

应用型本科计算机科学与技术规划教材

侯惠芳 张雪萍 刘素华 主编

计算机科学导论



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

TP3/543

应用型本科计算机科学与技术规划教材

2007

计算机科学导论

主 编 侯惠芳 张雪萍 刘素华
编 著 王宏勇 韩 萍 易 虹
丁 伟 杨 欣

北京邮电大学出版社
·北京·

内 容 简 介

目前,国内许多高等院校都开设了计算机导论这门课程。河南工业大学信息学院根据计算机学科特点,组织有经验教师编写了这本教材,书中所讲述的均是计算机的较前沿的知识。这些内容可使读者对计算机学科有一个概括而准确的认识,建立起学科全局观。通过本课程的学习,既能帮助学生较全面地了解计算机科学的学科特点,包括历史渊源、发展变化、基础知识、知识结构、分类体系、应用领域,以及相关新理论、新技术的研究和发展方向,又能使学习者的计算机基本操作能力得到必要的训练。

本教材的主要内容包括:计算机的发展史,计算机基础知识介绍,计算机科学专业的知识体系,计算机专业基础知识和专业知识,计算机技术展望,计算机基础操作等,每章后都有一定量的习题,以巩固所学知识。此外,在书的最后还有实验部分,帮助学生掌握使用计算机的基本技能。

该书可作为计算机专业的导论教材或参考书,也可供有关工程技术人员参考,同时适合各行各业的人员自学使用。

图书在版编目(CIP)数据

计算机科学导论/侯惠芳,张雪萍,刘素华主编. —北京:北京邮电大学出版社,2007

ISBN 978-7-5635-1542-4

I. 计… II. ①侯…②张…③刘… III. 计算机科学—高等学校—教材 IV. TP3

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第166743号

出版发行:北京邮电大学出版社

社 址:北京市海淀区西土城路10号(100876)

北方营销中心:电话:010-62282185 传真:010-62283578

南方营销中心:电话:010-62282902 传真:010-62282735

E-mail: publish@bupt.edu.cn

经 销:各地新华书店

印 刷:北京源海印刷有限责任公司

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16

印 张:21.75

字 数:540千字

印 数:1—3 000册

版 次:2007年11月第1版 2007年11月第1次印刷

ISBN 978-7-5635-1542-4

定价:29.50元

· 如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社营销中心联系 ·

前 言

计算机科学方面的知识广博而艰涩。过早地涉及细节,会让人感到乏味且望而生畏。“计算机导论”作为高等学校计算机科学与技术专业的一门引导性课程,是计算机科学与技术专业完整知识体系的绪论,旨在引导刚进入大学学习计算机以及相关专业的学生顺利进入计算机领域,使学习者了解计算机专业知识的内涵,从而为正规而系统地学习计算机专业的后续课程打下坚实的基础。

通过该课程的学习应使学生了解用计算机专业知识能解决什么问题? 计算机专业的学生应该学什么? 如何学? 一名合格的计算机专业的学生应该具备什么样的素质和能力? 从而调动其学习计算机技术的兴趣。

本教材的编写参考了中国计算机科学与技术学科教程研究组《中国计算机科学与技术学科教程 CCC2002》的知识体系结构和教育思想,并参照中国计算机教育与培训学会所推荐的《计算机导论教学大纲》,结合计算机科学技术发展的现实情况精心组织、编排教材内容,认真编选范例和练习。

第1章是计算机发展简史,包括计算机的发展、计算机领域的著名专家以及计算机的主要应用等。了解这些历史知识,无论是日后从事学术研究、技术开发,还是商业运营,都是非常有益的,可以从中吸收成功的经验和创业的启示,从而激发学习计算机专业知识的兴趣。

第2章是计算机基础知识介绍,主要包括计算机的系统组成原理和工作原理,计算机的硬件构成和软件系统组成,计算机运算及编码,以及多媒体计算机等。它将帮助读者理解和掌握本书后续章节的重点和难点,并对计算机的工作原理有一个总体上的认识。

第3章讲述计算机科学与技术专业的知识体系。通过本章的学习,使学生了解计算机科学的学科基础知识、学科专业知识和学科核心知识。让学生明白计算机科学的学科基础知识不学好,是难以真正理解和掌握计算机科学与技术专业知识的。

第4章是计算机科学与技术专业的专业基础知识,包括高级语言程序设计,数据结构、离散数学、操作系统的基本概念及在计算机体系结构中的作用等。

第5章介绍计算机科学与技术专业的专业知识,包括面向对象程序设计、编译原理、数据库工作原理、软件工程和计算机网络基础及其技术等。通过上述内容的学习,帮助读者尽早建立一个完整的计算机体系概念,构建一个初步的计算机科学与技术专业的知识体系框架,再通过日后每门课程的学习,逐步丰富完善这个知识体系。

第6章讲述计算机技术展望。本章主要论述了计算机硬件技术、计算机软件技术和以及计算机应用技术等知识,通过本章的学习,可以使读者了解计算机领域的重要技术发展方向和我国计算机应用领域重点发展的技术。

第7章是计算机基础操作,包括 Windows 基础操作和一些常用的计算机工具软件介

绍,如文字处理软件 Word 2003、电子表格软件 Excel 2003、演示文稿软件 Powerpoint 2003 和动画制作软件 Flash 等。通过这一章的学习使学生掌握使用计算机的基本技能,为以后熟练的使用计算机打下基础。

因为第 7 章是计算机基本操作,所以在本书最后配有实验供大家练习。同时每一章之后均有一定量的习题供读者选作。

本书系河南工业大学根据本学科的发展特组织编写的,可作为计算机类各专业和其他相关专业计算机导论教科书,也可供有关工程技术人员参考。

本书由易虹提供编写计划和结构安排,由河南工业大学的侯惠芳,张雪萍,刘素华,王宏勇,韩萍,易虹、丁伟及解放军信息工程大学的杨欣等编写。侯惠芳编写 4.3,5.2,7.3 节和实验 5~6;张雪萍编写第 2 章和第 6 章;刘素华编写 4.1,4.4,7.4 节和实验 7;王宏勇编写 5.1,5.3,7.2 节和实验 3~4;韩萍编写 4.2,5.4 节和实验 1~2;易虹编写第 1 章和第 3 章;丁伟编写 5.5 节;杨欣编写 5.2 节和实验 6;最后由侯惠芳统编定稿。在编写本书的过程中,还得到了张红梅教授、白莉媛副教授、王高平副教授以及河南工业大学信息科学与工程学院老师的帮助和指导,本书在审校过程中得到了研究生刘光强、李飞、廖海斌的大力帮助,在此一并表示诚挚的谢意。

另外,本书的编写参考了大量的书籍、报刊、网站,从中阅读了部分有价值的材料。为此,我们向有关的作者、编者、译者和网站表示感谢。

由于编者水平有限,书中难免有不足之处,恳请广大读者不吝批评指正。

编 者

2007 年 10 月

目 录

第 1 章 计算机发展简史

1.1 计算机的发展	1
1.1.1 第 0 代:机械式计算机(1942~1945).....	1
1.1.2 第 1 代:电子管(1946~1954).....	6
1.1.3 第 2 代:晶体管(1954~1963)	10
1.1.4 第 3 代:集成电路(1964~1973)	12
1.1.5 第 4 代:超大规模集成电路(1974~至今)	15
1.1.6 第 5 代计算机.....	17
1.1.7 计算机的发展趋势.....	19
1.2 中国计算机发展简史.....	22
1.2.1 华罗庚和我国第一个计算机科研小组.....	23
1.2.2 第一代电子管计算机研制(1958~1964).....	23
1.2.3 第二代晶体管计算机研制(1965~1972).....	24
1.2.4 第三代基于中小规模集成电路的计算机研制(1973~20 世纪 80 年代初)	25
1.2.5 第四代基于超大规模集成电路的计算机研制(20 世纪 80 年代中期至今)	26
1.3 计算机的特点及分类.....	28
1.3.1 计算机的特点.....	28
1.3.2 计算机的分类	29
1.4 计算机的主要应用.....	29
1.5 计算机领域的著名科学家.....	34
1.5.1 阿兰·麦迪森·图灵.....	34
1.5.2 冯·诺依曼.....	35
1.5.3 查尔斯·巴贝奇.....	37
1.5.4 格蕾斯·莫瑞·霍普.....	40
1.5.5 吴文俊.....	41
1.5.6 王选.....	44
习 题	47

第 2 章 计算机基础知识

2.1 计算机系统组成及工作原理.....	48
2.1.1 计算机系统组成.....	48

2.1.2	计算机的工作原理	49
2.1.3	微型计算机主要性能指标	51
2.2	计算机硬件基本组成	52
2.2.1	中央处理器	52
2.2.2	存储器	53
2.2.3	输入/输出设备	58
2.2.4	总线与接口的基本概念	62
2.3	计算机软件组成	64
2.3.1	系统软件	64
2.3.2	应用软件	65
2.4	计算机运算及编码基础	66
2.4.1	数据进制	66
2.4.2	进制转换	68
2.4.3	原码、反码与补码	71
2.4.4	数的定点表示与浮点表示	71
2.4.5	逻辑运算	73
2.4.6	数字化信息编码	74
2.5	多媒体计算机	76
2.5.1	多媒体计算机平台标准	77
2.5.2	多媒体中的关键技术	77
2.5.3	多媒体计算机信息处理	78
	习 题	80

第3章 计算机专业基础知识体系

3.1	计算机科学的学科基础知识	83
3.1.1	数学知识	83
3.1.2	物理学及电子学知识	85
3.2	计算机科学的学科专业知识	86
3.2.1	学科基础知识	86
3.2.2	学科核心知识	87
	习 题	88

第4章 计算机专业基础知识

4.1	高级语言程序设计	89
4.1.1	算法	90
4.1.2	程序设计基础	97
4.1.3	程序设计方法	99
	习 题	103
4.2	数据结构	103
4.2.1	数据结构的概念	103

4.2.2	几种典型的数据结构	105
4.2.3	查找	112
4.2.4	排序	113
	习 题	117
4.3	离散数学	117
4.3.1	概 述	117
4.3.2	数理逻辑	118
4.3.3	集合论	124
4.3.4	代数结构	128
4.3.5	图论	130
4.3.6	离散数学中的证明方法	135
	习 题	136
4.4	操作系统	137
4.4.1	操作系统的地位	137
4.4.2	操作系统的发展	138
4.4.3	操作系统的分类	140
4.4.4	操作系统的功能	143
4.4.5	操作系统的特点	146
4.4.6	几种常用操作系统实例	146
4.4.7	推动操作系统发展的因素	148
4.4.8	操作系统的发展方向	149
	习 题	149
第5章 计算机专业知识		
5.1	面向对象程序设计	150
5.1.1	程序设计概述	150
5.1.2	结构化方法与面向对象方法的比较	152
5.1.3	面向对象程序设计	154
5.1.4	面向对象程序设计语言	159
5.1.5	面向对象的发展状况	160
	习 题	162
5.2	编译原理	162
5.2.1	程序设计语言	163
5.2.2	翻译程序和编译程序	163
5.2.3	编译过程概述	164
5.2.4	编译程序的逻辑结构	169
5.2.5	编译程序的生成方法	170
5.2.6	编译程序的原理和技术的应用	171
	习 题	172

5.3	数据库系统原理	172
5.3.1	数据库基础	172
5.3.2	关系数据库	176
5.3.3	数据库发展状况	184
	习 题	186
5.4	软件工程	187
5.4.1	软件工程与软件危机	187
5.4.2	需求分析	190
5.4.3	软件设计	195
5.4.4	软件测试	197
5.4.5	软件项目管理	199
	习 题	202
5.5	计算机网络基础及其技术	202
5.5.1	计算机网络发展史	202
5.5.2	计算机网络分类	203
5.5.3	计算机网络提供的功能	205
5.5.4	计算机网络的系统组成	206
5.5.5	计算机网络协议	207
5.5.6	计算机网络安全机制	211
5.5.7	计算机网络技术未来发展趋势	212
	习 题	213
第 6 章 计算机技术展望		
6.1	计算机硬件技术	214
6.1.1	计算机硬件技术和产业现状	214
6.1.2	计算机硬件技术的发展	215
6.2	计算机软件技术	216
6.2.1	计算机软件技术现状	216
6.2.2	计算机软件技术的发展	217
6.3	计算机应用技术	218
6.4	计算机领域的重要技术发展方向	225
6.5	我国计算机领域应重点发展的技术	227
	习 题	228
第 7 章 计算机基础操作		
7.1	中文 Windows XP 的基础操作	229
7.1.1	Windows XP 操作入门	230
7.1.2	“开始”菜单	239
7.1.3	文件管理	243

7.1.4 管理磁盘	248
习 题	252
7.2 字处理软件 Word 2003 基本操作	252
7.2.1 Word 2003 概述	252
7.2.2 文档的创建与编辑	257
7.2.3 文档的排版	260
7.2.4 表格制作和处理	263
7.2.5 图形、图片及文本框的处理	266
7.3 电子表格软件 Excel 2003	270
7.3.1 Excel 2003 的基本知识	271
7.3.2 工作簿的基本操作	272
7.3.3 工作表的基本操作	274
7.3.4 单元格的基本操作	277
7.3.5 应用数据公式和函数	284
7.3.6 数据的管理	290
7.3.7 图表	296
7.3.8 打印工作表	298
习 题	300
7.4 演示文稿制作软件 PowerPoint 2003	300
7.4.1 PowerPoint 2003 的工作界面	301
7.4.2 演示文稿的制作过程及制作原则	302
7.4.3 创建演示文稿	303
7.4.4 编辑幻灯片	305
7.4.5 修饰演示文稿	309
7.4.6 幻灯片视图	311
7.4.7 应用母版	313
7.4.8 自定义动画	314
7.4.9 幻灯片的切换	316
7.4.10 动作设置与超级链接	317
7.4.11 幻灯片放映方式	318
7.4.12 创建自定义放映	319
7.4.13 演示文稿的打印	319
7.4.14 创建 Web 上的演示文稿	320
7.4.15 打包	322
习 题	324
第 8 章 实验	
实验 1 Windows 基本操作	325
一、实验目的	325
二、实验内容	325

三、思考与练习	326
实验 2 Windows 文件操作	326
一、实验目的	326
二、实验内容	326
三、思考与练习	327
实验 3 Word 基本操作	327
一、实验目的	327
二、实验内容	327
三、思考与练习	328
实验 4 Word 高级操作	328
一、实验目的	328
二、实验内容	329
三、思考与练习	329
实验 5 Excel 表格基本操作	330
一、实验目的	330
二、实验内容	330
三、思考与练习	331
实验 6 Excel 数据管理和图表操作	331
一、实验目的	331
二、实验内容	331
三、思考与练习	332
实验 7 Powerpoint 基本操作	332
一、实验目的	332
二、实验内容	332
参考文献	334

第 1 章 计算机发展简史

当今,人类社会已开始全面步入信息化时代。在信息社会中,电子计算机的大名早已家喻户晓。计算机是我们这个社会不可或缺的组成部分,计算机的影响遍及人类社会的各个领域,有些时候,我们无法想象没有它们的生活会怎样。计算机科学技术不仅发展成一门先进的独立学科,而且提升为对人类的生产方式、生活方式及思维方式都产生极其深远影响的文化现象。

60 多年前,计算机仅仅是少数科学家感兴趣的、很难理解的技术问题;今天,计算机已经成为我们日常生活的一部分。众多的科学家、工程师、业界精英为计算机的发展做出了不懈的努力,既有成功的经验,也有失败的教训。回顾并学习这段历史,从中吸取宝贵的经验,无论对于目前的学习,还是日后的学术研究、技术开发和商业运营都是非常有益的。

1.1 计算机的发展

现在我们所说的计算机是指电子数字计算机,英文是 computer,俗称电脑。计算机是可编程的电子设备,它接收数据输入、执行相关的数据加工处理操作,输出并存储处理结果。由于计算机是可编程设备,因此它所能完成的工作完全取决于它所使用的计算机指令,也就是程序。

计算机的发展很迅速,但极不稳定。有几项关键发明彻底改革了计算技术,推动了计算机设计、效率及易使用性的急剧进步。因为这种断续性演化过程的缘故,一般将计算机的历史划分为几代,每一代有其自己的特定技术。本书以后的章节还会涉及更多技术内容,本节要研究历史上最有影响的计算机相关发明,探讨它们是何产生以及怎样产生的,并分析它们对社会的最终影响。

1.1.1 第 0 代:机械式计算机(1942~1945)

17 世纪是取得重大科学成就的一个时期,有时称为“天才世纪”。诸如天文学家伽利略(1564~1642)和开普勒(1570~1630)、数学家费马(1601~1665)和莱布尼茨(1646~1716)以及物理学家波义尔(1627~1691)和牛顿(1643~1727)等科学先驱对基于“自然规律不可改变”信念的技术研究定义了严密的、系统的方法,为现代科学奠定了基础。人们对深奥的科学和数学呈现出越来越高的兴趣以及机械业在当时不断进步,第一个计算设备就在这个

时候应运而生。

德国发明家威尔赫姆·谢克哈特(Wilhelm Schickard,1592~1635)在1623年发明了第一个可运作的计算机。它是能进行6位以内数的加减法,并能通过铃声输出答案的“计算钟”,通过转动齿轮来进行操作。法国数学家布莱思·帕斯卡(Blaise Pascal,1623~1662)年轻时为了帮助父亲算账,在1642年制造了一种机械计算机,当时他才19岁。他的机器使用机械齿轮并用手来驱动——人转动底部的一行轮子输入数字,通过转盘最多可以输入8位长的数字,接着扭动一个曲柄进行加法或减法运算,然后在顶部的一行窗口查看结果(见图1.1)。为了纪念帕斯卡的贡献,1971年尼可莱思·沃思(Niklaus Wirth)教授将自己发明的一种重要的程序设计语言命名为Pascal语言,这是一种很好的结构化语言,在20世纪80年代末、90年代初曾得到广泛学习和使用。

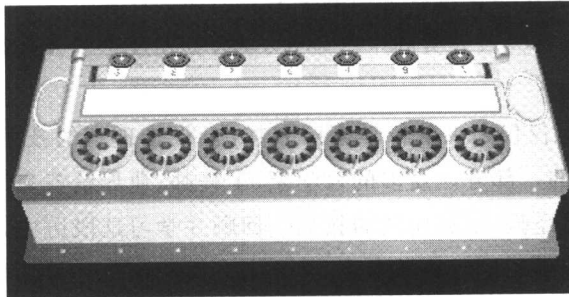


图 1.1 帕斯卡的计算机

哥特弗里德·威廉·冯·莱布尼茨(Gottfried Wilhelm Von Leibniz,1646~1716)是德国伟大的数学家和思想家,他和牛顿同时创立了微积分。他对帕斯卡的设计进行扩展,制造出能进行加、减、乘、除四则运算的机械式计算机。

虽然像帕斯卡和莱布尼茨这样的发明家能够展示机械式计算机的设计原理,但是要构建可运作的模型却很困难,因为制造和组装所有的连锁部件需要很高的精确性。直到19世纪初,制造工艺提高到能够进行大规模生产的水平时,机械式计算机才成为企业和实验室里的常见设备。

1. 可编程设备

在19世纪,虽然机械式计算机越来越普及,但第一个可编程机器根本不是计算机,而是一台织布机。1801年左右,法国人约瑟夫·玛丽·杰卡德(Joseph-Marie Jacquard,1752~1834)发明了一个用可移动穿孔卡片表示图案的可编程织布机(见图1.2)。在杰卡德发明这个织布机之前,生产织锦和带图案的织品是一件极复杂又沉闷的工作。为了形成图案,织布机操作员不得不手工将不同颜色的线(称为纬线)上下穿过交叉的线(称为经线),从而产生预期的效果。杰卡德设计了一种使用穿孔金属卡片为织线图案进行编码的方法。当一张卡片流经机器时,弯钩会穿过这些孔将选定的经线提起来并形成一种特定的上下穿行模式。利用杰卡德的发明,复杂的织锦可以用卡片上的符号来表示,并准确地再生产出来。此外,织布机仅需交换卡片就可以操作同一台织布机生成不同的图案。杰卡德织布机虽然不是计算机,但它强烈地影响着穿孔卡输入输出装置的开发。如果找不到输入信息和控制操作的

机械方法,那么真正意义上的机械式计算机是不可能出现的。

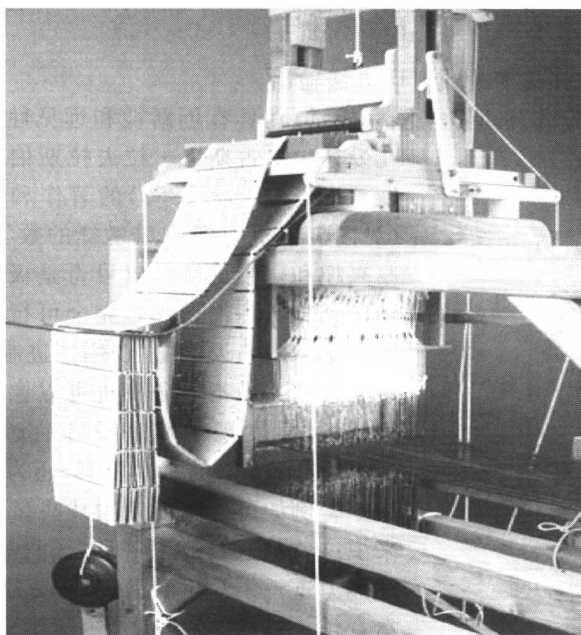


图 1.2 织布机(左边是用于控制编织图案的穿孔卡片,它们流向织布机的顶部)

约 20 年后,杰卡德以卡片上所穿的孔来存储信息这一思想在英国数学家查尔斯·巴贝奇(Charles Babbage, 1791~1871)的工作中重新露面。巴贝奇在 1821 年发明的差分机中合并了穿孔卡片,差分机是一种用于解数学方程式的蒸汽驱动的机械式计算机(见图 1.3)。由于制造工艺的限制,巴贝奇一直没能搭建出一个完整的差分机功能模型。不过,他建立了一个将输出结果冲压于铜板的原型,并将其用于海军导航数据的计算。1833 年,巴贝奇对他的差分机计划进行扩展,设计一个功能更强大的机器,该机器具有现代计算机的许多特征。巴贝奇将这个他称为分析机的机器想象为一种通用的可编程计算机,它接收由穿孔卡提供的输入并把输出打印在纸上。分析机的重要贡献在于它包括了现代计算机所具有的 5 个基本组成部分。

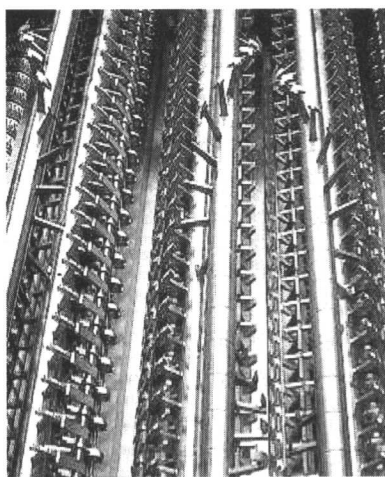


图 1.3 差分机(具有互锁齿轮和编号可见轮)

(1) 输入装置:用穿孔卡片输入数据。

(2) 存储装置:巴贝奇称它为仓库,该装置被设计为能存储 1 000 个 50 位十进制数的容量,它既能存储运算数据,又能存储运算结果。

(3) 资料处理装置:巴贝奇称它为磨坊(mill),通过它来完成加、减、乘、除运算,还能根

据运算结果的符号改变计算的进程。

(4) 控制装置:使用指令进行控制,用程序自动改变操作次序。它们是通过穿孔卡片顺序输入处理装置完成的。

(5) 输出装置:用穿孔卡片或打印方法输出。

尽管分析机的可运作模型从未能完成,但其具有创新性和远见性的设计通过拜伦的女儿



图 1.4 爱达的肖像

爱达·奥古斯塔·拉夫拉斯伯爵夫人(Ada Augusta Lovelace, 1815~1852)的著作和资助得以推广。爱达(见图 1.4)是一位思维敏捷的数学家,她对分析机的浓厚兴趣和卓越见解对巴贝奇是极大的鼓舞。爱达意识到巴贝奇的理论设计是完全可行的,她支持这项工作,改正其中的错误,并建议用二进制存储取代原设计的十进制存储。她指出分析机可以像杰卡德织布机一样进行编程,并发现了程序设计(program design)和编程(programming)的基本要素,还为某些计算开发了一些指令。例如可以重复使用某些穿孔卡片,按现代的术语来说这就是“循环程序”和“子程序”。她对分析机的潜在能力进行了最早的研究,预言这台机器总有一天会演奏音乐。总之,爱达在她短暂生命的最后十年,全力以赴地投入到分析机的研制工作中,甚至在经费困难时不惜典当自己的珠宝来支持巴贝奇以渡过难关。

由于她在程序设计上的开创性工作,被誉为世界上第一位程序员。爱达的形象完美地体现了一位程序员应具有的科学家和艺术家的双重气质。一方面,程序员需要在数学概念、形式理论、符号表示以及一系列应用原理的基础上工作,所以应该有科学家的气质;另一方面,对于一个有效的、可靠的、便于维护的软件系统,程序员又需要刻画它的每个部分并把它们组成一个和谐的整体,所以程序员又应该具有艺术家的风度。

1975 年 1 月,美国国防部提出使用一种通用高级语言的必要性,并为此进行了国际范围的设计投标。1979 年 5 月最后确定了新设计的语言,海军后勤司令部的杰克·库柏(Jack Cooper)为这个新语言起了一个美丽的名字 Ada,用于纪念爱达。

19 世纪末期,穿孔卡的使用在赫尔曼·霍勒瑞斯(Herman Hollerith, 1860~1929)发明的制表机中再次重现。霍勒瑞斯的机器(见图 1.5)设计用来对 1890 年美国人口普查的数据进行排序并将其制成表格,期间利用穿孔卡对普查数据进行编码。卡上的每个孔代表一条特定信息,比如人口普查中被调查者的性别、年龄或所在地。霍勒瑞斯的制表机中,金属钉穿过卡中的孔,与下面的一个金属板构成电连接。该机器探测到这些电连接,用它们对数据排序并制表。例如,操作员转动控制板上的拨号盘以及使穿孔卡流过桌面的机械装置,从而可以选择想要的特征(如年龄、性别、收入)。利用霍勒瑞斯的制表机,美国政府在 6 周内完成了 1890 年的人口普查——相对于需要 7 年来计算 1880 年的人口普查,这个时间代表了一个极大的进步。这次人口普查工作完成后,霍勒瑞斯于 1896 年创建了制表机公司 TMC(Tabulating Machine Company),推销他的机器。最后,在托马斯·沃森(Thomas Watson, 1874~1965)的领导下,霍勒瑞斯的公司成为著名的美国国际商用机器公司(International Business Machines Corporation),也就是在计算机领域赫赫有名的 IBM 公司。

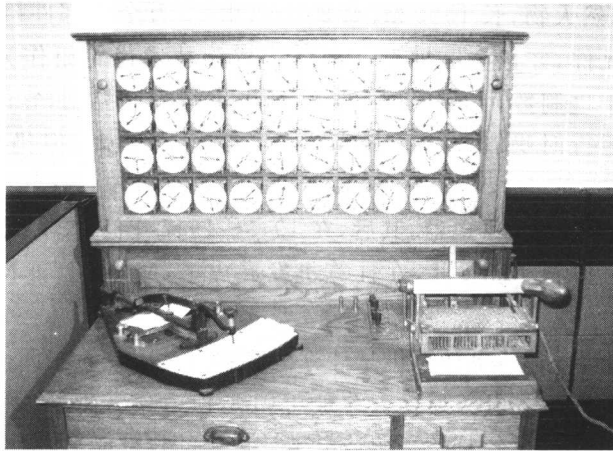


图 1.5 霍勒瑞斯的制表机

2. 电磁式继电器

尽管在机械式计算机和可编程机器上取得了进展,但我们今天所认为的计算机技术直到 20 世纪 30 年代电磁式继电器被采用时才真正开始发展。电磁式继电器是可用于控制电线中电流的机械开关,它由一块与金属臂相连的磁铁构成。默认情况下,这个金属臂处于打开位置,与继电器的其他金属部件断开连接,从而中断电流。但是,如果电流流过某个控制线路,由磁铁产生的磁场会牵引金属臂从而将它关闭,使电流流通继电器。通过结合这些简单的电子开关,研究人员第一次能够解释控制计算机的复杂逻辑。德国工程师康拉德·祖斯(Konrad Zuse, 1910~1995)在 1938 年建造了第一台由继电器驱动的计算机。不过,他的成果被德国政府列为机密,最终在第二次世界大战中被毁坏。因此,它并没有影响到其他研究人员。在同一期间,爱荷华州的约翰·安塔纳索夫(John Atanasoff, 1903~1995)和贝尔实验室的乔治·斯蒂比兹(George Stibitz, 1904~1995)独立设计并建造出使用电磁式继电器的计算机。

20 世纪早期,哈佛大学应用数学教授霍华德·艾肯(Howard Aiken, 1900~1973)在巴贝奇的设计基础上进行了再次开发,提出用机电的方法,而不是纯机械的方法来实现分析机的想法,这就是 Mark-I(马克一号)机电计算机的设想,他谨慎地起草了一份建议,去找 IBM 公司寻求资助。艾肯教授的建议对 IBM 转向发展计算机起了点火助推的作用,IBM 总裁老沃森当机立断,决定给艾肯 100 万美元。1944 年称为 Mark-I(见图 1.6)的计算机在哈佛大学投入运行,艾肯教授说 Mark-I 使巴贝奇梦想变成现实。

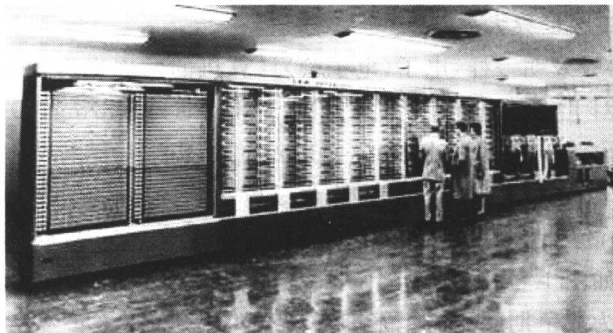


图 1.6 Mark-I

Mark- I 是个庞然大物,长 15.5 m、高 2.4 m,由 75 万个零部件组成。它使用了大量的继电器作为开关元件,并且与巴贝奇一样用十进制技术齿轮组作为存储器,存储容量为 72 个 23 位长的十进制数,它还采用了穿孔纸带进行程序控制,它的计算速度很慢,每次乘法用 3 s,而且运行时噪音很大。尽管它的可靠性不够高,但仍然在哈佛大学使用了 15 年。

Mark- I 只是部分采用了继电器,其后,在 1945~1947 年间,艾肯又成功领导制造一台全部使用继电器的计算机 Mark- II,在计算机发展史上,Mark- I 和 Mark- II 有着重要的地位。

艾肯等人制造的这一批机电计算机是计算机发展史上短暂的一页。这些机器的典型部件是普通电话继电器,继电器开关速度大约是 0.01 s,使运算速度受到限制。从另一方面来看,由于在 20 世纪 30 年代已经具备了制造电子计算机的技术能力,继电器式计算机从一开始就注定要很快被电子计算机替代。然而,制造继电器式计算机的方案是计算技术发展史上必要的科学尝试。这些机电计算机为早期电子计算机的设计制造积累了重要的经验,对于现代高速电子计算机的发展起了开路的作用。艾肯、祖斯等人后来都转变为出色的电子计算机设计者,第一批通用机电自动计算机的设计者们以其聪明的才智和坚强的毅力揭开了现代计算机发展的序幕。

1.1.2 第 1 代:电子管(1946~1954)

20 世纪 40 年代中期,计算机设计者开始用电子管代替电磁式继电器,电子管是从中抽



图 1.7 李·德福雷斯特和他发明的电子管

掉了所有或绝大部分空气的小玻璃管,使电子在运动时尽量不受空气微粒的干扰(见图 1.7)。虽然李·德福雷斯特(Lee de Forest, 1873~1961)在 1906 年就发明了电子管,但直到 20 世纪 40 年代制造业的进步使其成本大幅度降低时,它们才成为可被接受的继电器替代品。电子管在功能上与电磁式继电器相似,因为它们能够依据其状态为“开”或“关”来控制电流。但是,因为电子管没有运转部件(只有电子的运动),所以它们能够使电信号的转换速度远远超过在继电器中的速度。这种将电信号速度加快至 1 000 倍的能力使电子管驱动机器能够更快地执行复杂计算,从而大幅提升了计算机的性能。

1. 计算机和第二次世界大战

像许多其他的科技发明一样,电子(电子管)计算机的发展也得到了第二次世界大战的促进。在计算机先驱阿兰·麦迪森·图灵(Alan Mathison Turing, 1912~1954)的思想基础上,英国政府制造出第一台电子计算机 COLOSSUS,用来对纳粹分子的加密通信进行解码(见图 1.8)。COLOSSUS 包含 2 300 多个电子管,只有它适合用作密码破解器。它包括 5 个不同的处理单元,每个单元每秒都可以读入并解释 5 000 个编码字符。需要解码的信息从纸带上流入机器,如图 1.8 右边所示。利用 COLOSSUS,英国情报部成功破解了纳粹分子的许多军事情报,为战争期间的盟军军事行动提供了极为重要的支持。尽管 COLOSSUS 在 1943 年就可以使用了,但是它的设计并未对其他研究人员产生重大影响,因为在超过 30