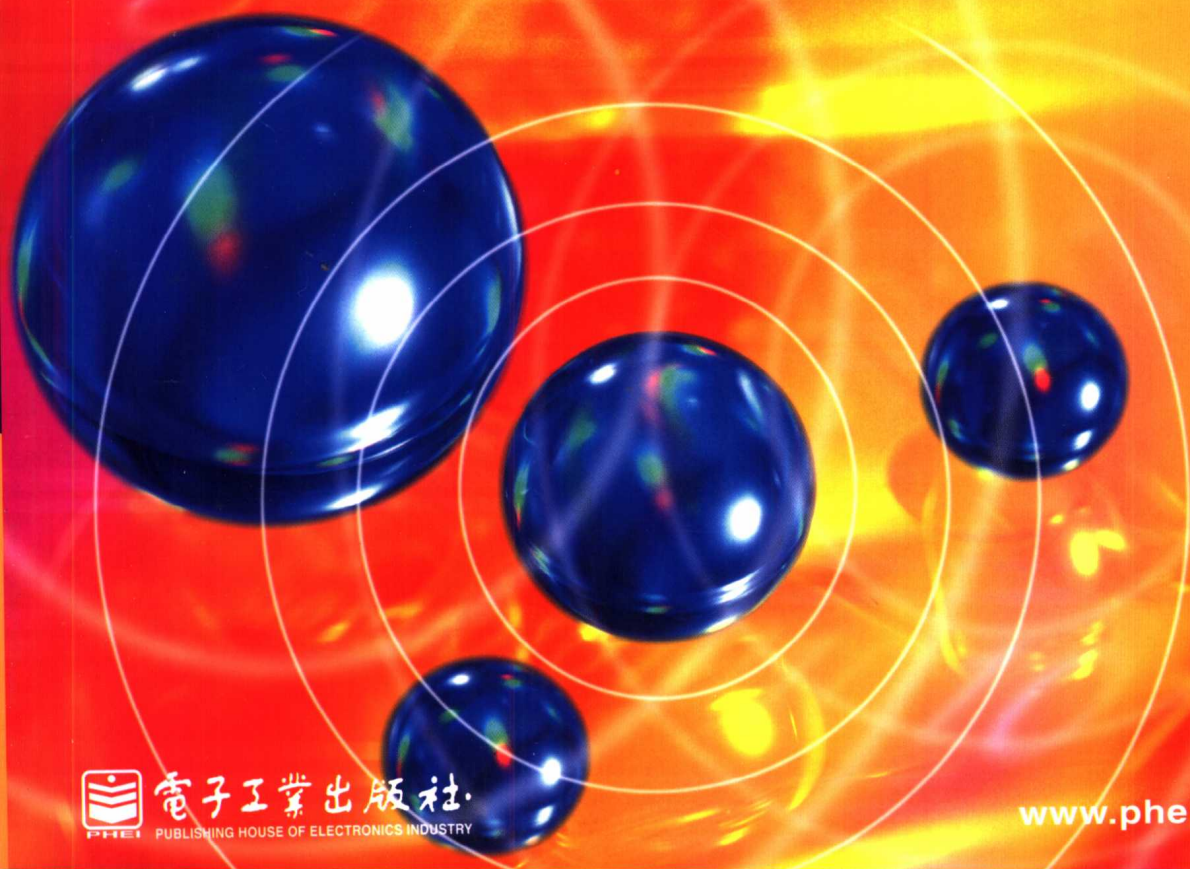


光通信系列丛书

光纤通信

原荣 编著



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

www.phei.com.cn

光通信系列丛书

光 纤 通 信

原 荣 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 · BEIJING

内 容 简 介

本书是在作者主编的原《光纤通信网络》一书的基础上,根据光纤通信技术的最新进展,为满足广大读者的需求重新编写的。本书共9章,全面介绍光纤通信技术,内容包括光波基础,光与介质的相互作用,光纤光缆,光无源和有源器件,光接收和发射,调制、编码、复用和解复用技术,以及光放大技术,最后对光纤通信系统设计,色散对系统性能限制,以及最先进的高速宽带光纤通信系统必须解决的色散补偿和管理技术进行了详细的介绍。本书选取了光纤通信技术的最新素材,反映了当前光纤通信技术的发展水平,概念解释清楚,理论分析深入浅出,文字叙述通俗易懂、简明扼要,图文并茂,注重实用,适合不同层次读者的需要。为使读者深入理解书中的内容,每章均配有例题和习题,并在书末给出部分习题的答案。为使读者从关键词尽快找到书中的有关内容,本书还给出名词术语索引。

本书可供从事光纤通信系统和网络研究、教学、规划、设计、使用、管理和维护的有关人员参考,也可作为光纤通信课程教材使用。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

光纤通信/原荣编著. —北京:电子工业出版社, 2002. 10
(光通信系列丛书)
ISBN 7-5053-7980-1

I. 光… II. 原… III. 光纤通信 IV. TN929.11
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 065619 号

责任编辑:周晓云

印 刷:北京天竺颖华印刷厂

出版发行:电子工业出版社 <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销:各地新华书店

开 本:787×980 1/16 印张:28.5 字数:605 千字

版 次:2002 年 10 月第 1 版 2002 年 10 月第 1 次印刷

印 数:6 000 册 定价:38.00 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

前 言

光导纤维是现代通信网络中传输信息的最佳媒质。光纤通信技术是信息社会的支柱, 光纤通信网络是“信息高速公路”的骨干网, 是用户的接入网, 也是世界通信建设今后发展的主体。光纤通信作为一种新兴的通信技术, 显示出无比的优越性, 在短短的二十几年中获得了迅速的发展, 越来越引起人们的极大兴趣, 受到人们的普遍关注。

由本书作者主编的《光纤通信网络》一书, 在 1999 年初出版后很快就脱销。为了满足广大读者的需求, 根据光纤通信技术的最新进展, 作者在广西回国科学基金项目部分资助下, 重新编写了本书。为了使缺乏必要基础知识的读者能够更好理解光纤通信器件和系统的有关内容, 本书增加了光波基础、光与介质的相互作用和平面介质波导等有关内容。由于最先进的光纤通信系统是在大量最新光电器件的基础上建造起来的, 所以从事系统开发的人员越来越感到器件的重要性, 从而也吸引了越来越多的人员从事器件的研究和开发, 为此本书根据最新的文献扩充了有关的内容。在现有普通单模光纤网络上建立高速 TDM 和 WDM 系统, 对色散进行补偿是必不可少的。即使高速宽带 WDM 和 DTM 信号在最先进的 NZ-DSF 光纤上长距离传输, 除要求对色散和色散斜率进行补偿外, 还必须对色散进行动态管理, 本书特地在第 9 章对此进行了介绍。与《光纤通信网络》相比, 相关章节的内容也有较大的修改和增加, 为了使读者更容易理解书中的内容, 增加了许多插图。

鉴于篇幅所限, 由于已有专门书籍介绍 SDH 和 ATM 技术, 所以本书没有对此进行介绍。鉴于光孤子通信系统目前还不成熟, 所以本书在 2.3.5 节中只简单地进行了概念介绍。拉曼放大器和半导体光放大器技术已经成熟, 在市场上已广泛或即将广泛使用, 本书较详细地介绍了这部分内容。WDM 技术的成熟, 使其在 WDM 系统广泛使用, 越来越多的工程技术人员从事 WDM 系统设计和工程管理、维护工作, 本书特地在第 8 章对 WDM 系统设计、光功率预算、线性和非线性串话、网络管理、保护和互联等进行了介绍。

本书选取了光纤通信技术的最新素材, 收编了大量有用的光纤通信工程数据和图表, 反映了当前光纤通信技术的发展水平, 其特点是概念解释清楚, 理论分析深入浅出, 文字叙述通俗易懂、简明扼要, 图文并茂, 注重实用, 适合不同层次读者的需要。为使读者深入理解书中的内容, 每章均有例题和习题, 并在书末给出部分习题的答案, 以供读者练习使用。为使读者从关键词尽快找出书中的有关内容, 本书还给出名词术语索引。

虽然作者多年来从事光纤通信技术研究，但由于光纤通信技术发展十分迅速，加之编写时间有限，书中不足及错误之处，敬请读者批评指正。我的联系方式是：

邮政编码：541004

通信地址：广西桂林市五号信箱

E-mail: gioc@public.glptt.gx.cn

原 荣

2002年7月

目 录

第 1 章 概述	(1)
1.1 光纤通信技术发展	(1)
1.1.1 光纤通信史回顾	(1)
1.1.2 电缆网络的缺点	(2)
1.1.3 三种基本的光纤通信系统	(4)
1.1.4 光纤接入网技术介绍	(5)
1.1.5 三代网络技术比较	(6)
1.1.6 光传送网的关键技术	(8)
1.1.7 通信网络的分层结构	(10)
1.2 光波基础	(12)
1.2.1 光的本质	(12)
1.2.2 均匀介质中的光波	(13)
1.2.3 相速度和折射率	(17)
1.2.4 群速度和群折射率	(18)
1.3 光与介质的相互作用	(20)
1.3.1 斯奈尔定律和全反射	(20)
1.3.2 菲涅耳方程	(22)
1.3.3 光多次干涉和谐振	(28)
1.3.4 古斯-汉森相移和光学隧道效应	(32)
1.3.5 相干	(33)
1.3.6 衍射	(35)
1.3.7 偏振	(39)
1.3.8 双折射——光在各向异性介质中的传输	(41)
1.3.9 非线性光学效应	(45)
1.4 平面介质波导	(46)
1.4.1 波导条件	(46)
1.4.2 单模和多模波导	(48)
习题	(48)
第 2 章 光纤和光缆	(52)
2.1 光纤结构和类型	(52)
2.1.1 多模光纤	(53)

2.1.2	单模光纤	(56)
2.2	光纤传输原理	(56)
2.2.1	传输条件	(57)
2.2.2	光纤模式	(58)
2.2.3	单模光纤的基本特性	(65)
2.3	光纤传输特性	(68)
2.3.1	衰减	(68)
2.3.2	色散	(70)
2.3.3	比特速率	(78)
2.3.4	带宽	(80)
2.3.5	非线性光学效应	(85)
2.4	单模光纤的进展和应用	(88)
2.4.1	G.652 标准单模光纤	(89)
2.4.2	G.653 色散移位光纤	(89)
2.4.3	G.654 衰减最小光纤	(89)
2.4.4	G.655 非零色散光纤	(89)
2.4.5	全波光纤	(90)
2.4.6	色散补偿光纤	(91)
2.5	光纤的选择	(93)
2.6	光缆	(95)
2.6.1	对光缆的基本要求	(95)
2.6.2	光缆结构和类型	(97)
2.6.3	海底光缆	(99)
	习题	(102)
第3章	光纤通信器件	(104)
3.1	连接器	(104)
3.1.1	连接损耗	(105)
3.1.2	活动连接器结构和特性	(105)
3.1.3	接头	(107)
3.1.4	连接方法的比较	(108)
3.2	耦合器	(109)
3.3	可调谐光滤波器	(111)
3.3.1	法布里-珀罗滤波器	(112)
3.3.2	马赫-曾德尔滤波器	(116)
3.3.3	光栅滤波器	(118)

3.3.4	光纤环路谐振带通滤波器	(122)
3.3.5	调谐滤波器的性能比较	(122)
3.4	波分复用/解复用器	(123)
3.4.1	棱镜解复用器	(123)
3.4.2	光栅解复用器	(124)
3.4.3	介质薄膜干涉滤波器解复用器	(127)
3.4.4	熔拉双锥耦合波分复用器	(129)
3.5	调制器	(130)
3.5.1	电光调制器	(131)
3.5.2	声光调制器	(137)
3.5.3	电吸收波导调制器	(139)
3.6	光开关	(140)
3.6.1	机械光开关	(141)
3.6.2	波导光开关	(143)
3.7	光环行器	(147)
3.8	光隔离器	(148)
3.9	分插复用器	(150)
3.10	波长转换器	(151)
3.11	交叉连接器	(152)
	习题	(153)
第4章	光源和光发射机	(154)
4.1	概述	(154)
4.2	发光机理	(155)
4.2.1	发光机理	(155)
4.2.2	受激发射条件	(158)
4.2.3	光增益	(160)
4.2.4	激光器起振的阈值条件	(162)
4.2.5	激光器起振的相位条件	(164)
4.3	器件结构	(166)
4.3.1	异质结半导体激光器	(166)
4.3.2	量子限制激光器	(167)
4.3.3	分布反馈激光器	(169)
4.4	波长可调谐半导体激光器	(172)
4.5	垂直腔表面发射激光器	(177)
4.6	半导体激光器的特性	(178)

4.6.1	半导体激光器的基本特性	(178)
4.6.2	模式特性	(183)
4.6.3	调制响应	(184)
4.6.4	半导体激光器噪声	(187)
4.7	光发射机设计	(189)
4.7.1	驱动电路	(190)
4.7.2	可靠性	(193)
4.8	光频稳定及其控制	(193)
4.9	对激光器的保护	(195)
4.9.1	光源慢启动保护	(196)
4.9.2	激光器过流保护	(196)
4.9.3	反向冲击电流保护	(196)
4.9.4	焊接和静电保护	(197)
4.10	光纤激光器	(197)
4.10.1	掺铒光纤激光器	(197)
4.10.2	光纤光栅分布反馈式 (DFB) 激光器	(199)
	习题	(199)
第 5 章	光探测及光接收机	(201)
5.1	光探测原理	(201)
5.2	光电二极管	(203)
5.2.1	PIN 光电二极管	(203)
5.2.2	雪崩光电二极管	(205)
5.2.3	响应带宽	(207)
5.2.4	新型 APD 结构	(209)
5.2.5	MSM 光电探测器	(212)
5.3	数字光接收机	(212)
5.3.1	前置放大器	(213)
5.3.2	线性通道	(214)
5.3.3	数据恢复	(215)
5.4	接收机信噪比 (SNR)	(216)
5.4.1	噪声机理	(216)
5.4.2	PIN 光接收机	(217)
5.4.3	APD 接收机	(218)
5.5	接收机误码率和灵敏度	(222)
5.5.1	比特误码率	(222)

5.5.2	最小平均接收光功率	(225)
5.5.3	光电探测器的量子限制	(227)
5.6	灵敏度下降机理	(229)
5.7	光接收机的性能	(231)
5.8	相干检测	(231)
5.8.1	基本概念	(232)
5.8.2	信噪比 (SNR)	(234)
5.8.3	解调方式	(235)
	习题	(237)
第 6 章	调制、编码和复用	(239)
6.1	概述	(239)
6.1.1	调制	(239)
6.1.2	编码	(241)
6.1.3	复用	(243)
6.2	副载波调制	(245)
6.2.1	模拟副载波调制	(245)
6.2.2	数字副载波调制	(248)
6.3	光调制	(251)
6.3.1	模拟强度光调制	(251)
6.3.2	数字强度光调制	(252)
6.3.3	相干系统光调制	(253)
6.4	脉冲编码调制	(256)
6.4.1	取样、量化和编码	(257)
6.4.2	线性编码 PCM	(260)
6.4.3	压缩和扩张	(261)
6.4.4	差分 PCM 和增量调制	(262)
6.5	频分复用	(263)
6.5.1	工作原理	(263)
6.5.2	FDM 对传输带宽的要求	(265)
6.5.3	FDM 系统功率代价	(265)
6.5.4	互调产物 (IMP)	(266)
6.5.5	载频间距	(269)
6.6	微波副载波复用 (SCM)	(270)
6.6.1	副载波复用的特点	(271)
6.6.2	模拟 SCM 光波系统	(272)

6.7	时分复用 (TDM)	(276)
6.7.1	时分复用工作原理	(276)
6.7.2	时分复用传输效率	(279)
6.7.3	TDM 应用	(280)
6.8	光复用技术	(280)
6.8.1	波分复用	(281)
6.8.2	光时分复用技术	(282)
6.8.3	光码分复用	(285)
	习题	(288)
第 7 章	光放大器	(290)
7.1	一般概念	(290)
7.1.1	增益频谱和带宽	(291)
7.1.2	增益饱和	(292)
7.1.3	放大器噪声	(293)
7.1.4	光放大器应用	(295)
7.2	半导体光放大器	(296)
7.2.1	放大器设计	(296)
7.2.2	行波光放大器特性	(299)
7.2.3	半导体光放大器的应用	(302)
7.3	光纤拉曼放大器	(303)
7.3.1	分布式拉曼放大器的工作原理和特性	(304)
7.3.2	拉曼放大器对系统性能的影响	(309)
7.3.3	拉曼放大技术应用	(310)
7.4	光纤布里渊放大器	(312)
7.5	掺铒光纤放大器	(313)
7.5.1	掺铒光纤结构	(313)
7.5.2	工作原理及其特性	(315)
7.5.3	掺铒光纤放大器的优点	(321)
7.5.4	EDFA 的应用	(322)
7.5.5	实用 EDFA 构成	(323)
7.5.6	掺镨光纤放大器	(324)
7.6	光放大器系统应用	(324)
7.6.1	前置放大器	(325)
7.6.2	放大器级联	(327)
	习题	(331)

第 8 章 系统设计	(332)
8.1 系统结构和限制	(332)
8.1.1 系统结构	(332)
8.1.2 损耗限制系统	(337)
8.1.3 色散限制系统	(337)
8.2 功率预算	(339)
8.2.1 陆地系统功率预算	(339)
8.2.2 海底光缆系统功率预算	(340)
8.3 功率代价因素	(344)
8.3.1 光纤模式噪声	(345)
8.3.2 色散引起的脉冲展宽	(346)
8.3.3 激光器模式分配噪声	(347)
8.3.4 LD 的频率啁啾	(350)
8.3.5 反射噪声	(352)
8.4 带宽设计	(355)
8.5 单信道光纤通信系统设计	(357)
8.5.1 模拟系统设计	(358)
8.5.2 数字系统设计	(361)
8.6 DWDM 系统工程设计	(364)
8.6.1 中心频率和信道间隔	(364)
8.6.2 线性串话	(365)
8.6.3 非线性串话	(367)
8.6.4 光放大器系统设计	(371)
8.6.5 光功率预算	(374)
8.6.6 网络管理	(375)
8.6.7 网络保护和生存对策	(376)
8.6.8 网络互联	(377)
8.6.9 DWDM 网络信道数计算	(377)
习题	(377)
第 9 章 色散限制、补偿和管理	(380)
9.1 色散引起脉冲展宽	(381)
9.1.1 基本传输方程	(381)
9.1.2 高斯脉冲输入	(382)
9.2 色散对系统性能的限制	(385)
9.2.1 对系统比特速率的限制	(385)

9.2.2 对系统传输距离的限制	(387)
9.3 后补偿技术	(389)
9.4 前补偿技术	(389)
9.4.1 预啾啾补偿	(389)
9.4.2 FSK 调制补偿	(391)
9.4.3 双二进制编码	(391)
9.4.4 半导体光放大器产生啾啾补偿	(392)
9.4.5 光纤引入啾啾	(392)
9.5 负色散 DCF 补偿	(393)
9.6 光滤波器补偿	(395)
9.6.1 法布里-珀罗干涉滤波器	(396)
9.6.2 马赫-曾德尔干涉滤波器	(396)
9.6.3 光纤光栅滤波器	(397)
9.7 相位共轭补偿	(401)
9.8 镜像相位阵列补偿	(402)
9.9 宽带系统色散补偿	(404)
9.9.1 光时分复用系统色散补偿	(404)
9.9.2 波分复用系统色散补偿	(405)
9.10 色散管理	(408)
9.10.1 长距离系统色散管理	(408)
9.10.2 动态色散管理	(409)
习题	(410)
附录	(412)
附录 A 习题答案	(412)
附录 B 电磁波频率与波长的换算	(414)
附录 C1 dBm 与 mW 换算表	(415)
附录 C2 dB 值和功率比 ($\text{dB}=10\log_{10}(P_2/P_1)$)	(415)
附录 C3 百分损耗 (%) 与分贝 (dB) 损耗换算表	(416)
附录 D PDH 与 SDH 速率等级	(416)
附录 E $\Delta\lambda$ 和 $\Delta\nu$ 的关系	(417)
附录 F 物理常数	(418)
附录 G ITU-T 关于 WDM 系统波长安排	(418)
附录 H 名词术语索引	(420)
附录 I 例题目录	(439)
参考文献	(441)

第1章 概 述

- 🔔 光纤通信技术发展
- 🔔 光波基础
- 🔔 光与介质的相互作用
- 🔔 平面介质波导

1.1 光纤通信技术发展

1.1.1 光纤通信史回顾

光纤是现代化通信网中传输信息的媒质。光纤通信作为一种新兴的通信技术，从一开始就显示出无比的优越性，引起人们的极大兴趣和关注，在短短三十多年中取得了迅速的发展。光纤通信之所以能够成功，主要得益于超纯石英玻璃纤维和半导体激光器的研制成功。早在 1966 年英籍华人高锟，当时还是一个在英国 Harlow ITT 实验室工作的年轻工程师。他大胆地提出，人们应该能够发送高速信息光脉冲到一根纤细的玻璃丝中的概念，并且做了一系列实验，证明这是可以实现的。接着，1970 年美国康宁公司生产出了 20 dB/km 的低损耗光纤，GaAlAs 半导体激光器也在同年实现了室温下连续工作，从而揭开了光纤通信的序幕。

在高锟早期的实验中，光纤的损耗约为 3 000 dB/km，而光源也是性能并不优良的发光二极管。今天，小于 0.3 dB/km 的光纤已被广泛安装使用，而调制速率超过每秒千兆比特的近红外半导体激光器也已商品化。

现已安装使用的光纤通信系统，光纤长度有的很短，只有几米长（计算机内部或机房内），有的又很长，如连接洲与洲之间的海底光缆。20 世纪 60 年代中期以来，光纤通信的发展速度之快令人震惊，可以说没有任何一种通信方式可与之相比拟。光纤通信已变成所有通信系统的最佳技术选择。

目前，数据业务爆炸式增长，通信道路越来越拥挤，光通信是惟一的出路。所以，世界上所有新建的干线通信系统均采用光纤，同时光纤通信从低速系统向高速系统发展。由

0905/06

于波分复用技术和光纤技术的突飞猛进,现在一根光纤上的传输容量每 9~12 个月就翻一番。5 Gb/s 系统已在横跨太平洋的海底光缆系统 (TPC-5/6) 中使用。波分复用 (WDM) 系统也在海底光缆系统上使用。1999 年阿尔卡特进行了 32×10 Gb/s 传输距离为 400 km 的全光传输试验,采用的技术有前向纠错 (FEC)、远泵前置光放大和后置光放大以及拉曼放大和色散管理技术。2002 年阿尔卡特在 C 波段和 L 波段进行了 10.2 Tb/s (256×42.7 Gb/s) 传输距离为 3×100 km 的试验。在交换技术方面,电路交换逐渐被具有路由器功能的分组交换 (IP over ATM) 所取代,最后的发展趋势是实现光交换和电信网络的全光化。

由于光电技术的发展和逐渐成熟,世界光纤市场和光电器件市场大幅增长,而市场价格却急剧下降。光纤通信产业方兴未艾,其旺盛的生命力令人振奋。

通信和计算机技术的发展出乎许多人的预料。电子传输设备速度的高速增加只有光纤线路的容量才能满足。硅数字器件速度充其量可达到 1 Gb/s~2 Gb/s,而砷器件的速度是硅器件的 2~5 倍。10 Gb/s 的高速集成电路已经开发出来,200 Gb/s 的晶体管和 40 Gb/s 的集成电路也已逐渐成熟。另外,光纤在 1 280 nm~1 620 nm 的近红外波段,具有 5 个传输窗口,采用密集波分复用技术,这 5 个窗口可以提供多达 10 000 个通道。

过去,通信线路是信号传输的技术瓶颈,但是自从使用光缆后,这个问题就不复存在了。

1.1.2 电缆网络的缺点

用于局域网 (LAN) 中的电缆网络与光纤网络相比具有许多致命的缺点,现列举如下。

1. 电气危害

802 标准指出,LAN 干线电缆系统在使用中至少可能遇到四种直接的电气危害:

- (1) LAN 部件和交流电源或照明电路的直接接触;
- (2) LAN 电缆和部件上累积的静电荷;
- (3) 耦合到电缆系统上的高能瞬变;
- (4) 各种 LAN 部件接地点之间的电位差。

这些危害可能导致 LAN 部件甚至联网计算机的损坏,必须在安装使用时十分注意。这些危害都是由电缆的导电性引起的。在我国,已有不少 LAN 遭到雷击导致计算机和 LAN 部件损坏的情况。

2. 电磁干扰

802 标准指出可能影响 LAN 正常工作的几种干扰源:高频电磁场、静电放电和接地点间的瞬变电压等,并明确规定了 LAN 的电磁环境条件。如果不能满足这些条件,就难

以保证 LAN 的正常运行。这些干扰问题是由于电缆的电磁兼容性或屏蔽能力差所引起的。

3. 传输损耗大

表 1.1.1 给出了局域网用电缆和光纤的每千米传输损耗。由表可见, 电缆的损耗明显大于光纤, 有的甚至大几个数量级。因此, 电缆只能用于网径不大的 LAN, 网径较大的 LAN 以及 MAN 只能使用光纤。

4. 频带宽

从表 1.1.1 还可以看到, 电缆基本上只适用于数据速率较低的 LAN, 高速局域网 ($\geq 100\text{Mb/s}$) 和城域网 (MAN) 必须采用光纤。

表 1.1.1 电缆和光纤的损耗和频带比较

类型	频带 (或速率)	损耗 / (dB/km)
对称电缆	4 kHz 时	2.06
细同轴电缆 ($\phi 1.2/4.4$)	1 MHz 时	5.24
	30 MHz 时	28.70
粗同轴电缆 ($\phi 2.4/9.4$)	1 MHz 时	2.42
	60 MHz 时	18.77
0.85 μm 波长多模光纤	(200~1000) MHz·km	≤ 3
1.3 μm 波长多模光纤	≥ 1000 MHz·km	≤ 1.0
1.3 μm 波长单模光纤	$> 100\text{GHz}$	0.36
1.55 μm 波长单模光纤	10GHz~100GHz	0.2

5. 保密性差

在现代社会中, 不但国家的政治、军事和经济情报需要保密, 企业的经济和技术情报也已成为竞争对手的窃取目标。因此, LAN 的保密性能如何, 往往是用户必须考虑的一个问题。对 LAN 中信息的窃取通常有三个途径:

- (1) 直接接入式窃听;
- (2) 窃听计算机和终端设备辐射的电磁场;
- (3) 窃听电缆系统辐射的电磁场。

对于第一种窃听可以采取保密口令、信息加密等技术; 对于第二种窃听可以采取加强电磁屏蔽措施 (包括设备和房间的屏蔽)。但是, 电缆系统的完全屏蔽通常是很困难的。现代侦听技术已能做到在离同轴电缆几千米以外的地方窃听电缆中传输的信号, 可是对光缆却困难得多。因此, 要求保密性高的局域网不能使用电缆。

6. 电缆的体积和重量较大

由于电缆体积和重量较大, 安装时还必须慎重处理接地和屏蔽问题。在空间狭小的场合, 如舰船和飞机中, 这个弱点更显突出。

由于通信用光纤都用石英玻璃和塑料制成, 是极好的电绝缘体, 而且光信号在光缆中传输时不产生泄漏, 所以不存在电气危害、电磁干扰、接地、屏蔽和保密性差等问题。再加上传输特性好的优点, 使光纤成为迄今为止最好的信息传输媒质。因此, 自 20 世纪 80 年代初以来, 光纤局域网取得了飞速的发展, 用光纤局域网逐步取代电缆网是必然的发展趋势。

当前, 光纤 LAN 的价格比使用双绞线和同轴电缆的 LAN 的价格高, 但与粗同轴电缆 LAN 的价格相当。用光纤 LAN 作为主干网连接若干个细同轴电缆 LAN 的方案, 将两类 LAN 的优点结合起来, 在大多数场合下其性能价格比很有竞争力。随着光纤技术的迅速发展, 光纤 LAN 所占 LAN 市场的比率正在迅猛增长, 而 MAN 市场则将由光纤独占。

1.1.3 三种基本的光纤通信系统

我们可以把光纤通信系统划分为三类, 如图 1.1.1 所示。这些系统用来连接一些节点, 这些节点通常可能是交换机、终端、计算机、工作站等。在图 1.1.1 中, 从左到右分别表示点对点系统、一点对多点系统以及网络的拓扑结构。在点对点系统中, 可能是单向的, 也可能是双向的, 一端的发射机发送信息到另一端的接收机。在一点对多点 (设有 N 个工作站) 的系统中, 其中站 1 可发送信息到所有其他 $N-1$ 个站, 也可以接收其他各站发送来的信息, 但其他各站之间不能相互通信。该系统的一个特殊情况是广播网络, 即一个站可发送信息到所有其他 $N-1$ 个站。

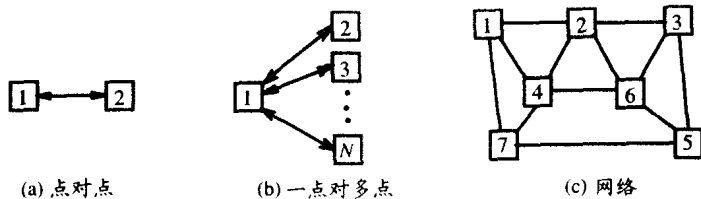


图 1.1.1 光纤通信系统结构分类

点对点系统和一点对多点系统仅仅是网络的特例。在网络中, 每个站可以与其他任一个站进行通信, 而绝不仅仅是一个站只能与另外 $N-1$ 个站通信。有时候我们要指出它们之间的区别, 有时候我们通称以上三种情形均为系统或者网络。