

21世纪高等职业教育信息技术类规划教材

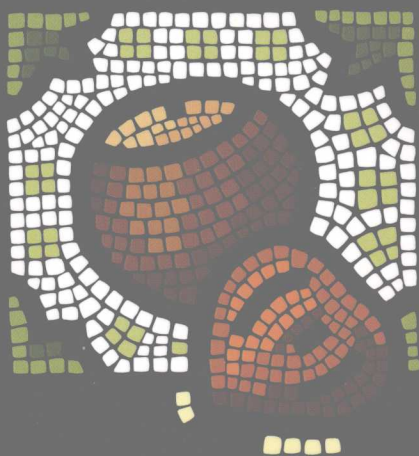
21 Shiji Gaodeng Zhiye Jiaoyu Xinxi Jishulei Guihua Jiaocai

局域网组建 与维护

JUYUWANG ZUJIAN YU WEIHU

宋一兵 主编 张明 何懿绯 副主编

- 案例教学，系统全面
- 学以致用，注重实践
- 图文并茂，清晰直观



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

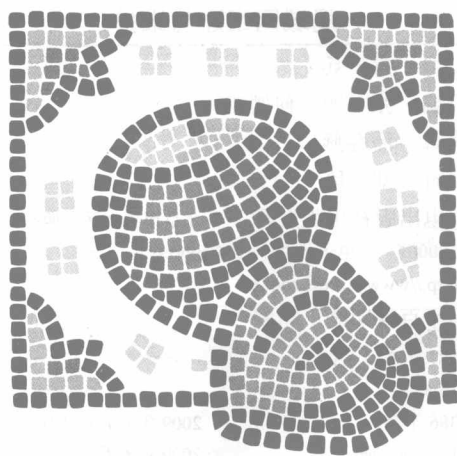
21世纪高等职业教育信息技术类规划教材

21 Shiji Gaodeng Zhiye Jiaoyu Xinxi Jishulei Guihua Jiaocai

局域网组建 与维护

JUYUWANG ZUJIAN YU WEIHU

宋一兵 主编 张明 何懿绯 副主编



人民邮电出版社

样书

专用章

人民邮电出版社

北京

图书在版编目(CIP)数据

局域网组建与维护 / 宋一兵主编. —北京: 人民邮电出版社, 2009.6
21世纪高等职业教育信息技术类规划教材
ISBN 978-7-115-19903-4

I. 局… II. 宋… III. 局部网络—高等学校: 技术学校—教材 IV. TP393.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第050118号

内 容 提 要

本书围绕局域网环境,以网络的规划、组建、维护为主线,以基本的实践应用为引导,对局域网的基本知识、硬件设备、综合布线、网络服务、Internet 接入、安全与管理等内容进行了全面讲解。同时,以某大学校园网的具体建设项目贯穿全书,通过每章最后的案例说明局域网建设的具体实践。

本书内容全面,实例丰富,图文并茂,浅显易懂,注重理论联系实际,适合作为高职学校计算机相关专业“局域网组建与维护”课程的教材,也可作为广大工程技术人员的技术参考书。

21 世纪高等职业教育信息技术类规划教材

局域网组建与维护

-
- ◆ 主 编 宋一兵
副 主 编 张 明 何颀绯
责任编辑 潘春燕
执行编辑 刘 琦
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京昌平百善印刷厂印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 15.5
字数: 386 千字
印数: 1—3 000 册
- 2009 年 6 月第 1 版
2009 年 6 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-19903-4/TP

定价: 25.00 元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223
反盗版热线: (010)67171154

前 言

计算机网络的发展日新月异,已经融入到社会生活的各个角落,为科学、教育、办公、娱乐、商务、资讯等各种活动提供了不可或缺的交流平台。目前,我国很多高等职业院校的计算机相关专业都将“局域网组建与维护”作为一门重要的专业课程。为了帮助高职院校的教师比较全面、系统地讲授这门课程,使学生能够熟练地掌握相关技术,我们编写了本书。

本书充分考虑高职学生的学习特点,采用“任务驱动、案例教学”的形式,注重局域网技术在实践应用环节的教学训练。围绕局域网环境,以网络的规划、组建、维护为主线,以基本的实践应用为导引,对局域网的基本知识、硬件设备、综合布线、网络服务、Internet 接入、安全与管理等内容进行了全面讲解。同时,以某大学校园网的具体建设项目贯穿全书。

为方便教师教学,本书配备了内容丰富的教学资源包,包括 PPT 电子教案、习题答案、教学大纲和 2 套模拟试题及答案。任课教师可登录人民邮电出版社教学服务与资源网(www.ptpedu.com.cn)免费下载使用。

教师一般可用 36 个课时来讲解本教材的内容,然后再配以 36 个课时的实践训练,即可较好地完成教学任务。各章的教学课时可参考下面的课时分配表。

章节	课程内容	课时分配	
		讲授	实践训练
第 1 章	网络的概念、数据传输技术和网络协议	4	4
第 2 章	局域网的规划设计、工程实施、测试验收等基本建设流程	2	2
第 3 章	传输介质、网卡、交换机、路由器等常用局域网硬件设备	4	4
第 4 章	局域网综合布线系统的概念、材料与工具、布线施工等	4	4
第 5 章	对等网、C/S 小型局域网等的组建方法、资源的共享与发布等	4	4
第 6 章	无线局域网的特点、组建方法、无线局域网的安全等	4	4
第 7 章	DNS、DHCP、WWW、FTP 等各种网络服务的实现	4	4
第 8 章	宽带、无线、专线等各种局域网接入 Internet 的方案和实施	2	2
第 9 章	局域网管理的方法和工具软件、常见故障的诊断和处理方法等	4	4
第 10 章	网络常见的攻击手段、局域网安全管理和防护系统等	4	4
课时总计		36	36

本书由宋一兵任主编,张明、何懿绯任副主编,参加本书编写工作的还有郭方方、张宪海、沈精虎、黄业清、谭雪松、向先波、冯辉、郭英文、计晓明、董彩霞、滕玲、郝庆文等。由于作者水平有限,书中难免存在疏漏之处,敬请各位老师和同学指正。

编者

2009 年 1 月

目 录

第 1 章 局域网基本知识	1	第 3 章 传输介质与网络设备	34
1.1 计算机网络基础	1	3.1 传输介质	34
1.1.1 计算机网络的概念	1	3.1.1 双绞线	34
1.1.2 计算机网络的作用	2	3.1.2 同轴电缆	37
1.2 局域网的定义和结构	2	3.1.3 光纤	38
1.2.1 局域网的含义与特点	3	3.1.4 无线传输介质	40
1.2.2 局域网的拓扑结构	3	3.2 网卡	41
1.3 数据传输与交换	6	3.2.1 网卡的功能与分类	42
1.3.1 数据传输技术	7	3.2.2 配置网卡的 IP 地址	44
1.3.2 数据交换技术	8	3.2.3 查看网卡的 MAC 地址	45
1.4 网络体系结构与协议	11	3.3 集线器	47
1.4.1 体系结构与协议分层	12	3.4 交换机	48
1.4.2 OSI 参考模型	14	3.4.1 交换机的特点	48
1.4.3 TCP/IP 参考模型	16	3.4.2 交换机的分类	49
1.4.4 局域网协议 IEEE 802	18	3.4.3 交换机的工作原理	51
习题	21	3.4.4 交换机的应用	54
第 2 章 局域网规划与建设	23	3.5 路由器	57
2.1 局域网规划与设计	23	3.5.1 路由器的功能	57
2.1.1 局域网设计分析	23	3.5.2 路由器的分类	58
2.1.2 局域网设计规划	25	3.5.3 路由器的工作原理	60
2.2 局域网建设基本流程	26	3.5.4 网络地址转换	61
2.2.1 立项与投标	26	3.6 其他网络设备	62
2.2.2 方案的细化与确认	27	3.6.1 中继器	62
2.2.3 工程的实施	27	3.6.2 光纤收发器	63
2.2.4 网络的测试和验收	28	3.7 案例——校园网网络设备	64
2.2.5 培训和售后服务	29	习题	66
2.3 案例——校园网建设方案	29	第 4 章 局域网综合布线	68
习题	33	4.1 局域网综合布线概述	68



4.1.1 综合布线的特点	68	6.2 组建无线局域网	118
4.1.2 系统设计的基本流程	69	6.2.1 无线对等网络	118
4.2 常用布线材料与工具	70	6.2.2 接入点无线网络	121
4.2.1 网线的制作工具	70	6.2.3 混合型无线网络	126
4.2.2 制作双绞线	71	6.3 无线局域网安全	131
4.2.3 制作信息插座	74	6.3.1 无线网络的安全问题	131
4.3 网络布线工程的施工	76	6.3.2 无线网络安全技术	132
4.3.1 工作区子系统	76	6.4 案例——图书馆无线网	133
4.3.2 水平干线子系统	79	习题	136
4.3.3 垂直干线子系统	80	第7章 局域网的网络服务	137
4.3.4 管理间子系统	81	7.1 网络操作系统	137
4.3.5 建筑群子系统	85	7.2 Internet 信息服务	139
4.3.6 设备间子系统	85	7.2.1 安装 IIS 服务	139
4.4 综合布线工程验收	86	7.2.2 配置 IIS 服务	141
4.5 案例——校园网综合布线设计	88	7.3 DNS 服务	143
习题	92	7.3.1 理解 DNS	144
第5章 组建小型局域网	94	7.3.2 安装 DNS 服务	145
5.1 组建对等局域网	94	7.3.3 配置 DNS 服务	146
5.1.1 对等局域网的特点	94	7.4 DHCP 服务	150
5.1.2 对等局域网的类型	95	7.4.1 DHCP 的工作原理	150
5.1.3 组建双机对等网	96	7.4.2 配置 DHCP 服务	152
5.1.4 组建多机对等网	98	7.4.3 管理 DHCP 服务	154
5.2 组建小型 C/S 局域网	99	7.5 WWW 服务	157
5.3 资源的共享与发布	101	7.5.1 创建和管理 Web 站点	158
5.3.1 发布共享资源	101	7.5.2 配置 Web 站点	160
5.3.2 访问共享资源	104	7.6 FTP 服务	166
5.4 案例——学生宿舍对等网	108	7.6.1 FTP 的工作原理	167
5.4.1 确定组网方案	108	7.6.2 安装 FTP 服务	167
5.4.2 使用交换机组网	109	7.6.3 配置 FTP 服务	168
5.4.3 使用宽带路由器组网	110	7.7 电子邮件	174
习题	111	7.8 案例——校园网 DNS 服务器的设置	176
第6章 无线局域网的组建	113	习题	177
6.1 无线局域网概述	113	第8章 Internet 接入	178
6.1.1 无线局域网的特点	113	8.1 Internet 简介	178
6.1.2 无线局域网的协议和标准	114	8.1.1 Internet 的发展	178
6.1.3 无线局域网的组建结构	115	8.1.2 Internet 接入方式	179
6.1.4 无线局域网的硬件设备	117		



8.2 局域网接入 Internet	181	9.4 案例——校园网 BroadView 网管 系统	213
8.2.1 路由器接入 Internet	181	习题	217
8.2.2 服务器接入 Internet	185	第 10 章 局域网安全与防护	219
8.3 案例——校园网 DDN 专线 接入	188	10.1 网络安全概述	219
习题	190	10.1.1 网络安全的基本概念	219
第 9 章 局域网管理与维护	191	10.1.2 网络安全威胁	220
9.1 网络管理概述	191	10.1.3 常见网络攻击手段	221
9.1.1 网络管理的发展历史	191	10.2 Windows Server 2003 安全管理	223
9.1.2 网络管理的主要功能	192	10.2.1 事件查看器	223
9.1.3 简单的网络管理 协议 SNMP	193	10.2.2 任务管理器	225
9.1.4 网络管理系统的应用	194	10.2.3 本地安全策略	228
9.2 网络管理工具	196	10.3 网络安全防护	231
9.2.1 Windows 网络监视器	196	10.3.1 防火墙	231
9.2.2 网络工具箱 SolarWinds	201	10.3.2 入侵检测系统	234
9.2.3 其他网络工具	204	10.3.3 网络防病毒系统	235
9.3 常用网络诊断命令	206	10.4 案例——校园网安全防护体系	237
		习题	240

第1章 局域网基本知识

人类社会已经进入了一个以网络为核心的信息时代，这里的网络是指“**三网**”，即电信网络、电视网络和计算机网络，其中发展最快且起到决定性作用的是计算机网络。目前，以**Internet** 为代表的计算机网络已经深入到社会的各个领域，改变着人们的工作、学习、生活以及思维方式，其应用范围越来越广，成为信息社会的命脉和发展知识经济的重要基础。世界各国都对计算机网络给予高度重视，从某种意义上讲，计算机网络的发展水平不仅反映了一个国家的计算机科学和通信技术水平，而且已经成为衡量一国国力及现代化程度的重要标志之一。

1.1 计算机网络基础

计算机网络虽然只有半个世纪的发展历程，但其发展速度却令人惊叹。它是计算机技术与现代通信技术紧密结合的产物，实现了远程通信、远程信息处理和资源共享。经过几十年的发展，计算机网络已由早期的“终端—计算机网”、“计算机—计算机网”演变成为现代具有统一体系结构的网络。

1.1.1 计算机网络的概念

计算机网络的定义并没有一个统一的标准，而是随着网络技术的发展而不断变化的。目前已公认的有关计算机网络的定义是：计算机网络是将地理位置不同，且有独立功能的多个计算机系统利用通信设备和线路互相连接起来，且以功能完善的网络软件（包括网络通信协议、网络操作系统等）为基础实现网络资源共享的系统。

从这个定义中，可见计算机网络具有以下 4 个显著的特点。

- 计算机网络是一个互连的计算机系统群体，在地理上是分布的。
- 计算机网络中的计算机系统是自治的，即每台主机是独立工作的，它们向网络用户提供资源和服务（称为资源子网）。
- 系统互连要通过通信设施来实现。通信设施一般是由通信线路以及相关的传输、交换设备等组成（称为通信子网）。
- 主机和子网之间通过一系列的协议实现通信。

计算机网络的资源子网和通信子网的二级子网结构如图 1-1 所示。

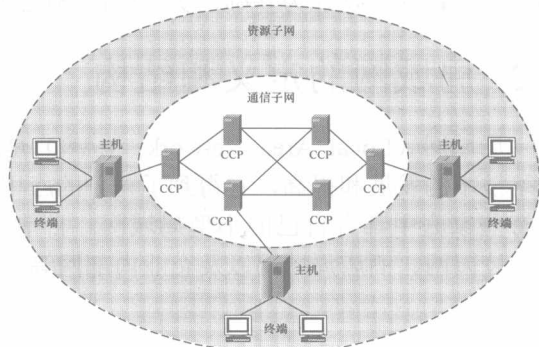


图1-1 资源子网和通信子网



1.1.2 计算机网络的作用

计算机网络的基本功能可以归纳为以下 4 个方面。

(1) 资源共享。

所谓的资源是指构成系统的所有要素，包括软、硬件资源。例如，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有关信息。由于受经济和其他因素的制约，这些资源并非（也不可能）所有用户都能独立拥有，所以网络上的计算机不仅可以使用自身的资源，也可以共享网络上的资源。因而增强了计算机的处理能力，提高了计算机软硬件的利用率。

计算机网络建立的最初目的就是为了对分散的计算机系统实现资源共享，以此提高各种设备的利用率，减少重复劳动，进而实现分布式计算的目标。

(2) 数据通信。

数据通信功能也即数据传输功能，这是计算机网络最基本的功能，主要用于计算机网络中各个节点之间的系统通信。用户可以在网上传送电子邮件、发布新闻消息以及进行电子购物、电子贸易、远程电子教育等。计算机网络使用初期的主要用途之一就是在分散的计算机之间实现无差错的数据传输。同时，计算机网络能够实现资源共享的前提条件，就是在源计算机与目标计算机之间完成数据交换任务。

(3) 分布式处理。

通过计算机网络，可以将一个任务分配到不同地理位置的多台计算机上协同完成，以此实现均衡负荷，提高系统的利用率。对于许多综合性的重大科研项目的计算和信息处理工作，可以利用计算机网络的分布式处理功能，采用适当的算法，将任务分散到不同的计算机上共同完成。同时，连网之后的计算机可以互为备份系统，当一台计算机出现故障时，可以调用其他计算机实施替代任务，从而提高了系统的安全可靠性。

(4) 网络综合服务。

计算机网络可以对文字、声音、图像、数字、视频等多种信息进行传输、收集和处理。综合信息服务和通信服务是计算机网络的基本服务功能，利用计算机网络，可以在信息化社会实现对各种经济信息、科技情报和咨询服务的信息处理，得以实现文件传输、电子邮件、电子商务以及远程访问等功能。

上面所列举的计算机网络的各个功能并不是完全独立存在的，它们之间存在着相辅相成的关系。以这些功能为基础，更多的网络应用得到了开发和普及。

1.2 局域网的定义和结构

局域网（Local Area Network, LAN）是最常见和应用最广泛的一种网络，随着计算机网络技术的发展和提高，它得到了充分的应用和普及。几乎每个单位都有自己的局域网，甚至有些家庭中都有自己的小型局域网。目前经常见到的局域网有网吧局域网、办公室局域网、校园网、酒店局域网以及企业内部网等。

1.2.1 局域网的含义与特点

电气和电子工程师学会（IEEE）对局域网的定义为：局域网中的数据通信被限制在几米至几千米的地理范围内，能够使用具有中等或较高传输速率的物理信道，并且具有较低的误码率。局域网是专用的，由单一组织机构所使用。

这一定义确定了局域网在地理范围、经营管理规模和数据传输等方面的主要特征。局域网在计算机数量配置上没有太多的限制，少的可以只有两台，多的可达几千台。

其实，对于现代的网络，已经很难进行严格的定义，只能从各种网络所提供的功能和本身特点定性地去讨论。在理解局域网时应注意把握如下要点。

- 局域网是一个专用的通信网络。
- 局域网的地理范围相对较小。
- 局域网与外部网络的接口（网关）只有一个。

局域网最基本的目的是为连接在网络上的所有计算机或其他设备之间提供一条传输速率较高、价格较低廉的通信信道，从而实现相互通信及资源共享。局域网的主要特点可以概括为如图 1-2 所示的内容。

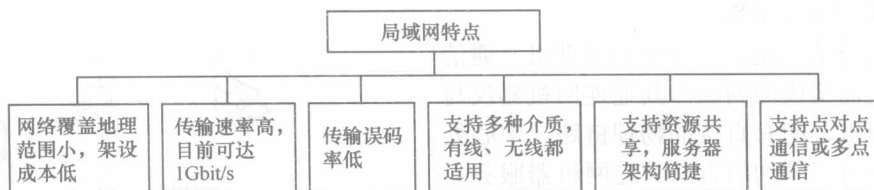


图1-2 局域网特点

1.2.2 局域网的拓扑结构

拓扑学是几何学的一个重要分支，它将实体抽象为与其形状、大小无关的点，将物体之间的连接线路抽象成与距离无关的线，进而研究点、线、面之间的关系。这种表示点和线之间关系的图被称为拓扑结构图。拓扑结构与几何结构属于两个不同的数学概念。在几何结构中，需要考察的是点、线之间的位置和形状关系，如梯形、四边形、圆等都属于不同的几何结构。但是从拓扑结构的角度去看，由于点、线间的连接关系相同，这些图形就具有相同的拓扑结构，即环形结构。也就是说，不同的几何结构可能具有相同的拓扑结构。

类似地，在计算机网络中，把计算机、主机、网络设备等抽象成点，把连接这些设备的通信线路抽象成线，用网络的拓扑结构来反映网络的结构关系。

拓扑结构是局域网组网的重要组成部分，也是关系局域网性能的重要特征，局域网拓扑结构通常分为总线型、星型、环型、树型、网状型以及蜂窝型等。下面将分别介绍各类型的结构和性能特点。

一、总线型拓扑结构

总线型拓扑结构中的所有连网设备共用一条物理传输线路，所有的数据都发往这一条线路，并能够被所有连接在线路上的设备接收。连网设备通过专用的分接头接入线路。总线型拓扑结构是局域网的一种组成形式，如图 1-3 所示。

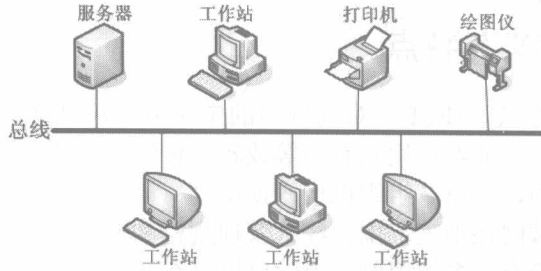


图1-3 总线型拓扑结构

总线型拓扑结构的特点如下。

- 多台机器共用一条传输信道，信道利用率较高。
- 同一时刻只能有两台计算机通信。
- 某个节点的故障不影响网络的工作。
- 网络的延伸距离有限，节点数有限。

这种结构在局域网发展初期，以同轴电缆为主要布线工具的时代使用较为广泛，目前已逐渐被淘汰。

二、星型拓扑结构

星型拓扑结构是以一台中心处理机（通信设备）为主而构成的网络，其他连网机器仅与该中心处理机之间有直接的物理链路，中心处理机采用分时或轮询的方法为连网机器服务，所有的数据必须经过中心处理机。星型拓扑结构如图 1-4 所示。

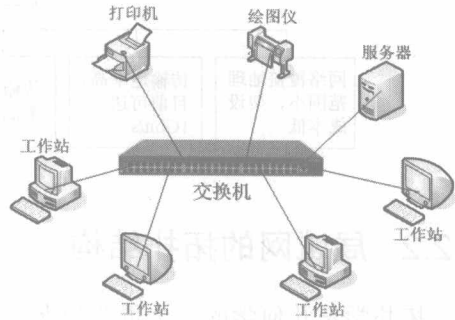


图1-4 星型拓扑结构

星型拓扑结构的特点如下。

- 网络结构简单，便于集中式管理。
- 每台计算机均需物理链路与中心处理机互连，线路利用率低。
- 中心处理机负载重，因为任何两台连网设备之间交换信息，都必须通过中心处理机。
- 连网机器的故障不影响整个网络的正常工作，但中心处理机的故障将导致网络的瘫痪。

这种结构配置灵活、易于扩展，是目前局域网中应用最为广泛的一种结构。

三、环型拓扑结构

环型拓扑结构中连网设备通过转发器接入网络，每个转发器仅与两个相邻的转发器有直接的物理线路。环形网的数据传输具有单向性，一个转发器发出的数据只能被另一个转发器接收并转发。所有的转发器及其物理线路构成了一个环状的网络系统。环型拓扑结构如图 1-5 所示。

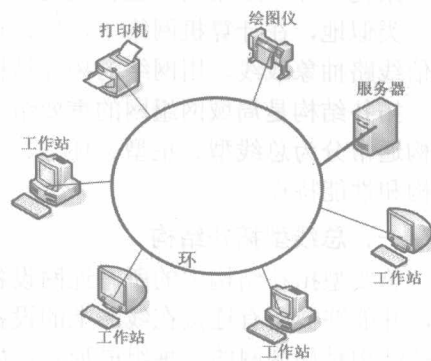


图1-5 环型拓扑结构

环型拓扑结构的特点如下。

- 实时性较好（信息在网络中传输的最大时间固定）。
- 每个转发器只与相邻两个转发器有物理链路。
- 传输控制机制比较简单。
- 某个转发器的故障将导致网络瘫痪。
- 单个环网的转发器数量有限。

这种结构适合工厂的自动化系统。IBM 公司在 1985 年推出的令牌环网（IBM Token Ring）是其应用的典范。采用这种结构的 FDDI（光纤分布式数据接口）网络也在局域网中得到了一定的应用。

四、树型拓扑结构

树型拓扑结构是从总线型拓扑结构演变而来的，它是在总线网上加上分支形成的一种层次结构，其传输介质可有多条分支，但不形成闭合回路。它将网络中的所有站点按照一定的层次关系连接起来，就像一棵树一样，由根节点、叶节点和分支节点组成。树型拓扑结构的网络覆盖面很广，容易增加新的站点，也便于故障的定位和修复，但其根节点由于是数据传输的常用之路，因此负荷较大。树型拓扑结构如图 1-6 所示。

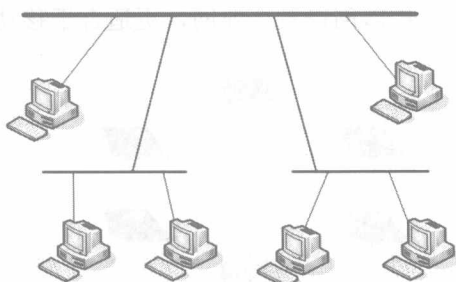


图1-6 树型拓扑结构

树型拓扑结构的特点如下。

- 易于扩展。
- 故障定位和隔离较容易。
- 对根节点依赖性太大，若根节点发生故障，则全网不能正常工作。

五、网状型拓扑结构

网状型拓扑结构是利用专门负责数据通信和传输的节点构成的网状网络，连网设备直接接入节点进行通信。网状型拓扑结构通常利用冗余的设备和线路来提高网络的可靠性，因此，节点可以根据当前的网络信息流量有选择地将数据发往不同的线路。网状型拓扑结构如图 1-7 所示。

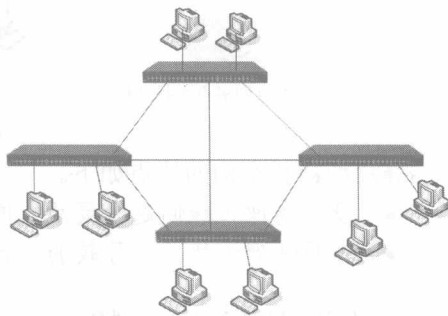


图1-7 网状型拓扑结构

网状型拓扑结构是一个全通路的拓扑结构，任何站点之间均可以通过线路直接连接。它能动态地分配网络流量，当有站点出现故障时，站点间可以通过其他多条通路来保证数据的传输，从而提高系统的容错能力，因此网状拓扑结构的网络具有极高的可靠性。但这种拓扑结构的网络结构复杂，安装成本很高，主要用于地域范围大、连网主机多（机型多）的环境，常用于构造广域网络。

网状拓扑结构的特点如下。

- 在冗余备份中此结构应用广泛，容错性能好。
- 不受瓶颈问题和失效问题的影响。



- 扩展方便。
- 故障诊断较为方便，因为网状拓扑的每条传输介质相对独立，故障点的定位和隔离较容易。
- 结构较复杂、冗余太多，安装和配置比较困难，网络协议也较复杂，建设成本高。

六、蜂窝型拓扑结构

蜂窝型拓扑结构是无线局域网中常用的结构，如图 1-8 所示。在地形复杂的地区，架设有线传输介质会比较困难，这时可利用无线传输介质（如微波、卫星、无线电、红外线等）点到点和多点传输的特征，组成无线网络。蜂窝型拓扑结构由圆形区域组成，每一区域都有一个节点（基站），区域中没有物理连接介质，只有无线介质。这种拓扑结构适用于城市网、校园网以及企业网，更适合于移动通信。

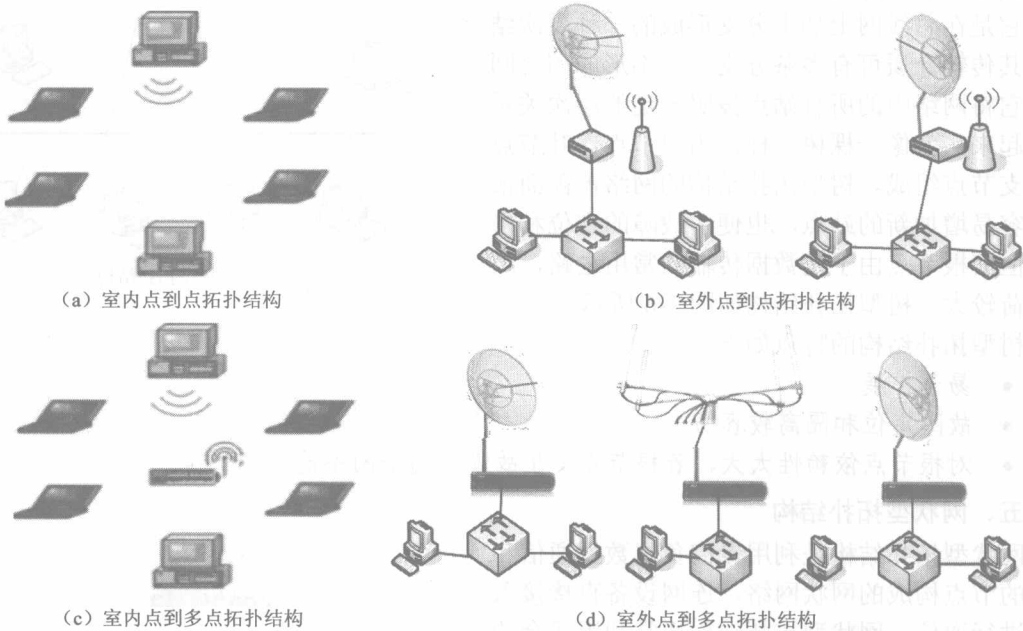


图1-8 蜂窝型拓扑结构

蜂窝型拓扑结构的特点如下。

- 没有物理布线问题，灵活方便。
- 容易受到干扰，信号较弱，也容易被监听和盗用。

1.3 数据传输与交换

数据在信源和信宿之间进行传输最理想的方式是在两个互连的站点之间直接建立传输信道并进行数据通信。但实际上，在大范围的网络环境中直接连接两个设备是不现实的，也是不可取的，只有通过网络的中间节点把数据从源站点发送到目的站点，实现数据通信。这些中间节点并不关心数据内容，而是提供一个交换设备，使数据从一个节点传到另一个节点，直至到达目的地为止。

1.3.1 数据传输技术

数据通信中使用的几种主要的数据传输技术如下。

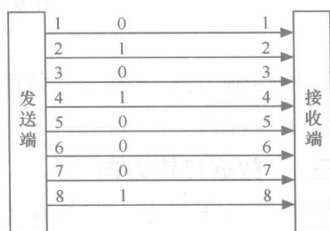
一、并行传输与串行传输

串行传输时每次传输的数据只有一位，如图 1-9 (a) 所示。由于线路成本等方面的因素，远距离通信一般采用串行通信技术。

并行传输主要用于局域网通信等距离比较近的情况，至少有 8 bit 数据同时传输，如图 1-9 (b) 所示。计算机内部的数据多是并行传输，如用于连接磁盘的扁平电缆一次就可以传输 8 bit 或 16 bit 数据，外部的并行端口及其连线也采用并行传输。



(a) 串行传输



(b) 并行传输

图1-9 串/并行传输

二、异步传输与同步传输

同步问题在数据通信中非常重要。“同步”是指接收端要按照发送端所发送信号的起止时刻和间隔时间接收数据，使得发送与接收在步调上一致，否则将会导致通信误码率增加，甚至完全不能通信。

按照通信双方协调方式的不同，目前的数据传输方式有同步和异步两种。

(1) 同步传输。

同步传输采用的是按位同步的同步技术（即位同步）。在同步传输中，字符之间有一个固定的时间间隔。这个时间间隔由数字时钟确定，因此，各字符没有起始位和停止位。在通信过程中，接收端接收数据的序列与发送端发送数据的序列在时间上必须取得同步，这里又分为两种情况，即外同步和内同步。

外同步指由通信线路设备提供同步时钟信号，该同步信号与数据编码一同传输，以保证线路两端数据传输同步，如图 1-10 所示。

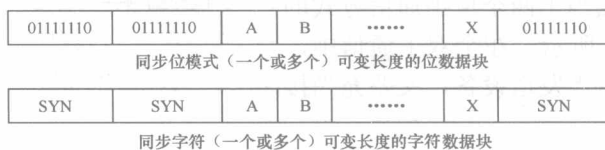


图1-10 同步传输

内同步指某些编码技术内含时钟信号，在每一位的中间有一个电平跳变，这一个跳变就可以提取出用作位同步的信号，如曼彻斯特码。

同步传输适合于大的数据块传输，这种传输方式开销小、效率高，缺点是控制比较复杂，如果传输中出现错误需要重新传送整个数据段。

(2) 异步传输。

有数据需要发送的终端设备可以在任何时刻向信道发送信号，而不需要与接收方进行同步和协商。它把每个字节作为一个单元独立传输，字节之间的传输间隔任意。为了标志字节的开始和结尾，在每个字符的开始附加 1 bit 起始位，结尾加 1 bit、1.5 bit 或 2 bit 停止位，构成一个个“字符”。这里的“字符”指异步传输的数据单元，不同于“字节”，一般略大于一个字节，如图 1-11 所示。

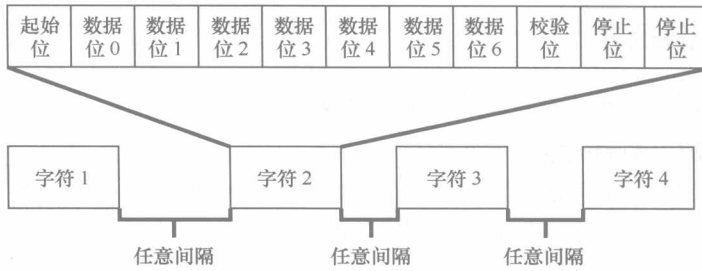


图1-11 异步传输

这种传输方式开销大、效率低、速度慢，优点是控制简单，如果传输错误只需要重新发送一个字符即可。

三、数据传输方向

根据信号在信道上的传输方向与时间关系，可以将信道的通信方式分为单工、半双工和全双工3种。

(1) 单工。

采用单工通信方式传输的数据只能在一个方向上流动，发送端使用发送设备，接收端使用接收设备，如图 1-12 (a) 所示。无线电广播和电视广播都属于单工通信。

(2) 半双工。

采用半双工通信方式传输的数据在某一时刻向一个方向传输，在需要的时候，又可以向另外一个方向传输，它实质上是可切换方向的单工通信，如图 1-12 (b) 所示。适用于会话式通信的系统。

(3) 全双工。

采用全双工通信方式传输的数据可以在两个方向上同时传输，它相当于两个单工通信方式的结合，如图 1-12 (c) 所示。在全双工通信中，通信双方的设备既要充当发送设备，又要充当接收设备。

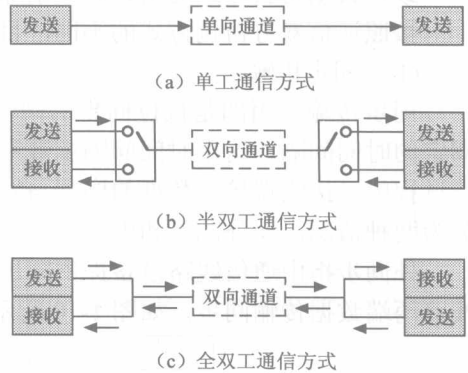


图1-12 单工、半双工与全双工通信

1.3.2 数据交换技术

数据交换技术随着微电子技术和计算机技术的发展而不断发展，从最初的电话交换到当今的数据交换、综合业务数字交换，交换技术经历了从人工交换到自动交换的过程。在数据通信中，通常有电路交换、报文交换和分组交换3种主要的交换方式。

一、电路交换

电路交换就是计算机终端之间通信时，由一方发起呼叫，独占一条物理线路。当交换机完成接续，对方收到发送端的信号后，双方即可进行通信。在整个通信过程中双方一直独占该电路，示意图如图 1-13 所示。

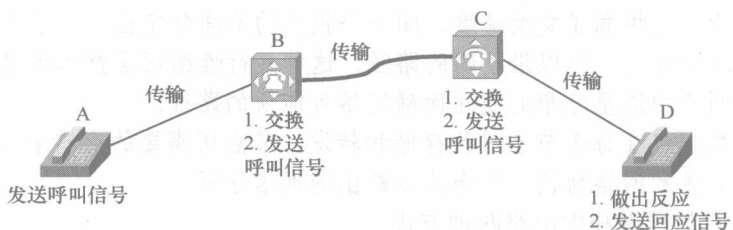


图1-13 电路交换

电路交换的特点如下。

- 网络传播实时性强、时延小、交换设备成本较低。
- 线路利用率低，电路接续时间长，通信效率低，不同类型终端用户之间不能通信。
- 适用于信息量大、报文长，经常进行通信的固定用户。

二、 报文交换

报文交换是以“存储—转发”方式在网内传输数据。先将用户的报文存储在交换机的存储器中（内存或外存），当所需要的输出电路空闲时，再将该报文发向接收交换机或终端。示意图如图 1-14 所示。

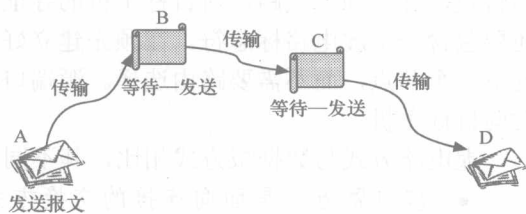


图1-14 报文交换

报文交换的特点如下。

- 中继线路利用率高，允许多个用户同时在一条线路上传送，可实现不同速率、不同规程的终端互通。
- 以报文为单位进行存储转发，网络传输时延大，且占用大量的交换机内存和外存，不能满足对实时性要求较高的用户。
- 适用于传输的报文较短、实时性要求较低的网络用户之间的通信，如公用电报网。

三、 分组交换

分组交换实质上是在“存储—转发”基础上发展起来的，兼有电路交换和报文交换的优点。它将用户发来的整份报文分割成若干个定长的数据块（称为分组或数据包），每一个分组信息都带有接收地址和发送地址，能够自主选择传输路径。数据包暂存在交换机的存储器内，接着在网内转发。到达接收端后，再去掉分组头，将各数据字段按顺序重新装配成完整的报文。在一条物理线路上采用动态复用的技术，能够同时传送多个数据分组。分组交换比电路交换的电路利用率高，比报文交换的传输时延小、交互性好。示意图如图 1-15 所示。

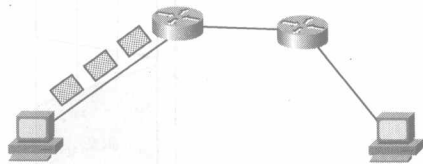


图1-15 分组交换

分组交换的特点如下。

- 高效：在分组传输的过程中动态分配传输带宽。
- 灵活：每个节点均有智能，可根据情况决定路由并对数据做必要的处理。
- 迅速：以分组作为传送单位，只有出错的分组才会被重发，因此大大降低了



重发的比例，提高了交换速度。同一个报文的不同分组在各个节点中被同时接收、处理和发送，可以沿不同的路径。这种并行性缩短了整体传输时间，并随时利用网络中流量分布的变化而确定尽可能快的路径。

- 方便：数据包在每个节点进行存储和转发，节点所需要的存储量低。
- 可靠：完善的网络协议，分布式多路由的通信子网。

分组交换又有数据报和虚电路两种方式。

(1) 数据报。

这种交换方式中，所有传送的信息在送入交换网前都被划分为更短的报文分组，每个分组除携带目标地址外，还携带所属信息包的编号。各分组独立选择路由，分别到达目的主机后，再按照信息包的编号顺序重新组合还原。

(2) 虚电路。

在发送数据前，先建立一条逻辑连接，此连接是虚拟的。数据包在每个节点处仍需存储和转发，并不独占线路。对目标主机的寻址在连接过程中进行。每个分组在包含数据之外，还要包含一个虚电路标志符。在预先建立好的路径上，每个节点都知道如何把这些分组传递到下一个节点，而不需要路由选择。源端口将全部数据分组，然后按照顺序，逐个沿虚电路发向目标主机。

虚电路方式与数据报方式相比，其不同点如下。

- 虚电路方式是面向连接的交换方式，常用于两节点之间数据交换量大的情况，能提供可靠的通信功能，保证每个分组正确到达，且保持原来的顺序。但虚电路方式有一个弱点，当某个节点或某条链路出故障而彻底失效时，则所有经过故障点的虚电路将立即被破坏，导致本次通信失败。
- 数据报方式是面向无连接的交换方式，适用于交互式会话中每次传送的数据报很短的情况。该方式省略了呼叫建立过程，因此当要传输的分组较少时，这种方式要比虚电路方式快速、灵活，而且分组可以绕开故障区而到达目的地，因此故障的影响面要比虚电路方式小得多。但数据报方式不保证分组按序到达。

四、3种交换方式的比较

图 1-16 所示为 3 种交换方式的主要区别。

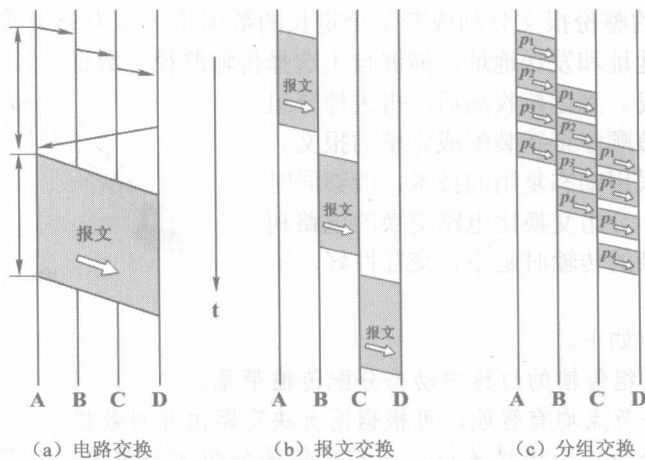


图1-16 3种交换方式的比较