

# NETWORK PROFESSIONAL'S LIBRARY

Mc  
Graw  
Hill Education

本书包含： 8页电信网络蓝图

“不论对于经验丰富的网络专家还是初学者，本书都具有很高的参考价值。本书全面深入介绍了语音和数据通信问题，并围绕语音和数据通信融合问题提出了很重要的观点。”

—— Paul Turner  
美国管理系统公司副总裁兼首席技术官

# 电信技术 实用指南

[美] Hill Associates, Inc. 著

韩柯 译

- 清晰准确地了解通信技术的基本问题
- 理解高速访问技术——包括DSL和宽带技术
- 理解无线和虚拟专用网的工作原理
- 了解Internet协议（IP）、寻址方法、应用服务等

OSBORNE  
计算机专业技术丛书

Mc  
Graw  
Hill

清华大学出版社

NETWORK  
TECHNOLOGY  
LIBRARY



中国邮电出版社

中国邮电出版社  
中国邮电出版社  
中国邮电出版社  
中国邮电出版社

# 电信技术 实用指南

中国邮电出版社  
中国邮电出版社

- 中国邮电出版社  
中国邮电出版社
- 中国邮电出版社  
中国邮电出版社
- 中国邮电出版社  
中国邮电出版社
- 中国邮电出版社  
中国邮电出版社



中国邮电出版社

中国邮电出版社  
中国邮电出版社

Osborne 计算机专业技术丛书

# 电信技术实用指南

[美] Hill Associates, Inc. 著

韩 柯 译

清华大学出版社  
北 京

电信技术实用指南

Hill Associates, Inc. : **Telecommunications: A Beginner's Guide**

EISBN: 0-07 219356-5

Copyright © 2000 by The McGraw-Hill Companies

Authorized translation from the English language edition published by McGraw-Hill Education.

All rights reserved. For sale in the People's Republic of China only.

北京市版权局著作权合同登记号 图字: 01-2002-4482 号

本书中文简体字版由美国麦格劳-希尔教育出版集团授权清华大学出版社在中国境内出版发行。未经出版者书面许可,任何人不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

版权所有,翻印必究。

本书封面贴有 McGraw-Hill Education 激光防伪标签,无标签者不得销售。

### 图书在版编目(CIP)数据

电信技术实用指南/美国希尔协作公司著;韩柯译. —北京:清华大学出版社,2003  
(Osborne 计算机专业技术丛书)

ISBN 7-302-06353-2

I. 电… II. ①美… ②韩… III. 通信技术—指南 IV. TN91-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 012046 号

出 版 者: 清华大学出版社(北京清华大学学研大厦,邮编 100084)

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

责任编辑: 付宇光

印 刷 者: 清华大学印刷厂

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 787×960 1/16 印张: 29.25 插页: 4 字数: 614 千字

版 次: 2003 年 4 月第 1 版 2003 年 4 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-06353-2/TP·4797

印 数: 0001~4000

定 价: 49.00 元

# 译者序

经过一百多年的发展,电信网络已经成为人类有史以来规模最庞大、用户最多、资金投入最多、结构最复杂的人造工程,成为信息社会赖以生存的基础实施。

本书全面介绍了各种最新电信技术,包括产生原因、特点、适用范围和主要优缺点,比较详细、系统地介绍了主要电信标准和标准制订组织,介绍了电信业的发展历史和重大事件,使读者能够对电信业的发展脉络有清晰的认识,从而在比较高的层次上理解电信技术的发展,以及关键推动和制约因素。

本书材料丰富,论述简明,脉络清晰,是通信工程专业本科生和工程技术人员非常理想的参考书,也很适合希望快速了解电信业发展和现状的各类读者阅读。

在翻译过程中,除了对原文个别明显文字错误进行了相应更正外,我们力求忠实原文。但由于译者的知识水平和实际工作经验有限,不当之处在所难免,恳请您批评指正。参加本书翻译、审校和其他辅助工作的还有:原小铃、李津津、王威、屈健、黄惠菊、韩文臣、朱军、杜蔚轩、解冀海、杜旭涛等。

译 者

2002年9月

献给 Pat 和 Don Moore,他们不停地工作,使我也不得不加快编写本书。

——Mitchell Moore

献给 Gretchen 和 Richard Pritsky,是他们培养了我。

献给 Stefanie,她的爱和支持给予我无穷的动力。

献给我们的爱犬 Cairo,它提醒我有时该向院子外扔个绒线球。献给 Gary Kessler,他不断教会我(Jedi Knight 拥有的)Force 的优点。

——Todd Pritsky

献给我的妻子和孩子们,他们容忍我把所有时间都用于本书的写作。

献给 Amy Cohen,您受之无愧。没有您热心的电子邮件,我永远也想不起收集自己的材料。

——Cliff Riggs

献给 Hill Associates 公司的技术员工(包括过去和现在的员工),是他们帮助我完成了本书的写作。还要特别感谢本书的项目经理 Amy Cohen。没有她的推动,我们大概永远也不会完成本书。

——Peter Southwick

# 作者简介

## **Mitchell S. Moore**

Mitchell 的专长是电信技术,尤其是因特网技术的战略运用,以增加公司能够带给客户的价值。他的主要兴趣和专长包括行业融合和通过因特网协同的电信用户群体,同时也是一位光纤网技术专家。Mitchell 在加入 Hill Associates 公司之前,曾经是 AT&T 贝尔实验室的产品设计师、西门子公司的地区销售经理以及 MSM 企业公司的创始人和总裁。Mitchell 拥有 Georgetown 大学的心理学学士学位和 Georgetown 大学药学院的药理学硕士学位,曾经在科学期刊和电信贸易出版物上发表文章,是《The Telecommunication Manager's Plain English Guide to Packet Switching》(分组交换电信经理通俗英语指南)一书的作者。Mitchell 同时是 IEEE 会员。

## **N. Todd Prisky**

Todd 的专长是计算机网络和 Internet,目前是 Hill Associates 公司的电子学习课件部主任和公司技术委员会高级成员,同时管理计算机中心,负责计算机应用工作组和多媒体培训资料编写等工作。Todd 拥有 Colby 学院的哲学与俄罗斯/苏联学士学位,是由 John Wiley and Sons 出版公司在 2002 年出版的《Computer Security Handbook》(计算机科学手册)一书第四版的作者之一。Todd 是 IEEE、ICANN、EFF 和 Internet 协会会员。

## **Cliff Riggs**

Cliff 的技术专长包括 TCP/IP、LAN、路由选择与交换、安全、电子商务和 VPN。同时,Cliff 还是 Cisco 公司认证网络专家、Cisco 公司认证设计专家、认证 Novell 管理员、Citrix 认证管理员、微软公司认证因特网专家和微软公司认证培训员。Cliff 现在是 Hill Associates 公司技术委员会成员。他拥有 Johnson 州立学院的硕士学位,是 IEEE 和 ICANN 会员,发表过有关 IP 编址、BGPv4、IP 多点广播、IP QoS 和 MPLS 的文章。

## **Peter V. Southwick**

Peter 已经在电信领域工作了 20 年,从事过语音和数据系统的设计、实现和培训的工作。Peter 的专长是广域网、网络设计、电话网、ISDN、SS7、LAN 和 SNA。Peter 在加入 Hill Associates 公司之前,曾经是 GTE 政府系统公司的高级系统工程师。Peter 是由 McGraw 出版公司出版的《ISDN: Concepts, Facilities, and Services》(ISDN: 概念、设施与服务)一书的作者之一,参与编写了由 CRC Press 出版公司出版

的《The Handbook of Local Area Networks》(局域网手册)一书,在 ComNet 和 ICA/SUPERCOM 担任过培训工作。Peter 拥有 Clarkson 学院的电子工程学士学位,是 IEEE 会员,并通过了 Cisco 公司的网络认证考试。

## 技术编辑简介

### David A. Train

David 在网络设计、实现和指导方面拥有 22 年的经验,是技术教育和培训方面的领导者,在技术发展趋势和培训方面具有深入广博的知识。David 目前是 Hill Associates 公司的首席技术官。他拥有英国曼彻斯特大学计算机科学博士学位,出版过大量论文,是 McGraw 出版公司出版的《Metropolitan Area Networks》(城域网)一书的作者之一。

# 引言

可能没有任何其他技术能够像电信技术这样不断地编织连接整个地球。1991年,总共有多少人观看了波斯湾战争军事打击的实时视频图像?这种了解全世界重大事件的方式,说明了电信技术向全世界范围内的大量用户提供及时、全面信息的能力。而呈现在每一个人眼前的有关9·11事件的全面报道,激励了美国及其盟国与罪恶势力进行斗争。毫无疑问,电信技术将在解决争端并最终稳定本世纪战后世界局势方面,发挥不可或缺的作用。不仅如此,在过去的20年中因特网已经得到飞速发展,并急剧改变着全球范围内的商务方式,有些变化现在还难以预料。

本书的目的是向读者介绍电信技术这个奇妙世界,我们并不想过深地研究这种技术的任何一个方面,而是要介绍电信领域中的所有重要问题。从电话网到因特网,从有线网到无线网,从已经成熟的技术到最新出现的技术,这些内容本书都会涉及。本书对电信技术的介绍,不仅要使初学者易于理解,而且还要富有新意。

1981年以来,Hill Associates公司一直在电信业进行培训工作,特别是对服务提供商和设备制造商提供培训。那时,培训对象既有公司的执行经理,也有第一线的技术人员,包括各种层次的人员。这使得员工能够围绕选择、部署和销售电信网络和设备等问题,积累独到的经验。运用这种在开发和培训方面的经验财富,使技术员工能够向读者清晰、深入地说明复杂问题。阅读本书将是揭开电信技术复杂世界神秘面纱的第一步。

# 目录

## 引言

## 第 1 部分 网络的演化

|                           |    |
|---------------------------|----|
| <b>第 1 章 电信技术基础</b> ..... | 3  |
| 1.1 声音的传播与电话机 .....       | 4  |
| 1.2 电话网的结构 .....          | 5  |
| 1.2.1 本地环.....            | 5  |
| 1.2.2 中心局交换机.....         | 6  |
| 1.2.3 干线.....             | 8  |
| 1.2.4 完整网络.....           | 8  |
| 1.2.5 专用网.....            | 8  |
| 1.2.6 传统电话与 IP 电话.....    | 10 |
| 1.3 北美编号计划.....           | 11 |
| 1.3.1 特殊号码 .....          | 12 |
| 1.4 美国对电话网的调整.....        | 13 |
| 1.4.1 最终决定的修改 .....       | 14 |
| 1.4.2 竞争进入本地服务领域:旁路.....  | 16 |
| 1.4.3 竞争接入提供商 .....       | 17 |
| 1.4.4 1996 年《电信法》 .....   | 18 |
| 1.4.5 本地电话号码的可移植性 .....   | 22 |
| 1.4.6 竞争产生的作用 .....       | 24 |
| 1.4.7 热点问题与 TA96 .....    | 24 |
| 1.5 电话协会.....             | 25 |
| 1.5.1 标准化组织 .....         | 26 |
| 1.5.2 管理组织 .....          | 26 |
| <b>第 2 章 数据网介绍</b> .....  | 28 |
| 2.1 计算环境的演化.....          | 29 |
| 2.1.1 大型主机 .....          | 29 |

|                          |           |
|--------------------------|-----------|
| 2.1.2 小型计算机 .....        | 30        |
| 2.1.3 个人计算机 .....        | 31        |
| 2.2 OSI-ISO 参考模型 .....   | 33        |
| 2.2.1 参考模型中的分层 .....     | 34        |
| 2.2.2 今天的 OSI .....      | 40        |
| 2.3 其他模型 .....           | 40        |
| 2.3.1 系统网络体系结构 .....     | 41        |
| 2.3.2 Internet 协议族 ..... | 43        |
| 2.4 一些样本网络 .....         | 45        |
| 2.4.1 SOHO 网络 .....      | 45        |
| 2.4.2 小型公司网络 .....       | 45        |
| 2.4.3 企业网 .....          | 48        |
| <b>第 3 章 因特网介绍 .....</b> | <b>51</b> |
| 3.1 因特网是什么? .....        | 52        |
| 3.1.1 因特网的历史 .....       | 52        |
| 3.1.2 因特网与其他连网项目 .....   | 55        |
| 3.1.3 商业因特网 .....        | 57        |
| 3.1.4 因特网的开发、管理和监控 ..... | 59        |
| 3.2 因特网的结构 .....         | 60        |
| 3.2.1 因特网成分 .....        | 61        |
| 3.2.2 因特网的层次结构 .....     | 61        |
| 3.2.3 连通 .....           | 64        |
| 3.3 连接因特网 .....          | 67        |
| 3.3.1 拨号接入 .....         | 67        |
| 3.3.2 宽带接入 .....         | 69        |
| 3.3.3 宽带连接 .....         | 69        |
| 3.3.4 因特网服务 .....        | 70        |
| 3.4 小结 .....             | 71        |

## 第 2 部分 网络基础

|                            |           |
|----------------------------|-----------|
| <b>第 4 章 物理层 .....</b>     | <b>75</b> |
| 4.1 物理层体系结构 .....          | 76        |
| 4.1.1 单工、半双工和双工之间的差别 ..... | 76        |

|              |                      |           |
|--------------|----------------------|-----------|
| 4.1.2        | 点到点与点到多点 .....       | 77        |
| 4.1.3        | 并行与串行物理通信 .....      | 77        |
| 4.2          | 通信介质 .....           | 79        |
| 4.3          | 信令与信息内容 .....        | 82        |
| 4.3.1        | 宽带信令 .....           | 82        |
| 4.3.2        | 基带信令 .....           | 84        |
| 4.3.3        | 宽带与基带,模拟与数字 .....    | 85        |
| 4.3.4        | 信令约束与信道容量 .....      | 86        |
| 4.4          | 时序与同步 .....          | 88        |
| 4.4.1        | 并行物理接口中的时序 .....     | 88        |
| 4.4.2        | 串行物理接口中的时序 .....     | 88        |
| 4.5          | 物理层上的复用 .....        | 90        |
| 4.5.1        | 频分复用 .....           | 90        |
| 4.5.2        | 时分复用 .....           | 91        |
| 4.6          | 物理层协议举例 .....        | 92        |
| 4.6.1        | EIA-232-E .....      | 92        |
| 4.6.2        | ITU 建议 X.21 .....    | 94        |
| 4.7          | 小结 .....             | 94        |
| <b>第 5 章</b> | <b>数据链路层协议 .....</b> | <b>95</b> |
| 5.1          | 数据链路层功能 .....        | 96        |
| 5.2          | 数据链路层服务 .....        | 96        |
| 5.2.1        | 线路访问控制 .....         | 98        |
| 5.2.2        | 其他线路访问控制 .....       | 99        |
| 5.2.3        | 帧同步 .....            | 99        |
| 5.2.4        | 数据界定 .....           | 100       |
| 5.2.5        | 透明性 .....            | 100       |
| 5.2.6        | 错误检测与恢复 .....        | 100       |
| 5.2.7        | 流量控制 .....           | 103       |
| 5.2.8        | 地址 .....             | 104       |
| 5.2.9        | 连接的建立与释放 .....       | 105       |
| 5.3          | 旧数据链路协议 .....        | 105       |
| 5.3.1        | HDLC .....           | 105       |
| 5.3.2        | BISYNC .....         | 106       |
| 5.3.3        | DDCMP .....          | 107       |

|                        |            |
|------------------------|------------|
| 5.4 服务的发展 .....        | 108        |
| 5.4.1 点到点协议 .....      | 108        |
| 5.4.2 LAN 协议 .....     | 112        |
| 5.4.3 WAN 协议 .....     | 112        |
| <b>第 6 章 交换</b> .....  | <b>113</b> |
| 6.1 交换的基本概念 .....      | 114        |
| 6.1.1 电路交换 .....       | 114        |
| 6.1.2 分组交换 .....       | 117        |
| 6.2 分组网 .....          | 122        |
| 6.2.1 无连接分组网 .....     | 122        |
| 6.2.2 面向连接的分组网 .....   | 123        |
| 6.3 交换机 .....          | 123        |
| 6.3.1 电路交换机 .....      | 123        |
| 6.3.2 分组交换机 .....      | 124        |
| 6.4 小结 .....           | 125        |
| <b>第 7 章 网络层</b> ..... | <b>126</b> |
| 7.1 网络层的作用 .....       | 127        |
| 7.2 面向连接的网络 .....      | 127        |
| 7.3 路径控制 .....         | 127        |
| 7.4 无连接网络 .....        | 129        |
| 7.4.1 路由器与路由选择 .....   | 129        |
| 7.5 协议及常用模式的实例 .....   | 137        |
| 7.5.1 AppleTalk .....  | 137        |
| 7.5.2 DECNet 四型网 ..... | 138        |
| 7.5.3 IPv6 .....       | 138        |
| 7.5.4 IPX .....        | 139        |
| 7.5.5 NetBEUI .....    | 140        |
| <b>第 8 章 传输层</b> ..... | <b>141</b> |
| 8.1 传输层操作 .....        | 143        |
| 8.1.1 传输层寻址 .....      | 143        |
| 8.1.2 连接建立与释放 .....    | 144        |
| 8.1.3 数据传输 .....       | 146        |

|                              |            |
|------------------------------|------------|
| 8.2 特例:无连接传输层.....           | 149        |
| 8.3 传输层实例 .....              | 150        |
| 8.3.1 TCP 与 UDP .....        | 150        |
| 8.3.2 ISO 传输层协议 .....        | 151        |
| 8.4 小结 .....                 | 152        |
| <b>第 9 章 高层协议</b> .....      | <b>153</b> |
| 9.1 OSI 与 TCP/IP:三层与一层 ..... | 154        |
| 9.2 会话层 .....                | 155        |
| 9.3 对表示层和应用层的需求 .....        | 155        |
| 9.3.1 表示层.....               | 158        |
| 9.3.2 应用层.....               | 159        |
| 9.4 应用服务层 .....              | 161        |
| 9.5 TCP/IP 应用服务层实例 .....     | 161        |
| 9.5.1 电子邮件.....              | 161        |
| 9.5.2 万维网.....               | 162        |
| 9.6 OSI 应用层实例 .....          | 163        |
| 9.6.1 目录服务.....              | 163        |
| 9.6.2 远程过程调用.....            | 164        |
| 9.7 OSI 表示层实例 .....          | 165        |
| 9.7.1 压缩.....                | 165        |
| 9.7.2 加密.....                | 166        |
| 9.8 OSI 会话层实例 .....          | 166        |
| 9.8.1 NetBIOS .....          | 166        |
| 9.9 小结 .....                 | 167        |

### 第 3 部分 PSTN

|                            |            |
|----------------------------|------------|
| <b>第 10 章 传输</b> .....     | <b>171</b> |
| 10.1 模拟金属线传输系统.....        | 172        |
| 10.2 数字金属线传输系统.....        | 173        |
| 10.2.1 为什么选用数字系统? .....    | 173        |
| 10.2.2 模拟到数字的转换:编解码器 ..... | 174        |
| 10.2.3 T-1 复用 .....        | 176        |
| 10.2.4 T-1 应用 .....        | 179        |

|        |                                 |     |
|--------|---------------------------------|-----|
| 10.2.5 | M1/3 复用 .....                   | 181 |
| 10.3   | 数字光纤传输系统 .....                  | 184 |
| 10.3.1 | SONET/SDH 信号层次结构 .....          | 185 |
| 10.3.2 | SONET 跨度的分析 .....               | 186 |
| 10.3.3 | 作为分层协议体系结构的 SONET .....         | 186 |
| 10.3.4 | SONET STS-1 帧格式 .....           | 188 |
| 10.3.5 | SONET STS-1 同步有效载荷信封(SPE) ..... | 190 |
| 10.3.6 | SONET 层小结 .....                 | 193 |
| 10.3.7 | 运营商(和客户)为什么喜欢 SONET? .....      | 194 |
| 10.4   | 模拟光传输系统 .....                   | 197 |
| 10.4.1 | 波分复用 .....                      | 197 |
| 10.4.2 | 光网络的曙光 .....                    | 201 |
| 10.5   | 小结 .....                        | 201 |
| 第 11 章 | PSTN 中的交换 .....                 | 203 |
| 11.1   | 传输业务工程 .....                    | 204 |
| 11.1.1 | 解决传输业务问题 .....                  | 204 |
| 11.1.2 | 度量负荷 .....                      | 205 |
| 11.1.3 | 利用信息与确定阻塞概率 .....               | 208 |
| 11.1.4 | 管理网络 .....                      | 210 |
| 11.2   | 传输业务交换 .....                    | 211 |
| 11.2.1 | 电路交换需求 .....                    | 211 |
| 11.2.2 | 交换机结构 .....                     | 211 |
| 11.2.3 | 数字交换机需求与举例 .....                | 215 |
| 11.3   | 小结 .....                        | 221 |
| 第 12 章 | 公共信道 7 号信令 .....                | 223 |
| 12.1   | 信令的历史 .....                     | 225 |
| 12.2   | SS7 的设计与实现 .....                | 226 |
| 12.2.1 | SS7 的组成 .....                   | 226 |
| 12.2.2 | SS7 协议体系结构 .....                | 227 |
| 12.3   | 智能网 .....                       | 231 |
| 12.3.1 | IN 服务举例 .....                   | 231 |
| 12.3.2 | 智能网的未来 .....                    | 233 |
| 12.4   | 小结 .....                        | 233 |

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| <b>第 13 章 综合业务数字网</b>         | 235 |
| 13.1 ISDN 简介                  | 236 |
| 13.1.1 为什么使用 ISDN             | 236 |
| 13.1.2 ITU-T ISDN             | 237 |
| 13.2 ISDN 详解                  | 238 |
| 13.2.1 ISDN 功能设备              | 238 |
| 13.2.2 ISDN 参考点               | 239 |
| 13.2.3 ISDN 信道                | 240 |
| 13.2.4 ISDN 接口                | 242 |
| 13.2.5 ISDN 信令                | 244 |
| 13.3 ISDN 的当前状态               | 247 |
| 13.4 小结                       | 247 |
| <b>第 14 章 无线电话系统</b>          | 248 |
| 14.1 无线电波                     | 249 |
| 14.1.1 移动无线电                  | 250 |
| 14.2 蜂窝服务                     | 251 |
| 14.2.1 蜂窝网络结构                 | 251 |
| 14.2.2 接续                     | 254 |
| 14.2.3 信令                     | 255 |
| 14.3 复用技术                     | 257 |
| 14.3.1 FDMA                   | 258 |
| 14.3.2 TDMA                   | 258 |
| 14.3.3 CDMA                   | 258 |
| 14.3.4 FDMA、TDMA 与 CDMA 的直接比较 | 259 |
| 14.4 GSM                      | 260 |
| 14.5 第三代无线系统                  | 262 |
| 14.6 小结                       | 265 |

## 第 4 部分 数 据 网

|                   |     |
|-------------------|-----|
| <b>第 15 章 局域网</b> | 269 |
| 15.1 LAN 的组成      | 270 |
| 15.1.1 传输介质类型考虑   | 270 |

|               |                                             |            |
|---------------|---------------------------------------------|------------|
| 15.1.2        | 拓扑结构                                        | 272        |
| 15.1.3        | LAN 适配器                                     | 275        |
| 15.2          | 访问控制(MAC 机制)                                | 276        |
| 15.2.1        | CSMA/CD                                     | 277        |
| 15.3          | IEEE 802 LAN 标准                             | 278        |
| 15.3.1        | IEEE 802.3:以太网                              | 278        |
| 15.3.2        | 无线 LAN:IEEE 802.11                          | 284        |
| 15.3.3        | 逻辑链路控制:IEEE 802.2                           | 285        |
| 15.4          | 桥接/交换体系结构                                   | 286        |
| 15.4.1        | 透明桥接                                        | 288        |
| 15.4.2        | 源路由桥接                                       | 292        |
| 15.5          | 小结                                          | 293        |
| <b>第 16 章</b> | <b>第一个 PSPDN:X.25</b>                       | <b>294</b> |
| 16.1          | ITU-T(CCITT)Recommendation X.25             | 296        |
| 16.1.1        | X.25 物理层:X.21/X.21bis                       | 296        |
| 16.1.2        | X.25 数据链路层:LAPB                             | 297        |
| 16.1.3        | X.25 网络层:分组层协议                              | 298        |
| 16.1.4        | X.25 用户功能选项                                 | 303        |
| 16.1.5        | X.25 PLP 上的特殊操作                             | 304        |
| 16.2          | 在 PSPDN 中使用的其他 X.系列建议                       | 305        |
| 16.2.1        | 互连 PSPDN:Recommendation X.75                | 306        |
| 16.2.2        | 到 PSPDN 的交换接入:Recommendation X.32           | 306        |
| 16.2.3        | PSPDN 与 ISDN 之间的关系:Recommendation X.31      | 307        |
| 16.2.4        | 通过异步设备接入 PSPDN:Recommendation X.3/X.28/X.29 | 308        |
| 16.3          | PSDN 接入选项、价格模型与应用系统                         | 311        |
| 16.4          | 小结                                          | 313        |
| <b>第 17 章</b> | <b>帧中继</b>                                  | <b>314</b> |
| 17.1          | 帧中继基础知识                                     | 315        |
| 17.1.1        | 帧中继规范                                       | 315        |
| 17.1.2        | 服务类型                                        | 317        |
| 17.2          | LAPF-核帧格式                                   | 319        |
| 17.2.1        | DLCI 值                                      | 319        |