



中华人民共和国国家标准

GB/T 25083—2010

±800 kV 直流系统用金属氧化物避雷器

Metal-oxide surge arresters without gaps for ±800 kV UHVDC systems

2010-09-02 发布

2011-02-01 实施



中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会

发布

目次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 符号和缩略语 2

4.1 下标脚注 2

4.2 字母符号 2

4.3 缩略语 3

4.4 直流换流站布置图中避雷器的符号 3

5 避雷器运行条件 4

5.1 正常运行条件 4

5.2 异常运行条件 4

6 技术要求 5

6.1 电气技术要求 5

6.2 避雷器外套的绝缘耐受性能 5

6.3 避雷器的参考电压 5

6.4 避雷器的持续电流 5

6.5 避雷器的 0.75 倍直流参考电压下泄漏电流 5

6.6 避雷器的残压 5

6.7 避雷器的局部放电和无线电干扰电压 5

6.8 避雷器的密封性能 6

6.9 多柱避雷器的电流分布 6

6.10 避雷器的热稳定性 6

6.11 能量耐受 6

6.12 大电流冲击耐受 6

6.13 动作负载 6

6.14 避雷器的暂时过电压耐受时间特性 6

6.15 压力释放 6

6.16 避雷器的机械性能 7

6.17 承受地震力 7

6.18 避雷器的耐污秽性能 7

6.19 避雷器外套的外观要求 7

6.20 外露件的防腐性能 7

6.21 复合外套避雷器的热机试验和沸水煮试验要求 7

6.22 复合外套避雷器的起痕和耐电蚀损要求 8

6.23 绝缘底座绝缘电阻 8

6.24 避雷器的监测装置 8

7 测量设备及试品 8

7.1 测量设备	8
7.2 试品	8
8 试验方法	9
8.1 避雷器外套的外观检查	9
8.2 避雷器外套的爬电距离检查	9
8.3 持续电流试验	9
8.4 工频参考电压试验	9
8.5 直流参考电压试验	9
8.6 0.75 倍直流参考电压下的泄漏电流试验	9
8.7 局部放电和无线电干扰电压试验	9
8.8 残压试验	9
8.9 能量耐受试验	10
8.10 大电流冲击耐受试验	11
8.11 动作负载试验	11
8.12 暂时过电压耐受时间特性试验	16
8.13 避雷器外套的绝缘耐受试验	16
8.14 压力释放试验	16
8.15 多柱避雷器的电流分布试验	16
8.16 机械性能试验	17
8.17 人工污秽试验	17
8.18 密封试验	17
8.19 热机试验和沸水煮试验	17
8.20 复合外套避雷器的耐电痕化和蚀损试验	17
9 检验规则	18
9.1 总则	18
9.2 例行试验	18
9.3 型式试验	18
9.4 验收试验	19
9.5 抽样试验	19
10 标志、包装、运输保管及保修期	20
10.1 标志	20
10.2 包装	20
10.3 随产品提供的技术文件	20
10.4 运输和保管	20
10.5 保修期	20
附录 A (资料性附录) 典型的特高压直流避雷器技术参数	21
附录 B (资料性附录) 避雷器能量应力	22

前 言

本标准在主要技术内容上参照国际大电网会议技术报告 Cigré 33/14.05《高压直流换流站无间隙金属氧化物避雷器使用导则》(CIGRE PUBLICATION NO 34, 1989)、GB/T 22389—2008《高压直流换流站无间隙金属氧化物避雷器导则》及 GB 11032—2000《交流无间隙金属氧化物避雷器》(eqv IEC 60099-4:1991)进行制定。

本标准的附录 A、附录 B 为资料性附录。

本标准由中国电器工业协会提出。

本标准由全国避雷器标准化技术委员会(SAC/TC 81)归口。

本标准主要起草单位:西安高压电器研究院有限责任公司、南方电网技术研究中心、机械工业北京电工技术经济研究所。

本标准参加起草单位:国网电力科学研究院、中国电力科学研究院、北京网联直流输电工程咨询有限公司、西安交通大学、西南电力设计院、国家绝缘子避雷器质量监督检验中心、西安西电避雷器有限责任公司、抚顺电瓷制造有限公司。

本标准主要起草人:朱斌、黎小林、方晓燕、王保山、蔡汉生、张翠霞、郭洁、聂定珍、郭丽平、何计谋、周晓琴、李凡、周德才、张一鸣、王新霞、叶立茂、吕金壮、黄莹。

本标准为首次制定。

±800 kV 直流系统用金属氧化物避雷器

1 范围

本标准规定了±800 kV 直流输电用瓷外套和复合外套无间隙金属氧化物避雷器(以下简称避雷器)的技术参数、试验方法和检验规则等内容。

本标准适用于瓷外套和复合外套无间隙金属氧化物避雷器。本标准不适用于气体绝缘金属封闭金属氧化物避雷器。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

- GB/T 191—2008 包装储运图示标志(ISO 780:1997,MOD)
- GB/T 772 2005 高压绝缘子瓷件 技术条件
- GB/T 775.1 2006 绝缘子试验方法 第1部分:一般试验方法
- GB/T 775.3—2006 绝缘子试验方法 第3部分:机械试验方法
- GB/T 2900.12—2008 电工术语 避雷器、低压电涌保护器及元件
- GB/T 2900.19—1994 电工术语 高电压试验技术和绝缘配合(neq IEC 60071-1:1993)
- GB/T 6553 2003 评定在严酷环境下使用的电气绝缘材料耐电痕化和蚀损的试验方法(IEC 60587:1984,IDT)
- GB 11032 2000 交流无间隙金属氧化物避雷器(eqv IEC 60099-4:1999)
- GB/T 13498 2007 高压直流输电术语(IEC 60633:1998,IDT)
- GB/T 16434—1996 高压架空线路和发电厂、变电所环境污区分级及外绝缘选择标准
- 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 16927.2—1997 高电压试验技术 第2部分:测量系统(eqv IEC 60060-2:1994)
- GB/T 22389—2008 高压直流换流站无间隙金属氧化物避雷器导则
- JB/T 8952 2005 交流系统用复合外套无间隙金属氧化物避雷器

3 术语和定义

GB/T 2900.12—2008、GB/T 2900.19—1994、GB 11032—2000 及 GB/T 13498—2007 确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

持续运行电压 continuous operating voltage

高压直流换流站直流侧避雷器的持续运行电压是由直流电压迭加谐波电压组成的,而交流侧和阀避雷器的持续运行电压是由交流电压全波或半波叠加谐波电压组成。其持续运行电压分为三个不同的值:

- a) **最大峰值持续运行电压 peak continuous operating voltage**
PCOV

包括换相过冲的最高持续运行电压峰值。

- b) 峰值持续运行电压 **crest value of continuous operating voltage**
CCOV

不包括换相过冲的最高持续运行电压峰值。

- c) 等效持续运行电压 **equivalent continuous operating voltage**
ECOV

等同于在实际运行电压下产生相同功耗的电压值。

注 1: 既可选用工频电压,也可选用直流电压,或两者的组合。

注 2: 电压值和功耗可采用计算方法或通过特殊试验回路的试验确定。

3.2

- 额定电压 **rated voltage**

施加到避雷器端子间的最大允许工作电压,它是表征避雷器运行特性的一个重要参数,其值应小于避雷器参考电压,依据避雷器工作电压的不同可用有效值或峰值表示。

3.3

- 持续电流 **continuous current**

施加持续运行电压时流过避雷器的电流。它可由阻性分量和容性分量组成,包括由谐波产生的分量。

3.4

- 配合电流 **co-ordinating current**

用于系统绝缘配合,确定避雷器最大残压的电流称为配合电流。配合电流分为以下四种:

- a) 陡波冲击电流 **steep current impulse**

视在波前时间为 $1\ \mu\text{s}$ 的一种冲击电流。因设备调整的限制,视在波前时间的实测值为 $0.9\ \mu\text{s}\sim 1\ \mu\text{s}$,视在波尾半峰值时间不应大于 $20\ \mu\text{s}$ 。

- b) 雷电冲击电流 **lightning current impulse**

一种 $8/20\ \mu\text{s}$ 波形冲击电流。因设备调整的限制,视在波前时间的实测值为 $7\ \mu\text{s}\sim 9\ \mu\text{s}$,视在波尾半峰值时间为 $18\ \mu\text{s}\sim 22\ \mu\text{s}$ 。

- c) 操作冲击电流 **switching current impulse**

视在波前时间大于 $30\ \mu\text{s}$ 但小于 $100\ \mu\text{s}$,视在波尾半峰值时间约为视在波前时间 2 倍的放电电流峰值。

- d) 缓波前操作冲击电流 **slow front switching current impulse**

视在波前时间为 $1\ 000\ \mu\text{s}\pm 100\ \mu\text{s}$,半峰值时间约为波前时间 2 倍的冲击电流峰值。

4 符号和缩略语

仅涵盖了最频繁使用的符号和缩写,本标准采用的其他的符号,详见引用标准。

4.1 下标脚注

- o 空载
d 直流电流或电压
i 理想
max 最大值

4.2 字母符号

- U_r 避雷器额定电压
 U_{CCOV} 持续运行电压峰值
 U_{ECOV} 等效持续运行电压值
 U_{PCOV} 持续运行电压最大峰值

U_{diomax}	最大理想空载直流电压
U_{ref}	避雷器参考电压
U_{dio}	理想空载直流电压
T	周期
α	延迟角(触发角)
μ	换相角(重叠角)
U_{SCCOV}	避雷器比例单元的持续运行电压峰值
U_{SECOV}	避雷器比例单元的等效持续运行电压值

4.3 缩略语

PCOV	最大峰值持续运行电压
CCOV	峰值持续运行电压
ECOV	等效持续运行电压

4.4 直流换流站布置图中避雷器的符号

高压直流换流站的布置原理图见图 1、图 2、图 3 和图 4。

A	交流母线避雷器
A_2	换流变阀侧避雷器
CB_1	换流器直流母线避雷器
CB_2	直流母线中点避雷器
DB_1	直流母线避雷器
DL	直流线路避雷器
E_1/E_2	中性母线避雷器
EL	地极引线避雷器
EM	金属回线避雷器
M_2/M_1	12 脉波换流器中点母线避雷器
C_2/C_1	12 脉波换流器避雷器
DR_2/DR_1	中性母线平波电抗器避雷器
$V_1、V_2、V_3$	阀避雷器
$FA_1、FA_2$	交流滤波器避雷器
$FD_1、FD_2$	直流滤波器避雷器

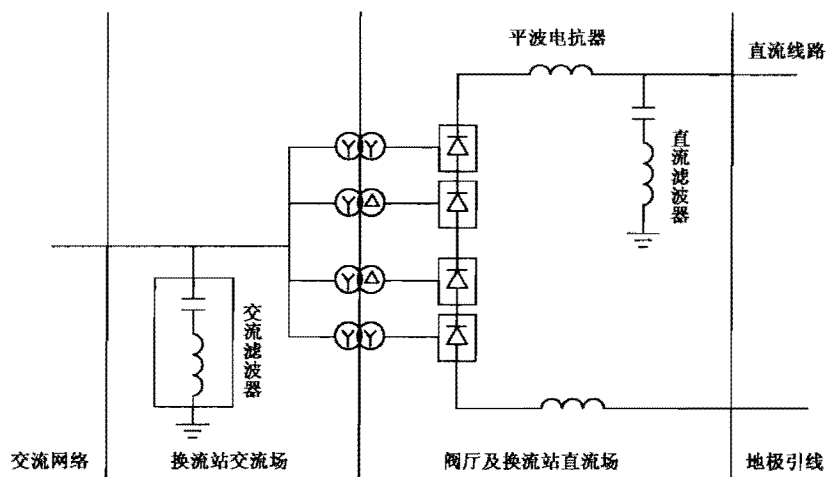


图 1 连接于交、直流线路的高压直流换流站的一极原理图

5 避雷器运行条件

5.1 正常运行条件

符合本标准的避雷器在下述正常运行条件下应能正常运行。

- a) 环境温度不高于+40℃,不低于-40℃;
- b) 太阳光的辐射;

注: 太阳最大照射(1.1 kW/m²)的影响已通过型式试验中把试品预热的方法予以考虑。如果在避雷器附近有其他热源,避雷器的使用需经供需双方协商。

- c) 海拔不超过1 000 m;
- d) 长期施加在避雷器端子间的电压应不超过避雷器的持续运行电压;
- e) 地震烈度7度及以下地区;
- f) 最大风速不超过35 m/s。

5.2 异常运行条件

异常运行条件按 GB 11032—2000 附录 A 的规定。

在异常运行条件下,本标准的使用需经供需双方协商。

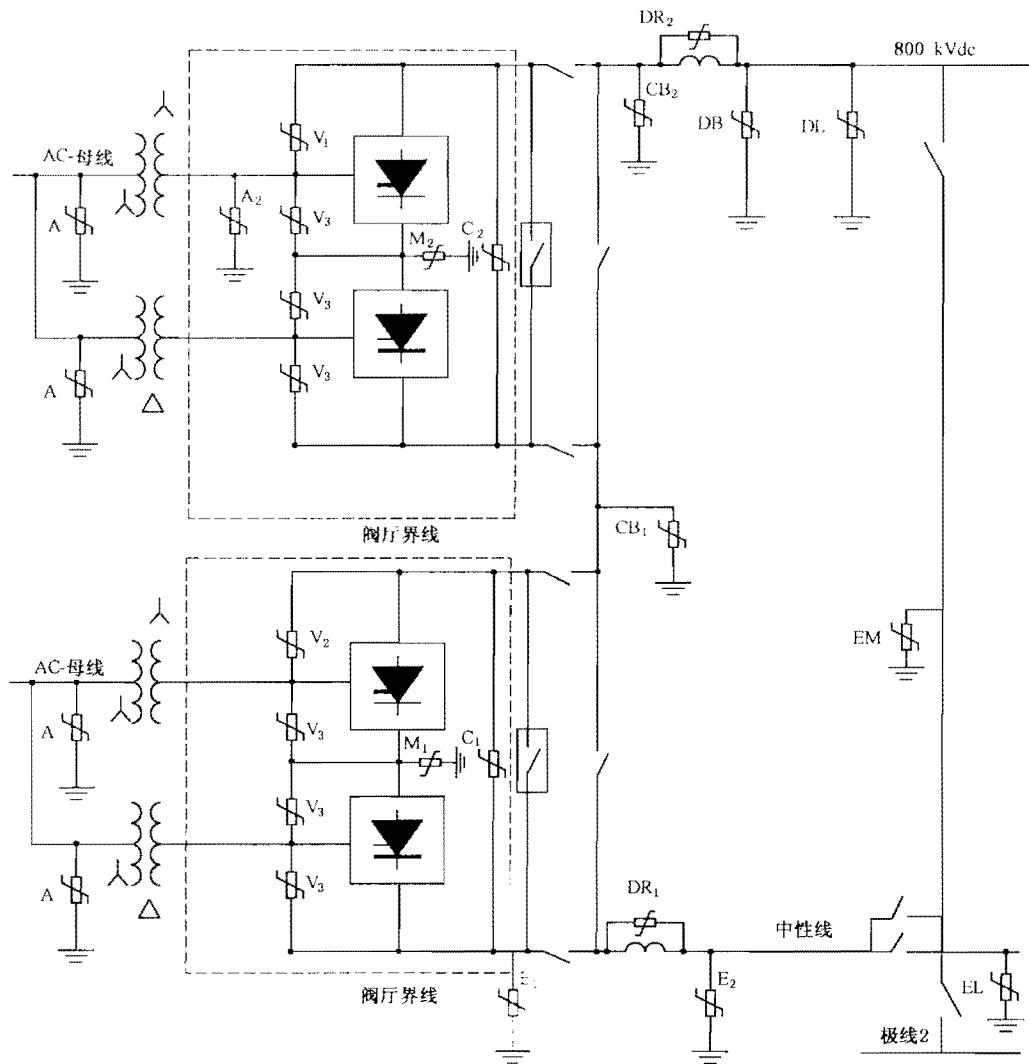


图2 特高压直流换流站直流侧

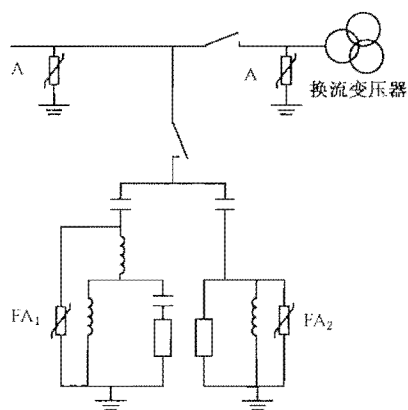


图3 高压直流换流站交流滤波器

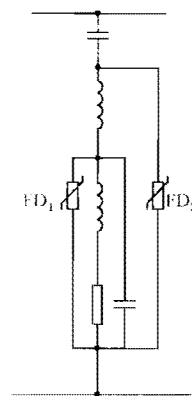


图4 高压直流换流站直流滤波器

6 技术要求

在5.1中规定的正常运行条件下,避雷器应适于户外运行,而阀避雷器V、12脉波换流器中点母线避雷器M、12脉波换流器避雷器C以及换流变阀侧避雷器A₂应适于户内运行。

6.1 电气技术要求

避雷器应满足±800 kV直流输电工程对各种避雷器的电气参数要求,附录A给出了典型的±800 kV直流输电用避雷器相关技术参数。

6.2 避雷器外套的绝缘耐受性能

避雷器外套应进行绝缘耐受电压试验,其绝缘耐受电压应符合±800 kV直流输电工程对各种避雷器外绝缘水平的规定。

6.3 避雷器的参考电压

6.3.1 避雷器的工频参考电压

每只避雷器的工频参考电压应在制造厂选定的工频参考电流下由制造厂测量。在例行试验中,应规定选用的工频参考电流下的避雷器最小工频参考电压值,并应在制造厂的资料中公布。

6.3.2 避雷器的直流参考电压

每只避雷器的直流参考电压应在制造厂选定的直流参考电流下由制造厂测量。在例行试验中,应规定选用的直流参考电流下的避雷器最小直流参考电压值,并应在制造厂的资料中公布。

6.4 避雷器的持续电流

在制造厂规定的试验电压下测量通过避雷器电流的持续电流,其值应不大于规定值,该值由制造厂规定和提供。

6.5 避雷器的0.75倍直流参考电压下泄漏电流

0.75倍直流参考电压下泄漏电流应不超过50 μA/每柱。

6.6 避雷器的残压

测量残压的目的是为了获得各种规定的配合电流和波形下某种给定设计的最大残压。这些残压可从型式试验数据中得到,也可从制造厂规定的和公布的例行试验用的雷电冲击电流下的最大残压中得到。

对于任何电流和波形,某种给定的避雷器设计的最大残压可从型式试验时被试的比例单元的残压乘以比例系数算出。比例系数等于公布的最大残压(例行试验时已被检验)与在同样电流和波形下比例单元所测残压之比。避雷器在陡波、雷电、操作及缓波前冲击电流下残压值应不大于相应±800 kV直流输电工程对各种避雷器的规定。

6.7 避雷器的局部放电和无线电干扰电压

试验在工频电压下进行。对于有显著持续运行电压的避雷器,试品的试验电压为1.05倍峰值持续

运行电压除以 $\sqrt{2}$ 的工频有效值(或为工程中规定的避雷器局部放电和无线电干扰电压试验电压值);对于无显著持续运行电压的避雷器,试品的试验电压为 1.05 乘以 0.8 倍直流参考电压除以 $\sqrt{2}$ 的工频有效值(或为工程中规定的避雷器局部放电和无线电干扰电压试验电压值)。

避雷器在规定的工频试验电压下的局部放电量应不大于 10 pC。

避雷器在规定的工频试验电压下的无线电干扰电压应不大于 500 μ V。

避雷器的峰值持续运行电压小于 100 kV 时,不进行无线电干扰电压试验。

直流电压下的局部放电和无线电干扰试验正在考虑中。

6.8 避雷器的密封性能

避雷器应有可靠的密封,保证在避雷器运行寿命期中,不因密封不良而损坏。

6.9 多柱避雷器的电流分布

制造厂应规定一个适当的冲击电流,并保证通过每柱的电流值在 100 A~1 000 A 范围内。在规定的冲击电流下测量通过每柱的电流值,多柱并联避雷器各柱间的电流分布不均匀系数应不大于 1.10。

6.10 避雷器的热稳定性

经供需双方协商,可按 8.11.7 进行热稳定试验。

6.11 能量耐受

避雷器应依据规定的能量要求进行能量耐受试验。

能量耐受试验后观察试品,电阻片应无击穿、闪络、破碎或其他明显损伤的痕迹,且试验前后残压变化应不大于 5%。

6.12 大电流冲击耐受

大电流冲击耐受用于抽样试验和动作负载试验。

要求避雷器每柱的 4/10 大电流冲击耐受能力为 100 kA,2 次。

6.13 动作负载

避雷器应能耐受规定的动作负载试验。这些负载不应引起避雷器的损坏或热崩溃。

交流母线避雷器的动作负载试验应按 GB 11032—2000 的试验程序进行验证考核。

运行中,承受显著持续运行电压的避雷器的动作负载应按 8.11.4 的试验程序进行验证考核。

直流母线和直流线路避雷器的动作负载应按 8.11.5 的试验程序进行验证考核。

运行中,无显著持续运行电压的避雷器的动作负载应按 8.11.6 试验程序进行验证考核。

试验中,若试品达到热稳定,且电阻片无击穿、闪络或破损的痕迹,试验前后残压变化应不大于 5%,则避雷器通过试验。

6.14 避雷器的暂时过电压耐受时间特性

交流母线避雷器的工频电压耐受时间特性试验应按 GB 11032—2000 的试验程序进行验证考核。

应对运行中承受显著持续运行电压的避雷器及直流母线和直流线路避雷器进行该项试验。

制造厂应提供避雷器在预热到 60 $^{\circ}$ C 并经受能量耐受试验后,施加的暂时过电压(由制造厂与需方协商确定,可为工频电压或直流电压)与耐受时间的曲线,且在曲线上应标明施加电压前注入的冲击能量。暂时电压耐受曲线的时间范围应包括 0.1 s~20 min。

6.15 压力释放

避雷器应设置压力释放装置并进行压力释放试验,保证在避雷器故障时不引起外套粉碎性爆破。压力释放电流值见表 1。

试验时,压力释放装置应可靠动作。试验后,如果外套保持完整或者外套发生非爆破性破裂并且试品的全部零部件落在规定的围栏范围内,则认为试品通过试验。允许下列碎片落在围栏外:

- a) 陶瓷材料碎片如电阻片或外套的硬质碎片,每片质量小于 10 g;
- b) 压力释放装置排气口的盖板或薄膜;
- c) 复合外套的柔软部分;

- d) 如果产生明火,试品及碎片必须在试验结束后 2 min 内自行熄灭。

表 1 压力释放试验的电流值

避雷器的 CCOV	大电流压力释放电流值(有效值) kA	小电流压力释放电流值(有效值) A
≥ 200 kV	63	800
< 200 kV	40	800

6.16 避雷器的机械性能

6.16.1 避雷器抗弯负荷

6.16.1.1 瓷套避雷器应耐受工程要求的抗弯负荷 10 s 而不损坏。

6.16.1.2 复合外套避雷器应耐受工程要求的抗弯负荷 10 s 而不损坏,试验前后局部放电量不大于 10 pC, 直流参考电压变化不大于 5%。

6.16.2 避雷器拉伸负荷

当避雷器悬挂使用时,应进行拉伸负荷试验。

避雷器的额定拉伸负荷为避雷器自重的 15 倍;其他要求供需双方协商。

型式试验时,避雷器应耐受额定拉伸负荷 1 min 试验而不损坏。试验后局部放电量不大于 10 pC, 直流参考电压变化不大于 5%。

例行试验时,避雷器应能耐受 50% 的额定拉伸负荷 10 s 试验而不损坏。试验后考核项目为直流参考电压及局部放电量,应符合本标准规定值。

注:对于阀避雷器如果是多个避雷器的悬挂式串联安装,其额定拉伸负荷还应考虑其下部悬挂的避雷器的自重。

6.17 承受地震力

避雷器应承受 7 度地震烈度的考核。

地震加速度:水平加速度 0.20 g

垂直加速度 0.10 g

制造厂应通过计算或试验,提供避雷器可承受的地震加速度能力。

6.18 避雷器的耐污秽性能

避雷器外套的爬电距离应符合 ± 800 kV 直流换流站对避雷器的要求。

对 CCOV > 300 kV 户外使用的避雷器应进行污秽试验。试验方法供需双方协商。

避雷器的人工污秽试验方法正在考虑中。

6.19 避雷器外套的外观要求

6.19.1 瓷套避雷器外套的外观应符合 GB/T 772—2005 中 2.3 的规定。

6.19.2 复合外套避雷器的复合外套表面单个缺陷面积(如缺胶,杂质,凸起等)不应超过 25 mm²,深度不大于 1 mm,凸起表面与合缝应清理平整,凸起高度不得超过 0.8 mm,粘接缝凸起高度不应超过 1.2 mm,总缺陷面积不应超过复合外套总表面 0.2%。

6.20 外露件的防腐性能

避雷器的外露件应进行耐腐处理,保证在避雷器运行寿命期内不应因外露件腐蚀和劣化影响其性能。

6.21 复合外套避雷器的热机试验和沸水煮试验要求

a) 热机试验

避雷器应按 GB 11032—2000 的规定耐受冷热循环试验。试验时施加的负荷为额定负荷的 50%;

b) 42 h 沸水煮试验

避雷器应耐受含有 0.1% NaCl 的沸水煮 42 h。

a)、b)两项试验后,复合外套部分不应有开裂和脱落现象,且试验前后直流参考电压变化应不大于5%,0.75倍直流参考电压下的泄漏电流变化不大于20 μ A,局部放电量不大于10 pC。

6.22 复合外套避雷器的起痕和耐电蚀损要求

对于户外运行的复合外套避雷器应耐受1 000 h起痕和耐电蚀损试验。

其复合外套材料应按下列要求进行耐漏电起痕和耐电蚀损试验:

- a) 当避雷器的持续运行电压为工频电压时,对于避雷器复合外套材料,应按 GB/T 6553—2003 的要求进行耐漏电起痕和耐电蚀损试验,并达到 TMA4.5 级,最大电蚀深度不超过 2.5 mm;
- b) 当避雷器的持续运行电压为直流电压时,对避雷器复合外套材料应进行直流电压下的斜面法耐漏电起痕和耐电蚀损试验,并达到 TMA4.5 级,最大电蚀深度不超过 2.5 mm。

6.23 绝缘底座绝缘电阻

当避雷器带有绝缘底座时,采用2 500 V及以上兆欧表测量绝缘电阻,其值应不小于2 000 M Ω 。

6.24 避雷器的监测装置

避雷器的监测装置应能准确记录避雷器的动作次数或(和)监测避雷器的全电流。其耐受能力应与避雷器相配合。

7 测量设备及试品

7.1 测量设备

测量设备应满足 GB/T 16927.2—1997 的要求,其精确度应符合有关试验条款要求。工频电压试验的交流电压频率在48 Hz和62 Hz之间,且近似于正弦波。直流电压试验的电压的脉动系数应不大于 $\pm 1.5\%$,高压直流换流站其他试验电压(非正弦波)的波形应尽可能模拟实际运行状况。

7.2 试品

除下列规定外,瓷外套避雷器的其他各项试验所用试品应符合 GB 11032—2000 的相应规定。复合外套避雷器其他各项试验所用试品应符合 JB/T 8952—2005 的规定。

除另有规定,全部试验应在相同避雷器、避雷器比例单元或避雷器元件上进行。试品应是新的、干净的、装配完整的(如有均压环或屏蔽环应装配上),并且尽可能模拟运行条件安装。当试验在比例单元上进行时,比例单元对于规定的试验必须能代表制造厂公差范围内所有可能的避雷器性能。

7.2.1 能量耐受试验和动作负载试验试品

试品参考电压值应选取制造厂宣布的变化范围的最低值。此外,对多柱避雷器应考虑电流分布不均匀的最大值。为了满足这些要求,需按下述规定执行:

- a) 整只避雷器的额定电压与比例单元的额定电压之比定义为 n 。试品中所用电阻片的最小体积应不大于整只避雷器所用的电阻片中最小体积除以 n 。
- b) 被试比例单元的参考电压等于 kU_r/n ,其中 k 是避雷器的最小参考电压与其额定电压之比。当所选用的试品的 $U_{ref} > kU_r/n$ 时,系数 n 必须相应减小($U_{ref} < kU_r/n$ 时,避雷器可能吸收过多的能量,这种比例单元只有在制造厂同意后方能采用)。
- c) 对于多柱并联避雷器,各柱间的电流分布应按 6.9 所规定的电流分布试验时使用的冲击电流测量,最大的电流值应不大于制造厂规定的上限。

7.2.2 热等价比例元件

一个完整的、组装好的避雷器部件,该部件的热耗散特性必须代表整只避雷器的特性。

7.2.3 多柱电流分布试验试品

指一个并联电阻片组,即各柱间没有中间电气连接的装配的一部分。

8 试验方法

8.1 避雷器外套的外观检查

对于复合外套避雷器,检查复合绝缘外套表面的缺陷(如缺胶、杂质、凸起等),缺陷面积应符合 6.19.2 的规定。

对于瓷外套避雷器,其试验方法应符合 GB/T 775.1—2006 中 4.1 的规定。

8.2 避雷器外套的爬电距离检查

避雷器外绝缘爬电距离的测量应符合 GB/T 775.1—2006 中 4.2 的规定。

8.3 持续电流试验

型式试验应在整只避雷器上进行。

对于有显著持续运行电压的避雷器,对试品施加工频试验电压有效值为 CCOV 除以 $\sqrt{2}$;对于无显著持续运行电压的避雷器,对试品施加工频电压有效值为 0.8 倍直流参考电压除以 $\sqrt{2}$ 。测量通过试品的泄漏电流的阻性电流分量。

经供需双方协商,可在避雷器的元件上进行,施加的工频试验电压按整只避雷器的额定电压与元件额定电压的比例计算。

例行试验可在整只避雷器或避雷器元件上进行。

试验环境温度为 $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

8.4 工频参考电压试验

试验方法应符合 GB 11032—2000 中 8.13 的规定。

8.5 直流参考电压试验

试验方法应符合 GB 11032—2000 中 8.14 的规定。

8.6 0.75 倍直流参考电压下的泄漏电流试验

试验方法应符合 GB 11032—2000 中 8.15 的规定。

8.7 局部放电和无线电干扰电压试验

型式试验应在整只避雷器上进行,并按实际运行情况安装。

试验时,对于有显著持续运行电压的避雷器,对试品施加工频试验电压有效值为 1.05 倍的 CCOV 除以 $\sqrt{2}$ (或在工程中规定的无线电干扰和避雷器局部放电测量电压);对于无显著持续运行电压的避雷器,对试品施加工频试验电压有效值为 1.05 乘以 0.8 倍直流参考电压除以 $\sqrt{2}$ (或在工程中规定的无线电干扰和避雷器局部放电测量电压),试验方法符合 GB 11032—2000 中 8.16 的规定。

制造厂在做例行试验时,也可采用其他灵敏的方法检验每只避雷器或避雷器元件的局部放电。

避雷器的 CCOV 小于 100 kV 时,不进行无线电干扰电压试验。

8.8 残压试验

8.8.1 总则

型式试验的残压试验的目的是为了获得 6.6 所需的最大残压,包括规定的各种冲击电流下残压与在例行试验中所检验的电压水平的比值。后者可用参考电压或者在 0.01 倍~2 倍配合电流范围内任一适当的雷电冲击电流下的残压,该电流值可依据制造厂例行试验程序来选定。

在制造厂资料中必须规定并公布例行试验用雷电冲击电流下残压,在各种规定的电流和波形下所测试验比例单元残压乘以公布的例行试验电流下的残压与在相同电流下所测比例单元残压之比便得到避雷器在该规定电流和波形下的残压。

雷电冲击残压允许用单个电阻片雷电冲击残压算术和代替。

全部残压试验应在相同的 3 只避雷器比例单元试品上进行。两次放电的间隔时间应足以使试品恢复到接近环境温度。对多柱避雷器,试验可以仅对取自 1 个柱的比例单元进行,此时试验电流值为规定

电流幅值除以柱数。

8.8.2 陡波冲击电流残压试验

应对3只试品的每1只试品施加4次陡波电流冲击,其幅值为避雷器陡波配合电流的0.1倍、0.5倍、1倍和2倍。所用电压测量系统的响应时间 T 和 T_1 应不超过20 ns,电流测量回路响应时间应不超过150 ns,测量系统应符合GB/T 16927.2—1997的规定。残压按6.6确定。已确定的残压最大(或最小)值应画成残压与电流的曲线。在曲线上相应于配合电流读取的残压最大值,定义为避雷器陡波冲击保护水平。

8.8.3 雷电冲击电流残压试验

应对3只试品的每1只试品施加4次雷电电流冲击,其幅值分别约为避雷器雷电配合电流的0.1倍、0.5倍、1倍和2倍。视在波前时间应在 $7\mu\text{s}$ ~ $9\mu\text{s}$ 之间,而半峰值时间(无严格要求)可有任意偏差。残压按6.6确定。已确定的残压最大值应画成残压与电流的曲线。在曲线上相应于配合电流读取的残压,定义为避雷器雷电冲击保护水平。

8.8.4 操作冲击电流残压试验

应对3只试品的每1只试品施加3次操作电流冲击,其幅值分别约为避雷器操作配合电流的0.5倍、1倍和2倍。操作冲击电流试验使用两种不同的配合电流波形,一个试验的电流波形为:视在波前时间 $30\mu\text{s}$,视在半峰值时间约为波前时间的两倍;另一个试验波形为:视在波前时间1 ms,视在半峰值时间约为波前时间的两倍。残压按6.6确定。已确定的残压最大值应画成残压与电流的曲线。在曲线上相应于配合电流读取的残压,定义为避雷器操作冲击保护水平。

注:缓波前操作冲击电流的最大值为2 kA。

8.9 能量耐受试验

能量耐受试验可采用等效方波电流冲击耐受试验进行。型式试验应在3只新的以前未经过任何试验(除上述规定的评价目的外)的避雷器比例单元或电阻片上进行。

方波电流冲击试验由18次放电动作组成,共分为6组,每组3次,2次动作间隔时间为50 s~60 s,组与组之间的间隔时间应使试品冷却到接近环境温度。

在方波电流冲击试验后且试品冷却到接近环境温度时,要重复进行试验前的残压试验,并与试验前残压值比较,该值变化应不超过5%。

若生产商宣称电阻片可以从试品中拿出来,试验后对试品进行检查,电阻片应无击穿、闪络、裂缝或其他明显的损坏痕迹。

若在生产商宣称电阻片不可以从试品中拿出来,先检查其外部元件的完整性,应无击穿、闪络、裂缝或其他明显的损坏痕迹。为检测内部元件的完整性,在试品冷却至室温后进行附加一次的方波电流冲击试验,以验证无损坏发生。如果试品已耐受这第19次方波电流冲击试验且无损坏发生(由示波器记录检查),那就算试品通过了该试验。

本试验所用发生器产生的冲击电流应满足下列要求:

- 峰值视在持续时间应为规定值的100%~120%;
- 视在总持续时间应不超过峰值视在持续时间的150%;
- 振荡或起始过冲应不超过电流峰值的10%,若出现振荡,应画一条平均曲线以确定峰值;
- 第1次冲击的电流峰值应为规定值的90%~110%,对其余各次冲击应为规定值的100%~110%。

抽样试验在电阻片上进行,应从同批被试电阻片中抽取工频参考电压(或直流参考电压)最高的5片进行试验。

抽样试验中,若仅有1只试品电流冲击试验次数不足18次时,可加倍数量抽取参考电压最高的电阻片重复试验。如试验合格,则认为试品合格。若其中仍有电流冲击试验次数不足18次的电阻片出现时,则认为试验没有通过。对于抽样试验允许降低参考电压(由制造厂自行规定)重新进行试验。试验