

普通高等教育“十三五”规划教材  
齐齐哈尔大学教材建设基金资助出版



# 计算机基础及数据应用

◎ 刘艳菊 薛仁政 刘相娟 主 编  
◎ 罗阿理 高 伟 李 松 陈淑鑫 刘 明 副主编  
◎ 贾宗福 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>

普通高等教育“十三五”规划教材  
齐齐哈尔大学教材建设基金资助出版

# 计算机基础及数据应用

刘艳菊 薛仁政 刘相娟 主编

罗阿理 高伟 李松 陈淑鑫 刘明 副主编

贾宗福 主审

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

## 内 容 简 介

本书是依据教育部关于大学计算机教学基本要求,在“互联网+”驱动下结合MOOC教学模式,采用数字化教材与文字教材结合的方式,在参考同类优秀教材的基础上结合当前计算机技术发展的实际情况编写而成的。

本书反映了大数据背景下教学改革中的新成果和学科前沿知识,采用科学的,符合学生认知过程的教学方法进行教学设计。各章节内容设计注重培养读者的学习能力、创新能力及实践能力。本书共分为8章,系统地介绍了计算机数据科学,系统平台与计算机环境,数据表示与数据处理,常用办公软件,多媒体技术,网络信息技术等内容。在每章的开始和自主练习等位置设置了二维码,便于读者进行拓展资源学习。全书以创新实践为目标,计算思维为导向,讲解计算机操作技能与实用技巧。本书包含特色的实验项目,知识点涉及广泛,应用性强,适合自主学习能力的培养,可以作为高等院校计算机公共基础课的教材,也可作为计算机爱好者或企事业单位办公自动化岗位高级培训教材。

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

计算机基础及数据应用 / 刘艳菊, 薛仁政, 刘相娟主编. —北京: 电子工业出版社, 2017.8

ISBN 978-7-121-28192-1

I. ①计… II. ①刘… ②薛… ③刘… 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(2016)第 033611 号

策划编辑: 戴晨辰

责任编辑: 戴晨辰

印 刷: 三河市双峰印刷装订有限公司

装 订: 三河市双峰印刷装订有限公司

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: 17.25 字数: 442 千字

版 次: 2017 年 8 月第 1 版

印 次: 2017 年 8 月第 1 次印刷

定 价: 36.00 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](mailto:zltz@phei.com.cn), 盗版侵权举报请发邮件至 [dbqq@phei.com.cn](mailto:dbqq@phei.com.cn)。

本书咨询联系方式: [dcc@phei.com.cn](mailto:dcc@phei.com.cn)。

# 编 委 会

(按汉字拼音为序)

白晨生      金 迪      刘相滨

吴 明      徐芝琦      于 啸

# 前 言

随着云计算、大数据时代的到来,计算机基础教育面临着新的发展和挑战,基于计算思维和创新实践开展教学工作是目前高校计算机基础教学的重要任务,也是培养学生具备计算机应用能力、提高学生综合素质的重要手段。计算机基础课程的内容随着计算机技术的更新、信息技术的发展也在不断更新和充实。

目前,教育改革不断深化,信息技术与课程的深度整合,翻转课堂教育理念已成为教育改革的新思潮。本书从高校翻转课堂、MOOC 等教学改革思路入手,结合教育部组织的“大学计算机课程改革”会议精神,反映大数据背景下教学改革中的新成果和学科前沿知识,致力于提高计算机公共基础教材的思想性、科学性、先进性和启发性,积极开展混合式教学和过程化考核的多层次教学,培养个性充分发展的复合型计算机创新人才。本书在整体结构和内容上体现以下特点。

## 1. 内容上采用数字化教材与文字教材相结合

本教材在“互联网+”环境下,采用数字化教材与文字教材相结合的方式,组织多年从事高校计算机基础教学的多校教师,结合教育教学改革的思想要求,精心选材,经过数月研讨,合作编写而成。借鉴国内外立体化教材建设的先进经验,采用科学的,符合学生认知过程的教学方法进行教学设计。各章内容设置注重培养学生的学习能力、创新能力及实践能力。本书包含二维码,读者可以使用移动设备扫描二维码,链接课程相关拓展学习资源,如图片、音频、动画、视频等,进行进一步学习。

## 2. 多校联合编写共享优质资源

大学计算机课程是一门实践性强,更新速度快的课程。针对该课程的特点,全书各章节融合数据科学、计算思维等相关理念,由齐齐哈尔大学一线教师主编,并聘请有创新实践经验的科研人员参编和审阅,包括中国科学院、哈尔滨工程大学、哈尔滨理工大学、哈尔滨学院等多名优秀教师。综合各学校的优质资料开展编写工作,以适用不同层次学生的学习需求,达到培养学生动手能力和计算思维能力。

## 3. 理论知识与实际应用、科研创新融会贯通

本书依托于黑龙江省高等学校教改工程项目(JG2012010679),同时融合了一些教科研结合项目的创新研究,包括:国家自然科学基金项目(61403222),黑龙江省科技厅项目(F201439, F201334),黑龙江省教育厅科研项目(12541868)等。协同项目支持全书编写,秉承创新实践为目标,计算思维为导向,融合操作技能、实用技巧和新颖的实验项目等内容,知识点涉及广泛,既可激发学生的学习兴趣,又可培养学生的创新实践能力,从而达到理论知识、实际应用、科研创新融会贯通的目的。

本书共分为8章,保留了计算机基本工作原理、软硬件结构、操作系统软件、常用办公软件等内容,扩展介绍了数据科学、云计算、互联网+、多媒体技术及应用、信息安全等内容,各章主要内容如下。

第1章：计算机数据科学。理论部分主要介绍计算机的发展及应用、信息技术前沿，包括云计算、大数据、互联网+、计算思维、数据科学；实践部分包括“互联网+”环境下数据科学中的大数据应用和输入设备的使用等。

第2章：系统平台与计算机环境。理论部分主要介绍计算机系统组成、如何配置性价比高的计算机、Window 7 操作系统；实践部分包括 Windows 基本操作、计算机组装和控制面板的使用等。

第3章：数据表示与数据处理。理论部分主要介绍数制的相关概念、数制转换、信息在计算机中的表示；实践部分包括写字板、记事本、画图、媒体播放的使用等。

第4章：文字处理软件 Microsoft Word。包括 Word 2010 的基础知识及相应操作，依据全国计算机等级考试和 IT 考试大纲练习，注重学生自主创新能力培养与应用。

第5章：电子表格软件 Microsoft Excel。包括 Excel 2010 的基础知识及相应操作，依据全国计算机等级考试和 IT 考试大纲练习，注重学生自主创新能力培养与应用。

第6章：演示文稿软件 Microsoft PowerPoint。包括 PowerPoint 2010 的基础知识及相应操作，依据全国计算机等级考试和 IT 考试大纲练习，注重学生自主创新能力培养与应用。

第7章：多媒体技术。介绍了多媒体技术基本概念、图像处理、音频制作、视频动画处理和相应软件的操作与创新实践应用。

第8章：网络信息技术。理论部分介绍了计算机网络的相关概念、拓扑结构、体系结构、网络设置、互联网应用和信息安全；实践部分包括网络连接、协议属性设置、收/发邮件、网络安全、防火墙、杀毒软件的操作及创新应用等。

全书由刘艳菊、薛仁政、刘相娟任主编，罗阿理、高伟、李松、陈淑鑫、刘明任副主编。本书主编工作单位为“齐齐哈尔大学”，并由“齐齐哈尔大学教材建设基金资助出版”，中国科学院、哈尔滨工业大学和哈尔滨理工大学的骨干教师指导了本书部分内容的编写。本书第1章由罗阿理、陈淑鑫编写，第2章和第7章由刘艳菊编写，第3章和第6章由刘向娟编写，第4章由陈淑鑫、薛仁政编写，第5章和第8章由薛仁政编写，中国科学院国家天文台 LAMOST 数据运行部主任罗阿理教授负责数据科学部分，哈尔滨工程大学计算机学院高伟副教授负责信息技术与操作系统部分，哈尔滨理工大学计算机学院李松副教授负责网络信息技术部分，刘明老师负责全书的二维码编排工作，哈尔滨学院信息工程学院院长贾宗福教授任主审。本书编写过程中，参考了近年来出版的相关资料，吸取了计算机专家们的宝贵经验，在此向给予本书帮助的同人们表示衷心的感谢！

本书包含的所有配套资源，如教学课件、素材等，读者可登录华信教育资源网（[www.hxedu.com.cn](http://www.hxedu.com.cn)）注册后免费下载。

计算机技术发展迅速，由于编者水平有限，书中难免有不足之处，恳请读者批评指正。

编 者

# 目 录

|                 |    |
|-----------------|----|
| 第 1 章 计算机数据科学   | 1  |
| 1.1 计算与计算机      | 1  |
| 1.1.1 计算的概念     | 1  |
| 1.1.2 计算科学      | 1  |
| 1.1.3 计算机科学     | 2  |
| 1.1.4 计算机产生     | 2  |
| 1.2 计算思维        | 3  |
| 1.2.1 计算思维概念    | 3  |
| 1.2.2 计算思维特征    | 3  |
| 1.2.3 计算思维养成    | 3  |
| 1.2.4 计算思维应用    | 4  |
| 1.3 信息技术与计算机文化  | 5  |
| 1.3.1 信息技术      | 5  |
| 1.3.2 计算机发展     | 6  |
| 1.3.3 计算机的分类    | 8  |
| 1.3.4 计算机的特点和应用 | 11 |
| 1.4 数据科学        | 12 |
| 1.4.1 数据科学概念    | 12 |
| 1.4.2 数据科学发展    | 13 |
| 1.4.3 数据科学相关    | 13 |
| 1.4.4 数据科学应用    | 13 |
| 1.5 智能计算科学      | 14 |
| 1.5.1 高性能计算     | 14 |
| 1.5.2 人工智能      | 14 |
| 1.5.3 机器学习      | 15 |
| 1.5.4 天文计算      | 15 |
| 1.6 大数据时代的云计算   | 16 |
| 1.6.1 大数据       | 16 |
| 1.6.2 云计算       | 16 |
| 1.6.3 物联网       | 17 |
| 1.6.4 智慧未来      | 18 |
| 1.7 自主实践        | 18 |
| 1.7.1 正确使用计算机   | 18 |

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| 1.7.2 计算机的输入和输出设备                 | 20 |
| 1.8 拓展实训                          | 23 |
| 习题 1                              | 25 |
| 第 2 章 系统平台与计算机环境                  | 27 |
| 2.1 系统平台                          | 27 |
| 2.1.1 计算机硬件系统                     | 27 |
| 2.1.2 计算机软件系统                     | 35 |
| 2.1.3 个人计算机硬件组成                   | 36 |
| 2.2 计算机基本工作原理                     | 44 |
| 2.2.1 冯·诺依曼设计思想                   | 45 |
| 2.2.2 计算机指令系统                     | 45 |
| 2.3 配置高性价比计算机                     | 46 |
| 2.3.1 计算机主要指标                     | 46 |
| 2.3.2 计算机性能评价                     | 46 |
| 2.4 计算机环境                         | 47 |
| 2.4.1 操作系统的基本概念                   | 47 |
| 2.4.2 操作系统的功能                     | 48 |
| 2.4.3 操作系统的分类                     | 50 |
| 2.4.4 典型操作系统                      | 51 |
| 2.5 Windows 7 操作系统                | 51 |
| 2.5.1 Windows 7 操作系统特点            | 52 |
| 2.5.2 文件和文件夹                      | 54 |
| 2.5.3 Windows 7 文件管理              | 56 |
| 2.6 自主实践                          | 62 |
| 2.6.1 Windows 7 基本操作              | 62 |
| 2.6.2 Windows 7 个性化设置与<br>控制面板的使用 | 65 |
| 2.7 拓展实训                          | 72 |
| 习题 2                              | 73 |
| 第 3 章 数据表示与数据处理                   | 74 |
| 3.1 数制的相关概念                       | 74 |
| 3.1.1 数制的基本要素                     | 74 |

|       |                                             |     |       |                              |     |
|-------|---------------------------------------------|-----|-------|------------------------------|-----|
| 3.1.2 | 计算机内部采用二进制的<br>原因 .....                     | 75  | 4.4.2 | 表格的数据处理 .....                | 108 |
| 3.1.3 | 计算机中的常用数制 .....                             | 75  | 4.5   | 图文混排 .....                   | 109 |
| 3.2   | 进制转换 .....                                  | 76  | 4.5.1 | 插入图片 .....                   | 109 |
| 3.2.1 | $R$ 进制数转换成十进制数 .....                        | 76  | 4.5.2 | 插入艺术字 .....                  | 111 |
| 3.2.2 | 十进制数转换成 $R$ 进制数 .....                       | 76  | 4.5.3 | 使用文本框 .....                  | 111 |
| 3.2.3 | 二进制数、八进制数和十六<br>进制数的相互转换 .....              | 78  | 4.5.4 | 绘制图形 .....                   | 112 |
| 3.2.4 | 二进制数运算 .....                                | 79  | 4.5.5 | 插入数学公式 .....                 | 113 |
| 3.3   | 计算机信息编码 .....                               | 80  | 4.6   | 高级排版 .....                   | 113 |
| 3.3.1 | 计算机中的存储单位 .....                             | 80  | 4.6.1 | 样式的应用 .....                  | 113 |
| 3.3.2 | 数值型数据编码 .....                               | 81  | 4.6.2 | 长文档排版 .....                  | 114 |
| 3.3.3 | 非数值型数据编码 .....                              | 83  | 4.7   | 自主实践 .....                   | 115 |
| 3.4   | 自主实践 .....                                  | 90  | 4.7.1 | 文档的基本操作 .....                | 115 |
| 3.4.1 | Windows 附带应用程序——<br>写字板和记事本的使用 .....        | 90  | 4.7.2 | 表格编辑与图文混排 .....              | 116 |
| 3.4.2 | Windows 附带应用程序——<br>画图工具和媒体播放器的<br>使用 ..... | 91  | 4.7.3 | 高级排版与应用 .....                | 117 |
| 3.5   | 拓展实训 .....                                  | 92  | 4.8   | 拓展实训 .....                   | 118 |
| 习题 3  | .....                                       | 92  | 习题 4  | .....                        | 118 |
| 第 4 章 | 文字处理软件 Microsoft Word .....                 | 94  | 第 5 章 | 电子表格软件 Microsoft Excel ..... | 120 |
| 4.1   | 文字处理软件 Word 2010 .....                      | 94  | 5.1   | 电子表格软件 Excel 2010 .....      | 120 |
| 4.1.1 | Word 2010 界面及格式设置 .....                     | 94  | 5.1.1 | Excel 2010 的界面 .....         | 120 |
| 4.1.2 | Word 2010 的视图模式 .....                       | 95  | 5.1.2 | Excel 2010 的视图模式 .....       | 123 |
| 4.2   | Word 2010 文档的基本操作 .....                     | 96  | 5.2   | Excel 2010 的基本操作 .....       | 123 |
| 4.2.1 | 新建文档 .....                                  | 96  | 5.2.1 | 创建和保存 .....                  | 123 |
| 4.2.2 | 文档的输入 .....                                 | 96  | 5.2.2 | 数据的输入 .....                  | 125 |
| 4.2.3 | 文档的编辑 .....                                 | 97  | 5.2.3 | 数据的编辑 .....                  | 127 |
| 4.3   | Word 2010 文档的格式编辑 .....                     | 101 | 5.2.4 | 工作表的编辑操作 .....               | 128 |
| 4.3.1 | 页面布局 .....                                  | 101 | 5.2.5 | 工作表的页面设置 .....               | 133 |
| 4.3.2 | 字符格式化 .....                                 | 101 | 5.3   | Excel 2010 数据操作与处理 .....     | 134 |
| 4.3.3 | 段落格式化 .....                                 | 102 | 5.3.1 | 数据排序 .....                   | 134 |
| 4.3.4 | 设置项目符号与编号 .....                             | 105 | 5.3.2 | 数据筛选 .....                   | 135 |
| 4.3.5 | 分栏设置 .....                                  | 105 | 5.3.3 | 公式与函数 .....                  | 136 |
| 4.3.6 | 页码和页眉/页脚设置 .....                            | 106 | 5.3.4 | 图表 .....                     | 138 |
| 4.4   | 表格 .....                                    | 107 | 5.3.5 | 数据分类汇总 .....                 | 140 |
| 4.4.1 | 表格的编辑 .....                                 | 107 | 5.4   | 自主实践 .....                   | 141 |
|       |                                             |     | 5.4.1 | 电子表格基本操作 .....               | 141 |
|       |                                             |     | 5.4.2 | 数据分析与处理 .....                | 142 |
|       |                                             |     | 5.5   | 拓展实训 .....                   | 143 |
|       |                                             |     | 习题 5  | .....                        | 143 |



|                                                |     |
|------------------------------------------------|-----|
| <b>第 6 章 演示文稿软件 Microsoft PowerPoint</b> ..... | 145 |
| 6.1 演示文稿软件 PowerPoint 2010 .....               | 145 |
| 6.1.1 PowerPoint 2010 的界面 .....                | 145 |
| 6.1.2 PowerPoint 2010 的视图模式 .....              | 146 |
| 6.2 PowerPoint 2010 演示文稿的基本操作 .....            | 147 |
| 6.2.1 演示文稿的创建 .....                            | 147 |
| 6.2.2 编辑和管理幻灯片 .....                           | 150 |
| 6.3 PowerPoint 2010 设置 .....                   | 154 |
| 6.3.1 幻灯片设置 .....                              | 154 |
| 6.3.2 幻灯片主题设置 .....                            | 156 |
| 6.3.3 幻灯片动画设置 .....                            | 160 |
| 6.3.4 幻灯片组织格式设置 .....                          | 163 |
| 6.4 PowerPoint 2010 放映演示文稿 .....               | 165 |
| 6.5 自主实践 .....                                 | 167 |
| 6.5.1 演示文稿的初级操作 .....                          | 167 |
| 6.5.2 演示文稿的高级应用 .....                          | 168 |
| 6.6 拓展实训 .....                                 | 170 |
| 习题 6 .....                                     | 171 |
| <b>第 7 章 多媒体技术</b> .....                       | 172 |
| 7.1 多媒体技术基础 .....                              | 172 |
| 7.1.1 多媒体技术特性 .....                            | 172 |
| 7.1.2 多媒体信息的表示 .....                           | 173 |
| 7.1.3 多媒体计算机系统 .....                           | 175 |
| 7.1.4 多媒体计算机关键技术 .....                         | 177 |
| 7.1.5 多媒体技术应用 .....                            | 178 |
| 7.2 图像处理 .....                                 | 180 |
| 7.2.1 图像的基础知识 .....                            | 180 |
| 7.2.2 图像文件的格式 .....                            | 180 |
| 7.2.3 数字图像素材获取方法 .....                         | 182 |
| 7.2.4 图像处理软件 Photoshop .....                   | 183 |
| 7.3 音频制作 .....                                 | 189 |
| 7.3.1 常用的音频文件格式 .....                          | 189 |
| 7.3.2 数字音频编辑制作软件 Cool Edit Pro .....           | 190 |
| 7.4 视频动画处理 .....                               | 194 |
| 7.4.1 视频动画概述 .....                             | 194 |
| 7.4.2 视频动画种类 .....                             | 195 |
| 7.4.3 三维动画制作软件 3ds MAX .....                   | 196 |
| 7.5 自主实践 .....                                 | 204 |
| 7.5.1 使用 Photoshop 处理图片 .....                  | 204 |
| 7.5.2 使用 Cool Edit 编辑一首歌曲 .....                | 205 |
| 7.6 拓展实训 .....                                 | 206 |
| 7.6.1 设计一个三维场景 .....                           | 206 |
| 7.6.2 制作动画——跳动的小球 .....                        | 206 |
| 习题 7 .....                                     | 207 |
| <b>第 8 章 网络信息技术</b> .....                      | 208 |
| 8.1 计算机网络基础 .....                              | 208 |
| 8.1.1 计算机网络概念 .....                            | 208 |
| 8.1.2 计算机网络功能与分类 .....                         | 212 |
| 8.1.3 计算机网络拓扑结构 .....                          | 213 |
| 8.2 计算机网络技术 .....                              | 214 |
| 8.2.1 计算机网络体系结构 .....                          | 215 |
| 8.2.2 计算机网络硬件 .....                            | 217 |
| 8.2.3 计算机网络软件 .....                            | 223 |
| 8.2.4 数据通信技术 .....                             | 225 |
| 8.3 Internet 技术与应用 .....                       | 226 |
| 8.3.1 Internet 协议 .....                        | 226 |
| 8.3.2 电子邮件 .....                               | 228 |
| 8.3.3 Internet 资源与应用 .....                     | 228 |
| 8.4 信息检索 .....                                 | 231 |
| 8.4.1 信息检索概述 .....                             | 231 |
| 8.4.2 信息检索系统 .....                             | 232 |
| 8.4.3 计算机检索的基本检索技术及方法 .....                    | 233 |
| 8.4.4 网络搜索引擎的应用 .....                          | 234 |
| 8.4.5 常用数据库和特种文献的信息检索 .....                    | 236 |
| 8.5 计算机病毒 .....                                | 238 |
| 8.5.1 计算机病毒的起源 .....                           | 238 |
| 8.5.2 计算机病毒的特征 .....                           | 239 |

|       |                  |     |            |                          |     |
|-------|------------------|-----|------------|--------------------------|-----|
| 8.5.3 | 计算机病毒的分类 .....   | 239 | 8.7.1      | 网络连接 .....               | 248 |
| 8.5.4 | 计算机流行病毒简介 .....  | 240 | 8.7.2      | 浏览器的使用与电子邮件的<br>收发 ..... | 252 |
| 8.5.5 | 计算机病毒的防治 .....   | 242 | 8.7.3      | 信息检索 .....               | 257 |
| 8.5.6 | 计算机杀毒软件 .....    | 242 | 8.7.4      | 网络安全与防火墙的设置 .....        | 260 |
| 8.6   | 信息安全 .....       | 245 | 8.8        | 拓展实训 .....               | 263 |
| 8.6.1 | 信息安全的概念 .....    | 245 | 8.8.1      | 组建一个局域网 .....            | 263 |
| 8.6.2 | 信息安全技术 .....     | 246 | 8.8.2      | 制作一个环境保护公益片 .....        | 263 |
| 8.6.3 | 网络安全产品 .....     | 246 | 习题 8 ..... |                          | 264 |
| 8.6.4 | 信息安全的道德与法规 ..... | 247 | 参考文献 ..... |                          | 266 |
| 8.7   | 自主实践 .....       | 248 |            |                          |     |

# 第1章 计算机数据科学

“计算机科学并不只是关于计算机，就像天文学并不只是关于望远镜一样。”

“Computer science is no more about computers than astronomy is about telescopes.”

——Edsger Dijkstra

[艾兹格·迪科斯彻 荷兰（1930-2002）著名计算机科学家]

21 世纪是崭新的数字化信息时代，以大数据为代表的科学密集型科学已成为新一次技术变革的基石。随着信息技术的飞速发展和竞争的日趋激烈，特别是信息化进程的日益推进，使信息管理活动日渐活跃，各种各样的信息管理系统应运而生。计算机与信息科学的基础知识已成为人们必须掌握的基本技能，无论是信息的获取和存储，还是信息加工、传输和发布，均通过计算机进行处理，并通过计算机网络有效地传送。

## 1.1 计算与计算机

人类的计算机科学与其他学科紧密相关（如数学、信息科学、软件工程、信息系统、信息安全、密码学、语言学、逻辑学、统计学和经济学等），这些学科之间有明显的交叉领域，但也有各自的差异。计算机硬件的研究被看成是计算机工程的一部分，商业计算机系统的研究和部署被称为信息技术或者信息系统。

### 1.1.1 计算的概念

计算（Compute）是数学领域的基础技能，也是认识整个自然科学的工具。人们学习知识最初都是从计算开始，掌握计算更是基本的生存技能。计算在诸多的基础教育及相关学科得以广泛的应用，尤其在计算科学、高性能计算及相关先进技术方面都发挥着其精悍的作用。

狭义的计算包括数据、计算式、计算符或算子以及计算结果。计算中的关系是计算原理中必须阐明的理论基础，包括自然数据、人工数据、人工处理等。

广义的计算则包括数学计算、逻辑推理、文法产生式、集合论相关函数、组合数学置换、变量代换、图形图像变换、数理统计等。还包括人工智能、解空间的遍历、问题求解、图论路径、网络安全、代数系统理论、上下文表示、感知与推理、智能空间、建筑设计等。

计算是对特定数据元的计算，因此数据元的性质对运算符的选择、计算的实现有决定性作用。计算表达式常有不同的形式，包括：代数式、方程、函数、行列式、微积分或者数理统计计算式等。相同的计算常有不同的性质，如线性代数中同样是三矩阵乘法，在相似变换中只要求可逆矩阵，而在二次型的标准型变换中，则要求正交矩阵。

### 1.1.2 计算科学

计算科学（Computational Science）是围绕着数据和数据处理科学，精确比较强调两者之间区别，涉及诸多领域。计算科学（或者科学计算）是关注构建数学模型和量化分析技术

的研究领域,实际研究通常是计算机模拟和计算等形式在各个学科问题中的应用。自然科学研究通常可用各种类型的数学方程式表达,计算科学将寻找这些方程式的数值解,其计算涉及庞大的运算量,是简单的计算工具是难以胜任的。在计算机出现之前,科学研究和工程设计主要依靠实验或试验提供数据,计算仅处于辅助地位。随着计算机的迅速发展,使越来越多的复杂计算成为可能。利用计算机进行科学计算为社会带来了巨大的经济效益,同时也使科学技术本身发生了根本性的变化,传统的科学技术只包括理论和实验两个组成部分,使用计算机后,计算已成为与理论和实验同等重要的第三个组成部分。

### 1.1.3 计算机科学

计算机科学(Computer Science)是研究计算机和可计算系统及相关信息处理的科学。计算机科学涵盖了从算法的理论研究和计算的极限到如何通过硬件和软件实现计算系统,通常应用于创造、描述及转换信息算法处理的系统研究中。计算机科学植根于电子工程、数学和语言学,是科学、工程和艺术的结晶。计算机科学分为理论计算机科学和实验计算机科学两个部分:理论计算机科学一般指信息、数学、自然科学文献中所说的计算机科学;实验计算机科学主要指计算科学领域新的应用及验证的研究。计算机科学主要围绕着:①计算机程序能做什么和不能做什么(可计算性);②使程序更高效地执行特定任务(算法和复杂性理论);③程序构造存取不同类型的数据(数据结构和数据库);④程序实现更智能(人工智能);⑤便捷人类与程序沟通(人机互动和人机界面)等方面,是计算机系统中实现与应用的实用技术的研究。

### 1.1.4 计算机产生

计算机是实现算术和逻辑运算的机器,处理的对象都是信息。20世纪30年代,英国数学家图灵和美国数学家波斯特几乎同时提出了理想计算机的概念。到了40年代数字电子计算机产生后,计算技术和有关计算机的理论研究开始得到发展。这方面构成了所说的理论计算机科学,现实计算机及其程序的数学模型性质的研究及计算复杂性(早期称作计算难度)的研究迅速发展起来,形成自动机论、形式语言理论、程序设计理论、算法设计与分析和计算复杂性理论等。40年代后期形成存储程序型,即“冯·诺伊曼型”机器。自50年代以来,计算机的性能在计算速度和编址空间方面提高了几个数量级。60年代出现了大程序,但大程序的可靠性很难保证,西方国家出现了“软件危机”(指有些程序过于庞大,包含几十万条以至几百万条指令,成本过高而可靠性则比较差)。70年代程序设计发展起来,逐渐机器可以模拟人用探索法解题的思维活动。21世纪,计算机成为用于高速计算的电子计算机器,实现数值计算、逻辑计算,还有存储记忆功能,程序运行时自动、高速地处理海量数据。出现了超级计算机、工业控制计算机、网络计算机、个人计算机、嵌入式计算机,较先进的计算机还有生物计算机、光子计算机、量子计算机等(将在1.3节详细介绍)。

大数据时代越来越多地融合了各类计算机相关学科的思想,计算机对人类的生产和活动产生了极其重要的影响,并以强大的生命力飞速发展,带动了全球范围的技术进步,引发了深刻的社会变革。目前计算机已遍及一般学校、企事业单位,进入寻常百姓家,成为信息社会中必不可少的工具,然而其是否也推进了人类的思维方式呢?

## 1.2 计算思维

思维的本质是心里计算的过程,是由一系列知识所构成的完整解决问题的思路,思维具有普适性、联想性、启迪性及拓展性等。人类所学到的知识和技能具有时间局限性,然而思维则可跨越时间。随着时间的推移,知识和技能可能被遗忘,但思维会逐渐融入到未来的创新活动中,产生新理念。人们与生俱来的思维能力,同时会应用到读、写、算等能力中。计算思维同样也是人们理解现实世界中事物间利用计算系统实现控制和处理的过程。

### 1.2.1 计算思维概念

计算思维(Computational Thinking)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的一系列思维活动的统称,2006年由美国卡内基·梅隆大学周以真教授首次提出。计算思维与理论思维、实验思维并称三大科学思维,与理论思维、实验思维一样,是一种抽象思维。如同所有人都具备是非判断、文字读写和进行算术运算能力一样,如同印刷出版促进了3R的传播一样,计算思维涵盖了反映计算机科学在内的一系列广泛的思维活动。计算思维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,例如计算博弈理论正改变着经济学家的思考方式,再如纳米计算改变着化学家的思考方式,还有量子计算改变着物理学家的思考方式。当接触函数时,指定一个输入,就会有对应的输出关系。举一个现实中的场景:在餐厅吃饭,服务员点菜,随后服务员把做好的菜端上来。运用计算思维分析餐厅的厨房可以看成是一个函数,点菜单是传递给这个函数的参数;厨师在厨房里做菜的过程是这个函数的执行过程;做好的菜是返回结果,回显到餐桌上。尽管计算机学科研究涉及面广,但其共同特征还是基于不同层次的计算环境下专业系统问题的求解过程,需要潜移默化地培养用计算思维理念解决自身专业问题的能力。

### 1.2.2 计算思维特征

计算思维特征(Computational Thinking Characteristic)是人机结合的思维特征,其6大特征表现为抽象性、构造性、数字化、系统化、网络化和虚拟化。随着问题复杂度的提高和问题规模的增大,计算工具逐渐由单机变成了网络。使用系统化思维和网络化思维来解决问题,最终要在虚拟的计算机世界中实现。以大数据时代为背景产生的计算思维特征有如下6个方面:

- ① 计算思维具有概念化,并不是程序化;
- ② 计算思维是人类自身所固有的,并不是计算机的思维方式;
- ③ 计算思维是思维的体现,并不是人所造出的产物;
- ④ 计算思维是数学和工程思维的互补与融合的产物;
- ⑤ 计算思维是根本的思维方式,并不是刻板的技能演变;
- ⑥ 计算思维面向所有人、所有地方,放之四海而皆准。

### 1.2.3 计算思维养成

计算机实现了计算执行的自动化,人们将解决问题的步骤和方法以算法的形式表示出来,

并用计算机能够直接识别和运行的语言告诉计算机如何工作,逐渐成为思维的执行者。解决问题的方式逐渐演变为以计算机能够识别的方式操作,问题的解决变成了算法的描述及程序的编写。利用计算机结合数学、物理、经济、军事、社会、生活等各方面解决问题,形成以计算机为工具来解决问题的思维方式,与各个学科交叉融合,形成了新的独特的解决问题的计算思维方式。

抽象性是计算思维的基础,在形成一切计算的发展过程中,抽象性满足如下3个必要前提条件:

- ① 问题能形式化,即可用完备的方法建立问题的模型;
- ② 问题可计算,即可找到求解问题的算法并能用程序实现;
- ③ 问题有复杂度,即程序可在有限计算空间和时间内运行出结果。

构造性是运用计算机对抽象模型进行自动化求解。计算机算法是一个有穷规则的集合,其规则规定了一个解决某一特定类型问题的运算序列,构造出实现高效算法的步骤和方法,准确描述解题。

数字化是符号化在计算机中的特定表现,符号化是各种抽象的基本特征。计算思维是一种符号化的抽象思维。计算思维中符号抽象概念比理论思维和实验思维中的意义要丰富和复杂。

系统化是思维首要的世界观,世界由无数复杂的系统组成。采用系统化的思维全面地审视面临的问题,就是把认识对象作为系统,从系统与要素、要素与要素、系统与环境相互联系和相互作用中综合考察认识对象。计算思维的系统化来源于人类的系统化思维,人类运用系统化思维对复杂世界系统的事物和问题进行抽象、建模和构造算法。

网络化是思维源于信息网络的人机结合,人脑就是复杂的网络化结构。解题思维需要在计算机网络环境得以有效执行,计算工具影响人类思维,促使了人类需要采取网络化的思维来描述解决问题。

虚拟化是将人类解题的思维以计算机能够识别的方式一步一步显性地描述出来,并在一个虚拟的计算机世界中执行人类的思维。虚拟思维把人们头脑里看不见、摸不着却又实实在在存在的思维过程在虚拟环境中展现,使实践和思维具有了实现感。

#### 1.2.4 计算思维应用

理解计算思维的关键是把握计算思维的学科特征和计算思维的属性。为了培养计算思维能力,首先要树立计算思维的世界观,在这种观念的指导下才能更好、更快地理解计算思维和提高计算思维的能力。计算工具影响思维方式,思维方式体现计算工具的特点。在计算思维中,计算的本质是抽象的自动执行。确定合适的抽象条件,选择合适的某类计算机去自动解释执行该抽象。以计算机识别的方式建模并构造解决问题的高效算法,然后在计算机上运行并调试算法。将问题及其解法或算法采用符号化的形式抽象出来,与特定的计算机或计算机语言相关。优化是直接触及程序本身,提高程序运行效率,降低复杂度,降低冗余,合理选择数据类型等的优化规则,自动实现一些相关性能,在具体的运行环境中采用合适的计算机语言完成抽象的解释和自动运行。计算机硬件系统和软件系统在不同的抽象层次上提供了问题求解的计算环境。计算思维应用通常有5个基本流程步骤,如图1-1所示,是通过操作过程的构造与实施,来解决给定问题的思维方式。



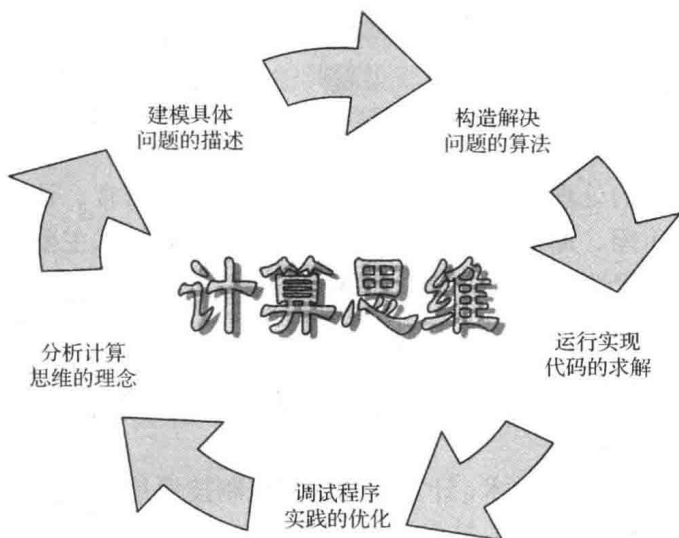


图 1-1 计算思维应用流程

### 1.3 信息技术与计算机文化

人类自进入文明社会以来,利用大脑存储信息,使用语言交流和传播信息,人类的信息活动从具体到抽象,使人同动物彻底分离。文字的产生和使用可以记载、传递及交流信息,纸张和印刷术的发明成为信息记载和信息传递的载体,电报、电话、广播和电视的发明和普及大大缩短了人们交流信息的时空界限。当代的信息数字化依托于互联网、物联网、电子计算机、现代通信及控制技术的发展和运用,计算机的诞生改变了人们几千年的信息处理方式。计算机目前已成为各行各业必不可少的、最基本和最通用的工具之一。

### 1.3.1 信息技术

信息技术 (Information Technology) 是在信息科学的基本原理和方法的指导下扩展人类信息功能的技术, 是实现信息化的核心手段。信息技术是以电子计算机和现代通信为主要手段实现信息的获取、加工、传递和利用等功能的技术总和。人的信息功能包括感觉器官承担的信息获取功能、神经网络承担的信息传递功能、思维器官承担的信息认知功能和信息再生功能、效应器官承担的信息执行功能。按扩展人的信息功能分类, 信息技术可分为以下 4 个方面技术。

## 1. 传感技术

传感技术是信息的采集技术，对应于人的感觉器官，它的作用是扩展人获取信息的感觉器官功能，包括信息识别、信息提取、信息检测等技术。信息识别包括文字识别、语音识别和图形识别等，通常采用一种叫做“模式识别”的方法。传感技术、测量技术与通信技术相结合而产生的遥感技术，能使人感知信息的能力得到进一步的加强。

## 2. 通信技术

通信技术是信息的传递技术,对应于人的神经系统的功能。它的主要功能是实现信息快速、可靠、安全地传递,各种通信技术都属于这个范畴,如广播技术。由于存储、记录可以

看成是从“现在”向“未来”或从“过去”向“现在”传递信息的一种活动，因此也可将其看成是信息传递技术的一种。

### 3. 计算机技术

计算机技术是信息的处理和存储技术，对应于人的思维器官。计算机信息处理技术主要包括对信息的编码、压缩、加密和再生等技术。计算机存储技术主要包括计算机存储器的读写速度、存储容量及稳定性的内存储技术和外存储技术。

### 4. 控制技术

控制技术是信息的使用技术，是信息过程的最后环节，对应于人的效应器官。它包括调控技术、显示技术等。

由上可见，传感技术、通信技术、计算机技术和控制技术是信息技术的四大基本技术，其主要支柱是通信（Communication）技术、计算机（Computer）技术和控制（Control）技术，即“3C”技术。信息技术的四种技术划分只是相对的、大致的，没有截然的界限，如传感系统里也有信息的处理和收集，而计算机系统里既有信息传递，也有信息收集的问题等。

## 1.3.2 计算机发展

电子计算机的诞生是科学技术史上的里程碑，它是一种能够自动、高速、精确地进行各种信息处理的电子设备。电子数字计算机是一种不需要人的干预，能够自动连续地、快速地、准确地完成信息存储、数值计算、数据处理和过程控制等多种功能的电子机器。电子逻辑器件是电子机器的物质基础，其基本功能是进行数字化信息处理，人们常称其为“计算机”，又因其工作方式与人的思维过程十分类似，亦被叫做“电脑”。

现代计算机孕育于英国，诞生于美国。1936年英国科学家图灵于伦敦权威的数学杂志发表了一篇著名的论文《理想计算机》，其中提出了著名的“图灵机”（Turing Machine）的设想。图灵机由3部分组成：一条带子，一个读写头和一个控制装置，阐述了“图灵机”不是一种具体的机器，而是一种理论模型，用来制造一种十分简单，但运算能力极强的计算装置，后续人们称图灵为“计算机理论之父”，如图1-2所示。



图1-2 “计算机理论之父”图灵

世界上第一台电子数字计算机是1946年2月14日在美国宾夕法尼亚大学由John Mauchly和J.P Eckert为导弹设计服务小组制成的ENIAC（Electronic Numerical Integrator and Computer），是电子数字积分计算机。它使用了18800个电子管，150多个继电器，耗电150kW，占地面积170m<sup>2</sup>，重量达30t，每秒钟只能完成5000次加法运算，运算精确度和准确率是史无前例的，以圆周率（ $\pi$ ）的计算为例，中国古代科学家祖冲之利用算筹，耗费15年心血，才把圆周率计算到小数点后7位数，一千多年后，英国人威廉·山克斯以毕生精力计算圆周率，计算到小数点后707位，而使用ENIAC进行计算仅用了40s就达到了这个记录，还发现威廉·山克斯计算结果中的第528位计算有误。虽然ENIAC体积大、速度慢、能耗大，但它却为发展电子计算机奠定了技术基础，开辟了计算机科学技术的新纪元。



在 ENIAC 计算机研制的同时,冯·诺依曼与莫尔合作研制了 EDVAC 计算机。它采用存储程序方案,此种方案沿用至今,所以现在的计算机都被称为以存储程序原理为基础的冯·诺依曼型计算机。计算机发展经历了 4 个阶段,在推动计算机发展的诸多因素中,电子器件的发展起着决定性的作用,同时计算机系统结构和计算机软件的发展也起着至关重要的作用。

### 1. 第一代计算机

第一代计算机称为电子管计算机,从 1946 年到 1958 年。其特征是采用电子管作为计算的逻辑元件;计算机体积庞大,可靠性差,输入/输出设备有限,使用穿孔卡片;主存容量为数百字节到数千字节,主要以单机方式完成科学计算;数据表示主要是定点数;用机器语言或汇编语言编写程序,体积大、能耗高、速度慢、容量小、价格昂贵,应用也仅限于科学计算和军事方面。

### 2. 第二代计算机

第二代计算机称为晶体管计算机,从 1958 年到 1964 年。其特征是采用晶体管代替了电子管;用磁芯和磁盘作为主存储器;体积、重量和功耗方面都比电子管计算机小很多,运算速度进一步提高,主存容量进一步扩大;软件有了很大发展,出现了 FORTRAN、COBOL、ALGOL 等高级语言,以简化程序设计;计算机不但用于科学计算,而且用于数据处理,并开始用于工业控制。有代表性的计算机是 IBM 公司生产的 IBM-7094 计算机和 CDC 公司的 CDC 1604 计算机。

### 3. 第三代计算机

第三代计算机称为中、小规模集成电路计算机,从 1964 年到 1975 年。其特征是集成电路 IC (Integrated Circuit) 代替了分立元件;用半导体存储器逐渐取代了磁芯存储器;采用了微程序控制技术;在软件方面,操作系统日益成熟,其功能日益强化,多处理机、虚拟存储器系统,以及面向用户的应用软件的发展,大大丰富了计算机软件资源。

### 4. 第四代计算机

第四代计算机称为大规模和超大规模集成电路计算机,从 1975 年至今。其特征是以大规模集成电路 LSI (Large-Scale Integration) 或超大规模集成电路 VLSI 为计算机主要功能部件;主存储器也采用集成度很高的半导体存储器;软件方面发展了数据库系统、分布式操作系统等。此时出现了微型机,由于微型机体积小、功耗低、成本低,其性价比优于其他类型的计算机,目前 1 个超大规模集成电路芯片包含 14 亿以上的晶体管,因此得到广泛的应用。

### 5. 新一代计算机

神经计算机是模仿人的大脑判断能力和适应能力,并具有可并行处理多种数据功能的神经网络计算机。它本身可以判断对象的性质与状态,并采取相应的行动,同时并行处理实时变化的大量数据并引出结论。神经计算机类似于智能生物的大脑,可以完成类似于生物大脑的复杂计算,甚至可以完成了类似于写作等复杂功能。

目前,世界上各先进国家正在加紧研制新一代计算机,其不仅是在原有结构的基础上进行器件的更新换代,未来将突破冯·诺依曼型计算机的结构,研制具有知识库管理功能的、高度并行的智能计算机。计算机正向以下 5 个方面发展。