

国际电报电话谘询委员会编

光缆的结构· 安装·接续和维护

杨天祖 宋丽文译 白崇恩 审校



● 人民邮电出版社 ●

73.46.12
620

光缆的结构、安装、 接续和维护

国际电报电话咨询委员会 编

杨天相 译
宋丽文
白崇恩 校

人民邮电出版社

8710661

DS90/23
CONSTRUCTION, INSTALLATION,
JOINTING AND PROTECTION
OF
OPTICAL FIBRE CABLES
(CCITT)

May, 1984

内 容 提 要

本书由国际电报电话咨询委员会第六研究组编写,介绍英、美、日、法等国当前用在干线、中继线和配线网中的已经定型的光缆结构、光缆布放的基本技术要求,以及接续和维护技术。内容新颖,可供光缆设计、施工和维护工作人员和中等专业学校通信线路专业师生的参考。

光缆的结构、安装、接续和维护

国际电报电话咨询委员会 编
杨天相 宋丽文 译
白崇恩 校

人民邮电出版社出版

北京东长安街27号

河北省邮电印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经销

开本: 787×1092 1/32 1987年7月第一版
印张: 4 20/32 页数: 74 1987年7月河北第1次印刷
字数: 101千字 印数: 1—4,000册
统一书号: 15045·总3366一有5506

定价: 1.00 元

引 言

光缆使电信又获得了一种传输媒介。越来越多的主管部门在中继线、干线和配线网中使用光纤系统。

本书目的是介绍光缆的实际结构，及其在户外条件下的安装、接续、保护和修复等各种方法。本书是根据已有光纤系统投入工作，并将进一步加以更新的一些主管部门和私营运行机构的现有经验编写的。

CCITT第XV研究组对光纤和光缆的一般特性、测试方法以及用光缆系统传输数字线路系统的特性进行了研究，并将研究情况以系列文章的形式刊登在国际电信联盟的电信期刊“*Telecommunication Journal*”上。这些文章的修订本将作为CCITT的光纤小册子来出版，成为范围更广的、理论上更详细的参考书。

本书包括光缆在中继线、干线和配线网中的应用。有一些主管部门和私营运行机构正在对光缆用于本地用户的问题进行研究，并有一些单位已经安装或正在准备安装本地用户光纤系统。但由于我们收到这方面的资料有限，在本版中将不包括本地用户的问题。此外，本书中包括浅水光缆的安装问题，但不包括典型的深海海底光缆问题。

多模和单模光纤均可用于干线系统，这些系统中所用光纤的物理性能和传输特性都满足CCITT规定的标准。配线馈线系统中所用的光纤，可能和干线系统中所用的一样，或者在光学、机械或传输特性方面可能有些不同。

译 者 的 话

本书是国际电信联盟电报电话咨询委员会(CCITT)1980~1984年研究期第六研究组的研究成果,并已于1984年10月在CCITT第八次全体会议中审核通过。

本书主要介绍光缆的结构、安装、接续和维护。书中所介绍的各种问题是由参加CCITT第六研究组工作的专家归纳当前国际上光缆建设和使用的经验编写而成的,书中的论点、分类和指标是由25个国家和其它专业国际组织的专家在研究组会议上经过多次讨论和修订,各项技术指标均符合CCITT建议。

本书从实用出发,以介绍具体的技术要求和方法为主。除了在必要时从物理概念上进行必要的说明以外,一般不在理论上做详细的分析。但书末列有详尽的参考文献,有兴趣的读者可以从中取得进一步的知识。

本书对我国从事光缆制造和安装维护以及科研方面的工程技术人员,都有重要的参考价值。

由于水平所限,错误之处请读者批评指正。

译者

1985.7

• 2 •

目 录

第一章 光缆的结构	(1)
1. 概述	(1)
1.1 光缆结构的目 的	(1)
1.2 应用	(4)
1.3 环境	(5)
2. 设计考虑	(5)
2.1 引言	(5)
2.1.1 基本因素	(5)
2.1.1.1 微弯	(9)
2.1.1.2 弯曲	(9)
2.1.1.3 应变	(10)
2.1.1.4 潮气	(11)
2.1.2 结构上的考虑	(12)
2.1.2.1 光纤的保护技术	(12)
2.1.2.2 加强构件	(13)
2.1.2.3 光缆护套	(16)
2.1.3 其它要求	(18)
2.1.3.1 公务线	(18)
2.1.3.2 防潮层	(18)
2.1.3.3 铠装	(19)
2.1.3.4 不含金属的光缆	(19)
2.1.3.5 填料	(19)
2.2 现有光缆结构表	(20)
2.3 各种光缆结构的简单介绍	(22)
2.3.1 松套单芯同心层光缆的一般介绍	(22)

2.3.1.1	松套管	(22)
2.3.1.2	套管光纤的绞合	(22)
2.3.1.3	中心(加强)构件	(23)
2.3.1.4	松套管内的堵水	(24)
2.3.1.5	松套管外的堵水	(26)
2.3.1.6	光缆结构的完成	(26)
2.3.1.7	结构的实例	(26)
2.3.2	松套单芯单位型光缆的一般介绍	(29)
2.3.2.1	概述	(29)
2.3.2.2	大数量芯光缆(如15—100芯)	(29)
2.3.2.3	混合式光缆	(29)
2.3.3	松套多芯单位型光缆的一般介绍	(31)
2.3.3.1	概述	(31)
2.3.3.2	20至120芯的户外光缆(全填充式)	(32)
2.3.3.3	10—160芯的户外光缆(空气隔离式)	(34)
2.3.3.4	加强型松套多芯单位光缆	(35)
2.3.4	松套V型槽单位型光缆的一般介绍	(37)
2.3.4.1	概述	(37)
2.3.4.2	松套V形槽圆柱体单位	(37)
2.3.4.3	模块化	(40)
2.3.4.4	光缆的结构	(40)
2.3.5	紧套多层单位型光缆的一般介绍	(42)
2.3.5.1	多层涂复光纤的结构	(42)
2.3.5.2	6芯涂复光纤单位光缆	(44)
2.3.5.3	12芯涂复光纤单位光缆	(47)
2.3.6	紧套多层同心层光缆的一般介绍	(49)
2.3.7	紧套带状单位型光缆的一般介绍	(50)
2.3.7.1	概述	(50)
2.3.7.2	带状单位	(52)

2.3.7.3 护套设计	(52)
参考文献	(53)
第一章 附录	(56)
1. 光缆容许的短期应变	(56)
2. 光纤在松套同心层光缆设计中的移动空间	(57)
3. V形槽单位型光缆设计中V形槽圆柱体单位的 各种参数的分析	(58)
3.1 V形槽单位型光缆的各种试验结果	(63)
4. 紧套多层单位型设计的各种分析及其特性和 试验结果	(65)
4.1 涂复光纤径向压力的分析	(65)
4.2 低温特性的分析	(69)
4.3 多层涂复光纤的特性	(70)
4.4 6芯单位光缆中心加强构件的设计	(73)
4.5 6芯单位光缆设计中的分析和试验结果	(73)
4.6 6芯单位光缆芯内光纤的空间因数	(75)
参考文献	(78)
第二章 光缆安装技术	(80)
1. 概述	(80)
2. 环境考虑	(81)
2.1 架空	(81)
2.1.1 分开支承式	(81)
2.1.2 自承式	(82)
2.2 直埋	(82)
2.3 管道, 沟槽	(83)
2.4 隧道	(83)
2.5 大楼	(84)

2.6 水下	(84)
3. 安装方法	(84)
3.1 架空安装的方法	(84)
3.1.1 分开支承式	(84)
3.1.2 自承式	(85)
3.2 直埋	(86)
3.3 管道	(87)
3.4 隧道	(94)
3.5 大楼	(95)
3.6 水底	(96)
参考文献	(97)
第三章 光纤的接续	(98)
1. 概述	(98)
2. 涂复层的剥除	(103)
3. 多模光纤接头	(104)
3.1 熔接	(104)
3.1.1 概述	(104)
3.1.2 轴向对准	(104)
3.1.3 端头的制备	(105)
3.1.4 接头的保护	(106)
3.1.5 熔接接头的特性	(107)
3.2 机械接头	(107)
3.2.1 单纤机械接头	(107)
3.2.1.1 概述	(107)
3.2.1.2 轴向对准	(108)
3.2.1.3 端头的制备	(108)
3.2.1.4 光匹配材料	(108)

3.2.1.5	接头的保护	(108)
3.2.1.6	特性和实例	(108)
3.2.2	多纤接头	(111)
3.2.2.1	概述	(111)
3.2.2.2	轴向对准	(112)
3.2.2.3	端头的制备	(112)
3.2.2.4	光匹配材料	(112)
3.2.2.5	接头的保护	(113)
3.2.2.6	特性和实例	(113)
3.3	粘接接头	(115)
3.3.1	概述	(115)
3.3.2	粘接技术的实例和特性	(115)
4.	单模接头	(116)
4.1	熔接接头	(116)
4.1.1	概述	(116)
4.1.2	轴向对准	(117)
4.1.3	端头的制备	(118)
4.1.4	接头的保护	(119)
4.1.5	熔接接头的特性和实例	(119)
4.2	机械接头	(120)
4.3	粘接接头	(121)
	参考文献	(122)
第四章	护套的接续	(124)
1.	概述	(124)
2.	护套的类型	(125)
3.	光纤排列器	(126)
4.	接头方法的分类	(126)

5. 各国处理护套接头的实例	(127)
6. 性能标准	(133)
第五章 维护	(135)
1. 监视系统	(135)
2. 紧急修复计划	(135)
2.1 故障测定	(136)
2.2 修复的方法	(136)
2.3 修复用工具箱	(136)
2.4 修复工作的训练	(137)

第一章 光缆的结构

1. 概 述

1.1 光缆结构的目

看起来, 电话电缆似乎很简单, 但设计时必须考虑到在其有限的直径内满足操作和经济上的要求、保护复杂的导线组合和护套或其它结构、以及满足传输特性和环境方面的各种要求。

光纤的传播机理和物理性能不同于普通金属导线, 但光缆结构的基本目的和普通金属通信电缆是一样的, 即在缆的制作、安装和运营过程中, 要保持传输和机械强度特性稳定不变。某些特性的下降, 必须在光缆的设计中预先估算它的容限。另一方面, 有些实例表明光纤的质量在成缆后有可能改善, 恢复到它们原来的特性, 但光缆设计对光纤不稳定性的改善程度可能是估算不出来的。所以在设计光缆结构时, 对能保持传输特性和机械强度特性的稳定是非常重要的。

由于电话电缆通常暴露于一切不利自然条件下, 因此它应能经受一切可能的环境条件。

光缆应按设置在整个国家的外线设备来考虑。外线设备暴露于自然外力和人为外力之中。表 1 所列为外力所产生的影响。光缆在机械上应是结实的, 并具有抗化学性。光缆结构应适应外界条件的要求。

光缆设计中, 在考虑到固有的起伏机理情况下, 应保护光

8710661

• 1 •

表 1

影响光缆的自然和人为外力因素

	项 目	对 外 线 设 备 的 影 响
自然外力因素	温 度	光缆在管道内冻结 因温度变化而产生断裂和收缩
	风 (海风)	光缆护套和接头因振动而受到损伤
	雨水 (温泉)	腐蚀, 渗水
	冰 雪	切断, 破裂下垂, 线路倒塌
	潮 气	腐蚀, 绝缘击穿
	雷 击	光缆护套断裂, 金属线对熔化
	地 震	断裂
	地形, 土壤	由于下沉而切断、倒塌
	太 阳	日光老化, 质量下降
	鼠, 鸟, 昆虫	护套损伤, 断裂
人为因素	工 厂 烟 雾	腐蚀
	汽车、卡车	因振动对光缆护套和接头有损伤
	建 筑 施 工	切断或破坏光缆
	通信系统的电源	损伤光缆, 对人员有危险
	直 流 电	电蚀
	交流牵引系统	损伤光缆, 对人员有危险
	电 力 线	损伤光缆, 对人员有危险
	石油气漏泄	对光缆护套有损伤
	蒸汽和热水系统	对光缆护套有损伤
	破 坏 行 为	破坏和切割护套

纤在一切使用环境下，不再产生附加损耗和过大的应变是十分重要的。

在安装和维护方面，主要考虑的是要求处理容易、接续和终端操作迅速、以及容易修理。所要考虑的特性如下：

要考虑的问题

特性

容易处理 可挠性，光纤的识别，重量，抗弯曲，扭转和振动

光缆的安装 可挠性，重量，应变极限，弯曲，扭转，磨损和振动

接续和终端操作 光缆和光纤的识别，容易剥除涂复层，容易剥除护套，切割光纤简便，光纤和光缆容易对准，接续点容易保护

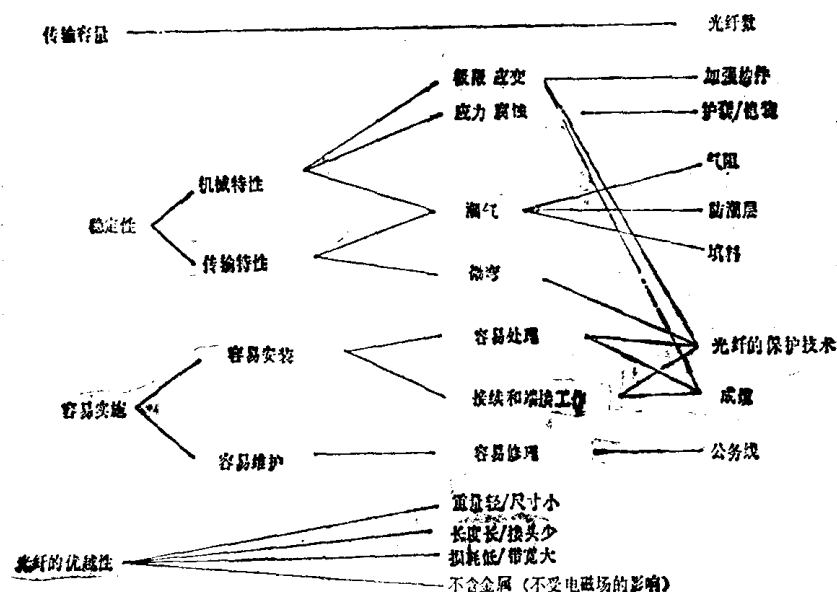


图 1-1 光缆设计因素间的关系

容易修理

光缆和光纤的识别, 接续和老化 (由完成粘接至达到最高粘接强度的效应—译注) 迅速

良好的环境特性

气候适应性, 抗化学性, 防火性, 防水渗入性

稳定的传输特性和光学特性 损耗和基带响应稳定

采用光缆结构另一好处是尺寸较小, 重量轻, 光缆段的长度长。

各种光缆结构因素之间的关系示于图 1-1。

1.2 应用

光缆可用于大部分通信网, 而本书仅涉及以下几个方面:

——干线;

——中继线;

——配线。

光缆的要求与其使用条件有关, 这是光缆结构要着重考虑的问题。

要考虑的与应用有关的因素, 有传输容量、光缆网结构等。这些因素和光缆结构之间的关系示于图 1-2。

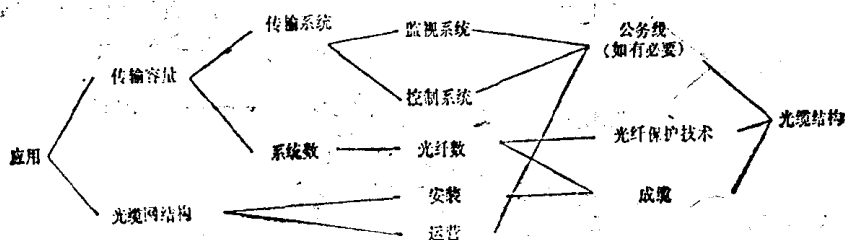


图 1-2 应用因素

1.3 环境

要考虑的环境条件，取决于光缆安装在什么地方，如：

- 架空；
- 直埋；
- 管道；
- 沟槽；
- 隧道；
- 大楼；
- 水下。

外线设备安装在不同环境中，暴露于各种严格的条件下，所以确定光缆结构必须十分小心，才能在极端条件下长期保持所要求的特性。

表 2 所示为不同环境条件下的各种有关因素。

2. 设计考虑

2.1 引言

2.1.1 基本因素

光缆结构中要考虑的各种因素，是光缆在制造、安装和运营过程中可能受到的各种力，如图1-3所示。这些作用力造成的诸如微弯、弯曲和应变等现象，可使光纤的传输特性或机械特性下降。

光缆设计至关重要的一点，是在考虑到这些基本因素的情况下，所用的保护技术仍能使光纤保持良好的性能。这些因素的详细理论讨论可从第XV研究组的参考文献和研究工作中看到。

表 2

与环境条件有关的各种因素

设 备 环 境	架 空	直 埋	管道, 沟 槽	隧 道	大 楼	水 下
温 度	• 光缆部分接头因热膨胀和收缩而受到损伤 • 光缆护套收缩或芯子挤出 • 聚氯乙烯脆裂 • 电杆因冰冻而往上抬起 • 因高温和低温使光损耗增加	• 土地因冰冻而隆起	• 地下结冰, 地下光缆受到挤压	• 因火造成损伤	• 因火造成损伤	
风	• 风压造成损伤 • 光缆摇晃造成损伤 • 因振动影响光传输					
盐造成的 损伤	• 腐蚀金属	• 海水造成腐蚀				与“直埋”相同
雨	• 腐蚀金属和腐烂木材	• 腐蚀金属	• 与“直埋”相同			
冰 雪	• 雪的荷重损坏吊线 • 雪的荷重使拉线松弛 • 雪崩造成损伤 • 损伤光缆 • 电杆倾倒					