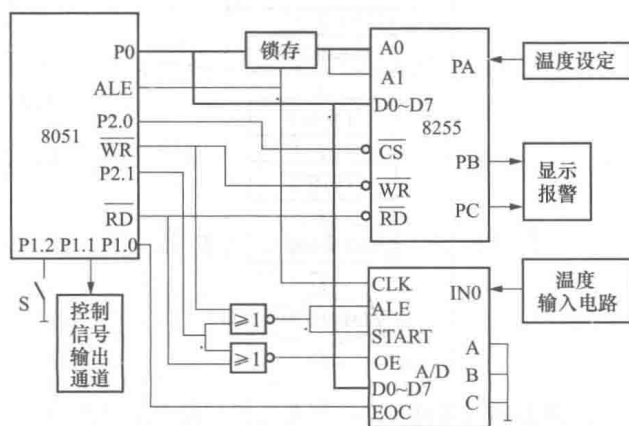


图 1-7 微机温度控制系统接口电路

温度输入电路如图 1-8 所示，电路由温度传感器 LM134 等构成。LM134 的输出电流与热力学温度成正比，经电阻 R_L 得到的电压送入放大器放大到 0~5V 再送入 A/D 转换器。A/D 转换器将模拟电压转换成数字量送入单片机。

控制信号输出电路如图 1-9 所示。单片机输出的“1”或“0”控制信号经驱动、光电隔离，控制双向晶体管的导通或关断，来控制加热器的加热时间，实现温度控制。

微机温度控制系统的控制过程遵循了如下的三个步骤：①实时数据采集；②实时控制决策；③实时控制输出。为使系统实现自动控制，这三个步骤会不断重复。据此，设计的控制程序流程图如图 1-10 所示。

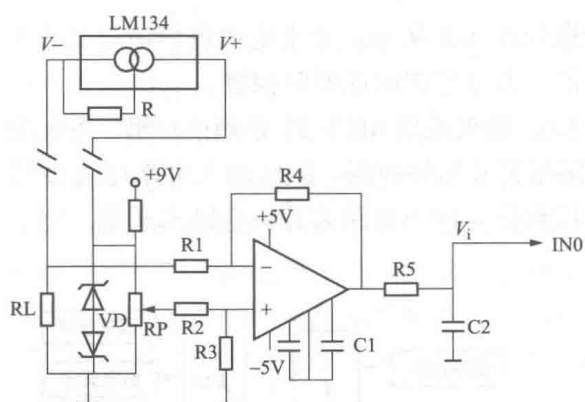


图 1-8 微机温度控制系统温度输入电路

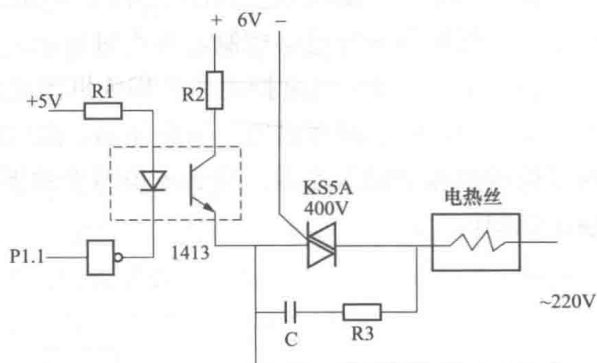


图 1-9 微机温度控制系统控制信号输出电路

这是个循环程序，程序循环一次为一个采样周期。在每个采样周期内进行一次温度检测、数据处理与决策，并输出一控制信号。可根据实际要求控制采样周期。

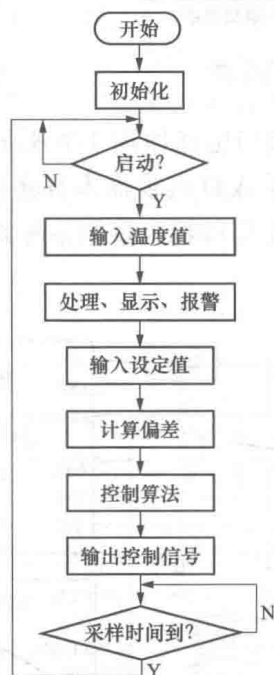


图 1-10 微机温度控制系统控制程序流程图

思考与练习



- 1-1 自动控制系统的闭环控制与开环控制有什么不同?
- 1-2 什么是微机控制系统?
- 1-3 叙述微机控制系统的工作过程。
- 1-4 什么是实时控制系统? 在微机控制系统中实时性体现在哪里?
- 1-5 微机控制系统由哪几部分组成? 据此简述对微机控制系统有哪些基本要求。
- 1-6 若要用微机实现水箱水位的控制，即控制水位在一定的高度。试用框图描述该微机控制系统的构成及其工作原理、工作过程。

项目2 微机控制系统数据传输接口技术



项目描述

自动控制系统的基本功能是信号的传递、加工和比较。所以，在微机控制系统中，微机主机与外部设备之间必然要进行数据信息的传输。例如，在项目1给出的案例中，测量出的温度值要传送到微机，而微机也要输出控制信号给晶闸管执行器。接口介于微机主机与外围设备之间，是二者进行信息交换的装置，是具有信息传输功能的硬件电路。所以前面说的温度值和控制信号都是通过接口传递的。

接口技术是专门解决微机主机与外围设备之间连接方式与数据传输的技术。在微机控制系统设计时，首先要解决的问题是数据如何通过接口传输，所以研究接口技术是微机控制系统设计的第一步。

本项目分为4个学习任务，该项目通过几个具体的设计案例，介绍了接口的基本概念、并行接口的软硬件技术、串行接口的软硬件技术及接口的应用等内容。通过本项目的学习，应达到以下学习目标：

- (1) 理解接口的基本概念。
- (2) 熟悉常用并行接口芯片的工作原理与使用方法。
- (3) 熟悉典型串行通信协议与相关接口芯片的使用方法。
- (4) 会设计接口硬件电路。
- (5) 能编制通过接口实现数据输入/输出的控制程序。

任务2.1 接口基本概念



任务描述

接口的主要作用是保证信息正确、可靠、快速地传输。那么接口应具有什么样的结构类型呢？数据传输的方式都有哪些呢？在进行数据传输时需要采用什么控制方式呢？本任务就是要弄清楚这些问题，并对接口有一个初步的认识。



相关知识

2.1.1 接口的结构类型

输入/输出接口(I/O 接口)是具有信息传输功能的硬件电路。在微机控制系统中，微机主机与外部设备之间的数据传送方法有两种：①并行通信——数据各位同时传送；②串行通信——数据一位一位地按顺序传送，如图2-1所示。并行通信方式数据总线的数目与微机字长相同，速度快、协议简单。串行通信方式数据总线的数目为一根或两根，连线简单，结构简化，但速度较慢、协议复杂。采用并行方式传送数据的接口称为并行接口，采用串行方式

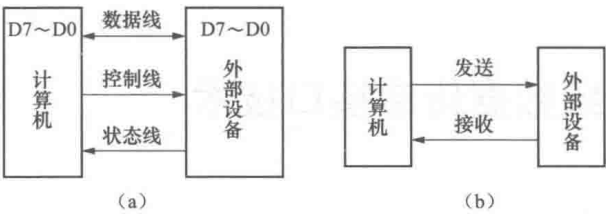


图 2-1 并行通信与串行通信方式
(a) 并行通信；(b) 串行通信

传送数据的接口称为串行接口。

有些接口只用于数据传输，称为通用输入/输出接口，如可编程并行输入/输出接口 8255、简单并行接口 74LS244 输入缓冲器、简单并行接口 74LS377 输出锁存器等。更多的情况是，专用功能芯片自身都具有接口功能，如 A/D 转换器、D/A 转换器、定时/计数器、显示译码驱动器等。这些专用功能芯片

与微机之间传输数据时，一般是通过自己的接口电路。

由于接口是微机与外围设备之间的连接，所以不同接口面向微机一面的结构类似，面向外围设备一面，其结构与不同种类外围设备的数据传输要求及格式有关，差异较大。

通用输入/输出并行接口电路的基本结构及其在系统中的一般连接方式如图 2-2 所示。

图 2-2 中，面向微机一面接口通过三总线与微机连接：

- (1) DB：数据总线，传送数据信息的信号线。
- (2) CB：控制总线，传送控制信息的信号线。
- (3) AB：地址总线，传送地址信息的信号线。

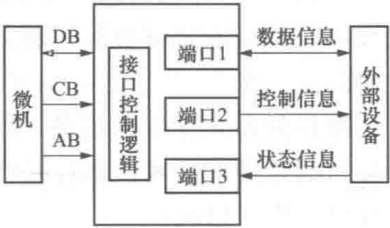


图 2-2 输入/输出并行接口电路的基本结构

图 2-2 中，面向外部设备一面接口传递的信息类型常常有三种：

- (1) 数据信息：要通过接口输入/输出的数据。
- (2) 控制信息：主机通过接口发向外设的，用来控制其工作（如启、停等）的信号。
- (3) 状态信息：外设通过接口发向主机的，用来反映其工作状态（如要输入的数据是否准备好、是否做好了接收输出数据的准备等）的信号。

有些接口中有多个寄存器或特定的电路，它们称为端口。以上不同类型的信息一般通过不同的接口或端口传输。

2.1.2 接口的功能

接口的基本任务是配合主机与外设，实现二者间的数据传递（数据输入与输出）。为此，接口应具有如下功能：

- (1) 数据缓冲与锁存、状态信息和控制信息传递功能。根据 CPU 送来的读/写控制信号输入数据与状态信息，输出数据与控制信息。由于 CPU 的工作速度比外部设备快得多，因此，通过状态信息、控制信息及数据的缓冲锁存，可实现 CPU 与外设及通道之间的速度匹配，适应双方读写时间的需要，遵循某种数据传输协议，按并行或串行方式实现数据传送。

- (2) 编址与选通功能。为了减少硬件开销，并且使系统简洁，当有多个接口设备时常采用总线方式来组织系统，如图 2-3 所示。由于总线是信息传输的公共通道，因此，在信息传输时必须避免总线竞争问题，即必须确定当前接口是否要被访问，其中哪个端口被访问。CPU 利用该功能对外设进行选择。

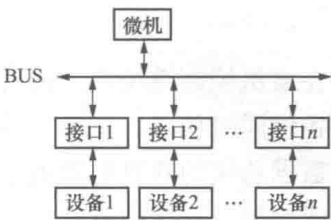


图 2-3 系统总线方式

2.1.3 数据传输控制方式

在微机控制系统中，当有多个接口设备时，CPU 采用分时控