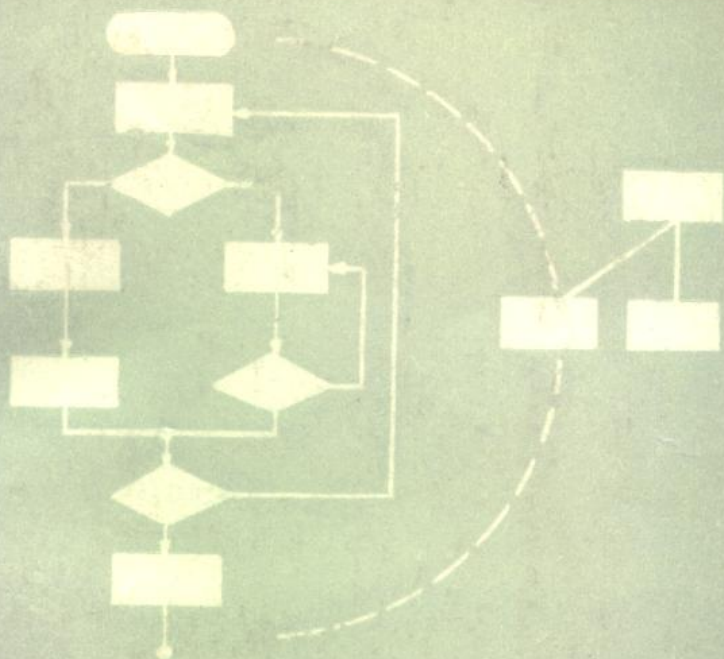




计算机普及丛书

软件基础

陶树平 胡 谋 编

中国铁道出版社

计 算 机 普 及 丛 书

软 件 基 础

陶树平 胡 谋 编

中 国 铁 道 出 版 社

1 9 8 7 年 · 北 京

内 容 简 介

本书主要阐述计算机软件方面的基础知识。内容包括：软件的基本概念，PASCAL语言，编译程序，操作系统，数据库管理系统，硬件测试程序与软件调试程序，以及软件工程等。

本书在叙述上力求深入浅出、文字通俗易懂。因此，可供广大科技工作者、管理干部阅读使用，也可作为大专院校非计算机专业和计算机技术讲座的教材或参考书。

计算机普及丛书

软 件 基 础

中国铁道出版社出版

责任编辑 殷小燕 封面设计 翟 达

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

中国铁道出版社印刷厂印

开本：787×1092毫米 印张：10.125 字数：233千

1987年12月 第1版 第1次印刷

印数：0001—5,500册 定价：2.20元

前 言

为适应我国社会主义四化建设的需要，并满足已初步掌握计算机基础知识的广大科技、管理人员扩充新知识和提高业务水平的要求，我们组织编写这套计算机普及丛书。计划编写《计算机体系结构》、《软件基础》、《计算机应用》等。

目前，各出版社及高等院校已出版了一些各具特色的、不同层次的计算机类书籍，收到了从普及到提高的效果。随着科学技术的发展，有些已出版的图书，在技术上或者在应用方面已不适应发展的需要。电子计算机的外文书籍及杂志资料又浩如烟海，广大读者无法系统阅读。因此希望有一套技术先进、分量适当的系列书，便于自学或参考。为此我们组织编写了这套丛书。

本书为丛书第二册，是学习电子计算机软件的入门书，也是全面系统地介绍计算机软件的普及读物。全书共分七章。第一章介绍计算机软件的基本概念。第二章介绍具有良好结构、目前得到广泛使用的程序设计语言PASCAL，并介绍程序设计语言的特点及程序设计的基本方法和技巧。第三章介绍编译程序构造的一般原理和基本实现方法，着重讨论最经典的、最广泛应用的基本编译技术。第四章介绍操作系统，具体阐述它的各种功能和实现途径。第五章介绍数据库管理系统，它是实现信息管理现代化的重要工具。第六章介绍计算机硬件测试程序及软件调试程序，它们是对计算机进行维护或进行程序调试的必不可少的工具。第七章介绍软

件工程的基本知识，使读者对软件生产工程化、现代化的各种先进技术有所了解。

本书第一、三、四、五章由陶树平编写，第二、六、七章由胡谋编写。

国家科委信息所的袁冬林同志和北京计算机学院的王杰同志审阅了全书，并提出了许多宝贵的意见，在此表示由衷的感谢。

编 者

1986年6月于上海铁道学院

目 录

第一章 软件的基本概念

第一节	计算机系统的组成.....	(1)
第二节	软件的分类.....	(5)
第三节	软件的发展.....	(10)

第二章 程序设计语言 PASCAL

第一节	引 言.....	(18)
第二节	PASCAL程序结构.....	(19)
第三节	数据、表达式及赋值.....	(23)
第四节	循环控制语句.....	(31)
第五节	分支控制语句.....	(36)
第六节	函数与过程.....	(40)
第七节	数据的标量类型.....	(52)
第八节	文件与输入输出.....	(60)
第九节	数组、记录及集合.....	(71)
第十节	GOTO语句.....	(85)

第三章 编译程序

第一节	引 言.....	(87)
第二节	编译程序的结构.....	(89)
第三节	编译程序中常用的数据结构.....	(93)
第四节	词法分析.....	(107)
第五节	语法分析.....	(116)
第六节	中间代码生成.....	(132)
第七节	代码优化.....	(141)

第八节	目标代码生成	(150)
第九节	编译自动化	(153)

第四章 操作系统

第一节	引 言	(155)
第二节	处理机管理	(158)
第三节	存贮管理	(174)
第四节	设备管理	(191)
第五节	文件管理	(197)
第六节	微型计算机的操作系统	(212)

第五章 数据库管理系统

第一节	引 言	(220)
第二节	数据库管理系统的组成	(224)
第三节	关系代数	(229)
第四节	关系数据库	(240)

第六章 硬件测试程序与软件调试程序

第一节	引 言	(264)
第二节	计算机系统故障处理的基本概念	(264)
第三节	硬件测试程序	(266)
第四节	程序的调试	(270)
第五节	辅助程序调试的软件工具	(277)

第七章 软件工程

第一节	引 言	(287)
第二节	软件计划与需求分析	(293)
第三节	软件设计与编码	(300)
第四节	软件测试与可靠性	(309)
第五节	软件维护	(315)

第一章 软件的基本概念

第一节 计算机系统的组成

从个人用的微型计算机到每秒能执行几亿次运算的大型计算机，从本质上看它们都具有一个共同的功能，即按照明确规定的步骤和过程，把一种形式的数据变换为另一种形式的数据。输入计算机的是已知的原始数据，从计算机输出的是处理后的结果数据，对数据进行转换的方法就是算法。算法明确地规定了一个解决某类具体问题的运算序列，它一般都用某种专门描述算法的语言来表达，即把算法表示为程序的形式。由于计算机具有按照功能各异的程序的不同要求进行数据转换的能力，所以它可以有效地应用于科学计算、企业管理、情报检索、自动检测、过程控制、图象识别、人工智能以及日常生活等各个领域。

为了实现这种数据的输入、转换和输出的功能，一个计

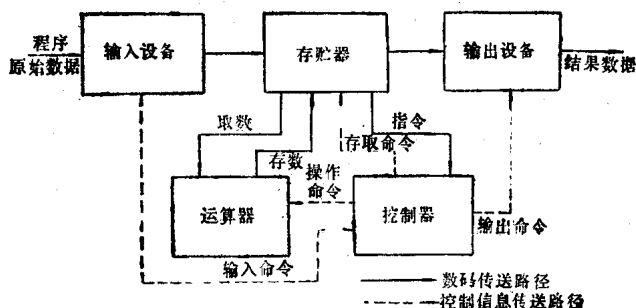


图1—1 计算机系统的组成

计算机系统应由六大部分组成，即输入设备、存贮器、运算器、控制器、输出设备和程序，其结构如图1—1所示。下面，具体介绍一下各个部分的功能。

1. 输入设备

输入设备的功能是把信息从外界送入计算机。常见的输入设备有键盘、纸带输入机、读卡机、页式阅读机及模-数转换器等。输入设备通常还具有编码转换功能，例如可把键盘输入的信息先转换为ASCII码（美国信息交换标准编码），然后再传送给处理机。有的快速输入设备还具有缓冲功能，即先将输入的信息积存在输入设备的缓冲器中，到一定数量后再成批传送给处理机。

2. 存贮器

存贮器的功能是存放数据和程序。输入的原始数据、中间数据、等待输出的结果数据以及将要执行的程序都必须存贮在某种存贮器里。存贮器一般可分为随机存取存贮器（RAM）和顺序存取存贮器两种类型。例如磁心存贮器、半导体存贮器等都是RAM器件，而磁带、磁盘等则是顺序存取存贮器。多数存贮器中的数据可以读出，也可以在程序的控制下进行修改，这种存贮器又称为读写存贮器；只能读出不能修改其中数据的存贮器称为只读存贮器（ROM）。

对于存贮器来说，有两个重要的指标，即存取速度和存贮容量。由于高速存取和大存贮容量往往是互相矛盾的，因此在计算机系统中一般都采取了分级存贮的方式。第一级由高速随机存取器件组成，用来存放正在执行的程序和有关数据，称为主存贮器。由于高速随机存取器件的价格比较昂贵，因此其存贮容量一般都不太大。第二级由软磁盘或硬磁盘等中速的存贮器件组成。这种存贮器与处理机之间传送信息，通常以数据块的方式进行，很少以单个数据单位的方式

传送信息。第三级由磁带等大存储容量的低存取速度的存储器件组成，这种存储器常常以所谓“假脱机”的方式传送信息，即在读取数据之前，必须先把数据装到一个机构上，用这个机构来读取数据。这样，不同级别、不同类型的存储器协同工作，便可解决高速存取和大存储容量之间的矛盾。

3. 控制器

控制器可以产生一系列控制信号，使计算机能协调地完成所规定的操作。计算机能够完成的一种基本操作对应于一条指令，所能完成的基本操作的全体称为该计算机的指令系统。根据基本操作的性质，指令一般可分为四种类型：数据传送指令、算术逻辑指令、控制传送指令和处理机控制指令。其中数据传送指令用来控制数据的输入输出和在计算机内部进行传送；算术逻辑指令用来对数据施加算术或逻辑运算，是对数据进行变换的主要手段；控制传送指令用来控制程序的执行顺序；处理机控制指令用于控制计算机某些器件的动作。指令组成的序列就是程序，它可以描述任何一个复杂的算法。

控制器从主存储器中逐条取出指令进行译码，然后判断操作的性质和类别，并向相应的部件发出控制信号，使其完成指令规定的操作。

4. 运算器

运算器的功能是完成各种算术运算和逻辑运算。算术运算就是通常的加法、减法、乘法、除法及移位等运算；逻辑运算就是按照逻辑代数的规则进行的运算，如：“与”、“或”、“非”及“比较”等运算。不同的计算机系统的运算器所能执行的算术逻辑运算的数目有很大的不同。最简单的运算器只能完成一些基本的运算，如：加法、求反、移位和比较等。在这些运算的基础上，由用户编制一些子程序；

以实现乘法、除法等比较复杂的运算。功能较强的计算机系统一般都能以单条指令完成这些复杂的运算，用户可以直接使用这些指令编制程序。

运算器由寄存器、累加器、标志位以及算术逻辑单元（ALU）组成。其中寄存器用来保存执行运算所需要的地址和数据，也用寄存器来接收运算的结果。根据寄存器所发挥的作用的不同，可分为地址寄存器、数据寄存器、指令寄存器、变址寄存器、指令计数器等多种类型。使用寄存器可以减少访问主存贮器的次数，提高程序的执行速度。因此，运算器中寄存器的种类和数量对于计算机的效率有直接的影响。累加器从功能上看也可以说是一种寄存器，它是用来接收ALU运算结果的。标志位实际上是一组触发器，用这些触发器的状态来表示累加器结果（为正、负或零）、进位标志、中断状态等。算术逻辑单元是执行算术和逻辑运算的装置，它以累加器的内容作为一个操作数，以寄存器的内容或由主存贮器读出的内容作为另一个操作数，操作的结果再放回到累加器中，并根据不同运算的要求将有关标志位置“1”或置“0”。

5. 输出设备

输出设备的功能是把结果数据或其它有关信息向外界表示出来。常用的输出设备有行式打印机、CRT显示终端、电传打字机、自动绘图机、静电印刷机以及数-模转换器等。输出设备与输入设备类似，也可具有缓冲、中断等功能，以提高计算机的处理效率。当输出设备为数-模转换器时，利用其输出信息可以进行生产过程的实时控制。

上述五部分都是由电子的、磁性的或机械的器件构成，它们组成了计算机系统的硬件。在这些硬件中，人们往往把主存贮器、控制器和运算器合在一起称为计算机的主机。在

主机部分中，又把运算器和控制器合在一起称为中央处理单元（CPU）。各种输入输出设备统称为计算机的外围设备。

有了以上这些硬件，仅是具有了对数据进行变换的可能，计算机要真正能进行数据变换还必须有各种程序即软件的配合。

6. 程 序

程序用来定义计算机所要执行的任何一个过程。程序可以用机器语言（即该计算机指令系统中的指令）来编写，也可以用汇编语言、宏汇编语言或高级程序设计语言来编写。但要执行它，必须把所有的程序转换成机器指令的序列并存入主存储器，然后才能由控制器顺序地取出，经过译码发出各种控制信息后，指挥有关部件执行。

为了使计算机能正确地运行以解决各种问题，必须给它编制各种程序。所谓软件就是所有程序及其使用说明和维护手册的总称。计算机的硬件一旦制作出来，其功能相对而言是固定的；而软件的优点则在于通过改变程序就能改变系统的功能，从而可大大提高计算机的使用效益。总之，计算机的硬件建立了计算机应用的物质基础，而软件则扩大了计算机的功能，硬件和软件的结合才能组成一个完整的计算机系统。

第二节 软件的分类

软件有许多不同的分类方法，通常可分为应用软件和系统软件两大类。

应用软件是用户利用计算机提供的各种功能为解决特定问题而编写的程序及其使用说明和维护手册的总称。这类程序的种类和数量繁多，不同的部门、不同的应用领域就需要编制不同的应用程序。为了减少重复劳动，提高计算机的使

用效率，应用程序可以逐步实现商品化、模块化，并将能够解决各种典型问题的应用程序组合在一起，从而形成各种应用软件包。用户可以根据自己的需要进行选购，使用十分方便。

系统软件是由计算机的设计者和生产者提供的程序及其使用说明和维护手册的总称。这些程序的功能是控制计算机高效率地运行并为用户提供更多的方便。系统软件主要包括：各种程序设计语言处理程序（如汇编程序、宏汇编程序、解释程序、编译程序等）、操作系统、屏幕编辑程序、链接装配程序、诊断和故障处理程序、调试程序、数据库管理系统以及计算机网络软件等。下面概要地介绍一下各种系统程序的主要功能。

1. 汇编程序和宏汇编程序

汇编程序是一种语言处理程序，它能够把用汇编语言写的程序翻译为机器语言程序。所谓汇编语言就是用指令助记符代替指令的操作码，用符号来代替地址。汇编语言使指令容易记忆，便于理解与交流，为用户编制程序提供了方便。

在汇编语言中有一个明显的特点，即汇编语言的语句与机器指令是一一对应的，这是因为每个指令助记符被定义为一条机器指令的操作码。而宏汇编语言则扩展了这种功能，使一个符号能表示一组机器指令。这样，在宏汇编语言中，除了指令、地址和数据可以用符号表示外，还增加了一些“宏指令”，一条宏指令是一个符号，它被定义为一组指令。

宏汇编程序也是一种语言处理程序，它能够把用宏汇编语言写的程序翻译为机器语言程序。当宏汇编程序遇到一个已被定义为宏指令的符号时，便自动地将该宏指令用它所代表的一组指令来代替，这个过程称为宏扩展。

总之，由于有了汇编程序和宏汇编程序，使得用户能够

使用符号来编制程序，从而可以避免使用机器语言编制程序所容易发生的错误。另外，由于汇编语言和宏汇编语言具有与机器语言同样的灵活性和效率，所以在编制系统程序的过程中以及在开发微型计算机在某些领域的应用程序时，它们仍然是一个有力的工具。

2. 编译程序和解释程序

直接用汇编语言或宏汇编语言来编写科学计算或信息处理方面的程序是十分困难的，而且它们都是依赖于机器的，即不同型号的计算机，它们的汇编语言和宏汇编语言也不相同，进行程序设计时必须确切地了解所使用的计算机的结构性能和具体规定。解决汇编语言和宏汇编语言编制程序的困难的有效方法就是使用高级程序设计语言。这类语言是面向问题或过程的，相对地独立于机器。也就是说，这类语言中的语句与实际问题的更为接近，而且用户可以不必了解具体机器的细节就能编制程序，因而这样的程序通用性强，可以在任何计算机上执行，只要该计算机配备了相应的语言处理程序。

编译程序和解释程序都是把用某一种高级程序设计语言编写的程序（称为源程序）翻译为等价的机器语言程序（称为目标程序）的程序，它们都是一种语言处理程序。两者的区别在于：编译程序是先将源程序一次翻译为目标程序，然后可以多次地执行该目标程序；而解释程序则是在源程序的执行过程中，每遇到一句语句就翻译一次并执行，直至整个程序处理结束。两种语言处理程序各有其优缺点，究竟选用什么类型的语言处理程序，主要取决于所要翻译的程序设计语言的特点和计算机硬件系统的能力。

3. 操作系统

操作系统是为了控制和管理计算机的硬件和软件资源、

合理地组织计算机的工作流程以及方便用户使用计算机而配置的程序的集合。随着计算机技术的发展, 计算机的硬件资源(如: CPU、存储器、外围设备等)和软件资源(如: 计算机中的各种程序、数据等)也越来越丰富。操作系统能够全面地对这些资源进行控制和管理, 使其能得到有效的利用; 操作系统还能够合理地组织计算机系统的工作流程, 以增强计算机的处理能力; 另外, 操作系统还提供了用户与计算机之间的软件接口, 通过这些软件接口, 用户可以更方便地使用计算机的各种资源。

4. 数据库管理系统

数据库管理系统是为了适应信息化社会对数据管理技术的新要求而发展起来的实用系统软件。在该系统中有一个数据库, 用户可以按照自己定义的数据类型和格式存放大量的数据。数据库管理系统能够有效地对这些数据进行维护和管理, 并能保证数据库中数据的安全, 实现数据的保密和共享。对用户而言, 系统提供了定义、建立、修改、增加、删除数据库中数据文件的结构或内容的功能, 还提供了分类、查询和报表打印等功能。特别是中西文数据库的开发和使用, 给用户带来了极大的方便, 使计算机在信息处理、情报检索和企业管理等领域发挥更大的作用。

5. 计算机网络软件

计算机网络是计算技术和通信技术相结合的产物。所谓计算机网络, 就是把分散在各地的计算机系统用通信线路连接起来, 以实现硬件共享、软件共享和数据共享, 并使网络中的计算机系统的负荷均衡。计算机网络软件负责对信息的发送、接收以及信息传输的流量、路径等进行控制, 使计算机网络协调地进行工作。

6. 诊断程序和故障处理程序

目前, 计算机硬件技术的发展使其可靠性大大提高, 故障发生的概率越来越小。但是, 故障难免总会发生。为了保证计算机系统工作的正确性, 必须将故障检测出来, 并尽量迅速地将其排除。随着计算机硬件系统越来越庞大、复杂, 对故障进行检测的手段也由使用专用的测试仪表为主逐渐转变为用软件来完成。诊断程序和故障处理程序的功能就是对计算机的各部件进行检测, 不仅要判断设备有无故障, 而且当有故障时还要确定故障的位置并尽量将故障排除, 然后使系统恢复运行。这类软件为计算机维护人员提供了有力的工具, 对于确保计算机系统特别是联机系统、网络系统和实时控制系统的可靠运行具有很大的作用。

7. 调试程序和编辑程序

用户在编制程序的过程中出现错误同样也是很难避免的, 对程序进行调试实际上就是检查错误和排除错误的过程。对于大型程序而言, 查错和排错是软件研制中最花时间的阶段。因此, 人们希望能有对程序进行调试用的工具, 以便于进行查错和排错。对于用高级程序设计语言编写的程序, 编译程序或解释程序一般都具有检查和处理源程序中的词法错误、语法错误和语义错误的功能。而对于用汇编语言编写的程序, 则除了由汇编程序查错外还可以使用调试程序来作为查错和纠错的工具。这种调试程序可以提供单步操作、断点设置、打印寄存器内容、打印存储器内容以及程序追踪等功能, 从而能帮助用户较快地检查出程序中的错误。当检查出程序中的错误之后, 可以使用编辑程序进行修改。编辑程序提供了显示、修改、插入、或删除计算机中信息的手段, 从而可以帮助用户有效地校正和修改源程序。

由上可见, 由于配备了各种类型的系统软件, 从而大大改善了用户使用计算机的环境。用户所使用的并不是仅仅由,

硬件组成的计算机，而是一台功能更强、效率更高、使用更方便的“虚拟计算机”，如图1—2所示。

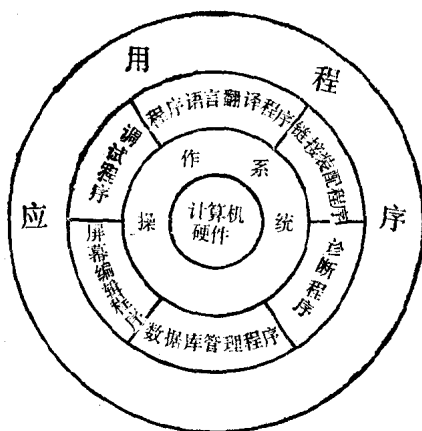


图1—2 虚拟计算机

第三节 软件的发展

在短短的四十多年时间里，计算机硬件已经经历了四代的更迭。现在，一些国家正在积极推进第五代计算机的研究与开发。与此相仿，计算机软件的产生与发展也经历了一个不断完善的过程。

一、程序设计语言与语言处理程序的发展

在计算机产生的初期，人们直接使用机器语言（即计算机的指令系统）来编写程序。但是，使用机器语言编写程序是很不方便的，它要求使用者熟悉计算机的所有细节，例如：指令系统、存贮容量、寄存器的类型与个数等。特别是随着计算机硬件结构越来越复杂，指令系统也变得越来越庞大。一般工程技术人员面对大量的代码，实在令人望而生