



中华人民共和国民用航空行业标准

MH/T 6049—2008

机场助航灯光回路用埋地电缆

Underground electrical cable for airport lighting circuits

2008-11-24 发布

2008-12-01 实施

中国民用航空局 发布

中 华 人 民 共 和 国 民 用 航 空
行 业 标 准
机 场 助 航 灯 光 回 路 用 埋 地 电 缆
MH/T 6049—2008

*

中国科学技术出版社出版
北京市海淀区中关村南大街16号 邮政编码:100081
电话:010—62103210 传真:010—62183872
<http://www.kjpbooks.com.cn>
科学普及出版社发行部发行
北京长宁印刷有限公司印刷

*

开本:880毫米×1230毫米 1/16 印张:1.5 字数:32千字
2008年11月第1版 2008年11月第1次印刷
印数:1—500册 定价:30.00元
统一书号:175046·1048/2005

目 次

前言

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 电缆型号、规格、符号、代号和产品表示方法..... 2

5 使用特性 3

6 技术要求 3

7 试验 5

8 产品验收规则、成品电缆标志及电缆包装、运输和保管..... 13

前 言

本标准对应于 FAA AC 150/5345—7E《机场助航灯光回路用 L—824 埋地电缆》(英文版),与 FAA AC 150/5345—7E 的一致性程度为非等效。

本标准由中国民用航空局机场司提出。

本标准由中国民用航空总局航空安全技术中心归口。

本标准起草单位:江苏上上电缆集团有限公司、中国民用航空局机场司。

本标准主要起草人:王松明、高天、李斌、董琦。

机场助航灯光回路用埋地电缆

1 范围

本标准规定了机场助航灯光回路用埋地电缆的型号、规格、符号、代号、产品表示方法、使用特性、技术要求、试验、产品验收规则、成品电缆标志及电缆包装、运输和保管。

本标准适用于机场助航灯光和信号灯系统主回路用埋地电缆的制造、验收和交付。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

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 2951.12—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(IEC 60811-1-2:1985,IDT)

GB/T 2951.13—2008 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(IEC 60811-1-3:2001,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 2951.21—2008 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(IEC 60811-2-1:2001,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 2951.32—2008 电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法 第 32 部分:聚氯乙烯混合料专用试验方法—失重试验—热稳定性试验(IEC 60811-3-2:1985,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碳黑和(或)矿物质填料含量—热重分析法(TGA)测量碳黑含量—显微镜法评估聚乙烯中碳黑分散度(IEC 60811-4-1:2004,IDT)

GB/T 3048.12 电线电缆电性能试验方法 第 12 部分:局部放电试验

GB/T 3956 电缆的导体

GB/T 6995.3 电线电缆识别标志方法 第 3 部分:电线电缆识别标志

GB/T 12706.1—2002 额定电压 1 kV($U_m=1.2$ kV)到 35 kV($U_m=40.5$ kV)挤包绝缘电力电缆及附件 第 1 部分:额定电压 1 kV($U_m=1.2$ kV)和 3 kV($U_m=3.6$ kV)电缆(IEC 60502-1:1997,EQV)

GB/T 12706.2—2002 额定电压 1 kV($U_m=1.2$ kV)到 35 kV($U_m=40.5$ kV)挤包绝缘电力电缆及附件 第 2 部分:额定电压 6 kV($U_m=7.2$ kV)到 30 kV($U_m=36$ kV)电缆(IEC 60502-2:1997,EQV)

GB/T 18380.11—2008 电缆和光缆在火焰条件下的燃烧试验 第 11 部分:单根绝缘电线电缆火焰垂直蔓延试验—试验装置(IEC 60332-1-1:2004,IDT)

GB/T 18380.12—2008 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(IEC 60332-1-2:2004,IDT)

GB/T 18380.13—2008 电缆和光缆在火焰条件下的燃烧试验 第 13 部分:单根绝缘电线电缆火焰垂直蔓延试验—测定燃烧的滴落(物)/微粒的试验方法(IEC 60332-1-3:2004,IDT)

JB/T 8137 电线电缆交货盘

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

标称值 nominal value

指定的量值。

注:在本标准中通常标称值引伸出的量值考虑规定的公差,通过测量进行检验。

3.2

中间值 median value

将试验得到的若干数值以递增(或递减)的次序依次排列时,若数值的数目是奇数,中间的那个值为中间值;若数值的数目是偶数,中间两个数值的平均值为中间值。

3.3

例行试验 routine tests

由制造方在电缆的制造长度上进行的,以检验所有电缆符合规定要求的试验。

3.4

抽样试验 sample tests

由制造方进行的,按规定的频度在成品电缆上或取自成品电缆的某些部件上进行的,以检验电缆是否符合规定要求的试验。

3.5

型式试验 type tests

按一般商业原则在供货前所进行的证明电缆具有能满足预期使用条件的良好性能的试验。

注:该试验的条件是:除非电缆材料或设计或制造工艺的改变可能改变电缆的特性,试验做过以后不需要重做。

4 电缆型号、规格、符号、代号和产品表示方法

4.1 电缆的型号和规格

电缆的型号和规格见表 1。

表 1 电缆的型号和规格

型 号	额定电压	名 称	规格 mm ²	对应 FAA 型号
DYJY	5 kV	5 kV 铜芯交联聚乙烯绝缘聚乙烯护套机场助航灯光回路用埋地电缆	1×6	C 型
DYJV		5 kV 铜芯交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套机场助航灯光回路用埋地电缆		C 型
DEF		5 kV 铜芯乙丙绝缘氯丁或类似混合物护套机场助航灯光回路用埋地电缆		B 型

4.2 型号、命名及代号

机场助航灯光回路用埋地电缆 D;

铜导体 T(省略);

交联聚乙烯绝缘 YJ；
乙丙绝缘 E；
聚乙烯护套 Y；
聚氯乙烯护套 V；
氯丁或类似混合物护套 F。

4.3 产品表示方法

产品采用型号、额定电压、规格及本标准编号表示。

示例：
额定电压 5 kV 铜芯交联聚乙烯绝缘聚乙烯护套机场助航灯光回路用埋地电缆，单芯标称截面 6 mm²，表示为：
DYJY —5 kV 1×6 mm² MH/T 6049—2008

5 使用特性

- 5.1 额定电压为 5kV。
- 5.2 电缆导体的最高额定温度为 90℃。
- 5.3 短路时(最长持续时间为 5 s)导体最高温度不超过 250℃。
- 5.4 电缆允许弯曲半径不小于 12 倍电缆外径。
- 5.5 抗水树型交联聚乙烯绝缘电缆适用于潮湿环境条件下长期运行。

6 技术要求

6.1 导体

- 6.1.1 导体应为镀锡或不镀锡铜导体，符合 GB/T 3956 中第 2 种圆形导体的规定，标称截面为 6 mm²。
- 6.1.2 导体表面应光洁，无油污、铜屑、水分、毛刺、锐边、凸起和断裂等现象。

6.2 屏蔽

6.2.1 分类

本标准所包括的电缆为屏蔽型电缆，屏蔽包括：
——导体屏蔽，应符合 6.2.2 的规定；
——绝缘屏蔽，应符合 6.2.3 的规定。
挤包屏蔽材料的性能应符合表 2 的规定。

表 2 电缆屏蔽材料性能

试验项目		单位	性能要求	
			导体屏蔽	非金属绝缘屏蔽
老化前				
抗张强度	最小	MPa	—	8.3
断裂伸长率	最小	%	100	100
空气烘箱老化后				
处理				
——温度		℃	135	135
——偏差		℃	±3	±3
——持续时间		h	168	168
抗张强度变化率	最大	%	—	±15
断裂伸长率	最小	%	100	100

6.2.2 导体屏蔽

导体屏蔽应是非金属的,由挤包的交联半导体料组成,导体屏蔽应均匀地包覆在导体上,并和绝缘紧密结合。导体屏蔽表面应光滑,不应有明显凸纹、尖角、颗粒、烧焦、脱料、擦伤等缺陷。最薄处厚度应不小于 0.15 mm。

6.2.3 绝缘屏蔽

6.2.3.1 非金属半导体层

直接挤包与绝缘可剥离的交联半导体料,最薄处厚度应不小于 0.30 mm。

6.2.3.2 金属屏蔽层

金属屏蔽应为一层铜带(可以是镀锡铜带或无镀层铜带)。
金属带最薄处厚度应不小于 0.07 mm,铜带间的最小搭盖率应不低于 15%。

6.3 绝缘

绝缘材料应为交联聚乙烯绝缘料(XLPE)或乙丙橡胶绝缘混合料(EPR)。
当采用交联聚乙烯绝缘料时,宜采用抗水树交联聚乙烯绝缘料(TRXLPE)。
绝缘的标称厚度为 2.8 mm。

绝缘厚度测量值的平均值应不小于规定的标称厚度,最薄处厚度应不小于规定标称值的 90%,最大厚度测量值与最小厚度测量值之差应不大于 0.4 mm。

6.4 护套

6.4.1 外观

所有电缆应有护套。护套通常为黑色,如果制造方和客户达成协议,允许采用非黑色的其他颜色,以适应电缆使用的特定环境。外护套挤包在金属屏蔽外,表面应光滑、圆整,横截面不应有肉眼可见的气孔。

6.4.2 材料

护套材料应是下列材料中的一种:
——聚氯乙烯(ST2 型);
——聚乙烯(ST7 型);
——氯丁橡胶或类似聚合物(SE1 型)。
电缆护套要求有耐化学特性时,应不含有对人类或环境有害的成分。

6.4.3 厚度

护套最薄处厚度应不小于 1.40 mm。

6.4.4 完整性

在护套外表面与金属屏蔽之间施加 6 kV 工频火花电压,试验时金属屏蔽应接地,电缆任一点与电极的接触时间应不低于 0.18 s。

6.5 结构

电缆结构尺寸应符合表 3 的规定。

表 3 电缆结构

额定电压 kV	导体计算直径 mm	绝缘标称厚度 mm	护套最薄处厚度 mm	外径 mm	
				最小值	最大值
5	3.1	2.8	1.40	13.4	15.9

7 试验

7.1 试验条件

除非另有规定,试验应在 20℃±15℃的环境温度下进行。
工频试验电压的频率应在 49 Hz~61 Hz,波形应基本上为正弦波,引用值为有效值。

7.2 例行试验

7.2.1 基本要求

例行试验通常在每一个电缆制造长度上进行。
例行试验包括:

- a) 导体直流电阻试验(见 7.2.2);
- b) 交流电压试验(见 7.2.3);
- c) 局部放电试验(见 7.2.4)。

7.2.2 导体直流电阻试验

电阻测量应在每一盘电缆长度的所有导体上进行,测试结果按照 GB/T 3956 所给公式和系数换算到 20℃、1 km 长度时的电阻值。
每根导体 20℃时直流电阻不应超过 GB/T 3956 所规定的相应最大值。

7.2.3 交流电压试验

7.2.3.1 交流电压试验在环境温度下进行,采用 18 kV 工频交流电压。
7.2.3.2 试验电压施加在导体和金属屏蔽之间,从开始施加电压增加到规定电压,应匀速升压,在 10 s 内不超过 1.8 kV,60 s 内升高至 18 kV。试验电压持续时间为 5 min,绝缘应无击穿。

7.2.4 局部放电试验

绝缘线芯应至少停放 7 d 后才能进行局部放电试验(如果买方和制造商协商同意,可缩短停放时间),局部放电试验应按 GB/T 3048.12 规定的方法进行,试验电压为 18 kV,放电量均不大于 10 pC。

7.3 抽样试验

7.3.1 基本要求

7.3.1.1 抽样试验包括:

- a) 导体检查;
- b) 结构尺寸检查;
- c) 绝缘、护套机械性能试验;
- d) ST2 型护套高温压力试验;
- e) 低温弯曲试验;
- f) SE1 型热固型护套耐油试验;
- g) 绝缘和 SE1 型护套的热延伸试验。

7.3.1.2 应按商定的质量控制协议,在制造长度电缆上取样进行试验。如无协议,则按表 4 的规定进行抽样。

表 4 抽样试验的样品数量

抽样试验项目	抽检频率
绝缘、护套机械性能试验 ST2 型护套高温压力试验、SE1 型热固型 护套耐油试验	15 km 及以下电缆至少抽一个样品,每增加 15 km,再增加抽一个样品。
低温弯曲试验	15 km 及以下电缆至少抽一个样品,每增加 30 km,再增加抽一个样品。

表 4(续)

抽样试验项目	抽检频率
绝缘和 SE1 型热固型护套的热延伸试验	同一批电缆分别从绝缘、护套挤塑开始、中间和结束段抽取三个样品。
导体检查、结构尺寸检查	3 km 及以下电缆至少抽一个样品,从整个制造长度上每端取一个样品或每个长度外端取一个样品。

7.3.1.3 如果任一试样不符合 7.3.1.1 规定的任一试验要求,应从同一批中再取两个附加试样就不合格项目重新试验。两个附加试验都合格后,则该批电缆才可被认为符合本标准的要求。

7.3.2 导体检查

用外观检查以及用测量方法检验导体结构是否符合 6.1 的要求。

7.3.3 结构尺寸检查

7.3.3.1 导体屏蔽、绝缘、绝缘屏蔽和护套厚度的测量

应按 GB/T 2951.11—2008 第 8 章的规定进行。

应从选取的用于试验的每根制造长度电缆的一端截取一小段电缆作为试样,在取样前如有必要时应去除可能受到损伤的部分。

厚度测量值应按 GB/T 12706.2—2002 的附录 B 进行修约。

7.3.3.2 金属带的测量

测量应使用具有两个直径为 5 mm 平测头,精度为±0.01 mm 的千分尺,金属带的厚度应在金属带宽度的中心线上测量。

7.3.3.3 直径测量

电缆的外径测量应按 GB/T 2951.11—2008 第 8 章规定进行。

7.3.4 绝缘、护套机械性能试验

7.3.4.1 老化前和老化后绝缘机械性能试验

7.3.4.1.1 取样

取样及试片的制备应按 GB/T 2951.11—2008 第 9 章规定进行。

7.3.4.1.2 老化处理

在表 5 规定的条件下,按 GB/T 2951.12—2008 第 8 章规定进行老化处理。

7.3.4.1.3 预处理和机械性能试验

按 GB/T 2951.11—2008 第 9 章规定进行。

7.3.4.1.4 要求

试片老化前和老化后的物理性能试验应同时进行,其试验结果应符合表 5 规定。

表 5 绝缘混合物物理机械性能试验要求(老化前后)

序号	试验项目	单位	EPR	XLPE	TRXLPE
	导体最高工作温度	℃	90	90	90
1	老化前				
1.1	抗张强度 最小	MPa	8.2	12.5	12.5
1.2	断裂伸长率 最小	%	250	250	250
2	烘箱老化后				
	老化后(无导体)				
2.1	处理条件				
	——温度	℃	135	135	135
	——温度偏差	℃	±3	±3	±3

表 5(续)

序号	试验项目	单位	EPR	XLPE	TRXLPE
	导体最高工作温度	℃	90	90	90
2.2	持续时间	d	7	7	7
	抗张强度				
2.3	老化后	最小	MPa	—	—
	变化率	最大	%	±30	±25
	断裂伸长率				
	老化后	最小	%	—	—
	变化率	最大	%	±30	±25

7.3.4.2 护套机械性能的试验

7.3.4.2.1 取样

取样及试片的制备应按 GB/T 2951.11—2008 第 9 章规定进行。

7.3.4.2.2 老化处理

在表 6 规定的条件下,按照 GB/T 2951.12—2008 第 8 章规定进行。

表 6 护套混合物机械性能试验要求(老化前后)

序号	试验项目	单位	ST2	ST7	SE1
1	老化前				
1.1	抗张强度	最小	MPa	12.5	12.5
1.2	断裂伸长率	最小	%	150	300
2	烘箱老化后				
2.1	老化后(无导体)				
	处理条件				
	——温度	℃	100	110	100
	——温度偏差	℃	±2	±2	±2
2.2	持续时间	d	7	10	7
	抗张强度	最小	MPa	12.5	—
	抗张强度变化率	最大	%	±25	—
2.3	断裂伸长率	最小	%	150	300
	断裂伸长率变化率	最大	%	±25	—

7.3.4.2.3 预处理和机械性能试验

按 GB/T 2951.11—2008 第 9 章规定进行。

7.3.4.2.4 要求

试片老化前和老化后的物理性能试验应同时进行,其试验结果应符合表 6 规定的要求。

7.3.5 ST2 型护套高温压力试验

应按 GB/T 2951.31—2008 第 8 章规定进行,试验条件见表 7。

表 7 ST2 型护套混合物的特殊性能试验要求

序号	试验项目	单位	ST2
1	失重试验		
1.1	处理条件		
	——温度(误差为±2℃)	℃	100
	——持续时间	d	7
1.2	最大允许失重	mg/cm ²	1.5
2	高温压力试验		
	温度(误差为±2℃)	℃	90
3	低温冲击试验		
	温度(误差为±2℃)	℃	－25
4	抗开裂试验		
4.1	温度(偏差±3℃)	℃	150
4.2	持续时间	h	1

试验结果应符合 GB/T 2951.31—2008 第 8 章要求。

7.3.6 成品电缆的低温弯曲试验

抽取不少于 0.5 m 的成品电缆试样,放入－25℃±2℃冷冻箱内,1 h 后取出试样,立即沿直径为 8 倍电缆外径的圆柱体匀速卷绕 180°,样品从冷冻箱取出到试验结束时间应不超过 1 min。

试验结束后电缆表面应无裂纹。

7.3.7 SE1 型护套的浸油试验

应按 GB/T 2951.21—2008 第 10 章规定进行,试验条件见表 8。

表 8 SE1 型护套混合物的特殊性能试验要求

序号	试验项目	单位	SE1
1	浸油试验		
1.1	处理条件		
	——油温(误差为±2℃)	℃	121
	——持续时间	h	18
1.2	抗张强度变化率	最大 %	±50
	断裂伸长率变化率	最大 %	±50
2	热延伸试验		
2.1	处理条件		
	——温度(误差为±3℃)	℃	200
	——载荷时间	min	15
	——机械应力	N/cm ²	20
2.2	负载下最大伸长率	%	175
	冷却后最大永久伸长率	%	15
2.3	低温冲击试验		
	——温度(误差为±2℃)	℃	－25

试验结果应符合表 8 中规定的要求。

7.3.8 绝缘和 SE1 型护套的热延伸试验

按 GB/T 2951.21—2008 第 9 章规定进行。

试验条件见表 8、表 9。

EPR 和 TRXLPE 绝缘应符合表 9 中的规定,SE1 型热固型护套应符合表 8 中的规定。

表 9 各种绝缘混合物的特殊性能试验要求

序号	试验项目	单位	EPR	XLPE	TRXLPE
1	热延伸试验				
1.1	处理条件				
	——空气温度(误差为±3℃)	℃	250	200	200
	——载荷时间	min	15	15	15
	——机械应力	N/cm ²	20	20	20
1.2	载荷下最大伸长率	%	175	175	100
1.3	冷却后最大永久伸长率	%	15	15	5
2	吸水试验(重量法)				
2.1	——温度(误差为±2℃)	℃	85	85	85
2.2	——持续时间	d	14	14	14
2.3	最大重量变化	mg/cm ²	5	1	1
3	收缩试验				
3.1	标记间距离	mm	—	200	200
3.2	温度(误差为±3℃)	℃	—	130	130
3.3	持续时间	h	—	1	1
3.4	最大允许收缩	%	—	4	4
4	耐臭氧试验				
4.1	臭氧浓度(按体积)	%	0.025~0.030	—	—
4.2	无开裂的试验持续时间	h	24	—	—

7.4 电气型式试验

7.4.1 取样

从成品电缆中取 10 m~15 m 长的电缆试样,按 7.4.2 规定的顺序进行试验。

应单独另取试样按 7.4.6 规定对半导体屏蔽进行电阻测量。

应单独另取试样按 7.4.7、7.4.8 规定对绝缘吸水试验、绝缘电阻试验。

应单独另取试样按 7.4.9 规定进行 tan δ 试验。

7.4.2 试验顺序

试验的正常顺序应为:

- a) 弯曲试验(见 7.4.3);
- b) 局部放电试验(见 7.4.4);
- c) 4 h 电压试验(见 7.4.5);
- d) 半导体屏蔽电阻率(见 7.4.6);
- e) 绝缘吸水试验(见 7.4.7);
- f) 绝缘电阻试验(见 7.4.8);
- g) tanδ 试验(见 7.4.9)。

其中试验项目 a)、b)、c)应使用同一样品按次序进行试验。

7.4.3 弯曲试验

在室温下试样应围绕试验圆柱体(例如线盘的筒体)至少绕一整圈,然而松开,再在相反的方向上重复此过程。

此操作循环应进行三次。

圆柱体的直径应为 12 倍电缆外径。

7.4.4 局部放电试验

局部放电试验应按 GB/T 3048.12 规定的方法进行,试验电压 18 kV,放电量均不大于 5 pC。

7.4.5 4 h 电压试验

试验应在室温下进行,并应在试样的导体和金属屏蔽之间施加工频电压 4 h。

试验电压应为 20 kV。

电压应逐渐升高到规定值,在规定时间内绝缘应不发生击穿。

7.4.6 半导体屏蔽电阻率

7.4.6.1 挤包的导体和绝缘半导体屏蔽的电阻率测量,应在从新制造的电缆试样的缆芯和按 GB/T 2951.31 规定的材料相容性试验老化处理过电缆试样的缆芯上制取的试样上进行。

7.4.6.2 试验步骤应按 GB/T 12706.2—2002 中 18.1.9 的规定进行。应在导体最高工作温度±2℃范围内进行测量。

7.4.6.3 老化前和老化后,电阻率应不超过下列数值:

- 导体屏蔽:1 000 Ω·m;
- 绝缘屏蔽:500 Ω·m。

7.4.7 绝缘吸水试验

取样和试验步骤应按 GB/T 2951.13—2008 第 9 章规定进行,试验条件见表 9。

试验结果应符合表 9 的规定。

7.4.8 绝缘电阻试验

试验方法见 GB/T 12706.1—2002 中 17.1 的规定。

绝缘电阻符合表 10 的规定。

表 10 绝缘混合料的绝缘电阻

序号	试验项目和试验条件	单位	EPR	XLPE	TRXLPE
1	正常运行时导体最高温度	℃	90	90	90
2	体积电阻率 ρ				
	——正常运行时导体最高温度	Ω·cm	10 ¹²	10 ¹²	10 ¹²
3	绝缘电阻 R				
3.1	——20℃	MΩ·km	1 500	1 500	1 500
3.2	——正常运行时导体最高温度	MΩ·km	1.5	1.5	1.5

7.4.9 tanδ 试验

成品电缆试样应放置在液体槽或烘箱中加热,或者在试样的金属屏蔽层或导体或两者都通电流加热。

试样应加热至导体温度超过电缆正常运行时导体最高温度 5℃~10℃。

通过测量导体电阻,或者通过放在液体槽或烘箱内的,或放在屏蔽层表面的或等效加热的基准电缆上的温度测量装置来确定导体的温度。

应在不低于 2 kV 的交流电压下和上述规定温度下进行 tan δ 测量。

XLPE 或 TRXLPE 的 tan δ 应不大于 80×10⁻⁴,EPR 的 tan δ 应不大于 400×10⁻⁴。

7.5 非电气型式试验

7.5.1 试验项目

非电气型式试验项目见表 11。

表 11 非电气型式试验项目

试验项目	绝缘		护套		
	EPR	XLPE 或 TRXLPE	ST2	ST7	SE1
成品电缆段老化试验	×	×	×	×	×
护套低温冲击试验	—	—	×	×	×
ST2 型护套失重试验	—	—	×	—	—
ST2 型护套抗开裂试验	—	—	×	—	—
乙丙绝缘耐臭氧试验	×	—	—	—	—
ST2 型、ST7 型护套高温压力试验	—	—	×	×	—
XLPE 或 TRXLPE 绝缘收缩试验	×	—	—	—	—
ST7 型护套收缩试验	—	—	—	×	—
ST7 型护套环境应力开裂试验	—	—	—	×	—
ST7 型护套碳黑含量试验*	—	—	—	×	—
ST2 型护套不延燃试验	—	—	×	—	—
绝缘屏蔽的剥离试验**					

注：“×”表示型式试验中涉及；“*”表示仅对黑色护套进行；“* *”表示用于本标准所有电缆设计中。

7.5.2 成品电缆附加段老化试验

7.5.2.1 概述

本试验旨在检验运行中电缆绝缘及护套同其他材料接触时有无劣化倾向。

7.5.2.2 取样

应按 GB/T 2951.12—2008 第 8 章的规定在成品电缆上截取试样。

7.5.2.3 老化处理

按照 GB/T 2951.12—2008 第 8 章的规定，电缆段试样应放在空气烘箱中进行老化处理，老化温度高于导体最高工作温度(10±2)℃，时间为 7 d。

7.5.2.4 要求

老化前和老化后抗张强度与断裂伸长率中间值的变化率应不超过空气烘箱老化后的规定值。绝缘的规定值见表 5，护套的规定值见表 6。

7.5.3 护套低温冲击试验

取样和试验步骤应按 GB/T 2951.14—2008 第 8 章的规定进行，试验温度见表 7、表 8、表 12。试验结果应符合表 7、表 8、表 12 的规定。

表 12 ST7 型护套混合物的特殊性能试验要求

序号	试验项目	单位	ST7
1	密度		
2	碳黑含量(仅对于黑色护套)		
2.1	标称	%	2.5
2.2	偏差		±0.5
3	高温压力试验(GB/T 2951.31)		
	温度(误差为±2℃)	℃	115
4	收缩试验		
4.1	温度(误差为±2℃)	℃	80
4.2	加热持续时间	h	5
4.3	热循环数		5
4.4	最大收缩	%	3

表 12(续)

序号	试验项目	单位	ST7
5	低温冲击试验 温度(误差为±2℃)	℃	—25
6	耐环境应力开裂试验 失效率(步骤 A:100%,TX—10,24h,50℃)		最大 5/10
注:密度的测定仅在其他试验需要时才进行。			

7.5.4 ST2 型护套失重试验

取样和试验步骤应按 GB/T 2951.32—2008 第 8 章的规定进行。
试验结果应符合表 7 规定。

7.5.5 ST2 型护套抗开裂试验

取样和试验步骤按 GB/T 2951.31—2008 第 9 章的规定,试验温度和时间见表 7。
试验结果应符合 GB/T 2951.31—2008 第 9 章的规定。

7.5.6 乙丙绝缘耐臭氧试验

取样和试验步骤应按 GB/T 2951.21—2008 第 8 章的规定进行,臭氧浓度和试验持续时间见表 9。
试验结果应符合 GB/T 2951.21—2008 第 8 章的规定。

7.5.7 XLPE 或 TRXLPE 绝缘收缩试验

取样和试验步骤应按 GB/T 2951.13—2008 第 10 章的规定进行,试验条件见表 9。
试验结果应符合表 9 的规定。

7.5.8 ST2 型、ST7 型护套高温压力试验

取样和试验步骤应按 GB/T 2951.31—2008 第 11 章的规定进行,试验条件见表 7、表 12。
试验结果应符合 GB/T 2951.31—2008 第 11 章的规定。

7.5.9 ST7 型护套收缩试验

取样和试验步骤应按 GB/T 2951.13—2008 第 11 章的规定进行,试验条件见表 12。
试验结果应符合表 12 的规定。

7.5.10 ST7 型护套环境应力开裂试验(取自于成品电缆护套,按原材料要求进行压片试验)

按照 GB/T 2951.41 第 8 章的步骤 A 的规定进行,试验条件符合表 12 的规定。
试验结束后电缆表面应无目力可见的裂纹。

7.5.11 ST7 型护套碳黑含量测定

取样和试验步骤应按 GB/T 2951.41 第 12 章的规定进行。
试验结果应符合表 12 的规定。

7.5.12 绝缘屏蔽的剥离试验

7.5.12.1 步骤

试验应在老化前和老化后的三个试样上进行,可在三个单独的电缆试样上进行,也可在一个电缆试样上的沿圆周方向彼此间隔约 120°的三个不同位置上进行试验。

应从老化前和按 7.5.2 老化后的被试电缆上取下长度至少 250 mm 的绝缘线芯以用作试验。

在每一个试样的挤包绝缘屏蔽上从试样的一端到另一端向绝缘纵向切割成两道彼此相隔宽(10±1)mm 相互平行的刀痕。

沿平行于绝缘线芯方向(也就是剥切角近似于 180°)拉开长 50 mm、宽 10 mm 的一条形带后,将绝缘线芯垂直地装在拉力机上,用夹头夹在绝缘线芯的一端,另一端为 10 mm 条形带,夹在另一个夹头上。

拉力分别加在绝缘和 10 mm 条形带上,拉动至少约 100 mm 长的距离,在剥切角近似 180°和速度

为(250±50)mm/min 条件下进行试验。

试验温度应在(20±5)℃温度下进行。

对未老化和老化后的试样应连续记录其剥离力的数值。

7.5.12.2 要求

从老化前后的试样绝缘上剥下导电屏蔽的剥离力应不小于 4 N 和不大于 45 N,绝缘表面应无损伤,并无导电屏蔽痕迹留在绝缘上。

7.5.13 ST2 型护套不延燃试验

本试验仅适用于 ST2 型护套电缆,试验方法和要求应符合 GB/T 18380.12 规定。

7.5.14 印刷标志耐擦试验

按 GB/T 6995.3 规定的试验方法和要求进行。

8 产品验收规则、成品电缆标志及电缆包装、运输和保管

8.1 验收规则

8.1.1 产品应由制造方的质量检验部门检验合格方可出厂。每个出厂的包装件上应附有产品质量检验合格证。如果采用 TRXLPE,则应提供相应的报告。

8.1.2 按照表 13 的要求,对每种型号电缆进行检验。

表 13 验收规则

序号	项 目	条号	试验类型	试 验 方 法
1	导体直流电阻试验	7.2.2	R	见本标准 7.2.2
2	交流电压试验	7.2.3	R	见本标准 7.2.3
3	局部放电试验	7.2.4	R	GB/T 3048.12
4	导体检查	7.3.2	S	GB/T 2951.11
5	结构尺寸检查	7.3.3	S	GB/T 2951.11
6	绝缘、护套机械性能试验	7.3.4	S	GB/T 2951.12
7	ST2 型护套高温压力试验	7.3.5	S	GB/T 2951.31
8	成品电缆的低温弯曲试验	7.3.6	S	见本标准 7.3.6
9	SE1 型护套浸油试验	7.3.7	S	GB/T 2951.21
10	绝缘和 SE1 型护套的热延伸试验	7.3.8	S	GB/T 2951.21
11	弯曲试验	7.4.3	T	见本标准 7.4.3
12	局部放电试验	7.4.4	T	GB/T 3048.12
13	4 h 电压试验	7.4.5	T	见本标准 7.4.5
14	导电屏蔽电阻率	7.4.6	T	GB/T 12706.2
15	绝缘吸水试验	7.4.7	T	GB/T 2951.13
16	绝缘电阻试验	7.4.8	T	GB/T 12706.1
17	tan δ 试验	7.4.9	T	见本标准 7.4.9
18	成品电缆附加段老化试验	7.5.2	T	GB/T 2951.12
19	护套低温冲击试验	7.5.3	T	GB/T 2951.14
20	ST2 型护套失重试验	7.5.4	T	GB/T 2951.32
21	ST2 型护套抗开裂试验	7.5.5	T	GB/T 2951.31
22	乙丙绝缘耐臭氧试验	7.5.6	T	GB/T 2951.21
23	XLPE 或 TRXLPE 绝缘收缩试验、	7.5.7	T	GB/T 2951.13

表 13(续)

序号	项 目	条号	试验类型	试 验 方 法
24	ST2 型、ST7 型护套高温压力试验	7.5.8	T	GB/T 2951.31
25	ST7 型护套收缩试验	7.5.9	T	GB/T 2951.13
26	ST7 型护套环境应力开裂试验	7.5.10	T	GB/T 2951.41
27	ST7 型护套碳黑含量测定	7.5.11	T	GB/T 2951.41
28	绝缘屏蔽的剥离试验	7.5.12	T	见本标准 7.5.11
29	ST2 型护套不延燃试验	7.5.13	T	GB/T 18380.12、 GB/T 18380.13
30	印刷标志耐擦试验	7.5.14	T	GB/T 6995.3

8.2 标志

8.2.1 成品电缆的护套表面应有制造厂名称、产品型号规格及额定电压的连续标志,标志应字迹清楚、容易辨识、耐擦。一个标志的结束和下一个标志的开始之间的距离应不超过 600 mm。

8.2.2 当订单有要求时,电缆外护套表面可印制以下附加标志:

- 代号(若有);
- 制造年份;
- 计米标志;
- 标准编号。

8.2.3 喷印标志应具有持久性。使用浸水棉花或布料轻轻擦拭 10 次后,标志应仍能辨识。喷印标志应使用与护套有明显区别的颜色,以易于辨识。成品电缆标志应符合 GB/T 6995.3 规定。

8.3 电缆包装、运输和保管

8.3.1 电缆应妥善包装在符合 JB/T 8137 规定要求的电缆盘上交货。

电缆端头应可靠密封,伸出盘外的电缆端头应加保护罩,伸出的长度应不小于 300 mm 。重量不超过 80 kg 的短段电缆,可以成圈包装。

8.3.2 成盘电缆的电缆盘外侧的及成圈电缆的附加标签应标明:

- a) 制造厂名称或商标;
- b) 电缆型号和规格;
- c) 长度,m;
- d) 毛重,kg;
- e) 制造日期:×年×月;
- f) 表示电缆盘正确滚动方向的符号;
- g) 本标准编号。

8.3.3 运输和保管要求如下:

- a) 电缆应避免在露天存放,电缆盘不应平放;
- b) 运输中不应从高处扔下装有电缆的电缆盘,以免损伤电缆;
- c) 吊装包装件时,不应多盘同时吊装。在车辆、船舶等运输工具上,电缆盘应稳定放置,并用合适方法固定,防止互撞或翻倒。