高等院校计算机应用系列教材

大学计算机基础

(第四版)

唐永华　主　编
刘　鹏　于　洋　张彦弘　副主编

清华大学出版社
北　京

内 容 简 介

本书以 Windows 10 和 Office 2016 为平台，主要讲解了计算机基础知识、计算机硬件平台、中文操作系统 Windows 10、文字处理软件 Word 2016、电子表格软件 Excel 2016、演示文稿软件 PowerPoint 2016、多媒体技术、网络基础与应用等内容。书中最后附有全国计算机等级考试二级 MS Office 上机操作试题及答案，其中涵盖了考试二级 MS Office(Windows 10 环境)的核心内容。

本书内容丰富、层次清晰、图文并茂、通俗易懂，既有丰富的理论知识，又有大量难易适中、新颖独特的示例，具有很强的实用性和可操作性。

本书既可作为各类高等学校非计算机专业计算机基础课程的教学用书，又可作为计算机一、二级等级考试的学习用书，以及各类计算机培训机构的教学用书或计算机爱好者的自学用书。

本书配套的电子课件、课后习题及答案、示例源文件可以通过 http://www.tupwk.com.cn/downpage 网站下载，也可以扫描前言中的二维码获取。

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。举报：010-62782989，beiqinquan@tup.tsinghua.edu.cn。

图书在版编目(CIP)数据

大学计算机基础 / 唐永华主编. —4 版. —北京：清华大学出版社，2022.2
高等院校计算机应用系列教材
ISBN 978-7-302-60080-0

Ⅰ. ①大… Ⅱ. ①唐… Ⅲ. ①电子计算机—高等学校—教材 Ⅳ. ①TP3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2022)第 023050 号

责任编辑：胡辰浩
封面设计：高娟妮
版式设计：孔祥峰
责任校对：成凤进
责任印制：杨 艳

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：010-83470000 **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
印 装 者：三河市铭诚印务有限公司
经 销：全国新华书店
开 本：185mm×260mm **印 张：**24.75 **字 数：**633 千字
版 次：2013 年 9 月第 1 版 2022 年 3 月第 4 版 **印 次：**2022 年 3 月第 1 次印刷
定 价：79.00 元

产品编号：092207-01

前　言

本书是为了适应大学计算机基础教学新形势的需要，根据教育部高等学校非计算机专业计算机基础课程教学指导委员会提出的高等院校非计算机专业计算机基础教育大纲，结合当前教育教学改革和最新计算机技术而编写的。本书以高等院校非计算机专业需求为基础，针对高等院校非计算机专业计算机基础教学的特点，对教学内容进行重新审视，使其更适合计算机基础教学。本书内容丰富、层次清晰、图文并茂、通俗易懂，既有丰富的理论知识，又有大量难易适中、新颖独特、基于 MS Office 考试题库的示例。本书注重对学生实际动手能力的培养和训练，具有很强的实用性和可操作性。

本书编写的宗旨是使读者系统、全面地了解计算机基础知识，具备计算机实际应用能力，并能在各自的专业领域应用计算机进行学习与研究。本书主要内容包括计算机基础知识、计算机硬件平台、中文操作系统 Windows 10、文字处理软件 Word 2016、电子表格软件 Excel 2016、演示文稿软件 PowerPoint 2016、多媒体技术、网络基础与应用、全国计算机等级考试二级 MS Office 上机操作试题及答案。本书既注重基础知识的系统性，又突出应用，强化技能，能够满足高等院校计算机基础课程的教学需要。

本书由唐永华任主编，刘鹏、于洋、张彦弘任副主编，其中第 1 章由于洋和张彦弘编写，第 2 章、第 7 章、第 8 章由刘鹏编写，第 3～6 章、附录 A、附录 B 由唐永华编写，全书最后由唐永华统稿。

本书注重基础引导、应用能力的培养、操作技能的提高，同时涵盖了全国计算机等级考试一、二级(Windows 10 环境)的相关内容，既适合作为各类高等学校非计算机专业计算机基础课程的教学用书，又适合作为计算机一、二级等级考试的学习用书，以及各类计算机培训机构的教学用书或计算机爱好者的自学用书。

由于计算机技术的发展日新月异，高等学校计算机基础教育改革也在不断深化，加之编写时间仓促，书中难免有欠妥之处，恳请广大读者批评指正。我们的电话是 010-62796045，邮箱是 992116@qq.com。

本书配套的电子课件、课后习题及答案、示例源文件可以通过 http://www.tupwk. com.cn/downpage 网站下载，也可以扫描右侧的二维码获取。

编　者

2021 年 10 月

目　　录

第 1 章　计算机基础知识……1
1.1　计算机的发展……1
1.1.1　电子计算机的诞生……1
1.1.2　计算机发展的历程及未来趋势……3
1.1.3　计算机发展的新热点……6
1.2　计算机中信息的表示与存储……13
1.2.1　信息表示的形式……13
1.2.2　数值型数据的编码……18
1.2.3　非数值型数据的编码……21
1.3　计算机病毒及防治……24
1.3.1　计算机病毒的概念……24
1.3.2　计算机病毒的特点及分类……24
1.3.3　计算机染毒的症状与防治措施……26

第 2 章　计算机硬件平台……28
2.1　计算机系统的组成与工作原理……28
2.1.1　计算机系统的组成……28
2.1.2　计算机的工作原理……29
2.2　微型计算机的硬件组成……30
2.2.1　主板……30
2.2.2　中央处理器……31
2.2.3　存储器……32
2.2.4　输入/输出设备……37
2.3　微型计算机的总线与接口……42
2.3.1　微型计算机的总线……42
2.3.2　微型计算机的接口……43
2.3.3　组装微型计算机的案例……44
2.4　计算机的主要技术指标及性能评价……51
2.4.1　计算机的主要技术指标……51
2.4.2　计算机的性能评价……52

第 3 章　中文操作系统 Windows 10……53
3.1　Windows 10操作系统简介……53
3.2　认识Windows 10的工作环境……58
3.2.1　Windows 10的启动和退出……58
3.2.2　桌面组成及操作……59
3.2.3　窗口的组成及操作……66
3.3　Windows 10文件管理……68
3.3.1　文件和文件夹……68
3.3.2　文件与文件夹的管理……69
3.3.3　文件与文件夹的操作……71
3.3.4　磁盘管理……74
3.4　Windows 10设置……75
3.4.1　显示设置……75
3.4.2　个性化设置……76
3.4.3　系统日期和时间设置……79
3.4.4　创建用户账户……81
3.4.5　添加硬件……84

第 4 章　文字处理软件 Word 2016……87
4.1　Word 2016全接触……87
4.1.1　Word 2016的新增功能……87
4.1.2　Word 2016的工作界面……91
4.2　创建并编辑文档……93
4.2.1　创建文档……93
4.2.2　输入文本……94
4.2.3　编辑文本……98
4.2.4　保存与打印文档……102
4.2.5　实用操作技巧……105
4.3　设置文档格式……107
4.3.1　设置字符格式……107
4.3.2　设置段落格式……108

4.3.3 设置边框和底纹……109
4.3.4 设置项目符号和编号……111
4.3.5 设置页眉和页脚……112
4.3.6 设置页面布局……114
4.3.7 设置文档背景……115
4.3.8 使用主题设置文档外观……117
4.3.9 示例练习……118
4.4 在文档中插入图片与图形……123
4.4.1 插入图片……123
4.4.2 插入形状……126
4.4.3 插入SmartArt图形……128
4.4.4 插入艺术字……129
4.4.5 插入文本框……130
4.4.6 示例练习……131
4.5 在文档中应用表格……137
4.5.1 插入表格……137
4.5.2 编辑表格……138
4.5.3 表格格式化……141
4.5.4 表格与文本的相互转换……143
4.5.5 将表格数据转换成图表……144
4.5.6 示例练习……145
4.6 长文档的编辑……148
4.6.1 样式的使用和创建……148
4.6.2 在文档中添加引用的内容……150
4.6.3 分页与分节……153
4.6.4 创建文档目录……154
4.6.5 文档的修订……158
4.6.6 将控件用作交互式文档……161
4.6.7 文档的管理与共享……164
4.6.8 示例练习……168
4.7 通过邮件合并批量处理文档……177
第5章 电子表格软件 Excel 2016……182
5.1 工作簿和工作表……182
5.1.1 Excel 2016的工作界面和基本概念……182
5.1.2 工作簿的基本操作……183
5.1.3 工作表的基本操作……185
5.1.4 对多个工作表同时进行操作……187
5.1.5 实用操作技巧……188
5.2 输入和编辑数据……190
5.2.1 直接输入数据……190
5.2.2 填充有规律的数据……191
5.2.3 设置输入数据的有效性……194
5.2.4 数据的编辑……194
5.2.5 实用操作技巧……195
5.3 表格的编辑和格式化……196
5.3.1 行/列操作……196
5.3.2 设置单元格格式……197
5.3.3 套用单元格样式……200
5.3.4 套用表格格式……200
5.3.5 条件格式……201
5.3.6 示例练习……204
5.4 使用公式与函数计算数据……207
5.4.1 公式的使用……207
5.4.2 公式操作技巧……210
5.4.3 单元格引用……211
5.4.4 函数的使用……212
5.4.5 示例练习……220
5.5 图表在数据分析中的应用……222
5.5.1 迷你图……222
5.5.2 图表……224
5.5.3 编辑图表……226
5.5.4 格式化图表……228
5.5.5 示例练习……230
5.6 Excel数据处理与分析……232
5.6.1 数据排序……232
5.6.2 数据筛选……234
5.6.3 数据分类汇总……238
5.6.4 数据透视表……241
5.6.5 创建数据透视图……246
5.6.6 删除数据透视表或数据透视图……247
5.7 工作表的打印输出……248
5.7.1 页面设置……248
5.7.2 设置打印区域……249
5.7.3 打印预览与打印……249

第 6 章　演示文稿软件 PowerPoint 2016 ……251
6.1　初识PowerPoint 2016……251
6.1.1　PowerPoint 2016的启动与退出 ……251
6.1.2　创建演示文稿……252
6.2　幻灯片的基本操作……254
6.2.1　插入和删除幻灯片……254
6.2.2　复制或移动幻灯片……255
6.2.3　幻灯片的隐藏和显示 ……255
6.2.4　重用幻灯片……255
6.2.5　幻灯片的分节……256
6.3　为幻灯片添加内容……257
6.3.1　添加文本 ……258
6.3.2　插入图片 ……261
6.3.3　插入SmartArt图形……265
6.3.4　添加表格 ……270
6.3.5　添加音频……270
6.3.6　添加视频……273
6.4　优化演示文稿……276
6.4.1　幻灯片中各种对象的优化 ……276
6.4.2　利用主题优化演示文稿……277
6.4.3　利用背景优化演示文稿……278
6.4.4　利用母版优化演示文稿……279
6.5　演示文稿的交互设置 ……280
6.5.1　设置幻灯片内容的动画效果……280
6.5.2　设置幻灯片切换的动画效果……285
6.5.3　设置超链接……286
6.6　演示文稿的放映设置 ……287
6.6.1　排练计时和录制幻灯片演示……288
6.6.2　放映幻灯片……289
6.6.3　放映时编辑幻灯片……291
6.7　演示文稿的导出与打印……292
6.7.1　导出为PDF文档……292
6.7.2　导出为视频文件 ……293
6.7.3　导出为讲义……294
6.7.4　演示文稿的打印 ……295
第 7 章　多媒体技术……297
7.1　多媒体技术概述 ……297
7.1.1　多媒体技术的定义……297
7.1.2　多媒体技术的特征……298
7.2　音频处理技术……299
7.2.1　音频数字化……299
7.2.2　常用的音频文件格式 ……302
7.2.3　音频处理软件 ……303
7.3　图形图像处理技术……307
7.3.1　图形图像的基本知识 ……308
7.3.2　常用的图形图像文件格式……310
7.3.3　常用的图形图像处理软件 ……311
7.4　视频处理技术……316
7.4.1　视频概述 ……316
7.4.2　常用的视频文件格式 ……317
7.4.3　视频信息处理软件……318
7.5　多媒体技术应用——制作微课……319
第 8 章　网络基础与应用……333
8.1　计算机网络概述 ……333
8.1.1　计算机网络系统的组成……333
8.1.2　计算机网络的功能……334
8.1.3　计算机网络的分类……335
8.1.4　网络的体系结构……335
8.2　局域网的组建……336
8.2.1　局域网使用的设备……336
8.2.2　局域网传输介质……337
8.2.3　局域网互连设备……338
8.2.4　局域网拓扑结构……339
8.2.5　局域网的两种工作模式……341
8.2.6　设置移动热点案例……341
8.3　网站的建立 ……345
8.3.1　网站概述 ……345
8.3.2　网站的基本构成……346
8.3.3　建立网站的途径……347
8.3.4　建立网站的过程……347
8.4　网页的制作 ……349
8.4.1　HTML简介 ……349
8.4.2　Dreamweaver CC 2020的工作界面 ……350

8.4.3 使用Dreamweaver CC 2020创建网页……354
8.4.4 Dreamweaver CC 2020网页基本操作……357
8.4.5 Dreamweaver CC 2020站点管理……361
8.4.6 Dreamweaver CC 2020页面布局……363
8.5 电子商务……365
8.5.1 电子商务简介……365
8.5.2 电子商务的特点与分类……366
8.5.3 电子商务安全技术……367
8.5.4 电子商务应用案例……368
8.6 网友交流……371
8.6.1 即时通信(微信、QQ)……371
8.6.2 网络社区和社交网络……372
8.6.3 博客、播客和微博……373
8.6.4 基于数据挖掘的推荐引擎产品……374
附录 A 全国计算机等级考试二级 MS Office 试题……376
附录 B 全国计算机等级考试二级 MS Office 试题答案……380

第 1 章

计算机基础知识

1.1 计算机的发展

1946 年，世界上第一台电子计算机在美国宾夕法尼亚大学诞生。此后，在短短的几十年里，电子计算机经历了几代演变，并迅速渗透到人们生产和生活的各个领域，在科学计算、工程设计、数据处理以及人们的日常生活等领域发挥着巨大的作用。电子计算机被公认为 20 世纪最重大的工业革命成果之一。

计算机是一种能够存储程序，并能按照程序自动、高速、精确地进行大量计算和信息处理的电子机器。科技的进步促使计算机的产生和迅速发展，而计算机的产生和迅速发展又反过来促使科学技术和生产水平的提高。当今，电子计算机的发展和应用水平已经成为衡量一个国家科学技术水平和经济实力的重要标志。

1.1.1 电子计算机的诞生

目前，人们公认的世界上第一台电子计算机是在 1946 年 2 月由美国宾夕法尼亚大学莫尔学院研制成功的 ENIAC(Electronic Numerical Integrator and Computer)，即电子数字积分计算机，如图 1.1 所示。ENIAC 最初被专门用于火炮弹道计算，后经多次改进而成为能进行各种科学计算的通用计算机。它采用电子管作为计算机的基本元件，由 18 000 多个电子管，1500 多个继电器，10 000 多个电容器和 70 000 多个电阻构成，占地 170m^2，重量达 30t，耗电功率为 140～150kW，每秒能进行 5000 次加减运算。这台完全采用电子线路执行算术运算、逻辑运算和信息存储的计算机，运算速度比继电器计算机快 1000 倍。

图 1.1　世界上第一台电子数字积分计算机

尽管 ENIAC 的功能不能和现在的任何一台计算机相比，甚至不如现在的微型计算机，但在计算机发展的历史长河中，ENIAC 的诞生具有划时代的意义。

在计算机的发展过程中有两位杰出的科学家、重要的奠基人，他们分别是英国科学家阿兰·图灵[Alan Mathison Turing，图 1.2(a)]和美籍匈牙利科学家冯·诺依曼[John von Neumann，图

1.2(b)]。阿兰·图灵的贡献是建立了对数字计算机有深远影响的图灵机理论模型，该模型奠定了人工智能的基础，而冯·诺依曼则提出了计算机的存储体系结构，并沿用至今。

(a) 阿兰·图灵

(b) 冯·诺依曼

图 1.2　阿兰·图灵与冯·诺依曼

1. 阿兰·图灵

阿兰·图灵，1912 年 6 月 23 日出生于英国伦敦，1954 年 6 月 7 日去世，享年 42 岁。图灵在科学特别是在数理逻辑和计算机科学方面，取得了举世瞩目的成就，是 20 世纪杰出的数学家、逻辑学家。他的一些科研成果，构成了现代计算机技术的基础。因此，阿兰·图灵被称为计算机科学之父、人工智能之父。

1936 年，图灵发表了著名的论文《论数字计算在决断难题中的应用》(“On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungs-problem”)。文中提出了“算法”(Algorithms)和“计算机”(Computing Machines)两个核心概念，被誉为现代计算机原理的开山之作。

1950 年，图灵发表了关于机器思维问题的论文《计算机器与智能》(“Computing Machinery and Intelligence”)，为后来的人工智能科学提供了开创性的构思，并提出了著名的“图灵测试”：如果第三者无法辨别人类与人工智能机器反应的差别，则可以论断该机器具备人工智能。这一划时代的作品，使图灵赢得了“人工智能之父”的桂冠。

1966 年，为了纪念图灵对计算机科学的巨大贡献，美国计算机协会(Association for Computing Machinery，ACM)设立了“图灵奖”。该奖项被公认为“计算机界的诺贝尔奖”，用以表彰在计算机科学中做出突出贡献的人。

2. 冯·诺依曼

冯·诺依曼，著名的美籍匈牙利数学家，1903 年 12 月 28 日出生于匈牙利布达佩斯的一个犹太人家庭，1957 年 2 月 8 日在华盛顿去世，享年 54 岁。

冯·诺依曼是少年天才，从小就显示出了惊人的数学天分，年仅 22 岁便以优异的成绩获得了布达佩斯大学的数学博士学位，并相继在柏林大学和汉堡大学担任数学讲师，27 岁便成为普林斯顿大学的终身教授，是 20 世纪最重要的数学家之一。冯·诺依曼在数学领域、经济学领域、物理学领域和计算机领域都有杰出的、开拓性的贡献。在计算机方面，冯·诺依曼参与了世界上第一台电子计算机 ENIAC 的研制，提出了计算机存储程序的原理，并确定了存储程序计算机的五大组成部分和基本的工作方法。半个多世纪以来，尽管计算机制造技术发生了巨

大变化，但冯·诺依曼体系结构仍然被沿用至今。因此，冯·诺依曼被誉为“计算机之父”。

1.1.2　计算机发展的历程及未来趋势

从 ENIAC 问世至今，计算机从最初的用电子管作元器件，发展到今天的用超大规模集成电路作元器件，已走过了七十多年的历程。在这段时间里，计算机的应用领域不断拓宽，系统结构也发生了巨大的变化。根据计算机所采用的电子元器件的不同，计算机的发展历程可划分为电子管、晶体管、集成电路、大规模和超大规模集成电路 4 个阶段。

1. 第一代——电子管计算机(1946—1957 年)

第一代计算机是电子管计算机。其基本元件是电子管，内存储器采用水银延迟线，外存储器有纸带、卡片、磁带和磁鼓等。其运算速度为几千次到几万次每秒，内存容量只有几千字节。计算机程序设计还处于最低阶段，用一串 0 和 1 表示的机器语言进行编程，直到 20 世纪 50 年代才出现汇编语言。由于尚无操作系统出现，因此对计算机的操作较困难，仅能在科学、军事和财务等少数尖端的领域得到应用。尽管这个时期计算机的应用有很大的局限性，但作为世界上第一台计算机，ENIAC 的出现奠定了计算机发展的基础。

与 ENIAC 不同的是，EDVAC(Electronic Discrete Variable Automatic Computer，离散变量自动电子计算机)首次使用二进制，可以说 EDVAC 是第一台现代意义上的通用计算机。EDVAC 由 5 个基本部分组成：运算器、控制器、存储器、输入装置以及输出装置，使用了大约 6000 个真空管、12 000 个二极管，功率为 56kW，重达 7850kg，占地面积缩小到了 45.5m^2，工作时需要 30 个技术人员同时操作。被誉为“计算机之父”的冯·诺依曼参与了 EDVAC 的研制，起草并发表了长达 101 页的著名的《关于 EDVAC 报告草案》。该草案中提出的计算机的存储体系结构沿用至今。这份草案在计算机发展史上具有划时代的意义，因为它向世界宣告了电子计算机的时代开始了。

第一代计算机体积庞大、造价昂贵、速度慢、存储容量小、可靠性差、不易操控，主要应用于军事和科学研究领域。其代表机型有 IBM 650、IBM 709 等。

2. 第二代——晶体管计算机(1958—1964 年)

1954 年，美国贝尔实验室成功研制了第一台使用晶体管的第二代计算机，取名为 TRADIC(Transistorized Airborne Digital Computer)。相较于第一代计算机均采用的电子管元件在运行时产生的热量太多、可靠性较差、运算速度不快、价格昂贵、体积庞大等诸多缺点，尺寸小、重量轻、寿命长、效率高、发热少、功耗低的晶体管开始被用作计算机的基本元件。使用晶体管后，电子线路的结构大大改观，制造高速电子计算机就更容易了。

第二代计算机以晶体管为主要器件，其体积缩小，功耗降低，可靠性有所提高，与电子管相比，晶体管的平均寿命提高了 100～1000 倍，耗电降到了电子管的 1/10，并且体积减小了一个数量级。晶体管计算机的内存储器由磁性材料制成的磁心做成，外存储器由磁盘、磁带组成，增加了浮点运算，运算速度达到几十万次每秒，内存容量也扩大到几十万字节。同时计算机软件也有了较大的发展，出现了监控程序并发展成为后来的操作系统，高级语言 BASIC、FORTRAN 被推出，使编写程序的工作变得更为方便并实现了程序兼容。

第二代计算机的使用范围也从单一的科学计算扩展到商务领域的数据处理和事务管理等其他领域。其代表机型有 IBM 7094、CDC 7600。

3. 第三代——集成电路计算机(1965—1970 年)

第三代计算机的主要元件是小规模集成电路和中规模集成电路。1958 年，美国物理学家基尔比和诺伊斯同时发明了集成电路。这种集成电路是用特殊的工艺将几十个甚至几百个分立的电子元件组成的电子线路做在一个仅仅几平方毫米的硅片上，通常只有四分之一邮票大小。

与晶体管电路相比，集成电路计算机的体积更小，寿命更长，功耗、价格进一步下降，在存储器容量、速度和可靠性等方面都有了较大的提高。同时，计算机软件技术有了进一步发展，尤其是操作系统的逐步成熟是第三代计算机的显著特点。软件出现了结构化、模块化程序设计方法，如出现了 Pascal 语言。第三代计算机主要应用于科学计算、企业管理、自动控制、辅助设计和辅助制造等领域。最有影响的机型是 IBM 公司研制的 IBM 360 计算机系列。

4. 第四代——大规模、超大规模集成电路计算机(1970 年至今)

第四代计算机的主要元器件是大规模集成电路和超大规模集成电路。随着集成电路技术的不断发展，20 世纪 70 年代出现了可容纳数千至几十万个晶体管的大规模和超大规模集成电路。采用大规模集成电路可以在一个 $4mm^2$ 的硅片上至少容纳相当于 2000 个晶体管的电子元器件。这种技术使得计算机的制造者把计算机的核心部件甚至整个计算机的部件都做在一个硅片上，从而使计算机的体积、重量都进一步减小。内存储器也用集成度很高的半导体存储器完全代替了磁心存储器。磁盘的存取速度和存储容量大幅度上升，开始引进光盘，计算速度可达到几百万次甚至上亿次每秒。操作系统向虚拟操作系统发展，数据管理系统不断完善和提高，程序语言进一步发展和改进，软件行业发展成为新兴的高科技产业。这个时期计算机的类型除小型、中型、大型机外，开始向巨型机和微型机两个方面发展。其中，巨型机的研发和利用，代表着一个国家的经济实力和科学研究水平；微型计算机的研发和运用，反映了一个国家科学技术的普及程度。世界上最早的微型计算机是由美国 Intel 公司的工程师马西安·霍夫(M. E. Hoff)于 1971 年研制成功的。它的突出特点就是将集成了运算器和控制器的微处理器做在了不同的芯片上，然后通过总线连接，组成了世界上第一台微型计算机——MCS-4。它的计算性能远远超过了第一代计算机 ENIAC，且具有体积小、重量轻、功耗小、可靠性强、价格低廉、对使用环境的要求低的特点。所以微型计算机一经出现，就显现了强大的生命力。我国在 1992 年研制出了运算能力为 10 亿次每秒的巨型计算机——银河 II，从而使我国成为世界上为数不多的具有研制巨型机能力的国家。

计算机的应用领域不断向社会各方面渗透，如办公自动化、数据库管理、图形识别和专家系统等，并且进入了寻常家庭。计算机发展阶段示意表如表 1.1 所示。

表 1.1　计算机发展阶段示意表

器件	阶段			
	第一代 1946—1957 年	第二代 1958—1964 年	第三代 1965—1970 年	第四代 1970 年至今
电子元器件	电子管	晶体管	中、小规模集成电路	大规模和超大规模集成电路
主存储器	阴极射线管或汞延迟线	磁心、磁鼓	磁心、磁鼓、半导体存储器	半导体存储器

(续表)

器件	阶段			
	第一代 1946—1957 年	第二代 1958—1964 年	第三代 1965—1970 年	第四代 1970 年至今
外部辅助存储器	纸带、卡片	磁带、磁鼓	磁带、磁鼓、磁盘	磁带、磁盘、光盘
处理方式	机器语言、汇编语言	高级语言程序	多道程序、实时处理	实时处理、分时处理、网络操作系统
运算速度	几千次/秒～3 万次/秒	几十万次/秒～上百万次/秒	上百万次/秒～几百万次/秒	几百万次/秒～上千亿次/秒

随着硅芯片技术的高速发展，硅技术越来越接近于其自身的物理发展极限，因此，迫切要求计算机从结构变革到器件与技术的变革这一系列的技术都要产生一次质的飞跃。2015 年，中国紫光股份有限公司自主研发的第一代云计算机“紫云 1000”问世。中国紫光股份有限公司将云计算机定义为采用与个人计算机和超级计算机完全不同的分布式体系架构，借助于云计算的虚拟化技术，由多个成本相对较低的计算资源融合而成的具有强大计算能力的计算机。它可高效满足大数据处理、高吞吐率和高安全信息服务等多类应用需求，其计算能力和存储能力可动态伸缩并无限扩展。随着技术的革新和理念的变革，预测未来新型计算机的类型如下。

- **量子计算机**　量子计算机是在量子效应基础上开发的，它利用一种链状分子聚合物的特性来表示开与关的状态，利用激光脉冲来改变分子的状态，使信息沿着聚合物移动，从而进行运算。一个量子位可以存储两个数据，0 和 1 可同时存取。同样数量的存储位，量子计算机的存储量比普通计算机要大得多，而且能够实行量子并行计算，其运算速度可能比现有的个人计算机的芯片快将近 10 亿倍。
- **光子计算机**　光子计算机即全光数字计算机，以光子代替电子，光互连代替导线互连，光硬件代替计算机中的电子硬件，光运算代替电运算。光的高速特性天然决定了光计算机具有超高的运算速度；与只能在低温下工作的超高速电子计算机相比，光子计算机可在正常室温下工作；光计算具有容错性，从这个层面上，可以与人脑相媲美。
- **分子计算机**　其运算过程指蛋白质分子与化学介质的相互作用，计算机的转换开关是酶，生物分子组成的计算机能在生化环境下，甚至在生物有机体中运行，并能以其他分子形式与外部环境交换。因此它将在医疗诊治、遗传追踪和仿生工程中发挥不可替代的作用。分子芯片的体积虽然大大减小，但效率大大提高，分子计算机完成一项运算，所需的时间仅为 10ps(皮秒)，比人的思维速度快 100 万倍。分子计算机具有惊人的存储容量，$1m^3$ 的 DNA 溶液可存储 1 万亿亿的二进制数据。分子计算机消耗的能量非常小，只有电子计算机的十亿分之一。由于分子芯片的原材料是蛋白质分子，因此分子计算机既有自我修复的功能，又可直接与分子活体相连。
- **纳米计算机**　纳米技术的终极目标是使人类按照自己的意志直接分离单个原子，制造出具有特定功能的产品。现在纳米技术能把传感器、电动机和各种处理器集成在一块硅芯片上，纳米计算机内存芯片的体积仅与几百个原子的大小相当。

- **生物计算机** 20 世纪 80 年代以来，生物工程学家对人脑、神经元和感受器的研究倾注了大量心血，以期研制出可以模拟人脑思维、低耗、高效的第六代计算机——生物计算机。用蛋白质制造的计算机芯片，存储量可以达到普通计算机的 10 亿倍。生物计算机元件的密度比人脑神经元的密度高 100 万倍，传递信息的速度也比人脑思维的速度快 100 万倍。
- **神经计算机** 其特点是可以实现分布式联想记忆，并能在一定程度上模拟人和动物的学习功能。它是一种有知识、会学习、能推理的计算机，具有能理解自然语言、声音、文字和图像的能力，并且具有说话的能力，使人机能够用自然语言直接对话。它可以利用已有的和不断学习到的知识，进行思维、联想、推理，并得出结论，能解决复杂问题，具有汇集、记忆、检索有关知识的能力。

1.1.3 计算机发展的新热点

“我们将利用各种不同的设施进行相互联络，包括一些看起来像电视机、像今天的个人计算机或电话机的设备，有些设备的大小与形状可能与一个钱包相似。在它们的核心都嵌有一台功能强大的计算机，无形地与成百万的其他计算机连接在一起。

不久的将来，会有这么一天：你可能不必离开书桌或扶手椅，就可以办公、学习、探索这个世界和它的各种文化，进行各种娱乐，交朋友，逛附近的商场，向远方的亲戚展示照片，等等。你不会忘记带走你遗留在办公室或教室里的网络连接用品，它将不仅仅是你随身携带的一个小物件，或你购买的一个用具，而是你进入一个新的、媒介生活方式的通行证。”

——比尔·盖茨《未来之路》

1995 年，比尔·盖茨在《未来之路》一书中用预言的方式描述了人们未来的生活方式。当时网络刚刚兴起，信息技术对人们生活方式的影响还微乎其微。然而在今天，这些预言的大部分在新思想、新技术、新应用的驱动下已经实现或者正在被实现。云计算、移动互联网、物联网、大数据等产业呈现出蓬勃发展的态势，全球的信息技术产业正在经历着深刻的变革。

1. 云计算

2006 年，谷歌首席执行官埃里克·施密特(Eric Schmidt)在搜索引擎大会上首次提出“云计算”(Cloud Computing)的概念。云计算将计算任务分布在由大量分布式计算机构成的资源池中(并非本地计算机)，使各种应用系统能够根据需要获取计算能力、存储空间和服务信息。云计算之所以称为“云”，主要原因是它在某些方面具有云的特征。比如，云可大可小、可动态伸缩、边界模糊。而且云在空中的位置飘忽不定，虽然无法确定它的具体位置，但是它确实存在于某处。所以可以借用云的这些特点来形容云计算中服务能力和信息资源的伸缩性，以及后台服务设施位置的透明性。

2007 年，谷歌与 IBM 公司合作搭建计算机存储、运算中心，然后用户通过网络借助浏览器就可以方便地访问，把“云”作为资料存储以及应用服务的中心。两大公司开始在美国大学校园，包括卡内基-梅隆大学、麻省理工学院、斯坦福大学、加州大学伯克利分校及马里兰大学等，推广云计算的计划，希望通过云计算降低分布式计算技术在学术研究方面的成本，随后云计算逐渐延伸到商业应用以及社会服务等多个领域。

目前，云计算正在从一个新的思想角度变革信息技术产业。在云计算概念的基础上，云存储、云安全、云杀毒的概念也应运而生。随着信息技术的发展，特殊行业中使用的昂贵大型计算机变成了人人都易得易用的个人计算机，这大大提升了企业和个人的工作效率。互联网将每个信息节点汇聚成庞大的信息网络，极大地提高了人类的信息沟通、共享以及协作的效率。而云计算带来的深刻变革会将信息产业变成绿色环保和资源节约型的产业，例如，将信息技术基础设施变成如水电一样按需使用和付费的社会公用基础设施，从而有效地降低企业的信息技术基础设施的成本。云计算的本质就是要通过整合、共享和动态提供资源来实现信息技术投资利用率的最大化。云计算不需要舍弃原有的信息技术基础设施资源，它包括新投资的资源和已有的资源。

云计算的优点很多，可以提供最可靠、最安全的数据存储中心，使用户不用再担心数据丢失、病毒入侵等问题带来的麻烦；云计算对用户端的设备要求最低，使用起来也最方便，可以轻松实现不同设备间的数据与应用的共享。另外，云计算为网络的使用提供了无限多的可能性，为数据的存储和管理提供了几乎无限多的空间，也几乎为各类应用提供了无限大的计算能力。

云计算目前已经发展到云安全和云存储两大领域，微软、谷歌公司涉足的是云存储领域，国内的瑞星公司已经推出了云安全产品。

2. 移动互联网

十几年前的你能想象到吗？你在家里发一条微博或微信就可以做成一单生意，下载一个移动应用就可以集合一个兴趣群体，利用打车软件就可以按需、按时叫车，利用智能手机就可以随时随地通过在线教育学习需要的知识。实际上，这就是移动互联网对我们生活的影响。

移动互联网(Mobile Internet，MI)将智能移动终端和互联网两者结合起来成为一体。移动互联网是指互联网的技术、平台、商业模式和应用与移动通信技术相结合并实践的活动的总称。随着宽带无线接入技术和移动终端技术的飞速发展，人们迫切希望能够随时随地，甚至在移动的过程中都能够高速地接入互联网，便捷地获取信息和服务。可见，移动与互联网相结合的趋势是历史的必然。

据统计，截至 2014 年 4 月，我国移动互联网用户总数就已达 8.48 亿，其中，在移动电话用户中的渗透率达 67.8%；手机网民规模达 5 亿，占总网民数的八成多，手机保持第一大上网终端地位。我国移动互联网的发展已进入全民时代。

移动互联网是一个全国性的、以宽带 IP 为技术核心并可以同时提供语音、传真、图像、数据、多媒体等高品质电信服务的新一代开放的电信基础网络。移动互联网正以“应用轻便”和“通信便捷”的特点逐渐渗透到人们的学习、工作和生活中。无论是个人还是企业，无论是我们的工作还是生活，都受着如潮水一般的移动互联网的极大影响。

3. 物联网

在信息时代，科技的发展日新月异，互联网深刻地改变着人们的生活方式与习惯。从一般的计算机到互联网，从互联网再到物物相连的物联网，网络从人与人之间的沟通，进一步拓展到人与物、物与物之间的沟通。

1999 年，美国 MIT Auto-ID 中心提出了物联网(Internet of Things，IoT)的概念：“通过射频识别(RFID)RFID+互联网、红外感应器、全球定位系统、激光扫描器、气体感应器等信息传感

设备，按约定的协议，把任何物品与互联网连接起来，进行信息交换和通信，以实现智能化识别、定位、跟踪、监控和管理的一种网络。”

物联网的概念包含两种含义：第一，物联网的核心和基础仍然是互联网，是在互联网基础上延伸和扩展的网络；第二，其用户端延伸和扩展到了任何物品与物品之间，进行信息交换和通信。因此，物联网就是利用网络连接所有能够被独立寻址的普通物理对象，从而实现对物品的智能化识别、定位、跟踪、监控和管理。它具有普通对象设备化、自治终端互联化、普适服务智能化的重要特征。物联网的应用目的在于构建一个更加智能的社会。现在的物联网应用领域拓展到了国防安全、智能交通管理、智能医疗管理、环境保护、平安家居和个人健康等多个领域。物联网被称为继计算机和互联网之后，世界信息产业的第三次浪潮，代表着当前和今后一段时间内信息网络的发展方向。

4. 大数据

当今社会科技发达、信息通畅，人们的交流密切，生活方便，大数据(Big Data)就是这个高科技时代的产物。阿里巴巴创始人马云在一次演讲中提到“未来的时代将不是 IT 时代，而是 DT(Data Technology，数据科技)时代”。这显示出未来的社会中，大数据将处于举足轻重的地位。

最早提出“大数据”时代到来的是全球知名咨询公司麦肯锡全球研究所。该公司指出：大数据是一种规模大到在获取、存储、管理、分析方面大大超出传统数据库软件工具能力范围的数据集合，具有海量的数据规模、快速的数据流转、多样的数据类型和价值密度低四大特征。

牛津大学教授维克托·迈尔-舍恩伯格与《经济学人》数据编辑肯尼斯·库克耶在合著的《大数据时代》一书中指出，大数据不用随机分析法(抽样调查)这样的捷径，而采用所有数据进行分析处理。

而对于“大数据”，研究机构 Gartner 认为：“大数据”是需要新处理模式才能具有更强的决策力、洞察发现力和流程优化能力的海量、高增长率和多样化的信息资产。

大数据在物理学、生物学、环境生态学等领域以及军事、金融、通信等行业已存有时日，因为近年来互联网和信息行业的发展而引起人们关注。大数据已经渗透到当今每个行业和业务职能领域，已成为重要的生产因素。

目前，人们对大数据还没有一个准确的定义，大数据是一个正在形成的、发展中的阶段性概念，一般从 4 个方面的特征来理解其内容，即数量(Volume)、多样性(Variety)、速度(Velocity)和真实性(Veracity)，简称 4V 特征。

- **Volume**：数据量大。数据量的大小决定所考虑的数据的价值和潜在的信息，大数据的起始计量单位至少是 PB(1000TB)、EB(100 万 TB)或 ZB(10 亿 TB)。
- **Variety**：数据类型繁多。包括网络日志、音频、视频、图片、地理位置信息等，多类型的数据对数据的处理能力提出了更高的要求。
- **Velocity**：获得数据的速度快、时效高。这是大数据区别于传统数据挖掘最显著的特征。
- **Veracity**：数据真实性高。随着社交数据、企业内容、交易与应用数据等新数据源的兴起，传统数据源的局限被打破，企业越发需要有效的信息以确保其真实性及安全性。

随着云时代的来临，大数据也吸引了越来越多人的目光。大数据通常用来形容一家公司创建的大量非结构化和半结构化数据，这些数据在下载到关系数据库中用于分析时会花费过多的时间和金钱。大数据分析常和云计算联系到一起，因为实时的大型数据集分析需要向数十、数

百甚至数千台计算机分配工作。

大数据技术的重要性并不在于掌握庞大的数据信息，而在于对这些含有意义的数据进行专业化处理。如今，信息海量存在，但这些数据的价值密度相对较低。如何对这些含有意义的数据进行专业化处理，提高对数据的加工能力，迅速地完成数据的价值“提纯”，是大数据时代亟待解决的难题。

目前，大数据技术已经在各个领域得以应用。如大数据帮助电商公司向客户推荐心仪的商品和服务，大数据帮助社交网站提供更准确的好友推荐，大数据帮助娱乐行业预测歌手、歌曲、电影、电视剧的受欢迎程度，并为企业分析和评估娱乐节目的受众，以帮助企业提升广告投放的精准度。

大数据的收集有很多种方法，如根据人们浏览的网页、搜索的关键字，推测出人们感兴趣的东西，也可以根据 QQ、微信类的社交软件聊天记录来收集有用的信息，还可以通过网页上的调查问卷来了解人们对某种事物的看法和态度。这些收集起来的数据会被存储起来，在需要时运用软件进行分析处理。国家有国家的数据，公司有公司的数据，数据量越大代表实力越强，未来发展的可能性也就越大、越好。

未来，大数据的身影将无处不在，因大数据而产生的变革浪潮将很快淹没地球上的每个角落。大数据将被用来解决社会问题、商业问题、科学技术问题，以及人类的衣食住行问题。

5. 可穿戴计算机

可穿戴计算机(简称可穿戴机)的前身并不光彩。20 世纪 60 年代，美国赌场里的赌客们将小型的摄像头、对讲机等机器挂在身上或放在口袋里，以此得到同伴的信息进而在赌局中获胜。尽管如此，它仍向人们透露了一个信息：人们已不满足于将计算机置于桌面上的人机分离状态，开始思考如何使人机结合得更紧密。

在一些发达国家，可穿戴机已经被广泛应用于危险事件的处理中。大楼起火，烟雾弥漫，漆黑一片，消防员随身佩戴的可穿戴机将信息整合后可以迅速提示其在整个楼房中的位置、楼内哪里还有幸存的生命，从而救出被困人员；灾情突然发生，受伤人员急需现场手术，救护人员通过可穿戴机进行远程会诊，成功实施手术；进行飞机紧急维修的维修工人通过可穿戴机一边阅读存储器中的维修手册，一边与总部沟通，同时自如地进行维修。

1989 年，日本著名漫画家鸟山明在其推出的《龙珠 Z》漫画中创造了一种“战斗力侦测器”，这是一种像眼镜一样戴在头上的东西，佩戴者可以通过目测，看出每一个人的战斗力数值。23 年后，谷歌公司推出了一款谷歌眼镜。虽然这款眼镜看不出战斗力，但拥有主流智能手机的所有功能，通信、数据业务一应俱全。一百多年来，全球科技发展日新月异，科技产品从想象变为现实的例子比比皆是，而其中能大规模商用的比例并不高。谷歌眼镜会是其中之一吗？值得注意的是，尽管思路完全不同，老牌电子消费企业索尼也有自己的商用化头戴式产品，而苹果公司也在动类似的脑筋。“众星捧月”之下，解放双手的头戴式设备到底离我们有多远？其实一点都不远。

在可穿戴机可预见的未来：孩子背着书包出门，父母通过孩子随身佩戴的可穿戴机可看见他所处的环境，随时与他面对面通话；商店里，面对琳琅满目的商品不知所措的丈夫经由妻子的“远程”参考后买回了满意的商品；年迈的父母无法纵情山水，通过在旅游胜地的儿女的眼睛“看旅游”；等等。虽然可穿戴机已在许多特殊任务领域得到充分利用，但人们更希望它早日

进入日常生活。

许多人认为，可穿戴机“无非是一个小的 PC 挂在身上”，一些计算机基础研究者对其也不以为然。可穿戴机虽然看起来是穿戴在人身上工作，但并不能仅仅理解为将计算机穿在身上，在可穿戴计算工程中有 11 项关键技术，如无线自组网络、片上系统(System-on-Chip，SoC)、无线通信、嵌入式操作系统等都是当前计算机科学的难关。业内专家也曾宣称：“任何有利于缩小人机隔阂的研究都是有生命力价值的！”正是基于这一点，国内计算机的先锋“青年计算机科技论坛”曾专门以此为论题召开了可穿戴计算机新技术报告会。加拿大传播学家麦克卢汉在 20 世纪 60 年代就提出了“媒介是人的延伸”，今天的可穿戴计算机正在实现着人身上各个器官的功能，并延长着每一个功能。

6. 虚拟仿真技术

虚拟仿真技术又称虚拟现实技术或模拟技术，就是用一个虚拟的系统模仿另一个真实系统的技术。从狭义上讲，虚拟仿真技术是指 20 世纪 40 年代伴随着计算机技术的发展而逐步形成的一类试验研究的新技术；从广义上讲，虚拟仿真技术在人类认识自然界客观规律的历程中一直被有效地使用着。由于计算机技术的发展，仿真技术逐步自成体系，成为继数学推理、科学实验之后人类认识自然界客观规律的第三类基本方法，而且正在发展成为人类认识、改造和创造客观世界的一项通用性、战略性技术。

人们对仿真技术的期望越来越高，过去，人们只用仿真技术来模拟某个物理现象、设备或简单系统；今天，人们要求能用仿真技术来描述复杂系统，甚至由众多不同系统组成的系统体系。这就要求仿真技术需要进一步发展，并吸纳、融合其他相关技术。

虚拟现实(Virtual Reality，VR)技术，是 20 世纪 80 年代新崛起的一种综合集成技术，涉及计算机图形学、人机交互技术、传感技术、人工智能等。它是由计算机硬件、软件以及各种传感器构成的三维信息的人工环境——虚拟环境，可以逼真地模拟现实世界(甚至是不存在的)的事物和环境，人投入到这种环境中后，立即有一种“身临其境”的感觉，并可亲自操作，自然地与虚拟环境进行交互。

VR 技术主要有三方面的含义：第一，借助于计算机生成的环境是虚幻的；第二，人对这种环境的感觉(视、听、触、嗅等)是逼真的；第三，人可以通过自然的行为(手动、眼动、口说、其他肢体动作等)与这个环境进行交互，虚拟环境还能够实时地做出相应的反应。

虚拟仿真技术则是在多媒体技术、虚拟现实技术与网络通信技术等信息科技迅猛发展的基础上，将仿真技术与虚拟现实技术相结合的产物，是一种更高级的仿真技术。虚拟仿真技术以构建全系统统一的、完整的虚拟环境为典型特征，并通过虚拟环境来集成与控制众多的实体。实体可以是模拟器，也可以是其他的虚拟仿真系统，还可用一些简单的数学模型表示。实体在虚拟环境中相互作用，或与虚拟环境作用，以表现客观世界的真实特征。虚拟仿真技术的这种集成化、虚拟化与网络化的特征，充分满足了现代仿真技术的发展需求。

虚拟仿真技术具有以下 4 个基本特性。

- **沉浸性(Immersion)**：虚拟仿真系统中，使用者可获得视觉、听觉、嗅觉、触觉、运动感觉等多种感知，从而获得身临其境的感受。理想的虚拟仿真系统应该具有能够给人所有感知信息的功能。

- **交互性(Interaction)**：虚拟仿真系统中，不仅环境能够作用于人，人也可以对环境进行控制，而且人是以近乎自然的行为(自身的语言、肢体的动作等)进行控制的，虚拟环境还能够对人的操作予以实时的反应。例如，当飞行员按下导弹发射按钮时，会看见虚拟的导弹发射出去并跟踪虚拟的目标；当导弹碰到目标时会发生爆炸，能够看到爆炸的碎片和火光。
- **虚幻性(Imagination)**：系统中的环境是虚幻的，是由人利用计算机等工具模拟出来的。计算机既可模拟客观世界中以前存在过的或是现在真实存在的环境，又可模拟客观世界中当前并不存在的但将来可能出现的环境，还可模拟客观世界中并不会存在的而仅仅属于人们幻想的环境。
- **逼真性(Reality)**：虚拟仿真系统的逼真性表现在两个方面。一方面，虚拟环境给人的各种感觉与所模拟的客观世界非常相像，一切感觉都是那么逼真，如同在真实世界中一样；另一方面，当人以自然的行为作用于虚拟环境时，环境做出的反应也符合客观世界的有关规律。例如，当给虚幻物体一个作用力时，该物体的运动就会符合力学定律，沿着力的方向产生相应的加速度；当它遇到障碍物时，会被阻挡。

7. 人工智能

人工智能(Artificial Intelligence，AI)是研究、开发用于模拟、延伸和扩展人的智能的理论、方法、技术及应用系统的一门新的科学。

人工智能是计算机科学的一个分支，它试图了解智能的实质，并生产出一种新的能以人类智能相似的方式做出反应的智能机器，该领域的研究包括机器人、语言识别、图像识别、自然语言处理和专家系统等。人工智能从诞生以来，理论和技术日益成熟，应用领域也不断扩大，可以设想，未来人工智能带来的科技产品，将会是人类智慧的“容器”。人工智能可以实现对人的意识、思维的信息过程的模拟。人工智能不是人的智能，但能像人那样思考，也可能超过人的智能。

人工智能是一门极富挑战性的科学，从事这项工作的人必须懂得计算机知识、心理学和哲学。人工智能是一门涉及十分广泛的科学，它由不同的领域组成，如机器学习、计算机视觉等。总的来说，人工智能研究的一个主要目标是使机器能够胜任一些通常需要人类智能才能完成的复杂工作。但不同的时代、不同的人对这种“复杂工作”的理解是不同的。2017 年 12 月，人工智能入选“2017 年度中国媒体十大流行语”。

人工智能的传说可以追溯到古埃及，但随着 1942 年以来电子计算机的发展，已最终可以创造出机器智能。“人工智能”一词最初是在 1956 年的达特茅斯会议上提出的，从那以后，研究者发展了众多理论和原理，人工智能的概念也随之扩展。在人工智能还不长的历史中，它的发展速度比预想的要慢，但一直在前进，从 60 多年前出现至今，已经出现了许多 AI 程序，并且它们也影响了其他技术的发展。

(1) 竞赛 Loebner(人工智能类)

以人类的智慧创造出堪与人类大脑相媲美的机器大脑(人工智能)，对人类来说是一个极具诱惑的领域，人类为了实现这一梦想也已奋斗了很多年。而从一个语言研究者的角度来看，要让机器与人自由交流是相当困难的，甚至说可能会是一个永无答案的问题。人类的语言、人类的智能是如此复杂，以至于我们的研究还并未触及其导向本质的外延部分的边缘。

日常生活中人们开始感受到计算机和人工智能技术的影响，计算机技术的研究不再只属于

实验室中的一小群研究人员。个人电脑和众多技术杂志使计算机技术展现在人们面前，有了像美国人工智能协会这样的基金会，因为 AI 开发的需要，还出现了一阵研究人员进入私人公司的热潮。150 多家像 DEC(它雇用 700 多名员工从事 AI 研究)这样的公司共花了 10 亿美元在内部 AI 开发组上。其他 AI 领域也在 20 世纪 80 年代进入市场，其中一项就是机器视觉。MINSKY 和 MARR 的成果如今用到了生产线上的相机和计算机中，以进行质量控制。尽管还很简陋，但这些系统已能够通过黑白区别分辨出物件形状的不同。到 1985 年美国有一百多家公司生产机器视觉系统，销售额共达 8000 万美元。但 20 世纪 80 年代对 AI 工业来说也不全是好年景。1986 年到 1987 年对 AI 系统的需求下降，使业界损失了近 5 亿美元，Teknowledge 和 Intellicorp 两家公司共损失超过 600 万美元，大约占利润三分之一的巨大损失迫使许多研究领导者削减经费。另一个令人失望的项目是美国国防部高级研究计划署支持的所谓“智能卡车”，这个项目旨在研制一种能完成许多战地任务的机器人。由于项目缺陷和成功无望，Pentagon 停止了该项目的经费。尽管经历了这些受挫的事件，AI 仍在慢慢恢复发展，新的技术在日本被开发出来，如在美国首创的模糊逻辑，它可以从不确定的条件做出决策；还有神经网络，被视为实现人工智能的可能途径。总之，20 世纪 80 年代 AI 被引入市场，并显示出实用价值。可以确信，它将是通向 21 世纪的钥匙。人工智能技术接受检验，在“沙漠风暴”行动中，军方的智能设备经受了战争的考验。人工智能技术被用于导弹系统和预警显示以及其他先进武器。AI 技术也进入了家庭，智能电脑的出现激起了公众的兴趣。一些面向苹果机和 IBM 兼容机的应用软件，例如语音和文字识别软件已可买到。使用模糊逻辑，AI 技术简化了摄像设备，对人工智能相关技术更大的需求促使新的进步不断出现，人工智能已经并且将继续不可避免地改变我们的生活。

(2) 强弱对比

人工智能的一个比较流行的定义，也是该领域较早的定义，是由约翰·麦卡锡(John Mccarthy)在 1956 年的达特茅斯会议上提出的：人工智能就是要让机器的行为看起来就像是人所表现出的智能行为一样。但是这个定义似乎忽略了强人工智能的可能性。另一个定义指人工智能是人造机器所表现出来的智能性。总体来讲，对人工智能的定义大多可划分为 4 类，即机器“像人一样思考”“像人一样行动”“理性地思考”“理性地行动”。这里的“行动”应广义地理解为采取行动，或制定行动的决策，而不是肢体动作。

(3) 强人工智能(Bottom-up AI)

强人工智能观点认为有可能制造出真正能推理(Reasoning)和解决问题(Problem-Solving)的智能机器，并且这样的机器被认为是有知觉的、有自我意识的。强人工智能可以有两类：类人的人工智能，即机器的思考和推理就像人的思维一样；非类人的人工智能，即机器产生了和人完全不一样的知觉和意识，使用和人完全不一样的推理方式。

(4) 弱人工智能(Top-down AI)

弱人工智能观点认为不可能制造出能真正地推理和解决问题的智能机器，这些机器只不过看起来像是智能的，但是并不真正拥有智能，也不会有自主意识。主流科研集中在弱人工智能上，并且一般认为这一研究领域已经取得了可观的成就。强人工智能的研究则处于停滞不前的状态。

(5) 对强人工智能的哲学争论

“强人工智能”一词最初是约翰·罗杰斯·希尔勒针对计算机和其他信息处理机器提出的，其定义为：“强人工智能观点认为计算机不仅是用来研究人的思维的一种工具；相反，只要运行

适当的程序，计算机本身就是有思维的。”在这里，智能的含义是多义的、不确定的，像下面提到的就是其中的例子。利用计算机解决问题时，必须明确知道程序。可是，人即使在不清楚程序时，根据发现(heu-ristic)法而设法巧妙地解决问题的情况是不少的，例如，识别书写的文字、图形、声音等，所谓认识模型就是一例。另外，能力因学习而得到提高，因归纳推理、依据类推而进行的推理等，也是其例。此外，解决的程序虽然是清楚的，但是实现起来需要很长时间，对于这样的问题，人能在很短的时间内找出相当好的解决方法，如竞技比赛等就是其例。还有，计算机在没有给予充分的合乎逻辑的正确信息时，就不能理解它的意义，而人在仅被给予不充分、不正确信息的情况下，根据适当的补充信息，也能抓住它的意义。自然语言就是其例，用计算机处理自然语言，称为自然语言处理。

关于强人工智能的争论不同于更广义的一元论和二元论的争论。其争论要点是：如果一台机器的唯一工作原理就是对编码数据进行转换，那么这台机器是不是有思维的？希尔勒认为这是不可能的，他列举了中文房间的例子来说明，如果机器仅仅是对数据进行转换，而数据本身是对某些事情的一种编码表现，那么在不理解这一编码和实际事情之间的对应关系的前提下，机器不可能对其处理的数据有任何理解。基于这一论点，希尔勒认为即使有机器通过了图灵测试，也不一定说明机器就真的像人一样有思维和意识。

也有一些哲学家持不同的观点。例如，Daniel C. Dennett 在其著作 *Consciousness Explained* 里认为，人也不过是一台有灵魂的机器而已，为什么我们认为人可以有智能而普通机器就不能呢？他认为上述数据转换机器是有可能有思维和意识的。

有的哲学家认为，如果弱人工智能是可实现的，那么强人工智能也是可实现的。比如 Simon Blackburn 在其哲学入门教材 *Think* 里说道，一个人看起来是“智能”的行动并不能真正说明这个人就真的是智能的。我永远不可能知道另一个人是否真的像我一样是智能的，还是说他仅仅是看起来是智能的。基于这个论点，既然弱人工智能认为可以令机器看起来像是智能的，那么就不能完全否定机器真的是智能的。Blackburn 认为这是一个主观认定的问题。

需要指出的是，弱人工智能并非和强人工智能完全对立。也就是说，即使强人工智能是可能的，弱人工智能也仍然是有意义的。至少，今天的计算机能做的事，像算术运算等，在一百多年前被认为是很需要智能的。

1.2　计算机中信息的表示与存储

1.2.1　信息表示的形式

在计算机中，所有的信息都是以二进制的形式表示与存储的。二进制是用 0 和 1 两个数码来表示的数，是计算机技术采用的一种数制。它的基数为 2，进位规则是“逢二进一”，借位规则是“借一当二”。

计算机系统使用二进制的主要原因是在设计电路、进行运算的时候更加简便、可靠、逻辑性强。因为计算机是由电驱动的，电路实现“开/关”的状态可以用数字“0/1”来表示，这样计算机中所有信息的转换电路都可以用这种方式表示。也就是说，计算机系统中数据的加工、存储与传输都可以用电信号的“高/低”电平来表示。

1. 基数和位权

在日常生活中，我们经常遇到数制的概念。例如，计算时间时，60 秒是 1 分钟，60 分钟是 1 小时，用的是六十进制的计数方法。每个星期有七天，超过了七天就是下一个星期，这是七进制计数方法。人们习惯上使用的是十进制记数法，比如乘法口诀表。但在计算机中，常用的计数制除了十进制外，还有二进制、八进制和十六进制。

数制的类型虽然不同，但具有共同的计算和运算规律。数制中有基数和位权两个概念。基数是进位制的基本特征数，即所用到的数码的个数。例如，十进制用 0～9 共 10 个数码表示，基数为 10。

对于多位数，处在不同位置上的数字代表的值不同，每一位数的大小是由该位置上的数乘以基数的若干次幂，这个基数的若干次幂称为位权。基数的幂次由每个数所在的位置决定。排列方式是以小数点为界，整数部分自右向左分别为 0 次幂、1 次幂、2 次幂……小数部分自左向右分别为负 1 次幂、负 2 次幂、负 3 次幂……例如，十进制整数部分第 3 位的位权为 $10^2=100$，而二进制第 3 位的位权为 $2^2=4$，对于 N 进制数，整数部分第 i 位的位权为 $N^{(i-1)}$，而小数部分第 j 位的位权为 N^{-j}。

2. 常用的进位记数制

(1) 十进制

所使用的数码有 10 个，即 0、1、2、…、9，基数为 10，各位的位权是 10^i，进位规则是“逢十进一”。例如，十进制数$(124.56)_{10}$可以表示为：

$$(124.56)_{10}=1\times10^2+2\times10^1+4\times10^0+5\times10^{-1}+6\times10^{-2}$$

(2) 二进制

所使用的数码有 2 个，即 0、1，基数为 2，各位的位权为 2^i，进位规则是“逢二进一”。例如，二进制数$(1101.01)_2$可以表示为：

$$(1101.01)_2=1\times2^3+1\times2^2+0\times2^1+1\times2^0+0\times2^{-1}+1\times2^{-2}$$

(3) 八进制

所使用的数码有 8 个，即 0、1、2、…、7，基数为 8，各位的位权是 8^i，进位规则是“逢八进一”。例如，八进制数$(35.21)_8$可以表示为：

$$(35.21)_8=3\times8^1+5\times8^0+2\times8^{-1}+1\times8^{-2}$$

(4) 十六进制

所使用的数码有 15 个，即 0、1、2、…、9、A、B、C、D、E 和 F(其中 A、B、C、D、E、F 分别表示 10、11、12、13、14、15)，基数为 16，各位的位权是 16^i，进位规则是“逢十六进一”。例如，十六进制数 $(2C7.1F)_{16}$可以表示为：

$$(2C7.1F)_{16}=2\times16^2+12\times16^1+7\times16^0+1\times16^{-1}+15\times16^{-2}$$

数制通常使用括号及下标的方法表示，也可以采用在数的后面加上不同字母来表示不同的数制。如 D(十进制)、B(二进制)、O 或 Q(八进制)、H(十六进制)，什么都不加默认为十进制数。

常用数制的特点如表 1.2 所示。

表 1.2　常用数制的特点

数制	基数	数码	进位规则	标识
十进制	10	0、1、2、3、4、5、6、7、8、9	逢十进一	D
二进制	2	0、1	逢二进一	B
八进制	8	0、1、2、3、4、5、6、7	逢八进一	O 或 Q
十六进制	16	0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、A、B、C、D、E、F	逢十六进一	H

3. 不同数制间的转换

计算机采用的是二进制数，日常生活中人们习惯使用十进制数，所以计算机在处理数据时先将人们输入的十进制数转换为二进制数，待数据处理之后，再将二进制数转换为十进制数输出。

(1) 十进制数转换为非十进制数

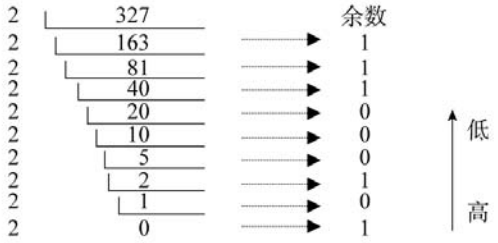
十进制数转换成非十进制数，需要将整数部分与小数部分分别进行转换。整数部分采用“除基取余法”，小数部分采用“乘基取整法”。

① 十进制整数转换为非十进制整数

采用“除基取余法”，即把给定的数除以基数，取余数作为转换后进制数的最低位数码，然后继续将所得到的商反复除以基数，直至商为 0 为止，将所得到的余数从下到上进行排列即可。

例如，用“除基取余法”将十进制整数 327 转换为二进制整数。

“除基取余法”的转换过程如下：



即$(327)_{10}=(101000111)_2$

② 十进制小数转换为非十进制小数

采用“乘基取整法”，即把给定的十进制小数乘以基数，取其整数作为二进制小数的第一位，然后取小数部分继续乘以基数，将所得整数部分作为第二位小数，重复操作直至乘积的小数部分为 0 或达到精度要求为止，得到所需要的二进制小数。

例如，将十进制小数 0.625 转换为二进制小数。

小数部分	取整	
0.625 ×2=$\boxed{1}$.25	1	高
0.25×2=$\boxed{0}$.5	0	
2 ×0.5=$\boxed{1}$.0	1	低

即$(0.625)_{10}=(0.101)_2$

(2) 非十进制数转换为十进制数

非十进制数转换为十进制数采用“按权展开法”，即先把各位非十进制数按权展开，写成多项式，然后计算十进制结果。

例如，写出$(1101.01)_2$、$(237)_8$、$(10D)_{16}$的十进制数。

$$(1101.01)_2 = 1\times2^3+1\times2^2+0\times2^1+1\times2^0+0\times2^{-1}+1\times2^{-2}$$
$$=8+4+0+1+0+0.25$$
$$=(13.25)_{10}$$

$$(237)_8 = 2\times8^2+3\times8^1+7\times8^0$$
$$=128+24+7$$
$$=(159)_{10}$$

$$(10D)_{16} = 1\times16^2+0\times16^1+13\times16^0$$
$$=256+0+13$$
$$=(269)_{10}$$

(3) 二进制与八、十六进制数的转换

二进制数与八进制数以及十六进制数存在着倍数的关系，例如 $2^3=8$，$2^4=16$，所以它们之间的转换非常方便。

二进制数转换为八进制数，可以用“三位并一位”的方式，以小数点为界，将整数部分从右侧向左侧，每三位一组，当最后一组不足三位时，在该组的最左方添“0”补足三位；小数部分从左侧至右侧，每三位一组，当最后一组不足三位时，在该组的最右方添“0”补足三位。然后将各组的三位二进制数，按照各自的位权 2^2、2^1、2^0 展开后相加，就得到了八进制数。

例如，将二进制数$(10110111.01101)_2$转换为八进制数，转换过程如下：

二进制:	010	110	111	.	011	010
	↓	↓	↓		↓	↓
八进制:	2	6	7	.	3	2

结果为：$(10110111.01101)_2 = (267.32)_8$

八进制数转换为二进制数，用“一位拆三位”的方法，即将每位八进制数用对应的三位二进制数展开表示。

例如，将八进制数$(123.46)_8$转换为二进制数。

八进制:	1	2	3	.	4	6
	↓	↓	↓		↓	↓
二进制:	001	010	011	.	100	110

结果为：$(123.46)_8 = (1010011.10011)_2$

同理，将二进制数转换为十六进制数时，采用“四位并一位”的方法，十六进制数转换为二进制数时，采用“一位拆四位”的表示方法。

例如，用“四位并一位”的方法将二进制数$(110110111.01101)_2$转换为十六进制数。

二进制:	0001	1011	0111	.	0110	1000
	↓	↓	↓		↓	↓
十六进制:	1	B	7	.	6	8

结果为：$(110110111.01101)_2 = (1B7.68)_{16}$

用“一位拆四位”的方法将十六进制数$(7AC.DE)_{16}$转换成二进制数。

十六进制：	7	A	C	.	D	E
	↓	↓	↓		↓	↓
二进制：	0111	1010	1100	.	1101	1110

结果为：　$(7AC.DE)_{16} = (11110101100.1101111)_2$

(4) 八进制、十六进制之间的转换

八进制、十六进制之间的转换可以借助二进制来实现。例如，要将八进制转换成十六进制，先将八进制转换成二进制，然后将二进制转换成十六进制。同理，要将十六进制转换成八进制，先将十六进制转换成二进制，再将二进制转换成八进制。

4. 二进制数的算术运算

(1) 二进制数的加法运算规则

0+0=0，1+0=1，0+1=1，1+1=10(向高位进位)。

例如，完成$(1101)_2+(1011)_2=(11000)_2$的运算。

被加数		1	1	0	1
加数		1	0	1	1
进位	+)	1	1	1	1
和	1	1	0	0	0

(2) 二进制数的减法运算规则

0−0=0，1−0=1，1−1=0，0−1=1。

例如，完成$(1010)_2-(0101)_2=(0101)_2$的运算。

被减数		1	0	1	0
减数		0	1	0	1
错位	−)	1		1	
差		0	1	0	1

(3) 二进制数的乘法运算规则

0×0=0，0×1=1，1×0=1，1×1=1。

例如，完成$(1010)_2\times(0101)_2=(0110010)_2$的运算。

被乘数				1	0	1	0
乘数			×)	0	1	0	1
				1	0	1	0
			0	0	0	0	
		1	0	1	0		
	0	0	0	0			
	0	1	1	0	0	1	0

(4) 二进制数的除法运算规则

0÷1=0，(1÷0 无意义)，1÷1=1。

例如，完成$(10100)_2 \div (100)_2 = (101)_2$的运算。

$$
\begin{array}{r|l}
 & \quad 101 \\
\hline
100 & 10100 \\
 & 100 \\
\hline
 & \quad 100 \\
 & \quad 100 \\
\hline
 & \qquad 0
\end{array}
$$

1.2.2 数值型数据的编码

计算机中处理的数据分为数值和非数值两种类型。数值型数据具有量的含义，如正数、负数、分数、小数等；非数值型数据是指没有量的含义的所有其他信息，如输入计算机中的汉字、英文符号、运算符号等。这些数据信息，在计算机中都是以二进制代码表示的。每串二进制数代表的数据不同，含义也是不同的。本节主要探讨数值型数据在计算机中的编码方式。

1. 信息的存储单位

(1) 位(bit)

位，简写为“b”，读作“比特”，表示二进制中的 1 位。计算机中的数据都是以 0 和 1 来表示的。一个二进制位只能有一种状态，即只能存放二进制数“0”或者“1”。

(2) 字节(Byte)

字节，简写为“B”，读作“拜特”，是计算机信息中用于描述存储容量和传输容量的一种计量单位。字节是计算机的基本存储单位，用 B 表示。1 字节由 8 个二进制位组成，即“1B=8b”。

常用的存储单位还有 KB、MB、GB、TB，它们之间的换算关系为：

KB：千字节　　$1KB=1024B=2^{10}B$

MB：兆字节　　$1MB=1024KB=2^{20}B$

GB：吉字节　　$1GB=1024MB=2^{30}B$

TB：太字节　　$1TB=1024GB=2^{40}B$

(3) 字长

字是指计算机的 CPU 在同一时间内处理的一组二进制数，而这组二进制数的位数就是“字长”。字长直接反映了计算机的计算精度，字长越长，计算机一次性处理的数字位数越多，处理数据的速度就越快。早期的计算机处理器的字长一般是 8 位和 16 位。目前市面上的计算机处理器基本上是 32 位和 64 位。字长受软件系统的制约，如果某台计算机的 CPU 是 64 位的，但是安装的是 32 位的操作系统，也只当成 32 位的 CPU 使用。所以 64 位处理器必须与 64 位的系统软件配套使用，否则无法体现其字长的优越性。

通常，字节的每一位自右向左依次编号。例如对于 32 位机器，各位依次编号为 b0～b31，位、字节和字长的关系如图 1.3 所示。

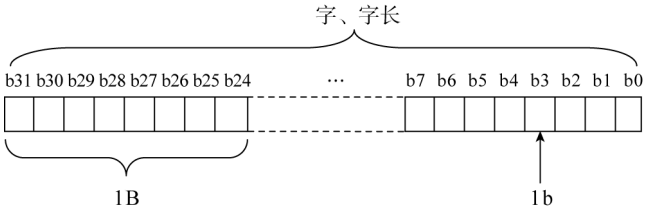


图 1.3　位、字节和字长的示意图

2. 数值型数据的编码方式

一个数在计算机中的表示形式称为机器数，而把原来的数值称为机器数的真值。由于采用二进制，在计算机中数的正、负只能用 0 和 1 表示，0 表示正数，1 表示负数，即把符号数字化。原码、反码和补码是把符号位和数值位一起编码的表示方式。

(1) 原码

正数的符号位用 0 表示，负数的符号位用 1 表示，数值部分用二进制数的绝对值表示，这种表示称为原码表示。

例如，求$(+69)_{10}$和$(-69)_{10}$的原码

因为　$(69)_{10} = (1000101)_2$

$(+69)_{原} = 0 \quad 1000101$

$(-69)_{原} = 1 \quad 1000101$

符号位　数值

所以$(+69)_{10}$的原码为$(01000101)_2$，$(-69)_{10}$的原码为$(11000101)_2$。

数 0 也有“正零”和“负零”之分，+0 的原码=00000000，−0 的原码=10000000。

用原码表示一个数既简单又直观。但如果用原码直接对两个同号数相减或者两个异号数相加，则会产生错误的计算结果。例如，将十进制数$(+1)_{10}$与$(-1)_{10}$的原码直接相加，会产生错误。从数学上看，两者相加，结果应该为 0，然而如果用原码直接相加，结果则为“−2”。计算过程如下：

+1 的原码为 00000001

−1 的原码为 10000001

两者相加为：

$$\begin{array}{r} 00000001 \\ 10000001 \\ \hline 10000010 \end{array}$$

可见，结果的符号位为 1，代表负数，真值为“0000010”。这个结果等于十进制的“−2”，可见，将原码直接相加这种做法是不正确的。所以为解决此问题，在计算机中引入了反码和补码的概念。

(2) 反码

计算机中规定，反码的最高位为符号位。正数的反码与原码相同，负数的反码是对原码除符号位外各位按位取反，即 1 取反变为 0， 0 取反变为 1。

例如，求十进制数$(+5)_{10}$与$(-5)_{10}$的反码。

若用 1 字节表示，将十进制数$(5)_{10}$转换为二进制数为$(00000101)_2$。

因为“+5”是正数，转换为二进制数的原码为 00000101，所以反码与原码相同，$(+5)_{反}=(00000101)_2$；而“−5”是负数，转换为二进制数的原码为$(10000101)_2$，所以原码符号位不变，其余按位取反，$(-5)_{反}=(11111010)_2$。

(3) 补码

正数的补码就是其原码，负数的补码是先求其反码，然后在最低位+1。

例如，十进制数$(+5)_{10}$与$(-5)_{10}$的补码用 1 字节表示为：

$(+5)_{10}=(00000101)_{原}=(00000101)_{反}=(00000101)_{补}$

$(-5)_{10}=(10000101)_{原}$

$(-5)_{10}=(11111010)_{反}$

$(-5)_{10}=(11111011)_{补}$

补码没有“+0”和“−0”的区别，即 0 补码只有一种形式。

(4) 定点数与浮点数

数值除了有正负之分，还有整数和小数之分。计算机不仅能处理带符号的数值问题，还能解决数值中存在的小数点问题。计算机系统规定，小数点是用隐含规定位置的方式来表示，并不占用二进制位。同时，根据小数点位置是否固定，数的表示方法可分为定点数和浮点数。

① 定点数

定点数指小数点在数中的位置是固定不变的，通常有定点整数和定点小数之分。定点整数是将小数点位置固定在数值的最右端，定点小数是将小数点位置固定在有效数值的最左端，符号位之后，如图 1.4 所示。

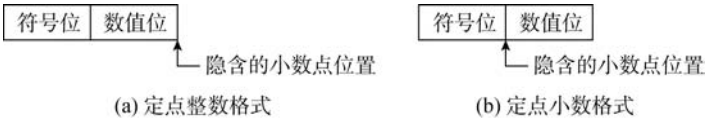


图 1.4　定点数格式

② 浮点数

小数点位置浮动变化的数称为浮点数。对十进制来说，浮点数是以 10 的 n 次方表示的数。例如，十进制数 245.78，使用浮点表示法为 0.24578×10^3。其中 0.24578 为一个定点数，3 表示小数点向右移动 3 位。当浮点数采用指数形式表示时，指数部分称为“阶码”，小数部分称为“尾数”。尾数和阶码有正负之分，例如，二进制数“−0.00111”，浮点表示为“-0.111×2^{-2}”，这里尾数(−0.111)和阶码(−2)都是负数。尾数的符号表示数的正负，阶码的符号则表明小数点的实际位置。

浮点数的格式多样化，假设一个浮点数有 32 位二进制的长度，其最左端第 1 位为该数指数的符号位，也就是 10 的 n 次方的 n 的符号位；第 2～8 位为该数的指数位，也就是 n 的二进制值；第 9 位是该数的符号位，其余的第 10～32 位为底数位。

例如，二进制数“+111100011”，使用浮点表示为“$+0.111100011\times2^9$”，则阶码为 9(即二进制定点整数为 1001)，尾数为“+0.111100011”，存储在计算机中的浮点数表示形式如图 1.5 所示。

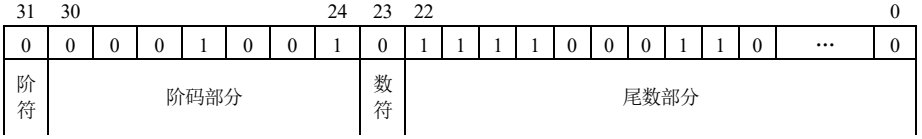


图 1.5　浮点数示例

1.2.3　非数值型数据的编码

1. 字符编码

字符编码，即用规定的二进制数表示输入到计算机中的字符的方法。字符编码是人与计算机进行通信、交互的重要方式。国际上采用的是美国信息交换标准码(American Standard Code for Information Interchange)，即 ASCII 编码。

在计算机内，每个字符的 ASCII 编码用 1 字节(8 位)来存放，字节的最高位(b_7)为校验位，通常用“0”来填充，后 7 位($b_6 b_5 b_4 b_3 b_2 b_1 b_0$)为编码值，7 位二进制共有 128 种状态($2^7$= 128)，可表示 128 个字符，即 26 个小写字母、26 个大写字母、10 个数字、32 个符号、33 个控制符号和 1 个空格，如表 1.3 所示。7 位编码的 ASCII 编码是目前使用最为广泛的字符编码，称为标准的 ASCII 编码字符集。

表 1.3　ASCII 字符与编码对照表

$b_3b_2b_1b_0$	$b_7b_6b_5b_4$							
	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111
0000	NUL	DLE	SP	0	@	P	`	p
0001	SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q
0010	STX	DC2	“	2	B	R	b	r
0011	ETX	DC3	#	3	C	S	c	s
0100	EOT	DC4	$	4	D	T	d	t
0101	ENQ	ANK	%	5	E	U	e	u
0110	ACK	SYN	&	6	F	V	f	v
0111	BEL	ETB	‘	7	G	W	g	w
1000	BS	CAN	(	8	H	X	h	x
1001	HT	EM	)	9	I	Y	i	y
1010	LF	SUB	*	:	J	Z	j	z
1011	VT	ESC	+	;	K	[	k	{
1100	FF	FS	,	<	L	\	l	|
1101	CR	GS	-	=	M	]	m	}
1110	SO	RS	.	>	N	^	n	～
1111	SI	US	/	?	O	_	o	DEL

其中，可打印或显示的字符共有 95 个，称为图形字符，这些字符有确定的结构形状，在计算机的键盘上有对应的物理按键，可在显示器或打印机等输出设备上输出，通过键盘输入时，

就可以将相应字符的二进制编码输入计算机内。例如，在键盘上输入大写字母“X”，则其对应的 ASCII 码值“01011000”被输入计算机内，该 ASCII 码值对应着十进制数“88”。

其他的属于控制字符，不能被显示或者打印，这类字符一共有 33 个，总共分为 5 类：用于数据传输控制的传输类控制字符 10 个；用于控制数据位置的格式类控制字符 6 个；用于控制辅助设备的设备类控制字符 4 个；用于分隔或限定数据信息的分隔类控制字符 4 个；其他的控制字符、空格字符和删除字符有 9 个。

这些字符大致满足了各种编程语言以及常见控制命令的需要。

2. 汉字编码

计算机在处理英文、汉字、数字等文字信息的时候，会将它们看成由一些基本字符和符号组成的字符串，比如说中文词组“计算机”是由“计”“算”“机”三个汉字组成的。英文单词“Hello”是由“H”“e”“l”“l”“o”五个字符组成的。这些基本的字符都对应着一组二进制代码，计算机对文字信息的处理实际上就是对这些二进制代码进行处理。

对于英语这类拼音文字来说，基本的符号少，编码容易，所以在计算机中对这类拼音文字的处理，如输入、输出、存储等都是用统一的代码，例如 ASCII 编码。而汉字数量众多、编码相对困难，对汉字进行编码的时候，用同一代码很难解决汉字输入、汉字存储与交换、汉字输出的问题，所以计算机中对汉字的处理采取了不同的编码，分别是汉字输入码、汉字交换码、汉字内码、汉字字形码。

(1) 汉字输入码

汉字输入码也称外码，是为了将汉字输入计算机而编制的代码，是代表某一汉字的一串键盘符号。同一个汉字，输入法不同，输入码也会不同。例如，输入“国”字，用拼音输入法输入时，先输入拼音 guo，然后选择字，而用五笔输入法输入时，输入码是 lg。无论使用哪种输入法，输入的汉字都会转换成相应的机内码并进行存储。

(2) 汉字交换码

汉字交换码是指不同的具有汉字处理功能的计算机系统之间在交换汉字信息时所使用的代码标准。目前国内计算机系统所采用的标准信息处理交换码，是基于 1980 年制定的国家标准《信息交换用汉字编码字符集》(GB 2312—80)修订的国标码。国标码是简化字的编码标准。

国标码表一共收录了 6763 个汉字和 682 个图形符号，共 7445 个。其中，6763 个汉字按照使用的频率和用途，又分为一级常用汉字 3755 个，二级次常用汉字 3008 个。其中一级汉字按拼音字母顺序排列，二级汉字按偏旁部首排列。

每个汉字采用 2 字节进行编码，每字节各取 7 位，这样可对 128×128=16384 个字符进行编码。为了与 ASCII 编码兼容和统一，以及留出控制字符等因素预留出 0～32 号和 127 号，共 34 个控制字符。也就是说，每字节的有效取值为第 33 号～第 126 号(即对应的十六进制数为 21H～7EH)，这个取值范围可以“独立”地表示 94×94 共 8836 个汉字字符。另外，组成汉字的 2 字节中，第一个称为“区”，第二个称为“位”。也就是说，该字符集有 94 个区，每个区分 94 位。例如，“中”字的国标码为 5650H(十六进制)。

(3) 汉字内码

汉字内码又称为机内码，是指在计算机内部用于存储、交换、检索汉字信息的编码，是汉字系统中使用的二进制字符编码，一般采用 2 字节表示。向计算机输入汉字时可以通过不同的

输入法输入，但是汉字的内码在计算机中是唯一的，这些通过键盘等输入设备输入的输入码被计算机接收后，由汉字操作系统的“输入码转换模块”转换为汉字内码，通过汉字内码可以达到通用和高效率传输文本信息的目的。

(4) 汉字字形码

汉字字形码是文字信息的输出编码，是将汉字字形经过点阵数字化后形成的一串二进制数，用于汉字的显示和打印。计算机对各种文本信息进行二进制编码后，必须将其转换为能够理解的各种字形、字体的文字格式，然后通过输出设备输出。通常，汉字字形码用点阵、矢量函数表示，分别称为点阵字库和矢量字库。

① 点阵字库

当用点阵表示字形时，汉字字形码就是这个汉字字形点阵的代码。不论一个字的笔画有多少，都可用一组点阵进行表示，每个点即二进制的一位，用“0”“1”的不同状态来表示文字的明暗、文字的不同颜色或文字的笔画是否存在等特征。根据输出的文字要求不同，文字点的多少也不同。一般来说，点阵越大，点数越多，字的分辨率就越高，输出的字形就越清晰、美观、细腻。但是这类字库不能放大，否则文字的边缘就会出现锯齿现象。

常见的点阵有简易型 16×16、普及型 24×24、提高型 32×32、精密型 48×48 等。以 16×16 点阵字为例，把汉字“你”划分为 16×16 的网格。对每一个小方格，用一位二进制位来表示，用 0 表示无笔画，用 1 表示有笔画，那么用一组二进制数就可以将这个字形表示出来，即 0000000000000000……然后用这组二进制数就可以在屏幕上显示或在打印机上打印该字形了，这组二进制数就称为该字的字形码。保存这样一个字需要 16×16 位“二进制位”，转换为字节则是 16×16/8=32 字节，即 32B 存储空间。汉字“你”的存储格式示意图如图 1.6 所示。

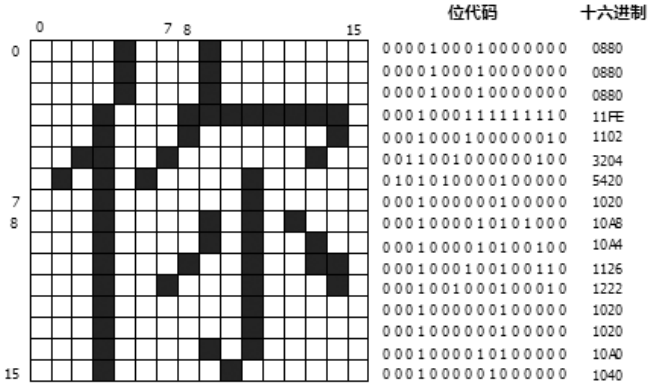


图 1.6　汉字“你”的存储格式示意图

② 矢量字库

矢量字形码是指通过数学曲线来对汉字进行描述的字形码。它的基本原理是根据一定的数学模型，将每个字符的笔画特征，如笔画的起始坐标、终止坐标、半径、弧度等，分解成数学模型中定义好的各种直线和曲线，然后记下这些直线和曲线的参数。在显示、打印矢量字形码的时候根据具体的尺寸大小，再根据记录下来的参数画出这些线条，就还原了原来的字符。用矢量字形码描述的汉字理论上可以被无限放大，放大后汉字的笔画轮廓仍然能保持圆滑，打印时使用的字库均为此类字库。

Windows 操作系统中使用的字库也分点阵字库和矢量字库两类，在 FONTS 目录下，如果

字体文件的扩展名为FON，则表示该文件为点阵字库；如果字体文件的扩展名为TTF，则表示该文件为矢量字库。

在汉字的输入、输出过程中，汉字输入码、汉字交换码、汉字机内码，以及汉字字形码的转换过程如图1.7所示。

图1.7　汉字的转换示意图

以输入汉字“学生”为例，在键盘上利用输入码输入“xue sheng”，在计算机内部转换成的十六进制交换码编码为“D1A7　C9FA”，交换码进一步转换成二进制的内码为“1101 0001 1010 0111　1100 1001 1111 1010”，最后再将其转换为“0-1”的点阵格式字形码进行输出。

1.3　计算机病毒及防治

在计算机网络日益普及的今天，几乎所有的计算机用户都受到过计算机病毒的侵害。有时，计算机病毒会对人们的日常工作造成很大的影响。因此，了解计算机病毒的特征，学会如何预防、消灭计算机病毒是非常必要的。

1.3.1　计算机病毒的概念

什么是计算机病毒呢？与微生物学中“病毒”的概念不同，计算机病毒不是天然存在的，而是计算机病毒制造者根据计算机软硬件所固有的某种脆弱性蓄意编制出来的具有特殊功能的一段程序；而与微生物学中的病毒相同的是，计算机病毒也具有传染和破坏的性质，并可能随着时间的推移演变为新的变种。

我国在1994年正式颁布的《中华人民共和国计算机信息系统安全保护条例》中对计算机病毒的定义为：计算机病毒是指编制或者在计算机程序中插入的破坏计算机功能或者损坏数据，影响计算机使用，并能自我复制的一组计算机指令或程序代码。

计算机病毒(如图 1.8 所示)可以对计算机系统造成很大的危害。在网络系统中，恶性病毒可以中断一个大型计算机中心的正常工作，并可将病毒的副本在短时间内传递给数千台机器，使一个计算机网络陷于瘫痪；对于单机系统，恶性病毒往往是删除文件、修改数据和格式化磁盘等。鉴于计算机病毒给信息化社会带来的危害，世界各国纷纷将制作和散布计算机病毒的行为定性为犯罪行为。

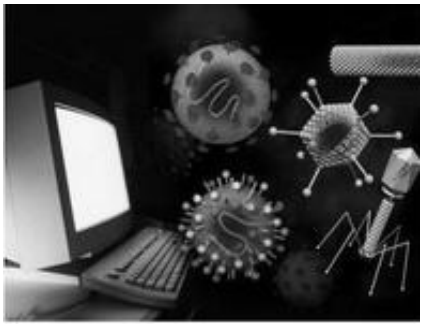


图1.8　计算机病毒

1.3.2　计算机病毒的特点及分类

1. 计算机病毒的特点

计算机病毒具有生物病毒的某些特性，如破坏性、传染性、潜伏性、寄生性；同时还具有其自身独有的性质，如可触发性和不可预见性等。

(1) 破坏性

计算机病毒的破坏性因计算机病毒的种类不同而差别很大。有的计算机病毒仅干扰软件的运行而不破坏该软件；有的无限制地侵占系统资源，使系统无法运行；有的可以毁掉部分数据或程序，使之无法恢复；有的恶性计算机病毒甚至可以毁坏整个系统，导致系统崩溃。据统计，全世界因计算机病毒所造成的损失每年以数百亿美元计。

(2) 传染性

传染性即自我复制能力，是计算机病毒最根本的特征，也是病毒和正常程序的本质区别。计算机病毒具有很强的繁殖能力，能通过自我复制到内存、硬盘和 U 盘，甚至传染到所有文件中。Internet 日益普及，数据共享使得不同地域的用户可以共享软件资源和硬件资源，但与此同时，计算机病毒也可通过网络迅速蔓延到联网的计算机系统。

(3) 潜伏性

有些计算机病毒并不会立即发作，它可以隐藏在系统中，等到满足一定条件时才发作。在潜伏期中，它并不影响系统的正常运行，只是悄悄地复制、传播自身，一旦满足某种条件(例如某个特定的日期)，就会对系统产生很大的破坏作用。

(4) 寄生性

一般计算机病毒并不独立存在，而是寄生在某种载体中，当载体被激活时，计算机病毒也随之发作。计算机病毒寄生的载体通常有磁盘系统区和文件。寄生在磁盘系统区的计算机病毒称为系统型病毒，其中引导区病毒最常见；寄生于文件中的计算机病毒称为文件型病毒。还有一部分计算机病毒既寄生于系统区又寄生于文件区，称为混合型病毒。

(5) 可触发性

计算机病毒没有被激活时，它可以像其他普通程序一样，安静地保存在系统中，没有传染力也不具有杀伤性；一旦满足某种触发条件或遇到某种特定文件，计算机病毒就会被激活，危害系统的安全。计算机病毒的触发条件通常是某个日期、时间、某种文件类型或某种数据等。

(6) 不可预见性

计算机病毒种类繁多，破坏性各异，某些计算机病毒随着时间的推移，还可以自我演变为未知的变种。人们可以查杀已知计算机病毒，对未知计算机病毒或已知计算机病毒的变种却无能为力。这也是现代计算机杀毒软件所面临的一大难题。

2. 计算机病毒的分类

计算机病毒种类繁多，根据其特点不同，可按不同的准则进行分类。

(1) 按计算机病毒的破坏能力，可分为良性病毒和恶性病毒。

良性病毒是指不破坏系统数据的病毒，通常只显示一段信息、发出声响或占用少量磁盘空间，而不会使系统彻底瘫痪。

恶性病毒是指病毒制造者蓄意破坏被感染计算机的系统数据，其破坏力和危害程度很高，常见的破坏手段有删除文件、修改数据和格式化硬盘等。

(2) 按计算机病毒的传染方式，可分为磁盘引导区传染的病毒、操作系统文件传染的病毒和一般应用程序传染的病毒。

磁盘引导区传染的病毒是指用计算机病毒自身的信息取代正常的引导记录。

操作系统文件传染的病毒是指寄生在操作系统提供的文件中的计算机病毒。

一般应用程序传染的病毒是指寄生在一般应用程序的计算机病毒，这些计算机病毒随着被寄生的应用程序的运行而发作，寻找可以感染的对象进行传染。

(3) 按病毒程序特有的算法，可将病毒分为伴随型病毒、蠕虫病毒、特洛伊木马和寄生型病毒等。

伴随型病毒主要存在于 DOS 中，这一类病毒并不改变可执行文件本身，而是产生可执行文件的伴随体，这些伴随体与原可执行文件具有同样的名字和不同的扩展名(com)。计算机病毒把自身写入 com 文件，当 DOS 加载文件时，伴随体被优先执行，从而引发计算机病毒发作。

蠕虫病毒并不改变文件和资料信息，而是利用网络从一台机器传播到其他机器中，除内存外，蠕虫病毒一般不占用其他资源。蠕虫病毒倾向于在网络上感染尽可能多的计算机，而不是像普通计算机病毒那样在一台计算机上尽可能多地复制自身。

特洛伊木马程序表面上伪装成一般的应用程序，但暗地里会对系统进行恶意操作。与一般计算机病毒不同，特洛伊木马不会进行自我复制。

寄生型病毒是指计算机病毒附加在主程序上，一旦执行这种被感染的程序，计算机病毒就会被激活，感染后的文件将会以不同于原先的方式运行从而产生无法预料的后果，如破坏用户数据或者删除硬盘的文件等。

1.3.3 计算机染毒的症状与防治措施

1. 计算机感染病毒的常见症状

通常，感染病毒的计算机具有如下症状。

- 计算机中的某些文件或文件夹无故消失。
- 运行的应用程序无反应。
- 计算机运行速度突然变慢。
- 计算机含有可疑的启动项。
- 杀毒软件无法正常进行杀毒操作。
- 计算机出现无故蓝屏、运行程序异常。
- 计算机经常出现死机现象或不能正常启动。
- 显示器上经常出现一些莫名其妙的信息或异常现象。

随着制造病毒和反病毒双方较量的不断深入，计算机病毒制造者的技术越来越高，计算机病毒的欺骗性、隐蔽性也越来越好。因此，只有在实践中细心观察才能发现计算机的异常现象。

2. 计算机病毒的防治措施

计算机病毒的防治包括预防和杀毒两个方面。预防胜于治疗，预防计算机病毒对保护个人计算机系统免受病毒破坏是非常重要的。如果个人计算机被病毒攻击，则亡羊补牢为时未晚，因此查杀和预防都是不可忽视的。

(1) 计算机病毒的预防

预防计算机病毒首先要在思想上重视，加强管理，防止计算机病毒的入侵。一般来说，可采取下列措施：

- 及时下载、安装最新操作系统的安全漏洞补丁。
- 安装防火墙软件和杀毒软件，并定期对其进行升级。

- 及时取消不必要的共享目录。
- 不运行来路不明的软件。
- 不使用来路不明的光盘和可移动磁盘。如果必须使用，则应先使用杀毒软件查杀病毒。
- 慎重对待垃圾邮件，慎用从网上下载的软件。
- 上网浏览时，开启杀毒软件的实时监控功能，不随便单击不安全的陌生网站，避免访问非法网站。
- 定期使用杀毒软件对计算机进行全面查杀病毒。
- 定期对计算机硬盘数据进行备份，一旦系统被计算机病毒破坏，可以短时间内恢复系统和数据。

(2) 计算机病毒的清除

计算机病毒的清除，是指运用计算机病毒检测技术检测计算机病毒程序，然后根据具体计算机病毒的清除方法从被传染的程序中去除计算机病毒代码部分，并恢复文件的原有结构信息。

一般来说，计算机如果被病毒感染，应该立即清除。通常采用人工处理和反病毒软件清除两种方法。

人工处理的方法主要有格式化磁盘、删除被感染的文件或者覆盖被病毒感染的文件。运用反病毒软件清除计算机病毒是较为经济、省时省力的方法。目前市面上的杀毒软件种类很多，如《360 杀毒》和《金山毒霸》等，这些杀毒软件功能强大、界面友好，并且厂商的技术支持完善，可以及时下载升级包更新病毒信息库，以检测和清除层出不穷的新病毒。

此外，在云计算和云存储的理念之上，中国信息技术企业进一步提出了“云安全”(Cloud Security)的概念。云安全是网络时代信息安全的最新体现，它融合了并行处理、网格计算、未知病毒行为判断等新兴技术和概念，通过网状的大量客户端对网络中软件行为的异常进行监测，获取互联网中木马、恶意程序的最新信息，传送到 Server 端进行自动分析和处理，再把病毒和木马的解决方案分发到每一个客户端。2009 年 6 月，基于云安全理念的云杀毒技术面世。《金山贝壳木马专杀》产品问世，成为国内第一款“100%云查杀”的产品。云杀毒本质依然是基于特征码杀毒，但能降低杀毒软件升级的频率，降低查杀的内存占用，减小本地数据库的容量。瑞星、卡巴斯基、360 和金山等公司都推出了云安全解决方案。