

T/AHDD

团 体 标 准

T/AHDD 0017—2024

额定电压 450/750V 及以下光电复合缆

Optoelectronic composite cable with rated voltage of 450/750V and below

2024 - 08 - 31 发布

2024 - 09 - 10 实施

目 次

前 言 I

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 产品代号和表示方法 2

5 产品特性 3

6 技术要求 4

7 标志 8

8 交货长度 8

9 试验 9

10 检验规则 15

11 包装 16

12 运输和贮存 16

附 录 A （资料性） 光电复合缆结构示意图 17

附 录 B （资料性） 光单元结构示意图 19

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。

本文件由安徽省电线电缆行业协会提出并归口。

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。

本文件起草单位：安徽天康（集团）股份有限公司、安徽国电电缆股份有限公司、晶峰集团股份有限公司、安徽明都电力线缆有限公司、安徽省电线电缆行业协会、安徽新特华宇新材料有限公司、池州起帆电缆有限公司、皖缆集团股份有限公司、安徽德源电缆集团有限公司、安徽怡和电缆有限公司、安徽长城仪表线缆有限公司、安徽华星电缆集团有限公司、安徽徽宁电器仪表集团有限公司、新亚特电缆股份有限公司、安徽中润集团股份有限公司、安徽迎客松电缆集团有限公司、安徽省产品质量监督检验研究所、青岛市产品质量检验研究所。

本文件主要起草人：张翠兰、肖本国、许德俊、吕红军、宣萍、胡良健、水利飞、鲍大章、丁义明、汤晶晶、吴词玉、张元船、赵泽伟、朱从林、韩惠福、张建、邓九旺、夏喜明、于国玉、于鹏。

本文件为首次发布。

额定电压 450/750V 及以下光电复合缆

1 范围

本文件规定了额定电压 450/750 V及以下光电复合缆（以下简称复合缆）术语和定义、产品代号和表示方法、产品特性、技术要求、标志、交货长度、试验、检验规则、包装、运输和贮存。

本文件适用于可同时传输光信号和电能（或）电信号的接入网用复合缆。

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 2900.10 电工术语 电缆

GB/T 2951.11 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 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 2951.13 电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法 第 13 部分：通用试验方法—密度测定方法—吸水试验—收缩试验

GB/T 2951.14 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 2951.21 电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法 第 21 部分：弹性体混合料专用试验方法—耐臭氧试验—热延伸试验—浸矿物油试验

GB/T 2951.31 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

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

GB/T 3048.4 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 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 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 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 电缆的导体

GB/T 6995.4 电线电缆标识标志方法 第 4 部分：电气装备电线电缆绝缘线芯识别标志

GB/T 7424.21 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 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 9771 通信用单模光纤

GB/T 12357 通信用多模光纤

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 15972.21 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 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 15972.40 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 15972.44 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 15972.45 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 15972.46 光纤试验方法规范 第 46 部分：传输特性和光学特性的测量方法和试验程序—透光率变化

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 723.2 通信电缆光缆用金属塑料复合带 第 2 部分：铝塑复合带

YD/T 723.3 通信电缆光缆用金属塑料复合带 第 3 部分：钢塑复合带

YD/T 837.4 铜芯聚烯烃绝缘铝塑综合护套市内通信电缆试验方法 第 4 部分：环境性能试验方法

YD/T 839.2 通信电缆光缆用填充和涂覆复合物 第 2 部分：纤膏

YD/T 839.3 通信电缆光缆用填充和涂覆复合物 第 3 部分：缆膏

YD/T 839.4 通信电缆光缆用填充和涂覆复合物 第 4 部分：涂覆复合物

YD/T 1115.1 通信电缆光缆用阻水材料 第 1 部分：阻水带

YD/T 1115.2 通信电缆光缆用阻水材料 第 2 部分：阻水纱

YD/T 1115.3 通信电缆光缆用阻水材料 第 3 部分：阻水粉

YD/T 1118.1 光纤用二次被覆材料 第1部分：聚对苯二甲酸丁二醇酯

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 1181.2 光缆用非金属加强件的特性 第 2 部分：芳纶纱

YD/T 1181.4 光缆用非金属加强件的特性 第 4 部分：玻璃纱

YD/T 4080 通信电缆光缆用绕扎材料

JB/T 8137 （所有部分）电线电缆交货盘

3 术语和定义

GB/T 2900.10 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

光电复合缆

一种由光单元、电源线复合而成的，可同时传输光信号和电能（或）电信号的复合型线缆。适用于额定电压450/750V及以下的通信工程。

4 产品代号和表示方法

4.1 代号

4.1.1 系列代号

层绞填充式光电复合缆.....GDT

4.1.2 材料特征代号

铜导体.....(T)省略

交联聚乙烯绝缘.....YJ

聚氯乙烯绝缘.....V

聚乙烯护套.....	Y
非色散位移单模光纤.....	B1.1
波长段扩展的非色散位移单模光纤.....	B1.3
纤芯直径（50.0±2.5）μm多模光纤.....	A1a
纤芯直径（62.5±2.5）μm多模光纤.....	A1b
金属加强件.....	（省略）
非金属加强件.....	F

4.1.3 结构特征代号

软铜导体（第5种）.....	R
绞合导体（第2种）.....	B
铝-聚乙烯粘结护套.....	A
钢-聚乙烯粘结护套.....	S
纵包皱纹钢带铠装-聚乙烯外护套.....	53
细圆钢丝铠装聚乙烯外护套.....	33

4.2 型号规格

复合缆的型号由系列代号、加强件代号、结构特征代号及材料特征代号、额定电压组成。

复合缆的规格由光单元（用光纤芯数和光纤类型表示）、电源线的规格（用导体数量、结构特征、材料特征及标称截面积表示）组成。它们相互之间用“+”连接。

4.3 产品表示方法

复合缆表示方法由型号及标准号组成。

示例 1：非金属加强件、松套层绞填充式、聚乙烯护套通信用室外光电复合缆，包括 4 根 B1.3 类单模光纤和 2 芯 1.5 mm² 聚氯乙烯绝缘软铜导体无护套电源线，额定工作电压 450/750 V，表示为：

GDFTY 450/750 V 4B1.3+2×RV1.5

示例 2：金属加强件、松套层绞填充式、钢-聚乙烯粘结护套、单细圆钢丝铠装、聚乙烯护套光电复合缆，包含 12 根 A1b 多模光纤和 2 芯 1.5 mm² 软铜导体交联聚乙烯绝缘无护套电源线，额定工作电压 450/750 V 表示为：

GDTSS33 450/750 V 12A1b+2×RYJ1.5

示例 3：金属加强件、松套层绞填充式、铝-聚乙烯粘结护套、皱纹纵包钢带铠装、聚乙烯护套通信用室外光电复合缆，包含 12 根 B1.1 单模光纤和 3 芯 2.5mm² 第 2 种绞合铜导体交联聚乙烯绝缘无护套电源线，额定工作电压 450/750 V 表示为：

GDTA53 450/750 V 12B1.1+3×BYJ2.5

5 产品特性

5.1 电缆安装时的环境温度

电缆安装时环境温度不宜低于 0℃。

5.2 电缆安装时最小弯曲半径

- 非铠装型静态弯曲半径不应小于复合缆外径的 12.5 倍；
- 非铠装型动态弯曲半径不应小于复合缆外径的 25 倍；
- 铠装型静态弯曲半径不应小于复合缆外径的 15 倍；
- 铠装型动态弯曲半径不应小于复合缆外径的 30 倍。

5.3 电缆导体长期允许工作温度

电缆导体长期允许工作温度见表 1 规定。

6 技术要求

6.1 导体

导体应符合GB/T 3956中的第 2 种或第 5 种镀金属层或不镀金属层退火铜导体。

6.2 绝缘

6.2.1 材料

绝缘材料应为表 1 所列的一种材料挤包，不同类型绝缘混合物电缆的导体最高工作温度见表 1，绝缘机械物理性能及试验方法见表 2。

表 1 绝缘混合料、代号及导体最高工作温度

绝缘混合料	代号	导体最高工作温度/℃	
		正常运行	短路（最长持续 5S）
交联聚乙烯	XLPE	90	250
聚氯乙烯	PVC	70	160

表 2 绝缘机械物理性能及试验方法

试验项目			单位	XLPE	PVC	试验方法
抗张强度和断裂伸长率	老化前	抗张强度，中间值	N/mm ²	12.5	12.5	GB/T 2951.11
		断裂伸长率，中间值	%	200	125	
	老化后	老化条件： ——温度 ——时间	℃ h	135±3 168	80±2 168	GB/T 2951.12
		抗张强度，中间值	N/mm ²	—	12.5	
		断裂伸长率，中间值	%	—	125	
热延伸试验	试验条件		℃	200±3	—	GB/T 2951.21
	——温度		N/cm ²	20	—	
	——机械应力		%	175	—	
	冷却后永久变形，最大值		%	15	—	
收缩试验	标志间长度（L）：		mm	200	—	GB/T 2951.13
	——处理温度		℃	130±3	—	
	——持续时间		h	1	—	
	试验结果		%	4	—	
热冲击试验	试验条件：		h	—	1	GB/T 2951.31
	——时间		℃	—	150±2	
	——温度		—	—	不开裂	
	试验结果：		—	—	不开裂	

表2（续）

试验项目		单位	XLPE	PVC	试验方法
失重 试验	试验条件： ——温度 ——时间	℃ h	— —	80±2 168	GB/T 2951.32
	失重，最大值	mg/cm ²	—	2.0	
高温 压力 试验	试验条件： ——温度	℃	—	80±2	GB/T 2951.31
	试验结果 ——压痕深度，最大中间值	%	—	50	
低温 弯曲 试验	试验条件： ——温度 ——施加时间	℃ h	— —	-15±2 16	GB/T 2951.14
	试验结果		—	不开裂	

绝缘应紧密挤包在导体上，且应容易剥离而不损伤绝缘体、导体或镀锡层（若有）。

绝缘标称厚度见表 3。

绝缘厚度的平均值不应小于标称厚度，最薄处厚度不应小于标称厚度的 90%减去 0.1 mm（计算结果应修约到 2 位小数，即精确到 0.01 mm）。

绝缘线芯应按 GB/T 3048.9 经受工频电压 6 kV 的火花试验检查。

表 3 绝缘标称厚度

导体标称截面积 mm ²	绝缘标称厚度/mm	
	混合物代号	
	XLPE	PVC
1.0	0.6	0.6
1.5	0.6	0.7
2.5	0.7	0.8
4	0.7	0.8
6	0.7	0.8

6.2.2 绝缘识别

电源线优先采用颜色识别，优先选用的颜色是：

- 2芯：无优先选用颜色；
- 3芯：黄/绿色、蓝色、棕色，或是棕色、黑色、灰色；
- 4芯：黄/绿色、棕色、黑色、灰色，或是蓝色、棕色、黑色、灰色。

也可采用双方协议的其他识别方式。

6.3 光单元

光单元由多根光纤和外包覆的松套管组成。

6.3.1 光纤

单模光纤特性符合 GB/T 9771 的规定，多模光纤特性符合 GB/T 12357 的规定。

光纤涂覆层表面应有全色谱色标，其颜色应符合表 4 规定，并且不褪色不迁移。

表 4 识别用全色谱

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

6.3.2 松套管

涂覆光纤应放置在热塑性材料构成的松套管中，松套管可采用聚对苯二甲酸丁二醇酯（简称PBT）塑料或其他合适的塑料，应具有良好的机械性能、耐水解性能、耐老化性能和加工性能。PBT应符合 YD/T 1118.1 规定。

松套管中光纤数不宜超过 24 芯。光纤在松套管中余长应均匀稳定。松套管内间隙应连续填充一种触变型膏状复合物（即纤膏），纤膏应符合 YD/T 839.2 规定。

松套管标称壁厚宜为 0.25mm~1.25mm，标称外径宜为 1.7mm ~ 6.2mm。松套管上允许采用聚丙烯等材料挤包一层保护层，同一复合缆中松套管尺寸宜相同，结构图详见附录 B。

松套管宜采用全色谱识别，其标志颜色及对应的序号应符合表 4 规定。

6.4 缆芯

6.4.1 概述

缆芯由光单元（松套管）、电源线、和（或）填充绳层绞在中心加强件周围。

缆芯可以是螺旋绞合，也可以是SZ绞合，当采用SZ绞时，缆芯上应有短节距扎纱或其他固定绞层的方式，以使缆芯结构稳定。绞合单元数量宜为 5~12 根，也可采用用户要求的其他数量。

6.4.2 填充绳

填充绳用于缆芯间隙的填充，以使缆芯圆整，填充绳应是圆形塑料绳，表面应光滑、粗细均匀。

6.4.3 中心加强件

中心加强件应具有足够杨氏模量和弹性应变范围。用以增强光单元的机械性能。中心加强件可以是金属的和非金属的。

金属加强件宜采用高强度磷化钢丝，磷化钢丝的杨氏模量应不低于 190 GPa。金属加强件上允许挤包一层保护层。

非金属加强件宜采用玻璃纤维增强塑料（简称GFRP）圆杆。GFRP应符合YD/T1181.1规定。非金属辅助加强件宜用芳纶纱或玻璃纤维纱，芳纶纱应符合YD/T1181.2规定，玻璃纤维纱应符合YD/T 1181.4规定。

6.4.4 包带

6.4.4.1 缆芯的绞层外可有绕包或（和）纵包的包带层，纵包层外允许再有扎纱。包带应有足够的隔热和耐电压性能。扎纱应符合 YD/T 4080 规定。

6.4.4.2 包带材料应是强度足够的聚酯带、聚酯无纺布带、阻水带或其他合适的带材。

6.4.5 阻水结构

6.4.5.1 复合缆护套以内的所有间隙应有效的阻水措施。

6.4.5.2 填充式结构中，包带及以内的缆芯间隙，连续填充膏状复合物（缆膏）；包带和护套之间的间隙，宜用涂覆复合物连续填充或连续放置阻水带、阻水粉或阻水纱，也可间隔设置阻水环。

6.4.5.3 半干式或全干式结构中，包带及以内的缆芯间隙，连续放置阻水带、阻水粉或阻水纱；包带和护套之间的间隙，宜连续放置阻水带、阻水粉或阻水纱，也可间隔设置阻水环。

6.4.5.4 缆膏应符合 YD/T 839.3 规定，涂覆复合物应符合 YD/T 839.4 的规定，阻水带应符合 YD/T 1115.1 的规定，阻水纱应符合 YD/T 1115.2 的规定，阻水粉应符合 YD/T 1115.3 的规定。

6.5 护套

护套采用表 5 中一种材料挤包，聚乙烯护套机械物理性能符合表 6 的规定。

表 5 护套混合料、代号及运行时导体最高工作温度

护套混合料	代号	最高工作温度/℃
聚乙烯	ST ₃	70
	ST ₇	90

表 6 护套及外护层的机械物理性能及试验方法

试验项目			单位	ST ₃	ST ₇	试验方法
抗张强度和断裂伸长率	老化前	抗张强度，中间值	N/mm ²	10.0	12.0	GB/T 2951.11
		断裂伸长率，中间值	%	350	350	
	老化后	老化条件： ——温度	℃	100±2	100±2	GB/T 2951.12
		——时间	h	240	240	
		断裂伸长率，中间值	%	300	300	
		抗张强度最大变化率	%	±20	±20	
收缩试验	试验条件： ——温度		℃	100±2	115±2	GB/T 2951.13
	——加热持续时间		h	4	4	
	试验结果 ——最大允许收缩率		%	5	5	
耐环境应力开裂性能	试验条件： ——浸泡时间		h	96	96	YD/T 837.4
	——温度		℃	50	50	
	试验结果： ——失效数/试样数		个	0/10	0/10	

护套平均厚度不应小于 1.8 mm，最小厚度不应小于 1.6 mm。但有 53 型或 33 型外护套时，平均厚度不应小于 0.9 mm，最小厚度不应小于 0.8 mm。

6.6 铠装

33 型铠装由单层镀锌钢丝左向绕包在护套上，钢丝间隙总和不应超过 1 根钢丝的直径。钢丝直径在 0.8mm~2.9mm之间选用。

6.7 外护层

6.7.1 概述

外护层由铠装层和外护套组成。

外护层应采用表 5 规定的一种材料挤包。外护层机械物理性能及试验方法见表 6 要求。外护层通常为黑色，也可采用双方协议的其他颜色。

6.7.2 钢-聚乙烯粘结外护层（S 护套）

S 护套应在缆芯外施加一层纵包搭盖的皱纹钢塑复合带铠装挡潮层，再同时挤包一层黑色聚乙烯护套，并且应使聚乙烯套或复合带之间、以及复合带两边缘搭盖处的带子之间相互粘结为一体。复合带纵包后其搭盖宽度不应小于 5 mm 或缆芯直径小于 8.0 mm 时不小于缆芯周长的 20%。护套平均厚度不应小于 1.6 mm，最小厚度不应小于 1.5 mm。

钢塑复合带应为符合 YD/T 723.3 规定的双面复合塑料薄膜的钢带，其中钢带标称厚度为 0.13 mm，塑料复合层标称厚度为 0.05 mm。

6.7.3 铝-聚乙烯粘结外护层（A 护套）

A 护套应在缆芯外施加一层纵包搭盖的铝塑复合带铠装挡潮层，并同时挤包一层黑色聚乙烯套，其搭接宽度、护套厚度同 S 型外护套。

铝塑复合带应为符合 YD/T 723.2 规定的双面复合塑料薄膜的铝带，其中铝带的标称厚度为 0.15 mm，塑料复合层标称厚度为 0.058 mm。

6.7.4 纵包皱纹钢带铠装、聚乙烯外护层（53 型）

53 型外护层应采用与 S 护套相同的结构，外护套平均厚度不应小于 1.8 mm，最小厚度不应小于 1.6 mm。护套与 53 型钢带之间应使用缆膏、阻水带或其他阻水材料进行阻水。

6.7.5 33 型

33 型应在钢丝铠装外挤包一层黑色聚乙烯材料，外护套平均厚度不应小于 1.8 mm，最小厚度不应小于 1.6 mm。

7 标志

7.1 标志检查

复合缆应在护层或外护层表面沿长度方向印永久性标志，宜为白色，相邻标志起始点之间距离应不大于 1 m。

试验按 GB/T 7424.21 中 E2B 进行，其中细节规定如下：

- a) 负荷：
 - 20N（按 GB/T 7424.21 中 E2B 的方法 2，适用于喷印）；
 - 8N（按 GB/T 7424.21 中 E2B 的方法 1，适用于压印）。
- b) 循环次数：不少于 10 次；
- c) 验收要求：用目力仍可辨认。

7.2 标志内容

- a) 制造厂名；
- b) 产品型号、规格；
- c) 计米；
- d) 制造年份或生产批号。

8 交货长度

8.1 根据双方协议的长度交货。

- 8.2 长度应从缆两端的计米标志的数字差来确定长度，也可采用光学方法（OTDR 仪器）来测量。
- 8.3 计米误差应在（0~1）% 之间。

9 试验

9.1 总则

复合缆分为出厂检验（出厂检验至少包括例行试验和抽样试验）和型式试验，复合缆试验项目及检验规则见表 7。

表 7 试验项目及检验规则

序号	项目	本标准条文号	试验类型	试验方法
1	结构尺寸及色谱识别			
1.1	结构尺寸			
1.1.1	导体	6.1	T, S	9.3.2.2
1.1.2	绝缘厚度	6.2.1	T, S	GB/T 2951.11
1.1.3	松套管外径和壁厚	6.3.2	T, S	GB/T 2951.11
1.1.4	护套厚度	6.5 和 6.7	T, S	GB/T 2951.11
1.1.5	铠装金属丝直径	6.6	T, S	9.3.2.4
1.1.6	复合缆外径	9.3.2.5	T, S	GB/T 2951.11
1.2	识别色谱			
1.2.1	绝缘线芯识别色谱	6.2.2	T, S	9.3.2.1
1.2.2	光纤识别色谱	6.3.1	T, S	9.3.2.1
1.2.3	松套管识别色谱	6.3.2	T, S	9.3.2.1
2	标志			
2.1	标志的完整性及可识别性	7.1 7.2	T, S	7.1 7.2
3	交货长度	第 8 章	T, R	8.2
4	光纤传输性能			
4.1	衰减系数	9.2.2	T, R	GB/T 15972.40
4.2	波长附加衰减	9.4.7.3	T, S	GB/T 15972.40
4.3	衰减不连续性	9.4.7.4	T, S	GB/T 15972.40
5	光纤模场直径和尺寸参数			
5.1	截止波长	9.4.7.5	T, S	GB/T 15972.44
5.2	模场直径	9.4.7.6	T, S	GB/T 15972.45
5.3	包层直径	9.4.7.2	T, S	GB/T 15972.20
5.4	包层不圆度	9.4.7.2	T, S	GB/T 15972.20
5.5	芯/包层同心度误差	9.4.7.2	T, S	GB/T 15972.20
5.6	涂覆层直径	9.4.7.2	T, S	GB/T 15972.21
5.7	包层/涂覆层同心度误差	9.4.7.2	T, S	GB/T 15972.21
6	绝缘和护套非电气性能	表 2 表 6	T	表 2 表 6
7	电气性能			
7.1	导体电阻	9.2.3	T, R	GB/T 3048.4
7.2	最高工作温度下绝缘电阻	9.4.3.2	T	GB/T 3048.5
7.3	电压试验	9.2.4	T, R	GB/T 3048.8

表 7（续）

序号	项目	本标准条文号	试验类型	试验方法
8	机械性能			
8.1	拉伸	9.4.5.2	T	GB/T 7424.21 中 E1
8.2	压扁	9.4.5.3	T	GB/T 7424.21 中 E3
8.3	冲击 ^a	9.4.5.4	T	GB/T 7424.21 中 E4
8.4	反复弯曲 ^b	9.4.5.5	T	GB/T 7424.21 中 E6
9	环境性能			
9.1	温度循环	9.4.6.2	T	GB/T 7424.22 中 F1
9.2	渗水性能	9.3.3	T, S	GB/T 7424.22 中 F5B
9.3	有填充的光单元复合物滴流	9.4.6.3	T	GB/T 7424.22 中 F16
10	包装	第 11 章	T, R	目力检查
注：R 为例行试验；S 为抽样试验；T 为型式试验。 ^a ：适用于单根导体截面积小于 6mm ² 的复合缆。 ^b ：适用于外径小于 25 mm 的复合缆。				

9.2 例行试验

9.2.1 概述

例行试验通常应在每一个制造长度上进行。

例行试验项目如下：

- a) 光纤衰减系数；
- b) 导体直流电阻；
- c) 电压试验。

9.2.2 光纤的衰减系数

应按 GB/T 15972.40 附录C中方法 C：后向散射法进行试验。

单模光纤的衰减系数应符合表 8 的规定。多模光纤的衰减系数应符合 GB/T 12357中的相关规定。

表 8 单模光纤的衰减系数

光纤类别	B1.1 和 B1.3
最大衰减系数（1310 nm）	0.36 dB/km
最大衰减系数（1550 nm）	0.22 dB/km

9.2.3 导体直流电阻

试验按 GB/T 3048.4 的规定，导体电阻值应符合 GB/T 3956 规定。

9.2.4 电压试验

试验按 GB/T 3048.8 规定进行，电源线导体间、导体与其他金属间应经受工频 2500 V，5 min 电压试验而不击穿。

9.3 抽样试验

9.3.1 概述

抽样试验项目包括：

- a) 结构尺寸及色谱识别；

- b) 环境及机械性能试验（见表 7）；
- c) 光单元渗水性能。

9.3.2 结构尺寸及色谱识别

9.3.2.1 概述

结构检查应在距复合缆端部不少于 100 mm 处用目力检查结构完整性、色谱、并取样检查结构尺寸。结构尺寸检查应用量具或手工检查方法。

9.3.2.2 导体

应采用检查或可行的测量方法，检验导体结构是否符合 GB/T 3956 规定。

9.3.2.3 松套管壁厚、绝缘和护套厚度的测量

试验方法应符合 GB/T 2951.11 规定。

9.3.2.4 铠装金属丝的测量

在间隔不小于 100 mm 的两处分别测量直径，每处在相互垂直的两个方向各测量一次。取 4 个测量值的平均值作为钢丝的平均直径。

9.3.2.5 外径测量

如果抽样试验中要求测量松套管外径、复合缆外径，则按 GB/T 2951.11 的规定进行。

9.3.3 光单元渗水性能

从成品上取一段长 3m 的试样，将试样端头处理圆整。按 GB/T 7424.22 中 F5B 规定施加在缆样一端，试验完毕应在试样未密封端除电源线外的端面上应无水流出。若第一个样品失败，则取复合缆光单元临近的另一段重做试验，如测试合格，则判定为合格；如失败，则判定为不合格。

半干式、全干式复合缆的缆芯中采用膨胀方式阻水时，应将复合缆渗水始端浸于水中（ 100 ± 10 ）mm，在水中浸泡 10min，然后进行渗水试验。

9.4 型式试验

9.4.1 概述

型式试验项目应包括表 7 所列的应检项目，并且应在抽取的样本单位的出厂检验合格后，再进行其他项目的检验。

9.4.2 复合缆标志

成品复合缆的护套表面应有制造厂名、产品型号、额定电压及制造年份的连续标志，标志应字迹清楚、容易辨认、耐擦。

9.4.3 复合缆电气性能

9.4.3.1 概述

从成品缆中取 10 m~15 m 试样长度，依次进行如下试验：

9.4.3.2 正常运行时导体最高温度下绝缘电阻测量

成品复合缆正常运行时，导体最高温度下的绝缘电阻应符合表 9 规定。

测量绝缘电阻前，试样应经受 9.2.4 规定的耐压试验，然后按表 10 规定的试验条件进行测量。

表 9 正常运行时导体最高温度下的绝缘电阻要求

导体标称截面积mm ²	最小绝缘电阻 MΩ.km	
	PVC绝缘（70℃）	XLPE绝缘（90℃）
1.0	0.011	1.154
1.5	0.011	1.115
2.5	0.010	0.923
4	0.0085	0.769
6	0.0070	0.653

表 10 绝缘电阻试验条件

试样处理	单位	试验条件
试样长度，最小	m	5
浸水时间，最少	h	1
水温，不低于	℃	正常运行时导体最高温度
持续时间	min	1

9.4.4 复合缆绝缘和护套的非电气性能

复合缆绝缘非电气性能详见表 2 规定。
复合缆护套非电气性能详见表 6 规定。

9.4.5 复合缆机械性能

9.4.5.1 总则

复合缆机械性能应包括拉伸、压扁、冲击、反复弯曲试验。
下列规定的各试验方法及其试验条件用于验证复合缆的机械性能，其试验结果符合规定的验收要求时，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规定在 1550 nm波长上进行。在在试验期间，监测系统的稳定性引起的监测结果的不确定度应优于 0.03 dB。试验中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 附录 C 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。缆的拉伸应变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%，试验中监测到的缆应变不大于 0.05% 时，可判为无明显应变。

9.4.5.2 拉伸

- 试验按 GB/T 7424.21 中 E1 进行，其中细节规定如下：
- a) 卡盘直径： 不小于 30 倍缆外径；
 - b) 受试长度： 不小于 50 m；
 - c) 拉伸负荷： 见表 11；
 - d) 拉伸速率： 10 mm/min；
 - e) 持续时间： 1 min；

f) 验收要求：在长期允许拉伸负荷下，光纤应无明显附加衰减和应变；在短暂拉伸负荷下光纤附加衰减应不大于 0.1 dB，应变不大于 0.15%，在此拉力去除后，光纤应无明显附加衰减和应变，缆残余应变应不大于 0.08%。护套无目力可见开裂。对该试样进行成品电压试验，应符合 9.2.4 要求。

9.4.5.3 压扁

试验按 GB/T 7424.21 中 E3 进行，其中细节规定见表 11：

表 11 允许的拉伸力及压扁力

敷设方式	允许拉伸力（最小值）			允许压扁力（最小值）	
	F_{ST}/G	F_{ST} (N)	F_{LT} (N)	F_{SC} (N/100mm)	F_{LC} (N/100mm)
管道、非自承式架空	1.0	1500	600	1000	300
直埋	—	3000	1000	3000	1000

注 1： F_{ST} 表示短暂拉伸力； F_{LT} 表示长期拉伸力； F_{SC} 表示短暂压扁力； F_{LC} 表示长期压扁力； G 表示 1km 混合缆的重量，单位为 N。

a) 负荷：见表 11 ；

b) 持续时间：1 min；

c) 验收要求：护套无目力可见开裂；在长期允许压扁力下光纤应无明显附加衰减；在短期压扁力下光纤附加衰减小于 0.1 dB，在此压扁力去除后光纤应无明显残余附加衰减；对该试样进行成品电压试验，应符合 9.2.4 要求。

9.4.5.4 冲击

试验按 GB/T 7424.21 中 E4 进行，其中细节规定如下：

a) 冲锤重量：管道或架空复合缆为 450 g，直埋复合缆为 1 kg；

b) 冲锤落高：1 m；

c) 冲击球面半径：12.5 mm；

d) 冲击次数：在相距不少于 500 mm 的至少 5 个点上各冲击 1 次；

e) 验收要求：护套无目力可见开裂，光纤应无明显的残余附加衰减；对该试样进行成品电压试验，应符合 9.2.4 要求。

9.4.5.5 反复弯曲

试验按 GB/T 7424.21 中 E6 进行，其中细节规定如下：

a) 芯轴半径：对于无铠装结构复合缆，芯轴半径应不大于 25 D；对于铠装结构复合缆，芯轴半径应不大于 30 D；

b) 负荷：管道或架空复合缆为 150 N，直埋复合缆为 250 N；

c) 弯曲次数：30 次；

d) 验收要求：护套应无目力可见开裂，光纤应无明显的残余附加衰减。对该复合缆进行成品电压试验，应符合 9.2.4 要求。

注： D 为复合缆外径。

9.4.6 环境性能

9.4.6.1 总则

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，其试验结果应符合规定的验收要求时，判为合格。

9.4.6.2 温度循环

温度循环试验用于评定复合缆中光单元的适用温度及其温度附加衰减特性。试验要求如下：

试验按 GB/T 7424.22 中 F1 进行，其中细节规定如下：

- a) 试样长度：应足以获得衰减测量所需的精度，宜为 2km 左右；
- b) 温度范围：试验温度范围低限 TA 高限 TB 应符合表 12 规定；
- c) 恒温时间： t_1 应足以使试样达到稳定，应不小于 12 h，护层中有两层聚乙烯套时应不小于 24 h；
- d) 循环次数：2 次；
- e) 测试光纤数：至少为 12 根光纤，当光纤数小于 12 根时，应全部监测；
- 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性应优于 0.02 dB/km。试验中光纤衰减变化量的绝对值不超过 0.02 dB/km 时，可判为衰减无明显变化。允许衰减有某数值变化时，应理解为该数值已包括不确定性在内。B1.1 和 B1.3 光纤衰减变化监测应在 1310 nm 和 1550 nm 波长上进行，并以其中较差的监测结果来评定温度附加衰减等级。
- g) 验收要求：应符合表 12 规定。

表 12 温度循环

适用温度范围（℃）		允许光纤附加衰减 （dB/km）
低限 T_A	高限 T_B	
-40	+60	≤ 0.10
可根据用户要求，另行规定温度范围。 注：复合缆温度附加衰减为适用温度下相对于 20℃ 下的光纤衰减差。		

9.4.6.3 有填充的光单元滴流试验

9.4.6.3.1 试验要求

填充式或半干式复合缆在温度为 70℃ 的环境下 24 h。

9.4.6.3.2 试验方法

试验应按 GB/T 7424.22 中 F16 方法。

9.4.6.3.3 验收要求

在试验结束后，用目力检查，应无填充复合物和涂覆复合物等滴出。

9.4.7 光学性能

9.4.7.1 总则

下列规定的各试验方法及其试验条件依据 GB/T 15972 的要求，用于验证复合缆的光学性能，其试验结果符合规定的验收要求时，判为合格。

9.4.7.2 单模光纤尺寸参数

单模光纤参数应符合GB/T 9771 的相关规定。单模光纤尺寸参数中包层直径、包层不圆度、芯/包层同心度误差应按 GB/T 15972. 20 中方法C。涂覆层直径、包层/涂覆层同心度误差按 GB/T 15972. 21 中方法A。

9.4.7.3 波长附加衰减

单模光纤波长附加衰减应符合 GB/T 9771 的相关规定，其试验方法依据 GB/T 15972. 40 中方法 B。

9.4.7.4 衰减不连续性

单模光纤衰减不连续性应符合 GB/T 9771 的相关规定，其试验方法依据 GB/T 15972. 40 中方法 C。

9.4.7.5 单模光纤截止波长

单模光纤截止波长应符合 GB/T 9771 的相关规定，其试验方法依据 GB/T 15972. 44 中方法 B。

9.4.7.6 单模光纤模场直径

单模光纤模场直径应符合GB/T 9771 的相关规定，其试验方法依据 GB/T 15972. 45 中方法B。

10 检验规则

10.1 总则

出厂前，复合缆产品应经质量检验部门进行检验，检验合格后方可出厂。
复合缆产品检验分为例行试验、抽样试验和抽样试验。试验项目及验收规则见表 7。
除非在订货合同中另行规定，检验规则应按照本章规定。

10.2 出厂检验

10.2.1 概述

检验项目至少包括例行试验和抽样试验（光纤抽样比例见表 13 ）。

表 13 样本单位内的光纤抽样

光纤性能	模场直径	截止波长	尺寸参数	中心波长下 衰减系数	波长附加衰减	衰减不连续性
最小抽样比例	5%	5 %	5%	100%	5%	10%
最少抽测数	4	4	4	全部	4	6

10.2.2 抽样试验频度

导体检查、绝缘和护套厚度的测量以及外径的测量应在每批同一型号和规格复合缆中的一根制造长度上进行，但应限制不超过合同长度数量的 10%。对于绝缘厚度的测量，抽样试验时，3 芯及以下应全部检查和测量；型式试验时，应从每一根绝缘线芯上各取一个试样，3 芯及以下应全部检查和测量。
导体直流电阻例行试验时应全部测量；型式试验时 3 芯及以下应全部测量。
电压试验例行试验时，应对成品缆所有绝缘线芯进行电压试验；型式试验时 3 芯及以下应全部进行电压试验。

10.3 型式试验

10.3.1 型式试验项目

型式试验是对产品质量进行全面考核, 检验项目见表 7。

10.3.2 型式试验周期

产品在下列情况之一时, 应进行型式试验:

- a) 产品定型鉴定时;
- b) 正式生产后, 如结构、材料、工艺有较大改变, 可能影响产品性能时;
- c) 正常生产时, 应每三年进行一次;
- d) 停产一年以上, 恢复生产时;
- e) 出厂检验结果 (见表 7) 与上次型式检验有较大差异时;
- f) 主管质量监督机构提出进行型式试验要求时;
- g) 大批量产品买方要求在验收中进行型式试验时。

11 包装

11.1 复合缆应妥善包装在符合 JB/T 8137 的规定的交货盘上交货。盘装的复合缆每盘宜是一个制造长度, 无铠装复合缆盘筒体直径应不小于复合缆外径的 25 倍, 有铠装应不小于外径的 30 倍。

11.2 盘装复合缆的最外层与缆盘侧板边缘的距离应不小于 60 mm, 两端头应可靠密封, 伸出盘外的电缆头应佩有保护罩, 伸出长度不小于 1.5 m, 以便测试、施工使用。

11.3 每个缆包装件上, 应附有含有下列内容的质量合格证, 并放在透明的袋内固定在电缆盘侧板的外侧上。

- a) 制造厂名和商标;
- b) 型号及规格: mm^2 ;
- c) 长度: m;
- d) 毛重: kg;
- e) 制造日期: 年 月;
- f) 表示缆盘正确旋转方向的箭头;
- g) 保证贮运安全的其他标志。

12 运输和贮存

12.1 复合缆运输和贮存时注意事项

- a) 复合缆应避免露天长期存放, 防止受潮和长时间堆放。缆盘不允许平放、堆放;
- b) 盘装缆应按缆盘标明的旋转箭头方向滚动, 但不能长距离滚动;
- c) 运输中严禁从高处扔下装有缆的电缆盘, 严禁机械损伤电缆;
- d) 吊装包装件时, 严禁几盘同时吊装, 在船舶、车辆等运输工具上缆必须放稳, 并用合适方法固定, 防止互撞和翻倒。
- e) 贮存和运输温度应控制在 $-20^{\circ}\text{C}\sim+60^{\circ}\text{C}$ 之间, 如果超出这个温度范围, 使用时应进行复检。

附录 A
(资料性)
光电复合缆结构示意图

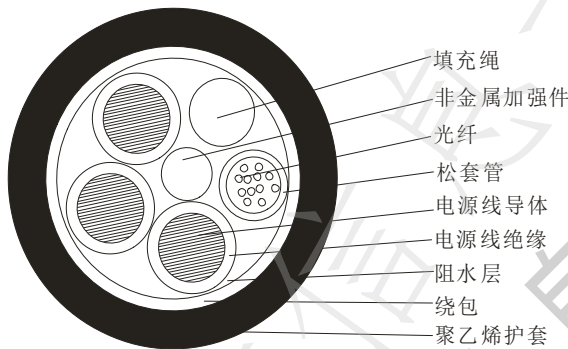


图 A.1 GDFTV型(含3根绝缘线芯及1根松套管)

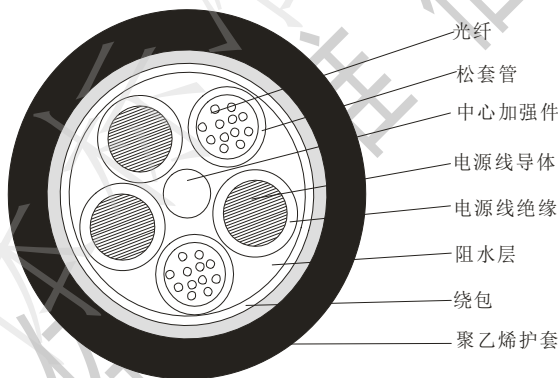


图 A.2 GDTY(含3根绝缘线芯2根松套管)

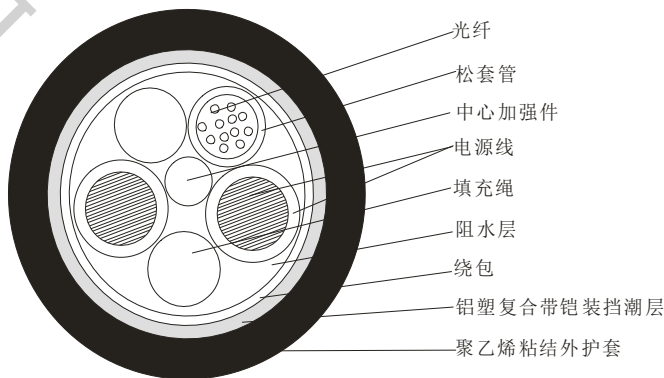


图 A.3 GDTA(含2根绝缘线芯1根松套管)

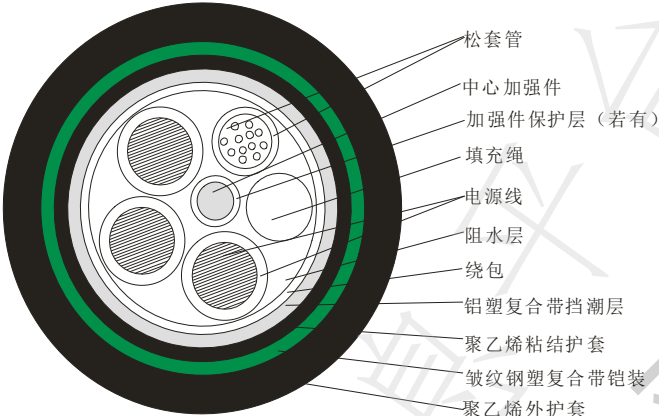


图 A.4 GDTA53 (含1根松套管和3根绝缘线芯双铠装)

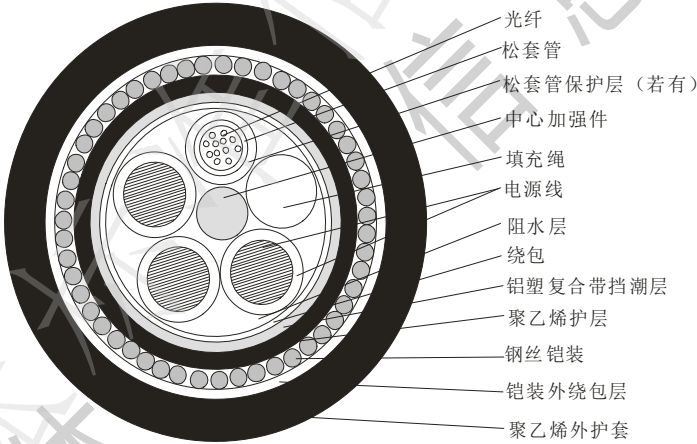


图 A.5 GDTA33 (含3根绝缘线芯及1个带保护层的光单元)

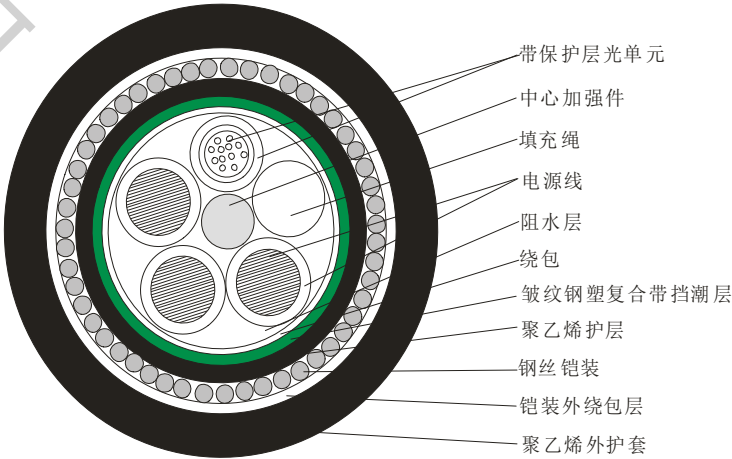


图 A.6 GDTS33 (含3根绝缘线芯及1个带保护层的光单元)

附录 B
(资料性)
光单元结构示意图

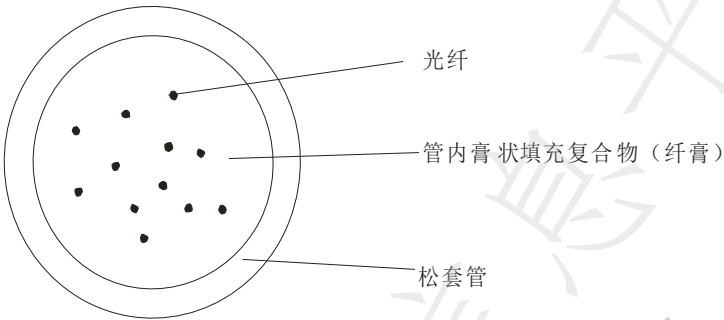


图 B.1 仅1根松套管的光单元

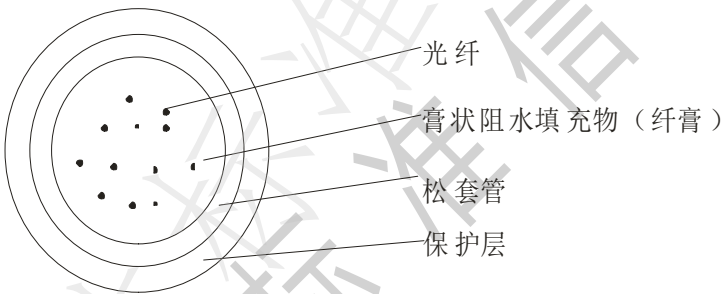


图 B.2 带保护层的光单元