ICS 29.060.20
CCS K 13

团　　体　　标　　准

T/CAS XXXX—20XX

额定电压 750kV(U_m=800kV)交联聚乙烯绝缘电力电缆及其附件

Power cables with cross-linked polyethylene insulation and their accessories for rated voltage of 750 kV (U_m =800 kV)

（征求意见稿）

中国标准化协会标准管理及服务平台

2024-08-18 发布　　2024-09-18 实施

中国标准化协会 发布

中国标准化协会标准
管理及服务平台

中国标准化协会（CAS）是组织开展国内、国际标准化活动的全国性社会团体。制定中国标准化协会标准（以下简称：中国标协标准），满足市场需要，增加标准的有效供给，是中国标准化协会的工作内容之一。中国境内的团体和个人，均可提出制、修订中国标协标准的建议并参与有关工作。

中国标协标准按《中国标准化协会标准管理办法》进行制定和管理。

中国标协标准草案经向社会公开征求意见，并得到参加审定会议的 75%以上的专家、成员的投票赞同，方可作为中国标协标准予以发布。

在本标准实施过程中，如发现需要修改或补充之处，请将意见和有关资料寄给中国标准化协会，以便修订时参考。

本标准版权为中国标准化协会所有，除了用于国家法律或事先得到中国标准化协会的许可外，不得以任何形式或任何手段复制、再版或使用本标准及其章节，包括电子版、影印件，或发布在互联网及内部网络等。

中国标准化协会标准管理及服务平台

中国标准化协会地址：北京市海淀区增光路 33 号中国标协写字楼

邮政编码：100048　电话：010-88416788　传真：010-68486206

网址：www.china-cas.org　　电子信箱：cas@china-cas.org

目　　次

目　　次 II
前　　言 IV
1 范围 1
2 规范性引用文件 1
3 术语和定义 2
3.1 尺寸(厚度、导体截面等)定义 2
3.2 有关试验的定义 3
3.3 其他定义 3
4 产品特性 4
4.1 电缆特性 4
4.2 附件特性 4
5 产品型号和命名 5
5.1 电力电缆 5
5.2 电缆附件 6
6 技术要求 8
6.1 电缆 8
6.2 附件 13
7 检验规则 15
7.1 通则 15
7.2 试验条件 15
7.3 例行试验 16
7.4 抽样试验 17
7.5 电缆系统的型式试验 19
7.6 电缆系统的预鉴定试验 26
7.7 电缆的型式试验 29
7.8 附件的型式试验 29
7.9 安装后的电气试验 29
8 产品标志 29

中国标准化协会标准管理及服务平台

8.1 电缆产品标志 29
8.2 附件产品标志 29
9 包装、运输和贮存 30
9.1 电缆的包装、运输和贮存 30
9.2 附件的包装、运输和贮存 30
附 录 A （规范性附录） 微孔、杂质与半导电屏蔽层界面突起试验 32
附 录 B （规范性附录） 半导电屏蔽电阻率测量方法 34
附 录 C （资料性附录） GIS 终端接口尺寸 36
附 录 D （规范性附录） 接头的外保护层试验 38
附 录 E （规范性附录） 侧压力试验 40
附 录 F （规范性附录） 滑脱试验 42
附 录 G （规范性附录） 平板压力试验 44
附 录 H （规范性附录） 复合套管（户外）终端内压力试验 46
附 录 I （规范性附录） 瓷套管（户外）终端内压力试验 48
附 录 J （规范性附录） 复合套管（户外）终端弯曲试验 49
附 录 K （规范性附录） 瓷套管（户外）终端悬臂负荷耐受试验 51
附 录 L （资料性附录） 由内部压力和弯曲负荷引起的可逆和不可逆应变极限的确定 52

中国标准化协会标准管理及服务平台

前　言

750kV 电力电缆系统主要应用于我国西北地区抽水蓄能电站，随着西北地区经济发展，未来大型城市或也可采用 750kV 输电系统。

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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件起草单位：中国三峡建工（集团）有限公司、青岛汉缆股份有限公司、中国电力科学研究院有限公司、长缆科技集团股份有限公司。

本文件主要起草人：高鹏、王献奇、盖斐、赵英荣、彭超、李绍斌、侯俊平、王野、张涛、李佩柏、张延华、唐文博、张帅、刘维骏、王理晓。

本文件为首次发布。

中国标准化协会标准管理及服务平台

额定电压 750kV（U_m=800kV）交联聚乙烯绝缘电力电缆及其附件

1 范围

本文件规定了额定电压 750 kV(U_m =800kV)交联聚乙烯绝缘电力电缆及其附件的产品分类与命名、技术要求、检验规则、产品标志、包装、运输和贮存要求。

本文件适用于额定电压 750 kV(U_m=800kV)交联聚乙烯绝缘电力电缆及其附件。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 2900.10—2013 电工术语 电缆

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 2951.12—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 2951.13—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 2951.14—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 2951.21—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 2951.31—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 2951.32—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

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

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 3956—2008 电缆的导体

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 8287.1—2008 标称电压高于 1000V 系统用户内和户外支柱绝缘子 第 1 部分：瓷或玻璃

绝缘子的试验

GB/T 11604—2015　高压电器设备无线电干扰测试方法

GB/T 16927.1—2011　高电压试验技术　第 1 部分：一般试验要求

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：酸度（用 pH 测量）和电导率的测定

GB/T 17651.2—2021　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 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—1kW 预混合型火焰试验方法

GB/T 18380.13—2022　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—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　C 类

GB/T 18890.1—2015　额定电压 220 kV（U_m =252 kV）交联聚乙烯绝缘电力电缆及其附件　第 1 部分：试验方法和要求

GB/T 21429—2008　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 22078.1—2008　额定电压 500kV(U_m =550kV)交联聚乙烯绝缘电力电缆及其附件　第 1 部分:额定电压 500kV(U_m =550kV)交联聚乙烯绝缘电力电缆及其附件　试验方法和要求

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

GB/T 50260—2013　电力设施抗震设计规范

JB/T 8996—2014　高压电缆选择导则

JB/T 10259—2001　电缆和光缆用阻水带

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

DL/T 376—2019　聚合物绝缘子伞裙和护套用绝缘材料通用技术条件

IEC 60754-3:2018　电缆或光缆在特定条件下燃烧的烟密度测定　第 3 部分：离子色谱法测量低含量卤素含量

IEC 62067:2022　额定电压 150 kV 以上(U_m =170 kV)至 500 kV(U_m =550 kV)的挤压绝缘电力电缆及其附件-试验方法和要求

IEC 62271-209:2019　高压开关柜和控制装置　第 209 部分：额定电压高于 52kV 的气体绝缘金属封闭式高压开关柜的电缆连接充液和挤压绝缘电缆充液和干式电缆终端

IEC/TR 6227-301:2009　高压开关和控制设备　第 301 部分：高压端子的尺寸标准化

3　术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1　尺寸(厚度、导体截面等)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：本部分中，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一些量值。

3.1.2

中间值 median value

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

3.2 有关试验的定义

3.2.1

例行试验 routine test

由制造方在成品电缆的所有制造长度或附件的每个预制绝缘件上进行的试验，以检验其是否符合规定的要求。

3.2.2

抽样试验 sample test

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，以检验成品电缆是否符合规定要求。

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之前进行的试验，以证明其具有满足预期使用条件的良好性能。

注：型式试验一旦通过后，除非电缆或附件中的材料、制造工艺、结构或设计电场强度发生改变，且这种改变可能会对其性能产生不利影响，否则就不必重复进行。

3.2.4

预鉴定试验 prequalification 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

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，系统电缆和附件已经分别通过预鉴定试验，为验证该完整电缆系统具有满意的长期运行性能所进行的试验。

3.2.6

安装后的电气试验 electrical test after installation

电缆系统安装完成时为证明其完好所进行的试验。

3.3 其他定义

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
以标称尺寸计算的在 U_0 下的电场强度。

4 产品特性

4.1 电缆特性

下列特性应予确认或申明：

a) 制造商名称、型号、名称和制造日期(最后生产阶段的日期)或日期代码。

b) 额定电压：本文件中电缆的交流额定电压 $U_0/U/U_m$ 为 435/750/800 kV。

c) 燃烧特性：如果使用 ST_2 外护套材料(见 6.1.7 和表 9)，则应声明其符合第 7.5.5.18 条的规定(如有)。

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(如果有)及其性质；纵向阻水措施(如果有)及其性质；如果标称截面积与 GB/T 3956—2008 不一致，给出折算到 20 ℃时 1 km 的导体直流电阻。

e) 绝缘的材料和标称厚度。

f) 绝缘系统的制造工艺类型。

g) 屏蔽层的阻水措施(如果有)及其性质。

h) 如果有金属屏蔽，明确金属屏蔽的材料和结构，例如金属丝根数和单线直径。如果有金属套，明确其材料、结构和标称厚度。应申明金属屏蔽的直流电阻。

i) 外护套的材料和标称厚度。

j) 导体标称外径（d）；

k) 成品电缆标称外径（D）；

l) 绝缘的标称内径(d_{ii})和计算的标称外径(D_{io})

m) 导体与金属屏蔽和(或)金属套间标称电容，校正为 1 km 长度；

n) 计算的导体屏蔽上的标称电场强度(E_i)和和绝缘屏蔽上的标称电场强度(E_o)：

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

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

式中：

U_0=435 kV；

$D_{io}=d_{ii}+2t_n$；

D_{io}——计算的绝缘标称外径，单位为毫米(mm)；

d_{ii} ——申明的绝缘标称内径，单位为毫米(mm)；

t_n——申明的绝缘标称厚度，单位为毫米(mm)。

4.2 附件特性

为实施并记录本部分所述的试验,应验明附件。制造商应予确认或申明下列特性：

a) 用于附件试验的电缆应按第 4.1 节正确标示；

b) 附件中使用的导体连接金具应正确地标示：

——安装工艺；

中国标准化协会标准管理及服务平台

——工具、模具和必要的装配设置；
——接触表面处理；
——连接金具的类型、编号和其他识别标志；
——导体连接金具已经通过的型式试验认可的详细情况，适用时。

c） 用于试验的附件应正确地标示：
——制造商名称；
——型号、名称、制造日期或日期代码；
——额定电压(见上述 4.1)；
——安装说明书(编号和日期)。

5 产品型号和命名

5.1 电力电缆

5.1.1 代号

5.1.1.1 阻燃特性代号

阻燃 C 类……ZC
无卤低烟……WD

5.1.1.2 产品系列代号

交联聚乙烯绝缘……YJ

5.1.1.3 材料特征代号

铜导体……T(省略)
皱纹铝套……LW
平铝套……LP
聚氯乙烯外护套……02
聚乙烯外护套……03

注：皱纹铝套包括挤包皱纹铝套和焊接皱纹铝套，两种不同皱纹铝套的代号均为 LW 不作区分，但焊接皱纹铝套应在产品名称中明确，名称中未说明焊接皱纹铝套的即为挤包皱纹铝套。

5.1.1.4 阻水结构代号

纵向阻水……Z

注：纵向阻水包括绝缘屏蔽与金属套间阻水和导体阻水。其代号均为 Z。

5.1.2 电缆型号、名称及用途

型号依次由阻燃特性、产品系列代号、导体、金属套、外护套特征代号和阻水结构代号构成。
本标准包括的主要电缆型号和名称见表 1。

表1 电缆型号和名称

型　　号	名　　称
YJLP02	铜芯交联聚乙烯绝缘平铝套聚氯乙烯护套电力电缆
YJLP03	铜芯交联聚乙烯绝缘平铝套聚乙烯护套电力电缆
YJLW02	铜芯交联聚乙烯绝缘皱纹铝套聚氯乙烯护套电力电缆
YJLW03	铜芯交联聚乙烯绝缘皱纹铝套聚乙烯护套电力电缆

中国标准化协会标准管理及服务平台

5.1.3 规格

电缆的规格用额定电压、导体芯数、导体标称截面积表示。

本标准包括的电缆导体标称截面积（mm^2）有:（1000），1200，（1400），1600，（1800），2000，（2200），2500，3000， 3500。其中括号内数字为非优选导体截面积。

5.1.4 产品表示方法

产品用型号、规格和本标准编号表示。

示例1：额定电压435/750 kV、单芯、铜导体标称截面积1600 mm^2、交联聚乙烯绝缘焊接皱纹铝套聚氯乙烯护套电力电缆，表示为：YJLW02 435/750 1×1600 Q/0212 HDL020—2024。

示例2：额定电压435/750 kV、单芯、铜导体标称截面积2000 mm^2、交联聚乙烯绝缘平铝套聚乙烯护套纵向阻水阻燃C类电力电缆，表示为：ZC-YJLP03-Z 435/750 1×2000 Q/0212 HDL020—2024。

5.2 电缆附件

5.2.1 代号

5.2.1.1 系列代号

交联聚乙烯……YJ

5.2.1.2 附件代号

瓷套管（户外）终端……ZW

复合套管(户外)终端……ZWF

GIS 终端……ZG

油浸（变压器）终端……ZY

直通接头……JT

绝缘接头……JJ

5.2.1.3 终端的内绝缘特征代号

液体填充绝缘……Y

干式绝缘……G

六氟化硫(SF_6)充气绝缘……Q

硅油浸渍电容锥……R

5.2.1.4 接头的内绝缘特征代号

组合预制绝缘件……Z

整体预制绝缘件……I

5.2.1.5 终端外绝缘污秽等级代号

表2 终端外绝缘污秽等级代号

污秽度(SPS)等级	代号	统一爬电比距 mm/kV	爬电比距 mm/kV
a	0	22.0	12.7
b	1	27.8	16
c	2	34.7	20
d	3	43.3	25
e	4	53.7	31

5.2.1.6 接头外保护盒及外保护层代号

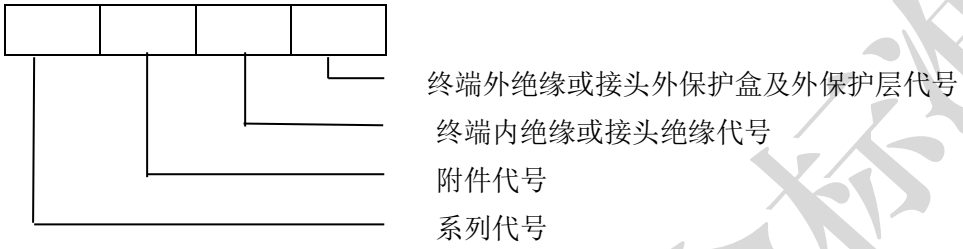
无保护盒……0

团体标准化协会标准管理及服务平台

玻璃钢保护盒（含铜壳和防水浇注剂）……1
绝缘铜壳（含防水浇注剂）……2

5.2.2 产品型号及组成

5.2.2.1 产品型号的组成方法如下：



5.2.2.2 附件产品型号和名称

本标准包括的附件产品型号与名称见表 3。

表3 电缆附件产品型号及名称

型号		产 品 名 称
主型号	含副型号	
YJZWY	YJZWY0	交联聚乙烯绝缘电力电缆用液体填充绝缘瓷套管终端，外绝缘污秽等级a级
	YJZWY1	交联聚乙烯绝缘电力电缆用液体填充绝缘瓷套管终端，外绝缘污秽等级b级
	YJZWY2	交联聚乙烯绝缘电力电缆用液体填充绝缘瓷套管终端，外绝缘污秽等级c级
	YJZWY3	交联聚乙烯绝缘电力电缆用液体填充绝缘瓷套管终端，外绝缘污秽等级d级
	YJZWY4	交联聚乙烯绝缘电力电缆用液体填充绝缘瓷套管终端，外绝缘污秽等级e级
YJZWQ	YJZWQ0	交联聚乙烯绝缘电力电缆用SF_6充气绝缘瓷套管终端，外绝缘污秽等级a级
	YJZWQ1	交联聚乙烯绝缘电力电缆用SF_6充气绝缘瓷套管终端，外绝缘污秽等级b级
	YJZWQ2	交联聚乙烯绝缘电力电缆用SF_6充气绝缘瓷套管终端，外绝缘污秽等级c级
	YJZWQ3	交联聚乙烯绝缘电力电缆用SF_6充气绝缘瓷套管终端，外绝缘污秽等级d级
	YJZWQ4	交联聚乙烯绝缘电力电缆用SF_6充气绝缘瓷套管终端，外绝缘污秽等级e级
YJZWR	YJZWR0	交联聚乙烯绝缘电力电缆用硅油浸渍电容锥瓷套管终端，外绝缘污秽等级a级
	YJZWR1	交联聚乙烯绝缘电力电缆用硅油浸渍电容锥瓷套管终端，外绝缘污秽等级b级
	YJZWR2	交联聚乙烯绝缘电力电缆用硅油浸渍电容锥瓷套管终端，外绝缘污秽等级c级
	YJZWR3	交联聚乙烯绝缘电力电缆用硅油浸渍电容锥瓷套管终端，外绝缘污秽等级d级
	YJZWR4	交联聚乙烯绝缘电力电缆用硅油浸渍电容锥瓷套管终端，外绝缘污秽等级e级
YJZWFY	YJZWFY2	交联聚乙烯绝缘电力电缆用液体填充绝缘复合套管终端,外绝缘污秽等级c级
	YJZWFY3	交联聚乙烯绝缘电力电缆用液体填充绝缘复合套管终端,外绝缘污秽等级d级
	YJZWFY4	交联聚乙烯绝缘电力电缆用液体填充绝缘复合套管终端,外绝缘污秽等级e级
YJZWFQ	YJZWFQ2	交联聚乙烯绝缘电力电缆用SF_6充气绝缘复合套管终端,外绝缘污秽等级c级
	YJZWFQ3	交联聚乙烯绝缘电力电缆用SF_6充气绝缘复合套管终端,外绝缘污秽等级d级
	YJZWFQ4	交联聚乙烯绝缘电力电缆用SF_6充气绝缘复合套管终端,外绝缘污秽等级e级
YJZWFR		交联聚乙烯绝缘电力电缆用硅油浸渍电容锥复合套管终端
YJZGY		交联聚乙烯绝缘电力电缆用液体填充绝缘GIS终端
YJZGG		交联聚乙烯绝缘电力电缆用干式绝缘GIS终端
YJZGR		交联聚乙烯绝缘电力电缆用硅油浸渍电容锥GIS终端
YJZYY		交联聚乙烯绝缘电力电缆用液体填充绝缘（变压器）油浸终端
YJZYG		交联聚乙烯绝缘电力电缆用干式绝缘（变压器）油浸终端
YJZYR		交联聚乙烯绝缘电力电缆用硅油浸渍电容锥油浸终端
YJJTI	YJJTI0	交联聚乙烯绝缘电力电缆用整体预制橡胶绝缘件直通接头，无保护盒
	YJJTI1	交联聚乙烯绝缘电力电缆用整体预制橡胶绝缘件直通接头，玻璃钢保护盒
	YJJTI2	交联聚乙烯绝缘电力电缆用整体预制橡胶绝缘件直通接头，绝缘铜壳保护盒

表 3（续） 电缆附件产品型号及名称

型号		产 品 名 称
主型号	含副型号	
YJJTZ	YJJTZ0	交联聚乙烯绝缘电力电缆用组合预制绝缘件直通接头，无保护盒
	YJJTZ1	交联聚乙烯绝缘电力电缆用组合预制绝缘件直通接头，玻璃钢保护盒
	YJJTZ2	交联聚乙烯绝缘电力电缆用组合预制绝缘件直通接头，绝缘铜壳保护盒
YJJJI	YJJJI0	交联聚乙烯绝缘电力电缆用整体预制橡胶绝缘件绝缘接头，无保护盒
	YJJJI1	交联聚乙烯绝缘电力电缆用整体预制橡胶绝缘件绝缘接头，玻璃钢保护盒
	YJJJI2	交联聚乙烯绝缘电力电缆用整体预制橡胶绝缘件绝缘接头，绝缘铜壳保护盒
YJJJZ	YJJJZ0	交联聚乙烯绝缘电力电缆用组合预制绝缘件绝缘接头，无保护盒
	YJJJZ1	交联聚乙烯绝缘电力电缆用组合预制绝缘件绝缘接头，玻璃钢保护盒
	YJJJZ2	交联聚乙烯绝缘电力电缆用组合预制绝缘件绝缘接头，绝缘铜壳保护盒

5.2.3 附件规格

附件规格由额定电压、适用电缆的相数及导体截面积表示。

附件规格应与所配套的电缆导体截面相适配。

GIS 终端及油浸（变压器）终端的规格应与其所配套设备相适配。

5.2.4 产品表示方法

产品用型号、规格（额定电压、相数、适用电缆截面）及标准号表示。

示例1：导体标称截面积2000mm^2、额定电压435/750kV、交联聚乙烯绝缘电力电缆用液体填充绝缘瓷套管终端，外绝缘污秽等级c级，表示为：YJZWY2 435/750 1×2000 Q/0212 HDL020—2024。

示例2：导体标称截面积1600mm^2、额定电压435/750kV、交联聚乙烯绝缘电力电缆用整体预制橡胶绝缘件绝缘接头，绝缘铜壳外保护盒，表示为：YJJJI2 435/750 1×1600 Q/0212 HDL020—2024。

6 技术要求

6.1 电缆

6.1.1 导体

导体材料应采用符合 GB/T 3953—2009 规定的退火铜线，应采用分割导体结构。

导体的结构和直流电阻应符合 GB/T 3956—2008 及表 4 的要求。

表4 铜导体的结构和直流电阻

导体标称截面积（mm^2）	导体中单线最少根数	20℃时直流电阻最大值（Ω/km）
1000	170	0.0176
1200	170	0.0151
1400	170	0.0129
1600	170	0.0113
1800	265	0.0101
2000	265	0.0090
2200	265	0.0083
2500	265	0.0072
3000	265	0.0060
3200	265	0.0056
3500	265	0.0051

6.1.2 绝缘

6.1.2.1 绝缘材料及要求

本文件适用的电缆的交联聚乙烯绝缘混合料列于表 5 中，该表亦规定了采用该绝缘混合料电缆的导体最高运行温度，此为规定试验条件的依据。

表5 交联聚乙烯绝缘混合料

绝缘混合料	导体最高运行温度/℃	
	正常运行	短路（最长时间 5s）
交联聚乙烯（XLPE）	90	250

绝缘材料的类型应为交联聚乙烯，缩写代号为 XLPE。绝缘的性能要求见表 6。

表6 电缆 XLPE 绝缘混合料机械性能要求

试验项目			单位	性能要求	试验方法
抗张强度和断裂伸长率	原始性能	抗张强度，最小中间值	N/mm^2	12.5	GB/T 2951.11—2008
		断裂伸长率，最小中间值	%	200	
	空气箱老化后性能	老化条件： ——温度 ——时间	℃ h	135±3 168	GB/T 2951.12—2008
		抗张强度最大变化率[a] 断裂伸长率最大变化率[a]	% %	±25 ±25	
热延伸		试验条件： ——温度 ——机械应力 负荷时间	℃ N/cm^2 min	200±3 20 15	GB/T 2951.21—2008
		载荷下最大伸长率 冷却后永久变形，最大值	% %	175 15	
[a]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。					

6.1.2.2 绝缘厚度及要求

绝缘层的标称厚度应符合表 7 规定。

表7 绝缘层的标称厚度

导体标称截面积 mm^2	绝缘层标称厚度 mm
1000～1400	40
1600～3500	38

绝缘层最小测量厚度不应小于标称厚度的 90%：

$$t_{\min} \geq 0.90 t_{\mathrm{n}}$$

以及，由下式定义的绝缘的偏心度不应大于 6%：

$$\frac{t_{\max} - t_{\min}}{t_{\max}} \leq 6\%$$

式中：

t_{max}-最大厚度，单位为毫米（mm）；

t_{min}-最小厚度，单位为毫米（mm）；

t_n-标称厚度，单位为毫米（mm）。

注：其中t_{max}和t_{min}为绝缘同一截面上的测量值。

导体和绝缘上的半导电屏蔽层厚度不应包含在绝缘厚度内。

6.1.2.3 绝缘微孔杂质

XLPE 绝缘的微孔杂质试验应按照附录 A 进行取样和试验。试验结果应符合以下要求：

a)成品电缆绝缘中应无大于 0.02 mm 的微孔；

b)成品电缆绝缘中应无大于 0.05 mm 的不透明杂质；

c)成品电缆绝缘中应无大于 0.05 mm 的半透明深棕色杂质。

6.1.3 半导电屏蔽

6.1.3.1 半导电屏蔽材料

半导电屏蔽包括导体屏蔽和绝缘屏蔽。

挤包半导电屏蔽应采用交联型的半导电屏蔽塑料，应具有与其直接接触的其他材料的良好相容性，其耐温等级应与 XLPE 绝缘适配。

6.1.3.2 半导电屏蔽厚度

导体屏蔽由半导电包带和挤包的半导电层组成，其厚度近似值为 2.5 mm，其中挤包半导电层厚度近似值为 2.0 mm。挤包半导电层应均匀地包覆在半导电包带外，并牢固地粘在绝缘层上。在与绝缘层的交界面上应光滑，无明显绞线凸纹、尖角、颗粒、烧焦或擦伤痕迹。

绝缘屏蔽为挤包半导电层，其厚度近似值为 1.0 mm，绝缘屏蔽应与导体挤包屏蔽层和绝缘层一起三层共挤。绝缘屏蔽应均匀地包覆在绝缘表面，并牢固地粘附在绝缘层上。在绝缘屏蔽的表面以及与绝缘层的交界面上应光滑，无尖角、颗粒、烧焦或擦伤的痕迹。其最薄点厚度不应小于 0.5 mm。

挤包的半导电层应与绝缘层牢固地粘结。

6.1.3.3 半导电屏蔽层与绝缘层界面的微孔与突起

半导电屏蔽层与绝缘层界面的微孔与突起试验应按附录 A 进行测试，试验结果应符合以下要求：

a）半导电屏蔽层与绝缘层界面应无大于 0.02 mm 的微孔；

b）导体半导电屏蔽层与绝缘层界面应无大于 0.05 mm 进入绝缘层的突起和大于 0.05 mm 进入半导电屏蔽层的突起；

c）绝缘半导电屏蔽层与绝缘层界面应无大于 0.05 mm 进入绝缘层的突起和大于 0.05 mm 进入半导电屏蔽层的突起。

6.1.3.4 半导电屏蔽电阻率

电缆半导电屏蔽的电阻率应在单独的试样上测量。

应从制造后未经处理的电缆试样的绝缘芯上和从已经过 7.5.5.17 规定的成品电缆组件材料相容性试验老化处理后的绝缘芯上分别取试件，进行导体上和绝缘上的挤包半导电屏蔽的电阻率测量。

试验方法应按照附录 B 的规定进行。测量应在温度（90±2）℃下进行。

老化前和老化后半导电屏蔽的电阻率不应超过：

——导体屏蔽： 1000 Ω·m；

——绝缘屏蔽： 500 Ω·m。

6.1.4 缓冲层、纵向阻水结构和径向不透水阻隔层

6.1.4.1 缓冲层

在绝缘半导电屏蔽层外应有缓冲层，缓冲层应采用半导电弹性材料，应与其相接触的其他材料相容。

绕包用的半导电缓冲带的体积电阻率应与电缆挤包的绝缘屏蔽的体积电阻率相适应，室温下体积电阻率不应大于 1000 Ω·m。试验方法应按照 JB/T 10259-2001 中附录 D 的规定进行

绕包缓冲层应平整、紧实、无皱褶。

缓冲层的厚度应能满足补偿电缆运行中热膨胀的要求。

6.1.4.2 纵向阻水结构

对电缆的金属套内间隙有纵向阻水要求时，绝缘屏蔽与金属套间应有纵向阻水结构。纵向阻水结构可采用半导电阻水膨胀带绕包而成，半导电阻水带应绕包紧密、平整、无擦伤；亦可采用具有纵向阻水性能的金属丝屏蔽布带绕包结构。如对电缆导体亦有纵向阻水要求时，导体绞合时应绞入阻水绳等材料。

6.1.4.3 径向不透水阻隔层

应采用 6.1.6 中规定中的金属套作为径向不透水阻隔层。

6.1.5 金属屏蔽

金属屏蔽应位于绝缘屏蔽外侧。金属屏蔽在整个电缆长度上应电气连续。

金属屏蔽应能满足电缆线路短路容量（短路电流及持续时间）的要求。

电缆采用铝套时，金属套可作为金属屏蔽。如铝套的厚度不能满足短路容量的要求时，可采取增加铜丝屏蔽或增加金属套厚度的措施。

6.1.6 金属套

6.1.6.1 金属套材料

铝套应采用纯度不小于 99.50%的铝或铝合金制造。

6.1.6.2 金属套厚度

金属套的标称厚度应符合表 8 规定。

表8 金属套的标称厚度

导体标称截面积 mm^2	铝 套	
	皱纹铝套 mm	平铝套 mm
1000	3.0	2.2
1200	3.0	2.2
1400	3.0	2.2
1600	3.1	2.0
1800	3.2	2.0
2000	3.2	2.0
2200	3.2	2.0
2500～3500	3.3	2.0

平铝套的最小厚度加上 0.1 mm 后，不应小于标称厚度的 90%，即

$$t_{\min} \geq 0.90 t_{\mathrm{n}} - 0.1$$

皱纹铝套的最小厚度加上 0.1 mm 后，不应小于标称厚度的 85%，即

$$t_{\min} \geq 0.85t_{\mathrm{n}} - 0.1$$

应从成品电缆上仔细切取约 50mm 宽的铝金属套圆环，采用具有两个半径约 3mm 球面测头、精度为±0.01 mm 的千分尺进行测量。应沿圆环圆周在足够多的点上测量，以确保测得最小厚度。

金属套表面应有沥青或热熔胶等防蚀层。

6.1.7 外护套

6.1.7.1 外护套材料

规定下列三种外护套材料：

——以聚氯乙烯(PVC)为基料的 ST_2；

——以聚乙烯(PE)为基料的 ST_7；

——无卤低烟阻燃混合物 ST_{12}。

外护套材料的选择取决于电缆设计以及运行时机械和热性能的限定。

6.1.7.2 外护套材料性能要求

外护套的颜色一般为黑色。经供需双方协商一致可采用其他颜色，这种情况下，不规定外护套材料的碳黑含量。外护套的性能要求见表 9。

表9 外护套材料性能要求

试验项目			单位	性能要求			试验方法
				ST_2	ST_7	ST_{12}	
抗张强度和断裂伸长率	原始性能	抗张强度，最小值	N/mm^2	12.5	12.5	12.5	GB/T 2951.11—2008
		断裂伸长率，最小值	%	150	300	300	
	空气箱老化后性能	老化条件： ——温度 ——时间	℃ h	100±2 168	110±2 240	110±2 240	GB/T 2951.12—2008
		抗张强度，最小值	N/mm^2	12.5	—	10.0	
		断裂伸长率，最小值	%	150	300	300	
		抗张强度最大变化率[a] 断裂伸长率最大变化率[a]	% %	±25 ±25	— —	±30 —	
失重试验	老化条件： ——温度 ——时间		℃ h	100±2 168	—	—	GB/T 2951.32—2008
	失重，最大值		mg/cm^2	1.5	—	—	
热冲击试验	试验条件： ——温度 ——时间		℃ h	150±3 1	—	—	GB/T 2951.31—2008
	试验结果			不开裂	—	—	
热收缩试验	试验条件： ——温度 ——时间 ——周期		℃ h —	— — —	80±2 5 5	80±2 5 5	GB/T 2951.13—2008
	允许热收缩，最大值		%	—	3.0	3.0	

表 9（续） 外护套材料性能要求

试验项目		单位	性能要求			试验方法
			ST_2	ST_7	ST_{12}	
高温压力试验	试验条件： ——温度	℃	90±2	110±2	110±2	GB/T 2951.31—2008
	试验结果： 压痕深度，最大值	%	50	50	50	
低温拉伸试验	试验条件： 温度	℃	-15±2	—	-15±2	GB/T 2951.14—2008
	试验结果： 伸长率，最小值	%	20	—	20	
低温冲击试验	试验条件： 温度	℃	-15±2	—	20	GB/T 2951.14—2008
	试验结果		无裂纹	—	无裂纹	
碳黑含量（非阻燃）	试验结果	%	—	2.5±0.5	—	GB/T 2951.41—2008
吸水试验	试验条件： ——温度 ——时间	℃ h	— —	70 336	70 336	GB/T 2951.11—2008 GB/T 2951.13—2008
	试验结果：	mg/cm^2	—	1.5	1.5	
[a]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。						

6.1.7.3 无卤低烟阻燃外护套燃烧特性要求

无卤低烟阻燃外护套材料的燃烧特性要求见表 10。

表10 无卤低烟阻燃外护套材料的燃烧特性要求

试验项目和试验条件（混合料代号见 5.1.7.1）		单位	性能要求	试验方法
pH 值和电导率	pH 电导率	— μS/mm	≥4.3 ≤10	GB/T 17650.2—2021
卤素含量	4 种卤素（F、Cl、Br、I）单个要求值 4 种卤素（F、Cl、Br、I）总和	mg/g mg/g	≤2 ≤5	IEC 60754-3:2018

6.1.7.4 外护套厚度

外护套的标称厚度为 6.0 mm。

外护套的平均厚度应不小于标称厚度，最小厚度应是 5.0 mm。对皱纹金属套的外护套无平均厚度要求。

注：当采用挤包半导电层等复合外护套结构时，本规定仅适用于总厚度。

外护套的表面应施以均匀牢固的导电层。如果采用挤包的半导电层，且其与电缆外护套粘结牢固，其厚度可以构成为外护套总厚度的一部分，但挤包半导电层不应超过外护套标称厚度的 20%。

6.2 附件

6.2.1 导体连接金具

压接型导体连接管的铜含量不应低于 99.90%，并经退火处理。

终端的接线端子应采用导电性良好的铜或铜合金制造。

导体连接金具的表面应光滑、洁净，不允许有损伤、毛刺和凹凸斑痕及其他影响电气接触和机械强度的缺陷。

连接金具的规格不应小于电缆导体截面。连接金具的机械强度应满足安装和运行条件的要求。

6.2.2 结构金具

附件结构金具（金属壳体、法兰、包围支架等）应采用非磁性金属材料。

弹簧压紧装置的配合面应光滑无突起，应与橡胶应力锥紧密配合，能在设计寿命内提供规定的设计压力。

所有密封金具应有良好的组装密封性和配合性，不应有造成后泄露的缺陷，如划伤、凹痕等。

6.2.3 密封圈及半导电橡胶带

附件用密封圈应与其周围介质相容，并能在额定负荷下长期保持使用功能。

用于屏蔽的半导电橡胶带应是交联型的。

6.2.4 橡胶应力锥

橡胶应力锥及预制橡胶绝缘件应无气泡、烧焦物及其它有害杂质，内外表面应光滑，无伤痕、裂痕、突起物。绝缘与半导电的界面应结合良好，无裂纹和剥离现象，半导电屏蔽内应无有害杂质。

橡胶绝缘件的尺寸规格应与电缆主绝缘的外径相适配。

橡胶应力锥及预制橡胶绝缘件材料宜采用三元乙丙橡胶材料。

6.2.5 环氧预制件及环氧套管

环氧预制件及环氧套管应无有害杂质、气孔,内外表面应光滑无缺陷。绝缘体与预埋金属件结合良好,无裂纹、变形等异常现象。

环氧预制件的密封性能应符合 7.3.5 的试验要求。

6.2.6 陶瓷管

应符合 GB/T 23752—2009 要求。

6.2.7 复合套管

复合套管应符合 GB/T 21429—2008 要求。

6.2.8 支柱绝缘子

应符合 GB/T 8287.1—2008 要求。

6.2.9 液体绝缘填充剂

液体绝缘填充剂应与相接触的绝缘材料及结构材料相容。

对乙丙橡胶应力锥宜采用硅油或聚异丁烯作为绝缘填充剂。

对硅橡胶应力锥宜采用聚异丁烯或高粘度硅油作为绝缘填充剂。

6.2.10 接头的金属屏蔽

接头的金属屏蔽组合应能提供不低于所连接电缆在正常运行（连续或短时负荷）和故障（短路）条件下的载流能力。

6.2.11 GIS 终端接口

GIS 终端外绝缘的 SF_6 气体在 20℃下的设计工作压力推荐最大值为 0.75 MPa，最小值为 0.5 MPa。

当最小设计压力小于 0.5 MPa，应按照最小设计压力开展局部放电试验、电压试验（$2U_0$，60 min）、

中国标准化协会标准管理及服务平台

雷电冲击试验。具体试验方法及要求见 7.5.4.4、7.3.3、7.5.4.8。

GIS 终端接口尺寸推荐值见附录 C。

7 检验规则

7.1 通则

试验分为例行试验（R）、抽样试验（S）、型式试验（T）、预鉴定试验（PQ）和预鉴定扩展试验（EQ）。

7.2 试验条件

7.2.1 环境温度

除非特殊试验另有详细规定，试验应在环境温度(20±15)℃下进行。

7.2.2 工频试验电压的频率和波形

除非本部分另外指明，工频试验电压的频率应为 49 Hz～61 Hz 范围。波形应基本为正弦波形电压值以有效值表示。

7.2.3 雷电冲击试验电压波形

按照 GB/T 3048.13—2007，标准雷电冲击电压波的波前时间为（1～5）μs，半波峰时间为（40～60）μs。

标准规定值与实测值之间的容许偏差应不超过如下规定范围：

——峰值　　±3%；

注：峰值的容许偏差为规定值与测量值之间的允许差值。它们与测量误差不同，测量误差为实际记录值与真值之差。

7.2.4 操作冲击试验电波形

按照 GB/T 3048.13—2007 规定，标准操作冲击电压波的波前时间为 250μs，半峰值时间为 2500μs。

标准规定值与实测值之间的容许偏差如下:

——峰值　　±3%；

——波前时间　　±20%；

——半峰值时间　　±60%；

注：峰值的容许偏差为规定值与测量值之间的允许差值。它们与测量误差不同，测量误差为实际记录值与真值之差。

7.2.5 试验电压与额定电压的关系

本部分的试验电压为额定电压 U_0 的倍数，U_0 值和试验电压应按表 11 规定。

本部分中试验电压是根据假定电缆和附件使用于 JB/T 8996—2014 定义的 A 类系统而确定。

团体标准化协会标准管理及服务平台

表11　试验电压

1	2	3	4		5	6	7	8	9
额定电压 U/kV	设备最高电压 U_m/kV	确定试验电压值 U_0/kV	例行试验电压试验		局部放电试验（1.5U_0）	热循环电压试验（2U_0）/kV	雷电冲击电压试验/kV	雷电冲击电压试验后电压试验/kV	操作冲击电压试验/kV
			电压[a]/kV	时间[a]/min					
750	800	435	870	60	650	870	2100	870	1550
[a]绝缘的电场强度不宜超过阈值 27 MV/m～30MV/m 以避免电缆在交货前遭受任何可能导致以后运行时发生击穿的绝缘损伤。例行试验电压试验时可降低试验电压同时延长试验时间以避免电场强度过高。 在制造方和购买方同意条件下，即使绝缘试验最大电场强度低于 30 MV/m，例行试验电压试验亦可采用较低电压和较长时间代替，但试验电压应不低于 655 kV(1.5U_0)，试验时间不超过 10 h。									

7.3　例行试验

7.3.1　试验目的

电缆的例行试验包括：

a)　局部放电试验；

b)　电压试验；

c)　外护套的电气试验。

这些试验的次序由制造方自行确定。

附件的例行试验包括：

a)　密封金具、瓷套、复合套管和环氧套管的密封试验；

b)　每个预制附件的主绝缘应经受局部放电试验和电压试验，可按以下 1）、2）或 3）叙述的方法进行试验：

1)　在安装于电缆的附件上进行；

2)　主绝缘部件装在专供试验的附件上进行；

3)　采用模拟附件装置进行试验，使主绝缘部件所受的电场强度再现实际电场情况。

在上述 2）和 3）情况下，应选取试验电压值使得产生的电场强度至少与附件产品上施加规定试验电压时在该部件上产生的电场强度相同。

7.3.2　局部放电试验

电缆局部放电试验应按 GB/T 3048.12—2007 进行，其灵敏度应为 10 pC 或更优。附件试验按相同原则进行，其灵敏度应为 5 pC 或更优。

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

在 1.5U_0 下，被试品应无超过申明灵敏度的可检测的放电。

7.3.3　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和（或）金属套间逐渐地升到 2U_0，然后保持 60 min。

绝缘应不发生击穿。

7.3.4　外护套的电气试验

应进行在金属屏蔽和(或)金属套与外护套表面导电层之间以金属套接负极施加直流电压 25 kV，保持 1 min。

外护套应不发生击穿。

7.3.5 密封金具、瓷套、复合套管和环氧套管的压力泄漏和真空漏增试验

试验装置应将密封金具、瓷套、复合套管或环氧套管两端密封。制造方可根据适用条件任选压力泄漏试验或真空漏增试验规定的一种方法进行试验。

7.3.5.1 压力泄露试验

室温下对试件加以(0.25±0.01) MPa 表压气压，保持 1 h。任选浸水检验或密封面上涂肥皂水检验，应无气体逸出迹象。试验装置应有防爆安全措施。亦可施加相同水压，保持 1 h，在密封面上涂白垩粉，应无水渗出迹象。

7.3.5.2 真空漏增试验

在环境温度下将试样抽真空至残压 A 为 10 kPa，然后关闭试品与真空泵间的真空阀门，保持 1 h 测量试品的压力值 B。测量用真空计的分辨率不应超过 2 kPa。试验结束时，真空压力漏增值(B-A)不应超过 10 kPa。

7.4 抽样试验

7.4.1 电缆的抽样试验

7.4.1.1 试验项目

下列试验应在代表交货批次的电缆样品上进行，对 b)项和 g)项试验，样品可以是整盘电缆。

a） 导体检验；
b） 导体电阻测量；
c） 绝缘与外护套厚度测量；
d） 金属套厚度测量；
e） 直径测量；
f） XLPE 绝缘热延伸试验；
g） 电容测量；
h） 雷电冲击电压试验。

7.4.1.2 试验频度

应在相同型号和导体截面电缆的每一批（生产系列）中至少抽取的一根试样上进行，但不宜超过电缆总交货盘数的 10%，修约至最近的整数。

7.4.1.3 复试

如果取自任一根电缆上的试样，未通过任何一项抽样试验，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，则抽取这两根试样的该批其它电缆应认为符合要求。如任一根加试电缆未通过试验，则该批电缆应认为不符合要求。

7.4.1.4 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—2008。

分割导体的圆度应采用卡尺和周长带二种方法沿着导体轴向相互间隔约 0.3m 的 5 个位置进行测量。卡尺测得的 5 个最大直径的平均值不应超过周长带测得的 5 个直径的平均值 2%；在任一位置卡尺测得的最大直径不应超过周长带测得的直径 3%。

7.4.1.5 导体电阻测量

整根电缆或电缆试样应在试验前置于温度相当稳定的试验室内至少 12 h。如果怀疑导体与试验室温度不同，应在电缆置于试验室至少 24 h 以后测量导体电阻。或者可将导体试样放置在可控温的恒温槽内至少 1 h 后测量电阻。

应根据 GB/T 3956—2008 的公式和系数，将导体直流电阻修正至温度为 20℃、长度为 1 km 的电阻值。

20 ℃下导体的直流电阻应不超过 GB/T 3956—2008 和表 4 规定的相应的最大值或申明值。

7.4.1.6 绝缘与外护套厚度测量

试验方法应按 GB/T 2951.11—2008 的规定。

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。

绝缘层的厚度应符合 6.1.2.2 规定。

外护套的厚度应符合 6.1.7.4 规定。

7.4.1.7 金属套厚度测量

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

金属套厚度应符合 6.1.6.2 的规定。

7.4.1.8 直径测量

应测量电缆绝缘芯直径和（或）电缆外径。测量应按 GB/T 2951.11—2008 进行。

7.4.1.9 XLPE 绝缘热延伸试验

取样和试验步骤应按照 GB/T 2951.21—2008 第 9 章，并采用表 6 给出的试验条件进行试验。

应按所采用的交联工艺，在认为交联度最低的绝缘部分制取试片。

试验结果应符合表 6 给出的要求。

7.4.1.10 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。

电容的测量值应修正到 1 km 电容，且不应超过制造商申明标称值 8%。

7.4.1.11 雷电冲击电压试验

试验样品的有效长度应大于 10m。

试验时应通过导体电流将被试电缆导体温度加热到 95℃~100℃。

注：如果由于实际原因，不能达到试验温度，可以外加热绝缘措施。

应按照 GB/T 3048.13—2007 的试验程序施加雷电冲击电压。

电缆应耐受按 2100 kV 的 10 次正极性和 10 次负极性电压冲击而不发生绝缘击穿。

7.4.2 附件的抽样试验

7.4.2.1 附件部件的抽样试验

对每个部件的特性应按照附件制造商的技术规范，或者通过部件供应商提供的试验报告、或通过内部试验来进行查验。

附件制造商应提供每种部件要进行的各项试验的清单，并说明每种试验的频次。

对部件要按照图纸进行检查，不应有超出申明公差的偏离。

注：由于各个供应商提供的部件各不相同，因此本部分不规定部件通用的抽样试验。

7.4.2.2 成品附件的抽样试验

对主绝缘部件不能进行例行试验的附件，制造商应在完全装配好的附件上进行下列各项电气试验。

a） 局部放电试验(见 7.3.2)；

b） 电压试验(见 7.3.3)。

这些试验的次序由制造方按适合试验安排来确定。

注：不做例行试验的主绝缘的例子有绕包绝缘和(或)现场模制的绝缘。

如果这种形式附件的交货数量较多，抽样试验数量应由供需双方商讨决定。

如果试样未通过上述二项试验中的任何一项试验，则应从交货的相同形式附件中再抽取两个试

样，对未通过的项目进行试验。如果这两个加试试样都通过了试验，则应认为该形式的其他附件符合本部分要求；如任一个加试试样仍未通过试验，则应认为该种形式的附件不符合本部分要求。

7.5 电缆系统的型式试验

7.5.1 概述

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。

7.5.2 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系统的型式试验通过后，如果满足下列 a)～e)的所有条件， 则该型式认可对本标准范围内其他导体截面、额定电压和结构的电缆系统亦应认可有效：

a） 导体截面不大于通过试验电缆的导体截面；

b） 电缆和附件具有与通过试验的电缆系统相同或相似的结构；

注：结构相似的电缆和附件是指绝缘和半导电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的保护层的差异，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，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）是合适的。

c） 电缆导体屏蔽上计算的标称电场强度和冲击电场强度不超过通过试验的电缆系统相应计算值 10%；

d） 电缆绝缘屏蔽上计算的标称电场强度和冲击电场强度不超过通过试验的电缆系统相应计算值；

e） 电缆附件主绝缘件上和电缆与附件界面上计算的标称电场强度和冲击电场强度不超过通过试验的电缆系统相应计算值。

由具有资质的鉴证机构或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。

7.5.3 型式试验概要

型式试验应包括成品电缆系统的电气试验和电缆部件及成品电缆适用的非电气试验。

电气试验应在不包括电缆附件至少 10 m 长的一个成品电缆试样上进行。

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。

电缆和附件应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，但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。

半导电屏蔽电阻率测量应在单独的试样上进行。

7.5.4 成品电缆系统的电气型式试验

7.5.4.1 试验电压值

电气型式试验前，应按 GB/T 2951.11—2008 中 8.1 规定方法在供试验用的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。

如果绝缘平均厚度未超过标称厚度 5%，试验电压应按照表 11 规定进行。

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按表 11 的试验电压值时产生的电场强度。

用于电气型式试验电缆的绝缘平均厚度应不超过标称值 15%。

7.5.4.2 试验及试验顺序

电缆系统的型式试验 a)至 i)应按以下顺序进行：

a） 弯曲试验随后安装附件，和在环境温度下的局部放电试验；

b） tanδ 测量；

本项试验可以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另一个电缆试样上进行。

c） 热循环电压试验；

d） 局部放电试验：

- 在环境温度下进行
- 在高温下进行。

本项试验应在上述 c)项最后一次循环后进行，或者在下述 f)项雷电冲击电压试验后进行；

e） 操作冲击电压试验；

f） 雷电冲击电压试验及随后的工频电压试验；

g） 局部放电试验，若上述 d）项没有进行；

h） 接头的外保护层试验；

在上述各项试验完成时，对包含电缆和附件的电缆系统的检验；

i） 电缆半导电屏蔽的电阻率试验，应在单独的试样上测量。

除上述以外，附件的型式试验还包括：

a） 无线电干扰试验；

b） 组装附件压力泄漏试验或真空漏增试验，任选其一；

c） 导体压接和机械连接件的热机械性能试验；

d） 户外终端淋雨工频电压试验。

7.5.4.3 弯曲试验

电缆试样应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。接着应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。

试验用圆柱体的直径不应大于：

——36(d+D)×1.05，平铝套电缆；

——25(d+D)×1.05，皱纹铝套电缆。

式中：

d—导体标称直径，单位为毫米（mm）；

D—电缆标称外径，单位为毫米（mm）。

注：不规定负偏差。只有与制造商协商一致才能用小于规定直径进行弯曲试验。

7.5.4.4 局部放电试验

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

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

高温下试验时，应通过导体电流将被试电缆导体温度加热到 95℃~100℃范围内进行试验。导体温度应在此规定温度范围内保持至少 2 h。

注：如果由于实际原因，不能达到试验温度，可以外加热绝缘措施。

在 1.5 U_0 下，试品中应无超过申明灵敏度的可检测的放电。

7.5.4.5 tanσ测量

应通过导体电流将被试电缆导体温度加热到95℃~100℃。可采用测量导体电阻，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。

注：如果由于实际原因，不能达到试验温度，可以外加热绝缘措施。

应在工频电压 U_0 及上述规定温度下测量 $\tan\delta$ 。

测量值不应大于 8×10^{-4}。

7.5.4.6 热循环电压试验

电缆试样应有一段弯成规定直径的U形。

应通过导体电流将被试电缆导体温度加热到95℃~100℃。

注：如果由于实际原因，不能达到试验温度，可以外加热绝缘措施。

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15 K以内，取两者之中的较高值，但最高不高于45 ℃。应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2 U_0 电压。

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即可。

注：导体温度超过100℃的热循环也认为有效。

7.5.4.7 操作冲击电压试验

应通过导体电流将被试电缆导体温度加热到95℃~100℃。

注：如果由于实际原因，不能达到试验温度，可以外加热绝缘措施。

导体温度应保持在上述试验温度范围至少2 h。

应按照GB/T 3048.13—2007给出的试验程序施加操作冲击电压。

组装试样应耐受1550 kV的10次正极性和10次负极性操作冲击电压而不不发生绝缘击穿或闪络。

7.5.4.8 雷电冲击电压试验及随后的工频电压试验

应通过导体电流将被试电缆导体温度加热到95℃~100℃。

注：如果由于实际原因，不能达到试验温度，可以外加热绝缘措施。

导体温度应保持在上述试验温度范围至少2 h。

应按照GB/T 3048.13—2007给出的试验程序施加雷电冲击电压。

电缆应耐受2100 kV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，应对试样系统进行2 U_0，15 min的工频电压试验，这项试验可在冷却过程中或在环境温度下进行。

不应发生绝缘击穿或闪络。

7.5.4.9 检验

将一个试样电缆解剖以及各个附件拆解，目力检查不应发现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）。

与外护套黏结的纵包金属箔或金属带电缆，应从完成上述型式试验后的电缆上取下1 m长的试样，进行7.5.5.15的各项试验。

7.5.4.10 半导电屏蔽电阻率测量

电缆半导电屏蔽的电阻率应在单独的试样上测量。

应从制造后未经处理的电缆试样的绝缘芯上和从已经过组件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电屏蔽的电阻率测定。测量结果应符合

6.1.3.4 要求。

7.5.4.11 接头的外保护层试验

直埋接头外保护层浸水热循环和电压试验应按附录 D 进行，并符合规定要求。

7.5.4.12 户外终端无线电干扰试验

户外终端试样在 479 kV(1.1U_0)工频电压下，其 1 MHz 的无线电干扰电压应不超过 500 μV。试验方法按照 GB/T 11604—2015 的规定。

7.5.4.13 组装附件压力泄漏试验和真空漏增试验

终端试样应按实际使用的安装要求进行组装，组装试样内允许不含绝缘件。试验装置应将密封金具、瓷套管、复合套管或环氧套管试品两端密封。可根据实际情况任选压力泄漏试验或真空漏增试验的一种方法进行试验。

7.5.4.14 户外终端淋雨工频电压试验

户外终端试样在淋雨状态下，施加工频电压 870 kV 经 1 min，终端应不闪络或击穿。淋雨条件采用 GB/T 16927.1—2011 的规定。

7.5.4.15 户外终端海拔高度修正试验

对于安装应用环境的海拔高度超过 1000m 的户外终端，应在与应用地点海拔高度相同的地区开展雷电冲击试验。

对于现场不具备试验条件的情况下，可选择在海拔不高于 1000m 的地点开展修正试验。

1）对于安装应用环境的海拔高度超过 1000m，但不超过 4000m 的户外终端进行雷电冲击试验，试验电压应按 GB/T 311.1—2012 附录 B 的规定对外绝缘的试验电压乘以海拔校正因数 K_a。

2）对于安装应用环境的海拔高度超过 4000m 的户外终端，需根据现场具体海拔及环境因素另行计算。

3）当户外终端内绝缘不满足试验电压要求时，可采用户外终端套管进行外绝缘的海拔修正冲击电压试验。

7.5.4.16 短时耐受电流试验

1）本试验应在环境温度下进行；

2）本试验应至少在一条试验电缆回路上进行，试验电缆回路应由电缆与附件组成，可将不同类型的电缆和附件串联在同一试验电缆回路中进行试验；

3）将试验电缆回路与短路发生器相连接；对于电缆与附件的固定方法及附件之间的间隔应按照制造方推荐确定。

4）应在试验电缆回路上施加电流至少 63kA，时间不短于 3s，短路一次。

7.5.5 电缆和电缆组件的非电气型式试验

电缆和电缆组件的非电气型式试验项目如下：

a) 电缆结构检验；
b) 绝缘老化前后机械性能试验；
c) 外护套老化前后机械性能试验；
d) 检验材料相容性的成品电缆段老化试验；
e) PVC 外护套（ST_2）失重试验
f) 外护套的高温压力试验；
g) PVC 外护套（ST_2）低温试验；
h) PVC 外护套（ST_2）热冲击试验；
i) 外护套（ST_7/ST_{12}）热收缩试验；
j) XLPE 绝缘的微孔杂质试验；

k） XLPE 绝缘热延伸试验；
l） 半导电屏蔽层与绝缘层界面的微孔与突起试验；
m） 半导电屏蔽电阻率测量；
n） 黑色 PE 外护套碳黑含量测量（仅适用非阻燃材料）；
o） 与外护套黏结的纵包金属箔或金属带电缆的组件的试验；
p） 非金属外护套刮磨试验；
q） 成品电缆相容性试验；
r） 成品电缆燃烧特性试验（仅适用有阻燃特性的电缆）；
s） 透水试验（仅适用有阻水结构的电缆）；
t） 卤素含量试验（仅适用无卤低烟阻燃电缆）；
u） 烟密度试验（仅适用无卤低烟阻燃电缆）；
v） 铝套的腐蚀扩展试验；
w） 电缆机械性能试验。

7.5.5.1 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应分别按 7.4.1.4 、 7.4.1.6 和 7.4.1.7 进行，并应符合要求。

7.5.5.2 绝缘老化前后机械性能试验

a）**取样** 取样和试片制备应按 GB/T 2951.11—2008 的 9.1 进行；
b）**老化处理** 老化处理应按表 6 和 GB/T 2951.12—2008 的 8.1 并在表 6 规定的条件下进行；
c）**预处理和机械性能试验** 预处理和机械性能的测量应按 GB/T 2951.11—2008 的 9.1 进行；
d）**要求** 老化前和老化后试片的试验结果应符合表 6 要求。

7.5.5.3 外护套老化前后机械性能试验

a）**取样** 取样和试片制备应按 GB/T 2951.11—2008 的 9.2 进行；
b）**老化处理** 老化处理应按表 9 和 GB/T 2951.12—2008 的 8.1 并在表 9 规定的条件下进行；
c）**预处理和机械性能试验** 预处理和机械性能的测量应按 GB/T 2951.11—2008 的 9.2 进行；
d）**要求** 老化前和老化后试片的试验结果应符合表 9 要求。

7.5.5.4 检验材料相容性的成品电缆段老化试验

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、挤包半导电层和外护套与电缆其他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。

a）**取样** 绝缘和外护套试验用电缆试样应取自 GB/T 2951.12—2008 的 8.1.4 所述的成品电缆；
b）**老化处理** 电缆段的老化处理应按 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) ℃；
——持续时间：7×24 h；

c）**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，应按 GB/T 2951.12—2008 中 8.1.4 制备并进行机械性能试验；
d）**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 7.5.5.2 和 7.5.5.3)的变化率不应超过表 6 给出的绝缘经空气烘箱老化后的试验值，以及表 9 给出的外护套经空气烘箱老化后的试验值。

7.5.5.5 PVC 外护套（ST_2）失重试验

ST_2 型外护套的失重试验应按表 9 和 GB/T 2951.32—2008 的 8.2 规定条件下进行。

试验结果应符合表 9 要求。

7.5.5.6 外护套的高温压力试验

外护套的高温压力试验应按 GB/T 2951.31—2008 的 8.2 所述试验方法和表 9 中的试验条件进行。

试验结果应符合 GB/T 2951.31—2008 的 8.2 和表 9 的要求。

7.5.5.7 PVC 外护套（ST_2/ST_{12}）低温试验

ST_2 型和 ST_{12} 型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。

试验结果应符合 GB/T 2951.14—2008 的第 8 章要求。

7.5.5.8 PVC 外护套（ST_2）热冲击试验

ST_2 型外护套的热冲击试验应采用表 9 规定的试验温度和持续时间，按 GB/T 2951.31—2008 的 9.2 进行。

试验结果应符合 GB/T 2951.31—2008 的 9.2 要求。

7.5.5.9 外护套（ST_7/ST_{12}）热收缩试验

ST_7 型和 ST_{12} 型外护套的热收缩试验应采用表 9 规定的试验条件，按 GB/T 2951.13—2008 进行。

试验结果应符合 GB/T 2951.13—2008 和表 9 的要求。

7.5.5.10 XLPE 绝缘的微孔杂质试验

XLPE 绝缘应按 6.1.2.3 进行绝缘微孔杂质试验并应符合 6.1.2.3 要求。

7.5.5.11 XLPE 绝缘热延伸试验

XLPE 绝缘应按 7.4.1.9 进行热延伸试验并应符合表 5 要求。

7.5.5.12 半导电屏蔽层与绝缘层界面的微孔与突起试验

应按 6.1.3.3 进行半导电屏蔽层与绝缘层界面的微孔与突起试验并符合 6.1.3.3 要求。

7.5.5.13 半导电屏蔽电阻率测量

电缆半导电屏蔽应按 6.1.3.4 进行半导电屏蔽电阻率试验并符合 6.1.3.4 要求。

7.5.5.14 黑色 PE 外护套碳黑含量测量

ST_7 外护套的碳黑含量测量应按 GB/T 2951.41—2008 第 11 章所述的取样和试验步骤进行。

碳黑含量应符合表 9 的规定。

注：本试验要求仅适用非阻燃外护套材料。

7.5.5.15 与外护套黏结的纵包金属箔或金属带电缆的组件的试验

电缆试样应进行下列试验：

a）目力检查；

b）金属箔黏结强度；

c）金属箔搭接的剥离强度。

试验装置、步骤和要求应符合 GB/T 18890.1—2015 附录 F 的规定。

7.5.5.16 非金属外护套刮磨试验

电缆的非金属外护套应进行 JB/T 10696.6—2007 规定的刮磨试验并符合要求

7.5.5.17 成品电缆相容性试验

成品电缆段老化试验的试验条件同电缆护套材料的空气箱老化试验条件。绝缘、外护套老化前和老化后抗张强度与断裂伸长率中间值的变化率不应超过空气烘箱老化后的规定值。

7.5.5.18 成品电缆燃烧特性试验

单根阻燃试验应符合 GB/T 18380.12—2022 和 GB/T 18380.13—2022 的要求。

阻燃 C 类电缆成束燃烧试验应符合 GB/T 18380.33—2022 的要求。

7.5.5.19 透水试验

具有纵向阻水结构的电缆应进行透水试验，此项试验目的为满足埋地电缆的要求而不是用于如海底电缆这种结构的电缆。

此试验适用于下列电缆结构：

a） 具有防止沿绝缘屏蔽外表面与径向不透水阻隔层之间的间隙纵向透水的阻隔结构；

b） 具有防止沿导体纵向透水的阻隔结构。

试验设备、取样、试验方法和要求应按照 GB/T 22078.1—2008 中附录 C 的规定。

7.5.5.20 卤素含量试验

无卤低烟阻燃电缆应对电缆绝缘和外护套材料进行无卤性能试验，试验结果应符合表 10 的要求。

7.5.5.21 烟密度试验

无卤低烟阻燃电缆烟密度试验应符合 GB/T 17651.2—2021 的要求。

7.5.5.22 铝套的腐蚀扩展试验

铝套电缆应进行 JB/T 10696.5—2007 规定的腐蚀扩展试验并符合要求。

7.5.5.23 电缆机械性能试验

对于竖井或斜井敷设的电缆，为验证电缆机械性能满足敷设和运行过程中电缆承受的力，电缆应进行侧压力试验、滑脱试验和平板压力试验。

a） 侧压力试验：本试验适用于本文件规定的所有电缆，试验方法及要求见附录 E。；

b） 滑脱试验：本试验适用于本文件规定的所有电缆，试验方法及要求见附录 F；

c） 平板压力试验：本试验适用于本文件规定的所有电缆，试验方法及要求见附录 G。

7.5.6 电缆附件和电缆附件组件的非电气型式试验

电缆附件和电缆附件组件的非电气型式试验项目如下：

a） 户外终端内压力试验；

b） 复合套管（户外）终端弯曲试验；

c） 瓷套管（户外）终端悬臂负荷耐受试验；

d） 户外终端高低温温度冲击试验；

e） 紫外线老化试验；

f） 抗震试验。

本章规定的各项试验是针对潜在应用场景可能存在的安装运行环境及工况，用以验证电缆系统具有适应潜在应用场景的性能。

当用户有要求时应开展试验 d）；对于应用场景符合条件时应开展试验 e）和试验 f）。

7.5.6.1 户外终端内压力试验

本试验适用于本文件规定的复合套管（户外）终端，试验方法及要求见附录 H。

本试验适用于本文件规定的瓷套管（户外）终端，试验方法及要求见附录 I。

7.5.6.2 复合套管（户外）终端弯曲试验

本试验适用于本文件规定的复合套管（户外）终端，试验方法及要求见附录 J。

7.5.6.3 瓷套管（户外）终端悬臂负荷耐受试验

本试验适用于本文件规定的瓷套管（户外）终端，试验方法及要求见附录 K。

7.5.6.4 户外终端高低温温度冲击试验

本试验应采用户外终端真型套管进行试验，绝缘填充剂灌注高度应与工程应用实际灌注高度保持一致。

若不具备试验条件，可采用套管模型进行替代，套管模型结构形式、内径、上下法兰的尺寸及绝缘填充剂种类应与户外终端实际保持一致，套管高度应根据试验设备条件确定，但不能小于 0.8m。绝缘填充剂高度为套管模型高度的 1/2，应在套管模型顶部充入气体进行压力补偿，气体压力应满足下式要求：

$$p=p_1+p_2$$

式中：

p—真型套管底部密封结构件承受的压力值

p_1—套管模型底部密封结构件承受的（绝缘填充剂）压力值

p_2—充入气体的压力值

按表 12 要求进行 10 次温度冲击循环试验。户外终端真型套管或套管模型应不出现开裂、漏油、漏气等现象。

表12　　高低温温度冲击试验温度循环

序号	状态	试验条件
1	高温保持	不超过 6h，应由环境温度逐渐升至高温（95～100）℃，高温至少保持 1h
2	常温保持	不超过 6h，应由高温降至环境温度或不超过环境温度 15K，在此温度下至少保持 1h
3	0℃保持	不超过 6h，应由常温降至（0℃~5℃），在（0℃~5℃）至少保持 1h
4	低温冷冻	不超过 6h，应由 0℃逐渐降至低温（-35～-40）℃，低温至少保持 1h
5	0℃保持	不超过 6h，应由低温升至（0℃~5℃），在（0℃~5℃）至少保持 1h
6	常温保持	不超过 6h，应由（0℃~5℃）升至环境温度或不低于环境温度 15K，在此温度至少保持 1h

7.5.6.5　紫外线老化试验

对于采用复合套管的户外终端，应对复合套管外绝缘材料开展紫外线老化试验。

应按 DL/T 376—2019 要求，制备试样。按 GB/T 18950—2023 要求，采用荧光紫外线法进行试验。

试样应经受 1000 h 紫外光试验，试验后试样不应有龟裂、开裂和爆皮等现象。如对劣化判定有疑问，应测量每片试样的表面粗糙度各两次。测量长度至少为 2.5 mm 时，按 GB/T 3505—2009 定义的裂纹的深度 R_z 不应超过 0.1 mm。

7.5.6.6　抗震试验

应按 GB/T 50260—2013 要求，采取地震模拟振动台试验验证其抗震能力；对由于尺寸、重量或复杂性等原因而不具备整体试验条件的设备，或已经通过试验而又改型不大的设备，可以采用部分试验或试验与分析相结合的方式进行验证。

试品应按照运行条件进行安装，任何仅用于试验的固定或连接设施不应影响试件的动力性能。

对于原型电气设备带支架体系和原型电气装置体系的验证试验，振动台输入波形应采用 GB/T 50260—2013 第 5.0.5 条规定的地震影响系数曲线的实际强震记录或人工合成地震波；输入的加速度值应按设计采用的烈度及对应 GB/T 50260—2013 表 5.0.3-1 的规定。

被试品应无开裂、破损，其密封结构应不失效。

7.6　电缆系统的预鉴定试验

7.6.1　概述和预鉴定试验的认可范围

当额定电压 750 kV 电缆系统成功通过预鉴定试验，制造商就具有供应额定电压 750 kV 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。

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，只要其满足了第 7.6.3 节扩展试验的要求。

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，并满足第 7.6.2 节要求。

注1：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。

注2：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。

注3：宜使用大截面导体的电缆进行预鉴定试验，以覆盖热-机械性能的影响。

注4：如果电缆系统已经完成了同等要求的长期试验，且已经证明其具有良好的运行经历，预鉴定试验可以免做。

由具有资质的鉴证机构代表签署的预鉴定试验证书、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的证明。

7.6.2 电缆系统的预鉴定试验

7.6.2.1 预鉴定试验概要

预鉴定试验应由约 100 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。试验的顺序应如下：

a） 热循环电压试验；

b） 雷电冲击电压试验；

c） 电缆系统完成上述试验后的检验。

可能有一个或多个附件不能满足所有预鉴定试验的要求。对被试电缆系统修理后，可以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所有要求，该保留下的电缆系统（电缆和其余的附件）就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。但是可以对更换附件的电缆系统继续进行预鉴定试验直到满足所有要求。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应该从修理后开始计算。

7.6.2.2 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，必要时调整试验电压值。

7.6.2.3 试验布置

电缆和附件应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）。

试验布置应能代表实际安装敷设的条件，例如刚性固定、挠性固定和过渡方式安装、地下以及空气中安装。

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。

7.6.2.4 热循环电压试验

应通过导体电流将被试电缆导体温度加热到 95℃~100℃。

注：如果由于实际原因，不能达到试验温度，可以外加热绝缘措施。

试验过程中因环境温度变化要求调节导体电流。

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。

在整个 8760 h 的试验期间，应对电缆系统施加 $1.7U_0$ 电压和热循环。加热冷却循环应进行至少

180 次。

应无击穿发生。

注1：建议在试验期间进行局部放电测试以便提供可能劣化的早期预警，从而有可能在故障前进行修理。

注2：应完成总的循环次数而不管那些可能发生的中断。

注3：导体温度超过电缆正常运行的最大导体温度 5 K 的那些热循也认为有效。

7.6.2.5 雷电冲击电压试验

应通过导体电流将被试电缆导体温度加热到 95℃~100℃。

注：如果由于实际原因，不能达到试验温度，可以外加热绝缘措施。

导体温度应保持在上述温度范围内至少 2 h。

应按照 GB/T 3048.13—2007 给出的步骤施加雷电冲击电压。

试验回路应耐受施加 2100 kV 的 10 次正极性和 10 次负极性电压冲击而不破坏。

7.6.2.6 检验

电缆系统（电缆和附件）的检验应符合 7.5.4.9 的要求。

7.6.3 电缆系统的预鉴定扩展试验

预鉴定扩展试验应包括完整电缆系统的电气性能试验和电缆的非电气试验。

7.6.3.1 电缆系统的预鉴定扩展试验的电气部分概述

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。

附件之间电缆的最短长度应为 5 m。电缆总长度应最少 20 m。

电缆和附件应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）。

如果电缆也是预鉴定扩展试验的部分，试验回路应敷设成 U 形。

所列的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。

半导电屏蔽电阻率的测量应在单独的试样上进行。

如果预鉴定扩展试验仅针对附件，那么就不要求 U 形试验回路以及进行电缆半导电屏蔽电阻率测量。

7.6.3.2 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，必要时应调整试验电压值。

7.6.3.3 预鉴定扩展试验的电气试验顺序

预鉴定扩展试验的电气部分的正常顺序应如下：

a） 弯曲试验后先不做判定性的局部放电试验，而是随后安装要进行预鉴定扩展试验的附件；

b） 弯曲试验及安装附件后进行局部放电试验，以检查已安装的附件的质量；

c） 不加电压的热循环试验；

d） tanδ 测量；

注：本项试验可以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另一个电缆试样上进行。

e） 热循环电压试验；

f） 环境温度下和高温下的局部放电试验；本试验应在上述 e）项试验的最后一次循环后，或者在下述 h）项雷电冲击电压试验后进行；

g） 操作冲击电压试验

h） 雷电冲击电压试验及随后的工频电压试验；

i） 局部放电试验，若上述 f）项没有进行；

j） 在上述各项试验完成后，对包含电缆和附件的电缆系统的检验；

k） 电缆半导电屏蔽的电阻率应在单独的试样上测量。

试验电压应符合表 11 的规定,并根据 7.6.3.2 进行可能的调整。

7.6.3.4 不加电压的热循环试验

应通过导体电流将被试电缆导体温度加热到 95℃~100℃。

注：如果由于实际原因，不能达到试验温度，可以外加热绝缘措施。

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 15 K 以内，取两者之中的较高值，但最高为 45 ℃。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。

注：导体温度超过电缆正常运行的最大导体温度5 K的那些热循环也认为有效。

7.7 电缆的型式试验

电缆应作为电缆系统的一部分进行型式试验。

7.8 附件的型式试验

附件应作为电缆系统的一部分进行型式试验。

7.9 安装后的电气试验

7.9.1 概述

试验在电缆和附件安装完成后的新线路上进行。

宜采用外护套直流电压试验和/或绝缘交流电压试验。

当电缆线路仅做了外护套试验，根据购买方和承包方协议，附件安装的质量保证程序可以代替绝缘交流电压试验。

7.9.2 外护套直流电压试验

应在电缆金属套或同心金属线或金属屏蔽与地之间施加负极性 10 kV 直流电压，持续时间 1 min。

为使试验有效，外护套外表面必须与地良好接触。外护套上的导电层有助于达到此要求。

7.9.3 绝缘交流电压试验

应经购买方和承包方协商同意施加交流电压，电压波形应基本为正弦波形，频率应为 20 Hz～300 Hz，应根据实际试验条件，施加交流电压 1.5U_0，持续时间为 1 h。

作为替代，可施加交流电压 U_0，持续时间至少 24 h。

8 产品标志

8.1 电缆产品标志

在成品电缆的外护套上应有制造厂名称、产品型号、额定电压、导体截面和制造年份的连续标志和长度标志。标志的字迹应清晰，容易辨认和耐擦。成品电缆的标志还应符合 GB/T 6995.1—2008 和 GB/T 6995.3—2008 的相应规定。

8.2 附件产品标志

8.2.1 产品标志

应在终端及接头的保护管表面粘接一金属软标牌标明：

d） 制造厂名称；

e） 型号、规格；
f） 额定电压，kV；
g） 制造年、月。

8.2.2 零部件

金属顶盖、电缆保护管、绝缘预制件等部件制造时应采用适当的方式标明制造规格、型号。

9 包装、运输和贮存

9.1 电缆的包装、运输和贮存

9.1.1 电缆的包装

电缆应卷绕在符合电缆弯曲盘径的电缆盘上交货。考虑使电缆不受到过度弯曲，电缆盘的简径应不小于型式试验的电缆弯曲直径。对于大规格电缆如果按此规定电缆盘筒径过大，无法运输，可按制造方和购买方协议，采用筒径较小的电缆盘运输。电缆的两个端头应有可靠防水、防潮密封，在外侧端头上应装有供敷设用的牵引头。

每盘出厂的电缆，应附有产品检验合格证，合格证应放在不透水的塑料袋内，该袋固定在电缆盘侧板上。每个电缆盘上应标明：

a） 制造厂名称；
b） 电缆型号；
c） 额定电压，kV；
d） 标称截面，mm^2；
e） 装盘长度 m；
f） 毛重 kg；
g） 电缆盘的尺寸，m；
h） 工厂电缆盘编号；
i） 制造日期， 年 月；
j） 表示电缆盘在搬运时放线方向的箭头；
k） 本标准编号。

9.1.2 运输及贮存应注意：

a） 电缆盘不允许平放；
b） 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；
c） 吊装包装件时，严禁几盘同时吊装。在车辆、船舶等运输工具上，电缆盘必须放稳、并用合适方法固定，防止相互碰撞或翻倒。

9.2 附件的包装、运输和贮存

9.2.1 电缆附件的包装

电缆附件产品的包装方式可根据各种零部件特点而定。对各种预制绝缘件、带材等应有相应的防水、防潮等密封措施；对易碎、防压的部件和材料应有相应的防压、防冲击的包装措施，并在包装物外部明显位置标出相应的字样或标记；易燃部件或材料应有防火标志。

包装箱可采用木箱或纸箱。木箱应符合 GB/T 12464—2002 要求，装箱时箱内应装入装箱单。零部件可分开包装，包装箱侧面应注部件名称、规格，两端面应注明：

a） 轻放；
b） 防雨；

中国标准化协会标准管理及服务平台

c） 不得倒置。

9.2.2 运输和贮存

产品运输过程中不得将包装箱倒置及碰撞。

产品应贮存在清洁干燥和阴凉处。不得在户外或阳光下存放。

中国标准化协会标准管理及服务平台

附 录 A
（规范性附录）
微孔、杂质与半导电屏蔽层界面突起试验

A.1 试验设备

A.1.1 显微镜

最小放大倍数为 25 倍的显微镜。
最小放大倍数为 40 倍的测量显微镜。

A.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。

A.2 试样制备

从约 50mm 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试片，试片的厚度约 0.4mm~0.7mm。切割用的刀片应锋利，以便获得的试片具有均匀的厚度和极光滑的表面。应非常小心地保持试片表面清洁，并防止擦伤。

A.3 步骤

A.3.1

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

A.3.2

应采用最小放大倍数为 25 倍的显微镜检测在上述普遍检查中可疑的 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 0.02 mm 的微孔；
——所有大于或等于 0.05mm 的不透明杂质；
——所有大于或等于 0.05 mm 的半透明深棕色杂质；
——所有大于或等于 0.05mm 的绝缘层与半导电屏蔽层界面的突起。
这个表格应成为试验报告的组成部分。
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电层界面的突起应做标记。

A.3.3

应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电层界面的突起在其最大尺寸方向上测量其尺寸。

A.4 试验结果与计算

A.4.1

测量及计算 20 个试片绝缘的总体积。

A.4.2

应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电层界面突起的尺寸。

中国标准化协会标准管理及服务平台

附 录 B
（规范性附录）
半导电屏蔽电阻率测量方法

应从长度 150mm 的成品电缆试样上制备每个试件。

应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B.1a)]。应将绝缘线芯外所有包覆层除去以制备绝缘屏蔽试件[见图 B.1b)]。

屏蔽的体积电阻率的测定步骤应如下：

应将四只涂银电极 A、B、C 和 D（见图 B.1a)和图 B.1b)）置于半导电层表面。两个电位电极 B 和 C 应间距 50mm。两个电流电极 A 和 D 应分别放置在每个电位电极外侧至少 25mm 处。

应采用合适的夹子连接电极。连接导体屏蔽电极时，应确保夹子与试件外表面的绝缘屏蔽相互绝缘。

应将组装好的试样放人已经预热到规定温度的烘箱内，至少放置30min后，用功率不超过100mW的测量电路测量两个电位电极间的电阻。

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

体积电阻率 ρ(用Ω·m 表示)应按下式计算：

a）导体屏蔽

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

式中：

ρ_c——体积电阻率，单位为欧姆米(Ω·m)；

R_c——测量电阻，单位为欧姆(Ω)；

L_c——电位电极间距离，单位为米(m)；

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)。

b）绝缘屏蔽

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

式中：

ρ_i——体积电阻率，单位为欧姆米(Ω·m)；

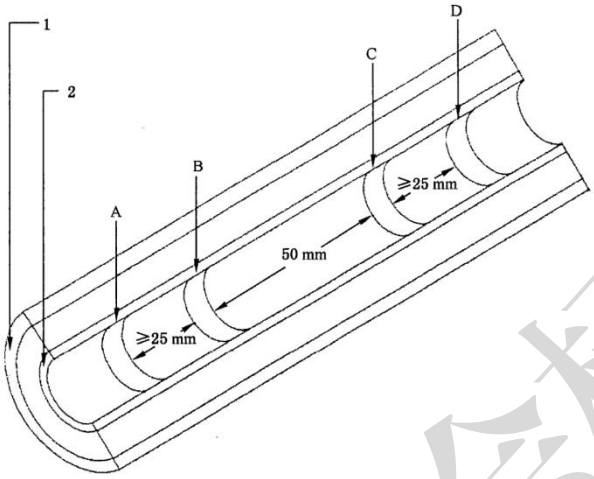
R_I——测量电阻，单位为欧姆(Ω)；

L_i——电位电极间距离，单位为米(m)；

D_i——导体屏蔽外径，单位为米(m)；

T_i——导体屏蔽平均厚度，单位为米(m)。

中国标准化协会标准管理及服务平台



说明：

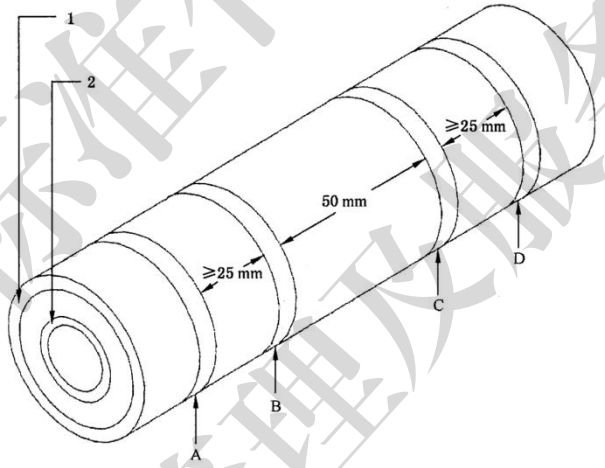
1 ——绝缘屏蔽层；

2 ——导体屏蔽层；

B、C ——电位电极；

A、D ——电流电极。

a）导体屏蔽的体积电阻率测量



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。

b）绝缘屏蔽的体积电阻率测量

图 B.1 导体屏蔽和绝缘屏蔽的体积电阻率测量的试样制备

中国标准化协会标准管理及服务平台

附 录 C

（资料性附录）

GIS 终端接口尺寸

750kV GIS 终端与 GIS 开关接口的配合尺寸可参考表 C.1 和图 C.1。

表 C.1 750kVGIS 开关接口尺寸推荐值

额定电压(有效值)（kV）	额定雷电冲击耐受电压(峰值)/kV	d_1 max	d_2 max	d_3 max	d_4 min	d_5 min	d_6	d_7	d_8	d_9 max	d_{10} max	l_2 max	l_4 min	l_5	l_6 max	l_7 min	l_8 max	l_9 max	l_{10} min	m_1	m_2	n_1	r_1 min	r_2 min	S_1 min	S_2 max	S_3 min	S_4 max	t_1	t_2
750	2100	139	252	250	140	680	+5.0 540 -0.0	+0.5 618 -0.0	+0.3 617 -0.3	500	690	100	21	+2.0 960/ 1400 -2.0	6	110	30	70	105	M12	M16	20	10	2.5	550	612	613	551	+0.3 110 -0.3	+0.5 640 -0.5

中国标准化协会标准管理及服务平台

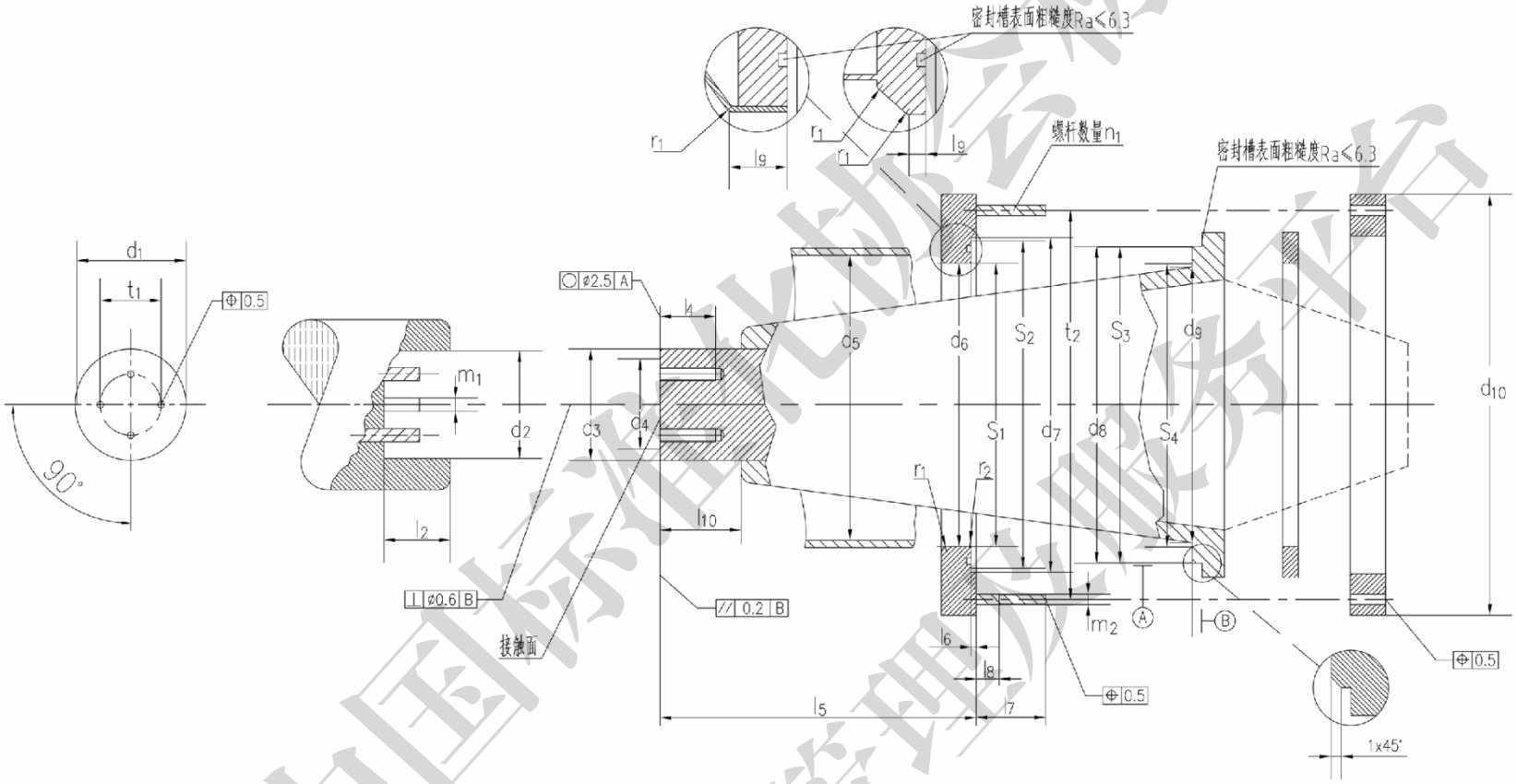


图 C.1 标准的层次编号样式示意图

注：供货界面参照 IEC 62271-209：2019 标准相关规定。

附 录 D
（规范性附录）
接头的外保护层试验

D.1 范围

本附录规定的方法适用于接头的各种型式外保护层的型式认可试验，包括用于直埋接头或绝缘护套电缆系统的金属套开断结构以及金属套分段绝缘连同屏蔽开断结构的认可试验。

D.2 认可范围

当接头外保护层的认可要求包括引入器件，诸如连接引线时，所试的外保护层应包含这些设计特点。

适用于所认可的最小和最大直径的成品电缆的绝缘接头外保护层成功地通过试验，其认可范围可以包括相似的直通接头外保护层，但反之无效。

当一种接头外保护层的设计取得认可，则由同一制造厂提供的采用相同设计原则，采用相同材料，在所试的电缆直径范围内，试验电压相同或较低的所有接头外保护层均应予以认可。

试验试品应是已通过热循环电压试验（见 7.5.4.6）的接头或至少经过按 7.5.4.6 进行 20 次不加电压热循环试验的接头。

D.3 浸水和热循环

将组装好的试样浸入水中，水面距外保护层最高点至少 1m。需要时，可使用一个水头箱与装有组装试样的密封容器相连接来实现。

由制造商自行决定，可在加热/冷却循环开始前按 D.4 再进行一次电压试验。

应进行总共 20 个加热和冷却循环，水温应升高到比电缆导体正常运行时的最高温度低 15K～20K。每个循环中，应加热水温到规定温度保持至少 5h，然后冷却至高于环境温度 10K 之内。可通过加入冷水或热水来达到试验温度。每个加热和冷却循环的总时间应不小于 12h，应使水温升高到规定温度所持续的时间与冷却到 30℃以下或冷却至环境温度以上 10K 内（二者取较高温度）所用的时间相同。

D.4 电压试验

D.4.1 通则

完成加热循环且试样仍浸在水中的组装试样，适用时，应进行下述电压试验。若无法对浸在水中的附件试样进行电压试验，可将其从水中取出，然后在最短时间内进行试验。这种情况下，可用湿布包裹试样或者将试样的整个外表面上涂上导电层来实现接地。

对无需进行浸水试验的附件，可用导电带或进水网包裹试样或者将试样的整个外表面上涂上导电层来实现试验接地。

所有附件应经受 D.4.2 和 D.4.4 规定的电压试验。此外，金属屏蔽或金属套断开的电缆附件还应经受 D.4.3 和 D.4.5 规定的电压试验。按照下述顺序进行电压试验。除非另有规定，本附录试验在环境温度下进行。

在任何一个耐压试验中，试样都不应发生闪络或击穿。

D.4.2 直流（DC）电压试验-屏蔽对地

在金属屏蔽或金属套与试样的接地外表面之间应施加直流试验电压 25kV，历时 1min。

D.4.3 直流（DC）电压试验-屏蔽对屏蔽

在试样两端的金属屏蔽或金属套分断处应施加直流试验电压 25kV，历时各 1min。

D.4.4 雷电冲击（LI）电压试验-屏蔽对地

在金属屏蔽或金属套与组装试样的接地外表面之间应施加表 D.1 规定的电压。

试验按 GB/T 3048.13—2007 规定进行。

表 D.1 直通接头、绝缘接头和有电缆屏蔽分断结构和/或接地结构附件的屏蔽与地之间的雷电冲击电压试验

主绝缘额定雷电冲击电压[a]/（kV）	雷电冲击电压（接头每端对地之间）/（kV）
2100	72.5
[a] 见表 11 第 7 列	

D.4.5 雷电冲击（LI）电压试验-屏蔽对屏蔽

对两端金属屏蔽或金属套之间的试验，应在冲击电压试验前将组装试样从水中移出后进行。

在两端金属屏蔽或金属套之间应施加表 D.2 规定的电压。

试验按 GB/T 3048.12—2007 规定进行。

表 D.2 绝缘接头和有电缆屏蔽分段结构和/或接地结构附件的两端屏蔽之间的雷电冲击电压试验

主绝缘额定雷电冲击电压[a]/（kV）	雷电冲击电压（接头两端之间）/（kV）
2100	145
[a] 见表 11 第 7 列	

D.5 检验

附件的目视检验按 7.5.4.9 规定进行。此外，对于浸水试验的附件，还应检验：

——对填充可移动浇注剂的接头外保护盒，如没有能见的内部气隙或由于水分侵入造成浇注剂内部位移，或者没有浇注剂经各密封处或盒壁泄露的迹象，应认为通过检验；

——对采用其它设计和材料的接头外保护层应没有水分侵入或内部腐蚀的迹象。

中国标准化协会标准管理公共服务平台

附 录 E
（规范性附录）
侧压力试验

E.1 试验要求

本试验方法适用于 750kV 电缆，应在包含电缆所有结构部件的成品电缆上进行。

E.2 试验设备

试验设备应包括固定轮和牵引装置两部分，其中固定轮是用来给试样施加侧压力的装置，其直径应不可调节；牵引装置是在试验过程中提供一定的牵引力，使试样绕固定轮滑动的装置，其牵引力应可调，且满足试验测试所需牵引力需求。

E.3 试样制备

从被试电缆上截取 15m 长的电缆样品，不同条件下的试验应在被试电缆上分别取样。

E.4 试验步骤

首先将取好的试样在环境温度中放置 0.5h，然后再将试样中间部分绕在固定轮上，两端分别用钢丝绳连接至牵引装置上。在指定的侧压力(T/R)下，电缆应进行一次向前绕固定轮和一次向后绕固定轮的试验，试验应使用钢丝绳的牵引力(T)和固定轮的半径(R)进行计算，轮子的半径不应大于 7.5.4.3 弯曲试验中使用的圆柱体半径。试验过程中电缆应与轮子接触至少 90°，固定轮上的接触点应涂抹润滑剂，确保电缆可以在固定轮上滑动。

侧压力试验示意图见图 E.1。

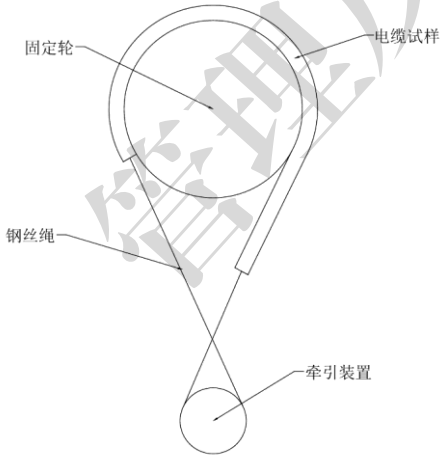


图 E.1 侧压力试验示意图

E.5 试验参数确定

电缆在试验过程中，电缆承受的侧压力 P 由下式计算：

$$P = T/R$$

其中，T—试验时的钢丝绳的牵引力(kN)；R—固定轮的半径(m)。

推荐对电缆施加 3 kN/m 或 5 kN/m 的侧压力进行试验。

E.6 试验结果评定

应解剖承受侧压力的 1 m 样品并进行目视检查。电缆外护套和金属护套应无裂纹或分离，也没有对电缆其他结构造成损坏。

中国标准化协会标准管理及服务平台

附 录 F
（规范性附录）
滑脱试验

F.1 试验要求

本试验方法适用于 750kV 电缆，应在包含电缆所有结构部件的成品电缆上进行。
本试验检验线芯在受力时，线芯与铝护套之间的滑移量。

F.2 试验设备

试验设备应包括牵引装置、牵引头和数个带夹具支架，其中牵引装置是用来给待测试样提供牵引力的装置，其牵引力应可调，且满足不同试验条件下的最大牵引力；牵引头是用来连接电缆与牵引装置钢丝绳的装置；带夹具支架是用来固定待测电缆试样的装置，其内径应可调，能够固定待测试样的同时不对试样造成损伤。

F.3 试样制备

从被试电缆上截取 15m 长的电缆样品,不同条件下的试验应在被试电缆上分别取样。

F.4 试验步骤

将试样在环境温度中静置 24h，根据实际工程敷设要求（一般规定间距 L1 为 4m；幅值 L2 为 20~25cm），将试样用带夹具支架固定到试验场地的指定位置。

试样被完全固定后，调整夹具的夹紧力，用牵引头将待测试样的线芯与牵引装置的钢丝绳连接，示意图见图 F.1，图中 d 为牵引头尾部与待测试验金属套的距离。记录牵引头尾部与待测试验金属套的初始距离 d0；给试样施加牵引力 F1，记录距离 d1；试样在受牵引力状态下放置 1h 后，记录牵引头中心与牵引装置中心水平方向的距离 d2。

不同型号或不同的安装敷设工况下的电缆在进行试验时，应根据实际应用情况计算并施加牵引力 F1。通常情况下，F1 为电缆长度的自重。

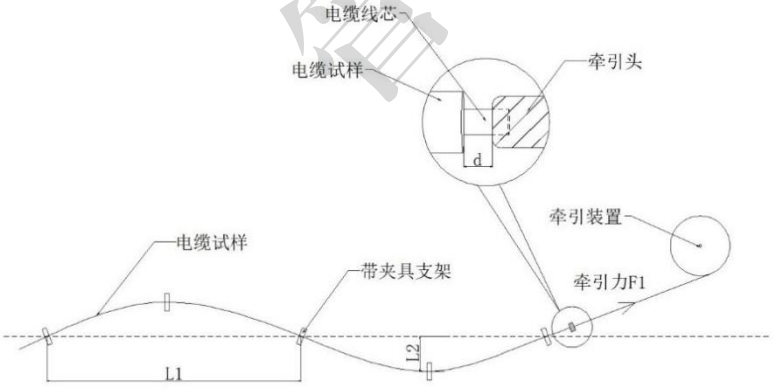


图 F.1 滑脱试验示意图

F.5 试验结果评定

试验合格的判定应同时满足以下要求：

①在完成上述试验程序规定的试验后，检查试样，外护套应无破损及裂纹现象，铝护套应无严重影响产品寿命的变形；

②比较三次记录的数据，应满足 d1-d0≤1cm 且 d2-d0≤1cm。

③试样试验后导体 20℃时的直流电阻应符合 GB/T 3956-2008 的规定。

中国标准化协会标准管理及服务平台

附 录 G
（规范性附录）
平板压力试验

G.1 试验要求

本试验方法适用于 750kV 电缆，应在包含电缆所有结构部件的成品电缆上进行。

G.2 试验设备

试验设备应包括上下压力板、左右传力柱以及测量系统三部分，其中上下压力板是用来给试样施加压力的装置，其面积应完全覆盖被测试样，确保被测试样受力均匀；左右传力柱是在试验过程中提供试验所需的压力的装置，其压力应可调，且满足试验测试所需压力需求；测量系统是用来测量在试验过程中试样受到的压力，其量程应满足传力柱可施加的最大压力。

G.3 试样制备

从被试电缆上截取 20～30cm 长的电缆样品，不同条件下的试验应在被试电缆上分别取样。

G.4 试验步骤

将试样在环境温度中静置 0.5h 后，放置到下压力板中间位置，记录电缆垂直下压力板方向的直径 d0，连接测量系统，安装上压力板。

左右传力柱同步转动，给试样施加平板压力，记录电缆在不同压力下的形变量 d，当试样形变率 e 达到 10%后，停止施加平板压力。

$$e = \frac{d - d0}{d0} \times 100\%$$

将受力后的试样在环境温度中静置 24h 后，记录电缆垂直下压力板方向的直径 d′，计算试样的 24h 永久形变率 e'。

$$e' = \frac{d' - d0}{d0} \times 100\%$$

平板压力试验示意图见图 G.1。

中国标准化协会标准管理及服务平台

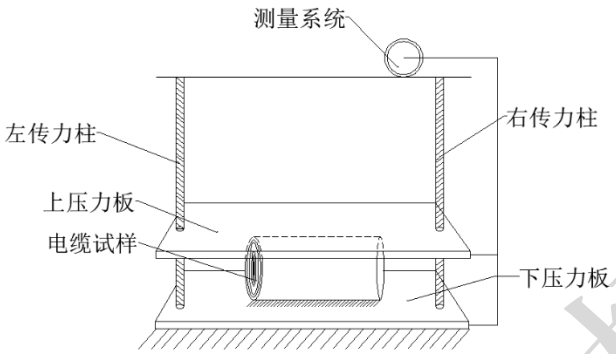


图 G.1　平板压力试验示意图

G.5　试验结果评定

试验合格的判定应同时满足以下要求：

①应解剖承受平板压力的电缆试样并进行目视检查。电缆外护套和金属护套应无裂纹、破裂或分离，也没有对电缆其他结构造成损坏。

②计算试样试验后静置 24h 后的形变率 e'，e' 应不大于：

——2%，平铝套电缆；

——4%，皱纹铝套电缆。

中国标准化协会标准管理及服务平台

附 录 H
（规范性附录）
复合套管（户外）终端内压力试验

H.1 试品

试品应是一个完整的复合套管，且在其它方面应等同于生产线上制作的复合套管。本试验所用复合套管试品应装有伞裙。

H.2 试品的准备

每个试品都应装上 2 个电阻应变片。应除去局部伞裙以便将应变片固定到复合套管上。应变片的位置应为：

——复合套管的外侧或内侧；

——一个应变片平行于复合套管的轴线，另一个应变片垂直于复合套管的轴线；

——两个端部附件间复合套管的中部。

内压力试验时，试品应垂直安装。试品的两端应装有端盖并密封，端盖上应装有能使内压力介质进入和排出的装置。内压力介质应是气体或液体，该介质除对复合套管施加机械力外不产生其他影响。

H.3 试验程序

本试验分两个阶段进行，也可能分三个阶段进行。

a）第一阶段：在 2.0×MSP 下的试验

注：MSP——最大运行压力：是当复合套管在最高环境温度下，通过额定标称电流时的最大绝对压力与正常外部压力间的差。

内压力在室温下应迅速而平稳地从零增加到 2.0×MSP，当压力达到 2.0×MSP 时应保持 5min。然后将压力平稳的卸去。如在压力施加前和施加后，管的应变情况相同，即应变片表明，管的残余应变在最大应变的±5%以内（可逆的弹性状态），就表明没有出现损伤（见附录 L）。

注：数值±5%时作为指导给出的。将来积累了经验后它可能会被修改。

b）第二阶段：在 4.0×MSP 下的试验

在施加先前的压力后，再施加 4.0×MSP 持续至少 5min。然后将压力平稳的卸去。在压力施加后允许残余应变大于最大应变的±5%（不可逆的塑性状态，见附录 L），但应确定没有出现可见损伤。

注：数值±5%时作为指导给出的。将来积累了经验后它可能会被修改。

c）第三阶段：在 SIP 水平下

如果有附加要求，应使用第二阶段的程序，施加规定内压力 5min。应记录所有数据。允许有明显的损伤（不可逆的塑性状态）。

注：SIP——规定内压力：是由制造者规定的内部压力。

H.4 试验结果评定

如果满足下列条件，则试验通过：

——没有出现管的破坏或抽出，没有出现端部附件的破坏；

——在内压力试验期间施加 2.0×MSP 后，据应变片指示没有发现管的不可逆形变。

中国标准化协会标准管理及服务平台

附 录 I
（规范性附录）
瓷套管（户外）终端内压力试验

I.1 试品

试品应是一个完整的瓷套管，且在其它方面应等同于生产线上制作的瓷套管。本试验所用瓷套管试品应装有伞裙。

I.2 试验的一般要求

将带有相应连接阀和测量仪表的压板压紧或固定到瓷套管端部附件上，固定时在瓷套管和压板间加装适当的密封垫，密封结构应尽可能与实际使用结构接近。

I.3 试验条件

瓷套管应耐受高于设计压力的试验压力 5min。

I.4 试验程序

将瓷套管注满水，并和液压泵相连。液体压力应平稳增加到试验压力，升压中不应产生冲击。

注：每分钟的升压速率应为试验压力的 30%~60%。

I.5 试验结果评定

压力释放到零后，应检查瓷套管主体和端部附件是否开裂，胶装或密封是否破坏。如无上述迹象，即使端部附件承受的应力超过其屈服点，只要没有破坏，则认为该试验通过。

中国标准化协会标准管理公服务平台

附 录 J
（规范性附录）
复合套管（户外）终端弯曲试验

J.1 试品

试品应是一个完整的复合套管，且在其它方面应等同于生产线上制作的复合套管。本试验所用复合套管试品应装有伞裙。

J.2 试品的准备

试品应装上 2 个电阻应变片。应除去局部伞裙以便将应变片固定到复合套管上。应变片的位置应为：

——复合套管的外侧或内侧；

——平行于复合套管的轴线；

——置于靠近复合套管底部固定部位，通常其中心离底部附件口 30mm，以便排除底部附件的影响；

——弯曲力的平面上并且在径向对应位置处。

注：应力模拟或试验研究可用来确定最大应变区域，从而选择应变片放置的最佳位置。但是应该注意，简单的分析计算方法可能会引导得出错误的结果。

弯曲试验中试品的一端应牢固地固定。弯曲力应施加于另一端，与试品轴线大约成 90°，弯曲力应施加到该试品端部上或接近于该试品端部，注意使力的作用点保持固定。

J.3 试验程序

对同一试品进行弯曲试验，试验可分三个阶段也可能是四个阶段进行。

a）第一阶段：在最大机械负荷下的试验

弯曲负荷应在30s内从零平稳地增加到最大机械负荷。当达到最大机械负荷时，应至少持续30s。在此期间内测量偏移。将弯曲负荷完全地卸去并记录残余偏移。

b）第二阶段：在 1.5×MML 下的试验

注：MML——最大机械负荷：是复合套管在运行条件下，承受的最大机械负荷。

弯曲负荷应在 30s 内从零平稳地增加到 1.5×MML，并在此负荷下持续至少 60s。在此期间内测量偏移。然后将负荷平稳地卸去并记录残余偏移。如在负荷施加前和施加后，管的应变相同，即应变计表明，管的残余应变在最大应变的±5%以内（可逆的弹性阶段），就表明没有出现损伤(见附录 L)。

当负荷卸除到零以后应检查端部附件是否开裂或破坏。

注：数值±5%是作为指导给出的。将来积累了经验后它可能会被修改，

c）第三阶段：在 2.5×MML 下的试验

在第二阶段完成后，应再施加弯曲负荷。该负荷应在 90s 内从零平稳地增加到 2.5×MML，并在该值下持续至少 60s。然后负荷应平稳地卸除。

在负荷施加以后允许残余应变大于最大应变的±5%(不可逆的塑性阶段)，但应确定没有出现可见的损伤(见附录 L)。

注：数值±5%是作为指导给出的。将来积累了经验后它可能会被修改。

d）第四阶段：在 SML 下的试验

注：SML——规定机械负荷：是由制造者规定的用于机械试验的负荷，通常是在室温下施加的弯曲负荷。

如果有附加要求，应采用第三阶段的程序施加规定机械负荷，至少持续 60s。应记录所有数据。允许出现可见损伤(不可逆的塑性阶段)。

J.4 试验结果评定

——没有出现管的破坏或抽出，没有出现端部附件的破坏；

——在弯曲试验期间施加 1.5×MML 后，据应变片指示没有发现管的不可逆形变；

——在 MML 和 1.5×MML 弯曲试验期间测得的偏移符合由制造者规定的预定值。

中国标准化协会标准管理及服务平台

附 录 K
（规范性附录）
瓷套管（户外）终端悬臂负荷耐受试验

K.1 试品

试品应是一个完整的瓷套管，且在其它方面应等同于生产线上制作的瓷套管。本试验所用瓷套管试品应装有伞裙。

K.2 试验方法和要求

瓷套管应完整安装，适用时充以规定的绝缘介质。套管内部应加压到比最高运行压力高出0.1Mpa±0.01MPa。除非另有规定，瓷套管应垂直安装且其法兰应刚性地固定在一个适当的装置上。

瓷套管应能耐受表 K.1 规定的Ⅰ级或Ⅱ级悬臂负荷。除非买方要求为Ⅱ级重负荷外，通常使用Ⅰ级正常负荷。负荷应垂直于套管轴线施加到套管上并持续 60s。

表 K.1 悬臂耐受负荷的最小值/N

设备最高电压 Um kV	额定电流/A							
	≤800		1000 1600		2000 2500		≥3150	
800kV	I	II	I	II	I	II	I	II
	2500	4000	2500	4000	3150	5000	5000	5000

注：水平 I=正常负荷，水平II=重负荷。

K.3 试验结果评定

如果瓷套管无损坏(变形、破裂或泄漏)，则认为通过了本试验。

中国标准化协会标准管理及服务平台

附 录 L
（资料性附录）
由内部压力和弯曲负荷引起的可逆和不可逆应变极限的确定

L.1 定义

由应变片测量应力负荷见图 L.1：

- 管中没有出现损伤的可逆过程，如果在试验结束时，负荷是零且应变在最大应变的 0±5%的范围内(见图 L.2)。在此情况下，认为是处在可逆的弹性阶段。
- 管中出现损伤的不可逆过程，如果在这个试验结束时，负荷是零且应变大于最大应变的 0±5%(见图 L.3)。在此情况下，认为是处在不可逆的塑性阶段。可见损伤可能不明显。

采用最大应变的±5%这个公差是考虑了下列测量误差的存在：

- 试验设备误差；
- 应变片误差；
- 应变片定位精度和固定方法；
- 电气接触不良；
- 管的初始状况；
- 任何与时间有关的偏差。

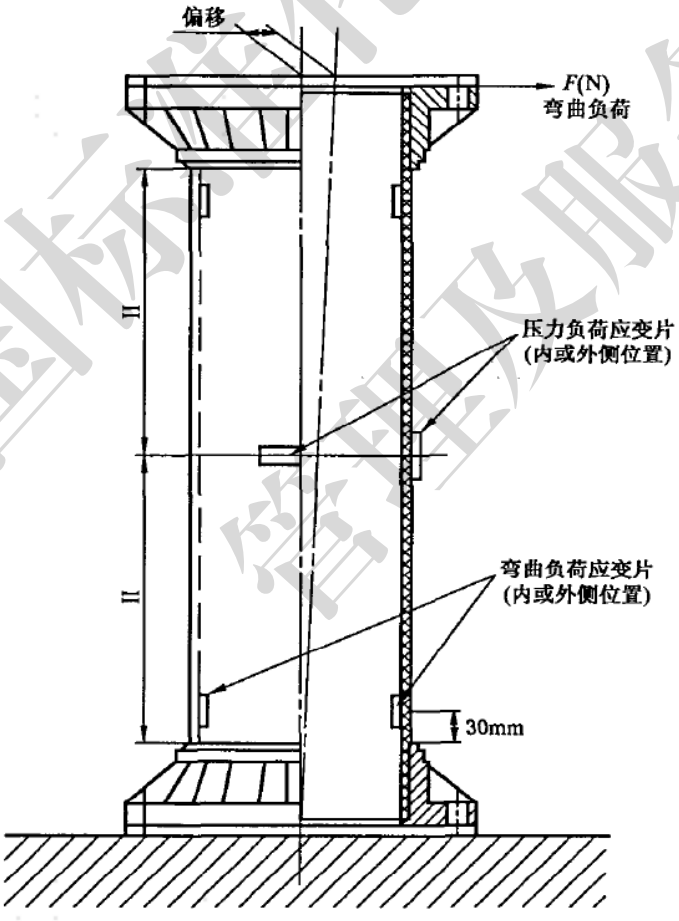


图 L.1 压力负荷和弯曲负荷应变片的位置示意图

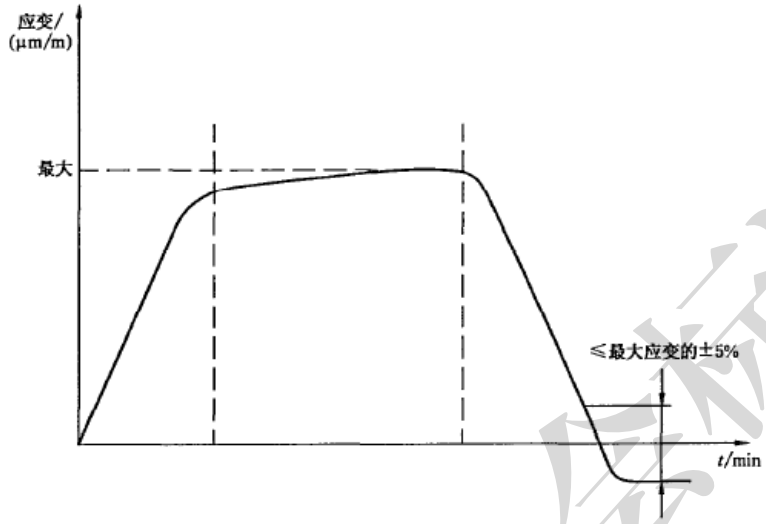


图 L.2　应变/时间曲线，可逆的弹性状态图

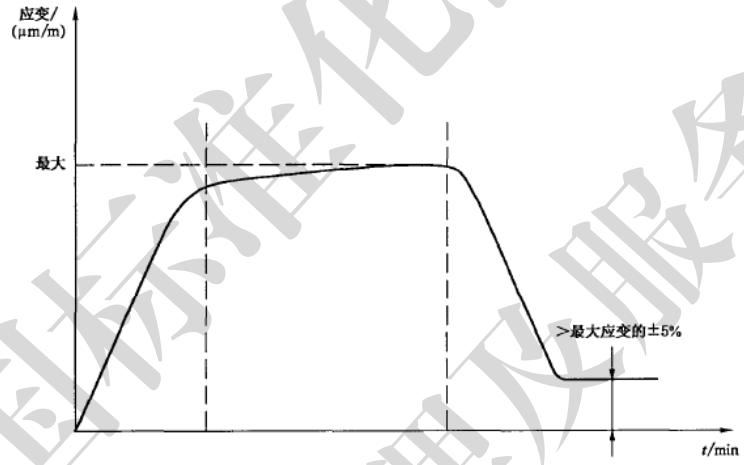


图 L.3　应变/时间曲线，不可逆的弹性状态图

L. 2　应变公差测定举例

如果最大（100%）应变是 2000μm/m，那么公差=2000μm/m×5%=100μm/m。

中国标准化协会标准管理及服务平台

参考文献

[1] GB/T 2900.10—2013　电工术语　电缆。

[2] GB/T 18890—2015　额定电压 220 kV（U_m =252 kV）交联聚乙烯绝缘电力电缆及其附件。

[3] GB/T 22078—2008　额定电压 500kV(U_m=550kV)交联聚乙烯绝缘电力电缆及其附件。

[4] IEC 62067:2022　额定电压 150 kV 以上(U_m =170 kV)至 500 kV(U_m =550 kV)的挤压绝缘电力电缆及其附件-试验方法和要求。

中国标准化协会标准管理及服务平台

ICS 29.060.20

CCS K 13

关键词：750kV 电缆、750kV 附件