

APC

S + C + L 波段 WDM 系统用 宽谱截止波长位移单模光纤

**WIDE SPECTRUM CUTOFF-WAVELENGTH
SHIFTED SINGLE-MODE FIBRE FOR
S+C+L WDM SYSTEM**

版本：1.0 (2025)



亚太光纤光缆产业协会(APC)
Asia-Pacific Optical Fiber and
Cable Industry Association(APC)

APC

**S+C+L波段WDM 系统用宽谱截止波长位移
单模光纤**

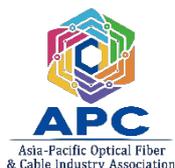
版本：1.0 (2025)

APC

Asia-Pacific Optical Fiber
& Cable Industry Association

发行人：

亚太光纤光缆产业协会 (APC)



S+C+L 波段 WDM 系统用宽谱截止波长位移单模光纤

WIDE SPECTRUM CUTOFF-WAVELENGTH SHIFTED SINGLE-MODE FIBRE FOR S+C+L WDM SYSTEM

简介

本文件规定了宽谱截止波长位移单模光纤（简称SCL光纤）的几何尺寸参数、传输特性、机械性能和环境性能等要求。

本文件规定的SCL光纤适用于S+C+L波段的波分复用（WDM）通信系统,可有效提高可用的频谱带宽,以满足高速率大容量的光传输需求。

根据ITU-T G. sup39对光波段的划分,传统的S波段为1460 nm-1530 nm, C波段为1530 nm-1565 nm, L波段为1565 nm-1625 nm, 本文件所指的S+C+L波段为1460 nm至1625 nm。

注: 为了支持C6T+L6T的WDM系统传输, 1626.43 nm波长的应用也可参考本文件。

关键词

单模光纤 宽谱传输光纤 SCL光纤 WDM系统

本文件历次制修订说明:

编辑版本	标准号	发布日期	研究单位
V1.0	APC FAT-0002 V1.0 (2025)	2025年10月10日	APC技术委员会

目次

1 范围	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 缩略语.....	2
5 要求	
5.1 几何尺寸参数	2
5.2 传输特性	2
5.3 机械性能	4
5.4 环境性能	5
参考文献.....	6

S+C+L 波段 WDM 系统用宽谱截止波长位移单模光纤

1 范围

本文件规定了一种S+C+L波段WDM系统用宽谱截止波长位移单模光纤特性，简称SCL光纤。

SCL光纤的传输特性、几何尺寸参数、机械特性和环境特性具有以下特征：

- 光纤衰减系数规定在1460 nm, 1550 nm和1625 nm处，且作了最大值规定；
- 定义了光纤衰减翘度参数，并规定了三个特定波长点的光纤衰减系数翘度（FAWD）值，即 $\Delta \alpha_{1460}$ ， $\Delta \alpha_{1530}$ 以及 $\Delta \alpha_{1625}$ ；
- 光纤在C+L波段的传输特性兼容ITU-T G. 654中的G. 654. E光纤，扩展了S波段的传输特性；
- 光纤几何尺寸参数具有250 μm 和200 μm 两种尺寸；
- 光纤机械性能和环境性能与IEC 60793-2-50中的B-654. E光纤保持一致。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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。

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

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

ITU-T G. 654 截止波长位移单模光纤光缆特性

IEC 60793-2-50 产品规范 第2-50部分 B类单模光纤分规范

IEC/TR 62048 光纤可靠性的幂次率理论

3 术语和定义

除ITU-T G. 650. 1和ITU-T G. 650. 2中确立的相关术语和定义适用于本文件外，下列术语和定义也适用于本文件。

3.1

S+C+L波段WDM系统用宽谱截止波长位移单模光纤 wide spectrum cutoff-wavelength shifted single-mode fibre for S+C+L system

一种衰减性能优化的、在S+C+L波段支持WDM宽谱系统用的、截止波长向短波长移动的大有效面积单模光纤。

3.2

光纤衰减系数翘度 fiber attenuation coefficient warping degree

在1460 nm- 1625 nm波长范围内，光纤衰减系数随波长呈现U形状态时，某一特定波长处的衰减系数与波长范围内最小衰减系数的差称之为衰减系数翘度。1460 nm波长的FAWD用 $\Delta \alpha_{1460}$ 表示，1530 nm波长的FAWD用 $\Delta \alpha_{1530}$ 表示，1625 nm波长的FAWD用 $\Delta \alpha_{1625}$ 表示。

[来源：APC FAT-0001 V2.0 (2024) A super high capacity single-mode fibre for C+L WDM system]

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

WDM (Wavelength Division Multiplexing) :波分复用

FWM (Four Wave Mixing) :四波混频

PMD (Polarization Mode Dispersion) :偏振模色散

PMD_Q (Link Polarization Mode Dispersion) :链路偏振模色散系数统计参数

FAWD (Fibre Attenuation coefficient Warping Degree) :光纤衰减系数翘度

5 要求

5.1 几何尺寸参数

SCL光纤的几何尺寸参数应符合表1的规定。

表1 SCL光纤的几何尺寸参数

项目	单位	技术指标	
		250 μm光纤	200 μm光纤
包层直径	μm	125.0±1	125.0±1
芯/包层同心度误差	μm	≤0.8	≤0.8
包层不圆度	-	≤2.0%	≤2.0%
涂覆层直径(未着色)	μm	235~255	190~210
涂覆层直径(着色)	μm	235~265	190~220
包层/涂覆层同心度误差	μm	≤12.5	≤10.0

注1：光纤带中光纤的尺寸参数可有更严格的要求。

注2：200微米涂覆直径的光纤可能影响微弯损耗的敏感性，尤其对于大于10.5微米模场直径的光纤来说更敏感。在这种情况下，应该给予考虑光纤涂层材料、结构、光缆设计和制造工艺，以及温度变化条件，以预防微弯损耗的增加。

5.2 传输特性

5.2.1 截止波长

截止波长采用22米长的光纤测试， λ_{cc} 不大于1460 nm，且成缆后的22米截止波长在S+C+L波段应能保证单模传输。

注：如果考虑WDM系统中的监控信道，截止波长宜向短波长移动适当的值。

5.2.2 宏弯损耗

SCL光纤的宏弯特性应符合表2的规定。由于宏弯损耗随波长增加，选择1625 nm波长处的宏弯损耗作为指标。在需要的情况下，可由供应商和用户协定其它波长处宏弯损耗的指标，例如1460 nm。如果由于实际原因，同样弯曲半径下，选用其它弯曲圈数的试验，最大允许的宏弯损耗值应与表中的指标成比例。

表2 SCL光纤的宏弯特性

测试条件		单位	技术指标
弯曲半径 mm	圈数		1625 nm
30	100	dB	0.1

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, 建议不得少于 40 圈, 宏弯损耗值应按比例递减。
注 2: 为了保证弯曲损耗易于测量, 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, 为了保证测量准确度, 绕的圈数、环的半径和最大允许的弯曲损耗, 都应该选与 30mm 半径 100 圈试验的损耗值相当。

5.2.3 衰减系数

SCL 光纤的衰减系数应符合表 3 的规定。

表 3 SCL 光纤衰减系数

项目	单位	技术指标			
		A 级	B 级	C 级	
衰减系数	1460 nm~1530 nm 最大值	dB/km	0.290	0.250	0.210
	1530 nm~1612 nm 最大值	dB/km	0.220	0.200	0.180
	1550 nm 最大值	dB/km	0.190	0.180	0.170
	1612 nm~1625 nm 最大值	dB/km	0.230	0.210	0.190
衰减系数翘度 $\Delta \alpha$	$\Delta \alpha_{1460}$ 最大值	dB/km	0.060	0.055	0.050
	$\Delta \alpha_{1530}$ 最大值	dB/km	0.015	0.011	0.008
	$\Delta \alpha_{1625}$ 最大值	dB/km	0.030	0.025	0.022

注: 在应用 S+C+L 三个波段时, 可不考虑 1530nm 波段的翘度。

5.2.4 色散特性

在 1460nm~1625nm 波长区域, 任一波长 λ 下的色散系数限值 $D(\lambda)$ 应按公式 (1) 计算:

$$D_{1550min} + S_{1550min}(\lambda - 1550) \leq D(\lambda) \leq D_{1550max} + S_{1550max}(\lambda - 1550) \dots \dots (1)$$

式中:

$D_{1550min}$ ——1550nm 色散系数最小值, 单位为皮秒每纳米每公里 (ps/(nm·km));

$D_{1550max}$ ——1550nm 色散系数最大值, 单位为皮秒每纳米每公里 (ps/(nm·km));

λ ——波长, 单位为纳米 (nm);

$S_{1550min}$ ——1550 nm 色散斜率最小值, 单位为皮秒每纳米平方每公里 (ps/(nm²·km));

$S_{1550max}$ ——1550 nm 色散斜率最大值, 单位为皮秒每纳米平方每公里 (ps/(nm²·km))。

SCL 光纤的色散特性要求应符合表 4 规定。

表 4 SCL 光纤的色散特性要求

项目	单位	技术指标
1550nm 色散斜率最小值 ($S_{1550min}$)	ps/(nm ² ·km)	0.050
1550nm 色散斜率最大值 ($S_{1550max}$)	ps/(nm ² ·km)	0.070
1460nm 色散系数最小值 $D_{1460min}$	ps/(nm·km)	12.5
1460nm 色散系数最大值 $D_{1460max}$	ps/(nm·km)	16.7
1550nm 色散系数最小值 $D_{1550min}$	ps/(nm·km)	17
1550nm 色散系数最大值 $D_{1550max}$	ps/(nm·km)	23
1625nm 色散系数最小值 $D_{1625min}$	ps/(nm·km)	20.75
1625nm 色散系数最大值 $D_{1625max}$	ps/(nm·km)	28.25

5.2.5 模场直径

SCL光纤的模场直径要求应符合表5的规定。

表5 SCL光纤的模场直径

项目	单位	技术指标
1550 nm 模场直径	μm	11.5 ~ 12.5
容差	μm	± 0.5

5.2.6 衰减点不连续性

在1550 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。

5.2.7 衰减均匀性

在1550 nm波长上，光纤后向散射曲线任意2000 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0.03 dB/km。

5.2.8 偏振模色散系数

本文件只规定链路PMD系数，其最大PMD₀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 ₀ 最大值	$\text{ps}/\sqrt{\text{km}}$	0.20

5.3 机械性能

5.3.1 筛选试验水平

SCL光纤涂覆后的机械强度筛选试验要求应符合表7的规定。

表7 筛选试验要求

项目	单位	技术指标
筛选应力	GPa	≥ 0.69
筛选应变	-	≥ 1.0

注：对于包层直径 125 微米的石英光纤，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。

当光纤的长期弯曲半径小于30 mm，光纤的断裂几率随着弯曲半径的减小而增大，光纤的机械可靠性受到光缆的结构，施工技术以及路由条件的影响，在一些极小的弯曲应用条件下，可适当提高筛选等级或其它影响参数，以保证光纤的机械可靠性和寿命要求。

光纤的筛选等级以及使用寿命中能够达到的机械可靠性建议由供应商和用户协商确定。

5.3.2 抗张强度

SCL光纤老化前的最低抗张强度要求应符合表8的规定。

表8 SCL光纤老化前的最低抗拉强度

光纤标距长度 ^a m	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
0.5	3.14	3.80

^a 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。

5.3.3 翘曲半径

SCL光纤翘曲半径R应不小于4 m。

5.3.4 其它机械性能

SCL光纤其它的机械性能要求应符合表9的规定。

表9 SCL光纤其它机械性能要求

项目	单位	技术指标	
		250 μm 光纤	200 μm 光纤
涂覆层剥离力(平均值)	N	1.0~5.0	0.4~5.0
涂覆层剥离力(峰值)	N	1.0~8.9	0.4~8.9
动态疲劳参数 n_d	—	≥20	

注：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。

5.4 环境性能

5.4.1 概述

SCL光纤的环境性能包括环境试验后光衰减变化和環境试验后机械性能要求。

5.4.2 环境试验后光衰减变化

SCL光纤环境试验后光衰减变化要求应符合表10规定。

表10 环境试验后光衰减变化要求

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 °C ± 2 °C，相对湿度不低于 85%，放置 30 天。	1550, 1625	≤0.05
干热	温度为 85 °C ± 2 °C (35 °C 下相对湿度不高于 50%)，放置 30 天。	1550, 1625	≤0.05
温度特性	温度范围为 -60 °C ~ +85 °C，2 个循环周期。	1550, 1625	≤0.05
浸水	浸泡在温度为 23 °C ± 5 °C 水中 30 天。	1550, 1625	≤0.05

5.4.3 环境试验后机械性能要求

SCL光纤环境试验后机械性能要求应符合表11规定。

表11 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 ^a	威布尔概率水平为 50%时抗张强度 GPa ^a	动态疲劳参数 n_d
	250 μm 光纤	200 μm 光纤	250 μm 光纤	200 μm 光纤			
恒定湿热	1.0~5.0	0.4~5.0	1.0~8.9	0.4~8.9	≥2.76	≥3.03	≥20
浸水	1.0~5.0	0.4~5.0	1.0~8.9	0.4~8.9	—	—	—

^a 光纤标距长度 0.5 m。

参考文献

- [1] IEC 60793-1-40:2019, Optical fibres-Part 1-40: Measurement methods and test procedures-Attenuation
 - [2] IEC 60793-1-47:2017, Optical fibres-Part 1-47: Measurement methods and test procedures - Macrobending loss
-