



高等学校电子信息类“十二五”规划教材

微型计算机原理 及接口技术

主编 张云龙 冯灵霞
编著 张善文 谭彦彬 张会敏 陈娟
主审 赵全利



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

014009013

TP36-43
224

高等学校电子信息类“十二五”规划教材

微型计算机原理及接口技术

主编 张云龙 冯灵霞
编著 张善文 谭彦彬 张会敏 陈娟
主审 赵全利



西安电子科技大学出版社



北航

C1695994

TP36-43
224

810800210

内 容 简 介

本书内容分为微型计算机硬件原理、汇编语言程序设计基础、微型计算机接口技术三部分。首先概述了计算机基础知识及微型计算机系统组成;然后,以 8086/8088 微处理器为主体,详尽地介绍了 80x86 微处理器的硬件结构、工作原理、指令系统,以及汇编语言及程序设计、存储器系统、输入/输出接口、中断技术及应用;最后,以常用集成可编程芯片为对象,重点介绍了定时器/计数器、中断控制器、DMA 控制器、并行接口、串行接口、D/A 及 A/D 转换器等的基本原理、性能及接口应用技术。

本书可作为高等学校计算机、电子工程、自动化、仪器仪表及相关专业本科生的教材或参考书,对于微型计算机硬件工程技术人员和科研人员及自学者也是一本较好的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

微型计算机原理及接口技术/张云龙,冯灵霞主编. —西安:西安电子科技大学出版社,2013.8
高等学校电子信息类“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5606-3155-4

I. ①微… II. ①张… ②冯… III. ①微型计算机—理论—高等学校—教材
②微型计算机—接口技术—高等学校—教材 IV. ①TP36

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 192653 号

策 划 戚文艳

责任编辑 杨 柳 戚文艳

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路 2 号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

网 址 www.xduph.com 电子邮箱 xdupfb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西华沐印刷科技有限责任公司

版 次 2013 年 8 月第 1 版 2013 年 8 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印 张 23.5

字 数 560 千字

印 数 1~3000 册

定 价 40.00 元

ISBN 978-7-5606-3155-4/TP

XDUP 3447001-1

如有印装问题可调换

前言

微机原理、汇编语言程序设计及接口技术是计算机科学与技术、通信工程、电气工程、机电工程及自动化等专业必修的核心课程。对于现代微型计算机应用领域来说,这三部分内容彼此关联的程度密切,互相交融。实践证明,将这三部分的内容融合为一门课程,教学成效明显。

本书以微型计算机基本原理为基础,以实践应用为编写目的,结合高等教育各专业的特点,较为全面地介绍了微型计算机硬件组成及各部分的工作原理,包括 80x86 微处理器的结构、指令系统和汇编语言、存储器系统、输入/输出接口技术等。全书分三大部分共 11 章。第一部分微型计算机硬件原理,分为 3 章:第 1 章介绍微型计算机基础知识及系统组成;第 2 章介绍微处理器的结构、功能、工作过程和微处理器时序;第 3 章介绍存储器的基本知识。第二部分汇编语言程序设计基础,分为 2 章:第 4 章介绍指令系统;第 5 章介绍汇编语言程序设计。第三部分微型计算机接口技术,分为 6 章:第 6 章介绍输入/输出接口及总线;第 7 章介绍中断控制器 8259A 及 DMA 控制器 8237;第 8 章介绍可编程定时器/计数器芯片 8253;第 9、10 两章分别介绍并行、串行通信接口技术;第 11 章介绍数模/模数转换及其接口。为了便于读者理解、掌握本书内容,同时启发学生的应用技能,本书归纳了每一章的要点,并给出了大量例题、思考与练习题。

本书在基本概念、内容结构、选材、应用技术及实例等方面的安排上,考虑到既要便于循序渐进进行教学,又可按序对后续内容进行筛选性讲解;既要便于学生自学,又要极大程度地减少教材内容的冗余。本书内容的组织以培养学生应用能力为主要目标,注重基本知识和应用技术,理论与实践相结合,以 Intel 8088/8086 微处理器和 IBM PC 系列机为主体,论述 16 位微型计算机的基本原理、汇编语言和接口技术,同时融入 16 位以上微机的最新知识。力求做到概念清楚,注重知识的内在联系与规律;采用归纳、类比的方法,目的是使读者通过本书的学习掌握微型计算机的结构原理、汇编语言程序设计及接口应用系统的组成与设计方法,并能解决微型计算机在自身设置、工业控制、电子技术系统开发等方面的一些实际问题。

本书由张云龙、冯灵霞统稿并主编，张善文、谭彦彬、张会敏、陈娟等编写，由赵全利主审。上述老师多年来在高等学校进行本课程及相关课程的教学与研究，全书融入了他们多年的教学经验，使本书的适应性大为加强。

作者真诚感谢提供相关资料的专家和学者，感谢西安电子科技大学出版社的大力支持。正是由于众多的资料和来自多方面的支持才使本书得以呈献给读者。需要特别指出，虽然作者竭尽所能，精心策划章节结构和内容编排，尽可能简明而准确地表述其意，但限于水平和资料，书中难免存在错误和不足之处，敬请广大读者批评指正。

编者

2013年4月于郑州

目 录

第一部分 微型计算机硬件原理

第 1 章 微型计算机概论 2	2.2.3 8086/8088 基本总线时序 44
1.1 计算机概述..... 2	2.3 8086/8088 后续 CPU 简介 47
1.1.1 计算机的结构思想及发展过程..... 2	2.3.1 CPU 从 8086 到 Core 的进化..... 47
1.1.2 计算机的特点、分类及应用领域..... 3	2.3.2 80486 CPU 简介..... 49
1.2 计算机中数的表示和编码..... 4	2.3.3 Pentium CPU 简介..... 57
1.3 二进制电路及布尔代数..... 6	2.4 本章要点..... 59
1.3.1 二进制电路..... 6	思考与练习..... 60
1.3.2 基本布尔运算..... 6	第 3 章 存储器 62
1.3.3 布尔代数的运算规律..... 8	3.1 存储器概述..... 62
1.3.4 真值表与布尔代数式的关系..... 9	3.1.1 存储器的结构..... 62
1.4 二进制数的运算及其相关电路..... 10	3.1.2 存储器分类..... 63
1.5 计算机系统及其硬件组成..... 17	3.1.3 存储器的主要性能参数..... 65
1.6 微型计算机的常用术语及性能参数..... 20	3.2 RAM..... 66
1.7 微型计算机的工作过程与工作原理..... 21	3.2.1 SRAM..... 66
1.8 本章要点..... 22	3.2.2 DRAM..... 68
思考与练习..... 22	3.2.3 RAM 的工作时序..... 71
第 2 章 微处理器 24	3.3 只读存储器(ROM)..... 72
2.1 8086/8088 CPU 的结构及功能..... 24	3.4 存储器系统设计..... 75
2.1.1 8086/8088 CPU 简介..... 24	3.4.1 确定存储器结构..... 75
2.1.2 8086/8088 CPU 的内部结构..... 25	3.4.2 存储器地址分配及译码..... 77
2.1.3 8086/8088 CPU 的引脚分布与 工作模式..... 30	3.4.3 存储器与微处理器的接口连接..... 79
2.1.4 8086/8088 CPU 对数据所在 地址的管理..... 36	3.4.4 简单存储器子系统的设计..... 81
2.1.5 8086/8088 CPU 的工作过程..... 40	3.5 80x86 存储系统简介..... 83
2.2 8086/8088 CPU 时序..... 41	3.5.1 并行存储器编址方式及工作原理..... 83
2.2.1 基本概念..... 41	3.5.2 高速缓冲存储器..... 85
2.2.2 8284 时钟逻辑..... 42	3.6 外存储器..... 87
	3.6.1 磁盘存储器..... 87
	3.6.2 光盘及光盘驱动器..... 91

3.6.3 闪存.....	92	思考与练习.....	94
3.7 本章要点.....	93		

第二部分 汇编语言程序设计基础

第4章 指令系统	96	5.2 汇编程序中基本编程格式的常用伪指令	165
4.1 指令系统概述.....	96	5.2.1 符号定义伪指令.....	165
4.1.1 指令及指令系统概念.....	96	5.2.2 数据定义伪指令 DB/DW/DD/ DQ/DT.....	165
4.1.2 汇编指令格式.....	97	5.2.3 段定义伪指令.....	167
4.2 8086/8088 指令的寻址方式.....	98	5.2.4 定位操作伪指令.....	168
4.2.1 操作数及其分类.....	98	5.2.5 模块定义伪指令.....	169
4.2.2 8086/8088 数据操作数寻址方式.....	99	5.2.6 宏操作伪指令.....	170
4.2.3 8086/8088 转移地址操作数 寻址方式.....	105	5.3 汇编程序中模型方式编程格式的 常用伪指令	171
4.3 8086/8088 指令系统.....	106	5.4 基本汇编语言程序设计	176
4.3.1 数据传送类指令.....	107	5.4.1 汇编语言程序设计步骤与技巧.....	176
4.3.2 算术运算类指令.....	114	5.4.2 顺序程序设计.....	177
4.3.3 逻辑运算类及移位操作类指令.....	123	5.4.3 分支程序设计.....	178
4.3.4 数据串操作类指令.....	129	5.4.4 循环程序设计.....	181
4.3.5 程序控制类指令.....	137	5.5 子程序设计	185
4.3.6 处理器控制类指令.....	144	5.5.1 过程定义与调用.....	186
4.4 8086/8088 后续微处理器指令 系统简介.....	146	5.5.2 子程序设计举例.....	190
4.4.1 指令系统从 8086/8088 到 Pentium 的进化.....	146	5.6 软中断调用及中断服务程序设计	193
4.4.2 8086/8088 后续微处理器扩展的 寻址方式.....	146	5.6.1 ROM BIOS 中断调用.....	194
4.4.3 8086/8088 后续微处理器的扩展 指令.....	148	5.6.2 DOS 系统功能调用.....	194
4.5 本章要点.....	153	5.6.3 中断服务程序设计.....	198
思考与练习.....	154	5.7 汇编语言程序的调试	200
第5章 汇编语言程序设计	157	5.7.1 使用汇编程序上机调试及运行 汇编语言程序.....	200
5.1 汇编语言程序基本语法知识.....	157	5.7.2 DEBUG 调试工具.....	202
5.1.1 汇编语言和汇编程序.....	157	5.7.3 EMU8086 汇编语言仿真软件简介... ..	204
5.1.2 汇编语言的语句.....	159	5.7.4 Masm for Windows 集成实验 环境简介.....	205
5.1.3 汇编语言的数据和表达式.....	160	5.8 本章要点	207
5.1.4 基本汇编语言源程序的结构.....	164	思考与练习.....	207

第三部分 微型计算机接口技术

第6章 输入/输出接口及总线.....	210	第8章 可编程定时器/计数器 芯片 8253.....	271
6.1 I/O 接口	210	8.1 8253 性能、结构及引脚功能.....	271
6.1.1 I/O 接口的基本结构及功能	210	8.1.1 8253 的基本性能.....	271
6.1.2 输入/输出编址、寻址和地址译码.....	213	8.1.2 8253 的内部结构.....	272
6.2 微处理器与外设之间数据的传送方式.....	216	8.1.3 8253 的引脚功能.....	274
6.2.1 无条件传送方式.....	217	8.2 8253 控制字及工作方式.....	275
6.2.2 条件传送方式.....	218	8.2.1 8253 控制字.....	275
6.2.3 中断传送方式.....	219	8.2.2 8253 工作方式.....	276
6.2.4 DMA 控制方式	220	8.2.3 8253 编程.....	284
6.3 总线.....	221	8.3 8253 应用.....	286
6.3.1 总线的基本概念及分类.....	221	8.4 本章要点.....	288
6.3.2 几种常见微机总线介绍.....	224	思考与练习.....	289
6.3.3 总线的驱动与控制.....	230		
6.4 本章要点.....	233		
思考与练习.....	234		
第7章 中断控制器 8259A 及 DMA 控制器 8237	235	第9章 并行通信接口技术	291
7.1 8259A 可编程中断控制器.....	235	9.1 并行通信及接口基本概念.....	291
7.1.1 中断及中断系统概念.....	235	9.2 简单并行 I/O 接口芯片	293
7.1.2 8259A 中断控制器的功能.....	244	9.3 可编程并行接口芯片 8255A.....	295
7.1.3 8259A 内部结构及引脚功能.....	245	9.3.1 8255A 基本性能.....	295
7.1.4 8259A 的工作过程.....	247	9.3.2 8255A 的结构及其引脚功能.....	295
7.1.5 8259A 编程.....	248	9.3.3 8255A 控制字及工作方式.....	299
7.1.6 8259A 应用举例.....	256	9.3.4 8255A 应用举例.....	308
7.1.7 8259A 在 IBM-PC/AT 中的应用	258	9.4 本章要点.....	314
7.2 可编程 DMA 控制器 8237	259	思考与练习.....	315
7.2.1 8237 的功能及内部结构.....	259		
7.2.2 8237 芯片引脚功能.....	261	第10章 串行通信接口技术	316
7.2.3 8237 工作方式.....	262	10.1 串行通信的基本概念.....	316
7.2.4 内部计数器及寄存器组.....	263	10.1.1 串行通信的制式.....	316
7.2.5 DMA 应用编程	267	10.1.2 异步通信和同步通信.....	317
7.3 本章要点.....	269	10.1.3 波特率和发送/接收时钟.....	320
思考与练习.....	270	10.1.4 校验码.....	321
		10.1.5 串行通信传输通道的配置.....	323
		10.2 可编程接口芯片 8251A.....	325
		10.2.1 8251A 的基本特性.....	325
		10.2.2 8251A 的结构及外部引脚.....	326

10.2.3 8251A 控制字及初始化编程.....	331	11.1.2 D/A 转换器的主要参数.....	351
10.2.4 8251A 应用举例.....	338	11.1.3 8 位集成 D/A 转换器 DAC0832.....	352
10.3 串行通信标准总线.....	342	11.1.4 DAC0832 应用接口及编程.....	354
10.3.1 RS-232C 总线标准.....	342	11.2 A/D 转换器.....	357
10.3.2 RS-422/485 总线标准.....	344	11.2.1 A/D 转换器的基本原理.....	357
10.3.3 通用串行总线(USB).....	345	11.2.2 A/D 转换器的主要技术指标.....	359
10.3.4 通用串行标准总线 IEEE 1394.....	347	11.2.3 A/D 转换器的外部特性.....	359
10.4 本章要点.....	347	11.2.4 集成 8 位 A/D 转换器 ADC0809.....	359
思考与练习.....	348	11.2.5 ADC0809 应用接口及编程.....	362
第 11 章 数模/模数转换及其接口	349	11.3 本章要点.....	366
11.1 D/A 转换器.....	350	思考与练习.....	367
11.1.1 D/A 转换器的基本原理.....	350	参考文献	368



第1章 计算机组成原理

第一部分



微型计算机硬件原理

1. 计算机的组成

世界上第一台电子计算机 ENIAC 是由美国宾夕法尼亚大学于 1946 年 2 月 14 日研制成功的。ENIAC 的体积非常庞大，占地约 150 平方米，重达 30 吨，耗电功率为 15 千瓦。它是由大量的电子管、电阻、电容等元件组成的。ENIAC 的组成结构如图 1-1 所示。

ENIAC 的组成结构可以分为以下几个部分：

- 中央处理器（CPU）：负责执行指令和处理数据。
- 总线系统：用于连接 CPU 和其他部件，传输数据和指令。
- 内存系统：用于存储数据和指令。
- 输入输出系统：用于与外部设备进行数据交换。

2. 计算机的发展

计算机的发展可以分为以下几个阶段：

- 第一代：电子管计算机（1946-1959 年）。特点是体积大、功耗高、可靠性低。
- 第二代：晶体管计算机（1959-1964 年）。特点是体积小、功耗低、可靠性高。
- 第三代：集成电路计算机（1964-1970 年）。特点是集成度高、性能强。
- 第四代：大规模集成电路计算机（1970 年以后）。特点是集成度极高、性能强大。

3. 计算机的组成

计算机的组成可以分为以下几个部分：

- 中央处理器（CPU）：负责执行指令和处理数据。
- 总线系统：用于连接 CPU 和其他部件，传输数据和指令。
- 内存系统：用于存储数据和指令。
- 输入输出系统：用于与外部设备进行数据交换。

4. 计算机的发展

计算机的发展可以分为以下几个阶段：

- 第一代：电子管计算机（1946-1959 年）。特点是体积大、功耗高、可靠性低。
- 第二代：晶体管计算机（1959-1964 年）。特点是体积小、功耗低、可靠性高。
- 第三代：集成电路计算机（1964-1970 年）。特点是集成度高、性能强。
- 第四代：大规模集成电路计算机（1970 年以后）。特点是集成度极高、性能强大。



第 1 章 微型计算机概论

 本章以计算机的产生和发展为引导, 首先介绍计算机的特点、应用和分类以及计算机中表示信息的二进制数和编码, 然后介绍二进制基本组成电路和计算机常用术语, 最后介绍微型计算机的硬件组成、工作过程和基本原理。

1.1 计算机概述

半个多世纪来, 计算机应用已由传统的科学计算发展到信息处理、实时控制、辅助设计、智能模拟及现代通信网络等领域。计算机技术的迅速发展对人类社会的进步产生了巨大的推动作用, 尤其是微型计算机的出现及其在国民经济和人民生活各个领域不断深入的广泛应用, 正在改变着人们传统的的生活和工作方式, 人类已进入以计算机为主要工具的信息时代。

1.1.1 计算机的结构思想及发展过程

1. 计算机的结构思想

世界上第一台电子数字计算机 ENIAC 是按照美籍匈牙利科学家冯·诺依曼(John Von Neumann)博士于 1945 年提出的以“二进制”来存储信息 and 数据, 以“存储程序”来指挥操作的基本架构思想而设计、制造和工作的。它包含以下三个要点:

- 采用二进制数的形式表示指令和数据;
- 将指令和数据存放在存储器中;
- 计算机硬件由控制器、运算器、存储器、输入设备和输出设备 5 大部分组成。

人们称这类计算机为冯·诺依曼机。由其结构思想可知: 计算机对任何问题的处理都是对数据的处理, 计算机所做的任何操作都是执行程序的结果。只有认识计算机产生的结构思想, 才能理解数据、程序与计算机硬件之间的关系, 这对于学习和掌握计算机基本原理是十分重要的。

2. 计算机的发展

自电子计算机问世以来, 计算机技术得到了突飞猛进的发展。计算机的发展, 从一开始就与电子技术, 特别是与微电子技术密切相关。人们通常按照构成计算机所采用的电子器件及其电路的变革, 把计算机划分为若干“代”来标志计算机的发展。

1946 年由美国宾夕法尼亚大学研制成功的 ENIAC 被认为是第一代计算机的开始, 称其为电子管计算机时代。第二代计算机为晶体管计算机, 由贝尔实验室于 1958 年研制成功。



从1965年开始进入第三代,称为中小规模集成电路计算机时代。从1970年开始计算机发展到第四代,称为大规模集成电路及超大规模集成电路时代。目前,许多国家,包括中国在内都正在加紧研制和开发新生代基于非“冯·诺依曼”结构思想(诸如基于“神经”、“生物”、“光子”、“量子”及“超导”等)的、更加智能化的计算机。

总体上说,计算机有如下几个发展方向:

- 巨型化。巨型化指计算机的运算速度更高、存储容量更大、功能更强。目前正在研制的巨型计算机的运算速度可达两千万亿次每秒。
- 微型化。微型计算机已进入仪器、仪表、家用电器等小型仪器设备中,同时也作为工业控制过程的“心脏”,使仪器设备实现“智能化”。随着微电子技术的进一步发展,笔记本型、掌上型等微型计算机必将以更优的性能价格比受到人们的欢迎。
- 网络化。随着计算机应用的深入,特别是家用计算机越来越普及,人们一方面希望能共享信息资源,另一方面也希望各计算机之间能互相传递信息进行通信。计算机网络是现代通信技术与计算机技术相结合的产物,它已在现代企业的管理中发挥着越来越重要的作用,如银行系统、商业系统、交通运输系统等。
- 智能化。计算机人工智能的研究是建立在现代科学基础之上的。智能化是计算机发展的一个重要方向,新一代计算机将可以模拟人的感觉行为和思维过程的机理,进行“看”、“听”、“说”、“想”、“做”,具有逻辑推理、学习与证明的能力。

1971年,美国硅谷诞生了第一台微型计算机,开创了微机发展的新时代。微机的“代”以其核心部件——微处理器的发展为标志,至今已发展到第六代。关于微处理器的发展,安排在第2章中介绍。

1.1.2 计算机的特点、分类及应用领域

1. 计算机的特点

(1) 运算速度快。计算机的运算速度通常用每秒执行多少兆条指令(MIPS)来衡量。现代计算机的运算速度多在几十MIPS以上,巨型计算机的速度可高达千万MIPS。计算机如此高的运算速度是其他任何计算工具所无法比拟的,它使得过去需要几年甚至几十年才能完成的复杂运算任务,现在只需几天、几小时甚至更短的时间就可完成。这正是计算机被广泛使用的主要原因之一。

(2) 计算精度高。一般来说,现在的计算机可以一次表示几十甚至上百个二进制位的有效数字。而且,在理论上这种数位宽度还可以更高。位数越多,计算机的计算精度就越高。

(3) 记忆力强。计算机的存储器类似于人的大脑,可以“记忆”(存储)大量的数据和计算机程序而不丢失,在计算的同时,还可把中间结果存储起来,供以后使用。

(4) 具有逻辑判断能力。计算机在程序的执行过程中,能根据上一步的执行结果,运用逻辑判断方法自动确定下一步的执行命令。正是因为计算机具有这种逻辑判断能力,所以计算机不仅能解决数值计算问题,而且能解决非数值计算问题,比如信息检索、图像识别等。

(5) 可靠性高、通用性强。由于采用了大规模和超大规模集成电路,现在的计算机具有非常高的可靠性。现代计算机不仅可以用于数值计算,还可以用于数据处理、工业控制、辅助设计、辅助制造和办公自动化等,具有很强的通用性。



2. 计算机的分类

计算机的分类方法很多,从规模上看,可分为微型机、小型机、中型机、大型机和巨型机等;从应用上看,可分为通用计算机和专用计算机;从原理上看,则可分为数字电子计算机和模拟电子计算机两大类。

(1) 数字电子计算机:以数字量(也称为不连续量)作为运算对象并进行运算的计算机,其特点是运算速度快,精确度高,具有存储和逻辑判断能力。计算机的内部操作和运算是在程序控制下自动进行的。一般不特别说明,计算机通常都是指数字电子计算机。

(2) 模拟电子计算机:一种用连续变化的模拟量(如电流、电压、长度、角度等)作为运算对象的计算机,现在已经很少使用。

3. 计算机的应用领域

计算机应用分为数值计算和非数值计算两大领域,可归纳为以下七个方面:

(1) 科学计算和科学研究。计算机最初主要应用于解决科学研究和工程技术中所提出的数学问题,称为数值计算。科学计算仍然是计算机应用的一个重要领域,如高能物理、工程设计、地震预测、气象预报、航天技术等。由于计算机具有高运算速度、高精度和逻辑判断能力,因此出现了计算力学、计算物理、计算化学、生物控制论等新的学科。

(2) 信息处理。计算机主要利用其速度快和精度高的特点来对数字信息进行加工。信息处理是目前计算机应用最广泛的一个领域。利用计算机可以加工、管理与操作任何形式的数据资料,如企业管理、物资管理、报表统计、账目计算、信息情报检索等。

(3) 工业控制。利用计算机对工业生产过程中的某些信号进行自动检测,并把检测到的数据传入计算机,再根据需要对这些数据进行处理,最后由计算机发出控制命令,指挥操作机构完成特定的功能,此类系统称为计算机自动控制系统。特别是仪器、仪表引进计算机技术后所构成的智能化仪器仪表,将工业自动化推向了一个更高的水平。

(4) 计算机辅助系统。计算机辅助系统主要是指计算机辅助教学(CAI)、计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助制造(CAM)、计算机辅助测试(CAT)和计算机集成制造系统(CIMS)等。

(5) 人工智能。人工智能是一门研究解释和模拟人类智能行为及规律的学科,包括智能机器人、计算机学习等。其主要任务是建立智能信息处理理论,进而设计可以展现某些近似于人类智能行为的计算机系统。

(6) 网络应用。计算机网络像电话系统连接电话那样把计算机和计算机资源连接到一起,从而实现资源共享和数据传输。目前,已有越来越多的各类院校、科研部门、企事业单位、个人连入 Internet,发布电子新闻、检索信息、收发电子邮件、进行电子商务和网络计算等。

(7) 家用电器。目前,大多数家用电器都嵌入了微处理器,使其具有记忆、存储等智能化功能。

1.2 计算机中数的表示和编码

计算机对任何信息的处理都是对二进制数的处理,因此人们要计算机执行的任何操作都需要转换为计算机所能接受的二进制数形式。为了在计算机中更好地表示各种不同的信



息形式, 需要对它们进行编码, 不同码制之间需要进行相互转换。

1. 无符号数的表示

计算机中采用二进制是由计算机所使用的逻辑电路所决定的。这种只有两种工作状态的电路(触发器), 具有运算简单、实现方便、成本低等特点。计算机可通过进制换算将二进制数转换成人们熟悉的十进制数。此外, 为方便表达计算机中的二进制, 常常引进八进制和十六进制两种计数方法。

十进制是日常生活中人们普遍采用的进制, 它由 10 个数码(0~9)表示数据, 采用“逢十进一”的计数规则。二进制只有 0 和 1 两个数码, 采用“逢二进一”的计数规则, 是计算机内部采用的进制。计算机采用二进制主要有列原因: ① 只有 0 和 1 两个状态, 技术上容易实现, 运算规则简单; ② 二进制的 0 和 1 与逻辑代数的“真”和“假”相吻合, 适合于计算机进行逻辑运算; ③ 二进制数与十进制数之间的转换不复杂, 容易实现。

由于采用二进制数表示的数据往往数位较长, 容易出错, 所以常用十进制、八进制、十六进制来书写。在计算机程序中, 通常用最后一个字母来标识这种数制。例如 36D、10101B、76Q 和 5AH 依次代表的是十进制、二进制、八进制和十六进制数据。多数情况下, 十进制数后的“D”是可以省略的。

有关各类数制的概念及相互间的转换方法请参阅相关文献。

2. 带符号数的表示

在计算机中表示带符号的数据时, 有许多种表示方法, 常见的有原码、反码和补码三种表示方法。它们都是将最高数位作为符号位(用 0 表示正, 1 表示负)的, 称为符号的数值化。一个带符号的数在计算机中通常以补码形式参加运算。

在计算机中参加运算的数有整数, 也有小数。通常有两种规定: 一种是规定小数点的位置固定不变, 这时的机器数称为定点数; 另一种是小数点的位置可以浮动, 这时的机器数称为浮点数。微型机多使用定点数。

有关原码、反码与补码和定点数与浮点数等的概念及计算法则请参阅相关文献。

3. 字符编码

在计算机中不能直接存储英文字母或专用字符。如果想把一个字符存储到计算机内存中, 就必须用二进制代码来表示。同时, 这些字符编码涉及世界范围内的有关信息表示、交换、存储的基本问题, 因此必须有一个标准。大多数计算机采用“ASCII (American Standard Code for Information Interchange, 美国信息交换标准码)”作为字符编码, 它采用 7 位二进制编码, 可以表示 128 个字符: 10 个阿拉伯数字 0~9、52 个大小写英文字母、32 个标点符号和运算符以及 34 个控制符。对 8 位二进制数表示的字节来说, ASCII 码仅占用了其低 7 位, 最高位置 0 或设置为校验位。

汉字编码是针对汉字的计算机输入及机内表示设计的内码, 用连续的两个字节表示, 且规定每个字节的最高位为“1”。我国在 1981 年颁布了《信息交换用汉字编码字符集·基本集》, 即 GB 2312—80 国标字符集。该标准选出 6763 个常用汉字和 682 个非汉字字符, 为每个字符规定了标准代码, 以供这 7445 个字符在不同计算机系统之间进行信息交换使用, 这个标准所收集的字符及其编码称为国标码。我国目前已有的汉字编码字符集除了 GB 2312—80 以外还有 GB 12345—90, 这是一个繁体字集; 另外还有 BIG5 汉字编码, 它是



我国台湾地区计算机系统中使用的汉字编码字符集。相关概念及使用细则请参阅相关文献。

1.3 二进制电路及布尔代数

1.3.1 二进制电路

在计算机中, 由于所采用的电子逻辑器件仅能存储和识别两种状态, 所以计算机内部一切信息存储、处理和传送等操作均采用二进制数的形式。二进制数是计算机硬件能直接识别并处理的唯一形式。计算机中的逻辑电路由非门、或门和与门三种基本门电路(或称判定元素)组成。图 1-1 是基本门电路的名称、符号及表达式。

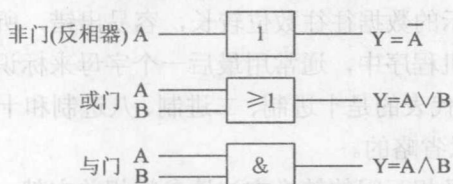


图 1-1 三种基本门电路

在这三种基本门电路的基础上, 还可以发展成如图 1-2 所示的更复杂的逻辑电路。其中, 最后一个叫做缓冲器(buffer), 为两个非门串联以达到改变输出电阻的目的。如果 A 点左边的输出电阻很高, 则经过这个缓冲器后, 在 Y 点处的输出电阻就会降低许多, 这样就能提高电路带负载的能力。

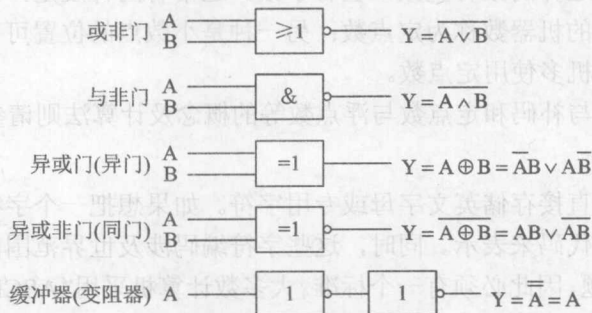


图 1-2 其他门电路

1.3.2 基本布尔运算

布尔代数也称为开关代数或逻辑代数, 与一般代数类似, 可以写成下面的表达式:

$$Y = f(A, B, \dots)$$

其中, 变量 A、B、……均只有 0 或 1 两种可能的数值。布尔代数变量的数值并无大小之意, 只代表事物的两个不同状态。如用于开关时, 0 可以代表关(断路)或低电位, 而 1 则代表开(通路)或高电位; 如用于逻辑推理时, 0 可以代表错误(伪), 而 1 则代表正确(真)。函数 f 只有三种基本方式: “或”、“与”和“反”运算。下面分别介绍这三种运算律。



1. “或”运算

逻辑“或”运算的符号为“ $\vee$ ”，有的书上也记为“+”或“ $\cup$ ”。由于A、B只有0和1两种可能取值，所以“或”运算的可能结果只有四种情况：

$$Y = 0 \vee 0 = 0 \rightarrow Y = 0$$

$$Y = 0 \vee 1 = 1$$

$$Y = 1 \vee 0 = 1$$

$$Y = 1 \vee 1 = 1 \rightarrow Y = 1$$

上面四个式子可以归纳为：两者皆伪者则结果必伪，有一为真者则结果必为真。这个结论可以推广至多变量情况，即各变量全伪者则结果必伪，有一为真者则结果必真。写成表达式如下：

设 $Y = A \vee B \vee C \dots$ ，则

$$Y = 0 \vee 0 \vee \dots \vee 0 = 0 \rightarrow Y = 0$$

$$Y = 0 \vee 0 \vee \dots \vee 1 = 1$$

$$Y = 0 \vee \dots \vee 1 \vee 0 = 1$$

$$\vdots$$

$$Y = 1 \vee 1 \vee \dots \vee 1 = 1 \rightarrow Y = 1$$

这意味着，在多输入“或”门电路中，只要其中一个输入为1，则其输出必为1；只有全部输入均为0时，输出才为0。

当A和B为多位二进制数时，如 $A = A_1 A_2 A_3 \dots A_n$ ， $B = B_1 B_2 B_3 \dots B_n$ ，则进行逻辑“或”运算时，各对应位分别进行“或”运算：

$$Y = A \vee B = (A_1 \vee B_1)(A_2 \vee B_2)(A_3 \vee B_3) \dots (A_n \vee B_n)$$

【例 1-1】 设 $A = 10101$ ， $B = 11011$ ，则

$$Y = A \vee B = (1 \vee 1)(0 \vee 1)(1 \vee 0)(0 \vee 1)(1 \vee 1) = 11111$$

或记为

$$Y = A + B = (1+1)(0+1)(1+0)(0+1)(1+1) = 11111$$

注意：这里的“+”运算是不会产生进位的，写成竖式可表示为

$$\begin{array}{r} 10101 \\ +) 11011 \\ \hline 11111 \end{array}$$

$$11111$$

2. “与”运算

逻辑“与”运算的符号为“ $\wedge$ ”，有的书上也记为“ $\times$ ”、“ $\cdot$ ”、“&”或省略不写。由于A、B只有0和1两种可能取值，所以“与”运算的可能结果只有四种情况：

$$Y = 0 \wedge 0 = 0$$

$$Y = 0 \wedge 1 = 0$$

$$Y = 1 \wedge 0 = 0$$

$$Y = 1 \wedge 1 = 1 \rightarrow Y = 1$$

这种运算结果归纳为：二者为真者结果必真，有一为伪者结果必伪。同样，这个结论也可推广至多变量：各变量均为真者结果必真，有一为伪者结果必伪。写成表达式如下：



设 $Y = A \wedge B \wedge C \dots$, 则

$$\left. \begin{array}{l} Y = 0 \wedge 0 \wedge \dots \wedge 0 = 0 \\ Y = 0 \wedge 0 \wedge \dots \wedge 1 = 0 \\ \vdots \\ Y = 1 \wedge \dots \wedge 1 \wedge 0 = 0 \\ Y = 1 \wedge 1 \wedge \dots \wedge 1 = 1 \end{array} \right\} \rightarrow Y = 0$$

这意味着, 在多输入“与”门电路中, 只要其中一个输入为 0, 则输出必为 0, 或者说, 只有全部输入均为 1 时, 输出才为 1。

当 A 和 B 为多位二进制数, 进行“逻辑与”运算时, 各对应位应分别进行“与”运算。

【例 1-2】 设 $A = 11001010$, $B = 00001111$, 则

$$Y = A \wedge B = (1 \wedge 0)(1 \wedge 0)(0 \wedge 0)(0 \wedge 0)(1 \wedge 1)(0 \wedge 1)(1 \wedge 1)(0 \wedge 1) = 00001010$$

或记为

$$Y = A \times B = (1 \times 0)(1 \times 0)(0 \times 0)(0 \times 0)(1 \times 1)(0 \times 1)(1 \times 1)(0 \times 1) = 00001010$$

$$Y = A \cdot B = AB = (1 \cdot 0)(1 \cdot 0)(0 \cdot 0)(0 \cdot 0)(1 \cdot 1)(0 \cdot 1)(1 \cdot 1)(0 \cdot 1) = 00001010$$

写成竖式则为

$$\begin{array}{r} 11001010 \\ \wedge) 00001111 \\ \hline 00001010 \end{array}$$

由此可见, 用“0”与一个数位相“与”, 即将其“抹掉”而成为“0”; 用 1 与一个数位相“与”, 即将此数位“保存”下来。这种方法在计算机程序设计中经常会用到, 称为“屏蔽”。上面的 B 数(0000 1111)称为“屏蔽数”, 它将 A 数的高 4 位屏蔽掉, 使它们都变成了 0。

3. “反”运算

如果一件事物的性质为 A, 则经过“反”运算后, 其性质必与 A 相反, 用表达式表示为: $Y = \overline{A}$, 也记作 $Y = -A$, 这实际上也是反相器的性质。所以在电路实现上, 反相器是反运算的基本元件。

反运算也称为“逻辑非”或“逻辑反”。当 A 为多位数求“反”运算时, 按位求其反。如: 设 $A = A_1 A_2 A_3 \dots A_n$, 则其“逻辑反”为: $Y = \overline{A_1 A_2 A_3 \dots A_n}$ 。

【例 1-3】 设 $A = 11010000$, 则其逻辑“反”运算的结果为: $Y = 00101111$ 。

1.3.3 布尔代数的运算规律

1. 恒等式

$$\begin{array}{lll} 0 \vee A = A, & 1 \vee A = 1, & A \vee A = A \\ 0 \wedge A = 0, & 1 \wedge A = A, & A \wedge A = A \\ A \vee \overline{A} = 1, & A \wedge \overline{A} = 0, & \overline{\overline{A}} = A \end{array}$$

2. 运算规律

与普通代数类似, 布尔代数也有交换律、结合律、分配律, 而且它们与普通代数的规律完全相同。