



“十四五”计算机专业创新型规划精品教材
全国计算机专业教材编写委员会专家审定

局域网组建与管理

邓丽芹 肖 坚 刘俊材 主编

天津出版传媒集团



天津科学技术出版社

PREFACE

前

言

当今，各种网络技术和应用已经深入人们日常生活，网络知识已经不仅仅是网络专业人员的必备技能，也是方便人们日常工作、学习、生活、娱乐等的基本技能。日常生活中人们接触最多的网络结构是局域网。本书紧紧围绕局域网各方面的知识，并结合当前流行的局域网设备和技术，针对入门读者的特点，调整知识体系的介绍方式，做到理论适度、立足于当下，重在操作能力的培养，以及提升读者的学习兴趣、自学能力、发散思维、专业思想和实际动手能力。

本书从网络基础知识开始讲解，结构严谨、逻辑性强。由浅入深、全面翔实地介绍了整个局域网的知识体系，用户入门无压力，有基础的用户可以查漏补缺，通过案例将知识融入实际操作中。本书还介绍了目前最新的设备和技术知识，做到与时俱进，操作方面实用性更强，具有如下几个特色。

1. 系统完整、全面翔实

本书从网络的体系结构入手，从局域网的模型、各层的重点知识，到常用设备的参数含义；从家庭、小型、大中型局域网的配置和管理，到无线局域网技术；从服务器的搭建到局域网安全以及最新的云计算技术等。本书逻辑性强、全面翔实、知识体系完整。通过对本书内容的学习，读者可以快速全面地掌握局域网各方面的技术。

2. 联系实际、快速应用

本书以普及基础知识为主，并结合实际工作、生活中遇到的网络真实情况，分析原理并给出各种解决方法，与实际紧密联系，让读者在掌握理论知识的基础上，可以应用到实际工作中去。

3. 入门无忧、查漏补缺

本书在理论介绍和案例选择方面，结合入门级用户的特点，语言更加简练，知识点也进行了浓缩，描述更符合新手用户的接受能力。本书在内容正常介绍外，还穿插了“网络术语”“拓展知识”“注意事项”等栏目内容，对不易理解、容易出错的知识点做了更详尽的解释和分析，扩展了用户视野。

4. 培养兴趣、发散思维

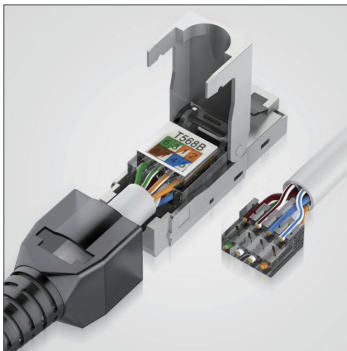
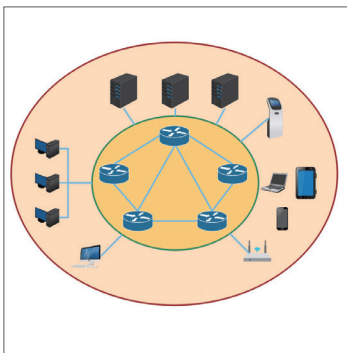
兴趣是最好的老师。本书在对知识的介绍中，重点培养读者的学习兴趣，并引导用户在学习中按照网络方面的思维方法去学习其他的计算机知识，或通过发散思维模式去思考常见的网络问题。在学习及解决问题的同时，培养专业思维和举一反三的能力。

本书在编写过程中力求严谨细致，但由于编者水平有限，疏漏之处在所难免，望广大读者批评指正。

编 者

目 录

CONTENTS

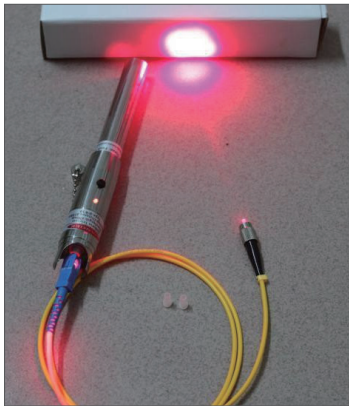
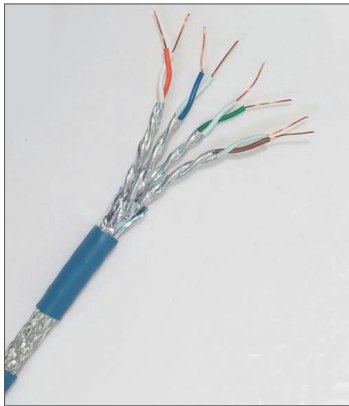


第1章 局域网基础知识

1.1 计算机网络简介	2
1.1.1 计算机网络的定义	2
1.1.2 计算机网络的发展历程	3
1.1.3 计算机网络的主要功能	6
1.1.4 计算机网络的主要分类	9
1.2 局域网概述	9
1.2.1 局域网的定义	9
1.2.2 局域网的分类	10
1.2.3 构建局域网的主要技术	12
1.2.4 局域网设备	14
1.3 网络参考模型	15
1.3.1 网络参考模型的必要性	15
1.3.2 OSI参考模型	15
1.3.3 TCP/IP协议	18
1.3.4 TCP/IP参考模型	18
思考与练习	19

第2章 TCP/IP模型

2.1 物理层	21
2.1.1 物理层简介	21
2.1.2 物理层常用的传输介质	22
2.2 数据链路层	24
2.2.1 数据链路层的作用	24
2.2.2 MAC地址	25
2.2.3 数据链路层的主要设备及工作原理	26
2.3 网络层	30
2.3.1 网络层的作用	30
2.3.2 IP协议与IP地址	31
2.3.3 IP数据报的格式	35
2.3.4 路由器的工作原理	36
2.4 传输层	39
2.4.1 传输层简介	39
2.4.2 进程与端口	39
2.4.3 TCP及UDP协议	40



2.5 应用层44

2.5.1 应用层的作用44

2.5.2 应用层主要的协议45

思考与练习50

第3章 常用的局域网设备

3.1 双绞线52

3.1.1 非屏蔽双绞线与屏蔽双绞线52

3.1.2 双绞线的线序53

3.1.3 双绞线的分类及特性54

3.1.4 双绞线的制作57

3.2 光纤59

3.2.1 光纤简介59

3.2.2 光纤的优势59

3.2.3 单模光纤与多模光纤60

3.2.4 光纤的接口61

3.2.5 光纤的常见设备及作用62

3.2.6 光纤的热熔与冷接64

3.3 网卡65

3.3.1 网卡的分类和应用领域65

3.3.2 网卡的选购技巧67

3.4 交换机68

3.4.1 交换机的分层68

3.4.2 交换机的重要参数及选购技巧69

3.5 路由器72

3.5.1 路由器的分类72

3.5.2 路由器的主要参数及选购技巧73

3.6 防火墙75

3.6.1 防火墙简介76

3.6.2 防火墙的主要功能76

3.6.3 防火墙的分类77

3.6.4 防火墙的选购技巧77

思考与练习78

第4章 家庭局域网的组建与配置管理

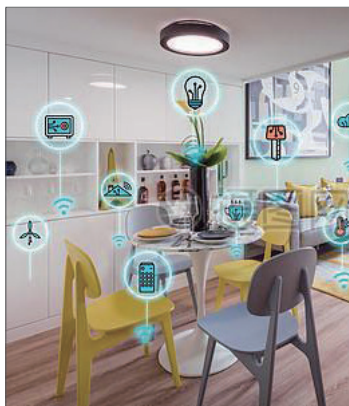
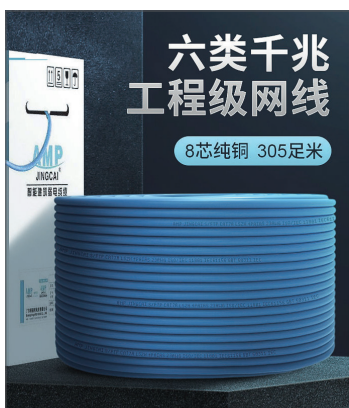
4.1 家庭局域网的规划设计80

4.1.1 家庭局域网的设计目标80

4.1.2 家庭局域网的设计原则82

4.1.3 家庭局域网规划设计的注意事项83

4.1.4 绘制图纸85



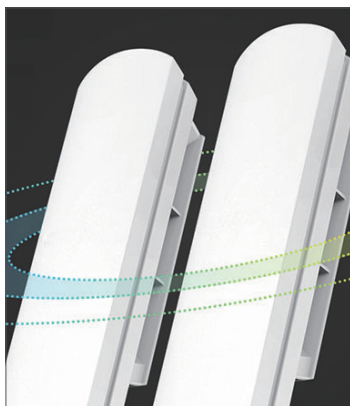
4.2 家庭局域网的设备选择	85
4.2.1 无线路由器的选择	85
4.2.2 交换机的选择	86
4.2.3 网卡的选择	86
4.2.4 网线的选择	86
4.3 家庭局域网的经典案例	87
4.3.1 家庭局域网的经典结构	87
4.3.2 案例中设备的特色及优势	87
4.3.3 设备的连接	91
4.4 家庭局域网的配置和管理	94
4.4.1 无线路由器的配置	94
4.4.2 网卡的设置	101
思考与练习	103

第5章 小型企业局域网的组建与配置管理

5.1 小型企业局域网的规划设计	105
5.1.1 小型企业局域网规划准备	105
5.1.2 小型企业局域网需求分析	105
5.1.3 小型企业局域网总体规划原则	106
5.2 小型企业局域网的设备选择	107
5.2.1 路由器的选择	108
5.2.2 交换机的选择	110
5.2.3 服务器的选择	111
5.3 小型企业局域网经典案例	112
5.3.1 了解现状及需求分析	112
5.3.2 规划网络拓扑	113
5.3.3 设备选型及方案优势	113
5.4 小型企业局域网的配置管理	114
5.4.1 主要设备的配置	114
5.4.2 配置计算机局域网共享	119
思考与练习	123

第6章 大中型企业局域网的组建与配置管理

6.1 大中型企业局域网的规划设计	125
6.1.1 需求分析	125
6.1.2 规划设计原则	127
6.1.3 规划设计要点	128
6.2 大中型企业局域网的设备选型原则	131
6.2.1 路由器的选择原则	131
6.2.2 交换机的选择原则	132
6.2.3 防火墙的选择原则	133



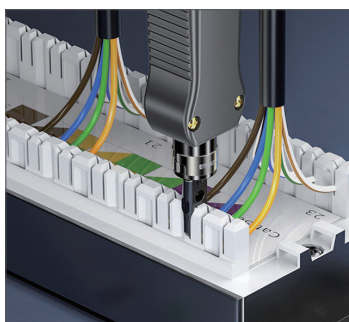
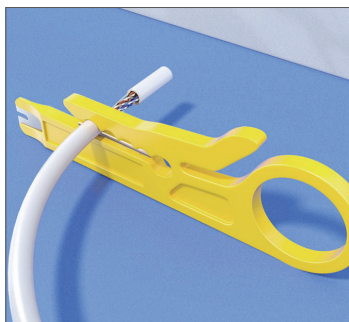
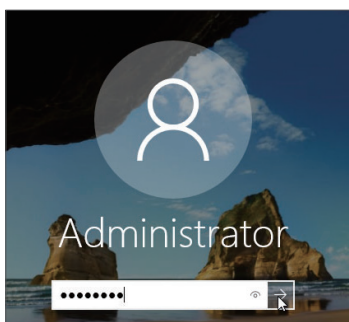
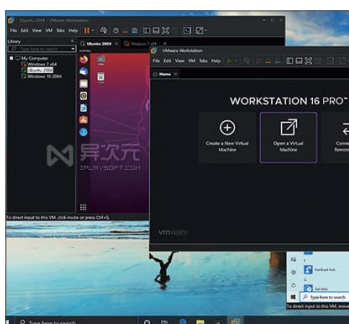
6.3 大中型企业局域网的组网案例	134
6.3.1 大中型企业局域网拓扑结构	134
6.3.2 方案中主要产品的选型	134
6.3.3 方案的主要特点	138
6.4 大中型企业局域网的配置管理	138
6.4.1 VLAN技术及配置	139
6.4.2 链路聚合及配置	141
6.4.3 生成树协议	141
6.4.4 静态路由及默认路由的配置	143
6.4.5 RIP协议及配置	146
6.4.6 OSPF协议及配置	148
思考与练习	150

第7章 无线局域网的组建与配置管理

7.1 无线局域网概述	152
7.1.1 无线局域网技术的标准	152
7.1.2 无线局域网的结构	153
7.1.3 无线局域网的优缺点	156
7.1.4 无线局域网的常见标准	156
7.1.5 无线局域网的安全性	157
7.2 无线局域网的网络设备	158
7.2.1 无线路由器	158
7.2.2 无线AP	159
7.2.3 无线AC	163
7.2.4 无线网桥	164
7.2.5 无线中继器	166
7.2.6 无线网卡	167
7.3 无线局域网的组建	167
7.4 无线局域网的配置管理	167
7.4.1 无线对等网的组建和共享配置	168
7.4.2 无线热点网络的配置和管理	170
7.4.3 随身WiFi网络的配置和管理	171
7.4.4 Mesh路由器的配置	174
思考与练习	175

第8章 网络服务器的搭建与配置管理

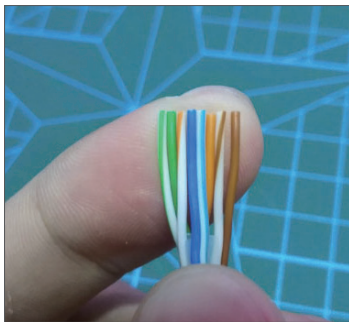
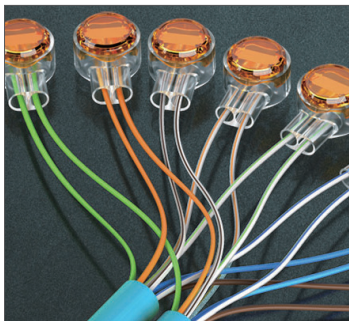
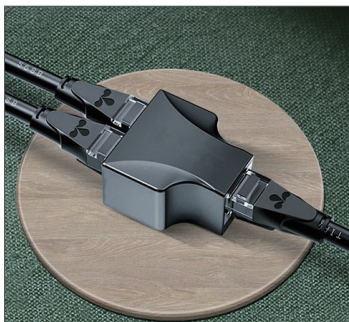
8.1 服务器简介	177
8.1.1 服务器的种类	177
8.1.2 服务器的服务种类	179
8.2 服务器操作系统	179
8.2.1 常见的服务器操作系统	179
8.2.2 Windows Server 2019的安装	180



8.3 DHCP服务器的搭建和配置	183
8.3.1 设置固定IP地址	183
8.3.2 开始安装DHCP服务	184
8.3.3 配置DHCP服务	186
8.4 DNS服务器的搭建和配置	188
8.4.1 安装DNS服务	188
8.4.2 配置DNS服务	189
8.4.3 创建A记录	190
8.4.4 创建转发器	191
8.5 Web服务器的搭建和配置	191
8.5.1 安装Web服务	191
8.5.2 配置Web服务器	192
8.6 FTP服务器的搭建和配置	193
8.6.1 搭建FTP服务器	193
8.6.2 配置FTP服务器	194
8.7 搭建网站集成环境	195
8.7.1 网站集成环境简介	195
8.7.2 使用第三方工具搭建集成环境	196
8.7.3 快速建站	198
思考与练习	203

第9章 局域网网络安全与配置管理

9.1 网络安全形势	205
9.1.1 网络面临的重大威胁及近期重大安全事件	205
9.1.2 局域网威胁的表现形式及其原理	208
9.2 网络安全体系的建设	209
9.2.1 网络安全体系简介	209
9.2.2 网络安全体系建设的目的	209
9.2.3 局域网的安全体系	210
9.3 局域网主要的安全机制	210
9.3.1 加密技术	211
9.3.2 数字签名与数字证书	212
9.3.3 访问控制	212
9.3.4 入侵检测技术	212
9.4 局域网威胁的主要应对措施	213
9.5 局域网常见的安全防护配置	214
9.5.1 ARP绑定	214
9.5.2 更新补丁	215
9.5.3 关闭端口	216
9.5.4 使用安全的代理	217
9.5.5 注意可疑进程	217
9.5.6 定期查看系统日志	217
9.5.7 网站攻击防御	217



9.5.8 无线局域网攻击的防御	218
9.5.9 按时备份	219
9.5.10 手机终端的安全防护	220
9.5.11 账户安全策略	221
9.5.12 提防开机启动及陌生服务	222
9.5.13 防火墙的ACL设置	223
9.6 局域网的维护	223
9.6.1 局域网维护的工作内容	224
9.6.2 局域网维护的主要工具	224
9.6.3 常见局域网故障的排除	226

思考与练习	230
--------------------	------------

第10章 云计算技术

10.1 云计算简介	232
10.1.1 云计算的概念	232
10.1.2 云计算的优势	232
10.1.3 云计算技术产生的历史	233
10.2 云计算的分类	234
10.2.1 公有云	234
10.2.2 私有云	234
10.2.3 混合云	235
10.3 云服务类型	235
10.4 云计算技术的使用	236
10.4.1 云计算的主要应用方向	236
10.4.2 云计算的应用领域	237
10.5 云计算技术面临的安全问题	238

思考与练习	239
--------------------	------------

附录 网络维护常见命令的用法

第1章 局域网基础知识

内容概要

网络巨大的承载能力和广阔的应用拓展能力使其逐渐发展为重要的生产力。随着智能终端，尤其是智能手机的发展，网络技术已经深入人们的日常生活，并创造出了巨大的经济价值和社会价值，掌握一定的网络基础知识已经是现代人的必备技能。

重点难点

- 计算机网络的定义及发展。
- 计算机网络的功能。
- 计算机网络的分类。
- 局域网的定义和分类。
- OSI参考模型。
- TCP/IP协议及参考模型。

1.1 计算机网络简介

网络最初是在计算机的出现及发展需求之下出现的，并伴随着计算机技术的发展，所以一直沿用了“计算机网络”的称呼。但现在的网络终端不止计算机，还有智能手机、智能家居设备、智能安防设备等。因而在了解局域网之前，还是要从计算机网络开始讲起。

1.1.1 计算机网络的定义

计算机网络从狭义上理解就是将地理位置不同的、具有独立处理能力的计算机用通信线路连接起来，如图1-1所示，通过网络操作系统、网络管理软件和网络通信协议，来实现数据传输和资源共享。

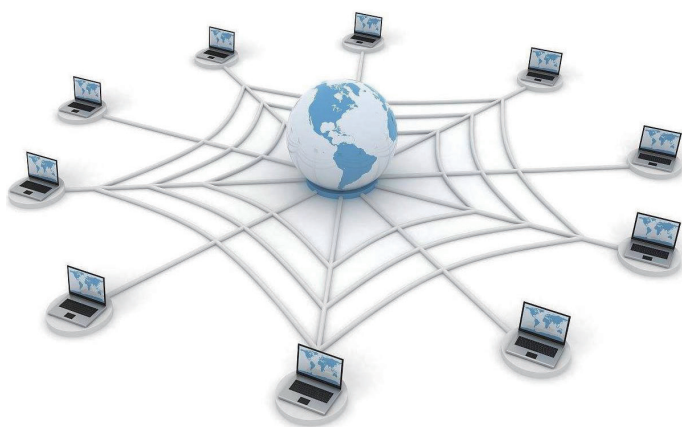


图 1-1

从广义上来说，网络是通过各种通信线缆及各种网络设备连接起来，使用各种有线技术、无线技术和通信协议，为接入其中的不同地理位置的所有网络设备，提供互相通信、互相访问的一整套功能完备的体系结构。网络中由处于核心位置的网络通信设备（主要是路由器）和软件以及各种线缆组成的结构，叫作通信子网，它的主要功能是传输及转发数据；而所有互联的设备，无论是提供共享资源的服务器，还是各种访问资源的终端，都叫作资源子网，它负责提供及获取资源，如图1-2所示。

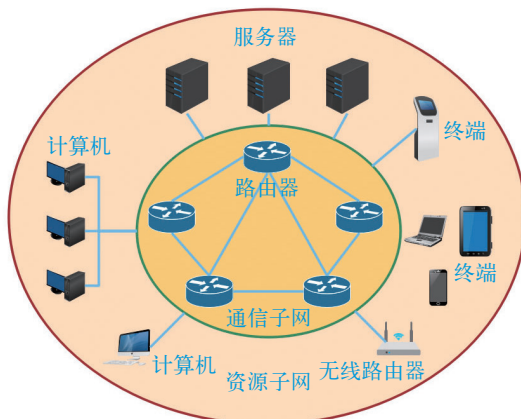


图 1-2

拓展知识

最简单而又不简单的双机互联

用网线将两台计算机连接在一起，并配置好IP地址和子网掩码，就组成了最简单的网络。这两台计算机若安装了网络操作系统，并按照标准的规则就可以进行数据通信了。而整个通信子网，浓缩到极致，就可看作是一根简单的网线。

1.1.2 计算机网络的发展历程

计算机网络不是凭空出现，是在计算机科学技术发展到一定阶段，有了互相传递数据的需求后才产生的。通常可将计算机网络的发展分为4个阶段。

1. 计算机终端阶段

20世纪50年代，由于计算机还属于比较稀缺的设备，且价格非常昂贵，所以主要的应用领域还是在军事、科研单位。

为了解决更多部门的计算、访问资源的需求，网络就出现了。该阶段的主要特征是以大型计算机为中心，而将可以操作的计算机以及可以进行科学计算的终端通过通信线缆连接到中心计算机上，如图1-3所示，这就构成了以中心计算机为中心的最简单的网络体系。

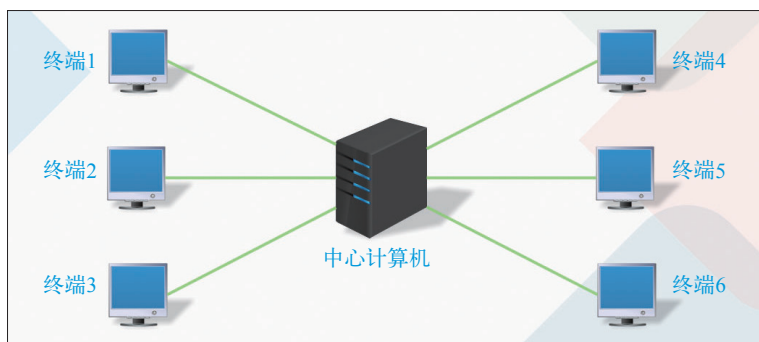


图 1-3

此时，终端的作用相当于“键盘+鼠标+显示器”。终端没有处理能力，所有运算都由中心计算机完成，终端也没有存储能力，所有用户共享中心计算机的资源。终端采用分时系统，逐个与中心计算机进行通信交互。这种结构属于网络的雏形结构，优点是通过网络解决了计算机的计算和数据共享问题。这种通过网络带来资源共享的目标已经实现。缺点是整个网络数据传输的稳定性和性能全部依赖于中心计算机。一旦中心计算机负载过高，会降低整个网络的性能。一旦中心计算机崩溃，整个网络也就随之崩溃。

拓展知识

终端模式回归

随着网络飞速发展，出现了云计算、云存储等依托于网络的新型应用，而云电脑也应运而生，如图1-4所示。云电脑的作用相当于中心计算机，用户只要下载对应的客户端软件，就可以连接到中心计算机。中心计算机为客户端提供一台虚拟计算机，所有用户看到的、听到的、操作的数据都是通过网络进行传输，在用户看来，和使用本地计算机一样。



图 1-4

2. 计算机互联阶段

20世纪60年代，随着大型主机的出现，也提出了对大型主机资源共享的需求。在该阶段，已经摆脱了中心计算机的束缚（去“中心化”），计算机之间属于独立的存在，通过通信线路互联，并通过约定好的“协议”进行通信及数据传输，如图1-5所示。

此时电信技术的发展为这种大型主机远程资源共享提供了技术支持。程控交换技术和分组交换技术的应用，使得网络的数据分组转发成为可能。此时的网络可以称为分组交换网络，是以电话线路作为主干通信的网络。前面介绍的通信子网和资源子网的网络结构就是在这个时间段初步形成的。

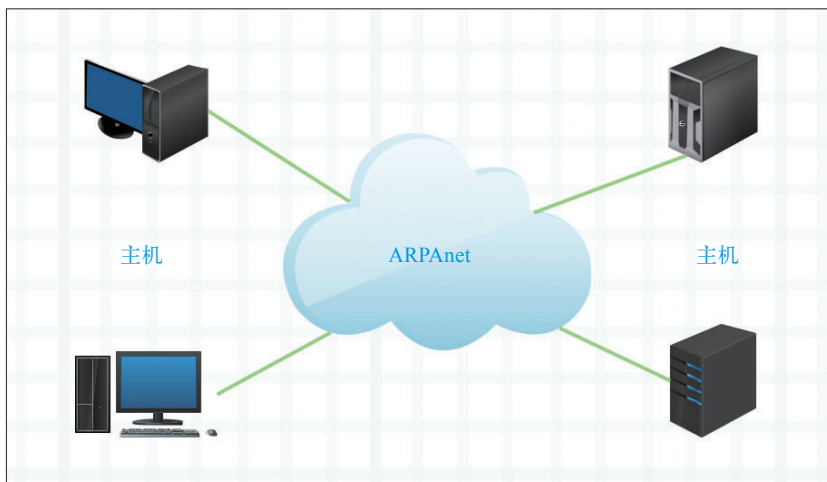


图 1-5

3. 计算机网络标准化阶段

随着计算机性能逐步提高，价格也越来越亲民，越来越多的计算机加入到网络中。网络规模变大后，出现了新的问题——不同厂商各自为政，使用了不同的网络协议进行通信，所以网络协议越来越复杂，给用户的网络互访制造了很大的问题。

1977年，国际标准化组织（ISO）开始着手制定开放系统互联参考模型，并在1984年制定完毕，这个模型就是现在所说的OSI七层参考模型，如图1-6所示。它通过分层的结构将复杂的网络通信进行了简化和定义，这样按照七层模型进行产品的设计，并保证在相同层面的数据能够按照该层的协议进行互通，就可以在不同的网络间传递数据了。

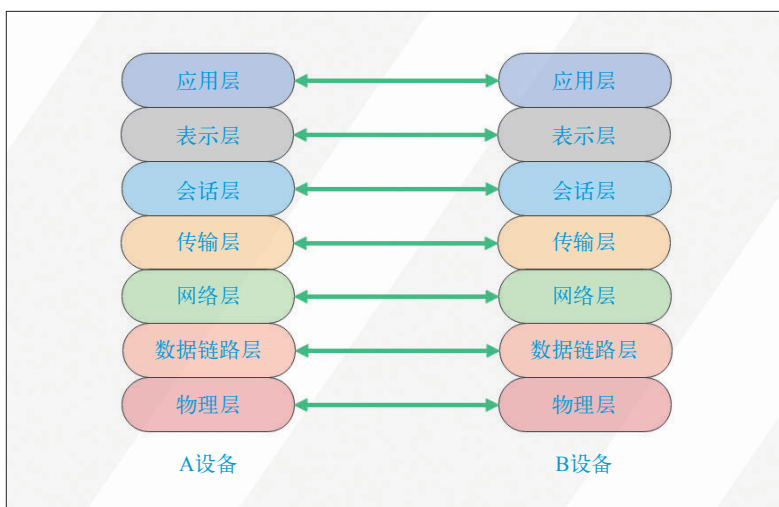


图 1-6

4. 信息高速公路阶段

在网络参考模型的基础上，网络飞速发展。ARPAnet其实算是最早的因特网骨干雏形，后被美国国家科学基金会（NSF）规划建立的13个国家超级计算机中心及美国国家教育科技网所替代，变成了因特网的骨干。20世纪80年代，个人计算机大范围普及，局域网技术及以光纤为载体的高速网络技术逐步成熟，这使得互联网于20世纪90年代进入了以因特网为代表的高速发展时期，即计算机网络发展的第4个阶段，也被称为信息高速公路阶段。

网络术语

因特网

因特网（Internet）是现在规模最大、用户最多、影响最大的计算机互联网络，如图 1-7 所示。所有接入其中的网络终端和各种网络设备都必须使用通用的协议，这突显了标准化起到的巨大作用。



图 1-7

现在,网络的作用已经上升到生产力的高度,在“互联网+”和“提速降费”等多种政策的引导下,依赖网络的行业与应用如雨后春笋般层出不穷。网上购物、网上会议、订票、挂号、点餐、游戏、网上视频、网上银行等,都在彰显着网络的重大作用,如图1-8所示。因此有必要了解和学习一些与网络相关的知识。

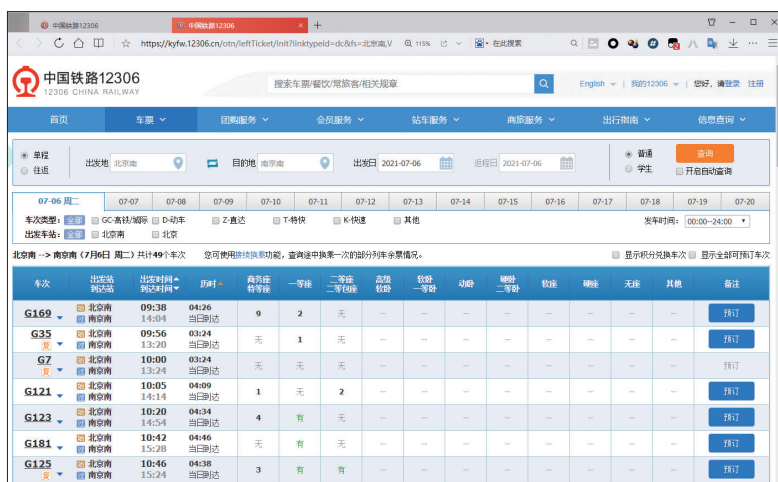


图 1-8

拓展知识

我国计算机网络的发展

20世纪80年代末到90年代初是我国因特网的起步阶段,1994年4月正式提出接入因特网并被认可,在同月5月完成联网的所有工作。中国网络的域名最终确认为“cn”。1995年1月,中国电信分别在北京、上海设立的64K专线开通,并且通过电话网、DDN专线以及X.25网等方式向社会提供因特网接入服务。1997年6月3日,中国科学院在中国科学院计算机网络信息中心组建了中国互联网络信息中心(CNNIC),如图1-9所示。从1997年至今,是因特网在我国快速发展的阶段。



图 1-9

1.1.3 计算机网络的主要功能

不可否认,计算机网络的出现最初是以军事为目的的,但随着网络的功能和需求的发展,现在的网络已经成为人们生产、生活的一部分。计算机网络的应用范围也遍及了人们日常生活、生产和工作的方方面面。计算机网络的功能主要有以下几个方面。

1. 数据通信

数据通信是网络的基本功能,各种设备之间按照约定好的协议,通过网络传输各种应用的

数据,比如电子邮件、数据的上传下载、远程控制等,如图1-10所示。网络的主要功能就是安全、准确、快速地完成数据传送任务,让各种接入网络的设备能正常工作,这也是衡量网络质量好坏的基本参数。现在大部分手机APP完全依赖于网络服务器的支持。

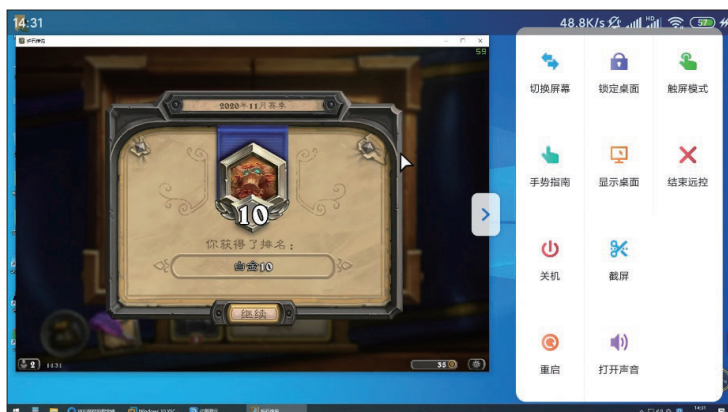


图 1-10

2. 共享资源

网络尤其是因特网,建立的初衷就是共享资源。在网络中,除了可以获得别人的共享资源外,也可以将自己的资源发布出去,做到我为人人、人人为我。在网络共享中,除了文件资源外,还可以共享包括打印机、专业设备在内的硬件资源,以及数据库数据等软件资源。

拓展知识

为什么要共享硬件资源?

包括大型计算机、超级计算机、大型绘图仪、专业测量仪等在内的硬件设备,不仅投资巨大,而且日常维护费用非常高,甚至很多大型企业都负担不起。但很多企业和用户却有相关的巨量数据处理的需要。而且这些大型设备在完成了日常工作后,也会闲置下来,这样相当于浪费了资源。所以很多大型设备都有对外服务的项目,比如“天河二号”超级计算机就可以申请使用,如图1-11所示。除了大型硬件外,还有大型数据库、专业软件等也都可以共享。这样做可以提高利用率、平摊成本、减少资源浪费、便于维护和开发等。



图 1-11

3. 提高安全性及优化性能

现在的网络在速度和访问策略方面已经非常成熟了。依托于高性能的网络，各互联网企业和门户网站可以将服务器和数据中心按照访问量和使用量部署在不同地理位置的机房中。一方面可以保障无论多么大的访问量，都不会对访问质量造成影响，做到负载均衡；另一方面，如果某个区域出现网络攻击、硬件故障、网络故障、网络瘫痪等情况，也可以让其他区域的服务器继续提供服务，做到冗余备份，如图1-12所示。及时部署与使用这些技术，对于一些关键性的单位，如金融系统、订票系统、网购都是非常必要的。

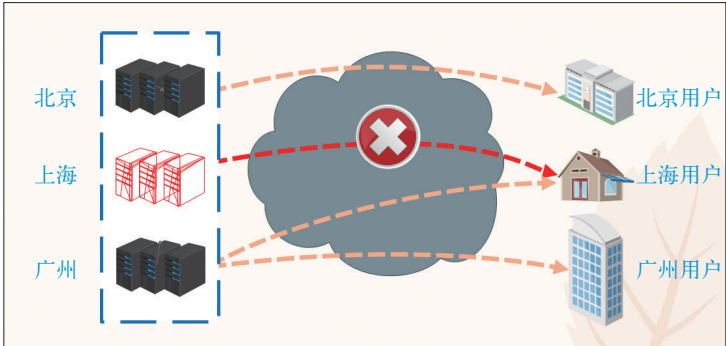


图 1-12

拓展知识

高质量网络所带来的安全性

各数据中心服务器之间按照策略定时同步数据，大规模数据同步，只有现在的高速网络才能承载；另外，在某个网络数据中心也会存在多台设备之间根据策略做到冗余备份，以便应对各种特殊情况。如果排除泄漏的风险，网上的数据存储要比本地存储的安全性更高。用户在备份时，也要将网络备份考虑进来，不过对于敏感数据，最好加密后再上传。

4. 分布式存储与数据处理

本地处理模式已经慢慢被云计算所取代，依托于网络的各种应用数据都在多个远程中央主机上进行计算，而用户端设备的作用逐渐变成了显示终端。另一方面，一些复杂的超大型的任务也按照某种规则，被分成若干小任务分配在多个网络主机上进行运算，从而提高了数据处理能力，也降低了成本。

依托于网络的计算能力和存储能力，可以做到数据公开、透明、无篡改的特点。例如，流行的区块链技术，如图1-13所示，以及其应用——比特币，就是很好的例子。



图 1-13

5. 互联网业务的承载

各种依托于网络的新应用，如网络直播、网上交易、网络监控、互联网存储、语音视频、各种互联网小程序等，都需要强大的互联网承载。除了要保证服务的高质量，还要保障用户数据的安全性，所以对互联网的要求越来越高。

■ 1.1.4 计算机网络的主要分类

计算机网络按照覆盖范围和采用的技术，一般将其分成3种：

1. 局域网

也就是本书所要介绍的重点内容。局域网的范围一般在10 km以内，比如一个校园园区、一栋办公大楼、一个运动中心，最常见的就是家庭局域网和公司局域网。其特点是分布距离近、范围相对较小、用户相对较少、传输速度快、组建费用较低、易于实现、维护方便，速度大约为100 Mb/s~1 000 Mb/s。

2. 城域网

如某高校在某地的多个校区、某公司在城区的所有分公司、某连锁机构的所有门店，甚至一整座城市，都叫作城域网。城域网中数据传输延时相对较小，主要的传输载体为光纤。相对于局域网，城域网的范围在10 km到100 km之间，传输扩展距离更长，覆盖更广，规模更大，传输速度快，技术和局域网类似，但费用较高，需要运营商的支持。

3. 广域网

广域网的范围通常为几十千米到几千千米，可以连接多个城市甚至多个国家。通过海底光缆的架设，地理位置可以跨几个洲，形成洲际型网络。广域网所采用的技术包括分组交换、卫星通信等。广域网是现在覆盖最广、通信距离最远、技术最复杂、建设费用也最高的网络。日常接触的因特网就是广域网的一种。

1.2 局域网概述

局域网可以说是组成网络的一个小单位，各种类型的局域网通过各种网络技术互相连通，就组成了城域网或广域网。下面首先介绍局域网的一些基础知识。

■ 1.2.1 局域网的定义

局域网是在一个相对的小范围内，通过局域网技术，将各种计算机、网络设备、网络终端连接并组建而成的网络，主要实现共享上网、共享文件、共享打印、远程管理等功能。

相对来说，局域网私有性较强。因为范围较小，所以传输速度更快，性能也更稳定，组建成本相对较低，技术难度不高。现在很多局域网都加入了无线技术，这样组建而成的就是无线局域网。如果读者现在使用有线连接的计算机或者使用手机WiFi连接了互联网，现在所在的网络就是局域网。完整的家庭或小型公司的无线局域网拓扑图，如图1-14所示。而大中型企业的局域网技术相对更复杂一些，在本书后续章节中会有相关的介绍。



图 1-14

■ 1.2.2 局域网的分类

局域网按照不同的标准可以分成很多种类。如果按照传输介质划分，可以分为有线局域网和无线局域网等。如果按照逻辑结构划分，局域网可以分为以下几种拓扑结构。

1. 星形拓扑

星形拓扑结构如图1-15所示，由中心节点的网络设备（一般是交换机）和周围节点的各种终端设备组成。终端设备之间的通信需要通过中心节点的网络设备进行数据转发。

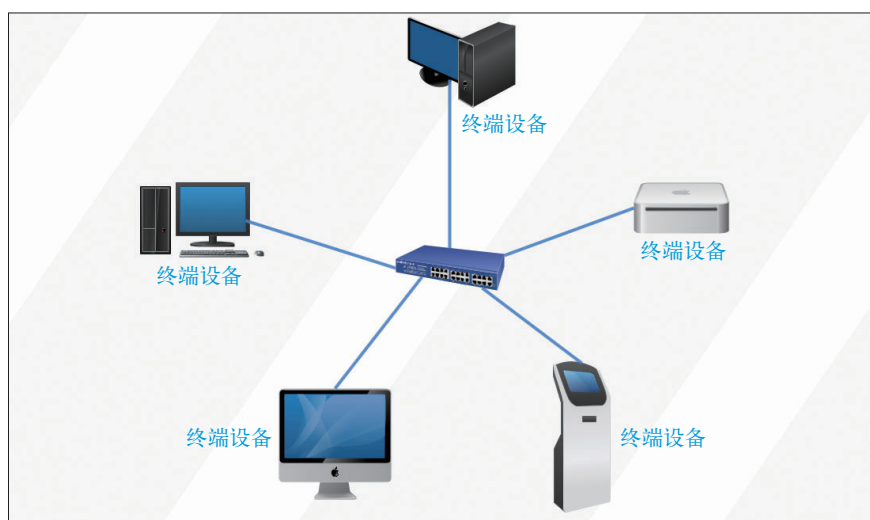


图 1-15

星形拓扑的特点是容易实现，传输介质通常为双绞线（网线），较便宜。节点容易扩充，用网线连接新设备即可。如果某个节点出现故障，可以随时将该节点拆除。但星形拓扑对中心节点的依赖程度较高，中心节点的网络设备如果发生故障，整个网络就会瘫痪。

星形拓扑是现在主流的局域网拓扑结构，广泛应用在家庭、公司中。如果使用的是无线路由器，那么各无线终端与无线路由器之间的逻辑关系也类似于星形拓扑。

星形拓扑在以前使用集线器作为中心节点，由于集线器的局限性以及交换机的出现，所以现在的中心节点基本上都使用了交换机。A与B设备进行通信，不占用不影响C与D之间通信的带宽，每个时间节点可以有多台设备同时通信。

2. 总线拓扑

总线拓扑结构如图1-16所示，采用一根信号线（通常为同轴电缆）进行连接，所有的节点直接连接到该总线上。总线拓扑中所有设备都使用广播进行通信，每个时间点，只有一台设备可以发送数据，其他节点都可以收到该数据，接收后发现不是自己的数据就丢弃。这种工作模式类似于集线器，关于集线器的工作原理将在后续章节中重点介绍。

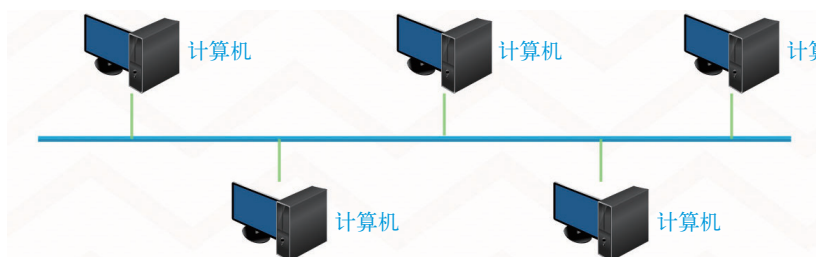


图 1-16

总线网络的特点是不需要网络设备，有线终端之间通过一条总线进行连接和通信。所有设备共享带宽，也就是总线上的设备越多，每个设备的带宽越少，大约是总线带宽的 n 分之一。随着设备增多，总线拓扑的带宽会越来越低，某个设备出现故障后，整个总线断掉，网络崩溃。

3. 环形拓扑

环形拓扑结构如图1-17所示，整个局域网呈环状态，也就是常说的令牌环局域网。在同一时间，只有持有“令牌”的设备可以发送数据。数据发送完毕后，将“令牌”发给下一台设备。

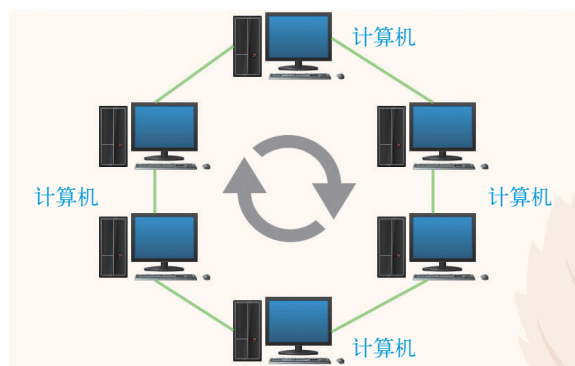


图 1-17

环形拓扑的特点是不需要网络设备，实现较容易、投资小。但和总线拓扑类似，如果其中的任意一个节点坏掉了，网络就无法通信。在环形网络中，数据流是单方向传递的，每个收到数据包的节点都会向其下游传递数据包。和总线结构类似，任何一个节点出现了故障，整个网络就处于瘫痪状态，维护起来也非常困难，排查故障难度较高，而且电缆的连接并非像网线一样，容易产生接触不良。如果要添加设备，势必会造成网络的中断。

4. 树状拓扑结构

树状拓扑结构从本质上来说是一种多层次的星形结构，常用于一些大中型局域网中。在这些大中型局域网中，由于设备较多，网络需求较高，存在多业务、多用户，需要进行分层管理，如图1-18所示。

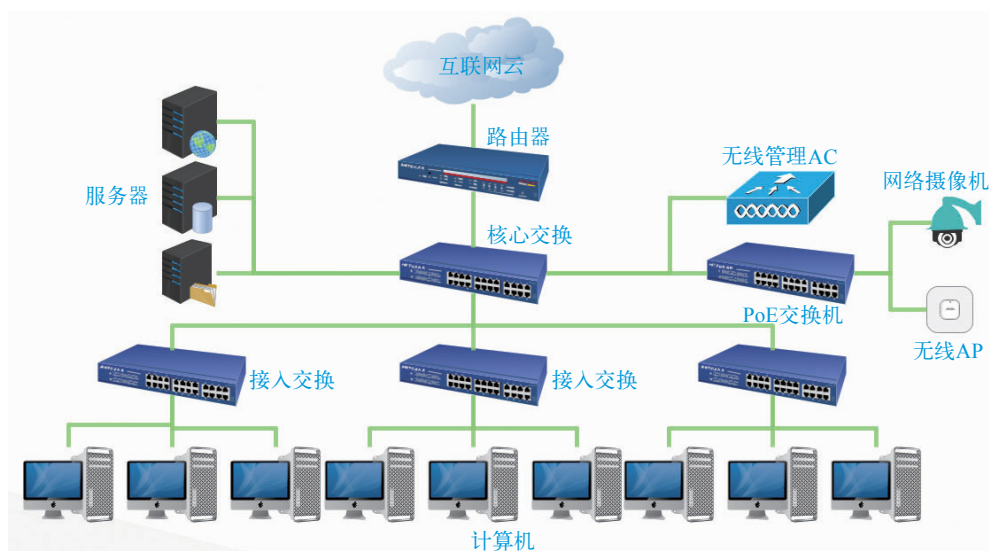


图 1-18

树状拓扑结构组建成本较低，非常容易扩充，采用一些交换机技术后，可以进行线路的备份冗余，稳定性和安全性都非常高。节点坏掉或者某网络设备出现故障后，可以快速定位故障点，排除故障较容易，如果出现问题也可将影响降到最低。相对于小型局域网环境，其设备选择方面都需要企业级别，且需要对设备进行专业设置、部署与调试，需要专业的网络维护人员进行维护，会增加一定的企业成本。

网络术语

网络拓扑图

图 1-15~18 就是常见的网络拓扑图。该图是通过网络节点设备和通信介质构成的逻辑图，重点表达网络的整体结构和使用的设备之间的连接状态。通过网络拓扑图可以规划网络、检查排除设计错误、按照拓扑图连接设备、统计设备等。在维护网络时，网络拓扑图也是必备的。

■ 1.2.3 构建局域网的主要技术

根据局域网所使用的拓扑结构和介质，可以采用多种技术构建局域网，包括以太网、令牌环网、FDDI网、ATM网和无线局域网等。

1. 以太网 (Ethernet)

以太网是最为常见的局域网技术，现在使用的绝大部分局域网都在使用以太网技术。电气与电子工程协会 (IEEE) 在 IEEE 802.3 标准中制定了以太网的技术标准，包括物理层的连线、电子信号和介质访问层协议的内容。现在的以太网分成两种，一种是经典以太网 (总线形)，另一种是交换式以太网。CSMA/CD 主要用在经典以太网中。

网络术语

CSMA/CD

如果说到以太网，必须提到 CSMA/CD（带冲突检测的载波侦听多路访问）。最为典型的的就是上面提到的总线拓扑结构。CSMA/CD 的原理简单来说就是设备发送数据前侦听信道（线路）中是否有数据传输：如果没有数据传输，会立即发送数据；如果有数据传输，则会随机等待一段时间后，再发送数据；如果同时有数据在网络上传输，则判定为冲突，冲突后会立刻停止发送数据，等待一段随机时间再发送。可以总结为：先听后发，边发边听，冲突停发，延迟重发。因为交换机隔绝了冲突域，所以用不到 CSMA/CD。

以太网在发展过程中不断提升和完善，最直观的就是速度的提升。在 IEEE 802.3 中，不断制定着更高网速所需要的线缆标准。

拓展知识

按照速度划分的以太网

包括标准以太网（10 Mbps）、快速以太网（100 Mbps）、千兆以太网（1 000 Mbps）以及万兆以太网（10 Gbps）。而最新的 802.3ba 标准，规定了传输介质—双绞线达到 40 Gbps 和 100 Gbps 传输带宽的以太网标准。而 802.3bm 标准，规定了传输介质—光纤达到 40 Gbps 和 100 Gbps 传输带宽的以太网标准。

2. 令牌环网（Token Ring）

令牌环网主要用于令牌环拓扑结构，最早用于 IBM 的网络系统中，现在比较少见了。令牌环网的网络也可以达到 100 Mbps。介质可以是屏蔽双绞线、非屏蔽双绞线和光纤等。

3. FDDI 网（Fiber Distributed Data Interface）

光纤分布式数据接口（FDDI）是由美国国家标准化组织（ANSI）制定的在光缆上发送数字信号的一组协议。FDDI 使用双环令牌，传输速率可以达到 100 Mb/s。由于支持高带宽和远距离通信网络，FDDI 通常用作骨干网。FDDI 用得最多的是作为校园环境的主干网，这种环境的特点是站点分布在多个建筑物中。FDDI 也常常被划分在城域网的范围。

FDDI 网络的抗干扰性和保密性较好，可靠性高，支持的范围较大，但造价较高。

4. ATM 网（Asynchronous Transfer Mode）

ATM（Asynchronous Transfer Mode，异步传输模式）是以信元为基础的一种分组交换和复用技术，适用于局域网和广域网。ATM 是一种为了多种业务设计的通用的面向连接的传输模式，具有高速数据传输速率和支持多种类型的通信，如声音、数据、传真、实时视频、图像等。ATM 采用面向连接的传输方式，将数据分割成固定长度的信元，通过虚连接进行交换。ATM 集交换、复用、传输为一体，在复用上采用的是异步时分复用方式，通过信息的首部或标头来区分不同信道。

网络术语

ATM 的信元

ATM 的信元即 ATM 传送数据的基本单元，信元中包含了传送的源地址和目标地址。而以太网在网络层传输的是数据包，而且偏重于数据通信，两者的结构是不同的。

5. 无线局域网 (Wireless Local Area Networks, WLAN)

无线局域网是一种利用射频技术进行数据传输的系统。因为无线终端的大规模普及,无线技术也被大范围地应用。无线技术的优点就在于摆脱了有线通信的束缚,可在无线覆盖范围内的任意位置添加或删除节点。其缺点为:一方面是无法达到有线网络的稳定性,发生丢包的可能性更大,而且延时不稳定;另一方面是无线信号有衰减,尤其是穿透墙壁时。

拓展知识

常见的无线技术与无线局域网技术

目前,无线网络连接技术按照传输距离远近可分为短距离无线连接技术和长距离无线连接技术。短距离无线连接主要有5种技术,包括WiFi、蓝牙(图1-19)、NFC(图1-20)、ZigBee、UWB。长距离无线连接主要的技术也有5种,包括GPRS、5G、NB-IoT、LoRa以及全球卫星导航系统。



图 1-19



图 1-20

目前,占据最大份额的就是802.11系列协议。而使用802.11协议的最大无线产品技术就是WiFi,由于其应用太广泛,所以很多情况下使用WiFi代替了WLAN。WLAN还有很多其他的协议,也就是说WiFi其实包含在WLAN中。现在的WiFi已经到了第6代,即WiFi 6,如图1-21所示。



图 1-21

1.2.4 局域网设备

局域网的组成包括终端设备、网络设备以及连接介质。终端设备包括智能手机、计算机、智能终端等。网络设备包括网卡、交换机(图1-22)、路由器(图1-23)、服务器、防火墙等。连接介质包括双绞线、光纤(图1-24)、无线电波等。



图 1-22



图 1-23

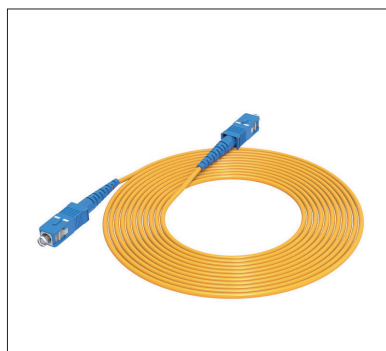


图 1-24

在后续章节中，将着重介绍局域网设备及其作用。

1.3 网络参考模型

在学习局域网各种协议和设备知识前，首先要对网络参考模型有所了解，这是网络工程师必须了解的基础知识。

■ 1.3.1 网络参考模型的必要性

在计算机网络发展的第三个阶段中，为了规范不同厂家的网络通信标准，使网络可以互通，出现了网络参考模型的概念，比如OSI七层模型和TCP/IP参考模型。

OSI七层模型的制订参考了当时的TCP/IP协议，进行了归纳总结和拓展，并详细划分了每层的功能和目标。如果按照七层模型各层规定实现每层功能，则两台不同厂家的设备就一定可以通信。所以直到现在，七层模型在网络理论体系中的指导意义仍非常重要，但是七层模型并没有具体的实现方法或协议，所有的协议都来自TCP/IP协议。因此在创建方法及解决问题方面，TCP/IP参考模型比OSI七层模型更具有实际意义。

■ 1.3.2 OSI参考模型

开放系统互连参考模型（Open System Interconnect, OSI）是国际标准化组织（ISO）和国际电报电话咨询委员会（CCITT）联合制定的开放系统互连参考模型，为开放式互连信息系统提供了一种功能结构的框架。其目的是为异种计算机互连提供一个共同的基础和标准框架，并为保持相关标准的一致性和兼容性提供共同的参考。这里所说的开放系统，实质上是指遵循OSI参考模型和相关协议、并能够实现互连的具有各种应用目的的计算机系统。OSI七层模型如图1-25所示。



图 1-25

数据在进行网络传输时，按照从上到下的顺序，将数据按照标准进行拆分，并加上对应层的标识，最后变成比特流在网络上传递，到达对端后，再将数据拆掉每层的标志，重新组装后一直传递到应用层。根据协议，每一个对应层都能读懂对方对应层的要求及含义，而不会去管其他层的细节，每层只对上一层负责，保证数据正确移交即可。

因为单纯地谈七层模型的规定和功能并没有实际意义，所以在研究时，经常会代入TCP/IP各层的协议实例等。

1. 物理层

一般研究OSI参考模型是从下到上，所以第1层就是物理层。物理层的主要作用是实现比特流的透明传输。物理层定义了通信设备与传输线路接口的电气特性、机械特性以及应具备的功能等。比如接口的插针含义、传输的电压、如何产生“0”或“1”两种状态、线缆的标准、电阻的大小、如何初始化连结状态等问题。物理层就是确保设备互联，并能稳定地接收与发送数据信号。

❗ 注意事项：有电流就代表“1”，没有电流就代表“0”。

这种理解从原理上说没有问题。但在实际情况中，却不是这样。实际情况是根据供电电压来区分，高电平代表“1”，低电平代表“0”，并不是没有电压才代表“0”，而是电压在一定范围内。

2. 数据链路层

数据链路层将网络层发来的数据包按照标准分割成数据帧，并将数据帧发送给物理层。在同层间，数据链路层负责链路的建立、拆除、分离。因为该层主要的数据格式是帧，所以数据链路层还负责帧的定界和同步，调节帧的发送速率，对帧的收发顺序进行控制。

因为物理层的物理链路非常不稳定，各种噪声、干扰都会存在，所以如何在不稳定的物理层上稳定地传输数据，就是数据链路层的事情。数据链路层负责帧的差错校验，通过多种差错检测技术（方阵码校验和循环码校验等）检测信道上的帧是否是误码；使用序号检测帧是否丢

失。如果误码或者丢失，则会启动应对机制，应对机制其实很简单，就是重传机制。数据链路层重点负责点到点的连接。

数据链路层的目标是把一条可能出错的链路转变成让网络层看起来像一条不出差错的理想链路。数据链路层可以使用的协议有SLIP、PPP、X.25和帧中继等。工作在该层上的交换机称为“二层交换机”，是按照存储的MAC地址表进行数据传输的。MAC地址将在下一章重点介绍。

3. 网络层

网络层的主要作用就是通过IP地址进行寻址，规划传输路径，并按照路径信息将数据包正确地投递到接收方。无论在何种异构网络中，只要其遵循网络层协议，就可以接收到数据报。TCP/IP协议中，重要的IP协议就是在网络层使用的。网络层的设备最主要的就是路由器。网络层同时还负责将传输层的数据段分割并封装成数据报，发送到数据链路层，以及从数据链路层接收数据报，拆封后将数据段交给传输层。

网络层在寻址的过程中，按照一张路由表来确定数据的发送路径，网络中的各种设备不是一成不变的，而且网络的状态也分为畅通和拥塞状态。所以网络层还要及时获取到网络中路径的变化，或者链路的状态，及时调整发送的路径，从而保证将数据准确、快速地发送给对方。

物理层、数据链路层和网络层是所有网络设备都必须要有有的，这三层主要负责将数据快速、准确地传送到目的地，主要是面向连接的层次，尽最大努力保证数据的可达性。

4. 传输层

传输层主要实现端到端的可靠（TCP）及不可靠（UDP）连接，并将上层数据分割成数据段发送给网络层进行传输，将数据准确地发送到对端的传输层。此外传输层还要处理差错及流量控制等问题，简单来说也是重传机制。TCP/IP协议的另一个重要组成部分就是TCP协议，也是在传输层使用的协议。

传输层负责建立、维护和取消与对端的链路，并负责端到端的可靠数据传输。通常说的TCP 3次握手及4次断开就是在传输层完成的。

在实际应用中，传输层的协议非常多，并对应着不同的服务和端口，所以在学习传输层协议时需要特别注意。

5. 会话层

会话层主要管理主机之间的会话进程，包括会话的建立、管理和终止。会话层不涉及数据的传输，而主要提供包括访问验证机制、会话同步、管理。会话层还提供包括单工、半双工、全双工3种通信模式的服务。

网络术语

单工、半双工、全双工

“单工”指数据只能向一个方向传播，比如村子里的“大喇叭”广播。“半双工”指数据允许双向传输，但同一时间数据只能沿一个方向传输，比如打电话、对讲机等。“全双工”指A和B之间有两条路，双方可以随时发送及接收数据，互不影响，也可以理解成两个单工的集合。

6. 表示层

因为不同的计算机体系结构可能使用的数据表达方法不同，表示层相当于计算机的“翻译官”，其作用之一就是提供公共语言，对语言进行转换，比如常见的ASCII码。表示层还要解决文本、图形图像、音频、视频的表示方法，确定传输时的数据结构。另外，表示层还要解决语法转换、语法选择、连接管理等各种问题。

7. 应用层

应用层是应用与网络的接口，并不是特指应用程序。其主要用于确定通信的上层应用，确保有足够的资源用于通信并向应用程序提供服务。这些服务按其向应用程序提供的特性分成组，称为服务元素。有些可为多种应用程序共同使用，有些则为较少的一类应用程序使用。其作用是在实现多个系统应用进程相互通信的同时，完成一系列业务处理所需的服务。

在TCP/IP模型中，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（FTP）、远程操作（Telnet）和电子邮件服务（SMTP）、网页服务（HTTP）等。

■ 1.3.3 TCP/IP协议

TCP/IP协议（Transmission Control Protocol/Internet Protocol，传输控制协议/因特网互联协议），是由ARPA于1969年开发的，是Internet最基本的协议，是Internet国际互联网络的基础，由网络层的IP协议和传输层的TCP协议组成。TCP/IP完全撇开了网络的物理特性，它把任何一个能传输数据分组的通信系统都看作网络。这种网络的对等性大大简化了网络互连技术的实现。它是最常用的一种协议，也可以算是网络通信协议的一种通信标准协议，同时它也是最复杂、最为庞大的一种协议。TCP/IP协议具有极高的灵活性，支持任意规模的网络。

■ 1.3.4 TCP/IP参考模型

TCP/IP参考模型是在TCP/IP协议的基础上总结、归纳而来的，可以说TCP/IP是OSI的应用实例。OSI虽然非常全面，但没有实际的协议和具体的操作手段，所以更像是一本指导意见。而TCP/IP参考模型就不同了，它是在TCP/IP协议成功后，不断调整、完善后进行的归纳和总结，具有现实参考意义。但TCP/IP参考模型不适用于非TCP/IP网络。

现在很多人将TCP/IP参考模型划分为四层或五层结构，这两种划分方式都是可以的，如图1-26所示。接下来主要以TCP/IP五层模型为例介绍TCP/IP模型和OSI参考模型的联系和区别。

在TCP/IP四层模型中，物理层和数据链路层统一为网络接口层；会话层、表示层及应用层统一为应用层。在TCP/IP五层模型中，最下方的两层没有统一。

❗ 注意事项：将OSI几个层合并后，形成了TCP/IP模型，这个说法是错误的。

TCP/IP参考模型并不是在OSI的基础上进行的合并，毕竟TCP/IP协议由来已久。OSI为了研究，参考TCP/IP协议时进行分类整理了。后来的TCP/IP模型进行总结时，仍然按照TCP/IP协议特点进行了保留。因为OSI的理论太复杂和理想化，而实际应用时并不需要完全照搬或者考虑那么多问题，主要保证关键的功能可以实现即可。在下一章中，将着重介绍TCP/IP五层模型各层主要使用的技术、数据在各层的形式、寻址方法和主要协议等内容。

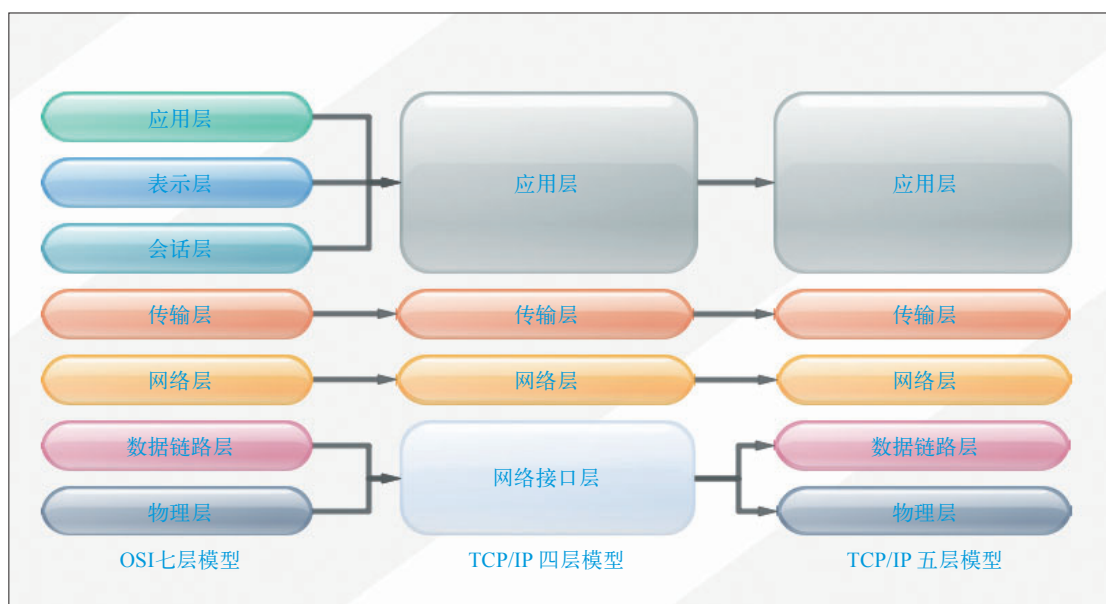


图 1-26

思考与练习

- (1) 请列举出身边关于网络应用的实例。
- (2) 请使用网络拓扑图的形式，绘制出当前家庭中所使用的网络结构。
- (3) 请手动绘制出OSI及TCP/IP参考模型的层次结构图。