



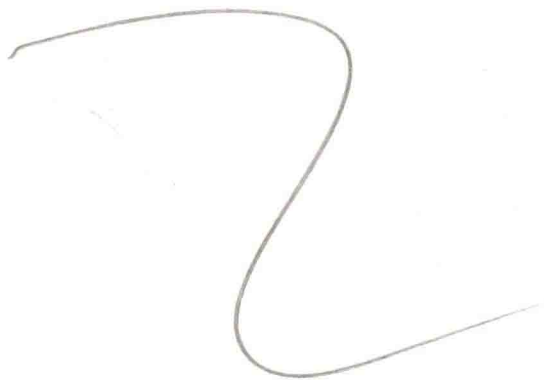
工业和信息化普通高等教育“十三五”规划教材立项项目
普通高等学校计算机教育“十三五”规划教材

计算思维 与计算机导论

Computational Thinking and
Computer Concepts

宁爱军 王淑敬 主编

- 突出计算思维和创新能力的培养
- 配有实验和真实操作案例
- 提供丰富的教学资源



中国工信出版集团



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



工业和信息化部普通高等教育“十三五”规划教材立项项目
普通高等学校计算机教育“十三五”规划教材

计算思维 与计算机导论

Computational Thinking and
Computer Concepts

宁爱军 王淑敬 主编



人民邮电出版社

北京

图书在版编目 (CIP) 数据

计算思维与计算机导论 / 宁爱军, 王淑敬主编. —
北京: 人民邮电出版社, 2018. 8
普通高等学校计算机教育“十三五”规划教材
ISBN 978-7-115-48812-1

I. ①计… II. ①宁… ②王… III. ①计算方法—思维方法—高等学校—教材②电子计算机—高等学校—教材
IV. ①O241②TP3

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第163368号

内 容 提 要

本书以计算思维为主线,从计算思维的角度介绍计算机的体系结构、计算机的软硬件、问题求解、计算机网络、信息安全、数据库技术、办公软件的高级应用等内容。本书旨在培养学生的计算思维能力、自主学习能力、创新能力,使学生能够利用计算思维的方法解决实际问题,进行创新创业的活动。本书配有针对性强的实验和习题,实验可操作性强,习题与教材结合紧密,有利于学生课后练习以巩固所学内容。

本书适合作为高等学校“计算思维导论”课程的教材,也可以作为计算机爱好者的自学参考书。

-
- ◆ 主 编 宁爱军 王淑敬
责任编辑 张 斌
责任印制 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>
固安县铭成印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 17.5 2018年8月第1版
字数: 501千字 2018年8月河北第1次印刷
-

定价: 49.80 元

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

反盗版热线: (010) 81055315

随着计算机及相关技术的发展,计算机日益融入人们工作和生活的方方面面。计算思维作为人类的基础性思维,对于人们解决实际问题,进行创新创业活动具有重要的作用,所以大学应该着力培养大学生的计算思维能力。

目前,大学计算机基础教育主要有两种观点。一种是偏重理论的计算思维,深入讲解计算机专业的软件和硬件的原理,过于追求深入理论和数学的深度,为了概念讲概念。由于学生缺乏数学、物理等知识体系,课程对于学生来说过于抽象,不易接受。另一种是偏重计算机知识和操作技能,往往是知识和操作技能的罗列。学生虽然能够掌握知识和操作技能,但是往往难以融会贯通,自我学习能力差。

编者针对上述情况,将理论与实践相结合,编写了本书,具体特点如下。

- (1) 从计算思维的角度,讨论软、硬件知识和问题求解,具有一定的深度和广度。
- (2) 强调数据库技术、办公软件的高级应用,培养学生解决实际问题的能力。
- (3) 强调学生自主学习、计算思维和创新能力的培养。
- (4) 配有针对性强的实验,培养学生使用信息技术解决实际问题的意识和能力,有利于培养学生的自学能力。
- (5) 习题与教材结合紧密,有利于学生理解和巩固所学知识。
- (6) 本书配有微视频、电子教案和学习资料等学习资源,相关资源和习题参考答案可登录人邮教育社区(www.ryjiaoyu.com)下载。

本书共12章,第1章、第2章由满春雷编写,第3章由张艳华编写,第4~7章由宁爱军编写,第8章由王燕编写,第9章、第10章由王淑敬编写,第11章由胡香娟编写,第12章由窦若菲编写。

全书由宁爱军、王淑敬担任主编,负责全书的总体策划、校对和统筹定稿。为本书编写做出贡献的还有熊聪聪、赵奇、曹鉴华、张睿、张涪楠、李伟、杨光磊、林琳等。本书的出版得到了编者所在院校各级领导的关心和支持,在此一并表示感谢。

由于编者水平有限,书中难免会有疏漏,恳请广大读者批评指正。编者邮箱为 ningaijun@sina.com。

编者

2018年3月

目 录 CONTENTS

第 1 章 计算思维与计算 1

- 1.1 计算思维概述 1
 - 1.1.1 计算思维 1
 - 1.1.2 计算思维与各学科的关系 2
- 1.2 计算与自动计算 2
- 1.3 计算工具的发展史 3
 - 1.3.1 计算工具的发展 3
 - 1.3.2 元器件的发展 5
- 小结 6
- 习题 7

第 2 章 计算机系统的基本思维 8

- 2.1 0 和 1 的思维 8
 - 2.1.1 进位计数制 8
 - 2.1.2 不同进制数的转换 9
 - 2.1.3 二进制与《易经》 10
 - 2.1.4 二进制与逻辑运算 11
 - 2.1.5 二进制与元器件 12
 - 2.1.6 存储单位关系 13
- 2.2 二进制与数据编码 13
 - 2.2.1 二进制与数字的表示 13
 - 2.2.2 计算机中的字符编码 15
 - 2.2.3 计算机中的汉字编码 16
 - 2.2.4 图像的数字化编码 17
 - 2.2.5 声音的数字化编码 18
 - 2.2.6 数据压缩技术 19
- 2.3 图灵机与冯·诺依曼计算机 20
 - 2.3.1 图灵与图灵机 20
 - 2.3.2 冯·诺依曼计算机 21
 - 2.3.3 存储程序控制原理 23
- 小结 23
- 习题 24

第 3 章 计算机硬件的基本思维 26

- 3.1 现代计算机的结构 26
 - 3.1.1 现代计算机的结构 26
 - 3.1.2 主板 27
 - 3.1.3 微处理器 27
 - 3.1.4 计算机的存储体系 29
 - 3.1.5 输入设备和输出设备 33
 - 3.1.6 接口 36
 - 3.1.7 选购计算机策略 38
- 3.2 计算机的应用领域 40
- 3.3 单片机 42
- 3.4 高性能计算与分布式计算 43
- 小结 43
- 习题 44

第 4 章 计算机软件的基本思维 46

- 4.1 软件系统概述 46
 - 4.1.1 软件与硬件 46
 - 4.1.2 系统软件 46
 - 4.1.3 应用软件 47
- 4.2 操作系统 47
 - 4.2.1 进程管理 47
 - 4.2.2 存储管理 48
 - 4.2.3 磁盘和文件管理 49
 - 4.2.4 设备管理 52
- 4.3 操作系统的其他基本思维 53
 - 4.3.1 虚拟机 53
 - 4.3.2 虚拟主机 54
 - 4.3.3 单机多系统 54
 - 4.3.4 备份和还原操作系统 54

小结	55	6.5 网络硬件设备	92
习题	55	6.5.1 网络主体设备	92
第5章 问题求解的基本思维	59	6.5.2 网络传输介质	93
5.1 计算机语言	59	6.5.3 网络连接设备	96
5.2 程序设计基础	60	6.6 Internet 概述	98
5.3 算法	61	6.7 IP 地址、端口号与域名	99
5.3.1 什么是算法	62	6.7.1 IP 地址	99
5.3.2 算法举例	62	6.7.2 IPv6	100
5.3.3 算法的表示	62	6.7.3 端口号	100
5.3.4 算法类问题	63	6.7.4 DNS 域名	101
5.3.5 算法分析	65	6.7.5 网络查错	103
5.4 算法设计	65	6.8 局域网接入 Internet	104
5.4.1 顺序结构	66	6.9 WWW 服务	107
5.4.2 选择结构	67	6.9.1 WWW	107
5.4.3 循环结构	68	6.9.2 URL 地址	109
5.4.4 数组	70	6.10 电子邮件	109
5.5 函数与递归	73	6.11 FTP 与文件的上传和下载	110
5.5.1 函数	73	6.12 远程登录与远程桌面	111
5.5.2 递归	74	6.13 信息检索	112
5.6 程序设计	76	6.13.1 光盘数据库检索系统	112
5.6.1 类和对象	76	6.13.2 联机信息检索系统	113
5.6.2 Visual Basic 编程	76	6.13.3 网络信息检索	114
小结	80	6.14 云计算与物联网	115
习题	80	6.14.1 云计算	115
第6章 计算机网络的基本思维	84	6.14.2 物联网	116
6.1 网络概述	84	6.15 互联网+创新创业	117
6.2 网络分类	85	小结	118
6.2.1 从网络地理范围划分	85	实验	118
6.2.2 从网络使用范围分类	86	习题	119
6.2.3 从网络拓扑结构划分	86	第7章 信息安全的基本思维	124
6.3 数据通信技术	88	7.1 信息安全概述	124
6.4 网络协议、体系结构和操作系统	90	7.1.1 信息安全的含义	124
6.4.1 网络协议	90	7.1.2 信息安全的风险来源	125
6.4.2 网络体系结构	91	7.1.3 信息安全等级保护	126
6.4.3 网络操作系统	92	7.2 信息安全防范措施	127
		7.2.1 数据备份	127
		7.2.2 双机热备份	129
		7.2.3 数据加密	129

7.2.4	数字签名	133
7.2.5	身份认证	135
7.2.6	防火墙	137
7.2.7	漏洞、后门、补丁程序和安全卫士	139
7.2.8	提高物理安全	140
7.3	计算机病毒和木马	141
7.3.1	病毒概述	141
7.3.2	病毒的传播途径	143
7.3.3	病毒防治	143
7.3.4	对病毒的态度	144
7.3.5	木马	144
7.4	黑客与计算机犯罪	145
7.5	信息社会的道德与法规	146
	小结	146
	实验	147
	习题	147

第 8 章 数据库的基本思维 151

8.1	数据库概述	151
8.1.1	数据库体系结构	151
8.1.2	概念模型	152
8.1.3	关系模型	154
8.2	关系数据库	154
8.3	Microsoft Access 2010 简介	156
8.4	数据库的基本操作	157
8.4.1	创建数据库	157
8.4.2	创建表	158
8.4.3	数据记录操作	162
8.4.4	定义表之间的关系	163
8.5	查询	164
8.5.1	选择查询	164
8.5.2	交叉表查询	166
8.5.3	SQL 语言	167
8.6	数据挖掘与大数据	170
	小结	171
	实验	171
	习题	174

第 9 章 Word 2010 高级应用 177

9.1	高级查找与替换	177
9.2	样式	178
9.2.1	创建样式	178
9.2.2	应用样式	179
9.2.3	修改样式	180
9.3	高级排版	181
9.3.1	多文档合并	181
9.3.2	多级列表	181
9.3.3	题注	184
9.3.4	脚注与尾注	185
9.3.5	交叉引用	186
9.3.6	编号与参考文献	186
9.4	页眉页脚	188
9.4.1	分页符和分节符	188
9.4.2	设置页眉页脚	188
9.4.3	设置页码	190
9.5	自动生成目录	190
9.5.1	标题样式自动生成目录	191
9.5.2	大纲级别自动生成目录	192
9.5.3	题注自动生成目录	193
9.5.4	目录修改	194
9.6	邮件合并	194
9.6.1	操作过程	194
9.6.2	实例	195
9.7	审阅文档	196
9.7.1	批注	196
9.7.2	修订	197
	小结	198
	实验	198
	习题	199

第 10 章 Visio 2010 高级应用 203

10.1	Visio 2010 简介	203
10.2	Visio 2010 界面介绍	204
10.2.1	快速访问工具栏	204

10.2.2	功能区	204
10.2.3	任务窗格	205
10.2.4	绘图区	205
10.3	文件操作	206
10.3.1	新建项目	206
10.3.2	保存项目	206
10.4	绘制基本流程图	206
10.5	Visio 图与 Word 文档的结合	210
	小结	211
	习题	211

第 11 章 Excel 2010 高级应用 213

11.1	输入特殊数据	213
11.1.1	文本型数据	213
11.1.2	数值型数据	214
11.1.3	日期型数据	214
11.2	高级编辑技巧	214
11.2.1	填充	214
11.2.2	选择性粘贴	216
11.2.3	查找和替换	217
11.2.4	条件格式	218
11.3	Excel 中的公式	218
11.3.1	运算符与表达式	218
11.3.2	输入公式	219
11.4	单元格引用	220
11.4.1	相对地址引用	220
11.4.2	绝对地址引用	220
11.4.3	混合地址引用	220
11.4.4	跨表引用	221
11.5	函数	221
11.5.1	MAX 函数	221
11.5.2	MIN 函数	221
11.5.3	AVERAGE 函数	221
11.5.4	SUM 函数	222
11.5.5	IF 函数	222
11.5.6	SUMIF 函数	223
11.5.7	SUMIFS 函数	223
11.5.8	AVERAGEIF 函数	224

11.5.9	COUNT 函数	224
11.5.10	COUNTA 函数	224
11.5.11	COUNTIF 函数	224
11.5.12	COUNTIFS 函数	225
11.5.13	VLOOKUP 函数	225
11.5.14	HLOOKUP 函数	226
11.6	图表	227
11.6.1	创建图表	227
11.6.2	编辑图表	228
11.7	数据分析	231
11.7.1	数据的排序	231
11.7.2	数据筛选	233
11.7.3	删除重复项	235
11.7.4	数据有效性	236
11.7.5	分类汇总	237
11.7.6	数据透视表	238
	小结	241
	实验 1	241
	实验 2	243
	习题	246

第 12 章 PowerPoint 2010 高级应用 252

12.1	幻灯片版式	252
12.2	母版视图	253
12.2.1	幻灯片母版	253
12.2.2	讲义母版	254
12.2.3	备注母版	254
12.3	图文并茂	254
12.3.1	添加音频	254
12.3.2	添加视频	255
12.3.3	添加 SmartArt 图示	255
12.3.4	添加图表	256
12.4	幻灯片动画	257
12.5	动画刷	258
12.6	创建交互式演示文稿	259
12.6.1	创建超链接	259
12.6.2	添加动作按钮	260
12.6.3	更改或删除超链接	261

12.7 幻灯片放映·····261	12.8.1 PPT 的内容设计·····265
12.7.1 幻灯片的切换方式·····261	12.8.2 PPT 的 10/20/30 原则·····267
12.7.2 设置演示文稿的放映 方式·····262	小结·····267
12.7.3 控制幻灯片放映·····263	实验·····267
12.7.4 设置排练计时·····264	习题·····268
12.7.5 录制和删除旁白·····264	
12.8 幻灯片的设计理念·····265	参考文献·····270

计算机作为一种思维方式,通过广泛的计算来解决各类自然过程和社会过程,从而解决各学科的问题,是大学生必须掌握的思维方法。本章引入计算思维的定义,讨论计算思维与各学科的关系,计算与自动计算,计算工具的发展过程。

1.1 计算思维概述

1.1.1 计算思维

计算思维(Computational Thinking)是由计算机、软件以及计算相关学科的科学家和工程技术人员的思想方法。2005年,美国卡内基·梅隆大学的周以真(Jeanette M. Wing)教授提出计算思维的概念,称“计算思维是运用计算机科学的基本概念进行问题解决、系统设计以及人类行为的新基础。计算机科学之‘广义’的一系列‘非活动’(从电话交换机和自动柜员机)到不同层面的进行抽象,以及首次性的自动化操作”。计算思维的目的是将个人、团队像计算机科学家一样思考,将计算技术与各学科的理论、技术等手段相结合实现创新。

计算思维包括基础和基本内容。

1. 二进制(0和1)的基本思维

计算机以0和1为基础,客观世界的各种信息都转换为0和1存储和处理。

2. 指令和程序的思维

指令是计算机的基本操作,计算机为了完成一个任务,可以将指令按照程序有顺序执行,计算机按存储的指令顺序执行程序,从而完成任务。

3. 递归的思维

递归可以用有限个步骤实现近乎无限的过程,递归使用类似于递推的方法,如【例 1.1】。求解自然数的阶乘问题,可以描述为函数 $f(n)$, $f(n)$ 可以通过 $f(n-1)$ 求得,依此类推直到求得 $f(1)$,然后依次求得 $f(2)$ 、 $f(3)$ ……,直到 $f(n)$ 。有一些问题求解必须使用递归的方法,如汉诺塔问题等。

【例 1.1】计算自然数 n 的阶乘问题。

阶乘可以描述如下。

$$f(n) = \begin{cases} 1, & n=1 \\ n \times f(n-1), & n>1 \end{cases}$$

01 第1章 计算思维与计算

计算思维作为一种思维方式,通过广义的计算来描述各类自然过程和社会过程,从而解决各学科的问题,是大学生必须掌握的思维方法。本章引入计算思维的定义,讨论计算思维与各学科的关系、计算与自动计算、计算工具的发展过程。

1.1 计算思维概述

1.1.1 计算思维

计算思维(Computational Thinking),是指计算机、软件以及计算相关学科的科学家和工程技术人员的思维方法。2006年,美国卡内基·梅隆大学的周以真(Jeannette M. Wing)教授提出计算思维的概念,即“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”“其本质是抽象和自动化,即在不同层面进行抽象,以及将这些抽象机器化”。计算思维的目的是希望人们能够像计算机科学家一样思考,将计算技术与各学科的理论、技术与艺术融合从而实现创新。

计算思维包括多项基本内容。

1. 二进制0和1的基础思维

计算机以0和1为基础,客观世界的各种信息都转换为0和1存储和处理。

2. 指令和程序的思维

指令是计算机的基本动作,计算机为了完成一个任务,可以将指令按照顺序组织为程序。计算机按照程序的控制顺序执行指令,从而完成任务。

3. 递归的思维

递归可以用有限的步骤实现近于无限的功能。递归使用类似于递推的方法,如【例1.1】,求解自然数的阶乘问题,可以描述为函数 $f(n)$, $f(n)$ 可以通过 $f(n-1)$ 求得,依此类推直到求得 $f(1)$,然后倒推得 $f(2)$ 、 $f(3)$ ……,直到 $f(n)$ 。有一些问题求解必须使用递归的方法,如汉诺塔问题等。

【例1.1】 计算自然数 n 的阶乘问题。

阶乘可以描述如下。

$$n! = \begin{cases} 1 & , n \leq 1 \\ n \times (n-1) \times \cdots \times 1 & , n > 1 \end{cases}$$

函数 $f(n)$ 的功能是计算 $n!$ ，其描述形式如下。

$$f(n) = \begin{cases} 1, & n \leq 1 \\ n \times f(n-1), & n > 1 \end{cases}$$

4. 计算机系统发展的思维

计算机系统的主要发展过程包括冯·诺依曼计算机、个人计算机、并行与分布式计算、云计算等，体现了计算手段的发展和变化，可以应用于各学科的研究。

计算机系统还包括计算机硬件系统、软件系统、网络系统等。

5. 问题求解的思维

利用计算手段进行问题求解的思维主要包括两个方面：算法和系统。

算法是计算机系统的灵魂，它是有穷规则的集合，规定了任务执行或问题求解的一系列步骤。问题求解的关键是设计可以在有限时间和空间内执行的算法。

系统是解决社会/自然问题的综合解决方案，设计和开发计算机系统是一项复杂工程。采用系统化的科学思维，在系统开发时控制系统的复杂性，优化系统结构，提高系统的可靠性、安全性、实时性。

6. 网络化的思维

由计算机技术发展起来的网络，将计算机和各种设备连接起来的局域网、互联网，逐步实现了物物、人人、物人连接的网络化环境。通过网络环境进行问题求解的网络化思维是计算思维的重要组成部分。使用网络化的思维丰富了社会和自然科学问题的求解手段。

1.1.2 计算思维与各学科的关系

众所周知，计算思维对计算机相关学科的影响不言而喻，它还与其他学科相结合，促进其他学科的研究和创新，同时为各学科专业人才提供了计算手段。

1. 应用计算手段促进各学科的研究和创新

各学科应用计算手段进行研究和创新，将成为未来各学科创新的重要手段。

例如，3D 打印技术可以生产机械设计的模型；生物科学利用计算机技术进行各种计算、药物研制等；自行车行业利用计算机和互联网技术产生了 ofo、摩拜等共享单车公司。

2. 各学科创新自己的新型计算手段

各学科处理利用已有的计算手段，还可以研究支持本学科创新和研究的新计算手段。

例如，从事音乐创作的人可以研发创作音乐的计算机软件；从事建筑设计的人可以研发建筑设计的辅助软件；研究电影艺术的人可以研发视频编辑和动画设计的软件等。

3. 计算思维可以帮助培养各专业的人才

各专业的学生可以学会很多计算手段的应用和技能，如 Office、Photoshop 等各种软件工具，可以解决一些实际问题。但是如果学生只掌握这些软件工具，而不掌握计算思维，那么在未来就不能融会贯通、自我学习专业所需要的新工具和软件，也将会缺乏使用计算工具进行创新的能力。

各专业的大学生掌握了计算思维能力，就可以自学掌握各种新软件工具，甚至创新本专业的计算手段。

1.2 计算与自动计算

1. 计算与自动计算

计算是指数据在运算符的操作下，按照规则进行数据变换。例如，算术运算 $a=3+2$ ，计算 $\sum_{n=1}^{1000} n$ ，

计算对数、指数、微分和积分等。

有时候虽然人们知道了计算的规则，但是因为计算过于复杂，超过了人的计算能力，所以无法计算得到结果。此时，有两种解决方法。

(1) 通过数学上的规则推导，获得等效的计算方法，从而完成计算。

【例 1.2】 计算 $\sum_{i=1}^n i = 1+2+3+\dots+n$ 。

反复计算 n 个数的加法，对于人力而言比较困难。

通过数学推导可得 $\sum_{i=1}^n i = \frac{n*(1+n)}{2}$ ，人们可以轻松地完成计算。

(2) 另一种办法是设计简单的规则，让机器重复执行，进行自动计算。

【例 1.3】 $\sum_{i=1}^n i$ 可以转化为由机器重复执行的自动计算的计算规则。

Step1: 输入整数 n 。

Step2: $s=0$ 。

Step3: $i=1$ 。

Step4: $s=s+i$ 。

Step5: $i=i+1$ 。

Step6: 如果 $i \leq n$ ，那么转入 Step4 执行。

Step7: 输出 s ，算法结束。

2. 计算科学的基本问题

计算科学的基本问题是“什么能够被有效地自动计算，什么不能被有效地自动计算？”。哪些问题可以在有限时间和有限空间内自动计算，计算的时间和空间复杂度怎样？通过人类的各种思维模式，如何设计有效的计算方法，以减少计算的时间和空间复杂度。

此外，人们设计高效的计算系统来实现自动计算，从而提高计算速度。

1.3 计算工具的发展史

人们在进行计算和自动计算时需要考虑以下 4 个问题。

- (1) 数据的表示。例如，整数、浮点数、字符等如何表示。
- (2) 数据的存储及自动存储。例如，计算的数据、中间结果、最终结果如何存储。
- (3) 计算规则的表示。例如，如何表示加、减、乘、除等算术运算规则。
- (4) 计算规则的执行与自动执行。例如，如何自动运行【例 1.3】中的各个步骤。



计算工具的发展过程就是人们不断追求计算的机械化、自动化和智能化，尝试各种计算工具，实现数据的表示、存储和自动存储数据、计算规则的表示、执行和自动执行计算规则的过程。

1.3.1 计算工具的发展

计算工具的发展包括手动计算器、机械式计算器和电子计算机 3 个阶段。

1. 手动计算器

在有史料记载之前，人类就开始使用小石块和有刻痕的小棍作为计数工具。随着人类的生产和

生活日益复杂，简单的计数已经不能满足需要，很多交易不仅需要计数而且还需要计算。

计算需要基于算法，算法是处理数字所依据的一步步操作过程，而手动计算器就是利用算法进行辅助数字计算过程的设备。

在西周时期出现的算珠和春秋早期出现的算筹是最早将算法和专用实物结合起来的运算工具。到了宋元年间，杨辉等著名数学家创建的珠算歌诀是将算法理论化、系统化的初步表现。到了明代，珠算取代了算筹，算盘的应用空前成熟和广泛，如图 1-1 所示。

算盘利用算珠表示和存储数字，计算规则是一套口诀，由人按照口诀手工拨动算珠完成四则运算。自动计算需要由机器自动存储数据执行规则，而算盘的计算过程由手工完成，所以算盘不是自动计算工具。

纳皮尔筹，也称为纳皮尔计算尺，如图 1-2 所示，是 17 世纪由英国数学家纳皮尔 (John Napier) 发明的。它由 10 根木条组成，每根木条上都刻有数码，右边第一根木条是固定的，其余的木条都可以根据计算的需要进行拼合或调换位置。纳皮尔筹也曾传到过中国，北京故宫博物院里至今还保留有珍藏品。

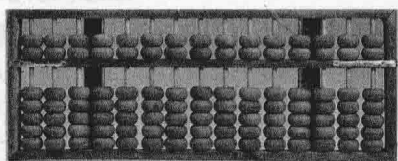


图 1-1 算盘

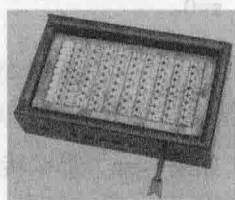


图 1-2 纳皮尔计算尺

在 17 世纪中期，英国数学家奥特雷德 (William Oughtred) 在刻度尺的基础上发明了滑动刻度尺，一直被学生、工程师和科学家所利用，如图 1-3 所示。

2. 计算机的雏形——机械式计算器

手动计算器需要操作者使用算法来进行计算，而机械式计算器可以自动完成计算，操作者不需要了解算法。使用机械式计算器时，操作者只需输入计算所需的数字，然后拉动控制杆或转动转轮来进行计算，操作者无须思考，且计算的速度更快。

1642 年，法国物理学家和思想家帕斯卡 (Blaise Pascal) 发明了加法器 (Pascaline)，如图 1-4 所示，是人类历史上第一台机械式计算器，它自动存储计算过程中的数字、自动执行规则。机器通过齿轮表示和存储十进制的各个数位的数字。它通过齿轮比解决进位问题。在两数相加时，先在加法机的轮子上拨出一个数，再按照第二个数在相应的轮子上转动对应的数字，最后就会得到这两数的和。



图 1-3 滑动刻度尺

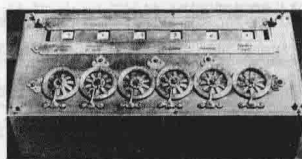


图 1-4 帕斯卡加法器

1673 年，莱布尼茨 (Gottfried Wilhelm Leibniz) 发明了乘法器。这是第一台可以运行完整的四则运算的计算器。他还在巴黎科学院表演了经他改进的采用十字轮结构的计算器 (见图 1-5)，完成了数字的不连续传输，奠定了早期机械式计算器的雏形。据记载，莱布尼茨曾把自己的乘法机复制品送给康熙皇帝。

1822 年，英国数学家巴贝奇 (Charles Babbage) 发明了差分机。它以蒸汽作为动力，可以快速

而准确地计算天文学和大型工程中的数据表。差分机中使用了类似于存储器的设计方式，甚至包含了很多现代计算机的概念，体现了早期程序设计思想的萌芽，如图 1-6 所示。

库塔 (Curta) 是能够用一只手拿着的机械式的精确计算器，如图 1-7 所示，可以进行加减乘除运算，而且能够帮助计算平方根，其计算结果至少可以精确到 11 位。发明者库特·赫兹斯塔克 (Curt Herzstark) 在第二次世界大战被关押在布痕瓦尔德集中营期间完成该设计。在 20 世纪 50~60 年代，“库塔”广泛应用于科学家、工程师、测量员和会计师等人群，当电子袖珍计算器于 20 世纪 70 年代进入市场后，“库塔”才逐渐不再使用。



图 1-5 莱布尼茨改进的计算器

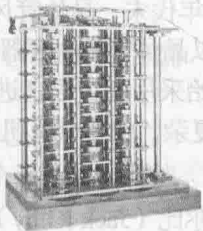


图 1-6 差分机



图 1-7 库塔计算器

3. 电子计算机

在借鉴了手工计算器、机械式计算工具发展中的机械化、自动化的思想后，电子计算机实现了自动存储数据，能够理解和自动执行任意的复杂规则，能进行任意形式的计算，计算能力显著提高。

在 1937—1942 年，爱荷华州立大学的约翰·文森特·阿塔纳索夫 (John Vincent Atanasoff) 和他的研究生克利福特·贝瑞 (Clifford Berry) 共同设计了阿塔纳索夫-贝瑞计算机 (Atanasoff-Berry Computer, ABC)，如图 1-8 所示。它采用真空电子管代替机械式开关作为处理电路，结合了基于二进制数字系统的理念。ABC 本身不可编程，仅仅用于求解线性方程组。

ENIAC (Electronic Numerical Intergrator And Calculator, 电子数字积分机和计算机) 于 1946 年 2 月诞生在美国宾夕法尼亚大学，它是美国为计算弹道表而研制的第一台军用电子计算机，如图 1-9 所示。它使用 18 000 个电子管，耗电量 150kW，总重量达 30t，每秒可以执行 5 000 次加法运算，是手工计算的 20 万倍，其造价为 48 万美元。ENIAC 是世界公认的第一台电子计算机。

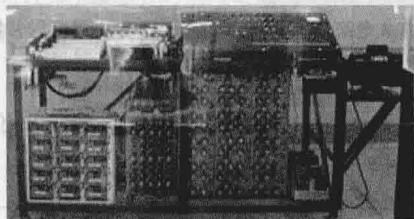


图 1-8 ABC

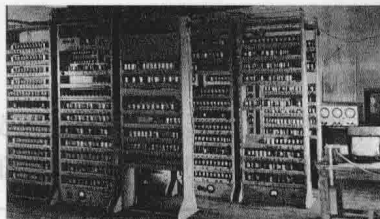


图 1-9 ENIAC

1.3.2 元器件的发展

计算机发展的过程中，人们需要寻找和发明能够进行数据自动存储、自动执行规则的元器件，元器件的发展与演变是计算工具发展的重要基础。元器件发展中经历了电子管、晶体管、集成电路 3 个阶段。

1. 电子管

1895 年，英国电器工程师弗莱明 (John Fleming) 博士发明了第一只电子管 (真空二极管)，它是使电子单向流动的元器件。1907 年，美国人德福雷斯 (Lee de Forest) 发明了真空三极管，这一发

明使他赢得了“无线电之父”的称号。德福雷斯特在二极管的灯丝和板级间加了一块栅板，使得电子流动可以控制。从而使得电子管进入普及和应用阶段，并使电子管成为可以用于存储和控制二进制的电子元器件。世界上公认的第一台电子计算机 ENIAC 就是使用的电子管。

电子管比机械式继电器反应快，计算速度快，但缺点是体积大、可靠性低、能耗大、易损坏，如图 1-10 (a) 所示。

2. 晶体管

1947 年，贝尔 (Bell) 实验室发明了晶体管，可以控制电流和电压，还可以作为电子信号的开关，如图 1-10 (b) 所示。20 世纪 50 年代末，晶体管风靡世界。与电子管相比，晶体管的体积更小、价格更便宜，并且能耗低、可靠。以晶体管为主要器件的计算机体积更小，速度可提升到百万次/秒，此时还出现了操作系统，并且开始采用高级语言进行程序设计。晶体管计算机需要使用电线将数万个晶体管连接起来，其电路结构复杂，使得计算机的可靠性变低。

3. 集成电路

1958 年，德州仪器公司的基尔比 (Jack Kilby) 提出了集成电路的构想：通过在同一材料 (硅) 块上集成所有元件，并通过上方的金属化层连接各个部分，自动实现复杂的变换。这样，就不再需要分立的独立元件，避免了手工组装元件、导线的步骤。

集成电路使得在单个小型芯片上集成数千个元件成为可能，大大减少了设备的体积、重量和能耗。由于集成的元件个数多，使得运算速度更快，如图 1-10 (c) 所示。

大规模集成电路可以在一个芯片上集成几百个元件，20 世纪 80 年代的超大规模集成电路 (Very Large Scale Integrated Circuit, VLSI) 可以在芯片上集成几十万个元件，90 年代的特大规模集成电路 (Ultra Large Scale Integrated Circuit, ULSI) 将数量扩充到百万级，如图 1-10 (d) 所示。到了 2012 年，在一块采用超大规模集成电路技术的硅片上可以集成 14 亿个元件。

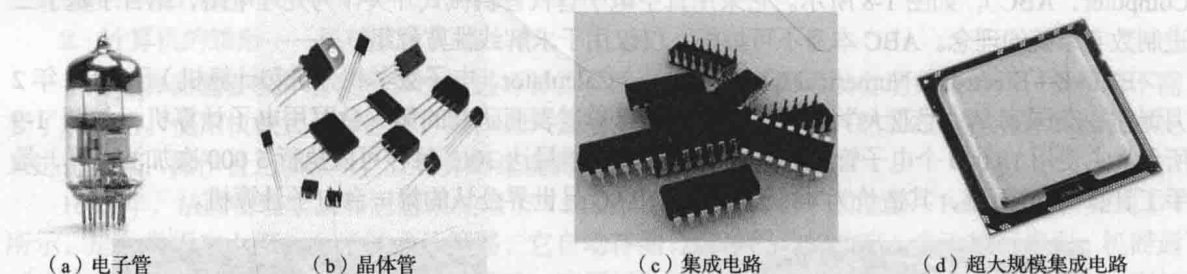


图 1-10 电子器件

关于集成电路的发展，Intel 创始人戈登·摩尔 (Gordon Moore) 提出了摩尔定律：当价格不变时，集成电路上可容纳的晶体管数目约每 18 个月会增加 1 倍，其性能也提升 1 倍。



元器件的发展规律是：元件的尺寸越来越小，芯片体积越来越小，芯片上集成的器件越来越多，可靠性越来越高，运行速度越来越快，价格却越来越便宜。计算机的计算速度越来越快，功能越来越强大，能够完成的任务也越来越复杂。

小结

本章讨论了计算思维的定义、计算思维与各学科的关系、计算与自动计算的相关问题、计算工具的发展历史等内容。通过本章的学习，读者可以理解计算思维与计算的基本概念。

习题

一、单项选择题

- 以下选项中,()是手动计算器。
A. 算盘 B. 帕斯卡加法器 C. 库塔计算器 D. ENIAC
- 以下选项中,()是机械计算器。
A. 算盘 B. 帕斯卡加法器 C. ABC D. ENIAC
- 以下选项中,()是电子计算机。
A. 算盘 B. 帕斯卡加法器 C. 库塔计算器 D. ENIAC
- ENIAC使用()作为主要元器件。
A. 电子管 B. 晶体管 C. 集成电路 D. 超大规模集成电路
- ()使得在单个小型芯片上集成数千个元件成为可能,大大减少了设备的体积、重量和能耗。
A. 电子管 B. 晶体管 C. 集成电路 D. 电子计算机

二、填空题

- 利用计算手段进行问题求解的思维主要包括两个方面:_____和_____。
- _____是指数据在运算符的操作下,按照规则进行数据变换。
- 计算工具的发展包括_____、_____和_____3个阶段。
- 元器件的发展经历了_____、_____、_____3个阶段。
- 摩尔定律是指当价格不变时,集成电路上可容纳的晶体管数目约每18个月会增加_____倍,其性能也提升_____倍。

三、简答题

- 简述计算思维的定义、本质及其目的。
- 简述解决复杂计算问题的两个方法。
- 简述计算思维与各学科的关系。
- 简述计算和自动计算需要考虑的4个问题。
- 简述集成电路的基本思想。
- 简述元器件的发展规律。

计算机系统的基本思维包括如何存储数据，如何进行信息的数字化编码，如何存储、自动执行运算规则。本章将讲述 0 和 1 的思维、信息的数字化编码方法、图灵机的思想，以及冯·诺依曼计算机等计算机系统的基本思维。

2.1 0 和 1 的思维

计算机系统中将文字、声音、视频等数据转换为简单的电脉冲，并以 0 和 1 的形式存储。0 和 1 的思维是计算机系统工作基础。

2.1.1 进位计数制

计数制是指用一组固定的数码和一套统一的规则表示数值的方法。按进位的原则进行计数称为进位计数制。

日常生活中常用的是十进制，而计算机中常用二进制、八进制、十六进制。表 2-1 所示为十进制、二进制、八进制、十六进制数码的表示方法。

表 2-1 十进制、二进制、八进制、十六进制的数码表示方法

十进制	二进制	八进制	十六进制
0	0	0	0
1	1	1	1
2	10	2	2
3	11	3	3
4	100	4	4
5	101	5	5
6	110	6	6
7	111	7	7
8	1000	10	8
9	1001	11	9
10	1010	12	A
11	1011	13	B
12	1100	14	C
13	1101	15	D
14	1110	16	E
15	1111	17	F
16	10000	20	10

进位计数制中表示一位数所能使用的数码符号个数称为基数。例如，十进制数有 0~9 共 10 个数码，基数为 10，逢 10 进 1。