

合格后,则高于此参考电压的电阻片认为不合格。

若试验条件限制,不能在多柱并联的避雷器比例单元上进行,可以按照柱数将能量折算到每一柱的比例单元或电阻片上进行试验,但要考虑最大的电流分布不均匀系数和保证试品的热等价性。

附录 B 给出了避雷器能量耐受试验的能量和持续时间的转换方法。

8.10 大电流冲击耐受试验

试验方法应符合 GB 11032—2000 中 8.5 的规定。

注:当系统研究得出的电流幅值超过 100 kA 时,则试验时要使用实际可能产生的幅值。对这类情况,由于试验条件的限制,试验可以在单柱上进行,施加电流的幅值按比例减小。

8.11 动作负载试验

8.11.1 总则

交流母线避雷器的动作负载试验应按 GB 11032—2000 的规定进行。

承受显著持续运行电压避雷器的动作负载试验按 8.11.4 的试验程序进行。

直流母线和直流线路避雷器的动作负载试验按 8.11.5 的试验程序进行。

无显著持续运行电压的避雷器的动作负载试验按 8.11.6 试验程序进行。

注:制造厂应对避雷器是否承受显著的持续运行电压进行判定。判定方法如下:

首先,确定避雷器在不发生热崩溃情况下的最大持续运行电压 U 。 U 是被试验证明的避雷器在经受一次不小于设计能量作用后,接着还能承受的不会使避雷器发生热崩溃的最大持续工作电压(有效值);其次,通过计算或试验求取 $ECOV$ (有效值);最后判断是否满足: $1.20 ECOV \leq U$ 。若满足则认为避雷器承受无显著持续运行电压,否则避雷器承受显著持续运行电压。

本试验是对避雷器施加一定次数的规定冲击电流,并同时施加规定波形的电压以模拟运行条件。电压测量的精度应为 $\pm 1\%$,并且从空载到满载电压峰值的变化不允许大于 1% 。在动作负载试验期间,电压与规定值的偏差应不大于 $\pm 1\%$ 。

若施加的电压为工频电压,其峰值与有效值之比与 $\sqrt{2}$ 的偏差不大于 2% ;若施加的电压为非正弦波的电压时,需要根据避雷器在换流站中所布置的不同位置来确定施加电压的性质。所施加的电压波形应尽可能符合避雷器在换流站中实际运行的工况。

通过该项试验的判据是:避雷器在施加持续运行电压时能够逐渐冷却,即不出现热崩溃。因此要求被试避雷器比例单元的暂态及稳态热耗散能力等于或小于整只避雷器的热耗散能力,见 8.11.3。

试验程序包括:

- 初始测量;
- 预备性试验;
- 施加冲击;
- 测量和检查。

该程序见图 5、图 6 和图 7。

试品应符合 7.2 的规定。在试验环境温度为 $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下对 3 只完整避雷器或避雷器比例单元试品进行。若被试避雷器的额定电压不小于 3 kV,则试品的额定电压应不小于 3 kV,但不必超过 12 kV。

对于额定电压 12 kV 以上的避雷器,因现有试验设备的限制,通常需要在避雷器比例单元上进行。重要的是施加在试品上的电压和通过试品的电流应尽可能代表整只避雷器的条件。

避雷器通过动作负载试验的评价参数是电阻片的功率损耗。因此应在升高了的试验电压 U_{ccov} 或 U_{ecov} 下对电阻片进行动作负载试验。以使新电阻片在升高的 U_{ccov} 或 U_{ecov} 试验电压下给出的功率损耗相同于已老化的电阻片在持续运行电压的功率损耗。升高的试验电压应按 8.11.2 中规定的加速老化程序确定。

施加于避雷器比例单元的试验电压应为整只避雷器的持续运行电压除以相同的避雷器比例单元的

节数 n , 见 7.2。

该电压 U_{SCOV} 或 U_{SECOV} 等于 U_{CCOV}/n 或 U_{ECOV}/n 应按 8.11.2 修正, 以确定升高的试验电压 U_{CCOV}^* 、 U_{ECOV}^* 。

注: 图 5、图 6 和图 7 规定的预热温度 $60\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 是加权平均温度, 它包括环境温度、太阳辐射以及避雷器外套上污秽的影响。

8.11.2 加速老化试验

交流母线避雷器的加速老化试验程序应符合 GB 11032—2000 的规定。

如果施加的是非正弦波的电压, 用于本试验程序中的电压应符合 8.11.1 总则中的规定。加速老化试验在直流背靠背试验回路上进行, 以便施加的电压波形符合避雷器在换流站中实际运行的工况。

对于无显著持续运行电压的避雷器, 可以不进行此项试验。

8.11.3 试品的热耗散特性

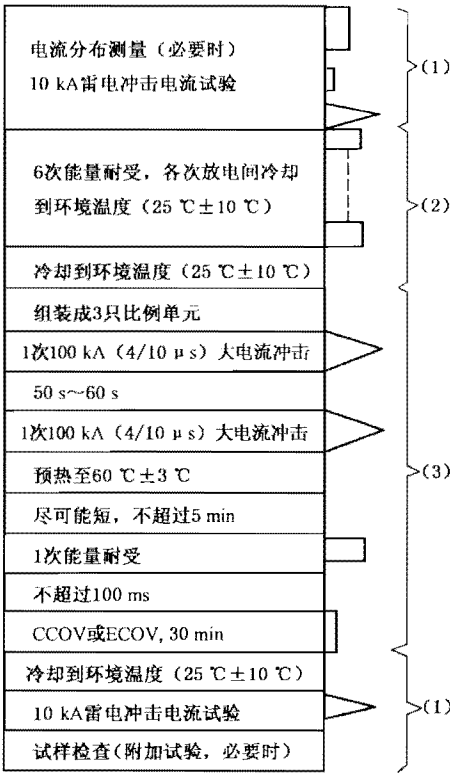
在动作负载试验中, 试品的性能在很大程度上取决于试品散热能力, 即泄放能量后冷却下来的能力。因此为能从试验中获得准确的数据, 则试品应具有等价于整只避雷器的瞬态和稳态的散热能力以及热容量。在同样的环境条件下, 试品和整只避雷器中的电阻片当承受相同电压时, 原则上应达到相同温度。

试验方法应按 GB 11032—2000 附录 B 的规定进行。

8.11.4 有显著持续运行电压避雷器的动作负载试验程序

8.11.4.1 总则

完整的试验程序见图 5。



(1) 试品置于敞开空气中; (2) 试品封装或置于敞开空气中; (3) 试品组装为比例单元

图 5 有显著持续运行电压避雷器的动作负载试验试验程序

在预备性试验以前, 作为动作负载试验的第一部分, 应先分别测定 3 只试品 (电阻片) 在环境温度下的 10 kA 放电电流下的雷电冲击残压和参考电压, 见 8.8.3 和 8.5。对于多柱并联避雷器还应进行电流分布测量, 见 8.15。

8.11.4.2 预备性试验

预备性试验中,试品应经受6次高能放电,其值不小于规定的能量耐受值。2次之间间隔时间应能使电阻片冷却到环境温度 $25\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。对于多柱并联的避雷器,可以在避雷器比例单元或电阻片上进行试验,确定所使用的能量时,要考虑电流分布不均匀系数而进行修正。试验可以在静止空气温度为 $25\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的敞开空气中对电阻片进行。能量耐受采用2 ms方波冲击电流波形,波形应符合8.9的规定。能量耐受试验完成后,试品冷却到环境温度 $25\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$,组装3只比例单元。

8.11.4.3 施加冲击

在动作负载试验开始时,比例单元的温度应在 $25\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 范围内。

比例单元应耐受100 kA的规定波形大电流冲击2次,两次冲击的时间间隔为50 s~60 s。试验应在环境温度为 $25\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下进行。

大电流冲击试验完成后,该比例单元应在烘箱内预热,使试品的温度为 $60\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

注:如果由于严重污秽或非正常运行条件认为必须用更高的温度时,经供需双方协商试验可使用更高的温度。

预备性试验和随后的冲击电流应施加相同的极性。

比例单元从烘箱中取出,并应尽可能短而不超过5 min时间内,施加1次规定幅值的能量耐受。然后应尽可能快且在不超过约100 ms内向试品施加30 min U'_{max} 或 U'_{Ecov} 试验电压,以证明热稳定或热击穿。

每次冲击应记录电流波形。同一试品的电流波形不应出现显示试品击穿或闪络的差异。

在施加持续运行电压 U'_{ccov} 或 U'_{Ecov} 期间,应连续记录试品电流值。

在施加电压期间,应监测电阻片温度或电流阻性分量或功率损耗,以证明热稳定或热崩溃(见8.11.7)。

在完成整个试验程序且在试品冷却到接近环境温度($25\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$)后,重复试验程序开始时的残压试验。

若生产商宣称电阻片可以从试品中拿出来,如果达到热稳定,试验前后测得的残压变化不大于5%,试验后对试品进行外观检查,电阻片无击穿、闪络、或损坏,则认为避雷器通过了本试验。

若生产商宣称电阻片不能从试品中拿出来,如果达到热稳定,试验前后测得的残压变化不大于5%,且通过了如下的附加试验,则认为避雷器通过了本试验。

附加试验为:试验后,对试品施加两次冲击电流 I_n 。第一次冲击电流在试品完全冷却至室温时施加。第二次冲击电流在第一次之后50 s~60 s之间施加。在施加两次冲击时,电压和电流的示波图应该没有任何显示击穿的情况。

8.11.5 直流母线和直流线路避雷器的动作负载试验程序

8.11.5.1 总则

完整的试验程序见图6。

在预备性试验以前,作为动作负载试验的第一部分,应先分别测定3只试品(电阻片)在环境温度下的10 kA放电电流下的雷电冲击残压和参考电压,见8.8.3和8.5。对于多柱并联的避雷器还应进行电流分布测量,见8.15。

8.11.5.2 预备性试验

预备性试验中,试品应经受6组能量耐受,每组3次,2次动作间隔时间为50 s~60 s,2组之间的间隔时间应使试品冷却到接近环境温度 $25\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$,其值不小于规定的能量耐受值。对于多柱并联的避雷器,可以在避雷器比例单元或电阻片上进行试验,确定所使用的能量时,要考虑电流分布不均匀系数而进行修正。试验可以在静止空气温度为 $25\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的敞开空气中对电阻片进行。能量耐受采用2 ms方波冲击电流波形,波形符合8.9的规定。能量耐受试验完成后,试品冷却到环境温度 $25\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$,组装3只比例单元。

8.11.5.3 施加冲击

在动作负载试验开始时,比例单元的温度应在 $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 范围内。

比例单元应耐受 100 kA 的规定波形大电流冲击 2 次,两次冲击的时间间隔为 50 s~60 s。试验应在环境温度为 $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下进行。

大电流冲击试验完成后,该比例单元应在烘箱内预热,使试品的温度为 $60\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

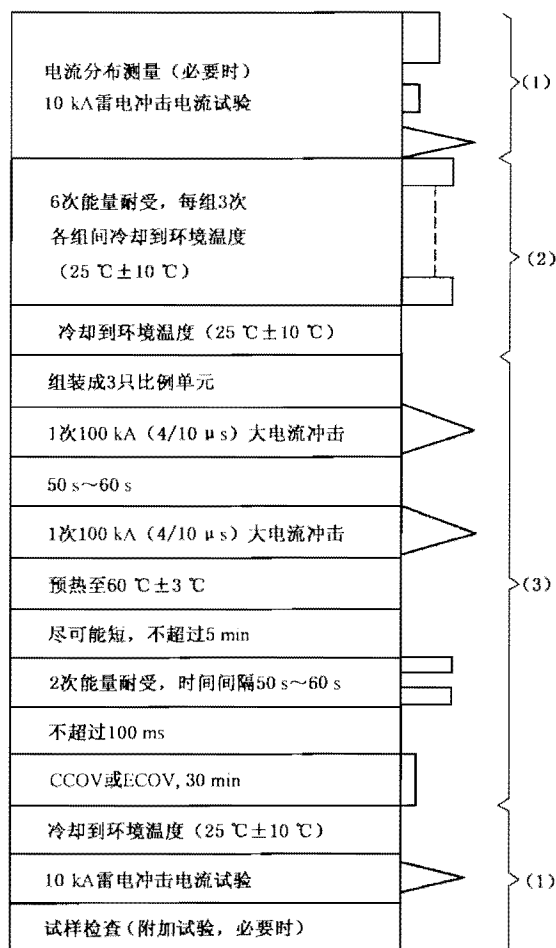
注:如果由于严重污秽或非正常运行条件认为必须用更高的温度时,经供需双方协商试验可使用更高的温度。

预备性试验和随后的冲击电流应施加相同的极性。

比例单元从烘箱中取出,并应尽可能短而不超过 5 min 时间内,施加 2 次规定幅值的能量耐受,两次冲击的间隔时间应为 50 s~60 s。在第二次能量耐受后,比例单元应与线路脱离,然后应尽可能快且在不超 100 ms 内向试品施加 30 min U'_{CCOV} 或 U'_{ECOV} 试验电压,以证明热稳定或热击穿。

每次冲击应记录电流波形。同一试品的电流波形不应出现显示试品击穿或闪络的差异。

在施加持续运行电压 U'_{CCOV} 或 U'_{ECOV} 期间,应连续记录试品电流值。



(1) 试品置于敞开空气中;(2) 试品封装或置于敞开空气中;(3) 试品组装为比例单元

图6 直流母线和直流线路避雷器动作负载试验

在施加电压期间,应监测电阻片温度或电流阻性分量或功率损耗,以证明热稳定或热崩溃(见 8.11.7)。在完成整个试验程序且在试品冷却到接近环境温度($25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$)后,重复试验程序开始时的残压试验。

若生产商宣称电阻片可以从试品中拿出来,如果达到热稳定,试验前后测得的残压变化不大于 5%,试验后对试品进行外观检查,电阻片无击穿、闪络、或损坏,则认为避雷器通过了本试验。

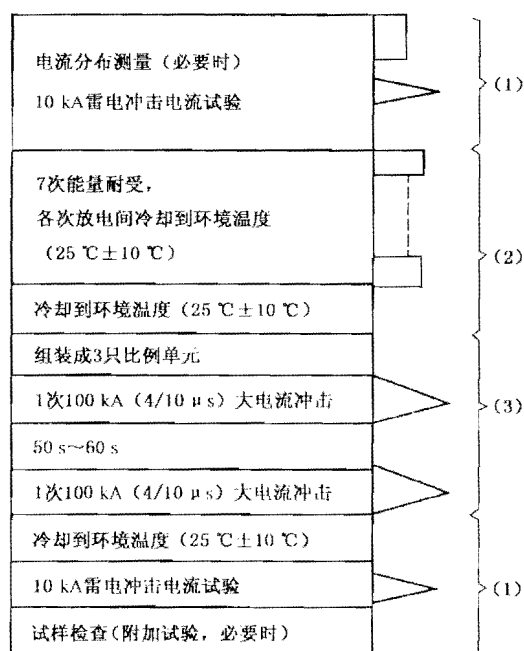
若生产商宣称电阻片不能从试品中拿出来,如果达到热稳定,试验前后测得的残压变化不大于5%,且通过了如下的附加试验,则认为避雷器通过了本试验。

附加试验为:试验后,对试品施加两次冲击电流 I_n 。第一次冲击电流在试品完全冷却至室温时施加。第二次冲击电流在第一次之后 50 s~60 s 之间施加。在施加两次冲击时,电压和电流的示波图应该没有任何显示击穿的情况。

8.11.6 无显著持续运行电压避雷器的动作负载试验程序

8.11.6.1 总则

完整的试验程序见图 7。



(1) 试品置于敞开空气中;(2) 试品封装或置于敞开空气中;(3) 试品组装为比例单元

图 7 无显著持续运行电压避雷器的动作负载试验程序

在预备性试验以前,作为动作负载试验的第一部分,应先分别测定 3 只试品(电阻片)在环境温度下的 10 kA 放电电流下的雷电冲击残压和参考电压,见 8.8.3 和 8.5。对于多柱并联避雷器还应进行电流分布测量,见 8.15。

8.11.6.2 预备性试验

预备性试验中,试品应经受 7 次能量耐受,其值不小于规定的能量耐受值。2 次之间间隔时间应能使电阻片冷却到环境温度 $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。对于多柱并联的避雷器,可以在避雷器比例单元或电阻片上进行试验,确定所使用的能量时,要考虑电流分布不均匀系数而进行修正。试验可以在静止空气温度为 $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的敞开空气中对电阻片进行。能量耐受采用 2 ms 方波冲击电流波形,波形应符合 8.9 的规定。能量耐受试验完成后,试品冷却到环境温度 $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$,组装 3 只比例单元。

8.11.6.3 施加冲击

在动作负载试验开始时,比例单元的温度应在 $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 范围内。

比例单元应耐受 100 kA 的规定波形大电流冲击 2 次,两次冲击的时间间隔为 50 s~60 s。试验应在环境温度为 $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下进行。

预备性试验和随后的冲击电流应施加相同的极性。

对于无显著持续运行电压的避雷器,热稳定的验证可以省略。

每次冲击应记录电流波形。同一试品的电流波形不应出现显示试品击穿或闪络的差异。

在完成整个试验程序且在试品冷却到接近环境温度($25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$)后,重复试验程序开始时的残压试验。

若生产商宣称电阻片可以从试品中拿出来,试验前后测得的残压变化不大于5%,试验后对试品进行外观检查,电阻片无击穿、闪络、或损坏。则认为避雷器通过了本试验。

若生产商宣称电阻片不能从试品中拿出来,试验前后测得的残压变化不大于5%,且通过了如下的附加试验,则认为避雷器通过了本试验。

附加试验为:试验后,对试品施加两次冲击电流 I_n 。第一次冲击电流在试品完全冷却至室温时施加。第二次冲击电流在第一次之后50 s~60 s之间施加。在施加两次冲击时,电压和电流的示波图应该没有任何显示击穿的情况。

8.11.7 热稳定验证

对于各类避雷器在图5、图6、图7所示程序中,至少在施加升高的CCOV或ECOV的最后15 min期间内,如果泄漏电流的阻性分量峰值或功率损耗或电阻片的温度稳定地降低,则认为经受动作负载试验的避雷器比例单元是热稳定的,且认为通过了本试验。

施加电压的稳定性和环境温度的变化对漏电流的阻性分量有很大影响。因此,在某些情况下,在施加电压结束时,仍不能明确地判断避雷器是否热稳定。如果出现这种情况,施加电压的时间应延长,直到能够确认电流或功率损耗或温度稳定降低为止。如果在施加电压3 h以后,电流或功率损耗或温度尚未观察到明显增加趋势,则认为比例单元是稳定的。

8.12 暂时过电压耐受时间特性试验

本试验不是型式试验所必需的项目,工频电压耐受时间特性试验方法应符合GB 11032—2000附录D的规定。直流电压耐受时间特性试验方法供需双方协商。

8.13 避雷器外套的绝缘耐受试验

避雷器应尽可能按实际运行情况安装。

试验应在规定的条件和试验电压下进行,试验时,避雷器外套的外表面应清洁干燥,且须除去避雷器内部的电阻片及其他元件。复合外套避雷器的绝缘耐受试验应包含绝缘筒和绝缘棒。试验方法应符合GB/T 16927.1—1997的有关规定。

8.14 压力释放试验

试验应在新试品上进行。一只试品进行大电流压力释放试验,一只试品进行小电流压力释放试验。试验方法应符合GB 11032—2000的规定。

8.15 多柱避雷器的电流分布试验

本试验应对所有并联的电阻片组或避雷器元件进行,一个并联电阻片组指的是各柱间没有中间电连接的装配好的一部分。制造厂应规定一个适当的冲击电流值,其值为通过每柱的电流100 A~1 000 A范围。在该电流下测量通过每柱的电流,并且计算出的各柱之间的电流分布不均匀系数 β 应不大于6.9的规定。

注:如果在设计中所用并联电阻片组的额定电压比试验设备能提供的电压高时,在本试验中可在并联柱的中间部分增加电气连接线以降低并联电阻片组的额定电压,这样可确定几个人为的并联电阻片组。每一个人为的并联电阻片组应通过电流分布试验。

避雷器电流分布不均匀系数 β 的定义为:

$$\beta = n \times I_{\max} / I_{\text{arr}}$$

式中:

I_{arr} ——避雷器总电流的峰值;

I_{\max} ——通过各柱电阻片组或避雷器元件中的最大电流峰值;

n ——并联柱数。

对并联的避雷器元件进行试验时,冲击电流视在波前时间应不小于7 μs ,半峰值时间不作规定;对并联的电阻片组进行试验时,冲击电流视在波前时间应不小于30 μs ,半峰值时间不作规定。

8.16 机械性能试验

试验时,试品应按实际运行情况安装。

8.16.1 拉伸负荷试验

避雷器拉伸负荷试验方法应符合 GB/T 775.3—2006 的规定。

8.16.2 抗弯负荷试验

避雷器抗弯负荷试验方法应符合 GB 11032—2000 的规定。

8.17 人工污秽试验

依据 GB/T 16434—1996 的污秽等级划分,对使用在Ⅲ级及以上污秽地区的避雷器须进行人工污秽试验。

交流母线避雷器的人工污秽试验方法按 GB 11032—2000 的规定进行试验,直流避雷器的人工污秽试验方法正在考虑中。

8.18 密封试验

8.18.1 瓷外套避雷器的密封试验

试验方法应符合 GB 11032—2000 的规定。瓷外套避雷器漏气率应不大于 $6.65 \times 10^{-5} \text{ Pa} \cdot \text{L/s}$ 。

8.18.2 复合外套避雷器的密封试验

- a) 型式试验时,按 8.19 的进行(42 h 沸水煮试验)。试验后,在环境温度下重测直流参考电压后、0.75 倍直流参考电压下的泄漏电流和局部放电量,试验前后,直流参考电压变化应小于 5%,0.75 倍直流参考电压下漏电流变化应小于 $20 \mu\text{A}/\text{柱}$,局部放电量应不大于 10 pC。
- b) 例行试验时,可采用抽气浸泡法或其他有效的方法。采用抽气浸泡法时,应采用清洁的自来水,试品应装配完整,试验环境温度不低于 5°C ,压差应用压力表测量,压力表应能读出 0.001 MPa。试验时,将避雷器放入盛有环境温度水的密封容器中,水面应高出试品最高点 10 cm~20 cm,将容器中水面上气压抽至压差为 $(0.015 + 0.003) \text{ MPa}$,浸泡时间为 10 min。浸泡结束后,将试品从水中取出,进行电气性能验证试验。试验在环境温度下进行,测量直流参考电压、0.75 倍直流参考电压下的泄漏电流和局部放电量,其值应符合规定要求。

注:抽气浸泡法的浸泡时间从试品浸入水中时算起,用计时器记录。

8.19 热机试验和沸水煮试验

复合外套避雷器应进行此项试验。试验方法应符合 JB/T 8952—2005 的规定。

8.20 复合外套避雷器的耐电痕化和蚀损试验

8.20.1 总则

对于有显著持续运行电压且在户外使用的复合外套避雷器,应进行此项试验,试验电压由供需双方决定。

8.20.2 避雷器外套的耐电痕化和蚀损试验

试验方法应符合 JB/T 8952—2005 的规定。

8.20.3 避雷器外套材料耐电痕化和蚀损试验

外套材料试品应与产品外套为同一种材料。

- 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耐电痕化和蚀损的试验方法及判定应符合 GB/T 6553—2003 的规定。
- b) 当避雷器的持续运行电压为直流电压时,对于避雷器复合外套材料耐电痕化和蚀损的试验方法及判定应按下列要求进行:
 - 1) 试品的准备。试品以 5 个为一组,同时进行试验。每个试品的尺寸为 $120 \text{ mm} \times 50 \text{ mm} \times 6 \text{ mm}$ 。试品的配方及硫化成型工艺应与伞套的配方及硫化成型工艺相同。
 - 2) 试验装置。试验参照 GB/T 6553—2003,采用斜面法进行试验。试验装置应能够提供 $+4.5 \text{ kV}$ 的直流电压,且在进行试验时,当高压侧流过持续 0.5 s 的 60 mA 电流时,试验

装置的输出电压降应不大于5%。流过试品表面的污液流量为 (0.2 ± 0.05) mL/min。

- 3) 试验程序。按照 GB/T 6553—2003 规定的方法安装试品及向试品提供污液,对试品施加 +4.5 kV 的直流电压,并同时开始计时。全部试验持续 6 h。试验前后应测量流过每只试品的污液流量,且应记录每只试品的试验时间,记录所用污液总量。流过试品的污液不得循环使用。
- 4) 试验的判定。试验后,仅当五个试品出现漏电痕迹且电蚀损深度均不大于 2.5 mm 时,则认为该组试品达 4.5 级,且本项试验通过。

9 检验规则

9.1 总则

避雷器的检验分为例行试验、型式试验、验收试验和抽样试验四种。其试验依据及试验方法应符合本标准的规定,试品应是新的、清洁、干燥的及装配完整的,并尽可能按实际运行情况安装布置。

9.2 例行试验

出厂的每只避雷器(或元件、电阻片)按表 2 进行检查。如有一项不满足表 2 中所规定的要求时,则此避雷器(或元件、电阻片)为不合格。

表 2 例行试验项目

序号	试验名称	试验依据	试验方法	试品
1	外观检查	本标准 6.19	本标准 8.1	避雷器
2	持续电流试验	本标准 6.4	本标准 8.3	避雷器
3	残压试验	本标准 6.6	本标准 8.8	所有电阻片
4	工频参考电压试验	本标准 6.3	本标准 8.4	避雷器
5	直流参考电压试验	本标准 6.3	本标准 8.5	避雷器
6	0.75 倍直流参考电压下泄漏电流试验	本标准 6.5	本标准 8.6	避雷器
7	密封试验	本标准 6.8	本标准 8.18	避雷器
8	局部放电试验	本标准 6.7	本标准 8.7	避雷器
9	多柱避雷器的电流分布试验	本标准 6.9	本标准 8.15	并联的元件组
10	拉伸负荷试验	本标准 6.16.2	本标准 8.16.1	避雷器

9.3 型式试验

新产品试制定型时,必须进行全部型式试验。在设计或工艺有所变更对产品性能有影响时,必须对相关试验项目进行试验。对同一设计产品,只对认为最严格的进行型式试验。型式试验通过后,同一设计其他产品型式试验无须重做。试验项目及试品数量见表 3。如有一项不满足表 3 中所规定的要求时,则此避雷器为不合格。

表 3 型式试验项目

序号	试验名称	试验依据	试验方法	试品
1	外观检查	本标准 6.19	本标准 8.1	1 只避雷器
2	爬电比距检查	本标准 6.18	本标准 8.2	1 只避雷器
3	持续电流试验	本标准 6.4	本标准 8.3	1 只避雷器
4	残压试验 a) 陡波冲击残压试验 b) 雷电冲击残压试验 c) 操作冲击残压试验	本标准 6.6	本标准 8.8	3 只比例单元

表 3 (续)

序号	试 验 名 称	试验依据	试验方法	试 品
5	工频参考电压试验	本标准 6.3	本标准 8.4	1 只避雷器
6	直流参考电压试验	本标准 6.3	本标准 8.5	1 只避雷器
7	0.75 倍直流参考电压下泄漏电流试验	本标准 6.5	本标准 8.6	1 只避雷器
8	动作负载试验	本标准 6.13	本标准 8.11	3 只比例单元
9	密封试验	本标准 6.8	本标准 8.18	1 只避雷器元件
10	外绝缘耐受试验	本标准 6.2	本标准 8.13	1 只避雷器外套
11	压力释放试验	本标准 6.15	本标准 8.14	2 只避雷器元件
12	局部放电和无线电干扰电压试验	本标准 6.7	本标准 8.7	1 只避雷器
13	多柱避雷器的电流分布试验	本标准 6.9	本标准 8.15	1 只避雷器
14	复合外套避雷器热机和沸水煮试验	本标准 6.21	本标准 8.19	1 只避雷器元件
15	机械性能试验	本标准 6.16	本标准 8.16	1 只避雷器
16	复合外套避雷器外套的耐电痕化和蚀损试验	本标准 6.22	本标准 8.20	1 只避雷器元件
17	人工污秽试验	本标准 6.18	本标准 8.17	1 只避雷器

9.4 验收试验

当订货者在订货协议中有现场验收试验时,则应抽取大于供货数量立方根的最小整数进行试验,其试验项目见表 4。

表 4 验收试验项目

序号	试 验 名 称	试验依据	试验方法	试 品
1	外观检查	本标准 6.19	本标准 8.1	避雷器
2	持续电流试验	本标准 6.4	本标准 8.3	避雷器
3	工频参考电压试验	本标准 6.3	本标准 8.4	避雷器
4	直流参考电压试验	本标准 6.3	本标准 8.5	避雷器
5	0.75 倍直流参考电压下泄漏电流试验	本标准 6.5	本标准 8.6	避雷器
6	例行密封试验	本标准 6.8	本标准 8.18	避雷器元件
7	局部放电试验	本标准 6.7	本标准 8.7	避雷器
8	避雷器底座绝缘电阻试验	本标准 6.23	本标准 6.23	底座

9.5 抽样试验

抽样试验主要对电阻片进行,应按批次以一定比例抽取试品。试验项目及试品数量见表 5。抽样试验用的试品不得装入避雷器。

表 5 抽样试验项目

序号	试 验 名 称	试验依据	试验方法	抽取试品数量
1	能量耐受试验	本标准 6.11	本标准 8.9	1.0%(不少于 5 片)
2	大电流冲击耐受试验	本标准 6.12	本标准 8.10	5 片
3	加速老化试验	本标准 6.13	本标准 8.11.2	3 只比例单元

对于抽样试验项目应遵循以下原则:

- a) 制造厂至少半年对电阻片进行一次加速老化试验和大电流冲击耐受试验;

- b) 加速老化试验中 K_{ca} 值应不大于型式试验中加速老化试验所得的 K_{ca} 值。若大于时,应重做动作负载试验;
- c) 多柱避雷器做能量耐受试验时其每片电阻片的方波电流值应考虑电流分布不均匀程度。

10 标志、包装、运输保管及保修期

10.1 标志

在避雷器铭牌上应清晰标明:

- a) 避雷器名称及型号;
- b) 避雷器额定电压、持续运行电压和残压;
- c) 避雷器直流参考电压;
- d) 制造厂及商标;
- e) 制造年份及生产编号。

10.2 包装

避雷器的包装必须保证在运输中,不因包装不良而使产品损坏。在包装箱上应标明:

- a) 制造厂名、产品名称及型号;
- b) 发货单位、收货单位及详细地址;
- c) 产品净重、毛重、体积等;
- d) “小心轻放”、“向上”、“防潮”等字样和标记,字样和标记应符合 GB/T 191—2008 的要求。

10.3 随产品提供的技术文件

- a) 包装清单;
- b) 产品出厂合格证明书;
- c) 安装、使用说明书(每组避雷器附 1 份)。

10.4 运输和保管

整只产品或分别运输的部件和包装,都要适用运输、装卸的要求。如果产品对运输、装卸和保管有其他特殊要求时,制造厂应在包装箱上明确标志。

10.5 保修期

在用户遵守运输、保管及使用规则条件下,从制造厂发货日期起,在两年内质量不良而发生损坏或不正常运行时,制造厂应无偿为用户修理或更换。

附录 A

(资料性附录)

典型的特高压直流避雷器技术参数

A.1 云—广±800 kV 工程用特高压直流金属氧化物避雷器技术参数见表 A.1。

表 A.1 云—广±800 kV 工程用特高压直流金属氧化物避雷器技术参数

避雷器类型	持续运行电压 (CCOV) kV	参考 电压 kV	最大 吸收能量 MJ	残压/配合电流		外绝缘冲击耐受电压	
				操作波 kV/kA	雷电波 kV/kA	操作波 kV	雷电波 kV
V ₁	245	286	10	396/4 423/12	396/2.4 500/80	470	470
DB	824	975	9	1 330/1	1 380/10	1 600	1 900
E ₁	143	202	3.6	272/4	320/20	325	450

A.2 向—上±800 kV 工程用特高压直流金属氧化物避雷器技术参数见表 A.2。

表 A.2 向—上±800 kV 工程用特高压直流金属氧化物避雷器技术参数

避雷器类型	持续运行电压 (CCOV) kV	参考 电压 kV	最大吸收 能量 MJ	残压/配合电流		外绝缘冲击耐受电压	
				操作波 kV/kA	雷电波 kV/kA	操作波 kV	雷电波 kV
V ₁	248.8	288	10.3	397/8 409/4	369/1 387/1	—	—
DB	824	969	13.5	1 391/1	1 625/20	1 739	2 113
E ₁	137.3	333	8.5	437/4	419/1	547	545

附录 B
(资料性附录)
避雷器能量应力

从系统研究得到的电流幅值、能量、冲击电流的波前时间及持续时间等都必须转换为避雷器试验值。

因此,在几个基波周波内重复发生的多个电流冲击被看成一次单个放电,它所具有的等值能量和持续时间应等于考虑了合成冲击的电流幅值和持续时间后的实际能量脉冲的累积值。在确定等值能量时必须考虑到 MOA 的能量耐受能力会由于脉冲时间缩短而降低。

如果没有特定厂家的资料,可以假定能量耐受能力遵从公式(B.1):

$$W = W_0 \times (T/T_0)^\gamma \quad \text{..... (B.1)}$$

式中:

W_0 ——持续时间为 T_0 的方波电流能量吸收能力;

W ——持续时间为 T 的方波电流能量吸收能力;

γ ——如无其他规定,可取为 0.25。

公式(B.1)是根据方波电流建立的。然而,其他波形可以转化成与原冲击幅值相同的近似等值的方波。例如,波形为 4/10 μs 的 65 kA 脉冲电流可转化为如图 B.1 的方波。

如公式(B.1)中的指数和常数已知,则任何冲击电流都可转化为持续时间已知具有等值应力的等值方波电流。如前所述,一次事故事件可导致在几个周波的时间内产生一次或多次的避雷器能量冲击。图 B.2 显示的是一个 4 ms 内产生 3 次能量冲击的情况,其累积持续时间为 $T_1 + T_2 + T_3$ 。

显然,如果试图用 3 个连续的高能放电来准确模拟这种工况会产生很多实际问题,而且也没有必要,因为利用公式(B.1)可以计算出一个方波试验电流脉冲使受到与相应能量耐受能力相同或更重的应力。

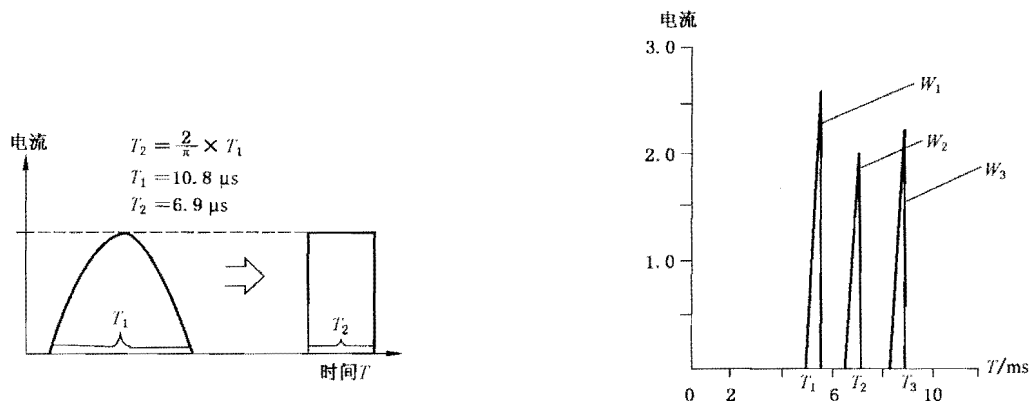


图 B.1 4/10 μs 的冲击电流波转化为等值方波 图 B.2 一个假定的近似三角电流波的决定性工况

如果避雷器的能量应力要求是以持续时间 4 ms 的方波电流定义的,且 γ 值为 0.25 的话,则为满足图 B.2 的应力,其试验要求值可用公式(B.2)计算:

$$W' = W_1 \times (4\,000/0.5T_1)^{0.25} + W_2 \times (4\,000/0.5T_2)^{0.25} + W_3 \times (4\,000/0.5T_3)^{0.25} \quad \text{..... (B.2)}$$

如果决定性工况的脉冲的幅值大致相同,公式(B.2)计算每个脉冲将能量累加总是使结果偏于保守,因而偏于安全。

公式(B.2)中得到的 W' 值就是用于试验的 4 ms 方波电流的等值能量。因为电压是近似恒定的,而 W 又直接与电流幅值等效,所以这个关系是保守的。然而,上面计算得到的等值能量绝不允许低于系统研究中实际计算得到的能量。

但是,如果决定性工况产生高度不均衡的冲击放电流,如图 B. 3,则必须特别考虑高幅值放电电流的影响。

如果第一个电流的峰值低于避雷器保证的大电流冲击耐受能力的 30%,则无需做特殊考虑,可以直接使用公式(B. 2)。这是指,如果制造厂担保的大电流是每个阀片柱 100 kA(4/10 μ s),则决定性电流为每柱 30 kA。如果第一个电流峰值的幅值更高,则有两种可能。第一种是按图 B. 4 做试验,第二种是制造厂可以用一个特殊的试验来验证,在能量耐受试验中要求每柱通过的最大电流幅值不会造成其特性的显著变化,如功率损耗增加等。

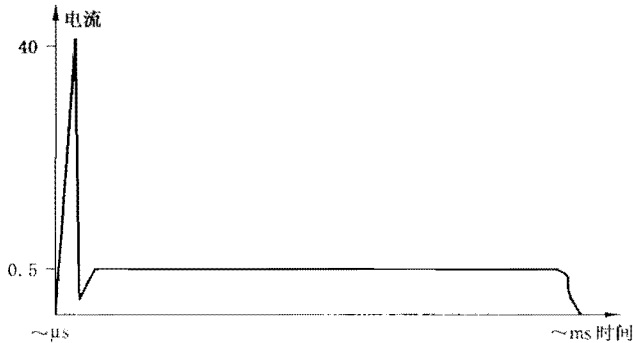


图 B. 3 由两个幅值和持续时间不相同的放电
电流组成的一个假定的决定性工况

由于输入数据的偏差,在系统研究中计算得到的能量数值应留有合理的安全裕度。它可用公式(B. 3)表示:

$$W = S_2 \times W_1 \quad \text{..... (B. 3)}$$

式中:

W ——确定避雷器参数和试验值使用的能量;

W_1 ——系统研究确定的能量;

S_2 ——能量安全系数, S_2 的范围是 1.0~1.2,它取决于输入数据的允许误差和可能产生高于被研究工况的应力的决定性故障过程的概率。

公式(B. 3)中的能量 W_1 应是故障过程中各特定暂态产生的能量的总和。要假定避雷器没有足够的时间在故障过程中得到热恢复,即使在该过程中可能暂时恢复正常运行。

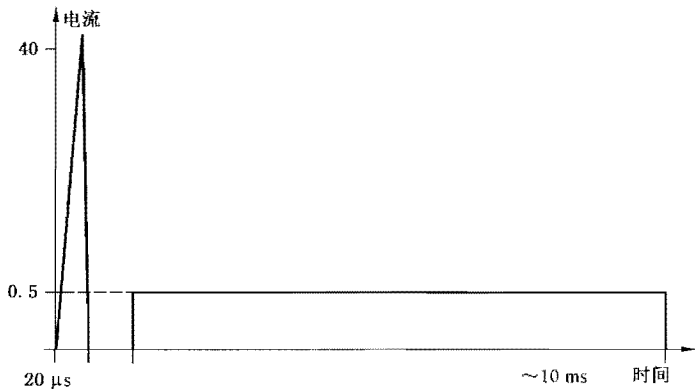


图 B. 4 可能的试验循环

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
±800 kV 直流系统用金属氧化物避雷器
GB/T 25083—2010

*

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街16号
邮政编码:100045

网址 www.spc.net.cn

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

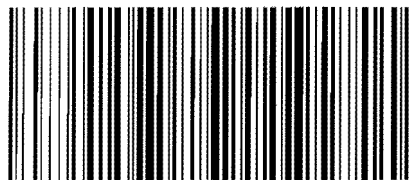
*

开本 880×1230 1/16 印张 2 字数 52 千字
2010年11月第一版 2010年11月第一次印刷

*

书号: 155066·1-40536 定价 30.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68533533



GB/T 25083-2010