

计算机的产生与发展

1. 计算机的产生

在人类文明的发展史中，为了进行有效的计算，人类一直在不断地探索，曾先后发明了各种计算工具，并进行了大量的理论和实际的研究工作，这些都对计算机的产生奠定了基础。

（1）计算工具的发展

古代人曾采用木棍和石块进行计数和计算。几百年前，我国发明了最早的计算工具——算盘，如图 1.1.1 所示。算盘曾被称为世界上第一种手动式计数器。与现代计算机相比，虽然算盘的结构和功能简单，需要人们按照口诀、拨动珠子进行四则运算。但是因为它操作灵活、简便、计算准确，至今还有人使用算盘进行计算。

1621 年英国数学家冈特根据对数表设计发明了计算尺，如图 1.1.2 所示。对数计算尺不仅能进行加、减、乘、除、乘方、开方运算，甚至可以计算三角函数、指数函数和对数函数。对数尺一直沿用到计算器的出现。

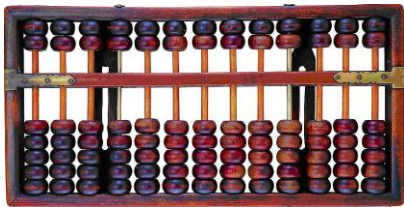


图 1.1.1 算盘

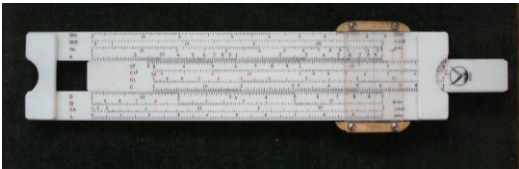


图 1.1.2 计算尺

1623 年，德国科学家契克卡德制造了人类有史以来第一台机械计算机，如图 1.1.3 所示。这台机器能够进行六位数的加减乘除运算，并能通过铃声输出答案，通过转动齿轮来进行操作。

1642 年法国数学家帕斯卡(B. Pascal)发明了加法器，首次确立了计算机器的概念，如图 1.1.4 所示。这种机械计算机采用齿轮传动装置进行进位，被称为帕斯卡机械计算机。虽然当时只能进行加法运算，但是它的设计原理对计算机器的产生和发展产生了很大的影响，也用在了其他机器的设计中。它的发明意义远远超出了它本身的使用价值，正如一位法国著名科学家所说：“帕斯卡的设想，在当时可以算作非凡的大胆。因为他给了人们这样的启迪；机器可以代替人的思考。”

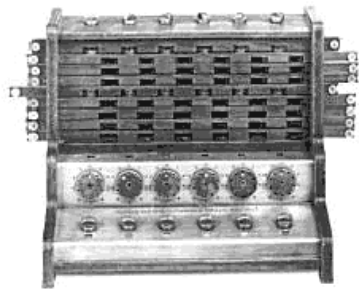


图 1.1.3 第一台机械计算机



图 1.1.4 滚轮式加法器

1673 年德国数学家莱布尼茨在帕斯卡的发明基础上设计制造了一种能进行加、减、乘、除的手摇式计算器，如图 1.1.5 所示。



图 1.1 5 手摇式计算器

这些早期的机械式计算工具实现了计算工具的机械化，为自动计算机的产生奠定了基础。

1822 年，英国数学家巴贝奇（C.Babbage）从法国人杰卡德发明的提花编织机上获得了灵感，他花费了 10 年时间，设计并制造出了差分机，如图 1.1.6 所示。这台差分机能够按照设计者的旨意，自动处理不同函数的计算过程。它可以处理 3 个不同的 5 位数，计算精度可达到 6 位小数。由于他追求尽善尽美，对于多种部件的要求精益求精，超越了当时的技术水平，虽然花费了大量的经历和财力，这台差分机仍然没有制成，最终被送进了伦敦博物馆。

在其后的 50 年中，巴贝奇投入了全部的精力在制作更高精度的差分机和在性能上大大超过差分机的分析机的工作中。1834 年，巴贝奇设计出了分析机，他所设计的这台分析机具有三部分功能：一是包括许多轮子组成的保存数据的存储仓库；二是具有运算作坊；三是能对操作顺序进行控制，并具有能在存储仓库和作坊之间运输数据的部件，如图 1.1.7 所示。分析机的结构和设计思想初步体现了现代计算机的结构及设计思想，在实现这一伟大设计的过程中，巴贝奇遇到了许多困难。英国著名诗人拜伦之女，27 岁的英国女数学家阿达·奥古支持了巴贝奇的研制工作，并承担了编写程序的工作，被誉为世界上第一位程序员。然而，由于缺乏政府的资金资助，以及当时科技发展的水平的限制，巴贝奇的第二台差分机和设计的分析机均未能制造出来，他的这种采用机械方式实现如此复杂的计算过程的思想最终未能实现。

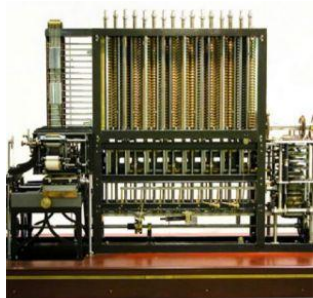


图 1.1.6 差分机

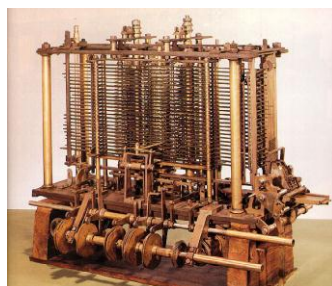


图 1.1 7 分析机

到了 19 世纪后期，随着电学技术的发展，人们看到了另外一条实现自动计算过程的途径。1884 年德国人康拉德·祖思在二次世界大战期间用机电方式制造了一系列计算机。多年后，美国人霍华德·爱肯在图书管理发现了巴贝奇的论文，并根据当时的科技水平，提出了用机电方式实现自动机。在 IBM 公司的资助下，于 1944 年制造出了著名的 MARK I 计算机，如图 1.1.8 所示。MARK I 用穿孔纸带代替了齿轮传动装置，是最早的自动机计算机，在巴贝奇提出差分机思想的 100 多年后，巴贝奇的夙愿最终得以实现。



图 1.1.8 MARK I 计算机

尽管各种计算工具的出现推动了计算机的研制，但是推动计算机开发的最重要原因仍然是人类社会的需求。20 世纪 40 年代，随着现代社会和科学技术的发展，由于军事和战争中的计算需求，一些复杂的计算问题需要解决，原有的计算工具已无法满足要求，人类对新的计算工具提出了强烈的需求，促使了电子计算机的问世。

(2) 电子计算机的问世

1946 年 2 月，世界上第一台通用电子数字计算机 ENIAC(Electronic Numerical Integrator And Computer)即“电子数字积分计算机”在美国宾西法尼亚大学研制成功，如图 1.1.9 所示。这是世界上公认的第一台电子计算机。ENIAC 结构庞大，占地约 170m²，重达 30 吨，使用了 18000 个电子管，耗电 150 KW。从 1946 年 2 月投入使用，到 1955 年 10 月最后切断电源。虽然它每秒只能进行 5000 次加、减法或 400 次乘法运算，不能存储程序，使用的是十进制数，每次运行一个程序都要重新连接线路，在性能方面与今天的计算机无法相比。但是，ENIAC 的研制成功在计算机的发展史上具有划时代的意义。它的问世是计算机发展史上的一座里程碑，标志着电子计算机时代的到来，标志着人类计算工具的新时代的开始，标志着世界文明进入了一个崭新时代。它用电子的快速运动代替了机械的运动，把科学家从烦琐的计算中解放出来。同时，第一台计算机的诞生也为现代计算机在体系结构和工作原理上奠定了基础。

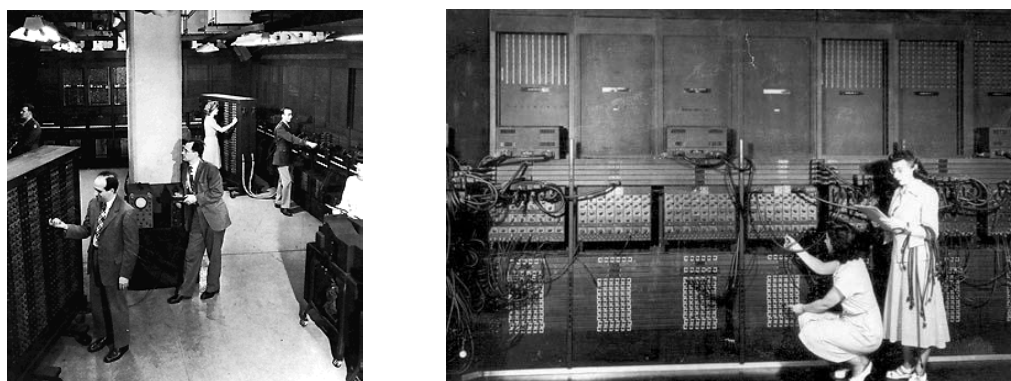


图 1.1.9 第一台电子数字计算机 ENIAC

英国科学家阿兰·图灵和美籍匈牙利科学家冯·诺依曼是计算机科学发展史中的两位关键人物。

20 世纪 30 年代，图灵和丘奇分别提出了算法的定义。图灵建立了图灵机理论模型，提出了图灵机测试理论，阐述了机器智能的概念，并提出了图灵机是非常有力的计算工具的原理，在理解机器的能力以及它的局限性方面奠定了理论基础，也为计算机设计奠定了基础。他用图灵机模型能够清楚地解释算法这样一个最基本、最深刻的概念，因此很快得到了人们的认同。为纪念图灵对计算机科学做出的贡献，美国计算机协会 ACM 专门设立了图灵奖，奖励在计算机科学领域中做出突出贡献的研究人员，并于 1966 年开始颁奖，图灵奖是计算机界的最高奖项。

冯·诺依曼被称为计算机之父，他和他的同事们研制了电子数字计算机 ENIAC，提出了存储程序控制

原理的数字计算机结构，并在电子计算机 EDVAC 中采用了这一原理，对后来的计算机的体系结构和工作原理产生了重大的影响。

2. 计算机的发展过程

从第一台电子数字计算机诞生至今，计算机已走过了半个多世纪的发展历程。在这期间，计算的系统结构不断变化，应用领域不断拓宽，计算机的发展是突飞猛进的，给人类社会带来的变化也是巨大的。

根据计算机所采用的主要物理器件划分，计算机的发展经历了电子管、晶体管、集成电路和超大规模集成电路 4 个阶段，每一阶段的变革在技术上都是一次新的突破，在性能上都是一次质的飞跃。

(1) 第一代计算机(1946 年~1957 年，电子管时代)

第一代计算机采用电子管作为主要逻辑元件，其基本特征是体积大、耗电量大、可靠性低，成本高，运算速度低（每秒仅几千次）、内存容量小（进位几 KB）。在这个时期，没有计算机软件，人们使用机器语言与符号语言编制程序。计算机只能在少数尖端领域中得到应用，主要用于军事和科学计算。虽然第一代计算机与今天的计算机无法相比，但是它的诞生奠定了计算机发展的基础。

冯·诺依曼与莫尔小组合作，1950 年研制出了 EDVAC 计算机，第一台冯·诺依曼结构的计算机诞生。该计算机根据冯·诺依曼提出的计算机结构和原理制造，改进了第一代计算机的不足。提出了用二进制代替十进制，由运算器、控制器、存储器和输入输出设备构成计算机。

(2) 第二代计算机(1958 年~1964 年，晶体管时代)

第二代计算机采用晶体管作为主要逻辑元件，其基本特征是体积小、耗电少，成本低。主存储器采用磁芯，外存储器使用磁盘和磁带，运算速度可达到每秒几十万次，可靠性和内存容量也有较大的提高。在软件方面提出了操作系统的概念，开始使用 FORTRAN、COBOL、ALGOL 等高级语言。第二代计算机不仅用于科学计算，还用于商业数据处理和事务处理，并逐渐应用于工业控制领域。由于这个时期的输入输出设备速度很慢，无法与主机的快速计算速度相匹配，因此，计算机的效能也受到了影响。

(3) 第三代计算机(1965 年~1971 年，小规模集成电路时代)

第三代计算机采用中、小规模集成电路作为主要逻辑元件，其基本特征是主存储器采用半导体存储器代替磁芯存储器，外存储器使用磁盘。计算机的运算速度可达每秒几百万次，体积越来越小，价格越来越低，可靠性和存储容量进一步提高，外部设备种类繁多，出现了键盘和显示器，使用户可以直接访问计算机并通过显示器得到计算机的响应。计算机系统软件也有了很大发展，出现了操作系统和会话式语言以及结构化程序设计的方法。计算机向标准化、多样化和通用化发展，并开始应用于各个领域。

(4) 第四代计算机(1972 年至今，大规模及超大规模集成电路时代)

第四代计算机采用大规模与超大规模集成电路作为主要逻辑元件，其基本特征是计算机体积更小、功能更强、造价更低，各种性能都得到了大幅度的提高。主存储器采用半导体存储器，外存储器采用大容量的软、硬磁盘，并开始引入光盘，运算速度从每秒几百万次到亿万次以上。由于高新技术的不断发展，设计理念及技术不断更新，制造工艺技术逐年更换，使的同样大小的芯片功能惊人地改善。操作系统不断完善，计算机软件产业高度发展，层出不穷，已成为现代工业的一部分，计算机开始进入了尖端科学。计算机的类型有了很大发展，由于微处理器的诞生出现了微型计算机，并为计算机的普及奠定了基础。功能强大的巨型机在这一时期也得到了稳步的发展，计算机的发展进入了发展中的计算机科学时代，主要有智能型计算机、分布式计算机及多媒体技术。

我国计算机的发展始于 1956 年。1958 年 8 月，我国成功研制出第一台电子管数字计算机 103，填补了我国在计算技术领域的空白，为促进我国尖端技术的发展做出了贡献。六十年代研制并生产了 DJS-5 等小型晶体管计算机，并投入小批量生产。这标志着我国研制的计算机产品进入了第二代。七十年代研制生产了中小型集成电路计算机，如 DJS-130、140，TQ-16 等。20 世纪 80 年代以来，我国计算机工业在引进国外先进技术的基础上，有了突飞猛进的发展，开发出了许多具有中国特色的计算机系统，拥有了我们自己的品牌计算机，如长城 0520、紫金 II、联想、方正等。微型机的研制、开发，为我国计算机的普及创造了条件。我国在巨型机方面的研制也有了突出的成就。