

第 1 章 计算机网络基本概念

人类社会已经进入信息化时代,计算机文化已经成为人类第二文化。计算机网络因其对经济发展及人们生活方式的改变在整个行业中异军突起;目前网络技术已经应用到各行各业,电子商务与电子政务的普及更使网络成为信息社会的支撑平台。计算机网络能够让任何人、任何地方、以人们的任何感受享用任何信息,计算机网络无处不在。

计算机网络是通信技术与计算相结合的产物。所谓计算机网络,是指将地理位置不同的具有“自治^①”能力的计算机及其外联设备,通过通信链路连接起来,在操作系统、网络管理软件及通信协议的支撑和协调下实现资源共享和信息交互^②。

计算机网络的功能主要体现在 3 个方面:数据通信、资源共享和分布式计算。

1. 数据通信

数据通信是计算机网络最基本功能,用于实现计算机与终端或计算机与计算机之间信息的传递。地理位置分散的生产单位或业务部门可通过计算机网络连接起来进行集中控制和管理,例如用户可以利用网络传送电子邮件、发布消息、聊天对话、电子购物、远程教育等。

2. 资源共享

资源是指构成系统的所有要素,包括软硬件资源,如计算处理能力、大容量磁盘、高速打印机、绘图仪、通信线路、数据库、文件和其他计算机上的相关信息。用户共享网络中的各种软硬件资源,从而提高整体系统的利用率。

3. 分布式计算

分布式计算是将一项完整复杂的任务划分成许多子任务,由网络中的计算机协调并共同完成汇总,从而得到计算结果。目前,分布式计算已经用于协调网络中计算机闲置的海量处理能力并进行云计算和云查杀,全球 SETI@home 项目利用分布式计算分析来自外太空的电信号,以寻找、探索可能存在的外星智慧生命。

本章主要介绍计算机网络的发展及分类,让学生对计算机网络的定义、功能和发展趋势有大致了解,更深入的知识将会在后续章节中详细讲述。

学习目标

1. 知识目标

- (1) 识记计算机网络的定义。
- (2) 识记 OSI 七层参考模型名称。

① 自治:指每台计算机工作都是独立的,任何一台计算机都不能干预其他计算机的工作,任意两台计算机之间没有主从关系。

② 信息交互:要接入一个网络必须有物理连接和逻辑连接。物理连接包括通信设备和线路,如交换机、路由器、双绞线等;逻辑连接包括 TCP/IP 配置、浏览器、网络管理软件等。最终接入网络的目的是实现资源共享和信息交互。

(3) 理解计算机网络分类及划分依据。

(4) 理解多路数字信号冲撞的原因。

2. 能力目标

(1) 理解交换机和路由器的用途和功能。

(2) 识记交换机指示灯的含义。

(3) 识记交换机和路由器的工作层次。

1.1 计算机网络的发展

工作任务一 认识网络设备

工作目的

认识交换机和路由器。

工作任务

小张新任企业网络管理员,需要熟悉公司网络产品,并了解网联设备功能、接口和指示灯含义。

任务分析

交换机和路由器是基本的网络互联设备。交换机端口比路由器多,用于接入计算机组成局域网;而路由器用于连接不同交换机,将局域网互联成广域网。

工作环境和工具

二层交换机和路由器各 1 台。

工作过程

(1) 启动二层交换机,注意观察交换机型号、接口和指示灯作用,如图 1-1 所示。

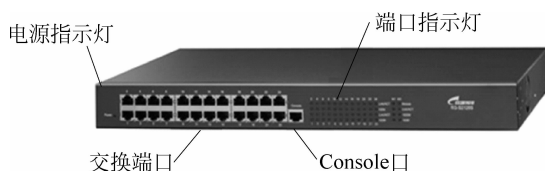


图 1-1 交换机接口

① 交换机型号: S2126。S: 表示交换机 Switch,2126 是具体型号,其中第一个 2 表示二层交换机,涉及 OSI 参考模型物理层和数据链路层。

② 交换机接口。

a. 以太网接口: S2126 共有 24 个以太网(FastEthernet)接口,每个接口都有唯一标识,第一个接口是 F 0/1 口,第二个接口是 F 0/2 口,以此类推。

b. Console 口: Console 接口也称为配置接口,用于通过命令行配置交换机。

③ 交换机指示灯。交换机以太网接口有两种指示灯,分别是 Link/ACT 指示灯和速率指示灯,如图 1-2 所示。

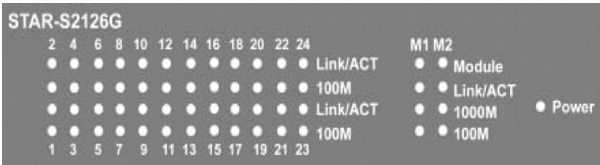


图 1-2 交换机指示灯

- a. Link/ACT 指示灯。
 - 亮：表示检测到网线连接(绿色)。
 - 灭：无连接。
- b. 闪烁：有数据传输。
- c. 100Mbps 速率指示灯。
 - 亮：当前端口传输速率为 100Mbps(橘色)。
 - 灭：当前端口传输速率为 10Mbps。
- (2) 启动路由器,注意观察交换机型号、接口和指示灯作用,如图 1-3 所示。
- ① 路由器型号：RSR10。R：表示路由器 Router,路由器涉及 OSI 参考模型物理层、数据链路层和网络层。
- ② 路由器接口。
- a. 以太网接口：RSR10 系列路由器有两个以太网口,分别是 F 0/0 口和 F 0/1 口,用于接入不同局域网交换机。
- b. 串口：RSR10 系列路由器背面有两个串口(Serier),分别是 S1 口和 S2 口,用于与远程路由器连接,组成广域网。
- c. Console 口：Console 接口也称为配置接口,用于通过命令行配置路由器。
- ③ 路由器指示灯。
- a. 串口指示灯：S1 或 S2 灯亮表示与远程路由器串口已连接。
- b. 以太网指示灯分为 Link/ACT 指示灯和 100Mbps 速率指示灯,与交换机类似。
- (3) 连接交换机和路由器。换机用于接入计算机组成局域网,而路由器用于连接不同交换机,将局域网互联成广域网,如图 1-4 所示。

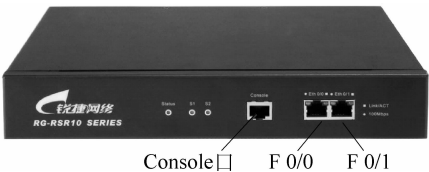


图 1-3 路由器接口

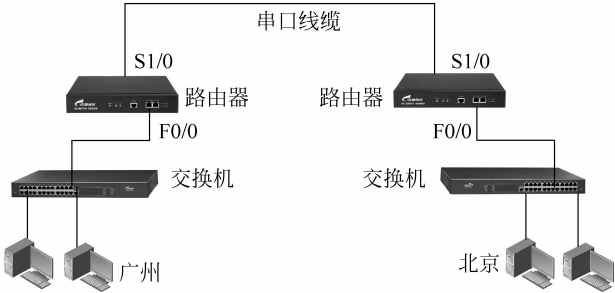


图 1-4 交换机和路由器连接示意图

任务总结



交换机用于：

路由器用于：



知识拓展

随着人类步入信息化社会,计算机网络已经成为制约生产力发展的重要因素。什么是计算机网络?它是如何发展起来的呢?计算机网络起源于美苏冷战,从产生、发展到成熟,总体可以划分为4个阶段。

1. 第一阶段:以主机为中心的计算机网络

20世纪60年代初,美国国防部为保证防御武装系统在受到苏联核打击后仍然具有生存和反击能力,开发出半自动地面防空系统(Semi-Automatic Ground Environment, SAGE)。半自动地面防空系统将众多雷达和测控设备经由线路汇集至一台IBM计算机上集中处理与控制,当部分雷达被摧毁后,计算机仍然能够协调其余雷达正常工作。以主机为中心的计算机网络拓扑结构如图1-5所示。从此,计算机技术开始与现代通信相结合,产生一门新兴科学——计算机网络技术。第一代计算机网络具有以下特点。

- (1) 多个终端共享中心主机软硬件资源,中心主机的性能决定整个网络的性能。
- (2) 中心主机需要承担数据处理和通信双重任务,主机负担很重。
- (3) 终端设备若要加入网络,则必须通过专线接入中心主机,线路利用率低。
- (4) 网络可靠性低,中心主机的瘫痪会导致整个网络的不可用。

2. 第二阶段:从主机到主机的计算机网络

1969年,美国国防部资助建立阿帕网(ARPANET),将位于洛杉矶的加利福尼亚大学、圣芭芭拉的斯坦福大学以及位于盐湖城的犹他州州立大学3所大学的计算机连接起来,通过通信处理机相连。阿帕网是Internet最早的雏形,从主机到主机的计算机网络拓扑结构如图1-6所示。从主机到主机的计算机网络具有以下特点。

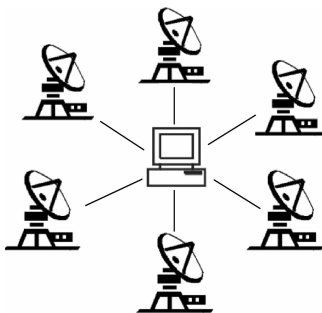


图 1-5 以主机为中心的
计算机网络拓扑结构

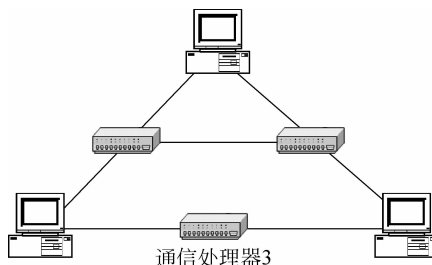


图 1-6 从主机到主机的
计算机网络拓扑结构

- (1) 数据通信任务首次从计算机分离,由通信处理机承担,减轻中心主机负荷。
- (2) 降低网络接入成本,提高通信线路利用率。任何主机只要和通信处理器连接即可与网络中其他计算机通信。
- (3) 由于网络没有采用统一体系结构,因此不同厂商的计算机由于接入设备不同,所使用的协议也不一样,即使所处同一网络也不能通信^①。

到 1972 年,阿帕网上接入的节点已经达到 40 多个,网点彼此之间主要传送小文本文件(电子邮件)。此后随着节点数量不断增多,由于缺乏统一标准,故不同类型的计算机不能相互通信。为此,美国国防部开始着手研究异构主机之间的互联问题,引发第三代计算机网络。

3. 第三阶段: 开放式标准化网络

1984 年,国际标准化组织(International Standards Organization,ISO) 提出开放系统互连参考模型(Open System Interconnection Basic Reference Model,OSI),OSI 参考模型制定一系列协议标准,其实质是一个庞大的协议集。它将网络结构划分为 7 层,各层之间功能相互独立,各司其职,从而将一个复杂的网络体系划分成若干个子系统,并统一各层协议标准。OSI 首次引入 Mac^② 地址,以解决同一网络不同类型主机之间的通信问题。OSI 参考模型结构图如图 1-7 所示。

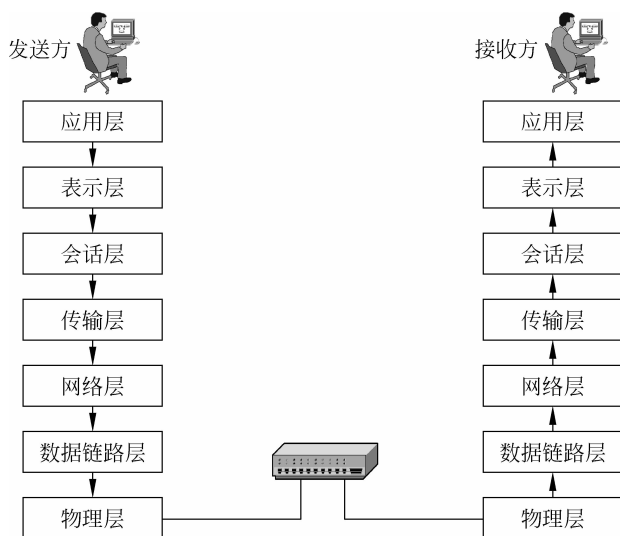


图 1-7 OSI 参考模型结构图

OSI 参考模型基于 Mac 地址,但是只能实现同一网络不同主机之间的互联,不能解决异构网络主机之间的通信。这是由于不同主机间通过查询对方 Mac 地址转发策略会限制网络规模,而主机要从一个很大的 Mac 地址表中找出一条符合的记录会降低转发速率。

^① 例如有些厂商将数字“0”调制成 -5V,而有些厂商调制成 0V,这会导致彼此信号不可识别成,即使接入同一网络也不能相互通信。

^② Mac 地址也称为物理地址,用于标识网络内不同计算机。例如,局域网内部主机、手机蓝牙之间的通信就是基于 Mac 地址的。

Mac 地址表过大问题的解决方法是将计算机划分到不同网络,网络之间相互独立,但这又导致了异构网络之间主机不能通信。为解决这一不足,20 世纪 80 年代末美国国防部在主机 Mac 地址的基础上引入网络 IP 地址,改进为 TCP/IP 参考模型,并从 7 层体系结构压缩为 4 层,OSI 与 TCP 参考模型的区别如图 1-8 所示。在 TCP/IP 参考模型中,网络地址用 IP 地址标识,网络内部主机用 Mac 地址标识,从而实现异构网络主机之间的互联。

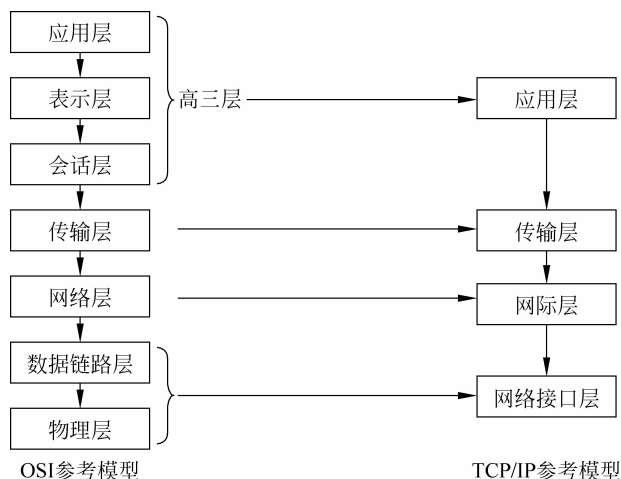


图 1-8 OSI 与 TCP 参考模型的区别

4. 第四阶段：三网融合互联阶段

在 TCP/IP 网络体系推出后,计算机网络一直沿着标准化方向发展,遵循 TCP/IP 协议的各种设备,如计算机、手机、GPS、平板电脑、各种手持设备都能接入互联网。TCP/IP 参考模型将通信网、广播网^①和计算机网络技术合而为一,在物理层形成无缝覆盖,网络层互联互通,应用层实现各种业务渗透和交叉。

1.2 计算机网络的定义与分类

1.2.1 计算机网络的定义

所谓计算机网络,是利用通信设备和线路将功能独立的多个计算机互联起来,通过功能完善的管理软件实现网络中资源共享和信息交互。这里要注意以下几点。

(1) 网络连接包括物理连接和逻辑连接。物理连接包括各种通信设备和线路。通信设备有网卡、集线器、交换机和路由器等,这些将会在后续章节详细讲述;线路有双绞线、电话线、同轴电缆和光纤等。

(2) 功能独立的计算机是指具有自主处理能力的计算机或处理设备,设备之间不存在主从关系。例如,计算机和手机之间通信属于计网络网络范畴;而计算机通过电缆连接的打印机、扫描仪等不属于计算机网络范畴,因为它们之间属于主从关系。

^① 广播网是一节点发送、所有节点都能接收的网络,如有线电视网。

1.2.2 计算机网络的分类

1. 根据地理覆盖范围划分

计算机网络依据不同标准可以划分为不同类型的网络。根据地理覆盖范围大小可以划分为局域网 LAN(Local Area Network)、城域网 MAN(Metropolitan Area Network)、广域网 WAN(Wide Area Network)和因特网(Internet)。

局域网 LAN 是在小范围内将计算机连接起来,实现资源管理,文件、打印机共享等功能。局域网覆盖范围一般在几米至几千米以内,产权归属个人或单位所有。局域网覆盖范围较小,不涉及远程通信和路由选择功能,具有传输速度快、误码率低的特点,因此局域网内部主机之间的数据传输一般不进行纠错。

城域网 MAN 本质上是一种大型的局域网,可以看成是局域网的延伸。城域网将一个城市内的局域网彼此相连,范围从几千米到几十千米不等,覆盖一个城市 and 地区。

广域网 WAN 将城域网相连,覆盖范围从几十千米到几万千米,实现城市与城市之间、国家与国家之间、洲际与洲际之间的通信,传输介质主要是光纤,也有微波,如中国和日本通过铺设海底光纤进行通信。广域网由于传输距离远,造价昂贵,产权归属于营造者,如中国电信、中国铁通和网通等。

因特网也称万维网(World Wide Web,WWW),它将全球广域网连接在一起,在本质上属于广域网范畴,可以看成是一个典型巨大的广域网。因特网基于 TCP/IP 参考模型,不管来自哪个国家、哪个民族,也不管身处何地,凡是遵循 TCP/IP 协议的各种接入设备都能接入因特网。

2. 根据拓扑结构划分

网络拓扑结构是指网络中节点的连接方法和形式。不同拓扑结构有不同的介质访问方式和特点,可以应用于特定场合。网络拓扑结构主要有总线型、星形、环形、树型和网状型 5 种。

(1) 总线型网络拓扑结构

总线型拓扑结构网络采用同轴电缆作为传输介质,计算机通过 T 型接口接入数据总线,从而接入总线型网络,如图 1-9 所示。

总线型网络是一种广播网,一节点发送数据其他节点都能接收,因为电缆物理上将所有计算机连接在一起,电流流经导体向四周发散,使得所有节点都能接收到数据。例如节点 1 通过总线向节点 2 发送数据,网络上所有节点,如节点 3、4 和 5 都能接收,但会因地址不吻合被网卡丢弃;此时假如如节点 3 也向节点 4 传输数据,其发出的数字信号会与节点 1 的数字信号冲撞导致数据出错。

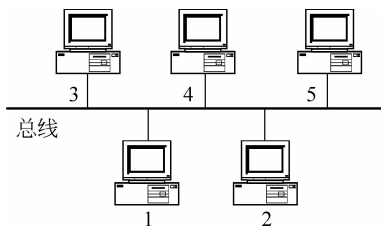


图 1-9 总线型拓扑结构图



知识链接

何谓数字信号的冲撞

一条信道不管多粗多细,都只能传输一路的数字信号。假如同时传输多路数字信号,会导致数据冲撞现象,形象地讲就是信号撞车。数字信号的冲撞如图 1-10 所示。

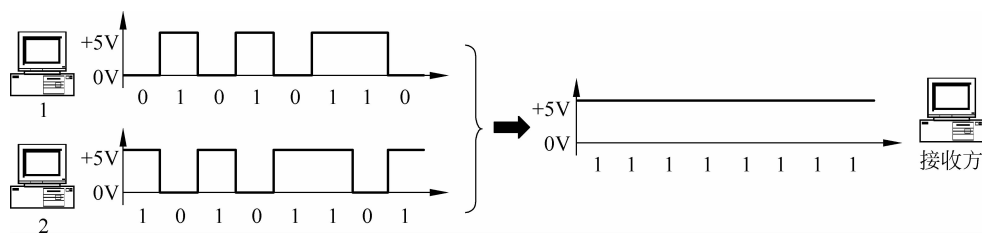


图 1-10 数字信号的冲撞

由图 1-10 可得,将+5V 定义为数字“1”,0V 定义为数字“0”,主机 1 和主机 2 同时向总线发送数据。第一周期主机 1 的 0V 与主机 2 的 +5V 叠加为 +5V,第二周期主机 1 的 +5V 与主机 2 的 0V 叠加为 +5V,第三周期主机 1 的 +5V 与主机 2 的 +5V 叠加为 +5V,如此类推,若多个数字信号同时传输则会导致接收方所有周期接收到的信号都是 +5V 高电平,即数据全是“1”。

思考：一条信道能传输多路的模拟信号吗？

总线型网络拓扑结构的特点如下。

- ① 优点：多个节点共享单一信道,结构简单,价格低廉、安装方便。
- ② 缺点：属于广播网络,一节点发送数据其他节点只能等待,总线利用率不高,总线故障会导致整个网络的瘫痪。

(2) 星形网络拓扑结构

星形拓扑结构是目前局域网中应用最为广泛的拓扑结构,多个主机共同接入中心交换节点,数据经由中心交换节点(由集线器或者交换机充当)转发,如图 1-11 所示。

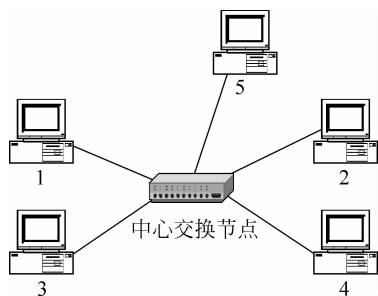


图 1-11 星形拓扑结构图

在星形拓扑结构中,中心节点性能决定整个网络的性能,单个主机故障或性能低下不会影响到整个网络的运行状态,主机加入撤离网络简单。例如,若主机 5 要加入星形局域网,则只需加入中心交换节点即可。星形结构网络是否属于广播网络决定于中心节点性质,假如中心交换节点是集线器,则一节点发送数据所有节点都能接收,用集线器组成的星形网络属于广播网络;假如中心节点是交换机,通过查找 Mac 地址表转发数据至相应端口,一个主机发送数据不会广播到所有端口上,则用交换机组成的星形网络不属于广播网络。

- ① 优点：单个主机故障不影响全网,主机加入撤离网络简单。
- ② 缺点：中心交换节点的故障将导致整个网络的瘫痪。

(3) 环形网络拓扑结构

在环形拓扑结构网络中,中继器两两相连组合成闭合环形链路,主机只要接入任一中继器即可接入环形网络,如图 1-12 所示。

环形网中所有主机共享单一环形闭合物理通道,数据在闭合环路中通过中继器逐一转发,网络中所有接入中继器的计算机都能接收到数据,但会因地址不吻合而丢弃,因此环形网络属于广播网络。例如主机 1 要把数据发送给主机 2,数据在闭合环路中逆时针绕了一

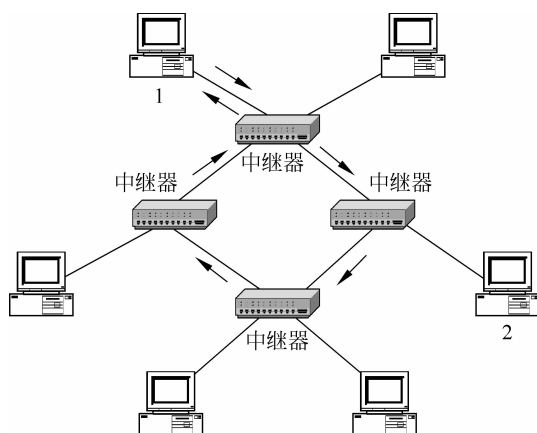


图 1-12 环形拓扑结构图

圈,通过中继器广播至网络中所有主机,最后由发送方(主机 1)回收,以广播方式将数据发送给主机 2。

① 优点: 单个主机故障不影响全网,主机加入或离开网络比较简单。

② 缺点: 环形网络性能随着网络规模的增大而降低,因为规模越大,闭合环路的中继器数量越多,数据要绕一个大圈由发送方回收,影响传输效率。

(4) 树型网络拓扑结构

树型网络拓扑结构可以看成是星形网络的延伸和扩充。整个网络有唯一根节点,根节点与星形网络的中心节点级联构成树型网络结构,如图 1-13 所示。

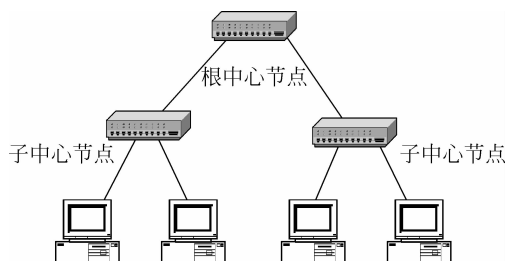


图 1-13 树型拓扑结构图

在树型网络中,只有一个根中心交换节点,但可以有多个子中心节点,每个子中心节点还可以有下属节点,整个拓扑结构犹如一棵树,形象地被称为树型网络。主机只要接入任一子中心节点即可接入树型网络。树型网络结构是否属于广播网络取决于根节点和中心节点性质,假如所有节点包括根节点都是集线器,则整个网络属于广播网络;假如根节点是交换机,部分中心节点是集线器,则整个网络不属于广播网络,但部分枝节存在广播现象。

① 优点: 树型网络扩充节点方便灵活。

② 缺点: 树型网络中单个中心节点故障不会导致整个网络的瘫痪,但会导致其下层节点的不可用。

总线型、星形、环形和树型网络都可以组建局域网,但在组网过程中必须结合实际和需求选择适合的拓扑结构。目前,星形和树型网络以其卓越的性能和容错性广泛应用于校园

网和企业网之中。

(5) 网状型拓扑结构

网状型拓扑也称为分布型网络拓扑,是广域网采用的组网方式。网络中的中间节点(由路由器充当)与其他节点相连,路由器必须根据当前网络带宽和拥塞情况动态计算路径开销,找到一条通往目的主机的最优路径,如图 1-14 所示。

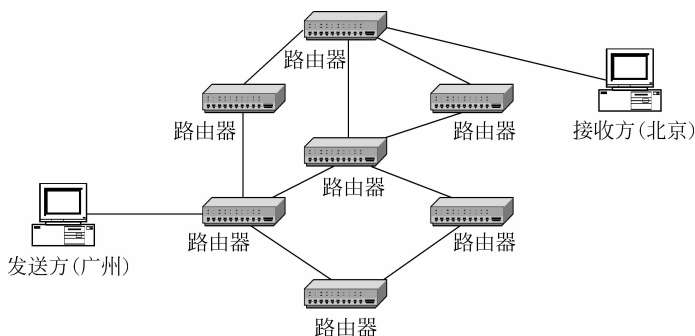


图 1-14 网状型拓扑结构图

网状型拓扑结构具有较高的健壮度和可靠性,因为发送方和接收方之间存在多条通路可供选择。但是,其结构复杂,路由计算会带来数据转发延迟,另外路由硬件成本较高,不易于管理和维护,故不用于局域网组网之中。

3. 根据资源共享方式划分

计算机网络根据资源共享方式可以划分为对等网和客户机/服务器网络。

(1) 对等网

在对等网中,每个计算机都拥有完全平等的权限,既可以共享自身资源,也可以享用其他计算机资源,适用于组建小规模流量不大的局域网。例如通过交换机组成的星形局域网,计算机之间都是对等关系。组建对等网络很简单,只要把网络中计算机设置相同的 IP 段和子网掩码即可。如图 1-15 所示,主机 1 和主机 2 的 IP 都属于 192.168.1 网段,但主机号不能重复,一个是 10,另一个是 11^①,子网掩码都是 255.255.255.0,此时双方主机网络号相同,属于同一子网中,可以相互通信并共享资源。

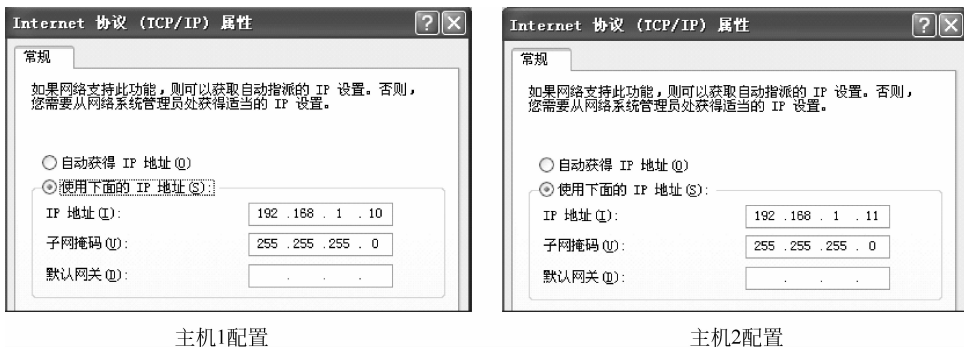


图 1-15 对等网主机的配置

^① IP 地址可以分为网络号和主机号,同一局域网主机网络号相同,主机号不一样,就像同个班的学生,班号相同,学号各异,彼此之间通过查询名册表(Mac 地址表)相互通信。