



中华人民共和国国家标准

GB/T 22389—2023

代替 GB/T 22389—2008

高压直流换流站无间隙金属氧化物避雷器

Metal-oxide surge arresters without gaps for HVDC converter stations

(IEC 60099-9:2014, Surge arresters—Part 9: Metal-oxide surge arresters without gaps for HVDC converter stations, MOD)

2023-12-28 发布

2024-04-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	V
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 典型的 HVDC 换流站示意图、避雷器类型、安装位置和运行电压	7
5 标志及分类	12
5.1 避雷器标志	12
5.2 避雷器分类	13
6 运行条件	13
6.1 正常运行条件	13
6.2 异常运行条件	13
7 技术要求	14
7.1 绝缘耐受	14
7.2 参考电压	14
7.3 残压	14
7.4 局部放电	15
7.5 密封性能	15
7.6 电流分布	15
7.7 长期稳定性	15
7.8 重复转移电荷耐受	15
7.9 动作负载试验	15
7.10 短路性能	15
7.11 内部均压元件	15
7.12 机械负荷	16
7.13 电磁兼容	16
7.14 寿命的终结	16
7.15 持续电流	17
7.16 0.75 倍直流参考电压下漏电流	17
7.17 大电流冲击耐受	17
7.18 耐污秽性能	17
7.19 复合外套外观要求	17
7.20 气候老化试验	17
7.21 GIS 避雷器外壳要求	17
7.22 GIS 避雷器绝缘气体的额定密度(额定压力)和最小运行密度(最低运行压力)	18
7.23 GIS 避雷器绝缘气体要求	18
7.24 GIS 避雷器运输振动性能	18

7.25	包装、运输和保管	18
8	试验要求	18
8.1	测量设备及准确度	18
8.2	试品	18
9	型式试验(设计试验)	20
9.1	总则	20
9.2	绝缘耐受试验	20
9.3	短路试验	22
9.4	局部放电试验	22
9.5	机械负荷试验	23
9.6	环境试验	31
9.7	气候老化试验	32
9.8	密封试验	34
9.9	无线电干扰电压(RIV)试验	35
9.10	残压试验	36
9.11	长期稳定性试验	37
9.12	重复转移电荷试验	40
9.13	散热特性试验	42
9.14	动作负载试验	42
9.15	内部部件绝缘耐受试验	44
9.16	内部均压部件试验	44
9.17	工频参考电压试验	46
9.18	直流参考电压试验	46
9.19	0.75 倍直流参考电压下漏电流试验	46
9.20	大电流冲击耐受试验	46
9.21	统一爬电比距检查	46
9.22	电流分布试验	46
9.23	持续电流试验	46
9.24	复合外套外观检查	46
10	例行试验、验收试验、抽样试验和定期试验	47
10.1	例行试验	47
10.2	验收试验	47
10.3	抽样试验	48
10.4	定期试验	48
11	不同类型避雷器试验要求	49
11.1	总则	49
11.2	阀避雷器(V)	49
11.3	桥避雷器以及 HV 和 LV 换流器避雷器(B,CH,CL)	51
11.4	换流器避雷器(C)	52
11.5	中点直流母线避雷器、桥中点避雷器和换流器间避雷器(M,MH,ML,CM)	52

11.6	换流器直流母线避雷器(CB)	53
11.7	直流母线和直流线路/电缆避雷器(DB,DL/DC)	53
11.8	中性母线避雷器(EB,E1,E)	55
11.9	直流和交流滤波器避雷器(FA,FD)	56
11.10	接地极线和金属回线避雷器(EL,EM)	58
11.11	平波电抗器避雷器(DR)	58
11.12	电容器避雷器(CC)	58
11.13	变压器阀侧避雷器(T)	59
附录 A (资料性)	本文件与 IEC 60099-9:2014 的章条编号对照	60
附录 B (资料性)	本文件与 IEC 60099-9:2014 的主要技术差异及其原因	62
附录 C (规范性)	机械试验	67
附录 D (资料性)	包装、运输及保管	72
附录 E (规范性)	热等价性试验	73
附录 F (规范性)	热稳定试验起始温度	75
附录 G (资料性)	不同回路的配置	76
附录 H (资料性)	典型的直流工程用避雷器参数	78
参考文献		80
图 1	具有双 12 脉动换流器的典型换流站单极示意图	8
图 2	具有单 12 脉动换流器的典型换流站单极示意图	9
图 3	具有双 12 脉动换流器的典型电容换相换流器(CCC)示意图	10
图 4	低频模型中不同类型避雷器典型持续运行电压(具体位置见图 1~图 3,基频 50 Hz)	11
图 5	高频模型中不同类型避雷器典型持续运行电压(具体位置见图 1~图 3,基频 50 Hz)	12
图 6	热机试验	27
图 7	热机试验和弯曲负荷方向的安排	27
图 8	浸水试验	28
图 9	具有电压极性反转加速老化试验方法 a)	39
图 10	阀避雷器(V)的运行电压波形(整流运行)、PCOV 和 CCOV	49
图 11	桥避雷器的持续运行电压的波形、DCOV、PCOV 和 CCOV	51
图 12	电压超过某值的相对持续时间	57
图 C.1	多元件避雷器的弯矩试验	67
图 C.2	机械负载的定义	68
图 C.3	避雷器元件	69
图 C.4	避雷器的尺寸	70
图 C.5	弯曲负荷试验程序流程图	71
图 G.1	具有双 12 脉冲换流器的 CSCC 换流站示意图	76
图 G.2	具有双 12 脉冲换流器的背靠背换流站示意图	77
表 1	局部放电试验电压值	23
表 2	例行试验	47

表 3	验收试验	47
表 4	抽样试验	48
表 5	定期试验	48
表 6	型式试验	50
表 7	型式试验	55
表 A.1	本文件与 IEC 60099-9:2014 的章条编号对照	60
表 B.1	本文件与 IEC 60099-9:2014 的主要技术差异及其原因	62
表 H.1	典型的±1 100 kV 特高压直流工程避雷器参数	78
表 H.2	典型的±800 kV 特高压直流工程避雷器参数	78
表 H.3	典型的±500 kV 高压直流工程避雷器参数	79

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 GB/T 22389—2008《高压直流换流站无间隙金属氧化物避雷器导则》。本文件与 GB/T 22389—2008 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 更改了范围(见第 1 章,2008 年版的第 1 章)；
- 增加了术语和定义“无间隙金属氧化物避雷器”“避雷器元件”“电气元件”“机械元件”“避雷器比例单元(比例单元)”“持续运行电压直流分量”“持续运行电压主频率”“无显著持续运行电压”“工频参考电流”“直流参考电流”“工频参考电压”“直流参考电压”“放电电流”“残压”“避雷器的保护特性”“额定重复转移电荷”“额定热能量”“避雷器的热崩溃”“避雷器的热稳定”“密封(气/水密封性)”“型式试验”“例行试验”“抽样试验”“定期试验”“验收试验”(见 3.1、3.2、3.3、3.4、3.5、3.10、3.11、3.12、3.15、3.16、3.17、3.18、3.19、3.20、3.27、3.28、3.29、3.30、3.31、3.32、3.33、3.34、3.35、3.36、3.37)；
- 更改了术语和定义“额定电压”“持续运行电压”(见 3.6、3.7,2008 年版的 3.1、3.2)；
- 删除了符号和缩略语(见 2008 年版的第 4 章)；
- 删除了避雷器布置及其所受的应力(见 2008 年版的第 5 章)；
- 增加了典型的 HVDC 换流站示意图、避雷器类型、安装位置和运行电压(见第 4 章)；
- 增加了标志及分类(见第 5 章)；
- 更改了“正常运行条件”(见 6.1,见 2008 年版的 6.1)；
- 增加了重复转移电荷耐受,内部均压元件,GIS 避雷器外壳要求,GIS 避雷器绝缘气体的额定密度(额定压力)和最小运行密度(最低运行压力),GIS 避雷器绝缘气体要求,GIS 避雷器运输振动性能,包装、运输和保管的要求(见 7.8、7.11、7.21、7.22、7.23、7.24、7.25)；
- 删除了能量耐受、避雷器的暂时过电压耐受时间特性的要求(见 2008 年版的 7.10、7.13)；
- 增加了避雷器比例单元要求(见 8.2.2)；
- 增加了环境试验、重复转移电荷试验、散热特性试验、内部部件绝缘耐受试验、内部均压部件试验、绝缘气体湿度试验、运输试验、壳体强度试验(见 9.6、9.12、9.13、9.15、9.16、11.7.4.1)；
- 更改了绝缘耐受试验、短路试验、机械负荷试验、残压试验、动作负载试验(见 9.2、9.3、9.5、9.10、9.14,2008 年版 9.13、9.14、9.16、9.8、9.11)；
- 删除了人工污秽试验、热机试验和沸水煮试验(见 2008 年版的 9.17、9.19)；
- 更改了例行试验项目(见表 2,2008 年版的表 1)；
- 更改了验收试验项目(见表 3,2008 年版的表 3)；
- 增加了特殊的热稳定试验和外观检查(见 10.2.2、10.2.3)；
- 增加了抽样试验(见 10.3)；
- 增加了不同类型避雷器试验要求(见第 11 章)；
- 删除了标志、包装、运输保管及保修期(见 2008 年版的第 11 章)；
- 增加了规范性附录“机械试验”“热等价性试验”“热稳定试验起始温度”(见附录 C、附录 E、附录 F)；
- 删除了标准的附录“避雷器的能量应力”“高压直流换流站无间隙金属氧化物避雷器型号编制办法”(2008 年版的附录 A、附录 B)。

本文件修改采用 IEC 60099-9:2014《避雷器 第 9 部分:高压直流换流站无间隙金属氧化物避雷器》。

本文件与 IEC 60099-9:2014 相比,在结构上有较多调整。两个文件之间的结构编号变化对照一览表见附录 A。

本文件与 IEC 60099-9:2014 相比,存在较多技术差异,这些技术差异及其原因一览表见附录 B。

本文件做了下列编辑性改动:

——为与我国技术标准体系一致,将标准名称修改为《高压直流换流站无间隙金属氧化物避雷器》;

——更改了第 2 章文件清单;

——增加了资料性附录 A、附录 B、附录 D、附录 H。

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。

本文件由全国避雷器标准化技术委员会(SAC/TC 81)归口。

本文件起草单位:西安高压电器研究院股份有限公司、西安西电避雷器有限责任公司、中国电力科学研究院有限公司、南方电网科学研究院有限责任公司、西安交通大学、中电普瑞电力工程有限公司、清华大学、甘肃电器科学研究院、华北电力科学研究院有限责任公司、国网电力科学研究院武汉南瑞有限责任公司、国网四川省电力公司电力科学研究院、金冠电气股份有限公司、四川大学、中国南方电网有限责任公司超高压输电公司、平高东芝(廊坊)避雷器有限公司、抚顺电瓷制造有限公司、西安神电电器有限公司、厦门 ABB 避雷器有限公司、山东彼岸电力科技有限公司、宁波市镇海国创高压电器有限公司、南阳中威电气有限公司、江东金具设备有限公司、大连北方避雷器有限公司、杭州永德电气有限公司、正泰电气股份有限公司。

本文件主要起草人:黄勇、何计谋、田恩文、王保山、张博宇、蔡汉生、郭洁、车文俊、孙泉、时卫东、何金良、贾磊、弥璞、贾东旭、熊易、左中秋、李凡、祝嘉喜、彭珑、田泽群、万帅、崔涛、匡海波、孟鹏飞、卢文浩、胡上茂、王陆璐、徐学亭、李明刚、汤晓中、赵冬一、张彦杰、宋继军、张一鸣、李向军、刘斌、郭永诚、高永海、姜成、李敬彪。

本文件及其所替代文件的历次版本发布情况为:

——2008 年首次发布为 GB/T 22389—2008;

——本次为第一次修订。

高压直流换流站无间隙金属氧化物避雷器

1 范围

本文件规定了高压直流换流站无间隙金属氧化物避雷器的标志及分类、运行条件、技术要求及试验方法等。

本文件适用于为限制±1 100 kV 及以下两端、多端及背靠背高压直流(HVDC)换流站过电压而设计的瓷外套、复合外套和 GIS(直流母线和直流线路/电缆)无间隙金属氧化物避雷器。本文件不包括电压源型换流器用避雷器。

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 311.1 绝缘配合 第 1 部分:定义、原则和规则(GB/T 311.1—2012,IEC 60071-1:2006,MOD)

GB/T 311.2—2013 绝缘配合 第 2 部分:使用导则(IEC 60071-2:1996,MOD)

GB/T 311.3—2017 绝缘配合 第 3 部分:高压直流换流站绝缘配合程序(IEC 60071-5:2014,MOD)

GB/T 2423.17—2008 电工电子产品环境试验 第 2 部分:试验方法 试验 Ka:盐雾(IEC 60068-2-11:1981,IDT)

GB/T 2423.22—2012 环境试验 第 2 部分:试验方法 试验 N:温度变化(IEC 60068-2-14:2009,IDT)

GB/T 2900.12 电工术语 避雷器、低压电涌保护器及元件

GB/T 2900.19 电工术语 高电压试验技术和绝缘配合

GB/T 3505 产品几何技术规范(GPS) 表面结构 轮廓法 术语、定义及表面结构参数(GB/T 3505—2009,ISO 4287:1997,IDT)

GB/T 3906—2020 3.6 kV~40.5 kV 交流金属封闭开关设备和控制设备(IEC 62271-200:2011,MOD)

GB/T 6113.101 无线电骚扰和抗扰度测量设备和测量方法规范 第 1-1 部分:无线电骚扰和抗扰度测量设备 测量设备(GB/T 6113.101—2021,CISPR 16-1-1:2019,IDT)

GB/T 7354 高电压试验技术 局部放电测量(GB/T 7354—2018,IEC 60270:2000,MOD)

GB/T 7674—2020 额定电压 72.5 kV 及以上气体绝缘金属封闭开关设备(IEC 62271-203:2011,MOD)

GB/T 8905 六氟化硫电气设备中气体管理和检测导则(GB/T 8905—2012,IEC 60480:2004,MOD)

GB/T 11032—2020 交流无间隙金属氧化物避雷器(IEC 60099-4:2014,MOD)

GB/T 11604 高压电气设备无线电干扰测试方法(GB/T 11604—2015,IEC/TR CISPR 18-2:2010,MOD)