



〔苏〕 N.A.阿波京 著
И.Е.梅斯特洛夫
张修译

计算机发展史

上海科学技术出版社

计算机发展史

[苏] И. А. 阿波京 著
Л. Е. 梅斯特洛夫

张修译

上海科学技术出版社

Развитие вычислительных машин

И. А. Апокин Л. Е. Майстров

Издательство «Наука», 1974г.

封面设计 黄国强

计算机发展史

【苏】 И. А. 阿波京 著
Л. Е. 梅斯特洛夫

张修译

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 无锡县人民印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 13.125 字数 289,000

1984 年 11 月第 1 版 1984 年 11 月第 1 次印刷

印数 1—14,900

统一书号: 13119·1176 定价: 1.60 元

序 言

数字计算技术,即用人造的数字设备,将信息处理过程机械化的技术,乃是科学史上很少研究的课题之一。

历史上,信息处理过程的机械化是用两种方法实现的:(1)制造成按某种进位制表示数据的数字设备(称为非连续操作设备或数字设备);(2)制造成以一定的物理量(长度、角度、电压等)表示数据的设备(叫做模拟设备或连续操作设备)。

数字设备与模拟设备实质性的区别在于:数字设备执行计算的精度,原则上与器件的精确度无关,例如普通的算盘,众所周知,它的工艺并不特别复杂。在模拟设备中,或多或少地都要对器件的精确度提出较高的要求,典型的例子就是计算尺。

计算设备的发展,不管是数字的还是模拟的,最终都导致制造复杂的电子系统。由此,现在已看到一种趋向,要将计算技术发展的两个方向结合起来,办法是制造综合了模拟设备和数字设备特点的混合系统。

暂且不去推测计算技术这两个方向相互联系的进一步发展,也不讨论数字和模拟设备在原理上的优缺点,只想指出:现在是数字计算机,首先是电子数字计算机占优势。

电子计算机所以能在全部计算工具中占优势地位,部分地取决于下列因素:运算规模庞大,具有很高的综合计算能力和使生产增长迅速等。

从六十年代初就已看到,电子技术广泛地应用于穿孔式

和按键式计算技术之中。在按键式计算技术中，集成电路的台式和袖珍计算机获得越来越广泛地使用；在穿孔式计算技术中，也不断扩大电子学的应用。随着电子学在穿孔式计算技术中的运用，已经越来越难于划分电子式穿孔计算机和小型通用电子计算机之间的界限了。这样一来，当前按键式和穿孔式计算技术都沿着通用电子计算机的工艺道路发展，从而奠定了使现代数字计算技术的基本手段都综合成统一系统的基础。

本书首次试图广泛地按照历史顺序来叙述数字计算技术的发展过程。将注意力放在计算机及其工艺结构和计算机作为现代科学技术革命的一种技术手段所起的作用上。大家知道，数字机器的发展是与某些新的数学领域的发现和许多已知数学领域的迅速发展密切相关的。这里指的是数学中的某些部分，它们有的与计算机的制造和功能有关（如数字机器的理论、程序设计的理论、计算数学、逻辑代数等），有的与计算机在人类活动各个领域中的应用有关（如运筹学的某些部分、概率论、数理统计、博弈论、数学规划、信息论、控制系统理论等）。鉴于列举的这些理论包括现代数学的绝大部分，作者仅在必要时，举出对计算机发展最有影响的那些数学方法的进展情况。

本书第一部分《从算盘到电子计算机》由梅斯特洛夫写成，第二部分《电子计算机》由阿波京写成。作者期望收到各方面的批评、补充、指正和建议，以及有关这方面的资料。读者可按作者的名字寄至苏联科学院自然科学和技术史研究所（梅斯特洛夫）和苏联科学院美国研究所（阿波京）。

作者深切感谢经济学博士多布罗夫，工程师阿法那西耶夫，经济学副博士穆拉尼夫斯基，技术科学副博士彼得洛夫等

对初稿提出的意见和建议，这些意见和建议在本书定稿中已被采纳；特别值得指出的是，在形成计算技术发展的历史概念方面，责任编辑帕别尔诺夫教授做了大量工作，他的不幸逝世（1974年3月6日），是苏联科学界的一大损失。

阿 波 京
梅斯特洛夫

目 录

序言

引论	1
1. 本书研究的特点	1
2. 分期原则	3
3. 各个时期的年代划分	18
第一部分 从算盘到电子计算机	23
第一章 机械装置以前阶段(算盘阶段)	23
1. 用手指计数, 筹码	23
2. 古代算盘	30
3. 算盘在中国	35
4. 算盘在欧洲	42
5. 算盘在俄国	46
6. 纳皮尔棒	54
第二章 机械演算机	59
1. 什卡尔机和帕斯卡尔机	59
2. 莱布尼茨梯形轴	68
3. 雅可松机	74
4. 开始生产演算机(托马斯机)	81
5. 十九世纪最简单的演算机	89
6. 卡尔·巴贝——他的思想和机器	109
7. 切贝绍夫计算器	126
8. 齿数可变的齿轮, 奥涅尔计算器	135
9. 在进入机电计算机以前的计算技术状况	141
第三章 机电(电动)计算机	147

1. 第一批造表机, 霍列瑞斯造表机	147
2. 电能机械计数器中的利用	152
3. 在进入电子计算机以前的计算技术状况	157
第二部分 电子计算机	161
第四章 电子计算技术的诞生	161
1. 制造电子计算机的历史前提	161
2. 电子计算机的第一批方案	170
3. 建立电子计算机结构的新概念	175
4. 电子计算机诞生时期的概貌	182
第五章 电子真空元件计算机	187
1. 概论	187
2. 存储程序电子管计算机的一些主要方案	191
3. 第一代通用计算机发展概貌	219
第六章 分离式半导体和磁元件计算机	226
1. 概论	226
2. 通用计算机结构的发展	237
3. 程序设计手段的发展	244
4. 扩大计算机的应用范围	247
5. 通用计算机生产的发展, 第二代计算机的一些主要方案	253
6. 发展趋向的相互联系	276
第七章 集成电路和大规模集成电路计算机	280
1. 集成工艺的采用	280
2. 计算机设计中的体系问题	296
3. 用户间自动分时的工作方式	297
4. 计算工业的发展	301
5. 大规模集成电路计算机	308
第八章 计算机在现代科学技术革命中的作用	317
1. 科学技术革命的分期	317

2. 电子计算机在科学技术革命的第一阶段和第二 阶段中的作用	324
3. 扩大电子计算机应用范围的问题	336
4. 计算机应用领域的进展	347
第九章 计算技术发展的预测	370
大事记	381
人物介绍	385
计算设备年表	391
译后记	407

引 论

1. 本书研究的特点

计算工具历史发展过程的一个特点，就是随着电子计算机的出现，在二十世纪中叶，计算技术在社会生活中的作用显著提高。电子计算技术的发展史具有下列特点。

1. 电子计算技术的发展是与许多其他的科学技术领域紧密联系在一起。

2. 随着电子数字计算技术发展，需要解决的问题也就象雪崩似地增加了(越来越多的结构方案，程序设计方法，采用元件的类型，电子线路的类型等)。所以，为了保持本书结构的匀称性，对于电子计算机发展的每个新阶段，都是概括性地进行介绍。例如，如果说比较详细地介绍了第一批电子管计算机的主要机种的话，则在叙述电子计算机发展的现阶段(集成电路计算机——见第七章)时，仅仅具体介绍了一个系列机(IBM 360)，以及几个其他机种。当时有许多有意思的新奇的结构，但是从电子计算机发展的基本途径来看，它们没有什么重要意义，自然就被略去了。

3. 在电子计算技术领域中，大量新的思想与改进都与军用计算机的发展有关。因此，许多相应的数据在文献中根本没有，即使有也是不完整的(往往是广告式的)和相互矛盾的。这里也不能对专利进行分析，因为很多专利和发明证书都是不公布的。这种状况就很难确定某些发明的优先权，从而也

很难估价在发展电子计算机中某些学者的贡献，以及相应国家的贡献。

在介绍制造电子计算机的预先研究工作时，应当指出：苏联第一个提出了静态触发器线路（班奇·布鲁叶维奇，1918年）和首先制定了用数理逻辑综合继电器线路的方法（什斯塔柯夫，1935年）。

在电子计算机阶段，苏联学者对计算技术发展的各个主要方向，都做出了很大贡献。其中应当指出的有：БЭСМ机的制成（1952年），它在若干年内都是欧洲最快的计算机；制成世界上第一台三进制计算机（Сетунь，1959年）；以及在六十年代提出在计算机领域内使用剩余码。在程序设计领域内，对世界计算技术的发展也做了重要贡献。其中首先必须指出的有：在苏联科学院斯铁柯洛夫数学研究所的里阿普诺夫和舒拉·布拉领导下，提出了程序设计的算子方法；以及在乌克兰科学院控制论研究所的格鲁什柯夫领导下，在算法和程序设计理论方面所进行的工作。

苏联第一批电子计算机的研制工作，是在列别捷夫、布鲁克、巴则列夫斯基和拉米叶夫领导下，由许多学者、工程师和设计师集体完成的。它奠定了苏联计算技术进一步发展的基础。在计算技术及其应用的进一步发展中，做出了很大贡献的有：阿库什斯基、别尔格、格鲁什柯夫、达洛尼岑、古庭马赫尔、叶尔绍夫、卡尔采夫、基托夫、马尔丘克、帕别尔诺夫、费多连柯、尤基茨基和许多其他苏联学者、工程师和设计师。

关于计算机在电子化以前的历史也有自己的特点。其中主要一点是：并非以往所有的机器在当时都被很好地研究和描述了，某些资料不是没有被保存到现在，就是没有被我们找到。除此以外，保存的机器也分散到苏联各个博物馆中的几

十个收藏家手里。

由于作者的任务是写一本为广大读者所能接受的读物，即包括那些不具备有关计算机设计、程序设计、电子学工艺等专业知识的读者，因此，书中对专业术语和知识作了简短介绍。

2. 分期原则

分期问题，即根据什么来划分发展时期的问题，乃是技术史研究中最复杂的问题之一。这里不去深入探讨技术史研究中的各种分期概念，只想指出，现阶段苏联历史学公认的分期概念是：根据这一技术领域发展所固有的内部逻辑，并能够反映这个领域内技术发展的规律。这个概念被作者充分理解为：作者的任务就是要使数字计算技术发展的分期，能有利于对其发展规律的理解。

在探讨本书所用的分期原则以前，先作若干说明。

可以从不同观点来研究某个具体技术领域的发展。在每种情况下，都可以提出自己的分期，以反映该技术领域发展的内部逻辑。例如，可以从其结构的发展角度来研究通用电子计算机的历史并进行分期，它的基础就是信息并行处理原理的发展。

第一批存储程序电子计算机是串行机，即对机器字的处理是一位一位地进行的。这样组织计算过程，在很大程度上，是与第一批用汞延迟线做主存储器的工作特点有关的。

由于要提高计算机效率而制造的阴极射线管存储器，就导致了制造并行计算机，即对机器字的各个数位同时进行处理的计算机。信息并行处理原理的继续发展，到六十年代在

国外就采用了各种形式的多道程序工作，即机器同时执行几道程序或一道程序的若干部分。多道程序发展的初期出现了输入输出设备和运算器同时工作。由于使用多道程序，使各个部件的负载更加匀称，从而大大提高了计算设备的使用效率。通用计算机结构发展的下一个重要环节是，在六十年代中期出现了用户分时工作的计算机，即从若干用户的控制台向计算机输入信息，而这些控制台是用数据传输线与中央计算机联系的。中央数据处理机的速度很高，能同时为很多用户工作，就是说同时执行若干道程序。为了提高机器的计算能力，往往使用多处理机原理，就是在一个计算机内，有几个数据处理部件(处理机)同时工作。

在信息并行处理原理发展的基础上，对通用电子计算机发展道路的分期，就可能有如下的形式：

1. 串行处理信息的单处理机计算机——四十年代末期。
2. 并行处理信息，没有使用多道程序方法的，单处理机计算机——五十年代。
3. 用多道程序处理信息的单处理机计算机——六十年代早期。
4. 用多道程序处理信息，采用多处理机，以用户间分时方式工作的计算机——六十年代后期。

通用计算机结构的发展，也可以从使用计算技术的领域不断扩大的过程来研究。由此可以进行分期，认为一开始出现了科学计算用的计算机，然后是处理大量信息的通用计算机，最后是功用广泛的控制机。

还可以从数字计算技术的设计方法所遵循的途径看结构的发展。这样就可能提出下列的分期：数字计算机——数字计算系统——多机综合的计算工具。

当然，结构的发展远远没有概括通用电子计算机发展的所有方面。不再去详细讨论各种可能的分期方法，仅指出分期还可以以下列问题为基础进行划分：

1. 程序设计的发展(可能的分期方法有：用计算机语言编程序——用有定义的符号编程序——用通用算法语言编程序)；

2. 小型化的发展(分期方法有：计算机分离元件的小型化——微型组件——混合集成电路——单块集成电路——大规模集成电路)；

3. 人-机相互作用的进展；

4. 系统模拟在制造通用电子计算机中的作用等。

可以提出多种分期方法，反映了电子数字计算技术发展趋势的客观事实。在研究这种或那种趋向时，相应的分期方法，可以作为将资料系统化的手段。从这个观点来看，不论哪种分期方法，只要它客观地反映了某种进步过程，就都是正确的。尽管从其内容来看，即从阐明通用电子计算机发展的基本方向的实质来看，并不都是一样的。因此，就提出了一个任务，为了阐明其最具有实质性的特点，而去研究通用电子计算机的发展，以便将其研究结果，用做一般的(基本的)分期方法的基础。所有其余的分期方法，则用做在研究发展过程的某个方面时的辅助方法。

从而产生了一个问题：如何判定研究过程中基本观点的正确性，相应地如何判定分期的基本方法的正确性。从作者的观点来看，合理的判据要符合于(或适应于)所研究的过程的实质，从包含这一过程的更一般的过程的实质中揭示出来。换句话说，通用电子计算机分期的基本方法，不仅应当反映其本身发展的主要特征，而且应当适应更一般的分期方法。例

如,应当是整个数字计算技术历史的分期方法的合理引伸,或者从另一个角度来看,应当是电子学史分期的合理的引伸。

对数字计算技术历史的研究表明,其发展的最重要的特点是不断地扩大实际解题的范围和类型,或者换句话说,不断地扩大数字计算设备、机器和系统的计算能力。

所谓计算能力,可以理解为计算机做为一种信息转换设备的性能。正确地从数量上估价这一性能是很困难的,甚至是不可克服的。例如,如何对包括通用机和专用机在内的各种类型计算机进行比较评价。当前,评价各种类型和结构的计算机性能的问题,乃是非常迫切的问题。已有两种解决办法:解析法和在模拟基础上的实验法。本书后面引用的对某些计算机的性能比较性的评价,是按柯奈特标准提供的。他提出了一种计算通用计算机性能的算法,并具体地计算了从1944到1967年间美国制成的计算机的性能。本书表2中列举出柯奈特所得到的某些数据。它反映了从四十年代到六十年代这一期间在通用计算机的性能和计算工作的成本方面,所发生的重大变化。

若是从计算能力变化的角度,来看数字计算设备的历史时,首先就注意到,由于制成电子计算机而发生的急剧的(质变的,革命的)飞跃。五十年代国外出现的这个飞跃,是在下列情况下发生的。

直到二十世纪三十年代中期以前,数字计算技术还是以两类并行发展的设备为代表的:台式计算机和穿孔式计算设备。台式机用作简单算术操作的机械化,而穿孔式计算设备主要用在解决统计核算问题。在三十年代后期到四十年代,美国和其他国家就试图在穿孔式计算设备的基础上,制造新型数字计算设备——程序控制自动计算机。这些方案的目

是制造用于完成科学计算的计算机。在这方面首先制成了机电继电器式的机器，它按照记录在卡片和纸带上的程序顺利地工作。

在第一批机电继电器式、程序控制自动计算机开始运行不久，就着手设计类似的电子管计算机。由此导致计算技术的革命。

使用电子线路，不仅使计算机工作速度提高了几个数量级，而且造成了一种潜在的可能性，迅速地进一步提高机器的计算能力。因此，计算机计算能力发生质变的主要原因是采用了电子线路，它有很高的速度和无触点元件所特有的工作可靠性。如果没有高速线路，那么结构方法、程序设计方法，以及任何提高计算机效率的方法都不可能使计算技术实现这一转变。当时，与电子线路相配合，程序结构的方法也对继续提高计算机性能给予极为重要的影响。在这方面首先必须指出，制成第一台电子计算机（美国的 ENIAC）以后不久，就确定了最适合于电子元件特点的程序设计与计算机组成的方法。从此制成了新型计算机，即存储程序计算机，它最适于解决复杂的科学技术问题。

从对二十世纪五十年代中期计算机发展中质的飞跃的研究，可以得出结论：元件的特性在此起了决定性的作用，它主要地提高了机器的计算能力。任何元件的特性，都不仅依赖对元件参数起决定作用的物理现象的本质，而且与设计水平和工程技术水平有关。设计和工程技术决定了在使用这种物理现象时，实现其潜在能力的程度，以及在批量生产时参数的稳定性和元件的成本，从而极大地影响了它的技术特性。因此物理和工程之间有着紧密的联系。一方面，工程技术决定了对新的物理现象和规律实际利用的程度；而另一方面，在工

程技术中使用新的物理现象又会从本质上提高工程技术的水平。所以,可以把元件的特性,看作是物理和工程因素的综合函数。

在搞清楚二十世纪五十年代中期的计算能力剧变中,物理工程因素所起的决定性作用以后,自然应当继续探讨这个因素对数字计算设备的整个发展历史中的意义。从研究数字计算技术电子化以前的发展史中看到,当制成机械设备,以及采用机电(电动)式的设备和机器时,数字计算设备的计算能力也都发生了重大变化。因此,将计算设备电子化以前的发展过程,分为下列三个主要阶段是合理的。

1. 机械化以前的阶段(算盘阶段)。计算装置的特点是没有用机械进行从低位到高位数字传送(十进位传送)。数字用各种物体的数量来表示,而数位由物体摆放的位置来确定。执行运算就是按一定规则移动物体的位置。这一时期的设备有各种计算板和算盘,统一都称为“算盘”。当时算盘成了主要的,甚至是唯一的进行数学运算的工具。算盘的计算能力,在很大程度上决定了数学知识,首先是算术和代数知识的水平。当用算盘进行运算时,以及把已定的运算规则推广到更一般的情况时,引起了一些问题,这些问题的解决导致了数学上的重大发现。算盘成为数学知识的体现。如果一个数学问题能用算盘算出来,它就认为是可解的。以后随着十进制笔算的推广,算盘才逐渐转为辅助的计算工具。

2. 机械阶段。最典型的机器是各种形式的计算器。计算器是随着计算实践提出的要求而不断完善的。它们只是计算人员的辅助工具,并不能决定数学知识的水平,它们的作用已经很微薄了。在此期间,并没有由于用计算器计算,而对数学发展提出新课题。计算机(即计算器)在计算质量上也没有