



中华人民共和国国家标准

GB/T 9771.3—2020
代替 GB/T 9771.3—2008

通信用单模光纤 第 3 部分：波长段扩展的非色散位移单模 光纤特性

Single-mode optical fibres for telecommunication—
Part 3: Characteristics of an extended wavelength band dispersion unshifted
single-mode optical fibre

2020-06-02 发布

2020-12-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

目 次

前言 I

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 缩略语 1

5 修约规则 2

6 要求 2

 6.1 尺寸参数 2

 6.2 传输特性 3

 6.3 机械性能 6

 6.4 环境性能 7

附录 A（资料性附录） GB/T 9771 与 IEC 标准、ITU-T 标准中单模光纤代号的对应关系 9

参考文献 10



前 言

GB/T 9771《通信用单模光纤》分为如下几个部分：

- 第1部分：非色散位移单模光纤特性；
- 第2部分：截止波长位移单模光纤特性；
- 第3部分：波长段扩展的非色散位移单模光纤特性；
- 第4部分：色散位移单模光纤特性；
- 第5部分：非零色散位移单模光纤特性；
- 第6部分：宽波长段光传输用非零色散单模光纤特性；
- 第7部分：接入网用弯曲损耗不敏感单模光纤特性。

本部分为 GB/T 9771 的第3部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分代替 GB/T 9771.3—2008《通信用单模光纤 第3部分：波长段扩展的非色散位移单模光纤特性》。与 GB/T 9771.3—2008 相比，主要技术变化如下：

- 增加了修约规则(见第5章)；
- 删除了 B1.3 的 C 子类(见 2008 年版的 5.2.7)；
- 修改了包层直径的要求，增加了 200 μm 及 500 μm 两种规格涂覆层直径及容差要求，并增加了 200 μm 光纤的涂覆层/包层同心度误差要求(见 6.1.1, 2008 年版的 5.1.1)；
- 删除了衰减系数的分级要求，增加了表注说明衰减系数要求不适用的情况，增加了脚注给出了 1 310 nm~1 625 nm、1 530 nm~1 565 nm 衰减系数最大值的要求(见 6.2.1, 2008 年版的 5.2.3)；
- 增加了衰减均匀性的要求(见 6.2.4)；
- 修改了色散系数限值的分段计算公式，增加了零色散斜率、1 550 nm 色散系数的下限值，增加了 1 625 nm 色散系数范围(见 6.2.5, 2008 年版的 5.2.3)；
- 修改了模场直径的要求(见 6.2.6, 2008 年版的 5.1.1)；
- 删除了跳线缆截止波长的要求(见 2008 年版的 5.2.1)；
- 增加了氢老化测量方法(见 6.2.11, 2008 年版的 5.2.3)；
- 修改了筛选应力对应的张力值(见 6.3.1, 2008 年版的 5.3.1)；
- 删除了标距为 1 m、10 m、20 m 的抗张强度要求(见 2008 年版的 5.3.2)；
- 修改了涂覆层剥离力(峰值)的技术指标要求，增加了涂覆层直径 200 μm 的光纤涂覆层剥离力表注(见 6.3.4, 2008 年版的 5.3.4)；
- 增加了环境试验 1 625 nm 波长光衰减变化的要求(见 6.4.2)；
- 修改了环境试验后剥离力峰值的要求，增加了涂覆层直径 200 μm 的光纤涂覆层剥离力表注(见 6.4.3, 2008 年版的 5.4.3)。

请注意本文件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。

本部分由中华人民共和国工业和信息化部提出。

本部分由全国通信标准化技术委员会(SAC/TC 485)归口。

本部分起草单位：烽火科技集团有限公司。

本部分主要起草人：刘骋、胡古月、王冬香、祁庆庆、胡鹏、戚卫、胡国华、王小泉。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB/T 9771.3—2000、GB/T 9771.3—2008。

通信用单模光纤

第3部分：波长段扩展的非色散位移单模光纤特性

1 范围

GB/T 9771 的本部分规定了波长段扩展的非色散位移单模光纤(B1.3类单模光纤)的修约规则、要求和试验方法。

本部分适用于通信光缆和其他信息传输设备中使用的 B1.3 类单模光纤中的 D 子类。

注 1：本部分光纤尺寸参数和传输特性参考了 ITU-T G.652(2016)中 G.652.D 类光纤的技术指标，光纤的机械、环境性能参考了 IEC 60793-2-50:2015 中 B1.3 类光纤的规定。

注 2：B1.3 类光纤的零色散波长在 1 310 nm 附近，它除了可以使用在 1 310 nm 和 1 550 nm 波长区域外，还扩展到了 1 360 nm~1 530 nm 波长区域。

注 3：B1.3 类单模光纤中的 C 子类技术要求参见 GB/T 9771.3—2008。

注 4：GB/T 9771 与 ITU-T 标准、IEC 标准中光纤分类的对照关系参见附录 A。

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 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定

GB/T 15972(所有部分) 光纤试验方法规范

GB/T 33779.1 光纤特性测试导则 第1部分：衰减均匀性

ITU-T G.650.1 单模光纤光缆的具有线性和确定性特性的参数定义和试验方法(Definitions and test methods for linear, deterministic attributes of single-mode fibre and cable)

ITU-T G.650.2 单模光纤光缆的具有统计和非线性特性的参数定义和试验方法(Definitions and test methods for statistical and non-linear related attributes of single-mode fibre and cable)

3 术语和定义

GB/T 15972、GB/T 33779.1、ITU-T G.650.1 和 ITU-T G.650.2 界定的术语和定义适用于本文件。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

DWDM:密集波分复用(Dense Wavelength Division Multiplexing)

FTTH:光纤到户(Fibre To The Home)

FWM:四波混频(Four Wave Mixing)

PMD:偏振模色散(Polarization Mode Dispersion)

PMD_Q:链路 PMD 系数统计参数(Statistical Parameter For Link PMD)

WDM:波分复用(Wavelength Division Multiplexing)

5 修约规则

在判定数值是否符合标准要求时,应采用 GB/T 8170 中规定的修约值比较法,先将测量值向偶数修约,然后再与标准值比较。

6 要求

6.1 尺寸参数

6.1.1 尺寸参数技术指标

B1.3 类单模光纤的尺寸参数要求应符合表 1 的规定。

表 1 B1.3 类单模光纤的尺寸参数要求

项目	单位	技术指标
包层直径	μm	125 ± 0.7
芯/包层同心度误差	μm	≤ 0.6
包层不圆度	%	≤ 1.0
涂覆层直径(未着色) ^a	μm	245 ± 10
涂覆层直径(着色) ^b	μm	250 ± 15
涂覆层/包层同心度误差 ^c	μm	≤ 12.5
注: 光纤带中光纤的尺寸参数可有更严格的要求。		
^a 对于光学子系统、尾纤或特殊应用(如海底光缆、紧凑型 FTTH 光缆)的场合中,可采用其他规格的涂覆层直径和容差(μm),例如: 200 ± 10 ; 400 ± 40 ; 500 ± 30 ; 700 ± 100 ; 900 ± 100 。如采用其他规格的涂覆层直径,也许会影响光纤的接续性,如光纤带、多芯光纤连接器、机械接头、熔接接头保护装置,可能会需要调整接续工具。		
^b 对于涂覆层直径 $200 \mu\text{m}$ 的光纤,着色后涂覆层直径范围为 $190 \mu\text{m} \sim 220 \mu\text{m}$ 。		
^c 对于涂覆层直径 $200 \mu\text{m}$ 的光纤,涂覆层/包层同心度误差应不大于 $10 \mu\text{m}$ 。		

6.1.2 尺寸参数测量方法

尺寸参数的测量方法见表 2。

表 2 尺寸参数的测量方法

项目	测量方法
包层直径	GB/T 15972.20
芯/包层同心度误差	GB/T 15972.20
包层不圆度	GB/T 15972.20
涂覆层直径	GB/T 15972.21
涂覆层/包层同心度误差	GB/T 15972.21

6.2 传输特性

6.2.1 衰减系数

B1.3 类单模光纤的衰减系数要求应符合表 3 的规定。

表 3 B1.3 类单模光纤的衰减系数要求

项目	单位	技术指标
1 310 nm 衰减系数最大值 ^a	dB/km	0.38
(1 383±3)nm 衰减系数最大值(氢老化后) ^b	dB/km	0.38
1 550 nm 衰减系数最大值 ^a	dB/km	0.24
1 625 nm 衰减系数最大值 ^a	dB/km	0.28
注：表中衰减系数值不适用于跳线、室内光缆、引入缆等短光缆。例如，IEC 60794-2-11 中规定室内光缆的 1 310 nm 和 1 550 nm 窗口的衰减系数≤1.0 dB/km。大于 1 625 nm 窗口(用于监测目的)的衰减系数尚不清楚。通常来说，衰减随着波长的增加而增加，并且由于宏弯和微弯损耗衰减也会呈现显著的波长依赖性。		
^a 1 310 nm~1 625 nm 衰减系数最大值应不大于 0.38 dB/km，该波长区域可以通过在 1 310 nm 处的衰减值上加 0.07 dB/km 的瑞利散射损耗来扩展到 1 260 nm。1 550 nm~1 565 nm 衰减系数最大值应不大于 0.24 dB/km。		
^b (1 383±3)nm 衰减系数最大值为按照 GB/T 15972.55 中规定的氢老化试验方法，对 B1.3 类光纤样品经过氢气老化试验后的衰减平均值。		

6.2.2 衰减点不连续性

在 1 310 nm 和 1 550 nm 波长上，对一光纤连续长度不应有超过 0.1 dB 的不连续点。

6.2.3 衰减波长特性

在 1 285 nm~1 330 nm 波长范围内的衰减系数值，相对于 1 310 nm 波长的衰减系数值，应不超过 0.04 dB/km。

在 1 525 nm~1 575 nm 波长范围内的衰减系数值，相对于 1 550 nm 波长的衰减系数值，应不超过 0.03 dB/km。

6.2.4 衰减均匀性

在 1 310 nm 和 1 550 nm 波长上，光纤后向散射曲线任意 2 000 m 长度上，实测衰减系数与全段长平均衰减系数之差的最坏值应不大于 0.05 dB/km。

6.2.5 色散特性

在 1 260 nm~1 460 nm 波长区域，任一波长 λ 下的色散系数 $D(\lambda)$ 的限值应按公式(1)、公式(2)、公式(3)计算。

$$\frac{\lambda S_{0\max}}{4} \left[1 - \left(\frac{\lambda_{0\max}}{\lambda} \right)^4 \right] \leq D(\lambda) \leq \frac{\lambda S_{0\min}}{4} \left[1 - \left(\frac{\lambda_{0\min}}{\lambda} \right)^4 \right] \quad (\lambda \leq \lambda_{0\min}) \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$\frac{\lambda S_{0\max}}{4} \left[1 - \left(\frac{\lambda_{0\max}}{\lambda} \right)^4 \right] \leq D(\lambda) \leq \frac{\lambda S_{0\max}}{4} \left[1 - \left(\frac{\lambda_{0\min}}{\lambda} \right)^4 \right] \quad (\lambda_{0\min} \leq \lambda \leq \lambda_{0\max}) \quad \dots\dots (2)$$
$$\frac{\lambda S_{0\min}}{4} \left[1 - \left(\frac{\lambda_{0\max}}{\lambda} \right)^4 \right] \leq D(\lambda) \leq \frac{\lambda S_{0\max}}{4} \left[1 - \left(\frac{\lambda_{0\min}}{\lambda} \right)^4 \right] \quad (\lambda_{0\max} \leq \lambda) \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

- $\lambda_{0\max}$ ——零色散波长最大值,单位为纳米(nm);
- $\lambda_{0\min}$ ——零色散波长最小值,单位为纳米(nm);
- $S_{0\max}$ ——零色散斜率最大值,单位为皮秒每平方纳米公里[ps/(nm²·km)];
- $S_{0\min}$ ——零色散斜率最小值,单位为皮秒每平方纳米公里[ps/(nm²·km)]。

在 1 460 nm~1 625 nm 波长区域,任一波长 λ 下的色散系数 $D(\lambda)$ 的限值应按公式(4)计算。

$$8.625 + 0.052(\lambda - 1\,460) \leq D(\lambda) \leq 12.472 + 0.068(\lambda - 1\,460) \quad \dots\dots\dots (4)$$

B1.3 类单模光纤的色散特性要求应符合表 4 的规定。

表 4 B1.3 类单模光纤的色散特性要求

项目	单位	技术指标
零色散波长最小值($\lambda_{0\min}$) ^a	nm	1 300
零色散波长最大值($\lambda_{0\max}$) ^a	nm	1 324
零色散斜率最小值($S_{0\min}$) ^a	ps/(nm ² ·km)	0.073
零色散斜率最大值($S_{0\max}$) ^a	ps/(nm ² ·km)	0.092
1 550 nm 色散系数最小值 $D_{\min}(1\,550)$ ^b	ps/(nm·km)	13.3
1 550 nm 色散系数最大值 $D_{\max}(1\,550)$ ^b	ps/(nm·km)	18.6
1 625 nm 色散系数最小值 $D_{\min}(1\,625)$ ^b	ps/(nm·km)	17.2
1 625 nm 色散系数最大值 $D_{\max}(1\,625)$ ^b	ps/(nm·km)	23.7
^a 1 260 nm~1 460 nm 采用 3 项 Sellmeier 拟合。 ^b 1 460 nm~1 625nm 采用线性拟合。		

6.2.6 模场直径

B1.3 类单模光纤的模场直径要求应符合表 5 的规定。

表 5 B1.3 类单模光纤的模场直径要求

项目	单位	技术指标
1 310 nm 模场直径标称值	μm	8.6~9.2
容差	μm	±0.4

6.2.7 截止波长

截止波长分为两种类型:

- a) 光缆截止波长(λ_{cc}): $\lambda_{cc} \leq 1\,260\text{ nm}$;
- b) 光纤截止波长(λ_c): λ_c 不规定。

注 1: λ_c 、 λ_{cc} 测量值之间的关系与光纤、光缆的结构和测试条件有关。一般情形下, $\lambda_{cc} < \lambda_c$ 。

注 2: 对于特别应用场合光缆中所用光纤的截止波长, 规定 $\lambda_c \leq 1\,250\text{ nm}$ 。特别应用场合是指使用光缆长度最短, 弯曲半径最大的情况。

注 3: 对某些特定的海底光缆, 可以要求其他的 λ_{cc} 值。

6.2.8 宏弯损耗

光纤以 30 mm 半径松绕 100 圈, 在 1 625 nm 测得的宏弯损耗应不超过 0.1 dB。

注 1: 如果由于实际原因, 选取少于 100 圈进行 30 mm 弯曲半径的试验, 宜不少于 40 圈, 宏弯损耗值按比例递减。

注 2: 为了保证弯曲损耗易于测量和测量准确度, 可用一圈或几圈小半径环光纤代替 100 圈光纤进行试验, 在此情况下, 绕的圈数、环的半径和最大允许的弯曲损耗, 与 30 mm 半径 100 圈试验的损耗值相当。

6.2.9 色散纵向均匀性

待研究。

注: 在一特定的波长上, 局部光纤段色散系数的绝对值可能偏离对长光纤段测得的数值。如果在接近波分复用 (WDM) 系统的一个工作波长上色散系数减到很小, 会产生较大的四波混频 (FWM) 效应。四波混频效应能引起功率在其他波长或其他工作波长上传输。FWM 功率的大小是色散绝对值、色散斜率、工作波长、光功率和 FWM 发生的距离的函数。对在 1 550 nm 波段密集波分复用 (DWDM) 的应用, 该类光纤的色散值足够大, 可以避免 FWM 效应, 色散纵向均匀性问题不突出。

6.2.10 偏振模色散系数

本部分只规定链路 PMD 系数, 其最大 PMD_Q 应符合表 6 的规定。

表 6 链路 PMD 系数最大值

项目		单位	技术指标
PMD 系数	M(光纤段数)	段	20
	Q(概率)	%	0.01
	未成缆光纤链路 PMD 系数 PMD _Q 最大值	ps/km ^{$\frac{1}{2}$}	0.20
<p>注 1: 经生产者和使用者协商, 特定应用中, 可以允许更大的链路 PMD_Q 值(例如: $\leq 0.5\text{ ps/km}^{\frac{1}{2}}$)。</p> <p>注 2: 上述指标要求不适用于跳线缆、室内缆、引入缆中光纤的 PMD 系数要求。</p> <p>注 3: 规定最大未成缆光纤的 PMD_Q 值, 是为了支持成缆后光纤的 PMD_Q 满足系统应用的基本要求。测量未成缆光纤的 PMD 指标是必要的, 但它不能确保成缆光纤的相应指标。未成缆光纤的 PMD_Q 值会小于或等于成缆光纤的 PMD_Q 值。未成缆光纤的 PMD 值与成缆光纤的 PMD 值的比例关系取决于光缆的结构和工艺, 以及未成缆光纤的耦合条件。</p>			

6.2.11 传输特性测量方法

传输特性的测量方法见表 7。

表 7 传输特性的测量方法

项目	测量方法
衰减系数 ^a	GB/T 15972.40
衰减点不连续性	GB/T 15972.40
衰减波长特性	GB/T 15972.40
衰减均匀性	GB/T 33779.1
色散特性	GB/T 15972.42
模场直径	GB/T 15972.45
截止波长	GB/T 15972.44
宏弯损耗	GB/T 15972.47
偏振模色散	GB/T 15972.48
注：根据对一定数量未成缆光纤测量得到的偏振模色散系数的数据，用 YD/T 1065.2 给出的统计方法可计算出链路偏振模色散 PMD _Q 值。	
^a 氢老化测量方法见 GB/T 15972.55。	

6.3 机械性能

6.3.1 筛选试验水平

涂覆光纤机械强度筛选试验要求应符合表 8 的规定。

表 8 筛选试验要求

项目	单位	技术指标
筛选应力	GPa	≥0.69
注：筛选应力值 0.69 GPa 约等于 1.0% 的应变或 8.8 N 的张力值。三种不同单位之间的换算参见 IEC TR 62048:2014 中 8.4。		

6.3.2 抗张强度

光纤老化前的最低抗张强度要求应符合表 9 的规定。

表 9 光纤老化前的最低抗张强度要求

光纤标距长度 m	威布尔概率水平为 15% 时最低抗张强度 GPa	威布尔概率水平为 50% 时最低抗张强度 GPa
0.5	3.14	3.80
注：试验用长样品进行时，光纤标距长度可选 10 m 或 20 m，标距越长，对应的最低抗张强度值会减小。		

6.3.3 翘曲特性参数

光纤翘曲半径 R 应不小于 4 m。

6.3.4 涂覆层剥离力

光纤涂覆层剥离力要求应符合表 10 的规定。

表 10 光纤涂覆层剥离力要求

项目	单位	技术指标
涂覆层剥离力(平均值)	N	1.0~5.0
涂覆层剥离力(峰值)	N	1.0~8.9
注 1: 涂覆层剥离力平均值或峰值都是在试验过程中定义的,可以由供应商和用户协商规定。 注 2: 对于表 1 中其他规格的涂覆层直径的光纤,经供应商和用户协商可以允许不同的剥离力值范围要求,例如涂覆层直径 200 μm 的光纤,涂覆层剥离力(平均值)可为 0.6 N~5.0 N,涂覆层剥离力(峰值)可为 0.6 N~8.9 N。		

6.3.5 动态疲劳参数

光纤动态疲劳参数要求应符合表 11 的规定。

表 11 光纤动态疲劳参数要求

项目	单位	技术指标
动态疲劳参数 n_d	—	≥ 20

6.3.6 机械性能试验方法

机械性能的试验方法见表 12。

表 12 机械性能的试验方法

项目	试验方法
筛选试验	GB/T 15972.30
抗张强度	GB/T 15972.31
翘曲特性	GB/T 15972.34
涂覆层剥离力	GB/T 15972.32
动态疲劳参数	GB/T 15972.33

6.4 环境性能

6.4.1 概述

B1.3 类单模光纤的环境性能要求包括环境试验光衰减变化和环境试验后机械性能要求。

6.4.2 环境试验光衰减变化要求

环境试验光衰减变化要求应符合表 13 的规定。

表 13 环境试验光衰减变化要求

试验项目	试验条件	波长 nm	允许的衰减变化 dB/km
恒定湿热	温度为 85 ℃±2 ℃,相对湿度不低于 85%, 放置 30 d	1 550,1 625	≤0.05
干热	温度为 85 ℃±2 ℃,放置 30 d	1 550,1 625	≤0.05
温度特性	温度范围为-60 ℃~+85 ℃,两个循环周期	1 550,1 625	≤0.05
浸水	浸泡在温度为 23 ℃±5 ℃水中 30 d	1 550,1 625	≤0.05

6.4.3 环境试验后机械性能要求

环境试验后机械性能要求应符合表 14 的规定。

表 14 环境试验后机械性能要求

试验项目	剥离力平均值 N	剥离力峰值 N	威布尔概率水平为 15%时抗张强度 GPa	威布尔概率水平为 50%时抗张强度 GPa	动态疲劳参数 <i>n_d</i>
恒定湿热	1.0~5.0	1.0~8.9	≥2.76	≥3.03	≥20
浸水	1.0~5.0	1.0~8.9	—	—	—
注：对于表 1 中其他规格的涂覆层直径的光纤，经过制造商和用户协商可以允许不同的剥离力值范围要求，例如涂覆层直径 200 μm 的光纤，涂覆层剥离力(平均值)可为 0.6 N~5.0 N，涂覆层剥离力(峰值)可为 0.6 N~8.9 N。					

6.4.4 环境性能的试验方法

环境性能的试验方法见表 15。

表 15 环境性能的试验方法

项目	试验方法
恒定湿热	GB/T 15972.50
干热	GB/T 15972.51
温度特性	GB/T 15972.52
浸水	GB/T 15972.53

附 录 A
(资料性附录)

GB/T 9771 与 IEC 标准、ITU-T 标准中单模光纤代号的对应关系

GB/T 9771 与 IEC 标准、ITU-T 标准中单模光纤代号的对应关系参见表 A.1。

表 A.1 GB/T 9771 与 IEC 标准、ITU-T 标准中单模光纤代号的对应关系

GB/T 9771	IEC 标准	ITU-T 标准
B1.1	B1.1	G.652.B
B1.2a	—	G.654.A
B1.2b	B1.2_b	G.654.B
B1.2c	B1.2_c	G.654.C
B1.2d	B1.2_d	G.654.D
B1.2e	—	G.654.E
B1.3	B1.3	G.652.D
B2a	B2_a	G.653.A
B2b	B2_b	G.653.B
B4c	B4_c	G.655.C
B4d	B4_d	G.655.D
B4e	B4_e	G.655.E
B5	B5	G.656
B6a1	B6_a1	G.657.A1
B6a2	B6_a2	G.657.A2
B6b2	B6_b2	G.657.B2
B6b3	B6_b3	G.657.B3

参 考 文 献

- [1] YD/T 1065.2 单模光纤偏振模色散的试验方法 第2部分:链路偏振模色散系数(PMDQ)的统计计算方法
 - [2] IEC 60793-2-50:2015 Optical fibres—Part 2-50: Product specifications— Sectional specification for class B single-mode fibres
 - [3] IEC 60794-2-11 Optical fibre cables—Part 2-11: Indoor optical fibre cables— Detailed specification for simplex and duplex cables for use in premises cabling
 - [4] IEC TR 62048:2014 Optical fibres—Reliability—Power law theory
 - [5] ITU-T G.652(2016) Characteristics of a single-mode optical fibre and cable
-

