

实验 1

网络实验环境和设备

本实验将介绍网络实验的环境，使读者理解网络信息通信的一般流程；进一步介绍网络层次模型——OSI 模型与 TCP/IP 模型；还介绍网络通信中使用的部件与设备，为以后的实验做好准备。

1.1 实验环境的网络拓扑结构与体系结构

1.1.1 网络拓扑结构

因特网（Internet）是世界上最大的互联网络，它采用 TCP/IP 协议族作为通信的规则。因特网是由众多网络相互连接而成的特定计算机网络，现在通过一个例子来描述和理解因特网的网络拓扑结构。

例如，我与在美国的朋友聊天的信息是怎样通过网络传过去的？

现在以信息的发起方在广西民族大学逸夫实验楼为例来说明这个问题，图 1.1～图 1.7 是信息从广西民族大学逸夫实验楼出发转发到美国所经过的网络拓扑图。

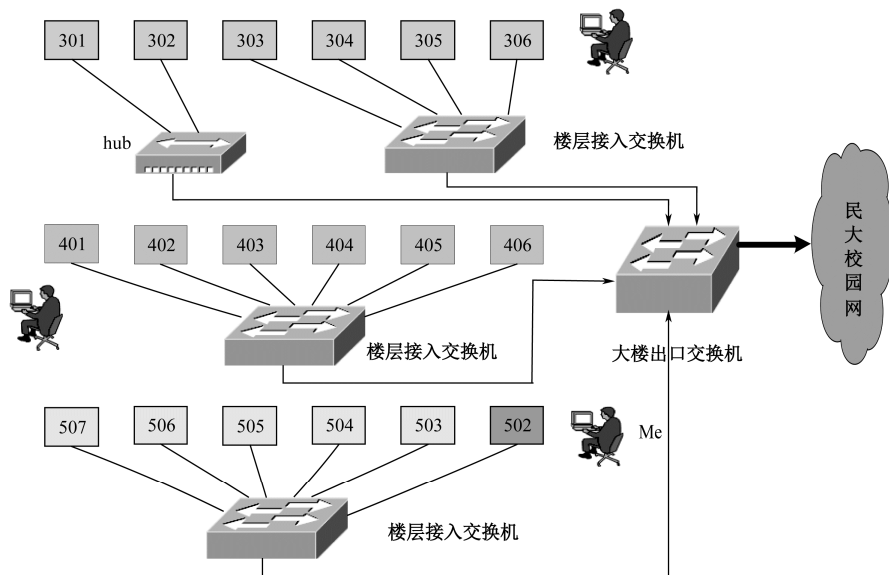


图 1.1 广西民族大学逸夫实验楼网络拓扑图

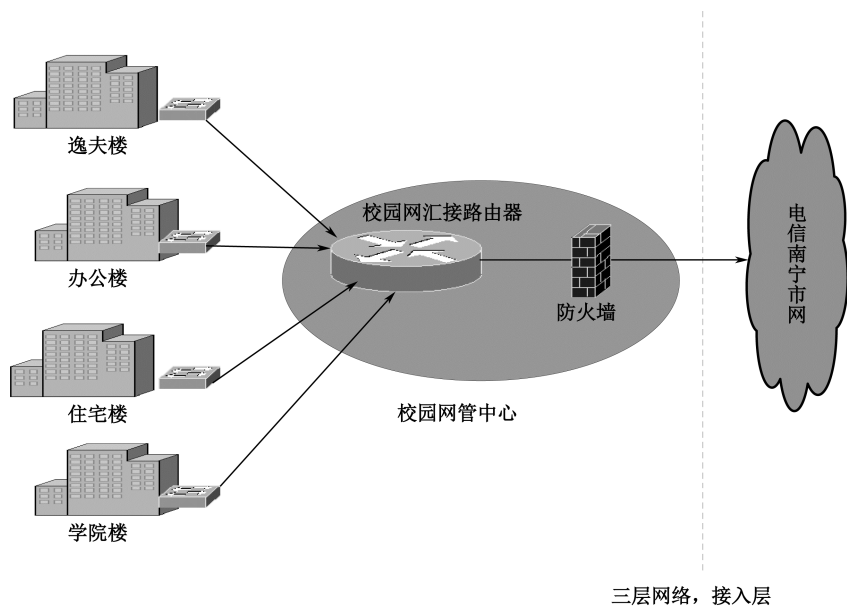


图 1.2 广西民族大学校园网

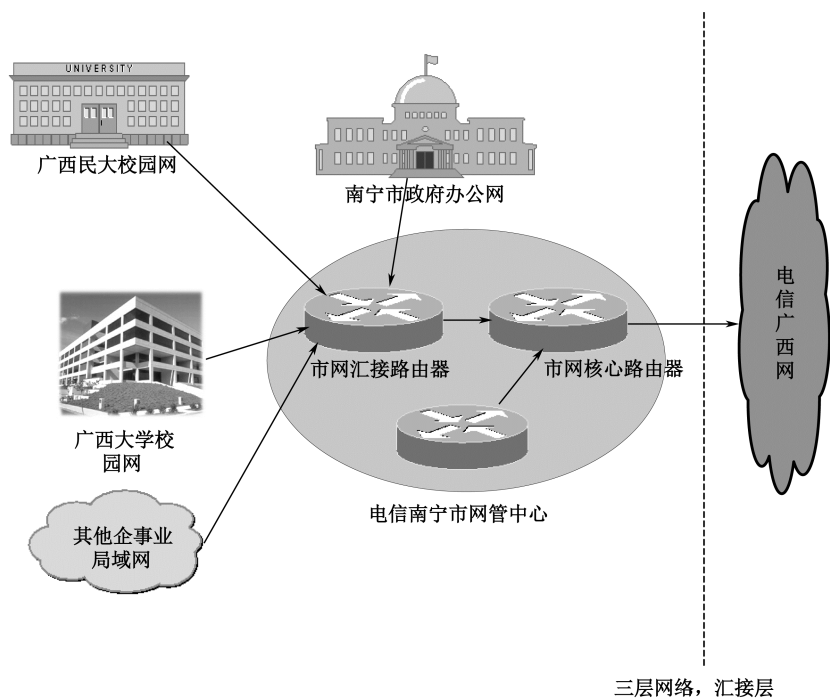


图 1.3 电信南宁市网

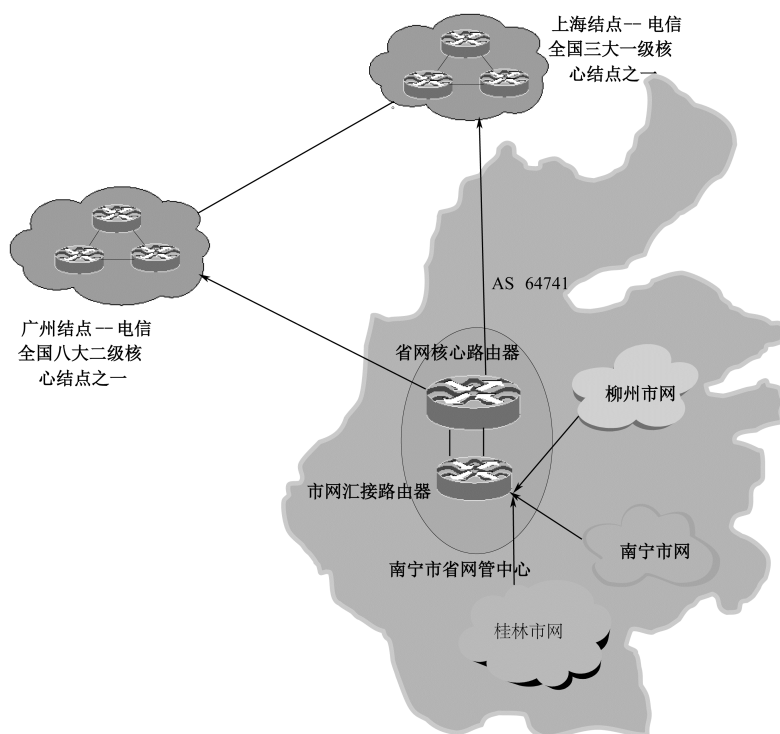


图 1.4 电信广西网

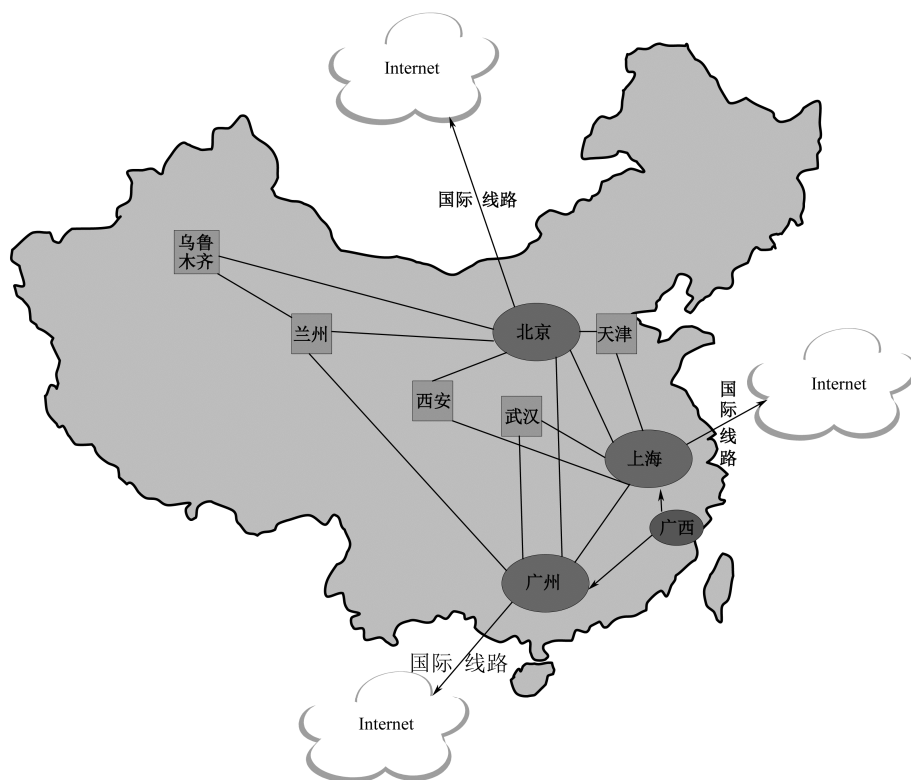


图 1.5 电信全国网（部分）

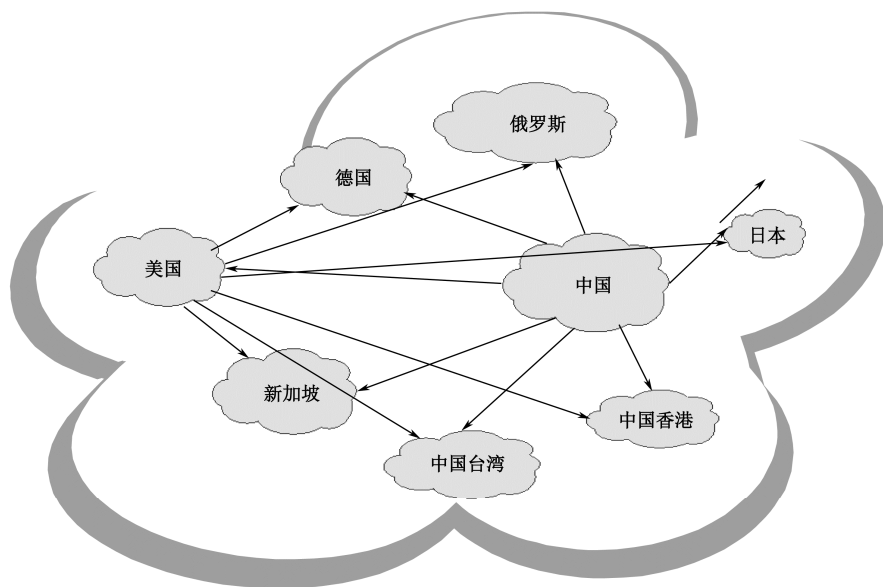


图 1.6 全球 Internet (部分)

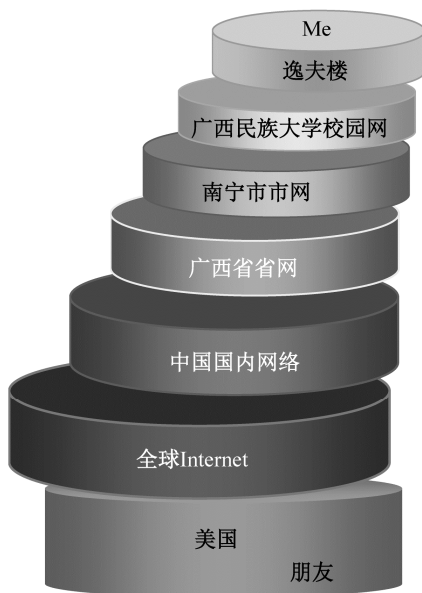


图 1.7 广西民族大学到美国通信所经网络图

从以上例子可知：互联的网络，其实是部分与整体，逻辑上总是由小到大。

1.1.2 网络体系结构

网络体系结构采用结构化思想，分为若干层，层间的关系是服务与被服务的关系，网络上的结点间对应层遵守一致的规约。

分层结构的好处：独立性强，功能简单，适应性强，易于实现和维护，结构可分割，易于交流和标准化。

1. OSI 参考模型

为了使不同体系结构的计算机网络都能互联, 国际标准化组织 ISO 于 1977 年成立了专门机构研究该问题。他们提出了一个试图使各种计算机在世界范围内互联成网的标准框架, 即著名的开放系统互联基本参考模型 OSI。

(1) 物理层 (Physical Layer)。物理层规定了激活、维持、关闭通信端点之间的机械特性、电气特性、功能特性以及过程特性。该层为上层协议提供了一个传输数据的物理媒体。在这一层, 数据的单位称为比特 (bit)。属于物理层定义的典型规范代表包括 EIA/TIA RS-232、EIA/TIA RS-449、V.35、RJ-45 等。

(2) 数据链路层 (Data Link Layer)。数据链路层在不可靠的物理介质上提供可靠的传输。该层的作用包括物理地址寻址、数据的成帧、流量控制、数据的检错、重发等。在这一层, 数据的单位称为帧 (Frame)。数据链路层协议的代表包括 SDLC、HDLC、PPP、STP、帧中继等。

(3) 网络层 (Network Layer)。网络层负责对子网间的数据包进行路由选择。此外, 网络层还可以实现拥塞控制、网际互联等功能。在这一层, 数据的单位称为数据包 (Packet)。网络层协议的代表包括 IP、IPX、RIP、OSPF 等。

(4) 传输层 (Transport Layer)。传输层是一个端到端, 即主机到主机的层次。传输层负责将上层数据分段并提供端到端的、可靠的或不可靠的传输。此外, 传输层还要处理端到端的差错控制和流量控制问题。在这一层, 数据的单位称为数据段 (Segment)。传输层协议的代表包括 TCP、UDP、SPX 等。

(5) 会话层 (Session Layer)。会话层管理主机之间的会话进程, 即负责建立、管理、终止进程之间的会话。会话层还利用在数据中插入校验点来实现数据的同步。会话层协议的代表包括 NetBIOS、ZIP (AppleTalk 区域信息协议) 等。

(6) 表示层 (Presentation Layer)。表示层对上层数据或信息进行变换以保证一个主机应用层信息可以被另一个主机的应用程序理解。表示层的数据转换包括数据的加密、压缩、格式转换等。表示层协议的代表包括 ASCII、ASN.1、JPEG、MPEG 等。

(7) 应用层 (Application Layer)。应用层为操作系统或网络应用程序提供访问网络服务的接口。应用层协议的代表包括 Telnet、FTP、HTTP、SNMP 等。

2. TCP/IP 参考模型

ISO 制定的 OSI 参考模型过于庞大、复杂招致了许多批评。与此对照, 由技术人员自己开发的 TCP/IP 协议栈获得了更为广泛的应用。TCP/IP 参考模型分为四个层次: 应用层、传输层、网际层和网络接口层。如图 1.8 所示是 TCP/IP 参考模型和 OSI 参考模型的对比示意图。

(1) 网络接口层。实际上 TCP/IP 参考模型没有真正描述这一层的实现, 只是要求能够提供给其上层一个访问接口, 以便在其上传递 IP 分组。由于这一层次未被定义, 因此其具体的实现方法将随着网络类型的不同而不同。

(2) 网际层。网际层是整个 TCP/IP 协议栈的核心。它的功能是把分组发往目标网络或主机。同时, 为了尽快地发送分组, 可能需要沿不同的路径同时进行分组传递。因此, 分组到达的顺序和发送的顺序可能不同, 这就需要上层必须对分组进行排序。网际层除了需要完成路由的功能外, 也需要完成将不同类型的网络 (异构网) 互联的任务。除此之外, 网际层还需要完成拥塞控制的功能。网际层定义了分组格式和协议, 即 IP 协议 (Internet Protocol)。

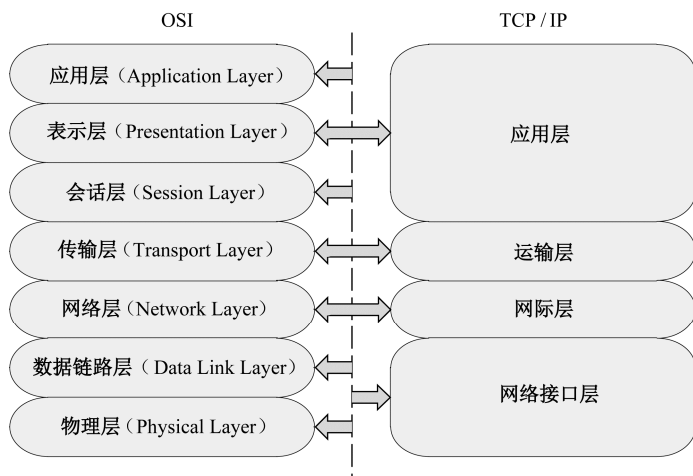


图 1.8 TCP/IP 参考模型和 OSI 参考模型的对比示意图

(3) 传输层。在 TCP/IP 模型中，传输层的功能是使源端主机和目标端主机上的对等实体可以进行会话。在传输层定义了两种服务质量不同的协议，即传输控制协议 TCP (Transmission Control Protocol) 和用户数据报协议 UDP (User Datagram Protocol)。

TCP 协议是一个面向连接的、可靠的协议。它将一台主机发出的字节流无差错地发往互联网上的其他主机。在发送端，它负责把上层传送下来的字节流分成报文段并传递给下层。在接收端，它负责把收到的报文进行重组后递交给上层。TCP 协议还要处理端到端的流量控制，以避免缓慢接收的接收方没有足够的缓冲区接收发送方发送的大量数据。

UDP 协议是一个不可靠的、无连接协议，主要适用于不需要对报文进行排序和流量控制的场合。

(4) 应用层。TCP/IP 模型将 OSI 参考模型中的会话层和表示层的功能合并到应用层实现。应用层面向不同的网络应用引入了不同的应用层协议。其中，有基于 TCP 协议的，如文件传输协议 (File Transfer Protocol, FTP)、虚拟终端协议 (TELNET)、超文本链接协议 (Hyper Text Transfer Protocol, HTTP)，也有基于 UDP 协议。

1.2 网络实验环境介绍

这里介绍一下我校的计算机网络实验室的内部设备结构，它是以锐捷网络的设备为基础，实验设备按组分配，每组设备包括：8 台 PC、RCMS 实验台 (1 台)、RCMS 服务器 (1 台)、路由器 (2 台)、交换机 (2 台)。实验室布局结构如图 1.9 所示。

该实验室采用锐捷 RG-RCMS 系列产品，使用者可以通过 RG-RCMS 服务器来同时管理和控制 8~16 台的网络设备，不需要进行控制线的拔插，采用图形界面管理，简单方便。RG-RCMS 服务器利用异步模块接口和八爪鱼线连接实验设备。一个异步接口支持 8 台设备。利用八爪鱼线连接到每台实验设备的 Console，如图 1.10 所示。RG-RCMS 即可以采用反向 Telnet 的方式，灵活地对一组实验设备进行配置和管理。用户还可以利用 IE 浏览器访问 RCMS，通过图形界面的形式对设备进行访问和配置。

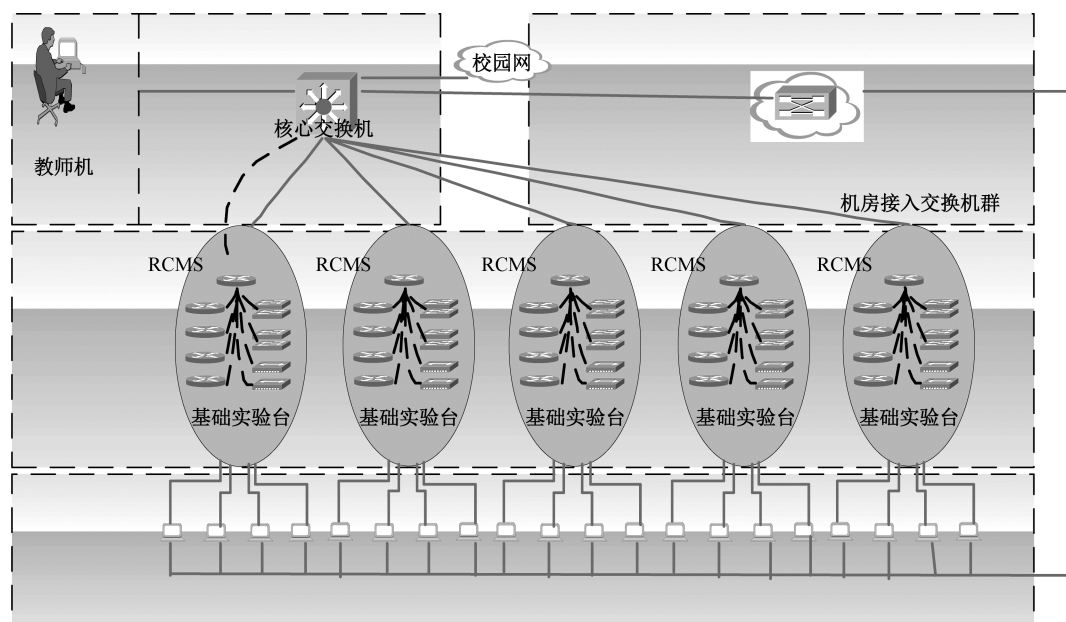


图 1.9 实验室布局结构（整体拓扑）

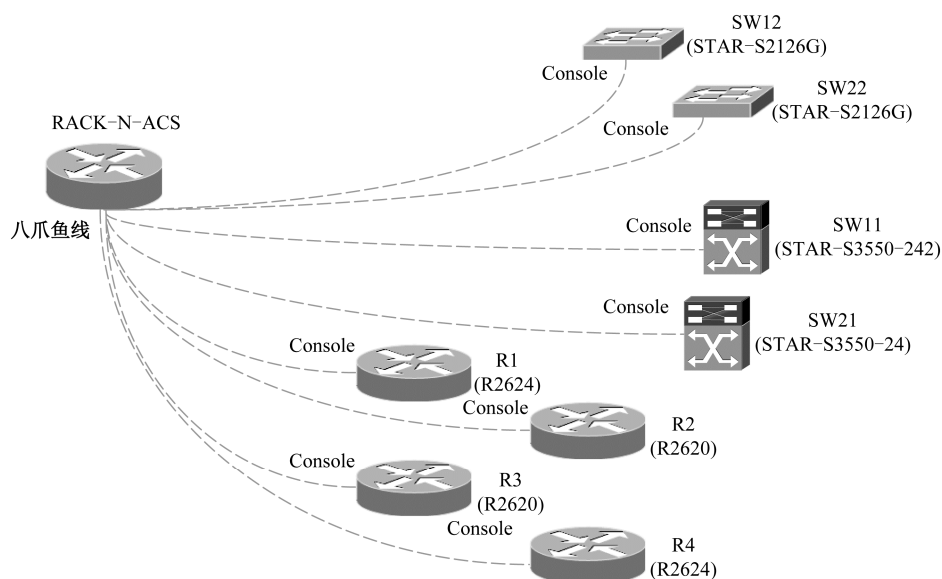


图 1.10 布局结构（RACK 拓扑）

1.3 常见网络设备

1. 网卡

网卡是应用最广泛的一种网络设备(图 1.11), 网卡的全名为网络接口卡(Network Interface Card)。网卡是连接计算机与网络的硬件设备, 是局域网最基本的组成部分之一。网卡的标准由 IEEE (电气和电子工程师协会) 定义。

网卡起着向网络发送数据、控制数据、接收并转换数据的作用。我们可以把网卡插在计

算机的主板扩展槽中,通过网线去高速访问其他计算机和互联网,以达到共享资源、交换数据的目的。

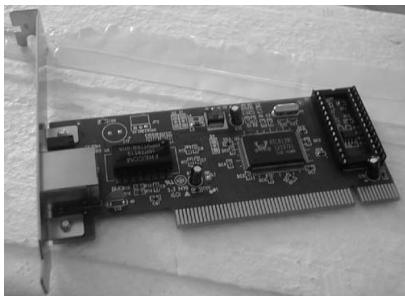


图 1.11 网卡

2. 集线器

集线器的英文称为“Hub”。“Hub”是“中心”的意思,集线器的主要功能是对接收到的信号进行再生整形放大,以扩大网络的传输距离,同时把所有结点集中在以它为中心的结点上。它工作于 OSI (开放系统互联参考模型) 参考模型的第一层,即“物理层”。集线器与网卡、网线等传输介质一样,属于局域网中的基础设备,采用 CSMA/CD (一种检测协议) 访问方式。

集线器属于纯硬件网络底层设备,基本上不具有类似于交换机的“智能记忆”能力和“学习”能力。它也不具备交换机所具有的 MAC 地址表,所以它发送数据时都是没有针对性的,而是采用广播方式发送。也就是说当它要向某结点发送数据时,不是直接把数据发送到目的结点,而是把数据包发送到与集线器相连的所有结点,如图 1.12 所示。



图 1.12 集线器

3. 交换机

交换机 (Switch) 也称为交换式集线器,是一种工作在 OSI 第二层 (数据链路层,参见“广域网”定义) 上的、基于 MAC (网卡的介质访问控制地址) 识别、能完成封装转发数据包功能的网络设备,如图 1.13~图 1.15 所示。它通过对信息进行重新生成,并经过内部处理后转发至指定端口,具备自动寻址能力和交换作用。

交换机不懂得 IP 地址,但它可以“学习”源主机的 MAC 地址,并将其存放在内部地址表中,通过在数据帧的始发者和目标接收者之间建立临时的交换路径,使数据帧直接由源地址到达目的地址。交换机上的所有端口均有独享的信道带宽,以保证每个端口上数据的快速有效传输。由于交换机根据所传递信息包的目地址,将每一信息包独立地从源端口送至目的端口,而不会向所有端口发送,避免了和其他端口发生冲突。因此,交换机可以同时互不影响地传送这些信息包,并防止传输冲突,提高了网络的实际吞吐量。

交换机的主要功能包括物理编址、网络拓扑重构、错误校验、帧序列以及流量控制。目前一些高档交换机还具备了一些新的功能,如对 VLAN (虚拟局域网) 的支持、对链路汇聚的支持,甚至有的还具有路由和防火墙的功能。



图 1.13 交换机

图 1.14 交换机正面示意图

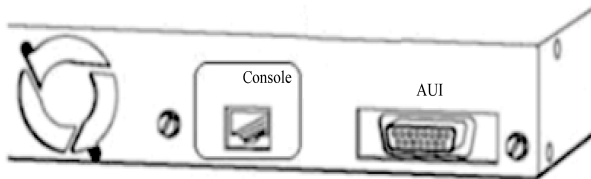


图 1.15 交换机反面示意图

4. 路由器

路由器是一种连接多个网络的网络设备，它能将不同网络互联起来，从而构成一个更大的网络。路由器的外观如图 1.16 所示，它与前面所介绍的集线器和交换机不同，它不是应用于同一网段的设备，而是应用于不同网段或不同网络之间的设备，属于网际设备。



图 1.16 Cisco 3600 系列路由器

路由器有两大典型功能，即数据通道功能和控制功能。数据通道功能包括转发决定、背板转发以及输出链路调度等，一般由特定的硬件来完成；控制功能一般用软件来实现，包括与相邻路由器之间的信息交换、系统配置、系统管理等。

路由器的主要作用就是“路由”，通俗地讲就是“向导”作用，主要用来为数据包转发指明一个方向。如果要细分的话，路由器的“路由”功能可以分为以下几个方面。

- (1) 包的转发。
- (2) 拆分和包装数据包。
- (3) 不同协议网络之间的连接。

1.4 拓展实验与思考题

(1) 列出你每天与使用计算机有关的活动。如果这些网络突然间全部关闭，试问你的生活将会有何变化？

(2) Internet 由大量的网络构成。这些网络的布局决定了 Internet 的拓扑结构。网上提供了大量有关 Internet 拓扑的可用信息。请用搜索引擎找出更多有关 Internet 拓扑结构的信息，并根据你的发现写一个简短的概述报告。