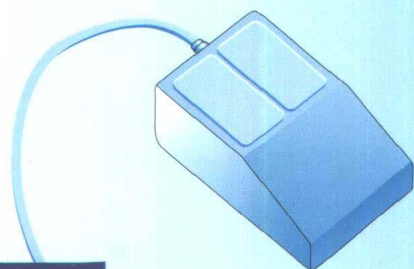


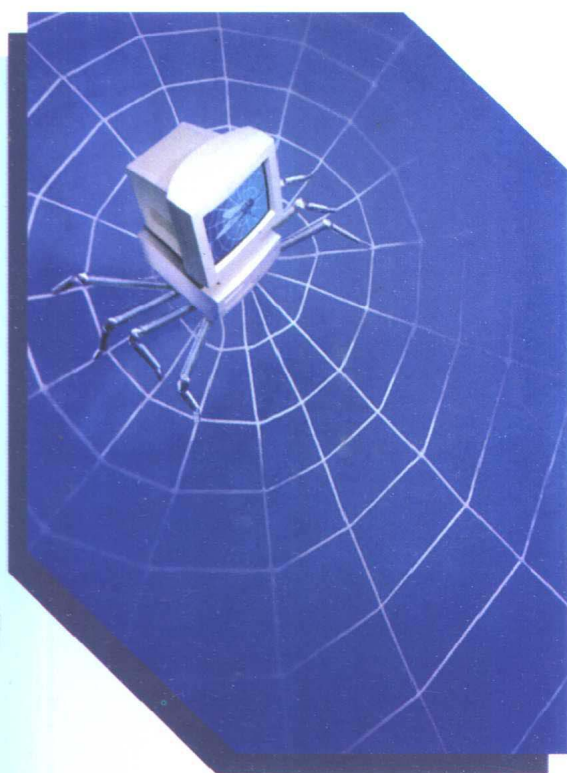
A Guide to Designing  
and Implementing Local and  
Wide Area Networks

经典培训方案

# 局域网 与广域网



# 的设计 与实现



(美) Michael Palmer 著  
Robert Bruce Sinclair 译  
师夷工作室



机械工业出版社  
China Machine Press

I T P

# 局域网/广域网 的设计与实现

(美) Michael Palmer 著  
Robert Bruce Sinclair  
师夷工作室 译



机械工业出版社  
China Machine Press

本书系统介绍和深入分析当今流行的各种网络技术;并详细讲解它们之间的联系和差别。主要内容包括:LAN/WAN互连,网络传输设备,ATM、TCP/IP、SONET、帧中继、ISDN、SMDS、DSL、X.25等流行的网络技术以及网络技术的未来发展方向等。

本书是一本关于LAN/WAN网络技术的优秀论著,内容翔实,语言通俗易懂,适用于不同程度的从事网络设计与管理或者将来从事网络设计与管理的人员,可作为大专院校的网络教材,也可作为网络技术培训教材和参考书。

Michael Palmer, Robert Bruce Sinclair: A Guide to Designing and Implementing Local and Wide Area Networks.

Original edition copyright © 1999 By Course Technology-ITP. All Rights Reserved.

本书中文版由美国Thomson公司授权机械工业出版社独家出版。未经出版者书面许可,不得以任何方式复制或抄袭本书内容。

版权所有,侵权必究。

本书版权登记号:图字:01-2000-1312

#### 图书在版编目(CIP)数据

局域网/广域网的设计与实现/(美)帕尔默(Palmer, M.), (美)辛克莱尔 (Sinclair, R. B.)著:  
师夷工作室译. -北京:机械工业出版社, 2000.8

ISBN 7-111-08147-1

I. 局… II. ①帕… ②辛… ③师… III. ①局部网络-基本知识 ②广域网-基本知识 IV. TP398.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2000)第63904号

机械工业出版社(北京市西城区百万庄大街22号 邮政编码 100037)

责任编辑:李新阳

北京牛山世兴印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2000年8月第1版·2001年3月第2次印刷

787mm×1092mm 1/16·20.25印张

印数:6 001-7 000册

定价:32.00元

凡购本书,如有倒页、脱页、缺页,由本社发行部调换

# 译者序

网络作为即将跨入的知识经济时代支柱产业——信息产业的主角，其发展将越来越在国民经济中起到举足轻重的作用。随着我国科技的不断进步，国内的数据和网络市场也进入迅猛发展时期。充分而迅速地了解和掌握纷至沓来的各种网络技术，在网络工程建设中学习和掌握各种组网设备的使用方法，成为当前广大网络工程技术人员迫切需要。

这是一本关于LAN/WAN网络技术的优秀著作。本书对当今流行的各种网络技术进行了深入分析和详尽讨论，并详细讲解它们之间的联系和差别。本书主要内容包括：LAN/WAN互连、网络传输设备、ATM、TCP/IP、SONET、帧中继、ISDN、SMDs、DSL、X.25等流行的网络技术以及网络技术未来的发展方向等。本书内容翔实，语言通俗易懂，适用于不同程度的从事网络设计与管理或者愿意在将来从事网络设计与管理的人员。

本书在组织上具有鲜明的特色，每章的开始列出了读者需要掌握的知识点，每章的最后为读者准备了大量的复习题以巩固读者的学习效果。此外，通过精心构造的项目案例和可选的团队案例作业，读者可以在实践中增强工程实施和网络知识综合运用能力，不至于流于纸上谈兵。综上所述，本书非常适合于作为本科、专科学校的网络教材，也可以作为网络技术培训用书和辅导材料。

本书由师夷工作室姜南、赵钧等翻译而成，此外工作室的其他许多成员也参与了本书的翻译和录入校对排版工作。由于水平有限时间匆忙，若有差错之处敬请读者谅解。

师夷工作室

2000年4月15日

# 前言

## 面向读者

本书特别为有兴趣掌握更多网络技术的人们和信息系统专家而编写。书的内容和教授方式竭力为读者提供真正的交互式学习实践，以适应日新月异的网络工业的挑战。除了书中的资料外，每一章都包含有实际的项目练习，帮助读者通过不同的任务循序渐进地学习。每一章中还都有项目案例研究，让读者充当解决问题的人员，那么为了提出切实可行的方案，就要求读者利用并强化此章中学习的有关知识。

## 特征

在本书中使用的许多特征都是为了提高其教学价值，并帮助读者全面理解网络概念。

- **目标：**每章的开始处都给出了一张在本章中应该掌握的概念的清单。该清单为读者提供了本章内容和要点，可以帮助学习。
- **图示和表格：**大量的服务器屏幕和组件图示可以帮助读者更为清楚直观地学习常见的安装步骤、理论和概念。另外书中还提供了许多表格，这些表格一般是一些细节性的东西，以及某些工程或理论信息的比较。
- **项目练习：**尽管理解网络技术背后的理论十分重要，但是如果不进行实际的练习，那么仍然不会有任何提高。因此，在每一章中我们都提供了大量的项目练习，在介绍理论知识后，再为读者提供一些实际的实践经验。
- **小结：**每一章的正文最后都对本章介绍的概念进行了一下小结。这些总结可以帮助读者重温 and 掌握每一章的思想和概念。
- **复习题：**在每一章的最后，都提供了一些复习题，目的是为了强化读者对本章引入的概念的理解。这些问题是为了让读者能够更好地理解本章的内容而设计的。
- **项目案例：**在每一章的最后，是连续的运行实例。作为一个顾问(假想读者是一个网络设计顾问)，读者要通过真实的设计和实现场景，实际运用一下在本章学习的技巧和知识。

## 正文和图形约定

在本书适当的地方，我们增加了一些额外的信息和练习，目的是为了让读者更好地理解本章所讨论的内容。在正文中，图标用以提醒读者这是一些额外的材料。在本书中所使用的图标如下：

-  注意图标指示的是一些与所描述的主题相关的有用的材料。
-  在具体的操作之前，将列出一个项目练习图标和对每一个项目练习的简要说明。
-  提示一般是作者的一些经验，该部分内容是关于如何解决问题或者在现实情形下应该怎么做去做的信息。

-  这部分内容为读者设想了一些潜在的错误或问题，以及如何防止这些错误和问题。
-  项目案例图标指示的是要进行一个案例。这些内容基于场景并且关联极大。在这个很大的实例中，要求读者独立运用所掌握的知识。

## 阅读需知

### 硬件与软件需求

在本书中，作者设计了一些项目练习，为指导老师和学生提供了一些学习资源。下面列出了阅读本书所需要的硬件和软件。

本书中的大多数工程要求：

- 实验室中应有运行Microsoft Windows 95、Windows 98或Windows NT 4.0的计算机。
- 具有Web浏览器和Internet 访问功能的工作站。
- 绘图工具包如VISIO、AutoCAD或Microsoft Paint。

本书中的有些工程还需要：

- 以太网或令牌环网以查看其中的设备并说明其如何使用。
- 局域网TCP/IP的网络。
- 访问校园网络或具备WAN设施的本地商业网络。

本书中的少数工程需要：

- 网络集线器或交换机，以及电缆，如10Base-T集线器或交换机，或令牌环MAU或CAU，学生可以用来进行实践。
- 测试实验室，里面有暴露的同轴电缆或双绞线，以及运行Microsoft Windows 95、Windows 98或Windows NT 4.0的计算机。
- 供学生观察的RG-58A/U、STP、UTP和光纤电缆。
- 供学生观察的不同类型的集线器，如未管理的集线器、堆栈式集线器和底盘集线器(在实验室、计算机中心或当地商业机构中)。
- 构造同轴电缆和/或双绞线的设备，如电缆、连接器、压接工具和剥线钳。

要成功地完成本书中的项目，一个重要的因素是访问LAN/WAN，以观察网络资源。几乎在所有的案例中，如果项目要求使用Windows，其实就包含了Windows 95、Windows 98和Windows NT。在指导手册中可以获得关于以很低的价钱或无须花钱就可以找到网络互连设备的建议。

# 目 录

译者序

前言

第1章 LAN/WAN环境下的网络概述 .....1

1.1 LAN和WAN的定义 .....1

1.2 LAN和WAN的历史 .....5

1.2.1 引导LAN和WAN发明的历史事件  
简述 .....5

1.2.2 LAN和WAN的历史 .....8

1.3 LAN/WAN集成 .....13

1.4 使用网桥、路由器和网关连接LAN和  
WAN简介 .....14

1.5 LAN和WAN间的数据集成 .....15

1.6 本章小结 .....15

1.6.1 复习题 .....16

1.6.2 项目练习 .....18

1.6.3 项目案例 .....19

1.6.4 可选的团队案例作业 .....20

第2章 LAN/WAN集成 .....21

2.1 OSI模型 .....21

2.1.1 物理层 .....22

2.1.2 数据链路层 .....24

2.1.3 网络层 .....25

2.1.4 传输层 .....26

2.1.5 会话层 .....26

2.1.6 表示层 .....26

2.1.7 应用层 .....27

2.2 协议栈间的通信 .....28

2.3 应用OSI模型 .....30

2.4 网络类型 .....31

2.4.1 总线拓扑结构 .....32

2.4.2 环形拓扑结构 .....33

2.4.3 星形拓扑结构 .....34

2.4.4 星型物理布局中的总线网络 .....35

2.5 LAN传输方法 .....35

2.5.1 以太网 .....35

2.5.2 令牌环网 .....37

2.5.3 FDDI .....39

2.6 广域网络通信 .....40

2.6.1 远程通信广域网 .....41

2.6.2 有线电视广域网 .....43

2.6.3 无线广域网 .....44

2.7 WAN传输方法 .....45

2.8 本章小结 .....46

2.8.1 复习题 .....47

2.8.2 项目练习 .....50

2.8.3 项目案例 .....52

2.8.4 可选的团队案例 .....53

第3章 物理传输选项 .....54

3.1 网络标准化组织 .....54

3.1.1 美国国家标准化协会 .....54

3.1.2 电气电子工程师协会 .....55

3.2 国际通信联盟 .....55

3.3 国际标准化组织 .....55

3.3.1 Internet 协会和Internet工程任  
务组 .....56

3.3.2 电子工业联合会和通信工业联  
合会 .....56

3.4 介质类型 .....56

3.4.1 同轴电缆 .....56

3.4.2 双绞线 .....59

3.4.3 光纤电缆 .....62

3.4.4 光纤/同轴混合电缆 .....64

3.4.5 无线通信 .....65

3.5 数据接口类型 .....67

3.5.1 包传输 .....68

3.5.2 单元传输 .....68

3.6 WAN载波类型 .....69

3.6.1 点对点 .....69

|                          |     |                             |     |
|--------------------------|-----|-----------------------------|-----|
| 3.6.2 T载波 .....          | 69  | 5.3.1 价格构成 .....            | 127 |
| 3.6.3 SONET .....        | 71  | 5.3.2 带宽规划 .....            | 128 |
| 3.6.4 ISDN .....         | 71  | 5.3.3 服务商和用户的设备 .....       | 129 |
| 3.6.5 无线 .....           | 72  | 5.4 本章小结 .....              | 129 |
| 3.7 本章小结 .....           | 72  | 5.4.1 复习题 .....             | 130 |
| 3.7.1 复习题 .....          | 73  | 5.4.2 项目练习 .....            | 133 |
| 3.7.2 项目练习 .....         | 76  | 5.4.3 项目案例 .....            | 136 |
| 3.7.3 项目案例 .....         | 79  | 5.4.4 可选的团队案例作业 .....       | 137 |
| 3.7.4 可选的团队案例作业 .....    | 79  | 第6章 语音与数据集成: 优化带宽 .....     | 138 |
| 第4章 传输设备 .....           | 80  | 6.1 视频技术 .....              | 138 |
| 4.1 LAN传输设备 .....        | 80  | 6.2 MPEG视频重放 .....          | 140 |
| 4.1.1 NIC .....          | 80  | 6.3 音频技术 .....              | 141 |
| 4.1.2 转发器 .....          | 83  | 6.4 视频与音频采样 .....           | 142 |
| 4.1.3 多站访问部件 .....       | 85  | 6.5 语音、视频与数据集成及传输 .....     | 142 |
| 4.1.4 集线器 .....          | 86  | 6.5.1 压缩和文件格式 .....         | 142 |
| 4.1.5 网桥 .....           | 88  | 6.5.2 同步 .....              | 143 |
| 4.1.6 路由器 .....          | 92  | 6.5.3 延迟 .....              | 143 |
| 4.1.7 桥式路由器 .....        | 95  | 6.5.4 抖动 .....              | 144 |
| 4.1.8 交换机 .....          | 95  | 6.6 LAN和WAN中多媒体的传输 .....    | 144 |
| 4.1.9 网关 .....           | 97  | 6.7 传统LAN设计与多点传送问题 .....    | 148 |
| 4.2 WAN传输设备 .....        | 97  | 6.8 LAN设计解决方案——快速以太网 .....  | 149 |
| 4.2.1 多路转接器 .....        | 98  | 6.9 WAN设计与多点传送问题 .....      | 150 |
| 4.2.2 信道组 .....          | 99  | 6.9.1 降低成本、提高性能 .....       | 151 |
| 4.2.3 专用电话网络 .....       | 99  | 6.9.2 提高WAN性能的厂商及产品特点 ..... | 151 |
| 4.2.4 调制解调器 .....        | 100 | 6.10 销售商、标准以及电话技术的热点 .....  | 152 |
| 4.2.5 访问服务器 .....        | 101 | 6.11 本章小结 .....             | 153 |
| 4.2.6 路由器 .....          | 102 | 6.11.1 复习题 .....            | 153 |
| 4.3 本章小结 .....           | 102 | 6.11.2 项目练习 .....           | 157 |
| 4.3.1 复习题 .....          | 103 | 6.11.3 项目案例 .....           | 159 |
| 4.3.2 项目练习 .....         | 106 | 6.11.4 可选的团队案例作业 .....      | 159 |
| 4.3.3 项目案例 .....         | 109 | 第7章 TCP/IP的过去、现在和未来 .....   | 161 |
| 4.3.4 可选的团队案例作业 .....    | 110 | 7.1 TCP/IP的历史 .....         | 161 |
| 第5章 LAN/WAN/LAN的连接 ..... | 111 | 7.2 TCP/IP .....            | 162 |
| 5.1 LAN的拓扑结构 .....       | 111 | 7.3 传输控制协议 .....            | 162 |
| 5.1.1 物理介质设计 .....       | 113 | 7.4 使用用户数据报协议而不是TCP .....   | 165 |
| 5.1.2 配置设备 .....         | 117 | 7.5 网际协议 .....              | 165 |
| 5.1.3 维护和支持 .....        | 125 | 7.6 IP编址 .....              | 168 |
| 5.2 准备连接WAN .....        | 125 | 7.7 IPV6 .....              | 169 |
| 5.3 WAN拓扑结构 .....        | 127 | 7.8 TCP/IP应用协议 .....        | 173 |



|                             |     |                               |     |
|-----------------------------|-----|-------------------------------|-----|
| 7.8.1 Telnet .....          | 173 | 8.5.2 DSL服务类型 .....           | 204 |
| 7.8.2 文件传输协议 .....          | 174 | 8.6 SONET .....               | 206 |
| 7.8.3 简单邮件传输协议 .....        | 174 | 8.6.1 通信介质和特性 .....           | 206 |
| 7.8.4 域名服务 .....            | 175 | 8.6.2 SONET网络拓扑和故障恢复 .....    | 207 |
| 7.8.5 地址解析协议 .....          | 177 | 8.6.3 SONET分层和OSI模型 .....     | 208 |
| 7.8.6 简单网络管理协议 .....        | 177 | 8.6.4 SONET帧 .....            | 208 |
| 7.8.7 其他常用的TCP/IP应用协议 ..... | 179 | 8.7 本章小结 .....                | 209 |
| 7.9 TCP/IP和OSI的比较 .....     | 180 | 8.7.1 复习题 .....               | 209 |
| 7.10 本章小结 .....             | 180 | 8.7.2 项目练习 .....              | 213 |
| 7.10.1 复习题 .....            | 181 | 8.7.3 项目案例 .....              | 215 |
| 7.10.2 项目练习 .....           | 185 | 8.7.4 可选的团队案例作业 .....         | 216 |
| 7.10.3 项目案例 .....           | 187 | 第9章 ATM技术 .....               | 217 |
| 7.10.4 可选的团队案例作业 .....      | 188 | 9.1 ATM概述 .....               | 217 |
| 第8章 WAN传输方法 .....           | 189 | 9.2 ATM的特点 .....              | 218 |
| 8.1 X.25 .....              | 189 | 9.3 ATM分层通信 .....             | 219 |
| 8.1.1 X.25和OSI模型 .....      | 190 | 9.3.1 ATM物理层 .....            | 219 |
| 8.1.2 X.25的传输模式 .....       | 190 | 9.3.2 ATM层 .....              | 220 |
| 8.1.3 X.25的连接特性 .....       | 191 | 9.3.3 ATM适配层 .....            | 221 |
| 8.1.4 X.25的帧结构 .....        | 192 | 9.3.4 ATM服务和应用层 .....         | 221 |
| 8.1.5 X.25的部署 .....         | 193 | 9.4 ATM信元结构 .....             | 222 |
| 8.2 帧中继 .....               | 193 | 9.5 ATM如何工作 .....             | 223 |
| 8.2.1 帧中继分层通信 .....         | 194 | 9.5.1 ATM虚拟电路 .....           | 223 |
| 8.2.2 交换和虚拟连接 .....         | 195 | 9.5.2 ATM传输特征 .....           | 224 |
| 8.2.3 帧格式 .....             | 195 | 9.6 ATM设计考虑 .....             | 225 |
| 8.2.4 帧中继电话(VOFR) .....     | 196 | 9.6.1 ATM组件 .....             | 225 |
| 8.2.5 厂商服务 .....            | 196 | 9.6.2 ATM交换机 .....            | 225 |
| 8.3 ISDN .....              | 196 | 9.6.3 ATM交换机的特征及类型 .....      | 226 |
| 8.3.1 联网的I.200业务 .....      | 197 | 9.6.4 标准网络接口类型 .....          | 227 |
| 8.3.2 数字通信服务 .....          | 198 | 9.7 ATM拓扑结构 .....             | 228 |
| 8.3.3 ISDN和OSI分层通信 .....    | 199 | 9.8 ATM主干网络 .....             | 229 |
| 8.3.4 帧格式 .....             | 200 | 9.9 ATM LAN应用 .....           | 230 |
| 8.3.5 使用ISDN要考虑的方面 .....    | 200 | 9.9.1 LANE组件 .....            | 230 |
| 8.3.6 ISDN连接设备 .....        | 201 | 9.9.2 ATM上的经典IP .....         | 231 |
| 8.4 SMDS .....              | 201 | 9.9.3 ATM上的多协议 .....          | 232 |
| 8.4.1 SMDS体系结构 .....        | 202 | 9.10 虚拟LAN .....              | 232 |
| 8.4.2 SMDS分层通信和信元结构 .....   | 202 | 9.11 LAN及WAN环境中的ATM网络管理 ..... | 233 |
| 8.4.3 有关SMDS .....          | 203 | 9.12 到桌面的ATM .....            | 233 |
| 8.5 DSL .....               | 203 | 9.13 连接到一个WAN .....           | 233 |
| 8.5.1 DSL基础 .....           | 204 | 9.13.1 ATM与帧中继 .....          | 233 |

|        |                      |     |        |                   |     |
|--------|----------------------|-----|--------|-------------------|-----|
| 9.13.2 | SMDS和ATM             | 235 | 10.6.4 | 可选的团队案例作业         | 264 |
| 9.14   | 本章小结                 | 235 | 第11章   | 未来的技术和服           | 265 |
| 9.14.1 | 复习题                  | 235 | 11.1   | 未来的联网需求           | 265 |
| 9.14.2 | 项目练习                 | 239 | 11.1.1 | Internet          | 266 |
| 9.14.3 | 项目案例                 | 240 | 11.1.2 | 电子邮件、电子商务和多媒体     | 266 |
| 9.14.4 | 可选的团队案例作业            | 241 | 11.1.3 | 客户机/服务器应用         | 267 |
| 第10章   | 网络协议体系结构: 优点和        |     | 11.1.4 | 电子数据交换            | 270 |
|        | 缺点                   | 242 | 11.1.5 | Internet和Extranet | 270 |
| 10.1   | LAN协议                | 242 | 11.1.6 | 网上教育              | 271 |
| 10.2   | LAN协议属性              | 243 | 11.2   | 适应未来需要的可选LAN方案    | 272 |
| 10.3   | LAN操作系统和协议           | 243 | 11.2.1 | 快速以太网             | 272 |
| 10.3.1 | Novell NetWare       | 244 | 11.2.2 | IEEE 802.3u标准     | 272 |
| 10.3.2 | Microsoft Windows NT | 246 | 11.2.3 | IEEE 802.12标准     | 274 |
| 10.3.3 | AppleTalk            | 248 | 11.2.4 | 吉位以太网             | 274 |
| 10.3.4 | TCP/IP               | 248 | 11.3   | 适应未来需要的可选WAN方案    | 276 |
| 10.3.5 | DLC和SNA              | 249 | 11.3.1 | SONET             | 276 |
| 10.4   | 改善LAN的性能             | 249 | 11.3.2 | 卫星WAN             | 278 |
| 10.5   | WAN协议                | 250 | 11.4   | 未来的挑战             | 279 |
| 10.5.1 | X.25                 | 250 | 11.4.1 | 服务质量              | 280 |
| 10.5.2 | SLIP                 | 250 | 11.4.2 | LAN所面临的挑战         | 280 |
| 10.5.3 | PPP                  | 251 | 11.4.3 | WAN所面临的挑战         | 281 |
| 10.5.4 | 帧中继                  | 252 | 11.5   | 本章小结              | 282 |
| 10.5.5 | ATM                  | 252 | 11.5.1 | 复习题               | 283 |
| 10.5.6 | SMDS                 | 253 | 11.5.2 | 项目练习              | 286 |
| 10.5.7 | SONET                | 253 | 11.5.3 | 项目案例              | 288 |
| 10.5.8 | SS7                  | 253 | 11.5.4 | 可选的团队案例作业         | 289 |
| 10.6   | 本章小结                 | 253 | 缩写词语表  |                   | 290 |
| 10.6.1 | 复习题                  | 254 | 术语表    |                   | 294 |
| 10.6.2 | 项目练习                 | 258 | 参考文献   |                   | 310 |
| 10.6.3 | 项目案例                 | 263 |        |                   |     |

# 第1章 LAN/WAN环境下的网络概述

一位年轻的女士由于长期患糖尿病，出现并发症——肾功能衰竭，住进了医院。她的健康状况不断恶化，医生们奔走求救，寻找可匹配的捐赠肾。医生们使用了各种可得到的信息来源——与其他医院联系、向其他医生求助，还与捐赠组织进行了联系。在最后时刻，信息来源之一——一个计算机信息网络，找到了与之匹配的捐赠肾的来源。

计算机信息网络无时无刻不在影响着我们的生活，有时颇有戏剧色彩，有时就是这个尘世中的看似世俗的事情。

人们的思想通过信息网络链接起来反映了人类长期以来就存在彼此通信的需要。在公元前700年左右时，古希腊人就驯养家鸽并建立了一个基本的信息网络。百万年之后，1819年，Hans Oersted证明了载有电流的电线能够使磁化的针发生扭曲，从而打开了基于电线的电报网络的大门。如今，人们已经广泛拥有了计算机信息网络，计算机网络无处不在。

本章中，我们将介绍将人类与信息链接起来的局域网、广域网技术的历史和发展，还将讨论集成短距离和长距离信息网络的不同方法。

阅读完本章并完成练习后，您将能够：

- 定义网络的不同类型。
- 讲述LAN和WAN的历史。
- 讨论LAN和WAN的集成。
- 解释网桥、路由器和网关的基本功能。
- 掌握网络协议集成的方法。

## 1.1 LAN 和WAN的定义

最基本的网络是口头间的通信：观点从一个人传递到另一个人——这是人类用语言对话时就采用的方式。早期人们掌握的另一种网络是电话系统，每一部电话连接着很长的电缆和通信设备网络，连接着家庭和城市的电话线在小巷和高速公路上随处可见，这些蜂窝电话采用的是卫星网络。

计算机网络只不过是组成口头通信和电话通信的元素的扩展。与口头通信相同，计算机网络也是将一个人或团队的信息传递给另外的人或群体。同时，计算机网络与电话系统也很相似，即使用通信电缆和无线电波在空间传输信息，在空间各点间采用了特殊的设备来确保每一条消息到达正确的接收者。

**计算机网络**是由通信电缆或无线电波链接的由计算机、打印设备、网络设备和计算机软件组成的系统。最早的计算机网络是在铜线上传送数据的，但如今网络可以通过电线、光纤介质、无线电波和微波来传输数据、声音和视频通信了(见图1-1)。作为一种技术，计算机网络通信的速度接近光速，与其他通信形式(如无线电、电视、电话等)相比，具有极大的优越性。

计算机网络根据其距离和复杂性可以分成三类：局域网、城域网和广域网(见图1-2)。**局域网(Local Area Network, LAN)**位于图示的一端，有互连的计算机、打印机和其他在短距离间共享

硬件、软件资源的计算机设备组成。其服务区域可以是一间小型办公室、建筑的一层或整个写字楼，例如某大学的化学系，其中每间办公室和实验室的计算机都由通信电缆连接(见图1-3)。

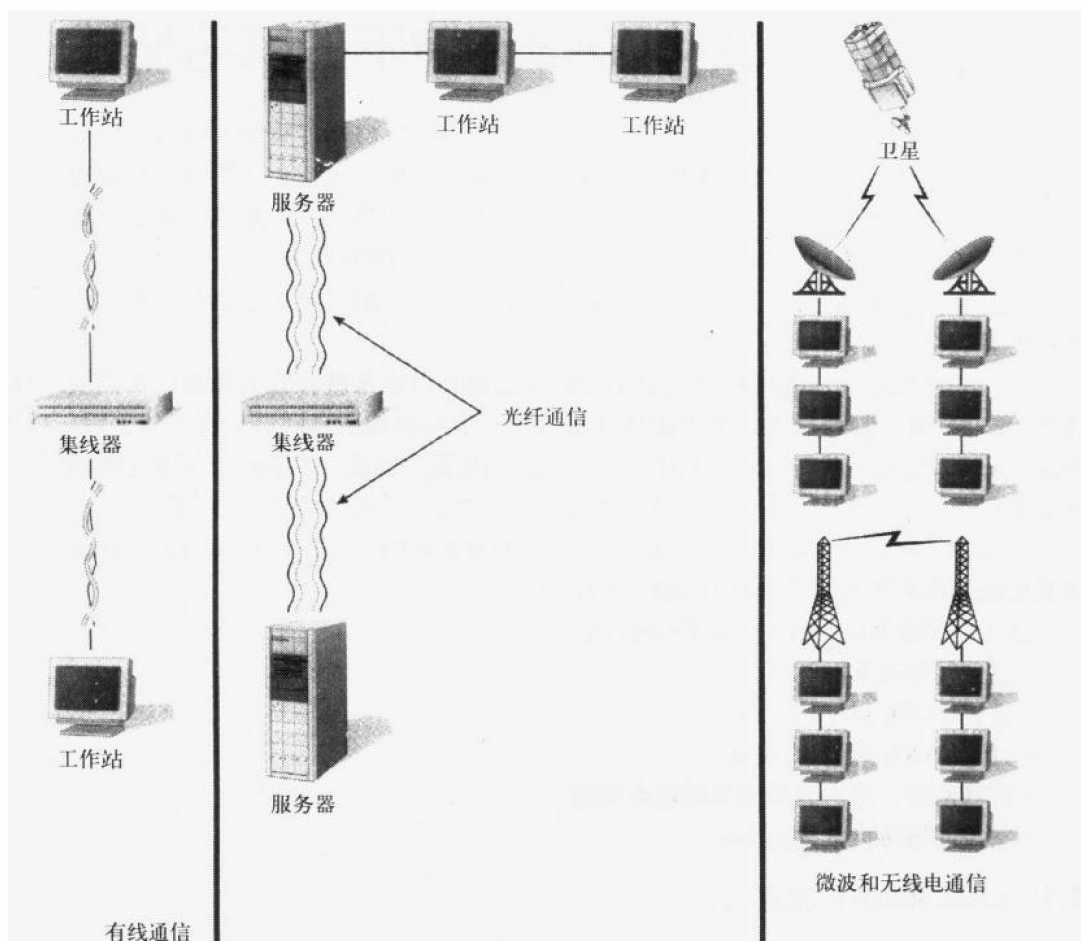


图1-1 通过电线、光纤和无线电波进行的网络通信

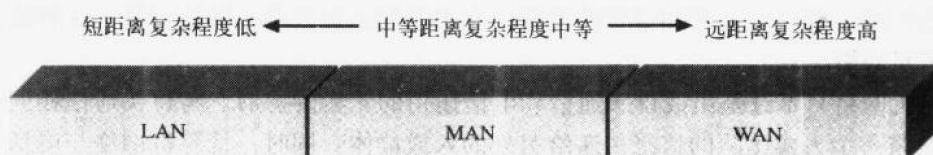


图1-2 网络光谱图

**城域网(Metropolitan Area Network, MAN)**与LAN相比扩展的距离更长，通常拥有中型通信的比较复杂网络设备。在一个大型城市或都市地区，MAN连接着多个LAN。例如前面提到的化学楼里的LAN，可以连接到同一座城市里的医院里的LAN和制药公司的LAN，从而形成了MAN(见图1-4)。MAN的范围扩大到大约1~13mile\*。构成MAN的每一个LAN可以属于同一组织，也可以属于多个不同的组织。由于光纤连接的引入，MAN中的高速的LAN链接成为可能。

\* 1mile=1609.347m

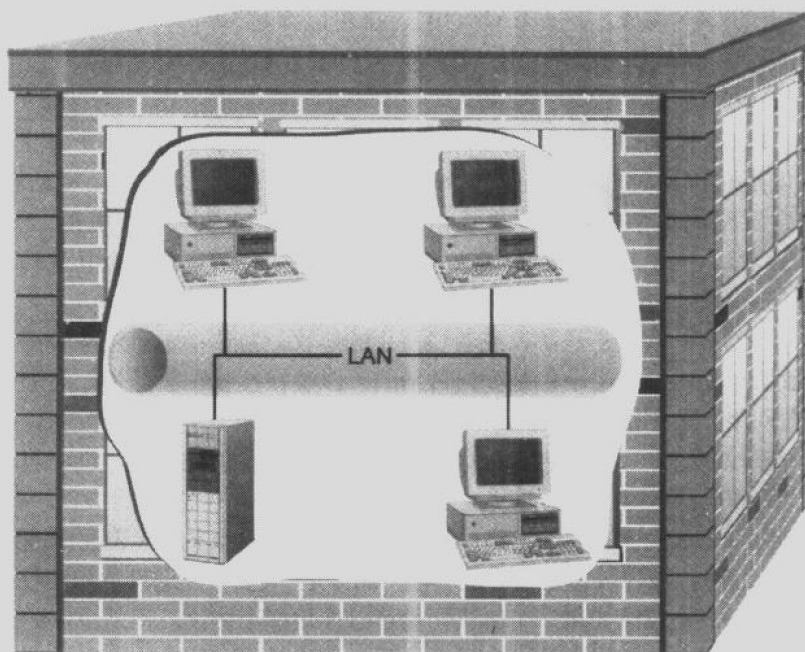


图1-3 化学楼里的局域网

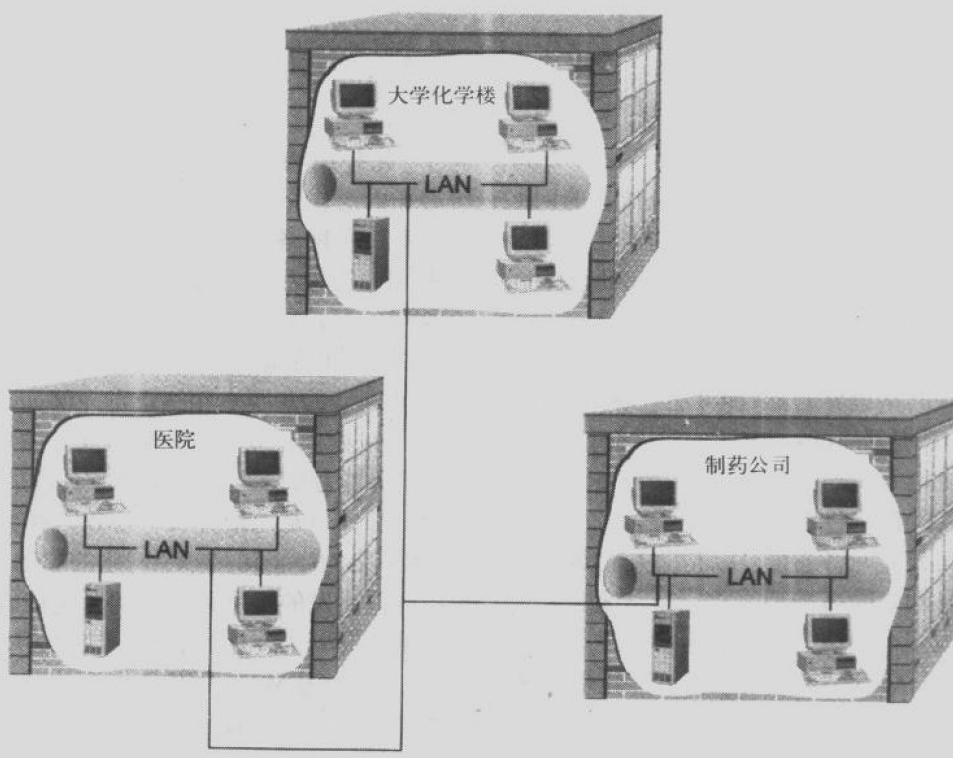


图1-4 MAN连接着同一城市中的三座大楼

广域网(wide area network, WAN)在图示的最远端，因为它是影响广泛的复杂网络系统。

WAN由两个以上的LAN构成, 这些LAN间的连接可以穿越30mile\*以上的距离。大型的WAN可以由各大洲的许多LAN和MAN组成。最广为人知的WAN就是Internet, 它由全球成千上万的LAN和WAN组成。

有时LAN、MAN和WAN间的边界非常不明显, 很难确定LAN在何处终止、MAN或WAN在何处开始。但是可以通过四种网络特性——通信介质、协议、拓扑以及私有网和公网间的边界点来确定网络的类型。通信介质是指用来连接计算机和网络的电缆、光纤电缆、无线电波或微波。通常LAN结束在通信介质改变的地方, 如从基于电线的电缆转变为光纤等等。电线电缆的LAN通常通过光纤电缆与其他的LAN连接。

确定LAN边界的另一个因素是协议或者说使用的协议。协议指定了网络数据如何格式化到称为“包”的离散的单元中, 每一个包是如何传输的, 以及在接收端数据是如何进行解释的。包是数据的单元, 在网络上数据被格式化为信号以方便传输。实际上, 包是由数据位组成, 以字段来存储, 内含有传输控制指令、源信息与目标信息、数据和错误检查信息。包相当于在数据单元内发送的网络信息的高层, 这里的数据单元包含有网络OSI模型第3层定义的信息, 有关内容将在第2章讨论。包中包含着包传输中有关网络路由的信息。当数据位和字段代表数据链路层(参见第2章)等较低网络层的信息时, 被传输单元指的是“帧”而不是“包”。发送设备和接收设备的地址是帧的一部分。在一个LAN中可以使用一个协议, 也可以使用多个协议, 但是协议的改变通常指示着LAN的边界。例如, 以太网使用一种协议形式, 而令牌环网使用另一种协议(参见第2章), 这些网络可以融合在一起, 但是边界上的设备必须承担起将以太网转为令牌环网的任务, 反之亦然。



关于“包”和“帧”的严格定义, 网络专家之间也有分歧。有些专家们不主张区分这两个术语, 然而, 许多专家都认为帧代表与OSI第2层通信相关的信息, 包代表的是与OSI第3层相关的信息。

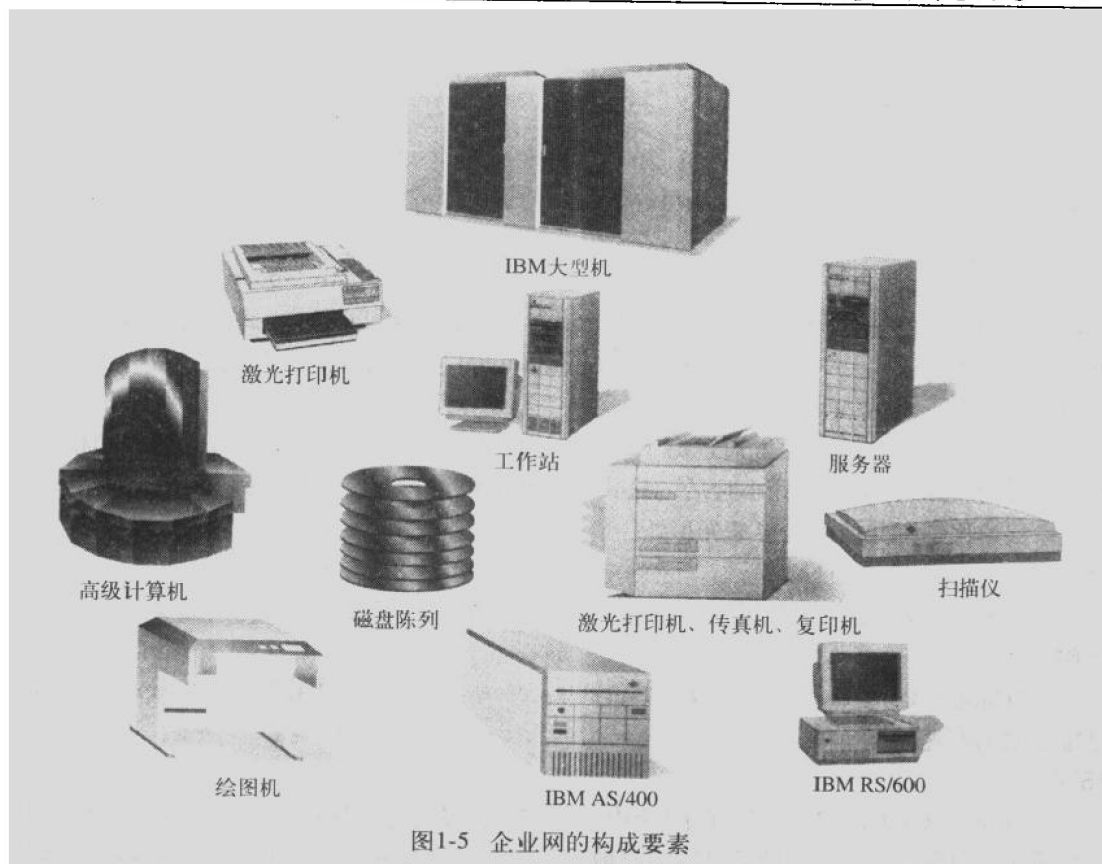
划分LAN边界的第3个属性是设计布局, 称为“拓扑结构”。网络拓扑由两个组成部分: 电缆的物理布局, 以及在电缆上传送的网络包所遵循的逻辑路径。拓扑结构的改变, 例如由星形拓扑变为环形拓扑, 就说明一个LAN终止了, 另一种网络类型从此开始。以一个例子来说明, 星形LAN包含着写字楼中的所有用户, 这些用户连接在各自独立的环形LAN中, 这些环形LAN中容纳着用户连接的服务器。再举一个例子, 星形LAN通过MAN或WAN连接点链接到其他的LAN上, 如专门设计的公共电信网(常常是专业化的星形设计)。

识别网络边界的第4种方法是确定私有网络和公共网络的起始点和终止点。例如, 有一个具有3个私有网络的组织(比如说, 会计机构), 在3个子机构间建立了一个局域网, 该局域网由地区的电话系统连接。私有的LAN和公共WAN间的边界就是LAN与电话网络相连接的位置。

现代的网络设备和软件使得定位分界线越来越困难, 但是通信介质、协议、拓扑结构以及私有与公共网络连接可以帮助人们确定一个计算机网络的终止和另一个网络的起始。

看待网络的另一种方式, 是从系统和用户的多样性出发的, 称为企业网, 连接着一个组织内部或多个组织之间各种各样的用户, 并为这些用户提供了大量的资源。大型的LAN可以是企业网, 但是一个企业网更有可能是由多个LAN组成, 形成MAN或WAN。企业网的关键特点在于用户可以利用其中存在的广泛资源从事商务、完成科研和教学任务。例如, 一所大学的计算机系统通过LAN上一系列计算机和打印机融合了学术、会计、学生服务、人力资源、薪水名册和校友会开发资源等, 这个系统就是企业网(见图1-5)。请试着完成项目练习1-3。

\* 1mile=1 609.347m



## 1.2 LAN 和WAN的历史

网络技术的历史和发展反映了社会需要认识商业速度、娱乐和人与人之间通信的价值。虽然使人越来越难以置信的通信手段不断涌现，但是各种通信方式的基本要求是一致的，那就是，简单快速地向信息到达各个地理位置上越来越多的人。在19世纪，美国和欧洲之间运送货物或传递一则消息要经过数月的旅行。而今天，一则消息从迈阿密到瑞典只需发送一个电子邮件，不到一分钟就完成了。亚特兰大的公司可以通过Internet来发送购买定单给多伦多的公司，然后多伦多的公司处理定单并可在同一天将货物发送给亚特兰大的公司。

以下两节的内容阐述了计算机网络历史上意义最为深远的时刻(其中一些信息基于Robert Hobbes Zakon's的Hobbes Internet Timeline, 由位于[info.isoc.org/guest/zakon/Internet/History/HIT.html](http://info.isoc.org/guest/zakon/Internet/History/HIT.html)的Internet Society 收集)。读者会注意到，这不仅仅是技术革新的年代大事记，而且是社会、政治和科学环境交互作用引发的，而所有这些都反映了人类对快速通信的追求。第1.2.1节“引导LAN和WAN发明的历史事件简述”主要介绍了逐渐引导发明LAN和WAN的历史事件，第1.2.2节“LAN和WAN的历史”主要介绍的是LAN和WAN的历史。从时间上可以看出，各项成果间的时间间隔大大缩短了。

### 1.2.1 引导LAN和WAN发明的历史事件简述

1819

Hans Oersted在电线上发送了一束电流，偏移了磁化的针，这项实验开启了发明电报通信

的大门。

1837

美国的Samuel F.B. Morse和英国的Charles Wheatstone、William Cooke发明了电报。Wheatstone和Cooke在英国申请了电报的专利，并进行了安装，用于铁路上的通信。

1844

Morse从巴尔的摩向华盛顿发送了一则电报消息：“What hath God wrought!”，他使用了一系列长短不一的脉冲代码来代表字符和单词，被称为莫尔斯(Morse)码。莫尔斯码是当今世界上广泛应用的代码——国际莫尔斯电码(International Morse code)的基础。

1858

加拿大和爱尔兰首次尝试通过海下电缆穿越大西洋进行通信。由于背景噪音和相对较弱的600V信号的综合影响，几小时后，只收到了几个单词。当信号增强到1000V后，电缆周围的绝缘层熔化，因此信号变得毫无用处。

1860

Pony Express开始在加利福尼亚和密苏里间传递邮件，每次大约10天，需要80个人。

1861

10月标志着Pony Express的结束，Pony Express毕竟是无法与Pacific Telegraph Company的电报技术的高速度竞争的。

1876

Alexander Graham Bell构造了第1个电话系统，由发送方和接收方组成，其间用电线相连。通话质量非常出色，Bell的助手可以清晰地听到消息：“Mr. Watson, come here, I want you.”

1877

银行家Roswell Downer引进了首部商用电话，在他的家和办公室之间建立了3mile长的连接。同年，E.T.Holmes运作起第1部电话开关面板，在波士顿的一家工厂实现了与四家银行的连接。由于Holmes是一个防盗铃销售商，因此这种开关面板作为银行的防盗铃在一夜之间销售翻倍。

1906

Lee DeForest发明了真空三极管，用于放大电流。

1915

AT&T的研究人员首次在纽约和旧金山之间实现了跨洲电话，并开始从事通过无线电波进行跨大西洋语音通信的研究。

1927

AT&T启动了商用的至伦敦的跨大西洋电话服务，每5分钟价格为75美元。

1937

Alex Reeves开发了一种语音数字化技术，即脉冲编码调制(PCM)，后来这项技术用在了美国的电话网络中。语音通信中PCM采用8位的代码方案，是20世纪60年代开发的数字编码方案的前驱。PCM采用了一种基本类型的通信通道，为合成信道的高速远程通信方法的发展确立了方向，这种方法就是目前所说的T载波服务系统。

1939

在7.000美金的资助下，爱荷华州立大学的John Atanasoff和Clifford Berry发明了电子数字



计算机,称为Atanasoff-Berry 计算机。

1945

由第二次世界大战期间罗斯福总统的科学顾问Vannevar Bush设计的MEMEX计算机问世,能够存储大量的信息。

1946

由J.Presper Eckert、John W.Mauchly以及宾夕法尼亚大学的摩尔电子工程学院的研究队伍共同发明的第1台电子数字计算机问世。这台计算机,称为电子数字集成器和计算机(Electronic Numerical Integrator and Computer, ENIAC),由18 000个真空管组成,占据了1 500ft<sup>2</sup>\*的空间。

1947

贝尔实验室的John Bardeen、Walter Brattain和William Shockley研制晶体管获得成功,这项发明为他们赢得了1956年度的诺贝尔物理奖。

1956

第1条成功的跨大西洋电缆TAT1铺设完毕,同年,IBM生产了第1个硬盘驱动器。这个驱动器有两台冰箱那么大,可以存储5MB的数据,每MB为10 000美元。

1957

前苏联向太空发射了Sputnik卫星。美国立刻意识到在科学技术方面的落后,因此在国防部(DoD)内成立了高级计划研究局(ARPA),以帮助其重塑领导地位。第2年,ARPA便在促进网络技术发展方面发挥了重要的作用。

1958

引导光纤通信技术的贝尔实验室开发了首例激光射线(由放射线的受激放射引起的光的增强)。Texas Instrument公司的Jack Kilby证实了世界上第一个集成电路,这一集成电路由6个晶体管组成,集成在一个指甲盖大小的极薄的硅片上。

1960

美国发射了第一部通信卫星,名为Echo。同年,Joseph Licklider 出版了《Man-Computer Symbiosis》一书,预言了“家庭计算机控制台”的诞生。也是在1960年,在数据通信的字符编码领域取得了很大的进步,促进了单一字符如字母和数字的8位编码的发展。这一年还引入了阴极射线终端(cathode ray terminal, CRT)的使用,以与计算机系统进行交互工作。终端是指具有监视器和键盘但没有CPU进行本地处理的设备,它与主机相连,处理过程在主机上进行。

1961

麻省理工学院的Leonard Kleinrock发表了第一篇关于分组交换网络技术的论文,论文题目为《Information Flow in Large Communication Nets》。

1962

AT&T将第一部商用远程通信卫星——Telstar I 放入环绕地球的轨道。同年,IBM公司创建了一套编码标准,即广为人知的扩克=进制编码+进制交换码(Extended Binary Coded Decimal Interchange Code, EBCDIC),其中定义了256种不同的8位字符。

---

\* 1ft<sup>2</sup> = 0.092 903 04m<sup>2</sup>