

ICS 29.240.20

CCS K 47

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 1190—2023

代替 DL/T 1190—2012

绝缘穿刺线夹

Insulation piercing connectors

2023-10-11 发布

2024-04-11 实施

国家能源局 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 分类及命名 2

5 技术要求 2

6 试验方法 3

7 判定准则 17

8 标志、包装、运输和贮存 20

附录 A（规范性） 安装要求 21

附录 B（规范性） 电阻计算 22



前 言

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。

本文件代替 DL/T 1190—2012《额定电压 10 kV 及以下绝缘穿刺线夹》，与 DL/T 1190—2012 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 更改了范围中绝缘穿刺线夹的适用电压范围（见第 1 章，2012 年版的第 1 章）；
- b) 更改了绝缘穿刺线夹的材料与工艺（见 5.2，2012 年版的 4.1）；
- c) 更改了电缆匹配性连接要求（见 5.2.9，2012 年版的 5.5）；
- d) 更改了交流耐压强度对照表（见表 1，2012 年版的表 1）；
- e) 更改了试验条件（见 6.6.1.1，2012 年版的 5.1）；
- f) 更改了对试验装置的要求（见第 6 章，2012 年版的 5.6）；
- g) 更改了试验用电缆样品的有效长度（见 6.5.4.2.1，2012 年版的 5.2）；
- h) 更改了电缆运行拉断力试验、握力试验、电阻试验、工频交流耐压试验、耐电痕试验试件数量（见表 2，2012 年版的表 2）；
- i) 增加了绝缘穿刺线夹、分支电缆、温升的术语和定义（见 3.1、3.2、3.4）；
- j) 增加了分类及命名（见第 4 章）；
- k) 增加了外观要求中标识内容（见 5.1.1）；
- l) 增加了氙灯老化性能要求（见 5.5）；
- m) 增加了部分试验回路布置示意图（见第 6 章）；
- n) 增加了预制测温孔的要求（见 6.6.2.4、6.6.3.4）；
- o) 增加了运输和贮存要求（见 8.3）；
- p) 删除了组装检查、元件热镀锌层均匀性试验（见 2012 年版的 5.6.3、5.6.17），增加了扭矩检查、涂层厚度测量（见 6.3、6.4）。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国电力企业联合会提出。

本文件由全国架空线路标准化技术委员会（SAC/TC 202）归口。

本文件起草单位：浙江华电器材检测研究院有限公司、左易电力设备有限公司、江苏嘉盟电力设备有限公司、中国电力科学研究院有限公司、浙江华云清洁能源有限公司、国网江苏省电力有限公司滨海县供电分公司、浙江省承装修试电力设施企业协会、湖州智博电力建设有限公司。

本文件主要起草人：王嘉晶、周宙龙、施小锋、马恒、钱苗、周鑫卯、薛迪龙、曾少华、叶成、章益、李周选、连云飞、许江铃、余虹云、曹康栖、李也白、章建森、李瑞。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

——2012 年首次发布为 DL/T 1190—2012；

——本次为第一次修订。

本文件在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力联合会标准化管理中心（北京市白广路二条一号，100761）。

绝缘穿刺线夹

1 范围

本文件规定了绝缘穿刺线夹的分类及命名、技术要求、试验方法、判定准则、标志、包装、运输和贮存等要求。

本文件适用于额定电压 20 kV 及以下架空线路、桥涵、隧道、矿道、电缆管井绝缘电缆的绝缘穿刺类线夹。

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 2314 电力金具通用技术条件

GB/T 2317.1 电力金具试验方法 第1部分：机械试验

GB/T 2317.3 电力金具试验方法 第3部分：热循环试验

GB/T 2317.4 电力金具试验方法 第4部分：验收规则

GB/T 12527 额定电压 1 kV 及以下架空绝缘电缆

GB/T 14049 额定电压 10 kV 架空绝缘电缆

GB/T 16921 金属覆盖层 覆盖层厚度测量 X 射线光谱法

GB/T 16927.1 高电压试验技术 第1部分：一般定义及试验要求

DL/T 683 电力金具产品型号命名方法

DL/T 765.1 架空配电线路金具 第1部分：通用技术条件

DL/T 765.3 架空配电线路金具 第3部分：额定电压 35 kV 及以下架空绝缘导线金具

DL/T 768.7 电力金具制造质量 钢铁件热镀锌层

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

绝缘穿刺线夹 **insulation piercing connector; IPC**

一种带有穿刺刀片、螺栓（或螺母）、绝缘壳体的自密封结构的线夹；穿刺刀片能刺穿绝缘电缆的绝缘层；一般用于绝缘电缆的分支连接、跳线连接、接地连接等。

3.2

分支电缆 **branch cable**

用绝缘穿刺线夹连接到主电缆上去的电缆。

3.3

电缆运行拉断力 **operating cable tensile breaking force**

安装绝缘穿刺线夹（3.1）后电缆的拉断力。

3.4

温升 **temperature rise**

某一点的温度与基准温度之差。

3.5

电缆温度 **cable temperature**

电缆导体表面的温度。

4 分类及命名

4.1 分类

绝缘穿刺线夹按电压分类，可以分成 1 kV、10 kV 和 20 kV 绝缘穿刺线夹。

4.2 型号命名方法

绝缘穿刺线夹的型号命名方法按 DL/T 683 的规定执行。

5 技术要求

5.1 外观及尺寸要求

5.1.1 绝缘穿刺线夹的外表面应无影响使用的缺陷，且应具有相关标识，标识应明显、清晰，其主要内容应包括：制造方商标、规格型号、适用的主电缆及分支电缆截面范围、扭矩设计值。

5.1.2 绝缘穿刺线夹的尺寸应符合图样尺寸和 GB/T 2314 的要求。

5.2 材料与工艺要求

5.2.1 绝缘穿刺线夹中的紧固件若采用黑色金属，应采用防腐措施。

5.2.2 绝缘穿刺线夹中的齿片应具有良好的导电性，穿刺刀片的含铜量宜在 99.5% 以上，且表面镀银，镀层厚度不应小于 3 μm ，且硬度应确保能够穿透电缆绝缘层，也可采用不降低技术要求的其他材料或表面处理工艺方法。

5.2.3 线夹内的绝缘硅脂应有良好的绝缘和密封性能，并在 150 $^{\circ}\text{C}$ 高温下保持 1 h 不熔化，在 -30 $^{\circ}\text{C}$ 低温中保持 1 h 不龟裂。

5.2.4 绝缘穿刺线夹的连接部件应有锁紧装置，应保证在运行中不致松脱。

5.2.5 绝缘穿刺线夹应结构完整，安装方便、简单。

5.2.6 绝缘穿刺线夹应使用剪切型螺栓（或螺母）紧固，其剪切扭矩与设计值的偏差在 $\pm 10\%$ 内；其剪切扭矩由制造方提供，有特殊需求时可由供需双方协商确定。

5.2.7 紧固件应采用热浸锌工艺，锌层的质量及厚度应符合 DL/T 768.7 的要求；也可采用供需双方同意的其他方法获得等效的防腐能力，不应采用电镀法镀锌。

5.2.8 绝缘穿刺线夹应能在 (-10~40) $^{\circ}\text{C}$ 的自然环境中安装，且能在 (-30~50) $^{\circ}\text{C}$ 的自然环境中运行。

5.2.9 当绝缘穿刺线夹适应多组、不同规格的主、支线时，最大截面主电缆与最大截面分支电缆、最大截面主电缆与最小截面分支电缆应相互匹配。

5.3 机械性能要求

5.3.1 绝缘穿刺线夹的绝缘外壳应具有足够的阻燃性能，续燃时间不应大于 5 s。

5.3.2 绝缘穿刺线夹的绝缘外壳应有足够的机械强度，冲击后的线夹壳体目视应无裂纹。

5.3.3 安装在 -20 $^{\circ}\text{C}$ 及以下低温地区的绝缘穿刺线夹，应满足低温性能要求，壳体经低温冲击后，目视应无裂纹。

5.3.4 绝缘穿刺线夹的绝缘外壳应有足够的耐热性能，应符合 DL/T 765.3 的要求。

5.3.5 电缆运行拉断力不应小于线夹所夹持主电缆额定拉断力的 95%。

5.3.6 绝缘穿刺线夹的握力不应小于所夹持分支电缆额定拉断力的 10%。

5.4 电气性能要求

5.4.1 绝缘穿刺线夹在电缆接续处两端点之间的直流电阻不应大于等长分支电缆电阻值的 1.5 倍，且线夹间电阻的最大偏差的绝对值不应超过平均值的 30%。

5.4.2 绝缘穿刺线夹温升试验前后的电阻均应符合 5.4.1 的要求，且线夹的温升不应高于分支电缆的温升。

5.4.3 热循环试验结果应符合 GB/T 2317.3 的要求；同时，在热循环试验过程中或者结束后，绝缘穿刺线夹内的绝缘脂不应出现熔化、滴落现象。

5.4.4 绝缘穿刺线夹的交流耐压强度应符合 GB/T 12527、GB/T 14049 中对被接续电缆的交流耐压强度要求，或参照表 1 的要求，且试验过程中绝缘穿刺线夹应未击穿或闪络。

表 1 交流耐压强度对照表

单位：kV

电缆的额定电压等级 U	绝缘穿刺线夹的交流耐压强度
≤ 1	3.5
6~20	$1.8 U$

5.4.5 安装在地下管廊等的绝缘穿刺线夹，应满足浸水性能要求，绝缘穿刺线夹浸水时应具有 5.4.4 规定的耐电压能力。

5.4.6 绝缘穿刺线夹应具备耐电痕性能。试验中，表面不应燃烧，电极间不应形成连续电弧，泄漏电流不应大于 0.5 A，绝缘穿刺线夹不应被击穿。

5.4.7 绝缘穿刺接地线夹电缆与接地环之间应导通。

5.5 老化性能要求

绝缘穿刺线夹经氙灯老化性能试验后，绝缘外壳应无肉眼可视的龟裂，再接续对应电缆后应符合 5.4.4 的要求。

6 试验方法

6.1 外观检查

按照 GB/T 2314 和 DL/T 765.1 的规定。

6.2 尺寸检查

6.2.1 试验装置

测量长度不宜选用精度低于 0.02 mm 的量具。

6.2.2 试验步骤

用量具测量各部件的尺寸，并按图样检查允许的偏差范围。

6.3 扭矩检查

6.3.1 试验装置

测量扭矩宜选用数显扭矩扳手，其精度不应低于 4%，分度值不应大于 0.1 N·m。

6.3.2 试验布置

取绝缘穿刺壳体上明示的最大截面主电缆 2 段、最大截面分支电缆 1 段、最小截面分支电缆 1 段。按照制造方提供的产品说明书，通过绝缘穿刺线夹按最大截面主电缆与最大截面分支电缆组合、最大截面主电缆与最小截面分支电缆组合分别制备试样。

6.3.3 试验步骤

扭矩的施加：宜先徒手拧紧，再用扭矩扳手紧固，推荐的拧紧速度为 4 s/圈；两颗及以上的剪切型螺栓（或螺母）应交替拧紧；或依据委托方提出的速度进行，但拧紧 1 圈的时间不宜少于 4 s。

6.4 涂层厚度测量

6.4.1 锌层厚度测量试验设备、试验步骤及要求应符合 DL/T 768.7 的规定。

6.4.2 镀银层厚度测量应符合 GB/T 16921 的规定。

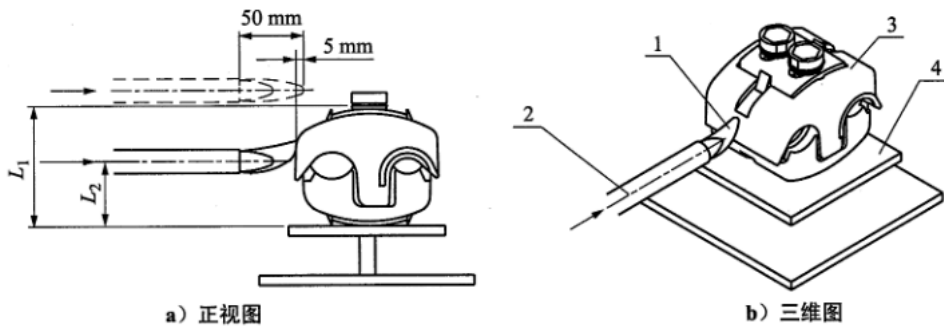
6.4.3 其他防腐形式按照供需双方协商一致。

6.5 机械试验

6.5.1 阻燃性能试验

6.5.1.1 试验装置

测试装置由以下部分组成，如图 1 所示。



说明：

L_1 ——绝缘穿刺线夹的壳体高度；

L_2 ——火焰喷射头轴线与绝缘穿刺线夹壳体下边缘的距离等于 $(2/3)L_1$ ；

1 ——火焰喷射头；

2 ——火焰；

3 ——绝缘穿刺线夹；

4 ——支架。

图 1 阻燃性能试验布置示意图

- a) 支架：能够牢固地夹持绝缘穿刺线夹的壳体并能保证在试验中位置稳定，可移动以调整绝缘穿刺线夹与火焰喷射头的距离。
- b) 定时计时装置：示值精确度为 $\pm 1\%$ ，用于确定火焰施加于壳体的时间和记录续燃时间。
- c) 火焰喷射头：水平放置的燃料喷管，内径为 10 mm。

- d) 燃料供给装置：一个带有压力调节阀、气量调节阀和储气罐的装置。该装置可保证火焰喷射头稳定喷射出 50 mm 的蓝火焰。
- e) 燃料：工业级甲烷气。
- f) 箱体：一个足够大的箱体，用以保证测试不受气流的影响。

6.5.1.2 试验步骤

将绝缘穿刺线夹夹持在支架上，调节火焰喷射头的轴线在线夹壳体高度的 $\frac{2}{3}$ 处，调节支架的位置，使绝缘穿刺线夹测试区域同火焰喷射的端面距离 45 mm。打开气量调节阀，调整火焰长度为 50 mm，保证火焰至少有 15 mm 的蓝色火焰，火焰作用在绝缘穿刺线夹上 10 s 后切断气源，记录续燃时间。

6.5.2 冲击试验

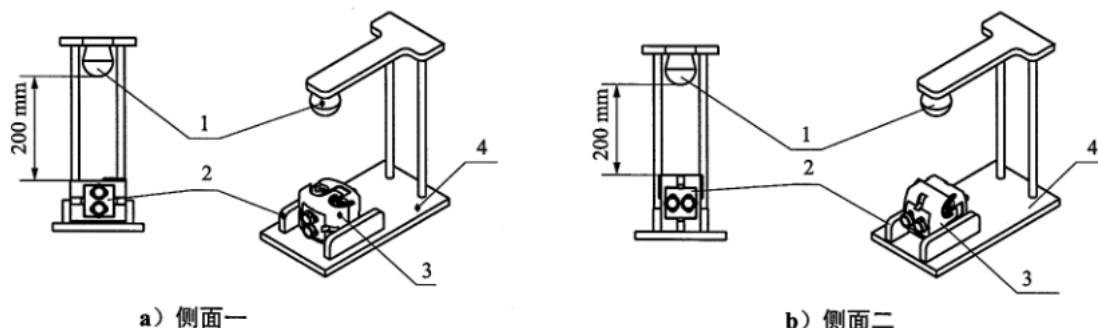
6.5.2.1 常温冲击试验

6.5.2.1.1 试验装置

试验装置包括一个 1000 g 的钢球和一个冲击试验机。钢球下端为圆弧形，圆弧半径为 (20~40) mm。绝缘穿刺线夹固定在试验机的基础上，且其冲击点与钢球的中心连线保持竖直。钢球的下落距离为 200 mm。

6.5.2.1.2 试验布置

冲击试验布置见图 2。



标引序号说明：

- 1 —— 钢球；
- 2 —— 绝缘穿刺线夹；
- 3 —— 固定装置；
- 4 —— 刚性底座。

图 2 冲击试验布置示意图

6.5.2.1.3 试验步骤

释放钢球，使其自由下落冲击线夹的两个不同侧面各一次，见图 2a) 和图 2b)。经目测检查，冲击后的线夹壳体不应出现裂纹。

6.5.2.2 低温冲击试验

绝缘穿刺线夹应在 $(-40 \pm 2)^\circ\text{C}$ 低温环境中放置 2 h 后取出，并在 1 min 内，按照 6.5.2.1 进行试验。

6.5.3 绝缘壳体耐热试验

6.5.3.1 试验装置

试验装置按 DL/T 765.3 的规定。

6.5.3.2 试验布置

试验布置按 DL/T 765.3 的规定，试验在温度为 $(75 \pm 2)^\circ\text{C}$ 的烘箱内进行。钢珠直径为 5 mm，压在绝缘壳体肉眼可见的最薄弱点位置。

6.5.3.3 试验步骤

试验步骤按 DL/T 765.3 的规定。

6.5.4 电缆运行拉断力试验

6.5.4.1 试验装置

拉力试验机力值测量的准确度等级不应低于 1.0 级。卧式拉力试验机应具备 $(30 \sim 150)$ mm/min 或 $(5.0 \sim 7.5)$ kN/min 的拉伸速率，立式拉力试验机应具备 $(10 \sim 100)$ mm/min 或 $(1.0 \sim 2.5)$ kN/min 的拉伸速率，并可均匀、平稳地加载，试验机应有足够的有效试验空间，确保试验过程中试样的延伸。

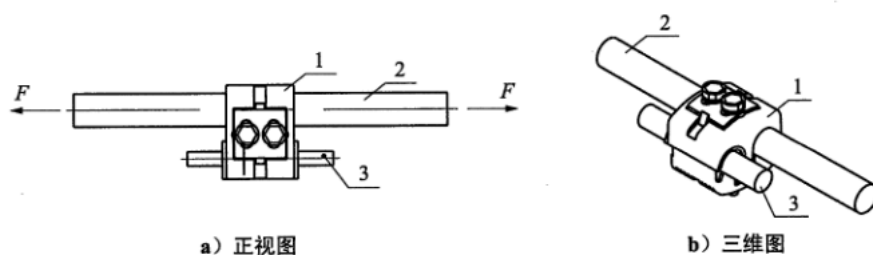
6.5.4.2 线夹安装

6.5.4.2.1 试验应采用符合绝缘穿刺线夹适用规格的新电缆，所有试验用电缆样品的有效长度 L （其中 L_1 为主电缆有效长度， L_2 为分支电缆有效长度）不应小于电缆直径的 100 倍且不应小于 2.5 m。

6.5.4.2.2 安装要求应符合附录 A 的规定。

6.5.4.3 试验布置

取绝缘穿刺线夹壳体上明示的最大截面主电缆 2 段、最大截面分支电缆 1 段、最小截面分支电缆 1 段。主支线截面跨径不宜超过 5 种截面。将主电缆两端通过合适方法锚固在拉力试验机上，对主电缆施加一个初始张力 F ，初始张力为主电缆额定拉断力的 20%；再按照制造商提供的产品说明书，安装绝缘穿刺线夹并接续分支电缆，如图 3 所示。



标引序号说明：

- 1——绝缘穿刺线夹；
- 2——主电缆；
- 3——分支电缆。

图 3 电缆运行拉断力试验布置示意图

6.5.4.4 试验步骤

在不少于 30 s 的时间内，将张力逐步增加到主电缆额定拉断力的 50%，保持 120 s；然后，在不少于 30 s 的时间内，将张力逐步增加到主电缆额定拉断力的 95%，保持 60 s。最大截面主电缆与最大截面分支电缆组合、最大截面主电缆与最小截面分支电缆组合等两组试样在电缆运行拉断力试验过程中，接续位置处的主电缆不应发生断裂。

6.5.5 握力试验

6.5.5.1 试验装置

试验装置同 6.5.4.1。

6.5.5.2 线夹安装

线夹安装同 6.5.4.2。

6.5.5.3 试验布置

取绝缘穿刺线夹壳体上明示的最大截面主电缆 2 段、最大截面分支电缆 1 段、最小截面分支电缆 1 段。按照制造商提供的产品说明书，通过绝缘穿刺线夹按最大截面主电缆与最大截面分支电缆组合、最大截面主电缆与最小截面分支电缆组合分别制备试样，并按 GB/T 2317.1 的要求将组合体试样两端（主电缆一端、支线电缆一端）分别锚固在拉力试验机上，如图 4 所示。

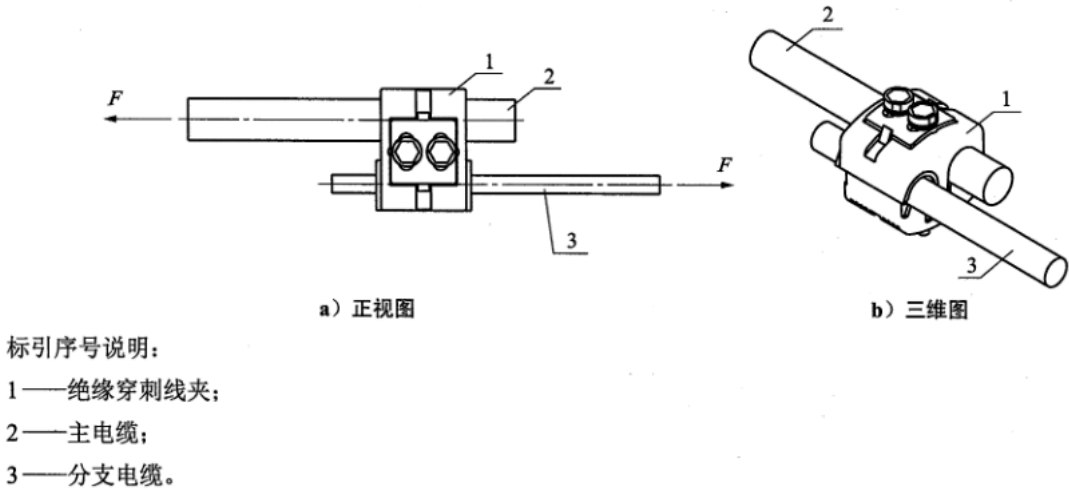


图 4 握力试验布置示意图

6.5.5.4 试验步骤

握力试验应按照以下步骤进行：

- 对组合体试样施加一个初始张力 F ，初始张力为分支电缆额定拉断力的 2%，保持 60 s；在紧贴绝缘穿刺线夹出口处的主、分支电缆表面做环状记号，以测量电缆相对于绝缘穿刺线夹的滑移量。
- 在不少于 30 s 的时间内，将张力逐步增加到分支电缆额定拉断力的 5%，保持 120 s；然后，在不少于 30 s 的时间内，将张力逐步增加到分支电缆额定拉断力的 10%，保持 60 s。
- 最大截面主电缆与最大截面分支电缆组合、最大截面主电缆与最小截面分支电缆组合等两组试样在握力试验过程中，接续位置处的绝缘穿刺线夹与电缆间不应出现相对滑移，绝缘穿刺线夹

不应发生破损、断裂。

6.6 电气试验

6.6.1 电阻试验

6.6.1.1 试验条件

6.6.1.1.1 试验应在实验室环境温度（15~30）℃下进行，环境相对湿度不应大于 80%，环境气流速度应小于 0.5 m/s。

6.6.1.1.2 实验室内应隔离电流发生器、变压器等可能产生热源的设备，以减少热扰动的影响。

6.6.1.1.3 在电气试验时，试样的周边 0.5 m 范围内，不应有其他磁性构支架等物体对试验结果的影响。

6.6.1.2 试验装置

6.6.1.2.1 直流电阻测量仪的误差不应大于 1%或 0.5 $\mu\Omega$ 。

6.6.1.2.2 长度测量装置应符合 6.2.1 的要求。

6.6.1.2.3 湿度测量应使用湿敏电阻、湿敏电容或其他合适的传感器，其最大允许误差不应超过±5%。

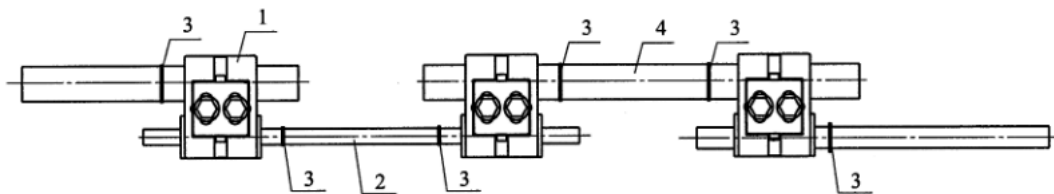
6.6.1.2.4 风速仪的分辨率应能达到 0.1 m/s。

6.6.1.3 线夹安装

线夹安装同 6.5.4.2。绝缘穿刺线夹与试验用电缆（解除电缆的外约束，自由放置在实验室样品托板或支架上）宜在实验室内放置 12 h 或以上，使绝缘穿刺线夹和试验用电缆的温湿度状态与实验室环境接近。如实验室内外温差在 5℃以内，则放置时间可缩减至 4 h。

6.6.1.4 试验布置

取绝缘穿刺线夹壳体上明示的最大截面主电缆 4 段、最大截面分支电缆 2 段、最小截面分支电缆 2 段，按照制造商提供的产品说明书，通过绝缘穿刺线夹按最大截面主电缆与最大截面分支电缆、最大截面主电缆与最小截面分支电缆等两种组合分别制备试验回路，如图 5 所示。



标引序号说明：

- 1——缘穿刺线夹；
- 2——分支电缆；
- 3——电位测点；
- 4——主电缆。

图 5 电阻试验布置示意图

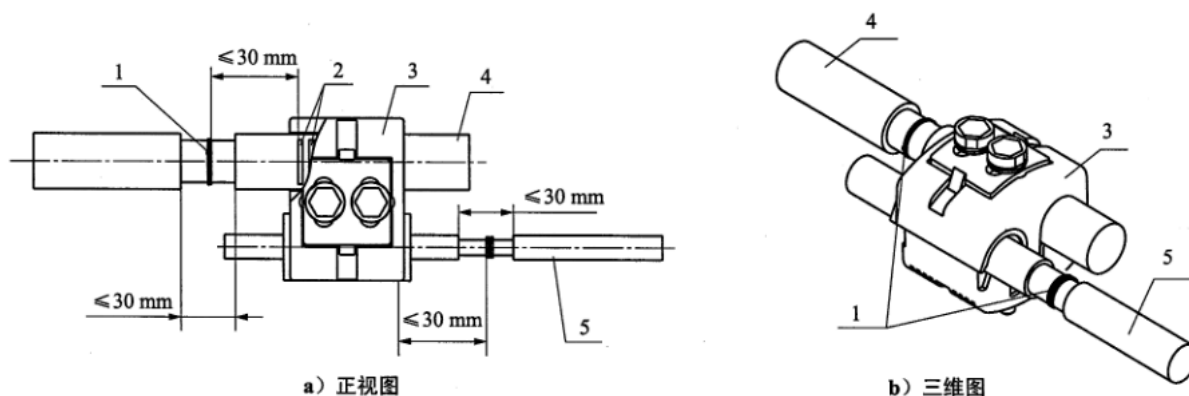
6.6.1.5 试验参考电缆的选择

在试验回路中，选择位于回路中部的分支电缆作为试验参考电缆。

6.6.1.6 电位测点

电位测点的布置按以下要求进行，示意图见图 6。

- 因布置电位测点而去除的电缆绝缘层长度不应大于 30 mm。
- 测量线夹电阻时的电位测点位置应位于距离最外侧刀片不大于 30 mm 处的电缆导体上。
- 制作电位测点，用直径为 (0.8 ± 0.2) mm 的镀锡铜单线在电位测点位置紧扎 3 圈~4 圈，使之与导体外层圆周线芯紧密接触。
- 测量电缆电阻时的电位测点可与绝缘穿刺线夹的电位测点重合，也可独立设置。独立设置时，两测点间的长度不应小于电缆导体直径的 100 倍。
- 每次测量电阻前，应对电位测点的扎紧情况进行检查，若有松动或脱离原位，则应重新定位并绑扎。



标引序号说明：

- 1 —— 电位测点；
- 2 —— 刀片；
- 3 —— 绝缘穿刺线夹；
- 4 —— 主电缆；
- 5 —— 分支电缆。

图 6 线夹电位测点布置示意图

6.6.1.7 电阻测量及计算判断

各绝缘穿刺线夹及电缆的电阻测量应在 6.6.1.6 规定的电位测点之间进行，电流引入点距线夹的距离不应小于电缆直径的 50 倍，并应与电缆的全部线股有效接续。绝缘穿刺线夹与参考电缆的电阻各测量三次，取正反两个方向的测量电阻（正反各三次）的平均值作为电阻值。电阻计算见附录 B。

6.6.2 温升试验

6.6.2.1 试验条件

试验条件同 6.6.1.1。

6.6.2.2 试验装置

6.6.2.2.1 电流试验装置包括电流发生装置和电流测量装置。电流测量可采用电流互感器（交流）、电流传感器（直流）配合电流表进行，电流互感器和电流传感器的准确度等级不应低于 0.5 级，电流表的准确度等级不应低于 0.5 级。

6.6.2.2.2 温度测量应使用热电阻或其他合适的传感器，其最大允许误差不应超过 0.5 °C；传感器探头

的直径不宜大于 1.0 mm；测温系统显示值的最大允许误差不应超过 $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

6.6.2.2.3 湿度测量装置应符合 6.6.1.2.3 的要求。

6.6.2.2.4 风速仪应符合 6.6.1.2.4 的要求。

6.6.2.3 试验电缆的选择

对于覆盖一定电缆导体截面范围的绝缘穿刺线夹，主电缆、支线电缆规格应选用 6.6.1 规定的电阻试验中电阻值较大的组合进行温升试验。

6.6.2.4 预制测温孔

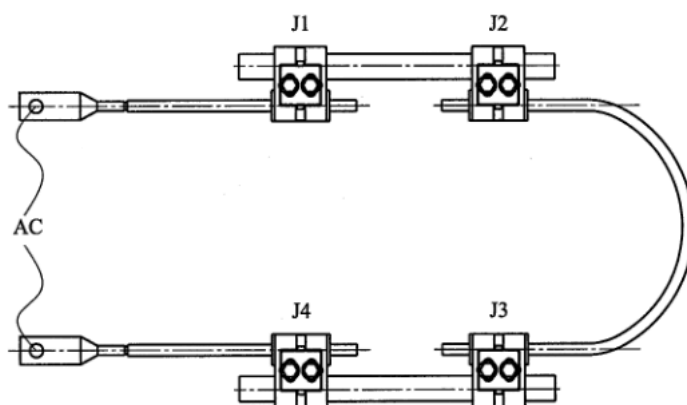
在绝缘穿刺线夹外壳的分支线侧上部钻一小孔，孔径为 $(1.5\sim 2.0)\text{ mm}$ ，孔深至导电金属片表面，预制的小孔应使热电偶探头能有效接触到线夹导电金属片，同时不应降低线夹机电性能。

6.6.2.5 线夹安装

线夹安装同 6.6.1.3。

6.6.2.6 试验布置

按 6.6.2.3 的组合选择主电缆 2 段、分支电缆 3 段，按照制造商提供的产品说明书，通过绝缘穿刺线夹（注：已预置测温孔的绝缘穿刺线夹）制备回路，如图 7 所示。



说明：

J1~J4 —— 绝缘穿刺线夹。

图 7 温升试验布置示意图

6.6.2.7 电位测点

电位测点的布置同 6.6.1.6。

6.6.2.8 温度测点

绝缘穿刺线夹温度的测量探头应布置在线夹支线边导电金属片上，其布置如图 8 所示。

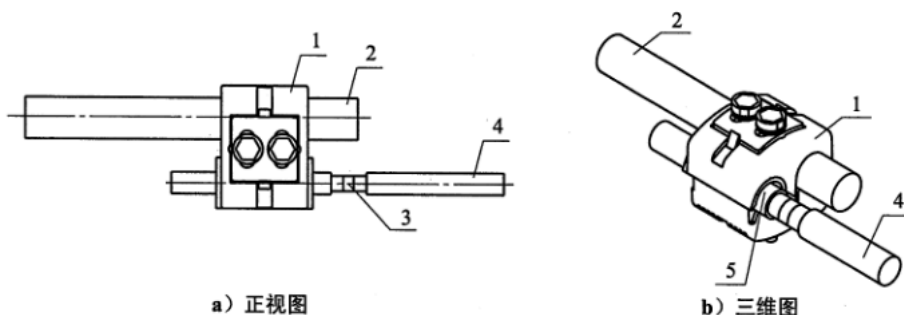
参考电缆温度的测温探头应置于参考电缆长度的中间位置。

测温探头应紧固于导体表面，因布置测温探头而去除的电缆绝缘层长度不应大于 30 mm，以减少导体裸露对温度的影响。

6.6.2.9 试验步骤及要求

每一次温升试验包括对试验回路的一次通电升温过程、一次温度稳定过程和一次切断电流后的冷

却过程，温升试验应使用工频交流电重复进行三次。试验电流可按参考电缆的额定载流量确定。温升试验时，电缆温度不应高于电缆标准规定的最高运行温度。



标引序号说明：

- 1 —— 绝缘穿刺线夹；
- 2 —— 主电缆；
- 3 —— 电缆温度测点；
- 4 —— 分支电缆；
- 5 —— 绝缘穿刺线夹温度测点。

图 8 线夹温度测点布置示意图

通电升温过程：绝缘穿刺线夹和参考电缆的温度在试验回路通入电流后开始升高。可加速升温，但加速升温电流不应超过试验电流的 1.5 倍。

温度稳定过程：在 15 min 内，绝缘穿刺线夹和参考电缆的温度波动不大于 2℃，即为达到稳定状态。在参考电缆温度稳定 30 min 后，测量并记录参考电缆、绝缘穿刺线夹和环境的温度。

断电冷却过程：将电流降至零，并断开电源，使绝缘穿刺线夹和试验参考电缆冷却至室温+5℃以下，方可进行下一次温升试验。可强迫冷却，但应保证试验回路的各处冷却速度均匀。

试验过程中不应应对绝缘穿刺线夹再予以紧固和调整。

温升试验中按 6.6.1 的要求测量主、支线电缆和各绝缘穿刺线夹的电阻。

6.6.3 热循环试验

6.6.3.1 试验条件

试验条件同 6.6.1.1。

6.6.3.2 试验装置

试验装置同 6.6.2.2。

6.6.3.3 试验电缆的选择

试验电缆的选择同 6.6.2.3。

6.6.3.4 预制测温孔

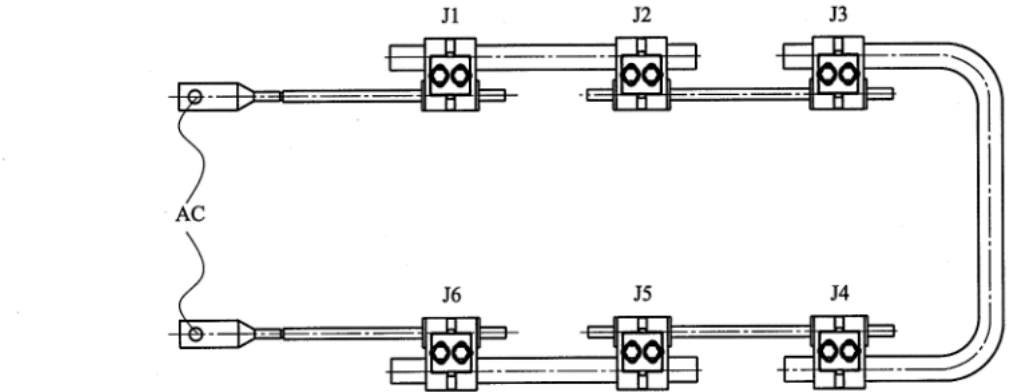
预制测温孔同 6.6.2.4。

6.6.3.5 线夹安装

线夹安装同 6.6.1.3。

6.6.3.6 试验布置

按 6.6.3.3 的组合选择主电缆 3 段、分支电缆 4 段，按照制造商提供的产品说明书，通过绝缘穿刺线夹（注：已预置测温孔的绝缘穿刺线夹）制备回路，如图 9 所示。



说明：

J1~J6 —— 绝缘穿刺线夹。

图 9 热循环试验布置示意图

6.6.3.7 电位测点

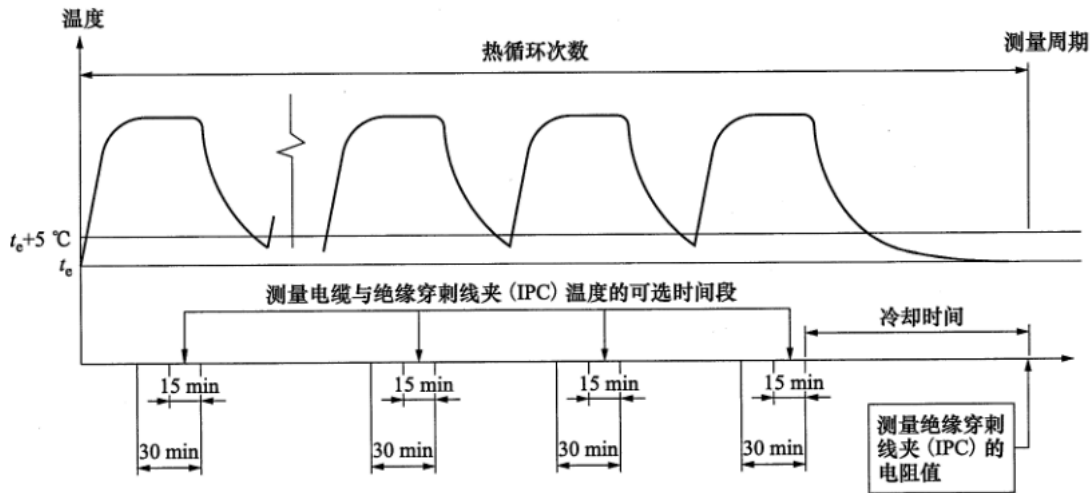
电缆测点的布置同 6.6.1.6。

6.6.3.8 温度测点

温度测点的布置同 6.6.2.8。

6.6.3.9 试验步骤及要求

每一次热循环包括一次通电升温过程、一次温度稳定过程和一次切断电流的冷却过程。热循环试验应使用交流电。参考电缆的稳定温度为 100 ℃，循环次数为 500 次。热循环的试验程序、统计方法按 GB/T 2317.3 的规定。试验程序如图 10 所示。



说明：

t_e —— 环境温度。

图 10 热循环试验程序图

6.6.4 工频交流耐压试验

6.6.4.1 试验条件

6.6.4.1.1 交流耐压试验时的环境温度应为 $(5\sim 35)^\circ\text{C}$ ，相对湿度不应大于 80%。

6.6.4.1.2 试验电流的电能质量应满足 GB/T 16927.1 的要求。

6.6.4.2 空气中交流耐压试验

6.6.4.2.1 试验装置

试验装置除满足 GB/T 16927.1 的规定外，还应满足以下要求：

- a) 湿度测量装置应符合 6.6.1.2.3 的要求；
- b) 用交流电进行试验，工作频率与标称频率的偏差应在 $\pm 1\text{ Hz}$ 范围之内。

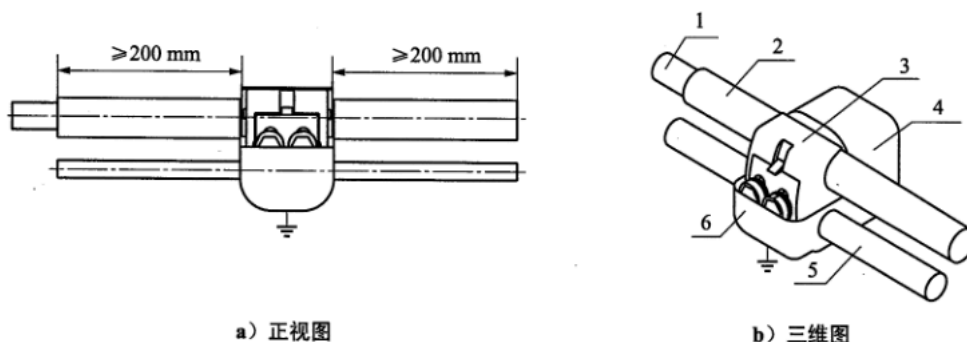
注：只有在与委托方经过协商的情况下才可使用直流电进行试验。

6.6.4.2.2 试验电缆的选择及线夹安装

取绝缘穿刺线夹壳体上明示的最大截面主电缆 2 段、最大截面分支电缆 1 段、最小截面分支电缆 1 段，按照制造商提供的产品说明书，通过绝缘穿刺线夹按最大截面主电缆与最大截面分支电缆、最大截面主电缆与最小截面分支电缆等两种组合分别制备试验回路，如图 11 所示。

6.6.4.2.3 试验布置

试验布置示意如图 11 所示。将电缆导体接高压，将绝缘穿刺线夹外壳包覆的金属箔接地。



标引序号说明：

- 1——电缆导体；
- 2——主电缆；
- 3——绝缘穿刺线夹；
- 4——金属箔接地；
- 5——分支电缆；
- 6——金属箔。

图 11 空气中交流耐压试验布置示意图

6.6.4.2.4 试验步骤

空气中交流耐压试验应按照以下步骤进行：

- a) 对绝缘穿刺线夹施加电压时，应从足够低的数值开始，以防止操作瞬变过程引起的过电压的影响。
- b) 然后应缓慢地升高电压，以便能在仪表上准确读数。但也不能升得太慢，以免造成在接近试验电压 U 时耐压时间过长。若试验电压值达到 $75\%U$ ，试验电压以 $2\%U/s$ 的速率上升，直至达到 5.4.4 中规定的试验电压，一般可满足上述要求。
- c) 试验电压应保持 60 s，然后迅速降压，但不应突然切断，以免可能出现瞬变过程而导致故障或造成不正确的试验结果。

6.6.4.3 水中交流耐压试验

6.6.4.3.1 试验装置

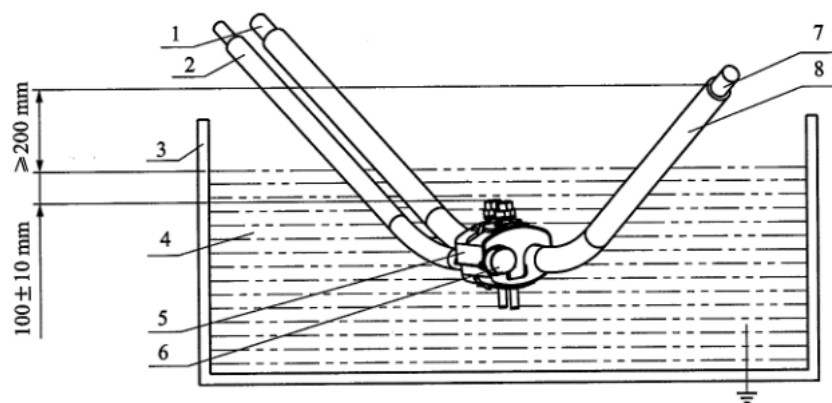
在满足 6.6.4.2.1 的同时，需要一个长度不小于 1000 mm、宽度不小于 500 mm、高度不小于 500 mm 的金属水箱。

6.6.4.3.2 试验电缆的选择及线夹安装

按 6.6.4.2.2 的要求，同时确保主电缆和分支电缆的长度能满足后续试验布置的要求。

6.6.4.3.3 试验布置

将安装完毕后的绝缘穿刺线夹全部浸入盛有室温水金属水箱中，绝缘穿刺线夹本体最上端离水面的距离宜在 (100 ± 10) mm 范围内，电缆端头露出水面不少于 200 mm。绝缘穿刺线夹在水中放置 1 h 后进行试验，将电缆导体接高压，金属箱接地。试验布置示意图如图 12 所示。



标引序号说明：

- 1——主电缆导体；
- 2——分支电缆；
- 3——金属箱；
- 4——水；
- 5——绝缘穿刺线夹；
- 6——分支电缆端部封盖；
- 7——高压接线端；
- 8——主电缆。

图 12 水中交流耐压试验布置示意图

6.6.4.3.4 试验步骤及要求

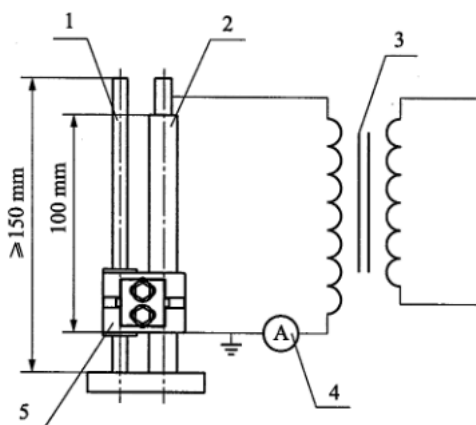
试验步骤及要求同 6.6.4.2.4。

6.6.5 耐电痕试验

6.6.5.1 试验装置

6.6.5.1.1 测试系统

测试原理见图 13。



标引序号说明：

- 1 —— 分支电缆；
- 2 —— 主电缆；
- 3 —— 变压器；
- 4 —— 电流表；
- 5 —— 绝缘穿刺线夹。

图 13 测试原理图

6.6.5.1.2 电压试验装置

工频试验变压器的高压输出不应低于 4 kV，并有足够的容量（高压侧电流不应小于 1 A）以满足试验时泄漏电流的要求。试验中在泄漏电流为 250 mA 时，电源高压侧的最大电压降应小于 5%，并应采用连接到测量电源电流的自动断路器来保护变压器，设定当流过高压侧的瞬时电流达 (1.0 ± 0.1) A 时，在 $(50 \sim 250)$ ms 时间内令电路断开。

电压测量设备（电压互感器、分压器或其他测量高压的仪器）应与绝缘穿刺线夹直接并联，其低压侧可用电压表、示波器或其他测量仪器测量。不论采用何种方式，电压测量误差不应超过 $\pm 3\%$ 。

电流测量仪表的精确度应优于 1%。

6.6.5.1.3 喷雾设备

喷雾设备应有一个或多个喷头，喷程不小于 1 m。只要能满足要求，任何形式的喷嘴都可采用。

6.6.5.1.4 试验液体

除产品标准另有规定外，试验液体（推荐的配方为 1 L 水中含化学纯的氯化钠约 0.2% 和表面活性

剂 0.1% 的液体) 的电导率应为 $(3000 \pm 400) \mu\text{S}/\text{cm}$ (用电导率仪测量)。表面活性剂推荐采用仲辛基苯基聚氧乙烯酶, 也可用其他性能相当的表面活性剂。

6.6.5.2 试验电缆的选择及线夹安装

按 6.6.4.2.2 的要求, 同时确保主电缆和分支电缆的长度不小于 150 mm。

6.6.5.3 试验布置

按照图 13 进行试验布置, 两极为电缆导体和与之相距 100 mm 的绝缘穿刺线夹表面。

6.6.5.4 试验步骤及要求

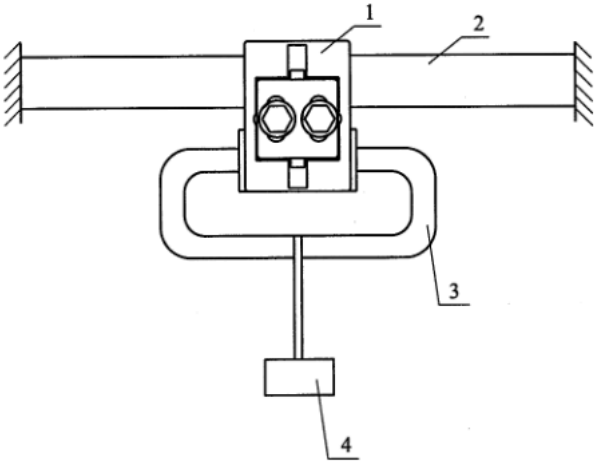
调整喷雾装置, 喷头离地面不应小于 600 mm, 距离绝缘穿刺线夹约 500 mm。喷头轴线与绝缘穿刺线夹轴线呈 45° 角, 试验液直接喷射于绝缘穿刺线夹上, 如用多个喷头, 喷头应对称或均匀地分布于线夹周围。绝缘穿刺线夹处的喷雾速度约为 3 m/s , 喷雾量为 $(0.5 \pm 1) \text{ mm/min}$ 。喷射压力应基本稳定。喷雾 10 s, 间歇 20 s 为一个喷雾周期, 共 101 个喷雾周期。

开始喷雾的同时, 应在绝缘穿刺线夹上施加工频试验电压。额定电压为 $(6 \sim 20) \text{ kV}$ 的绝缘穿刺线夹, 施加电压为 4 kV; 额定电压为 1 kV 及以下的绝缘穿刺线夹, 施加电压为 250 V。

6.6.6 导通试验

6.6.6.1 试验布置

导通试验布置如图 14 所示, 其中重物为 10 kg。试验电缆选择穿刺线夹主线允许规格范围的最大截面电缆。



- 标引序号说明:
- 1——绝缘穿刺线夹;
 - 2——主电缆;
 - 3——接地环;
 - 4——重物。

图 14 穿刺线夹导通试验布置示意图

6.6.6.2 试验步骤及要求

在施加了额定计算拉断力 20% 的预张力的电缆上安装线夹, 安装完毕后测试电缆与接地环之间是

否导通。如不导通则为不合格；如导通，在接地环上挂 10 kg 的重物，保持 1 h 后，测试其是否导通，如导通则为合格。在试验过程中如出现线夹破裂、接地环从线夹中脱出等现象，则也为不合格。

6.7 氙灯老化试验

6.7.1 试验设备

试验设备为一个氙灯气候老化箱。氙灯气候老化箱的氙灯功率为 6 kW，转架直径为（800~959）mm、高为 365mm，箱体温度为（55±3）℃，相对湿度为（85±5）%。

6.7.2 试验步骤及要求

将绝缘穿刺线夹固定在氙灯气候老化箱转架上，转架每分钟旋转一周。以 18 min 喷水加光照、102 min 单独光照为一个循环。经过 504 个循环（1008 h）的老化时间后，取出绝缘穿刺线夹，置环境温度下存放至少 16 h，然后进行外观检查，线夹外观应无明显的龟裂。

7 判定准则

7.1 试验分类

7.1.1 型式试验

型式试验的目的是验证绝缘穿刺线夹设计性能。通常在新产品试制定型时进行一次，当设计、材料或工艺更改后应重新进行。绝缘穿刺线夹型式试验项目应符合表 2 的规定。

表 2 绝缘穿刺线夹型式试验项目表

序号	试验项目		试验类型			试件数量			试验方法	判定准则	
			型式试验	抽样试验	例行试验	型式试验	抽样试验	例行试验			
1	外观检查		○	○	○	3	全部	全部	6.1	5.1.1	
2	尺寸检查		○	○	○				6.2	5.1.2	
3	扭矩检查		○	—	○		3	3	6.3	5.2.6	
4	涂层厚度测量		○	—	○				6.4	5.2.7	
5	机械试验	阻燃性能试验		○	—	—	1	—	—	6.5.1	5.3.1
		冲击试验	常温冲击试验	○	○	—	1	—	—	6.5.2.1	5.3.2
			低温冲击试验	○ ^a	—	—	1	—	—	6.5.2.2	5.3.3
		绝缘壳体耐热试验		○	—	—	1	—	—	6.5.3	5.3.4
		电缆运行拉断力试验		○	○	—	6°	6°	—	6.5.4	5.3.5
		握力试验		○	—	—	6°	—	—	6.5.5	5.3.6
6	电气试验	电阻试验		○	○	○	6°	6°	6°	6.6.1	5.4.1
		温升试验		○	○	—	4	4	—	6.6.2	5.4.2
		热循环试验		○	—	—	6	—	—	6.6.3	5.4.3
		工频交流耐压试验	空气中交流耐压试验	○	○	○	2°	1	1	6.6.4.2	5.4.4
			水中交流耐压试验	○ ^b	—	—	2°	—	—	6.6.4.3	5.4.5

表 2（续）

序号	试验项目		试验类型			试件数量			试验方法	判定准则
			型式试验	抽样试验	例行试验	型式试验	抽样试验	例行试验		
6	电气试验	耐电痕试验	○	—	—	2°	—	—	6.6.5	5.4.6
		导通试验	○ ^d	○ ^d	—	3	3	—	6.6.6	5.4.7
7	氙灯老化试验		○	—	—	1	—	—	6.7	5.5
注：○表示需检测的项目，—表示无需检测的项目。										
^a 属特殊试验项目，仅针对需安装在-20℃及以下低温地区的产品。 ^b 属特殊试验项目，仅针对需安装在地下管廊等的产品。 ^c 电缆匹配性按 5.2.9 要求。 ^d 试验只对用于接地连接的绝缘穿刺线夹；用于接地连接的绝缘穿刺线夹不做电阻、温升、热循环、交流耐压、水中交流耐压、耐电痕和握力试验。										

7.1.2 抽样试验

抽样试验的目的是证实绝缘穿刺线夹材料和产品的性能。抽样试验应按批次进行，应在一批线夹中随机抽取试验样品，需方有权抽取试样。绝缘穿刺线夹抽样试验项目应符合表 2 的规定。抽样方法和验收应按 GB/T 2317.4 的规定执行，或由供需双方协商确定。

7.1.3 例行试验

例行试验为非破坏性试验，应在每一件产品上进行，目的是检验绝缘穿刺线夹外观、尺寸等是否符合规定的要求，试验不应损坏金具。整批供货绝缘穿刺线夹应进行例行试验，试验项目应符合表 2 的规定，不符合要求的绝缘穿刺线夹应予以剔除。

7.2 外观检查

外观检查应符合 5.1.1 的规定。

7.3 尺寸检查

尺寸检查应符合 5.1.2 的规定。

7.4 扭矩检查

扭矩检查应符合 5.2.6 的规定。

7.5 涂层厚度测量

涂层厚度应符合 5.2.7 的规定。

7.6 机械试验

7.6.1 阻燃性能试验

阻燃性能试验结果应符合 5.3.1 的规定。

7.6.2 冲击试验

7.6.2.1 常温冲击试验

常温冲击试验结果应符合 5.3.2 的规定。

7.6.2.2 低温冲击试验

低温冲击试验结果应符合 5.3.3 的规定。

7.6.3 绝缘壳体耐热试验

绝缘壳体耐热试验结果应符合 5.3.4 的规定。

7.6.4 电缆运行拉断力试验

电缆运行拉断力试验结果应符合 5.3.5 的规定。

7.6.5 握力试验

握力试验结果应符合 5.3.6 的规定。

7.7 电气试验

7.7.1 电阻试验

电阻试验结果应符合 5.4.1 的规定。

7.7.2 温升试验

温升试验结果应符合 5.4.2 的规定。

7.7.3 热循环试验

热循环试验结果应符合 5.4.3 的规定。

7.7.4 工频交流耐压试验

7.7.4.1 空气中交流耐压试验

空气中交流耐压试验结果应符合 5.4.4 的规定。

7.7.4.2 水中交流耐压试验

水中交流耐压试验结果应符合 5.4.5 的规定。

7.7.5 耐电痕试验

耐电痕试验结果应符合 5.4.6 的规定。

7.7.6 导通试验

导通试验结果应符合 5.4.7 的规定。

7.8 氙灯老化试验

氙灯老化试验结果应符合 5.7 的规定。

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

8.1.1 标志内容

绝缘穿刺线夹应按产品标准和图样规定做出标志，其内容包括：

- a) 厂标；
- b) 型号；
- c) 电压等级；
- d) 适用电缆主支线截面范围；
- e) 扭矩设计值。

8.1.2 标志方法

8.1.2.1 产品标志部位应明显清晰。

8.1.2.2 标志应同塑料外壳注塑时一并压出或采用其他永久性标志。

8.2 包装

8.2.1 绝缘穿刺线夹的包装应保证其在运输中不致因包装不良而破损或丢失。

8.2.2 包装箱上应标明：制造厂名称、厂标，产品名称、型号或代码，毛重、净重，数量。

8.2.3 每箱包装物内应附有质检部门及检验员印章的产品合格证书、安装说明书及有关文件。

8.3 运输和贮存

8.3.1 运输时不应遭受冲撞和任何机械损伤。

8.3.2 运输和贮存时应防止受潮。

附录 A
(规范性)
安装要求

- A.1 安装人员应经专项培训合格。
- A.2 绝缘穿刺线夹的电压等级应与被接续电缆的电压等级一致。
- A.3 绝缘穿刺线夹可接续的导体截面（或直径）应包含被接续电缆的导体截面（或直径）。
- A.4 线端平整，绝缘穿刺线夹接续处的电缆应平直，绝缘层表面应光洁无污秽。
- A.5 在接续处需折弯的分支电缆，应先整形后安装，弯曲半径应符合相关规定。
- A.6 接续处电缆的圆心线应与绝缘穿刺线夹线槽中心线重合。
- A.7 拧紧紧固螺栓时，应采用合适的封闭式工具，如套筒扳手。各螺栓应交替施拧，均匀受力。
- A.8 可在安装时使用辅助夹具以提高安装质量。

附录 B
(规范性)
电阻计算

测量电阻时的计算如图 B.1 所示。

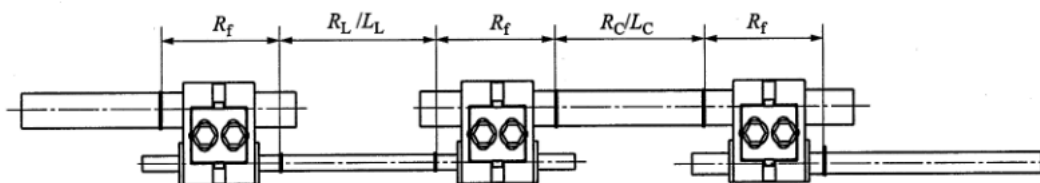


图 B.1 电阻计算示意图

按公式 (B.1) 换算至 20℃ 时的电阻值 R_{20} ：

$$R_{20} = \frac{R_t}{1 + \alpha(t - 20)} \quad \text{..... (B.1)}$$

式中：

α ——电阻温度系数，铜、铝取值为 $4.0 \times 10^{-3} \text{℃}^{-1}$ ，铝合金取值为 $3.6 \times 10^{-3} \text{℃}^{-1}$ ；

t ——测量电阻值为 R_t 时电缆的温度，℃；

R_t ——温度为 t 时的电阻值，Ω。

绝缘穿刺线夹的电阻 R_f 按公式 (B.2) 计算：

$$R_f = R_f - \frac{R_L}{L_L} \times l - \frac{R_C}{L_C} \times l \quad \text{..... (B.2)}$$

式中：

R_f ——温度为 t 时测得的绝缘穿刺线夹两端点之间的电阻值，Ω；

R_L ——温度为 t 时测得的主线电缆的电阻值，Ω；

L_L ——主线电缆的长度，mm；

R_C ——温度为 t 时测得的支线电缆的电阻值，Ω；

L_C ——支线电缆的长度，mm；

l ——电位测点离绝缘穿刺线夹最外端刀片的距离，mm。