



中华人民共和国国家标准

GB/T 15972.5—1998
eqv IEC 793-1-5:1995

光纤总规范 第5部分:环境性能试验方法

Generic specification for optical fibres
Part 5: Measuring methods for environmental
characteristics

1998-12-21 发布

1999-07-01 实施

国家质量技术监督局 发布

前 言

本标准是等效采用国际电工委员会 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》对 GB/T 8404—1987《光纤的环境性能试验方法》和 GB/T 15972—1995《光纤总规范》的 5.6 进行修订的。

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 8404—1987 相比,增加了核辐照试验方法。

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5部分。

本标准从实施之日起同时代替 GB/T 8404.1~8404.2—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、刘泽恒、吴金良、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,除其他活动外,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 793-1-5 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 793-1-5 的第 1 版取消并替代 IEC 793-1 的第 5 篇,形成了一个修改不大的修订版。

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
- IEC 793-1-2:1995, 光纤 第 1 部分:总规范
- IEC 793-1-3:1995, 光纤 第 1 部分:总规范
- IEC 793-1-4:1995, 光纤 第 1 部分:总规范
- 第 1 篇:总则
- 第 2 篇:尺寸参数试验方法
- 第 3 篇:机械性能试验方法
- 第 4 篇:传输特性和光学特性试验方法

本标准文本以下列文件为依据:

国际标准草案	表决报告
86A/304/DIS	86A/330/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。

光纤总规范
第5部分:环境性能试验方法

Generic specification for optical fibres
Part 5: Measuring methods for environmental
characteristics

GB/T 15972.5—1998
eqv IEC 793-1-5:1995

代替GB/T 8404.1~8404.2—1987
GB/T 15972—1995 一部分

1 范围

本标准规定了进行光纤环境性能试验的方法和对光纤环境性能的统一要求。
本标准适用于成品光纤环境性能的商业性检验。

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 2423.16—1990 电工电子产品基本环境试验规程 试验 J:长霉试验方法
(eqv IEC 68-2-10:1988)

GB/T 2423.22—1987 电工电子产品基本环境试验规程 试验 N:温度变化试验方法
(eqv IEC 68-2-14:1984)

GB/T 15972.4—1998 光纤总规范 第4部分:传输特性和光学特性试验方法

3 环境性能试验项目

应通过使试样经受由表1选择的试验来检验光纤符合环境要求的能力。采用的试验、试验的组合、有关条件、试验数目及接受合格判据(如机械和传输特性合格判据)应按产品规范的规定。

表1 光纤的环境性能

试验方法标准号	试验方法	试验方法适用的性能
GB/T 15972-D1	温度循环	气候适应性能
GB/T 15972-D2	污染(在考虑之中)	耐化学性能
GB 2423.16 试验 J	霉菌生长	耐生物性能
GB/T 15972-D3	核辐照	耐核辐照性能

4 工作定义

在考虑之中。

5 方法 GB/T 15972-D1——温度循环

5.1 目的

本方法用于对光纤进行温度循环试验,以确定交付的光纤在贮存、运输和使用期间对可能经受的温度变化的衰减稳定性。

光纤衰减的温度依赖性试验条件应模拟最坏的情况。

5.2 试样制备

试样为出厂长度或按产品规范规定的足够长度,并应为可达到所需试验准确度的适当长度。建议被试光纤最短长度为:A1类光纤应不短于1 000 m,B类光纤应不短于2 000 m。

为了得到具有重复性的试验结果,试验光纤应松弛地绕成圈或绕在线盘上并置于气候箱内。

试验结果可能会受到光纤弯曲半径的影响。基于这个考虑,对试样应尽可能以接近通常的使用条件进行处理。在试样绕在盘上进行试验的情况下,光纤应以在不改变正常使用条件下可能产生的所有光纤特性(衰减、长度等)变化的方式卷绕。

可能的问题是因为光纤试样和线架(线轴、滚筒、线盘等)之间热膨胀系数的实际差异造成的,如果不完全满足“无影响”条件,则在热循环过程中就能够对试验结果产生重大影响。

有影响的因素主要是:条件处理细节、线架的类型和材料、试样圈或光纤盘的直径等。

通常建议如下:

- 卷绕直径应足够大以保证光纤有适应不同膨胀和收缩的能力;
- 可能需要比交付光纤盘尺寸大得多的卷绕直径;
- 应该抑制由环境试验条件产生的光纤膨胀(或收缩)限制的危险。要特别小心避免试验期间光纤有残余张力。因此建议光纤不要紧绕在光纤盘上,否则它将限制光纤低温下的收缩,多层的紧绕能限制高温下的膨胀;
- 采用诸如大直径圈、具有柔软垫层的缓冲式线轴或无张力的轻便器具的松散盘绕。

由于试验后难于再将光纤适当地绕起来,这项试验通常是破坏性的。

5.3 试验装置

a) 衰减测量装置

应使用一个合适的衰减变化测量装置来测定衰减的变化。见 GB/T 15972.4 规定的方法 GB/T 15972-C10A 和方法 GB/T 15972-C10B

b) 气候箱

气候箱的大小应适于容纳被试样品,温度应控制在规定试验温度的 $\pm 3^{\circ}\text{C}$ 以内。气候箱的实例见 GB/T 2423.22。

5.4 试验程序

a) 初始测量

试验前应按制造者与买方之间协议规定的预处理条件对试样进行预处理,目视检查外观,并测定环境温度下的衰减基准值。

b) 温度循环

- 1) 将处于环境温度下的试样置入同样温度的气候箱内,并将试样两端引出箱外,与 GB/T 15972.4 中方法 GB/T 15972-C10A 或方法 GB/T 15972-C10B 的测量装置连接;
- 2) 应以适当的冷却速率将气候箱温度降至规定的低温 T_A ;
- 3) 箱内温度达到稳定后,应使试样在此低温下保温适当的时间 t_1 ;
- 4) 应以适当的加热速率将气候箱温度升至规定的高温 T_B ;
- 5) 箱内温度达到稳定后,应使试样在此高温下保温适当的时间 t_1 ;
- 6) 应以适当的冷却速率将气候箱温度降至环境温度值;
- 7) 上述程序构成一个循环(见图 1);
- 8) 除非另有规定,试样应经受两个循环试验;
- 9) 产品规范应规定温度循环过程中试样允许衰减变化量及外观检查要求和进行检验的周期;

- 10) 试样从气候箱内取出之前,应已在环境温度下达到温度稳定;
- 11) T_A 、 T_B 、 t_1 和冷却、加热速率应在产品规范中规定。
- 应注意在冷却和加热阶段末光纤温度不得与气候箱内规定温度有显著差别。

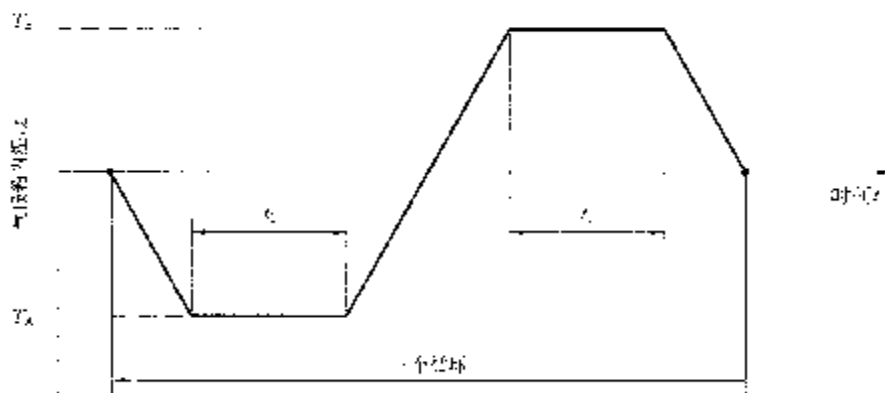


图1 试验时气候箱内温度曲线

c) 恢复

- 1) 如果环境温度不是试样从气候箱内取出后进行试验所要采用的标准大气条件,则应使试样在此条件下达到温度稳定;
- 2) 产品规范可对给定类型的试样规定特定的恢复周期。

d) 最后测量

应按产品规范规定,对试样进行外观、光学和机械性能检查,并按 GB/T 15972.4—1998 中第 12 章的有关程序计算试样衰减变化。

5.5 结果

a) 试验结果报告应包括下列内容:

- 1) 试验名称;
- 2) 试验日期和操作人员;
- 3) 光纤识别号;
- 4) 试样长度;
- 5) 试验波长;
- 6) 衰减测量方法、装置及重复性;
- 7) 试验严酷度(循环次数,温度循环曲线图),试验温度和保温时间;
- 8) 湿度是否受控。如受控,应记录湿度;
- 9) 规定波长下作为温度循环函数的衰减变化。

b) 还应提供下列资料:

- 1) 试样线圈或线轴直径;
- 2) 卷绕细节:
线圈、线轴、其他(当采用缓冲或线轴情况下要说明缓冲类型);
单层或多层卷绕;
开式卷绕或篮式盘绕;
卷绕张力和零张力轻便器具;
线架类型和材料;
试样状态(垂直/水平)。

6 方法 GB/T 15972-D2——污染

在考虑之中。

7 方法 GB/T 15972-D3——核辐照

测量光纤和光缆中 γ 辐照效应的程序。

7.1 范围

本试验程序概述了测量暴露在 γ 辐照环境下光纤和光缆稳态响应的试验方法。该方法能用于测定因暴露在 γ 辐照下成缆或未成缆单模光纤或多模光纤中产生的辐照感应衰减。本试验不是光纤光缆中非光学材料元件的检验。如果要研究暴露在辐照下光缆材料的退化,则要求其他试验方法。

7.1.1 背景

当暴露在 γ 辐照环境时,成缆或未成缆光纤的衰减通常都会增加。这主要是由于在玻璃缺陷部位俘获了辐照分解的电子和空穴所造成的(即形成了色心)。本试验程序集中在两种感兴趣的状态:适合于评估环境背景辐照效应的低剂量状态和适合于评估有害核环境效应的高剂量状态。采用类似于 GB/T 15972.4 中衰减测量方法 GB/T 15972-C1A 可实现环境背景辐照效应的试验。通过监测试样暴露在 γ 辐照前后及期间的功率可实现有害核环境效应试验。由光(光漂白)或热作用导致的色心减少产生的恢复效应(减小了辐照感应衰减)。恢复效应可在 $10^{-2}\text{s}\sim 10^4\text{s}$ 较宽时间范围内发生。这使得辐照引起的衰减变化特征变得复杂化,因为衰减与许多变量有关,包括试验环境温度、试样结构、施加于试样的总剂量和剂量率以及测量它所使用的电平。

7.1.2 警告

在实验室进行本试验时,应采取严格控制和合适的防护措施。应由精心挑选的训练有素的人员进行这项试验。如果操作不当或无合格条件,这项试验对于试验人员是危险的。

7.2 试样制备

7.2.1 试样选择

光纤试样应是按产品规范中规定的具有代表性的光纤样品。

光缆试样应是按产品规范中描述的具有代表性的光缆样品,应至少包含一根规定的光纤。

7.2.2 环境背景辐照试验样品

试样长度应为 $3\,000\text{ m}\pm 30\text{ m}$ (受反应器限制要用较短长度时,试样长度可以为 $1\,100\text{ m}\pm 20\text{ m}$)。试样两端在试验箱外留出约 5 m 长度,用于连接光源和检测器。应记录试样受辐照长度。

7.2.3 有害核环境辐照试验样品

试样长度应为 $250\text{ m}\pm 2.5\text{ m}$ (当试验条件要求一个高的总剂量和剂量速率时,按照表 2,可能需要一个较短的试样长度)。试样两端在试验箱外留出约 5 m 的长度,用于连接光源和检测器。应记录试样受辐照长度。

7.2.4 试验线轴

试样应绕在按产品规范规定直径的线轴或线盘上,两端应留出足够长的未绕光纤,以便能接到光学测量设备上。

另一种放置方法是将光纤松绕成规定直径的线圈。

7.2.5 环境光屏蔽

试样应与环境光隔离开以防止光漂白作用。

7.3 试验设备

试验设备的典型框图如图 2 和图 3 所示。

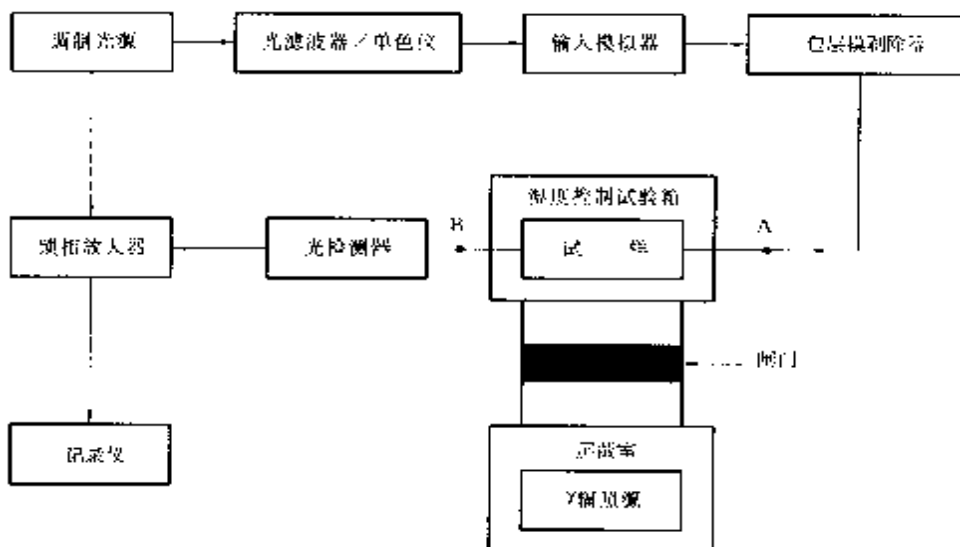


图2 环境背景辐照试验装置

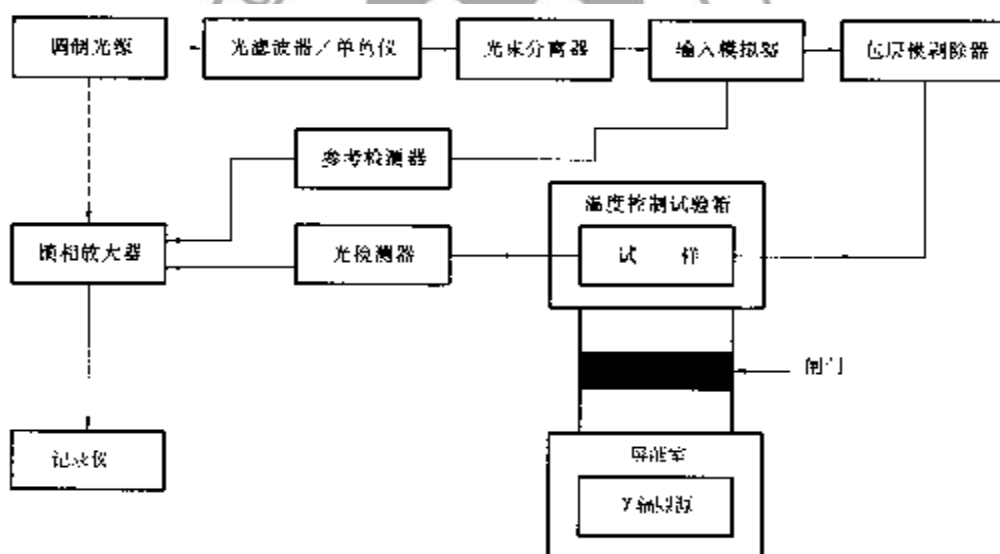


图3 有害核环境辐照试验装置

7.3.1 辐照源

a) 环境背景辐照试验

应采用一个 ^{60}Co (钴 60)或等效的电离源以不大于 0.2 Gy/h 的低剂量率产生 γ 辐射(见图2)。

b) 有害核环境辐照试验

应采用一个 ^{60}Co (钴 60)或等效的电离源以 0.05 Gy/s 至 2.5 Gy/s 范围内所需的剂量率产生 γ 辐射(见图3)。

7.3.2 光源

应采用诸如卤钨灯、一组激光器或LED_s等光源来产生 850 nm 、 1300 nm (1310 nm)、 1550 nm 或按产品规范规定波长的光。在完成测量的足够长时间内,光源强度应保持稳定。从光源耦合到试验样品中的功率应不大于 -30 dBm ($1.0 \mu\text{W}$)或按照产品规范中规定。光源应用占空比为50%的脉冲信号进行调制。

注:如果光源耦合进光纤的功率大于 $1.0 \mu\text{W}$,可以产生光漂白作用。

7.3.3 光滤波器/单色仪

应用一组滤光器或一单色仪获得波长为 $850 \text{ nm} \pm 20 \text{ nm}$ 、 $1300(1310) \text{ nm} \pm 20 \text{ nm}$ 和 $1550 \text{ nm} \pm$

20 nm 的光。滤光器 3 dB 光谱宽度不大于 25 nm。

7.3.4 包层模剥除器

必要时,应在试样输入端和输出端采用包层模剥除器以剥除包层模。如果光纤涂覆材料设计成可去除包层模(涂覆材料折射率略高于玻璃包层折射率),则不要求包层模剥除器。

7.3.5 光纤固定和定位装置

应配置诸如真空吸盘能稳定支撑试样输入端的装置。支撑装置应安放在定位装置上,以便试样端可与输入光进行重复定位。

7.3.6 光束分离器(见图 3)

光束分离器应分出一小部分输入光作为参考光。参考光将用于监视试验期间系统的波动。

7.3.7 输入端注入模拟器

a) A1 类多模光纤(折射率渐变型)

应用一稳态模模拟器衰减掉高阶传输模,在光纤输入端建立稳态模条件,建立稳态模条件的说明见方法 GB/T 15972-C1A。

b) B 类单模光纤

一光学透镜系统或尾纤可用于激励被试光纤。耦合进试样中的光功率在试验期间应保持稳定。如果采用一光学透镜系统,一种使光纤定位较不敏感的方法就是对光纤输入端进行空间和角度的满注入;如果采用尾纤,可能有必要采用折射率匹配材料来消除干涉效应。应采用高阶模滤模器来滤除高阶模,方法 GB/T 15972-C7A 中规定的试验条件可满足此要求。

c) A2.1 和 A2.2 类多模光纤(折射率准突变或突变型)

应按产品规范规定建立注入条件。

7.3.8 光检测器

应采用在接收光强范围内线性并稳定的光检测器。典型系统可包括采用电流输入前置放大器进行放大的光生伏打型光电二极管,由锁相放大器进行同步检测。

7.3.9 光功率计

应采用合适的光功率计测定从光源耦合进试样的光功率,确保它不大于 $1.0 \mu\text{W}$ 或按产品规范规定的值。

7.3.10 辐射剂量计

应采用热致发光 LiF 或 CaF 晶体检测器(TLD)测定试样光纤接收到的辐射剂量。

7.3.11 温度受控试验箱

温度受控试验箱应能将规定温度保持在 $\pm 2^\circ\text{C}$ 以内。

7.3.12 试验线轴

试验线轴对本试验所采用的辐射不应起屏蔽或吸收作用。

7.4 试验程序

7.4.1 辐照源校准

试样置入试验箱以前,应对辐照源剂量均匀性和强度进行校准。将四个 TLD 置于辐照区,使它们的中心放在试样在线轴或线盘轴线上。采用四个 TLD 以获得具有代表性的平均值。应采用等于或略大于实际试验剂量的校准系统。为保证实际试验剂量测量的最大可能的准确度,TLD 只限于使用一次。

7.4.2 制备光纤端面

光纤端面应光滑、清洁并与光纤轴垂直。

7.4.3 环境背景辐照试验

测量试样暴露在 γ 辐照源前后衰减的步骤如下:

a) 将光纤或光缆试样(绕成圈或绕在线轴或线盘上)置于图 2 所示的试验箱中;

b) 将光纤输入端和输出端放在定位装置上,并分别与光源和检测器对准;

c) 试验前,应对试样在 $25^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ 的箱温中预处理 1 h,或在该温度下按产品规范规定的时间预处理;

d) 按 GB/T 15972.4 中的方法 C1A,测量试样在规定波长下的衰减值,并记录暴露于 γ 辐射源之前光纤的衰减值 A_1 ;

e) 采用经校准的功率计测量试样输入端(图 2 中 A 点)的功率。需要时,应调节光源功率使得 A 点功率小于 $1.0\ \mu\text{W}$ 或按产品规范中规定;

f) 应按 7.4.2 制备试样端面,并按本条中 b) 将试样端对对在试验装置上;

g) 在辐射源关闭的情况下,应对试样的输入端进行定位,以便在检测器上获得最大光功率。一旦调好之后,在 γ 辐照试验期间不应改变输入端光注入条件;

h) 辐照前,应在规定的试验温度下对所有试验波长测量输出功率;

i) 应将某种曲线记录仪或合适的测量装置连接到检测系统进行连续功率测量。应调整测量设备,使检测信号不超过设备的极限;

j) 应通过使试样经受不大于 $0.2\ \text{Gy/h}$ 的剂量率来测定由于暴露于 γ 辐照而产生的环境背景辐射效应。试样应经受至少为 $1\ \text{Gy}$ 的最小总剂量;

k) 在 γ 辐照周期内应记录试样输出功率;

l) 在完成和辐照过程 2 h 之内,应按本条 d) 进行试样的衰减测量,应记录暴露于 γ 辐射源之后试样的衰减值 A_2 ;

m) 对要求的试验温度和波长,重复本条的 a)~l)。对每一个要求的温度,必须采用新的未经辐照的试样。

7.4.4 有害核环境试验

在暴露于 γ 辐射源前后及期间,测量试样中传输功率的程序如下所述:

a) 按 7.4.2 制备短段试样(1 m~2 m)端面;

b) 将短段试样输入端置于定位装置上并与试验装置对准(见图 3),使得用经校准的功率计测量时获得最大光功率。需要时,应采用中性密度滤波器调节光源功率,以在短段试样输出端获得不大于 $1.0\ \mu\text{W}$ 或按产品规范规定的光功率;

注:如果采用耦合大于 $1.0\ \mu\text{W}$ 光源,可能会产生光漂白效应。

c) 将试样线轴放于试验装置中,如图 3 所示;

d) 应将试样输入端置于定位装置上并进行对准;应对输出端进行定位以使从试样出射的全部光入射到检测器光敏面上;

e) 试验前,应对试样在温度箱内 $25^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ 下预处理 1 h 或在此试验温度下按产品规范规定的时间预处理;

f) 辐射源关闭后,应对试样输入端进行定位,以在检测器上获得最大光功率。一旦调好后,在 γ 辐照试验期间,不应改变输入端注入条件;

g) 辐照前,应在规定的试验温度下,在所有的试验波长测量输出功率。这时还应测量参考检测器功率;

h) 应将某种曲线记录仪或合适的连续测量装置连接到检测系统,以便进行连续功率测量。应调整测量设备以使检测信号不超过设备极限;

i) 应通过使试样至少经受表 2 或按产品规范中规定的剂量率和总剂量大小组合之一来测定由于暴露于 γ 辐照而产生的有害效应;

表2 总剂量/剂量率组合

总剂量 Gy(Sievert)	剂量率 Gy/s
30	0.05
100	0.5
1 000	2
10 000	2

因为辐射源特性变化,剂量率大小仅是近似值。辐射源之间剂量率的变化预计高达±50%。打开或关闭辐射源所需的时间应不大于总暴露时间的10%;

j) 在 γ 辐照周期内记录试样输出功率,在完成辐照过程后至少还要记录功率15 min或按产品规范规定。在完成辐照过程之后的恢复期内还应记录参考检测器功率大小;

k) 对要求的试验温度和波长,重复本条的b)~j)。对每一个要求的温度,必须采用新的未经辐照的试样。

7.5 计算

7.5.1 光衰减变化 ΔA (环境背景辐照试验)

$$\Delta A = A_2 - A_1 \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中: A_1 ——暴露于 γ 辐照之前试样的衰减,dB;

A_2 ——暴露于 γ 辐照之后试样的衰减,dB。

7.5.2 每一波长下光透射率变化 A (有害核环境试验)

$$A_0 = -10 \lg(P_0/P_B) \quad \dots\dots\dots(2)$$

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

式中: P_0 ——停止辐照1 s内试样的功率输出(除非另有规定), μW ;

P_{15} ——停止辐照15 min内试样的功率输出(除非另有规定), μW ;

P_B ——辐照开始前试样的功率输出, μW ;

A_0 ——紧接辐照之后试样的光透射率变化(光衰减),dB;

A_{15} ——辐照后15 min试样的光透射率变化(光衰减),dB。

7.5.3 考虑到系统的不稳定性,采用参考测量时,参考检测器的测量结果为:

$$A_{REF} = -10 \lg(P_{B'}/P_B) \quad \dots\dots\dots(4)$$

式中: $P_{B'}$ ——测量结束时由参考检测器测得的功率, μW ;

P_B ——辐照开始前由参考检测器测得的功率, μW 。

7.5.4 考虑系统不稳定,修正后的试验结果为:

$$A_{0NOR} = A_0 - A_{REF} \quad \dots\dots\dots(5)$$

$$A_{15NOR} = A_{15} - A_{REF} \quad \dots\dots\dots(6)$$

7.6 结果

a) 试验结果报告应包括下列内容:

- 1) 试验名称;
- 2) 试验日期和操作人员;
- 3) 光纤识别号;
- 4) 试样受辐照长度;
- 5) 试验波长;
- 6) 试验温度;

- 7) 试验线轴直径;
 - 8) 试验剂量和剂量率;
 - 9) 衰减变化 ΔA (环境背景辐照试验);
 - 10) 光透射率变化 A_0 和 A_{15} (有害核环境试验);
 - 11) 试验过程的曲线记录。
- b) 对非军事应用,还应提供下列资料:
- 1) 辐射源说明;
 - 2) 剂量计类型;
 - 3) 光源类型、型号和制造厂家
 - 4) 注入条件;
 - 5) 检测和记录装置;
 - 6) 温度箱特性;
 - 7) 试验设备最近的校准日期。

8 长霉试验方法

按 GB/T 2423.16。

