

中华人民共和国通信行业标准

YD/T 2964-2015

接入网用弯曲损耗不敏感单模光纤 测量方法

Measurement methods for characteristics of a bending-loss insensitive single-mode optical fibre for the access network

2015-10-14 发布

2016-01-01 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 测量环境条件	1
5 滤除高阶模	1
6 光纤端面要求	2
7 尺寸参数	2
8 光学和传输参数	2
9 机械性能	6
10 环境性能	7
附录A（资料性附录）消除高阶模对测量模场直径和截断法测量衰减的影响	8
附录B（资料性附录）小弯曲半径现象	10

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

请注意本文件中的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国通信标准化协会提出并归口。

本标准起草单位:成都泰瑞通信设备检测有限公司、成都康宁光缆有限公司、长飞光纤光缆股份有限公司、江苏亨通光电股份有限公司、武汉邮电科学研究院、北京邮电大学、富通集团有限公司、成都大唐线缆有限公司、成都中住光纤有限公司、深圳市特发信息股份有限公司、江苏中天科技股份有限公司、成都普天电缆股份有限公司、中国信息通信研究院、江苏亨通光纤科技有限公司、西安西古光通信有限公司和中捷通信有限公司。

本标准主要起草人:甘 露、李琳莹、杨世信、李 婧、丁 雪、薛梦驰、刘 骋、李春生、张立永、彭 媛、杨 梅、张伟民、曹珊珊、代 康、刘 泰、陈 伟、贺作为、张卫强、赵嘉荣。

接入网用弯曲损耗不敏感单模光纤测量方法

1 范围

本标准规定了B6类接入网用弯曲损耗不敏感单模光纤的测量方法,包括模场直径、截止波长、宏弯损耗、衰减等参数的测量,确立了其试验装置、试样布置、试验程序、计算方法等。

本标准适用于B6类接入网用弯曲损耗不敏感单模光纤。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 2421.1 电工电子产品环境试验概述和指南

GB/T 15972(所有部分) 光纤试验方法规范(IEC 60793-1(all parts), Optical fibres— Measurement methods and test procedures,MOD)

GB/T 18900 单模光纤偏振模色散的试验方法

3 术语和定义

GB/T 15972和GB/T 18900中界定的术语和定义适用于本文件。

4 测量环境条件

除非另有规定,测量应在GB 2421.1规定的测量和试验用标准大气条件下进行。标准大气条件具体为:

- 温度15℃~35℃;
- 相对湿度25%~75%;
- 大气压力86kPa~106kPa。

5 滤除高阶模

5.1 高阶模滤除方式

为保证光纤试样在测量波长上单模工作,应采用合适的方式滤除高阶模。根据光纤的弯曲性能不同,可采用如下方式滤除高阶模:

- a) 使用引导光纤作为滤模器,例如在光纤试样前熔接B1.3光纤;
- b) 增加光纤试样长度;
- c) 弯曲光纤试样;
- d) 其他合适的滤模方式。

5.2 判断方法

为判断测试状态下的光纤试样是否处于单模工作,可通过测量此布置状态下的光纤截止波长来验证。

6 光纤端面要求

测量光纤尺寸参数、光学参数和传输参数时，应使光纤试样的输入端面和输出端面平整、光滑、干净，端面与光纤轴的垂直度偏差宜不大于 1° 。

7 尺寸参数

尺寸参数的测量按表1的规定。

表1 尺寸参数的测量方法

参数	测量方法
包层直径	见 GB/T15972.20
芯/包层同心度误差	见 GB/T15972.20
包层不圆度	见 GB/T15972.20
涂覆层直径	见 GB/T15972.21
包层/涂覆层同心度误差	见 GB/T15972.21

8 光学和传输参数

8.1 模场直径

8.1.1 测量方法

模场直径的测量按GB/T 15972.45的要求在单模传输状态下进行，其中试样布置按本标准8.1.2的规定。

8.1.2 试样布置

为滤除高阶模的影响，可采用以下试样布置方式：

a) 采用引导光纤作为滤模器:引导光纤为长度 2m 的 B1.3 单模光纤，在引导光纤上松绕两个半径为 40mm 的圈或一个半径为 30mm 的圈，熔接到试样的注入端，如图 1 所示。被测光纤试样长度为 $2\text{m} \pm 0.2\text{m}$ ，应绕成半径不小于 140mm 的圈。

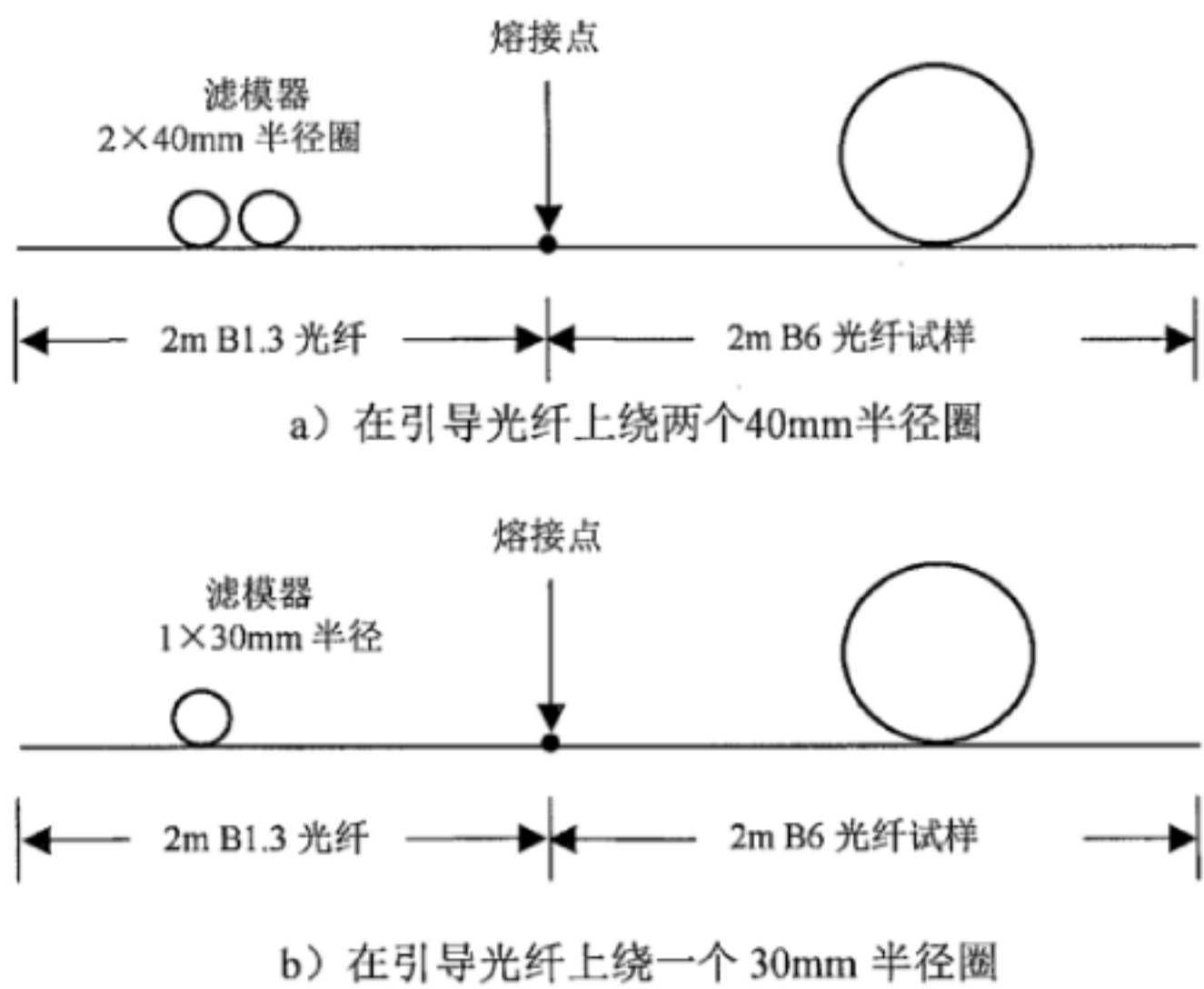


图1 使用引导光纤以滤除高阶模的试样布置

b) 增加光纤试样长度：光纤试样长度为 $22\text{m} \pm 0.2\text{m}$ ，并在试样两端各绕一个半径为 40mm 的圈，试样中部松绕成半径不小于 140mm 的圈。也可采用在试样注入端绕两个半径为 40mm 圈的方式。如图 2 所示。

注：滤除高阶模所需光纤试样的长度与光纤的弯曲性能有关，可参考附录A确定光纤试样的长度。

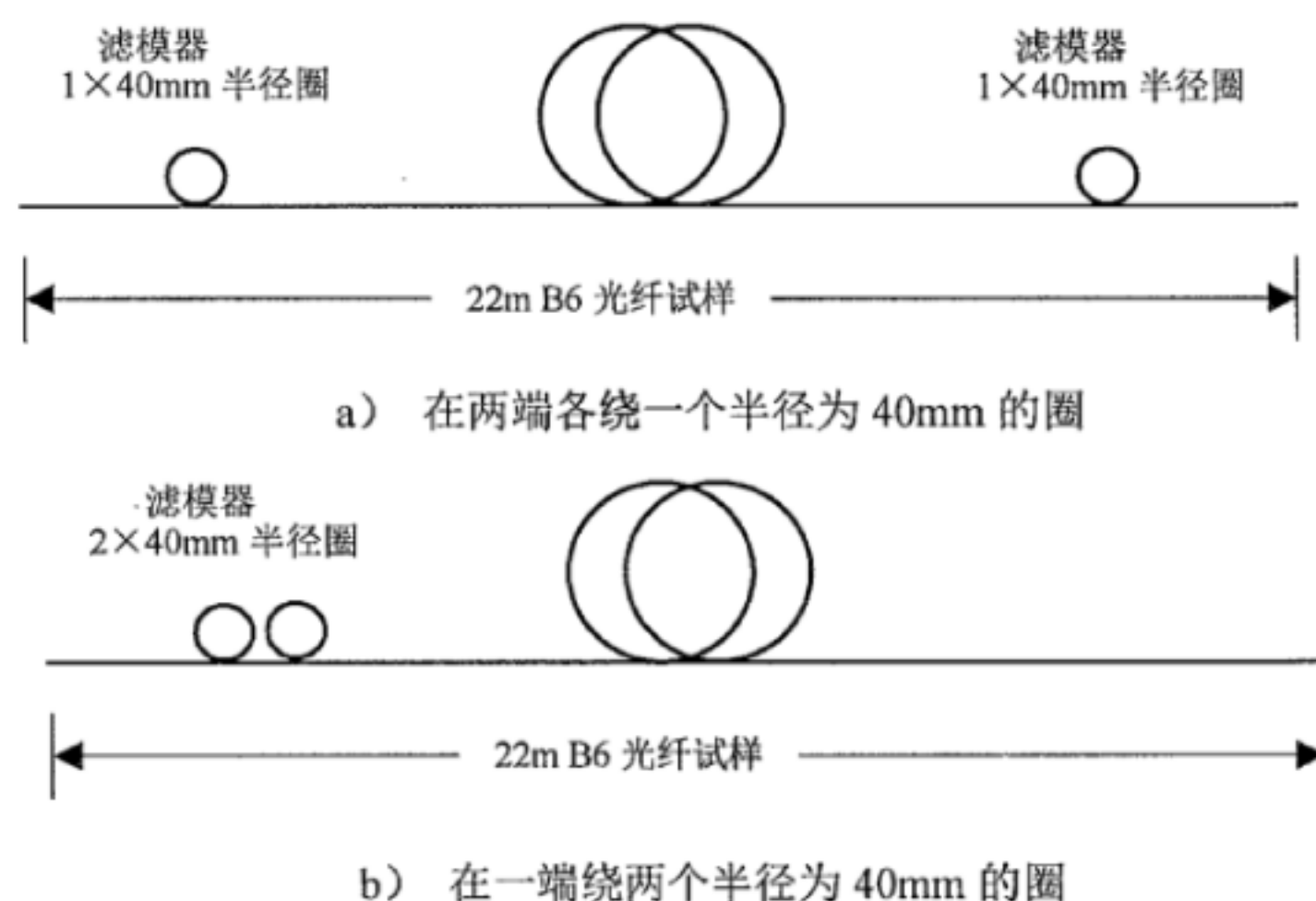


图2 增加光纤试样长度以滤除高阶模的试样布置

c) 弯曲光纤试样：根据光纤试样的弯曲性能不同，在 $2\text{m} \pm 0.2\text{m}$ 长度的光纤上采取适宜的弯曲半径和弯曲圈数滤除高阶模。

注1：滤除高阶模所需的弯曲半径和弯曲圈数与光纤的弯曲性能有关，可参见附录 A。

注2：某些 B6 类光纤可直接采用 GB/T 15972.45-2008 的典型试样布置（试样长度 $2\text{m} \pm 0.2\text{m}$ ，绕一个半径为 30mm 的单圈）滤除高阶模。

d) 其他滤模方式：根据光纤试样的弯曲性能，可选择其他适宜的滤模器。

8.1.3 试验装置

试验装置按GB/T 15972.45的规定。

8.1.4 试验程序

试验程序按GB/T 15972.45的规定。

8.1.5 计算

计算按GB/T 15972.45的规定。

8.1.6 结果

结果按GB/T 15972.45的规定。

8.2 截止波长

8.2.1 测量方法

截止波长的测量按GB/T 15972.44的方法。宜采用多模参考法。当采用弯曲参考法时，可能需要更小的弯曲半径，以保证GB/T 15972.44中的 ΔA_b 不小于 2dB 。

8.2.2 试验装置

试验装置按GB/T 15972.44的规定。

8.2.3 试验程序

试验程序按GB/T 15972.44的规定。

8.2.4 计算

计算按GB/T 15972.44的规定。

8.2.5 结果

结果按GB/T 15972.44的规定。

8.3 宏弯损耗

8.3.1 概述

光纤宏弯损耗的测量采用传输功率监测光功率监视法或截断法，测量光纤在不同弯曲状态下的光功率变化，以评价单模光纤的宏弯性能。

8.3.2 试样长度

用于试验的光纤试样长度由以下因素确定：

- 样品光纤的弯曲半径和弯曲圈数；
- 样品光纤的长度应与所使用的测量系统的信噪比相适应，保证满足测量系统的接收灵敏度。

8.3.2 试验装置

试验装置由能使光纤试样保持规定的弯曲半径和圈数的弯曲工具（例如：表面光滑的芯轴或引导槽）和衰减测量设备组成。弯曲工具的半径偏差应不大于 $\pm 0.1\text{mm}$ 。采用传输功率监视法的衰减测量设备应符合GB/T 15972.46方法A的要求，采用截断法的衰减测量设备应符合GB/T 15972.40方法A的要求。

8.3.3 试验程序

8.3.4.1 光纤布置

将光纤松绕在芯轴或引导槽上，避免扭绞。光纤试样绕成 360° 的整圈，也可以绕成与之等效的2个 180° 或4个 90° 。以整圈计算圈数。芯轴之外的光纤和用于参考的光纤截留段不得有引起测量结果变化的任何弯曲。宜以不小于 140mm 的弯曲半径来收集剩余的光纤。

8.3.4.2 弯曲圈数

弯曲圈数应符合产品标准的规定。当试验采用的圈数与产品标准不一致时，应将测量结果按线性关系换算到产品标准要求的圈数。

对每一个弯曲半径，选择弯曲圈数时应考虑：

- 在该弯曲圈数下光纤应具有足够的响应，引起的损耗明显高于测量系统的灵敏度。必要时，对弯曲损耗小的光纤，可以用比规定的圈数更多的圈数进行试验。
- 在该弯曲圈数下引起的弯曲损耗应明显远离测量系统的非线性区域。
- 为降低传输模和辐射模相互干涉引起衰减随波长加强或减弱的影响，可增加弯曲圈数。例如：对于 $5\text{mm}\sim 10\text{mm}$ 的弯曲半径，弯曲圈数宜不少于5圈；对于 10mm 以上的弯曲半径，可能需要20圈 ~ 100 圈。

8.3.4.3 弯曲半径

弯曲半径定义为弯曲工具（芯轴或引导槽）的曲率半径，该半径应符合产品标准的规定。

8.3.4.4 测量波长

测量波长按产品标准的规定，通常为 1550nm 或 1625nm 。也可根据需求，选择其他的波长或波长段。

注：采用小弯曲半径时，光纤弯曲处辐射出的光又会被反射到光纤中，来回多次反复，将导致损耗—波长曲线的长波长区域出现明显波动的现象。附录B描述了这一现象及其消除方法。

8.3.4.5 测量方法

按GB/T 15972.46方法A“传输功率监视法”或GB/T 15972.40方法A“截断法”测量光功率，并采用适宜的注入条件：

—— 传输功率监测法：测量光纤从直的状态或不引起宏弯损耗的大直径的芯轴上绕到规定直径的芯轴上这一弯曲状态所引起的损耗增加；

—— 截断法：测量光纤弯曲后的总损耗，与光纤弯曲前的总损耗进行比较，得到宏弯损耗。

8.3.4 计算

宏弯损耗按公式(1)计算：

$$L = 10 \log_{10} \left(\frac{P_{str}}{P_{bend}} \right) \quad (1)$$

式中：

L —— 宏弯损耗，单位为dB（分贝）；

P_{str} —— 弯曲前测得的光功率，单位为mW（毫瓦）；

P_{bend} —— 弯曲后测得的光功率，单位为mW（毫瓦）。

当需要换算时，先按线性关系计算出单位圈数的宏弯损耗值，再乘以产品标准要求的圈数，得到要求圈数下的宏弯损耗值。

8.4 衰减

8.4.1 测量方法

衰减的测量按GB/T 15972.40的方法。当用截断法测量衰减或谱衰减时应使高阶模不能通过截留段光纤传输，可采用本标准8.4.2的试样布置方法滤除高阶模。

8.4.2 试样布置

为滤除高阶模的影响，可采用以下试样布置方式：

a) 采用引导光纤作为滤模器：引导光纤为长度2m的B1.3单模光纤，在引导光纤上松绕两个半径为40mm的圈或一个半径为30mm的圈，熔接到试样的注入端，如图3所示。被测试样应绕成半径不小于140mm的圈。截断处为距B6试样光纤注入端2m处。

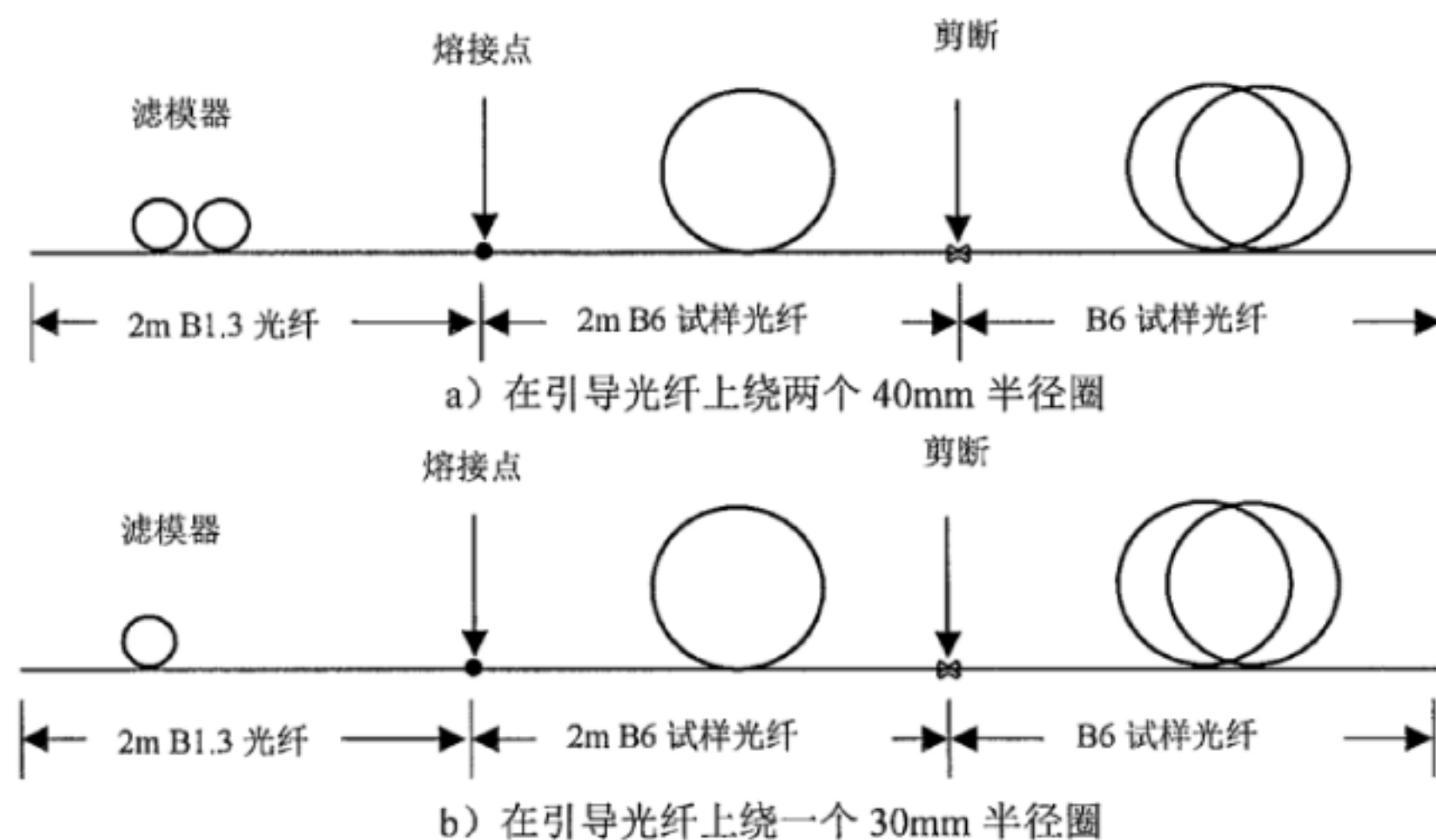


图3 使用引导光纤以滤除高阶模的试样布置

增加截留段光纤长度：如图 4 所示，截断处为距 B6 试样光纤注入端 22m 处。

注：当在1240nm测量时，可能需要更长的截留段长度或更小的弯曲半径或更多的圈数，可参见附录A。

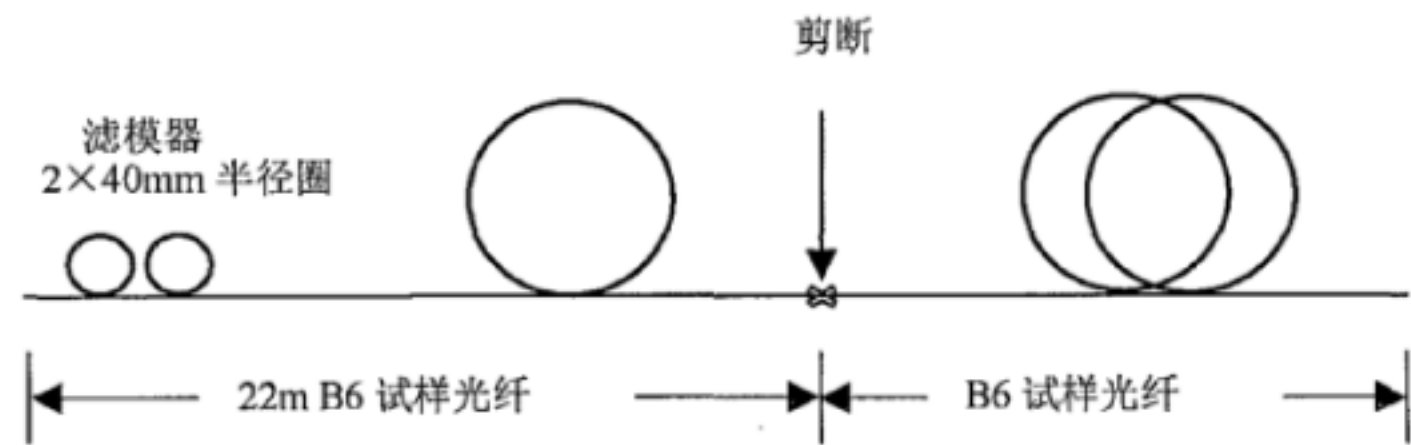


图4 增加截留段光纤长度以滤除高阶模的试样布置

弯曲光纤试样：根据光纤试样的弯曲性能不同，在注入端采用半径足够小的单个或多个光纤圈滤除高阶模，但圈的半径不能小到引起与波长相关的振荡出现。

其他滤模方式：根据光纤试样的弯曲性能，可选择其他适宜的滤模器。

8.4.3 试验装置

试验装置按GB/T 15972.40的规定。

8.4.4 试样和试样制备

试样和试样制备按GB/T 15972.40的规定。

8.4.5 试验程序

试验程序按GB/T 15972.40的规定。

8.4.6 计算

计算按GB/T 15972.40的规定。

8.4.7 结果

结果按GB/T 15972.40的规定。

8.5 色散特性

色散特性按GB/T 15972.42的规定。

8.6 光纤衰减点的不连续性

光纤衰减点的不连续性按GB/T 15972.40的规定。

8.7 偏振模色散

偏振模色散按GB/T 18900的规定。

9 机械性能

光纤的机械性能试验方法按表2的规定。

表2 光纤的机械性能试验方法

项目	试验方法
筛选试验	见 GB/T 15972.30
抗拉强度	见 GB/T 15972.31
涂覆层剥离力	见 GB/T 15972.32
动态疲劳参数	见 GB/T 15972.33

10 环境性能

光纤的环境性能试验方法按表3的规定。

表3 环境性能试验方法

项目	试验方法
湿热特性	见 GB/T 15972.50
干热特性	见 GB/T 15972.51
温度变化特性	见 GB/T 15972.52
浸水特性	见 GB/T 15972.53

附录 A

(资料性附录)

消除高阶模对测量模场直径和截断法测量衰减的影响

A.1 高阶模对测量模场直径和截断法测量衰减的影响

测量某些B6类单模光纤的模场直径和截断法测量衰减时,由于高阶模的存在,采用 $2\text{m} \pm 0.2\text{m}$ 长度的光纤试样并绕一个30mm单圈的测试布置很可能并不适用,要准确测得规定波长下的模场直径或截断法测量某些较短波长处的衰减,需调整试样光纤的布置状态,例如:可在光纤试样前熔接一短段B1.3引导光纤,或增加试样光纤或截留段光纤的长度,或在试样光纤或截留段光纤上弯曲多个小半径的光纤圈(在感兴趣的波长范围内滤除高阶模时,应注意圈的半径不能小到引起与波长相关的振荡出现)。以这样的方法降低测试光纤布置状态下的“对应截止波长”,使该布置状态下的光纤“对应截止波长”移至测量波长以下。

测量“对应截止波长”时,应保持从注入端到光纤测试输出端光纤的布置不变。宜采用多模参考法测量“对应截止波长”。由于截止波长的测量存在一定的误差,应保证光纤的输出端在测量波长下为单模状态。

A.2 长度的选择

长度的选择依赖于光纤的设计,与光纤的弯曲性能直接相关,同一子类不同制造商的光纤所需要的试样长度或截留段长度可能不同,但应保证“对应截止波长”小于测量波长。

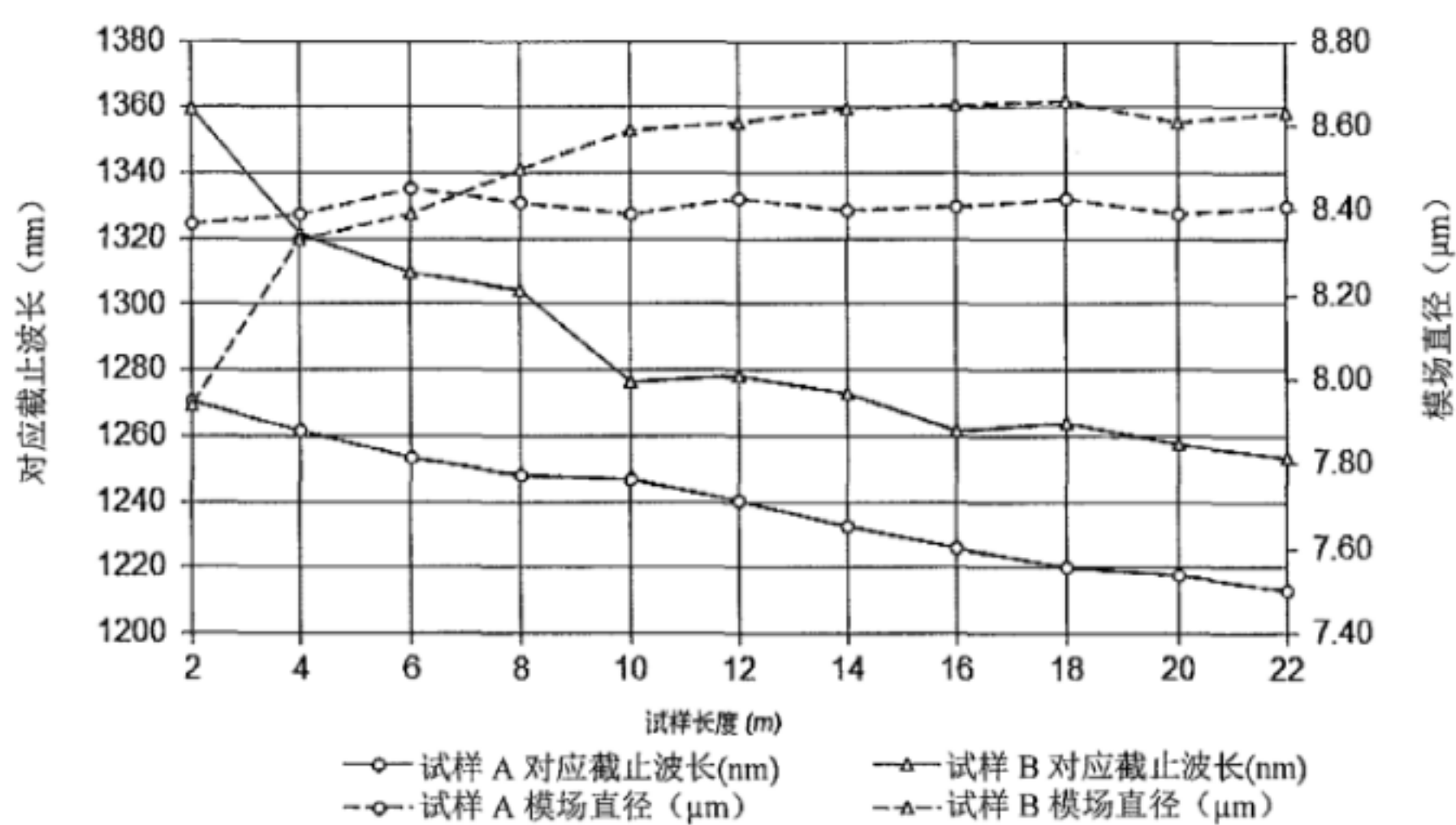
图A.1是实际测得的两个光纤试样在不同长度下的模场直径和对应截止波长,由图A.1可见:试样A(B6.a2)在2m长度下的截止波长已小于1310nm,随着试样长度的增加,各长度的“对应截止波长”继续减小,表明试样A在1310nm波长处不受高阶模影响,因此,在各长度下的模场直径基本一致,试样长度可选择2m或更长;试样B(B6.a2)在2m长度下的截止波长大于1310nm,随着试样长度的增加,各长度的“对应截止波长”持续减小,模场直径则逐渐增大,当长度增加到10m左右时,“对应截止波长”已降到小于1310nm,长度继续增加,模场直径随长度的变化趋于平稳,因此,试样长度可选择10m或更长。

A.3 弯曲圈数和弯曲半径的选择

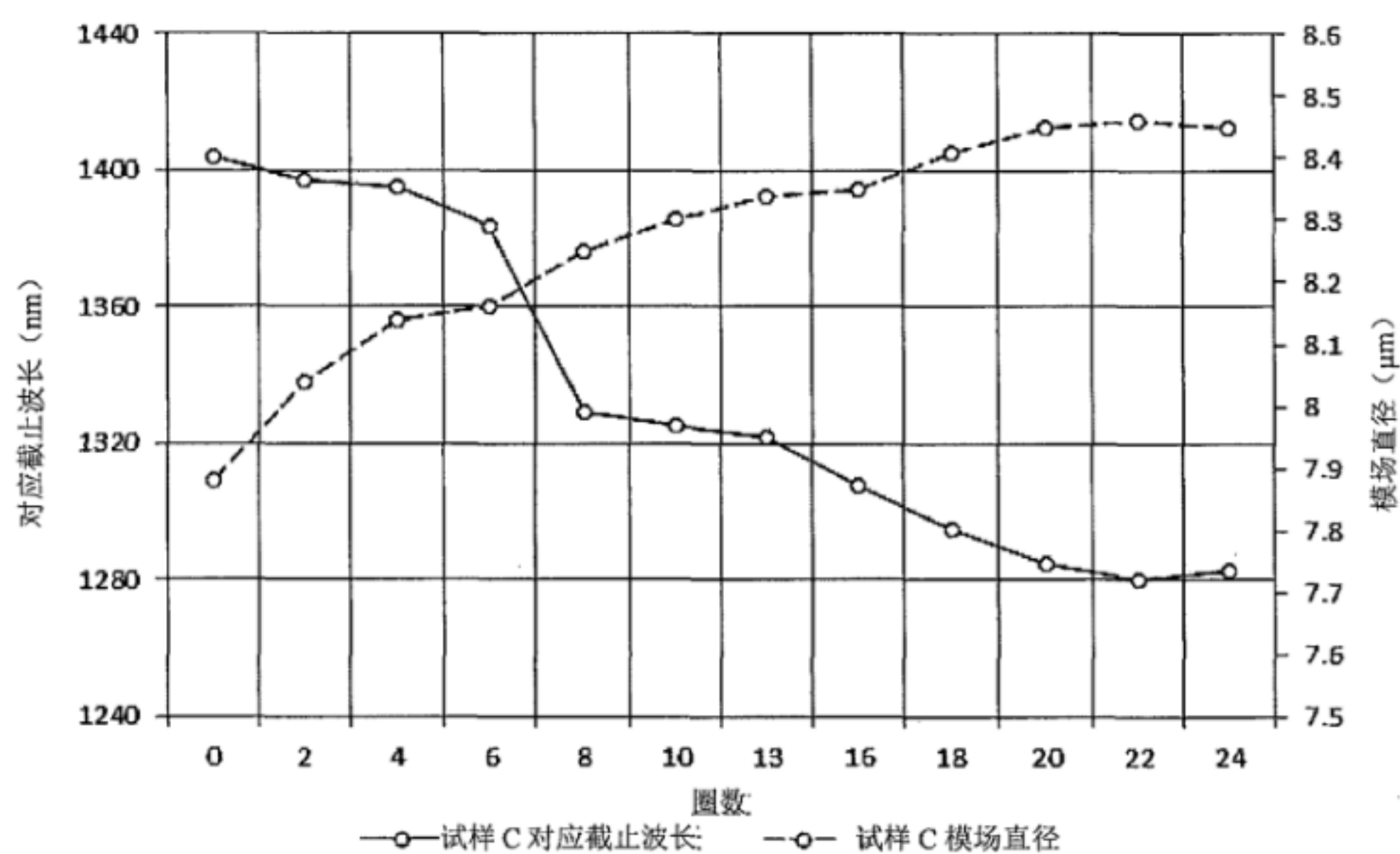
弯曲圈数和弯曲半径的选择依赖于光纤的设计,与光纤的弯曲性能直接相关,同一子类不同制造商的光纤所需要的弯曲圈数和弯曲半径可能不同,但应保证“对应截止波长”小于测量波长。

图A.2是实际测得的一个光纤试样C(B6.b3)在不同弯曲圈数下的模场直径和对应截止波长(弯曲半径 $R=5\text{mm}$,长度=2m),由图A.2可见:试样C(B6.b3)在2m长度下的截止波长大于1310nm,随着弯曲圈数的增加,“对应截止波长”逐渐减小,当圈数达到20圈及以上时,模场直径已趋于稳定,“对应截止波长”小于1310nm,因此,可选择20圈或以上圈数。

注:某些弯曲性能好的B6类光纤,当增加弯曲圈数或减小弯曲半径时,滤模效果可能并不明显,这种情况下宜采用本标准5.1推荐的其他滤模方式。



图A.1 不同长度下的模场直径 (1310nm) 和对应截止波长

图A.2 不同弯曲圈数下的模场直径 (1310nm) 和对应截止波长 (弯曲半径 $R=5\text{mm}$)

附录 B
(资料性附录)
小弯曲半径现象

B.1 传导模和干扰模间的相互影响

在某些小弯曲半径下，光纤中弯曲部分的光会在芯—包层、包层—涂层、涂层—空气表面产生多次辐射和反射，当弯曲部分的光纤长度不足以抑制这部分光的传播时，会对不同波长的传导模形成增强或减弱的影响，在弯曲损耗—波长曲线上表现为振荡。图 B.1 展示了这种振荡现象和可能采取的拟合曲线 (A)。

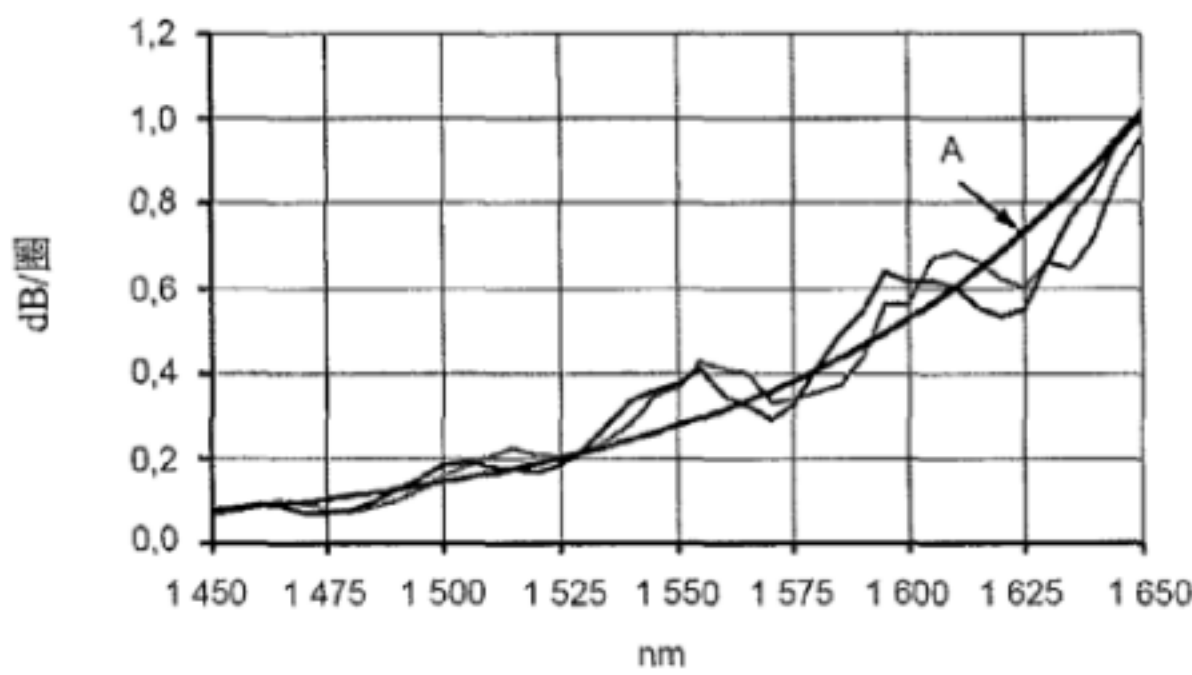


图 B.1 弯曲损耗——波长曲线与拟合曲线

B.2 消除干扰波影响的方法

可采用如下方法消除干扰波。

——方法 A，拟合曲线法：对一定的弯曲半径，损耗随波长的变化可表述为测量不同波长下的损耗，按公式 (B.1)，采用适宜的方法进行拟合，以拟合后的值作为宏弯损耗的测量结果。

$$L_b = Ae^{a\lambda} \quad (\text{B.1})$$

式中：

L_b —— 宏弯损耗，单位为dB；

A —— 与光纤设计相关的常数；

a —— 与光纤设计相关的常数；

λ —— 测量波长，单位为nm (纳米)。

——方法 B，增加弯曲圈数法：弯曲足够多的圈数（所使用的弯曲圈数应保证足够的测试响应并确保光纤处于线性区域），直到消除振荡，并将该圈数下测得的宏弯损耗值按线性关系换算到规定的圈数。

注1：应注意观察测试状态下的光纤是否受到干扰波的影响，可通过测量损耗—波长曲线进行观察。若有干扰发生，可采用上述方法消除干扰，得到规定波长处真实的弯曲损耗值。

注2：在单波长测量情况下也可能出现上述现象，造成测量重复性差，这种情况下可采用增加圈数或采用多次测量取平均值的方法来降低上述现象的影响。

B.3 偏振影响

在很小的弯曲半径下测量宏弯损耗时，传导模和辐射模的偏振态可能会影响测量结果，应考虑偏振相关损耗（PDL）与波长的相关性。

中华人民共和国
通信行业标准

接入网用弯曲损耗不敏感单模光纤测量方法

YD/T 2964-2015

*

人民邮电出版社出版发行

北京市丰台区成寿寺路11号邮电出版大厦

邮政编码: 100164

北京康利胶印厂印刷

版权所有 不得翻印

*

开本: 880×1230 1/16

2016年1月第1版

印张: 1.25

2016年1月北京第1次印刷

字数: 27千字

15115·904

定价: 15元

本书如有印装质量问题, 请与本社联系 电话: (010)81055492