

化工新技术知识普及丛书

电子计算机 在化学工业中的应用

凌秋明 等编

化学工业出版社

化工新技术知识普及丛书

电子计算机在化学 工业中的应用

凌秋明 等编

化学工业出版社

内 容 提 要

为使地方从事工业管理和技术工作的干部了解世界新技术的发展同化学工业的关系,化学工业及其有关学科的基本知识和发展方向,以便经济有效地办好化学工业,在化学工业部秦仲达部长的倡导下,特组织编写一套《化工新技术知识普及丛书》。

本丛书第一批已安排编写的有11个分册,各分册分别论述世界新技术发展与化学工业的关系,电子计算机在化工中的应用,新型材料,煤化工,精细化工,复合肥料,生物技术,化学工程,化工设备,化学工业中的能源和节能等。

本书是丛书的一本。书中介绍了电子计算机的基本知识及其在化工生产、科研、设计和现代化管理中的应用等。本书注意了理论与实际的结合和文字叙述的通俗性,对于一些与电子计算机有关的名词术语作了较为浅近的解释。本书可作为了解电子计算机技术的初步入门书。

本书各章的撰稿人为:第一章、第六章和第五章第六节——李景荣;第二章——任鸿威;第三、四章——凌秋明;第五章——万学达。本书初稿经成思危审查,最后由印德林审定。

化工新技术知识普及丛书 电子计算机在化学工业中的应用

凌秋明 等编

责任编辑:王仁杰

封面设计:许立

化学工业出版社出版发行

(北京和平里七区十六号楼)

化学工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所经销

开本787×1092 $\frac{1}{32}$ 印张3 $\frac{1}{2}$ 字数86千字印数1—3,000

1987年12月北京第1版1987年12月北京第1次印刷

统一书号15063·4071定价0.85元

序

当前世界新技术和高技术发展十分迅猛，越来越多的国家都把自己的主要注意力转到发展科学技术上。赵紫阳总理在《关于第七个五年计划的报告》中要求我们“很好地利用这个时机和迎接这场挑战”。并且指出：“当前最重要的是，必须进一步普遍树立起重视科技进步的战略观点，使各个方面都有一种加快科学技术发展的紧迫感”。《中共中央关于社会主义精神文明建设指导方针的决议》更加明确指出：“我们进行现代化建设，应当更加自觉地依靠科学，发扬尊重科学、追求知识的精神，努力在全民族范围扎扎实实地组织教育科学文化的普及和提高”。我到一些地区和县调查化学工业的发展情况时，许多从事工业管理和技术工作的同志也迫切希望了解世界新技术的发展同化学工业发展的关系，以及某些化工新技术和有关学科的发展情况、有关知识，以便把化学工业的发展切实转到依靠科技进步的轨道上来，经济有效地办好化学工业。为此，请化工部科技局、出版社和情报所共同组织编写出版一套《化工新技术知识普及丛书》。

本丛书主要是供地方有关工业部门的干部阅读的。在内容上既要讲清楚基础知识和必要的生产技术，也要从经济角度作些探讨。在编写时尽量做到循序渐进，深入浅出。现在这套书的作者和组织编辑出版工作的同志对于这些要求都已给予足够注意。我谨以本丛书倡议人的身份向付出辛勤劳动的这些同志表示衷心的感谢。

我深信，这套丛书的编辑出版，必将获得有关同志的欢迎和关注，也必将使阅读丛书的同志有所收益。

我还希望广大读者和有机会翻阅本丛书的专家、学者对书中存在的不当之处批评指正。

秦仲达

一九八六年十月

目 录

第一章 电子计算机概述	1
第一节 计算机的分类与组成	2
第二节 计算机中数的表示方法	5
第三节 计算机的软件	7
第四节 微型计算机	9
第五节 计算机的化工应用	10
第二章 计算机在生产过程控制中的应用	14
第一节 生产过程中的巡回检测及数据处理	16
第二节 直接数字控制系统 (DDC 系统)	18
第三节 计算机监督控制系统	20
第四节 计算机控制系统的递阶 (分级)	22
第五节 自适应控制系统 (CHC 系统)	24
第六节 分散型过程控制系统	26
第七节 计算机仿真、操作训练系统	28
第八节 机器人	29
第九节 计算机在生产过程控制中应用的实例	30
第三章 计算机辅助生产操作参数最佳化	34
第一节 化工生产装置的统计法调优	34
第二节 化工生产装置的模拟法调优	40
第三节 化学模式识别与数优化	44
第四章 计算机在化工研究和开发中的应用	48
第一节 科技情报检索	48
第二节 化工科研数据处理和科学计算	52
第三节 化工过程的模拟	55
第四节 化工物性数据库	59
第五节 计算机辅助序贯实验设计法	63
第六节 专家系统	68
第五章 计算机在化工设计中的应用	72

第一节	工程项目规划与可行性研究	73
第二节	物性检索与推算	75
第三节	工艺流程模拟计算	77
第四节	工艺设备计算	79
第五节	计算机辅助设计绘图	81
第六节	计算机辅助工程设计	85
第六章	计算机在现代管理中的应用	88
第一节	办公自动化	88
第二节	计算机网络	92
第三节	化工企业中计算机的数据处理	95
第四节	管理信息系统	102
第五节	决策支持系统	112

第一章 电子计算机概述

世界上第一台电子计算机是1943年开始研制的，1946年宣告研制成功，名为“电子数字积分计算机”(electronic numerical integrator and computer，简写为ENIAC)。从第一台计算机问世到今天，已有四十年的历史。在这四十年中，计算机的发展很快，特别是进入七十年代以来，它的发展更加迅速。从电子计算机所采用的电子器件来看，经历了从电子管、晶体管、集成电路到大规模集成电路计算机等四个发展阶段，通常称为计算机的“四代”。

从计算机的整机结构来看，计算机正向着“微、巨、网”三个方向发展：(1) 计算机越来越小，进一步发展为微型计算机；(2) 越来越大，进一步发展为巨型计算机；(3) 越来越多，进一步把不同地点的许多计算机连接成计算机网络。

此外，目前正研究各种新型计算机，如模拟人类某些智能活动的人工智能计算机和利用光学手段对信息进行处理的光计算机。

电子计算机是一种既有快速运算能力，又有逻辑判断功能和存贮功能的现代化电子设备，是当代最卓越的科学成就之一。现代科学技术和工程设计上极其复杂的问题可用它来进行计算；部门和企业经营管理上非常琐碎繁杂的数据可以用它来处理；军事上导弹火箭的运行、工业上生产过程的控制等需要根据它们瞬息变化及时自动处理的所谓“实时控制”问题，也可用计算机来解决。正因为计算机如此有用，所以在它出现

后不久便获得了迅速的发展。特别是计算机技术与系统控制论、管理科学、数学等学科的结合，更加扩大了它的应用范围。今天，计算机不但已经成为实现现代化的不可缺少的工具，而且已经成为衡量一个国家的科学技术水平和管理水平的重要标志之一。

计算机在化工科学研究、工程设计、工业过程控制和化工企业、管理部门的管理等方面，也发挥了它的作用。在科研和设计中，采用流程模拟系统进行工艺计算、设备估算、成本预算和可行性分析；用计算机辅助绘图设计、辅助实验设计等，加快了研究设计的速度和提高了设计质量。计算机在化工生产过程控制中，可以达到安全生产、节能降耗、优质高产的目的。大型化工联合装置采用多台计算机的分级控制，实现参数稳定控制、操作优化、调度生产和综合管理的功能。在企业或管理部门中应用计算机管理物资、调度生产、编制计划等，大大减轻了人的劳动量，提高了信息处理的速度。不同规模的计算机辅助管理网络和管理信息系统的建立，提高了管理决策的水平，实现经济信息的共享和通讯。

第一节 计算机的分类与组成

计算机包括模拟计算机、数字计算机和数字模拟混合计算机。模拟计算机是用模拟量（又称连续量，如电压、长度、转角等）作为被运算的量的计算机。例如计算尺就是一种最简单的模拟器，它用长度来表示数值的大小，通常对长度的“运算”求得数值的计算结果。模拟计算机的结构简单，但精确度较差，通用性不强，在军事上应用较多。数字计算机则是用数字量（又称不连续量）进行运算的计算机，它的数字量是应用电的脉冲个数或电位的高低形成，达到对数值的计算或控制。例如

算盘，用算盘珠代表“数字”，通过对“算盘珠”的运算实现对数值的计算，所以算盘可以看作是最原始的数字计算器。数字计算机的精确度高，通用性强，具有逻辑判断能力，因而得到了广泛应用。

混合计算机是模拟技术与数字技术相结合的计算机。设计这种计算机的目的是使之兼有数字机与模拟机的优点，又克服各自的不足之处，但目前应用不广泛。

一般不加说明的话，所谓计算机通常均系指数字计算机，本书也是介绍数字计算机的应用。

计算机的组成通常称为硬件，系指由电子线路、元器件和机械部件等构成的具体装置，一般包括运算器、存贮器、控制器、输入和输出设备等五大部件，前三部分合在一起称为计算机的主机或中央处理单元，后二部分相对于主机而言则称为外部设备。当计算机被用于实时控制（与信息发生的同时进行的控制，而且处理的结果可以立即用来影响进行中的现象。例如工业生产流程的控制、飞机订票控制等）用途时，通常还需要有模拟量与数字量的转换装置，即模数转换器、数模转换器，以及开关量输入输出器等，为了与外部设备加以区别，常把它们称为外围设备。也有人把外部设备与上述的外围设备总称为外围设备。

计算机的运算器能自动地进行加、减、乘、除算术运算及其他逻辑运算。通常表示运算器性能的主要技术指标是计算机的字长和运算速度。字长是指运算器中寄存器（用来暂时存贮一定量的数据的存贮装置，一般由触发器组成）的位数，假如寄存器是由 n 个触发器所组成，则称计算机的字长是 n 位。显然，机器的字长位数越多，数的表示范围就越大，有效数字的位数就越多，计算精度就越高。因此人们要了解计算机的运算

精度怎样，往往问它的字长是多少位。计算机的运算速度是指计算机进行算术运算的快慢，通常用做加法或乘法的时间来表示，也有的用算术运算的平均速度表示，如每秒几千次或几次甚至几亿次。

计算机的存贮器能存贮计算步骤、原始数据、中间结果和最后结果。人们总希望存贮器的容量大（能存贮的数或计算步骤的数量大），而存取周期（存一个数或取一个数所需要的时间）短。实际上这两者又有矛盾，因为存贮量的增加会引起存贮器功耗大、干扰大，存取周期长。为了使存贮器达到既能快速存取，又有足够大的容量的要求，通常将其分为内存贮器和外存贮器。内存贮器直接与运算器联系，计算过程中能随时存入和取出信息，所以存取周期短，存贮容量较小。外存贮器存贮容量大，但存取周期较长，它通常是成批地与内存贮器交换信息。

计算机的控制器是全机的控制中心。它控制输入设备及有关部件，把计算步骤及原始数据输入到存贮器中；它控制运算器和存贮器等部件，实现自动计算，按照人们事先规定的计算步骤，把计算结果通过输出设备输出来。控制器是个指挥机构，计算机所以能自动高速地工作，都是在它的指挥下实现的。

输入设备是将计算步骤、原始数据等以机器所能识别的形式输送到计算机中，供计算机自动计算用。输出设备则是把计算的结果以人所能识别的各种形式（数字、文字、符号等）表示出来。输入、输出设备是实现人与机器联系的设备。

计算机的组成框图如图1-1所示。图中实线表示“数”的传送方向，虚线表示“控制命令”的传送方向。

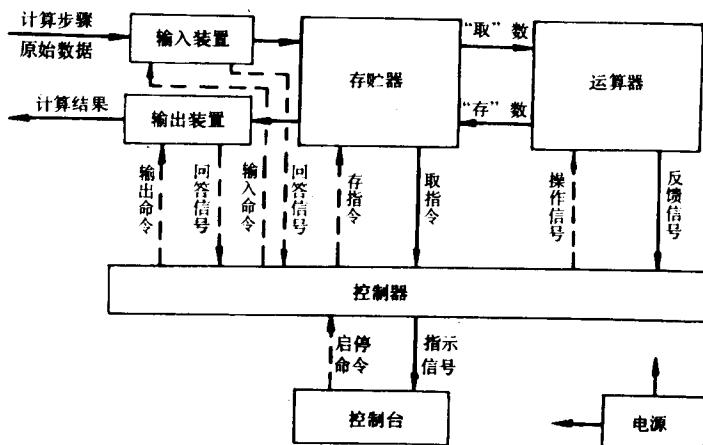


图 1-1 计算机的组成框图

第二节 计算机中数的表示方法

在我们通常的记数或计算中，都采用十进位计数方法，即任何一个数可以用十个不同的数字符号0, 1, ……8, 9来组成，而且由低位向高位是“逢十进一”，例如“一千九百八十六”可以用“1986”来表示，“1986”实际上是下列算式的缩写：

$$\begin{aligned}
 1986 &= 1000 + 900 + 80 + 6 \\
 &= 1 \times 10^3 + 9 \times 10^2 + 8 \times 10^1 + 6 \times 10^0
 \end{aligned}$$

$$= 1986$$

从式中看出十进位制的基数是“十”。

在计算机中，数是用二进制表示，即只有0和1这两个数字，由低位向高位是“逢二进一”，它的基数是“二”。例如十进制数“14”可以表示成二进制的“1110”：

$$\begin{aligned}
 (14) &= 8 + 4 + 2 + 0 \\
 &= 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0
 \end{aligned}$$

$$= (1110)_2$$

用二进制表示十进制的十个数字如下表:

十进制数	二进制数
0	0
$1 = 1 \times 2^0$	1
$2 = 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0$	10
$3 = 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0$	11
$4 = 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 0 \times 2^0$	100
$5 = 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0$	101
$6 = 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0$	110
$7 = 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0$	111
$8 = 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 0 \times 2^0$	1000
$9 = 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0$	1001

二进制数与十进制数之间通过简单的计算方法可以互相转换, 这里从略。主要原因是计算机能够自动地进行它们之间的转换, 不用人来计算。也就是说, 人们可以按十进制数给出算题的原始数据, 在输入时, 计算机能自动地将十进制数转换成二进制数, 然后对二进制数进行计算, 求得二进制数的计算结果。在输出时, 计算机又自动地将二进制数转换成十进制数, 并打印出来。

计算机采用二进制数的主要原因是由于在计算机中广泛采用电位的高与低, 电脉冲的有与无, 可以用“1”和“0”分别表示它们。例如“1011”这个数, 用电位的表示方法如图1-2所示。

实现这些信号的物理元件常用的有开关、穿孔纸带、磁元件等，例如纸带上的有孔就可以表示“1”，无孔就可以表示“0”。只用一个物理元件表示“1”和“0”两种不同的状态，显然要比表示十种不同的状态要容易得多。

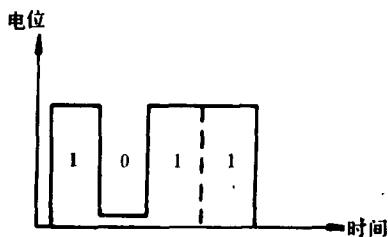


图 1-2 用电位表示的二进制数

第三节 计算机的软件

软件系相对硬件而言，泛指为了使用计算机所必须的各种各样的程序，主要包括系统软件、应用软件和程序设计语言及其编译系统等。当一台计算机出厂时，如果提供的软件少或功能差，则计算机就不能方便用户使用，没有软件的计算机称为裸机，它是不能使用的。因此硬件和软件之间的关系好比一部两轮车的两个轮子，互相依存，互相促进。

软件的组成如图1-3所示。



图 1-3 软件组成

程序设计语言是由表达各种意义的“词”（例如“转向”用GOTO表示，“做”用DO表示，“返回”用RETURN表示等等）和“数学公式”按照一定的“语法规则”组成的。它比机器语言或汇编语言（由机器指令代码或指令符号组成）更容易学习和使用，在不同型号的计算机上都能通用，世界各国广为流行的程序语言有FORTRAN、ALGOL、BASIC、COBOL、PL/I、PASCAL、APL、LISP等。用这种语言编写的程序称源程序，机器是不能识别的，必须通过一个“译员”把它翻译成机器语言，人们称这样的“译员”为编译系统，由编译系统把源程序翻译成的程序称目标程序。因此，人们问一台计算机有没有某种语言，实际上是指是否有这类语言的编译系统。

操作系统是一个大型的控制程序，是各类软件的核心。它由许多具有控制和管理功能的子程序组成。操作系统的功能是充分发挥计算机系统的效率，减少人对计算机的干预，为使用者操纵机器提供方便。

诊断程序是查找机器故障的软件，当计算机在正常运行过程中出了故障，计算机便自动“调出”预先存放在机器中的诊断程序，并通过它找出故障所在。完善的诊断程序还能自动排除某些小故障，如难以排除时则输出故障信息，等待维修人员检修。

应用软件是为解决特定问题而编制的程序，也叫应用程序。常见的有通用应用软件，如数据库管理系统、计算机文字处理程序、计算机作图程序等，以及一些应用较广的运筹统计、计算数学方法等程序；另一类是专用软件，如化工产品成本核算程序、化工情报检索程序等，这是各应用单位自己开发的软件。

第四节 微型计算机

随着大规模集成电路的发展，可以把计算机的运算器、控制器、存贮器以及它们与外部设备的连接电路做在一片或几片大规模集成电路上，这就出现了微处理器片、半导体存贮器片以及外围接口电路片等功能较完善的大规模集成电路。微型计算机就是由具有这些功能的片子组成的计算机。

微型计算机通过键盘上的按键操作，将计算的数据变成电信号，输给机器，这个键盘称为输入设备。根据输入数据进行计算的部分，称为微型计算机的主机，它是由微处理器片（相当于计算机中的运算器和控制器）和半导体存贮器片以及组装它们的底座和机壳所组成。为了使人们能直观理解计算的结果，用显示器和打印机加以显示和印字，这种设备称为输出设备。

世界上第一台微型计算机是1971年美国英特尔公司生产的4位微型计算机。尽管它的功能不很强，但却显示出强大的生命力。据统计，目前世界上微型计算机的种类已达几十种，性能也已大大提高。

微型计算机的主要特点是体积小、重量轻、价格便宜和灵活性大。微型计算机的体积约比小型计算机小数十倍、百倍，最近出现的便携式袖珍计算机，装在一个小手提箱内可随身携带。微型计算机的售价日渐下降，每台由几十美元至几百美元不等。它的灵活性不仅表现在组成计算机的片数可以根据用户需要而定，而且可以根据需要编出只读存贮器中的固定程序。由于上述特点，微型计算机既可以作为计算机系统来使用，是计算机数据处理、实时控制、办公自动化的不可缺少的工具，又可以作为一种“部件”组装在其它应用设备上，例如一些小型设备和家用电器设备装上这个“部件”后，就可以提高它们

的自动化水平。因此，人们常把微型计算机比作“电脑”。

目前，微型计算机就其功能来说有低档、中档和高档之分，字长则有4位、8位、16位、32位之分。低档机价格低，字长多为4位，常用于办公室设备（如复印机、打印机）和家用洗衣机、缝纫机上。中档机字长一般为8位，速度较快，功能较强，多用于通讯终端和各类简单过程控制。高档机字长为16位和32位，采用速度较快的双极型大规模集成电路，主要用于工业过程控制、数据处理、办公自动化等需要小型计算机的地方。在我国，不少类型的微型计算机已配上汉字系统，输入或输出均可使用汉字。总之，微型计算机有着广阔的发展前景。

第五节 计算机的化工应用

计算机在化工企业中的应用主要包括生产过程的监测和控制，生产操作的优化，辅助生产管理和决策等几个方面。计算机技术的作用也贯穿于化工新产品、新工艺、新装置的研究、开发、设计、工程建设和新操作人员的培训等过程及其每一个环节的各个方面。此外，从化学工业发展的全局来看，计算机将起到辅助宏观管理[●]和决策支持[●]的作用。下面仅就这几个方面的应用作概略介绍。

计算机用于生产过程的监测可包括单台仪表的智能化，如计量仪表配上单片机不仅提高了测量精度和可靠性，而且功能强、价格低。此外，计算机巡回检测系统可对流程的主要信息进行定时采集、处理、存贮和打印制表等。尤其是多种相关参

● 宏观管理：带有全局性和整体目标性的管理，体现了高层次的管理。

● 决策支持：决策系指从若干可供选择的方案中作出抉择，选出最优方案，也包括作出抉择以前的准备活动和作出抉择以后的实施活动。因此，决策是一个过程。在这一过程中，利用计算机及其技术对决策所起的辅助作用，称决策支持。