

ICS 29.060.20
K 13



中华人民共和国国家标准

GB/T 11017.1 ~ 11017.3-2002

额定电压 110 kV 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 110 kV

2002-10-08 发布

2003-04-01 实施

中 华 人 民 共 和 国
国 家 质 量 监 督 检 验 检 疫 总 局

发布

目 次

前言 III

IEC 前言 V

GB/T 11017.1—2002 额定电压 110 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

1 范围 1

2 引用标准 1

3 定义 2

4 电压表示方法和材料 2

5 电缆阻水措施 3

6 电缆特性 3

7 附件特性 3

8 试验条件 4

9 电缆的例行试验 4

10 电缆的抽样试验 4

11 电缆的型式试验 6

12 附件的型式试验 12

13 安装后的电气试验 13

附录 A (标准的附录) 数值修约 18

附录 B (标准的附录) 半导体屏蔽电阻率测量方法 18

附录 C (标准的附录) 透水试验 20

附录 D (标准的附录) 埋地接头的外保护层试验 21

附录 E (标准的附录) 微孔、杂质与半导体屏蔽层界面突起试验 23

GB/T 11017.2—2002 额定电压 110 kV 交联聚乙烯绝缘电力电缆及其附件
第 2 部分：额定电压 110 kV 交联聚乙烯绝缘电力电缆

1 范围 24

2 引用标准 24

3 定义 25

4 使用特性 25

5 产品命名 26

6 技术要求 27

7 成品电缆标志 30

8 试验和要求 30

9 验收规则 32

10 包装、运输和贮存 32

GB/T 11017.1~11017.3—2002

附录 A (提示的附录) 绝缘材料的性能	33
附录 B (提示的附录) 半导体屏蔽料的性能	33
附录 C (提示的附录) 电缆的使用环境	34
附录 D (提示的附录) 具有金属塑料复合护层的 XLPE 绝级高压电力电缆的试验导则	34

GB/T 11017.3—2002 额定电压 110 kV 交联聚乙烯绝缘电力电缆及其附件

第 3 部分: 额定电压 110 kV 交联聚乙烯绝缘电力电缆附件

1 范围	41
2 引用标准	41
3 定义	42
4 使用特性	42
5 产品命名	43
6 技术要求	45
7 附件标志	46
8 试验和要求	46
9 验收规则	49
10 包装、运输和贮存	49
附录 A (标准的附录) 橡胶料的性能	50
附录 B (标准的附录) 环氧树脂固化体的性能	51
附录 C (标准的附录) 附件安装导则	51

前言

本标准GB/T 11017—2002 是对GB 11017—1989《额定电压 110 kV铜芯、铝芯交联聚乙烯 绝缘电力电缆》的修订。修订后的GB/T 11017—2002 增加了额定电压 110 kV交联聚乙烯绝缘电力电缆附件，标准名称改为《额定电压 110 kV交联聚乙烯绝缘电力电缆及其附件》，由下列三个部分组成：

- 第 1 部分：试验方法和要求
- 第 2 部分：额定电压 110 kV交联聚乙烯绝缘电力电缆
- 第 3 部分：额定电压 110 kV交联聚乙烯绝缘电力电缆附件

GB/T 11017.1—2002 等效采用IEC 60840: 1999《额定电压大于 30 kV($U_m=36$ kV)至 150 kV($U_m=170$ kV)挤包绝缘电力电缆及其附件 试验方法和要求》(第二版)，标准的基本内容、编辑格式和条文结构与IEC 60840 一致。与IEC 60840: 1999 比较，GB/T 11017.1—2002 有以下内容不同：

1) 电缆的抽样试验,绝缘偏心度采用了 AEIC CS 7:1993《额定电压 69 kV至 138 kV交联聚乙烯绝缘屏蔽电力电缆规范》(第 3 版)的规定值(0.12),严于IEC 60840:1999 的规定值(0.15);

2) 电缆的型式试验,参照 AEIC CS7 增加了 XLPE 绝缘的微孔杂质试验、半导体屏蔽层与绝缘层界面的微孔与突起试验,并将试验方法作为附录 E:参照 IEC 60229《具有特殊保护作用的挤包的电缆外护套的试验》并具体引用相应的国家标准,增加了非金属外护套的刮磨试验和腐蚀扩展试验;

3) 删除了IEC 60840:1999 中PE、HDPE、EPR等材料的有关规定及相应的试验目的要求;同时也删除了IEC 60840: 1999 中额定电压 110 kV以外的电压等级及其相关内容。

GB/T 11017.2—2002 非等效采用 IEC 60840:1999。与 GB 11017—1989 比较,GB/T 11017.2—2002 有下列重要技术内容的改变:

1) 电缆型号,增加了 03 型(PE)护套电缆和纵向阻水结构电缆的型号;撤销了非金属套电缆和粗钢丝铠装铅包电缆的型号;

2) 绝缘中的微孔和杂质采用了AEIC CS 7: 1993 的更为严格的要求;

3) 修改了金属套的厚度;

4) 删除和综合防水层和铠装条目;

5) 新规定了非金属外护套的标称厚度;

6) 型式试验中的半导体层微孔和杂质试验参照AEIC CS 7:1993 改为半导体屏蔽层与绝缘层界面

的微孔与突起试验;增加了纵向透水试验、非金属外护套的刮磨试验、腐蚀扩展试验、成品电缆标志的检查;

7) 绝缘与半导体屏蔽塑料的技术要求分别作为附录 A 和附录 B;

8) 增加电缆的使用环境作为附录C;

9) 增加了金属塑料复合护层电缆的试验导则作为附录D。

GB/T 11017.3—2002 为首次制定,非等效采用IEC 60840: 1999 标准。

GB/T 11017.1—2002 的附录A、附录B、附录C和附录D和附录E都是标准的附录。

GB/T 11017.2—2002 的附录A、附录B、附录C和附录D都是提示的附录。

GB/T 11017.3—2002 的附录A、附录B、附录C和附录D都是提示的附录。

本标准(第一版)于 1989 年 3 月首次发布。

GB/T 11017.1~11017.3—2002 从实施之日起代替GB 11017—1989。

本标准由中国电器工业协会提出。

GB/T 11017.1~11017.3—2002

本标准由全国电线电缆标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：上海电缆研究所、武汉高压研究所、山东电缆厂、上海电缆厂、上海三原电缆附件公司、沈阳古河电缆有限公司。

本标准主要起草人：邓长胜、阎孟昆、乔新霞、华良伟、徐操、金光起。

IEC 前言

- 1) IEC(国际电工委员会)是一个由各国家电工委员会(IEC 国家委员会)组成的世界范围的标准化组织。IEC 的宗旨是针对电气和电子领域标准化的所有总是促进国际间合作。为实现这一宗旨, IEC 除组织各种活动外, 还出版国际标准。并委托各技术委员会制定这些标准。对某项标准感兴趣的任何国家委员会均可参与该标准的制定。与 IEC 有业务往来的国际组织、政府和非政府组织也可参与标准的制定。IEC 与国际标准化组织(ISO)按双方协议条件紧密合作。
- 2) 技术委员会代表各国家委员会对他们特殊关切的技术问题制定出的 IEC 正式决议或协议尽可能地表达出国际上对这些问题的一致意见。
- 3) 这些决议或协议以标准、技术报告或导则的形式出版发行, 以推荐文件的形式在国际间使用, 并且这些文件在此意义上取得各国家委员会的认可。
- 4) 为促进国际统一, 各 IEC 国家委员会坦诚地以最大可能程度在各自国家和地区标准中采用 IEC 国际标准。IEC 标准与相应的国家和地区标准的任何差异应在国家和地区标准中清楚地指出。
- 5) IEC 不提供表示认可的标准程序, 也不对任何声称符合标准某一部分的设备负责。
- 6) 要注意到本国际标准的某些部分可能是有专利权的, IEC 不对所有这种专利权的任何部分的鉴别负责。国际标准 IEC 60840 由 IEC 第 20 技术委员会:“电力电缆”的第 20 A 分技术委员会:“高压电缆”制定。国际标准 IEC 60840 年发布的第一片及其修改件 1(1991)和修改件 2(1993), 从而构成一个技术版本。

本标准的文本以下列文件为基础:

FDIS	投票表决报告
20A/399/FDIS	20A/404/RVD

投票表决批准本标准的全部资料可在上表列出的“投票表决报告”中查到。

附录 A、B、C 和 D 构成本标准的完整部分。

中华人民共和国国家标准

GB/T 11017.1—2002

eqv IEC 60840:1999

额定电压 110 kV 交联聚乙烯绝缘

代替 GB 11017—1989

电力电缆及其附件

第 1 部分：试验方法和要求

Power cables with cross-linked polyethylene insulation and their accessories for rated voltage of 110 kV Part 1: Test methods and requirements

1 范围

本标准规定了额定电压 110 kV ($U_n = 126$ kV) 用于固定安装的交联聚乙烯绝缘电力电缆及其附件的试验和要求。

这些要求适用于通常安装和运行条件下使用的单芯电缆及其附件,但不适用于特殊条件下使用的电缆及其附件,如海底电缆。对这些特殊用途的电缆及附件,对本标准试验的修改也许是必要的,或者可能需要设定一些特殊试验条件。

2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB/T 2951.1—1997 电缆绝缘和护套材料通用试验方法 第 1 部分:通用试验方法 第 1 节:厚度和外形尺寸测量——机械性能试验(idt IEC 60811-1-1:1993)

GB/T 2951.2—1997 电缆绝缘和护套材料通用试验方法 第 1 部分:通用试验方法 第 2 节:热老化试验方法(idt IEC 60811-1-2:1985)

GB/T 2951.3—1997 电缆绝缘和护套材料通用试验方法 第 1 部分:通用试验方法 第 3 节:密度测定方法——吸水试验——收缩试验(idt IEC 60811-1-3:1993)

GB/T 2951.4—1997 电缆绝缘和护套材料通用试验方法 第 1 部分:通用试验方法 第 4 节:低温试验(idt IEC 60811-1-4:1985)

GB/T 2951.5—1997 电缆绝缘和护套材料通用试验方法 第 2 部分:弹性体混合料专用试验方法 第 1 节:耐臭氧试验——热延伸试验——浸矿物油试验(idt IEC 60811-2-1:1986)

GB/T 2951.6—1997 电缆绝缘和护套材料通用试验方法 第 3 部分:聚氯乙烯混合料专用试验方法 第 1 节:高温压力试验——抗开裂试验(idt IEC 60811-3-1:1985)

GB/T 2951.7—1997 电缆绝缘和护套材料通用试验方法 第 3 部分:聚氯乙烯混合料专用试验方法 第 2 节:失重试验——热稳定性试验(idt IEC 60811-3-2:1985)

GB/T 2951.8—1997 电缆绝缘和护套材料通用试验方法 第 4 部分:聚乙烯和聚丙烯混合料专用试验方法 第 1 节:耐环境应力开裂试验——空气热老化后的卷绕试验

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 2002-10-08 批准

2003-04-01 实施

GB/T 11017.1—2002

- 熔体指数测定方法——聚乙烯中碳黑和/或矿物质填料含量的测量方法(idt IEC 60811-4-1:1993)
- GB/T 2951.27—1994 电线电缆机械物理性能试验方法 腐蚀扩展试验
- GB/T 2951.28—1994 电线电缆机械物理性能试验方法 挤出外套刮磨试验
- GB/T 2952.1—1989 电缆外护层 第1部分:总则
- GB/T 3048.12—1994 电线电缆电性能试验方法 局部放电试验(eqv IEC 60885-3:1988)
- GB/T 048.13—1992 电线电缆 冲击电压试验试验方法(eqv IEC 60230:1966)
- GB/T 3956—1997 电缆的导体(idt IEC 60228:1978)
- GB/T 12706.2—2002 额定电压1 kV($U_n=1.2$ kV)到35kV($U_n=40.5$ kV)挤包绝缘电力电缆及其附件 第2部分:额定电压6 kV($U_n=7.2$ kV)到30 kV($U_n=36$ kV)挤包绝缘电力电缆(eqv IEC 60502-2:1997)
- GB/T 16927.1—1997 高电压试验技术 第1部分:一般试验要求(eqv IEC 60060-1:1989)
- GB/T 16927.1—2001 电缆在火焰条件下的燃烧试验 第1部分:单根绝缘电线或电缆的垂直燃烧试验方法(idt IEC 60332-1:1993)
- JB/T 8996—1999 高压电缆选择导则(eqv IEC 60183:1984)
- IEC 60885-2:1987 电缆电性能试验方法 第2部分:局部放电试验

3 定义

本标准采用下列定义。

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,常用于表格之中。本标准中通常标称值引伸出的量值考虑规定公差,通过测量并进行检验。

3.1.2 中间值 median value

将试验得到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,中间的那个数值为中间值;若数值的数目为偶数,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 tests

由制造方在成品电缆的所有制造长度上进行的试验,以检验所有长度的电缆是否满足规定的要求。

3.2.2 抽样试验 sample tests

由制造方进行,按规定的频度在成品电缆的试样上,或在取自成品电缆的元件上进行的试验,以检验成品电缆是否满足规定的要求。

3.2.3 型式试验 type tests

按一般商业原则,对本标准包含的一种类型电缆、附件或电缆和附件在供货前进行的试验,以证明电缆和(或)附件具有能满足预期使用条件的良好性能。该试验的特点是:除非改变了电缆或附件中的材料或改变了可能会改变电缆或附件性能的设计或制造工艺,型式试验一旦通过后,不必重复进行。

3.2.4 安装后的电气试验 electrical test after installation

用以证明安装后的电缆及其附件完好的试验。

4 电压表示方法和材料

4.1 额定电压

本标准用符号 U_0 , U 和 U_n 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

GB/T 11017.1—2002

本标准适用于用交联聚乙烯(XLPE)材料作为绝缘的电缆,表1中规定了XLPE型绝缘电缆导体的最高工作温度,并按此规定试验条件。

4.3 电缆的非金属护套材料

本标准各项试验规定是对以下四种类型非金属护套:

——以聚氯乙烯(PVC)为基料的ST₁和ST₂;

——以聚氯乙烯(PE)为基料的ST₃和ST₇;

选用何种类型护套取决于电缆的设计和电缆运行时的机械和热性能的限定要求。

注:GB/T 12706.2中给出的温度限制,不要求适用本标准。

5 电缆阻水措施

由于本标准中没有包含径向透水试验,推荐在电缆外层采用不透水的阻挡层。

纵向透水试验在11.4.15中给出。

6 电缆特性

为实施并记录本标准所述的试验,应知道或指明下列电缆特性。

6.1 额定电压:应给出 U_0 , U , U_m 的值(见4.1和8.4)。

6.2 导体类型及其材料和用平方毫米表示的标称截面积。

导体纵向阻水的措施(如果有)及其性质。

6.3 如标称截面积不符合GB/T 3956,应指明导体的直流电阻值。

6.4 绝缘材料的材质(见4.2)¹⁾。

6.5 绝缘标称厚度。

6.6 屏蔽区的阻水措施(如果有)及其性质。

6.7 金属套(如果有)的结构及其材质。否则指明金属屏蔽层的材质、结构及厚度。

6.8 非金属护套材料的材质。

6.9 导体标称直径(d)。

6.10 成品电缆标称外径(D)。

6.11 导体和金属屏蔽/金属套间的标称电容。

7 附件特性

为实施并记录本标准所述的试验,应知道或指明下列附件特性。

7.1 用于试验的电缆应符合第1章至第11章,并按第6章正确标示。

7.2 附件中使用的导体连接金具应正确地标示:

——安装工艺;

——工具加工和必要的装配;

——接触表面的处理;

——连接金具的型号,编号和任何其他标志。

7.3 用于试验的附件应正确地标示:

——制造方名称;

——型号,标志,制造日期或日期代码;

——额定电压(见6.1);

采用说明:1) 删去原文中“若绝缘为XLPE且按表3较高 $\text{tg}\delta$ 值是确当的,则应申明含有特殊添加剂。”

——安装说明书(参照资料和日期)。

8 试验条件

8.1 环境温度

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

8.2 工频试验电压的频率和波形

交流试验电压的频率应为 49 Hz~61 Hz。波形应基本上为正弦波。电压值为有效值(r. m. s.)。

8.3 冲击试验电压的波形

按照 GB/T 3048.13, 冲击电压波的波前时间为 $1\ \mu\text{s} \sim 5\ \mu\text{s}$, 半波峰的标称时间为 $40\ \mu\text{s} \sim 60\ \mu\text{s}$ 。冲击电压的其他要求应符合 GB/T 16927.1。

8.4 试验电压与额定电压的关系。

本标准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 值为 64 kV。

本标准中试验电压的依据是假定电缆和附件用于 JB/T 8996 中定义的 A 类系统。

9 电缆的例行实验

9.1 概述

下列试验应在每根制造长度电缆上进行, 以检查每根电缆是否都符合要求。

- a) 局部放电试验(见 9.2);
- b) 电压试验(见 9.3);
- c) 非金属护套的电气试验(见 9.4)。

这些试验的次序由制造方按适合试验安排来确定。

9.2 局部放电试验

局部放电试验应按 GB/T 3048.12 进行, 检测灵敏度应为 10pC 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 $1.5U_0$ 。在 $1.5U_0$ 下, 放电量应不大于 10pC。

9.3 电压试验

电压试验应使用工频交流电压在环境温度下进行。

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

试验电压应为 $2.5U_0$ (见表 2)。

绝缘应不击穿。

9.4 非金属护套的气试验

非金属护套应 GB/T 2952.1—1989 中 8.3.2 规定进行例行电气试验。

10 电缆的抽样试验

10.1 一般规定

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, 样品可以是成盘电缆。

- a) 导体检查(见 10.4);
- b) 导体电阻测量(见 10.5);
- c) 绝缘和非金属护套厚度测量(见 10.6);
- d) 金属套厚度测量(见 10.7);
- e) 直径测量, 要求时(见 10.8);
- f) XLPE 绝缘的热延伸试验(见 10.9)
- g) 电容测量(见 10.10)。

10.2 试验频度

抽样试验应在相同型号和规格电缆的生产批中抽取的一根试样上进行，但不应超过任何合同中电缆总盘数的10%，向上修约至整数。

10.3 复试

如果取自任一根电缆上的试样，未通过第10章规定的任何一项试验，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。假如这两根加试电缆都通过了试验，则该批其他电缆应认为符合本标准要求。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。

10.4 导体检查

应采用适当的检验及测量方法来检查导体结构是否符合 GB/T 3956 要求。

10.5 导体电阻测量

整盘电缆或电缆试样在试验前应放在温度比较稳定的试验室内至少 12 h。如怀疑导体温度与环境温度不一致时，则电缆应放在试验室内 24 h后再测量电阻。或者可将导体试验放置在可控温的恒温槽内至少 1 h后再测量电阻。导体直流电阻应按 GB/T 3956 给出的公式和系数校正到温度为 20℃ 长度为 1 km 时的数值。适用时，20℃ 时导体直流电阻应不超过 GB/T 3956 规定的相应的最大值。

10.6 绝缘和非金属护套厚度测量

10.6.1 概述

试验方法应按 GB/T 2951.1—1997 第 8 章规定。

从被试电缆一端取下一段电缆试样，必要时，先截除已受损的部分再行取样。

10.6.2 对绝缘的要求

任一点最小测量厚度应不小于标称厚度的 90%：

$$t_{\min} \geq 0.90 t_n$$

以及，由下式定义的绝缘的偏心度¹⁾应符合：

$$\frac{t_{\max} - t_{\min}}{t_{\max}} \leq 0.12^{2)}$$

式中： t_{\max} ——最大厚度，mm；

t_{\min} ——最小厚度，mm；

t_n ——标称厚度，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体屏蔽层厚度应不包括在绝缘厚度内。

10.6.3 对电缆非金属护套的要求。

非金属护套厚度的最小测量值应不小于标称厚度的 85%—0.1 mm，即：

$$t_{\min} \geq t_n - (0.1 + 0.15 t_n)$$

式中： t_{\min} ——最小厚度，mm；

t_n ——标称厚度，mm。

此外，包覆在基本光滑表面上的护套，其平均测量厚度(mm)按附录 A 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护套，如金属屏蔽线和(或)金属带以及皱纹金属套的表面。

采用说明：

1) 原文无偏心度名称。

2) 原文 $\frac{t_{\max} - t_{\min}}{t_{\max}} \leq 0.15$ 。

10.7 金属套厚度测量

下列试验适用于铅、铝合金或铝金属套电缆。

10.7.1 铅或铝合金套

铅或铝合金套电缆，其金属套的最小厚度应不小于标称厚度的 95%-0.1 mm，即：

$$t_{\min} \geq t_n - (0.1 + 0.05t_n)$$

铅套厚度的测量由制造方决定选用以下方法之一进行。

10.7.1.1 窄条法

应采用测量面直径为 4 mm 至 8 mm，精度为 ±0.01 mm 的千分尺进行测量。

从成品电缆上切取约 50 mm 长的铅套试样。试样应沿纵向剖开，并仔细展平。在清洁试片后，应沿着铅套圆周距边缘不小于 10 mm 处在足够多的点上测量，以确保测量到最小厚度。

10.7.1.2 圆环法

应采用千分尺测量，千分尺的两个测量面，一个为平面，另一个为球面，或一个为平面，另一个为长 2.4 mm、宽 0.8 mm 的矩形平面。球面或矩形平面应适合与环的内侧面接触。千分尺精度应为 ±0.01 mm。

从试样上仔细切取铅套圆环进行测量。沿圆环的圆周在足够多的点上测量，以确保测量到最小厚度。

10.7.2 平铝套或皱纹铝套

应采用具有两个半径约 3 mm 球面测头的千分尺进行测量，精度应为 ±0.01 mm。

平铝套的最小厚度应不小于标称厚度的 92% -0.1 mm，即 $t_{\min} \geq t_n - (0.1 + 0.1t_n)$

皱纹铝套的最小厚度应不小于标称厚度的 85% -0.1 mm，即 $t_{\min} \geq t_n - (0.1 + 0.15t_n)$

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，以确保测量到最小厚度。

10.8 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。测量应按 GB/T 2951.1—1997 中 8.3 规定进行。

10.9 XLPE 绝缘的热延伸试验

10.9.1 步骤

取样和试验步骤应按照 GB/T 2951.5—1997 第 9 章进行，试验条件由表 7 给出。

试片应取自所用交联工艺中通常交联度最低处的绝缘内层、中层或外层。

10.9.2 要求

试验结果应符合表 7 要求。

10.10 电容测量

电容应在导体和金属屏蔽和(或)金属套间测量。

测量数值应不超过制造方声明标称值 8%。

11 电缆的型式试验

11.1 型式认可范围

对本标准中的一种型式电缆的一个试样或两个不同导体截面的试样进行的型式试验已顺利通过

时，型式认可对下述电缆也应认为有效：

a) 导体截面相同的电缆，额定电压有很小差别，但与被试电缆仍属于相同电压等级。

GB/T 11017.1—2002

注:本文中相同额定电压等级的电缆是指设备最高电压 U_m 相同的电缆,也就是试验电压水平相同(见 8.4)¹⁾的电缆。

b)额定电压等级相同,导体截面相同,结构类似的电缆。

注:结构类似的电缆是指采用的绝缘材料的类型和加工工艺相同、以及半导体屏蔽形式相同的电缆。在屏蔽绝缘芯以外采用不同的保护层不必重做电气型式试验(见 11.3),除非这些保护层对试验结构很可能有显著影响。在有些情况下,如考虑的电缆保护层和原先已做过全部电气形式试验的电缆不同时,可以重复 11.3 所列的一项或多项试验(例如弯曲试验)。

c)额定电压等级相同,导体截面介于已通过型式试验的两根电缆导体截面之间的电缆,只要这些中间截面的电缆按设计绝缘厚度所得出的导体屏蔽表面最大电场强度不高于已试电缆中较小截面电缆的电场强度,且绝缘厚度不小于已试电缆中较大截面电缆的绝缘厚度。

此外,如制造方和买方达成协议,在高于额定电压 110 kV 电压等级的电缆上通过了型式试验,也可以表示额定电压 110 kV 电压等级电缆的性能满意,只要制造方对这两种电压等级电缆采用了相同的工艺技术,同时额定电压 110 kV 电缆的工作电场强度不高于较高电压等级电缆的工作电场强度。对电缆组件的型式试验(见 11.4)同样可由制造方和买方达成协议,除非采用不同的材料制造电缆,不需要对不同电压等级和(或)不同导体截面的电缆的样品重新进行试验。但是如果在屏蔽绝缘芯以外材料的组合与以前曾做过型式试验的电缆不同时,为检验材料的相容性(见 11.4.4),可以要求重复成品电缆段的老化试验。

由权威检测机械代表签署的型式试验报告,或由合适的有资格见证机械代表签署的由制造方提出的试验报告应被接受作为型式试验认可的证明。

11.2 一般规定

型式试验应包括 11.3 规定的成品电缆的电气试验和 11.4 规定的电缆组件及成品电缆的非电气型式试验。除 11.3.3 规定外,电气试验应在一根电缆试样上依次进行。弯曲试验应包括在此试验顺序内,以便检查电缆弯曲后电气性能是否合格。

成品电缆及电缆组件的非电气试验汇总于表 4 中,并指出每种试验所适用的绝缘和护套材料。电缆燃烧试验仅在制造方声明该电缆的设计特点适合该试验时才进行。

11.3 成品电缆的电气型式试验

11.3.2 列出的试验应在不包括电缆附件至少 10m 长的成品电缆试样上进行。

除 11.3.3 规定外,11.3.2 中的所有试验应在同一根电缆试样上依次进行。

由 11.3.9 所述的半导体屏蔽电阻率测量应在单独的试样上进行。

11.3.1 用于电气型式试验电缆的绝缘厚度检验

电气型式试验前,应按 GB/T 2951.1—1997 中 8.1 规定方法在供试验用的有代表性的一段样品上测量绝缘厚度,以检查绝缘厚度是否过分超过标称值。

如绝缘平均厚度超过标称值不到 5%,试验电压应取按电缆额定电压确定的正常值。

如绝缘平均厚度超过了标称值 5%,但未超过 15%,应高速试验电压,使得在导体屏蔽处的电场强度等于当绝缘平均厚度等于标称值并且试验电压为由电缆额定电压确定的正常值时的电场强度。供作电气型式试验的电缆段的绝缘平均厚度应不超过标称值 15%。

11.3.2 试验顺序

正常试验顺序应是:

a)弯曲试验及随后的局部放电试验(见 11.3.4 和 11.3.5);

b)tg δ 测量(见 11.3.6);

采用说明:

1] IEC 60840: 1999 原文举例不适用于我国额定电压情况,本标准予以删去。

c) 热循环电压试验及随后的局部放电测量, 局部放电测量应在热循环结束后或者在冲击电压试验后进行(见 11.3.7);

d) 冲击电压试验及随后的工频电压试验(见 11.3.8);

e) 局部放电试验, 若上述c)中没有进行;

11.3.3 特别条款

上述b)项试验可以在未做过 11.3.2 中其他试验的另一根试样上进行。

11.3.4 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, 再在反方向弯曲一整圈, 如此作为一个循环。这样的弯曲循环共应进行三次

试验用圆柱体直径应不大于

—— $36(d+D)+5\%$, 平铝套电缆;

—— $25(d+D)+5\%$, 铅、铝合金、皱纹金属套或金属塑料复合护层电缆;

—— $20(d+D)+5\%$, 其他电缆,

这里 d ——导体标称直径, mm; D ——电缆标称直径, mm。

本试验结束后, 电缆尖立即进行局部放电试验并应符合 11.3.5 要求。

11.3.5 局部放电试验

局部放电试验应按 IEC 60885-2 进行, 测试灵敏度为 5pC 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, 放电量应不大于 5pC。

11.3.6 $\tan \delta$ 测量

试样应采用适当的方法加热, 可用测量导体电阻, 或采用置于屏蔽表面的热电偶, 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。试样应加热至导体达到 95°C 至 100°C 之间的一个稳定温度。 $\tan \delta$ 应在上述规定温度及在工频电压 U_0 下测量。测量值应不大于表 3 中规定值。

11.3.7 热循环电压试验

应按 11.3.4 规定的弯曲直径将试样变成 U 形。

试样应加热至导体达到 95°C 至 100°C 之间的一个稳定温度。

加热应至少 8 h。在每个加热期内, 导体温度应保持在限定的温度范围内至少 2 h。随后应自然冷却至少 16 h。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。在最后一个循环结束后, 试样应在环境温度下按 11.3.5 进行局部放电试验并应符合要求。局部放电试验也可在冲击电压试验后进行。

11.3.8 冲击电压试验(及随后的交流电压试验)

试验应在试样加热至导体达到 95°C 至 100°C 之间的一个稳定温度时进行。

应按照 GB/T 3048.13 规定的试验程序施加冲击电压。

按表 2 规定的相应电压值施加 10 次正极性和 10 次负极性电压冲击, 电缆应不击穿。

冲击电压试验后, 电缆试样应进行 $2.5U_0$, 15min 的工频电压试验。试验可由制造方决定在冷却过程中或在环境温度下进行。

绝缘应不击穿。

如在 11.3.7 后没有进行局部放电试验,则试样随后应按 11.3.5 要求在环境温度下进行局部放电试验。

11.3.9 半导体屏蔽电阻率

导体及绝缘上挤包的半导体屏蔽的电阻率应在绝缘芯试样上测量,绝缘芯试样应分别取自制造后的电缆试样和已按 11.4.4 规定进行过组件材料相容性试验老化处理后的电缆试样。

11.3.9.1 步骤: 试验步骤应符合附录B。测量应在温度(90±2)℃下进行。

11.3.9.2 要求: 老化前和老化后的电阻率应不超过:

——导体屏蔽	1 000 Ω·m;
——绝缘屏蔽	500 Ω·m;

11.4 电缆组件和成品电缆的非电气型式检验¹⁾: 试验细节在 11.4.1 至 11.4.17 中规定。

11.4.1 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 10.4、10.6、10.7 进行,并应符合要求。

11.4.2 绝缘老化前后机械性能试验

11.4.2.1 取样

取样和试片制备应按 GB/T 2951.1—1997 中 9.1 进行。

11.4.2.2 老化处理

老化处理应按表 5 和 GB/T 2951.2—1997 中 8.1 规定的条件进行。

11.4.2.3 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 2951.1—1997 中 9.1 进行。

11.4.2.4 要求

老化前和老化后试片的试验结构应符合表 5 要求。

11.4.3 非金属护套老化前后机械性能试验

11.4.3.1 取样

取样和试片制备应按 GB/T 2951.2—1997 中 8.1 规定的条件进行。

11.4.3.2 老化处理

老化处理应按表 6 和 GB/T 2951.2—1997 中 8.1 规定的条件进行。

11.4.3.3 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 2951.1—1997 中 9.2 进行。

11.4.3.4 要求

老化前和老化后试片的试验结构应符合表 6 要求。

11.4.4 检验材料相容性的成品电缆段老化试验

11.4.4.1 概述

应进行成品电缆段的老化试验,以检验电缆运行时是否有由于绝缘、挤包半导体屏蔽层和非金属护套与电缆其他组成部分的接触而产生过度劣化的倾向。

采用说明:

1] 本条与 IEC 60840:1999 相比,11.4.9、11.4.10、11.4.16 和 11.4.17 是增加的目;IEC 60840:1999 的

11.4.10 改为本条的 11.4.11。

本试验适用于所有类型电缆。

11.4.4.2 取样

绝缘和非金属护套试验用电缆试样应取自GB/T 2951.2—1997中8.1.4所述的成品电缆。

11.4.4.3 老化处理

电缆段的老化处理应按GB/T 2951.2—1997中8.1.4在空气箱中进行,条件如下:

——温度: $(100 \pm 2)^\circ\text{C}$;

——持续时间: 7×24 h。

11.4.4.4 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,应按GB/T 2951.2—1997中8.1.4制备并进行机械性能试验。

11.4.4.5 要求

老化前后,抗张强度和断裂伸长率中间值(11.4.2和11.4.3)的变化率不应超过空气箱老化试验后表5对绝缘和表6对护套的规定值。

11.4.5 ST₂型PVC护套失重试验

11.4.5.1 步骤: ST₂型护套的失重试验应按表9和GB/T 2951.7—1997中8.2规定的条件进行。

11.4.5.2 要求: 试验结果应符合表9要求。

11.4.6 护套高温压力试验

11.4.6.1 步骤:

ST₁, ST₂和 ST₇护套的高温压力试验应按表6规定的试验条件和GB/T 2951.6—1997中8.2规定的试验方法进行。

11.4.6.2 要求: 试验结果应符合GB/T 2951.6—1997中8.2规定的条件进行。

11.4.7 PVC护套(ST₁和ST₂)低温试验

11.4.7.1 步骤

ST₁和ST₂护套低温试验应采用表9规定的试验温度,按GB/T 2951.4—1997第8章进行。

11.4.7.2 要求: 试验结果应符合GB/T 2951.4—1997第8章要求。

11.4.8 PVC护套(ST₁和ST₂)热冲击试验

11.4.8.1 步骤

ST₁和 ST₂护套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 2951.6—1997中9.2进行。

11.4.8.2 要求

试验结果应符合GB/T 2951.6—1997中9.2要求。

11.4.9 XLPE绝缘的微孔杂质试验

11.4.9.1 步骤

XLPE绝缘应进行微孔杂质试验,取样和试验步骤应按附录E。

11.4.9.2 要求

试验结果应符合下述规定:

a) 成品电缆绝缘中应无大于0.05mm的微孔,大于0.25mm的微孔在每16.4 cm³绝缘中应不多于30个;

b) 成品电缆绝缘中应无大于0.125mm的不透明杂质,大于0.05mm并小于等于0.125mm的不

透明杂质在每 16.4 cm³ 绝缘中应不多于 10 个。

c) 成品电缆绝缘中应无大于 0.25 mm 的半透明棕色(琥珀状)物质。

11.4.10 半导体屏蔽层与绝缘层界面的微孔与突起试验

11.4.10.1 步骤: 半导体屏蔽层与绝缘层界面的微孔与突起试验应按附录 E 进行。

11.4.10.2 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应无大于 0.05 mm 的微孔;

b) 导体半导体屏蔽层与绝缘层界面上应无大于 0.125 mm 的进入绝缘层的突起以及大于 0.125 mm 的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应无大于 0.125 mm 的进入绝缘层的突起以及大于 0.125 mm 的进入半导体层的突起。

11.4.11 XLPE 绝缘热延伸试验: XLPE 绝缘应按 10.9 进行热延伸试验并应符合要求。

11.4.12 黑色 PE 护套碳黑含量测量

11.4.12.1 步骤

ST₂和ST₇护套的碳黑含量测量应按 GB/T 2951.8—1997 中第 11 章规定的取样和试验步骤进行。

11.4.12.2 要求: 试验结果应符合表 8 要求。

11.4.13 XLPE 绝缘收缩试验

11.4.13.1 步骤

XLPE 绝缘收缩试验应按表 7 规定的试验条件和 GB/T 2951.3—1997 第 10 章的取样及试验步骤进行。

11.4.13.2 要求

试验结果应符合表 7 要求。

11.4.14 燃烧试验

如采用 ST₁ 和 ST₂ 护套,且制造方声明电缆的特殊设计符合燃烧试验要求,则应在成品电缆试样上进行 GB/T 18380.1 规定的燃烧试验。

试验结果应符合 GB/T 18380.1 要求。

11.4.15 纵向透水试验

当制造方声明电缆具有纵向阻水结构时,应进行透水试验。本试验的目的是满足埋地电缆的要求,而不是为了用于具有水底电缆结构的那类电缆。

本试验适用于下列电缆结构:

a) 具有阻止沿绝缘屏蔽外表面和不透水阻挡层之间的空隙纵向透水的阻隔;

b) 具有阻止沿导体纵向透水的阻隔。

试验装置、取样、试验步骤和要求应按附录 C。

11.4.16 非金属外护套的刮磨试验

经 11.3.4 规定弯曲试验的电缆试样的非金属外护套应按 GB/T 2951.28 和 GB/T 2952.1 规定进行刮磨试验并符合要求。

11.4.17 腐蚀护展试验(只适用于铝套)

经 11.3.4 规定弯曲试验的铝套电缆试样的非金属外护套应按 GB/T 2951.27 和 GB/T 2952.1 规定进行腐蚀护展试验并符合要求。

12 附件的型式试验^{1]}

12.1 概述

本章所规定的试验是为了验证系统中的附件具有满意的性能。当一种额定电压的一种类型附件的一个试样或两个不同导体截面的试样顺利通过型式试验时,型式认可的范围由 11.1 相应规定。另外,附件适用的电缆绝缘屏蔽的电场强度应不超过附件型式试验时使用电缆的绝缘屏幕的电场强度。

当绝缘接头通过型式试验后,其试验结果对相似结构的直通接头有效,但反之则无效。^{2]}

型式试验认可的附件将用于与其一同试验过的电缆、或来自同一制造方的电缆、或由 11.1 中 b) 定主的结构类似的电缆。被试附件的安装应按制造方说明书规定的方法进行,并使用制造方提供的规定等级和数量的材料,包括注滑剂(若有)。附件应是干燥洁净的,但电缆和附件都不应进行制造方说明书没有规定的可能影响试验系统的电气、热或机械性能的任何形式的预处理。进行 12.3.1 中 a) 至 e) 项的试验时,除非能证明接头的绝缘和屏蔽的性能不受影响(影响也许是热机械性能或相容性),否则有必要对安装了外保护层的接头进行试验。

注:终端的特殊环境条件试验本标准中未做规定。

12.2 试验要求

附件应符合下面 12.3 至 12.7 的要求。假如电缆完全满足了 11.3 的要求,这些试验应认为对电缆及附件均为有效。

如试验安装中有一个接头,接头与每个终端底部间的自由电缆的最小长度应是 5 m。

若包括多个接头,应满足同样的要求,而且相邻接头间的自由电缆的最小长度应是 3 m。

12.3 试验

12.3.1 试验顺序

附件应按以下顺序进行试验:

a) 环境温度下的局部放电试验(见 12.4);

b) 热循环电压试验(见 12.5);

c) 局部放电试验(见 12.4)

——环境温度下,以及

——高温下。

本试验应在上述的 b) 项末次循环后进行,或在下述的 d) 项冲击电压试验后进行。

d) 冲击电压试验及随后的工频电压试验(见 12.6);

e) 局部放电试验,若 c) 中没有进行;

f) 埋地接头的外保护层试验(见附录 D)。

试验 a) 至 e) 应该对每个试验回路依次进行。试验电压应按表 2 相关栏的规定值。

试验 f) 应在已经通过 b) 项热循环电压试验的接头上进行,或在另一个已通过至少 3 次热循环的接头上进行(见附录 D)。

注:若电缆和接头在运行中不受潮湿环境的影响(即非直接埋地,或非间歇性或非连续地浸于水中),试验 f) 可以被省去。

12.3.2 检查

采用说明:

1] IEC 60840: 1999 原文标题为:“含电缆及附件的系统的型式试验”。

2] 这一句是对 11.1 中 b) “结构类似”说明适用于附件的具体表达。

附件的检查应在上述试验完成后进行(见 12.7)。

12.4 局部放电试验

试验应按 IEC 60885-2 在环境温度和高温下进行, 测试灵敏度为 5pC 或更优。

试验电压应逐渐升到 $1.75U_0$ 并保持 10 s, 然后缓慢下降到 $1.5U_0$ 。

在 $1.5U_0$ 下, 放电量应不大于 5pC。

被试系统在高温下的试验应在电缆导体温度处于 95°C 至 100°C 之间时进行, 要求与上述相同。

12.5 热循环电压试验

应采用适当方法加热系统, 使电缆导体达到 95°C 至 100°C 之间的一个稳定温度。应选择加热措施, 以使远离附件处的电缆导体达到、以及附件内部尽可能达到上述规定的温度。

加热应至少 8 h。在每个加热期内, 导体温度应在规定的温度范围内保持至少 2 h。随后应自然冷却至少 16 h。加热和冷却循环应进行 20 次。在整个试验期内, 试验回路应施加 $2U_0$ 电压。在末次循环后或 12.6 冲击电压试验后, 系统应按 12.4 进行环境温度和高温下的局部放电试验, 并应符合要求。

12.6 冲击电压试验(及随后的工频电压试验)

试验应对系统进行, 试验时电缆导体温度应达到 95°C 至 100°C 之间的一个稳定温度。

应按照 GB/T 3048.13 规定的试验程序施加冲击电压。

系统耐耐受施加的 550 kV, 10 次正极性和 10 次负极性电压冲击, 而不损坏。

冲击电压试验后, 应对系统施加工频电压 $2.5U_0$, 15 min。试验可由制造方决定在冷却过程中或在环境温度下进行。应无绝缘击穿或闪络发生。如 12.5 热循环电压试验后没有进行局部放电试验, 系统应在高温下以及随后在环境温度下进行 12.4 规定的局部放电试验, 并应符合要求。

12.7 检查

用肉眼检查已分解的附件, 应无电气劣化、潮气入侵、渗漏、腐蚀、开裂或有害收缩迹象。

13 安装后的电气试验

13.1 绝缘

试验在电缆和附件安装完成后的新线路上进行。

13.1.1 交流电压试验

经买方与承包方协议, 可以采用以下 a) 项或 b) 项工频交流电压试验:

a) 在导体和金属屏蔽/金属套间施加系统的相对相电压 110 kV, 历时 5 min。

b) 用系统的正常运行电压试验 24 h。

注: 其他试验方法在考虑中。

13.1.2 直流试验

作为替代交流试验的一种选择, 可以施加 $3U_0$ 直流电压, 试验 15 min。

对已运行的线路, 可施加较低直流电压, 试验电压值可在考虑到已经运行的时间、环境因素、击穿历史以及进行试验的目的后, 由协商确定。

13.2 非金属护套和接头外保护层

对非金属护套和接头的外保护层应施加 10 kV 直流电压, 试验 1 min。

表1 电缆绝缘混合料

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

表2 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	决定试验电压的 U_0 值 U_0/kV	9.3 电压试验 $2.5 U_0/kV$	9.2, 11.3.5 和 12.4 局部放电试验 $1.5 U_0/kV$	11.3.6 $tg \delta$ 测量 U_0/kV	11.3.7 和 12.5 热循环电压试验 $2 U_0/kV$	11.3.8 和 12.6 冲击电压试验 /kV	11.3.8 和 12.6 冲击试验后的电压试验 $2.5 U_0/kV$
110	126 ¹⁾	64	160	96	64	128	550	160

表3 电缆绝缘混合料的电气型式试验要求

0	混合料代号(见 4.2)	XLPE
00	正常运行导体最高温度(°C)	90
1	$tg \delta$ 最大值 10^{-4}	10
2	局部放电试验 1.5 U_0 下最大放电量(pC)	5

表4 电缆绝缘和护套混合料的非电气型式试验项目

0	1	2	3	4	5
00	绝缘				
混合料代号(见 4.2 和 4.3)	XLPE	ST ₁	ST ₂	ST ₃	ST ₇
结构检查: 透水试验 ¹⁾	绝缘和护套材料均适用				
机械性能(抗张强度和断裂伸长率)					
a) 老化前	×	×	×	×	×
b) 空气箱老化后	×	×	×	×	×
c) 成品电缆段老化后(相容性试验)	—	×	×	—	×
高温压力试验					
低温性能					
a) 低温拉伸试验	—	×	×	—	—
b) 低温冲击试验	—	—	×	—	—
空气箱中失重	—	×	×	—	—
热冲击试验	×	—	—	—	—
热延伸试验	—	—	—	×	×
碳黑含量试验 ²⁾	×	—	—	—	—
收缩试验					

采用说明: 1] IEC 60840: 1999 原文为 123 kV。

表 4(完)

0	1	2	3	4	5
00	绝 缘	非金属护套			
混合料代号(见 4.2 和 4.3)	XLPE	ST ₁	ST ₂	ST ₃	ST ₇
燃烧试验 ³⁾	—	×	×	—	—
绝缘中微孔杂质试验	×	—	—	—	—
半导体屏幕层与绝缘层界面的微孔与突起试验	×	—	—	—	—
非金属外护套的刮磨试验	—	×	×	×	×
腐蚀扩展试验	—	×	×	×	×

1)用于制造方声明具有纵向阻水措施的电缆。2)仅对黑色外护套。3)只在制造方声明电缆设计适合时要求。 注：“×”表示要做此项型式试验。

表 5 电缆绝缘混合料的机械性能试验要求(老化前后)

0	1	2	3
00	混合料代号(见 4.2)	单位	XLPE
	正常运行时导体最高温度	℃	90
1.0	老化前(GB/T 2951.1—1997 中 9.1)		
1.1	最小抗张强度	N/mm ²	12.5
1.2	最小断裂伸长率	%	200
2.0	空气箱老化后(GB/T 2951.2—1997 中 8.1)		
2.1	处理条件: 温度	℃	135
	温度偏差	℃	±3
	持续时间	天	7
2.2	抗张强度:	N/mm ²	
	a) 老化后最小值		±25
	b) 最大变化率 ¹⁾	%	—
2.3	断裂伸长率:	%	±25
	a) 老化后最小值	%	
	a) 最大变化率 ¹⁾	%	

1)变化率: 老化前后得出的中间值的差值除以老化前中间值, 以百分数表示。

表 6 电缆护套混合料的机械性能试验要求(老化前后)

0	1	2	3	4	5	6
00	混合料代号(见 4.3)	单位	ST ₁	ST ₂	ST ₃	ST ₇
1.0	老化前(GB/T 2951.1—1997 中 9.2)					
1.1	最小抗张强度	N/mm ²	12.5	12.5	12.5	12.5
1.2	最小断裂伸长率	%	150	150	300	300
2.0	空气箱老化后(GB/T 2951.2—1997 中 8.1)					
2.1	处理条件: 温度	℃	100	100	100	110
	温度偏差	℃	±2	±2	±2	±2
	持续时间	天	7	7	10	10

表6(完)

0	1	2	3	4	5	6
00	混合料代号(见4.3)	单位	ST ₁	ST ₂	ST ₃	ST ₇
2.2	抗张强度: a) 老化后最小值 b) 最大变化率 ^{1]}	N/mm ² %	12.5 ±25	12.5 ±25	— —	— —
2.3	断裂伸长率: a) 老化后最小值 b) 最大变化率 ^{1]}	% %	150 ±25	150 ±25	300 —	300 —
3.0	高温压力试验(GB/T 2951.6—1997中8.2) 试验温度: 温度偏差	°C	80	90	—	110
3.1		°C	±2	±2	—	±2
1] 变化率: 老化前后得出的中间值的差值除以老化前中间值, 以百分数表示。						

表7 电缆绝缘混合料的特殊性能试验要求

	混合料代号(见4.2)	单位	XLPE
1.0	热延伸试验(GB/T 2951.5—1997第9章)	°C	200
1.1	处理条件: 空气温度 温度偏差 负荷时间 机械应力 负载下最大伸长率	°C min N/mm ² % %	±3 15 20 175 15
1.2	冷却后最大永久伸长率		
1.3	收缩试验(GB/T 2951.3—1997第10章)		
2.0	标志间长度 <i>L</i> 温度 温度偏差	mm °C °C	200 130 ±3
2.1	持续时间 最大允许收缩率	h %	6 4

表8 电缆热塑性聚乙烯护套混合料的特殊性能试验要求

0	1	2	3	4
00	混合料代号(见4.3)	单位	ST ₃	ST ₇
1	碳黑含量(仅对黑色外护套) (GB/T 2951.8—1997中第11章) 标称值 偏差	% %	2.5 ±0.5	2.5 ±0.5

GB/T 11017.1—2002

表9 电缆 PVC 护套混合料的特殊性能试验要求

0	1	2	3	4
00	混合料代号(见 4.3)	单 位	ST ₁	ST ₂
1.0	空气中失重(GB/T 2951.7—1997 中 8.2)	℃	—	100
1.1	处理条件: 温度	℃	—	±2
	温度偏差	天	—	7
	持续时间	mg/cm ²	—	1.5
	最大允许失重量			
1.2	低温特性 ¹⁾ (GB/T 2951.4—1997 第 8 章)			
2.0	在未老化试样上进行			
	哑铃片的低温拉伸试验			
2.1	试验温度			
	温度偏差			-15
	低温冲击试验	℃	-15	±2
	试验温度	℃	±2	
2.2	温度偏差			
	热冲击试验(GB/T 2951.6—1997 中 9.2)	℃		-15
	试验温度	℃	-15	±2
	温度偏差		±2	150
3.0	试验持续时间	℃	150	±3
3.1		℃	±3	1
3.2		h	1	

1) 由于不同地区气候条件不一致, 可以要求采用更低的试验温度。

附录 A

(标准的附录)

数值修约

当数值被修约到一规定位数的小数时,例如从几个测量值中求取平均数值或由一个给定的标称值加上百分偏差值演算出一个最小值时,其步骤应按下述。

如修约前要保留的最后一位数字后跟着的数字是 0、1、3 和 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 和 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≈20.05	修约到两位小数
	25.0478≈25.0	修约到一位小数

附录 B

(标准的附录)

半导体屏蔽电阻率测量方法

B1 试样制备

每个试样应从一段 150 mm 长的成品电缆试样上制备。应将电缆绝缘芯样品沿纵向对半切开,将导体以及隔离层(如果有)除去即制成导体屏蔽试样(见图 B1a)。应将电缆绝缘芯外所有包覆层除去即制成绝缘屏蔽试样(见图 B1b)。

B2 试验步骤

应将四只涂银电极 A, B, C 和 D(见图 B1a 和图 B1b)置于半导体层表面。两个电位电极 B 和 C 应间距 50 mm,而两个电流电极 A, D 应分别放在电位电极外侧间隔至少 25 mm。应采用合适的夹子连接电极。在连接导体屏蔽电极时,应确保夹子与试样表面的绝缘屏蔽层相互绝缘。连接好的试样应放入已预热到规定温度的烘箱中,在至少 30 min 后测量电极间电阻,测试线路的功率应不超过 100 mW。测量电阻后,应在环境温度下,测量图 B1b 所示试样导体屏蔽和绝缘的外径及导体屏蔽层和绝缘屏蔽层的厚度。每项测量 6 个数值,然后取其平均值。

B3 试验结构的计算

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

B3.1 导体屏蔽电阻率应按下式计算:

式中: ρ_c ——体积电阻率, $\Omega \cdot \text{m}$;
 R_c ——电阻测量值, Ω ;

L_c ——电位电极间距离，m；

D_c ——导体屏蔽的外径，m；

T_c ——导体屏蔽层平均厚度，m。

B3.2 绝缘屏蔽电阻率应按下式计算：

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

式中： ρ_i ——体积电阻率， $\Omega \cdot m$ ；

R_i ——电阻测量值， Ω ；

L_i ——电位电极间距离，m；

D_i ——导体屏蔽的外径，m；

T_i ——导体屏蔽层平均厚度，m。

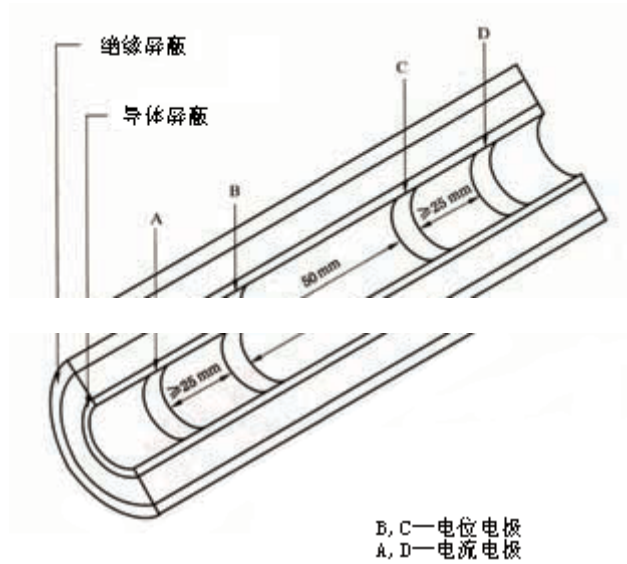


图 B1a 导体屏蔽体积电阻率测量



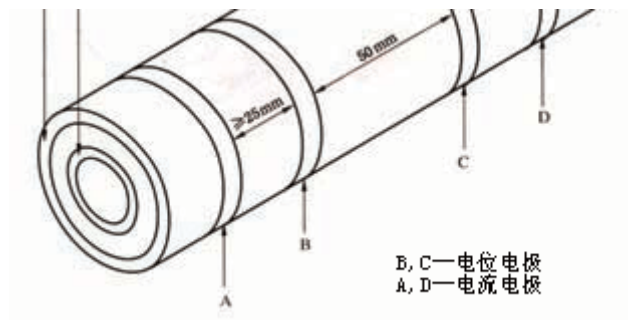


图 B1 导体屏蔽及绝缘屏蔽体积电阻率测量用试样的制备

C1 试样段

应将一段未经过 11.3 中所述任何试验的至少 6 m 长的成品电缆试样,按 11.3.4 规定进行弯曲试验。应从经过弯曲试验后的电缆上截取一段 3 m 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。如果声明导体有阻水结构,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阻水结构,试样至少应含有 2 个这样的阻隔,并在阻隔间切除圆环。对这种情形,应说明电缆阻隔间的平均距离,并据此确定电缆试样的长度。切出的表面应使间隙容易被水浸湿。若设计中只有导体阻水结构,则相关的切割面可采用适当的材料密封,或者可将其外包覆层除去。用一个合适的装置(见图 C 1)使一根内径至少为 10 mm 的管子,垂直地放置在切开的圆环上方。该装置与电缆外护层表面密封。电缆伸出部分的密封应不使电缆受到机械应力。

注:某些阻隔对纵向透水的反应可能和水的组分(例如 pH 和离子浓度)有关。除非另有规定,应采用普通的自来水。

C2 试验

在 5 min 内向管子内注入温度为 $(20 \pm 10)^\circ\text{C}$ 的水,使管中水柱高于电缆中心 1 m(见图 C1)。

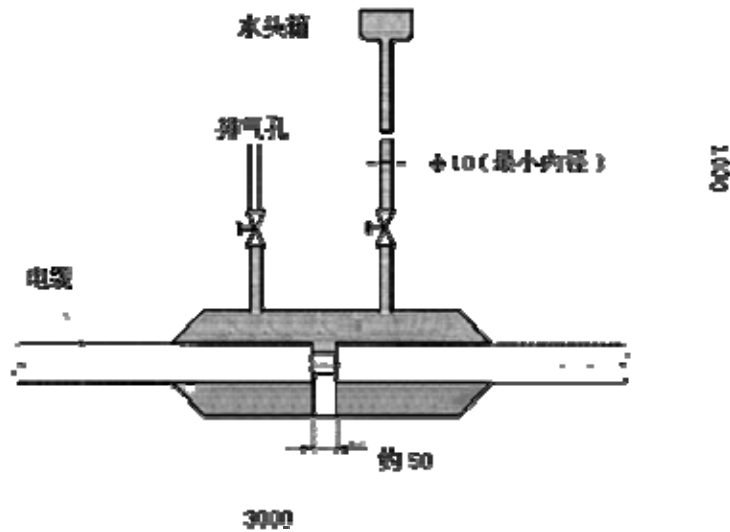
注水后的试样装置应放置 24 h。

然后在试样上施加 10 次加热循环。应采用适当方式加热导体,直到其温度达到 95°C 至 100°C 之间的一个稳定温度,但不应达到 100°C 。应至少加热 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 m。

注:整个试验过程中不加电压,建议使用一根与被试电缆相同的模拟电缆与被试电缆串联,在模拟电缆上直接测量导体温度。

C3 要求

试验期间,电缆试样两端应无水分渗出。



尺寸单位: mm

图 C1 透水试验装置示意图

附录 D

(标准的附录)

埋地接头的外保护层试验

D1 范围

本附录规定的方法适用于所有类型接头外保护层的型式认可试验, 包括埋地接头, 或具有绝缘护套

电力电缆系统的金属套分断, 以及带有屏蔽中断的金属套分断绝缘。

D2 认可范围

当需要认可的接头外保护层具有诸如互联引线等结构时, 被试外保护层应包含这些设计特征。

如果对于正在考虑认可的最小和最大直径的成品电缆所用的一种绝缘接头的外保护层通过了试

验, 那么对于这类似结构的直通接头的外保护层也将给予认可。但反之则不可以。

当一种接头外保护层的设计取得认可后, 由同一制造方提供的, 采用包含有相同基本设计原则、相

同材料, 而且直径在已试验范围内, 试验电压相同或更低的所有接头的外保护层应被视为认可。

试验 D 3 和 D 4 应逐次在一个已通过热循环电压试验(见 12.5)的接头上, 或在另一个按 11.3.7 要求经历了至少三个不加电压的热循环的接头上进行。

D3 浸水和热循环

接头试样应浸入水中，水面距外保护层最高点至少 1 m。需要时，可以使用一个水头箱与包含试样的密封容器相连来实现。应进行总共 20 个加热和冷却循环，水温应升高到 70℃ 至 75℃ 范围。每个循环中，水应被加热到规定温度，保持至少 5 h，然后冷却至环境温度以上 10℃ 内。可以通过加入冷水或热水来达到试验温度。

D4 电压试验

完成热循环且试样仍浸于水中的试样装置，应立即进行如下的电压试验：

D4.1 直通接头

应在电压的金属屏蔽和(或)金属套与接头外保护层接地的外表面之间施加 20 kV 直流试验电压，历时 1 min。应不发生击穿。

D4.2 绝缘接头**D4.2.1 直流电压试验**

直流 20 kV 试验电压应施加在接头的隔离绝缘件两端的电缆金属屏蔽和(或)金属套之间，以及施加在每一边金属屏蔽和(或)金属套与接头外保护层接地的外表面之间，历时各 1 min。应不发生击穿。

D4.2.2 冲击电压试验

试验电压应施加在接头两端的电缆金属屏蔽和(或)金属套之间，以及施加在每端金属屏蔽和(或)金属套与接头外保护层接地的外表面之间。

试验应按 GB/T 3048.13 在环境温度下进行。

上述试验的任何阶段，应无击穿发生。

若对浸在水中的试样装置进行冲击电压试验不便实行，可将试样从水中取出后尽快完成冲击电压试验。为此，应事先在试样的全部外表面上涂上导电层。

表 D1 冲击电压试验

主绝缘额定雷电 冲击电压 ¹⁾ kV	冲击水平			
	接头两端之间		接头每端对地之间	
	互联引线≤3m kV	互联引线>3m和 ≤10m ²⁾ kV	互联引线≤3m kV	互联引线>3m和 ≤10m ²⁾ kV
50	60	75	30	37.5

1) 见表 2，第 8 栏。
2) 若电缆的金属套电压限制器在靠近接头处，采用互联引线不大于 3 m 的试验电压。

D5 试样装置的检查

完成 D4 所述的试验后，应检查试样装置。

对充满可移动(软质)混合物的接头保护盒，应无可见的内部孔隙或由于水侵入造成的内部混合物迁移，或混合物经各种密封处或保护盒壁外漏的迹象。

对采用其他设计和材料的接头保护层应没有水侵入或内部腐蚀的迹象。

微孔、杂质与半导体屏蔽层界面突起试验

E1 试验设备

E1.1 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。

E1.2 切片机

普通用切片机或具有类似功能的其他设备。

E2 试样制备

从约 50 mm 长的电缆试样上沿径向切取 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(0.4~0.7) mm。切割用的刀片应锋利，以便获得的试片具有均匀的厚度和很光滑的表面。应非常小心地保持试片表面清洁，并防止擦伤。

E3 试验步骤

E3.1 应采用透射光普遍检查全部 80 个试片绝缘内的微孔、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。

E3.2 应采用最小放大倍数为 15 倍的显微镜检测在上述普遍检查中可疑的 20 个边疆试片(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：

- a) 所有大于或等于 0.025 mm 的微孔；
- b) 所有大于或等于 0.05 mm 的杂质。

这个表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电导层界面的突起应画圆圈做标记。

E3.3 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电导层界面的突起在其最大尺寸方向上测量其尺寸。

E4 试验结果及计算

E4.1 测量及计算 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 cm³ 体积中的数量，计算值应修约为整数。

E4.2 应记录和报告最大的微孔、最大的杂质、最大半透明棕色物质以及最大的绝缘与半电导层界面突起的尺寸。

E4.3 如果 20 个试片的总体积小于 16.4 cm³，且计算的 16.4 cm³ 体积中的微孔和杂质数量大于本标

准规定，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 cm³。

中华人民共和国国家
标准额定电压 110 kV 交联聚乙烯

绝缘

电力电缆及其附件

第 2 部分：额定电压 110 kV 交

联聚

乙烯绝缘电力电缆

GB/T 11017.2—2002

eqv IEC 60840:1999

代替 GB 11017—1989

Power cables with cross-linked polyethylene
insulation
and their accessories for rated voltage of 110
kV—

Part 2: Power cables with cross-linked
polyethylene
insulation for rated voltage of 110 kV

1 范围

本标准规定了额定电压 110 kV ($U_n=126$ kV) 铜芯、铝芯交联聚乙烯绝缘电力电缆的基本结构、型号命名、技术要求、试验及验收规则、包装、运输及贮存。

本标准适用于通常安装和运行条件下使用的单芯电力电缆，但不适用于特殊条件下使用的电缆，如海底电缆。

2 引用标准

下列标准所包含的条文，通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

- GB/T 2951.1—1997 电缆绝缘和护套材料通用试验方法 第 1 部分：通用试验方法 第 1 节：厚度和外形尺寸测量——机械性能试验 (idt IEC 60811-1-1:1993)
- GB/T 2951.2—1997 电缆绝缘和护套材料通用试验方法 第 1 部分：通用试验方法 第 2 节：热老化试验方法 (idt IEC 60811-1-2:1985)
- GB/T 2951.3—1997 电缆绝缘和护套材料通用试验方法 第 1 部分：通用试验方法 第 3 节：密度测定方法——吸水试验——收缩试验 (idt IEC 60811-1-3:1993)
- GB/T 2951.4—1997 电缆绝缘和护套材料通用试验方法 第 1 部分：通用试验方法 第 4 节：低温试验 (idt IEC 60811-1-4:1985)
- GB/T 2951.5—1997 电缆绝缘和护套材料通用试验方法 第 2 部分：弹性体混合料专用试验方法 第 1 节：耐臭氧试验——热延伸试验——浸矿物油试验 (idt IEC 60811-2-1:1986)
- GB/T 2951.6—1997 电缆绝缘和护套材料通用试验方法 第 3 部分：聚氯乙烯混合料专用试验方法 第 1 节：高温压力试验——抗开裂试验 (idt IEC 60811-3-1:1985)
- GB/T 2951.7—1997 电缆绝缘和护套材料通用试验方法 第 3 部分：聚氯乙烯混合料专用试验

方法 第 2 节：失重试验——热稳定性试验(idt IEC 60811-3-2:1985)

GB/T 2951.8—1997 电缆绝缘和护套材料通用试验方法 第 4 部分：聚乙烯和聚丙烯混合料专
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 2002-10-08 批准 2003-04-01 实施

GB/T 11017.2—2002

用试验方法 第1节：耐环境应力开裂试验——空气热老化后的卷绕试验

——熔体指数测定方法——聚乙烯中碳黑和/或矿物质填料含量的测量方(idt IEC 60811-4-1:1993)

GB/T 2951.27—1994 电线电缆机械物理性能试验方法 腐蚀扩展试验

GB/T 2951.28—1994 电线电缆机械物理性能试验方法 挤出外套刮磨试验

GB/T 2952.1—1989 电缆外护层 第1部分：总则

GB/T 2952.2—1989 电缆外护层 第2部分：金属套电缆通用外护层

GB/T 3048.4—1994 电线电缆电性能试验方法 导体直流电阻试验(neq IEC 60885-2)

GB/T 3048.8—1994 电线电缆电性能试验方法 交流电压试验(neq IEC 60060:1989)

GB/T 3048.11—1994 电线电缆电性能试验方法 介质损失角正切试验(neq IEC 60885-2)

GB/T 3048.12—1994 电线电缆电性能试验方法 局部放电试验(eqv IEC 60885-3:1988)

GB/T 3048.13—1992 电线电缆 冲击电压试验方法(neq IEC 60060-1~60060-4:1973)

GB/T 3048.13—1992 电线电缆 直流电压试验方法(neq IEC 60060-1~60060-4:1973)

GB/T 3953—1983 电工圆铜线

GB/T 3955—1983 电工圆铝线

GB/T 3956—1997 电缆的导体(idt IEC 60228:1978)

GB 6995—1986 电线电缆识别标志方法

GB/T 11017.1—2002 额定电压 110 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(eqv IEC 60840:1990)

GB/T 18380—2001 电缆在火焰条件下的燃烧试验 第1部分：单根绝缘电缆或电缆的垂直燃烧试验方法(idt IEC 60332-1:1993)

GB 50217—1994 电力工程电缆设计规范

JB/T 5268.1—1991 电缆金属套 第1部分：总则

JB/T 5268.2—1991 电缆金属套 第2部分：铅套

JB/T 8137—1999 电线电缆交货盘

JB/T 8996—1999 高压电缆选择导则(eqv IEC 60183:1984)

SH 0001—1990 电缆沥青

IEC 60885-2:1987 电缆电性能试验方法 第2部分：局部放电试验

IEC 61443:1999 额定电压 30 kV 以上电缆允许短路温度导则

3 定义

本标准采用下列定义。

3.1 标称值 nominal value

见 GB/T 11017.1—2002 中 3.1.1。

3.2 测量值 value by measuring

按规定方法进行测量或试验所获得的数值。

3.3 金属塑料复合护层 metal/plastic laminated sheath

由薄层金属与塑料复合而成的带子通过纵向或螺旋包形成的保护套，保护套的搭接缝通过熔化塑料或粘接剂粘结形成不透水的密封。当金属塑料复合保护套与塑料外护套相粘结合为一体时，称为金属塑料复合护层。

4 使用特性

4.1 额定电压

GB/T 11017.2—2002

额定电压是电缆设计和电性能试验用的基准电压,本标准用 U_0/U 和 U_m 标识,这些符号的意义由 JB/T 8996 给出:

U_0 ——电缆设计用的导体和金属屏蔽或金属套之间的额定电压有效值, kV;

U ——电缆设计用的导体之间的额定电压有效值, kV;

U_m ——设备最高工作电压有效值, kV。

在本标准中: $U_0/U=64/110$ $U_m=126$

4.2 系统类别

本标准包括的电缆适合于运行在 JB/T 8996 规定的 A 类系统。

4.3 工作温度

4.3.1 电缆正常运行时导体允许的长期最高温度为 90℃。

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

4.4 弯曲半径

电缆安装时允许的最小弯曲半径一般为电缆直径的 25 倍。

4.5 使用环境

电缆的使用环境参照附录 C。

5 产品命名

5.1 代号

本标准采用下列代号:

交联聚乙烯绝缘	Y J	金属塑料复合护套	A
铜导体	T (省略)	聚氯乙烯外护套	02
铝导体	L	聚乙烯外护套	03
铝套	Q	纵向阻水结构	Z
皱纹铝套	LW		

注:金属塑料复合护套的代号供合同要求此类型电缆时使用,有关的试验参照附录 D。

5.2 型号

型号依次由绝缘、导体、金属套、非金属外护套或通用外护层以及阻水结构的代号构成。

本标准包括的型号和电缆名称见表 1。

表 1 电缆的型号和名称

型 号		电 缆 名 称
铜 芯	铝 芯	
YJLW02	YJLLW02	交联聚乙烯绝缘皱纹铝套或焊接皱纹铝套聚氯乙烯护套电力电缆
YJLW03	YJLLW03	交联聚乙烯绝缘皱纹铝套或焊接皱纹铝套聚乙烯护套电力电缆
YJLW02-Z	YJLLW02-Z	交联聚乙烯绝缘皱纹铝套或焊接皱纹铝套聚氯乙烯护套纵向阻水电力电缆
YJLW03-Z	YJLLW03-Z	交联聚乙烯绝缘皱纹铝套或焊接皱纹铝套聚乙烯护套纵向阻水电力电缆
YJQ02	YJLQ02	交联聚乙烯绝缘铅套聚氯乙烯护套电力电缆
YJQ03	YJLQ03	交联聚乙烯绝缘铅套聚乙烯护套电力电缆
YJQ02-Z	YJLQ02-Z	交联聚乙烯绝缘铅套聚氯乙烯护套纵向阻水电力电缆
YJQ03-Z	YJLQ03-Z	交联聚乙烯绝缘铅套聚乙烯护套纵向阻水电力电缆

注:皱纹铝套包括挤包皱纹铝套和铝套和铝带焊接皱纹铝套,按 JB/T 5268.1 二者代号均为 LW;焊接皱纹铝套应在产品名称中明确表示,名称中未注明“焊接”的即为挤包皱纹铝套。

GB/T 11017.2—2002

5.3 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:

240, 300, 400, 500, 630, 800, 1000, 1200, (1400), 1600

其中括号内截面积为非优选截面积。用户要求时, 允许采用其他截面积的导体。

5.4 产品表示方法

5.4.1 产品用型号、规格和标准编号表示。

5.4.2 举例

a) 额定电压 64/110 kV、单芯、铜导体标称截面积 630 mm^2 、交联聚乙烯绝缘皱纹铝套聚氯乙烯护套电力电缆, 表示为:

YJLW02 64/110 1×630 GB/T 11017.2—2002

b) 额定电压 64/110 kV、单芯、铜导体标称截面积 300 mm^2 、交联聚乙烯绝缘铅套聚乙烯护套纵向阻水电力电缆, 表示为:

YJQ03-Z 64/110 1×300 GB/T 11017.2—2002

6 技术要求

6.1 导体

6.1.1 导体材料

6.1.1.1 铜导体应采用符合 GB/T 3953 规定的 TR 型软铝线。

6.1.1.2 铝导体应采用符合 GB/T 3955 规定的 LY4 型或 LY6 型硬铝线。

6.1.2 导体结构

6.1.2.1 截面积为 800 mm^2 以下的导体应采用符合 GB/T 3956 的第2种紧压绞合圆形结构。

6.1.2.2 截面积为 800 mm^2 以下的导体应采用分割导体结构; 800 mm^2 的导体可以采用紧压绞合圆形结构, 也可以采用分割导体结构。

6.1.2.3 铜分割导体中的单线应不少于 170 根。铝分割导体的结构在考虑中。

6.1.2.4 各种绞合导体不允许整芯或整股焊接。绞合导体中的单线允许焊接, 但在同一层内, 相邻两个接头之间的距离应不于 300 mm 。

6.1.2.5 导体表面应光洁、无油污、无损伤屏蔽及绝缘的毛刺、锐边以及凸起或断裂的单线。

6.1.3 直流电阻

导体的直流电阻应符合GB/T 3956 规定。

6.2 绝缘

6.2.1 材料

本标准包括的绝缘材料的类型应是无填充的交联聚乙烯, 缩写符号为XLPE。

绝缘材料的性能见附录A。

6.2.2 绝缘厚度

绝缘层的标称厚度应符合表 2 规定。

表 2 绝缘层的标称厚度

导体标称截面积/ mm^2	绝缘标称厚度/ mm	导体标称截面积/ mm^2	绝缘标称厚度/ mm
240	19.0	800	16.0
300	18.5	1 000	16.0
400	17.5	1 200	16.0
500	17.0	1 400	16.0
630	16.5	1 600	16.0

绝缘层的最小厚度以及偏心度应符合GB/T 11017.1—2002中10.6.2规定。

6.2.3 绝缘中的微孔和杂质

绝缘中允许的微孔和杂质尺寸及数目应符合GB/T 11017.1—2002中11.4.9规定。

6.3 半导电屏蔽

6.3.1 材料

半导电屏蔽应采用交联型的半导电屏蔽塑料，材料的性能见附录B。

6.3.2 导体屏蔽

6.3.2.1 导体屏蔽应由挤包的半导电层或先绕包半导电带再在其上挤包半导电层组成。

6.3.2.2 挤包的半导电层应厚度均匀，并与绝缘层牢固地粘结。半导电层与绝缘层的界面应光滑，无明显绞线凸纹、尖角、颗粒、焦烧及擦伤的痕迹。

6.3.3 绝缘屏蔽

6.3.3.1 绝缘屏蔽应为与绝缘和挤包的导体屏蔽同时挤出的半导电层。

6.3.3.2 半导电层应均匀地挤包在绝缘上，并与绝缘层牢固地粘结。半导电层与绝缘层的界面应光滑，无明显尖角、颗粒、焦烧及擦伤的痕迹。

6.3.4 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应符合GB/T 11017.1—2002中11.4.10规定。

6.3.5 半导电屏蔽电阻率

半导电屏蔽电阻率应符合GB/T 11017.1—2002中11.3.9规定。

6.4 缓冲层和纵向阻水层

6.4.1 材料

缓冲层应采用弹性材料，或具有纵向阻水功能的弹性阻水膨胀材料。

阻水带和阻水绳应具有吸水膨胀性能。

半导电性无纺布带和半导电性阻水膨胀带的直流电阻率应小于 $1.0 \times 10^6 \Omega \cdot \text{cm}$ 。

缓冲层和纵向阻水材料应与其相邻的其他材料内容。

6.4.2 缓冲层

在挤包的绝缘半导电屏蔽层外应有缓冲层。

缓冲层的厚度应能满足补偿电缆运行中热膨胀的要求。

缓冲层应使绝缘半导电屏蔽层与金属屏蔽层保持电气上接触。

6.4.3 纵向阻水层

如电缆有纵向阻水要求时，绝缘屏蔽层与径向金属防水层之间应有纵向阻水层。纵向阻水层应由半导电性的阻水膨胀带绕包而成。阻水膨胀带应绕包紧密、平整，其可膨胀面应面向铜丝屏蔽(如果有)。

当采用与绝缘半导电屏蔽直接粘结的铝箔复合套时，可免去额外的纵向阻水层。

如对电缆导体也有纵向阻水要求时，导体绞合时应绞入阻水绳等材料。

6.5 金属屏蔽

6.5.1 铜丝屏蔽

铜丝屏蔽应由同心疏绕的软铜线组成，铜丝屏蔽层的表面上应有铜丝或铜带反向扎紧，相邻屏蔽铜丝的平均间隙 G 应不大于4 mm。 G 由下式定义：

$$G = [\pi (D+d) - nd] / n$$

式中：D——铜丝屏蔽下的缆芯直径，mm；

d ——铜丝的直径，mm；

n ——铜丝的根数。

铜丝屏蔽的截面积应能满足短路容量的要求。

适用时，铜丝屏蔽的电阻测量值应符合GB/T 3956规定；或者不大于制造厂标称值(当铜丝屏蔽的截面积与GB/T 3956推荐的系列截面积不同时)。

6.5.2 金属套屏蔽

电缆采用铅套或铝套时，金属套可作为金属屏蔽。如铅套或铝套的厚度不能满足用户对短路容量的要求时，应采取增加金属套厚度或增加铜丝屏蔽的措施。

6.6 金属套

6.6.1 材料

GB/T 11017.2—2002

铅套应采用符合 JB/T 5268.2 规定的铅合金。

皱纹铝套应采用纯度不小于 99.6% 的铝材制造；铝带的伸长率应不小于 16%。

6.6.2 金属套的厚度

金属套的标称厚度由表 3 规定。

铅套的最小厚度应符合 GB/T 11017.1—2002 中 10.7.1 规定。

铝套的最小厚度应符合 GB/T 11017.1—2002 中 10.7.2 规定。

表 3 金属套的标称厚度

导体标称截面积/mm ²	铅套/mm	铝套/mm
240	2.6	2.0
300	2.6	2.0
400	2.7	2.0
500	2.7	2.0
630	2.8	2.0
800	2.9	2.0
1 000	3.0	2.3
1 200	3.1	2.3
1 400	3.2	2.3
1 600	3.3	2.3

6.6.3 金属套的防蚀层

金属套表面应有电缆沥青或热熔胶防蚀层。电缆沥青可采用符合 SH 0001 要求的沥青。

铅套上允许绕包自粘性橡胶带作为防蚀层。

6.7 非金属外护套

6.7.1 材料

本标准包括的非金属外护套的类型和代号应符合 GB/T 11017.1—2002 中 4.3 规定。

电缆外护套的性能应符合 GB/T 11017.1—2002 中表 6、表 8 和表 9 规定。

6.7.2 非金属外护套

非金属外护套的标称厚度由表 4 规定。非金属外护套的最小厚度和平均厚度应符合 GB/T 11017.1—2002 中 10.6.3 规定。

表 4 非金属外护套的标称厚度

导体标称截面积/mm ²	非金属外护套的标称厚度/mm
240	4.0
300	4.0
400	4.0
500	4.0
630	4.5
800	4.5
1 000	4.5
1 200	5.0
1 400	5.0
1 600	5.0

6.7.3 导电层

非金属外护套的表面应施以均匀牢固的导电层。

6.8 成品电缆

成品电缆的性能应符合第7章和第8章规定。

7 成品电缆标志

成品电缆的外护套表面应有制造方名称、产品型号、导体规格、额定电压的连续标志和长度标志。标志应字迹清楚，容易辨认，耐擦。

成品电缆应符合 GB 6995 规定。

8 试验和要求

成品电缆应按照本章规定进行试验，并应符合要求。

8.1 试验类别及代号

试验类别及代号见表5。

表5 试验类别及代号

试 验 类 别	代 号
例行试验	R
抽样试验	S
型式试验	T

8.2 试验项目及要

试验项目及要应符合表6和表7规定。

表6 例行试验和抽样试验项目及要

序号	试验项目	试验类型	试 验 要 求		试验方法
			GB/T 11017.2—2002	GB/T 11017.2—2002	
1	局部放电试验	R	—	9.2	GB/T 3048.12
2	电压试验	R	—	9.3	GB/T 3048.8
3	非金属外护套的电气试验	R	—	9.4	GB/T 3048.14
4	导体检查	S	6.1.2	10.4	注 ²⁾
5	导体电阻测量	S	6.1.3	10.5	GB/T 3048.4
6	绝缘厚度测量	S	6.2.2	10.6	GB/T 2951.1
7	铜丝屏蔽的检查	S	6.5.1	—	注 ²⁾
8	金属套厚度测量	S	6.6.2	10.7	GB/T 11017.1 中 10.7
9	非金属护套厚度测量	S	6.7.2	10.6	GB/T 2951.1
10	直径测量 ¹⁾	S	—	10.8	GB/T 2951.1
11	XLPE绝缘热延伸试验	S	—	10.9	GB/T 2951.5
12	电容测量	S	—	10.10	GB/T 3048.11

1) 仅在要求时进行。
2) 采用适当方法。

GB/T 11017.2—2002

序号	试验项目	试验类型	试验要求		试验方法
			GB/T 11017.2-2002	GB/T 11017.1-2002	
1	绝缘厚度检验	T	—	11.3.1	GB/T 2951.1
2	弯曲试验及随后的局部放电试验	T	—	11.3.4, 11.3.5	GB/T 11017.1-2002 中 11.3.4, IEC 60885-2
3	tg δ 测量	T	—	11.3.6	GB/T 3048.11
4	热循环电压试验及随后的局部放电试验	T	6.3.5	11.3.7	GB/T 11017.1-2002 中 11.3.7, IEC 60885-2
5	冲击电压试验及随后的工频电压试验	T	—	11.3.8 11.3.9	GB/T 3048.13 GB/T 3048.8
6	半导体屏蔽电阻率	T	—	—	GB/T 11017.1-2002 中
7	电缆结构检查	T	6.1.2, 6.2.2, 6.5.	11.4.1	附录 B
8	绝缘老化前后机械性能试验	T	6.6.2, 6.7.2	—	GB/T 2951.1 及注 ²⁾ GB/T 2951.1,
9	非金属护套老化前后机械性能试验	T	—	11.4.2	GB/T 2951.2 GB/T 2951.1,
10	成品电缆段相容性老化试验	T	—	11.4.3	GB/T 2951.2
11	ST ₂ 型 PVC 护套失重试验	T	—	—	GB/T 2951.1,
12	护套高温压力试验	T	—	11.4.4	GB/T 2951.2
13	PVC 护套 (ST ₁ 和 ST ₂) 低温试验	T	—	—	GB/T 2951.7
14	PVC 护套 (ST ₁ 和 ST ₂) 热冲击试验	T	—	11.4.5 11.4.6	GB/T 2951.6 GB/T 2951.4
15	XLPE 绝缘的微孔杂质试验	T	—	11.4.7	GB/T 2951.6
16	半导体屏蔽层与绝缘层界面的微孔与突起试验	T	—	11.4.8 11.4.9	GB/T 11017.1-2002 中 附录 E
17	XLPE 绝缘热延伸试验	T	6.2.3	11.4.10	GB/T 11017.1-2002 中
18	黑色 PE 护套碳黑含量测量	T	6.3.4	11.4.11	附录 E
19	XLPE 绝缘收缩试验	T	—	11.4.12	GB/T 2951.5
20	燃烧试验 ¹⁾	T	—	11.4.13	GB/T 2951.8
21	纵向透水试验 ¹⁾	T	—	11.4.14	GB/T 2951.3
22	非金属外护套的刮磨试验	T	—	11.4.15	GB/T 18380
23	腐蚀扩展试验	T	—	—	GB/T 11017.1-2002 中
24	成品电缆标志的检查	T	—	11.4.16	附录 C
		T	—	—	GB/T 2951.28
		T	7	11.4.17	GB/T 2951.1
		T	—	—	—
	注 1) 仅存在要求时进行。 2) 采用适当方法。				GB/T 2951.27 GB/T 2951.1 GB 6995

9 验收规则

9.1 制造方应按本标准要求要求进行例行试验、抽样试验。抽样试验的频度和复试要求应按照 GB/T 11017.1—2002 中 10.2 和 10.3 规定。

9.2 电缆的型式试验应由独立检测机构或制造方按本标准要求要求进行并符合要求。型式试验报告的效力应符合 GB/T 11017.1—2002 中 11.1 要求。

9.3 产品应由制造方的质量检验部门检验合格后方可出厂。出厂的每盘电缆应附有产品检验合格证书。买方要求时,制造方应提供产品的工厂试验报告或/和型式试验报告。

9.4 产品的工厂验收应按表 6 规定的试验项目进行。

10 包装、运输和贮存

10.1 电缆应卷绕在符合 JB/T 8137 的电缆盘上交货,电缆盘的筒径应考虑使电缆不受到过度弯曲。电缆的两个端头应有可靠的防水或防潮密封,并牢靠地固定在电缆盘上。

10.2 在每盘出厂的电缆上,应附有产品检验合格证,产品检验合格证应放在不透水的塑料带内,并固定在电缆盘上的侧板上。

10.3 每个电缆盘上应标明:

- a) 制造方名称;
- 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) 电缆盘包装尺寸(长 \times 宽 \times 高), m;
- h) 电缆盘工厂编号;
- i) 制造日期, 年月;
- j) 表示电缆盘搬运时正确滚动方向的箭头;
- k) 本标准编号。

10.4 运输和贮存

10.4.1 电缆应尽量避免露天存放。电缆盘不允许平放。

10.4.2 搬运中严禁从高处扔下装有电缆的电缆盘,严禁机械损伤电缆。吊装包装件时,严禁几盘同时吊装。

10.4.3 在车辆、船舶等运输工具上,电缆盘必须放稳,并用合适的方法固定,防止运输中相互碰撞、滚动或翻倒。

GB/T 11017.2—2002

附录 A

(提示的附录)

绝缘材料的性能

A1 交联聚乙烯性的性

电缆绝缘用交联聚乙烯料的性能如表 A1 所示。表 A1 交联聚乙烯料的性能

序号	项 目	单 位	性能指标
1	密度(23℃)		0.922 ± 0.002
2	老化前抗张强度(250mm/min±50mm/min)		≥ 17.0
3	老化前断裂伸长率(250mm/min±50mm/min)	MPa	≥ 500
4	热延伸试验(200℃, 0.20MPa)	%	
	负荷伸长率	%	≤ 100
	永久变形率		≤ 10
	凝胶含量		≥ 82
5	介电常数	%	≤ 2.35
6	介质损失角正切 $\text{tg } \delta$		$\leq 5.0 \times 10^{-4}$
7	短时工频击穿强度		≥ 22
8	(较小的平板电极直径 25 mm, 升压速率 500V/s)	kV/mm	
	体积电阻率(23℃)		$\geq 1.0 \times 10^{15}$
9	杂质最大尺寸(1 000g 样片中)		≤ 0.10
10		$\Omega \cdot \text{cm}$ mm	

附录 B

(提示的附录)

半导体屏蔽料的性能

B1 半导体屏蔽料的性能

电缆用半导体屏蔽料的性能如表 B1 所示。表 B1 半导体屏蔽料的性能

序号	项 目	单 位	性能指标
1	密度(23℃)		≤ 1.15
2	老化前抗张强度(250mm/min±50mm/min)		≥ 12.0
3	老化前断裂伸长率(250mm/min±50mm/min)	MPa	≥ 150
4	热延伸试验(200℃, 0.20MPa)	%	
	负荷伸长率	%	≤ 100
	永久变形率		≤ 10
5	凝胶含量	%	≥ 65
6	直流电阻率	$\Omega \cdot \text{cm}$	
	23℃		< 100
	90℃		< 350

附录 C
(提示的附录)
电缆的使用环境

C1 概述

本标准中电缆的使用环境主要由电缆金属套和塑料外护层的性能确定，因此一般应符合 GB/T 2952.2—1989 中表 1 的规定。

C2 铅套和铝套电缆

铅套和铝套电缆除适用于一般场所外，特别适合于下列场合：

铅套电缆——腐蚀较严重但无硝酸、醋酸、有机质(如泥煤)及强碱性腐蚀质，且受机械力(拉力、压力、振动等)不大的场所。铝套电缆——腐蚀不严重和要求承受一定机械力的场所(如直接与变压器连接，敷设在桥梁上和竖井中等)。

C3 金属塑料复合护层电缆

金属塑料复合护层电缆主要适用于受机械力(拉力、压力、振动等)不大，无腐蚀或腐蚀轻微，且不直接与水接触的一般潮湿场所。

C4 塑料外护套

聚氯乙烯(PVC)外护套电缆主要适用于有一般防火要求和对外护套有一定绝缘要求的电缆线路。

聚乙烯(PE)外护套电缆主要适用于对外护套绝缘要求较高的直埋敷设的电缆线路。对-20℃以下的低温环境，或化学液体浸泡场所，以及燃烧时有低毒性要求的电缆宜采用 PE 外护套。PE 外护套如有必要用于隧道或竖井中时应按 GB 50217—1994 第 7 章采取相应的防火阻燃措施。

附录 D
(提示的附录)
具有金属塑料复合护层的XLPE绝缘高压电力电缆的试验导则^{1]}

D1 范围

D1.1 概述

本导则规定了具有金属塑料复合护层的 XLPE 绝缘高压电力电缆的一些重要试验和要求。某些决定性的性能试验，如径向透水试验及屏蔽接触电阻试验还在研究中，尚不能规定。一旦获得进一步的经验后，本导则将能够作为一般的基础。

本导则不适用于通常的塑料护套电缆以及具有挤包的或轧纹金属套电缆。

D1.2 目的

这种复合护层在通信电缆上已经有多年良好的运行，但用于挤包绝缘高压电力电缆，由于导体周期

采用说明：

1] 根据国际大电网会议 CIGRE21 研究委员会(高压电缆)14 工作组报告(刊载于《Electra》No. 141, 1992)

性电流负荷的影响,要受到比通信电缆高得多的热膨胀和热收缩。

本导则的目的是提供评价高压电缆金属塑料复合护层完整性的最低要求。

图 D1 给出了电缆结构的示例。

本导则推荐的方法可供买方与制造方共同协商选择,用以评价不同结构的金属塑料复合护层。

D2 推荐的试验

D2.1 试验与电缆

电缆的一般性试验应按 GB/T 11017.1—2002 中 11.1 和 11.2 进行。

推荐的评价金属塑料复合护层完整性的试验及试验顺序应如下述:

a) 弯曲试验 (D2.1.1) 应作为要进行热循环试验 (D2.1.2)、纵向透水试验 (D2.1.3) 和抗冲击试验 (D2.1.4) 的电缆试样的预处理试验;

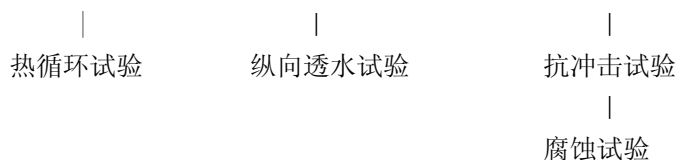
b) 短路试验 (D2.1.5);

c) 侧压力试验 (D2.1.6);

d) 腐蚀试验 (D2.1.7) 在抗冲击试验和侧压力试验之后进行;

e) 目视检查 (D2.1.8) 在相应的试验后进行。

(1) 弯曲试验



(2) 短路试验

(3) 侧压力试验

腐蚀试验

试验的评价应由目视检查作出,包括金属复合箔的粘结性和剥离强度。剥离强度试验在抗击试验后不要求进行。

D2.1.1 弯曲试验

一段长度足够进行 D2.1.2~D2.1.4 项试验的电缆应按 GB/T 11017.1—2002 中 11.3.4 进行弯曲。然后应取 1 m 长的试样进行目视检查。

D2.1.2 热循环试验

本试验的目的是检验金属箔受到周期性的膨胀和收缩时的疲劳耐力。试验应按 GB/T 11017.1—2002 中 11.3.7 进行。加热和冷却循环应进行 100 次。然后应取 1 m 长的试样进行目视检查。

D2.1.3 纵向透水试验

当电缆的金属箔护套和电缆绝缘芯之间有纵向阻水结构时,应按 GB/T 11017.1—2002 的 11.4.15 进行纵向透水试验并符合要求。

D2.1.4 抗冲击试验

当电缆用于直流埋时应进行本试验。当电缆安装在排管和隧道中时,是否进行本试验应由买方和制造方讨论和协商决定。

试验应在 $(20 \pm 15)^\circ\text{C}$ 温度下进行。用一个质量为 5 kg 的重物从 1 m 高度下落到长度为 1 m 的电缆试样上。一次冲击试验应沿电缆长度上 5 个不同的点连续进行。每两个冲击点的距离应不超过 100 mm。在冲击点处,重物应有 90° 棱角,棱角的曲率半径为 2 mm。重物的形状和试验装置如图 D2 所示。

应对 2 个试样进行试验:

- a) 一个用于目视检查;
- b) 一个用于腐蚀试验。

D2.1.5 短路试验

a) 热的影响

本试验应在一段至少 15 m 长的电缆上进行。

复合护层的金属箔应按制方推荐的安装方法与电缆的金属屏蔽连接在一起。施加短路电流, 应使电流通过电缆导体并经金属屏蔽线/带返回。最大持续时间应为 2 s, 以使金属屏蔽线/带达到 IEC 61443 规定的温度, 或买方与制造方一致同意的某个温度。在同一个试样上短路电流应重复施加 5 次。两次电流冲击之间的时间应足够长, 以使金属屏蔽线或金属带和电缆导体冷却到接近于环境温度 (20 ± 15) °C。然后应取 1 m 长的试样进行目视检查。

b) 感应电压的影响

如果复合护层的金属箔在电缆附件处不与金属屏蔽相连接, 应进行本试验。

试验应在一段至少 150 m 长的电缆上进行, 试验接线见图 D3。施加短路电流, 应使电流通过电缆导体并经金属屏蔽线或金属带返回。在试验电缆的远端金属箔与金属屏蔽连接在一起。而在试验电缆的近端金属箔与金属屏蔽不连接。短路电流的大小与持续时间应由买方与制造方商定。

试验应在环境温度 (20 ± 15) °C 下进行。应从电缆的非连接端取 10 m 长的试样进行目视检查。

D2.1.6 侧压力试验

本试验的目的是检验电缆安装时机械压力对金属塑料复合护层的影响。

试验应在一段 15 m 长的电缆上进行, 如图 D4。电缆应在 7.5 kN/m 侧压力下通过一个固定轮轴进行正向与反向卷绕。侧压力由轮轴的半径算出, 其半径应不大于弯曲试验 (D2.1.1) 所用的半径。试验时电缆与轮轴的接触角应不小于 90°。在与轮轴的接触处应施加润滑剂。本试验也可以用不同于图 D4 的方式进行, 例如将电缆绕过一个固定轮轴 180°, 轮轴也可以由一系列小直径 (50 mm ~ 100 mm) 滚轴组成。后者可能产生非常高的局部压力。然后应取 1 m 长的试样进行目视检查。还应取一段试样进行腐蚀试验。

D2.1.7 腐蚀试验

本试验的目的是检验金属箔护套在其无孔隙的塑料外护套处于恶劣条件下的耐腐蚀性。本试验应分别在抗冲击试验 (D2.1.4) 和侧压力试验 (D2.1.6) 后进行。应将长度 1 m 的试样放入含有 1%NaCl 和 1%Na₂SO₄ 的溶液中, 加入 NaOH 调节其 pH 值至 8.5 ± 0.5 。试验时溶液的温度应维持在 (70 ± 3) °C。两端密封的电缆的浸没深度应至少 0.5 m。浸入 3 000 h 后, 应从溶液中取出电缆并检查金属箔是否受到腐蚀。

D2.1.8 目视检查

电缆应进行分解和目视检查是否有开裂、过热或金属箔的分离, 或电缆其他部分的损坏, 包括测量金属箔的粘结。

D2.2 电缆组成部分的试验

本款所列的试验应对电缆组成部分进行。

D2.2.1 金属箔粘结强度

具有金属箔与塑料外护套相粘结或与屏蔽层相粘结结构的电缆进行本试验。

试样应取自金属箔与塑料外护套相粘结的电缆护层。用于控制测量的试样应在任何试验前从电缆样品上取下。其他试样则在经受过弯曲、热循环、纵向透水、短路、腐蚀和侧压力试验之后的电缆样品上取下。

GB/T 11017.2—2002

试样的长度和宽度应分别是 200 mm 和 10 mm。

试样的一端应剥开 50 mm 至 120 mm，并装在拉力试验机上。拉力试验机的一个夹头夹住塑料护套

的一端，而复合金属箔的一端折弯由另一个夹头夹住，如图 D5 所示。

试验期间，试样应沿夹头平面保持近似垂直。

调整好连续记录装置后分离的部分应以约 180° 角度从试样上剥离，而分离过程应持续足够的距离

以读取剥离强度值。至少应有一半的剩余粘结面积以 50 mm/min 的速度剥离。试验应在环境温度 (20 ± 15) °C 下进行。

然后应由剥离力除以试样宽度计算出剥离强度 (N/mm)。至少应对 5 个试样进行试验，且剥离强度的最小值应满足要求。

注：如果剥离强度大于金属箔的抗拉强度以至于金属箔在剥离前断裂，则本试验应终止并记录断裂或断裂点。

D2.2.2 金属箔搭接处的剥离强度

应从包含有金属箔搭接部分的电缆上取下长 200 mm 的试样。从取下的试样上应按图 D6 所示切下

只含有搭接的部分。

试验应按与 D2.2.1 相同的方法进行。试样装置如图 D7 所示。

注：如果剥离强度大于金属箔的抗拉强度以至于金属箔在剥离前断裂，则本试验应终止并记录断裂或断裂点。

D3 要求

下列要求被提出用以评价高压电缆金属塑料复合护层的完整性。

D3.1 纵向透水试验

试验期间，电缆两端应无水渗出。

D3.2 短路试验

a) 热的影响

应无过热的迹象。

b) 感应电压的影响

短路试验中，金属屏蔽线或金属带对金属箔之间应无电击穿。电缆的非连接端 (约 10 m) 应无过热的迹象。

D3.3 腐蚀试验

金属箔应无腐蚀迹象。

D3.4 目视检查

用肉眼检查样品金属箔应无开裂。

D3.5 金属箔的粘结强度

最小剥离强度应不小于 0.5 N/mm。

D3.6 金属箔搭接处的剥离强度

最小剥离强度应不小于 0.5 N/mm。

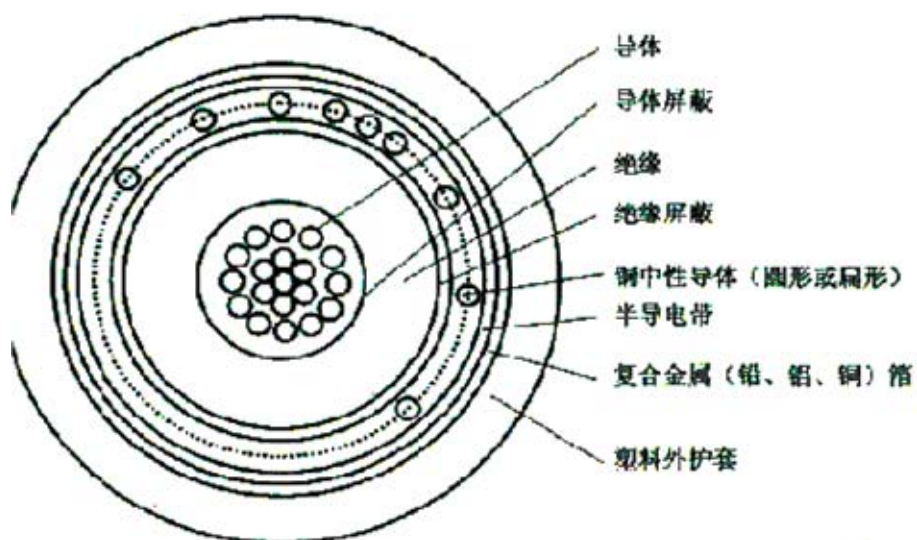


图 D1 金属塑料复合护层电缆的结构示例

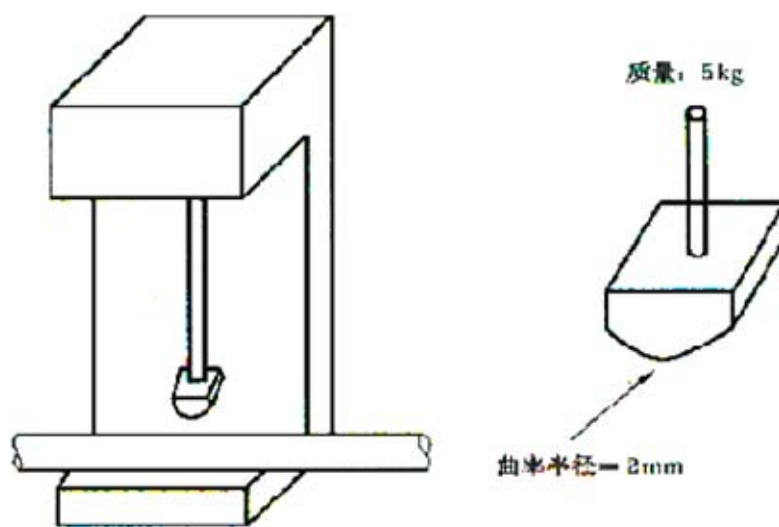


图 D2 抗冲击试验

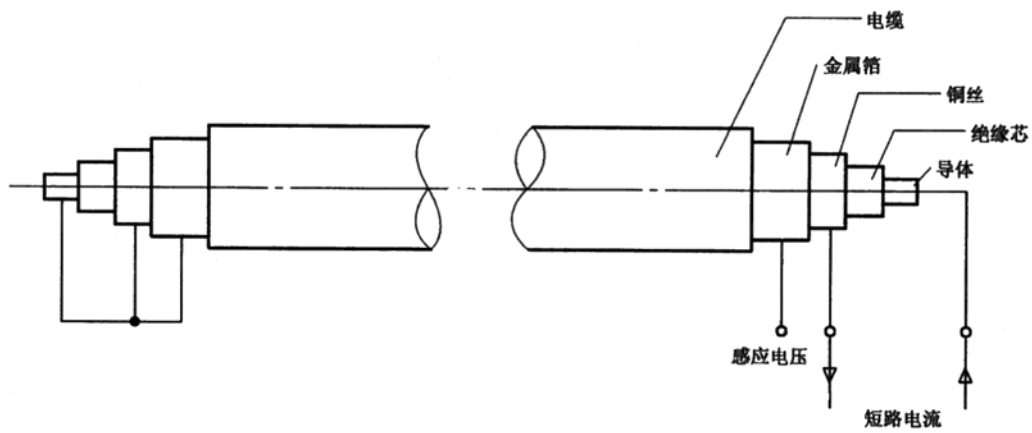


图 D3 感应电压试验

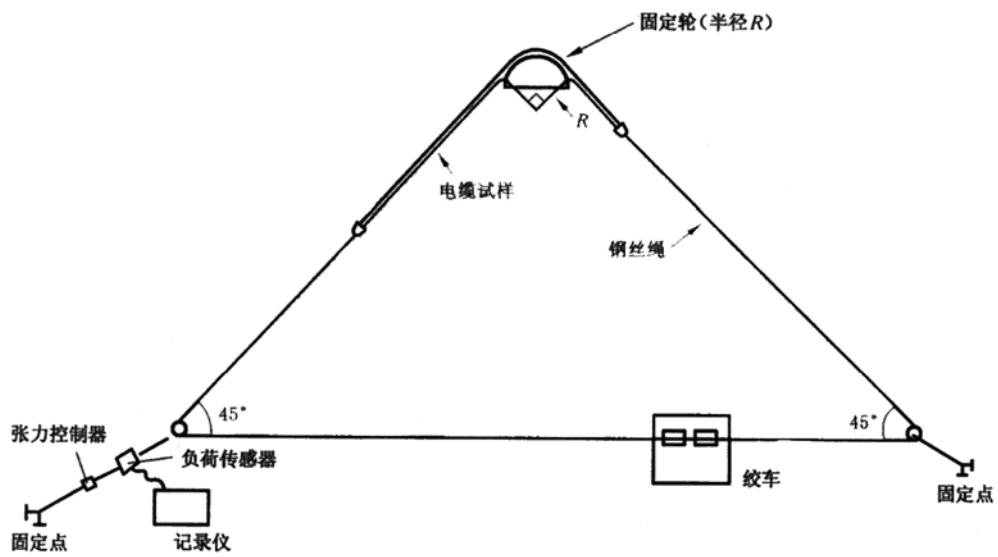


图 D4 侧压力试验

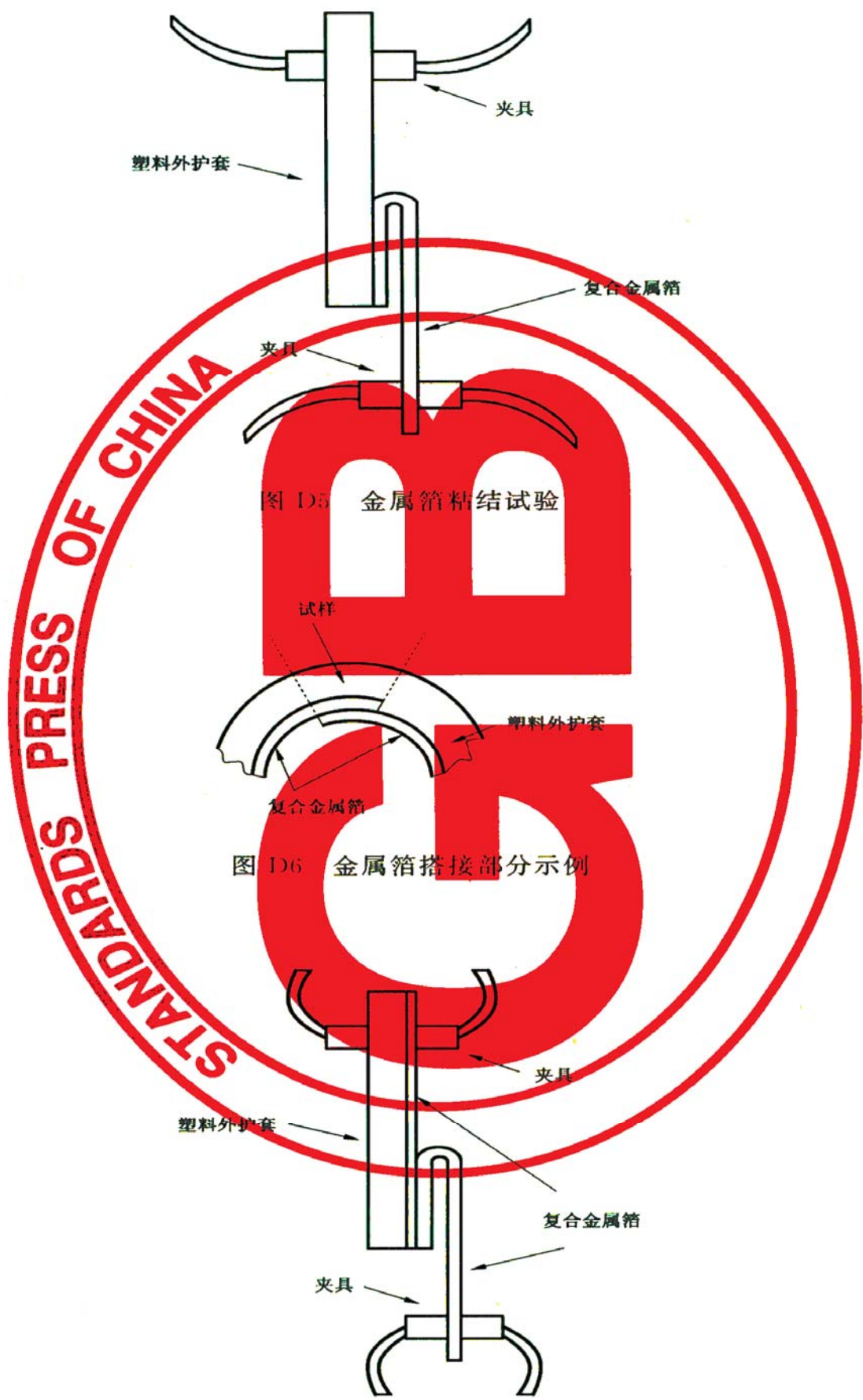


图 D7 金属箔搭接部分的剥离强度试验

GB/T 11017.3—2002

neq IEC 60840:1999

中华人民共和国国家标准

额定电压 110 kV 交联聚乙烯绝缘电力电缆及其附件

第 2 部分：额定电压 110 kV 交联聚

乙烯绝缘电力电缆附件

Power cables with cross-linked polyethylene insulation
and their accessories for rated voltage of 110 kV—

Part 3: Accessories for Power cables with cross-linked polyethylene
insulation for rated voltage of 110 kV

1 范围

本标准规定了额定电压 110 kV ($U_n=126$ kV) 交联聚乙烯绝缘电力电缆附件的基本结构、型号命名、技术要求、试验及验收规则、包装、运输及贮存。

本标准适用于额定电压 110 kV ($U_n=126$ kV) 交联聚乙烯绝缘电力电缆的户外终端、气体绝缘终端 (GIS 终端)、油浸终端、直通接头及绝缘接头。

2 引用标准

下列标准所包含的条文, 通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时, 所示版本均为有效。所有标准都会被修订, 使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB/T 468—1997 电工用铜线锭

GB 772—1987 高压绝缘子瓷件 技术条件 (neq IEC 60233:1974)

GB/T 3048.8—1994 电线电缆电性能试验方法 交流电压试验 (neq IEC 60060:1989)

GB/T 3048.13—1992 电线电缆 冲击电压试验方法 (neq IEC 60060-1~60060-4:1973)

GB/T 3048.14—1992 电线电缆 直流电压试验方法 (neq IEC 60060-1~60060-4:1973)

GB/T 5582—1993 高压电力设备外绝缘污秽等级 (neq IEC 60507:1991)

GB/T 7354—1997 局部放电测量 (eqv IEC 60270:1981)

GB 8287.1—1998 高压支柱瓷绝缘子 第 1 部分：技术条件 (neq IEC 60168:1994)

GB/T 11017.1—2002 额定电压 110 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 (eqv IEC 60840:1999)

GB/T 11017.2—2002 额定电压 110 kV 交联聚乙烯绝缘电力电缆及其附件 第 2 部分：额定电压 110 kV 交联聚乙烯绝缘电力电缆 (neq IEC 60840:1999)

GB/T 11604—1989 高压电器设备无线电干扰测试方法 (eqv IEC 60018:1983)

GB/T 12646—1990 普通木箱

GB/T 12967.1—1997 高电压试验技术 第 1 部分：一般试验要求 (eqv IEC 60060-:1989)

IEC 60859:1986 额定电压 72.5 kV 及以上气体绝缘金属封闭开关的电缆连接装置

3 定义

本标准采用下列定义。

3.1 户外终端 outdoor termination

在受阳光直接照射或曝露在气候环境下或二者都存在的情况下使用的终端。

3.2 气体绝缘终端(GIS终端) gas immersed termination (GIS termination)

安装在气体绝缘封闭开关设备(GIS)内部以六氟化硫(SF₆)气体为外绝缘的气体绝缘部分的电缆终端。

3.3 油浸终端 oil immersed termination

安装在油浸主变压器油箱内以绝缘油为外绝缘的液体绝缘部分的电缆终端。

3.4 直通接头 straight joint

连接两根电缆形成连续电路的附件。在本标准中特指接头的金属外壳与被连接电缆的金属屏蔽和绝缘屏蔽在电气上连续的接头。

3.5 绝缘接头 sectionalizing joint

将电缆的金属套、接地金属屏蔽和绝缘屏蔽在电气上断开的接头。

3.6 预制附件 prefabricated accessory

以具有电场应力控制作用的预制橡胶元件作为主要绝缘件的电缆附件。

3.7 组合预制绝缘件接头 composite type prefabricated joint

采用预制橡胶应力锥及预制环氧绝缘件现场组装的接头。

3.8 整体预制橡胶绝缘件接头 premoulded joint

采用单一预制橡胶绝缘件的接头。

3.9 附件组件的例行试验 routine test on parts of accessory

由制造方在附件的组成部件上进行的试验，用以验证附件的组成部件满足规定的要求。

4 使用特性

4.1 额定电压与导体工作温度

额定电压及导体工作温度与 GB/T 11017.2—2002 第4章对电缆的规定相一致。

4.2 使用条件(适用于户外终端)

4.2.1 标准参考大气压条件

标准参考大气压条件为：

——温度 $t_0=20^{\circ}\text{C}$

——压力 $p_0=101.3\text{ kPa}$

——绝对湿度 $h_0=11\text{ g/m}^3$

本标准规定的试验电压均为相应于标准参考大气压条件下的数值。

4.2.2 正常使用条件

本标准规定的试验电压，适用于下列使用条件下运行的设备：

a) 周围环境最高空气温度不超过 40°C ；

b) 安装地点的海拔高度不超过 $1\ 000\text{m}$ 。

4.2.3 对周围环境空气温度高于 40°C 处的设备，其外绝缘在干燥状态下的试验电压应取本标准规定的试验电压值乘以温度校正系数 K_t 。

$$K_t=1+0.0033(T-40)$$

式中： T ——环境空气温度， $^{\circ}\text{C}$ 。

4.2.4 对用于海拔高于 1 000 m,但不超过 4 000 m处的设备的外绝缘,海拔每升高 100 m,绝缘强度约降低 1%,在海拔高度不高于 1 000 m 的地点试验时,其试验电压应按本标准规定的试验电压值乘以海拔校正系数 K_a 。

$$K_a = \frac{1}{1 - H \times 10^{-4}}$$

式中: H ——设备安装地点的海拔高度, m。

4.2.5 污秽环境: 外绝缘污秽等级应符合 GB/T 5582 规定。

4.3 GIS 终端工作压力

GIS 终端外绝缘的 SF₆ 气体在 20℃ 温度下设计工作压力(表压)最大为 0.70 MPa,最小为 0.20 MPa。

4.4 系统类别

本标准包括的附件适合运行的系统类别与GB/T11017.2—2002 中 4.2 的规定相一致,为 A 类系统。

5 产品命名

5.1 代号

5.1.1 系列代号

交联聚乙烯绝缘电缆 YJ

5.1.2 附件代号

户外终端 ZW

GIS终端 ZG

油浸终端 ZY

直通接头 JT

绝缘接头 JJ

5.1.3 内绝缘代号

5.1.3.1 终端内绝缘

含液体绝缘填充剂 C

干式绝缘 G

六氟化硫(SF₆)气体绝缘 Q

5.1.3.2 接头内绝缘

组合预制绝缘件 Z

整体预制绝缘件 I

5.1.4 户外终端外绝缘污秽等级代号

I 级(最小爬电比距 16 mm/kV) 1

II 级(最小爬电比距 20 mm/kV) 2

III 级(最小爬电比距 25 mm/kV) 3

IV 级(最小爬电比距 31 mm/kV) 4

5.1.5 接头保护盒及外保护层

无保护盒 0

玻璃钢保护盒含防水浇注剂 1

绝缘铜壳 2

5.2 产品型号及命名

型号组成由下图所示:



附件产品型号与名称见表 1： 表 1 产品型号及名称

型号		产品名称
主型号	副型号	
YJZWC	YJZWC1	交联聚乙烯绝缘电力电缆含绝缘填充剂户外终端，外绝缘污秽等级 I 级
	YJZWC2	交联聚乙烯绝缘电力电缆含绝缘填充剂户外终端，外绝缘污秽等级 II 级
	YJZWC3	交联聚乙烯绝缘电力电缆含绝缘填充剂户外终端，外绝缘污秽等级 III 级
	YJZWC4	交联聚乙烯绝缘电力电缆含绝缘填充剂户外终端，外绝缘污秽等级 IV 级
YJZWQ	YJZWQ1	交联聚乙烯绝缘电力电缆 SF ₆ 充气绝缘户外终端，外绝缘污秽等级 I 级
	YJZWQ2	交联聚乙烯绝缘电力电缆 SF ₆ 充气绝缘户外终端，外绝缘污秽等级 II 级
	YJZWQ3	交联聚乙烯绝缘电力电缆 SF ₆ 充气绝缘户外终端，外绝缘污秽等级 III 级
	YJZWQ4	交联聚乙烯绝缘电力电缆 SF ₆ 充气绝缘户外终端，外绝缘污秽等级 IV 级
YJZGC	—	交联聚乙烯绝缘电力电缆含绝缘填充剂 GIS 终端
YJZGG	—	交联聚乙烯绝缘电力电缆干式绝缘 GIS 终端
YJZYC	—	交联聚乙烯绝缘电力电缆含绝缘填充剂油浸终端
YJZYG	—	交联聚乙烯绝缘电力电缆干式绝缘油浸终端
YJTTI	YJTTI0	交联聚乙烯绝缘电缆整体预制橡胶绝缘件直通接头，无保护盒
	YJTTI1	交联聚乙烯绝缘电缆整体预制橡胶绝缘件直通接头，玻璃钢保护盒含防水浇注剂
	YJTTI2	交联聚乙烯绝缘电缆整体预制橡胶绝缘件直通接头，绝缘铜壳保护盒
YJTTZ	YJTTZ0	交联聚乙烯绝缘电缆组合预制绝缘件直通接头，无保护盒
	YJTTZ1	交联聚乙烯绝缘电缆组合预制绝缘件直通接头，玻璃钢保护盒含防水浇注剂
	YJTTZ2	交联聚乙烯绝缘电缆组合预制绝缘件直通接头，无保护盒
YJJJI	YJJJI0	交联聚乙烯绝缘电缆整体预制橡胶绝缘件绝缘接头，无保护盒
	YJJJI1	交联聚乙烯绝缘电缆整体预制橡胶绝缘件绝缘接头，玻璃钢保护盒含防水浇注剂
	YJJJI2	交联聚乙烯绝缘电缆整体预制橡胶绝缘件绝缘接头，绝缘铜壳保护盒
YJJJZ	YJJJZ0	交联聚乙烯绝缘电缆组合预制绝缘件绝缘接头，无保护盒
	YJJJZ1	交联聚乙烯绝缘电缆组合预制绝缘件绝缘接头，玻璃钢保护盒含防水浇注剂
	YJJJZ2	交联聚乙烯绝缘电缆组合预制绝缘件绝缘接头，绝缘铜壳保护盒

5.3 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：a) 额定电压 64/110 kV、导体标称截面 630 mm²、交联聚乙烯绝缘电缆用含绝缘填充剂户外终端，外绝缘污秽等级 III 级，表示为：

YJZWC3 64/110 1×630 GB/T 11017.3—2002

b) 额定电压 64/110 kV、导体标称截面 630mm²、交联聚乙烯绝缘电缆用干式绝缘单相 GIS 终端，表示为：

YJZGG 64/110 1×630 GB/T 11017.3—2002

c) 额定电压 64/110 kV、导体标称截面 630mm²、交联聚乙烯绝缘电缆用整体预制绝缘件绝缘接头，绝缘铜壳作外保护盒，表示为：

YJJI2 64/110 1×630 GB/T 11017.3—2002

5.4 附件规格

附件规格应与电缆导体截面相适配。

6 技术要求

6.1 导体连接杆和导体连接管

6.1.1 导体连接杆和导体连接管应采用符合GB/T 468 规定的铜材制造，并经退火处理。

6.1.2 导体连接杆和导体连接管表面应光滑、清洁、不允许有损伤和毛刺。

6.1.3 导体连接杆和导体连接管应符合 8.2.5 规定的试验要求。

6.2 金具

6.2.1 附件金具应采用非磁性金属材料。

6.2.2 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。密封性能应符合 8.1.2 规定的试验要求。

6.3 密封圈：附件用密封圈应与其周围绝缘介质相容，并能在额定负荷下长期使用。

6.4 橡胶应力锥及预制橡胶绝缘件

6.4.1 橡胶应力锥及预制橡胶绝缘件的绝缘料与半导电料的性能见附录A的表A1 及表A2。

6.4.2 橡胶应力锥及预制橡胶绝缘件应无气泡、烧焦物及其他有害杂质，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。

6.5 环氧预制件及环氧套管

6.5.1 环氧树脂固化体性能见附录B的表B1。

6.5.2 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。绝缘件与预埋金属件结合良好，无裂纹、变形等异常现象。

6.5.3 环氧套管的密封性能应符合 8.1.2 规定的试验要求。

6.6 瓷套：瓷套应符合GB 772 的要求。

6.7 支柱绝缘子：支柱绝缘子应符合GB 772 和GB 8287.1 的要求。

6.8 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。

对乙丙橡胶应力锥推荐采用硅油作为绝缘填充剂，对硅橡胶应力锥推荐采用聚异丁烯或高粘度硅油作为绝缘填充剂。

6.9 防水浇注剂

防水浇注剂推荐采用聚氨酯混合物。浇注剂应具有良好的防水密封性能，并对周围材料无有害作用。浇注剂应对环境无污染。

对需要随外界机械压力的防水浇注剂(如玻璃钢保护盒用于直埋时)，应具有满足使用条件所要求的机械强度。

6.10 弹簧压紧装置

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

计压力。

6.11 GIS 终端连接尺寸

GIS 终端与 GIS 开关的安装连接尺寸应符合 IEC 60859 的规定。当终端制造方与 GIS 开关制造方协商同意时，可以采用其他配合尺寸。

6.12 附件产品

附件产品及其主要部件的性能应符合第 7 章及第 8 章规定。

7 附件标志

7.1 产品标志

每个出厂的电缆附件产品应带有明显的耐久性标志，标志内容如下：

- a) 制造方名称；
- b) 型号、规格；
- c) 额定电压，kV；
- d) 生产日期及编号。

7.2 零部件的标志

接头保护盒、预制橡胶绝缘件等部件应采用适当的方式标明制造方名称、规格、型号。

8 试验和要求

附件的试验分为例行试验(代号为 R)和型式试验(代号为 T)。

8.1 附件组件的例行试验

8.1.1 一般规定

8.1.1.1 附件组件的例行试验应包括以下项目：

- a) 密封金具、瓷套或环氧套管的密封试验(见 8.1.2)；
- b) 预制橡胶绝缘件的局部放电试验(见 8.1.3)；
- c) 预制橡胶绝缘件的电压试验(见 8.1.4)；

预制橡胶绝缘件应包括应力锥和整体预制的组合应力控制绝缘件。

8.1.1.2 预制橡胶绝缘件的电气试验可由制造方任选以下方法进行：

- a) 直接安装在成品电缆附件上进行试验；
- b) 安装在专供试验的装置或模拟附件上进行试验。这种装置或模拟附件提供了试验所需的电极，使被试预制件上的电场强度(径向及非径向电场强度)达到不小于成品电缆附件在其规定试验电压下的电场强度。专供试验的装置或模拟附件的电极尺寸可以设计得使降低试验电压仍能达到规定的试验电场强度。

8.1.2 密封金具和套管装置的密封试验

试验装置应将密封金具、瓷套或环氧套管试品两端密封。

制造厂可根据适用情况任选 8.1.2.1 或 8.1.2.2 规定的一种方法进行试验。

8.1.2.1 压力泄漏试验

在室温下对试品施加表压为 (0.20 ± 0.01) MPa 的气压，保持 1 h。任选浸水检验或密封封面上涂肥皂水检验，观察是否有气体逸出。随气压的试品应有防爆安全措施。或施加相同水压，保持 1 h。在密封面上涂白垩粉，观察是否有水渗出迹象。试验期间应无漏气或渗水迹象。

8.1.2.2 真空漏增试验

在室温下将试样抽真空至残压 A 为 (67 ± 3) Pa，然后关闭试件与真空泵间的真空阀门，经 0.5h，测

量试品的压力值 B 。

试验结束时，压力漏增值($B-A$)应不超过 67Pa。

8.1.3 预制橡胶绝缘件的局部放电试验

试验电压应逐渐升到 112 kV($1.75 U_0$)并保持 10 s，然后慢慢地降到 $1.75 U_0$ 。

在 $1.5 U_0$ 下，放电量应不大于 5 pC。

如采用 8.1.1.2 中 b) 项的装置进行试验，允许降低试验电压，但要求试验的电场强度应达到成品附件在上述规定试验电压下试验时所经受的电场强度。

8.1.4 预制橡胶绝缘件的电压试验

电压试验应在环境温度下使用工频交流电压进行。试验电压应逐渐升到 $2.5 U_0$ ，然后保持 30 min。试品应不击穿。如采用 8.1.1.2 中 b) 项的装置进行试验，允许降低试验电压，但要求试验的电场强度应达到成品附件在上述规定试验电压下试验时所经受的电场强度。

8.2 附件的型式试验

附件的型式试验及要求应符合 GB/T 11017.1-2002 第 12 章，此外还应进行下列项目的试验：

- a) 附件组装后的密封试验(见 8.2.1)；
- b) 支柱绝缘子的电压试验(见 8.2.2)；
- c) 户外终端短时(1 min)工频电压试验(湿试)，要求时(见 8.2.3)；
- d) 户外终端无线电干扰试验，要求时(见 8.2.4)；
- e) 导体压接和机械连接件的试验，要求时(见 8.2.5)。

被试附件应按制造方提供的安装说明书并采用制造方提供的规定等级和数量的材料(包括润滑剂)进行组装。对 GIS 终端，应充气至其最低设计工作压力。经协商同意，允许采用其他气体介质代替 SF₆ 气体，但充气压力应提供相同的介电强度。附录 C 提供了一种通常的安装指南。

8.2.1 附件组装后的密封试验

附件试样应按实际安装要求进行组装；组装附件内允许不含绝缘件。

根据适用情况可任选 8.2.1.1 或 8.2.1.2 规定的一种方法进行试验；但套管承受外压力的附件应采用 8.2.1.2 规定的方法进行试验。

8.2.1.1 压力泄漏试验

试验步骤和要求应符合 8.1.2.1 规定。

8.2.1.2 真空漏增试验

在室温下将试样抽真空至残压 A 为 (67 ± 3) Pa，然后关闭试品与真空泵间的真空阀门，保持 5 h。

测量试品的压力值 B 。试验结束时，压力漏增值($B-A$)应不超过 133 Pa。

8.2.2 支柱绝缘子的电压试验

8.2.2.1 直流电压试验

应按照 GB/T 3048.14 规定的试验程序在终端上支柱绝缘子两端的法兰上施加 20 kV 直流电压，持续 1 min。绝缘子应不闪络或击穿。

8.2.2.2 冲击电压试验

应按照 GB/T 3048.13 规定的试验程序在终端上支柱绝缘子两端的法兰上施加 37.5 kV 冲击电压，正负极性各 10 次。绝缘子应不闪络或击穿。

如果试验系统的电缆还要求进行 GB/T 11017.1—2002 中 12.3.1 的 f) 项试验，终端支柱绝缘子的

GB/T 11017.3-2002

直流电压和冲击电压试验可以一并进行。

8.2.3 户外终端短时(1 min)工频电压试验(湿试)

经制造方和买方同意，户外终端应在淋雨状态下，施加工频电压 185 kV，历时 1 min。淋雨

条件按GB/T 16927.1 规定。终端应不击穿或闪络。

8.2.4 户外终端无线电干扰试验

买方要求时，户外终端应进行无线电干扰试验。试验步骤和方法应按 GB/T 11604 规定。

户外终端在 81kV(1.1×1.15U₀)工频试验电压下,产生的 1 MHz 干扰电压应不大于 450 μV。

8.2.5 导体压接和机械连接件的试验

经制造方和买方同意,导体压接和机械连接件应进行电气热循环试验和机械试验。试验要求和方法在考虑中。

8.3 附件产品的试验要求和试验方法: 附件产品的试验要求和试验方法如表 2 所示。

表 2 试验分类、要求及试验方法

序号	试验项目	试验类型	试验要求	试验方法
1	密封金具和套管装置的密封试验	R	8.1.2	8.1.2
2	预制橡胶绝缘件的局部放电试验	R	8.1.3	GB/T 8354, IEC60885-2
3	预制橡胶绝缘件的电压试验	R	8.1.4	GB/T 3048.8
4	环境温度下的局部放电试验	T	GB/T 11017.1—2002 中 12.4	
5	热循环电压试验	T	GB/T 11017.1—2002 中 12.5	IEC 60885-2
6	环境温度下和高温下的局部放电试验	T	GB/T 11017.1—2002 中 12.4	GB/T 11017.1-2002 中 12.5
7	冲击电压试验及随后的工频电压试验	T	GB/T 11017.1—2002 中 12.6	IEC 60885-2
8	埋地接头的外保护层试验	T	GB/T 11017.1—2002 附录 D	GB/T 3048.13, GB/T3048.8
9	附件组装后的密封试验	T	8.2.1	GB/T 11017.1-2002 附录 D
10	支柱绝缘子的电压试验	T	8.2.2	8.2.1
11*	户外终端短时(1 min)工频电压试验(湿试)	T	8.2.3	GB/T 3048.14, GB/T 3048.13
12*	户外终端无线电干扰试验	T	8.2.4	GB/T 3048.8
13*	导体压接和机械连接件的试验	T	8.2.5	GB/T 11604
				(考虑中)

*仅在要求时进行。

GB/T 11017.3-2002

9 验收规则

电缆附件产品应按表 2 规定进行例行试验和型式试验。

9.1 产品应由制造方的质量检验部门检验合格后方可出厂。每件出厂的附件产品应附有产品检验合格

证书。用户要求时，制造方应提供产品的工厂试验报告或/和型式试验报告。

9.2 产品应按表 2 规定的试验项目进行验收。

10 包装、运输和贮存

10.1 电缆附件产品的包装方式可根据产品特点而定，附件的零部件可分开包装。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、怕压部件或材料应有相应的防压、防撞击的包装措施

，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。

10.2 包装箱可采用木箱或纸箱。木箱应符合 GB/T 12464 要求。装箱时在箱内应装入装箱清单。包装

箱侧面应标明附件(部件)名称、规格。包装箱的两端面应标示：

a) 轻放；

b) 防雨；

c) 不得倒置。

10.3 运输和贮存

10.3.1 产品运输过程中不得将包装箱倒置及碰撞。

10.3.2 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。

GB/T 11017.3-2002

附录 A

(提示的附录)

橡胶料的性能

预制橡胶绝缘件的三元乙丙橡胶绝缘料与半导体料的性能如表 A1 所示。硅橡胶绝缘料与半导体料的性能如表 A2 所示：

表 A1 三元乙丙橡胶料的性能

序号	项目	单位	绝缘料	半导体料
1.0	老化前机械性能			
1.1	抗张强度	mPa	≥ 5.0	≥ 10.0
1.2	断裂伸长率	%	≥ 350	≥ 250
1.3	抗撕强度	N/mm	在考虑中	在考虑中
1.4	硬度	邵氏 A	≤ 70	≤ 75
1.5	压缩永久变形	%	在考虑中	在考虑中
2.0	空气箱老化后机械性能 老化条件: 135℃±3℃, 7d			
2.1	抗张强度变化率	%	$\leq \pm 30$	$\leq \pm 30$
2.2	伸长率的变化率	%	$\leq \pm 30$	$\leq \pm 30$
3.0	电气性能(室温下)			
3.1	体积电阻率(23℃)	$\Omega \cdot \text{cm}$	$\geq 1.0 \times 10^{15}$	$\leq 1.0 \times 10^3$
3.2	$\text{tg } \delta$	—	$\leq 5.0 \times 10^{-3}$	—
3.3	介电常数	—	2.5~3.5	—
3.4	短时工频击穿电场强度	kV/mm	≥ 25	—

表 A2 硅橡胶料的性能

序号	项目	单位	绝缘料	半导体料
1.0	老化前机械性能			
1.1	抗张强度	mPa	≥ 5.0	≥ 5.5
1.2	断裂伸长率	%	≥ 450	≥ 300
1.3	抗撕强度	N/mm	在考虑中	在考虑中
1.4	硬度	邵氏 A	≤ 30	≤ 55
1.5	压缩永久变形	%	在考虑中	在考虑中
2.0	空气箱老化后机械性能 老化条件: 135℃±3℃, 7d			
2.1	抗张强度变化率	%	$\leq \pm 30$	$\leq \pm 30$
2.2	伸长率的变化率	%	$\leq \pm 30$	$\leq \pm 30$
3.0	电气性能(室温下)			
3.1	体积电阻率(23℃)	$\Omega \cdot \text{cm}$	$\geq 1.0 \times 10^{15}$	$\leq 1.0 \times 10^3$
3.2	$\text{tg } \delta$	—	$\leq 5.0 \times 10^{-3}$	—
3.3	介电常数	—	2.8~3.5	—
3.4	短时工频击穿电场强度	kV/mm	≥ 23	—

环氧树脂固化体的性能

附件用环氧树脂固化体的性能如表 B1 所示。

表 B1 环氧树脂固化体的性能

序号	项目	单位	性能指标
1.0	电气性能(室温下)		
1.1	体积电阻率(23℃)	$\Omega \cdot \text{cm}$	$\geq 1.0 \times 10^{15}$
1.2	$\text{tg } \delta$	—	$\leq 5.0 \times 10^{-3}$
1.3	介电常数	—	3.5~4.5
1.4	短时工频击穿电场强度	kV/mm	≥ 20
2.0	电气性能(100℃时)		
2.1	体积电阻率	$\Omega \cdot \text{cm}$	$\geq 1.0 \times 10^{15}$
2.2	$\text{tg } \delta$	—	$\leq 5.0 \times 10^{-3}$
2.3	介电常数	—	3.5~4.5
3.0	热变形温度	℃	105~125

附录 C

(提示的附录)

附件安装导则

C1 范围

本安装导则适用于额定电压 110 kV 交联聚乙烯绝缘电力电缆附件安装的一般要求。附件的具体安装工艺和详细技术要求由制造方提供。

C2 一般要求

- C2.1 安装工作应由经过培训合格和掌握附件安装技术的有经验人员进行。
- C2.2 安装手册规定的安装程序,根据不同的环境可进行调整和改变,但应通知制造方以便提供参考意见。
- C2.3 施工现场应保持清洁、无尘。一般情况下其相对湿度不超过 75%方可进行电缆终端施工安装。
- C2.4 需要时,电缆应用加热方法预先进行校直。
- C2.5 电缆和附件的各组成部件,应采用挥发性好的专用清洗剂进行清洗。
- C2.6 O型圈在安装前应涂上密封硅胶或专用硅脂,与 O 型圈接触的表面,必须用清洗剂清洗干净,并确认这些接触面无任何损伤。
- C2.7 导体连接杆和导体连接管压接时,其所用模具尺寸应符合安装工艺规定。
- C2.8 在安装过程中,预制橡胶绝缘件和电缆绝缘表面,均应清洁干净。
- C2.9 当对电缆金属套进行钎焊时,连续钎焊时间应不超过 30 min,并可在钎焊过程中采取局部冷却措施,以免因钎焊时金属套温度过高而损伤电缆绝缘。焊接前焊接处表面应保持清洁,焊接后的表面应处理光滑。

