



教育部大学计算机课程改革项目规划教材

# 大学计算机 ——计算思维视角

(第2版)

□ 陈国良 主编

□ 王志强 毛睿 张艳 等编著

高等教育出版社

教育部大学计算机课程改革项目规划教材

# 大学计算机——计算思维视角

Daxue Jisuanji——Jisuan Siwei Shijiao

(第2版)

陈国良 主 编  
王志强 毛 睿 张 艳 等编著

高等教育出版社·北京

## 内容提要

本书是在《计算思维导论》(陈国良主编、高等教育出版社出版)一书的基础上,根据教育部高等教育司教改项目“以计算思维为导向的计算机基础课程研究”的研究成果编写而成。

全书共分8章,主要内容包括计算机基础知识、计算理论与计算模型、算法基础、程序设计基础、计算机硬件基础、计算机软件基础、IT新技术和大学计算机素质教育等。本书以计算思维为主线,着重培养学生的问题求解能力、系统设计能力和人类行为理解能力。

本书结构清晰,内容深入浅出,可作为非计算机专业大学计算机基础课程教材,也可作为高等学校计算机专业的计算机导论教材、社会各类培训的计算机公共教材。

## 图书在版编目(CIP)数据

大学计算机:计算思维视角 / 陈国良主编; 王志强等编著. --2版. --北京:高等教育出版社,2014.10  
ISBN 978-7-04-041037-2

I. ①大… II. ①陈…②王… 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(2014)第 196074 号

策划编辑 饶卉萍  
插图绘制 尹文军

责任编辑 饶卉萍  
责任校对 张小楠

封面设计 张申申  
责任印制 张福涛

版式设计 余杨

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  
印 刷 北京奥鑫印刷厂  
开 本 787mm×1092mm 1/16  
印 张 19.75  
字 数 480千字  
购书热线 010-58581118  
咨询电话 400-810-0598

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>  
版 次 2012年10月第1版  
2014年10月第2版  
印 次 2014年10月第1次印刷  
定 价 32.20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 41037-00

## 序 言

众所周知,推动人类文明进步和科技发展有三大科学,即理论科学、实验科学和计算科学。计算科学能作为三大科学之一,可见其意义重大!然而作为计算科学主要内容的计算机科学目前的现状却不是令人乐观的:因特网的普及发展,使计算机科学技术呈现了泛在化和社区平民化的趋势;计算机科学技术本身的巨大进步和计算机的易学易用性,致使大学计算机教育存在的必要性遭受到质疑,甚至有渐趋消亡的危机。凡此种种,淡化了计算机科学的科学内涵,削弱了计算机科学的学术魅力,掩盖了计算机科学的内在之美。

我们作为计算机科学的教育工作者应该积极行动起来,纠正社会上对计算机科学的片面理解,改变计算机科学没有理论只是工具的社会不良形象,扭转计算机科学在现代社会中可有可无的错误观点,树立计算机科学在科学研究、工程技术和信息化社会中的中心位置!

我们要提倡计算思维在教育和科研中的重要作用,要将计算思维引入到大学计算机基础课程中,通过它来改变大学计算机教育沿袭了几十年的传统教学模式,从而振兴大学的计算教育。我们要改变过去大学计算机基础课程只讲工具对学生所造成的枯燥、乏味之感以及学生学习计算机课程的兴趣普遍下降的现象,要激发学生对计算机科学的兴趣和热爱以及快乐和力量,要传承计算文化和体现计算之美以及展示学科魅力。我们要致力于使计算思维成为公众的常识和人们普遍的思考方式,将计算思维真正融入到人类的一切活动之中。当我们这样做时,计算思维就是引导计算机教育家、研究者和实践者们的一个宏大愿景,其伟大意义可谓“事在当代,功在千秋”!

陈明良

2014年7月20日

## 第2版前言

大学计算机课程改革是高等学校通识教育大改革的重要组成部分,是信息社会发展的基本要求和必然结果。与大学数学、大学物理一样,大学计算机课程应讲授计算机学科中具有基础性和普适性的核心概念、方法和技术,引导学生将计算机解决问题的思想和方法应用到各自的专业领域,并理解计算在延伸人的想象力和创造力等方面的巨大作用。

经过两年的教学实践,对本书第1版的有关章节和内容进行了调整或补充,主要体现在如下方面。

1. 为了有效地克服“狭义工具论”,第1版将计算思维放在比较突出的位置。随着广大教师逐渐认识并接受计算思维概念,本书第2版精简了计算思维部分内容,并将其移到第8章大学计算机素质教育。

2. 第4章增加了 Raptor 工具使用的相关知识,在 Raptor 中,只需画出程序流程图,就可得出计算结果。

3. 第5章增加了嵌入式系统一节。

4. 新增第7章,主要介绍了 IT 新技术的相关内容。

5. 将原第7章改为第8章,内容也作了部分调整和修改。

书中带有“\*”的章节是可选的,它们或是较高要求的内容,或是预备性的知识。对每章的学时分配建议如下:

建议讲授章节	供参考的学时分配
第1章 计算机基础知识	4~6
第2章 计算理论与计算模型	4~6
第3章 算法基础	4~6
第4章 程序设计基础	4
第5章 计算机硬件基础	4
第6章 计算机软件基础	4
第7章 IT 新技术	2
第8章 大学计算机素质教育	2~4
小计	28~36

本书由陈国良主编,第1、2、4、5章由王志强修订,第3章由张艳修订,第6章由傅向华、朱泽轩修订,第7章由贾森、毛睿编写,第8章由毛睿、李坚强修订。作者在编写和修订本书的过程中参考了许多书刊和文献资料,在此表示感谢。

## II 第2版前言

本书得到2012年教育部高等教育司教改项目“以计算思维为导向的计算机基础课程研究”和“基于计算思维的计算机系列课程及教材建设”的支持。

由于编者水平有限,书中难免有不妥和错误,欢迎读者批评指正。作者的电子邮件地址是:wangzq@szu.edu.cn。

作者

2014年7月20日

章节	编写人员
第1章	王宗庆
第2章	王宗庆
第3章	王宗庆
第4章	王宗庆
第5章	王宗庆
第6章	王宗庆
第7章	王宗庆
第8章	王宗庆
第9章	王宗庆
第10章	王宗庆
第11章	王宗庆
第12章	王宗庆
第13章	王宗庆
第14章	王宗庆
第15章	王宗庆
第16章	王宗庆
第17章	王宗庆
第18章	王宗庆
第19章	王宗庆
第20章	王宗庆
第21章	王宗庆
第22章	王宗庆
第23章	王宗庆
第24章	王宗庆
第25章	王宗庆
第26章	王宗庆
第27章	王宗庆
第28章	王宗庆
第29章	王宗庆
第30章	王宗庆
第31章	王宗庆
第32章	王宗庆
第33章	王宗庆
第34章	王宗庆
第35章	王宗庆
第36章	王宗庆
第37章	王宗庆
第38章	王宗庆
第39章	王宗庆
第40章	王宗庆
第41章	王宗庆
第42章	王宗庆
第43章	王宗庆
第44章	王宗庆
第45章	王宗庆
第46章	王宗庆
第47章	王宗庆
第48章	王宗庆
第49章	王宗庆
第50章	王宗庆
第51章	王宗庆
第52章	王宗庆
第53章	王宗庆
第54章	王宗庆
第55章	王宗庆
第56章	王宗庆
第57章	王宗庆
第58章	王宗庆
第59章	王宗庆
第60章	王宗庆
第61章	王宗庆
第62章	王宗庆
第63章	王宗庆
第64章	王宗庆
第65章	王宗庆
第66章	王宗庆
第67章	王宗庆
第68章	王宗庆
第69章	王宗庆
第70章	王宗庆
第71章	王宗庆
第72章	王宗庆
第73章	王宗庆
第74章	王宗庆
第75章	王宗庆
第76章	王宗庆
第77章	王宗庆
第78章	王宗庆
第79章	王宗庆
第80章	王宗庆
第81章	王宗庆
第82章	王宗庆
第83章	王宗庆
第84章	王宗庆
第85章	王宗庆
第86章	王宗庆
第87章	王宗庆
第88章	王宗庆
第89章	王宗庆
第90章	王宗庆
第91章	王宗庆
第92章	王宗庆
第93章	王宗庆
第94章	王宗庆
第95章	王宗庆
第96章	王宗庆
第97章	王宗庆
第98章	王宗庆
第99章	王宗庆
第100章	王宗庆

# 第1版前言

本书是计算机科学的入门教材,在力求保持学科基础性的同时,适当兼顾了深度。实际上,本书采用通俗易懂的综述方式也是自然科学入门教程的常用模式。

目前,计算机科学导论、大学计算机基础、计算机应用基础和计算机文化基础之类的教材林林总总,它们主要为大学一年级新生所用。纵观这些教材,大致可以归为两类:一类是以计算机文化基础为主的教材,主要介绍计算机的基本概念、操作系统和办公软件的使用,以及网络和多媒体技术等,这些内容与中学信息技术课程有重复;另一类是将计算机专业主要课程浓缩在一起,如计算机原理、高级语言、数据结构与算法、操作系统、数据库、多媒体、计算机网络、信息安全和人工智能等,这些内容与后续专业课程有冲突且显得零乱,缺乏系统性。

无论上述哪一类组织方式,都过分强调将计算机作为工具使用。“狭义工具论”对计算机的教育是非常有害的,它只注重计算机硬件工具或软件工具的使用,缺乏对计算机素质的教育和展现计算之美的科学魅力以及对计算思维能力的培养,学生很难将计算机解决问题的思想和方法应用到自己的专业领域中。自从周以真教授比较系统地提出计算思维概念以来,计算思维便受到国内外计算机专家和学者的普遍关注。

那么如何将计算思维引入到大学计算机基础课程教学中呢?本书围绕着使用计算手段求解问题的全过程来规划本书所要讲述的内容:首先,讲述问题能否利用计算的方法求解和求解有多复杂,此即可计算性与计算复杂性问题;其次,继上述问题肯定回答的基础上,讲述如何用算法和程序来形式表达和描述待求解的问题;最后就是如何选用合适的计算机硬件和软件系统来具体实现待求解的问题。当然,本课程作为大学通识教育的基础课之一,应通过该课程的学习提高学生的计算机素质,传承计算文化,弘扬科学精神,展示学术魅力以及培养计算思维能力。

现在,许多高校都在积极开展计算思维的教学研究,重新审视与梳理计算机基础课程和计算机专业课程,虽取得一定进展,思路丰富多样,但尚未达成共识。深圳大学计算机基础教学团队先后在南方科技大学和深圳大学开展了以计算思维为中心的“计算机基础”课程教学,教学效果与学生反映普遍良好。本书就是在此基础上,遵循上述所规划的内容,经过多次讨论、修改并扩充而成,期望抛砖引玉,促进计算思维更加深入地讨论与发展。

本书共分七章,各章的主要内容如下。

第1章主要介绍计算思维的各种定义,计算思维的详细描述、特征和本质,以及计算思维在不同学科中的应用。

第2章首先从不同的视角诠释计算概念,然后介绍计算理论、计算模型和停机问题,以及计算科学的数学基础,包括数理逻辑、集合论、代数系统和图论。

第3章主要介绍算法的起源、定义、特征和描述方法,常用算法设计方法,如穷举、递归、动态规划等,并给出了算法的性能评价和分析方法,以及算法中的数学工具,包括序列求和、递归方程

求解等。

第4章主要介绍程序设计语言的发展历史、分类以及各种代表性语言。

第5章介绍计算机硬件基础知识,主要包括数制及其转换,数据的存储与表示,布尔逻辑与门电路,计算机硬件组成,计算机网络等内容。

第6章介绍计算机软件基础知识,主要包括计算机软件的基本概念、操作系统、办公软件、数据库、数据挖掘、软件工程、人工智能、神经网络模型和机器人学等内容。

第7章主要介绍计算文化、网络文化等相关概念,并对计算机职业道德、计算机伦理与网络伦理、计算机知识产权、网络隐私与自由以及计算机犯罪等问题进行介绍。

本书建议讲课学时是28~36学时。讲授方式可以灵活多样,建议采用大教室集中授课,小教室上习题课,另外还要布置一定数量的课外作业,以帮助学生建立和提高计算思维能力。如果有实验学时的话,可以将实验课单独成课,加强和提高学生的动手实践能力。书中带有\*号的章节是可选的,它们或是较高要求的内容(鼓励面向研究的读者阅读),或是预备性的知识(要求读者课前预习)。

每章的学时分配建议如下:

建议讲授章节	供参考的学时分配
第1章 计算思维基础知识	4
第2章 计算理论与计算模型	4~6
第3章 算法基础	4~6
第4章 程序设计语言	4
第5章 计算机硬件基础	4~6
第6章 计算机软件基础	4~6
第7章 计算文化与计算机职业道德教育	4
小计	28~36

本书由陈国良主编,第1、2章由王志强编写,第3章由毛睿、张艳编写,第4章由毛睿编写,第5章由傅向华编写,第6章由朱泽轩编写,第7章由傅向华、李坚强编写。作者在编写本书的过程中参考了许多书刊和文献资料,在此表示感谢。限于作者学识水平,书中不妥和错误之处,恳请读者批评指正。

本书内容虽多,但容易组合,可适用于不同专业、不同起点的学生学习。因此,本书既可作为高等学校计算机专业的计算机导论教材,又可作为非计算机专业的计算机基础教材,还可作为社会各类培训的计算机公共教材。

作者

2012年7月28日



# 目 录

第 1 章 计算机基础知识	1	2.2.1 计算与问题求解	34
1.1 计算机概述	1	2.2.2 可计算性理论	35
1.1.1 计算机的定义	1	2.2.3 停机问题	37
1.1.2 计算机的分类	1	2.2.4 计算复杂性理论	39
1.1.3 计算机的特点	3	2.2.5 公钥密码学	42
1.1.4 计算机的应用领域	4	2.3 计算模型	43
1.2 计算机运算基础	6	2.3.1 图灵机	43
1.2.1 数制及其转换	6	2.3.2 冯·诺依曼机	45
1.2.2 存储单位及地址	11	*2.3.3 量子计算机	47
1.2.3 数值型数据表示	12	*2.3.4 生物计算机	51
1.2.4 字符型数据编码	14	*2.4 计算科学的数学基础	54
1.2.5 多媒体信息编码	18	2.4.1 数理逻辑	54
1.3 计算机工作原理	20	2.4.2 集合论	56
1.3.1 指令和指令系统	21	2.4.3 代数系统	58
1.3.2 计算机程序设计	22	2.4.4 图论	59
1.3.3 计算机程序执行	24	本章小结	61
1.4 计算学科的典型问题	25	思考题	62
1.4.1 排序问题	25	参考文献	63
1.4.2 汉诺塔问题	26	第 3 章 算法基础	64
1.4.3 国王的婚姻	26	3.1 算法的概念	64
1.4.4 旅行商问题	27	3.1.1 算法的起源	64
本章小结	28	3.1.2 算法的定义和特征	64
思考题	28	3.2 算法的描述	65
参考文献	29	3.2.1 自然语言	65
第 2 章 计算理论与计算模型	30	3.2.2 流程图	66
2.1 计算的几种视角	30	3.2.3 伪代码	67
2.1.1 计数与计算	30	3.2.4 程序语言	69
2.1.2 逻辑与计算	31	3.3 算法的设计	70
2.1.3 算法与计算	32	3.3.1 穷举法	70
2.2 计算理论	34	3.3.2 回溯法	71

3.3.3 递归 .....	73	参考文献 .....	114
3.3.4 分治法 .....	76	<b>第5章 计算机硬件基础</b> .....	115
3.3.5 贪心法 .....	78	5.1 计算机硬件系统 .....	115
3.3.6 动态规划 .....	80	5.1.1 计算机硬件的组成 .....	115
*3.4 算法的评价和分析 .....	81	5.1.2 中央处理器 .....	116
3.4.1 算法的正确性 .....	81	5.1.3 存储器系统 .....	119
3.4.2 算法的复杂度 .....	82	5.1.4 输入设备 .....	130
*3.5 算法中的常用数学工具 .....	87	5.1.5 输出设备 .....	132
3.5.1 求和 .....	87	5.2 计算机系统结构 .....	133
3.5.2 递归方程求解 .....	89	5.2.1 并行处理的概念 .....	134
本章小结 .....	90	5.2.2 流水线处理机 .....	134
思考题 .....	91	5.2.3 并行处理机 .....	135
参考文献 .....	91	5.2.4 多处理机系统 .....	135
<b>第4章 程序设计基础</b> .....	93	5.2.5 机群系统 .....	136
4.1 程序设计的概念 .....	93	5.3 嵌入式系统基础 .....	137
4.1.1 什么是程序 .....	93	5.3.1 嵌入式系统的应用 .....	137
4.1.2 程序设计 .....	93	5.3.2 嵌入式系统的定义 .....	138
4.2 程序设计语言 .....	94	5.3.3 嵌入式系统的特点 .....	138
4.2.1 机器语言 .....	95	5.3.4 嵌入式系统的组成 .....	138
4.2.2 汇编语言 .....	95	5.3.5 嵌入式操作系统 .....	140
4.2.3 高级语言 .....	96	5.4 多媒体系统基础 .....	141
4.2.4 第四代语言 .....	97	5.4.1 多媒体技术的基本概念 .....	141
4.3 Raptor 编程基础 .....	97	5.4.2 多媒体系统的层次结构 .....	142
4.3.1 什么是 Raptor .....	98	5.4.3 多媒体系统的基本组成 .....	143
4.3.2 Raptor 的符号 .....	98	5.4.4 多媒体系统的应用领域 .....	146
4.3.3 变量和常量 .....	99	5.5 计算机网络基础 .....	147
4.3.4 输入语句 .....	100	5.5.1 网络的基本概念 .....	147
4.3.5 赋值语句 .....	100	5.5.2 网络体系结构 .....	154
4.3.6 输出语句 .....	103	5.5.3 互联网及其应用 .....	158
4.4 Raptor 控制结构 .....	104	5.5.4 网络安全技术 .....	165
4.4.1 顺序结构 .....	104	本章小结 .....	169
4.4.2 选择结构 .....	105	思考题 .....	170
4.4.3 循环结构 .....	107	参考文献 .....	171
4.5 调用语句与子图 .....	111	<b>第6章 计算机软件基础</b> .....	172
本章小结 .....	113	6.1 计算机软件概述 .....	172
思考题 .....	114	6.1.1 计算机软件的定义 .....	172

6.1.2 计算机软件分类	173	展望	220
6.1.3 软件与硬件的关系	173	7.2 网格计算	222
6.2 操作系统	174	7.2.1 网格计算的概念	222
6.2.1 操作系统的定义	174	7.2.2 网格体系结构	223
6.2.2 操作系统的功能	175	7.2.3 网格计算的关键技术	225
6.2.3 协调机器的活动	180	7.2.4 网格计算的应用与发展	226
6.2.4 竞争控制	182	7.3 云计算	227
6.2.5 操作系统的计算思维	185	7.3.1 云计算的基本概念	227
6.3 数据结构	187	7.3.2 云计算的技术架构	229
6.3.1 数据结构的概念	187	7.3.3 云计算的关键技术	231
6.3.2 常用的数据结构	190	7.3.4 云计算的应用与展望	231
6.4 数据库系统	194	7.4 物联网技术	234
6.4.1 数据库系统基础	194	7.4.1 物联网的概念	234
6.4.2 关系模型	195	7.4.2 国内外物联网的发展	234
6.4.3 数据库管理系统	198	7.4.3 物联网体系架构及关键技术	236
6.4.4 数据挖掘	202	7.4.4 物联网的应用	238
6.5 软件工程	203	7.5 大数据技术	240
6.5.1 软件危机	203	7.5.1 什么是大数据	241
6.5.2 软件工程定义	204	7.5.2 大数据处理技术	242
6.5.3 软件生存周期	204	7.5.3 大数据的应用与挑战	244
6.5.4 软件工程方法	205	本章小结	246
*6.6 人工智能	207	思考题	246
6.6.1 人工智能基础	207	参考文献	247
6.6.2 人工神经网络	210	<b>第8章 大学计算机素质教育</b>	248
6.6.3 机器人学	213	8.1 计算文化	248
本章小结	215	8.1.1 计算文化与专业素质	248
思考题	215	8.1.2 人类对计算本质的认识	251
参考文献	216	8.1.3 计算文化历史:其人其事	256
<b>第7章 IT 新技术</b>	217	8.2 计算科学	265
7.1 高性能计算	217	8.2.1 计算科学与计算学科	266
7.1.1 高性能计算的概念	217	8.2.2 计算机科学与计算机学科	268
7.1.2 高性能计算机的发展现状	217	8.2.3 近代计算机发展历史	269
7.1.3 高性能计算机的体系结构	219	8.2.4 计算机发展给我们的启示	271
7.1.4 高性能计算的应用与			



# 第1章 计算机基础知识

本章将介绍学习计算机所必须具备的基础知识,内容包括计算机的定义、分类、特点和应用领域,常用数制及其相互转换,计算机中数的表示、字符编码和多媒体信息编码,计算机指令和程序及其基本工作原理,最后通过几个有吸引力的典型问题来说明计算学科中的深层次问题。

## 1.1 计算机概述

随着计算机科学技术的飞速发展,计算机在社会和经济发展中的地位日趋重要,它已成为现代人类活动中不可缺少的工具。当前,计算机业已渗透到社会的各行各业,掌握计算机基础知识和应用技术已成为高级技术人才必须具备的基本素质,计算机的应用程度和发展水平也成为衡量一个国家现代化水平的重要标志。

### 1.1.1 计算机的定义

人们通常所说的计算机是指电子计算机,它是一种能对各种信息进行存储和高速处理的工具或电子机器。

对上述定义要强调以下两点。

① 不要单纯从字面上理解“计算机”一词。要知道它不仅是个计算工具,还应深刻认识到它是一个信息处理机。有了这样的认识,才可能理解计算机为什么能在现代信息社会中掀起一场新技术革命。

② 计算机虽然称为“机”,但是与其他任何机器都不同。它具有存储功能,能存储程序,无需人工直接干预,按程序的引导自动存取和处理数据,输出人们所期望的信息。这也是“计算机”与“计算器”的本质区别。

计算机是20世纪人类最伟大的科技发明之一。纵观历史,人类以往所创造的任何工具或机器都是人类身体器官的延伸,用于弥补人类体力劳动的不足。例如,交通工具是人腿的延伸,机床或工具是人手的延伸,望远镜、显微镜和电视机是人眼的延伸,电话机、手机和卫星通信则是人耳的延伸。而计算机是人类思维器官——大脑的延伸。由于大脑是指挥人体各种器官的中枢,因此计算机的出现极大地提高和扩充了人类脑力劳动的效能,开辟了人类智力解放的新纪元。

### 1.1.2 计算机的分类

计算机的发展日新月异,它已成为一个庞大的家族。因此计算机的种类很多,从不同角度对计算机有不同的分类方法。

#### 1. 按处理对象分类

按照处理对象与数据表示方式的不同,计算机可分为数字计算机、模拟计算机和混合计算机3类。

### (1) 数字计算机

数字计算机(Digital Computer)是处理非连续变化的数据,它输入、存储、处理和输出的数据都是数字量,这些数据在时间上是离散的,非数字量的数据(如字符、声音、图像等)必须经过编码后方可处理。数字计算机基本运算部件是数字逻辑电路,其运算精度高、存储量大、通用性强,能胜任科学计算、数据处理、过程控制和智能模拟等工作。

数字计算机还具有三大优点:一是它以数字化形式表示字符、声音、图形等各种信息,而数字形式便于利用各种存储设备加以存储,可以做到很大的存储容量;二是它有较大的数值范围,即较高的精度;三是它除了能进行数值计算外还能进行逻辑处理,赋予计算机以思维判断能力。因此,当前数字计算机已成为信息处理设备的主流,除非特别声明,以后所说的计算机一般是指数字计算机。

### (2) 模拟计算机

模拟计算机(Analog Computer)是处理连续变化的数据,它输入、存储、处理和输出的数据都是模拟量(如电流、电压等),这些数据在时间上是连续的。模拟计算机的基本运算部件是由运算放大器构成的微分器、积分器、通用函数运算器等运算电路组成,其运算速度极快,十分适合连续系统的实时仿真,但受元器件精度限制和运算放大器零点漂移的影响,其整机的运算精度远低于数字计算机。因此,可以把模拟计算机与数字计算机结合起来,组成混合计算机。

### (3) 混合计算机

混合计算机(Hybrid Computer)是将模拟计算机与数字计算机结合在一起,应用于系统仿真的计算机系统。它兼有模拟计算机运算速度快与数字计算机计算精度高、逻辑和存储功能强等优点。混合计算机一般由三部分组成:通用模拟计算机、数字计算机和混合接口。混合计算机主要应用于严格要求实时的复杂大系统仿真,尤其在航空航天方面的应用,例如导弹系统、航天飞行器系统等。

## 2. 按用途分类

按照计算机用途与使用范围的不同,计算机可分为通用计算机和专用计算机两类。

### (1) 通用计算机

通用计算机(General Purpose Computer)是为能解决各种问题,具有较强的通用性而设计的计算机。它具有一定的运算速度,有一定的存储容量,带有通用的外部设备,配备各种系统软件和应用软件。一般的电子数字计算机多属于通用计算机。

### (2) 专用计算机

专用计算机(Special Purpose Computer)是为解决一个或一类特定问题而设计的计算机。它的硬件和软件的配置依据解决特定问题的需要而定,并不求全。专用机功能单一,配有解决特定问题的固定程序,能高速、可靠地解决特定问题。一般在过程控制、智能仪表中使用专用计算机。

## 3. 按规模和性能分类

计算机的规模和性能主要是指其字长、运算速度、存储容量、外部设备配置及软件配置等。美国电气和电子工程师学会(Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE)根据计算机规模和性能的不同,曾将计算机分为巨型计算机、小巨型计算机、大型计算机、小型计算机、工作站

和个人计算机 6 类。

#### (1) 巨型计算机

巨型计算机(Super Computer)又称超级计算机,它是所有计算机类型中价格最贵、功能最强的一种计算机,其浮点运算速度已达每秒万亿次以上。这种计算机主要用于复杂、尖端的科学计算及军事等专用领域。例如,国防科技大学在 1983 年、1994 年、1997 年和 2000 年分别研制的银河 I(1 亿次/秒)、银河 II(10 亿次/秒)、银河 III(130 亿次/秒)和银河 IV(1 万亿次/秒)等系列巨型计算机。

#### (2) 小巨型计算机

小巨型机(Minisupers Computer)是 20 世纪 80 年代出现的新机种,因巨型机价格十分昂贵,在力求保持或略微降低巨型机性能的条件下开发出小巨型计算机,使其价格大幅降低。为此在技术上采用高性能的微处理器组成并行多处理器系统,使巨型计算机小型化。

#### (3) 大型计算机

国外习惯上将大型计算机(Mainframe)称为主机,它相当于国内常说的大型机和中型机。近年来大型计算机采用了多处理、并行处理等技术,其内存一般为 1 GB 以上,运行速度可达 300 ~ 750MIPS(每秒执行 3 亿 ~ 7.5 亿条指令)。大型计算机具有很强的管理和处理数据的能力,一般在大型企业和科研院所等单位使用。例如,中国工商银行在全行计算机网中配有大型机 100 多台。

#### (4) 小型计算机

小型计算机(Minicomputer)结构简单,价格较低,使用和维护方便,备受中小企业欢迎。20 世纪 70 年代出现小型计算机热,到 20 世纪 80 年代其市场份额已超过了大型计算机。那时在我国许多科研院所都配置了 16 位的 PDP-11 及 32 位的 VAX-11 系列。国产的有 DJS-2000 及生产批量较大的太极 2000 等。

#### (5) 工作站

工作站(Workstation)是一种高档微型计算机系统。它具有较高的运算速度,具有大型机或小型机的多任务、多用户能力,且兼有微型计算机的操作便利和良好的人机界面。其最突出的特点是具有很强的图形交互能力,因此在工程领域特别是计算机辅助设计领域得到迅速应用。典型产品有美国 Sun 系列工作站。

#### (6) 个人计算机

个人计算机(Personal Computer)简称为 PC,也称作微型计算机。PC 是 20 世纪 70 年代出现的新机种,以其设计先进(总是率先采用高性能微处理器)、软件丰富、功能齐全、价格便宜等优势而拥有广大的用户,因而大大推动了计算机的普及和应用。现在除了台式计算机外,还有便携式计算机,如笔记本计算机和掌上型计算机等。

### 1.1.3 计算机的特点

各种类型的计算机虽然在处理对象、用途、规模和性能等方面有所不同,但它们都具有以下几个主要特点。

#### 1. 运算速度快

由于计算机是采用高速电子器件组成,因此能以极快的速度工作。现在高性能计算机每秒

能进行数万亿次以上运算,这不仅大大提高了工作效率,还使许多过去无法处理的问题都能得以解决。例如,气象预报需要分析大量的资料,若手工计算需十天半个月才能完成,事过境迁时则失去了预报的意义。现在使用计算机进行运算,十几分钟就能完成一个地区数天气预报资料的计算工作。

## 2. 计算精度高

由于计算机采用二进制表示数据,因此它的精度主要取决于表示数据的位数,即机器字长。字长越长,其精度越高。计算机的字长从8位、16位增加到32位、64位,甚至更长,从而使计算结果具有很高的精确度。如果再加上运算技巧,使得数值计算越来越精确。例如,过去对圆周率的计算,数学家们经过艰苦的努力,只能算到小数点后500位,1981年一位日本人利用计算机很快计算到小数点后200万位。

## 3. 存储能力强

计算机具有完善的存储系统,可以存储和“记忆”大量的信息。例如,一台计算机能将一个中等规模的图书馆的全部图书和资料信息存储起来,而且不会“忘记”。当人们需要时,又能准确无误地取出来,使从浩如烟海的文献中查找所需要的信息成为一件容易的事情。存储系统可根据需要不断扩大,从而满足了社会信息量急剧增长的需要。

## 4. 具有逻辑判断能力

计算机不仅能进行算术运算和逻辑运算,而且还能对字符进行判断或比较,进行逻辑推理和定理证明。例如数学中著名的四色问题,它是指任意复杂的地图,要使相邻区域的颜色不同,最多只用4种颜色。一百多年来不少数学家一直想去证明或者推翻它,却一直没有结果。1976年美国数学家利用计算机进行了非常复杂的逻辑推理,共用1200小时解决了这一世界难题。

## 5. 具有自动执行能力

计算机是一种自动化电子设备,在工作过程中不需人工干预,能自动执行存放在存储器中的程序。程序是通过仔细规划事先安排好的操作步骤,一旦将程序输入计算机并发出执行命令后,它便不知疲劳地工作起来。利用这一特点,让计算机去完成那些枯燥乏味的重复性劳动,也可以让计算机控制机器深入到人类身体难以胜任的、有毒的、有害的作业场所。

与计算机相比,人类思维不但速度慢、容易发生错误,而且还容易疲倦、节奏紊乱,长久记忆容易模糊或遗忘等。计算机则正好相反,它的工作速度快、不易发生错误,处理数据节奏均匀,记忆永远不会淡漠,而且不知疲倦。尽管如此,人类完全不必自馁。因为人类思维还有另一方面,即可以类推、联想,具有创造能力和学习能力等,为现代计算机望尘莫及。人脑和计算机各有所长,单纯的大量计算或定型处理应尽量让计算机去做,人可以抽身去从事更高级、更复杂的创造性工作。

### 1.1.4 计算机的应用领域

计算机在科学技术、国民经济、社会生活等各个方面都得到了广泛的应用,这些应用正在改变着传统的工作、学习和生活方式,推动着社会的发展与进步。根据计算机应用的性质,大体上可以归纳为以下6个方面。

#### 1. 科学计算

科学计算又称数值计算,它是利用计算机来完成科学研究和工程技术中提出的数学问题的



计算。在科学研究和工程技术中,通常要将实际问题归结为某一数学模型,这些数学模型内容复杂,计算量大,要求精度高,只有以计算机为工具来计算才能快速地取得满意的结果。计算机甚至可以对不同的计算方案进行比较,以便选出最佳方案。例如,火箭运行轨迹、高能物理及地质勘探等许多尖端科技的计算等。计算机仿真则是在此基础上发展起来的应用,它可以用计算机仿真原子弹的爆炸,避免过多的实弹试验。

## 2. 数据处理

数据处理又称信息处理,它是利用计算机对数据进行输入、存储、整理、分类、统计、制表、检索和传播等一系列活动的统称。据统计,80%以上的计算机主要用于数据处理,这种工作量大面广,决定了计算机应用的主流。

数据处理与科学计算不同,数据处理涉及的数据量大,但计算方法较简单;而科学计算的数据量不大,但计算过程较复杂。在当今的信息时代,要对海量的数据进行管理和有效利用,必须借助于计算机这一重要工具。特别是利用网络计算机实现信息资源的共享,如办公自动化系统、信息决策支持系统和股市行情分析等。

## 3. 过程控制

过程控制又称实时控制,它是利用计算机及时采集检测数据,按最优值迅速地控制对象进行自动调节或自动控制。采用计算机进行过程控制,不仅可以大大提高控制的自动化水平,而且可以提高控制的及时性和准确性,从而改善劳动条件、提高产品质量及合格率。因此,计算机过程控制已在机械、冶金、石油、化工、纺织、水电、航天等部门得到广泛的应用。例如,在汽车工业领域,利用计算机控制机床或控制整个装配流水线,不仅可以实现精度要求高、形状复杂的零件加工的自动化,而且可以使整个车间或工厂实现自动化。

## 4. 计算机辅助技术

计算机辅助技术主要包括计算机辅助设计、计算机辅助制造和计算机辅助教育等。

### (1) 计算机辅助设计

计算机辅助设计(Computer Aided Design, CAD)是利用计算机系统辅助设计人员进行工程或产品设计,以实现最佳设计效果的一种技术。它已广泛地应用于飞机、汽车、机械、电子、建筑和轻工等领域。例如,在建筑设计过程中,可以利用CAD技术进行力学计算、结构计算、绘制建筑图纸等,这样不但提高了设计速度,而且可以大大提高设计质量。

### (2) 计算机辅助制造

计算机辅助制造(Computer Aided Manufacturing, CAM)是利用计算机系统对生产设备的管理、控制和操作的过程。例如,在产品的制造过程中,用计算机控制机器的运行,处理生产过程中所需的数据,控制和处理材料的流动以及对产品进行检测等。使用CAM技术可以提高产品质量,降低成本,缩短生产周期,提高生产率和改善劳动条件。

将CAD和CAM技术集成,实现设计生产自动化,这种技术系统被称为计算机集成制造系统(Computer Integrated Manufacturing Systems, CIMS)。

### (3) 计算机辅助教育

计算机辅助教育(Computer Aided Instruction, CAI)是利用计算机系统制作课件来进行教学。课件可以用多媒体创作工具或高级语言来开发制作,它能引导学生循序渐进地学习,使学生轻松地、自如地从课件中学到所需要的知识。CAI的主要特色是交互教育、个别指导和因人施教。