



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

C o m p u t e r

大学计算机基础

郝兴伟 主编

巩裕伟 焦文江 杨占敏 崔旭 编



高等教育出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

大学计算机基础

郝兴伟 主编

巩裕伟 焦文江 杨占敏 崔旭 编

高等教育出版社

内容提要

本书是为高等学校非计算机专业学生编写的大学计算机基础课程的教材,为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。本书较全面地讲解现代信息技术的相关知识以及基本的计算机操作技能。本书分为8个大的内容模块,分别是计算机基础知识、操作系统、办公自动化软件、多媒体技术及其应用、计算机网络基础、互联网及其应用、标记语言与网页制作和国民经济与社会信息化。内容模块基本上涵盖了现代信息技术中的主要基础内容,在内容组织和写作方式上加强计算机科学及技术基本知识的讲解,避免过于强调操作步骤的内容组织思路,从而有利于对学生学习能力的培养。

本书可以作为高等学校非计算机专业学生的教学用书,也可以作为一般工作人员使用计算机和互联网的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

大学计算机基础 / 郝兴伟主编. —北京: 高等教育出版社, 2008.6

ISBN 978-7-04-024268-3

I. 大… II. 郝… III. 电子计算机-高等学校-教材
IV. TP3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 061550 号

策划编辑	刘 茜	责任编辑	关 旭	封面设计	张中申	责任绘图	郝 林
版式设计	张 岚	责任校对	王 雨	责任印制	朱学忠		

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100120
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京明月印务有限责任公司

开 本 787×1092 1/16
印 张 23
字 数 560 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2008年6月第1版
印 次 2008年6月第1次印刷
定 价 28.70元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 24268-00

文

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010) 58581897/58581896/58581879

反盗版举报传真：(010) 82086060

E-mail: dd@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街4号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编：100120

购书请拨打电话：(010) 58581118



21 世纪,人类社会已经进入了信息社会,这是一个以现代通信技术、计算机网络技术、多媒体技术等现代信息技术广泛应用的社会,掌握信息技术已经成为每个人最基本的工作技能,人们使用计算机、接触网络的年龄越来越小。现在,小学、中学都已经开设了相应的计算机课程,绝大多数学生都能够使用计算机和上网了。

在高等学校还需要开设大学计算机基础这样的课程吗?这是近几年来许多高等学校教师不断争论的问题。回顾计算机基础教学在我国高等教育中的发展历程,从 1997 年教育部高教司颁发的 155 号文件开始,10 年过去了,计算机技术已经发生了翻天覆地的变化。计算机基础教学也已经进入了一个全新的发展阶段,主要标志是:大学计算机基础教学已经摆脱“零起点”教学,社会对学生计算机技能的要求更加深入并呈现多样化,师资队伍逐步完成了新老更替,计算机技术已经成为各专业本科培养计划中不可缺少的重要内容。

来自大学课堂的教学实践告诉我们,大学计算机基础课程的开设是非常必要的。教育部高等学校计算机科学与技术教学指导委员会颁布的“关于进一步加强高等学校计算机基础教学的意见暨计算机基础课程教学基本要求”(简称白皮书),明确提出了大学计算机基础课程在高等学校教学中的地位 and 基本目标,即大学计算机教育的基本目标是培养学生具备一定的计算机基础知识和基本技能,以及利用计算机解决本专业领域中问题的能力。

根据大学计算机基础课程的教学实践和白皮书的要求,我们认为,在大学,计算机基础课程的教学不应该过于强调应用,而应该将计算机科学知识、基本技术和应用技能结合起来,只有这样才能够培养学生应用计算机的能力,适应未来信息社会的千变万化,最终推动我国整个社会信息掌控能力的提升。

基于培养学生计算机科学知识和计算机基本技术和计算机应用技能这样一种教学理念,我们编写了这本以讲解基础的计算机科学技术知识为主,又具有可操作性的大学计算机基础课程教材,本书共分为 8 章,分别是:

第 1 章:计算机基础知识。主要介绍计算机的产生与发展、计算机软、硬件基础、数据及其编码、数据存储基础知识、计算机病毒以及网络安全等。通过本章的学习,使学生对计算机有一个较全面、系统的了解,建立计算机系统的软、硬件知识框架。

第 2 章:操作系统。操作系统是计算机系统的核心,市场上的操作系统版本种类繁多。本章从操作系统的基本原理出发,讲解操作系统的基本概念、发展历程、基本功能及不同的分类方法等,最后以 Windows XP 操作系统为例介绍操作系统的应用。这样的讲解可以使学生对不同的操作系统有最基本的认识,这些基础知识可以保证学生对未来出现的操作系统有基本的理解。

第 3 章:办公自动化软件。本章对办公环境中所用到的计算机工具软件进行抽象和总结,

同时,从办公业务的层面将办公室工作进行了总结,如将办公中的文字处理业务总结为两个方面的工作,即文字录入与格式化,格式化又包括文本格式化和段落格式化,并引出样式和样式库的概念。在内容的讲解中虽然以 Office 套件为例,但目的不是讲解软件本身,而是告诉学生如何实现办公业务的计算机管理,这样很容易使学生将以这些业务为主线的知识迁移到其他办公软件产品中。

第4章:多媒体技术及其应用。多媒体是计算机中发展很快的领域,应用软件众多。本章以多媒体技术的基本知识为主线进行讲解,包括媒体压缩技术、各种多媒体技术标准、多媒体数据处理技术等,同时介绍相关的软件,使学生对较为抽象的技术有感性的认识,同时增加知识的实用性,提高操作技能。

第5章:计算机网络基础。讲解计算机网络中的基本技术,包括计算机网络的基本概念,网络技术及协议,各种网络设备的基本硬件组成、功能和工作原理,使学生对网络的理解提高到一个新的水平,而不是把网络的工作原理作为一个“黑匣子”,从而更好地培养学生的学习能力。

第6章:互联网及其应用。介绍 Internet 的发展历程和计算机应用模式的发展,对万维网的工作原理、B/S 三层结构模型进行深入的讲解;对目前的 Internet 基础设施、Internet 的接入方式进行总结和介绍;对 Internet 中的搜索引擎、浏览器等互联网中的关键技术进行分析和讲解;最后列出常用的网站。

第7章:标记语言与网页制作。Internet 是目前最重要的计算机应用,上网最直接的人机界面就是网页。本章介绍网页背后的计算机技术,即标记语言和浏览器;对标记语言中标记的含义、样式以及用标记语言书写的文档在浏览器中打开、显示的原理进行总结;对浏览器的工作原理和基本功能进行深入的分析、讲解。

第8章:国民经济与社会信息化。在社会生活和工作中,人不仅仅要掌握一种技能,还应该拥有丰富的知识、开阔的视野,这样才能够开阔思路,有益于事业的发展。本章全面介绍社会不同行业的信息化发展状况。

从事计算机基础教学是一项非常艰苦的工作。但是,当我们将这些眼花缭乱的计算机应用进行总结,深入浅出地介绍给学生时,我们获得了一种莫大的成就感,这正是我们每一个教师最值得骄傲的。编写本书的过程中,我们得到了广大教师、学校领导、学院领导的大力支持,对此深表谢意。

在教学过程中,我们收集了大量的教学素材,制作完成了许多教学资源,包括完整的 PPT 教学课件,许多 Flash 动画、视频资料,还建设了专用的教学平台,为大学计算机基础课程任课教师和学生提供了一个数字化的学习、交流空间,网址为 <http://jcjy.sdu.edu.cn/>。

由于作者水平有限,本书不足之处在所难免,恳请同行和同学们提出宝贵的意见。

作者的 E-mail 地址为 hwx@sdu.edu.cn。

编者

2008年2月

目 录

CONTENTS

第1章 计算机基础知识	1
1.1 计算机的产生与发展	1
1.1.1 计算机的诞生	1
1.1.2 计算机的发展	2
1.1.3 新概念计算机	2
1.2 二进制与数据编码	5
1.2.1 数的进制与转换	5
1.2.2 原码、反码与补码	7
1.2.3 数的定点表示和浮点表示	8
1.2.4 数据的存储单位	10
1.2.5 字符编码	10
1.3 计算机的硬件系统	13
1.3.1 微型计算机系统的3个层次	14
1.3.2 微型计算机系统的硬件结构	14
1.3.3 微型计算机硬件的组成部分	15
1.4 计算机软件系统	23
1.4.1 计算机软件系统的组成	23
1.4.2 程序工作原理	24
1.4.3 计算机语言与程序设计	25
1.4.4 软件开发技术与软件工程	27
1.5 数据存储	29
1.5.1 硬盘及其分区	30
1.5.2 文件和文件目录	32
1.6 计算机与信息的安全	35
1.6.1 计算机病毒及其防治	35
1.6.2 网络及信息安全	38
习题一	39
第2章 操作系统	42
2.1 操作系统基础知识	42
2.1.1 操作系统的概念	42
2.1.2 操作系统的发展	42
2.1.3 操作系统的基本功能	43

2.1.4 操作系统的分类	47
2.2 Windows XP 操作系统	47
2.2.1 系统安装	48
2.2.2 登录到计算机	50
2.2.3 关闭计算机	50
2.3 基础知识	50
2.3.1 基本概念	51
2.3.2 鼠标与键盘操作	52
2.3.3 应用程序	54
2.3.4 窗口	56
2.3.5 对话框和控件	60
2.3.6 剪贴板	65
2.4 Windows 桌面	65
2.4.1 任务栏与“开始”菜单	66
2.4.2 我的电脑	69
2.4.3 我的文档	69
2.4.4 回收站	69
2.4.5 网上邻居	70
2.4.6 浏览器	70
2.5 控制面板	70
2.5.1 “控制面板”窗口	70
2.5.2 显示	71
2.5.3 系统	72
2.5.4 添加/删除程序	74
2.5.5 文件夹选项	74
2.5.6 用户和密码	75
2.6 文件和文件夹管理	76
2.6.1 资源管理器及其使用	77
2.6.2 文件和文件夹的常用操作	78
2.6.3 文件和文件夹的安全性	81
2.7 语言选项与中文输入	83
2.7.1 Unicode 字符集	84

2.7.2 区域与语言选项	84	4.2.5 图层及其应用	175
2.7.3 中文输入法	86	4.3 音频处理技术	178
2.8 实用程序	87	4.3.1 音频处理概述	178
2.8.1 记事本	88	4.3.2 音频处理软件	182
2.8.2 画图	89	4.3.3 音频编辑	185
习题二	93	4.4 视频处理技术	187
第3章 办公自动化软件	96	4.4.1 视频处理概述	187
3.1 文字处理	96	4.4.2 视频处理软件	193
3.1.1 文字处理基础	96	4.4.3 电影项目与素材	195
3.1.2 文档的格式化	99	4.4.4 视频编辑	197
3.1.3 对象的插入与格式化	104	4.4.5 添加效果	198
3.1.4 版式设计 with 打印	111	4.4.6 片头片尾文本的添加	200
3.2 电子表格	113	4.4.7 电影中的音频处理	202
3.2.1 电子表格基础	113	4.4.8 保存和发送电影	204
3.2.2 数据输入与填充	115	4.5 Flash 动画设计	205
3.2.3 工作表的格式化	118	4.5.1 Flash 动画概述	205
3.2.4 公式与函数	120	4.5.2 绘图与图形编辑	210
3.2.5 Excel 图表	124	4.5.3 动画制作	213
3.2.6 数据清单	125	4.5.4 图层的应用	215
3.2.7 打印工作表	130	4.5.5 动画的存盘及发布	216
3.3 演示文稿的制作	133	习题四	217
3.3.1 演示文稿基础	133	第5章 计算机网络基础	219
3.3.2 幻灯片编辑	140	5.1 计算机网络概述	219
3.3.3 定义动画	146	5.1.1 网络的功能	219
3.3.4 动作设置	150	5.1.2 网络的分类	221
3.3.5 放映设置与放映	152	5.1.3 网络拓扑结构	221
习题三	153	5.2 网络模型与网络协议	224
第4章 多媒体技术及其应用	157	5.2.1 OSI 参考模型	224
4.1 多媒体技术概述	157	5.2.2 TCP/IP 模型	226
4.1.1 基本概念	157	5.2.3 网络协议	227
4.1.2 多媒体硬件	158	5.3 网络硬件和网络设备	228
4.1.3 多媒体软件	161	5.3.1 网卡	228
4.1.4 多媒体数据压缩技术	162	5.3.2 中继器	231
4.2 图像处理技术	164	5.3.3 集线器	231
4.2.1 图像处理概述	164	5.3.4 网桥	232
4.2.2 图像处理软件	167	5.3.5 交换机	232
4.2.3 选区及其操作	169	5.3.6 路由器	234
4.2.4 图形绘制与图像处理	172	5.3.7 宽带路由器	236

5.4 网络传输介质	236	6.6.3 在 Internet 上搜索信息	286
5.4.1 双绞线	237	6.6.4 使用 FTP 搜索引擎	288
5.4.2 同轴电缆	238	6.7 收发电子邮件与阅读新闻	290
5.4.3 光纤	239	6.7.1 主要概念	290
5.4.4 无线传输	239	6.7.2 邮件传输的基本原理	291
5.5 网络的架设	240	6.7.3 使用 Outlook Express	292
5.5.1 以太网技术	240	6.7.4 使用 Outlook Express 收发邮件	293
5.5.2 网络结构设计	243	6.7.5 使用 Outlook Express 阅读新闻	293
5.5.3 网络布线	244	6.7.6 使用浏览器收发邮件	295
5.5.4 无线局域网的架设	247	6.8 国内外常用的门户网站	296
5.6 网络中的计算机配置	248	习题六	297
5.6.1 TP/IP 相关知识	248	第 7 章 标记语言与网页制作	299
5.6.2 Windows 中的网络配置	253	7.1 超文本标记语言	299
5.7 使用网上邻居访问局域网	257	7.1.1 HTML 的概念	299
习题五	258	7.1.2 HTML 标记语法和文档结构	299
第 6 章 互联网及其应用	259	7.1.3 文件头及相关标记	301
6.1 互联网的发展历程	259	7.1.4 文件体及相关标记属性	304
6.2 万维网概述	260	7.1.5 文档内容常用标记	306
6.2.1 万维网的概念	260	7.1.6 表格	312
6.2.2 万维网的工作原理	261	7.1.7 表单	315
6.2.3 浏览器	262	7.1.8 帧	323
6.2.4 几个主要概念	262	7.1.9 显示样式与层叠样式表技术	325
6.3 国内 Internet 骨干网及 ISP		7.2 网页制作	328
介绍	263	7.2.1 使用 FrontPage	328
6.4 连接到 Internet	265	7.2.2 新建网页	329
6.4.1 Internet 接入技术	266	7.2.3 输入文本内容	331
6.4.2 通过局域网连接	267	7.2.4 插入图片	332
6.4.3 通过电话线连接	268	7.2.5 使用表格	333
6.4.4 宽带接入与 Internet 连接共享	271	7.2.6 建立超链接或书签	335
6.5 Web 浏览器	275	7.2.7 图像地图	336
6.5.1 浏览器概述	275	7.2.8 定义和使用样式	337
6.5.2 访问 Web 站点	277	7.2.9 框架网页	338
6.5.3 使用收藏夹	277	习题七	341
6.5.4 保存和打印网页	279	第 8 章 国民经济与社会信息化	342
6.5.5 IE 浏览器高级设置	281	8.1 社会信息化概述	342
6.6 信息发布与信息搜索	285	8.1.1 信息化的概念	342
6.6.1 信息及其存在形式	285	8.1.2 信息化的意义	343
6.6.2 在 Internet 上发布信息	285	8.1.3 信息化指标体系	344

8.2 国内外信息化的发展现状.....	346	8.4 信息化领域及内容	351
8.2.1 美国信息化发展现状	347	8.4.1 电子政务	351
8.2.2 世界其他主要国家信息建设的 现状	347	8.4.2 电子商务	354
8.2.3 我国的信息化建设	347	8.4.3 企业信息化	355
8.3 信息技术与信息产业	350	8.4.4 数字城市	357
8.3.1 信息技术的概念	350	8.4.5 数字地球	357
8.3.2 信息产业	350	习题八	358
		参考文献	359

计算机基础知识

计算机是人类社会 20 世纪最伟大的发明之一,它的出现使人类迅速进入了信息社会,彻底改变了人们的社会文化生活,对人类的历史发展有着不可估量的影响。今天,计算机已经成为人们社会生活中不可缺少的工具。

1.1 计算机的产生与发展

1.1.1 计算机的诞生

在人类的整个发展历程中,人类一直都在寻找快速有效的计算工具。从远古时期先民们“掐指一算”的“指”到战国争雄时谋士们“运筹帷幄”的“筹”,从公元 600 多年中国人的算盘到 17 世纪欧洲人的计算尺(1620 年)、计算器(1642 年),计算工具的发展经历了漫长的历史过程。随着机械工业的出现,1832 年英国数学家巴贝奇(Charles Babbage, 1792—1871)首先提出了通用数字计算机的设计思想,并且设计出了第一台由外部指令驱动的计算机,可是由于缺乏资金并受当时技术水平的限制,他未能制造出这样的机器。

基础理论的研究与先进思想的出现也推动了计算机的发展。1854 年,英国数学家布尔(George Boole, 1824—1898)提出了符号逻辑的思想,数十年后形成了计算机科学软件的理论基础。1936 年,英国数学家图灵(Alan Turing, 1912—1954)提出了著名的“图灵机”模型,探讨了现代计算机的基本概念,从理论上证明了研制通用数字计算机的可行性。1945 年,匈牙利出生的美籍数学家冯·诺依曼(John von Neumann, 1903—1958)提出了在数字计算机内部的存储器中存放程序的概念。这是所有现代计算机的范型,被称为“冯·诺依曼结构”,按这一结构制造的计算机称为存储程序计算机,又称为通用计算机。长达 101 页的 EDVAC(Electronic Discrete Variable Automatic Computer, 离散变量自动电子计算机)方案是计算机发展史上的一个划时代的文献,它向世界宣告计算机时代开始了。冯·诺依曼因此而被誉为“计算机之父”。

1946 年,宾夕法尼亚大学的工程师们开发出了世界上第一台多用途的计算机 ENIAC(Electronic Numerical Integrator And Computer, 电子数字积分计算机),这是一台真正现代意义上的计算机。这台计算机共使用了 18 000 个电子管,占地 135 m²,功率 150 kW,重达 30 t。ENIAC 主要是靠继电器的状态组合来完成运算任务的,每秒钟可进行 5 000 次加法运算。它虽然庞大、笨重,不可与后来的各种计算机同日而语,但它却标志着一个新时代的到来。

1.1.2 计算机的发展

计算机自诞生之日至今,按所采用的逻辑元件可划分为4代:第一代(1946—1957)的电子管计算机;第二代(1958—1964)的晶体管计算机;第三代(1965—1970)的集成电路计算机;第四代(1970至今)的超大规模集成电路计算机。

几十年来,计算机的发展速度可谓一日千里。从目前计算机科学的现状和趋向看,计算机将向着巨型化、微型化、网络化和智能化等不同的方向发展。

巨型化是指使计算机系统运算速度更高、存储容量更大、功能更完善。巨型机主要用于尖端科技和国防系统的研究与开发。目前巨型机“蓝色基因/P”已经达到每秒3 000万亿次浮点运算。巨型机在航空航天、军事工业、气象、人工智能等几十个学科领域发挥着巨大的作用,特别是在复杂的大型科学计算领域,其他的机种难以与之抗衡。

微型化得益于大规模和超大规模集成电路的飞速发展。微处理器自1971年问世以来,发展非常迅速,几乎每隔两三年就会更新换代一次,这也使以微处理器为核心的微型计算机的性能不断提升。据统计,仅在2007年第三季度,全球销售的个人计算机就达到6 850万台。另外,便于携带的笔记本计算机、掌上型计算机以及形形色色的嵌入式专用计算机也不断推出。

网络化是指利用通信技术和计算机技术,把分布在不同地点的计算机互连起来,按照网络协议相互通信,以达到所有用户共享数据和软硬件资源的目的。现在,计算机网络在交通、金融、企业管理、教育、邮电、商业等各行各业中得到广泛的应用,并且已经普及到人们日常生活的各个方面。网络技术的意义在于人们在任何地方都可以从计算机网络上获得知识,工作及消费的地域得到巨大的延伸。

智能化就是要求计算机能模拟人的感觉和思维能力,也是第五代计算机要实现的目标。智能化的研究领域很多,其中最具有代表性的领域是专家系统和机器人。目前已研制出的机器人可以代替人从事危险环境的劳动。

1.1.3 新概念计算机

尽管目前计算机的发展日新月异、精彩纷呈,但从本质上来说,所采用的基本元件仍然未超出四代机的范畴。随着技术的创新和发展,一些新概念计算机也陆续出现,有的甚至开始走出实验室,进入到应用领域。

1. 神经计算机

人脑有140亿个神经元及10亿多个神经键,每个神经元都与数千个神经元交叉相联,神经元的作用就相当于一台微型计算机,人脑总体运行速度相当于每秒1 000万亿次的计算机。用许多微处理器模仿人脑的神经元结构,采用大量的并行分布式网络就构成了神经计算机。神经计算机除了有许多处理器外,还有类似神经的节点,每个节点与许多点相连。若把每一步运算分配给每台微处理器,使它们同时运算,其信息处理速度和能力会大大提高。

模仿人类大脑功能的神经计算机已经开发成功,它标志着电子计算机的发展进入了一个新的时期。与以逻辑处理为主的计算机不同,神经计算机本身可以判断对象的性质与状态,并能采取相应的行动,而且它可同时并行处理实时变化的大量数据,并得出结论。以往的信息处理系统只能处理条理清晰、经络分明的数据,而人的大脑却具有处理支离破碎、含糊不清信息的

灵活性。另外,神经计算机的信息不是存在存储器中,而是存储在神经元之间的联络网中的。若有节点断裂,计算机仍有重建资料的能力。同时,它还具有联想记忆、视觉和声音识别能力,具有与人脑类似的智慧和灵活性。

神经计算机将会广泛应用于各领域。它能识别文字、符号、图形、语言以及声纳和雷达收到的信号,判读支票,对市场进行估计,分析新产品,进行医学诊断,控制智能机器人,实现汽车和飞行器的自动驾驶,发现和识别军事目标,进行智能决策和智能指挥等。

日本科学家已开发出神经计算机的大规模集成电路芯片,在 1.5 cm^2 的硅片上可布置 400 个神经元和 40 000 个神经键,这种芯片能实现每秒 2 亿次的运算速度。1990 年,日本理光公司宣布研制出一种具有学习功能的大规模集成电路“神经 LST”。这是依照人脑的神经细胞研制成功的一种芯片,它处理信息的速度为每秒 90 亿次。富士通研究所开发的神经计算机,每秒更新数据速度近千亿次。日本电气公司推出的一种神经网络声音识别系统,能够识别出任何人的声音,正确率高达 99.8%。美国研究出左脑和右脑两个神经块连接而成的神经计算机。右脑为经验功能部分,有 1 万多个神经元,用于图像识别;左脑为识别功能部分,含有 100 万个神经元,用于存储单词和语法规则。

2. 超导计算机

随着高温超导技术的迅速发展,科学家们正试图寻找出一种“高温”甚至“室温”的超导材料。一旦找到这些材料,人们就可以利用它制成超导开关器件和超导存储器,再利用这些器件制成超导计算机。

超导计算机的性能是目前电子计算机无法比拟的。目前制成的超导开关器件的开关速度已达到几皮秒(10^{-12}s)的水平,这是当今所有电子、半导体、光电器件都无法比拟的,比集成电路要快几百倍。超导计算机的运算速度比现在的电子计算机快 100 倍,而电能消耗仅是电子计算机的千分之一。如果有一台中型计算机每小时耗电 10 kW,那么,一台超导计算机只需一节干电池就可以工作。

目前超导计算机的制造还有许多技术上的问题,但随着新材料、新技术的不断出现以及相关研究的不断推进,这些问题一定会被科学家们攻克,随之,超导计算机也将会问世。

3. 光子计算机

现有的计算机是由电子来传递和处理信息的。电子在导线中传播的速度虽然比我们看到的任何运载工具都快,但是,从发展高速计算机的角度来说,采用电子作为信息传输载体还不能满足要求。光子计算机用光子取代电子,通过光纤进行数据传输、运算和存储。光子计算机用不同波长的光表示数据,这远胜于电子计算机中通过“0”、“1”状态变化进行的二进制运算,可以对复杂度高、计算量大的任务实现快速的并行处理,光子计算机将使运算速度在目前基础上以指数级提升。光子计算机有以下优势:

(1) 光信号传输的并行性。光子不带电荷。它们之间不存在电磁场的相互作用。在自由空间中,几束光可平行传播或相互交叉传播,彼此之间不发生干扰,千万条光束可以同时穿越一个光学元件而不会相互影响。光子的这一性质又称光信号传输的并行性。

(2) 超高速的运算速度。光子计算机并行处理能力强,因而具有更高的运算速度。电子的传播速度是 593 km/s ,而光子的传播速度却高达 $3\times 10^5\text{ km/s}$,即使在最佳的情况下,电子在固体中的运行速度也远不如光速,尽管目前的电子计算机运算速度不断提高,但它的能力还是有限的。此外,

随着装配密度的不断提高会使导体之间的电磁作用不断增强,散发的热量也在逐渐增加,从而制约了电子计算机的运行速度;而光子计算机对使用环境条件的要求比电子计算机低得多。

(3) 超大规模的信息存储容量和信息传输能力。与电子计算机相比,光子计算机具有超大规模的信息存储容量,达到 10^{18} 位。光子计算机具有极为理想的光辐射源——激光器,光子的传导不需要导线,而且即使在相交的情况下,它们之间也不会产生丝毫的影响。光子计算机无导线传递信息的平行通道,其密度实际上是无限的,一枚五分硬币大小的棱镜,它的信息传输能力竟是全世界现有电话电缆通道的数倍。

(4) 能量消耗小,散发热量低,是一种节能型产品。光子计算机的驱动只需要同类规格的电子计算机驱动能量的一小部分,这不仅降低了电能消耗,大大减少了计算机散发的热量,而且为光子计算机的微型化和便携化研制提供了便利的条件。

1990年,美国贝尔实验室宣布研制出世界上第一台光学计算机。它采用砷化镓光学开关,运算速度达每秒10亿次。尽管这台光学计算机与理论上的光子计算机还有一定的距离,但它已显示出强大的生命力。人类利用光缆传输数据已经有20多年的历史了,用光信号来存储信息的光盘技术也已广泛应用。然而,要想制造出真正的光子计算机,需要开发出可以用一条光束来控制另一条光束变化的光学晶体管这一基础元件。目前科学家们虽然可以实现这样的装置,但是所需的条件(如温度等)仍较为苛刻,目前还难以进入实用阶段。

4. 生物计算机

科学家通过对生物组织体的研究,发现组织体是由无数细胞组成的,细胞由水、盐、蛋白质和核酸等有机物组成,而有些有机物中的蛋白质分子,具有“开”与“关”的功能。因此,人类可以利用遗传工程技术,仿制出以这种蛋白质分子作为元件的计算机。科学家把这种计算机叫做生物计算机。

生物计算机有以下几个方面的优点:首先,它体积小,功效高。在 1 mm^2 的面积上可容纳几亿个电路,比目前的集成电路小得多,用它制成的计算机已经不是现在计算机的形状了,它可以隐藏在桌角、墙壁或地板等地方。其次,就像人们的身体创伤具有自动愈合功能一样,当生物计算机的内部芯片出现故障时,不需要人工干预,能自我修复,所以,生物计算机具有永久性和很高的可靠性。其三,生物计算机的元件是由有机分子组成的生物化学元件,它们是利用化学反应工作的,所以只需要很少的能量就可以工作,并且它不会像电子计算机那样工作一段时间后就会发热,而且它的电路间也没有信号干扰。

1983年,美国公布了研制生物计算机的设想之后,立即掀起了发达国家的研制热潮。当前,美国、日本、德国和俄罗斯的科学家正在积极开展生物芯片的开发研究。从1984年开始,日本每年用于研制生物计算机的科研投资为86亿日元。

目前,生物芯片仍处于研制阶段,但在生物元件,特别是在生物传感器的研制方面已取得不少实际成果,这将促使计算机、电子工程和生物工程这3个学科的专家通力合作,加快生物芯片的研究和开发。生物计算机一旦研制成功,可能会在计算机领域引起一次划时代的革命。

5. 量子计算机

量子计算机是一类遵循量子力学规律进行高速数学和逻辑运算、存储及处理量子信息的物理装置。当某个装置处理和计算的是量子信息、运行的是量子算法时,它就是量子计算机。经典计算机的基本信息单位为比特,运算对象是各种比特序列;与此类似,量子计算机的基本信

息单位是量子比特，运算对象是量子比特序列。经典计算机和量子计算机之间存在一个关键的区别：传统计算机遵循着众所周知的经典物理规律，而量子计算机则是遵循着独一无二的量子动力学规律（特别是量子干涉）来实现信息处理的新模式。

在量子计算机中，基本信息单元（叫做一个量子位或者 qubit，也叫做昆比特）不同于传统计算机，它并不是二进制位，而是按照性质 4 个一组组成的单元。qubit 具有这种性质的直接原因是因为它遵循了量子动力学的规律，而量子动力学从本质上说完全不同于传统物理学。qubit 不仅能在相应于传统计算机位的逻辑状态 0 和 1 上稳定存在，而且也能在相应于这些传统位的混合或重叠状态下存在。换句话说，qubit 能作为单个的 0 或 1 存在，也可以同时既作为 0 也作为 1，而且用数字系数代表每种状态的可能性。

量子比特序列不但可以处于各种正交态的叠加态上，而且还可以处于纠缠态上。这些特殊的量子态不仅提供了量子并行计算的可能，而且还带来了许多奇妙的性质。与经典计算机不同，量子计算机可以做任意的幺正变换，在得到输出态后，进行测量得出计算结果。因此，量子计算对经典计算做了极大的扩充，在数学形式上，经典计算可看做是一类特殊的量子计算。量子计算机对每一个叠加分量进行变换，所有这些变换同时完成，并按一定的概率叠加起来而给出结果，这种计算称做量子并行计算。除了进行并行计算外，量子计算机的另一重要用途是模拟量子系统，这项工作经典计算机无法胜任的。

迄今为止，世界上还没有真正意义上的量子计算机。但是，世界各地的许多实验室正在以巨大的热情追寻着这个梦想。量子计算机使计算的概念焕然一新，这是与其他计算机如光子计算机和生物计算机的不同之处，其作用远不止是解决一些经典计算机无法解决的问题。

1.2 二进制与数据编码

最初计算机的设计目的是数值计算，后来发展成可以处理文字数据、声音数据、图像数据等。现代数字计算机是以二进制为基础的，而数据编码则是实现信息的表示、运算和存储的基本方式。

1.2.1 数的进制与转换

在日常生活中，人们习惯了十进制的记数方法，但在计算机中采用十进制的数据表示方式很不方便：十进制的 10 个数码要用物理上的 10 种状态表示出来。数“量”的大小与表示它的进制无关，计算机中的数据也是这样，同一个数据，用一种与十进制相比更简单的二进制表示，自然对数字的实际大小不会产生影响。

1. 数的进制

数制 (Numbering System) 即表示数值的方法，有非进位数制和进位数制两种。表示数值的数码与它在数中的位置无关的数制称为非进位数制，如罗马数字就是典型的非进位数制。按进位的原则进行记数的数制称为进位数制，简称“进制”。任何进位数制都有以下基本特点：

(1) 数制的基数确定了所采用的进位记数制。表示一个数字时所用的数字符号的个数称为基数 (Radix)，如十进制数制的基数为 10，二进制的基数为 2。对于 N 进位数制，有 N 个数字符号，如十进制有 10 个数字符号 (0~9)，二进制有两个数字符号 (0 和 1)，八进制有 8 个数

字符(0~7)，十六进制共有 16 个数字字符(0~9、A~F)。

(2) 逢 N 进一。如十进制中逢 10 进 1；八进制中逢 8 进 1；二进制中逢 2 进 1；十六进制中逢 16 进 1，如表 1.1 所示。

表 1.1 0~16 之间整数的 4 种常用进制表示

十进制	二进制	八进制	十六进制	十进制	二进制	八进制	十六进制
0	0	0	0	8	1000	10	8
1	1	1	1	9	1001	11	9
2	10	2	2	10	1010	12	A
3	11	3	3	11	1011	13	B
4	100	4	4	12	1100	14	C
5	101	5	5	13	1101	15	D
6	110	6	6	14	1110	16	E
7	111	7	7	15	1111	17	F

(3) 采用位权表示法。任何一个 r 进制具有有限位小数的正数，都可以表示为：

$$(a_n a_{n-1} \cdots a_1 a_0 . b_1 b_2 \cdots b_{m-1} b_m)_r \tag{1-1}$$

其中， $a_i, b_j \in \{k|k=0,1,\cdots,r-1\}, i=0,1,2,\cdots,n, j=1,2,\cdots,m$ 。

对于数字的 n 位整数部分，可以用以下数学式子描述：

$$(a_n a_{n-1} \cdots a_1 a_0)_r = a_0 \times r^0 + a_1 \times r^1 + \cdots + a_{n-1} \times r^{n-1} + a_n \times r^n = \sum_{i=0}^n a_i r^i \tag{1-2}$$

同理，对于数字的 m 位小数部分，可以用以下数学式子描述：

$$(0.b_1 b_2 \cdots b_m)_r = b_1 \times r^{-1} + b_2 \times r^{-2} + \cdots + b_m \times r^{-m} = \sum_{j=1}^m b_j r^{-j} \tag{1-3}$$

由以上式子可知，处在不同位置上的数码 a_i 和 b_j 所代表的值不同，一个数字在某个位置上所表示的实际数值等于该数值与这个位置的因子 r^i 、 r^{-j} 的乘积。 r^i 、 r^{-j} 由所在位置相对于小数点的距离 i 、 j 来确定，简称为位权 (Weight)。因此，任何进制的数字都可以写出按位权展开的多项式之和。

在数的各种进制中，二进制是最简单的一种进位记数制。一是它的数码只有两个：0 和 1。在自然界中，具有两种状态的物质比比皆是，如电灯的“亮”与“灭”，电磁场的 N 极和 S 极等。如果用物质的这两种状态分别表示“0”和“1”，按照进位记数的规则，采用一组同类物质可以很容易地表示出一个数据。二是二进制的运算规则很简单。

$$0+0=0 \quad 0+1=1 \quad 1+1=10$$

这样的运算很容易实现，在电子电路中，只要用一些简单的逻辑运算元件就可以完成。因此在计算机中，数的表示全部用二进制，并采用二进制的运算规则完成数据间的计算。

尽管在计算机中的数据一律用二进制表示，但是在数据的输入输出、数据处理程序的编写

中仍然大量地采用其他进制，例如人们在屏幕上看到的数据及计算结果都是十进制数据，这是因为数据进制的转换工作已经由计算机代劳了。在人们应用计算机的过程中，不用考虑数据在计算机内部的表示及底层的处理方式和处理过程。

在输入输出数据时，可以用数据后加一个特定的字母来表示它所采用的进制：字母 D 表示数据为十进制（也可以省略）；字母 B 表示数据为二进制；字母 O 表示数据为八进制；字母 H（或在数据前加“0x”）表示数据为十六进制。例如：

567.17D（十进制的 567.17）、110.11（十进制的 110.11，省略了字母 D）、110.11B（二进制的 110.11）、245O（八进制的 245）、234.5BH（十六进制的 234.5B）、234.5B（错误的数据表示方法）。

2. 不同进制数之间的转换

（1）二进制数转换为十进制数。

根据公式（1-1）、（1-2）、（1-3），对于一个二进制数，如果希望求出它对应的十进制数，可以写出该数的位权展开式，从而很容易地算出它所对应的十进制数。例如：

$$11010101\text{B}=1\times2^0+0\times2^1+1\times2^2+0\times2^3+1\times2^4+0\times2^5+1\times2^6+1\times2^7=213\text{D}$$

$$0.1101\text{B}=1\times2^{-1}+1\times2^{-2}+0\times2^{-3}+1\times2^{-4}=0.5+0.25+0.0625=0.8125\text{D}$$

（2）十进制数转换为二进制数。

一个十进制数转换为二进制数，需要整数部分和小数部分分别转换。

① 对公式（1-2）稍做分析可知，整数部分的转换可采用“除基数取余法”，即用基数 2 多次去除被转换的十进制数，记下余数的值，直到商为 0。将每次所得到的余数按逆序排列，就是转换后的二进制数。

② 分析公式（1-3）可知，小数部分的转换可采用“乘基数取整法”，即用基数 2 多次乘十进制的小数部分，每次相乘后取整数部分按正序排列，就是所对应的二进制数。

十进制数转换为八进制数、十六进制数的方法与上述转换为二进制的方法相同。

（3）二进制数转换为八进制数、十六进制数。

大家知道， $8=2^3$ 、 $16=2^4$ ，也就是说，1 个八进制位占 3 个二进制位，1 个十六进制位占 4 个二进制位，因此可以很容易地实现二进制数与八进制数、二进制数与十六进制数之间的转换。

从二进制数转换成八进制数（十六进制数）的方法是，从小数点开始，整数部分向左每 3 位（4 位）一组划分，当不足 3 位（4 位）时在前面补 0；小数部分向右每 3 位（4 位）一组划分，不足 3 位（4 位）时在后面补 0；然后每一组再转换成一个 8 位（16 位）数符（可参考表 1.1）即可完成。读者自然已经想出了八进制（十六进制）数转换为二进制数的方法。

1.2.2 原码、反码与补码

在计算机中，数据的表示和运算都是以二进制的形式进行的。通常规定，一个数的最高位为符号位，用 0 表示正数，用 1 表示负数，称做数符。一个数在计算机内部的表示称为机器数。机器数所真正表示的数值称为真值。机器数常采用原码、反码和补码表示法。

1. 原码

原码是机器数的一种简单的表示法，其符号用 0 表示正号，用 1 表示负号。例如以下二进制数：