

计算机网 络构建 实用教程

程晓北
赵日光
王继博 编著

SUAN JI WANG LUO GOU JIAN SHI YONG JIAO CHENG



北京邮电大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络构建实用教程/程晓北,赵日光,王继博编著. —牡丹江:黑龙江朝鲜民族出版社,2004.6

ISBN 7-5389-1200-2

I. 计... II. ①程... ②赵... ③王... III. 计算机网络-教材 IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 048272 号

书 名/ 计算机网络构建实用教程
编 著/ 程晓北 赵日光 王继博
责任编辑/ 姜贤模
责任校对/ 崔桂春 宋 伟
封面设计/ 咸成镐
出版发行/ 黑龙江朝鲜民族出版社
印 刷/ 牡丹江书刊印刷厂
开 本/ 787 × 1092 1/16
印 张/ 12.5
字 数/ 280 千字
版 次/ 2004 年 6 月第 1 版
印 次/ 2004 年 6 月第 1 次印刷
印 数/ 1-1 000 册
书 号/ ISBN 7-5389-1200-2/TP·4
定 价/ 28.00 元

(如印装质量有问题,请与本社发行部联系调换)

前 言

目前市场上计算机网络的图书品种繁多,但多数书籍都是从理论上对计算机网络或网络设备配置进行介绍。本书力图从计算机组网的实际出发,介绍计算机网络构建所用到的网络设备配置、各种策略和应用实例。本书介绍的技术以成熟技术为主,侧重计算机网络的实际应用,而不追求新技术。本书所用到的各种配置命令均以市面上应用最多的 Cisco 网络产品的配置命令为主,其他厂商的网络产品的配置命令与此类似。

本书面向的对象是从事计算机网络维护的技术人员。本书的第 1~2 章,主要对目前应用最多的以太网产品及国内通信商所能提供的广域网产品、交换机、路由器及路由器模块进行介绍。第 3~6 章,主要从路由器配置的角度进行介绍,详细介绍了 Cisco 路由器及交换机的基本配置命令、路由器接口配置、路由协议设置、拨号技术等配置内容。第 7~12 章,从网络的可靠性、安全性的角度进行介绍,详细介绍了路由器配置中的服务质量及访问控制、网络地址转换、网络时间协议、路由备份技术、网络安全技术、Vlan 技术等内容。第 13 章,介绍了一金融企业的网络配置实例。第 14~15 章,从网络日常管理的角度,详细介绍了 Cisco 网络产品的运行维护及常见网络故障的排除方法等内容。本书涉及具体配置的章节均提供了配置实例,所有章节都有练习题,部分章节还提供了实验。适合于作为企事业单位内部网络培训的教材,也可供有关工程技术人员阅读参考。

由于编者水平有限时间仓促,书中难免有不足之处,敬请读者提出宝贵意见,在此谨表谢意。

编著者

2004 年 5 月于哈尔滨

目 录

第 1 章	计算机网络简介.....	1
1.1	局域网简介.....	1
1.2	广域网资源.....	3
1.2.1	公用电话交换网.....	3
1.2.2	公用分组交换网.....	4
1.2.3	帧中继.....	4
1.2.4	数字数据网.....	5
1.2.5	数字电路.....	8
1.2.6	xDSL 接入.....	9
1.2.7	ISDN 接入.....	10
1.2.8	ATM 专线.....	11
1.3	习 题.....	12
第 2 章	网络设备简介.....	13
2.1	交换机.....	13
2.1.1	交换机简介.....	13
2.1.2	交换机的工作原理.....	15
2.1.3	交换机的分类.....	18
2.1.4	集线器与交换机的区别.....	21
2.2	路由器.....	22
2.2.1	路由器概述.....	22
2.2.2	路由器的主要功能.....	23
2.2.3	路由器和交换机的区别.....	24
2.2.4	路由器接口.....	25
2.2.5	路由器网络模块.....	27
2.2.6	接口线缆.....	31
2.3	防火墙.....	33
2.4	习 题.....	34
第 3 章	路由器配置基础.....	35
3.1	路由器配置基本方法.....	35
3.1.1	基本设置方式.....	35
3.1.2	命令状态.....	36
3.1.3	设置对话过程.....	36
3.1.4	常用命令.....	39

3.2	配置 IP 地址	41
3.2.1	IP 地址分类	41
3.2.2	子网划分	42
3.2.3	配置接口 IP 地址	45
3.3	配置点对点链路	46
3.3.1	点对点协议介绍	46
3.3.2	PPP 有关命令	46
3.3.3	多线路 PPP 有关命令	47
3.4	配置静态路由	48
3.5	配置动态路由	49
3.6	习 题	50
3.7	实 验	51
	实验一 路由器的基本设置	51
	实验二 静态路由设置	51
第 4 章	路由器接口配置	53
4.1	配置 DDN	53
4.1.1	普通 DDN 专线	53
4.1.2	E1 线路	54
4.2	配置 X.25	57
4.2.1	X.25 端口介绍	57
4.2.2	X.25 有关命令	57
4.2.3	X.25 配置实例	58
4.3	配置帧中继	62
4.3.1	帧中继技术简介	62
4.3.2	帧中继有关命令	62
4.3.3	帧中继 PPP 配置实例	63
4.3.4	帧中继 Multipoint 配置实例	64
4.4	习 题	65
第 5 章	路由协议设置	66
5.1	RIP 协议	66
5.1.1	RIP 协议简介	66
5.1.2	RIP 有关命令	66
5.1.3	RIP 配置举例	67
5.2	IGRP 协议	67
5.2.1	IGRP 有关命令	68
5.2.2	IGRP 配置举例	68
5.3	EIGRP 协议	68
5.3.1	EIGRP 协议简介	68

5.3.2	配置 EIGRP	70
5.3.3	EIGRP 路由汇总	70
5.3.4	EIGRP 手工汇总	72
5.3.5	EIGRP 的 MD5 认证	72
5.3.6	察看 EIGRP 路由进程	75
5.4	OSPF 协议	75
5.4.1	OSPF 协议简介	75
5.4.2	OSPF 有关命令	76
5.4.3	OSPF 配置举例	76
5.4.4	OSPF 身份验证	78
5.5	习 题	80
5.6	实 验	81
	实验三 动态路由及 MD5 认证	81
第 6 章	拨号技术	83
6.1	设备连接	83
6.2	端口配置	83
6.2.1	Modem 及 line 配置	83
6.2.2	异步接口配置	86
6.3	配置按需拨号路由	87
6.3.1	DDR 技术	87
6.3.2	配置传统 DDR	88
6.3.3	配置 Dialer Profile	89
6.4	配置拨号多链路 PPP	93
6.5	拨号配置实例	95
6.5.1	异步拨号备份 DDN 专线	95
6.5.2	异步拨号备份 X.25	97
6.6	习 题	101
第 7 章	服务质量及访问控制	102
7.1	服务质量	102
7.1.1	分类	102
7.1.2	拥塞管理	103
7.1.3	拥塞避免机制	105
7.2	IP 访问列表控制	106
7.2.1	标准 IP 访问列表	107
7.2.2	标准 IP 访问列表配置举例	110
7.2.3	扩展 IP 访问列表	111
7.2.4	检验 IP 访问列表	112
7.3	习 题	113

7.4 实 验.....	113
实验四 配置 QoS 及 IP 访问控制	113
第 8 章 网络地址转换.....	116
8.1 网络地址转换技术概述.....	116
8.1.1 NAT 的主要应用	116
8.1.2 NAT 分类.....	116
8.2 NAT 的几个基本概念	117
8.3 NAT 基本配置.....	118
8.3.1 静态地址转换基本配置.....	118
8.3.2 动态地址转换基本配置.....	119
8.4 查看及分析 NAT 功能	120
8.5 NAT 配置实例	120
8.6 习 题.....	123
8.7 实 验.....	123
实验五 配置 NAT	123
第 9 章 网络时间协议.....	125
9.1 网络时间协议简介.....	125
9.2 网络时间协议配置.....	125
9.2.1 配置 NTP Server.....	125
9.2.2 配置 NTP 验证	126
9.2.3 配置 NTP 关联	126
9.2.4 察看 NTP 状态	126
9.3 网络时间协议配置实例	127
9.4 习 题.....	127
第 10 章 路由器备份技术.....	128
10.1 CISCO 路由备份技术介绍	128
10.1.1 路由器自身的备份技术.....	128
10.1.2 线路备份技术.....	129
10.2 热备份路由协议配置.....	131
10.2.1 HSRP 基本配置步骤.....	131
10.2.2 HSRP 基本配置举例.....	132
10.3 使用 HSRP 实现负载均衡.....	133
10.4 习 题.....	134
第 11 章 安全技术.....	135

11.1	路由器的安全功能.....	135
11.1.1	配置口令加密服务.....	135
11.1.2	配置 enable 口令.....	136
11.1.3	配置 telnet 口令.....	136
11.2	PPP 的 CHAP 和 PAP 认证.....	137
11.2.1	口令验证协议.....	137
11.2.2	挑战-握手验证协议(CHAP).....	138
11.3	AAA 认证.....	139
11.3.1	AAA 介绍.....	139
11.3.2	配置命令.....	140
11.3.3	配置 AAA 举例.....	141
11.4	习 题.....	142
第 12 章	CISCO 交换机 VLAN 配置.....	143
12.1	VLAN 基础.....	143
12.1.1	VLAN 的划分方法.....	144
12.1.2	VLAN 工作原理.....	146
12.1.3	VTP 域基础.....	147
12.1.4	VLAN Trunk 基础.....	148
12.2	CISCO 交换机 VLAN 设置.....	149
12.2.1	配置 VTP 域.....	150
12.2.2	配置端口.....	150
12.2.3	配置 VLAN.....	153
12.2.4	配置 VLAN Trunks.....	156
12.3	VLAN 之间的路由.....	158
12.4	交换机配置实例.....	158
12.4.1	使用 RSM 实现 VLAN 之间的路由.....	158
12.4.2	使用外部路由器实现 VLAN 间路由.....	160
12.5	习 题.....	161
第 13 章	网络构建实例.....	162
13.1	网络需求.....	162
13.2	网络结构.....	162
13.2.1	通信资源.....	162
13.2.2	网络拓扑结构.....	163
13.2.3	网络管理.....	165
13.2.4	IP 地址规划.....	165
13.2.5	广域网路由协议.....	165
13.3	网络策略.....	166

目 录

13.3.1	网络可靠性策略.....	166
13.3.2	网络数据流量控制策略.....	166
13.3.3	网络安全策略.....	168
13.4	网络设备.....	168
13.5	习 题.....	169
第 14 章	CISCO 产品运行维护.....	170
14.1	CISCO 产品内存体系结构介绍.....	170
14.2	CISCO 产品配置文件维护.....	170
14.2.1	列文件命令.....	171
14.2.2	拷贝命令.....	172
14.3	CISCO 产品 IOS 损坏修复.....	174
14.3.1	用 Tftpdnld 命令修复 IOS.....	175
14.3.2	用 Xmodem 命令修复 IOS.....	175
14.4	CISCO 产品口令恢复.....	178
14.5	习 题.....	179
第 15 章	网络故障排除.....	180
15.1	局域网故障排除.....	180
15.1.1	基本方法.....	180
15.1.2	交换机经常使用的故障查找命令.....	181
15.2	广域网故障排除.....	183
15.3	习 题.....	189
参考文献.....		190

第1章 计算机网络简介

计算机网络是指独立自主、相互连接的计算机集合。独立自主意味着每台连网的计算机是完整的计算机系统，可以独立运行用户的作业；相互连接意味着两台计算机之间能够相互交换信息。计算机之间的连接是物理的，由硬件实现。计算机连接所使用的介质可以是双绞线、同轴电缆或光纤等有线介质，也可以是无线电、激光、大地微波或卫星微波等无线介质。计算机之间的信息交换具有物理和逻辑上的双重含义。在计算机网络的最底层（通常为物理层），信息交换体现为直接相连的两台机器之间无结构的比特流传输；而在物理层之上的各层所交换的信息便有了一定的逻辑结构，越往上逻辑结构越复杂，也越接近用户真正需要的形式。信息交换在低层由硬件实现，而到了高层则由软件实现。在上述定义中之所以强调联网计算机的“独立自主”性，主要是为了将计算机网络与主机加终端构成的分时系统，以及与主机加从属计算机构成的主从式系统区分开。如果一台计算机带多台终端和打印机，这种系统通常被称为多用户系统，而不是计算机网络；而由一台主控机带多台从控机构成的系统，是主从式系统，也不是计算机网络。

计算机网络的分类标准很多，比如按拓扑结构、介质访问方式、交换方式以及数据传输率等，但这些分类标准只给出了网络某一方面的特征，并不能反映网络技术的本质。事实上，确实存在一种能反映网络技术本质的网络划分标准，那就是计算机网络的覆盖范围。按网络覆盖范围的大小，我们将计算机网络分为局域网（LAN）、城域网（MAN）、广域网（WAN）和互联网。下面我们将简要介绍局域网和广域网。

1.1 局域网简介

现今是信息的时代、网络的时代，局域网是计算机网络的重要组成部分，在计算机网络建设中占有重要地位。局域网技术涉及到综合布线等许多问题，并且发展速度快，各种技术标准给人以眼花缭乱的感觉。十兆局域网标准已经成为昨日黄花，百兆局域网标准成为局域网标准中的龙头老大，千兆局域网标准正方兴未艾，万兆局域网标准也正式发布。采用何种局域网技术涉及到应用需求、综合布线系统及资金等方面的问题。现对各种局域网有关知识进行简介。

十兆局域网技术速度太低，已经不能满足实际工作的需要，正在逐渐退出历史舞台。

百兆局域网技术是成熟的技术，并且能满足目前的需求，从费用上看也比较低，是我国目前采用的主要技术。现常采用的百兆局域网技术标准 100Base-Tx，该标准要求五类综合布线系统。五类及超五类综合布线系统通常采用 RJ-45 连接器（包括插头和插座）。在我们

所使用的 100Base-Tx 网络中, RJ-45 连接器只使用了 1 和 2、3 和 6 这四个脚位来分别发送和接收数据。请注意: 因为双绞线的传输性能和抗干扰能力在很大程度上取决于绞合的紧密程度, 只有绞合的线对才能有效防止电磁干扰, 因此务必让 1 和 2 使用同一对线, 3 和 6 也使用同一对线。由于不同颜色的线对的绞合紧密程度并不一样, 所以 RJ-45 连接器的线序必须按照一定技术标准, 非规范线序的 RJ-45 连接器在十兆局域网中尚可使用, 而在百兆局域网及千兆局域网中却无法使用, 并且规范线序便于施工、日常维护和故障修复。关于 RJ-45 连接器的线序国际标准有两个, 如图 1-1。

T568A(白绿/绿/白橙/蓝/白蓝/橙/白棕/棕)

T568B(白橙/橙/白绿/蓝/白蓝/绿/白棕/棕)

二者没有本质的区别, 建议使用 T568B。

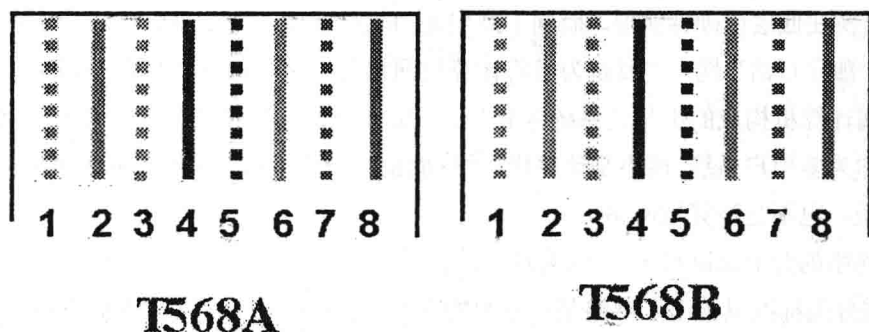


图 1-1

从 2003 年新生产的服务器和高端商用机都支持千兆局域网标准, 这标志千兆局域网产品已经正式进入实用阶段。千兆局域网标准由于支持更高的传输速度, 适用于局域网的主干。只有局域网主干速度提升到千兆, 百兆到桌面才有意义, 才能更好的支持视频以及多媒体在局域网中的应用。目前基于铜介质双绞线的千兆局域网有两个标准, 即 1000Base-T 和 1000Base-Tx。它们分别要求采用超五类、六类综合布线系统。1000Base-T 是基于四对双绞线, 全双工运行(每对线双向传输)的网络, 如图 1-2。该技术使用的是比较复杂、效率更高的编码技术, 可以运行在超五类综合布线系统上, 但这种技术要求网卡以及网络设备的接口具有较高的性能。新建设的综合布线系统至少应达到超五类标准, 以便采用此技术把局域网主干速度升级到千兆。

1000Base-Tx 也是基于四对双绞线, 但却是以两对线发送, 两对线接收, 其编码方式也相对简单。这种技术对网卡以及网络设备的接口要求比较低, 但一定需要六类综合布线系统的支持, 如图 1-2。目前六类综合布线系统费用还比较高, 随着其费用的不断降低将成为超五类综合布线系统的替代者。

万兆局域网目前只能运行在光纤布线系统中, 使用铜缆(六类综合布线)进行万兆传输的

国际标准正在起草中，预计不久以后将有产品上市。

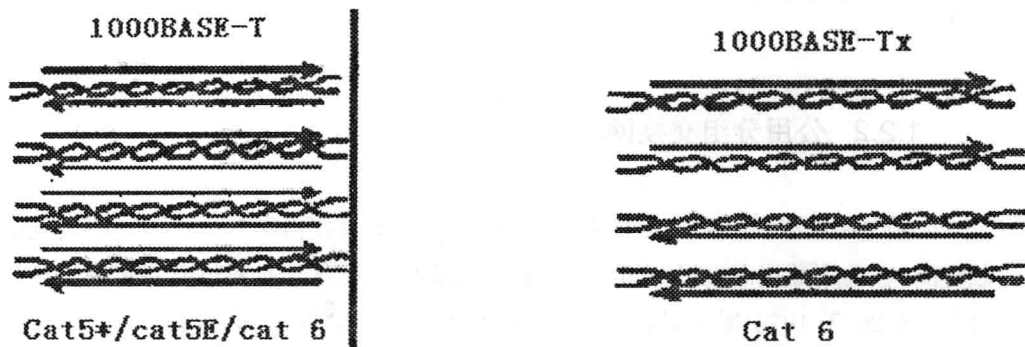


图 1-2

1.2 广域网资源

广域网（WAN）通常跨接很大的物理范围，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低，而信号的传播延迟却比局域网要大得多。广域网的典型速率是从 56 Kbps 到 155 Mbps，现在已有 622Mbps、2.4Gbps 甚至更高速率的广域网；传播延迟可从几毫秒到几百毫秒（使用卫星信道时）。广域网是由许多交换机组成的，交换机之间采用点到点线路连接，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。

下面我们将简单介绍几种常用的广域网资源：

1.2.1 公用电话交换网

公用电话交换网是以电路交换技术为基础的用于传输模拟话音的网络，也就是日常使用的固定电话网。

电话网概括起来主要由三个部分组成：本地回路、干线和交换机。其中干线和交换机一般采用数字传输和交换技术，而本地回路（也称用户环路）基本上采用模拟线路。由于 PSTN 的本地回路是模拟的，因此当两台计算机想通过 PSTN 传输数据时，中间必须经双方的 Modem 实现计算机数字信号与模拟信号的相互转换。在通信双方建立连接后电路交换方式独占一条信道，当通信双方无信息时，该信道也不能被其他用户所利用。用户可以使用普通拨号电话线或租用一条电话专线进行数据传输，使用 PSTN 实现计算机之间的数据通信是最廉价的，但由于 PSTN 线路的传输质量较差，而且带宽有限，再加上 PSTN 交换机没有存储功能，因此

PSTN 只能用于对通信质量要求不高的场合。目前通过 PSTN 进行数据通信的最高速率不超过 56Kbps, 由于速率等原因, PSTN 通常用来做备份。

1.2.2 公用分组交换网

公用分组交换网 (X.25) 标准是在 20 世纪 70 年代由国际电电话咨询委员会 CCITT 制定的“在公用数据网上以分组方式工作的数据终端设备 DTE 和数据电路设备 DCE 之间的接口”。X.25 于 1976 年 3 月正式成为国际标准。从 ISO/OSI 体系结构观点看, X.25 对应于 OSI 参考模型底下三层, 分别为物理层、数据链路层和网络层。X.25 是面向连接的, 它支持交换虚电路 (Switched Virtual Circuit, SVC) 和永久虚电路 (Permanent Virtual Circuit, PVC)。交换虚电路 (SVC) 是在发送方向网络发送请求建立连接报文要求与远程机器通信时建立的, 一旦虚电路建立起来, 就可以在建立的连接上发送数据, 而且可以保证数据正确到达接收方。X.25 同时提供流量控制机制, 以防止快速的发送方淹没慢速的接收方。永久虚电路 (PVC) 的用法与交换虚电路 (SVC) 相同, 但它是由用户和长途电信公司经过商讨而预先建立的, 因而它时刻存在, 用户不需要建立链路而可直接使用它。PVC 类似于租用的专用线路。

X.25 标准是在物理链路传输质量很差的情况下开发出来的。为了保障数据传输的可靠性, 它在每一段链路上都要执行差错校验和出错重传; 这种复杂的差错校验机制虽然使它的传输效率受到了限制, 但确实为用户数据的安全传输提供了很好的保障。X.25 网络的突出优点是可以在一条物理电路上同时开放多条虚电路供多个用户同时使用; 网络具有动态路由功能和复杂完备的误码纠错功能。X.25 分组交换网可以满足不同速率和不同型号的终端与计算机、计算机与计算机间以及局域网 LAN 之间的数据通信。X.25 网络提供的数据传输率一般为 9.6Kbps、19.2 Kbps 和 64 Kbps。

1.2.3 帧中继

帧中继 (Frame Relay, FR) 技术是一种用于广域网的帧交换技术, 它是由 X.25 分组交换技术演变而来的。为了提高网络的传输率, 帧中继技术省去了 X.25 分组交换网中的差错控制和流量控制功能, 这就意味着帧中继网在传送数据时可以使用更简单的通信协议, 而把某些工作留给用户端去完成, 这样使得帧中继网的性能优于 X.25 网, 它可以为客户提供支持多种质量服务等级 (QoS) 的、速率范围一般在 64Kbps 到 2Mbps 的虚电路 (PVC) 通道服务, 该服务适合于多种实时或非实时数据型业务。

1. FR 的优势

- (1) 采用虚电路 PVC 的方式使组网非常灵活安全, 扩展性好;

- (2) 经济实惠;
- (3) 通信质量有保障, 提供多种 QoS 保证;
- (4) 高效使用网络资源, 支持数据突发。

2. FR 接入方式

FR 多用来组建专网或实现跨地区的局域网互连, FR 组网的典型拓扑图如图 1-3。接入方式如下:

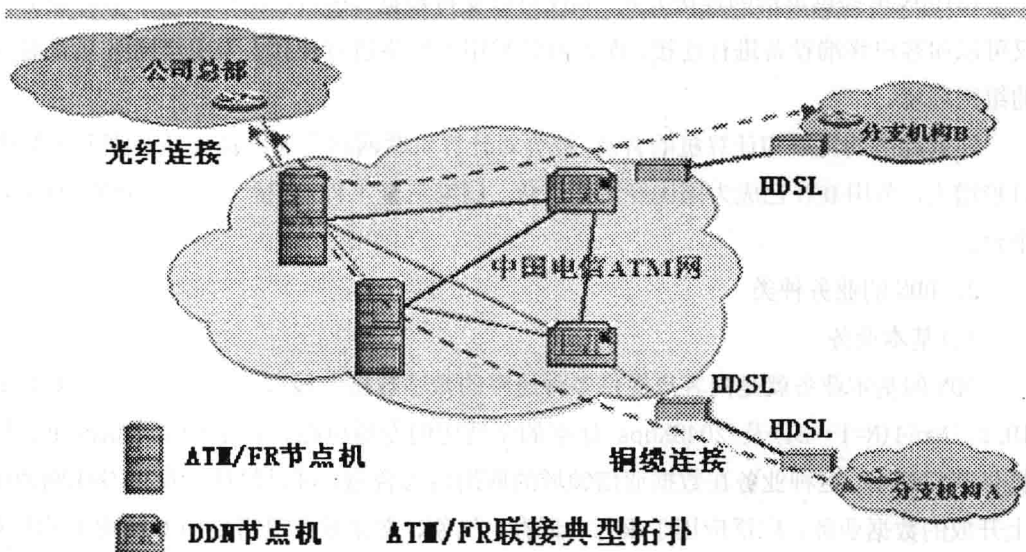


图 1-3

(1) 用户路由器一般都支持帧中继协议, 采用 MODEM 接入 (V.35 接口) 可提供 $N \times 64\text{Kbps}$ (64K 到 1984K) 速率, 同时也便于提速。

(2) 当要求 2Mbps 或更高速率时, 可采用 HDSL 或光纤等接入方式。

1.2.4 数字数据网

数字数据网 (Digital Data Network, DDN) 是一种利用数字信道提供数据通信的数据传输网, 它的传输媒介有光缆、数字微波、卫星信道、普通电缆和双绞线, 它主要提供点到点及点到多点的数字专线或专网。DDN 有四个组成部分: 数字通道、DDN 节点、网管控制和用户环路。

1. DDN 的特点

DDN 是利用数字信道来连续传输数据信号, 它不具备数据交换的功能, 不同于通常的报文交换网和分级交换网, 归纳起来 DDN 有以下几个特点:

(1) 传输速率高, 网络时延小。由于 DDN 采用了同步转移模式的数字时分复用技术, 用

户数据信息根据事先约定的协议,在固定的时隙以预先设定的通道带宽和速率,顺序传输,这样只需按时隙识别通道就可以准确地将数据信息送到目的终端。由于信息是顺序到达目的终端,免去了目的终端对信息的重组,因此,减小了时延。目前 DDN 可达到的最高传输速率为 155Mbit/s,平均时延 $\leq 450\mu\text{s}$ 。

(2)DDN 为全透明网。DDN 是任何规程都可以支持,不受约束的全透明网,可支持网络层以及其上的任何协议,从而可满足数据、图像、声音等多种业务的需要。

(3)DDN 可提供灵活的连接方式。DDN 可以支持数据、语音、图像传输等多种业务,它不仅可以和客户终端设备进行连接,而且可以和用户网络进行连接,为用户网络互连提供灵活的组网环境。

随着经济的发展和计算机的普及,社会对计算机联网和传递高速优质数据业务的需求量日趋增大,公用 DDN 已成为国民经济信息化、国家三金工程(金桥、金卡、金关)的主要通信平台。

2. DDN 的业务种类

(1)基本业务

DDN 的基本业务就是向客户提供多种速率的数字数据专线服务,可以提供 2.4、4.8、9.6、19.2、 $N \times 64$ ($N=1 \sim 31$) 及 2048Kbps 速率的全透明的专用电路,在某些限定情况下,还可以提供其它速率。这种业务在数据通信领域的应用最为普遍,可以替代在模拟专线网或电话网上开放的数据业务,广泛应用于银行、证券、气象、文化教育等需要用专线业务的行业,适用于 LAN/WAN(局域网/广域网)的互连、不同类型网络的互连以及会议电视等图像业务的传输。

(2)其它业务

一点对多点通信业务,一点对多点通信业务可分为广播多点通信业务和双向多点通信业务。该项业务的主要特点是数据信息流可从一点同时传送到多点,使多点同时获得同一种信息,可以是数据信息、图像信息和语音信息。广播多点通信业务可应用于一点发、多点收的通信场合,如信息公布(股票、新闻等)、传真等领域。例如,深圳、上海证券交易所利用 DDN 同时向全国证券公司传送股市行情,方便广大股民进行操作。

双向多点通信业务可应用于集中监视、信用卡验证、金融事务、销售点、数据库服务、预定系统、行政管理等领域。例如,城市交通的监视系统就可利用 DDN 传送各交通路口的交通状态,及时进行交通管制。

3. DDN 接入方式

用户接入方式大体上分为用户终端设备接入方式和用户网络与 DDN 互连方式两种,用户网络可以是局域网、专用数字数据网、分组交换网、用户交换机以及其他用户网络。DDN 组网的典型拓扑图如图 1-4。

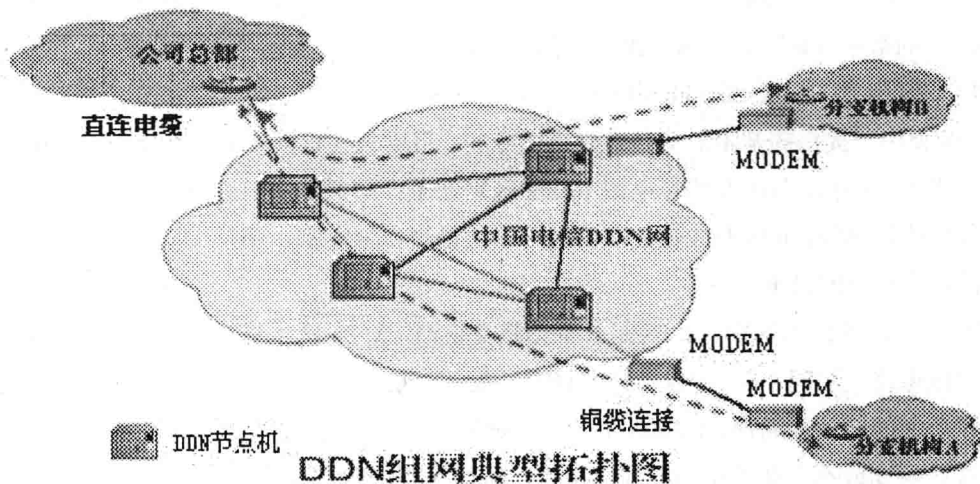


图 1-4

用户网络与 DDN 互连方式根据我国 DDN 技术体制的要求，基本方式如下：

(1) 二线模拟传输方式

支持模拟用户入网连接，在交换方式下，同时需要直流环路、PBX 中继线、E&M 信令传输。

(2) 二线(或四线)话带 MODEM 传输方式

支持的用户速率由线路长度、调制解调器(MODEM)的型号而定。

(3) 二线(或四线)基带传输方式

基带 Modem 传输方式接入分为低速 Modem(64Kbps 以下速率，V.24 接口)和高速 Modem($N \times 64\text{Kbps}$ ，V.35 接口)。

(4) 基带传输加 TDM 复用传输方式

这种传输方式实际上是在二线(或四线)基带传输的基础上，再加上 TDM 复用设备，为多个用户入网提供连接。

(5) 话音/数据复用传输方式

在现有的市话用户线上，采用频分或时分的方法实现电话/数据独立的数据复用传输。在 DOV 设备中，还可加上 TDM 复用，为多个用户提供入网连接。

(6) 2B+D 速率的 DTU 传输方式

DTU(数据终端单元)采用 2B+D 速率，二线全双工传输方式，为多个用户提供入网。DTU 接入是最常用的接入方式，支持 128Kbps 及以下的所有速率，可提供 V.24 或 V.35 接口。

(7) PCM 数字线路传输方式

这种方式是当用户直接用光缆或数字微波高次群设备时，可与其它业务合用一套 PCM 设备，其中一路 2048Kbps 进入 DDN 节点机。

(8) DDN 节点通过 PCM 设备的传输方式

在用户业务量大的情况下, DDN 节点机可放在用户室内, 将所传的数据信号复用到一条 2048Kbps 的数字线路上, 通过 PCM 的一路一次群信道进入 DDN 骨干节点机。

4. DDN 与 PSTN、X. 25、FR 的区别

DDN 为用户提供的业务是点到点的专线。租用一条点到点 DDN 数字专线与租用一条电话专线十分类似。DDN 专线与电话专线的区别在于: 电话专线是模拟信道, 带宽窄、质量差、数据传输率低; DDN 专线是数字信道, 其质量高、带宽宽, 并且采用热冗余技术, 具有路由故障自动迂回功能。

DDN 与 X. 25 网的区别, X. 25 是一个分组交换网, X. 25 网本身具有 3 层协议, 用呼叫建立临时虚电路。X. 25 具有协议转换、速度匹配等功能, 适合于不同通信规程、不同速率的用户设备之间的相互通信。而 DDN 是一个全透明的网络, 它不具备交换功能, 利用 DDN 的主要方式是定期或不定期地租用专线。从用户所需承担的费用角度看, X. 25 是按字节收费或按固定月租收费, 而 DDN 是按固定月租收费。所以 DDN 适合于需要频繁通信的局域网之间或主机之间的数据通信。DDN 网提供的数据传输率一般为 9. 6、19. 2、 $N \times 64$ ($N=1-31$) 及 2048Kbps, X. 25 网络提供的数据传输率一般为 9. 6Kbps、19. 2Kbps 和 64Kbps。

我们可以把帧中继看作一条虚拟专线。用户可以在两结点之间租用一条永久虚电路并通过该虚电路进行通信, 用户也可以在多个结点之间通过租用多条永久虚电路进行通信。实际租用专线 (DDN 专线) 与虚拟租用专线的区别在于: 对于实际租用专线, 用户可以每天以线路的最高数据传输率不停地发送数据, 在用户不发送数据时线路空闲不会再提供给其它用户; 帧中继网和 X. 25 网都采用虚电路复用技术, 以便充分利用网络带宽资源, 降低用户通信费用, 在线路主干上是多个用户共享带宽。用户可以在某一个时间段内按线路峰值速率发送数据, 当用户不发送数据时, 通信商可以把骨干带宽分给其他用户。每个用户的平均数据传输速率低于预先约定的水平, 换句话说, 通信商对虚拟专线的收费要少于物理专线。

1.2.5 数字电路

数字电路 (PCM) 接入是指不依赖 DDN 和 FR 等接入网, 直接通过传输系统提供的 PCM 2Mbps 物理传输电路进行数据通信的一种接入方式。该业务提供的电路速率只能是 SDH 体系中的模块信号速率, 基本的速率有以下几种: 2Mbit/s、155Mbit/s、622Mbit/s、2. 5Gbit/s, 多个 2Mbit/s 速率可以叠加使用。其主要特点是不依赖 DDN 和 FR 等接入网, 技术较为简单, 专线费用较低, 同时传输质量又有较高的保证。

1. 数字电路 (PCM) 特点:

- (1) 是不依赖 DDN 和 FR 等的接入网;
- (2) 端到端保证并独享接入带宽, 数据不能突发;
- (3) 电路速率仅提供 $N \times 2$ Mbps、155Mbps... 速率, 不能平滑设定, 调配不灵活;