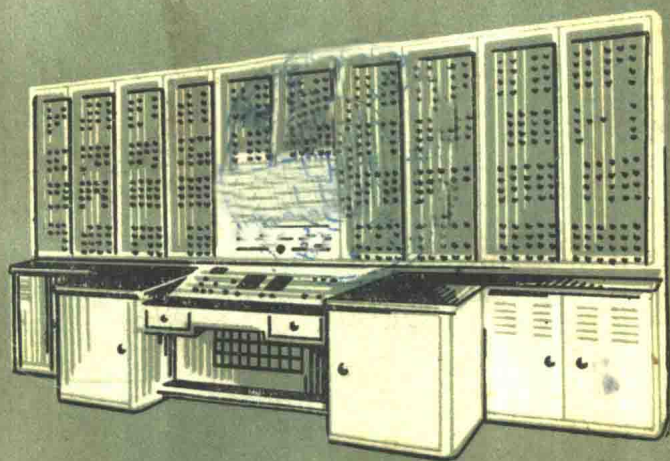


自动数字计算机 及其在铁路运输方面的应用

В·Д·莫伊塞夫 著



人民铁道出版社

自动数字计算机

及其在铁路运输方面的应用

В·Д·莫伊塞夫 著

于桂芝 译
張偉 校

人民铁道出版社

一九六〇年·北京

本書介紹了自动数字計算机的原理和構造，以及它們在鐵路運輸方面应用的实例。

本書可供有关科学研究人員和工程技術人員閱讀，同時也可做为有关學校計算技術專業的教学参考書籍。

自动数字計算机

及其在鐵路運輸方面的应用

АВТОМАТИЧЕСКИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ
МАШИНЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ
НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

苏联 В·Д·МОИСЕЕВ 著

苏联国家鐵路運輸出版社 (1957年莫斯科俄文版)

ТРАНСЖЕЛДОРИЗДАТ Москва 1957

于桂芝譯 張偉校

人民鐵路出版社出版

(北京市霞公府17号)

北京市書刊出版業營業許可証出字第010号

新华書店發行

人民鐵路出版社印刷厂印

書号 1629 开本 787×1092 $\frac{1}{32}$ 印張 6 $\frac{1}{16}$ 字数 162千

1960年2月第1版

1960年2月第1版第1次印刷

印数 0,001—2,200 册 定价 (S) 0.65 元

作者的話

讀者在本書中可以了解到自動數字計算機的所有部件，以及其各種應用和利用在鐵路運輸方面的可能性。同時，作者主要只限於敘述那些原理最值得鐵路工作人員注意的計算機。

近年來製造出的自動電子數字計算機，使我們能夠深入到從前認為實際上不可能研究的那些科學技術領域中去。

可以毫不誇張地說，這種新的發現只有印刷術的發明或蒸汽機的製造才能和它相比。

現在自動數字計算機不僅已成為從前人所不能做到的複雜數學計算的強有力而又高度有效的機械化工具，而且也是生產過程綜合自動化的最完善的設備。這些計算機在工業和鐵路運輸方面的應用就是在這些領域中所取得的技术進展的典型標誌。

這些機器在某些國民經濟部門中的應用，構成了組織工藝過程的特殊優越性，這些工藝過程可以保證很高的勞動生產率和大大降低產品的成本。

因此，無論是在國外或是在蘇聯，對自動計算機的應用及其改進給予極大的重視，這是很自然的。

無疑的，目前已成功地運用在科學研究中的那些計算機，不久也將廣泛地應用在鐵路運輸方面。

在計算機用於列車駕駛自動化《自動司機》、機械駝峯調車場工作自動化，以及牽引計算和其它計算自動化等方面的預先研究表明，鐵路技術水平可以提到多么高的程度。毫無疑問，以後的工作還會帶來更大的成績。

本書中着重介紹蘇聯鐵路的運營特點及蘇聯在製造自動數字計算機方面的一些經驗，例如，儀器製造及自動化工具工業部設計局所製成的《箭》型計算機，《СМ》型專用計算機以及蘇聯科學院製成的《БЭСМ》型計算機等等。

作者力求全面地介紹這些計算機的各种設備的元件，以便使這本書不僅適用於一般地熟悉計算機及其特性，而且也可以做為在鐵路運輸方面研制和應用新型自動計算機的必要的初步參考書。

目 录

作者的話

第一章 自动数字计算机的一般概念	1
繼續人的大腦工作的机器.....	1
计算机的設備和結構的一般介紹.....	3
在苏联铁路運輸方面应用自动计算机的可能性.....	9
第二章 自动数字计算机的邏輯和物理原理	11
数在机器中的数学表示法.....	11
二进制数的电量編碼.....	14
二进制数在机器中的物理表示法.....	17
数学机器的最簡單的邏輯电路.....	19
二进制数的算术运算及数在机器中的存儲.....	33
同步脉冲和控制脉冲.....	41
第三章 存儲器	46
存儲器的分类.....	46
超声波延迟綫动态存儲器.....	49
具有固体傳送介质的动态存儲器.....	51
磁鼓和磁带靜磁存儲器.....	53
电子射綫管静电存儲器.....	61
鉄氧磁心靜磁存儲器.....	65
存儲器的发展远景.....	77
第四章 机器的算术运算及运算器	84
数在计算机中的表示形式的基本概念.....	84
数在计算机中的表示.....	87
規格化的整数运算.....	89
数的自然表示形式的基本特点.....	91
負数及其补数.....	93
运算器的并行操作法和串行操作法.....	99
加法器和減法器.....	102

数的乘法和乘法器	107
数在机器中的除法	117
第五章 外部设备	121
外部设备的用途	121
十二进制的转换	122
利用穿孔机准备要往机器内输入的数据	124
利用磁记录设备准备要往机器内输入的数据	129
往机器内输入数据和计算程序的设备	133
数的二十进制转换	136
计算结果的输出及其打印	140
第六章 计算的程序设计 and 指令编码	143
在机器中利用数值分析公式解题	143
问题的程序设计的基本概念	147
指令的结构	155
指令的编码	158
第七章 机器的自动控制	162
机器的自动控制系统及其功用	162
中央控制和局部控制	163
指令和数的输入控制	167
从机器的存储器自动选取指令	171
存储器和运算器的换接	176
机器的控制台	179
苏联的一些通用和专用计算机	181
第八章 自动计算机在铁路运输方面的实际应用	187
自动计算机在机械化驼峰调车场自动化 方面的应用	187
铁路运输方面某些生产过程的自动化	190
计算机在铁路运输计算中心的应用	195
自动计算机在铁路运输方面的应用	204
铁路自动计算机的特点	206
第九章 无电子管的半导体自动计算机	207
半导体及其在计算机中应用的一般概念	207
半导体自动计算机	212

第一章 自动数字计算机的一般概念

繼續人的大腦工作的机器

科学和技术的最新成就使得我們能够制造出这样的自动计算机，它們的数学可能性和快速作用有助于解决一系列最重要的科学和技术問題。

这类問題首先包括解某些与核子物理、火箭技术、飞机制造、空气动力学、动力学和其它技术领域中的最新发明有关的极其复杂的数学問題。

例如，在根据地区大地测量的数据来編制地图时，需要解具有800个未知数的代数方程組，并且这时需要进行二亿五千万次算术运算。如果用人工解具有20个以上的未知数的代数方程組的話，就其工作量及解題的时间来講，实际上一个人一辈子也不能計算出来。

在生产过程綜合自动化方面也出現了許多困难問題，如果不用计算机，由人来解决这些問題是不可能的。自动计算机为解这类复杂問題創造了实际可能性，这种计算机的速度非常快，每分鐘做一百万次，甚至更多一些的算术运算。

下面举一个富有代表性的例子。在国际天文历方面，利用苏联科学院制造的《БЭСМ》型快速电子计算机在几天内計算出了太阳系內約七百个小行星的运行軌道，并且考虑到了木星与土星对它們的影响，确定了它們在十年內的座标，准确地算出了它們每隔四十天所在的位置。

从前这种計算需要一个大計算局几个月的工作。

这架计算机計算出了用来决定运河最陡的而又不易塌散的各种斜面的河堤換算表，这样由于大大縮減了工作量，

因而能使得在水力工程建設中节省大量物質。在利用 B3CM 型計算机解該問題之前，曾試圖用人工編制上一問題一种方案的換算表，虽然15个計算員一起工作，并經過了几个月的光景，但却沒有成功。在《B3CM》型电子計算机上十个方案的計算只花了不到三小时的时间。

因为这种計算机是通用的，所以利用它的邏輯方面的可能性时，可以把文献准确地按照語法和句法的特点从一种語言翻譯成另一种語言。不言而喻，为此需按字母表順序把字典輸入到机器中，并存儲在所謂机器的固定存儲器中。这种計算机也能完成鐵路運輸方面的許多繁雜工作，例如：执行現在由机械計算工厂所进行的鐵路工作的計算，編制列車時間表等等。

現在制成了这样的自动裝置，当它們从人那里得到問題并把它記錄在存儲器中时，自动裝置便能够解决下棋問題，甚至于可以做文章（例如物理学家糾克洛克設計的法國的《卡里奧》型計算机）。为一位著名的英国医生制造了一种小型計算机，当医生不在場时，这种計算机能回答電話以及重复医生預先写入的信息。

近来自动計算机也开始在医学上用于模拟心脏、神經系統和大脑的活动。机器把模拟結果用图象或数字表格的形式給出。这时，記在机器存儲器中的問題是这样安排的，即机器利用数字的一定組合方式可以回答被研究的人体器官的活动情况及其活动的是否正常。

西方的反动哲学家們企图把自动計算机做复杂的邏輯和算术运算的这些广泛可能性利用在便利于資本主义世界的方面。其中某些《哲学家》竟企图証实，人（当然，首先是劳动人民！）到处都可用机器来代替，因为似乎机器不仅能运算，而且还能思考、設想，并且还具有与人完全相同的条件

反射和无条件反射。

一位著名的英国学者貝尔克里在其著作《偉大的智慧》一書中分析了自动計算机，而且在自己的結論中也犯了某些唯心論方面的錯誤。他写道：《机器能处理数据；它能計算，做結論，并能选择；它能对数据执行合理的运算。显然，机器能思考》。

在这种基础上西方人士常常称自动計算机为：《电子大脑》，《电子机械人》等等。这样的名称已經成为美国的許多公司最吸引人的商标。

但是，苏联科学家們对自动計算机的广泛可能性及其特性极其重視，同时科学地批駁了在一些西方国家內盛行的有关自动計算机的唯心理論。

苏联科学家認為，事实上人体神經系統的工作原理与自动計算机的作用之間存在着某些相似的东西，但是决不能把这种机器与人等量齐观，因为在机器內和在人体內所进行的过程实质上是完全不同的。机器只能执行由人事先詳細研究和編好程序的問題。把編好的程序輸入到机器內，然后机器方能算題。如果沒有編好的程序，沒有人的帮助，机器是不能操作的。但这时应考虑到，机器对記錄在存儲器中的問題能够执行得如此的准确和迅速，而人的大脑不是經常都能办得到的。而且常常用机器解复杂的問題，但是要想用人工解这类問題时，就得耗費极大的精力和很長的时间。

简单地說，自动計算机不是別的，而是人們用双手制造出的，繼續人的大脑工作的机器，是受人們的意志所支配的，并且能保証人們少費精力、大脑和智力的机器。

計算机的設備和結構的一般介紹

通常我們所指的自动数字計算机就是这样的机器，即在

这些机器中以数的形式輸入和輸出解題数据，而且机器的所有內部操作和运算的控制都不用人帮助，而是自动进行的。

为要使机器能按照人的願望工作，就需要把已編成代碼形式的專門程序輸入到机器內，这种專門程序就是保証解数学問題的算术和邏輯运算的图式。

在此程序中向机器发出指令：机器应从哪里取解題用的数据，机器应当按照哪一順序对数据执行哪些运算，以及怎样处理这些运算的結果：是否需要在存儲器中把結果保存到一定時間或是傳送出去做为最終答案。

按着輸入程序中的指令进行操作的計算机称为程序控制計算机。这种机器的制造是計算技术事业中的一项进展，因为这时出現了借編制相应的程序来执行邏輯和算术运算以及解复杂問題的广泛可能性。

特別应当指出，程序控制自动数字計算机在执行复杂的邏輯运算和解数学問題时，按照近似分析法，可以把全部計算工作归結为基本的算术运算：数的加法、減法、乘法和除法。

这种計算机的最主要特点就是只用簡單的算术运算来解任何复杂問題。

机器能串行或并行地对两个数或更多的数进行算术运算，据此，机器可称为串行式或并行式計算机。

如果取两数相加做为例子，則串行式計算机是从最低位到最高位逐位地順序相加的，这和人們在紙上做普通加法相同。

減法、乘法和除法也都是順序地逐位进行。

并行式計算机則对两数的全部位同时执行这些运算。

不言而喻，并行式計算机的运算速度比串行式計算机的要快得很多，但并行式計算机常常需要大量各种不同的設備

和零件。

串行式计算机的体积可以比并行式计算机做得小一些，并且在许多情况下它的工作速度是相当快的。

在利用计算机做自动化工具时，即当设备的工作可靠性、连续性及小的尺寸是控制过程的最重要的要求时，上述特点具有非常重要的意义。

为了解数学问题或控制工艺过程，计算机应当具有下列特点：

(1) 以相应的形式接收解题程序，以数据形式接收初始条件或接收来自控制对象中的发讯器的信号；

(2) 能任意长久地保存输入数据，而且数据不受损失并不发生畸变，必要时，按照程序以一定顺序迅速地把数据传送到运算器或机器的其它部件中，以便进行逻辑和算术运算；

(3) 对输入的数进行算术运算；

(4) 以数的表格或数值的图象关系的形式送出运算结果。

现代计算机的上述要求通常都是由下列相互联系的部件来保证的：(1) 输入器，(2) 存储器或称集聚器，(3) 运算器，(4) 输出器，(5) 控制器和同步器。

机器的特性和功用决定了这些部件的作用和逻辑关系。

机器中各部件的作用关系在原理上可用图1的形式来表示。

在这里用双线箭头表示从这一个部件往另一部件传送数据的方向，而单线箭头表示控制指令和由各部件执行的过程的同步信号的方向。

机器的各部件的电路可能是由继电器、电子管或晶体管和三极管——锗半导体管（锗二极管具有整流性能，而

半导体三极管与电子管一样有改变其特性的性能)组成的。因此,计算机可称为继电器式的或电子式的,或者称为无电子管式的(即半导体式计算机)。

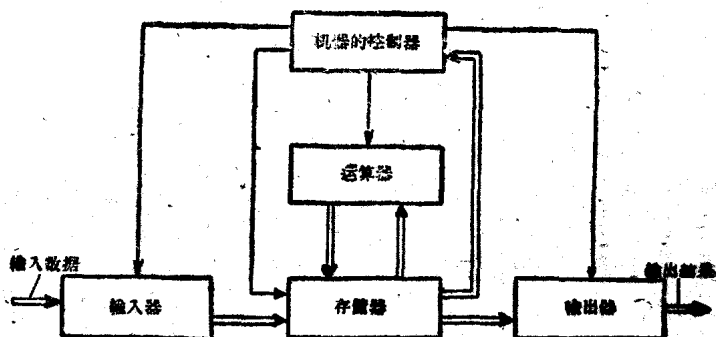


图1. 自动数字计算机的方框图

直到最近,在所制造出的自动数字计算机中,多半采用电子管及在电路中广泛配合运用锗二极管,因为这些元件能保证快速运算。对机器的技术操作特性影响不显著的辅助部件,例如各种外部设备,通常都用快速的电码继电器和电话继电器组成。近几年来,由于工业部门能够制造半导体三极管,所以制成了半导体计算机(其中用锗三极管代替了电子管)。

为要往机器内输入数据,必需以约定的电码形式把数据穿孔在纸带或穿孔卡片上,或用专门的仪器(类似于磁带录音机)写在磁带上。

读出和往机器内传送这些数据是由下列设备进行的:从穿孔纸带读出是用电报发报机或用专门的光电二极管进行的,从穿孔卡片读出是用特殊的穿孔卡片设备进行的,从磁带读出是用类似于磁带录音机的专门设备进行的。这些设备是全部机器的外部设备的基本部分。

解題結果也可用各種設備以表格形式印在卷紙上，例如用一台或幾台電動打字機來記錄，有時把結果穿孔在紙帶或穿孔卡片上。同時也常常採用磁帶記錄、光電記錄和化學記錄等等。

如果解題結果穿孔在紙帶、穿孔卡片上或記錄在磁帶上的話，則帶有數據的卡片或紙帶從機器中送到與機器無聯系的專用外部設備中進行譯碼，此後，數據以十進制的數碼形式用電動打字機或其它的打印設備打印出。

根據計算的可能性，計算機可分為專用機和通用機兩種。

專用計算機：這種機器只用來解一定範圍內的問題，例如用某些（不是任意的）數學方法解常微分方程，或者這種計算機的使用範圍很窄，用來控制生產過程自動化等。有時這種計算機也能夠解與自己的特性無關的其它問題，但有一定的限制。

通用計算機：在這種計算機中所利用的數學方法及解題的範圍不受任何限制，照例，這種機器具有大容量存儲器。

在第二次世界大戰結束後，當剛剛開始製造新型的自動裝置的時候，美國製造的電子計算機是異常龐大而笨重的，並且包含大量的元件。例如，1947年在賓西法尼亞大學的莫爾電機工程學院制成的第一台ENIAC型（Electric Numerical Integrator and Calculator）電子計算機具有18000多只電子管和約有1500個電磁繼電器。在這架機器內利用了七萬個以上的各種無線電零件（電阻、電容器及其它）。由於機器中採用了大量的電子管、繼電器、無線電零件及其結構的複雜性，所以這種計算機的工作是不可靠的。

蘇聯科學院的一個研究所在C. A. 列別節夫院士的領導下，利用現代科學和技術成就，在幾年間便制成了一架

《БЭСМ》^① 大型快速电子计算机，这架计算机比美国的《ENIAC》型计算机具有更大的计算可能性，然而《БЭСМ》总供只有约5000只电子管。这种计算机（БЭСМ）的外貌和结构形式见图2。它属于并行式的通用计算机，每秒能执行7000~8000次^② 运算或每小时能做28800000次运算。如果考虑到，人利用手摇计算机在每一班（8小时）内能执行2000次算术运算或每小时能执行250次算术运算的话，则《БЭСМ》型计算机执行计算的速度要比人工快115200倍。

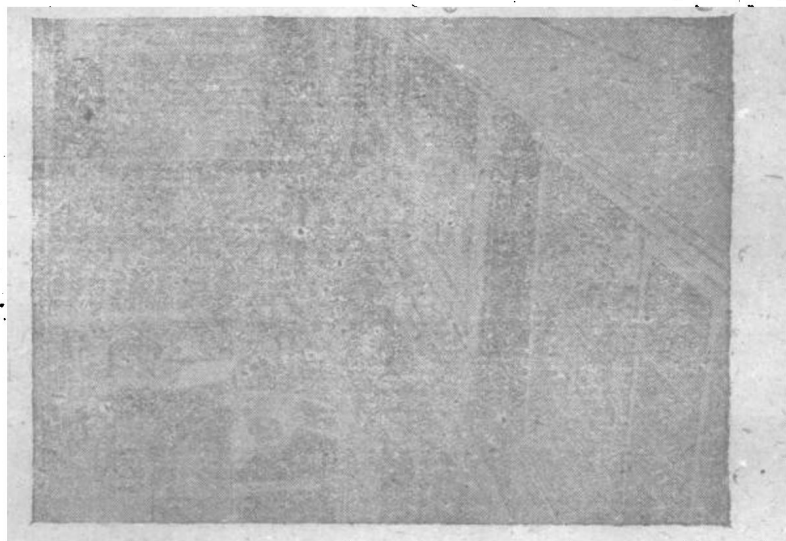


图2. 苏联科学院制造的《БЭСМ》型快速电子计算机。

左边是机器的控制台

① БЭСМ 是快速电子计算机的缩写。俄文是：“Быстродействующая Электронная Счетная Машина”——译者。

② 实际上《БЭСМ》型计算机每秒能执行10000次算术运算——译者。

目前，在美国制成了許多电子数字计算机，并且某些类型的机器已投入了大批生产。例如，图3就是《UNIVAC》型计算机，它采用磁带做外部存储器（右面），容量为20万个11位的数。这种计算机也用在美國铁路方面，使铁路管理局的统计工作机械化。

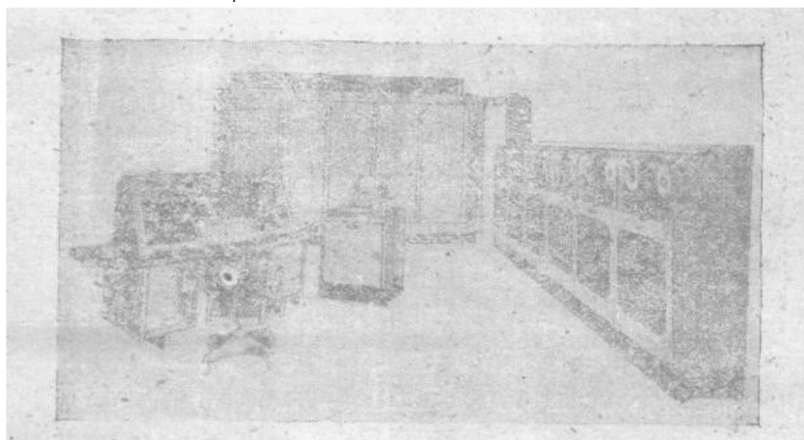


图3. 美国《UNIVAC》型自动计算机。正面是机架，
在这里装插机器的电子插件；右面是磁带存储器；
左面是控制台，它也用来检验机器

在苏联铁路运输方面应用自动计算机的可能性

除了象在铁路运输方面这样全面和广泛的机械化和自动化的部门外，很难设想出国民经济的其它某一部門。在这里，每一项工作都需要进行研究、数学计算和编制统计报表。此外，现有的工厂需要小批和大批地以及单个地生产用在铁路运输各种机构中的机械和电气设备，以使用来组织和管理铁路的列车运行以及检查铁路各方面的运营情况。

最主要工作的一定循环性，严格周期性以及基本工艺过程的密切相关性是各种运输工作的典型特点。因此，我們称

铁路运输为傳送装置并不是偶然的，这种情况使得我們可以最有效地利用自动计算机来使铁路生产过程自动化。

为了保证铁路傳送装置有条理的和不间断的运行，除了純运营性工作外，每个处还要执行大量的各种計算。

就拿車务处做例子吧。車务处定期地并按季度地变化进行大量分析計算及图表工作，編制列車运行图，确定各个区段的通过能力和运送能力等等。这样自然要花費大量的劳动和時間，然而这项工作的性質使得它們有可能利用快速自动计算机来完全机械化，并且从而可以減輕劳动和减少時間。它們对机务部門有很大意义，因为机务部門需要解决极重要的列車牵引問題，研究各种新型機車，以便确定它們的特性，确定最佳的运行状况等。

如果利用快速计算机使这项工作机械化的話，那就完全可以避免与这类計算有关的令人厌倦的脑力劳动。

在铁路运输的其它各处的工作中利用自动计算机使各种生产过程机械化的其它例子还很多。如果和工程师們一起开始制造数学模拟机来研究人的心脏、大脑和神經系統的工作，甚至在铁路运输方面的医疗部門、医院等都能够提高科学研究和某些疾病的治疗水平。

近几年来，计算机应用在駝峯調車場工作的自动化，进行科学研究，以及編写报告和編制美国铁路（切札毕克——奧加約，格列特·諾尔特捷特，瑟尔捷特，尤尼欧·巴西菲克和佐里厄特及伊斯坦）統計材料的机械化方面証明，利用这种计算机可大大提高劳动生产率并大大降低成本。

某些外国技术刊物中报导，自动计算机在上述铁路以及更广泛方面利用的結果，可預料到铁路工作的根本轉變（Railway Age, 1955, 1月10日, 138~139頁）。

現在苏联工业部門成批地生产两种类型的电子模拟計算机，其中一种是用于进行和研究牵引計算，而另一种是用来对安装在鉄路电力機車上的电动机进行热力計算。

苏联在研制各种类型的自动計算机方面所取得的經驗，使得有可能在最短时期內制成用于数学計算和一些鉄路生产过程自动化以及控制列車运行方面的鉄路专用和通用計算机。

这些計算机在鉄路運輸部門、高等学校和科学研究院中的应用可以大大提高工作效率和从令人厌倦和有时生产率很低的脑力劳动中解放出技术熟練的工程技术人员和科学工作者。

第二章 自动数字計算机的邏輯 和物理原理

数在机器中的数学表示法

每一台自动数字計算机的功用，在大多数情况下基本上可归結为执行一定的算术运算。不管机器是用来自动控制工艺过程或是用来解数学問題，以哪一种計数制来表示参加运算的数有着特別重要的意义。机器的运算器、数据輸入器和輸出器以及許多其它邏輯电路的技术結構，首先取决于数值的数学表示法。

正象我們下面要看到的，計数制对問題的程序設計的工作性質有着一定的影响。

大家知道，在实际中通常采用个位、十位、百位、千位等进行計数，在采用这种計数制时，数值的数学表示法是这样的，从右边的第二位开始，每一位数都是由前一位的十个数字組成。由此得出，最常用的进位制的每个数可用10的不