



.....

计算机

应用能力等级考试三级教程

.....

主编:黄权 张治国

主审:杨学军

J.S.J.Y.Y.N.L.D
J.K.S.S.J.J.C
J.S.J.Y.Y.N.L
J.K.S.S.J.J



■湖南科学技术出版社

内 容 提 要

本书以成人高校计算机等级考试大纲为依据，主要内容为计算机应用的基本知识及微机硬件的组成及工作原理；操作系统的基本原理及DOS操作系统的使用；网络的基本原理及微机局域网的组成及应用；计算机的安全使用知识以及微机的维护与病毒防范知识；数据库系统的原理及FOXBASE的使用；数据库程序设计的方法。

本书是一本大专计算机专业“计算机应用基础”课程教材和参加计算机等级考试的参考书，也可供各类计算机培训班使用，并可作为计算机初学者的自学用书。

序

计算机问世以来，就受到全世界的高度重视而得到迅速发展，在促进现代社会进步中发挥着越来越重要的作用。

迄今，计算机应用已经渗透到社会的各个领域，正逐步成为生产、管理、数学、科研等部门的必备工具。

随着社会生产的发展，现实财富的创造“已经不再依靠劳动的时间和应用的劳动数量了”，相反地“却决定于一般的科学水平和技术进步程度或科学在生产上的应用”。这就是说，知识和智力已经成为“直接的生产力”，而生产力最活跃的因素是人。人的素质如何，则取决于他的教育程度、专业训练；取决于他的劳动能力、劳动态度；取决于他的实际技能和技巧。现代社会的每个劳动者，都需要知晓计算机，特别是跨世纪的中青年，必须掌握计算机知识并能够娴熟地应用，这是时代的要求。

为提高成人学校学员和其他各类人员使用计算机的能力，适应社会发展的需要，培养造就面向 21 世纪的人才。湖南省教委决定，从 1997 年开始，在各类成人学校中普遍开展计算机培训，并实现计算机应用能力等级考试制度。为此，湖南省成人计算机应用能力等级考试工作领导小组办公室，组织成人学校多年从事计算机教学与应用的部分教师，编写了《计算机应用能力等级考试教程》一、二、三级教材，以饯读者。

在编写过程中，编者注重理论知识和操作运用相结合，使教材内容深入浅出，语言精炼意明，具有可读性和实用性。我相信，此教程的出版、发行，不仅为计算机等级考试提供了依据，而且为各类成人学校增添了新的教学内容。

教育者先受教育。随着计算机课程在成人学校的开设和计算机技术的广泛运用，尤其是多媒体教育网络的建立，为成人教育提供了现代化的教学手段。这对于提高教学质量，培养合格人才，促进成人教育改革与发展，都将起到十分积极的作用。

刘 亨

目 录

第一篇 计算机的基础知识

第1章 计算机系统概论	(1)
§ 1.1 计算机的产生和发展	(1)
§ 1.2 计算机的特点及分类	(2)
§ 1.3 计算机的应用领域	(3)
§ 1.4 计算机硬件组成及工作原理	(4)
§ 1.5 计算机软件系统	(12)
第2章 计算机中的信息表示	(16)
§ 2.1 进位计数制及其相互转换	(16)
§ 2.2 数值数据在计算机中的表示	(21)
§ 2.3 非数值数据的表示	(24)
§ 2.4 汉字的编码表示	(25)
第3章 微机系统及操作	(28)
§ 3.1 微机的发展及其性能指标	(28)
§ 3.2 微机系统工作原理及指令系统	(30)
§ 3.3 常用输入设备	(34)
§ 3.4 常用输出设备	(39)
§ 3.5 外存储器设备	(43)

第二篇 操作系统及其使用

第4章 操作系统原理	(48)
§ 4.1 操作系统的定义	(48)
§ 4.2 操作系统的功能及工作原理	(49)
§ 4.3 操作系统的分类	(55)
§ 4.4 汉字操作系统	(57)
§ 4.5 文件、目录及其组织	(61)
第5章 DOS操作系统使用	(64)
§ 5.1 DOS操作系统基本概念及组成	(64)
§ 5.2 DOS的文件、目录与路径	(67)
§ 5.3 DOS的启动及命令格式	(71)
§ 5.4 系统服务命令	(74)
§ 5.5 目录操作命令	(76)

§ 5.6	文件操作命令	(78)
§ 5.7	磁盘操作命令	(82)
§ 5.8	DOS 的其它操作	(85)
§ 5.9	批处理文件与系统配置文件	(87)
§ 5.10	DOS5、DOS6 新增功能及命令简介	(93)
第6章	WINDOWS 基本操作	(96)
§ 6.1	WINDOWS 概述及基本操作、特点、功能与工作环境	(96)
§ 6.2	程序管理器的使用	(97)
§ 6.3	文件管理器的使用	(99)
§ 6.4	控制面板及附件群组的使用	(102)

第三篇 网络基础

第7章	计算机网络基础	(104)
§ 7.1	计算机网络及其功能	(104)
§ 7.2	计算机网络的组成及拓扑结构	(109)
§ 7.3	网络层次结构和 ISO OSI 网络参考模型	(111)
第8章	局域网	(129)
§ 8.1	局域网基本原理	(129)
§ 8.2	典型局域网介绍	(136)
§ 8.3	局域网的规划组建与管理	(149)
第9章	微机局域网操作系统 NETWARE	(154)
§ 9.1	Netware 的介绍	(154)
§ 9.2	Netware 的一般性操作	(155)
§ 9.3	Netware 的安全性控制	(162)
§ 9.4	命令行实用程序简介	(165)
§ 9.5	菜单实用程序简介	(173)

第四篇 计算机维护与病毒防范

第10章	微机维护的一般知识	(178)
§ 10.1	微机安装与验机	(178)
§ 10.2	机房建设与环境	(180)
§ 10.3	机房规章与管理	(183)
§ 10.4	设备维护与保养	(184)
§ 10.5	故障分析与处理	(188)
第11章	计算机病毒及其防治	(192)
§ 11.1	病毒的定义与特征	(192)
§ 11.2	病毒的类型与机理	(193)
§ 11.3	病毒的传播与破坏	(195)

§ 11.4 病毒的预防与清除	(196)
-----------------	-------

第五篇 数据库原理及其应用

第 12 章 数据库概论	(202)
§ 12.1 数据库系统的形成与发展	(202)
§ 12.2 数据库的体系结构	(203)
§ 12.3 数据库系统的组成	(204)
§ 12.4 数据模型	(205)
第 13 章 FOXBASE+ 基本知识	(209)
§ 13.1 FOXBASE+ 的运行环境和系统组成	(209)
§ 13.2 FOXBASE+ 使用操作	(210)
§ 13.3 FOXBASE+ 的常量和变量	(211)
§ 13.4 FOXBASE+ 的函数	(213)
§ 13.5 FOXBASE 的表达式	(213)
§ 13.6 FOXBASE 文件类型和主要技术指标	(215)
§ 13.7 FOXBASE+ 命令结构和几点约定	(217)
第 14 章 数据库的基本操作	(219)
§ 14.1 数据库文件及其字段	(219)
§ 14.2 数据库结构的定义和修改	(220)
§ 14.3 数据记录的输入及显示	(224)
§ 14.4 数据记录的编辑和修改	(227)
§ 14.5 数据库文件中记录的删除	(232)
§ 14.6 数据库的数据分类、索引及查询	(234)
§ 14.7 数据统计与汇总	(241)
§ 14.8 多工作区及其使用方法	(243)
§ 14.9 数据库的其他基本操作和参数设置	(247)
第 15 章 FOXBASE+ 变量、函数操作	(253)
§ 15.1 对内存变量的操作	(253)
§ 15.2 内存变量与字段变量间的操作	(254)
§ 15.3 数组运算	(255)
§ 15.4 对内部函数的操作	(256)
第 16 章 FOXBASE+ 参数的设置	(271)
§ 16.1 几个常用的 SET 命令	(271)
§ 16.2 程序调试环境设置	(272)
§ 16.3 文件记录操作环境设置	(273)
§ 16.4 功能键设置	(274)
第 17 章 FOXBASE+ 程序设计原理	(275)
§ 17.1 命令文件的建立	(275)
§ 17.2 命令文件的执行	(277)

§ 17.3	三种人机对话语句	(279)
§ 17.4	输入输出的格式语句	(282)
第 18 章	程序设计方法	(290)
§ 18.1	程序的顺序结构	(290)
§ 18.2	程序的分支结构	(291)
§ 18.3	程序的循环结构	(296)
§ 18.4	过程调用	(306)
§ 18.5	过程连接	(313)
§ 18.6	程序的编译	(313)
第 19 章	FOXBASE+程序设计方法与技巧	(317)
§ 19.1	菜单程序设计方法	(317)
§ 19.2	数据录入程序设计	(323)
§ 19.3	查询程序设计方法	(331)
§ 19.4	修改删除程序设计方法	(339)
§ 19.5	打印程序设计方法	(345)
§ 19.6	口令程序设计方法	(350)
附录一	计算机应用能力考试大纲(三级)	(353)
附录二	EBCDIC 码表	(355)
参考文献		(356)
后 记		(357)

第一篇 计算机基础知识

第1章 计算机系统概论

§ 1.1 计算机的产生和发展

世界上第一台电子计算机,是1946年2月由美国宾夕法尼亚大学研制成功的。该机命名为ENIAC,即英文Electronic Numerical Integrater And Calculator的缩写,意思是“电子数值积分器和计算器”。这台计算机是一个庞然大物,它用了18000多个电子管,占地170平方米,重达30吨,耗电150千瓦,运算速度只有5000次/秒。但它的出现是人类科学技术史上的重大突破。

自ENIAC诞生至今,近50年来,电子计算机获得了突飞猛进的发展。人们根据电子计算机所采用的物理器件的演变和性能,把它的发展分成四个阶段,习惯上称为四代。

第一代(1946—1958年)电子管计算机。计算机采用电子管制作基本逻辑部件。采用汞超声延迟线或阴极射线管作为主存储器,后来发展为磁鼓、磁心,外存储器已开始采用磁带,只能采用机器语言和汇编语言编写程序。应用以科学计算为主。

第二代(1958—1964年)晶体管计算机。计算机采用晶体管制作基本逻辑部件,因而缩小了体积,降低了功耗,提高了速度和可靠性。主存储器采用磁心,外存储器开始使用磁盘,开始有了系统软件,出现了高级程序设计语言。应用以各种数据处理为主,开始用于工业控制。

第三代(1964—1971年)集成电路计算机。计算机采用中、小规模集成电路(MSI、SSI)制作各种逻辑部件,功耗、体积、价格等进一步下降,速度及可靠性提高。主存储器仍以磁心为主,开始采用半导体存储器;软件方面,操作系统得到了发展和普及,高级程序设计语言发展很快,使计算机使用更加方便,应用领域进一步扩大。

第四代(1972年—至今)大规模集成电路计算机。计算机采用大规模集成电路(LSI)制作基本逻辑部件。半导体存储器迅速取代了磁心存储器,并不断向大容量、高速度发展,外存储器广泛采用软硬磁盘,还引进了光盘。在系统结构方面发展了并行处理技术、分布式计算机系统和计算机网络等。在软件方面发展了分布式操作系统、数据库系统以及软件工程标准化等,并逐步形成软件工业。在应用方面,已进入了以计算机网络为特征的时代。

目前,计算机已全面进入大规模和超大规模集成电路的第四代。第五代计算机—智能型计算机的研制工作也已经开始,各国都投入了巨大的人力、物力进行研制。计算机的发展趋

势是向巨型化、微型化、网络化和智能化方向发展。

我国计算机事业是从1956年周恩来总理主持制定的《十二年科学技术发展规划》后发展起来的，比一些先进国家起步晚十年。但1958年就研制出第一台电子管计算机，1964年研制了多种通用晶体管计算机，同时也研制了许多专用控制机。1971年试制成功了集成电路计算机，1980年研制成功了8位微处理器，1983年研制成功了每秒1亿次“银河-I”巨型机，1992年研制出了每秒10亿次的“银河-II”巨型机，从而使我国在巨型机技术方面接近了世界先进水平。微型机的研制生产和应用也具备了相当的规模。

§ 1.2 计算机的特点及分类

1.2.1 计算机的特点

1. 运算速度快

计算机的运算速度，已从最初的每秒几千次发展到今天的几十亿次，甚至上百亿次，是传统的计算工具无法比拟的。正是有了计算机的这种高速处理能力，才使得一些科学技术工程计算变为可能。比如，计算机控制导航，要求“运算速度比飞机飞得还快”。再如，气象预报，要分析大量资料，如用手工计算需十天半月才能发出，预报便成了历史记录，而用计算机则只需几分钟就完成了。

2. 精确度高

电子计算机的计算精度在理论上不受限制，可以实现任何精度要求。一般的计算机均能达到十几位有效数字。例如，历史上有个著名数学家斐依列，为了计算圆周率，整整花了15年时间，才算到第707位。而现在，若用计算机则几小时内就可计算到10万位。当然，除特殊情况外，没有必要追求如此高的精度。

3. 具有记忆能力

计算机中的存储器具有很强的记忆能力，它既能记住大量的信息，又能记住处理加工这些信息的程序。例如，一个藏书几百万册以上的大型图书馆，计算机能把所有藏书的编目索引、文章或书籍的内容摘要等存入存储器中，从而实现自动化检索。

4. 具有逻辑判断能力

计算机不仅可以进行算术运算，还可以进行逻辑判断，即分析命题是否成立，并根据命题成立与否作出相应的对策。

5. 能自动执行程序

计算机是根据人们编制好的程序来工作的，使用者只要把程序输入计算机后，计算机就在程序的控制下完成全部工作，在工作过程中不需人工干预。如机器人、自动化机床等，就是利用计算机的这个能力。

总之，电子计算机是一种无需人工干预，能对各种信息进行存储和快速处理的自动电子装置。

1.2.2 计算机的分类

从原理上讲，电子计算机可分为电子模拟计算机和电子数字计算机两大类。从用途上讲，电子数字计算机又可分为通用计算机和专用计算机。

通用计算机主要用在科学计算、数据处理、信息管理以及实时控制等方面。它适应性强、应用面广，但在速度、效率及经济性方面有一定损失。专用计算机主要针对某一类问题及应

用设计的，主要应用在工业控制、军事、国防等专门领域中。因此专用机在特定用途下应用最有效、最经济、最快速，但难以改变它的应用范围、适用性等。现在一般所讲的计算机，系指通用计算机，本书所说的计算机也是指通用计算机。

在通用计算机中，又可根据计算机的性能指标，如机器规模的大小、速度的高低、主存储器容量的大小、指令系统性能的强弱以及机器的价格等，将其划分为巨型机、大型机、中型机、小型机、微型机及工作站等。

1. 巨型机

巨型机运算速度快、存储容量大、结构复杂、价格昂贵。运算速度可达每秒1亿次以上，主存容量高达几十兆至几百兆字节，字长可达64位。70年代初推出的Cray-1和80年代初推出的Cray X-Mp以及我国国防科技大学研制成功的“银河-1”和“银河-1”都属于巨型机。它主要用于尖端科学和国防事业。

2. 大型机

大型机的运算速度在每秒100万次至几千万次，字长32位至64位，主存容量在几十兆字节左右。它有比较完善的指令系统、丰富的外部设备和功能齐全的软件系统。如日本富士通公司的M-780系列机和美国DEC公司的VAX8650、8800等都是大型机。它们主要用于计算中心和计算机网络。

3. 中型机

中型机规模介于大型机和小型机之间。

4. 小型机

小型机规模较小、结构简单、成本较低、操作简单、维护容易。如美国DEC公司的PDP-11系列是16位小型机的典型代表。70年代中期又出现了32位超级小型机，如DEC公司的VAX-11系列。小型机应用广泛，既可以用于科学计算、数据处理，又可用于过程控制和数据采集及分析处理。

5. 微型机

微型机是以微处理器为核心的计算机，具有体积小、性能高、价格低等特点。特别是近年来发展的微型机，其性能已达到乃至超过了大型机，而其价格远远低于大、中型机乃至小型机。因此微型机在社会各领域中获得了广泛的应用。

6. 工作站

70年代后期出现了一种新型的计算机系统，称为工作站（WS）。工作站实际就是一台高档微机，但它有其独到之处，易于联网，配有大容量主存、大屏幕显示器。最有代表性的就是美国SUN公司的SUN工作站。工作站主要面向特殊的专业领域，如图象处理和计算机辅助设计等。

随着大规模集成电路的发展，目前的微型机与工作站、小型机与中型机之间的界限已不明显，今天的巨型机可能就是明天的大型机，明天的微型机就可能代替今天的工作站。

§ 1.3 计算机的应用领域

现在，计算机的应用已广泛而深入地渗透到人类社会各个领域。例如，计算机能控制机床自动加工复杂零件，能使火箭准确地进入轨道，使导弹准确击中目标；它可以代替人们管理城市交通，实现航空和火车的调度，使银行储蓄实现通存通兑，可以编辑稿件、自动排版

等。据估计,计算机已有 5000 多种用途,但概括起来,计算机的用途可以分为以下几大类:

1. 数值计算(或称科学计算)

计算机最早应用在数值计算领域。ENIAC 就是为满足军事上日趋增多的计算任务而设计的。科学技术和工程设计领域中存在大量数值计算问题,如数学、化学、原子能、天文学、地球物理学、生物学等基础科学研究,以及航天、汽车、造船、建筑等领域的大量计算,都离不开快速的计算机。因为有了计算机,不仅大大节省了计算时间,而且使得一些科学计算和试验成为可能。计算机的应用与普及,创造了许多新的边缘科学,同时也使一些老的学科焕发了新的生机。

2. 信息处理

信息处理是指对各种信息进行收集、存储、整理、加工等一系列活动的统称,目的是获取有用信息作为决策的依据。计算机信息处理已广泛应用于办公自动化、企事业计算机辅助管理与决策、文字处理、文档管理、情报检索、激光照排、电影电视、动画设计、会计电算化、医疗诊断等各行各业。目前,大部分计算机都用于信息处理。计算机在这个领域的应用已经远远超过在数值计算中的应用。

3. 过程控制

在现代化工厂里,计算机普遍用于工业过程的自动控制。过去,工业控制主要采用模拟电路,响应速度慢、精度低,现在正逐渐被微机控制所取代。微机控制系统,把工业现场的模拟量、开关量以及脉冲量经由放大电路和模/数、数/模转换电路送给微机,由微机进行数据采集、显示以及控制现场。微机控制系统除了应用于工业生产外,还广泛应用于交通、邮电、卫星通讯等。

4. 计算机辅助设计/辅助制造(CAD/CAM)

计算机辅助设计(CAD),就是用计算机来帮助设计人员进行设计。例如,在电子计算机的设计过程中,可以利用 CAD 技术进行体系模拟、逻辑模拟、插件划分、自动布线等,从而大大提高了设计工作的自动化程度。又如,在建筑设计过程中,可以使用 CAD 技术进行力学计算、结构设计、绘制建筑图纸等。这不但提高了设计速度,而且可以大大提高设计质量。

计算机辅助制造(CAM),就是用计算机来进行生产设备的管理、控制和操作的过程。例如,在产品的制造过程中,用计算机控制机器的运行,处理生产过程中所需要的数据,控制和处理材料的流动以及对产品进行测试和检验等。在生产过程中,使用 CAM 技术能提高产品质量、降低成本、缩短生产周期、改善劳动条件。

5. 人工智能

人工智能是计算机应用的新领域,主要研究如何用计算机来模拟人的智能,将人脑进行演绎推理的思维过程、规则和所采取的策略、技巧编成计算机程序,在计算机中存储一些公理和推理规则,然后让机器自动探索解题的方法。

目前,计算机下棋、进行数学难题解答及定理证明、诊断疾病、破译密码等,都是计算机在人工智能方面的应用。“机器人”的研究也取得了很大的进展。

§ 1.4 计算机硬件组成及工作原理

1.4.1 冯·诺依曼设计思想

与 ENIAC 计算机研制的同时,冯·诺依曼(Von Neumann)与莫尔小组合作研制 ED-

VAC 计算机, 提出了关于计算机组成和工作方式的基本思想。到现在为止, 尽管计算机制造技术已经发生了极大的变化, 但就其体系结构而言, 仍然是根据他的设计思想设计的, 这样的计算机称为冯·诺依曼结构计算机。其设计思想可概括为以下几点:

1. 计算机应包括运算器、存储器、控制器、输入和输出设备五大基本部件。各基本部件功能如下:

- (1) 存储器不仅能存放数据, 而且也能存放指令, 计算机应能区分出是数据还是指令;
- (2) 控制器能自动控制指令的执行;
- (3) 运算器能进行加、减、乘、除等基本算术运算和基本逻辑运算;
- (4) 操作人员可以通过输入输出设备与主机交换信息。

2. 计算机内部应采用二进制来表示指令和数据。每条指令一般具有一个操作码和若干地址码。其中操作码表示运算性质, 地址码指出操作数在存储器的位置。

3. 将编好的程序和原始数据输入主存储器中, 然后启动计算机工作, 计算机应在不需操作人员干预的情况下, 自动逐条取出指令并执行。

1.4.2 计算机硬件组成

计算机的硬件是指由各种电子元件和线路以及机械装置所组成的物理设备。它看得见, 摸得着, 是一些实实在在的有形实体。从功能角度而言, 硬件包含五大功能部件: 运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备。如图 1-1。

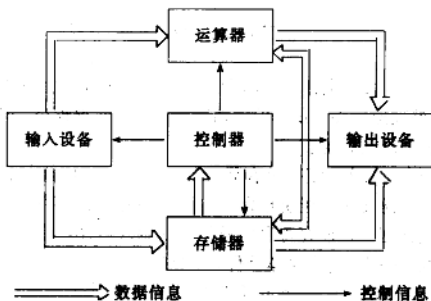


图 1-1 硬件结构框图

1. 运算器 (ALU—Arithmetic Logic Unit)

运算器又称为算术逻辑部件, 简称 ALU, 是计算机用来进行数据运算的部件。数据运算包括算术运算和逻辑运算。算术运算是按照算术规则进行的运算。例如加、减、乘、除、求绝对值、取负值等。逻辑运算一般是指非算术性质的运算。例如比较两数的大小、移位、逻辑乘、逻辑加、按位加 (异或操作) 等。在计算机中, 一些复杂的运算往往被分解成一系列算术运算和逻辑运算。此外, 运算器中还备有若干暂存数据或计算结果的寄存器。

2. 存储器 (Memory)

存储器用来存放程序和数据, 是计算机中各种信息的存储和交流中心。存储器可与运算器、控制器、输入/输出设备交换信息; 起存储、缓冲、传递信息的作用。

在存储器中存放单位信息的地方叫存储单元。存储器由许多存储单元组成, 所有单元按

顺序依次编号（这叫“编址”），每个单元的编号称为此单元的地址码，每个单元的地址码是各不相同的。例如某存储器有 1024 个单元，则它的地址编码从 0 到 1023。存储器存取数据时，必须先给出地址码，再由硬件电路译码找到数据所在地址（这叫“寻址”），仅当找到数据所在地址，才能存取其中数据，就像打电话一样，先拨通电话才能进行通话。

一个存储器所能存储的全部信息量，称为存储容量，通常以字节（Byte）为单位。一个字节等于 8 位（bit），即 $1\text{B}=8\text{bit}$ 。另外，还经常使用千字节（KB）、兆字节（MB）或千兆字节（GB），作为存储容量的单位。

$$1\text{KB}=2^{10}=1024\text{B} \quad 1\text{MB}=2^{10} \times 2^{10}=1024^2\text{B} \quad 1\text{GB}=1204^3\text{B},$$

计算机存储器可分为两大类：内存储器和外存储器，如图 1-2。



图 1-2 存储器分类

内存储器简称内存，又称主存，是 CPU 能通过地址线直接寻址的存储空间。其特点是存取速度快，与 CPU 处理速度相匹配，但价格较贵，存储容量较小。内存主要用于存放正在执行的程序和正在加工处理的数据。

外存储器简称外存，又称辅存。外存属于外部设备，CPU 需按输入输出方式访问这部分存储空间。外存的存取速度慢，但价格便宜、存储容量大。外存主要用于保存暂时不用但又需长期保留的程序或数据。存放在外存的程序必须调入内存才能运行。

现代计算机，内存普遍采用半导体器件，半导体存储器一般可分为两类：随机存取存储器 RAM (Random Access Memory) 和只读存储器 ROM (Read Only Memory)

(1) 随机存取存储器 (RAM) 的特点及类型

RAM 的特点有三个：可以随机读/写，且读/写信息所需时间与信息所在物理位置无关；读出时，原有内容不被破坏，只有在写入时，被写单元中的原存内容被所写内容替代；发生断电时，所存内容立即消失，即所谓易失性。按信息保存方式，RAM 又可分为：动态 RAM 和静态 RAM 两种类型。

① 动态 RAM (DRAM)。DRAM 是利用动态存储元件来存储二进制信息的。这时，二进制信息以电荷的形式存储在 MOS 电路栅极电容上。由于电容的充放电作用，使所存信息不能长期保存，而只能保存很短一段时间（几毫秒），超过一定时间，原存信息就会自动消失。为了能长时间保持所存信息不变，必须在它消失之前，周期性地使所存信息再生。这一工作称为刷新。

② 静态 RAM (SRAM)。SRAM 是用双极型或 MOS 型双稳态电路作存储元件来存储二进制信息的。在没有外界触发信号作用时，双稳态电路的状态不会改变，能长时间保持所存

信息不变。这就是静态这个名称的来源。

DRAM的特点是集成度高，速度相对较慢，价格便宜，主要用于大容量内存存储器；SRAM的集成度相对较低，速度很快，存储单元的单位价格相对较高，适合作为容量较小的存储器，如高速缓存（Cache）等。

(2) 只读存储器（ROM）的特点及类型

只读存储器的共同特点有二：在其工作的过程中，只能随机读出所存信息，不能写入新的信息；所存信息不会因断电而消失，也就是说，是非易失性的。

根据只读存储器信息的写入方式及是否可以改写，又可以将只读存储器分为ROM、PROM、EPROM和EEPROM（或称E²PROM）等四种类型。

①ROM。这种只读存储器是由生产厂家按用户要求一次性写入信息的。一旦写入，就无法改写。在使用过程中只能读出，不能由用户再写入新的信息。

②PROM。我们称之为可编程只读存储器。它的性能与ROM一样，在使用过程中存储的信息，只能读出，不能再写入新的信息。所不同之处在于，是由用户自己进行初始写入所需信息，一旦写入，便无法擦除，也是非易失性的。

③EPROM。我们称之为可擦除的可编程只读存储器。顾名思义，它的性能与PROM的不同之处在于，对它编程之后，用户可根据需要，将其所存内容用紫外光照射来擦除，然后写入新的信息。也就是说，EPROM是可以多次改写所存信息的只读存储器。

④EEPROM（或E²PROM）。我们称之为用电可擦写的可编程只读存储器。它的性能与EPROM相同，但在擦除和重新改写方面却更加方便。EPROM一般要用紫外光照射约30分钟，才能擦除原写信息，然后用专用的写入器，写入新的信息。而EEPROM中存储的信息可以用电来擦除，用户可用一般微机再次写入新的信息。显然，EEPROM使用起来更为方便。

3. 控制器（Control Unit）

控制器是计算机的指挥中心，计算机的各部分，就是在控制器控制下有条不紊协调工作的。控制器通过地址访问存储器，逐条取出选中单元存放的指令，分析指令，并产生相应的控制信号作用于其它各个部件，控制其它部件完成指令要求的操作。上述过程周而复始，保证了计算机能自动、连续地工作。

运算器和控制器统称为中央处理器（CPU—Central Processing Unit）。它是计算机的核心和关键，计算机的性能主要取决于CPU。微型机的CPU，往往被制成大规模集成电路芯片，这种芯片就是通常所说的微处理器。

4. 输入设备（Input device）

输入设备是用来输入程序和数据的部件。它由两部分构成：输入接口电路和输入装置。计算机输入装置很多，如键盘、鼠标器、光笔、扫描仪、数字化仪、图形板、电传打字机、纸带输入机等。不同的输入装置，物理性能相差极大，它们各有自己的工作特点。这些实际的输入装置不能直接与主机交换信息，而必须在主机与装置之间插入一块称为“接口电路”的特殊逻辑部件，通过它实现主机与装置之间的信息交换。

设置接口的主要原因是：主机与实际装置的工作速度相差极大，主机是高速电子装置，而输入装置是电子机械设备；不同的输入装置工作方式不一样，数据格式也不一样，例如，有的输入装置采用并行方式与主机交换信息，有的则采用串行方式与主机交换信息。因此，接口就是针对上述原因而设计的逻辑电路。通常，它应具有以下功能：

①主机与外设装置之间的速度匹配、实现数据缓冲；

- ②反映外装置的工作状态，以备 CPU 需要时查询；
- ③实现数据格式的变换；
- ④提供适当的定时信号以满足数据传送的需要……，等等。

5. 输出设备 (Output device)

输出设备正好与输入设备相反，是用来输出结果的部件。要求输出设备能以人们所能接受的形式输出信息。与输入设备相仿，输出设备也包括两部分：输出接口电路和输出装置。其道理与输入设备是一样的，在此不再赘述。微型机最基本输出装置是显示器，常用的还有打印机、绘图仪、录像机、音响等。

在硬件系统中，把 CPU、内存以及连接主要输入输出装置的接口电路，统称为主机。微型机的主机，生产厂家常将其制做在一块印刷电路板上，这就是通常所说的主机板，简称主板。

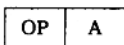
输入设备和输出设备统称为外部设备。外部设备是相对主机而言的，所有的外部设备都是用来与主机交换信息的。外部设备从工作原理、工作方式、功能等不同角度，可以分成不同类型。如按功能分，有输入设备、输出设备、外存设备、数据通信设备、过程控制设备和输入输出处理机等几大类。其中数据通信设备是用于组成计算机网络的设备，过程控制设备是用于计算机自动控制的设备，输入输出处理机有自己的存储器和指令，专门用于输入输出操作。

1.4.3 指令及指令系统

1. 指令及基本格式

指令是指示计算机执行某种操作的命令。每条指令都可完成一个独立的操作。指令是硬件能理解并能执行的语言，它是由一串 0 和 1 不同组合的二进制编码表示的。一条指令就是机器语言的一个语句，是程序员进行程序设计的最小语言单位。使用汇编语言或高级语言编程，最终都需翻译成机器语言才能被计算机所识别并执行。

一条指令的基本格式为：



其中，OP 表示操作码，A 表示地址码。

操作码：它指出一条指令的操作性质。例如加法、减法或转移等。它一般放在指令的前部，由若干位二进制数组成。由于每一种操作都要用不同的二进制代码表示，所以操作码部分应当有足够的位数，以便能表示出指令系统的全部操作。不同的机器，操作码的位数及其代码含义都不同。例如，IBM370 和 VAX-11 系列机，操作码部分采用固定长度，都安排为 8 位，可表示 $2^8 = 256$ 种操作。而 PDP-11 系列机的指令操作码位数允许有几种不同的选择，根据指令的不同，可选择 4 位、7 位、8 位、10 位、12 位、13 位、16 位等七种，目的是充分利用指令长度表示更多的信息。

地址码：它用来指出参加操作的数据存储的地址。在计算机中，凡是参加运算的源数据或操作后的结果数据，一般情况下总是安排在存储器中，并通过地址码访问该地址中的内容，地址相当于变量，同一地址可存放不同的数据。习惯上，用 A 代表地址，用 (A) 代表地址中的内容。地址码的位数主要取决于存储器的容量和编址方式。存储器容量越大，所需的地址码就越长。对同一存储容量来说，又与编址方式有关。若按字节编址（即一个存储单元存储一个字节），地址就需要长些，可以方便地对一个字符进行处理；若以 16 位字长为单位编址，

则地址码位数可减少,但对字符操作比较麻烦。当前,大多数计算机都按字节编址。

对于一般的指令,地址码部分应包括下列地址信息:

- ①第一操作数地址,用 A_1 表示
- ②第二操作数地址,用 A_2 表示
- ③运算结果存放地址,用 A_3 表示
- ④下条指令的地址,用 A_4 表示

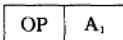
当程序顺序执行时,下一条指令的地址,一般由程序计数器(PC)指出,仅当改变程序的运行顺序(如执行转移或调用子程序指令)时,下一条指令的地址由本条指令指出。下面从地址结构角度介绍几种不同的指令格式。

(1) 零地址指令。指令中仅有操作码没有地址码,其格式为:



这类指令大多属于控制类指令,不需操作数,如停机、清除、空操作等;或者指令的操作数地址是默认的。

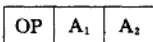
(2) 单地址指令。指令中仅给出一个操作数地址,其格式为:



指令的含义为: $A_1 \leftarrow OP(A_1)$,即取出地址 A_1 中的数据执行指令规定的 OP 操作,再把操作结果送到地址 A_1 中。如加 1、减 1、求反、求补等。

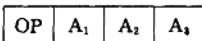
在早期的微型机或小型机中,运算器采用累加器形式,此时,单地址指令的含义为: $(AC) \leftarrow (AC) OP(A_1)$,即地址 A_1 中的操作数与累加器中的数进行指定的操作,结果存在累加器中。

(3) 双地址指令。指令中包含两个操作数地址,其格式为:



指令含义为 $A_2 \leftarrow (A_1) OP(A_2)$,即取出 A_1 和 A_2 地址中的内容,执行指定的操作,结果存在在 A_2 中,指令执行后,第二操作数地址的内容被操作结果所取代。

(4) 三地址指令。指令中包含三个地址段信息 A_1 、 A_2 和 A_3 ,其格式为:



指令含义为: $A_3 \leftarrow (A_1) OP(A_2)$,即取出 A_1 和 A_2 地址中的内容,执行操作码 OP 规定的操作,结果存入 A_3 地址中。

(5) 多地址指令。在某些高性能计算机中,往往设置一些功能很强的,用于实现成批数据处理的指令,如字符串处理指令、向量指令、矩阵运算指令等,在这些指令中需要指出数据存放的首地址、长度、目的地址等。

以上所述的几种指令格式只是一般情况,而且对一台计算机而言可能只具有其中一部分指令格式。另外寄存器地址通常只需要几位就行了,而存储器地址的长度则随机器而异,变化很大,一般在 16 位和 32 位之间,某些机器甚至达到 64 位,对指令长度影响很大。零地址、单地址、双地址指令具有指令短、执行速度快等特点(尤指寄存器地址的情况),而指令则能包含更多的操作信息。因此在有些机器内可能存在几种长度不等的指令。

2. 指令系统

指令系统，是指一台计算机所能执行的全部指令的集合。指令系统决定了一台计算机硬件的主要性能和基本功能。指令系统是根据计算机要求设计的，一旦确定了指令系统，硬件上就必须保证指令系统的实现，所以指令系统是设计一台计算机的基本出发点。指令系统不仅与硬件结构密切相关，而且也直接影响到系统软件和应用软件，所以指令系统实际上是计算机系统的软、硬件界面。学习、掌握一台计算机，首先应了解它的指令系统。

一台计算机的指令可能有上百条，不同计算机的指令系统所包含的指令种类和数目也不相同，但是按其功能划分，一般都包含以下五大类指令：

(1) 数据传送类指令

数据传送类指令，是计算机操作中的最基本的指令，它在程序中使用频率最高。因为计算机的操作离不开数据传送，包括：寄存器与寄存器之间、寄存器与存储单元之间、存储单元与存储单元之间的数据传送。据统计，在汇编语言程序中，这类指令几乎占70%以上。

(2) 算术运算指令

一般计算机都有定点、浮点加、减、乘、除运算指令，和求反、求补、比较等指令。有的微型机结构比较简单，只有加、减运算指令，其余运算用软件实现。

(3) 逻辑运算指令

常用的逻辑运算指令有“逻辑与”、“逻辑或”、“逻辑异或”等指令。

(4) 程序控制类指令

程序控制类指令主要用于控制程序的流向，它使机器具有测试、分析、判断的能力。包括：转移指令、转子和返回指令、中断指令等。

(5) 输入/输出指令

输入/输出指令简称I/O指令，这类指令用于主机和外设之间交换信息，用于控制外设的工作，测试外设状态和输入/输出数据。

除上述五类指令外，大多数机器都具有一些其它指令，用以改善或增强机器的性能。如字符串处理指令用于对非数值的数据执行传送、查找比较等操作，测试指令用于对数据中的某一位或某一字段进行测试，还有置位、复位、停机等。另外有些机器中还设置了一些指令用以支持操作系统和编译系统。

1.4.4 计算机的工作过程

计算机的硬件结构所完成的功能，只是一些最基本的操作，如加、减、与、或、传送、比较等等。而需要计算机处理的问题却是多种多样的，十分复杂，如科学计算、数据处理、事务管理、实时控制等，这样就必须把需要解决的问题转换为机器所能识别的操作。首先要对问题进行算法分析，将其转换成计算机所能解决的形式，根据这个分析，制定好解决问题的步骤，将这些步骤利用高级语言编写成源程序，通过机器的编译或解释变成机器指令，这样计算机就可以识别和执行了，其过程可以由图1-3表示。

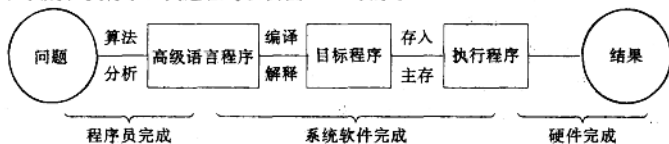


图 1-3 计算机解题过程示意