

# 项目 1 项目准备及网线制作与双机直连

## 本章学习目标

- 理解类似因特网的多场景复杂网络的布局 and 结构。
- 了解 Cisco Packet Tracer 软件的基本功能和用法,能够进行简单的网络模拟和实验。
- 理解计算机网络的基本知识,包括网络的基本概念、组成部分和工作原理。
- 掌握网线制作的基本步骤和注意事项。
- 理解双机直联的概念和操作方法,能够进行简单的通信测试。

## 1.1 项目导入

本书要实现的项目是使用 Cisco Packet Tracer 网络模拟软件设计一个类似因特网的多场景复杂网络,如图 1.1 所示,包含家庭网、校园网、企业网(包括公司总部和分公司)、移动网、网络服务器等,要用到各种网络协议,如 TCP/IP、RIP、OSPF、BGP 等,以实现不同网络场景之间的互联互通。通过完成这个项目,使得读者深入了解不同场景下网络的

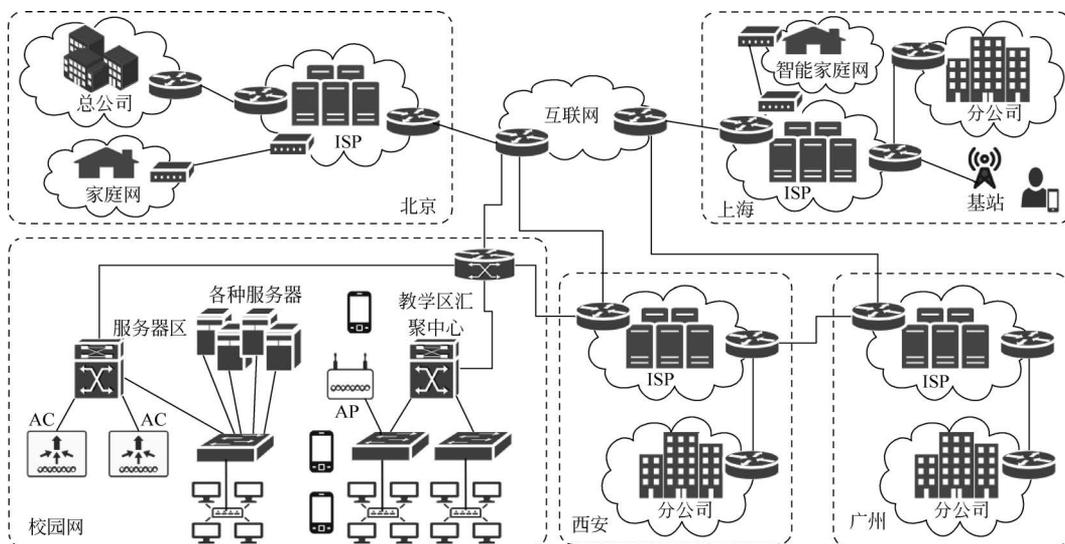


图 1.1 类似因特网的多场景复杂网络

组成、设备配置、协议交互以及网络安全等方面的知识。通过将计算机网络的理论知识和实践操作紧密结合,使得读者深入且较全面地理解和掌握计算机网络的理论知识,进而提高计算机网络的实践能力和解决各种网络问题的能力。

实现这个宏观项目需要一些具体的步骤。首先,由于这个宏观项目包含的内容太多,因此,采用化整为零的方法,将其拆分成相对独立的网络。其次,要明确项目的需求和目标,制订详细的项目计划。对企业网、校园网、家庭网和移动网等不同场景进行需求调研,了解各场景的网络规模、拓扑结构、设备数量、协议要求等方面的需求。本书也是按照这一思路来安排后续章节内容的。最后,将这些相对独立的网络互联起来构成类似因特网的多场景复杂网络。

## 1.2 Cisco Packet Tracer



Cisco Packet  
Tracer

Cisco Packet Tracer 是一款由 Cisco 公司开发的网络仿真软件,用于模拟网络设备和进行网络实验。Cisco Packet Tracer 软件可以从 Cisco 官网下载。本书使用 8.2.1 版本的 Cisco Packet Tracer,建议读者使用的 Cisco Packet Tracer 版本不低于 8.2.1。

Cisco iOS(Cisco internetwork operating system)是由 Cisco 公司专为其网络设备(如路由器和交换机)设计的操作系统。它是一个与硬件分离的软件体系结构,具备强大的网络互联和路由选择功能。Cisco iOS 提供了一组丰富的网络协议和功能,支持各种网络设备之间的连接和通信。作为网络设备的核心软件,Cisco iOS 具有高度的可靠性和安全性,并且可以通过不断升级来适应新的网络技术和应用需求。它提供了灵活的配置选项和强大的管理功能,使网络管理人员能够轻松地配置、监控网络设备和排除设备故障。

Cisco iOS 的命令行界面(command line interface,CLI)是配置和管理 Cisco 网络设备的主要工具。通过 CLI,网络管理员可以执行各种命令来配置网络设备的参数、监控网络状态、排查故障等。此外,Cisco iOS 还支持各种网络管理和安全协议,如 SNMP、SSH、ACL 等,以确保网络的安全性和可管理性。

在 Cisco Packet Tracer 中,iOS 命令行模式是指通过模拟 Cisco 设备的命令行界面来进行网络配置和故障排除的一种模式。通过 iOS 命令行模式,用户可以模拟与实际设备相似的操作和配置过程。

### 1. 命令行模式

Cisco Packet Tracer 提供了多个不同级别的命令行模式,包括用户模式(user mode)、特权模式(privileged mode)、全局配置模式(global configuration mode)和接口配置模式(interface configuration mode)等。每种模式下,用户具有不同的权限和操作范围。

(1) 用户模式是默认的进入模式,它提供基本的设备监视功能。在该模式下,用户可

以运行基本命令查看一些设备的基本状态和信息,不能修改配置。用户模式的提示符通常是“>”。

(2) 特权模式提供更高级别的设备访问权限,用户可以执行更多的监视和管理命令,但仍然不能直接修改配置。要从用户模式切换到特权模式,可以输入 enable 命令并提供特权级密码。特权模式的提示符通常是“#”。

(3) 全局配置模式是最高级别的命令行模式,用户可以对设备进行全局配置和管理,包括修改主机名、配置接口、路由协议、访问控制列表、创建 VLAN 等。要从特权模式切换到全局配置模式,可以输入 configure terminal 命令。全局配置模式的提示符通常是“(config)”。全局配置模式下执行 exit 命令可以退回特权模式。

(4) 接口配置模式允许用户对特定接口进行配置,例如设置接口的 IP 地址、子网掩码、启用协议和配置安全特性等。要从全局配置模式切换到接口配置模式,可以输入 interface GigabitEthernet0/0 命令。接口配置模式的提示符通常是“(config-if)”。接口配置模式下执行 exit 命令可以退回全局配置模式;接口配置模式下执行 end 命令可以退回特权模式。

## 2. 命令辅助功能

对于 Cisco Packet Tracer 软件中的 iOS 命令行模式,可以借助一些命令辅助功能来提高工作效率和准确性。以下是一些常用的命令辅助功能。

(1) 命令历史记录:在命令行模式下,可以随时按上/下箭头键来浏览和重复使用之前输入过的命令。这可以帮助用户快速重新执行相同的命令,而无须重新输入。

(2) 自动补全:当在命令行中输入命令的一部分时,可以按 Tab 键来自动补全命令或参数。

(3) 命令查询:在命令行模式下,可以随时按“?”键来查看当前模式下可用的命令列表和简短的描述。这有助于用户快速找到所需的命令并了解其功能。

(4) 参数帮助:当用户输入一个命令后,可以按“?”键来查看该命令的参数列表和描述。通过输入参数名称,用户可以快速查看参数的详细信息和使用方法。

# 1.3 计算机网络概述

## 1.3.1 计算机网络的定义

计算机网络是指将地理位置不同的具有独立功能的多台通用的、可编程的硬件,通过通信线路连接起来,在网络操作系统、网络管理软件及网络通信协议的管理和协调下,实现资源共享和信息传递的计算机系统。通用的、可编程的硬件表明这些硬件一定包含 CPU(中央处理器)。这些硬件能够用来传送多种不同类型的数据,并能支持广泛的和日益增长的应用。通过计算机网络,用户可以远程访问其他计算机上的文件、数据库、应用程序等。

Internet(因特网)是指全球性的、覆盖范围极广的、由众多网络互联而成的全球最大、最重要的计算机网络。因特网不仅包括了各种不同类型的网络,还采用了各种协议和标准,使得各种设备和系统都可以互相通信和交换信息。因特网已经成为现代社会不可或缺的基础设施之一。有些教材将 Internet 翻译为互联网。

internet(互联网)是指将多个计算机网络互联起来构成的更大的计算机网络,Internet(因特网)是 internet(互联网)的一个特例。

互联网具有两个重要特点:①连通性,使上网用户之间可以非常便捷、经济地交换各种信息;②资源共享,实现信息共享、软件共享、硬件共享。由于网络的存在,这些资源好像就在用户身边一样被方便地使用。

计算机网络由若干节点和连接这些节点的链路组成。节点可以是计算机、交换机或路由器等。互联网也称为网络的网络,是许多网络通过路由器连接而成,如图 1.2 所示,图的两侧分别是单个网络,图的中间部分表示由路由器连接多个网络,每个网络使用网云表示,一个网云可以表示单个网络,也可以表示互联网。与网络相联的计算机常被称为主机。

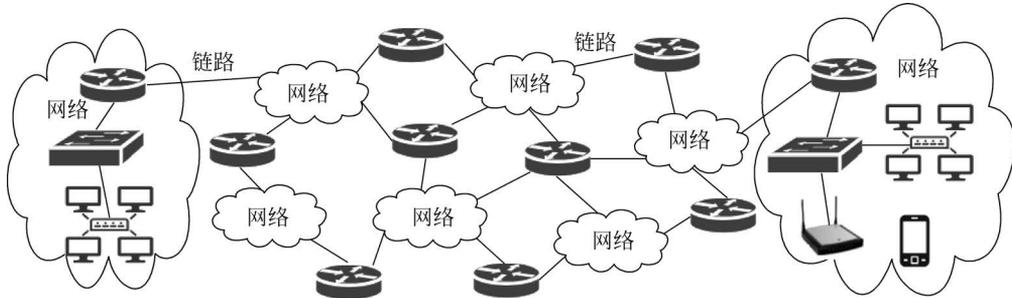


图 1.2 网络的网络

互联网基础结构的发展经历了以下三个阶段:

(1) 1969—1990 年。从单个网络 ARPANET 向互联网发展。ARPANET 最初只是一个单个的分组交换网,不是一个互联网。1983 年,TCP/IP 成为 ARPANET 上的标准协议,使得所有使用 TCP/IP 的计算机都能利用互联网相互通信。通常把 1983 年作为现代因特网的诞生时间。1990 年,ARPANET 完成了其历史使命,正式宣布关闭。

(2) 1985—1993 年。建成了三级结构的互联网,包括主干网、地区网和校园网(或企业网),覆盖了全美国主要的大学和研究所,并且成为互联网中的主要组成部分。

(3) 1993 年至今。出现了众多的 ISP(Internet service provider,因特网服务提供商),ISP 提供接入因特网的服务(需要收取费用),形成了全球范围的多层次 ISP 结构(主干 ISP、地区 ISP 和本地 ISP)的互联网。此阶段按照指数级增长的速度出现了大量的内容提供商,这些公司在网络上提供各种类型的内容服务。这些内容可以包括文字、图片、音频、视频等各种形式的数字信息。内容提供商的角色是收集、整理、创作和发布这些内容,以供用户消费和享受。内容提供商通过提供高质量的内容吸引用户,并通过广告、付费订阅、内容付费等方式获得收益。20 世纪 80 年代末和 90 年代初诞生的万维网(world wide web,WWW)成为互联网指数级增长的主要驱动力,极大地推动了因特网的发展和普及,使得信息可以更加便捷地传播和共享,促进了全球范围内的交流与合作。同时,WWW 也催生

了许多新兴行业,如电子商务、在线社交、远程教育等,对现代社会产生了深远的影响。

### 1.3.2 计算机网络的组成

计算机网络的组成包括以下内容。

(1) 计算机和网络设备。包括计算机、服务器、路由器、交换机、调制解调器等设备,它们通过通信线路相互连接,构成一个互联的网络。计算机是实现数据处理和通信的主要设备,通过网络与其他计算机和设备进行信息交换和资源共享。路由器、交换机等网络设备则是连接计算机和其他网络设备的中间设备。

(2) 通信线路。可以是有线的用于传输数据的物理媒介,包括双绞线、同轴电缆、光纤等,也可以是无线信道,例如无线电波、红外线等。通信线路可以以不同的方式传输数据,如通过电信号、光信号或者无线信号传输。

(3) 通信协议。通信协议是一套规则、约定和标准,用来规范数据传输和共享的格式和顺序,以及解决网络通信过程中可能遇到的各种问题。常见的通信协议包括 TCP/IP 套件、HTTP、FTP 等。

(4) 软件。包括操作系统、应用软件等,用于实现网络管理和应用的各种功能,包括电子邮件、文件传输、网页浏览、视频会议等。这些服务和应用程序依赖网络来实现数据传输和通信。

互联网从工作方式上可以划分为边缘部分和核心部分,如图 1.3 所示。

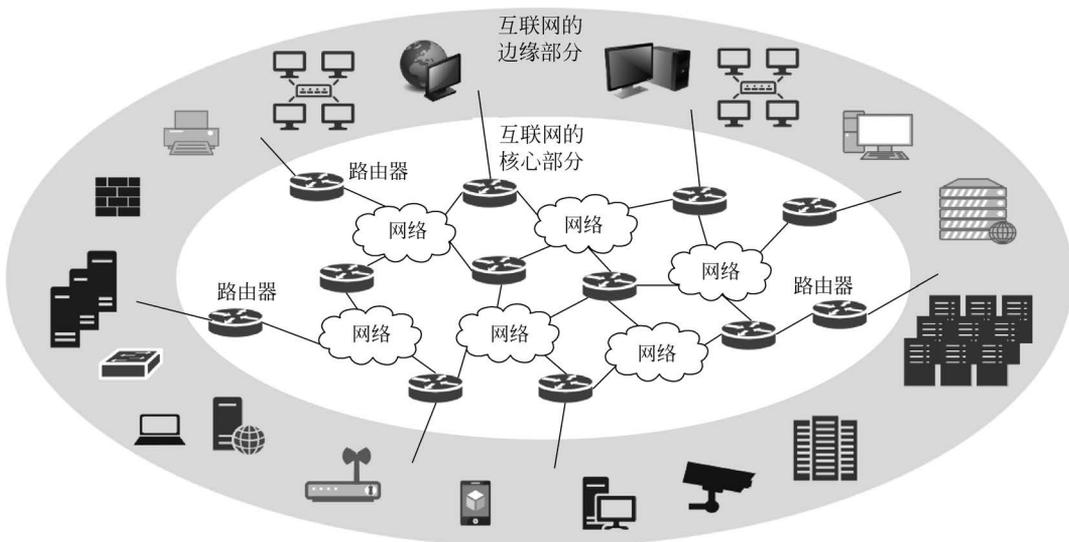


图 1.3 互联网的边缘部分和核心部分

(1) 边缘部分由所有连接在互联网上的主机组成,由用户直接使用,用来进行通信(传送数据、音频或视频)和资源共享。

(2) 核心部分由大量网络和连接这些网络的路由器组成,为边缘部分提供服务(提供连通性和分组交换)。

互联网边缘部分包含连接到互联网上的所有主机。这些主机又称为端系统。端系统在功能上可能有很大差别,有小的端系统(普通个人计算机、智能手机、网络摄像头等)和大的端系统(大型计算机、超级计算机、服务器)。端系统的拥有者可以是个人、单位或某个 ISP。

端系统之间的通信实际上是指一台主机的某个进程和另一台主机上的某个进程进行的通信。端系统之间的通信方式有两种:客户端(client)/服务器(server)方式、对等方式。

(1) 客户端/服务器方式简称为 C/S 方式,描述的是进程之间服务和被服务的关系,客户端是服务的请求方,服务器是服务的提供方。客户端与服务器的通信关系建立后,通信可以是双向的,客户端和服务器都可以发送和接收数据。客户端程序被用户调用后运行,需主动向远地服务器发起通信(请求服务)。客户端程序必须知道服务器程序的地址,不需要特殊的硬件和很复杂的操作系统。服务器程序专门用来提供某种服务的程序,可同时处理多个客户请求,需要一直不断地运行着,被动地等待并接收来自各地的客户端的通信请求。服务器程序不需要知道客户程序的地址,一般需要强大的硬件和高级的操作系统支持。

(2) 对等连接(peer to peer)方式简称为 P2P 方式,表示两个端系统在通信时不区分服务请求方和服务提供方,只要都运行了 P2P 软件,就可以进行平等的、对等连接通信。对等连接方式从本质上看仍然是使用客户端/服务器方式,只是对等连接中的每一个主机既是客户又是服务器。

互联网的核心部分是互联网中最复杂的部分,向网络边缘中的主机提供连通性,使任何一台主机都能够与其他主机通信。在网络核心部分起特殊作用的是路由器。路由器是实现分组交换的关键构件,其任务是转发收到的分组。典型交换技术包括电路交换、分组交换、报文交换等。互联网的核心部分采用分组交换技术。分组转发是网络核心部分最重要的功能。

### 1. 电路交换

在早期的电话网络中,电话线的数量与电话机数量的平方成正比。 $N$  部电话机两两直接相连,需  $N(N-1)/2$  根电话线,如图 1.4 所示。当电话机的数量增多时,使用电话交换机将这些电话连接起来,如图 1.5 所示,每一部电话都直接连接到交换机上,而交换机使用交换的方法,让电话用户彼此之间可以很方便地通信,这种交换方式就是电路交换。电路交换的完整过程包含三个阶段。①建立连接:建立一条专用的物理通路(占用通信资源);②通话:主叫和被叫双方互相通电话(一直占用通信资源);③释放连接:释放刚才使用的专用物理通路(归还通信资源)。交换的实际含义是转接,把一条电话线转接到另一条电话线,使它们连通起来。从通信资源分配的角度来看,就是按照某种方式动态地分配传输线路资源。

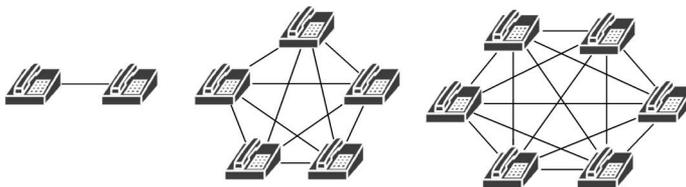


图 1.4 早期的电话网络

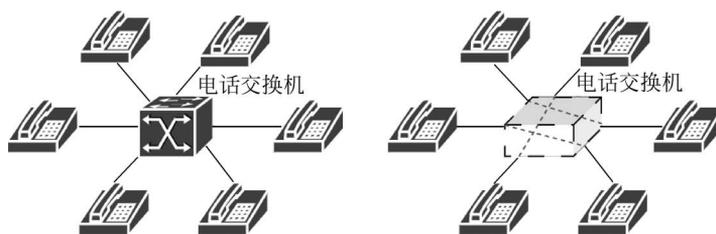


图 1.5 电路交换网络

电路交换的特点是通话的两个用户始终占用端到端的通信资源,这种技术如果用在计算机网络中,由于计算机数据具有突发性,将会导致在传送数据时通信线路的利用率很低,真正用来传送数据的时间往往不到 10%甚至不到 1%,已被用户占用的通信线路资源在绝大部分时间里都是空闲的。

## 2. 分组交换

分组交换采用存储转发技术。在发送端,先把较长的报文划分成更小的等长数据段。数据段前面(左边)添加首部就构成了分组(packet),分组又称为包,而分组的首部也称为包头。分组交换以分组作为数据传输单元。互联网采用分组交换技术,发送端依次把各分组发送到接收端。接收端收到分组后剥去首部,还原成原来的报文。分组交换网络中数据的发送与接收如图 1.6 所示。这里假设分组在传输过程中没有出现差错,在转发时也没有被丢弃。

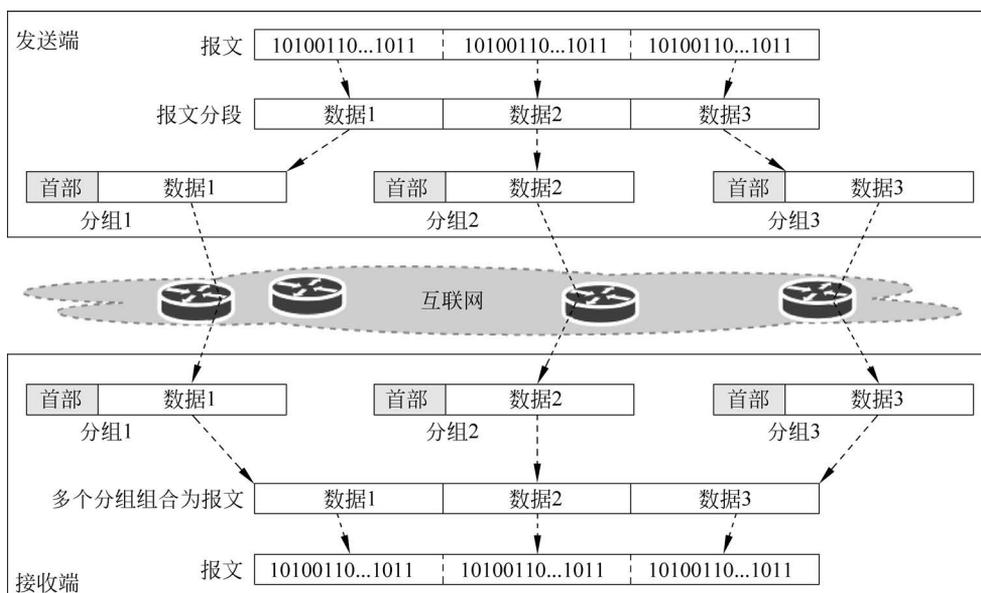


图 1.6 分组交换网络中数据的发送与接收

分组在互联网中的转发过程如图 1.7 所示,每一个分组在互联网中独立选择传输路径。位于网络核心部分的路由器负责转发分组,即进行分组交换。

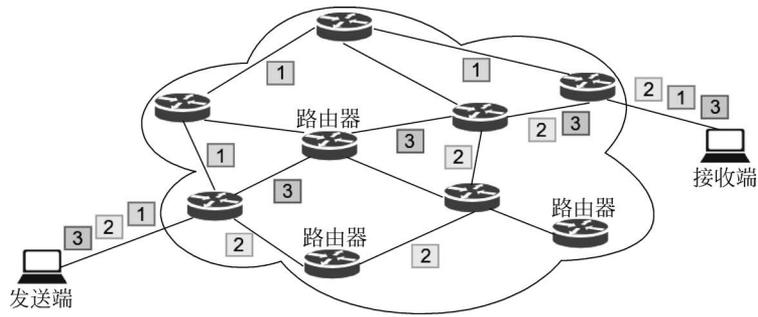


图 1.7 分组在互联网中的转发过程

路由器的转发表(基于路由表)是路由器进行分组转发的重要依据。转发表中的每一项都包含了要到达的某个目的地的信息,这些信息帮助路由器确定如何将接收到分组转发到下一个目的地。

当分组到达一个路由器时,路由器会首先从收到分组的首部提取目的 IP 地址,然后在转发表中查找相应的表项。一旦找到匹配的表项,路由器就会根据表项中的下一跳 IP 地址信息,将分组转发到下一个路由器。如果转发表中没有匹配的表项,那么路由器可能会将分组丢弃,向发送端报错,或者根据默认路由进行转发。由于互联网中的主机数目庞大,路由器中的转发表不能按目的 IP 地址来直接查出下一跳路由器。因此,通常的做法是先查找目的网络(网络前缀),在找到了目的网络之后,就在这个网络上把分组直接交付目的主机,这样可以大大压缩转发表的大小,加速分组在路由器中的转发。路由器处理分组的过程如图 1.8 所示。

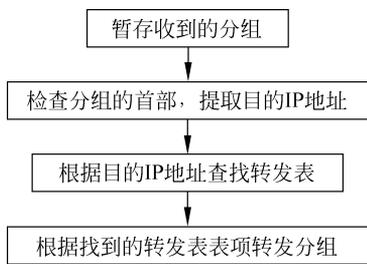


图 1.8 路由器处理分组的过程

分组交换的优点如下。①高效:在分组传输的过程中动态分配传输带宽,对通信链路是逐段占用;②灵活:为每一个分组独立地选择最合适的转发路由;③迅速:以分组作为传送单位,可以先不建立连接就能向其他主机发送分组;④可靠:网络协议可靠,分布式多路由的分组交换网使网络有很好的生存性。

分组交换带来的缺点如下。①排队延迟:分组在各路由器存储转发时需要排队;②不保证带宽:网络带宽是动态分配的;③增加开销:各分组必须携带控制信息,路由器要暂存分组,维护转发表等。

### 3. 报文交换

在 20 世纪 40 年代,电报通信就采用了基于存储转发原理的报文交换,但报文交换的时延较长,从几分钟到几小时不等。现在已经很少使用报文交换。

### 4. 三种交换方式的比较

三种交换方式传输数据的时序图如图 1.9 所示,A 为发送端,D 为接收端,B 和 C 为

中间设备(交换机或路由器)。

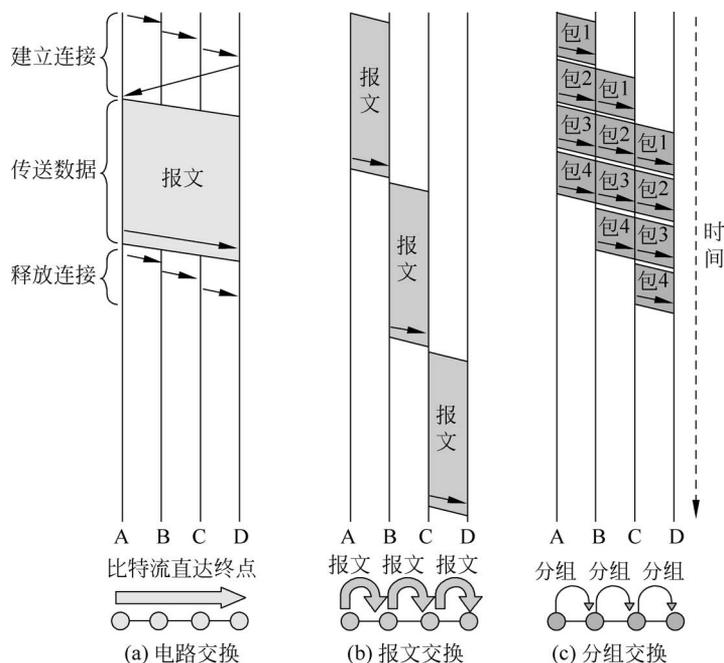


图 1.9 三种交换方式传输数据的时序图

若要连续传送大量的数据,且其传送时间远大于连接建立时间,则电路交换的传输速率较快。报文交换和分组交换不需要预先分配传输带宽,在传送突发数据时可提高整个网络的信道利用率。由于一个分组的长度往往远小于整个报文的长度,因此分组交换比报文交换的时延小,同时也具有更好的灵活性。

### 1.3.3 计算机网络的功能

计算机网络有多种功能。

(1) 数据通信。计算机网络使不同设备之间可以进行数据通信和信息交换。用户可以通过网络发送和接收数据,实现远程传输文件、电子邮件、即时消息等。

(2) 资源共享。通过网络,多台计算机可以共享硬件设备(如打印机、扫描仪)和软件程序(如数据库、应用软件),提高资源的利用率。

(3) 远程访问。计算机网络允许用户通过远程访问方式连接到其他计算机或远程服务器,实现远程控制、远程文件访问和远程协作。

(4) 信息存储与检索。网络存储技术允许将数据存储远程服务器上,用户可以通过网络将数据上传至服务器,也可以通过网络访问和检索存储在远程服务器上的数据。

(5) 分布式处理。计算机网络可以将任务和计算负载分配给多台计算机上的处理单元,实现分布式计算,提高计算效率和处理能力。

(6) 因特网访问。计算机网络联接到因特网上,使得用户可以浏览网页、获取在线信

息、进行在线购物、使用社交媒体等。

(7) 数据备份和恢复。通过计算机网络,可以将数据备份到远程服务器或云存储中,以便在数据丢失或设备故障时进行数据恢复。

(8) 实时通信。计算机网络支持实时通信应用,如视频会议、语音通话和即时消息,使得用户可以实时进行沟通和交流。

这些功能使得计算机网络成为现代信息社会不可或缺的基础设施。

### 1.3.4 计算机网络的分类

按照覆盖的地理范围进行分类,计算机网络可以分为局域网(LAN)、城域网(MAN)、广域网(WAN)和个人区域网(PAN)四类。

(1) 局域网是一种在小区域内使用的网络,覆盖范围通常局限在 10km 范围之内,属于一个单位或部门组建的小范围网。局域网由多台计算机组成,连接速率较高。局域网通常使用以太网等高速传输技术。

(2) 城域网是作用范围在广域网与局域网之间的网络,通常跨越一个城市的范围,其覆盖范围一般为 10~100km。MAN 可以将多个局域网连接起来,实现更大范围的资源共享和信息传输。

(3) 广域网覆盖的范围更大,可以跨越多个城市、一个国家或多个国家,甚至整个世界。最著名的广域网就是因特网,它连接了全球的计算机和网络设备。

(4) 个人区域网范围很小,在 10m 左右。有时也称为无线个人区域网(WPAN)。

按照传输介质进行分类,计算机网络可以分为有线网、光纤网和无线网三类。

(1) 有线网是采用同轴电缆或双绞线来连接的计算机网络。双绞线网是目前最常见的联网方式,价格便宜,安装方便。

(2) 光纤网采用光导纤维作为传输介质,具有传输距离长、传输速率高、抗干扰能力强等优点。光纤网广泛应用于城域网和广域网中。目前的多数家庭网已经是光纤入户。

(3) 无线网采用空气作为传输介质,用电磁波作为载体来传输数据。

计算机网络的拓扑结构是指网络中各个节点之间的物理或逻辑连接方式。按照网络拓扑结构进行分类,计算机网络可以分为星形网络、树形网络、总线型网络、环形网络、网状网络和无线网络(无线局域网)六类,如图 1.10 所示。

(1) 星形网络中的所有计算机节点都连接到一个中心设备(如交换机、路由器或集线器)。所有数据传输都经过中心设备进行转发。这种结构简单、易于管理和扩展,并且故障隔离性好。但如果中心设备发生故障,整个网络将受到影响。

(2) 树形网络是星形网络的一种扩展形式,类似于树的枝干和分支,它利用星形结构来构建网络的骨干部分,而在星形结构的分支处可以再连接其他节点。树形网络的优点是灵活方便、易于扩展、故障隔离较容易等,但是维护和管理较为复杂,如果根节点发生故障,可能会影响整个网络。

(3) 总线型网络中的所有计算机节点都连接到一根共享的传输线(如同轴电缆或主干电缆)。数据通过总线进行传输,节点根据目标地址选择接收数据。总线型网络的优点