

高等学校试用教材

高级语言程序设计

谭浩强 田淑清 编著

高等教育出版社

前摇摇言

摇摇电子计算机的出现是当代科学技术发展中一件具有划时代意义的重大事件。它标志着人类正在向信息化的社会前进。

为了赶超世界先进水平,必须在我国大力推广普及计算机的应用。为了掌握计算机,必须系统地学习计算机的知识。现在,计算机教育已成为高等学校中的基础教育之一。实践证明,在高等学校中以计算机高级语言作为学习计算机知识的入门,是一条捷径。

FORTRAN语言是国际上最早出现的计算机高级语言,得到了广泛的应用。它适用于数值计算。在科学技术发达的国家中,几乎每一个工程技术人员都会使用FORTRAN语言。在我国大多数理工院校中也都开设了FORTRAN语言课,本书就是适应这种要求而编写的。

本书采用FORTRAN语言的最新标准——FORTRAN 77。我国国内大多数计算机都已配置了FORTRAN编译系统,国外的许多科技书籍中,都有用FORTRAN编写的程序。因此,我们应当学习和掌握FORTRAN。考虑到国内少数单位的计算机系统上还没配置FORTRAN,以及社会上还在继续使用着大量的FORTRAN IV程序,本书中对FORTRAN IV的语句也作简要的介绍。本书中的例题是用FORTRAN语句写的,同时说明了把它改写为FORTRAN IV程序的方法,以便在那些还未装FORTRAN编译系统的计算机上运行程序时不致发生困难。

结构化程序设计方法是近年来兴起的一种程序设计的新的方法。它使程序有良好的结构,使之易于编写、易于阅读、易于修改和调试,能大大提高程序设计的效率和质量。本书介绍了结构化程序设计的方法和结构化流程图,并在全书例题中采用了结构化的方法编写程序,以便使读者掌握新的程序设计思想和方法。

几年前我们曾编写了一本《FORTRAN结构化程序设计》(高等教育出版社出版),供高等院校高年级学生和研究生使用。在该书中介绍了数值运算和非数值运算的算法,结合例题介绍了一些数据结构的知识。该书出版后受到读者的欢迎。根据许多高等院校和读者的建议,我们在该书的基础上重新编写了本书,供高等院校低年级和非计算机专业学生使用。在本书中不涉及到较深的高等数学内容和复杂的数据结构,大学一年级下学期的学生就可以学懂本书的基本内容。

在本书中只介绍最基本的数值运算和非数值运算的算法,以及程序设计的基本知识。有了这个基础,以后继续提高再去解决复杂的运算是不会太困难的。语言是一个工具,应该在使用过程中熟悉它,掌握它。希望读者不要把它作为一种“理论知识”来学,以“知道了”为满足,而应当以会应用为目的,做到灵活地、得心应手地用语言编写程序并解决实际问题。

几年来,我们编写了一些计算机语言的书籍,对教学体系和教材的编写方法进行了一些改革。主要的目的是使广大初学计算机的同志能尽快地掌握计算机的基本知识,进入计算机应用领

域。我们根据多年教学实践的经验,研究总结了初学者的特点,根据他们的认识规律,循序渐进地提出问题和解决问题,步步深入,不从枯燥的规则定义出发,而从具体问题入手,经过分析引出结论。通过大量的例子分析算法,介绍程序设计的基本方法和技巧。既注意了教材的系统性、科学性,又注意了易读性、启发性。努力把被认为枯燥无味的“语言”讲得生动活泼、使人感兴趣。实践证明,这是行之有效的方法。本书就是按照以上原则编写的。重点不放在语法规则的叙述上,而放在算法和程序设计方法上。从一开始就介绍程序,要求读者编写程序。以后每学新的一章都要运用所学的内容去编写程序,通过反复编写和运行程序来掌握语言的规定和程序设计的方法。希望读者在学习本书时,不要把主要精力放在死记语法规则上(靠死记是记不住的),而要学会怎样把各个孤立的语句组织成一个有机的、好的程序。

学习本课程除了听课和自学外,一定要强调多做练习,多编程序,多上机调试程序,否则是学不好的。

本书既介绍符合国家标准的全集和子集,子集只包括全集中的一部分(基本的)功能。一般微型计算机系统配置的是符合标准的子集。本书既介绍符合标准的子集,又介绍符合标准全集的主要功能,便于读者在不同的计算机上都能使用。

本书便于编写结构化的程序,但仍保留了符合标准中的一些非结构化语句,这只是为了与符合标准兼容,以便能使用过去编写的符合标准程序。在第十一章中介绍了这些语句和其他一些不常用的语句,读者需要时可以查阅,但建议编程序时尽量不用它们。第十二章介绍了“文件”,在使用大量数据时,数据文件是很有用的。由于学时的限制和初学者的基础,本书只介绍文件的基本知识和简单的应用例子。我们认为,在读者对符合标准的基本语句的使用比较熟练编写程序有一定经验后,在遇到需要用文件处理比较复杂的问题时,这时再进一步深入学习有关文件的内容,效果更好一些。

为了便于一些缺乏师资的单位开展教学,已由清华大学电教中心将本书的内容录制成录像带,由谭浩强主讲,共 4 学时。

本书由谭浩强、田淑清编写。其中谭浩强编写第一、二、三、四、五、六、八章,田淑清编写七、九、十、十一、十二、十三章。在出版前,清华大学计算机系林行良副教授曾审阅了本书,提出了一些很好的意见,不少兄弟院校的教师对本书的出版给予了支持和帮助,特此一并表示感谢。

本书一定会有不少缺点或错误之处,恳请同行和读者多提意见。

编者
谭浩强 田淑清

目摇摇录

第一章摇计算机、算法和程序设计	员	摇摇 异源摇杂字语句、耘阅语句和孕粤栽云语句	源
摇摇 异源摇信息处理和电子计算机	员	摇摇 异源摇程序举例	源
摇摇 异源摇电子计算机的组成	猿	摇摇 习题	缘
摇摇 异源摇计算机语言和软件系统	远	第四章摇输入和输出	缘
摇摇 异源摇计算机算法	怨	摇摇 异源摇输入和输出的概念	缘
摇摇 异源摇流程图	员	摇摇 异源摇表控输入	缘
摇摇 异源摇结构程序设计和结构流程图	员	摇摇 异源摇表控输出	缘
摇摇 异源摇利用计算机解题的全过程	员	摇摇 源摇孕粤栽云语句实现表控输出	缘
摇摇 习题	员	摇摇 源摇宰砸栽云语句实现表控输出	缘
第二章摇云韵栽粤晕语言的		摇摇 异源摇格式输出	缘
基本知识	员	摇摇 源摇最简单的格式输出语句	缘
摇摇 异源摇云韵栽粤晕语言简介	员	摇摇 源摇院编辑符	远
摇摇 异源摇几个简单的云韵栽粤晕范		摇摇 源摇云编辑符	远
程序	员	摇摇 源摇耘编辑符	远
摇摇 异源摇云韵栽粤晕程序的构成	员	摇摇 源摇栽编辑符	远
摇摇 异源摇云韵栽粤晕源程序的书写		摇摇 源摇匀编辑符	远
格式	员	摇摇 源摇撇号编辑符	远
摇摇 异源摇云韵栽粤晕字符集	猿	摇摇 源摇重复系数	远
摇摇 异源摇云韵栽粤晕源程序输入		摇摇 源摇纵向走纸控制	远
计算机的方式	猿	摇摇 源摇斜杠编辑符	苑
摇摇 异源摇运行一个云韵栽粤晕		摇摇 源摇宰砸栽云语句和云韵栽粤栽	
程序的过程	猿	语句的相互作用	苑
摇摇 习题	猿	摇摇 源摇不用云韵栽粤栽语句的格式	
第三章摇算术表达式和赋值语句	猿	输出	苑
摇摇 异源摇常数	猿	摇摇 源摇孕粤栽云语句实现格式输出	苑
摇摇 异源摇变量	猿	摇摇 异源摇格式输入	苑
摇摇 异源摇算术运算符	源	摇摇 源摇格式输入的一般形式	苑
摇摇 异源摇内部函数简介	源	摇摇 源摇格式输入的规则	苑
摇摇 异源摇算术表达式	源	摇摇 源摇耘阅语句的其他形式	苑
摇摇 异源摇赋值语句	源	摇摇 异源摇程序举例	苑
		摇摇 习题	愿

摇摇 异 源 摇 过程名的虚实结合	源 页
摇摇 异 源 摇 注释和单等语句的使用	源 页
摇摇 异 源 摇 注释和单等语句的使用	源 页
摇摇 异 源 摇 注释和单等语句	源 页
摇摇 异 源 摇 程序举例	源 页
摇摇 习题	源 页
第十一章 云 源 摇 中的其他语句	源 页
摇摇 异 源 摇 双精度型运算和复型运算	源 页
摇摇 异 源 摇 双精度型运算	源 页
摇摇 异 源 摇 复型运算	源 页
摇摇 异 源 摇 算术 语句和计算	
摇 语句	源 页
摇摇 异 源 摇 算术 语句	源 页
摇摇 异 源 摇 计算 语句	源 页
摇摇 异 源 摇 注释和	
摇 语句	源 页
摇摇 异 源 摇 注释和	
(等价语句)	源 页
摇摇 异 源 摇 注释(公用语句)	源 页
摇摇 异 源 摇 注释和	
摇 语句联用	源 页
摇摇 异 源 摇 注释	
(数据块子程序)	源 页

第十二章 摇 文件	源 页
摇摇 异 源 摇 有格式记录和无格式记录	源 页
摇摇 异 源 摇 的 语句和 语句	源 页
摇摇 异 源 摇 顺序文件和直接文件的	
存取	源 页
摇摇 异 源 摇 程序举例	源 页
摇摇 习题	源 页
附录	源 页
摇摇 附录 I 摇 的 与	
摇 的比较	源 页
摇摇 附录 II 摇 的内部函数	源 页
摇摇 附录 III 摇 可执行语句和非执行	
语句表	源 页
摇摇 附录 IV 摇 程序单位中语句和注释	
行的顺序	源 页
摇摇 附录 V 摇 的 语句形式表	源 页
摇摇 附录 VI 摇 字符 代码一	
和 代码对照表	源 页
摇摇 附录 VII 摇 常用基本字符卡片	
编码表	源 页

第一章 计算机、算法和程序设计

人类正在向信息化的社会前进,电子计算机的出现影响着人类的生产方式和生活方式,可以说,计算机打开了通向信息化的大门。当今,计算机迅速地进入几乎一切领域,成为人们处理种种复杂任务所不可缺少的现代工具。可以毫不夸张地说,没有计算机就没有现代化。

在未来的社会里,每一个有知识的人都应当会使用计算机。计算机知识应当成为新一代知识分子知识结构和智能结构的一个重要组成部分。为了使用好计算机,必须首先了解计算机。

1.1 信息处理和电子计算机

人类在自己的活动中最早认识的是“物质”,后来又发现了“能量”,到了二十世纪才认识到“信息”是维持人类社会活动、经济活动和生产活动的资源之一,是构成客观世界的不可缺少的要素之一。

其实,人类自古就开始与信息打交道,进行信息处理。例如,用棍石计数和用算盘计算就是对数据进行记载和运算的例子,财务记账也是一种信息处理。什么是信息?简单地说,信息是表现事物特征的一种普遍形式,这种形式应当是能够被人类和动物的感觉器官(或仪器)所接受的。例如以声音、图像、文字、指纹等形式表示出来的内容都是信息。人们看一部电影或一本书,就获得了信息。确切地说,信息是客观存在的一切事物通过物质载体所发生的消息、情报、指令、数据、信号中所包含的一切可传递和交换的知识内容。不同的事物有不同的特征,不同的特征会通过一定的物质形式,如声波、文字、电磁波、颜色、符号、图像等发出不同的信息(消息、情报、指令、数据、信号等)。信息是与物质运动紧密相联系的。自然界、人类社会、人类思维活动中自始至终存在着信息运动。人类的知识就是一种特定的信息,是人们对客观世界的信息经过大脑的思维加工而形成的系统化的信息。

人们对信息处理的方式取决于所处时代的生产发展和科学技术水平,但是又反过来对社会的发展产生巨大的影响。在科学技术迅猛发展的今天,信息量如此之大,很难想象用人工的方法能够最大限度地、准确地、迅速地处理人们所需的信息以满足需要。据统计,人类的科学知识,在20世纪每五十年增长一倍,21世纪中叶每十年增长一倍,22世纪90年代每五年增长一倍,各种新的学科层出不穷,面临这种知识激增的时代,必须采用现代化的处理信息的工具。于是电子计算机就应运而生了。

所谓信息处理指对信息的收集、加工、存储、检索等,其中“加工”包括计算、排序、归并、制表、模拟、预测等操作。信息处理可以分为两大类,即:数值处理(又称数值计算)和非数值处理(或称非数值运算)。计算机的应用大体可以归纳为五个方面,即:数值计算(科学计算),事务管理(例如企业、银行、计划管理等),工业控制,计算机辅助设计,以及人工智能(用计算机模拟人

脑的部分活动)当然还可以有其他的用途援

有人以为“计算机”的作用就是“计算”,这是一种误解援确,早期的计算机主要用于数值计算,用来解决工程技术问题中一些复杂的计算援但是由于社会发展的需要以及计算机科学技术的发展,计算机在非数值处理方面的应用得到了迅速的发展援目前,计算机在非数值处理方面的应用已经大大地超过了它在数值处理方面的应用援从这个意义上说,“计算机”这一名词已经不能确切地反映出它的本质和作用援其实计算机是一种现代化的处理信息的工具,称之为“信息处理机”更为确切,也有人称之为“电脑”援只是由于习惯上的原因,我们仍称为“计算机”,但是应当对计算机的作用有一个全面的理解援

电子计算机最早产生于 1946年,至今不过四十年的历史,但是它的发展十分迅速援它经历了四个发展阶段:电子管计算机(第一代);半导体计算机(第二代);集成电路计算机(第三代);超大规模集成电路计算机(第四代)援与此同时,计算机的软件也有了迅速的发展援

这四代计算机基于同一个基本原理,就是以二进制和程序存储控制为基础的结构思想援这个思想是由美籍数学家冯·诺依曼(在《计算机》杂志)于 1946年最早提出来的,它确立了至今为止的各代计算机的基本工作原理援根据这个原理,信息在计算机内部以二进制数表示,除了要将运算所需的数据输入计算机以外,还要将运算的步骤事先编成指令(指令也是用二进制数表示的)将指令输入到计算机内储存起来,这就是“存储程序”的概念援计算机根据人们事先存储在计算机里面的程序指令,一步一步地进行操作,对数据进行加工处理以及输入输出援从这个意义上说,计算机对信息的处理是不必人们干预的,也就是说是“自动”的,由程序控制的援因此,现在的计算机归根到底还是根据人们预定的意图工作的援这种基于“存储程序”原理的计算机,被称为冯·诺依曼型计算机援

这种计算机的特点归纳起来有以下几点:

1. 电子计算机的工作基于电子脉冲电路原理,由电子线路产生电脉冲,依靠它进行数据传送和运算援电子计算机的运算速度取决于电子线路援理论上说,计算机运算速度只受到电的传播速度的限制援所谓计算机运算速度,是指一秒钟能够存取指令的数目援假如有一台计算机,它具有一秒钟存(或取)一万条指令的能力,这台计算机的运算速度就是一万次援一般微型计算机的运算速度为每秒几万次到十几万次援我国研制成功的“银河”巨型计算机的运算速度为每秒一亿次援国外已有每秒几亿次的计算机援

2. 具有内部存储能力援为了存放数据和指令,计算机中有存储器(磁芯存储器或半导体存储器),可以存入若干电讯号,代表数据或指令援计算机内部的存储器存取数据和指令,就可以大大降低数据处理的时间,并使程序控制成为可能援

3. 由程序自动控制计算机的操作援在计算机运行期间,由预先编好并存入计算机的指令指挥计算机的工作援

因此,电子计算机是一种以高速进行操作、具有内部存储能力、由程序控制操作过程的自动电子装置援

正在研制的第五代计算机将是一种非诺依曼型的计算机,它采取完全新的工作原理和体系

结构更接近于人们思考问题的方式,即“推理”方式。第五代计算机不仅在其采用的技术与以前不同,而且在概念和功能方面也不同于前四代计算机。这种新型的计算机被称为“知识信息处理系统”,其功能从目前单纯的数据处理发展到知识的智能处理。这些新型计算机具有人工智能的功能。因此,未来的第五代计算机的研制成功将是对计算机科学技术的一项突破性的贡献,被称为“第二次计算机革命”。目前许多国家都投入了大量的人力财力研制第五代计算机。但是从目前情况看,第五代计算机研制成功并真正投入使用,并非很短时间内所能实现的。作为计算机的应用者,目前我们还是应该学习、熟悉和使用好第三、第四代的计算机。

异题圆瑶电子计算机的组成

按照冯·诺依曼的理论,电子计算机应当具有输入输出、计算、存储、判断以及内部控制的功能,这些功能分别由输入设备、输出设备、运算器、存储器以及控制器等几个基本部件组成的。图 员源是一个中型计算机系统,图 员圆是微型计算机系统。

一、存储器

存储器是计算机的一个重要设备,用来存放数据和指令。过去的计算机主要用磁芯存储器,近年来已多改用半导体存储器。由于用的电子器件有两个稳定工作状态(截止和接通,有脉冲和无脉冲),可以用它们分别代表二进制中的 园和 员。每一个能代表 园和 员的电路称为一个二进制位(遭)或称为比特。一个存储器就是由千千万万个这样的二进制位电路组成的,它好比一个大



图 员源

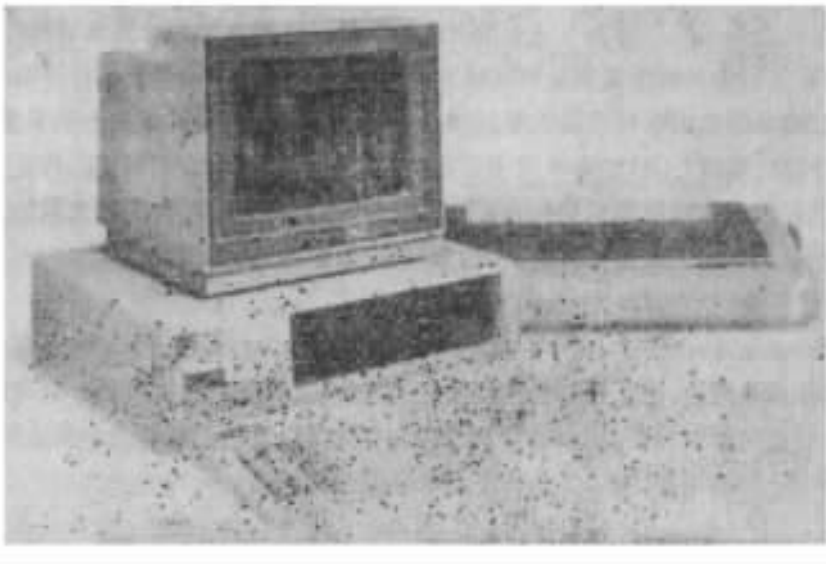


图 1.1

仓库,可以容纳亿万个二进制位信息

为了管理上方便,把一个存储器分为若干个单元,就如同一个大饭店分为许多小房间一样,在每一个“小房间”中存放一条指令或一个数据,这些小房间称为“存储单元”。一个存储单元包含若干个二进制位。每一种计算机可以分别规定一个存储单元包含多少个二进制位。有的微型计算机的一个存储单元包含 8 个二进制位,有的则包含 16 位,还有的是 32 位。通常把存储单元称为“字”(常说的“字长 16 位”),指的是一个存储单元包含 16 个二进制位。一般把八个二进制位称为一个“字节”(一个存储单元(一个计算机“字”)由一个或几个字节组成)。也就是说,一个存储单元所含的二进制的数目一般是 8 的倍数。存储器的容量以字节为单位计算。一般微型计算机的存储容量为 1K 至 1M 字节(1K 代表一千,实际上应该是 1024)。有的微型计算机的容量为 16M 字节,高档微型计算机的容量甚至可达一兆到几兆(1兆 = 1000000)字节。

存储器、存储单元、字节、位之间的关系可以表示如下：

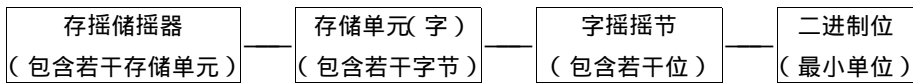


图 1.2

为了向指定的存储单元存入信息或从中取出信息,需要对存储单元编号,如同旅馆中的房间必须有房间号码一样。存储单元的编号称为地址。每一个存储单元有一个地址,在存入信息时,根据指出的地址找到所需的存储单元,把信息存到该存储单元中。也可以根据指定的地址从特定的存储单元中取出信息。

请读者不要将存储单元的地址和存储单元的内容这两者混淆。前者是存储单元的标志,用来

查找指定的存储单元,后者就是所需存取的信息
见图 1-1

计算机存储器有一个特点:在信息被“取”出之后,存储单元的内容不会改变,只有在向同一个存储单元存入一个新的信息时,原有的内容才会被代替。因此,“存”、“取”实际上应当理解为“写入”和“读出”。

存储单元	
地址	内容
0000	信息1
0001	信息2
0002	信息3
0003	信息4
0004	信息5
0005	信息6
0006	信息7
0007	信息8
⋮	⋮

图 1-1

二、运算器

运算器是对信息进行加工的重要部件。计算机的各种运算都是由运算器完成的。应当强调指出,“运算”不仅指算术计算,而且还包括逻辑运算(泛指非算术性的运算)。例如,比较两个数值,根据比较结果决定操作的内容。如果需要将两个数值进行算术运算,应先从存储器的两个存储单元中,将两个数据取到运算器中,运算完毕后结果仍在运算器中,可以根据需要将它送到某一存储单元中保存起来,以备后用。

三、控制器

计算机的各种操作都是在控制器的指挥下进行的。控制器根据事先存入计算机的指令向运算器、存储器、输入输出设备发出控制信号,使之按要求进行工作。它是计算机的“神经中枢”。运算器和控制器合称为中央处理器(CPU),简称“CPU”,通常把它们制造在一个晶片上,它是计算机的核心部分,存储器好比仓库,自己是不能进行和完成任何操作的,操作是由 CPU 控制并完成的。

四、输入输出设备

所有需要由计算机处理的信息都是通过计算机的输入设备送到计算机的存储器中的。在对信息需要进行运算时,再从存储器取到运算器中。常用的输入设备有:卡片读入机(读卡机)、纸带输入机、终端显示器等。输入设备能自动地将输入的信息转换成二进制形式存到存储器中。例如,在终端显示器的键盘上按下字母键“粤”,按粤字机内代码的规定(一般计算机系统采用 ASCII 代码,见附录 A);“粤”的代码是二进制码 01001001,显示器设备将 01001001 这个信息输入计算机。

计算机内的信息可以通过输出设备传送出来,例如,可以将计算结果打印在纸上,显示在荧光屏上,或存储在磁盘上。常用的输出设备有:打印机、终端显示器(它既是输入设备,也是输出设备,用键盘输入,从荧光屏上输出)、绘图机等。在输出时,输出设备会自动地将计算机内的二进制信息转换成人们所需的字母、数字或图形。

大批量的信息常记录在磁带或磁盘上,在需要的时候通过磁带机或磁盘机把信息输入到计算机中去。磁带机常用作大中型计算机的输入输出设备。在大、中型计算机系统中常使用硬磁盘,一个磁盘组(包含 5~10 个左右硬盘)的容量可达几百兆字节。微型计算机常用软磁盘,软盘有 5.25 英寸和 3.5 英寸两种,容量为几百千字节。在一些高档微型机系统中也使用一种称作温盘(软盘)。

硬盘)的硬盘,容量约为几兆字节。磁带和磁盘可以记录大量的信息,因此又作为计算机的外存储器使用。例如,一个单位的人事、工资档案可以记录在一个磁盘上,便于保存和管理,需用时临时找出来输入计算机,即可实现检索或其他处理。

计算机系统示意图和各部分之间的关系见图 1.5.1 和图 1.5.2。

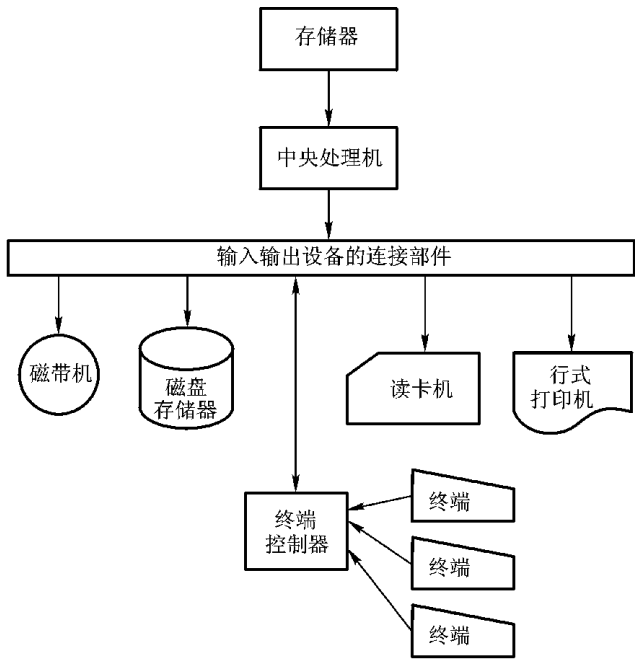


图 1.5.1

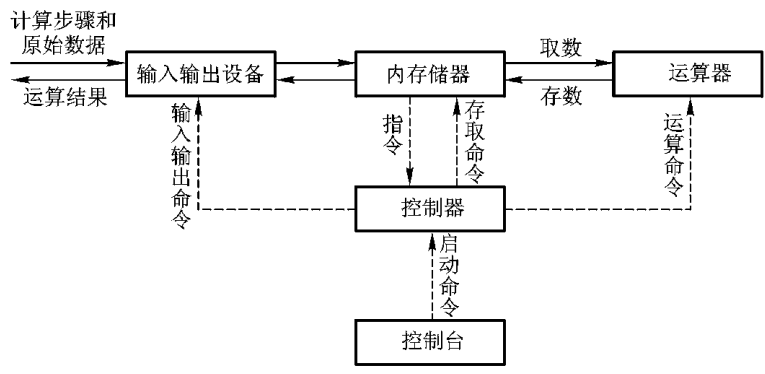


图 1.5.2

1.5.3 计算机语言和软件系统

人们要使计算机按自己的意图工作,必须使用计算机所能接受、理解和执行的指令。从根本上说,计算机只能接受和处理由二进制代码组成的指令。每一种型号的计算机在设计时由设计者规定好一套指令系统,确定用什么指令来完成什么操作。例如,在某种计算机上用

用二进制代码来实现一次加法。这种计算机能接受的代码称为机器指令，它是面向机器的。机器语言是机器指令的集合。要让计算机产生一系列的操作，应当写出一条一条的机器指令。为解决某一问题而设计的一段指令序列称为程序。

用机器语言编程是一件繁琐而枯燥的工作，而且直观性差，不同计算机的指令系统互不通用。这给计算机的广泛使用造成很大的不便。

符号语言比机器语言前进了一步，它用符号代替二进制码。例如用“传送”代表“传送”，“加法”代表“加法”，一条符号语言指令对应于一条机器指令。当然，计算机不能直接接受和执行符号语言程序，必须把它一条一条地“翻译”成机器指令，这个翻译工作叫做代真。最初的代真是由人工完成的，后来人们编制了一个程序让计算机来完成代真。这个起代真作用的程序称为符号汇编程序或汇编程序。

符号语言和机器语言一样，都是依赖于具体机器的。因此它们被称为低级语言。对初学者来说，用符号语言编写程序仍然不是一件容易的事情。

后来人们创造了“高级语言”，又称“程序设计语言”。它不是面向机器的，而是面向问题的。即不依赖于具体机器。用高级语言写的程序可以适用于任何一种类型的计算机（或者只需作很小的修改）。高级语言与人们习惯使用的自然语言和数学语言比较接近，因而人们容易理解和使用。例如，用“读入”表示“读入”数据，用“打印”表示“打印”，用“计算”表示计算 $\frac{1}{2}\pi r^2$ 的值并将结果存到变量中。显然，用高级语言写程序比用低级语言写程序容易得多，任何一个具有中学以上文化程度的人都能很快学会和使用它。

目前已经出现了几百种高级语言，各有不同的语法规定和用途，常用的高级语言在下页表中列出。

和符号语言不同，高级语言的一个指令（通常称为语句）不是对应于一条机器指令，而对应若干条机器指令。例如可以在一个语句中包括加、减、乘、除、转移等多种操作。显然，高级语言程序比符号语言程序简单易写。

同样，计算机不能直接接受高级语言程序，而必须首先翻译成机器指令。这个工作比汇编代真复杂得多。将高级语言程序（称为源程序）转换为机器语言程序（称为目的程序或目标程序）的工作由“编译程序”来完成。其工作过程见图 1.1。

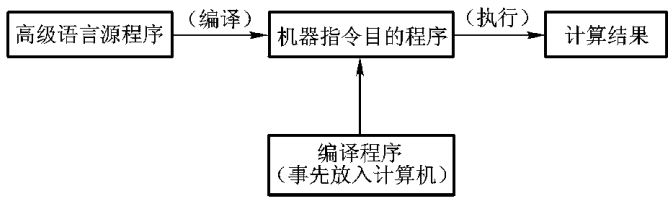


图 1.1

应当指出，并不是任何机器在任何时候都能运行任何一种语言程序的。如果想在一台计算机

上运行一个 **FORTRAN** 语言程序, 必须首先保证该计算机具备 **FORTRAN** 编译程序援一般在计

名称	缩写含义	发表日期	主要应用	评语
FORTRAN	FOR 翻译 TRAN 翻译 FOR 翻译 TRAN 翻译	1957	科学计算	第一个被广泛采用并且目前仍在广泛使用的语言
PL/I	PL 编程 I 语言 I 语言 I 语言 I 语言	1964	商业, 数据处理	风格似英语, 是应用最广泛的一种语言
ALGOL 60	ALG 算法 OL 语言 60 年	1958	科学计算	适于数值计算, 包括逻辑处理, 它的前身 ALGOL 58 是几种重要语言的基础
LISP	L 列表 I 语言 S 语言 P 语言	1956	表处理	用于人工智能研究
BASIC	B 基本 A 语言 S 语言 I 语言 C 语言	1964	数值计算	简单易学, 是大多数微型机和个人计算机都配备的语言, 目前应用范围已超过数值计算, 在管理领域也得到广泛使用
ALGOL 68	ALG 算法 OL 语言 68 年	1968	多用途	第一个极大型的、功能极强的语言, 包括了 ALGOL 60 , PL/I , FORTRAN 和其他一些语言的概念和特点
ALGOL 68C	ALG 算法 OL 语言 68C 语言	1968	多用途	功能非常强的语言, 但不能和 ALGOL 68 向上兼容
ALGOL W	ALG 算法 OL 语言 W 语言	1968	多用途	小而精练, 具有很多特色的语言援广泛用于程序设计教学, 是结构化的语言
ALGOL X	ALG 算法 OL 语言 X 语言	1968	系统程序设计	用于编写 ALGOL 操作系统和它的大多数应用软件
ALGOL Z	ALG 算法 OL 语言 Z 语言	1968	多用途	是功能很强的语言, 被称为 ALGOL 世纪 ALGOL 年代的语言

计算机出厂和出售时, 提供有关的编译程序和其他软件(存放在磁盘或磁带上提供给用户)援在运行某一语言的程序前, 把编译程序输入计算机内, 并用它对高级语言源程序进行翻译, 然后才能使计算机执行目的程序援

可见, 计算机必须配备各种有专门用途的程序(如汇编程序、编译程序等)才能有效地工作援一个好的计算机系统除了要有质量高的设备(包括计算机主机和输入输出设备援它们是机器系统, 称为硬件)外, 还应当有功能完善的程序系统(称为软件)援软件的作用是更好地发挥机器系统的作用援一个不配备任何软件的计算机(称为“裸机”)的作用是有限的, 使用是极不方便的, 效率是很差的援近年来, 各计算机厂研制软件所花费的人力和财力远远超过硬件援在购买计算机时也必须选购各种必须的软件援

除了上面介绍的编译程序、汇编程序外, 软件还包括操作系统、诊断程序、数据库管理程序、程序库等援

操作系统(**OS**)是一个十分重要的软件, 是整个软件系统的核心援它是一个庞大的管理程序, 其作用是控制所有在该计算机上运行的程序并管理这个计算机的所有

资源援它能充分利用计算机的全部资源(包括硬件和软件资源),最大限度地发挥计算机系统各部分的作用援例如,一台中型计算机允许几十个用户同时使用计算机(分时方式),操作系统的作用有如“总调度”,使各程序轮流使用计算机的“过载”,使计算机的各部分(包括输入输出设备)协调有效地工作援一台中型计算机有了良好的操作系统后,利用率可提高数十倍援

图 员愿表示计算机——操作系统——编译程序——用户源程序间的关系。

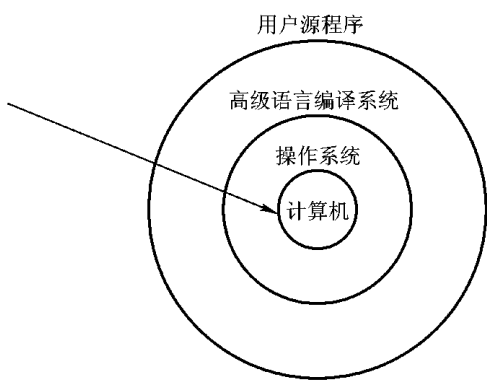


图 员愿

异题原 计算机算法

为了解决一个问题而采取有限的步骤 称为算法援例如建造房屋的各工序可以称为建造房屋的算法援广义地说,任何一个问题的进行过程都有它自己的算法援当然我们只讨论计算机算法,即如何使计算机一步步地进行工作的具体过程援我们用机器语言或高级语言编写成程序,指挥计算机按指令工作,这就是一种计算机“算法”援在设计一个计算机算法时,应当考虑到计算机能否执行援例如让计算机完成“打印愿垣缘的和”是不可能的,而让它“替你配一副眼镜”是不能实现的(至少目前如此)援

下面举一例说明如何设计一个计算机算法援

例 员愿商店结账,要求将当天 员愿笔收入累加,打印出总和,应当使算法的每一步在计算机上都是能够执行的援可以写出下面的算法:

- (员) 将第一笔收入输入给计算机;
- (圆) 将第二笔收入输入给计算机;
- (猿) 将以上两笔收入相加;
- (源) 将第三笔收入输入给计算机;
- (缘) 将它和前二笔收入的和相加;
- ...
- (员愿) 将第 员愿笔收入输入给计算机;
- (员愿愿) 将它和前 愿愿笔收入之和相加;
- (圆愿愿) 打印出 员愿笔收入的总和援

显然,这个算法虽是可实现的,但并不是好的算法。如果收入 n 笔,算法就会写得更长。如果事先不知道收入多少笔,只要求累加完当天全部账目就结束,又该怎么写呢?可以让计算机重复执行某一操作,而计算机执行“循环”的操作是轻而易举的。算法可写为:

- (员) 设一“计数变量” i ,使 i 的初值为零,即 $i \leftarrow 0$;
- (圆) 设“累加变量” s ,初值为零(即 $s \leftarrow 0$);
- (猿) 输入一个数给“收入变量” x ;
- (源) 将 x 和 s 的值相加,和放在变量 s 中,即 $s \leftarrow s + x$;
- (缘) 使 i 的值加 1,即 $i \leftarrow i + 1$ (i 的值表示已累加的数据的个数);
- (远) 若 $i \leq n$,则返回(猿)继续执行,否则执行(苑);
- (苑) 打印出总和 s 的值。

这个算法比上一个简单明确。如果收入不是 n 笔而是 m 笔,只需将(远)中的 $i \leq n$ 改为 $i \leq m$ 即可。算法中变量 s 的值是不断改变的,在每次循环中以一个新的值(s 的原值)代替它的原值,然后再以 s 的新值作为下一次运算的基础,再求出 s 的下一次的值,如此一次次地求下去,直到达到要求为止。这种方法称为“迭代”。迭代称为迭代变量。计算机算法的最大特点就是“迭代”。利用计算机高速运算的特点,执行多次循环,通过“迭代”实现各种运算。

例 圆 求 $\frac{1}{n} + \frac{1}{n} + \frac{1}{n} + \dots + \frac{1}{n}$ 的值。可以写出下面的算法。

- (员) 使 $s \leftarrow 0$ (s 作为累加变量);
- (圆) 使 $i \leftarrow 1$ (i 代表分母);
- (猿) $s \leftarrow s + \frac{1}{i}$;
- (源) $i \leftarrow i + 1$;
- (缘) 若 $i \leq n$,转去执行(猿)以及其后的各步骤,否则执行(远);
- (远) 打印 s 的值(即所求之总和)。

其中(猿)是执行“迭代”的操作, s 是迭代变量。请读者分析:第(缘)步中 $i \leq n$ 的含义是什么?能否写成“ $i \leq n$ ”?为什么前一个例子(例 员)的第(远)步用“ $i \leq n$ ”而本例中用“ $i \leq n$ ”?

写出算法之后,再根据它写出用某种高级语言表示的程序。程序设计的关键在于设计出一个好的算法。一个好的算法应当是:能够获得正确的结果;容易阅读理解,即易读性好;计算机执行时具有较高的效率(指得到结果所花的时间较少和占计算机内存量较少)。

算法应当具有以下几个特性:

- (员) 有穷性:一个算法应当在执行有穷步之后结束,不应当包含无终止的循环。
- (圆) 确定性:算法中的每一个步骤,必须是确切定义的,而不应当含混不清或模棱两可的。
- (猿) 具有零个或多个输入量,即在算法开始执行前对算法最初给出的量。
- (源) 算法执行完毕后有一个或多个输出量。例如求 a 和 b 的最大公约数,则 a 和 b 为两个输