

电脑

——原理、应用和发展

(修 订 本)

刘尊全 著



科学普及出版社

TP3-49

电 脑

——原理、应用和发展

(修订本)

刘 尊 全 著

科学普及出版社

内 容 提 要

本书是一本科普读物，内容注重系统介绍电脑（电子计算机）的原理、应用和发展，并通过大量事例介绍了计算机在实现现代化中的作用和所处的战略地位。在原理部分，侧重于本质、特点、工作原理和系统的构成；在应用部分，侧重于量大面广的非数值应用方面；在发展部分，介绍了近年来的发展动向，并对电子计算机的一个重要发展方向——智能模拟，做了介绍和探索。

读者对象是工程技术人员和科学工作者，也可作为计算机专业人员的参考书。

本书于1980年出版后，早已售空。现经著者适当修订补充，作为修订再版。

JS448/34¹²

电 脑

——原理、应用和发展

（修订本）

刘 尊 全 著

责任编辑：王天一

封面设计：王序德

插 图：章振业

*

科学普及出版社出版（北京海淀区白石桥路32号）

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京顺义李史山胶印厂印刷

*

开本：787×1092毫米1/32印张：8 $\frac{1}{2}$ 字数：175 千字

1985年5月第一版 1985年5月修订再版

印数：1—44,500册 定价：1.15元

统一书号：15051·1014 本社书号：0267

前 言

在人类征服大自然的斗争中，能够模拟和代替部分脑力劳动的机器——电子计算机的出现，标志着科学技术发展史上一个新的里程碑。大量的实践表明，电子计算机是人类脑力劳动的工具，这一点正逐渐被更多的人们所认识和理解，因此它又有电脑之称，并且成为近年来在很多国家和地区流行的术语。电子计算机的出现和发展，使人类面临着一个新的科学技术和工业革命的前夕。

当今的科学技术日新月异，发明创造与日俱增，新的学科层出不穷。

现代化是科学的产儿。在向现代化的进军中，我们迎来了群芳争艳、百花盛开的科学的春天。

人们常常憧憬未来，用辛勤的劳动迎接更加美好的明天：

清晨，从广播里收听到当天的和近期的地区天气预报。这是气象台的工作人员用电子计算机作出的，它准确地向人们通报最高和最低气温、风向、风力、阴晴和即将到来的寒潮、霜冻、台风等灾害性天气。

走进自动化的图书馆，当你提出了要求，电子计算机很快便把你所需要的文献资料找到，而且给你在屏幕上显示出来。

来到设计院，设计师们正聚集在显示屏前探讨新的设计。当你向他们提出改进的意见和建议时，立刻可以用光笔

在显示屏上把修改的设计方案画出来。

走进自动化的生产车间，工人们拿出事先编好的程序，数控机床便自动加工出所需要的部件，迅速、精确、省工省料、质量完好。

来到实验室，可以通过终端进行复杂的科学计算，让你在彩色屏幕前认真思考：屏幕上呈现出旋转着的高分子模型，帮助你探索分子世界的奥秘。

当你出外旅行时，智能汽车成为你不可少的伙伴。这部没有驾驶员的汽车，用“电眼”看清前方的道路，在“电脑”控制下穿越繁华的街道，根据情况可以随时刹车、加速、转弯，安全运行，顺利前进。

拿出照相机，拍摄河山的新貌。你轻轻地按一下开关，照片已经拍好。照相机里已经装上了微型电脑，再也不用反复调整焦距和旋转按钮了。

时间是引向未来的脉搏。手腕上，有微型计算机的数码管在闪烁分分秒秒。这种电子手表比起传统的机械手表来，物美、价廉、性能好，它一百年的日历都知道！

.....

今天，电子计算机在现代化的进程中，正在大显身手。在探索未来世界的道路上，它会为人们揭示出许多大自然的奥妙。

未来世界为人们展现出无限美好的前景。电子计算机正是我们走向光辉灿烂的明天的有力助手和聪敏向导。

目 录

第一章 电子计算机原理与系统的构成	1
一、电子计算机与四个现代化	1
1.1 当前电子计算机的发展水平	1
1.2 电子计算机在实现四个现代化中的作用	7
1.3 电子计算机的战略地位	9
二、电子计算机的原理	12
2.1 电子计算机的本质	12
2.2 电子计算机的工作原理	13
2.3 电子计算机的特点	15
2.4 电子计算机系统	17
三、数据表示	20
3.1 数的表示方法	20
3.2 数制之间的相互转换	24
3.3 二进制运算	27
四、逻辑电路	35
4.1 基本逻辑电路	35
4.2 逻辑代数	38
4.2.1 基本公式	38
4.2.2 真值表	40
4.2.3 文氏图	40
4.3 电路的逻辑设计	42
五、电子计算机的装置	49
5.1 输入器和输出器	49
5.2 存储器	60
5.3 运算器	62
5.4 控制器	65
5.5 计算机装置	68

六、电子计算机系统的构成	71
6.1 软件的形成和作用	71
6.2 算法语言的概念和分类	73
6.3 计算机操作系统	78
6.4 虚拟机的概念	80
6.5 电子计算机系统的主要指标	81
6.6 电子计算机系列	82
第二章 电子计算机的应用	84
一、在电子计算机上的解题过程	84
1.1 从渡河问题谈起	84
1.2 用算法语言编制程序	86
1.3 解题过程	96
二、数值计算	98
2.1 数值计算的概念	98
2.2 数值计算的应用	99
2.2.1 概述	99
2.2.2 卫星轨道	101
2.2.3 机器化学	102
2.2.4 气象预报	103
2.2.5 数值试验	105
2.2.6 计划管理	107
2.2.7 拦截导弹	110
三、非数值应用	111
3.1 实时控制	111
3.1.1 实时控制的概念	111
3.1.2 开环控制与闭环控制	112
3.1.3 应用	113
3.2 数据处理	114
3.2.1 数据处理的观念	114
3.2.2 应用范围	116
3.3 情报检索	119
3.4 模式识别	124

3.4.1	自动预售车票	124
3.4.2	信件自动分拣	126
3.4.3	科学的千里眼	128
3.4.4	一个迅速发展的新领域	131
3.5	机器证明	136
3.5.1	电子计算机破案	136
3.5.2	解决四色问题	139
3.5.3	逻辑判断和推理	142
3.6	电子计算机辅助设计	143
3.7	电子计算机辅助教学	146
3.8	电子计算机辅助医疗	151
四、	应用点滴	155
4.1	能工巧匠	155
4.2	好管家	157
4.3	高级裁缝	159
4.4	牛司令	160
4.5	著书立说	162
4.6	电子歌唱家	164
第三章	电子计算机的发展趋势	167
一、	高速度大容量的巨型计算机系统	167
二、	微型计算机的问世和影响	174
三、	电子计算机网络	181
四、	一个崭新的领域——智能模拟	188
4.1	从下棋谈起	188
4.2	思维的概念	190
4.3	老鼠闯迷宫	194
4.3.1	老鼠和诱饵	194
4.3.2	电子老鼠	195
4.3.3	自学习机器	196
4.4	智能汽车	197
4.4.1	“眼”——看的清	200
4.4.2	“脑”——算的准	201

4.4.3	“脚”——走的稳·····	202
4.4.4	可移动的智能终端·····	202
4.5	机器人·····	203
4.5.1	幻想与现实·····	203
4.5.2	智和力的工具·····	204
4.5.3	人类新的助手和伙伴·····	209
五、	电子计算机的发展特点·····	214
第四章	今日的电子计算机·····	221
一、	迅速发展中的电子计算机工业·····	221
二、“无人”工厂问世·····		230
三、	微型计算机的应用伸向纵深·····	240
四、	计算机进入家庭·····	246
后记	·····	249

第一章 电子计算机原理 与系统的构成

一、电子计算机与四个现代化

1.1 当前电子计算机的发展水平

一九四六年，世界上第一台电子数字计算机“埃尼阿克”（英文是ENIAC，是一个缩写词，中文意思是电子数字积分机和计算机）问世了，它是美国奥伯丁武器试验场为了满足计算弹道的需要而研制成的。主要发明人是电气工程师普雷斯波·埃克特（J. Prespen Eckert）和物理学家约翰·莫奇勒博士（John W. Mauchly）。这台电子计算机每秒只能作五千次运算，它用了18,800个电子管，体积3,000立方英尺，耗电150千瓦，重量达30吨，占地面积达170平方米，真可算是一个庞然大物。而今天具有同样功能的微型计算机，体积仅及“埃尼阿克”的百万分之一，重量仅几十克。

电子计算机自从问世以来，已经经历了四代的发展史。第一代（1947—1957年）是电子管计算机，采用磁鼓作存贮器。第二代（1958—1964年）是晶体管计算机，内存贮器主要采用磁芯，外存贮器大量采用磁盘，输入和输出方式有了很大改进，有了算法语言和编译系统。第三代（1965—1972年）是固体组件计算机（主要采用中、小规模集成电路），有了操作系统，计算机已成为一个系统。小型计算机得到了



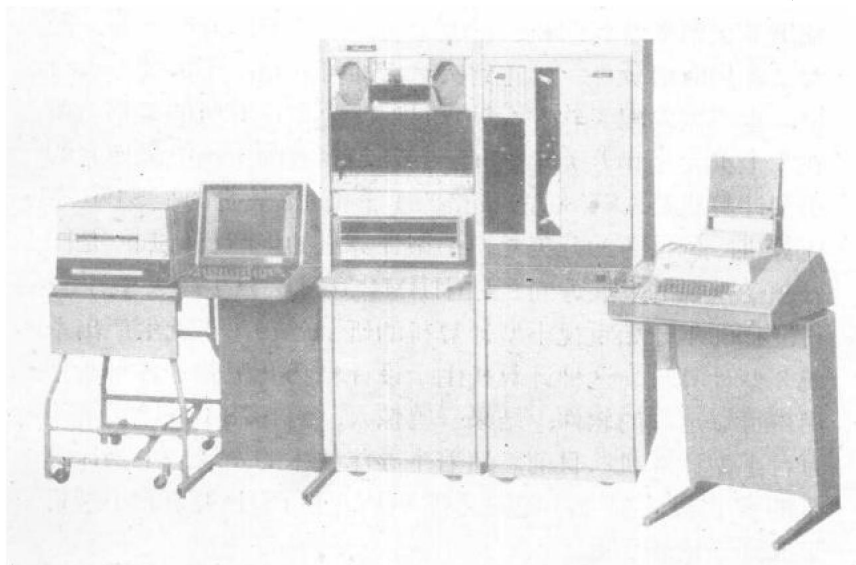
世界上第一台
电子计算机与今天
的微型计算机



广泛的应用，出现了终端和网络。第四代（自1972年开始）是大规模集成电路计算机。1970年出现的美国IBM370系列计算机，被称为三代半计算机，即向第四代过渡的计算机。计算机系统的功能显著提高，微型计算机问世并大量生产，正对人类社会的发展产生巨大的影响。

目前，全世界大约有二百万台电子计算机在运转（这个数字不包括微型计算机在内）。在整个计算机产品中，美国的产品约占三分之一左右，其中百分之四十是中型和大型的计算机。每秒运算千万次以上的大型计算机已投入批量生产，

每秒运算一亿五千万次的巨型计算机已运行了八年。现在每秒运算上百亿次的巨型计算机系统正在研制过程中；预计到1990年，巨型计算机的运算速度可达到每秒千亿次。



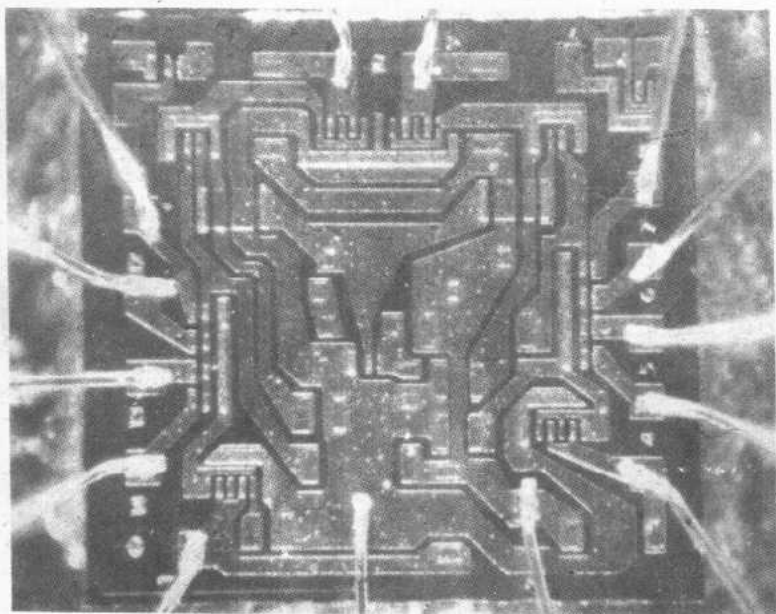
NOVA 小型电子计算机

小型计算机是在六十年代中期迅速发展起来的，是一种量大面广的产品。它的特点是体积小，重量轻，配有和大型计算机通用的软件，能满足日常工作的需要，可与计算机网络联结。小型计算机使用方便，在一般条件下即可工作，不需要另外建筑面积。这种计算机可用于科学研究和生产控制过程，特别适合中小工厂使用。美国小型计算机产品，据

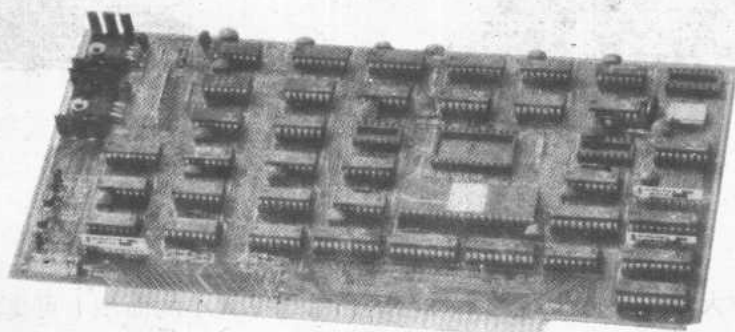
1977年统计有289种。1977年美国生产小型计算机2万台，产值1亿美元。预计五年后年产量将为5万台，产值可达4亿美元。目前，小型计算机的输入装置有了很大变化，卡片和纸带很少用了，多半采用“键盘→显示→软磁盘”的装置，输出多采用宽行打印机，扩大了用户所需要的存贮容量，配置了各种应用软件，已达到买来后即可使用，不需要专人维护，也不需要配置软件人员。目前，小型计算机的价格一般在5千美元至10万美元之间。1978年在美国市场上最便宜的小型计算机是ASC80型，价格为1千美元；最贵的是S150型计算机，价格为29万美元。小型计算机的生产和研制，是国外颇受重视的发展方向。美国IBM公司过去只生产大型计算机，1969年开始重视小型计算机的研制，1970年就生产出系统3型计算机。这种计算机由于设计精巧并配置了各种类型用户可以选购的软件，结果一鸣惊人，到1978年底已卖了4万台小型计算机。目前，随着半导体技术的发展，小型计算机的变化极为显著，美国已将NOVA和PDP类型的小型机集成到一块硅片上。

1980年日本电气公司研制成功了一种超大规模集成电路512千位的只读存贮器，它用全电子束直接蚀刻方式，在 8.9×6.6 平方毫米的硅片上集成了约60万个晶体管。这种超大规模集成电路，适用于微型电子计算机、字母变换器和翻译机上的存贮元件。

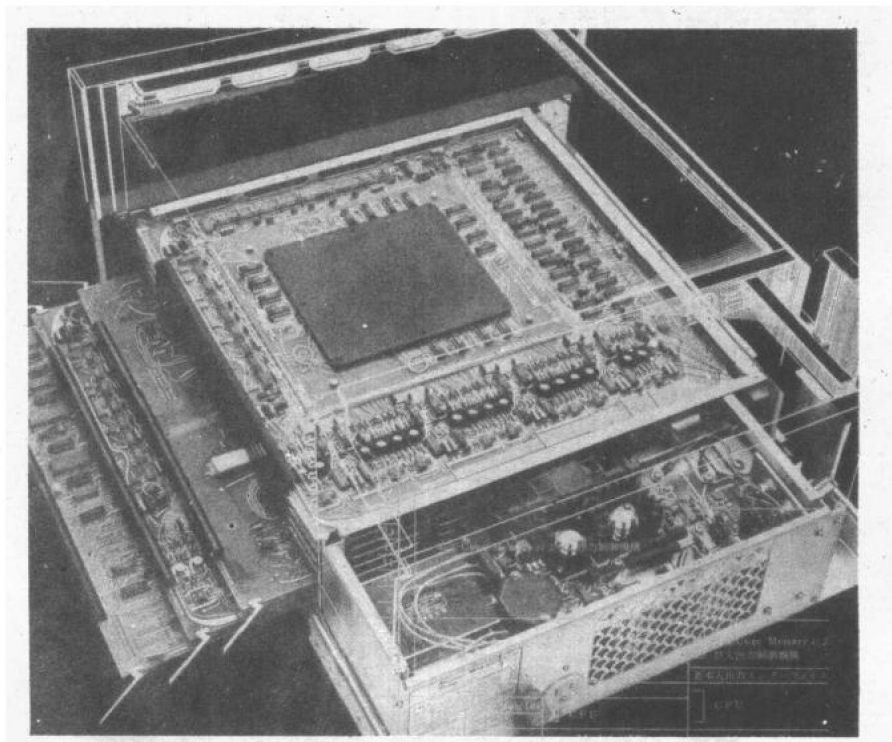
美国松下（Matsushita）电子工业公司制成的一种超大规模集成电路，在 5.4×5.8 平方毫米的硅片上，集成了40万只晶体管和电阻器。



集成电路的芯片



插件板



NOVA 小型计算机的剖视图

微型计算机的出现，是计算机发展史上的重大事件。现在大规模集成电路的水平已达到在绿豆大小的面积上可集成几十万个门电路，电路的线宽度小于1微米（百万分之一米）。美国1976年拥有微型计算机七十五万台，现在美国市场上已出现一百美元一台的家庭用微型计算机。据统计1980

年,全世界微型计算机已超过一千万台。据估计到1985年,全世界将拥有二千万台高档功能的微型计算机。



NOVA 微型计算机

大约每五年到八年,电子计算机的速度要提高十倍,体积缩小十分之九,成本降低十分之九。七十年代以来,计算机数量逐年急速上升,计算机功能不断增强,使用效率逐步提高,应用范围日益扩大。

据美国报刊报道,现在美国电子计算机的应用项目已超过3,000项。预计到八十年代,电子计算机的应用项目可达5,000项。

1.2 电子计算机在实现四个现代化中的作用

实现四个现代化,关键在于科学技术现代化,而电子计算机的广泛应用是科学技术现代化的重要标志之一。

从基本粒子的研究到宇宙空间的探索,从商业计算到国民经济的综合平衡,从数控机床到大型石油化工企业生产过程的最佳控制,从常规武器的生产到尖端武器的研制,从农业机械设计到大型水利工程的建设,都需要使用电子计算机。

今天,计算机的应用已渗透到国民经济的各个领域。电子计算机可对宇宙飞船进行实时控制,测量人造卫星的飞行轨道,控制各种测量设备,处理大量的遥测数据,判读航空摄影和卫星上拍摄下来的图片,这已成为发展空间科学技术必不可少的重要手段和工具。采用电子计算机可以进行航空发动机的设计与计算,选取最佳方案;运用绘图仪和显示器,开展计算机辅助设计,可以大大缩短新型飞机的研制周期;用电子计算机还可以模拟飞行器,进行训练教学,加速培养

技术人员和干部。目前电子计算机已成为国外训练飞机驾驶员和宇宙航行员的重要工具，它可以大大缩短训练周期，并提高教学质量。大范围的中、长期天气预报，都需要采用大型电子计算机来处理气象参数。今天，国防和尖端科学技术的发展都需要使用巨型电子计算机。建立军事指挥中心，用电子计算机对各级军事指挥机关的军事情报进行搜集、综合、分析、处理，截获并破译敌方密码，分析敌方电子干扰，对各种作战方案进行选择 and 比较，供指挥员判断决策；建立反导弹预警系统，用电子计算机控制远程雷达收集空情，并对空情进行分析、综合，识别真假目标，控制拦截系统。

电子计算机已经成为科学研究工作不可缺少的重要工具。近年来出现的计算机化学、计算机天文学、计算机生物学、计算机医学等学科，都反映出计算机对科学发展所起的重大作用。例如，古老的化学学科，近年来引进了数学和计算机后，已经从实验科学提高到理论科学，从经验上升到逻辑推理。国外有人惊呼：“化学真正成为一门科学，是近十年的事情！”这是有一定道理的。在高能物理研究方面，过去一个人仅能分析几十张照片，采用计算机后，一天可分析二万多张微粒子运动轨迹的照片，提高工作效率近一千倍。在纯粹数学研究方面，采用计算机进行逻辑推理和符号演算，已成为国际上颇受重视的发展动向。

电子计算机属于边缘科学，它与其它学科，互相渗透，互相作用，互相影响。可以说，巨型电子计算机的研制水平，标志着一个国家科学技术和工业发展的程度，标志着一个国家的实力；中小型、微型电子计算机的生产数量和应用程度，标志着一个国家现代化的进程。电子计算机是实现四个现代化的重要工具。