

# 项目介绍

下面对本书涉及的项目进行说明,该项目贯穿全书中的大部分技术点。

## 项目描述

某公司租用了一个写字楼的一层和二层,该公司共有 5 个部门,工程部和技术支持部在一层,每个部门 30 个信息点;总经理办公室、市场部、总务部、财务部及各部门的部门经理办公室在二层,其中,市场部和总务部各有 10 个信息点,财务部有 5 个信息点,各部门经理和总经理办公室各有 2 个信息点,公司每个员工的座位上都有 1 个信息点。

公司有一台内部服务器,提供文件传输服务、Web 服务、DNS 服务等,服务器的放置位置或连接方法不定。公司外部网站服务器的连接位置无特殊要求。

## 项目需求

项目描述中详细介绍了项目内容,但不是对项目需求的描述,下面将项目描述中的内容进行提炼,以技术点的方式进行说明。

### 1. 组网基本需求

(1)各个部门(包括部门经理)、总经理办公室和内部服务器分别在一个独立的广播域中。

(2)各楼层或部门交换机能自动学习和同步核心交换机中的 VLAN 配置。

(3)所有端口有端口描述,速率固定并运行在全双工模式下。

(4)在部门经理办公室,只有指定 MAC 地址的计算机才能连入公司局域网。

(5)各部门及经理办公室只能访问内部服务器和 Internet,不能互相访问(ACL 配置)。

(6)在路由器上配置静态路由。

### 2. 布线基本需求

(1)根据项目需求,使用 Visio 软件画出网络拓扑图。

(2)根据项目需求,分析布线所应用的布线子系统。

(3)根据项目需求,分析每个布线子系统所使用的传输介质。

### 3. 服务器配置需求

(1)配置 Web 服务、FTP 服务、DNS 服务等。

(2)在三层交换机中配置 DHCP 服务器,动态分配市场部的 IP 地址参数。



## 计算机网络概述

本章主要介绍计算机网络的由来、发展及分类,要求能够用简单的线条和图形将计算机网络的结构展现出来。

### 【知识要点】

- ④ 计算机网络的定义。
- ④ 计算机网络的主要功能。
- ④ 计算机网络的分类(区域、介质)。
- ④ 计算机网络的拓扑结构。

### 【技能目标】

- ④ 能使用 Visio 软件绘制网络拓扑图。
- ④ 掌握网络拓扑图的绘图要求。

## 1.1 认识计算机网络

最初的计算机价格很贵,体积很庞大,只能放置在专门的机房,需要计算的时候才用。在这种情况下,计算机很多时候是空闲的,需要使用计算机的人也要来回奔波,这就造成了资源的浪费。因此当时利用线路将多个不同办公室的终端连接到计算机上,大家利用终端来共享一台主机,提高了主机的利用率。这是第一代计算机网络,又称面向终端的网络。

面向终端的网络不是真正意义上的计算机网络。1969年9月,两名加州大学洛杉矶分校(UCLA)的研究人员用一根15 in长的灰色电缆将两台计算机连接起来,试图尝试网络数据交换的新方式,以减少垃圾信息、提高安全系数。从那时起逐步发展为现在的计算机网络。

**知识链接:** 什么是终端? 终端可以认为是没有计算能力的显示器和键盘的组合。

### 1.1.1 计算机网络的形成与发展

#### 1. 面向终端的计算机网络

计算机网络的出现时间不长,但发展得很快。早期的计算机网络实际上是以单个计算机为中心的远程联系系统,在系统中主要存在的是终端和中心计算机间的通信,系统中有专门的通信处理模块。

#### 2. ARPANET

第二代计算机网络是将多个主计算机通过通信线路互连起来。这些主计算机都具有自主处理能力,它们之间不存在主从关系。第二代计算机网络的典型代表是 ARPANET(由美国国防部高级研究计划局组建),由4个主要结点组成。它是 Internet 发展的雏形。ARPANET 中有专门的通信处理机——接口报文处理机(IMP),负责线路的互连。当主机要发信息时,只要把信息发往与之相联的 IMP 就行了,然后由 IMP 负责找到对方的 IMP,把信息发出去。IMP 采用存储-转发的方式,当线路有空闲时再发。这样 ARPANET 就形成了两级子网的结构,即通信子网和资源子网。

**知识链接:** 资源子网负责全网数据的处理,以及向网络用户提供资源和网络服务,包括网络的数据处理资源和数据存储资源。

通信子网是指网络中实现网络通信功能的设备及其软件的集合,通信设备、网络通信协议、通信控制软件等都属于通信子网。通信子网是网络的内层,主要为用户提供数据的传输、转接、加工、变换等。

#### 3. 国际标准化网络

在 ARPANET 时代,虽然网络分成了通信子网和资源子网,但网络之间的体系结构与协议标准的不统一限制了计算机网络的发展。于是,国际标准化组织(ISO)颁布了“开放式系统互连参考模型(OSI 参考模型)”,为网络之间的互连提供了可能。所有的通信设备、软件、协议都遵循 OSI 参考模型。

#### 4. Internet 与高速网络

20 世纪 90 年代初至现在是计算机网络飞速发展的阶段,其主要特征是计算机网络化、协同计算能力飞速发展,全球互连网络(如 Internet)盛行,向着互连、高速、宽带方向发展。互联网上的各种应用也丰富起来,如虚拟大学、虚拟社区、电子商务、VOD 系统等,对我们的生活已经产生了重要影响。

### 1.1.2 计算机网络的定义

资源共享观点将计算机网络定义为“以能够相互共享资源的方式连接起来,并且各自具有独立功能的计算机系统的集合”。

#### 1. 计算机网络的主要特征

- (1) 主要目的是实现计算机资源的共享。
- (2) 各计算机之间没有主从关系。
- (3) 同一个网络中的计算机必须遵循全网统一的网络协议。

#### 2. 计算机网络与计算机通信网络的区别

计算机通信网络以传输信息为主要目的,是用通信线路将多个计算机连接起来的计算机系统的集合,没有资源共享的概念。而计算机网络包含资源子网和通信子网。

#### 3. 计算机网络与分布式系统的区别

分布式系统是建立在网络之上的软件系统。由于其软件的特性,所以分布式系统具有高度的内聚性和透明性。分布式系统和计算机网络的区别更多的在于高层软件(特别是操作系统),而不是硬件。分布式系统是计算机网络发展的更高形式。

### 1.1.3 计算机网络的主要功能

计算机网络的功能主要表现在以下几个方面。

(1) 对分散对象的实时集中控制与管理功能。在各种信息管理系统中都要进行数据库的集中管理,如各种网络版的信息决策系统,及 C/S、B/S 结构的应用等。常见于企业信息管理、政府机构的办公自动化中。

(2) 资源共享功能。文件、打印、数据、应用软件共享服务,传真服务等。

(3) 均衡负荷与分布式处理功能。在分布式操作系统管理下,将一个大任务分解成一个个小任务,分散到网络中不同的计算机上执行。

(4) 综合信息服务功能。如 WWW、电子邮件、BBS、电子商务、虚拟社区、虚拟大学等。

## 1.2 计算机网络的类型

### 1.2.1 按地域分类

计算机网络按其地理位置和分布范围分类,可以分成局域网、广域网和城域网 3 类。表 1-1 对这 3 种不同的网络进行了比较。

表 1-1 局域网、广域网、城域网的比较

分布距离	覆盖范围	网络类型	速率
10 m	房间	局域网	4 Mb/s~10 Gb/s
100 m	建筑物		
1 km	校园		
10 km	城市	城域网	50 Kb/s~100 Mb/s
100~1 000 km	国家、世界	广域网	9.6 Kb/s~155 Mb/s

### 1. 局域网

局域网(local area network, LAN)是指一个局部区域内的、近距离的计算机互连组成的网络,通常采用有线的方式连接,分布范围一般在几米到几千米之间(小于 10 km)。例如,一座大楼内或相邻的几座楼之间互连的网络,一个单位内部组成的网络等。由于局域网分布范围较小,容易进行管理与分配,也容易构成简洁规整的拓扑结构,网络延迟小、传输速率高、传输可靠、拓扑结构灵活,因此得到了广泛的应用,成为目前有限区域内信息交换的有效途径。局域网所使用的标准是 IEEE 802 标准系列。

#### 1) IEEE 802 委员会

美国电气和电子工程师协会(Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE)的总部设在美国,主要开发数据通信标准及其他标准。IEEE 802 委员会成立于 1980 年年年初,专门从事局域网标准的制定工作。该委员会分成 3 个分会,分别是传输介质分会、研究局域网物理层协议信号访问控制分会和研究数据链路层协议高层接口分会,共同研究从网络层到应用层的有关协议。

IEEE 802 委员会负责起草局域网草案,并送交美国国家标准协会(ANSI)批准。另外,IEEE 还把草案送交国际标准化组织(ISO),ISO 把 802 规范称为 ISO 8802 标准,因此许多 IEEE 标准也是 ISO 标准。例如,IEEE 802.3 标准就是 ISO 802.3 标准。

IEEE 802 规范定义了网卡如何访问传输介质(如光缆、双绞线等),在传输介质上传输数据的方法,以及传输信息的网络设备之间连接建立、维护和拆除的途径。

遵循 IEEE 802 标准的产品包括网卡、桥接器、路由器以及其他一些用来建立局域网网络的组件。

#### 2) IEEE 802 局域网标准系列

- IEEE 802.1: 概述、体系结构和网络互连,以及网络管理和性能测试。
- IEEE 802.2: 逻辑链路扩展协议,定义逻辑链路控制(LLC)的功能和服务。
- IEEE 802.3: 载波监听多路访问/冲突检测(CSMA/CD)控制方法,以及介质访问控制(MAC)子层和物理层的规范。
- IEEE 802.4: 令牌总线网的访问控制方法,以及 MAC 子层和物理层的规范。
- IEEE 802.5: 令牌环网的访问控制方法,以及 MAC 子层和物理层的规范。
- IEEE 802.6: 城域网技术。
- IEEE 802.7: 宽带技术。
- IEEE 802.8: 光纤技术。
- IEEE 802.9: 综合语音与数据局域网技术。

- IEEE 802.10:可互操作的局域网安全性规范。
- IEEE 802.11:无线局域网技术。
- IEEE 802.12:优先级高速局域网(100 Mb/s)技术。
- IEEE 802.14:有线电视(Cable-TV)技术。
- IEEE 802.15:无线个人网技术标准,其代表技术是 zigbee。
- IEEE 802.16:宽带无线 MAN 标准——WiMAX。

## 2. 城域网

城域网(metropolitan area network,MAN)的规模主要局限在一个城市范围内,是一种介于广域网和局域网之间的网络,分布范围一般为十几千米到上百千米。

城域网与局域网、广域网的区别如下。

(1)服务对象不同。局域网或广域网通常是为一个单位或系统服务的;而城域网是为整个城市服务的,而不是为某个特定的部门服务的。

(2)建设方向不同。建设局域网或广域网包括资源子网和通信子网两个方面。而城域网的建设主要集中在通信子网上,其中也包含两个方面:一是城市骨干网,它与全国的骨干网相连;二是城市接入网,它把本地所有的连网用户与城市骨干网相连。

## 3. 广域网

广域网(wide area network,WAN)是指由远距离的计算机互连组成的网络,分布范围很广,可达几千千米乃至上万千米,甚至跨越国界、洲界,遍及全球。因特网就是一种典型的广域网。

广域网通常跨越很大的物理范围,它能连接多个城市或国家,并能提供远距离通信。通常,广域网的数据传输速率比局域网的低,而信号的传播延迟要比局域网的大得多。广域网的典型数据传输速率是 56 Kb/s~155 Mb/s,现在已有 622 Mb/s、1.4 Gb/s 甚至更高速率的广域网,传播延迟从几毫秒到几百毫秒(使用卫星信道时)不等。

广域网是由许多交换机组成的,交换机之间采用点到点的线路连接。几乎所有的点到点通信方式都可以用来建立广域网,包括租用线路、光纤、微波、卫星信道。而广域网的交换机实际上就是一台计算机,它使用处理器和输入/输出设备进行数据包的收发处理。

广域网一般只包含 OSI 参考模型的底下三层,而且目前大部分都采用存储-转发方式进行数据交换,也就是说,广域网是基于报文交换或分组交换技术的(传统的公用电话交换网除外)。广域网中的某台交换机先将发送给它的数据包完整接收下来,然后经过路径选择找出一条输出线路,再将接收到的数据包发送到该线路上去,以此类推进行数据转发,直到将数据包发送到目的结点。

这里对广域网的两种数据交换方式——虚电路方式和数据报方式做简单介绍。

(1)虚电路方式。对于采用虚电路方式的广域网,源结点与目的结点进行通信前必须建立一条从源结点到目的结点的虚电路(即逻辑连接),然后通过该虚电路进行数据传送,最后当数据传输结束时释放该虚电路。采用虚电路方式中,每个交换机都维持一个虚电路表,用于记录经过该交换机的所有虚电路的情况,每条虚电路占据其中的一项。采用虚电路方式进行数据传输时,其数据报文在其报头中除了序号、校验和其他字段外,还必须包含一个虚电路号。

(2)数据报方式。采用数据报方式的广域网,其中的交换机不必登记每条打开的虚电路,

它们只需要用一张表来指明到达所有可能的目的端交换机的输出线路即可,这与虚电路方式不同,虚电路方式中每个报文都要单独寻址,因此要求每个数据报都包含完整的目的地址。

虚电路方式与数据报方式之间的最大差别在于:虚电路方式为每一对结点之间的通信预先建立一条虚电路,后续的数据通信沿着建立好的虚电路进行,交换机不必为每个报文进行路由选择;而在数据报方式中,每一个交换机为每一个进入的报文进行一次路由选择,也就是说,每个报文的路由选择独立于其他报文。

### 1.2.2 按传输介质分类

按传输介质分类,计算机网络可以分成有线网和无线网两大类。

#### 1. 有线网

有线网又分为两种:一是采用同轴电缆和双绞线作传输介质的网络;二是采用光导纤维作传输介质的网络,又称光纤网。采用同轴电缆和双绞线连接的网络比较经济,且安装方便,但传输距离相对较短,传输速率和抗干扰能力一般;而光纤网传输距离长,数据传输速率高(每秒可达数千兆比特),抗干扰能力强,安全性好,但价格较高。

#### 2. 无线网

无线网是采用空气作传输介质、用电磁波作传输载体的网络。这种网络的连网方式灵活方便,但连网费用较高,目前正在发展,前景较好。第7章有关于无线网的详细介绍和说明。

### 1.2.3 按网络的拓扑结构分类

网络的拓扑结构是指网络中通信线路和结点(计算机或设备)的几何排列形式。按网络的拓扑结构分类,计算机网络可以分为总线拓扑、星型拓扑、环型拓扑、树型拓扑、网状拓扑等几种类型。

#### 1. 总线拓扑

总线拓扑是最简单的拓扑结构,其特点是将所有的结点都连在一根公共总线上,增加或删除结点都很方便,网络中任何结点的故障都不会造成全网的瘫痪,可靠性高。但是,任何两个结点之间传送数据都要经过总线,总线成为整个网络的瓶颈,当结点数目增多时,易发生信息拥塞。总线拓扑如图1-1所示。

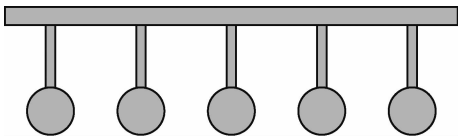


图 1-1 总线拓扑

#### 2. 星型拓扑

星型拓扑由一个中央结点和若干个从结点组成,如图1-2所示。中央结点可以与任意一个从结点直接通信,但其中的一个从结点与另一个从结点通信必须经过中央结点转发。



星型拓扑结构简单,建网容易,传输速率高,扩展性好,配置灵活,增加、删除、修改结点均容易实现;每个从结点独占一条传输线路,消除了数据传输拥塞现象;一个从结点的故障不会影响到整个网络。但这种网络的可靠性依赖于中央结点,中央结点一旦出现故障将导致全网瘫痪。

### 3. 环型拓扑

在环型拓扑中所有设备连接成环,信息是沿着环采用广播方式传送的,如图 1-3 所示。在这种拓扑中,每台设备只能和相邻结点直接通信,与其他结点通信时必须依次经过两者间的每一个结点。

环型拓扑的传输路径固定,无路径选择问题,故实现简单。但网络中任何结点的故障都会导致全网瘫痪,可靠性较差,网络的管理比较复杂,投资费用较高。当结构需要调整(如结点的增加、删除、修改)时,一般需要将整个网络重新配置,扩展性、灵活性差,维护困难。

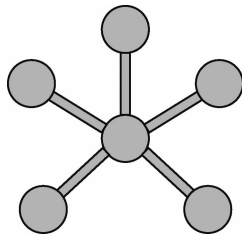


图 1-2 星型拓扑

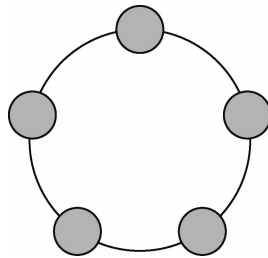


图 1-3 环型拓扑

### 4. 树型拓扑

树型拓扑是星型拓扑的一种扩展,各结点层次进行连接,信息交换主要在上、下结点间进行,如图 1-4 所示。树型拓扑适用于汇集信息的应用系统中。

### 5. 网状拓扑

网状拓扑又称无规则型拓扑,如图 1-5 所示。网状拓扑的容错能力强,如果网络中的一个结点或一段链路发生故障,信息可通过其他链路到达目的结点,故系统可靠性高。但是这种结构比较复杂,必须采用路由选择算法与流量控制方法。目前,大多数远程计算机网络和 Internet 的拓扑结构是网状拓扑结构。

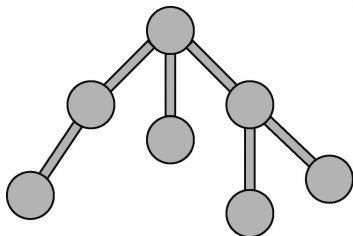


图 1-4 树型拓扑

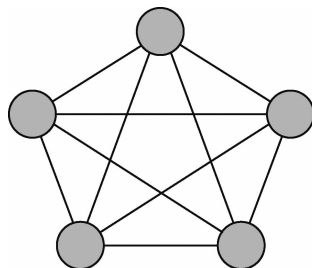


图 1-5 网状拓扑

## 1.3 Visio 软件在计算机网络中的应用

图作为一种表达信息的方式,有着文字不可代替的作用。在计算机网络的学习以及计算机网络的设计和implement中,都需要读图和画图。

计算机中可以绘制图的工具有很多。对于小型的网络拓扑结构图,由于其涉及的网络设备不多,图形元素的外观要求也不高,因此使用简单的绘图软件,如 Windows 系统中的画图软件,就可以轻松实现。而对于一些大型的、复杂的网络拓扑结构图,通常需要采用一些比较专业的拓扑结构绘制软件,如 Visio、LAN MapShot 等。更多要求的图形可用专业级的 AutoCAD 绘制。

### 1.3.1 使用 Visio 软件绘制网络拓扑图

使用 Visio 软件绘制网络拓扑图的基本步骤如下。

#### 1. 打开 Visio 软件选择绘图类型

打开 Microsoft Office Visio 2003,在“选择绘图类型”窗格左侧的“类别”列表中选择“网络”类型,在窗格右侧即显示“网络”类型的模板,如图 1-6 所示。

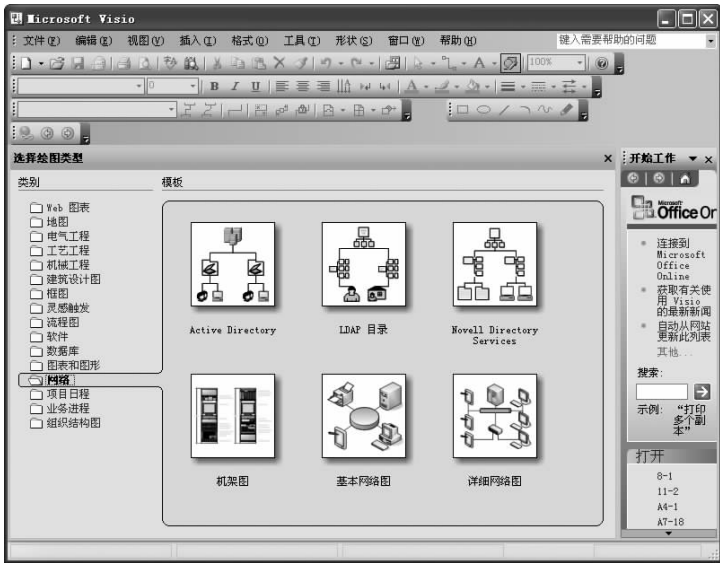


图 1-6 “网络”类型的模板

#### 2. 新建文件

单击“模板”中的“详细网络图”选项,则新建一张绘图页,同时窗口左侧显示“形状”栏,如图 1-7 所示。

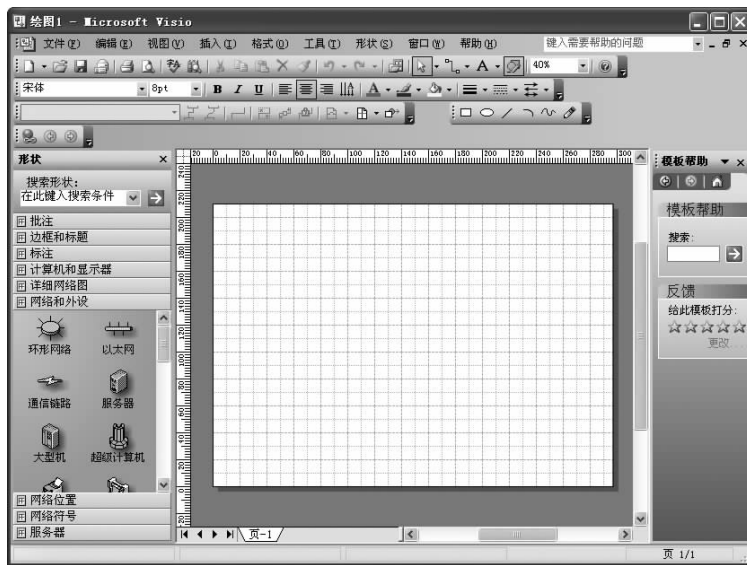


图 1-7 新建的绘图页窗口(工作窗口)

### 3. 设置绘图页页面

由于图形往往要打印出来,所以一般需要设置页面。方法如下:选择“文件”→“页面设置”命令,弹出“页面设置”对话框,如图 1-8 所示,可对各种相关参数进行设置。



图 1-8 “页面设置”对话框

### 4. 在绘图页中添加图形

在“形状”栏中单击“计算机和显示器”选项,打开具体的图形元素列表,选择 PC 图形元素,将其拖入右侧绘图页,如图 1-9 所示。

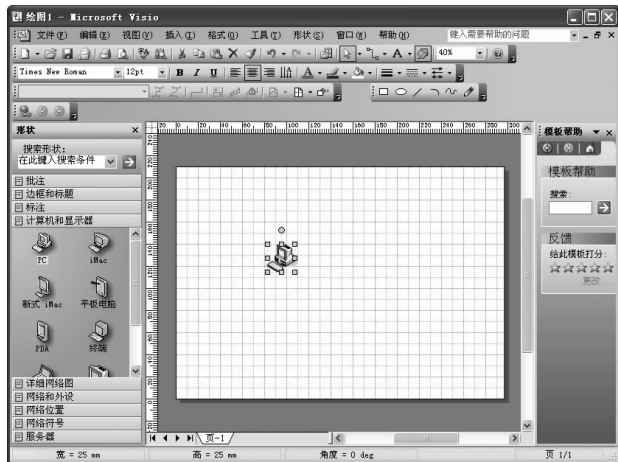




图 1-9 添加图形元素

### 5. 调整图形元素

选中绘图页中的图形元素,拖曳图形周边的 8 个绿色方形锚点可以改变图形元素的大小。将鼠标指针移动到圆形锚点上,按住鼠标左键的同时移动,可以旋转该图形元素;这时将鼠标指针移动到图形元素中央,指针呈圆圈加十字形状,按住鼠标左键的同时移动,可以改变图形元素的旋转中心位置。

### 6. 添加或修改图形元素标注文字

为图形元素添加标注文字的方法以下几种:①双击图形元素,在弹出的文本框中输入文字;②选中图形元素,单击工具栏上的“文本工具”下拉按钮 ,从弹出的下拉菜单中选择“文本工具”命令,在弹出的文本框中输入文字;③如果没有选中图形元素,则可以按上述操作选择“文本工具”命令,然后用鼠标直接在绘图区拖曳,在空的位置添加文本框,在其中输入文字即可。如果使用后两种方法添加标注文字,则操作之后要单击“指针工具”下拉按钮 ,以便回到可选择状态。添加标注文字后的效果如图 1-10 所示。可以选中文本或图形元素更改文字的大小或字体。

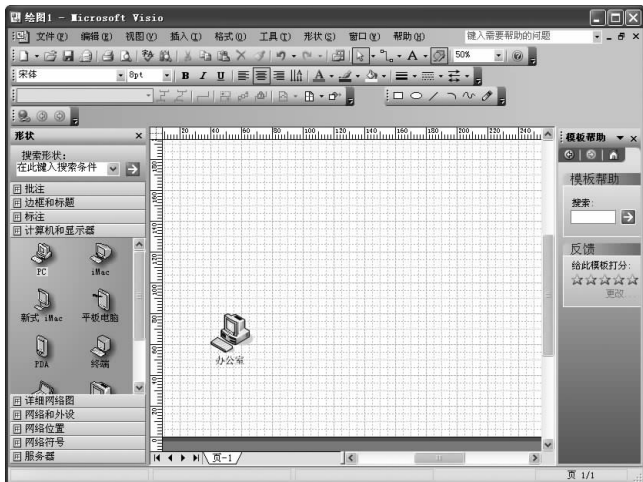



图 1-10 添加标注文字

## 7. 图形元素连接

打开“形状”栏的“网络和外设”选项,选择“交换机”并将其拖曳到绘图页上,调整好大小。为了便于后续的连接操作,将“交换机”图形元素调整得大一些,在连接操作完毕后再将其调整到正常大小。

连接操作如下:在工具栏上单击“连接线工具”下拉按钮,然后选中 PC 图形元素,在不松开鼠标左键的情况下将指针移动到“交换机”图形元素的一侧小红圆点上,此时出现一个标示点,松开鼠标左键,连接线两头都为红色,连接成功。单击“指针工具”下拉按钮,回到可选择状态。移动图形元素,连接线会自动延长或修改,连接效果如图 1-11 所示。

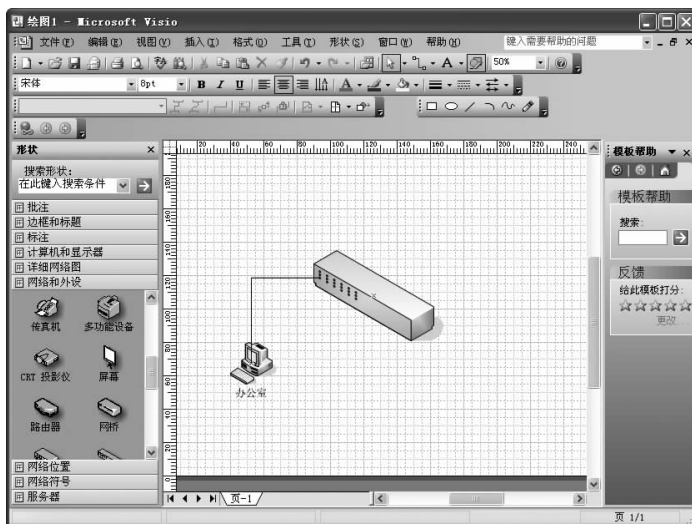


图 1-11 连接图形元素

这时连接线在 PC 上面显示,并不美观,需要将 PC 显示在上面。方法如下:选择图形元素 PC,右击,在弹出的快捷菜单中选择“形状”→“置于顶层”命令,如图 1-12 所示。

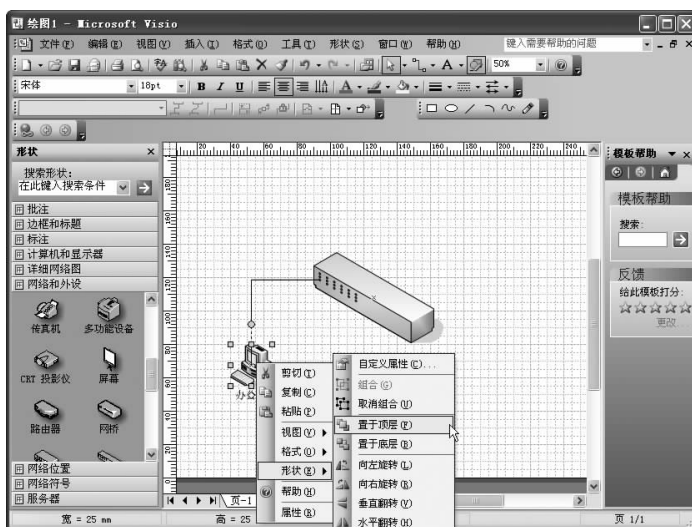


图 1-12 将图形元素 PC 置顶

调整好“交换机”的大小，在连接线上右击，在弹出的快捷菜单中选择“直线连接线”命令，如图 1-13 所示，连接线就改为直线了。当然也可以选择“曲线连接线”或“直角连接线”命令，系统默认为“直角连接线”。

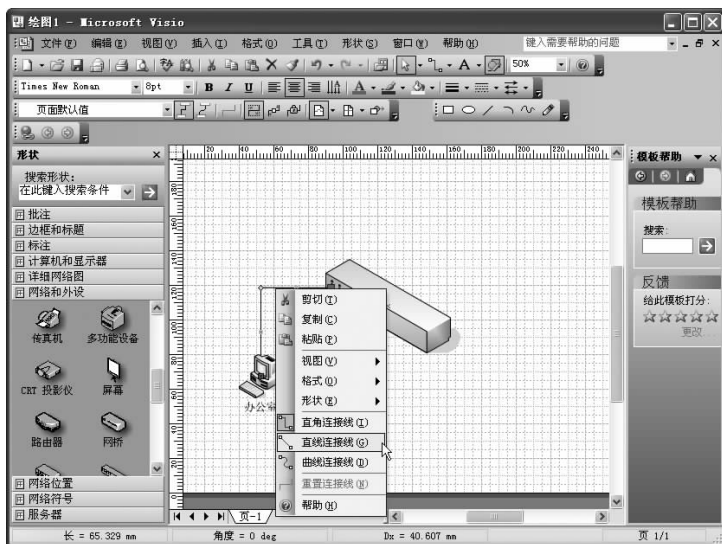


图 1-13 “直线连接线”命令

### 8. 用上述方法绘制其他内容

再拖入两个 PC 图形元素，按照上面的方法绘制图形，并且在两个 PC 图形元素中间绘制省略号，如图 1-14 所示。

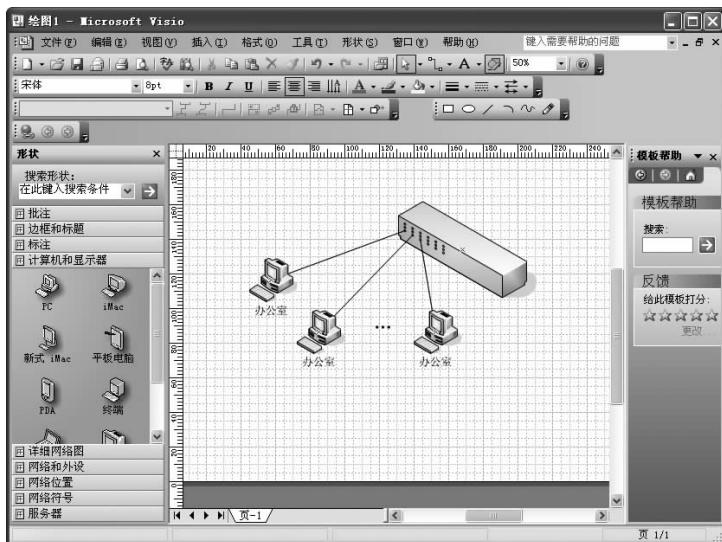


图 1-14 绘制网络拓扑图

### 9. 多个图形元素的选择及组合

选择多个图形元素的方法如下:在所有图形元素的左上角按住鼠标的左键不放,移动鼠标指针至所有图形元素的左下方,然后松开鼠标左键,这样就将所有的图形元素选中了;或者在按住 Ctrl 键的同时,依次选择各个图形元素,也可以将所有的图形元素选中。

多个图形元素的组合方法如下:选中所有图形元素后,在某一个图形元素上右击,在弹出的快捷菜单中选择“形状”→“组合”命令,如图 1-15 所示,即可将选中的图形元素组合在一起。如果想取消组合,右击图形元素,从弹出的快捷菜单中选择“形状”→“取消组合”命令即可。

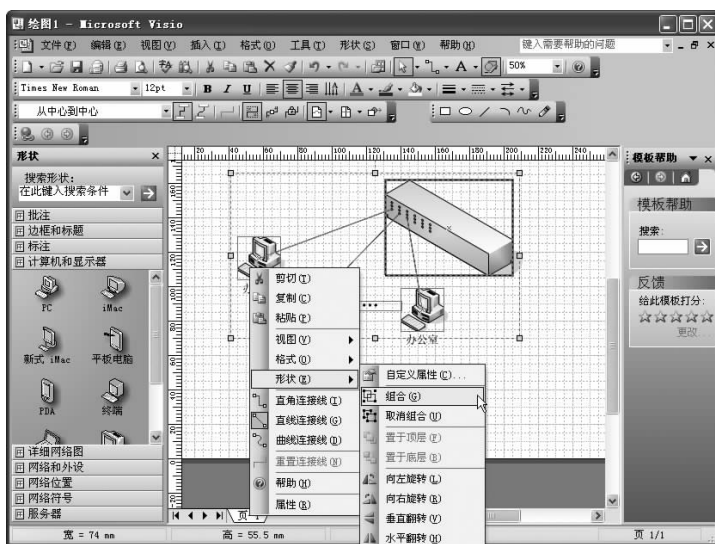


图 1-15 将多个图形元素组合

## 1.3.2 Visio 软件的常用功能介绍

### 1. 准确调整图形元素的大小和位置


选择“视图”→“大小和位置窗口”命令,弹出“大小和位置”面板,然后选中需调整大小或位置的图形元素,在面板中进行相关设置即可,如图 1-16 所示。

### 2. 显示“绘图”工具

选择“视图”→“工具栏”→“绘图”命令,即可弹出“绘图”工具栏。它提供了矩形、椭圆形、线条、弧形等直接绘图工具。

### 3. 图形元素的添加和查找

在左侧的“形状”栏中找不到相关图形元素时,可以添加任何一个现有的图形元素组,以满足当前所需。方法是:选择“文件”→“形状”命令,在弹出的子菜单中选择某个类别,然后再选择具体的一个图形元素组,即可将其加载到当前的任务中。

还可以在 Visio 软件众多的图形元素中查找需要的形状。方法是:在“形状”栏的“搜索形状”组合框中输入需要查找的形状名,然后单击“转到”按钮进行查找,找到所需的图形元素后,直接将其拖放到绘图页上使用即可。

### 4. 对齐、分配、连接、排放图形元素

当需要对多个图形元素的位置、相互关系进行调整时,可以使用“形状”菜单下的相关功能。方法是:选中相关图形元素,然后选择“形状”→“对齐形状”命令,或者是“分配形状”“连接形状”“排放形状”命令,弹出相应的对话框,在其中进行相关设置即可。

### 5. 文件输出

Visio 软件默认绘图文件的扩展名为 .vsd,模具文件的扩展名为 .vss,模板文件的扩展名为 .vst。也可以使用“另存为”命令将文件另存为其他类型,方法是:选择“文件”→“另存为”命令,弹出“另存为”对话框,在“保存类型”下拉列表框中选择需要的类型,可以是 .dwg、.dxf(CAD 使用)、.tif(PhotoShop 使用)、.jpg、.bmp 等。

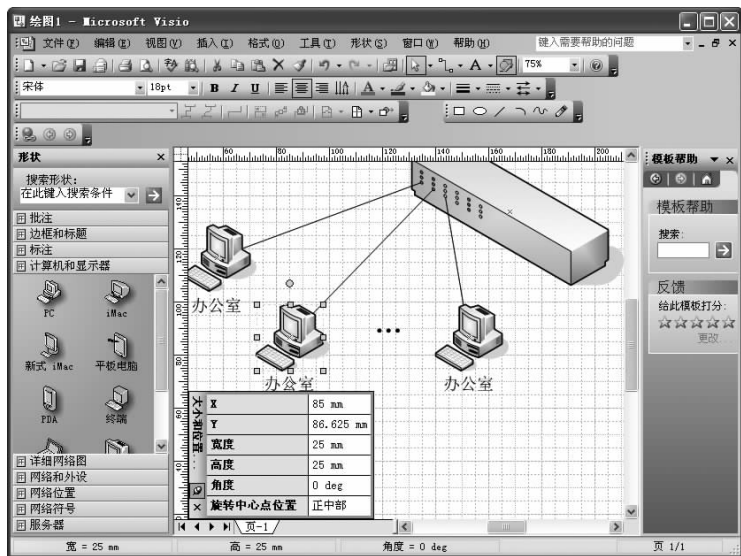


图 1-16 调整图形元素的大小和位置

## 1.4 子项目 1: 绘制网络拓扑结构图

### 1. 项目实施分析

在项目描述中提到公司一共租用了写字楼的两层,5 个部门,工程部和技术支持部在一层,每个部门 30 个信息点;市场部、总务部、财务部在二层,共 25 个信息点。

绘制拓扑结构图时没有必要将所有的信息点画出来,简单地画出 2~3 个标示就可以了,但是各个信息点之间的逻辑关系要标示清楚。

由于市场部、总务部、财务部一共 25 个信息点,并且在同一楼层上,所以不用每个部门



都配置一个交换机,共用一个就可以了。

服务器方面,该公司有内部的服务器,并且访问 Internet 需要相关的服务器,所以要绘制相关的服务器设备。

**思考:** (1)该拓扑结构是什么类型的拓扑结构呢?

答:这是典型的树型结构,也就是星型结构的扩展。在这种结构中,交换机是中心结点。

(2)交换机、路由器是结点吗?

答:交换机、路由器是专门进行数据传输的计算机,是网络中的结点。

## 2. 项目实施要求——基本网络拓扑图要求

- (1)绘制页面大小为 A4。
- (2)每个元素都有标注。
- (3)尽量不出现连接线交叉、图形重叠现象。
- (4)输出格式为. vsd。

## 3. 项目实施提示

该网络的网络拓扑结构如图 1-17 所示。

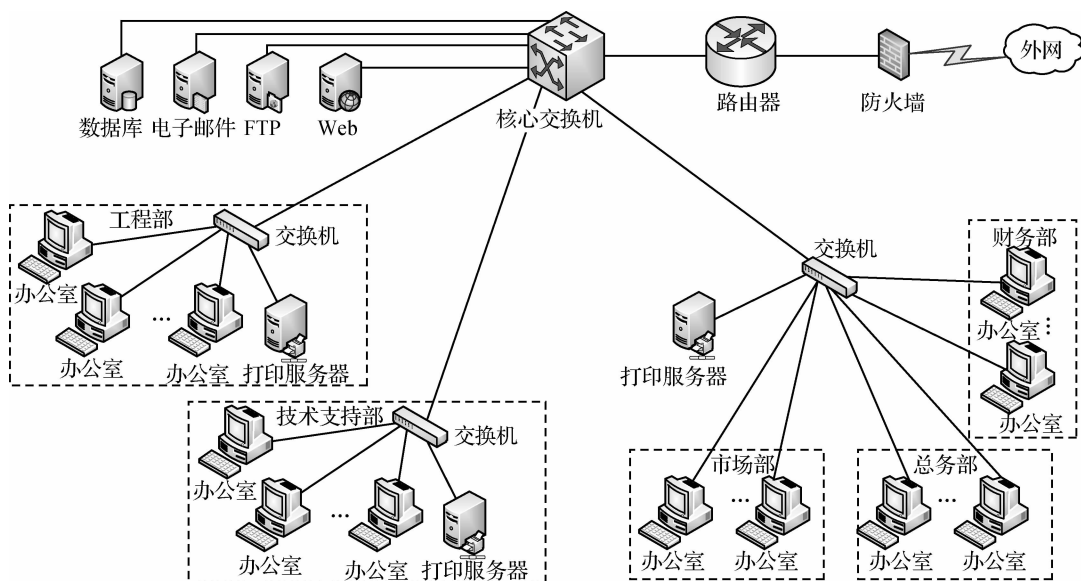


图 1-17 网络拓扑结构

## 4. 项目实施步骤

(1)根据分析,该网络拓扑结构需要使用 3 台二层交换机和 1 台三层交换机(即核心交换机)。1.3.1 中介绍的拓扑结构图就是每个部门内部的结构划分。

(2)添加打印服务器。打开“状态”栏中的“服务器”选项,从列表中找到“打印服务器”图形元素,将其拖入绘制页中,并与交换机直线连接起来,如图 1-18 所示。

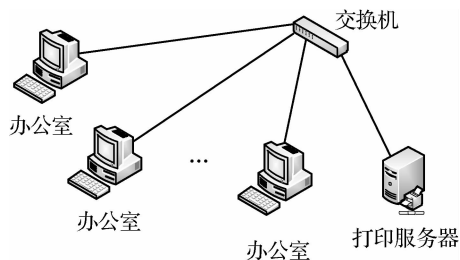


图 1-18 添加打印服务器



(3)选择“视图”→“工具栏”→“绘图”命令,或单击“常用”工具栏中的“绘图工具”按钮,打开“绘图”工具栏,单击“矩形工具”按钮,在绘制页上绘制矩形框。在矩形框上右击,从弹出的快捷菜单中选择“格式”→“填充”命令,弹出“填充”对话框,设置透明度为100%,如图 1-19 所示,单击“确定”按钮。



图 1-19 “填充”对话框

(4)再次在矩形框上右击,从弹出的快捷菜单中选择“格式”→“线条”命令,弹出“线条”对话框,在其中修改线条的图案和粗细等,如图 1-20 所示。



图 1-20 “线条”对话框

(5)调整大小,使虚线矩形正好将结构图框住。然后在“常用”工具栏单击“文本工具”下拉按钮,在绘图页中单击,出现空白文本区域,在空白处输入“技术支持部”,调整字体、字号

和位置,最终效果如图 1-21 所示。

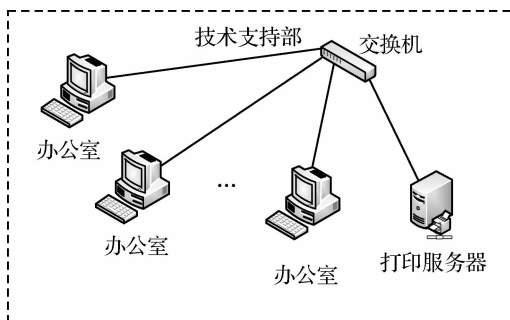


图 1-21 添加虚线框和说明文字

(6)用同样的方法画出其他 4 个部门的网络拓扑图。

(7)在“形状”栏中单击“服务器”选项,将涉及的服务器图形元素(即 Web 服务器、FTP 服务器、数据库服务器、电子邮件服务器)拖曳到绘图页中,调整好位置和大小,并添加相应标注。在“形状”栏中单击“网络符号”选项,将涉及的“路由器”和“以太网交换机”图形元素拖曳到绘图页中,调整好位置和大小,并添加相应标注。连接后的效果如图 1-22 所示。

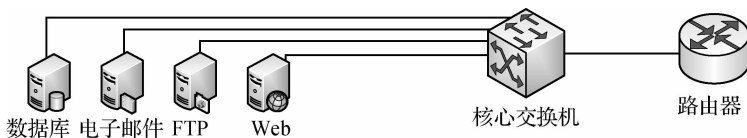


图 1-22 服务器、交换机、路由器的连接

(8)在“形状”栏中单击“网络和外设”选项,将“防火墙”“通信链路”图形元素拖曳到绘图页中,添加防火墙的标注;在“形状”栏中单击“批注”选项,将“修订云形”图形元素拖曳到绘图页中,双击,添加外网标注。用“通信链路”连接防火墙和外网,用直线连接路由器和防火墙,效果如图 1-23 所示。

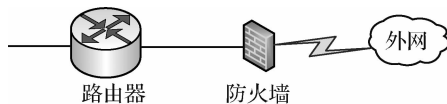


图 1-23 路由器、防火墙和外网的连接

**注意:** 在制作网络拓扑图时所有的连接线尽量不要交叉,因为连线交叉会让结构感觉混乱。

(9)完成后的网络拓扑结构见图 1-17。

## 5. 注意事项

- (1)部门是一个信息系统的子集合,一般应在拓扑图中体现出来。
- (2)详细网络拓扑图中应标明设备的型号等信息。
- (3)拓扑图要合理布局、左右平衡,不能出现一边多,一边少的情况,保证“重心”在整幅图的中心。

## 计算机网络基础与局域网组建

- (4)避免拓扑图中颜色过多。
- (5)调整好各个元件中的图形比例,避免某些设备图形过大或过小。
- (6)主干线或光纤应用不同的颜色标注。

### 6. 思考

- (1)整个网络拓扑图中没有无线通信的部分,是否能布置无线通信部分? 如何布置?
- (2)你认为整个网络拓扑结构中哪部分是网络安全的中心? 在哪一部分实施网络监控最好? 为什么?
- (3)网络拓扑图已经设计好了,如何进行网络布线呢?

## 1.5 思考与练习

1. 计算机网络是如何分类的?
2. 试阐述你所在学校的网络结构,并画出校园网的网络拓扑图。
3. 试说明无线网络在日常生活中的应用。
4. 简述互联网今后的发展方向。

# 第 2 章

## 网络布线

通过第 1 章的学习,读者已经初步认识了计算机网络。网络布线是计算机网络构建中重要的环节之一,是计算机互相连通物理实现的关键。

### 【知识要点】

- ④ 网络综合布线的定义。
- ④ 结构化布线系统的定义。
- ④ 各种网络传输介质。

### 【技能目标】

- ④ 能够根据实际情况选择相应的网络传输介质和设备。
- ④ 能够根据实际情况选择布线方法。

## 2.1 结构化布线技术

结构化布线技术是在计算机技术和通信技术发展的基础上为进一步适应社会信息化的需要而产生的,是办公自动化进一步发展的结果。它也是建筑技术与信息技术相结合的产物,是计算机网络工程的基础。

### 2.1.1 结构化布线技术的概念

结构化布线又称开放式布线系统(open cabling system, OCS)或综合布线系统(premises distribution system, PDS)。它与智能化大厦的发展紧密相关,是智能大厦的实现基础,是由线缆和相关的连接硬件组成的信息传输通道。它能使建筑物内部的语音、数据通信设备、信息交换设备、建筑物物业管理及建筑物自动化管理设备等彼此相连,也能使建筑物内部信息通信设备与外部的信息通信网络相连。它支持语音、数据、图形、图像的应用,支持语音、图形、图像、数据多媒体、安全监控、传感等各种信息的传输,支持非屏蔽双绞线(unshielded twisted pair, UTP)、屏蔽双绞线(shielded twisted pair, STP)、同轴电缆、光纤等各种传输载体,支持多用户多类型产品的应用,支持高速网络的应用。

结构化布线系统与传统的布线系统的最大区别在于:结构化布线系统的结构与当前所连接设备的位置无关。

在传统的布线系统中,设备安装在哪里,传输介质就要铺设到哪里。结构化布线系统则是事先按建筑物的结构,将建筑物中所有可能放置设备的位置都预先布好线缆,然后再根据实际所连接的设备情况,通过调整内部跳线装置将所有设备连接起来。同一线路的接口可以连接不同的通信设备,如可以是电话、终端或微型机,也可以是工作站或主机。

结构化布线是一套综合系统,可以使用相同的线缆、配线端板,相同的插头及模块插孔,解决了传统布线存在的兼容性问题,可避免重复施工造成的人与物的双重浪费。

**知识链接:** 理想中的结构化布线系统能提供相同的插头及模块,在同一线路上可以连接各种设备,用户只需将设备连接到结构化布线的线路上即可。但实际的情况是,一幢智能大厦中设备的接口和传输介质往往是不同的,因此在实施网络布线时必须多方面考虑。

### 2.1.2 结构化布线系统的组成

以 EIA/TIA 568 和 ISO/IEC 11801 国际综合布线标准为基准,结合我国的实际应用情况,可以将结构化布线系统划分为 6 个独立的子系统,如图 2-1 所示。

这 6 个子系统分别为工作区子系统、水平子系统、管理子系统、垂直子系统、设备间子系统和建筑群子系统。每个子系统是一个独立的单元组,更改其中任何一个子系统都不会影响到其他的子系统。6 个子系统相互配合可以形成结构灵活、适合多种传输介质与多种信息传输的结构化布线系统。

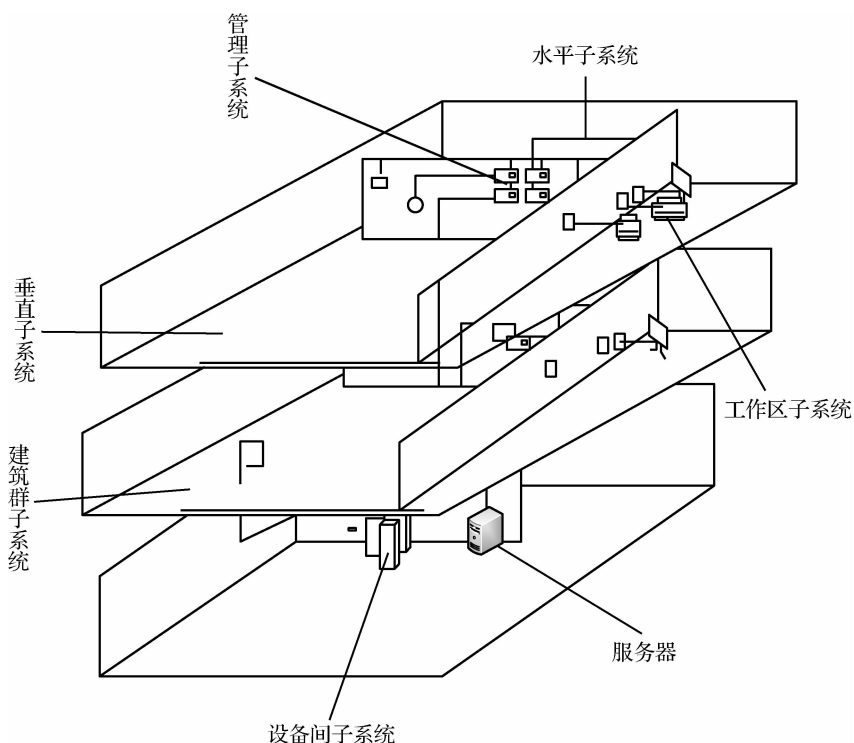


图 2-1 结构化布线系统结构

### 1. 工作区子系统

工作区子系统用于放置应用系统终端设备,由水平配线系统的信息插座、连接信息插座、终端设备、网络跳线和适配器组成。目前最常用的连接信息插座是配合双绞线的 RJ-45 接头与连接电话线的 RJ-11 接头,前者广泛应用于局域网的连接,后者广泛应用于电信系统的连接。

工作区子系统的布线要求相对简单,目的是便于移动、添加或变更设备。但是,通信线缆不要安放在经常有人走动或容易被损坏的地方,以免因为人为原因造成线路损坏。

### 2. 水平子系统

水平子系统主要实现工作区子系统信息插座和管理子系统(跳线架)间的连接,即连接管理子系统至工作区。该系统包括水平布线、信息插座、电缆终端及交换,指定的拓扑结构为星型结构。

由于工作区子系统上所连接设备的多样性,因此水平子系统的通信介质也是多种多样的。水平子系统常用的通信介质有  $100\ \Omega$  UTP、 $150\ \Omega$  STP 和  $62.5/125\ \mu\text{m}$  光缆。为了便于管理,通信电缆最远的延伸距离不应超过 90 m。另外,工作区子系统与管理子系统的接插线和跨接线电缆的总长约为 10 m。

### 3. 管理子系统

管理子系统放置在配线间或设备间的配线区域,由交连、互连配线架组成。它采用交连和互连等方式管理垂直子系统和水平子系统的线缆,为连通各个子系统提供连接手段。交

连和互连的方式允许将通信线路定位或重定位到建筑物的不同部分,以便能更容易地管理通信线路。

### 4. 垂直子系统

垂直子系统用于实现计算机设备、程控交换机(PBX)、控制中心与各管理子系统间的连接,是整个结构化布线系统的骨干部分,包括主干电缆、中间交换和主交换、机械终端和用于主干到主干交换的接插线或插头。主干布线采用的是星型拓扑结构,常用介质是大对数(通常为 25、50、100 对)双绞线电缆或光缆,接地应符合 EIA/TIA 607 的要求。

水平子系统与垂直子系统的区别在于:水平子系统总是处在同一楼层上,线缆一端接在配线间的配线架上,另一端接在信息插座上,一般使用 4 对双绞电缆;而在建筑物内,为了避免强干扰源,垂直子系统总是位于垂直的弱电间,并采用大对数双绞线电缆或光缆。

为了与建筑群的其他建筑物进行通信,垂直子系统将设备间的中继线和布线交叉连接点与建筑物之间的设施相连,以组成建筑群子系统。

### 5. 设备间子系统

设备间是在每一幢大楼的适当地点放置综合布线线缆、相关连接硬件及其应用系统的场所。EIA/TIA 569 规定了设备间的设备布线。设备间是布线系统最主要的管理区域,所有楼层的信息都由电缆或光缆传送到此。

为便于设备搬运,节约投资,设备间最好位于每一幢大楼的第二层或第三层。在设备间内,可把公共系统用的各种设备互连起来,如电信部门的中继线和公共系统设备(如 PBX)。设备间还包括建筑物入口区的设备、电气保护装置及其连接到符合要求的建筑物接地点。设备间子系统相当于电话系统中的站内配线设备及电缆、导线连接部分。

### 6. 建筑群子系统

建筑群子系统将一幢建筑物中的电缆延伸到建筑群的另外一些建筑物中的通信设备和装置上,比较常用的通信介质是光缆或大对数双绞线。它是整个布线系统中的一部分(包括传输介质),并支持提供楼群间通信设施所需的硬件,其中包括通信电缆、光缆和防止电缆的浪涌电压进入建筑物的电气保护设备等。EIA/TIA 569 规定了网络接口的物理规格,实现了建筑群之间的连接。

## 2.1.3 结构化布线的特点

结构化布线是信息技术和信息产业高速大规模发展的产物,是布线系统的一项重大革新,同传统的布线技术相比有许多优越性,是传统布线无法企及的。结构化布线具有兼容性、灵活性、模块化、扩充性、经济性、先进性、开放性、高速性和可靠性等特点。

### 1. 兼容性

所谓兼容性,是指结构化布线系统中的设备可用于多种应用系统中。结构化布线系统将语音、数据信号的配线统一设计规划,采用统一的传输线缆、信息插插件等,将这些性质不同的信号综合到一套标准布线系统中,能支持多种数据通信、多媒体技术及信息管理系统等,能够适应现代和未来技术的发展。

### 2. 灵活性

结构化布线系统的灵活性主要表现在 3 个方面:组网灵活、变位灵活和应用类型变化



灵活。

传统的布线方式是封闭的,其体系结构是固定的,要移动设备或增加设备相当困难且麻烦,甚至是不可能的。

结构化布线系统采用星型拓扑结构,为了适应不同的网络结构,可以在布线系统的管理区域内进行跳线管理,使系统连接成为星型、环型、总线型等不同的拓扑结构,组网灵活。

当终端设备的位置需要改变时,只需进行跳线处理即可,而无需进行更多的布线改变,变位非常灵活。

结构化布线系统还能满足多种应用的需求,如数据终端、模拟或数字电话机、个人计算机、工作站、打印机等,使系统能灵活地连接不同应用类型的设备。

### 3. 模块化

在结构化布线系统中,除了铺设在建筑物内的线缆外,其余所有的接插件都是积木式的标准件,可以方便地进行更换和插拔,使管理、扩展和使用变得简单。

### 4. 扩充性

结构化布线系统(包括材料、部件、通信设备等设施)严格遵循国际标准,具有良好的可扩充性和可升级性,无论计算机设备、通信设备、控制设备如何发展,将来都可以很方便地将这些设备连接到系统中,使本期建设的投资在未来升级与扩充后得到保护。

### 5. 经济性

结构化布线系统设计信息点时要求按规划容量考虑,留有适当的发展容量。因此,就整体布线系统而言,按规划设计所作的经济分析表明,结构化布线比传统布线的性能价格比更优,后期运行、维护及管理费用也会下降,相当于一次投资,长期受益。维护费用低,使整体投资达到最少。

### 6. 先进性

结构化布线系统采用光纤与双绞线混合布线的方式,合理地构成一套完整的布线系统。所有布线均采用最新的通信标准,链路均按8芯双绞线配置;5类双绞线的最大传输速率可达1 000 Mb/s;对于特殊用户的需求,可把光纤引到桌面(fiber to the desk);干线语音部分用电缆,数据部分用光缆,为同时传输多路实时多媒体信息提供足够的容量。

### 7. 开放性

对于传统布线,一旦选定了某种设备,也就选定了布线方式和传输介质,如要更换其中的一种设备,原有布线将全部更换。这样极为麻烦且又增加了大量资金。结构化布线就不存在这个问题,因为它采用的是开放式体系结构,符合国际标准,对现有著名厂商的品牌均是开放的。

### 8. 高速性

结构化布线系统采用高等级双绞线或光缆组成网络,数据传输速率很高,能处理和传输各种多媒体信息,极大地提高了网络的吞吐量。

### 9. 可靠性

传统布线中各系统互不兼容,因此在一个建筑物内存在多种布线方式,各系统之间容易交叉干扰。各个系统可靠性降低,势必影响到整个建筑系统的可靠性。

结构化布线系统采用高品质的材料和组合压接方式构成一套高标准的信息网络,所有线缆与器件均通过国际上的各种标准,保证了设备的电气性能,并且结构化布线系统全部使用物理星型拓扑结构,任何一条线路发生故障不会影响其他线路,从而提高了可靠性。各子系统采用同一种传输介质,互为备用,又提高了备用冗余。

## 2.2 传输介质

网络传输介质是指在网络中传输信息的载体,如各种网线、电话线、无线电等,它是通信网络中发送方和接收方之间的物理通路,又称传输媒体、传输媒介或传输线路。

### 1. 传输介质的分类

传输介质分为有线介质和无线介质两大类。网络中常用的有线介质有双绞线、同轴电缆和光纤,常用的无线介质有无线电波、微波和红外线等。

**思考:** 蓝牙是无线介质还是有线介质?

### 2. 传输介质的特性

数据传输的质量除了与传送的数据信号及收发两端的设备特性有关外,还与通信线路本身的机械和电气特性有关,这些特性主要包括以下几个方面。

- (1)物理特性。指传输介质的特征。
- (2)传输特性。指传输信号调制技术、信道容量及传输的频带范围。
- (3)覆盖地理范围。指在不用中继设备的情况下,无失真传输所能达到的最大距离。
- (4)抗干扰特性。指防止噪声对传输信息影响的能力。
- (5)价格。指线路安装、维护等费用的总和。

### 2.2.1 双绞线

双绞线(twisted pair, TP)是把两根绝缘的铜导线按一定密度互相绞在一起,用以降低信号干扰的程度,每一根导线在传输中辐射的电波会被另一根线上发出的电波抵消。双绞线也因此而得名。

把一对或多对双绞线放在一个绝缘套管中,便成了双绞线电缆,如在局域网中常用的5类、6类、7类双绞线就是由4对双绞线组成的。在双绞线电缆内,不同线对具有不同的扭绞长度。

**提示:** 扭绞长度值越小,说明两根线扭绞得越紧;反之,扭绞长度值越大,则两根线扭绞得越松。同理,扭绞长度越小,理论抗干扰能力越强,成本越高。

双绞线芯一般是铜质的,能提供良好的传导率。双绞线分为非屏蔽双绞线和屏蔽双绞线两种。

(1)非屏蔽双绞线是将一对或多对双绞线线对放入一个绝缘套管内,如图2-2所示。

电子工业协会(EIA)为双绞线定义了1~5类不同的质量级别。计算机网络中常用的是3类和5类。

- 3类。适用于速率小于16 Mb/s的计算机网络,如10 Mb/s以太网。

- 5类。支持快速以太网(100 Mb/s)。
- 超5类。支持千兆以太网(1 000 Mb/s)。

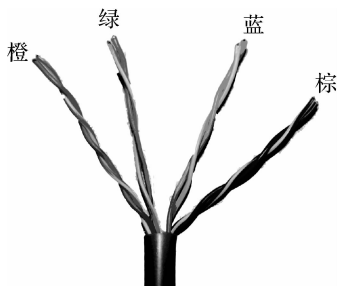


图 2-2 非屏蔽双绞线

(2)屏蔽双绞线是在一对或多对双绞线线对的外面加上一个用金属丝编织成的屏蔽层,然后再放入绝缘套管内。按屏蔽层设置的不同,又分为外层屏蔽双绞线和全屏蔽双绞线。

由于屏蔽双绞线外面有一层金属网或金属薄膜包裹,所以价格比非屏蔽双绞线高。屏蔽双绞线的抗外部干扰能力好于非屏蔽双绞线,但是在实际应用中,这种优势并没有发挥出来,在使用过程中非屏蔽双绞线和屏蔽双绞线没有明显差别,所以,在一般的企业局域网中都采用非屏蔽双绞线。

**提示:** 屏蔽双绞线除了本身价格较贵以外,安装成本也高。这是因为屏蔽双绞线外层有金属网或金属薄膜层,其弯曲度等指标都比非屏蔽双绞线高,增加了安装成本。

下面介绍双绞线的特性。

(1)传输特性。双绞线既可用于传输模拟信号,也可用于传输数字信号。例如,早期电话系统以及目前电话系统中的用户环路部分采用双绞线进行模拟信号的传输;而电话系统中的 T1 线路采用双绞线进行数字信号的传输,总的数据传输速率可达 1.544 Mb/s。

(2)连通性。常用于点到点的连接,也可用于多点连接。

(3)地理范围。双绞线可以在 15 km 或更大范围内提供数据传输。例如,在 100 Kb/s 速率下,其传输距离可达 1 km;但是在 10 Mb/s 或 100 Mb/s 速率下的 10BASE-T 和 100BASE-T 局域网中,传输距离不能超过 100 m。

(4)抗干扰性。在低频传输时,其抗干扰性高于同轴电缆,但在 10~100 kHz 时,其抗干扰性低于同轴电缆。

(5)价格。在双绞线、同轴电缆和光纤 3 种有线介质中,双绞线的价格最便宜。

**思考:** 双绞线的最长传输距离能超过 100 m 吗?

答:通过实验确定,双绞线的传输距离可以超过 100 m,但是当超过 100 m 后,信号衰减得很厉害,容易出现传输数据错误,所以建议不要超过 100 m。

### 2.2.2 同轴电缆

同轴电缆分为 4 层,按“同轴”形式构成,如图 2-3 所示。

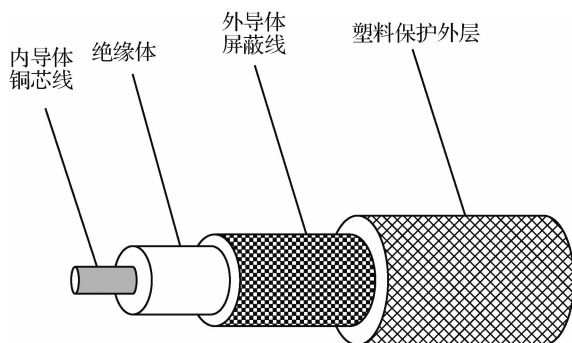


图 2-3 同轴电缆的结构

同轴电缆的 4 层从里向外分别如下。

- (1)内芯。金属导体,用于传输数据。
- (2)绝缘层。用于内芯与屏蔽层间的绝缘。
- (3)屏蔽层。金属导体,用于屏蔽外部的干扰。
- (4)塑料外套。用于保护电缆。

### 1. 同轴电缆的物理特性

同轴电缆的内芯一般是铜质的,能提供良好的传导率。同轴电缆分为基带同轴电缆和宽带同轴电缆两类。

(1)基带同轴电缆采用基带传输,即采用数字信号进行传输,用于构建 LAN。常用的基带同轴电缆有以下两种。

- 50  $\Omega$ ,RG-8 和 RG-11(用于粗缆以太网)。
- 50  $\Omega$ ,RG-58(用于细缆以太网)。

(2)宽带同轴电缆(75  $\Omega$ ,RG-59)采用宽带传输,即采用模拟信号进行传输,用于构建有线电视网。

### 2. 同轴电缆的其他特性

(1)传输特性。基带同轴电缆用于传输数字信号,采用曼彻斯特编码,速率最高可达 10 Mb/s。宽带同轴电缆既可以传输模拟信号,也可以传输数字信号。

(2)连通性。可用于点到点连接和多点连接。

(3)地理范围。典型的基带同轴电缆的最大传输距离为几千米,但是在 10BASE-5 粗缆以太网中,其传输距离最大为 500 m,在 10BASE-2 细缆以太网中,传输距离最大为 185 m。宽带同轴电缆的最大传输距离为十几千米。

(4)抗干扰性。通常高于双绞线。

(5)价格。高于双绞线,低于光纤。

**提示:** 目前,同轴电缆多用于有线电视信号传输方面,即大部分采用数字信号的高清电视数据都是通过同轴电缆传输的。有些小区也利用同轴电缆提供广域网接入服务。

同轴电缆不易弯曲,其安装成本比非屏蔽双绞线要高。

### 2.2.3 光纤

光纤分为单模光纤和多模光纤,由纤芯、包层和涂覆层构成,如图 2-4 所示。

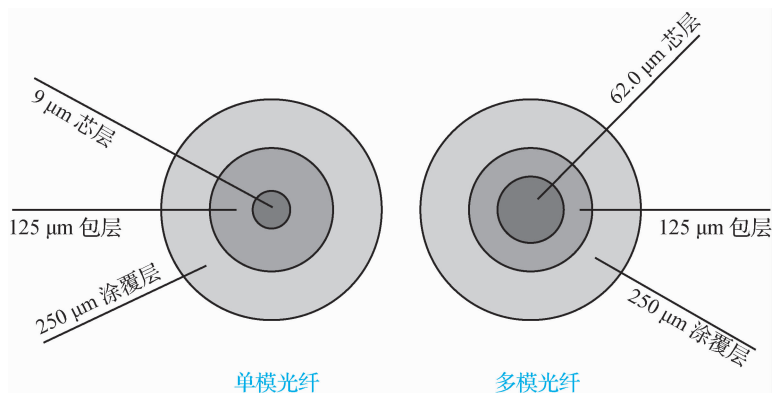


图 2-4 单模光纤和多模光纤的结构

- (1)纤芯。传输光信号,光信号中携带用户数据。
- (2)包层。折射率比玻璃芯低,可使光信号在玻璃芯内反射传输。
- (3)塑料外套。用于保护光纤。

#### 1. 光纤的物理特性

##### 1) 多模光纤

多模光纤允许多条从不同角度入射的光线在一条光纤中传输,即有多条光路,在无中继条件下,传播距离可达几千米,采用 LED 作为光源。图 2-5 所示为多模光纤传输示意。

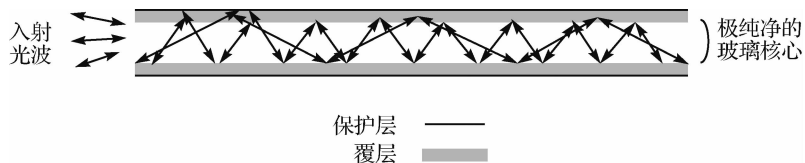


图 2-5 多模光纤传输示意

##### 2) 单模光纤

单模光纤的直径与光波波长相等,只允许一条光线在一条光纤中直线传输,即只有一条光路,在无中继条件下,传播距离可达几十千米,采用激光作为光源。图 2-6 所示为单模光纤传输示意。

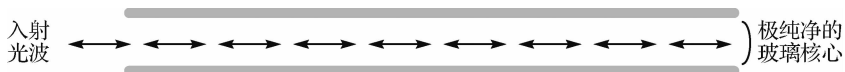


图 2-6 单模光纤传输示意

单模光纤容量大于多模光纤,价格也高于多模光纤。

#### 2. 光纤的其他特性

- (1)传输特性。每一根光纤在任何时候只能单向传输数字信号,因此要实现双向通信就

必须成对使用。

(2) 连通性。用于点到点连接。

(3) 地理范围。在 6~8 km 的距离内不用中继器。

(4) 抗干扰性。不受外界电磁干扰或噪声影响。

(5) 价格。在双绞线、同轴电缆和光纤 3 种有线介质中, 光纤的价格最高。

光纤与铜缆相比, 其优点是带宽高、衰减小、不受电磁干扰、细且质量轻、安全性好; 缺点是单向传输、价格比较高。

### 2.2.4 无线介质

无线介质传输是指在两个通信设备之间不使用任何物理连接器, 无需铺设任何网络传输线。常用的无线介质是微波。微波通信有地面微波通信和卫星通信两种。

#### 1. 地面微波通信

地面微波通信的优点是频带宽、信道容量大、初建费用小, 既可传输模拟信号, 又可传输数字信号; 缺点是方向性强(必须直线传播)、保密性差。

#### 2. 卫星通信

在卫星通信中, 通信卫星是微波通信的中继站, 如图 2-7 所示。卫星通信的优点是容量大、可靠性高、通信成本与两站点之间的距离无关、传输距离远、覆盖面广、具有广播特征; 缺点是一次性投资大、传输延迟时间长。同步卫星传输延迟的典型值为 270 ms, 而微波链路的传播延迟大约为  $3 \mu\text{s}/\text{km}$ , 电磁波在电缆中的传播延迟大约为  $5 \mu\text{s}/\text{km}$ 。

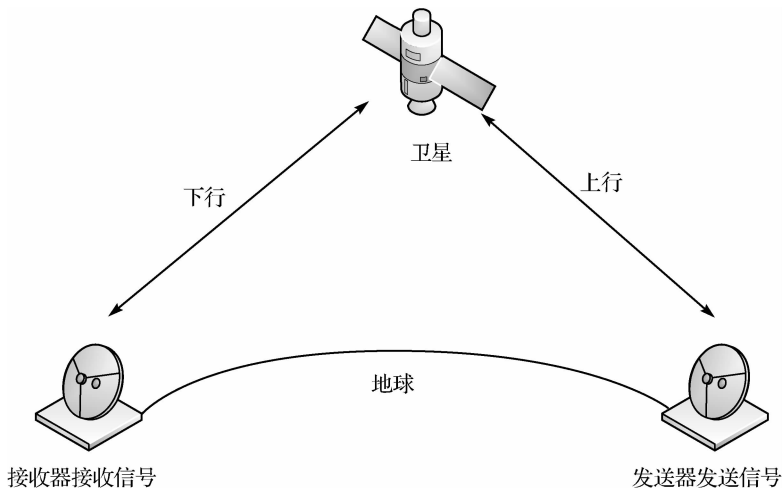


图 2-7 卫星通信

## 2.3 子项目 2: 网络布线规划和设备选择

承接前文的介绍, 已了解了该公司的部门设置情况, 网络拓扑图也绘制出来了。下面介

绍如何进行网络布线。

### 1. 网络布线规划

进行网络布线规划首先要划分子系统,具体如下。

(1)工程部和技术支持部处在同一层上,它们共用一个水平子系统,称这个水平子系统为一层水平子系统。同理,其他部门在二层,称为二层水平子系统。

(2)工程部和技术支持部虽然处在同一层,但是两个部门不在一起办公,所以它们分别属于不同的工作区子系统,即工程部工作区子系统和技术支持部工作区子系统。

(3)连接一层和二层的区域和设备,可以认为是垂直子系统。

(4)服务器放置的区域是设备间子系统。

(5)每一层的水平子系统和垂直子系统的交汇处会有很多的交换或路由设备,那么这些区域和设备就是管理子系统。

通过划分,可以清楚地将项目划分为多个区域。如果项目不大,不仅可以分包,而且可以同时施工,这大大节省了工期。

### 2. 子系统中设备的选取

#### 1) 选择不同类型的网线

一般情况下,连接到桌面的网线应该是非屏蔽双绞线。因为非屏蔽双绞线性价比高、安装简易,一般设备(计算机、打印机等)都支持。

在水平子系统中也使用非屏蔽双绞线,因为一般水平子系统的区域并不大,也不是整座大厦的数据汇聚中心。

在垂直子系统中,如果大厦楼层过高、负载设备过多,应考虑使用光纤,因为光纤的吞吐量

#### 2) 选择不同的网络设备

网络设备多种多样,有高档的,也有低档的,价格和性能相差悬殊。在选择网络设备时,如果一味地追求高性能而忽略了实际需求,则会造成极大的浪费。

首先,在各个工作子系统中使用普通的交换机就足够了。

其次,每个管理子系统是多个水平子系统和设备间子系统之间的连接,就需要高性能的交换机或路由器等网络设备。

最后,设备间子系统用于楼宇与楼宇之间的传输,需要很大的数据吞吐量,所以一般都采用高性能的核心路由器或核心交换机。

## 2.4 思考与练习

1. 什么是结构化布线技术?
2. 结构化布线系统的特点是什么?
3. 试述各种传输介质的优缺点。

## 网络参考模型

世界上第一个网络体系结构是由 IBM 公司于 1974 年提出的系统网络体系结构(system network architecture, SNA), 随后其他公司也相继提出自己的网络体系结构, 如 Digital 公司的数字网络体系结构(digital network architecture, DNA)、美国国防部的 TCP/IP 等。多种网络体系结构并存, 其结果是使一种结构只能与同种结构的网络互连。

为了促进计算机网络的发展, ISO 于 1977 年成立了一个委员会, 在现有网络的基础上, 提出了不基于具体机型、操作系统或公司的网络体系结构, 称为开放式系统互连参考模型(open system interconnection/reference model, OSI/RM)。

### 【知识要点】

- ④ OSI 参考模型的七层结构模型。
- ④ TCP/IP 参考模型的四层结构模型。
- ④ OSI 参考模型与 TCP/IP 参考模型的差异。
- ④ 两种参考模型的主要协议。

### 【技能目标】

- ④ 能够了解网络数据在 OSI 参考模型层次之间的传递过程。
- ④ 能够明确 TCP 连接建立的过程。



## 3.1 OSI 参考模型

OSI 参考模型的设计目的是成为一个所有供应商都能实现的开放式网络模型,用于克服使用众多私有网络模型所带来的困难和低效问题。这里要注意 ISO(国际标准化组织)与 OSI(开放式系统互连参考模型)的区别。

### 3.1.1 OSI 参考模型简介

为了完成计算机间的通信合作,ISO 把每个计算机互连的功能划分成定义明确的层次,规定了同层进程通信的协议及相邻层之间的接口和服务,并将这些层、同层进程通信的协议及相邻层之间的接口统称为网络体系结构。

在 OSI 参考模型制定过程中采用的方法是将整个庞大而复杂的问题划分为若干个容易处理的小问题,即分层的体系结构。在 OSI 参考模型中,采用了三级抽象,即体系结构、服务定义、协议规格说明。

OSI 参考模型把网络通信工作分为七层,它们由低到高分别是物理层、数据链路层、网络层、传输层、会话层、表示层和应用层,如图 3-1 所示。第一层到第三层属于 OSI 参考模型的低三层,负责创建网络通信连接的链路;第四层到第七层为 OSI 参考模型的高四层,具体负责端到端的数据通信。每层完成一定的功能,每层都直接为其上层提供服务,并且所有层都互相支持,网络通信可以自上而下(在发送端)或者自下而上(在接收端)双向进行。当然并不是每一通信都需要经过 OSI 参考模型的全部七层,有的只需要双方对应的某一层。例如,物理接口之间的转接、中继器与中继器之间的连接就只需在物理层中进行;路由器与路由器之间的连接只需经过网络层以下的三层即可。但是双方的通信是在对等层次上进行的,不能在不对等层次上进行通信。总的来说,OSI 参考模型的每一层完成特定的功能;同层进程之间进行相互通信,这种通信是通过调用下层功能来实现的。

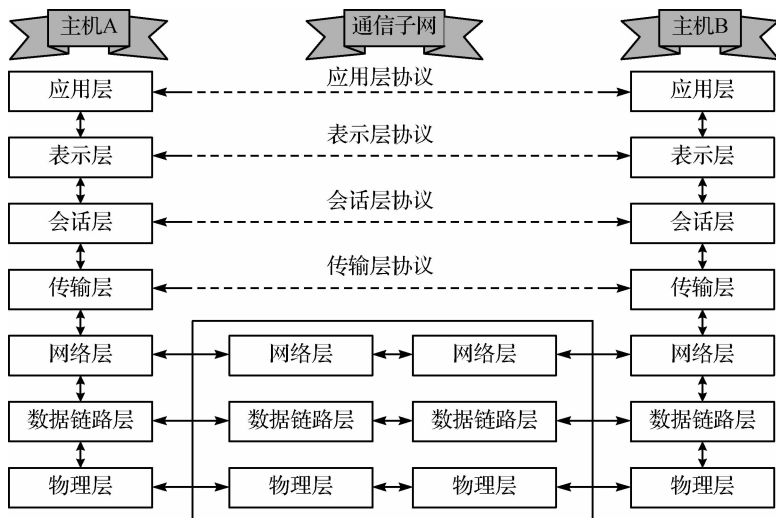


图 3-1 OSI 参考模型

OSI 参考模型是分层体系结构的一个实例,每一层是一个模块,用于执行某种主要功能,具有自己的一套通信指令格式——协议。将信息从一层传送到下一层是通过命令的方式实现的,这种命令称为原语。当一个数据包进入下一层时,会在数据包外加上新的协议控制信息,因此数据包穿过各层时会很快增长。

### 3.1.2 物理层

#### 1. 物理层的功能

物理层是 OSI 参考模型的最底层,其任务是为它的上一层提供一个传输数据的物理连接。在这一层,数据仅作为原始的比特流进行处理。

该层规定了网络设备之间的物理接口特性及通信规则,即规定了为建立、维护和拆除物理链路(通信结点之间的物理路径)所需的机械、电气、功能和规程特性。该层的作用是确保比特流在物理信道上传输。

#### 2. 物理层接口协议(标准)的内容

物理层接口协议实际上是数据终端设备(data terminal equipment, DTE)和数据电路终接设备(data circuit-terminating equipment, DCE)或其他通信设备之间的一组约定,主要解决网络结点与物理信道如何连接的问题。

##### 1) 机械特性

机械特性规定了物理连接器的规格尺寸、插针或插孔的数量和排列情况,相应通信介质的参数和特性等。例如,PC 上的 COM1 和 COM2 接口称为 RS-232 接口,使用的是典型的物理层协议 RS-232C。

EIA RS-232C 是目前使用最广泛的串行物理接口,其定义的连接器的机械特性主要有以下两点。

(1)有 9 针连接器(DB-9)和 25 针连接器(DB-25),如图 3-2 所示。建议使用后者。

(2)在 DTE 一侧采用孔式插座形式,在 DCE 一侧采用针式插头形式,并对连接器的尺寸、针或孔芯的排列位置等都作了明确的规定。

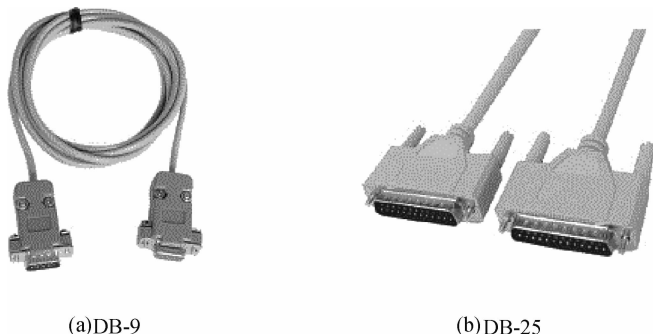


图 3-2 9 针连接器和 25 针连接器

##### 2) 电气特性

电气特性规定了与在链路上传输二进制比特流有关的电路特性,如信号电压的高低、阻抗匹配、传输速率和距离限制等,通常包括发送器和接收器的电气特性以及与互连电缆相关

的有关规则等。

### 3) 功能特性

功能特性规定了各信号线的功能或作用。信号线按功能可分为数据线、控制线、定时线和接地线等。

### 4) 规程特性

规程特性规定了 DTE 和 DCE 通过接口连接时,各信号线进行二进制比特流传输的一组操作规程(动作序列),如怎样建立、维持和拆除物理连接,全双工还是半双工操作等。

## 3. 物理层的网络连接设备

### 1) 中继器

信号在通过物理介质传输时或多或少会受到干扰,产生衰减,如果衰减到一定程度,信号将不能被识别。因此,采用不同传输介质的网络对网线的最大传输距离都有要求。

中继器(repeater)工作在 OSI 参考模型的物理层上,其功能是对衰减的信号进行再生和放大。使用中继器的连接示意如图 3-3 所示。

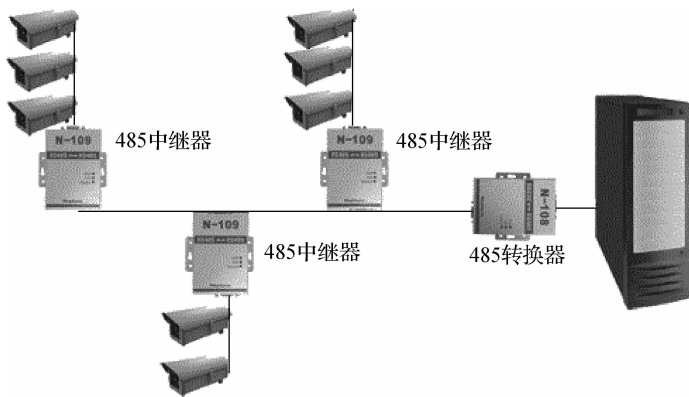


图 3-3 中继器的连接示意

中继器的优点是安装简单、使用方便、价格相对低廉。它不仅能扩展网络距离,还可以连接不同传输介质的网络。

### 2) 集线器

集线器(hub)的主要功能是对接收到的信号进行再生、整形和放大,以增加网络的传输距离,同时把所有结点集中在以它为中心的结点上。

集线器具有与中继器相似的信号中继和放大特性,因而又称为多端口中继器。两者的主要区别是:中继器一般为两个端口,一个端口接收数据,另一个端口将数据放大转发;而集线器具有多个端口(如 8 口、16 口和 24 口等),数据到达一个端口后,将被转发到其他所有端口(广播)。

局域网中最常用的是连接以太网的集线器,其连接示意如图 3-4 所示,用集线器连接的网络在物理上是星型拓扑结构,在逻辑上却是总线型拓扑结构。

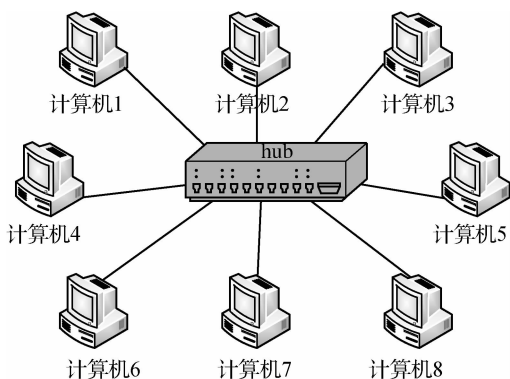


图 3-4 以太网集线器的连接示意

集线器有以下几种分类方法。

(1) 依据带宽的不同,集线器分为 10 Mb/s、100 Mb/s、10/100 Mb/s 自适应、1 000 Mb/s、100/1 000 Mb/s 自适应等类型。小型局域网通常使用前 3 种。

(2) 按配置形式的不同,集线器可分为独立型集线器、模块化集线器和堆叠式集线器。

(3) 根据管理方式的不同,集线器又可分为智能型集线器和非智能型集线器。智能型集线器除了具有普通集线器的功能外,还具有简单网络管理协议(simple network management protocol,SNMP)的网管功能。

目前所使用的集线器基本都是以上 3 种分类的组合。例如,10/100 Mb/s 自适应智能型可堆叠式集线器。

### 3.1.3 数据链路层

#### 1. 数据链路层的功能

数据链路层是 OSI 参考模型的第二层,用于解决两个相邻结点之间的通信问题,实现两个相邻结点链路上无差错的协议数据单元传输。数据链路层传输的协议数据单元称为数据帧。

所谓链路,是指数据传输中任何两个相邻结点间的点到点的物理线路。数据帧通常是由网卡产生,过程如下:上一层的协议数据单元(数据包)传递到网卡,网卡通过添加头部和尾部将数据打包(封装成帧),如图 3-5 所示。然后数据帧沿着链路再被传送至目的结点。

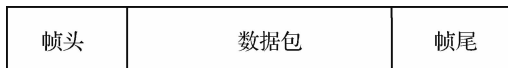


图 3-5 数据帧的组成

数据帧的头部和尾部含有对等数据链路进程需要使用的协议信息。例如,头部信息包括发送结点和接收结点的地址(MAC 地址)、错误校验信息等。

数据链路层不关心数据包中包含什么信息,仅是将其传递到网络中的下一个结点。数据链路层的主要功能概括如下。

(1) 数据链路的管理。和物理层相似,数据链路层要负责建立、维持和释放数据链路的

连接。在局域网中,数据链路层又划分为逻辑链路控制子层和介质访问控制子层。

(2)帧同步。帧同步要解决接收方如何能从收到的比特流中准确地区分出一帧的开始和结束。一般可采用以下方法(目前普遍使用的是后两种)。

- 字节计数法。采用一个特定的字符(如 SOH)来表示一帧的开始,并以一个专门的字段(count)来表示帧内的字节数。
- 字符填充法。采用一些特定的字符表示一帧的开始和结束。
- 比特填充法。采用一串特定的比特组合来表示一帧的开始和结束。
- 违法编码法。采用“违法”的编码来表示一帧的开始和结束。

(3)差错控制。差错控制是指在数据通信过程中发现、检测或纠正差错,并将差错限制在尽可能小的范围内。差错检测可通过差错控制编码来实现,差错纠正可通过差错控制方法来实现。

(4)流量控制。如果发送结点的发送能力大于接收结点的接收能力,将导致接收方来不及接收。流量控制所要解决的就是控制发送方的速率,使其不超过接收方所能承受的范围。

## 2. 数据链路层的协议和 HDLC 帧格式简介

### 1) 数据链路层的协议

数据链路层的控制协议分为异步协议及同步协议两类。

异步协议以字符为独立的信息传输单位,在每个字符的起始处对字符内的比特实现同步,但字符与字符之间的间隔时间是不固定的(即字符之间是异步的)。使用这种方式时,每个传输字符都要添加起始位、校验位、停止位等冗余位,因此信道利用率很低,一般用于数据速率较低的场合。

同步协议是由许多字符或许多比特组织成的数据块,以帧为传输单位,在帧的起始处同步,使帧内维持固定的时钟。由于采用帧为传输单位,因此能更有效地利用信道,也便于实现差错控制、流量控制等功能。

同步协议又分为面向字节计数的同步协议、面向字符的同步协议和面向比特的同步协议。其中,面向比特的同步协议的典型代表是高级数据链路控制(high-level data link control, HDLC)协议。HDLC 协议的特点是:不依赖于任何一种字符编码集;实现透明传输的“0 比特插入/删除法”,易于硬件实现;全双工通信,不必等待确认便可连续发送数据,有较高的数据链路传输效率;所有帧均采用 CRC 校验;对信息帧进行顺序编号,可防止漏收或重发,传输可靠性高等。

### 2) HDLC 帧格式简介

HDLC 帧由标志字段(F)、地址字段(A)、控制字段(C)、信息字段(I)和帧校验序列字段(FCS)组成,具体说明如下。

(1)标志字段 01111110 用以标志帧的起始和前一帧的终止。

(2)地址字段的内容取决于所采用的操作方式。命令帧中的地址字段“携带”的是相邻结点的地址,而响应帧中的地址字段“携带”的是本结点的地址。

(3)控制字段通过不同编码构成各种命令和响应,以便对链路进行监视和控制。该字段是 HDLC 协议的关键部分。

(4)信息字段用于传送有效数据,其下限可以为 0(无信息字段);上限未做严格限定,但

实际上受帧校验序列字段或站点缓冲器容量的限制,一般是 1 000~2 000 bit。

(5)帧校验序列字段可以使用 16 位或 32 位的 CRC,对两个标志字段之间的整个帧的内容进行校验。

### 3. 数据链路层的网络连接设备

#### 1) 网络适配器

网络适配器又称网卡、网络接口卡(network interface card, NIC),是主机与网络的接口部件,外观如图 3-6 所示。



图 3-6 网络适配器

网卡是一种能发出和接收数据帧、计算帧检验序列、执行编码译码转换等以实现网络结点间数据交换的集成电路卡,其上有收发器、介质访问控制逻辑和设备接口,核心部件是网卡芯片。网卡具有控制数据传送功能,串、并转换功能,缓存功能等主要功能。

每块网卡都有一个称为 MAC 地址的 12 位十六进制网络地址(48 位)。网卡初始化后,其 MAC 地址将载入设备的 RAM 中。执行 DOS 命令 ipconfig/all,可获知本机网卡的 MAC 地址。

MAC 地址是全球唯一的物理地址,由厂家在生产时固化到网卡的 ROM 中。MAC 地址的前 6 个十六进制数字表示制造商或厂商编号,后 6 个十六进制数字表示 NIC 序号。

网卡按总线类型可分为 ELSA 网卡、ISA 网卡、PCI 网卡、PCMCIA 网卡和 USB 网卡等;按传输速率可分为 10 Mb/s 网卡、100 Mb/s 网卡、10/100 Mb/s 自适应网卡以及千兆网卡等。

#### 2) 网桥

网桥(bridge)又称为桥接器,用于分隔网络,如图 3-7 所示。有时一个网络的物理连线距离虽然在规定范围内,但是负荷很重,这时可用网桥把它分隔成两部分,即分成网段 1 和网段 2。



图 3-7 网桥

网桥仅基于 MAC 地址过滤网络流量,它与上面运行何种网络层协议无关,即网桥对网络层及以上的协议是完全透明的。网桥通常用于连接同一类型的网络(物理层可以不同,如可连接使用 UTP 的以太网与使用同轴电缆的以太网)。

网桥的工作原理是依据 MAC 地址和网桥路由表实现帧的路径选择。网桥刚启动时,网桥路由表是空的,当某一结点传送的数据通过网桥时,如果该 MAC 地址不在网桥路由表中,网桥会自动记下其 MAC 地址及对应的网桥端口号。通过这样的“学习”过程,可建立起一张完整的网桥路由表。

### 3) 交换机

交换机又称交换式集线器,是一个由许多高速端口组成的设备。图 3-8 所示是思科的一款交换机 C2960。



图 3-8 思科交换机 C2960

交换机实际上是由网桥发展而来的,其工作原理与网桥相似,即通过不断学习,在交换机内存中建立起一张 MAC 地址和端口号的关联表。

交换机从外表上看与集线器非常相似,它们的区别在于:交换机是基于 MAC 地址向特定端口转发数据帧,而集线器是向所有端口广播发送数据帧;前者是独享带宽,后者是共享带宽。例如,有一台 100 Mb/s 的集线器,连接了  $N$  台主机,则  $N$  台主机共享 100 Mb/s 的带宽,每台主机所分配到的带宽只有  $100/N$  Mb/s;而对于一台 100 Mb/s 的交换机,每个端口的带宽均为 100 Mb/s,即每台连接的主机均可获得 100 Mb/s 的带宽。

## 3.1.4 网络层

### 1. 网络层功能概述

网络层是 OSI 参考模型中的第三层,是通信子网的最高层。网络层关系到通信子网的运行控制,体现了网络应用环境中资源子网访问通信子网的方式。

网络层的主要任务是将源结点发出的数据包传送到目的结点,从而向传输层提供最基本的端到端的数据传送服务。概括地说,网络层具有以下功能。

(1)为传输层提供服务。网络层提供的服务有两类:面向连接的网络服务和无连接的网络服务。

面向连接的网络服务,如虚电路服务,是一种可靠的数据传送方式,它使所有数据包按顺序到达目的结点,进行数据交换的两个结点之间存在着一条为它们服务的虚电路;而面向无连接的网络服务,如数据报服务,是不可靠的数据传送方式,源结点发送的每个数据包都要附加地址、序号等信息,目的结点收到的数据包不一定是按顺序的,还可能出现数据包丢失的现象。

典型的网络层协议是 X.25,它是由 ITU-T(国际电信联盟电信标准化部门)提出的一种面向连接的分组交换协议。

(2)组包和拆包。在网络层,数据传输的基本单位是数据包(也称为分组)。在发送方,传输层的报文到达网络层时被分为多个数据块,在这些数据块的头部和尾部加上一些相关控制信息后,即组成了数据包(组包)。数据包的头部包含源结点和目标结点的网络地址(逻辑地址)。在接收方,数据从低层到达网络层时,要将各数据包原来加上的包头和包尾等控制信息去掉(拆包),然后组合成报文,送给传输层。

(3)路由选择。路由选择又称路径选择,是根据一定的原则和路由选择算法在多结点的通信子网中选择一条最佳路径。确定路由选择的策略称为路由算法。

在数据报方式中,网络结点要为每个数据包做路由选择;而在虚电路方式中,只需在建立连接时确定路由。

(4)流量控制。流量控制的作用是控制阻塞,避免死锁。

网络的吞吐量(数据包数量/秒)与通信子网负荷(即通信子网中正在传输的数据包数量)有着密切的关系。为防止出现阻塞和死锁,需进行流量控制,通常可采用滑动窗口、预约缓冲区、许可证和分组丢弃 4 种方法。

### 2. 路由算法简介

路由算法很多,大致可分为静态路由算法和动态路由算法两类。

#### 1)静态路由算法

静态路由算法又称为非自适应算法,是按某种固定规则进行的路由选择的算法,其特点是算法简单、容易实现,但效率和性能较差。属于静态路由算法的有最短路由选择策略,扩散式路由选择策略,随机路由选择策略,集中路由选择策略几种。

#### 2)动态路由算法

动态路由算法又称为自适应算法,是一种依靠网络的当前状态信息来决定路由的算法。这种算法能较好地适应网络流量、拓扑结构的变化,有利于改善网络的性能,但算法复杂,实现开销大。属于动态路由算法的有分布式路由选择策略,集中路由选择策略两种。

### 3. 网络层的网络连接设备

#### 1)路由器

在互联网中,两台主机之间传送数据的通路会有很多条,数据包从一台主机出发,中途要经过多个站点才能到达另一台主机。这些中间站点通常由路由器担当,其作用是为数据包选择一条合适的传送路径。例如,在图 3-9 中,主机 A 到主机 B 的数据传输路径就有多条。

路由器(router)工作在 OSI 参考模型的网络层,是根据数据包中的逻辑地址(网络地址)而不是 MAC 地址来转发数据包的。路由器的主要工作是为经过路由器的每个数据包寻找一条最佳传输路径,并将该数据包有效地传送到目的站点。

路由器除了具有网桥的全部功能外,还具有路径的选择功能,它可根据网络的拥塞程度,自动选择适当的路径传送数据。

路由器与网桥的不同之处在于,它并不是使用路由表来寻找到其他网络中指定设备的地址,而是依靠其他的路由器来完成任务。也就是说,网桥是根据提前规划好的路由表来转发或过滤数据包,而路由器是使用自己的路由表信息来为每一个数据包选择最佳路径。



路由器的路由表有静态和动态之分。静态路由表需要管理员来修改所有的网络路由表,一般只用于小型的网间互连;而动态路由表是指路由器能根据指定的路由协议来完成路由器信息的修改。

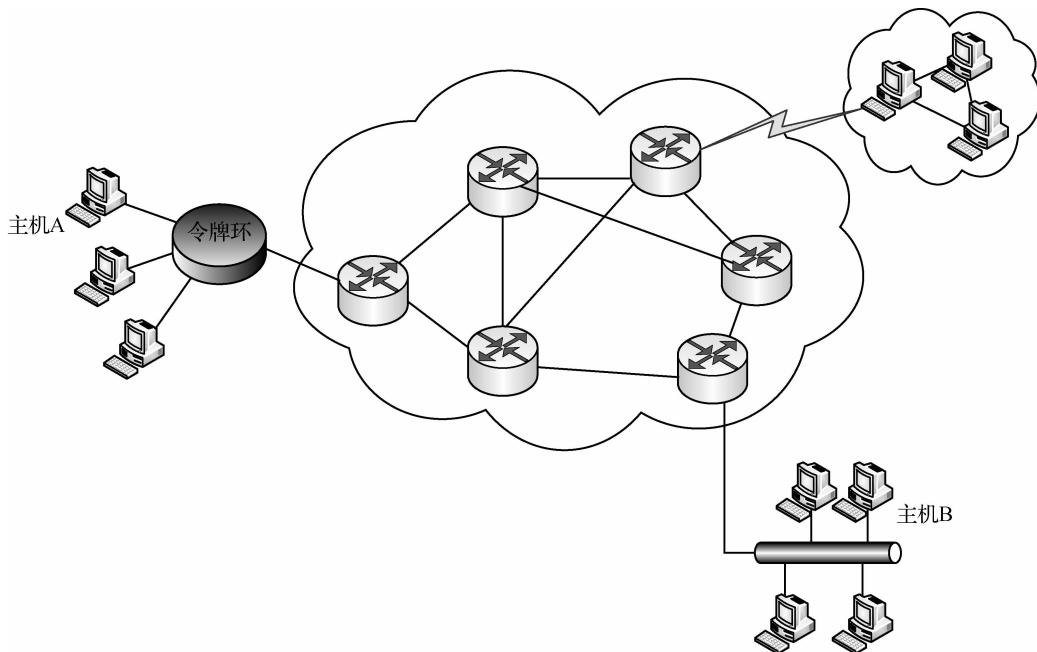


图 3-9 通过路由器进行路径选择

## 2) 第三层交换机

随着技术的发展,有些交换机也具备了路由的功能。这些具有路由功能的交换机要在网络层对数据包进行操作,因此又称为第三层交换机。

### 3.1.5 传输层

#### 1. 传输层端口的概念

传输层的任务是根据通信子网的特性,合理地利用网络资源,为两端系统的会话层提供建立、维护和取消传输连接的功能,负责端到端的可靠数据传输。在这一层,信息传送的协议数据单元称为段或报文。

网络层只是根据网络地址将源结点发出的数据包传送到目的结点,而传输层则负责将数据可靠地传送到相应的端口。

计算机网络中的资源子网是通信的发起者和接收者,其中的每个设备称为端点;通信子网提供网络中的通信服务,其中的每个设备称为结点。

#### 2. 传输层的基本功能

传输层提供了主机应用程序进程之间的端到端服务,基本功能如下。

- (1) 分割与重组数据。
- (2) 按端口号寻址。
- (3) 连接管理。

(4) 差错控制和流量控制。

传输层要向会话层提供通信服务的可靠性,避免报文出错、丢失、延迟时间紊乱、重复、乱序等差错的发生。

### 3. 传输层的服务类型与协议等级

传输层既是 OSI 参考模型中负责数据通信的最高层,又是面向网络通信的低三层和面向信息处理的高三层之间的中间层。该层弥补高层所要求的服务和网络层所提供的服务之间的差距,并向高层用户屏蔽通信子网的细节,使高层用户看到的只是在两个传输实体间的一条端到端的、可由用户控制和设定的、可靠的数据通路。

#### 1) 服务类型

传输层提供的服务分为传输连接服务和数据传输服务。

(1) 传输连接服务。通常,对会话层要求的每个传输连接,传输层都要在网络层上建立相应的连接。

(2) 数据传输服务。强调提供面向连接的可靠服务(后来 ISO 才开始制定无连接服务的有关标准),并提供流量控制、差错控制和序列控制,以实现两个终端系统间传输的报文无差错、无丢失、无重复、无乱序。

#### 2) 协议等级

传输层服务通过协议体现,因此传输层协议的等级与网络服务质量密切相关。根据差错性质,网络服务按质量可分为以下 3 种类型。

(1) A 类服务。低差错率连接,即具有可接受的残留差错率和故障通知率。

(2) C 类服务。高差错率连接,即具有不可接受的残留差错率和故障通知率。

(3) B 类服务。介于 A 类服务与 C 类服务之间。

差错率的接受与不可接受取决于用户,因此,网络服务质量的划分是以用户要求为依据的。根据传输层的功能特点,OSI 定义了以下 5 种协议级别。

(1) 0 级。简单连接。只建立一个简单的端到端的传输连接,并可分段传输长报文。

(2) 1 级。基本差错恢复级。在网络连接断开、网络连接失败或收到一个未被认可的传输连接数据单元等基本差错时,具有恢复功能。

(3) 2 级。多路复用。允许多条传输共享同一网络连接,并具有相应的流量控制功能。

(4) 3 级。差错恢复和多路复用,是 1 级和 2 级协议的综合。

(5) 4 级。差错检测、恢复和多路复用。在 3 级协议的基础上增加了差错检测功能。

#### 3) 典型的传输层协议

(1) 顺序包交换 (SPX) 协议,是 Novell NetWare 网络的传输层协议。

(2) 传输控制协议 (TCP),是 TCP/IP 参考模型的传输层协议。

## 3.1.6 会话层

会话层、表示层和应用层是 OSI 参考模型中面向信息处理的高层,对这三层的功能实现目前还没有形成统一的标准。在 TCP/IP 这个事实上的网络体系结构中,高层只有应用层,没有设置会话层和表示层。

会话层也称为对话层或会晤层,它利用传输层提供的服务,组织和同步进程间的通信,提供会话服务、会话管理和会话同步等功能。会话层协调端到端系统通信时的服务请求和

应答如图 3-10 所示。

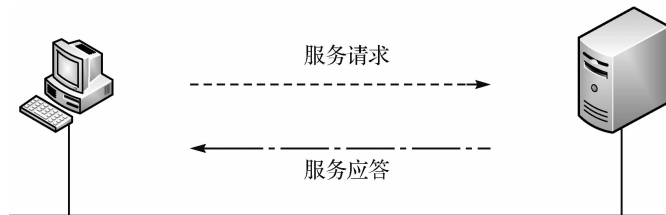


图 3-10 会话层协调端到端系统通信时的服务请求和应答

会话层不参与具体的数据传输,仅提供包括访问验证和会话管理在内的建立和维护应用程序间通信的机制,如服务器验证用户登录便由会话层完成。会话层主要提供以下 3 项服务。

(1)会话服务。会话层服务包括会话连接管理服务、会话数据交换服务、会话交互管理服务、会话连接同步服务和异常报告服务等。会话服务的过程可分为会话连接建立、报文传送和会话连接释放 3 个阶段。

(2)会话控制。从原理上说,OSI 参考模型中的所有连接都是全双工的。会话层通过令牌来进行会话的交互控制。令牌是会话连接的一个属性,表示使用会话的独占权:拥有令牌的一方才有权发送数据。令牌是可以申请的,各个端系统对令牌的使用权可以具有不同的优先级。

(3)会话同步。所谓同步,就是使用户对会话的进展情况都有一致的了解,在会话被中断后可以从中断处继续下去,而不必从头恢复会话。会话层定义的同步点有主同步点和次同步点两类。

### 3.1.7 表示层

表示层主要处理流经端口的数据代码的表示方式问题,主要包括以下服务。

(1)数据表示。解决数据的语法表示问题,如文本、声音、图形、图像的表示,即确定数据传输时的数据结构。

(2)语法转换。为使各个系统间交换的数据具有相同的语义,应用层采用的是对数据进行一般结构描述的抽象语法,如使用 ISO 提出的抽象语法标记 ASN.1。表示层为抽象语法指定一种编码规则,便构成一种传输语法。

(3)语法选择。传输语法与抽象语法之间是多对多的关系,即一种传输语法可对应多种抽象语法,而一种抽象语法也可对应多种传输语法。所以传输层能根据应用层的要求,选择合适的传输语法传送数据。

(4)连接管理。利用会话层提供的服务建立表示连接,并管理在这个连接之上的数据传输和同步控制,以及正常或异常地释放这个连接。

### 3.1.8 应用层

应用层是 OSI 参考模型的最高层,是用户与网络的接口。应用层通过支持不同应用协议的程序来解决用户的应用需求,如文件传输、远程操作和电子邮件服务等。

应用层提供的典型服务和协议如下。

- 文件传输、访问和管理(file transfer access and management,FTAM)协议。
- 报文处理系统(message handling system,MHS)协议。
- 虚拟终端协议(virtual terminal protocol,VTP)。
- 目录服务(directory service,DS)协议。
- 公共管理信息协议(common management information protocol,CMIP)。

## 3.2 TCP/IP 参考模型

传输控制协议/因特网互连协议(transmission control protocol/Internet protocol,TCP/IP) 又称网络通信协议,是 Internet 最基本的协议。

TCP/IP 定义了电子设备如何连入因特网,以及数据如何在它们之间传输的标准。该协议簇采用 4 层的层级结构,每一层都需要它的下一层提供的服务来完成自己的需求。通俗地说,TCP 负责发现传输中出现的问题,一有问题立刻发出信号,要求重新传输,直到所有数据安全正确地传输到目的地;而 IP 是给因特网的每一台计算机规定一个地址。

### 3.2.1 TCP/IP 参考模型简介

#### 1. TCP/IP 协议簇简介

Internet 网络体系结构是以 TCP/IP 为核心的。与 OSI 参考模型相比,TCP/IP 参考模型结构更为简单,两者之间的对应关系如图 3-11 所示。

OSI/RM	TCP/IP RM	TCP/IP协议簇					
应用层	应用层	HTTP	FTP	TELNET	SMTP	SNMP	DNS
表示层		TCP				UDP	
会话层		IP(ARP、RARP、ICMP)					
传输层	传输层	以太网	令牌环网	FDDI	ATM	...	
网络层	网际互连层						
数据链路层	网络接口层						
物理层							

图 3-11 OSI 参考模型与 TCP/IP 参考模型的对应关系

TCP/IP 协议开发先于 OSI 参考模型,不完全和 OSI 参考模型对应。从体系结构上来看,TCP/IP 参考模型基本上是 OSI 参考模型的七层结构的简化,它只分为四层:网络接口层、网际互连层、传输层和应用层。

(1)网络接口层。TCP/IP 协议的网络接口层与 OSI 参考模型的物理层和数据链路层相对应。该层没有规定新的物理层和数据链路层协议,允许通信子网采用已有的或将来的各种协议,如以太网的 802.3 协议,分组交换网的 X.25 协议等。该层只定义了 TCP/IP 与各种通信子网之间的网络接口。网络接口层的功能是传输经网际互连层处理过的消息。

(2)网际互连层。该层与 OSI 参考模型的网络层相对应,由于它是针对网际环境设计的,所以具有更强的网际通信能力。网络层使用的协议是 IP 协议,它将传输层送来的消息组装成 IP 数据包,并且把 IP 数据包传递给网络接口层。IP 提供了以下功能:端到端分组发送功能;标识网络号及主机结点地址的功能;为使 IP 数据包长度与通信子网允许的数据包长度匹配,提供的数据分段和重新组装的功能。

(3)传输层。该层与 OSI 参考模型的传输层相对应,为应用程序提供端到端通信功能。

(4)应用层。该层包含了 OSI 参考模型的会话层、表示层和应用层的功能,为用户提供各类服务,如远程登录、文件传输、电子邮件、Web 服务等。

## 2. TCP/IP 体系结构的分层工作原理

TCP/IP 体系结构的分层工作原理如图 3-12 所示,表示了两台主机上的应用程序之间传输报文的路径,主机 B 上的第  $n$  层接收到的正是主机 A 上的第  $n$  层发送出的对象。

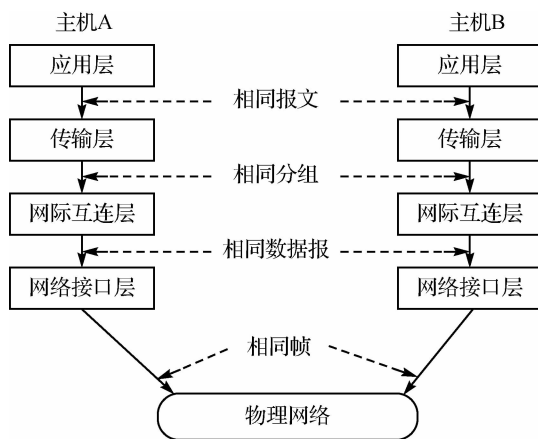


图 3-12 TCP/IP 体系结构的分层工作原理

### 3.2.2 网络接口层

网络接口层与 OSI 参考模型中的物理层和数据链路层相对应,是 TCP/IP 与各种 LAN 或 WAN 的接口。

网络接口层在发送端将上层的 IP 数据报封装成帧后发送到网络上;数据帧通过网络到达接收端时,该结点的网络接口层对数据帧拆封,并检查帧中包含的 MAC 地址。如果该地址就是本机的 MAC 地址或者是广播地址,则上传到网络层,否则丢弃该帧。

当使用串行线路进行主机与网络连接,或网络与网络连接时,如主机通过 modem 和电话线接入 Internet 时,需要在网络接口层运行串行线路网际协议(serial line internet protocol, SLIP)和点对点协议(point-to-point protocol, PPP)。

SLIP 提供了一种在串行通信线路上封装 IP 数据报的简单方法,使用户通过电话线和 modem 能方便地接入 TCP/IP 网络。

PPP 是一种有效的点到点通信协议,可以支持多种网络层协议(如 IP、IPX 等),支持动态分配的 IP 地址,并且 PPP 帧中设置了校验字段,具有差错检验能力。

### 3.2.3 网际互连层

#### 1. 网际互连层相关协议简介

网际互连层对应于 OSI 参考模型的网络层,其主要功能是解决主机到主机的通信问题,以及建立互连网络。网络间的数据报可根据它携带的目的 IP 地址,通过路由器由一个网络传送到另一个网络。

这一层有 4 个主要协议:网际协议(IP)、地址解析协议(ARP)、反向地址解析协议(RARP)和互联网控制报文协议(ICMP)。其中,最重要的是 IP 协议。

##### 1) IP 协议

IP 协议的基本功能是提供无连接的数据报传送服务和数据报路由选择服务,但不保证服务的可靠性。

概括地说,IP 协议提供以下功能。

(1)IP 地址寻址。指出发送和接收 IP 数据报的源 IP 地址及目的 IP 地址。IP 地址由网络号和主机号两部分组成,其中,网络号标识某个网络,主机号标识该网络上的一个特定的主机。

(2)IP 数据报的分段和重组。不同网络的数据链路层可传输的数据帧的最大长度(MTU)不一样,如以太网是 1 500 B、16 Mb/s 的令牌环是 17 914 B、FDDI 是 4 352 B,因此 IP 协议要能根据不同情况对数据报进行分段封装,使得很大的 IP 数据报能以较小的分组在网上传输。

目的主机上的 IP 协议能根据 IP 数据报中的分段和重组标识,将各个 IP 数据报分段重新组装为原来的数据报,然后交给上层协议。

(3)IP 数据报的路由转发。根据 IP 数据报中接收方的目的 IP 地址,确定是本网传送还是跨网传送。若目的主机在本网中,可在本网中将数据报传给目的主机;若目的主机在其他网络中,则通过路由器将数据报转发到另一个网络或下一个路由器,直至转发到目的主机所在的网络。

##### 2) ARP 与 RARP 协议

上面提到的 IP 地址是一种逻辑地址,而通过数据链路层传输时必须使用实际的物理地址,即 MAC 地址,因此需要有一种能将 IP 地址转换为 MAC 地址的协议,ARP 就是这样一种地址解析协议。

ARP 的解析过程是:在进行数据报发送时,源主机先在其 ARP 缓存表中查看有无目的主机的 IP 地址,若有,可获知相应的 MAC 地址;若没有,则通过广播 ARP 请求的方式查找目的主机的 MAC 地址,并将获取的信息写入源主机的 ARP 缓存表。

ARP 缓存表中的 IP 地址与 MAC 地址是一一对应的。

##### 3) RARP 协议

RARP 协议用于解决 MAC 地址到 IP 地址的转换问题。

##### 4) ICMP 协议

由于 IP 协议提供的是一种不可靠的、无连接的数据报服务,为了对 IP 数据报的传送进行差错控制,对未能完成传送的数据报给出出错的原因,TCP/IP 协议簇便在网际互连层提供了一个用于传递控制报文的协议,即 ICMP 协议。

常用的检查网络连通性的 ping 命令,其执行过程实际上就是 ICMP 协议工作的过程。

## 2. IP 数据报格式

IP 数据报是网际互连层的协议处理单元。一个 IP 数据报由报头和数据两部分组成,其中,报头包含 20 字节的固定单元与可变长度的任选项和填充项,如图 3-13 所示。

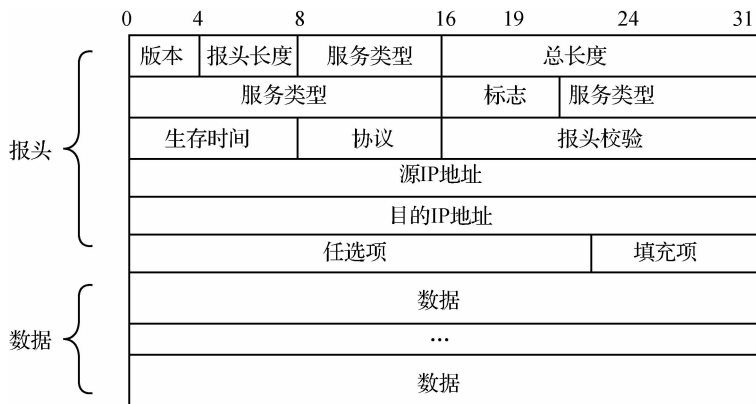


图 3-13 IP 数据报格式

### 3.2.4 传输层

传输层对应于 OSI 参考模型的传输层,提供端到端的数据传输服务。该层定义了两个主要的协议:传输控制协议(TCP)和用户数据报协议(UDP)。

TCP 提供的是面向连接的可靠的传输服务;而 UDP 提供的是无连接的不可靠的传输服务,一般用于数据量比较小的传输。

#### 1. 端口号

由于一台主机可以运行多个应用程序,仅靠 IP 地址是不能区分的,因此 TCP 和 UDP 使用端口号作为其数据传送的最终目的地,以实现应用程序进程之间的端到端的通信,即通过“IP 地址+端口号”可区分不同的应用程序进程。

TCP 和 UDP 报头中的端口号字段占 16 位,因此端口编号的取值范围为 0~65 535。其中,0~254 用于公共应用,255~1 023 分配给有商业应用的公司,1 024~65 535 没有限制(用户可自行定义)。

#### 2. UDP 协议

##### 1) UDP 数据报的组成

UDP 数据报由报头和数据两部分组成,其报头只有 8 B,如图 3-14 所示。

- 源端口字段说明发送进程的端口号。
- 目的端口字段说明接收进程的端口号。
- 长度字段说明 UDP 数据报的总长度(字节),最小值为 8(报头的长度)。
- 校验和字段用于简单的差错检测。如果有差错,通常是 will UDP 数据报丢弃。

由于 IP 协议只对数据报报头进行正确性校验,因此这里的校验和字段是使用 UDP 协议的传输层确定数据是否无错到达目的地的唯一手段。通过校验和进行检错的方法简单易行,处理速度较快,但检错能力不强。

0	16	31
源端口	目的端口	
长度	校验和	

图 3-14 UDP 数据报的报头结构

2)UDP 的功能与特点

UDP 直接利用 IP 协议来传送报文,没有烦琐的顺序控制、差错控制和流量控制等功能,因而它的服务和 IP 协议一样是无连接的和不可靠的,即 UDP 报文也会出现丢失、重复、失序等现象。

尽管 UDP 提供的是不可靠的服务,但是它开销小、效率高,因而适用于速度要求较高而功能简单的类似请求/响应方式的数据通信。通常采用 UDP 的应用层协议有域名系统(DNS)、简单网络管理协议(SNMP)、简单文件传输协议(TFTP)等。需要说明的是,基于 UDP 的应用程序必须自行解决可靠性问题。

3. TCP 协议

与 UDP 不同,TCP 提供的是一种可靠的、面向连接的数据传输服务,即进行通信的双方在传输数据之前,首先必须建立连接(类似虚电路)。此外,TCP 还具有确认与重传机制、差错控制和流量控制等功能,以确保报文段传送的顺序和传输无误。

1)TCP 报文段的组成

TCP 报文段也是由报头和数据两部分组成,其报头结构如图 3-15 所示。

0	8	16	24	31
源端口			目的端口	
发送序号				
确认序号				
数据偏移	保留	U R G	A C K	P S H
		R S T	S Y N	F I N
校验和			窗口	
任选项			紧急指针	
任选项				填充项

图 3-15 TCP 报文段的报头结构

2)TCP 的执行机制

TCP 通信建立在面向连接的基础上,通常需要 3 个阶段:建立 TCP 连接、传输报文段、拆除 TCP 连接。

3.2.5 应用层

应用层对应于 OSI 参考模型的高层,为用户提供所需要的各种服务。例如,目前广泛采用的 HTTP、FTP、TELNET 协议等是建立在 TCP 之上的应用层协议,不同的协议对应着不同的应用。下面简单介绍几个常用的协议。



## 1. HTTP

超文本传输协议(HTTP)是 Internet 上最常见的协议,用于从 WWW 服务器传输超文本文件到本地浏览器。用户通过统一资源定位符(URL)可链接到相应的 Web 服务器,并打开需访问的页面。

HTTP 在 client/server 模式下工作。

## 2. FTP

文件传输协议(FTP)可以使用户在本地机与远程机之间进行有关文件传输的操作,如上传、下载等。FTP 也工作在 client/server 模式下,一个 FTP 服务器可同时为多个客户端提供服务,并能够同时处理多个客户端的并发请求。

FTP 工作时需建立两条 TCP 连接:一个是命令链路,用来在 FTP 客户端与服务器之间传递控制命令,服务器端默认的端口号为 21;另一个是数据链路,用于传送文件,服务器默认的端口号为 20。

FTP 协议有两种工作方式:PORT 方式(主动式)和 PASV 方式(被动式)。两种方式的命令链路连接方法是一样的,但数据链路的建立方法不同。

## 3. TELNET 协议

远程登录(TELNET)协议也称为远程终端访问协议。使用该协议,通过 TCP 连接可登录(注册)到远程主机上,使本地机暂时成为远程主机的一个仿真终端,即把在本地机输入的每个字符传递给远程主机,再将远程主机输出的信息回显在本地机屏幕上。

TELNET 也工作在 client/server 模式下:本地系统运行 TELNET 客户端进程,而远程主机则运行 TELNET 服务器进程。

使用 TELNET 协议进行远程登录时需满足以下条件:在本地机上必须安装包含 TELNET 协议的客户端程序,知道远程主机的 IP 地址或域名,知道登录标识(用户名)与口令。

TELNET 远程登录服务的工作过程如下。

- (1)本地机与远程主机建立连接。
- (2)将在本地机上输入的用户名和口令及以后输入的任何命令或字符以网络虚拟终端(NVT)的字符格式传送到远程主机。
- (3)将远程主机输出的 NVT 字符格式的数据转化为本地所接受的格式送回本地终端,包括输入命令回显和命令执行结果。
- (4)本地终端对远程主机撤销连接,即撤销一个 TCP 连接。

## 4. SMTP

简单邮件传输协议(SMTP)规定了在两个相互通信的 SMTP 进程之间应如何交换信息。SMTP 也使用 client/server 模式,因此负责发送邮件的 SMTP 进程就是 SMTP 客户端,负责接收邮件的 SMTP 进程就是 SMTP 服务器端。

SMTP 客户端和 SMTP 服务器端之间的工作过程大致可分为建立连接、传送邮件和释放连接 3 个步骤。

邮件服务器是电子邮件系统的核心构件,其功能是发送和接收邮件。邮件服务器工作时需使用两个协议:一个是 SMTP,用于发送邮件;另一个是邮局协议(post office protocol, POP),用于接收邮件。目前常用的 POP3 是第三版邮局协议。

## 5. SNMP

简单网络管理协议(SNMP)为网络管理系统提供了底层网络管理的框架,其应用范围非常广泛,在多种网络设备、软件和系统中应用。

一个典型的网络管理系统必须包含的三要素是:管理员、管理代理和管理信息数据库(MIB)。

## 6. DNS

DNS 是一个域名服务的协议,提供域名到 IP 地址的转换,允许对域名资源进行分散管理。遵循 DNS 协议并能实现域名和 IP 地址之间双向转换的软件称为域名系统,它是一个处于应用层的联机分布式数据库系统。安装域名系统的计算机称为域名服务器,即 DNS 服务器。

每个连到 Internet 的网络中都至少有一个 DNS 服务器,其中存有该网络中所有计算机的域名和对应的 IP 地址,通过与其他网络的 DNS 服务器相连可以找到其他站点。

# 3.3 OSI 参考模型和 TCP/IP 参考模型的比较

## 1. OSI 参考模型和 TCP/IP 参考模型的缺陷

不管是 OSI 参考模型还是 TCP/IP 参考模型都是不完美的。由于技术上、商业上或者是策略上的限制,它们或多或少都存在一些缺陷。

### 1)OSI 参考模型的缺陷

(1)OSI 参考模型及其相关的服务定义和协议都非常复杂。在七层结构中,会话层和表示层基本没有使用价值;而数据链路层和网络层功能繁杂,又不得不分成几个不同功能的子层,结构显得臃肿。因此最初的实现又大又笨拙并且很慢。

(2)某些功能重复出现。例如,寻址、流量控制和出错控制在各层重复出现,导致效率降低,系统功能下降。

(3)某些特性无法找到与之对应的特定层。例如,虚拟终端处理开始在表示层,现在放到应用层;数据安全、加密问题和网络管理无法决定放在哪一层,因而被放在一边。

(4)模型的制定者是通信方面的,由于通信与计算机和软件的工作方式不同,导致某些策略无法在因特网上使用。

### 2)TCP/IP 参考模型的缺陷

(1)没有明显地区分服务、接口和协议的概念。

(2)TCP/IP 模型不是通用的,只适合描述 TCP/IP 模型的协议栈。

(3)严格来说,网络接口层并不是一个层而仅是一个接口,它定义了网络层与数据链路层的接口。

(4)TCP/IP 模型不区分物理层和数据链路层。

## 2. 两种参考模型的比较及命运

OSI 参考模型与 TCP/IP 参考模型有很多相似之处:它们都基于独立的协议栈的概念,强调网络技术独立性(network technology independence)和端对端确认(end-to-end

acknowledgement);都采用了层次结构的概念,且层的功能大体相同,两个模型能够在相应的层找到相应的功能,只是前者是七层结构,后者是四层结构。当然,它们之间还存在很多不同。

#### 1) 两种参考模型的比较

(1)服务、接口和协议。OSI参考模型的概念清晰,明确定义了这3个概念及它们之间的关系;而TCP/IP参考模型没有明确区分服务、接口和协议。

(2)模型和协议的关系。OSI参考模型是先有模型,后有协议(通用性强,但实现困难);TCP/IP参考模型是先有协议,后有模型(实用性强,但通用性不足)。

(3)面向连接和无连接的服务。OSI参考模型的网络层既提供面向连接的服务,又提供无连接服务,但是传输层只提供面向连接的服务;TCP/IP参考模型的网络互连层只提供无连接服务,而传输层提供面向连接的服务和无连接服务。

#### 2) 两种参考模型的命运

OSI参考模型技术上的缺陷是致命的,由于它忽略了互连的问题,数据安全、加密、网络管理问题等,等到不断修补的时候已经失去了市场。另外,OSI协议推出时,TCP/IP协议已经被广泛地应用于大学科研中,很多开发商已经在谨慎地交付TCP/IP产品,再加上策略上的失误导致了OSI参考模型从来没有真正意义上实现过。

虽然TCP/IP参考模型同样有很多的缺陷,但是由于它一开始就着眼于通用连接,使得TCP/IP参考模型及其协议可在任何互连的网络中进行通信,这十分引人注目。另外,它表现出了惊人的生命力,它形成的基本技术连接了一个61个国家的家庭、学校、公司和政府实验室。在短短的几年时间内,它形成了一个事实上存在的模型。

总而言之,OSI参考模型与TCP/IP参考模型都是不完美的。ISO在制定OSI参考模型过程中总是着眼于通信模型所必需的功能,理想化地等待由政府行为来统一各种网络协议,在制定过程中忽略了互联网协议的重要性。当考虑到这一点时,却由于功能复杂难以实现等原因失去了市场。而TCP/IP模型在现存的协议基础上,考虑到“将协议实际安装到计算机中如何进行编程最好”的实际应用问题,使得在实现上比较容易,得到了广大用户的支持,也得到了大厂商的支持,所以TCP/IP参考模型得到了发展。

### 3.4 子项目3:OSI环境中数据的传输过程

单纯地理解OSI参考模型难免会觉得很抽象,下面以使用QQ聊天软件为例,来介绍OSI参考模型和传输协议的工作过程。

当用户用QQ发送一条信息“你好”时,信息在七层结构中的工作流程如下。

(1)应用层。QQ应用程序及其应用的网络服务UDP协议就是应用层的范围。应用层是网络服务与用户应用程序间的一个接口,即人机交互的应用软件和应用协议。

(2)表示层。当用户输入“你好”并发送时,QQ软件对这两个字进行编码、加密、压缩等的过程就是表示层的工作。换句话说,表示层的工作就是对数据表示、数据安全、数据压缩等进行具体定义和操作。

(3)会话层。信息经过表示层处理后,要与对方好友进行会话,也就是要在双方之间建

立一条通信链路,包括怎样建立、怎样管理、怎样终止这个链路等操作。这就是会话层的工作了。

(4)传输层。链路建立之后,就要标志这条信息的寻址机制,即要告诉对方是用什么方式发送的,对方该如何识别这条信息。例如,如果通信链路是 A、B 两座城市之间的一条公路,那么用户已发送的“你好”这个信息就是公路上的一部车,用户告诉司机要去的目的地,而寻址机制就是这部车的车牌号码,对方可以通过车牌号码进行识别确认。这样,所有识别标志做好后就可以开始传输信息了。这就是传输层的工作。

(5)网络层。假定一个人现在开始从 A 运输一批货到 B,他需要知道他的车能装多少、怎么装、有多少路程、中间在哪里加油、有多少个收费站等信息。同理,用 QQ 发送“你好”信息时,也要对其分割、组合,进行封装,再标明源地址和目的地址,还要选择一条路由。这就是网络层的工作。

(6)数据链路层。数据链路层的工作好似开始装车,将封装好的货一份一份地装,一份一份地记录名称、类型等。数据链路层就是将“你好”这个信息生成的数据打包成帧,通过使用接收系统的硬件地址或物理地址(如 MAC 地址)来寻址。

(7)物理层。物理层的工作是将“你好”这个信息数据通过网卡或其他硬件处理成电信号(二进制代码,也就是比特流),然后开始传输。当然除了这些,物理层还规定了包括激活物理连接、传送数据、终止物理连接等操作,还有一些电气接口的标准等。

这个过程就是数据封装的过程,而接收数据的计算机负责解封装,解封装的顺序与封装的顺序相反。

图 3-16 给出了 OSI 环境中的数据流。

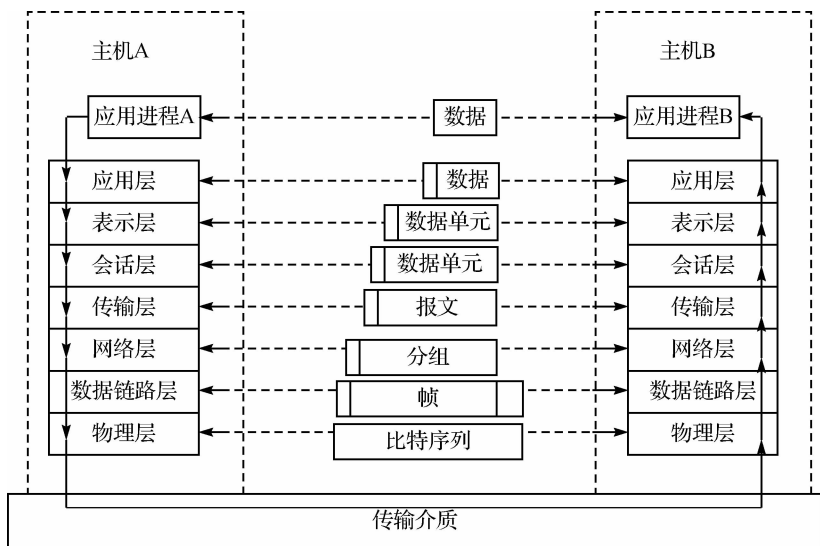


图 3-16 OSI 环境中的数据流

从图中可以看出,OSI 环境中数据传输的过程包括以下几步。

(1)当应用进程 A 的数据传送到应用层时,应用层为数据加上本层控制报头,组织成应用层的数据服务单元,然后传输到表示层。

(2)表示层接收到这个数据单元后,加上本层的控制报头,组成表示层的数据服务单元,

再传送到会话层。依此类推,数据传送到传输层。

(3)传输层接收到这个数据单元后,加上本层的控制报头,构成传输层的数据服务单元。这个数据服务单元称为报文(message)。

(4)传输层的报文传送到网络层时,由于网络层数据单元的长度有限制,传输层报文将被分成多个较短的数据字段,再加上网络层的控制报头,就构成了网络层的数据服务单元。这时的数据服务单元称为分组(packet)。

(5)网络层的分组传送到数据链路层时,加上数据链路层的控制信息,就构成了数据链路层的数据服务单元。这时的数据服务单元称为帧(frame)。

(6)数据链路层的帧传送到物理层后,物理层将以比特流的方式通过传输介质将数据传输出去。当比特流到达目的结点计算机 B 时,再从物理层依层上传,每层对各层的控制报表进行处理,将用户数据交到高层,最终将计算机 A 的应用进程 A 中的数据送到计算机 B 的应用进程 B 中。

尽管应用进程 A 中的数据在 OSI 环境中经过复杂的处理过程才能送到另一台计算机的应用进程 B 中,但对于每台计算机的应用进程来说,OSI 环境中数据流的复杂处理过程是透明的。应用进程 A 的数据好像是“直接”传送给应用进程 B,这就是开放系统在网络通信过程中最本质的作用。

下面以收发电子邮件为例,讨论 OSI 参考模型中的通信过程。

假设主机 A 向主机 B 发送了一封电子邮件,则主机 A 会使用 SMTP 来处理该数据,即要发送的在数据前加上 SMTP 标记,以使对方主机在收到信息后“知道”使用什么软件来处理该数据。

应用层将数据处理完成后会交给下面的表示层,表示层会进行必要的格式转换,使用一种通信双方都能识别的编码来处理该数据。同时将处理数据的方法添加在数据中,以便对方主机“知道”怎样处理数据。

表示层处理完成后,将数据交给下一层会话层。会话层会在主机 A 和主机 B 之间建立一条只用于传输该数据的会话通道,并监视它的连接状态,直到数据同步完成,断开该会话。

**注意:** 主机 A 和主机 B 之间可以同时有多条会话通道,但每一条都和其他的不混淆,因为会话层有办法来区别不同的会话通道。

会话通道建立后,为了保证数据传输中的可靠性,需要对数据进行必要的处理,如分段、编号、差错校验、确认、重传等。这些方法的实现必须依赖通信双方的控制,传输层的作用就是在通信双方之间传输控制信息,完成数据的可靠传输。

网络层是实际传输数据的层次。在网络层必须要将传输层中处理完成的数据再次封装,添加上自己的地址信息和对方主机的地址信息,并且在网络中找到一条到达目的地的最佳路径,然后按照最佳路径发送到网络中。

数据链路层将网络层中的数据再次进行封装。该层会添加能唯一标识每台设备的地址信息(MAC 地址),使这个数据在相邻的两个设备之间一段一段地传输,最终到达目的地。

物理层将数据链路层的数据转换成电流传输的物理线路。

信息通过物理线路传递到主机 B 后,主机 B 会将电信号转换成数据链路层的数据,数据链路层再去掉本层的硬件地址信息和其他的对方主机添加的内容并上交给网络层,网络层同样去掉相关内容后上交给自己的上层。最终数据到达主机 B 的应用层,“看到”数据使用

SMTP 封装,就“知道”应用电子邮件的软件来处理。

两个 OSI 参考模型之间的通行看似是水平的,但实际上数据的流动过程是由最高层垂直地向下交给相邻的下层的过程。只有最下面的物理层进行了实际的通行,其他层次只是一种相同层次使用相同协议的虚通信。

### 3.5 思考与练习

1. 试述 OSI 参考模型各层的主要功能。
2. 试述 TCP/IP 参考模型各层的主要功能。
3. 试说明 OSI 参考模型与 TCP/IP 参考模型的区别。