



中华人民共和国国家标准

GB/T 15972.4—1998
eqv IEC 793-1-4:1995

光 纤 总 规 范 第4部分：传输特性和光学特性 试 验 方 法

Generic specification for optical fibres
Part 4: Measuring methods for transmission
and optical characteristics

1998-12-21 发布

1999-07-01 实施

国家质量技术监督局 发布

目 次

前言	I
IEC 前言	II
1 范围	1
2 引用标准	1
3 传输特性和光学特性试验项目	1
4 衰减	2
5 模式基带响应	12
6 微弯敏感性	16
7 光学连续性	19
8 波长色散	21
9 数值孔径	33
10 截止波长	37
11 模场直径	43
12 光透射率变化	49
13 宏弯敏感性	51

前 言

本标准是等效采用国际电工委员会 IEC 793-1-4:1995《光纤 第1部分:总规范 第4篇:传输特性和光学特性试验方法》和修改单 1(1996)对 GB/T 8401—1987《光纤的传输特性和光学特性测试方法》和 GB/T 15972—1995《光纤总规范》中的 5.5 进行修订的。本标准某些条款中,还参考采用了 ITU-T G650:1997《单模光纤相关参数的定义和试验方法》和 ITU-T G651:1993《50/125 μm 多模渐变折射率光纤缆的特性》中的有关规定。

这样,使我国的光纤国家标准与国际标准相一致,以适应在此领域的国际技术交流和贸易往来迅速发展的需要。

本标准与 GB/T 8401—1987 和 GB/T 15972—1995 中的 5.5 相比,除增加了微弯敏感性、光学连续性、光透射率变化和宏弯敏感性的试验方法外,衰减测试方法中增加了谱衰减模型,波长色散测试方法中增加了微分相移法,截止波长测试方法中增加了成缆单模光纤截止波长的测定,并将模场直径的测试方法归入到本标准中。

GB/T 15972—1998 在《光纤总规范》总标题下包括五个部分:

第1部分(即 GB/T 15972.1):总则

第2部分(即 GB/T 15972.2):尺寸参数试验方法

第3部分(即 GB/T 15972.3):机械性能试验方法

第4部分(即 GB/T 15972.4):传输特性和光学特性试验方法

第5部分(即 GB/T 15972.5):环境性能试验方法

本标准是第4部分。

本标准从实施之日起同时代替 GB/T 8401.1~8401.12—1987 和 GB/T 15972—1995。

本标准由中华人民共和国邮电部和电子工业部共同提出。

本标准由邮电部电信科学研究规划院归口。

本标准起草单位:邮电部武汉邮电科学研究院、电子工业部上海传输线研究所。

本标准主要起草人:陈永诗、吴金良、刘泽恒、陈国庆。

IEC 前言

1) IEC(国际电工委员会)是一个包括所有国家电工委员会(IEC 国家委员会)的世界性标准化组织。IEC 的目标是促进电气和电子领域内涉及的所有标准化问题的国际合作。为此目的,除其它活动外,IEC 发布国际标准。标准的制定委托给技术委员会。对该内容感兴趣的任何 IEC 国家委员会都可以参加这个制定工作。与 IEC 有联系的国际的、政府的和非政府的组织也可参加制定工作。IEC 与国际标准化组织(ISO)按照双方协商确定的条件进行密切合作。

2) IEC 在技术问题上的正式决议或协议,是由对这些问题特别关切的国家委员会参加的技术委员会制定的,对所涉及的问题尽可能地代表了国际上的一致意见。

3) 这些决议或协议应按国际应用的建议,以标准、技术报告或导则的形式发布,并在此意义上为各国家委员会所接受。

4) 为了促进国际上的统一,IEC 各国家委员会有责任使其国家和地区标准尽可能采用 IEC 国际标准。国家或地区标准与 IEC 标准之间的任何差异应在国家或地区标准中清楚地指明。

国际标准 IEC 793-1-4 是由 IEC 第 86 技术委员会(纤维光学)的第 86A 分委员会(光纤光缆)制定的。

1992 年颁布的 IEC 793-1 的第 4 版已被修改,它被分成了 5 个标准,每个标准包括一篇。

IEC 793-1-4 第 1 版取消并替代 IEC 793-1 的第 4 篇,形成了一个新的技术修订版。

本标准应与下列标准结合起来使用:

IEC 793-1-1:1995,光纤 第 1 部分:总规范 第 1 篇:总则

IEC 793-1-2:1995,光纤 第 1 部分:总规范 第 2 篇:尺寸参数试验方法

IEC 793-1-3:1995,光纤 第 1 部分:总规范 第 3 篇:机械性能试验方法

IEC 793-1-5:1995,光纤 第 1 部分:总规范 第 5 篇:环境性能试验方法

本标准文本以下列文件为依据:

国际标准草案	表决报告
86A/303/DIS	86A/329/RVD

表决批准本标准的全部资料可在上表列出的表决报告中查阅。

附录 A 是标准的附录。

附:修改单前言

修改单 1 是由 IEC 第 86 技术委员会(纤维光学)的第 86A 分委员会(光纤光缆)制定的。

修改单 1 的文本依据下列文件:

最终国际标准草案	表决报告
86A/341/FDIS	86A/364/RVD

表决批准本修改单的全部资料可在上表列出的表决报告中查阅。

中华人民共和国国家标准

光纤总规范

第4部分：传输特性和光学特性 试验方法

GB/T 15972.4—1998
eqv IEC 793-1-4:1995

代替 GB/T 8401.1~8401.12—1987
GB/T 15972—1995 一部分

Generic specification for optical fibres
Part 4: Measuring methods for transmission
and optical characteristics

1 范围

本标准规定了光纤传输特性和光学特性的试验方法及其对试验装置、注入条件、程序、计算方法、结果的统一要求。

本标准适用于成品光纤光缆传输特性和光学特性的商业性检验。

2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB/T 15972.2—1998 光纤总规范 第2部分:尺寸参数试验方法

3 传输特性和光学特性试验项目

应从表1列出的项目中选择确定的试验方法进行光纤传输特性和光学特性的测定。适用的试验和合格判据应在产品规范中规定。

表1 光纤的传输特性和光学特性

试验方法标准号	试验方法	适用的特性	适用的光纤类型
GB/T 15972-C1A GB/T 15972-C1B GB/T 15972-C1C	截断法 插入损耗法 后向散射法	衰减	单模光纤和多模光纤
GB/T 15972-C1D	谱衰减模型		单模光纤
GB/T 15972-C1C	后向散射法	点不连续	单模光纤和多模光纤
GB/T 15972-C2A GB/T 15972-C2B	冲击响应法 频率响应法	基带响应	多模光纤
GB/T 15972-C3A GB/T 15972-C3B GB/T 15972-C3C	可膨胀圆筒法 固定直径圆筒法 金属网格法	微弯敏感性	单模光纤
GB/T 15972-C4 GB/T 15972-C1C	传输或辐射光功率法 后向散射法	光学连续性	单模光纤和多模光纤

国家质量技术监督局 1998-12-21 批准

1999-07-01 实施

表 1(完)

试验方法标准号	试验方法	适用的特性	适用的光纤类型
GB/T 15972-C5A GB/T 15972-C5B	相移法 脉冲时延法	波长色散	单模光纤和多模光纤
GB/T 15972-C5C GB/T 15972-C5D	微分相移法 干涉法(将来考虑)		单模光纤
GB/T 15972-C6	远场光分布法	数值孔径	多模光纤
GB/T 15972-C7A GB/T 15972-C7B	传输功率法	单模光纤截止波长	单模光纤
		成缆单模光纤截止波长	
GB/T 15972-C9A GB/T 15972-C9B GB/T 15972-C9C	直接远场扫描法 远场可变孔径法 近场扫描法	模场直径	单模光纤
GB/T 15972-C10A GB/T 15972-C10B	传输功率监测法 后向散射监测法	机械试验和环境试验时 光透射率的变化	单模光纤和多模光纤
GB/T 15972-C11	宏弯敏感性	宏弯敏感性	单模光纤
GB/T 15972-A1A GB/T 15972-A1B GB/T 15972-A2	折射近场法 横向干涉法 近场光分布法	折射率剖面	单模光纤和多模光纤

4 衰减

衰减是光纤中光功率减少量的一种度量,它取决于光纤的性质和长度,并受测量条件的影响。

未加以控制的注入条件通常激励较高阶有损耗的模式,这种模式会产生瞬态损耗并导致光纤衰减与光纤长度不成正比;加以控制的稳态注入条件使光纤衰减与其长度成正比。稳态条件下,能确定光纤衰减系数,串接光纤总衰减可由各自的衰减线性相加得出。

测量光纤衰减的四种试验方法描述如下:

a) 截断法

截断法是测量光纤衰减特性的基准试验方法(RTM),在不改变注入条件时测出通过光纤两横截面的光功率 $P_1(\lambda)$ 和 $P_2(\lambda)$,从而直接得出光纤衰减。 $P_2(\lambda)$ 是光纤末端出射光功率; $P_1(\lambda)$ 是截断光纤后,光纤截留段末端出射光功率。

根据测量原理,本方法不可能获得整个光纤长度上的衰减信息,在变化条件下也很难测出光纤衰减变化。在某些情况下,其破坏性是本方法的一个缺点。

b) 插入损耗法

插入损耗法是测量光纤衰减特性的替代试验方法(ATM),原理上类似于截断法,但 $P_1(\lambda)$ 是注入系统输出端出射光功率。测得的光纤衰减中包含了试验装置的衰减,必须分别用附加连接器损耗和参考光纤段损耗对测量结果加以修正。

本方法不可能分析整个光纤长度上的衰减特性。但根据先前已知的光功率 $P_1(\lambda)$,有可能在环境条件(如温度和受力)变化时连续测量衰减变化。

插入损耗法测量精度比截断法低,但它对被试光纤和两端可能固定的端头具有非破坏的优点,特别适用于现场测试,主要用于测量已连接起来的带有连接器的光缆。

c) 后向散射法

后向散射法是测量光纤衰减特性的替代试验方法(ATM),它测量从光纤中不同点后向散射至该光纤始端的后向散射光功率。这是一种单端测量。

该方法的测量结果受光纤中光传输速度和光纤后向散射特性的影响,不可能像截断法那样精确测

量光纤衰减。

本方法允许对光纤整个长度(或感兴趣的光纤段、或串接的光纤链)进行分析,甚至可以鉴别分立的点(例如接头、点不连续)。

本方法也可以用作光纤长度测量,光纤不连续点、断点、接点的检查和定位,光纤光学连续性的检查,光纤后向散射光强度测量。

用双向平均的后向散射曲线描述和确定衰减均匀性的方法尚在考虑之中。

d) 谱衰减模型

可以用一个特征矩阵 M 和一个矢量 v 计算光纤谱衰减系数。矢量 v 包含三至五个波长上(例如 1 310 nm、1 330 nm、1 360 nm、1 380 nm 和/或 1 550 nm)测量的衰减系数。

第一种方法:如果 M 是光纤或光缆提供者提供的该产品的特征矩阵,模型化谱衰减系数可以用矢量 w 表示,矢量 w 由下式计算:

$$w = M \cdot v \quad \dots\dots\dots (1)$$

第二种方法:如果 M 是普通矩阵,光纤或光缆提供者应提供一个修正因子矢量 e , (1)式变成:

$$w = M \cdot v + e \quad \dots\dots\dots (2)$$

普通矩阵是能用于不同的光纤设计或生产厂家(假定是一种光纤类型)的特征矩阵,它可由标准体和/或借助于标准体决定。每个光纤提供者可以同用户/最终用户或生产厂家比较他们的产品,其差别由矢量 e 决定。

本模型仅适用于 B1 类和 B2 类光纤。

4.1 定义

一段光纤上,相距 L 的两个横截面 1 和 2 之间在波长 λ 处的衰减 $A(\lambda)$ 定义为:

$$A(\lambda) = 10 \lg(P_1(\lambda)/P_2(\lambda)) \quad (\text{dB}) \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中: $P_1(\lambda)$ ——通过横截面 1 的光功率;

$P_2(\lambda)$ ——通过横截面 2 的光功率。

对于稳态条件下的均匀光纤,可定义单位长度衰减(即衰减系数) $\alpha(\lambda)$ 为:

$$\alpha(\lambda) = A(\lambda)/L \quad (\text{dB/km}) \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中: L ——光纤长度, km;

$\alpha(\lambda)$ 值与选择的光纤长度无关。

4.2 方法 GB/T 15972-C1A——截断法

4.2.1 试验装置

衰减测定可在一个或多个波长上进行,也可在某一波长范围内测量谱衰减特性。适宜的试验装置框图如图 1 和图 2 所示。

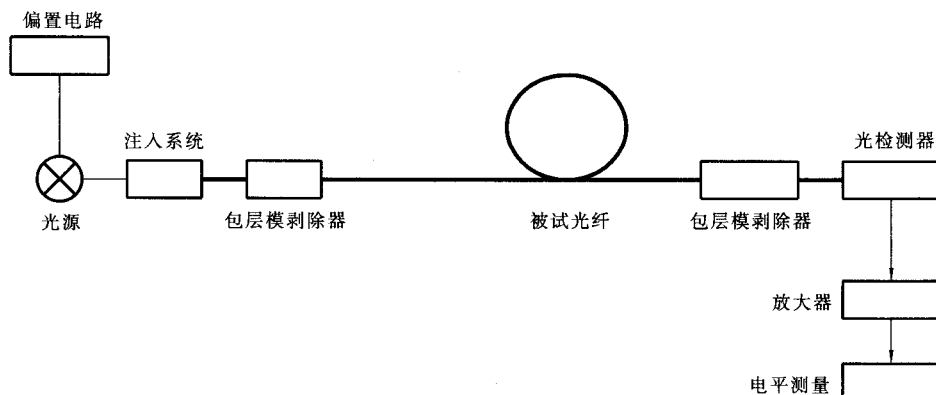


图 1 规定波长上测量衰减的试验装置(截断法)

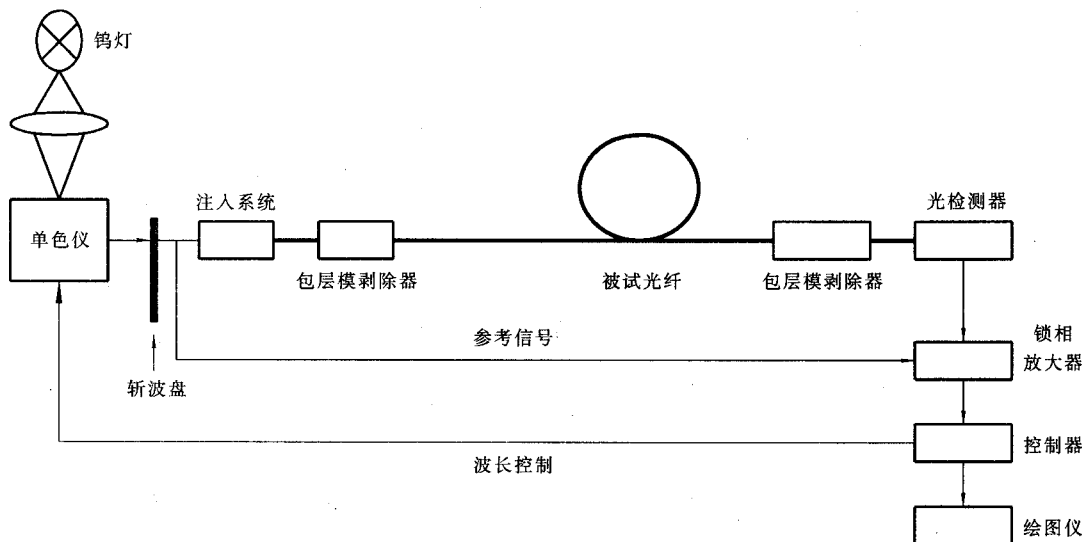


图2 多个波长上测量衰减或谱衰减的试验装置(截断法)

4.2.1.1 光源

应采用稳定辐射的光源,如卤钨灯、激光器或发光二极管(LED)。依据测量类型选择合适的光源。在完成测量过程的时间内,光源位置、强度和波长应保持稳定。光源波长范围应满足光纤测量的需要,其谱线半幅全宽(FWHM)应保证对光纤谱衰减特性有足够的分辨率。光纤输入端应与注入光束对准,或者与注入光纤同轴连接。

4.2.1.2 光检测器组件

应采用一适当的装置将从被试光纤出射的全部光功率耦合进光检测器,例如:光学透镜系统、接有尾纤的折射率匹配接头或与光检测器直接耦合的折射率匹配接头。对于带尾纤的光检测器,尾纤须有足够大纤芯直径和数值孔径,以便接收从参考光纤和被试光纤出射的全部光。

在接收光强范围和测量时间内,检测器应具有良好的线性和稳定性。典型组件包括接有前置放大器的光生伏打型光电二极管。同步检测时应采用锁相放大器。

4.2.1.3 信号处理

为了改善接收机信噪比,通常对光源进行调制。这时,应将光检测器连接到与光源调制频率同步的信号处理装置上。检测系统应有良好的线性或具有已知的特性。

4.2.1.4 包层模剥除器

应采用包层模剥除器,防止检测到包层中传输的光功率。当涂料折射率等于或大于光纤包层折射率时,就不需要包层模剥除器。

4.2.2 注入条件

4.2.2.1 单模光纤注入条件

单模光纤注入条件应足以激励起基模,滤去高阶模,剥除包层模。注入光纤的光功率在测量期间应保持恒定。通常采用下列两种注入技术:

a) 尾纤

采用尾纤时,应在光源尾纤和被试光纤之间使用折射率匹配材料消除干涉效应。

b) 光学透镜系统

采用这种光注入技术时,应使用能使光纤注入端与注入光束重复对中并稳定固定的定位装置。为减少光纤定位对注入功率的敏感性,可采用满注入方法。

为在感兴趣波长范围内滤除高阶模,应采用诸如半径足够小的单个光纤圈(例如 30 mm)作为滤模器将截止波长移至感兴趣的最短波长以下,但圈的半径不能小到引起与波长相关的振荡。

为保证沿光纤短距离(截留长度)传输后不存在包层模,需采用包层模剥除器。包层模剥除器通常由

折射率等于或稍大于光纤包层折射率的材料组成,可以是一种直接加在除去被覆层光纤上靠近端点处的折射率匹配液。在某些情况下,光纤被覆层可起包层模剥除器作用。

4.2.2.2 多模光纤注入条件

多模光纤注入条件应避免注入高阶瞬态模式,使沿光纤的功率分布基本不变化(即稳态模分布),从而使光纤衰减与长度近似成线性关系。通常采用下列两种注入技术:

a) 滤模器

采用滤模器的衰减测量注入装置如图3所示。

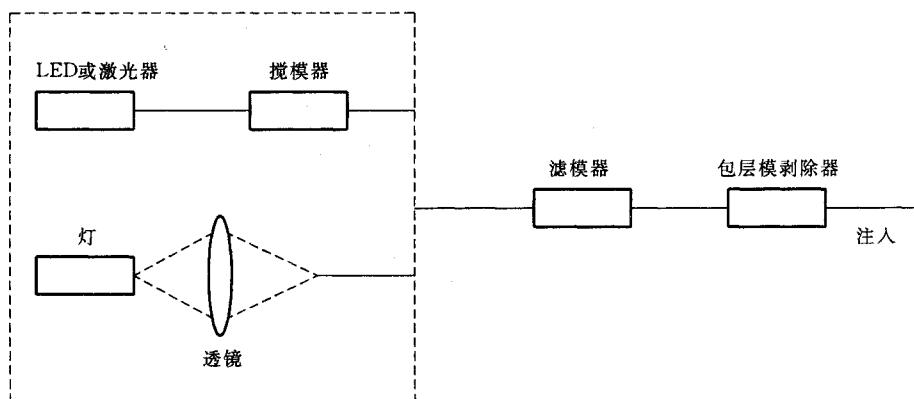


图3 采用滤模器的衰减测量注入装置

可以选择一根与被试光纤类型相同的足够长(典型长度不短于1 km)光纤作为滤模器;也可选择将被试光纤以低张力在芯轴上绕几圈(典型为3~5圈)的芯轴形式滤模器,芯轴直径选择应保证在被试光纤中激励的瞬态模受到足够的衰减,从而达到稳态模分布;另外也可以采用搅模器和滤模器的组合形式,即将一些金属球随机分布在长于0.5 m的与被试光纤类型相同的光纤上,在金属球上施加压力来达到稳态模分布。

应采用远场测量方法比较均匀满注入的被试光纤(不短于1 km)远场功率分布与采用芯轴滤模器(或采用搅模器和滤模器组合形式)的短段光纤远场功率分布。芯轴直径(或施加于金属球的压力)的选择应保证两者的远场功率分布相接近。短光纤辐射图数值孔径(按方法GB/T 15972-C6测量)应为长光纤数值孔径的94%~100%。芯轴直径(或施加于金属球的压力)可能随光纤不同而不同,这取决于光纤和涂覆层类型。通常芯轴直径为15 mm~40 mm,在20 mm长度内绕5圈光纤。

滤模器前注入的光功率分布应是基本均匀的。对于不能产生这种分布的光源,如LED或激光器,应采用搅模器。搅模器可由一种合适的光纤排列组成(例如,突变-渐变-突变型折射率分布光纤排列)。

b) 几何光学注入

采用空间状态限制(Limited Phase Space, LPS)的衰减测量的几何光学注入装置如图4所示。

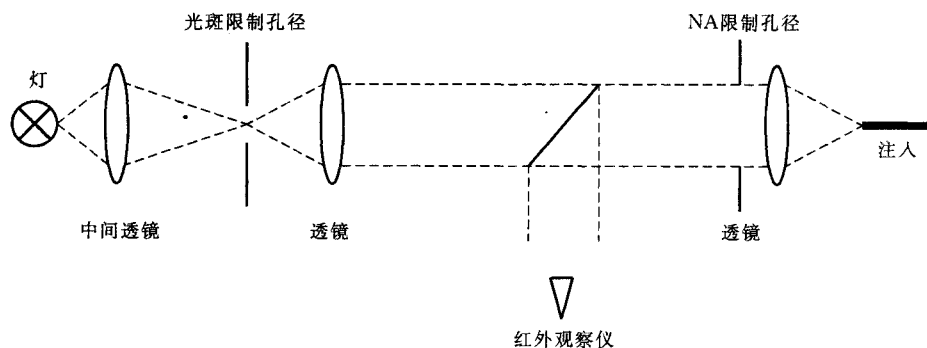


图4 采用空间状态限制的衰减测量注入装置

注入光束光斑尺寸应为被试光纤纤芯直径的70%,数值孔径应为被试光纤数值孔径的70%。这是不会产生泄漏模(即非束缚模)的最大几何注入的注入功率分布(例如50/125 μm 、数值孔径为0.20的

渐变型折射率分布的多模光纤, LPS 注入条件为均匀的 $35\ \mu\text{m}$ 光斑和 0.14 数值孔径。对于同样光纤, ITU-T G. 651 采用 $26\ \mu\text{m}$ 光斑和 0.11 数值孔径。)

应使注入光斑和光锥对中的在纤芯上, 保证注入光束轴和光纤轴重合。

应采用包层模剥除器以保证沿光纤短距离传输后不存在包层模。

4.2.3 程序

4.2.3.1 将被试光纤放入试验装置中, 记录输出光功率 P_2 。

4.2.3.2 保持注入条件不变, 将光纤截断至截留长度(例如离注入点 2 m), 记录从光纤截留长度输出光功率 P_1 。

4.2.3.3 按 4.1 衰减定义, 由 P_1 和 P_2 计算出 P_1 与 P_2 两点间光纤段的衰减和衰减系数。

4.2.3.4 使用几个波长上的衰减测量结果, 通过 4.5 给出的关系式能够计算出谱衰减曲线。

4.2.4 结果

a) 测量结果报告应包括下列内容:

- 1) 试验名称;
- 2) 试样识别号;
- 3) 试样长度;
- 4) 试验数据;
- 5) 按产品规范要求, 在规定波长上以 dB 表示的衰减和以 dB/km 表示的衰减系数以及谱衰减;
- 6) 试验日期和操作人员;
- 7) 环境温度和相对湿度。

b) 报告中也可包括下列内容:

- 1) 光源类型;
- 2) 光源谱宽;
- 3) 注入技术;
- 4) 试验装置。

4.3 方法 GB/T 15972-C1B——插入损耗法

4.3.1 装置

衰减测定可在一个或多个波长上进行, 也可在某一波长范围内测量谱衰减特性。适宜的试验装置框图如图 5(校正)和图 6(测量)所示。

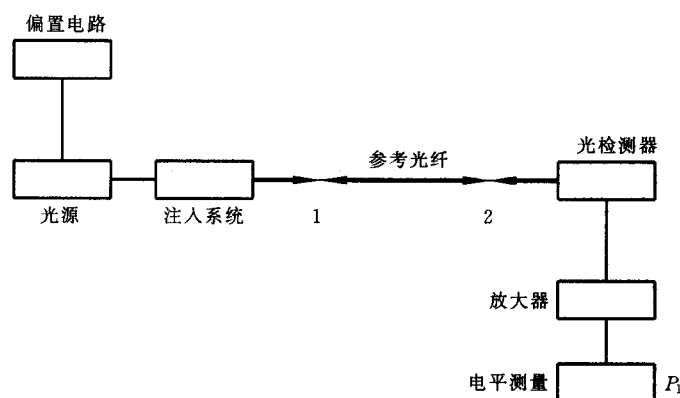


图 5 插入损耗法试验装置(校正)

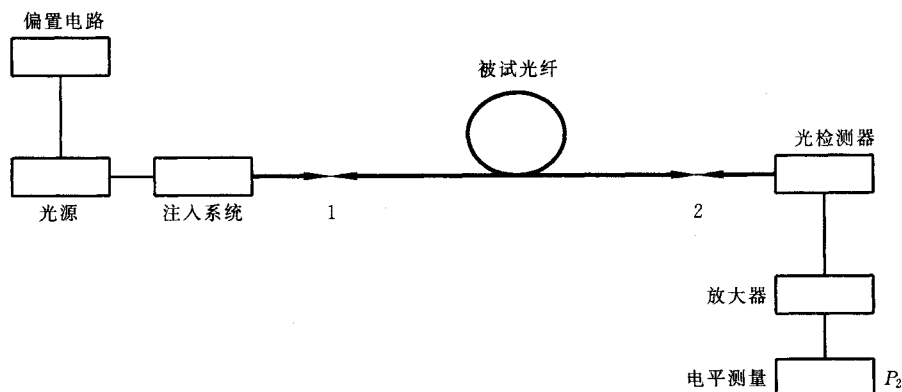


图6 插入损耗法试验装置(测量)

4.3.1.1 光源

按 4.2.1.1 规定。

4.3.1.2 光检测器组件

按 4.2.1.2 规定。

4.3.1.3 信号处理

按 4.2.1.3 规定。

4.3.1.4 包层模剥除器

按 4.2.1.4 规定。

4.3.1.5 耦合装置

本方法要求使用精密的光纤对光纤的耦合装置,使耦合损耗最小以保证结果可靠性。该耦合装置可以是凭目视检查的机械微调架或纤芯对纤芯的连接器。

4.3.1.6 参考光纤

参考光纤须是与被试光纤类型相同的光纤。

4.3.2 注入条件

要求的注入条件应与 4.2.2 的规定相似。参考光纤和被试光纤的注入条件须相同。

4.3.3 程序

4.3.3.1 采用与被试光纤同样类型的短段光纤(例如 2 m,其衰减可以忽略)作为参考光纤对装置进行初始校准,获得参考输入光功率 P_1 。

4.3.3.2 将被试光纤连接到装置上并进行耦合调节,以使光检测器给出最大电平,记录输出光功率 P_2 。

4.3.3.3 按 4.1 衰减定义,由 P_1 和 P_2 计算出被试光纤衰减和衰减系数。

如果参考光纤衰减不能忽略,应将参考光纤衰减加上计算值作为被试光纤衰减。

4.3.4 结果

a) 测量结果报告应包括下列内容:

- 1) 试验名称;
- 2) 试样识别号;
- 3) 试样长度;
- 4) 试验数据;
- 5) 按产品规范要求,在规定波长上以 dB 表示的衰减和以 dB/km 表示的衰减系数以及谱衰减;
- 6) 试验日期和操作人员;
- 7) 环境温度和相对湿度。

b) 报告中也可包括下列内容:

- 1) 光源类型;
- 2) 光源谱宽;
- 3) 注入技术;
- 4) 试验装置。

4.4 方法 GB/T 15972-C1C——后向散射法

本方法描述了用光时域反射计(OTDR)进行的三种基本测量程序——长度(见 4.4.4.4)、衰减或衰减系数(见 4.4.4.5)和沿光纤或光缆长度上点不连续的位置、损耗和特征(见 4.4.4.6)。这些测量旨在用于质量控制和接受试验,也适合于安装和维护时的检查。

光时域反射计也可用来测量光学连续性,对光纤链路是否连续作出大致判断。

4.4.1 装置

OTDR 试验装置至少由以下几个部分组成,如图 7 所示。

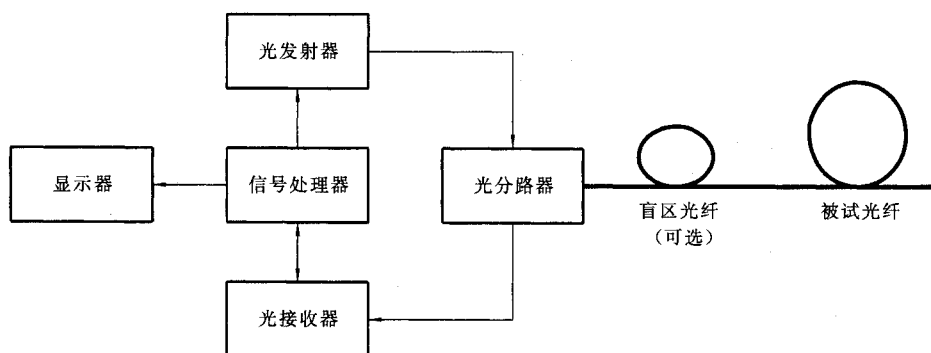


图 7 光时域反射计试验装置框图

4.4.1.1 光发射器

通常包括一个脉冲激光二极管,能提供一个或多个脉冲宽度和脉冲重复频率。多波长仪器通常具有多个光源,标称中心波长可为 850 nm、1 300 nm、1 310 nm 或 1 550 nm,或按产品规范规定。中心波长应在规定值的 15 nm 以内。对于精确测量,中心波长应在规定值的 10 nm 以内。如果光源中心波长和规定波长差值大于 10 nm,应在测量结果报告中指出。光源均方根谱宽(RMSW)应不大于 10 nm,或者光源半幅全宽(FWHM)应不大于 25 nm。

如果谱衰减模型中采用 OTDR 的数据,实际中心波长应在规定值的 2 nm 之内,水峰波长区域(1 360 nm~1 430 nm)的光源谱宽不应大于 10 nm(FWHM)或 4 nm(RMSW)。

应采用诸如光谱分析仪这样的合适测量仪器对光源中心波长和谱宽进行周期检定。

4.4.1.2 输出口

应提供某种方法将被试光纤或盲区光纤连接到仪器面板或光源尾纤上。

4.4.1.3 光分路器

耦合器/光分路器将光源输出光耦合到光纤和把后向散射光耦合到检测器,同时避免光源与检测器的直接耦合。耦合器/光分路器不应有偏振效应。

4.4.1.4 光接收器

通常包括光电二极管检测器,检测器的带宽、灵敏度、线性度及动态范围应与采用的脉宽和接收信号电平相适应。

4.4.1.5 信号处理器

宜有一个对数响应的信号处理器处理信号,并采用信号平均技术提高信噪比。

4.4.1.6 显示器

显示器可以是阴极射线管(CRT)、液晶显示器,或是这两者,或是计算机的部件。

显示器上垂直分度标尺宜为分贝数,对应于往返光信号损耗之半的分贝数变化;水平分度标尺宜为

m 或 km, 对应于往返光信号群时延之半的长度。

仪器面板控制器应可对显示器上的曲线进行定位, 并应能对长度或分贝的较小区域显示的部分曲线进行扩展。可控制一个或多个能对曲线上某些点定位的可移动光标。

显示器上应能给出移动光标的座标和一些适合于本仪器的辅助信息。

4.4.1.7 数据接口(可选)

仪器可提供显示曲线的硬拷贝, 并能与计算机连接。

4.4.1.8 反射控制器(可选)

为将高菲涅尔反射引起的接收器瞬时饱和降至最低限度, 以减少每一反射点后光纤盲区范围, 应采用电子屏蔽或在耦合器/光分路器中采用适宜的方法。

为了减小 OTDR 连接处初始反射对结果的影响, 通常在 OTDR 连接器和被试光纤之间采用一段盲区光纤。

4.4.1.9 接头和连接器

为了对 OTDR 曲线的附加影响减至最小, OTDR 所要求的任何接头或连接器应具有低插入损耗和低反射(高回波损耗)。

4.4.2 试样

4.4.2.1 试样为盘上或缆内、或是产品规范规定的一根光纤。可在工厂或现场对单段或连接起来的多段光纤进行测量。

注: 应小心避免卷绕对点不连续或衰减测量引入人为的衰减, 或者在长度或点不连续测量时引入明显伸长。应使光纤端(如在线盘的最里层)导致的任何损耗在衰减系数的计算中能够忽略不计。

4.4.2.2 如果有效群折射率未知, 进行长度测量时, 应首先提供类似于 4.4.2.1 中试样的校准光纤或光缆对仪器进行校准, 确定群折射率。

4.4.3 注入条件

除长度测量的光注入条件可由测试人员自行处理外, 用 OTDR 进行其他测量的光注入条件应按 4.2.2 的规定。

4.4.4 程序

4.4.4.1 将被试光纤连接到仪器上或盲区光纤(如采用)的一端, 将盲区光纤(如采用)另一端连接到仪器上。

4.4.4.2 将诸如光源波长、脉宽、长度范围(包括长度分辨率)、有效群折射率以及信号平均次数(或时间)等 OTDR 参数一起输入到仪器, 这些参数中某些值可能已在仪器中预置。

注: 如果有效群折射率未知, 应用已知长度的标准光纤或光缆对仪器进行校准, 确定群折射率。由于光缆中存在光纤余长或其他因素, 对同类光纤, 光缆的有效群折射率大于光纤的有效群折射率。

4.4.4.3 启动 OTDR 进行取样, 调整仪器显示的后向散射信号, 使曲线尽可能全屏幕显示。如需增加分辨率, 应调整仪器, 按较大比例扩展感兴趣的区域。

4.4.4.4 长度测定

如图 8 所示, 将光标置于试样末端反射脉冲上升边缘的一点, 确定 Z_2 ; 将同一光标或另一光标置于试样始端反射脉冲上升边缘的一点, 确定 Z_0 (如试样前无光纤或光缆段, 则 Z_0 为零; 如试样前有已知长度为 Z_D 的光纤或光缆段, 则 Z_0 为 Z_D)。如果由于不连续性极小而不易确定 Z_2 和 Z_0 的位置, 就在该处加一个绷紧的弯曲并改变弯曲半径以帮助光标定位; 对于 Z_2 的定位, 如有可能, 切割试样远端, 使那里产生反射。

试样长度为: $Z_2 - Z_0$ 。

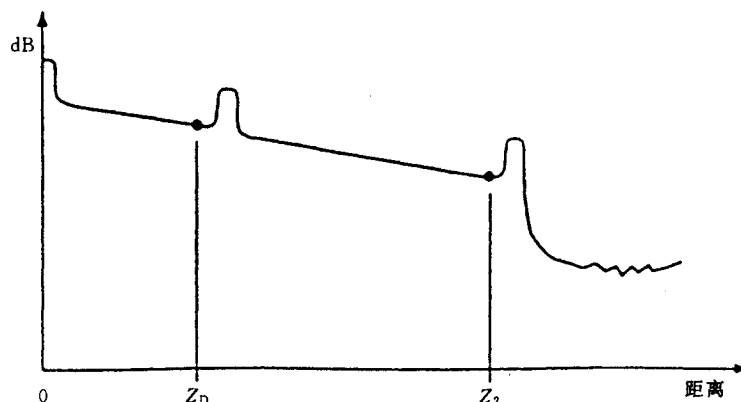


图8 OTDR 曲线(长度测定)

4.4.4.5 衰减和衰减系数测定

如图9所示,将光标置于试样始端反射脉冲上升边缘的一点,确定 Z_0 (如试样前无光纤或光缆段,则 Z_0 为零)。

将光标置于试样曲线线性区段始端(紧挨近端),确定 Z_1 、 P_1 ;将同一光标或另一光标置于试样末端反射脉冲上升边缘的一点,确定 Z_2 、 P_2 。

如果由于不连续性极小而不易确定 Z_0 和 Z_2 的位置,就在该处加一个绷紧的弯曲并改变弯曲半径以帮助光标定位;对于 Z_2 的定位,如可能,切割试样远端,使那里产生反射。

始于盲区之后光纤或光缆段的单向后向散射衰减: $A = (P_1 - P_2)$ dB。

始于盲区之后光纤或光缆段的单向后向散射衰减系数: $\alpha = (P_1 - P_2) / (Z_2 - Z_1)$ dB/km。

光纤或光缆段总单向后向散射衰减: $A_{\Sigma} = \alpha(Z_2 - Z_0)$ dB。

通常,OTDR能直接给出 A 值和 α 值。该数据可以用两点法给出,也可用最小二乘法近似(LSA)法拟合曲线给出。LSA法得出的结果可能与两点法得出的结果不同,但该方法的重复性更好。

应进行双向测量,将双向测量获得的数值取平均得到精确的衰减和衰减系数;如光纤两端均匀性好,亦可进行单向测量。

需要时可进行多波长测量,对B1类和B2类光纤可按照4.5给出的关系式计算谱衰减。

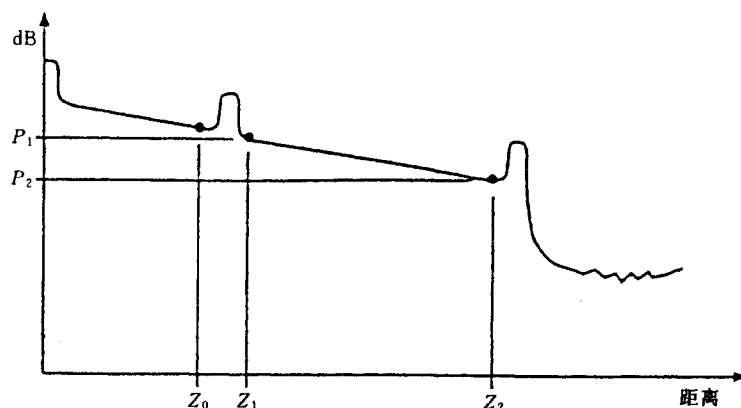


图9 OTDR 曲线(衰减测定)

4.4.4.6 点不连续的测定

点不连续是连续的OTDR信号在朝上或朝下方向的暂时或永久性的局部偏移,偏移特征能够随试验条件(例如OTDR信号脉宽、波长和方向)变化。点不连续的持续时间约为脉冲宽度。为了确定点不连续(而不是衰减不均匀性)的存在,应采用两种不同的脉宽观察有疑问的区域。如果损耗或增益的形状随

脉宽而变,则该异常情况是点不连续;否则要按照测量光纤或光缆衰减的程序进行衰减不均匀性测量。

如图 10 所示,将光标置于不连续点处功率开始上升或下降的始端来确定点不连续的位置。一般仪器要求一对光标置于不连续点处的两侧,将两根最佳拟合直线(每一根分别由两点法或最小二乘法近似法得到)外推到不连续点处的位置。两直线在不连续点处的垂直距离为点不连续的视在损耗或增益。

应进行双向测量,将双向测量取得的数值进行平均(这样可消除视在增益)得出点不连续损耗。

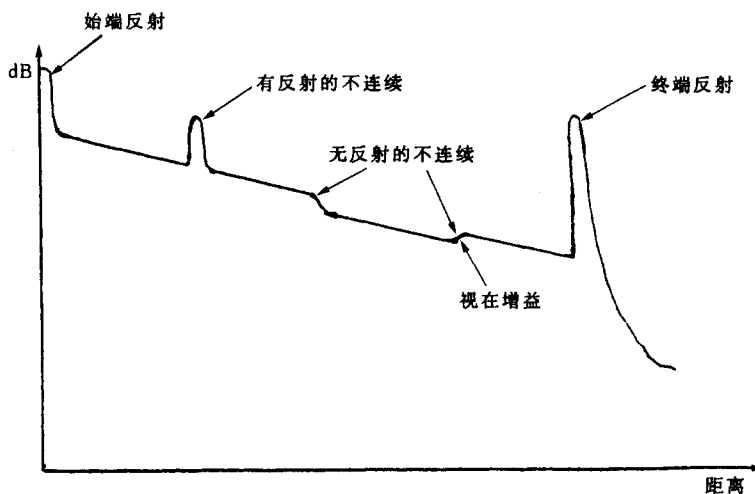


图 10 OTDR 曲线(点不连续的测定)

4.4.5 结果

a) 测量结果报告应包括下列内容:

- 1) 试验名称;
- 2) 试样识别号;
- 3) 试验数据(试样长度,试样衰减或衰减系数,点不连续特征等);
- 4) 试样端别(当测量长度或测量结果是双向平均值时,不需要);
- 5) 试验日期和操作人员;
- 6) 环境温度和相对湿度。

b) 报告中也可包括下列内容:

- 1) 光纤或光缆试样,包括其类型、有效群折射率;
- 2) 测量仪器(包括制造厂家,型号及说明书);
- 3) 注入条件;
- 4) 定期检验的光源中心波长和谐宽。

4.5 方法 GB/T 15972-C1D——谱衰减模型

该方法由几个(3~5个)波长上直接测得的衰减值来估算谱衰减。

4.5.1 装置

本方法是对预先测量的衰减值进行计算而得出谱衰减,不需要特定装置。所选用的装置即是测量单波长衰减的试验装置。

4.5.2 试样

测量单波长衰减所要求的试样。

4.5.3 程序

测量单波长衰减所采用的程序。

4.5.4 计算

光纤的谱衰减系数可通过特征矩阵 M 和矢量 v 计算出来。矢量 v (n 个元素)包含了 n 个(3~5个)预定波长(例如 1310 nm、1330 nm、1360 nm、1380 nm 和/或 1550 nm)上测量的衰减系数,矩阵 M 由