

Optical Networking

Crash Course

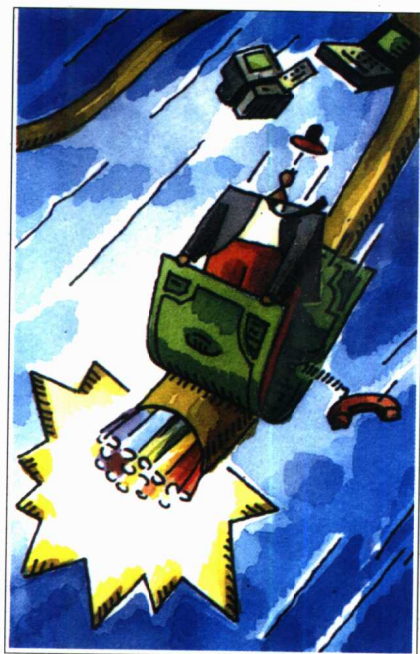
光网络速成教程

Steven Shepard 著

牟春波 闻和 译
顾晚仪 审



Education



人民邮电出版社

POSTS & TELECOMMUNICATIONS PRESS

光网络速成教程

Steven Shepard 著

牟春波 闻和 译

顾晚仪 审

人民邮电出版社

图书在版编目(CIP)数据

光网络速成教程/(美)谢泼德(Shepard,S.)著;牟春波,闻和译.

—北京:人民邮电出版社,2002.8

ISBN 7-115-10441-7

I. 光... II. ①谢...②牟...③闻... III. 光纤通信—通信网—教材
IV. TN915.63

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 050257 号

光网络速成教程

-
- ◆ 著 [美] Steven Shepard
译 牟春波 闻 和
审 顾晓仪
责任编辑 徐享华
- ◆ 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>
读者热线 010-67180876
北京汉魂图文设计有限公司制作
北京朝阳展望印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销
- ◆ 开本: 850×1168 1/32
印张: 8.125
字数: 211 千字 2002 年 8 月第 1 版
印数: 1-4 500 册 2002 年 8 月北京第 1 次印刷
著作权合同登记 图字: 01-2002-2450 号
ISBN 7-115-10441-7/TN · 1904
-

定价: 16.00 元

本书如有印装质量问题, 请与本社联系 电话: (010) 67129223

内 容 提 要

本书详尽地介绍了正在兴起的光网络，包括它的发展动力、发展趋势、外部环境、所涉及的各种关键技术及其优势等多方面的知识。本书共分4章：第1章从网络的发展规律讲述了光网络产生的原因、意义和优势，并介绍了光网络的构成；第2章介绍了光网络中光源、信道、接收设备的基本工作原理、特性及种类；第3章重点讲述了光网络中的各种关键技术；第4章细致地陈述了光网络市场的格局和市场中各类厂商的处境和他们所提供的解决方案。通过对本书内容的学习，读者能够了解并掌握光网络技术的基本原理及其市场环境，并能清楚地获知目前光网络较成熟的解决方案及应用。

本书叙述平实，内容详尽，适合作为通信专业人员的参考读物，对从事光网络及其应用研究的人员也有参考价值。

版 权 声 明

Steven Shepard

Optical Networking Crash Course

ISBN:

Copyright © 2001 by The McGraw-Hill Companies, Inc.

Original language published by The McGraw-Hill Companies, Inc.

All Rights reserved. No part of this publication may be reproduced or distributed in any means, or stored in a database or retrieval system, without the prior written permission of the publisher.

Simplified Chinese translation edition jointly published by McGraw-Hill Education (Asia) Co. and Posts and Telecommunications Press.

本书中文简体字翻译版由人民邮电出版社和美国麦格劳-希尔教育（亚洲）出版公司合作出版。未经出版者预先书面许可，不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

本书封面贴有 McGraw-Hill 公司激光防伪标签，无标签者不得销售。

北京市版权局著作权合同登记 图字：01-2002-2450 号

译者的话

信息时代到来的今天，光网络已经成为人们关注的焦点。尽管许多人都在研究光网络，但是对光网络全面、深层次的认识还很不足。为此，我们决定翻译一些国外关于光网络比较优秀的书籍，以供大家享用。

当初草草地翻阅本书的英文原稿时，觉得很浅显，没有太多的技术成分。确实，对于搞技术的人，大都有希望学到新技术的心理。然而，在翻译过程中，当仔细地看完全书后，才发现这是一本很不错的书。

之所以这么说，是因为它讲述的不是光网络具体技术的细节或其应用，而是把技术、应用、服务、市场、商家、客户等作为一个有机整体来考虑，考察了它们之间的关系、相互作用和影响，从而使读者能全面、生动、准确地把握光网络的要点及发展变化的规律。本书的主导思想便是任何技术、应用都应当服务于客户的需求，在供需关系构成的市场上，所有参与者的行为都应该围绕这个思想而展开。这对于搞技术的人是很有意义的，因为它能指导我们看清所研究技术的意义与前景，更好地捕捉商机，改变过去那种只懂技术、不懂市场，只重开发、不重应用的局面。同样，这对于在光网络市场中角逐的各商家、企业负责人也有重要的意义，它能使我们在剧烈竞争的市场中找到合适的位置，制定正确的战略目标、战略部署与战略规划，更好地谋求企业的壮大发展。

本书把涉及到光网络各方面的要素都无一疏漏地作了讲述，包括光网络的发展简史、发展趋势、关键技术、市场格局、需求驱动

因素等等。为了保证本书的可读性，对较深的技术细节没有作介绍，只把其基本原理和特点讲述清楚。作为一本实用性强的技术手册，本书列举了当前大批活跃在光网络市场中的商家、企业，并对他们的概况作了简要的介绍，最后，还提供了便于查阅的索引、名词解释和工程缩略语汇编。

总的来说，本书的一些看法比较详尽周全，也很有见地，更重要的是体现了科技以人为本的思想，在服务社会的同时反过来也得到社会所回报的朴素的人文主义思想，这值得我们借鉴和吸收。当然也需要指出，书中的一些观点并不完全正确或适合于我国的情况，其中也有少量错误和不严密的地方，希望读者在阅读过程中加以注意。

为了方便读者阅读，对名词术语，书中采用了斜体字，一般在本书的术语表中能够找到相关的通俗解释。在工程缩略语汇编中，可以找到常见名词术语的英文缩写对应的英文全文和中文翻译。最后的索引部分按首文字的音序列出了一些专用名词和要点出现在书中的位置，以便于读者查询。

本书的致谢、前言和第2章由邓海军和闻和翻译，第1章由吴文建和刘珺炜翻译，第3章由桂烜翻译，第4章由王勇和牟春波翻译，封面由牟春波翻译，其余部分由闻和翻译，最后由牟春波、闻和统稿，并由顾晓仪教授审校。在翻译过程中，大家相互交流、互相帮助、同心协力，才使得本书能得以早日付梓。

由于译者技术和文字水平有限，再加之书中出现了一些俚语，本书的翻译一定有不少错误和不足，欢迎读者提出批评意见。为了便于联系，特给出译者的电子邮箱：wenalbert@chinaren.com。

译者

2002年4月于北京邮电大学

谨以此书献给

Gary，他曾帮助我认清了光通信，并去尝试这一伟大而庄严的科学探索。再次奉献给我的家人，直到永远。

致 谢

我对于在这本书的研究和编撰中给予我巨大支持的以下人等表示衷心的感谢：

Gary Martin、Barbara Jorge、Christine Troianello、Rich Campbell、Jack Gerrish、Henry Sherwood、Gary Kessler、Joe Cappetta、Mitch Moore、Kirk Shamberger、Peter Southwick、Ken Camp、Mark Fei、Elvia Szymanski、Sue Wetherell、Dave Brown、Dave Hill、Bill Ribaud、Naresh Lakhanpal、Ali Abouzari、Mary Garilis、Todd Quam、Jorge Perez Cantú、Bob Dean、Phil Cashia、Walt Elser、Jack Garrett、Mike Lawler、Kenn Sato、Cyril Berg、Martha Bradley、Carmine Ciotola、Brian Clouse、Floyd Cross、Mike Diffenderfer、Pathmal Gunawardana、Carol Hrobon、Richie Parlato、Johan Lüthi、Greg Reinhart、Jacob Larsen、Dave Brown、Mary Pascarella、Carla Krebs、and Marta Ramirez。

我的家庭也一如既往地给予我极大的支持和自由来完成这本书。

我对我的朋友兼编辑，McGraw-Hill 出版社的 Steve Chapman 深表感激，感谢他对我编写本书这种想法的支持，以及对一再拖延的书稿的不懈支持！

谢谢你们，仅以此书献给我的朋友、家人！

总体框架

本书由 4 个主要篇章组成：光网络的市场、光网络的起源和基本原理、市场运营商以及解决方案和应用。

光网络的市场为光网络的介绍打下了基础，并对市场的范围、功能组成、相对于传统的基于铜线解决方案的市场形势、光通信技术的经济性、相关的运营商(高层)和应用成功的相关因素作了全面概述。

光网络的起源和基本原理介绍了一些基本技术——它们怎样工作，它们怎样同传统的、所谓“遗留”技术进行相互协作，以及随着它们的成熟，变得比今天更普及之后，未来还会出现什么。本章还将包括关于光信号信源、信宿、光纤本身以及光交换和路由的历史，这些都非常吸引人。

市场运营商分析了光网络市场的多个组成部分以及在市场上立稳脚跟的一些公司。光网络市场由 4 个关键部分组成：使用者本身、服务提供者、设备制造商和光电器件制造商。这 4 个群体在光网络的食物链上各占有一席之地，并在市场的发展中起了同等重要的作用。在对每个公司进行详尽的描述和分析时，对每个组成部分都进行了细致的研究。

解决方案和应用对光网络解决用户问题、创建新的应用和向用户提供具有更强的竞争优势等各方面进行了详尽分析。

最后，本书从用户的角度对光网络进行了分析，这是考虑到光

网络能在服务提供者和终端用户的关系中产生价值。

愿此书给你带来快乐。

Steven Shepard

2000 年 12 月于佛蒙特州，维尔林斯顿

前 言

光网络蔚然兴起。

过去的两年中，人们通过多种方式已逐渐意识到光网络的兴起。光网络已经成为技术的又一个伟大产物——商业活动需要它，服务提供商想推销它，设备制造商希望为它提供设备，器件制造商急于向设备制造商提供各种设备的部件。在写这本书的时候，由于市场对大容量光链路的巨大需求突然而至，光纤和部分光放大器的订单已签署到 18 个月之后。此时，公司的决策人必须对光网络在他们公司中的战略、战术和运作上的价值作出评估。光网络这一广泛采用的技术非常之新，使得他们没有足够的资料来帮助他们顺利地渡过由技术飞速进步所带来的转变难关。

表面上，技术书籍市场上充斥了无数的各色书籍，它们完全涵盖了光传输、交换和组网等各种底层技术的技术细节。比起铜缆网络，光网络算是比较新的一个领域，但是已经有许多人投身于光技术的研究，他们的贡献推动了这一领域的扩大发展。然而却很少有书讲述光网络的管理和战略意义。和这一主题有关的大部分书籍是面向应用工程师、器件设计工程师和其他专业技术人员，这些人员都是与光技术的内部工作机理（通常是器件级的）打交道。

本书不再面向那些读者，因为这个领域的书籍已经非常之多。相反，这本书讲述的是决策人员、项目应用经理、技术主管和负责为了战略和战术实施而选择、优化设计网络结构的市场人员所遇到的问题和关心的焦点。本书将从实际的角度讲述光网络，但需要澄清的是，虽然光通信技术提供了很多的带宽和容量解决方案，但它

们并不是解决传输中遇到挑战的唯一方案。接受本书指导的读者应当对各种技术可选方案作细致分析后，再作出决定。最后，本书还将描述和比较各种可选方案如 ISDN, xDSL, cable modem, 无线本地环路方案如 LMDS、MMDS, 卫星和铜缆传输方案如 T1、T3、SONET 和 SDH。换句话说，本书不是一本技术大全，而是一套帮助决策人员作出技术选择的工具。

另外，它的内容不只限于光传送网，还覆盖了光交换、路由和其他相关有趣的领域。

目 录

第 1 章 光网络的市场.....	1
1.1 走向新的网络模型.....	3
1.2 必然结果：数据网.....	6
1.3 本地服务提供商的反应.....	9
1.4 光网络的业务区域.....	10
1.5 光网络应用.....	12
1.5.1 长距离光分组核心.....	13
1.5.2 地域性的城域分组核心	13
1.5.3 城域多业务接入.....	14
1.5.4 预期的接入趋势.....	15
1.5.5 数字视频业务.....	16
1.5.6 数据中心环境.....	16
1.5.7 存储区域网络 (SAN)	17
1.5.8 以太网到 SONET/SDH 城域网的接入	17
1.5.9 城域波长服务.....	17
1.6 网络简史.....	18
1.7 传统的数字体系结构.....	20
1.8 光网络的诞生：SONET 和 SDH.....	23
1.8.1 SONET 和 SDH 的任务.....	24
1.8.2 SONET 技术概述.....	25
1.8.3 SONET 和 SDH 的其他优势	28
1.8.4 SONET 和 SDH 的结构.....	28
1.8.5 SONET 和 SDH 之外.....	30

1.9	交换和选路.....	31
1.9.1	数据通信协议.....	31
1.9.2	交换.....	45
1.9.3	选路.....	45
1.10	光域中的环形结构.....	46
1.10.1	单向通道倒换环 (UPSR)	46
1.10.2	双向倒换环.....	47
1.10.3	一个替代方案: 两纤 BLSR	48
1.11	放大和再生.....	48
1.12	小结.....	49
第 2 章	从铜缆到光纤.....	51
2.1	光技术概览.....	51
2.2	全反射	52
2.3	光纤传输的最新进展.....	56
2.4	光网络的基本器件	58
2.4.1	光源	58
2.4.2	光纤	59
2.4.3	光放大.....	71
2.4.4	综合考虑.....	74
2.4.5	光接收机.....	75
2.5	光纤的种类.....	77
2.5.1	多模光纤	78
2.5.2	单模光纤	80
2.6	我们为什么关心这个.....	83
2.7	小结.....	83
第 3 章	随之而来的技术.....	85
3.1	简介	85
3.2	光缆	86
3.2.1	室内光缆	87

3.2.2	室外光缆	87
3.2.3	特殊光缆	88
3.3	光缆结构	88
3.4	海缆应用	90
3.5	光缆敷设技术	92
3.5.1	海底敷设	95
3.5.2	管道敷设	95
3.5.3	通风管敷设	96
3.5.4	架空敷设	97
3.5.5	内部敷设	97
3.6	商用光纤产品	97
3.6.1	Fitel 朗讯科技	97
3.6.2	朗讯科技	98
3.6.3	康宁公司	99
3.6.4	阿尔卡特光通信	100
3.6.5	附: 自由空间光通信	100
3.6.6	小结	101
3.7	密集波分复用(DWDM)	102
3.8	光交换和路由	105
3.8.1	交换与路由: 有何不同	105
3.8.2	光域内的交换	105
3.8.3	光域路由	107
3.9	网络管理	109
3.9.1	网络管理的挑战	110
3.9.2	现实世界的网管	113
3.10	结论	114
第4章	解决方案和应用	115
4.1	光网络发展的动机层次结构	115
4.2	网络游戏的参与者	121

4.2.1	器件制造商.....	122
4.2.2	系统制造商.....	128
4.2.3	光纤制造商.....	138
4.2.4	不用光纤的光纤厂商	140
4.2.5	服务提供商.....	140
4.2.6	主要的运营商.....	148
4.3	彻底改造网络.....	150
4.4	迈向一个新的网络范例.....	151
4.5	为什么会有这样的演化.....	151
4.6	演化中的 IP 模型.....	154
4.7	IP 的优势	155
4.7.1	IP Version 6(Ipv6)	156
4.7.2	标记交换.....	156
4.7.3	多协议标签交换 (MPLS)	157
4.7.4	异步传输模式 (ATM)	158
4.8	协议汇集.....	160
4.9	再次总结.....	164
4.10	未来.....	169
术语表		171
参考资料		187
常用工具缩略语		196
索引		233
关于作者		243