

计算机 科学趣谈

唐焕文 王启太



广东教育出版社

计算机科学趣谈

唐焕文 王启太 编

广东教育出版社

计算机科学趣谈

唐焕文 王启太 编

广东教育出版社出版

广东省新华书店发行

韶关新华印刷厂印刷

787×1092毫米32开本 2.75印张 50,000字

1986年6月第1版 1986年6月第1次印刷

印数1—2,150册

书号7449·129 定价0.50元

前 言

电子计算机及其广泛应用是二十世纪重大的科技成果之一。大到宇宙空间的探索，小到微观世界的研究，从工业、农业、交通运输、国防建设到日常生活，都有电子计算机的用武之地，它在四化建设中的重要作用正在被越来越多的人所认识。现行的中学数学教材中，已经把电子计算机的初步知识作为单独的一章列入教材之中。本书就是在这些初步知识的基础上，通俗而系统地向大家介绍电子计算机的产生、发展、功能、结构和广泛应用；然后着重说明计算机之所以能有如此广泛应用的奥秘就在于：它有各种各样的软件；进而介绍计算机科学的形成和发展及其研究的主要内容和各种各样有趣的应用。通常，这些知识属于比较专门的科学领域。编写这本小册子是一个尝试，企图在中学生所学数学、物理知识的基础上，通俗而简要地介绍这些知识，回答人们关于计算机和计算机科学的一些疑问。我们期望这本书能开阔中学生的眼界，扩大他们的知识领域，巩固所学的数学、物理知识，激发他们对计算机和计算机科学的兴趣。由于我们水平有限，收集的资料不全，经验不足，因此本书难免存在缺点和问题，欢迎国内专家和广大读者批评指正。

本书是根据我们为大连市的部分大、中学生所作的几次讲座的讲稿修改补充写成的。在写作过程中得到了大连工学院电子工程系主任王宏禹教授、大连工学院应用数学研究所张义新副教授和广东省数学会秘书长朱匀华老师的大力支持和帮助，初稿写成之后，又承王宏禹教授认真审阅，提出不少宝贵意见，特在此致谢。在编写这本小书的过程中，我们参考了国内外一些有关的书籍和文章，从中选用了一些资料和图形，也借此机会向他们表示感谢。

唐焕文 王启太

目 录

引子.....	1
一、现代化的重要标志.....	2
二、计算机的诞生和发展.....	3
三、电脑的功能和结构.....	14
四、看不见的桥梁——软件.....	24
五、软件“家庭”.....	35
六、计算机科学的发展.....	40
七、数值计算方法.....	50
八、人工智能.....	56
九、程序理论.....	62
十、数据库与情报检索.....	66
十一、我国电子计算机和计算机科学的发展.....	73
参考文献.....	78

引 子

晓纪对一门正在蓬勃发展的新兴科学——计算机科学，不是神往、心往，而是身往了。他考取了清华大学计算机科学与工程系的研究生。亲友和同学纷纷跑来祝贺，大家问长问短，提出了不少问题。他综合了不少材料，加上自己的理解，为这些多少懂得一点计算机的同学和亲友做了生动有趣而通俗的介绍。大家听后觉得很有收益，我们根据大家的建议，特将他的介绍整理成这本书，敬献给广大读者。

一、现代化的重要标志

电子计算机及其广泛应用是二十世纪重大的科学技术成就之一。现代计算机有两个重要的特点：1. 它具有非凡的计算能力，在一秒钟内可以进行几百万次到几亿次运算，而且计算的精度和可靠性也是人工计算所无法比拟的。2. 它可以模拟人们的某些思维能力，能够按照一定的规则进行分析、判断和逻辑推理，部分地代替人们的脑力劳动，例如证明数学定理，下棋和唱歌等。正是由于它具有这两个重要的特点，电子计算机的研制、生产和应用受到了各国的普遍重视，三十多年来获得了极为迅速的发展。现在它已经成为高能物理、宇航科学、气象预报、量子化学、遗传工程、计算力学、石油勘探等尖端科学技术、大型工程和科学研究不可缺少的重要工具，而且在国防建设、工农业生产、交通运输，直到科学管理、人口普查、地震预报以至日常生活等许多方面发挥着重要的作用。电子计算机的发展及其应用的广度和深度已成为衡量一个国家现代化水平的重要标志之一。

二、计算机的诞生和发展

人类在长期的生产过程中，产生了“数”的概念，接着提出了各种各样的计算问题。为了更快更好地解决这多种多样的计算问题，人们发明、制造了各种各样的计算工具。

早在春秋战国时期(公元前770年至221年)，我国劳动人民已能熟练地运用筹棍来进行计算，称为“筹算法”。唐朝末期，我国民间出现了算盘，南宋时，已经有了完整的算盘口诀。明朝，算盘更加广泛流行。在计算机的“家谱”中，算盘可以说是数字计算机的“祖先”，虽然它只能计算，而且算得很慢，又不具有别的功能，但它却已具有现代计算机的基本雏形。公元1642年，法国数学家巴斯卡制成了世界上第一台最简单的机械式计算机——加法机，我们现在经常在汽车里看到的里程计就类似于这种加法机，它是由一系列的齿轮连结起来的轮子组成的。公元1654年，出现了简单的计算尺，它用长度来表示数字、进行计算，可以说它是现代模拟计算机的“祖先”。1671年，莱布尼兹设计了一种能加能乘的机器，并于1694年制造成功。1812年，为现代计算机的发明作出过重要贡献的英国数学家查尔斯·巴贝奇(1792—1871)开始考虑设计用机械操纵的计算机，1820年，他设计成功了自己的第一台机器——差分机，并于1822年制成，这是一台用

来计算多项式(例如 $x^2 + 2x + 41$)的加法机,运算精度为6位数字,可用来计算各种数表。1833年,巴贝奇构思了一台分析机,他设想这种机器一分钟能进行60次加法运算,可以完成所有的算术运算,全部作业均用机械传动来实现,并利用蒸汽来进行驱动。他的机器有四个基本部件:1.由许多排轮子组成,每个轮子刻有十个数字的存贮器,它是用来存贮计算用的数据的;2.通过齿轮和轮子的旋转进行各种运算的运算器;3.由一组齿轮与杠杆组成,用以来回传送数字的装置;4.可以送入和取出数据的机构。这合理想的计算机虽然设计得十分精巧、灵活,能进行各种计算,而且在计算范围、简便程度、可靠性与精确度以及在计算时不需人工干预等方面都超过了以前的机器,但是由于当时的整个工业生产和科学技术还比较落后,巴贝奇虽然用了近四十年的时间,几乎耗尽了全部的精力和大部分财产,直到他临死前这台分析机也未制造成功。1847年,英国科学家布尔创立了逻辑代数,亦称布尔代数,在这种代数中,用1, 0两个数字表示信号的有无,电路的接通和断开,命题的真假,由于逻辑运算可以用电子线路来实现,这种代数为现代电子数字计算机的设计和制造,奠定了理论基础。1878年,制成了手摇计算机,可以进行加减乘除等运算,后来发展成为电动计算机。1880年,有人提出用卡片穿孔的办法来表示数字,通过穿孔卡片将数字送到计算机中去。不久,制成了打字机,这样计算机就能将计算结果打印出来。1889年,出现了第一台具有打印装置的计算机。1925年左右,布什博士及其助手在

美国马萨诸塞理工学院制成了一台大型的模拟计算机，他们用齿轮的旋转角度来表示所要计算的量。1936年，英国科学家图灵(Alan M. Turing)，提出了理想计算机的概念，后来人们称他描述的计算机为图灵机。1939年，在国际商业机器公司(即IBM公司，是目前国际上生产电子计算机最多的公司)的资助下，霍华德·艾肯(Howard Aiken)开始研制称为自动程序控制计算器的数字计算机，即马克 I 号(Mark I)。1943年，马克 I 号在美国哈佛大学试制成功。当它工作时，由于成千上万个继电器的开动与关闭，常常发出低低的卡嚓声。它在无人干预的情况下可以工作几天，但运算的速度仍然是很慢的。艾肯在开始研制计算机的三年之后，才得知巴贝奇的工作，他吃惊地发现：他与巴贝奇迷上了同样的问题，有着几乎相同的思路，由于时代在前进，科学技术在发展，艾肯获得了成功。

到了二十世纪的四十年代，出现了雷达、导弹，原子能的利用也提上了日程，大量的复杂计算任务不断地被提出来，而已有的计算工具又都不能胜任，因此迫切需要研制一种新的快速计算工具来完成这些繁重的计算任务，这就促使现代的数字计算机更快地诞生。电子技术的发展，也为这种高速的计算机的诞生准备了必要的条件。1919年，研制成功了电子触发器；1936年，提出了二进制记数法；第二次世界大战中雷达的发展为计算机提供了脉冲线路和电子开关元件。1942年，美国宾夕法尼亚大学摩尔电工系的工程师普雷斯珀·埃克特(J. Presper Eckert)博士和物理学家约翰·

莫希利 (John Mauchly) 博士开始着手研制“埃尼阿克”(ENIAC, 即电子数值积分计算器: Electronic Numerical Integrator and Calculator的缩写), 这是世界上第一台真正的现代电子数字计算机, 它用电子管代替继电器和其它机械式装置, 使开关速度一下子可以提高几千倍。研制ENIAC的巨大动力来自军事上的迫切需要。1943年, 宾大摩尔电工系与美国马里兰州阿贝丁武器试验场联合执行一个研究项目: 为陆军计算炮击表。开始他们使用布什的模拟计算机并雇用了一百名助手来进行计算, 但结果并不令人满意, 而且遇到的困难越来越大, 埃克特和莫希利的研究计划引起了军方的重视。于是, 在美国陆军部的支持下, 1946年2月15日研制成功了世界上第一台电子数字计算机“埃尼阿克”。它使用的电子元件是电子管, 共用了18000多只电子管, 1500多个继电器, 耗电150千瓦, 占地约140平方米, 为了散热, 专门为它配备了一台重约30吨的冷却装置。它的计算速度比以前的计算机有了显著的提高, 达到每秒钟可作5000次加法或400次乘法, 用当时最快的机电式计算机做40点弹道计算需要两小时, 而“埃尼阿克”只用三秒钟就可以完成; 计算圆周率 π , 19世纪法国数学家契依列用了毕生的精力, 只算到小数点后707位; 用“埃尼阿克”进行验算, 只用了几秒钟就完成了, 并且发现原来的计算有不少错误。

但是, “埃尼阿克”还是很不完美的, 它没有存贮器, 只有仅能存放十个数码的寄存器, 而且可靠性很差, 稳定工作的时间只有几个小时。它的计算程序是用接线板来确立的,

当需要计算的问题改变时，要重新焊接接线板与计算机各部件之间的连线，非常麻烦和费时。有的问题虽然只要计算几分钟，而重新安排解题的布局、改变接线却需要几个小时。

在现代数字计算机的发展中起过重要作用的科学家，接下来就要算著名数学家冯·诺伊曼 (Von Neumann) 了。冯·诺伊曼 1903 年 12 月 28 日生于匈牙利的布达佩斯，1926 年获得博士学位，1930 年去美国，开始在普林斯顿大学任教，1933 年成为该校高等研究院的常任成员之一。第二次世界大战期间，他担任了美国陆军阿贝丁武器试验场和洛斯·阿拉莫斯实验室的顾问，后来成为美国原子能委员会的委员。他在这些工作中，深深感到对快速、广泛和重复计算的迫切需要。1946 年 6 月，他与另外两位科学家戈德斯泰因、伯克斯一起，提出了一份研究报告：“关于电子计算机的逻辑设计的初步讨论”，这份研究报告分析了“埃尼阿克”的优缺点，提出了设计电子计算机的新思想。主要有两点：1. 存贮程序的思想——把计算程序存放在计算机内部，使整个计算过程全部是自动完成的，不需要人工干预。采用这种存贮程序的方法，当要改算别的题目时，只需更换计算程序就行了。这样，计算机就可以解决各种类型的问题，从而使计算机成为通用的计算机。冯·诺伊曼等人的这个思想奠定了现代电子计算机结构的基础。2. 把二进制系统地应用到计算机上去。因为计算机的基本电子元件都有两种稳定状态：电路的开或关；脉冲的有或无；晶体管的截止或导通。这就是说，它们本来就具有二进制的特性，冯·诺伊曼等人的思想使二进

制数系成为计算机上使用最灵活的数系。

根据冯·诺伊曼等人的思想，英美的一些著名大学，研究单位和大公司都争先恐后投入大量人力、物力来研制存贮程序的现代计算机，1949年5月，英国剑桥大学研制的延迟存贮自动计算机“爱迪萨克”(EDSAC)首先开始运行；1950年，美国麻省理工学院制造的电子计算机旋风1号投入运行；1952年，美国伊利诺斯大学设计制造出电子计算机IAS；1953年4月，国际商业机器公司完成了IBM701计算机；1953年7月，雷西奥恩公司为海军研究局制造了计算机RAYDAC；……。总之，电子计算机如雨后春笋般地被研制出来，到1955年，已有44个公司和单位正在制造电子计算机，六十年代投入使用的计算机已达6万多台。

电子计算机发展的四个阶段

从“埃尼阿克”诞生，到今天不过三十多年，但电子计算机已获得异常迅速的发展，经历了“四代子孙”的演变。

第一代，从1946年到1956年，称为电子管数字计算机时代。计算机的主要元件是电子管。尽管现在看来这类计算机体积大，速度慢，耗电多，维修复杂，可靠性差，价格昂贵，使用不普遍，但在这个阶段，奠定了电子数字计算机的各种基本技术，为以后的发展打下了基础。

第二代，从1957年到1964年，称为晶体管计算机时代。1958年，诞生了晶体管计算机，这种机器的主要“细胞”是晶

晶体管。由于晶体管比电子管的体积小得多，而速度和可靠性高得多，从而使第二代计算机在速度和可靠性方面大大提高，体积大大缩小，而且耗电也少。在这一时期，还出现了新的发展动向：对输入输出越来越重视，因为有没有性能优良、工作可靠的输入、输出设备是计算机使用能否灵活方便的重要条件；提出了计算机结构积木化的问题；开始广泛应用程序设计语言，建立了一系列的编译程序，这对计算机的推广、应用起了很好的促进作用。

第三代，从1965年到1970年，称为集成电路计算机时代。集成电路好象压缩饼干一样，它采用半导体技术，把许多二极管、三极管、电阻、电容等电子元件和电路连线压缩地刻在一块只有几个平方毫米大小的硅片上，构成一个完整的具有一定功能的电路。一块硅片上可以集成4到100个逻辑门电路，从而使计算机的体积大大缩小，重量减轻，耗电更少，可靠性进一步提高。而运算速度却大大加快了，每秒钟可作上千万次加减乘除运算。这个时期，在集成电路迅速发展的基础上，小型计算机迅猛发展。由于小型计算机体积小，结构简单，价钱便宜，可连续工作上千个小时不出故障，因而有力地推动了计算机在自动控制方面的应用。钢铁、冶金、电力、机械、化工等部门纷纷使用小型机来控制生产过程，使工业的劳动生产率大大提高。这个时期的另一个重要发展是计算机与通讯线路结合，组成联机系统，使用户可以远离计算机，在办公室、实验室或家里，通过终端设备来使用计算机。

第四代，从1971年到现在，称为大规模和超大规模集成电路计算机时代。

一般把一块硅片上包含不超过10个门电路的集成电路称为小规模集成电路；包含10—100个门电路的，称为中规模集成电路；包含100个以上门电路的，称为大规模集成电路。一个中规模集成电路组件包含的门电路有数十个，相当于数百个二极管、三极管、电阻、电容等分立的电子元件。而大规模集成电路，现在在一块硅片上已可做出一万个门电路，相当于十万个分立电子元件。由于大规模集成电路的使用，使计算机进一步微型化了，价格也更加便宜。目前电子计算机正在向微型机、巨型机、计算机网络和智能模拟的方向迅速发展。

微型机，是指体积很小很小的计算机，小到可以装在手表里。它体积虽小，但功能并不差。例如，1975年制成的F8微型机，体积仅为“埃尼阿克”的三十万分之一，重量不到0.5公斤，耗电2.5瓦，计算速度却比“埃尼阿克”大约快100倍，可靠性提高10000倍。可见小小的微型机，远远胜过了当年的庞然大物。由于微型机体积特小，价格便宜，使用方便，许多过去无法使用计算机的地方，现在都可以使用了。例如人造卫星，要用计算机来自动控制飞行，大而重的大计算机在人造卫星上没有用武之地，只有微型机才是最合适的。又如装了微型机的缝纫机，能记住缝制几十种不同衣服的方法。一按电钮，它就能缝制你所要求的衣服；同样，打字机、照相机、电话机都可以装上微型机，使它们自动完成人

们交给它的工作。据统计,1976年全世界有微型机200万台,到1977年,已增加到800万台。有人预计,到九十年代,家家户户都将有一台到几台微型机。

巨型机,并不是指机器的体积特别大,而是指它的功能巨大,对现代科学技术发展的作用巨大。在一定的意义上,巨型机是整个国家科学技术先进程度的重要标志之一。通常把每秒运算速度在5千万次以上,存贮容量超过100万字的大型计算机称为巨型机。巨型机主要用于军事技术和尖端科学的研究,如导弹、火箭的设计,宇宙飞船的设计、高能物理、量子化学和遗传工程的研究等。例如,设计飞机,常常要作风洞实验,就是把飞机放在圆形的风洞里,吹出超过音速的风,使飞机好似在天空飞行一样,来测定它的各种性能和数据。现代的风洞,直径达到8米,建造很不容易,耗资巨大,耗费的电力与一个大城市的用电差不多。而设计导弹,需要在超过音速20倍的大型风洞里进行实验,这是目前很难办到的事情。有了巨型计算机,飞机和导弹的设计就可以用巨型机进行数值模拟和计算来代替风洞实验。

计算机网络,是把许多地方的计算机用通讯线路联成网,以其中的一台大型计算机作为中心。用户只要有一台终端设备,比如一台打字机,通过通讯系统与网络连接起来,他就可以使用远距千里的计算机了。例如,有人通过终端向计算机网发出命令:“请调阅1973年10月11日有关中国的新闻。”几秒钟后,电传打字机印出了五条新闻标题,标题后面是一句问话:“想要哪一条?”命令:“要第二条。”电传打字机马