

国家信息化技术证书教育考试指定教材

计算机网络操作系统

全国电子信息应用教育中心组编

陆 刚 编著

电子科技大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

计算机网络操作系统/ 陆刚编著. —成都: 电子科技大学出版社, 2002. 3

国家信息化技术证书教育考试指定教材

ISBN 7—81065—888—3

I. 计... II. 陆... III. 计算机网络—操作系统 (软件)—资格考核—教材 IV. TP316.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 012803 号

内 容 提 要

本书是国家信息化技术证书教育考试《计算机网络操作系统》部分的指定教材。

书中简明扼要地介绍了网络操作系统的基本原理、基础知识和相关技术。全书分为五章。第一章为网络操作系统概述, 简要说明了操作系统的发展、网络操作系统与传统操作系统的关系、网络操作系统具有的基本功能等; 第二章较详细地分析了网络操作系统的基本功能; 第三章的内容是关于网络操作系统的通信功能, 重点介绍了分布式环境及其应用的开发技术; 第四章讨论了网络操作系统的服务, 包括资源共享、存取控制、系统安全方面的内容以及流行的通信编程接口; 第五章是一个网络操作系统的实例, 简要介绍了 Windows NT 的基本结构和功能。

本书结构分明, 概念准确, 语言浅显易懂, 便于自学。本书适合作有关大专院校计算机专业的教材, 也可以作为从事相关专业的广大技术人员的参考书。

国家信息化技术证书教育考试指定教材

计算机网络操作系统

全国电子信息应用教育中心组编

陆 刚 编著

出 版: 电子科技大学出版社(成都建设北路二段四号 邮编: 610054)

责任编辑: 朱 丹

发 行: 电子科技大学出版社

经 销: 新华书店

印 刷: 西南冶金地质印刷厂

开 本: 787mm×1092mm 1/16 印张 8 字数 192 千字

版 次: 2002 年 3 月第 1 版

印 次: 2002 年 3 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7—81065—888—3/TP·592

印 数: 1—4000 册

定 价: 12.00 元

国家信息化技术证书教育考试教材编写委员会名单

主 任：宋 玲

副主任：侯炳辉 曹文君

委 员：（按姓氏笔画为序）

王 能 王志昌 龙和平 沈林兴 吴艳玲

陈 坚 张 钢 张 卫 杨 成 柏家球

洪京一 崔 刚 盛晨媛 彭 澎

秘书长：盛晨媛

序

随着全球信息化浪潮的到来，人类社会正在从工业化社会迈向信息化社会。信息化程度的高低已成为衡量一个国家和地区的综合实力和发达程度的重要标志，也成为推动经济发展和社会进步的主要手段，市场竞争已经从一般意义上的竞争逐步转向信息化程度的竞争。

经济和社会的发展离不开信息化，而信息化社会的进步和社会的腾飞又依靠科学技术的发展，更离不开人才与智力的开发。以多媒体计算机技术和互联网通信技术为代表的信息技术，已经广泛地应用到社会经济的各个领域，对当代社会产生巨大的影响，改变着人们的工作方式、学习方式以及思维方式。信息化社会对人才培养提出了前所未有的紧迫要求，对知识与技能的要求日益提高，教育培养一大批适应未来信息化发展的各层次专业人才是我国经济发展、实现现代化战略目标的根本。

国家信息化推进工作委员会推出国家信息化技术证书教育考试，目的是动员社会各方面的力量，建立多元化的信息化人才培养机制，充分挖掘行业的教育资源，加快信息化人才培养，使所培养的人才在扎实的理论基础上具有较强的实践能力，满足各行各业对信息化人才的需求，为经济的发展提供源源不断的发展动力和潜力。

国家信息化推进工作委员会

出版说明

人类跨入 21 世纪，对信息化技术的掌握程度成为跨入新世纪门槛的通行证。为了加快信息化人才的培养，国家信息化推进工作办公室推出了国家信息化技术证书教育考试，证书包括《计算机信息处理技术证书》、《计算机程序设计技术证书》、《数据库应用系统设计高级技术证书》、《信息系统开发高级技术证书》、《局域网组网高级技术证书》、《计算机网络管理高级技术证书》、《互联网应用高级技术证书》等。为配合国家信息化技术证书教育考试，受国家信息化推进工作办公室委托，全国电子信息应用教育中心组编写了国家信息化技术证书教育考试指定教材，首批推出《计算机信息处理技术实践教程》、《计算机程序设计实践教程》、《数据库应用系统设计实践教程》、《信息系统开发实践教程》、《局域网组网理论与实践教程》、《计算机网络管理理论与实践教程》、《互联网应用理论与实践教程》，以后还将陆续推出一系列教材。本套教材的特点是力争打破传统教材的编写模式，对与实际应用密切相关的理论加以提炼，在培养学员具备相当理论的基础上，注重培养学员的实际动手能力并力图使他们掌握最实用的技术。

国家信息化技术证书教育拟采用网上教学的培训模式，有些课程也将在网上进行考试，以使更多的人尽快掌握现代信息技术。该系列证书可以作为企业选择信息技术从业人员的标准。

本套教材也可以作为信息技术从业人员和大专院校师生的参考教材。

全国电子信息应用教育中心

前 言

网络操作系统是计算机网络专业的一门非常重要的基础课，但是目前在这方面存在教材缺乏、内容陈旧等问题，这种现状不适应目前计算机网络及其技术的发展。本书的写作只是希望起到一个抛砖引玉的作用，我们期待着今后在这个领域中涌现出许多好教材。

本书简明扼要地介绍了网络操作系统的基本原理、基础知识和相关技术。全书共分为五章。第一章为网络操作系统概述，第二章介绍网络操作系统的基本功能，第三章是关于网络操作系统的通信，第四章讨论了网络操作系统的服务，第五章简要介绍了 Windows NT 的基本结构和功能。

全书由华东师范大学计算机系陆刚编写、定稿，华东师范大学汪燮华负责审查全部书稿。

应该说明的是：由于第五章的内容涉及到 Windows NT 的核心技术，目前缺少相关的资料，本书的编写参考了清华大学出版社出版的由 David A. Solomon[美]编著的《Windows NT 技术内幕（第二版）》一书，在此表示深深的谢意。

衷心感谢全国电子信息应用教育中心的各级领导对本书编写过程中的关心与支持。

由于编者水平有限，错误之处在所难免，恳请读者和专家批评指正。

编 者

2001 年 7 月

目 录

第 1 章 网络操作系统概述	1
1.1 操作系统的定义	1
1.2 操作系统历史回顾	3
1.2.1 手工操作阶段	3
1.2.2 批处理系统阶段	3
1.2.3 多道批处理系统	3
1.2.4 分时系统与实时系统	4
1.2.5 网络操作系统与分布式操作系统	4
1.3 操作系统的基本概念	5
1.3.1 系统的硬件结构	5
1.3.2 操作系统的类型	13
1.3.3 操作系统的设计目标	17
1.3.4 现代操作系统的结构	17
1.4 什么是网络操作系统	20
第 2 章 网络操作系统的基本功能	22
2.1 进 程 管 理	22
2.1.1 进程概述	22
2.1.2 进程间通信	27
2.1.3 进程间通信 (IPC)	35
2.1.4 进程调度	38
2.1.5 线程及其管理	40
2.2 输入/输出设备管理	41
2.2.1 输入/输出设备及其软件设计原则	42
2.2.2 系统输入/输出的控制过程	42
2.2.3 设备分配	43
2.2.4 死锁	46
2.2.5 磁盘调度	47
2.3 存 储 管 理	48
2.3.1 存储管理概述	48

2.3.2 覆盖与交换技术	48
2.3.3 分页技术	48
2.3.4 分段技术	49
2.3.5 虚拟存储技术	49
2.3.6 页面替换算法	50
2.4 文件 系 统	51
2.4.1 文件概述	51
2.4.2 文件的组织与存取	52
2.4.3 目录结构	53
2.4.4 文件的存取控制	54
2.4.5 文件系统的用户接口	55
2.5 操作系统的服务	56
2.5.1 用户命令处理	56
2.5.2 编程接口	56
2.5.3 系统功能调用	56
第 3 章 网络操作系统的通信	58
3.1 网络体系结构与计算机通信	58
3.1.1 ISO/OSI 参考模型	58
3.1.2 计算机通信技术	59
3.2 Client/Server 系统	60
3.2.1 Client/Server 模型	60
3.2.2 Client/Server 与分布式计算	60
3.2.3 Client/Server 应用软件设计	61
3.3 远程过程调用 (RPC)	62
3.3.1 分布式计算环境	62
3.3.2 RPC 的工作原理	63
3.3.3 RPC 分布式应用的开发	67
3.4 共享型远程文件系统的标准——NFS	68
3.4.1 NFS 文件系统模型	68
3.4.2 NFS 协议规范简介	70
3.4.3 NFS 的实现	72
第 4 章 网络操作系统的服务	75
4.1 网络环境下系统服务简述	75
4.2 共享资源的管理	75
4.2.1 共享磁盘	75
4.2.2 共享打印机	76

4.2.3 共享内存	76
4.2.4 共享网络文件	76
4.3 网络资源的存取控制	77
4.3.1 存取控制机构	77
4.3.2 定义存取控制对象	78
4.3.3 资源存取的授权	79
4.4 网络操作系统的安全保护	79
4.4.1 系统安全标准概述	79
4.4.2 身份鉴别与认证	80
4.4.3 系统审计	81
4.4.4 安全操作系统的设计	82
4.5 网络通信应用编程接口 (API)	85
4.5.1 NetBIOS API 介绍	85
4.5.2 UNIX BSD Socket 编程接口	89
4.5.3 Windows 的 WinSock 编程接口	93
4.6 网络应用服务	95
4.6.1 基本的网络服务	95
4.6.2 扩展的网络服务	96
第 5 章 WINDOWS NT 网络操作系统	97
5.1 Windows NT 系统概述	97
5.1.1 NT 的设计目标	97
5.1.2 NT 的系统模型	98
5.1.3 NT 的体系结构	99
5.2 Windows NT 的进程与线程管理	103
5.2.1 进程管理的数据结构	103
5.2.2 进程创建过程	104
5.2.3 线程管理的数据结构	104
5.2.4 线程创建过程	105
5.2.5 NT 的线程调度	106
5.3 Windows NT 的设备管理	107
5.3.1 NT 的 I/O 模型	107
5.3.2 设备驱动程序	108
5.3.3 NT 的 I/O 处理	108
5.4 Windows NT 的存储管理	109
5.4.1 系统地址空间	109
5.4.2 内存管理程序	109
5.4.3 虚拟存储机制	110
5.4.4 NT 的高速缓存管理	111

5.5 Windows NT 的文件系统 NTFS	111
5.5.1 NTFS 的特点	111
5.5.2 NTFS 的内部结构	111
5.6 Windows NT 的网络	113
5.6.1 NT 网络的特点	113
5.6.2 NT 网络的体系结构	113
5.6.3 NT 网络的重要组成部分	114
5.7 Windows NT 的分布式应用环境	114
5.7.1 NT 的 RPC 工作原理	115
5.7.2 NT 的 RPC 应用开发	115
参 考 文 献	116

第1章 网络操作系统概述

1.1 操作系统的定义

计算机系统是一个由硬件与软件组成的复杂系统，硬件是整个系统的基础，而软件则是系统的灵魂，没有软件的计算机就好像是没有唱片的 CD 机。计算机软件可以控制与操纵系统对各类信息进行存储、处理和检索。计算机软件通常可以分为两类：系统软件和应用软件。其中，系统软件用于管理计算机系统本身及相关的程序，如操作系统、数据库管理系统、各种计算机程序设计语言的编译器与编辑器等；应用软件则是解决用户的某些具体需求的软件，如各种信息管理系统。

在系统软件中，操作系统（Operating System）是最基本、最重要的软件，它负责控制计算机的所有资源并提供用户应用开发的支持。计算机系统是一个非常复杂的系统，通常包括一个或几个处理器（CPU）、若干主存储器、外存储器（如磁盘）、系统实时时钟、网络接口以及其他输入/输出设备，所有这些部件的使用都需要编写一段程序来实施，但是对于一个计算机用户来说，让他们编写这样的程序将是一件很困难的事情。试想如果每一个程序员都必须处理各种不同的设备的工作，那么程序设计将是永远也无法摆脱的噩梦，他们将一直为程序如何在不同环境上运行而忙碌，一刻也不能停止。

为了让程序员从复杂的硬件 I/O 控制编程中解脱出来，人们早就在寻找一种较完美的解决方法，那就是在硬件之上加载一层系统软件来管理整个硬件系统，同时为用户提供一个通用接口，使之更容易使用计算机和进行程序设计，这一层软件就是操作系统。

如图 1-1 所示是计算机系统的层次结构。最底层是计算机“硬件”，其本身可能由几个层次构成。最底下的一层是物理设备，包括集成电路芯片、连线、电源、CRT 显示器等物理装置；其次是直接控制设备 I/O 并向上一层提供更清晰的接口的原始软件，我们称之为微程序（Microprogram），微程序负责解释与执行处理机的指令集，即所谓的机器指令码。微程序有时是由硬件实现的。再往上面的一层是由机器指令组成的机器语言，包括数据传送、算术逻辑运算和基本 I/O 等操作。

最贴近硬件的系统软件就是操作系统，其主要功能就是将硬件的所有复杂性都隐藏起来，为用户提供更加方便的操作界面。我们常见的界面有两种：一种是程序设计界面，

另一种是命令界面。在操作系统的上面是其他的系统软件，如命令解释程序、各种语言编译器以及编辑器等。虽然这些程序本身并不是操作系统的组成部分，但是一般都由计算机厂商来提供。此外，它们与操作系统有一点明显的也是很重要的区别：操作系统是在核心态下运行的软件，而它们往往运行在用户态。

最上面的层次是各种应用软件。这些软件是用户自己编写的，用于解决自己的需求，这是数量很大的一个层次。

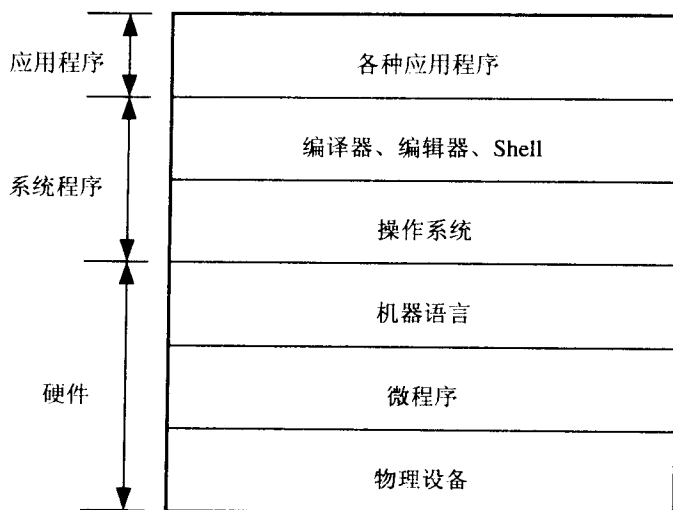


图 1-1 计算机系统的层次结构

介绍了计算机系统的层次结构，可看到操作系统在其中的重要地位，那么什么是操作系统呢？尽管许多人都有一些计算机使用的经验，但要对操作系统作准确定义却是很困难的。因此，我们为操作系统的最主要的目的作如下的归纳：

(1) 操作系统应该将硬件的细节加以屏蔽，用户可以不必了解具体细节就能使用计算机执行所要求的工作，如典型的 I/O 操作。操作系统向用户提供的是一个高度抽象的而且是局部统一的接口，这也称为虚拟机 (Virtual Machine)。总之，提供这项功能的目的是方便用户使用计算机。

(2) 操作系统应该负责系统资源的管理，这是操作系统在向用户提供方便的接口时必须处理的事情。计算机硬件是一个复杂的系统，如果执行中的多个用户程序对系统资源的使用产生竞争，那么操作系统的任务就是在这些程序之间实施有序的控制，负责系统资源的分配、管理和回收等工作。重要的资源有处理器、主存储器、I/O 通道和设备等。另一方面，考虑到有些昂贵设备的经济问题，操作系统还要解决如何进行资源的共享管理，如何实施一定的保护措施，如何更为有效地管理与使用这些资源。

这样，我们可对操作系统作出如下的一种定义：操作系统是有效管理各种计算机资源、控制用户程序执行以及方便用户使用的程序的集合。

1.2 操作系统历史回顾

操作系统已经经历了几十年的发展过程,纵观其发展过程,操作系统与其运行的计算机系统的结构有着非常密切的联系,因此我们将按照这个线索回顾操作系统的发展。

1.2.1 手工操作阶段

1946年,第一台以真空管作为主要运算器件的计算机ENIAC试制成功。这是一个巨大的机器,但是速度却比目前世界上最低档的个人计算机还要慢得多。它没有操作系统,也没有任何程序设计语言,只能使用机器语言来编制程序。它只能通过插在插件板上的硬连线以手工操作方式控制设备和主机的运行,工作效率很低。在一个程序员上机期间,整个计算机系统包括各种附属设备都被其独占使用。

1.2.2 批处理系统阶段

20世纪50年代发明的晶体管技术使计算机的可靠性与运算速度有了很大提高,这是计算机硬件的第二代阶段,但此时的计算机仍然十分昂贵。为了减少人工操作的时间浪费,人们使用了批处理的思想。使用较为便宜的计算机将多个用户的程序按序从读卡机读入并输送到磁带上,待任务积累到一定个数后将磁带安装到主计算机的磁带机上读入,此后主计算机可以连续地、成批地按序运行各个任务,将输出写入另外的输出磁带上,待所有任务结束后管理员再将输出磁带取出装入低速的计算机上,利用打印机输出。

这个阶段的作业管理已经使用了一种简单的监督程序,作业的处理将由监督程序自动进行,但是作业的运行是串行方式,因此可以称之为单道批处理系统。其另一个特点是输入/输出采用的脱机(Off-line)技术。

1.2.3 多道批处理系统

20世纪60年代中期,集成电路技术被应用于计算机中,使得计算机的硬件有了很大发展,特别是主存储器容量增大,并且出现了磁盘这种大容量、高速存取的辅助存储器。为了提高系统I/O的效率,避免CPU在I/O期间的等待,还设计了用于设备控制的I/O通道,使得计算机的体系结构发生了很大变化,从以CPU为中心的体系结构变成了以主存储器为中心的结构,而I/O通道的使用使得I/O操作与CPU操作的并行处理成为可能。硬件系统的革命使软件也发生了变化,在这个阶段,原先简单的监督管理程序已发展成为重要的系统软件——操作系统,以IBM OS/360操作系统为典型代表,实现了提供用户作业并行处理的多道程序设计系统。

多道程序设计的思想是将主存储器划分为多个部分，每一部分存放一个用户的作业，这样允许多个程序同时存在于主存储器中。当一个作业执行 I/O 时，另一个用户作业可以被 CPU 执行，CPU 以切换方式为各个用户服务，使得多个程序可以同时运行，从而大大提高了系统作业的吞吐率。

1.2.4 分时系统与实时系统

多道程序设计的出现是一个很大的发展，但是其本质上仍然是批处理系统。一个程序员从将作业提交给计算机到取得计算结果往往需要等待很长时间，有时如果是由于一个简单的错误引起的作业终止将会白白浪费几个小时。这时人们希望得到计算机的快速响应，而并非是把作业提交给系统后就不能再控制自己作业的运行。这种需求导致了分时操作系统的诞生。

所谓分时系统是指多个用户分别使用不同的联机终端设备与计算机之间交互，在终端上运行各自的作业，共享同一计算机系统的资源，而且互不干扰，对每个人来说就好像自己“独占”了整个计算机。分时系统的思想是将时间划分为一系列很小的时间片，每个用户按某种策略轮流获得一个时间片运行其作业。但是必须有硬件支持才能获得较高的安全性，因为要求各个用户之间不能相互干扰。分时系统的著名例子有 MULTICS，它是由 MIT、AT&T Bell 实验室和 GE（通用电气公司）联合开发的一个项目，尽管项目的复杂性使得 MULTICS 的应用十分局限，但是其设计思想对后来的系统产生了巨大影响，其中包括著名的 UNIX 操作系统。目前 UNIX 是企业计算机市场的主导系统，有许多不同的分支，如 IBM AIX、HP UX 和 SUN Solaris 等。

上述各种系统都应用于科学计算或商务信息处理领域。还有用户要求计算机对待定的事件作出足够快的响应，用于控制某些设备作出快速动作，也就是说，计算机应能够及时响应外部事件，并在可以预料的时间内完成对事件的处理。这种特性称为实时性，由此产生的系统称为实时操作系统。

实时系统一般又可分为两种类型：实时控制系统与实时信息处理系统，应用的领域包括工厂、军事和商业服务等。

1.2.5 网络操作系统与分布式操作系统

电子技术的飞跃发展使得计算机的成本大大降低，20 世纪 80 年代开始个人计算机有了很大发展，这些平台上的操作系统也有了很大的进步，最大的特点是用户界面的友好性。计算机数量的激增使得如何充分利用这些计算资源变得越来越重要，其中局域网络技术为解决这一问题的有效途径。一台计算机要连接到网络中，必须添加网络控制器（即网络适配器或网卡），同时增加相应的低层驱动软件。为了有效地管理网络通信，有必要对操作系统作相应的改进，使之能够更好地控制计算机的通信，向用户提供远程登录与文件传输等服务，这种操作系统称为网络操作系统。

从本质上来看，网络操作系统与一般的单机操作系统没有什么区别，有的也就是在有效提供网络连接能力与服务上的差别，因此本书介绍的网络操作系统的概念有相当一部

分也是普通操作系统所具有的。

由于多数个人计算机的资源极其有限，如果以单个系统提供服务，其能力也是相当有限的。借助于计算机网络技术与分布式操作系统可以使这一问题得到解决，同时也解决了经济问题，因为用户不必花很多钱购买昂贵的主机了。在分布式操作系统的管理下，多台计算机协同工作，向用户提供“透明”的服务，也就是说，一个用户在一台计算机上发出命令执行指定任务后，这个任务在分布式操作系统的管理下，可能将各种子任务分配到多台处理机上运行，所需的数据存储位置也是由系统自动决定的，最后给用户返回一个结果，而整个运行过程用户是不会感知的，因此对于用户整个分布式系统就好像是单台功能上非常强大的计算机。

至此，我们介绍了几种操作系统的类型，但是需要说明的是：一个实用的操作系统往往不是独立的一类系统，而是兼有多种系统特点的通用操作系统。

1.3 操作系统的基本概念

1.3.1 系统的硬件结构

现代计算机系统是由硬件和软件构成的统一整体，从前面的介绍中可以知道操作系统处于这样的层次结构中的关键位置。操作系统利用一个或多个处理器的硬件资源，为用户提供服务，包括为用户管理辅助存储器和输入/输出设备等。因此，为了从整体上把握系统的实质，就有必要对系统硬件的构成作一个较深入的了解。

一、计算机系统部件

一台传统体系结构的计算机一般由四个部件构成，分别为处理器、主存储器、输入/输出设备和系统总线。

1. 处理器

处理器是控制计算机的操作、执行数据处理功能的核心部件，一个处理器也称为中央处理器（CPU）。

2. 主存储器

主存储器用于存储数据和程序。一般的主存储器是易失性的，即其数据只有在有电源供应时才能得到保护，而断电后数据即消失。

3. 输入/输出设备

这些设备用于在计算机和外部环境之间移动数据。这部分的设备种类很多，随着技术的不断发展以及用户的新需求的产生，各种外部设备也将不断涌现，其中包括辅助存储设备如磁盘、磁带驱动器等，也包括各种通信设备与终端。

4. 系统总线

系统总线是为处理器、主存储器和输入/输出设备之间的通信提供的一些结构和机制。

在四大部件中处理器是最重要的，它使用总线控制其他部件的工作，在各个部件之间交换数据。主存储器在系统中是非常重要的，执行的程序和所使用的数据就存储在其中，因为主存储器的存取速度最接近处理器的运算速度。处理器通常使用两个内部的寄存器与主存储器交换数据：存储器地址寄存器(MAR)和存储器缓冲寄存器(MBR)。存储器地址寄存器用于确定下一次读写的存储器地址，存储器缓冲寄存器则包含要写入存储器的数据或从存储器中读取的数据。类似地，处理器使用输入/输出地址寄存器(I/OAR)指定一个输入/输出设备，而输入/输出缓冲寄存器(I/OBR)则用于在输入/输出设备与处理器之间交换数据。

处理器通常包含一组寄存器，它们是超高速运算存储单元，速度比主存储器还要快，相对于处理器的速度，与主存储器更为接近。但由于考虑制造成本，寄存器的数量非常有限，主要有以下两类寄存器：

(1) 用户可见的寄存器

用户可见的寄存器可以通过由处理器能够直接解释与执行的机器语言来引用，一般对所有的程序都是可用的，包括应用程序和系统程序。合理地使用这些寄存器可以使机器语言（或汇编语言）程序减少对主存储器的引用，提高程序的执行效率。

通常，用户可用的寄存器可以分为数据、地址和条件码寄存器。数据寄存器可以被程序员分配给各种函数，它们在某些情况下是通用的，可以被执行数据运算的任何机器指令使用，但有时也有一些限制。例如对浮点数运算有专用的寄存器，而对整数运算也有相应的专用寄存器。地址寄存器包含数据和指令所存储的主存储器单元的地址，或者包含用于计算详细地址或有效地址的部分地址。这些寄存器可以是通用的，也可以用于某种特定的寻址方式。例如，变址寄存器(Index Register)用于变址寻址，即在一个基值之上加一个变址来获得存储单元的有效地址；段寄存器（或称段指针）用于存储器的分段管理，如Intel x86 系列 CPU 利用若干段寄存器确定每段的起始地址，而段内偏移量则确定该段的具体单元的位置，段长是可变的；栈指针寄存器用于程序执行中所需要的栈的栈顶元素的访问，它始终指向栈顶。

在某些处理器中，函数或过程的调用指令将自动保存所有的用户可见寄存器，并且在返回时予以恢复，保存和恢复过程是调用(CALL)和返回(RET)指令的一部分；但是也有其他一些处理器在调用与返回时用户可见寄存器的内容是要求由程序员使用专门的指令执行的。

(2) 控制与状态寄存器

通常，处理器还有多个用于控制其操作的寄存器。大多数这类寄存器对用户来说是不可见的，其中一部分可以在系统控制模式下被特权机器指令访问。但是不同的处理器有不同的寄存器结构，也可能使用不同的命名规则。除了前面提及的 MAR、MBR、I/OAR 和 I/OBR 寄存器之外，还有几个寄存器是指令执行过程必需的。程序计数器包含了下一条指令的存储地址；指令寄存器存放最近读取的指令；处理器还包括一个称为程序状态字(PSW)的寄存器，其中包含处理器的状态信息。PSW 通常包含条件码和其他状态信息，如中断允许/禁止位和监控模式/用户模式位等。条件码由多个标志(Flag)构成，是由处理器为最近的一次操作结果设置的位。如算术运算可能产生正、负、零或溢出的结果，在算术指令执行后就会设置多个标志。条件码往往在程序中用于分支结构的实现。多数标志

可以使用机器指令以隐式访问方式读取这些标志位的值，但不能进行显式的访问。

还有其他的控制寄存器，例如在支持多类型中断的处理器上通常有一组中断寄存器，其中的每一个都指向一个中断处理例程（ISR）；如果涉及函数或过程调用，还会需要一个系统栈指针；处理器的存储管理硬件设施也需要有专门的寄存器；为了支持程序的调试，也会有一些专门的寄存器存储相关信息；此外，I/O 操作也有专用的寄存器。

这里应该说明的是：这种寄存器的分类方法并非是十分明确的，因为处理器的寄存器结构是千差万别的，划分并没有明显的界限。例如某些特殊的机器中程序计数器是用户程序可以访问的，对用户可见，但对于绝大多数机器则不是如此。

由于处理器在 I/O 寻址空间上的差异，有些机器有专门的 I/O 指令，而有些就可能没有。前者的 I/O 地址与存储器地址空间为独立的空间，因此要求有独立的 I/O 指令；而后者的 I/O 地址与存储器地址空间融合在一起，不需要特殊的 I/O 指令。这些差别同样对处理器的寄存器结构造成影响。

二、指令的执行

处理器执行的程序是由一组保存在存储器中的指令组成的。按最简单的形式，指令处理包括两步：处理器每次从存储器中读取一条指令，然后解释执行每条指令。程序执行是由不断重复地取指令和执行指令的过程组成的。指令执行可能涉及很多子操作，这与一条具体的指令有关。

一个单一的指令需要的处理时间称为一个指令周期。一个指令周期由两个步骤组成，分别称为取周期和执行周期。在每个指令周期开始时，处理器从存储器中读取一条指令。通常，程序计数器（PC）保存了下一次要取的指令的存储地址。如果不改变执行顺序，处理器在每次完成取指令后总是对 PC 加 1（假设每条指令占据存储器中一个单元）；但执行顺序是可以使用转移指令改变的。

读取的指令被放置在处理器的一个寄存器中，这个寄存器称为指令寄存器（IR）。处理器解释指令并执行相应的动作，可以将这些动作分为 4 类：

- （1）处理器与存储器之间的数据移动；
- （2）处理器与 I/O 设备之间的数据移动；
- （3）数据运算，包括关于数据的算术或逻辑运算；
- （4）控制程序的执行顺序，在执行之后修改 PC 转到指定位置继续。

三、中断

目前所有的计算机都提供了允许系统的其他部件中断处理器正常处理过程的机制，包括程序造成的中断、时钟中断、I/O 中断与硬件失效中断等。

中断机制最初用于提高处理器的工作效率。例如，大多数 I/O 设备比处理器慢得多，如果处理器将一批数据交给一台打印机输出，那么在每次输出一部分数据字节后处理器必须暂停并等待打印机完成输出动作，然而虽然这个暂停的时间对于人来说可能非常短，但是对于机器则相当于几十甚至上千条指令周期，显然这对于处理器的使用来说是非常浪费的。

如果利用中断功能，处理器就能够在处理 I/O 操作的过程中执行其他指令。这时处理