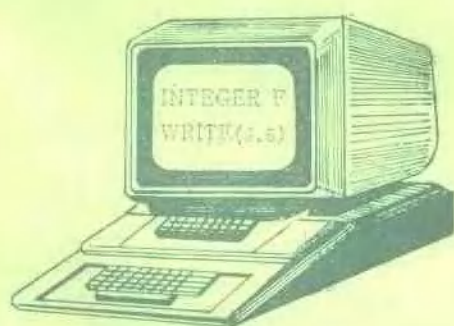


计算机在环境保护中的应用

张孟威 编



BASIC——FORTRAN 语言编程

北京环境保护杂志社

计算机在环境保护中的应用

张孟威 编



006704

北京环境保护杂志社

1985

内 容 提 要

本书比较全面地介绍了计算机在环境保护中的应用。内容分为三部分：前两部分是为计算机初学者提供的入门读物。介绍了计算机的一般知识，计算机的操作和使用方法，程序设计语言BASIC与FORTRAN，以及程序设计方法。第三部分介绍了计算机在环境保护中的应用，叙述了怎样用计算机进行环境质量评价、环境数据处理、环境污染物迁移与扩散的计算，以及环境问题的系统分析等内容，并提供了多项实用计算机程序。

本书适用于计算机初学者，可作为计算机学习班的教材，亦可供环保科研、监测、管理工作学习参考。

计算机在环境保护中的应用

张孟威 编

北京环境保护杂志社编辑

(北京阜外北二巷)

沈阳市第十三印刷厂印刷

北京环境保护杂志社发行

1985年2月第1版

开本: 787×1092 1/16

字数: 380,000

定价: 2.55元

1985年2月第1次印刷

印张 13 69

印数 1—8000

序 言

在新技术革命中，电子计算机占有重要地位，学习计算机等先进科学技术知识迫在眉睫。为了适应形势发展的需要，本刊连载了《微型计算机在环境保护中的应用》讲座。受到广大读者的欢迎，为满足读者要求，现将讲座汇编成册，以供读者学习应用。

本书汇编前经作者作了订正补充，增编了作者在《环境与资源》等刊物上发表的文章或片段。本书适用于计算机初学者，亦适用于具有中等文化程度的非环保专业人员自学阅读。要掌握计算机，必须学会编写计算机程序，这就需要学习计算机语言。对于初学者可先学习BASIC语言，本书第一部分详细地介绍了BASIC语言，并提供了结合环境保护方面的实例与练习题，这有助于环保界读者作到学用结合，学以致用。

当今环境保护的各个领域已经由定性地研究问题转向定量、定量相结合的新阶段。很多读者迫切需要了解简明易行的定量方法。本书不失为了一本环境保护定量方法的入门读物。书中介绍了环境质量评价中污染指数的计算公式，环境数据处理方法，数理统计方法在环境中的应用，污染物在环境中的迁移扩散计算法，其中包括大气中取尘颗粒物的迁移扩散计算，河流热污染问题的数学模式及实例计算。书中还介绍了进行环境管理与环境规划不可缺少的新学科——环境系统工程学的应用，即环境问题的系统分析法。其中包括：企业经济效益与排污收费的系统分析法，大气综合防治的系统分析，水污染综合防治方案的系统分析，以及企业投入产出线性规划模型的应用等最新计算点。从而使读者学习到这些定量问题与计算机的密切联系。

本书的另一特点是，在叙述了各项环保问题的算法后，提供了相应的计算机通用程序，使得本书具有相当的实用价值。这些程序中包括了求解最优预报方程的多元逐步回归程序，制定环境规划最优方案的线性规划程序等。所提供的各项程序全部经作者在微型机及中、小型计算机上分别作了调试，证明准确无误。

综上所述，本书兼顾了普及与提高，计算机知识与环保应用相结合。相信此书与广大读者见面，会有助于计算机的普及与应用。

由于我们编辑这方面的书刊缺乏经验，不足之处在所难免，欢迎批评指正。

北京环境保护杂志社 崔志民

一九八四年十二月

计算机在环境保护中的应用

目 录

计算机在环境保护中的应用进展	1
第一部分 计算机基本知识与程序设计基础	
第一章 计算机的基本知识	5
§ 1 计算机发展史、微型计算机的产生	5
§ 2 微型计算机的应用	6
§ 3 计算机的原理	6
§ 4 微型计算机的构造	7
§ 5 计算器与计算机	10
§ 6 计算机的主要技术指标, 适用于环境保护的微型机	11
§ 7 微型计算机的硬件与软件	12
第二章 程序设计基础 (一) ——BASIC 语言	13
第一节 BASIC语言的组成及基本规定	13
§ 1 BASIC语言的组成	13
1、BASIC程序举例、构成及基本规则	
2、BASIC语言基本符号、基本语句及扩展语句	
§ 2 BASIC语言的基本规定	17
第二节 简单程序设计	17
§ 1 简单程序设计及有关语句	17
1、赋值语句LET (17) 2、键盘输入语句 (17) 3、读语句	
READ和置数语句DATA、恢复数据区语句RESTORE (18)	
4、显示语句PRINT与打印语句LPRINT (18) 5、终止语句	
END、暂停语句STOP和注释语句REM (20)	
§ 2 简单程序设计举例	20
第三节 分支程序设计	21
§ 1 分支程序设计简介、流程	21
§ 2 分支程序设计有关的语句	21
1、无条件转向语句GOTO (23) 2、条件转移语句IF THEN	
(23) 3、多分支转向语句ON——GOTO (23)	
§ 3 分支程序设计例题	24
第四节 循环程序设计	26
§ 1 循环程序设计的基本方法	26
1、循环语句FOR——NEXT 2、数组与下标变量、数组	

	说明语句DIM	
§ 2	多重循环	23
§ 9	循环程序设计举例	23
第五节	子程序设计	
§ 1	子程序设计及语句	32
	GOSUB语句及RETURN语句 (33)	
§ 2	自定义函数及自定义函数语句DEF (34)	
§ 3	子程序设计举例	
第三章	程序设计基础 (二) ——FORTRAN语言	
§ 1	FORTRAN语言概述	41
§ 2	FORTRAN语言组成	42
	1、基本字符 (42) 2、程序的书写格式 (42) 3、数据表示及存储格式 (43) 4、表达式 (45) 5、FORTRAN语句 (47)	
§ 8	FORTRAN程序举例	53
	第二部分 怎样使用计算机	
第四章	袖珍计算机的使用	70
§ 1	PC—1500机介绍	
§ 2	PC—1500机上机实习	
§ 3	PC—1500机指令	
附:	袖珍机STM—PC简介	82
第五章	微型计算机的使用	83
§ 1	TRS—80机介绍	83
	I、TRS—80机的软、硬件介绍	
	II、TRS—80机的操作法	
	III、TRS—80机的编辑方式	
	IV、文件存取	
	V、在TRS—80机上运行FORTRAN程序	
§ 2	IBM—PC微型计算机	100
	1、IBM—PC机简介 (100) 2、IBM—PC使用的BASIC语言 (101)	
	3、IBM—PC上机操作 (104)	
附:	IBM—PC机器盘命令表	105
第六章	中、小型计算机的使用	
§ 1	在ELIX—C266计算机上运行FORTRAN	109
§ 2	在UNIVAC—1100系列计算机上运行FORTRAN程序	109
	第三部分 计算机在环境保护中的应用	
第七章	环境质量评价	111
§ 1	大气质量指数	111

§ 2	水质评价 BASIC通用程序	114
§ 8	河流水质评价FORTRAN通用程序	119
第八章	环境数据处理	
§ 1	环境气象数据回归计算	128
	一元线性回归方程通用程序	130
§ 2	环境水文数据的相关计算	132
	环境水文数据相关计算BASIC程序	134
§ 8	大气中NO ₂ 浓度的预报	137
	多元回归方程通用程序	140
§ 4	环境污染物的相关分析	144
	多变量相关分析BASIC程序	
§ 5	大气中NO ₂ 浓度预报的优化计算	148
	多元逐步回归BASIC程序	152
附表 I	相关系数检验表	159
附表 II	F分布表	160
第九章	环境中污染物迁移扩散的计算	
§ 1	大气中污染物的迁移扩散	163
	大气迁移扩散程序	167
§ 2	河流消化作用及其模型	167
	生化需氧量BOD总量及其衰变系数估计的BASIC语言程序	171
	溶解氧参数估计BASIC程序	182
§ 3	河流热污染的控制与预报	176
	河流热污染模式计算机程序	187
§ 4	河流溶解氧预测、预报	184
	河流中溶解氧预测、预报程序	
第十章	环境保护问题的系统分析	
§ 1	环境经济问题的系统分析	191
§ 2	大气污染防治方案的系统分析	193
§ 8	河流污染防治区域规划的系统分析	194
§ 4	企业经济效益与环境效益投入产出模型的应用	198
§ 5	系统分析的优化法	200
5.1.	线性规划的单纯型算法	201
5.2.	河流污染防治规划优化法程序	
5.2.1	一般线性规划单纯型算法框图	
5.2.2	河流污染防治规划优化法程序(线性规划单纯型法 FORTRAN通用程序)	203
5.2.3	线性规划单纯型法BASIC程序	208

参考文献

计算机在环境保护中的应用进展

一、国内应用进展

近年来,电子计算机在我国环保事业中得到了许多应用,取得了一些成效。应用较多的为环境监测的数据处理,其次是环保监测仪器的自动化方面,如大气监测电脑自控系统的研制等工作。另外,在环境情报、资料检索方面也取得了很大进展。

计算机在环境监测中的应用

环境监测能作到监测及时、全面和节省人力物力,就要依赖于计算机。监测仪器装上了计算机,可以代替人们在现场指挥监测仪,同时会自动记录大量的监测数据与信息。装有计算机的监测仪对监测数据进行处理、传递,成为区域性的或全国性的共享数据。就会对污染控制与预报产生巨大作用。这样的实例在我国日益增多。如,八二年由中科院声学所和辽河无线电一厂联合研制了大气自动监测电脑自控系统。该系统由若干个子监测站与中心站组成。辽河电脑数字无线电电台遥控指挥,站子站采集监测的模拟量,另一方面将采集的数据作于处理,并将各种结果向中心站汇报,从而中心站可自动完成编辑数据,打印日报表、月报表,绘制每日浓度时间曲线以及风向风速玫瑰图等。

八四年初太原市环保局等单位运行了“微型计算机控制的大气环境地面自动监测系统”。该系统可以同时监测五种信息:二氧化硫、一氧化碳、氮氧化物、飘尘和气象数据。84年11月30日通过鉴定的“大气环境自动监测系统”是由北京市环保局、环监监测站及中科院计算所完成。它是无人操作自动监测大气污染的综合网络系统。它由计算

机、数据通信和测量仪表组成,能对城市(总覆盖面积达2700平方公里)进行实时自动监测。该系统由中心控制站和二十二个监测站所组成。子站的设备昼夜运行,每五秒钟进行一次数据测量,能测定对空气中的污染化学项目二氧化硫、氮氧化物、飘尘、臭氧、一氧化碳、风向、风速等数据。目前国内还有一些单位在研制地面监测站。

北京分析仪器厂生产的微型大气监测系统有五种分机仪器、四种气象仪器和计算机数据处理系统,数据输入系统可进行巡控,计算日平均值和时平均值并打印结果。

我国制造的第一艘大型水质监测船——长清轮已于八〇年十一月通过国家鉴定及中国海监11号海洋监视船等改装有微、小型计算机。

除大气、水方面监测仪器外,还有上海同济大学研制、浙江湖州吴兴电缆厂生产的全天候数字显示噪声监测仪,能在户外全天候长期连续自动监测。大屏幕数字显示数据,并由电脑系统处理打印出每小时的 L_{10} 、 L_{50} 、 L_{90} 及Log系统统计曲线。

计算机在环境科研中的应用

科学工作者从大量的监测数据中探讨问题 and 寻找规律,最好能借助于现代数学和计算机。七九年三月沈阳市环保局陈复等提出了“电子计算机模拟沈阳地区二氧化硫扩散过程初步报告”,随后,进行类似工作的有环监院任陈海等作的山西能源基地大气扩散的试验研究。清华大学等单位进行的“太原市新建热电站对大气污染的影响”研究等等。

在大气污染研究中,笔者曾运用计算机进行了大气污染源识别工作,取得工作成果

据大气中80多种污染物元素,来推算重而污染物的类型及其贡献率,其计算量达几十亿次,采用TRS-80微型机,连续运行30小时,尚未达到要求的计算精度,后改用每秒一百万次的中型计算机,才计算出满意的结果,该项目工作证明,环保事业不仅需要大量的微型计算机,亦需要较高速和较大容量(128K以上)的计算机。

将计算机应用于水污染研究的有,由黑龙江环境保护局进行的松花江水系水质标准的研究,编制了分级分期的“黑龙江省松花江水系环境质量标准”。此后,在图们江、漓江、湘江等流域也作了类似的工作。

将计算机应用于环境噪声研究提出“噪声对诱发脑电功率谱影响的电子计算机分析指标的临床试验”等多篇论文。并在此基础上由中国环境科学院、航大工业部二院等七个单位,研制成功“微电脑心电图诊断仪”,已于八四年九月十五日通过鉴定。该诊断仪不仅可以用来鉴别人们受到环境噪声污染的程度,而且可以用来作为心脏病和脑病早期诊断的最新手段。

八四年报导,我国已经成功地利用计算机来分析人发化学元素数据,来探讨地方病癌症高发区的成因。

目前在我国环保科研部门配置微、小型计算机的单位日益增多。我国自制的科研仪器与计算机联机问题正逐步得到解决。

计算机在环境污染预报中的应用

正如天气预报一样,环境预报会给人民带来许多好处。环境预报需要用计算机及时处理大量数据,以便指出近期、远期的污染情况,指出近处、远处的污染程度,以及指出怎样的生产事故或气象、水文等条件下出现污染事件。总之,环境预报要做到既准又快,只有借助于计算机。

目前我国尚未实现环境预报,除去由于计算机应用不够普及外,与环境监测,

环境问题定量方法应用,人材培训等因素亦有关。近年来只是在某些项目或地区进行了一些工作。用计算机较多的有环境影响评价工作,水及大气中污染物迁移转化的研究,以及环境规划工作等。如笔者曾参加,“某地区大气中汞污染预报”研究。用计算机预报该地区汞污染情况与实测值相吻合。预报、预测了在某种大气稳定度情况下发生污染事件的污染源最小排放量。再如,进行2000年中国环境问题研究时,初步核算到2000年时,我国环境污染造成的经济损失将达三千亿元,若不积极治理环境污染,人们将生活在一个乌烟瘴气、污水溢流、十分恶劣的环境里,在一些城市和工业地区将可能发生公害事件。面对这些可能发生的状况,环境规划部门已经用计算机初步核算了合理的环保投资额,采取防治措施,这样,就可以保障人们免于遭受上述的恶劣环境,维持生态平衡,促进实现国民经济翻两番和人民生活水平的不断提高。

计算机在环境情报工作中的应用

环境情报、图书资料工作,已经开始采用了计算机。开展了以下几方面的工作。

建立了中国环境文献库。该文献库是用汉字检索国内环境科学有关文献的联机检索系统。于八四年八月通过鉴定,在中科院环化所投入使用。文献库存贮了自1976年以来全国三百多种与环境有关的期刊、杂志和研究论文的文章摘要。

在环境化学所还能检索到国外的污染文摘、环境文摘和能源文摘。其中污染文摘系1970年由美国环保局首次出版,每年收入六千~七千五百条文摘(其中包括环境科学的十个方面)。环境文摘每年收入约一万条文摘。能源情报文摘每年收入七千条文摘。

我国还参加了国际环境资料源查询系统(INFOTERRA)。联合国环境规划署所属的INFOTERRA成立于1975年。至今已

登录有世界各地近万个环境资料来源（可提供环境资料的单位或个人），我国已登录了近200个。

我国（环化所）已于81年7月开始为用户进行计算机检索服务，查询国内外环境信息。当需要向国外查询时，可根据INFOTERRA每年出版的《国际环境资料源概览》查询对口单位，直接对话，查找所需资料。

计算机在环境管理中的应用

由于计算机不仅有计算的功能，还有逻辑判断的功能。因此，便于应用于管理工作，目前已经有了汉字的输入、输出。这样，计算机就可以在环境管理现代化中大显身手了。

目前国内应用计算机于环境管理为数尚少。在行政事务管理方面作了一些工作，如工资发放，器材管理。在较高层次的管理工作如科研管理，决策分析、情报解析等领域应用计算机条件尚未成熟，这些条件包括环境系统工程理论的普及应用，环境经济效益分析方法建立，环境立法工作的完善等等。然而，尽管如此，仍要创造条件，促进环境管理的各个领域尽快应用计算机。

另外，在环境医学、环境教育，以及环境期刊编辑等工作应用计算机的前景都很广阔。

二、国外应用进展

国外的环境保护事业同其他行业一样广泛地应用着计算机。但使用微型计算机则是始于七十年代，至今虽仅有十余年，但计算机应用的普及和多样化却已达到惊人的程度。这里介绍美国、日本、西德等国的部分情况。

（一）环境监测方面的应用

大气监测系统，美国南加利福尼亚大气污染控制区在洛杉矶市设立的监测站使用微型机每隔一分钟记录一次，每小时的平均值

由计算机网络系统传输至控制中心。每天为新闻界提供污染子报（臭氧和一氧化碳等）。控制中心有显示屏，能自动显示各种各种污染物浓度值。

监测站用计算机处理监测数据，每天要处理百万个以上的数据。美国某监测站在1976年使用两台小型计算机PDP—11/05和PDP—11/40型，而在八十年代初期多使用IBM—PC/XT机了。

在美国八十年代末期，根据工业分布、气候和地形等条件的不同，将全国划分为247个大气质量控制区，每个区内设置若干个监测站，全国约有一千多个监测站（一般是每25万人口设一个站），到八十年代初期又将各监测站拥有的计算机逐步实现省、县、州以至全国性的网络化。计算机中心建立了实时软件及背景数据处理软件。实时软件的主要功能是每分钟从各站取回数据并存储在磁带上，接着是向各监测站发出信息来改变仪器工作状况。大气监测项目根据各方面的需要在日益增加，按监测要求划分为五个系统：1、大气质量控制；2、国家大气警戒网；3、连续大气规划监测系统；4、区域大气监测系统；5、居民健康和环境警戒监测网。

水质监测系统：八十年代末美国建立了国家河流断面统计网及国家水质警戒系统，用计算机联网与各地方监测站。不仅有由计算机控制的自动采样器，而且大多数分析仪器都配有计算机，这样，使得数据处理及时，又可同时监测多项指标。

另外，美国环保局等单位还设立了全国性的环境监测数据处理中心。配备数百台、中型计算机，既便于处理数据，又便于存储数据。

（二）环境科研中的计算机应用

国外近年来环境科研工作的特点是由定性为主地研究环境问题，已过渡到定量与定性相结合，由宏观研究转向宏观、微观相结

合,由数字量转向非数字量与数字量相结合地研究环境问题。因此会日益增多地使用计算机,使用计算机较多的课题,主要是环境影响评价,环境污染预报,污染物在环境中迁移转化研究,环境医学,环境心理学及环境系统工程学等项研究。

八四年底美国的美国环保局Athen研究所报告说,他们研制了水污染模式,叫作暴露分析模式系统(EXAMS),将该模式的版本及计算机磁带提交给二百多个用户,其中还包括政府部门,私人企业与大学。由于该模式被广泛应用,而且日益扩充到用数学模式来解决环境中多组分,多点源、非稳态、区域性环境问题,这就导致解决这类环境科研问题,更加离不开计算机了。而且对计算机的容量与计算速度等指标要求也在逐日提高。美国的美国环保局Athen研究所报告说,他们所用的PDP-11/70(70年代产品)计算机,已经感到不够用了。

国外从七十年代末期就已经从测量心电图与心电波研究环境医学、环境噪声中的有关问题了。而在这些研究中,人们得到的反馈信息都是电信号,通过计算机的特殊装置A/D转换接口可以很方便地输入,对这些量大而信号来似乎是杂乱无章的心电、心电波。经过计算机内若干亿次计算,进行诸如传递函数、B函数、快速富里叶变换等的推导,便可以由果及因地找到那些微观规律,再通过计算机的D/A转换接口揭示给人们。

在环境医学研究中,国外亦更多地利用计算机作实验,如研究环境对人体健康的影响,把含有少量放射性同位素的蛋白注入静脉,然后由电脑记录心脏的每一放射性点并进行动态追踪,从而构成三维图形显示出来,让人们研究心动与环境的相关性。

在国外,计算机的发展也推动了环境科学的发展。较引人注目的成果之一是用计算机来观察大气污染,能够全面地概括大城

市城区的污染源及其贡献率,要进行上百亿次的数据处理,只有借助于计算机。这类工作在美国1976年由Hupbc等人对波士顿城区作了成功的试验⁽¹⁾。1980年Kleinman等人识别了纽约城的大气颗粒物的污染源⁽²⁾,1981年J.M.Daisy等人识别了纽约城大气有机颗粒物的污染源⁽³⁾,日本的迁野森大采用类似的方法对大阪作了光化学反应的评价。

(三) 情报资料检索应用计算机

国外先进国家情报资料检索应用计算机代替或大部分代替了人工检索。近年来发展的更迅速。发展动向表现在以下几个方面:

1、计算机的存储容量增大,情报资料检索能力日益增强。如1981年出产的IBM-PC/XT微型机装有20MB的硬盘(磁盘),可存储2千万个字符。

2、情报资料检索向共享性(区域或国家之间联网)、可靠性、独立性及保密性(防止无关人员使用,如银行存款数字等)。

3、情报资料检索已作为一种手段被广泛应用和社会化。

据美国环保局Heller博士介绍,美国环保局的化学的物质结构检索系统,可以同时检索出该物质的排放来源,化学处理,化学评价,该物质的生态学影响,化学、物理特性,生态学特性,该物质对环境的影响及国家对该物质的有关规定等项指标。

计算机应用社会化是指人们已普遍地采用检索的方法,将计算机应用于环境教育,环境事务管理以及日常的家居环境管理。

三、几点建议

为了加速我国环保事业的现代化进程,加速计算机在环境保护方面的应用,笔者认为应当着重解决好以下三方面的问题。

(一) 大力普及计算机的应用。更多地推广应用微型计算机,同时要组织好环保局

的计算机专业力量，在我国环保事业中用计算机作出有价值的科研成果，产生出巨大经济效益。

(二) 计算机用于控制：在我国环保界中还是个薄弱环节，大有潜力可挖掘，可以

由改造陈旧环保仪器入手，代之以计算机控制的新式环保仪器。

(三) 积极研制结合我国环境问题的计算机软件。供有关单位使用。

第一部分 计算机基本知识与程序设计基础

第一章 计算机的基本知识

§ 1 计算机发展史、微型计算机的产生

世界上第一台电子计算机是1946年美国生产的ENIAC，它由18000个电子管，7万个电阻，1万个电容及50万条导线组成。计算机重30吨，消耗电120千瓦，并占用了长度在100呎以上的房间，平均每秒能做五千次加减乘除运算。从第一台计算机问世到现在，计算机已经经历了四代：电子管、晶体管、集成电路、大规模集成电路和超大规模集成电路。

五十年代是电子管计算机全盛时期。1958年我国研制了第一台电子管计算机。第一代电子管计算机的缺点是体积大、性能不稳定白毛耗，计算速度最高只达每秒几千次。五十年代末期产生了第二代晶体管计算机，其优点是体积小，省电，寿命长，计算速度可达几十万、几百万每秒。1962年在英国出现了第二代集成电路计算机。七十年代初制成第四代大规模集成电路计算机，耗电只有8瓦，重量不到半公斤，体积只有第一代的三个万分之一，只有火柴盒那么大小因此叫做微型计算机。微型计算机的出现及迅速发展，主要是有了集成电路。集成电路使得计算机奇迹般地小型化，使得各种各样的产品智能化。集成电路不仅引起了计算机划时代的变化，而且引起了全产业界的重视，有人称集成电路为“产业之根”，下仅是“根”，甚至有人称它是“产业之本”。如此之重要，这里有必要对集成电路作些简要介绍。

(一) 集成电路被发明以前，组装电子回路

时，须把晶体管、电容、电阻等固定在专用的印刷电路板上，再用导线把它们逐一连接起来。这样的作业既复杂又易出差错。随后产生的集成电路是将晶体管、电容、电阻与导线做在一块很小的集成片上。第一代

(1959年)集成电路里面，只有两个晶体管，六个电阻及两个电容共十个元件，但是此后，集成度——衡量一个集成片上安装元件的个数多少的尺度——以惊人速度上升着。1970年由美国Intel公司完成的，将计算机存储器作成集成电路的容量为1K。K为Kilo(千位)的缩写，它即储存信息的单位有2的10次方，等于1024个信息。而集成电路元件的大小却只有数平方毫米。到了1973年便能生产出容量为4K的集成电路，1977年能生产出容量为16K的存储器集成电路。到了1980年日本制成64K——RAM(Random Access Memory随机存储器)，集成电路64K—RAM就意味有在长6毫米宽3毫米的硅片上，要存储64×1024个信息，在这个不到20平方毫米的硅片上要放入六万个以上的晶体管和电容等元件。直到1982年日本、美国都先后制成256K—RAM。这样的存储器是在6×3平方毫米的硅片上，放入60万个晶体管，可记忆256×1024个信息，即可记忆拉丁字母三万二千个，电话号码一万个。由于出现了集成电路(IC即Integration Circuit)，大规模集成电路(LSI即Large Scale Integration)，以及超大规模集成电路(VLSI即very Large Scale Integration)。才有可

能在1971年由美国 Intel 公司制成世界上第一台微型计算机,才有可能使计算机微型化和智能化。微型机的出现是计算机发展史上一次革命性的变化。

§ 2 微型计算机的应用

微型计算机的问世时间不长,但其发展和应用的程度已达到惊人的地步,对当前所有的工业都产生了很大的影响。微型计算机已形成了一个具有独特的庞大的工业系统。特别是近年来的发展与普及,它已广泛地深入到军事、工业、农业、计量、交通、仪表、家用电器、玩具等各个领域。在美国、日本等国家中,微型计算机已成为人们生活中不可缺少的东西。

微型机作为一个“智能”部件提供人们使用,主要应用有以下几个方面。

1、计算:典型的用途是各式各样的台式计算机及袖珍计算机。

2、计时:微型计算机有正确的计时能力,日本已有很多计算器中带有计时功能,并可按人们自己的要求设定多个不同的报警时间。

3、作为分析仪器的智能部件:如医用自动分析装置、质量分析器、测量机等等。

4、模拟信号处理:如商用和家用的电子计价、空调机、电视机、汽车等的控制。

5、模式信息处理:如图像、声音、音乐等的识别或产生。

6、设备与设备之间的智能结合:通过微型计算机将各种不同设备“智能”地结合起来,作为工业产品中不可缺少的一环。

7 微计算机已经进入人们的日常生活,如在纽约和东京、巴黎等地间支付一笔帐目,一分钟内即可办完。顾客到商店购物,可以不必带钱,只要将银行的信用卡,送入商店的计算机的一个终端设备中,即可验证卡片的真伪,查出存款的数目,在自动减去货款后,把卡片退还顾客。

不少国家已使图书检索自动化。查书目、借书、查阅资料全部由计算机完成,为科学工作者提供了极大的方便。

§ 3 计算机的原理

电子计算机就其计算的实质来说,它所能进行的运算仅仅是加减乘除四则运算和逻辑运算。对于复杂的计算,如三角函数、代数方程组、微分、积分、矩阵代数、复变量函数等的计算,则是将它们化为只包含四则运算和逻辑运算的近似公式,然后按这些公式进行计算,并使得它们达到一定的精度要求。

例如,求 $\sin 20^\circ$ 的值,先是利用近似公式: $\sin X = X - \frac{1}{2!} X^2 + \frac{1}{4!} X^4 - \dots +$

$$\frac{(-1)^n}{(2n+1)!} X^{2n+1} + \dots \quad \text{将 } X = 20^\circ =$$

0.3490658弧度代入上式。再根据精度要求,如误差 $\epsilon = 0.00001$ 来确定取近似公式的第几项为止,显然 n 越大越精确。

上例说明可以将三角函数等复杂计算转化为四则运算。而四则运算中的乘除运算又可简化为加、减运算。由代数方法知道,加负数就等于实现了减的运算,因此最后均可化为加法运算及逻辑运算了。在进行四则运算时需要有进位等逻辑判断功能,因此要有逻辑运算将复杂计算通过近似公式转化为四则运算,计算量会大大增加,但是利用电子的高速度,而制成电子计算机,解决了这个问题。由于电路只易实现高电位和低电位二种状态,因此,将人们熟悉的十进制数字表示法,改成用二进制表示法。为了实现逻辑运算,而采用了电子管,以后被晶体管及集成电路所代替。这些就是电子计算机原理的概述。

(1)、计算机的数学基础

计算机的运算是采用二进制制的数码来进行工作的。

二进制码只有 0, 1 两个数码, 相加时逢二就进一位。如 $1 + 1 = 10$, $10 + 1 = 11$ 用二进制码可以表示十进制码的任何数字。以下列出十进制与二进制对照表

十进制	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
二进制	0	1	10	11	100	101	110	111	1000	1001

为什么使用二进制呢? 这是因为二进制数的每一位只能是 0 或 1, 在计算机中表示这两个数是很方便的。例如可用电位的高低, 信号的有或无, 纸带上的有孔或无孔来表示 1 或 0, 而要表示十进制中的一个数则较困难。

但是人们熟悉的是十进制。所以通常要由专门的程序将十进制数转换成二进制数后, 再输入到计算机, 算出结果后再转换成十进制数给人看。

以下列出十进制和二进制之间的转换原则

一个十进制的整数要化为二进制整数只需将它一次又一次地被 2 除, 得到的余数就是用二进制表示的数。如十进制的 23 用二进制表示为 10111, 写为 $(23)_{10} = (10111)_2$, 换算算法:

$$\begin{array}{r}
 2 \overline{) 23} \quad (1 \\
 2 \overline{) 11} \quad (1 \\
 2 \overline{) 5} \quad (1 \\
 2 \overline{) 2} \quad (0 \\
 2 \overline{) 1} \quad (1 \\
 \hline
 0
 \end{array}$$

一般式为 $(F)_{10} = a_n \cdot 2^n + a_{n-1} \cdot 2^{n-1} + \dots + a_{2-1} \cdot 2^1 + a_0 \cdot 2^0$ 则 $a_n, a_{n-1}, a_{n-2}, \dots, a_0$ 就是十进制数 F 在二进制中的表示形式。

如果一个二进制的数要转化为十进制数, 只要按以上一般式反推回去即可。如上例

$$(10111)_2 = 1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = (23)_{10}$$

(2) 计算机电学基础知识

在电子计算机中通过什么样的电路来实现对二进制数的运算呢? 如前所述, 二进制数只有两个基本数字 0 和 1, 因此对二进制数的运算实际上可归结为对 1 和 0 的运算。而 0 和 1 可以同逻辑中的非和是相对应, 所以对 1 和 0 的运算就是对是和非的运算, 这种运算实际上就是一种逻辑判断。在电子计算机中, 就是用一些能进行逻辑判断的电路来实现对二进制数运算的。能够对 1 和 0 进行基本逻辑运算的电路, 称为基本逻辑电路, 常用的基本逻辑电路有: 与、或、非门逻辑电路和双稳态触发电路等。

① 或门逻辑电路

在电子计算机中, 能够实现逻辑加法的电路, 称为或门逻辑电路。如图 1—A, 在电灯线路中, 电灯亮时, 或是开关 S_1 或是 S_2 或是 S_1 及 S_2 全合上。如果把开关状态称为输入, 并用 0、1 表示开与关, 将电灯状态称为输出, 并用 0、1 表示暗与亮。则满足下列各式:

$0 + 0 = 0$, $0 + 1 = 1$, $1 + 0 = 1$, $1 + 1 = 1$ 。以上等式就是逻辑加法的关系式。与二进制加法很相近。按照这样的原理, 用二支二极管可以实现计算机的实际电路 (见图 1—A)

②. 与门逻辑电路

在电子计算机中, 能够实现逻辑乘法的电路称为与门逻辑电路。如图 1—B, 在电灯线路中, 只有开关 S_1 与 S_2 都合上, 电灯才亮, 其它开关状态, 电灯均暗, 它们满足下列关系:

$0 \times 0 = 0$, $0 \times 1 = 0$, $1 \times 0 = 0$, $1 \times 1 = 1$, 以上各式就是逻辑乘法, 与二进制乘法规则完全相同。按此原理, 用二支二极管可以实现计算机的实际电路 (见图 1—B)。

③ 非门逻辑电路

在电子计算机中能够实现“非”这一逻辑关系的电路称为非门逻辑电路。如图1—C，在电灯线路中，当开关S断开时，电灯是亮的，当开关S合上时，电流从开关流过，电灯是暗的。开关对电灯起到否定的作用，称为非逻辑原理，用一支二极管和一支三极管及电阻电容等可以实现计算机的实际电路（见图1—C）。

用以上三种基本逻辑电路，可以组成“与非”，“或非”，“与或非”电路，以及触发电路等。用这些基本电路就可以组成计算机的各种基本元件，如双稳态触发器，它的作用是暂时或长期保存信息1或0。计算机的基本元件还有加法器、乘法器、除法器、累加器、数码寄存器、移位寄存器、计数器、译码器等。

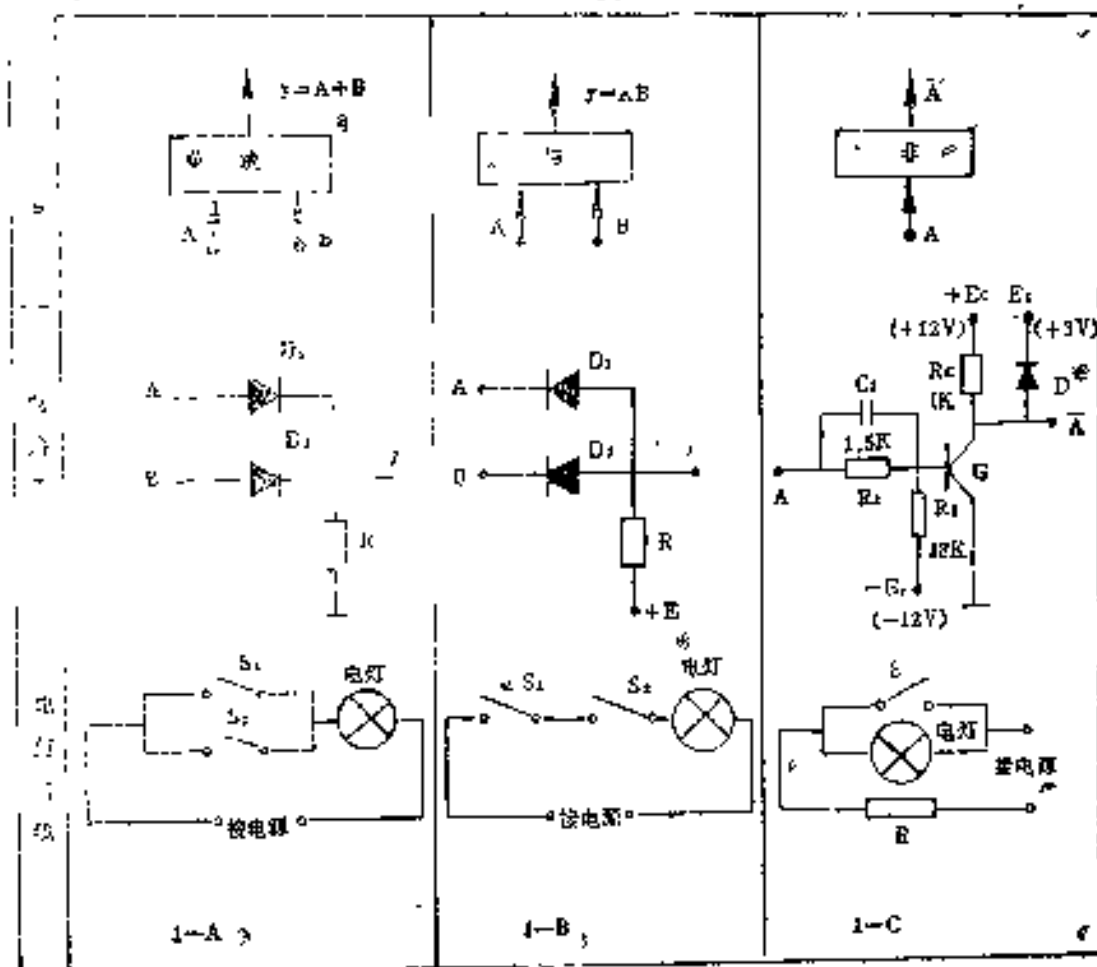


图1 计算机基本电路总图

计算机本身只认识二进制代码（称为机器语言），要用机器语言来编写一个复杂问题的程序是一件相当麻烦的事情，且不易记忆和记忆，因此，人们研制了较简单的符号语言，它可以被翻译成机器语言，以后又可对符号语言

予以改进，而发展为汇编程序语言，直到发展为目前使用的算法语言（亦称高级语言）。将算法语言编的计算机程序翻译成机器语言是由计算机内部的服务性程序完成的。

计算机的组成

①. 存储器：其核心部分是磁心

体，它是由许多磁心体按照一定的规律排列而成的。由电磁作用按磁心磁化方向的不同来代表数字 0 或 1。存储器能记住题目，计算步骤（称程序），原始数据，中间结果和最后结果，存储器的最小单元称为一个字，计算机的大小往往是由存储器的容量来决定，一般微型机存储器的容量为 10K 至 64K。

② 运算器：运算器是执行加减乘除运算的部件，一般由集成电路构成，按电路元件所处的高低电位来表示 0 或 1。运算速度是指机器进行四则运算的快慢程度，通常用做加法或乘法的时间来衡量电子计算机的运算速度。一般采用通俗说法，即按每秒完成的算术运算的平均次数。如微型机的计算速度可达每秒几十万至一百万次或更高些。

③ 控制器：控制器是用来控制程序执行的，它在计算机中起着指挥的作用。由它发出命令，将存储器中的指令取出进行分析，然后按照指令的要求在运算器中进行相应的运算将运算结果再按指令要求存入存储器或打印输出。执行完一条指令后再执行下一条指令，这些指令组成的计算机程序是预先输入到控制器的，直到全部程序执行完毕。控制器也是由集成电路构成的。

微型计算机的键盘与控制器联在一起，因此可以由操作人员直接参与计算机控制，便于进行人机对话，可以随时向计算机发出控制指令，例如：启动运行，输出打印，中途暂停，继续运行，中止运行等。

④ 输入、输出设备：当人们编写完计算机程序，就要输入到计算机，计算用的原始数据以及其他用电信号表示的信息都需要输入到计算机，因此需要输入设备。计算结果需要输出、打印，因此需要输出设备。

计算机若能有较好的输入、输出设备，就会大大提高计算机的功能。因此，近年来计算机的输入、输出设备有了飞速发展，采用许多近代科学的成果。其中包括，电、

光（包括激光）、磁、声等先进手段。

微型机采用的最初的输入设备是键盘输入（目前国内已有用电笔接触式的汉字键盘）。经常用到磁带、磁盘输入，输出设备主要是打印机（包括绘图机）、荧光显示器，以及通过磁带、磁盘输出。

将以上几部分联接起来，构成了一部完整的计算机。微计算机原理框图见图 1—1。

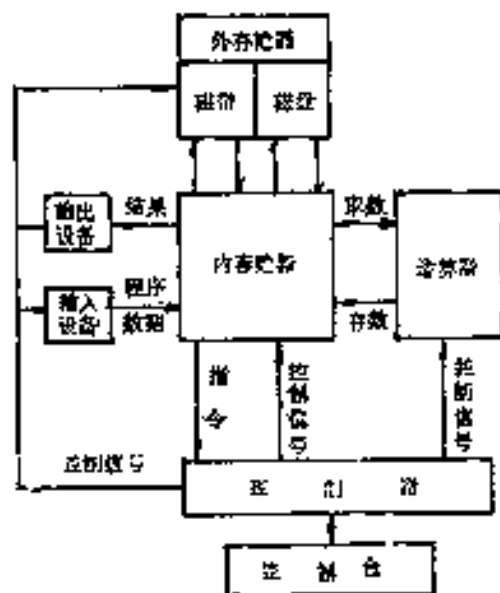


图 1—1 微计算机原理框图

§ 4 微型计算机的构造

（1）、构造（硬件）

基本系统分三部分（以TRS-80机、Apple-II机为例）、

①主机：键盘及主机（CPU）组成了一个袖珍计算机。在键盘下方装入主机，容量为16K，键盘共67个键。

键盘背后有 2 个开关，右侧为电流总开关，左侧为置零键。另有 4 个接口。

②显示器

外形如12寸电视机。显示器最右一个钮是电源开关（向外拉。背有两个插头，一

个接电源(220V)，一个接到键盘背面的VIDEO插孔上。

②盒式磁带机：用于记录和输入计算机程序。磁带机使用时，与主机及电源要按规定联结，要正确地使用磁带机开关，由磁带发出命令才能运行磁带机。

扩充系统：包括三部分

①扩展接口扩充主机的容量，而使整台机器的容量为48K。

扩展接口直接与打印机、二台盒式磁带机及磁盘驱动器联结。

②磁盘驱动器及磁盘，可装四台驱动器。

磁盘可以存储程序和数据，因而可以作为一个输入、输出设备。

微型机具有磁盘BASIC系统软件，使用磁盘，可以扩大计算机内存容量。

③行式打印机(Ⅱ型)每秒以120字的速度打印，每行可打印66或132个字符。

(2) 微计算机的开启方法

一般的微型机是将控制器、存储器、运算器及控制台等联结在一起而构成主机，主机还同键盘联在一起。荧光显示器外形如同一台12吋的电视机。这两个部件有时联成一个整体。打印机、磁带录音机和磁盘驱动器分别做成三个独立的部件。以上各部件均有独立的电源插头(一般为220V AC)。微计算机各部件联结法见图1-2。在计算机开启前，应正确地联结计算机。

微计算机的操作方法，按图1-2联结计算机各部件并接通电源后，此时计算机仍处于关闭状态。应当熟悉每个组件开关的用法。先将外围设备开启，即打开电视显示器、打印机、磁带录音机或磁盘驱动器。此时只是相当于打开各外围设备的电源，他们不会单独工作，都在等待由键盘(或计算机

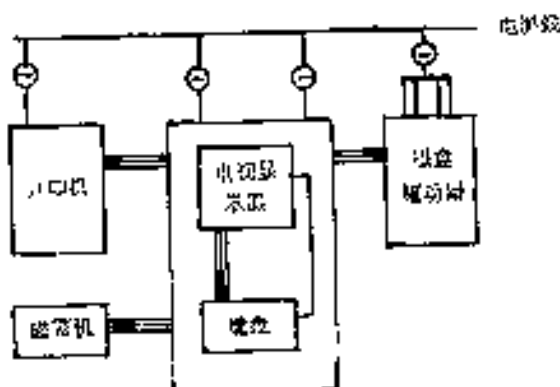


图1-2 微计算机各部件联结图

内的控制器)发出指令，

才进行工作，最后打开装在键盘上的总控制开关(称POWER键)。此时计算机处于等待命令的状态，一般都要显示出标志。你可以在键盘上按入一个或一批指令。每一个计算机指令都是键盘上键钮的组合，如我们让计算机显示3×5，则按PRINT3×5再按ENTER键，此时显示15。学会通过键盘向计算机发出指令，就要熟悉键盘。一般有英文显示的微机键盘比较简单，其键钮采用英文打字机的排列顺序，再加上少数专用键。其中包括10个数字键，26个英文字母键，7个运算符+(加)、-(减)、*(乘)、/(除)、<(小于)、>(大于)、=(等于)，5个移位键↑↓→←及空格，15个特殊符号键! " () , ; , . ' # \$ % & @ ? 以及4个专用键[ENTER]启动、[BREAK]中断停止运行、[CLEAR]清除显示器、[SHIFT]转换等键，共67个键。带有中文显示的微机配有中文键盘(约五千至七千个中文字)。

§5 电子计算器与电子计算机

电子计算器简称计算器，它已经普遍地被应用于各个方面，人们对它是比较熟悉