团体标准

发 布

中国电机工程学会

20XX—XX—XX实施

20XX—XX—XX发布

高压直流输电晶闸管阀阻尼电阻器试验规程

Test procedure for snubber resistor of HVDC transmission thyristor valve

（征求意见稿）

T/CSEE XXXX—YYYY

代替 T/XXXX

ICS 19.020

CCS K85

目 次

[目 次 1](#_Toc169777096)

[前    言 2](#_Toc169777097)

[高压直流输电晶闸管阀阻尼电阻器试验规程 3](#_Toc169777098)

[1 范围 3](#_Toc169777099)

[2 规范性引用文件 3](#_Toc169777100)

[3 术语和定义 3](#_Toc169777101)

[4 一般要求 4](#_Toc169777102)

[5 试验要求与方法 5](#_Toc169777103)

前    言

本文件按照《中国电机工程学会标准管理办法（暂行）》的要求，依据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。

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。

本文件由中国电机工程学会提出。

本文件由中国电机工程学会电力建设标准专业委员会技术归口和解释。

本文件起草单位：国家电网有限公司特高压建设分公司、国网经济技术研究院有限公司, 中国南方电网有限责任公司超高压输电公司，南京南瑞继保工程技术有限公司，西安西电电力系统有限公司，汇立丰电子(昆山)有限公司，广东意杰科技有限公司，西安威特电器设备有限公司，中电普瑞电力工程有限公司，许继电气股份有限公司，北京日立能源电力系统有限公司，国网智能电网研究院有限公司，北京网联直流工程技术有限公司。

本文件主要起草人：。

本文件首次发布。

本文件在执行过程中的意见或建议反馈至中国电机工程学会标准执行办公室（地址：北京市西城区白广路二条1 号，100761，网址：http：//www.csee.org.cn，邮箱：cseebz@csee.org.cn）。

高压直流输电晶闸管阀阻尼电阻器试验规程

1. 范围

本文件规定了高压直流输电用晶闸管换流阀阻尼电阻器的试验条件、型式试验要求、例行试验要求、验收试验要求。

本文件适用于电网换相换流器中的空气绝缘水冷却晶闸管阀用阻尼电阻器。

1. 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 2423.3-2016 环境试验 第2部分：试验方法 试验Cab：恒定湿热试验

GB/T 2423.22-2012 环境试验 第2部分：试验方法 试验N：温度变化

GB/T 2423.30-2013 环境试验 第2部分：试验方法 试验XA和导则：在清洗剂中浸渍

GB/T 2828.1 计数抽样检验程序 第1部分：按接收质量限(AQL)检索的逐批检验抽样计划

GB/T 5729-2003 电子设备用固定电阻器 第一部分:总规范

GB/T 5732-1985 电子设备用固定电阻器 第四部分:分规范 功率型固定电阻器(可供认证用)

1. 术语和定义

GB/T 5729-2003 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

阻尼电阻器 snubber resistor

在晶闸管换流阀中与电容器串联组成晶闸管级阻尼回路的电阻器。

注：晶闸管级简图如下：



说明：

Cd——阻尼电容器

Rd——阻尼电阻器

RDC——均压电阻器

图1 晶闸管级

内冷却型阻尼电阻器 inner-cooling snubber resistor

采用绝缘外壳设计，运行时内部流过冷却介质的阻尼电阻器结构。

* 1.

外冷却型阻尼电阻器 outside-cooling snubber resistor

运行时需通过外置散热器的阻尼电阻器结构，包括采用金属外壳管型插入式结构和模块型外置式结构。

1. 一般要求
	1. 试验的标准大气条件

除非另有规定，所有试验和测量应在以下标准大气条件下进行：

——温度：15℃~35℃；

——相对湿度：25％~75%；

——气压：86kPa~106kPa。

4.2 在进行测量之前，电阻器应在测量温度下放置足够长的时间，以使整个电阻器都达到这一温度，与试验后规定的恢复时间相同通常就足以达到此目的。

4.3 在测量期间，电阻器不应受到气流、日光直射或可能引起误差的其他影响。

1. 试验要求与方法
	1. 试验项目

试验项目分为例行试验、型式试验、特殊试验与验收试验，如表1所示。

表1 晶闸管换流阀用阻尼电阻器试验项目

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 试验项目 | 例行试验 | 型式试验 | 特殊试验 | 验收试验 | 条目号 | 备注 |
| 外观和尺寸 | √ | √ |  | √ | 5.2 |  |
| 电阻值 | √ | √ |  | √ | 5.3 |  |
| 绝缘电阻 | √ | √ |  | √ | 5.4 | 如适用 |
| 电压耐受和局部放电 | √ | √ |  | √ | 5.5 |  |
| 电抗测试 | √ | √ |  |  | 5.6 |  |
| 阻值随温度变化； |  | √ |  |  | 5.7 |  |
| 振动试验 |  | √ |  |  | 5.8 |  |
| 碰撞或冲击试验 |  | √ |  |  | 5.9 |  |
| 引出端强度试验 |  | √ |  |  | 5.10 |  |
| 单脉冲高压过载试验 |  | √ |  |  | 5.11 |  |
| 过载试验 |  | √ |  |  | 5.12 |  |
| 气候顺序 |  | √ |  |  | 5.13 |  |
| 耐久性试验 |  | √ |  |  | 5.14 |  |
| 稳态湿热 |  | √ |  |  | 5.15 | 外冷却型阻尼电阻器适用 |
| 密封性试验 |  | √ |  |  | 5.16 | 内冷却型阻尼电阻器适用 |
| 压力-流量试验 |  | √ |  |  | 5.17 |
| 标志耐溶剂性试验 |  | √ |  |  | 5.18 |
| 元件耐溶剂性试验 |  | √ |  |  | 5.19 |
| 额定功率时的冲击负载试验 |  |  | √ |  | 5.20 |  |
| 雷电冲击耐压试验 |  |  | √ |  | 5.21 |  |
| 断水试验 |  | √ |  |  | 5.22 |  |
| 温度快速变化试验 |  |  | √ |  | 5.23 |  |

除非另有规定，型式试验应在例行试验合格的试品上进行；应对与技术规范规定完全相符或在相同或更为严酷试验条件下所设计的阻尼电阻器进行这些试验；型式试验的所有项目不必在同一只阻尼电阻器试品上进行，试验顺序不是强制性的。

购买方如有特殊要求，可开展特殊试验，试验包括但不限于表1所列项目。

验收试验是购买方在安装前所需进行的试验，此项试验的目的是检验电阻器在运输中有否受到损伤，以确保要安装的产品是良好的。

* 1. 外观和尺寸检查
		1. 试验方法

外观和尺寸检查应按照GB/T 5729-2003中4.4执行。

* + 1. 合格判据

内冷却式阻尼电阻器外观应白色半透明且色泽均匀。

外冷却式阻尼电阻器环氧封堵部分应形状规则、整体无气泡且色泽均匀正常、外形光滑完整。

全部尺寸应符合图纸要求，整体无变形。

* 1. 电阻值测试
		1. 试验方法

电阻值测试应按照GB/T 5729-2003中4.5执行。

* + 1. 试验判据

如无特殊要求，所测电阻值与额定值的偏差应≤±2%。

* 1. 绝缘电阻
		1. 试验方法

绝缘电阻测试应按照GB/T 5729-2003中4.6执行。

采用绝缘外壳设计的内冷却型阻尼电阻器可不进行此项目。

* + 1. 合格判据

如无特殊要求，所测绝缘电阻值应≥500MΩ。

* 1. 电压耐受和局部放电
		1. 试验方法

如无特殊要求，电压耐受和局部放电试验应按如下顺序进行：

1. 按照GB/T 5729-2003中4.7进行耐电压试验，试验电压为交流(40 Hz~60Hz),其峰值以大约100V/s的速率从零升到详细规范规定的绝缘电压值的1.42倍,在达到规定的电压后应保持 60 s±5 s；
2. 将试验电压降至技术规范要求的局放测试电压，持续不低于30s，期间测试局放值。

外冷型阻尼电阻器应在验收试验中进行该项目，应按GB/T 2828.1确定抽检比例。

* + 1. 合格判据

试验过程中应无击穿或飞弧现象。

如无特殊要求，试品局放应＜10pC。

试验后试品应通过电阻值测试，试验前后试品的电阻值测量结果变化应不超过测量仪器的测量误差。

* 1. 电抗测试
		1. 试验方法

电抗测试应按照GB/T 5729-2003中4.9执行。

如无特殊要求，测试频率应≥10kHz，测试电压应≥1V。

* + 1. 合格判据

如无特殊要求，测试所得的时间常数L/R应≤0.3μs。

* 1. 阻值随温度变化
		1. 试验方法

阻值随温度变化试验应按照GB/T 5729-2003中4.8执行。

如无特殊要求，应分别测试电阻器在20℃与85℃达到热稳定时的电阻值，温度误差应＜±1℃。

按照GB/T 5729-2003中4.8.4.2计算电阻温度系数α。

* + 1. 合格判据

如无特殊要求，电阻温度系数α应≤150\*10-6Ω/K

* 1. 振动试验
		1. 试验方法

振动试验应按照GB/T 5729-2003中4.22执行。

如无特殊要求，试验参数按照GB/T 5732-1985中2.3.2执行，具体如下：

频率范围：10~100Hz；

加速度：2g；

总持续时间：6h。

* + 1. 合格判据

试验后试品外观应无可见损伤。

试验后试品应按照要求通过电阻值测试、绝缘电阻与电压耐受和局部放电等试验项目。

如无特殊要求，试验前后试品的电阻值测量结果变化应≤±0.5%。

* 1. 碰撞或冲击试验
		1. 试验方法

应至少从以下试验项目中选择一项进行：

1. 碰撞试验：试验方法应按照GB/T 5729-2003中4.20执行。如无特殊要求，试验参数按照GB/T 5732-1985中2.3.6执行，具体包括：
	1. 加速度：390m/s2；
	2. 总碰撞次数：4000次。
2. 冲击试验：试验方法应按照GB/T 5729-2003中4.21执行。如无特殊要求，试验参数按照GB/T 5732-1985中2.3.7执行，具体包括：
	1. 加速度：490m/s2；
	2. 脉冲持续时间：11ms；
	3. 脉冲波形：半正弦波。
		1. 合格判据

试验后试品外观应无可见损伤。

试验后试品应通过电阻值测试、绝缘电阻与电压耐受和局部放电试验。

如无特殊要求，试验前后试品的电阻值测量结果变化应≤2%。

* 1. 引出端强度试验
		1. 试验方法

引出端强度试验应按照GB/T 5729-2003中4.16执行，拉力按20N执行。

* + 1. 合格判据

试验后外观应无可见损伤，引出端接线端子完好无松动。

试验后试品应通过电阻值测试。

* 1. 单脉冲高压过载试验
		1. 试验方法

如无特殊要求，单脉冲高压过载试验应按照GB/T 5729-2003中4.27执行。

* + 1. 合格判据

试验后外观应无可见损伤。

试验前后应按5.3.1节方法测试试品电阻值，如无特殊要求，测量结果偏差应≤2%。

* 1. 过载试验
		1. 试验方法

如无特殊要求，过载试验应按照GB/T 5729-2003中4.13执行，其中冷却水温应≥70℃。

试验功率及持续时间应满足购买方提出的技术规范要求。

* + 1. 合格判据

试验后试品外观应无可见损伤。

试验后试品应通过电阻值测试、绝缘电阻与电压耐受和局部放电试验。

如无特殊要求，试验前后试品的电阻值测量结果偏差应≤2%。

* 1. 气候顺序
		1. 试验方法

气候顺序试验应按照GB/T 5729-2003中4.23执行。

* + 1. 合格判据

试验后试品外观应无可见损伤。

试验后试品应通过电阻值测试、绝缘电阻与电压耐受和局部放电试验。

如无特殊要求，试验前后试品的电阻值测量结果变化应≤2%。

* 1. 耐久性试验
		1. 试验方法

耐久性试验应按照GB/T 5729-2003中4.25执行，其中冷却水温应≥70℃，试验时间应≥1000h。

注：若制造商采用增大功率的方式进行，可根据功率水平与购买商议确定试验时间。

* + 1. 合格判据

试验后试品外观应无可见损伤。

试验后试品应通过电阻值测试、绝缘电阻与电压耐受和局部放电试验。

如无特殊要求，试验前后试品的电阻值测量结果变化应≤2%。

* 1. 稳态湿热
		1. 试验方法

稳态湿热试验应按照GB/T 5729-2003中4.24及GB/T 2423.3-2016执行。

如无特殊要求，严苛等级应为相对湿度93%±3%，温度40℃±2%，持续时间不低于10d。

如无特殊要求，试验时应按照GB/T 5729-2003中4.24.2.1中c）执行，在试验期间持续在电阻器安装板与其中一个电极间施加20V±2V的直流电压。

* + 1. 合格判据

试验后试品外观应无可见损伤。

试验后试品应通过电阻值测试、绝缘电阻与电压耐受和局部放电试验。

如无特殊要求，试验前后试品的电阻值测量结果变化应≤2%。

* 1. 静态压力试验
		1. 试验方法

内冷却型阻尼电阻器应进行该项目。

将阻尼电阻水压缓慢升至1.8MPa+5%，保持30min，同时检查渗漏情况。

* + 1. 合格判据

试品不应出现变形和爆裂，外部无水渗漏现象。

* 1. 压力-流量试验
		1. 试验方法

内冷却型阻尼电阻器应进行该项目。

如无特殊要求，应按照GB/T 8446.2-2022中5执行。

* + 1. 合格判据

测量结果应符合购买方技术规范要求，应满足换流阀水路设计。

* 1. 标志耐溶剂性试验

内冷却型阻尼电阻器应进行该项目。

标志耐溶剂性试验方法及合格判据应按GB/T 5729-2003中4.30及GB/T 2423.30-2013执行。

* 1. 元件耐溶剂性试验

内冷却型阻尼电阻器应进行该项目。

元件耐溶剂性试验方法及合格判据应按GB/T 5729-2003中4.29及GB/T 2423.30-2013执行。

* 1. 额定功率运行工况下的冲击负载试验
		1. 试验方法

如无特殊要求，试验应按以下步骤执行：

1. 调整冷却水温度至70℃以上；
2. 对阻尼电阻器施加额定功率，通电10min，后断电5min；
3. 通电期间施加一次持续100μs的脉冲电流，电流峰值应满足购买方技术规范要求。
4. 重复步骤b）、c）5次。

注：如经评估认为上述试验要求可充分考核电阻器耐受偶然出现的单脉冲高压过载条件的能力，本试验项目可代替型式试验项目中的单脉冲高压过载试验项目。

* + 1. 合格判据

试验后外观应无可见损伤。

试验后应按5.3.1节方法测试试品电阻值，如无特殊要求，试验前后测量结果偏差应≤2%。

* 1. 雷电冲击耐压试验
		1. 试验方法

如无特殊要求，试验应按以下步骤执行：

1. 将阻尼电阻器一端子接外壳；
2. 在两端子间施加标准雷电冲击电压波形，电压峰值应满足购买方技术规范要求；
3. 每种极性施加5次冲击。

采用绝缘外壳设计的内冷却型阻尼电阻器可不进行此项目。

* + 1. 合格判据

试验过程中应无击穿或飞弧现象。

试验后试品应按5.3.1节方法测试试品电阻值，如无特殊要求，试验前后测量结果偏差应≤2%。

* 1. 断水试验
		1. 试验方法

电阻器按技术规范要求安装，在电阻器或配套散热器充满冷却水但不通流的条件下对试品施加额定功率。

如无特殊要求，持续时间应不低于10s。

* + 1. 合格判据

试验后外观应无可见损伤。

试验后试品应通过电阻值测试与绝缘电阻试验。

* 1. 温度快速变化试验

如无特殊要求，试验方法及合格判据应按照GB/T 2423.22执行。