



中华人民共和国国家军用标准

FL 6000

GJB 915A-97

纤维光学试验方法

Fibre optics test methods

1997-11-05 发布

1998-05-01 实施

国防科学技术工业委员会 批准

目 次

1 范围	(1)
1.1 主题内容	(1)
1.2 适用范围	(1)
1.3 应用指南	(1)
2 引用文件	(1)
3 定义	(1)
4 一般要求	(1)
4.1 试验条件	(1)
4.2 环境试验箱的温度容差	(1)
5 详细要求	(2)
100 类 环境试验	(3)
方法 101 光纤光缆温度冲击试验	(3)
方法 102 光纤光缆耐湿试验	(4)
方法 103 光缆冰挤压试验	(6)
方法 104 光缆尺寸稳定性试验	(8)
方法 105 光缆气体火焰试验	(9)
方法 106 纤维光学器件低气压浸水试验	(11)
方法 107 纤维光学元器件液体浸渍试验	(13)
方法 108 光纤液体浸渍试验	(16)
方法 109 光纤光缆 γ 辐照试验	(18)
方法 110 光缆护套粘连试验	(23)
方法 111 光缆芯吸试验	(24)
方法 112 光缆护套检漏	(25)
方法 113 纤维光学元器件温度循环试验	(28)
200 类 机械性能试验	(32)
方法 201 光缆反复弯曲试验	(32)
方法 202 光缆冷弯试验	(36)
方法 203 光缆反复冲击试验	(39)
方法 204 光缆抗压试验	(43)
方法 205 纤维光学互连器件抗压试验	(45)
方法 206 光缆扭转试验	(46)
方法 207 纤维光学互连器件扭转试验	(47)
方法 208 光缆扭弯试验	(50)
方法 209 光缆拉伸和弯曲试验	(52)
方法 210 光纤冷弯试验	(54)

方法 211	光纤涂覆层机械剥离力测量	(56)
方法 212	光纤动态拉伸试验	(60)
300 类	光学性能测量	(69)
方法 301	纤维光学元器件光透射性能变化测量	(69)
方法 302	纤维光学互连器件回波损耗测量	(72)
方法 303	纤维光学互连器件插入损耗测量	(75)
方法 304	纤维光学元器件光串扰测量	(81)
方法 305	纤维光学元器件光不连续性测量	(84)
方法 306	纤维光学分路器(耦合器)的光传递系数测量	(87)
方法 307	纤维光学元器件环境光敏感性测量	(99)
400 类	外观检查和尺寸测量	(104)
方法 401	纤维光学元器件外观和机械检查	(104)
方法 402	光纤涂覆层和缓冲层几何尺寸端视法测量	(105)
方法 403	光纤涂覆层和缓冲层几何尺寸侧视法测量	(110)

中华人民共和国国家军用标准

纤维光学试验方法

Fibre optics test methods

GJB 915A-97

代替

GJB 915-90

1 范围

1.1 主题内容

本标准规定了纤维光学元器件的通用试验方法。

1.2 适用范围

本标准适用于光纤、光缆和纤维光学器件。

1.3 应用指南

必要时,有关产品规范可引用本标准不包括的其它试验方法。

2 引用文件

GB/T 14733.12-93 电信术语 光纤通信

GJB 360A-96 电子及电气元件试验方法

3 定义

3.1 术语

本标准采用 GB/T 14733.12 中规定的术语。

4 一般要求

4.1 试验条件

4.1.1 除非本标准或有关规范另有规定,应在下列试验的标准大气条件下进行试验:

温度: 15~35℃;

相对湿度: 20%~80%;

气压: 86~106kPa。

4.1.2 在要求特定的环境控制范围时,应在下列仲裁试验的标准大气条件下进行试验:

温度: 25 ± 1 ℃;

相对湿度: $(50 \pm 2)\%$;

气压: 86~106kPa。

4.2 环境试验箱的温度容差

当采用环境试验箱时,箱内的温度控制应使工作空间内任一测量点的温度保持在 ± 2 ℃之内;箱的构造应使工作空间内任一点的温度在任何时间偏离测量点不超过 ± 3 ℃,但紧靠

发热试样周围的温度除外。

5 详细要求

100 类 环境试验

200 类 机械性能试验

300 类 光学性能测量

400 类 外观检查和尺寸测量

100 类 环境试验

方法 101 光纤光缆温度冲击试验

1 目的

确定温度冲击对光纤光缆光透射性能的影响。

2 试样

试样应为具有代表性的成品光纤光缆。试样应具有足以进行所需准确度的光透射性能测量的长度。

3 装置

3.1 输出功率测量装置

应按方法 301 的规定。

3.2 试验箱

温度循环中试样的转移可由人工完成,也可自动完成。高温试验箱及冷冻箱的温度应利用循环方法及足够的热容量来保持各自的极端温度,以使试样在放进其相应的试验箱后 2min 内就能达到所规定的环境温度。

4 程序

a. 制备试样,并按方法 301 测定输出总功率。如有要求,还可采用任意设备测定通光光纤数;

b. 除非另有规定,在试验期间,试样应与功率测量装置保持连接,应把试样绕成最小直径为 300mm 的松圈。试样在试验箱内的支撑方式,应便于操作及空气的自由流动;

c. 按 GJB 360A 方法 107 对试样进行温度冲击;

d. 从试验箱内取出试样,回复到室温。按 4a 再一次测量输出总功率。如有要求,再一次测定通光光纤数;

e. 按方法 301 计算每一波长和规定温度上的光透射性能变化。

5 细则

有关规范应规定下列细则:

a. 试验温度和循环次数;

b. 失效判据。

方法 102
光纤光缆耐湿试验

1 目的

确定湿度对光纤光缆性能的影响。

2 试样

试样应为具有代表性的成品光纤、光缆。试样长度应足以进行所需准确度的光透射性能测量或按方法 209 的规定。

3 装置

3.1 光透射性能变化测量装置

应按方法 301 的规定。

3.2 拉伸设备

应按方法 209 的规定。

3.2 试验箱

试验箱应有足够的体积,不致因试样影响试验条件的建立和保持,热源应位于不将辐射热直接辐射在试样上的地方。试验箱的结构应保证冷凝水可凝聚在试验箱的内壁而不滴落在试样上或在试样上流动。

4 程序

4.1 程序 1(适用于光纤光缆)

a. 调节光源的输出到所需的中心波长、谱宽和强度上;

b. 试样的两端制备应使试样的端面垂直于它的轴线,或在光源和试样间,试样和检测器间采用折射率匹配液耦合光功率。应测量试样的总长度 L_4 ;

c. 如图 102-1 所示,把试样放入试验箱。在 $25 \pm 1^\circ\text{C}$,相对湿度为 $(50 \pm 2)\%$ 的条件下预处理 48h;

除非另有规定,试样应呈松的圈,圈的直径不小于 300mm,试样的支撑方式应可让空气自由流动。

测量试样在试验箱内的长度 L_2 。应按试验的实际需要,尽量减少试验箱外的试样长度 L_1, L_3 ;

d. 把试样的一端与光源耦合,使整个端面被在有关规范中规定的注入光锥均匀地照射;

e. 把试样的另一端与检测器耦合,使试样的输出光锥的轴线与检测面相垂直,并使全部输出均落在检测面上;

f. 如采用包层模消除器,应用于试样的光纤上;

g. 预处理结束时,在规定的波长上测量输出功率;

h. 不要移动试样,按 GJB 360A 方法 106 对试样进行耐湿试验(除振动外);

i. 经 10 次循环,在 25°C 和相对湿度为 95% 的条件下,测量输出功率。如有规定,在整个 10 次循环周期内及相对湿度为 50% 的 48h 后处理时间内,均应对输出功率作连续测量。如有有关规范有要求,可采用任意设备测定通光光纤数;

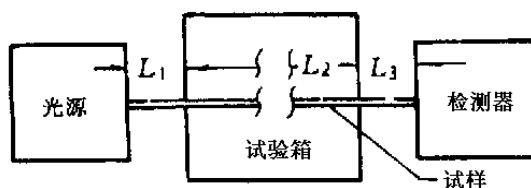


图 102-1 试验箱

j. 在每一规定的波长上,按方法 301 计算光透射性能变化。

4.2 程序 2(适用于光缆)

- a. 取两个试样,在 $25 \pm 1^\circ\text{C}$,相对湿度为 $(50 \pm 2)\%$ 的条件下对试样进行预处理 48h,其中一个试样作为与另一个试样对比的基准试样,但不经耐湿试验;
- b. 按方法 209,对两个试样作拉伸负荷试验;
- c. 测量两个试样的光透射性能变化,长度标定为 L_4 ;
- d. 按 GJB 360A 方法 106 对一个试样进行耐湿试验(除振动外);
- e. 经 10 次循环后,把试样从 25°C 、相对湿度为 95% 的试验箱取出的 5min 内,再一次经受拉伸负荷试验;
- f. 未经耐湿试验的基准试样,亦再一次经受拉伸负荷试验;
- g. 测量两个试样的光透射性能变化,长度标定为 L'_4 ;
- h. 比较耐湿试验前后长度变化和光透射性能变化。

5 细则

有关规范应规定下列细则:

- a. 拉伸负荷、加荷时间和速率(适用时);
- b. 失效判据。

方法 103 光缆冰挤压试验

1 目的

确定水结冰引起的挤压力对浸没在冰中的光缆光透射性能的影响。

2 试样

试样应为具有代表性的成品光缆。试样长度应足以进行所需准确度的光透射性能测量。

3 装置

3.1 光透射性能变化测量装置

应按方法 301 的规定。

3.2 光缆试验套

试验套系内径为 100mm、壁厚为 6.4mm 的钢管，长度至少为 380mm。两端焊接上厚为 6.4mm、长和宽各为 150mm 的钢法兰。两端的钢盖厚为 6.4mm，长和宽各为 150mm。盖和法兰用 4 个 M6 的螺栓固定，盖上应有一个直径略大于光缆的中心定位孔，用于安装垫圈或类似的密封件及让光缆穿过，在法兰盘和盖上匹配的环形槽内，压进氯丁橡胶“O”型圈，以实现法兰盘和盖配合面的密封。在试验套的一侧有一个直径为 9.5mm 的注水孔，该孔可用密封塞或阀进行密封。

3.3 温度试验箱

温度试验箱应能提供本方法规定的温度。

4 程序

a. 调节光源的输出到所需的中心波长、谱宽和强度上；

b. 试样的两端制备应使试样的端面垂直于它的轴线，或在光源和试样间，试样和检测器间采用折射率匹配液耦合光功率。应测量试样的总长度 L_4 ；

c. 如图 103-1 所示，把试样放入光缆试验套中，并把两端和盖密封。在试验套内注满水，水平地放入温度试验箱；

测量试验套内试样的长度 L_2 。应按试验的实际需要，尽量减少试验套外的试样长度 L_1 ， L_3 。

d. 把试样的一端与光源耦合，使整个端面被在有关规范中规定的注入光锥均匀地照射；

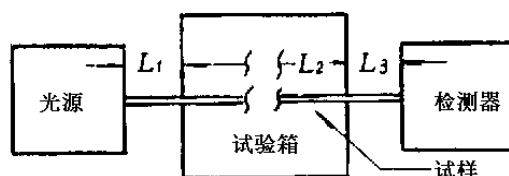


图 103-1 冷冻试验装置

e. 把试样的另一端与检测器耦合,使试样的输出光锥的轴线与检测面相垂直,并使全部输出均落在检测面上;

f. 如采用包层模消除器,应用于试样的光纤上;

g. 按方法 301 测量输出功率;

h. 以 20℃/h 的速率,把温度试验箱降温到 -10℃,在该温度下保温 6h,再升温到 -2℃,保温 1h;

i. 测量输出功率,如试样系多芯光缆或多束光缆,应把每根光纤或光纤束作为一个独立的被测单元,进行输出功率测量;

j. 按方法 301,计算光透射性能变化;

k. 使光缆试验套和试样的温度回复到室温,取出试样擦干,进行外观检查。

5 细则

有关规范应规定下列细则:

a. 失效判据。

方法 104 光缆尺寸稳定性试验

1 目的

测量光缆受高温后,护层或被覆层引起的长度永久性变化。

2 试样

试样应为具有代表性的成品光缆。试样长度应按有关规范的规定。

3 装置

3.1 应采用游标卡尺或等效的工具测量护套或被覆层的收缩或伸长。

3.2 应采用米尺或等效的工具测量试样的长度。

3.3 试验箱

试验箱应有足够的体积,不致因试样影响试验条件的建立和保持,热源应位于不将辐射热直接辐射在试样上的地方。除非另有规定,应采用热电偶或其它相当的温度传感元件来测量和控制试验箱内的温度。

4 程序

- a. 把试样的两端直接切断,小心地除去碎片或多余的部分,保证各部分都平齐;
- b. 测量试样的长度 L_1 , 见图 104-1;

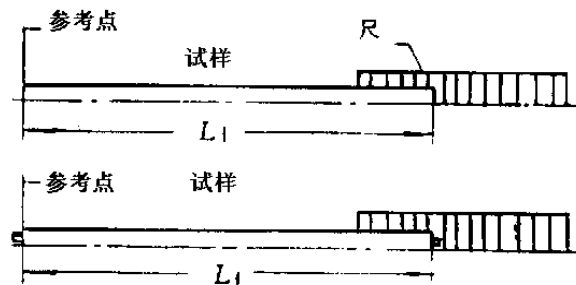


图 104-1 护套测量(呈收缩)

- c. 把试样放入试验箱,试验箱的温度和试验时间应按有关规范规定。试样可平直放置,如是成圈放置,试样的弯曲半径不得小于 130mm;
- d. 试验达规定时间后,取出试样,回复到室温;
- e. 测量护套或被覆层的收缩或伸长总量,试样两端的收缩或伸长应相加;
- f. 比较温度试验前后试样收缩或伸长。

5 细则

有关规范应规定下列细则:

- a. 试样长度;
- b. 试验温度和试验时间;
- c. 失效判据。

方法 105
光缆气体火焰试验

1 目的

确定光缆暴露于气体火焰过程中光透射性能的变化。

本试验的失效模式为光透射性能下降。

2 试样

试样应为具有代表性的成品光缆。试样长度应为约 3m。

3 装置

3.1 试验箱

试验箱应按下列规定：

a. 试验箱应容许对流气流能自由循环，在不影响火焰均匀性和稳定性的情况下，排出燃烧过程产生的气体；

b. 火焰源应为 0.6m 长的带状燃气燃具，能在其全长上产生高度均匀的火焰；

c. 标准火焰应为每小时燃烧 0.78m^3 的天然气(热容量 $38.37 \pm 0.77\text{MJ}/\text{m}^3$)或其它热输出和温度与之等效的燃气。燃气和空气流速的测量条件应为气压 103kPa、温度 23℃。如在其它条件下测量，则应将所测数据按上述规定条件进行修正；

d. 应装有空气及燃气流量的计量装置；

e. 试验箱应具有试样引出端口，以进行光学测量。

3.2 光学测量装置

应按方法 301 的规定。

4 程序

a. 将试样水平悬挂于燃具上方并与其平行，试样底部距燃具顶部表面上方距离为 45～50mm(见图 105-1)；

b. 适当支承试样，保证试验过程中，试样的下垂部分距燃具顶端的距离不小于 20mm；

c. 燃具按 3.1 产生火焰；

d. 除非另有规定，按方法 301 对光缆中的所有光纤连续进行监测；

e. 除非试样失效，火焰应连续施加 30min 或按有关规范的规定。

5 细则

有关规范应规定下列细则：

a. 失效判据。

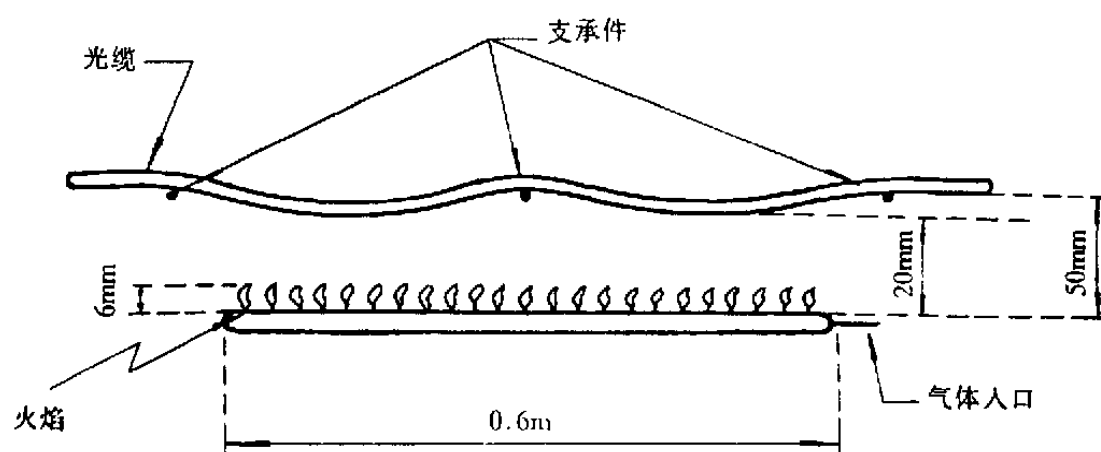


图 105-1 试样悬挂在燃具上方的示意图

方法 106
纤维光学器件低气压浸水试验

1 目的

通过模拟从高空快速坠落时产生的潮气冷凝,验证纤维光学器件与光缆的附着性和器件界面区域的密封性。

本试验可能的失效模式包括(但不限于):

- a. 光透射性能不可接受的变化;
- b. 插入损耗不可接受的变化;
- c. 回波损耗不可接受的变化;
- d. 器件密封损坏;
- e. 有关规范规定的其它失效模式。

2 试样

试样应为具有代表性的带有合适光缆的完全装配好的成品器件(如为连接器则应配接好)。试样中采用的光缆应不存在针孔。

3 装置

3.1 低气压试验箱

应采用适当密封的低气压试验箱。必要时,试验箱应能目视观察被试样品。

3.2 真空泵

试验箱应通过真空泵以 $\pm 5\%$ 或 $\pm 0.1\text{kPa}$ 的公差产生并保持4.3或有关规范规定的低气压。

3.3 气压指示器

气压指示器应能测量密封试验箱内模拟的低气压在3.2规定的公差范围内。

3.4 试验容器

试验箱内放置试样的试验容器应具有下列最小尺寸:

宽: 50mm

长: 250mm

深: 100mm

容器内应不存在可能影响试样浸润性的沾染物。

3.5 蒸馏水

蒸馏水内应不含其它成分,并不存在可能影响试样浸润性的沾染物。

3.6 其它设备

适用时,应按方法401、方法301、方法303、方法302或其它方法的要求,配置光学和其它试验设备。

4 程序

4.1 试验前检验

按方法401对试样进行外观和机械检查,保证试样在试验前无明显损坏。

4.2 低气压试验前测量

将试样完全浸入试验容器中的蒸馏水中,试样的最上部位距液面的最小距离为 30mm,应避免试样所附光缆的过度弯曲,并将光缆端留在试验容器外。将试验容器置于低气压试验箱内。

除非有关规范另有规定,按方法 301 的要求测量所有光路的光透射性能,记录结果。密封试验箱。在整个 4.3 的三次循环期间和 4.4 的试验后测量中,试样应保持完全浸在蒸馏水中。

有关规范可规定采用方法 303 和方法 302 替代方法 301。

4.3 低气压浸水循环

- a. 除非有关规范另有规定,在至多 5min 内,将试验箱气压从室内环境条件降至: $3.33_{-0.67}^0$ kPa(等效于 22860m 海拔),保持该气压水平至少 30min;
- b. 在至多 1min 内将试验箱气压升至室内环境条件,保持该气压水平至少 30min;
- c. 重复步骤 a 和 b 两次。

4.4 低气压试验后的测量

开启试验箱,重复步骤 4.2 的测量,并将测量结果与其比较。在上述测量过程中,应保持试样浸没在试验容器内。

4.5 干燥试样

- a. 取出试样,用合适的毛巾轻拍或擦拭试样,除去剩余水分;
- b. 将试样暴露在室内环境条件 20~24h 或 $48.9 \pm 2.8^\circ\text{C}$ 的空气流通烘箱内 2~3h。

4.6 最后检验

重复 4.1,应特别检查下列情况:

- a. 潮气密封恶化;
- b. 连接器界面上外来沉积物痕迹。

记录观察结果。

5 细则

有关规范应规定下列细则:

- a. 失效判据。

方法 107

纤维光学元器件液体浸渍试验

1 目的

确定纤维光学元器件在使用过程中可能接触到的特定液体中浸渍后性能的变化。本试验失效模式包括(但不限于):

- a. 材料的膨胀;
- b. 尺寸变化;
- c. 材料软化;
- d. 两粘接表面粘结失效或密封失效;
- e. 材料、涂覆和标记变色(可认为或可不认为有害);
- f. 配接和(或)锁紧性能的变化;
- g. 材料的腐蚀、涂覆剥落、开裂或卷起;
- h. 不能配接或分离;
- i. 光缆/连接器光透射性能下降。

2 试样

2.1 光缆

试样应为具有代表性的成品光缆。试样长度为 $2.0 \pm 0.1\text{m}$ 。

2.2 连接器件

试样应为具有代表性的符合下列规定之一的成品连接器件:

- a. 配接的连接器带有两段光缆,每段光缆应足够长以进行光透射性能测量;
- b. 一未配接的连接器插头对或未配接的插头和插座;应接有足够长的光缆以进行光透射性能测量;
- c. 未配接并不接光缆的连接器。

2.3 其它元器件

按有关规范要求制备。

3 装置

3.1 应选用具有足够尺寸和容积的耐温耐腐蚀硼硅酸玻璃或不锈钢容器,保证试样适当浸入试验液体而不受约束。

3.2 试验所用的浸渍液体应从表 107-1 中选择。

3.3 采用的温度计量程应为 $0 \sim 200^{\circ}\text{C}$ 。

3.4 应采用控温精度在 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 以内的加热器或热源,不得采用有机溶剂的明火加热器。

3.5 时钟。

3.6 微米计。

3.7 分析天平。

3.8 符合方法 301 规定的光透射性能变化测量装置。

表 107-1 纤维光学元器件浸渍液体和试验条件

液 体	试验温度和时间	
	浸渍温度 ℃	浸渍时间 h
RP-5 高闪点煤油型喷气燃料 RH-100/130 航空汽油 异丙基醇	20~25	24 (除非另有规定)
12 号航空液压油	48~50	
4109 号合成航空润滑油 4106 号合成航空润滑油	98~100	
车辆汽油 冷冻介质液体(合成硅酸盐脂基) 自来水 海水	20~25	

4 程序

4.1 光缆

a. 按方法 401 对试样作外观检查,如存在影响试验结果的缺陷(如:碎片、裂纹、刺破、零件松开或失落、不适当的润滑、不适当的装配或不互配和磨损等),应予以替换;

b. 从单根光缆样本上截取试样,建议按顺序标出试样编号并标明所浸液体(见表 107-1);

c. 标记试样的一端,以 200mm 间距测量试样的外径;

d. 浸渍前将光缆端盖帽加到试样的末端接端;

e. 称量试样的重量,精确至 0.01g;

f. 将试样中部弯成圈,保证至少 0.6m 长的光缆能浸在试验液中。除非另有规定,光缆圈外径应不小于其直径的 15 倍,但不大于 40 倍;

g. 将试样浸入有关规范规定的试验液中(见表 107-1),每个容器浸入一个试样,试样所带的光缆端盖帽不得接触试验液;

h. 按表 107-1 或有关规范的规定,加热试验液并保温至规定时间。如试验液挥发过大,在试验过程中可补充试验液(加热至试验温度),保持试样处于浸没状态;

i. 从试验液中取出试样,除非另规定,滴干 30min;

j. 进行步骤 e,确定试样重量百分比变化;

k. 进行步骤 c,确定试样尺寸变化;

l. 按方法 401 进行试样外观检查,寻找损坏迹象(膨胀、开裂、剥层等)。

4.2 连接器件

a. 同步骤 4.1a;

b. 除非另有规定, 将有关规范或连接器制造厂推荐的类型和结构的光缆装配或端接于试样上;

c. 按有关规范规定测量试样的全部长度和直径;

d. 观察记录试样的配接和分离能力;

e. 按方法 301 测量接有光缆的连接器的光透射性能。除非有关规范有要求, 不采用“基准试验”和“监测光纤”;

f. 对端接有光缆的连接器, 光缆的末端接端应加上光缆端盖帽;

g. 同步骤 4.1g;

h. 同步骤 4.1h;

i. 同步骤 4.1i;

j. 同步骤 c;

k. 同步骤 d;

l. 将先前未配接的连接器插头对或插头与插座(如适用, 见 2.2b)加以清洁并按适用情况配接;

m. 将不带光缆和未配接的连接器(如适用, 见 2.2c)与 $2.0 \pm 0.1\text{m}$ 的两根光缆端接;

n. 将 2.2a、b、c 三种类型试样进行步骤 e;

o. 按方法 401 进行试样外观检查。

4.3 其他元器件

按有关规范的要求进行。

5 细则

有关规范应规定下列细则:

a. 试验液体及浸渍条件(见表 107-1);

b. 如试样为连接器, 则其端接和配接状态;

c. 失效判据。

方法 108
光纤液体浸渍试验

1 目的

确定光纤在使用过程中可能接触到的特定液体中浸渍后性能的变化。

2 试样

试样应为具有代表性的成品光纤。试验时一个试样仅浸渍一种液体。

试样应具有足以进行所需准确度的光透射性能测量和机械性能试验的长度。

3 装置

3.1 光纤松弛卷绕设备

设备包括绕纤装置、提供小于 10g 恒定张力的放线架和直径能缩小(消除所绕光纤张力)并使光纤能完整卸下的收线盘(可设计成“鼠笼”结构)。

3.2 滑石粉

在光纤表面施加滑石粉以防光纤卷绕圈粘结。

3.3 浸液容器

容器应耐浸渍液体, 容积应足够大, 以完全浸没试样。

3.4 浸渍液体

除非另有规定, 试验所用的浸渍液体应从表 108-1 中选取。

3.5 加热器

应采用控温精度在 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 以内的加热器或热源, 不得采用有机溶剂的明火加热器。

3.6 光透射性能变化测量装置

应按方法 301 的规定。

4 程序

4.1 程序 1

a. 将试样绕成圈, 按方法 301 进行初始光透射性能测量;

b. 将绕成圈的试样放入规定的浸渍液体中。除非另有规定, 浸渍时间和温度应按表 108-1 的规定;

c. 浸渍期间, 应按有关规范规定测量光透射性能, 至少应测量两次, 间隔时间至少为 4h。测量时试样不应从浸渍液体中取出;

d. 最后一次测量后, 试样从浸渍液体中取出, 应用水清洗、擦干后在空气中放置 24h;

e. 进行最后的光透射性能测量。

4.2 程序 2

a. 试样应按方法 212 进行动态拉伸试验;

b. 将试样绕在线盘或线筒上。试样长度应为 20m;

c. 同步骤 4.1b;

d. 完成浸渍后, 试样从浸渍液体中取出, 应用水清洗、擦干后按方法 212 进行动态拉伸试验。

表 108-1 光纤浸渍液体和试验条件

液 体	试验温度和时间	
	浸渍温度 ℃	浸渍时间 h
RP-5 高闪点煤油型喷气燃料 RH-100/130 航空汽油 异丙基醇	20~25	168
12 号航空液压油	48~50	20
4109 号合成航空润滑油 4106 号合成航空润滑油	98~100	
冷冻介质液体(合成硅酸盐脂基)	20~25	168
自来水 海水	20~25	24

5 细则

有关规范应规定下列细则:

- a. 采用的程序;
- b. 试验液体及浸渍条件(见表 108-1);
- c. 失效判据。

方法 109 光纤光缆 γ 辐照试验

1 目的

测量成缆或未成缆的单模或多模光纤暴露在 γ 辐照下的稳态响应, 以确定其产生的辐照感生衰减对光纤光缆光透射性能的影响。

2 试样

试样应为具有代表性的成品光纤或光缆, 光缆试样应至少包含一根规定的光纤。试样应绕在有关规范规定的试验线盘上, 并应对环境光屏蔽。试样两端(一般不大于 5m)应留在试验箱外, 以进行光学测量。应记录试样受辐照的长度。除非有关规范另有规定, 试样长度为:

- a. 本底辐照试验的试样长度为 $3\,000 \pm 20\text{m}$, 受反应器限制时, 试样长度可为 $1\,100 \pm 20\text{m}$;
- b. 有害环境辐照试验的试样长度为 $250 \pm 1\text{m}$, 当要求高剂量率和总剂量时(见表 109-1), 可采用较短试样。

表 109-1 总剂量/剂量率组合

总剂量 Gy	剂量率 Gy/s
30	0.05
100	0.50
1 000	2
10 000	2

3 装置

装置如图 109-1 或图 109-2 所示。必要时, 采用基准测量装置。

3.1 辐照源

- a. 本底辐照试验 应采用钴 60 或等效电离源, 提供不大于 0.2Gy/h 的低剂量 γ 辐照;
- b. 有害核环境试验 应采用钴 60 或等效电离源, 提供 $0.05 \sim 2.5\text{Gy/s}$ 的 γ 辐照。

3.2 光源

应采用 850nm 、 $1\,300\text{nm}$ 和 $1\,550\text{nm}$ 或有关规范规定波长的卤钨灯或发光二极管组。在整个测量过程中光强应保持稳定, 从光源耦合进试样的功率应不大于 -30dBm ($1.0\mu\text{W}$), 或按有关规范的规定。光源应以 50% 占空比的脉冲信号进行调制。

不应采用激光器对多模光纤进行试验。

3.3 滤光器/单色仪

除非另有规定, 滤光器或单色仪应能获取 $850 \pm 20\text{nm}$ 、 $1\,300 \pm 20\text{nm}$ 和 $1\,550 \pm 20\text{nm}$ 的光波长, 滤光器的谱宽应小于或等于 25nm 。

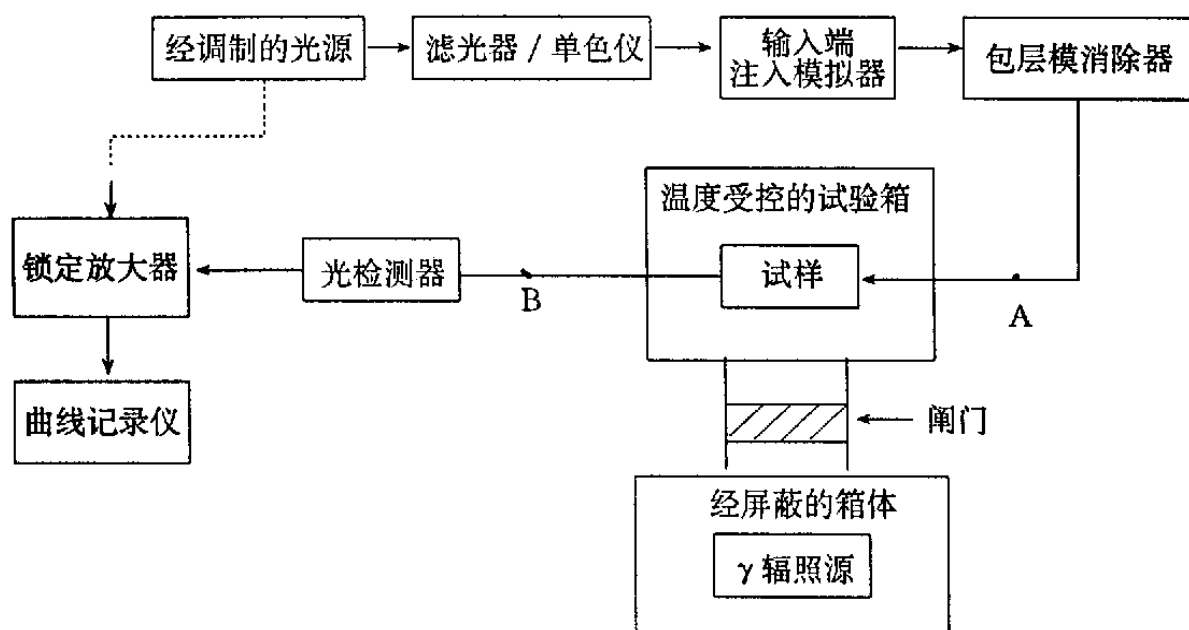


图 109-1 辐照试验装置示例一

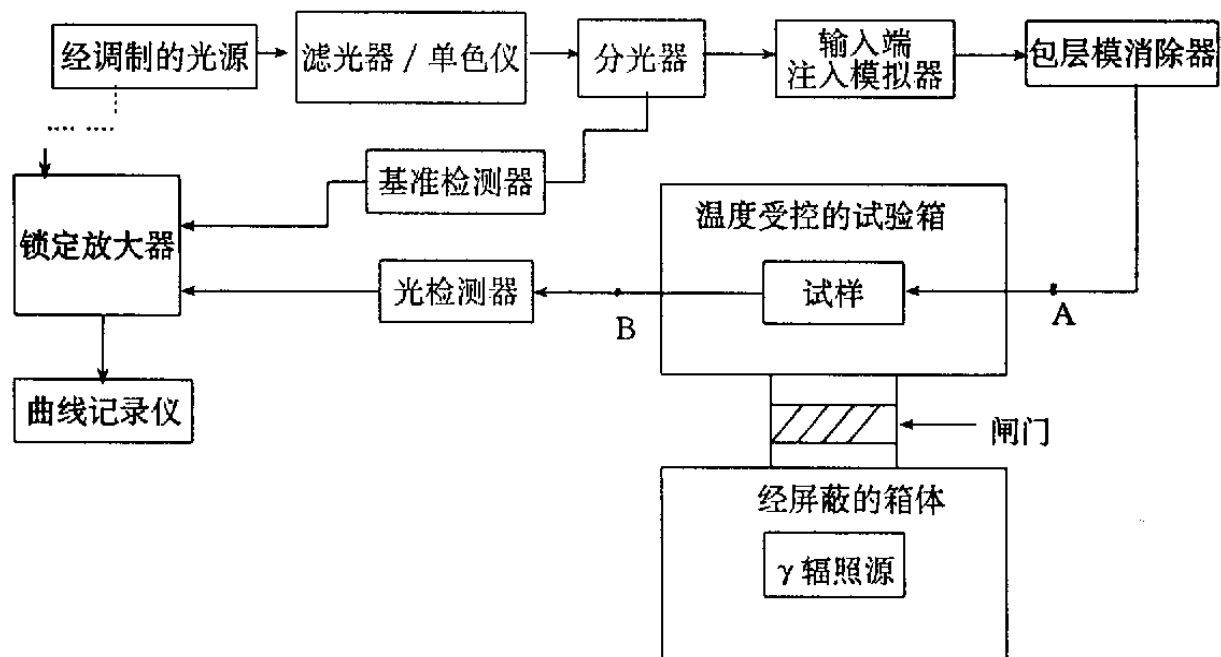


图 109-2 辐照试验装置示例二

3.4 包层模消除器

应在试样输入端加包层模消除器(如需要)。如光纤涂覆材料能消除包层模,则可不采用此器件。

3.5 光纤支承和定位装置

支承件应能稳定支承试样的输入端,并安装于定位装置上,使试样输入端能对注入光束重复定位。

3.6 分光器(耦合器)

分光器(耦合器)应将一部分输入光转至基准检测器。基准光路用于试验期间监测系统的波动。

3.7 输入端注入模拟器

3.7.1 渐变折射率多模光纤

应在靠近光纤注入端采用稳态模式模拟器衰减高次模,达到稳态模式条件。可采用芯轴卷绕式滤模器或以光束光学系统限制注入条件等方法。

3.7.2 单模光纤

可采用光学透镜系统或尾光纤激励试样。当采用光学透镜系统,应对光纤端进行空间和角度上过注入。当采用尾纤,有必要使用折射率匹配材料。耦合进试样的光功率应稳定。应采用高阶模滤模器,在大于或等于试样截止波长的范围内消除高阶模。

3.7.3 准渐变和突变折射率光纤

应按有关规范的要求建立注入条件。

3.8 检测器(信号检测电子系统)

应采用在接收的光强范围为线性并稳定的光检测器,典型配置中可包括电流输入前置放大器放大的光生伏打型光电二极管,并由锁定放大器进行同步检测。

3.9 光功率计

采用光功率计检测从光源耦合进试样的光功率不大于 $1.0\mu\text{W}$ 。功率计应经校准。

3.10 辐照剂量仪

应采用热致发光的 LiF 或 CaF 晶体检测器(TLD)测量试样受到的总辐射剂量。

3.11 温度受控容器

除非另有规定,温度受控容器应具有将规定温度保持在 $\pm 2^\circ\text{C}$ 之内的能力。

3.12 试验线盘

试验线盘对试验采用的辐照应不起屏蔽或换能作用。

4 程序

4.1 辐射源的校准

应在试样安置到试验箱之前进行辐照源剂量均匀性和强度的校准。将四个 TLD 置于辐照暴露区域中,并且各 TLD 的中心应放在试样中心线将处的位置。校正系统所采用的剂量应与实际试验剂量相等,每个 TLD 应只使用一次。

4.2 光纤端制备

试样制备应使其端面平整、清洁并垂直于光纤轴。

4.3 试样安装、预处理和测量

按图 109-1 或图 109-2 将被试试样线盘置于试验装置中。

a. 将光纤输入端置于定位装置上并进行对准。应对输出端进行定位,使光纤中出射的全

部光入射到检测器光敏面上；

b. 试样在温度箱内以 $25 \pm 5^\circ\text{C}$ 预处理 1h 或在此温度下按有关规范规定的预处理时间进行预处理；

c. 用经校准的功率计测量试样输入端(图 109-1 中的 A 点)的功率。如有必要应调节光源功率以使 A 点功率小于 $1.0\mu\text{W}$ 或按有关规范的规定；

d. 在辐射源关闭的情况下, 对试样输入端定位, 在检测器上获得最大光功率。一经调定, 在试验过程中不应改变输入端的注入条件；

e. 在规定的试验温度下, 在有关规范要求的波长下测量试样的输出功率, 测量基准检测器的功率(如适用)；

f. 将曲线记录仪或合适的连续测量装置接到检测系统, 以进行连续功率测量。应调整测量设备, 使检测信号不超过设备的极限。

4.4 辐照

4.4.1 本底辐照试验

a. 试样应经受不大于 0.2Gy/h 的剂量率, 最少总剂量至少为 1Gy ；

b. 在辐照持续时间内应记录试样的输出功率及基准检测器的功率(如适用)；

c. 完成辐照 2h 内, 测量光功率。

4.4.2 有害核环境试验

a. 试样应经受表 109-1 或有关规范规定的至少一个剂量率和总剂量水平的组合。开启或关闭辐照源所需的时间应不大于总暴露时间的 10%；

b. 在辐照持续时间内, 应记录功率至少 15min 或按有关规范的规定。上述过程中还应记录基准检测的功率(如适用)。

对要求的试验温度和波长重复 4.3~4.4。对每一个要求的温度, 应采用新的未经辐照的试样。

4.5 计算

应通过采用下列公式计算每一波长下光透射性能变化：

对本底辐照试验：

$$A = -10\lg(P/P_B) \cdots \cdots (109-1)$$

式中： P_B 为辐照前试样输出功率；

P 为辐照中断后 2h 内试样输出功率。

对有害核环境试验：

$$A_0 = -10\lg(P_0/P_B) \cdots \cdots (109-2)$$

$$A_{15} = -10\lg(P_{15}/P_B) \cdots \cdots (109-3)$$

式中： P_0 为辐照中断后 1s 之内试样的输出功率；

P_{15} 为辐照中断后 15min 试样输出功率；

P_B 为辐照开始前试样的输出功率；

A_0 为辐照后紧接的试样光透射性能变化；

A_{15} 辐照后 15min 试样的光透射性能变化。

如果系统出现严重不稳定,应采用基准测量的结果对试验结果进行归一化。

$$A_{REF} = -10\lg(P_E'/P_B') \dots\dots\dots (109-4)$$

式中: P_E' 为辐照开始后任何时候由基准检测器测得的功率;

P_B' 为辐照开始前由基准检测器测得的功率。

$$A_{NOR} = A - A_{REF} \dots\dots\dots (109-5)$$

$$A_{0NOR} = A_0 - A_{REF} \dots\dots\dots (109-6)$$

$$A_{15NOR} = A_{15} - A_{REF} \dots\dots\dots (109-7)$$

5 细则

有关规范应规定下列细则:

- a. 试验线盘直径;
- b. 试验温度;
- c. 总剂量和剂量率;
- d. 注入条件;
- e. 失效判据。

方法 110
光缆护套粘连试验

1 目的

确定光缆护套材料或外护层材料承受长期高温不发生层间或相邻圈间粘连的能力。

2 试样

试样应为具有代表性的成品光缆。试样长度应至少为成品光缆直径的 1 500 倍。

3 装置

3.1 金属线盘

金属线盘的筒体直径应为光缆直径的 40 倍, 线盘的两个侧板应可固定试样的两个端头。

3.2 试验箱

试验箱应有足够的体积, 不致因试样影响试验条件的建立和保持, 热源应位于不将辐射热直接辐射在试样上的地方。除非另有规定, 应采用热电偶或其它相当的温度传感元件来测量和控制试验箱内的温度。

4 程序

- a. 把试样的一端固定在线盘的一个侧板上;
- b. 把试样在线盘上绕三层, 每层至少密绕三圈, 应保证每圈与相邻圈紧密接触, 卷绕张力为 9.8N;
- c. 绕好后, 把试样剩下的一端固定在线盘的另一侧板上, 并卡紧, 保证试样不散开或松动;
- d. 把试样和线盘放入试验箱, 在规定的温度下保持规定的时间;
- e. 把试样和线盘从试验箱中取出, 回复到室温, 用人工把试样放开, 目检相邻各圈间的粘连痕迹;
- f. 应按表 110-1 规定记录粘连的程度。

表 110-1 目检结果与粘连程度

结 果	粘连程度
无粘连	无
轻度粘连, 试样容易放开仅有表面损伤	轻 度
中度粘连, 放开试样有些困难存在剥离损伤, 改变了试样的横截面积。	中 度
重度粘连, 试样不能放开但没有毁灭性的损伤	重 度

5 细则

有关规范应规定下列细则:

- a. 试验温度和保持时间;
- b. 失效判据。

方法 111 光缆芯吸试验

1 目的

确定光缆的芯吸特性。

2 试样

试样应为具有代表性的成品光缆。试样长度应为 $150.0 \pm 1.5\text{mm}$ ，端头应与光缆轴线相垂直。

3 装置

3.1 标准试管。

3.2 天平精度为 $\pm 0.05\text{mg}$ 。

3.3 紫外光源。

3.4 标准染色液应按下述配方配制：

乙醇	30ml
若丹明-B染料 (蓝光碱性蕊香红)	20mg
湿润剂 OT	3ml
蒸馏水	2L

加水前把染料溶解在乙醇中，溶液应盖紧保存，保存期为 30 天，溶液只能一次使用。

4 程序

按有关规范的规定，采用程序 1 或程序 2 进行虹吸性试验。

4.1 程序 1

- a. 精确称重试样，精确到 0.1mg ；
- b. 把已称重的试样垂直浸在开口试管的蒸馏水中，浸没 50mm ，在室温和不通风的条件下保持 24h ；
- c. 从蒸馏水中取出试样，用干净的，干燥的无绒布揩去表面残留水分，在 5min 内再次称重，精确到 0.1mg 。

4.2 程序 2

- a. 用标准染色液代替蒸馏水，步骤同 4.1；
- b. 第二次称重后，应立即把试样放在紫外光下观察，以确定由于虹吸作用染料进入光纤或任意部分护层中的距离，精确到 1mm ，为便于观察，可用锋利刀片从试样上端起剖开各护层。

5 细则

有关规范应规定下列细则：

- a. 采用的程序；
- b. 失效判据。

方法 112 光缆护套检漏

1 目的

检验光缆护套的完整性。

程序 1 系浸入真空法。

程序 2 系气体检测真空法。

2 试样

试样应为具有代表性的成品光缆。试样长度应按有关规范的规定。

3 装置

3.1 真空箱

采用的真空箱应具有维持 5.08kPa 绝对气压的能力,其容积应不小于 $5 \times 10^{-2} \text{m}^3$ 。

3.2 真空泵

应采用适用的真空泵。

3.3 真空计

应采用适用的真空计来测量真空箱的气压,其精度应为 $\pm 0.133 \text{Pa}$ 。

3.4 试管

试管应有足够容积容纳规定的试样,剩余容积应不大于试样体积的 30%,试管上应有用来观察试样的观察窗。

4 程序

4.1 程序 1(见图 112-1)

- 在试管中注入足以淹没试样的蒸馏水;
- 装上水的试管应在 5.08kPa 气压下经历足够时间,以排去水中的气体;
- 把装水试管回复到室内环境气压,浸没试样,淹入深度至少为 25mm;
- 把装入试样的试管在 5.08kPa 气压下维持 1min,然后使气压回到 8.47kPa;
- 观察试样,通常是看从试样表面有否连续地逸出气泡的现象。

4.2 程序 2(见图 112-2)

- 把试样放入试管,密封真空箱,关上隔离阀;
- 关上排气阀,用机械泵对钟形罩抽真空,直到钟形罩内的气压达到或小于 0.0133Pa ;
- 试管中的气压为大气压,记录读出的气压;
- 把隔离阀打开 1~2s,然后关上,隔离阀关闭的时间作为试验的起始时间 t_0 。此时的气压为起始气压 P_0 ,记录 P_0 和 t_0 ;
- 试验过程中,应在真空计上读出气压 P_x ,并记录对应的时间 t_x ,时间读数精确到秒,读数间隔约 5min,每次读三个数,取最小的一个读数。当试样长度短于 900mm 时,应缩短读数间隔时间。

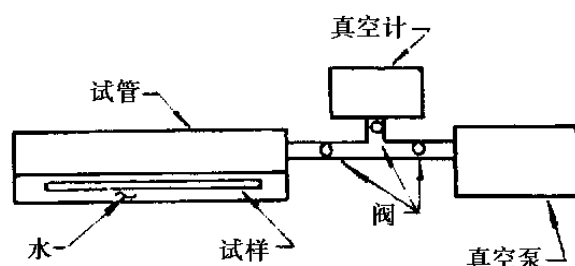


图 112-1 方法 1 的试验装置

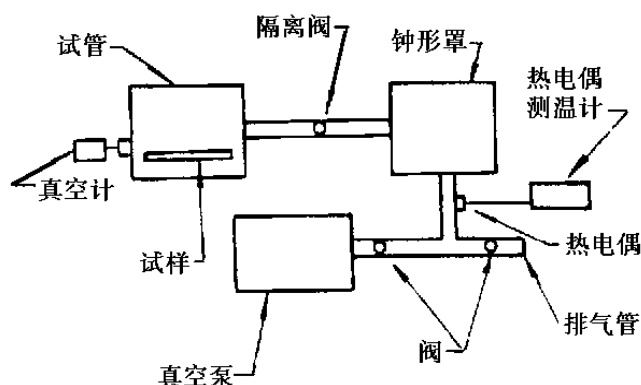


图 112-2 方法 2 的试验装置

f. 试样的气体漏泄率 K 可用下式计算：

$$K = \frac{(P_x - P_0)(V_2 - V_x)}{P_0(t_x - t_0)}$$

式中： K 为试样的气体漏泄率(mm^3/s)；

P_0 为起始气压(Pa)；

P_x 为时间 t_x 时的气压(Pa)；

t_0 为读 P_0 时的起始时间(s)；

t_x 为读 P_x 时的时间(s)；

V_2 为试管体积(mm^3)；

V_x 为试样体积(mm^3)；

g. 在采用多路连接时，每一个试样均应经受 4.2c~4.2f 的试验；

h. 在试验期间，如量 $P_x - P_0$ 不变，则可能存在严重漏泄，应把可疑的试验剔除掉，并目检密封是否可靠。如没有发现问题，在再次试验之前，应把试样搁置在一边，其时间至少等于其经受的减压时间。

5 细则

有关规范应规定下列细则：

- a. 采用的程序；
- b. 试样长度；
- c. 失效判据。

方法 113

纤维光学元器件温度循环试验

1 目的

确定光纤光缆和纤维光学器件经受工作时可能遇到的环境温度变化的能力。

本试验典型的失效模式为：

- a. 光透射性能的暂时性或永久性变化超过有关规范规定范围；
- b. 部件断裂、开裂、材料或附件起泡；
- c. 不能配接或分离(试样为连接器时)；
- d. 密封或“O”型环损坏(试样为连接器或器件)。

2 试样

试样应为具有代表性的成品光纤、光缆或元器件。

2.1 光纤、光缆或光缆组件

除非另有规定, 光纤、光缆或光缆组件应具有足够的长度, 至少有 500m 在试验箱内。除非另有规定, 试验箱外的长度应不大于试验箱内长度的 10%。

除非另有规定, 光纤光缆可松弛地绕在膨胀系数极小的线筒或线盘上; 或者光纤可松弛地绕成圈并经滑石粉处理, 光缆可水平或垂直绕成圈。试样周围保持足够的空气流通。如试样光纤经滑石粉处理, 则应另外采用一段 10m 长未经滑石粉处理的相同类型的光纤一起暴露于试验环境下。这段光纤用作外观和机械检查。

试样的最小弯曲半径应不产生宏弯损耗, 一般不应小于 0.2m。

2.2 连接器或其它器件

连接器或其它器件试样应通过在规定的光纤或光缆上按制造厂规定的装配程序进行安装来制备。连接器应处于配接状态。

3 装置

3.1 温度试验箱

温度试验箱应具有足以覆盖本方法或有关规范规定的极端温度的工作范围并可以满足要求的速率改变其温度。温度试验箱应在整个试验期间将规定温度保持在 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 以内。温度试验箱内部尺寸应足够大以容纳试样并不使试样周围的空气流通受到限制。最好在门上有一个窗口以便在试验期间观察试样。

如采用独立的冷热温度试验箱组合, 则试样在两箱之间传递应在两箱均处于室温的状态下进行。

温度试验箱应具有供试样光纤、光缆或导线出入的端口, 这些端口在光纤、光缆或导线引入引出时应具有充分的密封性, 以保持箱内的规定温度。

3.2 温度检测记录装置

温度检测记录装置应提供整个试验期间的温度检测记录。最好提供多路检测和记录, 以便同时检测和记录试样周围多个点的温度。在整个试验温度范围内, 温度的检测和记录应具有 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 的精度。

3.3 光透射性能变化测量装置

应按方法 301 的规定。

4 程序

4.1 确定保温时间

试验前,除非有关规范另有规定,应按表 113-1 确定必要的最少保温时间(即箱内空气达到规定温度后试样达到热平衡所需要的时间)。为此应先确定箱内包括试样和所有试验夹具、部件等在内的总的质量。

表 113-1 给定试样质量的最少保温时间

试 样 质 量 kg	保 温 时 间 h
小于 0.35	0.5
0.36~0.7	1
0.8 ~1.5	2
1.6 ~15	4
16 ~100	8
101 ~250	12
251 ~500	14
大于 501	16

4.2 确定温度循环试验条件和循环次数

除非有关规范另有规定,应从表 113-2 选择温度循环试验条件和从表 113-3 选择循环次数。

4.3 试样放置

温度试验箱中试样的放置应使光纤的宏弯和微弯损耗减至最小,并给空气绕试样流通留出足够的长度,避免在箱内表面和试样之间形成直接热传导路径。箱内引出的光纤光缆应具有足够的空间以便与光学测量设备连接。

4.4 温度检测器放置

按下列方式放置温度检测器以测量温度试验箱和试样的温度:

- 对纤维光学器件,尽可能靠近被试器件中心放置;
- 对光纤,尽可能靠近光纤放置,但应避免可能导致光纤微弯的物理接触;
- 对光缆,尽可能靠近试样中心和远离试样外表在光缆绕层之间放置。

表 113-2 温度循环试验条件

℃

步骤 ¹⁾	试验条件 A	试验条件 B	试验条件 C
1	-55 ± 2	-40 ± 2	有关规范规定的最低温度
2	25 ± 2	25 ± 2	25 ± 2
3	85 ± 2	70 ± 2	有关规范规定的最高温度
4	25 ± 2	25 ± 2	25 ± 2

注:1)按表 113-3 或有关规范规定要求重复。

表 113-3 温度循环次数

试验条件	循环次数
X-0	1
X-1	2
X-2	5

注:X为由表 113-2 中任选的试验条件。

4.5 试样预处理

除非另有规定,试样应在 $25 \pm 5^\circ\text{C}$ 的温度、不大于 50% 的相对湿度下预处理两倍于规定的保温时间。

4.6 光学测量

a. 应按方法 301 测量光透射性能。在循环期间和循环结束时重复这种测量。除非另有规定,测量应在下列波长下进行:

对多模光纤或器件: $850 \pm 10\text{nm}$

对非色散位移单模光纤和器件: $1310 \pm 10\text{nm}$

对色散位移单模光纤和器件: $1550 \pm 10\text{nm}$;

b. 除非另有规定,对多纤光缆,应随机选择至少 5 根光纤进行测量。如光缆所含光纤少于 5 根,则应测量所有光纤;

c. 如有关规范有规定,则应确定光透射性能符合规定要求的光纤数。

4.7 循环

a. 除非另有规定,试验箱应以最大 $40^\circ\text{C}/\text{h}$ 的速率达到第一个温度设定点;

b. 保持此温度达 4.1 规定的保温时间;

c. 除非另有规定,在保温结束后重复 4.6a 进行的测量;

d. 除非另有规定,试验箱应以最大 $40^\circ\text{C}/\text{h}$ 的速率达到下一个温度设定点,重复步骤 b 和 c;

e. 重复上述步骤直至完成循环的全部步骤。

4.8 试样在试验箱之间传递(供选择)

如采用独立的冷热温度试验箱(不作为推荐的方案),则应在试验箱处于室温状态下进行试样传递,并应在 15min 内完成。如试样为光纤或光缆,则试样的放置状态在传递时应不改变,试样在传递期间应不经受强气流。

4.9 循环和中断次数

除非另外有规定,试样应经受从表 113-3 中选择的总循环次数。循环时的中断是允许的,只要中断期间试样保持在 4.5 规定的预处理条件下。在任何规定的循环期间,不允许长于 1h 的中断。另外,如发生短于 1h 的中断但试验箱温度偏离规定温度大于 $\pm 2^{\circ}\text{C}$,则必须重复中断的循环。

4.10 恢复

完成规定的循环次数后,使试样恢复至 4.5 规定的状态。

4.11 试验后的测量和检查

重复 4.6a 进行的测量。如有关规范有规定,则应重复 4.6c。完成测量后,应从温度试验箱中取出试样,按方法 401 进行外观和机械检查,观察试样是否出现永久性变形、碎裂、裂纹、胶粘、脱层、标志劣化、填充或灌注化合物泄漏以及任何可能降低试样性能的现象。

对光纤或光缆试样,应从线筒或线盘上退绕出 10m 试样进行检查;对经滑石粉处理的光纤圈,则对按 2.1 规定制备的相同类型的未经滑石粉处理的 10m 光纤段进行检查;对可重复配接的连接器试样,应作分离和配接检查。

5 细则

有关规范应规定下列细则:

- a. 采用的温度循环试验条件和循环次数;
- b. 测量光纤数(如试样为多纤光缆或光缆组件);
- c. 失效判据。

200 类 机械性能试验

方法 201

光缆反复弯曲试验

1 目的

确定在某一温度下反复弯曲对光缆的影响。

本试验的失效模式包括(但不限于):

- a. 试验过程中或试验后光学连续性丧失;
- b. 光透射性能下降;
- c. 光纤断裂或其它物理损伤;
- d. 有关规范规定的其它失效模式。

2 试样

试样应为具有代表性的成品光缆,通常从整盘光缆外端截取,但在有些情况下并不从整盘光缆上截下试样。

试样应具有足够长度。除非另有规定,如试验仅检查物理损伤,则试样长度为 1m;如试验要求进行光学测量,则试样长度至少为 5m;如试验需要采用环境试验箱,则试样还需附加从试验箱引出引入端口延伸至光学测量设备的长度。

为了按方法 301 进行光学测量,试样制备应使光纤端面平整清洁并垂直于光纤轴线。

3 装置

3.1 通光光纤数检验装置

如不要求测量光透射性能变化值,可采用任意设备测定通光光纤数。

注:“通光”指光纤不断。

3.2 光透射性能变化测量装置

按方法 301 的规定。

3.3 弯曲装置

应采用如图 201-1 所示的适当弯曲装置。

弯曲臂应有一个可调节的夹头或夹具,以便在试验过程中夹持光缆。夹具在试验过程中应不夹扁光缆。除非另有规定,弯曲角度应为偏离基准位置 $\pm 90^\circ$,弯曲速率应为每分钟 30 次循环。除非另有规定,可采用弯曲角度和速率可调的装置,但光缆摆幅应被限制。

3.4 弯曲滑轮(盘或芯轴)

弯曲滑轮用以控制光缆弯曲形态。在离弯曲臂夹具一定距离处配置成对的滑轮,其位置不应阻止光缆自由移动。为防止弯曲点处对光缆的过度摩擦,建议在光缆两侧与滑轮间留有 1~3mm 的空隙。除非另有规定,滑轮直径应采用试验条件 E(见表 201-1)。

3.5 试样重力负荷

试验时应应对光缆施加足够的力,使光缆弯曲时与滑轮保持接触。施力可采用人工方式,也可采用重物。如要求在特定的拉伸负荷下进行弯曲,则应在有关规范中规定,这时重物应悬挂

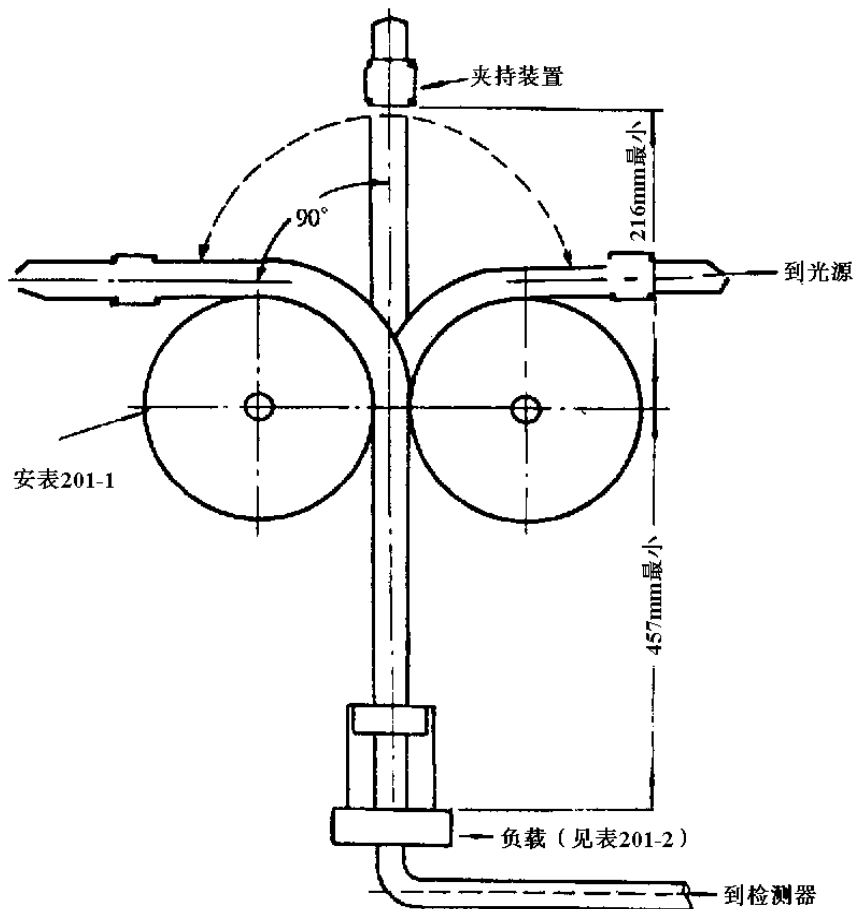


图 201-1 典型的反复弯曲装置

表 201-1 滑轮直径

试验条件	滑轮直径 (光缆直径的倍数)
A	按有关规范规定
B	20
C	10
D	5
E	2.5

在试验光缆上。应施加的最小负荷通常取决于试样光缆的外径(而且某种程度上取决于光缆的刚性)。除非另有规定,应采用表 201-2 规定的最小负荷。

表 201-2 弯曲试验时的最小负荷

光缆标称外径范围 mm	最 小 负 荷	
	kg(重物)	N(拉伸力)
不大于 2.5	5.0	49.03
2.6~ 6.5	10.0	98.07
6.6~13.0	12.5	122.58
13.1~15.0	15.0	147.10
15.1~18.0	17.5	171.62
18.1~20.0	20.0	196.13
20.1~23.0	22.5	220.65
不小于 23.1	25.0	245.17

3.6 温度试验箱和有关设备

温度试验箱应能提供有关规范规定的极端温度。试验箱内部尺寸应足以容纳试验装置和试样,并能使空气围绕试验装置和试样自由流动。试验箱应具有光缆和线缆引出引入端口,在光缆和线缆引出引入时端口应保持充分密封。

3.7 温度记录装置

除非另有规定,采用温度记录装置提供整个试验过程的温度记录。温度记录精度应为 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 。

4 程序

4.1 除非另有规定,试样光缆应在盘上在标准大气条件下预处理 24h。

4.2 按方法 401 对试样作外观检查。如试样有明显损坏,则更换试样。记录检查结果。

4.3 为进行光学测量,对光缆末端进行端面制备。

4.4 将试样安装到试验装置上。弯曲壁处于垂直位置(见图 201-1),不加任何拉伸负荷。如有规定,将安装好试样的装置放入环境试验箱,光缆和其它线缆从箱中引出。

4.5 按有关规范的规定,选定试验要进行光学测量的光纤。

4.6 在标准大气条件下按方法 301 进行初始光学测量并记录测量值。如不要求进行此项测量,则以任意适当方法测定通光光纤数。

4.7 对试样施加规定的拉伸负荷。除非另有规定,弯曲应偏离垂直位置双向弯 90° ,弯曲速率每分钟 30 次循环。循环次数按有关规范的规定。在弯曲循环的任何适当的时候(至少已完成 50% 的总循环次数后),对试验中的试样按要求进行光透射性能测量或确定通光光纤数。记录测量结果。完成规定的循环后,使光缆试样处于起始的垂直位置。

4.8 如上述步骤是在非标准大气条件下进行的,则应恢复到标准大气条件下稳定至少 3h。去除拉伸负荷,按要求进行光透射性能测量或测定通光光纤数。记录测量结果。

4.9 必要时或有关规范要求时,对附加的光纤重复步骤 4.6 至 4.8。

4.10 将试样光缆从试验装置上卸下来,按方法 401 对试样进行外观检查,看光缆护套是否出现任何损伤。然后解剖光缆,检查光缆内部其它元件是否损伤。记录观察结果。

4.11 试验中如按要求确定通光光纤数,则对步骤 4.6 至 4.8 记录的结果以适当方式进行比较;

试验中如按要求进行光透射性能测量,则按方法 301 对步骤 4.6 至 4.8 测得的数据进行光透性能变化的计算。对试验中按要求进行的试样外观检查,以步骤 4.2 和 4.10 观察的结果进行比较。

5 细则

有关规范应规定下列细则:

- a. 要求进行的测量(通光光纤数或光透射性能变化);
- b. 进行光透射性能测量的光纤(如适用);
- c. 循环次数;
- d. 试验温度;
- e. 失效判据。

方法 202

光缆冷弯试验

1 目的

确定光缆在低温下承受卷绕弯曲的能力。

2 试样

应从有代表性的成品光缆上截取试样,试样的长度至少为成品光缆外径的 150 倍。试样两端光纤端面应制备平整、清洁并垂直于光纤轴。

3 装置

3.1 温度试验箱

温度试验箱应能提供有关规范规定的极端温度。

3.2 芯轴尺寸

芯轴直径应为光缆外径的 5 倍。

3.3 功率测量装置

应按方法 301 的规定。

4 程序

程序 1 和程序 2 的试验芯轴、砝码的夹持方式,见图 202-1 所示,程序 3 见图 202-2 所示。夹具应不损伤试样。芯轴和砝码间的试样长度应足以卷绕所需的圈数,砝码的质量应按图 202-2 所示或足以使试样绷紧,并不需作其它处理就可进行弯曲。

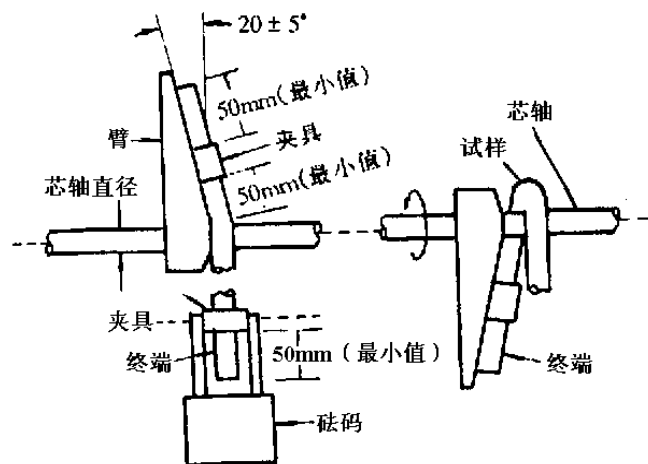
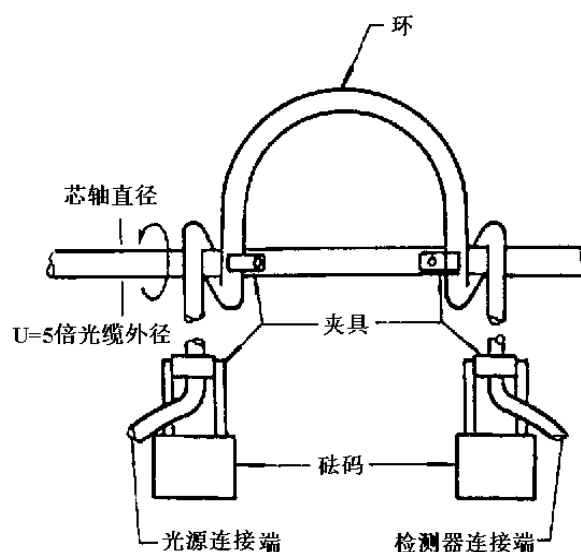


图 202-1 试验芯轴和砝码(程序 1 和程序 2)



光缆标称直径(mm)	砝码(kg)
2.5 及其以下	5.0
2.6~ 6.4	10.0
6.5~13.9	12.5
14.0~15.2	15.0
15.3~17.9	17.5
18.0~20.2	20.0
20.3~22.8	22.5
22.9 及其以上	25.0

图 202-2 试验芯轴和砝码(程序 3)

4.1 程序 1

- 除非另有规定,试样应在 $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 相对湿度为 $(50 \pm 2)\%$ 的条件下预处理 48h;
- 弯曲前,可采用任意设备测定通光光纤数;
- 把试样安装在标准芯轴上,放入温度箱;
- 除非另有规定,试样应处理 20h,处理温度按有关规范的规定;
- 处理结束时,在处理温度下,以每分钟两圈的速率把试样卷绕在芯轴上;
- 取出试样和芯轴,回复到室温。在 10 倍放大镜下目检护套及外护层有否因弯曲所引起的裂纹或其它缺陷;
- 在取出试样的 1h 内,把试样从芯轴上取下并伸展平直,再一次测定通光光纤数;
- 比较弯曲前后的通光光纤数。

4.2 程序 2

- 同 4.1a;
- 弯曲前,应按方法 301 测定试样的输出功率;
- 把试样从功率测量装置上取下,按 4.1c 的规定放入温度试验箱;

- d. 同 4.1d;
- e. 同 4.1e;
- f. 同 4.1f;
- g. 在达到室温后 1h 内,把试样从芯轴上取下并伸展平直,再一次测定输出功率;
- h. 按方法 301,计算弯曲前后光透射性能变化。

4.3 程序 3

- a. 同 4.1a;
- b. 同 4.1b;
- c. 把试样连入功率测量装置,并把光缆安装在适用的芯轴上,放入温度试验箱。试样夹持在芯轴上的两点应适当分离,并形成环形,以防止弯曲损耗。在温度试验箱外的试样长度应保持最短;
- d. 为了验证环和夹持点是否引起附加损耗,在安装前后,应各作一次输出功率测量;
- e. 同 4.1d;
- f. 处理结束时,在处理温度下,以每分钟两圈的速率把全部试样卷绕在芯轴上,卷绕圈数应按有关规范的规定;
- g. 同 4.1f;
- h. 在达到室温后的 1h 内,把试样从芯轴上取下并伸展平直,注意不要让试样与功率测量装置分离,再一次测量输出功率;
- i. 按方法 301,计算弯曲前后光透射性能变化。

5 细则

有关规范应规定下述细则:

- a. 采用的程序;
- b. 试验温度;
- c. 卷绕圈数;
- d. 失效判据。

方法 203 光缆反复冲击试验

1 目的

确定光缆承受反复冲击负荷的能力。

2 试样

试样应为有代表性的成品光缆。

如试验仅要求监测试样的断裂光纤数,则试样长度应至少为 0.7m;如试验要求监测光透射性能变化,则试样长度应足以进行所需准确度的光透射性能测量,建议至少为 10m。

除非有关规范另有规定,试验时在光缆中进行光纤断裂或光透射性能变化测定的光纤数应按表 203-1 的规定确定。

表 203-1 试验中测量的光纤数

光缆中光纤数	测量光纤数
1~6	全部光纤
7~25	6
26~50	8
51~90	13
91~150	20
151~280	32
281~500	50
500 以上	至少 50 或按规定

3 装置

试验装置如图 203-1 所示。

3.1 落锤从其行程顶端到试样在装置中最初安装位置顶端的距离为 $150 \pm 5\text{mm}$ 。可用调节螺钉来调节这一距离;落锤应在图 203-1 所示的导向机构中自由滑落;落锤质量或冲击能量如表 203-2 所示。悬臂应能自由运动,驱动杆的转速应为每分钟 30 ± 1 转。落锤的冲击表面和砧板应由硬度至少为洛氏 RB-90 的金属制成。砧板应稳固安装,试验时砧板不得有任何可察觉的移动。

3.2 落锤的冲击表面如图 203-2 所示。冲击表面长度应不小于 50mm;曲率半径应为 $10.00 \pm 0.13\text{mm}$ 。

3.3 应调节落锤冲击表面与试样轴线成 $90 \pm 3^\circ$ 。

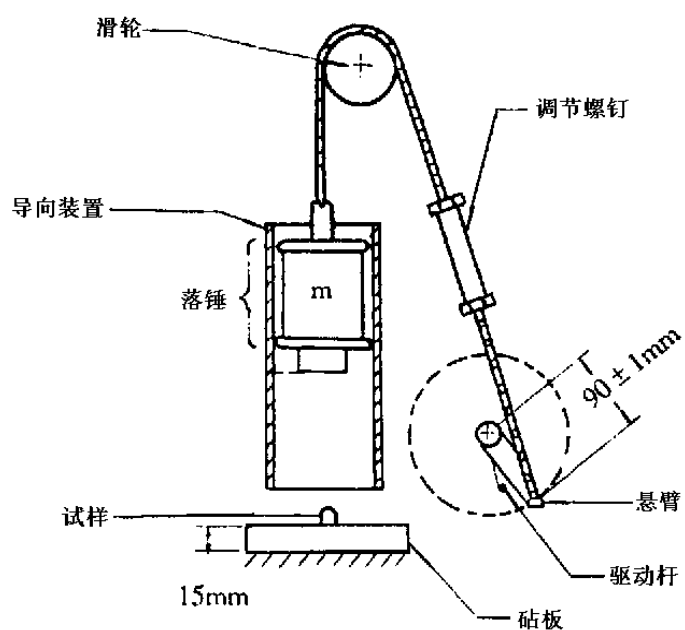


图 203-1 反复冲击试验装置

表 203-2 落锤质量或冲击能量(落差为 150mm)

光缆直径 $D^{1)}$ mm	落锤质量 kg	冲击能量 J
$0 < D \leq 2.5$	0.50	0.74
$2.5 < D \leq 6.4$	1.50	2.21
$6.4 < D \leq 12.7$	3.00	4.41
$12.7 < D \leq 13.9$	6.00	8.83
$13.9 < D \leq 15.0$	7.50	11.03
$15.0 < D \leq 17.8$	9.00	13.24
$17.8 < D \leq 20.0$	10.50	15.45
$20.0 < D \leq 22.8$	12.00	17.65
$22.8 < D$	13.50	19.86

注 1) 对非圆结构光缆, 为最小光缆厚度。

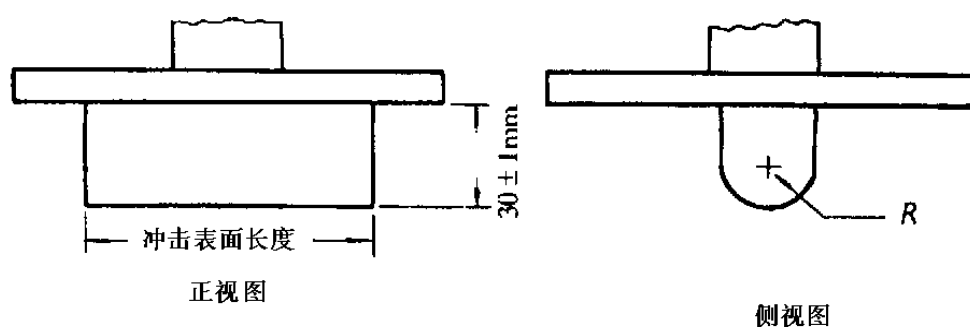


图 203-2 落锤冲击表面

4 程序

4.1 除非另有规定,试样应在标准大气条件下预处理至少 24h。

4.2 按图 203-3 所示将试样安装在试验装置中。除非另有规定,对于非圆结构光缆,其安装应使光缆能以最大表面接受冲击(如光缆的扁平面)。

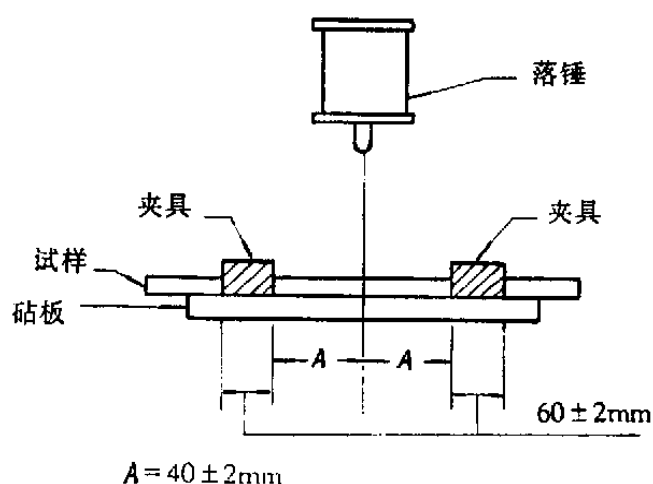
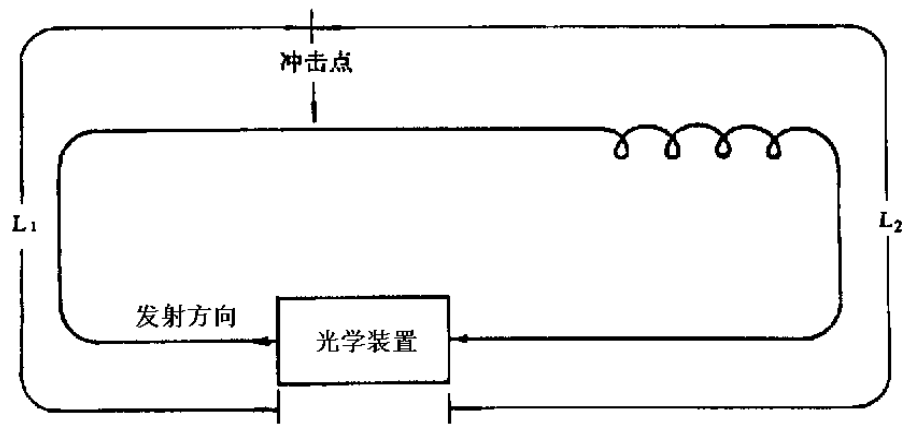


图 203-3 试样安装配置

4.3 以表 203-1 规定的光纤数按要求确定通光光纤数或测量光透射性能变化。除非另有规定,仅在冲击前后进行本步骤。当测量光透射性能变化时,冲击区应如实际情况那样靠近测量设备的光注入点而与检测器的距离应至少为 5m(见图 203-4)。

4.4 以表 203-2 规定的落锤质量或冲击能量对试样进行冲击,冲击次数为 50 次或按有关规范的规定。落锤冲击表面的中点应落在试样被夹部分中点附近 10% 的范围内。试验过程中,落锤应始终冲击在试样表面同一位置。

4.5 按要求重复步骤 4.3。如测量的是光透射性能变化,则按方法 301 以测得的数据进行光透射性能变化的计算。



L_1 为实际的尽可能最小长度；

L_2 为 5m, 最小值。

图 203-4 冲击点与光注入点和检测器的关系

4.6 从试验装置上卸下试样,按方法 401 对试样进行外观检查,记录观察结果。

5 细则

有关规范应规定下列细则:

a. 失效判据。

方法 204 光缆抗压试验

1 目的

确定光缆承受缓慢施加的压缩力或从缓慢施加的压缩力影响下恢复的能力。试验期间监测光透射率的变化以及观察光缆护套的任何变化。

2 试样

试样应为具有代表性的成品光缆。

试样可为整盘光缆的外端部分而不截下；如试样从整盘光缆上截取，则应有足够长度以便按要求进行光透射性能变化测量。除非另有规定，试样长度应为其总衰减大于测量系统的分辨率，而在任何情况下，试样长度应不小于 4m。

3 装置

3.1 试验夹具

试验夹具应由两块接触平板构成(如图 204-1 所示)，其中一块可动。平板长度应为 100mm，并具有以 6mm 半径倒圆的接触边缘，以防止试验时剪切光缆。平板的接触宽度应大于试样光缆直径。除非另有规定，平板硬度至少应为洛氏 RB-90。

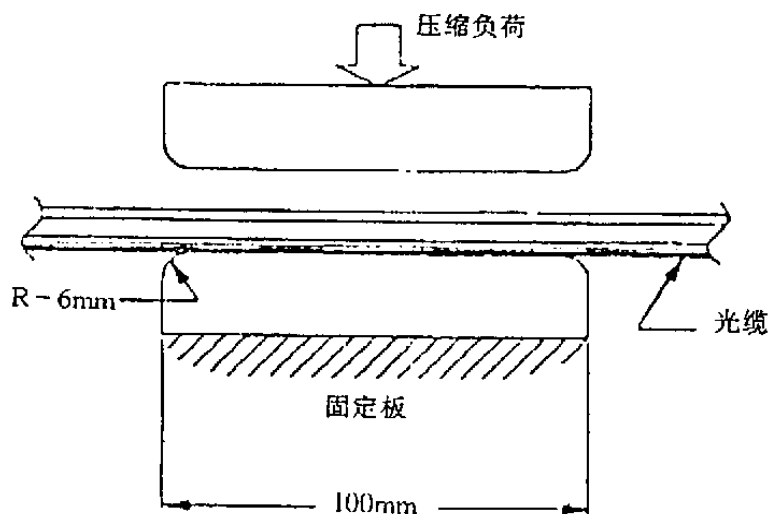


图 204-1 试验夹具和装置

3.2 横向运动控制

夹具应能防止位于其内的光缆在试验期间横向移动。

3.3 施加负荷装置

应采用能以规定速率传递规定压缩负荷的施加负荷系统。试验期间，施加负荷系统应能使规定负荷保持在 5% 的变化范围内。

3.4 光透射性能变化测量装置

按方法 301 的规定。

4 程序

4.1 除非另有规定,试样应在标准大气条件下预处理 24h。

4.2 将试样安装在夹具中,避免初始应力施于试样上,并防止试样出现横向移动。试样应处于平直状态。如光缆为非圆结构,则应以具有较大投影面积的面对着平板来安装试样。应以合适方式固定试样端部,保证试样端部在试验期间不移动。

4.3 施加压缩力负荷前,应按有关规范规定的测量光纤数,按方法 301 的规定测量并记录指定光纤的光透射性能。如试验配置不允许试样位于夹具中进行测量,则在试样安装前进行测量。

4.4 以规定速率施加规定负荷。除非另有规定,应在施加负荷过程中以规定的时间间隔测量并记录光透射性能。

4.5 将规定负荷保持规定的时间后,解除压缩力负荷,使试样松弛至少 5min。

4.6 测量并记录光透射性能。如果试验配置不允许试样位于夹具中进行测量,则在将试样从夹具中卸下后进行测量,但不应扰动试样与测量设备的连接耦合端。

4.7 从夹具中卸下试样,按方法 401 对试样进行外观检查,并记录观察结果。

5 细则

有关规范应规定下列细则:

- a. 施加的压缩负荷、施加负荷速率和负荷保持时间;
- b. 进行光透射性能测量的光纤数;
- c. 施加负荷过程中测量光透射性能的时间间隔;
- d. 失效判据。

方法 205
纤维光学互连器件抗压试验

1 目的

确定纤维光学互连器件承受车轮压过时可能产生的挤压负荷的能力。

本试验仅对设计上满足此要求的互连器件进行。

本试验可能的失效模式包括(但不限于):

- a. 不能配接或分离;
- b. 零件或附件碎裂;
- c. 产生光不连续性;
- d. 密封损坏。

2 试样

试样应由规定的具有代表性的成品插头、插座、配接插头和插座或其它互连器件组成。试样应按预定的正常使用要求具有附件和光缆,试样所带光缆长度应至少为 150mm。

3 装置

3.1 两个平行的铺有 25mm 厚橡皮的承载表面,其硬度为肖氏 A 级 65~75。

3.2 能以 5%精度测量所加负荷的合适装置。

3.3 能以不大于 2kN/s 的速率施加规定负荷的合适的压力机。

4 程序

4.1 将试样置于压力机的两具有橡皮表面的平行板之间,在垂直于互连器件和光缆的纵轴方向上施加负荷。在矩形互连器件的情况下,应对着具有较长边的面施加负荷。

4.2 启动压力机使两平板接近并在要求的时间内施加负荷。除非另有规定,试验负荷应为 6.7kN,施荷时间应 5~10s。

4.3 如有规定,应按方法 301 在施加负荷期间测量光透射性能变化。

4.4 按规定的次数重复施加负荷。

4.5 完成规定次数的循环之后,卸去负荷,打开压力机平板取出试样。当适用时,对试样进行配接和分离,以检验配接性能。按方法 401 检查试样并记录观察到的情况。

5 细则

有关规范应规定下列细则:

- a. 试样状态(配接或分离);
- b. 施加负荷次数(见 4.4);
- c. 失效判据。

方法 206
光缆扭转试验

1 目的

确定光缆承受扭转的能力。

2 试样

试样应为具有代表性的成品光缆。试样长度应按有关规范的规定。

3 装置

如图 206-1 所示,扭转装置带有一个固定的光缆夹头,另一侧带有一个可旋转的光缆夹头。

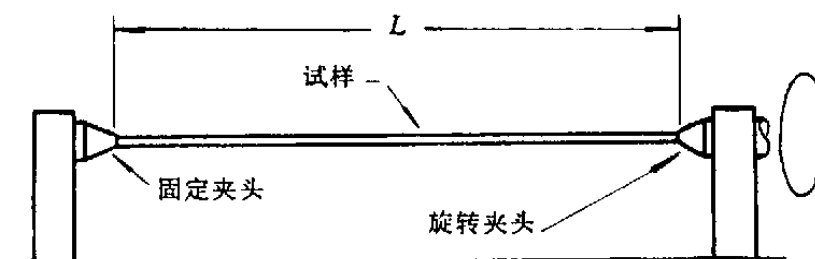


图 206-1 光缆的扭转装置

4 程序

4.1 程序 1

- 试验前,可采用任意设备测定通光光纤数;
- 把试样安装在试验装置中;
- 把旋转夹头以顺时针方向旋转 180° ,退到起始位置,再以逆时针方向旋转 180° ,再退到起始位置,称为扭转一次;
- 除非另有规定,应扭转 10 次。在第 10 次扭转时,应在顺时针方向旋转 180° ,逆时针方向旋转 180° ,及最后回到起始位置时,各测一次通光光纤数。

4.2 程序 2

- 试验前,应按方法 301 测量输出功率。
- 同 4.1b。
- 同 4.1c。
- 除非另有规定,应扭转 10 次。在进行第 10 次扭转时,应在顺时针方向旋转 180° ,逆时针方向旋转 180° 及最后回到起始位置时,各测一次输出功率。

5 细则

有关规范应规定下列细则:

- 采用程序;
- 试样长度;
- 失效判据。

方法 207

纤维光学互连器件扭转试验

1 目的

确定纤维光学互连器件、连接界面和应变消除机构经受张力和扭转力的能力。这种张力和扭转力在安装和工作条件下可能会由互连器件所承受。

2 试样

试样应为具有代表性的带有光缆的成品连接器(配接的插头、插座)或已在光缆上安装的接头。除非另有规定,试样所带光缆长度应为1~10m,以便与任何所要求的测量设备连接。

3 装置

试验装置见图207-1。

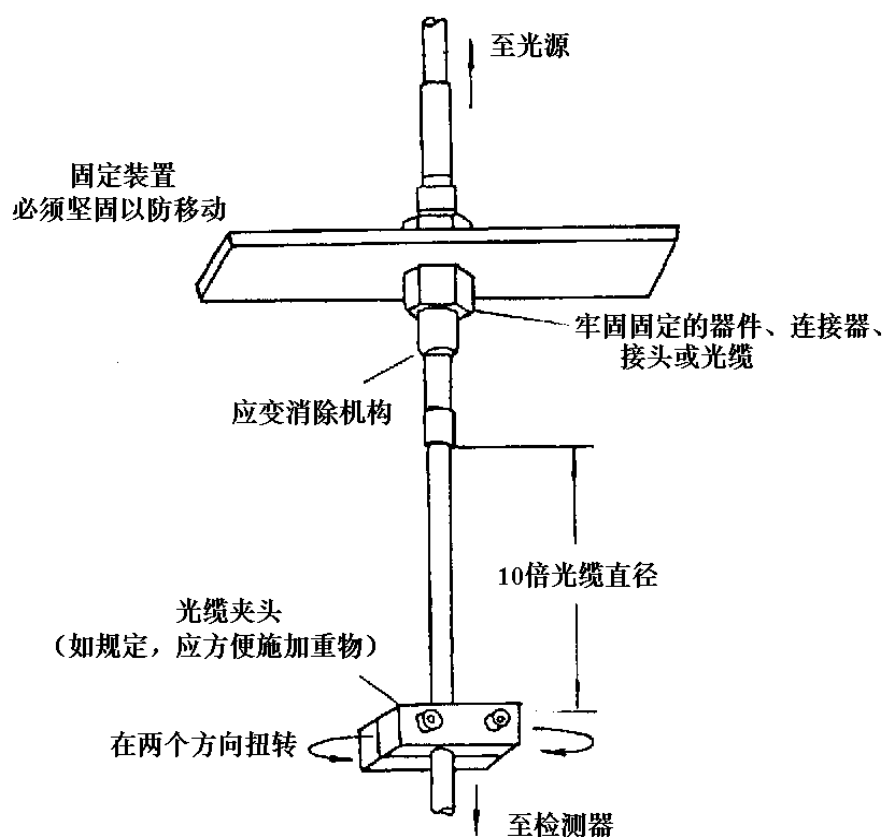


图 207-1 典型的试验装置

3.1 光透射性能变化测量装置

按方法301的规定。

3.2 试样夹持或固定装置

应采用合适的装置,在试验期间刚性地夹持或固定连接器并可进行适当调整。连接器所带光缆应可与光源和检测器耦合以监测光透射性能变化。

光缆夹应夹紧光缆,以防止光缆在夹头中回转。夹头结构应不压扁光纤或引起光透射性能的过度变化。

3.3 负荷

应采用重物或某种机构将拉伸负荷施加到光缆夹上。建议的负荷值见表 207-1。

表 207-1 试验中施加的拉伸负荷

标 称 光 缆 直 径 mm	负 荷	
	kg(重物)	N(拉伸力)
不大于 2.5	1.5	14.71
2.6~ 4.0	2.5	24.52
4.1~ 6.0	4.0	39.23
6.1~ 9.0	4.5	44.13
9.1~13.0	5.0	49.03
13.1~18.0	5.5	53.94
18.1~24.0	6.5	63.74
24.1~30.0	7.0	68.65
不小于 30.1	7.5	73.55

4 程序

4.1 对试样进行外观检查并测量试样光透射性能;

4.2 将试样壳体刚性安装在夹紧于固定位置的夹持平板上。施加拉伸负荷的光缆夹夹紧光缆,但不压扁光缆。光缆夹最高点离应变消除机构(如采用)(见图 207-1)尾端应为 10 倍的光缆直径。如试样无应变消除机构,则最靠近光缆夹头的试样末端应作为基准点。

4.3 应测量试样的光透射性能,以保证固定装置和光缆夹不引起过度的光透射性能变化。

4.4 逐渐施加拉伸负荷,避免光缆跳动或突然应变。

4.5 施加拉伸负荷之后,应再测量并记录试样的光透射性能值,以此作为扭转试验的基准值。

4.6 对光缆夹施加扭转运动,小心控制负荷的垂直方向和水平方向的运动。一次扭转循环应包括一个方向上的扭转运动、相反方向上的扭转运动再返回到起始位置。试验应包括在一个方向上扭转 90°,接着在相反方向上扭转 180°,再扭回到起始位置。对于刚性光缆,扭转角度按有关规范的规定。除非另有规定,试验应进行 10 次循环。当要求 10 次以上循环时,除非另有规定,扭转速率应为 30 次/min。

4.7 在扭转运动期间,应监测试样的光透射性能。相对于 4.5 记录的基准值的任何变化应被认为是由扭转导致光缆-连接器端接或连接器连接界面发生变化引起的。

如果认为试验引起光透射性能的过度变化是光缆本身的原因,则可以同样方式单独对光缆进行试验。

4.8 完成试验后,在所有夹持固定装置去掉的情况下进行光透射性能的最后测量。

4.9 除放大镜采用 10 倍放大率外,应按方法 401 对下列可能出现的损坏迹象进行外观检查:

a. 部件或附件破裂、松动或位移;

- b. 密封损坏;
- c. 光缆护套破裂;
- d. 连接界面的破裂或刮伤。

5 细则

有关规范应规定下列细则:

- a. 扭转速率;
- b. 扭转角度(对刚性光缆);
- c. 夹持固定装置引起的光透射性能变化允许值;
- d. 失效判据。

方法 208

光缆扭弯试验

1 目的

测定光缆同时承受弯曲和扭转的能力。

2 试样

试样应为具有代表性的成品光缆。除非另有规定,试样长度应至少为 1km。

3 装置

3.1 测量光透射性能变化的装置按方法 301 的规定。

3.2 带有马达驱动、速度调节臂(调节范围 20~40r/min)、夹具、可调节滑轮、可调节负荷和可调节夹持距离的装置应具有使光缆试样每弯曲一次又扭转一次的功能。装置如图 208-1 所示。

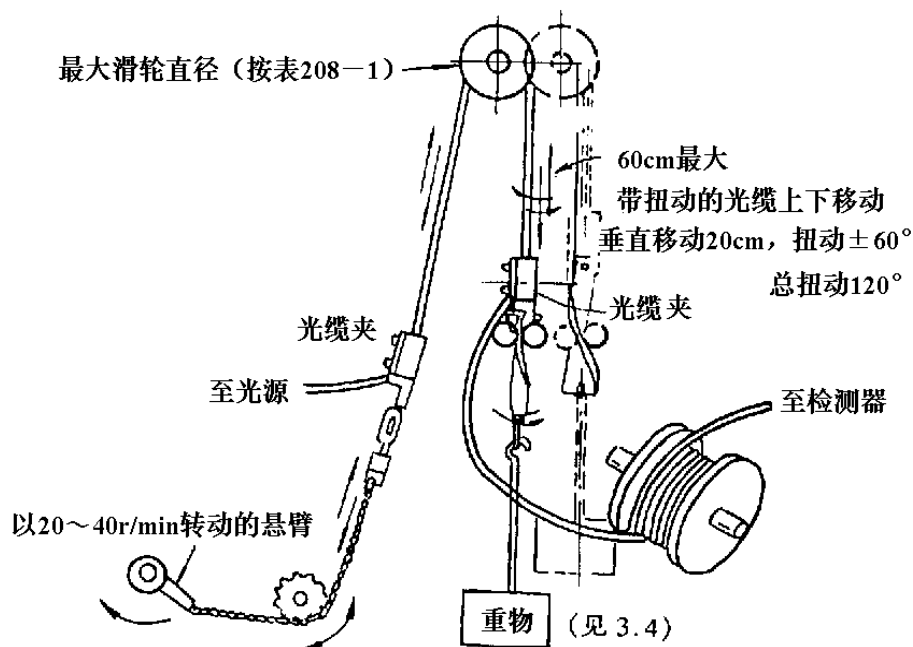


图 208-1 光缆扭弯试验装置

3.3 滑轮及其直径如图 208-1 所示并符合表 208-1 规定。除非另有规定,滑轮直径采用试验条件 C。

3.4 拉伸负荷在标称光缆外径不大于 6.4mm 时为 10kg; 在标称光缆外径不小于 6.5mm 时为 25kg。

表 208-1 滑轮直径

试验条件	最大滑轮直径 (光缆直径的倍数)
A	按有关规范规定
B	20
C	10
D	5

4 程序

4.1 除非另有规定,试样应在标准大气条件下预处理 24h。

4.2 如图 208-1 所示将试样安装到试验装置中(不加拉伸负荷)。以靠近被试部分的试样端作为光透射性能变化测量的注入端,另一端与检测器相耦合。注入端和输出端在试验过程中应保持稳定。

4.3 试验装置中的光缆在施加拉伸负荷和进行扭弯试验之前按方法 301 的规定测量并记录光透射性能。

4.4 对试样施加规定的拉伸负荷、并在规定的速率下完成规定循环次数的扭弯。除非另有规定,在卸去拉伸负荷前,测量并记录光透射性能。

4.5 除非另有规定,在卸去拉伸负荷之后,测量并记录光透射性能。

4.6 以测量记录的数据按方法 301 的规定,计算光透射性能变化。

4.7 按方法 401 的规定,对试样进行外观检查,观察光缆护套的任何损伤。

4.8 如有规定,对光缆试样中的附加光纤重复步骤 4.3 至 4.7。

5 细则

有关规范应规定下列细则:

- a. 试样被试部分长度;
- b. 试验循环次数和循环速率;
- c. 失效判据。

方法 209 光缆拉伸和弯曲试验

1 目的

检验光缆经受拉伸和弯曲时以及经受拉伸和弯曲后正常工作的能力。

2 试样

试样应为具有代表性的成品光缆。

为保证试验时精确的光学测量,试样长度应至少为 1km。被试部分应在试验光缆外端。

3 装置

3.1 光透射性能变化测量装置

应按方法 301 的规定。

3.2 拉伸设备

按图 209-1 所示。

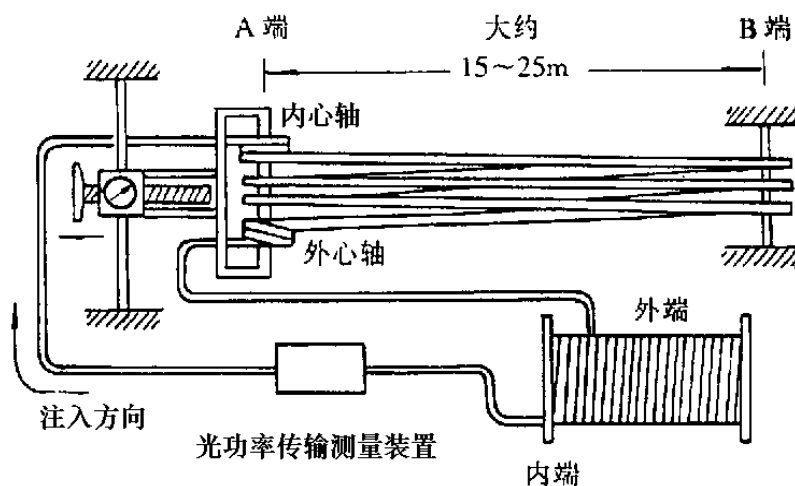


图 209-1 光缆拉伸设备

3.2.1 A 端轴两端应有固定夹持光缆的芯轴,中间应至少有两个转动滑轮;B 端轴上应至少要有三个转动滑轮。除非另有规定,芯轴和滑轮应具有相同的直径;直径应不大于试验光缆外径的 30 倍。A、B 两端的两根轴应具有足够的刚性强度,使之在最大试验负荷时不发生形变。

3.2.2 与拉伸设备 A 端相连的拉伸动力装置应可提供规定负荷 6 倍的拉伸力。

3.2.3 施加的拉伸力应由测量精度至少为 $\pm 5\%$ 的拉伸负荷传感器或测力装置来测量。

如能接纳规定的拉伸长度并能使拉伸负荷均匀分布于试样的整个拉伸长度上,则可采用其它拉伸设备。

4 程序

4.1 除非另有规定,绕在缆盘上的试样应在标准大气条件下预处理 24h。

4.2 从缆盘外层退绕出光缆,如图 209-1 所示安装到拉伸设备上。安装时应注意经受拉伸负荷的试样段两端固紧在 A 端轴上的内外两芯轴上,以保证施加拉伸负荷时试样不打滑以及缆芯在护套内不打滑。在内芯轴上留出数米光缆,以便注入测量透射性能变化的光功率。

4.3 除非另有规定,在施加拉伸负荷前按方法 301 的规定测量试样的输出光功率。

4.4 对试样施加规定的拉伸负荷。除非另有规定,如果要求施加几个等级的负荷,则应首先施加最小负荷。除非另有规定,为了防止急速拉动或任何接近瞬时的加荷,达到所要求的拉伸负荷的时间应足够长。应按规定的时间维持规定的负荷。除非另有规定,应按方法 301 测量试样的输出光功率,计算相对于加荷前的光透射性能的变化。

4.5 当规定施加几个等级的负荷时,除非另有规定,应在已有负荷水平上增加负荷,达到规定的下一个较高等级的负荷。重复 4.4 的步骤,直至达到规定的最大负荷。

4.6 上述步骤完成后,将负荷降至零。除非另有规定,应按方法 301 测量试样的输出光功率,计算相对于加荷前的光透射性能的变化。

4.7 如有要求,按规定的负荷重复 4.4 至 4.6 的步骤。

5 细则

有关规范应规定下列细则:

- a. 拉伸负荷、加荷时间和速率;
- b. 失效判据。

方法 210
光纤冷弯试验

1 目的

确定光纤在 -46°C (除非另有规定) 温度 (通常为较低温度) 下承受反复弯曲的能力。

2 试样

试样应为具有代表性的成品光纤。

除非另有规定, 试样长度应大于 5m。试样两端应制备成具有平整并垂直于光纤轴的端面。

3 装置

3.1 应采用供光纤卷绕的具有规定直径和长度的芯轴。通常芯轴直径为 2.5~12.5mm; 长度为 0.5~2m。

3.2 按方法 301 规定的测量光透射性能变化的装置。

3.3 应采用能获得要求温度的温度试验箱。

4 程序

4.1 试样安装

- 除非另有规定, 试样应在标准大气条件下预处理 24h;
- 除非另有规定, 在安装试样前, 应按方法 301 测量光透射性能;
- 将试样与光学测量装置相连接, 并如图 210-1 所示将试样两端固定在具有合适间距的两点上, 其间形成足以避免弯曲损耗的一个环。将芯轴和光纤的组合件置于温度试验箱, 试样两端应在箱外留有按方法 301 测量所需的最短长度;
- 应按方法 301 再测一次光透射性能。

4.2 试样卷绕

- 除非另有规定, 试样和芯轴组合件应在试验箱内 -46°C 温度下进行至少 10h 的处理;
- 处理结束后, 在此温度下转动芯轴, 将光纤卷绕到芯轴上。除非另有规定, 卷绕速率应为 2r/min , 卷绕 4 圈 (圈数受芯轴直径和光纤长度的限制);
- 应保证光纤在卷绕和退绕过程中其卷绕和退绕部分与芯轴表面接触。但为此所施加的张力应尽可能小;

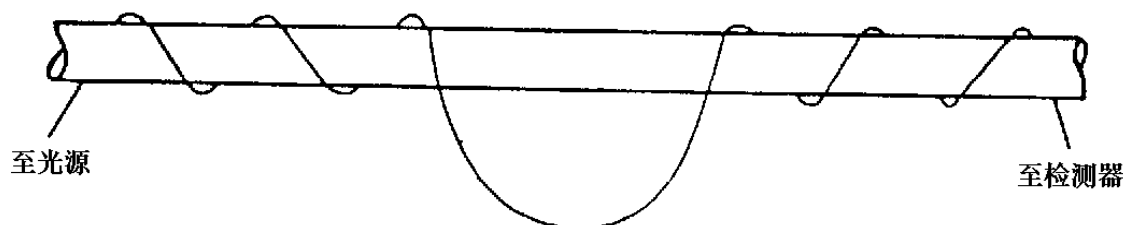


图 210-1 光纤和芯轴的几何形状

- 当光纤从芯轴上退绕后, 操作者可在相同方向继续转动芯轴, 以使光纤在相反方向卷绕到芯轴上。也可在光纤退绕后停止转到芯轴, 然后反向转动芯轴, 以使光纤在相同方向上卷

绕到芯轴上。除非另有规定,应进行一个完整循环(一个完整循环包括两个交变方向的卷绕)。

4.3 试样检查

a. 试样和芯轴恢复至室温后将试样从芯轴上卸下,按方法 301 测量光透射性能,以此值和 4.1b 测得的值按方法 301 计算光透射性能变化;

b. 将试样从光学测量装置上卸下,按方法 401 对试样进行外观检查(应采用至少 40 倍放大进行检查),观察任何明显的物理损伤。

5 细则

有关规范应规定下列细则:

a. 芯轴直径和长度;

b. 失效判据。

方法 211

光纤涂覆层机械剥离力测量

1 目的

确定以机械方法沿光纤(玻璃纤芯玻璃包层)轴向去除标称直径为 $250 \sim 900 \mu\text{m}$ 的涂覆层所需的剥离力。

2 试样

试样应为具有代表性的成品光纤段。

2.1 数量

最多应为 10 个试样,最少应为 5 个试样。如试样数少于 10,则试样数应按附录 211-A 确定。

2.2 试样剥离长度

除非另有规定,试样剥离长度应按表 211-1 的规定。剥离长度示意图见图 211-1。

表 211-1 试样剥离长度

标称涂覆层直径 μm	剥离长度 mm
250	30 ± 3
500~900	15.0 ± 1.5

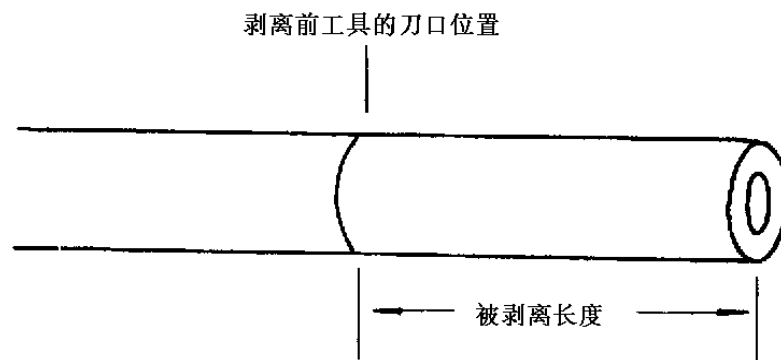


图 211-1 光纤涂覆层剥离长度

3 装置

3.1 拉伸设备

应采用合适的装置(如拉伸试验机)提供被测光纤和剥离工具之间的相对移动。移动应平稳不抖动;移动应可双向进行,以便复位。装置应使剥离工具刀口垂直于光纤轴并避免光纤弯曲。应以合适的方式夹紧光纤而又不使光纤过度受力,以免光纤断裂。

3.2 负荷传感器

应采用合适的能检测剥离光纤涂覆层时施于光纤上的力的装置。

3.3 换能器放大器

本装置接收负荷传感器的输出信号并指示施加在被测光纤上直至涂覆层被剥离的拉伸力。读出装置可为“峰值保持”装置或连续监测装置,如纸带记录仪。

3.4 剥离工具

除非另有规定,工具刀口上的圆孔(不是方孔)直径应等于被测光纤标称包层直径,正公差为 $50\mu\text{m}$;刀口结构不应引起光纤弯曲;刀口应处于同一平面并能环绕光纤保持闭合。

在剥离工具使用前以及进行 10 次剥离操作后应检查刀口是否存在或出现缺口和毛边,如有受损或磨损程度足以影响结果时应更换刀片。

3.5 光纤导向机构

经剥离工具延伸的光纤应由合适的导向机构(可将其设计成与剥离工具为一体)来保持平直。导向机构应符合下列要求:

- 应支撑光纤以防止光纤因自重而下垂;
- 应防止去除光纤涂覆层时由涂覆层皱曲而引起光纤弯曲;
- 位置应尽可能靠近剥离工具而又不妨碍操作;
- 应易于插入试验装置并易于清洁。涂覆层发生皱曲时应不受影响。

4 程序

4.1 设定剥离速率

除非另有规定,应按表 211-2 的规定在设备中设定剥离速率。

表 211-2 剥离速率

标称涂覆层直径 μm	剥离速率 mm/min
250	500 ± 50
500~900	13.0 ± 1.3

4.2 试样预处理

除非另有规定,试样应在标准大气条件下预处理至少 2h。

4.3 校准换能器放大器

应在每次试验前或按有关规定对换能器放大器进行校准。

4.4 试样安装

试验安装前,剥离工具刀口边应无以前使用时的残留物。试样光纤一端应紧固,使其在加荷时不滑动;另一端穿过剥离工具插入光纤导向机构。试样光纤应垂直于剥离工具刀口。

4.5 剥离涂覆层

- 闭合剥离工具刀口,切断涂覆层;
- 启动拉伸设备;
- 观察和记录剥离力。去除断裂光纤的数据;
- 当涂覆层完全从光纤上去除时,试验结束;

e. 如果存在目视可见的任何残留物,则采用蘸有异丙醇的面巾纸轻轻擦试光纤。如果不能擦试干净,则作记录。

5 细则

有关规范应规定下列细则:

a. 失效判据。

附录 211-A

光纤涂覆层机械剥离力测量试样数确定

(补充件)

对于光纤涂覆层机械剥离力测量, 少于 10 个的试样数应满足下列公式:

$$100 \left[\frac{[(t_{(df, 0.975)}) \cdot (s/\sqrt{n})]}{X} \right] < 14 \dots\dots\dots (211-A1)$$

式中: $t_{(df, 0.975)}$ 为在第 0.975 百分位处自由度 df 的 t 值(按照表 211-A1);

s 为试样标准偏差;

n 为试样数;

X 为 n 个试样结果的算术平均值;

14 为结果平均值的 14% 最大变率。以此值为基准, 改变试样数, 调整本方法循环优化试验的变率。

表 211-A1 试样数

试样数	自由度	$t_{(df, 0.975)}$
5	4	2.78
6	5	2.57
7	6	2.45
8	7	2.36
9	8	2.31

如试样数不能满足上式, 则应增加试样数, 直至达到 10 个试样。

方法 212 光纤动态拉伸试验

1 目的

确定单根光纤在规定的恒定拉伸速率和环境条件下的断裂强度。

2 试样

试样应为具有代表性的成品光纤。除非另有规定,试样的拉伸长度应为 0.5 或 10m。

除非另有规定,样本大小应为 30。

3 装置

适用于各种要求的试验装置如图 212-1 至图 212-7。具体试验设备的配置应考虑下列因素:

- a. 试样的拉伸长度;
- b. 试样的应变速率;
- c. 环境条件;
- d. 被试光纤预期断裂强度。

3.1 试样夹持装置

以足够坚硬的弹性材料包覆表面的牵引轮用于夹持光纤(见图 212-1)。牵引轮直径的确定应使光纤不承受能引起断裂的弯曲应力。对典型的硅橡胶涂覆光纤(包层直径为 $125\mu\text{m}$, 涂覆层直径为 $250\mu\text{m}$), 弯曲应力应不大于 175MPa , 对应的牵引轮最小直径为 50mm 。

3.2 试样支承件

试样应夹持在作为夹头的两个牵引轮上。拉伸长度为两个牵引轮轴之间的距离。为了减小试验装置空间距离,可采用一个或几个滑轮来支承试样(见图 212-5~图 212-7)。滑轮表面应光滑,以使光纤不受损伤。光纤不在滑轮上的部分应不相互接触。

3.3 拉伸设备

拉伸设备可分为两种结构:

- a. 以恒定速率移动作为试样夹头的一个或两个牵引轮,使它们之间的距离增加(见图 212-2);
- b. 以恒定速率转动作为试样夹头的一个或两个牵引轮,以此拉伸试样(见图 212-3~图 212-7)。

应对拉伸速率进行校准,以保证精度在 $\pm 10\%$ 以内。除非另有规定,拉伸速率范围应在每分钟 $4\% \sim 6\%$ 。

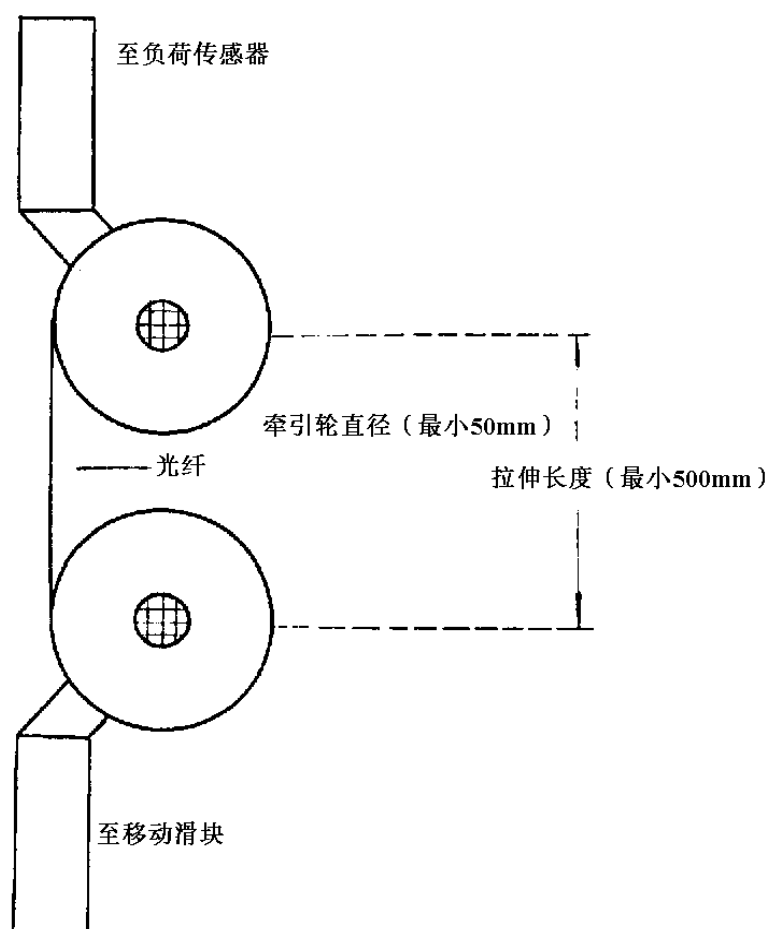


图 212-1 光纤试验用牵引轮结构

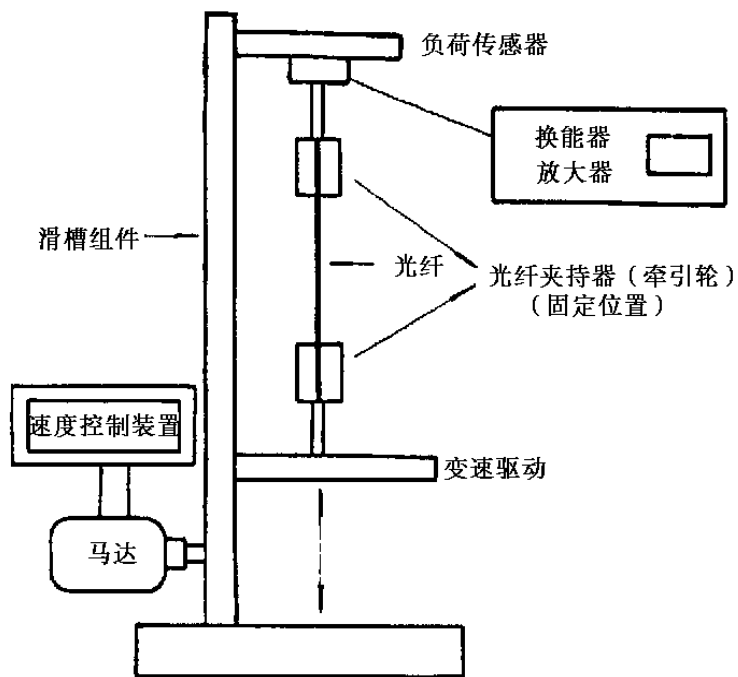


图 212-2 平移式试验装置

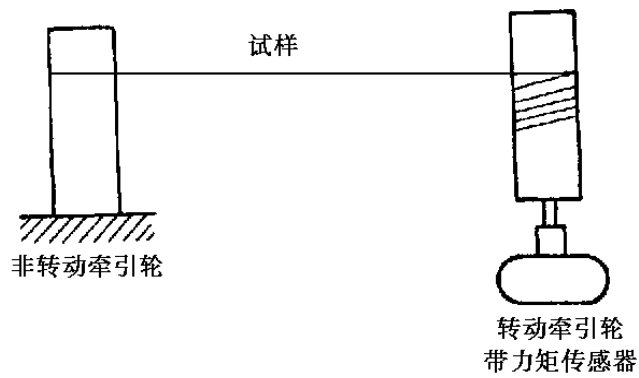


图 212-3 转动式试验装置示例一

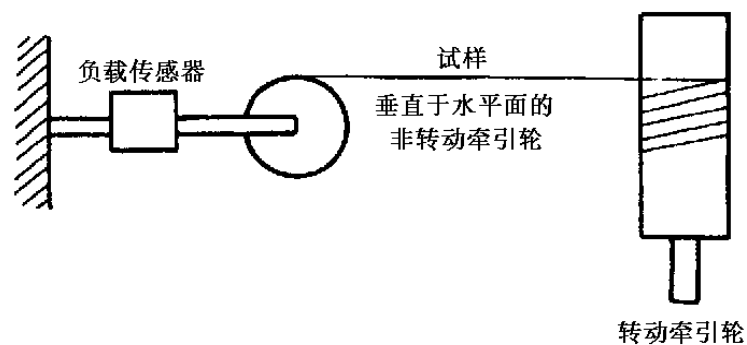


图 212-4 转动式试验装置示例二

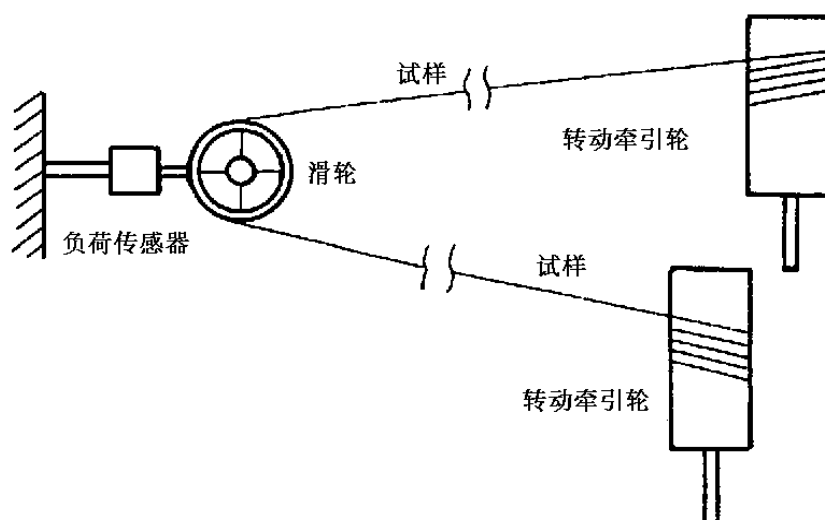


图 212-5 用于大长度试样的选择示例一

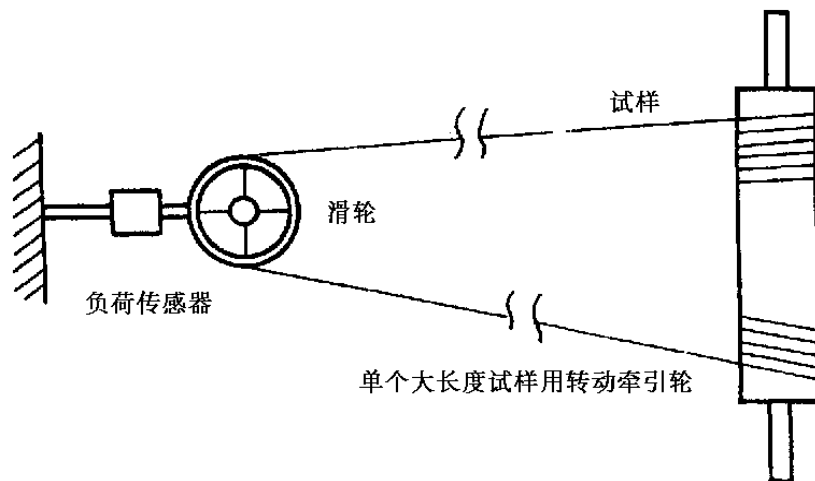


图 212-6 用于大长度试样的选择示例二

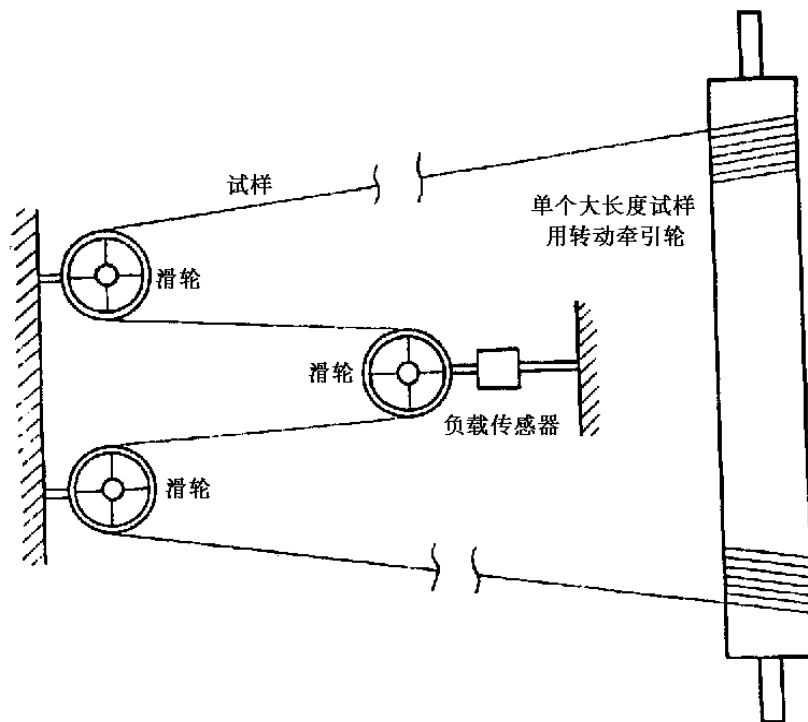


图 212-7 用于大长度试样的选择示例三

3.4 负荷测量装置

应采用负荷传感器测量试样断裂时的拉伸负荷，经校准，测量精度应为断裂负荷或最大

负荷的 0.5%。

应采用纸带记录仪或“峰值保持”装置以读出断裂负荷。采用的任何一种仪表均应具有足够的响应时间。

3.5 环境控制设备

应采用诸如图 212-8~图 212-10 所示的设备以控制试样预处理和试验的温度和湿度。

环境控制设备应为可达到 100% 相对湿度、具有带鼓泡器的水槽或可连续泵入潮湿空气的温度试验箱。

试样从预处理箱转移到试验装置时允许有小于 1min 的非 100% 相对湿度的短暂间隙。试样拉伸长度中小于 100mm 的区段可留在试验箱外。

图 212-8 给出了一个预处理箱的实例,箱内具有带鼓泡器的水槽。图 212-9 给出了配有鼓泡水槽的由若干转动式牵引轮组合在一起的光纤拉伸装置实例,此设备配置在盖罩绝热、水被加热并循环时能提供各种温度下的 100% 相对湿度。图 212-10 给出了具有类似功能的设备配置实例。

4 程序

4.1 试验

- a. 除非另有规定,试样应在标准大气条件(但相对湿度为 100%)下预处理 12h;
- b. 设定拉伸长度和拉伸速率;
- d. 启动拉伸设备对试样施加拉伸负荷,直至试样断裂,测量记录试样断裂负荷并关停拉伸设备;
- e. 对规定的全部试样重复步骤 b~d。

4.2 计算

a. 断裂应力的计算

断裂应力 σ_f 为表征光纤强度特性的基本参数,当涂覆层影响小于 5% 时(例如对于包层直径为 125 μm 的光纤,涂覆层直径为 250 μm),应按下列公式进行计算:

$$\sigma_f = T/A_g \cdots \cdots \cdots (212-1)$$

式中: T 为光纤断裂时受的拉伸力;

A_g 为光纤截面积。

当涂覆层影响不可忽略时,应按附录 212-A 规定的方法进行计算。

b. 给定拉伸速率下强度的计算

应按附录 212-B 规定的方法进行计算。

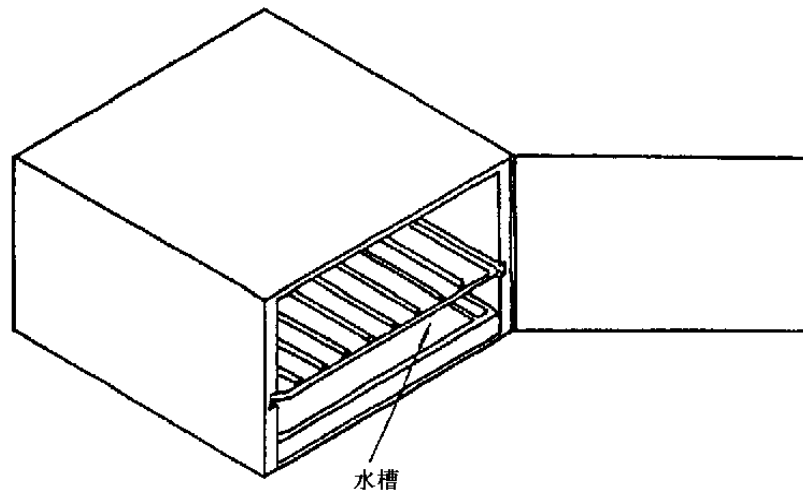


图 212-8 预处理箱

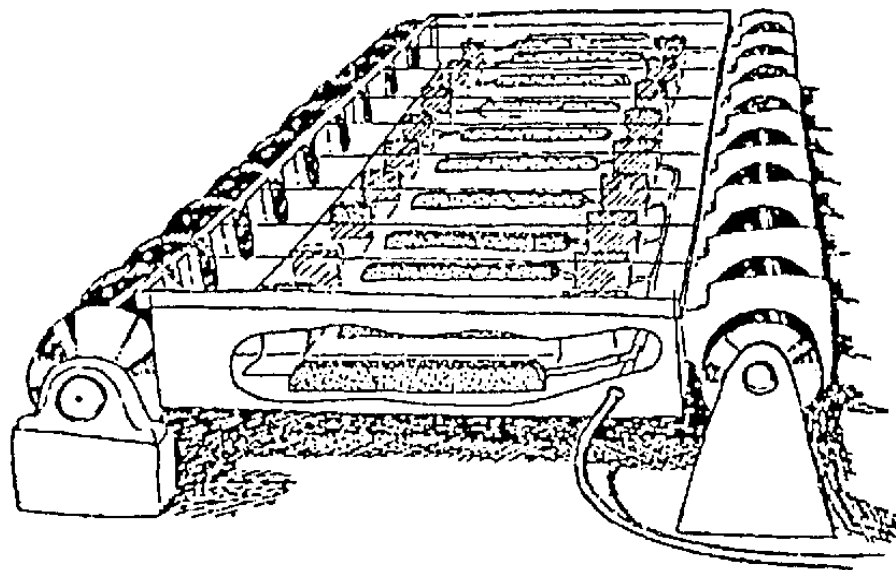


图 212-9 转动式试验装置用的环境控制设备

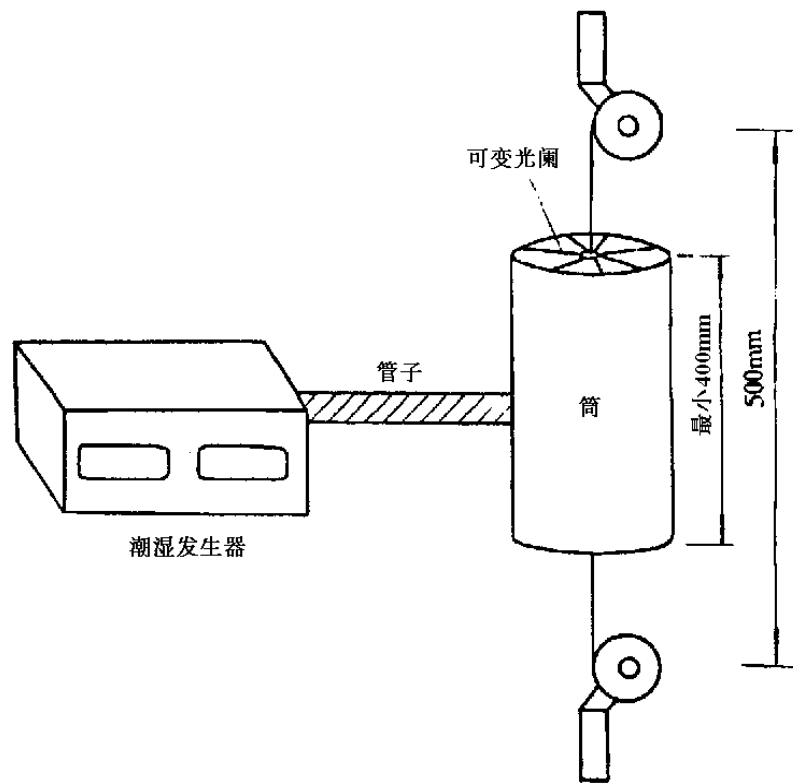


图 212-10 拉伸装置(图 212-2)用的环境控制设备

5 细则

有关规范应规定下列细则：

a. 失效判据。

附录 212-A

计算断裂应力的完整方法

(补充件)

本方法直接考虑涂覆层模量。

设 E_c 和 A_c 分别为涂覆层的模量和截面积; 设 E_g 和 A_g 分别为光纤的模量和截面积; 设 F_t 为试样断裂时测得的拉伸力。

对于石英光纤, 模量 E_g 的取值范围为 70.3~73.8GPa, 除非另有规定, E_g 为 70.3GPa。由此, 断裂应力应按下列公式进行计算:

$$\sigma_f = (F_t/A_g)/[1 + (E_c A_c/E_g A_g)] \quad \cdots \cdots \cdots (212-A1)$$

附录 212-B

给定拉伸速率下强度的计算

(补充件)

B1 将断裂应力从小到大排列, 并加下标 k 。

B2 对每一次断裂计算断裂的累计概率 F_k :

$$F_k = (k - 0.5)/N \quad (k = 1, 2, \dots, n) \quad \cdots \cdots \cdots (212-B1)$$

式中, N 为样本大小。

B3 对 $\ln[-\ln(1 - F_k)]$ 与 $\ln(\sigma_f)$ 的关系作图, 得到 weibull 图。

B4 对于给定的拉伸长度和直径, weibull 图与下列累计概率函数有关:

$$F_k = 1 - \exp[-(\sigma_f/\sigma_o)^m] \quad \cdots \cdots \cdots (212-B2)$$

设 $k(p) = P \cdot N + 0.5$ 为与给定概率 P 有关的下标, 如 $k(p)$ 为整数, 则设 $\sigma_f(p) = \sigma_{fk}(p)$ (第 $k(p)$ 下标的断裂应力); 如 $k(p)$ 不为整数, 则设 k_1 为小于 $k(p)$ 的整数, 且 $k_2 = k_1 + 1$ 。此外, 设 $\sigma_f(p) = (\sigma_{fk_1} \cdot \sigma_{fk_2})^{1/2}$, 断裂应力中值为 $\sigma_{f(0.5)}$ 。

weibull 斜率 m 为:

$$m = \frac{2.457298}{\ln[\sigma(0.85)] - \ln[\sigma(0.15)]} \quad \cdots \cdots \cdots (212-B3)$$

weibull 参数 σ_o 为:

$$\sigma_o = \exp\left\{\frac{0.366512}{m} + \ln[\sigma_f(0.5)]\right\} \quad \cdots \cdots \cdots (212-B4)$$

300 类 光学性能测量

方法 301

纤维光学元器件光透射性能变化测量

1 目的

在光纤光缆和纤维光学器件经受各种机械和环境试验时监测其光透射性能的变化。

2 试样和参考试样

2.1 试样应按本标准机械和环境试验方法的规定。

2.2 除了不安装被试器件外,基准试样应与试样相同。特别在通过可能使其经受机械、环境或其它变化的试验台或试验箱处,基准试样应尽可能靠近试样。

2.3 监测光纤(如采用)可为任意长度,但应避免可能改变其衰减的环境条件的影响。

除非另有规定,在整个机械和环境试验期间,试样、基准试样和监测光纤应与光功率分路器连接。

3 装置

试验装置除了各种机械和环境试验要求的试验台或试验箱外,应包括图 301-1 所示的其它部分。

3.1 光源

应采用波长适合于被测试样的光源(例如发光二极管或注入式激光器);光源可以是经调制的或未经调制的;如要求限制光源带宽,应采用滤光器。应按规定的注入条件提供必要的注入装置。

3.2 光功率分路器(分光器)

光功率分路器应具有恒定的分光比,在整个监测过程中,分光比应保持不变,并与输入光功率和外界条件变化无关。

光功率分路器可与光源组装在一个单元中。

3.3 包层模消除器

应在光功率分路器后和基准试样、试样和监测光纤输入端采用包层模消除器。通常光纤涂覆层足以起到这种作用。

3.4 滤模器

应按规定的注入条件采用滤模器。

3.5 检测器

检测器应有足够大的光敏面并紧靠光纤端以检测光纤端出射的全部光功率;除非另有规定,检测器在所接收的光功率范围内应具有 3% 的线性度。当采用一个以上的检测器时,这些检测器应由同一厂家生产并具有同一型号。对于未经调制的信号,建议采用光生伏打型 PIN 光电二极管。对于经调制的信号,建议采用光电导型 PIN 光电二极管。为获取高信噪比,可采用同步检测的方法。

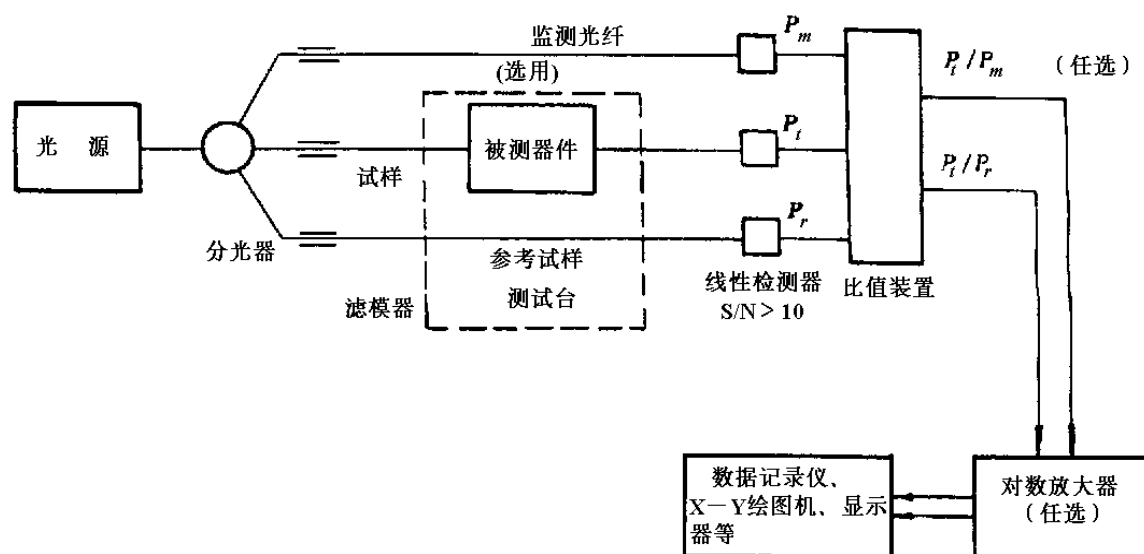


图 301-1 测量装置

3.6 电子设备

电子设备的输出可为模拟信号或数字信号。读出装置或记录装置可为多路记录或比率记录。将检测器输出转换为比率输出的设备包括具有比率功能的数字电压表或锁定放大器、电压分压器组件、比率放大器和带有外部参考输入装置的模/数转换器。

4 程序和计算方法

4.1 程序

应按所进行的机械、环境试验要求，在试验前、试验过程中和试验后记录监测光纤（如采用）功率 P_m 、试样输出功率 P_t 、基准试样输出功率 P_r 。如有要求，所记录的每一个读取数可为几个单个读数的平均值。

4.2 计算

如果不采用比率读数，而是分别记录检测器输出信号，则可按下列公式计算试验过程中或试验后试样光透射性能的变化：

$$\Delta D_t = 10\lg(P_{ti}/P_{tr}) - 10\lg(P_{to}/P_{ro}) \quad \dots\dots\dots (301-1)$$

式中， P_{to} 为试验前试样的输出功率；

P_{ro} 为试验前基准试样的输出功率；

P_{ti} 为试验过程中任一规定时刻或试验后试样的输出功率；

P_{ri} 为试验过程中任一规定时刻或试验后基准试样的输出功率。

如果采用比率读数，则(301-1)式可改写为：

$$\Delta D_t = 10\lg R_t - 10\lg R_o = 10\lg(R_t/R_o) \quad \dots\dots\dots (301-2)$$

式中， $R_t = P_{ti}/P_{tr}$ ； $R_o = P_{to}/P_{ro}$ 。

在需要对光源或试样未经受机械或环境试验的那部分所产生的变化进行校准而采用监测

光纤时,应采用监测光纤的相应功率读数对(301—1)式和(301—2)式作修正。

5 细则

有关规范应规定下列细则:

- a. 注入条件。
- b. 失效判据。

方法 302

纤维光学互连器件回波损耗测量

1 目的

测定纤维光学互连器件插入光纤链路或系统时,由它反射的光功率与入射的光功率之比。这个比值称为“回波损耗”。

2 试样

试样应为具有代表性的带有尾纤的成品互连器件。

3 装置

装置如图 302-1、图 302-2 所示,由下列主要部分组成。

3.1 光源

应包括波长、谱宽适用的经调制或未经调制的光源,例如发光二极管或注入式激光器。如要求限制谱宽,可采用波长选择性滤光器。在测量期间,光源稳定性应保持在 $\pm 0.2\text{dB}$ 之内。注入条件应按有关规范的规定。

3.2 光耦合器

光耦合器可具有任何合适的耦合比。当采用非反射性端接时,其回波光路与前向光路的光功率比(耦合器方向性)应比要求测量的最大回波损耗大 10dB 。采用的光耦合器对传输光模式应是不敏感的。

3.3 非反射性端接

应采用与光纤(光缆)耦合时具有高光吸收性(非反射性)(反射性在测量灵敏度以下至少 10dB)的端接,例如折射率匹配材料(胶或液体)。

3.4 光功率计

光功率计或类似装置用于测量入射光功率。在测量的光功率范围内应具有优于 5% 的线性度;在测量期间应具有 0.05dB 的稳定性。

3.5 互连或接头

应采用低损耗并具有重复性的单元,适用时,建议采用熔接接头。应在不进行试验的所有光学端面处采用折射率匹配材料。

3.6 滤模器

滤模器应由与光耦合器中采用的类型相同的光纤(光缆)构成的 30mm 直径环圈组成。

4 程序

4.1 测定光耦合器的插入损耗(见图 302-1)

a. 将一段 1m 长的光纤按 3.5 的要求连接到耦合器端口 3 的尾纤上,形成一个临时接点,然后与光源尾纤连接。将端口 2 的尾纤与功率计耦合,在端口 1 和端口 4 的尾纤端采用非反射性端接。在有关规范规定的波长下测量并记录 P_2 。

b. 在尽可能靠近临时接点处截断耦合器和临时接点之间端口 3 的尾纤。截留光纤应具有足够长度,以便制备垂直于光纤轴的平整端面。将制备好的光纤端与功率计耦合,保证测量的功率具有重复性。测量并记录此功率为 P_3 。

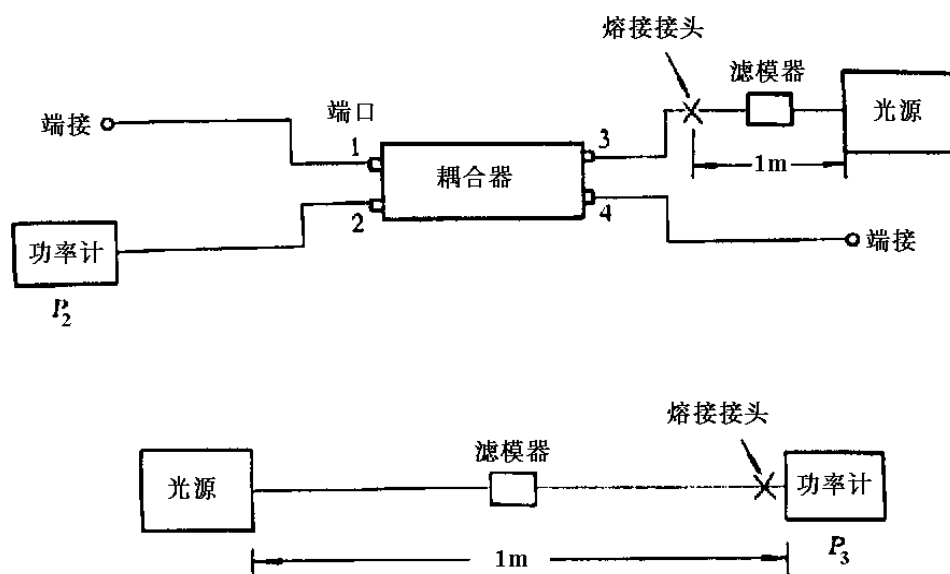


图 302-1 耦合器插入损耗试验装置

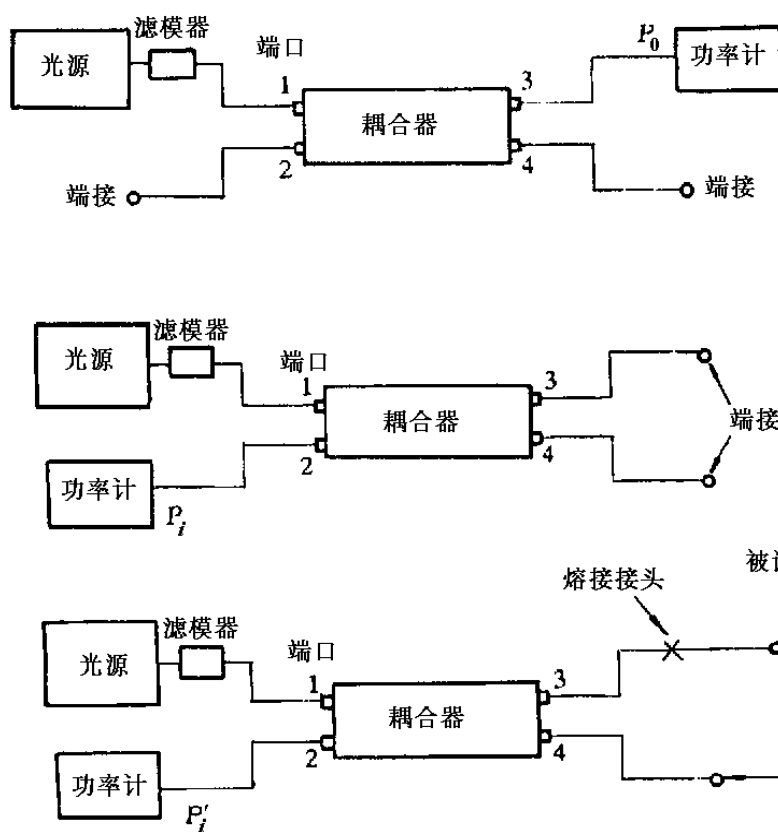


图 302-2 被试器件回波损耗试验装置

耦合器端口 2 和端口 3 之间光路的插入损耗由下列公式计算:

$$L_c = 10\lg(P_2/P_3) \dots\dots\dots (302-1)$$

4.2 测定试样的回波损耗(见图 302-2)

a. 将耦合器端口 1 的尾纤与光源尾纤连接。将端口 3 的尾纤与功率计耦合。在端口 2 和端口 4 的尾纤端采用非反射性端接。测量并记录端口 3 尾纤处的光功率为 P_0 。

b. 改由端口 2 的尾纤与功率计耦合并在端口 3 尾纤端采用非反射性端接。测量并记录端口 2 尾纤处的光功率为 P_i 。

c. 按 3.5 的要求在试样的一根尾纤和端口 3 尾纤之间制做一个临时接点。在试样的另一根尾纤端采用非反射性端接。

测量并记录端口 2 尾纤处的光功率为 P'_i 。对其它试样的测量,重复步骤 a 至步骤 c。

每个试样的回波损耗由下列公式计算:

$$L_R = -10\lg[(P'_i - P_i)/P_0] - L_c \dots\dots\dots (302-2)$$

5 细则

有关规范应规定下列细则:

- a. 注入条件;
- b. 光源波长和谱宽;
- c. 失效判据。

方法 303

纤维光学互连器件插入损耗测量

1 目的

测定互连器件的光连接损耗。

2 试样

试样应为具有代表性的成品接头或配接的连接器。除非另有规定,试样所带的光纤光缆长度对多模光纤应为 4~10m;对单模光纤可为大于 2m 的任何长度。除非另有规定,试样所带的光纤光缆不应有半径小于 7.5cm 的弯曲。

3 装置

3.1 光源

除非有关规范另有规定,光源波长应按表 303-1 的规定。

表 303-1 光源波长 nm

中心波长	谱宽	适用互连器件类型
660 ± 30	不大于 50	塑料光纤器件
850 ± 30	不大于 100	多模光纤器件
1 310 ± 30	不大于 140	多模、单模光纤器件
1 550 ± 30	不大于 150	单模光纤器件

除非另有规定,光源稳定性应优于 $\pm 0.02\text{dB}$ 或最大预期被测损耗的 $\pm 10\%$ (取两者中较大值)。必要时,应对光源稳定性进行监测,以对测量读数进行修正。

3.2 光源监测设备

如光源稳定性达不到 3.1 规定的要求,则应采用光源监测设备。

3.3 包层模消除器

应在靠近光源和检测器处采用包层模消除器。通常光纤涂覆层足以起到这种作用。

3.4 滤模器

对于单模光纤器件,应在被测器件前后采用通常由 30mm 直径的光纤环圈组成的滤模器;

对于多模光纤器件,要求提供稳态注入条件时应采用芯轴卷绕式滤模器。光纤在圆形芯轴上以尽可能小的张力密绕 5 圈,卷绕的光纤圈直径按表 303-2 的规定。

表 303-2 芯轴卷绕式滤模器光纤圈直径

纤芯直径 μm	光纤圈直径 mm
50	25
62.5	20
100	25

如果采用成缆光纤,则应根据缆的直径相应减小芯轴直径。对于直径大于 3.5mm 的光缆,应采用直径小于 3.5mm 的光缆单元进行卷绕。

3.5 检测设备

检测器应能检测到试样输出的全部光功率。在所接收的光功率范围内,检测器的响应应是线性的,稳定性应优于光源的稳定性。检测设备的分辨率应按表 303-3 的规定。

表 303-3 检测设备分辨率 dB

被测器件损耗	分辨率
大于 0.5	不大于 0.05
不大于 0.5	不大于 0.01

4 程序

4.1 程序 1

a. 对于多模光纤器件(在 A 点采用过注入)和单模光纤器件分别按图 303-1、图 303-2、和图 303-3 所示配置试验设备和光纤光缆;

b. 在光源和检测器之间,插入初始光纤或光缆段,按要求施加滤模器和包层模消除器(如适用)。测量并记录初始功率 P_0 。如采用光源监测,则还应测量并记录监测功率 P_{M0} ;

c. 在初始光纤或光缆段中点 0.25m 范围内截断并按制造厂的说明安装试样。对连接器,在配接前应清洁光学界面;

d. 测量并记录光功率 P_1 和光源监测功率 P_{M1} (如适用)。

4.2 程序 2(适用于带尾纤的器件)

a. 对于多模光纤器件(在 A 点采用过注入)和单模光纤器件分别按图 303-4、303-5、303-6 所示配置试验设备和试样;

b. 插入带有光纤光缆的被测器件。对连接器,在配接前应清洁光学界面。按要求施加滤模器和包层模消除器(如适用);

c. 测量并记录光功率 P_1 和光源监测功率 P_{M1} (如适用);

d. 如图所示,在离光源 1m 范围内截断光纤光缆,并测量注入功率 P_0 和光源监测功率 P_{M0} (如适用)。

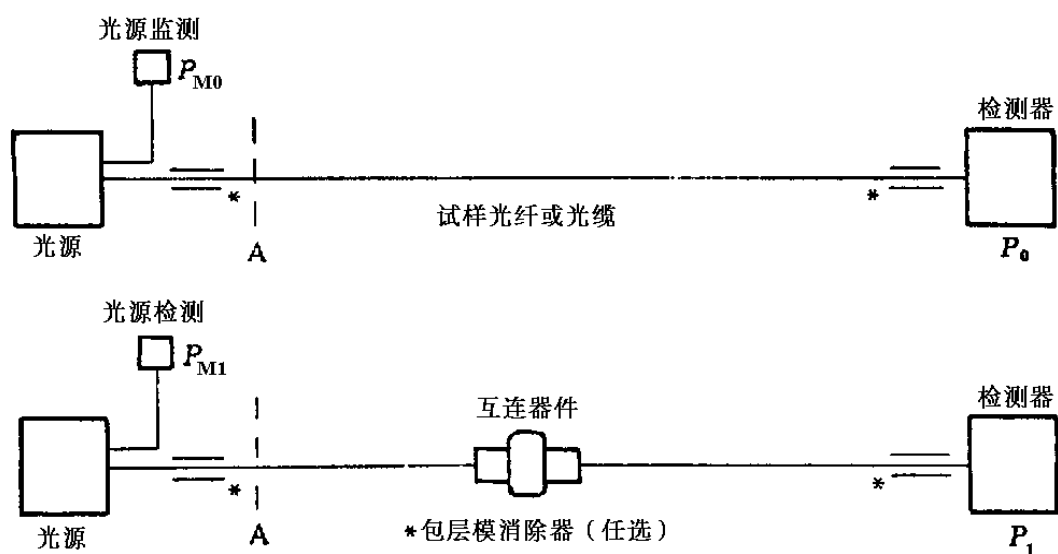


图 303-1 对多模光纤器件采用过注入的方法

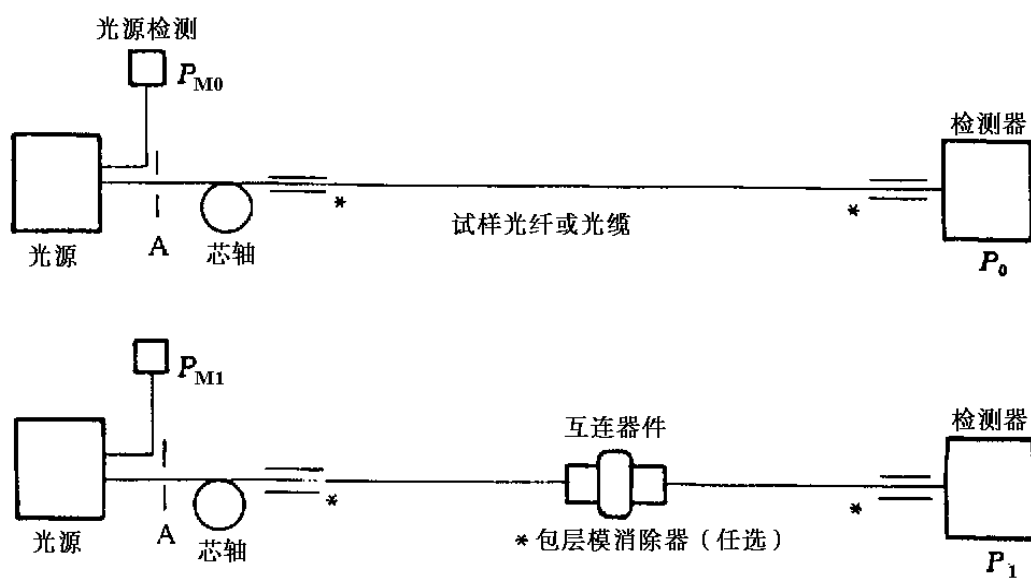


图 303-2 对多模光纤器件采用稳态注入的方法

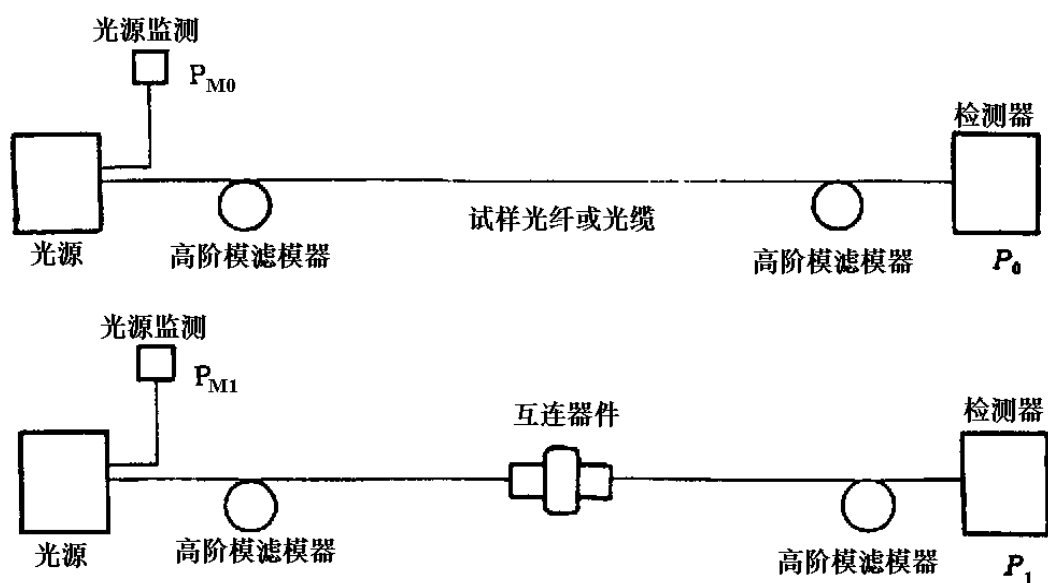


图 303-3 对单模光纤器件的方法

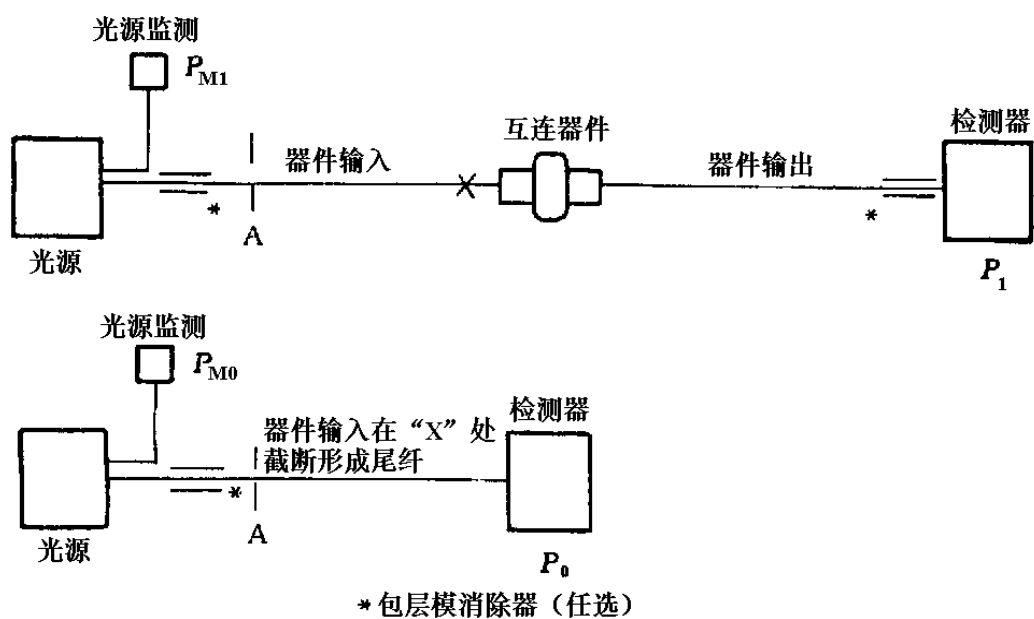


图 303-4 对多模光纤器件采用过注入的方法(适用于带尾纤的器件)

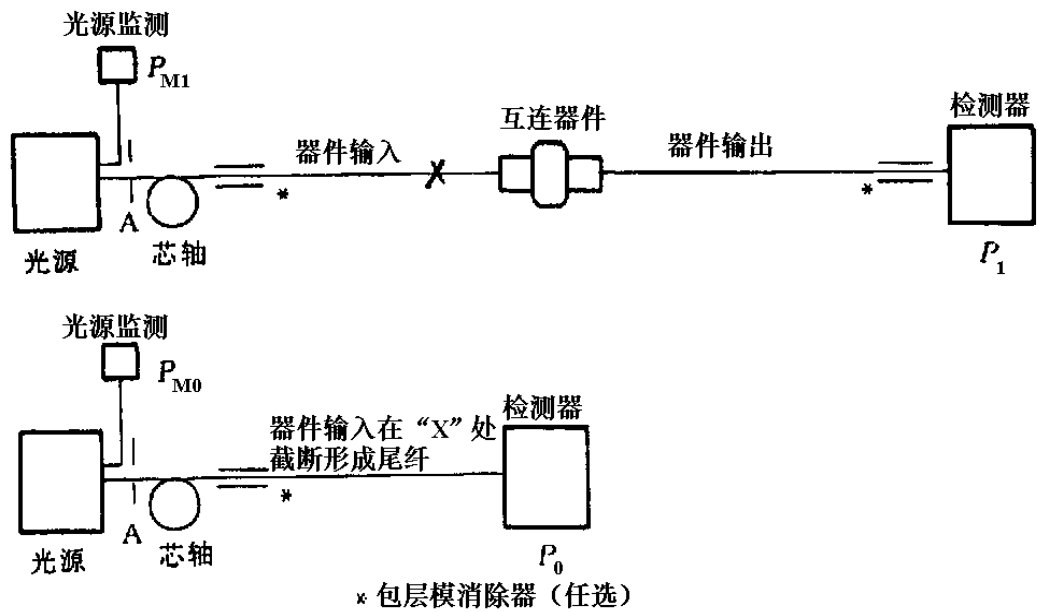


图 303-5 对多模光纤器件采用稳态注入的方法(适用于带尾纤的器件)

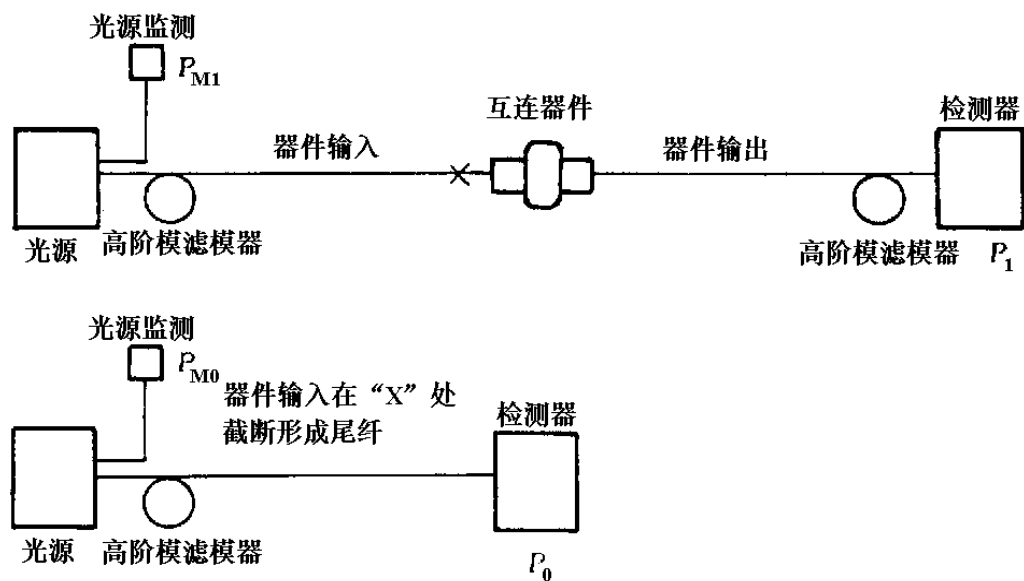


图 303-6 对单模光纤器件的方法(适用于带尾纤的器件)

4.3 测量值读取次数

对于可进行方位角转动、连接时不需进行转动调节来满足要求的可分离器件,重复读值10次,每次读值前转动器件的一个单元(例如连接器插头) $36 \pm 5^\circ$ 。除非制造厂允许在连接状态下转动,器件应在分离状态下进行转动;

对于连接时需进行转动调节来满足要求的器件,仅要求经转动调节后的读值。如制造厂允许在连接状态下转动,则在连接状态下转动部件读取最小和最大测量值。这些结果应标明“经调节的”;

除非另有规定,对于配接上光纤光缆后可转动调节的器件,任意转动后作初始定位。可按有关规范规定,增加读值;

对于所有其它器件,可仅进行一次读值。

4.4 计算

如采用光源监测设备,则应按下列公式计算插入损耗:

$$L_I = -10\lg[(P_1/P_0) \cdot (P_{M0}/P_{M1})] \dots\dots\dots (303-1)$$

如不采用光源监测设备,则应按下列公式计算插入损耗。

$$L_I = -10\lg(P_1/P_0) \dots\dots\dots (303-2)$$

5 细则

有关规范应规定下列细则:

- a. 试验波长(见表 303-1);
- b. 注入条件(对多模光纤器件);
- c. 测量值读取次数(可转动调节的器件);
- d. 失效判据。

方法 304 光纤光学元器件光串扰测量

1 目的

测定光缆、光缆组件、接头或类似器件中任何两条光路之间的光串扰。

2 试样应如图 304-1、图 304-2 所示, 为具有代表性的成品元器件。

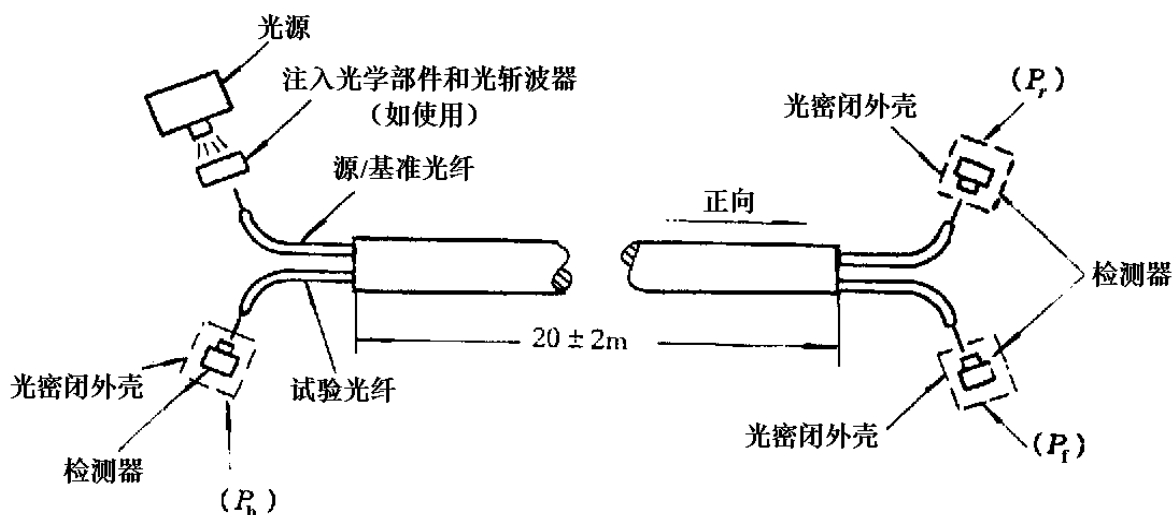


图 304-1 试样

如试样仅为光缆, 则试样应由 $20 \pm 2\text{m}$ 长的规定光缆的典型段组成; 如试样仅为互连器件, 则试样应为规定互连器件的典型样品, 互连器件中采用的光纤(光缆)应在有关规范中规定。如果试样为光缆(光纤)/互连器件的组合, 则试样应为光缆和互连器件的典型样品。光缆应具有足够长度, 以使互连器件在中间插入后, 光缆注入端和检测端之间的光缆仍具有 $20 \pm 2\text{m}$ 的长度。

试样应以消除张力并使光纤微弯最小的方式悬置。除非另有规定, 不应故意引入外部微弯。

光缆两端应去除护套。去除或截断的护套长度应足够长, 以便光缆端部的制备和信号注入或检测及连接器件的安装。可采用适当长度的光缆组件。

3 装置

3.1 光源

应采用波长、谱宽和稳定性符合有关规范规定的非相干光源。光源应具有足够的输出功率, 以在源光纤的输出端产生比检测系统噪声电平至少大 40dB 的光电平。

3.2 光注入装置

除非另有规定, 光注入装置应能产生过注入条件。

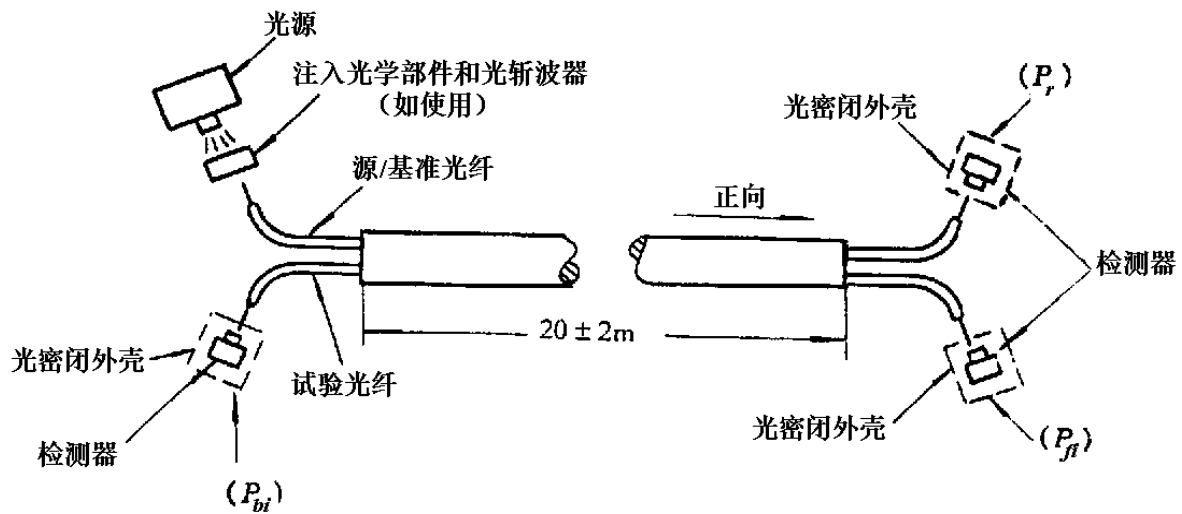


图 304-2 带有互连器件的试样

3.3 检测器

应采用在接收的光功率范围内具有优于 5% 线性度的检测器。检测器应能接收光纤的全部输出功率。为提高接收端的信噪比,应采用锁定放大器或等效的系统。

4 程序

4.1 安装试样(见图 304-1 和图 304-2)。除了注入光功率的源光纤(基准光纤)以外,试验光缆的所有光纤端均应耦合至检测器。对互连器件进行试验时,所接光纤的末端耦合至检测器。对光缆和互连器件试验应使用所有相邻的光路。

4.2 应使检测器能检测到被试光路光纤的全部输出光功率。如采用一个以上检测器,则所有其它检测器应按主检测器(基准检测器)进行校准。为消除本底噪声(环境光)的影响,应采用锁定放大器或等效系统。

4.3 源光纤(基准光纤)注入端应与光源对准,使输出端接收功率达到最大,测量并记录此功率 P_r 。源光纤的输出功率应至少比检测系统本底噪声大 40dB。

4.4 试验光纤应与检测器对准,使检测器处的功率达到最大,测量并记录试验光纤近端输出功率 P_b 和远端输出功率 P_f 。

4.5 如不进行互连器件的试验,则按下列公式计算光缆的近端光串扰 CT_b 和远端光串扰 CT_f :

$$CT_b = -10\lg(P_b/P_r) \quad \dots\dots\dots (304-1)$$

$$CT_f = -10\lg(P_f/P_r) \quad \dots\dots\dots (304-2)$$

4.6 如进行互连器件的试验,则在不改变源光纤注入条件和试验光纤与检测器的耦合状态下,将互连器件插入光缆的中间。

4.7 测量并记录插入互连器件后试验光纤的近端输出功率 P_{br} 和远端输出功率 P_{fr} 。

4.8 按下列公式计算互连器件的近端光串扰 CT_{bi} 和远端光串扰 CT_{fi} :

$$CT_{bi} = -10\lg[(P_{bi} - P_b)/P_r] \cdots \cdots \cdots (304-3)$$

$$CT_{fi} = -10\lg[(P_{fi} - P_f)/P_r] \cdots \cdots \cdots (304-4)$$

5 细则

有关规范应规定下列细则:

- a. 试样类型(光缆或互连器件);
- b. 采用的光纤光缆类型(试样为互连器件时);
- c. 光源波长和谱宽;
- d. 失效判据。

方法 305

光纤光学元器件光不连续性测量

1 目的

对光纤光学元器件或它们的任何组合施加诸如振动或机械冲击这样的外部作用力时,测定其光不连续性(瞬态输出的起伏或光透射比的起伏)。

2 试样

试样按有关规范的规定,可为具有代表性成品元器件或它们的任何组合。

3 装置

试验装置见图 305-1。

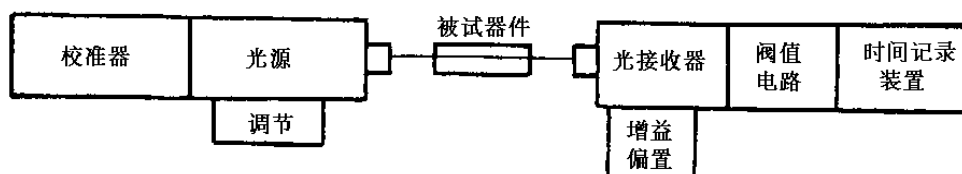


图 305-1 典型的设备配置

3.1 光源

除非另有规定,对多模器件,光源标称波长应为 $850 \pm 30\text{nm}$;对单模器件,光源标称波长应为 $1310 \pm 30\text{nm}$ 。在试验测量期间,光源应具有足够的光强稳定性,以便精确测定不连续性而不会因光强阈值限制引起误触发。光源应对试验采用的光纤进行过注入。如需要同时监测几个试样,则可采用多个光源。

3.2 瞬态检测设备

3.2.1 光检测器

应采用光检测器接收经被试器件传输的光功率。应按试验校准要求确定具有线性响应的光功率范围。应采用电衰减器或光衰减器来补偿所接收的光功率电平的差异。

3.2.2 瞬态检测器

应采用瞬态检测器检测同时超过适用的特定试验条件所确定的幅度和持续时间的快速信号起伏。有关规范应由表 305-1 选择特定的试验条件。可采用几个通道来监测多个试样。

表 305-1 不连续性条件

试验条件	幅度 dB	持续时间 μs
A	± 0.5	1
B	± 1	1
C	± 3	1
D	± 0.5	10
E	± 1	10
F	± 3	10
G	按有关规范规定	按有关规范规定

瞬态检测器应指示有关规范规定的试验所产生的不连续性。除非另有规定,应仅记录一个不连续。可采用附加设备以记录试验期间产生的不连续数目。

应将外部电磁干扰、射频干扰减小到最低限度。

3.3 瞬态校准器

必要时应采用能提供选择不同幅值、极性和持续时间瞬态信号的瞬态校准器。

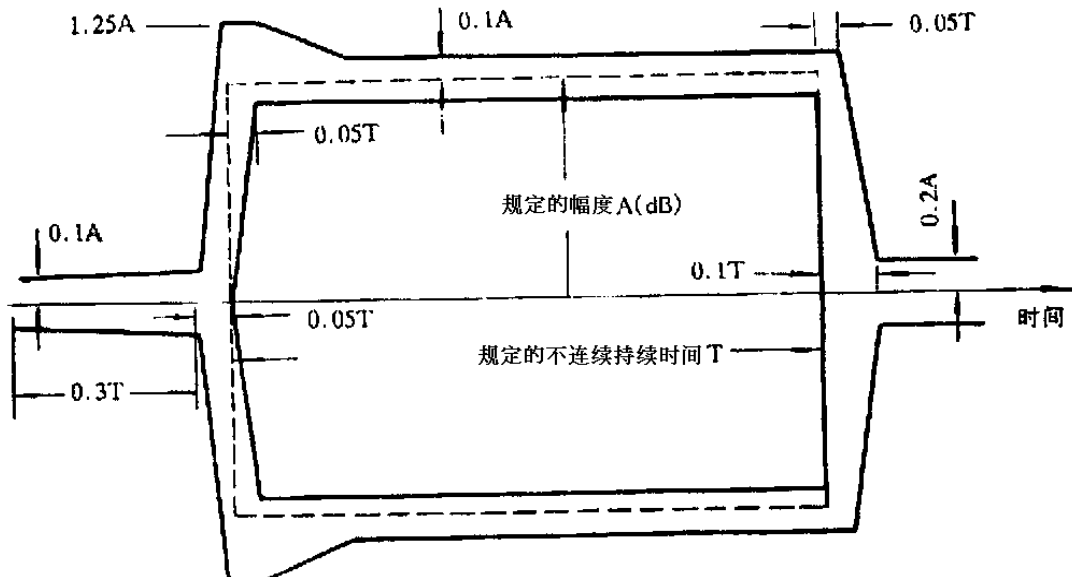
4 程序

4.1 设备校准

来自瞬态校准器(或采用校准器时来自光源)的光输出信号如图 305-2 所示。

对瞬态检测设备(光检测器和瞬态检测器)的校准,应按不连续性验证检测的书面资料要求,由瞬态校准器产生规定的光不连续信号,在试验所要求的测量系统幅值和持续时间的每一个设定值下和规定的最大、适中及最小接收光功率电平下进行。

当按上述规定定期进行校准时,不要求每次试验前进行校准,或在实际试验采用的光功率电平下,在试验时进行。



注:显示的容差适用于正负幅值

图 305-2 校准器输出信号容差带

4.2 试验

- 将安装在试验设备上的试样连接到光源和光检测器上;
- 按有关规范要求的具体条件(见表 305-1)设定瞬态检测设备;
- 为适应所检测的光功率电平,必要时调节检测设备。清除系统内任何先前的瞬态信号;
- 启动瞬态检测设备并开始规定的机械试验。应谨慎操作,以减小或避免电开关产生的瞬态信号的影响;
- 在规定的试验每一种状态(例如一个平面上的振动)结束时,或在试样新的光路接通

前,按有关规范的规定,测定并记录试验结果;

- f. 当要求时,重复步骤 c 至 e;
- g. 记录规定试验所有状态下的结果。

5 细则

有关规范应规定下列细则:

- a. 适用的试验条件(见表 305—1)或其它幅度和持续时间;
- b. 失效判据。

方法 306

纤维光学分路器(耦合器)的光传递系数测量

1 目的

测量分路器对数传递矩阵(定义见附录 306-A)的相应系数,以确定器件完成其设计功能的能力。

2 试样

试样应由具有代表性的成品分路器和连接器附件(如必要)组成。采用的材料、装配方法和采用的专用工具应按制造厂的说明。应按本方法和有关规范的规定配置光纤尾纤。应保证光纤端口不经受可能影响测量的过度弯曲。

分路器按出入口端接状态分为三种主要类别:

A类:带有不采用连接器端接的光缆;

B类:带有采用连接器端接的光缆;

C类:带有连接器。

3 装置

测量装置如图 306-1 至图 306-12 所示,在测量期间应保持稳定并与所要求的测量精度一致。

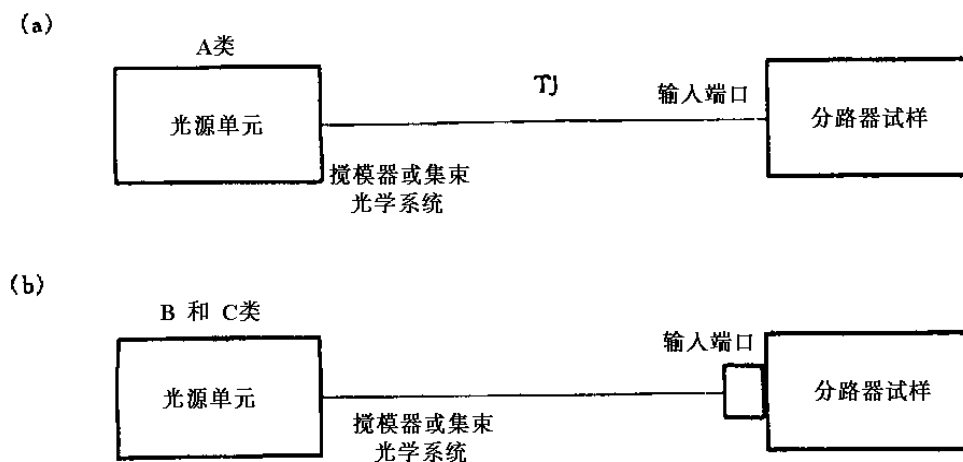


图 306-1 多模分路器端口的过注入

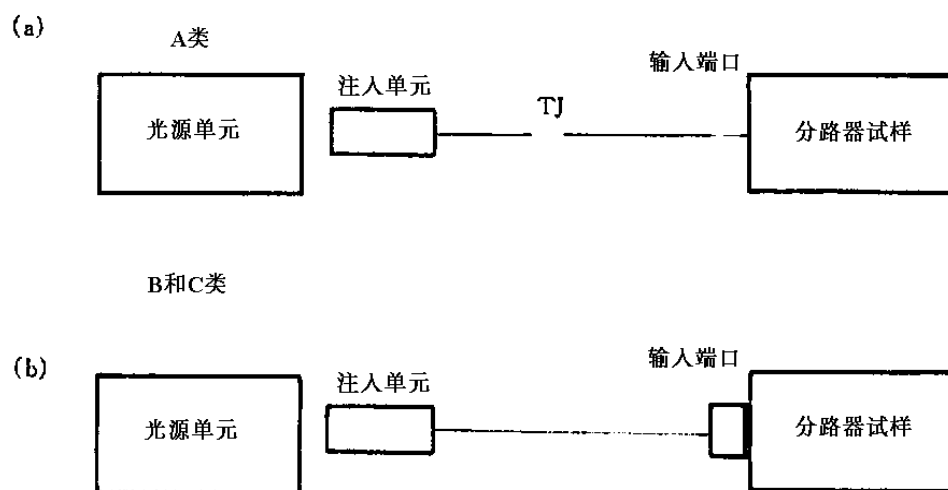


图 306-2 多模分路器输入端口的限制注入

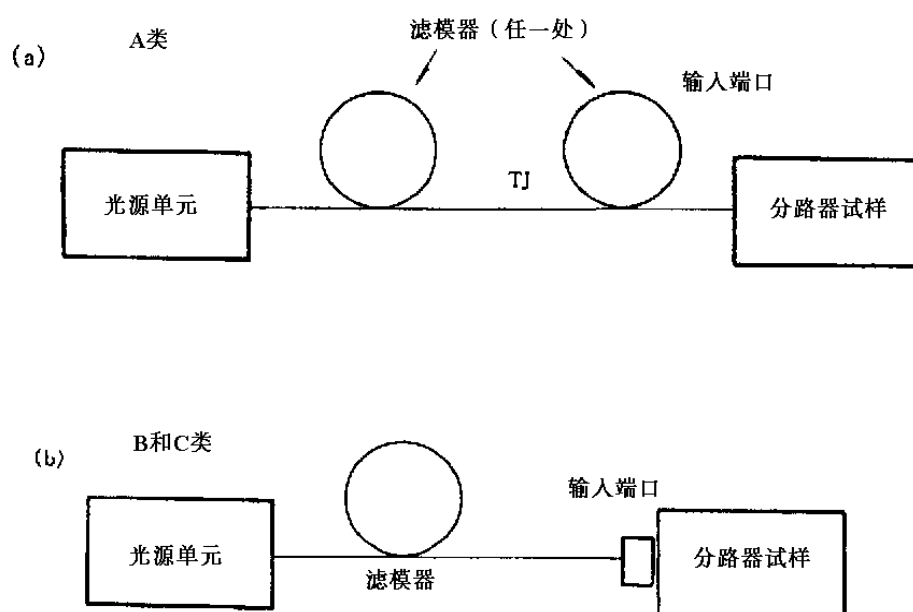


图 306-3 单模匹配光束激励

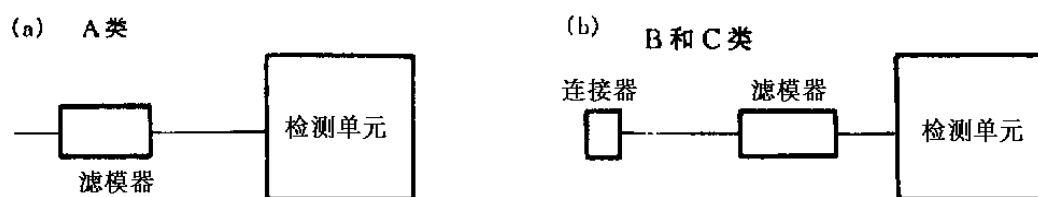


图 306-4 限制多模端口的检测单元



图 306-5 过注入多模条件的检测器单元



图 306-6 单模端口的检测器单元

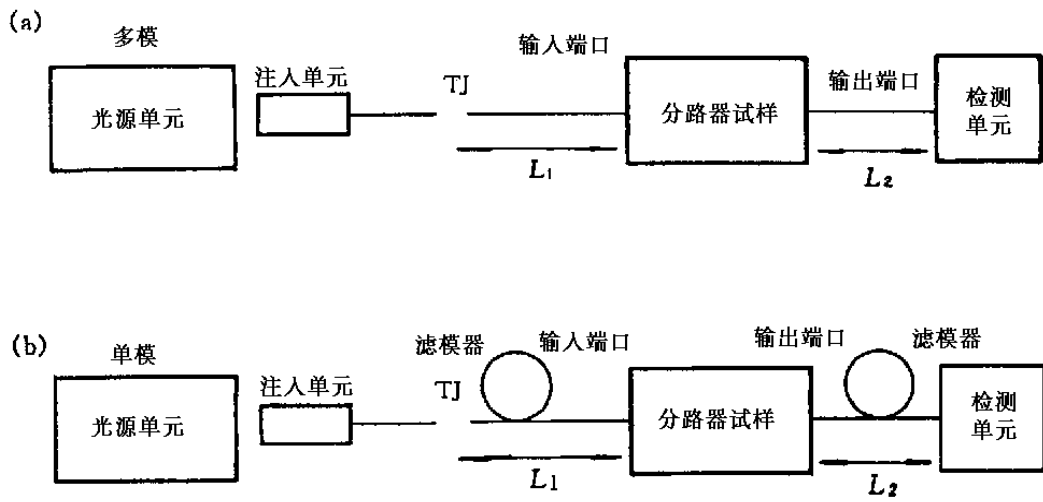


图 306-7 方法 1(截断法) 步骤 1

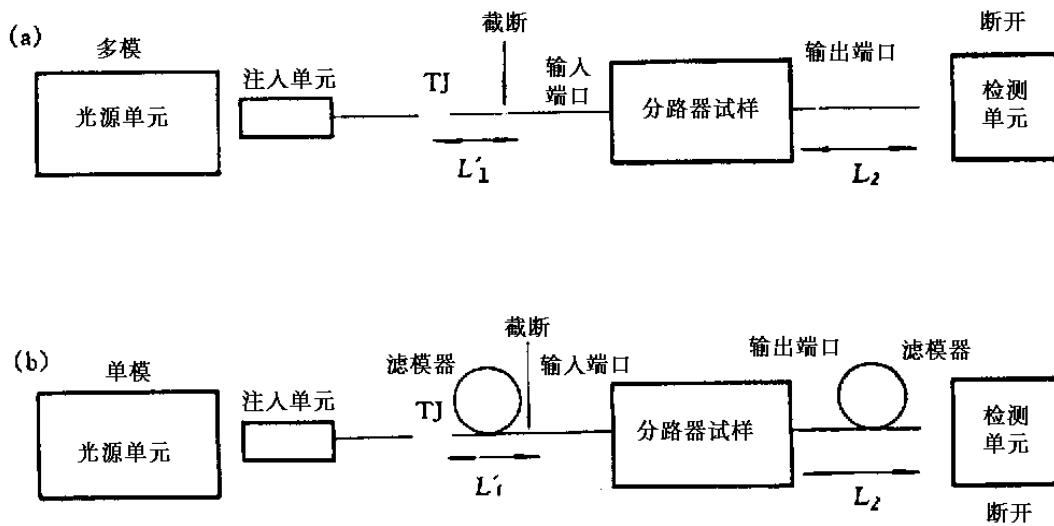


图 306-8 方法 1(截断法) 步骤 2

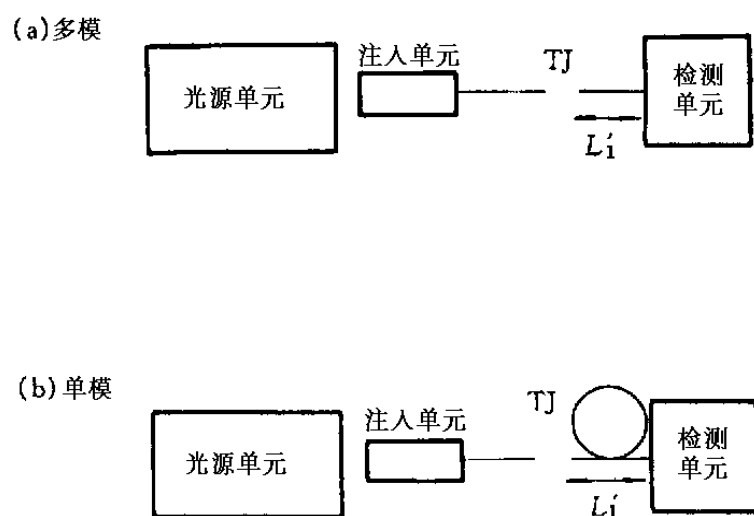


图 306-9 方法 1(截断法) 步骤 3

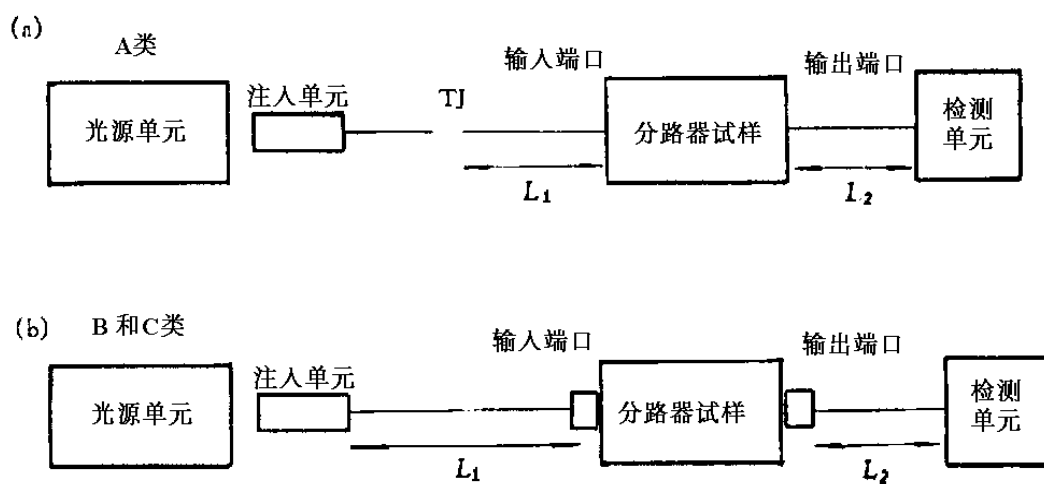


图 306-10a 方法 2(置换法) 步骤 1 多模

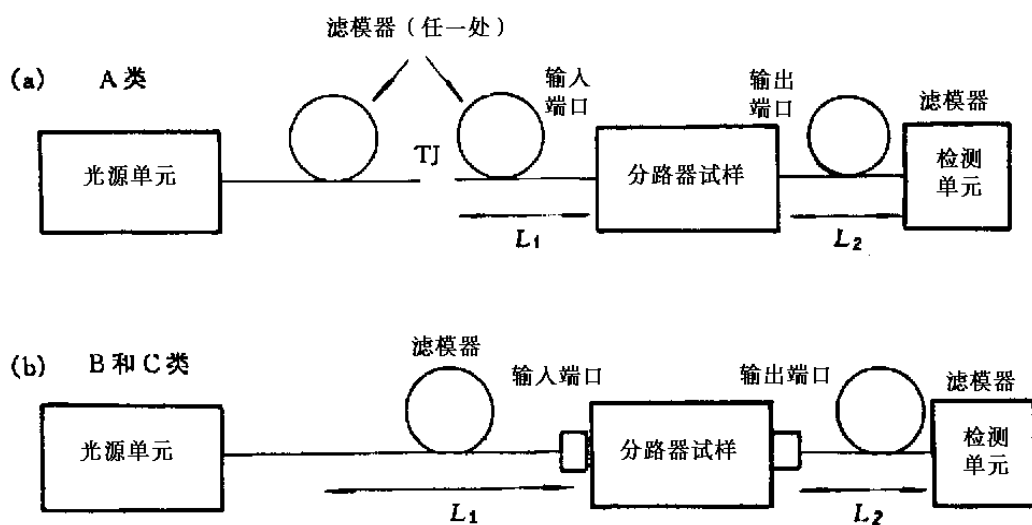


图 306-10b 方法 2(置换法) 步骤 1 单模

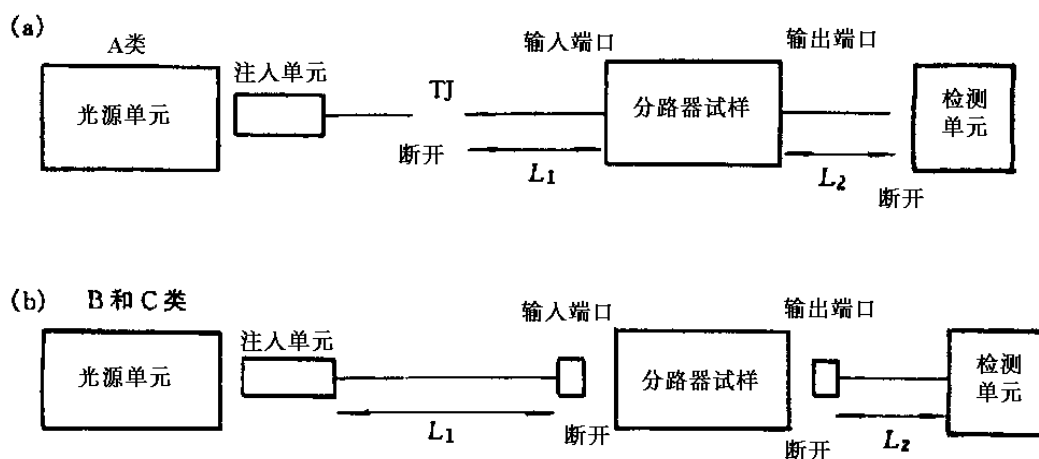


图 306-11a 方法 2(置换法) 步骤 2 多模

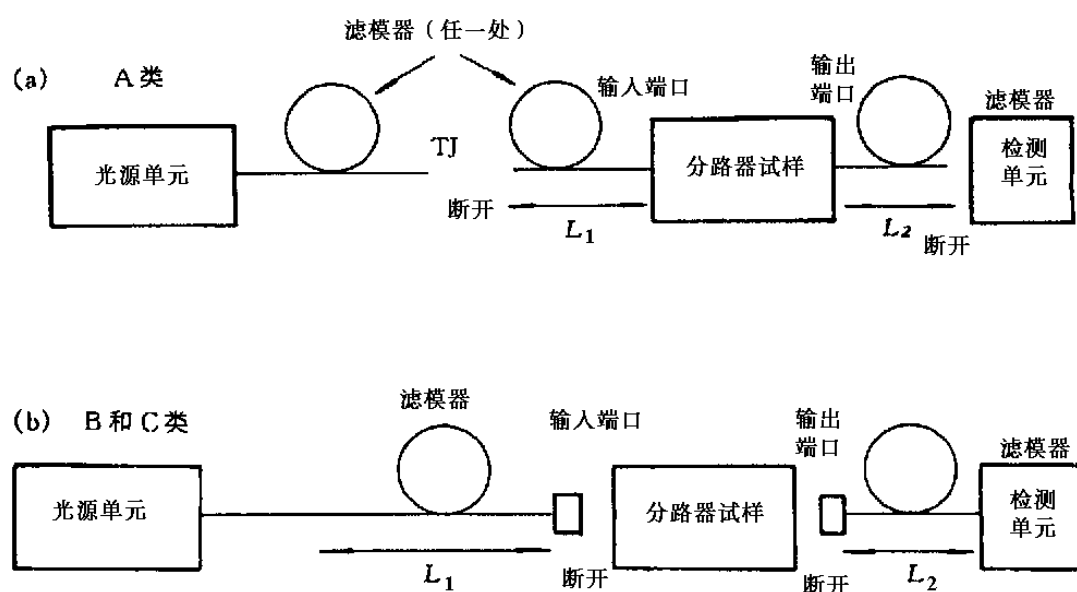


图 306-11b 方法 2(置换法) 步骤 2 单模

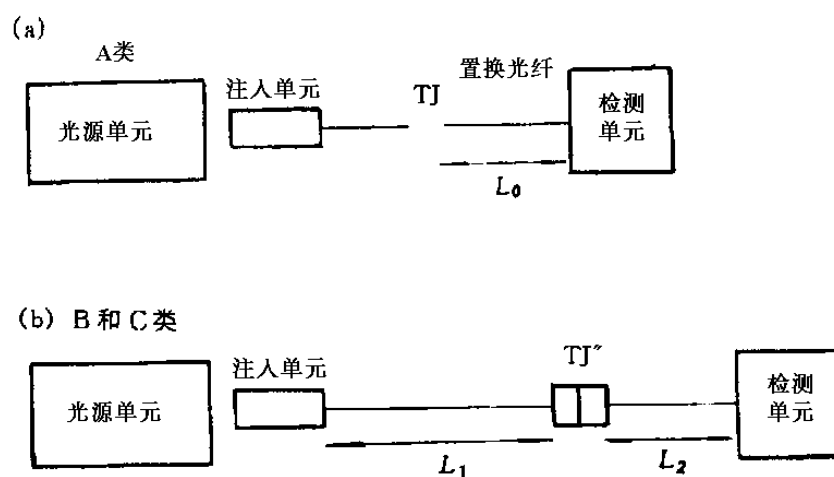


图 306-12a 方法 2(置换法) 步骤 3 多模

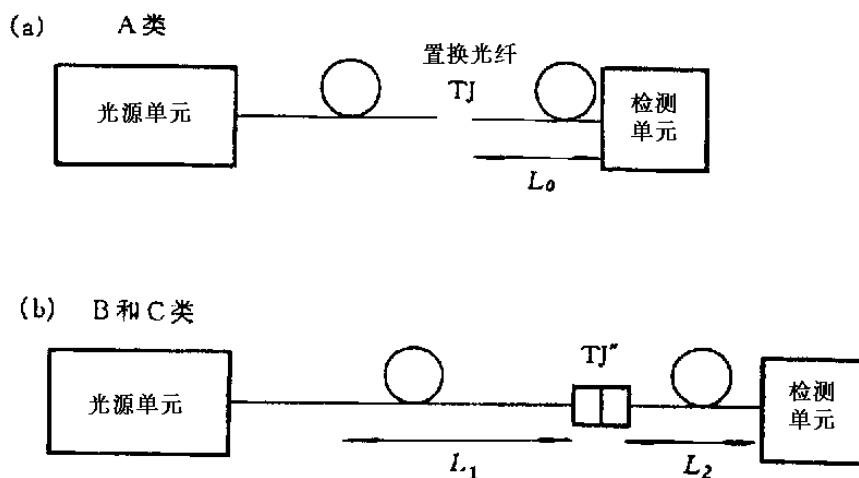


图 306-12b 方法 2(置换法) 步骤 3 单模

3.1 光源单元

包括波长适合被测器件的光源及其尾纤(如适用)和相连的电子系统。可能包括光的机械调制或电调制,还包括滤光和其它辅助光学部件。光源可为激光器、发光二极管或与滤光器或单色仪组合的宽谱光源。

3.2 注入单元

应以注入单元产生的适当注入条件将光源单元的光注入到试样分路器。

注入单元应可产生下列注入条件:

- 对多模器件, 过注入(见图 306-1)和限制注入(稳态注入)见图 306-2;
- 对单模器件, 仅激励基模的匹配光束注入(见图 306-3);
- 对偏振保持器件, 符合偏振态要求的偏振光注入。

注入光纤的光功率水平应限于不产生光学非线性效应。

3.3 检测单元

检测单元包括光敏元件及其尾纤、光学系统(如必要)和相连的电子系统。为了在要求的精度和重复性下测量最大预期损耗, 检测器应具有足够的动态范围和线性度。

对多模器件, 检测器接收光功率时应根据试验分路器的特性对接收采用限制或不限制条件(见图 306-4、图 306-5):

不限制条件——检测器尾纤纤芯应具有匹配的或分别大于分路器输出端口处光纤纤芯直径和数值孔径的直径和接收角;

限制条件——上述检测器应经有关规范规定的滤模器连接到分路器输出端口。例如, 这可为一段光纤、一个滤模器或一个集束光学系统。

对于分光特性对注入模功率分布敏感的器件, 检测器接收条件取决于器件在系统中的应用情况: 如分路位于系统末端, 其输出端口直接与检测器或短段光纤耦合, 则建议采用不限制条件; 如分路器与检测器由大于 1km 的光纤(或几个滤模器)隔开, 则建议采用限制条件。

对于分光特性对注入模功率分布不敏感并不使低阶模功率变为高阶瞬态模功率的器件,上述两种条件均适用。

对单模器件,检测器采用的接收条件见图 306-6。

3.4 临时接点(TJ)

临时接点可为精密 V 型槽、真空吸盘、微调架、机械式接头或连接器。它作为临时对中两光纤端面形成具有重复性的低损耗接头的装置,稳定性和重复性应符合测量精度的要求。必要时采用折射率匹配液或其它方法,消除接点光纤端面间的光干涉效应。

3.5 包层模消除器

应在进行插入损耗测量的分路器两端口每一根光纤上采用包层模消除器以消除分路器光纤中的包层光。通常光纤涂覆层足以起到这种作用,否则也可将至少 50mm 长度、暴露包层的光纤段浸在折射率高于包层的液体中。

4 程序

4.1 插入损耗

插入损耗是对数传递矩阵非对角线系数中对应于非隔离端口之间损耗的系数 P_{ij} 。

对于多模器件,测量条件按表 306-1 规定。

4.1.1 方法 1(截断法)(适用于 A 类器件)

a. 选择的分路器输入输出端口按图 306-7 所示连接到测量装置上。输入输出端口光缆长度 L_1 、 L_2 应足够短,使其引入的损耗与分路器插入损耗相比可忽略。测量期间,临时接点 TJ 应保持稳定。

在每一个规定的波长下,测量并记录功率 $P_1(\lambda)$ 。这个值应具有重复性;

b. 在保证 $P_1(\lambda)$ 的测量足够稳定之后,按图 306-8 所示,截断 TJ 和分路器之间的光纤。截断部分长度 L'_1 应为 1~2m 或按有关规范的规定。注入状态应保持不变;

表 306-1 多模分路器测量条件

器 件 测 量 (P_1)		基 准 测 量 (P_0)	
注 入	检 测	注 入	检 测
限制(稳态)	限制	限制(稳态)	限制
限制(稳态)	不限制	限制(稳态)	不限制
过注入	限制	过注入	限制
过注入	不限制	过注入	不限制

c. 将分路器从试验装置中去掉,按图 306-9 所示,输入光纤端与检测器耦合;

d. 在每一个规定的波长下测量并记录功率 $P_0(\lambda)$ 。这个值应具有重复性;

e. 选择的分路器输入输出端口之间光路的插入损耗按下列公式计算:

$$P_{ij}(\lambda) = -10\lg[P_1(\lambda)/P_0(\lambda)] \quad \dots\dots\dots (306-1)$$

4.1.2 方法 2(置换法)(适用于 A 类、B 类和 C 类分路器)

a. 选择的分路器输入输出端口按图 306-10 所示连接到测量装置上。对于 A 类分路器,

光应直接注入分路器尾纤。对于 B 或 C 类分路器, 应按有关规范规定使带尾纤的连接器与其连接。输入输出端口光缆长度 L_1 、 L_2 应为 1~2m 或按有关规范的规定。测量期间, 临时接点 TJ 应保持稳定。

在每一个规定的波长下测量并记录功率 $P_1(\lambda)$ 。这个值应具有重复性;

b. 在保证 $P_1(\lambda)$ 的测量足够稳定之后, 按图 306-11 所示将分路器断开;

c. 将分路器从试验装置中去掉。对 A 类分路器, 与器件尾纤相同的置换光纤段 L_0 按图 306-12 所示耦合至检测器; 对 B 类或 C 类分路器, 两带尾纤的连接器按图所示配接在一起。配接的连接器对构成新的 TJ”;

d. 在每一个规定的波长下测量并记录功率 $P_0(\lambda)$ 。这个值应具有重复性;

e. 选择的分路器输入输出端口之间光路的插入损耗按下列公式计算:

$$P_{ij}(\lambda) = -10\lg[P_1(\lambda)/P_0(\lambda)] \cdots \cdots (306-2)$$

4.2 隔离度(串音或方向性)

隔离度(串音或方向性)是对数传递矩阵非对角线系数中对应于隔离端口之间损耗的系数 P_{ij} 。

除了下列规定外, 按 4.1 规定的程序进行测量。必要时测量中应采用包层模消除器。

4.2.1 对 A 类分路器测量的改动

在测量 $P_1(\lambda)$ 之前, 与输入端口不隔离的所有端口, 应进行非反射端接, 即将上述端口尾纤末端浸在合适的折射率匹配液或匹配胶中。光纤末端应按下列方法之一制备:

a. 对波长选择性器件, 在测量波长下两被测端口为隔离的情况下, 光纤末端可以切割、抛光、折断、压碎或任何其它方式制备, 但应保持清洁;

b. 对非波长选择性器件, 在被测的插入损耗小于 40dB 的情况下, a 规定的方法适用;

c. 对非波长选择性器件, 在被测的插入损耗大于 40dB 的情况下, 光纤末端应采用剪刀、剪线钳或其它合适工具轧碎, 以消除任何可能残存的平滑部分, 并应保持清洁。

4.2.2 对 B 类和 C 类分路器测量的改动

在测量 $P_1(\lambda)$ 之前, 与输入端口不隔离的所有端口应以带尾纤的连接器连接, 尾纤类型和长度应与测量 $P_1(\lambda)$ 的输出端口所采用尾纤相同。尾纤末端应用 4.2.1 的适当方式制备并端接。

注: 连接器本身可能产生反射, 测量会受此影响。

4.3 附加损耗

按 4.1 和 4.2, 相对于某一特定输入端口测量所有工作端口的传递系数 t_{ij} 。相对于输入端口“i”的附加损耗按下列公式计算:

$$E(i) = -10\lg\left[\sum_{j=1}^n t_{ij}\right] \cdots \cdots (306-3)$$

式中, $j \neq i$; n 为输入输出端口数。

4.4 偏振敏感性

偏振敏感性是传递矩阵系数对输入光偏振状态的依赖性。

将偏振器件或偏振光源插入测量装置的注入单元(E)光路。可采用光纤偏振旋转器件或在采用集束光学系统情况下的线偏振器和 1/4 波长片的组合。在这种情况下, 偏振器和 1/4 波长片应不产生光束偏移或其它这样的失调。

在下列两种条件下测量插入损耗(4.1):

a. 调节偏振器件, 测得最小插入损耗 P_{ijmin} ;

b. 调节偏振器件, 测得最大插入损耗 P_{ijmax} ;

按下列公式计算偏振敏感性:

$$\text{偏振敏感性} = -10\lg(P_{ijmin}/P_{ijmax}) \dots\dots\dots (306-4)$$

测量条件应按有关规范的规定。

注: 测量精度受偏振器件或偏振光源以及偏振旋转器件消光比的影响。

5 细则

有关规范应规定下列细则:

a. 注入条件和检测条件(见表 306-1);

b. 测量波长;

c. 失效判据。

附录 306-A
 光纤光学分路器(耦合器)传递矩阵的定义
 (补充件)

A1 传递矩阵

以 n 阶传递系数矩阵的“ n ”来定义光纤光学分路器,“ n ”为分路器输入输出端口数目。每一个系数表示指定的端口之间传输的相对光功率。

一般,传递矩阵 T (也称为“传输矩阵”)为:

$$T = \begin{vmatrix} t_{11} & t_{12} & \cdots & t_{1n} \\ t_{21} & & & \\ \cdot & & & \\ \cdot & & t_{ij} & \\ \cdot & & & \\ t_{n1} & \cdots & \cdots & t_{nn} \end{vmatrix} \quad \cdots \cdots \cdots (306-A)$$

式中,“ t_{ij} ”为注入端口“ i ”的单位功率传输到端口“ j ”的相对功率。

A2 对数传递矩阵

除了系数以 dB 表示外,对数传递矩阵与传递矩阵是等效的。一般,对数传递矩阵 P (也称为“对数传输矩阵”)为:

$$P = \begin{vmatrix} P_{11} & P_{12} & \cdots & P_{1n} \\ P_{21} & & & \\ \cdot & & & \\ \cdot & & P_{ij} & \\ \cdot & & & \\ P_{n1} & \cdots & \cdots & P_{nn} \end{vmatrix} \quad \cdots \cdots \cdots (306-A2)$$

式中, $P_{ij} = -10\lg(t_{ij})$ 。

对数传递矩阵系数 P_{ij} 确定输入端口“ i ”和输出端口“ j ”之间的插入损耗。非对角线上的元素包括所有“ i ”不等于“ j ”的系数;对角线上的元素包括所有 $i = j$ 的系数,本方法不包括这些系数的测量,这些系数的测量方法见方法 302。

方法 307

纤维光学元器件环境光敏感性测量

1 目的

在模拟实际使用的条件下测定诸如光缆、连接器、接头或耦合器等器件对环境光的敏感性。

2 试样

试样应为具有代表性的成品光缆、连接器、接头或耦合器等器件。

在测量采用的光缆(试样光缆或器件所配的光缆)两端截断其护套,以便制备光纤端,检测光信号或安装器件。在光缆两端分开光纤,制备的光纤端面应平整、清洁并垂直于光纤轴。如试样为器件,则应按制造厂说明在光缆端装配器件。

采用遮光盖帽对不端接或测量中不采用的光纤端或器件端口加以光屏蔽。

3 装置

除非另有规定,应采用下列装置进行本测量。

3.1 光源

应采用具有覆盖试样工作波长的非相干光源。光源的稳定性和谱宽应按有关规范的规定。除非另有规定,光源在试样表面产生的最大光辐射照度应为 $200 \sim 1\,000 \text{ W/m}^2$ 。太阳光可用作光源。

3.2 积分球

积分球应使试样表面至少 50% 部分受到规定的光辐射照度。对着外部光的积分球出入口应加以密封,以便准确测定试样受到的光辐射照度。

3.3 光检测器

光检测器应具有足够的光敏面并置于足够靠近光纤末端处以检测其全部输出光。检测器应具有 40dB 的动态范围和 -60 dBm 的灵敏度,线性、稳定性和光谱响应范围应按有关规范的规定。

3.4 遮光罩/锁定放大器

应采用遮光罩或锁定放大器以减小环境光对检测信号的影响。

3.5 辐射计(基准检测器)

辐射计应具有测量 $1\,000 \text{ W/m}^2$ 或规定的试样表面受到的光辐射照度的足够量程;重复性应优于或等于 $\pm 5\%$;光谱响应范围应与光源光谱范围相适应。作为辐射计传感器的基准检测器可配光衰减器(必要时)。

3.6 遮光盖帽

遮光盖帽对光的衰减至少应为 30dB,其内壁表面在采用的光波长下应不产生反射。

4 程序

当试样为光缆时,仅步骤 a~j 适用;当试样为测量期间要求接上光缆的器件时,首先要被采用的光缆(或如有几个器件要进行测量,则对具有相同长度和类型的其它光缆)进行步骤 a~j,然后按步骤 k 和 l 的说明重复 e 和 g~j 步骤。

a. 为对基准检测器进行校准,将辐射计检测器置于放置试样的积分球中心区并瞄准光

源。除非另有规定,辐射计指示单位应为 W/m^2 或在结果中说明换算公式;

b. 接通光源,调节光强以达到规定的辐射计读数;

c. 测量并记录基准检测器处的光辐射照度,此值即为试样表面所受到的光辐射照度。这时可从测量位置上取下辐射计;

d. 安放试样使至少 2m(或有关规范规定的长度)长光缆处于光照下。积分球(或箱子)与检测器之间光纤至少为 1m(见图 307-1 或图 307-2)。应避免光缆过度弯曲(特别对透明护套的光缆)。对于图 307-2 的情况,最好采用足够大的箱子,以便光缆在箱内保持平直或近乎平直;

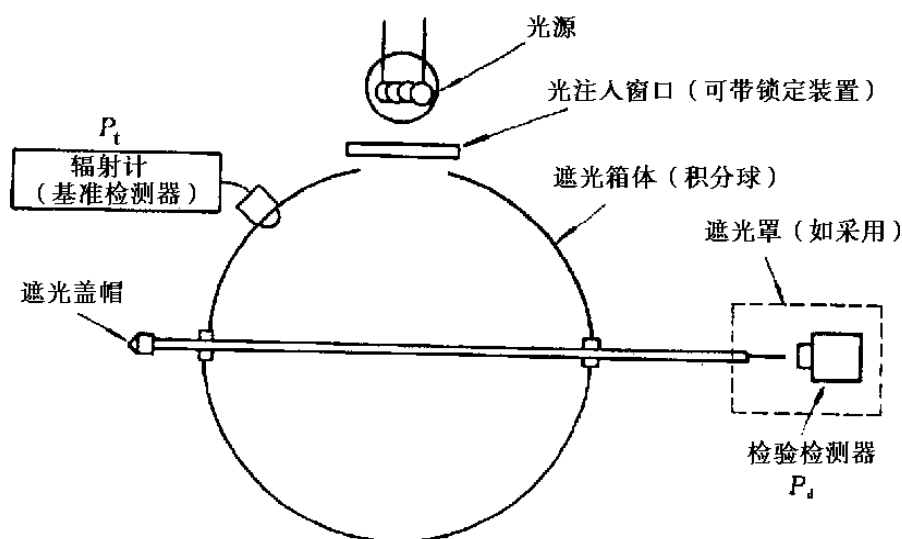


图 307-1 采用积分球测量光缆的装置

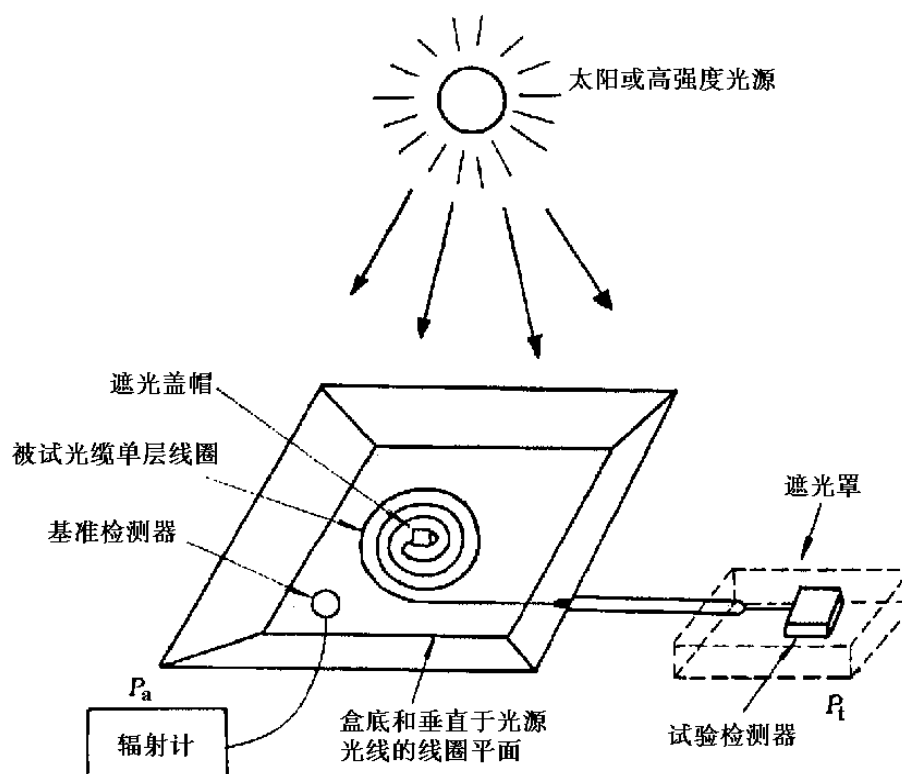
e. 将试样光纤端置于端部定位装置(遮光罩或夹紧装置)中,不使光纤产生附加的微弯;

f. 将光纤端与检测器对准,使检测器接收到全部出射光。如果不采用锁定放大器,则不应使环境光进入检测器;

g. 关断光源,测量并记录检测器输出 P_d 。如该值大于检测系统噪声水平,则确定环境光泄漏源并加以堵绝。这时的 P_d 值作为检测器暗电流功率;

h. 接通光源,使光辐射照度 P_e 依次为表 307-1 规定的水平。测量并记录检测器的输出 P_t 。除非另有规定,在采用 $1000\text{W}/\text{m}^2$ 初始光辐射照度时,如检测器输出在噪声水平,则可省略低水平光辐射照度的测量。如果以太阳光作为光源,则不可能获得表 307-1 规定的光辐射照度变动。在这种情况下环境光敏感性规定为 P_t 与 P_d 之比。为获得可靠的测量结果, P_t 应为已用 P_d 进行了修正的值, P_t 应至少比 P_d 大 20 倍;

i. 以 P_t 作为 P_d 的函数在对数坐标上作图(见图 307-3)。在低水平 P_d 处, P_t 很接近于 P_d , 曲线图的这一区域内数据呈非线性。不考虑这些数据而仅采用曲线图上线性区域 n 个数据(对应于图 307-3 中的“A-B”区段)进行计算。



具有诸如硫酸钡等高反射涂料内壁的开顶式试验箱

图 307-2 采用太阳为光源的装置

对这 n 个数据点进行最小二乘法线性拟合计算, 直线斜率为:

$$m_c = \frac{n \sum P_a P_t \sum P_a \sum P_t}{n \sum P_a^2 - (\sum P_a)^2} \mu\text{W}/(\text{W}/\text{m}^2) \dots\dots\dots (307-1)$$

表 307-1 光源提供的光辐射照度

光辐射照度 P_a		检测器输出 P_t
W/m^2		μW
P_{a1}	1 000.0(初始)	P_{t1}
P_{a2}	500.0	P_{t2}
P_{a3}	200.0	P_{t3}
P_{a4}	100.0	P_{t4}
P_{a5}	50.0	P_{t5}
P_{a6}	20.0	P_{t6}
P_{a7}	10.0	P_{t7}
P_{a8}	5.0	P_{t8}
P_{a9}	2.0	P_{t9}
P_{a10}	1.0	P_{t10}
P_{an}		P_{tn}

- m_c 可替代式(307-2)中的 P_t/P_a 。因而单位光缆长度的环境光敏感性即为 m_c/L ；
- j. 对试样中的每一光纤重复步骤 e 至 i；
- k. 如试样为器件, 则将器件安装在光缆上, 使其处于积分球中心(见图 307-4)；
- l. 对安装在光缆上的器件, 重复步骤 g 至 i。接通光源时检测器输出功率为 P_{dt} 。这时式(307-1)的 m_c 应为 m_{dc} , 它可替代式(307-3)中的 P_{dt}/P_a 。因而器件的环境光敏感性即为 $m_{dc} - m_c$ ；
- m. 按下列公式计算光缆的环境光敏感性：

$$ALS_c = P_t / (P_a \cdot L) \cdots \cdots (307-2)$$

式中, L 为受光照的光缆长度。

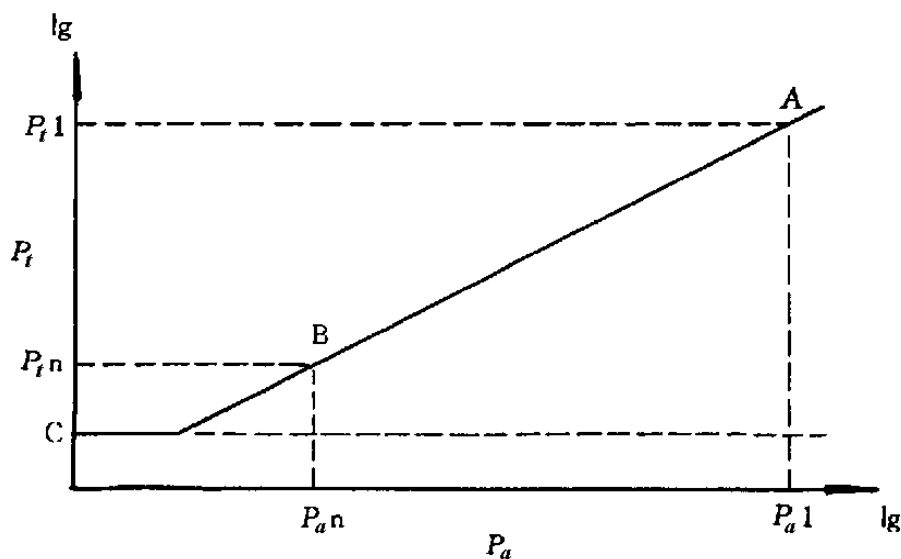


图 307-3 $P_t \sim P_a$ 关系

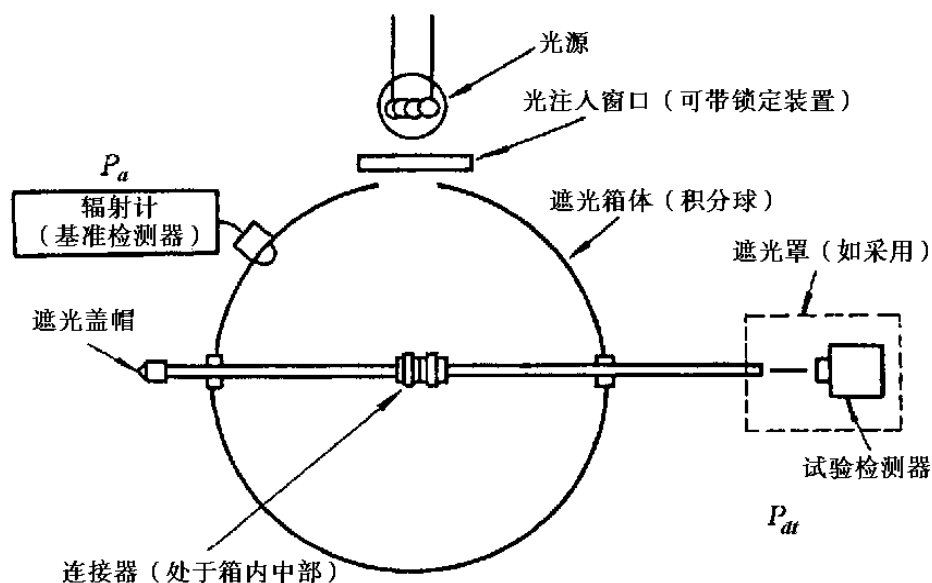


图 307-4 采用积分球测量器件的装置

按下列公式计算器件的环境光敏感性:

$$ALS_d = (P_{dt} - P_t) / P_a \dots\dots\dots (307-3)$$

5 细则

有关规范应规定下列细则:

- a. 光源稳定性和谱宽;
- b. 失效判据。

400 类 外观检查和尺寸测量
方法 401
纤维光学元器件外观和机械检查

1 目的

根据有关规范的要求对光纤、光缆、连接器和其它器件进行外观检查和测定其外观尺寸。

本方法可在鉴定检验和质量一致性检验程序的任何阶段作为单独的检验或其它试验暴露前后的检验。

2 试样

试样应为具有代表性的成品元器件并符合本标准机械和环境试验方法的规定。

3 装置

3.1 放大镜

除非另有规定,放大镜放大率应为 3~5 倍(仅对宏观缺陷的检查)。

3.2 尺寸测量器具

采用的游标卡尺或其它刻度尺应具有测量所要求的足够精度。

3.3 专用设备

当要求检验机械配合、性能、颜色、涂层或其它规定项目时,采用夹具、合格/不合格检验仪、颜色样本等。

4 程序

4.1 外观检查

应采用规定放大率的放大镜进行检查,除非另有规定,以保证下列项目符合规定要求:

- a. 采用的材料;
- b. 总的设计和结构;
- c. 加工质量;
- d. 涂层;
- e. 标记;
- f. 损伤;
- g. 零件失落。

4.2 机械检查

4.2.1 应对试样进行测量,确定其外观尺寸。除非另有规定,不需拆卸试样。

4.2.2 如试样为组件的一部分(如插头—插座组件中的插头),则应检查其配接性能。

4.3 其它试验暴露前后的检查

当本程序用作其它试验暴露前后一系列测试的一部分时,有关规范应对特定的检查项目的规定。当预计例如材料、设计和结构没有什么变化时,则检验项目可简化。

5 细则

有关规范应规定下列细则:

- a. 要作检查的项目或要作测量的尺寸(如适用);
- b. 失效判据。

方法 402

光纤涂覆层和缓冲层几何尺寸端视法测量

1 目的

测定光纤涂覆层和缓冲层外径、不圆度、涂覆层-包层同心度误差。

多层涂覆的光纤也可采用本方法测量。

本方法主要适用于不透明的涂覆层和缓冲层几何尺寸的测量。

2 试样

试样应为具有代表性的成品光纤。

除非采用远距离照明方式, 试样长度应为 $25 \pm 5\text{mm}$ 。在远距离照明的情况下, 试样长度应适合于各种装置要求。应注意避免涂覆层变形。

试样数目和测量次数应按有关规范的规定。

3 装置

3.1 通用设备

3.1.1 显微镜

具有足以安装试验夹具、合适并稳固的载物台的任何通用显微镜。其放大率应为 100~400 倍。物镜应提供足够的自由工作距离, 以便调整试验夹具。

3.1.2 试样垂直保持件

此件应能使短段试样保持在垂直位置。图 402-1 给出此件的可能结构。

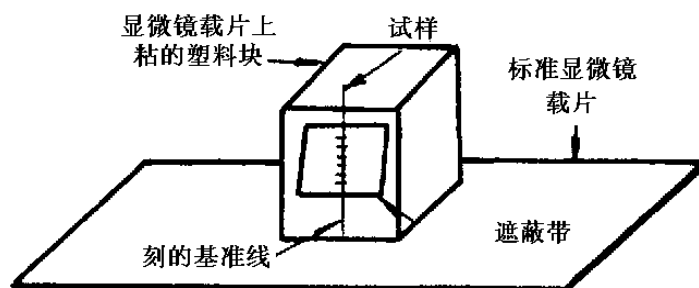


图 402-1 试样垂直保持件

通常从底下直接照明试样, 但也可采用从切割端面反射光或长光纤的远距离照明。

3.1.3 切割器械

此器械应能切穿涂覆层和光纤本身, 切割端应足够清洁和垂直(如有可能, 应在 2° 之内)。

3.1.4 线规

线规用于校准测量设备, 其直径应大于裸光纤的标称外径, 而不大于涂覆层外径。

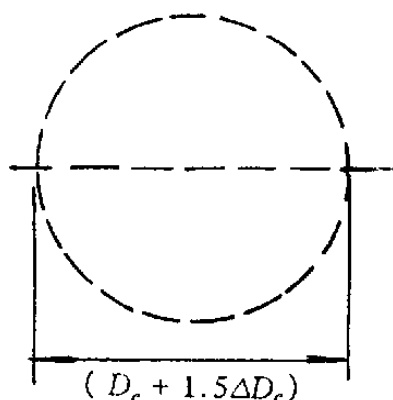
3.2 专用设备

3.2.1 方法 1(准线法)

测微目镜。

3.2.2 方法 2(观看屏法)

- a. 显微镜观看屏附件;
- b. 透明覆盖板(见图 402-2);



D_c = 涂覆层外径 $\times$ 放大率; ΔD_c = 涂覆层外径公差 $\times$ 放大率

图 402-2 覆盖板和模板图

- c. 机工规尺。

3.2.3 方法 3(投影法)

- a. 照相机, 最好采用自显影胶片的照相机;
- b. 高架投影仪;
- c. 投影面, 最好带有钢衬板, 以使带有磁性衬垫的模板能吸在上面, 并固定就位;
- d. 模板, 最好带有磁性衬垫;
- e. 机工规尺。

3.2.4 方法 4(四圆法)

- a. 作为观看屏法: 除了以四圆覆盖板取代 3.2.2b 的透明覆盖板外, 其它与方法 2 相同(见图 402-4);
- b. 作为投影法: 除了四圆模板取代 3.2.3d 的模板外, 其它与方法 3 相同(见图 402-4)。

4 程序

4.1 方法 1(准线法)

- a. 将显微镜放大率调到至少 100 倍, 但不大于 400 倍;
- b. 在每批新的试样测量之前, 通过在视场内设置线规, 对其测量 4 次来校准设备。每次测量均应重新调焦;
- c. 涂覆层外径和不圆度测量时, 旋转准线目镜, 使准线刻度方向沿着预计为最大外径的轴, 测量此值; 旋转目镜, 进行同样的测量, 测得最小外径。重复上述步骤。只记录最大外径值和最小外径值;
- d. 涂覆层-包层同心度误差测量时, 旋转准线目镜, 使准线刻度方向沿着预计为最小涂覆层壁厚的轴(见图 402-3 虚线部分)。测量此壁厚 AB 。移动准线测量最小壁厚对面的壁厚 CD 。重复上述步骤。只记录 $CD - AB$ 计算值中的最大值。

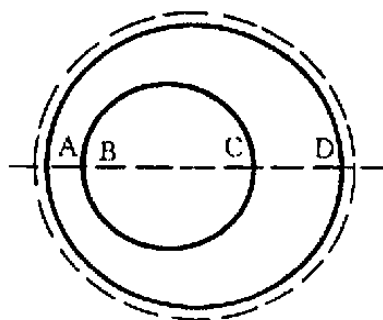
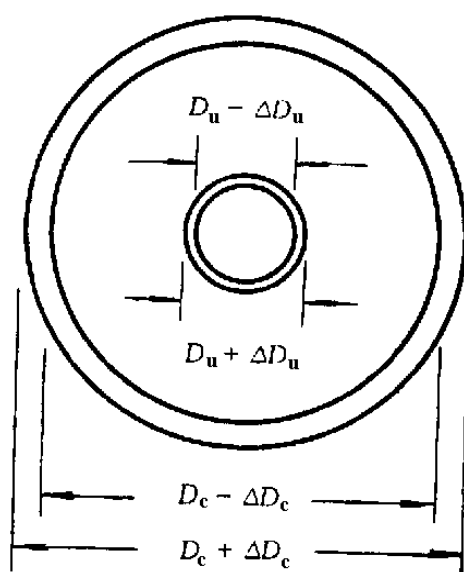


图 402-3 覆盖板和模板使用的导图



D_u = 无涂覆外径 $\times$ 放大率; ΔD_u = 无涂覆外径公差 $\times$ 放大率;

D_c = 涂覆层外径 $\times$ 放大率; ΔD_c = 涂覆层外径公差 $\times$ 放大率;

图 402-4 四圆覆盖板和模板图

4.2 方法 2(观看屏法)

a. 同 4.1a;

b. 同 4.1b;

c. 涂覆层外径不圆度测量时, 将透明覆盖板置于观看屏上使之移动, 以使涂覆层外径尽可能对称地位于虚线圆(图 402-3)内。转动覆盖板, 经最佳判断, 使轴线沿着最大涂覆层外径上。采用机工规尺测得此尺寸。重复此步骤测得最小外径。将覆盖板从屏上移开并更换, 重复上述步骤。只记录最大外径值和最小外径值;

d. 涂覆层-包层同心度误差测量时, 将透明覆盖板置于观看屏上, 使轴线沿着预计的最小涂覆层壁厚的轴(图 402-3), 并使涂覆层外径尽可能对称地位于虚圆内。用机工规尺测得最小壁厚 AB 。接着测得最小壁厚对面的壁厚 CD 。将覆盖板从屏上移开并更换, 重复上述步骤。只记录 $CD - AB$ 计算值中的最大值。

4.3 方法 3(投影法)

- a. 将显微镜放大率调到至少 100 倍;

注:采用 1000 倍的总投影放大率很方便,在这种情况下,放大后的 1mm 等于实际的 1 μ m;

b. 在每批新试样测量之前,通过在高架投影仪的中心设置一张线规的标准相片,并测量其投影面上的聚焦图像。移动高架投影仪直到用机工规尺测得的两个相继的读数给出线规的直径在线规合格公差范围内。标准相片应预先从线规的 4 张相片中选定,它应为给出 4 次实测直径中最接近于用投影法测得的 4 张相片均值的那张相片;

- c. 制作标准相片和试样相片应在同一条件下采用同一照相机;

d. 拍摄试样最好采用快速显影负片胶片。如要求并可行,则可在同一视场内同时拍摄一个以上试样;

e. 涂覆层外径和涂覆层不圆度测量时,将试样图像投影在投影面上,转动模板,直到涂覆层外径尽可能对称地位于虚圆内(见图 402-3)。转动模板,经最佳判断,使模板轴线沿着最大外径。用机工规尺测量此尺寸。重复此步骤测得最小外径。从投影面上移开模板并更换,重复上述步骤。只记录最大外径值和最小外径值;

f. 涂覆层一包层同心度误差测量时,调整模板,使投影的图像尽可能对称地位于虚圆内,并使预计的最小壁厚沿着模板的轴线(图 402-3)。用机工规尺测量最小壁厚 AB。接着测得最小壁厚对面的壁厚 CD。将模板从投影面上移开并更换,重复上述步骤,只记录 CD-AB 计算值中的最大值。

4.4 方法 4(四圆法)

4.4.1 在观看屏上

- a. 必要时,重复步骤 4.1a 和 4.1b;

b. 将四圆覆盖板置于观看屏上,通过目视调整其位置,确定涂覆层和包层轮廓线是否同时完全并尽可能对称地分别位于两个外圆之间的环形范围内和两个内圆之间的环形范围内。

4.4.2 在投影面上

- a. 必要时,重复步骤 4.3a 和 4.3b,并将试样图像投影到投影面上;

b. 将四圆模板置于投影面上,通过目视调整其位置,确定涂覆层和包层轮廓线是否同时完全并尽可能对称地分别位于两个外圆之间的环形范围内和两个内圆之间的环形范围内。

4.5 计算

方法 1、2、3 均按下列公式计算涂覆层几何结构参数。

- a. 涂覆层外径

以 4.1c、4.2c 或 4.3e 测得的值,按下列公式计算涂覆层外径:

$$\text{涂覆层外径} = \frac{\text{最大外径} + \text{最小外径}}{2} (\mu\text{m}) \quad \dots\dots\dots (402-1)$$

- b. 涂覆层不圆度

以 4.1c、4.2c、和 4.3e 测得的值,按下列公式计算涂覆层不圆度:

$$\text{涂覆层不圆度} = \frac{2(\text{最大外径} - \text{最小外径})}{\text{最大外径} + \text{最小外径}} \times 100(\%) \quad \dots\dots\dots (402-2)$$

- c. 涂覆层-包层同心度误差

以 4.1d、4.2d 或 4.3f 测得的值,按下列公式计算涂覆层-包层同心度误差:

$$\text{涂覆层-包层同心度误差} = \frac{CD - AB}{2} (\mu\text{m}) \dots\dots\dots (402-3)$$

以上计算也适用于缓冲层几何结构的测量以及任何中间层的外径测量。

5 细则

有关规范应规定下列细则：

- a. 采用的方法(方法 1、2、3 或 4)；
- b. 试样数目和测量次数；
- c. 失效判据。

方法 403

光纤涂覆层和缓冲层几何尺寸侧视法测量

1 目的

测定光纤涂覆层和缓冲层外径、不圆度、涂覆层-包层同心度误差。

本方法仅适用于未着色的和透明的涂覆层。对于不透明的涂覆层,本方法只能测量其外径和不圆度。

多层涂覆光纤也可采用本方法测量。

2 试样

试样应为具有代表性的成品光纤。

光纤试样应具有足够的长度,以便安装在试验夹具上测量所要求的参数。应对试样进行清洁处理。

试样数目和测量次数应按有关规范的规定。

3 装置

3.1 显微镜

可采用具有发射光和反射光功能的任何通用显微镜,它应有合适的载物台并足够稳固以便安装涂覆层试验夹具。显微镜总放大率至少为 100 倍,但不大于 400 倍。显微镜物镜应有足够的自由移动距离,以适应试验夹具的需要。

3.2 测量装置

无论是视频测微计还是丝杆测微计,只要具有足够的读数范围,都适合本方法。

3.3 校准装置

诸如反射光台式测微计之类的校准原器,只要分级足够小,都可适用。

3.4 涂覆层试验夹具

试验夹具的安装应使得光纤浸在浸液中时能沿其轴线对涂覆光纤进行检验。

夹具应与所用的显微镜相配,使夹具的深度适应物镜的自由移动距离。为了保证光纤在液体中的浸没深度保持恒定,注意防止液体中出现会影响测量的气泡和采取措施清理液面。

试验夹具应能将光纤试样调节至不受曲挠的状态。

3.5 浸液

为便于聚焦,应采用折射率足够接近(但不相同)外涂覆层折射率的清洁浸液。

4 程序

4.1 校准

为了保证所希望的测试精度,必要时,采用校准原器来校准测试装置。

4.2 试样安装

- a. 试样安装到夹具上之前,先检查夹具和对浸液进行清洁处理;
- b. 将试样插入夹具。

4.3 测量

a. 调节显微镜以对试样进行聚焦。通过调节涂覆层外表面即界面 1 和界面 4 成一根清晰线来达到聚焦(见图 403-1)。在测量期间,应始终设置显微镜的准线。如果试样在显微镜

中振动,则要检查浸液是否处于正常状态;

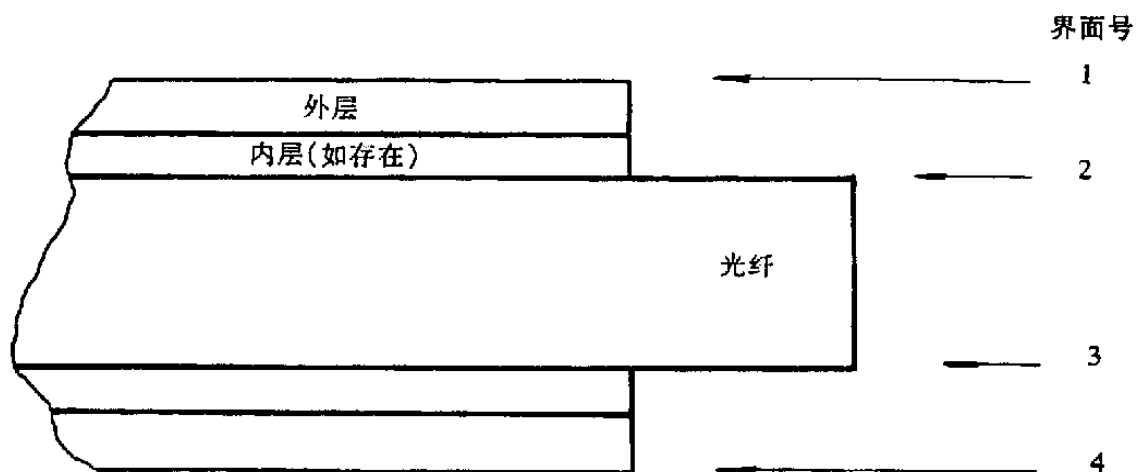


图 403-1 典型的多层涂覆光纤

b. 观察放大的试样图像,转动夹具中的光纤试样,直至出现光纤涂覆层预计的最大外径。当显微镜准线处于显示涂覆层最大外径的平面上时,移动准线从界面 1 至界面 4,记录这一数值;

c. 观察放大的试样图像,转动夹具中的光纤试样,直至出现光纤涂覆层预计的最小外径。当显微镜准线处于显示涂覆层最小外径的平面上时,移动准线从界面 1 至界面 4,记录这一数值;

d. 观察放大的试样图像,转动夹具中的光纤试样,直至出现最小涂覆层壁厚。当显微镜准线处于显示最小壁厚的平面上时,移动准线从界面 1 至界面 2,及从界面 3 至界面 4。记录这两个数值,即最小壁厚和最小壁厚对面的壁厚。

4.4 计算

a. 涂覆层外径

以 4.3b 和 4.3c 测得的值,按下列公式计算涂覆层外径:

$$\text{涂覆层外径} = \frac{\text{最大外径} + \text{最小外径}}{2} (\mu\text{m}) \quad \dots\dots\dots (403-1)$$

b. 涂覆层不圆度

以 4.3b 和 4.3c 测得的值,按下列公式计算涂覆层不圆度:

$$\text{涂覆层不圆度} = \left[\frac{2(\text{最大外径} - \text{最小外径})}{\text{最大外径} + \text{最小外径}} \right] \times 100(\%) \quad \dots\dots\dots (403-2)$$

c. 涂覆层-包层同心度误差

以 4.3d 测得的值,按下列公式计算涂覆层-包层同心度误差:

$$\text{涂覆层-包层同心度误差} = \frac{\text{最小壁厚对面的壁厚} - \text{最小壁厚}}{2} \quad \dots\dots\dots (403-3)$$

5 细则

有关规范应规定下列细则：

- a. 试样数目和测量次数；
 - b. 失效判据。
-

附加说明：

本标准由中华人民共和国电子工业部提出。

本标准由中国电子技术标准化研究所归口。

本标准由电子工业部第二十三研究所起草。

本标准主要起草人：陈国庆、王锐臻、王毅。

计划项目代号：6DZ09。