

普通高等院校“十二五”规划教材

普通高等院校“十一五”规划教材

普通高等院校机械类精品教材



顾问 杨叔子 李培根

单片微型计算机控制技术基础

DANPIAN WEIXING JISUANJI KONGZHI JISHU JICHU

陈 彬 王育欣 王 许 袁作彬 主编



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

013061016

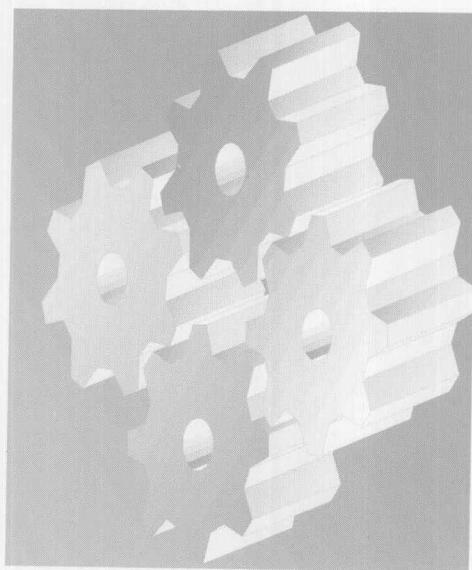
TP368.1-43
277



普通高等院校
普通高等院校
普通高等院校

顾问 杨叔子 李培根

单片微型计算机控制技术基础



主 编 陈 彬 王育欣
王 许 袁作彬
副主编 王海霞 喻学才
黄大志 付慧开



TP368.1-43
277



北航

C1666552



华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>

中国·武汉

内 容 简 介

本书全面系统地讲述了单片微型计算机在工业过程控制中的各种应用技术。主要内容有:微型计算机控制系统的组成及分类、微机系统的数学描述、单片机的基本系统扩展、输入设备及其接口、输出设备及其接口、A/D 和 D/A 转换、串行通信及其接口总线、单片机的 PID 控制、微型机控制系统设计方法及实例等。本书内容以 MCS-51 系列单片机为主,采用汇编语言重点讲述工业过程控制中的软件、硬件相结合的接口技术和控制方法。

本书可作为大学机电本科专业以及相关电子专业的教材,也可作为广大从事单片微型机过程控制系统设计技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

单片微型计算机控制技术基础/陈 彬 王育欣 王 许 袁作彬 主编. —武汉:华中科技大学出版社,2013.7

ISBN 978-7-5609-8045-4

I. 单… II. ①陈… ②王… ③王… ④袁… III. 单片微型计算机-计算机控制-高等学校-教材 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 108598 号

单片微型计算机控制技术基础

陈 彬 王育欣 王 许 袁作彬 主编

策划编辑:俞道凯

责任编辑:吴 晗

封面设计:潘 群

责任校对:朱 霞

责任监印:张正林

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)81321915

录 排:武汉楚海文化传播有限公司

印 刷:华中科技大学印刷厂

开 本:787mm×960mm 1/16

印 张:15 插页:2

字 数:315 千字

版 次:2013 年 7 月第 1 版第 1 次印刷

定 价:30.00 元



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

普通高等院校“十二五”规划教材

普通高等院校“十一五”规划教材

普通高等院校机械类精品教材

编审委员会

顾问: 杨叔子 华中科技大学

李培根 华中科技大学

总主编: 吴昌林 华中科技大学

委员: (按姓氏拼音顺序排列)

崔洪斌 河北科技大学

冯 浩 景德镇陶瓷学院

高为国 湖南工程学院

郭钟宁 广东工业大学

韩建海 河南科技大学

孔建益 武汉科技大学

李光布 上海师范大学

李 军 重庆交通大学

黎秋萍 华中科技大学出版社

刘成俊 重庆科技学院

柳舟通 湖北理工学院

卢道华 江苏科技大学

鲁屏宇 江南大学

梅顺齐 武汉纺织大学

孟 逵 河南工业大学

芮执元 兰州理工大学

汪建新 内蒙古科技大学

王生泽 东华大学

闫占辉 长春工程学院

杨振中 华北水利水电大学

尹明富 天津工业大学

张 华 南昌大学

张建钢 武汉纺织大学

赵大兴 湖北工业大学

赵天婵 江汉大学

赵雪松 安徽工程大学

郑清春 天津理工大学

周广林 黑龙江科技大学

序

“爆竹一声除旧，桃符万户更新。”在新年伊始，春节伊始，“十一五规划”伊始，来为“普通高等院校机械类精品教材”这套丛书写这个“序”，我感到很有意义。

近十年来，我国高等教育取得了历史性的突破，实现了跨越式的发展，毛入学率由低于10%达到了高于20%，高等教育由精英教育而跨入了大众化教育。显然，教育观念必须与时俱进而更新，教育质量观也必须与时俱进而改变，从而教育模式也必须与时俱进而多样化。

以国家需求与社会发展为导向，走多样化人才培养之路是今后高等教育教学改革的一项重要任务。在前几年，教育部高等学校机械学科教学指导委员会对全国高校机械专业提出了机械专业人才培养模式的多样化原则，各有关高校的机械专业都在积极探索适应国家需求与社会发展的办学途径，有的已制订了新的人才培养计划，有的正在考虑深刻变革的培养方案，人才培养模式已呈现百花齐放、各得其所的繁荣局面。精英教育时代规划教材、一致模式、雷同要求的一统天下的局面，显然无法适应大众化教育形势的发展。事实上，多年来许多普通院校采用规划教材就十分勉强，而又苦于无合适教材可用。

“百年大计，教育为本；教育大计，教师为本；教师大计，教学为本；教学大计，教材为本。”有好的教材，就有章可循，有规可依，有鉴可借，有道可走。师资、设备、资料（首先是教材）是高校的三大教学基本建设。

“山不在高，有仙则名。水不在深，有龙则灵。”教材不在厚薄，内容不在深浅，能切合学生培养目标，能抓住学生应掌握的要言，能做

到彼此呼应、相互配套,就行,此即教材要精、课程要精,能精则名、能精则灵、能精则行。

华中科技大学出版社主动邀请了一大批专家,联合了全国几十个应用型机械专业,在全国高校机械学科教学指导委员会的指导下,保证了当前形势下机械学科教学改革的发展方向,交流了各校的教改经验与教材建设计划,确定了一批面向普通高等院校机械学科精品课程的教材编写计划。特别要提出的,教育质量观、教材质量观必须随高等教育大众化而更新。大众化、多样化决不是降低质量,而是要面向、适应与满足人才市场的多样化需求,面向、符合、激活学生个性与能力的多样化特点。“和而不同”,才能生动活泼地繁荣与发展。脱离市场实际的、脱离学生实际的一刀切的质量不仅不是“万应灵丹”,而是“千篇一律”的桎梏。正因为如此,为了真正确保高等教育大众化时代的教学质量,教育主管部门正在对高校进行教学质量评估,各高校正在积极进行教材建设,特别是精品课程、精品教材建设。也因为如此,华中科技大学出版社组织出版普通高等院校应用型机械学科的精品教材,可谓正得其时。

我感谢参与这批精品教材编写的专家们!我感谢出版这批精品教材的华中科技大学出版社的有关同志!我感谢关心、支持与帮助这批精品教材编写与出版的单位与同志们!我深信编写者与出版者一定会同使用者沟通,听取他们的意见与建议,不断提高教材的水平!

特为之序。

中国科学院院士

教育部高等学校机械学科指导委员会主任

杨益子

2006.1

前 言

随着电子技术和自动控制技术的飞速发展,具有集成度高、功能强、可靠性高、体积小、功耗低、价格廉、灵活方便等一系列优点的单片机和以单片机为主的微机控制已成为工业过程控制技术的主流,它们将更加广泛地应用于国防、航空航天、海洋、农业、地质、气象、科技、教育等各个领域,并在其中发挥巨大的作用。

本书针对自动控制、机械电子、机械设计、电力电气、通信工程等专业的本科生、研究生和技术人员的需要编写,希望能使读者较全面地了解 51 系列单片机控制方法的主要思想、基本原理和设计算法。本书的编写力求通俗易懂,强调对基本思想的解释,不拘泥于严格的数学推导,追求实用性。本书结合笔者近年来的教学实践工作,以一个完整的单片机控制系统的接口设计与控制分析为主线,讨论系统组成、数学描述及常见的控制方法的设计,力图帮助读者学习和掌握具体单片机控制系统设计和分析的实现方法,并对不同控制方法的特点进行了解和比较。

全书共分 9 章:第 1 章概要介绍了单片微型计算机控制系统的基本概念、结构组成、系统分类以及发展趋势;第 2 章介绍了单片机控制系统的理论基础,包括采样过程、离散信号数学描述、信号复现,以及采样定理、Z 变换及其基本定理、微机系统的差分方程及脉冲传递函数;第 3 章针对单片机的基本系统的扩展技术进行了阐述,包括接口功能、分类及单片机的简单扩展、可编程扩展(8155、8255A)、存储器扩展等几个方面;第 4 章介绍了开关量、独立式键盘、矩阵式键盘及 8279 等接口技术;第 5 章介绍了数码管、点阵 LED、笔段式 LCD、字符型 LCD、图形型 LCD 等几种输出设备的工作原理,以及单片机的硬件接口和软件编程;第 6 章从单片机控制系统组成入手阐述输入通道主要器件 A/D 和输出通道器件 D/A 的工作原理、典型器件与单片机的硬件接口技术及程序控制;第 7 章讲串行通信控制技术,主要介绍了 UART、I²C、SPI 的结构特点和软件模拟等内容;第 8 章根据工业中常见的 PID 控制技术,介绍了单片机的 PID 控制原理和具体实例;第 9 章以单片机的温湿度控制为例,从整体角度概述了单片机控制系统的设计要点和软硬件设计基本思路。

本书参考了国内外众多单片机接口技术与控制系统设计方面的著作与文献,笔者向这些著作者们致以真诚的谢意。

本书在华中科技大学出版社的大力支持和帮助下得以出版,在此表示深深的谢意!

由于笔者水平有限,书中不足之处在所难免,敬请各位同行与读者批评指正。

陈 彬

2012 年 8 月

目 录

第 1 章 微型计算机控制系统概述	(1)
1.1 微型计算机控制系统的组成	(1)
1.1.1 微型计算机控制系统硬件结构	(2)
1.1.2 微型计算机控制系统软件	(5)
1.2 微型计算机控制系统分类	(7)
1.3 微型计算机控制系统的现状及发展趋势	(16)
1.3.1 基于工控机的计算机控制系统	(16)
1.3.2 基于数字调节器的计算机控制系统	(20)
1.3.3 基于 PLC 的计算机控制系统	(22)
1.3.4 基于嵌入式系统的计算机控制系统	(23)
1.3.5 微型计算机控制系统发展趋势	(26)
第 2 章 微机控制系统理论基础	(28)
2.1 微型计算机控制系统的基本概念	(28)
2.1.1 采样过程及离散信号的数学描述	(30)
2.1.2 信号复现及采样定理	(32)
2.2 Z 变换及其基本定理	(37)
2.2.1 Z 变换	(37)
2.2.2 逆 Z 变换	(45)
2.3 微型计算机控制系统的数学描述	(47)
2.3.1 离散系统差分方程	(47)
2.3.2 脉冲传递函数	(49)
第 3 章 MCS-51 系列单片机的基本系统扩展	(53)
3.1 有关接口的基本概念	(53)
3.1.1 接口信号的分类	(56)
3.1.2 接口电路的主要功能	(57)
3.1.3 I/O 端口的寻址方式	(58)
3.1.4 I/O 数据传送的控制方式	(58)
3.2 单片机 I/O 端口的简单扩展	(61)
3.2.1 用 74LS244 扩展 8 位并行输入口	(64)
3.2.2 用 74LS373 扩展 8 位并行 I/O 端口	(66)

3.2.3	用串行口扩展 I/O 端口	(70)
3.3	RAM/IO 接口芯片 8155	(72)
3.3.1	8155 芯片	(72)
3.3.2	8031 单片机与 8155H 接口及应用	(78)
3.4	可编程并行 I/O 接口 8255A	(81)
3.4.1	8255A 芯片的外部引脚和内部结构	(81)
3.4.2	8255A 工作方式	(85)
3.4.3	51 单片机与 8255 的接口	(88)
3.5	MCS-51 存储器的扩展	(89)
3.5.1	存储器的扩展时序	(89)
3.5.2	程序存储器的扩展	(91)
3.5.3	数据存储器的扩展	(95)
第 4 章	输入设备及其接口技术	(100)
4.1	开关量的接口技术	(100)
4.1.1	开关量输入接口	(100)
4.1.2	开关量输出接口	(102)
4.2	键盘接口技术	(105)
4.2.1	按键结构与特点	(106)
4.2.2	独立式按键接口电路	(107)
4.2.3	矩阵式键盘	(109)
4.2.4	采用中断扫描方式的键盘接口	(112)
4.2.5	可编程芯片 8279 及其接口	(114)
第 5 章	输出设备及其接口技术	(118)
5.1	LED 显示器及其接口	(118)
5.1.1	数码管	(119)
5.1.2	点阵 LED	(128)
5.2	LCD 液晶显示和接口	(133)
5.2.1	LCD 显示器简介	(133)
5.2.2	笔段型 LCD 的驱动	(140)
5.2.3	字符型 LCD 的接口	(145)
5.2.4	图形液晶显示接口	(155)
第 6 章	输入/输出通道接口技术	(166)
6.1	单片机系统的过程 I/O 通道	(167)
6.2	D/A 转换器及接口技术	(168)
6.2.1	D/A 转换的工作原理	(168)
6.2.2	D/A 转换器的性能指标	(170)

6.2.3	DAC0832 的特点与引脚	(171)
6.2.4	D/A 芯片接口技术	(173)
6.3	A/D 转换器及接口技术	(177)
6.3.1	A/D 转换器的工作原理	(177)
6.3.2	A/D 转换器的性能指标	(179)
6.3.3	逐次逼近式 A/D 转换器(ADC0809)	(179)
6.3.4	ADC0809 接口	(181)
6.3.5	A/D 转换器应用——数据采集系统	(182)
第 7 章	串行通信控制技术	(185)
7.1	串行扩展概述	(185)
7.2	UART 串行扩展接口应用实例	(185)
7.3	I ² C 串行扩展总线	(189)
7.3.1	I ² C 总线特征	(189)
7.3.2	I ² C 总线工作原理	(190)
7.4	SPI 串行扩展接口	(192)
7.4.1	SPI 总线的结构原理	(192)
7.4.2	SPI 总线的软件模拟	(193)
7.4.3	SPI 串行扩展应用实例	(195)
第 8 章	单片机 PID 控制技术	(198)
8.1	PID 算法	(198)
8.1.1	PID 控制的原理和特点	(198)
8.1.2	数字 PID 控制算法	(200)
8.2	单片机 PID 控制	(202)
8.2.1	PID 算法程序设计	(203)
8.2.2	PID 调用的子程序设计	(206)
第 9 章	单片机控制系统的设计	(211)
9.1	单片机控制系统设计	(211)
9.1.1	单片机控制系统设计要点	(211)
9.1.2	单片机控制系统硬件设计	(212)
9.1.3	单片机控制系统软件设计	(214)
9.2	单片机的温、湿度测控系统	(214)
9.2.1	控制要求	(214)
9.2.2	温、湿度测控系统硬件设计	(216)
9.2.3	温、湿度测控系统软件设计	(221)
参考文献		(229)

第 1 章 微型计算机控制系统概述

微型计算机简称“微型机”、“微机”，是由大规模集成电路组成的、体积较小的电子计算机。由于其具备人脑的某些功能，所以也称其为“微电脑”。它是以微处理器为基础，配以内存存储器及输入/输出(I/O)接口电路和相应的辅助电路而构成的裸机。特点是体积小、灵活性大、价格低廉、使用方便。把微型计算机集成在一个芯片上即构成单片微型计算机(single chip microcomputer)。由微型计算机配以相应的外围设备(如打印机)及其他专用电路、电源、面板、机架以及足够的软件构成的系统称为微型计算机系统(micro-computer system)。

随着半导体技术的快速发展，微型计算机以惊人的速度发展。1971 年第一个微处理器 Intel 4040 由 Intel 公司研制出来，其晶体管数目约为 2 300 颗，为 4 位字长，指令执行平均时间为 20 μ s，用来进行十进制串行运行和简单的数据处理，没有暂停和中断功能，灵活性差，但为日后开发系统智能功能以及个人电脑奠定发展基础。随后几十年来，微型计算机已经历了 4 位、8 位、16 位、32 位甚至 64 位机的大发展阶段。除了人所共知的以 8088、8086、80286、80386、80486 和 Pentium 系列微处理器为核心的功能齐全、高性能的通用微型计算机相继问世以外，还出现了许多小巧灵活的单片机，如 Intel、Philips 的 MCS-51 系列、Zilog 公司的 Z86 系列、Motorola 公司的 M68HC 系列以及 Atmel 公司的 AT90 系列等。其中 AT91M 系列是 Atmel 公司基于 ARM7TDMI 嵌入式处理器的 AT-MEL 16/32 微处理器系列中的新产品，该处理器用高密度的 16 位指令集实现了高效的 32 位 RISC 结构且功耗很低。另外 Atmel 的增强型 51 系列单片机迄今在市场上仍然十分流行，使微型机在工业控制领域长盛不衰。目前，微机控制的发展已经历了从简单、可靠的 STD 总线工业控制机到功能强大的工业 PC，从单机控制到集散型多机控制等几个阶段。

1.1 微型计算机控制系统的组成

将模拟式自动控制系统中的控制器的功能用计算机来实现，就组成了一个典型的计算机控制系统，如图 1-1 所示。因此，简单地说，微型计算机控制系统就是采用微型计算机来实现的工业自动控制系统，由微型计算机和生产过程两部分组成。在控制系统中引入微型计算机，可以充分利用微机的运算、逻辑判断和记忆等功能完成多种控制任务。

由于表征工业生产过程特性的参数大部分是模拟量,而计算机采用的都是数字量,因此,必须采用模/数(A/D)转换器和数/模(D/A)转换器,以实现两者之间的相互转换。

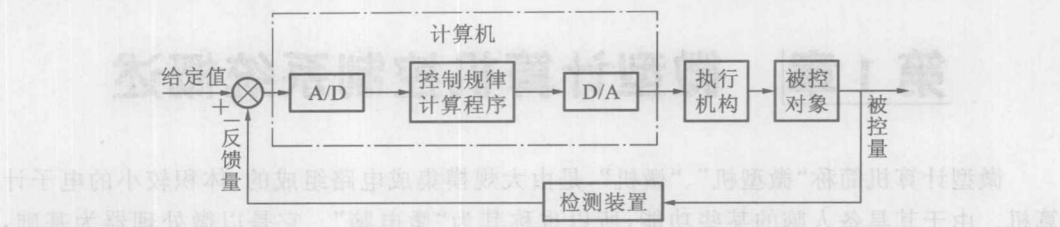


图 1-1 微型计算机控制系统基本框图

在图 1-1 中,给定值和反馈量要先经过 A/D 转换器将其转换为数字量,才能输入计算机系统。当微型计算机接收了给定量和反馈量后,依照偏差值,按某种控制规律进行运算(如 PID 运算),计算结果(数字信号)再经过 D/A 转换器,将数字信号转换成模拟控制信号输出到执行机构,便完成了对系统的控制作用。

微型计算机控制系统的特点如下。

- ①微型计算机采用分时操作,用一台计算机可以代替许多台常规仪表,在一台计算机上操作与监视很方便。
- ②由于计算机控制系统实现了功能的软件化,复杂控制系统的实现或控制方案的修改可能只需修改程序、重新组态即可实现。
- ③计算机控制系统可以通过通信网络而互通信息,实现数据和信息共享,能使操作人员及时了解生产情况,改变生产控制和经营策略,使生产处于最优状态。
- ④计算机具有记忆和判断功能,它能够综合生产中各方面的信息,在生产发生异常情况下,及时做出判断,采取适当措施,并提供故障原因的准确指导,缩短系统维修和排除故障的时间,提高系统运行的安全性,提高生产效率,这是常规仪表所达不到的。

尽管工业生产过程种类繁多,但对其实施控制的计算机,无论是大、中、小型机还是微型机及单片机,都是由硬件和软件两部分组成,分别介绍如下。

1.1.1 微型计算机控制系统硬件结构

微型计算机控制系统的硬件系统是指微型计算机本身及其外围设备,主要由微型计算机、外部存储器、键盘、显示器、I/O 接口电路、以 A/D 转换和 D/A 转换为核心的模拟量 I/O 通道和数字量 I/O 通道、检测器件和执行机构、通用外部设备和工业生产对象等组成,如图 1-2 所示。

图 1-2 中,被测参数经过传感器、变送器,转换成统一的标准电信号,再经多路开关选送到采样保持(S/H)和 A/D 转换器进行模/数转换,转换后的数字量通过接口送入微型计算机,这是模拟量输入通道。在计算机内部,用软件对采集的数据进行处理和计算,然

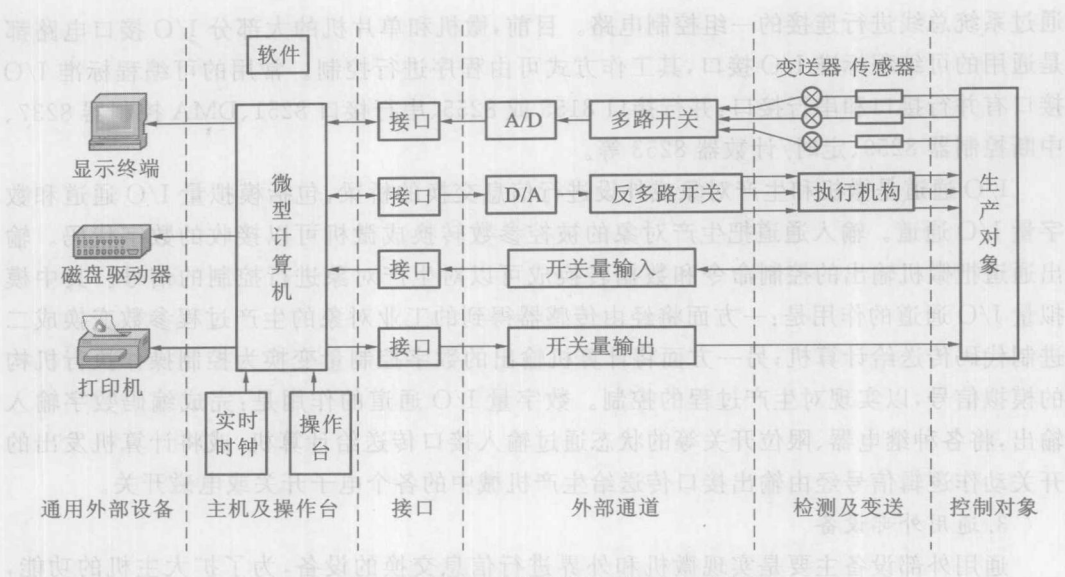


图 1-2 典型微型计算机控制系统的组成框图

后将数据经接口送入 D/A 转换器进行数/模转换,再经过分配器及驱动电路驱动执行机构实现对生产对象(被测参数)的控制,这是模拟量输出通道。

不同的控制系统其要求也不同,因此组成微型计算机控制系统的硬件也不尽相同,一般可根据系统的需要进行扩展。图 1-2 是比较完善的一个系统框图,实际系统的硬件配置不一定与此相同,可根据系统的要求进行取舍。下面对微型计算机控制系统的各部分硬件分别加以介绍。

1. 主机

微型计算机控制系统的主机是指由中央处理器(CPU)、时钟电路、内存储器构成的计算机主机,它是整个控制系统的核心。主机根据输入设备对被控对象的被控参数进行实时检测,获取反映生产过程工作状况的各种信号,以预定的控制算法(如 PID 运算、最优化计算等),自动地进行信息处理和运算,选定相应的控制策略,对生产过程进行监督,使之处于最优工作状态;对事故进行预测和报警;编制生产技术报告,打印制表等等。可见,对被测参数进行巡回检测、数据处理、控制计算、报警处理以及逻辑判断等是主机的几个主要职能,它的选用将直接影响到系统的功能及接口电路的设计。目前最常用的主机有 Intel 的 Pentium4、Pentium-M 等高端产品及其 Celeron D、Celeron 4 和 Celeron M 低端产品,以及 AMD 的 AthlonFX、AthlonFX X2 高端产品和 Athlon-M、Athlon64 低端产品等。由于单片机种类繁多、功能各异,因此,在选用单片机作为主控芯片时,I/O 接口技术是十分重要的学习内容。

2. I/O 接口与 I/O 通道

I/O 接口是中央处理器与存储器、外部设备,或者两种外设之间,或者两种机器之间

通过系统总线进行连接的一组控制电路。目前,微机和单片机的大部分 I/O 接口电路都是通用的可编程标准 I/O 接口,其工作方式可由程序进行控制。常用的可编程标准 I/O 接口有并行接口和串行接口;并行接口 8155 或 8255、串行接口 8251、DMA 控制器 8237、中断控制器 8259、定时/计数器 8253 等。

I/O 通道是微机和生产对象或外设进行信息交换的桥梁,包括模拟量 I/O 通道和数字量 I/O 通道。输入通道把生产对象的被控参数转换成微机可以接收的数字代码。输出通道把微机输出的控制命令和数据转换成可以对生产对象进行控制的信号。其中模拟量 I/O 通道的作用是:一方面将经由传感器得到的工业对象的生产过程参数变换成二进制代码传送给计算机;另一方面将计算机输出的数字控制量变换为控制操作执行机构的模拟信号,以实现对生产过程的控制。数字量 I/O 通道的作用是:完成编码数字输入输出,将各种继电器、限位开关等的状态通过输入接口传送给计算机,或将计算机发出的开关动作逻辑信号经由输出接口传送给生产机械中的各个电子开关或电磁开关。

3. 通用外部设备

通用外部设备主要是实现微机和外界进行信息交换的设备,为了扩大主机的功能,它们用来显示、打印、存储及传送数据,简称外设。常用的外部设备按功能可分为输入设备、输出设备和辅助存储设备(外存)三类。常用的输入设备是人机接口设备(操作台)、键盘、终端和扫描仪,用来输入程序、数据和操作命令。其中,操作台应具备如下功能:显示功能,即根据操作人员的要求,能立即显示所要求的内容;应有按钮,完成系统的启、停等功能;应保证即使操作错误也不会造成恶劣后果,即应有保护功能。

常用的输出设备是打印机、各种显示器、绘图机,它们以字符、曲线、表格和图形等不同方式显示和反映生产过程状况和控制信息。常用的辅助存储器是磁盘和磁带,它们兼有输入和输出两种功能,用来存放程序和数据,作为主存储器的后备辅助存储设备。这些外设从各方面扩充了主机的功能。

4. 传感器及执行机构

在微机控制系统中,为了收集和测量各种参数,采用了各种检测元件及变送器,常见的有温度、压力、流量、液位等各种传感变送器,其主要功能是将被检测参数的非电量转换成电量。如利用热电偶把温度转换成毫伏级电压信号,用压力传感器把压力变成电信号。这些信号经变送器转换成统一的标准电信号(0—5 V 电压或 4—20 mA 电流)之后,再送入 A/D 通道进行模/数转换后送入微型计算机。因此,检测元件精度的高低,直接影响控制系统的精度。

要控制生产过程,必须有执行机构,执行机构是微机控制系统中的重要部件,其功能是根据微机输出的控制信号。改变输出的角位移或直线位移,并通过调节机构改变被调介质的流量或能量,使生产过程符合预定的要求。例如:在温度控制系统中,控制进入加热炉的煤气(或油)量;在水位控制系统中控制进入容器的水的流量。常用的执行机构有

电动、气动、液动等形式,有的采用交直流电动机、步进电动机或可控硅等进行控制。

1.1.2 微型计算机控制系统软件

硬件为计算机控制系统提供了物质基础,但还必须编制必要的软件才能把各种控制算法和策略应用于对生产过程的控制。软件是指计算机控制系统中具有各种功能的计算机程序的总和,如完成操作、监控、管理、控制、计算和自诊断等功能的程序。整个系统在软件指挥下协调工作。在计算机控制系统中,软件和硬件不是独立存在的,在设计时必须注意两者相互间的有机配合和协调,只有这样才能研制出满足生产要求的高质量的控制系统。

1. 按使用的语言分类

微型计算机控制系统软件按使用的语言来分,可分为机器语言软件、汇编语言软件和高级语言软件。下面分别介绍这三种语言。

1) 机器语言(machine language)

机器语言直接由机器指令(二进制)构成,因此用它编写的计算机程序不需要翻译就可直接被计算机系统识别并运行。这种由二进制代码指令编写的程序最大的优点是执行速度快、效率高,同时也存在着严重的缺点,即很难掌握,编程繁琐、可读性差、易出错,并且依赖于具体的机器,通用性差。

2) 汇编语言(assembly language)

汇编语言采用一定的助记符号表示机器语言中的指令和数据,是符号化了的机器语言,也称为“符号语言”。汇编语言程序指令的操作码和操作数全都用符号表示,大大方便了记忆,但用助记符号表示的汇编语言,与机器语言归根结底是一一对应的关系,都依赖于具体的计算机,因此都是低级语言。汇编语言同样具备机器语言的缺点,如缺乏通用性、繁琐、易出错等,只是程度上不同罢了。

用这种语言编写的程序(汇编程序)不能在计算机上直接运行,必须首先被一种称为汇编程序的系统程序“翻译”成机器语言程序,才能由计算机执行。任何一种计算机都配有只适用于自己的汇编程序(assembler)。

3) 高级语言

高级语言又称为算法语言,它与机器无关,是近似于人类自然语言或数学公式的计算机语言。高级语言克服了低级语言的诸多缺点,它易学易用、可读性好、表达能力强(语句用较为接近自然语言的英文表示)、通用性好(用高级语言编写的程序能使用在不同的计算机系统上)。但是,高级语言编写的程序仍不能被计算机直接识别和执行,它也必须经过某种转换才能执行。

高级语言种类很多,功能很强,常用的高级语言有:面向过程的有 Basic 语言,用于科学计算的 Fortran 语言,支持结构化程序设计的 Pascal 语言,用于商务处理的 COBOL 语

言和支持现代软件开发的 C 语言,面向对象的 VB(Visual Basic)、VC++(Visual C++)、Delphi、Java 等语言,使得计算机语言解决实际问题的能力得到了很大的提高。

(1) Fortran 语言在 1954 年提出,1956 年实现,适用于科学和工程计算,它已经具有相当完善的工程设计计算程序和工程应用软件。

(2) Pascal 语言是结构化程序设计语言,适用于教学、科学计算、数据处理和系统软件开发等,目前逐渐被 C 语言所取代。

(3) C 语言是美国 Bell 实验室开发成功的,是一种具有很高灵活性的高级语言。它语言程序简洁,功能强,适用于系统软件、数据计算、数据处理等,是目前使用得最多的程序设计语言之一。

(4) Visual Basic 语言是在 Basic 语言的基础上发展起来的面向对象程序设计语言,它既保留了 Basic 语言简单易学的特点,同时又具有很强的可视化界面设计功能,能够迅速地开发 Windows 应用程序,是重要的多媒体编程工具语言。

(5) C++ 语言是一种面向对象的语言。面向对象的技术在系统程序设计、数据库及多媒体应用等诸多领域得到广泛应用。专家们预测,面向对象的程序设计思想将会主导今后程序设计语言的发展。

(6) Java 语言是一种新型的跨平台分布式和程序设计语言。Java 语言以它简单、安全、可移植、面向对象、多线程处理和具有动态等特性引起世界范围的广泛关注。Java 语言是基于 C++ 语言的,其最大的特色在于“一次编写,处处运行”。Java 语言已逐渐成为网络化软件的核心语言。

语言处理程序的功能是将除机器语言以外,利用其他计算机语言编写的程序转换成机器所能直接识别并执行的机器语言程序的程序。它可以分为三种类型,即汇编程序、编译程序和解释程序。通常将汇编语言及各种高级语言编写的计算机程序称为源程序(source program),而把由源程序经过翻译(汇编或者编译)而生成的机器指令程序称为目标程序(object program)。语言处理程序中的汇编程序与编译程序具有一个共同的特点,即必须生成目标程序,然后通过执行目标程序得到最终结果。而解释程序是对源程序进行解释(逐句翻译),翻译一句执行一句,边解释边执行,从而得到最终结果。解释程序不产生将被执行的目标程序,而是借助解释程序直接执行源程序本身。

2. 按软件功能分类

微型计算机控制系统软件按功能来分,可分为系统软件、应用软件及数据库系统。

1) 系统软件

它是由计算机的制造厂商提供的,用来管理计算机本身的资源和方便用户使用计算机的软件。常用的有操作系统、开发系统等,它们一般不需用户自行设计编程,只需掌握使用方法或根据实际需要加以适当改造即可。系统软件包括操作系统、诊断系统和开发系统。

(1)操作系统:即为管理程序、磁盘操作系统程序、监控程序等。

(2)诊断系统:指的是调节程序及故障诊断程序。

(3)开发系统:包括各种程序设计语言、语言处理程序(编译程序)、服务程序(装配程序和编辑程序)、模拟主系统(系统模拟、仿真、移植软件)、数据管理系统等。

2) 应用软件

它是面向用户本身的程序,即指由用户根据要解决的实际问题而编写的各种程序。比如各种数据采集、滤波程序、控制量计算程序、生产过程监控程序等。应用软件包括过程监视程序、过程控制计算程序和公共服务程序。

(1)过程监视程序:指巡回检测程序、数据处理程序、上下限检查及报警程序、操作面板服务程序、数字滤波及标度变换程序、判断程序、过程分析程序等。

(2)过程控制计算程序:指控制算法程序、事故处理程序和信息管理程序,其中信息管理程序包括信息生成调度、文件管理及输出、打印、显示程序等。

(3)公共服务程序:包括基本运算程序、函数运算程序、数码转换程序、格式编码程序。

3) 数据库系统

数据库及数据库管理系统主要用于资料管理、存档和检索。相应软件设计指如何建立数据库以及如何查询、显示、调用和修改数据等。

1.2 微型计算机控制系统分类

微型计算机控制系统与其所控制的生产对象密切相关,控制对象不同,控制系统也不同。根据应用特点、控制方案、控制目标和系统构成,微型计算机控制系统大体上可分为以下几种类型:操作指导控制系统、直接数字控制系统(direct digital control, DDC)、计算机监督控制系统(supervisory computer control, SCC)、分布式控制系统(distributed control system, DCS)、计算机集成制造系统(computer integrated making system, CIMS)和现场总线控制系统(fieldbus control system, FCS)。下面分别进行介绍。

1. 操作指导控制系统

操作指导控制系统是指计算机的输出不直接用来控制生产对象,计算机只是每隔一定的时间对生产过程的参数进行采集,经 A/D 转换后送入计算机,根据一定的控制算法进行显示、打印或报警,供操作人员参考、选择的操作方案和最佳设定值等,操作人员根据计算机的输出信息去改变调节器的设定值,或者根据计算机输出的控制量执行相应的操作。图 1-3 为操作指导控制系统示意图。

恒温箱是操作指导控制系统的具体应用实例,用来控制温度,它为农业研究、生物技术测试提供所需要的各种环境模拟条件,因此广泛适用于药物、纺织、食品加工等无菌试