

神机妙算

袁幼卿 章振业

河北人民出版社

Shenjimiaosuan

神 机 妙 算

袁幼卿 章振业

河 北 人 民 出 版 社

一九八一年·石家庄

内 容 提 要

电子计算机，不仅在现代科学研究和各种生产领域中发挥着日趋重要的作用，而且还闯入了人类的生活领域，给人们的生活带来日益深刻的变化。在某种程度和意义上来说，电子计算机神通广大，无所不能，它已成为人类的得力助手。

本书是一本电子计算机的入门读物。书中着重介绍了电子计算机的奇妙功能、产生和发展的过程及其结构原理，并对今后的社会剪影作了科学的预言。文字深入浅出，通俗易懂，图文并茂，具有初中文化程度的电子计算机爱好者均可阅读。

神 机 妙 算

袁幼卿 章振业

河北人民出版社出版（石家庄市北马路19号）

河北新华印刷一厂印刷 河北省新华书店发行

787×1092毫米 1/32 3 印张 59,000字 印数：1—3,400 1981年9月第1版
1981年9月第1次印刷 统一书号：13086·79 定价：0.29元

目 录

一、神机妙算	1
从求圆周率谈起	1
四色定理的证明	3
阿波罗登月飞行	6
探测火星生命之谜	9
机器人	11
风云可测	16
多快好省	18
预订机票 安全飞行	20
情报资料员和老师	23
袖珍翻译机	25
随心所欲 听任安排	26
电子医生	28
到处有用	29
二、得心应手	32
最早的计算工具	32
大胆的设计	34
一代胜似一代	35
三、奇妙的0与1	39
莱布尼兹和八卦	39

什么是二进制?	40
是真还是假?	43
小实验	48
基本逻辑电路	49
四、软硬结合 相得益彰	55
电子计算机的组成	55
计算机的耳目	57
磁心存储器	63
半导体存储器	67
磁泡存储器	69
电荷耦合器件存储器	70
磁盘和磁鼓	71
运算器和控制器	72
输出设备	75
什么是计算机软件?	76
程序语言	77
系统软件	78
怎样算题	80
五、今天和明天	85
每秒运算二亿五千万次	85
在超低温下工作	87
明天的信息社会剪影	90

一、神机妙算

从求圆周率谈起

3.1415926535……圆周率究竟精确到小数点后多少位？

我国古代最早求得的圆周率是3。到西汉，刘歆求得3.1547。随后，东汉张衡算出3.1622的值。到三国末年，刘徽用割圆术，即计算圆内接正多边形的边，来求圆周长，求得圆周率为3.141024。在南北朝时代，出了一个伟大的科学家名叫祖冲之，河北范阳涇（今涿水县北）人，他是天文学家、物理学家，又是大数学家（图1）。他不但计算了圆内接正多边形，还计算了圆外切正多边形。从正6边形算起，12边，24边……一直算到24576边。因为圆的周长永远比它的内接正多边形的周长长，比它的外切正多边形的周长短，所以求得的圆周率在3.1415926和3.1415927之间。这比西方人获得同样结果早一千多年。因此，日本数学家曾主张把圆周率定名为“祖率”，以表示对祖冲之的崇仰和



祖冲之

图1 我国伟大的科学家祖冲之

纪念。

一百多年前，英国有个名叫赛克斯的数学家，为了更精确地算出圆周率，曾白天黑夜工作，整整算了15年，才算到小数点后707位。可是到了1949年，这个题目交给电子计算机来算，不到一昼夜就算了出来，而且精确度提高了两倍，达到了小数点后2048位（图2）。

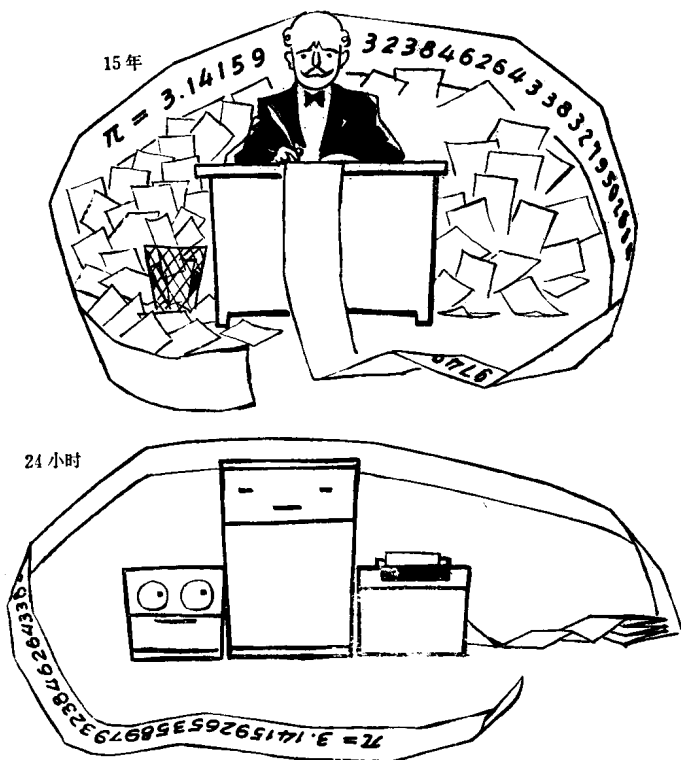


图2 15年与24小时

电子计算机算得真是又快又准！然而，这还仅仅是三十多年前电子计算机的水平，那时的电子计算机每秒钟只能运算几千次。而现在一般中、小型电子计算机速度已达到每秒几十万次到百万次，大型电子计算机的运算速度则达到每秒几千万次。每秒运算 15000 万次的巨型电子计算机也已用了好多年（图 3）。未来的电子计算机的运算速度可以达到每秒 10 亿次、甚至上百亿次。

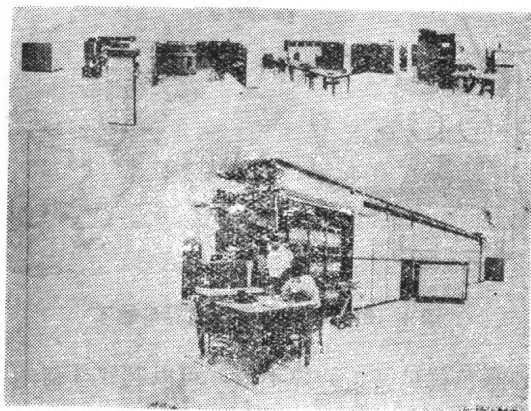


图 3 每秒运算 1 亿 5 千万次的巨型电子计算机

四色定理的证明

电子计算机不但算得又快又准，而且还具有逻辑分析的能力。一百多年来使数学家深为困扰的四色定理，用电子计算机证明出来了，就是一个例子。

四色定理是什么呢？简单说来，不论何等复杂的地图，如果要求相邻两国不用同一颜色标志，那么一幅地图最多只

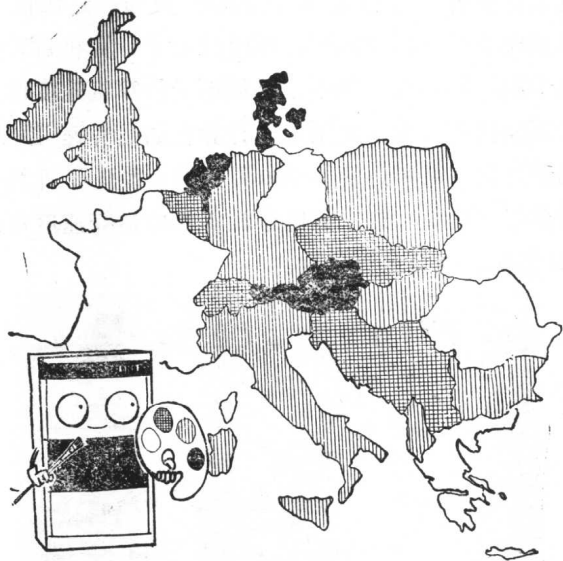


图 4 用四种颜色区分国界足够了

需要四种颜色就足够了。你不信，可以翻开任何地图册来检验一下。你看，欧洲的奥地利与瑞士、西德、捷克斯洛伐克、匈牙利、南斯拉夫、意大利等六国相毗邻。乍一看来，七个国家要用七种颜色表示才能区别开来。其实不然，由于西德与匈牙利、意大利，捷克斯洛伐克与瑞士、南斯拉夫之间没有共同边界，可以使用同一种颜色。因此颜色不超过四种。实际情况虽然如此，但是要用数学加以证明却非易事。

早在 1852 年，一个学数学的学生，叫弗朗西斯·加赛里伊，他在一封信中最先提出四色问题。二十六年后，当时一位著名的英国数学家阿瑟·卡莱 (Arthur Cayley) 对这

个问题作了一些研究，认为不寻常，就把它提给伦敦数学学会解决。这个学会的一名会员肯姆皮（Kempe）在一年内发表了独创性的论证，几乎成功地证明了四色定理。他证明了如果一个区域与另外三个区域相邻，当然用四种颜色来区分足够了；如果一个区域X为另外四个区域A、B、C、D所包围，而A、B、C、D只要用三种颜色就可以区分，那么X区域可以用第四种颜色来表示(图5)。进一步推论，如果有一个区域与五个、六个……区域相邻，是否只需要四种颜色就够了，肯姆皮没有证明出来，在将近一百年的期间中，也没有人能证明这一点。

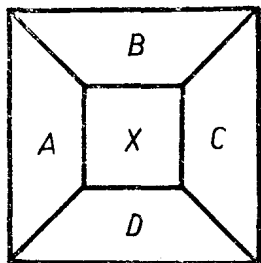


图5 用四种颜色来区分五个区域

大型高速电子计算机的出现，使数学家们有了新的工具来论证四色定理。1972年，美国伊利诺斯州立大学阿皮尔和哈根两位数学家，在许许多多数学家的工作基础上开始用电子计算机来论证四色定理。他们从一万多张地图中挑选近两千张上机检验，对每一张地图都使用20万种可能的方法着色。这样，要检查两千张地图就得进行上百亿次逻辑判定。他们总共使用了计算机一千多个小时，终于成功地证明了四色定理的正确性。

我国著名科学家钱学森高度评价这件事，认为这是电子计算机出现以来，从辅助人们计算、管理，到了辅助人们思维的大飞跃。

阿波罗登月飞行

有人说，没有电子计算机，根本不可能发展空间技术，这样说一点儿也不夸张。没有电子计算机可靠的工作，阿波罗飞船就不可能安全登月。

1969年7月16日，土星5号运载火箭载着阿波罗飞船，耸立在发射台上，从底到顶尖高110米，差不多有三十多层楼房那样高，总重量达2940吨（图6）

从控制中心传来命令：

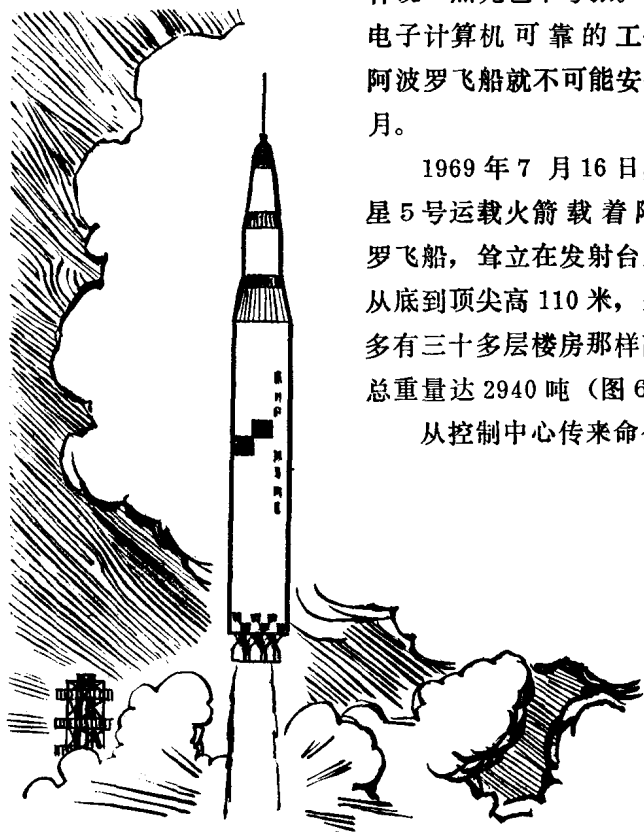


图6 腾空而起，扶摇直上

“……5、4、3、2、1、0、发射！”

瞬间，运载火箭载着飞船腾空而起，扶摇直上。一会儿，这个庞然大物就看不见了。可是，要知道它飞到了什么地方，是否沿着预定航向飞行，靠谁来监控呢？靠的是电子计算机。

实际上，从飞船开始起飞，飞向月球途中，登月，直到返回地球，遍及世界各地的14个地面跟踪站，在各大洋航行的5艘跟踪船和在空中飞行的8架跟踪飞机，时时刻刻都在监视飞船的动态，它们都装备有完善的通信装置和电子计算机，保证与飞船通信畅通无阻，并且通过通信卫星、海底电缆和陆上微波通信系统等与设在休斯敦的控制中心保持密切联系。所有汇集到控制中心来的信息，都送入5台大型电子计算机进行处理。如果发现飞船某一系统出了故障，就在负责监控的工作人员面前闪亮红灯，由他尽快想办法排除。

除此之外，飞船中也装着电子计算机，来控制飞船的航行。从地球到月球，行程约38万公里，历时三天多，在这茫茫的太空中，飞船怎么才能准确无误地飞抵月球呢？又是电子计算机。整个飞行计划预先由电子计算机制定出来，并把它存在计算机的存贮器内。在飞行过程中，由导航系统的加速度计把三个互相垂直方向的加速度测出来，输入电子计算机。电子计算机根据起始点的位置座标及测得的加速度值换算出飞船每时每刻的速度和位置，同时自动把这些结果和存贮在计算机中的数据相比较，找出偏差，发出指令去开动小推力发动机加以修正。试想，飞船以每秒钟11公里的高速挣脱地球的引力向月球飞去，如果没有高速运算的计算机

抓住偏差苗头，及时纠正，恐怕飞船不知飞到哪里去了。

当飞船进入绕月轨道后，宇航员乘登月舱向月面下降（图7）。这时就靠登月舱里的电子计算机控制自动着陆。如果没有电子计算机，想要在月球表面上安全、平稳地着陆也是不可想象的。

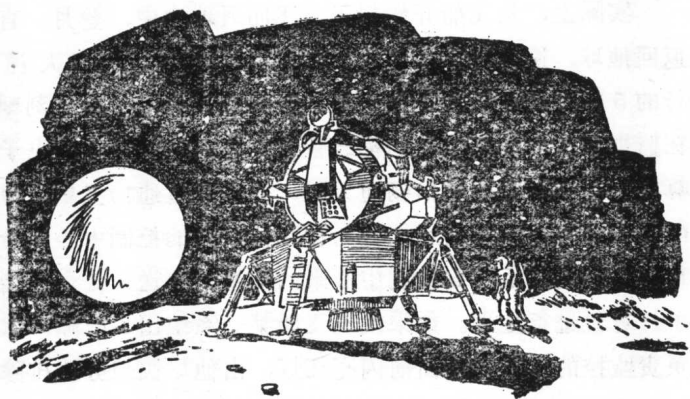


图7 阿波罗登月舱登上月球

飞船从月球返回时，靠地面控制中心的电子计算机引导，沿着预定的航线飞回地球，并指示飞船的指挥舱按一定的角度再入大气层，最后溅落在太平洋上。

从开始制定登月飞行计划，飞向月球的全部过程，直到安全返回地球，每一个环节都离不开电子计算机。据统计，地面控制中心、各地面站和宇宙飞船内总共使用了635台高性能的电子计算机。

探测火星生命之谜

火星上有生命吗？这一直是个不解之谜。1972年，美国水手9号宇宙飞船从火星附近传回来火星表面的照片，显示火星更象地球而不象月球，它的表面有的地方看来象是干枯的河床。这个发现给火星可能存在生命的看法提供了证据。

为了探测火星生命之谜，1975年8月20日，大力神-人马座运载火箭把海盗1号宇宙飞船送往飞向火星的航程。同年9月9日，又向火星成功地发射了海盗2号宇宙飞船。这两艘飞船一模一样，都是由轨道飞行舱与登陆舱组成。海盗1号飞船飞行了75000万公里，历时十个月，于1976年6月19日进入围绕火星飞行的轨道，寻找适宜的着陆地点。于是，登陆舱脱离轨道飞行舱，依靠安装在舱内的微型电子计算机安全地穿过火星大气层，在火星上登陆，对火星表面进行科学考察（图8）。而轨道飞行舱继续绕火星飞行，拍摄照片，并作为中继站把登陆舱获得的考察结果向地球转发。轨道飞行舱绕火星飞行一圈需四十七个半小时。四年多时间，绕火星飞行了一千四百多圈，对火星进行了全面考察。

海盗号飞船探测火星计划耗资10亿美元之巨。飞船上除了各种精密的科学考察仪器外，关键的设备是电子计算机。因为火星离地球达35000万公里，无线电信号一来一回要花40分钟时间，而且有时太阳夹在火星和地球之间，那就根本无法进行通信联系，所以要求自备电子计算机行使指挥飞船的职能。

在地面控制中心设有大型计算机系统，从飞船发射起，

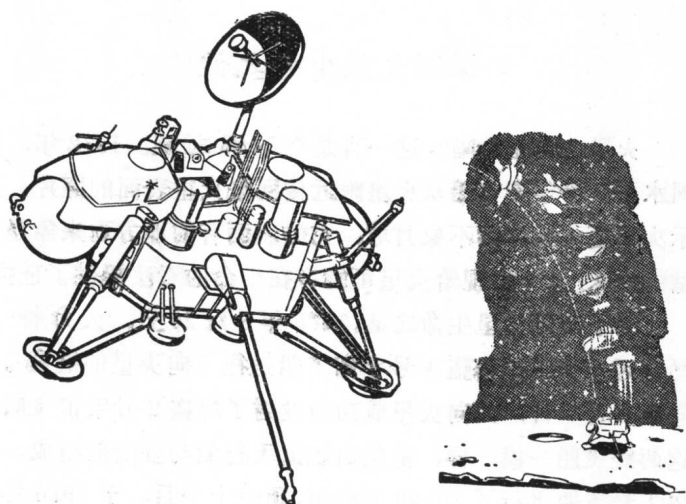


图8 海盗号飞船的登陆舱登上火星

每时每刻严密监视飞船的活动，分析处理遥测信息和从飞船拍送回来的信息，发出遥控指令。当地面控制中心获悉海盗1号轨道飞行舱的姿态控制火箭的燃料即将耗尽时，就于1980年8月7日发出无线电遥控指令，关掉飞行舱内的无线电发报机。海盗1号飞船比它的姊妹飞船——1978年7月停止工作的海盗2号飞船多工作了两年多。这两艘飞船拍摄的照片，经地面控制中心整理出来的，总数达51539张，图面十分清晰，几乎火星的全部表面都被拍摄下来了。看了这些照片，证实火星上有过火山活动，火星表面上满布微红的土壤，夹杂着许许多多岩石块，气候变化异常，经常刮起猛烈的尘暴。还发现大气中含有水蒸气，两极有冰，地面下有一层厚厚的冻土层。这都表示有一定量的水，但是没有找到

任何生命的迹象。

轨道飞行舱仍在那里一圈一圈地绕火星飞行，直到坠落为止。目前，还有一个登陆舱继续在火星表面上工作，舱内的计算机控制它的天线直接指向地球，每隔一周向地球发送一次信息，直到1994年电源耗尽为止。

电子计算机如此可靠地工作，绝非偶然。在登陆舱内配备的是两台互相补充的计算机。平时一台工作，一台备用。万一机件出现故障，自动切换，启用备用的一台。登陆舱所以能安全精确地着陆，并且顺利地进行各项预定的考察任务，首先要归功于电子计算机系统工作可靠。

机 器 人

把人送上月球探险，要付出很大的代价。宇航员在月球上活动时间不宜过长，因为除了食物和氧气都必须从地面上带去外，月球没有大气层保护，宇宙射线直射下来，十分强烈，虽然身穿宇宙服，但仍不免有危险存在。如果把机器人送上月球或送到其他行星上去探险，那就比较理想，机器人不吃不喝，也不用呼吸空气，要呆多久就呆多久（图9）。

美国在1967年送上月球的勘探号遥控操作机，就是一种机器人：它有三条腿支承在月面上；它有“手臂和手”，可以在一定范围内伸展开来，挖掘月球的土壤样品；它有“眼睛和嘴”，这就是电视摄像机和无线电发射机，能把在月面上看到的一切，向地面报告；它也有“耳朵”——无线电接收机，听从地面控制人员的操纵。这个机器人欠缺的是只能固定在一个

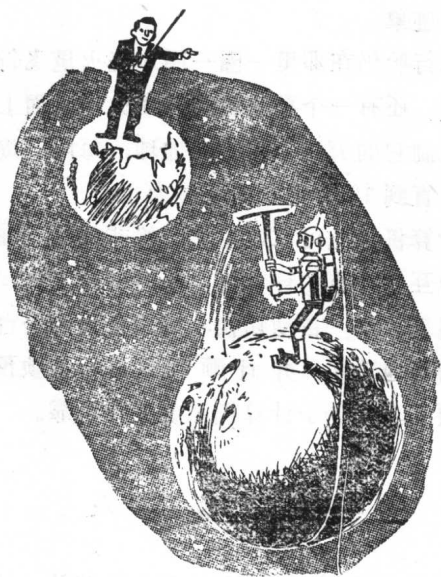


图9 机器人上月球探险

地方，又没有自主的能力，一切要由地面控制人员进行遥控。

月球离地球只有 38.4 万公里，在宇宙中不能算远，无线电信号来回一次只需两秒半钟。在这种情况下，由地球上的人对月面上的机器人进行遥控，困难还不大。如果是在火星上，由地面进行遥控，那就困难重重了。上面已经介绍过，火星离地球路途遥远，无线电信号来回一次要花 40 分钟时间。假如地面控制人员从机器人发回来的电视图象中看到它到达了规定地点，立即发出遥控指令：“停止前进，采集土壤！”但为时已晚，机器人接到这个命令已过了 40 分钟，早已离开原来的地点了。这还不算，即使在火星赤道地区，一天