

T/HSXLXH

团 体 标 准

T/HSXLXH 003—2023

额定电压 6kV ($U_m=7.2$ kV) 到 35kV ($U_m=40.5$ kV) 聚丙烯绝缘电力电缆

Power cables with polypropylene insulation for rated voltages
from 6 kV ($U_m = 7.2$ kV) up to 35 kV ($U_m = 40.5$ kV)

2023 - 12 - 30 发布

2023 - 12 - 30 实施

目 次

前言	II
引言	III
1 范围	4
2 规范性引用文件	4
3 术语和定义	5
4 电压标示和材料	6
5 导体	8
6 绝缘	8
7 屏蔽	8
8 三芯电缆的缆芯、内衬层和填充	9
9 单芯或三芯电缆的金属层	10
10 金属屏蔽	10
11 同心导体	10
12 金属铠装	10
13 外护套	12
14 试验条件	13
15 例行试验	13
16 抽样试验	15
17 电气型式试验	17
18 非电气型式试验	19
19 安装后电气试验	22
20 电缆产品的补充条款	22
附录 A（规范性） 确定护层尺寸的假设计算方法	28
附录 B（规范性） 数值修约	31
附录 C（规范性） 电缆产品的补充条款	33
参考文献	36

前 言

本文件按GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第一部分：标准化文件的结构与起草规则》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专利的责任。

本文件由小熊猫线缆有限公司提出。

本文件由河北省电线电缆行业协会归口。

本文件起草单位：小熊猫线缆有限公司、东风线缆集团股份有限公司、瑞安达电缆有限公司、宇航电缆有限公司、河北华伦线缆有限公司、河北华通线缆集团有限公司、天环线缆集团有限公司、沈兴线缆集团有限公司、珠峰线缆有限公司、建业电缆集团有限公司、佰汇电缆有限公司、信泰线缆有限公司、益跃宏电缆有限公司、上进线缆有限公司、京缆电缆有限公司。

本文件主要起草人：谷世拓、曹海宁、王伟、宋春华、张保亮、王雪、朱朋飞、李宏章、段康曼、张伟晓、刘娟生、宋建昌、刘园园、高峰、刘朝雄、刘朝赛、李维豪、赵胜辉、苏运成、张超超、宿润善、屈喆园、许红芳、李松、刘红元、赵丹、刘阳、冯丹林、李冀龙、商松涛、王坤慈、翟兴贺、寇军鹏、谢广然。

引 言

本文件规定了一种适用于配电网或工业装置的额定电压6kV($U_m=7.2$ kV)到35kV($U_m=40.5$ kV)聚丙烯绝缘电力电缆。该电缆采用聚丙烯绝缘,生产过程不需要高温高压交联过程,实现在绿色环保情况下的生产。可回收再利用,可做到资源上的节约,并且该材料具备良好的绝缘电气性能、机械性能,生产效率高、制造成本更低,长期工作温度可达到105℃,在电力系统中有较好的适用性。

本文件的制定,适应了市场需求,有利于规范产品制造和用户选型。并结合聚丙烯绝缘电缆的产品特征编制而成。

额定电压 6kV ($U_m=7.2$ kV) 到 35kV ($U_m=40.5$ kV) 聚丙烯绝缘电力电缆

1 范围

本文件规定了额定电压6kV ($U_m=7.2$ kV) 到 35kV ($U_m=40.5$ kV) 聚丙烯绝缘电力电缆的电压标示和材料、产品型号和表示方法、产品结构、尺寸和试验要求、验收规则、交货长度、成品电缆的标志、产品包装、运输和贮存。

本文件适用于配电网或工业装置中固定安装的额定电压6kV ($U_m=7.2$ kV) 到 35kV ($U_m=40.5$ kV) 挤包聚丙烯绝缘电力电缆。

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 156 标准电压
- GB/T 2951.11—2008 电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法 厚度和外形尺寸测量 机械性能试验 第11部分：通用试验方法
- GB/T 2951.12—2008 电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法 热老化试验方法 第12部分：通用试验方法
- GB/T 2951.13—2008 电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法 密度测定方法 吸水试验 收缩试验 第13部分：通用试验方法
- GB/T 2951.14—2008 电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法 低温试验 第14部分：通用试验方法
- GB/T 2951.31—2008 电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法 专用试验方法 高温压力试验 抗开裂试验 第31部分：通用试验方法
- GB/T 2951.32—2008 电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法 专用试验方法 失重试验 热稳定性试验 第32部分：通用试验方法
- GB/T 2951.41—2008 电缆和光缆绝缘和护套材料通用试验方法 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 第41部分：聚乙烯和聚丙烯
- 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 3048.10 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 3048.11 电线电缆电性能试验方法 第11部分：介质损耗角正切试验
- 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 3048.13 电线电缆电性能试验方法 第13部分：冲击电压试验
- GB/T 3956 电缆的导体
- GB/T 20975（所有内容）铝及铝合金化学分析方法
- 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 7113.2 绝缘软管 第2部分：试验方法
- GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定
- GB/T 11017.2 额定电压 110 kV ($U_m=126$ kV) 交联聚乙烯绝缘电力电缆及其附件 第2部分：电缆
- GB/T 11091 电缆用铜带
- GB/T 12706.1—2020 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其附件 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

- GB/T 12706.2—2020 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 6kV($U_m=7.2$ kV)到 30 kV($U_m=36$ kV)电缆
- GB/T 12706.3—2020 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 3 部分: 额定电压 35kV($U_m=40.5$ kV)电缆
- GB/T 31840 额定电压1kV($U_m=1.2$ Kv)到35kV($U_m=40.5$ kV)铝合金芯挤包绝缘电力电缆第 1 部分:
额定电压 1 kV($U_m=1.2$ kV)和 3 kV($U_m=3.6$ kV)电缆
- GB/T 31840 额定电压1kV($U_m=1.2$ Kv)到35kV($U_m=40.5$ kV)铝合金芯挤包绝缘电力电缆第 1 部分:
第 2 部分: 额定电压 6 kV($U_m=7.2$ kV)到 30 kV($U_m=36$ kV)电缆
- GB/T 31840 额定电压1kV($U_m=1.2$ Kv)到35kV($U_m=40.5$ kV)铝合金芯挤包绝缘电力电缆第 1 部分:
第 3 部分: 额定电压 35kV($U_m=40.5$ kV)电缆
- GB/T 16927.1 高电压试验技术 第 1 部分: 一般定义及试验要求
- GB/T 16927.3 高电压试验技术 第 3 部分: 现场试验的定义及要求
- GB/T 17650.1 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 17650.2 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 17651.1 电缆或光缆在特定条件下燃烧的烟密度测定 第 1 部分:试验装置
- 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
- OGB/T 18380.11 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
- 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 1 kW 预混合型火焰试验方法
- GB/T 18380.13 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
- GB/T 18380.33 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 18380.34 电缆在火焰条件下的燃烧试验 第 34 部分: 垂直安装的成束电线电缆火焰垂直蔓延试验 B 类
- GB/T 18380.35 电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 19666 阻燃和耐火电线电缆或光缆通则
- JB/T 8137(所有部分) 电线电缆交货盘
- JB/T 8996 高压电缆选择导则
- JB/T 10696.6 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
- IEC 60229:2007 电力电缆 具有特殊保护作用的挤包外护套试验 (Electric cables—Tests on extruded oversheaths with a special protective function)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 有关尺寸值

3.1.1

标称值 nominal value

指定的量值并经常用于表格之中。

注: 在本文件中, 通常标称值引申出的量值在考虑规定公差下通过测量值进行检验。

3.1.2

近似值 approximate value

既不保证也不检查的数值。

注: 近似值可用于其他尺寸值的计算。

3.1.3

中间值 median value

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

[来源：GB/T 12706.2—2020，3.1.3]

3.2 有关试验

3.2.1

例行试验 routine tests

由制造方在成品电缆的所有制造长度上进行的试验，以检验所有电缆是否符合规定的要求。

[来源：GB/T 12706.2—2020，3.2.1]

3.2.2

抽样试验 sample tests

由制造方按规定的频度，在成品电缆试样上、或在取自成品电缆的某些部件上进行的试验，以检验电缆是否符合规定的要求。

[来源：GB/T 12706.2—2020，3.2.2]

3.2.3

型式试验 type tests

按一般商业原则对本文件所包含的一种类型电缆在供货之前所进行的试验，以证明电缆具有满足预期使用条件的满意性能。

注：该试验的特点为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，试验做过以后就不需要重做。

[来源：GB/T 12706.2—2020，3.2.3]

3.2.4

安装后电气试验 electrical tests after installation

在安装后进行的试验，用以证明安装后的电缆及其附件完好。

[来源：GB/T 12706.2—2020，3.2.4]

4 电压标示和材料

4.1 额定电压

额定电压是电缆设计和电缆性能试验用的基准电压，本文件中电缆的额定电压 $U_0/U(U_m)$ 标示如下：
 $U_0/U(U_m) = 3.6/6 (7.2) \text{ kV}$, $6/6 (7.2) \text{ kV}$, $6/10 (12) \text{ kV}$, $8.7/10 (12) \text{ kV}$, $8.7/15 (17.5) \text{ kV}$,
 $12/20 (24) \text{ kV}$, $18/20 (24) \text{ kV}$, $18/30 (36) \text{ kV}$, $21/35 (40.5) \text{ kV}$, $26/35 (40.5) \text{ kV}$ 。

在电缆的额定电压标示 $U_0/U(U_m)$ 中：

—— U_0 为电缆设计用的导体对地或金属屏蔽之间的额定工频电压；

—— U 为电缆设计用的导体之间的额定工频电压；

—— U_m 为设备可使用的“最高系统电压”的最大值（按 GB/T 156）。

对于一种给定应用电缆的额定电压应适合电缆所在系统的运行条件。为了便于选择电缆，将系统划分为以下三类：

——A 类电缆：该类系统任一相导体与地或接地导体接触时，能在 1min 内与系统分离；

——B 类电缆：该类系统可在单相接地故障时做短时运行，接地故障时间按 JB/T 8996 的规定应不超过 1 h；对于本文件包括的电缆，在任何情况下应不超过 8h 及更长的带故障运行时间；任何一年接地故障的总持续时间不应超过 125h；

——C 类电缆：包括不属于 A 类、B 类的所有系统。

在系统接地故障不能立即自动解除时，故障期间加在电缆绝缘上过高的电场强度，会在一定程度上缩短电缆寿命。如系统预期会经常地运行在持久的接地故障状态下，该系统可划为 C 类。

用于三相系统的电缆， U_0 的推荐值见表 1。

表 1 额定电压 U_0 推荐值

系统最高电压 U_m kV	额定电压 U_0 kV	
	A类、B类	C类
7.2	3.6	6.0
12.0	6.0	8.7
17.5	8.7	12.0
24.0	12.0	18.0
36.0	18.0	21.0
40.5	21.0	26.0

4.2 绝缘混合料

表2给出了本文件中绝缘混合料电缆的导体最高温度。

表2 绝缘混合料电缆的导体最高运行温度

绝缘混合料	代号	正常运行时导体最高温度 ℃	
		正常运行	短路（最长持续 5 s）
聚丙烯绝缘	P	105	250

表 2 中的温度由绝缘混合料的固有特性决定，在使用这些数据计算额定电流时其他因素的考虑也是重要的。

例如正常运行时，如果直接埋入地下的电缆按表2所示导体最高温度在连续负荷（100 %负荷因数）下运行，电缆周围土壤的热阻系数经过一定时间后，会因土壤干燥而超过原始值，因此导体温度可能会超过最高温度。如果能预料这类运行条件，应采取适当的预防措施。

关于连续负荷载流量的导则可参照 JB/T 10181。

短路温度的导则可参照 IEC 60986 IEC 61443。

4.3 护套混合料

表 3 给出了本文件中不同类型护套混合料电缆的导体最高温度。

表3 不同类型护套混合料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 ℃
聚氯乙烯（PVC）	H-105	105
无卤低烟阻燃（LSF）	H-105W	105

4.4 工作温度

4.4.1 电缆正常运行时的导体允许的长期最高温度为 105 ℃。

4.4.2 短路时（最长持续时间不应超过 5 s），电缆导体允许的最高温度为 250 ℃。

5 导体

导体应是符合GB/T 3956的第1种或第2种镀金属层或不镀金属层退火铜导体，或是第1种或是第2种铝或铝合金导体，导体也可是纵向阻水结构。其铝合金导体具体化学成分见GB/T31840.2附录A，导体的各项性能应符合GB/T31840.2中5.3和5.4的规定。

6 绝缘

6.1 材料

绝缘应为聚丙烯挤包成型材料。

6.2 绝缘厚度

绝缘标称厚度见表4。

导体或绝缘外面的任何隔离层或半导体屏蔽层的厚度不应包括在绝缘厚度之中。

表4中额定电压6/6 kV、8.7/10 kV、18/20 kV电缆分别与6/10 kV、8.7/15 kV、18/30 kV电缆结构完全相同，详见表1。

表4 聚丙烯绝缘标称厚度

导体标称 截面积 mm ²	额定电压U ₀ /U (U _n) kV 下的绝缘标称厚度 mm						
	3.6/6 (7.2)	6/6 (7.2) 6/10 (12)	8.7/10 (12) 8.7/15 (17.5)	12/20 (24)	18/20 (24) 18/30 (36)	21/35 (40.5)	26/35 (40.5)
25	2.5	3.4	4.5	—	—	—	—
35	2.5	3.4	4.5	5.5	—	—	—
50~185	2.5	3.4	4.5	5.5	8.0	9.3	10.5
240	2.6	3.4	4.5	5.5	8.0	9.3	10.5
300	2.8	3.4	4.5	5.5	8.0	9.3	10.5
400	3.0	3.4	4.5	5.5	8.0	9.3	10.5
500~1600	3.2	3.4	4.5	5.5	8.0	9.3	10.5

注1:不宜采用任何小于表中给出的导体截面积。如果需要更小截面积,可用导体屏蔽来增加导体的直径(见7.2)或增加绝缘厚度,限制在试验电压下加于绝缘的最大电场强度不超过表中给出的最小导体尺寸计算得出的场强值。

注2:对标称截面积大于1000mm²导体,可增加绝缘厚度以避免安装和运行时的机械伤害。

7 屏蔽

7.1 概述

所有电缆的绝缘线芯上应有金属屏蔽层。

单芯或三芯电缆绝缘线芯的屏蔽,应由导体屏蔽和绝缘屏蔽组成。

7.2 导体屏蔽

导体屏蔽应是非金属的半导体材料,由挤包热塑性半导体料或在导体上先包半导体带再挤包半导体料组成。挤包半导体层应与绝缘紧密结合,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。

7.3 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或可剥离的非金属的热塑性半导体层，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。

需要时，可以在每根绝缘线芯上包覆一层半导体带。

金属屏蔽层应包覆在每根绝缘线芯的外面，并应符合第 10 章的要求。

8 三芯电缆的缆芯、内衬层和填充

8.1 通用要求

三芯电缆的缆芯与电缆的额定电压有关。

8.2~8.4 不适用于有护套的单芯电缆成缆的缆芯。

8.2 内衬层和填充

8.2.1 结构

内衬层可挤包或绕包。

圆形绝缘线芯电缆只有在绝缘线芯间的间隙被填充时，才可采用绕包内衬层。挤包内衬层前可用合适的带子扎紧。

8.2.2 材料

用于内衬层和填充的材料应适应电缆的运行温度并与电缆绝缘材料相兼容。除纵向阻水型电缆外，内衬层和填充物应采用非吸湿性材料。

无卤电缆的内衬层和填充应符合表 15 规定。

8.2.3 挤包内衬层厚度

挤包内衬层的标称厚度见表 5。

表 5 挤包内衬层标称厚度

单位为毫米

缆芯假设直径		挤包内衬层标称厚度
—	≤25.0	1.0
>25.0	≤35.0	1.2
>35.0	≤45.0	1.4
>45.0	≤60.0	1.6
>60.0	≤80.0	1.8
>80.0	—	2.0

8.2.4 绕包内衬层

缆芯假设直径为 40.0mm 及以下时，绕包内衬层的标称厚度取 0.4mm；当大于 40.0mm 时，则取 0.6mm。

绕包内衬层采用单根或多根带材重叠绕包而成，不应露出缆芯或下层包带。当多根带材料绕包时，每一根均应重叠绕包。

8.3 具有统包金属层的电缆（见第 9 章）

电缆的缆芯外应包覆内衬层。内衬层和填充物应符合 8.2 规定。

如果电缆每个绝缘线芯均采用半导体屏蔽并统包金属层，其内衬层应采用半导体材料，填充物也可采用半导体材料。

统包金属层不适用于额定电压 U 为 35kV 的电缆。

8.4 具有分相金属层的电缆（见第 9 章）

各个绝缘线芯的金属层应相互接触。

若电缆分相金属屏蔽缆芯外具有另外的同样金属材料的绕包金属层（见第 9 章），电缆的缆芯外应包覆内衬层。内衬层和填充物应符合 8.2 规定。内衬层和填充物也可采用半导体材料。

当分相与统包金属层采用的金属材料不同时，应采用符合 13.2 中规定的任一种材料挤包隔离套将其隔开。

若电缆没有统包金属层（见第 9 章），只要电缆外形保持圆整，可省略内衬层。

9 单芯或三芯电缆的金属层

本文件包括以下类型的金属层：

- a) 金属屏蔽（见第10章）；
- b) 同心导体（见第11章）；
- c) 金属铠装（见第12章）。

金属层应为上述的一种或几种形式组成，包覆在单芯电缆上或三芯电缆的单独绝缘线芯上时应是非磁性的。

可采取措施使金属层周围具有纵向阻水性能。

10 金属屏蔽

10.1 结构

金属屏蔽应由一根或多根金属带、金属丝的同心层或金属丝与金属带的组合结构组成。金属屏蔽可为金属套或在统包屏蔽情况下符合10.2规定的铠装。

选择金属屏蔽材料时，应特别考虑存在腐蚀的可能性，这不仅为了机械安全，也为了电气安全。金属屏蔽绕包的搭盖和间隙应符合10.2规定。

10.2 要求

10.2.1 金属屏蔽中铜丝屏蔽的电阻，适用时应符合 GB/T 3956 规定。铜丝屏蔽的标称截面积应根据故障电流量确定。

10.2.2 铜丝屏蔽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应不大于 4mm。相邻铜丝平均间隙的定义和计算应符合 GB/T 11017.2 中 6.5.2 的规定。

10.2.3 铜带屏蔽应由一根重叠绕包的软铜带组成。重叠绕包铜带间标称搭盖率为 15%，最小搭盖率应不小于 5%。要求时，可采用其他结构。

屏蔽原材料软铜带应选择符合 GB/T 11091 规定的铜带。

铜带标称厚度为：

——单芯电缆：≥0.12mm；

——三芯电缆：≥0.10mm。

铜带的最小厚度应不小于标称值的90%。

10.2.4 额定电压 U 为 35kV 且标称截面积为 500mm^2 及以上电缆的金属屏蔽应采用铜丝屏蔽结构。

11 同心导体

11.1 结构

同心导体的间隙应符合10.2.2规定。

选用同心导体结构和材料时，应特别考虑腐蚀的可能性，这不仅为了机械安全，也为了电气安全。

11.2 要求

同心导体的尺寸、结构及其电阻值要求，应符合10.2规定。

11.3 使用

如要求采用同心导体结构，可在三芯电缆的内衬层外，对单芯电缆也可直接在半导电绝缘屏蔽层上或适当的内衬层外包覆同心导体层。

12 金属铠装

12.1 金属铠装类型

本文件铠装类型如下：

- a) 扁金属线铠装；
- b) 圆金属丝铠装；
- c) 双金属带铠装。

d) 铝合金连锁铠装

注：铝合金连锁铠装只适用于35kV以下电缆。

12.2 材料

圆金属丝或扁金属丝应为镀锌钢丝、不锈钢丝（非磁性）、铜丝或镀锡铜丝、铝丝或铝合金丝。

金属带应为镀锌钢带、不锈钢带（非磁性）、铝带或铝合金带。钢带应采用工业等级的热轧或冷轧钢带。

连锁铠装用铝合金带应符合GB/T31840.2-2015中附录C的规定。

在要求铠装钢丝层满足最小导电性的情况下，铠装层中可包含足够的铜丝或镀锡铜丝，以确保达到要求。

选择铠装材料时，尤其是铠装作为屏蔽层时，应特别考虑腐蚀的可能性，这不仅为了机械安全，也为了电气安全。

除非采用特殊结构，用于交流系统单芯电缆的铠装应采用非磁性材料。

注：用于交流系统的单芯电缆以磁性材料为主的铠装即使采用特殊结构，电缆载流量仍将大为降低。

12.3 铠装的应用

12.3.1 单芯电缆

单芯电缆的铠装层下应有挤包或绕包的内衬层，厚度应符合8.2.3或8.2.4规定。

12.3.2 三芯电缆

三芯电缆需要铠装时，铠装应包覆在符合8.2规定的内衬层上。

12.3.3 隔离套

当铠装下的金属层与铠装材料不同时，应采用13.2中规定的一种材料，挤包一层隔离套将其隔开。隔离套应经受GB/T 3048.10规定的火花试验。

如果在铠装层下采用隔离套，可代替内衬层或附加在内衬层上。

在金属层周围具有纵向阻水结构的电缆不必采用隔离套。

隔离套的标称厚度应按公式(1)计算：

$$T_s = 0.02 D_u + 0.6 \quad \dots \dots \dots (1)$$

式中：

T_s —— 隔离套标称厚度，单位为毫米（mm）；

D_u —— 隔离套前的假设直径，单位为毫米（mm）。

计算应按附录A的规定进行，计算结果应按附录B的规定修约到0.1mm。

电缆隔离套标称厚度的计算值小于1.2mm时，隔离套标称厚度取值为1.2mm。

12.4 铠装金属丝和铠装金属带的尺寸

铠装金属丝和铠装金属带应优先采用下列标称尺寸：

—— 圆金属丝（细）：直径0.8mm、1.25mm、1.6mm、2.0mm、2.5mm、3.15mm；

—— 圆金属丝（粗）：直径4.0mm；

—— 扁金属线：厚度0.8mm；

—— 钢带：厚度0.2mm、0.5mm、0.8mm；

—— 铝带或铝合金带：厚度0.5mm、0.8mm；

—— 连锁铠装用铝合金带：厚度0.5mm、0.6mm、0.7mm。

12.5 电缆直径与铠装层尺寸的关系

铠装圆金属丝的标称直径和铠装金属带的标称厚度分别见表5、表6和表7。

表5 铠装圆金属丝标称直径

单位为毫米

铠装前假设直径		铠装金属丝的标称直径
—	≤10.0	0.8
>10.0	≤15.0	1.25
>15.0	≤25.0	1.6
>25.0	≤35.0	2.0
>35.0	≤60.0	2.5
>60.0	—	3.15, 4.0

表6 铠装金属带标称直径

单位为毫米

铠装前假设直径		金属带的标称厚度	
		钢带	铝带或铝合金带
—	≤30.0	0.2	0.5
>30.0	≤70.0	0.5	0.5
>70.0	—	0.8	0.8

表7 连锁铠装用铝合金带标称厚度

电缆铠装前外径 d/mm	铝合金带的厚度/mm
—	≤20
>20	≤40
>40	—

电缆铠装前假设直径大于15.0mm时，扁金属线的标称厚度应取0.8mm。电缆假设直径为15.0mm 及以下时，不应采用扁金属线铠装。

12.6 圆金属丝或扁金属线铠装

金属丝铠装应紧密，即使相邻金属丝间的间隙很小。必要时，可在扁金属线铠装和圆金属丝铠装外疏绕一条标称厚度最小为0.3mm的镀锌钢带，钢带厚度的偏差应符合16.6.3规定。

采用粗圆金属丝铠装时，当铠装下隔离套或内衬层的标称厚度计算值小于2.0mm时，隔离套或内衬层的标称厚度应取值为2.0mm。

12.7 双金属带铠装

当采用双金属带铠装和符合8.2规定的绕包内衬层时，内衬层应采用包带垫层加强。如果铠装金属带厚度为0.2mm，内衬层和附加包带垫层总厚度按8.2的标称值再加0.5mm；如果铠装金属带厚度大于0.2mm，内衬层和附加包带垫层总厚度按8.2的规定值再加0.8mm。

绕包内衬层和附加包带垫层总厚度的测量值应不小于规定值的80%再减0.2mm。

金属带铠装应螺旋绕包两层，使外层金属带的中线大致在内层金属带间隙上方，每层金属带间隙率应不大于金属带宽度的50%。

13 外护套

13.1 概述

所有电缆都应具有外护套。

外护套通常为黑色，但也可按照供需双方协议采用黑色以外的其他颜色，以适应电缆使用的特定环境。

包覆在铠装、金属屏蔽或同心导体上的电缆外护套应经受GB/T3048.10规定的火花试验。

13.2 材料

外护套应为符合表3规定的热塑性材料（聚氯乙烯、无卤低烟阻燃材料）。

如果要求在火灾时电缆能阻止火焰的蔓延、发烟少以及没有卤素气体释放，应采用无卤低烟阻燃型护套材料。无卤低烟阻燃（H-105W）电缆的外护套应符合表 15 规定。

外护套应与4.4规定的电缆运行温度相适应。

在特殊条件下（例如为了防白蚁）使用的外护套，可能有必要使用化学添加剂，但这些添加剂不应包括对人类及环境有害的材料。

注：例如添加剂不希望采用的材料包括1)：

——氯甲桥萘（艾氏剂）：1、2、3、4、10、10-六氯代-1、4、4a、5、8、8a-六氢化-1、4、5、8-二甲桥萘；

——氧桥氯甲桥萘（狄氏剂）：1、2、3、4、10、10-六氯代-6、7-环氧-1、4、4a、5、6、7、8、8a-八

-1、4、5、8-二甲桥萘；

——六氯化苯（高丙体六六六）：1、2、3、4、5、6、-六氯代-环乙烷 Γ 异构体。

13.3 厚度

若无其他规定，挤包外护套标称厚度值应按公式(2)计算：

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

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）。

按公式（2）计算出的数值应按附录B的规定修约到0.1mm。

当单芯电缆外护套标称厚度的计算值小于1.4mm时，外护套标称厚度取值为1.4mm。当多芯电缆外护套标称厚度的计算值小于1.8mm时，外护套标称厚度取值为1.8mm。

14 试验条件

14.1 环境温度

除非另有规定，试验应在环境温度（20±15）℃下进行。

14.2 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；波形应基本上为正弦波，引用值为有效值。

14.3 冲击试验电压的波形

按GB/T 3048.13规定，冲击波应具有有效波前时间1 μ s~5 μ s，标称半峰值时间40 μ s~60 μ s。其它方面应符合GB/T 16927.1规定。

14.4 电缆导体温度的确定

试验中电缆导体温度的确定应符合GB/T 12706.2—2020中附录C规定。

15 例行试验

15.1 概述

例行试验通常应在每一根电缆制造长度上进行。根据供需双方达成的质量控制协议，可以减少试验电缆的根数或采用其它的试验方法。

本文件规定的例行试验正常顺序应是：

- a) 导体电阻测量（见15.2）；
- b) 局部放电试验（见15.3）；
- c) 电压试验（见15.4）；
- d) 当电缆外护套上有半导体结构时，外护套直流耐压试验（见15.5）。

15.2 导体电阻

应对例行试验中的每一根电缆长度的所有导体进行电阻测量，若有同心导体也包括在内。

成品电缆或从成品电缆上取下的试样，试验前应在保持适当温度的试验室内至少存放12 h。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。也可将导体试样放在温度可以控制的液体槽内至少1 h后测量电阻。

电阻测量值应按GB/T 3956给出的公式和系数校正到20℃下1 km长度的数值。

每一根导体20℃时的直流电阻不应超过GB/T 3956规定的相应的最大值。标称截面积适用时，同心导体的电阻也应符合GB/T 3956规定。

铝合金导体的导体直流电阻要求与相同标称截面积的铝导体一致。

15.3 局部放电试验

应按GB/T 3048.12进行局部放电试验，试验灵敏度应为10 pC或更优。

三芯电缆的所有绝缘线芯都应试验，电压施加于每一根导体和金属屏蔽之间。将试验电压逐渐升高到 $2 U_0$ 并保持10 s，然后缓慢降到 $1.73 U_0$ 。

在 $1.73 U_0$ 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。

15.4 电压试验

15.4.1 概述

电压试验应在环境温度下采用工频交流电压进行。

除非购买方另有要求，针对21/35kV、26/35kV电缆，制造方可任选以下程序进行例行电压试验：

a) $3.5 U_0$ ，5min；

b) $2.5 U_0$ ，30min。

15.4.2 单芯电缆试验步骤

单芯电缆的试验电压应施加在导体与金属屏蔽之间。

15.4.3 三芯电缆试验步骤

对分相金属屏蔽的三芯电缆，应在每一根导体与金属屏蔽层之间施加电压，持续5min。

对不分相金属屏蔽的三芯电缆，应依次在每一根绝缘导体对其它所有导体及统包金属屏蔽层之间施加试验电压，持续5min。

三芯电缆也可采用三相变压器，一次完成试验。

15.4.4 试验电压

对应额定电压的单相工频试验电压值应符合表8规定。

表8 例行试验电压

额定电压 U_0 kV	试验电压 kV
3.6	12.5
6	21
8.7	30.5
12	42
18	63
21	53 ^a
	73.5
26	65 ^a
	91

注：a 试验时间 30min。

在任何情况下，电压都应逐渐升高到规定值。

15.4.5 要求

绝缘应无击穿。

15.5 外护套耐压试验

适用时，对于外护套上有涂敷或挤包半导体层的电缆，应按IEC 60229:2007中3.1规定进行外护套直流电压试验。

16 抽样试验

16.1 概述

本文件要求的抽样试验包括：

- 导体检查（见16.4）；
- 尺寸检查（见16.5~16.7、16.9、16.10）；
- 额定电压高于3.6/6（7.2）kV电缆的电压试验（见16.8）；
- 铝合金单线的抗拉强度和断裂伸长率试验（见16.11）；
- 铝合金单线的反复弯曲性实验（见16.12）。

16.2 抽样试验的频度

16.2.1 导体检查和尺寸检查

导体检查、绝缘、屏蔽和护套厚度测量以及电缆外径的测量应在每批同一型号和规格电缆中的一根制造长度的电缆上进行，但应限制不超过合同长度数量的10%。

16.2.2 电气和物理试验

电气和物理试验应按商定的质量控制协议，在取自成品电缆的样品上进行试验。若无协议，在三芯电缆总长度大于2km或单芯电缆总长度大于4km时，应按表9数量进行试验。

表9 抽样试验样品数量

电缆长度 km				样品数
多芯电缆		单芯电缆		
>2	≤10	>4	≤20	1
>10	≤20	>20	≤40	2
>20	≤30	>40	≤60	3
余类推		余类推		余类推

16.3 复试

如果任一试样没有通过16.1的任一项试验，应从同一批中再抽取两个附加试样就不合格项目重新试验。如果两个附加试样都合格，应认为样品所取批次的电缆符合本文件要求。如果附加试样中有一个试样不合格，则认为抽取该试样的这批电缆不符合本文件要求。

16.4 导体检查

应采用检查或可行的测量方法检查导体结构是否符合GB/T3956规定。

16.5 绝缘、挤包非金属屏蔽和非金属护套厚度的测量（包括外护套、挤包隔离套和挤包内衬层）

16.5.1 通用要求

按GB/T 2951.11—2008中第8章给出的试验方法进行测量。

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

16.5.2 对绝缘的要求

每一段绝缘线芯，绝缘厚度最小测量值应不低于规定标称值的90%再减0.1mm，见公式（3），同时还应符合公式（4）的规定。

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

$$\frac{t_{\max} - t_{\min}}{t_{\max}} \leq 0.15 \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中：

t_{\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）；
 t_{imax} ——绝缘厚度最大测量值，单位为毫米（mm）。

注： t_{imax} 和 t_{imin} 在同一截面测得。

16.5.3 对非金属护套的要求

采用与外护套紧密粘结的挤包外半导体层结构时，挤包外半导体层的厚度可作为护套厚度的一部分，最多不超过0.3mm。不考虑哑铃片的制作方式，包含挤包外半导体层的护套应满足该类型护套的所有机械性能要求。

非金属护套厚度最小测量值应不小于规定标称值的80%再减0.2mm，见公式（5）：

$$t_{smin} \geq 0.8 t_{sn} - 0.2 \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中：

t_{smin} ——非金属护套厚度最小测量值，单位为毫米（mm）；

t_{sn} ——非金属护套标称厚度，单位为毫米（mm）。

16.6 铠装金属丝和金属带的测量

16.6.1 金属丝的测量

使用具有两个平测头精度为±0.01mm的千分尺来测量圆金属丝的直径和扁金属线的厚度。对圆金属丝应在同一截面上两个互成直角的位置上各测量一次，取两次测量的平均值作为金属丝的直径。

16.6.2 金属带的测量

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

16.6.3 要求

铠装金属丝和金属带的尺寸低于13.4中给出标称尺寸的量值应不超过：

——圆金属丝：5%；

——扁金属线：8%；

——金属带：10%。

16.7 外径测量

如果要求测量电缆外径，按GB/T 2951.11—2008中第8章给出的试验方法进行测量。

16.8 4h 电压试验

16.8.1 取样

试验终端之间的一根成品电缆长度应至少为5m。

16.8.2 步骤

在环境温度下，在每一导体与金属层间施加工频电压4h。

16.8.3 试验电压

试验电压按表10的规定。

表10 抽样试验电压

额定电压 U_0 kV	6	8.7	12	18	21	26
试验电压 kV	24	35	48	72	84	104

试验电压逐渐升高到规定值，并持续4 h。

16.8.4 要求

绝缘不应发生击穿。

16.9 绕包搭盖率和间隙率

按GB/T 12706.1—2020中16.10和16.11给出的试验方法测量搭盖率和间隙率。

铜带屏蔽最小搭盖率应符合10.2.3规定。

铠装金属带间隙率应符合12.7规定。

16.10 绕包内衬层和（或）包带垫层总厚度的测量

按GB/T 12706.1—2020中16.12给出的试验方法测量绕包内衬层和（或）包带垫层总厚度。绕包内衬层厚度测量值应不小于规定标称值的80%再减0.2mm。

当采用双金属带铠装时，绕包内衬层和附加包带垫层的总厚度应符合12.7规定。

16.11 铝合金单线的抗拉强度和断裂伸长率试验

16.11.1 取样

从成品电缆铝合金导体中取单线进行试验，中间线取一根，最外层取三根，其他层各取一根。

16.11.2 试验

按照GB/T4909.3中所述的实验设备和方法进行试验，单线的横截面积通过称量长度为1m的单线的重量，并按照GB/T4909.2中5.4.2的规定求得，铝合金的密度取为 $2.71\text{g}/\text{cm}^3$ 。

16.11.3 要求

试验结果取所有试件数据的最小值抗拉强度和断裂伸长率应符合GB/T31840.2中表5要求。

16.12 铝合金单线的反复弯曲性能试验

16.12.1 步骤

抽样和试验步骤按GB/T4909.5规定进行。

16.12.2 要求

试验的最小弯曲断裂次数应符合GB/T31840.2中表5要求。

17 电气型式试验

17.1 概述

具有特定电压和导体截面积的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积和/或额定电压的电缆型式批准仍然有效，只要满足下列三个条件：

- 绝缘和半导体屏蔽材料以及所采用的制造工艺相同；
- 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，则 630mm^2 及以下的所有电缆也有效；
- 额定电压不高于已试电缆。

型式批准与导体材料无关。

17.2 样品

从成品电缆中取10m~15m长的电缆试样按17.3进行试验。

17.3所列的试验应依次在同一试样上进行。

三芯电缆的每项试验或测量应在所有绝缘线芯上进行。

17.11、17.12规定的测试，应分别在另外的试样上进行。

17.3 试验顺序

试验顺序如下：

- 弯曲试验及随后的局部放电试验（见17.5和17.6）；
- 室温下 $\tan \delta$ 测量（见17.7）；
- 热循环试验、 $\tan \delta$ 测量及随后的局部放电试验（见17.8）；
- 冲击电压试验及随后的工频电压试验（见17.9）；
- 4 h电压试验（见17.10）

17.4 特殊条款

额定电压低于6/10（12）kV的电缆，不进行 $\tan \delta$ 测量。

17.5 弯曲试验

在室温下，将试样围绕试验圆柱体（例如线盘的筒体）至少一整圈，然后松开展直，再在相反方向上重复此过程。

此操作循环进行3次。

试验圆柱体的直径应不大于：

——纵包复合金属箔电缆：

- $25(d+D) \times (1+5\%)$ 单芯电缆；
- $20(d+D) \times (1+5\%)$ 三芯电缆。

——其他类型电缆：

- $20(d+D) \times (1+5\%)$ 单芯电缆；

$$15(d+D) \times (1+5\%) \quad \text{三芯电缆}$$

其中:

D—— 电缆外径, 单位为毫米 (mm), 按16.7测量;

d——导体的实测直径, 单位为毫米 (mm)。

如果导体不是圆形, 应按公式 (6) 计算:

$$d = 1.13 \sqrt{S} \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中:

S——导体标称截面积, 单位为平方毫米 (mm²)。

本试验完成后, 试样应立即进行局部放电试验, 并应符合17.6规定。

17.6 局部放电试验

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

三芯电缆的所有绝缘线芯都应试验, 电压施加于每一根导体和金属屏蔽之间。

将试验电压逐渐升高到2U₀并保持10 s, 然后缓慢降到1.73 U₀。

在1.73U₀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。

17.7 额定电压 6/10(12) kV 及以上电缆的 tan δ 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;

——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 5K~10K。

每一方法中, 导体的温度应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同样加热的参照电缆上的测温装置进行测量。

在交流电压不低于 2kV 和上述规定温度下进行 tan δ 测量。tan δ 测量值应不高于40×10⁻⁴。

17.8 热循环试验、额定电压 6/10(12) kV 及以上电缆 tan δ 的测量及随后的局部放电试验

将经过上述各项试验后的试样在试验室的地面上展开, 并在试样导体上通以电流加热, 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5K~10K。

三芯电缆的加热电流应通过所有导体。

加热循环至少持续8 h, 在每一加热过程中, 导体在达到规定温度后至少维持2 h, 随后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。

此循环重复20次。

经受热循环时, 试样按GB/T 3048.11规定进行至少一次超过导体最高温度5 K~10K时 tan δ 的测量。在交流电压U₀下, tan δ 测量值应不高于40×10⁻⁴。

第20个循环结束后, 试样应进行局部放电试验并应符合17.6规定。

17.9 冲击电压试验及随后的工频电压试验

试验应在超过电缆正常运行时导体的最高温度5 K~10 K的温度下进行。

按GB/T 3048.13规定的步骤施加冲击电压, 电压峰值应符合表11的规定。

表 11 冲击电压

额定电压U kV	6	10	15	20	30	35
试验电压峰值 kV	60	75	95	125	170	200

电缆的每一个绝缘线芯应耐受10次正极性和10次负极性冲击电压而不击穿。

在冲击电压试验后, 电缆试样的每个绝缘线芯在室温下应经受工频电压试验15min, 试验电压应符合表8 (U₀为21kV、26kV的试验电压应符合表8中2.5U₀) 规定, 绝缘不应发生击穿。

17.10 4 h 电压试验

试验应在室温下进行。

在试样的导体和金属屏蔽层之间施加工频交流电压4 h。

试验电压按表10规定。将电压逐渐升高至规定值。绝缘不应发生击穿。

17.11 半导体屏蔽电阻率

17.11.1 一般规定

挤包在导体上的和绝缘上的半导体屏蔽的电阻率，应在取自电缆绝缘线芯上的试样上进行测量，绝缘线芯应分别取自制造好的电缆样品和进行过按18.6规定的材料相容性试验老化处理后的电缆样品。

17.11.2 步骤

试验步骤按GB/T 12706.2—2020附录D进行。

在电缆正常运行时导体最高温度±2 K范围内进行测量。

17.11.3 要求

在老化前和老化后，电阻率应不超过下列数值：

——导体屏蔽：1000 $\Omega \cdot m$ ；

——绝缘屏蔽：500 $\Omega \cdot m$ 。

17.12 绝缘热稳定性试验

17.12.1 概述

为表征电缆在短路条件下，屏蔽及绝缘材料的结构尺寸、电气性能的稳定性。应进行绝缘热稳定性试验。

17.12.2 试样及安装

从整根连续电缆上取样，每段样品长度至少为10m。试验回路由单独的电缆组成，不包括电缆附件。

17.12.3 步骤

试验应在环境温度下进行。

用交流或直流电流将导体温度升到电缆最高允许短路温度，短路试验连续进行两次，升温至要求短路温度的时间不超过5s，两次短路试验短路温度持续时间分别为1s和5s，每次短路试验开始时电缆导体温度可超过环境温度5 K~10 K。

三芯电缆的加热电流应通过所有导体。

短路试验电流应确保导体温度在(250±5)℃，试验中电缆导体温度的确定参见GB/T 12706.2—2020中附录C。

短路试验正式试验前，可采用一根相同电缆开展模拟试验，以确定短路试验需施加的电流值。

17.12.4 要求

短路试验后，电缆应符合以下规定：

a) 用正常或矫正视力，观察短路试验后电缆样品两端及中部（可在c）项试验结束后，对电缆分段检查），不应存在导体屏蔽、绝缘、绝缘屏蔽的可视变化（例如导体屏蔽熔融等）；

b) 短路试验后电缆样品应进行导体屏蔽厚度、绝缘厚度和绝缘屏蔽厚度的测量，试验步骤及要求应符合16.5规定；

c) 短路试验后电缆样品应进行局部放电和交流耐压试验，试验步骤及要求应符合15.3和15.4规定。

18 非电气型式试验

18.1 概述

本文件要求的非电气型式试验项目按表12规定。

18.2 绝缘厚度测量、挤包非金属屏蔽层厚度

18.2.1 取样

从每一根绝缘线芯上各取一个样品。

18.2.2 步骤

按GB/T 2951.11—2008的8.1进行测量。

18.2.3 要求

绝缘厚度应符合16.5.2规定。

18.3 非金属护套厚度测量（包括外护套、挤包隔离套、挤包内衬层）

18.3.1 取样

取一个电缆试样。

18.3.2 步骤

按GB/T 2951.11—2008的8.2进行测量。

18.3.3 要求

应符合16.5.4规定。

18.4 老化前后绝缘的机械性能试验

18.4.1 取样

按GB/T 2951.11—2008的9.1取样和制备试片。

18.4.2 老化处理

老化处理应在表13规定的条件下，按GB/T 2951.12—2008的8.1进行。

18.4.3 预处理和机械性能试验

按GB/T 2951.11—2008的9.1进行试片的预处理和机械性能试验。

拉伸试验的夹头移动速度应为 (50 ± 5) mm/min，当有疑问时，移动速度应为 (25 ± 5) mm/min。

18.4.4 要求

试片老化前和老化后的试验结果均应符合表13规定。

当有要求时，老化后，抗张强度和断裂伸长率的变化率宜不超过 $\pm 30\%$ 。

18.5 非金属护套老化前后的机械性能试验

18.5.1 取样

按GB/T 2951.11—2008的9.2取样和制备试片。

18.5.2 老化处理

老化处理应在表14规定的条件下，按GB/T 2951.12—2008的8.1进行。

18.5.3 预处理和机械性能试验

按GB/T 2951.11—2008的9.2进行试片的预处理和机械性能试验。

18.5.4 要求

试片老化前和老化后的试验结果均应符合表14规定。

18.6 成品电缆段的附加老化试验

18.6.1 概述

本试验旨在检验电缆绝缘和非金属护套与电缆中的其他材料接触有无造成运行中的劣化倾向。本试验适用于任何类型的电缆。

18.6.2 取样

按GB/T 2951.12—2008中的8.1.4从成品电缆上截取试样。

18.6.3 老化处理

电缆样品的老化处理按GB/T 2951.12—2008中的8.1.4，在空气烘箱中进行。老化条件如下：

——温度：高于电缆正常运行时导体最高温度（见4.4.1） (20 ± 3) K；

——周期： 7×24 h。

18.6.4 机械性能试验

取自老化后电缆段试样的绝缘和护套试片，按GB/T 2951.12—2008中的8.1.4进行机械性能试验。其中绝缘拉伸试验的夹头移动速度应为 (50 ± 5) mm/min，当有疑问时，移动速度应为 (25 ± 5) mm/min。

18.6.5 要求

不应超过空气烘箱老化后的规定值（见18.4和18.5）。

绝缘应符合表13的规定值。当有要求时，老化后，绝缘的抗张强度和断裂伸长率的变化率宜不超过 $\pm 30\%$ 。

非金属护套应符合表14的规定值。

18.7 PVC 护套失重试验

18.7.1 步骤

按GB/T 2951.32—2008中的8.2取样和进行试验。

18.7.2 要求

试验结果应符合表14规定。

18.8 绝缘和非金属护套的高温压力试验

18.8.1 步骤

按 GB/T 2951.31—2008 第 8 章进行取样和试验，试验条件按表 13 或表 14 规定。

绝缘高温压力试验时，应采用带绝缘屏蔽的绝缘线芯，计算压力时绝缘试样厚度的平均值 δ 应为绝缘厚度平均值和绝缘屏蔽厚度平均值的算数平均值之和，计算压力时试样外径平均值 D 应为绝缘屏蔽后绝缘线芯平均外径。

18.8.2 要求

绝缘高温压力试验结果应符合表 15 规定，护套高温压力试验结果应符合 GB/T 2951.31—2008 中第 8 章规定。

绝缘高温压力试验结束后，应测量带绝缘屏蔽的绝缘线芯的压痕深度。

18.9 绝缘和 PVC 护套以及 LSF 护套的低温性能试验

18.9.1 步骤

按 GB/T 2951.14—2008 第 8 章进行取样和试验，试验条件按表 13 或表 14 规定。

18.9.2 要求

绝缘低温性能试验结果应符合表 13 规定，护套低温性能试验结果应符合表 14 规定。

18.10 PVC 护套和 LSF 护套抗开裂试验（热冲击试验）

18.10.1 步骤

按 GB/T 2951.31—2008 第 9 章进行取样和试验，试验条件按表 14 规定。

18.10.2 要求

试验结果应符合 GB/T 2951.31—2008 中第 9 章规定。

18.11 绝缘和 LSF 护套吸水试验

18.11.1 步骤

按 GB/T 2951.13—2008 的第 9 章进行取样和试验，试验条件按表 13 或表 14 规定。

18.11.2 要求

绝缘试验结果应符合表 13 规定，护套试验结果应符合表 14 规定。

18.12 燃烧特性试验

18.12.1 电缆的单根阻燃试验

本试验适用于 H-105 护套的电缆，且仅有特别要求时才进行试验。

对于其它材料护套的电缆，当制造方申明电缆有单根阻燃特性时应进行试验。

试验要求和方法应符合 GB/T 18380.11、GB/T 18380.12、GB/T 18380.13 的规定。

18.12.2 电缆的成束燃烧试验

本试验适用于有成束阻燃特性电缆。

应根据申明的类别进行成束阻燃试验，阻燃 A 类、阻燃 B 类、阻燃 C 类的试验要求和方法应分别符合 GB/T 18380.33、GB/T 18380.34、GB/T 18380.35 的规定。

18.12.3 烟密度试验

本试验适用于无卤低烟阻燃 H-105W 材料作为外护套的低烟电缆。

试验步骤和要求应符合 GB/T 17651.1、GB/T 17651.2 的规定。

18.12.4 酸气含量

本试验适用于无卤低烟阻燃 H-105W 材料作为外护套的无卤电缆。

按 GB/T 17650.1 给出的方法对电缆中的所有非金属材料进行试验，试验结果应符合表 15 规定。

18.12.5 pH 值和电导率试验

本试验适用于无卤低烟阻燃 H-105W 材料作为外护套的无卤电缆。

按 GB/T 17650.2 给出的方法对电缆中的所有非金属材料进行试验，试验结果应符合表 15 规定。

18.12.6 氟含量试验

本试验适用于无卤低烟阻燃 H-105 材料作为外护套的无卤电缆。

按 GB/T 7113.2 给出的方法对电缆中的所有非金属材料进行试验，试验结果应符合表 15 规定。

18.13 绝缘收缩试验

18.13.1 步骤

按 GB/T 2951.13—2008 第 10 章进行取样和试验，试验条件按表 13 规定。

18.13.2 要求

试验结果应符合表13规定。

18.14 PVC 外护套刮磨试验

18.14.1 步骤

试样经17.5规定的弯曲试验后，按JB/T 10696.6进行刮磨试验。

将经过刮磨试验的试样在室温下浸入0.5%（质量分数）氯化钠和大约0.1%（质量分数）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1min。然后施加雷电冲击电压20 kV，正负极性各10次。

18.14.2 要求

电压试验过程中，试样不应击穿。

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

18.15 透水试验

当制造商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，而不适用于水底电缆。

本试验用于下列电缆设计：

- a) 在金属层附近具有纵向阻水屏障；
- b) 沿着导体具有纵向阻水屏障。

试验装置、取样和试验步骤按GB/T 12706.2—2020附录F规定。

19 安装后电气试验

19.1 概述

试验应在电缆及其附件安装完成后进行。

宜按19.2进行外护套的直流电压试验，并在有要求时按19.3进行绝缘试验。对于只进行外护套的直流电压试验的情况，可以用供需双方认可的质量保证程序代替绝缘试验。

19.2 外护套的直流电压试验

在电缆的每相金属套或金属屏蔽与接地之间施加IEC60229:2007第5章规定的直流电压及持续时间。为了有效试验，应使外护套的全部外表面接地良好。外护套上的导电层能够帮助达到此目的。

19.3 绝缘试验

19.3.1 交流电压试验

按供需双方协议，按GB/T 16927.3的规定，可采用下列a)项或b)项或c)项交流电压试验：

- a) 在导体与金属屏蔽间施加 $2U_0$ ，频率为20 Hz~300 Hz，持续60min；
- b) 在导体与金属屏蔽间施加系统的额定电压 U_0 ，持续24 h；
- c) 在导体与金属屏蔽间施加均方根值为 $3U_0$ 的电压，频率为0.1Hz，持续15min。交流电压试验期间，可同时监测 $\tan \delta$ 和（或）局部放电。

对已运行电缆线路，可采用较低电压和/或较短时间进行试验，试验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，由供需双方协商确定。

19.3.2 直流电压试验

作为交流电压的替代，可采用直流电压 $4U_0$ ，施加15min。

直流电压试验可能对被试绝缘系统造成危险。尽可能采用19.3.1中的交流电压试验。

对已运行的电缆线路，可采用较低的电压和/或较短的时间进行试验。试验的电压和时间应考虑已运行的时间、环境条件、击穿历史以及试验目的相关，由供需双方协商确定。

20 电缆产品的补充条款

电缆产品的补充条款包括电缆型号和产品表示方法、产品验收规则、交货长度、成品电缆标志及电缆包装、运输和贮存以及产品安装条件见附录B。

表 12 非电气型式试验

序号	试验项目 (混合料代号见 4.2和4.3)	绝缘	非金属屏蔽	护套	
		P	—	PVC (H-105)	LSF (H-105W)
1	尺寸				
1.1	厚度测量	×	×	×	×
2	机械性能 (抗张强度和断裂伸长率)				
2.1	老化前	×		×	×
2.2	空气烘箱老化后	×		×	×
2.3	成品电缆段老化	×		×	×
3	热塑性能				
3.1	高温压力试验(凹痕)	×		×	×
3.2	低温性能试验	×		×	×
4	其他各类试验				
4.1	空气烘箱失重试验	—	—	×	—
4.2	热冲击试验(抗开裂)			×	×
4.3	吸水试验	×	—	—	×
4.4	收缩试验	×			
4.5	外护套刮磨试验 ^a	—	—	×	—
4.6	透水试验 ^b				
5	燃烧特性试验				
5.1	电缆单根阻燃试验			×	e
5.2	电缆成束阻燃试验	—	—	e	e
5.3	烟密度试验				f
5.4	酸气含量试验	g	g	—	×
5.5	pH值和电导率	g	g		×

表 12 非电气型式试验(续)

序号	试验项目 (混合料代号见 4.2和4.3)	绝缘	非金属屏蔽	护套	
		P	—	PVC (H-105)	LSF (H-105W)
5.6	氟含量试验	g	g		×
注 1: ×表示型式试验项目。 注 2: —表示不适用。					
<p>a 仅对额定电压U为 35 kV 的电缆适用。</p> <p>b 用于制造方申明采用纵向阻水屏障电缆的设计中。</p> <p>c 仅当制造方申明电缆有对应阻燃特性时进行。</p> <p>e 仅当制造方申明电缆有低烟特性时进行。</p> <p>f 仅当制造方申明电缆有无卤特性时进行。</p>					

表13 电缆绝缘性能要求

序号	试验项目 (混合料代号见 4.2)	单位	PP
1	老化前机械性能 (GB/T 2951.11—2008 中 9.1)		
1.1	抗张强度, 最小	N/mm ²	18
1.2	断裂伸长率, 最小	%	400
2	空气烘箱老化后机械性能 (GB/T 2951.12—2008 中 8.1)		
2.1	处理条件		
2.1.1	温度 (偏差±3 K)	°C	135
2.1.2	持续时间	h	168
2.2	老化后抗张强度, 最小	N/mm ²	15
2.3	老化后断裂伸长率, 最小	%	400
3	高温压力试验 (GB/T 2951.31—2008 中第 8 章)		
3.1	压力计算系数 k	—	0.7
3.2	温度 (偏差±2 K)	°C	130
3.3	时间	h	6
3.4	最大压痕深度	%	10
4	低温性能试验 (GB/T 2951.14—2008 中第 8 章) 未经老化前进行试验		
4.1	哑铃片的低温拉伸试验		
4.1.1	温度 (偏差±2 K)	°C	-25
4.1.2	断裂伸长率, 最小	%	20

表 13 电缆绝缘性能要求 (续)

序号	试验项目 (混合料代号见 4.2)	单位	PP
5	吸水试验 (GB/T 2951.13—2008 中 9.2 重量法)		
5.1	温度 (偏差±2 K)	℃	85
5.2	持续时间	h	336
5.3	重量最大增量	mg/cm ²	0.5
6	收缩试验 (GB/T 2951.13—2008 中第 10 章)		
6.1	标志间长度 L	mm	200
6.2	温度 (偏差±3 K)	℃	130
6.3	持续时间	h	1
6.4	最大允许收缩率	%	4

表 14 电缆护套性能要求

序号	试验项目 (混合料代号见 4.3)	单位	H-105	H-105W
1	老化前机械性能 (GB/T 2951.11—2008 中 9.2)			
1.1	抗张强度, 最小	N/mm ²	12.5	9.0
1.2	断裂伸长率, 最小	%	150	125
2	空气烘箱老化后机械性能 (GB/T 2951.12—2008 中 8.1)			
2.1	处理条件			
2.1.1	温度 (偏差±2 K)	℃	135	135
2.1.2	持续时间	h	168	168
2.2	老化后抗张强度, 最小	N/mm ²	12.5	9.0
2.3	老化后抗张强度变化率 ^a , 最大	%	±25	±40
2.4	老化后断裂伸长率, 最小	%	150	100
2.5	老化后断裂伸长率变化率 ^a , 最大	%	±25	±40
3	高温压力试验 (GB/T 2951.31—2008 中第 8 章)			
3.1	温度 (偏差±2 K)	℃	90	80
4	低温性能试验 ^b (GB/T 2951.14—2008 中第 8 章) 未经老化前进行试验			

4.1	哑铃片的低温拉伸试验			
4.1.1	温度 (偏差±2 K)	℃	-15	-15
4.1.2	断裂伸长率, 最小	%	20	20

表 14 电缆护套性能要求 (续)

序号	试验项目 (混合料代号见 4.3)	单位	H-105	H-105W
5	空气烘箱中失重试验 (GB/T 2951.32—2008 中 8.2)			
5.1	温度 (偏差±2 K)	℃	135	—
5.2	持续时间	h	168	
5.3	最大允许失重量	mg/cm ²	1.5	—
6	热冲击试验 (GB/T 2951.31—2008 中第 9 章)			
6.1	温度 (偏差±3 K)	℃	150	150
6.2	持续时间	h	1	1
7	吸水试验 (GB/T 2951.13—2008 中 9.2 重量法)			
7.1	温度 (偏差±2 K)	℃		70
7.2	持续时间	h	—	24
7.3	重量最大增量	mg/cm ²		10
8	收缩试验 (GB/T 2951.13—2008 中第 11 章)			
8.1	温度 (偏差±3 K)	℃		
8.2	加热持续时间	h	—	—
8.3	热循环次数	—		
8.4	最大允许收缩率	%	—	—
9	碳黑含量 (仅对于黑色护套) (GB/T 2951.41—2008 中 第 11 章)			
9.1	标称值	%	—	—
9.2	偏差	%		

表 15 无卤电缆的特殊性能要求

序号	试验项目	单位	要求
1	酸气含量试验 (GB/T 17650.1)		
1.1	溴和氯含量 (以 HCL 表示), 最大值	%	0.5
2	pH 值和电导率 (GB/T 17650.2)		

2.1	pH值, 最小值	-	4.3
2.2	电导率, 最大值	$\mu\text{S}/\text{mm}$	10
3	氟含量试验 (GB/T 7113.2)		
3.1	氟含量, 最大值	%	0.1

全国团体标准信息平台

附录 A (规范性) 确定护层尺寸的假设计算方法

A.1 概述

电缆护层如护套和铠装，其厚度通常与电缆标称直径有一个“阶梯表”的关系。

有时候会产生一些问题，计算出的标称直径不一定与生产出的电缆实际尺寸相同。在边缘情况下，如果计算直径稍有偏差，护层厚度与实际直径不相符合，就会产生疑问。不同制造方的成型导体尺寸变化、计算方法不同会引起标称直径不同和由此导致使用在基本设计相同的电缆上的护层厚度不同。

为了避免这些麻烦，而采取假设计算方法。这种计算方法忽略形状和导体的紧压程度而根据导体标称截面积、绝缘标称厚度和电缆芯数，利用公式来计算假设直径。这样护套厚度和其它护层厚度都可以通过公式或表格而与假定直径有了相应的关系。假设直径计算的方法明确规定，使用的护层厚度是唯一的，它与实际制造中的细微差别无关。这就使电缆设计标准化，可预先计算每一个导体截面的护层厚度尺寸。

假设直径仅用来确定护套和电缆护层的尺寸，不是代替精确计算标称直径所需的实际过程，实际标称直径计算应分开计算。

采用下述规定的电缆各层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起的任何差异，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按附录 B 中规则修约到一位小数。

扎带（例如反向螺旋绕包在铠装外的扎带）如果不厚于 0.3mm，在此方法中忽略。

A.2 方法

A.2.1 导体

不考虑形状和紧压程度如何，每一标称截面积导体的假设直径（ 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
25	5.6	185	15.3
35	6.7	240	17.5
50	8.0	300	19.5
70	9.4	400	22.6
95	11.0	500	25.2
120	12.4	630	28.3
150	13.8	800	31.9

A.2.2 绝缘线芯

任何绝缘线芯的假设直径（ D_c ）应按公式（A.1）计算：

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

式中：

D_c ——绝缘线芯假设直径，单位为毫米（mm）；

d_L ——导体假设直径，单位为毫米（mm）；

t_{in} ——绝缘的标称厚度，单位为毫米（mm）（见表 6）

如果采用金属屏蔽或同心导体，则应根据 A.2.5 考虑增大绝缘线芯的标称直径。

A.2.3 缆芯直径

缆芯的假设直径（ D_f ）应按公式（A.2）计算：

$$D_f = B \cdot D_c \quad \dots\dots\dots (A.2)$$

式中：

Df——缆芯假设直径，单位为毫米（mm）；

B——三芯电缆的成缆系数，数值为 2.16。

A.2.4 内衬层

内衬层的直径（D_B）应按公式（A.3）计算：

$$D_B = D_f + 2t_B \quad \dots\dots\dots (A.3)$$

式中：

D_B——内衬层假设直径，单位为毫米（mm）；

t_B——计算公式中的厚度，单位为毫米（mm）。

t_B 假设值规定如下：

——缆芯的假设直径 D_f 为 40mm 及以下，t_B =0.4，单位为毫米（mm）；

——缆芯的假设直径 D_f 大于 40mm，t_B =0.6，单位为毫米（mm）。

t_B 假设值应用于：

a) 三芯电缆：无论有无内衬层；无论内衬层为挤包还是绕包。

当有一个符合 13.3.3 规定的隔离套代替或附加在内衬层上时，应按式（A.6）计算。 b) 单芯电缆：无论有挤包还是绕包的内衬层。

A.2.5 同心导体和金属屏蔽

由于同心导体和金属屏蔽使直径增加的数值应符合表 A.2 规定。

表 A.2 同心导体和金属屏蔽使直径的增加值

同心导体或金属屏蔽的标称截面积mm ²	直径的增加值mm	同心导体或金属屏蔽的标称截面积mm ²	直径的增加值mm
1.5	0.5	50	1.7
2.5	0.5	70	2.0
4	0.5	95	2.4
6	0.6	120	2.7
10	0.8	150	3.0
16	1.1	185	4.0
25	1.2	240	5.0
35	1.4	300	6.0

如果同心导体或金属屏蔽的标称截面积介于表 A.2 所列数据的两数值之间，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，表 A.2 中规定的屏蔽层标称截面积应按公式（A.4）或公式（A.5）计算： a) 金属带屏蔽

$$S_{mn} = n_t \times t_t \times W_t \quad \dots\dots\dots (A.4)$$

式中：

S_{mn}——屏蔽层标称截面积，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 0.15mm 时，直径增加值为零。

屏蔽总厚度规定如下：

——单根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；

——金属带纵包屏蔽时，如果搭盖率小于 30%，屏蔽总厚度为金属带的厚度；如果搭盖率达到或超过 30%，屏蔽总厚度为金属带厚度的两倍。

b) 金属丝屏蔽（包括一反向扎线，若有）

.....(A. 5)

式中:

- nw——金属丝根数;
- dw——单根金属丝直径, 单位为毫米 (mm);
- nh——反向扎带根数;
- th——厚度大于 0.3mm 的反向扎带的厚度, 单位为毫米 (mm);
- Wh——反向扎带的宽度, 单位为毫米 (mm)。

A. 2.6 隔离套

隔离套的假设直径 (Ds) 应按公式 (A. 6) 计算:

$$D_s = D_u + 2t_{ss} \quad \text{.....(A. 6)}$$

式中:

Ds——隔离套假设直径, 单位为毫米 (mm)。

A. 2.7 包带垫层

包带垫层的假设直径 (DLb) 应按公式 (A. 7) 计算:

$$D_{Lb} = D_{ULb} + 2t_{Lb} \quad \text{.....(A. 7)}$$

式中:

- DLb——包带垫层假设直径, 单位为毫米 (mm);
- DULb——包带前假设直径, 单位为毫米 (mm);
- tLb——包带垫层厚度, 单位为毫米 (mm)。

A. 2.8 金属带铠装电缆的附加垫层 (加在内衬层外)

金属带铠装电缆因附加垫层引起的直径增加量应符合表A.3规定。

表 A.3 因附加垫层引起的直径增加量

单位为毫米

附加垫层下的假设直径	因附加垫层引起的直径增加
≤29.0	1.0
>29.0	1.6

A. 2.9 铠装

铠装外的假设直径 (DX) 应按公式 (A. 8) 或公式 (A. 9) 计算:

a) 扁或圆金属丝铠装

$$D_X = D_A + 2t_A + 2t_W \quad \text{.....(A. 8)}$$

式中:

- DX——铠装假设直径, 单位为毫米 (mm);
- DA——铠装前假设直径, 单位为毫米 (mm);
- tA——铠装金属丝的假设直径或厚度, 单位为毫米 (mm);
- tW——如果有反向螺旋扎带时厚度大于 0.3mm 的反向螺旋扎带时厚度, 单位为毫米 (mm)。

双金属带铠装

$$D_X = D_A + 4t_{AD} \quad \text{.....(A. 9)}$$

式中:

tAD——铠装带厚度, 单位为毫米 (mm)。

附录 B (规范性) 数值修约

B.1 假设算法的数值修约

在按附录 A 计算假设直径和确定单元尺寸而对数值进行修约时,采用下述规则。

当任何阶段的计算值小数点后多于一位数时,数值应修约到一位小数,即精确到 0.1mm。每一阶段的假设直径数值应修约到 0.1mm,当用来确定包覆层厚度和直径时,在用到相应的公式或表格中数值去计算之前应先进行修约,按附录 A 要求从修约后的假设直径计算出的厚度应依次修约到 0.1mm。

用下述实例来说明这些规则:

a) 修约前数据的第二位小数为 0、1、2、3 或 4 时,则小数点后第一位小数保持不变(舍弃);

示例 1: $2.12 \approx 2.1$

示例 2: $2.449 \approx 2.4$

示例 3: $25.0478 \approx 25.0$

b) 修约前数据的第二位小数为 9、8、7、6 或 5 时,则小数点后第一位小数应增加 1(进一)。

示例 4: $2.17 \approx 2.2$

示例 5: $2.453 \approx 2.5$

示例 6: $30.050 \approx 30.1$

B.2 用作其他目的的数值修约

除 B.1 考虑的用途外,有可能需要将某些数值修约到多于一位小数,例如计算几次测量的平均值,或标称值加上一个百分偏差以后的最小值。在这些情况下,应按有关条文修约到小数点后面的规定位数。这时修约的方法为:

a) 如果修约前应保留的最后数值后一位数为 0、1、2、3 或 4 时,则最后数值应保持不变(舍弃); b) 如果修约前应保留的最后数值后一位数为 9、8、7、6 或 5 时,则最后数值加 1(进一)。

示例 1: $2.449 \approx 2.45$ 修约到二位小数

示例 2: $2.449 \approx 2.4$ 修约到一位小数

示例 3: $25.0478 \approx 25.048$ 修约到三位小数

示例 4: $25.0478 \approx 25.0$ 修约到一位小数

B.3 测量值或其计算值与规定值的表示和判定

在判定测量值或其计算值是否符合要求时,应将测试所得的测量值或其计算值与规定值做比较,比较方法应采用修约值比较法,比较规则应符合 GB/T 8170 的规定。

测量值或其计算值的修约数位通常应与规定值的数位一致。表 B.1 列出了一些规定值、测量值或其计算值的修约数位。

表 B.1 规定值、测量值或其计算值的修约数位

项目	单位	规定值的修约数位	测量值或其计算值的修约数位
绝缘最小厚度	mm	修约到百分位	修约到百分位
非金属屏蔽最小厚度			
非金属护套最小厚度			
挤包内衬层最小厚度			
绕包内衬层厚度			
绕包内衬层和包带垫层总厚度			

铠装金属丝最小直径			
铠装金属线最小厚度			
铠装金属带最小厚度			
屏蔽铜带最小厚度			

全国团体标准信息平台

附录 C (规范性) 电缆产品的补充条款

C.1 产品型号和表示方法	
C.1.1 代号	
C.1.1.1 材料特征代号	
C.1.1.1.1 导体代号	
铜导体	(T)省略
铝导体	L
铝合金体	LH
C.1.1.1.2 绝缘代号	
聚丙烯绝缘	P
C.1.1.1.3 金属屏蔽代号	
铜带屏蔽	(D)省略
铜丝屏蔽	S
C.1.1.1.4 护层代号	
聚氯乙烯护套	V
无卤低烟阻燃护套	Y
金属箔复合护套	A
注：护层代号包括内衬层和隔离套等。	
C.1.1.1.5 铠装代号	
双钢带铠装	2
细圆钢丝铠装	3
粗圆钢丝铠装	4
(双)非磁性金属带铠装	6
非磁性金属丝铠装	7
铝合金带连锁铠装	S
注 1：非磁性金属带包括非磁性不锈钢带、铝或铝合金带等。若订货合同中未注明，则采用何种非磁性金属带	
由制造方确定。	
注 2：非磁性金属丝包括非磁性不锈钢丝、铜丝或镀锡铜丝、铜合金丝或镀锡铜合金丝、铝或铝合金丝等。	
若订货合同中未注明，则采用何种非磁性金属丝由制造方确定。	
C.1.1.1.6 外护套代号	
聚氯乙烯外护套	2
无卤低烟阻燃外护套	3
C.1.1.2 阻燃特性代号	
无卤低烟	WD
单根阻燃	Z
成束阻燃 A 类、B 类、C 类	ZA、ZB、ZC
注：含卤产品，单根阻燃代号 Z 省略。	
C.1.2 产品型号与规格	
产品常用型号与规格见表 C.1，表 C.1 中未列出的型号可按 5.3 的规定组成。	
C.1.3 产品表示方法	
产品用型号（型号中有数字代号的电缆外护套，数字前的文字代号表示内护层）、规格（额定电压、芯数、标称截面积）及本文件编号表示	
阻燃电缆产品的表示方法应符合 GB/T 19666 规定。	

示例 1:

铜芯聚丙烯绝缘铜带屏蔽聚氯乙烯护套电力电缆, 额定电压为 8.7/15 kV, 单芯, 标称截面积 300mm², 表示

为: PV-8.7/15kV 1*300 T/HSXLXH ***-***

示例2:

铝芯聚丙烯绝缘铜带屏蔽钢带铠装无卤低烟阻燃 C 类电力电缆, 额定电压为 21/35 kV, 三芯, 标称截面积150mm² 表示为:

WDZC-PLY23 21/35kV 3*150 T/HSXLXH ***-***

示例3:

铝合金芯聚丙烯绝缘铜带屏蔽铝合金带连锁铠装无卤低烟阻燃C类电力电缆, 额定电压为 8.7/15kV, 三芯, 标称截面为150mm²表示为:

WDZC-PLHYS3 8.7/15kV 3*150 T/HSXLXH ***-***

表C.1 电缆的常规型号与规格

型号	电压等级 kV	芯数×标称截面积 mm ²
(Z*)-P(L)(LH)(S)V、 (WD)(Z*)(WDZ)-P(L)(S)Y	3.6/6、6/6、6/10、8.7/10、8.7/15	1×25~1×1600
(Z*)-P(L)(LH)(S)V(S)62、 (WD)(Z*)(WDZ)-P(L)(LH)(S)Y(S)63	12/20	1×35~1×1600
(Z*)-P(L)(LH)(S)V(S)72、 (WD)(Z*)(WDZ)-P(L)(S)Y(S)73	18/20、18/30、21/35、26/35	1×50~1×1600
(Z*)-P(L)(LH)(S)V、 (WD)(Z*)(WDZ)-P(L)(LH)(S)Y	3.6/6、6/6、6/10、8.7/10、8.7/15	3×25~3×500
(Z*)-P(L)(LH)(S)V(S)22、 (WD)(Z*)(WDZ)-P(L)(LH)(S)Y(S)23	12/20	3×35~3×500
(Z*)-P(L)(LH)(S)V(S)3(4)2、 (WD)(Z*)(WDZ)-P(L)(LH)(S)Y(S)3(4)3	18/20、18/30、21/35、26/35	3×50~3×500
注: *代表阻燃类别(A、B、C)。		

C.2 产品验收规则、交货长度、成品电缆标志及电缆包装、运输和贮存以及产品安装条件。

C.2.1 验收规则

C.2.1.1 产品应由制造方的质量检验部门检验合格方可出厂。每个出厂产品的包装件上应附有产品质量检验合格证。

C.2.1.2 产品应按本文件规定的试验项目进行试验验收。

C.2.3 交货长度

根据双方协议长度交货, 长度计量误差不应超过±0.5%。

C.2.4 成品电缆标志

成品电缆的护套表面上应有制造厂名、产品型号、规格(额定电压、芯数、标称截面积)及长度的连续标志, 标志应字迹清楚, 容易辨认、耐擦。

成品电缆标志应符合 GB/T 6995.3 规定。

C.2.5 产品包装

C.2.5.1 电缆应妥善包装在符合 JB/T 8137(所有部分)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。

C.2.5.2 成盘电缆的电缆盘外侧或成圈电缆的附加标签应标明:

a) 制造方名称和商标;

b) 产品的型号及规格;

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;

C.2.6 运输和贮存

电缆的运输和贮存应符合下列要求:

- a) 电缆应避免露天存放, 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, 不应机械损伤电缆。
 c) 吊装包装件时, 不应几盘同时吊装。在车辆和船舶等运输工具上, 电缆应放置放稳, 并用何方法固定, 防止互撞或翻到。

C.2.7 敷设条件

C.2.7.1 电缆安装时的环境温度

电缆安装时的环境温度不宜低于 0 °C。

C.2.7.2 电缆安装时的最小弯曲半径

电缆安装时的最小允许弯曲半径应符合表 C.2 规定。

表C.2 电缆安装时的最小弯曲半径

项 目	单 芯 电 缆		三 芯 电 缆	
	无 铠 装	有 铠 装	无 铠 装	有 铠 装
安装时的电缆最小弯曲半径	20D	15D	15D	12D
靠近连接盒和终端的电缆的最小弯曲半径 (弯曲应小心控制, 如采用成型导板)	15D	12D	12D	10D
注: D 为电缆外径。				

参 考 文 献

- [1] IEC 60986 Short-circuit temperature limits of electric cables with rated voltages from 6 kV ($U_m=7.2$ kV) up to 30 kV ($U_m=36$ kV)
- [2] IEC 61443 Short-circuit temperature limits of electric cables with rated voltages above 30 kV ($U_m=36$ kV) (Edition 1.1 Consolidated Reprint)
- [3] JB/T 10181(所有部分) 电缆在流量计算