

- ▶ 国家精品课程系列教材
- ▶ 国家视频共享课配套教材
- ▶ 教育部大学计算机课程改革项目成果

计算机导论

——以计算思维为导向

(第3版)

» 董卫军 邢为民 索琦 编著
» 耿国华 主审



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

国家精品课程系列教材
国家视频共享课配套教材
教育部大学计算机课程改革项目成果

计算机导论

——以计算思维为导向（第3版）

董卫军 邢为民 索琦 编著
耿国华 主审

电子工业出版社
Publishing House of Electronics Industry
北京·BEIJING

内 容 简 介

本书是国家精品课程“计算机基础”的主教材，也是教育部大学计算机课程改革项目成果之一。全书以计算机思维为切入点，重构大学计算机的知识体系，促进计算思维能力培养，提升大学生综合素质和创新能力。

本书共9章，包括基础理论、实践应用两个层面。基础理论篇以培养计算思维能力为目的，从认识问题、存储问题、解决问题的角度组织内容，认识和理解计算思维的本质，以及通过计算机实现计算思维的基本过程，避免理论体系的大跨度跳跃，包括认识计算机、简单数据在计算机中的表示、复杂问题的存储与处理、规模数据的有效管理。实践应用篇以理解计算思维为目的，从计算机的常用软件入手，强化实践，培养学生利用计算机解决实际问题的能力，包括数据的共享与利用、云计算基础、大数据基础、Windows 7操作系统、Office 2013 日常信息处理。

为方便教学，本书提供相关教学资料，读者可登录华信教育资源网 (<http://www.hxedu.com.cn>) 下载。

本书可作为高等学校“大学计算机”及相关课程的教材，也可作为全国计算机应用技术证书考试的培训教材或计算机爱好者的自学教材。

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

计算机导论：以计算思维为导向 / 董卫军，邢为民，索琦编著. — 3版. —北京：电子工业出版社，2017.7

ISBN 978-7-121-31500-8

I. ①计… II. ①董… ②邢… ③索… 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 (2017) 第 105061 号

策划编辑：戴晨辰

责任编辑：袁 玺

印 刷：北京中新伟业印刷有限公司

装 订：北京中新伟业印刷有限公司

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

开 本：787×1092 1/16 印张：19.5 字数：486.72 千字

版 次：2011 年 5 月第 1 版

2017 年 7 月第 3 版

印 次：2017 年 8 月第 2 次印刷

定 价：42.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：(010) 88254888，88258888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式：dcc@phei.com.cn，192910558 (QQ 群)。

第3版前言

实证思维、逻辑思维和计算思维是人类认识世界和改造世界的三大思维。计算机的出现为人类认识世界和改造世界提供了一种更有效的手段，以计算机技术和计算机科学为基础的计算思维已成为人们必须具备的基础性思维。如何以计算机思维为切入点，通过重构大学计算机的课程体系和知识结构，促进计算思维能力培养，提升大学生综合素质和创新能力是大学计算机课程改革面临的重要课题。这些不断变化的情况要求对目前的课程体系进行改革，本书正是在这样的背景下编写的。

本书是国家精品课程和国家视频共享课“计算机基础”的主教材，也是教育部大学计算机课程改革项目成果之一。全书以教育部高等学校大学计算机课程教学指导委员会发布的高等学校计算机基础教育基本要求和计算思维教学改革白皮书为指导，在总结多年教学实践和教学改革经验的基础上，以计算思维能力培养为导向组织教学内容。教材采用“基础+提升+实践”的模式，以理解计算机理论为基础，以知识扩展为提升，以常用软件为实践。做到在促进计算思维能力培养基础上，既能适应学生总体知识需求，又能满足学生个体深层要求。

全书共9章，从基础理论、实践应用两个层面展开。基础理论部分每章均由基本模块和扩展模块组成，基本模块强调对基础知识的理解和掌握，扩展模块通过内容的深化满足学生的深层次学习需求。

基础理论篇以理解计算思维为目的，从认识问题、存储问题、解决问题的角度组织内容，有助于学生尽快认识和理解计算思维本质以及通过计算机实现计算思维的基本过程。内容包括认识计算机、简单数据在计算机中的表示、复杂问题的存储与处理、规模数据的有效管理。

实践应用篇以实践计算思维为目的，从计算机的常用软件入手，强化实践，培养学生利用计算机解决实际问题的能力。内容包括数据的共享与利用、云计算基础、大数据基础、Windows 7 管理计算机、Office 2013 日常信息处理。

“计算机基础和大学计算机”课程在内容设计时，不仅要传授、训练和拓展大学生在计算机方面的基础知识和应用能力，更要展现计算思维方式。所以，科学地将计算思维融入知识体系，培养大学生用计算机解决问题的思维和能力，提升大学生的综合素质，强化大学生创新实践能力是当前大学计算机教育的核心任务。本书正是教学团队在这方面所做的努力和尝试，本书可作为高等学校“计算机基础和大学计算机”及相关课程的教材，也可作为全国计算机应用技术证书考试的培训教材或计算机爱好者的自学教材。

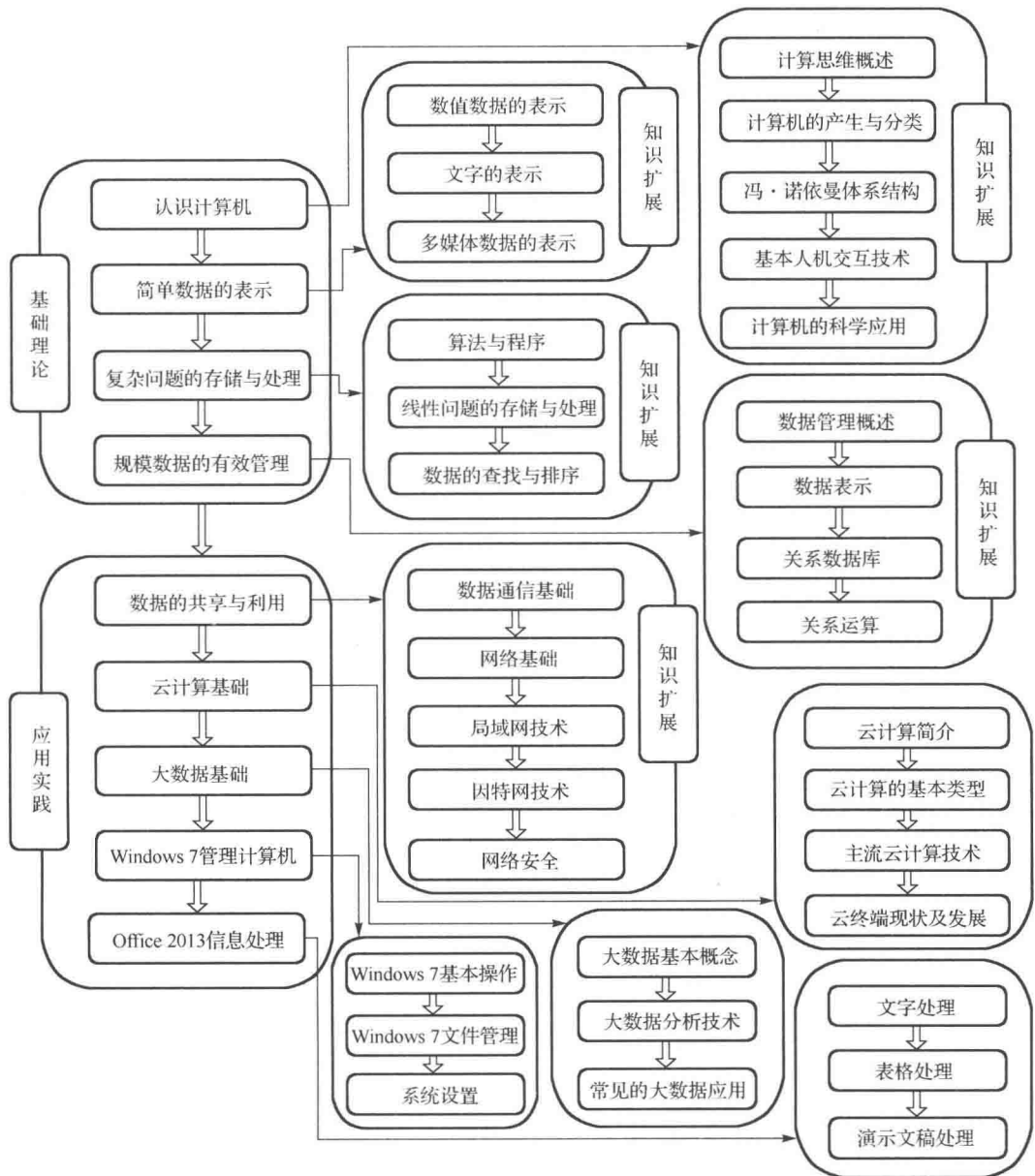
为方便教学，本书提供相关教学资料，读者可登录华信教育资源网（<http://www.hxedu.com.cn>）下载。

本书由多年从事计算机教学的一线教师编写，董卫军编写第 1~2 章、第 4 章、第 6~7 章以及附录 A，索琦编写第 3 章和第 5 章，邢为民编写第 8~9 章。全书由董卫军统稿，由国家级教学名师耿国华教授主审。在成书之际，感谢教学团队成员的帮助，由于水平有限，书中难免有不妥之处，恳请指正。

编 者

于西安·西北大学

知识结构框图



教材结合重点大学一线教师多年的教学经验与心得，以理解计算思维、强化计算思想、提升信息素质为主线，以认识问题、分析问题、存储问题、解决问题为思路，通过“理论+实践”的组织模式构建计算思维思想培养的基石，使学习者充分了解计算思维的基本过程，并能将这一科学过程融入自己的日常思维活动之中，适应现代社会对人才的信息素质要求。

目 录

第 1 章 认识计算机	1	2.3.1 图形图像	42
1.1 计算思维概述	1	2.3.2 声音	45
1.1.1 人类认识改造世界的 基本思维	1	2.3.3 视频	47
1.1.2 理解计算思维	2	2.4 知识扩展	49
1.2 计算机的产生与分类	3	2.4.1 理解编码	49
1.2.1 计算工具的发展	3	2.4.2 浮点数的表示方法	51
1.2.2 现代计算机的特点	5	习题 2	51
1.2.3 现代计算机的分类	6	第 3 章 复杂问题的存储与处理	54
1.2.4 微型机简介	9	3.1 算法与程序	54
1.3 冯·诺依曼体系结构	13	3.1.1 基本概念	54
1.3.1 冯·诺依曼体系结构基本 概念	13	3.1.2 算法的性能分析	55
1.3.2 微型计算机常见总线标准	15	3.1.3 问题的抽象表示	60
1.4 基本人机交互方式	17	3.1.4 计算机求解问题过程	65
1.5 计算机的科学应用	19	3.2 线性问题的存储与处理	67
1.5.1 计算机的基本应用领域	19	3.2.1 线性表的存储与处理	67
1.5.2 计算思维的计算机实现	21	3.2.2 先进后出问题的存储与 处理	74
1.6 知识扩展	23	3.2.3 先进先出问题的存储与 处理	76
1.6.1 程序、进程与线程	23	3.3 数据的查找与排序	78
1.6.2 微型计算机的性能指标	23	3.3.1 查找	78
习题 1	24	3.3.2 排序	79
第 2 章 简单数据的表示	27	3.4 知识扩展	82
2.1 数值数据的表示	27	3.4.1 树	82
2.1.1 数制	27	3.4.2 二叉树	83
2.1.2 不同数制间的转换	29	习题 3	89
2.1.3 计算机中数值的表示	31	第 4 章 规模数据的有效管理	92
2.1.4 计算机中的基本运算	33	4.1 数据管理概述	92
2.2 文字的表达	36	4.1.1 数据管理面临的问题	92
2.2.1 文字的编码表示	36	4.1.2 数据管理的发展	93
2.2.2 文字的输入	38	4.1.3 数据库系统	97
2.2.3 文字的存储	39	4.2 数据表示	99
2.2.4 文字的输出	40	4.2.1 现实世界	99
2.3 多媒体数据表示	41		

4.2.2	概念世界	100	5.6.3	代理服务器	163
4.2.3	数据世界	103	习题 5		164
4.3	关系数据库	106	第 6 章	云计算基础	167
4.3.1	基本概念	107	6.1	云计算简介	167
4.3.2	关系数据库的体系结构	108	6.1.1	云计算与云	167
4.3.3	关系模型的完整性规则	110	6.1.2	云计算的特点与不足	169
4.4	关系的运算	112	6.2	云计算的基本类型	171
4.4.1	传统的集合运算	112	6.2.1	基础设施即服务 (IaaS)	171
4.4.2	专门的关系运算	113	6.2.2	平台即服务 (PaaS)	174
4.5	知识扩展	117	6.2.3	软件即服务 (SaaS)	175
4.5.1	多媒体数据库	117	6.2.4	三种类型的关系	176
4.5.2	数据仓库	118	6.3	主流云计算技术介绍	177
习题 4		119	6.3.1	常见的云解决方案	177
第 5 章	数据的共享与利用	122	6.3.2	基本云计算的技术对比	179
5.1	通信技术基础	122	6.3.3	Google 的云计算技术 构架分析	179
5.1.1	通信系统的基本概念与 原理	122	6.4	云终端现状及发展趋势	185
5.1.2	数字通信技术	124	6.4.1	云终端的现状	185
5.1.3	数据交换技术	126	6.4.2	云终端发展趋势	186
5.1.4	主要评价技术指标	127	习题 6		188
5.2	网络基础	128	第 7 章	大数据处理基础	190
5.2.1	计算机网络的产生与 发展	128	7.1	大数据的基本概念及特征	190
5.2.2	计算机网络的基本概念	129	7.1.1	大数据的含义	190
5.2.3	计算机网络的基本组成	130	7.1.2	大数据的特征	190
5.2.4	计算机网络的分类	138	7.1.3	大数据的价值	191
5.3	局域网技术	139	7.1.4	大数据的技术基础	193
5.3.1	以太网	139	7.2	大数据分析技术	194
5.3.2	无线局域网	140	7.2.1	大数据分析的基本要求	194
5.4	因特网技术	141	7.2.2	大数据处理分析工具	195
5.4.1	基本概念	141	7.2.3	大数据热门职业及要求	200
5.4.2	因特网基本服务	147	7.3	常见的大数据应用	203
5.4.3	因特网信息检索	152	7.3.1	互联网的大数据	203
5.5	网络安全	154	7.3.2	政府的大数据	205
5.5.1	网络安全的含义与特征	154	7.3.3	企业的大数据	206
5.5.2	基本网络安全技术	154	7.3.4	个人的大数据	207
5.6	知识扩展	161	习题 7		207
5.6.1	IPv6 技术	161	第 8 章	Windows 7 管理计算机	211
5.6.2	对等网络	162	8.1	Windows 7 基本操作	211

8.1.1	Windows 7 简介	211	9.1.4	文档版面设计	243
8.1.2	鼠标和键盘基本操作	212	9.2	电子表格处理	253
8.1.3	Windows 7 界面及操作	213	9.2.1	表格处理软件	253
8.1.4	Windows 7 菜单	215	9.2.2	Excel 的基本概念	255
8.2	文件管理	216	9.2.3	数据的录入与编辑	255
8.2.1	Windows 文件系统概述	217	9.2.4	数据计算	258
8.2.2	文档与应用程序关联	219	9.2.5	数据分析	260
8.2.3	通过资源管理器管理文件	219	9.3	演示文稿	264
8.2.4	剪贴板的使用	222	9.3.1	演示文稿软件简介	264
8.3	系统设置	223	9.3.2	演示文稿的制作与播放	265
8.3.1	控制面板简介	223	习题 9		272
8.3.2	操作中心	223	附录 A		275
8.3.3	应用程序的卸载	224	A.1	微型计算机硬件组成	275
8.3.4	Windows 7 基本设置	224	A.1.1	硬件概述	275
8.3.5	用户管理	225	A.1.2	主机箱与主板	276
8.4	知识扩展	226	A.1.3	中央处理器	277
8.4.1	UNIX 操作系统	226	A.1.4	存储器	280
8.4.2	Linux 操作系统	230	A.1.5	输入输出设备	286
8.4.3	Linux 与 UNIX 的异同	235	A.2	微型计算机软件组成	292
习题 8		236	A.2.1	计算机软件概述	292
第 9 章	Office 2013 日常信息处理	238	A.2.2	系统软件简介	294
9.1	文字处理	238	A.2.3	应用软件简介	299
9.1.1	字处理软件	238	参考文献		301
9.1.2	创建文档	239			
9.1.3	编辑与保存文档	240			

认识计算机

实证思维、逻辑思维和计算思维是人类认识世界和改造世界的三大思维。计算机的出现为人类认识世界和改造世界提供了一种更有效的手段，而以计算机技术和计算机科学为基础的计算思维必将深刻影响人类的思维方式。

1.1 计算思维概述

1.1.1 人类认识改造世界的基本思维

认识世界和改造世界是人类创造历史的两种基本活动。认识世界是为了改造世界，要有效地改造世界，就必须正确地认识世界。而在认识世界和改造世界过程中，思维和思维过程占有重要位置。

1. 思维与思维过程

思维是通过一系列比较复杂的操作来实现的。人们在头脑中，运用存储在长时记忆中的知识经验，对外界输入的信息进行分析、综合、比较、抽象和概括的过程就是思维过程（或称为思维操作）。思维过程主要包括以下几个环节。

（1）分析与综合

分析是指在头脑中把事物的整体分解为各个部分或各个属性，事物分析往往是从分析事物的特征和属性开始的。综合是指在头脑中把事物的各个部分、各个特征、各种属性通过它们之间的联系结合起来，形成一个整体。综合是思维的重要特征，通过综合能够把握事物及其联系，抓住事物的本质。

（2）比较

比较是在头脑中把事物或现象的个别部分、个别方面或个别特征加以对比，确定它们之间的异同和关系。比较可以在同类事物和现象之间进行，也可以在类型不同但具有某种联系的事物和现象之间进行。当事物或现象之间存在着性质上的异同、数量上的多少、形式上的美丑、质量上的好坏时，常运用比较的方法来认识这些事物和现象。

比较是在分析与综合的基础上进行的。为了比较某些事物，首先要对这些事物进行分析，分解出它们的各个部分、个别属性和各个方面。再把它们相应的部分、相应的属性和相应的

方面联系起来加以比较（实际上就是综合）。最后找出并确定事物的相同点和差异点。所以说，比较离不开分析综合，分析综合又是比较的组成部分。

（3）抽象与概括

抽象是在头脑中抽取同类事物或现象的共同的、本质的属性或特征，并舍弃其个别的、非本质特征的思维过程。概括是在头脑中把抽象出来的事物或现象的共同的、本质属性或特征综合起来并推广到同类事物或现象中去的思维过程。通过这种概括，人们可以认识同类事物的本质特征。

2. 三种基本思维

实证思维、逻辑思维、计算思维是人类认识世界和改造世界的三种基本思维。

（1）实证思维

实证思维是指以观察和总结自然规律为特征，以具体的实际证据支持自己的论点。实证思维以物理学科为代表，是认识世界的基础。

实证思维结论要符合三点：可以解释以往的实验现象；逻辑上自治；能够预见新的现象。

（2）逻辑思维

逻辑思维是指人们在认识过程中借助于概念、判断、推理等思维形式能动地反映客观现实的理性认识过程，又称为理论思维。只有经过逻辑思维，人们才能达到对具体对象本质规定的把握，进而认识客观世界。逻辑思维以数学学科为代表，是认识的高级阶段。

逻辑思维结论要符合以下原则：有作为推理基础的公理集合；有一个可靠和协调的推演系统（推演规则）；结论只能从公理集合出发，经过推演系统的合法推理，达到结论。

（3）计算思维

计算思维就是运用计算机科学的基础概念，通过约简、嵌入、转化和仿真的方法，把一个看来困难的问题重新阐述成一个知道怎样解的问题。计算思维以计算机学科为代表，为改造世界提供有力支撑。

计算思维结论要符合以下原则：运用计算机科学的基础概念进行问题求解和系统设计；涵盖了计算机科学一系列思维活动。

1.1.2 理解计算思维

计算思维代表着一种普遍认识和基本技能，涉及运用计算机科学的基础概念去求解问题、设计系统和理解人类的行为，涵盖了反映计算机科学之广泛性的一系列思维活动。计算思维将渗入到每个人的生活之中，诸如“算法”和“程序”等计算机专业名词也将成为日常词汇的一部分。所以，计算思维不仅属于计算机专业人员，更是每个人应掌握的基本技能。计算思维具有以下基本特点。

（1）概念化

计算机科学不是计算机编程，计算机编程仅是实现环节的一个基本组成部分。像计算机科学家那样去思维远非计算机编程，而是要求人们能够在多个层次上抽象思维。

(2) 基础技能

基础技能是每个人为了在现代社会中发挥职能所必须掌握的技能。构建于计算机技术基础上的现代社会要求人们必须具备计算思维。而生搬硬套的机械技能意味着机械的重复，不能为创新性需求提供支持。

(3) 人的思维

计算思维是建立在计算过程的能力和限制之上的人类求解复杂问题基本途径，但绝非试图使人类像计算机那样思考。计算方法和模型的使用使得处理那些原本无法由个人独立完成的问题求解和系统设计成为可能，人类就能解决那些在计算时代之前不敢尝试的规模问题和复杂问题，就能建造那些功能仅受制于自身想象力的系统。

(4) 本质是抽象和自动化

计算思维吸取了问题解决所采用的一般数学思维方法，复杂系统设计与评估的一般工程思维方法，以及复杂性、智能、心理、人类行为的理解等的一般科学思维方法。与数学和物理科学相比，计算思维中的抽象显得更为丰富，也更为复杂。数学抽象的最大特点是抛开现实事物的物理、化学和生物学等特性，而仅保留其量的关系和空间的形式。计算思维中的抽象却不仅仅如此，计算思维中的抽象完全超越物理的时空观，并完全用符号来表示，其中，数字抽象只是一类特例。

计算机科学在本质上源自数学思维和工程思维，计算设备的空间限制（计算机的存储空间有限）和时间限制（计算机的运算速度有限）使得计算机科学家必须计算性地思考，不能只是数学性地思考。

1.2 计算机的产生与分类

1.2.1 计算工具的发展

在人类发展的历史长河中，人们一直在研究高效的计算工具来满足实际的计算需求，因此，计算和计算工具息息相关，两者相互促进。

1. 古代计算工具

中国古代的数学是一种计算数学，远在商代，中国人就创造了十进制计数方法。公元前5世纪，中国人已开始用算筹作为计算工具，并在公元前3世纪得到普遍的采用。后来，在算筹基础上发明了算盘。算盘通过算法口诀化，加快了计算速度，在15世纪得到普遍采用，并流传到海外成为一种国际性计算工具。

除中国外，其他国家亦有各式各样的计算工具发明，如罗马人的“铜制算盘”，古希腊人的“算板”，印度人的“沙盘”，英国人的“刻齿本片”等。这些计算工具的原理基本相同，都是通过某种具体物体来代表数值，并利用对物件的机械操作来进行运算。

2. 近代计算工具

近代科学发展促进了计算工具的进一步发展，出现了以下几种常见的计算工具。

(1) 比例规

伽利略发明的“比例规”利用比例原理进行乘除比例等计算，其外形像圆规，两脚上各有刻度，可任意开合。

(2) 纳皮尔筹

纳皮尔筹的计算原理来源于15世纪后流行于中亚细亚及欧洲的“格子算法”，不同之处在于，皮尔筹把格子和数字刻在“筹上”（长条竹片或木片），可根据需要拼凑起来计算。

(3) 计算尺

1614年，对数被发明以后，乘除运算可以转化为加减运算，对数计算尺便是依据这一特点来设计。1632年，奥特雷德发明了有滑尺的计算尺，并制成了圆形计算尺。

(4) 机械式计算机

机械式计算机是与计算尺几乎同时出现，是计算工具的一大发明。席卡德最早构思出机械式计算机，但并没有成功制成。布莱士·帕斯卡（Blaise Pascal）在1642年成功创制第一部能计算加减法的计算机。自此以后，经过多年研究，出现了多种多样的手摇计算机。

3. 现代计算机的产生

20世纪以来，电子技术与数学的充分发展，为现代计算机提供了物质基础，数学的发展又为设计及研制新型计算机提供了理论依据。人们对计算工具的研究进入了一个新的阶段。

(1) 阿塔纳索夫-贝利计算机

1847年，计算机先驱、英国数学家 Charles Babbages 开始设计机械式差分机，总体设计耗时2年，这台机器可以完成31位精度的运算并将结果打印到纸上，因此被普遍认为是世界上第一台机械式计算机。

20世纪30年代，保加利亚裔的阿塔纳索夫面对求解线性偏微分方程组的繁杂计算，从1935年开始探索运用数字电子技术进行计算。经过反复研究试验，他和他的研究生助手克利福德·贝利终于在1939年造出一台完整的样机，证明了他们的概念正确并且可以实现。人们把这台样机称为阿塔纳索夫-贝利计算机（Atanasoff-Berry Computer, ABC）。

阿塔纳索夫-贝利计算机是电子与电器的结合，电路系统装有300个电子真空管，用于执行数字计算与逻辑运算，机器采用二进制计数方法，使用电容器进行数值存储，数据输入采用打孔读卡方法。可以看出，阿塔纳索夫-贝利计算机已经包含了现代计算机中4个最重要的基本概念，从这个角度来说，它具备了现代电子计算机的基本特征。

客观地说，阿塔纳索夫-贝利计算机正好处于模拟计算向数字计算的过渡阶段。阿塔纳索夫-贝利计算机的产生具有划时代的意义，与以前的计算机相比，阿塔纳索夫-贝利计算机具有以下特点：

- ① 采用电能与电子元件，当时为电子真空管。

- ② 采用二进制计数，而非通常的十进制计数。
- ③ 采用电容器作为存储器，可再生而且避免错误。
- ④ 进行直接的逻辑运算，而非通过算术运算模拟。

(2) 埃尼阿克计算机

1946年，美国宾夕法尼亚大学研制成功了专门用于火炮弹道计算的大型电子数字积分计算机“埃尼阿克”(ENIAC)。埃尼阿克完全采用电子线路执行算术运算、逻辑运算和信息存储，运算速度比继电器计算机快1000倍。通常，说到世界公认的第一台电子数字计算机时，大多数人都认为是“埃尼阿克”。事实上，根据1973年美国法院的裁定，最早电子数字计算机是阿塔纳索夫于1939年制造的阿塔纳索夫-贝利计算机。之所以会有这样的误会，是因为“埃尼阿克”研究小组中的一个叫莫克利的人于1941年剽窃了阿塔纳索夫的研究成果，并在1946年申请了专利，美国法院于1973年裁定该专利无效。

虽然“埃尼阿克”的产生具有划时代的意义，但其不能存储程序，需要用线路连接的方法来编排程序，每次解题时的准备时间大大超过实际计算时间。

(3) 现代计算机的发展

英国剑桥大学数学实验室在1949年研制成功基于存储程序式通用电子计算机方案(该方案由冯·诺依曼领导的设计小组在1945年制定)的现代计算机——电子离散时序自动计算机(EDSAC)。至此，电子计算机开始进入现代计算机的发展时期。计算机器件从电子管到晶体管，再从分立元件到集成电路乃至微处理器，促使计算机的发展出现了三次飞跃。

① 电子管计算机。在电子管计算机时期(1946—1959年)，计算机主要用于科学计算，主存储器是决定计算机技术面貌的主要因素。当时，主存储器有汞延迟线存储器、阴极射线管静电存储器，通常按此对计算机进行分类。

② 晶体管计算机。在晶体管计算机时期(1959—1964年)，主存储器均采用磁芯存储器，磁鼓和磁盘开始作为主要的辅助存储器。不仅科学计算用计算机继续发展，而且中、小型计算机，特别是廉价的小型数据处理用计算机开始大量生产。

③ 集成电路计算机。1964年以后，在集成电路计算机发展的同时，计算机也进入了产品系列化的发展时期。半导体存储器逐步取代了磁芯存储器的主存储器地位，磁盘成了不可缺少的辅助存储器，并且开始普遍采用虚拟存储技术。随着各种半导体只读存储器和可改写只读存储器的迅速发展，以及微程序技术的发展和运用，计算机系统中开始出现固件子系统。

④ 大规模集成电路计算机。20世纪70年代以后，计算机用集成电路的集成度迅速从中小规模发展到大规模、超大规模的水平，微处理器和微型计算机应运而生，各类计算机的性能迅速提高。进入集成电路计算机发展时期以后，在计算机中形成了相当规模的软件子系统，高级语言的种类进一步增加，操作系统日趋完善，具备批量处理、分时处理、实时处理等多种功能。数据库管理系统、通信处理程序、网络软件等也不断增添到软件子系统中。

1.2.2 现代计算机的特点

现代计算机具有以下主要特点。

1. 自动执行

计算机在程序控制下能够自动、连续地高速运算。一旦输入编制好的程序，启动计算机后，就能自动地执行下去，直至完成任务，整个过程无须人工干预。另外，只要执行不同的程序，计算机就可以解决不同的问题，应用于不同的领域，因而具有很强的稳定性和通用性。

2. 运算速度快

计算机能以极快的速度进行计算。现在的微型计算机每秒可执行几百亿条指令，巨型机则达到每秒几亿亿次。随着计算机技术的发展，计算机的运算速度还在提高。

2016年全球超级计算机500强榜单中，我国“神威·太湖之光”的运算速度夺得世界第一。“神威·太湖之光”的机身占地约1000平方米。由三组巨大的机柜组成，这三组机柜又由40个运算机柜和8个网络机柜组成，每台运算机柜装有1024块“申威26010”高性能处理器，整台“神威·太湖之光”共有40960块处理器。“神威·太湖之光”系统的峰值性能为12.5亿亿次/秒，持续性能为9.3亿亿次/秒。

简单来说，这套系统1分钟的计算能力，相当于全球72亿人同时用计算器不间断计算32年；如果用2016年生产的主流笔记本电脑或个人台式机作参照，“太湖之光”的计算能力相当于200多万台普通计算机同时进行计算。

3. 运算精度高

在计算机内部，数据采用二进制表示，二进制位数越多表示数的精度就越高。目前计算机的计算精度已经能达到几十位有效数字。从理论上说随着计算机技术的不断发展，计算精度可以提高到任意精度。

4. 具有记忆和逻辑判断能力

计算机借助逻辑运算，可以进行逻辑判断，并根据判断结果自动确定下一步该做什么。计算机的存储系统由内存和外存组成，具有存储大量信息的能力，现代计算机的内存容量已达几万兆字节，而外存容量也很惊人。

5. 可靠性高

随着微电子技术和计算机技术的发展，现代电子计算机连续无故障运行时间可达到几十万小时以上，具有极高的可靠性。

1.2.3 现代计算机的分类

20世纪中期以来，计算机一直处于高速发展时期，计算机种类也不断分化，计算机的分类有多种方法。按其内部逻辑结构进行分类，计算机可分为单处理机与多处理机（并行机），16位机、32位机和64位计算机等。根据计算机的演变过程来分，计算机通常分为5大类：超级计算机、大型机、中小型机、工作站、微型机。

1. 超级计算机

（1）超级计算机的概念

超级计算机又称为巨型机，通常是指由成百上千甚至更多的处理器（机）组成的、能计

算求解大型复杂问题的计算机。它采用大规模并行处理的体系结构，运算速度快、存储容量大、处理能力强，是价格最高、功能最强、速度最快的一类计算机，其浮点运算速度已达每秒几亿亿次。

(2) 超级计算机的特点

新一代的超级计算机采用涡轮式设计，每个“刀片”就是一个服务器，能实现协同工作，并可根据应用需要随时增减。通过先进的架构和设计实现了存储和运算的分离，确保用户数据、资料在软件系统更新或 CPU 升级时不受任何影响，保障了存储信息的安全，真正实现了保持长时、高效、可靠的运算并易于升级和维护的优势。

在 2016 年的全球超级计算机 500 强榜单上，名列前十的除了“神威·太湖之光”，还有中国的“天河二号”、美国的“泰坦”与“红杉”、日本的“京”、美国的“米拉”与“三一”、瑞士的“代恩特峰”、德国的“花尾榛鸡”和沙特阿拉伯的“沙欣 II”。但在运算速度上，“神威·太湖之光”是“天河二号”的 3 倍，美国“泰坦”的 5 倍，超过排名第二到第五的 4 台超级计算机运算速度的总和。

(3) 超计算机的应用

目前，超级计算机主要用于战略武器设计、空间技术、石油勘探、航空航天、长期天气预报及社会模拟等领域。世界上只有少数国家能生产超级计算机，它是一个国家科技发展水平和综合国力的重要标志。

气象预报是超级计算机最主要的用途之一。有了超级计算机后，就可对云层运动的区域范围、轨迹等进行精确模拟与观测。天津“天河一号”观测精度为 10 万千米，“神威蓝光”实现 1 万千米精度，而“神威·太湖之光”把精度缩到 9 千米，如今正向着 3 千米精度迈进。

值得一提的是，“神威·太湖之光”系统可以在 30 天内完成未来 100 年的地球气候模拟，以往过去 2 到 3 小时才能发出的海啸预警，现在最快十几分钟就可完成。

再比如，目前已经上市销售的一款汽车中，其安全系数、防撞力度等实验结果都需要通过真车在现场进行真实碰撞而来，有了超级计算机，只需要几台车辆进行现场模拟后，将仿真的运算结果和实验结果作比对即可，既能减少企业产品的研发成本，又能缩短企业的研发周期。

在动漫电影中，为了使图像可以与漫画或者卡通达到形似的效果，专业人员通常使用卡通渲染着色器进行处理。一场 2 个小时的动漫电影，需要很大规模的渲染过程，假如一秒钟播放 24 帧画面，那么每一帧画面在后期制作过程中都需要渲染，每次需要 24 台机器同时给这个画面进行渲染，有了超级计算机后，可以同时给成千上万帧的画面进行渲染，以前一部动漫电影的后期渲染需要一年，现在可能只需要一个月就可以制作完成。

2. 大型机

(1) 大型机的概念

大型机一般用在尖端科研领域，主机非常庞大，许多中央处理器协同工作，有超大的内存和海量存储器，并且使用专用操作系统和应用软件。目前，大型主机在 MIPS（每秒百万指令数）已经不及高性能微型计算机，但是它的 I/O 能力、非数值计算能力、稳定性、安全性是微型计算机所不可比拟的。

（2）大型计算机和超级计算机的区别

大型计算机和超级计算机的区别主要如下。

① 大型计算机使用专用指令系统和操作系统；超级计算机使用通用处理器及 UNIX 或类 UNIX 操作系统（如 Linux）。

② 大型计算机主要用于非数值计算（数据处理）领域；超级计算机主要用于数值计算（科学计算）。

③ 大型计算机主要用于商业领域，如银行和电信；超级计算机主要用于尖端科学领域，特别是国防领域。

④ 大型计算机大量使用冗余等技术，以确保其安全性及稳定性，所以内部结构通常有两套；超级计算机使用大量处理器，通常由多个机柜组成。

⑤ 为了确保兼容性，大型计算机的部分技术较为保守。

3. 中小型机

（1）中小型机的概念

中小型机是指采用 8~32 个处理器，性能和价格介于 PC 服务器和大型计算机之间的一种高性能 64 位计算机。

（2）中小型机的特点

中小型机具有区别于 PC 及其服务器的特有体系结构，并且具有各制造厂商自己的专利技术，有的还采用小型机专用处理器，中小型机使用的操作系统一般是基于 UNIX 的。从某种意义上讲，中小型机就是低价格、小规模的大型计算机，它们比大型机价格低，却几乎有同样的处理能力。

4. 工作站

工作站是一种以个人计算机和分布式网络计算为基础，主要面向专业应用领域，具备强大数据运算与图形、图像处理能力，为满足工程设计、动画制作、科学研究、软件开发、金融管理、信息服务、模拟仿真等专业领域而设计开发的高性能计算机。

（1）基本配置

工作站具备强大的数据处理能力，具有便于人机交换信息的用户接口。工作站在编程、计算、文件书写、存档、通信等方面给专业工作者以综合的帮助。常见的工作站有计算机辅助设计（CAD）工作站、办公自动化（OA）工作站、图像处理工作站等。不同任务的工作站有不同的硬件和软件配置。

一个小型 CAD 工作站的典型硬件配置为：高档微型计算机、带有功能键的 CRT 终端、光笔、平面绘图仪、数字化仪、打印机等。软件配置为：操作系统、编译程序、相应的数据库和数据库管理系统、二维和三维的绘图软件，以及成套的计算、分析软件包。

OA 工作站的主要硬件配置为：微型计算机、办公用终端设备（如电传打字机、交互式终端、传真机、激光打印机、智能复印机等）、通信设施（如局部网、程控交换机、公用数据网、综合业务数字网等）。软件配置为：操作系统、编译程序、各种服务程序、通信软件、数