



中华人民共和国国家标准

GB/T 44179—2024

交流电压高于 1 000 V 和直流电压高于 1 500 V 的变电站用空心支柱复合绝缘子 定义、试验方法和接收准则

Composite hollow core station post insulators with a.c. voltage
greater than 1 000 V and d.c. voltage greater than 1 500 V—
Definitions, test methods and acceptance criteria

(IEC 62772:2023, MOD)

2024-07-24 发布

2025-02-01 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

引言 V

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 图样和标识 5

5 环境条件 6

6 运输、储存和安装信息 6

7 试验分类 6

 7.1 总则 6

 7.2 设计试验 6

 7.3 型式试验 6

 7.4 抽样试验 7

 7.5 逐个试验 7

8 设计试验 7

 8.1 通则 7

 8.2 界面和端部装配件连接试验 9

 8.3 装配后的芯体负荷试验 10

 8.4 伞和伞套材料试验 11

 8.5 管材料试验 12

 8.6 带伞套的水扩散试验 12

9 型式试验 12

 9.1 内压力试验 12

 9.2 弯曲试验 12

 9.3 规定拉伸负荷试验、压缩和挠曲耐受试验 12

 9.4 电气试验 12

10 抽样试验 13

11 逐个试验 13

 11.1 通则 13

 11.2 外观检查 13

 11.3 逐个密封试验 14

12 文件 14

附录 A（资料性） 负荷定义、负荷关系 15

参考文献 18

表 1 设计和型式试验要求 7

图 A.1 GB/T 25096—2010 中负荷定义及负荷关系 15

图 A.2 GB/T 21429—2008 中负荷定义及负荷关系 16

图 A.3 弯曲负荷的关系 16

图 A.4 负荷定义及负荷关系对比图 17

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。

本文件修改采用 IEC 62772:2023《交流电压高于 1 000 V 和直流电压高于 1 500 V 的变电站用空心支柱复合绝缘子 定义、试验方法和接收准则》。

本文件与 IEC 62772:2023 的技术差异及其原因如下：

- a) 用 GB/T 22079 替换了 IEC 62217(见第 5 章、第 6 章、第 8 章),以适应我国的技术条件；
- b) 用 GB/T 25096—2010 替换了 IEC 62231:2006(见 7.3、8.3.2.1、9.3),以适应我国的技术条件；
- c) 删除了界面中“偶联剂和应用方法”一行(见 IEC 62772:2023 的表 1),以适应我国实际情况；
- d) 将“憎水性迁移试验”更改为“憎水性试验”(见表 1、8.4.5),将“见 IEC TR 62039”更改为“按照 GB/T 22079 进行”(见 8.4.5),以适应我国的实际试验技术条件要求；
- e) 删除了空心支柱复合绝缘子的机械型式由“高度”特性确定的限定条件“仅针对压缩和挠曲耐受负荷试验”(见 IEC 62772:2023 的 7.3),其他机械性能也受“高度”特性不同程度的影响；
- f) 删除了“制造商应规定试品的 SML 值”(见 IEC 62772:2023 的 8.2.2),已在图样和标识(见第 4 章)中规定了需要提供必要的参数值；
- g) 增加了规范性引用的 GB/T 18851.1—2012(见 8.3.1.2、8.3.2.1),为染料渗透试验方法提供标准依据；
- h) 用 GB/T 19519—2014 替换了 IEC 61109(见 8.3.1.2、8.3.2.1),以适应我国的技术条件；
- i) 增加了“如果是全等径产品,仅选取一只样品进行试验”(见 8.3.1.2、8.3.2.1 和 8.3.3.1),以适应我国实际情况；
- j) 增加了“伞套材料耐电痕化和蚀损试验”(见 8.4.6),以考核伞和伞套材料的相关性能；
- k) 删除了“可经供需双方协议后理论计算可以代替规定拉伸负荷试验、压缩和挠曲耐受试验”(见 IEC 62772:2023 的 9.3),以适应我国实际情况；
- l) 用 GB/T 8287.1—2008 替换了 IEC 60168(见 9.4.2~9.4.6),以适应我国的技术条件；
- m) 删除了“如果应用于直流系统,则以直流电压试验代替交流电压试验”(见 IEC 62772:2023 的 9.4.5 和 9.4.6),该描述已在总则(见 9.4.1)中出现；
- n) 增加了外观检查的技术内容(见 11.2),以适应我国实际情况。

本文件做了下列编辑性改动：

- a) 在第 4 章图样和标识中增加了必要参数值,如：SML、MML、MDCL、MDToL、STL、MSP 等具体描述；
- b) 将图 1 中对空心支柱复合绝缘子组部件的一般技术的说明由脚注 1~脚注 6 更改为注 1~注 4；
- c) 在 8.5.3 水扩散试验中增加了注,解释了水扩散试验样品的涵盖范围；
- d) 删除了 IEC 62772:2023 的附录 A(资料性)“填料鉴定”和附录 C(资料性)“空心支柱复合绝缘子组部件原理示意图”；
- e) 参考文献中增加了资料性引用的 GB/T 311.1—2012 和 GB/T 8287.2—2008。

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。

本文件由中国电器工业协会提出。

本文件由全国绝缘子标准化技术委员会(SAC/TC 80)归口。

本文件起草单位：西安高压电器研究院股份有限公司、江苏神马电力股份有限公司、清华大学、中国电力科学研究院有限公司、中国南方电网有限责任公司超高压输电公司、南京电气(集团)高新材料有限公司、华高电气(湖北)有限公司、醴陵华鑫高能电气有限公司、北玻电力复合材料有限公司、中国南方电网有限责任公司超高压输电公司大理局、大连电瓷集团输变电材料有限公司、广州麦科凌电力装备有限公司、西安高强绝缘电气有限公司、中国电力科学研究院有限公司武汉分院、河南平高电气股份有限公司、南京电气绝缘子有限公司、江苏祥源电气设备有限公司、国网浙江省电力有限公司电力科学研究院、国网江苏省电力有限公司电力科学研究院、国网湖北省电力有限公司电力科学研究院、四川电力设计咨询有限责任公司、西安西电高压套管有限公司、西安西电开关电气有限公司、芦溪高压电瓷电气研究院有限公司、正泰电气股份有限公司、江苏雷特绝缘子有限公司、山东彼岸电力科技有限公司、固力发电气有限公司、扬州市双宝电力设备有限公司、南阳金牛电气有限公司、青州力王电力科技有限公司、唐山高压电瓷有限公司、中材江西电瓷电气有限公司、保定冀开电力器材有限公司、西安西电高压电瓷有限责任公司、莱州市宇虹电气有限公司、广东粤电湛江风力发电有限公司、江西高强电瓷集团有限公司、江西泉新电气有限公司、萍乡市中源瓷业有限公司、江西赛福电气有限公司、江西金之川电瓷电气有限公司、江西正强电瓷电器有限公司、江西凯佳电瓷电器有限公司、新东北电气集团高压开关有限公司、国网甘肃省电力公司电力科学研究院。

本文件主要起草人：井谦、周曙琛、梁曦东、王晰、韦晓星、谭元州、王建生、孙化刚、何庆文、胡平、危鹏、刘世增、姚君瑞、倪加奇、胡文歧、张鑫鑫、欧阳旭丹、张长征、张宝英、王云鹏、周军、张锐、党镇平、张倩、张善钢、刘铁桥、孙勇、王少华、高嵩、姚尧、汪海洋、李西育、周松松、韩晓东、李心一、李特、赖群、张书良、姚恭林、黄长学、罗融、鲍雄飞、马钢、靳国青、郭传琴、刘占民、郭志军、田健勇、王卫国、王东光、颜云、陈招明、蔡海多、黄卓勇、王十美、郑金、朱凌峰、张华、郑宇宏、郭陆。

引 言

电站用空心支柱复合绝缘子由起保护作用的硅橡胶伞套和承受机械负荷的绝缘空心管构成,此机械负荷由端部附件传递到管上。空心管内部全部由绝缘材料填充,管由树脂浸渍纤维制成。

在变电站中,电站用空心支柱复合绝缘子作为典型的支柱绝缘子应用。绝缘子材料和界面按照 GB/T 22079 进行设计试验。把一些试验归类为“设计试验”,这些试验对相同设计的绝缘子仅需进行一次。电站用空心支柱复合绝缘子的所有设计试验,按照 GB/T 22079 规定的通用条款进行。就实际而言,在规定设计试验时,已考虑了时间对整体的电站用空心支柱复合绝缘子及其部件(管材料、伞套、界面等)的电气和机械性能的影响,以保证在正常应力运行状态下有满意的使用寿命。

本文件涉及 GB/T 21429—2008 和 GB/T 25096—2010。

在电站用空心支柱复合绝缘子上,优先使用具有憎水性和憎水性迁移特性(HTM)的硅橡胶伞套材料,使用硅橡胶材料是公认的抵御严重污秽环境的有效措施。硅橡胶伞套的起痕和蚀损性能使用 GB/T 22079 规定的盐雾试验进行评估。GB/T 22079 中规定的试验用于量化憎水性迁移特性。

电站用空心支柱复合绝缘子均可应用于交流和直流系统中。目前,GB/T 22079 中规定的 1 000 h 起痕和蚀损试验用于确定抵御材料起痕和蚀损的最低要求。

交流电压高于 1 000 V 和直流电压高于
1 500 V 的变电站用空心支柱复合绝缘子
定义、试验方法和接收准则

1 范围

本文件适用于电站用空心支柱复合绝缘子,其由承受负荷的树脂浸渍纤维制作的空心绝缘管、绝缘填充材料、硅橡胶材料制作的伞套和端部金属附件构成。本文件所定义的电站用空心支柱复合绝缘子一般用于额定电压高于 1 000 V 的交流电压或额定电压高于 1 500 V 的直流电压下运行的户外或户内环境。

本文件的目的为:
——定义所用的术语;
——规定试验方法;
——规定接收准则。

本文件没有规定电站用空心支柱复合绝缘子最后可能成为其部件的电气设备的特性试验。

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 8287.1—2008 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(IEC 60168:2001,MOD)

GB/T 18851.1—2012 无损检测 渗透检测 第 1 部分:总则

GB/T 19519—2014 架空线路绝缘子 标称电压高于 1 000 V 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(IEC 61109:2008,MOD)

GB/T 21429—2008 户外和户内电气设备用空心复合绝缘子 定义、试验方法、接收准则和设计推荐(IEC 61462:1998,MOD)

注:GB/T 21429—2008 被引用的内容与 IEC 61462:2007 被引用的内容没有技术上的差异。

GB/T 22079 户内和户外用高压聚合物绝缘子 一般定义、试验方法和接收准则(IEC 62217:2012,MOD)

GB/T 25096—2010 交流电压高于 1 000 V 变电站用电站支柱复合绝缘子 定义、试验方法及接收准则(IEC 62231:2006,MOD)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

电站用空心支柱复合绝缘子 **composite hollow core station post insulator**
至少由三个绝缘部件,即绝缘管、伞套和内部填充物构成的绝缘子。

注 1: 伞套既能由安装在管上的单伞构成(带或不带护套),也能由一段或分若干段直接成型到管上构成。电站用空心支柱复合绝缘子永久地装有紧固装置或端部装配件。

注 2: 电站用空心支柱复合绝缘子由多个元件永久地装配在一起组成。

3.2

支柱绝缘子 post insulator

用作带电部件刚性支持并使其对地或另一带电部件绝缘的绝缘子。

注 1: 一个支柱绝缘子可以是若干支柱绝缘子元件的组装体。

注 2: 配变电站用的支柱绝缘子也称为电站支柱绝缘子。

[来源:GB/T 2900.8—2009,471-04-01]

3.3

管(芯体) tube(core)

电站用空心支柱复合绝缘子的绝缘部件,设计用来保证机械特性。

注 1: 管由树脂浸渍纤维制成,通常是圆柱或圆锥形,但也能具有其他形状(例如鼓形)。内部绝缘填充物不是芯体的一部分。

注 2: 树脂浸渍纤维以某些方式配置,以取得足够的机械强度。

3.4

填充物 filler

填充在电站用空心支柱复合绝缘子整个内部空间的绝缘材料,设计用来保证内绝缘性能,没有承受机械负荷的功能。

注: 填充物包括固体、液体、气体(内部承压或不承压)或它们的组合。

3.5

端部装配件 fixing device;end fitting

绝缘子的组成元件或构成部件,用于将绝缘子连接至支持结构、导体、设备或另一个绝缘子。

注: 这里端部附件为金属材质,通常使用术语“金属附件”。

[来源:GB/T 2900.8—2009,471-01-06,有修改]

3.6

联接区 coupling

端部装配件将机械负荷从外部构件传递到绝缘子上的部分。

[来源:GB/T 22079—2019,3.14]

3.7

连接区 connection zone

绝缘体和端部装配件间传递机械负荷的区域。

[来源:GB/T 22079—2019,3.13]

3.8

伞套 housing

电站用空心支柱复合绝缘子外绝缘件,提供必要的爬电距离并保护管免受环境影响。

注: 由绝缘材料制成的中间护套可以是伞套的一部分。

[来源:GB/T 22079—2019,3.7,有修改]

3.9

伞 shed

绝缘子主体上突出的绝缘部分,用以增加爬电距离。

注: 伞可以带棱或不带棱。

[来源:GB/T 2900.8—2009,471-01-15]

3.10

绝缘子主体 insulator trunk

绝缘子的中间绝缘部分,伞由此伸出。

注:对于较小的绝缘子称作杆体。

[来源:GB/T 2900.8—2009,471-01-11]

3.11

爬电距离 creepage distance

在绝缘子正常施加运行电压的导电部件之间沿其表面的最短距离或最短距离之和。

注:任何非绝缘胶合材料的表面不能计入爬电距离。

[来源:GB/T 2900.8—2009,471-01-04]

3.12

电弧距离 arcing distance

绝缘子在正常带有运行电压的两个金属部件之间外部空间的最短距离。

[来源:GB/T 2900.8—2009,471-01-01]

3.13

界面 interface

不同材料之间的结合面。

注:在大多数复合绝缘子中存在许多界面,如:

- 伞套与端部装配件之间;
- 伞套的各部分之间:例如,伞套间,或护套与伞之间;
- 管与伞套之间;
- 管与填充物之间。

[来源:GB/T 22079—2019,3.11]

3.14

管在机械应力下的损伤极限 damage limit of the tube under mechanical stress

在室温能够施加的机械负荷界限下复合管上没有微小的损伤。

注:施加这样的负荷意味着管处在可逆的弹性阶段。如果超过了管的损伤极限,管就处在不可逆的塑性阶段,即管出现了永久损伤,但这种损伤可能肉眼看不见(定义见 GB/T 21429—2008 中附录 C)。

3.15

最大机械负荷 maximum mechanical load;MML

预期施加在电站用空心支柱复合绝缘子上的最大弯曲负荷。

注:MML由绝缘子制造商规定。

[来源:GB/T 21429—2008,3.10,有修改]

3.16

规定机械负荷 specified mechanical load;SML

由制造商规定的用于机械试验的负荷。

注1:通常是在室温下施加弯曲负荷。

注2:它是考虑外部负荷时绝缘子选用的基础。

3.17

规定弯曲负荷 specified cantilever load;SCL

在规定试验条件下绝缘子能够耐受的弯曲负荷等级。

[来源:GB/T 25096—2010,3.17]

3.18

最大设计弯曲负荷 **maximum design cantilever load; MDCL**

运行中不能超过的弯曲负荷值,超过此值绝缘子开始出现损伤。

注:本文件中的 MDCL 被认为是等同于 GB/T 21429—2008 中第 8 章规定的 1.25 倍的 MML,或者是 0.5 倍的 SML。

[来源:GB/T 25096—2010,3.18,有修改]

3.19

规定扭转负荷 **specified torsion load; SToL**

在规定试验条件下绝缘子能够耐受的扭转负荷等级。

[来源:GB/T 25096—2010,3.19]

3.20

最大设计扭转负荷 **maximum design torsion load; MDToL**

运行中不能超过的扭转负荷,超过此值绝缘子开始出现损伤。

[来源:GB/T 25096—2010,3.20,有修改]

3.21

规定拉伸负荷 **specified tension load; STL**

在规定试验条件下绝缘子能够耐受的拉伸负荷等级。

[来源:GB/T 25096—2010,3.21]

3.22

最大设计拉伸负荷 **maximum design tension load; MDTL**

运行中不能超过的拉伸负荷值,超过此值绝缘子开始出现损伤。

[来源:GB/T 25096—2010,3.22,有修改]

3.23

规定压缩负荷 **specified compression load; SCoL**

在规定试验条件下绝缘子能够耐受的压缩负荷等级。

[来源:GB/T 25096—2010,3.23]

3.24

挠曲负荷 **buckling load**

导致绝缘子芯体产生挠曲的压缩负荷。

[来源:GB/T 25096—2010,3.24]

3.25

最大设计压缩负荷 **maximum design compression load; MDCoL**

运行中不能超过的压缩负荷值,超过此值绝缘子开始出现损伤。

[来源:GB/T 25096—2010,3.25,有修改]

3.26

电站用空心支柱复合绝缘子破坏负荷 **failing load of a composite hollow core station post insulator**

规定试验条件下绝缘子达到的最大负荷(弯曲试验或压力试验)。

注:管和/或连接区损伤可能在低于绝缘子破坏负荷时出现。

3.27

弯曲负荷下的偏移 **deflection under bending load**

绝缘子在弯曲负荷下的偏移是绝缘子在弯曲试验期间在自由端测得的绝缘子的最大偏移。

注:偏移-负荷关系由制造商确定。

3.28

残余偏移 residual deflection

绝缘子负荷施加前最初的偏移和负荷释放后最终的偏移间的差。

注：残余偏移的测量用来与应变仪的测量进行定性比较。

3.29

残余角偏差 residual angular displacement

施加扭转负荷前和释放扭转负荷后测得的绝缘子相对应的端部装配件之间的角度偏差。

注：残余角偏差可能和扭转负荷持续时间，以及扭转负荷释放和角偏差测量之间的间隔时间有关。

3.30

过压 overpressure

正压外壳内高于环境压力的压力。

[来源：GB/T 2900.35—2023,426-09-16]

3.31

最大运行压力 maximum service pressure; MSP

在最高环境温度下的最大绝对压力与正常外部压力之差。

注 1：绝缘子的最大运行压力由制造商规定。

注 2：最大运行压力等同于空心瓷绝缘子(见 GB/T 23752—2009)中所使用的“设计压力”。

3.32

规定内压力 specified internal pressure; SIP

由制造商规定的内部压力，在室温下型式试验期间检验。

注：规定内压力构成了绝缘子与内部压力有关的选用基础。

3.33

承压绝缘子 pressurized insulator

运行时绝缘子内部气体或液体的压力大于 0.05 MPa。

3.34

非承压绝缘子 unpressurized insulator

运行时绝缘子内部气体或液体的压力小于或等于 0.05 MPa。

3.35

额定温度 specified temperatures

电站用空心支柱复合绝缘子允许的最高和最低温度，由制造商规定。

3.36

制造商 manufacturer

生产电站用空心支柱复合绝缘子的个人或组织。

3.37

设备制造商 equipment manufacturer

使用电站用空心支柱复合绝缘子用于生产电气设备的个人或组织。

3.38

批 lot

提交验收的一组绝缘子，这些绝缘子来自同一制造商，设计相同，并且在相同的生产条件下制造

注：同时提交验收的是一批或几批，批是订货量的全部或是订货量的一部分。

[来源：GB/T 23752—2009,3.22,有修改]

4 图样和标识

制造商应在图样上标明相关尺寸，以及按照本文件进行试验和鉴别绝缘子的必要参数值(如 SML、

MML、MDCL、MDToL、STL、MSP 等),关于这些负荷的定义及关系见附录 A。图样还应标明相关适宜的制造公差。此外,如有必要,图样应说明相关的设计信息。

每一个电站用空心支柱复合绝缘子上均应标出绝缘子的制造商名称或商标、制造年份,另外为了便于区别,每个绝缘子应标出型号和序列号。每个绝缘子还应至少标出最大设计机械负荷,如 MDCL: 4 kN。这些标志应清晰牢固,不易脱落。

5 环境条件

符合 GB/T 22079 的要求。

6 运输、储存和安装信息

符合 GB/T 22079 的要求。

7 试验分类

7.1 总则

试验分为设计试验、型式试验、抽样试验和逐个试验。

7.2 设计试验

设计试验用来验证绝缘子的设计、材料和制造方法(工艺)的适用性。

电站用空心支柱复合绝缘子的设计由以下因素确定:

- 管、伞套、填充物的材料、配方和设计,以及制造方法;
- 端部装配件材料,以及其结构和固定方法;
- 管上伞套的厚度(如有,则包括护套)。

当设计发生变化时,应按表 1 重新验证。

7.3 型式试验

型式试验的目的是验证电站用空心支柱复合绝缘子的主要特性,而这些特性又主要取决于绝缘子的形状和尺寸。型式试验(依据表 1)应在绝缘子已通过设计试验后进行。仅当绝缘子型式有变化时(见表 1),才重新进行型式试验。型式试验应按照 GB/T 25096—2010 进行。

电站用空心支柱复合绝缘子的电气型式由以下特性确定:

- 电弧距离;
- 爬电距离;
- 伞套形状;
- 内部填充物;
- 引弧和均压装置(适用时)。

电站用空心支柱复合绝缘子的机械型式由以下特性确定:

- 高度;
- 管的直径;
- 管的壁厚;
- 管的缠绕参数;
- 端部连接设计;

- 绝缘子材料
- 端部装配件的材料；
- 制造工艺。

7.4 抽样试验

抽样试验的目的是验证电站用空心支柱复合绝缘子由制造质量和所用材料质量决定的特性。试品应从提交验收的该批绝缘子中随机抽取。

7.5 逐个试验

逐个试验的目的是剔除存在制造缺陷的电站用空心支柱复合绝缘子,应对每个绝缘子试验。

8 设计试验

8.1 通则

GB/T 22079 中规定了设计试验内容。设计试验仅进行一次,并将结果记录在试验报告中。适宜时,试验的每一部分都可以用新试品独立进行。仅当所有绝缘子或试品按照给定顺序通过全部设计试验项目时,才认为该特定设计的电站用空心支柱复合绝缘子通过了设计试验。

除了热机械试验外,所有设计试验均在正常环境温度下进行。

极端运行温度可能影响复合绝缘子的机械性能。目前定义绝缘子温度为“极高”或“极低”并不现实。因此,制造商应规定运行温度的极限范围。如果绝缘子长期承受“极高”或“极低”温度,建议经供需双方协议在比本文件描述的温度低或高的温度下做机械试验。

表 1 给出了试验的要求。

表 1 设计和型式试验要求

新产生的设计或设计有下列变化时		需要重新进行的试验 ^a											
		设计试验										型式试验	
		界面和端部装配件连接	装配后的芯体负荷试验(仅 8.3.1)	硬度试验	1 000 h 紫外光试验	起痕和蚀损试验	可燃性试验	憎水性试验	染料渗透试验	水扩散试验	带伞套的水扩散试验	电气型式试验	机械型式试验
1	伞套												
1a	材料、配方或制造工艺	×		×	×	×	×	×			×		
1b	装配工艺	×				×							
1c	伞套形状					×					×	×	
2	管												
2a	材料、配方或制造工艺	×	×						×	×		×	
2b	管设计		×						×	×		×	

表 1 设计和型式试验要求（续）

新产生的设计或设计有下列变化时		需要重新进行的试验 ^a											
		设计试验										型式试验	
		界面和端部装配连接	装配后的芯体负荷试验(仅 8.3.1)	硬度试验	1 000 h 紫外光试验	起痕和蚀损试验	可燃性试验	憎水性试验	染料渗透试验	水扩散试验	带伞套的水扩散试验	电气型式试验	机械型式试验
3	端部装配												
3a	材料或装配工艺	×	×										×
3b	端部装配连接区设计	×											×
4	界面												
4a	管和端部装配的装配工艺	×	×										×
4b	管、伞套和端部装配件间界面设计	×	×			×						×	
5	填充物材料或方法	×										×	
注 1：1a 中的伞套制造工艺：一般伞套制造方法有注射成型、模压成型等。 注 2：1b 中的伞套装配工艺：若伞和护套是分开地装配在管上，即为挤包穿伞工艺。 注 3：2a 中的管制造方法：拉挤、湿法缠绕、真空浸渍，包括表面预处理。 注 4：2b 中的内衬和缠绕角度、铺层结构。													
^a 如果可以证明变化对本试验性能没有影响，则无需进行该试验；材料试验可用于证明等效性。 ^b 如果管表面的伞套厚度（包括只有护套时）大于或等于母绝缘子的厚度，则无需进行本试验。在下列范围内伞套形状的变化不构成差别： ——伞伸出：±10%； ——伞根厚和伞尖厚：±15%； ——伞间距：±10%； ——伞倾角：±3°； ——伞交替型式：相同。 虽然可使用这些相对较小的公差当作参考，然而由于目前伞套形状的多样性，会导致有大量的试验需要进行。或者，如果在界面试验以及起痕和蚀损试验中评估的伞套形状具有等效性，供需双方可以根据第 9 章相互协商。根据不同伞套形状试验结果进行插值法计算是一种可能的方法。 ^c 如果可以证明变化对本试验性能没有影响，则无需进行该试验。 ^d 制造工艺中无材料变化的情况下，则无需进行该试验。 ^e 适用于表现有憎水性特性的材料。													

8.2 界面和端部装配件连接试验

8.2.1 通则

按照 GB/T 22079 的规定。

试验应按给定顺序在同一试品上进行。

试验顺序如下：

- a) 参考干工频试验；
- b) 预应力试验；
- c) 验证试验。

8.2.2 试品

试验应对在生产线上装配的一个绝缘子进行。其绝缘长度(金属-金属间距)应至少为其管内径的3倍,但不小于800 mm。两端的端部附件连接和密封方式应与一般生产的绝缘子相同。绝缘子应经过逐个试验。

应警惕含有内部压力的设计可能会出现危险的破坏状况。

8.2.3 参考干工频试验

按照 GB/T 22079 进行。

8.2.4 热机械预应力试验

按照 GB/T 21429—2008 进行。

8.2.5 水浸渍预应力试验

按照 GB/T 22079 进行。

8.2.6 验证试验

8.2.6.1 通则

按照 GB/T 22079 的规定。

8.2.6.2 外观检查

按照 GB/T 22079 进行。

8.2.6.3 陡波前冲击电压试验

按照 GB/T 22079 进行。

8.2.6.4 干工频电压试验

按照 GB/T 22079 进行。

8.2.6.5 内压力试验

按照 GB/T 21429—2008 进行。

本试验仅适用于承压电站用空心支柱复合绝缘子。

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 概述

若制造商无较深入的设计经验,MDCL 考虑等同为 1.25 倍的 MML(由 GB/T 21429—2008 中的型式试验确定),见附录 A。

8.3.1.2 试验程序

试验时试样可以不带填充物,或在机械试验后、染料渗透试验前去除填充物。

选取 2 只在生产线上制造并使用标准端部装配件的绝缘子:一只为最小管外径、最小壁厚的绝缘子和一只为最大管外径、最小管壁厚的绝缘子。如果是全等径产品,仅选取一只样品进行试验。如果制造商的设备能力允许,绝缘子的总高应至少为管外径的 8 倍,否则应尽可能接近该长度范围。绝缘子下部附件应刚性固定。在 $20\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 10\text{ K}$ 温度下平缓加载到 1.1 倍 MDCL,保持 96 h。负荷应施加于绝缘子导线安装位置,并垂直于导线延伸方向和绝缘子芯体。

在 24 h、48 h、72 h 和 96 h,应测量负荷施加点绝缘子的偏移作为附加信息。

卸除负荷后,应按下列步骤检查:

- 目测检查下部附件是否开裂或出现永久变形;
- 检查端部装配附件的螺栓是否可以继续使用;
- 若有必要,测量残余偏移。

在离下部附件约 50 mm 处沿与芯体轴线呈 90° 方向切断每只绝缘子,然后在前述施加弯曲负荷方向线与绝缘子轴线组成的平面上把下部附件沿轴向切成两半。切割面用粒径为 $80\text{ }\mu\text{m}$ (180 目)的细纱布打磨光滑:

- 观察切开的两半是否有开裂和剥离;
- 按照 GB/T 18851.1—2012 对切开的两个表面进行染料渗透试验,以检查其是否开裂。

有些伞套和填充物可能被渗透剂渗透,这种情况不应属于本试验不通过情形。其他情况应就分析结果提供证据(按照 GB/T 19519—2014 中 11.3.2 和 11.3.3)。

8.3.1.3 接收准则

如果没有出现任何开裂、永久变形或剥离,则本试验合格。

8.3.2 最大设计扭转负荷(MDTOL)验证试验

8.3.2.1 试验程序

试验时试样可以不带填充物,或在机械试验后、染料渗透试验前去除填充物。

选取 2 只在生产线上制造并使用标准端部装配件的绝缘子:一只最小管外径、最小壁厚的绝缘子和一只最大管外径、最小管壁厚的绝缘子。如果是全等径产品,仅选取一只样品进行试验。

如果制造商的设备能力允许,绝缘子的总高应至少为管外径的 8 倍,否则应尽可能接近该长度范围。在 $20\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 10\text{ K}$ 温度下平缓加载到 1.1 倍 MDTOL,保持 30 min。施加的负荷不应产生弯矩,并垂直于绝缘子芯体轴线。30 min 时测量角偏差,作为附加信息。可以接受的角偏差值应经供需双方协议。

注:扭转试验中,角偏差与端部装配件之间绝缘管的长度成正比。

试验布置示例见 GB/T 25096—2010 中附录 C。卸除负荷后,应按下列步骤检查:

- 如果需要,测量残余角偏差;
- 目测检查端部装配件是否开裂或出现永久变形;
- 检查端部装配附件的螺栓是否可以继续使用;
- 在离两端部装配件约 50 mm 处沿与芯棒轴线呈 90°方向切断每只绝缘子,然后再从中段的中间部位切断;
- 用粒径为 80 μm (180 目)的细纱布把切割面打磨光滑;
- 观测切割面是否有开裂和剥离;
- 按照 GB/T 18851.1—2012 对切割面进行染料渗透试验,以检查其是否开裂或剥离。

有些伞套和填充物可能被渗透剂渗透,这种情况不应属于本试验不通过情形。其他情况应就分析结果提供证据(按照 GB/T 19519—2014 中 11.3.2 和 11.3.3)。

8.3.2.2 接收准则

如果没有出现下列情况,则本试验合格:

- 芯体从端部装配件中拉出滑动;
- 端部装配件破坏。

8.3.3 规定拉伸负荷(STL)验证试验

8.3.3.1 试验程序

试验时试样可以不带有填充物。

选取 2 只在生产线上制造并使用标准端部装配件的绝缘子:一只最小管外径、最小壁厚的绝缘子和一只最大管外径、最小管壁厚的绝缘子。如果是全等径产品,仅选取一只样品进行试验。

如果制造商的设备能力允许,绝缘子的总高应至少为管外径的 8 倍,否则应尽可能接近该长度范围。

拉伸负荷的施加方向应与绝缘子芯体轴线一致。在 20 $^{\circ}\text{C} \pm 10 \text{ K}$ 温度下,负荷首先应迅速平稳地从零增加至约 75% STL,然后在 30 s~90 s 时间内平缓增加,直至达到 STL。如果所用时间不足 90 s,则应保持 100% 负荷至达到 90 s。

8.3.3.2 接收准则

如果没有出现下列情况,则本试验合格:

- 芯体从端部装配件中拉出滑动;
- 端部装配件破坏。

8.4 伞和伞套材料试验

8.4.1 硬度试验

按照 GB/T 22079 进行。

8.4.2 1 000 h 紫外光试验

按照 GB/T 22079 进行。

8.4.3 起痕和蚀损试验

按照 GB/T 22079 进行。

8.4.4 可燃性试验

按照 GB/T 22079 进行。

8.4.5 憎水性试验

按照 GB/T 22079 进行。

8.4.6 伞套材料耐电痕化和蚀损试验

按照 GB/T 22079 进行。

8.5 管材料试验

8.5.1 通则

按照 GB/T 22079(芯体材料试验)的规定。

试验时试样可以带伞套或不带伞套。

8.5.2 染料渗透试验

按照 GB/T 22079 进行。

8.5.3 水扩散试验

按照 GB/T 22079 进行。

注：水扩散试验是芯体材料试验，在 3.3 定义中管(芯体)不包含内部绝缘填充物。若对内部绝缘填充物性能有特殊技术要求，由供需双方协商确定。

8.6 带伞套的水扩散试验

按照 GB/T 22079 进行。

9 型式试验

9.1 内压力试验

按照 GB/T 21429—2008 进行。

9.2 弯曲试验

按照 GB/T 21429—2008 进行。

9.3 规定拉伸负荷试验、压缩和挠曲耐受试验

考虑绝缘子主要运行工况决定的负荷类型选择进行拉伸负荷、压缩和挠曲负荷试验。

按照 GB/T 25096—2010 进行。

每项试验使用一只在生产线上制造的绝缘子。

9.4 电气试验

9.4.1 通则

下列试验应在给定的一只支柱绝缘子上进行，并仅做一次。

如配有均压装置,应安装后一同进行试验。长度居中的绝缘子的电气试验结果可以用已有绝缘子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绝缘子电弧距离之比小于或等于 1.5 即可,不准许使用外推法。

如果应用于直流系统,则以直流电压试验代替交流电压试验。

注:试验值和程序取决于应用情况(例如户内或户外、独立使用或电气设备的组部件),因此根据供需双方协议进行,或参考使用 GB/T 311.1—2012 和 GB/T 8287.2—2008。

9.4.2 电气试验安装布置

支柱绝缘子电气试验安装布置取决于是否要求进行操作冲击试验,以及是否再现运行条件。

按照 GB/T 8287.1—2008 进行。

9.4.3 雷电冲击干耐受电压试验

按照 GB/T 8287.1—2008 进行。

9.4.4 操作冲击湿或干耐受电压试验

按照 GB/T 8287.1—2008 进行。操作冲击干耐受电压试验仅适用于户内支柱绝缘子,操作冲击湿耐受电压试验仅适用于户外支柱绝缘子。

9.4.5 工频干耐受电压试验

按照 GB/T 8287.1—2008 进行。

本试验仅适用于户内支柱绝缘子。

9.4.6 工频湿耐受电压试验

按照 GB/T 8287.1—2008 进行。

本试验仅适用于户外支柱绝缘子。

10 抽样试验

按照 GB/T 21429—2008 进行。

11 逐个试验

11.1 通则

按照 GB/T 21429—2008 的规定。

11.2 外观检查

应对每个绝缘子进行检查。在绝缘子装配中金属部件的安装应符合图样规定。绝缘子的颜色也应接近图样中规定的颜色。

不准许出现以下缺陷:

- 面积大于 25 mm^2 (总缺陷面积不超过绝缘子总面积的 0.2%) 或者是深度、高度大于 1 mm 的表面缺陷;
- 靠近金属附件在伞根部的裂纹;
- 伞套和金属附件接合处黏结出现分离和黏结剂不足(适用时);

- 伞和伞套交界面处分离或黏结有缺陷(适用时);
- 伞套表面超过 1 mm 的模压飞边。

11.3 逐个密封试验

11.3.1 通则

该试验用于验证管密封系统的气/水密性,且只适用于气体作为内绝缘的电站用空心支柱绝缘子(内部承压或内部不承压的运行状态)。试验应验证密封系统中所有可能的泄漏途径的密封性,包括端部装配件和管间的界面、端部装配件、端部装配件密封系统和气阀。

11.3.2 试验程序

制造者制造商可以使用任何适用于测量规定泄漏率的灵敏方法。对于内部承压的电站用空心支柱绝缘子,试验应在施加 MSP 的气体(例如:空气、氮气或者氦气)压力下进行,压力至少持续 5 min。对于内部不承压的电站用空心支柱绝缘子,试验应施加至少 0.05 MPa 的压力,且至少持续 5 min。

11.3.3 接收准则

无压力监测的非承压和承压电站用空心支柱绝缘子:总相对泄漏率应低于体积分数为 0.1%/年。

带压力监测的承压电站用空心支柱绝缘子:总相对泄漏率应低于体积分数为 0.5%/年。

对于不带压力监测的电站用空心支柱绝缘子,气阀的密封性应在充入运行压力后进行验证,最后关闭阀门。

基于可接受的泄漏率极限 $F_{rel,p}$ /年的最大泄漏率计算见公式(1):

$$F = \frac{F_{rel,p} \times V \times P \times \left(\frac{273 + T}{273 + 20} \right) \times g}{365 \times 24 \times 60 \times 60} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

- F —— 泄漏率,单位为帕立方米每秒($\text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$);
- V —— 电站用空心支柱绝缘子气体容积,单位为立方米(m^3);
- P —— $T=20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下的额定充气压力,绝对值,单位为帕(Pa);
- T —— 泄漏测量时的环境温度,单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$);
- g —— 电站用空心支柱绝缘子气体容积中示踪气体的百分比;
- $365 \times 24 \times 60 \times 60$ —— 分别为 365 d、24 h、60 min 及 60 s。

12 文件

制造商应对所有成批生产的符合本文件的绝缘子的记录保存至少 10 年。这些记录应包含下列信息:

- 型号;
- 编号;
- 制造日期;
- 逐个试验和抽样试验及其日期和结果。

当有要求时应向设备制造商提供记录。

附录 A
(资料性)
负荷定义、负荷关系

GB/T 21429—2008 对空心复合绝缘子进行了描述和定义。GB/T 25096—2010 中描述并定义了电站支柱复合(实心)绝缘子。

本文件描述并定义了电站用空心支柱复合绝缘子,是一种基于空心设计、在特定应用中的电站支柱复合绝缘子。本文件中关于空心支柱复合绝缘子的定义与 GB/T 21429—2008 和 GB/T 25096—2010 中各自定义的复合绝缘子都有所不同。

由于 GB/T 21429—2008 和 GB/T 25096—2010 中各自规定的产品结构不同,因此这两个标准所包含的负荷定义和负荷之间的关系均是基于各自不同结构设计的损伤极限状况而定。

GB/T 25096—2010 中规定的电站支柱复合(实心)绝缘子的负荷定义及负荷关系,如图 A.1 所示。如 GB/T 25096—2010 中 8.3.1“最大设计弯曲负荷(MDCL)试验”所述,向试品施加 $1.1 \times \text{MDCL}$ 的弯曲负荷,持续 96 h。之后根据接收准则对试品进行判定,利用染料渗透方法在绝缘子承载端切开的两半检测到任何裂缝和/或分层的现象均为试验失败。因此在给定的时间和温度参数下,该试验可确认 $1.1 \times \text{MDCL}$ 的负荷不会导致绝缘子劣化。

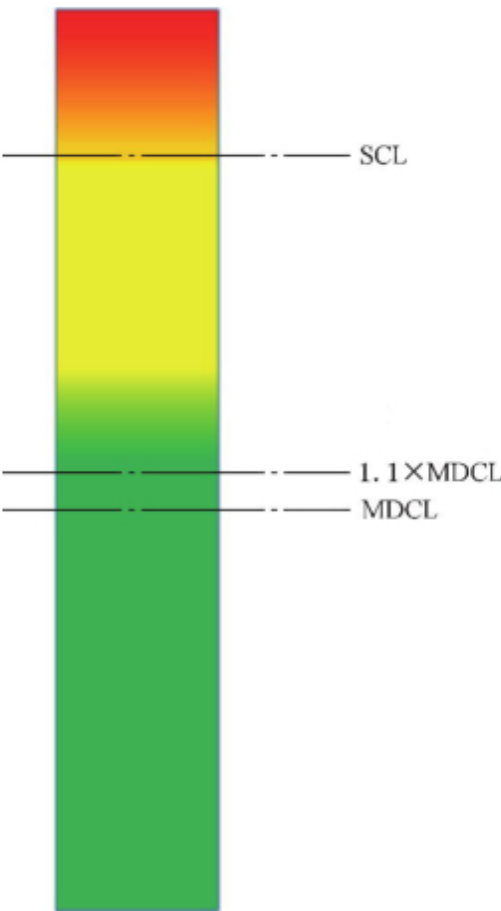


图 A.1 GB/T 25096—2010 中负荷定义及负荷关系

GB/T 21429—2008 中规定的空心复合绝缘子的负荷定义及负荷关系,如图 A.2 所示。与 GB/T 21429—2008 中的图 B.1(如图 A.3 所示)相比,损伤极限定义为等于或高于 $1.5 \times \text{MML}$ 的负荷水平。如 21429—2008 中 8.4.2“弯曲试验”所述,绝缘子分几个阶段进行弯曲负荷试验。在 $1.5 \times \text{MML}$ 的负荷阶段后,管的残余应变不大于 5%,在这种情况下,可证实试品的完好性,因此损伤极限更高。

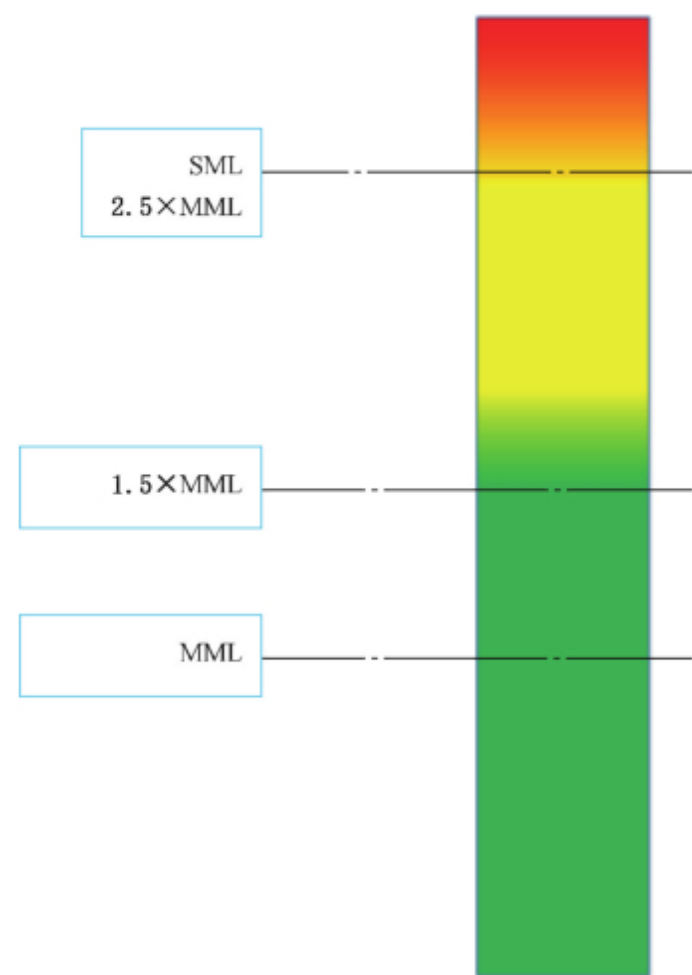


图 A.2 GB/T 21429—2008 中负荷定义及负荷关系

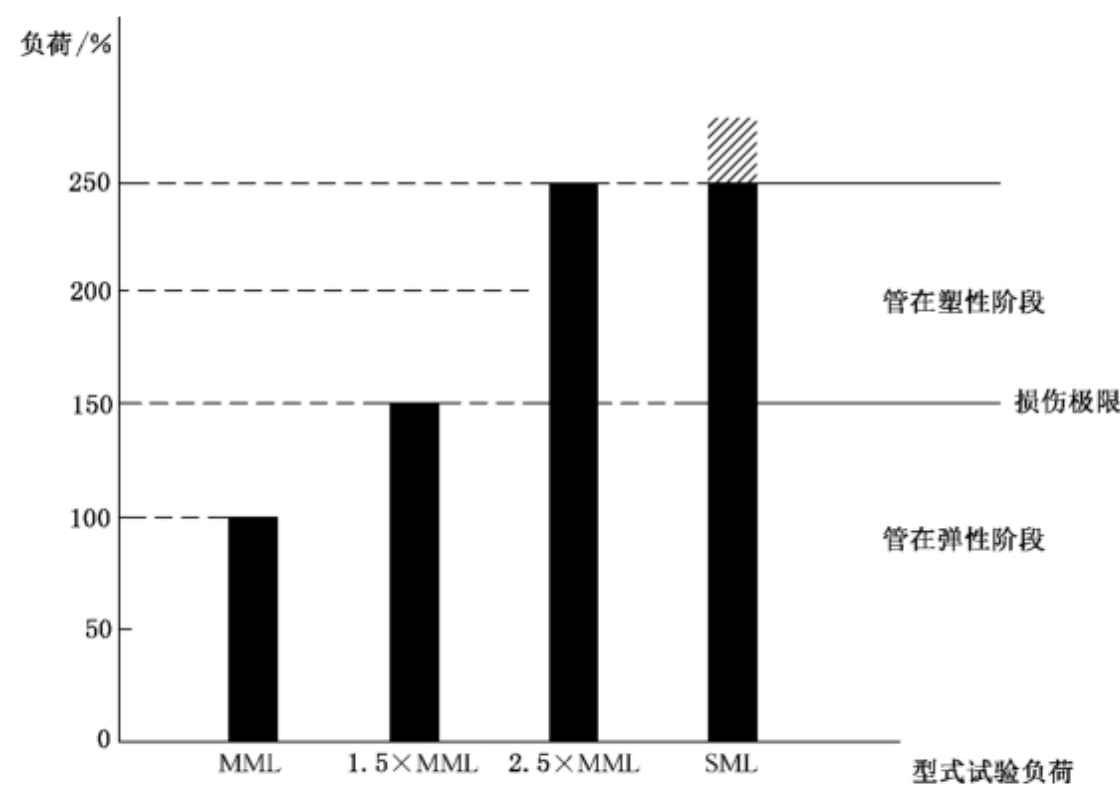


图 A.3 弯曲负荷的关系

图 A.4 是 GB/T 21429—2008 和 GB/T 25096—2010 分别规定的绝缘子负荷定义及负荷关系对比图。

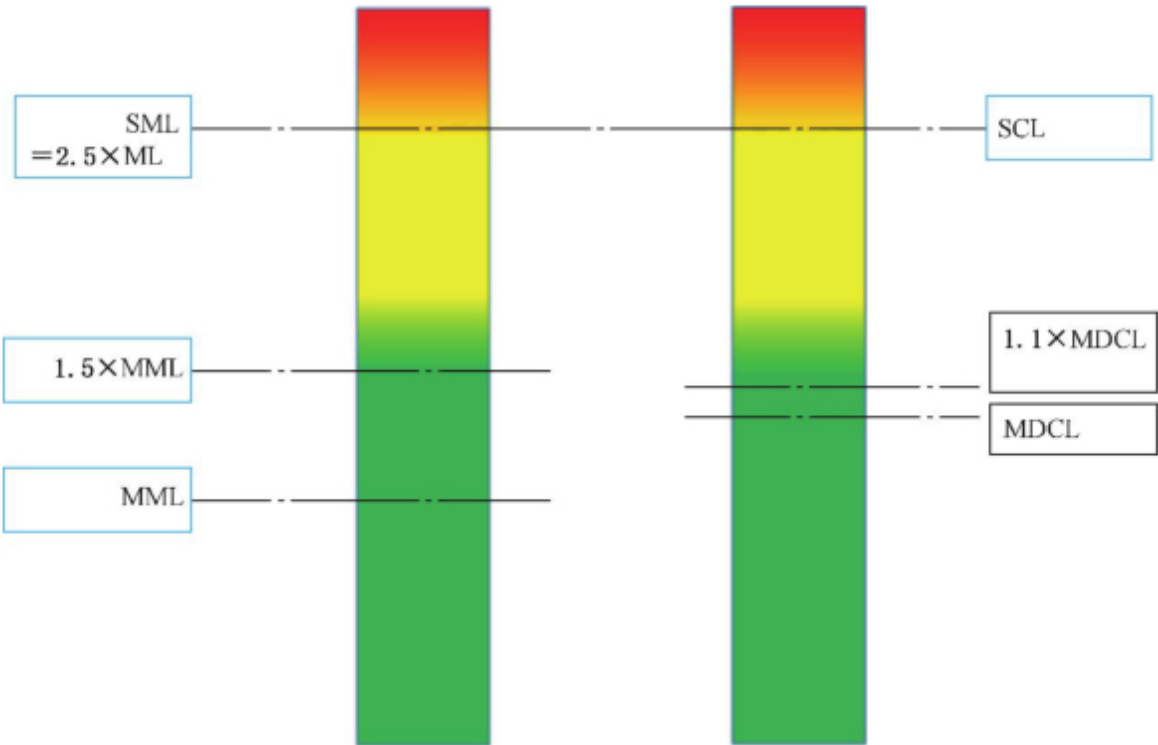


图 A.4 负荷定义及负荷关系对比图

在 GB/T 25096—2010 中,MDCL 值取决于绝缘子个体的设计,且与其 SCL 没有固定的对应关系。然而, SML 和 SCL 可以视为相等,因为二者都是在各自设计的最小或接近弯曲破坏值以下范围。在 GB/T 21429—2008 中,SML 定义为 $2.5 \times MML$ 。因为基于纤维增强的复合材料的“破坏区”没有瞬间的破坏现象,上述试验之间的参数不同,MML 和 MDCL 之间的合理关系似乎为 $MDCL = 1.0, \dots, 1.5 \times MML$ 。最后,如果制造商没有进一步的经验, $MDCL = 1.25 \times MML$ 可能是一个设计起点,除非通过设计试验证明其有更高的比例关系。

参 考 文 献

- [1] GB/T 311.1—2012 绝缘配合 第1部分:定义、原则和规则
 - [2] GB/T 2423.23—2013 环境试验 第2部分:试验方法 试验Q:密封
 - [3] GB/T 2900.8—2009 电工术语 绝缘子
 - [4] GB/T 2900.35—2023 电工术语 爆炸性环境
 - [5] GB/T 8287.2—2008 标称电压高于1 000 V系统用户内和户外支柱绝缘子 第2部分:尺寸与特性
 - [6] GB/T 23752—2009 额定电压高于1 000 V的电器设备用承压和非承压的空心瓷和玻璃绝缘子
 - [7] ISO 1101 产品几何技术规范(GPS) 几何公差 形状、方向、位置和跳动公差标注[Geometrical product specifications (GPS)—Geometrical tolerancing—Tolerances of form, orientation, location and runout]
-

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准

交流电压高于 1 000 V 和直流电压高于
1 500 V 的变电站用空心支柱复合绝缘子
定义、试验方法和接收准则

GB/T 44179—2024

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲 2 号(100029)
北京市西城区三里河北街 16 号(100045)

网址: www.spc.net.cn

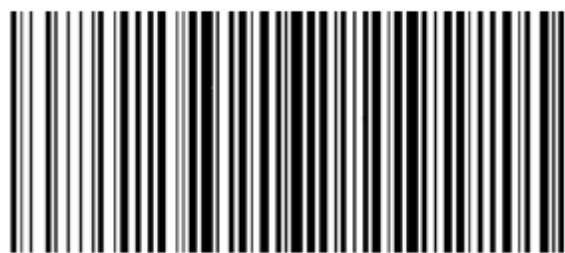
服务热线: 400-168-0010

2024 年 7 月第一版

*

书号: 155066 • 1-76317

版权专有 侵权必究



GB/T 44179—2024