

ICS 29.060.20

CCS K13

# T/HSXLXH

团 体 标 准

T/HSXLXH 005.1—2025

额定电压66kV ( $U_m=72.5$ kV)  
和110kV ( $U_m=126$ kV) 聚丙烯绝缘  
电力电缆 第1部分：试验方法和要求

2025-12-08发布

2025-12-08实施

河北省电线电缆行业协会 发布

## 目 次

前 言 .....	II
1 引言 .....	III
2 范围 .....	1
3 规范性引用文件 .....	1
4 术语和定义 .....	2
5 电压标示、材料和数值修约 .....	4
6 电缆阻水措施 .....	5
7 电缆特性 .....	5
8 试验条件 .....	6
9 电缆例行试验 .....	7
10 电缆的抽样试验 .....	7
11 电缆系统的型式试验 .....	11
12 电缆系统的预鉴定试验 .....	23
13 电缆的型式试验 .....	27
14 安装后的电气试验（现场试验） .....	29
附 录 A （规范性） 数值修约 .....	30
附 录 B （资料性） 电缆导体温度的测定 .....	31
附 录 C （资料性） 电缆系统、电缆和附件的型式试验、预鉴定试验和预鉴定扩展试验一 览表 .....	34
附 录 D （资料性） 型式试验中加电压热循环试验中断和有效性判断导则 .....	36
附 录 E （规范性） 半导体屏蔽电阻率测量方法 .....	37
附 录 F （规范性） 微孔、杂质与半导体屏蔽层界面突起试验 .....	39
附 录 G （规范性） 电缆中非金属材料卤素含量加权值的确定方法 .....	40
附 录 H （规范性） 透水试验 .....	41
附 录 I （规范性） 导体透水试验 .....	43

# 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。

本文件由常丰线缆有限公司提出。

本文件由河北省电线电缆有限公司归口。

本文件起草单位：常丰线缆有限公司、河北华伦线缆有限公司、远洋线缆有限公司、河北金力电缆有限公司、沈兴线缆集团有限公司、中东线缆制造有限责任公司、佰汇电缆有限公司、西隆电缆有限公司、辽宁津达线缆有限公司、国网冀北电力有限公司唐山供电公司、天津大学、远东电缆有限公司、任丘市瑞明线缆轴盘有限公司、河北兴洲电缆有限公司、河北沈强线缆有限公司、宏亮电缆有限公司、东超电缆有限公司、亚星线缆集团有限公司、中天德昊电缆有限公司、友惠线缆有限公司。

本文件主要起草人：孔德庆、陈井森、朱朋飞、钱红全、耿淑丛、何翠坡、朱广杰、卢志佳、宋建昌、刘朝赛、白锦豪、刘慧娟、李松、赵西川、孙化超、王国强、胡琦、李忠磊、吴庆丰、张勋、王亚杰、王新吉、付春强、王瑞涛、冀豪杰、杨建廷、董海港、王建、武建省、刘恒恩。

# 引 言

额定电压66kV和110kV聚丙烯绝缘电力电缆广泛用于电能传输网络，在城市电网、大型企业、新能源发电等承担输配电功能。T/HSXLXH是额定电压66kV和110kV聚丙烯绝缘电力电缆的产品标准，包含了聚丙烯绝缘电力电缆的命名规则、试验方法、技术要求等内容，拟由两个部分组成。

- 第1部分：试验方法和要求。目的在于规定额定电压66kV和110kV聚丙烯绝缘电力电缆的总体的试验方法和程序要求。
- 第2部分：电缆。目的在于统一额定电压66kV和110kV聚丙烯绝缘电力电缆的分类、命名、结构和技术要求。

# 额定电压66kV ( $U_m = 72.5\text{kV}$ )和110kV ( $U_m = 126\text{kV}$ )

## 聚丙烯绝缘电力电缆

### 第1部分：试验方法和要求

#### 1 范围

本文件描述了额定电压66 kV和110 kV 固定安装的聚丙烯绝缘电力电缆系统、电缆本体的试验方法并规定了相应的要求。

本文件适用于通常安装和运行条件下使用的电缆的试验，但不适用于特殊条件下使用的电缆的试验，如海底电缆以及连接聚丙烯电缆和纸绝缘电缆的过渡接头。

#### 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 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 60811-1-2:2000, 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 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 3956—2008, IEC 60228:2004, IDT)

GB/T 4109 交流电压高于1000V的绝缘套管 (GB/T 4109—2022, IEC 60137:2017, MOD)

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 16927.1—2011, IEC 60060-1:2006, MOD)

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 17650.2—2021, IEC 60754-2:2019, IDT)

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（GB/T 17651.2—2021，IEC 61034-2:2019，IDT）

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

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 18380.13—2022，IEC 60332-1-3:2015，IDT）

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 18380.33—2022，IEC 60332-3-22:2018，IDT）

GB/T 18380.34 电缆和光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 18380.34—2022，IEC 60332-3-23:2018，IDT）

GB/T 18380.35 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 18380.35—2022，IEC 60332-3-24:2018，IDT）

GB/T 21429 户外和户内电气设备用空心复合绝缘子 定义、试验方法、接收准则和设计推荐（GB/T 21429—2008，IEC 61462:1998，MOD）

GB/T 22381 额定电压72.5 kV及以上气体绝缘金属封闭开关设备与充流体及挤包绝缘电力电缆的连接 充流体及干式电缆终端（GB/T 22381—2017，IEC 62271-209:2007，MOD）

GB/T 23752 额定电压高于1000V的电器设备用承压和非承压空心瓷和玻璃绝缘子（GB/T 23752—2009，IEC 62155:2003，MOD）

JB/T 8996 高压电缆选择导则（JB/T 8996—2014，IEC 60183:1984，NEQ）

JB/T 10181.11 电缆载流量计算 第11部分：载流量公式(100%负荷因数)和损耗计算 一般规定（JB/T 10181.11—2014，IEC 60287-1-1:2006，IDT）

JB/T 10696.5 电线电缆机械和理化性能试验方法 第5部分：腐蚀扩展试验

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 60754-3 取自电缆或光缆的材料燃烧时释出气体的试验方法 第3部分：离子色谱法测量低含量卤素含量（Test on gases evolved during combustion of materials from cables - Part 3: Measurement of low level of halogen content by ion chromatography）

IEC 62271-209 高压开关和控制设备 第209部分：额定电压52kV以上气体绝缘金属封闭开关的电缆连接 充流体的和挤包绝缘电缆 充流体的和干式电缆终端（High-voltage switchgear and controlgear - Part 209: Cable connections for gas-insulated metal-enclosed switchgear for rated voltages above 52 kV - Fluid-filled and extruded insulation cables - Fluid-filled and dry-type cable-terminations）

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1 尺寸值(厚度, 截面积等)定义

##### 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，标称值通常引伸出在考虑规定公差下通过测量进行检验的量值。

##### 3.1.2

**中间值 median value**

将测量的若干个数值以递增（或递减）的次序排列，若数值的数目为奇数时中间的那个数值为中间值，若数值的数目为偶数时中间两个数值的平均值为中间值。

**3.2 有关试验的定义****3.2.1****例行试验 routine test**

由制造商在成品（所有制造长度电缆或所有附件）上进行的试验，以检验其是否满足规定的要求。

**3.2.2****抽样试验 sample test**

由制造商按规定的频度在成品电缆或取自成品电缆或附件的部件的试样上进行的试验，以检验成品电缆或附件是否满足规定的要求。

**3.2.3****型式试验 type test**

在一般工业生产基础上供应本文件所包含的一种型式的电缆系统、或电缆、或附件之前进行的试验，以证明电缆或附件具有满足预期使用条件的良好性能。

注：除非电缆或附件中的材料、设计或制造工艺类型发生变化，且这种变化可能会改变性能，型式试验一旦通过后，不必重复进行。

**3.2.4****预鉴定试验 prequalification test (PQ)**

在一般工业生产基础上供应本文件所包含的一种型式的电缆系统之前进行的试验，以证明该完整电缆系统具有满意的长期运行性能。

**3.2.5****预鉴定扩展试验 extension of prequalification test (EQ)**

在一般工业生产基础上供应本文件所包含的一种型式的电缆系统之前，对已经通过预鉴定试验的电缆系统所进行的试验，以证明该完整电缆系统具有满意的长期运行性能。

**3.3 其它定义****3.3.1****电缆系统 cable system**

安装了各种附件的电缆，包括用于抑制系统上热机械力的仅对终端和接头使用的各种部件。

**3.3.2****标称电场强度 nominal electrical stress**

以标称尺寸按 $U_0$ 计算的电场强度。

#### 4 电压标示、材料和数值修约

##### 4.1 额定电压

本文件用符号 $U_0$ 、 $U$ 和 $U_m$ 表示电缆和附件的额定电压，这些符号的意义由JB/T 8996给出。

##### 4.2 电缆的绝缘材料

本文件适用于以聚丙烯(PP)材料作为绝缘的电缆，表1中规定了聚丙烯(PP)绝缘电缆导体的最高工作温度，并据此规定试验条件。

**表 1 电缆的绝缘混合料**

绝缘混合料	导体最高工作温度 ℃	
	正常运行	短路（最长持续时间 5 s）
聚丙烯(PP)	90	250

##### 4.3 电缆的金属屏蔽/金属套

本文件适用于不同结构的金属屏蔽，包括径向防水结构以及无径向防水结构。

在所有情况下，金属屏蔽/金属套应能够满足短路电流额定值。

有径向防水功能的结构设计主要包括：

——金属套；

——与外护套粘结的纵包金属带或纵包金属箔；

- 组合设计（CD）：使用金属带或金属箔纵包的金属层设计，重叠部分用焊接或胶合，承受全部或部分屏蔽层短路电流，必要时，可用金属丝承受部分短路电流。
- 分开设计（SD）：使用复合金属箔纵包的金属层设计，金属箔在单面或双面覆膜实现径向防水目的，同时采用金属丝来承受全部的屏蔽短路电流。
- 分开半导电设计（SscD）：一种金属层设计，外侧用胶水粘合一层薄的铝箔或铝箔，另一侧是半导电塑料层组成的复合带纵包，复合带包覆在一层半导电带上，半导电带在屏蔽圆铜线上。通常情况下，铝箔和半导电塑料层的厚度各为0.05 mm。

——复合屏蔽，包括束合金属线及其外部加上的作为径向不透水的阻挡层（见第5章）的金属套或与外护套粘结的金属带或金属箔。

无径向防水结构如：

——不与外护套粘结的金属带或者金属箔；

——仅有束合金属丝。

##### 4.4 电缆的非金属外护套材料

本文件规定了以下类型的非金属外护套：

——聚氯乙烯(PVC)为基材的ST<sub>2</sub>；

——聚乙烯(PE)为基材的ST<sub>7</sub>；

——无卤低烟阻燃材料ST<sub>12</sub>。

与各种类型的外护套材料相适应的正常运行时的导体最高温度见表2。

表2 电缆的非金属外护套混合物

非金属外护套混合物	代号	正常运行时导体最高温度 ℃
聚氯乙烯 (PVC)	ST <sub>2</sub>	90
聚乙烯 (PE)	ST <sub>7</sub>	90
无卤低烟阻燃材料	ST <sub>12</sub>	90

考虑到外护套在紫外线UV照射时性能可能劣化，应根据双方协议规定外护套的耐紫外线性能。含有一定量分散良好碳黑的黑色外护套能耐紫外线照射。

一些情况下，外护套上可包覆一层功能材料（如半导体层等）。

#### 4.5 数值修约

本文件中数值的修约按照附录A规定进行。

### 5 电缆阻水措施

当电缆系统敷设在地下或水中，敷设位置可能有水浸或腐蚀时，宜采用径向防水的阻挡层包覆电缆。为防止一旦电缆损坏进水后更换大段长度的电缆，可采用纵向阻水结构。

纵向透水试验在10.5.14中给出。

注：目前尚无径向防水试验方法。

### 6 电缆特性

为实施并记录电缆系统或电缆的试验，应对电缆进行标示。下列电缆特性应由制造商明确或申明。

- a) 制造商名称、型号、制造日期（最后生产工序的制造时间）或日期代码。
- b) 额定电压：应给出 $U_0$ 、 $U$ 和 $U_m$ 的值（见4.1）。
- c) 阻燃特性：采用阻燃护套材料时（见4.4和表2），同时应申明10.5.13.3适用的燃烧类别。
- d) 导体类型及其材料和用平方毫米表示的标称截面积；导体结构；减小集肤效应的措施（若有）；纵向阻水措施（若有）；如果标称截面积与GB/T 3956不一致，给出折算到1 km、20℃时的导体直流电阻。
- e) 绝缘材料（见4.2）和标称厚度（ $t_{in}$ ）。表3给出了无添加聚丙烯绝缘材料的 $\tan\delta$ 规定，对于有特殊添加剂的聚丙烯，如果 $\tan\delta$ 超过表3规定应申明。
- f) 绝缘系统的制造工艺类型。
- g) 屏蔽层的阻水措施（若有）。
- h) 金属屏蔽的材料和结构，例如金属丝的根数和标称直径。金属套的材质、结构及标称厚度，或与外护套粘结的纵包金属带或金属箔（若有）的材料、结构和标称厚度。应申明金属屏蔽的直流电阻。
- i) 外护套的材质和标称厚度、外半导体护套材料（若有）。
- j) 导体标称直径（ $d$ ）。
- k) 成品电缆标称外径（ $D$ ）。
- l) 绝缘的标称内径（ $d_{i1}$ ）和计算的标称外径（ $D_{i0}$ ）。
- m) 导体与金属屏蔽/金属套间的每千米标称电容。
- n) 计算的导体屏蔽上标称电场强度（ $E_i$ ）和绝缘屏蔽上标称电场强度（ $E_0$ ），见公式（1）和公式（2）。

$$E_i = \frac{2U_0}{d_{ii} \ln(D_{io}/d_{ii})} \dots\dots\dots (1)$$

$$E_o = \frac{2U_0}{D_{io} \ln(D_{io}/d_{ii})} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$U_0$  ——本章列项b) 中额定电压（见表4），单位为千伏（kV）；

$d_{ii}$  ——申明的绝缘标称内径，单位为毫米（mm）；

$D_{io}$  ——计算的绝缘标称外径  $D_{io} = d_{ii} + 2t_{in}$ ，单位为毫米（mm）；

$t_{in}$  ——绝缘标称厚度，单位为毫米（mm）。

如果  $E_i$  大于 8.0 kV/mm 和（或）  $E_o$  大于 4.0 kV/mm，按照第13章进行预鉴定试验。

o) 复合光单元的设计（若有）。

**表 3 绝缘料的  $\tan \delta$**

绝缘混合料	PP
$\tan \delta$ 最大值	$20 \times 10^{-4}$

**表 4 试验电压**

1	2	3	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	6 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	8 <sup>a</sup>	9 <sup>a</sup>	10 <sup>b</sup>
额定电压	设备最高电压	用于确定试验电压的值	8.3电压试验	8.2和10.4.4局部放电试验	10.4.5 $\tan \delta$ 试验	10.4.6热循环电压试验	10.4.7和11.2.5雷电冲击电压试验	10.4.7电 压试验	13.3安 装后电 压试验
$U$	$U_m$	$U_0$	$2.5U_0$	$1.5U_0$	$U_0$	$2U_0$		$2.5U_0$	$2U_0$
kV	kV	kV	kV	kV	kV	kV	kV	kV	kV
66	72.5	38 (36)	95	57	38	76	325	95	76
66	72.5	50	125	75	50	100	450	125	100
110	126	64	160	96	64	128	550	160	128
<sup>a</sup> 必要时，按照10.4.1调整施加电压。									
<sup>b</sup> 必要时，按照13.3调整施加电压。									

## 7 试验条件

### 7.1 环境温度

除非特殊试验另外有详细规定，试验应在环境温度为  $(20 \pm 15)^\circ\text{C}$  下进行。

### 7.2 高压试验

除非本文件另外指明，高压试验按照GB/T 16927.1的规定进行。本文件中所有高压试验都是耐压试验。

本文件中规定的试验电压值不适用干燥状态试验（干试验）的大气条件修正。

### 7.3 雷电冲击试验电压的波形

按照GB/T 3048.13，雷电冲击电压波的波前时间应为  $1 \mu\text{s} \sim 5 \mu\text{s}$ ；按照GB/T 16927.1，半波峰时间应为  $50 \mu\text{s} \pm 10 \mu\text{s}$ 。

### 7.4 试验电压与额定电压的关系

本文件规定的试验电压用额定电压 $U_0$ 的倍数表示，为确定试验电压的 $U_0$ 值按表4规定。

对于电缆和附件的额定电压值在表中没有规定的，为确定试验电压的 $U_0$ 值应选择最接近的表格中数值，只要该电缆和附件的最高电压 $U_m$ 不超过表格中对应的数值。否则，对于特殊的表格中没有接近的额定电压值的情况，作为试验电压基准的额定电压 $U_0$ 值用 $U$ 除以 $\sqrt{3}$ 计算得到。其他试验电压应使用表4中规定的倍数乘以基准电压得到，没有规定倍数时，用插值法。

本文件中的试验电压是根据假定电缆和附件用于JB/T 8996中定义的系统而确定。

## 7.5 电缆导体温度的测定

宜采用本文件附录B中所述的试验方法之一测定导体的实际温度。

## 8 电缆例行试验

### 8.1 通则

下列试验应在每根制造长度电缆上进行：

- 局部放电试验(见 8.2)；
- 电压试验(见 8.3)；
- 非金属外护套的电气试验(见 8.4)。

这些试验的顺序由制造方自行确定。

### 8.2 局部放电试验

局部放电试验按GB/T 3048.12进行，检测灵敏度应为10 pC或更优。

试验电压应逐渐升到 $1.75U_0$ 并保持10 s，然后慢慢地降到 $1.5U_0$ 。

在 $1.5U_0$ 下，试样应无超过申明灵敏度的可检测的放电。

### 8.3 电压试验

电压试验应在环境温度下以工频交流电压进行。

试验电压应施加在导体和金属屏蔽/金属套间逐渐地升到 $2.5U_0$ ，然后保持30min。

绝缘不应发生击穿。

### 8.4 非金属外护套的电气试验

根据用户和制造商之间的协议，在金属套和导电层之间，施加负极性25 kV直流电压持续1 min，外护套不应发生击穿。

## 9 电缆的抽样试验

### 9.1 通则

下列试验应在代表交货批的电缆样品上进行，对b)项和g)项试验，样品可为整盘电缆：

- a) 导体检验(见 9.4)；
- b) 导体电阻和金属屏蔽电阻测量(见 9.5)；
- c) 绝缘与非金属外护套厚度测量(见 9.6)；
- d) 金属套厚度测量(见 9.7)；
- e) 直径测量，要求时(见 9.8)；

- f) 电容测量(见 9.11);
- g) 按照第 6 章 n)计算的导体屏蔽上标称电场强度大于 8.0 kV/mm 电缆的雷电冲击电压试验(见 9.12);
- h) 透水试验,适用时(见 9.13);

## 9.2 试验频度

9.1中的 a)~g) 抽样试验项目,应在相同型号和导体截面积电缆的每一批(生产系列)中抽取的试样上进行,但不应超过任何合同中电缆总根数的10%,修约至最近的整数(最少为一根)。

9.1中的 h) 项的抽样频度应符合协议的质量控制方法。在无此类协议时,对电缆长度超过20 km 的合同应进行一次试验。

## 9.3 复试

如果取自任一根电缆上的试样,未通过9.1中的任何一项试验,则应从同一批电缆中再取两根试样,对未通过的项目进行试验。假如加试的这两根电缆都通过了试验,则应认为抽取这两根试样的该批其它电缆符合要求。如任一根加试电缆未通过试验,则应认为该批电缆不符合要求。

## 9.4 导体检验

应采用实际可行的检验及测量方法来检查导体结构是否符合GB/T 3956或申明的要求。

## 9.5 导体电阻和金属屏蔽/金属套电阻测量

整根电缆或电缆试样在试验前应置于温度适当稳定的试验室内至少12 h。如怀疑导体或金属屏蔽温度与试验室温度不同,则电缆应放在试验室内24 h后再测量电阻。或者将导体或金属屏蔽试样放置在可控温的恒温槽内至少1 h后再测量电阻。

导体或金属屏蔽/金属套直流电阻按GB/T 3956给出的公式和系数校正到温度为20℃、长度为1 km 电缆的数值。对于不是铜或铝的金属屏蔽/金属套,温度系数和校正公式应从JB/T 10181.11取得。

校正到20℃的导体直流电阻不应超过GB/T 3956规定的相应的最大值或申明值。

校正到20℃的金属屏蔽/金属套直流电阻不应超过申明值。

## 9.6 绝缘和非金属外护套厚度测量

### 9.6.1 通则

试验方法按GB/T 2951.11—2008第8章,但包覆在皱纹金属套上的外护套厚度测量按照9.6.3给出的方法。

应从每根选作试验的电缆的一端(如果必需)截除任何可能受到损伤的部分后,切取一段代表被试电缆的试样。

### 9.6.2 对绝缘的要求

最小测量厚度应不小于标称厚度的90%,按公式(1):

绝缘的偏心度应不大于0.10,按公式(2):

$$t_{\text{imin}} \geq 0.90t_{\text{in}} \quad \text{..... (1)}$$

$$\frac{t_{\text{imax}} - t_{\text{imin}}}{t_{\text{imax}}} \leq 0.10 \quad \text{..... (2)}$$

式中：

$t_{\text{imin}}$ ——绝缘最小厚度，单位为毫米（mm）；

$t_{\text{imax}}$ ——绝缘最大厚度，单位为毫米（mm）。

其中 $t_{\text{imin}}$ 和 $t_{\text{imax}}$ 为绝缘同一截面上的测量值。

导体和绝缘上的半导体屏蔽层厚度不应包含在绝缘厚度内。

### 9.6.3 对电缆非金属外护套的要求

非金属外护套厚度的最小测量值加上0.1 mm后，应不小于标称厚度的85%，按公式（3）：

$$t_{\text{omin}} \geq 0.85t_{\text{on}} - 0.1 \quad (3)$$

式中：

$t_{\text{omin}}$ ——非金属外护套最小厚度，单位为毫米（mm）；

$t_{\text{on}}$ ——非金属外护套标称厚度，单位为毫米（mm）。

此外，包覆在基本光滑表面上的外护套，其测量值的平均值（mm）修约至一位小数，应不小于标称厚度。

对平均厚度的要求不适用于包覆在不规则表面上的外护套，如包覆在金属屏蔽线和（或）金属带、或皱纹金属套上的外护套。

包覆在皱纹金属套上外护套最小厚度，采用有至少一个半径约为3 mm的球面测头、精度为±0.01 mm的测微计进行测量。取样和测量的步骤如下：

a) 从成品电缆上切取包含至少六个波峰和六个波谷的足够长度的一段外护套试样，在该外护套试样的外表面上画一条平行于电缆轴线的参考线。从外护套试样的一端截取的一个圆环上确定最小厚度的位置，以该最小厚度的位置为 midpoint（以前述的参考线辅助定位）、沿着电缆轴线切取宽度约为20 mm~40 mm的包含了六个波峰和六个波谷的条状试片。应小心地除去试片上的各种附着物（如防腐涂料、与外护套材质相异的半导体层）；

b) 在条状试片上六个波谷位置（护套较薄处）分别测量每个波谷处的最小厚度。

六个测量值中最小的一个即为该皱纹金属套上外护套的最小厚度。

## 9.7 金属套厚度测量

### 9.7.1 通则

下列试验适用于铝套电缆。

本试验不适用于仅用于径向防水层的金属箔。

### 9.7.2 铝套

非皱纹铝套的最小厚度加上0.1 mm后，应不小于标称厚度的90%，按公式（5）：

$$t_{\text{pmin}} \geq 0.90t_{\text{pn}} - 0.1 \quad (5)$$

式中：

$t_{\text{pmin}}$ ——非皱纹铝套最小厚度，单位为毫米（mm）；

$t_{\text{pn}}$ ——非皱纹铝套标称厚度，单位为毫米（mm）。

皱纹铝套的最小厚度加上0.1 mm后，应不小于标称厚度的85%，按公式（6）：

$$t_{\text{cmin}} \geq 0.85t_{\text{cn}} - 0.1 \quad (6)$$

式中：

$t_{cmin}$ ——皱纹铝套最小厚度，单位为毫米（mm）；

$t_{cn}$ ——皱纹铝套标称厚度，单位为毫米（mm）。

采用具有两个半径约3 mm球面测头、精度为±0.01 mm的千分尺进行测量。

从成品电缆上仔细切取约50 mm宽的金属套圆环进行测量。沿圆环圆周在足够多的点上测量，以确保测得最小厚度。

### 9.7.3 组合(CD)设计的金属带

金属带的最小厚度应不小于标称厚度的90%，按公式（7）：

$$t_{cdmin} \geq 0.90t_{cdn} \quad (7)$$

式中：

$t_{cdmin}$ ——金属带最小厚度，单位为毫米（mm）；

$t_{cdn}$ ——金属带标称厚度，单位为毫米（mm）。

采用具有两个半径约3 mm球面测头、精度为±0.01 mm的千分尺进行测量。

从成品电缆上仔细剥取约50 mm宽的金属圆环进行测量。沿圆环圆周在足够多的点上测量，以确保测得最小厚度。

### 9.8 直径测量

如买方要求，应测量电缆绝缘芯直径和/或电缆外径。测量按GB/T 2951.11—2008的8.3进行。

### 9.9 PP 绝缘热收缩试验

#### 9.9.1 步骤

取样和试验步骤按照GB/T 2951.21—2008的第9章进行，采用表5给出的试验条件。

#### 9.9.2 要求

试验结果应符合表5要求。

### 9.10 PP 绝缘低温拉伸试验

#### 9.10.1 步骤

取样和试验步骤按照GB/T 2951.14—2008的第8章进行，采用表5给出的试验条件。

#### 9.10.2 要求

试验结果应符合表5要求。

**表5 电缆PP绝缘混合料的特殊性能试验要求**

试验项目和试验条件	单位	要求
收缩试验		
试验条件：标志间距离L	mm	200
试验温度	℃	130
温度偏差	K	±3
持续时间	h	6
最大收缩率	%	4.5

表5 (续)

低温拉伸试验		
试验条件：试验温度	℃	-15
温度偏差	K	±2
最小伸长率	%	20

### 9.11 电容测量

应在环境温度下测量导体与金属屏蔽和（或）金属套间的电容，并应同时记录环境温度。  
电容测量值应校正到1 km长度电缆的电容，结果应不大于制造商申明标称值的108%。

### 9.12 雷电冲击电压试验

仅对导体屏蔽标称电场强度大于8.0 kV/mm的电缆进行本试验。

试验应在不包括试验附件至少10 m长的成品电缆试样上进行，试验时导体温度应比电缆正常运行的导体最高温度高5K~10K。

应只通过导体电流将被试电缆导体加热到规定的温度。

如果由于实际原因不能达到试验温度，可外加热绝缘措施。导体温度应在规定温度下至少保持2 h。

按照GB/T 3048.13的试验程序在规定温度下保持2 h后同时在导体温度处于规定温度期间施加雷电冲击电压。

按表4第8栏试验电压值施加的10次正极性和10次负极性电压冲击，绝缘不应发生击穿。

### 9.13 透水试验

对具有纵向阻水措施的电缆，从成品电缆上取样进行试验，应满足10.5.14的要求。

## 10 电缆系统的型式试验

### 10.1 通则

本章规定的各项试验是用以验证电缆系统具有满意的性能。

除非电缆或附件中的材料、制造工艺、设计或设计的电场强度水平发生改变，这种改变可能会对其性能产生不利影响，型式试验一旦通过后，不必重复进行。

附录C中表C.1给出电缆系统型式试验及其条文号的一览表。

### 10.2 型式认可的范围

对具有特定截面积以及相同额定电压和结构的一种或一种以上电缆系统的型式试验通过后，如果满足下列a)~g)的所有条件，则该型式认可对本文件范围内其他导体截面积、额定电压和结构的电缆系统亦应认可有效：

- 电压等级不高于已试电缆系统的电压等级。本文件中相同额定电压电缆系统是指具有相同设备最高电压  $U_m$  和相同试验电压等级（见表4中第1栏和第2栏）的电缆系统。
- 导体截面积不大于已试电缆的导体截面积。
- 电缆和附件具有与已试电缆系统相同或相似的结构。  
结构相似的电缆和附件是指绝缘和半导体屏蔽的类型和制造工艺相同的电缆和附件。
- 由于导体或连接金具的型式或材料的差异、或者由于屏蔽绝缘线芯上或附件主绝缘部件上保护层的差异，除非这些差异可能对试验结果有显著影响，电气型式试验不必重复进行。在有

些情况下，可重做型式试验中的一项或几项试验（例如弯曲试验、热循环试验和（或）相容性试验）。

- e) 电缆导体屏蔽上用标称值计算的标称电场强度和雷电冲击电场强度不大于已试电缆系统相应计算值的110%。
- f) 电缆绝缘屏蔽上用标称值计算的标称电场强度和雷电冲击电场强度不大于已试电缆系统相应计算值。
- g) 电缆附件主绝缘件上和电缆与附件界面上用标称值计算的标称电场强度和雷电冲击电场强度不大于已试电缆系统相应计算值。

对于插入式套管，只有在型式试验使用过的套管、可分离连接器和电缆的组合才能获得认可。当安装在可分离连接器中的套管与用于绝缘终端鉴定试验的套管不同时，用户应检查可分离式连接器的性能和兼容性。

对于扩展可分离连接器和套管的其他组合，为确保套管的互换性，应重复一个或多个电气型式试验（如局部放电试验）。

除非采用不同的材料和制造工艺，对取自不同电压等级和（或）导体截面的电缆试样不必重复进行电缆部件的型式试验（见10.5）。但是如果包覆在屏蔽绝缘芯上的材料组合不同于原先已经过型式试验的电缆的材料组合，可共同商定重复进行成品电缆样段的老化试验以检验材料的相容性（见10.5.5）。

由具有资质的见证机构代表签署的型式试验证书、或由制造商提供的有合适资格人员签署的载有试验结果的报告、或由独立实验室出具的型式试验证书应认可作为通过型式试验的证明。

### 10.3 型式试验概要

型式试验应包括10.4规定的成品电缆系统的电气试验和10.5规定的电缆部件及成品电缆适用的非电气试验。

表5中列出了电缆部件和成品电缆的非电气型式试验，说明了适用于每种绝缘和外护套混合物的试验项目。只有当制造商希望燃烧特性作为电缆设计特性时，才进行燃烧特性试验。

10.4.2列出的试验应在一个或多个成品电缆试样上进行，试样的数量取决于试验的附件数量。不包括电缆附件的成品电缆试样至少10 m长。

两个附件之间自由电缆的最短长度应为5 m。

附件应安装在经过弯曲试验后的电缆上，每种型式的附件应有一个试样进行试验。

电缆和附件按制造商说明书规定的方法进行组装，采用其所提供的等级和数量的材料，包括润滑剂（如果有）。

附件的外表面应干燥和清洁，对电缆和附件都不应以制造商说明书没有规定的方式进行任何可能改变其电性能、热性能或机械性能的方法进行处理。

进行10.4.2的c)项到g)项试验时，应将被试接头的外保护层装上。

10.4.9规定的半导体屏蔽电阻率测量应在单独的试样上进行。

## 10.4 成品电缆系统的电气型式试验

### 10.4.1 试验电压值

电气型式试验前，按GB/T 2951.11—2008中8.1规定方法在供试验用有代表性的一段试样上测量电缆的绝缘厚度，以检查绝缘平均厚度是否超过标称值太多。

如果绝缘平均厚度未超过标称厚度5%，试验电压应取表4规定的试验电压值。

如果绝缘平均厚度超过标称厚度5%、但不超过15%，应调整试验电压，以使得导体屏蔽上电场强度等于绝缘平均厚度为标称值、且试验电压为表4规定的试验电压值时确定的电场强度。

用于电气型式试验的电缆段的绝缘平均厚度不应超过标称值15%。

#### 10.4.2 试验及试验顺序

试验应按以下顺序进行：

- a) 弯曲试验（见 10.4.3）随后安装附件，和在环境温度下的局部放电试验（见 10.4.4）；
- b)  $\tan \delta$  测量（见 10.4.5）；本项试验可在未进行本试验序列中其余试验项目的装有特殊试验终端的同批次另一个电缆试样上进行；使用单独试样时，不必进行弯曲试验；
- c) 热循环电压试验（见 10.4.6）；
- d) 局部放电试验（见 10.4.4）：
  - 1) 在环境温度下进行。
  - 2) 在高温下进行。

本试验应在上述c)项最后一次循环后进行，或者在下述e)项试验后进行；

- e) 雷电冲击电压试验及随后的工频电压试验（见10.4.7）；
  - f) 局部放电试验，若上述d)项没有进行；
  - g) 电缆半导体屏蔽的电阻率试验（见10.4.9）应在单独的试样上测量。
- 试验电压按照表4的规定。

#### 10.4.3 弯曲试验

将电缆试样在环境温度下围绕试验用圆柱体（例如电缆盘的筒体）弯曲至少一整圈，然后展直，过程中电缆没有轴向转动。接着将试样沿电缆轴线旋转180度，重复上述过程。如此作为一个循环。

这样的弯曲循环共应进行三次。

试验用圆柱体的标称直径如下：

- a) 非皱纹铜套或非皱纹铝套电缆：
  - $36(d + D)$ ，单芯电缆；
  - $25(d + D)$ ，三芯电缆；
- b) 铅、铅合金、皱纹金属套电缆：
  - $25(d + D)$ ，单芯电缆；
  - $20(d + D)$ ，三芯电缆；
- c) 具有与外护套粘结的纵包金属带或纵包金属箔（重叠绕包或焊接）的电缆：
  - $20(d + D)$ ，组合设计（CD）；
  - $25(d + D)$ ，分开设计（SD）以及有屏蔽金属丝的组合设计（CD）；
  - $10 D_s$ ，分开半导体设计（SscD）；
- d) 其它电缆：
  - $20(d + D)$ ，单芯电缆；
  - $15(d + D)$ ，三芯电缆。

式中：

$d$  —— 导体标称直径，单位为毫米（mm）（见第6章j）项）；

$D$  —— 电缆标称外径，单位为毫米（mm）（见第6章k）项）；

$D_s$  —— 金属屏蔽层标称直径，单位为毫米（mm）。

试验用圆柱体直径的公差为标称直径的-0%到+5%。

只有经制造商同意才可用小于标称弯曲直径进行弯曲试验。

#### 10.4.4 局部放电试验

局部放电试验按GB/T 3048.12进行，检测的灵敏度应为5 pC或更优。

试验电压应逐渐升到 $1.75U_0$ 并保持10s，然后慢慢地降到 $1.5U_0$ 。

高温下试验时，试样应在比电缆正常运行的导体最高温度高5 K~10 K下进行试验。导体温度应在此规定温度范围内保持至少2 h。应只通过导体电流将被试电缆加热到规定的温度。

如果由于实际原因，不能达到试验温度，可外加热绝缘措施。

在 $1.5U_0$ 下，试样中应无超过申明灵敏度的可检测的放电。

#### 10.4.5 $\tan \delta$ 测量

应只通过导体电流将试样加热到规定的温度。采用测量导体电阻，或采用置于屏蔽或金属套表面的热电偶，或采用同样加热方式的另一段相同电缆试样导体上的热电偶来确定导体温度。

试样应加热至导体温度超过电缆正常运行的导体最高温度5 K~10 K。导体温度应在此规定温度范围内保持至少2 h。

如果由于实际原因，不能达到试验温度，可外加热绝缘措施。

然后在工频电压 $U_0$ 及上述规定温度下测量。

测量值应不大于表3的给定值。

#### 10.4.6 热循环电压试验

将电缆试样弯成U形，弯曲直径应不大于10.4.3规定试验用圆柱体直径（包括+5%公差）。

应只通过导体电流将试样加热到规定的温度。试样应加热至导体温度超过电缆正常运行的导体最高温度5 K~10 K。

如果由于实际原因，不能达到试验温度，可外加热绝缘措施。加热应至少8 h。在每个加热期内，导体温度应保持在上述温度范围内至少2 h。随后应自然冷却至少16 h，直到导体温度冷却至不高于30℃或者冷却至高于环境温度10 K以内，取两者之中的较高值。记录每个加热周期最后2 h的导体电流。

加热和冷却循环应进行20次。

在整个试验期内，试样上应施加 $2U_0$ 电压。

导体温度超过电缆正常运行的导体最高温度10 K的那些热循环也认为有效。

试验过程允许中断，只要完成了总共20个加电压的完整热循环。

附录D给出了试验中断和有效热循环的判定导则。

#### 10.4.7 雷电冲击电压试验及随后的工频电压试验

应只通过导体电流将试样加热到规定的温度。将试样加热至导体温度超过电缆正常运行的导体最高温度5 K~10 K。

在首次冲击电压试验开始前导体温度应保持在上述试验温度范围至少2 h。试验过程中温度应保持在规定的范围内。

如果由于实际原因，不能达到试验温度，可外加热绝缘措施。

按照GB/T 3048.13的试验程序在规定温度下保持2 h后同时在导体温度处于规定温度期间施加雷电冲击电压。

试样应耐受按表4第8栏试验电压值施加的10次正极性和10次负极性电压冲击而不破坏。

雷电冲击电压试验后，应对试样进行 $2.5U_0$ ，15 min的工频电压试验。由制造方决定，这项试验在冷却过程中或在导体温度降至环境温度下进行。

不应发生绝缘击穿或闪络。

#### 10.4.8 检验

#### 10.4.8.1 电缆

将一个试样电缆解剖，以及只要可能将各个附件拆解，以正常视力或经矫正但不放大的视力进行检查，应无可能影响电缆系统运行的劣化迹象（如：电气品质下降、泄露、腐蚀或有害的收缩）。

#### 10.4.8.2 与外护套粘结的纵包金属箔或金属带电缆

从完成上述型式试验后的U型弯曲段电缆上取下1 m长的试样，进行10.5.1的各项试验，并应符合要求。

#### 10.4.9 半导体屏蔽电阻率

##### 10.4.9.1 通则

电缆半导体屏蔽的电阻率应在同批次试验样品的一个单独试样上测量。

应从制造后未经处理的电缆试样的绝缘芯上和从已经过10.5.5规定的组件材料相容性试验老化处理后的电缆试样的绝缘芯上分别取试件，进行导体上和绝缘上的挤包半导体屏蔽的电阻率测定。

##### 10.4.9.2 步骤

试验步骤按附录E。

测量应在正常运行的导体最高温度 $\pm 2$  K范围内进行。

##### 10.4.9.3 要求

老化前和老化后的电阻率不应超过：

- 导体屏蔽：1000  $\Omega \cdot m$ ；
- 绝缘屏蔽：500  $\Omega \cdot m$ 。

### 10.5 电缆组件和成品电缆的非电气型式试验

#### 10.5.1 概述

非电气型式试验项目如下：

- a) 电缆结构检验（见 10.5.2）；
- b) 绝缘老化前后机械性能试验（见 10.5.3）；
- c) 外护套老化前后机械性能试验（见 10.5.4）；
- d) 检验材料相容性的成品电缆段老化试验（见 10.5.5）；
- e) PVC 外护套(ST<sub>2</sub>)热失重试验（见 10.5.6）；
- f) 外护套的高温压力试验(ST<sub>2</sub>、ST<sub>7</sub>和 ST<sub>12</sub>)（见 10.5.7）；
- g) 外护套(ST<sub>2</sub>、ST<sub>7</sub>和 ST<sub>12</sub>)低温试验（见 10.5.8）；
- h) PVC 外护套(ST<sub>2</sub>)热冲击试验（见 10.5.9）；
- i) PP 绝缘微孔杂质试验（见 10.5.10）；
- j) 半导体屏蔽层与绝缘层界面的微孔与突起试验（见 10.5.11）；
- k) 黑色 PE 外护套(ST<sub>7</sub>)碳黑含量测量（见 10.5.12）；
- l) 燃烧试验（见 10.5.13）；
- m) 透水试验（见 10.5.14）；
- n) PP 绝缘收缩试验（见 10.5.15）；
- o) PP 绝缘低温拉伸试验（见 10.5.16）

- p) 外护套(ST<sub>7</sub>和ST<sub>12</sub>)收缩试验(见10.5.17);
- q) 非金属外护套的刮磨试验(见10.5.18);
- r) 铝套腐蚀扩展试验(见10.5.19);
- s) 外护套(ST<sub>7</sub>和ST<sub>12</sub>)吸水试验(见10.5.20)。

表6 电缆部件和成品电缆的非电气型式试验项目汇总

混合料代号	绝缘	外护套		
	PP	ST <sub>2</sub>	ST <sub>7</sub>	ST <sub>12</sub>
结构检查 透水试验 <sup>a</sup> 具有与外护套粘结的纵包金属带或纵包金属箔电缆部件试验 铝套的腐蚀扩展试验	均适用,与绝缘和外护套材料无关			
机械性能(抗张强度和断裂伸长率)				
a) 老化前	×	×	×	×
b) 空气烘箱老化后	×	×	×	×
c) 成品电缆老化后(相容性试验)	×	×	×	×
空气烘箱热失重	—	×	—	—
高温压力试验	—	×	×	×
低温性能				
a) 低温拉伸试验	×	×	×	×
b) 低温冲击试验	—	×	×	×
热冲击试验	—	×	—	—
绝缘中微孔杂质试验	×	—	—	—
半导体屏蔽层与绝缘层界面的微孔与突起	×	—	—	—
碳黑含量试验 <sup>b</sup>	—	—	×	—
燃烧试验 <sup>c</sup>	—	×	×	×
收缩试验	×	—	×	×
吸水试验	—	—	×	×
非金属外护套的刮磨试验	—	×	×	×
pH值	—	—	—	—
电导率	—	—	—	—
卤素含量	—	—	—	—
注: ×表示要做此项试验, —表示不做此项试验。				
<sup>a</sup> 用于制造方声明具有纵向阻水特性的电缆。				
<sup>b</sup> 仅对黑色外护套。				
<sup>c</sup> 只在制造商申明电缆设计有阻燃特性时。				

### 10.5.2 电缆结构检查

导体检查、绝缘和外护套厚度以及金属套厚度测量分别按9.4、9.6及9.7进行,并应符合要求。

### 10.5.3 绝缘老化前后机械性能试验

#### 10.5.3.1 取样

取样和试片制备按GB/T 2951.11—2008的9.1进行。

#### 10.5.3.2 老化处理

老化处理按表7和GB/T 2951.12—2008的8.1并在表7规定的条件下进行。

#### 10.5.3.3 预处理和机械性能试验

预处理和机械性能的测量按GB/T 2951.11—2008的9.1进行,有以下例外:

- a) 不必立刻对老化后和未老化的试片进行抗张强度试验;
- b) 可使用任何合适的测量仪器,如千分尺。

#### 10.5.3.4 要求

老化前和老化后试片的试验结果应符合表7要求。

**表7 电缆PP绝缘混合料的机械性能试验要求(老化前后)**

试验项目和试验条件	单位	PP
正常运行时导体最高温度	℃	90
老化前(GB/T 2951.11—2008的9.1)		
最小抗张强度	N/mm <sup>2</sup>	15
最小断裂伸长率	%	350
空气烘箱老化后(GB/T 2951.12—008的8.1)		
处理条件: 温度	℃	135
温度偏差	K	±3
持续时间	h	168
抗张强度最大变化率 <sup>a</sup>	%	±30
断裂伸长率最大变化率 <sup>a</sup>	%	±30
<sup>a</sup> 变化率: 老化后测得中间值与老化前测得中间值的差值除以后者,以百分率表示。		

#### 10.5.4 非金属外护套老化前后机械性能试验

##### 10.5.4.1 取样

取样和试片制备按GB/T 2951.11—2008的9.2进行。

##### 10.5.4.2 老化处理

老化处理按表8和GB/T 2951.12—2008的8.1并在表10规定的条件下进行。

##### 10.5.4.3 预处理和机械性能试验

预处理和机械性能的测量按GB/T 2951.11—2008的9.2进行,有以下例外:

- a) 不必立刻对老化后和未老化的试片进行抗张强度试验;
- b) 可使用任何合适的测量仪器,如千分尺。

##### 10.5.4.4 要求

老化前和老化后试片的试验结果应符合表8要求。

**表8 电缆外护套混合料的机械性能试验要求(老化前后)**

试验项目和试验条件(混合料代号见4.4)	单位	ST <sub>2</sub>	ST <sub>7</sub>	ST <sub>12</sub>
老化前(GB/T 2951.11—2008的8.2)				
最小抗张强度	N/mm <sup>2</sup>	12.5	12.5	12.5
最小断裂伸长率	%	150	300	300
空气烘箱老化后(GB/T 2951.12—2008的8.1)				

表8 (续)

处理条件：温度	°C	100	110	110
温度偏差	K	±2	±2	±2
持续时间	h	168	240	240
抗张强度				
a) 老化后最小值	N/mm <sup>2</sup>	12.5	—	10.0
b) 最大变化率 <sup>a</sup>	%	±25	—	±30
断裂伸长率				
a) 老化后最小值	%	150	300	300
b) 最大变化率 <sup>a</sup>	%	±25	—	—
高温压力试验 (GB/T 2951.31—2008的8.2)				
试验温度	°C	90	110	110
温度偏差	K	±2	±2	±2
最大形变	%	50	50	50
收缩试验 (GB/T 2951.13—2008的第11章)				
试验温度	°C	—	80	80
温度偏差	K	—	±2	±2
持续时间	h	—	5	5
加热周期	—	—	5	5
最大收缩率	%	—	3.0	3.0
<sup>a</sup> 变化率：老化后测得中间值与老化前测得中间值的差值除以后者，以百分率表示。				

### 10.5.5 检验材料相容性的成品电缆段的老化试验

#### 10.5.5.1 通则

应进行成品电缆段的老化试验，以检验电缆是否存在由于绝缘、挤包半导体屏蔽和外护套与电缆其它组成部分的接触而容易在运行中过多劣化的倾向。

本试验适用于所有类型电缆。

#### 10.5.5.2 取样

绝缘和非金属外护套试验用电缆试样取自GB/T 2951.12—2008的8.1.4所述的成品电缆。

#### 10.5.5.3 老化处理

电缆段的老化处理按GB/T 2951.12—2008的8.1.4在空气烘箱中进行，条件如下：

- 温度：(100±2) °C；
- 持续时间：(7×24) h。

#### 10.5.5.4 机械性能试验

从老化后电缆样品上取下的绝缘和护套试片，按GB/T 2951.12—2008中8.1.4制备并进行机械性能试验。

#### 10.5.5.5 要求

老化后的抗张强度和断裂伸长率的中间值与老化前得出的相应值（见10.5.3和10.5.4）的变化率不应超过表7给出的绝缘经空气烘箱老化后试验值，以及表8给出的外护套经空气烘箱老化后试验值。

#### 10.5.6 PVC外护套热失重试验

### 10.5.6.1 步骤

ST<sub>2</sub>型外护套的失重试验按表8和GB/T 2951.32—2008的8.2规定进行。

### 10.5.6.2 要求

试验结果应符合表9要求。

**表9 电缆外护套料特殊性能试验要求**

试验项目和试验条件（混合料代号见4.4）	单位	ST <sub>2</sub>	ST <sub>7</sub>	ST <sub>12</sub>
空气烘箱热失重试验 （GB/T 2951.32—2008中8.2）				
处理条件：温度	℃	100	—	—
温度偏差	K	±2	—	—
持续时间	h	168	—	—
最大允许失重	mg/cm <sup>2</sup>	1.5	—	—
低温性能 <sup>a</sup> （GB/T 2951.14—2008的第8章） 试验在未经先前老化下进行				
哑铃片的低温拉伸试验			-15	
试验温度	℃	-15	±2	-15
温度偏差	K	±2	≥20	±2
要求	%	≥20		≥20
低温冲击试验			-15	
试验温度	℃	-15	±2	-15
温度偏度	K	±2	无裂纹	±2
要求	—	无裂纹		无裂纹
热冲击试验（GB/T 2951.31—2008的9.2）			—	
试验温度	℃	150	—	—
温度偏差	K	±3	—	—
试验时间	h	1	—	—
要求	—	无裂纹		—
吸水试验（GB/T 2951.13—2008中9.2）重量法：				
试验温度	℃	—	70	70
温度偏度	K	—	±2	±2
试验时间	h	—	336	336
最大增加重量	mg/cm <sup>2</sup>	—	1.5	1.5
<sup>a</sup> 要求时，可采用更低的温度进行试验。				

### 10.5.7 外护套高温压力试验

#### 10.5.7.1 步骤

外护套的高温压力试验按GB/T 2951.31—2008的8.2所述试验方法和表8给出的试验条件进行，有以下例外：

- a) 可使用自然通风烘箱或风扇辅助通风烘箱；采用风扇辅助通风烘箱时内部温度控制会更好，但不应使试样受到振动影响；
- b) 当金属套牢固地粘接到外护套上时，不应从外护套上移除金属套，而应将金属套作为试验轴来试验；应支撑金属层，使其在试验期间不会变形。

**10.5.7.2 要求**

试验结果应符合表8要求。

**10.5.8 外护套低温试验****10.5.8.1 步骤**

外护套的低温试验应采用表9规定的试验温度，按GB/T 2951.14—2008的第8章进行。

**10.5.8.2 要求**

试验结果应符合表9要求。

**10.5.9 PVC外护套热冲击试验****10.5.9.1 步骤**

外护套的热冲击试验应采用表9规定的试验温度和试验时间，按GB/T 2951.31—2008的9.2进行。

**10.5.9.2 要求**

试验结果应符合表9的要求。

**10.5.10 PP绝缘微孔杂质试验****10.5.10.1 步骤**

PP绝缘的微孔杂质试验按照附录F进行取样和试验。

**10.5.10.2 要求**

试验结果应符合以下要求：

- a) 成品电缆绝缘中不应有大于0.05 mm的微孔，大于0.025 mm的微孔在每16.4 cm<sup>3</sup>绝缘中不应多于30个；
- b) 成品电缆绝缘中不应有大于0.125 mm的不透明杂质，大于0.05 mm并小于等于0.125 mm的不透明杂质在每16.4 cm<sup>3</sup>绝缘中不应多于10个；
- c) 成品电缆绝缘中不应有大于0.25 mm的半透明棕色(琥珀状)物质。

**10.5.11 半导体屏蔽层与绝缘层界面的微孔与突起试验****10.5.11.1 步骤**

半导体屏蔽层与绝缘层界面的微孔与突起试验按照附录F进行取样和试验。

**10.5.11.2 要求**

试验结果应符合下述规定：

- a) 半导体屏蔽层与绝缘层界面上不应有大于0.05 mm的微孔；
- b) 导体半导体屏蔽层与绝缘层界面上不应有大于0.125 mm进入绝缘层的突起以及大于0.125 mm进入半导体层的突起；
- c) 绝缘半导体屏蔽层与绝缘层界面上不应有大于0.125 mm进入绝缘层的突起以及大于0.125 mm进入半导体层的突起。

## 10.5.12 黑色 PE 外护套碳黑含量测量

### 10.5.12.1 步骤

非阻燃型ST<sub>7</sub>外护套的碳黑含量测量按GB/T 2951.41—2008第11章所述的取样和试验步骤进行，但是在最后的加热阶段（在该阶段烧掉剩余的碳黑）后，样品不应放在试验装置中冷却，而应使用与前一冷却阶段（采用空气或氧气而不是氮气流）相同的程序在干燥器中冷却。阻燃型外护套的碳黑含量试验要求和试验方法由制造商和用户商定。

挤包在外护套上的半导体层不应作为测试样品。

### 10.5.12.2 要求

碳黑含量值应为  $(2.5 \pm 0.5)\%$ 。

对不受紫外线曝晒的特定场合，经制造商和用户协议，允许较低的碳黑含量值。

## 10.5.13 燃烧试验

### 10.5.13.1 通则

10.5.13.2试验适用于ST<sub>12</sub>外护套。

10.5.13.3试验按照第6章c)项中声明的阻燃特性进行。

### 10.5.13.2 ST<sub>12</sub>外护套燃烧时气体的试验

#### 10.5.13.2.1 燃烧时气体的酸气含量（以 pH 值表示）和电导率试验

试验应按照GB/T 17650.2的规定进行，试样为电缆的外护套。

试验结果应符合表10要求。

#### 10.5.13.2.2 燃烧时气体的卤素含量试验

外护套试验时F、Cl、Br和I四种卤素每种的含量 $H_i$ 按照IEC 60754—3进行试验。

每种卤素的含量 $H_i$ 以及四种卤素含量的总和 $\Sigma H_i$ 应符合表10要求。

### 10.5.13.3 电缆的燃烧特性试验

#### 10.5.13.3.1 电缆的单根阻燃试验

单根阻燃试验按照GB/T 18380.12和GB/T 18380.13的规定进行，试样为成品电缆。

试验结果应符合表10要求，同时试验过程中不应点燃滤纸。

如果两个判据有一个没有通过，应从同一批电缆中再取两个试样重新附加试验。如果两个附加试验都通过，应认为通过单根阻燃试验。

#### 10.5.13.3.2 电缆的成束阻燃试验

根据声明的类别进行成束阻燃试验，阻燃A类、阻燃B类、阻燃C类的试验分别按GB/T 18380.33、GB/T 18380.34、GB/T 18380.35的规定进行。试验结果应符合表10要求。

#### 10.5.13.3.3 电缆燃烧的烟密度试验

电缆燃烧的烟密度试验按照GB/T 17651.2的规定进行，试样为成品电缆。

试验结果应符合表10要求。

### 10.5.13.3.4 电缆中非金属材料燃烧时气体的酸气含量（以 pH 值表示）和电导率试验

试验按照 GB/T 17650.2 的规定进行，试样为电缆的非金属材料。重量占非金属材料总重不大于1%的非金属材料不必进行本试验。

电缆非金属部件的pH值和电导率的加权值按照GB/T 17650.2计算，并应符合表10要求。

### 10.5.13.3.5 电缆中非金属材料燃烧时气体的卤素含量试验

按照IEC 60754-3进行试验，电缆的F、Cl、Br和I四种卤素含量的加权值 $H_i'$ 应采用下列任一种方式确定：

- 单独测量非金属部件的卤素含量，然后按照附录 G 的方法计算电缆每种卤素的加权值；
- 按照附录 G 规定的方法准备代表性样品来测试每种卤素的含量，结果作为电缆每种卤素的加权值。

重量占非金属材料总重不大于 1%的非金属材料不必进行本试验。

电缆每种卤素的含量加权值 $H_i'$ 以及四种卤素含量加权值的总和 $\Sigma H_i'$ 应符合表10要求。

**表 10 燃烧特性试验要求**

试验项目和试验条件（混合料代号见4.4）	单位	阻燃护套	ST <sub>12</sub>
ST <sub>12</sub> 外护套材料试验（取自电缆外护套）			
pH值和电导率（见10.5.13.2.1）			
pH	—	—	≥4.3
电导率	μS/mm	—	≤10
卤素含量（见10.5.13.2.2）			
4种卤素（F、Cl、Br、I）单个要求值	mg/g	—	≤2
4种卤素（F、Cl、Br、I）总和	mg/g	—	≤5
成品电缆试验			
单根阻燃试验（见10.5.13.3.1）			
上夹具下缘与上炭化起始点之间的距离	mm	>50	>50
上夹具下缘与下炭化起始点之间的距离	mm	≤540	≤540
成束阻燃试验（见10.5.13.3.2）			
试样上的炭化范围超过喷灯底边	m	≤2.5	≤2.5
电缆烟密度（见10.5.13.3.3）			
归一化透光率（ $I_t/I_0$ ） <sub>norm</sub>	%	—	≥60
pH值和电导率（见10.5.13.3.4）（电缆中非金属材料加权值）			
pH	—	—	≥4.3
电导率	μS/mm	—	≤10
卤素含量（见10.5.13.3.5）（电缆中非金属材料加权值）			
4种卤素（F、Cl、Br、I）单个要求值	mg/g	—	≤2
4种卤素（F、Cl、Br、I）总和	mg/g	—	≤5

### 10.5.14 透水试验

透水试验适用于在第6章d)项和g)项申明具有纵向透水阻隔结构的电缆。本试验的目的是满足直埋电缆的要求，而不是为了用于如海底电缆之类结构的电缆。

透水试验包括两项试验，一个是针对成品电缆以及所有纵向透水阻隔结构组件，另一个是针对阻水导体。试验装置、取样、试验步骤按照附录H和附录I的规定，试验结果应符合附录H和附录I要求。

### 10.5.15 PP 绝缘收缩试验

#### 10.5.15.1 步骤

PP绝缘收缩试验按GB/T 2951.13—2008中第10章所述取样及试验步骤和表5规定的试验条件进行。

### 10.5.15.2 要求

试验结果应符合表5的要求。

### 10.5.16 PP绝缘低温拉伸试验

#### 10.5.16.1 步骤

PP绝缘低温拉伸试验按GB/T 2951.14—2008中第8章所述的取样及试验步骤和表5规定的试验条件进行。

#### 10.5.16.2 要求

试验结果应符合表5的要求。

### 10.5.17 外护套收缩试验

#### 10.5.17.1 步骤

外护套的收缩试验按GB/T 2951.13—2008第11章所述取样及试验步骤和表8规定的试验条件进行。

#### 10.5.17.2 要求

试验结果应符合表8要求。

### 10.5.18 非金属外护套刮磨试验

电缆的外护套按照JB/T 10696.6规定进行刮磨试验并应符合要求。

### 10.5.19 铝套腐蚀扩展试验

铝套电缆按照JB/T 10696.5规定进行腐蚀扩展试验并应符合要求。

### 10.5.20 ST<sub>7</sub>、ST<sub>12</sub>外护套的吸水试验

按GB/T 2951.13—2008的9.2规定取样和进行试验，应采用表9规定的试验条件。试验结果应符合表9要求。

## 11 电缆系统的预鉴定试验

### 11.1 通则和预鉴定试验的认可范围

当电缆系统成功通过预鉴定试验，制造商就具有供应相同或较低电压等级电缆系统的合格资格，只要其绝缘屏蔽上计算的标称电场强度等于或者低于已通过试验的电缆系统的相应值。

当导体屏蔽上计算的标称电场强度高于8.0 kV/mm 和(或)绝缘屏蔽上计算的标称电场强度高于4.0 kV/mm时应进行电缆系统的预鉴定试验。具有下述任一情况，预鉴定试验应予以免做：

- 如果具有相同结构以及同样附件类型的电缆系统已经通过了相同或更高额定电压的预鉴定试验；
- 如果制造商能够证明在导体屏蔽和绝缘屏蔽上、在同类型电缆附件的主绝缘部件上以及在附件的界面上的计算的电场强度相等或更高的电缆系统已经具有良好的运行经历；
- 如果制造商按照关于相同电缆结构和同类型附件的电缆系统的国家标准或用户规范已经完成了同等要求的长期试验。

如果一个预鉴定合格的电缆系统使用另一个已通过预鉴定试验电缆系统的电缆和（或）附件进行替换，且另一个电缆系统的绝缘屏蔽上的计算电场强度等于或高于被替换的电缆系统，则现有的预鉴定认可应扩展到此系统或另一个电缆系统的电缆和（或）附件，只要其满足了11.3的全部要求。

如果一个预鉴定合格的电缆系统使用没有进行过预鉴定试验的电缆和（或）附件，或者使用另一个已通过预鉴定试验电缆系统的电缆和（或）附件进行替换、但该电缆系统的绝缘屏蔽上的计算电场强度低于被替换的电缆系统，则新组成的电缆系统应进行预鉴定试验，并满足11.2的全部要求。

除非与该电缆系统相关的材料、制造工艺、设计和设计场强水平有实质性改变，预鉴定试验只需要进行一次。实质性改变定义为可能对电缆系统产生不利影响的改变。如果有改变而申明不构成实质性改变，供应方应提供包括试验证据的详细情况。

宜使用大截面积导体的电缆进行预鉴定试验，以包含热-机械性能的影响。

预鉴定试验和预鉴定扩展试验的一览表参见附录C。

由具有资质的见证机构代表签署的预鉴定试验和（或）预鉴定扩展试验证书、或由制造商提供的有合适资格官员签署的载有试验结果的报告、或由独立实验室出具的预鉴定试验证书应认可作为通过预鉴定试验和（或）预鉴定扩展试验的证明。该证书或报告应包括户内试验布置或户外安装的具体情况，并应说明敷设条件和电缆系统安装的具体情况。

## 11.2 完整系统的预鉴定试验

### 11.2.1 预鉴定试验通则

预鉴定试验应由最少20 m长的全尺寸成品电缆包含每种类型附件至少一件的完整电缆系统上进行的电气试验组成。附件之间的自由电缆的长度应至少10 m。试验的顺序为：

- a) 热循环电压试验（见11.2.4）；
- b) 雷电冲击电压试验（见11.2.5）；

可能有一个或多个附件不能满足11.2中所有预鉴定试验的要求。对被试电缆系统修理后，可对保留下的电缆系统（电缆和其余的附件）继续进行预鉴定试验。如果保留下的电缆系统满足了11.2的所有要求，该保留下的电缆系统（电缆和其余的附件）应认为通过预鉴定试验，而没有完成试验的电缆附件则没有通过该预鉴定试验。但是可对更换附件的电缆系统继续进行预鉴定试验直到满足11.2的所有要求。如果制造商确定预鉴定试验的电缆系统包含修理好的附件，那么该完整系统的预鉴定试验的起始时间从修理后开始计算。

### 11.2.2 试验电压值

电缆系统预鉴定试验前，应测量电缆的绝缘厚度，必要时按照10.4.1调整试验电压值。

### 11.2.3 试验布置

电缆和附件按制造商说明书规定的方法进行组装，采用其所提供的等级和数量的材料，包括润滑剂（如果有）。

试验可在实验室中进行，而不必在模拟真实安装条件的场所进行。

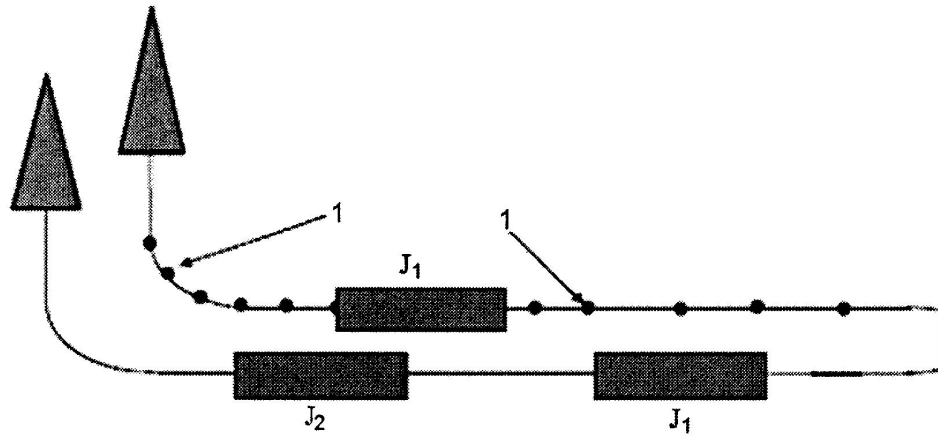
如果接头设计适用于刚性和柔性两种安装方式，则一个接头应采用刚性固定方式安装，另一个接头应采用柔性方式安装，见图1。如果接头设计仅用于刚性方式安装，则该接头的两侧都应以刚性方式固定。如果接头设计仅用于柔性方式安装，则该接头的两侧都应以柔性方式安装。

试验回路应弯成U形，弯曲直径应不大于10.4.3规定试验用圆柱体直径（包括+5%公差）。

注：图1的示例较实际安装敷设的真实模拟更容易实现。设计的热-机械性能在该试验布置中没有得到测试。

在考虑热机械性能的特殊情况下,应采用能代表设计安装条件的特殊试验布置。在安装和试验期间环境条件可能会有变化,但认为环境条件的变化并无重要影响。

当使用户外试验设施进行试验时,不受通常规定的对环境温度(20±15)℃的限制。



标引序号说明:

1——夹具;

J<sub>1</sub>——设计为用于刚性和柔性固定的接头;

J<sub>2</sub>——设计仅用于柔性固定的接头。

图1 预鉴定试验的试验布置示例

#### 11.2.4 热循环电压试验

应只通过导体电流将试样加热到规定的温度。试样应加热至导体温度超过电缆正常运行的导体最高温度0 K~5 K。试验过程中因环境温度变化需要调节导体电流。

应选择加热布置方式,使得远离附件的电缆导体温度达到上述规定温度。应记录电缆表面温度作为参考。

加热应至少8 h。在每个加热期内,导体温度应保持在上述温度范围内至少2 h。随后应自然冷却至少16 h,直到导体温度冷却至不高于30 ℃或者冷却至高于环境温度10 K以内,取两者之中的较高值。

如果由于实际原因,不能达到试验温度,可外加热绝缘措施。

在整个试验期间,应对电缆系统施加1.7U<sub>0</sub>电压。

加热冷却循环应进行180次。导体温度超过电缆正常运行的导体最高温度5 K的那些热循环也认为有效。允许某些循环的高温持续时间在1 h~2 h之间,但这样的循环不超过10个。应完成至少180个加电压的有效热循环。

试验中允许发生热循环或测试电压的中断。

不应发生击穿。

注:宜在试验期间进行局部放电测试以便提供性能可能劣化的早期预警,从而有可能在损坏前进行修理。

#### 11.2.5 雷电冲击电压试验

试验应在整个试验回路上进行,电缆导体温度超过电缆正常运行的最大导体温度0 K~5 K。导体温度应保持在上述温度范围内至少2 h。如果由于实际原因不能达到试验温度,可外加热绝缘措施。试验期间导体温度应保持在规范范围。

按照GB/T 3048.13给出的步骤施加雷电冲击电压。

试验回路应耐受按表4第8列试验电压值施加的10次正极性和10次负极性电压冲击而不破坏。

### 11.2.6 检验

电缆系统（电缆和附件）的检验按10.4.8的规定，并应符合要求。

## 11.3 电缆系统的预鉴定扩展试验

### 11.3.1 预鉴定扩展试验概要

预鉴定扩展试验应包括11.3.2规定的完整电缆系统电气性能试验和10.5规定的电缆非电气型式试验。

### 11.3.2 电缆系统的预鉴定扩展试验的电气部分

#### 11.3.2.1 通则

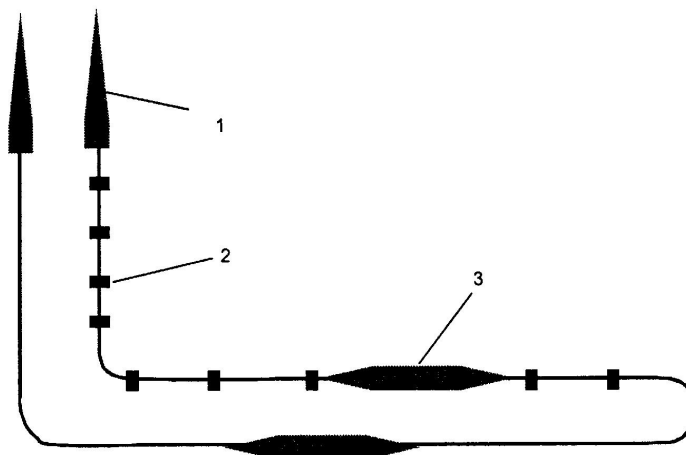
11.3.2.3所列试验应在已通过预鉴定试验的电缆系统的一个或多个成品电缆的试样上进行，取决于附件的数量。电缆系统的试样应包含需要预鉴定扩展试验的电缆附件每种至少一件。试验可在实验室中进行，而不必在模拟真实安装的条件下进行。

电缆总长度应最少20 m，不包括附件内的电缆。附件之间电缆的最短长度应为5 m。

在安装附件前，应根据10.4.3进行电缆的弯曲试验。

电缆和附件按制造商说明书规定的方法进行安装，采用其所提供的等级和数量的材料，包括润滑剂（如果有）。

如果一个接头的预鉴定要扩展到用于柔性和刚性两种安装方式，试验时一个接头应以柔性方式安装，另一个接头应以刚性方式安装，见图2。



标引序号说明：

- 1 —— 终端；
- 2 —— 夹具；
- 3 —— 接头。

图2 一个采用设计为柔性和刚性两种安装方式的另外接头的系统的预鉴定扩展试验的布置示例

除11.3.2.2和 $\tan \delta$  测量试验[见11.3.2.3 d)]之外, 11.3.2.3所列的a) 到h) 所有试验项目应在同一个试样上依次进行。附件应在电缆的弯曲试验后安装。

10.4.9所述的半导体屏蔽电阻率的测量[见11.3.2.3 的i)]应在同批次电缆的单独试样上进行。如果预鉴定扩展试验仅针对附件, 那么可不进行电缆半导体屏蔽电阻率测量。

### 11.3.2.2 试验电压值

预鉴定扩展试验的电气试验前, 应测量电缆的绝缘厚度, 必要时按照10.4.1调整试验电压值。

### 11.3.2.3 预鉴定扩展试验的电气试验顺序

预鉴定扩展试验的电气试验的正常顺序如下:

- a) 由电缆/附件制造商或代表安装要进行预鉴定扩展试验的附件;
- b) 环境温度下局部放电试验(见10.4.4) 检验安装质量;
- c) 不加电压的热循环试验(见11.3.2.4);
- d) 当进行电缆预鉴定扩展试验时,  $\tan \delta$  测量(见10.4.5);

本项试验可在不进行本试验序列中其余试验项目的装有特殊试验终端的同批次另一个电缆试样上进行。

- e) 热循环电压试验(见10.4.6);
- f) 环境温度和高温下的局部放电试验(见10.4.4);

本试验应在上述e) 项试验的最后一次循环后, 或者在下述g) 项雷电冲击电压试验后进行。

- g) 雷电冲击电压试验及随后的工频电压试验(见10.4.7);
- h) 局部放电试验, 若上述f) 项没有进行;
- i) 电缆半导体屏蔽的电阻率(见10.4.9) 应在同批次的单独试样上测量。

试验电压应符合表4的规定, 并按照11.3.2.2进行必要的调整。

### 11.3.2.4 不加电压的热循环试验

应只通过导体电流将试样加热到规定的温度。试样应加热至导体温度超过电缆正常运行的导体最高温度5 K~10 K。

如果由于实际原因不能达到试验温度, 可外加热绝缘措施。

加热应至少8 h。在每个加热期内, 导体温度应保持在上述温度范围内至少2 h。随后应自然冷却至少16 h, 直到导体温度冷却至不高于30℃或者冷却至高于环境温度10 K以内, 取两者之中的较高值。应记录每个加热周期最后2 h的导体电流。

加热冷却循环应进行60次。

导体温度高于正常运行时最高导体温度5K的加热循环也认为有效。

允许中断试验, 但应完成总共60个完整的加热循环。有关中断试验和确定有效加热周期的指导见附录D。

## 12 电缆的型式试验

### 12.1 通则

本章规定的试验用以证明电缆具有满意的性能。

除非电缆的材料、制造工艺、设计或设计场强水平发生改变, 且这种改变可能会对其性能产生不利影响, 型式试验一旦通过后, 不必重复进行。

这些试验应在导体屏蔽上计算的标称电场强度不高于8.0 kV/mm 和绝缘屏蔽上计算的标称电场强度不高于4.0 kV/mm的电缆上进行。否则应进行第10章电缆系统的型式试验。

按照本文件的以前版本已经通过的型式试验依然有效。

电缆型式试验的一览表见附录C。

## 12.2 型式认可的范围

对具有特定截面以及相同额定电压和结构的一种或一种以上电缆的型式试验通过后,如果满足下列a)~e)的所有条件,则该型式认可对本文件范围内其他导体截面积、额定电压和结构的电缆亦应认可有效。

a) 电压等级不高于已试电缆的电压等级。

本条中相同额定电压等级的电缆是指具有相同设备最高电压 $U_m$ 和相同试验电压等级(见表4中第1列和第2列)的电缆。

b) 导体截面积不大于已试电缆的导体截面积。

c) 电缆具有与已试电缆相同或相似的结构。

结构类似的电缆是指绝缘和半导体屏蔽的类型和制造工艺相同的电缆。由于导体的型式或材料的差异、或者由于屏蔽绝缘芯上保护层的差异,除非这些差异可能对试验结果有显著影响,电气型式试验不必重复进行。在有些情况下,可重做型式试验中的一项或几项试验(例如弯曲试验、热循环试验和(或)相容性试验)。

d) 电缆导体屏蔽上计算的标称电场强度不超过已试电缆导体屏蔽上的标称电场强度10%。

e) 电缆绝缘屏蔽上计算的标称电场强度不超过已试电缆绝缘屏蔽上的标称电场强度。

除非采用不同的材料和制造工艺,对取自不同电压等级和(或)导体截面积的电缆的试样不必重复进行电缆组件的型式试验(见10.5)。如果包覆在屏蔽绝缘芯上的材料组合不同于原先已经过型式试验的电缆的材料组合,可要求重复进行成品电缆样段的老化试验以检验材料的相容性(见10.5.5)。

由具有资质的见证机构代表签署的型式试验证书、或由制造商提供的有合适资格官员签署的载有试验结果的报告、或由独立实验室出具的型式试验证书应认可作为通过型式试验的证明。

## 12.3 型式试验概要

型式试验应包括12.4规定的成品电缆的电气试验(必要时按10.4.1调整)和10.5规定的电缆组件及成品电缆适用的非电气试验。

电缆组件的非电气试验汇总于表6和表7中,并指出每种试验所适用的绝缘和外护套材料。只有当制造商希望燃烧特性作为电缆设计的特性时,才需要进行表10中规定的燃烧特性试验。

## 12.4 成品电缆的电气型式试验

试验a)~f)应依次在不包括电缆附件至少10 m长的一段成品电缆试样上进行。

a) 弯曲试验(见10.4.3),随后安装试验终端及环境温度下局部放电试验(见10.4.4);

b)  $\tan \delta$  测量(见10.4.5);

本项试验可在不进行本试验序列中其余试验项目的同批次另一个电缆试样上进行。

c) 热循环电压试验(见10.4.6)及随后的环境温度下的局部放电试验(见10.4.4),后者应在最后一次循环后或者在下述d)项雷电冲击电压试验后进行;

d) 雷电冲击电压试验及随后的工频电压试验(见10.4.7);

e) 环境温度下的局部放电试验(见10.4.4),若上述c)项中没有进行;

f) 上述各项试验完成时对电缆的检验(见10.4.8);

g) 电缆半导体屏蔽的电阻率(见10.4.9)应在单独的试样上测量。

试验电压应符合表4的规定。

### 13 安装后的电气试验（现场试验）

#### 13.1 通则

试验在电缆和附件安装完成后的新线路上进行。

宜采用13.2的外护套直流电压试验和/或13.3的绝缘交流电压试验。

当电缆线路仅按13.2作了外护套试验时，根据制造商和用户协议，附件安装的质量保证程序可代替13.3的绝缘交流电压试验。

#### 13.2 外护套直流电压试验

应在电缆金属套或金属屏蔽与地之间对外护套施加10 kV直流电压，持续时间1 min。

为使试验有效，外护套外表面应与地良好接触。除非外护套有外电极，例如潮湿的回填土或导电层，否则不应进行测试。

#### 13.3 交流电压试验

##### 13.3.1 绝缘交流电压试验

交流电压试验应根据用户和制造商的协议进行。

电压波形应基本为正弦波形，频率为20 Hz~300 Hz。特殊情况下，经用户和制造商协商频率可低至10 Hz。

按表4第10列规定施加交流电压持续1 h，或者施加 $U_0$ 持续24 h作为替代的方案。

对已运行的电缆线路，可采用比表4第10列更低的电压和/或较短时间进行试验。宜考虑到运行年份、环境条件、击穿经历以及试验目的，经协商确定试验电压和时间。

##### 13.3.2 局部放电试验

宜在交流电压下开始局部放电（PD）测试，可由用户和制造商协商进行。可沿电缆线路进行分布式局部放电测量。测量的典型合格标准是在 $1.5U_0$ 或更低的测试电压下，电缆系统应无可检测的局部放电。适用时，应协商测试程序和合格标准。PD测试可在绝缘交流电压试验时进行或作为单独的测试。PD试验不应视为代替绝缘交流电压试验。

## 附录 A (规范性) 数值修约

### A.1 修约规则

当数值需要修约到规定位数的小数,例如从几个测量值计算平均值或由一个给定标称值加上偏差百分率推导出最小值时,采用下述规则。

如修约前要保留的最后一位数字后跟着的数字是0、1、2、3或4,则该位数字应保持不变(修约舍弃)。

如修约前要保留的最后一位数字后跟着的数字是9、8、7、6或5,则该位数字应加1(修约进位)。

例如:

2.449	≈ 2.45	修约到两位小数
2.449	≈ 2.4	修约到一位小数
2.453	≈ 2.45	修约到两位小数
2.453	≈ 2.5	修约到一位小数
25.0478	≈ 25.048	修约到三位小数
25.0478	≈ 25.05	修约到两位小数
25.0478	≈ 25.0	修约到一位小数

### A.2 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作比较,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A.1列出了一些规定值、测量值或其计算值的修约数位。

**表 A.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
非金属外护套最小厚度			
金属套最小厚度			
非金属外护套平均厚度	mm	修约到十分位	修约到十分位

## 附录 B (资料性) 电缆导体温度的测定

### B.1 目的

对某些试验, 电缆施加工频或冲击电压时, 将电缆导体温度升高到某一给定温度, 典型值为正常运行时最高温度以上5 K~10 K, 因此不可能直接接触导体测量温度。

此外尽管环境温度可能变化范围很大, 但是导体温度变化维持在严格限制范围(5 K)。

对被试电缆的预先校准或计算最初是满意的, 但整个试验期间环境条件的变化可能导致导体温度偏离要求范围。

因此, 采用一些在整个试验期间能够监测和控制导体温度的方法。本导则给出了通用的方法。

### B.2 主试验回路温度的校准

#### B.2.1 通则

校准的目的是在试验要求的温度范围内, 对一给定电流通过直接测量确定导体温度。

用于校准的电缆(以下称参照电缆)应与主回路所用的电缆相同。

#### B.2.2 电缆和温度传感器的安装

校准在取自与被试电缆相同的一段至少5 m长的电缆上进行。电缆长度使热量向电缆两端的纵向传导对电缆中部2 m范围内温度的影响不超过2 K。

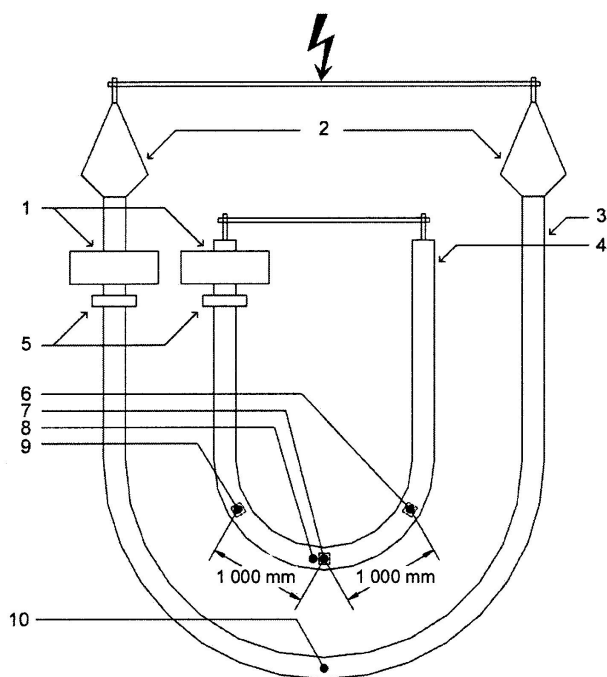
在参照电缆的中部设置两个温度传感器: 一个( $TC_{1c}$ )在导体上, 另一个( $TC_{1s}$ )装在电缆外表面上或直接在外表面下。

另外两个温度传感器 $TC_{2c}$ 和 $TC_{3c}$ 装在参照电缆的导体上(见图B.1), 每个温度传感器距离电缆中部约1 m。

采用机械方法使这些温度传感器固定在导体上, 在试验期间保持良好的热接触, 以免热量泄漏至周围环境。宜按照图B.2所示, 将温度传感器安装在绞合导体的两根股线之间或在(实心)导体与导体屏蔽之间。将把导体外面的各包覆层仔细挖去形成一个小洞, 将温度传感器装在参照电缆中部的导体上。安装好温度传感器后, 将取出的各包覆层放回原处。

为证实可忽略向电缆两端的热传导, 温度传感器 $TC_{1c}$ 、 $TC_{2c}$ 和 $TC_{3c}$ 的各读数之间的差值宜小于2 K。

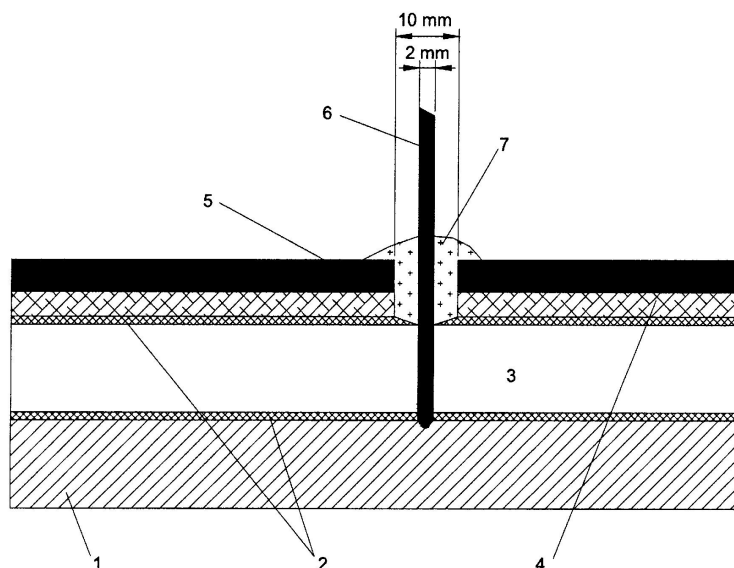
如果实际主试验回路包含了几个彼此靠近的单独电缆段, 则这些电缆段会受到热邻近效应的影响。因此, 测量在最热的电缆段(通常是位于中间的电缆段)上进行。



标引序号说明:

- |                 |                           |
|-----------------|---------------------------|
| 1——大电流变压器;      | 6——TC <sub>3c</sub> (导体); |
| 2——终端;          | 7——TC <sub>1c</sub> (导体); |
| 3——试验电缆;        | 8——TC <sub>1s</sub> (护套); |
| 4——参照电缆 (≥5 m); | 9——TC <sub>2c</sub> (导体); |
| 5——电流互感器;       | 10——T <sub>cs</sub> (护套)。 |

图 B.1 参照回路和试验回路的典型布置图



标引序号说明:

- |           |           |              |          |
|-----------|-----------|--------------|----------|
| 1——导体;    | 2——半导体屏蔽; | 3——绝缘;       | 4——金属屏蔽; |
| 5——电缆外护套; | 6——温度传感器; | 7——热绝缘胶 (泥)。 |          |

图 B.2 参照回路导体上的温度传感器的布置示例

### B.2.3 校准方法

校准在温度 $(20\pm 5)$ ℃和无通风状况下进行。

采用温度记录仪同时测量导体、外护套和环境温度。

电缆加热到图B.1温度传感器 $TC_{1c}$ 指示的导体温度达到稳定，并如表1给出的电缆正常运行时导体最高温度以上5 K~10 K。

当温度稳定时，记录下述温度：

- 导体温度： $TC_{1c}$ 、 $TC_{2c}$ 和 $TC_{3c}$ 的平均值；
- 外护套温度：位置 $TC_{1s}$ ；
- 环境温度；
- 加热电流。

### B.3 试验中的加热

#### B.3.1 方法1——应用参照电缆回路

本方法中，参照回路的电缆与主试验回路相同，通过相同的电流进行加热。

两个回路的电缆和温度传感器按B.2进行安装。

试验回路的布置宜考虑以下因素：

- 参照电缆的加热电流在任何时刻与主试验回路的相同；
- 试验回路的安装方式要考虑整个试验中相互的热影响。

调节两个回路的电流，使导体温度保持在规定范围之内。

将温度传感器( $T_{cs}$ )安装在主回路最热点(通常在回路的中部)的电缆外表面上或外表面下，并与参照电缆最热点的温度传感器 $TC_{1s}$ 安装方式相同。

参照回路导体上温度传感器 $TC_{1c}$ 测量的导体温度可认为能表示加有试验电压的主试验回路导体温度。

将所有温度传感器连接到记录仪进行温度监测。记录每个回路的加热电流，验证两个回路电流值在整个试验期间相同。二两个加热电流的差异应保持在 $\pm 1\%$ 内。

如果通过光纤或相似方式测量温度，参考电缆可与被试电缆串联。

#### B.3.2 方法2——应用计算导体温度和测量表面温度

##### B.3.2.1 试验电缆导体温度的校准

校准的目的是在试验要求的温度范围内，对一给定电流通过直接测量确定导体温度。

用于校准的电缆与被试电缆相同且加热方式也相同。

用于校准的电缆及温度传感器按B.2.2安装。

校准按B.2.3在参照电缆上进行。

##### B.3.2.2 基于外表面温度测量的试验

校准期间以及主回路试验期间，主回路的电缆导体温度依据测得的外护套表面温度( $T_{cs}$ )按照IEC 60853-2计算。温度测量采用安装在外护套表面或下面的最热点处的温度传感器，与参照电缆相同的方式。

如证实暂态温度已在规定时间内趋近稳定，则作为替代，可按照JB/T 10181.11进行计算。

调整加热电流，得到根据所测外护套的外表面温度计算导体温度所要求的值。

## 附录 C (资料性)

### 电缆系统、电缆的型式试验、预鉴定试验和预鉴定扩展试验一览表

#### C.1 电缆系统、电缆的型式试验

电缆系统、电缆的型式试验分别见第10章、第12章。

电缆系统、电缆型式试验的概要和条款编号见表C.1。

导体屏蔽上计算的标称电场强度高于8.0 kV/mm 或绝缘屏蔽上计算的标称电场强度高于4.0 kV/mm 的电缆系统的预鉴定试验见11.1和11.2。

导体屏蔽上计算的标称电场强度高于8.0 kV/mm 或绝缘屏蔽上计算的标称电场强度高于4.0 kV/mm 的电缆系统的预鉴定扩展试验见11.1和11.3。

**表 C.1 电缆系统、电缆的型式试验**

序号	试验	条款编号	
		电缆系统	电缆
a	通则	10.1	12.1
b	型式认可范围	10.2	12.2
c	电气型式试验	10.4	12.4
d	试验电压值	10.4.1	10.4.1
e	弯曲试验	10.4.3	10.4.3
	室温下局部放电试验	10.4.4	10.4.4
f	$\tan \delta$ 测量	10.4.5	10.4.5
g	热循环电压试验	10.4.6	10.4.6
h	高温下局部放电试验	10.4.4	—
	室温下局部放电试验（最后一次热循环后或者i） 项雷电冲击电压试验后）	10.4.4	10.4.4
i	雷电冲击电压试验及随后的工频电压试验	10.4.7	10.4.7
j	高温下局部放电试验（如上述g）项后没有进行）	10.4.4	—
	室温下局部放电试验（如上述g）项后没有进行）	10.4.4	10.4.4
k	检验	10.4.8	10.4.8
l	半导体屏蔽电阻率	10.4.9	10.4.9
m	电缆组件和成品电缆的非电气型式试验	10.5	10.5

#### C.2 电缆系统、电缆的预鉴定试验

电缆系统、电缆的预鉴定试验的概要和条款编号见表C.2。

**表 C.2 导体屏蔽上计算的电场强度高于 8.0 kV/mm 或绝缘屏蔽上计算的电场强度高于 4.0 kV/mm 的电缆系统的预鉴定试验**

序号	试验	条款编号
a	通则和预鉴定试验的认可范围	11.1
b	完整系统上的预鉴定试验	11.2
c	预鉴定试验通则	11.2.1
d	试验电压值	11.2.2
e	试验布置	11.2.3
f	热循环电压试验	11.2.4
g	雷电冲击电压试验	11.2.5
h	检验	11.2.6

**C.3 电缆系统、电缆的预鉴定扩展试验**

电缆系统、电缆的预鉴定扩展试验的概要和条款编号见表C.3。

**表 C.3 导体屏蔽上计算的电场强度高于 8.0 kV/mm 或绝缘屏蔽上计算的电场强度高于 4.0 kV/mm 的电缆系统的预鉴定扩展试验**

序号	试验	条款编号
a	电缆系统的预鉴定扩展试验	11.3
b	预鉴定扩展试验概要	11.3.1
c	电缆系统预鉴定扩展试验的电气部分	11.3.2
d	通则	11.3.2.1
e	试验电压值	11.3.2.2
f	预鉴定扩展试验电气部分的顺序	11.3.2.3
g	不加电压的热循环试验	11.3.2.4

## 附录 D

### (资料性)

#### 型式试验中加电压热循环试验中断和有效性判断导则

##### D.1 热循环电压周期的中断

###### D.1.1 计划中断

在中断期间，不对电缆系统进行加热循环。由于试验的中断是有计划的，所以中断是在一个完整的加热周期结束后进行的。在中断期结束后，通过施加试验电压和开始新的加热周期重新开始试验。只有完整的加热周期才计入所需的加热周期数。不可通过计划中断来影响试验结果。

###### D.1.2 非计划中断

如果在15 min内发现并纠正了非计划中断的原因，则可作为受控试验中断处理，见D.1.1。

通常延迟时间超过15 min，非计划中断发生在加热周期中。在这种情况下，在消除了中断的原因后，应在导体温度不超过30 °C或在环境温度的15 K以内但最高温度不超过45 °C，以较高者为准，后重新开始试验。

中断的热循环数不应计入需要的热循环试验总数中。

##### D.2 热循环有效

下列热循环都是有效的：

- 除 D.1.2 第一段所述情况外，没有其他中断情况；
- 规定值的试验电压连续施加；
- 在周期开始和周期结束时，电缆导体温度在 D.1.2 第二段给出的范围内；
- 电缆导体温度在循环的高温部分至少在规定的时间内达到或超过规定的最低值；
- 环境温度在规定范围内；
- 循环时间至少为 24 h，加热时间至少为 8 h；
- 有确认上述各条的记录。

**附录 E**  
**(规范性)**  
**半导体屏蔽电阻率测量方法**

从长度150 mm的成品电缆试样上制备试样。

将绝缘线芯试样沿纵向对半切开，除去导体及隔离层（如果有）以制备导体屏蔽试件（见图E.1a）。将绝缘线芯外所有包覆层除去以制备绝缘屏蔽试件（见图E.1b）。

半导体屏蔽体积电阻率的测定步骤如下：

- a) 将四只涂银电极 A、B、C 和 D 置于半导体屏蔽层表面，两个电位电极 B 和 C 间距约 50 mm。将两个电流电极 A 和 D 分别放置在每个电位电极外侧至少 25 mm 处；
- b) 用合适的夹子连接电极，连接导体屏蔽电极时，确保夹子与试件外表面的绝缘屏蔽相互绝缘；
- c) 将组装好的试样放入已经预热到规定温度的烘箱内，至少放置 30 min 后，用功率不超过 100 mW 的测量电路测量两个电位电极间的电阻。

电阻测量后，在环境温度下测量导体屏蔽和绝缘屏蔽的外径以及导体屏蔽层和绝缘屏蔽层的厚度，每个数据取图E.1所示试样上六个测量值的平均值。

体积电阻率按式（E.1）和（E.2）计算：

- a) 导体屏蔽

$$\rho_c = \frac{R_c \times \pi \times (D_c - T_c) \times T_c}{2L_c} \dots\dots\dots (E.1)$$

式中：

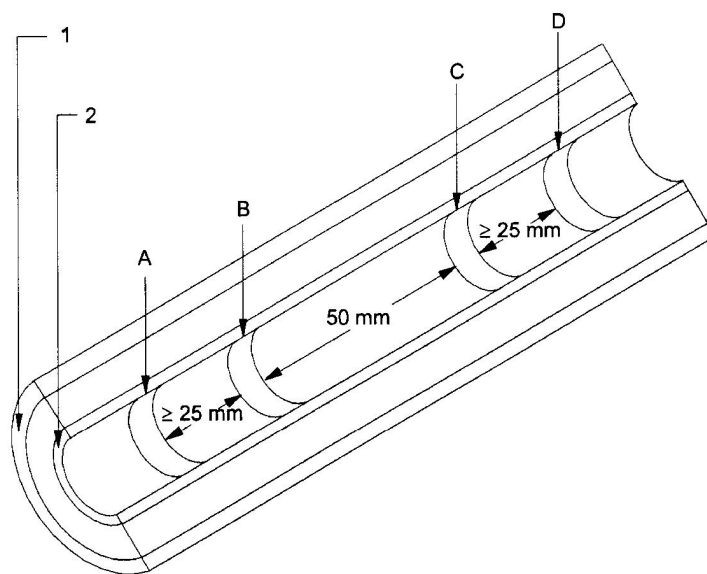
- $\rho_c$ ——导体屏蔽体积电阻率，单位为欧姆米（ $\Omega \cdot m$ ）；
- $R_c$ ——测量电阻，单位为欧姆（ $\Omega$ ）；
- $D_c$ ——导体屏蔽外径，单位为米（m）；
- $T_c$ ——导体屏蔽平均厚度，单位为米（m）；
- $L_c$ ——电位电极间距离，单位为米（m）。

- b) 绝缘屏蔽

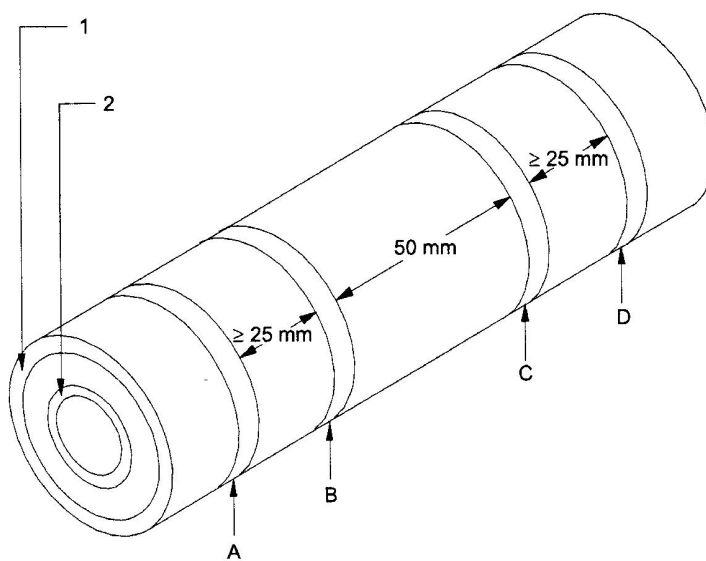
$$\rho_i = \frac{R_i \times \pi \times (D_i - T_i) \times T_i}{L_i} \dots\dots\dots (E.2)$$

式中：

- $\rho_i$ ——绝缘屏蔽体积电阻率，单位为欧姆米（ $\Omega \cdot m$ ）；
- $R_i$ ——测量电阻，单位为欧姆（ $\Omega$ ）；
- $D_i$ ——绝缘屏蔽外径，单位为米（m）；
- $T_i$ ——绝缘屏蔽平均厚度，单位为米（m）；
- $L_i$ ——电位电极间距离，单位为米（m）。



a) 导体屏蔽的体积电阻率测量



b) 绝缘屏蔽的体积电阻率测量

标引序号说明：

1——绝缘屏蔽层；2——导体屏蔽层；B、C——电位电极；A、D——电流电极。

**图 E.1 导体屏蔽和绝缘屏蔽体积电阻率测量的试样制备**

## 附 录 F (规范性)

### 微孔、杂质与半导体屏蔽层界面突起试验

#### F.1 试验设备

##### F.1.1 显微镜

最小放大倍数为15倍的显微镜。

最小放大倍数为40倍的测量显微镜。

##### F.1.2 切片机

普通用途的切片机或具有类似功能的其他设备。

#### F.2 试样制备

从约50 mm长的电缆绝缘线芯样品上沿径向切取80个含有导体屏蔽、绝缘和绝缘屏蔽的圆形或螺旋形薄片，试片的厚度约(0.4~0.7) mm。用锋利的刀片切割以获得的试片具有均匀的厚度和光滑的表面。保持试片表面清洁并防止擦伤。

#### F.3 步骤

采用透射光检查全部 80个试片绝缘内的微孔、不透明杂质和半透明棕色物质，以及绝缘与半导体屏蔽层界面处的微孔和突起。

采用最小放大倍数为15倍的显微镜检测在上述检查中可疑的20个连续试片(或相等圈数的螺旋形试片)的全部区域。记录并列表统计下列各项：

- 所有大于或等于0.025 mm的微孔；
- 所有大于或等于0.05 mm的不透明杂质；
- 所有大于或等于0.25 mm的半透明棕色(琥珀状)物质；
- 所有大于或等于0.125 mm的绝缘层与半导体屏蔽层界面的突起。

这个表格作为试验报告的组成部分。

在最大的微孔、最大的杂质、最大的半透明棕色物质以及最大的绝缘与半导体层界面的突起的周围画圆圈做标记。

采用最小放大倍数为40倍的测量显微镜对最大的微孔、最大的杂质、最大的半透明棕色物质以及最大的绝缘与半导体层界面的突起在其最大尺寸方向上测量其尺寸。

#### F.4 试验结果及计算

测量并计算20个试片绝缘的总体积，将统计表中的微孔和杂质数量换算成每16.4 cm<sup>3</sup>绝缘体积中的数量，将计算值修约为整数。

记录和报告最大的微孔、最大的杂质、最大的半透明棕色物质以及最大的绝缘与半导体层界面突起的尺寸。

如果20个试片总体积小于16.4 cm<sup>3</sup>，且计算的16.4 cm<sup>3</sup>体积中微孔和杂质数量大于10.5.10.2规定，则应从同一样品上再取足够的试片进行测量，以使被测试片的总体积达到不小于16.4 cm<sup>3</sup>。

## 附录 G (规范性)

### 电缆中非金属材料卤素含量加权值的确定方法

#### G.1 分别测试每种材料的卤素含量时电缆卤素含量加权值的计算方法

电缆卤素含量加权值按公式 (G.1) 进行计算:

$$H_i' = \frac{\sum (H_i \times w_i)}{\sum w_i} \dots\dots\dots (G.1)$$

式中:

$H_i'$  —— 电缆卤素含量的加权值, 单位为毫克每克 (mg/g);

$H_i$  —— 非金属材料卤素含量, 单位为毫克每克 (mg/g);

$w_i$  —— 非金属材料的质量, 单位为克 (g)。

计算电缆中非金属材料四种卤素含量加权值的总和。

#### G.2 卤素含量试验样品的准备——采用代表电缆中非金属材料的混合试样

在去除所有金属部件后, 将整根电缆上长度为 (15~25) mm 样品切成碎片, 碎片的质量应能满足卤素含量测试的要求。碎片的大小不应超过 3 mm。

从充分混合的碎片中取出用于卤素含量测试的样品。

## 附录 H (规范性) 透水试验

### H.1 试样

一段未经过10.4或12.4所述任何试验的长度至少6 m的成品电缆试样先按10.4.3进行弯曲试验。

从经过弯曲试验后的电缆上截取一段(6000±50) mm长的电缆,并水平放置。在电缆中间部位切除一段宽约50 mm的圆环。切除的圆环应包括绝缘屏蔽以外的所有各层材料。如果申明导体也有纵向阻水结构,则切除的圆环应包括导体以外包覆的所有各层材料。

如电缆采用间隔的纵向透水阻隔结构,试样应至少含有两个这样的阻隔,并在阻隔之间切除圆环。对这种情形,应告知电缆阻隔间的平均距离。

切出的表面应使具有纵向阻水作用的界面容易被水浸湿。不具有纵向阻水作用的界面,应采用适当的材料密封,或者将其外包覆层除去。

采用适当的装置(见图H.1),将一根内径至少为10 mm的管子垂直放置在切开的圆环上,并与外护套表面相密封。电缆穿出该装置处的密封不应在电缆上产生机械应力。

某些阻隔对纵向透水的反应可能与水的组分(例如pH和离子浓度)有关。除非另有规定,可采用普通自来水试验。

### H.2 试验

在5 min内向管子内注入温度为(20±10) °C的水,使管中水柱高于电缆中心(1000±50) mm(见图H.1)。

将注水后的试样装置放置24 h。然后在试样上施加10次加热循环。采用适当方法加热导体,直到其温度达到电缆正常运行时导体最高温度以上5 K~到10 K之间的一个稳定温度,但不应达到水的沸点。

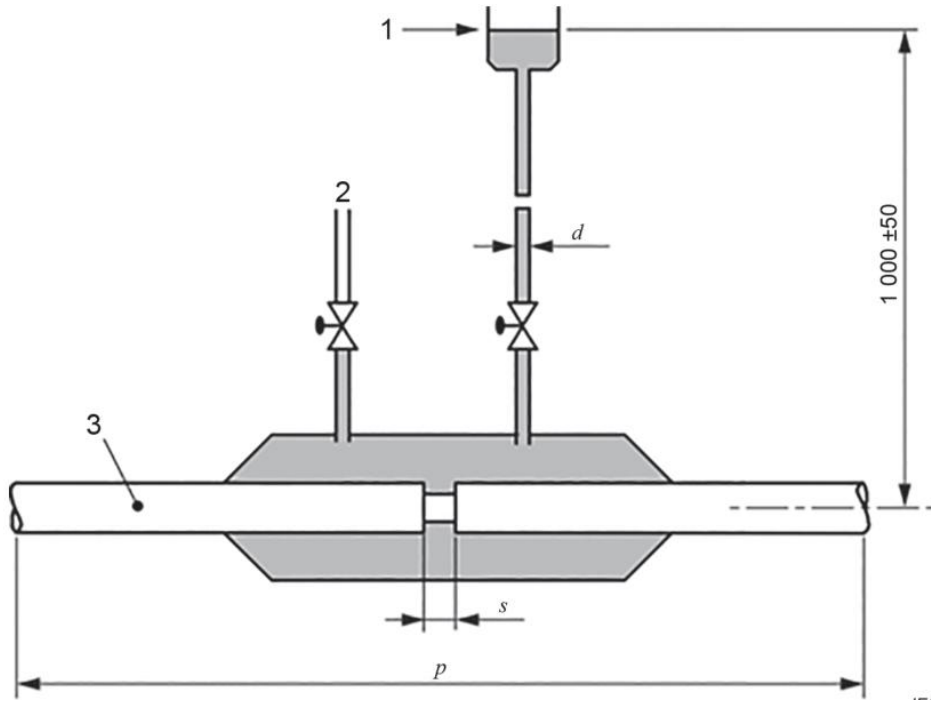
至少加热8 h。在每一个加热期内,导体温度应保持在上述温度范围内至少2 h,随后应自然冷却至少16 h。

水头应保持在(1±0.05) m。

整个试验过程中不加电压,可使用一根(与被试电缆相同的)模拟电缆与被试电缆串联,在模拟电缆的导体上直接测量温度。

### H.3 要求

试验期间,电缆试样两端不应有水分渗出。



标引序号说明：

1——集水槽；

2——排气管；

3——电缆；

$d$ ——直径最小 $\Phi 10$  mm（内径）；

$s$ ——约50 mm；

$p$ ——长度， $(6000 \pm 50)$  mm。

图 H.1 透水试验装置示意图

## 附录 I (规范性) 导体透水试验

### I.1 试样

从经过弯曲试验后的电缆上截取一段(3000±50) mm长的试样,将样品水平放置。从样品上去除绝缘屏蔽以外的所有护层,在样品的两端剥除绝缘露出导体。

安排一个合适的试验舱来包覆一端的电缆导体。在试验舱上安装一个排气管和一个单独的垂直管,两者的内径都至少为10 mm,并有一个能施加(1000±50) mm水头的集水槽(见图I.1)。试验舱应与绝缘屏蔽表面密封。在试验过程中,电缆露出试验舱处的密封不应使绝缘层变形。

某些阻隔对纵向透水的反应可能与水的组分(例如pH和离子浓度)有关。除非另有规定,应采用普通自来水试验。

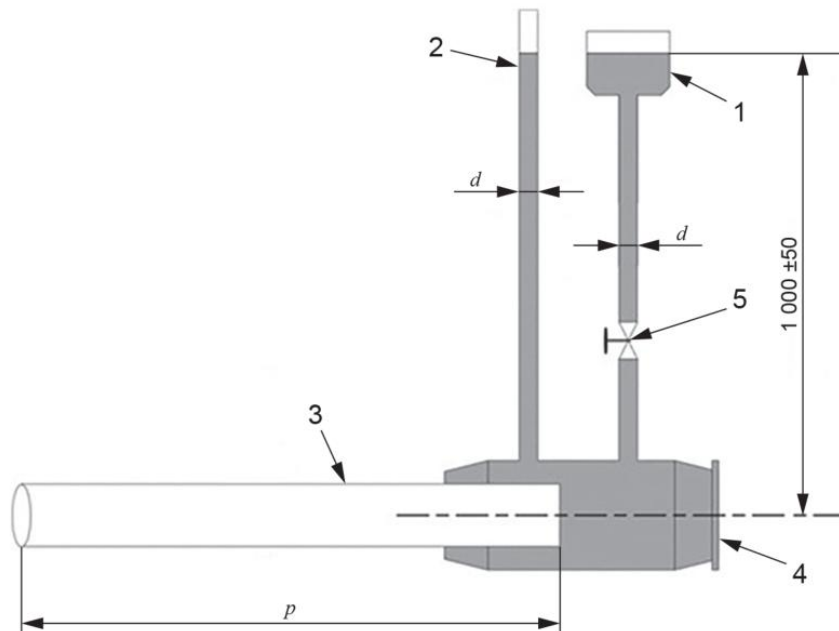
### I.2 试验

在5 min内向管子内注入温度为(20±10) °C的水,使管中水柱高于电缆中心(1000±50) mm(见图M.1)。

将注水后的试样在环境温度下放置11 d(264 h)。

### I.3 要求

试验期间,电缆试样的端部导体不应有水分渗出。



标引序号说明:

1——集水槽;    2——排气管;    3——试样;    4——试验舱;    5——全口径阀(可选)  
 $d$ ——直径最小 $\Phi 10$  mm(内径);     $p$ ——长度(3000±50) mm。

图 I.1 导体透水试验装