



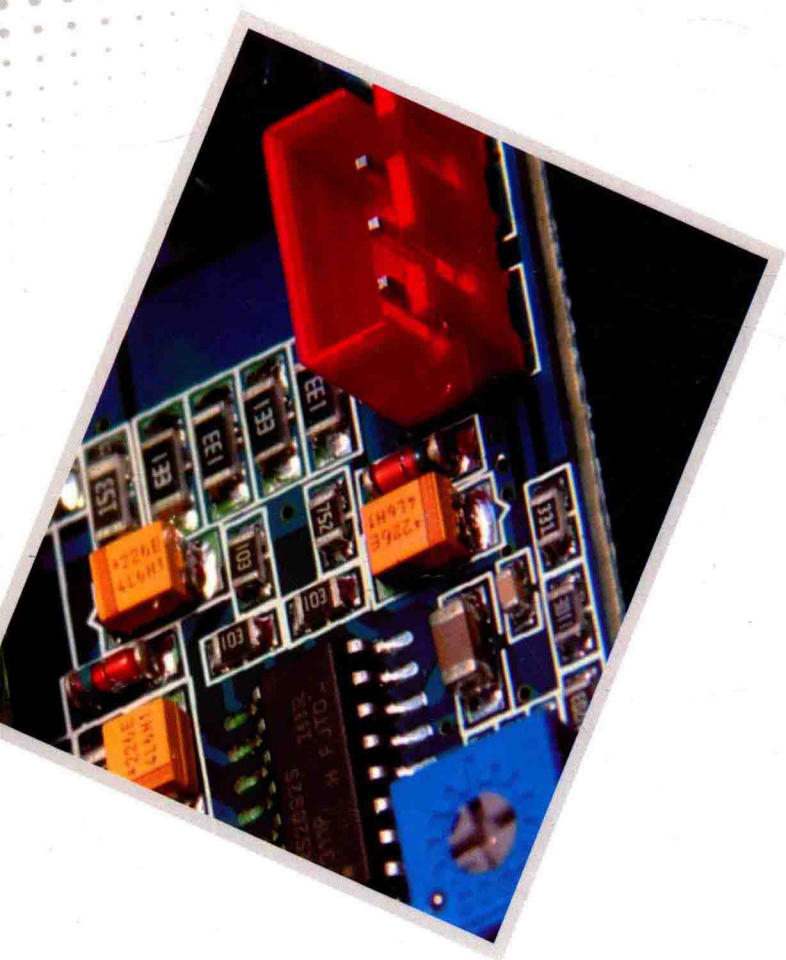
高职高专“十三五”规划教材

本书配有
免费电子课件

单片机原理及应用 ——接口与控制技术(第2篇)

Danpianji Yuanli ji Yingyong

主 编 郑毛祥 张立平



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

高职高专“十三五”规划教材

单片机原理及应用

——接口与控制技术

(第2篇)

主 编 郑毛祥 张立平

华中科技大学出版社
中国·武汉

内 容 提 要

《单片机原理及应用》共分为三篇,分别为单片机基础、接口与控制技术、单片机 C 51 编程。本书为第二篇——接口与控制技术。本书以 51 系列单片机为例,力求系统化、项目化。接口与控制技术共涉及 9 个项目:项目 1 为单片机接口与控制技术概述;项目 2 为存储器扩展;项目 3 为 I/O 口扩展;项目 4 为显示与键盘;项目 5 为过程输入通道与接口;项目 6 为过程输出通道与接口;项目 7 为数字控制器;项目 8 为抗干扰技术;项目 9 为微机控制系统设计及发展趋势。

本书适合作为高职高专类院校的电子信息工程、电子应用技术、通信工程、电气工程、自动化及计算机应用等专业的教学用书,也可作为其他院校及相关专业教学、培训班的教材,还可作为从事单片机应用领域工作的工程技术人员的业务参考书。

图书在版编目(CIP)数据

单片机原理及应用:接口与控制技术.第2篇/郑毛祥,张立平主编. —武汉:华中科技大学出版社,2015.6
高职高专“十三五”规划教材
ISBN 978-7-5680-0978-2

I. ①单… II. ①郑… ②张… III. ①单片微型计算机-高等职业教育-教材 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 139981 号

单片机原理及应用——接口与控制技术(第 2 篇)

郑毛祥 张立平 主编

策划编辑:周芬娜

责任编辑:周芬娜

封面设计:范翠璇

责任校对:张会军

责任监印:周治超

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)81321913

录 排:华中科技大学惠友文印中心

印 刷:武汉市籍缘印刷厂

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:16

字 数:395 千字

版 次:2015 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

定 价:32.00 元



华中出版

本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

前 言

《单片机原理及应用》共分为三篇,分别为单片机基础、接口与控制技术、单片机 C 51 编程。本书为第二篇——接口与控制技术。本书以 51 系列单片机为例,力求系统化、项目化。接口与控制技术共涉及 9 个项目,分别为:单片机接口与控制技术概述,存储器扩展, I/O 口扩展,显示与键盘,过程输入通道与接口,过程输出通道与接口,数字控制器,抗干扰技术,微机控制系统设计及发展趋势。全书循序渐进,实例引导,通俗易懂,容易激发学生的学习兴趣,增强学生的自信心和成就感。

本书注重理论与实践、教学与教辅相结合,深入浅出、层次分明、实例丰富、实用性强、可操作性强。本书每个任务的硬件电路和软件代码,都经过成功的调试,具有很强的实际操作性。每个项目的习题,全部是相关知识的衍生,有很强的趣味性和实用性。本书在具体的任务上,以 51 系列单片机为控制主体,结合传统的知识体系,将理论融入项目中,融实训教学和理论教学于一体,适合“做—学—教”的教学方法,达到“理实一体,学做合一”的目标。

本书由武汉铁路职业技术学院郑毛祥、张立平任主编,叶文、石焱峰任副主编,李冰参与了本书的编写,其中郑毛祥编写项目 2 和项目 3,张立平编写项目 4 和项目 8,叶文编写项目 1 和项目 6,石焱峰编写项目 5 和项目 7,李冰编写项目 9。全书由郑毛祥最终负责统稿完成。

为了方便教学,本书配有免费电子课件,有需要者请到华中科技大学出版社官方网站下载。网址:<http://www.hustp.com>。

由于作者水平有限,书中难免有不当之处,敬请读者批评指正。

编 者

2015 年 3 月



项目 1 单片机接口与控制技术概述	1
知识目标	1
能力目标	1
任务一 单片机接口概述	1
任务二 微机控制系统概述	5
项目小结	10
项目测试	11
项目 2 存储器扩展	12
知识目标	12
能力目标	12
任务一 单片机系统扩展结构	12
任务二 数据存储器扩展	15
任务三 程序存储器扩展	23
任务四 存储器综合扩展	29
任务五 I ² C 总线接口与串口存储器扩展	33
任务六 SPI 总线与串口数据存储器扩展	40
项目小结	46
项目测试	47
项目 3 I/O 口扩展	49
知识目标	49
能力目标	49
任务一 I/O 口扩展的必要性	49
任务二 简单 I/O 口的扩展	51
任务三 8255 可编程并行 I/O 接口扩展	53
任务四 8155 可编程接口芯片的扩展	63
项目小结	69
项目测试	70
项目 4 显示与键盘	73
知识目标	73

能力目标	73
任务一 LED 显示接口	73
任务二 LCD 显示模块	83
任务三 键盘	91
任务四 独立式键盘	94
任务五 行列式键盘	95
任务六 可编程键盘/显示器接口芯片——Inter 8279	100
项目小结	108
项目测试	109
项目 5 过程输入通道与接口	112
知识目标	112
能力目标	112
任务一 输入通道的结构与信号转换	112
任务二 A/D 转换器接口	122
任务三 串行 A/D 转换	134
项目小结	139
项目测试	140
项目 6 过程输出通道与接口	142
知识目标	142
能力目标	142
任务一 输出通道的结构及常用电路	142
任务二 D/A 转换器接口芯片	146
任务三 常用执行器	155
项目小结	166
项目测试	167
项目 7 数字控制器	169
知识目标	169
能力目标	169
任务一 PID 算法	169
任务二 数字 PID 控制应用	176
项目小结	188
项目测试	188
项目 8 抗干扰技术	191
知识目标	191
能力目标	191
任务一 干扰的来源和分类	191
任务二 硬件抗干扰	195
任务三 CPU 软件抗干扰	201

任务四 看门狗技术	207
任务五 输入/输出通道软件抗干扰	211
任务六 系统可靠性与故障诊断	216
项目测试	223
项目9 微机控制系统设计及发展趋势	225
知识目标	225
能力目标	225
任务一 微机控制系统设计	225
任务二 现代微机控制系统	237
项目小结	246
项目测试	247

项目 1

单片机接口与控制技术概述

知识目标

1. 了解单片机接口的作用；
2. 了解 I/O 接口的功能；
3. 学习 I/O 接口与 CPU 交换数据的方式；
4. 了解微机控制系统的组成；
5. 了解微机控制系统的主要技术指标。

能力目标

1. 掌握 I/O 接口与 CPU 交换数据的方式；
2. 掌握微机控制系统的组成；
3. 了解微机控制系统的特点。

任务一 单片机接口概述

任务要求

- ◇了解单片机接口的作用
- ◇了解单片机接口的基本任务
- ◇掌握 I/O 接口的功能
- ◇掌握 I/O 接口的组成
- ◇掌握 I/O 接口与 CPU 交换数据的方式
- ◇了解单片机接口技术的发展

相关知识

在微机系统中,微处理器的强大功能必须通过外部设备(简称外设)才能实现,而外设与微处理器之间的信息交换及通信是靠接口来实现的,所以,微机应用系统的研究和微机

化产品的开发,从硬件角度来讲,就是接口电路的研究和开发,接口技术,特别是嵌入式微机应用的基础技术已成为直接影响微机系统的功能和微机推广应用的关键之一。微机的应用随着外设不断更新和接口技术的发展而逐渐深入到各个领域。

1. 接口在微机系统中的作用

在微机系统中,接口处于微机总线与设备之间,进行 CPU 与设备之间的信息交换,如图 1-1 所示。接口在微机系统所处的位置决定了它在 CPU 与设备之间的桥梁与转换作用,接口与其两侧的关系极为密切。接口技术是随 CPU 技术及总线技术的变化而发展的(当然,也与被连接的设备密切相关),与总线的关系密不可分。



图 1-1 微机接口

2. 接口的基本任务

设置接口的目的是通过接口实现设备与微机的连接;连接起来以后,CPU 通过接口对设备进行访问,即操作或控制设备。

接口技术的内容就是围绕设备与接口如何进行连接及 CPU 如何通过接口对设备进行操作展开的。

3. I/O 设备接口的功能

I/O 设备接口是 CPU 与外界的连接电路,并非任何一种电路都可以叫作接口,它必须具备一些条件或功能,才称得上是接口电路。那么,接口应具备哪些功能呢?从解决 CPU 与外设的连接时存在的矛盾的观点来看,一般有如下功能。

(1) 执行 CPU 命令

CPU 对被控对象外设的控制是通过接口电路的命令寄存器解释与执行 CPU 命令代码来实现的。

(2) 返回外设状态

接口电路在执行 CPU 命令过程中,外设及接口电路的工作状态是由接口电路的状态寄存器报告给 CPU 的。

(3) 数据缓冲

在 CPU 与外设之间传输数据时,主机高速与外设低速的矛盾是通过接口电路的数据寄存器缓冲来解决的。

(4) 信号转换

微机的总线信号与外设信号的兼容是由接口电路的逻辑模块进行转换来实现的,包括信号的逻辑关系、时序配合及电平匹配的转换。

(5) 设备选择

当一个 CPU 与多个外设交换信息时,通过接口电路的 I/O 地址译码电路选定需要与自己交换信息的设备端口,进行数据交换或通信。

(6) 数据宽度与数据格式转换

有的外设(如串行通信设备)使用串行数据,且要求按一定的数据格式传输,为此,接口电路就应具有数据并/串转换和数据格式转换的能力。

上述功能并非是每种接口都要求具备,对不同用途的微机系统,其接口功能不同,接口

电路的复杂程度也大不一样,应根据需要进行设置。

4. I/O 设备接口的组成

一个能够实际运行的 I/O 设备接口,由硬件和软件两部分组成。其中,硬件电路一般包括接口逻辑电路(由可编程接口芯片实现)、端口地址译码电路及供选择的附加电路等部分;软件编程主要是接口控制程序,即上层用户应用程序的编写,包括可编程接口芯片初始化程序段、中断和 DMA 数据传输方式处理的程序段、对外设主控程序段及程序终止与退出程序段等。

5. I/O 设备接口与 CPU 交换数据的方式

I/O 设备接口与 CPU 之间的数据交换,一般有查询、中断和 DMA 三种方式。不同的交换方式对微机接口的硬件设计和软件编程会产生比较大的影响,故接口设计者对此颇为关心。

(1) 查询方式

查询方式是 CPU 主动去检查外设是否“准备好”传输数据的状态,因此,CPU 需花费很多时间来等待外设进行数据传输的准备,工作效率很低。但查询方式易于实现,在 CPU 不太忙的情况下,可以采用。

(2) 中断方式

中断方式是 I/O 设备做好数据传输准备后,主动向 CPU 请求传输数据,CPU 节省了等待外设的时间。同时,在外设做数据传输的准备时,CPU 可以运行与传输数据无关的其他指令,使外设与 CPU 并行工作,从而提高 CPU 的效率。因此,中断方式用于 CPU 的任务比较忙的场合,尤其适合实时控制及紧急事件的处理。

(3) 直接存储器存取(DMA)方式

DMA 方式是把外设与内存交换数据的那部分操作与控制交给 DMA 控制器去做,CPU 只做 DMA 传输开始前的初始化和传输结束后的处理,而在传输过程中 CPU 不干预,完全可以做其他的工作。这不仅简化了 CPU 对输入/输出的管理,更重要的是大大提高了数据的传输速率。因此,DMA 方式特别适合高速度、大批量数据传输。

6. 分析与设计 I/O 设备接口电路的基本方法

(1) 两侧分析法

I/O 设备接口是连接 CPU 与 I/O 设备的桥梁。在分析接口设计的需求时,显然应该从接口的两侧入手。CPU 一侧,接口面向的是本地总线的数据、地址和控制三总线,情况明确。因此,主要是接口电路的信号线要满足三总线在时序逻辑上的要求,并进行对号入座连接即可。I/O 设备一侧,接口所面对的是种类繁多、信号线五花八门、工作速度各异的外设,情况很复杂。因此,对 I/O 设备一侧的分析重点放在两个方面:一是分析被连 I/O 设备的外部特性,即外设信号引脚的功能与特点,以便在设计接口硬件时,提供这些信号线,满足外设在连接上的要求;二是分析被控外设的工作过程,以便在接口软件设计时,按照这种过程编写程序。这样,接口电路的硬件设计与软件编程就有了依据。

(2) 硬软结合法

以硬件为基础,硬件与软件相结合是设计 I/O 设备接口电路的基本方法。

① 硬件设计方法

硬件设计主要是合理地选用外围接口芯片和有针对性地设计附加电路。目前,在接口设计中,通常采用可编程接口芯片,因而需要深入了解和熟练掌握各类芯片的功能、特点、工作原理、使用方法及编程技巧,以便合理地选择芯片,把它们与微处理器正确地连接起来,并编写相应的控制程序。

外围接口芯片并非万能,因此,当接口电路中有些功能不能由接口的核心芯片完成时,就需要用户附加某些电路,予以补充。

② 软件设计方法

接口的软件设计,对用户来讲,实际上就是接口用户程序的编写。

7. 微机接口技术的发展

接口技术的发展是随着微机体系结构(CPU、总线、存储器)和被连接的对象,以及操作系统应用环境的发展而发展的。当接口的两端及应用环境发生了变化,作为中间桥梁的接口也必须变化。这种变化与发展,过去是如此,今后仍然如此。

在早期的计算机系统中并没有设置独立的接口电路,对外设的控制与管理完全由 CPU 直接操作。这在当时外设品种少、操作简单的情况下,可以勉强由 CPU 承担。然而,随着微机技术的发展,其应用越来越广泛,外设门类、品种大大增加,且性能各异,操作复杂,因此,不设置接口就不行了。首先,如果仍由 CPU 直接管理外设,会使主机完全陷入与外设打交道的沉重负担之中,主机的工作效率变得非常之低。其次,由于外设种类繁多,且每种外设提供的信息格式、电平高低、逻辑关系各不相同,因此,主机对每一种外设要配置一套相应的控制和逻辑电路,使得主机对外设的控制电路非常复杂,而且是固定的连接,不易扩充和改变,这种结构极大地阻碍了计算机的发展。

为了解决以上矛盾,开始在 CPU 与外设之间设置了简单的接口电路,后来逐步发展成为独立功能的接口和设备控制器,把对外设的控制任务交给接口去完成,这样大大地减轻了主机的负担,简化了 CPU 对外设的控制和管理。同时,有了接口之后,研制 CPU 时就不须考虑外设的结构特性如何,反之,研制外设时也无须考虑它是与哪种 CPU 连接。微处理器与外设按各自的规律更新,形成微机本身和外设产品的标准化和系列化,促进了微机系统的发展。

随着微机的发展,微机接口经历了固定式简单接口、可编程复杂接口和功能强大的智能接口几个发展阶段。各种高性能接口标准的不断推出和使用,超大规模接口集成芯片的不断出现,以及接口控制软件的固化技术的应用,使得微机接口向更加智能化、标准化、多功能化及高集成度化的方向发展。目前,又流行一种紧凑的 I/O 子系统结构,就是把 I/O 接口与 I/O 设备控制器及 I/O 设备融合在一起,而不单独设置接口电路,正如高速 I/O 设备(硬盘驱动器和网卡)中那样。

由于微机体系结构的变化及微电子技术的发展,目前微机系统所配置的接口电路的物理结构也发生了根本的变化,以往在微机系统板上能见到的一个个单独的外围接口芯片,现在都集成在一块超大规模的外围芯片中,原来的外围接口芯片在物理结构上已“面目全非”。但它们相应的逻辑功能和端口地址仍然保留下来,也就是说在逻辑上与原来的兼容的,以维持在使用上的一致性。因此,尽管微机系统的接口电路的物理结构发生了变化,

但用户编程时,仍可以照常使用它们。

尽管外设及接口有了很大的发展,但比起微处理器的突飞猛进,差距仍然很大。在工作速度、数据宽度及芯片的集成度等方面,尤其是数据传输速率方面,还存在尖锐的矛盾。那么,如何看待这种微处理器的高性能与外设及接口的低性能呢?首先,差距是客观存在的,正是这种差距和矛盾推动着外设及接口技术的不断发展,但发展应有一个过程。近几年来,研究和推出了不少新型外设、先进的总线技术、新的接口标准及芯片组,正是为了解决微机系统 I/O 的瓶颈问题。相信今后还会出现功能更强大,技术更先进,使用更方便的外设及接口标准。其次,微处理器、外设及接口在微机系统中所起的作用不同,因而对它们的要求也不一样。

思考与练习

1. 接口技术在微机应用中起什么作用?
2. 微机接口技术的基本任务是什么?
3. I/O 设备接口一般应具备哪些功能?
4. I/O 设备接口由哪几部分组成?
5. I/O 设备接口与 CPU 之间交换数据有哪几种方式?
6. 分析与设计 I/O 设备接口的基本方法是什么?

任务二 微机控制系统概述

任务要求

- ◇了解微机控制系统的组成
- ◇了解微机控制系统的工作原理
- ◇掌握直接数字控制系统的结构
- ◇了解微机控制系统的特点
- ◇了解微机控制系统的主要技术指标

相关知识

微机控制系统是以微型计算机为核心部件的自动控制系统或过程控制系统。微机控制系统作为当今工业控制的主流系统,已取代常规的模拟检测、调节、显示、记录等仪器设备和很大部分操作管理的人工职能,并具有较高级、复杂的计算方法和处理方法,使受控对象的动态过程按规定方式和技术要求运行,以完成各种过程控制、操作管理等任务。微机控制系统广泛应用于生产现场乃至生产各职能部门,并深入到各行业的许多领域。

微机控制技术是关于微机控制系统方面的技术,是计算机、控制技术、网络通信技术等多学科内容的集成。微机控制系统的过程包括输入/输出接口、人机接口、控制器的设计及使用、抗干扰技术、可靠性技术、网络与通信及系统的设计等。

1. 微机控制系统的组成

微机控制系统由微型计算机和工业对象组成,如图 1-2 所示。微型计算机多采用专门设计的工业控制微机,也有采用一般微机或单片机的。计算机由硬件和软件两部分组成,硬件是指计算机本身及外部设备实体,软件是指管理计算机的程序以及过程控制应用程序。生产过程包括被控对象、测量变送、执行机构和电气开关等装置。

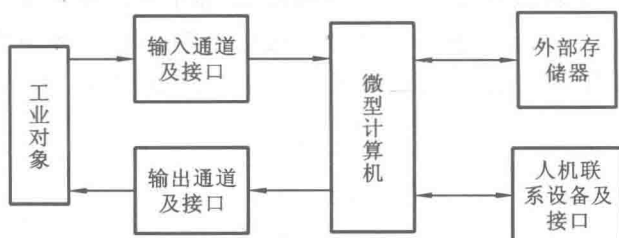


图 1-2 微机控制系统的组成框图

(1) 硬件

硬件包括计算机、过程输入/输出通道及接口、人机联系设备及接口、外部存储器(简称外存)等。

计算机是计算机控制系统的核心,其关键部件是 CPU。由 CPU 通过接口接收人的指令和各类工业对象的参数,向系统各部分发送各种命令数据,完成巡回检测、数据处理、控制计算、逻辑判断等工作。

过程输入/输出通道及接口分为模拟量和数字量两种,数字量包括开关量、脉冲量和数据数码,它负责计算机与工业对象的信息传递和转换。过程输入通道及接口把工业对象的参数转换成微机可以接受的数字编码。过程输出通道及接口把计算机处理结果转换成用于控制被控对象的信号。

人机联系设备及接口包括显示操作台、显示器、键盘、打印机、记录仪等,它们是操作人员 and 计算机进行联系的工具。

外部存储器包括磁盘、光盘、磁带,主要用于存储系统大量的程序和数据。它是内部存储器的扩充,应根据要求决定外部存储器的选用。

(2) 软件

软件由系统软件和应用软件组成。系统软件通常包括操作系统、程序设计系统、语言处理程序等,具有一定的通用性,一般由计算机生产厂家提供。应用软件通常指根据用户要解决的实际问题所配置的各种程序,包括完成系统内各种控制任务的程序。

2. 微机控制系统的结构和原理

对于按偏差进行调节的常规模拟闭环负反馈控制系统,如果把控制器换成微机和转换接口,就构成了微机控制系统,如图 1-3 所示。

计算机把通过测量元件、变送单元和 A/D 转换接口送来的数字信号直接反馈到输入端与设定值进行比较。然后,对其偏差按某种控制算法进行计算,所得数字量输出信号经 D/A 转换接口直接驱动执行装置,对控制对象进行调节,使其保持在设定值上。这种控制结构一般称为闭环控制结构。从本质上讲,微机控制系统的工作原理可归纳为以下 3 个

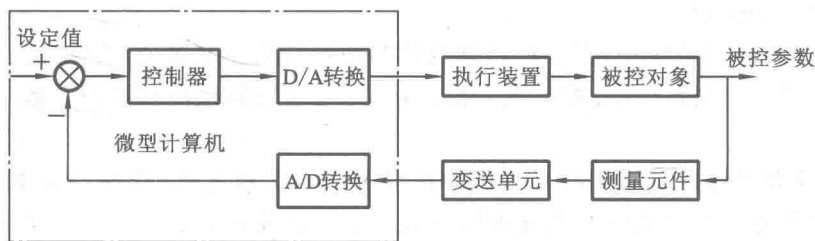


图 1-3 微机闭环控制系统结构图

步骤：

- (1) 实时数据采集
对来自测量元件和变送单元的被控量的瞬时值进行检测和输入。
 - (2) 实时数据处理
对采集到的被控量进行分析和处理，按一定的控制规律运算，进行控制决策。
 - (3) 实时控制输出
根据控制决策，适时地对执行装置发出控制信号，完成工作任务。
- 工程实践中上述过程不断重复。所谓“实时”是指信号的输入、运算处理和输出能在一定的时间内完成，即要求微机对输入信号以足够快的速度进行测量与处理，并在一定的时间内作出反应或产生相应的控制。超过这个时间，就会失去控制时机。“实时”概念不能脱离具体过程，如炼钢的炉温控制，由于时间惯性很大，输出延迟几秒仍然是“实时”的；而轧钢机的拖动电机控制，一般需在几毫秒或更短的时间内完成对电流的调节，否则，电流失控将造成事故。

不同的生产过程所需要的控制结构形式是不同的，有的场合用开环控制，如计算机巡回检测及数据处理系统、顺序控制等均属于开环控制。其特点是：对控制对象的状态参数不进行检测，或检测后直接参与控制。这类系统的结构如图 1-4 所示。

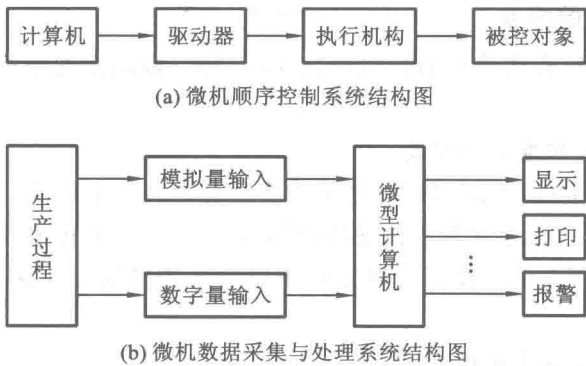


图 1-4 微机开环控制系统结构图

微机数据采集及处理系统，只对被控对象的各物理量经计算机处理后进行显示和打印，给操作者提供一个参考值，而不是直接驱动执行机构去参与控制。微机顺序控制是根据事先设计的逻辑关系，按某种规律去顺序驱动执行机构，完成一定的工序。两者不形成

回路,所以是开环控制。

在常规模拟控制系统中,系统的控制规律是用硬件电路实现的,改变控制规律需要改变硬件;而在微机控制系统中,控制规律程序化了,改变控制规律和被控参数,只需改变程序就可以了。

受控对象和微机直接连接的方式称为在线方式或联机方式;受控对象不和计算机相连,靠人操作的方式称为离线方式或脱机方式。一个在线系统不一定是一个实时系统,但一个实时系统必定是在线系统。

3. 直接数字控制系统(DDC)

直接数字控制(Direct Digital Control, DDC)系统,一般为在线实时系统,其结构如图1-5所示。微机通过模拟量输入通道及接口(AI),数字开关量输入通道及接口(DI)进行实时数据采集,然后按设定的控制规律进行实时控制决策,最后通过模拟量输出通道及接口(AO)、数字开关量输出通道及接口(DO)输出控制信号,实现对生产过程的直接控制。DDC属于计算机闭环控制系统,是计算机在工业生产过程中的最普遍的一种应用方式。为提高利用率,一台计算机有时要控制几个或几十个回路。

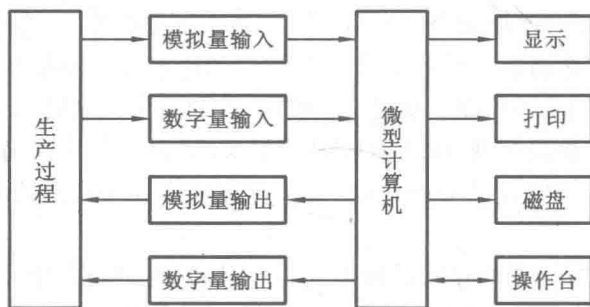


图 1-5 直接数字控制系统结构图

4. 微机控制系统的特点

工业控制机是比较有代表性的微机控制系统,与一般的常规模拟系统相比,有如下突出的特点。

(1) 技术集成和系统复杂程度高

微机控制系统是微机、控制、通信、电子等多种高效技术的集成,是理论方法和应用技术的结合。由于信息量大、速度快和精度高,因此能实现复杂的控制规律,从而达到较高的控制质量。计算机控制系统实现了常规系统难以实现的多变量控制、智能控制、参数自整定等。

(2) 可靠性高和可维修性好

这两个因素决定了系统的可用程度。由于采取有效的抗干扰、冗余、可靠性技术和系统的自诊断功能,计算机控制系统的可靠性高且可维修性好。如有的工控机一旦出现故障,就能迅速指出故障点和处理办法,便于立即修复。

(3) 环境适应性强

工业环境恶劣,要求工业控制机适应高温、高湿、腐蚀、振动、冲击、灰尘等环境。工业

环境电磁干扰严重、供电条件不良,一般的工业控制机有较高的电磁兼容性。

(4) 控制的多功能性

计算机控制系统具有集中操作、实时控制、控制管理、生产管理等多功能。

(5) 应用的灵活性

由于软件功能丰富、编程方便和硬件体积小、重量轻以及结构设计上的模块化、标准化,所以在系统配置上有很强的灵活性。如一些工控机有操作简易的结构化、组态化控制软件,硬件的可装配性、可扩充性也很好。

另外,技术更新快、信息综合性强、内涵丰富、操作便利等也都是微机控制系统的一些特点。

5. 微机控制的技术性能指标

技术性能指标用以反映微机控制系统的稳定性、稳态精度、动态特性、使用特性、先进可靠程度和产品质量等,研究内容要围绕其具体要求而进行。

(1) 微机控制系统的稳定裕量

微机控制系统在给定输入作用或干扰作用下,输出量首先必须是稳定的,即过渡过程只能是振荡衰减或单调衰减,不允许出现发散或等幅振荡的情况。所以,稳定性分析是计算机控制理论中的一个重要方面。

在连续系统中为了衡量控制系统的稳定程度,引入了稳定裕量的概念,稳定裕量包括相角裕量和幅值量裕量。同样,微机控制系统中,可以引入连续系统中稳定裕量的概念。因此,也可以用相角裕量和幅值量裕量来衡量微机控制系统的稳定程度。

(2) 稳态指标

稳态指标是衡量微机控制系统精度的指标,用稳态误差来表征。稳态误差是表示输出量 $Y(t)$ 的稳态值 $Y(\infty)$ 与要求值 Y_0 的差值,定义为

$$e_{ss} = Y_0 - Y(\infty) \quad (1-1)$$

e_{ss} 表示了控制精度,越小越好。稳态误差 e_{ss} 与控制系统本身特性有关,也与作用于系统的输入信号类型有关。

(3) 动态指标

在古典控制理论中用动态时域指标来衡量系统性能的好坏。动态指标能够直观地反映系统过渡过程特性,其中包括超调量 σ_p 、调节时间 t_s 、峰值时间 t_p 、振荡次数 N 和衰减比 η 。图 1-6 是系统过渡过程特性。

① 超调量 σ_p

σ_p 表示了系统动态过程最大输出量相对稳态输出量的程度,设输出量 $Y(t)$ 的最大值为 Y_m ,输出量 $Y(t)$ 的稳态值为 $Y(\infty)$,则超调量 σ_p 定义为

$$\sigma_p = \frac{|Y_m| - |Y(\infty)|}{|Y(\infty)|} \times 100\% \quad (1-2)$$

超调量通常以百分数表示。

② 调节时间 t_s

调节时间 t_s 表示过渡过程时间的长短,当 $t > t_s$ 时,若 $|Y(t) - Y(\infty)| < \Delta$,则 t_s 定义为调节时间,其中 $Y(\infty)$ 是输出量 $Y(t)$ 的稳态值, Δ 取 $0.02Y(\infty)$ 或 $0.05Y(\infty)$ 值。

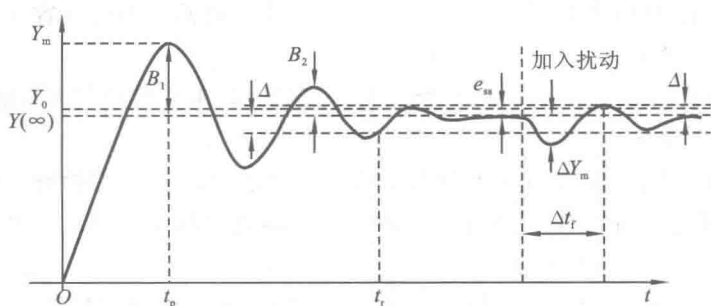


图 1-6 过渡过程特性

③ 峰值时间 t_p

峰值时间 t_p 表示过渡过程到达第一个峰值所需时间,它反映了系统对输入信号反应的快速性。

④ 振荡次数 N

振荡次数 N 反映了控制系统的阻尼特性。它定义为输出量 $Y(t)$ 进入稳态前,穿越 $Y(t)$ 的稳态值 $Y(\infty)$ 的次数的一半。如图 1-6 所示,过渡过程特性, $N=1.5$ 。

⑤ 衰减比 η

衰减比 η 表示了系统过渡过程衰减快慢的程度,它定义为过渡过程第一个峰值 B_1 与第二个峰值 B_2 的比值,即

$$\eta = B_1/B_2 \quad (1-3)$$

衰减比一般取 4 : 1。

上述 5 项动态指标也叫做时域指标,使用最多的是超调量 σ_p 和调节时间 t_s ,过程控制系统衰减比 η 也是一个较常用的指标。

时域指标中还有因负载变化引起的扰动信号下输出变量最大动态值 ΔY_m 和恢复时间 Δt_f ,如图 1-6 所示。控制系统设计中也经常利用频率特性指标、各类优化性能综合指标等,作为控制系统必须考虑的问题,这里不再详细讲述。除此以外,作为计算机控制系统独有的一些技术指标也是很重要的,如采样周期、CPU 的速度和内存容量、通信速度和距离、检测点数和控制回路数、操作管理特性、后备冗余、可靠程度等诸多因素。

思考与练习

1. 微机控制系统由哪几部分组成?
2. 简述直接数字控制系统的结构。
3. 微机控制系统的主要技术指标有哪些?

项目小结

微机接口是 CPU 与外部设备之间信息交换的桥梁,通过接口电路可以达到执行 CPU 命令,采集外设状态、数据缓冲、信号转换、设备选择、数据格式转换功能。CPU 与外设之间的数据交换方式主要有查询方式、中断方式、直接存储器存取方式。