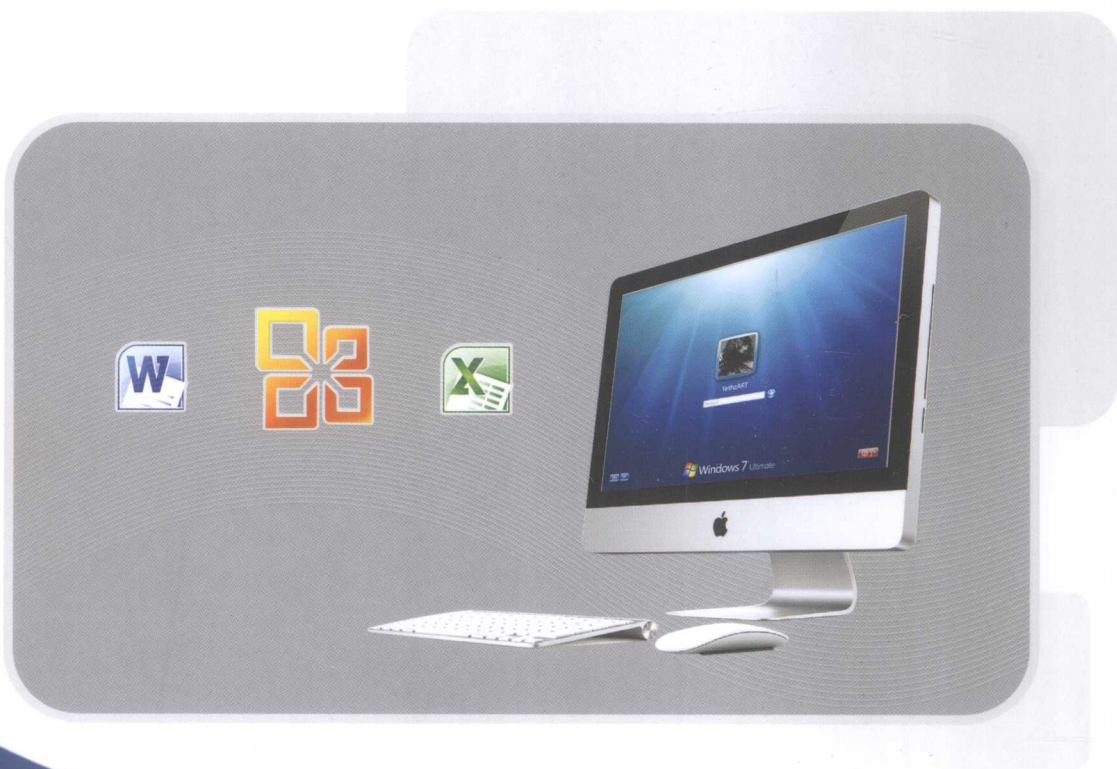




普通高等教育“十二五”重点规划教材 计算机基础教育系列  
中国科学院教材建设专家委员会“十二五”规划教材

# 大学计算机基础教程

杨俊 金一宁 韩雪娜◎主 编  
张洪瀚◎主 审



科学出版社

014021632

TP3-43  
680

普通高等教育“十二五”重点规划教材 计算机基础教育系列  
中国科学院教材建设专家委员会“十二五”规划教材

# 大学计算机基础教程

杨俊 金一宁 韩雪娜 主编

张启涛 张艳荣 郭丹 副主编

张洪瀚 主审



科学出版社

北京

TP3-43

680



北航

C1710742

## 内 容 简 介

本书以大学计算机基础教学中如何培养学生的计算思维能力作为切入点,在各教学环节中注重学生思维能力的训练,提升学生的综合素质和计算素养。全书分为10章,主要模块包含计算思维基础、算法与数据结构、软硬件基础、数据库技术基础、操作系统基础、办公自动化软件、多媒体技术基础、计算机网络基础和信息检索与信息安全。在编写内容上,注重热点内容要新,基础内容要广,实用性要强;在编写形式上,力求阐述透彻,深入浅出。

本书适合作为高等学校计算机公共基础课程的教材及计算思维基础知识培训教材,也可以作为全国计算机等级考试二级公共基础知识的辅导教材,还可以作为工程技术人员和管理人员的参考资料。

### 图书在版编目(CIP)数据

大学计算机基础教程/杨俊,金一宁,韩雪娜主编. —北京:科学出版社,2014  
ISBN 978-7-03-039456-9

I. ①大… II. ①杨…②金…③韩… 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(2013)第312504号

责任编辑:陈晓萍/责任校对:王万红

责任印制:吕春珉/封面设计:东方人华平面设计部

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

骏杰印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2014年2月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2014年2月第一次印刷 印张:20 1/2

字数:474 000

定价:39.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈骏杰〉)

销售部的电话 010-62142126 编辑部的电话 010-62134021

版权所有,侵权必究

举报电话:010-64030229; 010-64034315; 13501151303

## 前 言

21 世纪科学上最重要、经济上最有前途的前沿研究都有可能通过先进的计算技术和计算科学而得到解决。为此,作为专业人才培养基地的高等学校要率先摒弃“计算机工具论”的理念,将人才培养目标从基础知识和基本技能的培养提升到意识和思维的培养层面。

计算思维是人类科学思维活动固有的组成部分,每个人都具有利用计算科学的基础概念进行问题求解、系统设计和行为理解的潜能。培养学生的计算思维能力,能够将计算机解决问题的思想和方法应用到学生的专业领域中,提升计算素养并展现计算之美的科学魅力。

大学计算机基础课程对于培养学生的思维素质、创新能力、科学精神和传承计算机文化,以及用计算机解决实际问题的能力有着非常重要的作用。近年来,大学计算机基础课程进入一个新的发展阶段,以计算思维培养为切入点是今后大学计算机基础课程深化改革、提高质量的核心任务,培养具有国际竞争力的高级人才的计算思维能力成为大学计算机基础教学的一项重要的、长期的和复杂的核心任务。

本书将计算思维引入到大学计算机基础课程教学中,探讨使用算法和程序来描述待求解的问题,并运用适合的硬件和软件来实现待求解的问题。同时,本书还包括问题求解过程中使用到的数据库、网络、信息检索、多媒体等基础知识。建议书中带“\*”的章节只对理工科学生讲授。

本书由哈尔滨商业大学张洪瀚教授设计方案、组织实施、统稿、定稿。全书包含 10 章,第 1、3、6、8 章由杨俊编写,第 2、4 章由张艳荣编写,第 5 章由郭丹编写,第 7 章由金一宁编写,第 9 章由张启涛编写,第 10 章由韩雪娜编写。本书由杨俊、金一宁、韩雪娜担任主编,张启涛、张艳荣、郭丹担任副主编,张洪瀚担任主审。本书配有《大学计算机基础实验教程》(金一宁等主编,科学出版社出版)。

在本书的编写过程中,得到了哈尔滨商业大学各级领导的帮助和支持,同时得到了哈尔滨商业大学计算机学院教师们的支持和关心,在此表示衷心感谢。

书中难免有不足之处,衷心希望读者给予批评指正。



# 目 录

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 第 1 章 计算思维基础知识        | 1  |
| 1.1 科学与科学思维           | 1  |
| 1.1.1 科学              | 1  |
| 1.1.2 科学思维            | 5  |
| 1.2 计算思维              | 6  |
| 1.2.1 计算思维的概念         | 6  |
| 1.2.2 计算思维的特征         | 7  |
| 1.2.3 计算思维与计算科学       | 8  |
| 1.2.4 计算思维对其他学科的影响    | 8  |
| 小结                    | 14 |
| 习题 1                  | 14 |
| 第 2 章 计算机硬件基础         | 15 |
| *2.1 逻辑代数与门电路         | 15 |
| 2.1.1 命题逻辑基础          | 15 |
| 2.1.2 逻辑代数基础          | 18 |
| 2.1.3 门电路             | 19 |
| 2.1.4 触发器的逻辑电路        | 21 |
| 2.1.5 晶体管与门电路         | 22 |
| 2.2 计算机的产生、发展和分类      | 24 |
| 2.2.1 图灵机             | 24 |
| 2.2.2 冯·诺依曼机          | 27 |
| 2.2.3 计算机的发展和分类       | 30 |
| 2.3 计算基础              | 32 |
| 2.3.1 数制及其表示          | 32 |
| 2.3.2 数制间的转换          | 33 |
| 2.3.3 存储数据的组织方式       | 35 |
| 2.3.4 数值信息在计算机内的表示和运算 | 36 |
| 2.3.5 文字信息在计算机内的表示    | 39 |
| 2.3.6 指令系统            | 41 |
| 2.4 微型计算机             | 43 |
| 2.4.1 微型计算机的系统层次      | 43 |
| 2.4.2 微型计算机的主要性能指标    | 44 |
| 2.5 主机系统              | 45 |
| 2.5.1 主板              | 45 |

|       |                      |     |
|-------|----------------------|-----|
| 2.5.2 | 总线                   | 47  |
| 2.5.3 | 微处理器 CPU             | 47  |
| 2.5.4 | 存储器                  | 49  |
| 2.6   | 外部设备                 | 50  |
| 2.6.1 | 输入设备                 | 50  |
| 2.6.2 | 输出设备                 | 51  |
| 2.6.3 | 外部存储设备               | 54  |
| 2.6.4 | 数据通信设备               | 56  |
| 2.7   | 微型计算机的配置、选购、组装、升级与维护 | 58  |
| 小结    |                      | 59  |
| 习题 2  |                      | 59  |
| 第 3 章 | 算法与数据结构              | 61  |
| 3.1   | 算法                   | 61  |
| 3.1.1 | 算法的概念和特征             | 61  |
| 3.1.2 | 算法的设计                | 63  |
| 3.1.3 | 算法分析                 | 73  |
| 3.2   | 数据结构                 | 74  |
| 3.2.1 | 数据结构及其表示             | 74  |
| 3.2.2 | 线性表与线性链表             | 76  |
| 3.2.3 | 栈和队列                 | 80  |
| 3.2.4 | 树与二叉树                | 81  |
| 3.2.5 | 查找技术                 | 85  |
| 3.2.6 | 排序技术                 | 86  |
| 小结    |                      | 87  |
| 习题 3  |                      | 88  |
| 第 4 章 | 软件技术基础               | 89  |
| 4.1   | 软件基础                 | 89  |
| 4.1.1 | 计算机软件                | 89  |
| 4.1.2 | 计算机语言                | 93  |
| 4.2   | 软件工程                 | 94  |
| 4.2.1 | 软件工程概述               | 94  |
| 4.2.2 | 结构化分析方法              | 98  |
| 4.2.3 | 结构化设计方法              | 101 |
| 4.3   | 程序设计                 | 103 |
| 4.3.1 | 程序设计风格与方法            | 103 |
| 4.3.2 | 结构化程序设计              | 104 |
| 4.3.3 | 面向对象的程序设计            | 105 |
| 4.4   | 软件调试与测试              | 106 |
| 4.4.1 | 软件调试                 | 106 |

|       |                 |     |
|-------|-----------------|-----|
| 4.4.2 | 软件测试            | 107 |
| 小结    |                 | 108 |
| 习题 4  |                 | 108 |
| 第 5 章 | 数据库技术基础         | 109 |
| 5.1   | 数据库系统的基础知识      | 109 |
| 5.1.1 | 数据库系统的基本术语      | 109 |
| 5.1.2 | 数据库系统的结构        | 110 |
| 5.2   | 数据模型            | 112 |
| 5.2.1 | 数据模型的基本概念       | 112 |
| 5.2.2 | 概念模型            | 112 |
| 5.2.3 | 逻辑模型            | 114 |
| 5.3   | 关系数据库           | 116 |
| 5.3.1 | 常见关系数据库         | 116 |
| 5.3.2 | 关系代数            | 117 |
| 5.4   | 数据库的设计          | 119 |
| 5.4.1 | 数据库设计的基本概念      | 119 |
| 5.4.2 | 数据库设计的步骤        | 119 |
| 5.5   | 数据挖掘            | 120 |
| 小结    |                 | 121 |
| 习题 5  |                 | 121 |
| 第 6 章 | 操作系统基础          | 122 |
| 6.1   | 操作系统基础知识        | 122 |
| 6.1.1 | 操作系统的基本概念       | 122 |
| 6.1.2 | 操作系统的基本功能       | 122 |
| 6.1.3 | 操作系统的分类         | 122 |
| 6.1.4 | 竞争控制            | 123 |
| 6.1.5 | 操作系统中的计算思维      | 124 |
| 6.2   | 初识 Windows 7    | 125 |
| 6.2.1 | 概述              | 125 |
| 6.2.2 | 安装与卸载 Windows 7 | 127 |
| 6.2.3 | 启动与退出 Windows 7 | 128 |
| 6.2.4 | Windows 7 桌面    | 129 |
| 6.2.5 | Windows 7 工具软件  | 132 |
| 6.3   | 文件管理            | 133 |
| 6.3.1 | 资源管理器简介         | 133 |
| 6.3.2 | 文件与文件夹          | 135 |
| 6.3.3 | 文件操作            | 137 |
| 6.4   | 系统管理            | 141 |
| 6.4.1 | 控制面板            | 141 |

|       |                    |     |
|-------|--------------------|-----|
| 6.4.2 | 界面管理               | 145 |
| 6.4.3 | 软、硬件的管理            | 147 |
| 6.4.4 | 用户和权限管理            | 150 |
| 6.5   | 任务管理               | 152 |
| 6.5.1 | 启动任务管理器            | 152 |
| 6.5.2 | 使用任务管理器            | 153 |
| 6.6   | 磁盘管理               | 154 |
| 6.6.1 | 磁盘清理               | 154 |
| 6.6.2 | 磁盘碎片整理             | 154 |
| 6.6.3 | 磁盘格式化              | 155 |
| 6.7   | 安全性控制              | 156 |
| 6.7.1 | EFS 文件加密           | 156 |
| 6.7.2 | Windows Update     | 158 |
| 6.7.3 | Windows Defender   | 158 |
| 6.7.4 | Windows 7 防火墙      | 159 |
|       | 小结                 | 160 |
|       | 习题 6               | 160 |
| 第 7 章 | 办公自动化软件            | 161 |
| 7.1   | 办公自动化概述            | 161 |
| 7.1.1 | 办公自动化的概念           | 161 |
| 7.1.2 | 办公自动化的三个应用层次       | 161 |
| 7.2   | Word 的应用           | 163 |
| 7.2.1 | 制作邀请函              | 163 |
| 7.2.2 | 制作个人简历表格           | 169 |
| 7.2.3 | 制作毕业论文的目录          | 173 |
| 7.2.4 | 制作录取通知单            | 179 |
| 7.2.5 | 编辑公式               | 181 |
| 7.3   | Excel 的应用          | 183 |
| 7.3.1 | 制作成绩表              | 184 |
| 7.3.2 | 制作销售表              | 197 |
| 7.3.3 | 制作数据透视表和数据透视图      | 202 |
| 7.3.4 | 制作和编辑图表            | 207 |
| 7.4   | PowerPoint 的应用     | 215 |
| 7.4.1 | 制作演示文稿             | 216 |
| 7.4.2 | 放映演示文稿             | 240 |
| 7.4.3 | 打包成 CD 和发布为 PDF 文档 | 242 |
|       | 小结                 | 245 |
|       | 习题 7               | 245 |



|                     |     |
|---------------------|-----|
| 第 8 章 多媒体技术基础       | 246 |
| 8.1 多媒体技术概述         | 246 |
| 8.1.1 多媒体及其信息表示     | 246 |
| 8.1.2 多媒体技术         | 248 |
| 8.2 多媒体计算机系统        | 251 |
| 8.2.1 多媒体硬件系统       | 251 |
| 8.2.2 多媒体软件系统       | 252 |
| *8.3 多媒体信息处理        | 253 |
| 8.3.1 音频信息处理        | 253 |
| 8.3.2 图像信息处理        | 256 |
| 8.3.3 视频信息处理        | 259 |
| 小结                  | 260 |
| 习题 8                | 260 |
| 第 9 章 计算机网络         | 261 |
| 9.1 计算机网络基础概述       | 261 |
| 9.1.1 计算机网络的概念      | 261 |
| 9.1.2 计算机网络的功能及应用   | 263 |
| 9.1.3 计算机网络的分类      | 264 |
| 9.1.4 计算机网络的拓扑结构    | 265 |
| 9.1.5 计算机网络的体系结构    | 266 |
| 9.1.6 数据通信基础        | 269 |
| 9.2 Internet 基础     | 272 |
| 9.2.1 Internet 网络协议 | 273 |
| 9.2.2 Internet 地址   | 275 |
| 9.2.3 Internet 接入方式 | 277 |
| 9.2.4 Internet 应用   | 278 |
| 9.3 发展中的网络技术        | 288 |
| 9.3.1 IPv6 技术       | 288 |
| 9.3.2 嵌入式技术         | 290 |
| 9.3.3 物联网与云计算       | 293 |
| 9.3.4 无线网络技术        | 295 |
| 小结                  | 299 |
| 习题 9                | 299 |
| 第 10 章 信息检索与信息安全    | 301 |
| 10.1 信息检索           | 301 |
| 10.1.1 信息检索系统       | 301 |
| 10.1.2 信息检索工具       | 302 |
| 10.1.3 常用的信息检索资源    | 303 |
| 10.1.4 数字图书馆        | 307 |

|         |                   |     |
|---------|-------------------|-----|
| 10.2    | 信息安全              | 307 |
| 10.2.1  | 信息与信息安全           | 307 |
| 10.2.2  | 信息安全技术            | 309 |
| 10.2.3  | 信息安全管理            | 312 |
| 10.2.4  | 信息安全的道德与法规        | 312 |
| 小结      |                   | 313 |
| 习题 10   |                   | 313 |
| 参考文献    |                   | 315 |
| 9.3.1   | Internet 概述       | 272 |
| 9.3.2   | Internet 的组成      | 272 |
| 9.3.3   | Internet 的接入方式    | 272 |
| 9.3.4   | Internet 的应用      | 272 |
| 9.3.5   | Internet 的安全      | 272 |
| 9.3.6   | Internet 的协议      | 272 |
| 9.3.7   | Internet 的域名系统    | 272 |
| 9.3.8   | Internet 的电子邮件    | 272 |
| 9.3.9   | Internet 的远程登录    | 272 |
| 9.3.10  | Internet 的万维网     | 272 |
| 9.3.11  | Internet 的虚拟专用网   | 272 |
| 9.3.12  | Internet 的下一代网络   | 272 |
| 9.3.13  | Internet 的网络安全    | 272 |
| 9.3.14  | Internet 的无线接入    | 272 |
| 9.3.15  | Internet 的物联网     | 272 |
| 9.3.16  | Internet 的云计算     | 272 |
| 9.3.17  | Internet 的大数据     | 272 |
| 9.3.18  | Internet 的人工智能    | 272 |
| 9.3.19  | Internet 的区块链     | 272 |
| 9.3.20  | Internet 的量子计算    | 272 |
| 9.3.21  | Internet 的量子通信    | 272 |
| 9.3.22  | Internet 的量子加密    | 272 |
| 9.3.23  | Internet 的量子网络    | 272 |
| 9.3.24  | Internet 的量子计算与通信 | 272 |
| 9.3.25  | Internet 的量子加密与通信 | 272 |
| 9.3.26  | Internet 的量子网络与通信 | 272 |
| 9.3.27  | Internet 的量子计算与通信 | 272 |
| 9.3.28  | Internet 的量子加密与通信 | 272 |
| 9.3.29  | Internet 的量子网络与通信 | 272 |
| 9.3.30  | Internet 的量子计算与通信 | 272 |
| 9.3.31  | Internet 的量子加密与通信 | 272 |
| 9.3.32  | Internet 的量子网络与通信 | 272 |
| 9.3.33  | Internet 的量子计算与通信 | 272 |
| 9.3.34  | Internet 的量子加密与通信 | 272 |
| 9.3.35  | Internet 的量子网络与通信 | 272 |
| 9.3.36  | Internet 的量子计算与通信 | 272 |
| 9.3.37  | Internet 的量子加密与通信 | 272 |
| 9.3.38  | Internet 的量子网络与通信 | 272 |
| 9.3.39  | Internet 的量子计算与通信 | 272 |
| 9.3.40  | Internet 的量子加密与通信 | 272 |
| 9.3.41  | Internet 的量子网络与通信 | 272 |
| 9.3.42  | Internet 的量子计算与通信 | 272 |
| 9.3.43  | Internet 的量子加密与通信 | 272 |
| 9.3.44  | Internet 的量子网络与通信 | 272 |
| 9.3.45  | Internet 的量子计算与通信 | 272 |
| 9.3.46  | Internet 的量子加密与通信 | 272 |
| 9.3.47  | Internet 的量子网络与通信 | 272 |
| 9.3.48  | Internet 的量子计算与通信 | 272 |
| 9.3.49  | Internet 的量子加密与通信 | 272 |
| 9.3.50  | Internet 的量子网络与通信 | 272 |
| 9.3.51  | Internet 的量子计算与通信 | 272 |
| 9.3.52  | Internet 的量子加密与通信 | 272 |
| 9.3.53  | Internet 的量子网络与通信 | 272 |
| 9.3.54  | Internet 的量子计算与通信 | 272 |
| 9.3.55  | Internet 的量子加密与通信 | 272 |
| 9.3.56  | Internet 的量子网络与通信 | 272 |
| 9.3.57  | Internet 的量子计算与通信 | 272 |
| 9.3.58  | Internet 的量子加密与通信 | 272 |
| 9.3.59  | Internet 的量子网络与通信 | 272 |
| 9.3.60  | Internet 的量子计算与通信 | 272 |
| 9.3.61  | Internet 的量子加密与通信 | 272 |
| 9.3.62  | Internet 的量子网络与通信 | 272 |
| 9.3.63  | Internet 的量子计算与通信 | 272 |
| 9.3.64  | Internet 的量子加密与通信 | 272 |
| 9.3.65  | Internet 的量子网络与通信 | 272 |
| 9.3.66  | Internet 的量子计算与通信 | 272 |
| 9.3.67  | Internet 的量子加密与通信 | 272 |
| 9.3.68  | Internet 的量子网络与通信 | 272 |
| 9.3.69  | Internet 的量子计算与通信 | 272 |
| 9.3.70  | Internet 的量子加密与通信 | 272 |
| 9.3.71  | Internet 的量子网络与通信 | 272 |
| 9.3.72  | Internet 的量子计算与通信 | 272 |
| 9.3.73  | Internet 的量子加密与通信 | 272 |
| 9.3.74  | Internet 的量子网络与通信 | 272 |
| 9.3.75  | Internet 的量子计算与通信 | 272 |
| 9.3.76  | Internet 的量子加密与通信 | 272 |
| 9.3.77  | Internet 的量子网络与通信 | 272 |
| 9.3.78  | Internet 的量子计算与通信 | 272 |
| 9.3.79  | Internet 的量子加密与通信 | 272 |
| 9.3.80  | Internet 的量子网络与通信 | 272 |
| 9.3.81  | Internet 的量子计算与通信 | 272 |
| 9.3.82  | Internet 的量子加密与通信 | 272 |
| 9.3.83  | Internet 的量子网络与通信 | 272 |
| 9.3.84  | Internet 的量子计算与通信 | 272 |
| 9.3.85  | Internet 的量子加密与通信 | 272 |
| 9.3.86  | Internet 的量子网络与通信 | 272 |
| 9.3.87  | Internet 的量子计算与通信 | 272 |
| 9.3.88  | Internet 的量子加密与通信 | 272 |
| 9.3.89  | Internet 的量子网络与通信 | 272 |
| 9.3.90  | Internet 的量子计算与通信 | 272 |
| 9.3.91  | Internet 的量子加密与通信 | 272 |
| 9.3.92  | Internet 的量子网络与通信 | 272 |
| 9.3.93  | Internet 的量子计算与通信 | 272 |
| 9.3.94  | Internet 的量子加密与通信 | 272 |
| 9.3.95  | Internet 的量子网络与通信 | 272 |
| 9.3.96  | Internet 的量子计算与通信 | 272 |
| 9.3.97  | Internet 的量子加密与通信 | 272 |
| 9.3.98  | Internet 的量子网络与通信 | 272 |
| 9.3.99  | Internet 的量子计算与通信 | 272 |
| 9.3.100 | Internet 的量子加密与通信 | 272 |

## 第1章 计算思维基础知识

### 教学目的和要求:

本章介绍科学、计算科学与计算学科等基本概念,阐述了思维、科学思维及其分类,详细介绍了计算思维的定义、详细描述、特征、本质及其在不同学科领域的影响和应用。

通过学习,要求了解科学思维的重要性,理解计算思维作为一种普遍的认识和一类普适的技能,每个公民都应该热衷于它的学习和运用。

### 1.1 科学与科学思维

#### 1.1.1 科学

##### 1. 科学的概念

从词源上说,英文 Science 来源于拉丁文 Scientia,意思是知识和学问。17 世纪中叶,西方科学传入中国,Science 被译为“格致”,是格物致知的简称,用来指研究事物而获得知识。科学一词在中国古汉语中意为“科举之学”。日本明治时代学界将 science 译成“科学”,1893 年康有为引进并使用“科学”一词,一直沿用至今。

什么是科学?这是一个古老而又年轻的课题。哲学家和科学家经常试图给何为科学和科学方法提供一个充分的本质定义,但并不很成功。

1888 年,达尔文(图 1-1)曾给科学下过一个定义:“科学就是整理事实,从中发现规律,做出结论”。达尔文的定义指出了科学的内涵,即事实与规律。科学要发现人所未知的事实,并以此为依据,实事求是,而不是脱离现实的纯思维的空想。至于规律,则是指客观事物之间内在的本质的必然联系。

爱因斯坦(图 1-2)则认为:设法对人们杂乱无章的感觉经验加以整理,使之符合逻辑一致的思想系统,称为科学。科学作为一种存在的事物和完整的事物,是人类认知的事物中最客观的。但科学在形成过程中,作为追求的目的,却如同人类的其他认知一样,是主观的,也是受心理制约的,以至对“科学的目的是意义是什么?”这一问题的答案,各不相同。

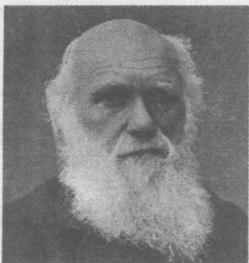


图 1-1 达尔文

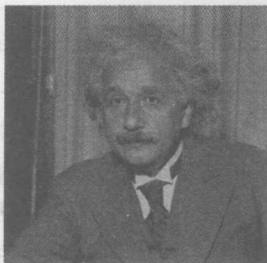


图 1-2 爱因斯坦

苏联《大百科全书》对科学的记载是：科学是人类活动的一个范畴，它的职能是总结关于客观世界的知识，并使之系统化。“科学”概念本身不仅包括获得新知识的活动，而且包括这个活动的结果。

中国《辞海》(1999 年版)对科学的记载是：科学是运用范畴、定理和定律等思维形式反映现实世界中各种现象的本质和运动规律的知识体系。

美国《韦伯斯特新世界词典》对科学的记载是：科学是从确定研究对象的性质和规律这一目的出发，通过观察、调查和实验得到的系统知识。这一定义首先规定了科学的对象，确定研究对象的性质与规律。这一确定研究对象是不依赖于人们认识主体而存在的客观世界，它有着自己的规则和发展规律。

综上所述，科学(Science)是反映现实世界中各种现象及其客观规律的知识体系。科学作为人类知识的最高形式，它是人类文化中一个特殊的组成部分，已成为人类社会普遍的文化理念。

## 2. 科学的分类

科学分类作为科学王国的地图，无论在理论上还是在实践上，都具有不容忽视的意义。皮尔逊认为，任何个别科学家都不可能真正地衡量每一个孤立的科学分支的重要性，也无法洞察它与整个人类知识的关系。可是，只有对彼此的领域具有鉴赏力、对自己的学问分支具有透彻知识的科学家群体，才能达到恰当的分类。

尽管困难，但人类的智力、好奇心和实际的需要，还是诱使或催促人们对科学分类乐此不疲，从古代一直延续到今天。在叙述科学分类的历史沿革时，人们大多按照历史纪年的大框架，即古代、中世纪、近代、现代来划分。也有按分类特征来划分历史阶段的：第一阶段是圆心式的神学之知识分类(亚里士多德、圣维克托隐修院的于格)，第二阶段是树枝式的哲学之知识分类(培根、笛卡儿、沃尔夫)，第三阶段是阶梯式的科学之知识分类(柯尔律治、边沁、惠威尔、孔德、斯宾塞、皮尔逊、汤姆森、克罗伯)，第四阶段是文化学之知识分类(冯特、文德尔班、李凯尔特、克罗齐)。

现代科学的种类繁多，从不同角度对科学有着不同的分类方法。具体分类如表 1-1 所示。

表 1-1 科学的主要分类方式

| 分类方式             | 种 类            |
|------------------|----------------|
| 按照研究对象的不同        | 自然科学、社会科学、思维科学 |
| 按照与实践联系的不同       | 理论科学、技术科学、应用科学 |
| 按照人类对自然规律利用的直接程度 | 自然科学、实验科学      |
| 按照人类目标的不同        | 广义的科学、狭义的科学    |

广义的科学概念是自然科学、人文科学和社会科学等所有学科的总称；狭义的科学概念则专指自然科学，有时甚至直指基础理论科学。

自然科学(Natural Science)是以自然界为主要研究对象，运用实证、理性和证明等方法，揭示自然的奥秘，获取自然的真知。人文科学(Humanities)是以人类作为主要研究对象，运用实地考察、诠释和启示等方法，认识人、人性和人生的意义，提升人



的精神素质和思想境界。社会科学 (Social Science) 是以社会领域为主要研究对象, 运用调查、统计和归纳等方法, 把握社会规律, 解决社会问题, 促进社会进步。

### 3. 计算科学

美国能源部发布的报告认为, 理论研究、实验手段和高端计算已经成为获得科学发现的三大支柱。因此, 理论科学、实验科学和计算科学是推动人类文明进步和科技发展的重要途径。这种认识已经获得广泛引用和认同。

#### 1) 计算科学的地位

2005 年 6 月, 由美国总统信息技术咨询委员会 (The President's Information Technology Advisory Committee, PITAC) 提交的《计算科学: 确保美国竞争力》(Computational Science: Ensuring America's Competitiveness) 报告中, 再次将计算科学提升到国家核心科技竞争力的高度。报告认为, 虽然计算本身也是一门学科, 但是其具有促进其他学科发展的作用。21 世纪科学上最重要的、经济上最有前途的前沿研究都有可能利用先进的计算技术和计算科学而得以解决。报告强调, 美国目前还没有认识到计算科学在社会科学、生物医学、工程研究、国家安全以及工业改革中的中心位置, 这种认识上的不足将危及美国的科学领先地位、经济竞争力以及国家安全。报告建议, 应将计算科学长期置于国家科学与技术领域中心的领导地位。

2008 年美国 NSF 的 CDI (Cyber-Enabled Discovery and Innovation, 计算使能的科学发现和技术创新) 计划, 是美国国家科学基金会的一个革命性的、富有独创精神的五年计划, 该计划旨在通过“计算思维”领域的创新和进步来促进自然科学和工程技术领域产生革命性的成果。

#### 2) 计算科学的概念

从计算的角度来说, 计算科学 (Computational Science) 又称为科学计算, 是一种与数学模型构建、定量分析方法以及利用计算机来分析和解决科学问题的研究领域。

从计算机的角度来说, 计算科学 (Computing Science) 是应用高性能计算能力预测和了解客观世界物质运动或复杂现象演化规律的科学。它包括数值模拟、工程仿真、高效计算机系统和应用软件等。目前, 计算科学已经成为科学技术发展和重大工程设计中具有战略意义的研究手段, 它与传统的理论研究和实验研究一起, 成为促进重大科学发现和科技发展的战略支撑技术, 是提高国家自主创新能力和核心竞争力的关键技术因素之一。

#### 3) 计算学科及其分支学科

1985 年春, 美国计算机协会 (Association for Computing Machinery, ACM) 和美国电气和电子工程师学会计算机分会 (Institute of Electrical and Electronics Engineering-Computer Society, IEEE-CS) 联手组成研究组 (IEEE/ACM), 经过近四年的工作, 提交了《计算作为一门学科》(Computing as a discipline) 的报告。

报告为“计算学科”给出了一个透彻的定义: 计算学科主要是系统地研究信息描述和变换的算法过程, 包括算法过程的理论、分析、设计、效率、实现和应用。

2001 年 12 月, IEEE/ACM 提交了针对本科教学的具有指导性意义的《计算学科教学计划 2001》(简称 CC2001)。该报告将计算机科学学科的知识领域 (IEEE/ACM-CCCS)

扩展为 14 个, 如表 1-2 所示, 提出了计算机科学知识体 (Computer Science Body of Knowledge) 的新概念。

表 1-2 计算机科学知识体的 14 个知识领域

| 代码 | 知识领域                                      | 代码 | 知识领域                                     |
|----|-------------------------------------------|----|------------------------------------------|
| DS | Discrete Structures<br>离散结构               | GV | Graphics & Visual Computing<br>图形学和可视化计算 |
| PF | Programming Fundamentals<br>程序设计基础        | IS | Intelligent Systems<br>智能系统              |
| AL | Algorithms & Complexity<br>算法与复杂性         | IM | Information Management<br>信息管理           |
| PL | Programming Languages<br>程序设计语言           | NC | Net-Centric Computing<br>以网络为中心的计算       |
| AR | Architecture & Organization<br>计算机体系结构与组织 | SE | Software Engineering<br>软件工程             |
| OS | Operating Systems<br>操作系统                 | CN | Computational Science<br>数值计算科学          |
| HC | Human-Computer Interaction<br>人机交互        | SP | Social & Professional Issues<br>社会与职业问题  |

此后, ACM 和 IEEE-CS 联合工作组做了大量的工作, 将计算学科分为计算机科学、软件工程、计算机工程、信息技术和信息系统等五个分支学科或专业。其中, 计算机科学与计算机工程学科的界定非常明确, 一个着重于理论与算法, 另一个着重于技术与工程实现, 两个学科的本科知识领域既有交叉, 又有侧重。

**计算机科学 (Computer Science, CS):** 计算机科学研究范围很广, 从计算理论、算法基础到机器人开发、计算机视觉、智能系统以及生物信息学等。主要工作包括寻找求解问题的有效方法、构建应用计算机的新方法以及设计与实现软件。

**计算机工程 (Computer Engineering, CE):** 计算机工程是对现代计算系统和由计算机控制的有关设备的软件与硬件的设计、构造、实施和维护进行研究的学科。主要领域包括计算机系统、电路和信号、人机交互、算法与复杂性以及网络等。

**软件工程 (Software Engineering, SE):** 软件工程是一门利用系统的、规范的、可度量的方法来开发、运行和维护软件的学科。主要目标是开发系统模型以及在有限预算内生产高质量的软件。

**信息技术 (Information Technology, IT):** 信息技术是一门针对社会和各企事业单位的信息化需求, 提供与实施技术解决方案的学科。主要工作涉及对计算机软件和硬件、计算机网络等相关技术与产品的选择、评价、集成、应用和管理。信息技术主要包含感测技术、通信技术、计算机技术和控制技术。感测技术就是获取信息的技术, 通信技术就是传递信息的技术, 计算机技术就是处理信息的技术, 而控制技术就是利用信息的技术。明确了信息技术的获取—传递—处理—利用的体系。

**信息系统 (Information System, IS):** 信息系统是指如何将信息技术的方法与企业生产和商业流通结合起来, 以满足行业需求的学科。主要领域包括电子数据处理系统、

管理信息系统、决策支持系统、办公自动化系统、电子商务与电子政务、商务智能和企业资源规划等。

信息系统专业实际上是“计算机应用领域”的工程实施和系统构建,该学科的知识领域涉及各个应用领域和行业业务。CC2004 中给出了以 IS-2002 为基础的本科段知识领域 (IEEE/ACM-CCIS),分为三个部分,覆盖了信息技术、组织与管理、系统理论与开发学科领域,其组成如表 1-3 所示。

表 1-3 信息系统知识领域

| 信息技术     | 组织与管理   | 系统理论与开发   |
|----------|---------|-----------|
| 计算机体系结构  | 基本组织理论  | 系统与信息     |
| 算法与数据结构  | 信息系统管理  | 系统开发途径    |
| 编程语言     | 决策理论    | 系统开发方法    |
| 操作系统     | 组织性能    | 系统开发工具、技术 |
| 电信系统     | 过程变动管理  | 应用计划      |
| 数据库      | 职业道德    | 风险管理      |
| 人工智能     | 专业领域    | 项目管理      |
| 人际关系     | 信息与商务分析 |           |
| 信息系统设计   |         |           |
| 系统实现与测试  |         |           |
| 系统操作与维护  |         |           |
| 专用信息系统开发 |         |           |

### 1.1.2 科学思维

人的思维能力,代表着人的智慧。提高思维能力的途径在于改进思维方法。只要掌握科学的思维方法,就会成为有智慧的人。

#### 1. 思维

思维 (Thinking) 是人脑对客观现实概括的和间接的反映,反映客观事物的本质和规律。思维是在人的实践活动中,特别是在表象的基础上,借助于语言,以知识为中介来实现。

思维的过程,就是信息内容的处理过程,包括对信息的接收、加工、储备与传递的过程。

思维分为广义的思维和狭义的思维。广义的思维主要包括逻辑思维和形象思维,而狭义的通常的心理学意义上的思维专指逻辑思维。

思维方式是人们大脑活动的内在方式,它对人们的言行起决定性作用。主要的思维方式有形象思维法、演绎思维法、归纳思维法、联想思维法、逆向思维法、移植思维法、聚合思维法、目标思维法和发散思维法。

思维具有概括性、间接性、逻辑性、深刻性、灵活性、独创性、批判性和敏捷性等特征。苏联心理学家鲁宾斯坦认为:概括性越高,知识的系统性越强,迁移越灵活,则



一个人的智力、思维能力和创造能力应越发展。逻辑性反映出思维是一种抽象的理论认识,表明思维过程有一定的形式、方法,并按着一定的规律进行。人们知道,感觉和知觉只能反映事物的个别属性,而思维则能反映一类事物的本质和事物之间的规律性联系。例如,通过感觉和知觉,只能感知太阳每天从东方升起,又从西方落下。通过思维,则能揭示这种现象是由于地球自转的结果。

## 2. 科学思维

科学思维不仅是一切科学研究和技术发展的起点,而且始终贯穿于科学研究和技术发展的全过程,是创新的灵魂。

### 1) 科学思维的概念

科学思维是认识自然界、社会和人类意识的本质和客观规律性的思维活动。

科学思维,是形成并运用于科学认识活动、对感性认识材料进行加工处理的方式与途径的理论体系;是真理在认识的统一过程中,对各种科学的思维方法的有机整合;是人类实践活动的产物。

现代科学思维是与现代科学发展相适应的最佳的思维结构,与现实系统发展相一致的合理的逻辑过程,能够迅速、准确地反映客体的优化的思维方式。

### 2) 科学思维的分类

如果从人类认识世界和改造世界的思维方式出发,科学思维可分为理论思维、实验思维和计算思维三种。一般来说,理论思维、实验思维和计算思维分别对应于理论科学、实验科学和计算科学。

理论思维(Theoretical Thinking)又称逻辑思维,是指通过抽象概括,建立描述事物本质的概念,应用科学的方法探寻概念之间联系的一种思维方法。它以推理和演绎为特征,以数学学科为代表。理论源于数学,理论思维支撑着所有的学科领域。

实验思维(Experimental Thinking)又称实证思维,是通过观察和实验获取自然规律法则的一种思维方法。它以观察和归纳自然规律为特征,以物理学科为代表。与理论思维不同,实验思维往往需要借助某种特定的设备,使用它们来获取数据以便进行分析。实验思维的先驱是意大利科学家伽利略,被人们誉为“近代科学之父”。

计算思维(Computational Thinking)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的涵盖了计算机科学之广度的一系列思维活动。它以设计和构造为特征,以计算机学科为代表。

## 1.2 计算思维

计算思维代表着一种普遍的认识和一类普适的技能,每一个人,不仅仅是计算机科学家,都应热心于它的学习和运用。经过大家共同努力,让国际上流行的“2050年全世界的每个公民都应具有计算思维能力”的预言变成现实。

### 1.2.1 计算思维的概念

目前国际上广泛使用的计算思维概念是由美国卡内基·梅隆大学周以真教授提出



的。计算思维 (Computational Thinking, CT) 是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行为。

通过以下几个方面来理解计算思维。

(1) 计算思维是通过约简、嵌入、转化和仿真等方法, 把一个困难的问题阐释成如何求解它的思维方法。

(2) 计算思维是一种递归思维, 是一种并行处理, 是一种把代码译成数据又能把数据译成代码, 是一种多维分析推广的类型检查方法。

(3) 计算思维是一种采用抽象和分解的方法来控制庞杂的任务或进行巨型复杂系统的设计, 是基于关注点分离的方法。

(4) 计算思维是一种选择合适的方式陈述一个问题, 或对一个问题的相关方面建模使其易于处理的思维方法。

(5) 计算思维是按照预防、保护及通过冗余、容错、纠错的方式, 并从最坏情况进行系统恢复的一种思维方法。

(6) 计算思维是利用启发式推理寻求解答, 即在不确定情况下的规划、学习和调度的思维方法。

(7) 计算思维是利用海量数据来加快计算, 在时间和空间之间、在处理能力和存储容量之间进行折中的思维方法。

周以真教授列举了生活中的事例, 其实都和计算思维有关。例如, 当某人的女儿早晨去学校时, 她把当天需要的东西放进背包, 这就是预置和缓存。当某人的儿子弄丢自己的手套时, 该人建议他沿走过的路回寻, 这就是回推。在什么时候自己停止租用滑雪板而为自己买一对呢? 这就是在线算法。在超市付账时应当去排哪个队呢? 这就是多服务器系统的性能模型。为什么停电时自己的电话仍然可用? 这就是失败的无关性和设计的冗余性。完全自动的大众图灵测试是如何区分计算机和人类 (简称 CAPTCHA) 的, 这就是充分利用求解人工智能难题之艰难来挫败计算代理程序。

所以说, 计算思维是每个人的基本技能, 不仅仅属于计算机科学家。在阅读、写作和算术 (简称 3R) 之外, 应当将计算思维加到每个孩子的解析能力之中。

### 1.2.2 计算思维的特征

#### 1) 概念化, 不是程序化

计算机科学不是计算机编程。像计算机科学家那样去思维意味着远远不止能为计算机编程, 还要求能够在抽象的多个层次上思维。计算机科学不只是关于计算机, 就像音乐产业不只是关于话筒一样。

#### 2) 根本的, 不是机械的技能

计算思维是一种根本技能, 是每一个人为了在现代社会中发挥作用所必须掌握的。刻板的技能意味着简单的机械重复。具有讽刺意味的是, 只有当计算机科学解决了人工智能的宏伟挑战——使计算机像人类一样思考之后, 思维才会变成机械的生搬硬套。

#### 3) 人的, 不是计算机的思维

计算思维是人类求解问题的一条途径, 但绝非要使人类像计算机那样思考。计算机枯燥且沉闷, 人类聪颖且富有想象力。人类赋予计算机激情, 计算机赋予人类强大的计