

中华人民共和国通信行业标准

YD/T 2488.2—2023

柔性钢管铠装光缆 第2部分：蝶形光缆

Flexible steel tube armoured optical fiber cables—Part 2: Bow-type optical fiber cable

2023-07-28 发布

2023-11-01 实施

目 次

前言.....	III
引言.....	IV
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.....	4
4.1 概述.....	4
4.2 型式.....	4
4.3 规格.....	5
4.4 产品型号和标记.....	5
5 要求.....	5
5.1 结构与材料.....	5
5.2 标准制造长度.....	8
5.3 性能要求.....	8
6 试验方法.....	14
6.1 总则.....	14
6.2 光缆结构检查.....	16
6.3 光缆标志检查.....	16
6.4 光缆长度检查.....	17
6.5 护套热老化前后的抗拉强度和断裂伸长率.....	17
6.6 机械性能试验方法.....	17
6.7 环境性能试验方法.....	21
7 检验规则.....	23
7.1 总则.....	23
7.2 术语限定.....	23
7.3 出厂检验.....	23
7.4 型式检验.....	24
8 安装和使用要求.....	25
8.1 一般要求.....	25
8.2 光缆开剥方法.....	25
8.3 分支配线方法.....	25
8.4 悬挂点的固定夹持方式.....	25
9 包装和标志.....	26
9.1 包装出厂.....	26

YD/T 2488.2—2023

9.2 盘具要求.....	26
9.3 保护.....	26
9.4 包装标识.....	26
9.5 标志.....	26
10 贮存和运输.....	27
附录 A (资料性) 典型的光缆结构.....	28
附录 B (资料性) 分支器的结构、安装及性能.....	30

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。

本文件为 YD/T 2488《柔性钢管铠装光缆》的第 2 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。

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、中讯邮电咨询设计院有限公司、上海邮电设计咨询研究院有限公司、中国信息通信研究院、深圳市恒捷光通讯技术有限公司、成都亨通光通信有限公司、长飞光纤光缆股份有限公司、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。

本文件主要起草人：薛梦驰、郭佳鑫、陈鸿、戴广翀、宋志佗、林炎、贺永涛、刘健、刘泰、陈俊杰、赵坤祥、段建彬、王晓锋、柯旋、缪威玮、唐筱、张博文。

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。其目的在于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。其目的在于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2部分:蝶形光缆。近年来,普通蝶形引入光缆广泛应用于接入网的入户引入段,有力促进了光纤宽带入户建设。柔性钢管铠装蝶形光缆是在普通蝶形引入光缆的基础上改进、演变而来,它通过增加柔性钢管,在保持普通蝶形引入光缆轻便、尺寸小、易连接等优势的同时,又增强了其耐鼠咬、防蝉卵、抗压扁、耐冲击的能力,并具有可集束较大芯数等特点,主要适用于有上述需求的光纤宽带引入和配线、无线射频拉远、特殊综合布线等场景,成为对普通蝶形引入光缆的有效补充。

柔性钢管铠装光缆 第2部分：蝶形光缆

1 范围

本文件规定了柔性钢管铠装蝶形光缆的产品分类、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蝶形光缆的设计、生产、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——耐环境应力开裂试验——熔体指数测量方法——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 60811-4-1:2004, 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 塑料 热塑性塑料材料试样的压塑（GB/T 9352—2008，ISO 293:2004,IDT）

GB/T 9771.1 通信用单模光纤 第1部分：非色散位移单模光纤特性

YD/T 2488.2—2023

- 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 9771.7 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 15065 电线电缆用黑色聚乙烯塑料
- 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 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 60754-2:2019，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）
- YD/T 629.1 光纤传输衰减变化的监测方法 传输功率监测法
- YD/T 629.2 光纤传输衰减变化的监测方法 后向散射监测法
- YD/T 901—2018 通信用层绞填充式室外光缆
- YD/T 908—2020 光缆型号命名方法
- YD/T 1113 通信电缆光缆用无卤低烟阻燃材料

YD/T 1115（所有部分）通信电缆光缆用防水材料
 YD/T 1181.1 光缆用非金属加强件的特性 第1部分：玻璃纤维增强塑料杆
 YD/T 1181.3 光缆用非金属加强件的特性 第3部分：芳纶增强塑料杆
 YD/T 1181.5 光缆用非金属加强件的特性 第5部分：玄武岩纤维增强塑料杆
 YD/T 1181.7 光缆用非金属加强件的特性 第7部分：纤维增强塑料柔性杆
 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 1997.1—2022 通信用引入光缆 第1部分：蝶形光缆
 YD/T 2964 接入网用弯曲损耗不敏感单模光纤测量方法
 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
 JB/T 10696.7—2007 电线电缆机械和理化性能试验方法 第7部分：抗撕试验
 YB/T 098 光缆增强用碳素钢绞线

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。本文件中也将其称为光单元。

3.3

旋向 direction of rotation

螺旋钢管中钢带绕包的旋转方向，分为左旋及右旋两种。

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，如果钢带为逆时针运动时，则为左旋，如果顺时针运动时，则为右旋。

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

4 产品分类

4.1 概述

柔性钢管铠装蝶形光缆（以下简称光缆）按应用场合分为室内应用型光缆和室内外应用型光缆。其中，室内外应用型光缆分为架空用和管道用；按光缆的组合形态分为并排光缆和非并排光缆。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。其中护套的代号为：

K——螺旋钢管—塑料护套。

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	推荐使用场合
GJXKH	金属加强件、柔性钢管铠装、低烟无卤阻燃聚烯烃护套、通信用室内蝶形引入光缆	室内用
GJXKV	金属加强件、柔性钢管铠装、聚氯乙烯护套、通信用室内蝶形引入光缆	
GJXKH-GJXKH	金属加强件、柔性钢管铠装、低烟无卤阻燃聚烯烃护套、通信用室内并排蝶形引入光缆	
GJXJKH	金属加强件、紧套光纤、柔性钢管铠装、低烟无卤阻燃聚烯烃护套、通信用室内蝶形引入光缆	
GJXFKH	非金属加强件、柔性钢管铠装、低烟无卤阻燃聚烯烃护套、通信用室内蝶形引入光缆	
GJXFKV	非金属加强件、柔性钢管铠装、聚氯乙烯护套、通信用室内蝶形引入光缆	
GJXFKH-GJXFKH	非金属加强件、柔性钢管铠装、低烟无卤阻燃聚烯烃护套、通信用室内并排蝶形引入光缆	
GJXFJKH	非金属加强件、紧套光纤、柔性钢管铠装、低烟无卤阻燃聚烯烃护套、通信用室内蝶形引入光缆	
GJYXCKH	金属加强件、金属增强件、柔性钢管铠装、低烟无卤阻燃聚烯烃护套、通信用自承式蝶形引入光缆	架空用
GJYXFKH	非金属加强件、金属增强件、柔性钢管铠装、低烟无卤阻燃聚烯烃护套、通信用自承式蝶形引入光缆	
GJYXCKH-GJXKH	金属加强件、金属增强件、柔性钢管铠装、低烟无卤阻燃聚烯烃护套、通信用自承式并排蝶形引入光缆	

表 1 光缆的常用型式（续）

结构型式代号	产品名称	推荐使用场合
GJYXFJCKH	非金属加强件、紧套光纤、金属增强件、柔性钢管铠装、低烟无卤阻燃聚烯烃护套、通信用自承式蝶形引入光缆	
GJYXKH03	金属加强件、金属增强件、柔性钢管铠装、低烟无卤阻燃聚烯烃护套、聚乙烯外护套、通信用管道用蝶形引入光缆	管道用
GJYXFKH03	非金属加强件、金属增强件、柔性钢管铠装、低烟无卤阻燃聚烯烃护套、聚乙烯外护套、通信用管道用蝶形引入光缆	

4.3 规格

4.3.1 光缆中的单模光纤应是符合 GB/T 9771.1 规定的 B1.1 类、GB/T 9771.3 规定的 B1.3 类、GB/T 9771.7 或 YD/T 1954 规定的 B6 类光纤，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 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：非金属加强件、柔性钢管铠装、聚氯乙烯护套、通信用室内蝶形引入光缆，包含1芯B6a2类单模光纤，其光缆产品标记应表示为：

GJXFKV 1B6a2 YD/T 2488.2—202x。

示例2：金属加强件、柔性钢管铠装、低烟无卤阻燃聚烯烃护套、通信用室内蝶形引入光缆，包含12芯B1.3类单模光纤，其光缆产品标记应表示为：

GJXKH 12B1.3 YD/T 2488.2—201x。

示例3：金属加强件、金属增强件、柔性钢管铠装、低烟无卤阻燃聚烯烃护套、通信用自承式蝶形引入光缆，包含2芯B1.3类单模光纤，其光缆产品标记应表示为：

GJYXCKH 2B1.3 YD/T 2488.2—202x。

5 要求

5.1 结构与材料

5.1.1 光缆典型结构

光缆材料和结构的选用应适合预期用途及安装条件，应特别注意符合阻燃性能的特定要求。光缆应

由光纤、可能有的阻水纱、柔性钢管、加强构件、护套、可能有的增强构件等组成。典型的光缆结构见附录 A。允许有其他的类似结构型式，但除了光缆尺寸，这些结构型式的其他性能要求应不低于本文件的相关规定。

典型室内柔性钢管铠装蝶形光缆的结构尺寸及重量见表 2。

表 2 典型室内柔性钢管铠装蝶形光缆的结构尺寸及重量

光缆型号	芯数	外形尺寸标称值/mm		钢管外径/mm	钢管厚度值范围/mm	光缆重量/(kg/km)
		(H×L)	容差			
GJXKH、GJXKV、 GJXFKH、GJXFKV	1	1.6×2.1	±0.1	Φ0.8±0.1	0.10~0.15	5.8±1.0
GJXKH、GJXKV、 GJXFKH、GJXFKV	1	2.0×3.0	±0.1	Φ0.9±0.1	0.10~0.15	10.0±1.0
GJXKH、GJXKV、 GJXFKH、GJXFKV	2	2.1×3.2	±0.1	Φ1.1±0.1	0.10~0.15	10.5±1.0
GJXKH、GJXKV、 GJXFKH、GJXFKV	4、6	2.8×4.5	±0.2	Φ1.6±0.1	0.15~0.20	24.0±2.0
GJXKH、GJXKV、 GJXFKH、GJXFKV	8、12	3.1×5.7	±0.3	Φ1.8±0.1	0.20~0.25	35.0±2.5

注：1. H 表示光缆的短轴长，L 表示光缆的长轴长。
2. 对于自承式的光缆，除开吊线部分的尺寸应满足本表的规定。
3. 对于管道用的光缆，管内蝶形光缆单元的尺寸应满足本表的规定

5.1.2 涂覆光纤

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

5.1.2.2 当同一钢管中含有两芯及以上光纤时，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。识别色谱见表 3，在没有特殊要求下，光纤涂覆层颜色应按表 3 中的颜色顺序依次选用。

表 3 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

注：在不影响识别的情况下，允许使用本色代替本表中的某一颜色

5.1.3 紧套光纤

紧套光纤的外径尺寸应符合 YD/T 1258.1—2015 附录 A.3.1 的规定，紧套光纤的剥离力应符合 YD/T

1258.1—2015 附录 A.3.2 中 I 型的规定，光缆中的紧套光纤宜为 1 芯。

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（新牌号 06Cr19Ni10 及 022Cr19Ni10 系列）、201 不锈钢（新牌号 12Cr17Mn6Ni5N）或 202 不锈钢（新牌号 12Cr18Mn9Ni5N）及以上的奥氏体不锈钢，也可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应符合表 2 规定。

5.1.5 加强构件

光缆中应对称放置两根相同的加强构件。加强构件可以为金属材料，也可以为非金属材料。金属加强构件宜选用钢丝、钢绞线，钢丝应符合 GB/T 24202 的规定，钢绞线应符合 YB/T 098 的规定，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；非金属加强构件宜选用芳纶增强塑料杆（KFRP）或纤维增强塑料柔性杆（FFRP），也可选用其他的非金属加强件，例如，玻璃纤维增强塑料杆（GFRP）、玄武岩纤维增强塑料杆（BFRP），KFRP 应符合 YD/T 1181.3 的规定，FFRP 应符合 YD/T 1181.7 的规定，GFRP 应符合 YD/T 1181.1 的规定，BFRP 应符合 YD/T 1181.5 的规定。加强构件应嵌入在护套内，不得外露。在光缆制造长度内，加强构件不允许有接头。外形尺寸标称值为（1.6mm×2.1mm）的光缆仅使用金属加强构件。

注：FFRP 是以非金属纤维纱作为增强材料，以树脂为基体材料复合而成的耐弯折圆形杆状材料。其中，非金属纤维纱应采用玻璃纤维纱，也可以是玄武岩纤维纱、芳纶纱或其他合适的非金属纤维纱。

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。吊线应为符合 GB/T 24202 规定的单根钢丝，也可以为符合 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，增强构件不允许有接头。

管道用光缆的增强构件为放置在室内用光缆本体两边分离口处的钢丝或非金属材料圆杆，用以敷设时承载张力和保证光缆结构圆整。在光缆制造长度内，增强构件不允许有接头。

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，挤包过程不得有护套料通过钢管间隙挤入钢管内部，护套材料应采用低烟无卤阻燃聚烯烃材料或聚氯乙烯材料。对于低烟无卤阻燃聚烯烃护套，护套材料应符合 YD/T 1113 规定。对于聚氯乙烯护套，护套材料应符合 GB/T 8815—2008 中 H-70 的规定或 YD/T 3718—2020 中 HDZ-70 的规定；也可以根据用户需要采用符合 YD/T 3832 规定的阻燃聚乙烯护套。用户要求时可采用其他护套材料，但其性能应满足相关标准的要求。

5.1.7.2 加强构件外侧护套最小厚度应不小于0.20mm,增强构件外的护套最小厚度应不小于0.4mm。1.6mm×2.1mm 尺寸的室内蝶形引入光缆加强构件外侧护套最小厚度应不小于0.15mm。加强构件外侧的护套壁厚测量位置参见 YD/T 1997.1—2022 附录 B 所示。

5.1.7.3 用于室内的光缆,护套颜色宜为白色或用户要求的颜色;用于室外的光缆,其护套颜色宜为黑色。用户要求时,可采用其他颜色的耐日光老化的材料。护套表面应光滑、颜色均匀,没有裂痕、气泡和污渍。用户要求时,可以在光缆护套表面增加色条标识。

5.1.8 阻水层

5.1.8.1 当有渗水要求时,钢管内宜放置阻水纱。

5.1.8.2 管道型柔性钢管铠装蝶形光缆的外护套内应设置有阻水层,阻水层材料宜为连续放置的阻水带、阻水纱或阻水粉,阻水带、阻水纱和阻水粉应符合 YD/T 1115 的规定。

5.1.9 外护套

5.1.9.1 当光缆需要从室外管道引入时,光缆外还应挤包一层具有保护功能的外护套,外护套的材料应采用线性低密度、中密度或高密度聚乙烯护套料,聚乙烯护套料应符合 GB/T 15065 规定。

5.1.9.2 管道用光缆聚乙烯外护套的机械物理性能应满足 YD/T 901—2018 中表 3 的规定。其结构形式可以参照 YD/T 901—2018 中 4.1.3 的相关规定。

5.1.9.3 管道用光缆聚乙烯外护套厚度的标称值为 1.0mm,最小值应不小于 0.8mm。

5.2 标准制造长度

光缆的标准制造长度标称值宜为 500m、1000m 或 2000m。光缆交货长度宜为标准制造长度,容差为 0~5%。经供需双方同意,可以任意长度交货。光缆在交货长度上不应有光纤接头。

5.3 性能要求

5.3.1 光缆中的光纤性能

5.3.1.1 光纤

单模光纤 B1.1 和 B1.3 的尺寸参数、模场直径、截止波长应分别符合 GB/T 9771.1 和 GB/T 9771.3 的规定。单模光纤 B6 的尺寸参数、模场直径、截止波长应符合 GB/T 9771.7 或 YD/T 1954 的规定。多模光纤的尺寸参数、数值孔径、模式带宽应符合 GB/T 12357.1 的规定。

5.3.1.2 成缆后光纤的衰减特性

成缆后光纤的最大衰减值见表 4,成缆后光纤的最大衰减应符合表 4 的规定或应不超过用户与制造者双方协议认可值。

表 4 成缆后光纤的最大衰减值

光纤类型	使用波长/nm	最大衰减值/(dB/km)
B1.1、B1.3、B6	1310	0.38
	1550	0.28

表 4 成缆后光纤的最大衰减值（续）

光纤类型	使用波长/nm	最大衰减值/（dB/km）
A1a.1	850	2.4~3.5
	1300	0.55~1.5
A1a.2、A1a.3、A1a.4	850	2.5
	1300	0.8
A1b	850	2.8~3.5
	1300	0.7~1.5

注：对 A1a.1 及 A1b 最大衰减系数规定了一个范围，而不是一个固定值。其最大衰减系数的实际值由供需双方商定

5.3.1.3 成缆后光纤的宏弯损耗（仅对 B6 类光纤）

光缆中光纤的宏弯损耗试验方法应遵照 YD/T 2964 进行。试验样品可以为缆中的一段光纤，也可以为整盘光缆。当样品为整盘光缆时，测试前需先将光缆的一端剥出 2~4m 光纤，然后将该段光纤进行松绕，松绕的圈数、弯曲半径及测试后的结果应符合 GB/T 9771.7 或 YD/T 1954 的规定。

5.3.2 护套性能

护套的机械物理性能见表 5，光缆护套的机械物理特性应符合表 5 规定，除此之外，满足用户要求的其他材料也可以采用。

表 5 护套的机械物理性能

序号	项 目	单 位	指 标			
			LSZH	PVC	ZRPE	
1	抗拉强度	热老化前（最小值）	MPa	10.0	12.5	12.0
		热老化前后变化率 TS （最大值）	—	20%		
		热老化处理温度	℃	100±2		110±2
		热老化处理时间	h	24×7		24×10
2	断裂伸率	热老化处理前（最小值）	—	125%	150%	220%
		热老化处理后（最小值）	—	100%	125%	180%
		热老化前后变化率 ES （最大值）	—	20%		
		热老化处理温度	℃	100±2		110±2
		热老化处理时间	h	24×7		24×10

表 5 护套的机械物理性能（续）

序号	项 目		单位	指 标		
				LSZH	PVC	ZRPE
3	耐热应力开裂试验（也称为耐热冲击试验）	热处理温度	℃	130±3	150±3	130±3
		热处理时间	h	1	1	1
		负重	kg	2	—	5
		热处理后	—	表面不开裂		
4	耐环境应力开裂（50℃，96h），失效数/试样数		个	0/10	—	0/10

注：LSZH、PVC、ZRPE 分别为低烟无卤阻燃聚烯烃、聚氯乙烯、阻燃聚乙烯的简称

5.3.3 光缆机械性能

5.3.3.1 增强件附着力

取至少 1000mm 光缆，剥出增强件，保留护套部分 200mm，200mm 护套中增强件抽出的最大力值应不低于 60N。

注：增强件附着力仅针对自承式柔性钢管铠装蝶形光缆及自承式并排柔性钢管铠装蝶形光缆。

5.3.3.2 可分离性

光缆的可分离性应满足如下要求。

a) 对于室内柔性钢管铠装蝶形光缆及自承式柔性钢管铠装蝶形光缆的本体部分。

- 应能从分离口处较容易地将光缆分离 200mm，1.6mm×2.1mm 尺寸的室内柔性钢管铠装蝶形光缆的撕裂力平均值应为 3~15N，其他尺寸的光缆撕裂力平均值应为 5~15N。对于自承式柔性钢管铠装蝶形光缆应将吊线部分剥除后进行测试。

- 分离后，螺旋铠管应能够独立完整地裸露出来，不能嵌入护套中，而且加强构件处的护套应保持完整，加强件无裸露。用手捏住分离出的铠管部分，将剩余未分离的至少 200mm 光缆部分垂直向下，光缆护套应不脱出。光缆内的铠管相对于光缆护套不允许自由窜动。

b) 对于自承式柔性钢管铠装蝶形光缆的吊线或并排柔性钢管铠装蝶形光缆各子缆之间。

- 应能从光缆该分离口处较容易地将光缆分离 200mm，其撕裂力平均值应为 5~15N。
- 分离后，吊线不裸露出来，光缆本体及各子缆不折断。

5.3.3.3 拉伸和压扁性能

光缆的允许拉伸力和压扁力见表 6。在长期允许拉力下光纤应变应不大于 0.2%，光纤应无明显附加衰减；在短期拉力下，光纤应变应不大于 0.4%，应无明显残余附加衰减，护套应无目视可见的开裂。

光缆的允许压扁力应符合表 6 规定。在允许的长期压扁力下，光纤应无明显附加衰减；在允许的短期压扁力下，单模光纤的附加衰减在 1550nm 处应不大于 0.3dB，多模光纤的附加衰减在 1300nm 处应不大于 0.5dB，护套应无目力可见开裂。

表 6 光缆的允许拉伸力和压扁力

敷设方式	允许拉伸力（最小值）		允许压扁力（最小值）		适用光缆型式示例
	F_{ST}/N	F_{LT}/N	F_{SC}/N	F_{LC}/N	
室内用（I）	80	40	4500	2000	GJXFKH、GJXFKV、GJXJFKH
室内用（II）	120	60	4500	2000	GJXKH、GJXKV、GJXJKH
室内用（III）	200	100	4500	2000	GJXKH、GJXKV、GJXJKH
室内用（IV）	60	30	4500	2000	GJXFKH、GJXFKV、GJXJFKH
架空用（I）	600	300	4500	2000	GJYXCKH、GJYXFCKH、GJYXFJCKH
管道用	600	300	4500	2000	GJYXKH03、GJYFKH03

注：1. 敷设方式一栏中的（I）、（II）、（III）和（IV）用于区分允许力值的不同。同一结构型式的光缆可有不同的拉伸力要求，应在订货合同中规定。外形尺寸标称值为（1.6mm×2.1mm）的光缆仅需满足室内用（IV）。
2. F_{ST} 为短期允许拉伸力， F_{LT} 为长期允许拉伸力， F_{SC} 为短期允许压扁力， F_{LC} 为长期允许压扁力。
3. 并排蝶形引入光缆允许拉伸力值的要求为相应非并排蝶形引入光缆的力值之和，压扁力值要求为光缆各相应非并排蝶形引入光缆中允许的最大力值要求，也可以为客户的规定要求

5.3.3.4 冲击

光缆在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 处应不大于 0.3dB，多模光纤的残余附加衰减在 1300nm 处应不大于 0.5dB。

5.3.3.5 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 处应不大于 0.3dB，多模光纤的残余附加衰减在 1300nm 处应不大于 0.5dB。

5.3.3.6 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 处应不大于 0.3dB，多模光纤的残余附加衰减在 1300nm 处应不大于 0.5dB。

5.3.3.7 曲绕

自承式蝶形引入光缆、管道用蝶形引入光缆，曲绕性能要求如下。

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 处应不大于 0.3dB，多模光纤的残余附加衰减在 1300nm 处应不大于 0.5dB。

5.3.3.8 卷绕

自承式蝶形引入光缆、管道用蝶形引入光缆，卷绕性能要求如下。

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 处应不大于 0.3dB，多模光纤的残余附加衰减在 1300nm 处应不大于 0.5dB。

5.3.3.9 弯折

光缆在弯折试验后应不发生弯折，钢管不外漏。

5.3.3.10 光缆最小弯曲半径

光缆最小弯曲半径见表 7，其中，形状为扁平形的光缆弯曲应在光缆的扁平方向进行。光缆在表 7 允许的最小弯曲半径下弯曲 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 处应不大于 0.3dB，多模光纤的附加衰减在 1300nm 处应不大于 0.5dB；弯曲解除后，光纤应无明显残余附加衰减。

表 7 光缆最小弯曲半径

光缆类型		静态（工作时）/mm	动态（安装时）/mm
室内蝶形引入光缆、自承式蝶形引入光缆和管道用蝶形引入光缆	B1.1 或 B1.3 类光纤	15H 或 15D	30H 或 30D
	B6 类光纤	10H 或 10D	20H 或 20D
	A1 类多模光纤	15H 或 15D	30H 或 30D
注：1. H 表示扁平形光缆的短轴长，D 表示圆形光缆的外径。 2. 并排蝶形引入光缆的最小弯曲半径参照相应非并排蝶形引入光缆的最小弯曲半径要求			

5.3.3.11 低摩擦性能（有需要时）

光缆的动摩擦系数见表 8，当用户有要求时，光缆需具有低摩擦性能，动摩擦系数应符合表 8 的规定，测试方法应按照 GB/T 7424.21—2021 中方法 E34（平板法）。

表 8 光缆的动摩擦系数

序号	光缆类型	动摩擦系数
1	室内柔性钢管铠装蝶形光缆（1.6mm×2.1mm）	≤0.20
2	室内柔性钢管铠装蝶形光缆（2.0mm×3.0mm 及 2.1mm×3.2mm）	≤0.25
注：1. 更大尺寸光缆的动摩擦系数指标由供需双方商定。 2. 自承式柔性钢管铠装蝶形光缆及并排型柔性钢管铠装蝶形光缆应分离出光缆本体或单个的室内柔性钢管铠装蝶形光缆来进行试验		

5.3.4 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 种级别，其代号为 A、B 和 C。光缆的使用温度范围和允许温度附加衰减见表 9。试验后光缆盘外层光缆护套应无目力可见开裂。

表 9 光缆的使用温度范围和允许温度附加衰减

分级 代号	适用温度范围/ (°C)		允许光纤附加衰减/ (dB/km)			适用环境
	低限 T_A	高限 T_B	单模光纤 1550nm		多模光纤 1300nm	
			涂覆光纤	紧套光纤		
A	-5	+50	不大于 0.10	不大于 0.20	不大于 0.40	室内敷设环境
B	-10	+60	不大于 0.20	不大于 0.30	不大于 0.50	室外敷设环境
C	-40	+60	不大于 0.30	不大于 0.40	不大于 0.60	室外敷设环境

注：光缆温度附加衰减为适用温度下相对于 20°C 时的光纤衰减差

5.3.4.2 燃烧性能

除了管道用光缆，其余类型光缆的燃烧性能要求如下。

a) 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能应通过 GB/T 18380.35 规定的 C 类成束燃烧试验。

当护套为低烟无卤阻燃聚烯烃时，还需满足以下内容。

b) 烟密度：透光率不小于 50%。

c) 腐蚀性：光缆燃烧时产生气体的 pH 值应不小于 4.3，电导率应不大于 $10 \mu\text{S} / \text{mm}$ 。

5.3.4.3 低温下卷绕性能

温度特性 C 级的光缆应具有耐 -15°C 低温下卷绕的能力。试验完成后，光纤应不断裂，护套应无肉眼可见的开裂。

5.3.4.4 盐雾

试验温度 $(35 \pm 2)^\circ\text{C}$ ，试验时间为 48h，盐水 (NaCl) 浓度为 5%，试验后外观应无异常，钢管无锈蚀痕迹。

5.3.4.5 渗水性能（仅在有要求时）

室内外应用型柔性钢管铠装蝶形光缆，当用户要求时，渗水性能应满足以下要求。

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。缆芯中采用膨胀方式阻水时，应将渗水始端 (100 ± 10) mm 长的光缆浸入水中，在水中浸泡 10min，然后进行渗水试验。

5.3.4.6 防鼠性能

按照 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进行试验。

5.3.4.7 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。光缆材料中限用物质的含量限值见表 10，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 10 的规定。

表 10 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比较。

6.1.2 试验项目、试验方法及检验抽样比例见表 11，光缆的各项性能应按照表 11 规定的试验方法进行验证。

表 11 试验项目、试验方法及检验抽样比例

序号	项 目	技术要求	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	见 6.2	100%	7.4 节
2	光缆结构尺寸	5.1	GB/T 2951.11—2008	10%	
	护套最小厚度	5.1.7.2	GB/T 2951.11—2008	10%	
3	光缆长度	5.2	见 6.4	100%	
4	光缆中的光纤性能				

表 11 试验项目、试验方法及检验抽样比例（续）

序号	项 目	技术要求	试 验 方 法	抽样比例	
				出厂	型式
4.1	尺寸参数	5.3.1.1	GB/T 15972.20 YD/T 2964	5%，最 少抽测 数每批 次 4 个	7.4 节
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		
4.4	衰减特性	5.3.1.2	GB/T 15972.40 YD/T 2964	100%	
4.5	宏弯损耗（仅对 B6 类光纤）	5.3.1.3	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 5 序号 1 和序号 2	见 6.5	—	
5.2	耐热应力开裂试验	表 5 序号 3	GB/T 2951.31—2008 中 9.2	—	
5.3	耐环境应力开裂	表 5 序号 4	GB/T 2951.41—2008 中 8	—	
6	光缆机械性能				
6.1	增强件附着力	5.3.3.1	见 6.6.2	—	
6.2	可分离性	5.3.3.2	见 6.6.3	—	
6.3	拉伸	5.3.3.3	见 6.6.4	—	
6.4	压扁	5.3.3.3	见 6.6.5	—	
6.5	冲击	5.3.3.4	见 6.6.6	—	
6.6	反复弯曲	5.3.3.5	见 6.6.7	—	
6.7	扭转	5.3.3.6	见 6.6.8	—	
6.8	曲挠	5.3.3.7	见 6.6.9	—	
6.9	卷绕	5.3.3.8	见 6.6.10	—	
6.10	弯折	5.3.3.9	见 6.6.11	—	
6.11	光缆最小弯曲半径	5.3.3.10	见 6.6.12	—	
6.12	低摩擦性能	5.3.3.11	GB/T 7424.21—2021 方法 E34	—	
7	光缆环境性能				
7.1	衰减温度特性	5.3.4.1	见 6.7.1	—	

表 11 试验项目、试验方法及检验抽样比例（续）

序号	项 目	技术要求	试 验 方 法	抽样比例		
				出厂	型式	
7.2	燃烧性能	5.3.4.2	见 6.7.2	—	7.4 节	
	a) 阻燃性		GB/T 18380.12 GB/T 18380.35	—		
	b) 烟密度		见 6.7.2.2	—		
	c) 腐蚀性		GB/T 17650.2	—		
7.3	低温下卷绕性能	5.3.4.3	见 6.7.3	—		
7.4	盐雾	5.3.4.4	见 6.7.4	—		
7.5	渗水性能	5.3.4.5	GB/T 7424.22—2021	—		
7.6	防鼠性能	5.3.4.6	GB/T 29199—2012 方法 B	—		
7.7	限用物质含量	5.3.4.7	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	9.5.1、9.5.2	目力检查	—		
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	9.1~9.4	目力检查	100%		
注：1. 出厂检验栏目中的百分数是按照单位产品数抽检的最小百分比。 2. 光缆端的光纤尺寸参数、模场直径允许用光纤成缆前可追溯的实测值作为出厂检验值						

6.2 光缆结构检查

应在距离光缆端不少于 100mm 处用目力检查光缆的完整性和端面结构，取样检查结构尺寸。对于自承式蝶形引入光缆，应分离吊线测量蝶形引入光缆部分尺寸，蝶形引入光缆部分表面应无明显多余护套料残留堆积。

6.3 光缆标志检查

6.3.1 标志擦拭

标志擦拭检查的相关内容如下。

- 试验方法：按照 GB/T 7424.21—2021 中 E2B 光缆标志耐磨损方法 2 进行。
- 负载：5N。
- 循环次数：不少于 5 次。
- 合格判据：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 15m 以外的任意 5m 长度上，用钢皮尺沿光缆量得长度减去用计米数字确定的长度对后者的相对差。

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，也可以采用光学方法（例如，OTDR 仪器）来测量。

6.5 护套热老化前后的抗拉强度和断裂伸长率

获取所检测光缆的原材料颗粒料制成哑铃片试样进行该性能试验。试样制片程序按照标准 GB/T 9352 进行，哑铃片试样的制取及试验按照标准 GB/T 2951.11—2008 中 9.2 的相关要求进行。

6.6 机械性能试验方法

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 的要求时判断为合格。

机械性能试验中光纤衰减变化的监测应按照 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，可判断为无明显附加衰减。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，可判断为无明显应变。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，可判断为无明显应变。

6.6.2 增强件附着力

增强件附着力试验要求如下。

- a) 样品数量：直接从光缆上取样，取至少 3 个试样。
- b) 试样长度：至少 1000mm。
- c) 试样处理：用刀片或合适的工具将光缆两端吊线与本体部分分离，将一端分离出的 50mm 吊线护套剥掉，露出增强件，再将另一端分离出的吊线剪掉，只保留光缆本体部分，对于自承式并排蝶形引入光缆，只保留一侧子缆，增强件附着力测试试样处理如图 1 所示。
- d) 试验步骤：将一端 50mm 增强件夹持在拉力机的一个夹具上，将另一端光缆本体部分缠绕在拉力机另一个夹具上，以 500mm/min 的拉伸速率进行拉伸试验。
- e) 受试长度：400mm。
- f) 数据处理：记录每个试样拉伸过程中的最大拉力值，取 3 个试样最大拉力值的平均值为附着力的试验结果。

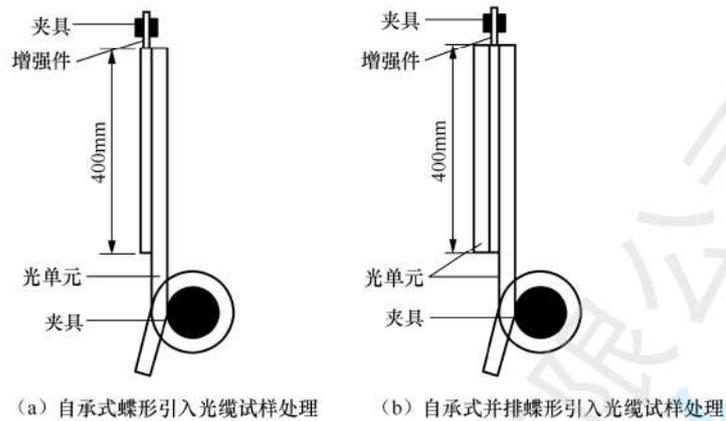


图 1 增强件附着力测试试样处理

6.6.3 可分离力

可分离力试验的要求如下。

- 试验方法：按照 JB/T 10696.7—2007 规定的试验设备和方法进行。
- 样品数量：直接从光缆上取样，取至少 5 个试样。
- 试样长度：500mm。
- 试验步骤：先用刀片或合适的工具将样品从光缆分离口或吊线处撕开一小段，然后将撕开的部分分别夹持到拉力机的两个夹具上，以 500mm/min 的拉伸速率进行试验。
- 分离长度：200mm。
- 数据处理：记录每个试样的平均力值，取全部试样的算术平均值作为最后的测试力值。

6.6.4 拉伸

拉伸试验的要求如下。

- 试验方法：按照 GB/T 7424.21—2021 中方法 E1，其中，对自承式光缆进行试验时，盘绕在卡盘上的部分应先将吊线与光缆本体部分进行分离，然后将吊线部分缠绕在卡盘上进行试验，但在有效试验段（即两个卡盘之间的部分）光缆应保持结构的完整性。
- 卡盘直径：对于管道用光缆，不小于 $30D$ ，但不得大于 560mm；其他光缆约 250mm。
- 保持时间：1min。
- 拉伸速率：100mm/min。
- 拉伸负载：见表 6 的规定。
- 受试长度：不小于 50m。

注：并排蝶形引入光缆的试验方法参照相应非并排蝶形引入光缆的要求。

6.6.5 压扁

压扁试验的要求如下。

- 试验方法：GB/T 7424.21—2021 中方法 E3。
- 压扁负载：见表 7 的规定。
- 持续时间：在长期和短期压力下各持续 1min。

- d) 受力面：对于扁平形的光缆，受力面为扁平面。
- e) 压扁点间隔：至少 500mm。
- f) 试验次数：3 个压扁点，每个压扁点各一次。

6.6.6 冲击

冲击试验的要求如下。

- a) 试验方法：GB/T 7424.21—2021 中方法 E4。
- b) 冲击球面半径：300mm。
- c) 冲击锤重量：300g。
- d) 受力面：对于扁平形的光缆，受力面为扁平面。
- e) 冲锤落高：1m。
- f) 冲击点间隔：至少 500mm。
- g) 冲击次数：3 个冲击点，每个点冲击 1 次。

注：并排蝶形引入光缆的试验方法参照相应非并排蝶形引入光缆的要求，但对每个子缆进行分开测试。

6.6.7 反复弯曲

反复弯曲试验的要求如下。

- a) 试验方法：GB/T 7424.21—2021 中方法 E6。
- b) 反复弯曲的弯曲半径、循环次数和张力负载的试验要求见表 12。
- c) 弯曲面：对于扁平形的光缆，只在扁平方向弯曲。

注：并排蝶形引入光缆的试验方法参照相应非并排蝶形引入光缆的要求。

表 12 反复弯曲的弯曲半径、循环次数和张力负载的试验要求

项目	室内蝶形引入光缆	自承式蝶形引入光缆和管道用蝶形引入光缆
弯曲半径	30H	30D 或 30H
循环次数	300 次	25 次
张力负载	20N	150N

6.6.8 扭转

扭转试验的要求如下。

- a) 试验方法：按照 GB/T 7424.21—2021 中方法 E7。
- b) 受扭长度：1m。
- c) 扭转的扭转次数、扭转角度和张力负载的试验要求见表 13。

注：并排蝶形引入光缆的试验方法参照相应非并排蝶形引入光缆的要求。

表 13 扭转的扭转次数、扭转角度和张力的试验要求

项目	室内蝶形引入光缆	自承式蝶形引入光缆和管道用蝶形引入光缆
扭转次数	20 次	10 次
扭转角度	$\pm 180^\circ$	$\pm 180^\circ$ （非金属构件光缆）； $\pm 90^\circ$ （金属构件光缆）
张力负载	20N	150N

6.6.9 曲绕

曲绕试验的要求如下。

- a) 试验方法：按照 GB/T 7424.21—2021 中方法 E8。
- b) 循环次数：100 次。
- c) 滑轮直径：30D 或 30H。
- d) 弯曲面：对于扁平形的光缆，只在扁平方向弯曲。
- e) 张力负载：不小于 20N。

注：并排蝶形引入光缆的试验方法参照相应非并排蝶形引入光缆的要求。

6.6.10 卷绕

卷绕试验的要求如下。

- a) 试验方法：按照 GB/T 7424.21—2021 中方法 E11A。
- b) 芯轴直径：30D 或 30H。
- c) 螺旋线圈数：6 圈。
- d) 弯曲面：对于扁平形的光缆，只在扁平方向弯曲。
- e) 循环次数：10 次。

注：并排蝶形引入光缆的试验方法参照相应非并排蝶形引入光缆的要求。

6.6.11 弯折

弯折试验的要求如下。

- a) 试验方法：按照 GB/T 7424.21—2021 中方法 E10。
- b) 最小环直径：按照表 9 中光缆最小静态弯曲半径的两倍。
- c) 施力方向：对于扁平形的光缆，施力为扁平方向。

6.6.12 光缆最小弯曲半径

光缆最小弯曲半径试验的要求如下。

- a) 试验方法：按照 GB/T 7424.21—2021 中方法 E11A 中双螺旋法。
- b) 芯轴直径：按表 9 中光缆最小静态弯曲半径的两倍。
- c) 双螺旋线圈数：1 圈（即共缠绕 2 圈）。
- d) 弯曲面：对于扁平形的光缆，只在扁平方向弯曲。
- e) 循环次数：1 次。

注：并排蝶形引入光缆的试验方法参照相应非并排蝶形引入光缆的要求。

6.7 环境性能试验方法

6.7.1 温度循环试验

温度循环试验的要求如下。

- a) 试验方法：按照 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 1km。
- 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 9 规定。
- d) 保温时间：宜不小于 8h。
- e) 循环次数：2 次。
- f) 衰减监测：应按 YD/T 629.2 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，单模应优于 0.02dB/km，多模应优于 0.05dB/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 1550nm 波长上进行，多模光纤的衰减变化监测应在 1300nm 波长上进行。

6.7.2 燃烧性能

6.7.2.1 阻燃性

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

6.7.2.2 烟密度

烟密度测试的试样，需直接从成品光缆上截取 $1\text{m} \pm 0.05\text{m}$ 长的光缆，取样的数量为 N 。 N 的计算公式 (1) 如下。

$$N = \frac{45}{D} \quad \text{式 (1)}$$

式 (1) 中：

D ——计算的光缆外径，单位为毫米 (mm)， D 的取值见表 14。

注： N 的取值采用向下取整，单位为根。

表 14 D 的取值

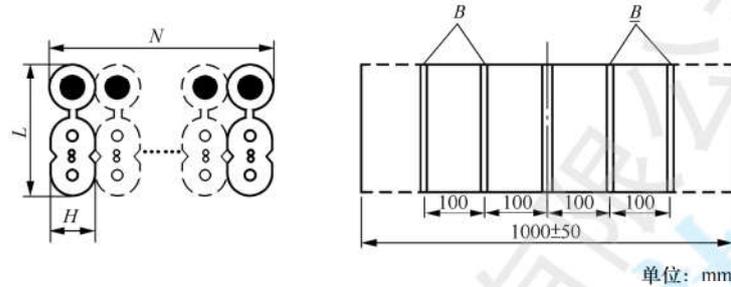
序号	取值条件		D 取值
1	$H \geq 1.5\text{mm}$	$R \leq 3$	H
2		$3 < R \leq 16$	$(H + L)/3.14$
3	$H < 1.5\text{mm}$ 或 $R > 16$		厂家和买方协商确定 (本文件中通常无此产品)

注：1. H 为蝶形引入光缆短轴标称值，单位为毫米 (mm)。

2. L 为蝶形引入光缆长轴标称值，单位为毫米 (mm)。

3. R 为蝶形引入光缆长轴与短轴的比值， $R = L/H$

烟密度测试时，需将光缆短轴朝下，用直径约为 0.5mm 的金属线从中心部位开始每隔 100mm 绕两圈扎紧，不需要绞合，将所有光缆捆成一扎，光缆的捆扎方式如图 2 所示。试样捆扎好后，平放在支架上，将光缆的短轴朝向火源，两端进行固定。



标引序号说明： L ——光缆长轴； H ——光缆短轴； N —— n 根测试样品； B ——捆扎金属线。

图 2 光缆的捆扎方式

烟密度测试的试验方法需按照 GB/T 17651.2 进行。

6.7.2.3 腐蚀性

腐蚀性按照 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 C 的光缆）

低温下卷绕试验的要求如下。

- a) 试验方法：按照 GB/T 7424.21—2021 方法 E11A 和 GB/T 2951.14—2008。
- b) 样品长度：5 米短段。
- c) 芯轴直径：按照表 9 中光缆最小静态弯曲半径的两倍。
- d) 试验温度： -15°C 。
- e) 保持时间：不少于 4h。
- f) 卷绕圈数：4 圈。
- g) 循环次数：1 次。

6.7.4 盐雾试验

盐雾试验的要求如下。

- a) 试验方法：按照 GB/T 2423.17。
- b) 盐雾浓度：5% (NaCl)。
- c) 温度： $(35\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 。
- d) 恒温时间：48h。
- e) 试样数量：3 个。
- f) 试验程序：将试样剥除护套后，使保留护套的部分及露出钢管的部分的长度各为 10cm，将此试样置于盐雾箱内，加温至 $+35^{\circ}\text{C}$ 后保持 48h，把试样取出，在室温下放置 2h，用清水冲洗、擦净后目视其钢管表面无异物。

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。如果用户有其他要求，则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本章和表 11 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者是从其上取的一小段光缆，该小段光缆可以在试验前截取成独立段，也可以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，其检验内容包括表 11 中的项目和交货长度，如果用户有其他要求，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，被检试样如果有任何一项不合格，则判断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 11 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。抽样检测的被试样本单位如果有不合格项目，则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；如果仍有不合格项目，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，则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。如果合格，则光纤该特性检验合格；如果不合格，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，则可重新单独提交检验。重新检验时应和新的检验批分开，并作上标记。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 11 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，则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，则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，应停止产品的鉴定或验收。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，应包括本文件 8.3 和 8.4 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 6 规定允许的短期力，运行使用时应不超过表 6 规定允许的长期力。

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 7 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 9 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 光纤有效群折射率典型值。

8.1.6 螺旋钢管旋向。

8.2 光缆开剥方法

光缆应能使用简单的工具进行快速的剥离，以满足测试及现场制作连接器的需求。常见的开剥步骤如下。

- a) 通过查看包装标牌、使用说明书或缆上标识，或者剥除光缆端头护套，观察螺旋钢管，获知螺旋钢管的旋向。
- b) 在光缆端头适当操作长度处，用斜口钳分别剪断或用专用工具一次性切断蝶形光缆两侧的加强件，注意不能伤到钢管。
- c) 沿螺旋钢管旋向的反方向旋转数圈，即当旋向为左旋时，应逆时针旋转，当旋向为右旋时，顺时针旋转，直至用肉眼能清晰辨别螺旋钢带与光纤分离。
- d) 在加强件剪断处的光缆根部剪断钢带，抽出已断开的缆体，即露出剥离出来的光纤或光纤束。
- e) 用目力观察光纤涂覆层是否受损，需要用红光笔、OTDR 或光源光功率计检查光纤是否折断。

8.3 支配线方法

当使用两芯及多芯柔性钢管铠装蝶形光缆进行配线时，可以使用分支器。分支器的具体结构、安装方法及主要性能指标，参见附录 B。

8.4 悬挂点的固定夹持方式

对于自承式柔性钢管铠装蝶形光缆安装时悬挂点的固定夹持方式可以参见 YD/T 1997.1—2022 附录 D。

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以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 150mm。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。盘具需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事项。

- 制造厂名称。
- 光缆型号、出厂编号。
- 光缆长度，m。
- 螺旋钢管旋向。
- 毛重，kg。
- 制造年、月。
- 表示缆盘正确滚动方向的箭头。
- 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作永久性标志，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应不大于 1m。

9.5.2 除非用户要求，标志内容应包括以下事项。

- 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 10m 长度内用米尺进行测量，偏差应在 0~1.0% 范围内，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事项。

- a) 宜在室温下避光保存。
- b) 避免光缆盘平放，不得堆放。
- c) 运输时应遮篷，防止雨雪淋、日晒，装卸应小心，防止碰撞。

深圳市恒捷光通讯技术有限公司
POSTS & TELECOM PRESS
2024-03-18

附录 A
(资料性)
典型的光缆结构

柔性钢管铠装蝶形光缆的典型结构如图 A.1 至图 A.6 所示。

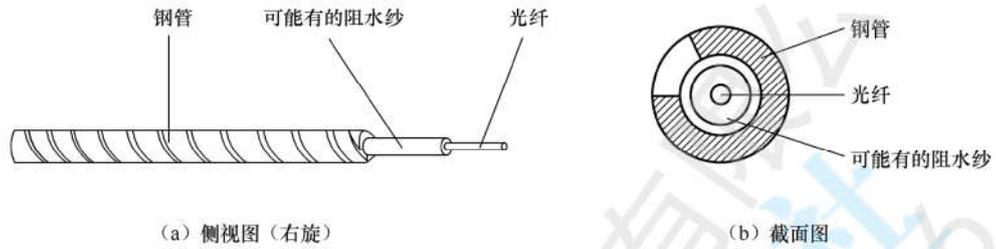


图 A.1 间隙式螺旋绕包型柔性钢管单芯光单元

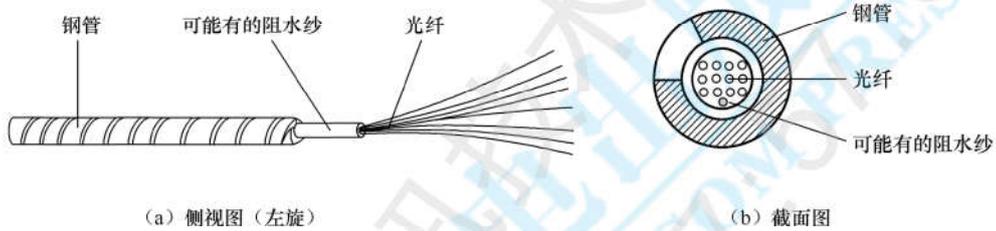


图 A.2 间隙式螺旋绕包型柔性钢管多芯光单元

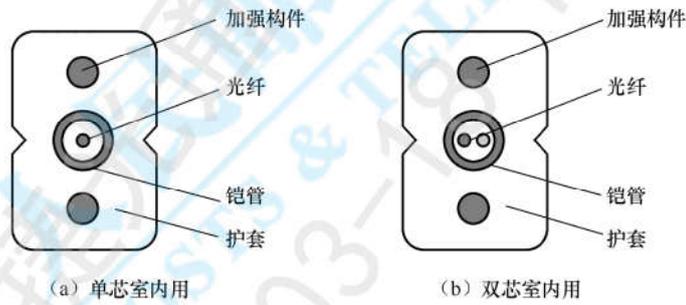


图 A.3 单芯和双芯室内用柔性钢管铠装蝶形光缆

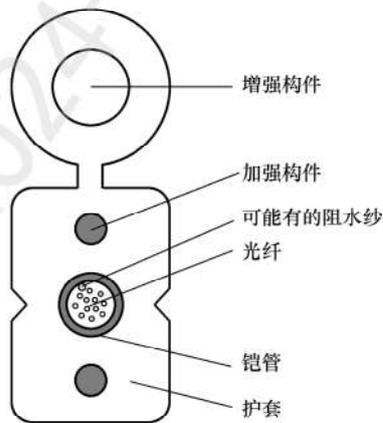


图 A.4 自承式 12 芯柔性钢管铠装蝶形光缆

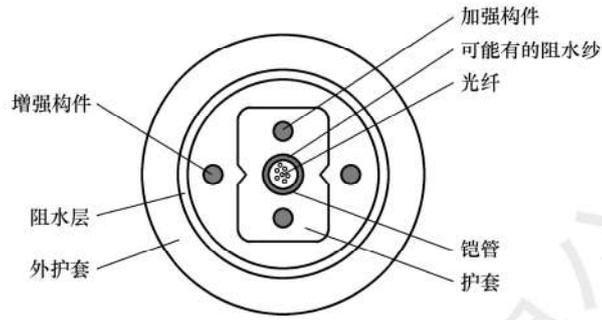
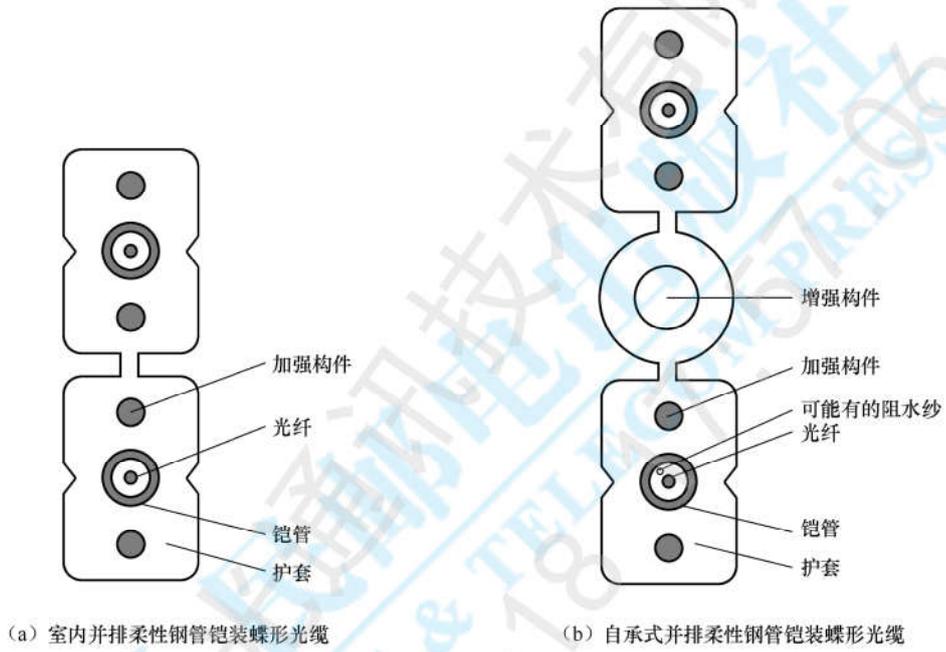


图 A.5 管道用 6 芯柔性钢管铠装蝶形光缆



(a) 室内并排柔性钢管铠装蝶形光缆

(b) 自承式并排柔性钢管铠装蝶形光缆

图 A.6 并排柔性钢管铠装蝶形光缆

附录 B

(资料性)

分支器的结构、安装及性能

B.1 分支器的结构

分支器主要由底座、盖板、入口卡槽、出口卡槽、固定金属卡等部件组成。分支器（一分二）结构示意图如图 B.1 所示。

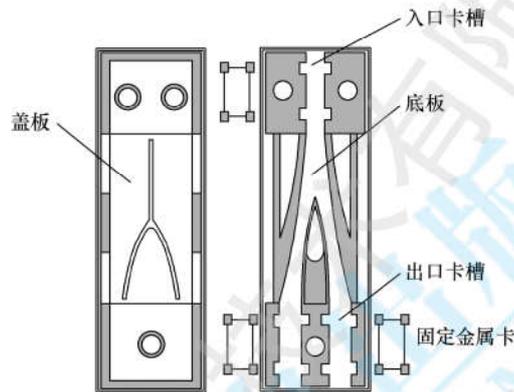


图 B.1 分支器（一分二）结构示意图

B.2 分支器的安装方法

通常的安装步骤如下。

- a) 选取分支器的安装位置。如果安装在室外，则安装分支器的光缆要求能纵向阻水。
- b) 通过查看包装标牌、使用说明书或缆上标识，或者剥除光缆端头护套，观察螺旋钢管，获知螺旋钢管的旋向。
- c) 在光缆需要安装分支器的位置处，用斜口钳分别剪断蝶形光缆两侧的加强件，注意不能伤到钢管。
- d) 沿螺旋钢管旋向的反方向旋转数圈，即当旋向为左旋时，应逆时针旋转，当旋向为右旋时，顺时针旋转，直至用肉眼能清晰辨别螺旋钢带与光纤分离。
- e) 在加强件剪断处的光缆根部剪断钢带，此时光缆中的金属加强件和金属钢管都已断开。
- f) 将已断开的缆体稍微拉长（利用钢管中光纤的余长），并将断开的缆体两端分别按压到入口卡槽及出口卡槽中，并装上固定金属卡。
- g) 在距离上述第一个分支器 0.5~1.0m 处，重复 c) ~f) 的步骤，开剥出第二个点并安装第二个分支器。
- h) 在第二个分支器处，剪断需要分支的光纤，然后从第一个分支器处小心抽出；将抽出的光纤穿过用于分支的柔性钢管铠装蝶形光缆空管中，然后通过熔接或现场制作连接器成端，实现分支配线功能，分支器（一分二）安装俯视图示例如图 B.2 所示。
- i) 合上盖板，即完成分支器的安装，需要用胶带或胶泥对安装完的分支器进行防水保护。注意在上述剪断、拉长、按压、合盖过程中勿损伤光纤。从 c) ~i) 的步骤符合开天窗掏接的典型处理方法，实现接入网光缆分支配线的目标。



图 B.2 分支器（一分二）安装俯视图示例

B.3 分支器的主要性能

B.3.1 抗拉力

安装完分支器后的柔性钢管铠装光缆应能承受 60N 拉力不拉脱，且单模光纤在 1550nm 波长的附加衰减不大于 0.3dB，多模光纤在 1300nm 波长的附加衰减不大于 0.5dB；卸载后无明显附加衰减。抗拉力试验的要求如下。

- a) 试样长度：安装完分支器的被测光缆至少为 10m。
- b) 试验步骤如下。
 - 将分支器入口端和出口端的光缆分别夹持在拉力机的上夹具和下夹具中，将光缆中的光纤连接在被测链路中，测试功率零点。
 - 以拉伸速率 100mm/min 施加拉力至 60N，保持 1min。
 - 测试附加衰减。
 - 卸载后静置 1min，再次测试附加衰减。

B.3.2 温度循环

安装完分支器后的柔性钢管铠装光缆，允许的温度附加衰减，单模光纤应不大于 0.3dB，多模光纤应不大于 0.5dB。温度循环试验的要求如下。

- a) 试验方法：GB/T 7424.22—2021 中方法 F1。
- b) 试样长度：试样总长度宜不小于 10m，应将安装有分支器的光缆段置于高低温箱中，其余不含分支器的光缆段尽量不置于高低温箱中。
- 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 9 规定。
- d) 保温时间：应不小于 8h。
- e) 循环次数：2 次。

- f) 衰减监测：应按照 YD/T 629.1 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，可判断为衰减无明显变化。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 1550nm 波长上进行，多模光纤的衰减变化监测应在 1300nm 波长上进行。