

## 中华人民共和国通信行业标准

YD/T 2488.1—2023

### 柔性钢管铠装光缆 第1部分：圆形光缆

Flexible steel tube armoured optical fiber cables —  
Part 1: Round-type optical fiber cable

2023-12-20 发布

2024-04-01 实施

## 目 次

前言.....	III
引言.....	V
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	3
4 产品分类.....	3
4.1 概述.....	3
4.2 型式.....	4
4.3 规格.....	4
4.4 产品型号和标记.....	4
5 要求.....	5
5.1 结构.....	5
5.2 交货长度.....	7
5.3 性能要求.....	7
6 试验方法.....	11
6.1 总则.....	11
6.2 光缆结构检查.....	13
6.3 光缆标志检查.....	13
6.4 光缆长度检查.....	13
6.5 护套老化前后的抗拉强度和断裂伸长率.....	13
6.6 光缆的机械性能试验.....	13
6.7 光缆的环境性能试验.....	15
7 检验规则.....	17
7.1 总则.....	17
7.2 术语限定.....	17
7.3 出厂检验.....	17
7.4 型式检验.....	18
8 安装和使用要求.....	18
8.1 一般要求.....	18
8.2 光缆开剥方法.....	19

9 包装和标志.....	19
9.1 包装出厂.....	19
9.2 盘具要求.....	19
9.3 保护.....	19
9.4 包装标识.....	19
9.5 标志.....	19
10 贮存和运输.....	20
附录 A (资料性) 光缆的典型结构及尺寸重量.....	21
附录 B (规范性) 多子缆结构光缆.....	23
附录 C (资料性) 常用的开剥方法.....	25
参考文献.....	26

深圳市恒捷光通信技术有限公司  
POSTS & TELECOM PRESS  
2024-01-29

## 前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件是 YD/T 2488《柔性钢管铠装光缆》的第 1 部分。YD/T 2488 已经发布了以下部分：

——第 1 部分：圆形光缆；

——第 2 部分：蝶形光缆。

本文件代替 YD/T 2488—2013《柔性钢管铠装光缆》。本文件与 YD/T 2488—2013 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下。

- a) 标准名称更改为《柔性钢管铠装光缆 第 1 部分：圆形光缆》。
- b) 增加及更改了规范性引用文件（见第 2 章，2013 年版的第 2 章）。
- c) 增加了术语和定义（见第 3 章）。
- d) 增加了光缆的常用型式，修改了代号 K 的含义（见第 4 章，2013 年版的第 3 章）。
- e) 增加了自承式光缆及增强构件（见表 1、5.1.6）。
- f) 增加了 B1.2 类光纤，删除了 B1.1 及 B5 类光纤（见第 4.3.1，2013 年版的 3.3.1）。
- g) 更改了光纤芯数，将光缆中单个钢管内的光纤芯数推荐最大值从 24 芯增加到 96 芯（见第 4.3.2，2013 年版的 3.3.2）。
- h) 更改了对柔性钢管外径和厚度的要求（见表 4，2013 年版的表 3）。
- i) 删除了环扣型钢管（见 2013 版的 4.1.4.1、表 3、附录 A 中图 A.2）。
- j) 删除了钢丝编织层（见 2013 版的 4.1.7、5.5.2、5.6.6）。
- k) 增加了部分光纤类别对应的护套颜色（见表 5，2013 年版的表 4）。
- l) 更改了交货长度容差，由 2013 版的 0~+10% 改为 0~+5%（见第 5.2，2013 年版的 4.2）。
- m) 更改了单模光纤的衰减指标，适当提高（见表 6，2013 年版的 4.3.1.1）。
- n) 增加了 ZRPE 护套，删除了 LLDPE 护套（见表 7，2013 年版的表 5）。
- o) 更改了反复弯曲、扭转、曲绕、卷绕的附加衰减指标，适当提高（见 5.3.3.3、5.3.3.4、5.3.3.5、5.3.3.6，2013 年版的 5.5.5、5.5.6、5.5.7、5.5.8）。
- p) 卷绕试验中增加了光缆最小弯曲半径及其试验方法（见 5.3.3.6、6.6.8）。
- q) 更改了温度附加衰减指标，提高了单模光纤的指标（见表 10，2013 年版的表 8）。
- r) 更改了日光辐射性能指标，提高了辐照度，保留率由 2013 版的不小于 85% 改为不小于 80%（见 5.3.4.5，2013 年版的 5.6.5）。
- s) 增加了渗水性能（见 5.3.4.4）。
- t) 增加了防鼠性能的判定指标要求（见 5.3.4.7，2013 年版的 4.3.4.6）。
- u) 光缆的环境性能中增加了限用物质含量及其试验方法（见 5.3.4.8、表 11）。
- v) 更改了冲击试验条件，将 2013 版的冲锤重量 1N 及 3N、冲击柱面半径 12.5mm，改为冲锤重量 300g、冲击球面半径 300mm（见第 6.6.4，2013 年版的 5.5.4）。

- w) 更改了反复弯曲的次数，将 2013 版的 200 次改为 100 次（见第 6.6.5，2013 年版的 5.5.5）。
- x) 在反复弯曲、曲挠、卷绕的试验方法中，均增加了心轴半径不大于 20D（圆形光缆）或 20H（扁平形并排圆形光缆）的要求（见 6.6.5、6.6.7、6.6.8）。
- y) 增加了安装及使用要求（见 8）。

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专利的责任。

本文件由中国通信标准化协会提出并归口。

本文件起草单位：成都泰瑞通信设备检测有限公司、中国信息通信科技集团有限公司、中国信息通信研究院、中国移动通信集团设计院有限公司、中通服咨询设计研究院有限公司、深圳市特发信息股份有限公司、深圳市恒捷光通讯技术有限公司、中国通信建设北京工程局有限公司、江苏亨通光电股份有限公司、成都大唐线缆有限公司、江苏永鼎股份有限公司、江苏中天科技股份有限公司。

本文件主要起草人：薛梦驰、郭佳鑫、陈鸿、刘泰、戴广翀、林炎、陈俊杰、张博文、柯旋、王晓锋、余嗣兵、林卫峰、罗斌、彭媛、沈一春、唐筱、刘凌云、陈晓红、高华、周江松。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

——YD/T 2488—2013；

——本次为第一次修订。

## 引 言

柔性钢管铠装光缆是一种在涂覆光纤或紧套光纤外直接采用小尺寸螺旋不锈钢套管(即柔性钢管或螺旋钢管,在本文件中也可简称钢管)来保护光纤,然后在钢管外附加其他外层结构的光缆;其螺旋钢管的关键作用是形成铠甲光纤或光纤束,使光纤类似于自带管道,同时还具有柔性。

由于所包含的产品结构差异较大、应用场景也不同,YD/T 2488《柔性钢管铠装光缆》根据产品结构拟分为以下两个部分。

- 第1部分:圆形光缆。目的是规定适用于通信机房、数据中心、光纤宽带引入和配线、特殊综合布线、无线射频拉远、国防战备、光纤传感器等室内外场景的柔性钢管铠装圆形光缆。
- 第2部分:蝶形光缆。目的是规定适用于光纤宽带引入和配线、无线射频拉远、特殊综合布线等室内外场景的柔性钢管铠装蝶形光缆。

本文件是柔性钢管铠装光缆的第1部分圆形光缆。近年来柔性钢管铠装圆形光缆广泛应用于接入网及通信机房布线等场景中,这种光缆不仅保持了普通室内光缆柔软、轻便、尺寸小的特点,同时还具有抗压扁、耐冲击、耐鼠咬、易于集束较大芯数的优势,并可扩展到室外使用。主要适用于有上述需求的各种室内外场景,最终产品多以光缆组件的形式体现,例如集束铠装跳纤、射频拉远光缆组件、野战光缆组件等,也可直接以光缆的形式使用。

# 柔性钢管铠装光缆 第 1 部分：圆形光缆

## 1 范围

本文件规定了柔性钢管铠装圆形光缆的产品分类、要求、试验方法、检验规则、安装和使用要求、包装和标志、贮存和运输。

本文件适用于柔性钢管铠装圆形光缆的设计、生产、安装布放、检测及验收。

## 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。

GB/T 2423.17 电工电子产品环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 Ka：盐雾（GB/T 2423.17—2008，IEC 60068-2-11:1981，IDT）

GB/T 2951.11—2008 电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法 第 11 部分：通用试验方法——厚度和外形尺寸测量——机械性能试验（IEC 60811-1-1: 2001，IDT）

GB/T 2951.14—2008 电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法 第 14 部分：通用试验方法——低温试验（IEC 60811-1-4: 1985，IDT）

GB/T 2951.31—2008 电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法 第 31 部分：聚氯乙烯混合料专用试验方法——高温压力试验——抗开裂试验（IEC 60811-3-1: 1985，IDT）

GB/T 2951.41—2008 电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法 第 41 部分：聚乙烯和聚丙烯混合料专用试验方法——耐环境应力开裂实验——溶体指数测量方法——直接燃烧法测量聚乙烯中炭黑和（或）矿物质填料含量——热重分析法（TGA）测量炭黑含量——显微镜法评估聚乙烯中炭黑分散度（IEC 60811-4-1: 2014，IDT）

GB/T 6995.2 电线电缆识别标志方法 第 2 部分：标准颜色

GB/T 7424.21—2021 光缆总规范 第 21 部分：光缆基本试验方法机械性能试验方法（IEC 60794-1-21: 2020，MOD）

GB/T 7424.22—2021 光缆总规范 第 22 部分：光缆基本试验方法环境性能试验方法（IEC 60794-1-22: 2017，MOD）

GB/T 8170—2008 数值修约规则与极限数值的表示和判定

GB/T 8815—2008 电线电缆用软聚氯乙烯塑料

GB/T 9352—2008 塑料 热塑性塑料材料试样的压塑（ISO 293:2004，IDT）

GB/T 9771.2 通信用单模光纤 第 2 部分：截止波长位移单模光纤特性

GB/T 9771.3 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

GB/T 9771.5 通信用单模光纤 第 5 部分：非零色散位移单模光纤特性

YD/T 2488.1—2023

GB/T 9771.7 通信用单模光纤 第 7 部分：接入网用弯曲损耗不敏感单模光纤特性

GB/T 12357.1 通信用多模光纤 第 1 部分：A1 类多模光纤特性（GB/T 12357.1—2015，IEC 60793-2-10:2011，NEQ）

GB/T 15972.20 光纤试验方法规范 第 20 部分：尺寸参数的测量方法和试验程序—光纤几何参数（GB/T 15972.20—2021，IEC 60793-1-20:2014，MOD）

GB/T 15972.22 光纤试验方法规范 第 22 部分：尺寸参数的测量方法和试验程序—长度（GB/T 15972.22—2008，IEC 60793-1-22:2001，MOD）

GB/T 15972.40 光纤试验方法规范 第 40 部分：传输特性和光学特性的测量方法和试验程序—衰减（GB/T 15972.40—2008，IEC 60793-1-40:2001，MOD）

GB/T 15972.44 光纤试验方法规范 第 44 部分：传输特性和光学特性的测量方法和试验程序—截止波长（GB/T 15972.44—2017，IEC 60793-1-44:2011，MOD）

GB/T 15972.45 光纤试验方法规范 第 45 部分：传输特性和光学特性的测量方法和试验程序—模场直径（GB/T 15972.45—2021，IEC 60793-1-45:2017，MOD）

GB/T 16422.2—2022 塑料 实验室光源暴露试验方法 第 2 部分：氙弧灯（ISO 4892-2:2013，IDT）

GB/T 17650.2 取自电缆或光缆的材料燃烧时释出气体的试验方法 第 2 部分：酸度（用 pH 测量）和电导率的测定（GB/T 17650.2—2021，IEC 61034-2:2019，IDT）

GB/T 17651.2 电缆或光缆在特定条件下燃烧的烟密度测定 第 2 部分：试验程序和要求（GB/T 17651.2—2021，IEC 61034-2:2019，IDT）

GB/T 18380.12 电缆和光缆在火焰条件下的燃烧试验 第 12 部分：单根绝缘电线电缆火焰垂直蔓延试验 1kW 预混合型火焰试验方法（GB/T 18380.12—2022，IEC 60332-1-2:2015，IDT）

GB/T 18380.35 电缆和光缆在火焰条件下的燃烧试验 第 35 部分：垂直安装的成束电线电缆火焰垂直蔓延试验 C 类（GB/T 18380.35—2022，IEC 60332-3-24:2018，IDT）

GB/T 20878—2007 不锈钢和耐热钢牌号及化学成分

GB/T 24202 光缆增强用碳素钢丝

GB/T 26125-2011 电子电气产品 六种限用物质（铅、汞、镉、六价铬、多溴联苯和多溴二苯醚）的测定（IEC 62321:2008，IDT）

GB/T 26572—2011 电子电气产品中限用物质的限量要求

GB/T 29199—2012 光缆防鼠性能测试方法

GB/T 39560.8 电子电气产品中某些物质的测定 第 8 部分：气相色谱-质谱法（GC-MS）与配有热裂解/热脱附的气相色谱-质谱法（Py/TD-GC-MS）测定聚合物中的邻苯二甲酸酯（GB/T 39560.8-2021，IEC 62321-8:2017，IDT）

YB/T 098 光缆增强用碳素钢绞线

YD/T 629.1 光纤传输衰减变化的监测方法 第 1 部分：传输功率法

YD/T 629.2 光纤传输衰减变化的监测方法 第 2 部分：后向散射法

YD/T 837.3—1996 铜芯聚烯烃绝缘铝塑综合护套市内通信电缆试验方法

YD/T 908—2020 光缆型号命名方法

YD/T 1113 通信光缆用无卤低烟阻燃材料

YD/T 1181.2 光缆用非金属加强件的特性 第2部分：芳纶纱  
 YD/T 1258.1—2015 室内光缆 第1部分：总则  
 YD/T 1954 弯曲损耗不敏感单模光纤特性  
 YD/T 2964 接入网用弯曲损耗不敏感光纤测试方法  
 YD/T 3431—2018 通信电缆光缆用护套材料 热塑性聚氨酯弹性体  
 YD/T 3718—2020 通信电缆光缆用低烟低卤阻燃软聚氯乙烯塑料  
 YD/T 3832 通信电缆光缆用阻燃聚乙烯材料

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

##### 柔性钢管 flexible steel tube

采用钢带通过连续间隙式螺旋绕包形成的钢管，既具有实壁钢管的刚性，又具有柔软及不易折断的特性。

注：也称螺旋钢管、铠管或钢管。

#### 3.2

##### 铠甲光纤或铠甲光纤束 armoured optical fiber or armoured optical fiber bundle

在光纤或光纤束外采用柔性钢管进行铠装，钢管的外径接近紧套光纤或者小型光纤松套管的外径，且光纤或光纤束在钢管内有一定的容空比或自由度，从而形成带有铠甲的光纤或光纤束。在本文件中也称为光单元。

#### 3.3

##### 旋向 direction of rotation

柔性钢管中钢带绕包的旋转方向，分为左旋和右旋两种。

注：可有以下两种等效的理解方式。

——将螺旋钢管的轴向垂直于观察者的眼睛，从轴视图看，沿离开观察者的方向，当钢带为逆时针运动时即为左旋，顺时针运动时即为右旋。

——将螺旋钢管沿轴线垂直放置，从侧视图看，当左边高于右边则为左旋，右边高于左边则为右旋。

### 4 产品分类

#### 4.1 概述

柔性钢管铠装圆形光缆（以下简称光缆）按应用场合分为室内用、室内外用和室外用光缆。

光缆的型式、规格和型号编制按 YD/T 908—2020 的规定分类和划分。其中，与“二次被覆结构”有关的代号增加：

K——柔性钢管被覆结构。

## 4.2 型式

光缆的常用型式见表 1。

表 1 光缆的常用型式

结构型式代号	产品名称	推荐适用场合
GJFKV	非金属加强构件、涂覆光纤、柔性钢管铠装、聚氯乙烯护套室内光缆	室内用
GJFKH	非金属加强构件、涂覆光纤、柔性钢管铠装、低烟无卤阻燃聚烯烃护套室内光缆	
GJFKV	非金属加强构件、紧套光纤、柔性钢管铠装、聚氯乙烯护套室内光缆	
GJFKH	非金属加强构件、紧套光纤、柔性钢管铠装、低烟无卤阻燃聚烯烃护套室内光缆	
GJFBKV	非金属加强构件、涂覆光纤、扁平形、柔性钢管铠装、聚氯乙烯护套室内光缆	
GJFBKH	非金属加强构件、涂覆光纤、扁平形、柔性钢管铠装、低烟无卤阻燃聚烯烃护套室内光缆	
GYFKH	非金属加强构件、涂覆光纤、柔性钢管铠装、低烟无卤阻燃聚烯烃护套室外光缆	室外用
GYFKZY	非金属加强构件、涂覆光纤、柔性钢管铠装、阻燃聚乙烯护套室外光缆	
GYFKC8H	非金属加强构件、金属增强构件、涂覆光纤、柔性钢管铠装、8 字形自承式、低烟无卤阻燃聚烯烃护套室外光缆	
GMFKU	非金属加强构件、涂覆光纤、柔性钢管铠装、聚氨酯护套室外移动光缆	
GJYFKH	非金属加强构件、涂覆光纤、柔性钢管铠装、低烟无卤阻燃聚烯烃护套无线射频拉远单元用室内外光缆	室内外用

## 4.3 规格

4.3.1 光缆中的单模光纤应符合 GB/T 9771.2 规定的 B1.2 类（即截止波长位移单模光纤）、GB/T 9771.3 规定的 B1.3 类（即波长段扩展的非色散位移单模光纤）、GB/T 9771.5 规定的 B4 类（即非零色散位移单模光纤）、GB/T 9771.7 或 YD/T 1954 规定的 B6 类光纤（即弯曲损耗不敏感单模光纤），多模光纤应是符合 GB/T 12357.1 规定的 A1a 和 A1b 类光纤，也可以是用户要求的其他适用类别的单模光纤或多模光纤。

4.3.2 光缆中单个钢管内的光纤芯数宜为 1、2、4、6、8、12、16、24、32、48、64、72 或 96 芯，也可以是用户要求的其他芯数。

## 4.4 产品型号和标记

## 4.4.1 型号

光缆型号由光缆的型式和规格的代号组成。

## 4.4.2 标记

加工订货时应标明光缆产品标记，它由光缆的型号和本文件编号组成。

示例 1：非金属加强构件、柔性钢管铠装、低烟无卤阻燃聚烯烃护套通信用室内光缆，包含 48 芯 B1.3 类单模光纤，其光缆产品标记应表示为：GJFKH 48B1.3 YD/T 2488.1—2023。

示例 2：非金属加强构件、柔性钢管铠装、聚氯乙烯护套通信用室内光缆，包含 1 芯 A1a.3 类多模紧套光纤，其光缆产品标记应表示为：GJFKV 1A1a.3 YD/T 2488.1—2023。

示例 3：非金属加强构件、柔性钢管铠装、聚氨酯护套通信用室外移动光缆，包含 6 芯 B6a2 类单模光纤，其光缆产品标记应表示为：GMFKU 6B6a2 YD/T 2488.1—2023。

示例 4：非金属加强构件、柔性钢管铠装、低烟无卤阻燃聚烯烃护套无线射频拉远单元用室内外光缆，包含 2 芯 B1.3

类单模光纤，其光缆产品标记应表示为：GJYFKH 2B1.3 YD/T 2488.1—2023。

## 5 要求

### 5.1 结构

#### 5.1.1 光缆典型结构

光缆应由涂覆光纤，可能有的紧套层、柔性钢管、加强构件，可能有的防水材料、护套，可能有的增强构件等组成。光缆的典型结构及尺寸重量见附录 A。允许有其他的类似结构型式，但除光缆尺寸外，这些结构型式的其他要求应不低于本文件的相关规定。以这种结构作为子缆的光缆结构及其相关要求应符合附录 B 的规定。

#### 5.1.2 光纤

5.1.2.1 光缆中应含有 4.3 节中规定的二氧化硅系光纤，同批产品宜使用相同设计、相同材料和相同工艺制造出来的光纤。

5.1.2.2 当同一钢管中含有 2 芯及以上光纤时，光纤应着色，着色层颜色应符合 GB/T 6995.2 的规定，并且不褪色不迁移。在没有特殊要求下，光纤涂覆层颜色应按表 2 中的颜色顺序依次选用。

5.1.2.3 钢管内的各光纤的颜色应可识别，12 芯以内光纤的颜色应选自表 2 规定的各种颜色。在不影响识别的情况下，允许使用本色代替表 2 中的白颜色。当同一钢管中含有 12 根以上的光纤时，光纤宜采用组合的方法来进行识别，超过 12 芯宜先扎纱成束，扎纱颜色应选自表 2；也可增加色环加以识别。使用色环时，在不影响识别的情况下，可以使用本色代替表 2 中的黑颜色。经供需双方商定，允许采用其他适合的识别方式。

表 2 识别色谱

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
颜色	蓝	橙	绿	棕	灰	白	红	黑	黄	紫	粉红	青绿

#### 5.1.3 被覆层（当需要时）

5.1.3.1 当需要时，光缆中光纤可有一层合适材料构成的紧套被覆层，它对涂覆光纤起机械缓冲保护作用，并应易于从光纤上剥除。紧套被覆层也可作为带有缓冲层的多层结构。

5.1.3.2 紧套被覆层的颜色应符合表 2 规定。单芯紧套光纤外径尺寸应符合表 3 规定。

表 3 单芯紧套光纤外径尺寸

单位：mm

标称值	容差
0.40~0.60	±0.05
0.80~0.90	

5.1.3.3 紧套材料宜用聚氯乙烯、聚酰胺、低烟无卤阻燃聚烯烃或聚氨酯等热塑性塑料，当用户另有要求时，也可以使用紫外光固化的丙烯酸树脂。

5.1.3.4 紧套光纤的结构、材料、性能要求和试验方法应符合 YD/T 1258.1—2015 附录 A 的规定。

#### 5.1.4 柔性钢管

5.1.4.1 柔性钢管应为间隙式螺旋绕包型钢管，螺旋绕包的节距及间隙应合理。

5.1.4.2 柔性钢管的材料宜选用符合 GB/T 20878—2007 的 304 不锈钢（牌号 06Cr19Ni10 及 022Cr19Ni10 系列）、201 不锈钢（牌号 12Cr17Mn6Ni5N）或 202 不锈钢（牌号 12Cr18Mn9Ni5N）及不低于以上牌号的奥氏体不锈钢，也可以使用其他耐腐蚀性较好的不锈钢材料。

5.1.4.3 在光缆制造长度内，柔性钢管应保持连续、无焊接。

5.1.4.4 应用于生产终端光缆组件、现场熔接或现场加工快速连接器的柔性钢管铠装光缆，钢管应易于剥离。

5.1.4.5 柔性钢管的外径和厚度见表 4。

表 4 柔性钢管的外径和厚度

单位：mm

外径标称值	外径公差	厚度值范围
0.60~1.50	±0.05	0.10~0.20
1.60~3.00	±0.10	0.15~0.30
3.10~4.50	±0.15	0.25~0.45
4.60~7.00	±0.20	0.40~0.50

5.1.4.6 当室外应用且有渗水要求时，钢管内还宜放置阻水纱。

#### 5.1.5 加强构件

宜采用芳纶纱，或其他合适的非金属加强构件，它们宜周向均匀地纵向放置在柔性钢管外；对于多子缆结构光缆，也可放置在缆芯中。芳纶纱应满足 YD/T 1181.2 的要求。

#### 5.1.6 增强构件

自承式光缆的增强构件为吊线，用以在自承式架空时承载大部分的张力。吊线宜为符合 GB/T 24202 规定的单根钢丝，也可为符合 YB/T 098 规定的钢绞线；用户有要求时，钢丝表面可以涂覆一层增加钢丝与护套之间附着力的材料；在光缆制造长度内，单圆钢丝不应有接头，钢绞线中只允许任意 200m 光缆长度内有 1 根单股钢丝出现 1 个接头。

#### 5.1.7 护套

5.1.7.1 光缆应挤包一层具有保护功能的护套，护套材料宜采用低烟无卤阻燃聚烯烃材料、聚氯乙烯材料、热塑性聚氨酯材料或阻燃聚乙烯材料。低烟无卤阻燃聚烯烃材料应符合 YD/T 1113 规定；聚氯乙烯材料应符合 GB/T 8815—2008 中 HR-70 型“70℃柔软护层级软聚氯乙烯塑料”或 YD/T 3718—2020 中 HDZ-70 型“低烟低卤阻燃软聚氯乙烯护套料”的规定；热塑性聚氨酯材料应符合 YD/T 3431—2018 中聚醚型阻燃热塑性聚氨酯弹性体的规定；阻燃聚乙烯材料应符合 YD/T 3832 的规定。当用户有要求时，也可以使用其他合适的护套料，技术指标另行指定。

5.1.7.2 护套的表面应圆整光滑，无目力可见的裂纹、鼓包、气泡和砂眼等缺陷。

5.1.7.3 光缆护套最小厚度，对于外径小于 3.0mm 的光缆应不小于 0.30mm；对于外径不小于 3.0mm 的光缆应不小于 0.40mm。增强构件外的护套最小厚度应不小于 0.4mm。

5.1.7.4 除非另有规定，光缆的护套颜色应符合表 5 规定。颜色色标应符合 GB/T 6995.2 的规定。

表 5 护套颜色

光缆中光纤类别		B1.3	B1.2 或 B4	B6	A1a.1	A1a.2	A1a.3	A1a.4	A1b
护套颜色	用于室内	黄色	蓝色	黄色或绿色	橙色	青绿色	紫色	柠檬绿色	灰色
	用于室外	黑色							

5.1.7.5 对于由圆形光缆通过系带组成的扁平形柔性钢管铠装光缆，以及由圆形光缆和吊线通过系带组成的 8 字形自承式光缆，护套相连的系带处应能撕开，形成独立的圆形光缆，在撕开处不应损伤独立光缆护套的完整性。

## 5.2 交货长度

光缆的标准制造长度标称值宜为 500m、1000m 或 2000m。

光缆交货长度宜是 100m 的整倍数，容差为 0~+5%。经供需双方同意，可以任意长度交货。

## 5.3 性能要求

### 5.3.1 光缆中的光纤特性

5.3.1.1 光缆中的 B1.3、B1.2、B4 和 B6 类单模光纤，光纤的尺寸参数、模场直径、截止波长和宏弯损耗应符合 GB/T 9771.3、GB/T 9771.2、GB/T 9771.5、GB/T 9771.7 或 YD/T 1954 的相关规定。A1a 类和 A1b 类多模光纤，光纤的尺寸参数、模式带宽和宏弯损耗应符合 GB/T 12357.1 的相关规定。

5.3.1.2 当光缆用于制作终端组件时，其光纤的几何尺寸和容差可有更严格的规定，例如各类光纤的  $125.0-0.5+0.1\mu\text{m}$ ，各类多模光纤包层直径的容差应为  $125.0-0.7+0.3\mu\text{m}$ ，其他参数应与上述规定的室内外布线用光缆中的对应类别光纤相同。

5.3.1.3 光缆允许的衰减系数见表 6。

表 6 光缆允许的衰减系数

光纤类型	使用波长 nm	最大衰减 dB/km
B1.3、B6	1310	0.38
	1550	0.25
B4	1550	0.25
	1625	0.30
B1.2e	1550	0.23
A1a.1、A1a.2 <sup>a</sup> 、A1a.3 <sup>a</sup> 、A1a.4、A1b	850	3.5
	1300	1.5

<sup>a</sup> 当衰减要求严格时，例如数据中心应用，850nm 衰减系数最大值 3.2dB/km，1300nm 衰减系数最大值 1.2dB/km。

### 5.3.2 护套性能

护套的机械物理特性见表 7。

表 7 护套的机械物理性能

序号	项 目	单位	指 标				
			LSZH	PVC	ZRPE	TPU	
1	抗拉强度 <sup>a</sup>	热老化前 (最小值)	MPa	10.0	12.5	12.0	15.0
		热老化前后变化率 TS  (最大值)	—	20%			30%
		热老化处理温度	°C	100±2			110±2
		热老化处理时间	h	24×7		24×10	24×7
2	断裂伸长率 <sup>a</sup>	热老化处理前 (最小值)	—	125%	150%	220%	400%
		热老化处理后 (最小值)	—	100%	125%	180%	300%
		热老化前后变化率 ES  (最大值)	—	20%			30%
		热老化处理温度	°C	100±2		100±2	110±2
		热老化处理时间	h	24×7		24×10	24×7

表7 护套的机械物理性能（续）

序号	项 目		单位	指 标			
				LSZH	PVC	ZRPE	TPU
3	耐热应力开裂试验（也称耐热冲击试验） <sup>a</sup>	热处理温度	℃	130±3	150±3	130±3	130±3
		热处理时间	h	1	1	1	1
		负重	kg	2	—	5	2
		热处理后	—	表面不开裂			
4	热收缩率 <sup>a</sup>	热处理后最大值	—	5%			
		热处理温度	℃	85±2	110±2	100±2	110±2
		热处理时间	h	4	2	4	2
5	耐环境应力开裂（50℃，96h），失效数/试样数 <sup>a</sup>		个	0/10	—	0/10	—

LSZH、PVC、ZRPE、TPU 分别为低烟无卤阻燃聚烯烃、聚氯乙烯、阻燃聚乙烯、聚氨酯弹性体的简称。

<sup>a</sup> 护套壁厚太薄或者护套形状不规则，导致按标准要求无法取样的，应按以下顺序进行优先选择。

- 1) 用相同工艺挤空管以供制作试验样品。
- 2) 根据 GB/T 9352—2008 用粒料压片制样。
- 3) 不做护套机械物理性能试验，而按 5.1.6.3 确认或验证护套材料是否合格。

### 5.3.3 光缆的机械性能

#### 5.3.3.1 拉伸和压扁性能

光缆的允许拉伸力和压扁力见表 8。

在长期允许拉力下，光纤应变应不大于 0.2%，单模光纤附加衰减应不大于 0.05dB，多模光纤附加衰减应不大于 0.2dB。在短暂拉力下光纤应变应不大于 0.4%，去除此力 5min 后，光纤残余应变应不大于 0.05%；单模光纤残余附加衰减应不大于 0.2dB，多模光纤残余附加衰减应不大于 0.3dB；护套应无目力可见开裂。

在长期压扁力下单模光纤附加衰减应不大于 0.05dB，多模光纤附加衰减应不大于 0.2dB；在短暂压扁力下，单模光纤附加衰减应不大于 0.2dB，多模光纤附加衰减应不大于 0.3dB；护套应无目力可见开裂。

表8 光缆的允许拉伸力和压扁力

适用场景	光缆外径 $\Phi$ mm	允许拉伸力（最小值）				允许压扁力（最小值）	
		$F_{ST}/G$	$F_{ST}$ N	$F_{LT}/G$	$F_{LT}$ N	$F_{SC}N/100mm$	$F_{LC}N/100mm$
终端组件用（机房、机架、机柜内，或设备间）	$\Phi \leq 2$	1.0	80	0.5	40	3000	1500
	$2 < \Phi \leq 3$	1.0	150	0.5	80		
	$3 < \Phi \leq 4.5$	1.0	300	0.5	150		
	$4.5 < \Phi \leq 6.5$	1.0	400	0.5	200		
	$\Phi > 6.5$	1.0	600	0.5	300		
布线用	$\Phi \leq 2$	1.5	80	0.75	40	3000	1500
	$2 < \Phi \leq 3$	1.5	150	0.75	80		
	$3 < \Phi \leq 4.5$	1.5	400	0.75	200		
	$4.5 < \Phi \leq 6.5$	1.5	600	0.75	300		
	$\Phi > 6.5$	1.5	1000	0.75	500		

表 8 光缆的允许拉伸力和压扁力（续）

适用场景	光缆外径 $\Phi$ mm	允许拉伸力（最小值）				允许压扁力（最小值）	
		$F_{ST}/G$	$F_{ST}$ N	$F_{LT}/G$	$F_{LT}$ N	$F_{SC}N/100\text{mm}$	$F_{LC}N/100\text{mm}$
应急临时 线路用	常规线路（I）	3.0	1000	1.5	500	3000	1500
	特殊线路（II）	4.0	1500	2.0	600	5000	3000
自承式架 空用	—	—	MAT	—	50%MAT	3000	1500

注 1：拉伸力中， $F_{ST}$  为短暂拉伸力； $F_{LT}$  为长期拉伸力； $F_{SC}$  为短期压扁力； $F_{LC}$  为长期压扁力； $G$  为 1 千米光缆的重量，单位为  $N$ 。取表中数值及光缆自重的倍数两者中较大值。

注 2：由两根子缆组成的双根并排扁形光缆，其拉伸力为单根光缆拉伸力的 1.5 倍。

### 5.3.3.2 冲击

光缆经过冲击试验后护套应无目力可见开裂；试验后，单模光纤的残余附加衰减在 1550nm 波长上应不大于 0.1dB，多模光纤的残余附加衰减在 1300nm 处应不大于 0.2dB。

### 5.3.3.3 反复弯曲

光缆经过反复弯曲试验后护套应无目力可见开裂；试验后，单模光纤的残余附加衰减在 1550nm 波长上应不大于 0.1dB，多模光纤的残余附加衰减在 1300nm 处应不大于 0.2dB。

### 5.3.3.4 扭转

光缆经过扭转试验后护套应无目力可见开裂；试验后，单模光纤的残余附加衰减在 1550nm 波长上应不大于 0.1dB，多模光纤的残余附加衰减在 1300nm 处应不大于 0.2dB。

### 5.3.3.5 曲绕

光缆经过曲绕试验后护套应无目力可见开裂；试验后，单模光纤的残余附加衰减在 1550nm 波长上应不大于 0.1dB，多模光纤的残余附加衰减在 1300nm 处应不大于 0.2dB。

### 5.3.3.6 卷绕及光缆最小弯曲半径

光缆在表 9 允许的静态最小弯曲半径下双螺旋线缠绕 1 圈（即共缠绕 2 圈），护套应无目力可见开裂；弯曲状态下，单模光纤的附加衰减在 1550nm 波长上应不大于 0.3dB，多模光纤的附加衰减在 1300nm 处应不大于 0.5dB。

光缆经过卷绕试验后，护套应无目力可见开裂；试验后，单模光纤的残余附加衰减在 1550nm 波长上应不大于 0.1dB，多模光纤的残余附加衰减在 1300nm 处应不大于 0.2dB。

表 9 光缆允许的最小弯曲半径

最小弯曲半径	光缆中光纤类别	
	B1.3、B1.2、B4、A1a、A1b	B6
动态弯曲	20D 或 20H，且 $\geq 60\text{mm}$	10D 或 10H，且 $\geq 30\text{mm}$
静态弯曲	10D 或 10H，且 $\geq 30\text{mm}$	5D 或 5H，且 $\geq 15\text{mm}$

注：D 为圆形光缆外径，H 为扁形光缆高度。

## 5.3.4 光缆的环境性能

## 5.3.4.1 适用温度范围及其衰减温度特性

光缆的适用温度范围有 3 个级别，其代号为 A、B 和 C。光缆温度附加衰减对于各类型光纤只有一个级别。光缆温度特性见表 10。在选择温度级别时，应根据实际使用环境来选择适用的温度范围。

表 10 光缆温度特性

分级代号	适用温度范围 <sup>a</sup> /℃		适用场合	单模光纤附加衰减@1550nm <sup>b</sup> / (dB/km)	多模光纤附加衰减@1300nm <sup>b</sup> / (dB/km)
	下限 TA	上限 TB			
A <sup>c</sup>	-5	+50	室内或非露天室外	0.2	0.3
B <sup>c</sup>	-20	+60	室内或室外	0.3	0.6
C	-40	+60	室外	0.4	0.8

<sup>a</sup> 经供需双方商定，可以指定其他适用温度范围。

<sup>B</sup> 光缆温度附加衰减为适用温度下相对于 20℃ 下的光纤衰减差。

<sup>c</sup> PVC 护套的光缆只能适用于 A、B 级，且当适用于 B 级时，应使用耐低温 PVC。

## 5.3.4.2 燃烧性能

阻燃光缆的燃烧性能应满足以下要求。

- 阻燃性：应能通过 GB/T 18380.12 规定的单根垂直燃烧试验。用户要求时，垂直布放于竖井的光缆阻燃性应能通过 GB/T 18380.35 规定的 C 类成束燃烧试验。
- 当护套及子缆护套均为低烟无卤阻燃聚烯烃时，还需满足以下要求。
- 烟密度：透光率应不小于 50%。
- 腐蚀性：燃烧产生的气体 pH 值应不小于 4.3，电导率应不大于 10 $\mu$ S/mm。

## 5.3.4.3 低温下卷绕性能

温度特性 B 或 C 级的光缆，应具有耐-15℃低温下卷绕的能力。试验完成后，光纤应不断裂，护套应无目视可见的开裂。

## 5.3.4.4 渗水性能（仅当室外应用有要求时）

1m 水头加在光缆的全部截面上时，光缆应能阻止水纵向渗流。

## 5.3.4.5 日光辐射性能（仅当室外应用有要求时）

当用户要求时，光缆的外层护套经过 720h 氙弧灯辐照试验后，其抗拉强度和断裂伸长率的保留率应不小于 80%。

## 5.3.4.6 盐雾（仅当用户有要求时）

试验温度 (35 $\pm$ 2)℃，试验时间 48h，盐水 (NaCl) 浓度 5%，试验后外观应无异常，钢管无锈蚀痕迹。

## 5.3.4.7 防鼠性能

按 GB/T 29199—2012 中方法 B，对光缆的防鼠性能进行测试评估。螺旋钢管的穿刺力测试值应不小于 90N。当从光缆中取出的螺旋钢管的不锈钢带宽度太窄，难以避免仿真鼠牙侧滑时，可由制造商提供相同材质、相同厚度的不锈钢带原材料或半成品进行试验。

## 5.3.4.8 限用物质含量

光缆组成材料应根据 GB/T 26572—2011 中的规定进行分类。当用户有要求时，光缆用均质材料中限用物质的限量要求应符合表 11 的规定。

表 11 光缆材料中限用物质的含量限值

种类	物质	限量要求
重金属	铅	0.1%
	镉	0.01%
	汞	0.1%
	六价铬	0.1%
有机溴代物	多溴联苯 (PBB)	0.1%
	多溴二苯醚 (PBDE)	0.1%
邻苯二甲酸酯	邻苯二甲酸二丁酯 (DBP)	0.1%
	邻苯二甲酸丁苄酯 (BBP)	0.1%
	邻苯二甲酸二(2-乙基己基)酯 (DEHP)	0.1%
	邻苯二甲酸二异丁酯 (DIBP)	0.1%

注：限量要求值是质量分数，即材料中所允许含物质的最大质量占材料总质量的比值。

## 6 试验方法

## 6.1 总则

6.1.1 本文件的所有试验数据应采用 GB/T 8170—2008 中 4.3.3 修约值比较法进行修约后比较。

6.1.2 光缆试验项目和试验方法及抽样比例表 12。

表 12 光缆试验项目和试验方法及抽样比例

序号	项目	本文件条文号	试验方法	抽样比例	
				出厂	型式
1	光缆结构完整性及外观	5.1.1	本文件 6.2	100%	7.4
2	光纤识别色谱	5.1.2	目力检查	100%	
	紧套光纤外径	5.1.3	GB/T 2951.11—2008	10%	
	柔性钢管外径和厚度	5.1.4	GB/T 2951.11—2008	10%	
	护套最小厚度	5.1.7	GB/T 2951.11—2008	10%	
3	光缆长度	5.2	本文件 6.4	100%	
4	光缆中的光纤性能				
4.1	尺寸参数	5.3.1	GB/T 15972.20 YD/T 2964	5%，最少抽测数每批次 4 个	
4.2	模场直径		GB/T 15972.45 YD/T 2964		
4.3	截止波长		GB/T 15972.44 YD/T 2964		

表 12 光缆试验项目和试验方法及抽样比例（续）

序号	项目	本文件条文号	试验方法	抽样比例		
				出厂	型式	
4.4	衰减系数		GB/T 15972.40 YD/T 2964	100%		
4.5	宏弯损耗（仅对 B6 类光纤）		YD/T 2964	—		
5	护套性能					
5.1	热老化前后的抗拉强度和断裂伸长率	表 7 序号 1 和序号 2	见 6.5	—	7.4	
5.2	热收缩率	表 7 序号 4	YD/T 837.3—1996 中 4.12	—		
5.3	热冲击	表 7 序号 3	GB/T 2951.31—2008 中 9.2	—		
5.4	耐环境应力开裂	表 7 序号 5	GB/T 2951.41—2008 中 8	—		
6	光缆的机械特性					
6.1	拉伸	5.3.3.1	见 6.6.2	—		
6.2	压扁	5.3.3.1	见 6.6.3	—		
6.3	冲击	5.3.3.2	见 6.6.4	—		
6.4	反复弯曲	5.3.3.3	见 6.6.5	—		
6.5	扭转	5.3.3.4	见 6.6.6	—		
6.6	曲挠	5.3.3.5	见 6.6.7	—		
6.7	卷绕及光缆最小弯曲半径	5.3.3.6	见 6.6.8	—		
7	光缆环境性能					
7.1	衰减温度特性	5.3.4.1	见 6.7.1	—		
7.2	阻燃光缆的燃烧性能	5.3.4.2	见 6.7.2	—		
	a) 阻燃性	5.3.4.2 a)	GB/T 18380.12 或 GB/T 18380.35	—		
	b) 烟密度 <sup>a</sup>	5.3.4.2 b)	GB/T 17651.2	—		
	c) 腐蚀性 <sup>a</sup>	5.3.4.2 c)	GB/T 17650.2	—		
7.3	低温下卷绕试验	5.3.4.3	见 6.7.3	—		
7.4	渗水性能	5.3.4.4	见 GB/T 7424.22—2021 方法 F5	—		
7.5	日光辐射试验	5.3.4.5	见 6.7.4	—		
7.6	盐雾试验	5.3.4.6	见 6.7.5	—		
7.7	防鼠性能	5.3.4.7	GB/T 29199—2012	—		
7.8	限用物质含量	5.3.4.8	GB/T 26125—2011 GB/T 39560.8	—		
8	光缆标志					
8.1	标志的完整性和可识别性	9.5	目力检查	100%		
8.2	标志的牢固性	9.5.3	见 6.3.1	—		
8.3	计米标志误差	9.5.4	见 6.3.2	5%		
9	包装	9	目力检查	100%		
注 1：出厂检验栏目中的百分数是按单位产品数抽检的最小百分比。						
注 2：光缆端单模光纤的尺寸参数、模场直径、截止波长和宏弯损耗，多模光纤的尺寸参数、模式带宽和宏弯损耗允许用光纤成缆前可追溯的实测值作为出厂检验值。						
<sup>a</sup> 仅对低烟无卤阻燃聚烯烃护套的光缆才进行检测。						

## 6.2 光缆结构检查

光缆结构应在距光缆端不少于 100mm 处用目视检查其完整性、色谱和取样检查结构尺寸。

## 6.3 光缆标志检查

### 6.3.1 标志擦拭

试验按 GB/T 7424.22—2021 中方法 E2B 光缆标志耐磨损方法 2 进行，其中细节规定如下。

- a) 负载：5N。
- b) 循环次数：不少于 5 次。
- c) 验收要求：目视仍可辨认外护套上的标志。

### 6.3.2 计米标志误差

长度计量误差应是在适当长度上，例如在距离光缆端头 15 m 外的任意 5 m 长度上，用钢皮尺沿光缆量的长度减去用计米数字确定的长度，再除以前者得出的相对误差。

## 6.4 光缆长度检查

光缆长度应从光缆两端的计米标志的数字差来确定，也可采用光学方法（例如 OTDR 仪器）来测量。

## 6.5 护套老化前后的抗拉强度和断裂伸长率

当光缆外径  $\geq 8.5$  mm 时，可直接在光缆护套上制取哑铃片；当光缆外径  $< 8.5$  mm 时，可直接用光缆制取管状试验，按照标准 GB/T 2951.11—2008 中 9.1 和 9.2 的相关要求进行。

## 6.6 光缆的机械性能试验

### 6.6.1 总则

下列规定的各试验方法及其试验条件用于验证光缆的机械性能，其试验结果符合 5.3.3 的要求时判为合格。

机械性能试验中光纤衰减变化的监测宜按 YD/T 629.1 的规定，单模光纤在 1550nm 波长上进行，多模光纤在 1300nm 波长上进行。在试验期间，监测系统的稳定性引起的监测结果的不确定度，单模应优于 0.03dB，多模应优于 0.12dB。试验中光纤衰减变化量的绝对值不超过上述不确定度最大值时，可判为无明显附加衰减。允许衰减有某数值的变化时，应理解为该数值已包括不确定性在内。

光纤拉伸应变宜采用 GB/T 15972.22 中规定的相移法进行监测，其系统的不确定度应优于 0.01%，试验中监测到的光纤应变不大于 0.01% 时，可判为无明显应变。光缆拉伸应变应采用机械方法或传感器方法进行监测，其系统的不确定度应优于 0.05%，试验中监测到的光缆应变不大于 0.05% 时，可判为无明显应变。

除非另有规定，对于 12 芯以下光缆，应监测全部光纤；对于 12 芯及以上光缆，应监测至少 12 根光纤；对于集束光缆，监测的光纤宜均匀分布于光缆中各个子缆。

### 6.6.2 拉伸

拉伸试验要求如下。

- a) 试验方法：GB/T 7424.21—2021 中方法 E1（程序 2）。
- b) 卡盘直径：约 250mm，但不小于光缆直径的 30 倍。

- c) 保持时间：1 min。
- d) 拉伸速率：100 mm/min。
- e) 拉伸负载：见表 8 的规定。
- f) 受试长度：不小于 50 m。

### 6.6.3 压扁

压扁试验要求如下。

- a) 试验方法：GB/T 7424.21—2021 中方法 E3A。
- b) 压扁负载：见表 8 的规定。
- c) 持续时间：在长期和短期压力下各持续 1min。
- d) 受力面：对于并排圆形光缆（扁平形）或 8 字形自承式光缆，受力面为扁平面。
- e) 压扁点间隔：至少 500 mm。
- f) 试验次数：3 个压扁点，每个压扁点各一次。

### 6.6.4 冲击

冲击试验要求如下。

- a) 试验方法：GB/T 7424.21—2021 中方法 E4。
- b) 冲击球面半径：300 mm。
- c) 冲击锤重量：300 g。
- d) 受力面：对于圆形光缆为任意面，对于并排圆形光缆（扁平形）或 8 字形自承式光缆为扁平面。
- e) 冲锤落高：1 m。
- f) 冲击点间隔：至少 500 mm。
- g) 冲击次数：3 个冲击点，每个点冲击 1 次。

### 6.6.5 反复弯曲

反复弯曲试验要求如下。

- a) 试验方法：GB/T 7424.21—2021 中方法 E6。
- b) 心轴半径：不小于表 9 中规定的动态允许弯曲半径，但不大于  $20D$ （圆形光缆）或  $20H$ （扁平形并排圆形光缆）。
- c) 负载：40 N。
- d) 弯曲次数：100 次。
- e) 弯曲面：对于圆形光缆为任意面，对于并排圆形光缆（扁平形）或 8 字形自承式光缆为扁平面。

### 6.6.6 扭转

扭转试验要求如下。

- a) 试验方法：GB/T 7424.21—2021 中方法 E7。
- b) 轴向张力：20 N。
- c) 受扭长度：1 m。
- d) 扭转角度： $\pm 180^\circ$ 。

e) 扭转次数：10 个循环。

注：并排圆形光缆（扁平形）不进行此试验。

### 6.6.7 曲绕

曲绕试验要求如下。

- a) 试验方法：GB/T 7424.21—2021 中方法 E8。
- b) 滑轮半径：不小于表 9 中规定的动态允许弯曲半径，但不大于  $20D$ （圆形光缆）或  $20H$ （扁平形并排圆形光缆）。
- c) 轴向张力：20 N。
- d) 小车速度：每分钟 10 次循环。
- e) 循环次数：100 次。
- f) 弯曲面：对于圆形光缆为任意面，对于并排圆形光缆（扁平形）或 8 字形自承式光缆为扁平面。

### 6.6.8 卷绕及光缆最小弯曲半径

卷绕及光缆最小弯曲半径试验要求如下。

- a) 试验方法：GB/T 7424.21—2021 中方法 E11A 中双螺旋法。
- b) 心轴直径：按表 9 中光缆最小静态弯曲半径的两倍，但不大于  $20D$ （圆形光缆）或  $20H$ （扁平形并排圆形光缆）。
- c) 弯曲面：对于圆形光缆为任意面，对于并排圆形光缆（扁平形）或 8 字形自承式光缆为扁平面。
- d) 双螺旋线缠绕 1 圈（即共缠绕 2 圈）时测量弯曲状态下的附加衰减。
- e) 继续双螺旋线缠绕至 3 圈（即共缠绕 6 圈）。
- f) 松绕至初始状态。
- g) 重复步骤 e) 和 f) 至循环次数 10 次，然后测试试验后的附加衰减。

## 6.7 光缆的环境性能试验

### 6.7.1 温度循环试验

温度循环试验要求如下。

- a) 试验方法：GB/T 7424.22—2021 中方法 F1。
- b) 试样长度：应足以获得衰减测量所需的精度，宜不小于 1 km。
- c) 温度范围：试验温度范围的低限  $T_A$  和高限  $T_B$  应符合表 10 规定。
- d) 保温时间：宜不少于 8 h。
- e) 循环次数：2 次。
- f) 衰减监测：宜按 YD/T 629.2 的规定，在试验期间，监测仪表的重复性引起的监测结果的不确定度单模光纤应优于  $0.02\text{dB/km}$ ，多模光纤应优于  $0.05\text{dB/km}$ 。试验中光纤衰减变化量的绝对值不超过上述不确定度最大值时，可判为衰减无明显变化。允许衰减有某数值的变化时，应理解为该数值已包括不确定度在内。单模光纤的衰减变化监测应在  $1550\text{nm}$  波长上进行，多模光纤的衰减变化监测应在  $1300\text{nm}$  波长上进行，当客户有要求时可在其他波长监测，（例如 B4 单模光纤的  $1625\text{nm}$  波长，其他单模光纤的  $1310\text{nm}$  波长，多模光纤的  $850\text{nm}$  波长）。
- g) 验收要求：应符合表 10 中的规定。

## 6.7.2 燃烧性能

### 6.7.2.1 阻燃性

单根垂直燃烧应按 GB/T 18380.12 的规定进行试验；C 类成束垂直燃烧应按 GB/T 18380.35 的规定进行试验。

### 6.7.2.2 烟密度

按 GB/T 17651.2 规定进行试验。

### 6.7.2.3 腐蚀性

按 GB/T 17650.2 规定进行试验。

## 6.7.3 低温下卷绕试验（仅针对温度等级 B 或 C 的光缆）

低温卷绕试验要求如下。

- a) 试验方法：参见 GB/T 7424.21—2021 方法 E11A 和 GB/T 2951.14—2008。
- b) 样品长度：10m 短段。
- c) 心轴半径：不小于表 9 中规定的静态允许弯曲半径。
- d) 试验温度： $-15^{\circ}\text{C}$ 。
- e) 保温时间：不少于 4h。
- f) 卷绕圈数：每循环 4 圈。
- g) 弯曲面：对于圆形光缆为任意面，对于并排圆形光缆（扁平形）或 8 字形自承式光缆为扁平面。
- h) 循环次数：2 次。

## 6.7.4 日光辐射试验（当有需要时，仅针对室外用光缆）

试验按 GB/T 16422.2—2022 的规定进行，细节规定如下。

- a) 试样应是取自被试光缆的外层护套。按照 GB/T 2951.11 规定的方法制备试件，试件数量为 10 个，取其中 5 个试件在静止空气的环境温度下保存，且避免阳光辐射。
- b) 将另外 5 个试件置于采用日光滤光器的氙弧灯辐照箱内。每 2h 为一个循环，其中 102min 辐射[黑板温度为  $(63 \pm 3)^{\circ}\text{C}$ ，湿度不控制]，18min 辐照加喷淋（温度不控制），辐照度为  $0.51 \text{ W/m}^2 \cdot \text{nm}$ （340nm 波长下进行监测），辐照总时长为 720h。
- c) 辐照后，从试验箱内取出试件，将试件放置在静止空气的环境温度下恢复 16h，然后按照 GB/T 2951.11 规定的方法对未辐照的 5 个试件和经过辐照的 5 个试件进行抗拉强度和断裂伸长率试验。
- d) 辐照后的试件的平均抗拉强度和断裂伸长率不小于未辐照试件的 80%，则该项试验合格。

## 6.7.5 盐雾试验

试验按照 GB/T 2423.17 进行，细节规定如下。

- a) 条件：
  - 盐雾浓度：5%（NaCl）。
  - 温度： $(35 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ 。
  - 恒温时间：48h。

——试样数量：3 个。

- b) 程序：将试样剥除护套后，使保留护套的部分及露出钢管的部分各为 10 cm。将此试样置于盐雾箱内，加温至+35℃后保持 48h，把试样取出在室温下放置 2h，用清水冲洗、擦净后目视其金属件表面。
- c) 要求：试验后试样应无变形、龟裂、氧化、锈蚀等现象。

## 7 检验规则

### 7.1 总则

制造厂应建立质量保证体系，使光缆产品质量符合本文件要求。出厂前，光缆产品应经质量检验部门进行检验，检验合格者方可出厂。每件出厂交收的光缆产品应附有制造厂的产品质量合格证。厂方应向用户提交产品的出厂检验记录。如用户有其他要求，厂方还应提供光缆的相应试验数据。

光缆产品检验分出厂检验和型式检验。检验项目和试验方法应符合表 12 规定。除非在订货合同中另行规定，检验规则应遵照本章规定。

### 7.2 术语限定

#### 7.2.1 单位产品

一个单位产品应是一盘允许交货长度的光缆。

#### 7.2.2 检验批

出厂检验批应由同时提交检验的若干相同型号的单位产品组成，这些单位产品应是在同一生产周期内（例如 1 天或 1 周）、采用相同的材料和工艺制造出来的产品。

#### 7.2.3 样本单位

一个样本单位是从检验批中随机抽取的一个单位产品。

#### 7.2.4 试样

一个试样应是样本单位的全段光缆或从其上取的一小段光缆，该小段光缆可在试验前截取成独立段，也可试验后再从全段上截除。每一试样的长度应符合有关试验方法的规定。

## 7.3 出厂检验

### 7.3.1 检验项目

出厂检验是光缆产品交货时应进行的各项试验，其检验项目应为表 12 中的出厂检验项目，如用户有其他要求，厂方应提供光缆的相应试验数据。

### 7.3.2 抽样方案和判定规则

7.3.2.1 100%的检验项目中，被检试样如有任何一项不合格时，则判定该样本单位为不合格品，不合格品应从检验批中剔除，不允许出厂。

7.3.2.2 抽样检测项目按照表 12 规定的比例，根据检验批大小，进行随机抽样检验，每批至少抽 1 个样本单位。抽样检测的被试样单位如有不合格项目时，可重新抽取双倍数量的样本单位就不合格项目进行检验。如果检验合格，则该检验批合格；如仍有不合格项目时，则该检验批不合格。不合格的检验批不允许出厂。

7.3.2.3 检验样本单位内的光纤特性时，应检验光缆中的全部光纤。如果是光纤某个特性不合格，应重测双倍数量样本单位中的全部光纤就不合格光纤特性进行检测。如合格，则光纤该特性检验合格；如不合格，则光纤该检验项目不合格。

### 7.3.3 不合格样本单位的处理

不合格检验批中，如果样本有可能修复或去除缺陷部分后，仍然符合交货长度要求时，可重新单独提交检验。重新检验时应和新的检验批分开，并做上标记。重新检验项目应包括原不合格项目和其他有关项目。

## 7.4 型式检验

### 7.4.1 检验项目

型式检验是对产品质量进行全面考察应进行的各项试验，检验项目应包括表 12 中所列全部项目，检验样本应从出厂检验合格批中抽取。

### 7.4.2 检验周期

有下列情况之一时，一般应对光缆产品进行型式检验。

- a) 光缆产品定型鉴定时。
- b) 正式生产后，结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时。
- c) 停产半年以上，恢复生产时。
- d) 出厂检验结果与上次型式检验结果有较大差异时。
- e) 正常生产时，每年应进行一次。
- f) 大批量产品的用户要求在验收中进行型式检验时。

### 7.4.3 抽样方案

一般情况下，每次检验应从检验批中随机抽取每种型式 1 个样本单位进行试验，其规格应有代表性。

### 7.4.4 判定规则

如果被抽取检验的样本单位有出厂检验项目不合格时，允许重新抽取新的样本单位重新检验。如果 1 个样本单位未能通过其中任意一项试验，则应判定为不合格。但是，允许重新抽取双倍样本单位就不合格项目进行试验，如果都能通过试验，则可判定为型式检验合格；如果仍有任何一个样本单位不能通过试验，则应判定为型式检验不合格。

### 7.4.5 重新试验

如果型式检验不合格，制造厂应根据不合格原因，对全部产品进行改正处理。在采取可接受的改进措施以前，应停止产品鉴定或验收。在采取改进措施之后，应重新抽样进行型式试验，但是，经主管部门决定或经交收双方商定，可酌情减少部分已合格的试验项目。

## 8 安装和使用要求

### 8.1 一般要求

8.1.1 光缆的使用说明书中应指明对安装和使用的要求，具体应包括本文件 8.1、8.2 及 10 的内容。

8.1.2 光缆在施工时受到的拉伸力和压扁力应不超过表 8 规定允许的短期力,运行使用时应不超过表 8 规定允许的长期力。光缆的使用说明书中应给出 8 字形自承式光缆的最大允许使用张力 MAT。

8.1.3 光缆移动使用时的动态弯曲半径和定位布放时的静态弯曲半径,应大于表 9 规定的允许最小弯曲半径值。

8.1.4 光缆运行温度应不出表 10 规定的适用温度范围,安装环境温度应在 $-5^{\circ}\text{C}\sim+40^{\circ}\text{C}$ 温度范围。

8.1.5 光缆的使用说明书中应给出光纤有效群折射率典型值。

8.1.6 光缆的使用说明书中应给出螺旋钢管旋向。

## 8.2 光缆开剥方法

光缆应能用简单的工具快速剥离,以满足测试及现场制作连接器的需求。常见的开剥方法参见附录 C。

## 9 包装和标志

### 9.1 包装出厂

光缆产品应盘装出厂。每盘应为一个制造长度。对于短段长的光缆,经制造商与用户协商后可采用无盘具成圈后纸盒包装的方式出厂。

### 9.2 盘具要求

盘具筒体最小直径应不小于 150 mm。盘绕光缆应整齐排列,不松散。光缆两端应固定,其盘具内端宜预留 1m 以上的光缆,且内端一定要有可见的计米标志。盘具能够保证在经过运输后不发生变形垮塌破损等现象。

### 9.3 保护

成盘或成圈光缆产品应加包装保护。盘装光缆的最外层与缆盘侧板边缘的距离不小于 20mm。

### 9.4 包装标识

成盘或成圈光缆产品包装上应标明以下内容。

- a) 制造厂名称。
- b) 光缆型号、出厂编号。
- c) 光缆长度: m。
- d) 螺旋钢管旋向。
- e) 毛重: kg。
- f) 制造年、月。
- g) 表示缆盘正确滚动方向的箭头。
- h) 保证储运安全的标志。

### 9.5 标志

9.5.1 光缆应在护套表面沿长度方向做永久性标志,标志应不影响光缆的任何性能。相邻标志的始点间的间隔距离标称值应不大于 1 m。

9.5.2 除非用户要求,标志内容应包括以下内容。

- a) 光缆产品型号。
- b) 计米长度。
- c) 制造厂名称（或代号）或（和）商标。
- d) 制造日期或生产批号。

9.5.3 标志应清晰，并与护套黏附牢固，经过磨损试验后应仍可辨认。

9.5.4 标志中计米长度的偏差应在 0~1.0%，应保证真实长度不小于计米长度。

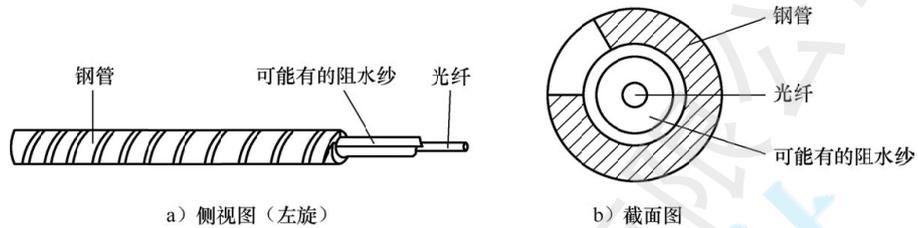
## 10 贮存和运输

光缆贮存和运输时应注意以下内容。

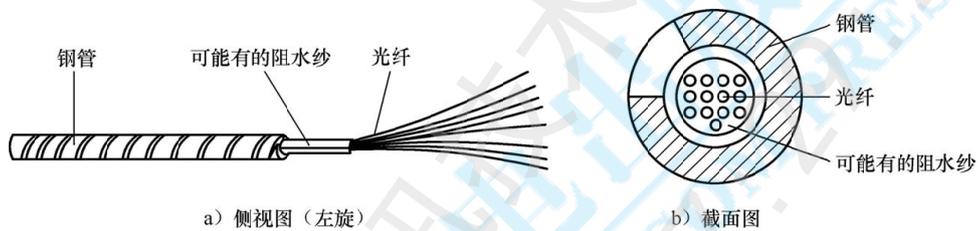
- a) 不得使缆盘处于平放方位，无包装盒的盘装光缆不得堆放。
- b) 盘装光缆应按缆盘标明的旋转箭头方向滚动，但不得做长距离滚动。
- c) 不得遭受冲撞、挤压和任何机械损伤。
- d) 防止受潮和长时间暴晒。
- e) 贮运温度应控制在表 10 规定的适用温度范围内，如果超出适用温度范围，交付使用前应进行复检。

附录 A  
(资料性)  
光缆的典型结构及尺寸重量

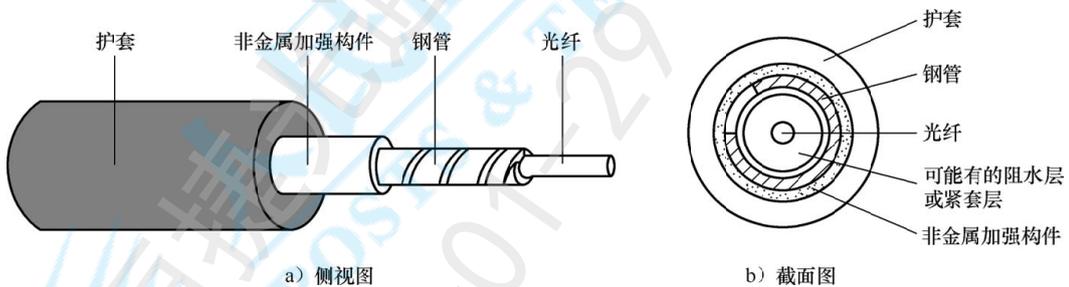
A.1 柔性钢管铠装圆形光缆的典型结构参见图A.1~图A.7。



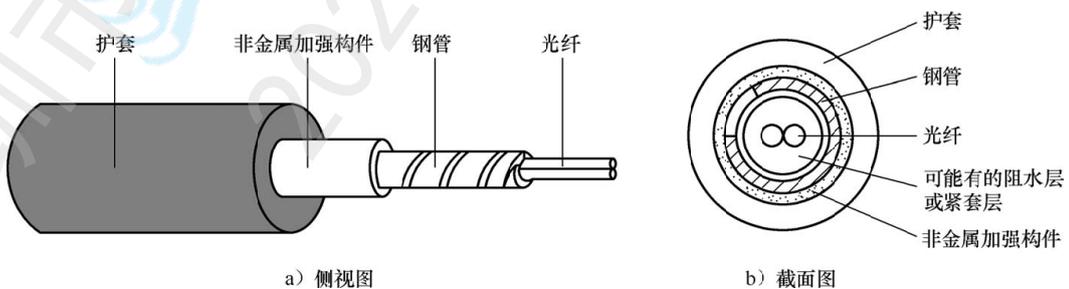
图A.1 铠甲光纤（即单芯柔性钢管铠装光单元）



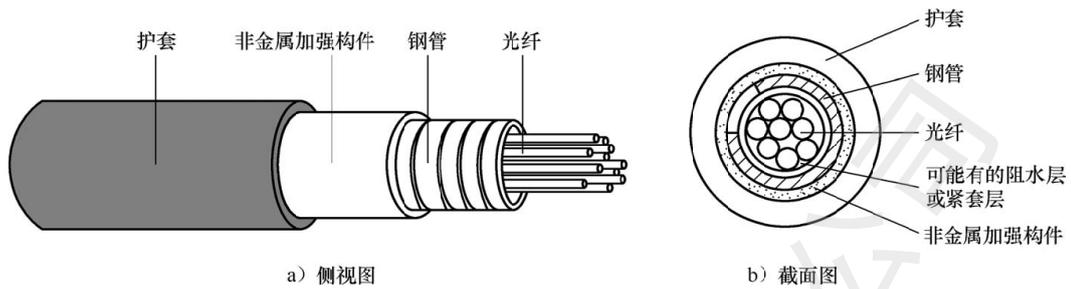
图A.2 铠甲光纤束（即多芯柔性钢管铠装光单元）



图A.3 单芯柔性钢管铠装圆形光缆



图A.4 双芯柔性钢管铠装圆形光缆



图A.5 阻水型多芯柔性钢管铠装圆形光缆

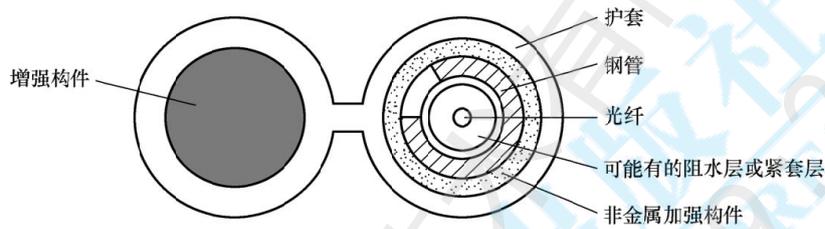


图 A.6 自承式柔性钢管铠装圆形光缆

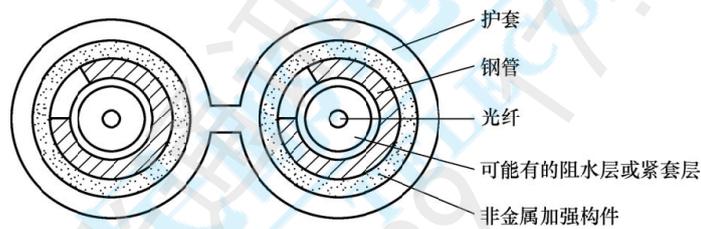


图 A.7 双芯双圆扁平形柔性钢管铠装光缆

A.2 典型柔性钢管铠装圆形光缆的结构尺寸及重量见表A.1。

表 A.1 典型柔性钢管铠装圆形光缆的结构尺寸及重量

典型光缆型号	芯数	光缆外径 D/mm		典型光缆净重/ (kg/km)	典型应用
		标称值	容差		
GJFKH、GJFKV	1	1.5~3.0	±0.2	3.5~11.0	单芯铠装跳线、引入、拉远等
GJFKH	1	1.8	±0.2	4.2	单芯铠装跳线、集束铠装跳线分支
GMFXKU	2	2.5	±0.2	7.5	特殊应急
GJFKH	4	3.0	±0.2	10	集束铠装跳线
GJFKH	6	3.2	±0.2	12	集束铠装跳线
GJFKH	8	3.5	±0.3	14	集束铠装跳线
GJFKH	12	4.2	±0.3	22	集束铠装跳线
GJFKH	24	5.0	±0.4	31	集束铠装跳线
GJFKH	48	6.0	±0.4	45	集束铠装跳线

注：表中的典型光缆重量均为采用一次涂覆光纤的光缆重量；采用紧套光纤的光缆重量由供需双方商定。

## 附录 B (规范性) 多子缆结构光缆

### B.1 概述

为便于分支,可用数根独立的柔性钢管铠装圆形光缆或普通圆形室内光缆作为缆芯,加上总护套后,构成一根更大芯数的光缆。这时,缆芯中的每一根柔性钢管铠装圆形光缆或普通圆形室内光缆均可称为子缆,而这种多子缆结构光缆简称总缆。

### B.2 产品型号和标记

#### B.2.1 型号

总缆的型号应由子缆的型号、子缆的数量以及总缆的护套类型代号组成。多子缆结构光缆的型号命名方法如图 B.1 所示。子缆的数量通常不宜超过 12 根。



图 B.1 多子缆结构光缆的型号命名方法

若总缆内的子缆型号不一样时,每种型号及数量之间应用“+”号相连。

#### B.2.2 标记

加工订货时应标明光缆产品标记,它由光缆的型号和本文件编号组成。

**示例 1:** 每根子缆为非金属加强构件、柔性钢管铠装、聚氯乙烯护套,包含 2 芯 B6a2 类单模紧套光纤;而总缆为含有 6 根上述子缆、聚氯乙烯护套、通信用室内光缆,其光缆产品标记应表示为:(GJFJKV 2B6a2)×6-V YD/T 2488.1—2023。

**示例 2:** 子缆为两种光缆,一种为非金属加强构件、柔性钢管铠装、低烟无卤阻燃聚烯烃护套,包含 6 芯 B1.3 类单模光纤;另一种为非金属加强构件、柔性钢管铠装、聚氯乙烯护套,包含 6 芯 B6a2 类单模光纤。而总缆为含有上述子缆各 3 根、低烟无卤阻燃聚烯烃总护套、通信用室内外两用光缆,其光缆产品标记应表示为:(GJYFKH 6B1.3)×3+(GJFKV 6B6a2)×3-H YD/T 2488.1—2023。

**示例 3:** 子缆为非金属加强构件、聚氯乙烯护套普通圆形室内光缆,包含 12 芯 B6a2 类单模紧套光纤;而总缆为含有 1 根上述子缆、聚氯乙烯护套、通信用室内光缆,其光缆产品标记应表示为:GJFJV 12B6a2×1-KV YD/T 2488.1—2023。

### B.3 相关性能要求

#### B.3.1 子缆识别

除非另有规定,子缆宜采用印字打标的方式进行识别,标志间隔应不大于 300mm。

### B.3.2 结构

B.3.2.1 总缆的缆芯结构可采用层绞式结构，典型结构如图 B.2 所示；也可采用束状结构，典型结构如图 B.3 和图 B.5 所示；也可采用单根子缆的结构，典型结构如图 B.4 所示。允许采用其他合适的结构。

B.3.2.2 总缆的护套最小厚度应不小于0.8 mm。

B.3.2.3 除非另有商定，总缆的护套颜色应符合表4的规定。

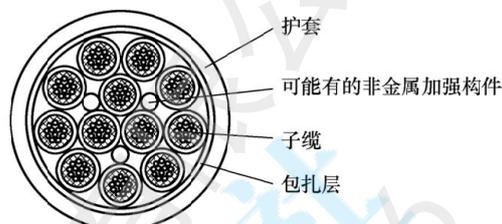
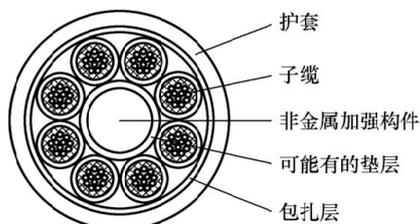


图 B.2 层绞式多单元分支柔性钢管铠装光缆 图 B.3 束状多单元分支柔性钢管铠装光缆(子缆带铠型)

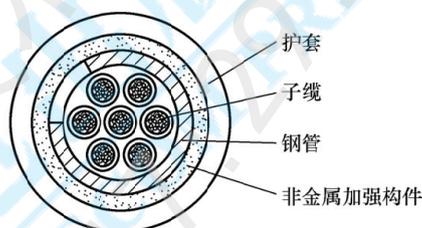
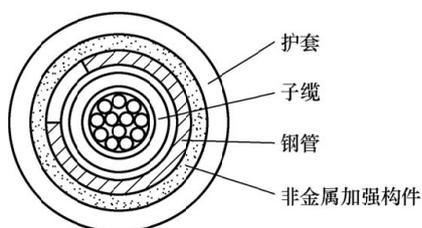


图 B.4 单根子缆型柔性钢管铠装光缆 图 B.5 束状多单元分支柔性钢管铠装光缆(总缆带铠型)

### B.3.3 机械性能

B.3.3.1 总缆的扭转试验应按5.5.6节的规定进行，但受扭长度为1 m。

B.3.3.2 总缆的卷绕试验及低温下卷绕试验应分别按5.5.8节和5.6.3节的规定进行，但心轴半径应不小于4.3.3.3规定的静态允许弯曲半径的两倍。

B.3.3.3 其他机械性能试验应按5.5节的相关规定进行。

#### B.3.1.4 其他性能

总缆的其他性能应符合第4章及第5章的相关规定。

附 录 C  
(资料性)  
常用的开剥方法

### C.1 概述

常见的开剥方法有拉伸法、弯折法。也可采用其他合适的开剥方法。

### C.2 拉伸法

拉伸法的开剥步骤如下。

- a) 在光缆端头处，剥除适当长度的钢管外护套等部件。
- b) 保证光纤接续长度的情况下，在适当位置将螺旋钢管拉长，使密绕的螺旋钢管节距不断增大，直至用肉眼能清晰地辨别螺旋钢带与光纤分离，且分离的间隙能够放入斜口钳，注意保证光纤不被损伤。
- c) 在靠近需预留长度处，使用斜口钳或其他专用工具剪断已被拉开的螺旋钢带，在保证光纤不断裂的情况下，尽量少保留已发生形变的螺旋钢管，缓慢抽出已断开的缆体，即露出剥离出来的光纤或光纤束。
- d) 用目力观察光纤涂覆层是否受损，需要时用红光笔、OTDR 或光源、光功率计检查光纤是否折断。

### C.3 弯折法

弯折法的开剥步骤如下。

- a) 在光缆端头处，剥除适当长度的钢管外护套等部件。护套无法直接拔出时，也可在适当位置剥去 5cm 护套。
- b) 保证光纤接续长度的情况下，在靠近需预留长度处，以合适的弯曲半径弯折螺旋钢管，使螺旋钢管弯折处呈扇形张开，钢带之间的间隙加大，使用斜口钳或其他专用工具，剪断弯折中心张开的螺旋钢带，缓慢抽出已断开的缆体，即露出剥离出来的光纤或光纤束。
- c) 用目力观察光纤涂覆层是否受损，需要时用红光笔、OTDR 或光源、光功率计检查光纤是否折断。

参 考 文 献

- [1] YD/T 982—2011 应急光缆
  - [2] YD/T 1258.2—2009 室内光缆系列 第2部分：终端光缆组件用单芯和双芯光缆
  - [3] YD/T 1258.3—2009 室内光缆系列 第3部分：房屋布线用单芯和双芯光缆
  - [4] YD/T 1258.4—2019 室内光缆 第4部分：多芯光缆
  - [5] YD/T 1997.2—2015 通信用引入光缆 第2部分：圆形光缆
  - [6] YD/T 1999—2021 通信用轻型自承式室外光缆
  - [7] YD/T 2289.1—2023 无线射频拉远单元用线缆 第1部分：光缆
  - [8] YD/T 2289.3—2013 无线射频拉远单元（RRU）用线缆 第3部分 光电混合缆
  - [9] YD/T 3349.1—2018 接入网用轻型光缆 第1部分：中心管式
  - [10] YD/T 3535.1—2019 数据中心综合布线用组件 第1部分：预制成端多芯连接器光缆组件
-