



普通高等教育“十一五”国家级规划教材 国家精品课程 国家精品资源共享课程 配套教材
21世纪高等教育计算机规划教材

COMPUTER

计算机科学概论

(第3版)

An Overview of Computer Science

- 丛书主编 赵欢
- 赵欢 主编

- 通俗易懂的语言、大量史料图片和贴切示例
- 新颖的教材组织结构和教学组织方式
- 将计算机科学概论教育全面带入大学课堂





普通高等教育“十一五”国家级规划教材 国家精品课程 国家精品资源共享课程 配套教材
21世纪高等教育计算机规划教材

COMPUTER

计算机科学概论

(第3版)

An Overview of Computer
Science

■ 丛书主编 赵欢
■ 赵欢 主编



人民邮电出版社
北京

图书在版编目(CIP)数据

计算机科学概论 / 赵欢主编. — 3版. — 北京 :
人民邮电出版社, 2014. 11
21世纪高等教育计算机规划教材
ISBN 978-7-115-37108-9

I. ①计… II. ①赵… III. ①计算机科学—高等学校—教材 IV. ①TP3

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第232582号

内 容 提 要

本书是计算机导论的教材,分为基础理论和高级专题两个部分。基础理论部分依广度优先的原则,用通俗易懂的语言、大量图片和示例,全面介绍计算机发展历史和重要历史人物及其思想,系统地介绍计算机科学与技术的基本概念、方法和技术;内容涉及计算机组成与结构(包括计算的历史与未来、计算机组成与工作原理)、操作系统与网络、算法与程序设计语言和数据组织(包括数据结构、文件结构和数据库概述)等。高级专题就近年出现的计算机新技术和新领域进行深入浅出的科普介绍,内容包括嵌入式计算、信息安全/网络安全、物联网、智能信息处理、大数据和云计算。

本书旨在培养学生计算机科学与技术的知识理念和计算思维,使他们对计算机、计算机科学技术有一个基本、较全面的了解,并跟踪新技术,为他们将来的发展提供线索和发展空间。

本书可作为大学本科计算机类或电子信息类专业的计算机导论教材,或作为一年级非计算机专业研究生选修课教材,还可作为大学的通识选修课教材,也可作为其他人员的读物或参考书。

-
- ◆ 主 编 赵 欢
责任编辑 邹文波
责任印制 彭志环 杨林杰
 - ◆ 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>
北京鑫正大印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 22.75 2014 年 11 月第 3 版
字数: 598 千字 2014 年 11 月北京第 1 次印刷
-

定价: 49.00 元

读者服务热线: (010) 81055256 印装质量热线: (010) 81055316
反盗版热线: (010) 81055315

第3版前言

电子计算机的发明是人类历史上最伟大的发明之一,它使人类社会进入了信息时代,第一台现代电子计算机诞生已近70年,计算机技术以不可思议的速度发展,迅速改变着世界和人类生活。如今,计算已经“无所不在”,计算机与其他设备甚至是生活用品之间的界限日益淡化,现代社会的每个人都要与计算机打交道,每个家庭每天也在不经意间使用了很多“计算机”设备,数字化社会以不可抗拒之势到来,社会对人们掌握计算机技术的程度要求已远远超过以往任何时期。走在时代前列的大学生,有必要了解计算机发展历史、发展趋势,掌握计算机科学与技术的基本概念、一般方法和新技术,以便更好地使用计算机及计算机技术为社会服务。

近几年来,各高校都在逐步进行顺应时代的教育教学改革创新,大学计算机基础教育在课程体系、教学内容、教学理念和教学方法上都有了较大提升,本套丛书正是这项改革的产物。

关于本套丛书

本套教材包括以下7本:

- 计算机科学概论
- 计算机操作实践
- 高级 Office 技术
- SQL server 数据库技术及 PHP 技术
- MATLAB 及 Mathematic 软件应用
- SPSS 软件应用
- 多媒体技术及应用

本套教材可以适用于不同类型的学校和不同层次的学生,也可作为相关研究者的参考书。前面三本具有更广的适用性,后面几本更倾向于教学中的各个模块,针对不同专业类的学生,学校可以选择不同模块组织教学。

关于《计算机科学概论(第3版)》

(1) 学时安排及教学方法建议。

《计算机科学概论(第3版)》可安排10~20学时(非计算机专业)或16~32学时(计算机专业);有条件的学校最好组织具有研究专长的高水平教师梯队,采用学术讲座或科普讲座方式教学;每个教学梯队由4~5位教师组成,其研究领域应来自不同领域,例如,分别来自计算机体系结构、网络与信息安全、程序设计及算法分析、数据库系统以及智能系统、大数据、云计算等,负责讲述各部分内容。

(2) 本书的结构。

全书共分为2个部分。

第一部分,基础理论。包括第1章,计算的历史与未来;第2章,计算机组成与工作原理;第3章,操作系统;第4章,计算机网络;第5章,算法;第6章,程序设计语言;第7章,数据结构;第8章,文件系统;第9章,数据库系统。

第二部分,高级专题。包括第10章,嵌入式计算专题;第11章,信息安全与网络安全专题;第12章,物联网专题;第13章,智能信息处理专题;第14章,大数据专题;第15章,云计算专题。

第一部分为基本部分,一般作为必讲内容;第二部分为高级部分,可根据学校及学生专业类别选择安排。

本书第1章、第2章由赵欢编写,第3章、第4章由肖德贵编写,第5章、第6章由李丽娟编写,第7章~第9章由骆嘉伟编写,第10章由徐成编写,第11章由彭飞编写,第12章由罗娟编写,第13章由杨高波编写,第14章由李智勇编写,第15章由唐卓编写,全书由赵欢统稿。

网站资源

有如下两种途径获取教学资源:

(1) 通过人民邮电出版社教学资源网站: <http://www.ptpress.com.cn/download>, 可免费下载 PPT 教案、操作案例和素材包。

(2) 通过中国大学精品资源课程网站: http://www.icourses.cn/coursestatic/course_2799.html, 除可获取上述资源外, 还可免费注册在线学习。

致谢

感谢湖南大学信息科学与工程学院院长李仁发教授对本书提出的指导性建议; 同时感谢彭蔓、吴昊、徐红云、吴蓉晖、陈娟、杨圣洪, 他们或参与了本书大纲的讨论, 或提供了素材。

由于编者水平有限, 加之编写时间仓促, 书中难免有错误和不当之处, 请读者批评指正。

赵 欢
于湖南长沙岳麓山
2014年10月

目 录

第一部分 基础理论

第 1 章 计算的历史与未来2

1.1 计算机的史前时代2

1.1.1 石头计算到算盘2

1.1.2 计算尺和计算器3

1.2 机械式计算机4

1.2.1 施卡德计算机5

1.2.2 帕斯卡加法机5

1.2.3 莱布尼兹乘法机6

1.3 卡片时代7

1.3.1 “编织”的程序：自动编织机7

1.3.2 穿孔制表机8

1.4 程式化计算机的萌芽：差分机和 分析机9

1.4.1 差分机9

1.4.2 分析机11

1.5 模拟计算机12

1.6 早期的数字计算机13

1.6.1 Z 系列计算机13

1.6.2 ABC 计算机14

1.6.3 巨人计算机16

1.6.4 Mark 系列计算机17

1.7 现代电子计算机18

1.7.1 电子管时代18

1.7.2 晶体管时代21

1.7.3 集成电路时代23

1.7.4 大规模集成电路时代：微处理器 时代24

1.7.5 后 PC 时代27

1.7.6 下一代计算机30

1.8 奠定现代计算机理论基础的 重要人物和思想33

1.8.1 布尔及逻辑代数34

1.8.2 香农及计算机开关电路34

1.8.3 图灵及图灵机、图灵测试35

1.8.4 维纳及计算机设计五原则37

1.8.5 冯·诺依曼及冯·诺依曼结构37

1.9 计算机的发展趋势39

1.9.1 高性能计算40

1.9.2 普适计算43

1.9.3 中国信息技术未来增长点44

小结47

习题47

本章参考文献49

第 2 章 计算机组成与工作原理51

2.1 计算机系统的组成51

2.1.1 计算机硬件系统52

2.1.2 计算机软件系统61

2.2 计算机的工作原理63

2.2.1 冯·诺依曼结构的硬件组成63

2.2.2 总线访问68

2.2.3 指令执行过程69

2.2.4 计算机工作过程70

2.3 计算机常用的数制及机内信息表示71

2.3.1 数制及其转换71

2.3.2 计算机内信息的表示73

小结77

习题78

本章参考文献79

第 3 章 操作系统81

3.1 操作系统概述81

3.1.1 操作系统概念81

3.1.2 操作系统历史83

3.1.3 操作系统结构84

3.2 操作系统的功能模块85

3.2.1 用户界面	85	5.2.1 自然语言	138
3.2.2 进程管理	86	5.2.2 流程图	139
3.2.3 存储管理	93	5.2.3 伪码	141
3.2.4 文件管理	98	5.3 基本算法	145
3.2.5 I/O 管理	98	5.3.1 求和	145
3.3 常见操作系统	98	5.3.2 求积	146
小结	100	5.3.3 求最大值和最小值	146
习题	101	5.3.4 排序	147
本章参考文献	103	5.3.5 查找	148
第4章 计算机网络	104	5.4 算法效率	149
4.1 计算机网络概述	104	5.4.1 算法的规模	149
4.1.1 计算机网络起源	104	5.4.2 时间复杂度	150
4.1.2 计算机网络定义	106	5.4.3 空间复杂度	151
4.1.3 数据传输	107	小结	151
4.2 网络分类	107	习题	152
4.2.1 按距离分	107	本章参考文献	152
4.2.2 按网络交换功能分	109	第6章 程序设计语言	153
4.2.3 常见局域网	110	6.1 程序设计语言概述	153
4.3 网络服务模型	116	6.1.1 什么是程序语言	153
4.3.1 终端网络模型	116	6.1.2 程序语言的发展历史	154
4.3.2 C/S 模型	117	6.1.3 程序语言的分类	155
4.3.3 P2P 网络模型	117	6.1.4 机器语言	156
4.4 计算机网络体系结构	118	6.1.5 汇编语言	157
4.4.1 ISO/OSI	118	6.1.6 高级语言	158
4.4.2 TCP/IP	120	6.2 高级程序语言的类型	160
4.5 网络互连和 Internet	122	6.2.1 常用高级程序语言	160
4.5.1 Internet 概述	124	6.2.2 过程化语言	162
4.5.2 IP 地址	124	6.2.3 函数式语言	162
4.5.3 Internet 提供的服务	127	6.2.4 逻辑式语言	163
小结	129	6.2.5 面向对象语言	164
习题	130	6.2.6 专用语言	165
本章参考文献	131	6.3 程序设计的基本概念	166
第5章 算法	132	6.3.1 标识符	167
5.1 算法的概念	132	6.3.2 变量与数据类型	167
5.1.1 概述	132	6.3.3 常量和文字	168
5.1.2 算法的定义	133	6.3.4 表达式和赋值语句	169
5.1.3 算法的基本性质	135	6.3.5 控制语句	170
5.1.4 算法的基本结构	135	6.3.6 注释	172
5.2 算法的表示	138	6.4 程序单元	173
		6.4.1 过程	173

6.4.2	参数	173	7.6.3	图的遍历	201
6.4.3	函数	174	7.6.4	图的最短路径问题	203
6.4.4	输入与输出	175	7.7	基本算法	204
6.5	程序设计语言的执行	175	7.7.1	查找	204
6.5.1	程序翻译	176	7.7.2	排序	206
6.5.2	链接程序	177	小结	208	
6.5.3	集成开发环境	178	习题	209	
6.6	高级话题	178	本章参考文献	211	
6.6.1	面向对象程序设计	178	第8章 文件系统	212	
6.6.2	程序语言的发展趋势	181	8.1	文件系统的基本概念	212
小结		181	8.1.1	文件命名	212
习题		182	8.1.2	文件访问	213
本章参考文献		184	8.2	文件结构	214
第7章 数据结构		185	8.2.1	顺序文件	214
7.1	概述	185	8.2.2	索引文件	215
7.1.1	数据结构与算法	185	8.2.3	散列文件	215
7.1.2	数据的逻辑结构	186	8.3	Windows 文件系统	216
7.1.3	数据的存储结构	187	8.3.1	Windows 文件系统概述	217
7.1.4	数据的运算	188	8.3.2	FAT32 文件系统	217
7.2	线性表	188	8.3.3	NTFS 文件系统	217
7.2.1	基于数组的实现	188	8.4	Linux 文件系统	218
7.2.2	基于链表的实现	189	8.4.1	Linux 文件系统概述	219
7.3	堆栈	190	8.4.2	虚拟文件系统 VFS	220
7.3.1	堆栈的基本概念	190	8.4.3	EXT2 文件系统	221
7.3.2	栈的实现	191	8.5	Google 文件系统	221
7.3.3	栈的基本操作	191	8.5.1	Google 文件系统概述	222
7.3.4	栈的应用	192	8.5.2	Google 文件系统的结构	222
7.4	队列	192	8.5.3	主服务器 Master 的操作	223
7.4.1	队列的基本概念	192	小结	224	
7.4.2	队列的实现	193	习题	225	
7.4.3	队列的基本操作	194	本章参考文献	225	
7.4.4	队列的应用	194	第9章 数据库系统	227	
7.5	树	195	9.1	数据库系统的基本概念	227
7.5.1	二叉树的基本概念	195	9.1.1	数据库管理系统概述	228
7.5.2	二叉树的实现	197	9.1.2	数据库模式	228
7.5.3	二叉树的遍历	197	9.1.3	数据模型	229
7.5.4	二叉检索树	198	9.2	关系数据库系统	233
7.6	图	199	9.2.1	关系数据库的设计	234
7.6.1	图的定义和术语	199	9.2.2	关系的操作	236
7.6.2	图的实现	201			

9.2.3 结构化查询语言	237
9.3 面向对象数据库	240
9.3.1 面向对象数据库简介	240
9.3.2 面向对象数据库语言	241
9.3.3 面向对象数据库基本技术	241
9.3.4 面向对象数据库软件	243
9.3.5 面向对象数据库系统的优势	243
9.4 非关系型数据库 NoSQL	244
9.4.1 NoSQL 介绍	244
9.4.2 NoSQL 数据库的产品	245
9.4.3 NoSQL 数据库的特点	246
小结	247
习题	247
本章参考文献	248
第二部分 高级专题	
第 10 章 嵌入式计算专题	250
10.1 嵌入式系统的概念	251
10.2 嵌入式系统的构成	254
10.2.1 嵌入式硬件	254
10.2.2 嵌入式软件	257
10.3 嵌入式计算的特点	260
10.4 嵌入式计算发展趋势与新挑战	262
10.4.1 嵌入式计算发展趋势	262
10.4.2 嵌入式计算所面临的挑战	262
习题	263
本章参考文献	264
第 11 章 信息安全与网络安全专题	265
11.1 信息安全与网络安全简介	265
11.1.1 信息安全与网络安全的基本概念	265
11.1.2 信息安全与网络安全的基本特征	266
11.1.3 信息安全与网络安全保护技术	267
11.2 信息安全技术	267
11.2.1 信息安全技术概述	267
11.2.2 密码技术	268
11.2.3 信息隐藏技术	270

11.3 网络安全技术	273
11.3.1 网络安全技术概述	273
11.3.2 防火墙技术	274
11.3.3 恶意程序及其防治	276
11.3.4 入侵检测技术	280
习题	284
本章参考文献	285
第 12 章 物联网专题	286
12.1 物联网概述	286
12.1.1 物联网的概念	286
12.1.2 物联网发展状况	288
12.1.3 物联网核心技术与特点	291
12.2 物联网关键技术	293
12.2.1 自动识别技术与 RFID	293
12.2.2 传感器技术	295
12.2.3 网络构建	296
12.2.4 物联网中间件	298
12.2.5 物联网中的智能决策	299
12.2.6 物联网信息安全	300
12.3 物联网综合应用	301
12.3.1 应用、预测和市场	301
12.3.2 行业应用	302
习题	308
本章参考文献	309
第 13 章 智能信息处理专题	310
13.1 智能信息处理的产生及发展	310
13.2 模糊信息处理	311
13.3 神经网络信息处理	312
13.4 粗集信息处理	313
13.5 计算智能	314
13.5.1 遗传算法	314
13.5.2 模拟退火	315
13.5.3 蚁群算法	316
13.5.4 人工免疫算法	317
13.6 展望	318
习题	318
本章参考文献	319
第 14 章 大数据专题	320
14.1 大数据的相关概念	321

14.1.1 大数据的定义·····	321	习题·····	339
14.1.2 大数据的4个特性·····	321	本章参考文献·····	340
14.1.3 大数据与数据库的差异·····	322	第15章 云计算专题 ·····	341
14.1.4 大数据的产生方式·····	322	15.1 云计算概述·····	341
14.2 大数据的处理与存储·····	323	15.1.1 云计算的演进·····	341
14.2.1 处理模式·····	323	15.1.2 云计算的定义·····	341
14.2.2 处理流程·····	323	15.1.3 云计算的特点·····	342
14.2.3 大数据相关技术·····	325	15.1.4 云计算的类型和服务层次·····	343
14.2.4 大数据工具·····	326	15.2 云计算主要技术·····	344
14.2.5 大数据的存储管理·····	327	15.2.1 云计算技术框架·····	344
14.3 大数据与机器学习·····	328	15.2.2 云计算的核心·····	345
14.3.1 大数据时代下机器学习的特点·····	329	15.2.3 云计算关键技术·····	346
14.3.2 评价指标·····	330	15.3 云计算产业及应用情况·····	347
14.3.3 机器学习模型·····	330	15.3.1 云计算带来的变革·····	347
14.3.4 面向数据流的机器学习·····	334	15.3.2 云计算的应用·····	349
14.4 隐私保护与数据安全·····	335	15.3.3 云计算的发展现状·····	350
14.4.1 大数据隐私问题·····	335	15.4 私有云搭建技术·····	351
14.4.2 大数据安全挑战·····	336	15.4.1 OpenStack 简介·····	352
14.4.3 大数据安全应对策略·····	337	15.4.2 CloudStack 简介·····	352
14.5 大数据的应用及发展趋势·····	337	习题·····	353
14.5.1 大数据的应用·····	337	本章参考文献·····	354
14.5.2 大数据的发展趋势·····	339		

第一章

来未已史说内算书

第一部分

基础理论

- 第 1 章 计算的历史与未来
- 第 2 章 计算机组成与工作原理
- 第 3 章 操作系统
- 第 4 章 计算机网络
- 第 5 章 算法
- 第 6 章 程序设计语言
- 第 7 章 数据结构
- 第 8 章 文件系统
- 第 9 章 数据库系统

第 1 章

计算的历史与未来

计算的历史十分悠久，可以追溯到原始人用手指计算、石头计算或结绳计算。当文化越来越复杂、社会越来越进步，计算工具也在相应变化，现代计算机的出现就源于这种需求。

计算机无疑是人类历史上最伟大发明之一。如果说，蒸汽机的发明导致了工业革命，使人类社会进入了工业社会；计算机的发明则导致了信息革命，使人类社会进入了信息社会。

世界上第一台电子计算机 1946 年诞生于美国宾西法尼亚大学，名叫 ENIAC。大半个世纪以来，计算机及计算机技术发展之迅猛是当初发明者所始料未及的。如今，“计算”已经无所不在，计算机及计算机技术已经深入生产、生活各个方面。

这个给人类带来巨大变革的机器是如何诞生的？它诞生至今走过了怎样的历程？它的未来有怎样的发展趋势？有哪些奠定历史的人物及其思想？这些正是本章要介绍的内容。

1.1 计算机的史前时代

计算机的概念除了平常所说的“电脑”外，还包括机械式计算机和机电式计算机，它们的历史都早于电子计算机。此处所说“计算机的史前时代”指计算机出现之前计算工具的发展历史。计算机之所以区别于其他计算工具，主要是由于计算机可以执行程序，至少可以自动进行一系列计算，而其他计算工具的每一步计算都需要人工干预。

没有这些还称不上计算机的计算工具的历史，没有人们对“计算”逐步进化的认识，没有人们对“计算”永不停止的追求，现代计算机就不会研制出来。

1.1.1 石头计算到算盘

计算机的史前史应该从计算工具开端，至少可以追溯到我们祖先用石头或手指帮助计数的远古时代。美国著名科普大师阿西莫夫说过，人类最早的“计算机”是手指；古人也曾用石头计算捕获的猎物，石头就是他们的计算工具。中国数学史专家考证，大约在新石器时代早期，即远古传说里伏羲、黄帝之前，人们使用的是结绳计数，即用绳子打结的多少来表示数的概念。

当我们的祖先告别了结绳记数，数学萌芽让人类开始了“数字化生存”的初次尝试。从公元前四五千年起，美索不达米亚两河流域苏美尔人在发明楔形文字的同时，也在泥板上刻下了人类最早的一批数字符号（见图 1.1）。



图 1.1 泥板上的楔形文字代表数字“25”

中国古代的“算筹”（见图 1.2）也是一直神奇的计算工具，它运用“筹码”——一种削制竹签来进行运算。中国古代使用的算筹一般长为 13~14cm，直径 0.2~0.3cm。古人创造了纵式和横式两种不同的摆法，两种摆法都可以用 1~9 九种数字来计算任意大的自然数，与现代通行的十进制计数法完全一致，显示了中国古代人民高超的数学才能。公元 500 年前，中国南北朝时期的数学家祖冲之，借助算筹作为计算工具，成功地将圆周率 π 值计算到小数点后的第 7 位，成为当时世界上最精确的 π 值，比法国数学家韦达的相同成就早了 1100 多年。

算盘（见图 1.3）是人类经过加工制造出来的第一种计算工具，是我国古代发明创造的重要成就之一，至今已有一千多年的历史了。它用木质框架及珠柱构成，柱上串有算珠，以算珠的排列位置作为计数结果。算盘最早记录于汉朝人徐岳撰写的《数术记遗》一书里，书载：“珠算控带四时，经纬三才”。由于珠算口诀便于记忆，运算方便，算盘一时间风靡海内外，并且逐渐传入日本、朝鲜、越南、泰国等地，随后，又经一些商人和旅行家带到欧洲，逐渐向西方传播，对世界数学的发展产生了重要的影响。

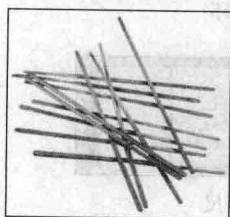


图 1.2 中国古代算筹

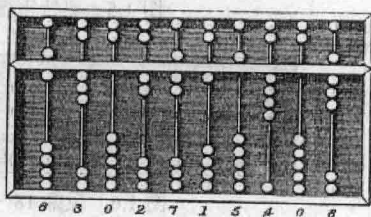


图 1.3 中国古代的 9 档算盘

1.1.2 计算尺和计算器

1. 计算尺

17 世纪初，计算工具在西方呈现了较快的发展势头。

1614 年，苏格兰数学家约翰·纳皮尔（John Napier）发现利用加减计算乘除的方法，依此发明对数，纳皮尔在制作第一张对数表的时候，必需进行大量的乘法运算，而一条物理线的距离或区间可表示真数，于是他设计出计算器“纳皮尔骨头”协助计算（见图 1.4，也称纳皮尔算筹）。

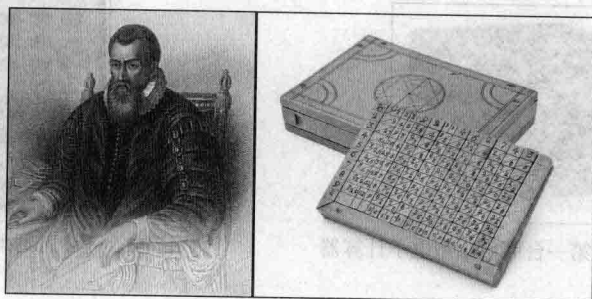


图 1.4 纳皮尔及其发明的纳皮尔算筹

【纳皮尔算筹只是纳皮尔的附带发明，他在数学领域最伟大的贡献是 1614 年发表的对数概念，这影响了整整一代数学家，并极大地推动了数学向前发展，随后出现的计算尺正是基于对数原理的。】

1633 年，英国牧师威廉·奥特雷德（William Oughtred）利用对数基础，发明出一种圆形计

算工具比例环 (见图 1.5), 后来逐渐演变成近代熟悉的计算尺 (见图 1.6), 它不仅能做加、减、乘、除、乘方、开方运算, 甚至可以计算三角函数、指数函数和对数函数。直到口袋型计算器发明之前, 有一整个世代的工程师, 以及跟数学沾上边的专业人士都使用过计算尺。美国阿波罗计划里的工程师甚至利用计算尺就将人类送上了月球, 其精确度达到 3 位或 4 位有效数字。

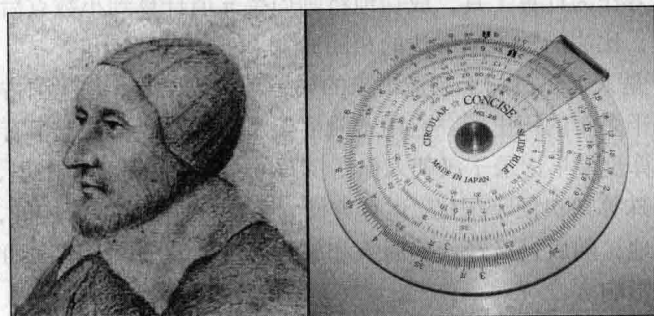


图 1.5 奥特雷德及发明的比例环



图 1.6 风靡 18~19 世纪的计算尺

2. 计算器

1957 年, 卡西欧公司制作了世界上第一台商用小型电子计算器, 如图 1.7 所示。后来, 电子计算器功能越来越完全、体积越来越小, 甚至可以毫不费劲地装入口袋, 因而被称为口袋型计算器, 图 1.8 所示的是一台普通的口袋电子计算器。即使是在计算机如此发达的今天, 这种袖珍计算器仍然有其广泛的市场。

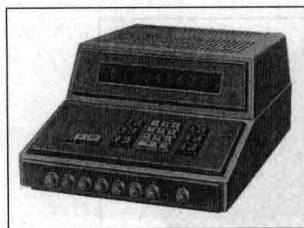


图 1.7 Casio 14-A——第一台商用小型电子计算器

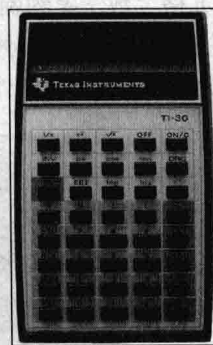


图 1.8 一台普通的袖珍电子计算器

1.2 机械式计算机

平常所说的“电脑”指的是“电子计算机”即“现代计算机”。在电子计算机出现之前, 从 17~19 世纪长达两百多年的时间里, 一批杰出的科学家相继进行了“机械计算机”的研究, 这些

机器虽然构造简单、性能不够好，甚至不能被称为严格意义上的“计算机”，但其工作原理与现代计算机极为相似，为现代计算机的产生奠定了基础。

1.2.1 施卡德计算机

鲜为人知的是，德国图宾根大学的教授威海姆·施卡德（Wilhelm Schickard）曾于1623年制作出一台机械计算器，这是迄今世界已知的第一部机械式计算机。这部机械改良自时钟的齿轮技术，能进行六位数的加减，并经由钟声输出答案，因此又称为“计算钟”，机器上部还附加一套圆柱型“纳皮尔算筹”，因此也能进行乘除运算。可惜后来毁于火灾，施卡德也因战祸而逝。

人们大都把第一台机械计算机的荣誉归功于法国的帕斯卡，实际上施卡德计算机早于帕斯卡的加法机，但施卡德当时只造了两台原型机，且因战乱没有保存下来，不为人们所知，后来，人们是在他的一封信里发现了该机器的示意图，才知道了这个事实。图1.9所示的机器是1960年施卡德的家乡人根据示意图重新制作出来的。

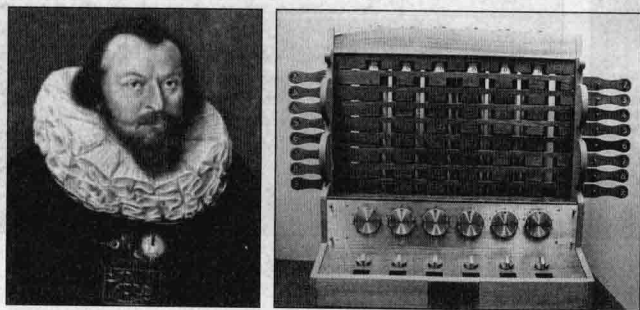


图 1.9 施卡德及施卡德计算机

1.2.2 帕斯卡加法机

1642年，法国数学家帕斯卡为税务所苦的税务员父亲发明了滚轮式加法器（Pascaline），可透过转盘进行自动加法运算。

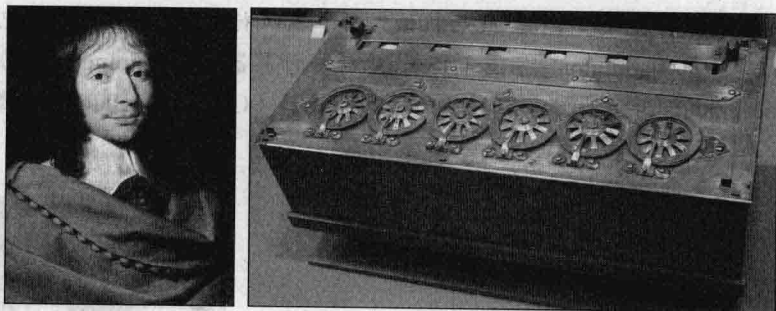


图 1.10 帕斯卡及其加法机

帕斯卡加法机是一种系列齿轮组成的装置，如图1.10所示。外壳用黄铜材料制作，是一个长20英寸、宽4英寸、高3英寸的长方盒子，面板上有一列显示数字的小窗口，旋紧发条后才能转动，用专用的铁笔来拨动转轮以输入数字。帕斯卡后来总共制造了50台同样的机器，其中，有两台至今还保存在巴黎国立工艺博物馆里。

帕斯卡从加法机的成功中得出结论：人的某些思维过程与机械过程没有差别，因此可以设想

用机械模拟人的思维活动。

【布莱斯·帕斯卡 (Blaise Pascal), 法国数学家、物理学家及思想家, 自幼十分聪明, 求知欲强, 12 岁便开始学习几何, 并通读欧几里德的《几何原本》, 16 岁便提出了著名的帕斯卡六边形定理。】

1.2.3 莱布尼兹乘法机

1673 年德国数学家戈特弗里德·莱布尼茨 (Gottfried Leibnitz) 使用阶梯式圆柱齿轮加以改良, 制作出步进计算器 (Stepped Reckoner)。这是世界上第一台可以运行完整四则运算的计算机器 (也被称为“乘法机”见图 1.11), 可惜成本高昂不受当代重视, 它长 100cm、宽 30cm、高 25cm, 主要由不动的计数器和可动的定位机构两部分组成, 整个机器由一套齿轮系统传动。

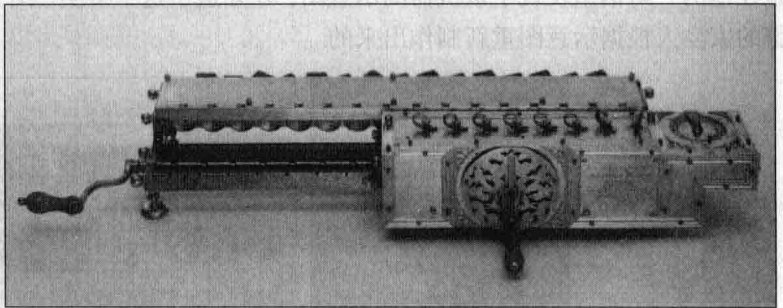


图 1.11 莱布尼兹及其乘法机

莱布尼茨最伟大的成就因独立发明微积分而与牛顿齐名。他对计算机的贡献不仅在于乘法机, 公元 1700 年左右, 莱布尼茨从一位友人送给他的中国“易图”(八卦)里受到启发, 最终悟出了二进制数的真谛, 他率先提出了二进制的运算法则。在著名的《不列颠百科全书》里, 莱布尼茨被称为“西方文明最伟大的人物之一”。

【虽然机械式计算器在 17 世纪被发明, 直到 1820 年之后才被广为使用。法国人汤玛斯以莱布尼茨的设计为基础, 率先成功量产可作四则运算的机械式计算器, 后来命名为汤玛斯计算器 (Thomas Arithmometer, 见图 1.12), 此后机械式计算器风行草偃, 直到 20 世纪 70 年代的 150 年间, 十进制的加法机 (addiator, 见图 1.13)、康普托计算器 (comptometer, 见图 1.14)、门罗计算器 (Monroe calculator, 见图 1.15) 以及科塔计算器 (Curta calculator, 见图 1.16) 等相继面市。】

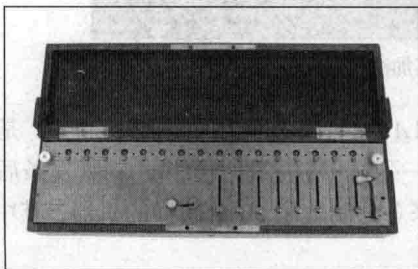


图 1.12 汤玛斯计算器

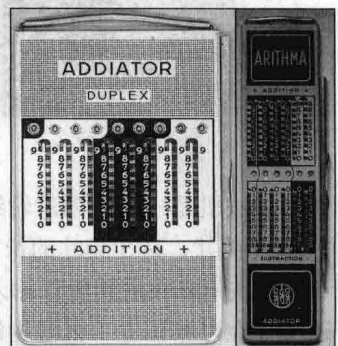


图 1.13 十进制加(减)法机

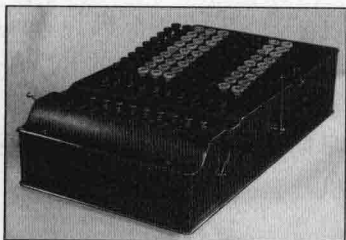


图 1.14 康普托计算器

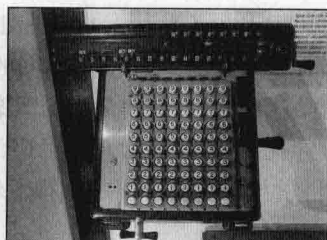


图 1.15 门罗计算器



图 1.16 科塔计算器

1.3 卡片时代

1.3.1 “编织”的程序：自动编织机

提花编织机最早出现在中国。在我国出土的战国时代墓葬物品中，就有许多用彩色丝线编织的漂亮花布，它们都是由提花编织机织出来的；而要掌握这项技术却决非易事，因为所有操作全部需要经过手工完成。据史书记载，西汉年间，钜鹿县纺织工匠陈宝光的妻子，能熟练地掌握提花编织机操作技术，她的机器配置了 120 根经线，平均 60 天即可织成一匹花布，每匹价值万钱。明朝刻印的《天工开物》一书中，还赫然地印着一幅提花机的示意图，如图 1.17 所示。

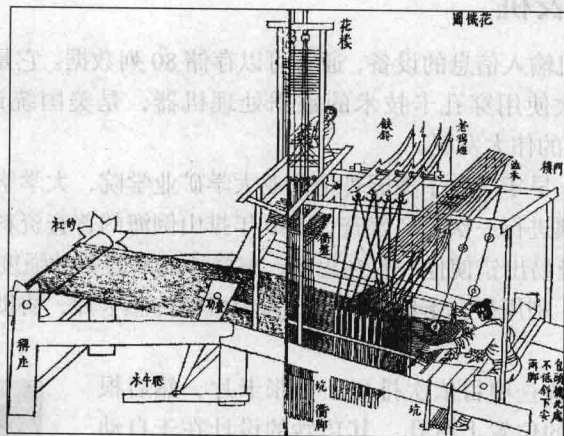


图 1.17 《天工开物》中记载的小花楼“提花机”

中国提花机后经丝绸之路传入西方，引起了西方纺织机械师们的兴趣和思考：如何能够让编织机自动按照设定的图案编织呢？

1725 年，法国纺织机械师贝斯莱·布乔（Basile Bouchon）突发奇想，想出了一个“穿孔纸带”的绝妙主意用于转织图样。布乔首先设法用一排编织针控制所有的经线运动，然后取来一卷纸带，根据图案打出一排排小孔，并把它压在编织针上。启动机器后，正对着小孔的编织针能穿过去勾起经线，其他的针则被纸带挡住不动，这样一来，编织针就自动按照预先设计的图案去挑选经线。他的合作伙伴则在 1726 年着手改良设计，将纸带换成相互串连的穿孔卡片，以此达到仅需手工进料的半自动化生产。