



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 31489.4—2020

---

## 额定电压 500 kV 及以下直流输电用 挤包绝缘电力电缆系统 第 4 部分：直流电缆附件

D.C. extruded cables systems for power transmission at a rated  
voltage up to and including 500 kV—Part 4: Accessories for D.C. cables

2020-12-14 发布

2021-07-01 实施

国家市场监督管理总局 发布  
国家标准化管理委员会

目 次

前言 ..... III

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语和定义、符号..... 2

4 使用特性 ..... 3

5 产品命名 ..... 4

6 技术要求 ..... 6

7 附件标志 ..... 8

8 附件试验 ..... 8

9 验收规则..... 11

10 包装、运输和贮存..... 11

附录 A（资料性附录） 硅油的性能 ..... 13

附录 B（规范性附录） 试验要求及方法 ..... 14

参考文献 ..... 16



## 前 言

GB/T 31489《额定电压 500 kV 及以下直流输电用挤包绝缘电力电缆系统》分为以下四个部分：

——第 1 部分：试验方法和要求；

——第 2 部分：直流陆地电缆；

——第 3 部分：直流海底电缆；

——第 4 部分：直流电缆附件。

本部分为 GB/T 31489 的第 4 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分由中国电器工业协会提出。

本部分由全国电线电缆标准化技术委员会(SAC/TC 213)归口。

本部分起草单位：上海国缆检测中心有限公司、上海电缆研究所有限公司、长缆电工科技股份有限公司、上海三原电缆附件有限公司、中天科技海缆有限公司、特变电工昭和(山东)电缆附件有限公司、宁波东方电缆股份有限公司、江苏亨通高压海缆有限公司、青岛汉缆股份有限公司、中国三峡新能源(集团)股份有限公司、中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司。

本部分主要起草人：张荣、李闯、徐晓峰、郭长春、徐操、马志金、陈猛猛、丰如男、潘文林、张杰、刘建平、徐伟、闫笑寒、顾霄、李星辰、肖敬成、施楠楠、孙建生、范玉军。

# 额定电压 500 kV 及以下直流输电用 挤包绝缘电力电缆系统 第 4 部分:直流电缆附件

## 1 范围

GB/T 31489 的本部分规定了额定电压 500 kV 及以下直流输电用交联聚乙烯绝缘电力电缆附件的使用特性、产品命名、技术要求、附件标志、附件试验、验收规则、包装、运输和贮存。

本部分适用于额定电压 500 kV 及以下直流输电用交联聚乙烯绝缘直流陆地电缆和直流海底电缆的终端和接头。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 311.1—2012 绝缘配合 第 1 部分:定义、原则和规则

GB/T 1527 铜及铜合金拉制管

GB/T 2900.10—2013 电工术语 电缆

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 3048.8 电线电缆电性能试验方法 第 8 部分:交流电压试验

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

GB/T 3048.13 电线电缆电性能试验方法 第 13 部分:冲击电压试验

GB/T 3048.14 电线电缆电性能试验方法 第 14 部分:直流电压试验

GB/T 4423 铜及铜合金拉制棒

GB/T 4909.3 裸电线试验方法 第 3 部分:拉力试验

GB/T 8287.1 标称电压高于 1 000 V 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 11017.1—2014 额定电压 110 kV( $U_m=126$  kV)交联聚乙烯绝缘电力电缆及其附件 第 1 部分:试验方法的要求

GB/T 12464 普通木箱

GB/T 16927.1 高电压试验技术 第 1 部分:一般定义及试验要求

GB/T 20878 不锈钢和耐热钢 牌号及化学成分

GB/T 21429 户外和户内电气设备用空心复合绝缘子定义、试验方法、接收准则和设计推荐

GB/T 23752 额定电压高于 1 000 V 的电器设备用承压和非承压空心瓷和玻璃绝缘子

GB/T 26218.1 污秽条件下使用的高压绝缘子的选择和尺寸确定 第 1 部分:定义、信息和一般原则

GB/T 31489.1—2015 额定电压 500 kV 及以下直流输电用挤包绝缘电力电缆系统 第 1 部分:试验方法的要求

GB/T 31489.2—2020 额定电压 500 kV 及以下直流输电用挤包绝缘电力电缆系统 第 2 部分：直流陆地电缆

GB/T 31489.3—2020 额定电压 500 kV 及以下直流输电用挤包绝缘电力电缆系统 第 3 部分：直流海底电缆

YD/T 814.3 光缆接头盒 第三部分：浅海光缆接头盒

YD/T 814.5 光缆接头盒 第 5 部分：深海光缆接头盒

IEC 60840:2020 额定电压 30 kV( $U_m=36$  kV)到 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[Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages above 30 kV( $U_m=36$  kV) up to 150 kV( $U_m=170$  kV)—Test methods and requirements]

IEC 62067:2011 额定电压 150 kV( $U_m=170$  kV)到 500 kV( $U_m=550$  kV)挤包绝缘电力电缆及其附件 试验方法和要求[Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages above 150 kV( $U_m=170$  kV) up to 500 kV( $U_m=550$  kV)—Test methods and requirements]

### 3 术语和定义、符号

#### 3.1 术语和定义

GB/T 2900.10—2013 和 GB/T 31489.1—2015 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。为了便于使用，以下重复列出了 GB/T 2900.10—2013 中的某些术语和定义。

##### 3.1.1

**户外终端 outdoor termination**

在受阳光直接照射或暴露在气候环境下或二者都存在情况下使用的电缆终端。

[GB/T 2900.10—2013, 定义 461-10-14]

##### 3.1.2

**瓷套管终端 termination with porcelain insulator**

采用瓷套管为外绝缘的(户外)电缆终端。

##### 3.1.3

**复合套管终端 termination with composite insulator**

以玻璃纤维增强环氧管为衬芯、外覆耐候、抗污秽弹性材料(如硅橡胶)制成的复合套管为外绝缘的(户外)电缆终端。



##### 3.1.4

**直通接头 straight-joint**

连接两根电缆形成连续电路的附件。

[GB/T 2900.10—2013, 定义 461-11-01]

##### 3.1.5

**绝缘接头 sectionalising joint**

将电缆的金属套、接地屏蔽层和绝缘屏蔽在电气上断开的接头。

[GB/T 2900.10—2013, 定义 461-11-05]

##### 3.1.6

**GIS 终端 GIS termination**

安装在气体绝缘金属封闭开关设备内部，以六氟化硫( $\text{SF}_6$ )气体为其外绝缘的气体绝缘部分的电缆终端。

#### 3.2 符号

下列符号适用于本文件。

$U_0$ : 电缆系统设计用的导体与屏蔽之间的额定直流电压。

$U_{P2.S}$ : 当操作冲击电压与实际直流电压极性相同时, 电缆系统可能经受的操作冲击电压最大绝对峰值的 1.15 倍。

$U_{P2.O}$ : 当操作冲击电压与实际直流电压极性相反时, 电缆系统可能经受的操作冲击电压最大绝对峰值的 1.15 倍。

$U_{P1}$ : 当雷电冲击电压与实际直流电压极性相反时, 电缆系统可能经受的雷电冲击电压最大绝对峰值的 1.15 倍。

## 4 使用特性

### 4.1 额定电压和工作温度

陆地电缆附件应符合 GB/T 31489.2—2020 中第 4 章的规定, 海底电缆附件应符合 GB/T 31489.3—2020 中第 4 章的规定。

### 4.2 环境条件(适用于户外终端)

#### 4.2.1 温度和海拔高度

##### 4.2.1.1 正常使用条件

正常使用条件如下:

- 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 m。

##### 4.2.1.2 试验电压值的温度修正

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乘以温度修正因数  $K_t$ , 见公式(1)。

$$K_t = 1 + 0.003\,3(T - 40) \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

$K_t$  ——温度修正因数;

$T$  ——环境空气温度, 单位为摄氏度(°C)。

##### 4.2.1.3 试验电压值的海拔修正

对于海拔高于 1 000 m, 但不超过 4 000 m 处的户外终端的外绝缘的绝缘强度应进行海拔修正, 修正方法见 GB/T 311.1—2012 中附录 B。

### 4.2.2 污秽环境

外绝缘污秽等级应符合或严于 GB/T 26218.1 的规定。

### 4.2.3 特殊环境条件

设计用于特殊环境条件, 例如地震、飓风、覆冰等非正常条件下运行的设备, 可能需要某些特定的试验, 参见 GB/T 21429、GB/T 23752 和 GB/T 4109, 本部分不做规定。

5 产品命名

5.1 代号

附件的相关代号及含义见表 1。

表 1 代号及含义

代 号	含 义	
DC-YJ	系列	直流交联聚乙烯绝缘
ZW	附件	瓷套管终端
ZWF		复合套管终端
ZG		GIS 终端
JT		直通接头
JJ		绝缘接头
JR		海底电缆工厂接头(软接头)
JX		海底电缆修理接头(现场接头)
JG		海底电缆与陆地电缆的过渡接头
Y		终端内绝缘
G	干式绝缘	
Q	六氟化硫(SF <sub>6</sub> )充气绝缘	
Z	接头内绝缘	组合预制绝缘件
I		整体预制绝缘件
1	接 头 保 护 盒 或 保 护 层	玻璃钢保护盒(含铜壳和防水浇注剂)
2		铜壳保护壳(含防水浇注剂)
3		不锈钢保护盒(含金属壳和防水浇注剂)
—	外绝缘污秽等级 <sup>a</sup>	
<sup>a</sup> 采用爬电比距作为外绝缘污秽等级代号,爬电比距为终端套管爬电距离与额定持续直流电压之比,单位为 mm/kV。		

5.2 型号

5.2.1 型号组成见图 1。



图 1 型号组成

5.2.2 常见的附件型号及名称见表 2。

表 2 附件型号和名称

型 号		名 称
主型号	含副型号	
DC-YJ-ZWY	DC-YJ-ZWYX	交联聚乙烯绝缘直流电缆含绝缘填充剂瓷套管终端(外绝缘爬电比距 X)
DC-YJ-ZWFY	DC-YJ-ZWFX	交联聚乙烯绝缘直流电缆含绝缘填充剂复合套管终端(外绝缘爬电比距 X)
DC-YJ-JTI	DC-YJ-JTI1	交联聚乙烯绝缘直流电缆整体预制橡胶绝缘件直通接头(玻璃钢保护盒)
	DC-YJ-JTI2	交联聚乙烯绝缘直流电缆整体预制橡胶绝缘件直通接头(铜壳保护盒)
	DC-YJ-JTI3	交联聚乙烯绝缘直流电缆整体预制橡胶绝缘件直通接头(不锈钢保护盒)
DC-YJ-JTZ	DC-YJ-JTZ1	交联聚乙烯绝缘直流电缆组合预制橡胶绝缘件直通接头(玻璃钢保护盒)
	DC-YJ-JTZ2	交联聚乙烯绝缘直流电缆组合预制橡胶绝缘件直通接头(铜壳保护盒)
	DC-YJ-JTZ3	交联聚乙烯绝缘直流电缆组合预制橡胶绝缘件直通接头(不锈钢保护盒)
DC-YJ-JJI	DC-YJ-JJI1	交联聚乙烯绝缘直流电缆整体预制橡胶绝缘件绝缘接头(玻璃钢保护盒)
	DC-YJ-JJI2	交联聚乙烯绝缘直流电缆整体预制橡胶绝缘件绝缘接头(铜壳保护盒)
	DC-YJ-JJI3	交联聚乙烯绝缘直流电缆整体预制橡胶绝缘件绝缘接头(不锈钢保护盒)
DC-YJ-JJZ	DC-YJ-JJZ1	交联聚乙烯绝缘直流电缆组合预制橡胶绝缘件绝缘接头(玻璃钢保护盒)
	DC-YJ-JJZ2	交联聚乙烯绝缘直流电缆组合预制橡胶绝缘件绝缘接头(铜壳保护盒)
	DC-YJ-JJZ3	交联聚乙烯绝缘直流电缆组合预制橡胶绝缘件绝缘接头(不锈钢保护盒)
DC-YJ-JXI1	—	交联聚乙烯绝缘直流海底电缆整体预制橡胶绝缘件修理接头(玻璃钢保护盒)
DC-YJ-JXI3	—	交联聚乙烯绝缘直流海底电缆整体预制橡胶绝缘件修理接头(不锈钢保护盒)
DC-YJ-JR	—	海底电缆工厂接头

5.3 规格

附件规格由额定电压、适用电缆的相数及导体标称截面积表示。  
附件规格应与所配套的电缆导体截面积相适配。

5.4 产品表示方法

产品用型号、规格及本部分标准编号表示。

示例 1：额定电压 320 kV、导体标称截面积 1 800 mm<sup>2</sup>、交联聚乙烯绝缘海底电缆用液体填充绝缘瓷套管终端,外绝



缘爬电比距为 60 mm/kV,表示为:

DC-YJ-ZWY60 320 kV 1×1 800 GB/T 31489.4—2020

示例 2: 额定电压 500 kV、导体标称截面积 1 200 mm<sup>2</sup>、交联聚乙烯绝缘海底电缆整体预制绝缘件修理接头,不锈钢保护盒(含金属壳和防水浇注剂),表示为:

DC-YJ-JXI3 500 kV 1×1 200 GB/T 31489.4—2020

## 6 技术要求

### 6.1 导体连接金具

导体连接杆应采用符合 GB/T 4423 规定的铜材制造,并经退火处理。

导体连接管应采用符合 GB/T 1527 的铜材制造。压接型导体连接管的铜含量应不低于 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,尺寸参见 IEC/TR 62271-301 或用户要求。

注: 铝制连接金具在考虑中。

导体连接杆和导体连接管表面应光滑、洁净,不应有损伤、毛刺和凹凸斑痕及其他影响电气接触和机械强度的缺陷。铸造成型的接线端子其接触面及连接孔不应有气孔、砂眼和夹渣等缺陷。

导体连接杆和导体连接管的规格应不小于电缆导体截面积。导体连接杆和导体连接管的机械强度应满足安装和运行条件的要求。

要求时,导体连接杆和导体连接管可进行 8.2.4.7 规定的试验,以证明其性能满足要求。

### 6.2 结构金具

附件的结构金具包括金属壳体、法兰、套管、包围支架等,宜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,能够在设计寿命内提供规定压力。

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

### 6.3 密封圈

附件用密封圈应与周围绝缘介质相容,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

橡胶应力锥及预制橡胶绝缘件用的绝缘料与半导体料的性能应满足使用要求。

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。绝缘与半导体屏蔽的界面应结合良好,无裂纹和剥离现象,半导体屏蔽内应无有害杂质。

预制橡胶绝缘件的尺寸规格应与电缆主绝缘的外径相适配。

预制橡胶绝缘件用的绝缘料和电缆主绝缘料的电导率特性应匹配。

### 6.5 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应结合良好,无裂纹、变形等异常现象。

适用时,用于绝缘接头金属套分断的绝缘件应能耐受 IEC 60840:2020 中附录 H 或 IEC 62067:2011 中附录 G 中的直流电压试验和雷电冲击电压试验。

### 6.6 瓷套管和复合套管

应按终端外绝缘爬电比距选用瓷套管和复合套管,外绝缘爬电比距应满足用户的要求。瓷套管应

符合 GB/T 23752 的要求。复合套管应符合 GB/T 21429 的要求。

## 6.7 支柱绝缘子

支柱绝缘子应符合 GB/T 8287.1 的要求。

## 6.8 液体绝缘填充剂

液体绝缘填充剂应与其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经真空脱气的硅油作为液体绝缘填充剂,硅油性能参见附录 A。

若应力锥采用硅橡胶材料,则应采用合适的液体绝缘填充剂。

## 6.9 防水浇注剂

浇注剂应具有良好的防水密封性能,并应对周围材料无有害作用。浇注剂应对环境无污染。

对需要承受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 工厂接头

海底电缆的工厂接头应为模塑型(包括挤塑模塑和包带模塑)。

工厂接头应符合下列要求:

- a) 工厂接头的抗拉强度应满足 GB/T 31489.1—2015 中 9.2.6 的要求;
- b) 工厂接头绝缘应采用与电缆本体相同的交联聚乙烯材料;
- c) 工厂接头恢复后,额定电压 400 kV 及以上接头的铅套外径应不超过电缆铅套外径的 10%,额定电压 400 kV 以下接头的铅套外径应不超过电缆铅套外径的 16%;
- d) 工厂接头应符合第 8 章的规定;
- e) 工厂接头恢复处绝缘的微孔杂质应符合 GB/T 31489.1—2015 中 6.3.4 的规定。

## 6.11 修理接头

### 6.11.1 概述

修理接头主要分为软接头型修理接头和刚性修理接头两类。内部设计应满足电气功能设计原则,外部设计应满足机械功能设计原则。根据需要,修理接头亦可作为电缆装置的现场接头。

### 6.11.2 软接头型修理接头

软接头型修理接头的内部设计类似于工厂接头,外径近似于电缆外径。应保证接头处的金属铠装恢复柔性连接并具有足够强度,以避免金属铠装线松弛而使海底电缆敷设时缆芯受到过度张力。

### 6.11.3 刚性修理接头

刚性修理接头的内部设计通常采用预模制或预装配结构,也可采用类似于工厂接头。外部设计应具有良好的机械性能和防海水腐蚀性能,可耐受敷设和运行时所受的机械弯曲、机械张力和扭转的要求,金属保护盒宜采用不锈钢材料制成,不锈钢材料应符合 GB/T 20878 中的 022Cr17Ni12Mo2 的规定。

修理接头应具有完善的防水密封构件并且做好防水浇注剂灌封工艺措施。

光纤复合海底电缆修理接头的整体水密封构件中应包含有用于光纤单元的接线盒,同时做好防水浇注剂灌封处理。光纤单元接线盒应符合 YD/T 814.3 和 YD/T 814.5 的规定。

6.12 海底电缆与陆地电缆的过渡接头

过渡接头为连接两根均为挤包绝缘但有设计差异(如导体的截面、结构或材质不同)的海底电缆与陆地电缆间的接头。

过渡接头内部设计通常是主绝缘为预制绝缘件,外部设计类同刚性修理接头。

如果过渡接头连接的海底电缆敷设于平坦的海底,且过渡接头靠岸,则铠装可在此终止。如果海底电缆置于很陡的斜坡,应将海底电缆铠装锚固固定。

6.13 附件产品

附件产品及其主要部件应符合第 8 章的规定。

电缆附件的叠加冲击电压试验峰值见表 3。

表 3 电缆附件叠加冲击电压试验峰值

额定电压 $U_0$	$U_{P2,S}$	$U_{P2,O}$	$U_{P1}$ (若适用)
$<320\text{ kV}$	$2.5U_0$	$1.2U_0$	$2.1U_0$
$\geq 320\text{ kV}$	$2.1U_0$	$1.2U_0$	$2.1U_0$

如工程有特殊需求,供需双方协商一致时,相应参数可选用高于表 3 中的值。

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,标志应包括如下内容:

- a) 制造方名称;
- b) 型号和规格;
- c) 额定电压,kV;
- d) 生产日期;
- e) 本部分标准编号。

注:工厂接头除外。

7.2 零部件标志

接头保护盒、预制橡胶绝缘件等部件应采用合适的方式标明制造方名称、型号和规格。

8 附件试验

8.1 试验类别及代号

试验类别及代号见表 4。

表 4 试验类别及代号

试验类别	代 号
开发试验	D

表 4（续）

试验类别	代 号
例行试验	R
抽样试验	S
型式试验	T
预鉴定试验	PQ

8.2 试验项目

8.2.1 开发试验

开发试验的项目由制造方自行决定，试验可包括但并不限于以下项目：

- a) 附件中关键绝缘材料的电导率特性；
- b) 附件中关键绝缘材料的直流击穿水平；
- c) 附件中关键绝缘材料以及界面的空间电荷特性；
- d) 典型安装和负荷条件下附件的电场分布。

8.2.2 例行试验

8.2.2.1 附件部件的例行试验

预制橡胶绝缘件以及环氧件（若有）的例行试验应按 GB/T 31489.1—2015 中 8.2.1 的规定进行。应包括以下项目：

- a) 直流电压试验；
- b) 交流电压试验（若适用）；
- c) 交流局部放电试验（若适用）。

注：适合时，试验顺序宜为交流局部放电试验、交流电压试验、直流电压试验。

预制橡胶绝缘件试验要求及方法见附录 B 中表 B.1。

8.2.2.2 工厂接头的例行试验



工厂接头的例行试验应按 GB/T 31489.1—2015 中 8.2.2 的规定进行。应包括以下项目：

- a) 直流电压试验；
- b) 交流电压试验（若适用）；
- c) 交流局部放电试验（若适用）；
- d) X 射线检测。

注：适合时，试验顺序宜为交流局部放电试验、交流电压试验、直流电压试验、X 射线检测。

试验要求及方法见表 B.1。

8.2.2.3 修理接头的例行试验

对于预制型海底电缆修理接头，应按 8.2.2.1 进行例行试验；对于模塑型海底电缆修理接头，不能进行例行试验，应按 8.2.3 进行抽样试验以控制修理接头的质量水平。

### 8.2.3 抽样试验

海底电缆工厂接头的抽样试验应按 GB/T 31489.1—2015 中 9.2 的规定进行,试验要求及方法见表 B.1。

修理接头和终端的抽样试验应按 GB/T 31489.1—2015 中 9.3 的规定进行。

现场模塑接头的抽样试验应按 GB/T 31489.1—2015 中 9.4 的规定进行。

### 8.2.4 型式试验

#### 8.2.4.1 概述

附件应作为电缆系统的一部分进行型式试验。试验要求及方法见表 B.2。

工厂接头连同海底电缆试样应经受 GB/T 31489.1—2015 中 6.4.3.2 规定的卷绕试验和张力弯曲试验,随后按 GB/T 31489.1—2015 中 6.4.4~6.4.6 的规定进行电气型式试验。

其他类型的接头和终端应按 GB/T 31489.1—2015 中 6.4.4~6.4.6 的规定进行电气型式试验。

附件的型式试验及要求应符合 GB/T 31489.1—2015 中第 6 章规定,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 8.2.4.2);
- b) 工厂接头的导体接头拉伸试验(见 8.2.4.3);
- c) 工厂接头绝缘微孔、杂质及半导体屏蔽层与绝缘层界面微孔、突起试验(见 8.2.4.4);
- d) 户外终端淋雨直流电压试验(若适用,见 8.2.4.5);
- e) 接头的外保护层试验(若适用,见 8.2.4.6);
- f) 导体压接和机械连接件的热机械性能试验,要求时(见 8.2.4.7)。

#### 8.2.4.2 附件组装后的密封试验

##### 8.2.4.2.1 试样安装

终端试样应按实际使用的安装要求进行组装,组装试样内可不含绝缘件。

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。

根据适用情况可任选 8.2.4.2.2 或 8.2.4.2.3 规定的一种方法进行试验。

套管承受外压力的附件应采用 8.2.4.2.3 规定的方法进行试验。

##### 8.2.4.2.2 压力泄漏试验

可采用以下方法之一进行试验:

——方法一:在环境温度下对试品施加表压为 $(250 \pm 10)$  kPa 的气压,保持 1 h。承受气压的试品应有防爆安全措施。任选浸水检验或密封面上涂肥皂液检验,观察是否有气体逸出。

——方法二: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。

##### 8.2.4.2.3 真空泄漏试验

在环境温度下将试样抽真空至残压  $A$  为 10 kPa 的气压,然后关闭试品与真空泵间的真空阀门,保持 1 h;之后,测量试品的压力值  $B$ ,计算真空压力漏增值 $(B-A)$ 。试验结束时,真空压力漏增值 $(B-A)$ 应不超过 10 kPa。

#### 8.2.4.3 工厂接头的导体接头拉伸试验

工厂接头的导体接头拉伸试验应按 GB/T 4909.3 的规定进行,试验结果应符合 GB/T 31489.1—2015 中 9.2.6 的要求。

#### 8.2.4.4 工厂接头绝缘微孔、杂质及半导体屏蔽层与绝缘层界面微孔和突起试验

工厂接头应按 GB/T 11017.1—2014 中附录 H 的规定进行接头绝缘微孔、杂质及半导体屏蔽层与绝缘层界面微孔、突起试验,试验结果应符合 GB/T 31489.1—2015 中 6.3.4 的要求。

#### 8.2.4.5 户外终端淋雨直流电压试验

当用户要求时,应进行户外终端淋雨直流电压试验。户外终端应在淋雨状态下,施加直流电压  $1.85U_0$ ,历时 1 min,淋雨条件符合 GB/T 16927.1 的规定,试样不应击穿或闪络。

#### 8.2.4.6 接头的外保护层试验

接头的外保护层试验应按 GB/T 31489.1—2015 中 6.3.10 的规定进行。

#### 8.2.4.7 导体压接和机械连接件的推荐试验

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。试验方法和要求在考虑中。

#### 8.2.5 附件和电缆组成系统的型式试验

包含附件的电缆系统的型式试验应按 GB/T 31489.1—2015 中第 6 章的规定进行。

#### 8.2.6 附件和电缆组成系统的预鉴定试验

附件应与相应的电缆组成系统,预鉴定试验项目应按 GB/T 31489.1—2015 中第 7 章的规定进行。试验要求和方法见表 B.2。

### 9 验收规则

制造方应按第 8 章规定的试验方法进行开发试验、例行试验、抽样试验、型式试验和(或)预鉴定试验。抽样试验的频度和要求应按 GB/T 31489.1—2015 中 9.2、9.3 和 9.4 的规定。对于相同附件结构,若对 4.1 中额定电压进行了调整,则所有电气试验应以调整后较高电压作为依据进行相应的测试,所取得的测试报告对调整前较低的额定电压也是有效的。对于 100 kV 以下电压等级的附件,在供需双方同意的情况下,也可参照本部分进行相应的测试。

型式试验和预鉴定试验应由独立的检测机构或制造方按第 8 章的要求进行测试并符合要求。

产品应由制造方的质量检验部门检验通过后方能出厂,买方要求时,制造方应提供产品的相关试验报告。

产品的工厂验收应按 8.2.2 和 8.2.3 规定的试验项目进行并应符合试验要求。

### 10 包装、运输和贮存

#### 10.1 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 要求。装箱时箱内应装入装箱清单。零部件可分开包装。包装箱侧面应注部件名称和规格。两端面应注明“轻放”“防雨”和“不得倒置”等字样。

## 10.2 运输和贮存

产品运输过程中应避免包装箱倒置及碰撞。

产品应贮存在清洁干燥和阴凉处,不应在户外或阳光下存放。



附 录 A  
(资料性附录)  
硅油的性能

硅油的性能参见表 A.1。

表 A.1 硅油的主要性能

项目名称	单 位	性能指标
外观	—	无色透明,无杂质
击穿电压(球形电极,电极间距 2.5 mm)	kV	$\geq 35$
体积电阻率(25 ℃)	$\Omega \cdot \text{m}$	$\geq 8.0 \times 10^{12}$
介质损耗(25 ℃)	—	$\leq 0.001$





**附 录 B**  
(规范性附录)  
**试验要求及方法**

**B.1 例行试验和抽样试验**

例行试验和抽样试验的要求及方法见表 B.1。

**表 B.1 例行试验和抽样试验的要求及方法**

试验项目		试验类型	试验要求	试验方法
			GB/T 31489.1—2015 章条号	
预制橡胶绝缘件	直流电压试验	R	8.2.1	GB/T 3048.14
	交流电压试验(若适用)	R	8.2.1	GB/T 3048.8
	交流局部放电试验(若适用)	R	8.2.1	GB/T 3048.12
工厂接头	直流电压试验	R	8.2.2	GB/T 3048.14
	交流电压试验(若适用)	R	8.2.2	GB/T 3048.8
	交流局部放电试验(若适用)	R	8.2.2	GB/T 3048.12
	X 射线检测	R	8.2.2	X 射线
	工厂接头的局部放电试验	S	9.2.3	GB/T 3048.12
	工厂接头的交流电压试验	S	9.2.3	GB/T 3048.8
	工厂接头的冲击电压试验	S	9.2.4	GB/T 31489.1—2015 中 6.4.5、GB/T 3048.13
	工厂接头的绝缘热延伸试验	S	9.2.5	GB/T 2951.21—2008
	工厂接头的拉伸试验	S	9.2.6	GB/T 4909.3
注 1: 适合时,试验顺序宜为交流局部放电试验、交流电压试验、直流电压试验。 注 2: 当采用现场模塑接头时,若需进行抽样试验可参照 GB/T 31489.1—2015 中 9.4 进行。 注 3: 在供需双方协商一致的情况下,可免除抽样试验。				

**B.2 型式试验和预鉴定试验**

型式试验和预鉴定试验的要求及方法见表 B.2。

**表 B.2 型式试验和预鉴定试验的要求及方法**

试验项目	试验类型	试验要求		试验方法
		本标准章条号	GB/T 31489.1—2015 章条号	
工厂接头机械预处理试验	T	8.2.4、8.2.5	6.4.3.2	GB/T 31489.1—2015 中 6.4.3.2

表 B.2 (续)

试验项目	试验类型	试验要求		试验方法
		本标准章条号	GB/T 31489.1—2015章条号	
负荷循环试验	T	8.2.4、8.2.5	6.4.4	GB/T 31489.1—2015 中 6.4.4
叠加操作冲击电压试验	T	8.2.4、8.2.5	6.4.5.2、6.4.5.3	GB/T 31489.1—2015 中 6.4.5
叠加雷电冲击电压试验(若适用)	T	8.2.4、8.2.5	6.4.5.4	GB/T 31489.1—2015 中 6.4.5、GB/T 3048.13
直流电压试验	T	8.2.4、8.2.5	6.4.5.5	GB/T 3048.14
检查	T	8.2.4、8.2.5	6.4.6	GB/T 31489.1—2015 中 6.4.6
附件组装后的密封试验	T	8.2.4.2	—	8.2.4.2
工厂接头的导体接头拉伸试验	T	8.2.4.3	—	GB/T 4909.3
工厂接头绝缘微孔、杂质及半导体屏蔽层与绝缘层截面微孔和突起试验	T	8.2.4.4	6.3.4	GB/T 11017.1—2014 中附录 H
户外终端淋雨直流电压试验 <sup>a</sup>	T	8.2.4.5	—	GB/T 16927.1
接头的外保护层试验(若适用)	T	8.2.4.6	—	IEC 60840:2020 中附录 H、IEC 62067:2011 中附录 G
长期电压试验	PQ	8.2.6	7.4	GB/T 3048.14
叠加冲击电压试验	PQ	8.2.6	7.5	GB/T 31489.1—2015 中 6.4.5、GB/T 3048.13
检查	PQ	8.2.6	7.6	目测
<sup>a</sup> 仅要求时进行。				



参 考 文 献

- [1] GB/T 4109 交流电压高于 1 000 V 的绝缘套管
  - [2] IEC/TR 62271-301 High-voltage switchgear and controlgear—Part 301: Dimensional standardisation of high-voltage terminals
- 

