



高等职业教育“十三五”规划教材

TONGXIN WANGLUO XIANWU JISHU

通信网络线务技术

主 编 李 玮
副主编 郑运刚 江 应 冷 伟
主 审 吕习良



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

内 容 简 介

本书以《信息通信网络线务员国家职业技能标准》(2018年版)中的光缆线务员技能考纲为编写主线,针对三、四、五级技术人员的工作技能要求进行了编写,主要设置了光缆施工与维护、管道敷设与维护、杆线施工与维护以及楼宇布线与维护4章内容。

本书有助于在校高职生及在职光缆线务员掌握:光缆线路的基础知识、光缆线路中的故障排查与接续,通信管道基础知识、勘察与测量技术以及人(手)孔等的开挖与敷设等,杆路线路基础知识、杆路架设的安装要求及上下电杆的规范,入户线缆的布线规范和施工以及简单的用户网络技术。学生完成本书的学习后可以报考信息通信网络线务员光缆线务方向的资格考试。

本书注重实际生产中对通信网络线务技术人员的技能要求,选材适当,实用性强,突出通信网络中光缆线务的操作与维护。本书既可以作为高职高专通信类专业光缆线路工程类教材用书,也可以作为光缆线务员的参考用书和技能鉴定用书。

图书在版编目(CIP)数据

通信网络线务技术 / 李玮主编. -- 北京: 北京邮电大学出版社, 2020.1
ISBN 978-7-5635-5939-8

I. ①通… II. ①李… III. ①通信线路—线路工程 IV. ①TN913

中国版本图书馆CIP数据核字(2019)第274836号

书 名: 通信网络线务技术

主 编: 李 玮

责任编辑: 徐振华 米文秋

出版发行: 北京邮电大学出版社

社 址: 北京市海淀区西土城路10号(邮编:100876)

发行部: 电话: 010-62282185 传真: 010-62283578

E-mail: publish@bupt.edu.cn

经 销: 各地新华书店

印 刷: 保定市中国画美凯印刷有限公司

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16

印 张: 11.75

字 数: 302千字

版 次: 2020年1月第1版 2020年1月第1次印刷

ISBN 978-7-5635-5939-8

定 价: 29.00元

· 如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社发行部联系 ·

前 言

我国光纤用量每年在 3 亿芯公里左右,已敷设的光缆约为全球光缆敷设总量的一半,光缆维护规模总量巨大,线路线务工程的发展与维护需要大量的专业技能人才。2018 年工业和信息化部电子通信行业职业技能鉴定指导中心组织专家对通信网络线务员考纲进行了修订,通信网络线务技术技能专业包含了光缆线务、电缆线务及天馈线务。本书以光缆线务技术为基础,以光缆线务技术中三、四、五级的技术技能要求为编写依据。本书既可以用于线务技术人员的自学与技能鉴定,又可以作为高职高专通信类专业光缆线路工程类教材用书,能为正在从事和今后将要从事通信网络线务技术工作的人员奠定良好的专业技能基础。本书中所列尺寸,未标明单位的按毫米计。

本书共设置了 4 章内容,具体安排如下。

第 1 章光缆施工与维护,主要介绍光缆线路基础知识、光缆测试、光缆接续等,重点实操为光缆故障的排查与光缆接续的规范和技巧。

第 2 章管道敷设与维护,主要介绍通信管道基础知识、管道勘察与测量、人(手)孔的敷设以及管道的开挖与回填。

第 3 章杆线施工与维护,主要介绍杆线线路基础知识、杆路的架设安装、脚扣登杆及相关测试仪表的使用。

第 4 章楼宇布线与维护,主要介绍用户室内布线基础知识、建筑内布线的基础以及用户终端的安装等相关知识。

本书由四川邮电职业技术学院实验实训中心光缆线路工程实训教学团队组织编写,第 1 章由李玮编写,第 2 章由郑运刚编写,第 3 章由江应编写,第 4 章由冷伟编写,全书由李玮统稿。本书由四川邮电职业技术学院教务处副处长吕习良主审,并由其提供信息通信网络线务员国家职业技能标准最新考纲。

由于编者水平有限,书中难免有不足和错误之处,恳请读者批评指正。

编 者

目 录

第 1 章 光缆施工与维护	1
1.1 光缆线路知识	1
1.1.1 光纤与光缆	1
1.1.2 光纤连接器	11
1.1.3 光缆线路工程所使用的仪器仪表	12
1.1.4 光缆接续及障碍处理	19
1.1.5 光缆工程施工与验收	25
1.2 光缆测试	30
1.2.1 尾纤连接器和光缆的识别	30
1.2.2 对地绝缘特性测试	33
1.2.3 红光笔和光功率计的使用	34
1.2.4 OTDR 的使用及光缆故障排查	35
1.3 光缆接续	39
1.3.1 熔接机的使用	39
1.3.2 光缆的接续与成端	41
课后练习	55
第 2 章 管道敷设与维护	56
2.1 通信管道知识	56
2.1.1 土质的识别	56
2.1.2 沙灰的基础知识	59
2.1.3 管道专用工具	60
2.2 管道勘察、测量	66
2.2.1 管道坡度	66
2.2.2 管道中线与高程测量	68
2.2.3 管道的测量	71
2.3 管道、人(手)孔敷设	72
2.3.1 管道的敷设	72

2.3.2 人(手)孔的敷设	81
2.4 管道开挖与回填	87
2.4.1 挖掘沟(坑)	87
2.4.2 回填土	89
课后练习	90
第3章 杆线施工与维护	91
3.1 杆线线路知识	91
3.1.1 杆路基础知识	91
3.1.2 杆路作业规程	97
3.2 杆路的架设安装	98
3.2.1 杆路的测量	98
3.2.2 杆洞的开挖及立杆	106
3.2.3 拉线及地锚的施工	108
3.2.4 吊线及其辅助装置的施工	116
3.2.5 架空光缆敷设	123
3.3 脚扣登杆	126
3.4 测试仪表的使用	127
课后练习	130
第4章 楼宇布线与维护	132
4.1 用户室内布线基础	132
4.1.1 用户引入线的定义及分类	132
4.1.2 入户光缆技术要求	132
4.1.3 入户光缆施工工艺	134
4.1.4 电缆引入线技术要求	135
4.2 建筑物楼道布线基础	137
4.2.1 建筑物内布线基础	137
4.2.2 布线设备基础知识	142
4.2.3 缆线施工与端接	144
4.3 用户终端安装基础	154
4.3.1 用户终端设备	155
4.3.2 用户终端设备的安装与配置	155
4.3.3 终端设备指示灯的含义	156
4.4 用户网络基础知识	157
4.4.1 计算机系统相关知识	158

4.4.2 路由器	162
4.4.3 网络常见故障处理	164
课后练习	167
参考文献	168
附录 1 信息通信网络线务员五级/初级工职业能力要求	169
附录 2 信息通信网络线务员四级/中级工职业能力要求	172
附录 3 信息通信网络线务员三级/高级工职业能力要求	175
附录 4 信息通信网络线务员理论知识权重表	177
附录 5 信息通信网络线务员技能要求权重表	178

第1章 光缆施工与维护

1.1 光缆线路知识

1.1.1 光纤与光缆

<主要考点>

- 光纤的损耗特性(四级)
- 光纤损耗特性的测试方法(三级)
- 光缆的结构、类型(五级)
- 光缆的敷设方法(架空、直埋、管道)(四级)
- 光缆的基本特性(三级)

<主要内容>

1. 光纤的基本结构

光纤(Optical Fiber)是由中心的纤芯和外围的包层同轴组成的圆柱形细丝。纤芯的折射率比包层稍高,损耗比包层更低,光能量主要在纤芯内传输。包层为光的传输提供反射面和光隔离,并起一定的机械保护作用。

光纤的基本结构一般是双层或多层的同心圆柱体,如图 1.1 所示,其中心部分是纤芯,纤芯外面的部分是包层,纤芯的折射率高于包层的折射率,从而形成一种光波导效应,使大部分的光被束缚在纤芯中传输,实现光信号的长距离传输。由纤芯和包层组成的光纤通常称为裸光纤,这种光纤如果直接使用,由于裸露在环境中,容易受到外界温度、压力、水汽等的侵蚀,因此实际应用的光纤都在裸光纤外增加了防护层,用于缓冲外界的压力,增加光纤的抗拉、抗压强度,改善光纤的温度特性和防潮性能等。防护层通常包括数层,可细分为包层外面的缓冲涂层、加强材料涂覆层以及最外侧的套塑层。光纤的几何尺寸很小,纤芯直径一般为 $5\sim 50\ \mu\text{m}$,包层的外径一般为 $125\ \mu\text{m}$,包括防护层在内整个光纤的外径也只有 $250\ \mu\text{m}$ 左右。

2. 光纤的类型

ITU-T 建议规范的常见单模光纤如下所述。

① G. 652 光纤。G. 652 光纤也称标准单模光纤(SMF),是指色散零点(即色散为零的波长)在 $1310\ \text{nm}$ 附近的光纤。

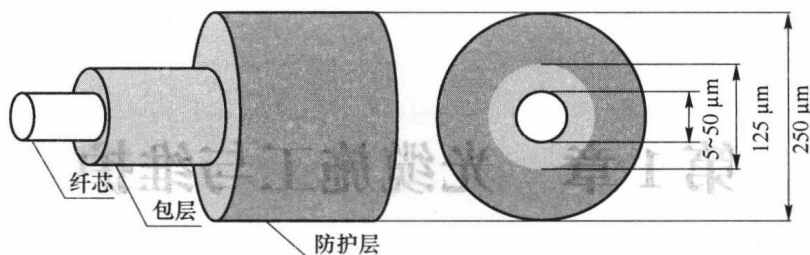


图 1.1 光纤的基本结构

② G. 653 光纤。G. 653 光纤也称色散位移光纤(DSF),是指色散零点在 1 550 nm 附近的光纤,相对于 G. 652 光纤,G. 653 光纤的色散零点发生了移动,所以称作色散位移光纤。

③ G. 654 光纤。G. 654 光纤是截止波长移位的单模光纤,其设计重点是降低 1 550 nm 的衰减,其色散零点仍然在 1 310 nm 附近,因而 1 550 nm 窗口的色散较高。G. 654 光纤主要应用于海底光纤通信。

④ G. 655 光纤。G. 653 光纤的色散零点在 1 550 nm 附近,而密集波分复用(DWDM)系统在零色散波长处工作易引起四波混频效应,为了避免该效应,将色散零点的位置从 1 550 nm 附近移开一定波长数,使色散零点不在 1 550 nm 附近的 DWDM 工作波长范围内,得到的 G. 655 光纤就是非零色散位移光纤(NDSF)。

⑤ G. 657 光纤。G. 657 光纤具有良好的抗弯曲性能,因此,G. 657 光纤适用于光纤接入网,包括位于光纤接入网终端的建筑物内的各种布线。

3. 光纤的损耗特性

(1) 损耗系数

光纤的损耗限制了光纤最大无中继传输距离。光纤的损耗用损耗系数 $\alpha(\lambda)$ 表示,单位为 dB/km,即每单位长度光功率损耗的分贝值。如果注入光纤的功率为 P_{in} ,光纤的长度为 L ,经长度为 L 的光纤传输后光功率为 P_{out} ,由于光功率是随长度按指数规律衰减的,因此

$$\alpha(\lambda) = \frac{10}{L} \lg \frac{P_{in}}{P_{out}} \quad (1.1)$$

而损耗值即传输一段距离后光信号的损失为

$$A(\lambda) = 10 \lg \frac{P_{in}}{P_{out}} \quad (1.2)$$

光纤的损耗系数与光纤因折射率波动而产生的散射,如瑞利散射、光缺陷、杂质吸收(如 OH^- 、红外)等有关,且是波长的函数:

$$\alpha(\lambda) = \frac{c_1}{\lambda^4} + c_2 + A_1(\lambda) \quad (1.3)$$

式中, c_1 为瑞利散射常数, c_2 为与缺陷有关的常数, $A_1(\lambda)$ 为杂质引起的波吸收。

光纤损耗与波长的关系如图 1.2 所示,从中可以看出,有三个低损耗窗口,其中心波长分别位于 0.85 μm、1.30 μm、1.55 μm 处。

(2) 光纤的损耗特性

光波在光纤中传输时,随着传输距离的增加,光功率强度逐渐减弱,光纤对光波产生衰减

作用,这种现象称作光纤的损耗(或衰减)。

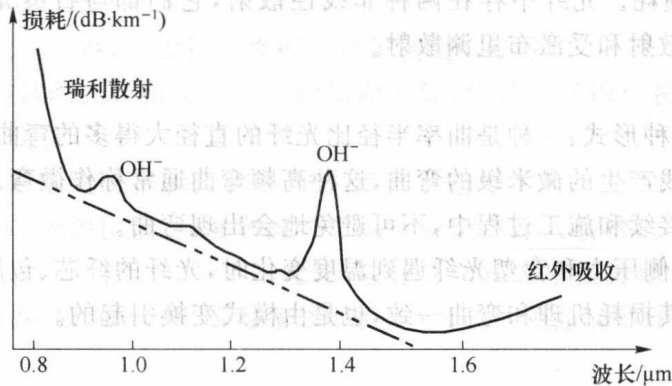


图 1.2 光纤损耗与波长的关系

光纤的损耗限制了光信号的传输距离。光纤的损耗主要取决于吸收损耗、散射损耗、弯曲损耗 3 种损耗,还有一种损耗是耦合损耗,通常情况下光纤越长耦合损耗越不重要,因此一般不考虑耦合损耗,但为了保证完整性,本书给出光纤传输的剩余功率的计算公式,用于帮助读者理解光纤的损耗特性:

$$P_{\text{out}} = (P_{\text{in}} - \Delta P)[1 - (\alpha + s)]^D \quad (1.4)$$

其中, P_{out} 为输出功率; P_{in} 为输入功率; ΔP 为耦合损耗; α 为单位长度的吸收损耗; s 为单位长度的散射损耗; D 为光信号传输的长度,即光纤的长度。

1) 吸收损耗

吸收损耗是因制造光纤的材料本身以及其中的过渡金属离子和氢氧根离子(OH^-)等杂质对光的吸收而产生的损耗,前者是由光纤材料本身的特性决定的,称为本征吸收损耗。

① 本征吸收损耗。本征吸收损耗在光学波长及其附近有两种基本的吸收方式,即紫外吸收损耗和红外吸收损耗。紫外吸收损耗是光纤中传输的光子流将光纤材料中的电子从低能级激发到高能级时,由于光子流中的能量被电子吸收而引起的损耗。红外吸收损耗是光纤中传播的光波与晶格相互作用时,由于一部分光波能量传递给晶格使其振动加剧而引起的损耗。

② 杂质吸收损耗。光纤中的有害杂质主要有过渡金属(如铁、钴、镍、铜、锰、铬等)离子和 OH^- 。

③ 原子缺陷吸收损耗。通常在光纤的制造过程中,光纤材料受到某种热激励或光辐射时会发生某个共价键断裂而产生原子缺陷,此时晶格很容易在光场的作用下产生振动,从而吸收光能,引起损耗,其峰值吸收波长约为 630 nm。

2) 散射损耗

① 线性散射损耗。任何光纤波导都不可能是完美无缺的,材料、尺寸、形状和折射率分布等均可能有缺陷或不均匀,这将引起光纤传播模式散射性的损耗,由于这类损耗所引起的损耗功率与传播模式的功率呈线性关系,因此称为线性散射损耗。

- 瑞利散射。瑞利散射是一种最基本的散射过程,属于固有散射。对于短波长光纤,损耗主要取决于瑞利散射损耗。值得强调的是,瑞利散射损耗也是一种本征损耗,它和本征吸收损耗一起构成光纤损耗的理论极限值。
- 光纤结构不完善引起的散射损耗(波导散射损耗)。在光纤制造过程中,工艺、技术问题以及一些随机因素可能造成光纤结构上的缺陷,如光纤的纤芯和包层的界面不完

整、芯径变化、圆度不均匀、光纤中残留气泡和裂痕等。

② 非线性散射损耗。光纤中存在两种非线性散射，它们都与石英光纤的振动激发态有关，分别为受激拉曼散射和受激布里渊散射。

3) 弯曲损耗

光纤的弯曲有两种形式：一种是曲率半径比光纤的直径大得多的弯曲，通常称作弯曲或宏弯；另一种是光纤轴线产生的微米级的弯曲，这种高频弯曲通常称作微弯。

在光缆的生产、接续和施工过程中，不可避免地会出现弯曲。

微弯是光纤受到侧压力和套塑光纤遇到温度变化时，光纤的纤芯、包层和套塑的热膨胀系数不一致而引起的，其损耗机理和弯曲一致，也是由模式变换引起的。

4. 损耗测量

光纤损耗测量有三种基本方法：其中两种是测量通过光纤的传输光功率，称作剪断法和插入法；另一种是测量光纤的后向散射光功率，称作后向散射法。

(1) 剪断法

光纤损耗系数为

$$\alpha = \frac{10}{L} \lg \frac{P_1}{P_2} \quad (1.5)$$

式中， L 为被测光纤长度(单位为 km)， P_1 和 P_2 分别为输入光功率和输出光功率(单位为 mW 或 W)。

由此可见，只要测量长度为 L_2 的长光纤的输出光功率 P_2 ，保持注入条件不变，在注入装置附近剪断光纤，保留长度为 L_1 (一般为 2~3 m) 的短光纤，测量其输出光功率 P_1 (即长度为 $L=L_2-L_1$ 这段光纤的输入光功率)，根据式(1.5)即可计算出 α 值。

但是，由于高阶模式的损耗比低阶模式的更大，在光纤中传输的(对数)光功率 $\lg P$ 与光纤长度 L 的关系不是线性关系，如图 1.3 所示，测得的 α 值与注入条件和光纤长度有关，但不能唯一代表光纤的本征特性。由图 1.3 可见，只有在稳态模式分布(注入光束数值孔径 N_{Ab} 和被测光纤数值孔径 N_{Af} 相匹配)的注入条件下， $\lg P$ 与 L 才是线性关系。

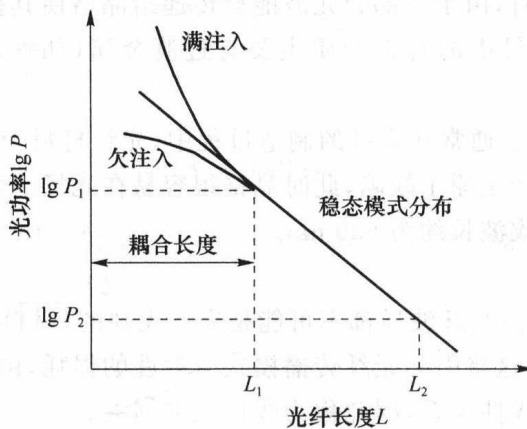


图 1.3 光功率和光纤长度的关系

在满注入($N_{Ab} > N_{Af}$)或欠注入($N_{Ab} < N_{Af}$)的条件下，被测短光纤的长度要等于或大于光纤耦合长度($L_1 \geq L_c$)，才能获得稳态模式分布，只有在稳态模式分布的条件下，才能得到唯一代表光纤本征特性的 α 值。

获得稳态模式分布的方法有三种：

- ① 建立 $N_{\text{Ab}} \approx N_{\text{Af}}$ 的光学系统；
- ② 建立稳态模式模拟器，一般包括扰模器和包层模消除器；
- ③ 用一根性能和被测光纤相同或相似的辅助光纤，代替光纤耦合长度的作用，这种方法在现场应用中非常方便。

图 1.4 所示为剪断法光纤损耗测量系统的框图。光源一般采用谱线宽度足够窄的激光器，在整个测量过程中，光源位置、强度和波长应保持稳定。注入装置的功能是保证多模光纤在短距离内达到稳态模式分布。对于单模光纤，应保证全长为单模传输。接收一般包括光敏面积足够大的光检测器、放大器和电平测量或数据显示，通常用光功率计来实现。根据测得的 P_1 和 P_2 可计算 α 值。

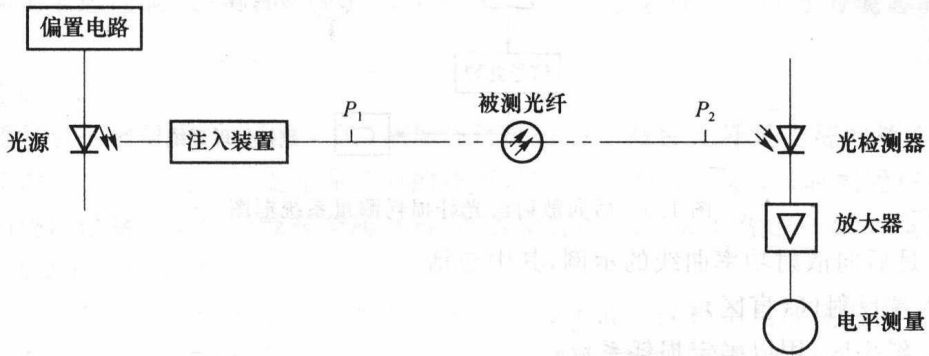


图 1.4 剪断法光纤损耗测量系统框图

对损耗谱的测量要求采用谱线宽度很宽的光源（如卤灯或发光管）和波长选择器（如单色仪或滤光片），测出不同波长的光功率 $P_1(\lambda)$ 和 $P_2(\lambda)$ ，然后计算 $\alpha(\lambda)$ 。

剪断法根据损耗系数的定义直接测量传输光功率，所用仪器简单，测量结果准确，因而被确定为基准方法。但这种方法是破坏性的，不利于多次重复测量。

在实际应用中，可以采用插入法作为替代方法。插入法是指将注入装置的输出和光检测器的输入直接连接，测出光功率 P_1 ，然后在两者之间插入被测光纤，再测出光功率 P_2 ，据此计算 α 值。这种方法可以根据工作环境灵活运用，但应对连接损耗进行合理的修正。

(2) 后向散射法

瑞利散射光功率与传输光功率成比例。利用与传输光方向相反的瑞利散射光功率来确定光纤损耗系数的方法称作后向散射法。

设在光纤中正向传输光功率为 P ，经过 L_1 和 L_2 点 ($L_1 < L_2$) 时功率分别为 P_1 和 P_2 ($P_1 > P_2$)，从这两点返回输入端 ($L=0$)，光检测器的后向散射光功率分别为 $P_d(L_1)$ 和 $P_d(L_2)$ ，经分析推导得到，正向和反向平均损耗系数

$$\alpha = \frac{10}{2(L_2 - L_1)} \lg \frac{P_d(L_1)}{P_d(L_2)} \quad (1.6)$$

式中等号右边分母中的因子 2 是光经过正向和反向两次传输产生的结果。

后向散射法不仅可以测量损耗系数，还可以利用光在光纤中传输的时间来确定光纤的长度 L 。显然， $L = \frac{ct}{2n_1}$ ，式中， c 为光速， n_1 为光纤的纤芯折射率， t 为光脉冲从发出到返回的时间。后向散射法光纤损耗测量系统的框图如图 1.5 所示。光源应采用特定波长稳定的大功率

激光器,调制的脉冲宽度和重复频率应和所要求的长度分辨率相适应。耦合器件把光脉冲注入被测光纤,又把后向散射光注入光检测器。光检测器应具有很高的灵敏度。

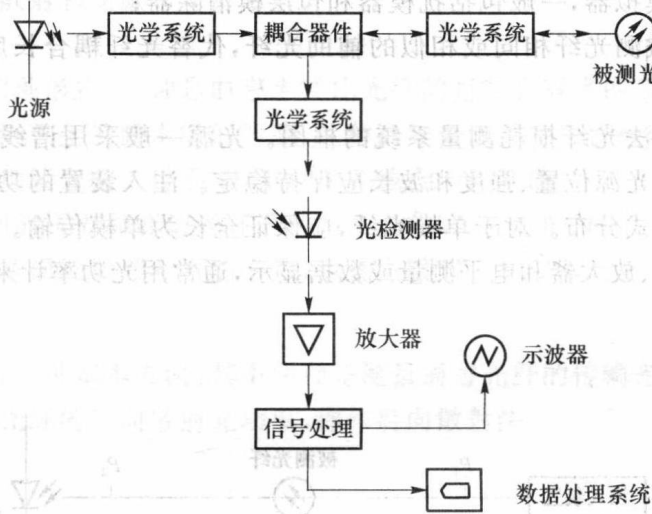


图 1.5 后向散射法光纤损耗测量系统框图

图 1.6 是后向散射功率曲线的示例,其中包括:

- ① 输入端反射区(盲区);
- ② 恒定斜率区,用以确定损耗系数;
- ③ 熔接点、微弯、局部缺陷引起的损耗;
- ④ 活动连接器、接头、介质缺陷(如气泡、破裂)引起的反射;
- ⑤ 输出端反射区,用以确定光纤长度。

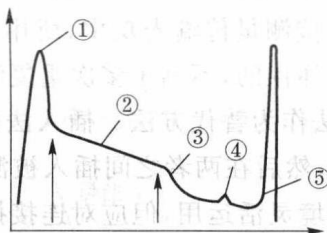


图 1.6 后向散射功率曲线的示例

利用后向散射法的原理设计的测量仪器称为光时域反射仪。这种仪器采用单端输入和输出,不破坏光纤,使用非常方便。光时域反射仪不仅可以测量光纤损耗系数和光纤长度,还可以测量连接器和接头的损耗、观察光纤沿线的均匀性和确定故障点的位置,是光纤通信系统工程现场测量不可缺少的工具。

5. 光缆的结构

为了构成实用的传输线路,同时便于工程上的安装和敷设,常常将若干根光纤组合成光缆。虽然在拉丝过程中经过涂覆的光纤已具有一定的抗拉强度,但仍经不起弯折、扭曲等侧压力,所以必须把光纤和其他保护元件组合起来构成光缆,使光纤能在各种敷设条件下和各种工程环境中使用,达到实际应用的目。

光缆的最主要的技术要求是保证在制造成缆、敷设时以及在各种使用环境下光纤的传输

性能不受影响且具有长期稳定性,其主要性能包括以下几点。

- ① 机械性能:包括抗拉强度、抗压、抗冲击和弯曲性能。
- ② 温度特性:包括高温和低温温度特性。
- ③ 重量和尺寸:每千米重量及外径尺寸。

上述性能中最关键的是机械性能,它是保持光缆在各种敷设条件下都能为缆芯提供足够的抗拉、抗压、抗弯曲等机械强度的关键指标。光缆必须采用加强芯和光缆防护层(简称护层),根据敷设方式的不同,护层要求也不一样。

管道光缆的护层要求具有较高的抗拉、抗侧压、抗弯曲的能力;直埋光缆要加装铠装层,要考虑地面的振动和虫咬等;架空光缆的护层要考虑环境的影响,还要有防弹层等;海底光缆则要求具有更高的抗拉强度和更高的抗水压能力。

为了满足上述性能,必须合理地设计光缆的结构。光缆的结构可分为缆芯和护层两大部分。

(1) 缆芯

缆芯通常包括被覆光纤(或称芯线)和加强件两部分。被覆光纤是光缆的核心,决定着光缆的传输特性。加强件起着承受光缆拉力的作用,通常处在缆芯中心,有时配置在护套中。加强件通常用杨氏模量大的钢丝或非金属材料[如芳纶纤维(Kevlar)]做成。根据缆芯结构的特点,光缆常见以下4种基本型式。

① 层绞式:把松套光纤绕在中心加强件周围绞合而成。这种结构的缆芯制造设备简单,工艺相当成熟,得到了广泛应用。采用松套光纤的缆芯可以增强抗拉强度,改善温度特性。

② 骨架式:把紧套光纤或一次被覆光纤放入中心加强件周围的螺旋形塑料骨架凹槽内而成。这种结构的缆芯抗侧压力性能好,有利于对光纤的保护。

③ 中心束管式:把一次被覆光纤或光纤束放入大套管中,加强件配置在套管周围而成。这种结构的加强件同时起着护套的部分作用,有利于减轻光缆的重量。

④ 带状式:把带状光纤单元放入大套管内,形成中心束管式结构,也可以把带状光纤单元放入骨架凹槽或松套管内,形成骨架式或层绞式结构。带状式缆芯有利于制造容纳几百根光纤的高密度光缆,这种光缆已广泛应用于接入网。

光缆的类型多种多样,图1.7给出了若干典型实例。

(2) 护套

护套起着对缆芯的机械保护和环境保护作用,要求具有良好的抗侧压力性能以及密封防潮和耐腐蚀的能力。护套通常由聚乙烯或聚氯乙烯(PE或PVC)和铝带或钢带构成。不同的使用环境和敷设方式对护套的材料和结构有不同的要求。

根据使用条件,光缆可以分为许多类型。一般光缆有室内光缆、架空光缆、直埋光缆和管道光缆等。特种光缆常见的有:电力网使用的架空地线复合光缆(OPGW),跨越海洋的海底光缆,易燃易爆环境使用的阻燃光缆以及各种不同条件下使用的军用光缆等。

6. 光缆的种类与型号

(1) 光缆的种类

光缆的种类很多,其分类方法也很多,习惯的分类方式如下所述。

① 根据光缆的传输性能、距离和用途,光缆可以分为市话光缆、长途光缆、海底光缆和用户光缆。

② 根据光纤的种类,光缆可以分为多模光缆、单模光缆。

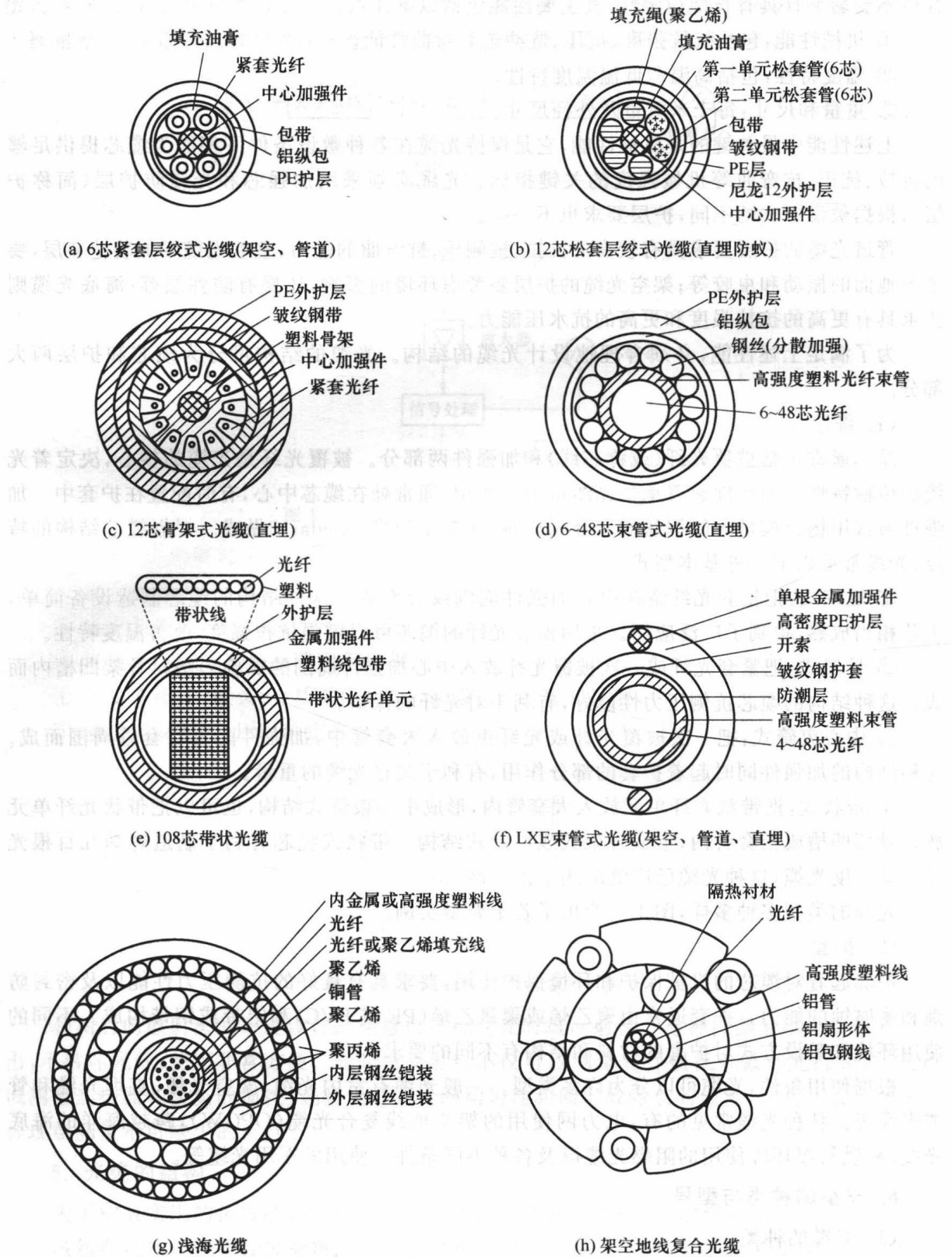


图 1.7 光缆类型的典型实例

③ 根据光纤套塑的种类,光缆可以分为紧套光缆、松套光缆、束管式新型光缆和带状式多芯单元光缆。

④ 根据光纤芯数,光缆可以分为单芯光缆和多芯光缆等。

⑤ 根据加强构件的配置方式,光缆可以分为中心加强构件光缆(如层绞式光缆、骨架式光缆等),分散加强构件光缆(如束管式光缆)和护层加强构件光缆(如带状式光缆)。

⑥ 根据敷设方式,光缆可以分为管道光缆、直埋光缆、架空光缆和水底光缆。

⑦ 根据护层材料的性质,光缆可以分为普通光缆,阻燃光缆和防蚁、防鼠光缆等。

(2) 光缆的型号

光缆的种类较多,同其他产品一样,具有具体的型式和规格。光缆的型式代号由分类、加强构件、派生(形状、特性等)、护套和外护层五部分组成,如图 1.8 所示。

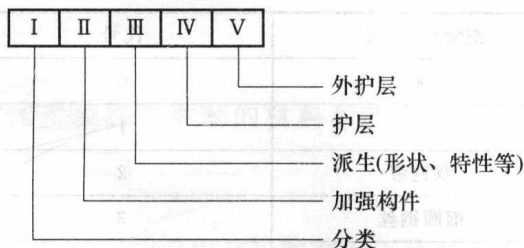


图 1.8 光缆的型式代号

① 光缆分类代号及其意义如下所述。

GY:通信用室(野)外光缆。

GR:通信用软光缆。

GJ:通信用室(局)内光缆。

GS:通信用设备内光缆。

GH:通信用海底光缆。

GT:通信用特殊光缆。

GW:通信用无金属光缆。

② 加强构件的代号及其意义如下所述。

无符号:金属加强构件。

F:非金属加强构件。

G:金属重型加强构件。

H:非金属重型加强构件。

③ 派生特征的代号及其意义如下所述。

B:扁平式结构。

Z:自承式结构。

T:填充式结构。

S:松套结构。

注意:当光缆型式兼有不同派生特征时,其代号字母顺序并列。

④ 护套的代号及其意义如下所述。

Y:聚乙烯护套。

V:聚氯乙烯护套。

U:聚氨酯护套。

A:铝、聚乙烯护套。

L: 铝护套。

Q: 铅护套。

G: 钢护套。

S: 钢、铝、聚乙烯综合护套。

⑤ 外护层的代号及其意义如下所述。

外护层是指铠装层及铠装层外面的外被层,外护层采用两位数字表示,各代号的含义如表 1.1 所示。

表 1.1 外护层的代号及其意义

代号	铠装层(方式)	代号	外护层(材料)
0	无	0	无
1	—	1	纤维层
2	双钢带	2	聚氯乙烯套
3	细圆钢丝	3	聚乙烯套
4	粗圆钢丝	—	—
5	单钢带皱纹纵包	—	—

7. 光缆的敷设方式

光缆的敷设方式可分为管道光缆、直埋光缆、架空光缆和水底光缆。

(1) 管道光缆

管道光缆是通信光缆敷设方式的一种。管道敷设一般是在城市地区,由于管道敷设的环境比较好,因此对光缆护层没有特殊要求,无须铠装。管道敷设前必须选择敷设段的长度和接续点的位置。敷设时可以采用机械旁引或人工牵引,一次牵引的牵引力不要超过光缆的允许张力。制作管道的材料可根据地理选用混凝土、石棉水泥、钢管、塑料管等。

(2) 直埋光缆

直埋光缆是通信光缆敷设方式的一种。直埋光缆外部有钢带或钢丝的铠装,直接埋设在地下,要求有抵抗外界机械损伤的性能和防止土壤腐蚀的性能。

(3) 架空光缆

架空光缆是架挂在电杆上使用的光缆。架空光缆敷设可以利用原有的架空明线杆路,以节省建设费用、缩短建设周期。架空光缆挂在电杆上,要求能适应各种自然环境,一般用于长途二级或二级以下的线路,适用于专用网光缆线路或某些局部特殊地段。

(4) 水底光缆

水底光缆是通信光缆敷设方式的一种。水底光缆是敷设于水底,穿越河流、湖泊和滩岸等处的光缆。水底敷设的环境比管道敷设、直埋敷设的环境差得多。水底光缆必须采用钢丝或钢带铠装的结构,护层的结构要根据河流的水文地质情况综合考虑。例如,在石质土壤、冲刷性强的季节性河床,光缆遭受磨损、拉力大的情况下,不仅需要粗钢丝做铠装,甚至需要双层的铠装。施工的方法也要根据河宽、水深、流速、河床、河床土质等情况进行选定。

水底光缆的敷设环境条件比直埋光缆的严峻得多,修复故障的技术和措施也困难得多,所以水底光缆的可靠性要求也比直埋光缆的高。

海底光缆也是水底电缆,但是其敷设环境条件比一般的水底光缆更加严峻,要求更高,海