



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 9771.5—2020  
代替 GB/T 9771.5—2008

## 通信用单模光纤 第 5 部分：非零色散位移单模光纤特性

Single-mode optical fibres for telecommunication—  
Part 5: Characteristics of a non-zero dispersion shifted single-mode optical fibre

2020-06-02 发布

2020-12-01 实施

国家市场监督管理总局  
国家标准化管理委员会 发布

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 分类 ..... 1

6 修约规则 ..... 2

7 要求 ..... 2

    7.1 尺寸参数 ..... 2

    7.2 传输特性 ..... 3

    7.3 机械性能 ..... 6

    7.4 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 5 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 9771.5—2008《通信用单模光纤 第 5 部分：非零色散位移单模光纤特性》。本部分与 GB/T 9771.5—2008 相比，主要技术变化如下：

- 增加了分类和修约规则(见第 5 章、第 6 章)；
- 增加了 200  $\mu\text{m}$  及 500  $\mu\text{m}$  两种规格涂覆层直径及容差、200  $\mu\text{m}$  光纤的涂覆层/包层同心度误差要求(见 7.1.1)；
- 将光学特性和传输特性修改为传输特性，并将模场直径从尺寸参数调整到传输特性(见 7.1、7.2，2008 年版的 5.1、5.2)；
- 删除了 1 460 nm 波长衰减要求(见 2008 年版的 5.2.3)；
- 增加了衰减均匀性要求(见 7.2.4)；
- 删除了 B4a、B4b 子类色散要求(见 2008 年版的 5.2.4)；
- 删除了跳线缆截止波长( $\lambda_{\text{c}}$ )(见 2008 年版的 5.2.1)；
- 修改了筛选应力对应的张力值(见 7.3.1，2008 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要求(见 7.3.4、7.4.3，2008 年版的 5.3.4、5.4.3)；
- 增加了环境试验 1 625 nm 波长光衰减变化的要求(见 7.4.2)；
- 增加了 GB/T 9771 与 IEC 标准、ITU-T 标准中单模光纤代号的对应关系(见附录 A)。

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、王冬香、胡古月、戚卫、祁庆庆、胡鹏、胡国华、何茂友。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB/T 9771.5—2000、GB/T 9771.5—2008。

## 通信用单模光纤

### 第 5 部分:非零色散位移单模光纤特性

#### 1 范围

GB/T 9771 的本部分规定了非零色散位移单模光纤(以下简称 B4 类单模光纤)的分类、修约规则、性能要求和试验方法。

本部分适用于通信光缆和其他信息传输设备中使用的 B4 类单模光纤。

#### 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<sub>Q</sub>:链路 PMD 系数统计参数(Statistical parameter for link PMD)

WDM:波分复用(Wavelength Division Multiplexing)

#### 5 分类

B4 类单模光纤的零色散波长不在 1 550 nm 附近,在使用波长区域具有一非零的小色散值,以抑制密

集波分复用(DWDM)中四波混频(FWM)效应。不同类型的 B4 类单模光纤可分别适用于 1 530 nm～1 565 nm 波长区域和 1 460 nm～1 625 nm 波长区域。

B4 类单模光纤按色散特性分为 B4c、B4d 和 B4e 三个子类。

注 1：本部分删除了 B4a 和 B4b 两个子类。

注 2：GB/T 9771 与 ITU-T、IEC 标准中单模光纤代号的对应关系参见附录 A。

6 修约规则

在判定数值是否符合本部分要求时,应采用 GB/T 8170 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。

7 要求

7.1 尺寸参数

7.1.1 尺寸参数技术指标

B4 类单模光纤的尺寸参数应符合表 1 规定。

表 1 尺寸参数

项目	单位	技术指标
包层直径	$\mu\text{m}$	$125\pm 1$
芯/包层同心度误差	$\mu\text{m}$	$\leq 0.6$
包层不圆度	%	$\leq 1.0$
涂覆层直径(未着色) <sup>a</sup>	$\mu\text{m}$	$245\pm 10$
涂覆层直径(着色) <sup>b</sup>	$\mu\text{m}$	$250\pm 15$
涂覆层/包层同心度误差 <sup>c</sup>	$\mu\text{m}$	$\leq 12.5$
注：光纤带中光纤的尺寸参数可有更严格的要求。		
<sup>a</sup> 表中涂覆层直径的要求通常应用于通信光缆。对于光子学系统、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,例如:200 $\mu\text{m}\pm 10\ \mu\text{m}$ 、400 $\mu\text{m}\pm 40\ \mu\text{m}$ 、500 $\mu\text{m}\pm 30\ \mu\text{m}$ 、700 $\mu\text{m}\pm 100\ \mu\text{m}$ 、900 $\mu\text{m}\pm 100\ \mu\text{m}$ 。采用的其他规格的涂覆层直径,也许会影响到光纤的接续,例如接续光纤带、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。		
<sup>b</sup> 对于 200 $\mu\text{m}$ 光纤,着色后涂覆层直径范围为 190 $\mu\text{m}\sim 220\ \mu\text{m}$ 。		
<sup>c</sup> 对于涂覆层直径 200 $\mu\text{m}$ 的光纤,涂覆层/包层同心度误差不应大于 10 $\mu\text{m}$ 。		

7.1.2 尺寸参数测量方法

尺寸参数测量方法见表 2。

表 2 尺寸参数测量方法

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(未着色)	GB/T 15972.21
涂覆层直径(着色)	GB/T 15972.21
涂覆层/包层同心度误差	GB/T 15972.21

## 7.2 传输特性

### 7.2.1 衰减系数

B4 类单模光纤的衰减系数应符合表 3 规定。

表 3 衰减系数

项目	单位	技术指标
1 550 nm 衰减系数最大值 <sup>a</sup>	dB/km	0.25
1 625 nm 衰减系数最大值 <sup>a</sup>	dB/km	0.30
<sup>a</sup> 表中衰减系数要求不适用于短光缆,如跳线缆、室内缆以及引入缆中的光纤,如 IEC 60794-2-11 中规定室内缆中光纤在 1 310 nm 和 1 550 nm 衰减系数不大于 1.0 dB/km。		

### 7.2.2 衰减点不连续性

在 1 550 nm 波长上,光纤连续长度上不应有超过 0.1 dB 的不连续点。

### 7.2.3 衰减波长特性

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

### 7.2.4 衰减均匀性

在 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。

### 7.2.5 色散特性

B4 类单模光纤的色散特性应符合表 4 规定。

表 4 色散特性

项目		单位	技术指标		
			B4c	B4d	B4e
C 波段色散特性：					
非零色散区： $\lambda_{\min} \sim \lambda_{\max}$	nm	1 530~1 565	—	—	
非零色散区色散系数绝对值： $D_{\min}, D_{\max}$	ps/(nm • km)	1.0~10.0	—	—	
色散符号		正或负	—	—	
$D_{\max} - D_{\min}$	ps/(nm • km)	≤5.0	—	—	
L 波段色散特性：					
非零色散区： $\lambda_{\min} \sim \lambda_{\max}$	nm	待定	—	—	
非零色散区色散系数绝对值： $D_{\min}, D_{\max}$	ps/(nm • km)	待定	—	—	
色散符号		正或负	—	—	
S+C+L 波段色散特性：					
$D_{\min}(\lambda)$	1 460 nm~1 550 nm	ps/(nm • km)	—	$\frac{7.00}{90}(\lambda - 1\ 460) - 4.20$	$\frac{5.42}{90}(\lambda - 1\ 460) + 0.64$
	1 550 nm~1 625 nm	ps/(nm • km)	—	$\frac{2.97}{75}(\lambda - 1\ 550) + 2.80$	$\frac{3.30}{75}(\lambda - 1\ 550) + 6.06$
$D_{\max}(\lambda)$	1 460 nm~1 550 nm	ps/(nm • km)	—	$\frac{2.91}{90}(\lambda - 1\ 460) + 3.29$	$\frac{4.65}{90}(\lambda - 1\ 460) + 4.66$
	1 550 nm~1 625 nm	ps/(nm • km)	—	$\frac{5.06}{75}(\lambda - 1\ 550) + 6.20$	$\frac{4.12}{75}(\lambda - 1\ 550) + 9.31$
注 1： $D_{\min}$ 不一定发生在 $\lambda_{\min}$ ， $D_{\max}$ 不一定发生在 $\lambda_{\max}$ 。					
注 2：对同一根光纤，在非零色散区，色散系数符号不宜改变。					
注 3：根据系统设计和传输的类型，宜规定色散系数符号。					

7.2.6 模场直径

B4 类单模光纤的模场直径应符合表 5 规定

表 5 模场直径

项目	单位	技术指标
1 550 nm 模场直径标称值	μm	8.0~11.0
模场直径容差	μm	±0.6

### 7.2.7 截止波长

B4 类单模光纤的截止波长分为两种类型：

- a) 光缆截止波长( $\lambda_{cc}$ ):  $\lambda_{cc} \leq 1\,450\text{ nm}$ ;
- b) 光纤截止波长( $\lambda_c$ ):  $\lambda_c$  不规定。

注 1:  $\lambda_c$  和  $\lambda_{cc}$  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  $\lambda_c \leq 1\,440\text{ nm}$ 。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, 可要求其他的  $\lambda_{cc}$  值。

### 7.2.8 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:

- B4c 类单模光纤应不超过 0.2 dB;
- B4d、B4e 类单模光纤应不超过 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, 不宜少于 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。

### 7.2.9 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 发生的距离函数。

### 7.2.10 偏振模色散系数

本部分只规定链路 PMD 系数, 其  $\text{PMD}_Q$  最大值应符合表 6 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 $\text{PMD}_Q^a$ 最大值	$\text{ps}/\text{km}^{\frac{1}{2}}$	0.20
<p>注 1: 经制造商和用户协商, 特定应用中, 可允许更大的链路 <math>\text{PMD}_Q</math> 值(例如: <math>\leq 0.5\text{ ps}/\text{km}^{\frac{1}{2}}</math>)。</p> <p>注 2: 上述指标要求不适用于跳线缆、室内缆、引入光缆中光纤的 PMD 系数要求。</p> <p>注 3: 规定最大未成缆光纤的 <math>\text{PMD}_Q</math> 值, 是为了支持成缆后光纤 <math>\text{PMD}_Q</math> 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 <math>\text{PMD}_Q</math> 值会小于或等于成缆光纤的 <math>\text{PMD}_Q</math> 值。未成缆光纤与成缆光纤的 PMD 值的比例关系取决于光缆的结构和工艺及未成缆光纤的耦合条件。</p>			
<sup>a</sup> 成缆后光纤如果要支持 40 Gbit/s 系统传输 400 km 应用的基本要求, 则 $\text{PMD}_Q$ 应不大于 $0.10\text{ ps}/\text{km}^{\frac{1}{2}}$ 。			



7.2.11 传输特性测量方法

传输特性的测量方法见表 7。

表 7 传输特性测量方法

项目	测量方法
衰减系数	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
偏振模色散特性	GB/T 15972.48
注：根据对一定数量未成缆光纤测得的 PMD 数据，可用 YD/T 1065.2—2015 给出的统计方法计算出链路 PMD <sub>Q</sub> 值。	

7.3 机械性能

7.3.1 筛选试验水平

B4 类单模光纤的筛选试验应符合表 8 规定。

表 8 筛选试验

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% 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。		

7.3.2 抗张强度

B4 类单模光纤老化前的最低抗张强度应符合表 9 规定。

表 9 老化前的最低抗张强度

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。		

7.3.3 翘曲特性参数

B4 类单模光纤翘曲半径  $R$  应不小于 4 m。

7.3.4 涂覆层剥离力

B4 类单模光纤的涂覆层剥离力应符合表 10 规定。

表 10 涂覆层剥离力

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,具体值可由制造商和用户协商确定。		
注 2: 对于表 1 中其他规格的涂覆层直径的光纤,经制造商和用户协商,可允许不同的剥离力值范围要求。		

7.3.5 动态疲劳参数

B4 类单模光纤的动态疲劳参数应符合表 11 规定。

表 11 动态疲劳参数

项目	单位	技术指标
动态疲劳参数 $n_d$	—	$\geq 20$

7.3.6 机械性能试验方法

机械性能试验方法见表 12。

表 12 机械性能试验方法

项目	测量方法
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

7.4 环境性能

7.4.1 概述

B4 类单模光纤的环境性能包括环境试验光衰减变化和环境试验后机械性能。

7.4.2 环境试验光衰减变化

环境试验光衰减变化应符合表 13 规定。

表 13 环境试验光衰减变化

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 天	1 550,1 625	≤0.05
干热	温度为 85℃±2℃,放置 30 天	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 天	1 550,1 625	≤0.05

7.4.3 环境试验后机械性能

环境试验后机械性能应符合表 14 规定。

表 14 环境试验后机械性能

试验项目	剥离力平均值 N	剥离力峰值 N	15%抗张强度 GPa	50%抗张强度 GPa	动态疲劳参数 $n_d$
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，可允许不同的剥离力值范围要求。					

7.4.4 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	测量方法
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—2015 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 Optical fibres—Reliability—Power law theory
  - [5] ITU-T G.655(2009) Characteristics of a non-zero dispersion-shifted single-mode optical fibre and cable
-