

操作系统的发展与创新



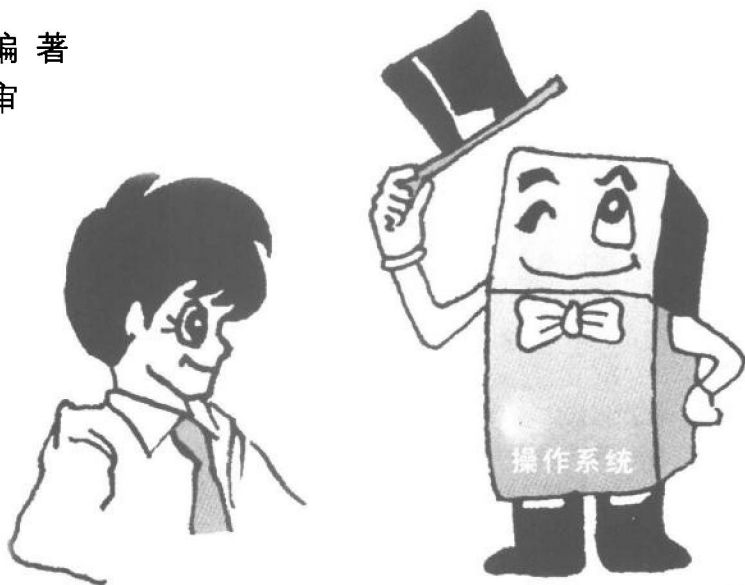
清华大学出版社
http://www.tsinghua.edu.cn

“计算机科学技术创新”科普教育丛书

漫谈电脑“管家”

——操作系统的发展与创新

袁 捷 编 著
缪淮扣 吴洪来 审



清华大学出版社

(京)新登字 158 号

内 容 摘 要

操作系统是计算机系统中最基本的系统软件,它管理和协调计算机系统中的所有资源,为计算机用户提供种种方便。本书是操作系统方面的一本科普读物,兼顾知识性和趣味性,图文并茂,易读易懂。

本书介绍了操作系统的产生、发展、类型和结构,介绍了操作系统的基本功能以及实现这些功能的主要原理,介绍了几个著名操作系统发展、创新的历史和经验教训,其中穿插了不少名人趣事。本书材料丰富、语言通俗、生动有趣。

本书可作为青少年学生和计算机爱好者了解计算机操作系统的入门书,也可供学习操作系统课程的高校师生阅读参考。

版权所有,翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无标签者不得销售。

书 名: 漫谈电脑“管家”——操作系统的发展与创新

作 者: 袁 捷 编著

出 版 者: 清华大学出版社(北京清华大学学研大厦,邮编 100084)

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

印 刷 者: 北京广益印刷有限公司

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 787×960 1/16 **印 张:** 11.75 **字 数:** 210 千字

版 次: 2002 年 1 月第 1 版 2002 年 1 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-04817-7/TP·2850

印 数: 0001~3000

定 价: 19.00 元

“计算机科学技术创新”科普教育丛书

编委会名单

主 编：李三立

副 主 编：吕传兴 吴洪来

编 委 （按姓氏笔画为序）：

毛国平	石 磊	叶金霞	孙元清	苏芳来	张 权
张世正	张令毅	林奇清	陈海洋	陈春法	周卓伦
郑增仪	郭 鸿	郭善渡	唐 玲	徐桂珍	高黎新
董百年	蒋敦杰	蔡建民			

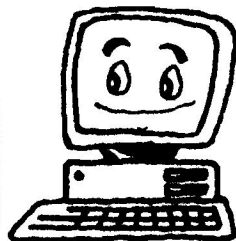
执行编委：

吕传兴 吴洪来 俞嘉惠 缪淮扣 薛维明

序

邓小平同志早在 1984 年就提出,“计算机普及要从娃娃抓起”,这是一个非常有战略远见的思想。现在看来,将计算机信息技术课作为中学阶段、首先是高中阶段的必修课势在必行,中小学计算机(信息技术)教育的优劣将直接影响到我国 21 世纪的经济发展和科技竞争实力,会影响到一代人甚至几代人的终身学习和发展。从国内实际情况看,虽然我们做了不少卓有成效的工作,但仍然赶不上时代前进的步伐,与发达国家的差距甚至还在拉大。我们必须奋起直追,争取在一段较短的时间内使我国的中小学计算机教育上一个大的台阶,直至成为世界最好的中小学计算机教育的国家之一。

我国是一个人口众多的发展中国家,这一客观条件决定了我国在青少年信息技术普及过程中应该有其自己的特色,在“教什么”和“怎么教”的问题上应与西方发达国家有所不同,不能一成不变地照搬外国。必须自己组织力量,下苦功夫,编写出一套甚至一批适合我国青少年需要的信息技术科普读物和教材!这是一项难度很大的工作,但又是一项意义重大、影响深远的工作。如果做得好,将给我国亿万中小学生的学习和发展建造起一个扎实的平台,将会使他们在基础教育阶段就能对计算机与信息科学的基本原理和发展动态有一个正确的理解,建立起良好的信息意识和信息素养。信息科学与技术的发展史就是一部激动人心的创新史,把信息科学家们的创新故事告诉我们的孩子们,把强烈的创新意识和



创新精神根植于他们的心中,也是我们的一个非常重要的任务。这些就是组织编写这套书的来由和初衷。

我赞成编委会提出的“丛书以激发和培养读者(特别是青少年)的创新精神为主旨”,要通过知识的重新整合,深入浅出地讲清道理,力求通俗易懂;要写薄书,写浅书。关于丛书内容,我认为应以中学生主要关心的基本问题为主,如什么是计算机,为什么计算机有如此强大的功能,计算机为什么能联网,网络为什么有如此巨大的潜力等等。这些问题大体上也是成年人学习计算机和信息科学时提出的,这些问题能解决也都是科学创新的结果。

万事开头难。将这些重大的发明和创新过程进行重新研究和整合,以准确的事实、清晰的概念、浅显的文字、生动的插图展现出来,实非易事。对于参与组织编写这套书的专家学者们所做的工作,以及他们承担这样一个艰巨的任务所表现出来的强烈的历史责任感和钻研精神,我感到十分敬佩;同时还要感谢上海市计算机学会和清华大学出版社,对于他们能够花大力气来做这样一件有意义的事,我感到十分高兴。尽管首批8本书中还存在一些不足之处,但毕竟是走出了第一步。我希望这套书能一直做下去,并不断吸引全国热心于科普事业的专家、学者参与进来,不断修订、更新、扩充,精益求精,使我们的青少年读者能从中真正受益。

教育部副部长

A stylized handwritten signature in black ink, which appears to be the name '陈元' (Chen Yuan).

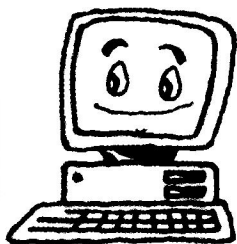
2000年11月

前言

尽管从第一台电子计算机诞生至今只有 50 多年,但计算机却已经走入了我们生活的每一个角落。计算机知识已成为人类重要的文化基础,计算机科学技术一跃成为 21 世纪前后推动人类社会向前发展的最活跃、最积极的动力。科学技术发展的灵魂在于创新。计算机科学技术的发展之所以气势磅礴、一日千里,其根本的原因就在于这一领域中人类创新意识的空前宏扬和创新精神的淋漓尽致的发挥。因此,计算机科学技术的发展史本身也是一本最精彩的创新精神的教科书。

国家把希望寄托在年轻一代身上。教育部领导十分重视向青少年一代普及计算机科学技术的基础知识,培养青少年的创新精神,认为这是一项十分重要而且迫切的任务。吕福源同志提出要编写一套适合中学生阅读的“计算机科学技术创新”科普教育丛书,并在百忙中亲自主持召开作者座谈会,反复强调丛书要以宏扬创新精神为主线;在内容编排上要将计算机科学的有关知识进行重新整合,要围绕计算机科学的几个最基本、最重要的问题展开。关于丛书的具体编写,他也提出了许多具体意见,如丛书一定要做到图文并茂、通俗易懂、重点突出;在叙述前人的创新事迹时,同时也要指出其局限性等。

这些意见给丛书编写工作指明了方向。五位执行编委经多次研讨,以软件技术的进步、计算机体系结构的演变、人机界面的改进、代码技术的发展、网络与信息高速公路等方面的有关知识、技术和创新事迹为重



点,拟定了八个题目。我们认为,通过这八个题目的讲述,应能使读者对计算机科学技术的基础知识有一个较为全面的了解。在写作过程中,我们力求言必有据,概念准确,把计算机科学技术的基础知识和计算机发展史上的创新火花穿插在一起,用通俗易懂的语言,生动有趣的情节和插图展现给读者,使读者的思绪同计算机科学技术大师们的灵感与智慧一起涌动,从而能够潜移默化地学到知识,自然而然地把创新精神融化于自己的思想和行动之中。

来自全国各地的计算机专家、教授和教育工作者参加了本套丛书的编写。经过两年的艰苦努力,终于使这套丛书得以同广大读者见面了。如果丛书能在普及计算机科学知识,启迪青少年的创新精神,激发青少年深入学生计算机科学技术知识的兴趣等方面有所收获,我们将会感到无比欣慰。

在丛书的编写过程中,上海市计算机学会和清华大学出版社在各方面都给予我们很大的帮助;上海科诺科技服务公司协助我们组织了插图创作队伍,在此一并致射。

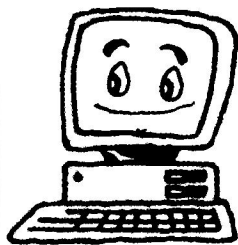
此次付印的书稿虽经反复修改,但错误与疏漏仍在所难免,诚恳希望广大读者及学界前辈不吝指正。

丛书编委会

2000年12月

编者的话

漫谈电脑“管家”



今天的计算机系统虽然十分复杂,但它的各个部分却能够在高速运行中协调一致地工作。计算机系统具有如此高度协调的系统组织,在某种意义上可以说是在仿制人类社会。当你了解了操作系统的内部奥秘后,也许多少会同意这个说法。

那么,什么是操作系统呢?操作系统是计算机系统中最基本的系统软件,它控制计算机系统的所有资源,为用户提供种种方便。对于操作系统,有人称之为计算机的“管家”,也有人称之为计算机系统这个庞大乐队的“指挥”。这两个比喻都反映了操作系统在整个计算机系统中的重要地位。时至今日,操作系统几乎成为所有软件的基础,世界软件业巨头们从来没有放松过对它的争夺和控制。实际上,操作系统和计算机用户之间的关系也很密切。摆弄计算机的人,免不了要和操作系统打交道,当然,这里有熟悉和不熟悉之分。熟悉操作系统的人,轻而易举地使唤着计算机,时不时还可来点“新招”;不熟悉操作系统的人,不得不谨小慎微,惟恐出乱子。于是,很多朋友想到要了解一下操作系统。

了解操作系统的什么呢?它的用法、原理、还是“身世”?现在流行着的各种操作系统都配有用户指南,这些指南大多属于“傻瓜型”,图文并茂,时不时来点幽默。读者按其指点,就能一步一步学会使用,但是别指望从中了解基本原理和“身世”。基本原理在大部头的操作系统教材里叙述得详尽、全面,但是,对那种专业书,即使是计算机专业的大学生,也得在修完相关课程后才敢发起“进攻”。本书区别于用户指南和专业教材,不谈具体系统的操作,避免晦涩难懂的概念,旨在为读者朋友们了解操作系统的概貌和“身世”提供一些帮助。

操作系统有很多类别,人们为构造它曾作过多种尝试,本书的第1、第2章用浅显明

白的语言介绍操作系统的产生、常见的八个主要类别和四种不同结构。第3、4章则结合日常例子和插图,通俗地介绍操作系统的基本功能以及实现这些功能的主要技术,相信读者在阅读这些部分时,不会觉得枯燥乏味。操作系统的发展历史可谓风云变幻、群星璀璨,也不乏名人趣事和经验教训,以前散见于其他书籍中,现在择其精要、穿插在第1、5、6章中。第7章就我国的操作系统发展情况作些介绍。

我们介绍操作系统的基本情况和历史的目的之一,就是期望能早日出现功能强大的、具有我国自主知识产权的操作系统。从20世纪40年代第一台全自动的通用电子计算机诞生,到世纪之交世界跨入网络时代,操作系统从无到有,不断更新,适应并且推动着计算机的发展。近半个世纪中涌现出的每一个优秀操作系统,都离不开研制人员的大胆创新、不懈努力和精心培育。两个年轻人撑起的微软公司,先是借MS-DOS在软件市场“圈地”,后又靠Windows领导潮流;“古老的”UNIX至今仍生机勃勃;由一个在校大学生独自开发出内核的操作系统Linux,如今狂飙卷起,搅动着整个操作系统世界。从这3个事例归纳出的结论是:创新才有竞争力,开放才能永葆青春。一个操作系统的开发是一项庞大的软件工程,需要有团队精神的战士和运筹帷幄的领军将帅。本书如果能够激起读者朋友对开发操作系统的兴趣,为未来的操作系统开发增添新生力量,那就是最大的成功了。可以相信,只要各界同心协力,具有软件天才的中国人在操作系统领域决不会长期沉默下去。

在本书的写作过程中:常务编委会的老师们多次讨论了编写提纲;吕传兴教授和吴洪来教授审阅了全书,缪淮扣教授为本书提供了重要参考资料、并且多次审阅全书,程耀华教授也参加了审阅工作;老师们提出的宝贵意见对本书的完成起了不可替代的积极作用。中国工程院院士李三立教授对本丛书也给予关心和支持。对于上述的关心、指导和帮助,在此表示衷心感谢!我还要感谢上海大学的同事和清华大学出版社对我的支持和帮助。

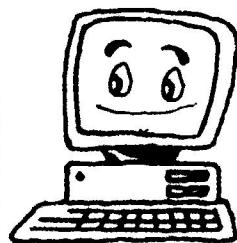
虽然尽了全力,由于作者水平有限,书中难免错误和缺点,敬祈读者批评指正。

袁捷

2000年8月完稿于上海大学

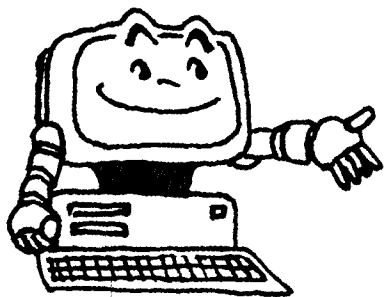
目 录

漫谈电脑“管家”



第 1 章 计算机要有“管家”	1
1.1 盼望有个好“管家”	1
1.2 众手培育始长成	7
第 2 章 “管家”责任重	16
2.1 三大目标	16
2.2 五大任务：从公司职能看操作系统	23
2.3 八仙过海，各显神通	26
2.4 “管家”是一套班子	30
第 3 章 “管家”的拿手好戏	35
3.1 管理好作业	35
3.2 管理好处理机	43
3.3 解决进程同步中的问题	57
第 4 章 “管家”的持家之道	72
4.1 管理好存储器	72
4.2 管理好设备	86
4.3 管理好文件	94

第 5 章 明星来自创新	102
5.1 DOS——辉煌十五年	102
5.2 Windows——微软公司的名片	116
5.3 网络操作系统	129
第 6 章 常青有赖开放	139
6.1 经久不衰的 UNIX	139
6.2 开放的 Linux	153
第 7 章 要有自己的“管家”明星	163
7.1 “管家”的道德品质	163
7.2 咱自己的“管家”	165
参考文献	173



计算机要有“管家”

第1章

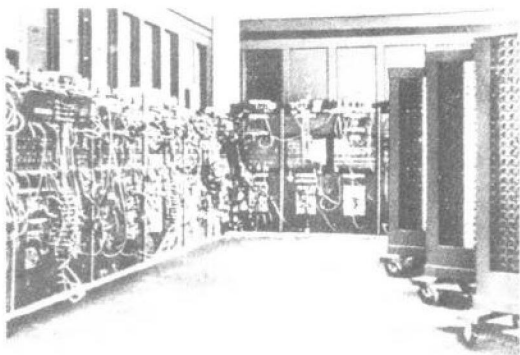
需求能够触发创造的灵感,灵感加上奋斗产生成果,对成果的使用和评价又引发新的需求。这样的良性循环促成了社会和技术的不斷进步。计算机以其发展迅速、影响深远的特点演绎着这个规律。大量复杂计算的需求催生了计算机,早期计算机的复杂操作引起了使用者的不满足,这种不满足又引发出新的发明……这样的过程形成了计算机的发展链。计算机的发展链是更大范围发展链的组成部分,而它本身又孕育着新的发展链。操作系统,这个在今天的计算机系统中举足轻重的软件,就是在计算机发展链上从无到有、由简单到复杂、逐步发展起来的。

1.1 盼望有个好“管家”

人类发明电子计算机的初始目的,是为了利用它的高速度来完成复杂的科学计算。在电子计算机问世后的相当长时期内,利用计算机进行科学计算或数据处理时,人工干预不但必不可少,而且占用了大部分机器时间。这种状况在早期的电子计算机上特别严重。让我们从第一台全自动的通用电子计算机谈起吧。

效率低下的人工干预

1946年2月15日,人类历史上第一台全自动的通用电子计算机



“埃尼亚克”的一部分

“埃尼亚克”(ENIAC, 电子数字积分自动计算机)在美国的宾夕法尼亚大学正式投入运行。“埃尼亚克”是个庞然大物,它占地170平方米,高达2.5米,重有30吨。“埃尼亚克”的运算速度达每秒5000次,这在当时真是激动人心的高速度。“埃尼亚克”除了能

进行原设计要求的弹道数据计算外,还为科学家解决了很多难题,如天气预报、原子核能、宇宙线、热能点火和风洞试验等方面大量繁重的计算任务。其中有趣的一例是圆周率的计算:我国南北朝时期的祖冲之耗费8年心血把圆周率的计算精确到小数点后7位,相隔一千多年后,英国人香克斯投入毕生精力,把这个计算精确到小数点后707位;而“埃尼亚克”仅用40秒就平了香克斯的记录,并发现香克斯的结果从第528位就开始出错了;1949年,经过70小时运算,“埃尼亚克”又将圆周率的精度推进到小数点后2037位。

但是,上面的说法略有不妥。“埃尼亚克”需要专门人员来操作,应该说,是计算人员利用“埃尼亚克”创造了圆周率计算的新记录。与其说“埃尼亚克”是一台机器,还不如说它是一屋子机器,它有30个操作台,仅它那纵横交错的6000多根用来实现程序指令数的电缆就令人眼花缭乱。算题人员使用计算机,是要它按照预定的程序处理数据。但是在“埃尼亚克”里无法保存预定的程序,因为它没有真正的存储器,只能在寄存器中存储20个10位的十进制数。算题人员在“埃尼亚克”上通过电缆的接插来实现程序的指令,要改变程序就要变更电路的连接,而这些工作都要靠手工来完成。因此,进行一项运算前,操作人员必须按这项运算的程序指令要求将6000多根导线插进相应的插口,然后启动“埃尼亚克”。进行新的运算时,则必须重新拔插这些导线。此外,“埃尼亚克”虽然比人工计算快得多,但只能处理当前的数据,而将以前做过的运算忘得一干二净,每次都是从头做起,因此被称为“患有健忘症的神童”。

有资料说,“埃尼亚克”使用的18800只电子管

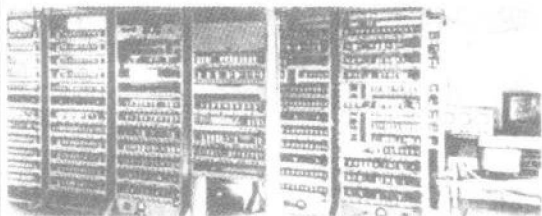
中,大约每7秒就要爆毁一只。因此,它工作时,一百多位维修工程师现场“伺候”,随时准备冲上去抢修。这可能是一种夸张的描述,但可以从中窥见“埃尼亚克”的娇贵,也反映出在这台计算机上手工操作和人工维修经常地搅在了一起。

英国剑桥大学于1949年5月建成了第一台真正实现内部存储程序的计算机“爱达赛克”(EDSAC,延迟存储自动电子计算器)。“爱达赛克”及随后的计算机,已不会对程序“健忘”了,因此不需要再像对“埃尼亚克”那样不时从几千根导线中选择要插进拔出的导线。但是,控制台上忽明忽暗的指示灯仍必须由操作员用眼睛来观察,密密麻麻的开关和按钮还得由操作员去控制。而且,这样烦琐的手工操作必须不断进行。

因此可以说,从第一台电子计算机诞生那天起,低效的但又必不可少的人工干预就牵制着计算机。这儿所说的人工干预,包括计算机运行前的手工准备、运行中的手工控制、运行后的手工整理,以及随时需要的人工维修。这种低效重复的人工干预,与快速的机器运行交织在一起,并贯穿于计算机解题的全过程。这就像快马和慢牛合拉着一辆车,计算机速度再快,也不得不等待缓慢低效的人工干预的完成,难以发挥高速运算的才能。

日趋严重的人机矛盾

有人做过试验,在“埃尼亚克”上计算一个级数的前七项,手工准备工作至少需要15分钟,而机器计算只需1秒钟。这里,人工干预与计算机计算所花时间之比为900:1,换句话说,计算机几分钟的



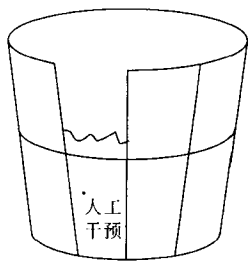
第一台存储程序的计算机“爱达赛克”

计算往往需要手工进行几小时乃至几十小时的准备工作。

“埃尼亚克”的运算速度是每秒5000次,每秒可计算333次乘法或100次除法,其后的一代代计算机,运算速度在翻番地提高。例如,1951年由埃克特-莫齐利计算机公司交付美国人口统计局使用的“尤尼瓦克1”(UNIVAC-I),加法每秒可执行2000次,乘法每秒可执行400次;1952年投入运行



人机矛盾日趋尖锐化



只能装半桶水的木桶

的“埃德瓦克”要比“埃尼亚克”快 240 倍；国际商用机器(IBM)公司在 1955 年推出的 IBM 704 计算机，平均每秒执行浮点运算一万次；菲尔克公司在 1957 年制成的第一台大型通用晶体管计算机的运算速度达到每秒几十万次。为了提高计算机速度，科学家、工程师和技术人员耗费了多少心血！但是，在计算机速度上好不容易取得的成果，在实际算题中却打了很大的折扣，不少情况下几乎无法体现出来。因为在这些计算机上，仍然需要大量的人工干预，而人工干预的速度难以提高，经常出现操作人员手忙脚乱而计算机却空闲等待的极不相称的情形。这种人工干预的慢速度与计算机运行的高速度之间的严重不协调，常被简称为人机矛盾。随着计算机速度的迅速提高，人工干预与计算机计算所花时间之比也迅速增大，人机矛盾日益尖锐化。

“埃尼亚克”的造价高达 1000 万美元，功率 150 千瓦，运行时耗电量惊人；有些计算机采用租借的形式，但租金高得吓人，例如 IBM 701 的月租金是 15000 美元。低效地使用价格如此昂贵的计算机，只有极少数特殊的组织机构才能勉强承受。这样的计算机只能供养在高楼深院之中，不可能成为飞入寻常百姓家的燕子。

而且，正如“木桶效应”所描述的那样，尽管组成木桶的其他木板很长，但是木桶的容量取决于那块最短的木板。在由人与计算机组成的计算系统中，人工干预的低速度已经成为最为薄弱的环节，就像木桶上的特别短的一块木板。不解决这个问题，利用计算机解决更多更复杂问题的理想只能是遥遥无期的梦想。

意义深远的序曲

应该承认,解决人机矛盾的努力与计算机硬件的发展有着密切的关系。随着电子计算机新元器件的采用和元器件质量的不断提高,计算机运行时的人工维修可以大大减少,计算机运算的速度大大提高。就是说,计算机硬件的发展使得“机器故障”这个调皮鬼很少再来“添乱”,人工维修就不再和手工操作同时来“凑热闹”了。这样一来,虽然人工干预的总时间有所减少,但是由于运算速度加快了,计算机算题的时间减少得更快,因此仍然不能缓和人机矛盾。所以,问题的关键是减少计算机算题前的手工准备、算题中的手工控制、算题后的手工整理的时间。

其实,早在“埃尼亚克”研制过程中,人们就开始了这种努力。当时,研制组注意到“埃尼亚克”的“健忘症”是造成烦琐的手工准备和手工控制的一个重要原因,因此,主要研制人员,三十出头的莫齐利和二十几岁的埃克特苦苦思索如何治愈“埃尼亚克”的“健忘症”。埃克特写过一份三页纸的报告,他设想采用两种方式来存储程序:当程序只是被临时使用时,它的指令存放在磁化的特殊合金盘上;而当程序是反复被使用时,指令就存放在永久性盘上。由于当时“埃尼亚克”的结构已成定局,这个设想没有深入下去,但在计算机发展史上写下了很值得重视的一笔。

1944年夏的一天,“埃尼亚克”研制小组军方代表戈尔斯坦上尉在阿伯丁火车站邂逅著名科学家冯·诺依曼。上尉第一次和这位世界著名的数学家谈话,不免有些紧张。但冯·诺依曼平易近人,两人的交谈一会儿就变得十分轻松了。当戈尔斯坦讲到正在制造每秒330次的电子计算机时,气氛却顿时严肃起来。显然,“埃尼亚克”引起了冯·诺依曼的重视。当时担任美国政府高级科学顾问的冯·诺依曼正参加第一颗原子弹的研制工作,他在洛斯·阿拉莫斯实验室工作中碰到原子核裂变反应过程需要大量计算的困难。这种计算中包含数十亿次初等算术运算和初等逻辑运算,曾由成百名女计算员从早到晚用台式计算机演算,结果仍然不能满足需要。作为阿拉莫斯科学研究所顾问的冯·诺依曼,马上认识到“埃尼亚克”研制工作的深远意义。形势的需要,科学实践中积累起来的对新事物前途的洞察力,以及将数学方法应用于科学问题的强烈愿望和能力,使他迅速决定跨上成败未卜的征程。他不久就成了“埃尼亚克”研制组的常客,并且参加了为改进“埃尼亚克”而举行的一系列专家会议。

这个研制组中,有不少像莫齐利和埃克特等富有创造精神的年轻的科学技术人才,他