

团 体 标 准

T/JSJXXH 012—2022

额定电压 35 kV ($U_m=40.5$ kV) 无卤低烟 B₁ 级阻燃 (耐火) 轨道交通用电力电缆

Halogen free low smoke B₁ flame retardant (fire resistant) power cables for urban rail transit at rated voltages of 35kV ($U_m=40.5$ kV)

2022-12-08 发布

2022-12-08 实施

江苏省机械行业协会 发布

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 产品代号、型号、规格与表示方法 3

5 使用特性 4

6 要求 4

7 试验条件 7

8 例行试验 8

9 抽样试验 9

10 电气型式试验 12

11 非电气型式试验 14

12 安装后的电气试验 20

13 验收规则、标志、包装和贮运 21

附录 A （规范性） 确定护层尺寸的假设计算方法 24

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。

本文件参照GB/T 12706.3—2020《额定电压1 kV ($U_n=1.2$ kV) 到35 kV ($U_n=40.5$ kV) 挤包绝缘电力电缆及附件 第3部分：额定电压35 kV ($U_n=40.5$ kV) 电缆》、GB/T 28429—2012《轨道交通1500 V及以下直流牵引电力电缆及附件》和GB 31247—2014《电缆及光缆燃烧性能分级》和编制。

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。

本文件由宝胜科技创新股份有限公司提出。

本文件由江苏省机械行业协会归口。

本文件起草单位：宝胜科技创新股份有限公司、广州地铁集团有限公司、广州地铁设计研究院有限公司、中铁二院工程集团有限责任公司、中航宝胜(四川)电缆有限公司、国家电线电缆产品质量检验检测中心(四川)、江苏金发科技新材料有限公司、苏州希普拉斯新材料有限公司。

本文件主要起草人：李明、何治新、李鲲鹏、周才发、仇家斌、杨春尧、付晓、邵海彬、徐云海、杨建、陈锦梅、邵迅之、梁兆荣。

本文件为首次发布。

额定电压 35 kV ($U_m=40.5$ kV) 无卤低烟 B₁ 级阻燃 (耐火) 轨道交通用电力电缆

1 范围

本文件规定了额定电压35 kV ($U_m=40.5$ kV) 无卤低烟B₁级阻燃 (耐火) 轨道交通用电力电缆 (以下简称“电缆”) 的术语和定义、产品代号、型号、规格及表示方法、要求、试验条件、试验方法、检验规则及标志、包装及贮运。

本文件适用于额定电压35 kV ($U_m=40.5$ kV) 交联聚乙烯绝缘无卤低烟B₁级阻燃 (耐火) 轨道交通用电力电缆。

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 2059—2017 铜及铜合金带材

GB/T 2900.10—2013 电工术语 电缆 (GB/T 2900.10—2013, IEC 60050-461: 2008, 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 (GB/T 2951.11—2008, 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 (GB/T 2951.12—2008, 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 (GB/T 2951.13—2008, 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 (GB/T 2951.14—2008, 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 (GB/T 2951.21—2008, 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 (GB/T 2951.31—2008, IEC 60811-3-1: 1985, IDT)

GB/T 3048.10—2007 电线电缆电性能试验方法 第10部分: 挤出护套火花试验

GB/T 3048.12—2007 电线电缆电性能试验方法 第12部分: 局部放电试验

GB/T 3048.13—2007 电线电缆电性能试验方法 第13部分: 冲击电压试验 (GB/T 3048.13—2007, IEC 60230: 1966, IEC 60060-1: 1989, MOD)

GB/T 3956—2008 电缆的导体 (GB/T 3956—2008, IEC 60228: 2004, IDT)

GB/T 6995.1—2008 电线电缆识别标志方法 第1部分: 一般规定

GB/T 6995.3—2008 电线电缆识别标志方法 第3部分: 电线电缆识别标志

GB/T 7113.2—2014 绝缘软管 第2部分：试验方法（GB/T 7113.2—2014，IEC 60684-2：2003，MOD）

GB/T 11091—2014 电缆用铜带

GB/T 12527—2008 额定电压1 kV及以下架空绝缘电缆

GB/T 12706.1—2020 额定电压1 kV（ $U_n=1.2$ kV）到35 kV（ $U_n=40.5$ kV）挤包绝缘电力电缆及附件 第1部分：额定电压1 kV（ $U_n=1.2$ kV）和3 kV（ $U_n=3.6$ kV）电缆（GB/T 12706.1—2020，IEC 60502-1：2004，AMD 1：2009，MOD）

GB/T 12706.3—2020 额定电压1 kV（ $U_n=1.2$ kV）到35 kV（ $U_n=40.5$ kV）挤包绝缘电力电缆及附件 第3部分：额定电压35 kV（ $U_n=40.5$ kV）电缆

GB/T 16927.1—2011 高电压试验技术 第1部分：一般试验要求（GB/T 16927.1—2011，IEC 60060-1：2010，MOD）

GB/T 17650.1—2021 取自电缆或光缆的材料燃烧时释出气体的试验方法 第1部分：卤酸气体总量的测定（GB/T 17650.1—2021，IEC 60754-1：2019，IDT）

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：用测量pH值和电导率来测定气体的酸度（GB/T 17650.2—2021，IEC 60754-2：2019，IDT）

GB/T 17651.2—2021 电缆或光缆在指定条件下燃烧的烟密度测定 第2部分：试验步骤及要求（GB/T 17651.2—2021，idt IEC 61034-2：2019，IDT）

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 1 kW预混合型火焰试验方法（GB/T 18380.12—2022，IEC 60332-1-2：2015，IDT）

GB/T 18380.33—2022 电缆和光缆在火焰条件下的燃烧试验 第33部分：垂直安装的成束电线电缆火焰垂直蔓延试验 A类（GB/T 18380.33—2022，idt IEC 60332-3-22：2018，IDT）

GB/T 19216.11—2003 在火焰条件下电缆或光缆的线路完整性试验 第11部分：试验装置——火焰温度不低于750℃的单独供火（GB/T 19216.11—2003，IEC 60331-11：1999，IDT）

GB/T 19666—2019 阻燃和耐火电线电缆或光缆通则

GB/T 20285—2006 材料产烟毒性危险分级

GB/T 28427—2012 电气化铁路27.5 kV单相交流交联聚乙烯绝缘电缆及附件

GB 31247—2014 电缆及光缆燃烧性能分级

GB/T 31248—2014 电缆或光缆在受火条件下火焰蔓延、热释放和产烟特性的试验方法

JB/T 8137—2013（所有部分） 电线电缆交货盘

JB/T 10696.3—2007 电线电缆机械和物理性能试验方法 第3部分：弯曲试验

JB/T 10696.6—2007 电线电缆机械和理化性能试验方法 第6部分：挤出外套刮磨试验

JB/T 10696.9—2011 电线电缆机械和理化性能试验方法 第9部分：白蚁试验

JB/T 10696.10—2011 电线电缆机械和理化性能试验方法 第10部分：大鼠啃咬试验

YD/T 322—2013 铜芯聚乙烯绝缘铝塑综合护套市内通信电缆

TICW 8—2012 额定电压6 kV（ $U_n=7.2$ kV）到35 kV（ $U_n=40.5$ kV）挤包绝缘耐火电力电缆

IEC 60229：2007 电缆 具有特殊保护作用的挤包外护套的试验（Electric cables—Tests on extruded oversheaths with a special protective function）

3 术语和定义

GB/T 2900.10—2013、GB/T 12706.3—2020、GB/T 19666—2019和GB 31247—2014界定的术语和定义适用于本文件。

4 产品代号、型号、规格与表示方法

4.1 代号

4.1.1 性能特征代号

- W——无卤
- D——低烟
- U——低毒
- Z——单根阻燃
- B₁——燃烧性能B₁级
- ZA——阻燃A类
- N——耐火
- FY——防蚁
- FSY——防鼠蚁
- FSYZ——防鼠蚁、防紫外线

4.1.2 材料及结构特征代号

- T（省略）——铜导体
- YJ——交联聚乙烯绝缘
- Y——聚烯烃内护套
- 6——非磁性金属带铠装
- 3——聚烯烃外护套

4.2 产品型号与命名

产品型号与命名符合表1规定。

表1 型号与命名

型号	名称
FY-WDZB ₁ -YJY63	铜芯交联聚乙烯绝缘非磁性金属带铠装聚烯烃护套防蚁无卤低烟阻燃、燃烧性能 B ₁ 级轨道交通通用电力电缆
FSY-WDZB ₁ -YJY63	铜芯交联聚乙烯绝缘非磁性金属带铠装聚烯烃护套防鼠蚁无卤低烟阻燃、燃烧性能 B ₁ 级轨道交通通用电力电缆
FSYZ-WDZB ₁ -YJY63	铜芯交联聚乙烯绝缘非磁性金属带铠装聚烯烃护套防鼠蚁防紫外线无卤低烟阻燃、燃烧性能 B ₁ 级轨道交通通用电力电缆
FY-WDZB ₁ N-YJY63	铜芯交联聚乙烯绝缘非磁性金属带铠装聚烯烃护套防蚁无卤低烟阻燃耐火、燃烧性能 B ₁ 级轨道交通通用电力电缆
FSY-WDZB ₁ N-YJY63	铜芯交联聚乙烯绝缘非磁性金属带铠装聚烯烃护套防鼠蚁无卤低烟阻燃耐火、燃烧性能 B ₁ 级轨道交通通用电力电缆
FSYZ-WDZB ₁ N-YJY63	铜芯交联聚乙烯绝缘非磁性金属带铠装聚烯烃护套防鼠蚁防紫外线无卤低烟阻燃耐火、燃烧性能 B ₁ 级轨道交通通用电力电缆
FY-WDZA-B ₁ -YJY63	铜芯交联聚乙烯绝缘非磁性金属带铠装聚烯烃护套防蚁无卤低烟阻燃 A 类、燃烧性能 B ₁ 级轨道交通通用电力电缆

表1（续）

型号	名称
FSY-WDZA-B ₁ -YJY63	铜芯交联聚乙烯绝缘非磁性金属带铠装聚烯烃护套防鼠蚁无卤低烟阻燃 A 类、燃烧性能 B ₁ 级轨道交通用电力电缆
FSYZ-WDZA-B ₁ -YJY63	铜芯交联聚乙烯绝缘非磁性金属带铠装聚烯烃护套防鼠蚁防紫外线无卤低烟阻燃 A 类、燃烧性能 B ₁ 级轨道交通用电力电缆
FY-WDZAN-B ₁ -YJY63	铜芯交联聚乙烯绝缘非磁性金属带铠装聚烯烃护套防鼠蚁无卤低烟阻燃 A 类耐火、燃烧性能 B ₁ 级轨道交通用电力电缆
FSY-WDZAN-B ₁ -YJY63	铜芯交联聚乙烯绝缘非磁性金属带铠装聚烯烃护套防鼠蚁无卤低烟阻燃 A 类耐火、燃烧性能 B ₁ 级轨道交通用电力电缆
FSYZ-WDZAN-B ₁ -YJY63	铜芯交联聚乙烯绝缘非磁性金属带铠装聚烯烃护套防鼠蚁防紫外线无卤低烟阻燃 A 类耐火、燃烧性能 B ₁ 级轨道交通用电力电缆
注：当需方要求电缆具有GB/T 19666—2019规定的低毒性能时，在型号中加“U”表示，示例：FSY-WDUZB ₁ N-YJY63。	

4.3 规格

产品规格见表2。

表2 规格

型号	额定电压 kV	芯数	导体标称截面积 mm ²
FY-WDZB ₁ -YJY63、FSY-WDZB ₁ -YJY63、FSYZ-WDZB ₁ -YJY63 FY-WDZB ₁ N-YJY63、FSY-WDZB ₁ N-YJY63、FSYZ-WDZB ₁ N-YJY63 FY-WDZA-B ₁ -YJY63、FSY-WDZA-B ₁ -YJY63、FSYZ-WDZA-B ₁ -YJY63 FY-WDZAN-B ₁ -YJY63、FSY-WDZAN-B ₁ -YJY63、FSYZ-WDZAN-B ₁ -YJY63	21/35 26/35	1	50~800

4.4 产品表示方法

产品用型号、规格及本文件编号表示，且在B₁代号后面用括号给出燃烧滴落物/微粒等级、烟气毒性等级和腐蚀性等级等附加信息标识。

示例1：铜导体，交联聚乙烯绝缘，非磁性金属带铠装，聚烯烃护套，防鼠蚁无卤低烟阻燃耐火、燃烧性能 B₁ 级轨道交通用电力电缆，额定电压 26/35 kV，1 芯，导体标称截面积 400 mm²，B₁ 级阻燃的燃烧滴落物/微粒等级为 d₁ 级，烟气毒性等级为 t₀ 级，腐蚀性等级为 a₁ 级，表示为：FSY-WDZB₁ (d₁, t₀, a₁) N-YJY63-26/35 1×400 T/JSJXXH 012—2022。

示例2：铜导体，交联聚乙烯绝缘，非磁性金属带铠装，聚烯烃护套，防鼠蚁无卤低烟阻燃 A 类、燃烧性能 B₁ 级轨道交通用电力电缆，额定电压 26/35 kV，1 芯，导体标称截面积 300 mm²，B₁ 级阻燃的燃烧滴落物/微粒等级为 d₀ 级，烟气毒性等级为 t₀ 级，腐蚀性等级为 a₁ 级，表示为：FSY-WDZA-B₁ (d₀, t₀, a₁) -YJY63-26/35 1×300 T/JSJXXH 012—2022。

5 使用特性

电缆使用特性如下：

- 额定电压 U_0/U 为 21/35 kV、26/35 kV；
- 电缆弯曲半径应符合 GB/T 12706.3—2020 附录 G 的规定。

6 要求

6.1 导体

导体应为符合GB/T 3956—2008的第2种不镀金属层退火铜导体。第2种导体也可以是纵向阻水结构。

6.2 绝缘

6.2.1 材料

绝缘应采用表3规定的交联聚乙烯绝缘料。

表3 绝缘混合物电缆的导体最高温度

绝缘混合料	代号	导体最高温度 ℃	
		正常运行时	短路时（最长持续 5 s）
交联聚乙烯	XLPE	90	250

6.2.2 厚度

绝缘标称厚度应符合GB/T 12706.3—2020的规定，导体和绝缘外面的任何隔离层或半导体屏蔽层的厚度不包括在绝缘厚度内。

6.3 屏蔽

6.3.1 概述

电缆屏蔽包括导体屏蔽、绝缘屏蔽和金属屏蔽，屏蔽结构及性能要求符合GB/T 12706.3—2020的规定。

6.3.2 导体屏蔽

导体屏蔽应为挤包的半导体层。挤包的半导体层应和绝缘紧密结合，其与绝缘层的界面应光滑，无明显绞线凸纹，不应有尖角、颗粒、烧焦或擦伤的痕迹。

6.3.3 绝缘屏蔽

绝缘屏蔽应由非金属半导体层与金属层组合而成，每根绝缘线芯上应直接挤包与绝缘线芯紧密结合的非金属半导体层，其与绝缘层的界面应光滑，不应有尖角、颗粒、烧焦或擦伤的痕迹；也可在每根绝缘线芯上包覆一层半导体带。当制造方声明采用的挤包半导体绝缘屏蔽为可剥离型时，应进行绝缘可剥离性试验。

金属屏蔽层应包覆在每根绝缘线芯的外面，并应符合6.4的规定。

6.4 金属屏蔽

金属屏蔽应由一根或多根铜带、铜丝的同心层或铜丝与铜带的组合结构组成，结构符合GB/T 12706.3—2020的规定。

铜带屏蔽应由一根重叠绕包的软铜带组成，其原材料要求符合GB/T 11091—2014的规定。铜带标称厚度不应小于0.12 mm，最小厚度不小于标称值的90%。重叠绕包铜带间标称搭盖率为铜带宽度的15%，最小搭盖率不应小于5%。

铜丝屏蔽应由疏绕的软铜线组成，表面可采用反向绕包的铜丝或铜带扎紧。相邻铜丝的平均间隙不应大于4 mm。金属屏蔽中铜丝屏蔽的总电阻，适用时应符合GB/T 3956—2008要求。铜丝屏蔽的标称截面积应根据故障电流容量确定。

6.5 防水层

6.5.1 概述

电缆应具有防水层。

根据使用场合环境不同可采用不同防水结构，可直接在屏蔽层外挤包一层聚烯烃或聚乙烯为基材的材料，也可采用铝塑粘结结构或绕包阻水带等其他防水层结构形式。

注：铝塑粘结结构是在纵包的铝塑带外紧密的挤包一层粘结的聚乙烯或聚乙烯为基材的护套，护套应与铝塑带牢固粘接，形成一个完整的铝-塑粘接防水层。

6.5.2 挤包防水层

在屏蔽层外挤包一层以聚烯烃或聚乙烯为基材的结构时，其标称厚度 t_{ep} 应按式（1）计算：

$$t_{ep} = 0.02D_B + 0.6 \dots\dots\dots (1)$$

式中：

t_{ep} ——挤包防水层标称厚度，单位为毫米（mm）

D_B ——挤包塑料护层前的假设直径（见附录A），单位为毫米（mm）。

当采用铝塑粘结结构时，铝塑带标称厚度不应小于0.20 mm，其搭盖宽度应符合表4的规定，搭盖应粘接密封。粘结护套可挤包聚烯烃或聚乙烯为基材的材料，其标称厚度为1.2 mm，其任一点最小测量值不应小于1.0 mm。

表4 铝塑带搭盖宽度

纵包前假设直径 d mm	搭盖宽度 mm
$d \leq 50.0$	≥ 6
$d > 50.0$	≥ 8

6.5.3 绕包防水层

电缆可采用绕包防水层。

防水层应由和电缆相适应的、非导电性阻水带绕包而成，绕包应平整。阻水带标称厚度不应小于0.20 mm。

6.6 隔火层

隔火层采用挤包无卤低烟阻燃型材料或其它适当材料。

注：如有需要，可在隔火层外绕包适当包带。

6.7 铠装

非磁性金属带铠装可采用铜带、非磁性不锈钢带等非磁性材料，其结构符合GB/T 12706.3—2020的规定。

当采用非磁性不锈钢带铠装时，应螺旋绕包两层，使外层金属带的中间部位大致在内层金属带间隙上方，每层金属带间隙率不应大于50%。金属带标称厚度不应小于表5中的数值。

当采用铜带铠装时，采用一层标称厚度不小于0.12 mm的黄铜带重叠绕包，铜带间的搭盖率为铜带宽度的15%（标称值），最小搭盖率不应小于5%，黄铜带性能应符合GB/T 2059—2017中H62的要求。

注：经买卖双方协商，铠装也可采用其它非磁性金属材料。

表5 非磁性不锈钢带标称厚度

铠装前假设直径 mm		非磁性不锈钢带标称厚度 mm
>30.0	≤70.0	0.5
>70.0	—	0.8

6.8 外护套

6.8.1 概述

护套前允许挤包或绕包具有无卤低烟不延燃材料。
外护套表面应平整，色泽基本均匀，断面无目力可见气孔。
外护套应经受GB/T 3048.10—2007规定的火花试验。
外护套颜色通常为黑色，当买卖双方达成协议，允许采用其他颜色。

6.8.2 材料

外护套采用表6规定的热塑性无卤低烟阻燃聚烯烃护套料。

表6 热塑性无卤低烟阻燃聚烯烃护套混合物电缆的导体最高温度

护套混合料	代号	正常运行时导体最高温度 ℃
热塑性无卤低烟阻燃聚烯烃	ST ₈	90

6.8.3 厚度

外护套标称厚度 t_{os} 应按式（2）计算：

$$t_{os} = 0.035D_{os} + 1.0 \dots\dots\dots (2)$$

式中：
 t_{os} ——外护套标称厚度，单位为毫米(mm)；
 D_{os} ——挤包护套前电缆的假设直径，单位为毫米(mm)。

7 试验条件

7.1 试验温度

除非另有规定，试验应在环境温度（20±15）℃下进行。

7.2 工频试验电压的频率和波形

工频试验电压的频率应为49 Hz~61 Hz；波形基本上为正弦波，应为有效值。

7.3 冲击电压试验的波形

按GB/T 3048.13—2007的规定，冲击波的有效波前时间为1 μ S~5 μ S，标称半峰值时间在40 μ S~60 μ S之间。其他方面应符合GB/T 16927.1—2011的规定。

8 例行试验

8.1 概述

例行试验通常应在每一个电缆制造长度上进行。根据购买方和制造方达成的质量控制协议，可以减少试验电缆的根数。

本文件要求的例行试验为：

- a) 导体电阻测量（见 8.2）；
- b) 局部放电试验（见 8.3）；
- c) 电压试验（见 8.4）。

8.2 导体电阻

应对例行试验中的每一根电缆长度所有导体进行测量。

成品电缆或从成品电缆上取下的试样，应在保持适当温度的试验室内至少存放12 h后测量。若怀疑导体温度是否与室温一致，电缆应在试验室内存放24 h后测量。也可选取另一种方法，即将导体试样浸在温度可以控制的液体槽内，至少浸入1 h后测量电阻。

电阻测量值应按GB/T 3956—2008规定的公式和系数校正到20 $^{\circ}$ C下1 km长度的数值。

8.3 局部放电试验

应按GB/T 3048.12—2007规定进行局部放电试验，试验灵敏度应为5 pC或更优。

试验电压应逐步升高到 $2U_0$ 并保持10 s，然后缓慢降低到 $1.73U_0$ 。

在 $1.73U_0$ 下，应无任何有被试电缆产生的超过声明试验灵敏度的可检测到的放电。

注：被试电缆的任何放电都可能有害。

8.4 电压试验

8.4.1 试验步骤

试验电压应施加在导体与金属屏蔽之间。

8.4.2 试验电压

交流电压试验可任选以下程序进行例行电压试验：

- $3.5U_0$ ，5 min；
- $2.5U_0$ ，30 min。

对应额定电压的单相试验电压值见表7。

在任何情况下，电压都逐渐升高到规定值。

8.4.3 要求

绝缘应无击穿。

表7 例行试验电压

额定电压 U_0 kV	21		26	
	3.5 U_0	2.5 U_0	3.5 U_0	2.5 U_0
试验电压 kV	73.5	53	91	65

9 抽样试验

9.1 概述

本文件要求的抽样试验包括：

- a) 导体检查（见 9.3）；
- b) 尺寸检查（见 9.4、9.5、9.8 和 9.9）；
- c) 4 h 电压试验（见 9.6）；
- d) 绝缘热延伸试验（见 9.7）。

9.2 抽样试验频度

9.2.1 导体检查和尺寸检查

导体检查、绝缘和护套厚度测量以及外径测量应在每一批相同型号和规格电缆中的一根制造长度的电缆上进行，但不应超过合同长度数量的10%。

9.2.2 电气和物理试验

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。若无协议，对于总长度超过4 km的电缆，应按表8进行。

表8 抽样试验的样品数量

电缆交货长度 km	试样数	电缆交货长度 km	试样数
4<L≤20	1	40<L≤60	3
20<L≤40	2	余类推	余类推

9.2.3 复试

如果任一试样不符合第9章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。必须两个附加试样都合格时，则该批电缆才可视为符合本文件要求。如果有一个试样不合格，则认为该批电缆不符合本文件要求。

9.3 导体

应采用检查或可行的测量方法检查导体结构是否符合GB/T 3056—2008规定。

9.4 绝缘、护套厚度及电缆外径的测量

9.4.1 概述

试验方法应符合GB/T 2951.11—2008第8章规定。

为试验而选取的每根电缆长度应从电缆的一端截取一段电缆来代表,如果必要,应将可能损伤的部分电缆先从该端截除。

9.4.2 对绝缘的要求

每一段绝缘线芯,最小测量值修约到0.1 mm后,不应低于规定标称值的90%再减去0.1 mm,见式(3):

$$t_{i\min} \geq 0.9t_{in} - 0.1 \quad (3)$$

式中:

$t_{i\min}$ ——绝缘厚度最小测量值,单位为毫米(mm);

t_{in} ——绝缘标称厚度,单位为毫米(mm)。

同时,还应符合式(4)的规定:

$$\frac{t_{i\max} - t_{i\min}}{t_{i\max}} \leq 0.10 \quad (4)$$

式中:

$t_{i\max}$ ——绝缘厚度的最大测量值,单位为毫米(mm);

9.4.3 对外护套的要求

外护套厚度最小测量值修约到0.1 mm后,不应低于规定标称值的80%再减去0.2 mm,见式(5):

$$t_{s\min} \geq 0.80t_{sn} - 0.2 \quad (5)$$

式中:

$t_{s\min}$ ——绝缘厚度最小测量值,单位为毫米(mm);

t_{sn} ——绝缘标称厚度,单位为毫米(mm)。

9.4.4 对电缆外径的要求

如果要求测量电缆外径,应按GB/T 2951.11—2008规定进行。

9.5 铠装金属带的测量

9.5.1 测量方法

应使用具有两个直径为5 mm平测头,精度为±0.01 mm的千分尺进行测量。对带宽为40 mm及以下的金属带应在宽度中央测其厚度;对更宽的带子应在距其每一边缘20 mm处测量,取其平均值作为金属带厚度。

9.5.2 要求

铠装金属带的尺寸低于6.6中给出标称尺寸的量值不应超过10%。

9.6 4 h 电压试验

9.6.1 取样

试验终端之间的一根成品电缆长度应至少为5 m。

9.6.2 步骤

在室温下，每一相导体与金属屏蔽之间应施加工频交流电压4 h。

9.6.3 试验电压

试验电压为 $4U_0$ ，对应于标准额定电压的试验电压值见表9。

表9 抽样试验电压

额定电压 U_0 kV	21	26
试验电压 kV	84	104

试验电压应逐渐升高到规定值，并持续4 h。

9.6.4 要求

绝缘不应发生击穿。

9.7 绝缘热延伸试验

9.7.1 步骤

抽样和试验步骤应按GB/T 2951.21—2008第9章规定进行。

试验条件见表10规定。

表10 绝缘机械物理性能

序号	试验项目	单位	性能要求
1	老化前机械性能		
1.1	抗张强度，最小值	N/mm^2	12.5
1.2	断裂伸长率，最小值	%	200
2	空气箱老化试验		
2.1	试验条件：温度（偏差 $\pm 3\text{ K}$ ） 时间	$^{\circ}\text{C}$ h	135 168
2.2	老化后抗张强度变化率，最大值	%	± 25
2.3	老化后断裂伸长率变化率，最大值	%	± 25
3	热延伸试验		
3.1	试验条件：空气温度（偏差 $\pm 3\text{ K}$ ） 机械应力	$^{\circ}\text{C}$ N/cm^2	200 20
3.2	负载下伸长率，最大值	%	175
3.3	冷却后永久伸长率，最大值	%	15
4	吸水试验 重量法		
4.1	试验条件：试验温度（偏差 $\pm 2\text{ K}$ ） 持续时间	$^{\circ}\text{C}$ h	85 336
4.2	重量变化，最大值	mg/cm^2	1

表10（续）

序号	试验项目	单位	性能要求
5	收缩试验		
5.1	标志间长度 L	mm	200
5.2	温度（偏差±3 K）	℃	130
5.3	时间	h	1
5.4	收缩率，最大值	%	4

9.7.2 要求

试验结果应符合表10规定。

9.8 绕包搭盖率测量

在样品上选择5个连续节距分别测量5次搭盖率，取其中最小值作为测试结果。

搭盖率测量和计算见GB/T 12706.1—2020附录C。

铜带屏蔽最小搭盖率应符合GB/T 12706.3—2020的规定，铜带铠装最小搭盖率应符合6.6的规定。

9.9 绕包间隙率测量

在每层样品上选择5个连续节距分别测量5次间隙率，取其平均值作为测试结果。多层间隙绕包时，应分别在每层测试。

间隙率测量和计算见GB/T 12706.1—2020附录C。

铠装金属带绕包间隙率应符合GB/T 12706.3—2020的规定。

10 电气型式试验

10.1 概述

具有特定电压和导体截面一种型式的电缆通过了本文件的型式试验后，对于具有其他导体截面和/或额定电压的电缆型式批准仍然有效，只要满足下列3个条件：

- a) 绝缘和半导体屏蔽材料以及所采用制造工艺相同；
- b) 导体截面积不大于已试电缆，但是如果已试电缆的导体截面积为 $95 \text{ mm}^2 \sim 630 \text{ mm}^2$ （含）之间，那么 630 mm^2 及以下的所有电缆也有效；
- c) 额定电压不高于已试电缆。

型式批准与导体材料无关。

从成品电缆中取长度为10 m到15 m长的电缆试样按10.2进行试验。

除10.3另有规定外，所有10.2所列的试验应依次在同一试样上进行。

10.10规定的半导体屏蔽电阻率测量，应在另外试样上进行。

10.2 试验的正常顺序

试验的正常顺序应是：

- a) 弯曲试验及随后的局部放电试验（见 10.4、10.5）；
- b) $\tan \delta$ 测量（见 10.6）；
- c) 热循环试验及随后的局部放电试验（见 10.7）；
- d) 冲击电压试验及随后的工频电压试验（见 10.8）；

e) 4 h 电压试验（见 10.9）。

10.3 特殊规定

$\tan \delta$ 测量可以在没有按 10.2 规定的正常试验顺序作过试验的另一个试样进行。

电缆试验项目 10.2e) 可取一个新的试样进行，但该试样应预先进行过 10.2 中的 a) 项和 c) 项试验。

10.4 弯曲试验及随后的局部放电试验

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，然后松开展直，再在相反方向上重复此过程。

此操作应循环进行 3 次。

弯曲试验用圆柱直径不应大于：

$$20(D+d) \times (1+5\%)$$

式中：

D——电缆外径，单位为毫米（mm），按 9.4.4 测量；

d——导体的实测直径，单位为毫米（mm）。

本试验完成后，试样应立即进行局部放电试验，并应符合 10.5 规定。

10.5 局部放电试验

应按 GB/T 3048.12—2007 进行局部放电试验，试验灵敏度应为 5 pC 或更优。

试验电压逐渐升高到 $2U_0$ 并保持 10 s，然后缓慢降到 $1.73U_0$ 。

在 $1.73U_0$ 下，应无任何由被试电缆产生的超过声明试验灵敏度的可检测到的放电。

注：被试电缆的任何放电都可能有害。

10.6 $\tan \delta$ 测量

成品电缆试样应采用下述方法之一加热：

——试样应放置在液体槽或烘箱中；

——或者在试样的金属屏蔽层或导体或两者都通电流加热。

试样加热至导体温度或者超过电缆正常运行时导体最高温度 5 K 到 10 K。

每一方法中，导体的温度或者通过测量导体电阻确定，或者用放在液体槽、烘箱内或放在屏蔽层表面上，或放在与被测电缆相同的另一根基准电缆上的测温装置进行测量。

在交流电压不低于 2 kV 和上述规定的温度下进行 $\tan \delta$ 测量，测量数值不应高于 10×10^{-4} 。

10.7 加热循环试验及随后的局部放电试验

将经过上述各项试验后的试样放在实验室的地面上展开，并在试样导体上通以电流，直至导体达到稳定温度，此温度应超过电缆正常运行时导体最高温度 5 K 到 10 K。

加热循环应持续 8 h，在每一加热过程中，导体应达到规定温度后至少维持 2 h，随后应在空气中自然冷却至少 3 h，使导体温度不超过环境温度 10 K。

此循环应重复 20 次。

第 20 个循环后，试样应进行局部放电试验，试验结果应符合 10.5 规定。

10.8 冲击电压试验及随后的电压试验

试验应在超过电缆正常运行时导体最高温度 5 K 到 10 K 的温度下进行。

按 GB/T 3048.13—2007 规定的步骤施加冲击电压，其电压峰值为 200 kV。

注：也可采用供方与买方商定的其他数值。

电缆的每一根绝缘线芯应经受10次正极性和10次负极性冲击电压后不击穿。

在冲击电压试验后，电缆试样的每一根绝缘线芯应在室温下进行 $2.5U_0$ ，15 min工频电压试验，绝缘不应发生击穿。

10.9 4 h 电压试验

试验应在室温下进行，并应在试样的导体和屏蔽之间施加工频交流电压4 h。

试验电压应为 $4U_0$ ，电压应逐渐升高到规定值，绝缘不应发生击穿。

10.10 半导体屏蔽电阻率

10.10.1 概述

挤包的导体和绝缘半导体屏蔽电阻率，应从电缆绝缘线芯上取下的试样上进行测量，绝缘线芯应分别取自刚制造好的电缆样品和按11.5规定的材料相容性试验方法进行过老化处理的电缆样品。

10.10.2 步骤

试验应按GB/T 12706.3—2020附录D规定的步骤进行。

应在电缆正常运行时导体最高温度 ± 2 K范围内进行测量。

10.10.3 要求

在老化前和老化后，电阻率不应超过下列数值：

——导体屏蔽： $1000 \Omega \cdot \text{m}$ ；

——绝缘屏蔽： $500 \Omega \cdot \text{m}$ 。

11 非电气型式试验

11.1 绝缘厚度测量

11.1.1 取样

应从每一根绝缘线芯上取一个试样。

11.1.2 步骤

按GB/T 2951.11—2008中8.1规定进行。

11.1.3 要求

见9.4.2条规定。

11.2 外护套厚度测量

11.2.1 取样

每根电缆取一个样品。

11.2.2 步骤

应按GB/T 2951.11—2008中8.2规定进行测量。

11.2.3 要求

见9.4.3条规定。

11.3 老化前后绝缘的机械性能试验

11.3.1 取样

应按GB/T 2951.11—2008中9.1规定进行取样和制备试片。

11.3.2 老化处理

应在表10规定的条件下按GB/T 2951.12—2008中8.1的规定进行老化处理。

11.3.3 预处理和机械性能试验

应按GB/T 2951.11—2008中9.1规定进行预处理和机械性能的试验。

11.3.4 要求

未经老化和老化后试片的试验结果均应符合表10的要求。

11.4 老化前后护套的机械性能试验

11.4.1 取样

应按GB/T 2951.11—2008中9.2规定进行取样和制备试片。

11.4.2 老化处理

应在表11规定的条件下，按GB/T 2951.12—2008中8.1的规定进行老化处理。

11.4.3 预处理和机械性能试验

应按GB/T 2951.11—2008中9.2规定进行预处理和机械性能的试验。

表11 外护套机械物理性能

序号	试验项目	单位	性能要求
1	老化前机械性能		
1.1	抗张强度，最小值	N/mm ²	9.0
1.2	断裂伸长率，最小值	%	125
2	老化后机械性能		
2.1	处理条件：温度（偏差±2 K）	℃	100
	时间	h	168
2.2	老化后抗张强度，最小值	N/mm ²	9.0
	老化后抗张强度变化率，最大值	%	±40
2.3	老化后断裂伸长率，最小值	%	100
	老化后断裂伸长率变化率，最大值	%	±40

表11（续）

序号	试验项目	单位	性能要求
3	低温性能试验		
3.1	低温拉伸试验		
	试验温度（偏差±2 K）	℃	-15
	最小伸长率	%	20
3.2	低温冲击试验		
	试验温度（偏差±2 K）	℃	-15
	试验结果	—	不开裂
4	高温压力试验		
4.1	试验条件：温度（偏差±2 K）	℃	80
	时间	h	6
4.2	压痕深度，最大值	%	50
5	吸水试验 重量法		
5.1	试验条件：试验温度（偏差±2 K）	℃	70
	持续时间	h	24
5.2	重量变化，最大值	mg/cm ²	10
6	抗开裂试验（热冲击）		
6.1	试验条件：试验温度（偏差±3 K）	℃	150
	持续时间	h	1
6.2	试验结果	—	不开裂
7	人工气候老化性能 ^a		
7.1	处理条件：持续时间	h	1008
7.2	试验结果：		
7.2.1	a) 0 h~1008 h		
	抗张强度变化率，最大值	%	±30
	断裂伸长率变化率，最大值	%	±30
7.2.2	b) 504 h~1008 h		
	抗张强度变化率，最大值	%	±15
	断裂伸长率变化率，最大值	%	±15
^a 该试验仅用于具有相关性能的电缆。			

11.4.4 要求

对于未老化和经老化后的试片，试验结果应符合表11的要求。

11.5 成品电缆的附加老化试验

11.5.1 概述

本试验旨在检验运行中电缆绝缘和护套与电缆中其它电缆部件接触时是否有劣化倾向。

11.5.2 取样

应按GB/T 2951.12—2008中8.1.4规定从成品电缆上截取样品。

11.5.3 老化处理

应按GB/T 2951.12—2008中8.1.4的规定在空气烘箱中进行电缆样品的老化处理，老化条件如下：

——温度：100℃±2℃；

——周期：168 h。

11.5.4 机械性能试验

将从老化后电缆上取下的绝缘和护套试样按GB/T 2951.12—2008中8.1.4规定进行机械性能试验。

11.5.5 要求

老化前后抗张强度与断裂伸长率中间值的变化率，不应超过表10中对绝缘和表11中对护套空气烘箱老化后的规定值。

11.6 绝缘和护套吸水试验

11.6.1 步骤

应按GB/T 2951.13—2008中9.2规定取样和进行试验，试验条件应符合表10对绝缘和表11对护套的规定。

11.6.2 要求

试验结果应符合表10对绝缘和表11对护套的要求。

11.7 绝缘收缩试验

11.7.1 步骤

应按GB/T 2951.13—2008中第10章规定取样和进行试验，试验条件应符合表10的规定。

11.7.2 要求

试验结果应符合表10的要求。

11.8 绝缘热延伸试验

应按9.7规定取样和进行试验，并符合其要求。

11.9 护套的高温压力试验

11.9.1 步骤

应按GB/T 2951.31—2008中第8章规定进行高温压力试验，试验条件参见表11。

11.9.2 要求

试验结果应符合表11规定。

11.10 护套的低温性能试验

11.10.1 步骤

应按GB/T 2951.14—2008中第8章规定取样和进行试验，试验条件见表11。

11.10.2 要求

试验结果应符合表11规定。

11.11 护套的抗开裂试验（热冲击试验）

11.11.1 步骤

应按GB/T 2951.31—2008中第9章规定取样和进行试验，试验温度和加热持续时间见表11。

11.11.2 要求

试验结果应符合表11的规定。

11.12 B₁级燃烧性能试验

11.12.1 试验条件

应按GB/T 31248—2014、GB/T 17651.2—2021和GB/T 18380.12—2022中规定取样和进行试验。

11.12.2 要求

试验结果应符合GB 31247—2014燃烧性能B₁级的规定，同时应给出相应的附加信息，附加信息要求不应低于GB 31247—2014中5.2、5.3和5.4规定的d₁级、t₀级及a₁级。

11.13 成束燃烧试验

阻燃A类型电缆应进行本试验。

成品电缆应按GB/T 18380.33—2022的规定进行A类成束燃烧试验，其要求应符合GB/T 19666—2019的规定。

11.14 耐火试验

11.14.1 概述

耐火型电缆应进行本试验。

11.14.2 试验条件

耐火试验热源采用符合GB/T 19216.11—2003中5.2规定的喷灯装置。

火焰温度（ 750^{+50}_0 ）℃，推荐供火时间为90 min。

注：耐火试验热源和火焰温度可由供需双方协议商定。

11.14.3 试验步骤

电缆耐火试验按TICW 8—2012附录B的规定的试验步骤进行耐火试验，且在供火过程中对电缆持续施加U₀电压。

11.14.4 要求

绝缘应无击穿。

注：任何假击穿应排除，如试验终端表面闪络放电或内部放电现象等。

11.15 金属箔粘结强度试验

具有铝塑粘接结构的电缆应进行试验。

电缆按GB/T 12706.3—2020附录F的规定进行金属箔粘结强度和金属箔搭接处的粘结强度试验，并符合其要求。

11.16 铝塑粘结护层的完整性试验

具有铝塑粘接结构的电缆应进行试验。

取试样长度3 m，按YD/T 322—2013中4.9.3.7.2规定方法进行试验，并符合其要求。

11.17 透水试验

当制造方声称采用了纵向阻水屏障电缆的设计时，应进行透水试验。本试验的目的是满足地下埋设电缆的要求，而不适用于水下电缆。

本试验用于下列电缆设计：

- a) 在金属层附近有阻水屏障；
- b) 沿着导体具有纵向阻水屏障。

其阻水性能应通过GB/T 12706.3—2020附录E的规定。

11.18 浸水试验

按GB/T 28427—2012中10.8规定进行径向防水试验，试验结果应符合其要求。

11.19 防鼠试验

防鼠型电缆应进行本试验。

成品电缆应按JB/T 10696.10—2011规定的试验方法进行防鼠试验，防鼠性能应至少达到啃咬深度不大于护层厚度的1/2，护层表面未被咬穿的要求。

11.20 防蚁试验

防蚁型电缆应进行本试验。

成品电缆应按JB/T 10696.9—2011规定的“实验群体法”进行防白蚁试验，试验结果应达到蛀蚀等级1级的要求。

11.21 耐紫外线性能试验

耐紫外线型电缆应进行本试验。

电缆应按GB/T 12527—2008附录A规定的试验方法进行紫外光试验，试验结果应符合表12规定。

11.22 酸气含量

11.22.1 步骤

成品电缆按GB/T 17650.1—2021规定的步骤进行试验。

11.22.2 要求

试验结果应符合表12的要求。

表12 无卤混合料特殊性能试验要求

序号	试验项目	单位	要求
1	酸气含量试验 溴和氯含量（以 HCl 表示），最大值	%	0.5
2	氟含量试验 氟含量，最大值	%	0.1

11.23 氟含量试验

11.23.1 步骤

成品电缆按GB/T 7113.2—2014规定的步骤进行试验。

11.23.2 要求

试验结果应符合表12的要求。

11.24 低毒性能试验

低毒型电缆应进行本试验。

成品电缆应按GB/T 19666—2019附录C规定的方法进行低毒性能试验，并符合其要求。

11.25 绝缘屏蔽的可剥离性试验

当制造方声明采用的挤包半导电绝缘屏蔽为可剥离型时，应进行本试验。

对绝缘屏蔽层进行可剥离试验，试验方法及步骤见GB/T 12706.3—2020中19.23的规定。

要求从老化前后试样绝缘上剥下挤包半导电屏蔽的剥离力不应小于4 N和不应大于45 N，绝缘表面应无损伤，并无半导电屏蔽痕迹留在绝缘上。

11.26 挤包外护套刮磨试验

当需方要求时，进行本试验。

试样经10.4规定的弯曲试验后，应按JB/T 10696.6—2007进行刮磨试验。

把经过短路磨试验的试样，在室温下浸入0.5%（重量比）氯化钠和大约0.1%（重量比）非离子型表面活性剂水溶液中至少24 h。

将金属屏蔽和铠装作为负极，在负极和盐溶液之间施加直流电压20 kV，历时1 min，然后施加雷电冲击电压20 kV，正负极性各10次，试样应不击穿。

把试样从溶液中取出，剥下包含刮磨部位的1 m长护套，用肉眼观察护套内外表面，应无裂缝和开裂。

11.27 印刷标志耐擦拭试验

按GB/T 6995.1—2008规定的试验方法和要求进行。

12 安装后的电气试验

12.1 概述

试验应在电缆和及其附件安装完成后进行。

宜按照12.2进行外护套的直流电压试验，并在有要求时按照12.3进行绝缘试验，对于只进行外护套的直流电压试验的情况，可以用双方认可的质量保证程序代替绝缘试验。

12.2 外护套的直流电压试验

应在电缆的每相金属套或金属屏蔽与接地之间施加IEC 60229：2007第5章规定的直流电压及持续时间。

为有效试验，应使外护套外表面接地良好。外护套上的导电层有助于达到目的。

12.3 绝缘试验

按双方达成协议，可采用下列a)或b)项交流电压进行：

- a) 电压波形应基本是正弦波，频率应为 20 Hz～300 Hz，试验电压为 $2U_0$ ，持续 60 min；
- b) 作为替代，在导体与金属屏蔽间施加正常系统额定电压 U_0 ，持续 24 h。

注1：交流电压试验期间，可同时监测 $\tan \delta$ 和（或）局部放电。

注2：对已运行电缆线路，可采用较低电压和/或较短的时间进行试验。试验的电压和时间与已运行时间、环境条件、击穿历史以及试验目的相关，由供方与买方协商确定。

13 验收规则、标志、包装和贮运

13.1 验收规则

产品由制造方的质量检验部门检验合格后方能出厂，每个出厂的包装上应有产品质量检验合格证。产品应按表13规定的试验项目进行试验验收。

表13 试验项目及方法

序号	试验项目	符合文件条文号	试验类型	试验方法
1	导体直流电阻试验	8.2	R	GB/T 12706.3—2020
2	局部放电试验	8.3	R	GB/T 3048.12—2007
3	交流电压试验	8.4	R	GB/T 12706.3—2020
4	结构和尺寸检查			
4.1	导体结构	9.3	S	GB/T 12706.3—2020
4.2	绝缘厚度	9.4.2、11.1	T, S	GB/T 2951.11—2008
4.3	护套厚度	9.4.3、11.2	T, S	GB/T 2951.11—2008
4.4	铠装	9.5	S	GB/T 12706.3—2020
4.5	铜带绕包搭盖率	9.8	S	GB/T 12706.1—2020
4.6	铠装绕包间隙率	9.9	S	GB/T 12706.1—2020
5	4 h 电压试验	9.6、10.9	T, S	GB/T 12706.3—2020
6	绝缘热延伸试验	9.7、11.8	T, S	GB/T 2951.21—2008
7	弯曲试验及随后的局部放电试验	10.4、10.5	T	JB/T 10696.3—2007 GB/T 3048.12—2007
8	$\tan \delta$ 测量	10.6	T	GB/T 12706.3—2020
9	加热循环试验及随后的局部放电试验	10.7	T	10.7 和 GB/T 3048.12—2007
10	冲击电压试验及随后的电压试验	10.8	T	GB/T 3048.13—2007 GB/T 12706.3—2020

表13（续）

序号	试验项目	符合文件条文号	试验类型	试验方法
11	半导体屏蔽电阻率	10.10	T	GB/T 12706.3—2020
12	老化前后绝缘机械性能试验	11.3	T	GB/T 2951.11—2008 GB/T 2951.12—2008
13	老化前后护套机械性能试验	11.4	T	GB/T 2951.11—2008 GB/T 2951.12—2008
14	成品电缆的附加老化试验	11.5	T	GB/T 2951.11—2008 GB/T 2951.12—2008
15	绝缘和护套吸水试验	11.6	T	GB/T 2951.13—2008
16	绝缘收缩试验	11.7	T	GB/T 2951.13—2008
17	护套高温压力试验	11.9	T	GB/T 2951.31—2008
18	护套低温性能试验	11.10	T	GB/T 2951.14—2008
19	护套抗开裂试验	11.11	T	GB/T 2951.31—2008
20	B ₁ 级燃烧性能试验	11.12	T	GB/T 31248—2014 GB/T 17651.2—2021 GB/T 18380.12—2022 GB/T 20285—2006 GB/T 17650.2—2021
21	成束燃烧试验 ^a	11.13	T	GB/T 18380.33—2022
22	耐火试验 ^b	11.14	T	TICW 8—2012
23	金属箔粘结强度试验 ^c	11.15	T	GB/T 12706.3—2020
24	铝塑粘结护层的完整性试验 ^c	11.16	T	YD/T 322—2013
25	透水试验 ^d	11.17	T	GB/T 12706.3—2020
26	浸水试验	11.18	T	GB/T 28427—2012
27	防鼠试验 ^e	11.19	T	JB/T 10696.10—2011
28	防蚁试验 ^e	11.20	T	JB/T 10696.9—2011
29	耐紫外线性能试验 ^e	11.21	T	GB/T 12527—2008
30	酸气含量试验	11.22	T	GB/T 17650.1—2021
31	氟含量试验	11.23	T	GB/T 7113.2—2014
32	低毒性能试验 ^e	11.24	T	GB/T 19666—2019
33	绝缘屏蔽可剥离试验 ^f	11.25	T	GB/T 12706.3—2020
34	挤包外护套刮磨试验 ^g	11.26	T	JB/T 10696.6—2007
35	印刷标志耐擦拭试验	11.27	T	GB/T 6995.1—2008
^a 仅适用于阻燃 A 类型电缆。 ^b 仅适用于耐火型电缆。 ^c 仅适用于具有铝塑粘接结构的电缆。 ^d 仅适用于具有纵向阻水屏障的电缆。 ^e 仅适用于具有相关性能的电缆。 ^f 仅适用于挤包半导体绝缘屏蔽为可剥离型电缆。 ^g 仅用需方要求时进行。				

13.2 标志

电缆标志应符合GB/T 6995.3—2008的规定，在电缆外护套上应有电缆型号、额定电压及厂名、长度等标志。一个完整标志的末端和下一个完整标志的始端之间的距离不应超过500 mm，标志应字迹清楚、容易辨认、耐擦。

如需方有特殊要求时，同供需双方协商确定。

13.3 包装

电缆应妥善包装在符合JB/T 8137—2013规定的电缆盘上交货，电缆端头应可靠密封，伸出盘外的电缆端头应密封保护。

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

- a) 制造厂名和商标；
- b) 电缆型号及规格：单位为平方毫米，千伏特（ mm^2 ，kV）；
- c) 长度：单位为米（m）；
- d) 毛重：单位为千克（kg）；
- e) 制造日期： 年 月；
- f) 表示电缆盘正确放置方向的符号；
- g) 本文件编号。

13.4 运输和储存

电缆应避免露天长期存放，电缆盘不允许平放。

运输中严禁从高处扔下装有电缆的电缆盘，严禁机械损伤电缆。

吊装包装件时，严禁几盘同时吊装，在船舶、车辆等运输工具上电缆应放稳，并用合适方法固定，防止互撞和翻倒。

电缆严禁与酸、碱及矿物油类接触，应与这些有腐蚀性的物质隔离存放。

附 录 A
(规范性)
确定护层尺寸的假设计算方法

A.1 概述

采用下述规定的电缆各种护层厚度的假设计算方法，是为了保证消除在单独计算中引领的任何差异，例如由于导体尺寸的假设以及标称直径和实际直径之间不可避免的差异。

所有厚度值和直径都应修约到一位小数，数值修约应符合GB/T 12706.3—2020附录B的规定。

A.2 方法

A.2.1 导体

不考虑任何形状和紧压程度如何，每一标称截面导体的假设直径（ d_L ）由表A.1给出。

表A.1 导体的假设直径

导体标称截面积 mm ²	d_L mm	导体标称截面积 mm ²	d_L mm
50	8.0	240	17.5
70	9.4	300	19.5
95	11.0	400	22.6
120	12.4	500	25.2
150	13.8	630	28.3
185	15.3	800	31.9

A.2.2 绝缘线芯

任何绝缘线芯的假设直径（ D_c ）应按式（A.1）计算：

$$D_c = d_L + 2t_{in} + 3.0 \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：

- D_c ——绝缘线芯假设直径，单位为毫米（mm）；
- t_{in} ——绝缘的标称厚度，单位为毫米（mm）。

A.2.3 金属屏蔽

由于金属屏蔽使直径增加的数值如表A.2规定。

表A.2 金属屏蔽使直径的增加值

金属屏蔽的标称截面积 mm ²	直径的增加值 mm	金属屏蔽的标称截面积 mm ²	直径的增加值 mm
10	0.8	95	2.4
16	1.1	120	2.7
25	1.2	150	3.0
35	1.4	185	4.0
50	1.7	240	5.0
70	2.0	300	6.0

如果金属屏蔽的标称截面积介于表A.2所列数据的两数之间，那么取这两个标称值中较大数值所对应的直径增加值。

如果有金属屏蔽层，上表中规定的屏蔽层面积应按公式（A.2）或式（A.3）计算：

a) 金属带屏蔽

$$S_{mn} = n_t \times t_t \times W_t \dots\dots\dots (A.2)$$

式中：

- S_{mn} ——屏蔽层计算截面积，单位为平方毫米（mm²）；
- n_t ——金属带根数；
- t_t ——单根金属带的标称厚度，单位为毫米（mm）；
- W_t ——单根金属带的标称宽度，单位为毫米（mm）。

当屏蔽总厚度小于0.15 mm时，直径增加值为零；
一层金属带重叠绕包屏蔽或两层金属带搭盖绕包屏蔽，屏蔽总厚度为金属带厚度的两倍；

b) 金属丝屏蔽（包括-反向扎线，若存在）

$$S_{mn} = \frac{n_w \times d_w^2 \times \pi}{4} + n_h \times t_h \times W_h \dots\dots\dots (A.3)$$

式中：

- n_w ——金属丝根数；
- d_w ——单根金属丝标称直径，单位为毫米（mm）；
- n_h ——反向扎带根数；
- t_h ——厚度大于0.3 mm的反向扎带的厚度，单位为毫米（mm）；
- W_h ——反向扎带的标称宽度，单位为毫米（mm）。

A.2.4 防水层

防水层的假设直径（ D_f ）应按式（A.4）或式（A.5）或式（A.6）计算：

A.2.4.1 具有铝塑粘结结构的电缆

$$D_f = D_B + 2t_{ap} + 2t_{bs} \dots\dots\dots (A.4)$$

式中：

- D_f ——防水层假设直径，单位为毫米（mm）；

D_B ——防水层前的假定直径，单位为毫米（mm）；

t_{ap} ——铝塑带的标称厚度，单位为毫米（mm）；

t_{bs} ——粘结护套的标称厚度，单位为毫米（mm）。

A. 2. 4. 2 直接挤包塑料护层的电缆

$$D_f = D_B + 2t_{ep} \dots\dots\dots (A. 5)$$

式中：

t_{ep} ——塑料护层的标称厚度，单位为毫米（mm）；

A. 2. 4. 3 绕包防水层

$$D_f = D_B + 2t_{Lb} \dots\dots\dots (A. 6)$$

式中：

t_{Lb} ——包带的标称厚度，单位为毫米（mm）；

A. 2. 5 隔火层

隔火层的直径（ D_G ）应按式（A. 7）计算：

$$D_G = D_f + 4.0 \dots\dots\dots (A. 7)$$

式中：

D_G ——隔火层假设直径，单位为毫米（mm）；

D_f ——隔火层前的假定直径，单位为毫米（mm）；

A. 2. 6 铠装

铠装的假设直径（ D_x ）应按式（A. 8）或式（A. 9）计算：

a) 双层金属带铠装

$$D_x = D_G + 4t_{AD} \dots\dots\dots (A. 8)$$

式中：

D_x ——铠装假设直径，单位为毫米（mm）；

t_{AD} ——铠装带标称厚度，单位为毫米（mm）。

b) 单层铜带铠装

$$D_x = D_G + 3t_c \dots\dots\dots (A. 9)$$

式中：

t_c ——铠装带标称厚度，单位为毫米（mm）。