

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

国家精品课程《计算机硬件技术基础》配套教材

计算机硬件技术及应用基础

（上册·微机原理部分）

邹逢兴 主 编

邹逢兴 陈立刚 史美萍 编 著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

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

计算机硬件技术及应用基础

(上册·微机原理部分)

邹逢兴 主 编

邹逢兴 陈立刚 史美萍 编 著

书 名	计算机硬件技术及应用基础 (上册·微机原理部分)
编 著	邹逢兴 陈立刚 史美萍
行 发 行	中国水利水电出版社
社 址	北京市西城德胜门内大街2号
电 话	010-68993000
网 址	www.waterpub.com.cn
定 价	38.00元



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材和国家精品课程《计算机硬件技术基础》的配套教材,同时也是作者为中国水利水电出版社策划组织的“新世纪电子信息与自动化系列课程改革教材”之一。

本书是以作者 2001 年编著出版的同名普通高等教育“九五”国家级重点教材为基础,根据近几年来计算机及其应用技术的新发展,以及教育部高等学校计算机基础课程教学指导委员会最新发布的关于理工类专业本课程教学基本要求之“较高要求”,结合作者所在国家级教学团队近年精品课程建设的成果,重新编写而成的。

本书以 Pentium 系列微机为主要背景机,系统全面地介绍了微型计算机的硬件技术及应用基础。本书为上册——微机原理部分,分为微型计算机系统概述、微型计算机硬件组成基础、微处理器、存储器、I/O 设备及接口、总线、中断机制、计算机基本工作原理、Pentium 系列处理器指令系统和汇编语言及编程 10 章。

本书可作为高等学校理工科各专业的本科生或研究生教材。对于高职高专有关专业的学生以及从事各类微机应用系统设计开发工作的科技人员,本书也是一本很好的实用参考书。

图书在版编目(CIP)数据

计算机硬件技术及应用基础. 上册, 微机原理部分 / 邹逢兴主编. — 北京: 中国水利水电出版社, 2010. 8
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 978-7-5084-7765-7

I. ①计… II. ①邹… III. ①硬件—高等学校—教材
②微型计算机—理论—高等学校—教材 IV. ①
TP303②TP36

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第149922号

策划编辑: 杨庆川 责任编辑: 李 炎 封面设计: 李 佳

书 名	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 计算机硬件技术及应用基础(上册·微机原理部分)
作 者	邹逢兴 主 编 邹逢兴 陈立刚 史美萍 编 著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@263.net (万水) sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (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	184mm×260mm 16 开本 24.25 印张 597 千字
版 次	2010 年 8 月第 1 版 2010 年 8 月第 1 次印刷
印 数	0001—3000 册
定 价	39.80 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, 国家级教学名师, 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,务求好教好学好。

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

本书是作为普通高等教育“十一五”国家级规划教材和中国水利水电出版社组织的“新世纪电子信息与自动化系列课程改革教材”编写的,是国家精品课程《计算机硬件技术基础》的配套教科书。

本书是以作者 2001 年编著出版的同名普通高等教育“九五”国家级重点教材为基础,根据近几年来计算机及其应用技术的新发展,以及教育部高等学校计算机基础课程教学指导委员会最新发布的关于理工类专业本课程教学基本要求之“较高要求”,结合作者所在国家级教学团队近年来精品课程建设的成果,再参考广大读者反馈回来的意见,重新改编而成的。

本书把讲述各知识单元和知识点的主要切入机种,由原“九五”国家级重点教材的 486 PC 机变成了目前已成为主流的 Pentium 系列 PC 机。但考虑到 Pentium 系列处理器与其前辈处理器 80486 一样,均内含了一种与 8086 处理器兼容的实地址操作模式,因此全书在介绍计算机各大组成部分基本原理与接口技术的实质性内容时,仍和原来一样,主要基于实地址方式和以 8086 CPU 为核心的 PC/AT 机时代形成的 AT 技术标准进行。这种编写思路与一开始就从 8086 PC 机切入是有根本区别的,将更加有利于实现基础性、系统性、先进性和实用性的统一。

本书在尽量保持原“九五”国家级重点教材基本编写原则及特色的基础上,进一步对内容及其组织方式作了优化调整。调整的基本出发点,是作者所在课程组多年来在本课程改革和建设中所形成的重要教学理念,即:**围绕一条主线、突出两个结合、狠抓三个基本、坚持淡内强外、倡导自主学习、注重能力培养**。据此,形成了本书以下几个主要特点:

(1) 紧紧围绕计算机系统硬件组成及工作原理这条主线,重点介绍有关计算机工作的一些先进而实用的重要机理、思想和技术。也正是基于这一思想,本书微机原理部分才一改传统的内容组织结构,作出新的尝试:先集中介绍微机系统及其各大硬件组成部分(处理器、存储器、I/O 设备及接口、总线)的基本结构、工作原理和现代高档微机中相继采用的一些先进计算机技术,然后再讲软件层面的内容,介绍 Pentium 处理器的汇编级指令系统和汇编语言及编程。

(2) 考虑到计算机工作的过程,本质上是以硬件为基础执行程序即软件的过程,所以在紧紧围绕硬件技术基础这根主线展开教材内容的同时,也高度重视硬件与软件的结合,着力培养读者利用计算机硬件为主技术、从硬件与软件的结合上处理问题的思维方式和解决问题的能力。

(3) 根据本课程理论性系统性和工程性实践性都很强的特点,全书切实贯彻了理论与实践紧密结合的原则,通过引入较多的来自科研实践的案例和论例结合,着力启发读者应用基本原理方法分析解决实际问题的思路。

(4) 在讲述各知识单元、知识点内容时,以讲清“三个基本”为重点,力求更好地突出基本概念、基本原理、基本方法的提炼和阐明,而适当淡化、压缩在具体 PC 机中的应用说明。立足于使读者对基本概念能熟悉、对基本原理能理解、对基本方法技能能较好掌握,在此基础上再去拓展知识,开发创新思维能力和分析解决实际问题的能力。这样处理,可能更有利于讲清计算机基本工作原理和基本接口方法,使学生更快更好地掌握计算机及其应用技术精髓,从而更符合非计算机专业计算机教育教学的规律。

(5) 从非计算机专业人员学习计算机的目的是为了应用这一特点出发,无论对微型计算

机还是各种外围芯片、外部设备,都适当淡化了内部原理,而强化了外部接口及应用,把着力点放在介绍外设、外围芯片与 CPU 的接口方法,以及根据应用需要选择可编程接口芯片的工作方式和编写接口驱动程序等方面。

(6) 为有利于读者更好地抓住各类可编程接口芯片的规律性的东西,更好地理解 and 掌握它们的应用方法,在介绍它们时,基本上都按基本功能、内部结构与外部引脚、内部端口寄存器寻址与读/写控制、初始化与应用编程几个层面去重组内容。

(7) 对存储器这章按 7 个要点进行了内容重组,突出了基于半导体存储器接口特性的内存构成原理这个重点。

(8) 为了适应实际中计算机接口驱动程序既可使用汇编语言编写又可采用 C 语言编写的现状,本书一改传统做法,在针对接口硬件编写驱动程序时,许多地方都同时给出了汇编语言和 C 语言两种例程。另外,还专门增设了一章,介绍 Windows 和 DOS 下设备驱动程序的区别,以及 Windows 设备程序设计开发方法。

本书分上、下两册。上册为微机原理部分,由十章组成,从第 1 章到第 10 章分别为:微型计算机系统概述,微型计算机硬件组成基础,微处理器,存储器, I/O 设备及接口,总线,中断机制,计算机基本工作原理, Pentium 系列处理器指令系统,汇编语言及编程。下册为微机接口部分,由八章组成,从第 1 章到第 8 章分别为:微机接口技术概述,并行接口,串行接口, I/O 接口中的中断技术, I/O 接口中的定时/计数技术,常用 I/O 设备(包括基本人机交互设备、模拟 I/O 设备、多媒体设备)的接口方法, Windows 下的 I/O 设备驱动程序,微机在嵌入式系统中的应用。

本书由邹逢兴主编,负责策划组织结构、制定三级目录和全书统稿定稿。本册(微机原理部分)具体编写工作,除第 2 章由史美萍完成,第 3.1.2 节、8.1.2 节、8.1.3 节和 3.1.1 节部分由邹逢兴完成,第 3.4 节由邹逢兴和陈立刚共同完成外,其余各章节均由陈立刚在邹逢兴主编的原国家级规划教材和教育部统编通用教材的基础上修订而成。

全书编写过程中,得到本人负责的“计算机硬件技术与控制系列课程”国家级教学团队中张湘平、胡德文、郑志强、吕鸣、龙志强、李云钢、徐晓红、李春、李迅、罗兵、李治斌、薛小波、高政、滕秀梅、李红等许多同志的大力帮助;编辑出版过程中,得到中国水利水电出版社万水公司杨庆川总经理兼策划编辑、雷顺加总编、李炎责任编辑等同志的大力支持,他们为此付出了辛勤劳动。在此,对他们表示深深的谢意!

最后想说明的是,本书上、下两册是一个有机联系的统一体,显然,配套使用有利于教学的系统性、完整性。一般说来,对电为主类工科专业应该这样使用。但是,考虑到非电为主类工科专业或非工科专业的用户,由于学时数有限或其他原因,可能不需要这么完整的内容,或者只想让学生懂得微机基本原理,或者重点希望学生掌握微机接口技术,为此我们在策划体系结构和组织教学内容时,特意作了精心安排,使上、下册既具有明显不同的偏重,又分别在微机原理和接口技术方面具有一定的独立性和相对的完整性,因而即使单独使用也是完全可以满足要求的。

本书虽然在“九五”国家级重点教材的基础上有所改进,但离教学要求肯定还有差距,且错误之处仍然难免,恳请使用本书的读者不吝批评指正,以便不断改进、完善。

邹逢兴

2010 年 7 月于湘江之滨·长沙市

目 录

总序

前言

第1章 微型计算机系统概述 1

1.1 微型计算机系统的体系结构 2

1.1.1 从冯·诺依曼结构说起 2

1.1.2 硬件三总线结构 2

1.1.3 从内到外三个层次 3

1.2 微机各大部分结构及功能 4

1.2.1 微处理器 (MPU) 4

1.2.2 存储器 6

1.2.3 I/O 接口 7

1.2.4 总线 8

1.3 微型计算机系统主要性能指标 8

1.3.1 字长 8

1.3.2 存储器容量 8

1.3.3 运算速度 9

1.3.4 外设扩展能力 9

1.3.5 软件配置情况 9

1.4 高档微机中应用的现代先进计算机技术 9

1.4.1 流水线、超流水线和超标量技术 9

1.4.2 分支预测和推测执行技术 10

1.4.3 乱序执行技术和动态执行技术 10

1.4.4 超线程技术 10

1.5 典型微型计算机系统 10

1.5.1 个人计算机系统 10

1.5.2 便携式计算机系统 18

1.5.3 嵌入式计算机系统 18

思考题与习题一 19

第2章 微型计算机硬件组成基础 21

2.1 逻辑电路及功能概述方法 22

2.1.1 组合逻辑电路及其功能描述方法 22

2.1.2 时序逻辑电路及其功能描述方法 22

2.2 基本逻辑单元电路 23

2.2.1 组合逻辑基本单元——逻辑门 24

2.2.2 时序逻辑基本单元——触发器 27

2.2.3 脉冲波形产生与整形电路 31

2.3 基本组合逻辑部件 35

2.3.1 编码器 35

2.3.2 译码器 37

2.3.3 数据选择器 42

2.3.4 数码比较器 45

2.3.5 加法器 46

2.3.6 算术逻辑单元 47

2.4 基本时序逻辑部件 50

2.4.1 寄存器和移位寄存器 50

2.4.2 计数器 53

思考题与习题二 59

第3章 微处理器 63

3.1 微处理器的发展 64

3.1.1 Intel 微处理器发展历程 64

3.1.2 国产微处理器发展现状 69

3.2 8086/8088 微处理器 72

3.2.1 8086/8088 的内部结构 72

3.2.2 指令流水线和存储器分段管理 73

3.3 Pentium 微处理器 75

3.3.1 内部结构与外部引脚 76

3.3.2 内部寄存器 81

3.3.3 四种工作方式 90

3.4 “龙芯”微处理器 91

3.4.1 龙芯 2F 处理器内部结构 91

3.4.2 龙芯 2F 的外部接口信号 95

3.4.3 龙芯 2F 的内部寄存器 99

3.4.4 龙芯 2F 的工作模式 101

思考题与习题三 104

第4章 存储器 105

4.1 当今高档微机系统的存储器体系结构 106

4.1.1 分级存储器结构	106	6.1.2 总线功能和性能	190
4.1.2 虚拟存储器技术	107	6.1.3 总线模块	191
4.2 半导体存储器的分类与选用原则	107	6.2 总线操作及控制	191
4.2.1 半导体存储器的分类	107	6.2.1 总线操作概念	191
4.2.2 半导体存储器的选用原则	108	6.2.2 总线操作控制	192
4.3 存储器芯片与存储条的接口特性	109	6.3 总线仲裁方法	192
4.3.1 各类存储器芯片的接口共性	109	6.3.1 串行仲裁	192
4.3.2 DRAM 芯片与存储条的接口特性	112	6.3.2 并行仲裁	194
4.4 内存存储器	115	6.3.3 并串行二维仲裁	194
4.4.1 内存组织原理	115	6.4 总线握手方法	195
4.4.2 内存设计举例	120	6.4.1 同步握手	195
4.5 高速缓冲存储器基本原理	123	6.4.2 异步握手	196
4.5.1 Cache 的基本结构和工作原理	124	6.4.3 半同步握手	197
4.5.2 Cache 与内存的映像关系	125	6.5 Pentium 处理器的典型总线操作时序	198
4.5.3 Cache 的读/写操作	126	6.5.1 非流水线式读/写周期的总线时序	198
4.5.4 分级 Cache 结构与平均访存周期的估算	127	6.5.2 突发式读/写周期的总线时序	199
4.6 外存储器	128	6.5.3 流水线式读/写周期的总线时序	200
4.6.1 硬盘存储器	128	6.6 目前主流微机系统中的常用标准总线	201
4.6.2 光盘存储器	132	6.6.1 标准总线概述	201
4.6.3 移动存储器	137	6.6.2 ISA 总线	202
4.7 虚拟存储器管理机制	141	6.6.3 PCI 总线	204
4.7.1 分段分页管理机制	141	6.6.4 USB 总线	218
4.7.2 虚拟地址向实地址的转换原理	142	6.6.5 IEEE1394 总线	222
4.7.3 保护机构	146	6.6.6 SCSI 总线	225
思考题与习题四	146	6.6.7 AGP 总线	227
第 5 章 I/O 设备及接口	151	思考题与习题六	229
5.1 基本人机交互设备	152	第 7 章 中断机制	231
5.1.1 键盘	152	7.1 中断与中断类型	232
5.1.2 显示器	153	7.2 中断优先级与中断嵌套	233
5.1.3 打印机	157	7.3 中断检测与响应	234
5.2 模拟 I/O 设备	159	7.4 中断服务判决	235
5.2.1 A/D 转换器与模拟输入通道	159	7.4.1 程序查询式判决	235
5.2.2 D/A 转换器与模拟输出通道	174	7.4.2 中断向量式判决	236
5.3 I/O 接口与 I/O 操作	185	7.5 中断处理	237
思考题与习题五	186	7.6 Pentium 处理器的中断机理	239
第 6 章 总线	189	7.6.1 实地址方式下使用中断向量表	239
6.1 总线概述	190	7.6.2 保护虚地址方式下使用中断描述符表	240
6.1.1 总线及分组	190	7.6.3 中断向量号分配	241

7.6.4 中断/异常的检测、响应、处理过程	241	9.3.5 控制转移类指令	298
思考题与习题七	242	9.3.6 处理器控制类指令	304
第8章 计算机基本工作原理	245	9.4 8086以后历代处理器新增的指令	305
8.1 计算机中数据的表示	246	9.4.1 80286新增指令	305
8.1.1 数值数据的表示	246	9.4.2 80386新增指令	308
8.1.2 字符数据的表示	250	9.4.3 80486新增指令	311
8.1.3 声像数据的表示	252	9.4.4 Pentium系列处理器新增指令	312
8.1.4 目前微机中常用的数据类型	253	思考题与习题九	313
8.2 计算机中数据的运算	256	第10章 汇编语言及编程	319
8.2.1 算术运算	256	10.1 汇编语言源程序结构	320
8.2.2 逻辑运算	260	10.2 汇编语句及操作数	322
8.3 计算机工作的过程	261	10.2.1 汇编语句	322
8.3.1 计算机工作过程的一般描述	261	10.2.2 汇编语句中使用的操作数	323
8.3.2 指令执行过程	262	10.3 伪指令语句	327
8.3.3 程序执行过程举例	262	10.3.1 程序结构伪指令语句	327
思考题与习题八	264	10.3.2 符号常数定义伪指令	334
第9章 Pentium系列处理器指令系统	267	10.3.3 数据定义伪指令	334
9.1 指令寻址方式	268	10.3.4 过程与宏定义伪指令	336
9.1.1 寻址方式概述	268	10.3.5 结构定义伪指令	337
9.1.2 11种寻址方式	269	10.4 汇编语言程序设计	339
9.2 指令系统概述	275	10.4.1 汇编语言程序开发过程	339
9.2.1 Pentium指令格式	275	10.4.2 基本结构程序设计	340
9.2.2 Pentium指令分类	276	10.4.3 子程序设计与调用	352
9.3 与8086兼容的指令	277	10.4.4 DOS/BIOS功能调用	357
9.3.1 数据传送类指令	277	10.4.5 典型功能程序设计举例	363
9.3.2 算术运算类指令	283	思考题与习题十	372
9.3.3 逻辑运算类指令	290	参考文献	376
9.3.4 串操作类指令	294		

第 1 章

微型计算机系统概述

本章对微型计算机系统的一些最基本概念和常识作了概略性介绍,包括介绍微机系统的体系结构,微机系统及其各大组成部分的硬件结构、微机系统的主要性能指标、主流微机应用的现代先进计算机技术,以及目前市场上所见的三类典型微型计算机系统:PC 机系统、便携式计算机系统和嵌入式计算机系统。

本章所述内容原则上不依赖于任何具体的微机型号,属于对各代、各型计算机都适用的共性知识,应该要很好的了解、理解或掌握。

1.1 微型计算机系统的体系结构

1.1.1 从冯·诺依曼结构说起

目前的各种微型计算机系统,无论是简单的单片机、单板机系统,还是较复杂的个人计算机(PC机)系统,以至超级微机和微巨机系统,从体系结构来看,采用的基本上是计算机的经典结构——冯·诺依曼结构。这种结构的特点是:

①硬件上由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备五大部分组成。

②数据和程序以二进制代码形式不加区别地存放在存储器中,存放位置由地址指定,地址码也为二进制形式。

③控制器是根据存放在存储器中的指令序列即程序来工作的,并由一个程序计数器(即指令地址计数器)控制指令的执行。控制器具有判断能力,能根据计算结果选择不同的动作流程。

由冯·诺依曼结构可知,任何一个微型计算机系统都是由硬件和软件(程序)两大部分组成的。而其中硬件又由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备五部分组成。

1.1.2 硬件三总线结构

图 1.1 给出了具有冯·诺依曼结构特点的微机系统典型硬件结构框图。微处理器 MPU 中包含了运算器和控制器;RAM 和 ROM 为存储器;I/O 接口及外设是输入、输出设备的总称。各组成部分之间通过地址总线 AB、数据总线 DB、控制总线 CB 联系在一起。

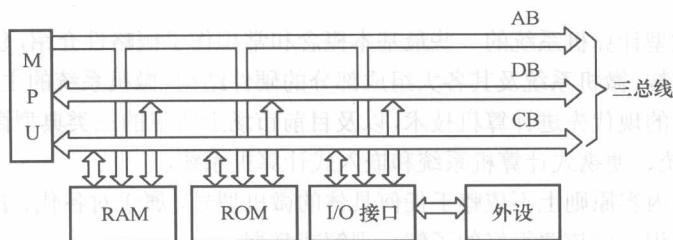


图 1.1 微机系统的硬件结构框图

有时也将微机的这种系统结构称为三总线结构,简称总线结构。

采用总线结构,可使微机的系统构造比较方便,并且具有更大的灵活性和更好的可扩展性、可维修性。

根据总线组织方法的不同,可把总线结构分为单总线、双总线、多层总线三类,如图 1.2 所示。

图 1.2 (a) 所示的是单总线结构。图 1.1 实际上就是这种结构,在单总线结构中,系统存储器 M 和 I/O 使用同一条信息通路,因而微处理器对存储器和 I/O 的读/写只能分时进行。大部分中低档微机都采用这种结构,因为它的逻辑结构简单,成本低廉,实现容易。

图 1.2 (b) 是双总线结构的示意图。I/O 和 M 各自具有到 MPU 的总线通路,这种结构的 MPU 可以分别在两套总线上同时与 M 和 I/O 口交换信息,相当于拓宽了总线带宽,提高了总线的数据传输速率。目前有些单片机和高档微机就是采用这种结构。不过在这种结构中,MPU 要同时管理与 M 和 I/O 的通信,这势必加重 MPU 在管理方面的负担。为此,现在通常采用专门的 I/O 处理芯

片即所谓的智能 I/O 接口, 来履行 I/O 管理任务, 以减轻 MPU 的负担。

图 1.2 (c) 所示的是双层总线结构。在这种结构中, MPU 通常通过局部总线访问局部 M 和局部 I/O, 这时的工作方式与单总线情况是一样的。当某微处理器需要对全局 M 和全局 I/O 访问时, 必须由总线控制逻辑统一安排才能进行, 这时该微处理器就是系统的主控设备。要是图中的 DMA 控制器成为系统的主控设备, 全局 I/O 和全局 M 之间便可利用系统总线进行 DMA 操作; 与此同时, 微处理器可以通过局部总线对局部 M 或局部 I/O 进行访问。显然, 这种结构可以实现在双层总线上并行工作, 并且对等效总线带宽的增加、系统数据处理和数据传输效率的提高, 效果更明显。目前各种高档微机和工作站基本上都是采用这种双层以至多层总线结构。

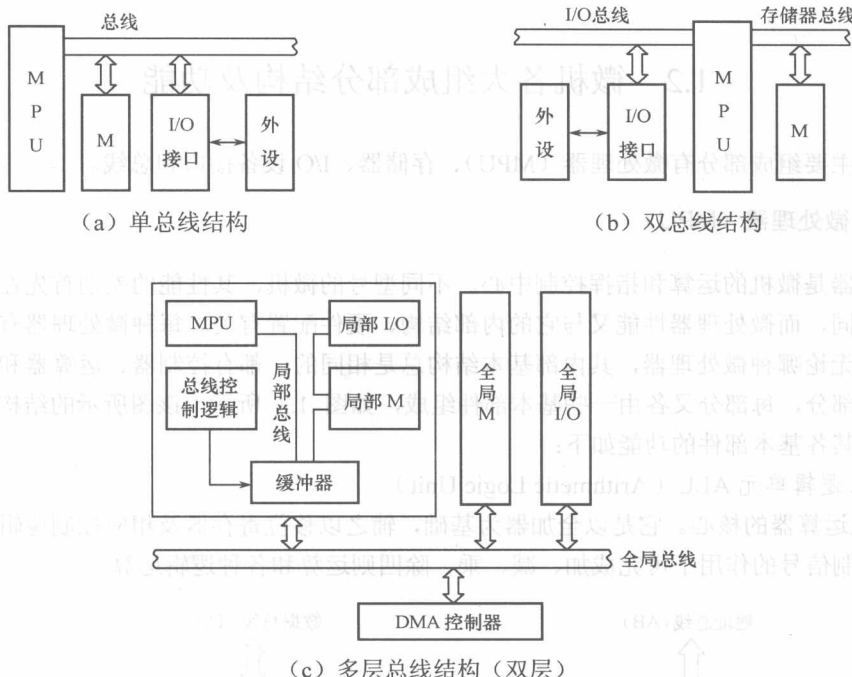


图 1.2 微机的三种总线结构

1.1.3 从内到外三个层次

通常所说的“微电脑”、“微机”等, 准确地讲应该叫微型计算机系统。微机系统中从局部到全局存在三个层次: 微处理器—微机—微机系统。为了以后学习时不致混淆, 首先有必要了解这三个层次的不同内涵。

1. 微处理器

微处理器 (Microprocessor) 也叫微处理机, 它本身并不是计算机, 只是微机的核心部件。微处理器包括算术逻辑部件 ALU (Arithmetic Logic Unit)、控制部件 (Control Unit) 和寄存器组 (Registers) 三个基本部分, 通常由一片或几片 LSI、VLSI 器件组成。

2. 微型计算机

微型计算机 (Micro Computer, 以下简称微机) 是以微处理器为核心, 加上由大规模集成电路制作的存储器 (ROM 和 RAM)、输入/输出接口和系统总线组成。有的微机则是将这些组成部分

集成在一个超大规模芯片上,称之为单片微机,简称单片机。

3. 微机系统

微机系统 (Micro Computer System) 是以微机为核心,再配以相应的外围设备、电源、辅助电路和控制微机工作的软件而构成的完整的计算系统。软件分为系统软件和应用软件两大类。系统软件是用来支持应用软件的开发与运行的,包括操作系统、标准实用程序和各种语言处理程序等。应用软件是用来为用户解决具体应用问题的程序及有关的文档和资料。

要注意,在上述的三个层次中,单纯的微处理器不是计算机,单纯的微型计算机也不是完整的计算系统,它们都不能独立工作。只有微机系统才是完整的计算系统,才具有实用意义,才可以正常工作。

1.2 微机各大组成部分结构及功能

微机的主要组成部分有微处理器 (MPU)、存储器、I/O 设备接口和总线。

1.2.1 微处理器 (MPU)

微处理器是微机的运算和指挥控制中心。不同型号的微机,其性能的差别首先在于其微处理器性能的不同,而微处理器性能又与它的内部结构、硬件配置有关。每种微处理器有其特有的指令系统。但无论哪种微处理器,其内部基本结构总是相同的,都有控制器、运算器和内部总线及缓冲器三大部分,每部分又各由一些基本部件组成,如图 1.3 所示。该图所示的结构是以单总线为基础的,其各基本部件的功能如下:

1. 算术逻辑单元 ALU (Arithmetic Logic Unit)

ALU 是运算器的核心。它是以全加器为基础,辅之以移位寄存器及相应控制逻辑组合而成的电路,在控制信号的作用下可完成加、减、乘、除四则运算和各种逻辑运算。

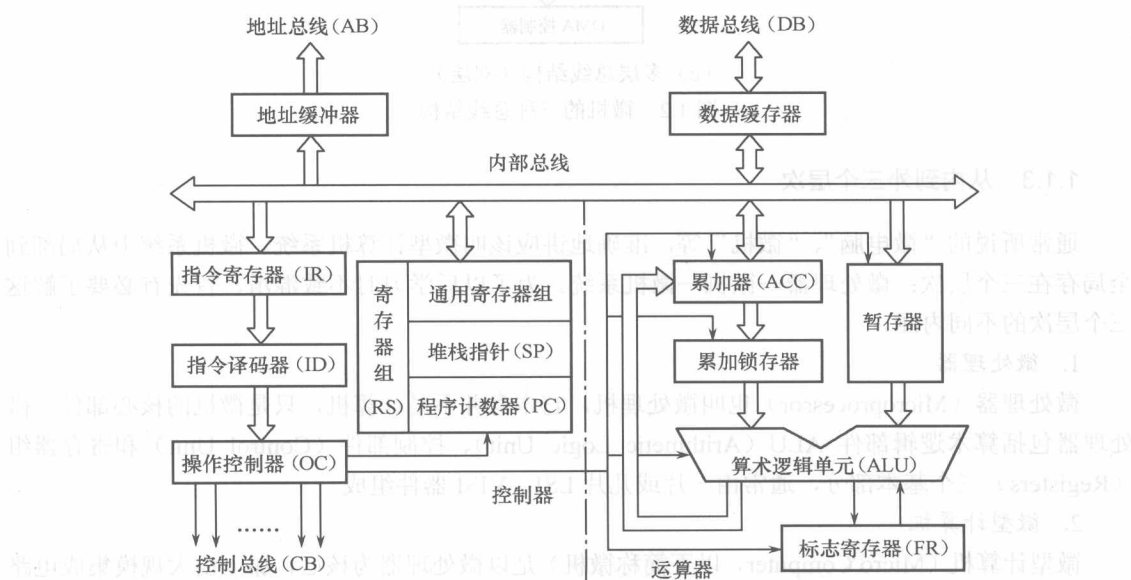


图 1.3 微处理器典型结构示意图

2. 累加器 ACC、累加锁存器和暂存器

ACC (ACCumulator) 通常简称为累加器 A, 它实际上是通用寄存器中的一个。由于它总是提供送入 ALU 的两个运算操作数之一, 且运算后的结果又总是送回它之中, 这就决定了它与 ALU 的联系特别紧密, 因而把它和 ALU 一起归入运算器中, 而不归在通用寄存器组中。

累加锁存器的作用是防止 ALU 的输出通过累加器 A 直接反馈到 ALU 的输入端。

暂存器的作用与累加器 A 有点相似, 都是用于保存操作数, 只是操作结果只保存于累加器 A, 而不保存到暂存器。

3. 标志寄存器 FR

FR (Flags Register) 用于寄存 ALU 操作结果的某些重要状态或特征, 如是否溢出、是否为零、是否为负、是否有进位、是否有偶数个“1”等。每种状态或特征用一位标志。由于 ALU 的操作结果存放在累加器 A 中, 因而 FR 也反映了累加器 A 中所存放数据的特征。FR 中的状态标志常为 CPU 执行后续指令时所用, 例如根据某种状态标志来决定程序是顺序执行还是跳转执行。

在 80386/80486 等处理器中, FR 除存放状态标志外, 还存放控制处理器工作方式的控制标志和系统标志。

4. 寄存器组 RS

RS (Register Set 或 Registers) 实质上是微处理器的内部 RAM, 因受芯片面积和集成度所限, 其容量 (即寄存器数目) 不可能很多。寄存器组可分为专用寄存器和通用寄存器。专用寄存器的作用是固定的, 图 1.3 中的堆栈指针 SP、程序计数器 PC、标志寄存器 FR 即为专用寄存器。通用寄存器可由程序员规定其用途。通用寄存器的数目及位数因微处理器而异, 如 8086 有 AX、BX、CX、DX、BP、SP、SI、DI 共 8 个 16 位通用寄存器, 80386/80486 有 EAX、EBX、ECX、EDX、ESI、EDI、EBP、ESP 共 8 个 32 位通用寄存器, 等等。由于有了这些寄存器, 在需要重复使用某些操作数或中间结果时, 就可将它们暂时存放在寄存器中, 避免对存储器的频繁访问, 从而缩短指令长度和指令执行时间, 加快 CPU 的运算处理速度, 同时也给编程带来方便。

除了上述两类程序员可用的寄存器外, 微处理器中还有一些不能直接为程序员所用的寄存器, 如前述累加锁存器、暂存器和后面将讲到的指令寄存器等, 它们仅受内部定时与控制逻辑的控制。

5. 堆栈和堆栈指针 SP

在计算机中广泛使用堆栈作为数据的一种暂存结构。堆栈由栈区和堆栈指针构成。栈区是一组按先进后出 (FILO) 或后进先出 (LIFO) 方式工作的寄存器或存储单元, 用于存放数据。当它是由微处理器内部的寄存器组构成时, 叫硬件堆栈; 当它是由软件在内存中开辟的一个特定 RAM 区构成时, 叫软件堆栈。目前绝大多数微处理器都支持软件堆栈。

堆栈指针 (SP, Stack Pointer) 是用来指示栈顶地址的寄存器, 用于自动管理栈区, 指示当前数据存入或取出的位置。在堆栈操作中, 将数据存入栈区称为“压入” (PUSH); 从栈区中取出数据称为“弹出” (POP)。无论是压入还是弹出, 只能在栈顶进行。每当压入或是弹出一个堆栈元素, 栈指针均会自动修改, 以便自动跟踪栈顶位置。

SP 的初值是由程序员设定的。一旦设定初值后, 便意味着栈底在内存存储器中的位置已经确定, 此后 SP 的内容即栈顶位置便由 CPU 自动管理。随着堆栈操作的进行, SP 值会自动变化, 其变化方向因栈区的编址方式而异。栈区的编址方式有向下增长型和向上增长型两种。对于向下增长型堆栈, 将新数据压入其中时, SP 自动减量, 向上浮动而指向新的栈顶; 当数据从栈中弹出时, SP 自动增量, 向下浮动而指向新的栈顶。对于向上增长型堆栈则相反。

堆栈主要用于中断处理与过程（子程序）调用。以后将会看到，堆栈的“先进后出”操作方式给中断处理和子程序调用/返回（特别是多重中断与多重调用）带来很大方便。

6. 程序计数器 PC

PC (Program Counter) 用于存放下一条要执行的指令的地址码。程序中的各条指令一般是按执行的顺序存放在存储器中的。开始时，PC 中的地址码为该程序第一条指令所在的地址编号。在顺序执行指令的情况下，每取出指令的一个字节（通常微处理器的指令长度是不等的，有的只有一个字节，有的是两个或更多个字节），PC 的内容自动加 1，于是当从存储器取完一条指令的所有字节时，PC 中存放的是下一条指令的首地址。若要改变程序的正常执行顺序，就必须把新的目标地址装入 PC，这称为程序发生了转移。指令系统中有一些指令用来控制程序的转移，称为转移指令。

可见，PC 是维持微处理器有序地执行程序的关键性寄存器，是任何微处理器不可缺少的。

也有一些微处理器（如 80X86 系列 CPU）不是用一个 PC 来直接指示下一条待执行指令的地址，而是用代码段寄存器（CS）和指令指针寄存器（IP/EIP）通过内部的转换来间接给出待执行指令的地址。

7. 指令寄存器 IR、指令译码器 ID 和操作控制器 OC

IR (Instruction Register)、ID (Instruction Decoder)、OC (Operation Controller) 这三个部件是整个微处理器的指挥控制中心，对协调整个微机有序工作极为重要。它根据用户预先编好的程序，依次从存储器中取出各条指令，放在指令寄存器 IR 中，通过指令译码（分析）确定应该进行什么操作，然后通过操作控制器 OC，按确定的时序，向相应的部件发出控制信号。操作控制器 OC 中主要包括有节拍脉冲发生器、控制矩阵、时钟脉冲发生器、复位电路和启停电路等控制逻辑。这几个部件对微处理器设计人员来说是关键，但微处理器用户却可以不必过多关心。

1.2.2 存储器

存储器又称为内存或主存，是微机的存储和记忆部件，用以存放数据（包括原始数据、中间结果和最终结果）和程序。微型机的内存都是采用半导体存储器。

1. 内存单元的地址和内容

内存是由一个个内存单元组成的，每一个内存单元中一般存放一个字节（8 位）的二进制信息。内存中存放的数据和程序，从形式上看都是二进制数。内存单元的总数目称为内存容量。

微型机通过给各个内存单元规定不同地址来管理内存。这样，CPU 便能识别不同的内存单元，正确地对它们进行操作。注意，内存单元的地址和内存单元的内容是两个完全不同的概念。图 1.4 给出了这两个概念的示意图。

地址	内容
00000H	10110010
00001H	11000111
00002H	00001100
⋮	⋮
F0000H	00111110
⋮	⋮
FFFFFFH	01110010

图 1.4 内存单元的地址和内容