ICS 29.240
K 44
备案号：37389-2012

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL / T 1186 — 2012

1000kV 罐式电压互感器技术规范

Technical specification for tank-type voltage transformers of 1000kV

2012-08-23发布　　2012-12-01实施

国家能源局　发布

目　次

前言 …… II
引言 …… III
1　范围 …… 1
2　规范性引用文件 …… 1
3　术语和定义 …… 1
4　使用条件 …… 2
5　技术参数及性能要求 …… 2
6　结构要求 …… 6
7　试验 …… 6
8　其他 …… 8
附录 A（资料性附录）　特殊使用条件 …… 9

前　言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 进行编写。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由特高压交流输电标准化技术工作委员会归口。

本标准负责起草单位：国家电网公司、国网电力科学研究院。

本标准参加起草单位：中国电力工程顾问集团公司、湖北省电力试验研究院、山东泰开互感器有限公司、无锡日新互感器有限公司。

本标准起草人：王晓琪、王绍武、李璿、孙岗、吴士普、陈国强、叶国雄、李文艺、余春雨、汪本进、冯宇、吴祎琼、王瑞珍、吴春风、李兴刚。

本标准在执行过程中的意见或建议请反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条一号，100761）。

引　言

现行的 IEC 标准、国家标准、行业标准均未涉及 1000kV 罐式电压互感器的内容，为使 1000kV 罐式电压互感器的选择工作有所遵循，特制定本标准。

本标准参考了 GB/T 4703—2007《电容式电压互感器》、GB 1207—2006《电磁式电压互感器》、GB/Z 24841—2009《1000kV 交流系统用电容式电压互感器技术规范》和 GB/Z 24836—2009《1100kV 气体绝缘金属封闭开关设备技术规范》，提出的技术性能参数基于 1000kV 交流特高压试验示范工程的研究成果，并参考国内外其他电压等级设备的设计、制造和运行经验。

1000kV 罐式电压互感器技术规范

1 范围

本标准规定了 1000kV 罐式电压互感器的使用条件、技术参数及性能要求、结构要求、试验、使用期限、包装、运输及储存等内容。

本标准适用于标称电压为 1000kV、频率为 50Hz 交流系统中使用的罐式电压互感器的选型、制造、试验和验收。

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 1207—2006 电磁式电压互感器（IEC 60044-2：2003，MOD）

GB/T 2900.15 电工术语 变压器、互感器、调压器和电抗器［GB/T 2900.15—1997，IEC 60050（421）：1900、IEC 60050（321）：1986，NEQ］

GB/T 2900.16 电工术语 电力电容器［GB/T 2900.16—1996，IEC 60050（436）：1990，NEQ］

GB/T 2900.50 电工术语 发电、输电及配电 通用术语（GB/T 2900.50—2008，IEC 60050-601：1985，MOD）

GB/T 2900.57 电工术语 发电、输电及配电 运行（GB/T 2900.57—2008，IEC 60050-604：1987，MOD）

GB/T 4703—2007 电容式电压互感器（IEC 60044-5：2004，MOD）

GB 7674 额定电压 72.5kV 及以上气体绝缘金属封闭开关设备（GB 7674—2008，IEC 62271-203：2003，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 12022 工业六氟化硫（GB/T 12022—2006，IEC 376：1971；IEC 376A：1973；IEC 3768：1974，MOD）

GB/T 13540 高压开关设备抗地震性能试验（GB/T 13540—2009，IEC 62271-2：2003，MOD）

GB/T 16927.1 高电压试验技术 第一部分：一般试验要求（GB/T 16927.1—2011，IEC 60060-1：2006，MOD）

GB 20840.1 互感器 第 1 部分：通用技术要求（GB 20840.1—2010，IEC 61869-1：2007，MOD）

GB/Z 24836 1100kV 气体绝缘金属封闭开关设备技术规范

GB/Z 24841 1000kV 交流系统用电容式电压互感器技术规范

3 术语和定义

GB 1207、GB/T 2900.15、GB/T 2900.16、GB/T 2900.50、GB/T 2900.57、GB/T 4703、GB 7674 界定的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

罐式电压互感器 **tank-type voltage transformer**

一种六氟化硫气体绝缘金属封闭的电压互感器。

3.2

罐式电磁式电压互感器　tank-type inductive voltage transformer

一种通过电磁感应将一次电压比例变换成二次电压的罐式电压互感器。这种互感器不附加其他改变一次电压的电器元件（如电容器）。

3.3

罐式电容式电压互感器　tank-type capacitor voltage transformer

一种由电容分压器和电磁单元组成的罐式电压互感器。

4　使用条件

4.1　正常使用条件

4.1.1　海拔

罐式电压互感器的某些部件如压力释放装置和压力及密度监测装置可能会受到海拔的影响。如果需要，制造厂应采取适当的措施。

4.1.2　环境空气温度

最高气温：+40℃；

最低气温：–40℃；

最热日平均气温：+35℃；

最热月平均气温：+30℃；

最大日温差：20K。

4.1.3　最大风速

34m/s。

4.1.4　日照强度

最大日照强度：0.1W/cm^2。

4.1.5　覆冰厚度

最大覆冰厚度：20mm。

4.1.6　地震烈度

8 度及以下地区。

4.1.7　安装地点

户内或户外。

4.1.8　系统接地方式

中性点有效接地。

4.2　特殊使用条件

根据实际使用条件决定。

5　技术参数及性能要求

5.1　基本技术参数

5.1.1　额定频率 f_r

50Hz。

5.1.2　系统标称电压

1000kV。

5.1.3　设备最高电压 U_m

1100kV。

5.1.4 额定一次电压 U_{pr}

$1000/\sqrt{3}$ kV。

5.1.5 额定二次电压 U_{sr}

$0.1/\sqrt{3}$ kV/$0.1/\sqrt{3}$ kV/$0.1/\sqrt{3}$ kV/0.1kV。

5.1.6 额定输出

额定输出的标准值应在下列数值中选取：2、5、7.5、10、15VA。

5.1.7 准确级

计量用准确级：0.2。

测量及保护组合准确级：0.5/3P。

剩余电压绕组保护准确级：3P。

注：对于罐式电容式电压互感器，0.2 级要求考虑运行变差。

5.1.8 负荷额定功率因数

$\cos\varphi$ 取 1 或 0.8（滞后）。

5.1.9 罐式电容式电压互感器额定电容值 C_r

罐式电容式电压互感器额定电容的标准值应在下列数值中选取：500、400、300pF。

允许偏差：−5%～＋10%。

注：当准确度等级放宽要求、额定负荷减小或能够有其他降低环境条件导致的运行变差，额定电容值可以选择其他电容值。

5.1.10 罐式电容式电压互感器电容分压器的电容温度系数 T_C

应满足 $|T_C| \leqslant 2\times10^{-4}K^{-1}$ 要求。

5.2 技术性能要求

5.2.1 绝缘水平

5.2.1.1 一次端子的工频耐受电压

在最低功能压力下（20℃），一次端子耐受电压为 1100kV，试验时间 5min，试验频率 50Hz。

5.2.1.2 一次端子的额定雷电冲击耐受电压（峰值）

在最低功能压力下（20℃），一次端子对地及对二次绕组额定雷电冲击耐受电压为 2400kV。

试验应在正和负极性下进行。每一极性连续冲击 3 次。

5.2.1.3 一次端子的截断雷电冲击耐受电压（峰值）

在最低功能压力下（20℃），一次端子对地及对二次绕组截断雷电冲击耐受电压不小于 2560kV，电压波形应符合 GB/T 16927.1 的规定。

试验应在负极性下进行，并按下列程序与负极性额定雷电冲击试验结合进行。

——1 次额定雷电冲击；

——2 次截断雷电冲击；

——2 次额定雷电冲击。

5.2.1.4 一次端子的操作冲击耐受电压（峰值）

在最低功能压力下（20℃），一次端子对地及对二次绕组的操作冲击耐受电压为 1800kV。

试验应在正极性下进行，连续施加 15 次冲击。

5.2.2 局部放电水平

按照下述程序A或程序B进行预加电压后，在 $1.2U_m/\sqrt{3}$ 电压下测量电容分压器局部放电量应不大于 5pC。

程序 A：在工频耐受电压试验后的降压过程中将电压降至 $1.2U_m/\sqrt{3}$ 进行局部放电量测量。

程序 B：预加 0.8 倍工频耐受电压，保持至少 60s，然后降至 $1.2U_m/\sqrt{3}$ 进行局部放电量测量。

5.2.3 剩余绕组性能要求

为降低开口三角接法产生的剩余电压，要求组成三相电压互感器组的三个剩余电压绕组的比值差和

相位差应同相接近，并在铭牌上表示出这三台互感器的成组编号，提供比值差和相位差的曲线。

5.2.4 罐式电压互感器中六氟化硫气体要求

新的六氟化硫气体应满足 GB/T 12022 的规定，罐式电压互感器中的六氟化硫气体的水分含量应满足 GB/T 8905 的规定。

5.2.5 罐式电压互感器的气体密封性

罐式电压互感器允许的相对年漏气率不大于 0.5%/年。

5.2.6 罐式电压互感器中六氟化硫气体的额定压力和最低功能压力

罐式电压互感器的六氟化硫气体在额定压力下运行，该额定压力由制造厂选定。

罐式电压互感器的六氟化硫气体的最低功能压力由制造厂规定。

5.2.7 传递过电压

对一次端子施加 GB 1207—2006 表 9 或 GB/T 4703—2007 表 8 中 B 类冲击波，在规定电压下，在二次绕组上测量输出电压峰值，要求峰值电压不大于 1.6kV。

5.2.8 运输振动性能

罐式电压互感器应经受下列运输条件的颠簸与冲击试验：互感器正置固定于卡车（没有规定，找一个偏严的条件）上，在三级公路上运输 300km，车速为 25km/h～35km/h，历经 10 次急刹车冲击。试验后罐体内各元件应无明显变形、螺钉松动和损坏。

5.2.9 罐式电压互感器额定电压因数（F_V）标准值和额定时间

1.2 连续。

1.5 30s。

5.2.10 短路承受能力

在额定电压下励磁时，互感器应能承受持续时间为 1s 的二次绕组外部短路造成的机械、电和热的效应而无损伤。

5.3 罐式电容式电压互感器其他要求

5.3.1 铁磁谐振

在不超过 $F_v \times U_{pr}$ 的任一电压下和负荷为 0 至额定负荷之间的任一值时，由于开关操作或者由一次或二次端子上暂态过程引起的罐式电容式电压互感器铁磁谐振应不持续。

铁磁谐振暂态振荡的最大瞬时误差的计算式见式（1）：

$$\hat{\varepsilon}_F = \frac{K_r \hat{U}_s - \sqrt{2}U_p}{\sqrt{2}U_p} \tag{1}$$

式中：

$\hat{\varepsilon}_F$——最大瞬时误差；

$\hat{U}_s$——在时间 T_r 之后的二次电压（峰值）；

U_p——一次电压（方均根值）；

K_r——额定电压比。

铁磁谐振时间 T_F 之后的最大瞬时误差 $\hat{\varepsilon}_F$ 要求见表 1：

表 1 铁 磁 谐 振 要 求

一次电压 U_p（方均根值）	铁磁谐振振荡时间 T_F s	经时间 T_F 之后最大瞬时误差 $\hat{\varepsilon}_F$ %
$0.8U_{pr}$	≤0.5	≤10
$1.0U_{pr}$	≤0.5	≤10

表 1（续）

一次电压 U_p（方均根值）	铁磁谐振振荡时间 T_F s	经时间 T_F 之后最大瞬时误差 $\hat{\varepsilon}_F$ %
$1.2U_{pr}$	≤0.5	≤10
$1.5U_{pr}$	≤2	≤10

其中，$0.8U_{pr}$、$1.2U_{pr}$、$1.5U_{pr}$ 的电压下试验次数各不少于 10 次，$1.0U_{pr}$ 的电压下试验次数不少于 30 次。

5.3.2 暂态响应级

暂态响应特性为一次短路后规定时间 T_s 时的二次电压 $U_2(t)$ 对一次短路前的二次电压峰值 $\sqrt{2}U_2$ 的比值，标准的暂态响应级见 GB/T 4703—2007 中表 18 的要求。

5.3.3 电磁单元的绝缘水平

a） 额定雷电冲击耐受电压应不低于下列计算值：

$$U_{2t}=U_{1t}\times[C_{1r}/(C_{1r}+C_{2r})]\times1.05，\text{kV（峰值）} \tag{2}$$

式中：

U_{2t}——电磁单元雷电耐受电压；

U_{1t}——互感器的额定雷电冲击耐受电压；

C_{1r}——电容分压器的高压电容量；

C_{2r}——电容分压器的中压电容量。

注：电磁单元也可与分压器在一起进行试验。

b） 中压变压器应能承受 4 倍电容分压器的额定中间电压的工频耐受电压（方均根值），持续 1min。为避免铁芯饱和，试验电压的频率可以高于额定频率。如果试验频率超过 2 倍额定频率时，试验时间按式（3）计算，但是不少于 15s。

$$\text{试验时间}=\frac{\text{2 倍的额定频率}}{\text{试验频率}}\times60\text{s} \tag{3}$$

c） 补偿电抗器高低压端子之间应能耐受工频电压 10kV（方均根值），持续 1min。补偿电抗器置于中间变压器高压侧时，其对地绝缘应能承受 4 倍电容分压器的额定中间电压的工频耐受电压（方均根值），持续 1min。

d） 电磁单元接地端子与地之间应能承受工频耐受电压 3kV（方均根值），持续 1min。

e） 二次绕组之间及对地应能承受工频耐受电压 3kV（方均根值），持续 1min。

5.3.4 其他绝缘要求

电容分压器中压端子与接地端子之间应能承受 4 倍电容分压器的额定中间电压的工频耐受电压（方均根值），持续 1min。

电容分压器低压端子与接地端子之间应承受工频耐受电压 10kV（方均根值），持续 1min。如果低压端子不暴露于风雨中，工频耐受电压 4kV（方均根值），持续 1min。

5.3.5 铁磁谐振阻尼装置的绝缘要求

阻尼装置的耐压试验值和试验方法由制造厂确定。

注：阻尼装置放置位置不同则耐压不同，故不作规定。

5.3.6 电磁单元温升限值

a） 在 1.2 倍额定电压、额定频率和功率因数 0.8 滞后与 1 之间的额定负荷条件下，各元件温升达到稳定状态（每小时温升小于 1K）后，电磁单元线圈元件各绕组温升限值为 75K；

b） 在 1.2 倍额定电压、额定频率和功率因数 0.8 滞后与 1 之间的额定负荷条件下，各元件温升达

到稳定状态（每小时温升小于 1K）后，立即将施加电压提高到 1.5 倍额定电压试验 30s，线圈元件绕组温升限值不应超过 85K。

如果罐式电容式电压互感器规定在海拔超过 1000m 的地区使用，而试验处海拔低于 1000m，则温升限值 ΔT 应做相应调整，具体参见附录 A。

5.4 罐式电磁式电压互感器其他要求

5.4.1 接地端子的工频耐受电压

当一次绕组的接地端子与箱壳或底座绝缘时，应能承受额定短时工频耐受电压为 5kV（方均根值）。

5.4.2 二次绕组的绝缘要求

二次绕组（包括剩余绕组）之间及二次绕组对地的额定短时工频耐受电压为 3kV（方均根值）。

5.4.3 励磁特性测量

分别在额定电压的 0.2、0.5、0.8、1.0、1.2 倍和 1.5 倍下测量励磁特性。

5.4.4 温升限值

a） 在 1.2 倍额定电压、额定频率和功率因数 0.8 滞后与 1 之间的额定负荷条件下，各元件温升达到稳定状态（每小时温升小于 1K）后，各绕组温升限值为 75K；

b） 在 1.2 倍额定电压、额定频率和功率因数 0.8 滞后与 1 之间的额定负荷条件下，各元件温升达到稳定状态（每小温升小于 1K）后，立即将施加电压提高到 1.5 倍额定电压试验 30s，绕组温升限值不应超过 85K。

如果罐式电磁式电压互感器规定在海拔超过 1000m 的地区使用，而试验处海拔低于 1000m，则温升限值ΔT 应做相应调整。

6 结构要求

6.1 一般要求

6.1.1 设备应装有起吊环。

6.1.2 应具有直径不小于 12mm 的接地螺栓。

6.1.3 所有金属部件材料应具有良好的防锈、防腐蚀性能。

6.1.4 罐式电压互感器应设置密度继电器。

6.1.5 外壳要求

外壳的设计、制造、试验、检验必须满足 GB 7674—2008 的要求。外壳的厚度和结构计算方法应按压力容器的标准进行。密封结构应易于密封圈检修和更换。

6.2 结构要求

6.2.1 设备应考虑现场试验和现场维护方便。罐式电容式电压互感器安装完毕，应具有现场测量中压电容器额定电压下电容量的出线结构。

6.2.2 罐式电容式电压互感器误差调节端子应设置在电磁单元箱体外侧，以便现场调节互感器比值差和相位差，且端子板应有单独的防护罩。

6.2.3 罐式电容式电压互感器补偿电抗器限压装置宜设置在电磁单元箱体外侧，以便现场更换，且有防护罩。

6.3 铭牌

铭牌上应有电气接线图、技术参数的标志。其他标志应符合 GB/T 4703、GB 1207 要求。铭牌标志中的文字应为中文，铭牌应采用不锈钢材料。

7 试验

7.1 罐式电容式电压互感器试验

试验分为型式试验、例行试验、特殊试验。

7.1.1 罐式电容式电压互感器型式试验

a） 准确度检验；
b） 温升试验；
c） 工频电容测量；
d） 额定雷电冲击试验；
e） 截断雷电冲击试验；
f） 短路承受能力试验；
g） 操作冲击试验；
h） 工频耐压试验；
i） 暂态响应试验；
j） 铁磁谐振试验；
k） 准确度试验。

7.1.2 罐式电容式电压互感器例行试验

a） 外观检查；
b） 密封性能试验；
c） 六氟化硫气体含水量检测；
d） 工频电容测量；
e） 工频耐压试验（包括中压电容工频耐压试验）；
f） 局部放电测量；
g） 端子标志检验；
h） 电磁单元的工频耐压试验；
i） 电容分压器低压端子的工频耐压试验；
j） 二次绕组的工频耐压试验；
k） 铁磁谐振检验；
l） 准确度检验。

7.1.3 罐式电容式电压互感器特殊试验

a） 传递过电压测量；
b） 电容温度系数测定；
c） 耐地震试验。

7.2 罐式电磁式电压互感器试验

试验分为型式试验、例行试验、特殊试验。

7.2.1 罐式电磁式电压互感器型式试验

a） 温升试验；
b） 短路承受能力试验；
c） 额定雷电冲击试验；
d） 截断雷电冲击试验；
e） 操作冲击试验；
f） 励磁特性测量；
g） 准确度试验。

7.2.2 罐式电磁式电压互感器例行试验

a） 外观检查；
b） 接线端子标志检查；
c） 密封性能试验；

d） 六氟化硫气体含水量检测；
e） 一次绕组工频耐压试验；
f） 局部放电测量；
g） 端子标志检验；
h） 二次绕组工频耐压试验；
i） 励磁特性测量；
j） 准确度检验。

7.2.3 罐式电磁式电压互感器特殊试验

a） 传递过电压测量；
b） 耐地震试验。

8 其他

8.1 预期寿命

按照本标准规定的工作条件运行，设备的预期寿命应不小于 30 年。

8.2 包装

每台设备应妥善包装，防止受潮，并应附有下列出厂文件：

a） 产品合格证；
b） 出厂试验报告；
c） 安装使用说明书；
d） 备件（如果有）一览表。

注：对罐式电容式电压互感器，安装使用说明书须注明电磁单元安装支架、安装方式、二次电缆的布置形式。

8.3 储存

应避免受晒雨淋，底座要高于地面 50mm 以上，长期储存应包装。储存环境空气温度应在-25℃～+40℃范围内。

8.4 运输

在运输过程中，罐式电压互感器应正置运输，无严重振动、颠簸和冲击现象，如有例外，不能超过 5.2.8 的要求。

附 录 A
（资料性附录）
特 殊 使 用 条 件

A.1 环境温度

当安装处的环境温度与通用使用条件不同时，可以选择以下两种范围：

——寒冷地区，-40℃～+40℃；

——潮热地区，-5℃～+45℃。

A.2 温升限值

如果罐式电压互感器规定在海拔超过 1000m 的地区使用，而试验处海拔低于 1000m，则温升限值应按工作地点的海拔超过 1000m 后的每 100m 减去 0.5%，温升的海拔修正系数见图 A.1 和式（A.1）。

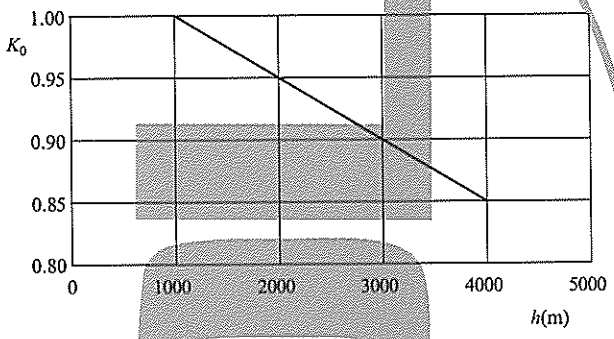

图 A.1 温升的海拔修正系数

温升的海拔修正系数 K_0：

$$K_0 = \frac{\Delta T_h}{\Delta T_{h0}} \tag{A.1}$$

式中：

ΔT_h ——在海拔 $h > 1000$m 处的温升；

ΔT_{h0} ——规定的在海拔 $h_0 \leqslant 1000$m 处的温升限值。

CHINA ELECTRIC POWER PRESS

中 华 人 民 共 和 国
电 力 行 业 标 准
1000kV 罐式电压互感器技术规范
DL / T 1186 — 2012
*
中国电力出版社出版、发行
（北京市东城区北京站西街 19 号　100005　http://www.cepp.sgcc.com.cn）
北京九天众诚印刷有限公司印刷
*
2012 年 12 月第一版　　2012 年 12 月北京第一次印刷
880 毫米×1230 毫米　16 开本　1 印张　21 千字
印数 0001—3000 册
*
统一书号 155123・1261　定价 **9.00** 元

敬 告 读 者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪

本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版 权 专 有　翻 印 必 究

155123.1261

上架建议：规程规范/
电力工程/供用电