

## 电子计算机和它的应用

数学力学系计算数学教研室

电子计算机是一种能自动地进行高速计算的电子机器，它是随着阶级斗争、生产斗争和科学实验发展的需要而产生的，是二十世纪科学技术的重大成就之一，它的出现大大推动了科学文化和生产的发展。我国工人阶级与革命知识分子在毛主席革命路线指引下，坚持独立自主、自力更生的方针，在研制电子计算机方面取得了很大的成就，在国防建设以及国民经济建设等方面越来越发挥它的作用。我国计算机事业只有十多年历史，但发展却是突飞猛进的。我国第一台电子计算机在1958年投入运行，那还是第一代——电子管计算机，不久又出现了第二代——晶体管计算机，1973年党的十大期间，宣布了我国每秒百万次集成电路计算机（第三代）研制成功，并投入运行，这标志着我国电子计算机事业已达到了较高的水平。

电子计算机的功能就是代替人工和一般的机械计算，它的速度每秒可达几万次甚至几百万次运算。一个二百次的代数方程式用每秒百万次的计算机来算，只需十几秒钟就能准确无误地算出结果；如果用人工计算，至少需要一百人计算一年。除了代替人工计算外，计算机还可以进行逻辑判断和分析、选择最佳设计方案、文字翻译、查阅和处理各种资料，所以，电子计算机在各个方面都得到广泛的应用。在发展原子能、火箭、人造卫星等尖端技术，以及在天气预报、建筑设计、产品设计、统计分析、交通运输、电力输送、矿藏测量、电讯、医疗、财经等方面都取得了很大的效果。我国人造卫星上天以及核试验成功和电子计算机是分不开的。电子计算机的特点是速度快、精确度高，能自动进行计算，那些靠计算尺、算盘、手摇或电动计算机无法在短时间内完成的计算任务，由电子计算机解决了。比方对24小时后的天气预报，如果用人工来计算，就需要几个星期的时间，等到计算出来就已失去实际意义；如用电子计算机来算，只需几分钟即可算出，可以及时预报。正是由于电子计算机用途广泛，所以它的普及很快，在我国，电子计算机正逐步为广大工人和工程技术人员所掌握，在生产技术和科学研究各个部门日益广泛地使用，解决了大量计算问题，取得了很好的成效。

电子计算机按其结构原理来分，有电子模拟计算机与电子数字计算机两类，电子模拟计算机是利用电的物理量（电流、电压……）变化来模拟（模仿和比拟）计

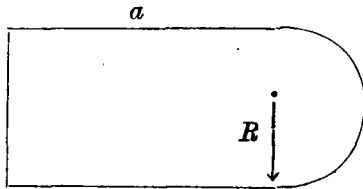
算或控制对象中的温度、压力、流量……等物理变化情况，进行运算的计算工具；电子数字计算机是利用电子技术对数值（信息）进行综合和分析的计算工具。电子数字计算机又分为通用电子数字计算机及数字程序控制机两类。通用电子数字计算机具有很大的通用性和灵活性，设备完善，功能强，它可以根据实际需要，处理各种各样的计算问题，适于进行科学技术和工程等各个方面的数值计算。数字程序控制机又叫专用计算机，它是根据某一数学模型而设计制造的，计算规则是固定的，专门用于计算某一生产过程中的参数，并进行分析判断，对该过程实行自动控制，如控制切割钢板的数字程序控制线切割机就是属于这类。此外还有翻译机、数据处理机等也是属于专用计算机。下面介绍高速度、高精度、自动计算的通用电子数字计算机的简单原理、使用方法及其应用。

### 一、电子计算机是怎样进行计算的？

计算机虽然构造复杂，但是使用它进行计算的原理却很简单，下面我们从算盘计算的过程谈起，说明电子计算机是怎样解题的。

例如：计算一个矩形接上一个半圆的面积

$$S = \pi R^2 / 2 + 2aR$$



用算盘来算时有这么几步：

- 第一步：把 $\pi = 3.1416$ 打在算盘上；
- 第二步：用 $R$ 去乘算盘上的数 $\pi$ ；
- 第三步：再乘 $R$ ；
- 第四步：用 $2$ 去除算盘上的数；
- 第五步：将算盘上的结果记在纸上（即把 $\pi R^2 / 2$ 之值记下）；
- 第六步：打上 $a$ ；
- 第七步：用 $R$ 去乘算盘上的数 $a$ ；
- 第八步：用 $2$ 去乘算盘上的 $aR$ ；
- 第九步：加上记在纸上的值；
- 第十步：将最后结果记下来；
- 第十一步：计算结束。

在实际计算中，由于我们对算盘已运用自如，无需将上面几步都写出来，再一步一步去算，但无论如何，我们的脑子里总是存在着这么几步考虑的。

用电子计算机算题，同样要在计算之前考虑好计算的几个步骤，也就是安排好完整的计算顺序，把计算的步骤及用到的数据“交给”计算机，机器“接受”了任务后，就按照我们安排好的计算步骤自动地从头到尾进行计算，不需要人工一步一步去指挥，这就大大提高了计算速度。

根据计算问题，由人事先安排好的计算步骤称为“程序”，编制程序的工作称为“程序设计”，程序中的每一步（好比对机器的一道命令）称为一条“指令”。程序就是指挥计算机工作的一道道命令。

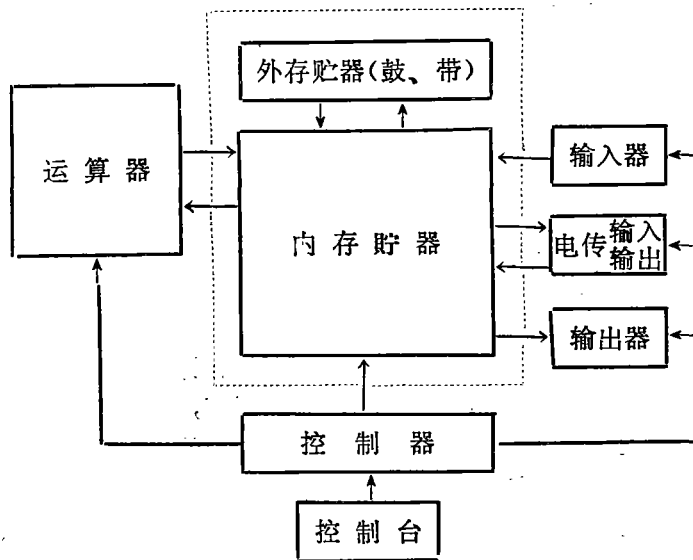
计算机要能自动地进行计算，至少包括下面几个主要部件：

(1) 运算器——是实现基本运算（如+、-、×、÷）的装置，相当于前面讲的算盘。

(2) 存储器——它相当于用算盘计算时的记录纸，用来记录计算步骤，初始数据、中间结果及最后结果。计算机的存储器象一个“大旅馆”，里面有许许多多房间——称为单元，用来保存和记录程序、数据和结果，每个单元有一个号码，叫单元地址。

(3) 控制器——相当于打算盘时人的脑和手的作用，它根据人们事先编好的程序，自动地逐条取出加以分析，按指令内容指挥机器各个部分协调地进行工作，一直到解题完毕。

(4) 输入器——用来把程序及数据送入计算机存储器中，送的方法是把数据及程序按一定规则在纸带或卡片上穿孔以记录下来，然后通过光电输入机送入机器。



(5) 输出器——用以把计算结果输出来告诉人们，输出方式有各式各样：打字输出、快速打印输出、图表或曲线输出、作孔输出等。

(6) 控制台——供人们指挥机器及监视运算情况的。

这几个部件相互关系如上图：

如果我们将前面的例子编成程序用计算机计算，首先可以用文字及符号表示如下：

操作方式	操作对象	说明
取 数	$\pi$	从存贮器取出 $\pi$ 送运算器
×	R	乘上R
×	R	再乘R
÷	2	除以2
送 数	S	将中间结果送入存贮器单元 S中暂存
取 数	a	从存贮器取出a
×	R	乘上R
×	2	乘上2
+	S	加上第一项（已算好）
打 印	S	将结果印出
停 止		计算完毕

这就是用符号表示的计算面积S的符号程序。由于计算机只能识别数字，所以+、-、×、÷、取数、送数、打印等操作需用不同的数字表示，如用“08”表示“+”，“09”表示“-”，“02”表示“取数”、“04”表示送数等。好象打电报用的电码那样，用几个数字来表示一个文字，每个电码都有特定的意义，计算机的操作也是用特定的数字组合来表示的，每一台计算机在设计时就明确规定了这种表示，就是通常说的指令系统表。另外，操作的对象是存贮在存贮器中某个单元的数，例如1000单元放 $\pi$ ，1001单元放R等等，在上机计算前，需将那些代号用真正的单元地址代替，这就是所谓代真。换言之，就是将符号程序用计算机能接受的代码来表示。如果用作孔机将程序穿孔记录在纸带上，送入存贮器中，我们启动机器，机器便按上面安排的步骤自动执行，最后印出结果。

这就是在没有实现程序自动化以前使用计算机进行计算的大体过程。

随着计算机事业的迅速发展，使用技术也不断提高，使用越来越方便。近年来，已实现了程序设计自动化，使用者不必去了解机器的指令系统及编码方式，只需按照接近于数学表示的语言系统——算法语言来编写计算步骤，即可上机计算。这时，手编程序的大部分工作由计算机的编译系统（又称为软件）去做，计算机自动编程序，然后执行计算。

## 二、电子计算机的应用和效果

电子计算机的应用是相当广泛的,凡是有数值计算的地方,都可以用它来提高计算效率,解决人工计算很难完成的任务。

下面,我们谈谈计算机的应用和效果。

### 1. 用于产品设计方面

一般来说,产品设计包括两方面内容:一方面是按照一套设计公式及图表,对初值(指结构参数的给定值)进行计算,得出一些指标值及加工数据;另一方面是对结构参数值进行修正调整,求得较合理的设计方案。这两方面工作,都完全可以用计算机完成。一方面可以编制按公式及图表计算的程序;另一方面可以充分利用计算机快速的特点,运用一定的数学方法,由计算机自动选择最佳设计方案。这样做不但可以把设计人员从繁重的计算中解放出来,腾出时间和精力去考虑提高质量等新问题,同时大大缩短了设计周期,提高产品质量。例如:照相机镜头设计、彩色电视镜头、生物显微镜镜头设计、起重门机设计、电机设计、微电机设计、液压轴承设计等,目前都是在计算机上进行的。另外,还有锅炉设计、汽轮机设计、凸轮计算,机床设计、套料计算等等也开始用计算机进行。

就拿光学系统的设计来说吧,这是一件计算量很大的工作,过去设计一个镜头,往往需两三个设计人员搞半年以上。近年来,建立了一套光学设计程序,用计算机进行设计,原来对一个镜头进行一次光路计算,就得两个人花半个月以上的时间,现在只需一个人作一两小时的准备,几分钟的上机计算即可完成;而且许多人工无法计算的参数也很快算了出来,给设计者提出设计修改方向及数值依据。由于设计,中采用了先进的计算公式,所以设计质量也大大提高。

### 2. 用于气象、水文潮汐的预报方面

天气预报及水文潮汐的预报是一个复杂的课题,计算工作量很大,当采用概率统计预报方法时,总是离不开计算机的计算。目前气象台及水文站等单位,采用电子计算机计算,已在台风预报、潮汐预报等方面取得很好的效果。

### 3. 用于建筑工程设计方面

在水坝、厂房、高型建筑、地下油库、战备工程、桥梁的设计中,需对整个结构的应力分布进行计算,有的还有振动问题及其他参数的计算,计算量往往达到惊人的程度,经常出现几十阶、几百阶的线性方程组。近年来,应用计算机进行设计,采用有限单元法等新技术,完成高层建筑的框架计算、厂房建筑的排架计算、高层建筑的抗风墙及抗震墙计算、大跨度结构计算、双曲拱桥挠度影响线计算、地下油库计算、水坝应力计算等等,能多快好省地完成设计任务。

### 4. 用于交通运输方面

电子计算机在铁路、公路、航道的设计及建设方面,在各种车辆的制造方面,在飞

机与船体的建造方面,车辆与货运调度方面,船舶稳性计算等方面,都起着重要作用。

例如在船体建造之前,需将船体的线型按实际尺寸在样台上划出来,进行人工修顺,对外壳板进行展开,并将展开的尺寸量出,制作加工样板、样箱,供施工用。这项工作叫放样,以前全靠人工进行,一个班组完成一艘船的放样需花一个月以上,要有几十米宽、成百米左右长的放样台以及样杆、压铁等一套设备才行;制作样板、样箱还得花费大量木材。近几年来,用数学方法进行线型修顺,以电子计算机的计算代替人工放样。目前,对一艘船的放样,只需一两人作一两天的准备工作,几个小时的上机计算,即可得出合乎生产要求的加工数据,如再加上数字程序控制切割机,就可由计算机直接输出控制切割钢板的纸带,为船体建造全盘自动化奠定基础。

### 5. 用于数据处理方面

在产品试验、气象,水文、水产、海洋、地震以及勘探设计资料的统计分析上,都需要用计算机来处理大批数据。目前,用电子计算机进行石油勘探,取得了明显效果。这方面的应用范围正日益广泛。经济计划和统计部门、商业部门和银行以至公安、司法等机关,采用电子计算机对大量数据进行综合分析,可以大大提高工作效率。

### 6. 用于其他方面

电力调度、电讯控制、城市规划、化工设计、石油及矿藏的开采、生物及医疗等方面,都可普遍采用电子计算机。

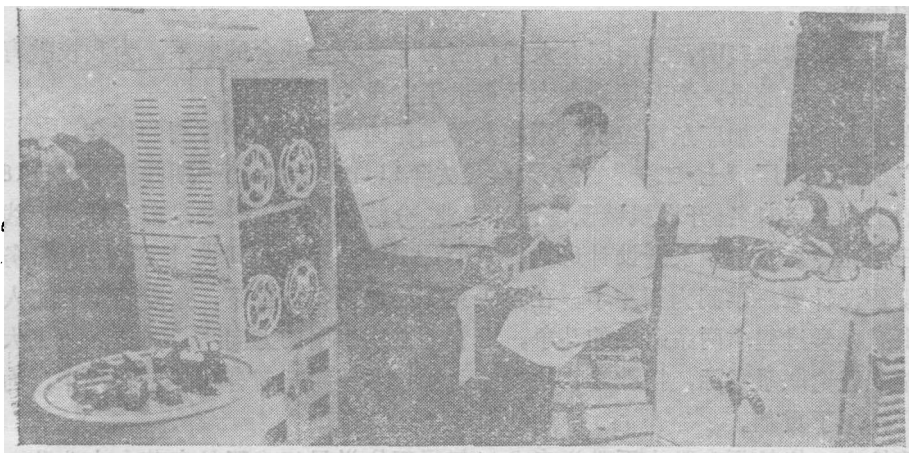
以上介绍的主要是电子计算机在计算方面的用途。目前,电子计算机的应用已经远远超出这个范围。电子计算机不仅减轻人的体力劳动,而且代替了人的一部分脑力劳动。用电子计算机进行自动控制,实现生产过程自动化,是大幅度提高劳动生产率的重要方向。

我国电子计算机的推广应用工作正在逐步向深度和广度发展。可以预期,电子计算机在我国各行各业必将得到越来越广泛的应用,并在广泛应用中,赶上和超过世界先进水平。



图 一

北京制造的每秒钟运算一百万次的集成电路计算机



图二 应用电子计算机控制燃煤汽轮发电机组

## 教育革命动态

### 支持厂办大学 促进教育革命

在毛主席“七·二一”光辉指示发表七周年前夕，为了更好地学习“七·二一”工人大学的经验，推动教育革命的深入发展，我校召开了一次支持厂办大学的经验交流会。

去年十一月以来，我校数力系、物理系、金属系、外语系、哲学系和马列主义教研室等单位，派出了三十三名教师和二十多名学员，分别到广东拖拉机厂、广州工具厂、广州机床厂、广州电机厂、广州国棉一厂和广州化学试制厂、广州业余大学等单位，参加厂办大学的教学和培训工人师资的工作。他们以实际行动扶植新生事物，在支持厂办大学的过程中也锻炼和改造了自己。

通过半年多的实践，特别是通过学习无产阶级专政理论，使大家越来越清楚地认识到，推广上海机床厂的办学经验，创办更多的“七·二一”工人大学，对于多快好省地发展我国教育事业，造就一支宏大的工人阶级知识分子部队，对于缩小三大差别，限制资产阶级法权，反修防修，巩固无产阶级专政和建设社会主义，有着