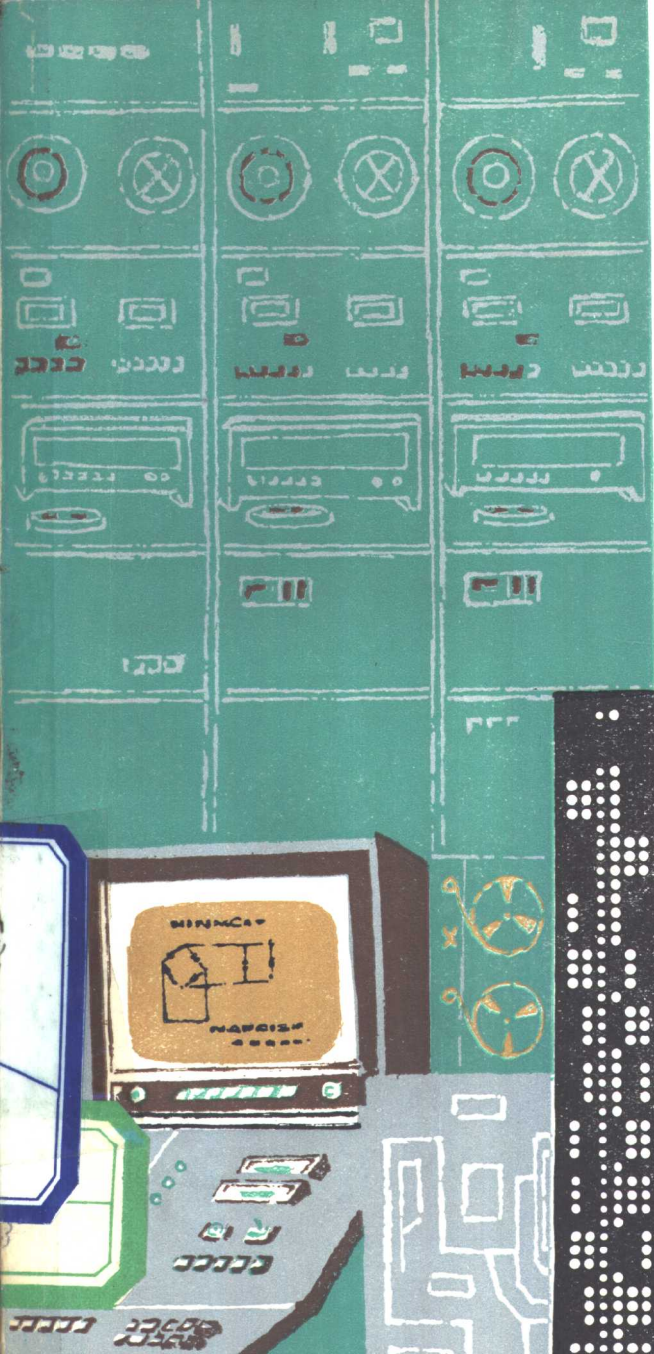


# 谈谈电子计算机科学技术

刘 光 琦 编  
上海科学技术出版社



现代科学技术讲座

# 谈谈电子计算机科学技术

刘 光 琦 编

上海科学技术出版社

现代科学技术讲座  
谈谈电子计算机科学技术

刘光琦 编

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路450号)

新华书店上海发行所发行 上海市印刷三厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 2.25 字数 48,000

1979年9月第1版 1979年9月第1次印刷

印数 1—10000

书号: 13119·788 定价: 0.19元

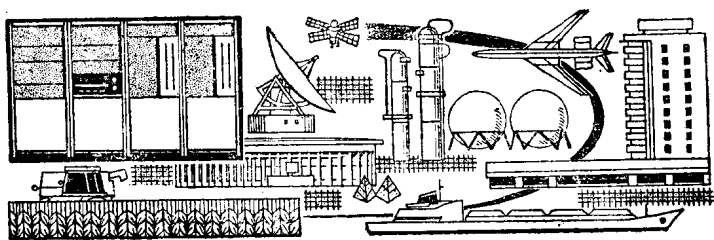
## 出版说明

为了帮助广大读者初步了解现代科学技术一些重要部门的基本面貌,我们请有关同志分头编写了这组《现代科学技术讲座》,扼要介绍现代农业科学技术、能源科学技术、材料科学技术、电子计算机科学技术、激光科学技术、空间科学技术、高能物理和遗传工程等的概况及其在四个现代化中的重要意义。

本书中错误和不足之处,欢迎批评指正。

## 目 录

|                    |    |
|--------------------|----|
| 一、现代化的重要标志·····    | 1  |
| 二、电子计算机的基本功能·····  | 12 |
| 三、电子计算机系统·····     | 23 |
| 四、电子计算机的发明和发展····· | 43 |
| 五、电子计算机展望·····     | 65 |



## 一、现代化的重要标志

提起电子计算机，至少在城市里已经是家喻户晓了。

电子计算机是二十世纪最重大的科学成果之一。它有两个显著的特点：一是电子计算机具有非凡的计算能力，现代最快的电子计算机在一秒钟内能进行上亿次的运算，它的计算速度与可靠性是人工计算望尘莫及的。二是它可以模拟人的某些感觉和思维功能，能按照一定的规则进行逻辑判断和逻辑推理，代替人们的部分脑力劳动。由于具有这两个特性，电子计算机受到了各国的普遍重视，三十年来一直在加速度朝前发展着。现在，电子计算机不仅是尖端科学技术，诸如高能物理、空间科学技术、量子化学、遗传工程等等必不可少的基本工具，而且被普遍应用于生产过程的自动控制和企业的经营管理，从而大大提高了生产效率，节省了大量的劳动。以电子计算机为主要代表的电子技术水准成了衡量一个国家现代化水平的重要标志。正如周恩来同志早在1956年指出的，“由于电子学和其他科学的进步而产生的电子自动控制机器，已经可以开始有条件地代替一部分特定的脑力劳动，就象其他机器代替体力劳动一样，从而大大提高了自动化技术的水

平。这些最新的成就，使人类面临着一个新的科学技术和工业革命的前夕。”今天，电子计算机在工业、农业、科研、国防和生活服务等每个方面，都起着越来越重要的作用，正在被越来越多的人所熟悉。

## 第二次工业革命的主将

电子计算机在工业部门广泛应用的结果，是给整个工业生产带来了一场新的革命。

用电子计算机来控制机器，代替人工操作，在机械制造行业中应用较早和较多的是各种数控机床。数控机床就是给车床，铣床，钻床等配备上一台数字电子计算机，由计算机对机床的刀具和工件的运动实行自动控制。人们只需要根据工件加工的规格尺寸告诉计算机几个初始数据，按一下起动按钮，电子计算机就会自行控制机床按照要求完成工件的加工任务。速度既快，质量又好，对于加工一些形状复杂、精度要求高的工件，特别合适。

电子计算机除了对单台机床进行自动控制外，还能对一组机器，甚至整个工厂的生产过程实施自动控制和自动管理。从入厂原料的数量统计和质量分析，到各道加工工序的管理、协调，直至最后成品的检验、分类、包装入库和出厂，都可以由计算机统一调度。计算机不断对时刻变化着的生产过程进行分析判断，并按照预定的方案采取相应的措施，对生产过程进行调整，使整个过程井然有序，保证整个生产过程的平衡和协调。电子计算机的这种控制作用叫做“实时控制”或“实时处理”。“实时”的意思就是“在过程实际进行的时刻”，“实时控制”也就是指在过程实际进行时所作的控制处理。不仅如此，

现代电子计算机在执行自动控制任务时，还能够具有自适应能力，也就是说，即使生产条件发生很大变化时，计算机也能按照生产条件的变化情况，自动地调整控制参数，保证生产过程始终在最优条件下进行。

采用电子计算机控制工厂的生产，可以极大地提高生产效率。有人作过估计，一座二百吨的转炉，采用电子计算机控制以后，如果氧气顶吹预测命中率提高 30%，那么，仅仅由于缩短冶炼时间而增加炉数，一天就可以增产上千吨钢。据报道，日本有一所年产五百万吨的钢铁工厂，本来需要职工一万五千人，使用电子计算机以后，只用了四千人。

计算机的这种控制功能，用于铁路运输的管理也是十分有效的。例如，美国的一个铁路系统，把三百个报告站的信息汇总起来由电子计算机进行实时处理。计算机能对运行在两万两千多公里长的铁路线上的八万五千节车厢，两千三百辆机车和一千二百个乘务组的工作及时作出安排和调度，整个系统的运行安全、快速、准确，工作效率很高。

电子计算机还能用来进行各种各样的设计，如产品设计，工程设计，材料设计等等。利用电子计算机能提高设计的速度和精度，能在多种设计方案中，经过分析比较选择最优方案，从而节省大量的人力物力和时间。利用电子计算机进行设计还有直观性强的特点。设计的时候，能在荧光屏上显示出有立体感的设计图形，设计人员可以用光笔在荧光屏上直接进行设计图的修改，直到满意为止。设计完毕，电子计算机即能控制绘图仪自动绘制出设计图。这种设计方法现在已广泛应用于船舶，飞机，汽车，电子等工业部门，大大地提高了设计的质量和效率。



## 现代农业的好助手

为使我国的农业生产摆脱落后状况，进入农业现代化国家的行列，电子计算机可以发挥重大的作用。

农业要现代化，就需要用大量的农业机械装备起来。农业机械的用量大，结构也比较复杂，而且工作条件差，要求性能优良，坚固耐用，同时又经济、便宜。因此，农业机械的设计是相当困难的工作。电子计算机能帮助我们多快好省地完成农机的设计。有些农具，比如铧犁，它的设计计算的复杂程度不亚于飞机机翼，这就更需要依靠计算机来计算。

水利是农业的命脉。农业要现代化，需要建造许多水利工程，电子计算机能帮助我们很快地找出最佳的工程设计方案，节省大量的人力物力和时间。以我国一个高水坝的设计为例，如果用人工计算，需要几个月才能完成设计任务，采用了电子计算机，只用三个星期就顺利完成了，而且节约工程投资达一千万元。

电子计算机还可以用来自动控制灌溉系统，用来进行大面积的农田管理，用来对土壤、水和生物资源全面监测和综合管理，也可以用于机械化养鸡、养奶牛等等。据报道，美国宾夕法尼亚州有二十多万头奶牛，该州的国立宾夕法尼亚大学利用电子计算机记录奶牛的年龄、产奶量、饲料消耗，分析牛奶质量，进行科学管理。十五年来，奶牛的产奶量提高了一倍，目前每头奶牛每年能挤奶五千多公斤。

## 科学研究的必须工具

大家知道，搞科研离不开计算。具有非凡计算能力的电子计算机从诞生时起，就与科研工作结下了不解之缘。电子计算机为科学工作者节约了大量的计算时间。过去，需要用一百个人算上一年的计算工作，一台每秒运算一百万次的大型电子计算机只要十几秒钟就能完成。国外曾有人花了十五年时间，将圆周率 $\pi$ 的值算到了小数点后 707 位。这在当时是个创记录的成就。现在，如果用电子计算机来算，即使是速度不很快的计算机，也只要一小时，就能抵过这十五年的苦算！可以说，电子计算机的应用等于是扩大了科研工作者的队伍。

不过，电子计算机对于科研工作的意义还不仅于此。在生产与科研中，我们会遇到许多十分复杂艰难的计算课题，特别是一些新兴的科学技术领域提出的数学计算问题，一般的计算工具在这种计算任务面前已无济于事，不得不借助电子计算机来解决。譬如，在发射人造卫星时，要求能够预告卫星的飞行轨道和各个时刻的精确位置，以便地面进行观测分析。卫星轨道计算归结为求解一组常微分方程，计算十分复杂，又要很快算出结果，这个任务就是手工计算无法完成，非用电子计算机不可的。再有，人造卫星要由火箭推送，设计多级运载火箭也离不开电子计算机。为了确保火箭在飞行中具有足够的稳定性，不致中途坠毁，在设计时需要求解空气动力学方程，算出不同形状的火箭飞行时周围气流的速度，密度，压力和温度等物理量的分布情况，并进行多种设计方案的比较，选出最好的方案。这样的计算十分复杂，难度大，也是人力无

法承担,必须交给电子计算机来作的。

电子计算机出现以前,在一些科学技术部门中,虽然人们在理论上已经找到了一些重要的数学物理方程式,但由于计算工作过于复杂,实际上却无法应用于具体的生产或设计工作,落后的计算技术拖了这些学科的后腿。例如,人们早就知道天气的变化是大气层中气流运动变化的结果,并且知道大气的这种运动可以用流体力学的方程式——天气预报方程组表示出来。人们使用高空探测气球和其他各种新式观测仪器,测出某个时刻各个高度上的气压、温度、湿度、风速、云层情况等气象数据,代入天气预报方程组计算,根据计算结果就能推知今后一段时间的天气变化。但是求解天气预报方程组的计算量是十分巨大的。四十多年前,有人用手工计算了一个地方三小时以后的气象形势后作出估计,认为要由六万多人同时作计算工作,才可能预报出数小时后的天气形势。否则,天气“预报”就会变成“事后诸葛亮”。因此,在手工计算的条件下,用求解方程来预报天气在实际上几乎是不可能的。直到有了电子计算机,才扫除了这个障碍。一台每秒运算三、四万次的低速小型计算机,只需二十分钟就能算出一个地区今后四天的天气形势预报。借助于大型高速电子计算机和先进的观测手段,已经可以作出较长时间的大范围天气预报(图一)。计算机还能弥补现场观察的不足。例如,在一次地震之后,一座大型水坝的坝体出现了裂缝。这是什么原因造成的呢?工程技术人员用电子计算机对大坝进行了动力分析,结果不但证实了坝体的裂缝是地震造成的,而且表明还存在着一条尚未被注意到的裂缝。经现场查看,确实在那里发现了这条裂缝。

电子计算机除了进行计算之外,还有一个重要的用途,称

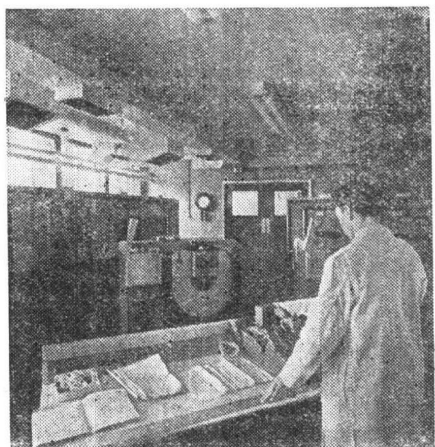


图 1 用电子计算机作气象预报

为“信息处理”。

比如，每一颗人造卫星总带有许多仪器设备。卫星不断将这些仪器设备探测到的大量情报资料发回地面。这些资料都需要转换为数据进行处理。对这些数据，人们关心的往往不仅是它们的数值大小，而首先是数据中所包含的特定意义：高空的气象形势，地面上某个地区的资源蕴藏情况或某地建有什么样的军事设施，等等。这种数据就叫做信息。人造卫星向地面站发回来的照片在拍摄和传输中都有了不同程度的畸变。它们究竟是照的什么东西，是地面上生长的庄稼呢，还是火箭发射场，是环境污染情况，还是某种自然资源的分布状况，只有经过电子计算机对照片作了处理以后才能明确地辨认出来。电子计算机的这种功用称为信息处理。电子计算机作信息处理与前面讲的作科技计算的要求不一样。科技计算主要是对大量的、复杂的数学问题进行准确的数值计算，而作信息处理，虽然也会涉及一些数学问题的计算，但主要是要求

迅速地，大量地处理信息。电子计算机处理信息的能力也是人力所不可企及的。譬如，利用地震法进行地质勘探时，一次人工地震，收集的数据就有十几万，用百万次的计算机进行分析和分析，几个小时就能完成，要是靠手工计算就不知得算到何年何月。再拿高能物理研究来说，用大型加速器做一次实验，收集到的数据要用七、八千盘磁带来记录。如此巨量信息的处理任务正是高速大型电子计算机发挥其快速处理特长的用武之地，人力是不敢问津的。

电子计算机的信息处理能力还能用来为我们作语言翻译，飞机导航，自动排版，进行科技情报的处理等工作，并把这些方面的科学技术水平推进到一个新的发展阶段。

利用电子计算机管理大型科研项目，这是电子计算机的又一类重要的应用。现代科研工作特点是综合性强，涉及面广。一项大型科研项目，往往需要动员数十万人，有几万个单位参加协作。面对这么多的人员，如此庞杂的机构，如何制定具体计划？怎样协调各个方面的动作？怎样充分利用人力物力？整个计划的组织管理成为特别复杂而重要的工作。美国的“阿波罗”登月飞行计划，历时 12 年，前后动员了 2 万多家企业，120 所大学，参加人员多达 400 万，共耗资 250 亿美元，其规模之大是罕见的。可是，在电子计算机的帮助下，整个计划却管理得井井有条，可算得是一个电子计算机进行科学管理的成功典型。

电子计算机也使实验室发生了革命性的变化。比如，过去要想合成一种具有某种特性的新的化合物，按传统的办法，要在实验室中进行无数次的“配方”，象炒菜似的，淡了，加点“盐”，咸了，加点“糖”，不行了，再重新来，慢慢地摸索。这种试验带有很大的盲目性，几百次，甚至几千次的失败是经常的

事。现在电子计算机已经能够用来代替或简化那种“配方炒菜”的方式了，有人把这种实验室称为没有化学试剂的实验室。再比如说，空气动力学问题是飞行器设计中的一个关键问题。当飞行器的速度较低时，传统的办法是建造风洞，用人造风去吹飞行器模型，以测定飞行器的空气动力数据，作为设计时的依据。但风洞造价昂贵，风洞试验要花费很多时间，并不是个理想的办法。而且当飞行器的速度大大超过声速（340 米/秒）时（例如飞行速度为 7000 米/秒的远程导弹），即使是现代化的大型高速风洞也很难得到比较好的实验结果。在这种情况下，高速电子计算机能取代风洞用来计算空气对飞行器的作用力。所以有人称电子计算机为二十世纪的“数值风洞”。

可以说，现代的科学技术，没有一样能离开电子计算机。我们还是以宇宙航行来说，从制订计划开始，凡是研制火箭，设计飞船，计算轨道，发射准备，飞行指挥，操纵回收，以至通讯联络，应急措施和整个计划的实施管理，都必须要用到电子计算机。电子计算机已经成了科研工作者的必备工具。另一方面，电子计算机在科学研究中的普遍应用，又反过来促进了各学科的发展。现在，电子计算机正在与一些基础学科相结合，产生出如象计算数学，计算物理学，计算化学等新兴的边缘学科，并推动了一些原来只是定性的学科向定量的方向发展。这些新兴学科为现代科学技术提供了新的知识和新的手段，孕育着现代科学技术的新突破和革命性的变化。

## 国防建设上的应用

现代化的战争是立足于交战国的经济力量，立足于现代

化的科学技术之上的。经济落后,科学技术落后,就必然要挨打。电子计算机,作为现代科学技术的主要代表,在国防建设上的重要性也是不言而喻的。

电子计算机最先就是在研究炮弹飞行轨迹和研制核武器中初露头角的。现在,电子计算机除了用于各种尖端和常规武器的研究设计外,还普遍用于火炮自动瞄准、雷达自动跟踪等方面,大大提高了这些兵器的效率。国外还将微型计算机装在导弹或者炸弹和炮弹内,控制其自动寻的,大大提高了这些武器的命中率。美国最新研制的巡航导弹,就是在导弹内安装了微型计算机,控制导弹自动从低空飞向几千公里外的目标,误差还不到几十米。

洲际导弹的出现,使得现代战争的条件大大复杂化了。洲际导弹的速度快,破坏力大,还可以是高批量、多弹头的,即使是最大型的预警雷达系统,也只能提前十几分钟对来袭的导弹发出警报。在这段十分短促的预警时间内,要完成发现目标,辨认其真假,算出进攻导弹的弹道,并确定阻击方案,引导己方导弹或其他武器进行拦截,当然只有电子计算机,而且必须是多台巨型、高速电子计算机的合作,才能胜任。

现代战争的特点是速度快,机动性强,而且天上、地上、水上一齐来,情况瞬息万变。指挥机关要想准确及时地了解战场变化情况,调兵遣将,也非依靠电子计算机不可。

电子计算机还能用来模拟原子弹的爆炸和导弹发射,取代一部分实际试验,从而大大缩短制造原子弹和设计导弹的周期,节省大量的人力物力。电子计算机也能用来模拟空战,为研究现代化战争提供强有力的手段。

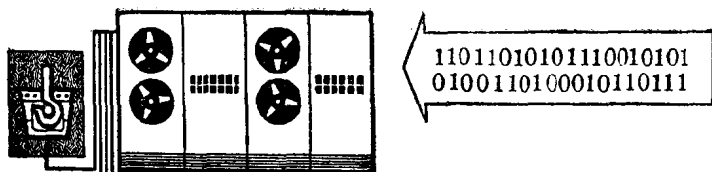
电子计算机还可以用于分析和记录侦察情报,破译密码等等。

再有,“兵马未动,粮草先行”。利用电子计算机来管理庞杂的后勤供应和军事运输,也是现代战争中不容忽略的一个重要方面。

以上讲的是电子计算机发挥它的实时控制,科技计算与信息处理功能在工业,农业,科学技术与国防建设中的某些应用。这些应用不过是电子计算机应用的一小部分。随着电子计算机技术的飞速发展,电子计算机已经渗透到社会生活的各个领域。象文化教育、医疗卫生、体育运动,甚至连处理家务这种过去从来无法想象与计算机有啥联系的地方,也能用上电子计算机。以教育为例,电子计算机能够用来上课,辅导学生,解答问题,批改作业,编制考试题目,编排课程,进行各种教学统计,参与学校的管理工作等等。在美国伊利诺斯大学,有一套电子计算机系统能够协助讲授一百五十门功课,从讲授斯瓦希利语直到火箭科学。学生们都称赞计算机老师“态度和蔼”,而且“善于因材施教”。日本最近建立了一个高考统考中心,配备了最新式的电子计算机,从学生报名,核对准考证,印发试卷,到评分,公布成绩等,都由电子计算机自动完成。据统计,目前电子计算机的应用共有三千多项,而且还在急速增长。可以说,今天的社会,已经不能没有电子计算机了。据估计,美国的电话系统如果没有电子计算机,就需要所有 18~45 岁的美国妇女都去当电话接线员。无怪乎有人把今天的时代称为“电子计算机时代”了。

电子计算机如此神通广大,简直是“无所不能”。它的“秘密”在哪里呢?为什么它能够计算得这么快?为什么它能够做这么许许多多的工作?电子计算机是怎样进行工作的?接下来我们就来谈谈这些问题。





## 二、电子计算机的基本功能

看到电子计算机能作繁杂的计算，能作分析判断，还能进行控制和管理，也许会使人觉得它是一种神秘莫测的机器，具有超人的“智慧”。其实，大为不然。这种看法不过是由于对电子计算机缺乏了解而产生的一种误解。从根本上说，电子计算机毕竟只是一种电子线路系统，它在进行计算或加工处理信息时所遵循的工作程序，以及在作分析判断时所依据的原理准则，都是由人们事先确定好了的。尽管电子计算机具有某些特殊的性能和与众不同的工作方式，但就其基本功能而言，电子计算机能够作的事情是很简单的，它在工作中表现出的“机巧”，不过因为是人们对这些基本功能作了巧妙的组织安排而已。这好比画家使用的基本颜色不过红，黄，蓝等几种“原色”，但出于画家的手笔，就成了一幅幅栩栩如生，万紫千红的美丽图画。

电子计算机包括三类：一类是连续式电子计算机，又称模拟电子计算机；一类是不连续式电子计算机，也叫数字电子计算机；还有一类是数字模拟混合型电子计算机。模拟计算机与数字计算机的主要区别在于表示运算对象的方式不同，从而实现运算的方式也不相同。数字计算机用数字来表示运算对