



Q/LD

山东鲁电线路器材有限公司企业标准

Q/LD 03-2021

10kV 配电线路复合绝缘横担技术条件

2020-09-10 发布

2020-10-09 实施

山东鲁电线路器材有限公司 发布



企业标准信息公共服务平台
公开 2021年06月01日 08点00分

企业标准信息公共服务平台
公开 2021年06月01日 08点00分



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 使用环境	3
5 型号	3
6 技术要求	3
6.1 一般要求	3
6.2 基本技术参数	4
7 试验分类	4
7.1 设计试验	4
7.2 型式试验	5
7.3 抽样试验	5
7.4 逐个试验	5
8 标志、包装、运输和储存	6
8.1 标志	6
8.2 包装、运输和储存	6



前 言

鉴于10kV 配电线路复合绝缘横担国内目前没有国家标准和行业标准，为了配网绝缘横担设计、试验、生产、安装使用等有据可依，以确保产品质量而制定本企标。

本标准依据GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本标准参照《10千伏架空线路复合绝缘横担典型布置方案（2020版）》、《GB/T 20142-2006《标称电压高于1000V的交流架空线路用线路柱式复合绝缘子-定义、试验方法及接受准则》、《Q/GDW 12069-2020 10kV 配电线路复合绝缘横担技术规范》等标准制定。

本标准由山东鲁电线路器材有限公司起草。

本标准主要起草人：盛文刚、李东、刘春娜、栾照顺、孙淑娇、吕建辉、胡佳佳、桑基翔。

本标准批准人：柳京涛。



10kV 配电线路复合绝缘横担技术条件

1 范围

本标准规定了雷电冲击耐受电压为350kV，并充分考虑配电线路带电作业安全距离的10kV配电线路复合绝缘横担的图样及标志、技术要求、试验分类、设计试验、型式试验、抽样试验、逐个试验、包装、储存和运输、验收与安装以及日常巡检与维护的要求。

本标准适用于导线截面不大于240mm²，档距不大于80m的10kV配电线路，适用于《国家电网公司配电网工程典型设计-10kV架空线路分册》中规定的A、B、C三类气象区。档距大于80m时需要校核荷载，高海拔地区使用需要校核雷电冲击电压。6kV、20kV配电线路复合绝缘横担可参照执行。

本标准适用于10kV 配电线路复合绝缘横担（以下简称绝缘横担）。

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。

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 528 硫化橡胶或热塑性橡胶拉伸应力应变性能的测定

GB/T 529 硫化橡胶或热塑性橡胶撕裂强度的测定（裤形、直角形和新月形试样）

GB/T 1001.1 标称电压高于1000V的架空线路绝缘子第1部分：交流系统用瓷或玻璃绝缘子元件定义、试验方法和判定准则

GB/T 2900.5 电工术语绝缘固体、液体和气体

GB/T 2900.8 电工名词术语绝缘子（IEC 60050-471:2007，IDT）

GB/T 2900.19 电工术语高电压试验技术和绝缘配合

GB/T 6040 红外光谱分析方法通则

GB/T 6553 评定在严酷环境条件下使用的电气绝缘材料耐电痕化和蚀损的试验方法

GB/T 16927.1 高电压试验技术第1部分：一般定义及试验要求

GB/T 18851.1 无损检测渗透检测第1部分：总则

GB/T 18851.4 无损检测渗透检测第4部分：设备



GB/T 19519 架空线路绝缘子标称电压高于1000V交流系统用悬垂和耐张复合绝缘子定义、试验方法及接收准则

GB/T 20142 标称电压高于1000V的交流架空线路用线路柱式复合绝缘子—定义、试验方法及接收准则

GB/T 27761 热重分析仪失重和剩余量的试验方法

DL/T 376 复合绝缘子用硅橡胶绝缘材料通用技术条件

DL/T 810 ±500kV及以上电压等级直流棒形悬式复合绝缘子技术条件

DL/T 1580 交、直流棒形悬式复合绝缘子用芯棒技术规范

JB/T 8177-1999 绝缘子金属附件热镀锌层 通用技术条件

JB/T 8178 悬式绝缘子铁帽技术条件

JB/T 9677 盘形悬式绝缘子钢脚

3 术语和定义

GB/T 2900.5、GB/T 2900.8和GB/T 2900.19界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1 绝缘横担

由承受负荷的、具有一定规则几何形状截面的实心绝缘芯体、外套和固定在绝缘芯体上的端部附件构成，适用于10kV配电线路，起到承受机械负荷（弯曲、扭转、拉伸、压缩）和电气绝缘的作用，截面形状包括方形、T型、圆形等。

3.2 芯棒

绝缘横担的内绝缘件，用来保证绝缘横担的机械性能，通常由树脂浸渍玻璃纤维制成。

3.3 伞套

绝缘横担的外绝缘件，采用硅橡胶材料，避免芯棒受环境腐蚀。

3.4 端部金具

构成绝缘横担的部件装置，用于联接绝缘横担与金属导体。

3.5 中间固定金具

构成绝缘横担的部件装置，用于联接绝缘横担与配电杆。

3.6 额定拉伸负荷（STL）

在规定试验条件下绝缘横担能够承受的拉伸负荷，其值根据《10 千伏架空线路复合绝缘横担典型布置方案（2020 版）》确定。



3.7 额定扭转力矩 (STM)

在规定试验条件下绝缘横担能够承受的扭转负荷，其值根据《10 千伏架空线路复合绝缘横担典型布置方案 (2020 版)》确定。

3.8 额定弯曲负荷 (SCL)

在规定试验条件下复合绝缘横担能够耐受的施加在线路端部附件上的弯曲负荷，其值根据《10 千伏架空线路复合绝缘横担典型布置方案 (2020 版)》确定。

3.9 最大设计弯曲负荷 (MDCL)

芯体将要出现损伤的弯曲负荷值，运行负荷不应超过此值，其值和负荷加载方向根据《10 千伏架空线路复合绝缘横担典型布置方案 (2020 版)》确定。

4 图样及标志

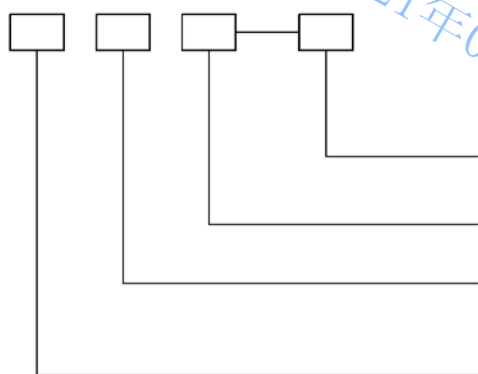
4.1 图样

在图样上标明相关尺寸和适宜的制造公差，以及按照本标准检查和试验时必要的参考值，同时标明型号。

4.2 标志

每只复合绝缘横担上均应标出制造商名称或商标、型号、电压等级、最大设计弯曲负荷 (MDCL)、制造年份及出厂编号。这些标志应清晰牢固、不易脱落。

5 型号



表示绝缘横担规格 (截面积)，
 方棒：宽×高×长度，圆棒直径×长度，缺省厚度

表示 (D) 顶相用绝缘横担，缺省表示无顶相横担

表示绝缘横担的类型，1-代表方管，2-代表方棒，
 3-代表圆管，4-代表圆棒

JZHD表示绝缘横担的直线水泥单杆塔头

举例： JZHD2-34×54×900 表示直线水泥单杆用 方棒绝缘横担，矩形截面宽度34mm，高度54mm，整只长度900mm
 JZHD4 (D)-60×900 表示直线水泥单杆用 圆棒绝缘横担，圆棒直径60mm，整只长度900mm

6 技术要求

1 一般要求

1.1 绝缘横担

绝缘横担应符合GB/T 20142-2006的规定。

6.1.2 伞套

- a) 外套应采用气相法白炭黑生产硅橡胶，禁止使用沉淀法白炭黑生产硅橡胶；拉断伸长率不应小于 270%，机械扯断强度不应小于 4.7MPa，抗撕裂强度（直角法）不应小于 12kN/m，其余技术参数应满足 DL/T 376-2010 的规定；
- b) 伞裙 5 个伞， $70\text{mm} \leq \text{伞间距} \leq 120\text{mm}$ ，伞裙伸出最小高度 15mm。
- c) 护套的厚度不小于 5mm。

6.1.3 芯棒

本标准规定的复合绝缘横担芯体应采用耐酸芯体，其水扩散试验后的泄漏电流不应大于 0.1mA (r. m. s)，其余技术参数应满足 DL/T 1580-2016 的规定。

6.1.4 端部金具

端部附件一般使用铸钢或铝合金材料并应具有适当的延伸性以能与芯体连接，技术要求、试验方法和检验规则应符合 JB/T 8178 和 JB/T 9677 的有关规定，表面不得存在砂孔、气孔、缩松、裂纹等缺陷；铸钢材料附件表面应进行热镀锌处理，锌层应牢固附着在附件上，不得揭起或脱落，不允许有缺锌斑点，镀锌层厚度应满足 GB/T 1001.1。

6.1.5 中间固定金具

中间固定金具应符合 GB/T 700-2006、GB/T 1591-2018、GB 50661-2011、DL/T 284-2012、GB/T 2314-2008 的规定。

6.2 绝缘横担整体性能及技术参数应满足表 1

表1 复合绝缘横担基本性能参数

技术参数	技术指标
干雷电冲击耐受电压	$\geq 350\text{kV}$
额定弯曲负荷（SCL）	$\geq 4.5\text{kN}$
额定拉伸负荷（STL）	$\geq 10\text{kN}$
额定扭转负荷（STM）	$\geq 1.0\text{kN}\cdot\text{m}$
整体式绝缘横担端部挠度与横担长度比值	$\leq 1\%$ （正常弯曲负荷下①）
使用年限	≥ 30 年



- ①、正常弯曲负荷是指在年平均气象条件下的垂直荷载，如 240mm² 导线、垂直档距 80m 工况下，该值为 0.75kN。
- ②、干弧距离数值根据海拔 1000m 及以下干雷电冲击耐受电压 350kV 制定，高海拔需进行修正，海拔修正系数及干弧距离应满足表 2。

表 2 海拔修正系数及干弧距离

海拔高度 H (m)	海拔修正系数	干弧距离 (mm)
$H \leq 1000$	1	≥ 600
$1000 < H \leq 2000$	1.131	≥ 680
$2000 < H \leq 3000$	1.278	≥ 770
$3000 < H \leq 4000$	1.445	≥ 870

7 试验分类

试验分为设计试验、型式试验、抽样试验和逐个试验。

7.1 设计试验

7.1.1 设计试验目的用来验证设计、材料和制造方法（工艺）适用性。绝缘横担的设计由以下因素确定：

- 芯棒和外套材料以及制造方法；
- 端部金具、中间固定金具材料以及结构和连接方法；
- 芯棒上护套厚度；
- 芯棒直径。

7.1.2 当设计变化时，应按表 3 规定重新验证。

表 3 设计变化后需要重新进行的试验

设计变化因素	重新进行的设计试验项目			
	界面和端部附件联接试验	装配后的芯体负荷试验	外套材料试验	芯体材料试验
1 外套材料	×		×	
2 外套形状 ¹	× ²		× ³	
3 芯体材料	×	×		×
4 芯体尺寸	×	×		×
5 制造方法	×	×	×	×
6 端部附件材料	×	×		
7a 端部附件结合区设计	×	×		
7b 底部端部附件联接区设计		×		
7c 芯体、外套和端部附件间界面设计	×			
8 端部附件和芯体的连接方式	×	×		

注 1: 在下列范围内外套形状的变化不认为存在差别:

- a) 伞伸出: $\pm 15\%$
- b) 伞根厚度和伞尖厚: $\pm 15\%$
- b) 伞间距: $\pm 25\%$
- b) 平均伞倾角: $\pm 3\%$
- b) 伞交替形式: 相同。

注 2: 8.2.4.2 和 8.2.4.4 不重新做试验。

注 3: 只进行起痕和蚀损试验。

7.1.3 某一类复合绝缘横担进行设计试验后, 其试验结果即可以代表具有下列特性同类复合绝缘横担的设计试验, 对整个这类复合绝缘横担有效:

- a) 芯棒和外套材料相同, 并且制造方法相同;
- b) 端部金具、中间固定金具材料、结构相同, 并且连接方式相同;
- c) 芯棒上护套最小厚度相同, 差别在 $\pm 15\%$ 范围内或较大;
- d) 各种机械负荷和附件之间芯棒最小直径之比相同或较小;
- e) 芯棒直径相同或较大;
- f) 外套形状相同, 各参数差别在 $\pm 15\%$ 范围内, 但伞间距在 $\pm 25\%$ 范围内。

7.2 型式试验

型式试验的目的是验证绝缘横担的主要特性, 而这些特性又主要取决于绝缘横担的形状和尺寸。型式试验应对已通过设计试验的绝缘横担进行。仅当绝缘横担的型式有变化时, 才重新进行型式试验。

7.3 抽样试验

抽样试验的目的是验证绝缘横担由制造质量和所用材料决定的特性。样品从提交验收的批次中随机抽取。

7.4 逐个试验

逐个试验的目的是剔除存在制造缺陷的绝缘横担, 应对提供的每个绝缘横担进行。

7.5 定型试验

复合绝缘横担定型试验项目及方法见表 4。定型试验中抽样试验的抽样数量, 按 E1=4 只、E2=3 只。

表 4 复合绝缘横担定型试验



序号	试验对象	试验项目	试验方法及判据	设计试验	型式试验	抽样试验	逐个试验
1	复合绝缘横担	外观检查	11.2				●
2		尺寸检查	9.2		●	●	
3		干雷电冲击耐受电压试验	9.3.2		●		
4		湿工频电压试验	9.3.3		●		
5		弯曲破坏负荷试验	9.4.1		●		
6		镀锌层试验	10.3			●	
7		SCL验证试验	10.4			●	
8		端部密封试验	9.5		●		
9		伞套粘接强度试验(剖检试验)	10.5			●	
10	界面和端部附件联接试验	热机水煮后的陡波试前冲击电压试验	8.2.4.3	●			
11		热机水煮后的干工频电压试验	8.2.4.4	●			
12	装配后的芯体负荷试验	最大设计弯曲负荷验证试验	8.3.1	●			
13		拉伸负荷(STL)试验	8.3.2	●			●
14		扭转负荷(STM)试验	8.3.3	●			
15	外套材料试验	耐漏电起痕和耐电蚀损性试验	8.4.1	●		●	
16		抗撕裂强度试验	8.4.2	●		●	
17		扯断强度试验	8.4.3	●		●	
18		拉断伸长率试验	8.4.3	●		●	
19		护套最小厚度检查	8.4.4	●		●	
20		憎水性	GB/T 19519	●		●	
21		击穿强度测试	DL/T 376	●		●	
22		硬度测试	GB/T 20142	●			
23		加速气候试验(1000h紫外)	GB/T 20142	●			
24		起痕和蚀损试验(1000h盐雾)	GB/T 20142	●			
25		可燃性试验	GB/T 20142	●			
26		体积电阻率试验	DL/T 376	●			
27		表面电阻率试验	DL/T 376	●			
28	芯体材料试验	染料渗透试验	8.5.1	●		●	
29		水扩散试验	8.5.2	●		●	
30		击穿强度测试	DL/T 1580	●		●	
31		吸水率试验	DL/T 1580	●			
32		巴氏硬度试验	DL/T 1580	●			
33		弯曲强度试验	DL/T 1580	●			
34		面内剪切强度试验	DL/T 1580	●			
35		体积电阻率试验	DL/T 1580	●			
36		干雷电冲击耐受电压试验	DL/T 1580	●			
37		干工频耐受电压试验	DL/T 1580	●			
38		耐应力腐蚀试验	DL/T 1580	●			
39		热诱导试验	DL/T 1580	●			



序号	试验对象	试验项目	试验方法及判据	设计试验	型式试验	抽样试验	逐个试验
40	硅橡胶	傅里叶红外光谱测试	10.6			●	
41		热重分析	10.7			●	
注：●表示应开展本项试验。							

8 设计试验

8.1 总则

设计试验结果应记录在试验报告中，试验的每一部分可以独立地在适当的新试品上进行。仅当所有复合绝缘横担或试品通过全部设计试验项目时，该特定设计的复合绝缘横担才被认为通过了设计试验。

8.2 界面和端部附件联接试验

8.2.1 试品

本组试验在选取的四只完整复合绝缘横担上进行，其中一只保留作为本标准中干工频电压试验的参考试品，对其余三只试品按8.2.2、8.2.3的顺序施加预应力。如果所选复合绝缘横担未经逐个试验，应首先对其进行外观检查，核对其与图样的符合性，且需按本标准进行逐个拉伸机械负荷试验。

8.2.2 热机试验

8.2.2.1 三只试品应经受两个方向相反的机械负荷和温度循环，见图1。24h温度循环应重复两次。每个温度循环包含 $+50^{\circ}\text{C} \pm 5\text{K}$ 和 $-35^{\circ}\text{C} \pm 5\text{K}$ 两个温度水平，在每个温度水平至少应分别持续8h。低温期温度应至少比高温期实际温度低85K。试验可以在空气中或在其他适宜的介质中进行。

8.2.2.2 施加的负荷对应于复合绝缘横担的MDCL值。该负荷的施加点应垂直于复合绝缘横担的轴线，并尽可能接近运行负荷的施加点，即直接在运行导体的位置施加或在附件固定点施加。如果负荷施加点不在上述位置，应对施加负荷进行校正，以使复合绝缘横担底部产生与在上述负荷点施加MDCL同样的弯矩。试验中施加于试品的弯曲负荷的方向应反转一次，一般在第一循环完成后，冷却经过环境温度时反转，见图1。

8.2.2.3 根据负荷方向反转和试验设备维护的需要，本试验可以中断，但总持续时间不超过2h。任一次中断后，试验都应从该中断循环的起点重新开始。

注：本试验中的温度和负荷并不代表运行条件，其目的是在复合绝缘横担的各界面上产生特定的可再现的应力。

8.2.3 水煮试验

试品应浸入在沸腾的含有0.1%（重量）氯化钠的去离子水中保持42h。去离子水也可以用自来水代替，加盐使溶液电导率在 $20^{\circ}\text{C} \sim 25^{\circ}\text{C}$ 时达到 $1650 \mu\text{S}/\text{cm} \pm 50 \mu\text{S}/\text{cm}$ 。沸腾结束后允许试品冷却，但应将其保持在水中，直到按下列次序进行的验证试验开始。如果在这期间需要运输，则应将湿润的复合绝缘横担放置在密封塑料袋或其他适宜的容器中，但最长不超过12h。

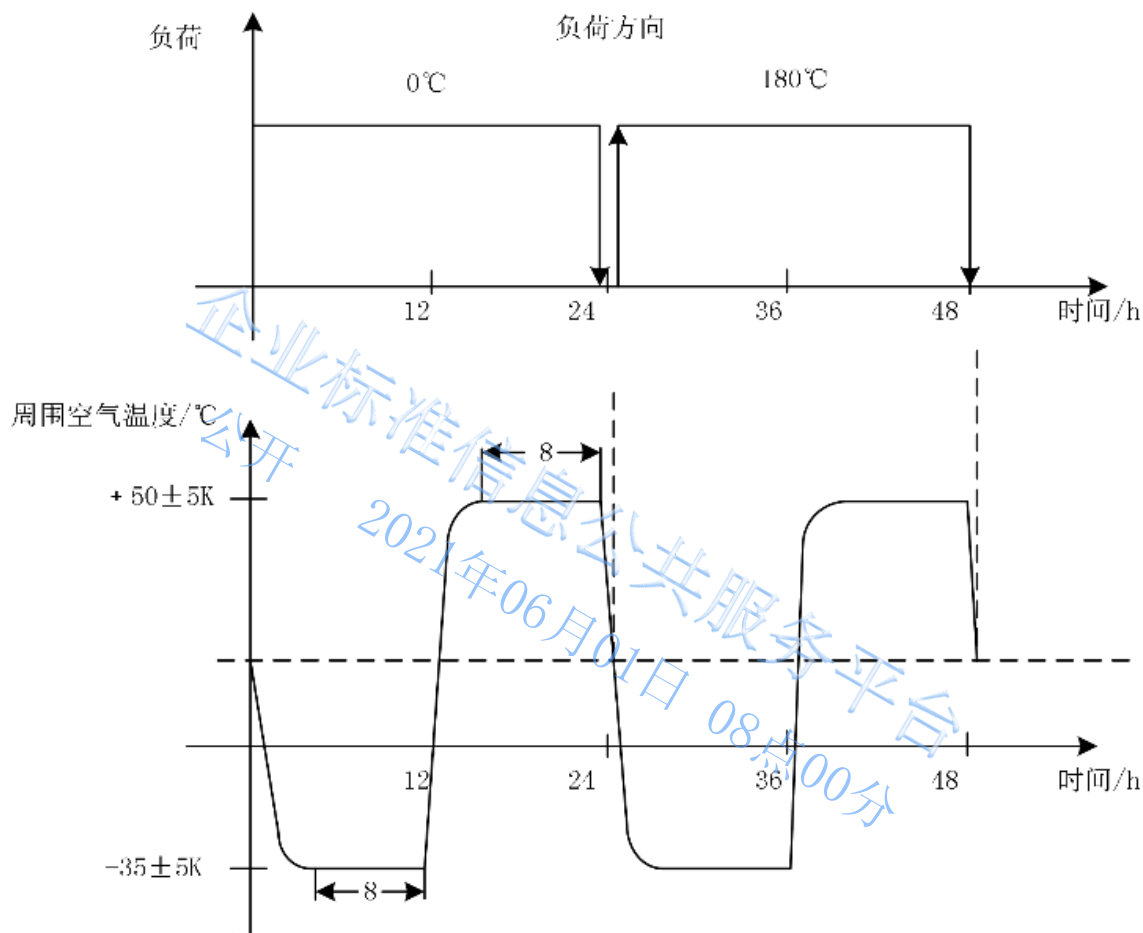


图1 热机械预应力试验——典型循环

8.2.4 验证试验

8.2.4.1 验证试验要求

8.2.4.2、8.2.4.3和8.2.4.4规定的各项试验间的时间间隔应能保证这些试验在48h内完成。

8.2.4.2 外观检查

对每只试品的外套进行外观检查，不允许有开裂。

8.2.4.3 陡波前冲击电压试验

陡波前冲击电压试验程序及判定准则如下：

- 试验程序：在试品上安置电极（电极由卡箍构成，例如可由大约20mm宽、厚度不超过1mm的窄铜条制成）。此电极应牢固地紧绕在伞与伞之间的外套上，使复合绝缘横担形成沿轴向长约500mm或较小的区段。冲击电压应施加于两个相邻的电极之间或金属附件和其相邻的电极之间，施加电压不低于30kV/cm，电压陡度至少为1000kV/ μ s，每区段应承受正负极性冲击各25次；
- 判定准则：每次冲击都应在两电极间发生外部闪络。复合绝缘横担的任何部分均不应出现击穿。检查时应卸除所用的电极。

8.2.4.4 干工频电压试验

干工频电压试验程序及判定准则如下：

- 试验程序：测取每只试品的干工频闪络电压值5次，取其5次的算术平均值作为该只试品的干工



频闪络电压值。该值应按GB/T 16927.1校正到标准大气条件。试验时电压在1min内线性地从零升到闪络。用同样方法测定另外一只参考复合绝缘横担的闪络电压作为基准闪络电压。试验后应使三只试品和参考复合绝缘横担均与环境达到热平衡。然后，三只试品和参考复合绝缘横担均在80%基准闪络电压下连续耐受30min。卸除电压后立即测量复合绝缘横担的杆体温度；

- b) 判定准则：三只被试复合绝缘横担的闪络电压值均应大于或等于基准闪络电压值的90%。被试复合绝缘横担任何部分均不应发生击穿，并且其本体温度相对于参考复合绝缘横担之差小于10K。

8.3 装配后的芯体负荷试验

8.3.1 最大设计弯曲负荷（MDCL）验证试验

8.3.1.1 试品和试验程序

选取三只在生产线上制造并使用标准附件的复合绝缘横担，如果没有经过逐个试验，应依照图样进行外观检查，并依据11.1进行拉伸负荷试验。三只试品应在 $20^{\circ}\text{C} \pm 10\text{K}$ 温度下平缓加载到1.1倍MDCL，并在此负荷下保持96h。负荷应施加于复合绝缘横担导线安装位置，并垂直于导线延伸方向和复合绝缘横担芯体。卸除负荷后，应按下列步骤检查：

- a) 目测检查底部端部附件是否开裂或出现永久变形；
- b) 检查底部端部附件的螺栓是否可以继续使用；
- c) 在离底部端部附件约50mm处沿与芯体轴线呈 90° 方向切断每只复合绝缘横担，然后在前述施加弯曲负荷方向线与复合绝缘横担轴线组成的平面上把底部端部附件沿轴向切成两半。切割面应用180目的细纱布打磨光滑，并按下列步骤检查：
 - 1) 观测切开的两半是否有开裂和剥离；
 - 2) 对切开的两个表面进行染料渗透试验，以检查其是否开裂。

8.3.1.2 判定准则

8.3.1.1条各项中任意一项不符合均应判为不合格。

8.3.2 拉伸负荷（STL）试验

8.3.2.1 试验程序

选取三只在生产线上制造并使用标准端部附件的复合绝缘横担，如果没有经过逐个试验，应按照图样进行外观检查，并依据本标准11.1进行拉伸负荷试验。拉伸负荷的施加方向应与复合绝缘横担芯体轴线一致，并施加于运行中导体固定点或接近与运行中导体固定点。负荷首先应迅速平稳地从零增加到约75%STL，然后在30s~90s内平缓地增加，直至达到STL。如果所用时间不足90s，则应保持负荷至达到90s。

8.3.2.2 判定准则

如果没有出现下列情况，则本试验合格：

- a) 芯体从端部附件中拉出；
- b) 端部附件破坏。

8.3.3 扭转负荷（STM）试验



选取三只在生产线上制造并使用标准端部附件的复合绝缘横担, 如果没有经过逐个试验, 应依照图样进行外观检查, 并依据11.1进行拉伸负荷试验。扭转负荷施加于运行中导体固定点或接近于运行中导体固定点或绝缘子装配孔处, 扭矩的施加应使复合绝缘横担产生绕自身轴向发生转动。负荷首先应迅速平稳地从零增加到约75%STM, 然后在30s~90s内平缓地增加, 直至达到额定值。如果所用时间不足90s, 则应保持负荷至达到90s。

8.3.3.2 判定准则

如果没有出现下列情况, 则本试验合格:

- a) 芯体发生不可恢复性变形;
- b) 端部附件在端部截面上发生滑动。

8.4 外套材料试验

8.4.1 耐漏电起痕和耐电蚀损性试验

8.4.1.1 试验程序

试样可在进行了本标准8.3.1试验后的复合绝缘横担(也可在正常生产的复合绝缘横担)上裁取, 胶片数量不少于5片, 同时进行试验。每个试样的尺寸均为120mm×50mm×6mm, 制样及试验程序依据DL/T 810、GB/T 6553, 试验结果仅当蚀损区域在裁取的外套胶料内时方为有效。

8.4.1.2 判定规则

经6h试验后, 仅当5片试样均未出现电痕且蚀损深度均不大于2.5mm时, 方认为该组试样达4.5级, 且本项试验通过。

8.4.2 抗撕裂强度试验

8.4.2.1 试验程序

试样可在进行了本标准8.3.1试验后的复合绝缘横担(也可在正常生产的复合绝缘横担)上裁取, 以5片为一组, 将试样打磨成尺寸为100mm×19mm×2mm的标准试样, 依据GB/T 529规定的试验程序进行抗撕裂强度试验。

8.4.2.2 判定规则

若5片试样的抗撕裂强度均不小于12kN/m, 则本试验通过。

8.4.3 扯断强度试验和拉断伸长率试验

8.4.3.1 试验程序

试样可在进行了本标准8.3.1试验后的复合绝缘横担(也可在正常生产的复合绝缘横担)上裁取, 以5片为一组, 将试样打磨成尺寸为25mm×6mm×2mm的标准试样, 依据GB/T 528规定的试验程序进行扯断强度试验和拉断伸长率试验。

8.4.3.2 判定规则



若5片试样的机械扯断强度均不小于4.7MPa、拉断伸长率均不小于270%，则本试验通过。

8.4 护套最小厚度检查

8.4.4.1 试验程序

试验可在进行了本标准8.3.1 试验后的复合绝缘横担（也可在正常生产的复合绝缘横担）上进行，选取一只复合绝缘横担，任取三个位置剖开，测量护套的最小厚度。

8.4.4.2 判定规则

若各位置复合绝缘横担护套厚度均不小于5mm，则本试验通过。

8.5 芯体材料试验

8.5.1 染料渗透试验

8.5.1.1 试验程序

染料渗透试验程序如下：

- 在流动的冷水下从正常生产的复合绝缘横担上锯取10只试样，锯取方向与芯体轴线呈 90° ，试样长度 $10\text{mm} \pm 0.5\text{mm}$ 。试样切割面应用180目细纱布打磨光滑，两端面应平行且清洁；
- 在以玻璃容器中放置一层直径相同的钢球或玻璃球，球径 $1\text{mm} \sim 2\text{mm}$ 。将试样按纤维垂直向上方向放置在球上，并将染色液倒入容器，液面应比球顶高 $2\text{mm} \sim 3\text{mm}$ 。染色液为含1%红色或紫罗兰色次甲基染料的酒精溶液。染色液会在毛细作用下穿过芯体上升，测量染色液穿过试样的时间。

8.5.1.2 判定准则

染料液贯穿试样的时间应超过15min。

8.5.2 水扩散试验

8.5.2.1 试验程序

在流动的冷水下从正常生产的复合绝缘横担上锯取6只试样，锯取方向与芯体轴线呈 90° ，试样长度 $30\text{mm} \pm 0.5\text{mm}$ 。试样切割面应用180目细纱布打磨光滑，两端切面应是清洁和平行的。

8.5.2.2 预应力

试样的表面在煮沸前应先使用乙醇和滤纸清洗干净，然后将其置于含0.1%氯化钠（重量）的去离子水的玻璃容器中煮沸 $100\text{h} \pm 0.5\text{h}$ 。水煮时一只复合绝缘横担芯体材料的试样应用同一容器。玻璃容器示例见图2。水煮后应将试样从玻璃容器中取出，在室温下置于装满自来水的另一个玻璃容器中至少放置15min，并在从煮沸容器中取出后的3h内完成耐压试验。

8.5.2.3 耐压试验

耐压试验应用图3所示装置进行，试验用典型回路见图4。耐压试验前把试样从玻璃容器中取出，并立即用滤纸擦干。将试样分别置于两电极间，试验电压以约 1kV/s 的速率上升到12kV，在此电压下持续1min，然后卸除电压到零。

8.5.2.4 判定准则



试验中不应出现击穿或表面闪络，电流不应超过0.1mA (r. m. s.)。

注：应进行以上试验，以检查芯体材料的耐水渗透性能。

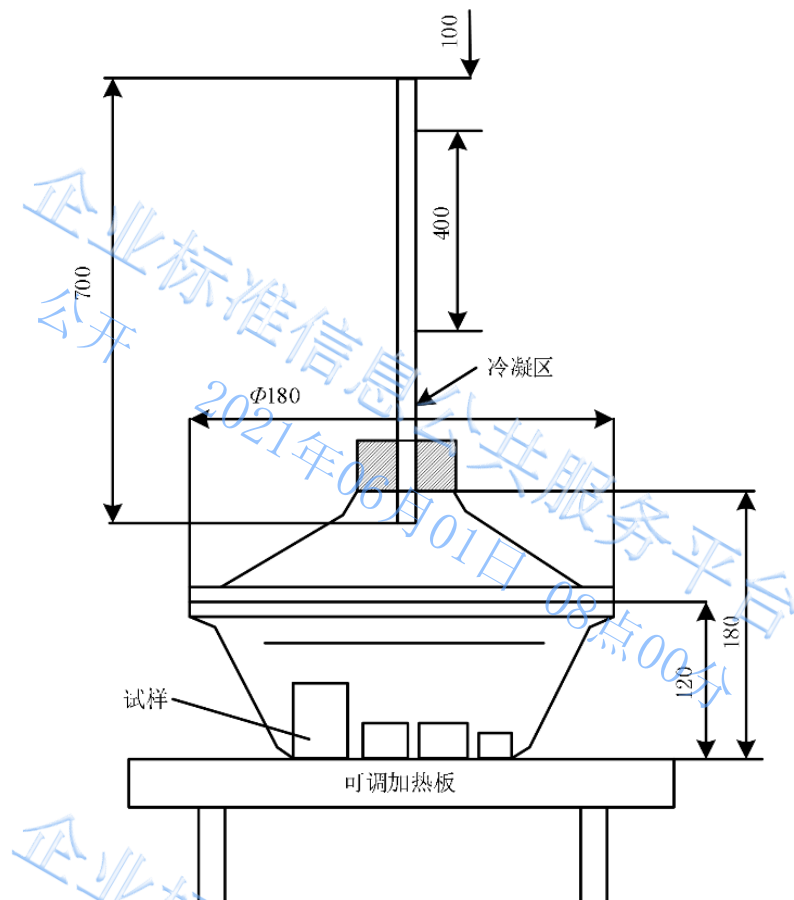


图2 水扩散试验用容器示例

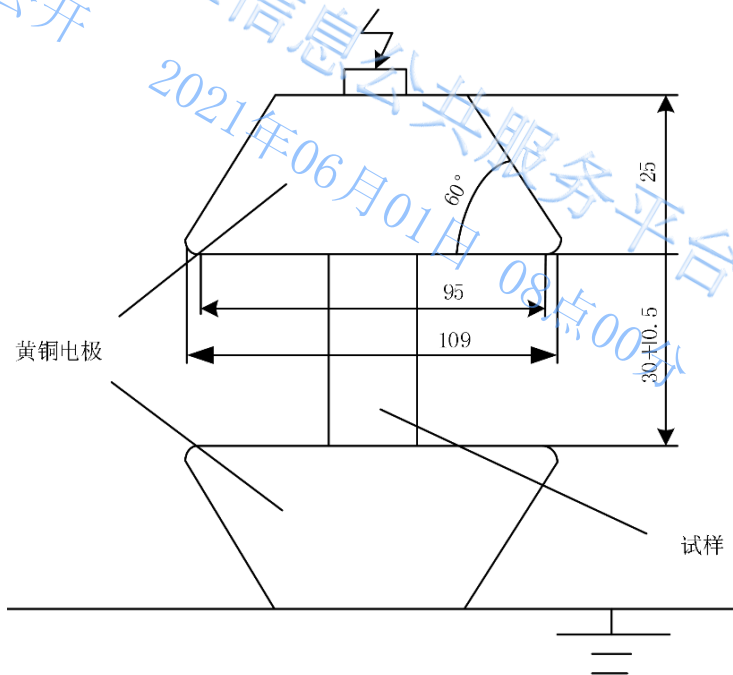


图3 耐压试验用电极

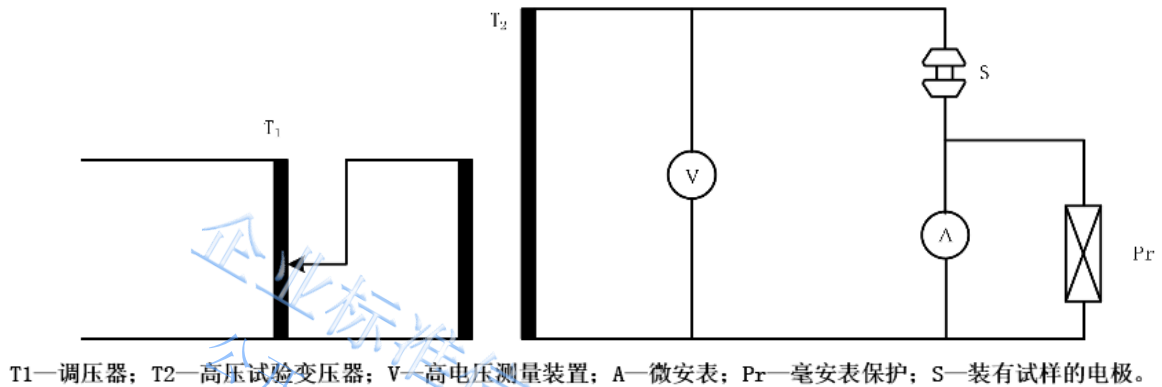


图4 耐压试验典型回路

9 型式试验

9.1 总则

9.1.1 复合绝缘横担的型式由以下特性确定：

- 从电气型式试验的角度看，复合绝缘横担的型式由电弧距离、爬电距离和外套形状三个特性确定。满足上述特性条件的统一型式的复合绝缘横担，其电气型式试验仅进行一次。如果引弧或均压装置是该型式复合绝缘横担的必备部件，电气型式试验应在装有这些部件的复合绝缘横担上进行。仅当上述特性中的一项或多项变化时，电气型式试验才重新进行；
- 从机械型式试验的角度看，复合绝缘横担的型式由SCL、芯体材料、芯体尺寸、端部附件的固定方法和底部端部附件的联接区五个特性确定。满足上述特性条件的同一型式的复合绝缘横担，其机械型式试验仅进行一次。仅当上述特性中有一项或多项变化时，机械型式试验才重新进行。

9.1.2 型式试验试品如果未经逐个试验，应对其进行外观检查，并按本标准9.2 给定的公差检查其与图样的符合性。然后按本标准11.1 进行逐个机械拉伸试验。

9.1.3 其他条件相同，长度居中的复合绝缘横担电气试验结果可以用已有电气试验的结果采用内插法获得，条件是只要作为试验结果内插法两端点的复合绝缘横担电弧距离之比小于或等于1.5 即可。不允许使用外插法。

9.1.4 其他条件相同，长度居中的复合绝缘横担的弯曲破坏试验结果可以用已有弯曲破坏试验的结果采用内插法获得，只要作为试验结果内插法两端点的复合绝缘横担弯曲力臂之比小于或等于1.5 即可。不允许使用外插法。

9.2 尺寸检查

9.2.1 除非另有规定，对没有标注公差的尺寸允许有下列公差：

- 若 $d \leq 300\text{mm}$ ， $\pm (0.04d + 1.5)\text{mm}$ ；
 - 若 $d > 300\text{mm}$ ， $\pm (0.025d + 6)\text{mm}$ ，最大不超过50mm；
- 式中：d为尺寸，单位为毫米（mm）。

9.2.2 爬电距离测量以复合绝缘横担图样设计尺寸及其规定的公差为准，即使其大于设计要求的爬电

距离，也应满足其规定的公差要求。若规定的爬电距离为最小值，则不允许出现负公差。

9.3 电气试验

9.3.1 安装布置

9.3.1.1 一般要求

复合绝缘横担的安装应可能接近复合绝缘横担的实际运行情况，可以垂直或水平安装。复合绝缘横担如果在运行中装有均压装置，试验时也应安装均压装置。

9.3.1.2 垂直安装布置

复合绝缘横担应按GB/T 1001.1的规定安装。

9.3.1.3 水平安装布置

水平安装布置要求如下：

- a) 应将复合绝缘横担水平安装在一个垂直于地面由槽钢制成的接地金属构架上。金属构架的宽度应约等于被试复合绝缘横担底部的直径，高度至少等于被试复合绝缘横担长度的两倍。复合绝缘横担离地面的高度至少应为1m或复合绝缘横担长度的1.5倍，二者取其大者。复合绝缘横担应安装在槽钢的平面侧。复合绝缘横担如果设计有安装角，试验时应按该角度安装，而不应水平安装。在被试复合绝缘横担1m或其长度的1.5倍范围内不应有其他物体，二者取其大者；
- b) 把一根直径不小于13mm并在两个方向上延伸至少两倍复合绝缘横担长度的水平导体牢固的固定在超出复合绝缘横担顶部伞裙的部位，以避免闪络在导体端头起始。如果复合绝缘横担带有线夹，应将导体安装在线夹内，否则应采取适当措施用适宜的夹紧装置把导体固定到复合绝缘横担上；
- c) 如果复合绝缘横担端部附件有线槽，应将导体放入线槽内，并用缠绕在导体上的金属丝将其固定。金属丝直径约2.5mm，缠绕长度约两倍于上部伞裙直径，并向复合绝缘横担两侧等量延伸；
- d) 湿试验时复合绝缘横担的安装应使其轴线大约垂直于淋雨方向。

9.3.2 干雷电冲击耐受电压试验

该试验应按GB/T 1001.1的规定进行。

9.3.3 湿工频电压试验

该试验应按GB/T 1001.1的规定进行。

9.4 机械试验

9.4.1 弯曲破坏负荷试验

9.4.1.1 试品

应选择三只生产线上制造，并使用常规底部端部附件（标准附件）的复合绝缘横担产品。

9.4.1.2 试验程序

本试验在20℃±10K温度下进行，用于测定复合绝缘横担的破坏负荷，由于复合绝缘横担挠曲变形



大,所使用的设备应有足够的力量保证复合绝缘横担破坏。有必要使用特制螺栓或构件把复合绝缘横担牢固地固定在试验夹具上,弯曲负荷应迅速平稳地从零增加到约75%SCL,然后在30s~300s之间逐步增加到芯体或端部附件出现破坏,其间应尽可能使施加负荷方向与未施加负荷时复合绝缘横担的轴线方向保持垂直。弯曲破坏负荷是试验中测得的最大负荷,且应在试验报告中记录破坏情况。

9.4.1.3 判定准则

三只试品的破坏负荷值均应大于SCL。

9.5 端部密封试验

9.5.1 试品

取一只正常生产的复合绝缘横担,首先对该试品进行外观检查,核对尺寸应符合图样要求,然后按11.1经受拉伸负荷试验。

9.5.2 试验步骤

试验应按GB/T 19519对端部装配与复合绝缘横担伞套间界面的密封进行,步骤如下:

- a) 在环境温度下对该试品通过联接施加拉伸负荷,此拉伸负荷应迅速而平稳地从零升高到额定拉伸负荷(STL)的70%,然后在此负荷下保持96h;
- b) 96h试验结束之前,对其两端根据GB/T 18851.1和GB/T 18851.4用着色渗透试验进行裂痕检查。检查范围包括伞套包裹端部装配的全部界面,也包括向端部装配以外充分延伸的附加区域。检查应按以下步骤进行:
 - 1) 用清洁剂将表面清理干净;
 - 2) 渗透剂在清洁的表面作用20min;
 - 3) 清除多余的渗透剂,并使表面干燥;
 - 4) 如需要,应使用显影剂;
 - 5) 检查表面;
- c) 有些伞套材料可被渗透剂渗透,这种情况下应就分析结果提供依据。渗透试验后检查试品。如有可见裂痕,应将伞套(必要时连同端部装配和芯体)在裂痕最宽部位的中间沿垂直于裂痕方向切成两半,观察两切割表面并测量裂痕深度。

9.5.3 试验判定

如果满足下列条件,则认为试验合格:

- a) 在70% STL下96h试验中试品无破坏(芯体断裂或拉脱,端部装配破坏);
- b) 按9.5.2 b)所述染色渗透法检测显示无裂痕;
- c) 对9.5.2 c)所述切割后的两半检查清楚地表明裂痕没有达到芯体。

10 抽样试验

10.1 总则

10.1.1 抽样试验应抽取E1、E2两组样本,样本大小见表5。如果提交验收的复合绝缘横担超过10000只,应将其划分成几批,每批数量2000只~10000只,试验结果应分批评价。样本应随机抽取,并对抽取的

对本标准进行相应的抽样试验。

表5 按照批量抽取的样本大小

批量 N	样本大小	
	E1	E2
$N \leq 100$	协议	
$100 < N \leq 300$	2	1
$300 < N \leq 2000$	4	3
$2000 < N \leq 5000$	8	4
$5000 < N \leq 10000$	12	6

10.1.2 抽样试验项目见表6。外套材料试验和芯体材料试验选用的试样可以在开展过SCL验证后的复合绝缘横担试品上截取，其中芯体试样应在远离破坏位置、形态仍保持完整的部分选取。

表6 抽样试验项目

序号	试验项目	试验数量	试验方法
1	尺寸检查	E1+E2	10.2
2	镀锌层试验	E1+E2	10.3
3	SCL 验证	E1	10.4
4	憎水性试验	E1+E2	GB/T 19519
5	耐漏电起痕性和耐电蚀损试验	E1 中一只	8.4.1
6	抗撕裂强度试验		8.4.2
7	扯断强度试验		8.4.3
8	拉断伸长率试验		8.4.3
9	护套最小厚度检查		8.4.4
10	击穿强度试验		DL/T 376
11	染料渗透试验		8.5.1
12	水扩散试验		8.5.2
13	击穿强度试验	DL/T 1580	
14	伞裙粘接强度试验（剖检试验）	E2 中一只	10.5
15	傅里叶红外试验	护套试样 2 片	10.6
16	热重分析		10.7

10.1.3 如果抽样试验不合格，应采取本标准10.8的程序进行重复试验。

10.2 尺寸检查

尺寸检测应按图样规定的尺寸和公差进行。如果图样中未规定公差，则其公差应按本标准9.2的规定执行。

10.3 镀锌层试验

试验应按GB/T 1001.1对其所有镀锌层部件进行。

10.4 SCL 验证试验

10.4.1 试验程序

弯曲负荷应按规定方向施加在复合绝缘横担的导体安装部位，并与复合绝缘横担芯体垂直。负荷应迅速平稳地从零增加到约75%SCL，然后在30s~90s内逐步增加到SCL。如果第二步加载过程不足90s，则应保持负荷至达到90s。为了从试验中得到更多的信息，可以增大负荷直到复合绝缘横担的芯体或端部附件破坏，并记录破坏负荷值及破坏方式。

10.4.2 判定准则

如果在SCL下能够保持所要求的时间，则本试验通过。

10.5 伞套粘接强度试验（剖检试验）

10.5.1 试验程序

试验程序如下：

- a) 用锋利的工具刀将伞裙和护套沿着轴向合膜缝或任一轴线划开。首先切开复合绝缘横担的伞裙，直至护套，再将芯体表面一层护套切开。深度要直至芯体，但尽量不损伤芯体。紧贴芯体表面削掉伞裙和护套，观察是否存在芯体与护套粘接不良缺陷，对怀疑有缺陷部位再用手工方法剥离护套和伞裙，测量手工剥离的护套与芯体不粘接处的面积。因锐器作用削掉的护套面积不计；
- b) 旋转180度后，重复第一步的方法沿轴线方向再次解剖。

10.5.2 判定准则

如果满足下列条件，则试验通过：

- a) 单处缺陷的最大长度小于等于5cm 且最大面积小于等于5cm²；
- b) 整只复合绝缘横担的缺陷总面积小于等于10cm²。

10.6 傅里叶红外光谱测试

随机选取护套试样（硅橡胶）1片进行测试。试验前应将选取试样表面的油污、污秽物等清除干净，保证测量表面清洁、平整，不应有裂纹、凸起、凹坑、气泡及灰尘等，试样面积不小于10mm*10mm。试验按照GB/T 6040进行，并将试验结果记录到报告中，以便后续比对。

10.7 热重分析

随机抽取护套试样（硅橡胶）1片进行测试。试验前应将选取试样表面的油污、污秽物等清除干净，保证测量表面清洁，样品大小不应超过热重分析仪标准坩埚体积。试验按照GB/T 27761规定进行，并将试验结果记录到报告中，以便后续比对。

10.8 重复试验程序

重复试验程序如下：

- a) 如果抽样试验中仅有一只复合绝缘横担或附件不满足要求，可以进行重复试验。重复试验应包含初次试验时未通过的试验项目，抽取的样本大小为首次的两倍；
- b) 如果抽样试验中两只及以上复合绝缘横担或附件不满足要求，或重复试验中任意一项不满足要



求，则该批复合绝缘横担不符合本标准，应由制造商收回；

- c) 若能清楚地识别失效原因，允许制造商对该批复合绝缘横担进行精选，以剔除具有这种缺陷的复合绝缘横担。经精选后的这批复合绝缘横担可以再次提交试验，抽取的样本大小为首次的三倍。如果重复试验中有任一复合绝缘横担不满足要求，则该批复合绝缘横担不满足本标准。

11 逐个试验

11.1 拉伸负荷试验

11.1.1 试验程序

每只复合绝缘横担均应在环境温度下进行拉伸负荷试验，负荷值至少为STL的50%或5kN（二值中取其大者），持续时间至少10s，拉伸负荷应在正常联接位置施加。

11.1.2 判断准则

芯体不应从端部附件中部分或全部拉出，端部附件也不应出现开裂或变形。

11.2 外观检查

应对每支复合绝缘横担进行外观检查：

- 复合绝缘横担外观质量应均匀规整，无毛刺和毛糙触感、无肉眼可见的气孔、无粉化、无斑点、无裂纹等对产品性能有影响的缺陷；
- 绝缘件上端部附件的安装应复合图样要求；
- 复合绝缘横担的颜色应和图样规定大致相同；
- 复合绝缘横担的标志应符合本标准规定；
- 允许复合绝缘横担表面上有下述缺陷：缺陷面积小于 25mm^2 （总缺陷面积不应超过复合绝缘横担总面积的0.2%），深度或高度小于1mm。

12 标志、包装、运输和储存

12.1 标志

12.1.1 绝缘横担上标志

绝缘横担上应清晰永久标明：

- 制造商名称或商标；
- 产品规格型号；
- 最大设计弯曲负荷；
- 制造年份、批号。

12.1.2 外包装标志

绝缘横担的外包装应标明：

- 制造商名称或商标；
- 产品规格型号；
- 包装体总重量；
- “小心轻放”等字样或指示标记。

12.2 包装



所有对复合绝缘横担的包应具有良好的防潮、防振、防锈、防盗等保护措施，以确保绝缘子安全运抵现场而不致因上述原因受损，具体要求如下：

- a) 所有的复合绝缘横担都应使用大小适合、防潮防鼠的包装箱，两端端盖应牢固可靠；
- b) 包装箱应保证有足够的强度来承受运输、现场存放和安装过程中的搬运。
- c) 包装箱内应设有合适的缓冲措施，以防止在运输和搬运过程中的损坏或变形，所有的这些材料应具有化学稳定性、防水性，且不应粘附在复合绝缘横担上，也不应在集存期间对复合绝缘横担产生腐蚀。

12.2 存储

12.2.1 复合绝缘横担在储存前，应检查外包装不应有明显挤压、破损痕迹。外包装合格后储存。

12.2.2 复合绝缘横担应储存在干燥、通风的库房中，避免与腐蚀性物质混放，防止水浸、鼠咬等外力造成损坏，禁止在复合绝缘横担上直接压重物或堆放有尖锐棱角物品，避免伞裙变形或机械损伤。包装物堆放高度应符合制造厂要求，不宜超过8层。

12.2.3 户外储存除满足以上规定要求外，还应做好防雨措施。

12.3 运输

12.3.1 本标准规定的运输是指复合绝缘横担从储存地点运至安装现场。运输和搬运时应在包装完好的情况下进行。

12.3.2 当采用汽车运输时，复合绝缘横担包装箱堆放应满足本部分以上规定。卸货时，严禁拖拽、抛摔，保证包装箱平稳落地。

12.3.3 人工搬运装有复合绝缘横担的包装箱时，应由2人或2人以上进行搬运，并按外包装标识位置人工搬运。对于较长的复合绝缘横担，应采取措施，避免损伤复合绝缘横担。