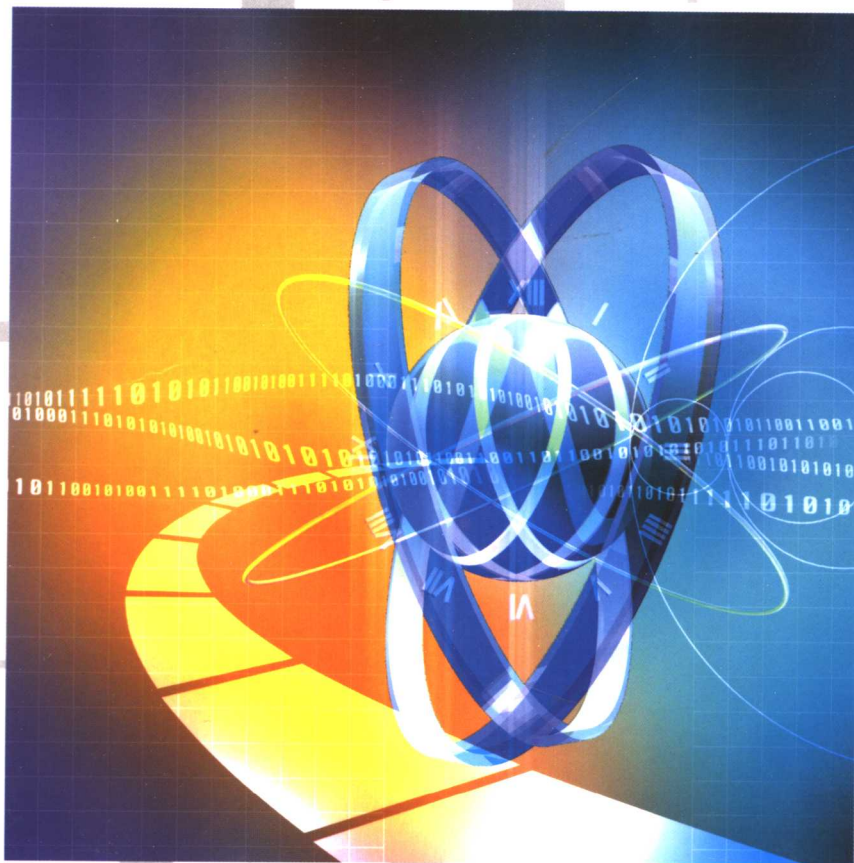


Fiber Optic Cabling Second Edition

国外IT精品丛书



光缆布线与检测

(第二版)

涵盖光缆应用的各个方面：从生产、连接、设计和安装，到验收测试与维修

适合于多方人士阅读参考：从安装工程师、专业技术人员，到IT主管与专家

[美] Barry Elliott 著
Mike Gilmore

田亚光 冯立辉 译
付雷 审



Newnes



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

Fiber Optic Cabling Second Edition

光缆布线与检测

(第二版)

[美] Barry Elliott 著
Mike Gilmore

田亚光 冯立辉 等译

付 雷 审校

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 提 要

本书从多个层面讲述了远程通信中涉及到的光缆布线与检测问题。主要内容包括光纤理论与生产技术、连接理论与安装技术、光缆干道与设计准则、元器件选择与验收测试、维修维护与安装实践等。

本书面向多种群体, 适合于安装工程师、专业技术人员、IT主管与专家等多方人士阅读。



Copyright©Mike Gilmore and Barry Elliott 2002. All rights reserved. No part of this book may be reproduced, stored in a retrieval system or transmitted in any form or by any means, without the prior written permission of the publisher, except in the case of brief quotations embodied in critical articles or reviews.

本书英文版由Newnes公司出版, Newnes公司已将中文版独家版权授予电子工业出版社及北京美迪亚电子信息有限公司。未经许可, 不得以任何形式和手段复制或抄袭本书内容。

版权贸易合同登记号 图字: 01-2003-4011

图书在版编目(CIP)数据

光缆布线与检测(第二版)/(英)爱利奥特(Elliott, B.)著; 田亚光等译. —北京: 电子工业出版社, 2004.1

书名原文: Fiber Optic Cabling Second Edition

ISBN 7-5053-9550-5

I. 光… II. ①爱… ②田… III. ①光缆通信—通信线路 ②光缆通信—测试技术 IV. TN913.33

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第123026号

责任编辑: 李 莹

印 刷: 北京天竺颖华印刷厂

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编: 100036

北京市海淀区翠微东里甲2号 邮编: 100036

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 14.625 字数: 370千字

印 次: 2004年1月第1次印刷

定 价: 30.00元

凡购买电子工业出版社的图书, 如有缺损问题, 请向购买书店调换, 若书店售缺, 请与本社发行部联系。联系电话: (010) 68279077。质量投诉请发邮件至zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至dbqq@phei.com.cn。

译 者 序

非常高兴能为读者翻译这样一本技术含量很高的精品图书。它不仅可以奉献给读者光纤、光缆行业的前沿与基础信息，还提升了我们对相关内容的认知与理解程度。在本书的翻译过程中，我们得到了北京理工大学光电工程系的秦秉坤教授和陈淑芬教授的指导与帮助。在此，我们深表感谢。

简介

1991年, Mike Gilmore编写了本书的第一版, 该书是第一本关于实际的数据通信光纤的主要著作。从那以后, Mike就成为了欧洲范围内结构化/房屋缆线领域的最受尊敬的咨询顾问之一, 并且还是英国国家级专家。在十年之后的2001年, 光通信工业有了无与伦比的、巨大的发展, 因而我也就很荣幸地获得了对这本书更新的机会。

2000年, 全世界的光纤产量达到了一亿零五百万公里, 与过去的五年相比增长了300%。光纤已经毫无争议地成为长距离电信系统所采用的传输介质, 甚至直接进入到许多大企业。斯堪第纳维亚和美洲, 都在进行将光纤直接敷设到家庭的试验, 以此来判断具有竞争力的宽带技术的经济效益, 而宽带技术将不可避免地为每个家庭所使用。

如何对不同类型的单模光纤以及这些单模光纤构成的网络拓扑进行选择, 是电信网络提供商需要面对的关键的商业决定。大多数国家都对电信市场解除了管制, 这导致新运营商的爆炸式增长, 以及光纤和波分复用器这样的光器件供不应求。

但是, 本书将专注于在数据通信、局域网以及房屋布缆中对光纤的使用。这是一个在传统上被视做“低科技”的领域, 在这个领域中主要采用的是低性能多模光纤。直到1997年, 情况一直都是这样的。在1997年之前, 端部带有SC或ST连接器的多模光纤可以很容易地在两公里的校园范围内传输100Mb/s的数据。两公里范围之外就是电信的领域了。兆比特以太网的出现将单模光纤带入了传输距离为500米的市场。10兆比特以太网的出现则将单模光纤全面引入到了传输距离低于300米的市场。数据通信领域和电信领域在10兆比特这一速度处正在发生融合。随着新一代小结构因子光连接器的出现以及未知的多模光纤和单模光纤的混合, 校园光缆重新引起了人们的兴趣, 并且几乎回到1991年那种具有开创精神的时代, 在这种开创精神的指引之下, 在校园中使用光纤经常被视做是一种表明信念的行动, 当然, 这也还是要遵照安装者的选择。

自1991年以来, 所发生的一个主要变化就是国际标准的出现, 这些国际标准几乎对器件性能、网络设计以及系统测试的每个细节都进行了定义。在美国, 标准化工作是在ANSI/TIA/EIA的领导下进行的; 在欧洲, 标准化工作受CENELEC的领导; 在世界上的其他地区, 标准化工作主要由ITU和ISO/IEC主持开展。针对缆线和器件的性能、选择以及测试等问题, 在本书中将会提到所有适合的标准, 而这些缆线和器件都有可能在局域网布线环境中出现。

到目前为止, 光纤到桌面并未像20世纪90年代早期人们所预计的那样在今天得到实现。随着5类和6类双绞线铜缆所能提供的频率范围达到250MHz, 一些人认为铜缆变得更好了。其实, 铜缆并未发生那么大的改变; 香农在20世纪30年代就从数学上证明了包括铜缆在内的通信信道承载信息的能力。真正的变化是, 出现了便宜的具有数字信号处理能力的器件, 使得人们可以通过特殊的编码方式来充分开发现有铜缆的固有带宽。而这种微处理器在20世纪90年代初期要么是没有问世, 要么就是超出了人们的消费能力。

现在, 光纤通信主要为那些期望光纤能带来特别利益的一些组织所采用, 通常它们需要较长的传输距离(铜缆的水平传输距离限制在100米之内)以及传输的安全性, 因此光纤

到桌面的解决方案在军事领域内很受欢迎。目前, 光纤变得越来越便宜, 最近出现的连接器也是如此, 对于光传输设备来说, 情况就更加喜人了, 而光传输设备昂贵的价格曾经是阻碍光纤通信进入短距离通信传输领域的主要障碍。随着对铜缆电学性能的要求变得越来越高, 铜缆也变得越来越昂贵; 而例如需要通过缆线对IP电话进行远程供电这样的因素, 又给原本就很复杂的技术/经济效益问题带来了新的影响。

在Mike Gilmore所编写的第一版的最后一章, 专门对未来的发展进行了分析。现在他的所有预言几乎都实现了, 而我也对未来做出了我自己的预测。对于一本写于2001年的书来说, 引用伟大的预言家Arthur C. Clarke的话或许比较适宜, 他在1975年曾这样写到:

对于那些决策者来说, 惟一的颇使他们挠头的不确定因素, 就是同轴电缆将以多快的速度被传输容量比自己大百万倍的玻璃光纤所取代。

Barry Elliott

缩 略 语

ABF	Air Blown Fiber	空气吹制光纤
ANSI	American National Standards Institute	美国国家标准协会
APC	Angled Physical Contact	成角度的物理接触
ATM	Asynchronous Transfer Mode	异步传送模式
BER	Bit Error Rate	误比特率
CATV	Community Antenna Television (cable TV)	有线电视
CCI	Core Cladding Interface	纤芯包层界面
COA	Centralized Optical Architecture	集中式光结构
CPD	Construction Products Directive	建筑产品指示
CWDM	Coarse Wavelength Division Multiplexing	稀疏波分复用
DFB	Distributed Feedback (laser)	分布反馈 (激光器)
DMD	Differential Modal Delay	差分模式延迟
DSF	Dispersion Shifted Fiber	色散位移光纤
DWDM	Dense Wavelength Division Multiplexing	密集波分复用
DB	decibel	分贝
EDFA	Erbium Doped Fiber Amplifier	掺铒光纤放大器
EF	Encircled Flux	环绕流量
EIA	Electronic Industries Alliance	电子工业联盟
EMB	Effective Modal Bandwidth	有效模式带宽
EMC	Electro Magnetic Compatibility	电磁兼容性
EMI	Electro Magnetic Immunity (有时也称 EM Interference)	电磁免疫性 (或者有时称电磁干扰)
ESD	Electro Static Discharge	静电放电
FCC	Federal Communications Commission	联邦通信委员会
FDDI	Fiber Distributed Data Interface	光纤分布式数据接口
FP	Fabry Perot	法布里 - 珀罗
FDM	Frequency Division Multiplexing	频分复用
FOCIS	Fiber Optic Connector Intermateability Standard	光纤连接器互匹配性标准
GHz	Gigahertz	吉赫兹
GI	Graded Index	渐变折射率
GPa	Giga Pascal	吉帕斯卡
HCS	Hard Clad Silica	硬包层硅
HPPI	High Performance Parallel Interface	高性能并行接口
ICEA	Insulated Cable Engineers Association	绝缘电缆工程师联盟

IEC	International Electro Technical Commission	国际电子技术委员会
IEE	Institute of Electrical Engineers (UK)	电气工程师协会 (英国)
IEEE	Institute of Electrical and Electronic Engineers (USA)	电气与电子工程师协会 (美国)
ISDN	Integrated Services Digital Network	综合业务数字网
ISO	International Standards Organization	国际标准化组织
ITU	International Telecommunications Union	国际电信联盟
IVD	Inside Vapour Deposition	内部气相沉积
LAN	Local Area Network	局域网
LEAF	Large Effective Area Fiber	大有效面积光纤
LED	Light Emitting Diode	发光二极管
LFH	Low Fire Hazard	低火险
LSZH	Low Smoke Zero Halogen	低烟零卤素
MAN	Metropolitan Area Network	城域网
Mb/s	Megabits per second	每秒兆比特
MCVD	Modified Chemical Vapour Deposition	改进的化学气相沉积
MEMS	Micro Electro Mechanical System	微机电系统
MHz	Megahertz	兆赫兹
NA	Numerical Aperture	数值孔径
nm	Nanometres	纳米
NEC	National Electrical Code (USA)	国家电气法 (美国)
NEMA	National Electrical Manufacturers Association (USA)	国家电气制造商联盟
NRZ	Non-Return to Zero	非归零
NTT	Nippon Telephone and Telegraph	日本电话电报
NZDS	Non Zero Dispersion Shifted (fiber)	非零色散位移 (光纤)
OFL	Overfilled Launch	满溢注入
OVD	Outside Vapour Deposition	外部气相沉积
PAM	Pulse Amplitude Modulation	脉冲幅度调制
PC	Physical Contact	物理接触
PCOF	Primary Coated Optical Fiber	一次涂敷光纤
PCS	Plastic Clad Silica	塑料包层硅
PCVD	Plasma Chemical Vapour Deposition	等离子化学气相沉积
PMD	Polarization Mode Dispersion	偏振模式色散
PMMA	Poly Methyl Methacrylate	聚甲基丙烯酸甲脂
POF	Plastic Optical Fiber	塑料光纤
PTFE	Poly Tetra Fluoro Ethylene	聚四氟乙烯
PTT	Public Telephone and Telegraph (operator)	公用电话电报 (运营商)
PVC	Poly Vinyl Chloride	聚氯乙烯

OCDMA	Optical Code Division Multiple Access	光码分多址
RML	Restricted Mode Launch	受限模式注入
SAN	storage Area Network	存储地区网络
SC	Subscriber Connector	用户连接器
SCOF	Secondary Coated Optical Fiber	二次涂敷光纤
SCSI	Small Computer System Interface	小型计算机系统接口
SFF	Small Form Factor (optical connectors)	小波形因数 (光连接器)
SMA	Sub Miniature Assembly	超小型装配
SMF	Single Mode Fiber	单模光纤
SNR	Signal to Noise Ratio	信噪比
SoHo	Small Office Home Office	小企业/家庭办公
SONET	Synchronous Optical Network	同步光网络
SROFC	Single Ruggedized Optical Fiber Cable	单增强型光缆
TDM	Time Division Multiplexing	时分复用
TIA	Telecommunications Industry Association	电信工业联盟
TIR	Total Internal Reflection	全反射
TO	Telecommunications Outlet	电信出口
TSB	Telecommunications System Bulletin	电信系统公告牌
UL	Underwriters Laboratory	承诺支付者实验室
VAD	Vapour Axial Deposition	气相轴向沉淀
VCSEL	Vertical Cavity Surface Emitting Laser	垂直腔面发射激光器
WAN	Wide Area Network	广域网
WDM	Wavelength Division Multiplexing	波分复用
WWDM	Wide Wavelength Division Multiplexing	宽波分复用

目 录

第1章	光纤通信与数据缆线的革命	1
	安全声明	1
	起操作系统作用的缆线	1
	通信布线以及它的作用	2
	光缆市场	2
	起操作系统作用的光缆	5
	光缆的经济效益	6
第2章	光纤理论	8
	介绍	8
	光纤的基本参数	8
	折射率	9
	反射定律和折射定律	11
	光纤及全反射	13
	光纤结构和定义	14
	理想光纤	15
	光接收和数值孔径	15
	光损耗和衰减	16
	本征损耗机理	17
	模式分布和光纤衰减	19
	非本征损耗机理	20
	数值孔径对衰减的影响	22
	工作波长窗口	22
	带宽	22
	阶跃折射率和梯度折射率光纤	24
	模式转换和它对带宽的影响	25
	光纤中的单模传输	28
	光纤的带宽规范	32
	系统设计、带宽利用和光纤几何形状	32
	光纤几何形状	33
	新的单模光纤家族	34
	塑料光纤	36
	参考文献	37
第3章	光纤生产技术	38
	介绍	38

	制造技术	38
	预制棒制造	38
	阶跃折射率光纤预制棒	39
	全硅光纤预制棒	39
	拉丝	43
	光纤兼容性	45
	包层硅光纤	45
	塑料光纤	46
	辐射硬度	47
	一次涂敷处理	48
	小结	49
第4章	光纤的连接理论及基本技术	50
	介绍	50
	连接技术	50
	连接类型	50
	插入损耗	51
	基本参数失配	51
	熔融连接	54
	机械对准	55
	连接损耗、光纤几何形状以及光纤制备	58
	回波损耗	59
	小结	61
第5章	连接技术中的实际问题	62
	介绍	62
	连接的对准技术	62
	连接及其规范	63
	插入损耗和器件指标	64
	连接机制中的光纤	67
	连接机制: 相对包层直径对准	69
	连接机制: 绝对包层直径对准	70
第6章	连接器和接头、互换品和应用	73
	介绍	73
	接头连接	73
	活动连接器	77
	标准和光连接器	84
	终结: 将光纤连接器连接到缆线上	87
	安装过程中的终结技术	89
	小结	91
	参考文献	92

第7章	光纤光缆	93
	介绍	93
	基本缆线元件	93
	缆线要求与缆线设计	94
	光缆设计定义	95
	建筑物间（外部）缆线	97
	建筑物内（内部）缆线	99
	光缆以及光机应力	101
	用户友好的缆线设计	104
	光缆设计的经济效益	104
	小结	106
第8章	光纤干线	107
	介绍	107
	光纤安装：定义	107
	光纤干线	108
	设计光纤干线	109
第9章	设计光纤干线	111
	介绍	111
	干线拓扑	111
	节点设计	118
	服务需求	120
	光预算	123
	带宽要求	130
	干线中对光纤几何形状的选择	132
	小结	134
	参考文献	135
第10章	选择元器件	136
	介绍	136
	光缆和光缆附件	136
	连接器	139
	元器件连接	140
	终端盒	140
	小结	142
第11章	规范定义	143
	介绍	143
	技术基础规则	143
	运行要求	144
	设计议案	146
	光学指标	149

	合同中关于指标要求的问题	149
	小结	152
第12章	验收检验方法	153
	介绍	153
	固定光缆	153
	气送光纤检测	158
	对光缆附件进行验收测试	159
	安装中的表面终端及其对质量的影响	164
	终端盒	165
	光缆的预安装	165
	短距离系统和测试原则	165
第13章	实际安装	167
	介绍	167
	传输设备和整体合同需求	167
	安装方的任务	168
	典型安装	168
	合同管理	169
	安装规划	170
	终端安装	173
第14章	最终接收测试	176
	介绍	176
	常规检查	176
	整体损耗测量	179
	OTDR测试安装点	182
第15章	文档	187
	介绍	187
	合同文档	187
	技术文档	188
	最终干线文档的作用	192
	关于项目文档的国际标准	193
第16章	修理和维护	195
	介绍	195
	修理	195
	维护	197
	小结	197
第17章	案例分析	198
	介绍	198
	网络需求	198
	初步规划	198

初步安装建筑物间的光缆	199
材料选择	205
材料清单（光纤部分）	207
安装计划	211
总结	211
第18章 未来展望	212
介绍	212
神奇的激光器	212
新型光纤	213
下一代光器件	213
新的编码技术	214
附录A 光纤中衰减：衰减的测量	215

第1章 光纤通信与数据缆线的革命

安全声明

如果你正在阅读本书的话，那就说明你对光纤的使用存在兴趣。你应该注意以下关于处理光纤以及它的附件时涉及的安全问题。

- 永远都要将切割下来的光纤放在适合的“细长条”容器中。
- 永远都不要直接用眼睛看光纤设备、装置或光纤的端口，除非你知道这些端口是与什么相连接的。这些端口可能正在发出人眼不可见的红外辐射，而这种红外辐射可能会对人眼造成伤害。
- 光连接器终结炉的温度很高，并且可能会散发出使人感到不适的气体。

起操作系统作用的缆线

信息技术是一个经常为人们所使用而又经常被误用的名词。它包含了一大堆令人感到困惑的概念，并且存在这样一种趋势，就是把任何新出现的电子或通信技术、产品都归为信息技术革命的一部分。

当然，大多数的电子硬件其自身都包含一些实现与其自身、与其同类产品以及与人进行通信的通信元件，从这一角度来看，确实可以将几乎所有现代化设备都统一到高科技、信息技术的旗帜之下。不可否认的是，人与人之间的通信和设备以及设备和设备之间的通信正在以惊人的速度增长。事实上，由于市场上不断地涌现出新的通信形式，所以对大多数人来说，是不可能对这些通信形式有任何详细理解的。可能也并无太多必要对这些通信形式进行深入的研究，因为很有可能随后出现的下一代设备将使得先前获得的专业知识变得毫无用处。因此，受信息技术的影响，人们往往不关心整个的技术进步。成为一个坚信只掌握一种知识就注定要失败的万事通，对人们来说从未像今天这样产生这么大的诱惑力。在以上这些情况之下，最重要的因素就是用户使用各种不同系统的能力，而并非用户理解这些不同系统的能力。从最基本的层次出发，这就意味着对于人来说，能够使用一部电话比熟悉交换元件的复杂原理更有价值。

随着计算机的演化，出现了基于软件的操作系统，它有助于计算机为市场所接受，因为用户使用起它来感到很轻松，并且不会被现有的设备和新的设备吓退。这种专注于操作而非技术理解的实现方式，也同样在通信缆线领域得到了反映。直到最近，在通信网络内的各种装置（如计算机和各种外设）之间进行布线，对用户来说是无形产品，也是无形成本。事实上，许多客户并没有意识到缆线的路由、容量以及可靠性等问题，而这些在很大程度上要对客户网络的持续运行起作用。

但是,最近正逐渐发生着一场革命,位于通信系统之内连接各种元件的有线网络已经成了软件操作系统的硬件等价物。已安装的缆线并不只针对缆线两端的特定设备,它还可以支持许多其他设备和外设的使用。这样,布线就是一个操作问题,而不是一个技术问题,并且除了那些基于工程背景的决定之外,还涉及一般的管理决定。

现在,公司对布线问题的处理方法已成为其一个中心的通信问题,它不仅代表了支持现有设备(以及它的处理要求)的一笔可观的投资,更是代表能为未来各种设备提供服务的能力的投资。因此,布线就不再只是计算机全套购置之内的无形开销,而是一项必须展现有效投资回报并显示出真正延长了工作寿命的主要资本开销。

通信布线以及它的作用

实现两个通信者之间的通信方式有许多种,可以将这些通信方式大致分为以下几类:

- 通信数据的类型:如电话、数据通信以及视频传输;
- 通信数据的重要性;
- 通信数据的周围环境:如距离、带宽、包含安全性以及电子噪声在内的电磁因素。

在过去,通信数据的价值远不及当今或将来。如果家庭电话或办公室电话线路发生了故障,那么话音数据将会中断,替代措施也将被采取。但是,如果是主电信线路发生了故障,那么它所带来的损失则是巨大的,这种损失不仅体现了发生故障时丢失的数据所带来的损失,更重要的是造成了随后的系统瘫痪状态所带来的损失。当我们对它进行分析的时候,就会发现人们越来越关注这种更重要的通信数据是由于:

- 拓展了对计算设备的使用;
- 增加了设备对通信信息分析与响应的能力。

以上两个因素导致了在物理上扩展出高速运行的通信网络。反过来,这又促使了用更多的互连缆线。这些互连缆线发生故障所带来的影响依赖于受到中断的数据的价值。

因此,经过扩展后的缆线基础设施的概念也就不再只是连接不同设备的“几股线”,而是经过精心设计的用以提供高速通信线路的缆线网络(每个都要满足它自身的技术规范),其设计目标是使该高速通信线在最小平均修复时间这一指标上具有可靠性。

通信布线已经成为了在重要性上与其相一致的产品规范(缆线)和网络设计(维修原则、安装惯例)等的结合体。这一概念将缆线与传输硬件分离了开来,并且暗示它与计算机操作系统以及计算机操作系统独立于用户生成的软件包的特性非常类似。本书将集中讨论如何使用在布线系统之内用做传输介质的光纤,而且如上面所表明的那样,阅读本书并不需要具备单个通信协议或传输设备的知识。

光缆市场

电信

无论在哪个国家,其最大的通信网络都是公共电信网。对缆线的投资则占对这些复杂传输线路总投资的绝大多数。相应地,相关当局和极具竞争力、刚刚被解除管制的电信巨头

们总是处在科技变革的最前沿,以确保能以最少的所有权代价来满足对通信需求的增长(由人口增长或“信息技术革命”引发)。

电信网络可能会因此被认为是最主要的缆线基础设施,而且新技术的影响也被认为将在通信这一领域首先得到检验。

1996年,Charles Kao和George Hockham(标准电话实验室,位于英格兰的Harlow城)宣布了利用光(红外)在光传输介质中的传输来实现数据通信的可能性。电信当局迅速对这一思想进行了评审,并发现其潜在的优势极具吸引力。

通过将光信号在适合的光介质中传播来实现信号数据的传输之所以会引起人们的兴趣,主要是基于以下两个主要原因(被认为是光纤技术的两个最主要的优势):高带宽(或数据承载能力)和低衰减(或功率损失)。

带宽是衡量介质传输数据能力的一种标准。带宽越大,就越能保证在接收端具有可接受的误码率的前提下,以更快的速度注入数据。对于通信产业来说,这一重要性是非常清楚的:传输介质的带宽越大,需要的传输元件就越少。光纤元件具有极高的带宽,并且与铜缆相比,使用光缆能在大幅减小体积的同时提高承载数据的能力。这点已经通过另一个因素得到了加强:光纤是用玻璃或者更普遍地是用硅制成的,而硅是电的非传导材料,因此也就不会受元件之间的相互串扰作用的影响。这一特性使得并不需要对单个传输元件进行屏蔽,因此也就进一步减小了光缆的直径。

特别是对于电信产业来说,它也意识到如果需要较少的缆线元件,那么在中继器/再生器站处就需要较少的收发机。这不仅减少了网络安装和所有权的成本,而且提高了网络的可靠性。同时,中继器/再生器的问题显得格外突出,这源自于光纤的第二个主要优势,那就是它具有极低的信号功率衰减。很明显,这一点会引起电信组织的兴趣,因为它意味着更大的中继器间距。也就是说,需要更少量的中继器,而这又会带来成本降低和可靠性提高等优势。

对于电信当局来说,低成本和高可靠性无疑是极具吸引力的,但是,在一个通信数据业务快速增长的时代,光纤所带来的主要好处从前是、现在也仍然是带宽。安装于电信系统之内的起到本地或长途业务承载体作用的光缆,并不会对所能提供的服务产生限制。实际上,更准确的说法是容量是受到光注入和探测设备的能力限制的。

值得指出的是,上面所提到的成本降低并非是在一夜之间发生的,为了使产品达到今天的性能水平,光纤业界花费了数百万英镑的投入。然而,到2001年为止,一直存在的成本结构问题却非常好地表明,与大规模生产相联系的高科技产品开发,会带来大规模的成本降低。电信行业对大批元件的使用是造成这一情况的主要原因,并且对这种应用选择的快速增长也基于电信行业为其奠定的基础。

因此,现在就可能以低价买到具有高性能指标的元件,以服务于不断增长的数据通信市场。对此,我们将在下面进行详细的讨论。

军用通信

当光纤第一次被提出来用做通信介质的时候,它在电信方面的优势就已经显露无遗了。高带宽、低信号衰减以及介质的非传导性等基本优势,将光纤推到了通信领域新科技的最前沿。