

**Q/GDW**

# 国家电网公司企业标准

**Q / GDW 415 — 2010**

## 电磁式电压互感器用 非线性电阻型消谐器技术规范

**Technical standard of harmonic suppressor of nonlinear  
resistance-type for electromagnetic potential transformer**



2010-04-08发布

2010-04-08实施

国家电网公司 发布



扫描全能王 创建

# 电能式电压互感器 第四部分：电容式电压互感器技术规范

<b>前言</b>	1	本部分的附录 A、附录 B 和附录 C 为推荐性附录。
<b>1 范围</b>	2	适用于额定频率为 50 Hz 的电容式电压互感器。
<b>2 规范性引用文件</b>	3	GB/T 1208—2006 互感器通用技术条件
<b>3 术语和定义</b>	4	GB/T 1208.1—2006 互感器第 1 部分：总则
<b>4 使用条件</b>	5	GB/T 1208.2—2006 互感器第 2 部分：电容式电压互感器
<b>5 选用安装原则</b>	6	GB/T 1208.3—2006 互感器第 3 部分：电磁式电压互感器
<b>6 技术要求</b>	7	GB/T 1208.4—2006 互感器第 4 部分：电容式电压互感器
<b>7 试验</b>	8	GB/T 1208.5—2006 互感器第 5 部分：试验方法
<b>8 标志</b>	9	GB/T 1208.6—2006 互感器第 6 部分：包装、运输和储存
<b>9 包装、运输和储存</b>	10	GB/T 1208.7—2006 互感器第 7 部分：贮存期
<b>附录 A (规范性附录) 抽样试验规则</b>	10	GB/T 1208.8—2006 互感器第 8 部分：抽样试验规则
<b>编制说明</b>	11	GB/T 1208.9—2006 互感器第 9 部分：编制说明
	13	GB/T 1208.10—2006 互感器第 10 部分：试验报告

## 3 术语和定义

3.1 互感器 *transformer*

一种可以将交流电压或交流电流按一定比例关系升(降)压的电气设备。其主要组成部分是铁心和线圈。

### 3.2

额定电压 *rated voltage* 

互感器在正常运行时所规定的电压。因为互感器在运行中不能承受过高的电压，所以互感器的额定电压不能过高。根据材料和生产情况，互感器的额定电压应由制造者自己确定，但必须在铭牌上标出。额定电压是指互感器的额定容量，即互感器在额定容量下能长期运行的电压。互感器的额定容量是指互感器在额定电压下能长期运行而不致于损坏的容量。互感器的额定容量与互感器的额定电压和额定电流有关。互感器的额定容量是指互感器在额定电压下能长期运行而不致于损坏的容量。互感器的额定容量与互感器的额定电压和额定电流有关。

### 3.3

额定电压 *rated voltage*

互感器在正常运行时所规定的电压。对于电容式电压互感器，额定电压为额定电压下的额定容量。



## 前 言

本标准根据《关于下达 2009 年度国家电网公司标准制（修）订计划的通知》（国家电网科〔2009〕217 号）文的安排制定。

本标准用于规定国家电网公司电磁式电压互感器用非线性电阻型消谐器的选型订货、出厂验收、包装运输、设备储存、交接预试等环节的技术原则。

本标准是依据国家有关标准、规程、制度，并结合近年来国家电网公司设备运行经验，以及我国电磁式电压互感器用非线性电阻型消谐器生产制造水平而制定的。

本标准为首次制定。

本标准附录 A 为规范性附录。

01 本标准由国家电网公司基建部提出并负责解释。

01 本标准由国家电网公司科技部归口。

11 本标准主要编制单位：宁夏电力公司电力科学研究院、宁夏电力公司。

E1 本标准主要起草人：吴旭涛、彭江、车俊禄、艾绍贵、樊益平、季宏亮、罗宁、周宏文、严南征。



# 电磁式电压互感器用非线性电阻型消谐器技术规范

## 1 范围

本标准规定了电磁式电压互感器用非线性电阻型消谐器的使用条件、技术要求、试验方法和检验规则等要求，并提供了必要的技术数据。

本标准适用于国家电网公司6、10、35kV电压等级系统电磁式电压互感器用非线性电阻型消谐器。国家电网公司其他电压等级系统电磁式电压互感器用非线性电阻型消谐器可参照执行。

## 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 311.1 高压输变电设备的绝缘配合
- GB 1207 电磁式电压互感器
- GB/T 7327 交流系统用碳化硅阀式避雷器
- GB/T 16927.1 高压试验技术 第一部分：一般试验要求
- DL/T 474.5 现场绝缘试验实施导则 第5部分：避雷器试验
- DL/T 620 交流电气装置的过电压保护和绝缘配合
- JB/T 9476 热敏电阻器 通用技术条件
- GB/T 191 包装储运图示标志

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1

#### **消谐器 harmonic suppressor**

一种用以抑制电磁式电压互感器铁磁谐振的保护器件。

### 3.2

#### **非线性电阻型消谐器 harmonics suppressor of nonlinear resistance-type**

采用非线性电阻材料制作的消谐器，通常安装在中性点非有效接地系统中采用Yn接线方式的电磁式电压互感器的中性点与地之间。根据材料特性的不同，非线性电阻型消谐器可分为压敏电阻式消谐器（以下简称“压敏消谐器”）和流敏电阻式消谐器（以下简称“流敏消谐器”）两种类型。根据安装处所的不同，非线性电阻型消谐器又可分为“户外型消谐器”和“户内型消谐器”两种类型。根据被保护电磁式电压互感器绕组的绝缘类型，非线性电阻型消谐器还可分为全绝缘电磁式电压互感器用消谐器（以下简称“全绝缘型消谐器”）和分级绝缘电磁式电压互感器用消谐器（以下简称“分级绝缘型消谐器”）两种类型。

### 3.3

#### **额定电压 rated voltage**

非线性电阻型消谐器的额定电压是指被保护电磁式电压互感器所安装系统的标称电压。



### 3.4

#### 非线性系数 nonlinear factor

制作压敏消谐器非线性电阻片的非线性系数可用下式进行计算：

$$\alpha = \lg \frac{U_2}{U_1} / \lg \frac{I_2}{I_1}$$

式中：

$U_1$ 、 $U_2$ ——直流电流分别为  $I_1$ 、 $I_2$  时的直流试验电压；

$I_1$ ——直流电流。6kV~10kV 全绝缘消谐器取 5mA；35kV 全绝缘或分级绝缘消谐器，及 6kV~10kV 分级绝缘消谐器取 10mA；

$I_2$ ——直流电流。6kV~10kV 全绝缘消谐器取 50mA；35kV 全绝缘或分级绝缘消谐器，及 6kV~10kV 分级绝缘消谐器取 100mA。

## 4 使用条件

消谐器的使用条件应与 GB 1207 所规定的正常和特殊使用条件相一致。

## 5 选用安装原则

非线性电阻型消谐器的选用安装应遵循以下原则：

- 对于 6kV~35kV 不接地系统或消弧线圈接地系统偶然脱离消弧线圈的部分，当系统三相连接有电磁式电压互感器且中性点接地时，电磁式电压互感器中性点与地之间宜装设非线性电阻型消谐器。
- 应根据电磁式电压互感器的安装处所选择非线性电阻型消谐器的型式。
- 非线性电阻型消谐器动作后的残压不应超过被保护电磁式电压互感器接地端子的绝缘水平。对于接地端子绝缘水平低于 0.5 倍线端绝缘水平的分级绝缘电磁式电压互感器，不推荐采用非线性电阻型消谐器进行保护。
- 消谐器在安装时，应与周围其他物体保持 5cm 及以上的距离，以满足其绝缘及散热要求。
- 安装了非线性电阻型消谐器的电磁式电压互感器，其二次绕组反映出的零序电压不应超过系统标称相电压的 15%。

## 6 技术要求

### 6.1 额定电压

消谐器额定电压值有效值以 kV 为单位，其值分别为：6、10、35。

### 6.2 消谐器的机械性能

消谐器顶端承受的最大允许水平拉力  $F$  应符合表 1 的规定。

表 1 消谐器的最大允许水平拉力

额定电压(有效值) kV	6	10	35
最大允许水平拉力 N	150	150	300

### 6.3 电气性能

#### 6.3.1 压敏消谐器的电气性能

##### 6.3.1.1 电气参数

压敏消谐器的电气参数见表 2。



表 2 压敏消谐器的电气参数

电气特性	额定电压 kV	6~10		35	
		全绝缘型	分级绝缘型	全绝缘型	分级绝缘型
工频 1mA (峰值/ $\sqrt{2}$ ) 下电压 $U_{1mA}$ V		280~350	170~210	840~1050	510~630
工频 10mA (峰值/ $\sqrt{2}$ ) 下电压 $U_{10mA}$ V		800~1000	400~600	2100~2600	1400~1700
工频电压的限制	不限制	$\frac{U_1}{I_1} \leq \frac{U_2}{2I_2}$ <sup>①</sup>	不限制	$\frac{U_3}{I_3} \leq \frac{U_4}{2I_4}$ <sup>②</sup>	
直流电压/直流电流 kV/mA	(1.45~1.65) /15	(1.38~1.42) /15	(2.80~2.85) /50	(2.60~2.70) /50	
非线性系数 $\alpha$	0.40~0.45	0.40~0.45	0.30~0.40	0.35~0.45	

①  $U_1$  取工频电压 3kV (有效值),  $I_1$  为施加  $U_1$  电压时流过消谐器的电流 (均方根值);  $I_2$  取 10mA (均方根值),  $U_2$  为流过  $I_2$  电流时消谐器两端的工频电压 (有效值)。  
 ②  $U_3$  取工频电压 5kV (有效值),  $I_3$  为施加  $U_3$  电压时流过消谐器的电流 (均方根值);  $I_4$  取 10mA (均方根值),  $U_4$  为流过  $I_4$  电流时消谐器两端的工频电压 (有效值)。

### 6.3.1.2 热容量要求

压敏消谐器应能够经受 200mA 工频电流 10min 的作用, 或 100mA 工频电流 1200min 的作用。工频电流作用前后, 直流电压及非线性系数的变化应不超过  $\pm 10\%$ 。

### 6.3.1.3 绝缘电阻

制造厂应提供压敏消谐器的绝缘电阻值。将每只消谐器例行试验所测得的绝缘电阻值与型式试验比较, 变化不得超过  $\pm 20\%$ 。

### 6.3.1.4 户外安装无绝缘外套消谐器的湿耐受性能

户外安装的无绝缘外套压敏消谐器在淋雨状态下, 工频  $U_{10mA}$  电压较表 2 规定值下降不得超过 10%。

## 6.3.2 流敏消谐器的电气性能

### 6.3.2.1 电气参数

在 10°C~30°C 环境温度下, 流敏消谐器的电气特性见表 3。

表 3 流敏消谐器的电气特性

电气特性	额定电压 kV	6~10		35	
		6~10	35	6~10	35
工频 1mA (峰值/ $\sqrt{2}$ ) 下电压 $U_{1mA}$ V		40~70		160~200	
工频 20mA (峰值/ $\sqrt{2}$ ) 下电压 $U_{20mA}$ V		800~1400		3200~4000	

### 6.3.2.2 限流性能

对流敏消谐器突然施加表 4 所示的工频电压, 2s 后流过流敏消谐器的电流应降至 40mA 以下, 120s 后流过流敏消谐器的电流应降至 10mA 以下。

表 4 流敏消谐器限流性能试验施加的电压

额定电压	6	10	35
施加电压	6	7	21



### 6.3.2.3 直流电阻

制造厂应提供流敏消谐器的直流电阻值。每只消谐器例行试验所测得的直流电阻值与型式试验比较,变化不得超过±20%。流敏消谐器直流电阻测试时应记录环境温度。

### 6.3.2.4 阻值恢复特性

经过限流试验考核的流敏消谐器,10s后测得的直流电阻较限流试验前变化不应超过±10%。

### 6.3.2.5 热容量要求

流敏消谐器在连续经受3次表4规定的工频电压作用后, $U_{1mA}$ 电压较作用前变化应不超过±10%。工频电压的施加每次间隔为50s~60s。

## 6.4 结构特点

### 6.4.1 耐受颠振性能

消谐器的结构应牢固、可靠,经运输颠振后不允许有松动现象,电气参数较试验前不得有显著变化。

### 6.4.2 连接端子

消谐器上、下端应分别安装与电磁式电压互感器中性点及地连接的端子,端子应具有可靠的防锈蚀措施,接地端子处应标有明显的接地符号“ $\ominus$ ”。

## 6.5 环境温度耐受特性

消谐器应能耐受图1所示的温度循环试验的考核。24h为一个热循环,此24h热循环应重复3次。每24h循环内的两个温度水平(一个是+40℃,另一个是-40℃)各应至少持续8h。试验可以在空气中或其他任何合适的介质中进行。温度循环试验后,消谐器不应出现开裂或附件脱落等异常现象。压敏消谐器的直流电压及非线性系数较温度循环试验前的变化应不超过±10%,流敏消谐器 $U_{1mA}$ 电压较温度循环试验前的变化应不超过±10%。

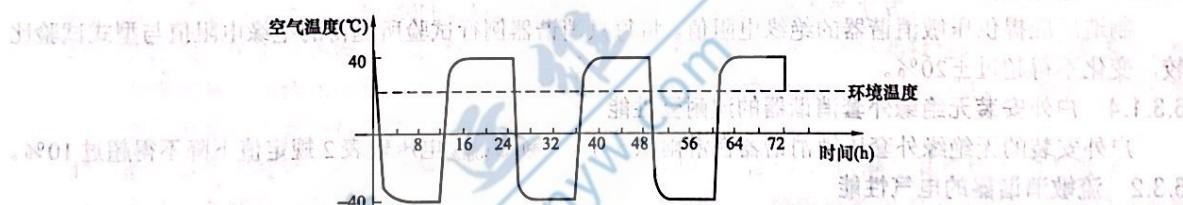


图1 环境温度耐受特性

## 7 试验

### 7.1 试验分类

制造厂应开展的试验包括例行试验、型式试验和抽样试验三类。用户应开展的试验包括交接试验、预防性试验两类。

#### 7.1.1 例行试验

出厂的每只消谐器都应进行的试验。

#### 7.1.2 型式试验

型式试验是全面考核产品能否满足技术要求的试验。新产品在成批投产前应进行全部型式试验。当更改结构、原材料或工艺方法时,应重新进行部分或全部型式试验。型式试验可以从同一型式的消谐器中选取具有代表性产品作为试品,并应在生产的批量中选取。

#### 7.1.3 抽样试验

为了控制产品质量,制造厂检查部门必须对每批产品进行抽样试验,抽样试验每年应至少进行一次。

#### 7.1.4 交接试验

消谐器在现场安装前应逐只进行规定项目的试验。



### 7.1.5 预防性试验

运行中的消谐器按规定的周期应进行的试验。

### 7.2 压敏消谐器的试验

#### 7.2.1 型式试验

压敏消谐器的型式试验项目见表 5。

表 5 压敏消谐器的型式试验项目

序号	试验项目	试验依据	试验方法	试品数量	备注
1	绝缘电阻测试	6.3.1.3	7.4.1.1	3 只	
2	工频电压及电流参数测试	6.3.1.1	7.4.2	3 只	
3	直流电压测试	6.3.1.1	7.4.3	3 只	在生产的批量中随机选取 3 只
4	非线性系数测试	6.3.1.1	7.4.3	3 只	
5	湿耐受性能试验（仅对户外安装的无绝缘外套消谐器）	6.3.1.4	7.4.5	3 只	经过项目 1~项目 4 试验后进行
6	热容量试验	6.3.1.2	7.4.4.1	1 只	经过项目 1~项目 4（或项目 5）试验后，选取 1 只进行
7	环境温度耐受特性试验	6.5	7.4.6	1 只	经过项目 1~项目 4（或项目 5）试验后，选取 1 只进行
8	机械强度试验	6.2	7.4.7	1 只	经过项目 1~项目 4（或项目 5）试验后，选取 1 只进行

#### 7.2.2 抽样试验

压敏消谐器的抽样试验项目见表 6。

表 6 压敏消谐器的抽样试验项目

序号	试验项目	试验依据	试验方法	备注
1	热容量试验	6.3.1.2	7.4.4.1	抽样试验规则见附录 A

#### 7.2.3 例行试验

压敏消谐器的例行试验项目见表 7。

表 7 压敏消谐器的例行试验项目

序号	试验项目	试验依据	试验方法
1	绝缘电阻测试	6.3.1.3	7.4.1.1
2	工频电压及电流参数测试	6.3.1.1	7.4.2
3	直流电压测试	6.3.1.1	7.4.3
4	非线性系数测试	6.3.1.1	7.4.3

#### 7.2.4 交接试验

压敏消谐器的交接试验项目、方法及标准见表 8。



表 8 压敏消谐器的交接试验项目、方法及标准

序号	项 目	方法	标 准	备 注
1	外观检查	通过目测进行检查	1) 结构应牢固、可靠，应无松动、开裂等异常现象 2) 接线端子应完整无锈蚀，标示应正确	注：接线端子应无锈蚀，标示应正确。
2	绝缘电阻测试	7.4.1.1	与例行试验相比不得有显著变化	
3	工频电压及电流参数测试	7.4.2	1) 工频电压与出厂值比较，偏差不得超过 5% 2) 工频电压应在表 2 规定的范围内	可在项目 3 或项目 4 中任选一项进行
4	直流电压及非线性系数测试	7.4.3	1) 直流电压、非线性系数与出厂值比较，偏差不得超过 5% 2) 直流电压、非线性系数应在表 2 规定的范围内	

### 7.2.5 预防性试验

压敏消谐器的预防性试验项目、周期、方法及标准见表 9。

表 9 压敏消谐器的预防性试验项目、周期、方法及标准

序号	试验项目	周 期	方 法	标 准	备 注
1	外观检查	开关柜外安装：1 年 开关柜内安装： 随被保护设备的试验周期	通过目测进行检查	1) 应无松动、开裂等异常现象 2) 接线端子应完整无锈蚀	注：接线端子应无锈蚀，标示应正确。
2	绝缘电阻测试	随被保护设备的试验周期	7.4.1.1	与交接值比较，偏差不得大于 20%	
3	工频电压及电流参数测试	随被保护设备的试验周期	7.4.2	1) 工频电压与交接值比较，偏差不得超过 10% 2) 工频电压应在表 2 规定的范围内	可在项目 3 或项目 4 中任选一项进行
4	直流电压及非线性系数测试	随被保护设备的试验周期	7.4.3	1) 直流电压与交接值比较，偏差不得超过 10%，非线性系数与交接值比较，偏差不得超过 5% 2) 直流电压、非线性系数应在表 2 规定的范围内	

## 7.3 流敏消谐器的试验

### 7.3.1 型式试验

流敏消谐器的型式试验项目见表 10。

表 10 流敏消谐器的型式试验项目

序号	试 验 项 目	试 验 依 据	试 验 方 法
1	直 流 电 阻 测 试	6.3.2.3	7.4.1.2
2	工 频 电 压 及 电 流 参 数 测 试	6.3.2.1	7.4.2
3	限 流 性 能 试 验	6.3.2.2	7.4.8



表 10 (续)

序号	试验项目	试验依据	试验方法
4	阻值恢复特性试验	6.3.2.4	7.4.9
5	热容量试验	6.3.2.5	7.4.4.2
6	环境温度耐受特性试验	6.5	7.4.6
7	机械强度试验	6.2	7.4.7

### 7.3.2 抽样试验

流敏消谐器的抽样试验项目见表 11。

表 11 流敏消谐器的抽样试验项目

序号	试验项目	试验依据	试验方法	备注
1	热容量试验	6.3.2.5	7.4.4.2	抽样试验规则见附录 A

### 7.3.3 例行试验

流敏消谐器的例行试验项目见表 12。

表 12 流敏消谐器的例行试验项目

序号	试验项目	试验依据	试验方法
1	直流电阻测试	6.3.2.3	7.4.1.2
2	工频电压及电流参数测试	6.3.2.1	7.4.2
3	限流性能试验	6.3.2.2	7.4.8
4	阻值恢复特性试验	6.3.2.4	7.4.9

### 7.3.4 交接试验

流敏消谐器的交接试验项目、方法及标准见表 13。

表 13 流敏消谐器的交接试验项目、方法及标准

序号	项目	方法	标准
1	外观检查	通过目测进行检查	1) 结构应牢固、可靠，应无松动、开裂等异常现象 2) 接线端子应完整无锈蚀，标示应正确
2	直流电阻测试	7.4.1.2	与例行试验相比不得有显著变化
3	工频电压及电流参数测试	7.4.2	1) 工频电压与出厂值比较，偏差不得超过 5% 2) 工频电压应在表 3 规定的范围内

### 7.3.5 预防性试验

流敏消谐器的预防性试验项目、周期、方法及标准见表 14。

表 14 流敏消谐器的预防性试验项目、周期、方法及标准

序号	试验项目	周期	方法	标准
1	外观检查	开关柜外安装：1年 开关柜内安装：随被保护设备的试验周期	通过目测进行检查	1) 应无松动、开裂等异常现象 2) 接线端子应完整无锈蚀



表 14 (续)

序号	试验项目	周期	方法	标准
2	直流电阻测试	随被保护设备的试验周期	7.4.1.2	与交接值比较, 偏差不得大于 20%
3	工频电压及电流参数测试	随被保护设备的试验周期	7.4.2	1) 工频电压与交接值比较, 偏差不得超过 10% 2) 工频电压应在表 3 规定的范围内

## 7.4 试验方法

### 7.4.1 电阻测试

#### 7.4.1.1 压敏消谐器的绝缘电阻测试

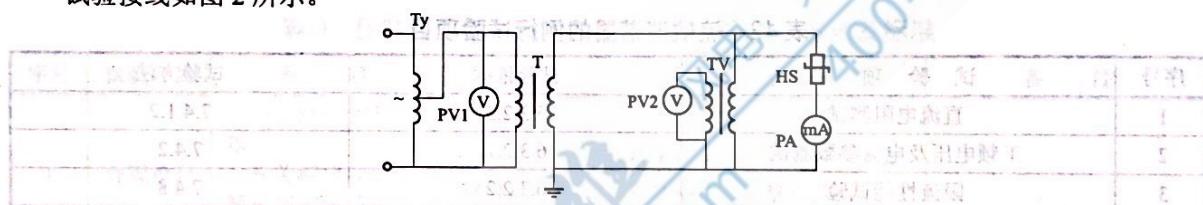
6kV~10kV 压敏消谐器采用 500V 绝缘电阻表进行测量; 35kV 压敏消谐器采用 1000V 绝缘电阻表进行测量。

#### 7.4.1.2 流敏消谐器的直流电阻测试

在 10℃~30℃ 环境温度下, 用万用表检测消谐器的阻值, 6kV~10kV 消谐器选择“200kΩ”电阻挡位, 35kV 消谐器选择“2MΩ”电阻挡位。

### 7.4.2 工频电压及工频电流测试

试验接线如图 2 所示。



Ty—调压器; T—工频试验变压器; TV—测量用电压互感器; HS—消谐器; PV1、PV2—电压表; PA—毫安表

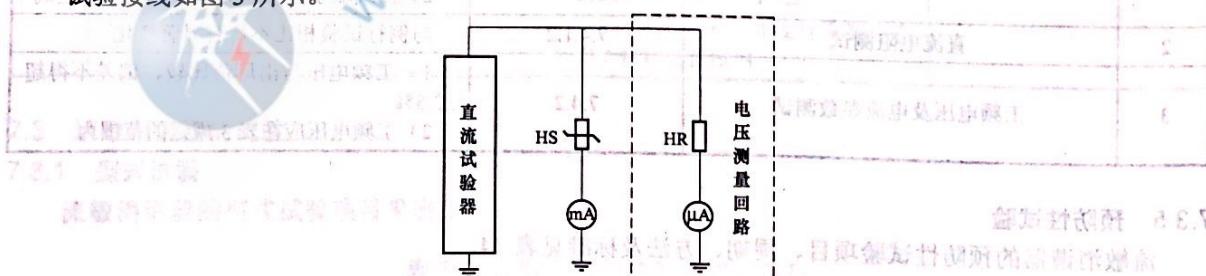
图 2 工频电压及工频电流测试原理接线图

对消谐器施加工频电压, 当通过试品的电流等于规定值时, 测出试品上的电压。

工频电源的频率范围为 48Hz~62Hz, 电压波形应近似为正弦波, 其峰值与有效值之比应等于  $\sqrt{2} \pm 0.07$ 。应采用 0.5 级及以上电压互感器, 及不低于 1.0 级交流峰值电压表测量电压, 交流毫安表的准确度宜不低于 1.0 级。

### 7.4.3 直流电压及非线性系数测试

试验接线如图 3 所示。



HS—消谐器; HR—高阻器

图 3 直流电压及非线性系数测试原理接线图

对消谐器施加负极性直流电压, 当通过试品的电流值等于规定值时, 测得试品上的直流电压值。试验设备可采用自行搭建的直流高压试验器, 直流电压纹波系数应不大于 3%。



7.4 试验电压应在高压侧测量，推荐用高阻器串微安表（或用电阻分压器接电压表）测量，电流测量应使用外接 1.5 级电流表进行。

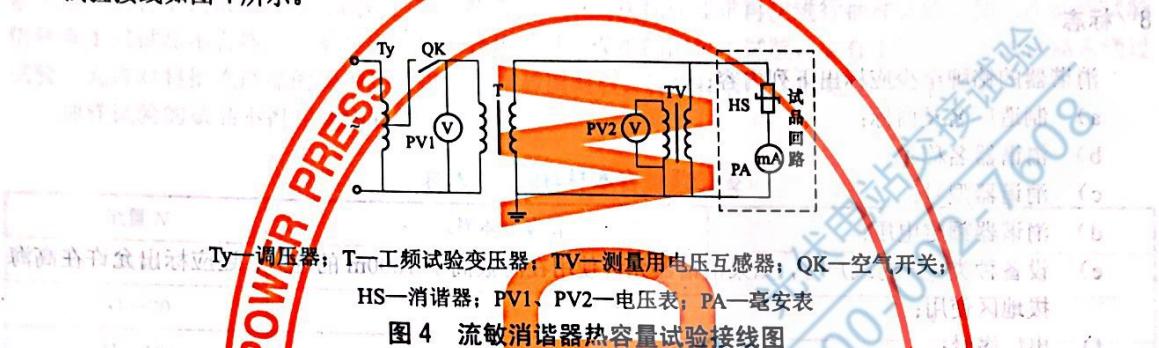
#### 7.4.4 热容量试验

##### 7.4.4.1 压敏消谐器的热容量试验

试验接线参照图 2。对消谐器施加工频电压，当通过试品的电流等于规定值时保持至所要求的时间。试验过程中，注意调节试验电压，使电流的变化不超过±5%。试验后，按照 7.4.3 进行直流电压及非线性系数测试。

##### 7.4.4.2 流敏消谐器的热容量试验

试验接线如图 4 所示。



在接入试品回路前合空气开关，调节调压器使工频试验变压器的输出电压达到规定值后断开空气开关入试品回路后合空气开关，试品回路电流降至 8mA 以下后断开空气开关。

连续进行上述操作 3 次，每次试验间隔 50s~60s。次数达到后，将消谐器冷却到室温，按照 7.4.2 进行工频 20mA（峰值 $\sqrt{3}$ ）下电压  $U_{20mA}$  试验。

#### 7.4.5 湿耐受性能试验

工频电压的施加按照 7.4.2 进行。

湿试验淋雨条件应满足表 15 所示的条件。

表 15 标准湿试验程序的淋雨状态

水滴数 分类	单位	数值
所有测量点的平均淋雨率	垂直分量	1.0~2.0
	水平分量	1.0~2.0
单独每次测量和每个分量的极限值	mm/min	平均值±0.5
收集到的雨水温度	°C	周围环境温度±15
收集的水校正到 20°C 的电阻率	Ω·m	100±15

#### 7.4.6 环境温度耐受特性试验

按照 6.5 的要求进行。温度循环结束后检查消谐器外观，并按照相关要求进行所需的电气参数测试。

#### 7.4.7 机械强度试验

在消谐器顶端施加一水平负荷，当此负荷小于 6.2 规定负荷的 50% 以前，可以任意速度均匀地增加。在超过 50% 之后，负荷的增加速度应以每秒 1%~2% 的规定值上升，当达到规定值的 1.5 倍时，观察试品，若无异常现象（无裂纹及任何破坏）则认为合格。

#### 7.4.8 限流性能试验

试验接线参照图 4。



在接入试品回路前合空气开关，调节调压器使工频试验变压器的输出电压达到规定值后断开空气开关，接入试验回路后合空气开关，观测电流表读数的变化应符合 6.3.2.2 的要求，电流值降至 8mA 以下后切断电源。

工频电源的频率范围为 48Hz~62Hz，电压波形应近似为正弦波，其峰值与有效值之比应等于  $\sqrt{2}$  ± 0.07。应采用 0.5 级及以上电压互感器，及不低于 1.0 级交流峰值电压表测量电压，交流毫安表的准确度宜不低于 1.0 级。

#### 7.4.9 阻值恢复特性试验

限流性能试验结束后 10s，按照 7.4.1.2 的规定，进行消谐器直流电阻的测量。

### 8 标志

消谐器的铭牌至少应标出下列内容：

- 制造厂名及商标；
- 消谐器名称；
- 消谐器型号；
- 消谐器额定电压；
- 设备种类：户内或户外，如果消谐器允许使用在海拔高于 1000m 的地区，还应标出允许在高海拔地区使用；
- 出厂序号；
- 制造年月。

### 9 包装、运输和储存

#### 9.1 包装

##### 9.1.1 包装要求

消谐器的包装，应保证产品在整个运输和储存期间不致损坏及松动。在包装箱上应注明：

- 制造厂名、产品名称及型号；
- 发货单位、收货单位及详细地址；
- 产品净重、毛重、体积等；
- “小心轻放”、“易碎”字样和标记，字样和标记还应符合 GB/T 191 的要求。

##### 9.1.2 随包装应提供的文件

随产品应提供下列技术文件：

- 产品例行试验报告及合格证明书；
- 安装使用说明书。

#### 9.2 运输和储存

- 允许产品通过零担货运、托运或邮寄等方式进行运输，但必须采取措施保证产品不致发生损坏及松动。
- 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示。



**附录 A**  
**(规范性附录)**  
**抽样试验规则**

消谐器应按批进行抽样试验，以同一工艺方法制成的同一型号消谐器算作一批，每批次数量不得超过 100 只，消谐器的试验每年至少进行一次。

抽样试验应在例行试验后进行。试品按表 A.1 的要求，按照不同试验项目分别进行抽取。对于热容量试验，如有 1 只试品未通过试验，则应按表 A.1 中二次抽样要求再次进行抽样试验，如二次抽样试验仍然有 1 只试品不合格，则整批次产品不合格。对于保护间隙放电试验，如有 1 只及以上的试品未通过试验，允许对整批次产品的保护间隙进行检查和调整后，再次按表 A.1 的规定抽样试验。

抽样试验的试品不得在现场安装使用。

表 A.1 抽样样本容量数值表

批量 $N$	一次样本容量 $n_1$	二次样本容量 $n_2$
$\leq 30$	1	2
31~70	2	4
71~100	3	6



## 一、目的和意义

电磁式电压互感器由于其结构简单，价格相对低廉的原因，在许多系统中都有广泛的应用，但是它也存在很多缺点，特别是在谐波含量较高的情况下，谐波对互感器的影响很大。因此，为了满足电网谐波治理的需要，国家相关部门制定了相关的标准，对互感器的谐波治理提出了严格的要求。一些谐波治理的方法可行，但成本较高，如降低铁芯的饱和度，增加线圈匝数或采用无励磁补偿装置等方法，但成本较高，且操作复杂，难以实现。因此，提出一种新的消谐方法，即通过在互感器的二次侧串联一个非线性电阻，从而达到抑制谐波的目的，为电网提供一个稳定的电压源，从而保证系统的稳定性。同时，该方法具有成本低、操作简单、易于实现等优点，值得推广应用。

## 二、编制过程回顾

2008年计划，由国网宁夏电力公司向国家电网公司提出《电磁式电压互感器用非线性电阻型消谐器技术规范》的编写申请，并将编写组成员、编写时间、编写内容等情况等进行了简要的说明。

2009年2月，根据国家电网公司2008年计划安排，将《电磁式电压互感器用非线性电阻型消谐器技术规范》的编写任务下达至国家电网公司宁夏电力公司，由国网宁夏电力公司具体负责组织编写工作。

2009年3月，编写组完成了《电磁式电压互感器用非线性电阻型消谐器技术规范》的初稿。2009年8月，由国网宁夏电力公司组织有关专家对初稿及相关技术方案及试验方法等内容进行了讨论，形成了征求意见稿。

2009年9月，由国网宁夏电力公司组织有关专家对标准进行了修改并完成了征求意见稿的起草工作。

2009年10月，由国网宁夏电力公司组织有关专家（中国科学院、国网电力科学研究院、武汉大学、西安交通大学、陕西科技大学）对征求意见稿进行了标准送审稿的审查，对标准进行了修改并形成了送审稿。

2010年1月，由国网宁夏电力公司组织有关专家对标准送审稿进行了评审，并通过了评审。三、主要起草单位

一、通过编写组，非线性电阻型消谐器技术规范由国网宁夏电力公司组织编写，编写组由厂家及培训机构自己的企事业单位组成，主要由生产厂家、设计院、科研机构、高等院校、大专院校、科研院所等组成。非线性电阻型消谐器是一种过电压保护元件，相比普通本征型消谐器，其额定电压是GB3117-1993的1/300倍以上，工作频率范围较宽，非线性电阻型消谐器主要应用于变电站母线电压互感器，以消除谐波对母线电压互感器的谐波影响，满足运行要求。单独的电压互感器可作为谐振电容式和流敏电容式两种类型，其中，感测式消谐器通常采用屏蔽化硅橡胶片制造，因此其标准可参考DL/T 727。而流敏电容型的消谐器则采取双金属膜材料的热敏电阻制作，因此必须满足GB/T 9476的要求。对于单相电容型消谐器的试验方法，建议参照GB/T 17937的要求。编写组可借鉴DL/T 474.5。

## 四、条文说明

3.1 消谐器  
3.1.1 首先需要明确的是，消谐器是一种保护器件，同时目前所见的消谐器一般多用于抑制谐波谐波使



## 目 次

一、目的和意义.....	15
二、编制过程回顾.....	15
三、与其他标准的关系.....	15
四、条文说明.....	15



## 一、目的和意义

电磁式电压互感器（以下简称 TV）的谐振过电压问题是中性点不接地系统中存在的突出问题，因此受到了广泛的关注。抑制中性点不接地系统中存在的 TV 铁磁谐振过电压，电磁式电压互感器用非线性电阻型消谐器在电网中得到了广泛的应用。然而由于到目前为止，尚无相关的国家标准、行业标准，而非线性电阻型消谐器的生产门槛较低，导致了产品的质量良莠不齐，一些消谐器的投入运行，非但未能杜绝 TV 铁磁谐振过电压事故的发生，甚至消谐器本身成为影响设备和系统安全可靠运行的隐患。为此，在广泛分析国内电磁式电压互感器用非线性电阻型消谐器运行现状的基础上，经过大量的试验研究，根据设备的特点，在国内首次编制了《电磁式电压互感器用非线性电阻型消谐器技术规范》。

通过编制《电磁式电压互感器用非线性电阻型消谐器技术规范》，能够为国家电网公司电磁式电压互感器用非线性电阻型消谐器的选型订货、出厂验收、包装运输、设备储存、交接预试等环节提供依据，因此标准着重对非线性电阻型消谐器的使用条件、技术要求、试验方法和检验规则等提出了要求，并根据对 TV 铁磁谐振、非线性电阻型消谐器的试验研究结果，及国内主要生产厂家产品的特点，提出了一些选型、验收所必须的技术参数。

## 二、编制过程回顾

2008 年 11 月，宁夏电力公司向国家电网公司提交了编制《电磁式电压互感器用非线性电阻型消谐器技术规范》的建议书。建议书就编制该标准的目的、意义、各章标题及简要内容、国内外编制情况等进行了简要的说明。

2009 年 2 月 27 日，国家电网科〔2009〕217 号《关于下达 2009 年度国家电网公司标准制（修）订计划的通知》，将《电磁式电压互感器用非线性电阻型消谐器技术规范》列入了 2009 年度国家电网公司标准制（修）订计划，并确定由国家电网公司基建部作为该标准的业务主管部门，同时确定宁夏电力公司具体承担标准的编制工作。

2009 年 3 月～7 月，编制完成了《电磁式电压互感器用非线性电阻型消谐器技术规范》的初稿。

2009 年 8 月 22 日，宁夏电力公司组织本公司的有关专家及相关技术人员，对标准具体内容进行了讨论，提出了修改意见。

2009 年 9 月，根据宁夏电力公司内部讨论提出的修改意见，对标准进行了修改和完善。

2009 年 10 月 24 日，宁夏电力公司邀请中国电力科学研究院、国网电力科学研究院、武汉大学、西安交通大学、陕西电力科学研究院等单位的专家和教授，对标准进行了初步审查。根据初步审查的意见，对标准进行了进一步的修改。

2009 年 11 月 13 日～14 日，国家电网公司组织对标准进行了评审，标准通过了评审。

## 三、与其他标准的关系

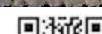
到目前为止，非线性电阻型消谐器尚无相关的国家标准和行业标准。部分生产厂家虽然编制了自己的企业标准，但内容均不够完善，一些制造厂的企业标准还存在着原则性的错误。非线性电阻型消谐器是一种过电压保护器件，因此其基本的性能应满足 GB 311.1、DL/T 620 等过电压及绝缘配合标准的要求。非线性电阻型消谐器主要用于保护电磁式电压互感器，因此其性能和参数的选择还应满足 GB 1207 的要求。非线性电阻型消谐器可分为压敏电阻式和流敏电阻式两种类型，其中压敏电阻式消谐器目前通常采用碳化硅电阻片制造，因此其标准可参考 GB/T 7327。而流敏电阻型消谐器通常采用具有正温度系数的热敏电阻器制作，因此必须符合 JB/T 9476 的要求。对于非线性电阻型消谐器的试验方法，首先必须满足 GB/T 16927.1 的要求，同时还可借鉴 DL/T 474.5。

## 四、条文说明

### 3 术语和定义

#### 3.1 消谐器

首先需要明确的是，消谐器是一种保护器件，同时目前所说的消谐器一般都是用于抑制 TV 铁磁谐



义意味着

振的。

### 3.2 非线性电阻型消谐器

增加阻尼是抑制 TV 铁磁谐振的有效方法。目前的具体做法包括：在 TV 一次侧中性点串入阻尼电阻（线性电阻、非线性电阻），TV 开口三角绕组接阻尼电阻（阻容吸收装置、线性电阻）。其中在 TV 一次侧中性点所串入阻尼电阻，只能是压敏电阻或流敏电阻。因此非线性电阻型消谐器要么是压敏式，要么是流敏式。6kV~35kV 的 TV，可能会在户内安装，也可能在户外安装，因此相应的消谐器也需要分为户内型和户外型两种。同时 6kV~35kV 的 TV，可分为全绝缘和分级绝缘两种类型，两者的区别在于接地端子的绝缘水平存在极大的差异，非线性电阻型消谐器需要串联安装在 TV 的接地端子与地之间，动作后消谐器两端会具有一定水平的残压，因此对于全绝缘 TV 和分级绝缘 TV，其非线性电阻型消谐器的参数选择应该是不同的。

### 3.3 额定电压

不同于电网中的其他设备，非线性电阻型消谐器是安装在 TV 一次侧中性点与地之间，同时不同电压等级的 TV，非线性电阻型消谐器所需的参数也不相同，因此需要按照被保护电磁式电压互感器所安装系统的标称电压规定消谐器的额定电压。

### 3.4 非线性系数

非线性系数是用于规定材料非线性的重要参数。对于压敏消谐器的非线性系数的定义借鉴了碳化硅阀式避雷器，但计算方法存在差异。简而言之，碳化硅阀式避雷器非线性系数的计算是规定了电压，测试相应的电流；而压敏电阻消谐器的非线性系数则是规定了电流，测试相应的电压。

## 4 使用条件

由于非线性消谐器是用于保护 TV 的，因此其使用条件必须与 TV 的使用条件相一致。

### 5 选用安装原则

- 参照了 DL/T 620。DL/T 620 指出，3kV~66kV 不接地系统或消弧线圈接地系统偶然脱离消弧线圈的部分，当连接有中性点接地的电磁式电压互感器的空载母线（其上带或不带空载短路），因合闸充电或在运行时接地故障消除等原因的激发，使电压互感器过饱和则可能产生铁磁谐振过电压。虽然 DL/T 620 也提出了相应的解决措施，但在实际应用中要么实现难度较大，要么效果不很理想，为此“电磁式电压互感器中性点与地之间宜装设非线性电阻型消谐器”。
- 6kV~35kV 的 TV，可能会在户内安装，也可能在户外安装，因此必须按 TV 的安装场所，合理地选择消谐器的类型。
- 非线性电阻型消谐器动作后的残压超过被保护电磁式电压互感器接地端子的绝缘水平时，有可能会导致接地端子的绝缘击穿。试验和运行经验均表明，消谐器动作后的残压，一般达不到全绝缘 TV 的绝缘水平，但对于 10kV 系统可能会超过 3kV，35kV 系统可能会超过 5kV。而 GB 1207 规定：“当一次绕组的接地端子与箱壳或底座绝缘时，它应能承受额定短时工频耐受电压 3kV（均方根值）。如果互感器的设备最高电压  $U_m \geq 40.5\text{kV}$ ，则应能承受额定短时工频耐受电压 5kV（均方根值）。目前，压敏消谐器为了解决动作后残压过高的问题，用放电间隙并接在部分电阻片上，这种做法虽然能够防止接地端子的损坏，但同时也会改变消谐器的参数，影响抑制铁磁谐振的效果。因此，一般不建议采用非线性电阻型消谐器保护分级绝缘的 TV，但对于一些特制的分级绝缘 TV，如 10kV 分级绝缘 TV 接地端子的绝缘水平达到 5kV，或 35kV 分级绝缘 TV 接地端子的绝缘水平达到 10kV 时，是可以采用非线性电阻型消谐器进行保护的。”
- 消谐器动作后，会吸收电磁能量而发热，同时电压也会升高，为了防止其自身的热崩溃，同时也为了防止对周围的物体产生放电，需要与周围的物体保持一定的距离。
- 运行经验表明，一些 TV 在安装了压敏消谐器后，零序电压会发生很大的改变，严重时甚至造



成系统接地的假象，影响系统的正常运行。为此提出“安装了非线性电阻型消谐器的电磁式电压互感器，其二次绕组反映出的零序电压不应超过系统标称相电压的 15%”的要求，需要指出的是，流敏消谐器的使用，一般不会对 TV 的零序电压产生影响。

## 6 技术要求

### 6.1 额定电压

目前，非线性电阻型消谐器主要用于 6、10kV 及 35kV 系统，消谐器的制造也主要针对上述三个电压等级，因此本标准对消谐器的额定电压只规定了 6、10、35kV。

### 6.2 消谐器的机械性能

消谐器通常所承受的机械负荷较低，本标准参照 GB/T 7327 对消谐器规定了最大允许水平拉力，并将负荷值进行了取整处理。由于消谐器的体积通常较小，因此本标准未考虑风压力对消谐器的作用。

### 6.3 电气性能

由于材料特性的不同，压敏消谐器与流敏消谐器的电气性能存在极大的差异，因此本标准分别对其作出了规定。

#### 6.3.1 压敏消谐器的电气性能

6.3.1.1 压敏消谐器的电气参数是根据对国内主要压敏消谐器产品的统计分析后，按较高要求提出的。

6.3.1.2 消谐器的消谐作用主要是吸收谐振能量，破坏谐振条件，从而抑制谐振的发生。热容量要求的提出，是为了保证消谐器在流过一定的电流后，不致发生热崩溃。一些消谐器制造厂提出的热容量要求是，“能够经受 500mA 工频电流 10min 的作用，或 100mA 工频电流 1200min 的作用”。这个要求显然过高，首先是制作消谐器的材料很难满足要求，同时消谐器如果达到了这一要求，则会影响对 TV 的保护效果。根据宁夏电力科学院的试验，TV 发生 2 分频谐振时，在 1.9 倍额定相电压下，一次绕组的电流超过 80mA。为了保证 TV 及消谐器的安全，特作出规定：“压敏消谐器应能够经受 200mA 工频电流 10min 的作用，或 100mA 工频电流 1200min 的作用。工频电流作用前后，直流电压及非线性系数的变化应不超过±10%”。

6.3.1.3 绝缘电阻。不同制造厂的消谐器，其绝缘电阻存在一定的差异，因此很难给出一个规定的绝缘电阻值。但通过比较其出厂试验值和型式试验值的差异，可判断消谐器产品质量稳定性和一致性。

6.3.1.4 户外安装无绝缘外套消谐器的湿耐受性能。目前，为了提高产品的散热性能，越来越多的压敏消谐器都不再采用绝缘封装。对于户外运行的消谐器，一旦内部受潮，将严重地影响其性能。户外安装无绝缘外套消谐器的湿耐受性能主要是考核淋雨对未进行绝缘封装消谐器的影响。

#### 6.3.2 流敏消谐器的电气性能

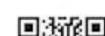
6.3.2.1 流敏消谐器在一定的电流作用下，其伏安特性呈线性且比较稳定。当电流超过一定值后，随着施加电流时间的变化，电阻将升高，伏安特性将不再稳定，很难对其电气参数作出有效的判断。因此，流敏消谐器的电气参数只能在其伏安特性呈线性且比较稳定的状态下获取。

6.3.2.2 性能良好的流敏消谐器施加规定电压的瞬间，电流会迅速升高，其后会逐步下降，并在规定的时间内下降到规定的电流值。

6.3.2.3 流敏消谐器在常温下，会存在数十千欧的电阻。与压敏消谐器的绝缘电阻相似，本标准很难给出电阻的规定值，但通过比较其出厂试验值和型式试验值的差异，可判断消谐器产品质量稳定性和一致性。

6.3.2.4 性能良好的流敏消谐器，当停止施加电压一定时间后，其电阻值能够恢复到施加电压前的水平。

6.3.2.5 由于流敏消谐器在一定的电压作用下，其电流会逐步下降，因此无法通过施加足够稳态电流的方式对其热容量进行考核，但可以通过连续施加足够高电压的方式对其热容量进行考核。由于实际运行中，当安装了流敏消谐器后，TV 零序回路是由 TV 零序阻抗和流敏电阻串联构成，经过分压后，流敏消谐器上的电压是达不到本标准表 4 的规定值的。因此，通过连续施加表 4 规定的电压对流敏消谐器进行热容量考核是足够安全的。



## 6.4 结构特点

### 6.4.1 耐受颠振性能

构成非线性电阻消谐器的关键元件是压敏电阻或流敏电阻。如在颠振中发生损坏，将对其抑制谐振的性能构成极其不利的影响，因此提出了对其耐受颠振性能的要求。消谐器到货后，按照本标准规定的交接试验项目进行试验，即能够对其在经过运输颠振后是否发生损坏作出有效的判断。

### 6.4.2 连接端子

根据消谐器的实际安装要求所提出。

## 6.5 环境温度耐受特性

由于消谐器在正常运行中，通过的阻性电流很低，尤其是压敏消谐器几乎不会通过阻性电流，而正常的TV回路在运行中也不应发热，因此其温度一般与环境温度相近。对于制作不良的消谐器，则可能在较大的温差下，由于热胀冷缩发生开裂。因此需通过温度循环试验，对其环境温度耐受性能进行考核。

## 7 试验

### 7.1 试验分类

由于目前没有统一的标准，因此非线性电阻型消谐器的试验随意性较大，交接时和运行中几乎不进行试验。

为了给产品订货提供依据，同时也为了保证产品质量的稳定性和一致性，本标准规定了非线性电阻型消谐器的型式试验、抽样试验和出厂试验项目。产品订货时，制造厂应提供产品完整的型式试验报告和出厂试验报告，同时还应提供同批次产品的抽样试验报告。本标准还规定了消谐器的交接试验和预防性试验项目，以便在安装验收和运行中开展。

通常制造厂将出厂试验称之为例行试验，而设备开展状态检修后，也存在例行试验的概念，为了加以区分，本标准将消谐器在状态检修中的试验称作状检试验。

### 7.1.2 型式试验

型式试验基本上涵盖了对非线性电阻消谐器所有性能的考核。

### 7.1.3 抽样试验

热容量试验能够有效地反映非线性电阻消谐器的质量稳定性和一致性，将其作为抽样试验项目，能够有效地对非线性电阻消谐器进行考核。

### 7.1.4 和 7.1.5 交接试验和预防性试验

a) 外观检查简便易行，同时还能有效地发现消谐器存在的显著缺陷，因此列为交接试验和预防性项目。

b) 交接试验和预防性试验项目中的其他项目，在试验现场都比较容易实现，而且能够有效发现消谐器存在的缺陷。对于压敏消谐器而言，工频电压及电流参数测试与直流电压及非线性系数测试的性质基本相同，同时开展会给现场增加不必要的工作量，因此本标准规定，二者可任选一项。

c) 消谐器是用于保护 TV 用的器件，在预防性试验中不宜单独给出试验周期。

### 7.4 试验方法

7.4.1.1 压敏消谐器通常是由碳化硅电阻片构成，正常运行时承受的电压极低，在其动作后承受的电压升高，电阻会下降。为了便于绝缘电阻的比较，因此要求“6kV~10kV 压敏消谐器采用 500V 绝缘电阻表进行测量；35kV 压敏消谐器采用 1000V 绝缘电阻表进行测量”。

7.4.1.2 流敏消谐器是由正温度系数的热敏电阻制作，随着电流的增加而发热，会造成电阻的升高，同时流敏消谐器在常温下的电阻并不很高，因此可采用万用表的电阻挡进行测量。

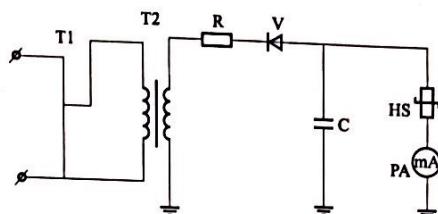
### 7.4.2 工频电压及工频电流测试

参照 DL/T 474.5—2006。



#### 7.4.3 直流电压及非线性系数测试

参照 DL/T 474.5—2006。考虑到试验中所需施加的直流电流较大，一般的直流发生器不可能输出所需的电流，因此可以采用自行搭建的直流高压试验器进行试验，但纹波系数必须满足要求。自行搭建直流高压试验器，通常是用工频试验变压器、硅堆及滤波电容构成，其原理接线如图 5 所示。



T1—调压器；T2—工频试验变压器；R—保护电阻；V—硅堆；PA—毫安表；HS—消谐器

图 5 自行搭建直流高压试验器示意图

#### 7.4.4 热容量试验

热容量试验的方法是根据压敏消谐器和流敏消谐器热容量试验的具体要求所提出的。

#### 7.4.5 湿耐受性能试验

依据 GB/T 16927.1—1997。

#### 7.4.6 环境温度耐受特性试验

环境温度耐受特性试验的方法是根据试验的具体要求所提出的。

#### 7.4.7 机械强度试验

参照了 GB/T 7327。

#### 7.4.8 限流性能试验

限流性能试验的方法是根据试验的具体要求所提出的。

#### 7.4.9 阻值恢复特性试验

阻值恢复特性试验是根据试验的具体要求所提出的。

### 8 标志

根据非线性电阻型消谐器的特点所提出。

### 9 包装、运输和储存

根据非线性电阻型消谐器的特点所提出。

