

信息与电子学科百本精品教材工程

新编计算机类本科规划教材

汇编语言程序设计 (第2版)

徐建民 王东 邵艳华 编著

<http://www.phei.com.cn>



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

新编计算机类本科规划教材

汇编语言程序设计

(第2版)

徐建民 王 东 邵艳华 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 · BEIJING

内 容 简 介

本书以 80x86/Pentium 系列微处理器为背景,系统地介绍了汇编语言程序设计的基础知识、基本方法和应用技术。

全书内容分为 12 章。第 1~4 章介绍汇编语言程序设计的基础知识,第 5~9 章详细讲述了汇编语言程序设计的基本方法,第 10~11 章对保护模式下的程序设计进行了介绍,第 12 章介绍高级汇编技术。

本书是高等院校计算机及相关专业本、专科的汇编语言课程教材,也可以作为从事有关工作的技术人员的参考书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

汇编语言程序设计 / 徐建民, 王东, 邵艳华编著. —2 版. —北京: 电子工业出版社, 2005. 2

新编计算机类本科规划教材

ISBN 7-121-00880-7

I. 汇… II. ①徐… ②王… ③邵… III. 汇编语言—程序设计—高等学校—教材 IV. TP313

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 004628 号

责任编辑: 冉 哲 特约编辑: 白 冰

印 刷: 北京牛山世兴印刷厂

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 21.75 字数: 550 千字

印 次: 2005 年 2 月第 1 次印刷

印 数: 5000 册 定价: 28.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。
联系电话: (010) 68279077。质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

信息与电子学科百本精品教材工程

《新编计算机类本科规划教材》编委会

主任委员：刘乃琦（电子科技大学）

副主任委员：徐建民（河北大学）

周 娅（桂林电子工业学院）

王 越（重庆工学院）

胡先福（电子工业出版社）

委 员：陈建铎 陈联诚 陈玉明 丁新民 焦占亚 雷景生 骆耀祖

马立权 任满杰 佟伟光 王 力 肖建华 杨 威 叶核亚

朱玉玺 朱战立 张孟玮 冉 哲 李 岩

编辑出版组

主 任：胡先福

成 员：张孟玮 冉 哲 李 岩 王 颖

凌 毅 韩同平 李维荣 张 昱

《新编计算机类本科规划教材》参编单位

(按拼音顺序排列)

- | | | |
|------------|------------|--------------|
| ▶ 北方工业大学 | ▶ 贵州师范大学 | ▶ 山西师范大学 |
| ▶ 北京联合大学 | ▶ 哈尔滨工程大学 | ▶ 陕西科技大学 |
| ▶ 长春大学 | ▶ 海南大学 | ▶ 上海第二工业大学 |
| ▶ 长春税务学院 | ▶ 杭州电子工业学院 | ▶ 上海应用技术学院 |
| ▶ 重庆工学院 | ▶ 河北大学 | ▶ 邵阳学院 |
| ▶ 大理学院 | ▶ 合肥学院 | ▶ 沈阳工程学院 |
| ▶ 大连海事大学 | ▶ 湖北工业大学 | ▶ 首都经济贸易大学 |
| ▶ 大连民族学院 | ▶ 湖南工程学院 | ▶ 太原理工大学阳泉学院 |
| ▶ 大连轻工业学院 | ▶ 华北航天工业学院 | ▶ 武汉工业学院 |
| ▶ 电子科技大学 | ▶ 华南农业大学 | ▶ 武汉科技大学 |
| ▶ 佛山大学 | ▶ 江汉大学 | ▶ 五邑大学 |
| ▶ 广东嘉应学院 | ▶ 金陵科技学院 | ▶ 西安石油大学 |
| ▶ 广东韶关学院 | ▶ 南京工程学院 | ▶ 西安邮电学院 |
| ▶ 广西大学 | ▶ 南京师范大学 | ▶ 孝感学院 |
| ▶ 广西工学院 | ▶ 齐齐哈尔大学 | ▶ 烟台大学 |
| ▶ 桂林电子工业学院 | ▶ 青岛科技大学 | |
| ▶ 贵州工业大学 | ▶ 山西农业大学 | |

前 言

IEEE 和 ACM 的《计算机学科教学计划 2001》认为面向 21 世纪的计算机学科应该包括 14 个科目,“程序设计基础”和“程序设计语言”都是其中之一。同时,作者认为程序设计不仅仅是一门知识,还是一种计算机学科学生应该具备的技能。“汇编语言程序设计”是程序设计科目的重要课程。利用汇编语言可以编写出时空效率高的程序,并且,在某些领域,汇编语言仍然是必不可少的编程语言之一。

2001 年,根据全国高等学校计算机教育研究会课程与教材建设编委会的意见,作者曾主编了一本面向计算机专业本科学生的汇编语言教材(电子工业出版社出版)。近几年,伴随着我国高等教育大众化的进程,我国高校在校生人数大幅度增加。新的形势要求高等学校必须进行课程体系和教学内容改革,以适应不同人才培养的需要,汇编语言教学也是如此。因此,根据电子工业出版社计算机类应用型本科教材编委会的意见,经过几年来的教学实践,在原《汇编语言程序设计》的基础上,作者重新编写了这本《汇编语言程序设计(第 2 版)》。除在编写过程中尤其注意了语言通俗易懂、便于学生学习之外,这本教材和原教材相比,在内容上还有以下变化:

① 第 1 章基础知识部分增加了微处理器结构的内容。计算机中的数据表示和微处理器的基本结构都是基于汇编语言程序设计考虑的。

② 考虑到寻址方式主要指对存储器的寻址,因此将存储器组织和寻址方式合成一章。

③ 为了突出程序设计,将基本结构程序设计分解成顺序结构程序设计、分支结构程序设计和循环结构程序设计 3 章。

④ 考虑到汇编语言和高级程序设计语言的接口更大程度上属于一种应用,本教材去掉了有关内容。

⑤ 重新编写了保护模式程序设计的内容。

另外,考虑到国内广泛使用的微机大都以 Intel 公司的 80x86/Pentium 系列微处理器作为其 CPU,因此本教材仍以 80x86/Pentium 系列微处理器为基础,讲述汇编语言程序设计的基础知识、程序设计方法和应用技术。

全书内容分为 12 章。第 1 章介绍计算机中的数据表示方法和 80x86/Pentium 微处理器的结构,是汇编语言程序设计的基础;第 2 章介绍实模式下的存储器组织与寻址方式;第 3 章讲述伪指令及汇编语言源程序结构;第 4~7 章是本书的核心部分,分别介绍基本指令系统与顺序结构程序设计、分支结构程序设计、循环结构程序设计、子程序设计等内容;第 8、9 章介绍实模式下的中断程序设计和输入/输出程序设计;第 10、11 章对保护模式下的存储器管理和程序设计进行了介绍,可以视情况作为选学内容。

本书整体策划由河北大学的徐建民负责,并执笔编写了其中的第 1、2、3、8、9 章和第 4 章的部分内容;河北大学的邵艳华编写了第 5、6、7 章和第 4 章的部分内容,并负责制作了本书第 1~9 章的电子教案;佛山大学的王东编写了第 10 章和第 11 章。全书首先由邵艳华做了一遍修改,再由徐建民进行了统稿。

衷心感谢电子科技大学的刘乃琦老师和电子工业出版社的冉哲女士。他们的勤奋与敬业使我们受益匪浅。

本书的编写得到了河北大学张晓丽教授和该校计算机系主任刘振鹏教授的热情帮助，在此一并表示感谢。

作 者
2005 年 1 月

新编计算机类本科规划教材

已出版教材

计算机组装、维修及实训教程

书号: ISBN 7-120-00093-4 定价: ¥24.80 作者: 刘瑞新

提供电子教案。本书覆盖微机所有硬件部分、常用外设和基础软件,详细讲授最新多媒体微机的选购、组装、软件安装和常见故障的维护维修技术。每章均安排有实习。

电路基础

书号: ISBN 7-121-00594-8 定价: ¥23.00 作者: 田学东等

提供电子教案。每章针对相应的重点和难点给出丰富的例题和多种类型的习题,并引入计算机辅助电路分析方法。

离散数学

书号: ISBN 7-121-00564-6 定价: ¥20.00 作者: 焦占亚等

提供电子教案和习题解答。每节都附有大量习题。

数据结构 (Java 版)

书号: ISBN 7-5053-9857-1 定价: ¥19.50 作者: 叶核亚

提供教学支持资源。本书案例典型实用,算法严谨规范,算法和程序全部调试通过。

汇编语言程序设计 (第2版)

书号: ISBN 7-121-00880-7 定价: ¥28.00 作者: 徐建民等

提供电子教案。本书以 80x86/Pentium 系列微处理器为背景,系统介绍汇编语言程序设计的基础知识、基本方法和应用技术。

软件工程方法与实践

书号: ISBN 7-121-00455-0 定价: ¥22.00 作者: 李芷等

提供电子教案。本书以传统的软件工程和面向对象的软件工程为主线,根据软件开发“工程化”思想,结合大量应用实例,系统介绍软件工程的基本原理、软件过程、开发方法、应用技术和实用工具。

网络系统集成与工程设计

书号: ISBN 7-121-00675-8 定价: ¥24.00 作者: 骆耀祖等

提供电子教案。本书以方案设计为中心,全面系统地介绍网络系统集成技术及进行方案设计的方法。在介绍关键性技术的同时,特别关注技术细节和设备选型介绍。

Java 程序设计实用教程

书号: ISBN 7-121-00715-0 定价: ¥24.00 作者: 朱战立等

提供电子教案和程序源代码。本书内容全面、语言流畅,将 Java 语言和面向对象程序设计方法相结合,以大量实例介绍 Java 的编程思想和方法。每章都提供大量基本概念题和程序设计题。

SQL Server 2000 实用教程

书号: ISBN 7-121-00759-2 定价: ¥ 24.00 作者: 陈联诚等

提供电子教案。本书语言流畅、实例丰富、注重理论与实践相结合,力求让学生短时间内掌握开发网络数据库应用系统的基本方法。

AutoCAD 2004 中文版实用教程

书号: ISBN 7-121-00411-9 定价: ¥ 26.00 作者: 黄大足

提供电子教案。本书采取功能与工具介绍、实例、思考与练习及实验四者相结合的方式,介绍 AutoCAD 2004 基本功能和使用方法。

计算机应用基础教程 (第 2 版)

书号: ISBN 7-5053-9802-4 定价: ¥ 26.20 作者: 吕凤翥等

本书由浅入深,重点讲述操作过程和使用方法。每章后面备有思考题、作业题和上机题,适用于教学和自学。

管理信息系统实用教程

书号: ISBN 7-121-00869-6 定价: ¥ 22.80 作者: 张志清等

提供电子教案。本书案例丰富,针对性强。

即将出版教材

网站建设与管理实用教程 作者: 杨威等

提供电子教案。本书结构清晰、通俗易懂、实用性强,系统全面地介绍了网站规划设计、组建、管理、维护及评估的原理、方法和技术。

C++语言程序设计 (第 2 版) 作者: 吕凤翥

本书注重突出重点、详解难点和提出疑点;语言简明,概念准确,例题丰富,且一个例题针对一种规则或一种操作;每章都配有大量练习题,形式多样。

Visual C++实用教程 作者: 刘惊雷

提供电子教案和程序源代码。本书内容丰富全面,每章都配有大量的例题和类型多样的练习题。

Delphi 程序设计实用教程 作者: 龙冬云等

提供电子教案和程序源代码。本书内容详尽、条理清晰、实例丰富、通俗易懂,并力求做到图文并茂,化抽象为具体,便于读者理解和掌握。

计算机控制技术 作者: 朱玉玺等

提供电子教案。本书采用软件与硬件相结合的方式,侧重于实用技术的介绍。程序设计以 8086 汇编语言为主,结合使用 C/C++语言,设计实例更具实用性和现实性。

目 录

第 1 章 基础知识	(1)
1.1 数据表示方法	(1)
1.1.1 数与数制	(1)
1.1.2 数制转换	(3)
1.1.3 计算机中的数据表示	(4)
1.1.4 基本数据类型	(7)
1.2 80x86 和 Pentium 微处理器的功能结构	(8)
1.2.1 8086 / 8088 微处理器功能结构	(8)
1.2.2 80286 微处理器功能结构	(8)
1.2.3 80386 微处理器功能结构	(10)
1.2.4 80486 微处理器功能结构	(11)
1.2.5 Pentium 微处理器功能结构	(12)
1.3 80x86 和 Pentium 微处理器的寄存器结构	(13)
1.3.1 基本体系结构寄存器	(13)
1.3.2 系统级寄存器和调试与测试寄存器	(16)
1.4 汇编语言程序设计概述	(18)
1.4.1 程序设计语言	(18)
1.4.2 汇编语言的特点和使用场合	(19)
1.4.3 流程图的画法	(20)
1.4.4 汇编语言程序设计的基本步骤	(20)
1.4.5 汇编语言程序质量的评价标准	(22)
习题 1	(22)
第 2 章 实模式下的存储器组织与寻址方式	(24)
2.1 实模式下的存储器组织	(24)
2.1.1 存储单元的地址和内容	(24)
2.1.2 存储器的地址分段	(25)
2.2 寻址方式	(28)
2.2.1 数据寻址方式	(28)
2.2.2 程序存储器寻址方式	(32)
习题 2	(33)
第 3 章 伪指令及汇编语言源程序结构	(35)
3.1 汇编语言语句类型及格式	(35)
3.1.1 语句类型	(35)
3.1.2 语句格式	(35)

3.2 伪指令	(38)
3.2.1 符号定义伪指令	(38)
3.2.2 数据定义伪指令	(39)
3.2.3 段定义伪指令	(43)
3.2.4 简化段定义伪指令	(45)
3.2.5 程序开始和结束伪指令	(46)
3.2.6 指令集选择伪指令	(46)
3.2.7 过程定义伪指令	(47)
3.3 汇编语言源程序结构	(47)
3.3.1 完整段定义结构	(47)
3.3.2 简化段定义结构	(49)
3.3.3 程序段前缀结构	(50)
3.3.4 可执行程序结构	(50)
习题 3	(53)
第 4 章 基本指令系统与顺序结构程序设计	(55)
4.1 基本指令系统	(55)
4.1.1 数据传送指令	(55)
4.1.2 算术运算指令	(60)
4.1.3 十进制算术运算指令	(67)
4.1.4 逻辑运算指令	(69)
4.1.5 处理器控制指令	(76)
4.2 顺序结构程序设计	(77)
习题 4	(82)
第 5 章 转移指令与分支结构程序设计	(85)
5.1 转移指令	(85)
5.1.1 无条件转移 (JMP) 指令	(85)
5.1.2 条件转移指令	(87)
5.2 分支结构程序设计	(89)
5.2.1 双分支结构程序设计	(90)
5.2.2 多分支结构程序设计	(93)
习题 5	(100)
第 6 章 循环指令与循环结构程序设计	(103)
6.1 循环控制指令	(103)
6.2 循环程序的结构	(107)
6.2.1 循环程序的组成	(107)
6.2.2 循环程序的结构	(108)
6.2.3 循环次数的控制方法	(109)
6.3 多重循环程序设计	(112)
6.4 串操作程序	(115)
6.4.1 串操作指令	(115)

6.4.2 串操作程序举例	(117)
6.5 循环程序设计举例	(120)
习题 6	(125)
第 7 章 子程序设计	(127)
7.1 概述	(127)
7.2 子程序调用和返回指令	(129)
7.2.1 子程序调用指令	(129)
7.2.2 返回指令	(130)
7.3 子程序的定义、调用和返回	(131)
7.3.1 子程序的定义	(131)
7.3.2 子程序的调用和返回	(134)
7.4 子程序的参数传递方法	(135)
7.4.1 通过寄存器传递参数	(135)
7.4.2 通过堆栈传递参数	(138)
7.4.3 通过存储单元传递参数	(141)
7.5 子程序的嵌套与递归	(144)
7.5.1 子程序的嵌套调用	(144)
7.5.2 子程序的递归调用	(146)
7.6 子程序设计举例	(147)
7.6.1 输入/输出子程序	(147)
7.6.2 代码转换子程序	(149)
7.6.3 多位数运算子程序	(153)
习题 7	(162)
第 8 章 实模式下的中断程序设计	(164)
8.1 中断概述	(164)
8.1.1 中断与中断源	(164)
8.1.2 中断分类	(165)
8.1.3 中断向量表	(166)
8.1.4 中断过程	(167)
8.1.5 中断优先级	(167)
8.1.6 中断指令	(168)
8.2 中断处理程序设计	(168)
8.2.1 中断处理程序的编写	(168)
8.2.2 设置和获取中断向量	(169)
8.2.3 中断程序设计举例	(171)
8.3 BIOS 中断调用	(172)
8.3.1 BIOS 概述	(172)
8.3.2 BIOS 中断调用方法	(173)
8.4 DOS 功能调用	(175)
8.4.1 DOS 功能调用概述	(175)

8.4.2	基本 I/O 功能调用	(176)
8.4.3	应用举例	(178)
8.5	磁盘文件管理	(180)
8.5.1	传统文件管理方式	(180)
8.5.2	扩充文件管理方式	(184)
习题 8		(189)
第 9 章	输入/输出程序设计	(191)
9.1	概述	(191)
9.1.1	CPU 与 I/O 设备之间的接口信息	(191)
9.1.2	典型的 I/O 接口形式	(192)
9.1.3	输入/输出的寻址方式与指令	(193)
9.2	CPU 与外设数据传送方式	(195)
9.2.1	程序直接控制方式	(195)
9.2.2	程序中断方式	(197)
9.2.3	直接存储器存取方式	(199)
9.2.4	通道传送方式	(200)
习题 9		(200)
第 10 章	保护模式下的存储器管理	(202)
10.1	工作模式概述	(202)
10.1.1	80x86 的几种工作模式	(202)
10.1.2	保护模式的特点	(203)
10.2	保护模式	(204)
10.2.1	存储组织	(204)
10.2.2	存储保护	(205)
10.3	段式管理机制	(206)
10.3.1	段定义和地址转换	(207)
10.3.2	存储段描述符	(208)
10.3.3	描述符表	(210)
10.3.4	段选择子	(210)
10.3.5	段描述符高速缓冲寄存器	(211)
10.4	页式管理机制	(212)
10.4.1	页式管理机制概述	(212)
10.4.2	线性地址到物理地址的转换	(213)
10.4.3	页级保护和虚拟存储器支持	(215)
10.4.4	页异常	(217)
10.5	控制寄存器和系统地址寄存器	(217)
10.5.1	控制寄存器	(218)
10.5.2	系统地址寄存器	(219)
10.6	任务状态段和控制门	(220)
10.6.1	系统段描述符	(220)

10.6.2	门描述符	(222)
10.6.3	任务状态段	(223)
习题 10		(226)
第 11 章	保护模式下的程序设计简介	(228)
11.1	保护模式编程基础	(228)
11.1.1	处理器类型伪指令	(228)
11.1.2	A20 地址线的使用	(229)
11.1.3	头文件	(229)
11.2	实模式与保护模式之间的切换	(235)
11.2.1	两种模式之间切换	(235)
11.2.2	两种模式切换实例	(235)
11.3	控制转移	(241)
11.3.1	任务内无特权级切换的转移	(241)
11.3.2	任务内不同特权级的切换	(243)
11.3.3	任务切换	(244)
11.3.4	任务切换实例	(246)
11.4	中断和异常	(253)
11.4.1	80386 的中断和异常	(253)
11.4.2	异常类型	(254)
11.4.3	中断和异常的转移方法	(258)
11.4.4	中断处理实例	(262)
11.5	操作系统类指令	(266)
11.5.1	实模式和任何特权级下可执行的指令	(266)
11.5.2	实模式及特权级 0 下可执行的指令	(267)
11.5.3	只能在保护模式下执行的指令	(269)
11.6	输入/输出保护	(272)
11.6.1	输入/输出保护的方法	(272)
11.6.2	重要标志保护	(274)
11.6.3	输入/输出保护实例	(275)
11.7	页式管理机制实例	(283)
11.8	虚拟 8086 模式	(289)
11.8.1	V86 模式	(289)
11.8.2	进入和离开 V86 模式	(289)
11.8.3	V86 模式下的敏感指令	(292)
习题 11		(292)
第 12 章	高级汇编技术	(293)
12.1	宏汇编	(293)
12.1.1	宏指令的定义、调用和展开	(293)
12.1.2	宏操作符	(296)
12.1.3	LOCAL 伪指令	(298)

12.1.4	宏嵌套	(300)
12.1.5	宏程序库	(302)
12.1.6	宏指令与子程序的区别	(302)
12.2	重复汇编和条件汇编	(302)
12.2.1	重复汇编	(302)
12.2.2	条件汇编	(304)
习题 12		(306)
附录 A	汇编语言的上机过程	(307)
附录 B	动态调试程序 DEBUG	(313)
附录 C	80x86/Pentium 指令系统	(322)
附录 D	常用 DOS 功能调用表	(326)
参考文献		(332)

第1章 基础知识



教学要点

本章介绍了有关汇编语言程序设计的基础知识，主要包括以下内容。

计算机中数据的表示方法。介绍数制及其转换，数的原码、反码和补码表示，字符编码 BCD 码以及基本数据类型等内容。这些知识点是汇编语言程序设计中必不可少的。

80x86 CPU 功能结构。通过相关知识的学习，可以了解 Intel 系列 CPU 的发展，也可以初步了解一些新概念和新技术。

微处理器的寄存器结构。寄存器结构对汇编语言程序设计至关重要，是本章的重点内容。要注意不同寄存器组的功能不同，使用范围和方法也不同。

有关程序设计的概念和知识。包括有关程序设计语言的概念，汇编语言的特点及使用场合，流程图的画法，汇编语言程序设计的基本步骤和汇编语言程序的评价标准等。其中，流程图是本章的另一个重点。

通过本章学习，掌握汇编语言程序设计的基础知识，为学好汇编语言程序设计方法打好基础。

与汇编语言程序设计相关的计算机基础知识包括两部分，其一是数据在计算机中的表示方式，其二是微处理器的基本结构，尤其是寄存器的结构。本章对这些内容进行介绍。

1.1 数据表示方法

1.1.1 数与数制

数可以用不同的计数制来表示，日常生活中通常用十进制计数法。例如，一本书的定价为 25 元，某人的月工资为 1024 元等。有时也用其他进制，如 1 小时分为 60 分，1 分分为 60 秒，称为六十进制计数法。在计算机中，为了便于信息的存储和计算，采用二进制计数法表示数据。

一般地，一个 r 进制数的值可以表示为：

$$a_n r^n + a_{n-1} r^{n-1} + \cdots + a_0 r^0 + a_{-1} r^{-1} + a_{-2} r^{-2} + \cdots + a_{-m} r^{-m}$$

其中， a_i 可以是 0, 1, $\cdots$, $r-1$ 中的任一数码， r^i 则是各位的权。

1. 十进制数 (Decimal)

十进制数由 0, 1, 2, $\cdots$, 9 十个数码构成，基数为 10，逢十进一，第 i 位的权为 10^i 。十进制数 $a_n a_{n-1} \cdots b_{-1} b_{-2} \cdots b_{-m}$ 的值为：

$$a_n \times 10^n + a_{n-1} \times 10^{n-1} + \cdots + a_0 \times 10^0 + b_{-1} \times 10^{-1} + b_{-2} \times 10^{-2} + \cdots + b_{-m} \times 10^{-m}$$

其中, a_i 和 b_i 为 0, 1, 2, ..., 9 十个数码中一个。

例如, 十进制数 1304.72 可以表示为:

$$1 \times 10^3 + 3 \times 10^2 + 0 \times 10^1 + 4 \times 10^0 + 7 \times 10^{-1} + 2 \times 10^{-2}$$

其中, 数字 3 的权为 10^2 , 4 的权为 10^0 , 2 的权为 10^{-2} 。

1 位十进制数可以是 0, 1, 2, ..., 9 中的一个, 总共可以表示 10 种组合; 2 位十进制数可以是 0, 1, ..., 10, 11, ..., 99 中的一个, 总共可以表示 $10^2=100$ 种组合; n 位十进制数可以表示 10^n 种组合。

书写十进制数时, 在尾部加注字母 D 或下标 10, 一般可以省略。

2. 二进制数 (Binary)

二进制数由 0, 1 两个数码构成, 基数为 2, 逢二进一, 第 i 位的权为 2^i 。为了与十进制数区别, 书写时在尾部加注字母 B 或下标 2。

二进制数 $a_n a_{n-1} \cdots b_{-1} b_{-2} \cdots b_{-m}$ 的值为:

$$a_n \times 2^n + a_{n-1} \times 2^{n-1} + \cdots + a_0 \times 2^0 + b_{-1} \times 2^{-1} + b_{-2} \times 2^{-2} + \cdots + b_{-m} \times 2^{-m}$$

其中, a_i 和 b_i 为 0, 1 两个数码中的一个。

例如: $101011\text{B} = 1 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = 43_{10}$

1 位二进制数可以是 0, 1 中的一个, 可以表示两种组合; 2 位二进制数可以表示 00, 01, 10, 11 共 $2^2=4$ 种组合; 相应地, n 位二进制数可以表示 2^n 种组合。即 3 位二进制数能表示 8 种组合 (相应的十进制值为 0~7), 4 位能表示 16 种组合 (相应的十进制值为 0~15), 8 位能表示 256 种组合 (相应的十进制值为 0~255), 16 位能表示 64×1024 (64K) 种组合。

3. 八进制数 (Octal)

二进制数在计算机中容易实现, 易于存储, 抗干扰性强, 但二进制数的一个很大缺点是表示一个数所需位数多, 人们阅读、书写、记忆等不太方便。例如, 十进制数 1000_{10} , 用二进制数表示则需要 10 位二进制数字 1111101000_2 。为了便于人们阅读与书写, 经常用八进制数或十六进制数来代替二进制数。

八进制数由 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 八个数码构成, 基数为 8, 逢八进一, 第 i 位的权为 8^i 。

八进制数 $a_n a_{n-1} \cdots a_0 . b_{-1} b_{-2} \cdots b_{-m}$ 的值为:

$$a_n \times 8^n + a_{n-1} \times 8^{n-1} + \cdots + a_0 \times 8^0 + b_{-1} \times 8^{-1} + b_{-2} \times 8^{-2} + \cdots + b_{-m} \times 8^{-m}$$

其中, a_i 和 b_i 为 0, 1, ..., 7 八个数码中的一个。

书写八进制数时, 在尾部加注字母 O 或下标 8, 由于字母 O 与数字 0 容易混淆, 故亦常用尾标 Q。

4. 十六进制数 (Hexadecimal)

十六进制数由 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F 十六个数码构成。其中, 数码 A, B, C, D, E, F 对应于十进制数 10, 11, 12, 13, 14, 15, 基数为 16, 逢十六进一, 第 i 位的权为 16^i 。

十六进制数 $a_n a_{n-1} \cdots a_0 . b_{-1} b_{-2} \cdots b_{-m}$ 的值为:

$$a_n \times 16^n + a_{n-1} \times 16^{n-1} + \cdots + a_0 \times 16^0 + b_{-1} \times 16^{-1} + b_{-2} \times 16^{-2} + \cdots + b_{-m} \times 16^{-m}$$

其中, a_i 和 b_i 为 0, 1, ..., F 十六个数码中的一个。

书写十六进制数时, 在尾部加注字母 H 或下标 16。描述以字母开始的十六进制数的前面