



教育部高等学校电子信息类专业教学指导委员会规划教材
高等学校电子信息类专业系列教材



P rinciples and Applications of 32 bit Microcomputer

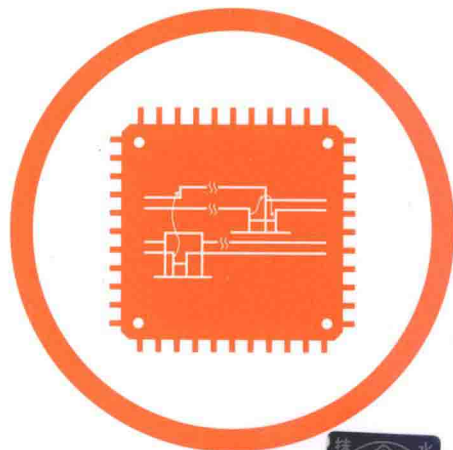
32位微机 原理与应用

马兴录 宋廷强 曲英杰 等 编著

Ma Xinglu

Song Tingqiang

Qu Yingjie



清华大学出版社



教育部高等学校电子信息类专业教学指导委员会
高等学校电子信息类专业系列教材

Principles and Applications of
32 bit Microcomputer

32位微机 原理与应用

马兴录 宋廷强 曲英杰 等 编著

Ma Xinglu

Song Tingqiang

Qu Yingjie

清华大学出版社

内 容 简 介

本书以 Intel 公司的 IA32 系列微处理器为主线,系统讲述了微机原理、汇编语言程序设计、微型计算机的组成以及接口技术。微机原理部分主要包括 32 位微处理器的工作原理及其指令系统。汇编语言程序设计部分详细讲述了汇编语言程序结构、开发过程、系统功能调用、结构化程序设计,并列举了大量编程实例。微型计算机的组成部分主要包括总线技术、存储器系统、中断系统以及 DMA 控制器。接口技术部分包括 I/O 系统、并行接口、定时/计数器、中断控制器、串行通信接口、模拟接口等内容。最后,还简单介绍了 32 位微处理器的保护模式,为读者在保护模式下进行开发奠定基础。

本书在每章后面配有习题,并有配套的《32 位微机原理与应用实验指导》及电子课件可供选用。

本书可作为高等院校本科教材使用,也可供工程技术人员参考。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

32 位微机原理与应用/马兴录,宋廷强,曲英杰等编著.--北京:清华大学出版社,2015

高等学校电子信息类专业系列教材

ISBN 978-7-302-41122-2

I. ①3… II. ①马… ②宋… ③曲… ④微型计算机—高等学校—教材 IV. ①TP36

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 183407 号



责任编辑:盛东亮

封面设计:李召霞

责任校对:李建庄

责任印制:王静怡

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 刷 者:北京富博印刷有限公司

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:21.5

字 数:538 千字

版 次:2015 年 9 月第 1 版

印 次:2015 年 9 月第 1 次印刷

印 数:1~2000

定 价:44.50 元

产品编号:065637-01

高等学校电子信息类专业系列教材

顾问委员会

谈振辉	北京交通大学 (教指委高级顾问)	郁道银	天津大学 (教指委高级顾问)
廖延彪	清华大学 (特约高级顾问)	胡广书	清华大学 (特约高级顾问)
华成英	清华大学 (国家级教学名师)	于洪珍	中国矿业大学 (国家级教学名师)
彭启琮	电子科技大学 (国家级教学名师)	孙肖子	西安电子科技大学 (国家级教学名师)
邹逢兴	国防科学技术大学 (国家级教学名师)	严国萍	华中科技大学 (国家级教学名师)

编审委员会

主 任	吕志伟	哈尔滨工业大学		
副主任	刘 旭	浙江大学	王志军	北京大学
	隆克平	北京科技大学	葛宝臻	天津大学
	秦石乔	国防科学技术大学	何伟明	哈尔滨工业大学
	刘向东	浙江大学		
委 员	王志华	清华大学	宋 梅	北京邮电大学
	韩 焱	中北大学	张雪英	太原理工大学
	殷福亮	大连理工大学	赵晓晖	吉林大学
	张朝柱	哈尔滨工程大学	刘兴钊	上海交通大学
	洪 伟	东南大学	陈鹤鸣	南京邮电大学
	杨明武	合肥工业大学	袁东风	山东大学
	王忠勇	郑州大学	程文青	华中科技大学
	曾 云	湖南大学	李思敏	桂林电子科技大学
	陈前斌	重庆邮电大学	张怀武	电子科技大学
	谢 泉	贵州大学	卞树檀	第二炮兵工程大学
	吴 瑛	解放军信息工程大学	刘纯亮	西安交通大学
	金伟其	北京理工大学	毕卫红	燕山大学
	胡秀珍	内蒙古工业大学	付跃刚	长春理工大学
	贾宏志	上海理工大学	顾济华	苏州大学
	李振华	南京理工大学	韩正甫	中国科学技术大学
	李 晖	福建师范大学	何兴道	南昌航空大学
	何平安	武汉大学	张新亮	华中科技大学
	郭永彩	重庆大学	曹益平	四川大学
	刘缠牢	西安工业大学	李儒新	中科院上海光学精密机械研究所
	赵尚弘	空军工程大学	董友梅	京东方科技集团
	蒋晓瑜	装甲兵工程学院	蔡 毅	中国兵器科学研究院
	仲顺安	北京理工大学	冯其波	北京交通大学
	黄翊东	清华大学	张有光	北京航空航天大学
	李勇朝	西安电子科技大学	江 毅	北京理工大学
	章毓晋	清华大学	张伟刚	南开大学
	刘铁根	天津大学	宋 峰	南开大学
	王艳芬	中国矿业大学	靳 伟	香港理工大学
	苑立波	哈尔滨工程大学		
丛书责任编辑	盛东亮	清华大学出版社		

序

FOREWORD

我国电子信息产业销售收入总规模在 2013 年已经突破 12 万亿元,行业收入占工业总体比重已经超过 9%。电子信息产业在工业经济中的支撑作用凸显,更加促进了信息化和工业化的高层次深度融合。随着移动互联网、云计算、物联网、大数据和石墨烯等新兴产业的爆发式增长,电子信息产业的发展呈现了新的特点,电子信息产业的人才培养面临着新的挑战。

(1) 随着控制、通信、人机交互和网络互联等新兴电子信息技术不断发展,传统工业设备融合了大量最新的电子信息技术,它们一起构成了庞大而复杂的系统,派生出大量新兴的电子信息技术应用需求。这些“系统级”的应用需求,迫切要求具有系统级设计能力的电子信息技术人才。

(2) 电子信息系统设备的功能越来越复杂,系统的集成度越来越高。因此,要求未来的设计者应该具备更扎实的理论基础知识和更宽广的专业视野。未来电子信息系统的设计越来越要求软件和硬件的协同规划、协同设计和协同调试。

(3) 新兴电子信息技术的发展依赖于半导体产业的不断推动,半导体厂商为设计者提供了越来越丰富的生态资源,系统集成厂商的全方位配合又加速了这种生态资源的进一步完善。半导体厂商和系统集成厂商所建立的这种生态系统,为未来的设计者提供了更加便捷却又必须依赖的设计资源。

教育部 2012 年颁布了新版《高等学校本科专业目录》,将电子信息类专业进行了整合,为各高校建立系统化的人才培养体系,培养具有扎实理论基础和宽广专业技能的、兼顾“基础”和“系统”的高层次电子信息人才给出了指引。

传统的电子信息学科专业课程体系呈现“自底向上”的特点,这种课程体系偏重对底层元器件的分析与设计,较少涉及系统级的集成与设计。近年来,国内很多高校对电子信息类专业课程体系进行了大力度的改革,这些改革顺应时代潮流,从系统集成的角度,更加科学合理地构建了课程体系。

为了进一步提高普通高校电子信息类专业教育与教学质量,贯彻落实《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020 年)》和《教育部关于全面提高高等教育质量若干意见》(教高【2012】4 号)的精神,教育部高等学校电子信息类专业教学指导委员会开展了“高等学校电子信息类专业课程体系”的立项研究工作,并于 2014 年 5 月启动了《高等学校电子信息类专业系列教材》(教育部高等学校电子信息类专业教学指导委员会规划教材)的建设工作。其目的是为推进高等教育内涵式发展,提高教学水平,满足高等学校对电子信息类专业人才培养、教学改革与课程改革的需要。

本系列教材定位于高等学校电子信息类专业的专业课程,适用于电子信息类的电子信

息工程、电子科学与技术、通信工程、微电子科学与工程、光电信息科学与工程、信息工程及其相近专业。经过编审委员会与众多高校多次沟通,初步拟定分批次(2014—2017年)建设约100门课程教材。本系列教材将力求在保证基础的前提下,突出技术的先进性和科学的前沿性,体现创新教学和工程实践教学;将重视系统集成思想在教学中的体现,鼓励推陈出新,采用“自顶向下”的方法编写教材;将注重反映优秀的教学改革成果,推广优秀的教学经验与理念。

为了保证本系列教材的科学性、系统性及编写质量,本系列教材设立顾问委员会及编审委员会。顾问委员会由教指委高级顾问、特约高级顾问和国家级教学名师担任,编审委员会由教育部高等学校电子信息类专业教学指导委员会委员和一线教学名师组成。同时,清华大学出版社为本系列教材配置优秀的编辑团队,力求高水准出版。本系列教材的建设,不仅有众多高校教师参与,也有大量知名的电子信息类企业支持。在此,谨向参与本系列教材策划、组织、编写与出版的广大教师、企业代表及出版人员致以诚挚的感谢,并殷切希望本系列教材在我国高等学校电子信息类专业人才培养与课程体系建设中发挥切实的作用。

吕志伟 教授

前言

PREFACE

微机原理与接口技术是计算机、信息、通信、自动化等专业教育中一门十分重要的专业基础课。本书编写的目的是让读者从理论和实践上掌握微型计算机的工作原理、汇编语言程序设计、微机的基本组成及常用接口技术,建立微机系统整体概念,了解当今计算机硬件的新技术和新理论。通过对本书内容的学习,读者可以比较系统地了解微机系统的组成原理及其硬件结构,掌握汇编语言的程序设计,掌握基本微机系统的接口电路的设计及编程方法,具备微机应用系统软、硬件开发的初步能力。

当今微处理器的发展一直遵循著名的“摩尔定律”。从 20 世纪 70 年代后期出现第三代 16 位微处理器至今,CPU 经历了飞速发展。在微型计算机中,CPU 已经从 32 位更换为 64 位,从单核 CPU 更换为多核 CPU。在令人眼花缭乱的背后,是技术与制造工艺的不断创新。不过,原理性的东西并没有发生太大的变化,而且当前 32 位 CPU 在市场上,特别是在嵌入式系统中还占主流。因此,本书在编写过程中以 Intel 公司的 IA32 系列微处理器为主线,重点讲述微处理器的工作原理。

全书共分 13 章,从内容组织上可分为 4 大部分:微机原理、汇编语言程序设计、微机组成为及接口技术。微机原理部分主要包括第 2 章、第 3 章和第 13 章。汇编语言程序设计在第 4 章。微机组成为主要包括第 5 章、第 6 章、第 8 章和第 12 章,这是构成一台微机的必要组成部分。接口技术则包括第 7 章、第 9 章、第 10 章和第 11 章。本书部分接口程序采用 C 语言编写,以便让学生了解如何使用 C 语言去操作接口电路。

第 1 章是基础知识部分。介绍了计算机的一些基础知识,主要包括计算机发展简史、微型计算机系统的结构及其主要技术指标、计算机中的数制、布尔代数基础、逻辑电路基础、二进制数的运算及其加法电路、计算机中的编码、浮点数基本概念等。

第 2 章从微机的简化模型入手,开始讲述微机的内部工作原理;然后以 16 位微处理器 8086 为过渡,讲述 IA32 架构微处理器的功能结构及编程结构;最后以 32 位微处理器 Pentium 为例,讲述 32 位微处理器的外部引脚及工作时序。

第 3 章介绍了 IA32 系列微处理器的寻址方式及其基本指令集。

第 4 章首先介绍了宏汇编语言程序的结构、伪指令以及程序设计的一般过程和各種基本程序结构,然后介绍了系统功能调用,最后给出了大量的编程实例。

第 5 章介绍了目前微机系统中常用的各种总线,包括常用的内部总线(PCI 和工业中常用的 PC104 等总线)和外部总线(IEEE 488 总线和 USB 总线)。

第 6 章主要讨论作为内存的半导体存储器。在简要介绍存储器分类和基本存储元件电路的基础上,重点介绍了常用的几种典型存储器芯片及其与 CPU 之间的连接与扩展问题,并简要介绍了目前广泛应用的几种新型存储器。

第7章介绍了接口技术的基础知识,包括接口的定义、功能及结构,I/O端口的编址方式以及CPU与外设之间的数据传送方式。为学习后续的各类接口奠定基础。

第8章介绍了计算机系统不可缺少的重要组成部分——中断系统。介绍了一般中断系统概念、微机的中断系统功能及中断管理专用芯片8259A。

第9章介绍了并行接口及定时/计数技术,重点介绍了可编程并行接口芯片8255及可编程定时/计数器8253的用法。

第10章介绍了串行通信技术以及串行通信接口芯片PC16550。

第11章介绍了数模和模数转换的原理以及常用A/D、D/A芯片的功能。

第12章介绍了为实现大批量数据的快速传输而采用的DMA传送方式。重点介绍了DMA控制器8237A。

第13章介绍了IA32系列微处理器保护模式下的运行机制及编程方法。本章内容可作为选学部分。

本书由马兴录老师主持编写,宋廷强、曲英杰、周艳平、肖传伟、范玮老师参加了编写与校验工作,在此向他们表示感谢。

由于编者的实际工作经验及水平的限制,书中难免存在一些不当之处,恳请读者批评指正。

编者

2015年7月于青岛

目录

CONTENTS

第 1 章 计算机基础	1
1.1 简介	1
1.1.1 电子计算机发展简史	1
1.1.2 计算机应用领域及发展趋势	3
1.1.3 微型计算机系统的组成及其主要技术指标	4
1.2 计算机中的数制	5
1.2.1 数制的基本概念	5
1.2.2 数制之间的转换	6
1.3 布尔代数基础	7
1.3.1 基本逻辑运算	8
1.3.2 基本运算规律	8
1.3.3 逻辑函数的表示方法	8
1.3.4 真值表与逻辑表达式之间的相互转换	9
1.3.5 逻辑函数的化简	9
1.4 逻辑电路基础	10
1.5 二进制数的运算及其加法电路	11
1.5.1 二进制数据算术运算规则	11
1.5.2 半加器电路设计	11
1.5.3 全加器电路设计	12
1.5.4 多位二进制数的加法电路设计	13
1.6 计算机中的编码	13
1.6.1 二进制数值数据的编码方法	13
1.6.2 补码加法器/减法器电路	15
1.6.3 其他编码	17
1.7 浮点数基本概念	18
习题	19
第 2 章 微处理器	22
2.1 微型计算机简化模型	22
2.1.1 微型计算机的总体结构	22
2.1.2 简化模型的组成	22
2.1.3 模型机的运行过程	24
2.1.4 指令系统	26
2.2 处理器的功能结构	27

2.2.1	IA32 架构微处理器的发展历史	28
2.2.2	8086 微处理器的功能结构	29
2.2.3	Pentium 微处理器的功能结构	31
2.3	IA32 微处理器的工作模式和编程结构	33
2.3.1	IA32 微处理器的工作模式	33
2.3.2	IA32 微处理器的编程结构	34
2.3.3	存储器组织	40
2.4	Pentium 微处理器的外部引脚	41
2.5	Pentium 微处理器的典型工作时序	44
	习题	45
第 3 章	指令系统	47
3.1	简介	47
3.2	寻址方式	48
3.3	IA32 微处理器的基本指令集	55
3.3.1	数据传送指令	55
3.3.2	算术运算指令	64
3.3.3	逻辑指令	74
3.3.4	串处理指令	79
3.3.5	控制转移指令	86
3.3.6	处理机控制指令	98
	习题	99
第 4 章	汇编语言程序设计	104
4.1	汇编语言语句	104
4.1.1	汇编语言语句种类及其格式	104
4.1.2	汇编语言语句中各项的表示方法	105
4.2	伪指令	110
4.2.1	处理器选择伪指令	110
4.2.2	段定义伪指令	111
4.2.3	假定伪指令	114
4.2.4	数据定义伪指令	114
4.2.5	符号定义伪指令	115
4.2.6	地址计数器与定位伪指令	115
4.2.7	过程(子程序)定义伪指令	116
4.2.8	源程序开始和结束伪指令	117
4.3	汇编语言程序的结构	118
4.4	汇编语言程序的开发过程	118
4.5	汇编语言程序结构设计	119
4.5.1	顺序程序设计	120
4.5.2	分支程序设计	121
4.5.3	循环程序设计	125
4.5.4	子程序设计	130
4.5.5	宏指令	135
4.6	系统功能调用	139

4.6.1 键盘功能调用	139
4.6.2 显示功能调用	141
4.6.3 返回操作系统	142
4.7 汇编语言程序设计实例	143
4.7.1 键盘及显示器操作	143
4.7.2 代码转换	146
4.7.3 数值计算和数据处理	147
4.7.4 字符串处理	151
习题	153
第 5 章 总线技术	158
5.1 总线的基本概念	158
5.1.1 总线的分类	158
5.1.2 总线标准	161
5.1.3 总线主要性能指标	161
5.1.4 总线控制部件与总线传输	162
5.1.5 总线的层次化结构	165
5.2 常用内部总线	168
5.2.1 STD 总线	168
5.2.2 PC 系列总线	168
5.3 常用外部总线	177
5.3.1 IEEE 488 总线	177
5.3.2 通用串行总线	180
习题	185
第 6 章 存储器系统	186
6.1 简介	186
6.1.1 存储系统的层次结构	186
6.1.2 半导体存储器的分类	187
6.1.3 存储器的基本组成	188
6.1.4 存储器的主要技术指标	189
6.2 常用存储器	189
6.2.1 随机存储器	189
6.2.2 只读存储器	192
6.2.3 闪存	193
6.2.4 常用存储器参数	194
6.3 存储器扩展技术	194
6.4 存储器与 CPU 的连接	196
6.4.1 存储器与 CPU 连接问题	196
6.4.2 常用译码电路	197
6.4.3 存储器连接举例	199
习题	201
第 7 章 输入/输出接口	202
7.1 I/O 接口简介	202

7.1.1	设置接口电路的目的	202
7.1.2	I/O 接口的基本功能	203
7.1.3	I/O 接口电路中的信息	203
7.1.4	I/O 接口的基本结构	204
7.1.5	常用简单 I/O 接口芯片	205
7.2	I/O 端口及其编址	207
7.2.1	I/O 端口简介	207
7.2.2	I/O 端口的编址方式	207
7.2.3	微型计算机的 I/O 端口分配	208
7.3	I/O 端口的地址译码	210
7.3.1	门电路译码	210
7.3.2	译码器译码	211
7.3.3	比较器译码	212
7.3.4	可编程逻辑器件译码	213
7.4	CPU 与外部设备之间的数据传送方式	213
7.4.1	程序控制方式	213
7.4.2	中断传送方式	217
7.4.3	直接存储器存取方式	217
7.4.4	通道方式	218
	习题	218
第 8 章	中断系统	220
8.1	中断的基本概念	220
8.1.1	中断及中断源	220
8.1.2	中断系统的基本功能	221
8.1.3	多级中断管理	221
8.1.4	中断过程	222
8.2	微型计算机的中断系统	224
8.2.1	中断类型	224
8.2.2	中断向量和中断向量表	225
8.2.3	中断响应过程与时序	227
8.3	可编程中断控制器 8259A	229
8.3.1	8259A 的内部结构和工作原理	229
8.3.2	8259A 的引脚信号	230
8.3.3	8259A 的工作过程	231
8.3.4	8259A 的工作方式	231
8.3.5	8259A 的编程	234
8.3.6	8259A 的级联	238
8.3.7	8259A 的应用举例	239
	习题	240
第 9 章	并行接口及定时/计数技术	242
9.1	并行接口简介	242
9.2	并行接口芯片 8255A	242
9.2.1	8255A 的内部结构	242

9.2.2	8255A 的引脚功能	243
9.2.3	8255A 的工作方式	244
9.2.4	8255A 的编程及应用	247
9.3	可编程定时/计数器 8253	252
9.3.1	8253 芯片结构及引脚	252
9.3.2	8253 的读写及初始化操作	254
9.3.3	8253 的工作方式及时序	255
9.3.4	8253 应用举例	258
习题		259
第 10 章	串行通信接口	261
10.1	串行接口与通信简介	261
10.1.1	串行通信方式	261
10.1.2	数据传送方式	262
10.1.3	信号传输方式	262
10.2	串行接口标准	263
10.2.1	RS-232-C 总线	263
10.2.2	RS-422 和 RS-485 总线	268
10.3	可编程 UART 接口芯片 PC16550	270
10.3.1	UART 接口	270
10.3.2	PC16550 的基本性能	270
10.3.3	PC16550 的内部结构	271
10.3.4	PC16550 的引脚功能	273
10.3.5	PC16550 的内部寄存器	275
10.3.6	PC16550 的编程	278
10.3.7	PC16550 应用举例	279
习题		280
第 11 章	模/数和数/模转换	281
11.1	数/模(D/A)转换器	281
11.1.1	数/模(D/A)转换器的工作原理	281
11.1.2	数/模(D/A)转换器的主要性能参数	282
11.1.3	数/模(D/A)转换器芯片及接口电路	283
11.2	模/数(A/D)转换器	286
11.2.1	模/数(A/D)转换器的工作原理	286
11.2.2	模/数(A/D)转换器的主要性能参数	287
11.2.3	模/数(A/D)转换器芯片及接口电路	288
习题		291
第 12 章	DMA 控制器	292
12.1	简介	292
12.2	DMA 控制器 8237A	293
12.2.1	8237A 的功能结构和外部引脚	293
12.2.2	8237A 的通道操作过程	296
12.2.3	8237A 的内部寄存器	298

12.3 8237A 的编程	302
习题	305
第 13 章 保护模式	306
13.1 保护模式下的内存管理	306
13.1.1 分段与分页	307
13.1.2 逻辑地址和线性地址	308
13.1.3 段选择子与段描述符	309
13.1.4 全局描述符表和局部描述符表	310
13.1.5 段寄存器	310
13.1.6 分页与分段管理	311
13.1.7 页表和页目录表	312
13.1.8 段到页的映射	312
13.2 保护模式下任务管理	313
13.2.1 任务结构	313
13.2.2 任务状态	314
13.2.3 执行任务	314
13.2.4 任务管理数据结构	315
13.2.5 任务切换	319
13.3 保护模式下的中断和异常	321
13.3.1 中断和异常的分类	321
13.3.2 异常和中断向量	322
13.3.3 中断和异常的处理过程	323
13.3.4 中断描述符表	324
13.3.5 特权指令	325
13.4 输入/输出保护和重要标志保护	326
13.4.1 输入/输出保护	326
13.4.2 重要标志保护	329
习题	329
参考文献	330

本章主要包括电子计算机发展简史、计算机应用领域及发展趋势、微型计算机系统的结构及其主要技术指标、计算机中的数制、布尔代数基础、逻辑电路基础、二进制数的运算及其加法电路、计算机中的编码、浮点数基本概念等内容。

1.1 简介

1.1.1 电子计算机发展简史

根据制造计算机所使用的元器件不同,电子计算机的发展依次经历了电子管时代、晶体管时代、中小规模集成电路时代、大规模和超大规模集成电路时代、甚大规模和极大规模集成电路时代等几个不同的发展阶段。

1) 电子管计算机时代(1946—1959 年)

电子管是封装在玻璃外壳内的一种电真空器件,用它可以设计出实现反相功能的反相器线路,在此基础上,再实现出计算机使用的全部组合逻辑线路,如加法器、译码器等线路,以及触发器、寄存器、计数器等各种时序逻辑线路。用电子管线路实现的计算机称为电子管计算机。

世界上第一台电子数字计算机 ENIAC(Electronic Numerical Integrator And Calculator), 1946 年由美国宾夕法尼亚大学研制,字长 12 位,运算速度 5000 次/s,使用 18 800 个电子管、1500 个继电器,功耗 150kW,占地 170m²,重达 30t,造价 100 万美元,如图 1-1 所示。

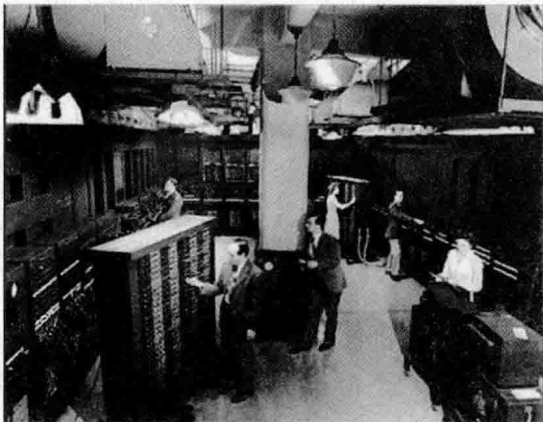


图 1-1 第一台电子数字计算机 ENIAC

ENIAC 计算机存在两个主要缺点,一是存储容量太小,只能存 20 个字长为 10 位的十进制数;二是用线路连接的方法来编排程序,因此每次解题都要依靠人工改接连线,准备时间大大超过实际计算时间。

在 ENIAC 计算机研制的同时,冯·诺依曼(Von Neumann)与莫尔小组合作研制 EDVAC 计算机,采用了存储程序方案,其后开发的计算机都采用这种方式,称为冯·诺依曼计算机。

一般认为冯·诺依曼机具有如下基本特点。

- ① 计算机由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备五部分组成。
- ② 采用存储程序的方式,程序和数据放在同一个存储器中,指令和数据一样可以送到运算器运算,即由指令组成的程序是可以修改的。
- ③ 数据以二进制码表示。
- ④ 指令由操作码和地址码组成。
- ⑤ 指令在存储器中按执行顺序存放,由指令计数器(即程序计数器 PC)指明要执行的指令所在的单元地址,一般按顺序递增,但可按运算结果或外界条件而改变。
- ⑥ 机器以运算器为中心,输入/输出设备与存储器间的数据传送都通过运算器。

60 多年来,随着技术的发展和 new 应用领域的开拓,冯·诺依曼计算机做了很多改革,计算机系统结构有了很大发展,如某些机器程序与数据分开存放在不同的存储器中,程序不允许修改,机器不再以运算器为中心,而是以存储器为中心等等,虽然有以上这些突破,但原则变化不大,习惯上仍称为冯·诺依曼计算机。

2) 晶体管计算机时代(1959—1964 年)

晶体管,通常指的是晶体三极管,是用半导体材料制作出来、封装在一个金属壳内的带有三个引脚的小器件,1958 年进入批量生产阶段。用它可以设计出实现反相功能的反相器线路,在此基础上,再实现出计算机使用的全部组合逻辑线路,以及触发器、寄存器、计数器等各种时序逻辑线路。用分立的晶体管线路实现的计算机称为晶体管计算机。

3) 中小规模集成电路时代(1964—1975 年)

随着半导体器件生产工艺与技术上的进步,在一片半导体基片上,可以生产出多个晶体管,并用它们形成具有一定处理功能的逻辑器件,这就是集成电路(Integrated Circuit, IC)。此时集成到一个芯片内的晶体管数量还相当有限,实现的还只限于简单的、完成基本处理功能的组合逻辑门一级的电路,以及简单的触发器、寄存器之类的电路,故被称为中、小规模集成电路(MSI、SSI)。

4) 大规模和超大规模集成电路时代(1975—1990 年)

半导体器件生产工艺的改进,使得在一片半导体基片上可以生产出数量更多的晶体管,就形成了大规模集成(Large Scale Integration, LSI)电路,若在一个芯片上的晶体管数量达到更多,就被叫作超大规模(Very Large Scale Integration, VLSI)电路。

5) 甚大规模和极大规模集成电路时代(1990 年至今)

单个芯片内的晶体管数量达到百万个时被叫作甚大规模电路(Ultra Large Scale Integration, ULSI),达到 1×10^8 个时被叫作极大规模电路(Extremely Large Scale Integration, ELSI)。

从 1958 年德州仪器(Texas Instruments)的工程师基尔比制造出第一块 IC 到现在为

止,集成电路的发展一直遵循摩尔(Gordon Moore)定律,即芯片的集成度和速度每 18 个月提高一倍。

1.1.2 计算机应用领域及发展趋势

目前计算机已经广泛应用于各行各业,极大地促进了社会的发展。下面简要介绍计算机的几个主要应用领域。

① 科学计算 计算机作为计算工具,完成各种复杂的科学计算是它的一个重要应用领域。

② 数据处理 计算机作为数据处理工具,在政府办公,企、事业单位的管理等领域发挥着重要作用。

③ 计算机控制 计算机作为具有高速和灵活的逻辑处理能力的工具,广泛用于工业生产、航天发射等过程的实时控制。

④ 人工智能 计算机作为具有高速、灵活逻辑处理和推理能力的工具,被广泛应用在人工智能领域,完成诸如数学定理证明、自然语言理解、知识表示和挖掘、计算机翻译等工作。

⑤ 计算机网络 随着计算机网络的出现和发展,计算机已经成为在宽广的范围内传播信息和实现人员沟通的重要工具,极大地改变了人类的生活环境和交流方式。

⑥ 计算机辅助设计/制造(CAD/CAM)对于日益复杂的工程设计项目和生产制造领域,计算机辅助设计/制造已经成为必不可少的重要手段,是提高劳动生产率、设计可靠性和产品质量的重要保障和有效方法。例如,在集成电路设计的建模、仿真、综合优化、布局布线、时序分析等各个阶段普遍使用了计算机辅助设计技术,否则,要想高效、可靠地设计超大规模、甚大规模和极大规模集成电路,几乎是不可想象的。

⑦ 嵌入式应用 嵌入式计算机是指嵌入到应用系统中的计算机,如在手机等通信设备,MP4 等各种消费类电子产品,以及电视机、冰箱、洗衣机等家电产品中,都有嵌入式计算机。单片机是应用非常广泛的一类嵌入式计算机。所谓单片机,即单片微型计算机,是将计算机主机(CPU、内存和 I/O 接口)集成在一小块硅片上的微型机,如图 1-2 所示。通常为工业控制和测试而设计,又称微控制器,具有三高优势(集成度高、可靠性高、性价比高)。单片机主要应用于工业检测与控制、计算机外设、智能仪器仪表、通信设备、家用电器等领域。

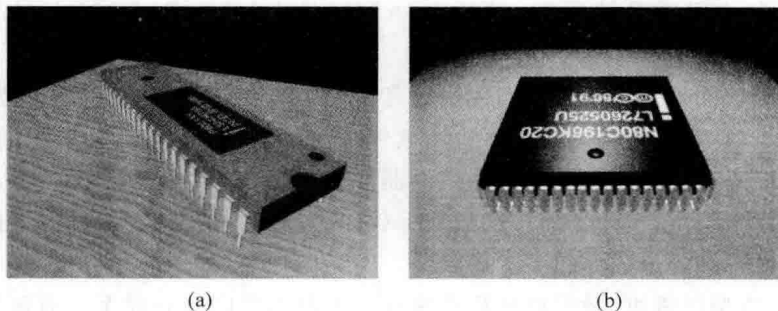


图 1-2 单片机芯片