

第一章 计算机基础知识

1.1 计算机系统组成

1.1.1 计算机的发展阶段

目前计算机的基本结构是“冯·诺依曼”结构，主要特征是对计算机进行集中的顺序控制
按计算机所采用的电子元器件可把计算机划分为四个时代：

第一代（1946~1958）电子管计算机

第二代（1958~1964）晶体管计算机

第三代（1964~1971）集成电路计算机

第四代（1971 年至今）超大规模集成电路计算机

1.1.2 计算机的特点

运行速度快

计算精度高

存储容量大

能在程序控制下自动进行工作

不但具有算术运算能力，还具有逻辑判断能力

1.1.3 计算机分类

服务器、工作站、台式机、笔记本、掌上电脑

1.1.4 计算机的主要性能指标

字长：CPU 能同时处理数据的二进制位数，一般情况下，字长越长，计算机精度越高，计算机的处理能力就越强

运算速度：计算机每秒所能执行的指令条数，一般以 MIPS（Million of Instructions Per Second，百万条指令/秒）为单位

主频（时钟频率）：CPU 在单位时间（秒）内所能产生的脉冲信号的次数，以 MHz（兆赫兹）为单位。主频越高的计算机运算速度越快

内存容量：反映内存存储器存储数据的能力，一般以 KB 或 MB 为单位。通常，计算机的内存越大，运行速度就越快

可靠性：计算机的可靠性通常用平均无故障（硬件故障）时间 MTBF 和平均故障修复时间 MTTR（修复依次故障平均所需的时间）来表示，如果系统的 MTBF 时间长、MTTR 时间短，则计算机的可靠性高

1.1.5 计算机组成

计算机系统=硬件系统+软件系统

硬件系统=中央处理器、存储器、输入/输出设备、沟通各种设备和部件的信息传送总线

软件系统=系统软件+应用软件

中央处理器：CPU，是计算机系统的核心部分，包括运算器和控制器两个部件。CPU 能控制计算机所发生的全部操作。运算器主要用于完成各种算术运算和逻辑运算；控制器用于读取各种指令，并对指令进行分析，做出相应控制。CPU 品质高低直接决定了一个计算机系统的档次

存储器：主存储器（内存）+辅助存储器（外存）

输入/输出设备

总线

主机=CPU+主存储器；外设=辅助存储器+输入/输出设备

1.1.6 计算机病毒

1、概念：计算机病毒本质上说是一种计算机程序，它是某些人故意编制的。这种程序一般通过非法入侵而寄生在可执行程序及数据文件中，并不断地通过“自我复制”进行繁殖，

传染给其他的程序和系统，最终将影响和破坏相关数据及系统的正常运行。

2、计算机病毒的特点：传染性、隐蔽性、激发性、破坏性

3、计算机病毒分类：

按破坏性分类：良性病毒和恶性病毒

按入侵途径分类：源码病毒、入侵病毒、操作系统病毒、外壳病毒

按计算机病毒传染方式分类：磁盘引导区传染的病毒、操作系统传染的病毒、可执行程序传染的病毒

4、计算机病毒的传播途径：软盘、光盘、硬盘和网络

5.计算机病毒的检测：

程序装入时间比平时长

磁盘访问时间比平时长

有规律的发现异常信息

用户访问设备时发现异常情况

磁盘的空间突然变小了

程序的数据神秘地丢失

显示器上经常出现一些莫名其妙的信息和异常显示

计算机经常出现死机现象

发现可执行文件的大小变化或发现不明来历的隐含文件

6、计算机病毒的防范

经常对重要文件进行备份

对不需要进行写操作且存有重要文件的软盘，应写保护

将某些文件属性改为“只读”

谨慎使用外来软盘、光盘

发现病毒后，应按严格的顺序进行病毒的检测和清除

1.2 计算机软件的基础知识

软件是由程序与相关文档组成，是用户与计算机硬件系统之间的桥梁，它体现了人要计算机做什么以及怎样做。

从计算机系统的角度可把软件分为系统软件和应用软件

系统软件：管理、监控和维护计算机资源（包括硬件和软件）的软件，主要包括操作系统、程序设计语言及其解释和编译系统、数据库管理软件等

应用软件：除了系统软件以外的所有软件，是用户利用计算机及其提供的系统软件为解决各种实际问题而编制的计算机程序，比如财务软件、字处理软件、计算机辅助教学软件、图形软件等

1.2.1 程序和文档

程序：计算机程序是人们用计算机能够接受、理解和处理的形式对解决问题的一系列步骤的描述。程序是计算机指令的有序集合。程序设计是人们按照一定的规则编制出计算机处理问题步骤的工作。

文档：文档是程序和程序设计的伴随物。有关一个程序的设计开发信息，如用户需求分析、开发计划、算法模型、组织结构、处理编程、测试结果等内容及程序开发成功投入实际使用的用户指南、使用说明书、参考手册等都是文档。

1.2.2 汇编和反汇编

汇编：将使用助记符书写的汇编语言程序翻译成对应的二进制代码程序（目标程序）的过程称为汇编。汇编工作由汇编程序完成。

汇编程序的功能：检查汇编语言程序、测出源程序中的语法错误，并给出错误信息、产生源程序的目标程序、展开宏指令

反汇编：汇编的逆过程，将代码形式的机器语言程序反向翻译成人们容易理解的助记符形式的程序的过程。反汇编工作由反汇编程序或具有反汇编功能的程序完成，全自动反汇编一般是不可能的。

高级语言的翻译有解释和编译两种方式：

解释：边翻译边执行，翻译一句执行一句。

编译：将源程序全部正确翻译完，生成与源程序相应的目标程序后，计算机才执行改程序。

编译过程分五个阶段：词法分析、语法分析、中间代码生成（语义分析）、代码优化、目标代码生成

1.2.3 操作系统

操作系统是最重要的系统软件

具有处理器管理、存储器管理、设备管理、文件管理和作业管理 5 个功能

按系统使用环境和作业处理方式分为：

批处理操作系统、分时操作系统、实时操作系统、个人计算机操作系统、网络操作系统和分布式操作系统

目前微机上常用的操作系统有：DOS、Windows、UNIX、Linux，最常用的是 Windows。

1.2.4 程序设计语言：机器语言、汇编语言、高级语言

1.2.5 数据库管理系统：

数据库系统是具有数据库管理功能的软件，主要包括**数据库和数据库管理系统**等部分

数据库本质上是存储数据的“仓库”，在数据库中，数据按一定的组织形式存放在一起，并相互关联。

数据库管理系统是一个数据管理软件，作用是维护数据库，为用户提供对数据库操作的各种命令，数据库管理系统是用户与数据库文件的接口，用户通过它可以对数据库中的数据进行操作而不必了解数据库的物理结构。

在微机上使用较广泛的数据库管理系统有：FoxPro、MS SQL Server、Oracle、SYBASE

1.2.6 字处理软件：对文字进行处理的应用软件，办公自动化的重要组成部分，WPS、Word 等。

1.3 多媒体基础

1.3.1 媒体

媒体有两种含义：一是指存储信息的物理实体，如软盘、光盘、硬盘等；二是指传播信息的载体，如文字、数字、声音和图形等

多媒体计算机领域内所说的媒体不是指存储信息的物理实体，而是指传播信息的载体，更详细地说，包括文字、数字、声音和图形等

1.3.2 多媒体技术

凡是在计算机中使用两种或两种以上传播信息载体的都可称为多媒体。

多媒体技术：利用计算机技术把文字、声音、图形和图像等多种媒体综合一体化，在它们之间建立逻辑关系，并进行加工处理（对多种媒体的录入，对信息进行压缩、解压缩、存储、显示和传输等）的技术。

1.多媒体技术的特点：集成性、交互性、数字化、实时性

2.多媒体计算机系统组成：多媒体计算机硬件系统（多媒体主机、多媒体输入设备、多媒体输出设备、多媒体功能卡、多媒体控制设备）+软件系统（操作系统、多媒体压缩/解压缩软件、多媒体数据库应用系统、多媒体声像及通信软件）

3.超文本: (Hyper text) 收集、存储、浏览离散信息, 建立和描述信息之间关系的技术, 是一种由节点(Node)和链(Link)组成的信息网络

节点》即信息单元, 一组信息由多个节点信息组合而成。节点信息表达一个特定的主体意义, 节点的大小可根据实际情况而定。节点信息的格式可以是文字、图形、图像、动画、声音、视频等多媒体形式。

链》是节点之间的联系

网络(Network)》是由节点和链组成的, 是超文本信息的组织结构图。超文本信息结构的特点是网状的, 不完全是线性顺序的, 信息浏览非常方便灵活。

4、超媒体: (Hyper media) 超文本+多媒体, 超文本节点加进多媒体信息后变成超媒体。

1.3.3 多媒体技术的应用

教育与培训、商业领域、信息领域、娱乐与服务

1.4 计算机应用领域

科学计算(数值计算): 运算速度快、计算精度高、运行可靠

数据处理

过程控制

通信

计算机辅助设计、辅助制造、辅助教学

第2章 操作系统

2.1 操作系统概述

2.1.1 操作系统是最基本的系统软件, 是计算机硬件的第一级扩充, 是其他软件运行的基础, 它被定义为: 管理计算机资源, 控制用户程序执行, 以及方便用户使用的程序系统

2.1.2 操作系统类型:

作业: 用户在一次算题过程中或一次事务处理过程中要求计算机系统所做工作的集合

1.批处理操作系统: 将若干个用户的作业按一定顺序排列, 成批地提交给计算机完成。

特点: 用户脱机使用计算机、高效率

缺点: 缺乏交互性, 用户一旦提交了作业, 就失去了对其控制的能力; 平均周转时间长;

2.分时操作系统: 一台主机带有若干个终端, 多个用户共享一台计算机, 计算机 CPU 在时间上划分成长短相同(或基本相同)的很小的时间段, 每个时间段称为一个时间片, 采用时间片轮转的方式, 将 CPU 分配给多个用户。虽然每运行一个时间片就产生一次中断, 但由于时间片分割得很小, CPU 速度足够快, 每个终端用户感觉不到其他用户的存在, 就好像独占计算机一样。

特点: 同时性(多路性)、独立性、及时性、交互性

3.实时操作系统: 实时控制系统和实时处理系统的总称, 实时就是要求系统及时地响应外部事件的请求, 在规定的时间内完成对事件的处理, 并控制所有的实时设备和实时任务协调一致地运行。

实时控制系统实质上就是过程控制系统

实时系统的设计目标是响应的及时性和高可靠性。它对系统资源的利用率要求不高, 有时为了保证高可靠性甚至还要在硬件上采取冗余措施

4.通用操作系统: 批处理系统、分时系统和实时系统是操作系统的三种基本类型, 通常把兼有这三者或其中两种处理能力的系统称为通用操作系统

在通用操作系统中, 往往把批处理作业作为后台, 而把需要及时响应的作业作为前台。前、后台作业的区别在于: 只有当前台作业不需要使用 CPU 时, 后台作业才得到对 CPU 的控制

权，一旦前台作业开始工作，后台作业就要立即让出 CPU

5.个人计算机操作系统：单用户交互式操作系统，它不追求系统资源的充分利用，也不讲究资源共享，而是强调个人的特点和使用方便，在服务方式上往往采用联机交互方式，交互手段灵活方便。

6.网络操作系统：将地理位置不同、具有独立功能的多个计算机通过通信设备和通信线路连接起来，在功能完善的网络支持下，以实现更加广泛的硬件资源、软件资源共享，这就是计算机网络。

单机操作系统是封闭的，网络操作系统则是开放系统。

2.1.3 操作系统的功能

操作系统的主要功能是管理计算机的软、硬件资源，在计算机系统中硬件资源主要有处理机、存储器和 I/O 设备，软件资源则为系统和用户的程序和数据，它们统称为信息，并以文件的形式存放在外存上。作为管理上述资源的操作系统一般包含四个模块：处理机管理、存储管理、设备管理、文件管理（又叫信息管理）

处理机管理是最重要的管理，其目的是充分发挥处理机的效率，它要解决如何合理地组织计算机的工作流程以及方便用户的使用。为此，通常把处理机管理分为作业管理和进程管理两种，前者为宏观管理，后者为微观管理。

综上，从资源和用户接口角度看，操作系统具有五大功能：**进程管理、存储管理、设备管理、文件管理、作业管理**

2.2 进程管理

2.2.1

1.单道程序（顺序执行程序）

执行特点：顺序性、资源独占性、结果无关性

优点：有利于程序的编制和调试

缺点：系统资源利用率低

2.多道程序（并发执行程序）：在硬件中引入通道和中断机制，处理机与外围设备、外围设备与外围设备并行工作，使多个程序可以同时系统中并发执行，它们由操作系统统一管理。

执行特点：

并发程序之间的相互制约性

程序与计算不再一一对应

并发程序的执行结果不可再现

2.2.2 为反映并发程序执行时的动态特点，在操作系统中引入进程的概念

进程：一个具有独立功能的程序关于某个数据集合的一次运行活动

进程属性：动态性、并发性（时间上可以叠加）、独立性（逻辑上是独立的）、异步性（有各自的推进速度）

2.2.3 进程的状态和状态转换

进程有三种基本状态：就绪状态(进程获得了除 CPU 外的一切资源)、运行状态（进程获得包括 CPU 在内的一切资源，正在 CPU 上运行）、阻塞状态（封锁状态或等待状态，正在 CPU 上运行的进程因某种原因不再具有运行的条件而暂时停止运行、等待某一事件的发生的状态）

2.进程的状态转换：

》处于就绪状态的进程，当它被进程调度程序选中时，就由就绪状态变成运行状态

》处于运行状态的进程在用完系统分配给它的 CPU 时间（时间片）时，系统将剥夺其对 CPU 的使用权，使它从运行状态转变为就绪状态

》处于运行状态的进程，因为需要等待某一事件的发生才能继续运行下去，于是从运行状态转变成阻塞状态

》处于阻塞状态的进程，在引起阻塞的原因解除后立即回到就绪状态

3.进程的组成

进程是程序在一个数据集合上的运行过程，它是一个主体。

进程实体由程序、数据和进程控制块（PCB）三部分组成。

程序：描述进程所要进行的操作，它通常以代码的形式编写，并能为多个进程同时共享执行，但它不应在执行过程中被修改

数据：程序加工的对象和场所，它们只能为一个进程所专用，是进程可以修改的部分

PCB：进程存在的唯一标志，它是记录进程在其生命期内状态变化的重要数据结构。包括以下内容：**进程标识符：**系统中的每一个进程都有一个唯一的标识符以便系统识别

当前状态：说明进程处于何种状态以作为进程调度的依据

现场保护区：当进程暂时不在 CPU 上运行时，要把 CPU 的状态保存下来，以使此进程在被再次调度时能恢复 CPU 现场，继续执行

存储指针：指出与该进程对应的程序和数据的内存地址

资源清单：说明该进程在运行时所需要的资源

进程优先数：它标志着进程要求 CPU 的急切程度，是系统调度进程的依据之一

通信信息：记录进程在运行过程中与其他进程通信的有关信息

族系关系：系统中的进程通常具有创建另一个进程的功能，创建进程被称为父进程，被创建进程被称为子进程，PCB 中应对本进程的父进程是谁，以及本进程又有哪些子进程等家族联系信息进行记录

队列指针：为便于对进程进行调度和管理，系统常把处于同一状态的进程的 PCB 链接在一起，从而形成各种状态队列。队列指针用于指示该进程所处的状态队列中下一个 PCB 的起始地址

2.2.4 进程的控制与调度

1、进程控制

进程控制主要表现在进程的建立、撤消及某些进程状态之间的转换等，它由操作系统中的一组原语来突现。原语是指由若干条机器指令构成的、用以实现某一特定功能的程序段，它在执行期间不能被打断。

用于进程控制的原语一般有以下几条：

》创建进程原语：主要任务是构建新进程的 PCB，其主要操作有：申请一个空闲的 PCB 并将有关信息填入该 PCB；为新进程的数据分配内存空间并初始化；为新进程的程序分配存储空间并装入该程序；将新进程的 PCB 插入就绪队列

》撤消进程原语：撤消进程原语一般由被撤消进程的父进程或祖先进程发出，进程自己不会撤消自己。撤消一个进程的主要操作有：根据调用者提供的进程检索出该进程的 PCB；进行进程撤消前的必要处理；收回该进程占用的资源；消去进程的 PCB

》阻塞原语：进程从运行状态到阻塞状态通过阻塞原语实现，其实现过程是中断 CPU，停止进程运行；将 CPU 现行状态保存到 PCB 的现场保护区；将进程置为阻塞状态并把它插入到等待队列中去

》唤醒原语：当造成阻塞的原因消除后，可用唤醒原语将进程从阻塞状态转变为就绪状态，唤醒原语的执行过程是：在等待队列中找到将被唤醒的进程；让该进程脱离等待队列，且置进程的现行状态为就绪状态；把该进程插入到就绪队列等待调度执行。

2、进程调度

》当就绪队列中进程的数目多于 CPU 的数目时就会出现多个进程争夺 CPU 的情况，进程

调度的任务是控制、协调进程对 CPU 的竞争，按照一定的调度算法动态地将 CPU 分配给就绪队列中的某一进程并使之运行。

》通常出现下述两种情况时，系统将转入进程调度：

一是占用 CPU 的进程因某些条件得不到满足而不得不进入阻塞状态；

二是由于时间片用完使运行的进程不得不进入就绪状态。

此外，进程的正常结束、中断处理等也可能会引起进程调度

》进程调度的主要功能：

！记录系统中各进程的情况，如进程状态、优先数、所用资源等，并将这些信息登记在各进程的 PCB 上；

！根据选定的进程调度算法确定让哪一个就绪进程获得 CPU 以及获得多长时间；

！执行 CPU 的分配工作，即把正处于运行状态而又不能或不准继续运行的进程改为阻塞或就绪状态，并把 CPU 的控制权交给选中的进程并使之运行。

》进程调度的关键是调度算法，进程调度算法应解决两个问题：一是当 CPU 空闲时把它分配给哪一个就绪进程；二是规定进程占有 CPU 的时间。后一个问题称为调度方式

调度方式通常有两种：不可抢占（不可剥夺）方式和可抢占（可剥夺）方式

常用进程调度算法：

！先进先出（FIFO）算法：按进程进入就绪队列的先后顺序，让最先入队的进程最先获得 CPU，显然这是一种不可抢占的调度算法

！时间片轮转（RR）算法：抢占式进程调度算法，适合于分时操作系统。实现轮转法的关键在于如何确定时间片的长度，对时间片长短的选择应从系统效率和响应时间两方面考虑。影响时间片长度设置的主要因素有系统响应时间、就绪进程的数目和计算机处理能力。

！最高优先数（HPF）算法：为每个进程确定一个优先数，进程调度时把 CPU 分配给就绪队列中具有最高优先数的进程。进程优先数的确定有静态优先数法和动态优先数法两种。静态优先数指在进程创建时就已确定下来的优先数，它在进程的整个生命期内不再变动。动态优先数指根据进程的某些动态特征而确定的优先数，它将随着进程特性和运行环境的变化而变化

2.2.5 线程的基本概念

1、线程是进程中的一个实体，是 CPU 调度和分派的基本单位。一个线程可以创建和撤消另一个线程，同一个进程中的多个线程之间可以并发执行，线程也有就绪、等待和运行三种基本状态。

2、线程的属性：

每个线程有一个唯一的标识符和一张线程描述表

不同的线程可以执行相同的程序

同一个进程中的各个线程共享该进程的内存地址空间

线程是处理器的独立调度单位，多个线程可以并发执行

一个线程被创建后便开始了它的生命周期，直至终止

2.2.6 进程通信

进程通信是指进程之间交换信息的现象。

1、临界资源：一次仅允许一个进程使用的资源

临界区：一个进程中访问临界资源的那段程序代码

系统中很多物理设备都属于临界资源，例如打印机、磁带机等。不仅硬件可以是临界资源，软件中的变量、数据、表格甚至文件等也可以是临界资源

2、进程的通信方式之一：互斥与同步

进程互斥：两个进程不能同时进入访问同一临界资源的临界区

进程同步：当两个进程配合完成某一任务时，常常会出现一个进程执行到某一步时必须等待另一个进程发来消息后才能继续运行下去。通常把这种某进程在未获得合作进程发来的消息之前一直等待，直到消息到来后才继续执行的进程间的合作关系称为进程的同步

3、信号量和 P、V 操作

在操作系统中，信号量是用来表示资源的物理量，它是一个与队列有关的整型变量，其值仅能由 P、V 操作改变。

信号量的定义：

信号量 S：S 是一个整型变量，且其初值非负；对信号量只能实施 P 操作和 V 操作，也只有这两种操作才能改变 S 的值；每一个信号量都与一个空或非空的等待队列相对应。

P、V 操作由原语实现

P 操作原语 P(S)的定义为：

$S=S-1$ 若 $S<0$ ，则阻塞当前的进程（即实施 P 操作），并将它插入到该信号量的等待队列中，调度另一个就绪进程运行；若 $S=0$ ，则当前进程继续运行

V 操作原语 V(S)的定义为：

$S=S+1$ 若 $S>0$ ，则从该信号量的等待队列中移出一个进程，使其由阻塞状态变为就绪状态，并把它插入到就绪队列，当前进程继续运行。

利用信号量可实现进程互斥、同步

4、进程的通信方式之二：消息通信

进程通信时交换的信息量可多可少，少则仅是一些状态信息和少量数据，称这种通信为低级通信；多则可有成百上千个数据，称这种通信为高级通信。同步与互斥属于低级通信，高级通信称为消息通信，实现消息通信的方法很多，如消息缓冲、信箱、管道、共享存储区等，它们大多要涉及存储管理、文件管理等，实现比较复杂。

消息缓冲通信：在消息缓冲通信中，把一组信息称为一个消息。消息缓冲被分成多个消息缓冲区，每个缓冲区可存放一个消息。当一个进程需要发送消息时，先向系统申请一个缓冲区，写入消息后将此缓冲区连接到连接到接收进程的 PCB 所指示的消息队列上，然后通知接收进程。接收进程在适当的时候从队列中取走消息，并释放缓冲区，交回系统管理

管道通信：管道是连接两个进程的一个打开的共享文件。一个进程从管道的一端写入数据，另一个进程从管道的另一端读取数据。管道通信与消息通信有三点不同：管道通信以文件为传输介质，可以进行大批量的数据传输；管道通信以自然的方式向管道写入数据或从管道取出数据，不必以消息为单位；管道通信以先进先出方式工作，即先写入的数据先被读取。

信箱通信：信箱用来存放信件，信箱通信有单向信箱通信和双向信箱通信两种。在双向信箱通信中，发送进程通常要求接收进程予以回答。为实现信箱通信必须提供相应的原语，如创建信箱原语、撤消信箱原语、连接原语、发送原语和接收原语等。

2.2.7 死锁：

1、计算机系统中两个或多个进程无限期地等待永远不会发生的事件而产生的一种状态。

2、死锁是由于进程竞争资源而引起的一种现象，因此有必要进一步明确资源的使用性质。

现代操作系统使用的资源类型十分丰富，从使用角度出发可把资源分成以下几类：

可抢占资源和不可抢占资源、共享资源和独享资源、永久性资源和临时性资源

3、四个产生死锁的必要条件：

互斥条件（一个资源每次只能被一个进程所使用）；

不可抢占条件（一个资源只能被占有它的进程释放，而不能被别的进程强行抢占）；

部分分配条件（一个进程已占有了分配给它的一些资源，但仍要求系统中其他的资源）

循环等待条件（系统中若干进程之间形成了一种循环等待资源的关系，第一个进程占用了第二个进程所需要的资源，第二个进程占用了第三个进程所需要的资源，依次类推，最后一个

进程又占用了第一个进程所需要的资源)

以上是产生死锁的必要条件，即系统一旦发生死锁，上述条件必然成立。反之只要上述条件之一不成立，死锁就不会发生。

4、死锁处理：

对死锁的处理有三个方面：

A、死锁预防：破坏产生死锁的条件，要想破坏第一、二个必要条件有时是很困难的，甚至是不可能的，通常的死锁预防方法有：**预先静态分配法**（每个进程预先说明自己所需要的全部资源，仅当某进程的全部资源要求都得到满足时，系统才一次性地把资源分配给它，该进程在运行过程中将一直占有这些资源直到运行结束时才释放它们，它破坏了产生死锁的第三个条件）、**有序资源分配法**（该方法不要求对进程所需要资源一次性完成分配，而是允许进程在运行过程中申请资源。但对进程请求资源的顺序给出了一定的限制，其目的是破坏产生死锁的第四个条件）

B、死锁检测：通过某种死锁检测手段检查系统中是否存在死锁，并标出哪些进程和资源与死锁有牵连

C、死锁恢复：当发现系统中存在死锁时，可采用撤消进程或挂起进程的办法使系统从死锁中解脱出来

2.3 存储管理

对计算机内部存储器的管理是操作系统最重要的功能之一，其目的是合理地利用内存空间并方便用户使用，在采用多道程序设计技术的系统中，操作系统的存储管理具有以下功能：

存储分配：为程序分配内存，并使多道程序共享内存，内存管理应根据适当的分配策略，找出足够的内存空闲区域分配给申请者，并负责回收程序使用完毕后释放的内存区域

地址变换：程序在内存中可以连续存放，也可以被划分成若干块不连续存放。在不连续存放时，程序块的划分可事先进行，也可以动态进行。各种存储分配方案都与软件和硬件的地址变换技术和地址变换机制密切相关

存储保护：防止用户的程序错误地破坏系统程序，同时防止各程序之间的互相干扰和破坏

存储扩充：利用存储管理软件为用户程序提供一个比实际内存空间更大的存储空间，即所谓的虚拟存储技术

各种操作系统之间最明显的区别之一在于它们采用的存储管理方案的不同。存储管理方案基本上有四种，即**分区管理、页式管理、段式管理和段页管理**

2.3.1 存储管理基本概念

1、实存储器和虚存储器

A、实存储器是在计算机系统中配置的实际物理存储器，它通常有三类：

内存储器（主存储器）：能接收和保护数据，并且 CPU 能根据指令直接存取这些数据的装置

辅助存储器（外存储器）：为弥补内存容量的不足而使用的一种信息存储设备

缓存（高速缓存 Cache）：处于内存与 CPU 之间的高速小容量存储器

B、虚存储器：虚存储器有两层含义：一是指由用户程序指令的逻辑地址构成的空间，即地址空间。由于这个空间并非由实际的存储单元组成，而是一种逻辑意义中的空间，所以称其为虚拟存储器。二是指在内存容量不够大的计算机系统中，为了给用户提供更大的随机访问空间而采用的一种设计技能，它采用内、外存自动调度的方法构成虚拟存储器

2、逻辑地址和物理地址

用户源程序经过编译或汇编后形成的目标代码，通常称为**相对地址**，即目标程序的首地址总为零，其他指令中的地址都是相对于首地址而定的。相对地址也称为**逻辑地址或虚拟地址**，逻辑地址不是内存的物理地址，不能用逻辑地址到内存中存取信息，一个作业的所有逻辑地

址组成的空间称为**逻辑地址空间或地址空间**

物理地址（又称**绝对地址**）是内存中各存储单元的编号，是存储器的真实地址。通常把内存中全部存储单元的集合称为**物理地址空间或存储空间**

3、地址重定位

地址重定位（或称**地址映射**）是一个地址转换过程，即把作业地址空间中使用的逻辑地址变换为内存中物理地址的过程。按照重定位的机制不同可分为**静态重定位**和**动态重定位**，静态重定位在用户目标程序被装入内存的过程中实现逻辑地址到物理地址的转换。这种转换一旦完成，在程序的运行过程中就不再改变。动态重定位在程序运行期间每当访问内存时才进行地址变换。

2.3.2 分区存储管理

多道程序系统中采用的一种最简单的存储管理方法，它把系统内存划分为若干个分区，每个作业被连续地存放在一个分区之内，为保证各个作业互不干扰，需要由硬件提供必要的保护手段，分区存储管理主要有固定式分区和可变式分区两种。

1、固定式分区：在该方式下，对内存的划分在作业装入之前已经完成。尽管分区的长度可以不同，但分区的个数、每个分区的长度及位置是固定的。分区的划分可以由操作人员完成，也可以通过操作系统完成。分区一旦划好，在系统的整个运行期间就不再改变，因此又称为**静态分区**

2、可变式分区：在作业装入过程中对内存进行分区，使分区的大小正好适合作业的需要。由于分区的个数和大小不是事先划定的，而是根据装入的作业动态划分的，故其又叫**动态分区**。为实现可变式分区管理，必须解决**内存占用情况的记录、存储空间的分配和回收算法**等问题。对**内存空间的占用情况**可以用一些表格加以记录，而对**内存空间的分配**则常常采用以下三种算法：

A、最先适应算法：按照某一次序检查内存中的空白区，把第一个遇到的能满足申请容量要求的空白区一分为二，一部分分配给申请者，剩下的部分作为新的空白区

B、最佳适应算法：按照某一次序依次检查所有空白区，找出满足申请容量要求并且最小的空白区将其分配

C、最坏适应算法：找出能满足申请容量要求的最大空白区并分配

存储空间释放算法一般比较简单，如果释放的空间与其他空白区相邻，将把它们合并为一个新的、更大的空白区。

用可变式分区法实现存储管理时，内存存在经过多次随机分配、释放后会出现一些无法利用的小空白区，俗称“零头”或“碎片”，零头的存在降低了内存的利用率。为解决零头问题，可采用移动作业使空白区集中的方法，称这种技术为**分区紧缩或分区并接**。当然，作业在内存中移动后，为保证其在新的内存位置上能继续正确运行，还必须进行地址重定位。

3、多重分区分配：通常一个作业由若干个相对独立的程序段和数据段组成，可把这些程序段、数据段分配到若干个不连续的分区中，这种给作业分配一个以上分区的方法称为**多重分区分配**

2.3.3 页式存储管理

1、内存分配

页式存储管理的特点是把内存空间划分成一些大小相同、位置固定的小区域，这些小区域被称为**块**；同样，把作业的地址空间划分为若干个与块同样大小的片段，则称这些片段为**页**。对块和页从零开始顺序编号，分别称为**块号**和**页号**，对于一个有 m 页的作业可以为它分配 m 个块，每块装入一页。分配给作业的块不要求必须连续，并且一个作业的全部页也不必一定全部装入内存。在作业运行过程中动态装入页式存储管理被称为**请求（动态）页式管理**，在作业运行前就将整个作业全部装入内存的页式存储管理为**简单（静态）页式管**

理。请求页式管理为用户提供一个比实际内存大得多的空间，所以它是一种虚拟存储技术。

2、页表

在分页系统中，为保证连续地址空间上的作业能在不连续的存储空间中正确运行，需要解决作业逻辑地址到物理地址的转换问题。为此，可在内存中固定区域为每个作业设置一个页表，页表中的每一个表目与作业的一个页相对应，它登记了相应页的页号状态（是否已在内存）及其在内存中的块号（如果该页在内存）等。

在程序运行过程中，每当访问内存之前，系统都要通过页表的表目来实现逻辑地址到物理地址的变换。因此，每个页表的表目实际上都是一个动态重定位机构。

为方便地址转换，块的大小一般选为 2 的幂，这样，内存中任何一个单元的地址均分成两部分，即块号和块内相对地址。

3、快表

为提高页表速度，在地址变换机构中可加入一个高速、小容量的相连存储器，以此构成一张“快表”。快表中存放作业运行过程中最常使用页的页号及其对应的块号。由于相连存储器具有并行查找能力，当输入的信息与一个单元的某一部分字段相匹配时，该单元的其他字段可被立即输出，所以，其查找速度非常快。在配备了快表的系统中进行地址变换时，逻辑地址中的页号 P 与快表中所有单元的页号字段相比较，匹配单元中的块号 D 被自动输出，将 P 与 D 拼接即形成了物理地址。系统在查找快表的同时，也在对页表进行查找。若快表中有匹配的单元，则对页表的查找立即停止，否则需从页表中取 D。在完成 P 与 D 拼接的同时，将该页表表目中的相关内容写入快表以备用。

4、缺页中断处理

当在页表中查出某页不在内存时，将产生一个缺页中断。缺页中断使系统停止运行用户作业，而转入缺页中断处理程序。如果内存中有空白块，则可直接将所需的页调入内存，在修改页表中相应的表目之后，从被中断的指令继续执行。如果内存中已无空白块，则必须从已在内存的页中选择一页，淘汰到外存，以便为当前需要的页腾出内存空间。

5、页面淘汰算法

把在内、外存之间频繁地调入调出页面的现象称为“抖动”，抖动对系统的效率影响很大。

常用页面淘汰算法：

先进先出（FIFO）算法：总是淘汰在内存中驻留时间最长的那一页

最近最久未用（LRU）算法：淘汰最近最久未被访问过的一页

最不经常使用（LFU）算法：淘汰最不经常使用的一页

最优（OPT）算法：淘汰将来再也不被访问或是最晚才被访问的一页。这是最好的淘汰算法，但实现起来非常困难。

2.3.4 段式存储管理

段式存储管理按作业的逻辑单位——段来分配内存，它同样可以提供虚存储器，而且缺段中断比缺页中断更合理更有效，分段存储反映了程序的逻辑结构，因此方便了用户设计程序。

1、内存分配：

在段式管理中，作业地址空间按作业本身内在的逻辑关系划分成若干段，每段是一个首地址为零的线性地址空间，它包含着逻辑意义完整的一组信息。

段式地址空间的逻辑地址由两部分组成，即段号 S 和段内地址 W。

段式存储管理以段为单位分配内存，每个段被分配到一个连续的内存区，由于各段的长度不等，所以各段对应的存储区大小也不一样。作业各段的存储区不要求连续，而且每段可以在运行过程中根据需要动态地装入内存。

2、段表：

在段式管理中，系统在内存的系统区域内为每个运行作业建立一张记录该作业各段情况的段

表，用来实现动态地址转换和程序保护。段表在作业调度成功后由系统建立，它将随作业的撤销而删除。作业地址空间中的每一段在段表中占有一个表目，每个段表表目中包括段号、状态（段是否已在内存）、段起始物理地址等信息。把段地址空间中的二维地址转换成实际的内存地址采用的也是动态重定位技术。

2.3.5 段页式存储管理

将用户作业按逻辑意义分段，每段再划分成大小相同的页，内存空间划分成与页同样大小的块，并以块作为分配内存的单位。这样，作业的一个分段在内存中不必连续有效，也不必一次全部装入。

段页式系统中，作业地址空间的逻辑地址由段号 S、页号 P 和页内地址 D 三部分组成。段页式管理的缺点是增加了硬件和系统的开销。然而，它无论是在方便用户设计程序方面，还是在提高内存利用率方面都很好地体现了存储管理的目标。

2.4 设备管理

对计算机系统中除 CPU 和内存以外的输入/输出设备及其支持设备(系统外部设备)的管理。

1、设备分类：

按设备的从属关系分类：**系统设备、用户设备**

按资源分配分类：**独享设备、共享设备、虚拟设备**（通过在一台物理设备上模拟另一台物理设备的技术，把原来独享的设备改造成为多个用户所共享的设备。换言之，即把一台实际的物理设备改造成多台虚拟的同类设备）

按设备上数据的组织方式分类：**块设备**（以数据块为单位组织和传送数据的设备，如磁盘、磁带等。块设备通常被用来保存信息，因此也称它为**存储设备**）、**字符设备**（以单位字符为单位传送信息的设备，如终端、打印机等。字符设备一般接收来自计算机外部的信息或把计算机内部的信息传送到计算机外部，因此又称它为**输入/输出设备**）

2、管理的任务和功能

设备管理任务：

A、提高外围设备的使用效率，即尽量提高 CPU 与 I/O 设备的并行操作速度，使外围设备资源得到更充分的利用；

B、为用户提供一个统一、方便的界面

设备管理程序应具有的功能： **设备分配、缓冲区管理、实现物理 I/O 操作**

2.4.2 设备的控制方式

CPU 对设备的控制主要有四种方式：循环测试方式、中断控制方式、直接存储器访问方式、通道控制方式

1、**循环测试方式：**CPU 在进行每一次的输入/输出操作前，都必须对外部设备的状态进行检测。当设备已经准备就绪时，则执行输入/输出操作；如果设备没有准备就绪，则反复测试，直到设备空闲再发出输入/输出指令。缺点：CPU 把大量时间花费在反复对外设状态的检测上，CPU 的利用率很低，这是一种极大的浪费

2、**中断控制方式：**设备中断被引入后，外围设备具有主动向 CPU 发送消息的能力。CPU 不必反复地测试外设的状态，而是在启动了输入输出以后，就可以去执行另外一段程序或继续执行原先程序，只有在设备空闲下来、通过中断通知 CPU 后，CPU 才在适当时机进行处理。这样，CPU 的利用率得到提高，从宏观上看 CPU 与外设是并行工作的

3、**直接存储器访问方式：**DMA（direct memory access）采用硬件控制器执行 I/O 数据交换，无需 CPU 干预，这种控制器叫做 DMA 控制器，用它来实现外设与主存间的数据交换。其工作特点为：a、CPU 与 DMA 并行工作，这就排除了因并行操作设备过多时，CPU 来不及处理或速度不匹配而造成数据丢失等现象；b、成批地传送数据，只有在所要求传送的数

据块全部传送结束后才要求 CPU 进行中断处理，这就大大地减少了 CPU 进行中断处理的次数。

4、通道控制方式：通道是一种独立于 CPU 的专门用于完成 I/O 操作的方式。当通道接收 CPU 的命令后，通过独立执行自己的通道程序，来实现外围设备与内存之间的信息传送。在任务完成后，发出中断信号，请求 CPU 进行结束处理。通道方式进一步减轻了 CPU 的工作负担，增加了计算机系统的并行工作能力。在现代计算机系统中，通道通常有三种类型，它们是：字节多路通道、选择通道、成组多路通道

2.4.3 缓冲技术

硬件缓冲：以专用的寄存器作为缓冲器

软件缓冲：在操作系统的管理下，把内存中的若干个单元划分为缓冲区

根据缓冲区设置个数的多少缓冲区又分为单缓冲、双缓冲、多重缓冲三种

2.4.4 设备分配

设备分配的任务是按照一定的算法将设备及有关资源分配给申请者进程，设备分配策略有独占、共享和虚拟三种。

1、独占方式：对于像打印机和磁带机这样的慢速设备，在使用前需要人工干预且又是顺序存取，通常都是采用独占分配方式。独占分配方式又分为静态分配方式和动态分配方式两种。静态分配时，设备分配在作业运行之前进行，直到作业运行结束后系统才把设备收回。动态分配时，设备分配被推迟到进程真正使用某设备时进行，一旦设备使用完毕，被立即收回，而不管整个进程是否结束。

独占方式采用的设备分配算法有：先来先服务法、最高优先数法。

特点：对用户来说，独占方式很方便，但是它的资源浪费比较严重，而且在实施动态分配方式时，还要考虑系统的安全性，以避免由于设备分配不当而导致的死锁。

2、共享方式：像磁盘这样的设备不仅容量大，而且还可实现直接存取，因此他们有必要也有可能为多个用户作业所共享。用户对共享设备的使用往往通过文件系统进行。用户将自己的信息以文件的形式存放在共享设备上，当需要时可以按名称对它们进行存取。

3、虚拟方式：为了改善慢速设备的性能提出了设备虚拟技术。设备虚拟指用一台高速的共享设备模拟低速的独享设备，使独享设备转变成共享设备从而提高设备利用率。

设备虚拟最常用的是 SPOOLING 系统的工作原理和设备分配特点。假设系统的某台打印机采用了虚拟设备技术，当有进程要求打印机输出结果时，SPOOLING 系统负责控制打印机依次将队列中的文件打印输出。由此可见，申请打印的用户进程并未真正分得打印机，它只是得到了共享设备中的一个存储区即虚拟设备。在 SPOOLING 系统中，从用户角度看，它好像是独占了一台速度很快的打印机；而从系统角度看，同一台打印机好像可以分别为每个用户服务。另外，由于虚拟设备上的文件是在 SPOOLING 系统的调度下依次打印输出，所以提高了打印机的使用效率。

2.4.5 设备管理程序

设备管理程序主要包括设备分配程序和设备处理程序

1、设备分配程序：

设备分配程序按照一定的分配策略把设备分配给向 CPU 提出 I/O 请求的进程。为确保 CPU 与设备之间的通信，在分配设备的同时，还需要分配相应的控制器和通道。

在对设备进行分配和控制时需要借助一些表格，它们登记了系统中有关设备、控制器、通道的状态信息等，常用的基本表格有：

系统设备表（SDT）：它记录了系统中所拥有的全部 I/O 设备，每个设备在表中占有一个表目

设备控制表（DCT）：系统为每一台设备设置了一个设备控制表，它记录了设备的特性、使

用状态等信息。

控制器表 (COCT): 该表记录了每个控制器的情况

通道表 (CHCT): 该表记录了每个通道的情况

当系统具备了上述数据结构并且确定了一定的分配原则后, 就可以为提出 I/O 请求的进程分配设备。分配时系统首先检查系统设备表, 看有没有要求的设备, 若有, 则从设备控制表中找出找出一个不忙的设备预分配给进程。然后再从控制表中找出可分配的控制器, 从通道表中找出空闲的通道。若以上工作均顺利实现则分配成功, 在把相应的设备、控制器、通道分配给进程后就可以启动设备进行 I/O 操作了。

2、设备处理程序

设备处理程序在设备分配的基础上实现真正的输入/输出操作, 它由设备驱动程序和中断处理程序两部分组成

设备驱动程序: 负责接收和分析从设备分配程序传来的地址以及设备控制表中的信息。结合设备的物理特性, 进行信息格式的转换, 使信息转换成设备能够执行的形式, 然后驱动设备进行 I/O 操作。

设备中断处理程序: 外部设备进行 I/O 操作时, 设备或通道通过向 CPU 发出中断请求来报告其工作情况, 设备中断程序负责完成对中断请求的处理

2.5 文件管理

文件管理是对计算机系统中软件资源的管理, 是操作系统中最直接可见的部分, 与用户的关系也最为密切。文件管理系统是计算机组织、存取和保存信息的重要手段。

2.5.1 文件管理概述

1、文件和文件系统

文件: 在操作系统中, 文件指一个具有符号名的一组相关元素的有序集合。文件是操作系统进行信息管理的基本单位。文件可由若干个记录组成, 记录是一些相关的信息项的集合, 是用户存取文件的基本单位。

文件系统: 操作系统提供的与文件管理有关的软件、被管理的文件以及实施管理所涉及的一些数据结构的总体。通过文件系统方式来管理各种软件资源及其他信息, 主要有以下优点:

使用方便 (用户既不需要考虑文件存储空间分配, 也不用牢记文件所存放的物理位置, 因为文件系统实现的是“按名存取”)

安全性 (文件系统提供各种安全措施, 如规定文件为“只读”等, 以防范无意或恶意的破坏)

统一性 (用户能够用统一的虚拟输入/输出指令来存取各种存储存储媒体上的文件)

一个理想的文件系统必须完成下列工作:

! 必须对磁盘等辅助存储器进行统一的管理, 以便合理地存放文件

! 为了实施“按名存取”, 应该有一个用户可见的文件逻辑结构, 让用户能够根据文件逻辑结构所给予的方式存取和加工信息

! 文件在存储设备上应该按照合理的顺序存放, 以利于进行信息的存放和加工

! 具有对存放在存储设备上的文件信息进行查找的功能

! 实现文件的共享, 提供可靠的文件保护和保密措施

2、文件的分类

A、按文件的性质和用途分类: **系统文件** (操作系统和其他系统程序信息所组成的文件称为系统文件, 这类文件用来对计算机资源进行管理、维护和监控, 只能由操作系统调用)、**库文件** (由标准子程序和使用程序软件包组成的文件称为库文件, 这类文件是用户使用的程序软件, 用户可以随意调用但不允许修改)、**用户文件** (属于用户但委托给系统保存的文件,

如用户的源程序、可执行文件等)

B、按文件的物理结构分类：**连续文件**（一个连续的文件信息存放在辅助存储器连续的块中）、**串联文件**（文件的信息存放在辅助存储器不连续的块中，但每块之间有指针链接）、**索引文件**（文件信息存放在辅助存储器不连续的块中，它们的顺序由索引表指出）

C、按文件的逻辑结构分类：**有结构文件**（文件由若干个记录构成，又称为记录式文件）、**无结构文件**（文件由无结构的字符流构成，又称为流式文件）

D、按文件的存取方式分类：**顺序存取文件**（对文件的存取按照文件记录的先后次序进行）、**随机存取文件**（可以按照任何次序对文件中的某一个记录直接存取）

E、按文件的保护级别分类：**只读文件**（只允许查看，不能进行写操作的文件）、**读写文件**（允许查看和修改）、**可执行文件**（允许用户调用执行，但不许读和写的文件）、**不保护文件**（没有任何保护级别的文件）

2.5.2 文件结构和存取方式

对于任何一个文件，都存在两种形式的结构，即文件的逻辑结构和文件的物理结构，文件的逻辑结构是从用户角度所看到的文件组织形式；文件的物理结构是文件在外存上的存储组织形式，又称为文件的存储结构

1、文件的逻辑结构

操作系统中的文件的逻辑结构通常有两种：记录式的有结构文件和流式的无结构文件

记录式结构文件中，所有记录常常描述的是同一个实体，有着相同的数据项，文件的长度用记录数目表示。

流式文件中，其长度是以字节为单位，如源程序、可执行程序 and 库函数等，访问它时是利用读写指针来指出下一个要访问的字符的

2、文件的物理结构：

连续文件结构、串联文件结构、索引文件结构

连续文件结构：

最简单的文件结构形式，它把一个逻辑上连续的文件信息存放在一个连续的物理块中。

特点》知道文件存储的起始地址和长度，可以快速找到所需的记录。

串联文件结构：

将文件分别存放在物理介质的不同块中，每块之间通过指针取得联系。

特点》对某一记录的插入或删除比较方便，用户不必事先说明文件的最大长度。

连续文件结构和串联文件结构都适用于顺序存取方式。

索引文件结构：

系统为每一个文件建立一个索引表，表中包含每个记录的长度、逻辑记录号和它在辅助存储器中的位置，便于随机存取。

3、文件存取方式：

方式：顺序存取、随机存取

目的：籍此来追加、修改和搜索文件

顺序存取：

按照文件的逻辑地址顺序存取

对于记录式文件》在上一次存取的基础上顺序存取下一个记录

对于流式文件》按读/写指针的当前位置顺序存取文件

随机存取：

以任意次序直接存取文件中的某一个记录

对于流式文件》需要将读/写指针调整到将要访问的位置上

对于复杂的文件系统（数据库管理系统等）》按关键字存取：文件的存取依据给定的关键字

或记录名进行，第一步是检索到所需存取的记录的逻辑位置，然后转换到相应的物理位置进行存取。

2.5.3 文件目录管理

！系统为所有存入的文件建立一个从文件名到文件存储地址的映射，实现“按名”存取文件

！映射信息和其他管理信息组成了**文件的说明**，这个说明称为**文件控制块**

！用户存取某一文件时，系统通过文件的控制块，得到所在的物理位置以完成操作，文件控制的有序集合称为**文件目录**。文件目录提供了用户与文件系统之间的接口，文件目录的结构形式按系统的大小分为一级目录、二级目录和多级目录

1、一级目录结构：

》最简单的目录结构。

》将整个文件系统的所有文件的控制集成一张目录表，每一个文件占一个表项，其中包含文件名、物理位置和文件说明。每建立一个文件，就在目录表中增加一个控制块；撤销一个文件，就从表中清除相应的控制块。

》缺点：查找速度慢、不允许重名、不便于实现文件共享

2、二级文件目录结构：

》这种文件结构除系统主目录外，还为每一个用户提供了一个用户文件子目录，每一个用户文件子目录在主目录中占一个目录项，该目录项提供了各子目录的物理地址。

》克服了一级目录的缺点，提高了检索目录的速度，解决了重名冲突，不同的用户可以利用不同的文件名访问一个共享文件

3、多级文件目录结构

》多级目录结构又称为**树形目录结构**，其中任何一级的目录项可以是下一级目录，也可以是一个具体的文件，主文件目录也称为**根目录**

》在树形目录结构中，从根目录到某一个具体的文件只有唯一的一条路径，在该路径上从树的主目录开始的全部目录名和文件名用“/”连接起来，这样就构成了访问该文件的**路径**

》为避免访问每一个文件都要用从根目录开始的全路径名，引入**当前目录**，当前目录又叫**工作目录**，是用户指定的一个目录，进程对各文件的访问都相对于当前目录进行，当所要查找的文件离当前目录很近时，则路径很短，搜索速度更快

2.5.4 文件管理系统的重要任务

》文件管理系统的重要任务之一就是**存储空间的管理**，只有有效地进行存储空间管理，才能实现文件的按名存取和为用户提供共享文件存储设备的功能。

》文件存储空间的管理主要是针对外存的分配和回收，因为外存是以块为单位进行信息存储和交换的，所以对外存空间的管理实际上是对外存空闲块的管理。

》常用方法：空闲文件目录法、空闲块链法、位示图法

1、空闲文件目录法：

》空闲文件目录法将外设中连续分配的区称为“空白文件”，系统为所有的空白文件建立一个目录，目录项中的内容包括空白块的起始块号和空白块数目。所有目录项按地址大小排序。

》系统为文件分配空闲块时，依次扫描空闲文件目录项，直到找到合适的空闲区域进行分配，然后修改空闲文件目录，当用户撤销一个文件时，系统就收回该文件空间

2、空闲块链法

空闲块链法将所有的空闲块按照一定的方式链接在一起，当申请者需要空闲块时，分配程序从链表上选取合适的空闲块分配给它；反之，当回收空闲块时，也将其逐个链入表中，这种管理方法节省内存、简单可靠，但 i/o 操作多、效率低

3、位示图法

系统为文件存储空间建立一张位示图，反映整个存储空间的分配情况，其中每一位对应一个

物理块。系统一般在内存中划出若干个字节存放位示图，其空间通常比较小。利用位示图分配内存时，只要查找到位示图的“0”位，分配对应的空闲块，并将它在位示图中置“1”。同样的，回收将“1”变为“0”即可。

2.5.5 文件的共享与文件系统的安全性

1、文件的共享：不同的用户之间共同使用系统中的某些文件

实现文件共享的基本思想：用某种策略使共享者取得共享文件在外存中的物理位置，达到对共享文件实行存取操作的目的

一种方法是：在文件目录一级上实现连接，被连接的目录及其子目录的全部文件都是共享对象。由于连接是在目录一级上实现，只要不解除连接，共享就一直存在，与被共享文件是否被利用无关。

另一种方法是：在文件打开时才建立，也就是不同的用户或进程可以打开同一个共享文件，当进程关闭某一个共享文件时，表示该进程对这个共享文件不再拥有共享

2、文件的保护与保密

文件的保护是防止用户对文件的非法操作而产生破坏。**文件的保密**是指用户只能对文件进行标准的存取操作、文件共享。文件的保护和保密是一个问题的两个方面，只有解决了文件的保护和保密问题，才能有效地实施文件的共享。实现保护和保密的方法有多种，常用的有**存取控制矩阵、存取控制表以及口令等**

2.5.6 文件的使用

1、**建立文件**：当用户要求将一批信息作为文件存放到外存储器中时，就需要使用该命令在指定的存储器上建立文件。用户需要向系统提供的参数包括：文件名、设备号、说明及文件控制属性。系统根据用户提供的参数为该文件建立一个控制块，并在文件目录上增加一新表目。

2、**打开文件**：打开文件是为用户访问文件做准备。用户在对文件进行任何操作以前，先用打开文件命令将文件目录内容读入内存中的活动文件目录中。在进行存取操作时，就能从内存中的活动文件目录中得到文件的有关信息，提高访问速度。

3、**读文件**：读文件是将打开文件中的信息从外存储器中读入内存的用户区。

4、**写文件**：当用户需要对文件进行插入、增加和更新操作时，用写命令将相应信息写入指定文件。

5、**关闭文件**：当不再使用文件时，用户必须将它关闭，系统将撤消该文件在内存活动文件目录中的相应表目，并检查在文件打开期间表目中的内容有无变化，若有则要把更新的表目内容写回文件存储器上的相应表目中。关闭后的文件若要进行存取操作，必须再次打开后才能进行。

6、**撤消文件**：当文件已经不再需要时，可以通过撤消命令将此文件从系统中删除，这时系统的主要任务是收回该文件占用的所有资源，收回文件控制块

2.6 作业管理

操作系统是计算机与用户之间的接口，作业管理是操作系统与用户最主要的界面。

一个用户要使用计算机进行运算时，通常分两步进行，首先编写程序，然后将程序提交给计算机运行。用户在编程中是通过系统调用命令来获得操作系统提供的支持；在程序运行中，操作系统通过作业级的支持使用户能使用各种操作命令，控制作业的运行，通常称之为**操作系统与用户的两种接口，即程序级用户接口和作业级用户接口。**

1、程序级用户接口（系统调用）

系统调用是操作系统提供给编程人员的唯一接口，它使用户能在程序中调用操作系统所提供的一些子功能，这些功能分别由一个或多个程序来完成。编程人员利用系统调用命令向操作

系统提出各种资源需求和服务要求。系统调用命令是作为扩充机器指令，为增加系统功能、方便用户而提供的，因此在一些计算机中又称为“广义指令”。系统调用大致可分为文件管理、设备管理、进程控制、进程通信和存储管理几个部分。不同的操作系统提供的系统调用命令是不相同的

2、作业级用户接口

一个作业实体包括**用户程序、数据及作业控制信息**三个部分。为方便用户组织和控制作业的运行，操作系统提供了一些操作命令，这些命令是操作系统作业控制级的用户接口，又可将它们分为联机用户接口和脱机用户接口

联机用户接口：交互式用户接口，由一级键盘操作命令组成，联机用户通过终端输入操作命令，系统每接到一条命令就立即解释并执行。执行完毕后，系统又等待用户敲入下一条命令，直到作业完成。

脱机用户接口：批处理用户接口，是由一组作业控制命令组成。是指用户在作业运行以前，用操作系统提供的作业控制语言来描述对作业运行的控制意图并告知系统，系统据此对作业的运行进行控制，而不再需要用户的干预

2.6.2 作业控制

作业控制是在操作系统的支持下，用户如何组织作业并控制作业运行。作业控制可以分为**联机作业控制方式和脱机作业控制方式**

联机作业控制方式：采用人机对话的交互方式来控制作业的运行。用户通过终端输入一条命令，系统接收、解释并执行。同时，用户也通过相应的设备（如终端屏幕），及时了解作业运行情况和系统的状态。在联机控制方式下，操作系统提供的键盘操作命令大致可分为：编辑命令、文件管理命令、编译命令、汇编命令、连接命令、调试命令、系统管理命令等，联机控制方式下的命令驱动方式直接、灵活，缺点是用户需记住每一条指令的格式和功能

脱机作业控制方式：用户根据自己对作业的控制意图，用操作系统提供的作业控制语言进行描述，将这些控制信息、程序和数据统一告诉系统，系统再逐条解释并控制作业运行，期间不再需要用户的干预。脱机作业控制语言大致包括：作业描述语言、资源语言、执行语言、作业流程控制语言等。这种控制方式提高了系统的运行效率，缺点是由于用户不能对他的作业进行干预而缺乏灵活性。各种操作系统提供的作业控制语言在语言格式、种类和实现功能方面各不相同。

2.6.3 作业调度

作业调度由作业调度程序来完成。它的功能是依据一定的算法在若干个作业中选择作业，为其分配资源，建立相关进程，再交给进程调度程序去调度执行，当作业运行完毕后，收回该作业的全部资源，输出有关该作业的处理结果

1、作业的状态

一个作业从提交给系统到运行结束整个周期中，要经过四种状态的变迁，即提交状态、后备状态、执行状态、完成状态

提交状态：用户将作业输入设备提交给系统，这个阶段称为提交状态。由于这里的输入过程是一种临时性状态，所以处于这个状态的作业不会被调度程序选中

后备状态：作业收容状态，用户将作业提交完毕，作业输入程序将全部信息存入辅存，负责为其建立一个作业控制块，并把它加入到后备作业队伍中，等候作业调度程序调度

执行状态：当后备作业被作业调度程序选中，且分配了必要的资源，创建了相应的进程后，该作业就进入了运行状态。此时的调度工作将由作业调度阶段进入进程调度阶段，系统按一定的算法使若干个进程在 CPU 上运行

完成状态：当作业运行完成后，系统将其作业控制块从运行作业队列中除去，并收回所占用的各种资源。此时，作业处于完成状态。

2、作业调度算法有以下几种：

先来先服务：依据作业进入系统的时间顺序选取作业，先提交给系统作业先服务

最短作业优先法：按照作业所需要的运行时间来选择作业，即总是选取运行时间最短的作业。这种方法需要先知道作业的运行时间，要精确地知道一个作业的运行时间是不容易的，通常是一个估算值。

最高响应比作业优先法：将响应比优先最高的作业提交给系统

优先数算法：系统或用户根据一定的原则为每个作业指定一个优先数，作业调度依据优先顺序提交优先数最高的作业

2.7 UNIX 操作系统

UNIX 操作系统是一个通用、多用户分时、交互型的操作系统，自 1969 年贝尔实验室研究成功以后，迄今已有 40 多年的历史，广泛地应用于微型机、大型机等各类计算机中。目前，UNIX 操作系统已经成为 16 位和 32 位计算机事实上的多用户操作系统标准。

2.7.1 UNIX 操作系统的基本特征

UNIX 是多用户多任务的操作系统，它提供的多用户环境可支持若干个用户同时使用一台计算机提供的分时多任务环境，使每个用户都可以同时执行若干个进程

该系统主要用 C 语言书写，因而易读、易懂、便于修改和移植，被认为是目前移植性最好的操作系统

UNIX 提供了精选的、丰富的系统功能，这些功能使用户能够简洁快速地完成许多在其他操作系统环境下无法实现的工作。它是目前系统功能最丰富的操作系统

2.7.2 UNIX 操作系统的基本结构：

UNIX 操作系统基本上可以分为核心程序和核外程序两大部分。核外程序由用户程序和系统提供的服务构成。通常所说的 UNIX 程序操作系统是指它的核心程序，由存储管理、进程管理、设备管理和文件管理等几个部分组成

2.7.3 UNIX 的系统功能

1、存储管理

UNIX 存储管理的对象分为两类：一类是内存中除了 UNIX 代码以及输入输出页所占区域之外的部分；另一类是在磁盘上专门开辟的交换区。UNIX 系统的存储管理包括三个方面的功能：！进程映像的装配，即将进程映像在虚拟空间和物理空间进行装配

！实现用户的虚拟空间到内存物理空间的映射

！根据进程的需要进行存储器的分配和释放

2、进程管理

UNIX 是一个多进程的操作系统，虽然命名不一样，UNIX 进程状态仍然可以用三种状态描述：**运行态、就绪态和阻塞态**。在 UNIX 系统中，将进程实体称为进程映像。用户可以用系统调用建立一个新的进程，调用的进程称之为父进程，被建立的进程称为子进程，每一个进程的映像都分为正文段、数据段和堆栈段。进程管理的主要任务是：**进程调度、进程控制、进程通信、进程映像对象和进程映像管理**

3、设备管理

UNIX 系统将设备分为：

字符设备：这类面向字符的设备对信息的存取是以字符为单位进行的，如打印机

块设备：这类设备对信息的存取是以信息块为单位进行的，如磁盘、磁带

设备管理的主要功能：

字符设备管理：主要是对字符设备的驱动、开、关、读、写及中断处理

块设备的管理：主要是对块设备的驱动、I/O 队列的管理、磁盘的读写及其中断处理

缓冲池管理：对字符设备的缓冲池管理是通过 Cinit、Getc、Putc 三个过程来实现。对块设备的缓冲池管理是通过 Clrbut、Binit、Notavail、Incore、Getblk、Brelse 六个过程来实现的

4、文件管理

UNIX 将文件分为三种类型：**普通文件、目录文件、特殊文件**（外设驱动程序的接口）；

UNIX 将 I/O 设备作为文件看待，交给文件系统统一管理。

UNIX 的文件组织是**分级树型结构**，每个文件都有一个称之为 i 结点的索引结构。i 索引结点是用来记录文件的属性及说明信息的。目录项包括二字节的 i 结点号和 14 字节的文件名
UNIX 通过在内存中设立高速缓冲区来改善文件系统的性能，提高文件的存取速度。当要从磁盘中读取一块文件数据时，先搜索该文件数据是否已在此缓冲区，若在，则不用启动磁盘 I/O；否则，找到一个自由缓冲区，由磁盘读入文件块到此缓冲区，当用户进行输出操作时，也是先将数据写入内存缓冲区

系统还为字符设备和块设备配置了相关表，进程只要指出设备的类型和操作类型就可以使用设备的驱动程序。这种灵活的系统设备配置方便了用户的需要。

2.7.4 UNIX 操作系统的用户接口

UNIX 操作系统为用户提供了**两种**友好的界面或接口，即由 UNIX 系统核心提供的系统调用和命令语言 Shell。

1、系统调用

系统调用是 UNIX 操作系统面向用户程序提供的一种界面。系统调用的主要目的是方便用户使用操作系统提供的 I/O 系统、设备管理、文件管理、进程控制、存储管理等多方面的功能。用户不必了解系统和硬件的细节就可以在编写程序时使用系统调用，这是用户程序获得操作系统的服务的唯一途径。UNIX 操作系统不仅在汇编语言一级，而且在 C 语言一级中也提供了系统调用的手段。它以标准实用的子程序形式提供给用户在编程中使用，从而给用户的程序设计带来了很大的方便。

UNIX 操作系统可分类为：

有关进程管理和控制的系统调用：包括创建进程、阻塞当前进程、进程自我终止、进程之间的通信、获得进程标识数、进程的优化级和进程拥有内存区的分配等系统调用

有关文件系统的系统调用：包括文件的打开、关闭、读、写、创建、删除等系统调用

其他：例如设置用户号、取用户号、取进程执行时间等

2、Shell 命令语言

Shell 是 UNIX 操作系统为用户提供的键盘命令解释程序的集合，是操作一级的界面命令。

Shell 是命令语言、命令解释程序及程序设计语言的总称。作为命令语言，用户可以用它来控制程序的执行；同时，Shell 还是一种命令级程序设计语言，用户能够用它来编制复杂的命令程序；最后，Shell 也是命令解释程序，它可以从标准输入或文件中读入命令，解释并执行。

简单命令：

简单命令是 Shell 命令语言的基础。所谓简单命令就是一个能完成某种功能的目标程序的名字。命令行的一般形式是：

命令名【参数 1，参数 2。。。】

命令名由小写字母构成，但仅前八位字母有效，命令名和各参数之间用空格隔开。简单命令可以没有参数，有些参数是可选项。每个命令名与一个可执行文件相对应。Shell 根据给出的参数执行该目标程序。用户可以编写自己的命令。

输入输出重定向命令

UNIX 系统定义了三个文件，即**标准输入文件、标准输出文件和标准错误文件**，标准输入文件对应键盘输入，标准输出文件对应终端屏幕输出。如果没有特别的说明，所有的输入输出

都在这三个文件上执行。当用户不需要使用标准的输入输出时，可以改变输入输出文件，即标准输入输出重新定向。

标准输出重定向符是“>”

如：\$ cat file1（\$ 为系统提示符）其功能为将文件 file1 上的内容在标准输出上打印出来。若改变输出，用命令：\$ cat file1>file2 则表示将文件 file1 上的内容打印输出到文件 file2 上

标准输入重定向符是“<”

如：\$ WC 其功能是对标准输入行中的字和字符进行记数。若改变输入，用命令：\$ WC<file3，则表示从文件 file3 中读取信息，对行中的字和字符进行记数

3、管道命令

在重定向的基础上，可用管道符“|”将一个命令的标准输出作为另一个命令的标准输入，即：命令 1|命令 2 其功能是将管道符前面的命令输出送入管道，由管道符后面的命令去读取

4、后台命令：用户在命令后加上“&”符号，Shell 就将该命令放在后台执行

5、Shell 过程：用户用 Shell 命令语言编写的程序称为 Shell 过程。用 Shell 编程不仅可以使使用简单命令和管道命令，而且还可以使用多种控制语句（if/while/for/case/break/continue 等）。除了结构化的语言外，还可以像其他程序设计语言一样进行参数传递、变量与命令替换、宏扩展、定义子例程等，能够用其编制出复杂的命令程序

2.8Windows 操作系统

美国微软公司推出的基于图形界面的操作系统

第三章 网络的基本概念

3.1 计算机网络的定义和分类

3.1.1 计算机网络的形成与发展

四个阶段：

- 1、面向终端的计算机网络：**以单个计算机为中心的远程联机系统，构成面向终端的计算机网络；
- 2、计算机——计算机网络：**20 世纪 60 年代中期，出现了若干个计算机互联的系统，开创了“计算机——计算机”通信时代，并呈现出多处理中心的特点。该阶段以美国的 ARPANET 与分组交换技术为重要标志。
- 3、开放式标准化网络：**该阶段主要从 20 世纪 70 年代中后期开始。在这个阶段，国际标准化组织 ISO 颁布了“开放系统互联基本参考模型”的国际标准 ISO7498，简称 OSI 参考模型。该模型的提出，开创了一个具有统一的网络体系结构、遵循国际化协议的计算机网络新时代。
- 4、Internet 与 ATM：**该阶段从 20 世纪 90 年代开始。在该阶段网络技术中最富有挑战性的话题是 Internet 与异步传输模式 ATM 技术。

3.1.2 计算机网络的定义

计算机网络是在现代计算技术与通信技术相结合的产物，是随着社会对信息共享和信息传递日益增强的需求而发展起来的。所谓计算机网络，是利用通信设备和线路将地理位置不同的、功能独立的多个计算机系统互联起来，以功能完善的网络软件实现网络中资源共享和信息传递的系统。一个计算机网络是由资源子网和通信子网构成的，资源子网负责信息处理，通信子网负责全网中的信息传递。

3.1.3 计算机网络的功能

资源共享：计算机网络的主要目的是资源共享。计算机在广阔的地域范围联网后，资源子网

中各主机的资源在理论上都可共享，可突破地域范围的限制。可共享的资源有硬件、软件和数据。

数据通信：计算机联网后，就可以互相传递数据，进行通信。随着因特网在世界各地的盛行，传统的电话、电报、邮递等通信方式受到很大的冲击，电子邮件已为世人广泛接受，网上电话、视频会议等各种通信方式正在迅速发展。

提高可靠性：计算机网络一般都属于分布式控制方式，如果有单个部件或少数计算机失效，由于相同的资源分布在不同的地方的计算机上，网络可通过不同路由来访问这些资源，不影响用户对同类资源的访问

3.1.4 计算机网络的分类

1、按网络的作用范围划分：**广域网（WAN）：**作用范围一般为几十到几千公里；**局域网（LAN）：**作用范围通常为几米到几十公里。园区网（校园网）是局域网中覆盖范围较大的一种应用；**城域网（MAN）：**城域网的作用范围介于广域网和局域网之间，其运行方式与局域网类似；

2、按通信介质的不同划分：**有线网：**采用如同轴电缆、双绞线、光纤等物理介质来传输数据的网络；**无线网：**采用卫星、微波等无线形式来传输数据的网络；

3、按通信传播方式划分：**点对点传播方式网：**以点对点的连接方式把各个计算机连接起来；**广播式传播方式网：**用一个共同的传播介质把各个计算机连接起来；

4、按通信速率划分：**低速网：**网上数据传输速率在 300b/s~1.4Mb/s；**中速网：**网上数据传输速率在 1.5Mb/s~45M/s 之间；**高速网：**网上数据传输速率在 50Mb/s~1000Mb/s；

5、其他划分：按使用范围分为**公用网和专用网**；

按网络所采用的控制方式分为**集中式网络和分布式网络**；

根据网络环境不同分为**部门网络、企业网络和校园网络**；

按网络拓扑结构分为**星型网络、环型网络、总线型网络**。

3.2 数据通信技术基础

3.2.1 数据通信技术

数据是指能够由计算机处理的数字、字母和符号等具有意义的实体；数据可分为**模拟数据和数字数据**两大类。模拟数据是在某个区间内连续变化的值；数字数据是离散的值；

信号是数据的电子或电磁编码，它是数据的具体表示形式；**模拟信号**是随时间连续变化的电流、电压和电磁波，可以利用其某个参量（如幅度、频率或相位）来表示要传输的数据；**数字信号**是一系列离散的点脉冲，可利用其某一瞬间的状态来表示要传输的数据；

数据通信是一种通过计算机或其他数据装置与通信线路完成数据编码信号的传输、转接、存储和处理的通信技术。它是以计算机为中心、用通信线路连接分布在异地的数据终端设备，以实施数据传输的一种系统。

1、模拟数据通信和数字数据通信

模拟数据和数字数据都可以用模拟信号或数字信号来表示，因而无论信息源产生的是模拟数据还是数字数据，在传输过程中都可以用适合于信道传输的某种信号形式来传输。

模拟数据是时间的函数，并占有一定的频率范围，即频带。这种数据可以直接用模拟信号来表示，也可以用数字信号来表示。对于声音数据来说，完成模拟数据和数字信号转换的设备是编码解码器 CODEC

数字数据可直接用二进制形式的数字脉冲信号来表示，也可用模拟信号来表示。数字数据如果用模拟信号来表示，就要利用调制解调器（Modem）将数字信号转换为模拟信号。

2、数据通信方式

在计算机内部各部件之间、计算机与各种外部设备之间以及计算机与计算机之间都是以**通信**

的方式传递交换数据信息的。通信有两种基本形式，即用于近距离通信的并行方式和用于远距离通信串行方式；

3、数据通信中的主要技术指标

数据传输速率：数据传输速率是指每秒能传输的二进制信息单位，单位为位/秒，记作 bps 或 b/s。计算公式为： $S=(1/T)\log_2 n$ （其中 T 为脉冲宽度，n 为一个脉冲所表示的有效状态的个数）

信道容量：信道容量表示一个信道传输数据的能力，单位为位/秒

信道容量与数据传输速率的区别是，前者表示信道的最大数据传输速率，是信道传输数据能力的极限，而后者表示实际的数据传输速率。

香农公式： $C=H\log_2(1+S/N)$ （其中：H=1/T 为信道带宽，单位为 Hz，C 为信道容量，S 为信号功率，N 为噪声功率，S/N 为信噪比）。

误码率：二进制数据传输时出错的概率。它是衡量数据通信系统在正常情况下传输可靠性的指标；它在数值上近似等于： $P_e=N_e/N$ （其中：N 为传输的二进制码元总数，N_e 为被传错的二进制码元数）。计算机通信的平均误码率要求低于 10^{-9} 。

3.2.2 数据编码技术和时钟同步

1、数字数据的模拟信号编码

为了利用廉价的公用电话交换网实现计算机之间的远程通信，必须将发送端的数字信号变换为能够在公用电话网上传输的音频信号，经传输后，再在接收端将音频信号逆变换成对应的数字信号。这个过程是通过调制解调器来实现的。

模拟信号传输的基础是载波，载波具有三大要素，即幅度、频率和相位，数字数据可以针对不同的载波的不同要素或它们的组合进行调制。数字调制的三种基本形式是：移幅键控法 ASK、移频键控法 FSK 和移相键控法 PSK。

2、数字数据信号编码

数字信号可以直接采用基带传输。基带传输就是在线路中直接传送数字信号的电脉冲，它是一种最简单的传输方式。基带传输时，需要解决的问题是数字数据的数字信号表示以及收发两端之间的信号同步两方面。

数字数据的数字信号表示：对于传输数字信号来说，最常用的方法是用不同的电压电平来表示两个二进制数字，即数字信号由矩形脉冲组成。对应地，数字数据可用单极性不归零码、双极性不归零码、单极性归零码、双极性归零码等表示。

同步过程：在计算机通信与网络中，广泛采用的同步方法有位同步法和群同步法

位同步法：又称同步传输，它是使用接收端对每一位数据都要和发送端保持同步，实现位同步的方法可分为外同步法和自同步法；

群同步法：又称异步传输，是指传输的信息被分成若干“群”，群同步是靠起始位和停止位来实现字符的定界及字符内比特的同步；

3、模拟数据的数字信号编码

模拟数据进行数字信号编码的最常用方法是脉码调制 PCM。脉码调制是以采样定理为基础，对连续变化的模拟信号进行周期性采样，利用大于等于有效信号最高频率或其带宽两倍的采样频率，通过低通滤波器从这些采样中重新构造出原始信号。

信号数字化的转化过程可包括采样、量化和编码三个步骤

4、多路复用技术

多路复用技术就是把许多单个信号在同一个信道上同时传输的技术。最常用的两种多路复用技术是频分多路复用 FDM 和时分多路复用 TDM

FDM 是指在物理信道的可用带宽超过单个原始信号所需要带宽情况下，可将该物理信道的总带宽分成若干个与传输单个信号带宽相同（或略宽）的子信道，每个子信道传输一路信号。

TDM 是指将一条物理信道按时间分成若干个时间片轮流地分配给多个信号使用。

3.2.3 数据交换技术

数据经编码后在通信线路上进行传输,按数据传送技术划分,交换网络又可以分为电路交换网、报文交换网和分组交换网

1、电路交换

电路交换技术进行数据传输期间,在源节点与目的节点之间有一条利用中间节点构成的专用物理连接线路,直到数据传输结束。用电路交换技术完成数据传输要经历电路建立、数据传输、电路撤除三个过程。

2、报文交换

报文交换方式的数据传输单位是报文,报文就是节点一次性要发送的数据块,其长度不限且可变,报文交换不需要在两个节点之间建立专用通路,传送方式采用“存储——转发”方式。当一个节点要发送报文时,它先将一个目的地址附加在报文上,网络节点根据报文上的目的地址信息,把报文发送到下一个节点,一直逐个站点地传送到目标节点。

3、分组交换

分组交换是将报文分成若干个分组,每个分组的长度有一个上限,有限长度的分组使每个节点所需要的存储能力降低了,分组可以存储在内存中,提高交换速度。分组交换的具体过程又可分为虚电路分组交换和数据报文分组交换两种。分组交换是计算机网络中使用最广泛的一种交换技术。

4、各种数据交换技术的性能比较

电路交换: 在数据传输之前必须先设置一条完全的通道。在线路释放之前,该通路由一对用户完全占用。电路交换频率不高,适合于较轻和间接式负载使用租用的线路进行通信。

报文交换: 报文从源点传送到目标点采用存储转发的方式,报文需要排队。因此报文交换不适合交互式通信,不能满足实时通信的要求。

分组交换: 分组交换和报文交换方式类似,但报文被分成分组传送,并规定了最大长度。分组交换是在数据网中最广泛使用的一种交换技术,适用于交换中等或大量数据的情况。

3.2.4 拓扑结构与传输媒体

1、拓扑结构

网络拓扑是指网络形状,或者是它在物理上的连通性。网络的拓扑结构主要有:星型拓扑、环型拓扑和总线拓扑

2、传输媒体

传输媒体是通信网络中发送方和接收方之间的物理通路,计算机网络中采用的传输媒体分为有线和无线两大类。有线传输媒体包括双绞线、同轴电缆和光纤;无线传输媒体通过空间传输,不需要架设或铺埋电缆或光纤,目前常用的技术有:无线电波、微波、红外线和激光。

3.2.5 差错控制方法

1、差错的产生原因及其控制

差错控制是指在数据通信过程中发现或纠正差错,把差错限制在尽可能小的允许范围内的技术和方法

热噪声和冲击噪声: 传输中的差错一般来说都是由噪声引起的。噪声有两大类,一类是信道固有的、持续存在的随机热噪声;另一类是由外界特定的短暂原因所造成是冲击噪声;

差错控制方法: 最常用的差错控制方法是差错控制编码。数据信息位在向信道发送之前,先按照某种关系附加上一定的冗余位,构成一个码字之后再发送,这个过程称为差错控制编码过程。接收端收到该码字后,检查信息位和附加冗余位之间的关系,以检查传输过程中是否有差错发生,这个过程称为检验过程。

利用差错控制编码进行差错控制的方法基本上有两类,一类是自动请求重发 ARQ, 另一类

是向前纠错 FEC

编码效率：衡量编码性能好坏的一个重要参数，它是码字中信息位所占的比例，若码字中信息位为 k 位，编码时外加冗余位为 r 位，则编码后得到的码字长为 $n=k+r$ ，则编码效率为：

$$R=k/n=k/(k+r)。$$

2、差错检测方法

差错控制的首要步骤是差错控制编码，它也是最常用的差错检测方法。常用的差错检测方法有：奇偶校验码、水平垂直奇偶校验码、定比码、正反码、循环冗余码和海明码

奇偶校验码

奇偶校验码是通过增加冗余位来使得码字某些位中“1”的个数保持为奇数或偶数的编码方法，它是一种检错码，在通信中使用时分又分为垂直奇偶校验、水平奇偶校验和水平垂直奇偶校验。

垂直奇偶校验有时又称为纵向奇偶校验

水平奇偶校验有时又称为横向奇偶校验

同时进行水平奇偶校验和垂直奇偶校验就构成水平垂直奇偶校验

水平垂直奇偶校验不仅可以检错，还可以来纠正部分错误。例如仅在某一行和某一列中有奇数位错时，则能确定错码的位置就在该行该列的交叉处，从而纠正它，水平垂直奇偶校验有时称为纵横奇偶校验

定比码和正反码

定比码：定比码是指每个码字中均有相同数目的“1”（码字长一定，“1”的数目一定，所含“0”的数目也就必须相同），正由于每个码字中“1”的个数与“0”的个数之比保持恒定，所以有时也称为恒比码。若 n 位码字中，“1”的个数恒定为 m ，还可称为“ n 中取 m ”码，这种码在检测时，只计算接收码字中“1”的数目，就能知道是否有差错。

正反码：正反码是一种简单的能够纠正差错的编码，其中冗余位的个数与信息位的个数相同。冗余位的信息与信息位或者完全相同，或者完全相反，这由信息位“1”的个数决定。当信息位中有奇数个“1”时，冗余位就是信息位的简单重复；当信息位中有偶数个“1”时，冗余位是信息位的反码。

正反码的编码效率较低，只有 $1/2$ ，但其差错控制能力还是较强的

循环码

在计算机网络和数据通信中用得最广泛的检错码是一种漏检率低得多也便于实现的循环冗余码（CRC, Cyclic Redundancy Code）

循环码是在信息位的后面附加若干个校验位，即增加冗余位。

循环冗余校验是将传送的信息位所对应的信息多项式除以一个预先给定的 CRC 多项式，即生成多项式，其所得余数多项式各项系数（要理解其意思）作为校验位，除以同一个生成多项式，若能除尽，表示传输过程无差错产生，否则产生了差错。

海明码

海明码是由 R.Hamming 在 1950 年首次提出的，它也是一种可以纠错的编码，其编码效率要比定比码高得多（当信息位够长时）。

一般而言，信息位为 k 位，构成 $n=k+r$ 位码字，若希望用 r 个监督关系或产生的 r 个校正因子来区分无错和在码字中的 n 个不同位置的一位差错，则要求： $2^r \geq n+1$ 或 $2^r \geq k+r+1$ ，海明码只能纠正一位差错，其信息位长度越长编码效率越高。

3.3 网络体系结构与协议的基本概念

3.3.1 网络协议的基本概念

网络协议就是为进行计算机网络中的数据交换而建立的规则、标准或约定的集合。协议总是

指某一层的协议。准确地说，网络协议是为同等层实体之间的通信制定的有关通信规则和约定的集合。网络协议包括三个要素：

语义：涉及用于协调与差错处理的控制信息

语法：涉及数据及控制信息的格式、编码及信号电平等

时序：涉及速度匹配和排序

3.3.2 网络体系结构的基本概念

计算机网络体系结构是指计算机网络层次结构模型和各层协议的集合

1、网络层次结构的划分原则：每层的功能应是明确的，并且是相互独立的；层间接口必须清晰，跨越接口的信息量应尽可能少；层数应适中；

2、计算机网络采用层次结构的优点：各层之间相互独立；灵活性好；各层都可以采用最合适的技术来实现，各层实现技术的改变不影响其他层；易于实现和维护；有利于促进标准化

3.3.3 ISO/OSI 参考模型

1、OSI 参考模型的基本概念

国际标准化组织 ISO 发布的最著名的 ISO/IEC7498，又称为 X.200 建议。该体系结构标准定义了网络互联的七层框架，即 ISO 开放系统互联参考模型。在这一框架下详细规定了每一层的功能，以实现开放系统环境中的互联性、互操作性和应用的可移植性。

OSI 参考模型定义了开放系统的层次结构、层次之间的相互关系及各层所包括的服务。它作为一个框架来协调和组织各层协议的制定，是对网络内部结构最精炼的概括与描述。

OSI 参考模型并没有提供一个可以实现的方法。OSI 参考模型只是描述了一些用来协调进程间通信标准的制定的概念。

2、OSI 参考模型的层次划分原则

不同节点的同等层具有相同的功能

同一节点内相邻之间通过接口通信

每一层使用下层提供的服务，并向上提供服务

不同节点的同等层按照协议实现对等层之间的通信

3、OSI 各层的功能

OSI 体系结构定义了一个 7 层模型，从下到上分别为物理层、数据链路层、网络层、传输层、会话层、表示层和应用层

物理层：提供为建立、维护和撤除物理链路所需的机械的、电气的、功能的和规程的特性。其作用是使原始的数据比特流能在物理媒体上传输；

数据链路层：通过校验、确认和反馈重发等手段，将不可靠的物理链路改造成对网络层来说无差错的数据链路，并进行流量控制；

网络层：为传输层实体提供端到端的数据传送功能，并进行路由选择、拥塞控制和网际互联等；

传输层：为会话层提供透明的、可靠的数据传输服务，并处理端到端的差错控制和流量控制问题；

会话层：负责在两个会话实体之间进行对话连接的建立和撤除，并提供在数据中插入同步点的机制。

表示层：为应用层提供共同的数据或信息的语法表示变换

应用层：为 OSI 应用进程提供服务

3.3.4 TCP/IP 参考模型与协议

1、TCP/IP 协议的特点

》开放的协议标准，可免费使用，独立于特定的计算机硬件与操作系统；

》独立于特定的网络硬件，可运行在局域网、广域网，更适合于互联网；

》统一的网络地址分配方案，使得整个 TCP/IP 设备在网络中都具有唯一的地址；

》标准的高层协议，可提供多种可靠的客户服务；

2、TCP/IP 参考模型与层次

TCP/IP 参考模型可以分为四个层次，从下到上依次为主机—网络层、互联层、传输层、应用层

主机—网络层：TCP/IP 赖以存在的各种通信网和 TCP/IP 之间的接口

互联层：负责将源主机的报文分组发送到目的主机，源主机与目的主机可以在一个网络中，也可以在不同的网络中。其功能主要体现在：处理来自传输层的分组发送请求、处理接收的数据报、处理互联的路径、流控与拥塞问题

传输层：负责应用进程之间的端—端通信，其主要提供了两个协议：传输控制协议 TCP 和用户数据报协议 UDP

应用层：该层包括 TCP/IP 的高层协议，所包含的高层协议有：文件传输协议 FTP、远程终端访问 TELNET、域名服务 DNS、简单邮件传送协议 SMTP 等

3.3.5 计算机网络的实例

因特网、公用数据网、SNA 是计算机网络的三个实例。因特网的前身是 ARPANET，它提供的电子邮件、文件传输、远程登录、信息浏览等功能，已成为人们不可缺少的信息获取和交流的重要手段；公用数据网是负责完成节点间通信任务、向社会公众开放服务的通信子网；SNA 是 IBM 公司用于计算机网络产品的设计规范，它描述了网络部件的功能以及通过网络传输信息和控制网络配置、运行的逻辑构造、格式和协议等。

3.4 广域网、局域网、城域网的基本概念

3.4.1 广域网

广域网 WAN 也称为远程网，它覆盖的地理范围从几十公里到几千公里。广域网覆盖一个国家、地区，或横跨几个洲，形成国际性的远程网络。广域网的通信子网主要使用分组交换技术。广域网的通信子网可以利用公用分组交换网、卫星通信网和无线分组交换网，它将分布在不同地区的局域网或计算机系统互联起来，达到资源共享的目的。目前的广域网具有以下特点：

- 》适应大容量与突发性通信的要求；
- 》适应综合业务服务的要求；
- 》开放的设备接口与规范化的协议；
- 》完善的通信服务于网络规范；

常用的广域网技术有 X.25 分组技术、综合业务数字网 ISDN 和异步传输模式 ATM 技术

3.4.2 局域网

局域网 LAN 是计算机网络的一种，它既具有一般计算机网络的特点，又有自己的特征。局域网是在一个较小的范围，利用通信线路将众多计算机（一般为微机）及外设连接起来，达到数据通信和资源共享的目的。

局域网的技术特点主要表现在以下几个方面：

- 》局域网覆盖有限的地理范围，它适用于公司、机关、校园、工厂等有限范围内的计算机、终端与各类信息处理设备联网的需求；
- 》局域网提供高数据传输率（10M~1000Mbps）、低误码率的高质量数据传输环境；
- 》局域网一般属于一个单位所有，易于建立、维护和扩展；
- 》决定局域网特性的主要技术要素为网络拓扑、传输介质与介质访问控制方法
- 》从介质访问控制方法的角度，局域网可分为共享式局域网与交换式局域网两类

在局域网领域中，采用以太网 Ethernet、令牌总线 Token Bus、令牌环 Token Ring 原理的局域网产品形成了三组鼎立之势，采用光纤传输介质的分布式光纤接口 FDDI 产品在高速与

主干环网应用方面起了重要的作用

3.3.4 城域网

城域网 MAN 是介于广域网与局域网之间的一种高速网络。城域网设计的目标是要满足几十公里范围内的大量企业、机关、公司的多个局域网互联的需求,以实现大量用户之间的数据、语音、图形与视频等多种信息的传输功能。早期的城域网产品主要是光纤分布式数据接口 FDDI

FDDI 是一种以光纤作为传输介质的高速主干网,它可以用来互联局域网与计算机。

FDDI 主要的技术特点是:

- 》使用基于 IEEE802.5 的单令牌的环网介质访问控制 MAC 协议;
- 》使用 IEEE802.2 协议,与符合 IEEE802 标准的局域网兼容;
- 》数据传输速率为 100Mbps,互联的节点数 ≤ 1000 ,环路长度为 100km;
- 》可以使用双环结构,具有容错能力;
- 》可以使用多模或单模光纤
- 》具有动态分配宽带的能力,能支持同步和异步数据传输;

目前各种城域网建设方案有几个共同点,那就是:传输介质采用光纤,交换节点采用基于 IP 交换的高速路由交换机或 ATM 交换机,在结构上采用核心交换层、业务汇聚层与接入层的三层模式,以适应各种业务需求、不同协议与不同类型用户的接入需要。

3.5 网络互联技术与互联设备概述

3.5.1 网络互联原理

要实现网络互联,必须:

- 》在网络之间至少提供一条物理上连接的链路,并具有对这条链路的控制规程;
- 》在不同网络的进程之间提供合适的路由,实现数据交换;
- 》有一个始终记录不同网络使用情况并维护该状态信息的统一的计费服务;
- 》在提供以上服务时,尽可能不对互联在一起的网络的体系结构做任何修改;

3.5.2 网络互连设备

用于网络之间互联的中继设备称为网间连接器,又称为网络互连设备。根据他们对不同层次进行的协议和功能转换,可以分为转换器、网桥、路由器、网关。

转换器:在物理层间实现透明的二进制比特复制,以补偿信号衰减

网桥:提供链路层间的协议转换,在局域网之间存储和转发帧;

路由器:提供网络层间的协议转换,在不同的网络之间存储和转发分组。包括单协议路由器、多协议路由器、访问路由器和边界路由器。

网关:提供传输层及其以上各层间的协议转换。内容包括数据格式的重新装配、长数据的分段、地址格式的转换及操作规程的适配等。

第四章 局域网应用技术

局域网 (LOCAL Area Network) 是区别于广域网 (WIDE AREA NETWORK) 的一种地理范围有限的各种设备互联在一起的计算机网络。其典型特征有高数据速率、短距离、低误码率等。决定局域网特性的主要技术有传输媒体、拓扑结构及媒体访问控制方法 (MAC),其中最重要的是媒体访问控制方法,它对网络特性起着十分重要的作用。

4.1 局域网的基本概念

4.1.1 局域网的拓扑结构

局域网常常有三种拓扑结构:星型、环型和总线/树型

星型拓扑局域网的典型实例是计算机交换机 CBX。

环型拓扑局域网的典型实例是光纤分布数据接口 FDDI

总线/树型拓扑是局域网最通用的拓扑

4.1.2 传输媒体

根据两种传输技术：基带系统和宽带系统，前者采用基带同轴电缆，后者采用电缆线。在这两种系统中要注意系统的构成，网络延伸所需要的条件，尤其是宽带系统中的双电缆构造和中分宽带构造中出径、入径问题。

4.1.3 媒体访问控制方法

将传输媒体的频带有效地分配给网上各站点的方法，即为媒体访问控制方法。它对网络特性起着十分重要的作用。常用的媒体访问控制方法有：载波侦听多路访问/冲突检测

（CSMA/CD）技术、令牌环（Token Ring）、光纤分布数据接口（FDDI）、分布式队列双总线 DQDB 标准

4.1.4 局域网参考模型 IEEE802 系列标准作为局域网的国际标准系列，它包括了 OSI/RM 最低两层的功能，也包括网间互联的高层功能和管理功能。在 LAN/RM 中，将 OSI/RM 的数据链路层又为**媒体访问控制（MAC）子层和逻辑链路控制（LLC）子层**。其中为了系统中上下层之间通过接口进行通信，在 LAN/RM 中又用服务访问点 SAP 来定义这种接口。

1.SAP

在 LAN/RM 中有 4 类服务访问点 SAP，即 PSAP、MSAP、LSAP 和 NSAP。其中 PSAP、MSAP 分别向 MAC 实体、LLC 实体提供单个接口端，其他的可提多个接口端

2、LLC 子层

主要有两类链路服务：无连接 LLC（类型 1）和面向连接 LLC（类型 2）

3.MAC 子层

MAC 子层在支持 LLC 子层中完成媒体访问控制功能，可以提供多个可供选择的媒体访问控制方式。在使用 MSAP 支持 LLC 子层时，MAC 子层实现帧的寻址和识别。MAC 到 MAC 的操作通过同等层协议来进行，MAC 还将产生帧校验序列和完成帧校验等功能。

4.1.5 逻辑链路控制协议

逻辑链路控制协议是由 IEEE802.2 协议来描述 LLC 子层的功能，这些功能是为了在 LAN 上任何数据链路层 SAP 对之间信息的传输而定义的，它与 LAN 所采用的某个 MAC 方法类型无关。

在 IEEE802.2 中对 LLC 子层定义了三个界面的服务规范。尤其是网络层/LLC 子层界面服务规范与 LLC/MAC 子层管理功能的界面服务规范。前者提供了两种服务方式，同时对应于这两类服务又在 LLC 中定义了两种操作

LLC 协议数据单元 PDU 结构中共有 4 个字段，各字段的含义尤其是控制字段的 8 位格式和 16 位格式与 HDLC 平衡模式相仿。

LLC 协议数据单元 PDU 结构也定义了三种格式：

》带编号的信息传输（I 格式 PDU）

》带编号的监视帧的传输（S 格式 PDU）

》无编号的控制和无编号信息帧传输（U 格式 PDU）

4.2 局域网介质访问控制方法

4.2.1 CSMA/CD

CSMA/CD 是采用争用方法来决定对媒体的访问权，这种争用协议一般用于总线网。总线争用技术（即对总体媒体访问权的获取）可以分为 CSMA（载波侦听多路访问）和 CSMA/CD（具有冲突检测的载波侦听多路访问）两种。

1.CSMA

CSMA 也称先听先说 (LBT)，渴望传输的站首先对媒体是忙还是空闲进行侦听，以决定将避让一段时间后再尝试还是直接传输，常用的有**非坚持算法、I—坚持算法、P—坚持算法**。

2.CSMA/CD

由于 CSMA 算法没有冲突检测功能，即使冲突已发生，仍然要将已破坏的帧发送完。因此信道的利用率低。一种改进方法是站点在信息传输时间继续侦听媒体，一旦检测到冲突，就立即停止发送，并向总线上发一串阻塞信号，通知总线上其他站已经发生冲突。

CSMA/CD 的思想形象一点说就是：先听后说，边听边说；

3.退避算法

退避算法是在 CSMA/CD 算法中，一旦检测到冲突并发送完阻塞信号后，为了降低再冲突的概率，需要等待一个随机时间，然后再次使用 CSMA 技术试图传输。问题是上述的避让时间的确定。为了保证这种退避维持稳定，采用了一种称为二进制指数退避的技术。该算法是按后进先出的次序控制，即未发生冲突或很少发生冲突的帧，具有优先发送概率，而发生多次冲突的帧，则发送成功的概率较小。

4.CSMA/CD 媒体访问控制协议

CSMA/CD 媒体访问控制协议是在 IEEE802.3 协议的 LAN 综合性标准中使用的，理解 CSMA/CD 媒体访问控制协议可以从其**总线实现模型、MAC 的帧结构和 MAC 子层的功能**三个方面进行讨论。

在 CSMA/CD 总线实现模型中，从逻辑上可划分为**数据链路层的媒体访问控制子层 (MAC) 和物理层**。在物理层中还定义了两个重要的兼容接口，即**媒体访问单元接口 MAU 和访问单元接口 AUI**。MAU 是一个同轴电缆接口，在 IEEE802.3 标准中有确切定义的信息技术规范，严格遵守站点正确操作规程，要求在这一物理接口完全兼容。

MAC 的帧是在 MAC 子层实体之间交换的协议数据。帧的长度在 64 至 1518 字节之间，其中 MAC 子层中有两类地址，即单个地址和成组地址，前者与网络中一个特定站有关，后者与网络中一个或多个站有关。

IEEE802.3 标准中提供了 MAC 子层的功能说明，主要有数据封装和媒体访问管理两个方面。数据封装包括**成帧、编址和差错控制**。媒体访问管理包括**媒体分配与媒体竞争处理**。

4.2.2 令牌环 (Token Ring) 媒体访问控制

IEEE802.3 标准规定了 Token Ring 媒体访问控制子层和物理层所使用的协议数据单元 PDU 格式和协议，规定了相邻实体间的服务，规定了连接 Token Ring 物理媒体的方法。

1、环长的计算

环长往往折算为比特数量：

环位长=环的传播延迟×发送媒体长×数据速率+中继器延迟

2、令牌环工作原理

Token Ring 工作原理可以从具体的操作过程和令牌维护两方面加以理解，其具体操作过程如下：

- (1)、首先进行环的初始化，然后产生一个空令牌，在环上流动；
- (2)、希望发送帧的站必须等待，直到检测到下一个空令牌的到来（空令牌标志为 01111111）；
- (3) 想发送的站拿到空令牌后将其置为忙碌状态 (01111110)，然后紧跟令牌后发送一个数据帧；
- (4) 当令牌忙时，则网上无空令牌，所有想发送数据帧的站必须等待；
- (5) 数据沿环送经每一站环接口都将该帧目的地址与本站地址想比较，若相符，则接收帧入缓冲区，再送入本站，该帧继续在环上移动；若地址不符，则环接口只需要转发到下一站；

(6) 发送的帧必须沿环一周回到始发站, 由发送站将该帧从环上移去, 同时释放令牌 (即忙改为空) 发往下一站;

3、令牌环帧格式

令牌环有两个基本的格式: **令牌和帧**

注意: 在 IEEE802.5 标准中, 帧的传输从高位开始, 一位一位发送, 而 IEEE802.3 和 IEEE802.4 标准中帧的传输正好相反。

另外, 还有一个访问控制 (AC) 域格式 (字节格式)。

4、Token Ring 媒体访问控制协议

令牌环局域网协议标准包括: LLC、MAC、PHY 和传输媒本, 在 IEEE802.5 标准中规定了除 LLC 之外的后三部分的标准;

Token Ring 媒体访问控制的功能主要有四个: **帧发送、帧接收、令牌发送和优先权操作。**

这些功能主要通过相应的帧格式和访问控制字段来实现。

4.2.3 Token Ring 媒体访问控制

Token Ring 是在综合 CSMA/CD 和 Token Ring 两种媒体访问控制优点的基础上而形成的一种媒体访问控制方法, 其在 IEEE802.4 标准中提出关于媒体访问的控制方法

1、Token Bus 工作原理

Token Bus 是将物理总线上的站构成一个逻辑环, 每一站在一个有序的序列中被指定一个逻辑位置, 每个站点均知它的前站和它的后站的标识, 它是物理总线结构 LAN, 而逻辑上是一种环结构局域网, 因此与 Token Ring 一样。从逻辑上看, 按令牌地址的递减顺序传送到下一站; 但从物理上看, 带有目的地址的令牌帧广播到总线上所有的站点, 目的站识别出符合它的地址, 即把该令牌帧接收。

注意: 总线上站的实际顺序与逻辑顺序并无关系

2、令牌总线的特点

- 》介质访问延迟时间有确定值;
- 》站总有公平访权;
- 》支持优先级服务。

3、Token Bus 媒体访问控制协议

对于在 Token Bus 媒体访问控制协议中, **MAC 帧格式、分层结构和 MAC 方法**在 IEEE802.4 标准中有明确的规定。其中, **令牌传送算法和操作过程与逻辑环的初始化操作**特别重要。

4.3 高速局域网技术

4.3.1 光纤分布式数据接口 FDDI

光纤分布式数据接口 FDDI 是一种以光纤作为传输介质的高速主干网。

FDDI 使用定时的、早释放的令牌传送方案。FDDI 主要用于提供不同建筑物之间的网络互连能力 (如校园主干网), 其传输介质可采用多模光纤或单模光纤。采用多模光纤时, 两个节点之间最大距离为 2km, 支持 500 个站点, 整个环长达 200km; 若使用双环, 每个环最大 100km, 可用于故障自修复。采用单模光纤时两站之间距离可超过 20km, 全网光纤总长度数千公里。

基本的 **FDDI 由物理层、物理层媒体依赖 PMD 和媒体访问控制 MAC** 三部分组成。

1、数据编码

FDDI 中采用二级编码方法, 既实现数据编码, 同时也得到了信号的同步。具体做法是先按 4B/5B 编码, 然后再利用一种称为倒相的不归零制 NRZI 编码来实现。

2、时钟偏移

FDDI 标准规定使用分布式时钟分配方案, 每个站点有独立的时钟和弹性缓冲器, 进入站点

缓冲器的数据时钟是按输入信号的时钟确定,而从缓冲器输出的信号时钟是根据站的时钟确定,从而可消除站点上的时钟偏移。

3、容量分配

FDDI 即支持长的通信流,又支持猝发式通信,因此,它定义了同步和异步两种通信类型。

4、FDDI 系统

FDDI 系统主要由物理层 PL、数据链路层、站管理 SMT 等组成:

- 》物理层 PL 被分为两个子层:物理媒体依赖 PMD 和物理层协议 PHY;
- 》数据链路层被分为两个或多个子层:可选的混合型环控制 HRC、媒体访问控制 MAC、可选的逻辑链路控制 LLC、可选的线路交换多路器 CS-MUX;
- 》站管理 SMT (Station Management) 管理站点间的信息传送、站点故障等信息;

5、FDDI 的主要技术特点

- 》双环结构提供了容错能力;
- 》使用了站管理的内置网络管理;
- 》令牌协议提供了有保证的访问和稳定的性能。
- 》可以使用单模或多模光纤;
- 》具有动态分配宽带的能力,能支持同步和异步数据传输;

4.3.2 快速以太网 Fast Ethernet

100BASE-T 也称为快速以太网,是由 IEEE802.3 委员会开发的一套规范,它提供与以太网相容的低造价 100Mbps 局域网。根据传输介质的不同,可以把快速以太网分为

100BASE-X(又分为 100BASE-TX 和 100BASE-FX)和 100BASE-T4。

100BASE-X 中的选项参考了原来为 FDDI 定义的物理介质规范。所有的 100BASE-X 方案要求在两节点间使用两条物理链路:一条用来传送信号,一条用来接收信号。100BASE-TX 使用屏蔽双绞线 (STP) 或是高质量 (5 类) 的无屏蔽双绞线 (UTP)。100BASE-FX 使用光纤。在 100BASE-FX 中需要用一种方法将 4B/5B-NRZI 码转换成光信号,采用强度调制技术。1 用一个光脉冲表示,0 用无脉冲或极小强度的光脉冲表示。

100BASE-T4 是为了在低质量 3 类线路上达到 100Mbps 数据速率的要求而设计的,因此能够利用建筑物中已有的 3 类线路 (规范指出也可以使用 5 类线路)。100BASE-T4 不在分组间传输连续的信号,这使其能够用于由电池供电的应用中。

4.3.3 千兆以太网 (Gigabit Ethernet)

制定千兆以太网标准的工作是从 1995 年开始的,在 1998 年 2 月,IEEE802 委员会正式批准了 Gigabit Ethernet 标准 (IEEE802.3z)。

Gigabit Ethernet 的传输速率是 Fast Ethernet 的 10 倍,数据传输速率达到 1000Mbps。Gigabit Ethernet 保留着传统的 100Mbps 速率 Ethernet 的所有特征 (相同的数据帧格式、相同的介质访问控制方法、相同的组网方法),只是将传统 Ethernet 的每个比特发送时间由 100ns 降到了 1ns。

IEEE802.3z 标准在 LLC 子层使用 IEEE802.2 标准,在 MAC 子层使用 CSMA/CD 方法。只是在物理层作了一些必要的调整,它定义了新的物理层标准 (1000BASE-T)。1000BASE-T 标准可以支持多种传输介质。目前,1000BASE-T 有以下几种有关传输介质的标准:

- 》1000BASE-T: 1000BASE-T 标准使用的是 5 类非屏蔽双绞线,双绞线长度可达到 100m;
- 》1000BASE-CX: 1000BASE-CX 标准使用的是屏蔽双绞线,双绞线长度可以达到 25;
- 》1000BASE-LX: 1000BASE-LX 标准使用的是波长为 1300nm 的单模光纤,光纤长度可以达到 3000m;
- 》1000BASE-SX: 1000BASE-SX 标准使用的是波长为 850nm 的多模光纤,光纤长度可以达到 300~550nm。

4.3.4 交换式局域网

交换式局域网保留现有以太网的基础设施，而不必把还能工作的设备扔掉；另外，以太网交换机有着广泛的应用——与现行的中继器结合，网络交换机可以用来将超载的网络分段，或者加进网络交换机后建立服务器帧或建立新的主干网，所有这些应用都维持现有的设备不变。

共享以太网 LAN 经历过性能的衰退，原因是在通信质量和用户数的增加超出一定数时会造成碰撞冲突，但交换式以太网不会出现这些问题。因为它不会与其他用户冲突，从而能确保真正的 10Mbps 性能。交换式以太网也可以按双工模式进行操作，从而可使性能大大超出传统 10Mbps 的上限。

交换式以太网可以向每个节点提供专用的服务。这对要求专用服务的应用（如电视会议和其他自然数据型应用）是一个理想的选择，因此它以其确保的带宽实现低的延时。

交换式以太网可提供最广泛的介质支持，因为交换式以太网也是以太网，它也在第 3 类 UTP、光缆以及同轴电缆上运行，尤其是光缆以太网使得交换式以太网非常适合于作主干网。

交换式局域网的核心部件是**局域网交换机**，其主要特性有：

》低交换传输延迟；

》高传输带宽；

对于 10Mbps 的端口，半双工端口带宽为 10Mbps，而全双工端口带宽 20Mbps；对于 100Mbps 的端口，半双工端口带宽为 100Mbps，而全双工端口带宽为 200Mbps。

》允许 10/100Mbps 共存；

》局域网交换机可以支持虚拟局域网服务。

4.3.5 虚拟局域网

虚拟网络是建立在局域网交换机或 ATM 交换机之上的，它以软件来实现逻辑工作组的划分与管理，逻辑工作组的节点组成不受物理位置的限制。同一逻辑工作组的成员不一定要连接在同一物理网段上，它们可以连接在同一个局域网交换机上，也可以连接在不同的局域网交换机上，只要这些交换机是互联的。当一个节点从一个逻辑工作组转移到另一个逻辑工作组时，只需要通过软件设定，而不需要过问它在网络中的物理位置。同一个逻辑工作组的节点可以分布在不同的物理网段上，但它们之间的通信就像在同一个物理网段上一样。

虚拟网络可以在网络的不同层次上实现。不同虚拟局域网组网方法的区别主要表现在虚拟局域网成员的定义方法上，通常有 4 种：

用交换机端口号定义虚拟局域网

用 MAC 地址定义虚拟局域网

用网络层地址定义虚拟局域网

IP 广播组虚拟局域网

4.4 局域网的物理设备

4.4.1 网络适配卡（网卡）

由于考虑到连接网络的灵活性，计算机本身并不具备连接网络的接口，而用一种称之为网络适配卡的设备充当计算机与网络的接口。它根据网络协议的不同而不尽相同，所以用户在选择网络适配卡时，应根据自己的计算机网络实际来考虑。

1、网卡的功能

网络适配卡，简称网卡，一般是插在计算机的扩展槽上来实现以下功能：

》把要传输的信号发送到线缆上；

》把线缆上的信号接收到计算机；

》代表一个固定的地址；

2、网卡的功能

按总线的类型可分为：ISA 总线的网卡、PCI 总线的网卡和 PCMCIA(PC 卡)；

按网卡的连接头可分为：BNC 连接头、RJ-45 连接头、AUI 连接头；

按网卡支持的传输速率可分为：普通的 10Mbps 网卡、高速的 100Mbps 网卡、10M/100Mbps 自适应网卡和 1000Mbps 网卡。

4.4.2 网络集线器

集线器 (Hub) 是局域网中重要的部件之一，它是网络连接的中央连接点。从基本工作原理来看，集线器实质上是一个多端口的中继器，也就是说它工作在 OSI 参考模型的第一层（物理层）。典型的集线器有多个用户端口，用于连接工作站和服务器的网络终端。每一个端口支持一个来自网络站点的连接。数据帧从一个站点发送到集线器的某个端口上，然后它被中继到集线器的其他所有端口。尽管每一个站点是用它自己专用的电缆线连接到集线器的，但基于集线器的网络仍然属于共享介质的局域网。通俗地说，集线器就是一个将共享介质总线折叠到铁盒子中的集中连接设备。

当前多数集线器的端口数是 8、12、16 或 24 个，如果用户要联网的计算机数量比单台集线器的端口数多，有三个解决办法：**级联、堆叠和选用模块化集线器**。受以太网 MAC 定时的限制，**集线器级联时最多不能超过 3 级。堆叠台数**则与不同厂家、不同产品型号的堆叠集线器有关，**一般不超过 10 台。**

按集线器支持的传输速率，可分为：10Mbps 集线器、100Mbps 集线器、10M/100Mbps 自适应集线器；按集线器的结构不同，可分为：独立型集线器、堆叠型集线器、模块化集线器。目前，应用比较广泛的集线器产品主要有：

Cisco 公司的 FastHub400 系列与 Cisco1528 系列集线器；

3Com 公司的 Office Connect 系列与 Super Stack II 系列集线器；

ACCTON 公司的 Ether Hub 系列与 Fast Ether Hub 系列集线器；

D-Link 公司的 DE-800TP 系列集线器；

4.4.3 局域网交换机

采用交换机作为中央连接设备的以太网通常称为交换式以太网或称为采用交换技术的以太网。交换机和网桥一样是基于 OSI 参考模型的第二层即数据链路层操作的技术。事实上交换机只是网桥的一个变种，它和网桥相比，在结构上更为简单，价格上更为低廉，而性能更好，具有更高的端口密度。从这个意义上讲，可以把交换机看成是一种多端口的高速网桥。交换机是一种存储转发设备，它是根据其发送帧中的目标 MAC 地址进行信息帧转发的。交换机转发信息的方法有三种：直通方式、无碎片直通方式、存储转发方式。根据交换机型号的不同，功能上也就可能有了质的变化。在这里，对其做一个分类说明：

》第二层交换机：用来代替集线器在小型网络中的应用；

》第三层交换机：它可以完成普通路由器的部分或全部功能；

》高层交换机：它可以在完成普通路由器的功能的基础上，还能实现一些特殊的功能。

目前，应用最广泛的局域网交换机主要有：Cisco 公司的 Catalyst 系列交换机、3Com 公司的 Superstack II 系列交换机、Nortel 公司的 BayStack 300 系列与 Etherspeed 系列交换机、Intel 公司的 Express 系列交换机，以及 ACCTON 公司的 Cheetack Switch Workgroup 系列交换机。

4.5 局域网组网规划

4.5.1 局域网的设计原则与组建步骤

局域网设计要考虑技术本身的实用性、成熟性和安全可靠的开放性，即**能够充分利用现有设备和资源，并具有良好的扩展性，以满足今后发展的需要；改善系统维护和数据维护措施，以使系统能长期、稳定地运行；**

组建局域网大致分为：先提出网络需求分析；再根据网络需求和组网策略来作网络规划，其

中包括确定网络体系结构、网络拓扑结构、网络操作系统、网络硬件设备（选择网卡、传输介质和相关联网设备，如集线器、交换机、接头等）；然后制作连线、安装网卡，把这些硬件设备连接起来，再装入网络操作系统软件以及应用软件。这样，一个局域网就建成了。

4.5.2 网络需求分析

建设一套网络系统，首先要进行需求分析。网络需求分析主要分成以下几方面的工作：

- 》了解建网单位要求提供的网络服务；
- 》了解建网单位原有的计算机软硬件资源和正在运行的应用系统，以便在网络建设中保护以前的投资；
- 》了解网络用户权限要求，以便确定网络安全策略；
- 》分析用户对网络宽带的需求以及网络信息流量、划分网段、分配带宽等；

4.5.3 网络体系结构确定

要建立一个网络，首先应该考虑采用哪种网络体系结构来进行建网。网络体系结构是指计算机通信系统的整体设计，它为网络软件、硬件及网络通信协议、数据存取控制和拓扑结构提供标准。具体地说就是在目前较流行的局域网技术中选择合适的网络类型。

确定具体的网络体系结构时最为重要的是要有灵活性，首先要满足实际需要，其次要考虑到以后的升级与扩充，还要注意保护原有投资。现有网络技术发展飞快，人们对网络需求的变化也很频繁，这就要求网络规划人员在设计过程中需充分考虑一下因素：

- 》网络用户的不断增加；
- 》用户工作站的性能迅速提高；
- 》新的应用不断出现，要求网络提供的服务越来越多；
- 》要不断提高网络管理的灵活性、可维护性与可靠性；
- 》网络设备的更新与升级；
- 》其他因素；

目前，流行的局域网技术有以太网、令牌环网、令牌总线、FDDI、快速以太网、千兆以太网和 ATM 技术；

4.5.4 网络工作模式的确定

小型局域网的设计，首先要考虑网上的通信是采用客户/服务器（C/S）模式还是对等网络（Peer-to-Peer）模式。

如果网络中每台计算机都可以平等地使用其他计算机内部的资源，则可以采用对等网络模式。这种共享方式将会导致计算机的速度比平时慢，但对等网非常适合于小型的、任务轻的局域网。

如果网络所连接的计算机比较多，文件与应用程序有集中管理的要求，一般采用客户/服务器模式。这种模式中，网上的交通流量往往都集中于对服务器的访问，服务器就应比工作站具有更宽的管道，供网上大量用户访问。

实际上这两种解决方案可以使用相同的硬件结构如 Ethernet 或 Token Ring 结构。它们的差别在于网络资源管理和所用的操作系统的逻辑结构不同。目前，大多数对等网络软件在文件与存储管理以及多任务功能方面比不上基于服务器的网络操作系统。但是，对等网络不仅能够独立构成一个网络系统，而且能与其他网络集成在一起运行，使用户获得更多的性能和更大的自由度。在实际应用中，经常是两种模式的混合，这样，一个网络上的工作站既可以互相访问，又可以共享专用服务器上的资源。

4.4.5 网络拓扑结构与布线方案的确定

组建局域网，要根据网络分布的地理范围以及用户对网络的要求决定网络结构和布线。有时需将不同的网络或相同的网络互连设备连接在一起，有时为增加网络性能和易于管理，可将一个网络划分为几个子网或网段，配置每一网段和各网段之间所需的传输介质和连接设备。

1、网络拓扑结构

一套完善的网络规划方案，网络拓扑结构图是方案的重要组成部分。网络拓扑结构图应包括的内容有：网络核心交换机、网络主服务器的接入、与其他网络的互联、与 Internet 网络是否连接、网络的结构是星型还是网状结构、网络所采用的主干技术等。

对于小型单网段网（用户数目不超过 100，服务器数目 2~3 个，一般为以太网或令牌环网），当计算机台数较多或可靠性要求高时，优先考虑采用星型或树型连接；当可靠性要求不高、共享任务不繁重时，才考虑用一根电缆进行总线型连接。

中等规模分解式主干网的用户一般超过 100，多采用以太和令牌环组网技术，用一个或少数几个路由器作为网络主干，网上服务器为 10 个左右。这种网络的优点是性能可靠、隔离性能好、便于管理。这种网络设计要充分了解交换技术和路由技术，且涉及虚拟网络技术，设计比较复杂。大型网络主要涉及网络主干技术，要充分考虑网络瓶颈问题。

2、网络布线

实际应用中的局域网通常是多种网络技术的集成，涉及很多网络设备和多种传输介质。网络布线要综合考虑网络拓扑结构及对网络的要求等各种问题。对于小型局域网来说，常见的有以下几种网络布线方法：

》第一种使用集线器、双绞线、RJ-45 接头布线，必要时集线器可以级联，这种方法布线灵活，网络规模易于扩充。对于范围较大的网络应坚决使用五类线或超过五类线；

》第二种使用 50 Ω 细缆、BNC 接头及终结器布线，不需额外网络设备，网络规模小；

》第三种使用光纤，可以选择光纤接口的交换机或为交换机加载光纤模块，也可以在光纤与双绞线之间加载转发器；

4.5.6 确定网络操作系统

网络操作系统主要根据网络的应用环境和网络操作系统自身的特点以及操作系统支持的应用软件来确定。

目前比较常见的局域网操作系统有 UNIX、NetWare、WindowsNTServer、Windows2000、Windows95/98、Linux 等，其中 UNIX、NetWare、WindowsNTServer、Windows2000 等适用于客户机/服务器模式，Windows95/98 常用于组建对等网。对于普通的网络用户来说，UNIX 不易掌握，小型局域网基本不使用 UNIX。

Windows95/98 既能组成小型对等网，又能访问多种形式的服务器，可以同时装入多种网络协议，但要求网络中多台机器的协议配置一致。

NetWare 操作系统推出时间较早，对于网络硬件的要求较低，同时兼容 DOS 命令。其应用环境与 DOS 相似，且应用软件较丰富，技术完善，尤其是它在无盘工作站上的安装较方便，因而较低配置或整体档次不高的微机在组网时应选用 NetWare，其常用于教学网和游戏网。

NetWare 网络中允许有多个服务器，可同时支持多种拓扑结构，具有强大的文件打印服务能力、良好的兼容性和系统纠错能力。但 NetWare 网络以服务器为中心，工作站之间若不通过服务器则无法直接进行文件交流。因此工作站资源无法直接共享，而且安装及管理维护比对等网复杂，多用户需同时获取文件及数据时会导致网络效率降低。

Windows NT Server 是 Microsoft 推出的 32 位网络操作系统，采用直观的 Windows 用户界面。支持多种硬件平台，支持多处理器操作，对网络提供了更高的可扩展性。Windows NT Server 在兼容性、移植性、性能、可靠性、稳定性等方面的表现都相当出色，因此用 Windows NT Server 作为服务器软件来组建办公、企业网比较合适。

4.5.7 网络硬件的选择

在局域网环境下，通常涉及的网络设备有：服务器、工作站、网络打印机、网卡、集线器、交换机、中继器、网桥、路由器、传输介质等。

第五章 Internet 基础

5.1 Internet 的概述

Internet 是目前世界上最大的计算机网络，确切地说它是最大的全球互连网络，它连接全世界成千上万个网络。该网络组建的最初目的是为研究部门和大学服务，现在已向社会开放，并真正成为世界范围内个人及机构之间交换重要信息的工具。

Internet 由全世界众多的网络互连而成，它们共同遵守 TCP/IP 协议。TCP/IP 从功能、概念上描述 **Internet**，它由大量的计算机网络协议和标准的协议族组成，但主要的协议是传输控制协议 TCP 和 **Internet** 协议 IP。凡是遵守 TCP/IP 标准的物理网络，与 **Internet** 互连便成为全球 **Internet** 的一部分。

5.1.1 Internet 的概念

Internet 是指通过网络互联设备把不同的多个网络或网络群体互连起来形成的大网络，也称为网际网。

5.1.2 Internet 结构

Internet 网是一种分层网络互联群体的结构。从用户的角度看，可以把 **Internet** 网作为一个单一的大网络对待，这个大网可以被认为是允许任意数目的计算机进行通信的网络。事实上，**Internet** 的结构是多层网络群体结构；

在美国，**Internet** 网主要是由如下三层网络构成；

》**主干网**：它是 **Internet** 网的最高层，由 NSFNET(国家科学基金会)、Milnet（国防部）、NSI(国家宇航局)及 ESNET(能源部)等政府提供的多个网络互连构成的。主干网是 **Internet** 的基础和支柱网层。

》**中间层网**：它是由地区网络和商业网络构成

》**底层网**：它处于 **Internet** 网的最下层，主要是由大学和企业的网络构成。

5.1.3 Internet 的形成

Internet 一词最早出现在 1982 年发表的 IP 协议上，它是由美国超级电脑网络发展起来的，而美国超级电脑网络是在 20 世纪 60 年代末，在美国国防部的 ARPANET 实验网络的基础上建立起来的。1973 年，英国和挪威加入了 ARPANET 网，实现了 ARPANET 网的首次跨洲连接。80 年代末，随着个人电脑的出现和电脑价格的大幅度下降，加上局域网的发展，各学术和研究机构希望把自己的电脑连接到 ARPANET 网上的要求越来越强烈，从而掀起了一场 ARPANET 热。可以说，20 世纪 70 年代是 **Internet** 网的孕育期，而 80 年代是 **Internet** 网的发展期。**Internet** 的产生和发展可从下述几个方面和阶段来描述。

1、局域网的发展

在 20 世纪 70 年代末期，计算机价格大幅度下降，对大的企业或组织来说，每个部门都能负担得起一台计算机，并将这些计算机互连起来，在它们之间快速传递信息的强烈愿望推动了计算机网络技术的迅速发展。一时间，局域网的数量急剧增长。许多大的企业和组织内部都使用了多种局域网技术。

2、局域网技术之间的不兼容性

各计算机研究部门的工程和研究人員研究和设计了多种局域网技术，但它们互不兼容。某种特定的局域网技术一般只能在某些特定的计算机上使用。而对一个企业或组织来说，如果其内部有两个局域网，则企业或组织就希望能把这两个局域网系统连接起来。如果不能实现它们的连接，对局域网来说有如下几个技术原因：**局域网只能在有限的范围内使用；各种不同的局域网都有自己的技术规范，互不相容。**

3、广域网技术

20 世纪 60 年代和 70 年代，科学工作者设计了多种在大的地理范围内将计算机互连起来组成计算机网络的广域网技术。这种技术虽然解决了局域网地理范围小的问题，却还有一些

主要问题没有解决：广域网与广域网不能兼容、广域网与局域网不兼容。因此，还不能将两个不同的网络通过通信线路互联起来形成一个有用的大网络。

4、Internet 的创建

20 世纪 60 年代，美国国防部已拥有大量各种各样的网络系统，在 ARPA 研究中，其主要指导思想是寻找一种方法将局域网与远程网互联起来，成为网际网。到 70 年代末，ARPA 已经有好几个计算机网络在运行，当时 APRA 项目包括一个称为 APRANET 的广域网和使用卫星及无线电传输进行通信的网络。

APRA 项目对于解决不兼容网络互联问题进行了研究，APRA 的研究项目及研究人员建立的原形系统都称为 Internet。

5.1.4 Internet 的功能

Internet 网与大多数现有的商业计算机网络不同，它不是为某些专用的服务设计的，而是既通用又高效。Internet 网能够适应计算机、网络和服务的各种变化，它能够提供多种信息服务。因此，Internet 成为一种全球信息基础设施。其提供的服务主要包括：电子邮件、电子公告板、文件传输、远程登录、信息浏览、高级浏览、自动标题搜索、自动内容搜索、声音和视频通信及全球数字化信息库

Internet 是在人类信息资源需求的推动下发展起来的。随着人类社会的发展，信息已成为人类社会最重要和不可或缺的赖以竞争、生存、发展的资源。计算机网络技术的不断发展和完善，不仅极大地满足了人类对信息的需求，更重要的是它加速和推动了人类社会的发展，使人类社会发生了根本性的变革。Internet 给人类带来了各种利益，主要包括：经济利益、推动医疗保健制度的改革、改善为公共利益服务的网络、促进科学研究、推动教育事业的发展。今后若干年，人们将广泛利用信息网络的结构，最具有代表性的计算机网络就是 Internet 网。Internet 网是全人类的资源，是世界各国的信息基础结构设施，它为全人类提供各种形式的信息服务，该网络将对社会产生以下几个方面比较明显的影响：传播媒介、数据检索、数据失真、计算机犯罪、获得信息的难度增加、信息贫乏者受歧视、推进变革、电信社会、技术化

5.1.5 Internet 的相关概念

1、ISP

ISP, 全称为 Internet Service Provider, 即 Internet 服务供应商。ISP 是掌握 Internet 接口的机构。我国目前的 Internet 网包括两个层次：

互联网络：直接进行国际联网的信息网络。我国现在已有 4 个互联网络：CHINANET 网、金桥网、科研网和教育网，分别由中国电信、电子部、中国科学院和国家教育委员会管理。

接入网络：通过接入互联网络进行国际联网的计算机信息网络，根据国家规定，只有电信部门的 CHINANET 网可以进行商业经营。目前 CHINANET 网的代理可分为三类：

》A 类代理：从事市场推销工作，鼓励和协助用户使用 CHINANET 业务并帮助客户做好入网工作，负责用户终端设备的集成、安装、培训；

》B 类代理：从事网络投入服务，包括专线、拨号、无线方式，同时提供网上信息增值服务；

》C 类代理：从事数据库及信息增值服务；

2、域名

1996 年，在美国乃至全世界，掀起了一股注册 Internet 域名的热潮。在美国，在 Internet 上注册域名的公司，从 1995 年初的 2 万家激增到目前的几百万家，每天在国际互联网信息中心注册的域名平均达到 1700 个。其他国家也在发生着同样的事情。

在 Internet 上，每一台服务器为了与其他服务器区别开来，都有一个唯一的 IP 地址。IP 地址是由 4 段 8 位的二进制数字组成（4 个字节，32 位二进制数）写成十进制，中间用“.” 隔开，例如：202.115.46.110。由于让人记住这样的服务器地址是比较困难的事情，人们就

为每台服务器起了名字，如 WWW.SCU.EDU.CN 是四川大学校园网 WWW 服务器的名字。为了更好地管理服务器的名字，“域”的概念应用而生。在一个“域”内，可以有若干台服务器，“域”有自己的名字即域名。WWW.SCU.EDU.CN 就是一个域名。在全世界域名是唯一的，即不可能有第二个 WWW.SCU.EDU.CN。在上例中，.EDU 反映了这个域名是一教育性网络的名字。类似地，.COM 反映的是商业性网络的名字；.NET 代表从事 Internet 网络服务的机构。

域名就像一种商标，因为它是排他的、唯一的，是企业在网络中的标志。由于域名便于记忆，有些人甚至用它来替代电话号码，因为人们将很快生活在网络之中，电脑随时就在身边，只要知道一个企业的域名，通过 Internet 就可以与该公司联系。

域名注册由位于美国的 Internet 网络信息中心 InterNIC 及其设在世界各地的分支机构负责审批，由于目前还没有关于网络域名注册方面的法律，网络信息中心本着“先到先办”的原则，对于一个域名的申请注册，只要该域名尚无人使用，一般就予以批准。

5.2 Internet 提供的服务

5.2.1 电子邮件 E-mail

E-mail 是 Internet 上用得最多的一项服务。用户只要能与 Internet，具有能收发电子邮件的程序及个人的 E-mail 地址，就可以与 Internet 上具有 E-mail 地址的所有用户方便、快捷、经济地交换电子邮件。电子邮件可以在两个用户之间交换，也可以向多个用户发送同一封邮件，或将收到的邮件转发给其他用户。电子邮件中除文本外，还可包含声音、图像、应用程序等各类计算机文件。此外，用户还可以以邮件方式在网上订阅电子杂志、获取所需文件、参与有关的公告和讨论组，甚至还可以浏览 WWW 资源。

收发电子邮件必须有相应的软件支持。常用的收发电子邮件软件有 foxmail、Exchange、Outlook Express 等，这些软件提供邮件的接收、编辑、发送和管理功能。大多数 Internet 浏览器也都包含收发电子邮件的功能，如 Internet Explorer 等。

邮件服务器使用的协议有简单邮件传输协议 SMTP、电子邮件扩充协议 MIME (Multipurpose Internet Mail Extensions) 和邮局协议 POP (Post Office Protocol)。POP 服务需由一个邮件服务器来提供，用户必须在该邮件服务器上取得账号才可使用这种服务。目前使用的较普遍的 POP 协议为第 3 版，又称为 POP3 协议。

5.2.2 专题讨论 Usenet

Usenet 是一个由众多趣味相投的用户共同组织起来的各种专题讨论组的集合。通常也将之称为全球性的电子公告板系统 (BBS)，Usenet 用于发布公告、新闻、评论及各种文章供网上用户使用和讨论。讨论内容按不同的专题分类组织，每一类为一个专题组，称为新闻组，其内容还可以分出更多的子专题组。

Usenet 的每个新闻组都是由一个区分类型的标记引导，每个新闻组围绕一个主题，如 comp. (计算机方面的内容)、news. (Usenet 本身的新闻与信息)、rec. (体育、艺术及娱乐活动)、sci. (科学技术)、soc. (社会问题)、talk. (讨论交流)、biz. (商业方面问题)、misc. (其他杂项话题) 等。

用户除了可以选择参加感兴趣的专题小组外，也可以自己开设新的专题组。只要有人参加，该专题组就可一直存在下去；若一段时间无人参加，则这个专题组便会被自动删除。

5.2.3 远程登录 Telnet

Telnet 是 Internet 远程登录服务的一个协议，该协议定义了远程登录用户与服务器交互的方式。