

NB

中华人民共和国能源行业标准

NB/T 10282—2019

交流无间隙金属氧化物避雷器试验导则

Guide to the interpretation of metal-oxide surge arresters without gaps for
alternating-current systems

(Guide to the IEC 60099-4)

杭 州 高 电

专业高试铸典范

Professional high voltage test

高压测量仪器智造 | 电力试验工程服务

2019 - 11 - 04 发布

2020 - 05 - 01 实施

国家能源局 发布

目 次

前言	II
1 概述	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
3.1 同族系列避雷器	1
4 避雷器信息	1
4.1 瓷外套避雷器及复合外套避雷器	1
4.2 气体绝缘金属封闭（GIS）避雷器	4
4.3 分离式及外壳不带电避雷器	5
5 避雷器型式试验	6
5.1 瓷外套避雷器和复合外套避雷器型式试验报告分类及试验项目	6
5.2 气体绝缘金属封闭（GIS）避雷器型式试验报告分类及试验项目	9
5.3 分离式及终端避雷器型式试验报告分类及试验项目	10
6 同族系列避雷器	11
附录 A（规范性附录） GB/T 11032-XXXX 中部分章节的说明	14
附录 B（规范性附录） 重复转移电荷耐受试验中重复电荷校正系数计算的示例	16
附录 C（资料性附录） GB/T 11032-XXXX 附录 C 中补偿温度计算的示例	18
附录 D（资料性附录） 典型的同族系列避雷器示例	22

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草。

本标准修改采用“STL导则—IEC 60099-4 Edition 3.0 2014-06”。

本标准与“STL导则—IEC 60099-4 Edition 3.0 2014-06”的差异相比，主要技术性差异如下：

——增补了我国国内习惯使用，而“STL导则—IEC 60099-4 Edition 3.0 2014-06”中未包含的试验内容，如：直流参考电压试验，0.75倍直流参考电压下漏电流试验等；

——使用范围增加了分离式及外壳不带电避雷器。

本标准由中国电器工业协会提出。

本标准由能源行业短路试验技术标准化技术委员会（NEA/TC10）归口。

本标准起草单位：西安高压电器研究院有限责任公司、中电普瑞电力工程有限公司、平高东芝（廊坊）避雷器有限公司、抚顺电瓷制造有限公司、西安西电避雷器有限责任公司、甘肃电器科学研究院、温州益坤电气有限公司、深圳ABB银星避雷器有限公司、国网上海市电力公司电力科学研究院、恒大电气有限公司、中国电力科学研究院、南方电网科学研究院、上海电瓷厂有限公司。

本标准起草人：孙泉、弥璞、田恩文、车文俊、姚玉锁、汤晓中、何计谋、李凡、张锁龙、赵冬一、张嘉雯、刘飞、张实、李博、井谦、张博宇、吕雪斌、贾磊、吴辉。

本标准为首次制定。

交流无间隙金属氧化物避雷器试验导则

1 概述

本标准规定了采用GB/T 11032-XXXX的要求对交流无间隙金属氧化物避雷器进行型式试验时的程序。

本标准适用于瓷外套避雷器、复合外套避雷器、气体绝缘金属封闭无间隙（GIS）避雷器、分离式及外壳不带电避雷器。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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 11032-XXXX 交流无间隙金属氧化物避雷器（IEC 60099-4:2014，MOD）

3 术语和定义

GB/T 2900.12-2008和GB/T 11032-XXXX界定的以及下列属于和定义适用于本文件。

3.1 同族系列避雷器

同族系列避雷器具有同样的设计结构、材料，所用金属氧化物电阻片具有相同规格。

注1：同族系列避雷器的定义仅适用于瓷外套避雷器与复合外套避雷器。

注2：同族系列避雷器中的每种避雷器仅是额定电压和持续运行电压不同，其应具有相同的标称放电电流、相同的外套设计结构，每种避雷器元件应具有相同的密封结构。典型的同族系列避雷器见附录D。

4 避雷器信息

本章规定了试验前制造商应当向实验室提供的避雷器信息。

试验前，制造商应当将避雷器的规定参数、产品信息、电阻片信息以及避雷器图纸信息提供给实验室。实验室需要对制造商提供的避雷器信息进行核对。

4.1 瓷外套避雷器及复合外套避雷器

4.1.1 避雷器规定参数

制造商应当提供瓷外套避雷器、复合外套避雷器明示的相关规定参数，规定参数应至少包含表1中的内容。

表1 瓷外套避雷器与复合外套避雷器型式试验中相关规定参数

制造商提供的规定参数	适用情况	
	瓷外套避雷器	复合外套避雷器
额定电压	kV	√ ¹
持续运行电压	kV	√
额定频率	Hz	√
避雷器类型 ^a	√	√
标称放电电流	kA	√
额定重复转移电荷	C	√
额定热转移电荷 ^b	C	√
额定热能量 ^c	kJ/kV	√
额定短路电流 ^d	kA	√
额定短期负荷	N	√
额定长期负荷	N	不适用
拉伸负荷	N	如果有
扭矩	N·m	√
工频电压时间特性曲线 ^e	√	√
参考电流下的最小、最大参考电压 ^f	kV	√
持续电流 ^g	μA或mA	√
残压 ^h	kV	√
外套绝缘耐受值 ⁱ	kV	√
荷电率 ^j	%	如果有
电位分布系数 ^j		如果有
内并联柱数	柱	如果有
盐度 ^k	kg/m ³	如果有
污秽等级		如果有

^a 避雷器类型是指：按照GB/T 11032-XXXX要求，电站类避雷器分为SH、SM或SL；配电类避雷器分为DH、DM或DL。

^b 适用于配电类避雷器。

^c 适用于电站类避雷器。

^d 预期的短路电流在1kA及以下时，可以宣称额定值为“0”。

^e 制造商需要提供试验时施加的过电压水平与对应的持续时间。

^f 制造商需要提供避雷器工频参考电流阻性分量峰值以及其对应的工频参考电压最小值，直流参考电流以及其对应的直流参考电压最小值与最大值。直流参考电压最小值应当符合GB/T 11032-XXXX中附录M的要求。

^g 制造商应当提供持续运行电压下试品全电流和阻性电流的规定值。

^h 根据需要进行试验项目，制造商提供的避雷器标称放电电流下的雷电冲击残压规定值、标称放电电流下的陡波冲击残压规定值以及规定电流下的操作冲击残压规定值应符合GB/T 11032-XXXX中附录M的要求。

ⁱ 根据需要进行试验项目，制造商提供的雷电冲击电压耐受试验、操作冲击电压耐受试验、工频电压耐受试验的试验参数应符合GB/T 11032-XXXX的要求。如果需要进行海拔校正，制造商应提供海拔高度。

^j 指结构高度大于1m的避雷器产品需要提供荷电率或电位分布系数规定值，以便长期稳定性试验中确定试验电压U_{cr}。

^k 如果采用盐雾法进行污秽试验时，制造商需要提供试验时的盐度。

¹ √表示必须提供。

4.1.2 避雷器产品信息

制造商提供的避雷器产品信息应当至少包含下列内容：

- 避雷器型号及编号；
- 避雷器元件数；
- 并联柱数；
- 每节元件装配的电阻片数量；
- 避雷器设计类型：“A”或“B”。

4.1.3 金属氧化物电阻片信息

制造商应当提供金属氧化物电阻片的下列信息：

- 编号（如果有）；
- 金属氧化物电阻片制造商（如果电阻片外购，需明示金属氧化物电阻片制造商名称）；
- 金属氧化物电阻片规格。

4.1.4 避雷器图纸信息

制造商提供的避雷器图纸信息应至少包含表2中的内容。

表2 避雷器的图纸信息

图纸信息	项目	适用情况
避雷器外形图	避雷器外形尺寸	√ ^d
	避雷器元件外形尺寸 ^a	如果有
	均压环	如果有
	伞径与间距	如果有
	安装支架	如果有
	脱离器/故障指示器	如果有
	绝缘底座	如果有
比例单元装配图 ^b	外形尺寸及内部结构	√
	伞径与间距	如果有
	支撑结构	如果有
避雷器装配图 ^c	支撑外套	如果有
	支撑管	如果有
	芯棒和环	如果有
	缠绕带	如果有
	金属垫块	如果有
	隔弧筒	如果有
	固定板	如果有
	压力释放系统	如果有
^a 多元件避雷器的单个元件。如果试验中使用了与避雷器在高度上成比例的避雷器元件，制造商应提供该外形尺寸图。 ^b 制造商应提供介电特性比例单元外形图。GIS无间隙避雷器，制造商需要提供用于老化试验的比例单元图。 ^c 制造商提供的装配图用于实验室对试品确认，无需出现在报告中。 ^d √表示必须提供。		

4.2 气体绝缘金属封闭（GIS）避雷器

4.2.1 避雷器规定参数

制造商应当提供气体绝缘金属封闭（GIS）避雷器明示的相关规定参数，规定参数应至少包含表3中的内容。

表3 气体绝缘金属封闭（GIS）避雷器型式试验中相关规定参数

由制造商提供的规定参数		是否需要
相数		√ ^b
额定电压	kV	√
持续运行电压	kV	√
额定频率	Hz	√
20℃下的额定压力	MPa or Bar (abs.)	√
20℃下的最低功能压力	MPa or Bar (abs.)	√
避雷器类型 ^a		√
标称放电电流	kA	√
额定重复转移电荷	C	√
额定热转移电荷	C	√
额定热能量	kJ/kV	√
额定短路电流 ^c	kA	√
工频电压时间特性曲线 ^d		√
参考电流下的最小、最大参考电压 ^e	kV	√
持续电流 ^f	μ A或mA	√
残压 ^g	kV	√
内绝缘耐受值 ^h	kV	√
荷电率 ⁱ	%	√
内并联柱数	柱	如果有
^a 避雷器类型是指：按照GB/T 11032-XXXX要求，电站类避雷器分为SH、SM或SL。 ^b √表示必须提供。 ^c 如果GIS避雷器具有独立的气室，所装的压力释放装置不同于开关金属壳体上的压力释放装置，则GB/T 11032-XXXX中的8.10适用，在这种情况下，仅需要进行额定短路电流试验。如果GIS避雷器的外壳安装有与连接的开关设备相同的压力释放装置，则不进行短路试验。 ^d 制造商需要提供试验时施加的过电压水平与对应的持续时间。 ^e 制造商需要提供避雷器工频参考电流阻性分量峰值以及其对应的工频参考电压最小值，直流参考电流以及其对应的直流参考电压最小值与最大值。直流参考电压最小值应当符合GB/T 11032-XXXX中附录M的要求。 ^f 制造商应当提供持续运行电压下试品全电流及其阻性电流分量的规定值。 ^g 根据需要进行试验的项目，制造商需要提供的避雷器标称放电电流下的雷电冲击残压规定值、标称放电电流下的陡波冲击残压规定值以及规定电流下的操作冲击残压规定值应符合GB/T 11032-XXXX中附录M的要求。 ^h 根据需要进行试验的项目，制造商提供的雷电冲击电压试验、操作冲击电压试验、工频电压试验的试验参数。 ⁱ 长期稳定性试验中确定试验电压。		

4.2.2 避雷器产品信息

制造商应当提供的避雷器产品信息应当至少包含下列内容：

- 避雷器型号及编号；
- 并联柱数；
- 装配的电阻片数量。

4.2.3 金属氧化物电阻片信息

制造商应当提供金属氧化物电阻片的下列信息：

- 编号（如果有）；
- 金属氧化物电阻片制造商（如果电阻片外购，需明示金属氧化物电阻片制造商名称）；
- 金属氧化物电阻片规格。

4.2.4 避雷器图纸信息

制造商提供的避雷器图纸信息应至少包含表2中的内容。

4.3 分离式及外壳不带电避雷器

4.3.1 避雷器规定参数

制造商应当提供分离式及外壳不带电避雷器明示的相关规定参数，规定参数应至少包含表4中的内容。

表4 分离式及外壳不带电避雷器型式试验中相关规定参数

由制造商提供的规定参数		是否需要
额定电压	kV	√ ^k
持续运行电压	kV	√
额定频率	Hz	√
避雷器类型 ^a		√
标称放电电流	kA	√
额定重复转移电荷	C	√
额定热转移电荷 ^b	C	√
额定热能量 ^c	kJ/kV	√
额定短路电流 ^d	kA	√
工频电压时间特性曲线 ^e		√
参考电流下的最小、最大参考电压 ^f	kV	√
持续电流 ^g	μA或mA	√
残压 ^h	kV	√
绝缘耐受值 ⁱ	kV	√
荷电率 ^j	%	√

表4 (续)

^a 避雷器类型是指：按照GB/T 11032-XXXX要求，电站类避雷器分为SH, SM或SL；配电类避雷器分为DH, DM或DL。
^b 适用于配电类避雷器。
^c 适用于电站类避雷器。
^d 预期的短路电流在1kA及以下时，可以宣称额定值为“0”。
^e 制造商需要提供试验时施加的过电压水平与对应的持续时间。
^f 制造商需要提供避雷器工频参考电流阻性分量峰值以及其对应的工频参考电压最小值，直流参考电流以及其对应的直流参考电压最小值与最大值。直流参考电压最小值应当符合GB/T 11032-XXXX中附录M的要求。
^g 制造商应当提供持续运行电压下试品全电流及其阻性分量的规定值。
^h 根据需要进行试验项目，制造商需要提供的避雷器标称放电电流下的雷电冲击残压规定值、标称放电电流下的陡波冲击残压规定值以及规定电流下的操作冲击残压规定值应符合GB/T 11032-XXXX中附录M的要求。
ⁱ 根据需要进行试验项目，制造商提供的雷电冲击电压耐受试验、工频电压耐受试验的试验参数。
^j 长期稳定性试验中确定试验电压。
^k ✓表示必须提供。

4.3.2 避雷器产品信息

制造商应当提供的避雷器产品信息应当至少包含下列内容：

- 避雷器型号及编号；
- 避雷器元件数；
- 并联柱数；
- 每节元件装配的电阻片数量。

4.3.3 金属氧化物电阻片信息

制造商应当提供金属氧化物电阻片的下列信息：

- 编号（如果有）；
- 金属氧化物电阻片制造商（如果电阻片外购，需明示金属氧化物电阻片制造商名称）；
- 金属氧化物电阻片规格。

4.3.4 避雷器图纸信息

制造商提供避雷器图纸信息应至少包含表2中的内容。

5 避雷器型式试验

5.1 瓷外套避雷器和复合外套避雷器型式试验报告分类及试验项目

当制造商提供的瓷外套避雷器和复合外套避雷器试品按表5和表6的试验项目进行试验，并且检验结果符合制造商明示的规定参数要求时，实验室可以出具下列相关报告：

- a类型式试验报告

a类型式试验报告是由同一实验室出具的符合GB/T 11032-XXXX的全部型式试验项目要求的报告。

瓷外套避雷器型式试验项目见表5，复合外套避雷器型式试验项目见表6。

瓷外套避雷器与复合外套避雷器型式试验中各试验项目的试验方法在GB/T 11032-XXXX第8章和第10章中有详细说明。

表5 瓷外套避雷器型式试验项目

序号	避雷器类别	电站类	电站类	配电类	试品
	标称放电电流	20 kA 10 kA	20 kA 10 kA 5 kA	10 kA 5 kA 2.5 kA 1.5 kA	
	典型 Us	>252	≤252	≤40.5	
1	绝缘耐受试验				1 只避雷器外套
	a) 雷电冲击电压试验	√ ^c	√	√	
	b) 操作冲击电压试验	√	不要求	不要求	
	c) 工频电压试验	√	√	√	
2	残压试验				3 只避雷器或比例单元
	a) 陡波冲击电流残压试验	√	√	√	
	b) 雷电冲击残压试验	√	√	√	
	c) 操作冲击残压试验	√	√	√	
3	长期稳定性试验	√	√	√	3 只避雷器或比例单元
4	重复转移电荷试验	√	√	√	按要求
5	散热特性试验	√	√	√	1 只避雷器或元件 1 只比例单元
6	动作负载试验	√	√	√	3 只避雷器或比例单元
7	工频电压耐受时间特性试验	√	√	√	按要求
8	脱离器试验	如果有	如果有	如果有	如果装有, 按要求
9	短路试验	√	√	√	4 只避雷器或元件
10	弯曲负荷试验	√	√	√	按要求
11	环境试验	√	√	√	1 只避雷器或元件
12	密封试验	√	√	√	1 只避雷器或元件
13	无线电干扰电压试验 ^a	√	√	不要求	1 只避雷器
14	内部部件绝缘耐受试验	√	√	√	1 只比例单元
15	内部均压部件试验	√	√	√	按要求
16	污秽试验 ^b	√	√	√	按要求
17	持续电流试验	√	√	√	1 只避雷器
18	工频参考电压试验	√	√	√	
19	直流参考电压试验	√	√	√	
20	0.75 倍直流参考电压下漏电流试验	√	√	√	
21	局部放电试验	√	√	√	
22	电流分布试验	√	√	√	
23	统一爬电比距检查	√	√	√	
^a 适用于Us≥72.5kV的避雷器。					
^b 对于单元件瓷外套避雷器不适用, 对其耐污性能按避雷器外套的统一爬电距离进行考核。					
^c √表示必须进行。序号12、13、17~21、23项试验为同一试品。					

表6 复合外套避雷器型式试验项目

序号	避雷器类型	电站类	电站类	配电类	试品
	标称放电电流	20 kA 10 kA	20 kA 10 kA 5 kA	10 kA 5 kA 2.5 kA 1.5 kA	
	典型 U_s	>252	≤252	≤40.5	
1	绝缘耐受试验				1 只避雷器外套
	a) 雷电冲击电压试验	√ ^b	√	√	
	b) 操作冲击电压试验	√	不要求	不要求	
	c) 工频电压试验	√	√	√	
2	残压试验				3 只避雷器或比例单元
	a) 陡波冲击电流残压试验	√	√	√	
	b) 雷电冲击残压试验	√	√	√	
	c) 操作冲击残压试验	√	√	√	
3	长期稳定性试验	√	√	√	3 只避雷器或比例单元
4	重复转移电荷试验	√	√	√	按要求
5	散热特性试验	√	√	√	1 只避雷器或元件 1 只比例单元
6	动作负载试验	√	√	√	3 只避雷器或比例单元
7	工频电压耐受时间特性试验	√	√	√	按要求
8	脱离器试验	√	√	√	如果装有, 按要求
9	短路试验	√	√	√	4 只避雷器或元件
10	弯曲负荷试验	√	√	√	按要求
11	拉伸负荷试验	√	√	√	按要求
12	密封试验	√	√	√	1 只避雷器或元件
13	无线电干扰电压试验 ^a	√	√	不要求	1 只避雷器
14	内部部件绝缘耐受试验	√	√	√	1 只比例单元
15	内部均压部件试验	√	√	√	按要求
16	气候老化试验	√	√	√	1 只避雷器或比例单元
17	持续电流试验	√	√	√	1 只避雷器
18	工频参考电压试验	√	√	√	
19	直流参考电压试验	√	√	√	
20	0.75 倍直流参考电压下漏电流试验	√	√	√	
21	局部放电试验	√	√	√	
22	电流分布试验	√	√	√	
23	统一爬电比距检查	√	√	√	
24	复合外套外观检查	√	√	√	
^a 适用于 $U_s \geq 72.5$ kV 的避雷器。					
^b √ 表示必须进行。序号12、13、17~21、23、24项试验为同一试品。					

——b类型式试验报告

b类型式试验报告为不含短路试验的型式试验报告与独立的短路试验报告的组合。

5.2 气体绝缘金属封闭（GIS）避雷器型式试验报告分类及试验项目

当制造商提供的气体绝缘金属封闭（GIS）避雷器试品按表7的试验项目进行试验，并且检验结果符合制造商明示的规定参数要求时，实验室可以出具下列相关报告：

——a类型式试验报告

a类型式试验报告是由同一实验室出具的符合GB/T 11032-XXXX的全部型式试验项目要求的报告。

气体绝缘金属封闭（GIS）避雷器型式试验项目见表7。

气体绝缘金属封闭（GIS）避雷器型式试验项目的试验方法在GB/T 11032-XXXX第11章中有详细说明。

表7 气体绝缘金属封闭（GIS）避雷器型式试验项目

序号	试验名称	适用情况	试品
1	绝缘耐受试验		1 只避雷器（除去内部电阻片）
	a) 雷电冲击电压试验	√ ^c	
	b) 操作冲击电压试验 ^a	√	
	c) 工频电压试验	√	
2	残压试验		3 只比例单元
	a) 陡波冲击电流残压试验	√	
	b) 雷电冲击残压试验	√	
	c) 操作冲击残压试验	√	
3	长期稳定性试验	√	3 只比例单元
4	重复转移电荷试验	√	按要求
5	散热特性试验	√	1 只避雷器和 1 只比例单元
6	动作负载试验	√	3 只比例单元
7	工频电压耐受时间特性试验	√	按要求
8	短路试验	√	1 只避雷器
9	密封试验	√	1 只避雷器
10	内部部件绝缘耐受试验	√	1 只比例单元
11	内部均压部件试验	√	按要求
12	持续电流试验	√	1 只避雷器
13	工频参考电压试验	√	
14	直流参考电压试验 ^b	√	
15	0.75 倍直流参考电压下漏电流试验 ^{b)}	√	
16	局部放电试验	√	
17	电流分布试验	√	
18	绝缘气体湿度试验	√	
19	运输试验	√	
20	壳体强度试验	√	1 只壳体

表7 (续)

^a 对用于 $U_s \leq 252$ kV的避雷器不要求。

^b 在装配前的全部电阻片上进行。

^c $\checkmark$ 表示必须进行。序号9、12、13、16、18、19项试验为同一试品。

——b类型式试验报告

b类型式试验报告为不含短路试验的型式试验报告与独立的短路试验报告的组合。

注:实验室不具备壳体试验强度试验的检验能力时,制造商应将壳体强度的检验报告提供给实验室。实验室应将壳体强度的检验报告内容汇总,成为完整的型式试验报告。

5.3 分离式及终端避雷器型式试验报告分类及试验项目

当制造商提供的分离式及终端避雷器满足了规定要求时,实验室可以出具下列相关报告:

——a类型式试验报告

a类型式试验报告是由同一实验室出具的符合GB/T 11032-XXXX的全部型式试验项目要求的报告。

分离式及终端避雷器型式试验项目见表8。

分离式及终端避雷器型式试验中各试验项目的试验方法在GB/T 11032-XXXX第12章中有详细说明。

表8 分离式及终端避雷器型式试验项目

序号	试验名称	适用情况	试品
1	绝缘耐受试验		按要求
	a) 雷电冲击电压试验	$\checkmark^b$	
	b) 操作冲击电压试验 ^a	$\checkmark$	
	c) 工频电压试验	$\checkmark$	
2	残压试验		3只避雷器或比例单元
	a) 陡波冲击电流残压试验	$\checkmark$	
	b) 雷电冲击残压试验	$\checkmark$	
	c) 操作冲击残压试验	$\checkmark$	
3	长期稳定性试验	$\checkmark$	3只避雷器或比例单元
4	重复转移电荷试验	$\checkmark$	按要求
5	散热特性试验	$\checkmark$	1只避雷器或元件、1只比例单元
6	动作负载试验	$\checkmark$	3只避雷器或比例单元
7	工频电压时间耐受时间特性试验	$\checkmark$	按要求
8	短路试验	$\checkmark$	4只避雷器或元件
9	内部部件绝缘耐受试验	$\checkmark$	1只比例单元
10	内部均压部件试验	$\checkmark$	按要求
11	持续电流试验	$\checkmark$	1只避雷器
12	工频参考电压试验	$\checkmark$	
13	直流参考电压试验	$\checkmark$	
14	0.75倍直流参考电压下漏电流试验	$\checkmark$	
15	局部放电试验	$\checkmark$	
16	电流分布试验	$\checkmark$	

表 8 (续)

^a 对用于 $U_s \leq 252$ kV 的避雷器不要求。

^b $\checkmark$ 表示必须进行。序号 11~15 项试验为同一试品。对于对屏蔽外套的分离式避雷器和外壳不带电式避雷器，当试验在避雷器上进行时，避雷器应配置内锥插座；对于绝缘耐受试验，试品应配置试验用内锥插座。

——b 类型式试验报告

b 类型式试验报告为不含短路试验的型式试验报告与独立的短路试验报告的组合。

6 同族系列避雷器

本章说明了瓷外套与复合外套系列避雷器中具有不同规定参数的避雷器进行型式试验时，在某些试验项目中可以选择一种试品代表此系列避雷器中所有试品进行试验的程序。

本标准中的表 9 和表 10 规定了同族系列避雷器进行试验时试品选择和试验参数选择的要求，表 9 适用于瓷外套避雷器，表 10 适用于复合外套避雷器。

试品由一个金属氧化物电阻片或避雷器比例单元组成时，其试验参数应当是同族系列避雷器中每一种避雷器经过计算后的最严格值。

试品由避雷器元件或者整只避雷器组成时，避雷器元件或整只避雷器在试验中的参数应当选择同族系列避雷器中最严格的规定值。

表 9 适用于瓷外套同族系列避雷器型式试验的试验项目

试验项目	试品	试验参数
持续电流试验	每种额定电压的避雷器	适用的 ^b
工频参考电压试验	每种额定电压的避雷器	适用的 ^b
直流参考电压试验	每种额定电压的避雷器	适用的 ^b
0.75 倍直流参考电压下漏电流试验	每种额定电压的避雷器	适用的 ^b
局部放电试验	每种额定电压的避雷器	适用的 ^b
电流分布试验	每种额定电压的避雷器 ^c	适用的 ^b
统一爬电比距检查	每种额定电压的避雷器	
绝缘耐受试验	最高的避雷器外套 ^d	适用的 ^b
残压试验	比例单元或避雷器	最严格 ^a
长期稳定性试验	比例单元 ^e 或避雷器	最严格 ^a
重复转移电荷试验	比例单元或避雷器	最严格 ^a
散热特性验证	比例单元和避雷器或避雷器元件 ^f	适用的 ^b
动作负载试验	比例单元或避雷器	最严格 ^a
工频电压耐受时间特性试验	比例单元或避雷器	最严格 ^a
脱离器试验	脱离器/故障指示器（如果装配）	适用的 ^b
短路试验	具有最高额定电压最长的避雷器元件 ^g	适用的 ^b
弯曲负荷试验	规定弯曲负荷值下的最长避雷器或避雷器元件	适用的 ^b
环境试验	任意高度的避雷器或避雷器元件	适用的 ^b
密封试验	任意高度的避雷器或避雷器元件	适用的 ^b
无线电干扰电压试验	最长的具有最高额定电压的避雷器 ^h	适用的 ^b
内部部件绝缘耐受试验	比例单元或避雷器	适用的 ^b

表9 (续)

试验项目	试品	试验参数
内部均压部件试验	均压部件 ⁱ	适用的 ^b
污秽试验	根据 GB/T 11032-XXXX 表 C.2 选择的避雷器 ^j	适用的 ^b
^a最严格是指施加于试品的试验参数应当是系列避雷器中每一种避雷器规定的或计算后的最严格值。长期稳定性试验中,最严格是指施加于试品的电压应当是系列避雷器中每种避雷器经过计算后的最严格值。重复转移电荷试验中,最严格是指施加于试品的电荷量应当是系列避雷器中每种避雷器规定电荷量的最严格值。动作负载试验中,最严格是指:预备性试验中施加于试品的大电流冲击耐受电流峰值以及热稳定性试验中注入试品的额定电荷量或额定热能量应当是系列避雷器中相关规定参数的最严格值;热稳定性试验中施加于试品的额定电压和持续运行电压应当是系列避雷器中每种避雷器经过计算后的最严格值。工频电压耐受时间特性试验中,最严格是指:对于有注入能量试验的情况中,注入试品的额定电荷量或额定热能量应当是系列避雷器中相关规定参数的最严格值;对于有注入能量试验和无注入能量试验的情况,施加于试品的电压应当是系列避雷器中每种避雷器经过计算后的最严格值。 ^b适用的是指施加于试品的参数应当是所选择试品规定的试验参数。 ^c避雷器由两节或两节以上元件组成时,可对避雷器元件分别进行试验。 ^d对无均压环配置的避雷器,如果最高的避雷器外套单位长度上的试验参数不是最严酷的,应当对单位长度上试验参数最严酷的避雷器外套进行附加试验。需要海拔校正的试品也需要进行附加试验。对有均压环配置的避雷器,应对每种均压环配置的避雷器外套进行试验。 ^e试验时,应与使用在整支避雷器中的设计一样,包括所有与避雷器中的金属氧化物电阻片直接接触的材料(固体或液体)。如果制造商能够证明,在敞开的空气中进行的试验等价于在实际介质中进行的试验,则可以在敞开的空气中进行老化试验。 ^f避雷器或避雷器元件应当是单位长度上包含氧化锌电阻片最多的避雷器或避雷器元件。 ^g对于小电流短路试验,具有最高额定电压的任意高度避雷器元件均可以进行试验。 ^h如果系列避雷器中有不同的均压环配置,应对每种均压环配置中最长的具有最高额定电压的避雷器进行试验。 ⁱ均压部件进行长期稳定性试验和热循环试验的最后阶段,应与避雷器内和均压元件并联的相等数目的金属氧化物电阻片与试品并联连接,并且对试品施加两次8/20冲击。 ^j污秽试验前的预加热试验选用的试品应当是单位长度上包含氧化锌电阻片最多的避雷器或避雷器元件。		

表10 适用于复合外套同族系列避雷器型式试验的试验项目

试验项目	试品	试验参数
持续电流试验	每种额定电压的避雷器	适用的 ^b
工频参考电压试验	每种额定电压的避雷器	适用的 ^b
直流参考电压试验	每种额定电压的避雷器	适用的 ^b
0.75 倍直流参考电压下漏电流试验	每种额定电压的避雷器	适用的 ^b
局部放电试验	每种额定电压的避雷器	适用的 ^b
电流分布试验	每种额定电压的避雷器 ^c	适用的 ^b
统一爬电比距检查	每种额定电压的避雷器	
复合外套外观检查	每种额定电压的避雷器	
拉伸负荷试验	任意高度的避雷器或避雷器元件	最严格 ^a
绝缘耐受试验	最高的避雷器外套 ^d	适用的 ^b
残压试验	比例单元或避雷器	最严格 ^a

表 10 (续)

试验项目	试品	试验参数
长期稳定性试验	比例单元 ^e 或避雷器	最严格 ^a
重复转移电荷试验	比例单元或避雷器	最严格 ^a
散热特性验证	比例单元和避雷器或避雷器元件 ^f	适用的 ^b
动作负载试验	比例单元或避雷器	最严格 ^a
工频电压耐受时间特性试验	比例单元或避雷器	最严格 ^a
脱离器试验	脱离器/故障指示器(如果装配)	适用的 ^b
短路试验	具有最高额定电压最长的避雷器元件 ^g	适用的 ^b
弯曲负荷试验	规定弯曲负荷值下的最长避雷器或避雷器元件	适用的 ^b
密封试验	任意高度的避雷器或避雷器元件	适用的 ^b
无线电干扰电压试验	最长的具有最高额定电压的避雷器 ^h	适用的 ^b
内部零部件绝缘耐受试验	比例单元或避雷器	适用的 ^b
内部均压部件试验	均压部件 ⁱ	适用的 ^b
气候老化试验	爬电距离与持续运行电压比值最小的避雷器或电气元件	适用的 ^b

^a 最严格是指施加于试品的试验参数应当是系列避雷器中每一种避雷器规定的或计算后的最严格值。长期稳定性试验中,最严格是指施加于试品的电压应当是系列避雷器中每种避雷器经过计算后的最严格值。重复转移电荷试验中,最严格是指施加于试品的电荷量应当是系列避雷器中每种避雷器规定电荷量的最严格值。动作负载试验中,最严格是指:预备性试验中施加于试品的大电流冲击耐受电流峰值以及热稳定性试验中注入试品的额定电荷量或额定热能量应当是系列避雷器中相关规定参数的最严格值;热稳定性试验中施加于试品的额定电压和持续运行电压应当是系列避雷器中每种避雷器经过计算后的最严格值。工频电压耐受时间特性试验中,最严格是指:对于有注入能量试验的情况中,注入试品的额定电荷量或额定热能量应当是系列避雷器中相关规定参数的最严格值;对于有注入能量试验和无注入能量试验的情况,施加于试品的电压应当是系列避雷器中每种避雷器经过计算后的最严格值。拉伸负荷试验中,最严格是指施加于试品的拉伸负荷值是系列避雷器中每种避雷器规定的拉伸负荷或经过计算的拉伸负荷最严格值。

^b 适用的是指施加于试品的参数应当是所选择试品规定的试验参数。

^c 避雷器由两节或两节以上元件组成时,可对避雷器元件分别进行试验。

^d 对无均压环配置的避雷器,如果最高的避雷器外套单位长度上的试验参数不是最严酷的,应当对单位长度上试验参数最严酷的避雷器外套进行附加试验。需要海拔校正的试品也需要进行附加试验。对有均压环配置的避雷器,应对每种均压环配置的避雷器外套进行试验。

^e 试验时,应与使用在整只避雷器中的设计一样,包括所有与避雷器中的金属氧化物电阻片直接接触的材料(固体或液体)。如果制造商能够证明,在敞开的空气中进行的试验等价于在实际介质中进行的试验,则可以在敞开的空气中进行老化试验。

^f 避雷器或避雷器元件应当是单位长度上包含氧化锌电阻片最多的避雷器或避雷器元件。

^g 对于小电流短路试验,具有最高额定电压的任意高度避雷器元件均可以进行试验。

^h 如果系列避雷器中有不同的均压环配置,应对每种均压环配置中最长的具有最高额定电压的避雷器进行试验。

ⁱ 均压部件进行长期稳定性试验和热循环试验的最后阶段,应与与避雷器内和均压元件并联的相等数目的金属氧化物电阻片与试品并联连接,并且对试品施加两次8/20冲击。

附录 A
(规范性附录)

GB/T 11032-XXXX 中部分章节的说明

A.1 GB/T 11032-XXXX 7.2 试验试品

如果型式试验中的避雷器或系列避雷器装配有不同高度的金属氧化物电阻片，试验时比例单元装配的金属氧化物电阻片高度应符合照表A.1的规定。

表A.1 试验采用比例单元时电阻片的高度

试验项目	试品	试品包含的电阻片高度
残压试验	比例单元或电阻片	无要求
长期稳定性试验	电阻片	高度最高
重复转移电荷试验	电阻片	高度最高
动作负载试验	比例单元	高度最高
工频电压耐受时间特性试验	比例单元	高度最高
内部零部件绝缘耐受试验	比例单元	高度最高

A.2 GB/T 11032-XXXX 7.2.1 总则

根据GB/T 11032-XXXX 7.2.1的d)条，在重复转移电荷耐受试验中，施加的转移电荷应当基于由制造商宣称的试品残压最大值与测量的试品残压两个参数计算获得，本导则的附录B给出了符合GB/T 11032-XXXX 7.2.1的d)条描述的一个示例。

A.3 GB/T 11032-XXXX 8.5 重复转移电荷试验

对配电类避雷器，电荷转移施加的冲击电流波形应当为8/20雷电冲击电流。

对无间隙线路避雷器，电荷转移施加的冲击电流波形应当为符合GB/T 11032-XXXX附录H的、电流波形为200 μs的雷电冲击电流。

A.4 GB/T 11032-XXXX 8.6.3 和附录B 确认整只避雷器与比例单元之间热等价性的程序

整只避雷器与比例单元的热等价性应当依据GB/T 11032-XXXX附录B中的试验程序确认。如果再冷却曲线的所有时刻，比例单元的相对温升等于或高于整只避雷器或元件的相对温升，就证明了比例单元的热等价性。如果以上条件不满足，此比例单元仍然可以用于动作负载试验和工频电压耐受时间特性试验，此时热稳定试验部分的起始温度应当增加相应的补偿温度。本导则中的附录C给出了有关GB/T 11032-XXXX附录B中需要增加补偿温度的一个示例。

A.5 GB/T 11032-XXXX 8.10.4.3 低于 77%额定电压下的大电流试验

对于“设计A”避雷器的额定短路电流试验，避雷器试验电流的第一个半峰值应不小于实际避雷器试验电流对称分量有效值的2.5倍。

在单相回路中实现满足要求的电流是困难的，可以使用由三个交错的单相电源组成的三相试验回路使短路试验中的试品所在回路电流达到要求的不对称，短路电流在50 Hz电源下到达第一个峰值的时间稍大于10 ms或在60 Hz电源下到达第一个峰值的时间稍大于8.3 ms的情况被视为是可以接受的。

A.6 GB/T 11032-XXXX 10.8.10.4.3 低于77%额定电压下的大电流试验

短路预故障试验中，为了避免实验室绝缘系统的击穿，可以使用在避雷器两端施加对称电压的方法。这种情况下，避雷器应当与地绝缘。与试验中将避雷器的底端直接接地的方法相比，这种方法在ZnO电阻片两端可以产生等效的击穿电压。

A.7 GB/T 11032-XXXX 10.8.11.1 总则

根据GB/T 11032-XXXX 10.8.11.1要求，弯曲负荷试验应当在最高额定电压的避雷器元件上进行。弯曲负荷中的元件应当是符合标准3.37中定义的机械元件。

A.8 GB/T 11032-XXXX 9.3、10.9.3、11.9.3、12.9 定期试验

为了控制产品质量，对于生产的产品必须5年作1次定期试验，长期停产后恢复生产时应作定期试验。瓷外套避雷器、气体绝缘金属封闭（GIS）避雷器、分离式及终端避雷器的定期试验项目分别按照表A.2进行，复合外套避雷器的定期试验项目按照表A.3进行。

瓷外套避雷器、复合外套避雷器、气体绝缘金属封闭（GIS）避雷器、分离式及终端避雷器的定期试验项目的试验方法在GB/T 11032-XXXX的第8章、第10章、第11章与第12章有详细说明。

表A.2 瓷外套避雷器、GIS避雷器、分离式及终端避雷器定期试验项目（待定）

序号	试验项目	试验数量
1	残压试验	3只避雷器或比例单元
2	验证在持续运行电压下长期稳定性试验	3只比例单元
3	重复转移电荷耐受试验	按要求
4	动作负载试验	3只避雷器或比例单元
5	工频电压耐受时间特性试验	按要求

表A.3 复合外套避雷器定期试验项目（待定）

序号	试验项目	试验数量
1	残压试验	3只避雷器或比例单元
2	长期稳定性试验	3只比例单元
3	重复转移电荷耐受试验	按要求
4	动作负载试验	3只比例单元
5	工频电压耐受时间特性试验	按要求
6	弯曲负荷试验/拉伸负荷试验	3只避雷器元件

附录 B
(规范性附录)

重复转移电荷耐受试验中重复电荷校正系数计算的示例

根据制造商宣称的避雷器设计中使用电阻片的最大残压值和试品中测量的残压值,可能存在需要通过校正系数增加转移电荷试验值的情况。

试验前,制造商需要宣称设计中使用电阻片的最大残压值:

$(U_{In}/\text{电阻片高度})_{\text{宣称最大值}}$

试验时,应当测量每一个电阻片10 kA下的雷电冲击残压和电阻片高度,同时计算金属氧化物电阻片的残压应力

残压压力= $U_{In\text{测量值}}/\text{电阻片高度测量值}$

此时可能有两种情况

a) $U_{In\text{测量值}}/\text{电阻片高度测量值} \geq 0.97(U_{In}/\text{电阻片高度})_{\text{宣称最大值}}$

此时额定转移电荷 Q_{rs} 不需要校正。

b) $U_{In\text{测量值}}/\text{电阻片高度测量值} < 0.97(U_{In}/\text{电阻片高度})_{\text{宣称最大值}}$

此时额定转移电荷 Q_{rs} 需要根据下式校正:

$$Q_{rs\text{校正}} = Q_{rs\text{额定}} \times \frac{(U_{In}/\text{电阻片高度})_{\text{宣称最大值}}}{U_{In\text{测量值}}/\text{电阻片高度}}$$

下文给出了情况a) 和情况b) 的计算示例:

表B.1 避雷器设计中使用的金属氧化物电阻片

MO 电阻片	Q_{rs}^1	直径 ²	最小高度 ³	最大残压 ⁴	最大残压 应力 ⁵
类型	C	mm	mm	kV	kV/mm
1#	3.2	85	36	22.04	0.612
2#			24	15.31	0.637
以下试验仅针对高度最高的MO电阻片。 ¹ 额定转移电荷。 ² MO电阻片直径。 ³ MO电阻片最小高度。 ⁴ 制造商宣称的电阻片标称放电电流下的雷电残压最大值。 ⁵ 4/3, 标称放电电流下雷电残压的最大残压应力。					

表B.2 计算转移电荷的校正系数

试品	U_{res}^1	高度 ²	残压 应力 ³	最大 残压 应力 ⁴	0.97×最大 残压应力 ⁵	校正 系数 ⁶	额定转 移电荷 Q_{rs}^7	校正电荷 值 Q_{rs}^8	施加的电荷范 围 Q_{rs}^9
编号	kV	mm	kV/mm	kV/mm	kV/mm	kV	C	C	C
1	21.95	35.5	0.618	0.637	0.618	1	3.2	3.2	3.52-3.84
2	21.80	35.8	0.609			1.046		3.347	3.682-4.017
3	21.93	35.1	0.625			1		3.2	3.52-3.84
4	21.85	36.2	0.604			1.055		3.376	3.714-4.051
5	21.72	36.4	0.597			1.068		3.418	3.759-4.101
6	21.89	35.3	0.620			1		3.2	3.52-3.84
7	21.45	35.8	0.599			1.063		3.402	3.742-4.082
8	21.42	35.2	0.609			1.047		3.350	3.685-4.02
9	21.85	34.9	0.626			1		3.2	3.52-3.84
10	21.64	35.8	0.604			1.055		3.372	3.709-4.047

¹ 每只试品残压值测量值。

² 每只试品高度测量值。

³ 1/2，每只试品的残压应力计算值。

⁴ 制造商宣称的避雷器设计中最大残压应力。

⁵ 无校正系数时最小残压应力。

⁶ 3/2，每只试品校正系数计算值。1号、3号、6号、9号电阻片的校正系数是1（无需校正）是因为3大于等于5。2号、4号、5号、7号、8号、10号电阻片的重复电荷值需要校正是因为3小于5。

⁷ 额定重复转移电荷 Q_{rs} 的校正正值。

⁸ 6乘以7额定重复转移电荷 Q_{rs} 的校正正值。

⁹ 试验中重复转移电荷 Q_{rs} 的施加范围：1.1~1.2倍8中的值。

附录 C
(资料性附录)

GB/T 11032-XXXX 附录 C 中补偿温度计算的示例

本示例中, 比例单元 (PRS) 的冷却曲线某些时刻会低于避雷器的冷却曲线。

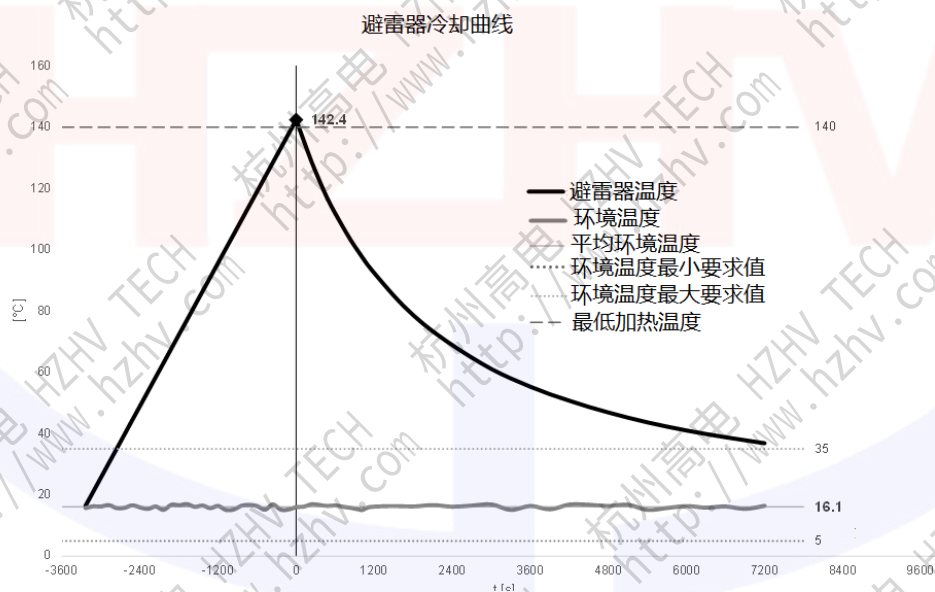
本示例中, 比例单元仍然可以用于动作负载试验和工频电压耐受时间特性试验, 不过热稳定试验的起始温度高于 60 °C。

完整的热等价验证过程包括以下几步:

- 对整只避雷器或避雷器元件进行试验;
- 对热比例单元进行试验;
- 计算相对温度, 比较两个降温曲线并计算补偿温度。

本示例中起始温度至少应当是 63.1 °C。

C.1 对整只避雷器或避雷器元件的试验



图C.1 避雷器冷却曲线

环境温度允许范围: 20°C ± 15K。

1 h内使避雷器温度达到 $T_0 > 140^\circ\text{C}$ 。

测量2 h的冷却曲线。

T_a : 平均环境温度; $T_0 - T_a$: 避雷器的升温。

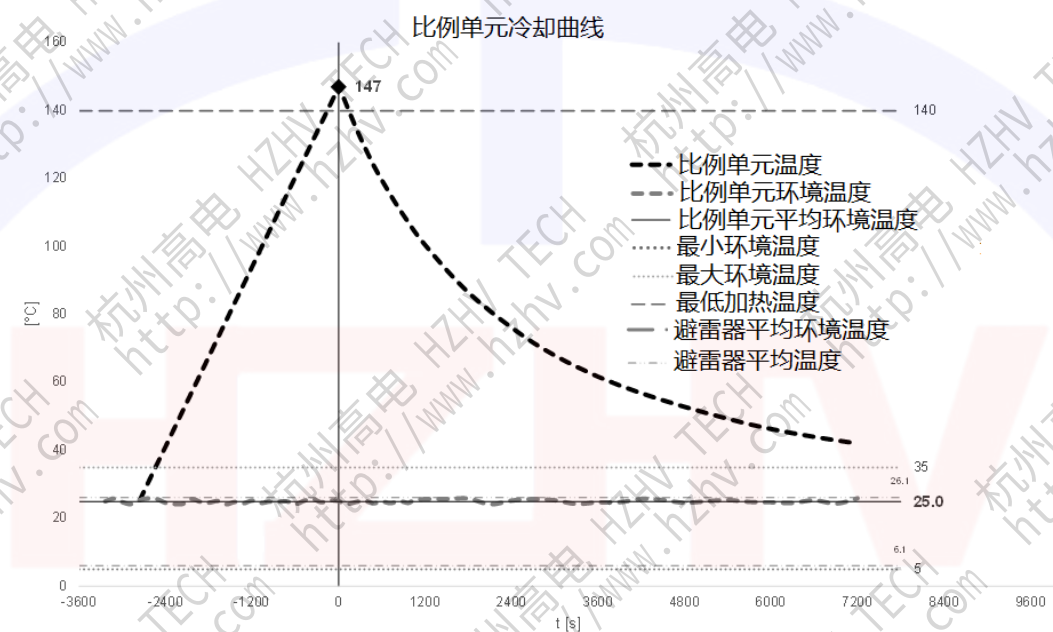
在本示例的图中:

$$T_a = 16.1^\circ\text{C}$$

$$T_0 = 142.4^\circ\text{C}$$

$$T_0 - T_a = 126.3\text{K}$$

C.2 对热比例单元的试验



图C.2 比例单元冷却曲线

环境温度允许范围：

—— T_a 避雷器 $\pm 10\text{K}$ ；

—— $20^\circ\text{C} \pm 5\text{K}$ 的要求总是适用。

1 h内使比例单元温度达到 $T_0 > 140^\circ\text{C}$ 。

比例单元温升应当在避雷器温升的 $\pm 10\text{K}$ 范围内。

比例单元温升应当在避雷器温升的 $\pm 10\text{K}$ 范围内。

测量2 h的冷却曲线。

在本示例的图中：

$$T_a = 25^\circ\text{C}$$

$$T_0 = 147^\circ\text{C}$$

$$T_0 - T_a = 122\text{K}$$

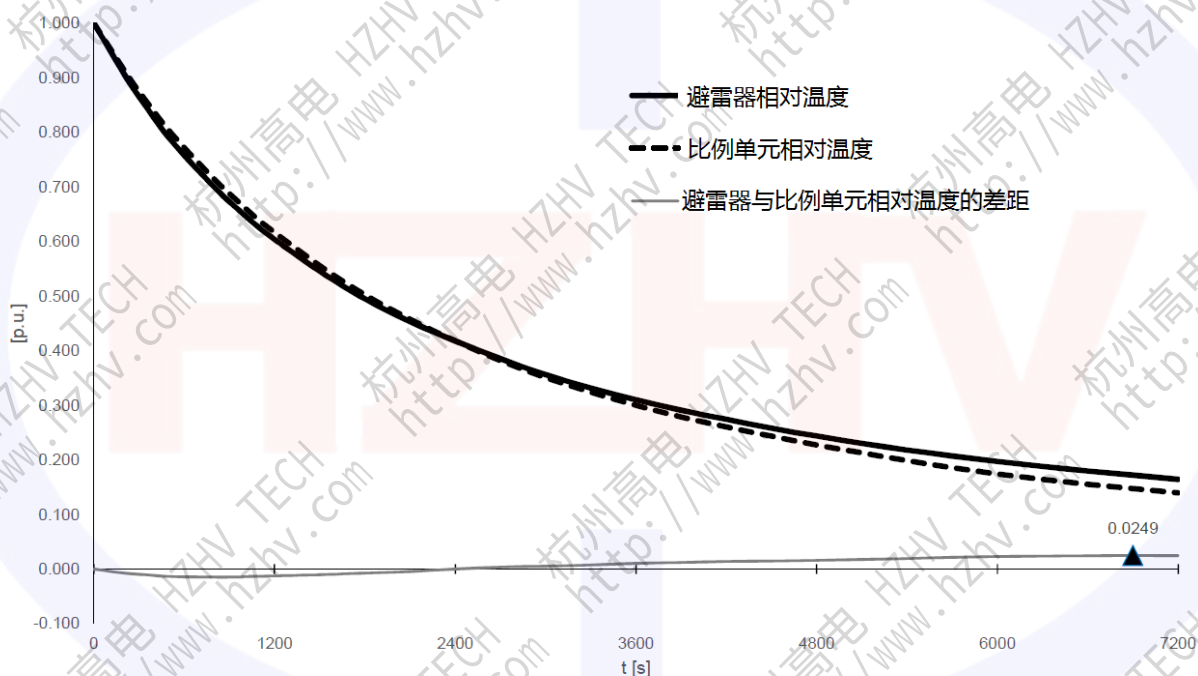
C.3 比较两条降温曲线计算相对温度与补偿温度

相对温度的计算与补偿温度的计算只针对冷却阶段的过程。将冷却阶段的过程定义为2 h(7 200 s)。

C.3.1 相对温度的计算

对每条曲线(避雷器与比例单元), 相对温度应当根据公式计算: $T_{rel} = \frac{T - T_a}{T_0 - T_a}$ 。

比较两条相对温度曲线并计算补偿系数K。



图C.3 相对温度的比较

避雷器相对温度 $T_{relarrestor}$ 曲线与比例单元相对温度 T_{relPRS} 曲线建立的横坐标应当是冷却阶段的2 h。

比较结果应当是起点 $t=0$ 时均纵坐标为1p. u. 的两条曲线。

在整个2h的冷却阶段中, 应当计算出 $T_{relarrestor} - T_{relPRS}$ 的差值, 并且其最大值应当被考虑。

$$K = \max(T_{relarrestor} - T_{relPRS})$$

在本示例的图中, 最大差值出现在冷却阶段的第2 h前, $K=0.0249\text{p. u.}$ 。

C.3.2 计算动作负载试验和工频电压耐受时间特性试验中的补偿温度 ΔT

计算起始温度需要提高的补偿温度 ΔT 时，补偿系数应当乘以避雷器试验与比例单元试验中的最大温升。

$$\Delta T = K \times (T_0 - T_a)_{\max}$$

在本示例中：

避雷器试验中测量的最大温升 $(T_0 - T_a)_{\text{避雷器}} = 126.3\text{K}$ 。

比例单元试验中测量的最大温升 $(T_0 - T_a)_{\text{比例单元}} = 122\text{K}$ 。

两个试验中的最大温升 $(T_0 - T_a)_{\max} = 126.3\text{K}$ 。

$K = 0.0249\text{p.u.}$

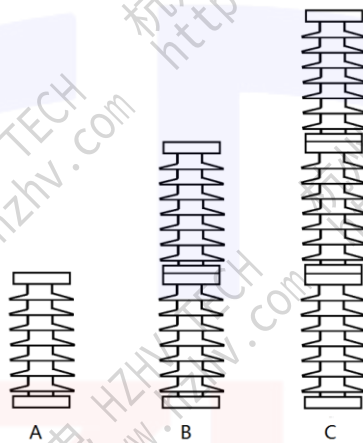
$\Delta T = 0.0249 \times 126.3 = 3.1\text{K}$

动作负载试验和工频电压耐受时间特性试验的起始温度应当由 $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 增加到至少 $63.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

附录 D
(资料性附录)

典型的同族系列避雷器示例

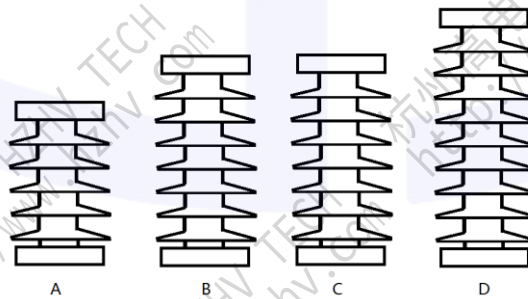
D.1 单元件避雷器及由其串联组成的更高电压等级的多元件避雷器



图D.1 一种典型的系列避雷器

图D.1所示的同族系列避雷器中，既有单元件避雷器，也有多元件避雷器，并且避雷器B和避雷器C的元件为避雷器A。

D.2 由于使用不同数量电阻片而具有不同高度或相同高度的单元件避雷器



图D.2 一种典型的系列避雷器

图D.2 所示的同族系列避雷器中，避雷器均由单元件组成。每种避雷器使用的电阻片数量不同，避雷器B和避雷器C的高度相同。

相同高度的避雷器B和避雷器C可以称为一种同族系列避雷器。

不同高度的避雷器A、避雷器B、避雷器C与避雷器D也可以称为一种同族系列避雷器。