

ICS 29.060.20
K 13

T/SHSIC

团 体 标 准

T/SHSIC 0301—2023

电梯用随行通信光电复合缆规范

Specification for optical fiber composite elevator traveling cables

2023 - 12 - 15 发布

2023 - 12 - 30 实施

上海市通信学会 发布



版权保护文件

版权所有归属于该标准的发布机构，除非有其他规定，否则未经许可，此发行物及其章节不得以任何形式或任何手段进行复制、再版或使用，包括电子版，影印件，或发布在互联网及内部网络等。使用许可可于发布机构获取。

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 型号规格	3
5 要求	4
6 试验和验证	8
7 检验规则	14
8 标志、使用说明书	16
9 包装、运输和贮存	17
附录 A（规范性） 自由悬挂偏转性能	19
附录 B（规范性） 垂直曲挠性能	21
附录 C（资料性） 典型的复合缆结构示意图	22
附录 D（资料性） 复合缆使用导则	23

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。

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。

本文件由上海市通信管理局提出。

本文件由上海市通信学会归口。

本文件的起草单位：上海国缆检测股份有限公司、江苏永鼎股份有限公司、安徽深联通讯有限公司、江苏俊知光电通信有限公司、深圳特发信息光缆有限公司、上海裕荣光电科技股份有限公司、江苏通光信息有限公司、上海鸿辉光通科技股份有限公司、康力电梯股份有限公司、上海唐隆商务咨询有限公司。

本文件的参加单位：江苏亨通线缆科技有限公司、长飞光纤光缆股份有限公司、上海邮电设计咨询研究院有限公司、上海市特种设备监督检验技术研究院、上海市市场监管局、中国电信股份有限公司上海分公司、中国移动通信集团上海有限公司、中国联合网络通信有限公司上海市分公司、中国铁塔股份有限公司上海市分公司、东方有线网络有限公司、华为技术有限公司、上海市电梯行业协会。

本文件主要起草人：黄宇、马春平、魏志明、莫敏晖、王晓峰、周翌东、丁国锋、黄俊华、鲁为民、于晶、郭毅、陈晓红、华雯、陆来余、孙兴进、姚福荣、严森垒、谢书鸿、王强、王志刚、陆恒、郭流沙、李英木、茹伟光、陆蓓隼、张君、丁毅敏。

电梯用随行通信光电复合缆规范

1 范围

本文件规定了电梯用随行通信光电复合缆（以下简称“复合缆”）的产品分类、技术要求、试验方法、检验规则、标志、安装使用说明、包装、运输和贮存。

本文件规定的复合缆主要适用于附加安装在额定速度不大于6.0 m/s的电梯用随行电缆上使用。

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，仅所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 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

GB/T 2951.12-2008 电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法 第12部分：通用试验方法—热老化试验方法

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

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：聚氯乙烯混合物料专用试验方法—高温压力试验—抗开裂试验

GB/T 2951.32-2008 电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法 第32部分：聚氯乙烯混合物料专用试验方法—失重试验—热稳定性试验

GB/T 3048.4-2007 电线电缆电性能试验方法 第4部分：导体直流电阻试验

GB/T 3048.5-2007 电线电缆电性能试验方法 第5部分：绝缘电阻试验

GB/T 3048.8-2007 电线电缆电性能试验方法 第8部分：交流电压试验

GB/T 3048.9-2007 电线电缆电性能试验方法 第9部分：绝缘线芯火花试验

GB/T 3956-2008 电缆的导体

GB/T 5023.2-2008 额定电压450/750V及以下聚氯乙烯绝缘电缆 第2部分：试验方法

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

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

GB/T 8903 电梯用钢丝绳

GB/T 9771（所有部分）通信用单模光纤系列

GB/T 15972.20-2021 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 15972.21-2008 光纤试验方法规范 第21部分：尺寸参数的测量方法和试验程序 涂覆层几何参数

GB/T 15972.22-2008 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 15972.32-2021 光纤试验方法规范 第32部分：机械性能的测量方法和试验程序
涂覆层可剥性

GB/T 15972.40-2008 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 15972.44-2017 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 15972.45-2021 光纤试验方法规范 第45部分：传输特性的测量方法和试验程序
模场直径

GB/T 15972.46-2008 光纤试验方法规范 第46部分：传输特性的测量方法和试验程序
透光率变化

GB/T 15972.47-2017 光纤试验方法规范 第47部分：传输特性的测量方法和试验程序
宏弯损耗

GB/T 17650.2-2021 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 17651.2-2021 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 18380.12-2022 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 18380.35-2022 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 18380.36-2022 电缆和光缆在火焰条件下的燃烧试验 第36部分：垂直安装的成束
电线电缆火焰垂直蔓延试验 D类

JB/T 8734.1-2016 额定电压450/750V及以下聚氯乙烯绝缘电缆电线和软线 第1部分：
一般规定

YD/T 1258.1-2015 室内光缆 第1部分：总则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

电梯用随行通信光电复合缆 optical fiber composite elevator traveling cable
一种附加在电梯用随行电缆上的含光单元和馈电单元及承拉元件的光电复合缆。

3.2

额定电压及功率 rated voltage and power
复合缆在规定条件下保证正常工作的电压及电功率。

3.3

使用温度 operating temperature
复合缆在规定条件下允许长期正常工作的温度范围。

3.4

悬挂长度 ride length

复合缆在规定使用条件下允许的自由悬挂长度。

4 型号规格

4.1 代号

4.1.1 阻燃特征代号

无卤.....	W
低烟.....	D
单根阻燃.....	Z
C类成束阻燃.....	ZC
D类成束阻燃.....	ZD

4.1.2 用途及运行速度特征代号（并表示系列）

运行速度不大于4.0 m/s的电梯用随行通信光电复合缆.....	OPT
运行速度大于4.0m /s且不大于6.0 m/s的电梯用随行通信光电复合缆.....	OPTh

4.1.3 导体材料代号

铜导体.....	T(可省略)
----------	--------

4.1.4 绝缘代号

聚氯乙烯混合物绝缘.....	V
低烟无卤聚烯烃绝缘.....	Y

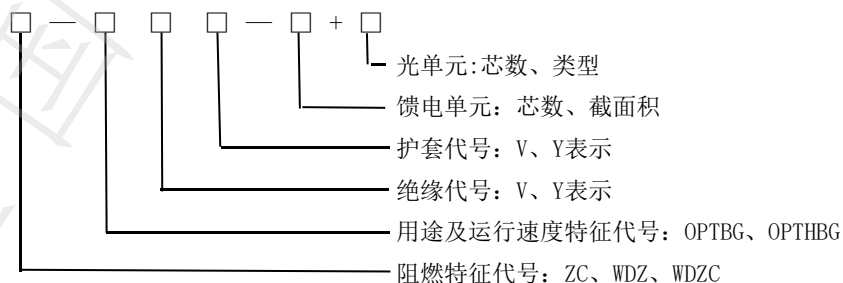
4.1.5 护套代号

聚氯乙烯混合物护套.....	V
低烟无卤聚烯烃护套.....	Y

4.1.6 结构特征代号

扁形.....	B
承拉元件.....	G

4.2 型号表示方法



4.3 规格表示方法

4.3.1 馈电单元线芯表示方法

芯数×导体标称截面积+芯数×导体标称截面积。

当一根复合缆内有多种组合时，分组表示后用“+”号相连。

4.3.2 光单元表示方法

光单元数×芯数后缀光纤类型+光单元数×芯数后缀光纤类型。

当一根复合缆内有多种组合时，分组表示后用“+”号相连。

4.4 复合缆表示方法举例

加工订货时应标明复合缆产品标记，它由复合缆的型号和本文件编号组成。

示例 1：WDZC-OPTHBGYY-2×1.5+1×12B1 为包含 1 根内含 12 芯 B1 类光纤的光单元，两芯标称截面积 1.5 mm² 的铜线芯，两根承拉元件，低烟无卤阻燃聚烯烃绝缘和低烟无卤阻燃聚烯烃护套，运行速度不大于 6.0 m/s 的扁形电梯用随行通信光电复合缆。

示例 2：OPTBGVV-2×1.0+1×12B6 为包含 1 根内含 12 芯 B6 类光纤的光单元，两芯标称截面积 1.0 mm² 的铜线芯，两根承拉元件，聚氯乙烯绝缘和聚氯乙烯护套，运行速度不大于 4.0 m/s 的扁形电梯用随行通信光电复合缆。

5 要求

5.1 概述

复合缆应由光单元、馈电单元、承拉元件、外护套以及可能有的填充元件组成，缆体一般为扁形，典型结构示意图参见附录C。复合缆的悬挂长度不超过150 m，在悬挂长度和交货长度上不应有任何元件的接头。

5.2 技术要求

5.2.1 馈电单元

5.2.1.1 结构

馈电单元应由两根绝缘芯线组成，导体截面应根据供电电压、传送距离和所有受电设备所消耗的总功率合理选取。馈电功率应不小于200 W，馈电电压应为直流48 V，或按用户要求配置。

5.2.1.2 导体

导体应选用符合GB/T 3956-2008中5类或6类导体要求的铜导体。导体在20℃时的直流电阻应不大于表1的规定值。

表 1 导体结构和直流电阻

导体 标称截面 mm ²	导体中最大单 线直径 mm	20℃时导体直流电阻不大于 Ω/km	
		无镀层	有镀层
0.5	0.21	39.0	40.1
0.75	0.21	26.0	26.7
1.0	0.21	19.5	20.0
1.5	0.26	13.3	13.7
2.5	0.26	7.98	8.21

5.2.1.3 绝缘

绝缘应采用聚氯乙烯或低烟无卤聚烯烃。

绝缘颜色应符合JB/T 8734.1-2016中5.2.5绝缘线芯识别的规定。

绝缘应连续紧密地挤包在导体上，应能经受GB/T 3048.9-2007规定的50 Hz绝缘线芯火花试验。绝缘层标称厚度及绝缘电阻应符合表2的规定值，任一点的厚度应不小于规定值的90%-0.1 mm。

表 2 绝缘标称厚度及绝缘电阻

标称截面积 mm ²	绝缘标称厚度 mm	70℃时最小绝缘电阻 MΩ·km
0.5	0.6	0.012
0.75	0.6	0.011
1.0	0.6	0.010
1.5	0.7	0.010
2.5	0.8	0.009

绝缘的机械物理性能应符合表3的规定。

表 3 绝缘和护套机械物理性能

序号	试验项目	单位	运行速度不大于 4.0 m/s			运行速度大于 4.0 m/s		
			聚氯 乙烯	低烟无卤聚烯烃		聚氯 乙烯	低烟无卤聚烯烃	
				绝缘	护套		绝缘	护套
1	老化前							
	抗张强度，最小中间值	N/mm ²	10.0	9.0	8.0	10.0	9.0	8.0
	断裂伸长率，最小中间值 (%)		150	150	200	150	150	200
2	空气箱老化后性能							
	老化条件							
	——试验温度	℃	80±2	80±2		80±2	80±2	
	——处理时间	h	168	168		168	168	
	抗张强度，最小中间值	N/mm ²	10.0	9.0	8.0	10.0	9.0	8.0
	断裂伸长率，最小中间值 (%)		150	150		150	150	
	老化前后抗张强度变化率最大值 (%)		±20	±30		±20	±30	
	老化前后断裂伸长率变化率最大值 (%)		±20	±30		±20	±30	
3	非污染试验（附加段老化试验）							
	老化条件							
	——试验温度	℃	80±2	80±2		80±2	80±2	
	——处理时间	h	168	168		168	168	
	抗张强度，最小中间值	N/mm ²	10.0	9.0	8.0	10.0	9.0	8.0
	断裂伸长率，最小中间值 (%)		150	150	200	150	150	200
		老化前后抗张强度变化率最大值 (%)		±20	±30		±20	±30
	老化前后断裂伸长率变化率最大值 (%)		±20	±30		±20	±30	

表3 绝缘和护套机械物理性能（续）

序号	试验项目	单位	运行速度不大于 4.0 m/s		运行速度大于 4.0 m/s			
			聚氯乙烯	低烟无卤聚烯烃		聚氯乙烯	低烟无卤聚烯烃	
				绝缘	护套		绝缘	护套
4	热失重试验							
	试验温度	°C	80±2	—	80±2	—		
	处理时间	h	168	—	168	—		
	允许失重量, 最大值	mg/cm ²	2.0	—	2.0	—		
5	低温性能							
	5.1 低温弯曲试验							
5.1	试验温度	°C	-15±2	-15±2	-30±2	-30±2		
	试验结果		无裂纹	无裂纹	无裂纹	无裂纹		
	5.2 低温拉伸试验							
5.2	试验温度	°C	-15±2	-15±2	-30±2	-30±2		
	试验结果		无裂纹	无裂纹	无裂纹	无裂纹		
	5.3 低温冲击试验							
5.3	试验温度	°C	-15±2	-15±2	-30±2	-30±2		
	试验结果		无裂纹	无裂纹	无裂纹	无裂纹		
	6	热冲击试验						
试验温度		°C	150	130	150	130		
持续时间		h	1	1	1	1		
试验结果			无裂纹	无裂纹	无裂纹	无裂纹		
7	高温压力试验							
	试验温度	°C	70±2	70±2	70±2	70±2		
	压痕深度, 最大值 (%)		50	50	50	50		

5.2.2 承拉元件

承拉元件宜采用镀锌钢丝绳或其它合适的材料。钢丝绳应符合GB/T 8903的规定。

5.2.3 成缆

扁形复合缆的光单元、馈电单元、承拉元件应平行排列，承拉元件应对称放置于两侧最外端。

5.2.4 外护套

复合缆应连续挤包具有保护功能的外护套，外护套应容易剥离，且不损伤绝缘和相关部件，外护套边缘应成圆角。外护套的表面应圆整光滑，断面上应无目力可见的裂纹、鼓包、气泡、砂眼等缺陷。外护套材料宜为聚氯乙烯或低烟无卤聚烯烃，也可以根据用户和工作环境需求采用其它适用的外护套材料。外护套的机械物理性能应符合表3中护套的规定。

扁形复合缆如图1所示，与导体标称截面积相关的组间间距和外护厚度标称值应符合表4规定。组间任一处的厚度 e_1 应不小于标称值的80%-0.2 mm；护套厚度 e_2 、 e_3 的平均值应不小于规定的标称值，任一处的厚度应不小于标称值的80%-0.2 mm。

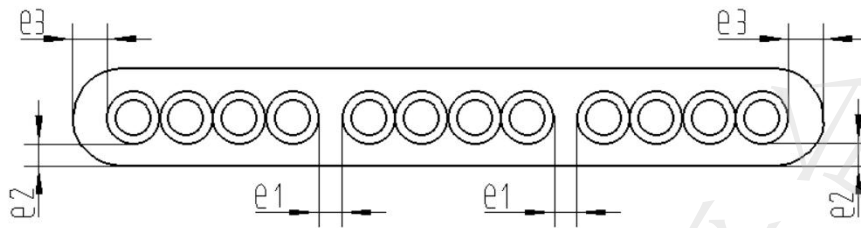


图1 组间间距和护套厚度截面图

表4 组间间距和护套厚度标称值

导体标称截面积 mm^2	间距 e_1 mm	护套厚度 mm	
		e_2	e_3
0.5	1.0	0.9	1.5
0.75	1.0	0.9	1.5
1.0	1.0	0.9	1.5
1.5	1.0	1.0	1.5
2.5	1.5	1.0	1.8

注：光单元和承拉元件的外径与导体绝缘后外径不一致时，按照以下要求确定 e_1 、 e_2 、 e_3 ：
 若光单元和承拉元件外径均小于绝缘后外径，则按照导体标称截面积取值；
 若光单元和/承拉元件外径大于绝缘后外径，则依据导体截面向上，直至找到对应的曲线；
 若向上后超出本表的范围，取值可由供需双方协商确定，但不应小于本表规定的值。

5.2.5 光单元

5.2.5.1 结构

光单元由光纤、可能有的加强构件、光单元护套等组成。光纤的紧套或松套被覆层对涂覆光纤起到机械缓冲保护作用，并应易于从光纤上剥离。光纤芯数至少为10芯，光纤推荐类型为B1或B6，也可根据客户要求采用其它类型。光单元可通过光单元护套颜色或光单元中光纤的颜色加以识别，如果超过12芯，可用色环或扎纱束识别。

5.2.5.2 涂覆光纤

光单元中含有多根有涂覆层的二氧化硅系光纤，同批产品应使用相同设计及相同材料和工艺制造出来的光纤。光纤涂覆层可着色，着色层颜色应符合GB/T 6995.2规定的蓝、橙、绿、棕、灰、白、红、黑、黄、紫、粉红或青绿色。允许光纤本色替代白色。

复合缆中单模光纤的尺寸参数、模场直径、截止波长、宏弯损耗应符合GB/T 9771的规定。

复合缆中B1类和B6类单模光纤，允许的衰减系数应符合表5的规定。

表5 复合缆允许的衰减系数

光纤类型	衰减系数（最大值）	
	dB/km	
	1310 nm 波长	1550 nm 波长
B1 类	0.4	0.3
B6 类		

5.2.5.3 被覆光纤

a) 紧套光纤

紧套光纤由光纤涂覆层表面紧密套上一层或多层被覆层构成，被覆层可由一种或几种材料构成，与光纤同心，被覆层表面应光滑无裂纹。紧套光纤的外径尺寸应符合YD/T 1258.1-2015 附录A3.1的规定。紧套光纤被覆层剥离长度和剥离力应符合YD/T 1258.1-2015 附录A3.2的规定。

紧套光纤的被覆层可着色进行识别，被覆层颜色应符合GB/T 6995.2规定的蓝、橙、绿、棕、灰、白、红、黑、黄、紫、粉红或青绿色。超出颜色识别范围用色环、色点或其它方式进行识别。

被覆层剥离及被覆层热回缩应符合GB/T 1258.1的要求。

b) 松套光纤

松套光纤由涂覆光纤外有间隙地松套上一层被覆层构成，被覆层可由一种或几种材料构成。被覆层内的单根涂覆光纤可着色或为本色，多根涂覆光纤应着色，着色颜色应符合GB/T 6995.2的规定。管内的间隙可填充合适的阻水材料。松套被覆层应表面光滑无裂纹。

5.2.5.4 加强构件

宜采用合适的柔性非金属抗拉材料作为加强构件。

5.2.5.5 光单元护套

光单元护套材料应与复合缆外护套材料一致，性能应符合表4的规定。

光单元护套厚度最小值应不小于0.3 mm。

5.3 交货长度

复合缆的标准制造长度标称值宜为500 m、1000 m或2000 m，容差为0~0.5 %。复合缆交货长度应是标准制造长度。经供需双方协商，可以任意长度交货。复合缆长度应从复合缆两端的计米标志的数字差来确定。

6 试验和验证

6.1 总则

复合缆的各项性能应按表6规定的试验方法进行验证。

表 6 试验项目和试验方法及检验抽样比例

序号	项目	本部分条文号	试验方法	试验类别
1	结构尺寸			
1.1	导体	5.2.1.2	GB/T 3956	S、T
1.2	绝缘	5.2.1.3	GB/T 2951.11	S、T
1.3	护套	5.2.4和5.2.5.5	GB/T 2951.11	S、T
1.4	识别色谱	5.2.1.3和5.2.5.2	目力检查	R、T
1.5	复合缆长度	5.3	GB/T 15972.22	S、T
1.6	标志擦拭	6.7.1	GB/T 7424.21中方法E2B	T
1.7	计米标志误差	6.7.2	5.3	R、T
2	光学性能			
2.1	光纤尺寸参数	5.2.5.2	GB/T 15972.20和GB/T 15972.21	S、T
2.2	模场直径	5.2.5.2	GB/T 15972.45	S、T
2.3	截止波长 λ_{cc}	5.2.5.2	GB/T 15972.44	S、T
2.4	宏弯损耗	5.2.5.2	GB/T 15972.47	T
2.5	衰减系数	5.2.5.2	GB/T 15972.40	R、T
3	绝缘和护套性能			
3.1	热老化前后的拉伸强度和断裂伸长率	表3	GB/T 2951.11 GB/T 2951.12	T
3.2	非污染试验	表3	GB/T 2951.11 GB/T 2951.12	T
3.3	热失重试验	表3	GB/T 2951.32	T
3.4	低温性能	表3	GB/T 2951.14	T
3.5	热冲击试验	表3	GB/T 2951.31	T
3.6	高温压力	表3	GB/T 2951.31	T
3.7	紧套光纤被覆层剥离力	5.2.5.3 a)	GB/T 15972.32	T
3.8	紧套光纤被覆层热回缩	5.2.5.3 a)	YD/T 1258.1	T
3.9	紧套光纤被覆层剥离长度	5.2.5.3 a)	GB/T 15972.32	T
4	机械性能			
4.1	拉伸	6.3.2	GB/T 7424.21中方法E1	T
4.2	压扁	6.3.3	GB/T 7424.21中方法E3A	T
4.3	冲击	6.3.4	GB/T 7424.21中方法E4	T
4.4	反复弯曲	6.3.5	GB/T 7424.21中方法E6	T
4.5	静态曲挠性能	6.3.6	GB/T 5023.2	T
4.6	自由悬挂偏转性能	6.3.7	附录A	T
4.7	垂直曲挠性能	6.3.8	附录B	T
5	电气性能			
5.1	复合缆馈电单元通断试验	6.4.2	6.4.2	R、T
5.2	导体直流电阻	6.4.3	GB/T 3048.4	S、T
5.3	复合缆浸水耐压试验	6.4.4	GB/T 3048.8	S、T
5.4	复合缆干式耐压试验	6.4.5	GB/T 3048.8	R、T
5.5	绝缘电阻试验	6.4.6	GB/T 3048.5	T

表6 试验项目和试验方法及检验抽样比例（续）

序号	项目	本部分条文号	试验方法	试验类别
6	环境性能			
6.1	温度循环试验	6.5.2	GB/T 7424.22中方法F1	T
6.2	低温下U形弯曲	6.5.3	GB/T 7424.21中方法E11B	T
6.3	低温下冲击	6.5.4	GB/T 7424.21中方法E4	T
7	燃烧性能			
7.1	单根垂直燃烧	6.6.1	GB/T 18380.12	T
7.2	烟密度	6.6.2	GB/T 17651.2	T
7.3	腐蚀性	6.6.3	GB/T 17650.2	T
7.4	成束燃烧	6.6.4	GB/T 18380.35 GB/T 18380.36	*
8	包装	9.1	目力检查	T
<p>注1：复合缆中单模光纤的尺寸参数、模场直径、截止波长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。</p> <p>注2：T—型式试验；R—例行试验；S—抽样试验；*—有要求时。</p>				

6.2 结构尺寸

复合缆结构应在距复合缆端头不少于100 mm处目视检查复合缆完整性、颜色和取样检查结构尺寸。

6.3 机械性能

6.3.1 总则

复合缆的机械性能包括复合缆的拉伸、压扁、冲击、反复弯曲、静态曲挠性能、自由悬挂偏转性能和垂直曲挠性能。

复合缆允许的最小弯曲半径用扁形复合缆高度H和圆形复合缆外径D的倍数表示，动态弯曲半径为扁形复合缆20H或圆形复合缆20D，静态弯曲半径为扁形复合缆10H或圆形复合缆10D，扁形复合缆应在扁平方向弯曲。

机械性能试验中光纤附加衰减的检测宜采用GB/T 15972.46-2008规定的传输功率监测法，单模光纤检测波长为1550 nm。当用户有要求时，可以检测其它波长，具体要求与用户协商确定。在试验期间，单模光纤监测系统的不确定度应优于0.03 dB。试验中单模光纤衰减变化量的绝对值不超过0.03 dB时，可判为无明显附加衰减，允许衰减有某些数值的变化时，应理解为该数值已包含不确定度在内。

光纤拉伸应变宜采用GB/T 15972.22-2008附录C规定的相移法进行检测，其系统的精确度应优于0.01%。试验中检测到的光纤应变不大于0.01%时，可判为无明显应变。复合缆拉伸应变采用机械方法或传感方法进行检测，其系统的精确度应优于0.05%。

除非另有规定，对于12芯及以下的复合缆，应检测全部光纤，对于12芯以上复合缆，应检测至少12芯光纤。检测的光纤宜均匀分布。

6.3.2 拉伸

试验按GB/T 7424.21-2021中方法E1拉伸性能进行，其中细节规定如下：

- a) 卡盘直径：30H，但不大于600 mm；

- b) 受试长度：不小于 50 m；
- c) 拉伸速率：100 mm/min；
- d) 拉伸负载：在表 7 规定的长期拉力下持续 1 min 和短期拉力下持续 5 min；
- e) 验收要求：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；在短暂允许拉力下光纤应变应不大于 0.4%；在拉力去除后，光纤应无明显的残余附加衰减，护套应无目力可见开裂；试验过程中，馈电单元线芯均应保持导通；试验后，对该试样进行复合缆干式耐压试验，应符合 6.4.5 的要求。

表 7 复合缆允许的拉伸力和压扁力

额定运行速度 m/s	允许拉伸力（最小值） N		允许压扁力（最小值） N/100mm	
	F_{ST}	F_{LT}	F_{SC}	F_{LC}
4.0	1200	600	1000	300
6.0	1800	900	1000	300

注： F_{ST} 为短期拉伸力； F_{LT} 为长期拉伸力； F_{SC} 为短期压扁力； F_{LC} 为长期压扁力。

6.3.3 压扁

按GB/T 7424.21-2021中方法E3A压扁进行，应在扁平方向施加压力，细节规定如下：

负 载：在表 7 规定的长期和短期压力下各持续 1 min；

验收要求：在长期压扁力下光纤应无明显附加衰减，在短暂压扁力下光纤应不断裂，护套应无目力可见开裂；在去除压扁力后，光纤应无明显的残余附加衰减；试验过程中，馈电单元线芯均应保持导通；试验后，对该试样进行复合缆干式耐压试验，应符合 6.4.5 的要求。

6.3.4 冲击

按GB/T 7424.21-2021中方法E4冲击进行，对于扁形复合缆应在扁平方向施加冲击力，细节规定如下：

- a) 撞击表面：球面半径 12.5 mm；
- b) 冲锤重量：1 N；
- c) 冲锤落高：1 m；
- d) 冲击位置：距试样端不少于 500 mm；
- e) 冲击次数：至少 3 次（各冲击点至少相距 500 mm，每点一次）；
- f) 验收要求：光纤应不断裂，护套应无目力可见开裂；试验过程中，馈电单元线芯均应保持导通；试验后，对该试样进行复合缆干式耐压试验，应符合 6.4.5 的要求。

6.3.5 反复弯曲

按GB/T 7424.21-2021中方法E6反复弯曲进行，应在扁平方向弯曲，细节规定如下：

- a) 心轴直径：不大于 40H；
- b) 负 载：40
- c) N；
- d) 弯曲次数：100 次；
- e) 验收要求：光纤应不断裂，护套应无目力可见开裂；试验过程中，馈电单元线芯均应保持导通；试验后，对该试样进行复合缆干式耐压试验，应符合 6.4.5 的要求。

6.3.6 静态曲挠性能

按GB/T 5023.2-2008中3.5进行试验。静态弯曲直径应不大于0.7 m。

6.3.7 自由悬挂偏转性能

按附录A所示的检测装置和条件，5 m长自由悬挂的复合缆经24小时后的偏转角应符合表A.2的要求。

6.3.8 垂直曲挠性能

按附录B所示的检测装置和条件，复合缆应进行25万次往复（或由用户与供应商协商确定）的垂直曲挠性能试验，以确认复合缆在工作状态下不扭转，不漂移。

验收要求：

- a) 试验过程中，光纤附加衰减应不大于0.5 dB（1550 nm），复合缆馈电单元线芯均应保持导通。
- b) 完成25万次往复运行次数后，光纤残余附加衰减应不大于0.5 dB（1550 nm）；
- c) 对该试样进行复合缆干式耐压试验，应符合6.4.5的要求。

6.4 电气性能

6.4.1 总则

复合缆的电气性能包括复合缆馈电单元通断试验、导体直流电阻、复合缆浸水耐压试验、复合缆干式耐压试验和绝缘电阻试验。

6.4.2 复合缆馈电单元通断试验

复合缆馈电单元线芯均应导通。

6.4.3 导体直流电阻

导体直流电阻试验应按GB/T 3048.4-2007的规定进行。导体直流电阻测试结果应不大于表1的规定值。

6.4.4 复合缆浸水耐压试验

按GB/T 3048.8的规定进行，试验前复合缆应浸入环境温度的水中至少1 h，在绝缘线芯导体和水之间施加2000 V的工频电压，电压试验时间为5 min，复合缆绝缘应不击穿。

6.4.5 复合缆干式耐压试验

复合缆干式耐压试验采用不浸水耐压试验方法，在室温下整盘或成圈复合缆按GB/T 3048.8的规定进行耐压试验，分别在绝缘线芯之间以及绝缘线芯与金属承拉元件之间加载工频电压，工频电压为2000 V，试验时间为5 min，应不击穿。

6.4.6 绝缘电阻试验

绝缘电阻试验按GB/T 3048.5的规定进行。70℃时绝缘电阻测试时，绝缘线芯在试验前应浸在70℃的水中至少1 h，直流测试电压应为250 V，测量应在导体和水之间进行。绝缘电阻测试结果应不小于表2的规定值。

6.5 环境性能

6.5.1 总则

复合缆的环境性能包括复合缆温度循环试验、低温下U形弯曲和低温下冲击。

下列规定的各试验方法及其试验条件用于验证复合缆的环境性能,其试验结果符合规定的验收要求时,判为合格。

6.5.2 温度循环试验

复合缆的适用温度范围有两个级别,分级代号为A、B。光纤附加衰减见表8。在选择温度级别时,应根据复合缆实际使用环境来选择适用温度范围。

表8 复合缆温度特性

分级代号	适用温度范围 ℃		光纤附加衰减 dB/km	
	低限 T_A	高限 T_B	B1类	B6类
A	-10	+60	不大于0.4	
B	-20	+60		

注:复合缆温度附加衰减为适用温度下相对于20℃±5℃下的光纤衰减差。

按GB/T 7424.22-2021中方法F1温度循环进行试验,细节规定如下:

- 试验长度:应足以获得衰减测量所需的精度,试验长度宜不小于500 m;
- 温度范围:试验温度范围的低限 T_A 和高限 T_B 应符合表8的规定;
- 保温时间:按GB/T 7424.22-2021中方法F1的规定;
- 循环次数:2次;
- 衰减监测:宜按GB/T 15972.46的规定,在试验期间,单模光纤监测仪表的重复性引起的监测结果的不确定度应优于0.02 dB/km,试验中单模光纤衰减变化量的绝对值不超过0.02 dB/km,可判为衰减无明显变化,光纤的衰减变化监测应在1310 nm和1550 nm两波长上进行,当用户有要求时,可以监测其它波长,但监测结果要求与用户协商确定;
- 验收要求:取检测数据的高温附加衰减最大值和低温附加衰减最大值为试验结果,其结果应符合表8规定。试验后,对该试样进行复合缆干式耐压试验,应符合6.4.5的要求。

6.5.3 低温下U形弯曲

按GB/T 7424.21-2021中方法E11B U形弯曲进行试验,应在扁平方向弯曲,细节规定如下:

- 样品长度:几米短段
- 试验温度:按表8中相应适用温度的低限 T_A ;
- 保温时间:24 h;
- 心轴直径:不大于40H;
- 弯曲次数:4次;
- 验收要求:光纤应不断裂,护套应无目力可见开裂。试验过程中,馈电单元线芯均应保持导通;试验后,对该试样进行复合缆干式耐压试验,应符合6.4.5的要求。

6.5.4 低温下冲击

按GB/T 7424.21-2021中方法E4冲击进行试验,应在扁平方向施加冲击力,细节规定如下:

- a) 样品长度：几米短段；
- b) 试验温度：按表 8 中相应适用温度的低限 T_A ；
- c) 保温时间：24 h；
- d) 撞击表面：球面半径 12.5 mm；
- e) 冲锤重量：450 g；
- f) 冲锤落高：1 m；
- g) 冲击次数：至少 1 次；
- h) 验收要求：光纤应不断裂，护套应无目力可见开裂。试验过程中，馈电单元线芯均应保持导通；试验后，对该试样进行复合缆干式耐压试验，应符合 6.4.5 的要求。

6.6 燃烧性能

6.6.1 单根垂直燃烧

所有类型的复合缆应进行单根火焰垂直蔓延试验，试验方法和要求应符合 GB/T 18380.12 的规定。喷灯的位置应使蓝色内锥的尖端正好触及复合缆短轴中心，接触点距离上支架下缘距离 (475 ± 5) mm。对于长短轴之比小于 3 的扁形复合缆，试样外径按短轴尺寸确定供火时间；对于长短轴之比不小于 3 且不大于 16 的扁形复合缆，应测量复合缆周长并计算等效直径，以此作为试样外径确定供火时间；当长短轴之比大于 16 的扁形复合缆，供火时间由供需双方共同商定。

6.6.2 烟密度

无烟无卤聚烯烃的复合缆应进行烟密度试验，试验方法和要求应符合 GB/T 17651.2 的规定。透光率应不小于 60 %；当等效外径大于 80 mm 时，考核指标由供需双方协商确定。

6.6.3 腐蚀性

试验方法和要求应符合 GB/T 17650.2 的规定，复合缆绝缘、光单元护套、外护套应符合表 9 规定。

表 9 腐蚀性要求

项目	单位	要求
pH 值，最小值	/	4.3
电导率，最大值	$\mu\text{S}/\text{mm}$	10

6.6.4 成束燃烧

当要求时，复合缆可进行成束燃烧试验，试验方法和要求应符合 GB/T 18380.35 或 GB/T 18380.36 的规定。

6.7 复合缆标志检查

6.7.1 标志擦拭

试验按 GB/T 7424.21-2021 中 E2B 光缆标志耐磨损方法 2 进行，其中细节规定如下：

- a) 负载：10 N；
- b) 循环次数：不少于 5 次
- c) 验收要求：目视仍可辨认外护套标志内容。

6.7.2 计米标志误差

计米标志误差应在适当长度上,例如在距离复合缆 15 m 以外的任意 5 cm 长度上,用钢皮尺沿复合缆量得长度减去用计米数字确定的长度(见 6.2)对后者的相对差。

7 检验规则

7.1 总则

制造商应建立质量保证体系,以确保复合缆产品质量符合本文件要求。复合缆产品应由制造厂质量检验部门进行检验,经检验合格并附有制造厂的产品质量合格证者方可出厂。厂方向买方提供产品出厂检验的测试记录。如买方有其它要求,厂方应提供复合缆的相应试验数据。

复合缆产品检验分型式试验、例行试验和抽样试验,检验项目和试验方法应符合本章和表6的规定,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制造长度的复合缆。

7.2.2 检验批

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复合缆或是从其上取的一小段复合缆,该小段复合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

出厂检验是复合缆产品交货时应进行的各项试验,其检验内容包括表6中的例行试验和抽样试验的项目以及交货长度,如买方有其它要求,厂方应提供复合缆的相应试验数据。

7.3.2 抽样方案和判定规则

7.3.2.1 例行试验的检验项目中,被检试样如有任何一项不合格时,则判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 抽样试验检测项目按照表 6 规定进行,根据检验批的大小,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，待测光纤数应按复合缆内的光纤数和表10规定来确定。这些待测光纤应在随机的原则下分布于不同的子缆和各不同颜色。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，则光纤特性检验合格，如不合格，则光纤该检测项目不合格。

表 10 样本单位内的光纤抽样

光纤性能	尺寸参数	模场直径	截止波长	宏弯损耗	衰减系数
最少抽样比例	5%	5%	5%	5%	100%
最少抽测数	4	4	4	4	全部

7.3.3 不合格检验批的处理

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，并作上标记。重新检验项目应包括原不合格项目和其它有关项目。

7.4 型式试验

7.4.1 检验项目

型式试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6中所列的全部项目，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，一般应对复合缆产品进行试验检验：

- 复合缆产品定型时；
- 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；
- 正常生产时应每年进行一次；
- 正常停产半年以上再恢复生产时；
- 出厂检验结果与上次型式检验结果有较大差异时。

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，其规格应具有代表性。

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 标志、使用说明书

8.1 标志

8.1.1 标志间隔

复合缆应在外层护套表面沿长度方向作永久性标志，标志应不影响复合缆的任何性能。相邻标志始点间的间隔距离应为1 m。

8.1.2 标志内容

除非另有要求，标志内容应包括：

- a) 复合缆产品型号；
- 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

8.1.3 标志质量

标志应清晰可辨，并与护套黏附牢固，经过复合缆标志耐磨损试验后应仍可辨认。

8.1.4 计米标志长度误差

标志中计米长度的误差应是在适当长度上，例如在距离复合缆端头15 m以外的任意5 m长度上，用钢皮尺沿复合缆量得长度减去用计米数字确定的长度对后者的相对差，误差应在0~1 %范围内，以保证复合缆真实长度不小于计米长度。

8.1.5 使用说明书

使用说明书中除应包括9.2规定的内容之外，还应说明本部分规定复合缆的安装和运行要求，其中应包括：

- a) 复合缆在施工时受到的拉伸力和压扁力不超过表 7 规定的短期允许拉伸力和短期允许压扁力，运行使用时受到的拉伸力和压扁力应不超过表 7 规定的长期允许拉伸力和长期允许压扁力；
- b) 复合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不超过 6.3 的规定；
- c) 复合缆运行的环境温度应不超过表 8 规定的适用温度范围，安装环境温度应在 $-5\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+45\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- d) 光纤有效群折射率典型值。
- e) 应采用附录 D 所示的夹持装置或其它合适的夹具附挂在原有的电梯随行电缆上。

9 包装、运输和贮存

9.1 包装

复合缆产品应盘装出厂，每盘应为一个制造长度。对于短段长的复合缆，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。

9.1.1 缆盘筒体直径应不小于 30H（扁形复合缆），最小直径应不小于 200 mm。

9.1.2 盘装复合缆应整齐排列，不松散。复合缆两端应固定，最外层与缆盘侧板边缘的距离应不小于 20 mm；内端应预留可移出长度不小于 1 m 的复合缆，且一定有可见内端米标，以供测试之用。

9.1.3 成盘或成圈复合缆产品应加装保护。

9.1.4 成盘或成圈复合缆产品包装上应标明：

- a) 制造厂名称；
- b) 复合缆型号、出厂编号；
- c) 复合缆长度，m；
- d) 毛重，kg；
- e) 制造年、月；
- f) 表示缆盘正确滚动方向的箭头；
- g) 保证储运安全的标志。

9.2 运输和贮存

复合缆运输和贮存时应注意：

- a) 宜在室温下避光保存；
- b) 避免复合缆盘平放，不得堆放；
- c) 运输时应遮蓬，防止雨雪淋、日晒、装卸应小心，防止碰撞；
- d) 盘装复合缆应按缆盘标明的旋转箭头方向滚动，但不得作长距离滚动；
- e) 贮存温度应控制在 $-10\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，如果超出这个温度范围，交付使用前应进行复检。

附录 A
(规范性)
自由悬挂偏转性能

A.1 自由悬挂方法示意

将成品复合缆按照图A.1方式悬挂，成品复合缆自由悬挂长度不小于5 m。夹块的夹持长度应大于被测扁形复合缆的宽度。

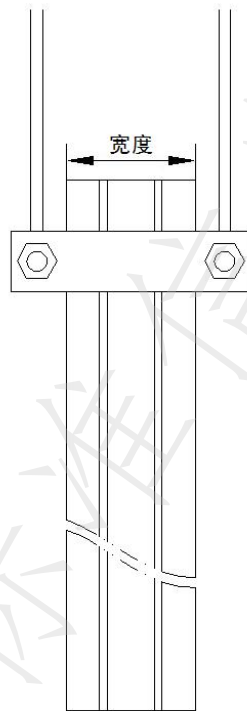


图 A.1 自由悬挂偏转示意图

A.2 自由悬挂偏转试验方法和要求

成品复合缆在室温下静置24 h后，按图A.1布置，使悬挂的扁形复合缆处于静止状态。依图A.2的方法测试扁形复合缆的短轴垂直的水平面与扁形复合缆水平面之间的夹角，测量的夹角为扁形复合缆的偏转角。测试的自由悬挂偏转角度，顺时针为正，逆时针为负。自由悬挂偏转角度的绝对值应符合表A.1的规定。

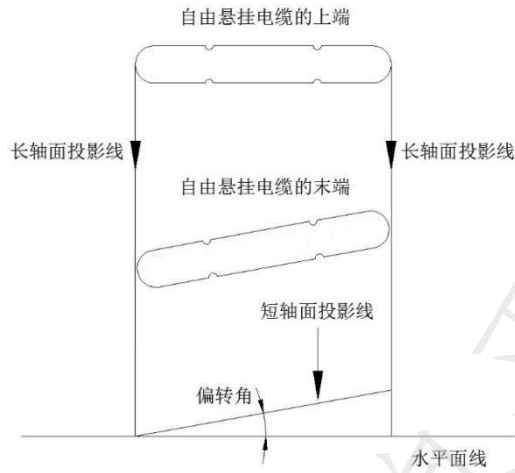


图 A.2 自由悬挂偏转测量示意图

表 A.1 电梯运行速度与复合缆允许偏转角度

电梯运行速度	偏转角度绝对值
$V \leq 4.0 \text{ m/s}$	$\leq 45^\circ$
$4.0 \text{ m/s} < V \leq 6.0 \text{ m/s}$	$\leq 30^\circ$

附录 B
(规范性)
垂直曲挠性能

B.1 垂直曲挠性能试验

复合缆应进行垂直曲挠性能试验以确认缆在工作状态下的长期可靠性。

B.2 样品制取

复合缆样品长度由供需双方协商。

复合缆两端应剥除护套和绝缘（除复合缆以外的所有绝缘线芯），露出导体和光单元。两根导体一端采用端子相连，末端用截面适配的绝缘线芯引接，用于测量电气性能。光单元中的所有光纤头尾熔接串联，留出两端用于测量光性能。

B.3 垂直曲挠性能试验装置

移动装置安装在垂直导轨上，模拟复合缆正常使用状态。将复合缆的一端固定在移动装置上，另一端安装在导轨的固定端，调整试样安装的U形悬挂间距 U_d 值，使 $U_d \geq L + 100$ mm (L 为静态曲挠测试值)。装置参见图B.1。移动装置沿导轨上下运行，移动装置上升和下降为一次运行，运行速度应不大于6.0 m/s。

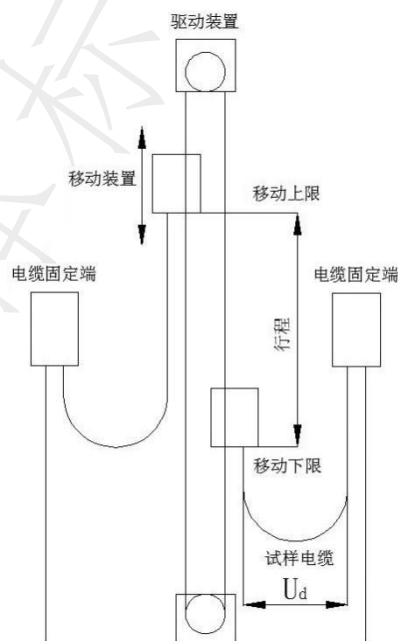


图 B.1 成品疲劳运行模拟试验装置示意图

附录 C
(资料性)
典型的复合缆结构示意图

C.1 复合缆典型结构如下图所示。

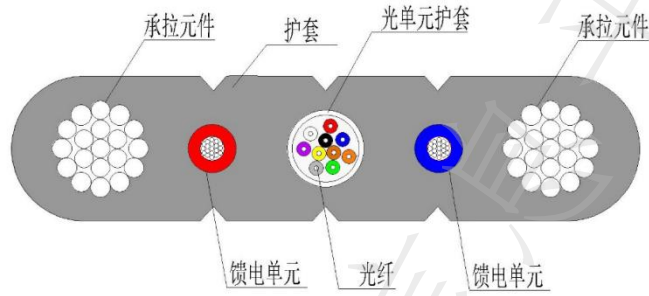


图 C.1 复合缆含单根光单元的典型结构示意图

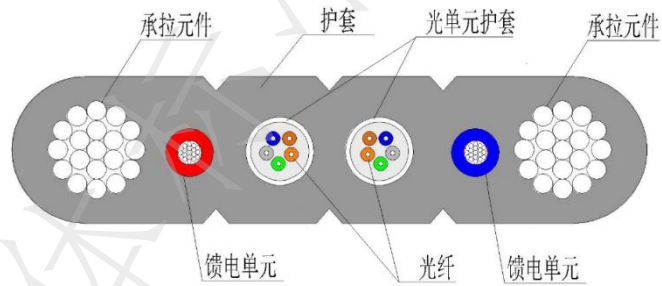


图 C.2 复合缆含两根光单元的典型结构示意图

附录 D
(资料性)
复合缆使用导则

D.1 一般要求

安装在自由悬挂的电缆弯曲直径不能小于电缆的静态曲绕试验的弯曲直径。

D.2 使用环境

复合缆可使用的环境温度有两个级别，分级代号为A、B，A级为 $-10\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+60\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，B级为 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+60\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，如环境温度超出此范围，需方应关注。

D.3 推荐固定装置

固定装置应能使复合缆有效的固定，且不对复合缆的各项性能指标产生有害影响。复合缆的承拉元件应承力，复合缆的馈电单元应保持导通，复合缆中光纤应有效传输信号。

以下为一种推荐固定装置，也可采用其它有效的固定装置。

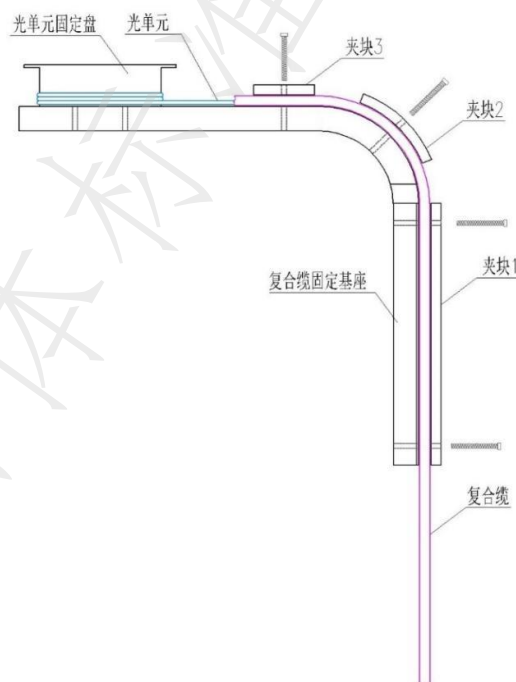


图 D.1 固定装置示意图