

名师策划 名师主理 教改结晶 教材精品



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

新世纪电子信息与自动化系列课程改革教材

丛书主编 邹逢兴

单片机原理与应用 ——系统设计

李云钢 邹逢兴 龙志强 编 著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

TP368.1/393

2008

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
新世纪电子信息与自动化系列课程改革教材

单片机原理与应用系统设计

李云钢 邹逢兴 龙志强 编 著

中国水利水电出版社

内 容 提 要

本书系统讲述单片机应用系统设计技术。内容涵盖 MCS-51 单片机的系统结构、硬件资源、指令系统与编程技术, 单片机的串/并行扩展技术, PIC 和 ARM 系列单片机的原理与应用技术, 单片机应用系统设计实例与选题等。书中实例均来源于工程实践, 涉及面广、实用性强。

本书内容丰富、深入浅出、实例新颖、易于掌握, 既可作为高等院校自动化、电子工程等专业本科生和研究生的教材, 也可作为单片机系统开发人员的技术参考书。

本书配有电子教案, 读者可从中国水利水电出版社网站上免费下载, 网址为:
<http://www.waterpub.com.cn/softdown/>。

图书在版编目 (CIP) 数据

单片机原理与应用系统设计 / 李云钢等编著. —北京:
中国水利水电出版社, 2008

普通高等教育“十一五”国家级规划教材. 新世纪电
子信息与自动化系列课程改革教材

ISBN 978-7-5084-5121-3

I. 单… II. 李… III. 单片微型计算机—高等学校—教
材 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 182825 号

书 名	单片机原理与应用系统设计
作 者	李云钢 邹逢兴 龙志强 编 著
出版 发行	中国水利水电出版社 (北京市三里河路 6 号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@263.net (万水) sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (营销中心)、82562819 (万水)
经 售	全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	北京市天竺颖华印刷厂
规 格	787mm×1092mm 16 开本 22.5 印张 625 千字
版 次	2008 年 1 月第 1 版 2008 年 1 月第 1 次印刷
印 数	0001—4000 册
定 价	34.00 元

凡购买我社图书, 如有缺页、倒页、脱页的, 本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

新世纪电子信息与自动化系列课程改革教材

编审委员会

顾问：

冯博琴（西安交通大学教授，第一届国家级教学名师）

蔡自兴（中南大学教授，第一届国家级教学名师）

蔡惟铮（哈尔滨工业大学教授，第一届国家级教学名师）

主任委员：

邹逢兴（国防科学技术大学教授，第一届国家级教学名师）

副主任委员：

刘甘娜（大连海事大学教授，教育部非计算机专业计算机基础课程
教学指导分委员会委员）

胡德文（国防科学技术大学教授，国家杰出青年科学基金获得者）

龚沛曾（同济大学教授，国家级精品课程负责人）

王移芝（北京交通大学教授，国家级精品课程负责人）

委员：

孙即祥	陈怀义	叶湘滨	马宏绪	张湘平	高 政
李 革	刁节涛	卢启中	潘孟春	陆 勤	黄爱民
宋学瑞	李云钢	陈立刚	彭学锋	徐晓红	杨益强
陈贵荣	王成友	史美萍	李 迅	徐 欣	王 浩

新世纪电子信息与自动化系列课程改革教材

总 序

电子信息与自动化系列课程是专业适用面很广的课程系列。随着电子信息时代的到来,特别是进入 21 世纪之后,我国各级各类本科院校相当多的理工科专业都或多或少地开设了该系列课程中的课程。因此,提高该系列课程的教学水平、教学质量,对于提高我国高等教育水平和质量,增强当代大学生应用先进的信息技术解决专业领域问题的能力和业务素质,具有特殊重要的意义。而教材是课程内容和课程体系的知识载体,对课程改革和建设既有龙头作用,又有推动作用,所以要提高课程教学水平和质量,关键是要有高水平、高质量的教材。

正是基于上述认识,中国水利水电出版社推动成立了“新世纪电子信息与自动化系列课程改革教材”编审委员会,在经过近两年时间的深入调查研究的基础上,策划提出了本系列教材的编写、出版计划。

本系列教材总的定位是面向各级各类高等院校的本科教学,重点是一般本科院校的教学。整个教材系列大体分为电子信息与通信、计算机基础教育和测控技术与自动化三类,共约 50 本主体教材,它们既自成体系,具有信息类学科的系统性、完整性,又有相对独立性。参加本系列教材编写的作者全部是一些重点大学长期从事相关课程教学的教授、副教授,大多是所在单位的学科学术带头人或学术骨干,不少还是全国知名专家教授、国家级教学名师和教育部有关“教指委”专家、国家级精品课程负责人等,他们不仅有丰富的教学经验,而且有丰富的相关领域的科研经验,对有关课程的内涵、特点、内容相关性及应用等都有较深刻的认识和切身体验。这对编写、出版好本系列教材是十分有利的条件。

本系列教材在编写时均遵循了以下指导思想:

(1) 正确处理先进性和基础性的关系,努力实现两者的统一。

作为进入新世纪的新编信息类教材,既注意在原有同类教材的基础上推陈出新,努力反映学科技术的最新成就,使之具有鲜明的时代特征和先进水平,又注重符合教学规律、教学特点,突出基本原理、基本知识、基本方法和基本技术技能的阐述,着力培养学生应用基础知识分析、解决问题的创新思维能力和将来独立获取、掌握新知识,跟踪相关学科技术发展的能力。

(2) 正确处理理论与实践的关系,切实贯彻理论与实践紧密结合的原则。

本系列教材绝大多数都是理论与实际结合紧密、实用性很强的课程教材,因此特别强调从应用的角度组织内容,在重视理论系统性的同时,尤其突出实践性、应用性,使学生学了以后懂得有什么用、怎么用。在教材内容阐释时,积极引入“案例”,将基本知识单元、知识点的讲解融入典型案例的解决和研究过程中,以培养学生解决工程实际问题的能力作为突破口。

(3) 遵循“宽编窄用”的内容选取原则和模块化的内容组织原则。

凡教育部课程“教指委”制定了教学基本内容及要求的课程,所编教材均覆盖基本内容,

满足基本要求；其他教材的内容选取也都尽量符合多数学校和国内外同行专家的共识。在此基础上再改革创新，努力从继承与发展的结合上来准确把握（取舍）内容。模块化的内容组织主要有利于适应不同专业、不同层次、不同学时数的教学组织和安排。

（4）努力贯彻素质教育与创新教育的思想，尽量采用“问题牵引”、“任务驱动”的编写方式，融入启发式教学方法。

各知识单元尽量以实际问题、工程实例引出相关知识点，在启发学生分析、解决问题及实例的过程中，讲清原理和概念，提炼解决问题的思路和方法，着力培养学生的创新思维意识、习惯和能力，提高学生思考、分析、解决工程实际问题的素质和能力。

（5）注重内容编排的科学严谨性和文字叙述的准确生动性，务求好教好学。

在内容组织上，除条理清晰、逻辑严谨外，还尽量做到重点突出、难点分散、循序渐进，使学生易于理解。在文字叙述上，不仅概念准确、语言流畅，而且力求富有启发性、互动性、感染性、思想性，重视运用形象思维方法和通俗易懂语言，深入浅出地叙述复杂概念，说明难点问题。

（6）立足于形成立体配套的教材体系，以适应现代化教育教学方法手段的需要。

每本教材编写出版后都配套制作有 PowerPoint 电子教案，可从中国水利水电出版社网站上免费下载。大部分主教材出版后还将相继出版配套的辅助教材（包括教学辅导、习题解答、实验教程等），有的还将推出相应的多媒体教学资源库、CAI 课件和课程网站，为教师备课、教学和学生自主性、个性化学习提供更多更好的支持。

总之，本系列教材是近年来各位作者及所在学校、学科课程教学改革和科学研究成果的结晶，在内容上、体系上、模式上有一定创新。我相信，它的出版将对推动我国高校电子信息与自动化系列课程的改革发挥积极的作用。

但是，由于电子信息与自动化类学科的内涵十分丰富，课程覆盖面很广，在组织策划本系列教材时难免有挂一漏万和不妥之处，所编教材质量也未必都能如愿，恳请广大读者多提宝贵意见，以使本系列教材渐趋合理、完善。

邹逢兴

2005 年 6 月

前 言

单片机是最小的计算机,它具有结构简洁、应用方便的优点,是嵌入式系统中普遍使用的核心器件。单片机课程是自动化、机电工程、仪器仪表、电子工程、信息工程、通信工程、光电工程和计算机应用等许多专业学生的必修课程。我们在长期从事单片机应用系统开发工作的基础上,结合多年的单片机课程教学实践,编写了本教材,2004 年以来作为内部讲义在本科教学中试用,取得了良好效果。这次在对讲义进行修订的基础上,作为普通高等教育“十一五”国家级规划教材公开出版,希望得到同行的认可和批评指正。

本教材以最普及的 MCS-51 单片机为基本内容,同时还介绍 PIC 系列和 ARM 系列单片机。单片机品种繁多,其中 MCS-51 单片机硬件结构清晰,汇编指令可读性强,是目前应用最广泛的单片机,常用作初学的首选,因此本教材以之为基础,介绍单片机的基本概念、内部结构、指令系统、主要资源及开发方法。PIC 单片机是采用精简指令集计算机(RISC)技术的单片机的代表,具有指令效率高、抗干扰强、简单实用等优点,是应用十分广泛的另一种 8 位单片机。而 ARM 系列单片机则是一种更高级的精简指令集单片机(Advanced RISC Machines)的代表,具有速度快、功耗低、功能强、价格低廉等显著特点,是目前应用极广的 32 位嵌入式微控制器,在单片机市场上,实际上它已扮演着类似于 8 位单片机市场上 MCS-51 的角色。通过这几种单片机的学习,可以让读者了解单片机的全貌。

本教材共分 10 章。第 1 章介绍单片机的基本知识以及单片机应用系统的软件开发过程,第 2 章介绍 MCS-51 单片机的系统结构,第 3 章介绍 MCS-51 单片机的指令系统及编程技术,第 4 章主要介绍 MCS-51 单片机的定时器、异步串口和中断系统的工作方式及其配置与控制方法,第 5 章介绍 MCS-51 单片机的并行扩展技术,第 6 章介绍 MCS-51 单片机的串行扩展技术,第 7 章介绍 PIC 系列单片机的基本原理与应用,第 8 章介绍 ARM 系列单片机的基本原理与应用,第 9 章给出三个具有工程应用背景的单片机应用系统的详细设计实例,第 10 章给出单片机应用系统设计选题 10 例,作为单片机应用系统开发的练习实践和设计参考。

本教材的特点可归纳如下:

(1) 用 6 章的篇幅重点介绍 MCS-51 单片机,其资源、开发方法、扩展方法及应用都介绍得非常详细,分别用一章的篇幅介绍 PIC 单片机和 ARM 单片机,以拓展知识面。重点突出,内容丰富。

(2) 在讲解单片机原理和资源的同时,还介绍了单片机应用程序的开发方法。介绍了 WAVE6000、Keil uVision、MPLAB、IAR EWARM 和 Qt/Embedded 等多种集成开发环境,介绍了单片机的汇编语言和 C 语言程序的开发,以做到学习和实践的紧密结合。

(3) 结合工程实践,给出了三个具有代表意义的单片机应用系统的开发全过程。在实际系统中,单片机往往只是一小部分,单片机要在其他的背景知识和平台中发生作用。通过这三个实例,可以引导读者在学习时既要注重电路设计和程序设计,还要重视系统设计。

(4) 面向单片机在信号检测、通信、自动控制等领域的应用, 给出了大量的实用系统设计选题, 可作为单片机应用系统开发的练习实践和设计参考的课题。

本教材是在整理多年教学讲义的基础上, 参考有关公司的技术手册和近年来出版的同类教材著作而写成的, 第 1、2、3、4、7、10 章由李云钢编写, 第 5、6 章由龙志强编写, 第 8 章由邹逢兴编写, 第 9 章由李云钢和邹逢兴共同编写。邹逢兴对全书进行了统稿、修改和最后审查。程虎、张晓、张鼎、陈慧星、柯朝雄、杨祚唐、闫宇壮、张颖、吴志添、王强、王成春等同志在编写过程中付出了大量辛勤劳动, 在此深表谢意。

在我们开展单片机教学和本书编写过程中, 北京胜创特电子科技有限公司作为 PHILIPS 公司在中国的代理商, 为我们提供了有关 PHILIPS 公司单片机产品特别是 ARM 芯片产品的资料; IAR System 公司为我们提供了多套他们的 J-Link ARM 仿真器及参考资料。对于这两个公司的支持和帮助, 在此我们也表示衷心感谢。

由于时间仓促及作者水平有限, 书中错误和疏漏之处在所难免, 敬请广大读者批评指正。

编者

2007 年 10 月

目 录

总序

前言

第 1 章 单片机及其应用系统设计概述.....	1
1.1 单片机基本知识	2
1.1.1 单片机概述.....	2
1.1.2 单片机应用系统概述.....	2
1.1.3 单片机的分类.....	3
1.1.4 单片机系统设计的常用术语.....	4
1.2 单片机应用系统开发入门.....	6
1.2.1 单片机应用系统的开发方法概述.....	6
1.2.2 单片机的集成开发环境.....	7
1.2.3 仿真与仿真器.....	8
1.2.4 单片机应用程序开发快速入门.....	11
思考题与习题	18
第 2 章 MCS-51 单片机系统结构	19
2.1 MCS-51 系列单片机概述.....	20
2.2 MCS-51 单片机的总体结构.....	20
2.3 MCS-51 单片机的中央处理器.....	22
2.3.1 概述	22
2.3.2 时钟电路.....	23
2.3.3 复位电路.....	24
2.3.4 MCS-51 单片机的指令长度与指令周期.....	26
2.4 MCS-51 单片机的存储器组织.....	27
2.4.1 程序存储器.....	28
2.4.2 片内 RAM 数据存储器.....	29
2.4.3 特殊功能寄存器.....	31
2.4.4 扩展存储器.....	33
2.5 MCS-51 单片机的端口结构与功能.....	33
2.5.1 P1 口的结构与功能	35
2.5.2 P3 口的结构与功能	35
2.5.3 P2 口的结构与功能	35
2.5.4 P0 口的结构与功能	36

2.5.5 端口实验举例.....	36
思考题与习题	38
第3章 MCS-51 单片机指令系统及编程技术	39
3.1 MCS-51 汇编指令概述.....	40
3.1.1 汇编指令格式及常用符号说明.....	40
3.1.2 寻址方式.....	41
3.1.3 指令类型.....	42
3.2 数据传送指令	42
3.2.1 内部数据传送指令.....	42
3.2.2 外部数据传送指令.....	44
3.2.3 查表指令.....	44
3.3 算术运算指令	45
3.3.1 加法指令.....	45
3.3.2 减法指令.....	47
3.3.3 乘法指令.....	47
3.3.4 除法指令.....	48
3.4 逻辑运算指令	48
3.4.1 累加器 A 的逻辑运算指令.....	48
3.4.2 两个操作数的逻辑运算指令.....	49
3.5 位操作指令	50
3.5.1 位变量传送指令.....	50
3.5.2 位变量修改指令.....	50
3.5.3 位变量逻辑操作指令.....	50
3.6 控制转移指令	51
3.6.1 无条件转移指令.....	51
3.6.2 条件转移指令.....	52
3.6.3 调用和返回指令.....	53
3.7 汇编程序设计举例	53
3.7.1 查表程序举例.....	53
3.7.2 子程序及调用举例.....	53
3.7.3 控制转移程序举例.....	54
3.7.4 算术运算程序举例.....	55
3.7.5 逻辑运算程序举例.....	56
3.8 单片机 C 语言程序开发及设计举例	56
3.8.1 单片机 C 语言程序设计概述	56
3.8.2 基于 WAVE6000 开发单片机的 C 语言程序	56
3.8.3 基于 Keil uVision 开发单片机 C 语言程序.....	57

3.8.4 MCS-51 单片机的 C 语言编程举例	65
思考题与习题	70
第 4 章 MCS-51 单片机的定时器、串口和中断系统	73
4.1 MCS-51 单片机的定时器	74
4.1.1 定时器 T0 和 T1	74
4.1.2 定时器 T2	77
4.2 MCS-51 单片机的串口	81
4.2.1 串口的一般概念	81
4.2.2 MCS-51 单片机串口的结构	82
4.2.3 MCS-51 单片机串口的工作方式	83
4.2.4 多机通信原理	84
4.2.5 MCS-51 单片机串口的波特率	85
4.2.6 MCS-51 单片机串口应用编程实例	86
4.3 MCS-51 单片机的中断系统	87
4.3.1 MCS-51 单片机的中断源	88
4.3.2 MCS-51 单片机的中断控制	88
4.3.3 MCS-51 单片机的中断响应过程	89
4.3.4 MCS-51 单片机的中断编程举例	90
思考题与习题	93
第 5 章 MCS-51 单片机系统的并行扩展技术	95
5.1 单片机并行扩展概述	96
5.1.1 单片机的外部扩展总线	96
5.1.2 系统扩展常用芯片	97
5.1.3 系统扩展的寻址方法	100
5.2 外部存储器的扩展	101
5.2.1 程序存储器扩展	101
5.2.2 数据存储器扩展	103
5.3 并行 I/O 接口的扩展	104
5.3.1 简单的 I/O 扩展	105
5.3.2 可编程 I/O 接口电路的扩展	106
5.4 键盘与显示器的接口技术	111
5.4.1 键盘接口技术	111
5.4.2 显示器接口技术	114
5.4.3 典型键盘/显示器接口实例	118
5.4.4 可编程键盘/显示器接口 8279	118
5.5 并行 A/D 和 D/A 转换器接口	127
5.5.1 8 位 A/D 转换器及其与单片机的接口	127

5.5.2	12 位 A/D 转换器及其与单片机的接口	131
5.5.3	8 位 D/A 转换器及其与单片机的接口	133
5.5.4	12 位 D/A 转换器及其与单片机的接口	136
思考题与习题		138
第 6 章	单片机系统串行扩展技术	139
6.1	单片机串行扩展概述	140
6.2	I ² C 总线	140
6.2.1	I ² C 总线的基本原理	140
6.2.2	I ² C 总线数据传输格式	141
6.2.3	AT24 系列串行 E ² PROM	143
6.3	SPI 串行外设接口	146
6.3.1	SPI 的基本原理	146
6.3.2	SPI 数据传输格式	147
6.4	单总线 (1-Wire Bus)	148
6.4.1	单总线的基本原理	148
6.4.2	单总线的数据传输格式	149
6.5	串行 A/D 和 D/A 转换接口	151
6.5.1	8 位串行 A/D 转换器 TLC0834	151
6.5.2	12 位串行 A/D 转换器 MAX1247	153
6.5.3	8 位串行 D/A 转换器 TLC5620C	156
6.5.4	12 位串行 D/A 转换器 MAX531	158
思考题与习题		160
第 7 章	PIC 系列单片机原理与应用	161
7.1	PIC 系列单片机简介	162
7.1.1	PIC 系列单片机的主要特点	162
7.1.2	PIC 系列单片机选型指南	162
7.2	PIC16C54 单片机的硬件结构	166
7.2.1	PIC16C54 单片机的主要资源及引脚功能	166
7.2.2	中央处理器	168
7.2.3	存储器结构	171
7.2.4	特殊功能寄存器	172
7.2.5	系统配置字	175
7.2.6	看门狗	175
7.3	PIC16C5X 系列单片机的指令系统	175
7.3.1	指令格式	176
7.3.2	寻址方式	177
7.3.3	PIC16C5X 的指令集	177

7.3.4	PIC16C5X 指令详解.....	179
7.4	PIC 单片机的开发环境.....	190
7.4.1	MPLAB 简介.....	190
7.4.2	MPLAB IDE 快速入门.....	191
7.5	PIC16C73 单片机简介.....	200
7.5.1	PIC16C73 单片机的内部结构和引脚功能.....	200
7.5.2	定时器.....	204
7.5.3	CCP 模块.....	206
7.5.4	A/D 转换器.....	207
7.5.5	中断系统.....	209
	思考题与习题.....	211
第 8 章	ARM 系列单片机原理与应用.....	213
8.1	ARM 系列单片机概述.....	214
8.1.1	ARM 核的结构特性.....	214
8.1.2	ARM7 系列处理器核简介.....	215
8.1.3	常用 ARM 系列单片机选型指南.....	215
8.2	ARM 处理器的编程模型.....	217
8.2.1	ARM 的工作状态与运行模式.....	217
8.2.2	ARM 的数据类型与存储器格式.....	217
8.2.3	内部寄存器组织.....	218
8.2.4	异常中断及响应机理.....	221
8.3	ARM 系列单片机的硬件结构.....	222
8.3.1	LPC2212/2214 单片机简介.....	222
8.3.2	S3C44BOX 单片机简介.....	237
8.4	ARM 系列单片机指令系统及编程.....	238
8.4.1	ARM 的指令寻址方式.....	239
8.4.2	ARM 指令集.....	241
8.4.3	Thumb 指令集及其与 ARM 指令集的区别.....	255
8.4.4	ARM 的编程.....	256
8.5	ARM 系列单片机集成开发环境.....	259
8.5.1	IAR EWARM 简介.....	259
8.5.2	Qt/Embedded 简介.....	272
	思考题与习题.....	276
第 9 章	单片机应用系统设计实例.....	279
9.1	基于 AT89C52 控制的磁悬浮球演示系统.....	280
9.1.1	磁悬浮球演示系统的组成与工作原理.....	280
9.1.2	磁悬浮球演示系统的硬件电路设计.....	282

9.1.3	磁悬浮球演示系统的软件程序设计	284
9.2	基于 PIC16C54 的光栅式定位系统	296
9.2.1	光栅式定位系统的组成及工作原理	296
9.2.2	光栅式定位系统的硬件电路设计	297
9.2.3	光栅式定位系统的软件程序设计	298
9.3	基于 LPC2212 的三关节机器人控制系统	306
9.3.1	三关节机器人控制系统的结构与功能	306
9.3.2	三关节机器人控制系统的硬件电路设计	307
9.3.3	三关节机器人控制系统的软件设计	315
第 10 章	单片机应用系统设计选题	329
10.1	基于单片机的温度检测系统设计	330
10.2	基于单片机控制的智能充电器设计	331
10.3	基于单片机的红外通信系统设计	333
10.4	基于 MCS-51 单片机的主从式多机通信系统设计	335
10.5	CAN 总线站点设计与通信实验	337
10.6	利用单片机和 GSM 模块实现短消息通信	338
10.7	基于单片机的安全计算机结构设计与实验	340
10.8	基于单片机的步进电机控制系统设计	341
10.9	基于单片机的无刷直流电机调速器设计	342
10.10	简易 MP3 播放器设计	345



第1章

单片机及其应用系统设计概述

本章介绍单片机的基本知识以及单片机应用系统的软件开发过程。

单片机是一种高度集成的微控制器，因具有体积小、价格低、可靠性高等优点而广泛应用于工业和日常生活等领域。目前市场上单片机的品牌

和型号众多，设计者应根据实际需要合理选择。在介绍一些基本术语后，

本章基于WAV6000集成开发环境详细地讲述单片机应用系统的软件开发

过程，包括编写和保存程序、建立和保存项目、编译、调试以及硬件仿

真，最后一节介绍全书的内容组织。

1.1 单片机基本知识

1.1.1 单片机概述

单片机是单片微型计算机的简称,有时称为微控制器,是将计算机的主要功能单元集成在一个芯片中而构成的器件。由于单片机在一个芯片上集成诸多功能,因此就单项功能而言,通常都没有普通计算机强大,如计算速度不够快、字长较短、外部可扩展接口的数量少且规模小等。但是,单片机具有体积小、价格便宜和技术成熟等优点,是各种电子产品的重要组成部分,在国民经济的各个领域发挥着重要作用。

单片机的组成和普通计算机基本一样,通常具有以下几个部分:

(1) CPU。CPU 是中央处理器的简称,有时也称为“核”,它是进行运算和控制的重要单元,其性能决定单片机的主要性能。

(2) 存储器。单片机的存储器通常由 ROM 和 RAM 组成,ROM 常用于存放单片机的程序,而 RAM 用于存放数据。

(3) 输入/输出接口。计算机的输入/输出接口用于连接外围设备,例如键盘、显示器、打印机、A/D 或 D/A 转换器等,实现与外围设备的数据交换。在普通计算机上,这些功能是由安装在主板上的若干芯片实现的;对于单片机,这些对应的功能单元集成在其内部。

随着技术的发展,单片机的功能日益增多,有些单片机除了具备上述功能单元外,还集成有其他部件,如各种异步和同步串行接口、CAN 通信控制器等。通常,称单片机内部除 CPU 以外的功能单元为片内外设,也称为内部资源。

单片机具有以下主要特点:

(1) 价格便宜。单片机尽管集成了众多资源,但其结构简单,生产批量大,因此价格十分便宜,通常仅为几元到几十元人民币。

(2) 体积小。目前最小的单片机只有 6 个引脚,十几到二十几个引脚的单片机也很多,还有表面贴片封装的,体积很小,便于设计成嵌入式系统安装在电子设备中,以实现智能控制。当然,功能强大的单片机引脚也相应较多,例如有 40、52、68,甚至更多引脚的单片机,但在采用表面贴片封装后,其体积并不大。

(3) 技术成熟、应用广泛。相对于大型计算机和 PC 机,单片机的技术难度小、复杂度低,因此其技术相当成熟。单片机产品的稳定可靠,为在单片机的广泛应用创造了技术条件。在现代社会,电子产品在日常生活中不可或缺,而电子产品往往难以离开单片机,可见单片机的应用之广。

单片机在计算机家族中占据着重要地位,是电子工程师应该掌握的最基本工具之一。当然,就功能的完备性和强大性而言,单片机不能和高级计算机相比,但这并不影响它的应用范围。实际工作中,并非所有场合都要求计算机具有很高的性能,例如电冰箱温度控制并不需要使用主频达 1.8GHz 的奔腾机。应用单片机的关键是看其功能是否够用,性价比是否合适。单片机不会因其简单而被淘汰,例如 MCS-51 单片机推出来有二十多年了,仍然是一款应用最广的单片机,而且在不断发展。可以说,只有在单片机出现后,计算机才真正地从科学的神圣殿堂走入了寻常百姓家,成为广大工程技术人员进行技术革新和技术革命的有力武器。

1.1.2 单片机应用系统概述

单片机在工业和消费类领域应用广泛,如工业自动化、智能仪器仪表、计算机网络和通信、办

公自动化、实时过程控制、机电一体化、航空、气象、交通、医疗、教育、农业、家用电器、玩具等领域。归纳起来,单片机的主要应用领域有:

(1) 工业自动化控制。单片机广泛地用于各种实时的工业过程控制系统中,例如在化工、冶金、航空航天、尖端武器、机器人等各种系统中,常采用单片机进行实时数据处理和控制,使系统保持在最佳工作状态,以提高工作效率和产品质量。

(2) 机电一体化。机电一体化是指集机械技术和微电子技术于一体的技术领域,如数控机械、缝纫机械、医疗设备等,单片机在该领域的应用促进了机电一体化技术的飞速发展。

(3) 智能仪表。在各类仪器仪表中引入单片机,可以提高测试的自动化程度和精度,简化仪器仪表的硬件结构,提高性价比。单片机已经应用在数据处理和存储、故障诊断、联网集控等方面。

(4) 智能化通信产品。单片机可以应用在程控电话和手机等通信设备中。

(5) 办公自动化设备。现代办公室使用的大量通信和办公设备多数嵌入了单片机,如打印机、复印机、传真机、绘图机、考勤机等。

(6) 汽车电子产品。现代汽车的集中显示系统、动力监测控制系统、自动驾驶系统、通信系统和运行监视器等都离不开单片机。

(7) 智能家用电器。各种家用电器中普遍采用了单片机进行智能控制,如洗衣机、空调、电视机、录像机、微波炉、电冰箱、电饭煲以及各种视听设备等。

(8) 商业营销设备。在商业营销系统中已广泛使用的电子秤、收款机、条形码阅读器、IC卡刷卡机、出租车计价器以及仓储安全监测系统、商场保安系统、冷冻保险系统等都采用了单片机控制。

(9) 航空航天系统和国防军事、尖端武器等领域,单片机的应用更是不言而喻。

单片机的广泛应用带来了巨大的经济效益。同时,单片机的应用从根本上改变了控制系统设计的思想和方法。以前采用硬件电路实现的大部分控制功能,现在可以用单片机通过软件方法来实现,如自动控制中的PID控制、模糊控制和自适应控制等。采用单片机进行系统设计,便于进行模块化分工和系统升级,设计快捷,可持续发展性好。

1.1.3 单片机的分类

单片机按用途可分为专用型和通用型两大类。

专用型单片机是指用途比较专一,出厂时程序已经一次性固化好、不能再修改的单片机,例如电子表中采用的就是专用型单片机。专用型单片机往往是大批量生产,因此其成本很低,但如果达不到足够的批量,则应采用通用型单片机,否则成本反而会高。

通用型单片机是指可由开发人员设定其功能的单片机。这种单片机应用于不同的接口电路或编写不同的应用程序就可以实现不同的功能,其应用十分广泛,小到家用电器仪器仪表,大到机器设备和整套生产线,都可以用通用型单片机来实现自动化控制。一般所说的单片机都是指通用型单片机。

通用型单片机按字长可分为4位机、8位机、16位机和32位机等,字长越长其运算处理的速度越快,功能越强大。

单片机通常还按厂家或型号分类,我国市场上常用的单片机多来自以下几家公司:

- Intel: MCS-51 系列、MCS-96 系列。
- Atmel: AT89 系列、AT90 系列, MCS-51 内核。
- Microchip: PIC 系列。
- Philips: 87 系列、89 系列, LPC700、900、2000 系列等, MCS-51 内核或 ARM 内核。
- AD: ADuC 系列。