



工业和信息化普通高等教育“十二五”规划教材立项项目

21世纪高等学校计算机规划教材

21st Century University Planned Textbooks of Computer Science

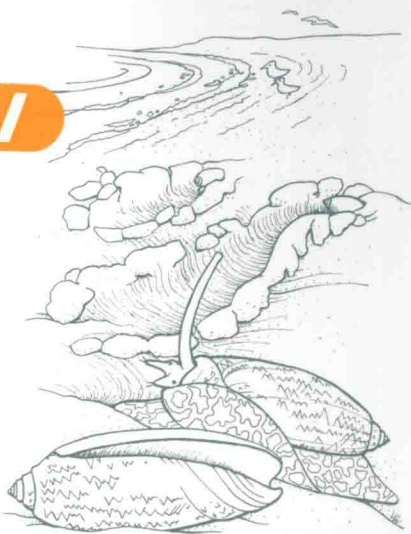
# 计算思维 与计算机基础

## Computational Thinking and Fundamentals of Computer

周美玲 熊李艳 雷莉霞 主编

吴昊 张恒 副主编

- 计算思维与计算机应用相结合
- 计算机理论与实践相结合
- 满足教育部计算机基础教育白皮书要求



高校系列



中国工信出版集团



人民邮电出版社  
POSTS & TELECOM PRESS



工业和信息化普通高等教育“十二五”规划教材

21世纪高等学校计算机规划教材

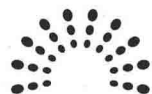
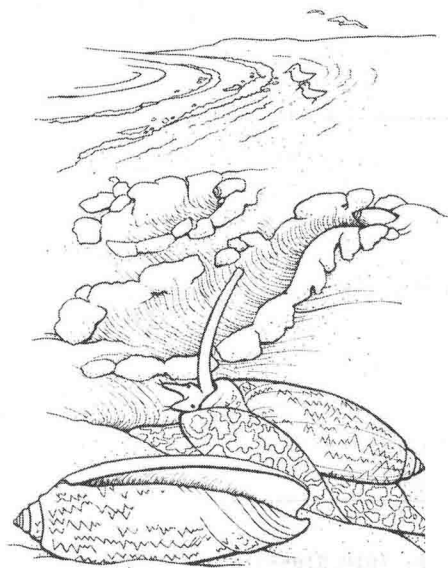
21st Century University Planned Textbooks of Computer Sci

# 计算思维 与计算机基础

Computational Thinking and  
Fundamentals of Computer

周美玲 熊李艳 雷莉霞 主编

吴昊 张恒 副主编



高校系列

人民邮电出版社

北京

## 图书在版编目 (CIP) 数据

计算思维与计算机基础 / 周美玲, 熊李艳, 雷莉霞  
主编. — 北京: 人民邮电出版社, 2015. 7  
21世纪高等学校计算机规划教材. 高校系列  
ISBN 978-7-115-39687-7

I. ①计… II. ①周… ②熊… ③雷… 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(2015)第177096号

## 内 容 提 要

本书共分12章, 内容主要包括计算机与计算思维、计算机系统基础、中文 Windows 7 操作系统、文字处理软件 Word 2010、电子表格处理软件 Excel 2010、演示文稿处理软件 PowerPoint 2010、数据结构与算法、程序设计基础、计算机网络基础、基础信息管理与数据库、多媒体技术、网页制作技术等。本书提供多媒体教学课件。

本书通过基本理论讲解和大量的实例对计算机基础知识进行了全面系统、重点突出的解读, 对应用环节给出了清晰的操作步骤; 与之配套的实验教程还提供了实验示例及大量的习题供读者练习。读者通过本套教材的学习, 易于掌握计算机的基本知识及各种操作。

本书可作为高等院校计算机基础课程的教学用书, 也适用于各类计算机基础培训者、计算机等级考试者和计算机爱好者自学使用。

- 
- ◆ 主 编 周美玲 熊李艳 雷莉霞
  - 副 主 编 吴 昊 张 恒
  - 责任编辑 刘 博
  - 责任印制 沈 蓉 彭志环
  - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路11号  
邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn  
网址 <http://www.ptpress.com.cn>  
北京艺辉印刷有限公司印刷
  - ◆ 开本: 787×1092 1/16  
印张: 20 2015年7月第1版  
字数: 526千字 2015年7月北京第1次印刷
- 

定价: 45.00 元

读者服务热线: (010)81055256 印装质量热线: (010)81055316

反盗版热线: (010)81055315

广告经营许可证: 京崇工商广字第 0021 号

# 前 言

---

---

---

---

---

---

---

---

计算机应用能力已经成为社会各行各业的从业人员基本工作技能要求之一，计算机基础也成为高校非计算机专业学生的必修课。自从教育部高教司颁发“加强非计算机专业计算机基础教学工作的几点意见”以来，全国高校的计算机基础教育逐步走上规范化的道路。进入 21 世纪以来，大学新生的计算机知识起点逐年提高，计算机应用能力已成为衡量大学生基本素质的突出标志之一。在此形势下，教育部大学计算机课程教学指导委员会发布了“关于进一步加强高等学校计算机基础教学的意见”（简称白皮书）。据此我们修订了计算机基础课程的教学大纲，并编写了本套教材，以满足计算机基础教学的需要。

本套教材在内容的选取上，依照着重培养学生的计算机知识、能力、素质和计算思维的指导思想，选择最基本的内容加以讲解，让计算机基础教学起到基础性和先导性的作用。

本套教材使读者在了解计算思维基本内涵的前提下，全面、系统地了解计算机基础知识，具备计算机实际操作能力，并能够将计算机应用到各个专业领域的学习与研究中。教材以计算思维统领全书，兼顾不同专业、不同层次学生对计算机基础知识的需要，内容较全面。本套教材的主教材和实验教材相互配合，在主教材中注重理论知识的讲授，在实验教材中突出应用，强调实践动手能力的培养。实验教材提供了大量的演示示例和上机实验，同时还提供了大量的习题，方便学生考前训练和复习。本套教材既方便老师课堂讲授，也注重学生在无辅导环境下自学。

本书由长期在教学一线从事计算机基础教学具有丰富教学经验和较高教学水平的多位老师参与编写。本书由周美玲、熊李艳、雷莉霞担任主编，由吴昊、张恒担任副主编。全书共分 12 章，其中第 1 章、第 2 章、第 9 章由熊李艳编写，第 3 章、第 8 章由周美玲编写，第 4 章、第 7 章由吴昊编写，第 5 章、第 6 章由雷莉霞编写，第 10 章、第 11 章、第 12 章由张恒编写。本书由周美玲负责统稿。

在编写过程中，还得到很多同仁的帮助和支持，在此一并对他们表示由衷的感谢！

由于编者水平有限，书中疏漏和不足之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 者  
2015 年 7 月

# 目 录

## 第 1 章 计算机与计算思维..... 1

- 1.1 计算机概述.....1
  - 1.1.1 计算机的概念.....1
  - 1.1.2 计算机发展简史.....1
  - 1.1.3 计算机的特点.....6
  - 1.1.4 计算机的分类.....7
  - 1.1.5 计算机的应用领域.....8
- 1.2 计算思维.....9
  - 1.2.1 计算思维的定义.....9
  - 1.2.2 计算思维的内容.....10
  - 1.2.3 计算思维的特点.....11
  - 1.2.4 计算思维对非计算机学科的影响.....12
- 1.3 面向 21 世纪的计算机技术展望.....17
  - 1.3.1 计算机技术的最新进展.....17
  - 1.3.2 计算机今后的发展方向.....19

## 第 2 章 计算机系统基础..... 22

- 2.1 计算机系统组成.....22
  - 2.1.1 电子计算机的基本组成.....22
  - 2.1.2 计算机的基本工作原理.....23
  - 2.1.3 微型计算机(微机)的硬件组成.....24
- 2.2 计算机软件系统.....29
  - 2.2.1 硬件与软件的关系.....30
  - 2.2.2 系统软件.....30
  - 2.2.3 应用软件.....31
- 2.3 计算机中数据的表示及编码.....31
  - 2.3.1 数的进位制.....31
  - 2.3.2 不同进制数之间的转换.....32
  - 2.3.3 数值数据在计算机内的表示.....35
  - 2.3.4 常见的信息编码.....38

## 第 3 章 中文 Windows 7 操作系统... 43

- 3.1 操作系统的基础知识.....43
  - 3.1.1 操作系统的概念和功能.....43

- 3.1.2 操作系统的分类.....45
- 3.1.3 常用的微机操作系统.....46
- 3.2 Windows 7 的启动与用户界面.....48
  - 3.2.1 Windows 7 的启动与退出.....49
  - 3.2.2 Windows 7 的桌面.....49
  - 3.2.3 键盘和鼠标的的基本操作.....59
  - 3.2.4 Windows 7 的窗口.....61
  - 3.2.5 Windows 7 的菜单.....64
  - 3.2.6 Windows 7 的对话框.....65
  - 3.2.7 Windows 7 的剪贴板.....66
- 3.3 Windows 7 的程序管理.....67
  - 3.3.1 应用程序的启动.....67
  - 3.3.2 任务管理器的使用.....68
  - 3.3.3 安装/卸载应用程序.....68
- 3.4 Windows 7 的文件管理.....69
  - 3.4.1 文件与文件夹.....69
  - 3.4.2 “计算机”“资源管理器”和“库”.....73
  - 3.4.3 文件与文件夹的操作.....76
  - 3.4.4 磁盘管理.....78
- 3.5 Windows 7 系统设置.....81
  - 3.5.1 控制面板.....81
  - 3.5.2 外观和个性化.....81
  - 3.5.3 时钟、语言和区域.....82
  - 3.5.4 用户账户和家庭安全.....82
  - 3.5.5 硬件和声音.....83
- 3.6 Windows 7 常用附件的使用.....84
  - 3.6.1 记事本和写字板.....84
  - 3.6.2 画图.....85
  - 3.6.3 计算器.....85
  - 3.6.4 截图工具.....85
  - 3.6.5 命令提示符.....85
  - 3.6.6 轻松访问中心.....86
  - 3.6.7 系统工具.....86

## 第4章 文字处理软件 Word 2010.... 87

4.1 Word 2010 概述 .....	87
4.1.1 Word 2010 简介 .....	87
4.1.2 Word 2010 的启动与退出 .....	87
4.1.3 Word 2010 窗口组成 .....	87
4.1.4 Word 2010 文档基本操作 .....	89
4.2 文档编辑 .....	91
4.2.1 输入文本 .....	91
4.2.2 选择文本 .....	92
4.2.3 插入与删除文本 .....	92
4.2.4 复制与移动文本 .....	92
4.2.5 查找与替换文本 .....	93
4.2.6 撤销和重复 .....	93
4.3 文档排版 .....	93
4.3.1 文本格式设置 .....	93
4.3.2 段落格式设置 .....	95
4.3.3 边框与底纹设置 .....	96
4.3.4 项目符号和编号 .....	96
4.3.5 分栏设置 .....	97
4.3.6 格式刷 .....	97
4.3.7 首字下沉设置 .....	97
4.4 表格制作 .....	98
4.4.1 创建表格 .....	98
4.4.2 表格内容输入 .....	98
4.4.3 编辑表格 .....	99
4.4.4 美化表格 .....	101
4.4.5 表格转换为文本 .....	101
4.4.6 表格排序与数字计算 .....	102
4.5 图文混排 .....	103
4.5.1 插入图片 .....	103
4.5.2 插入剪贴画 .....	104
4.5.3 插入艺术字 .....	104
4.5.4 绘制图形 .....	105
4.5.5 插入 SmartArt 图形 .....	105
4.5.6 插入文本框 .....	106
4.6 文档页面设置与打印 .....	107
4.6.1 设置页眉与页脚 .....	107
4.6.2 设置纸张大小与方向 .....	108
4.6.3 设置页边距 .....	108

4.6.4 设置文档封面 .....	108
4.6.5 稿纸设置 .....	108
4.6.6 打印预览与打印 .....	109
4.7 Word 高级应用 .....	109
4.7.1 样式 .....	109
4.7.2 创建目录 .....	110
4.7.3 邮件合并 .....	111

## 第5章 电子表格处理软件 Excel 2010..... 114

5.1 Excel 2010 的基础知识 .....	114
5.1.1 Excel 2010 的启动和退出 .....	114
5.1.2 Excel 2010 的窗口组成 .....	114
5.1.3 工作簿、工作表和单元格的概念 .....	115
5.1.4 工作簿的建立和打开 .....	116
5.2 工作表的建立与管理 .....	117
5.3 编辑单元格、行和列 .....	118
5.3.1 选取单元格或单元格区域 .....	118
5.3.2 编辑单元格数据 .....	118
5.3.3 单元格、行和列的复制和移动 .....	118
5.3.4 单元格、行和列的插入及删除 .....	118
5.4 格式化工作表 .....	119
5.4.1 设置数据格式 .....	119
5.4.2 条件格式化 .....	122
5.4.3 自动套用格式 .....	123
5.4.4 格式的复制和删除 .....	124
5.5 公式和函数 .....	124
5.5.1 公式的使用 .....	124
5.5.2 公式中的引用 .....	126
5.5.3 函数的使用 .....	128
5.6 图表 .....	130
5.6.1 创建图表 .....	130
5.6.2 图表的编辑和修改 .....	132
5.7 数据管理 .....	135
5.7.1 数据排序 .....	135
5.7.2 数据筛选 .....	136
5.7.3 分类汇总 .....	138
5.8 窗口操作 .....	139
5.8.1 冻结窗口 .....	139
5.8.2 拆分窗口 .....	140

## 第6章 演示文稿处理软件 PowerPoint 2010..... 141

6.1 PowerPoint 2010 概述.....	141
6.1.1 PowerPoint 2010 的启动和退出.....	141
6.1.2 PowerPoint 2010 的窗口组成.....	142
6.1.3 PowerPoint 2010 的视图.....	143
6.2 PowerPoint 2010 的基本操作.....	144
6.2.1 创建演示文稿.....	144
6.2.2 插入、删除幻灯片.....	145
6.2.3 保存演示文稿.....	147
6.3 幻灯片的编辑.....	148
6.3.1 文本的输入与编辑.....	148
6.3.2 插入图片、艺术字、表格.....	149
6.3.3 插入图表.....	153
6.3.4 插入多媒体对象.....	154
6.3.5 设置超级链接.....	155
6.4 演示文稿的设计.....	156
6.4.1 版式.....	156
6.4.2 设置背景样式.....	157
6.4.3 母版.....	158
6.5 动画效果.....	159
6.5.1 动画设计.....	159
6.5.2 幻灯片切换.....	160
6.6 幻灯片的放映.....	161
6.6.1 设置放映方式.....	161
6.6.2 排练计时.....	161
6.6.3 放映幻灯片.....	162

## 第7章 数据结构与算法..... 163

7.1 数据结构的基本概念.....	163
7.1.1 数据结构的定义.....	163
7.1.2 数据结构的内容.....	164
7.2 算法.....	166
7.2.1 算法的基本概念.....	166
7.2.2 算法分析.....	167
7.3 线性表、栈和队列.....	170
7.3.1 线性表.....	170
7.3.2 栈.....	175
7.3.3 队列.....	178

7.4 树与二叉树.....	180
7.4.1 树的基本概念.....	180
7.4.2 二叉树及其基本性质.....	181
7.4.3 二叉树的存储结构.....	182
7.4.4 二叉树的遍历.....	183
7.5 查找.....	185
7.5.1 顺序查找.....	185
7.5.2 二分法查找.....	185
7.6 排序.....	186
7.6.1 基本概念.....	186
7.6.2 交换类排序法.....	186
7.6.3 插入类排序法.....	187
7.6.4 选择类排序法.....	188

## 第8章 程序设计基础..... 189

8.1 计算机求解问题的步骤.....	189
8.2 程序设计语言.....	191
8.2.1 程序与程序设计.....	191
8.2.2 程序设计语言的发展.....	191
8.2.3 常见的程序设计语言.....	194
8.3 程序设计方法.....	197
8.3.1 早期的程序设计方法.....	197
8.3.2 结构化程序设计方法.....	197
8.3.3 面向对象程序设计方法.....	202
8.4 软件工程基本概念.....	207
8.4.1 软件定义与软件特点.....	207
8.4.2 软件危机与软件工程.....	208
8.4.3 软件工程过程与软件生命周期.....	209
8.4.4 软件的目标与原则.....	211
8.4.5 软件开发工具与软件开发环境.....	212
8.5 结构化分析方法.....	212
8.5.1 需求分析与需求分析方法.....	212
8.5.2 结构化分析方法.....	213
8.5.3 软件需求规格说明书.....	216
8.6 结构化设计方法.....	217
8.6.1 软件设计过程及原则.....	217
8.6.2 总体设计.....	218
8.6.3 详细设计.....	219
8.7 软件测试.....	220
8.7.1 软件测试的目的和原则.....	220

8.7.2 软件测试的步骤 .....	220	10.4.3 Access 数据库的建立 .....	273
8.7.3 软件测试的方法 .....	221	<b>第 11 章 多媒体技术 .....</b>	<b>276</b>
8.8 程序的调试 .....	223	11.1 概述 .....	276
8.8.1 基本概念 .....	223	11.1.1 媒体 .....	276
8.8.2 软件调试方法 .....	224	11.1.2 多媒体 .....	277
<b>第 9 章 计算机网络基础 .....</b>	<b>225</b>	11.1.3 多媒体技术应用领域 .....	278
9.1 计算机网络基础 .....	225	11.2 多媒体计算机系统 .....	280
9.1.1 计算机网络概述 .....	225	11.2.1 多媒体硬件系统及设备 .....	280
9.1.2 计算机网络的组成与功能 .....	227	11.2.2 多媒体软件系统 .....	282
9.1.3 计算机网络结构与分类 .....	234	11.3 数据表示与数据压缩 .....	283
9.2 Internet 基础 .....	241	11.3.1 多媒体数据表示 .....	283
9.2.1 Internet 的起源和发展 .....	241	11.3.2 数据压缩和编码技术标准 .....	285
9.2.2 Internet 的工作原理 .....	244	11.4 常用多媒体工具软件 .....	287
9.3 Internet 应用 .....	249	11.4.1 声音的处理软件 .....	287
9.3.1 Internet 服务 .....	249	11.4.2 图形图像处理软件 .....	287
9.3.2 电子邮件的使用 .....	250	11.4.3 动画制作软件 .....	288
9.3.3 Internet 信息搜索 .....	251	11.4.4 视频编辑软件 .....	289
9.3.4 网络数据库的使用 .....	252	<b>第 12 章 网页制作技术 .....</b>	<b>291</b>
9.4 信息安全 .....	253	12.1 网页与网站 .....	291
9.4.1 防火墙 .....	256	12.1.1 网页与网站的概念 .....	291
9.4.2 个人计算机实现信息安全目标的 途径 .....	257	12.1.2 网页的主要元素 .....	291
<b>第 10 章 基础信息管理与数据库 ...</b>	<b>259</b>	12.1.3 常用网页制作工具简介 .....	292
10.1 数据库的概念 .....	259	12.1.4 HTML 语言简介 .....	293
10.1.1 数据库技术的发展 .....	259	12.2 认识 Dreamweaver .....	295
10.1.2 数据库与数据库系统 .....	261	12.2.1 Dreamweaver CS6 工作环境 .....	295
10.1.3 数据库系统的体系结构 .....	263	12.2.2 Dreamweaver CS6 功能菜单 .....	296
10.2 数据模型 .....	264	12.3 创建站点 .....	298
10.2.1 概念数据模型 .....	264	12.3.1 新建本地站点 .....	298
10.2.2 层次模型 .....	266	12.3.2 管理本地站点 .....	300
10.2.3 网状模型 .....	266	12.4 使用 Dreamweaver 制作网页 .....	302
10.2.4 关系模型 .....	266	12.4.1 创建文本和图像混排的网页 .....	302
10.3 关系数据库 .....	267	12.4.2 网页中超链接的应用 .....	303
10.3.1 关系术语 .....	267	12.4.3 网页中动画的应用 .....	304
10.3.2 关系代数 .....	268	12.4.4 表格的应用 .....	305
10.4 数据库的设计 .....	271	12.5 网站的发布与维护 .....	307
10.4.1 数据库设计概述 .....	271	12.5.1 网站测试 .....	307
10.4.2 Access 2010 的认识 .....	272	12.5.2 网站的发布 .....	309
		12.5.3 网站的维护 .....	312



# 第 1 章

## 计算机与计算思维

### 1.1 计算机概述

#### 1.1.1 计算机的概念

计算机是 21 世纪人类最伟大、最卓越的技术发明之一，它标志着人类又开始了一个新的信息革命时代。计算机是一种能够在其内部指令控制下运行的，并能够自动、高速而又准确地对信息进行自动加工和处理的电子设备。它通过输入设备接收字符、数字、声音、图片和动画等数据，通过 CPU 进行数据处理，通过存储器将处理结果和程序存储起来以后备用。它是当代社会人类从事生产、科研、生活等活动的一种电子工具，计算机已成为人们分析问题、解决问题的重要工具，运用计算机的能力是现代人文文化素质的重要标志之一。

#### 1.1.2 计算机发展简史

在人类历史上，计算工具的发明和创造走过了漫长的道路。在原始社会，人们曾使用绳结、垒石或枝条作为计数和计算的工具。我国在春秋战国时期有了筹算法的记载，到了唐朝已经有了至今仍在使用的计算工具——算盘。16 世纪欧洲出现了对数计算尺和机械计算机。

在 20 世纪 50 年代之前，算盘、对数计算尺、手摇或电动的机械计算机一直是人们使用的主要计算工具。到了 20 世纪 40 年代，一方面由于近代科学技术的发展，对计算量、计算精度、计算速度的要求不断提高，原有的计算工具已经满足不了应用的需要；另一方面，计算理论、电子学以及自动控制技术的发展，也为现代电子计算机的出现提供了可能。

1621 年，英国人威廉·奥特瑞发明了计算尺。

1642 年法国数学家布莱斯·帕斯卡发明了机械计算器（见图 1.1）。首次确立了计算机器的概念。机械计算器用纯粹机械代替了人的思考和记录，标志着人类已开始向自动计算工具领域迈进。他制造出的机械式加法机是一种系列齿轮组成的装置，外形像一个长方盒子，用钥匙旋紧发条后才能转动，利用齿轮传动原理，通过手工操作，来实现加、减运算。

1674 年莱布尼茨改进了帕斯卡的计算机，发明了“乘法器”（见图 1.2），“乘法器”约 1 米长，内部安装了一系列齿轮机构，除了体积较大之外，基本原理继承于帕斯卡。莱布尼茨为计算机增添了“步进轮”的装置。除了能够连续重复地做加减法之外，还可以通过手工操作，实现乘除运算。莱布尼茨还提出了“二进制”数的概念。

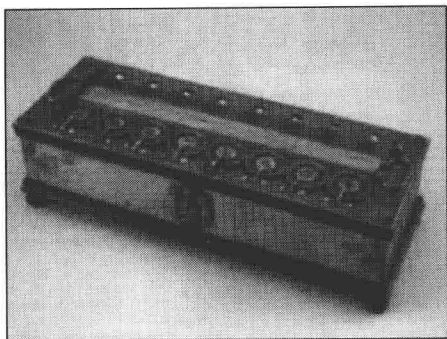


图 1.1 帕斯卡机械计算机

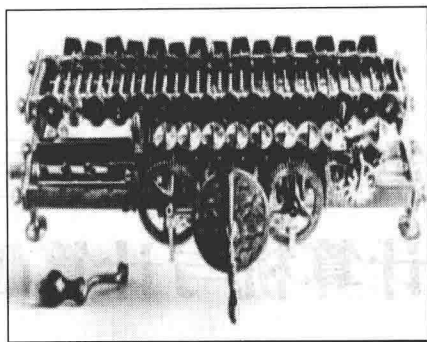


图 1.2 乘法器

1822 年英国科学家巴贝奇制造出了第一台差分机（见图 1.3）。它可以处理 3 个不同的 5 位数，计算精度达到 6 位小数。所谓“差分”的含义，是把函数表的复杂算式转化为差分运算，用简单的加法代替平方运算，快速编制不同函数的数学用表。机械计算机在程序自动控制、系统结构、输入输出和存储等方面为现代计算机的产生奠定了技术基础。

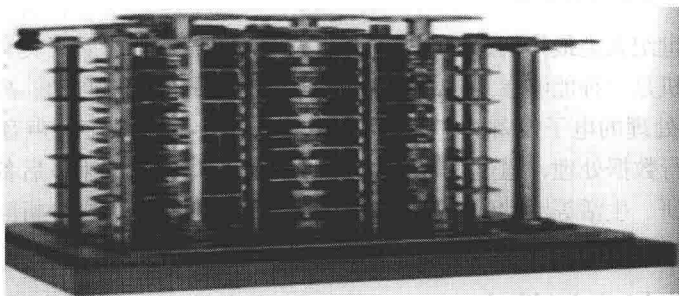


图 1.3 第一台差分机

制造电子计算机的关键性技术是采用电子元件代替机电式计算机中的继电器和机械设备。

进入 20 世纪，电子技术有了飞速的进展，1906 年，美国人弗斯特发明了电子管。电子三极管控制电流的开关速度，比电磁继电器快 1 万倍，而且可靠性高得多。人们用电子管取代继电器制作计算机。后来，把一对三极管用电路连接起来，制成电子触发器，为电子计算机的产生作了进一步的技术准备。

1930 年，美国科学家范内瓦·布什造出世界上首台模拟电子计算机。

第二次世界大战进行期间，当时激战正酣，各国的武器装备还很差，占主要地位的战略武器就是飞机和大炮，因此研制和开发新型大炮和导弹就显得十分必要和迫切。为此美国陆军军械部在马里兰州的阿伯丁设立了“弹道研究实验室”。军方要求该实验室每天为陆军炮弹部队提供 6 张火力表以便对导弹的研制进行技术鉴定。千万别小瞧了这区区 6 张火力表，它们所需的工作量大得惊人！事实上每张火力表都要计算几百条弹道，而每条弹道的数学模型是一组非常复杂的非线性方程组。按当时的计算工具，实验室即使雇用 200 多名计算员加班加点工作，也大约需要两个多月的时间，才能算完一张火力表。在“时间就是胜利”的战争年代，为了改变这种不利的状况，当时任职宾夕法尼亚大学莫尔电机工程学院的莫希利（John Mauchly）于 1942 年提出了试制第一台电子计算机的初始设想“高速电子管计算装置的使用”，期望用电子管代替继电器以提

高机器的计算速度。美国军方得知这一设想，马上拨款大力支持，成立了一个以莫希利、埃克特（John Eckert）为首的研制小组开始研制工作。十分幸运的是，当时任弹道研究所顾问、正在参加美国第一颗原子弹研制工作的数学家冯·诺依曼（v·n weumann, 1903-1957, 美籍匈牙利人）带着原子弹研制（1944 年）过程中遇到的大量计算问题，在研制过程中期加入了研制小组。1945 年，冯·诺依曼和他的研制小组在共同讨论的基础上，发表了一个全新的“存储程序通用电子计算机方案”——EDVAC（Electronic Discrete Variable Automatic Computer）在此过程中他对计算机的许多关键性问题的解决作出了重要贡献，从而保证了计算机的顺利问世。

1946 年 2 月 14 日，由美国军方定制的世界第一台电子多用途计算机“电子数字积分计算机”ENIAC（Electronic Numerical And Calculator）在美国宾夕法尼亚大学问世了。

ENIAC 长 30.48 米，宽 1 米，高 2.4 米，占地面积约 170 平方米，30 个操作台，重达 50 英吨，耗电量 150 千瓦，造价 48 万美元。它包含了 17468 只真空电子管 7200 只二极管，70000 个电阻器，10000 个电容器，1500 个继电器，6000 多个开关，每秒执行 5000 次加法或 400 次乘法，是继电器计算机的 1000 倍、手工计算的 20 万倍。ENIAC 的问世具有划时代的意义，表明电子计算机时代的到来。在以后 60 多年里，计算机技术以惊人的速度发展，没有任何一门技术的性能价格比能在 30 年内增长 6 个数量级。



图 1.4 电子数字积分计算机

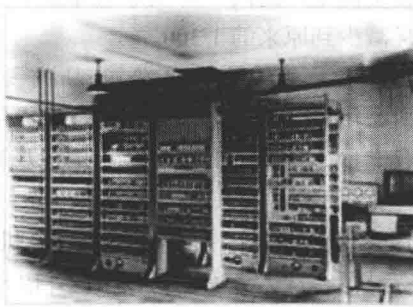


图 1.5 电子管计算机

计算机从发明至今，主要经历以下几代。

#### 第 1 代：电子管计算机（1946-1957 年）

1904 年，世界上第一只电子管在英国物理学家弗莱明的手下诞生了。弗莱明为此获得了这项发明的专利权。人类第一只电子管的诞生，标志着世界从此进入了电子时代。世界上第一台计算机体积庞大，并且属于程序外插型，使用起来并不方便。计算机运算几分钟或几小时，需要用几小时到几天的时间来编程序。当 ENIAC 的研制接近成功时，曾任职伯丁试炮场顾问的冯·诺依曼知道了这一消息。他在仔细研究过 ENIAC 的优缺点后，在别人的协助下，于 1946 年给出了一个新机 EDVAC 的设计方案，这个方案中的计算机包括计算器、控制器、存储器、输入输出装置，为提高运算速度首次在电子计算中采用了二进制，并实现了程序内存。它使全部运算真正成为自动过程。到目前为止，它是一切电子计算机设计的基础。英国剑桥大学于 1949 年最先制成了世界第一台用电子延迟存储的程序内存电子计算机 EDSAC。冯·诺依曼的 EDVAC 几经周折，在 1952 年终于制成。另外，由于美籍华人王安在 1950 年提出了用磁芯存储数据的思想，麻省理工学院的福雷斯特发明了磁芯存储器，这种存储器在 50~70 年代一直被用作几乎所有电子计算机的主存储器。

硬件方面，逻辑元件采用的是真空电子管，主存储器采用汞延迟线、阴极射线示波管静电存

存储器、磁鼓、磁芯；外存储器采用的是磁带。软件方面采用的是机器语言、汇编语言。应用领域以军事和科学计算为主。

第一代计算机的特点是体积大、功耗高、可靠性差。速度慢（一般为每秒数千次至数万次）、价格昂贵，但为以后的计算机发展奠定了基础。UNIVAC-I 是第一代计算机的代表。

### 第 2 代：晶体管计算机（1958—1964 年）

晶体管计算机是第二代电子计算机。晶体管被用来作为计算机的元件。晶体管不仅能实现电子管的功能，又具有尺寸小、重量轻、寿命长、效率高、发热少、功耗低等优点。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实现了。

第一代计算机（电子管计算机）使用的是“定点运算制”，参与运算数的绝对值必须小于 1；而第二代计算机（晶体管计算机）增加了浮点运算，使数据的绝对值可达 2 的几十次方或几百次方，计算机的计算能力实现了一次飞跃。同时，用晶体管取代电子管，使得第二代计算机体积减小，寿命大大延长，价格降低，为计算机的广泛应用创造了条件。

1954 年，美国贝尔实验室研制成功第一台使用晶体管线路的计算机，取名“催迪克”（TRADIC），装有 800 只晶体管。

1955 年，美国在阿塔拉斯洲际导弹上装备了以晶体管为主要元件的小型计算机。10 年以后，在美国生产的同一种型号的导弹中，由于改用集成电路元件，重量只有原来的 1/100，体积与功耗减少到原来的 1/300。

1958 年，美国的 IBM 公司制成了第一台全部使用晶体管的计算机 RCA501 型。由于第二代计算机采用晶体管逻辑元件及快速磁芯存储器，计算速度从每秒几千次提高到几十万次，主存储器的存储量，从几千 Byte 提高到 10 万 Byte 以上。1959 年，IBM 公司又生产出全部晶体管化的电子计算机 IBM7090。

1958~1964 年，晶体管电子计算机经历了大范围的发展过程。从印刷电路板到单元电路和随机存储器，从运算理论到程序设计语言，不断的革新使晶体管电子计算机日臻完善。

1961 年，世界上最大的晶体管电子计算机 ATLAS 安装完毕。

1964 年，中国制成了第一台全晶体管电子计算机 441—B 型。

第 2 代计算机，软件方面出现了操作系统、高级语言及其编译程序。应用领域以科学计算和事务处理为主，并开始进入工业控制领域。它的特点是体积缩小、能耗降低、可靠性提高、运算速度提高（一般为每秒数 10 万次，可高达 300 万次）、性能比第 1 代计算机有很大的提高。

### 第 3 代：集成电路计算机（1965—1970 年）

这一代计算机仍然以存储器为中心，机种多样化、系列化，外部设备不断增加、功能不断扩大，软件的功能进一步完善，除了用于数值计算机和数据处理外，已经可以处理图像、文字等资料。

60 年代中期，半导体工艺的发展使得集成电路被成功制造。计算机也开始采用中小规模集成电路作为计算机的主要元件，第三代计算机诞生。

硬件方面，逻辑元件采用中、小规模集成电路（MSI、SSI），主存储器仍采用磁芯。软件方面出现了分时操作系统以及结构化、规模化程序设计方法。特点是速度更快（一般为每秒数百万次至数千万次），而且可靠性有了显著提高，价格进一步下降，产品走向了通用化、系列化和标准化等。应用领域开始进入文字处理和图形图像处理领域。此外，软件在这个时期形成了产业。操作系统在规模和功能上发展很快，提出了结构化、模块化的程序设计思想，出现了结构化的程序设计语言。这一时期的计算机同时向标准化、多样化、通用化、机种系列化发展。IBM-360 系

列是最早采用集成电路的通用计算机，也是影响最大的第三代计算机的代表。

同上两代相比，由于采用了中小规模集成电路，计算机的体积和功耗进一步减小，可靠性和运算速度进一步提高；不仅用于科学计算，还用于企业管理、自动控制、辅助设计和辅助制造等领域。

IBM公司在1964年推出360系列大型机是美国进入第三代计算机时代的标志，我国到70年代初期才陆续推出大、中、小型采用集成电路的计算机。1973年，北京大学与北京有线电厂等单位合作研制成功运算速度每秒100万次的大型通用计算机。进入20世纪80年代，我国高速计算机，特别是向量计算机有新的发展。1983年中国科学院计算所完成我国第一台大型向量机——757机，计算速度达到每秒1000万次。这一记录同年就被国防科大研制的银河-I亿次巨型计算机打破。银河-I巨型机是我国高速计算机研制的一个重要里程碑。

#### 第4代：大规模集成电路计算机（1971年至今）

由于集成技术的发展，半导体芯片的集成度更高，每块芯片可容纳数万乃至数百万个晶体管，并且可以把运算器和控制器都集中在一个芯片上，从而出现了微处理器，并且可以用微处理器和大规模、超大规模集成电路组装成微型计算机，就是我们常说的微电脑或PC。微型计算机体积小，价格便宜，使用方便，但它的功能和运算速度已经达到甚至超过了过去的大型计算机。另一方面，利用大规模、超大规模集成电路制造的各种逻辑芯片，已经制成了体积并不很大，但运算速度可达一亿甚至几十亿次的巨型计算机。这一时期还产生了新一代的程序设计语言以及数据库管理系统和网络软件等。

硬件方面，逻辑元件采用大规模和超大规模集成电路（LSI和VLSI）。软件方面出现了数据库管理系统、网络管理系统和面向对象语言等。特点是1971年世界上第一台微处理器在美国硅谷诞生，开创了微型计算机的新时代。应用领域从科学计算、事务管理、过程控制逐步走向家庭。计算机的性能价格比基本上以每18个月翻一番的速度上升。IBM4300系列，3080系列、3090系列和9000系列是这一代计算机的代表性产品。

和国外一样，我国第四代计算机研制也是从微机开始的。80年代初我国不少单位也开始采用Z80，X86和M6800芯片研制微机。1983年12月电子部六所研制成功与IBM PC兼容的DJS-0520微机。几十年来我国微机产业走过了一段不平凡道路，现在以联想微机为代表的国产微机已占领一大半国内市场。

1992年国防科技大学研究成功银河-II通用并行巨型机，峰值速度达每秒4亿次浮点运算（相当于每秒10亿次基本运算操作），总体上达到80年代中后期国际先进水平。

从90年代初开始，国际上采用主流的微处理器芯片研制高性能并行计算机已成为一种发展趋势。国家智能计算机研究开发中心于1993年研制成功曙光一号全对称共享存储多处理机。1995年，国家智能机中心又推出了国内第一台具有大规模并行处理机（MPP）结构的并行机曙光1000（含36个处理机），峰值速度每秒25亿次浮点运算，实际运算速度上了每秒10亿次浮点运算这一高性能台阶。

1997年国防科技大学研制成功银河-III百亿次并行巨型计算机系统，采用可扩展分布共享存储并行处理体系结构，由130多个处理结点组成，峰值性能为每秒130亿次浮点运算，系统综合技术达到90年代中期国际先进水平。

国家智能机中心与曙光公司于1997至1999年先后在市场上推出具有机群结构的曙光1000A，曙光2000-I，曙光2000-II超级服务器，峰值计算速度已突破每秒1000亿次浮点运算，机器规模已超过160个处理机，2000年推出每秒浮点运算速度3000亿次的曙光3000超级服务

器。2004 年上半年推出每秒浮点运算速度 1 万亿次的曙光 4000 超级服务器。

综观 40 多年来我国高性能通用计算机的研制历程,从 103 机到曙光机,走过了一段不平凡的历程。总的来讲,国内外标志性计算机推出的时间,其中国外的代表性机器为 ENIAC, IBM 7090, IBM 360, CRAY-1, Intel Paragon, IBM SP-2; 国内的代表性计算机为 103, 109 乙, 150, 银河-I, 曙光 1000, 曙光 2000。

2014 年国防科技大学研制的“天河二号”超级计算机,以每秒 33.86 千万亿次的浮点运算速度,第四次摘得全球运行速度最快的超级计算机桂冠。

尽管人们早已谈论第五代、第六代计算机了,但一些专家认为,新一代计算机系统的本质是智能化,它具有知识表示和推理能力,可以模拟或部分代替人的智能,具有人-机自然通信能力。

从 1946 年第一台计算机诞生起,计算机已经走过了半个世纪的发展历程。60 多年来,计算机在提高速度、增加功能、缩小体积、降低成本和开拓应用等方面不断发展。未来的计算机在朝着巨型化、微型化、多媒体化、网络化、智能化的方向发展。

### 1.1.3 计算机的特点

计算机问世之初,主要用于数值计算,“计算机”也因此得名。但随着计算机技术的迅猛发展,它的应用范围迅速扩展到自动控制、信息处理、智能模拟等各个领域,能处理包括数字、文字、表格、图形、图像在内的各种各样的信息。与其他工具和人类自身相比,计算机具有存储性、通用性、高速性、自动性和精确性等特点。计算机的主要特点表现在以下几个方面。

#### 1. 运算速度快

运算速度是计算机的一个重要性能指标。计算机的运算速度通常用每秒钟执行定点加法的次数或平均每秒钟执行指令的条数来衡量。运算速度快是计算机的一个突出特点。计算机的运算速度已由早期的每秒几千次(如 ENIAC 机每秒钟仅可完成 5000 次定点加法)发展到现在的最高可达每秒几千亿次乃至千万亿次。这样的运算速度是何等的惊人!计算机高速运算的能力极大地提高了工作效率,把人们从浩繁的脑力劳动中解放出来。过去用人工旷日持久才能完成的计算,而计算机在“瞬间”即可完成。曾有许多数学问题,由于计算量太大,数学家们终其毕生也无法完成,使用计算机则可轻易地解决。

#### 2. 计算精度高

在科学研究和工程设计中,对计算的结果精度有很高的要求。一般的计算工具只能达到几位有效数字(如过去常用的四位数学用表、八位数学用表等),而计算机对数据的结果精度可达到十几位、几十位有效数字,根据需要甚至可达到任意的精度。

#### 3. 存储容量大

计算机的存储器可以存储大量数据,这使计算机具有了“记忆”功能。目前计算机的存储容量越来越大,已高达千兆数量级的容量。计算机具有“记忆”功能,是与传统计算工具的一个重要区别。

#### 4. 具有逻辑判断功能

计算机的运算器除了能够完成基本的算术运算外,还具有进行比较、判断等逻辑运算的功能。这种能力是计算机处理逻辑推理问题的前提。

#### 5. 自动化程度高,通用性强

由于计算机的工作方式是将程序和数据先存放在机内,工作时按程序规定的操作,一步一步

地自动完成,一般无须人工干预,因而自动化程度高。这一特点是一般计算工具所不具备的。

计算机通用性的特点表现在几乎能求解自然科学和社会科学中一切类型的问题,能广泛地应用于各个领域。

### 1.1.4 计算机的分类

计算机及相关技术的迅速发展带动计算机类型不断分化,形成了各种不同种类的计算机。按照计算机的结构原理可分为模拟计算机、数字计算机和混合式计算机。按计算机用途可分为专用计算机和通用计算机。较为普遍的是按照计算机的运算速度、字长、存储容量等综合性能指标,可分为巨型机、大型机、中型机、小型机、微型机。

但是,随着技术的进步,各种型号的计算机性能指标都在不断地改进和提高,以致于过去一台大型机的性能可能还比不上今天一台微型计算机。按照巨、大、中、小、微的标准来划分计算机的类型也有其时间的局限性,因此计算机的类别划分很难有一个精确的标准。在此可以根据计算机的综合性能指标,结合计算机应用领域的分布将其分为如下5大类。

#### 1. 高性能计算机

高性能计算机也就是俗称的超级计算机,或者以前说的巨型机。目前国际上对高性能计算机的最为权威的评测是世界计算机排名(即TOP500),通过测评的计算机是目前世界上运算速度和处理能力均堪称一流的计算机。我国生产的曙光4000A、联想深腾6800都进入了排行榜,这标志着我国高性能计算机的研究和发展取得了可喜的成绩。在2004年公布的全球高性能计算机TOP500排行榜中,曙光4000A以11万亿次/s的峰值速度和80610亿次/s Linpack计算值位列全球第十。至此,中国已成为继美国、日本之后的第3个进入世界前十位的高性能计算机应用的国家。目前曙光4000A落户上海超级计算中心。

#### 2. 微型计算机

大规模集成电路及超大规模集成电路的发展是微型计算机得以产生的前提。通过集成电路技术将计算机的核心部件运算器和控制器集成在一块大规模或超大规模集成电路芯片上,统称为中央处理器(CPU, Central Processing Unit)。中央处理器是微型计算机的核心部件,是微型计算机的心脏。目前微型计算机已广泛应用于办公、学习、娱乐等社会生活的方方面面,是发展最快、应用最为普及的计算机。我们日常使用的台式计算机、笔记本计算机、掌上型计算机等都是微型计算机。

#### 3. 工作站

工作站是一种高档的微型计算机,通常配有高分辨率的大屏幕显示器及容量很大的内存存储器和外部存储器,主要面向专业应用领域,具备强大的数据运算与图形、图像处理能力。工作站主要是为满足工程设计、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同性能微型计算机。

需要指出的是,这里所说的工作站不同于计算机网络系统中的工作站概念,计算机网络系统中的工作站仅是网络中的任何一台普通微型机或终端,只是网络中的任一用户节点。

#### 4. 服务器

服务器是指在网络环境下为网上多个用户提供共享信息资源和各种服务的一种高性能计算机。服务器需要安装网络操作系统、网络协议和各种网络服务软件。服务器主要为网络用户提供文件、数据库、应用及通信方面的服务。

## 5. 嵌入式计算机

嵌入式计算机是指嵌入到对象体系中，实现对象体系智能化控制的专用计算机系统。嵌入式计算机系统是以应用为中心，以计算机技术为基础，并且软硬件可裁剪，适用于应用系统对功能、可靠性、成本、体积、功耗有严格要求的专用计算机系统。它一般由嵌入式微处理器、外围硬件设备、嵌入式操作系统以及用户的应用程序等 4 个部分组成，用于实现对其他设备的控制、监视或管理等功能。例如，我们日常生活中使用的电冰箱、全自动洗衣机、空调、电饭煲、数码产品等都采用嵌入式计算机技术。

### 1.1.5 计算机的应用领域

在当今信息化的社会中，计算机的应用十分广泛，可以说各行各业都需要使用计算机。主要可分为以下几个方面。

#### ● 科学计算

在航空、航天、天文、军事及核物理等许多科学领域，都需要进行复杂的运算、而计算机的运算速度和精度是其他任何计算工具所无法比拟的，如卫星轨迹的计算等。

#### ● 数据处理

计算机可以在短时间内对大量数据集各种各样的数据进行处理，以满足信息时代化的要求。如，在生物工程中，对大型基因库数据的分析与处理等。

#### ● 自动控制

在自动控制又叫“过程控制”，是指在工业生产过程中，对控制对象进行“自动控制”和“自动调节”的控制方式。如在化工、电力等生产过程中，使用计算机自动采集各种参数检测并及时生产设备的工作状态。

#### ● 计算机辅助系统

计算机辅助系统 (Computer-aided system) 是利用计算机辅助完成不同类任务的系统的总称。比如，利用计算机辅助进行工业设计的系统称为计算机辅助设计 (CAD)，利用计算机辅助进行翻译的系统称为计算机辅助翻译 (CAT)。

计算机辅助系统还有计算机辅助教学 (CAI)、计算机辅助工程 (CAE)、计算机辅助制造 (CAM)、计算机集成制造 (CIMS) 等系统。

#### ● 计算机网络

计算机网络是利用通信线路和通信设备将分布在不同地理上的具有独立功能的多台计算机或终端连接在一起，在软件的控制下，实现计算机资源共享和通信。Internet 是全球最大的、最开放的、由众多的网络互连而成的计算机网络。

#### ● 人工智能

人工智能是使计算机能模拟人类的感知等某些智能行为，实现自然语言理解与生成、定理证明、自动程序设计、自动翻译、图像识别、声音识别、疾病诊断，并能用于各种专家系统和机器人构造等。近年来人工智能的研究开走向实用化。人工智能是计算机应用研究的前沿学科。

#### ● 多媒体技术

这里的媒体是指表示和传播信息的载体，例如文字、声音、图像等。随着 80 年代以来数字化音频和视频技术的发展，逐渐形成了集声、文、图、像一体化的多媒体计算机系统。它不仅使计算机应用更接近人类习惯的信息交流方式，而且将开拓许多新的应用领域。



## 1.2 计算思维

### 1.2.1 计算思维的定义

从 20 世纪 70 年代中期开始, 在诺贝尔物理学奖得主肯·威尔逊 (Ken Wilson) 等人的积极倡导下, 基于大规模并行数值计算与模拟的“计算科学”(Computing Science) 开创了科学研究的第三种范例(理论、实验、计算机模拟)。

计算科学协同其他科学领域(如基因组工程、天体物理等)取得了一系列重要的突破性进展, 受到传统科学界的重视和接纳。

1991 年, 美国联邦政府立法将建立联网的大规模超级计算中心(资源)作为保持美国科学技术领先地位的一项重要措施。

今天我们所熟悉的大数据、可视化及云计算等均源自于这场运动。

国内很多大学数学学院中的“信息与计算”专业也是在这个时期出现的。

这场运动对于“计算机科学”的普及和政府决策部门的重视起到了一定的推进作用(像之前的“人工智能”一样!)

由于相对片面地理解和宣扬所谓的“计算科学”, 也带来很多副作用, 至今学术界仍有相当多的人混淆“计算科学”与“计算机科学”(或“信息科学”)。

更传统意义上、更广义的计算机科学(Computer Science, 指围绕计算现象和计算对象的研究)受到冷落甚至质疑。

进入 21 世纪后, 美国报考各大学计算机科学相关专业的优秀学生数量开始呈明显下降趋势, 高规格科研资助的力度和水平降低, 这标志学科的影响力和社会认知度出现了危机。

计算机科学界开始再次反思并宣扬自身学科的核心价值, 有关计算思维的探讨和研究就是在这样的背景下产生的。

2006 年 3 月, 美国卡内基梅隆大学计算机科学系主任周以真 (Jeannette M. Wing) 教授在美国计算机权威期刊《Communications of the ACM》杂志上定义了计算思维 (Computational Thinking)。周教授认为: 计算思维是运用计算机科学的基础概念进行问题求解、系统设计、以及人类行为理解等涵盖计算机科学之广度的一系列思维活动。

计算机作为一种计算工具发展到今天, 已逾半个世纪, 如何进一步发展, 是我们必须考虑的问题。对此, 可在两个层面上思考: 一是基本和哲学的, 二是需求和现实的。

在第一个方面, 计算大师杰斯特拉曾说过: “我们所使用的工具影响着我们的思维方式和思维习惯, 从而也将深刻地影响着我们的思维能力。”电动机的出现引发了自动化的思维, 计算机的出现催生了智能化的思维。Wing 教授更是把计算机这一从工具到思维的发展提升到与“读、写、算”同等的基础重要性, 成为适合于每一个人的“一种普遍的认识和一类普适的技能”。一定程度上, 这也意味着计算机科学从前沿高端到基础普及的转型。

在第二个方面, 涉及计算机的发展, 催生大学计算机系的 IBM 早已开始鼓吹今天的计算机系将“消失”, 并被服务科学系取而代之。此话尽管危言耸听, 但发人深省。刚刚兴起的万维学更是有希望将人文社会等“软”科学融入计算机科学, 利用社会计算, 在“虚”的万维空间里开拓出新且有价值的“实”疆域。显然, 这将促进实现 Wing 的目标: “一个人可以主修计算机科