

电子计算机应用系列教材

计算机及其应用概论

张金昌 李光万 谢长卿 编著



科学出版社

电子计算机应用系列教材

计算机及其应用概论

张金昌 李光万 谢长卿 编著

科学出版社

1992

(京) 新登字 092 号

内 容 简 介

本书为电子计算机应用系列教材之一, 主要介绍计算机的基础知识及应用领域。全书共十二章, 包括计算机的发展历程及阶段划分, 计算机组成原理, 软件、硬件和系统等基础知识, 以及计算机在经营管理、生产控制和科学计算等领域的应用。书中还重点介绍了建立应用系统的方法。

本书图文并重、取材合理, 既照顾到专业人员更新知识的需要, 也考虑为一般人员提供系统的基础知识。

本书可作为各类计算机普及训练班和大专院校非计算机专业教材, 也可供一般科技工作者、管理干部阅读。

电子计算机应用系列教材 计算机及其应用概论

张金昌 李光万 谢长卿 编著

责任编辑 刘兴民

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100707

国防科工委印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1992年12月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

1992年12月第一次印刷 印张: 13

印数: 1—4 300

字数: 286 000

ISBN7-03-001638-6 / TP·121

定价: 9.50 元

“电子计算机应用系列教材”主持、组织编著单位

主持编著单位:

国务院电子信息系统推广应用办公室

组织编著单位:

广东、广西、上海、山东、山西、天津、云南、内蒙古、
四川、辽宁、北京、江苏、甘肃、宁夏、江西、安徽、
河北、河南、贵州、浙江、湖北、湖南、黑龙江、福建、
新疆、广州、大连、宁波、西安、沈阳、武汉、青岛、
哈尔滨、重庆、南京等 35 省、市、自治区、计划单列市

电子振兴
计算机领导小组办公室
科技工作

“电子计算机应用系列教材”联合编审委员会名单

(以姓氏笔划为序)

主编审委员:

王长胤* 苏世生 何守才 陈有祺 陈莘萌* 邹海明* 郑天健
殷志鹤 童 颖 赖翔飞 (有“*”者为常务主编)

常务编审委员:

于占涛 王一良 冯锡祺 刘大昕 朱维华 陈火旺 陈洪陶 余 俊
李 祥 苏锦祥 佟震亚 张广华 张少润 张吉生 张志浩 张建荣
钟伯刚 胡秉光 高树森 徐洁盘 曹大铸 谢玉光 谢育先 韩兆轩
韩培尧 董继润 程慧霞

编审委员:

王升亮 王伦津 王树人 王振宇 王继青 王翰虎 毛培法 叶以丰
冯鉴生 刘开瑛 刘尚威 刘国靖 刘晓融 刘德镇 孙令举 孙其梅
孙耕田 朱泳岭 许震宇 何文兴 陈凤枝 陈兴业 陈启泉 陈时锦
邱玉辉 吴宇尧 吴意生 李克洪 李迪义 李忠民 迟忠先 沈林兴
肖金声 苏松基 杨润生 冯福德 张志弘 张银明 张 勤 张福源
张翼鹏 郑玉林 郑 重 郑桂林 孟昭光 林俊伯 林钧海 周俊林
赵振玉 赵惠溥 姚卿达 段银田 钟维明 袁玉馨 唐肖光 唐楷全
徐国平 徐拾义 康继昌 高登芳 黄友谦 黄 侃 程锦松 楼朝城
潘正运 潘庆荣

秘 书 组:

秘 书 长:胡茂生
副秘书长:何兴能 林茂荃 易 勤 黄雄才

序

当代新技术革命的蓬勃发展,带来社会生产力新的飞跃,引起整个社会的巨大变革.电子计算机技术是新技术革命中最活跃的核心技术,在工农业生产、流通领域、国防建设和科学研究方面得到越来越广泛的应用.

党的十一届三中全会以来,我国计算机应用事业的发展是相当迅速的.到目前为止,全国装机量已突破 30 万台,16 位以下微型计算机开始形成产业和市场规模,全国从事计算机科研、开发、生产、应用、经营、服务和教学的科技人员已达十多人,他们在工业、农业、商业、城建、金融、科技、文教、卫生、公安等广阔的领域中积极开发应用计算机技术,取得了优异的成绩,创造了显著的经济效益和社会效益,为开拓计算机应用的新局面作出了重要贡献.实践证明,人才是计算机开发应用的中心环节.我们必须把计算机应用人才的开发与培养放在计算机应用事业的首位,要坚持不懈地抓住人才培养这个关键.

从目前来看,我国计算机应用人才队伍虽然有了很大的发展,但是这支队伍的数量和质量还远不适应计算机应用事业发展的客观需要,复合型人才的培养与教育还没有走上规范化、制度化轨道,教材建设仍显薄弱,培训质量不高.因此,在国务院电子信息系统推广应用办公室领导、支持下,35 个省、市、自治区、计划单列市计算机应用主管部门共同组织 118 所大学和科研单位的 400 多位专家、教授编写了全国第一部《电子计算机应用人才培养大纲》以及与之配套使用的“电子计算机应用系列教材”,在人才培训和开发方面做了一件很有意义的工作,对实现培训工作规范化、制度化将起到很好的推动作用.

《电子计算机应用人才培养大纲》和“电子计算机应用系列教材”贯穿了从应用出发、为应用服务,大力培养高质量、多层次、复合型应用人才这样一条主线.这部培训大纲总结了近几年各地计算机技术培训正反两方面的经验,提出了计算机应用人才的层次结构、不同层次人才的素质要求和培养途径,制定了一套必须遵循的层次化培训办学规范,编制了适应办学规范的“课程教学大纲”.这部培训大纲为各地方、各部门、各单位制定人才培养规划和工作计划提供了原则依据,为科技人员、管理人员以及其他人员学习计算机技术指出了努力方向和步骤,为社会提供了考核计算机应用人才的客观尺度.“电子计算机应用系列教材”是培训大纲在教学内容上的展开与体现,是我国目前规模最大的一套计算机应用教材.教材的体系为树型结构,模块化与系统性、连贯性、完整性相兼容,教学内容注重实用性、工程性、科学性,并具有简明清晰、通俗易懂、方便教学、易于自学等特点,是一套很好的系列教材.

这部培训大纲和系列教材的诞生是各方面团结合作、群策群力的结果,它的公开出版和发行,对计算机应用人才的培训工作将起到积极的推动作用.希望全国各地区、各部门、各单位广泛运用这套系列教材,发挥它应有的作用,并在实践中检验、修改、补充和完善它.

通过培训教材的建设,把培训工作与贯彻国家既定的成人教育、函授教育、电视教育和科技人员继续工程教育等制度相结合,逐步把计算机应用人才的培训工作引向规范化、制度化轨道,为培养和造就大批高素质、多层次、复合型计算机应用人才而努力奋斗,更好地推动计算机应用事业向深度和广度发展。

李祥林

1988年10月17日

前 言

当代计算机的技术水平、生产能力和应用程度,已成为衡量一个国家现代化水平的重要标志。计算机应用已经形成一门学科,它研究怎样使计算机成为各个部门开展工作的最有效工具,解决从减轻人类体力和脑力劳动到辅助人类执行艰巨任务等一系列重大技术问题。现在我国愈来愈多的人迫切要求懂得计算机知识,希望学会利用计算机这个工具为自己所从事的工作服务。我们积累多年从事计算机教学和计算机应用的经验,编写了这本《计算机及其应用概论》,期望它能对我国计算机的发展有所推动。

书中的某些内容涉及到计算机最新技术的发展和运用,这一方面可以使专业人员提高水平,更新知识,另一方面也可使一般人员对计算机的全貌有一个完整的了解。

全书共十二章,第一章绪论,主要介绍计算机的孕育、诞生和发展历史,计算机的广阔应用领域和我国计算机的发展状况;第二章计算机基础知识,包括数据信息和控制信息的表达以及逻辑电路;第三章计算机的组成原理;第四章计算机软件;第五章信息系统,简要介绍电子数据处理系统、管理信息系统、决策支持系统及办公自动化系统;第六章过程控制;第七章数值计算、CAD及其他;第八章如何建立计算机应用系统,讲述系统分析、数据库设计以及用E-R法建立概念模型的具体方法;第九章计算机系统,介绍计算机系统的组成、性能指标,以及计算机系统性能的综合评价;第十章计算机网络;第十一章中文信息处理;第十二章第五代计算机展望。

本书由张金昌教授任主编,段银田副教授负责主审。书中第一、八章由张金昌编写,第二、三、五、六、七、九和十二章由李光万编写,第四、十和十一章由谢长卿编写。在编写过程中,我们除参考书末开列的参考文献外,还大量引用了《计算机世界》(周报)、《第一届全国计算机应用联合学术会议论文集》中的有关资料,但没有一一列出具体出处,在此谨向有关编、作者表示谢意。

在编写过程中,我们还得到了吴洪齐、伍新华等同志的大力支持和热情帮助,他们为本书做了许多具体工作,特此向他们表示深切的谢意。

由于我们水平有限,时间仓促,书中难免存在缺点和错误,希望广大读者批评指正。

目 录

第一章 绪论.....	1
1.1 引言	1
1.2 计算机的孕育与诞生	1
1.2.1 谁首先发明电子计算机	1
1.2.2 先驱者与奠基人.....	2
1.3 计算机的世代变迁	5
1.3.1 计算机的世代划分	5
1.3.2 正在研制中的第五代计算机	6
1.4 计算机应用的十大领域	8
1.5 我国计算机的发展	9
1.5.1 我国计算机硬件的发展	10
1.5.2 我国计算机软件的发展	10
1.6 推动计算机事业发展的关键环节	11
1.6.1 计算机人才的培养	11
1.6.2 努力开展适合我国发展水平的各项应用	11
第二章 计算机基础知识.....	13
2.1 数据信息的表达	13
2.1.1 进位计数制	13
2.1.2 机器数与真值	19
2.1.3 数的定点和浮点表示	19
2.1.4 数的编码表示——原码、补码、反码	21
2.2 控制信息的表达	25
2.2.1 指令、指令格式.....	26
2.2.2 寻址方式	27
2.2.3 指令系统	28
2.3 逻辑电路.....	29
2.3.1 门电路	29
2.3.2 基本功能电路	31
第三章 计算机组成原理	33
3.1 概述	33
3.1.1 计算机的工作原理	34
3.1.2 计算机的基本组成	35
3.2 运算器	35
3.2.1 运算器的功能及分类	35

3.2.2	运算器的基本组成	36
3.2.3	运算器的工作过程	38
3.3	控制器	38
3.3.1	控制器的功能	38
3.3.2	决定控制器结构的主要因素	38
3.3.3	控制器的基本组成	39
3.4	存贮器	41
3.4.1	存贮器的功能与性能指标	41
3.4.2	存贮器的层次结构	43
3.4.3	存贮器的分类	44
3.4.4	存贮器的基本组成	45
3.5	外部设备	46
3.5.1	外部设备的作用与特点	46
3.5.2	输入输出传输控制方式	47
3.5.3	常用外部设备	50
3.6	总线	55
3.6.1	总线的概念	55
3.6.2	总线结构	55
3.7	计算机的工作过程	57
第四章	计算机软件	59
4.1	软件的组成	59
4.1.1	软件的概念	59
4.1.2	软件的分类	60
4.2	计算机语言处理程序	61
4.2.1	机器语言	61
4.2.2	汇编语言和汇编程序	61
4.2.3	高级语言和编译程序	61
4.3	操作系统	62
4.3.1	处理机管理	63
4.3.2	存贮管理	64
4.3.3	文件管理	64
4.3.4	外部设备管理	64
4.4	辅助系统	65
4.5	应用软件	65
4.5.1	程序库	66
4.5.2	通用软件	66
4.5.3	专用软件	66
4.6	软件维护的重要性	67
4.7	软件产品的性能评价	68

第五章 信息系统	70
5.1 概述	70
5.2 电子数据处理系统	71
5.3 管理信息系统	72
5.3.1 概述	72
5.3.2 管理信息系统的特征与作用	73
5.3.3 我国 MIS 开发应用情况简介	74
5.4 决策支持系统	75
5.4.1 概述	75
5.4.2 决策支持系统的结构	76
5.4.3 DSS 的开发和应用	79
5.4.4 DSS 的前景	80
5.5 办公室自动化	80
5.5.1 办公室自动化发展综述	80
5.5.2 办公室自动化的功能	84
5.5.3 办公室自动化的技术问题	85
5.6 经济效益计算方法	89
第六章 过程控制	91
6.1 概述	91
6.2 计算机控制系统的分类	92
6.2.1 按计算机在控制系统中所起的作用分类	92
6.2.2 按计算机与设备的关系分类	94
6.3 计算机控制系统设计	94
6.3.1 硬件系统设计	95
6.3.2 软件设计	96
6.4 计算机控制系统的可靠性	99
6.4.1 可靠性的基本概念	99
6.4.2 提高计算机控制系统可靠性的措施	100
6.5 计算机在过程控制中的应用	103
6.5.1 计算机用于自动控制	103
6.5.2 计算机用于监测	103
6.5.3 在智能化仪表中的应用	104
6.5.4 计算机在机电一体化中的应用——机器人	105
第七章 数值计算、CAD 及其他	108
7.1 数值计算	108
7.2 计算机辅助设计与制造	109
7.2.1 CAD 的主要功能	109
7.2.2 CAD/CAM 的应用	111
7.3 计算机在气象方面的应用	112

7.3.1	计算机用于天气预报	112
7.3.2	计算机用于气象资料处理	112
7.3.3	图形显示在气象上的应用	113
7.4	计算机在农业中的应用	113
7.4.1	农业科学研究	113
7.4.2	农业信息处理	114
第八章	如何建立计算机应用系统	115
8.1	概述	115
8.2	用结构分析方法获得系统说明书	116
8.2.1	SA 方法的一般概念	116
8.2.2	数据流图的基本成分	117
8.2.3	如何绘制数据流图	118
8.2.4	数据词典	122
8.2.5	系统分析的步骤	124
8.3	数据库设计	125
8.3.1	数据库系统的基本知识	125
8.3.2	数据库设计的一般方法	129
8.4	用实体联系方法(E-R 方法)建立概念模型(或实体模型)	130
8.4.1	E-R 方法的一般概念	130
8.4.2	实体、属性和联系的表示	130
8.4.3	一个简单例子	132
第九章	计算机系统	138
9.1	计算机系统的组成	138
9.2	计算机系统的性能指标	139
9.2.1	硬件技术指标	139
9.2.2	软件的性能指标	140
9.3	计算机系统性能的综合评价	141
9.3.1	进行综合评价的必要性	142
9.3.2	如何进行综合评价	142
9.3.3	性能评价方法	143
9.4	计算机系统举例	144
9.4.1	中小型计算机系统举例	144
9.4.2	微型计算机系统举例	151
第十章	计算机网络	160
10.1	概述	160
10.2	网络的层次结构和协议	161
10.3	网络软件	163
10.4	微型机局部网络	163
10.4.1	微型机局部网络的特点	163

· x ·

10.4.2 微机局部网络的基本功能	164
10.4.3 微机局部网络的构形	165
10.4.4 微机局部网络的传输协议	167
10.5 一个局部网实例	168
第十一章 汉字信息处理	170
11.1 概述	170
11.2 汉字信息处理系统的构成和分类	170
11.2.1 汉字信息处理系统的构成	170
11.2.2 汉字信息处理系统的分类	172
11.3 汉字信息处理的现状和展望	173
11.4 汉字的特点	175
11.5 汉字输入编码	176
第十二章 第五代计算机	179
12.1 第五代计算机产生的背景	179
12.1.1 社会的需求	179
12.1.2 技术背景	180
12.2 第五代计算机的特点及其重点研究课题	181
12.2.1 第五代计算机的特点	181
12.2.2 第五代计算机的重点研究课题	182
12.3 第五代计算机研制概况	185
12.3.1 国外第五代计算机研制情况	185
12.3.2 我国研究第五代计算机动态	188
12.4 第五代计算机的组成设想	189
12.4.1 系统的概念图示	189
12.4.2 硬件系统的组成设想	190
12.4.3 软件系统的组成设想	191
参考文献	193

第一章 绪 论

1.1 引 言

若干个世纪以来,人类一直在追求一种理想的计算工具,以提高自己认识世界和改造世界的能力。

20 世纪初,科学技术领域的新课题大量涌现,特别是航空、航海、铁路交通的发展,需要有高速度、高精度的计算工具,以使天文学、气象学、力学等方面能够提供更多、更快的信息。同样,在经济管理方面,由于生产的发展,大量的会计、统计和银行业务也需要有更快、更准确的计算工具;在军事上,为了攫取敌方情报,破译敌国密码,更加需要高速的计算工具。

20 世纪 20 年代后期,随着电子工业的兴起,电子学也得到高速发展,电子运动惯性小、速度快、便于控制,为电子计算机的线路实现提供了物质基础。另外,这时候的有线通信技术已有很大发展,如纸带穿孔机、电传打字机、卡片机等设备,在有线通信方面已经普遍使用。所有这些,都为电子计算机的诞生提供了物质条件。30 年代后期,数学的一个重要分支——“数理逻辑”有了很大发展,又为电子计算机系统设计提供了理论根据。

由于多方面的科学技术成就和千百万劳动者的辛勤努力,尤其是一些先驱者的执着攀登,40 年代中期,作为一种新型的计算工具——电子数字计算机终于诞生了,使人类认识世界、改造世界的能力向前飞跃了一大步。随着整个科学技术向前发展,计算机科学逐步充实和完善,计算机也从第一代经历第二代和第三代,进入了第四代,并正向第五代过渡。现代计算机已经超越了计算工具的范畴,极大地延伸了人的手脑功能,成为人类改造世界的强大工具,当今信息社会的重要技术支柱。

认真学习计算机的发展历史,不仅使我们认识到科学技术的发展规律,能够自觉地推动计算机事业继续前进,而且能从计算机形成的初始形态中找到一些最本质的东西,帮助我们理解计算机最基本的工作原理,以及如何开创计算机的应用环境。

1.2 计算机的孕育与诞生

1.2.1 谁首先发明电子计算机

正如上一节所说,计算机的出现是由于社会发展的需要,是若干个世纪以来无数人持续奋斗的结果。但是,作为总结从前的知识和经验,将一台物理的计算机付诸实践,总归有一个代表人物。这个计算机的发明者又是谁呢?至今存在着三种答案,每种答案都有它自身的根据。

最流行的说法是基于专利法的观点,认为发明世界上第一台通用电子数字计算机设备的是美国的 P.Eckert 和 J.Manichy。1946 年 2 月 15 日诞生的世界上第一台计算机

ENIAC 是由他们设计和研制的。Eckert 和 Manchly 的专利由美国 Univac 公司购买了，1963 年这一项发明的专利权得到承认。

第二种说法是基于科学研究的事实。早在 30 年代，美国俄亥俄州立大学教授 J.V. Atanasoff 就制作了采用电子管的计算机。这是利用数字显示和采用触发器电路进行计算机的装置，完全是现代意义上的电子计算机。而且有确凿证据表明，Manchly 参观过这台计算机，并受到很大启发。不过 Atanasoff 并没有将自己的计算机应用于实际的计算，这种计算机只不过是一台实验室的模型，被人讥讽为一种贵重的玩具。这是因为当时世界各国正处于经济危机之中，对这种计算机没有迫切需要，Atanasoff 的工作没有得到社会的直接承认。这一可贵的历史事实，终于由美国的 Honeywell 公司在 1971 年为寻找 Eckert 和 Manchly 的专利漏洞时发现了，并对 Eckert 和 Manchly 的专利权提出了起诉。1973 年对这一问题进行了判决：很难将 Eckert 和 Manchly 称为计算机的最早发明者，其专利也将于 1983 年满期。

第三种说法反映了美英之间争夺发明权的情况。英国政府 1975 年 10 月 20 日发布了一组关于 COLOSSUS 计算机的照片。COLOSSUS 是由英国外交部通信司生产，1943 年交付使用的。这台计算机是由图灵 (A.M. Turing) 亲自设计，用来破译德军密码的一台通用电子数字计算机。

ENIAC 被用于阿贝丁试炮场计算弹道，COLOSSUS 用来破译敌军密码，这些都是战争中的紧急研究课题，所以在研制过程中不惜任何代价，因而在短期内获得了成功。而 Atanasoff 的工作在当时没有这种实际应用的需要，最终没有得到社会承认。历史再一次证明了“需要是发明之母”。

1.2.2 先驱者与奠基人

在讨论计算机的实际发明者的时候，不应当忘记先驱者与奠基人。在为计算机的诞生做出贡献的人们中间，有三个特别值得一提，他们是巴贝奇 (C. Babbage)、图灵和冯·诺依曼 (J. von Neumann)。

C. 巴贝奇，1830 年，英国剑桥大学教授巴贝奇设计了一台具有存贮装置和数据处理及控制部件的分析机，由于当时的加工技术达不到设计精度，他耗费了毕生的精力仍然没有实现他所设计的分析机。1871 年，巴贝奇去世时只不过留下了一堆复杂的设计图纸。由于他的先进设计思想超越了客观现实，他的工作被讽刺为“巴贝奇的愚笨”。一直到 1943 年，一种采用继电器元件的机电式计算机 Mark-I 在哈佛大学投入运行，Mark-I 的研制者艾肯 (H. Aiken) 才从资料中发现了巴贝奇的创始性的工作。艾肯说：“如果巴贝奇还活着，我就要失业了”。巴贝奇认为，一部通用计算机应当由存贮、运算、控制、输入/输出等单元构成，以及自动制定指令序列，使计算机不需人的干预而能从上一步运行到下一步。这样一些现代计算机的结构和程序控制的思想，在现代计算机诞生前一百多年就由巴贝奇提出来了。可以这样认为：巴贝奇分析机的设计思想是现代计算机系统结构的萌芽。可惜的是，他的工作对于后人只不过是历史的追溯，在实际上并未起到直接影响作用。

A.M. 图灵，英国数学家图灵于 1936 年发表了“理想计算机”的著名论文，对数字计算机作了完全抽象的特性描述。这种描述是在不考虑硬件的情况下着重说明计算机的逻

辑结构，为创立自动机理论奠定了基础。图灵所描述的这种机器被称为图灵机。

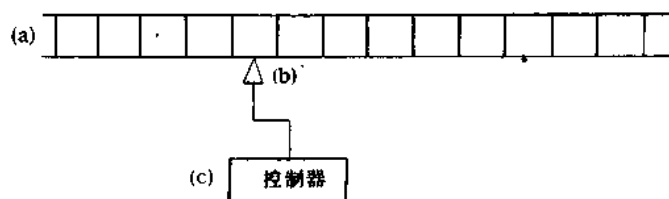


图 1.1 图灵机组成示意图

图灵机的组成原理如图 1.1，它由三部分组成：

(1) 一条带[图中 (a)]。相当于存放信息的存贮器。带上分成许多方格，每个方格上有一个 0 或 1，带的长度是任意的。

(2) 一个读写头[图中 (b)]。可以左右移动，能识别带上的符号，并能在带的方格上写一个符号。

(3) 一个控制器[图中 (c)]。控制器里存放有若干个五元组。五元组由当前状态、当前符号、新的符号、新的动作、新的状态五个分量构成。

图灵机是经过一系列的离散步骤进行计算的。在解题时，根据题意按五元组格式设计出一张控制表，存放在控制器里。控制器则按五元组的指示控制读写头扫描带上的信息，经过若干个离散步骤求得所需要的结果。

图灵机理论为通用数字计算机的诞生开辟了道路，它蕴含着程序控制的思想。现代计算机的出现和发展雄辩地证实了图灵机理论的准确性，显示出理论指导实践的威力。

1975 年，英国政府所公布资料表明，图灵不仅是理论上的先驱，而且是 1943 年问世的 COLOSSUS 计算机的设计者。为破译德军密码，图灵研制了事实上的世界第一台实用的电子数字计算机。图灵不仅是天才的数学家，而且由于他的惊人的抽象思维才能，在计算机设计、人工智能等方面都作出了令人惊叹的贡献。他在“计算机能思考吗？”一文中，将人与计算机作了一番比较，最后写道：“总而言之，人将比任何已有的计算机更聪明，但以后接着又会出现更聪明的其他计算机”。图灵的这些光辉思想对于人工智能和脑科学的发展起着指导作用。

冯·诺依曼。冯·诺依曼在 1946 年发表的“关于电子计算机逻辑设计的初步讨论”一文，为现代计算机的快速发展奠定了基础。根据这种设计思想设计的机器，大家都称之为冯·诺依曼机。

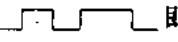
为说明冯·诺依曼机的特点，不妨回顾一下 1946 年投入运行的第一台电子计算机 ENIAC 的工作情况。

ENIAC 是当时世界上最复杂的电子装置，它离开了机电式装置的水平。它里面有存贮数据的存贮器，这些数据由指令操纵，而指令则存贮在计算机其他部件的电路内。开始解题之前必须事先设计出需要的全部指令序列，并用手联通相应的电路。这项作业类似电话总机插通接头的操作。在 ENIAC 上为了解决一个问题，联通这样一组电路需要接通几百个线接头，几个人工作好几天。

冯·诺依曼从 1944 年 8 月到 1945 年 6 月与 ENIAC 研制小组密切配合，提出了富

有成果的报告。他根据这个报告的思想于 1945 年开始设计一种程序内存（或程序存贮）的计算机 EDVAC。这是对 ENIAC 的重大改进。EDVAC 计算机于 1950 年投入使用，一直到 1962 年仍在美国阿贝丁试炮场使用。

冯·诺依曼的设计方案有两个重大创造：其一是采用了二进制，大大简化了电路设计任务，充分发挥了电子元件的高速特性。二进制系统是一个方便的工具，可以进行数值计算，也可以逻辑推理。它和基本电子元件有着对应关系，脉冲的正负、阀门的开关都是双稳态的，这些电子元件具有二进性，可以表示成 1 或 0。采用二进制后，逻辑电子元件能够很快地将 1 转换成 0，或将 0 转换成 1，并能将它们存贮在一个特定的装置里进行计算和比较。转换 0、1 的速度愈快，存贮 0、1 的容量愈大，计算机的功能就愈强。其二是程序内存的方式。从本质上看，使计算机能够具有高度灵活性和通用性的关键还在于采用了程序内存的方式。将计算机中的某些常用的基本操作，诸如四则运算、传送、移位等操作设计成电路，每一个这样的操作都用一个二进制的数来表示，这个数就是指令，它指使计算机执行某项操作。人们按照这些指令编成程序，并将程序同数据一起都放在存贮器里面，而且指明存贮器中哪些存贮单元含有指令，哪些存贮单元含有数据。做了这些安排之后，计算机就能在程序控制下自动执行规定的计算任务。图 1.2 是冯·诺依曼机的示意图。

脉冲信号同二进制信号之间的转换是这样的：5V 为高电位，用 1 表示，0V 为低电位，用 0 表示。例如脉冲信号  即可以转换成 1011。

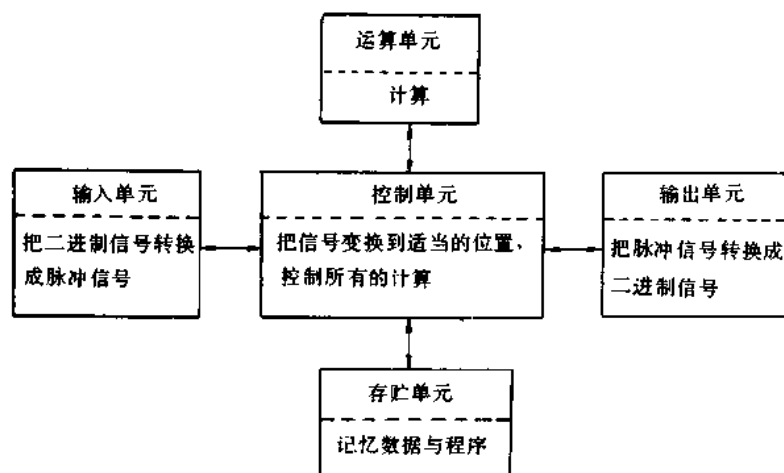


图 1.2 冯·诺依曼机示意图

冯·诺依曼机结构的主要优点有三：1) 由于程序是存贮在内部存贮单元中的，所以遇到需要处理同样工作内容时，可以任意重复使用该程序；2) 由于程序与数据都是存放在内部存贮单元中的，所以执行程序不需要人的干预，从而实现了处理过程的自动化；3) 存放在内部存贮单元中的程序，不仅能够对需要计算的数据进行操作，而且也能对数据化了的指令本身进行控制和修改，从而形成各种复杂的命令系统。由于这些特点，使得冯·诺依曼型计算机具有很大的灵活性和通用性。

我们从以上先驱者的工作中清楚地看到了计算机诞生和发展的规律，并能从中认识

到计算机组成的最基本的原理。

1.3 计算机的世代变迁

近 40 年来,从计算机的结构以及制作计算机所使用的主要元件来看,已经经历了四代,并正在走向第五代计算机。

1.3.1 计算机的世代划分

从计算机诞生到 50 年代末,计算机都是采用电子管的,属于第一代电子计算机。它的体积很大,运算速度一般在每秒钟 10^4 次左右,最快的也只有每秒钟运算十几万次,而且存贮器的容量小,性能也不稳定,价格昂贵,使用不普遍。例如 ENIAC 就是一个庞然大物,非常笨重。它有 18 800 个电子管,1 500 个继电器,重 30t,占用 170m^2 面积的机房,耗电量 150kW,运算速度为每秒钟做 5 000 个加法,每天稳定工作时间只有几个小时。

50 年代末期,随着半导体技术的迅速发展,晶体管元件代替了电子管,出现了第二代计算机。这种计算机的体积缩小了,速度也加快了,稳定性和可靠性也有提高。

60 年代初期,由于半导体集成电路的发明,促使计算机出现了重大飞跃,产生了第三代电子计算机,即半导体集成电路计算机。集成电路是通过半导体集成技术将许许多多逻辑线路集中在一块只有几平方毫米大的硅片上。集成电路上的线路密集程度越高,我们就说它的“规模”越大。通常一块芯片上包含不到 10 个门电路的集成电路叫小规模集成电路;含有 10—100 个门电路的集成电路叫中规模集成电路;含有 100 个以上门电路的集成电路叫大规模集成电路。第三代计算机以中、小规模集成电路为基本器件。一个中规模集成电路所包含的门电路数有数十个,相当于数百个二极管、三极管、电阻、电容等分立电子元件。集成电路使计算机实现了小型化,速度与可靠性提高了许多倍,功耗也大大降低。

从 70 年代中期起,进入了大规模集成电路时代,出现了第四代计算机。在这个时期,计算机向两极发展,一是微型机的兴起,二是巨型机的发展。微型机标志着一个国家的科技应用水平,巨型机标志着一个国家科学研究的发达程度。

随着微电子技术的发展,集成电路的集成度愈来愈高。美国英特尔 (Intel) 公司将控制器和运算器做在一块很小的集成电路片上形成一种装置,这就叫做微处理器。以微处理器为核心加上集成电路的存贮器和输入/输出接口就构成微型计算机。自从英特尔公司首次研制出 4004 微处理机 (即 4 位机) 以来,已经经历了 4 位机、8 位机、16 位机,开始发展到 32 位微型计算机。微型机的发展规律大致是每两年集成度翻一番,性能指标增长一个数量级。现在微型机的某些功能已经能够达到传统的中型机的水平。

关于巨型机一般没有明确的定义。目前流行一种说法,凡是满足下列“三个一千”以上的计算机,称为巨型机。即运算速度为每秒一千万次以上,内存容量为一千万位 (Bit) 以上,价格为一千万美元以上的计算机系统。这种说法的实质是指巨型机具有超乎寻常的运算速度和存贮容量,因而其研制成本也是比较高的。巨型机是为了满足军事技术和尖端科学研究方面的需要而出现的。目前国外巨型机又向更高的速度发展,例如