

算法语言与 网络计划 程序设计



丁士昭 钱昆润

中国建筑工业出版社

算法语言与网络计划程序设计

丁士昭
钱昆润



中国建筑工业出版社

1110943

本书介绍电子计算机的基础知识、算法语言（结合企业管理问题），以及从统筹法着手叙述如何用算法语言编写计划最优化问题的程序。

本书供企业管理人员和大学、中专管理类专业师生，以及管理科学化科研人员参考。

算法语言与网络计划程序设计

丁士昭

钱昆润

*

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

中国建筑工业出版社印刷厂印刷(北京阜外南礼士路)

*

开本：787×1092毫米 1/16 印张：18 字数：438千字

1983年6月第一版 1983年6月第一次印刷

印数：1—13,100册 定价：1.85元

统一书号：15040·4455

前 言

由于电子计算机运算速度快、计算精度高、储存信息的容量大，因此它已成为管理科学化的重要手段。

我国很多部门，省、市、自治区已装备了电子计算机。如何在企业管理中应用电子计算机，这是摆在管理人员面前的一个新课题。

本书是笔者为1977年在上海市建工局和教育局联合举办的“电子计算机在计划管理中的应用”专题讲座，及1979年为同济大学、上海市建工局和宝山钢铁公司筹建指挥部联合举办的“电子计算机在统筹计划中的应用”学习班编写的讲稿整理汇编而成。

本书第五章的源程序是笔者自编的。

本书于1979年年初开始编写，后因其他工作关系中断了写稿。在此期间，蒙南京工学院钱昆润副教授和上海市建工局干部学校叶义仁同志帮助继续编写、整理——本书第二章的2-9至2-22、2-2-3、2-2-4、全书插图及整理工作等由钱昆润副教授完成，第二章的2-8-5至2-8-9、2-20-3的部分、及5-6-2源程序细框图的绘制等由叶义仁同志完成。在此表示衷心感谢。

在本书编写过程中蒙同济大学江景波副教授和施工教研室同志们，以及北京市建工局李庆华工程师的关心和帮助，第三、四、五章经北京邮电学院胡文经工程师校阅，上海市工业建筑设计院于立芳工程师协助书稿整理，谨致谢意。

限于笔者的理论水平和缺乏计算机管理的实践经验，本书的谬误之处在所难免。不妥之处，恳请同志们予以批评、指正，不胜感激。

丁士昭

目 录

第 1 章 引论.....	1	2-8-10 选择命名表达式.....	52
1-1 统筹法与电子计算机	1	2-9 输入、输出语句	52
1-2 电子计算机发展简况和应用	2	2-9-1 输入语句	52
1-3 电子计算机硬件的基本组成部分	4	2-9-2 输出语句	55
1-4 电子计算机的软件	7	2-10 赋值语句.....	64
第 2 章 算法语言	8	2-10-1 赋值语句的一般形式.....	64
2-1 计算机语言概述	8	2-10-2 多重赋值语句.....	65
2-1-1 计算机语言的分类	8	2-10-3 赋值语句举例.....	66
2-1-2 计算机语言特点的分析	12	2-11 转向语句.....	67
2-2 代码的表示	13	2-12 条件语句.....	68
2-2-1 不同进制数的意义	13	2-12-1 条件语句的多套形式.....	70
2-2-2 不同进制数的互换	14	2-12-2 条件语句的说明.....	71
2-2-3 浮点数与浮点规格化数	19	2-12-3 条件语句举例.....	73
2-2-4 浮点数在机器中的表示形式	21	2-13 循环语句.....	77
2-2-5 二进制浮点数表示的范围	24	2-13-1 循环语句的一般形式.....	78
2-3 基本符号	25	2-13-2 离散型循环语句.....	79
2-4 数和标准函数	27	2-13-3 “步长”型循环语句.....	79
2-4-1 数	27	2-13-4 “当”型循环语句.....	82
2-4-2 标准函数	28	2-13-5 “次数”型循环语句.....	83
2-5 名	29	2-13-6 多重循环语句.....	84
2-6 变量和数组	30	2-13-7 循环语句的补充说明.....	88
2-6-1 简单变量	30	2-14 空语句与停语句.....	91
2-6-2 数组和下标变量	30	2-14-1 空语句.....	91
2-7 类型说明和数组说明	37	2-14-2 停语句.....	92
2-7-1 类型说明	37	2-15 复合语句和分程序.....	93
2-7-2 数组说明	38	2-15-1 复合语句.....	93
2-8 表达式	40	2-15-2 分程序.....	94
2-8-1 简单算术表达式	40	2-16 选择语句.....	99
2-8-2 关系式	42	2-16-1 CASE-IN-OUT型选择	
2-8-3 简单逻辑表达式	43	语句.....	99
2-8-4 条件算术表达式	47	2-16-2 CASE-IN型选择语句	100
2-8-5 选择算术表达式	49	2-17 过程	101
2-8-6 条件逻辑表达式	49	2-17-1 过程概述	101
2-8-7 选择逻辑表达式	50	2-17-2 过程说明和过程调用的	
2-8-8 简单命名表达式	51	一般形式	104
2-8-9 条件命名表达式	51	2-17-3 函数过程	107

2-17-4 无参数过程	110	3-6-1 工序作业时间矩阵的特点	161
2-17-5 值参数	113	3-6-2 以变带宽上三角阵元素考虑 存储	161
2-18 开关说明	115	3-6-3 一维数组元素的排列	161
2-18-1 开关说明的一般形式	115	3-6-4 变带宽上三角阵中元素在一 维数组中的地址公式	162
2-18-2 举例	116	3-7 小结	164
2-18-3 多套开关说明	120	3-8 习题	164
2-19 程序的结构	120	第4章 统筹法肯定型问题的资源 进度计划	166
2-19-1 程序的组成	120	4-1 资源进度计划概述	166
2-19-2 程序的嵌套结构	121	4-2 最早、最迟开始时间相应的资源 需要量计划	166
2-19-3 END 与分号“;”	122	4-3 工期一定资源均衡问题示例	171
2-20 上机实习	122	4-3-1 例1	171
2-20-1 源程序的检查	122	4-3-2 例2	172
2-20-2 纸带穿孔	124	4-4 工期一定资源均衡问题的分类	173
2-20-3 上机计算	128	4-5 工期一定, 主要资源总需要量的 强度的最大值为最小的问题	174
2-21 小结	135	4-5-1 方法1	174
2-21-1 计算机语言	135	4-5-2 方法2	176
2-21-2 数的互换	136	4-6 工期一定主要资源总需要量计划 的均方差最小的问题	181
2-21-3 浮点数	137	4-6-1 均方差的概念	182
2-21-4 表达式小结	138	4-6-2 计划调整对均方差的影响	182
2-21-5 赋值语句	138	4-6-3 工序右移的条件	184
2-21-6 转向语句	139	4-6-4 工期一定主要资源总需要量 计划的均方差最小的问题的 计划调整步骤	184
2-21-7 条件语句	139	4-6-5 例题	184
2-21-8 循环语句	140	4-7 有限资源工期最短问题—— 方法1(图解法)	188
2-21-9 复合语句和分程序	140	4-8 有限资源工期最短问题—— 方法2(时差、资源分析法)	191
2-21-10 选择语句	141	4-8-1 工序不允许中断的解法步骤	192
2-21-11 过程	141	4-8-2 工序不允许中断例题	192
2-21-12 开关说明	141	4-8-3 工序允许中断的解法步骤	196
2-21-13 程序的结构	142	4-8-4 工序允许中断例题	196
2-22 习题	142	4-8-5 工期进一步缩短的方法—— 方法2的补充	197
第3章 统筹法肯定型问题的时间 计算	152	4-9 有限资源工期最短问题—— 方法3(RSM法)	199
3-1 事项与工序	152		
3-1-1 起始事项与结束事项	152		
3-1-2 事项的编号规则	152		
3-1-3 事项的编号方法	153		
3-2 时间计算的数学模型	153		
3-3 时间计算的步骤	155		
3-4 时间计算示例——用数学模型解	155		
3-5 时间计算的矩阵解法	157		
3-5-1 矩阵解法示例	157		
3-5-2 矩阵解法小结	160		
3-6 工序作业时间矩阵存储量的压缩	160		

4-9-1 RSM法的提出	199	5-2-7 控制台的操作说明	220
4-9-2 RSM法的基本模型	201	5-2-8 停机标志说明	222
4-9-3 RSM法的基本模型的推广	202	5-3 主要标识符含义说明及过程的 功能	223
4-9-4 RSM法的解法步骤	203	5-3-1 简单变量和数组的含义	223
4-9-5 RSM法例题	203	5-3-2 各过程的含义	225
4-9-6 RSM法的说明	206	5-4 源程序的粗框示意图	225
4-10 小结	206	5-5 源程序的嵌套结构	226
4-11 习题	208	5-5-1 源程序的结构分析	227
第5章 统筹法肯定型问题时间计 算和有限资源工期最短问 题的源程序	209	5-5-2 源程序的容量分析	229
5-1 编写程序的准备工作	209	5-6 源程序及其框图	232
5-2 程序的使用说明	210	5-6-1 源程序	232
5-2-1 程序的功能	211	5-6-2 框图	247
5-2-2 输入数据表格	212	5-7 示例	265
5-2-3 输入数据填表规定	213	5-8 小结	274
5-2-4 输入数据填表示例	214	附录1 “719” 算法语言的语法 公式	274
5-2-5 数据纸带穿孔	215	附录2 编排检查出错性质编号表	280
5-2-6 输出格式及说明	215	参考文献	282

第1章 引 论

1-1 统筹法与电子计算机

统筹法通过网络图（工序流程图）的形式，简洁形象地反映工序之间相互依赖、互相制约的关系，经计算可确定各工序的开始、结束时间、时差（机动范围）以及主要矛盾线。它是计划管理领域中的一项重大突破，在国内外已得到广泛成功的应用。

对一些内容复杂、协作关系很多的任务，统筹法的计算工作量相当大。另外，计算一般是在图上或表上进行，其计算的连贯性很强。在计算过程中，如果有个别数字算错，往往会导致后续的计算都无效。对于一个工序数目相当多的计划，算一遍、校对一遍得化不少时间。并且在计划的编制阶段，往往要通过多次调整、试算才可得出一个满足预定要求的计划。在计划的执行阶段，由于主客观条件的变化，需要经常不断地进行计划的修改和调整。每当工序的作业时间有变化，或工序间的关系作了新的安排，则工序流程图必须重新计算。如果一项工程，计划工期为一年，为确保计划按期完成，每隔两周，对计划进行一次检查、修改、调整，则该计划在一年内需进行近30次的计算。统筹法能对计划作定量的分析，提高了计划的科学性，但计算工作量大，计算的准确性要求高，这是一个突出的问题。如该问题得不到解决，势必影响统筹法的进一步推广应用。

解决统筹法计算问题最有效的途径，毫无疑问是运用电子计算机来作计算，它可确保快速、准确。据国外资料统计：用一般的电子计算机计算，当工序在百以内时，计算时间仅几秒钟；当工序数为500左右时，计算的时间约为几分钟；对于更大型的工序流程图，计算时间需数十分钟。1958年美国在北极星导弹工程研制的计划管理中，曾首次运用电子计算机计算，取得了显著的效果。

电子计算机除了快速、准确外，它有很大的存储量，能形成高效的数据库。我们可以把定额数据和经验数据等存放于计算机中，让计算机计算每个工序的工程量并确定其作业时间，这样可大大节约计划的编制时间。

计算机不但能解决工序流程图的计算问题，当人们把工序之间的逻辑关系告诉计算机，计算机还能在显示屏上显示工序流程图，工序流程图经计算后，还可在显示屏上显示相应的横道图计划，并显示资源（人力、物力、财力）需要量动态曲线。计算机还可通过绘图仪自动绘制所需要的图。

另外，值得引起注意的是，计划的编制和房屋结构设计、船舶设计、飞机设计一样，也有个最优化问题。例如，当资源有限（即单位时间所能提供的资源的最大数量是有限的），要求编制工期最短的计划。又如当工期为一定，要求编制资源需要量的均衡性最好（如均方差最小或极差最小）的计划。或者，对于一项工程计划，要求确定各工序的作业时间应多长，它们之间怎样衔接，总工期应多长，以使该工程的总成本为最低。这些都是计划最优化的问题，这类问题已引起国内外的重视，它已成为统筹法进一步研究的主攻方

向。计划最优化问题的计算工作量与一般工序流程图时间计算问题相比，不是成倍地增加，而是成数十倍、上百甚至上千倍地增加。并且很多计划最优化问题的数学模型用人工计算几乎不能胜任。因此计划最优化问题必须采用电子计算机进行计算。

总之，统筹法与电子计算机的结合，潜力很大。但在这方面，我国还刚刚起步。美国于几年前已编制了能解决6万个工序、250种资源的工序流程图时间计算、资源计算的源程序。在工农业生产和国防、科学技术发展中有大量的计划问题，若计划管理能用上电子计算机，必将对国民经济的发展起很大的推动作用。因此电子计算机在统筹计划中的应用是一项现实的有价值的迫切需要解决的课题。若本书对该课题的科研能起些促进作用，将使笔者感到欣慰，这也就是编写本书的目的所在。

1-2 电子计算机发展简况和应用

历史上有许多著名的数学家曾致力于计算装置的研制工作。1832年英国数学家查里斯·巴贝奇设计了第一台机械传动（利用齿轮、连杆和轮子工作）的通用计算机，但当时限于各种条件，没有能制造出来。这台计算机虽然是靠机械传动，但它的机构却非常象现代的电子计算机。

1945年，美国制造出世界上第一台电子计算机，取名为“埃尼阿克”。这台计算机由电子管组成，每秒钟可实现5千次运算。但它的体积相当大，要占好几个大房间，主机重量为30吨。

1948年，发明了用半导体材料制造电子元件——晶体管。1957年前后出现了由晶体管制成的第二代电子计算机。

集成电路于1964年制成，即在一小块只有几平方毫米那么大的半导体材料（硅片）上，集中几十个两极管、三极管、电容、电阻等电子元件。次年诞生了第三代电子计算机——集成电路电子计算机。

最近几年，人们不断提高集成电路的“集成”程度，在几平方毫米那么小的硅片上集中的电子元件越来越多，可达数千，甚至数万个，制成了“大规模集成电路”、“超大规模集成电路”。这种用大规模集成电路组成的电子计算机称为第四代电子计算机。象日记本以致象手表那么小的微型电子计算机都是用大规模集成电路制成的。

根据计算机发展的趋向，国外已预测第五代电子计算机将在近年内出现。虽然对它的特征至今尚未定论，但大致认为在功能上与现在的计算机会有根本不同，估计它不但能模拟人的视觉神经控制系统，并且有模拟和数字混合的功能以及学习功能等。美、日等国正在研制采用超导技术的新型器件。这类器件的成功，效能将比现有电子计算机提高一百倍以上，因而它是发展新一代计算机的理想器件之一，预计需到80年代方能实际应用。此外，60年代激光技术出现后，有制造光计算机的设想。从理论上讲，光计算机的运算速度可达每秒百亿次，甚至千亿次，比现有计算机速度快10倍到100倍，存储量大100倍，它也被认为是计算机发展的一个方向。

电子计算机的研制、生产历时30余年，经历了几代更新，运算速度已由每秒5千次提高到1亿5千万次。日本已制成每秒能进行5亿次的电子计算机。美国正在试制每秒10亿次的电子计算机。另悉美国国家宇航局的阿姆斯研究中心正准备研究运算速度高达100亿

次的超大型电子计算机。

在计算机工业中，美国的水平与其他国家相比是遥遥领先的。据悉1981年全世界电子计算机销售额为750亿美元，美国占80%。

我国从1958年开始自行设计、制造电子计算机，但计算机工业发展相当缓慢。近年来才有较大发展。自行设计的DJS100、180、200三个系列电子计算机和DJS050、060两个系列微型机已投入批量生产。最近华东计算技术研究所已研制成功运算速度为每秒1亿次的电子计算机，这是我国目前规模最大，运算速度最快的计算机。

电子计算机可应用于科学计算、数据处理、过程控制等多方面。

在国防、科学研究等方面，电子计算机的科学计算技术发挥了巨大作用。建筑、轻工、石油、化工、水电、交通运输等部门的设计单位，在工程设计中已使用电子计算机，提高工作效率几十倍以至几百倍，保证了工程质量、缩短了设计周期，节省了建设投资。例如，西北电力设计院对北京电视塔设计进行了12个方案分析比较，选择最佳方案，节省投资约500万元。

电子计算机在数据处理方面的应用，近年来我国已在实验室数据处理、经济信息处理、企业管理、情报检索、医疗数据处理、气象预报等各个领域受到重视。大庆油田计算站用计算机研究油田井网分布的开发方案，油田动、静态数据处理，把几千口油井，几十万个数据及时汇总处理上报，对油田稳产高产和科学管理起了重要作用。富春江水电站在近几年四十多次洪水中，用计算机处理洪峰流量，预报精度达到93%，制定合理调洪方案和短期发电计划，共多获电能7400万度，折合优质原煤3.7万吨，价值480万元。

我国在采用小型电子计算机和微型机，对石油、化工、电力、冶金、轻纺、机械等生产过程实施检测、监视、控制等方面，正在迅速发展。鞍钢冷轧厂75座罩式退火炉用计算机进行控制，按规定的退火曲线升温、保温和降温，减轻工人在高温有害作业下的劳动强度，提高了产品质量和合格率，实现了增产节约。上海立新制帽四厂的电子提花织帽机，采用微型机控制后，效率提高20倍，且由三色提花变为五色提花。

从以上简单介绍可以看出，计算机的用途是多方面的，它并不限于科学计算，而在很多领域，很多方面有着广阔的应用前景，特别在管理方面，计算机的应用有很大的潜力。据很多国家统计，计算机在管理方面应用的工作量占计算机应用总工作量的70%以上。

计算机用于科学计算和用于管理的特点可从图1-1概括：

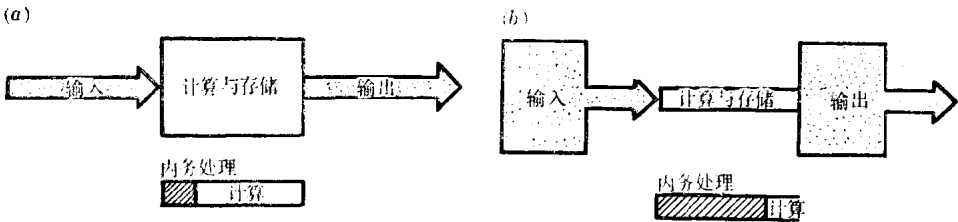


图 1-1 计算机用于科学计算和管理的特点
(a) 用于科学计算；(b) 用于管理

由图 1-1 可知，当计算机用于管理，其输入、输出量相当大，而计算工作量较小，并

且计算与内务处理^①相比较,后者占的比重相当大。

1-3 电子计算机硬件的基本组成部分

电子计算机由硬件和软件组成。硬件是计算机的硬设备,即中央处理机(主机)及一些外围设备——如输入装置、输出装置、外存储设备、控制台等,如图1-2所示。软件将在1-4介绍。

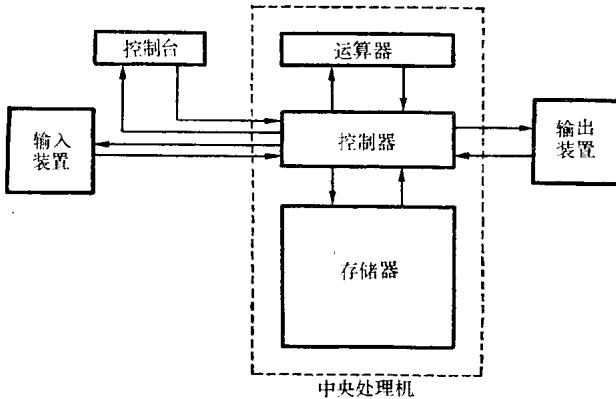


图 1-2 电子计算机硬件的基本组成部分

运算器、控制器及存储器都装
在同一个机柜里,总称为中央处理
机。

运算器的作用相当于算盘或计算
尺,具体实现加、减、乘、除四则运
算。

控制器的作用相当于人的脑和
手,负责控制整个机器,它完全按照
人们的指令工作。

存储器的作用相当于笔和纸,用以保存、记录指令和数。存储器可想象为由许多小鸽
栅组成,一个小鸽栅称为一个存储单元,每个存储单元都有编号,称为地址。一个数在存
储单元中怎样表示,将在2-2-3及2-2-4中详细介绍。

控制台是人们和计算机联系的操作台。通过在控制台上操作,可停止、启动或指挥控
制器。

输入装置用以纸带或卡片输入。输入的信息包括源程序、原始数据等。

输出装置用以输出计算结果,或者打印在纸上,或显示在显示屏上,或附带绘图仪以
图形输出。

电子计算机的基本工作原理如图1-2所示:人们先把源程序和原始数据通过输入器输
入,控制器把源程序和原始数据送入存储器存放起来,控制器对源程序所包括的指令逐个
进行分析研究,并把它们分解成计算机能执行的许多简单步骤。然后运算器根据控制器的
命令从存储器中取出数据,进行程序指定的运算,中间计算结果也存放于存储器中,计算
结果由输出装置输出。

电子计算机的型号很多,以下先介绍一下719机的概况。

719机是通用浮点计算机,数以浮点数(将在2-2-3介绍)的形式存放于存储器中。它
由国产集成电路元件制成,运算速度为每秒12.5万次。内存储器包含32768个存储单元,
内存储器的单元字长为48位(将在2-2-4介绍)。输入器是两台光电输入机,每秒可输入
1180行,可适用于5单位或7单位穿孔纸带,其输入方式可为八进制、十进制、十六进

① 内务处理:指计算机在处理任务之前所必需完成的准备工作。例如执行具有以下功能的程序部分:清内存、
设立控制标志、接通辅助存储器、启动外部设备、输入需要处理的第一个记录、插入常数、调整参数、重置
地址、设置检验操作与文件标志以及其它。这些都是与用户的问题程序无直接关系,而是为了维持计算机功
能的正常运行而进行的数据和程序管理方面的工作。

制、指令型、符号四和符号六等。输出器是两台宽行打印机，每排可打印 120 个字符，打印数据的速度为每秒24行，输出方式可为八进制、十进制、指令型、符号六等。另配有外存储器(内存储器是中央处理机内的存储器，而外存储器是中央处理机之外的存储设备)，外存储器用于存放大量暂时不参加运算的代码(即指令和数)，当需要时，外存储器的代码可成批地同内存储器交换，以解决内存储器容量不够用的矛盾。外存储器有两台立式磁鼓和两台磁带机。每台磁鼓的容量为 1 万 4 千多个单元，其转速为每秒25转。每台磁带机的容量为80万个单元，移动速度为每秒 2 米。关于719机控制台将在2-20-3中详细介绍。

为使读者对国外的计算机有所了解，以下再简单介绍一些美国制造的 IBM①-3031 数据处理机的硬件概况。

IBM-3031 机是当前比较先进的一种数据处理机，用于企业管理是非常合适的。

IBM-3031 机的结构示意图如图 1-3所示。

其运算速度为每秒 120 万次，这速度并不算快，但用于一般数据处理已足够了。用于企业管理的计算机，对其运算速度的要求并不太高，而对存储器的容量要求较高。

其内存储器的容量为 2 百万字节，一般记为2MB(M的意义是 1 百万，B是byte的第一个字母)，1 个字节为 8 位。若 1 个存储单元由 48 位组成，即字长为48位，则 2MB 相当于33.3万个存储单元②，是719机内存储器容量的11倍左右。

此外存储器由磁带机和磁盘存储器组成。由图1-3可知，磁带机配有4盘磁带，每盘磁带的容量为317.5MB，若字长为48位，相当于 0.53 亿个存储单元，4 盘磁带的容量相当于2.12亿个存储单元。正如前述719机配有两台磁带机，其总存储量为 160 万单元。因此 IBM-3031机的 4 盘磁带容量为719机两台磁带机容量的132倍左右。

由图 1-3 可知，配有两台磁盘存储器，而每台含有 8 个磁盘，1 个磁盘的存储量为 317.5MB，因此每台磁盘存储器的存储量为2540MB，若字长为48位，则相当于4.23亿单元，两台磁盘存储器的总存储量为8.46亿个单元。

正如前述，719机外存储器的总存储量为：

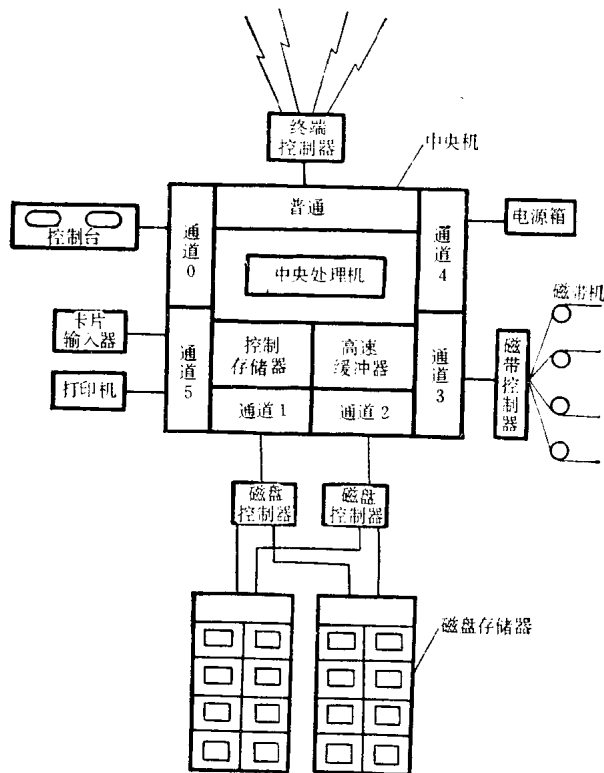


图 1-3 IBM-3031数据处理机的结构示意图

① IBM公司的全称是 International Business Machines Corporation，即国际商用机器公司，它是世界上著名的计算机公司，在很多国家设立了分公司，职工总人数约25万左右。

② $(2000000 \times 8) \div 48 = 333333.3$

$$2 \times 1.4 \text{万} + 2 \times 160 \text{万} = 322.8 \text{万个单元}$$

而IBM-3031机若配4盘磁带、2台磁盘存储器，其外存储器的总存储量为（以字长48位计算）：

$$2.12 \text{亿} + 8.46 \text{亿} = 10.58 \text{亿个单元}$$

是719机外存储器总存储量的近328倍。

由图1-3可看出，IBM-3031机有5个通道，每个通道设有许多如人们平时使用的电器插座。通道1和2各有255个接口，可联接多台磁盘存储器，通道3也有许多接口，可联接多台磁带机。因此IBM-3031机的外存储量并不限于10.58亿个单元，而随着多台磁盘存储器和磁带机的配备，其外存储量将大幅度增加。这种大存储量的电子计算机用于企业管理是非常有利的。

通道0、通道5也有多个接口，可联接多台输入、输出装置。

图1-3中的电源箱是为计算机提供电流的。

图1-3中的终端控制器是控制终端设备的装置。所谓终端设备（简称终端），即在远离计算机中心的其他地方所设置的键盘打字机、屏幕显示器、卡片输入器及打印机等输入、输出及操作设备。终端还可以包括小型存储器，甚至小型的数据处理机。终端与计算机主机常用普通的电话线路相连接，当然，如有必要，也可用长线连接。终端的作用就象电话分机那样，它与计算机中心联系很方便。人们可以在终端所在地算题，而不必到计算机房去。IBM-3031机可接近程终端（距离以1500M为限），也可接远程终端（距离不限）。远程终端可以跨城市，甚至跨国家。一台IBM-3031机可以连接数以千计个终端，图1-4是终端设置的示意图。

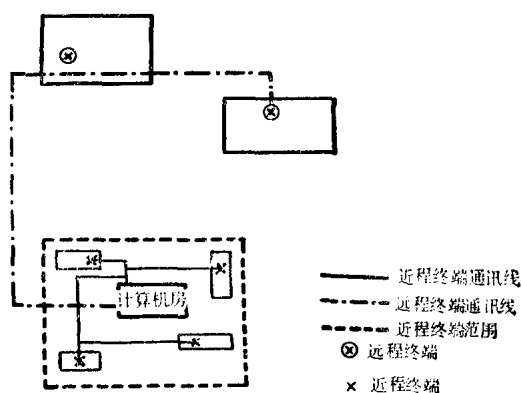


图 1-4 终端布置示意图

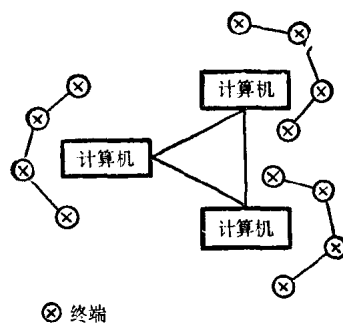


图 1-5 电子计算机网络结构示意图

譬如一个地区性的建筑工程局建立一个计算机中心，通过通讯线路与各下属建筑公司的终端相连接，甚至也可以和各工程处（队）的终端相连接。这样基层施工单位的生产情况就可以通过本单位所设置的终端输入，而不必到局计算中心去输入，当然也可以通过终端进行算题，或了解其他单位的情况。

如果一个部门有若干台计算机装备在不同的地点，而每台计算机都配有终端，则这些主机加以连接就可形成计算机网络，如图1-5所示。计算机网络可大大提高、扩大计算机应用的效果。

美国于本世纪60年代初建立了带有2000余个终端的飞机订票的计算机网络，1976年美国已将全国30%的计算机联成网络。据1973年统计，日本平均每台计算机配有61个终端。罗马尼亚1975年拥有90个计算中心，884个终端。

目前我国计算机所配的终端还很有限，现已规划拟在近期内逐步建立计算机网络，以实现管理的科学化。

1-4 电子计算机的软件

软件由许多程序构成，人们通过这些程序对计算机发出各种命令（即指令），让计算机做给定的工作。

一般的机床一接通电源就转动，就能工作，而计算机若无软件，它就不知道干什么工作，也不知道怎样干，即计算机的硬件靠软件的支持才能起作用。

不同类型的计算机，其软件的组成也不尽相同。国外电子计算机出厂一般都配带系统软件，而我国软件生产很薄弱，很多软件都得由用户自己搞，且软件的质量相当低。

以下以IBM-3031机为例，介绍其软件的概况。它的软件由以下几部分组成：系统管理软件、网络管理软件、数据通讯软件、应用程序软件、程序语言软件、数据基础软件和磁盘管理软件。

系统管理软件又称操作系统软件，它是其他一切软件的基础，它几乎与计算机的所有硬件都有关系，它包含了指挥各部件工作的指令。

网络管理软件主要是用以指挥计算机网络工作的。

应用程序软件是用户解算具体问题的程序。

数据通讯软件是用以针对用户的应用程序指挥用户所用的终端。

程序语言软件用以将应用程序编译（即翻译）成能直接指挥计算机工作的指令，它是应用程序和计算机之间联系的桥梁。

数据基础软件是用以针对用户的应用程序来处理数据的。

磁盘管理软件是用以指挥磁盘的。

第2章 算 法 语 言

本章将介绍“719”算法语言，它与ALGOL₆₀语言基本相似，是一种面向解题过程的高级程序语言，用于编写程序。

2-1 计算机语言概述

语言是人们交流思想的工具。这种语言称为自然语言。如汉语、英语、德语、俄语、日语等，每种语言，都有特定的单词、词法、句法。

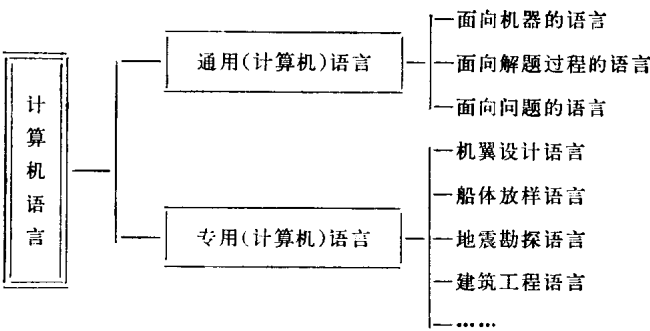
音乐有用一定符号表达的音乐语言，打电报靠电码，电码则是电报语言。发报机不懂汉字，只懂电码，因此电码是人和发报机联系的工具。

我们做数学习题如 $y=ax+b$ ，字符、数字、运算符号组成了代数式，这是数学语言。但电子计算机并不懂一般的数学语言，它好似发报机，它只能接受用于指挥机器工作的计算机语言，计算机语言是人和计算机联系的工具。

自20世纪40年代末电子计算机问世以来，随着计算机的飞速发展，计算机语言也不断发展。据统计，目前世界上计算机语言总计有400余种。应用软件工作人员应尽可能掌握多种计算机语言，用于编写不同类型问题的程序，用于学习、阅读人家编好的程序。正如学习外语，仅懂英语是不够的，最好多学几门外语，可广泛阅读国外文献资料。

2-1-1 计算机语言的分类

计算机语言至今的分类大致如下：



ALGOL₆₀语言是面向解题过程的语言之一，它是丹麦计算机工作者制定的，是世界通用的一种语言。ALGOL₆₀语言的原文是algorithmic language₆₀，其译义即算法语言。它是1960年制定的，故命名ALGOL₆₀，另有1968年制定的称为ALGOL₆₈。“719”算法语言，是在ALGOL₆₀基础上，并结合其他计算机语言的特点而制定的用于国产719机的一种语言。它大体上与ALGOL₆₀是一致的，因此掌握了ALGOL₆₀就很容易理解“719”算法语言，反之亦然。国产X-2机、709机、TQ-16机所用的语言也都属ALGOL₆₀体系的。同样，掌握了“719”算法语言也就很容易理解这些机器所用的算法语言。ALGOL₆₀语言是我国

目前最通用的一种语言，大部分机器都用这种语言。因此学习它有普遍意义。

以下概要叙述各种计算机语言的特点，对掌握、理解 ALGOL₆₀ 语言和进一步学习其他语言是有帮助的。

1. 面向机器的语言 (computer-oriented language 或 machine-oriented language)

行 次	数 或 计 算 公 式	数 值
①	x	2
②	a	0.325
③	b	6.666
④	c	2.5
→⑤	②×①⇒⑤	0.650
⑥	⑤-③⇒⑥	-6.016
⑦	⑥×①⇒⑦	-12.032
⑧	⑦+④⇒⑧	-9.532

(1) 机器语言 (machine language)

如 $y = ax^2 - bx + c$

即 $y = (ax - b)x + c$

设: $a = 0.325, b = 6.666, c = 2.5,$
 $x = 2$

求: 相应的 y 值。

此题的计算步骤可用表表示。

在这个表中, 在①、②、③、④行中放置数 x 、 a 、 b 、 c ; 在⑤、⑥、⑦、⑧中列

出计算公式。当①、②、③、④行中填好具体数值后, 计算从第⑤行开始, 做完第⑧行的计算公式, 即得计算结果: $y = -9.532$ 。

719机内存存储器共有32768个单元, 每个单元可放一个数, 每个单元好似一个小房间, 它都有门牌号码, 称为单元地址。719机的单元地址用5位8进制数表示, 起始为00000, 终止为77777。如果我们将 a 、 b 、 c 、 x 、 y 分别存放于下边单元地址:

a	00107
b	00110
c	00111
x	00112
y	00113

719机的运算器由3个寄存器和一组加法器组成, 加法器是具体实现四则运算的 (包括 +、-、×、÷)。3个寄存器即 A、B、C 寄存器。A 寄存器是专门用来存放计算结果的, 与外部设备打交道也是经过它的。

719机指令系统规定以下几个操作码 (即用数字表示计算机执行的操作) 的意义:

- 70: 从某单元地址中取出数, 放入A寄存器中;
- 50: 将A寄存器中的数与某单元地址中的数相乘, 其积仍放入A寄存器中;
- 41: 将A寄存器中的数与某单元地址中的数相减, 其差仍放入A寄存器中;
- 40: 将A寄存器中的数与某单元地址中的数相加, 其和仍放入A寄存器中;
- 30: 将A寄存器中的数放入某单元地址中。

若本题用机器语言来写:

- 70 1 00107 表示将 a 放入A寄存器。
- 50 0 00112 表示 a 与 x 相乘, 其积放入A寄存器。
- 41 0 00110 表示 $ax - b$, 其差放入A寄存器。
- 50 0 00112 表示 $(ax - b)x$, 其积放入A寄存器。
- 40 0 00111 表示 $(ax - b)x + c$, 其和放入A寄存器。
- 30 0 00113 表示将 $(ax - b)x + c$ 的计算结果放入 y 的单元地址中, 即用

$$y=(ax-b)x+c.$$

一次操作用一条指令表示，由上可知每条指令由 8 位数表示，其第 1、2 位为操作码，第 4、5、6、7、8 位是单元地址，称为地址码；第 3 位为特征位，其含义此略。

当然，以上并不是本题完整的程序，仅是解释几次运算怎样用机器语言来表示。

所谓机器语言，即机器直接使用的程序语言或指令代码，这些代码不需翻译，可直接被机器接收。也可以说机器语言就是机器指令的集合。它使用绝对地址码和绝对操作码。

我们平时听到的手编程序，即用机器语言编写的程序。它是由程序员直接写出能在机器上执行的、由一系列机器指令组成的程序。

每个计算机都有自己特有的指令集合，即指令系统，不同的机器有不同的指令系统，也即不同的机器有不同的机器语言。

例如在 DJS-21 计算机中，取数的操作码是 02，相加为 18，相减为 19，将计算结果放入某单元为 04。显然与 719 机都不相同，且 DJS-21 计算机，地址码用 4 位数字表示。

由上可知，用机器语言编写程序很繁琐、易出错，程序的检查与调试都较困难，程序员的工作好比一种非常细致的手工劳动，既费时间又伤脑筋，要求程序员十分细心和耐心。当然，应一分为二，机器语言也有它的长处，于后再细述。

(2) 汇编语言 (assembler language)

程序设计由手工劳动过渡到自动化的第一阶段是使用汇编语言，汇编语言用符号拼写的名字来代替真操作码、指令地址和变量、单元地址，这种符号便于记忆，称为记忆码。汇编语言用如下形式表示指令：

标号：操作符 操作地址；

其中标号是一个标识符（标识符的意义可参阅 2-5），一个标号代表一个指令地址。操作符是符号操作码。操作地址可以是符号地址或者一个直接操作数。标号部分（一个标识符和一个冒号）也可以没有。

如要计算： $d=a+b-c$ ，用汇编语言写出指令如下：

标 号	操 作 符	操 作 地 址	备 注
compute	get	a	取 a
	add	b	加 b
	sub	c	减 c
	put	d	得 d
	stop;		停机

由上可见汇编语言实质上是符号化的机器语言，它与机器指令基本上是一一对应的关系。用汇编语言书写的程序（源程序），需经过汇编程序翻译成机器语言程序（目标程序），即汇编语言机器不能直接接受。它仍是一种低级程序语言。

但程序员的工作量能减轻很多，它属于面向机器的语言，通常是特定的计算机或计算机系列专门设计的。

(3) 面向机器的语言

机器语言以及接近于计算机指令表示的程序语言，它依赖于特定的计算机或计算机系列（如汇编语言），统称为面向机器的语言。