

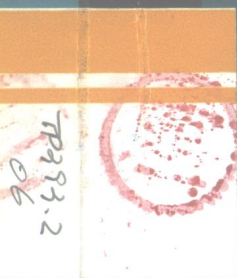
O'REILLY FUNDAMENTALS™

职业网络管理员培训教材
第三册 (共八册)

广域网络

广域网络

Wide Area Networks



陈 明 译

O'REILLY
FUNDAMENTALS

中国电力出版社

陈
明
译

广域网络

Wide Area Networks

陈明译

O'REILLY®

Beijing • Cambridge • Farnham • Köln • Paris • Sebastopol • Taipei • Tokyo

中国电力出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

广域网络 / (美) 韦斯特耐特技术培训公司 (WestNet Learning Technologies) 编著; 陈明译. —北京: 中国电力出版社, 2000.5

(职业网络管理员培训教程丛书)

书名原文: Wide Area Networks

ISBN 7-5083-0261-3

I . 广 … II . ①韦 … ②陈 … III . 远程网络 - 技术培训 - 教材 IV . TP393. 2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 02464 号

北京市版权局著作权合同登记

图字: 01-2000-0192 号

Simplified Chinese Edition, jointly published by O'Reilly & Associates, Inc. and China Electric Power Press, 2000. Authorized translation of the English edition, 1999, WestNet Learning Technologies, the owner of all rights to publish and sell the same.

All rights reserved including the rights of reproduction in whole or in part in any form.

简体中文版由 O'Reilly & Associates, Inc. 授权中国电力出版社出版 2000。英文原版的翻译得到 WestNet Learning Technologies 的授权。此简体中文版的出版和销售得到出版权和销售权的所有者——WestNet Learning Technologies 的许可。

版权所有, 未得书面许可, 本书的任何部分和全部不得以任何形式复制。

书 名 / 广域网络

书 号 / ISBN 7-5083-0261-3

责任编辑 / 刘江

审 校 / 蔡惠斌

封面设计 / Ellie Volckhausen, Hanna Dyer, 张健

出版发行 / 中国电力出版社

地 址 / 北京三里河路 6 号 (邮政编码 100044)

经 销 / 全国新华书店

印 刷 / 北京市地矿印刷厂

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 16 开本 19.5 印张 312 千字

版 次 / 2000 年 7 月第一版 2000 年 7 月第一次印刷

印 数 / 0001-5000 册

定 价 / 45.00 元 (册)

目录

前言	1
第一章 广域网简介	3
目的	3
历史回顾	5
远程通信的解决方案	6
公共网与专用网	7
网络连接	7
网络延伸	10
广域网概观	12
远程通信服务与概念	13
模拟语音网络	18
语音网络技术	19
租用线路	27
远程通信网络接口	28
电路和虚电路	30
总结	33
问题与练习	33

第二章 广域网部件	35
目的	35
数据终端设备 / 信道服务单元接口	35
亚速率 (Subrate) 设备	36
数据电话数字服务 (DDS)	37
多路复用器	37
编码解码器 (Codec)	38
时分多路复用 (TDM)	38
调制解调器	39
数字订户线路	53
数字订户专线和 Internet 访问	57
专用分支交换机	64
微波系统	65
卫星通信	68
广域网连接选择	73
总结	75
问题与练习	76
 第三章 点到点选择	 77
目的	77
点到点选择	77
拨号连接	78
租用线路	79
数字数据服务 (DDS)	80
交换式 56	81
T1, T1 分线, T1-fp 与 T3	82
同步光纤网 (SONET)	92
数据链路层协议	102
总结	109
问题与练习	109

第四章 广域交换选择	111
目的	111
广域交换	111
总结	115
第五章 X.25 总览	116
目的	116
X.25 服务	118
X.25 协议	118
分组装配 / 拆分器(PAD)	120
开销与性能	120
X.25 分组协议	121
总结	123
问题与练习	124
第六章 综合业务数字网	125
目的	125
ISDN 服务	127
ISDN 协议	128
ISDN 访问点	132
ISDN 应用实例	133
宽带 ISDN (B-ISDN) 和异步传输模式 (ATM)	135
小结	141
问题与练习	141
第七章 帧中继	142
目的	142
简介	142
广域网趋势	143
什么是帧中继?	143

帧中继术语	145
帧中继的实施	146
终端用户对帧中继网络的访问	148
帧中继与专线网的比较	149
帧中继帧	152
帧中继寻址	156
使用帧中继的 LAN 互连	157
帧中继服务	158
信元中继和 ATM	163
总 结	164
 第八章 城域网	167
目的	167
IEEE 802.6 与 DQDB	167
双 总 线	168
自我修复操作	169
分布式队列	171
协议细节	172
SMDS（交换式多兆位数据服务）	173
SMDS 协议	174
总 结	177
问题与练习	177
 第九章 光纤通道	178
目的	178
光纤通道综述	178
网络和通道	179
光纤通道协议	180
总 结	183
问题与练习	183

第十章 异步传输模式	185
目 标	185
传输模式	186
B-ISDN 与 ATM	188
信元头细节	192
虚路径和虚通道	193
ATM 运输层	196
SONET 上的 ATM	196
ATM 设备	197
ATM 网络	200
VLAN 对 ATM 的透明	201
局域网仿真	201
运行中的 ATM	204
总 结	206
问题与练习	206
 第十一章 广域网总结	 221
使用 LAN/MAN/WAN 技术的实例网络	225
 词汇表	 229

前言

简介

本书对广域网工业进行了广泛的阐述，另外还具体描述了各种远程通信技术和数据网络技术。我们希望本书能为您提供大量信息，同时又便于您使用。

本书内容

本书安排了三个主要部分。这些部分列表如下：

第一部分：广域网基础

第一章 广域网简介

第二章 广域网部件

第二部分：广域网的连接选择

第三章 点到点选择

第四章至第十章 广域交换选择

第三部分：总结

第十一章 广域网总结

更多的信息

如您希望得到更多的信息，可以用电话、传真或电子邮件同我们联系。我们很高兴为您提供更多的关于产品和服务方面的信息。

奥莱理软件（北京）有限公司

<http://www.oreilly.com.cn>

E-mail: info@mail.oreilly.com.cn

电话: (010)66412305

传真: (010)86631007

第一章

广域网简介

本章将介绍电话行业内通用的一些通信服务和概念。本章包含通信公司、价目表、模拟网络原则、双工和远程通信网络接口等主题。

目的

本章的目的是：

- 理解广域网连接的不同类型
- 理解远程通信服务的基础内容
- 识别用于建立连接的部件
- 区分与不同类型的部件相对应的 OSI 模型各层
- 了解各种类型的部件分别在何时使用
- 理解线路速度对城域网 / 广域网性能的影响

电话通信信道通常被看作“线路”。我们可以假定 OSI 模型的第一层就是通过这种“线路”把比特传输给相邻节点的。很显然，对于局域网我们就不能做这种假定。在局域网中，我们曾经学过一些用于局域网通信信道上的技术知识。这些知识对我们现在的学习有很大的帮助，因为局域网技术跨越 OSI 模型的第 1、2 层，而且从更大范围上来讲，其基本概念与用于电话通信信道的技术也是相关的。

在学习的过程中，我们可以忽略其他的一些远程通信技术（即远距离信道技术）的知识，这是因为通信体系结构可以有效地把这些技术与更高层隔离开来。信道当然不仅仅是“线路”，实际上，它们是具有独立通信体系结构和特殊技术的复杂网络。通信体系结构中提供的分离只限于软件上的分离。销售或支持通信产品（即使是那些很适合 OSI 模型的第 2、3 层的产品）的那些人也经常面临一些公共交换网和类似的专用网上的技术和经济问题。

本章的前两节将介绍一些电话技术，即交换语音通信技术，这些为后面的章节提供必要的背景知识。接着将讨论公共交换网络的通信信道是如何用于数据通信的，以及语音和数据通信是如何被集成的。我们还将为你讲述一些有趣的进一步集成了的语音和数据通信的新技术。最后我们将为你介绍远程通信的几个主要的服务提供商和他们的服务价目表。

在本书中，我们将使用术语“订户 (subscriber)”而不是“用户 (user)”或“节点 (node)”来代表那些使用电话网络的人和给定站点上的组织或者企业，但是有时候，从上下文也可以清楚地看出我们指的是单个用户还是一个企业的所有站点。

从最广泛的角度来看，今天的远程通信网络的演化经历了四个阶段：

1. 19 世纪中叶之后的 100 年间，模拟语音网络的发展。
2. 20 世纪 50 年代末以后，模拟语音网络向计算机与终端之间的数字数据传输演变。
3. 从模拟语音网络向数字语音传输技术的转化，这种转化开始于 60 年代，结束于 1980 年（在美国）。
4. 数字语音网络向数据通信的过渡，开始于 80 年代初期的 T1 数字应用，在 90 年代得到延续并结合了综合业务数字网 (ISDN) 和异步传输模式 (ATM)。

有许多种方法可以把局域网转换成广域网。当我们需要把大范围的不同类型的网络连接起来时，广域网所要达到的目标同互联网络的目标可以说是一样的。

历史回顾

现存美国的（实际上是世界上的）模拟电话网络代表了许多重要的工程成就。

1835年，莫尔斯经过三年的实验，完成了他的第一个电磁电报设备的模型。这个模型包括一个通过开关电子电路发送信号的发射器、一个用于记录信号的电磁接收器和一个把信号翻译成字母和数字的编码算法。他后来发明了一套用于在长距离内发送信息的电磁接力系统。这项工作不是他独自完成的，他得到了当时许多名人的援助。Joseph Henry 提供了一些技术援助；当时的一位著名的银行家提供了他经费上的资助。在他提出专利申请的七年后，1843年，美国国会通过了一项3万美元的拨款，用于搭建一条从华盛顿哥伦比亚特区到马里兰州巴尔的摩的实验线路。一年后他在这条线路上发送了一条消息。后来他建立了自己的公司来推广他的发明，这样他的发明使用权没有被美国政府购买。他还被卷入了一系列代价很高的诉讼，最终他都赢了。他的发明在世界上提供了一种实际的通信基础设施。实际上，这套系统代表了第一套电子数字传输系统。

1874年，贝尔检测到，在线路中，通过电流强度的变化，语音可以被电流传送，而且这种变化与语音造成的空气密度的变化相对应。1876年2月14日，他为电话的发明申请了专利。1876年3月10日，他发送出了第一句经由线路上的电流来传输的话。

如果不是因为客观上的需要而产生了改变连接的方法，电话并没有多大用处。1878年，在康涅狄格州的纽黑文建立了第一个交换局，它是后来所有那些被称作中心局的先驱。

为了使了解电话技术的发展现状，请看下面摘自 AT&T 网页上的统计数据：

- AT&T网络每个工作日处理超过1亿8千5百万次语音、数据和图像的访问。
- 它遍及270多个国家和地区。
- 它可提供到200多个国家和地区的直接拨号访问。
- 它提供了业内最快的访问建立时间。
- 它实际上是百分之百数字化的。
- 它包括超过27亿5千万的传输设施线路。
- 它的百分之九十五以上的通信量都是通过光缆传输的。

- 它使用实时网络路由，由 133 种可能的路由之一自动完成呼叫。
- 它通过使用获得专利的 FASTER (SM) 系统自动选择经过故障光缆的呼叫的路由，以确保网络的可靠性。

我们的周围到处存在着远程通信网络。它已经从起初的 50 年代末的连接传感器、武器系统和命令控制中心的军用互连网络，发展成一个现代社会中任何领域都能使用的系统：银行和金融系统（远程出纳系统，电子基金过户网络，股票佣金网络和存款验证系统）；预定系统（航空和旅游公司，旅馆和汽车旅馆，运动会，音乐会等等）；食品杂货店和零售店的收款系统；居家购物系统以及办公室和工厂系统（自动化、公司网络的分时计算和电子邮件系统）。带有调制解调器的个人计算机现在可以访问很大范围的网络并为网络的发展提供了巨大的动力。

网络按照地理覆盖面积被划分为局域网（覆盖面积直径不超过几千米）、城域网（覆盖面积直径达到几十千米）和广域网（有些可覆盖整个世界）。

下面几个例子说明了现代网络所覆盖的范围。现在，一个大的汽车制造公司能操作一个总共连接超过 50 万台计算设备和电话的网络，该网络连接着世界上的 1 万 8 千个地区。美国航空公司的 SABRE 预定网络把全球的上万台视频终端连接到了六台大型机上（每秒钟处理 1800 条信息，或日处理 6000 万条信息）。有时候 SABRE 网络的年度预算都比航空公司自身的预算大。因特网把上千个网络连接到了在一起并在快速地增长着，现在因特网上已经安装了上千万台计算机、终端和外围设备。

如今，传送语音、数据和视频信号的通信系统已遍布全球。信息能从卫星上发送并沿着大洋间的电缆传送；基于计算机的各种系统在晚上不停地运作着，处理着远方（可能远方当时的时间正是中午）传来的信息。任何组织，如果对通信和计算机技术如何改变着这个世界无动于衷，都将被它的竞争对手（现在地球上的任何国家都可能存在竞争对手）在性能和机动性上挫败。

远程通信的解决方案

远程通信从两个主要技术领域发展而来：计算机领域和通信领域。因此远程通信也有两个基本的解决方案，分别来自这两个领域。一种方案被描述为计算机通信，

另一种被描述为通信计算机。我们使用通用术语“远程通信 (telecommunication)”就是要包括这两个方案。

我们被计算机技术包围着,从小型的个人计算机到大型机,但我们没有注意它们怎样应付类似于转换电话呼叫或处理金融交易的事。现在有的计算机只是某件东西的一部分(比如像电视、汽车、洗衣机里的计算机)。这些计算机的大多数所做的工作不仅仅是计算,它们还与其他设备进行通信。这种可以通信的计算机的数目在不断增加着。这对通信的发展是一个巨大的动力,它还导致了我们称之为计算机通信的产生。

通信发展的另一个动力是通信计算机。目前,许多通信上的工作是基于计算机技术的。一种观点是:“在数据处理(计算机)和数据通信(传输和交换设备)之间没有根本差别。”目前的通信设施使用在计算机领域发展起来的数字传输技术。现在世界各地使用和安装的数字交换局就是一些特殊目的的计算机和一些有史以来制造的最为精密和强大的计算机的集合。美国远程通信网络是世界上最大的计算机集合。世界上有百分之九十八以上的电话是互相连接的(所谓互相连接是指任意两个电话之间可以在物理上实现连接)。

公网与专用网

本书是关于广域网的,特别是讲述如何在长距离内把数据网络连接到一起,这个距离可能是跨越一个城市,也可能是跨越全球。用于把局部网络连接到一起的设施类型是不同的。当设施由一个远程通信公司而不是一个专用组织提供时,它们被看作公共设施;当该设施由使用它们的组织拥有和操纵时,它们被看作专用设施。本书所讨论的每一项技术都可以在公共或专用的基础上实现。术语“用户前端设备”(Customer Premise Equipment, CPE)通常用于代表被特别组织拥有和操纵的专用设备。

网络连接

网络可以根据节点连接的方式来分类:点到点信道,指两个节点使用一条单一的通信信道(见图 1-1);广播信道,指多个节点共享一条信道。

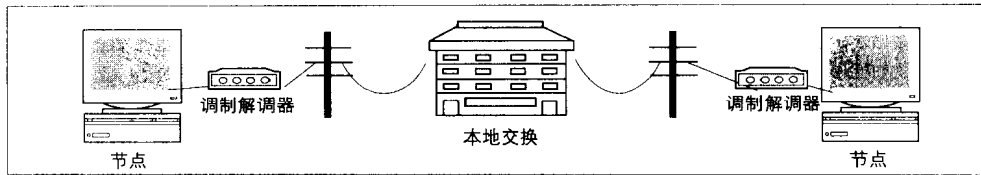


图 1-1 点到点网络

点到点信道

点到点信道在同一时刻不能被两个以上的节点共享。(然而,多个信道可以通过特殊的通信信道设备被“多路复用”到一个单一的传输线路上,这就像许多语音呼叫可以共享一条电话线一样。)多个节点可能被连接到一条单一的信道(多点的)上,但是这些信道节点中只有一个是主节点。主节点在同一时刻允许不超过两个节点使用这条信道。点到点网络可以根据非直接相连的节点之间如何通信来进一步划分。

分组交换网络不建立连接,因此被称作是无连接的。信息分组从一个节点传到另一个节点时,有可能在到达目的地之前经过许多节点;许多分组可能同一时刻会在相同节点之间移动。这就像过去的电报网络,并且分组交换网络中的分组也类似于数据报。TCP/IP 网络是分组交换网络的例子(见图 1-2)。

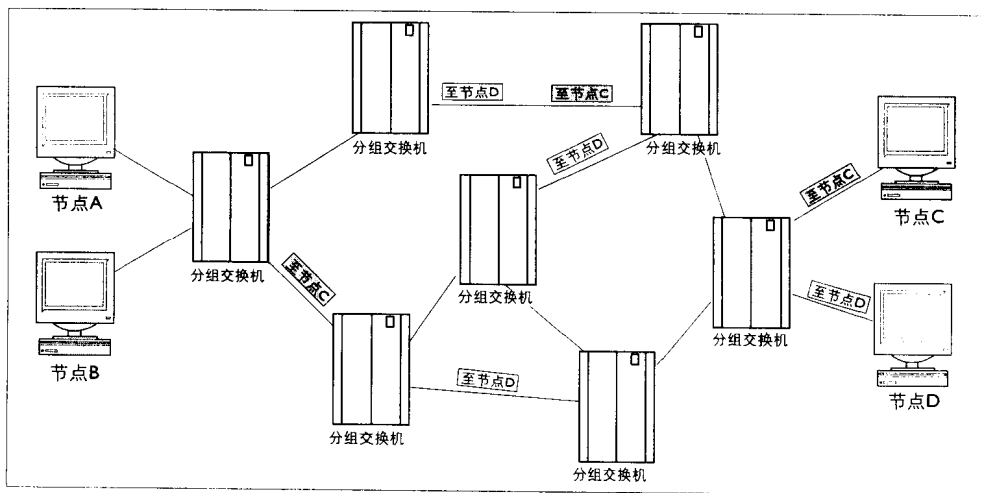


图 1-2 分组交换网络

电路交换网络需要在两个节点之间建立物理连接，通过在中间节点（或者是其他节点或者是主机）之间“交换”数据分组来在两个节点之间传送分组。分组是一组数据，它可能包含两个应用程序之间的部分或全部信息。电路交换网络类似于语音电话系统，这种连接一般被称作虚电路。虚电路在节点之间为数据建立在连接期间不变的单一路由。因此，它们是面向连接的。IBM 的 SNA 和异步传输模式（ATM）是电路交换网络的例子（见图 1-3）。

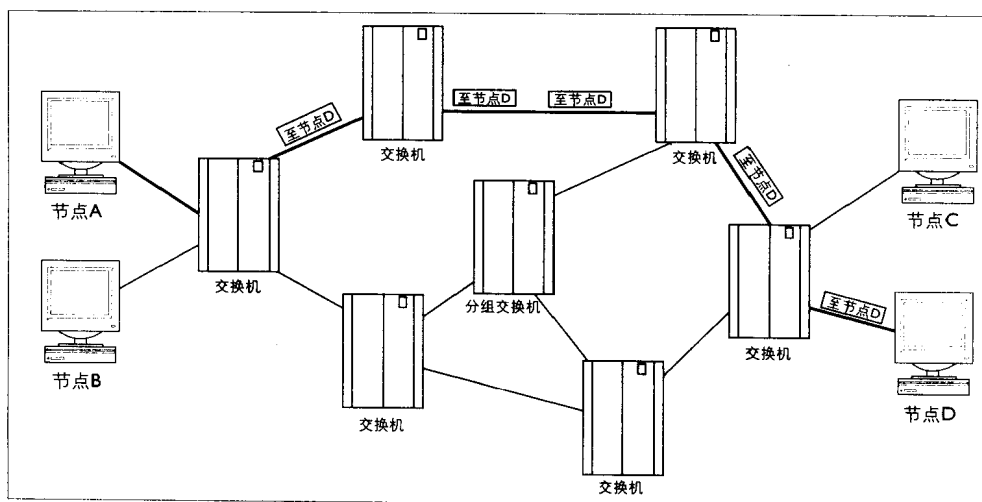


图 1-3 电路交换网络

在数据通信的早期，所有的网络都是电路交换的，现在仍然有许多这样的网络。最近，对广域网来说，重点转向了分组交换，主要是因为它允许单一网络中的更多节点之间建立互连。对分组交换来说，需要的通信信道更少（因为信道被多个用户共享），并且网络互连更容易完成。

数据通信协议的分层将在本章稍后讨论。正像你将看到的那样，分层造成了网络较低层是无连接的，而较高层则是连接的；相反的，较低层建立连接而较高层是无连接的情况也可能出现。