

**K41****中华人民共和国电力行业标准****DL/T 726—2000****电力用电压互感器订货技术条件****Specification of voltage transformer  
for electrical power for order****2000-11-03 发布****2001-01-01 实施****中华人民共和国国家经济贸易委员会 发布****前 言**

本标准是根据IEC186：1987《电压互感器》、GB1207—1997《电压互感器》和GB/T4703—1984《电容式电压互感器》编制的。

编制本标准的指导思想是尽可能采用IEC186：1987和GB1207最新版本的内容，结合行业要求，制订出符合行业需要的规程。

本标准综合了IEC186：1987、GB1207和GB/T4703的内容，增补了对SF<sub>6</sub>绝缘电压互感器的要求，规定了对不同用途电压互感器的结构要求和选型原则，提出了产品的使用期限。

本标准由电力行业电测量标准化技术委员会提出并归口。

本标准主要起草单位：河南省电力勘测设计院。参加起草单位：河南省电力公司、国家电力公司武汉高压研究所、中国电力科学研究院、中山和泰机电厂。

本标准主要起草人：白忠敏、王晓琪、方志民、赵永清、何见光。

本标准由电力行业电测量标准化技术委员会负责解释。

**目 次****前 言**

- 1 范围
- 2 引用标准
- 3 名词术语
- 4 使用条件
- 5 基本分类
- 6 额定参数
- 7 结构和选型要求
- 8 试验
- 9 标志
- 10 使用期限
- 11 包装、运输及储存

## 中华人民共和国电力行业标准

DL/T 726—2000

## 电力用电压互感器订货技术条件

Specification of voltage transformer  
for electrical power for order

## 1 范围

本标准规定了电力用电压互感器的使用环境条件、名词术语、额定参数、结构与选型要求、试验、标志、使用期限、包装、运输及储存等具体内容。

本标准适用于额定电压0.38kV~500kV、频率50Hz的电力用电压互感器的制造、选型、验收、安装和维护。

## 2 引用标准

下列标准所包含的条文，通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB311.1—1997	高压输变电设备的绝缘配合
GB/T507—1986	绝缘油介电强度测定方法
GB1207—1997	电压互感器
GB/T4585.2—1991	交流系统用高压绝缘子人工污秽试验方法(固体层法)
GB/T4703—1984	电容式电压互感器
GB/T4705—1992	耦合电容器及电容分压器
GB/T5654—1989	液体绝缘材料工频相对介电常数、介质损耗因数和体积电阻率的测量
GB/T5832.1—1986	气体微量水分的测定 电解法
GB/T7600—1987	运行中变压器油水分含量测定法(库仑法)
GB/T7601—1987	运行中变压器油水分含量测定法(气相色谱法)
GB/T8905—1996	六氟化硫电气设备中气体管理和检验导则
GB/T11023—1989	高压开关设备六氟化硫气体密封试验导则
GB/T11604—1989	高压电器设备无线电干扰测试方法
DL/T423—1991	绝缘油中含气量测定 真空压差法
DL/T429.9—1991	电力系统油质试验方法(绝缘油介质强度测定方法)
DL/T450—1991	绝缘油中含气量的测定方法(二氧化碳洗脱法)
DL/T539—1993	户内交流高压开关柜和元部件凝露及污秽试验技术条件
JB/T5357—1991	电压互感器试验导则

## 3 名词术语

本标准采用下列定义。

## 3.1 互感器 (instrument transformer)

用以传递信息供给测量仪器、仪表、继电保护和控制装置的变换器。

## 3.2 电压互感器 (voltage transformer)

互感器的一种, 在正常使用条件下其二次电压与一次电压实质上成正比, 而且相位差在连接方法正确时接近于零的互感器。

### 3.3 不接地电压互感器 (unearthed voltage transformer)

一次绕组的各部分 (包括出线端在内) 都是按额定绝缘水平对地绝缘的电压互感器。

### 3.4 接地电压互感器 (earthed voltage transformer)

一次绕组的一端准备直接接地的单相电压互感器, 或一次绕组的星形连接点准备直接接地的三相电压互感器。

### 3.5 计量用电压互感器 (metering voltage transformer)

仅为电能计量仪表等提供电压的电压互感器。

### 3.6 测量用电压互感器 (measuring voltage transformer)

为指示仪表、积分仪表或其他类似电器提供电压的电压互感器。

### 3.7 保护用电压互感器 (protective voltage transformer)

为继电保护、或其他类似电器提供电压的电压互感器。

### 3.8 电容式电压互感器 (capacitive voltage transformer)

一种由电容分压器和电磁单元组成的电压互感器, 其设计和相互连接使电磁单元的二次电压与加到电容分压器上的一次电压基本上成正比且相角差接近于零。

### 3.9 一次绕组 (primary winding)

施加被变换电压的绕组。

### 3.10 二次绕组 (secondary winding)

供给测量仪器、仪表、继电器或类似电器电压回路电压的绕组。

### 3.11 计量绕组 (metering winding)

专供计量仪表 (装置) 电压回路电压的绕组。

### 3.12 剩余电压绕组 (residual voltage winding)

组成三相组的单相电压互感器的一个绕组, 用以接成开口三角形, 在系统发生接地故障时产生剩余电压。

### 3.13 二次回路 (secondary circuit)

由互感器二次绕组供电的外部回路。

### 3.14 额定一次电压 $U_{pn}$ 、额定二次电压 $U_{sn}$ [rated primary (secondary) voltage]

作为电压互感器性能基准的一 (二) 次电压值。

### 3.15 额定电压比 $K_{vn}$ (rated transformation ratio)

额定一次电压与额定二次电压之比值。

### 3.16 实际电压比 $K_v$ (actual transformation ratio)

实际一次电压与实际二次电压之比值。

### 3.17 电压误差 (比值差) $\varepsilon_v$ [voltage error (ratio error)]

电压互感器在测量电压时所出现的数值误差。它是由于实际电压比不等于额定电压比而造成的。

电压误差的百分数用下式表示

$$\varepsilon_v \% = \frac{K_{vn} U_s - U_p}{U_p} \times 100\%$$

式中  $U_p$ ——实际一次电压, V;

$U_s$ ——在测量条件下, 施加  $U_p$  时的实际二次电压, V;

其他符号含义同前。

### 3.18 相位差 $\Delta \phi$ (phase displacement)

电压互感器一次电压相量与二次电压相量的相位差。相量方向是以理想互感器中的相位差为零来决定。规定二次电压相量超前一次电压相量时的相位差为正值。通常用分或厘弧表示。

本定义仅在正弦波时正确。

### 3.19 准确级 (accuracy class)

对互感器所给定的误差等级。互感器在规定的使用条件下的误差应在规定的限度内。

对测量或计量用电压互感器, 准确级用在额定电压下所规定的最大允许电压误差百分数标称, 如0.2、0.5等。

对保护用电压互感器, 准确级用给定电压范围内最大允许电压误差百分数, 并在其后标以“P”标称, 如3P、6P等。

### 3.20 负荷 (burden)

电压互感器二次回路的导纳, 用西门子和功率因数 (滞后或超前)表示。

负荷通常以在规定的功率因数和额定二次电压下的视在功率伏安值表征。

### 3.21 额定负荷 (rated burden)

确定互感器准确级所依据的负荷值。

### 3.22 额定输出 $P_n$ (rated output)

在额定二次电压及接有额定负荷的条件下, 互感器所供给二次回路的视在功率值 (以伏安表示)。

### 3.23 热极限输出 $P_m$ (thermal limiting output)

额定一次电压下, 温升不超过规定限值时, 二次绕组所能供给的以额定电压为基准的视在功率值。

在热极限输出状态下, 误差限值可能超过。

有多个二次绕组时, 各绕组的热极限输出值应分别标出。

一般情况下, 不允许二个或更多的二次绕组同时供给热极限输出, 除非制造厂和用户协商同意。

### 3.24 设备最高电压 $U_m$ (maximum voltage of equipment)

设备允许长期运行的最高相间电压方均根值。互感器的绝缘设计以此为依据。

### 3.25 额定绝缘水平 (rated insulation level)

设备绝缘能够耐受工频电压和冲击电压的强度, 用一组额定耐受电压值表示。

当额定电压在330kV以下时, 为额定短时工频耐受电压值 (方均根值) 和额定雷电冲击耐受电压值 (峰值); 当额定电压在330kV及以上时, 为额定操作冲击耐受电压值 (峰值) 和额定雷电冲击耐受电压值。

### 3.26 接地系数 $K_e$ (earthing factor)

在一定的系统结构下, 三相系统中某一选定点 (通常为设备安装点)发生一相或多相对地故障时, 非故障相对地最大工频电压方均根值与该选定点故障排除后的工频线电压方均根值的比值, 用百分数表示。

### 3.27 中性点接地系统 (earthed neutral system)

指系统中性点直接接地或经低值电阻或电抗器接地的系统。其电阻或电抗应小到能抑制暂态振荡, 且又能给出足够的电流供选择接地故障保护用。中性点接地系统可分为有效接地系统和非有效接地系统。有效接地系统的接地系数不超过80%; 系统零序电抗与正序电抗之比为正值且不大于3; 零序电阻与正序电抗之比为正值且不大于1。非有效接地系统的接地系数超过80%。

### 3.28 中性点绝缘系统 (isolated neutral system)

除通过具有高阻抗的指示、测量仪表或保护装置接地外, 无任何其他旨在接地连接的系统。

### 3.29 共振接地系统 (resonant earthed system)

经电抗器接地的系统。在单相接地故障中, 其电抗值应使通过该电抗器的工频感性电流与接地故障电流的容性分量相抵消。

注: 在共振系统中, 其故障电流值被限制到能使空气中的故障电弧自行熄灭。

### 3.30 实际正弦波 (actual sine wave)

实际波形在任一点与正弦波形相差不超过峰值的5%的近似正弦波。

### 3.31 暴露安装 (exposed installation)

设备会遭受大气过电压的一种安装方式, 这种安装方式通常是设备直接或经一段短电缆接到架空输电线上。

### 3.32 非暴露安装 (non-exposed installation)

设备不会遭受大气过电压的一种安装方式, 这种安装方式通常是设备接到地下电缆网络上。

### 3.33 额定电压因数 $F_{vn}$ (rated voltage factor)

在规定时间内仍能满足热性能和准确级要求的最高一次电压与额定一次电压之比的规定值。

**3.34 额定电容 $C_N$  (rated capacitance)**

电容器设计所规定的电容值。

注：该定义适用于：

- a) 单元的端子间的电容；
- b) 电容器的高电压端子和低电压端子之间的电容；
- c) 电容分压器的合成电容 $C_1 C_2 / (C_1 + C_2)$ 。

**3.35 分压器 (divider)**

由电阻器、电容器或电感器组成的一种装置，可以在这个装置的两个端子之间得到一个和待测电压成比例的电压。

**3.36 电容分压器 (capacity divider)**

仅由电容器组成的一种分压器。

**3.37 高电压 (或线路)端子 [high voltage (or line) terminal]**

用来连接到电力线路或母线上的端子。

**3.38 低电压端子 (low voltage terminal)**

用来连接到载波耦合装置上或接地的端子。

**3.39 接地端子 (earthed terminal)**

用来和地相连接的端子。

**3.40 中间电压端子 intermediate voltage terminal**

用来连接到中间电压回路 (例如电磁单元) 上的端子。该端子即可从分压器上按比例抽取电压。

**3.41 一次端子 (primary terminal)**

高电压端子和接地端子组合的总称。

**3.42 高电压电容器 $C_1$  (high voltage capacitor)**

电容分压器中，接于高电压端子与中间电压端子之间的电容器。

**3.43 中间电压电容器 $C_2$  (intermediate voltage capacitor)**

电容分压器中，接于中间电压端子和低电压 (或接地)端子之间的电容器。

**3.44 高频电容 (high frequency capacitance)**

在高频范围内的给定频率下的电容值。该电容值取决于电容器的固有电容和自感。

**3.45 杂散电容 (stray capacitance)**

由结构布置而引进的不希望有的那些电容。

**3.46 低电压端子杂散电容 (stray capacitance of low voltage terminal)**

低电压端子和接地端子之间的电容。

**3.47 等值串联电阻 (equivalent series resistance)**

一个假定的电阻，如果将其串联到一个与所研究的电容器有相等电容的理想电容器上，则在高频范围内的给定频率下，该电阻上消耗的功率等于所研究电容器的有功损耗。

**3.48 低电压端子杂散电导 (stray conductance of low voltage terminal)**

低电压端子和接地端子之间的电导。

**3.49 电磁单元 (electromagnetic unit)**

一种接在电容分压器的中间电压端子和接地端子之间以电磁感应方式将中间电压转换为二次电压的电容式电压互感器的部件。

注：电磁单元主要是由一台降压变压器和一只电抗器所组成，在额定频率下，电抗器的电抗值加上变压器的阻抗值大致等于电容分压器的二部分并联电容值 ( $C_1 // C_2$ ) 的容抗值。

**3.50 中间电压 (intermediate voltage)**

当一次电压施加到分压器的一次电压端子上时，电容分压器的中间电压端子到地之间的电压。

**3.51 分压比 (voltage division ratio)**

一次电压端子之间的一次电压与开路中间电压之比值，这个比值等于高电压电容器的电容值 ( $C_1$ ) 和中间电压电容器的电容值 ( $C_2$ ) 之和除以高电压电容器的电容之值，即  $(C_1 + C_2)/C_1$ 。

注：其中 $C_1$ 和 $C_2$ 中包括杂散电容。杂散电容器通常是可以短路的。

3.52 额定分压比 (rated voltage division ratio)

当高电压电容器和中间电压电容器均具有额定值时的分压比。

3.53 额定开路中间电压 (rated open-circuit intermediate voltage)

当分压器的高电压电容器和中间电压电容器均具有额定电容值并且施加于一个电压端子之间的电压为额定值时的开路中间电压。

3.54 参考频率范围 (reference frequency range)

电容式电压互感器符合有关准确等级要求的一个频率范围。

3.55 参考温度范围 (reference temperature range)

电容式电压互感器符合有关准确等级要求的环境温度的范围。

3.56 环境温度 (ambient temperature)

准备安装互感器的地点的空气温度 (以气象资料为准)。

3.57 温度类别 (temperature type)

用互感器可以投入运行的最低环境温度 (下限温度) 和互感器能连续运行的最高环境温度 (上限温度) 表示的环境温度的种类。

3.58 电容温度系数 ( $d_c$ ) (capacitor temperature coefficient)

温度每变化1K时电容变化量与基准电容 (20℃下测得的电容值) 的比值。

3.59 电容式电压互感器的保护装置 (protective device of capacitive voltage transformer)

组合在电容式电压互感器中的一种用来限制其中一个或几个部件上可能出现的过电压，特别是用以限制由于铁磁谐振引起过电压的装置。

3.60 载波耦合装置 (carrier coupling device)

和耦合电容器一起，能够在指定的条件下使载波频率信号在电力线路和载波设备之间传递的装置。

3.61 使用期限 (useful life)

产品按照制造厂提供的贮存、安装、运行与维护技术文件要求使用，包括进行必要的外部检修，自出厂之日起，能满足正常使用的时间。

4 使用条件

4.1 环境温度：

最高	40℃
日平均不超过	35℃
最低	户内－15℃ 户外－25℃、－40℃

4.2 环境温度上限标志及温度类别：对电容式电压互感器，可用表1字母代号标志环境温度上限。

表1 环境温度上限

字母代号	最高环境空气温度 ℃		
	最 高	平 均 最 高	
		24h	1年
A	40	30	20
B	45	35	25
C	50	40	30
D	55	45	35

根据互感器所能适应的环境温度范围分为若干温度类别。每一温度类别均以一斜线隔开的下限温度值和上限温度字母代号表示。例如：－40/A或－25/B。

任何下限温度和上限温度均可组成一种标准的温度类别。推荐的标准温度类别为：－40/A，－25/B和－5/C。

注：户内电压互感器允许在－25℃环境下储运。

4.3 海拔高度：

- 普通型1000m及以下地区
- 高海拔型1000m～3000m地区
- 3000m以上地区

4.4 风速：户外产品 不大于35m/s

4.5 环境湿度：

- 月平均相对湿度不大于90%；
- 日平均相对湿度不大于95%。

4.6 耐受地震能力：

- 地震烈度 8度、9度
- 水平加速度 0.15g、0.30g

注： g为地心引力加速度。

4.7 大气中无严重污秽。产品应考虑凝露和温度骤变等的影响。户内产品还应考虑防尘和防止异物进入。户外产品还应考虑雨和日照的影响。

4.8 当上述环境条件不能满足使用要求时，由用户与制造厂协商解决。

4.9 系统接地方式：

- a) 中性点绝缘系统。
- b) 共振接地系统。
- c) 中性点接地系统：  
——中性点有效接地系统；  
——中性点非有效接地系统。

5 基本分类

电压互感器的基本分类如表2所示。

表2 电 压 互 感 器 分 类

安装地点	户内式、户外式
接线方式	单相式、三相式、V型接线式、接地式、不接地式
用 途	计量用、测量用、保护用
电压变换原理	电磁式、电容式
结构型式	串级式、单级式
绝缘介质种类	油纸、气体、固体、其他

6 额定参数

电压互感器的额定参数如下：

- 额定电压及设备最高电压（对进、出口产品的额定电压以设备最高电压表示）
- 绝缘要求
- 额定频率
- 额定输出
- 准确级及误差限值
- 额定电压因数
- 额定功率因数

温升限值  
短路承受能力  
对于电容式电压互感器还有：  
额定电容  
铁磁谐振  
瞬变响应  
电容分压器  
耦合装置等的要求

6.1 额定电压及设备最高电压标准值

额定电压及设备最高电压标准值见表3、表4。

表3 电压互感器额定电压数值 kV

设备最高电压 $U_m$	0.415	0.72	1.2	3.6	7.2	12	24	40.5	72.5
互感器额定一次电压 $U_{1n}$	0.38	0.6	1, $1/\sqrt{3}$	3, $3/\sqrt{3}$	6, $6/\sqrt{3}$	10, $10/\sqrt{3}$	20, $20/\sqrt{3}$	35, $35/\sqrt{3}$	66, $66/\sqrt{3}$
互感器额定二次电压 $U_{2n}$	0.1	0.1	0.1, $0.1/\sqrt{3}$	0.1, $0.1/\sqrt{3}$	0.1, $0.1/\sqrt{3}$	0.1, $0.1/\sqrt{3}$	0.1, $0.1/\sqrt{3}$	0.1, $0.1/\sqrt{3}$	0.1, $0.1/\sqrt{3}$
剩余电压绕组 额定电压 $U_{dn}$			0.1/3	0.1/3	0.1/3	0.1/3	0.1/3	0.1/3	0.1/3

表4 电压互感器的额定绝缘水平和耐受电压 kV

额定电压 (方均根值)	设备最高电压 (方均根值)	1min工频耐受电压 <sup>1)</sup> (干式和湿试) (方均根值)	雷电冲击 耐受电压 <sup>2)</sup> (峰值)	操作冲击 耐受电压 (峰值)	截断雷电冲 击耐受电压 (峰值)
0.38	0.415	3			
0.6	0.72	3			
1.0	1.2	6			
3	3.6	25/18	40		45
6	7.2	30/23, (20)	60, (40)		65
10	12	42/30, (28)	75, (60)		85
15	18	55/40	105		115
20	24	65/50, (50)	125, (95)		140
35	40.5	95/80	200/185		220
66	72.5	140	325		360
		160	350		385
110	126	200/185	480/450		530
			550		

220	252	360	850		950
		395	950		1050
330	363	460		850	1175
		510	1175	950	1300
500	550	630		1050	1550
		680	1550	1175	1675
		740	1675	1175	1675
注 括号内的数据适用于直接接地系统。					
1) 斜线上的数据为设备外绝缘干状态之耐受电压。					
2) 斜线上的数据仅用于设备的内绝缘。					

### 6.1.1 额定一次电压

对三相互感器和用于三相系统相间连接的单相电压互感器，其额定一次电压应为表3中额定电压数据。对于接在三相系统相与地间的单相电压互感器。其额定一次电压应为额定电压的 $1/\sqrt{3}$ 。

### 6.1.2 额定二次电压

对三相互感器和用于三相系统相间连接的单相电压互感器，其额定二次电压为100V。对于接在三相系统相与地间的单相电压互感器，其额定二次电压为 $100V/\sqrt{3}$ 。

### 6.1.3 剩余电压绕组的额定电压

剩余电压绕组的额定电压与系统接地方式有关，对于中性点有效接地系统的接地互感器，其标准值为100V；对中性点非有效接地系统的接地互感器，其标准值为 $100V/\sqrt{3}$ 。

电压互感器的额定一次电压、额定二次电压和剩余电压绕组额定电压如表3所示。

## 6.2 绝缘要求

**6.2.1 额定绝缘水平：**一次绕组的额定绝缘水平和耐受电压应按GB311.1或表4选取。

**6.2.2 接地式互感器一次绕组接地端绝缘要求：**当额定电压为35kV以下的接地式互感器的一次绕组接地端与箱壳、夹件等绝缘时，其对地的短时工频耐受电压为3kV；对额定电压为35kV及以上的互感器，则为5kV。

**6.2.3 二次绕组绝缘要求：**二次绕组（包括剩余电压绕组）之间及对地的短时工频耐受电压为3kV。

**6.2.4 段间绝缘要求：**当二次绕组分成两段或多段时，段间绝缘应能承受额定工频耐受电压3kV。

**6.2.5 电容式电压互感器中的电容分压器的绝缘水平**应满足GB/T4705的要求。

**6.2.6 电容式互感器的中间电压回路的绝缘应能承受的电压 $U_{2t}$  (V)**

$$U_{2t} = U_{1t} \times \frac{C_1}{C_1 + C_2} \times K \quad (1)$$

式中  $U_{1t}$ ——一次端子间的试验电压，V；

$C_1$ 、 $C_2$ ——分别为电容分压器的高电压电容和中间电压电容，pF；

$K$ ——电压分布不均匀系数，在没有制造厂和用户的协议时，可取1.05。

**6.2.7 电容式电压互感器电抗器绕组的端子之间的绝缘水平，**应与在二次侧短路和开断等过程中的电抗器上可能出现的最大过电压水平相适应，具体数值由制造厂规定，如果电抗器处于中间电压下，其对地绝缘应符合6.2.6的要求。如果电抗器处于接地端，则其接地端子的对地绝缘应能承受工频耐受电压3kV。

**6.2.8 电容式电压互感器中间电压变压器的一次绕组的接地端子，二次绕组的端子，以及二次回路中的一切附件对地及其相互之间的绝缘**应能承受工频耐受电压3kV。如果中间电压绕组通过电抗器的绕组接地，则其低电压端子的绝缘应能承受与电抗器的绝缘水平相适应的试验电压。

### 6.2.9 污秽和爬电距离：

#### 6.2.9.1 户外电压互感器

对带有易受污秽的户外瓷绝缘子电压互感器，在给定污秽等级下、在绝缘子表面上测取的最小爬电比

距应满足表5要求。

表5 户外电压互感器不同污秽等级下的爬电比距

污秽等级	相对地之间最小爬电比距标称值 (设备最高电压) mm/kV	爬电距离
I，轻	16	≤3.5
II，中	20	
III，重	25	≤4.0
IV，特重	31	
<div>注</div> <div>1 在极轻的污秽地区，根据运行经验，标称爬电比距可低于16mm/kV，但最低值为12mm/kV。</div> <div>2 在特别严重的污秽条件下，可选用大于31mm/kV的爬电比距，但在某些条件下，还应考虑冲刷的可能性。</div>		

6.2.9.2 户内电压互感器

户内电压互感器外绝缘的污秽等级分为3级：0、I 和 II。0级适用于通常不出现凝露并无明显污秽的场所，不需进行凝露及人工污秽试验；I 级适用于凝露及轻度污秽的场所；II 级适用于凝露及严重污秽的场所。

0～II 级污秽等级相应的最小标称爬电比距按表6规定；户内 (6～35) kV电压互感器的人工污秽耐受值按表7规定。

表6 户内电压互感器不同污秽等级的爬电比距 mm/kV

户内电压互感器外绝缘污秽等级	最小爬电比距标称值 (设备最高电压)	
	瓷质材料	有机材料
0	12	14
I	14	16
II	18	20

6.2.11 海拔对外绝缘的影响。对海拔超过1000m的地区，为保证电压互感器外绝缘有足够的耐受电压值，应加大弧闪距离。一般情况下，应按其工作点海拔高出1000m后，每增高100m，弧闪距离上的额定耐受电压值增加1%。

表7 不同污秽等级下的人工污秽耐受值

污秽等级	人工污秽耐受值 (固体层法)			
	污层电导率 μS		等值盐密 mg/cm <sup>2</sup>	
	范 围	参考值	范 围	参考值
I	5～10	7	0.010～0.020	0.015
II	12～16	14	0.020～0.040	0.030

6.2.12 电容和介质损耗因数。对于设备最高电压 $U_m \geq 40.5\text{kV}$ 的油浸式电压互感器一次绕组的绝缘，其电容和介质损耗因数取决于互感器的绝缘设计，且和电压、温度因素有关。在正常环境温度、额定频率和测量电压为 $10\text{kV} \sim U_m / \sqrt{3}\text{kV}$ 的条件下，各种绝缘结构的电压互感器的介质损耗因数不得超过表8规定的数值。

表8  $U_m \geq 40.5\text{kV}$ 电压等级下的介质损耗因数规定值

产 品 类 型	结 构 型 式	测量电压 kV	介质损耗因数 $\tan\delta$	备 注
电磁式	不接地互感器	$U_m/\sqrt{3}$	$\leq 0.005$	
	串级式互感器	10	$\leq 0.02$	
	支 架	10	$\leq 0.05$	
电容式	电容分压器	$(0.9\sim 1.1) U_N$	$\leq 0.0015$	
注：电容分压器介质损耗因数是在20℃及以下，用能排除由于谐波和测量电路内的附件所引起的误差的测量，测量准确度应不低于20%。				

**6.2.13 局部放电水平。**对于设备最高电压为7.2kV及以上的电磁式电压互感器，其局部放电水平应不超过表9的规定数值。

表9 允许的局部放电水平

系统接地方式	局放测量电压 kV	局部放电允许水平 (视在放电量) pC	
		绝 缘 类 型	
		液体浸渍	固 体
中性点绝缘系统 或非有效接地系统	$1.2U_m$	10	50
	$1.2U_m/\sqrt{3}$	5	20
中性点有效接地系统	$U_m$	10	50
	$1.2U_m/\sqrt{3}$	5	20
注 1 若中性点接地方式没有明确，则局部放电水平可按中性点绝缘或非有效接地系统考虑。 2 局部放电的允许值，对于非额定频率也是适用的。 3 表中两组允许值由制造厂按对应的测量电压任选其一。			

**6.2.14 绝缘油介质主要性能要求。**当电压互感器的绝缘介质采用变压器油时，其主要性能应满足表10规定的要求。

表10 变压器油主要性能要求

项 目	设备电压等级 kV	质 量 指 标	试 验 方 法
击穿电压 kV	<15	$\geq 30$	按GB/T507和DL/T429.9进行试验
	15~35	$\geq 35$	
	66~220	$\geq 40$	
	300	$\geq 50$	
	500	$\geq 60$	
介质损耗因数% (90℃)	$\leq 330$	$\leq 1$	按GB5654进行试验
	500	$\leq 0.7$	
含水量 mg/L	63~110	$\leq 20$	按GB7600或GB7601进行试验
	220~330	$\leq 15$	
	500	$\leq 10$	
油中含气量%	300	$\leq 1$	按DL/T423或DL/T450进行试验

(体积分数)	500		
注：电容式电压互感器的电磁单元用变压器油按20～35kV设备电压等级要求。			

6.2.15 气体介质主要性能要求。当电压互感器的绝缘介质采用SF<sub>6</sub>气体介质时，其产品性能要求如下：

- a) 20℃下SF<sub>6</sub>气体微量水含量不超过250×10<sup>-6</sup>（体积分数）；
- b) SF<sub>6</sub>气体的空气含量不超过0.05%（质量分数）。

6.3 额定频率  
额定频率为50Hz。

6.4 输出

6.4.1 额定输出

额定输出的标准值应在下列数值中选取：  
10、15、25、30、50、75、100、150、200、250、300、400、500VA。

注：对于一台互感器，如果它的一个额定输出是标准值，并符合一个标准准确级，则在规定其余额定输出时，可为非标准值，但要求其符合另一标准准确级。

6.4.2 负荷额定功率因数

负荷额定功率因数应从下列数值中选取：  
0.3、0.5、0.8 滞后)。  
订货时如不作规定，则负荷功率因数为标准值0.8 滞后)。

6.4.3 热极限输出

额定热极限输出应按15、25、50、75、100VA及其十进位倍数（功率因数1.0）选取。

6.5 准确级及误差限值

6.5.1 测量、计量用电压互感器

6.5.1.1 准确级的标称

测量、计量用电压互感器的准确级，以该准确级在额定电压下规定的最大允许电压误差的百分数标称。

6.5.1.2 标准准确级

测量、计量用电压互感器的标准准确级有：0.1、0.2、0.5、1.0、3.0。

6.5.1.3 电压误差 比值差) 和相位差限值

各标准准确级的电压误差和相位差应不超过表11所列限值。

表11 测量 (或计量) 用电压互感器电压误差和相位差限值

准 确 级	电压误差 ±%	相 位 差	
		±( ' )	± crad
0.1	0.1	5	0.15
0.2	0.2	10	0.3
0.5	0.5	20	0.6
1.0	1.0	40	1.2
3.0	3.0	不规定	

注：误差限值的条件：

- 1 频率范围，电磁式为额定频率；电容式为 (99～101) %额定频率。
- 2 电压范围，(80～120) %；负荷范围， (25～100) %；功率因数为额定值0.3，0.5或0.8 滞后)。
- 3 误差在互感器出线端子间测定，并须包括作为互感器整体一部分的熔断器或电阻器 (如果有) 内。

当具有多个分开的二次绕组时，由于它们之间有相互影响，应规定各个绕组的输出范围，每一输出范围符合标准的额定输出值，每个二次绕组应在规定的范围内符合规定的准确级，此时，其他二次绕组应带范围上限值的 (0～100) %中的任一值。为验证是否符合要求，可以只在极限值上试验。当未规定输出范

人为每一绕组的输出范围是其额定输出的 (25~100) %。如果某一绕组只有偶然的短时负荷，则其对另一绕组可以忽略。

6.5.2 保护用电压互感器

6.5.2.1 准确级的标称

所有保护用电压互感器，应给出相应的测量准确级和保护准确级。

保护用电压互感器的准确级，以该准确级在5%额定电压到额定电压因数相对应的电压范围内，最大允许电压误差的百分数标称，其后标以字母“P”(表示保护)。

6.5.2.2 标准准确级

保护用电压互感器的标准准确级为3P和6P。

6.5.2.3 电压误差和相位差限值

在规定条件下，电压互感器标准准确级相对应的电压误差和相位差限值应不超过表12的规定值。

表12 保护用电压互感器电压误差和相位差限值

类 别		电 磁 式				电 容 式			
准确级		3P		6P		3P		6P	
运行 条件	频率%	100				96~102			
	电压%	2	5~150或 5~190	2	5~150 或 5~190	2	5~150或 5~190	2	5~1 5~
	负荷%	25~100				25~100			
	功率因数	0.8 滞后)				0.8 (滞后)			
电压误差±%		6.0	3.0	12.0	6.0	6.0	3.0	12.0	6
相角差	±( ' )	240	120	480	240	240	120	480	240
	±crad	7.0	3.5	14.0	7.0	7.0	3.5	14.0	7

注

当互感器在0.05 $U_{1n}$ 的电压下和在额定电压因数乘 $U_{1n}$ 的电压下，误差限值不相等时，制造厂应和用户协定。

2 当互感器需同时满足测量与保护的准确等级时，制造厂应给出有关数据。

具有两个分开的二次绕组的互感器，由于它们之间有相互影响，用户应规定各个绕组的输出范围，每一范围的上限值应符合标准的额定输出值。每个绕组在其输出范围内须满足各自的准确级要求，此时，另一则带有其输出上限值的0~100%之间的任一负荷。为证明是否符合此要求，可以只在极限值上进行试验，规定输出范围时，即认为每一绕组的输出范围是其额定输出的25%~100%。

6.5.2.4 剩余电压绕组的准确级

剩余电压绕组的准确级为6P。

如果剩余电压绕组作为其他特殊用途时，由制造厂与用户协商选择其他标准准确级。

如果剩余电压绕组仅作为阻尼用，可不要求标出其准确级。

6.6 额定电压因数

额定电压因数与电压互感器一次绕组接法和系统接地方式有关，其标准值如表13所示。

表13 电压互感器的额定电压因数

额定电压因数	额定时间	一次绕组接法和系统接地方式
1.2	连续	任一电网，相对相

		任一电网的变压器中性点与地之间
1.2	连续	中性点有效接地系统，相对地之间
1.5	30s	
1.2	连续	带自动切除对地故障的中性点非有效接地系统，相对地之间
1.9	30s	
1.2	连续	无自动切除对地故障装置的中性点绝缘系统或共振接地系统中的相对地之间
1.9	8h	

6.7 温升限值

电压互感器一次电压为规定电压、额定频率和额定负荷 (如果有几个额定负荷时，应指最大额定负荷) 及负荷的功率因数在0.8 滞后) ~1之间的任一数值连续工作时，其各部位的温升不应超过表14所列的限值。

施加在互感器上的电压值分别按下述a) ~c) 项相应的规定。

a) 不论其额定电压因数和额定时间如何，所有电压互感器均在1.2倍额定一次电压下连续进行试验，直到温度达到稳定为止。

如果规定了热极限输出，互感器应在额定一次电压和对应其热极限输出且功率因数为1的负荷下，剩余电压绕组不接负荷时进行试验。

b) 额定电压因数为1.5或1.9，额定时间为30s的电压互感器：应在连续施加1.2倍额定电压和足够的时间下达到稳定热状态后，立即以其各自的额定电压因数施加电压，历时30s，绕组温升应不超过规定限值的10K。

这种互感器也可从冷态开始，以其各自的电压因数施加电压，历时30s，绕组温升应不超过10K，这两种方法可任选其一。

注：如果能用其他方法证明互感器在这些条件下满足要求时，则可不进行本试验。

c) 额定电压因数为1.9，额定时间为8h的互感器：应在连续加1.2倍额定电压和足够的时间下达到稳定热状态后，立即施加1.9倍额定电压，历时8h，其温升应不超过规定限值的10K。

绕组温升受其本身绝缘或包围的介质的最低绝缘等级的限制。各种绝缘等级的温升限值如表14所列。

表14 电压互感器不同部位不同绝缘材料的温升限值

序号	互感器部位	绝缘材料及耐热等级			温升限值		
					K		
				油中	SF <sub>6</sub> 中	空气中	
1	绕组	油浸式的所有绝缘耐热等级			60	—	
		油浸且全密封的所有绝缘耐热等级			65	—	
		充填沥青胶的所有绝缘耐热等级				—	
		干式(不浸油，不充胶)	绝缘耐热等级	Y	—	45	
				A	—	60	
				E	—	75	
				B	—	85	
				F	—	110	
				H	—	135	
2	不与绝缘材料(油除外) 触的金属零件	裸铜、裸铜合金、镀银			—	105	
		裸铝、裸铝合金、镀银			—	95	
3	铁芯及其他金属结构零件表面				不得超过所接触或邻近的绝缘材料		

4	油顶层	一般情况	50	—	
		油面充有惰性气体或全密封时	55	—	

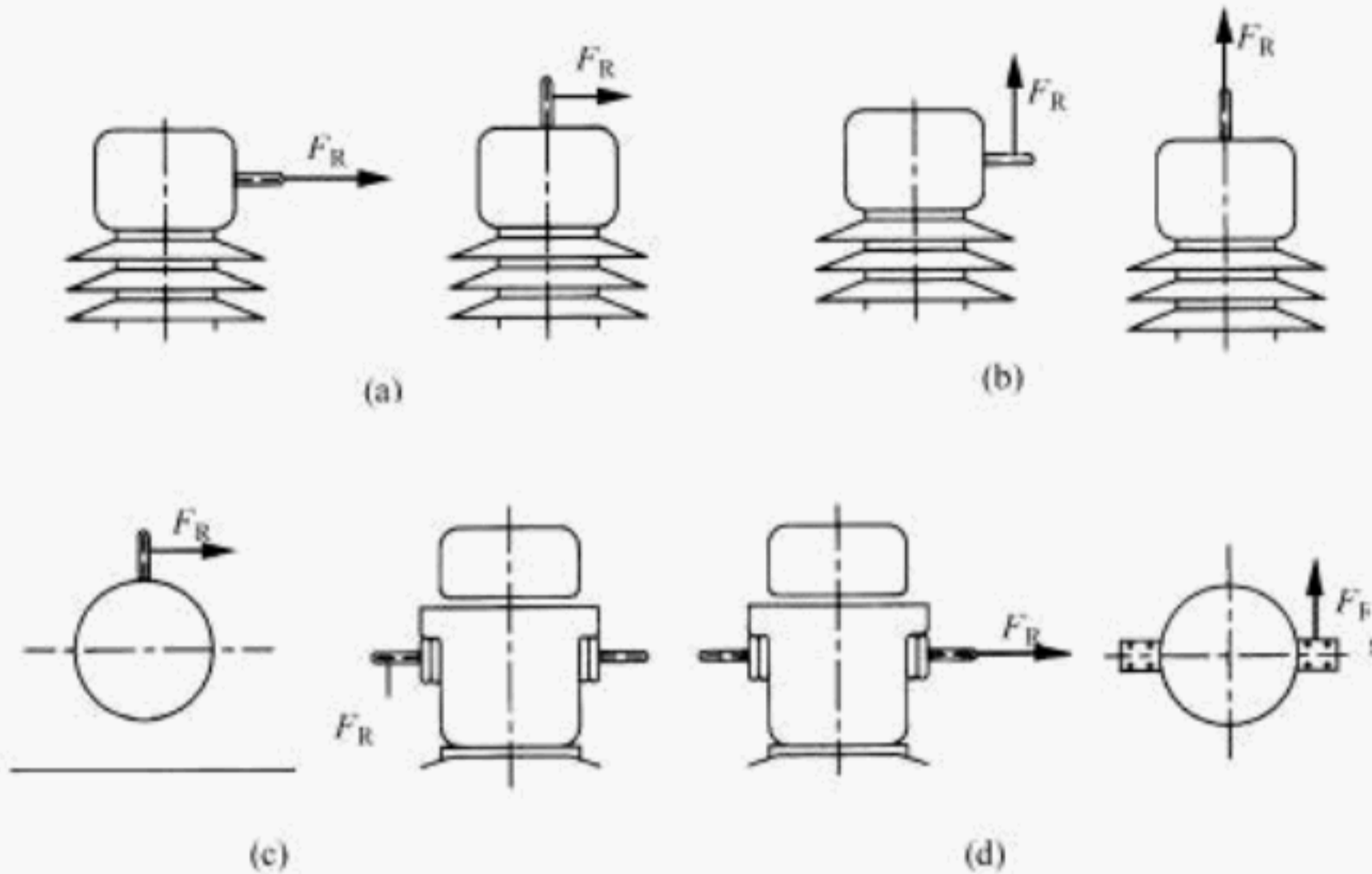
注

表中所列限值是以第4章使用环境条件为依据的。如果环境温度 (互感器周围介质温度) 高于第4.1条的数将表中的温升限值减去所超过的温度值。

如果互感器工作在海拔超出1000m的地区，而试验是在海拔低于1000m处进行时，应将表中的温升限值按海拔超出1000m后，每高出100m减去下述数值：油浸式互感器，0.4%；干式互感器，0.5%。

6.8 机械强度要求

设备最高电压72.5kV及以上电压互感器，其一次绕组端子的水平和垂直方向 (图1) 应能承受表15所规定的静态试验荷载。



(a) 电压端子，水平施加荷载； (b) 电压端子，垂直施加荷载；  
(c) 有电流通过端子，与端子垂直施加荷载； (d) 有电流通过端子，与端子水平施加荷载

注：试验荷载应加到端子的中部

图1 一次出线端子试验荷载的施加方式

6.9 短路承受能力

当互感器在额定电压励磁时，应承受1s外部短路的机械效应和热效应而无损伤。

表15 静态承受试验载荷

设备最高电压 kV	静态承受试验载荷 N		
	电压互感器		
	电压端子	通过电流的端子	
		I 类载荷	II 类载荷
72.5~100	500	1250	2500
123~170	1000	2000	3000
245~362	1250	2500	4000
≥420	1500	4000	5000

注

- 1 表中数值包含由于风和结冰而增加的荷载。
- 2 日常运行情况下，起作用的荷载总和应不超过规定的承受试验荷载的50%。

对于某些具有通过电流端子的电压互感器, 应能承受很少发生的极端动力荷载 (例如: 短路), 其大小与态试验荷载的1.4倍。

4 当互感器一次端子需要承受旋转阻力时, 试验施加力矩应由制造厂和用户协商确定。

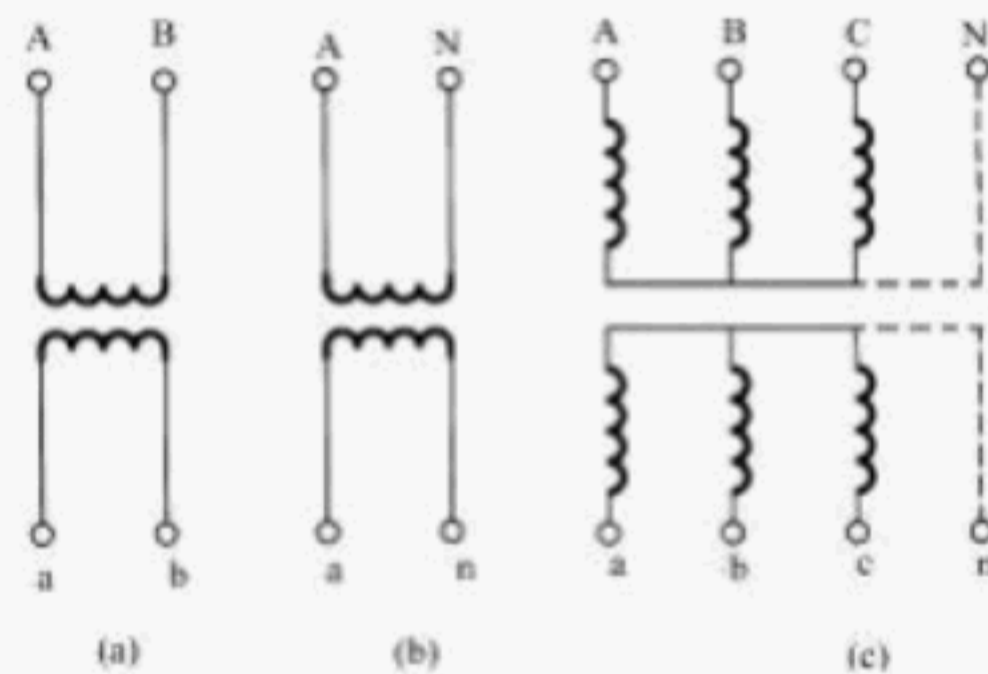
### 6.10 额定电容

电容式电压互感器的额定电容值应优先在下列数值中选取:

0.0035、0.005、0.0075、0.01、0.015、0.02 $\mu$ F。

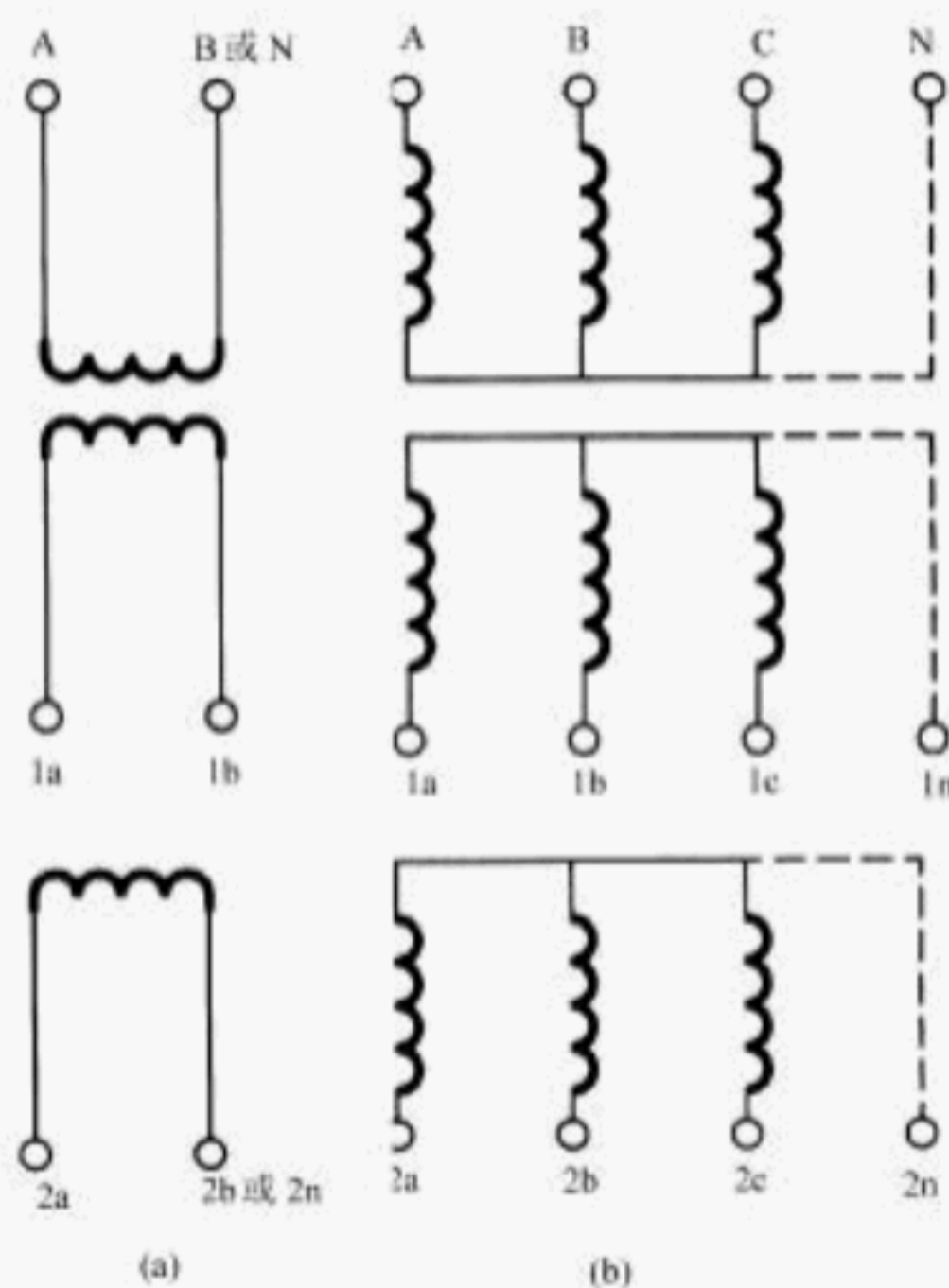
### 6.11 连接方式

电磁式电压互感器的连接方式见图2~图6所示。电容式电压互感器的连接方式见图7所示。电容式电压互感器的一次端子应分别和电力系统的线和地连接。在低电压端子与地之间应允许接入载波耦合装置。电容式电压互感器的中间电压变压器的绕组应采用标号1/1/1-12-12或1/1/1/1-12-12-12所示方式连接。



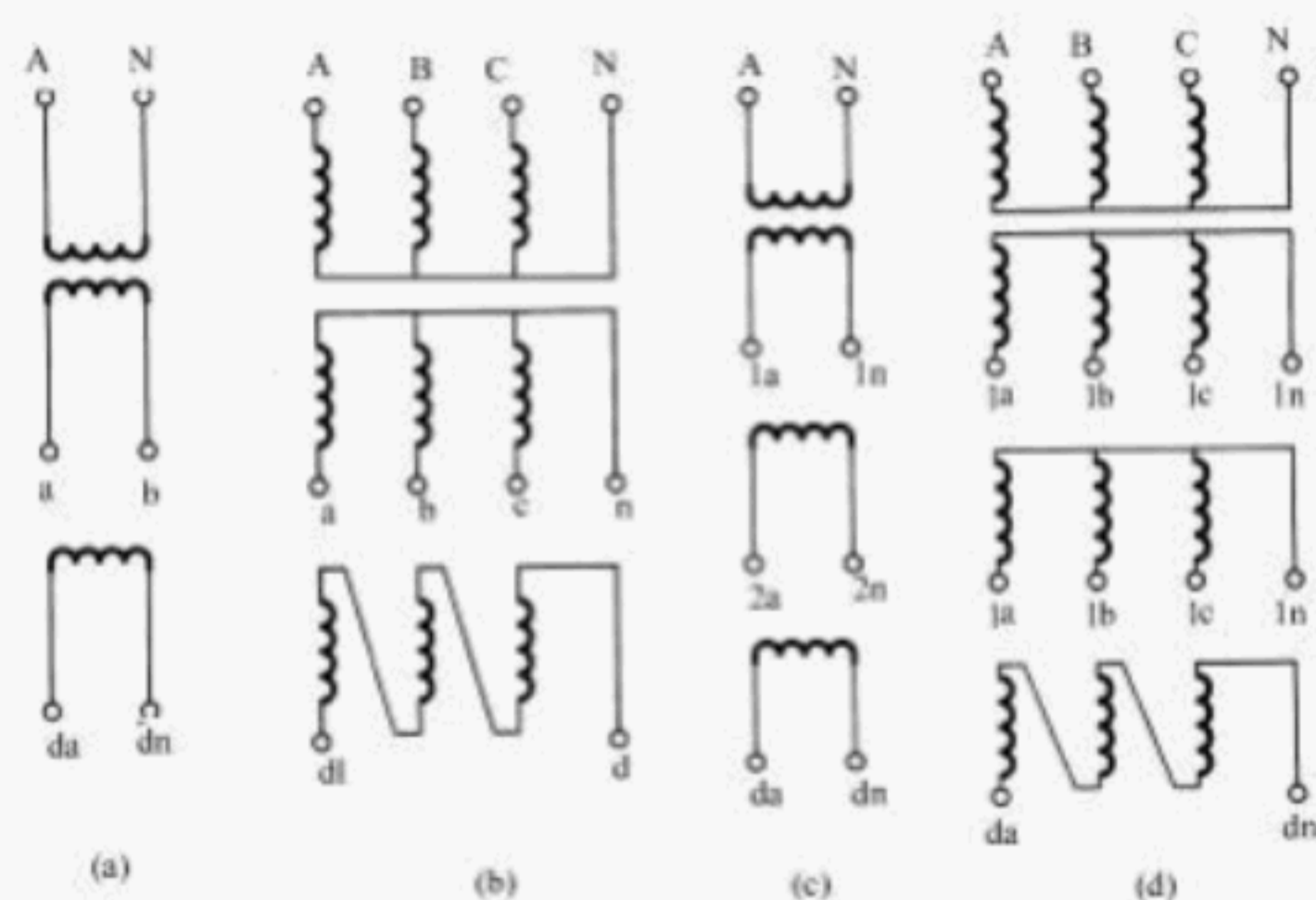
(a) 单相; (b) 单相; (c) 三相

图2 具有一个二次绕组的电压互感器



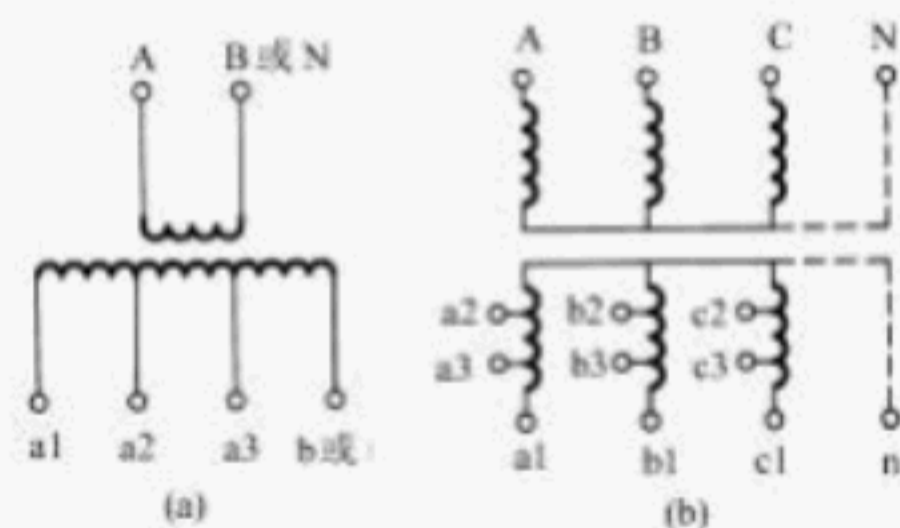
(a) 单相; (b) 三相

图3 具有二个二次绕组的电压互感器



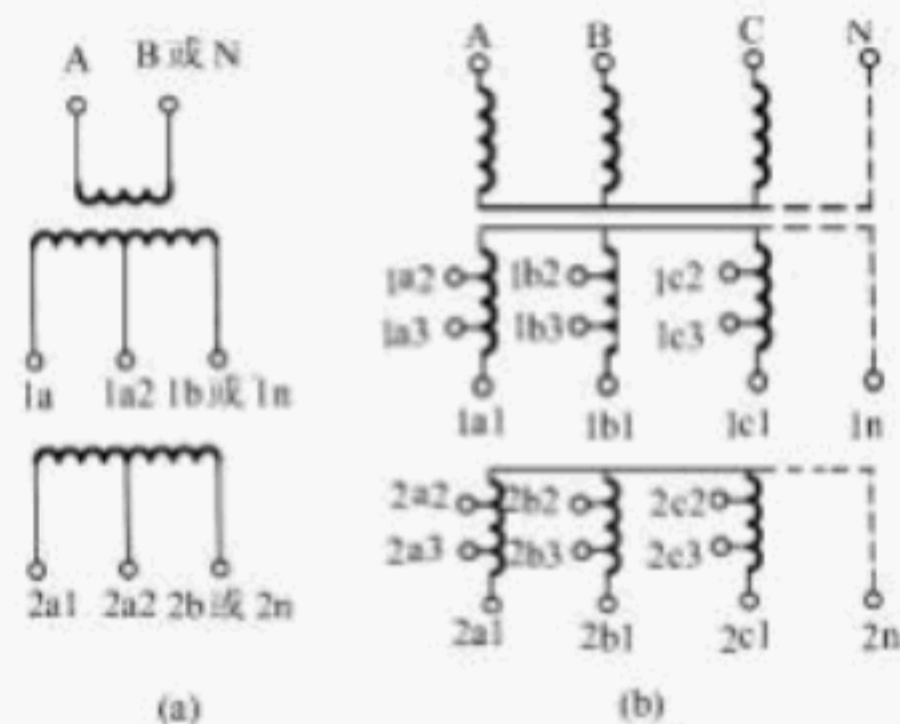
(a) 单相, 一个二次绕组; (b) 三相, 一个二次绕组;  
(c) 单相, 二个二次绕组; (d) 三相, 二个二次绕组

图4 具有剩余电压绕组的电压互感器



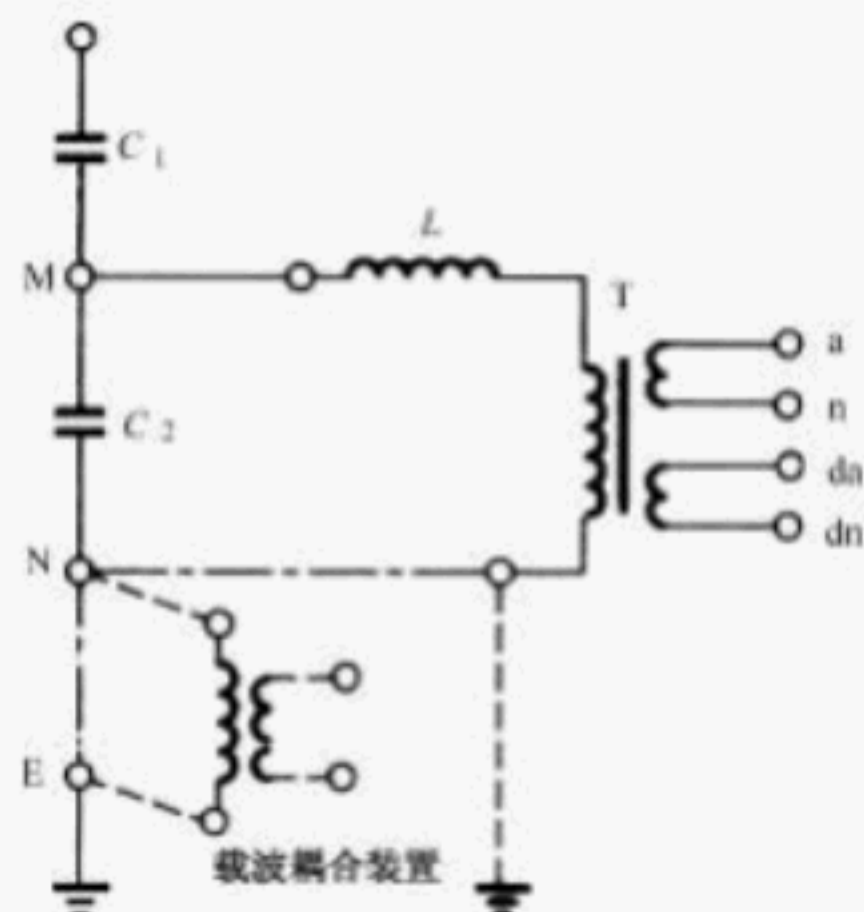
(a) 单相; (b) 三相

图5 有多抽头二次绕组的电压互感器



(a) 单相; (b) 三相

图6 有二个多抽头二次绕组的电压互感器



A—高压端子；  $C_1$ —高压电容器的电容；  $M$ —中间电压端子；  $C_2$ —中间电压电容器的电容；  $N$ —低电压端子；  $E$ —接地端子；  $L$ —电抗器的电抗；  $T$ —变压器；  $a$ 、 $n$ —二次端子；  $da$ 、 $dn$ —剩余电压绕组的端子

<![endif]> <![endif]> <![endif]> . . . .  
 按载波耦合装置

图7 电容式电压互感器的线路图

## 7 结构和选型要求

### 7.1 结构要求

#### 7.1.1 一般要求

- a) 电压互感器接线端子应由铜或铜合金制成，并有可靠的防锈镀层被复和防松措施。一次接线端子用接线板引出，二次接线端子直径不小于6mm，接线板应具有良好的防潮性能。
- b) 电压互感器接地螺栓直径应不小于8mm，接地处应有平坦的金属表面，并在其旁标有明显的接地符号“≡”。这些接地零件应采用不锈钢材料或具有可靠的防锈镀层。  
额定电压为380V的电压互感器，可采用直径6mm的接地螺栓，也可通过互感器的金属零件接地。
- c) 互感器所有暴露在大气中的金属件应有附着力好的漆层或镀层被覆，应具有良好的防腐蚀能力。
- d) 互感器的各零、部件装配应牢固无松动，位置端正，无歪扭倾斜现象。铭牌正确，字迹清晰、工整。一、二次接线端子应标志清晰。
- e) 树脂浇注式电压互感器，表面应光洁平整、色泽均匀。

#### 7.1.2 对油浸式电压互感器的要求

- a) 应具有保证绝缘油与外界空气不直接接触或完全隔离的装置，或其他防油老化的措施。
- b) 35kV及以上的电压互感器应具有油位指示装置，并应有最低允许油位的标志。
- c) 在互感器的油箱下部应装有取油样或放油用的塞子或阀门，其装设位置应能放出互感器最低处的油。
- d) 油箱应具有良好的密封性能和足够的机械强度。其技术要求由各型互感器技术条件规定。

#### 7.1.3 对六氟化硫电压互感器的要求

- a) 应具有良好的密封性能，在环境温度20℃条件下，互感器内部， $SF_6$ 为额定压力时的年漏气率应不大于1%。
- b) 66kV及以上的 $SF_6$ 电压互感器，在互感器的壳体上应配有压力释放装置、压力指示器和密封继电器。
- c)  $SF_6$ 气体的湿度和空气、含量应符合GB/T8905—1996规定。对批量提供的气体应具有质量合格证。如不具备合格证，在互感器充气前必须进行抽样复检。
- d) 互感器应配备气体取样阀门及接头。

### 7.2 对电容式电压互感器的要求

#### 7.2.1 电磁性能要求

##### a) 铁磁谐振特性要求

在电压为 $1.2U_{1N}$ 而负荷实际上为零的情况下，互感器的二次线路短路后又突然消除短路，其二次电压峰值应在额定频率的10个周波之内恢复到与短路前的正常值相差不大于10%。

在电压为 $1.5U_{1N}$  (用于星形接线有效接地系统) 或 $1.9U_{1N}$  (用于星形接线非有效接地系统) 而负荷实际上为零的情况下，互感器的二次线路短路后又突然消除短路，其铁磁谐振持续的时间应不超过2s。

##### b) 瞬变响应特性要求

互感器的二次绕组带有相当于额定值的25%~100%的负荷，高电压端子在额定电压下发生对接地端子短路后，二次输出电压应在额定频率的一个周波之内降低到短路前电压峰值的10%。

注：瞬变响应对于网络保护特性的影响是一个很复杂的问题，并且也不可能给出对每一种情况都有效的数值。对于继电器的影响不仅和过渡过程的振幅值有关系，而且也和其频率有关系。这里所给出之值可

以使普通的机械电动保护继电器对普通的线路长度和短路电流得到正确的动作。对于高速继电器（例如固态继电器）或非常短的线路，或低的短路电流，瞬变响应由用户、网络设计、保护继电器和互感器的制造厂互相协商确定。

### 7.2.2 对电容分压器的要求

互感器中的电容分压器的电容偏差、高频特性和温度特性应满足下述要求：

- a) 电容器按规定测得的电容值与其额定值之差应不超过额定值的 $-5\%\sim+10\%$ 。
- b) 电容器在温度类别范围内的任一温度以及高频范围内的任一频率下，在高压端子与低压端子之间测得的电容值相对于额定电容的偏差不得超过 $-20\%\sim+50\%$ ，且等值串联电阻不得超过 $40\Omega$ 。  
对于较低频率（如 $30\text{kHz}\sim 100\text{kHz}$ ），温度等于温度类别下限温度，或电容不超过 $0.002\mu\text{F}$ ，或 $U_m$ 大于 $420\text{kV}$ 的电容器，其等值串联电阻允许大于 $40\Omega$ ，此时，具体数值由用户与制造厂协商确定。
- c) 电容器在高频范围内的任何频率下测得的低电压端子和接地端子之间的杂散电容值不得超过 $300+0.05C_N$ （pF）（ $C_N$ 为电容器的额定电容，pF）。杂散电导应不超过 $50\mu\text{S}$ 。
- d) 电容器在温度类别下限温度和比上限温度高 $15\text{K}$ 的温度范围内测得的电容温度系数的绝对值应不大于 $5\times 10^{-4}\text{K}^{-1}$ 。
- e) 当载波耦合装置由制造厂接于互感器的电容分压器的低电压端子上时，互感器应仍能保持符合其准确等级的要求。

### 7.3 对电压互感器配置和二次绕组特性参数的基本要求

- a) 电压互感器二次绕组特性参数应满足继电保护、自动装置、测量仪表及计量装置的要求。
- b) 当电压互感器同时向继电保护、测量仪表和计量装置提供电压量时，一般应设置单独的保护、测量用绕组和单独的计量用绕组。
- c) 对于 $35\text{kV}$ 及以下电压等级的变配电所，一般要分别设置单独的保护、测量用电压互感器和单独的计量用电压互感器。

### 7.4 电压互感器二次绕组数量和准确级组合的要求

- a) 对于接于三相系统相与地间的单相电压互感器，且需要同时向保护、自动装置、测量仪表和计量装置提供电压量时，一般应具有二个二次绕组和一个剩余电压绕组。其准确级组合应为 $0.2$ 、 $0.5$ 、 $3\text{P}$ 或 $6\text{P}$ 的任意组合方式。
- b) 对于接于三相系统相间的单相电压互感器，一般应具有二个二次绕组，其准确级组合应为 $0.2$ 、 $0.5$ 、 $3\text{P}$ 和 $6\text{P}$ 的任意组合方式。
- c) 对于接于三相系统相与地间或相间的计量专用电压互感器，一般应具有准确级组合为 $0.2/0.5$ 或 $0.5/0.5$ 的二个二次绕组。
- d) 对于接于低压三相系统电压互感器，一般只需要一个二次绕组，必要时可再附加剩余绕组。

### 7.5 对测量和计量用电压互感器的要求

- a) 测量用电压互感器的准确级通常采用 $0.5$ 级；用于电能计量的计量专用电压互感器的准确级一般不低于 $0.2$ 级。
- b) 当计量专用电压互感器的负荷为感应型计量装置时，其负荷功率因数应限定在 $0.3\sim 0.5$ 范围内，其他计量装置（如电子式）的负荷功率因数应取为 $0.8$ （滞后）左右。

## 8 试验

试验分出厂试验（亦称例行试验）、型式试验和特殊试验三类。

### a) 出厂试验

每台互感器都应承受的试验。

### b) 型式试验

对每种型式互感器中的一台所进行的试验，用它验证按同一技术规范制造的互感器均应满足除出厂试验外所规定的要求。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电流互感器中选取具有代表性的产品作为试品，

并应在生产的批量中选取。型式试验至少每5年进行一次。

c) 特殊试验

一种既不同于出厂试验，也不同于型式试验的试验。它是由制造厂同用户协商确定的。

## 8.1 出厂试验项目

下列试验项目是出厂试验，其详细说明见有关条文。

### 8.1.1 电磁式电压互感器出厂试验项目

- a) 绝缘介质性能试验见8.4.1;
- b) 密封性能试验见8.4.2;
- c) 端子标志检验见8.4.3;
- d) 一次绕组接地端、绕组段间及接地端子之间的工频耐压试验见8.4.4;
- e) 一次绕组的工频耐压试验见8.4.5;
- f) 介质损耗因数测量见8.4.7;
- g) 局部放电测量见8.4.6;
- h) 励磁特性测量见8.4.8;
- i) 误差测定见8.4.12。

除了项目i) 误差测定是在c)、d)、e)及f)试验后进行外，其余试验项目的前后顺序或可能的组合均未标准化。

一次绕组的重复工频耐压试验应在规定试验电压值的80%下进行。

### 8.1.2 电容式电压互感器出厂试验项目

#### 8.1.2.1 电容分压器试验

- a) 外观检查;
- b) 电容分压器密封性试验见8.4.2;
- c) 电容值测量见8.4.7;
- d) 短时工频耐压试验见8.4.5;
- e) 电容分压比测量见8.4.7;
- f) 介质损耗因数测量见8.4.7;
- g) 局部放电测量见8.4.6。

除了项目e)、f)及g)在d)试验后进行，项目c)在d)试验前进行外，其余试验项目的前后顺序或可能的组合均未标准化。

#### 8.1.2.2 电磁单元试验

- a) 外观检查;
- b) 密封性试验见8.4.2;
- c) 连接载波装置保护间隙的工频放电试验见8.4.9;
- d) 补偿电抗器感应耐压试验见8.4.5;
- e) 补偿电抗器端子短时工频耐压试验见8.4.5;
- f) 互感器励磁特性测量见8.4.8;
- g) 互感器感应耐压试验见8.4.5;
- h) 绝缘油性能试验见8.4.1;
- i) 限压器性能试验 (如果有) 见8.4.10;
- j) 阻尼器的短时工频耐压试验见8.4.11。

#### 8.1.2.3 整体试验

- a) 外观检查;
- b) 出线端子标志检查见8.4.3;
- c) 电容分压器低压端工频耐压试验见8.4.13;
- d) 误差测定见8.4.12。

## 8.2 型式试验项目

下列试验项目是型式试验, 其详细说明见有关条文。

### 8.2.1 电磁式电压互感器型式试验项目

- a) 温升试验见8.5.1;
- b) 一次绕组冲击耐压试验见8.5.2和8.6.1;
- c) 短路承受能力试验见8.5.3;
- d) 户外式互感器的湿试验见8.5.4;
- e) 励磁特性测量见8.4.8;
- f) 误差测定见8.4.12;
- g) 爬电比距及弧闪距离测量见8.5.5。

除另有规定外, 所有绝缘型式试验项目应在同一台互感器上进行。

互感器在经受规定的绝缘型式试验项目之后, 应经受8.1.1所规定的全部出厂试验。

### 8.2.2 电容式电压互感器型式试验项目

#### 8.2.2.1 电容分压器部分

- a) 短时工频耐压试验 (湿试) 见8.5.4;
- b) 操作冲击耐压试验 ( $U_m \geq 300\text{kV}$ ) (湿试) 见8.5.4;
- c) 雷电冲击试验见8.5.6;
- d) 放电试验见8.5.7;
- e) 局部放电测量见8.4.6;
- f) 高频电容及等值串联电阻测量见8.5.8;
- g) 温度系数测量见8.5.9;
- h) 机械强度试验见8.5.10;
- i) 爬电比距及弧闪距离测量见8.5.5。

#### 8.2.2.2 电磁单元

- a) 温升试验见8.5.1;
- b) 雷电冲击见8.5.2;
- c) 工频耐压 (湿试) (仅对中压经外瓷套引入产品) 见8.4.5。

#### 8.2.2.3 整体试验

- a) 雷电冲击见8.5.2;
- b) 操作冲击 ( $U_m \geq 300\text{kV}$ ) 见8.5.2;
- c) 铁磁谐振见8.5.11;
- d) 短路承受能力试验见8.5.3;
- e) 瞬变响应8.5.12;
- f) 误差测定见8.4.12;
- g) 低压端子杂散电容及电导测量见8.5.13。

项目a) 试验可以将电容分压器和电磁单元分开分别进行。

项目b) 试验可以将电容分压器和电磁单元分开来, 对电容分压器用操作冲击电压进行试验, 而对电磁单元则用工频电压来试验。

### 8.3 特殊试验项目

下述试验应由制造厂与用户商定之后进行。

#### 8.3.1 电磁式电压互感器特殊试验项目

- a) 户内式互感器的凝露试验见8.6.1;
- b) 户内式互感器的污秽试验见8.6.2;
- c) 无线电干扰试验见8.6.3;
- d) 机械强度试验见8.5.12;
- e) 耐震试验见8.6.4。

#### 8.3.2 电容式电压互感器特殊试验项目

- a) 耐震试验见8.6.4;
- b) 无线电干扰试验见8.6.3。

#### 8.4 出厂试验方法

出厂试验与型式试验相重部分, 一般在出厂试验范围内说明。

##### 8.4.1 绝缘介质性能试验

###### 8.4.1.1 绝缘油性能试验

互感器用绝缘油的每个试验项目应按表10的试验方法进行。

电容器用绝缘油应符合相应标准的要求, 一般情况仅检验产品密封前的注入油样。

###### 8.4.1.2 绝缘气体SF<sub>6</sub>性能试验

绝缘用气体SF<sub>6</sub>微量水的测量应符合GB5832.1的要求。

##### 8.4.2 密封性能试验

###### 8.4.2.1 油浸式电压互感器的密封性能试验按JB/T5357进行。

###### 8.4.2.2 耦合电容器的密封性能试验按GB/T4705进行。

###### 8.4.2.3 SF<sub>6</sub>气体式电压互感器的密封性能试验按GB/T11023进行。

##### 8.4.3 端子标志检验

对端子标志的正确性应进行验证。

对于电容式电压互感器, 铭牌标志应标出原理电路图。其中包括电容分压器的高压电容值、中压电容值、额定分压比、实测分压比、放电间隙或避雷器以及阻尼电阻等元件的基本参数。为了方便出厂试验和检修需要, 而将阻尼器连接端分开的产品, 根据阻尼器应接入的二次绕组要求, 接线端子的标志可采用af或df, 并可通过增加下标1、2来区分各阻尼器接线端子。

##### 8.4.4 一次绕组接地端、二次绕组及接地端子之间的工频耐压试验

试验应满足6.2.2、6.2.3的要求。

##### 8.4.5 一次绕组的工频耐压试验 (含电容式电压互感器的电容分压器和电磁单元部分)

###### 8.4.5.1 概述

工频耐压试验按6.2.1要求进行。

工频耐压试验包括外施工频耐压试验和感应耐压试验。

外施工频耐压试验, 持续时间应为1min。

感应耐压试验, 试验电压频率可以比额定频率高, 以免铁芯饱和, 持续时间应为1min。若试验频率超过2倍额定频率时, 其试验时间可小于1min, 并按下式计算, 但最少为15s。

$$\text{试验时间} = \frac{2\text{倍的额定频率}}{\text{试验频率}} \times 60\text{s} \quad t = \frac{f_{2n}}{f_t} \times 60 \quad (2)$$

式中  $t$ ——试验时间, s;  
 $f_2$ ——2倍的额定频率, Hz;  
 $f_t$ ——试验频率, Hz;  
 60——计算系数。

由于干扰或所用线路的测量灵敏度的缘故, 试验时最小可测定值, 一般应低于规定的允许值的一半。

对于设备最高电压为40.5kV及以下的有机固体绝缘互感器, 批量生产中, 局部放电测量允许抽样进行。但其短时工频耐受电压的额定时间应由1min延长至5min。

###### 8.4.5.2 $U_m < 300\text{kV}$ 的绕组

- a) 不接地电压互感器  
——外施工频耐压试验

试验电压按6.2.1规定的额定短时工频耐压值。

试验电压施加到所有连在一起的一次绕组诸端子与地之间, 历时1min。座架、箱壳 (如果有)、铁芯 (如果要求接地) 和二次绕组的全部端子等均应连在一起接地。

- 感应耐压试验

试验电压按6.2.1规定的短时工频耐受电压的内绝缘要求值, 但不应超过额定一次电压的5倍。

制造厂可由下述方法中任选一种：在二次绕组施加一足够的励磁电压，使一次绕组感应出规定的试验电压值；或者将规定的试验电压值直接加到一次绕组进行励磁。无论用哪一种方法，均应在高压侧测量试验电压。试验时，座架、箱壳（如果有）、铁芯（如果要求接地）、每个二次绕组的一个端子和一次绕组的一个端子等均应连在一起接地。

本试验应对每个线端加压，加压的时间为规定时间的一半，但每一个端子上的最短时间为15s。

#### b) 接地电压互感器

——外施工频耐压试验（当适用时）

试验电压：一次绕组接地端的工频试验电压为： $U_m \geq 40.5\text{kV}$ 时为5kV； $U_m \leq 40.5\text{kV}$ 为3kV。

试验电压施加在一次绕组准备接地端与二次绕组、座架、箱壳（如果有）和铁芯（如果要求接地）之间，历时1min。

——感应耐压试验

试验电压按6.2.1规定的短时工频耐受电压的内绝缘要求值，但不应超过额定一次电压值的5倍。

感应耐压试验中：试验在二次绕组施加励磁电压，使一次绕组感应出规定的试验电压值；或者应将规定的试验电压值直接加到一次绕组进行励磁。无论用哪一种方法，均应在高压侧测量试验电压。试验时，座架、箱壳、铁芯、每个二次绕组的一个端子和一次绕组接地端子等均应连在一起接地。

#### 8.4.5.3 $U_m \geq 300\text{kV}$ 的绕组

##### a) 试验电压值

——外施工频耐压试验：一次绕组接地端的工频试验电压值为5kV。

——感应试验电压值为互感器额定工频耐受电压值，按6.2.1规定的相应值。

##### b) 外施工频耐压试验和感应耐压试验方法按8.4.5.2 b) 规定进行。

#### 8.4.5.4 电容式电压互感器

电容式电压互感器的耐压试验可以分别在电容分压器和电磁单元上进行，按GB311的有关规定进行。

电容器的耐受电压试验，除另有规定者外，出厂试验时作干试；型式试验时，对户外产品作湿试，户内产品作干试。电容器的耐压试验应按GB/T4705要求进行。

工频耐压施加时间1min，试验期间不应发生闪络或击穿。

注：对于大容量试品，当工频交流试验设备的容量不能满足试验的需要时，出厂试验中，可以用直流电压代替工频交流电压。此时直流试验电压应等于对应的短时工频耐压方均根值的2倍。在直流耐压试验之后，应作一次振荡放电。该振荡放电是将试品从直流试验电压值的一半通过尽可能靠近试品放置的间隙进行的放电，放电电流峰值应达到试品额定电流的（100~400）倍。

电容分压器在试验中是否有损坏，应以在试验前后（0.9~1.10） $U_n$ 的电压下测量电容分压器或单元的电容的方法来检验。

电磁单元中的互感器按接地电压互感器要求进行，互感器一次绕组的绝缘耐受电压应满足6.2.6的要求。

电磁单元中的补偿电抗器短时工频耐压试验分为两部分：补偿电抗器本身的感应耐压试验和接线端子的工频耐压试验。

补偿电抗器本身的感应耐压取值由制造厂确定，但最低不得小于10kV（方均根值）。接线端子的工频耐压取值必须根据补偿电抗器是否处于互感器高压端而定。处于高压端处的补偿电抗器接线端子，必须耐受互感器所能承受的电压，1min；处于低压端处的补偿电抗器高压接线端，应耐受不低于10kV工频电压，1min，其接地端子（如果有单独接线端子）应耐受3kV工频电压，1min。

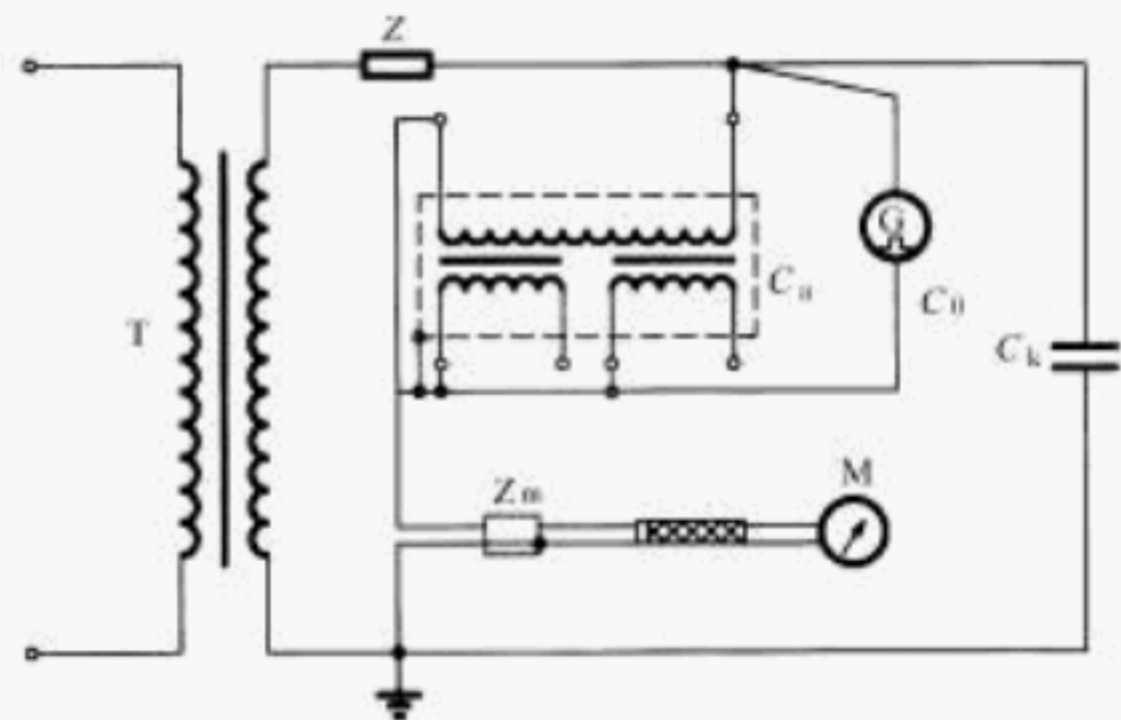
电磁单元中的互感器一次绕组低压接线端子，如果是通过补偿电抗器接地，则应承受与补偿电抗器一样的短时工频耐压；如果是直接接地（具有独立接地端子），应承受3kV工频耐压，1min。

#### 8.4.6 局部放电测量

局部放电的要求适用于设备最高电压 $U_m \geq 7.2\text{kV}$ 的互感器。

##### 8.4.6.1 试验回路与测试设备

图8~图10中绘出了一些试验回路的实例。所采用的仪器是为测量以皮库（pC）表示的视在放电量 $q$ ，其校准在试验回路中进行（见图11）。



G—带有电容 $C_0$ 的冲击发生器

图11 局部放电测量的校正电路

一台宽频带仪器具有至少100kHz的频带宽度，它的上限截止频率不超过1.2MHz。窄频带仪器必须具有0.15MHz~2MHz的谐振频率，比较起来以0.5MHz~2MHz范围内的频率为好，但是若有可能，应尽量使测量仪器在所给出的最灵敏的频率下工作。

灵敏度应能达到测出局部放电量为5pC的水平，本条未尽之处按GB/T7354进行。

注

- 1.噪声应远低于灵敏度，由外部干扰引起的脉冲可以不予处理；
- 2.为了消除外部的噪声影响，可采用平衡回路；
- 3.用电子信号处理和复原技术降低背景噪声时，背景噪声可通过改变参数的方法检出，使回路能检测重复出现的脉冲。

8.4.6.2 接地电压互感器试验程序

程序A，感应耐压试验后的降压过程中，使电压达到局部放电测量电压。

程序B，局部放电试验是在感应耐压试验之后进行，施加电压升至感应耐受电压的80%，持续时间不小于1min，然后不间断地降到所规定的局部放电测量电压。

按照程序A或B预加电压，再达到表9所规定的局部放电测量电压值，在30s内进行测量所测的局部放电量应不超过表9所规定的限值。

注： $U_m \leq 40.5\text{kV}$ 的互感器，预加电压见表16。

除非另有规定，程序的选用由制造厂确定。试验报告要说明所用的方法。

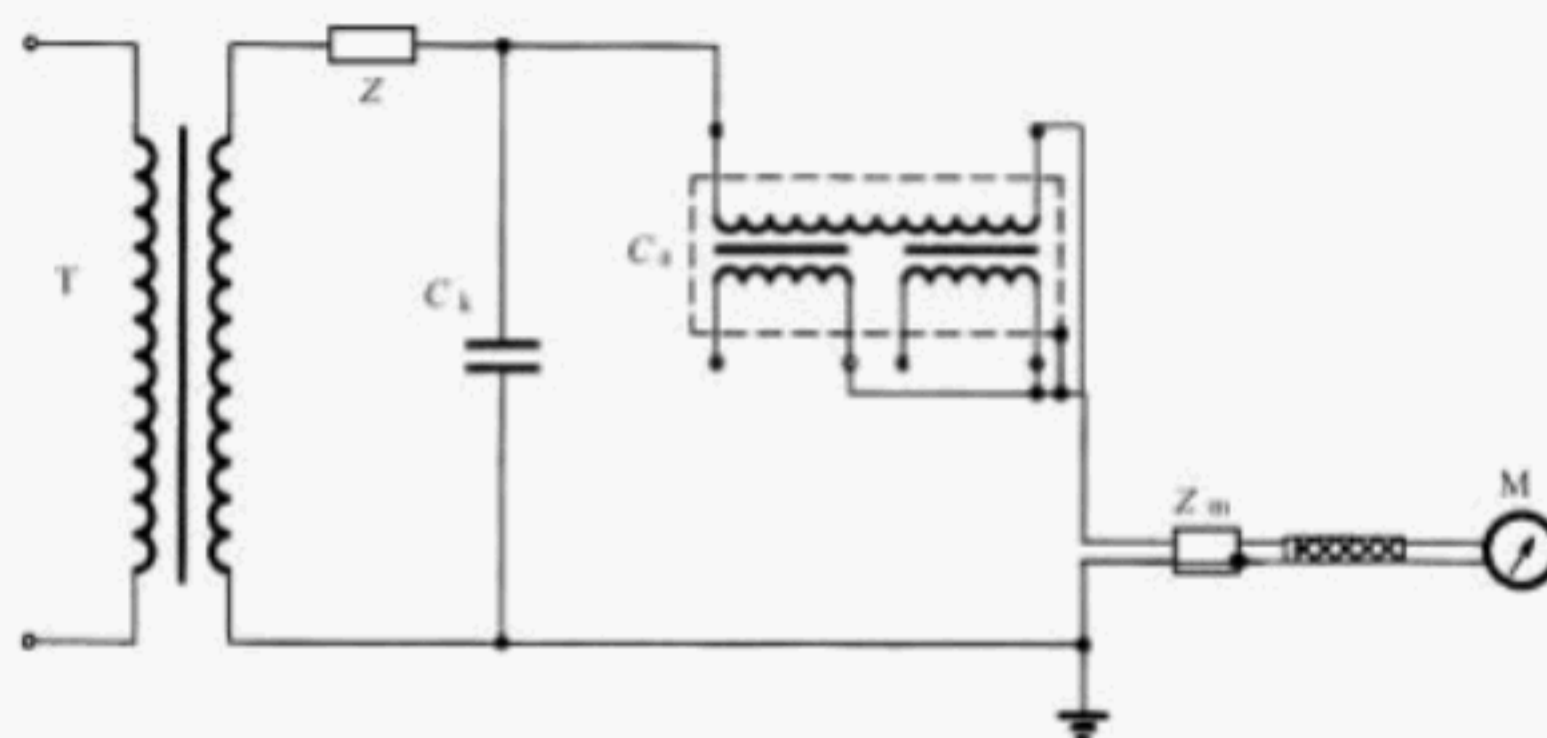
8.4.6.3 不接地电压互感器试验程序

对不接地电压互感器试验回路与对接地电压互感器的试验回路相同，但两者试验是轮流地加高压于每一个高压端子与另一个高压端子之间，后者要连接着低压端子座架和箱壳 (如果有)，见图8~图10。试验时，按照8.4.6.2试验程序A或B预加电压，进行局部放电测量。

注： $U_m \leq 40.5\text{kV}$ 的互感器，预加电压见表16。

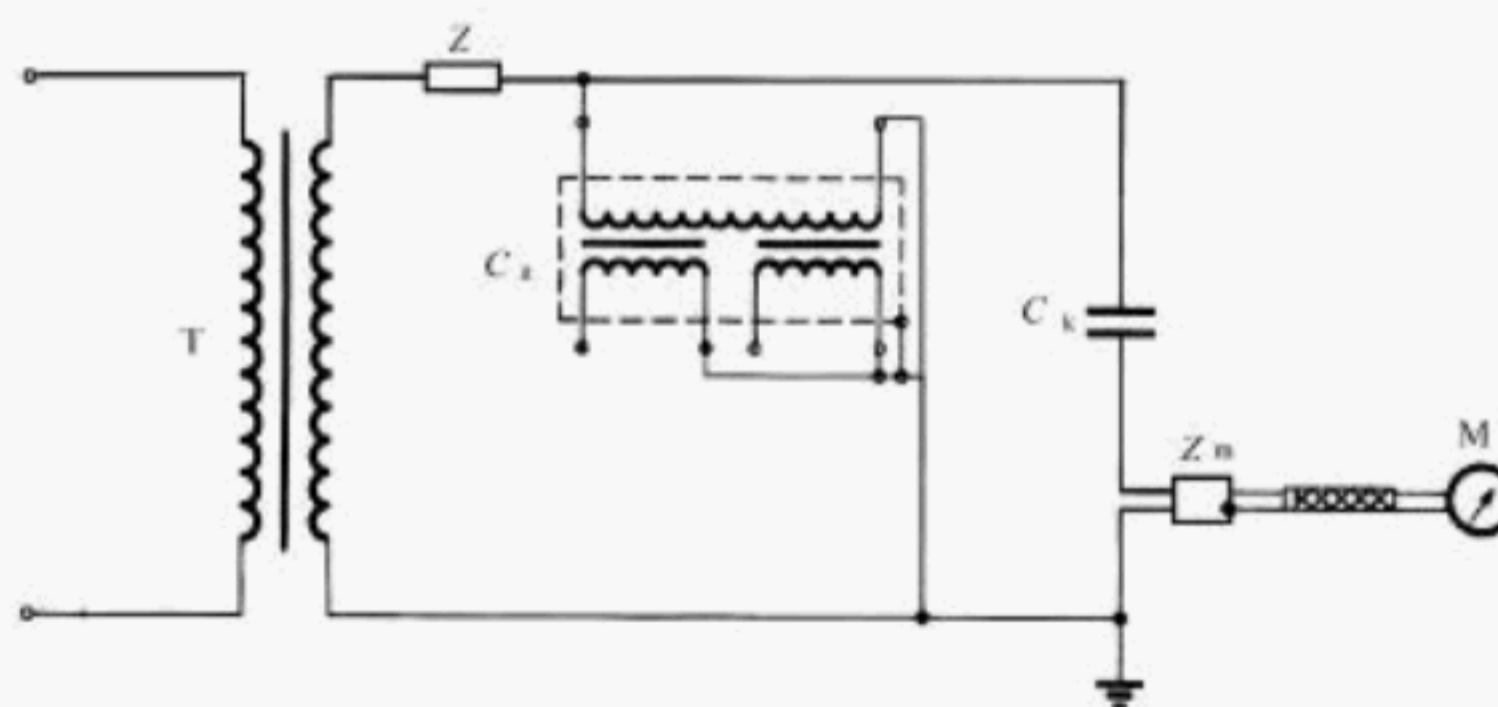
表16  $U_m \leq 40.5\text{kV}$ 电压互感器感应耐压和局部放电预加电压

设备最高电压 $U_m$ kV	1.2	3.6	7.2	12	17.5	24	40.5
感应耐压和局部放电预加电压 值 kV	6	10	20	28	38	50	80



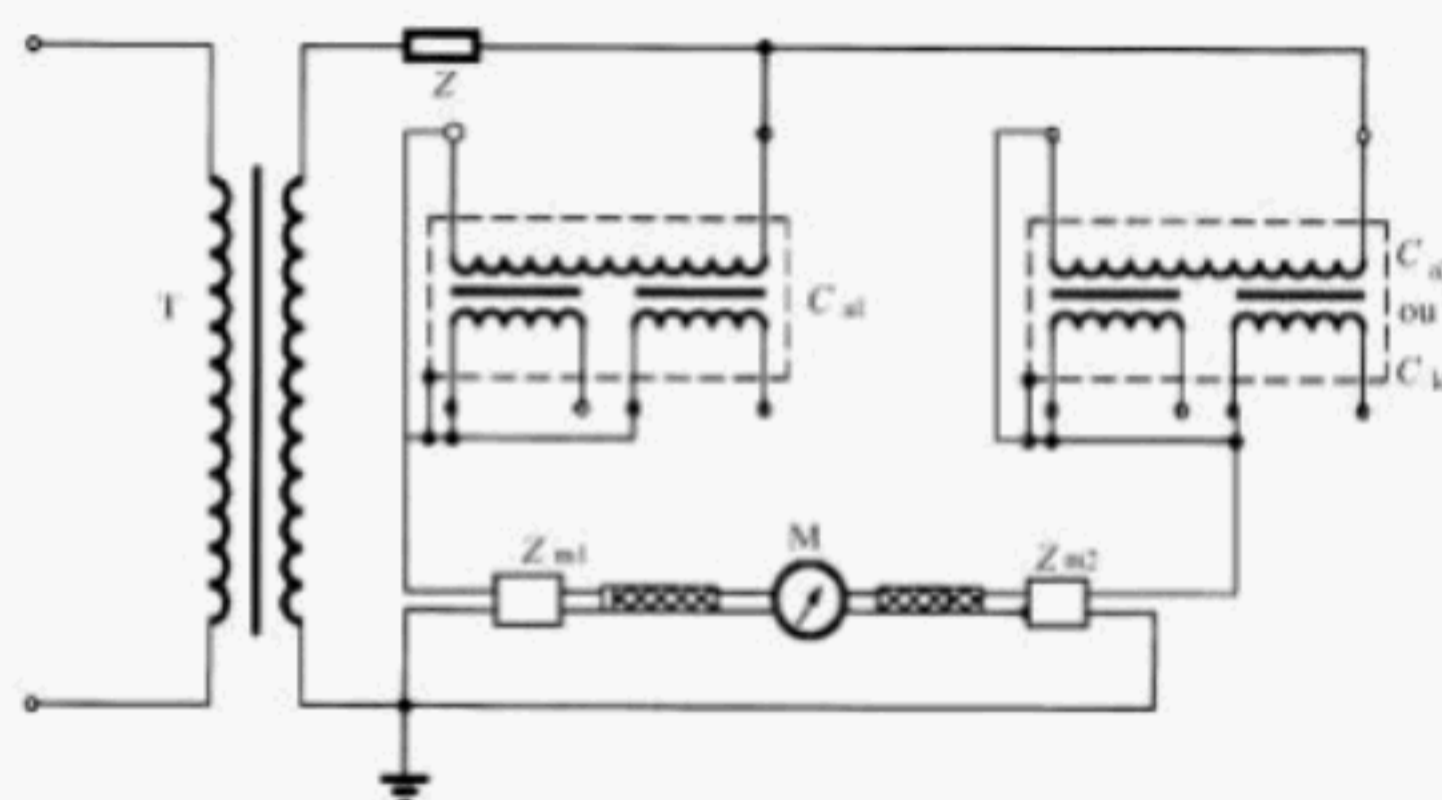
T—试验变压器；  $C_a$ —被试互感器的电容；  $C_k$ —耦合电容器的电容；  
M—PD测量装置；  $Z_m$ —测量阻抗； Z—滤波器的阻抗

图8 局部放电测量的试验电路（一）



Z—滤波器的阻抗 (如果  $C_k$  为试验变压器的电容, 则不要求有滤波器)

图9 局部放电测量的试验电路（二）



T—试验变压器；  $C_{a1}$ —被试互感器的电容；  $C_{a2}$ —无局部放电互感器的电容；  
 $C_k$ —耦合器的电容； M—PD测量装置；  $Z_{m1}$ 、 $Z_{m2}$ —测量阻抗； Z—滤波器的电容

图10 局部放电测量的平衡试验电路

#### 8.4.6.4 电容分压器试验程序

高压端子与低压端子座架及箱壳 (如果有) 之间施加电压 (试验线路见图12~图15)。

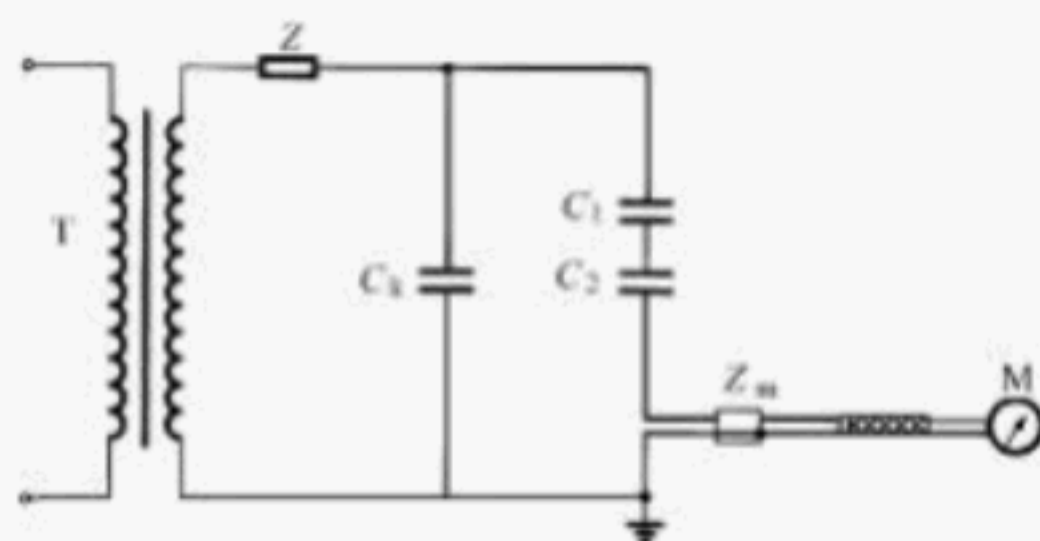
局部放电的出厂试验应在绝缘试验之后进行。

电容器局放强度应满足GB/T4705的规定。

试验时, 按照8.4.6.2试验程序A或B预加电压, 进行局部放电测量。

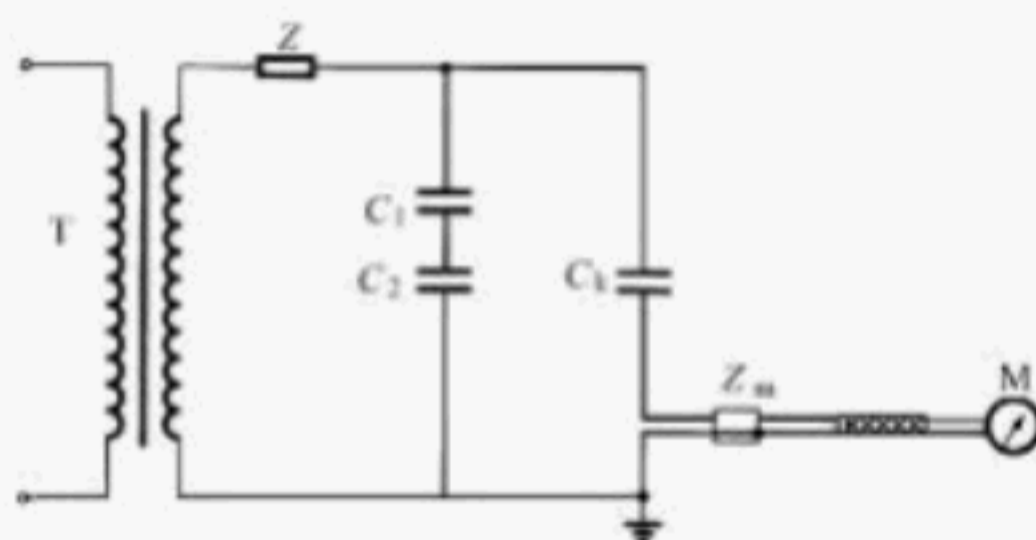
出厂试验为测试电压下, 1min后测定; 型式试验在测试电压下, 加1h, 每10min测试一次。

由于传输因数低劣和试验变压器容量的限制, 对于额定电容很大的分压器, 局部放电试验不可能在上述规定下进行, 其试验所需的有关数值应由制造厂和购买方协商确定。



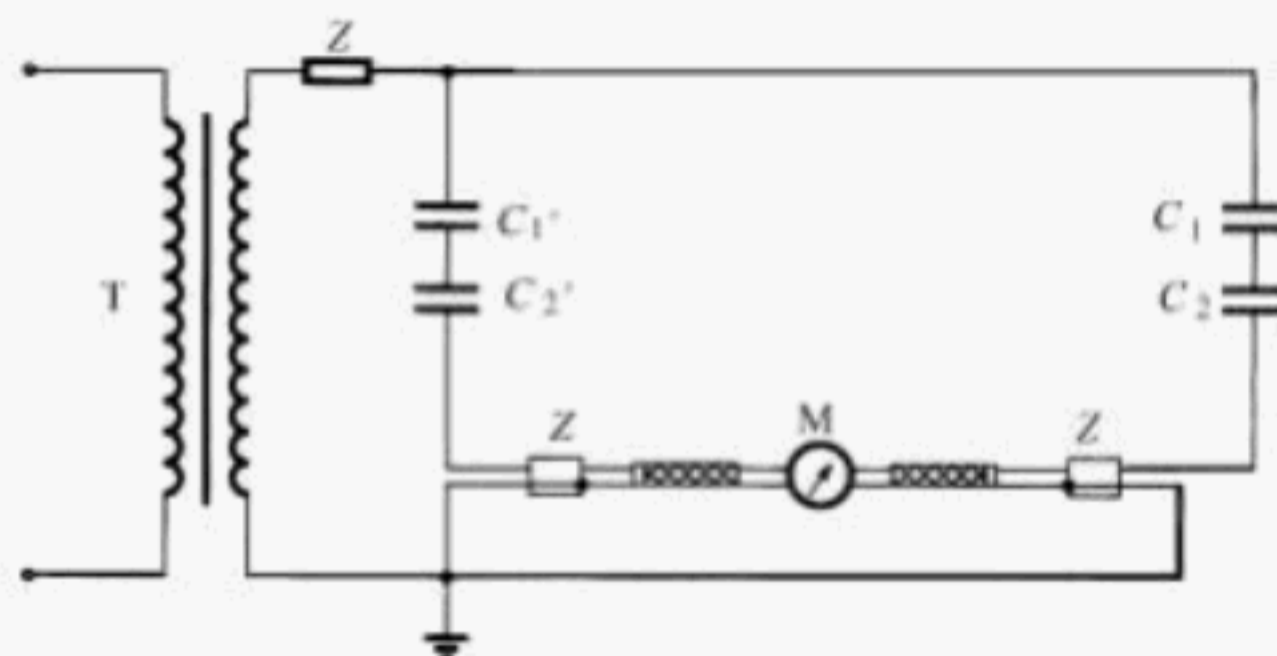
T—试验变压器； $C_1$ 、 $C_2$ —电容分压器的电容； $C_k$ —耦电容器的电容；  
M—PD测量装置； $Z_{m2}$ —测量阻抗；Z—滤波器的电容（如果 $C_k$ 为试验变压器的电容，则不要求有滤波器）

图12 局部放电测量的试验电路



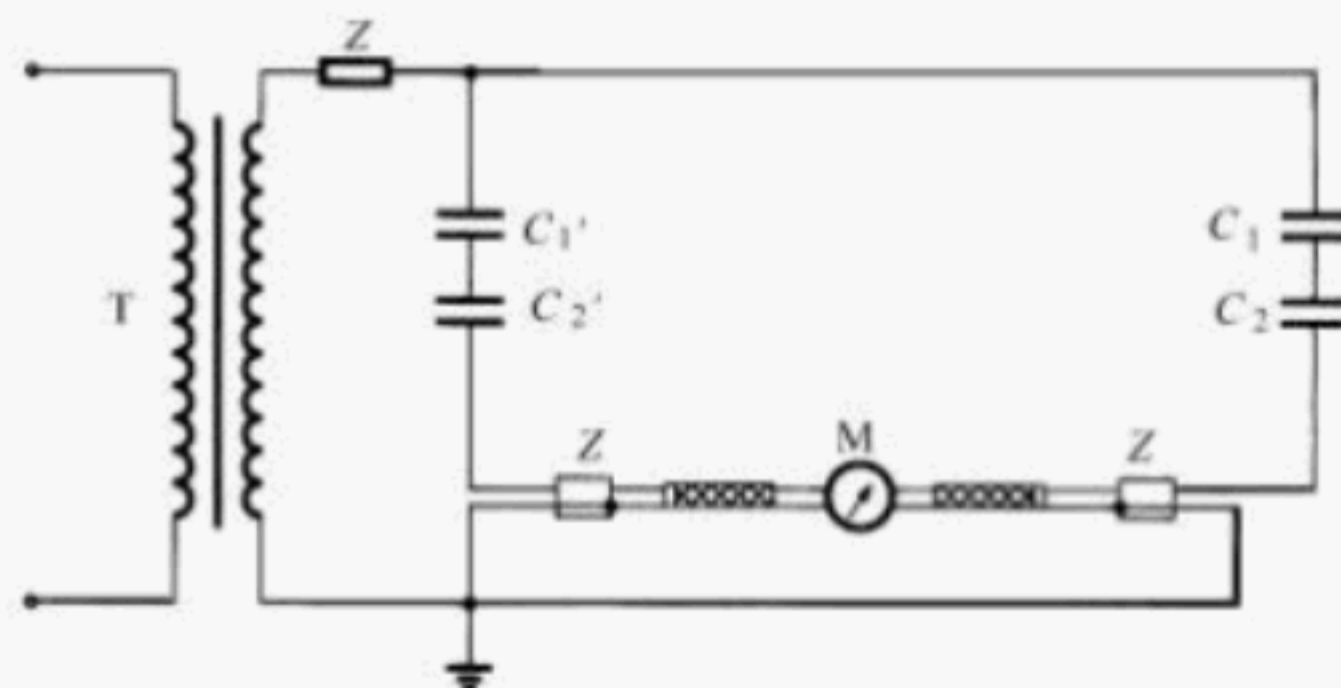
符号含义同图6

图13 局部放电测量的另一种试验电路



T—试验变压器； $C_1$ 、 $C_2$ —电容分压器的电容； $C_1$ 、 $C_2$ —无局部放电的试品的电容（耦电容器的电容 $C_k$ ）；  
M—PD测量装置； $Z_{m1}$ 、 $Z_{m2}$ —测量阻抗；Z—滤波器的阻抗

图14 局部放电测量的平衡试验电路



其他符号含义同图6

G—带有电容 $C_0$ 的冲击发生器

图15 局部放电测量的校正电路

#### 8.4.7 电容值和介质损耗因数测量

试验在一次绕组工频耐压试验后进行，试验应符合6.2.12的要求。

试验回路由制造厂与用户商定,但以电桥法为佳。试验在互感器所处环境温度下进行,温度值应予以记录。

对电容式电压互感器,电容分压器的测量尚应满足下述要求:

a) 电容测量应以能排除由于谐波和测量电路内的附件所引起的误差的方法进行,测量准确度应不低于1%,测量精度应足以反映出一个元件击穿之量。

b) 电容量测量分两次,初测在耐受电压试验之前,在不高于 $0.15U_N$ 的电压下进行;复测在耐受电压试验之后,在 $(0.9\sim 1.1)U_N$ 的电压下进行。

c) 耐受电压试验(包括放电试验)前后的电容变化量不得大于一个电容元件的电容。例如:200个电容元件组成一只电容器。其电容变化量不得大于1/200。

d) 电容分压器的分压比根据高压电容 $C_1$ 和中压电容 $C_2$ 计算确定。

#### 8.4.8 励磁特性测量

设备最高电压40.5kV及以上电磁式电压互感器应进行励磁特性测量,其测量要求应符合JB/T5357的规定。

型式试验测量点至少包括额定一次(或二次)电压的0.2、0.5、0.8、1.0、1.2及相应于额定电压因数的电压值,并向用户提供励磁特性曲线。出厂试验测量点为额定一次(或二次)电压及相应额定电压因数的电压值,且在额定电压因数的相应电压下,励磁电流的测量结果与型式试验对应的测量结果不应有50%的差异。

试验时电压施加在二次端子上,电压波形为实际正弦波。

电容式电压互感器的电磁单元中间变压器按电磁式电压互感器情况处理。

#### 8.4.9 连接载波装置保护间隙的工频放电试验

载波保护放电间隙工频放电电压为1kV,也可根据用户要求确定。

#### 8.4.10 限压器性能试验

限压器是指电磁单元中补偿电抗器和中压电容器两端并联的保护间隙或避雷器。

试验时,限压器与补偿电抗器和中压电容器分开,缓慢施加电压于限压器直至试品发生击穿。此时的击穿电压就是限压器的放电电压。试验回路必须串联保护电阻。放电电压和过电流由制造厂确定。

**注:避雷器一般测试直流1mA时的电压值即可。**

#### 8.4.11 阻尼器的短时工频耐压试验

阻尼器两端之间的耐压试验值和试验方法由制造厂规定。一般情况,工频耐压值为3~4倍额定电压值。

#### 8.4.12 误差测定

对于测量和计量用绕组,应分别在80%、100%、120%额定电压,额定频率,25%、100%额定负荷下测量,负荷的功率因数应根据用户需要选择1、0.8(滞后)、0.5(滞后)、0.3(滞后),电压互感器的电压误差和相位差不应超过6.5.1所列限值。

对于保护用绕组,应分别在2%、5%、100%、150%(或190%)额定电压,额定频率,25%、100%额定负荷下测量,负荷的功率因数应根据用户需要选择1、0.8(滞后),电压互感器的电压误差和相位差不应超过6.5.2所列限值。

当要求二次绕组同时满足测量及保护的准确度时,应分别按测量及保护准确度进行试验。

当互感器有多个二次绕组时,它们均应按6.5.2的要求连接负荷。

电容式电压互感器的误差测定应在额定频率、室温和两极限温下、在整套互感器上进行,还应在室温下、在允许的频率极限值下以及在额定电压及额定负荷条件下进行。

对于1.0级及以下准确级互感器,可在等值回路上进行,对于0.5级及以上准确级互感器,是否可用等值回路测定,或是否用计算方法确定温度的影响,由制造厂确定。如果采用等值回路,必须在相同的电压、负荷、标准的参考频率和温度等条件下分别在整套装置和等值回路上进行测量。且两次结果的差值不能超过相应准确等级限值的50%。此时必须考虑极限温度和频率影响造成的误差。

如果电容分压器在整个允许温度范围内的温度特性已经知道,则在温度极限值下的误差可根据在某一

温度下测定之值和分压器的温度系数用计算方法确定。

电容式电压互感器的准确度在等值回路上进行试验时，应具有GB/T4703所要求的条件。

出厂试验在标准的参考频率范围的某一频率下和标准的参考温度范围内的某一温度下进行。试验温度和试验频率的实际值，应在报告中写明。

如果被测互感器在型式试验中证实减少电压和负荷测量点仍足以证明互感器符合误差要求，允许在出厂试验中减少测量点。

#### 8.4.13 电容分压器低压端工频耐压试验

低压端和接地之间耐受工频电压10kV，1min。若低压端不暴露在大气中，则试验电压为4kV。

### 8.5 型式试验方法

型式试验与特殊试验相重部分，一般在型式试验范围内说明。

#### 8.5.1 温升试验

为了确定互感器能否满足6.7的要求，须进行本试验。试验中，当每小时的温升变化值不超过1K时，即认为互感器的温度已达到稳定状态。试验地点的周围温度应在5°C~40°C之间。

当二次绕组不只一个时，除制造厂同用户另有协议外，应在每个二次绕组上分别接有相应的额定负荷进行本试验。

当诸二次绕组中有一个是用作剩余电压绕组使用时，应按8.2.1要求进行试验。先按6.7a)进行试验，然后紧接着按6.7c)试验。

在先按1.2倍额定一次电压进行试验时，剩余电压绕组不接负荷。而在按1.9倍额定一次电压持续8h试验时，剩余电压绕组应接有对应其额定热极限输出的负荷，但其他绕组均接额定负荷。

如果还规定了其他二次绕组的热极限输出，则还应按6.7a)在额定一次电压和剩余电压绕组无负荷情况下进行试验。

**注：电压测量必须在一次绕组上进行，因为实际二次电压可能明显低于额定二次电压与电压因数之积。**

试验时，互感器的安装状态应代表实际运行情况。绕组温升应采用电阻法测量，绕组以外的其他部位的温升可用温度计或热电偶法测量。

额定负荷下的温升试验在相应的电压因数下进行；极限负荷下的温升试验在额定电压下进行。

**注：电容式电压互感器电磁单元温升试验按接地电压互感器方式进行。极限负荷下的温升试验，不适合补偿电抗器两端并联限压器的电容式电压互感器。**

#### 8.5.2 一次绕组的冲击耐压试验

##### 8.5.2.1 概述

冲击耐压试验包括雷电冲击（全波和截波）试验和操作冲击试验。

冲击耐压试验电压值按6.2.1规定选取。

冲击试验一般是施加参考电压和额定耐受电压。参考冲击电压值为额定冲击耐受电压值的50%~75%。冲击电压的峰值和波形应予以记录。

参考电压下和额定耐受电压下所记录量值的波形变异，可作为试验中绝缘损坏的依据。

试验电压加到一次绕组的每一个线端和地之间。试验时，一次绕组接地端子（或不接地电压互感器的外被试线端）、座架、箱壳（如果有）和铁芯（如果要求接地）等均应接地。

由制造厂自行选择，可在接地连接中接入一个适当的电流记录装置。二次绕组不接地的端子可以悬空或接一个高阻抗的装置，以记录试验时出现的二次绕组两端上的电压波形。

##### 8.5.2.2 雷电全波冲击试验

###### a) $U_m < 300\text{kV}$ 的互感器

试验应在正、负两种极性下进行。每一极性连续冲击15次，不须作大气条件校正。

如果每一极性下的试验均如下所述，则互感器通过本试验。

——非自复性内绝缘不出现击穿；

——非自复性外绝缘不出现闪络；

——自复性外绝缘出现的闪络不超过2次；

——未发现绝缘损坏的其他依据 (例如: 所记录波形的变异)。

对不接地电压互感器上大约有一半的冲击电压次数是轮流加到每一线端与地之间。此时, 其他端子应接地。

注: 施加15次正、负极性冲击波是对外绝缘进行试验而规定的。如果制造厂与用户协商同意, 采用其他试验方法检查外绝缘, 则每一极性下的冲击次数可减少至3次, 且不须作大气条件校正。

b)  $U_m \geq 300\text{kV}$ 的互感器

试验应在正、负两种极性下进行。每一极性连续冲击3次, 不须作大气条件校正。

如果每一极性下的试验均如下所述, 则互感器通过本试验。

——不发生击穿;

——未发现绝缘损坏的其他依据 (例如: 记录波形的变异)。

注: 对电容式电压互感器, 如果电容分压器及电磁单元已分别做雷电冲击电压试验时, 则整体可以不再做雷电冲击电压试验。

### 8.5.2.3 雷电截波冲击试验

试验仅以负极性进行, 采用三次冲击耐受电压的试验程序。

### 8.5.2.4 操作冲击试验

对于 $U_m \geq 300\text{kV}$ 的互感器进行此项试验。

试验应在正极性下进行, 连续冲击15次, 应作大气条件校正。

注: 为克服电磁式电压互感器铁芯饱和的效应, 在连续冲击之间, 允许用适当的方法减轻铁芯的磁化状态。

户外式互感器应承受湿试验, 不要求干试验。

如果试验如下所述, 则互感器通过本试验。

——非自复性内绝缘不出现击穿;

——非自复性外绝缘不出现闪络;

——自复性外绝缘出现的闪络不超过2次;

——未发现绝缘损坏的其他依据 (例如: 所记录波形的变异)。

注: 1.在试验室墙壁或房顶发生闪络的冲击不计在内。

2.对电容式电压互感器, 如果电容分压器已做操作冲击电压试验, 电磁单元已做感应耐压试验时, 则整体可以不再进行操作冲击电压试验。

### 8.5.3 短路承受能力试验

本试验的目的是验证能否满足6.9的要求。进行本试验时, 互感器的起始温度应为 $5^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C}$ 。电压互感器由一次侧励磁、二次端子短接。对电磁式电压互感器也可采用二次侧励磁、一次端子短接的方法。短路试验进行一次, 持续时间为1s。

注

1.本要求亦适用于熔断器是互感器的一个组成部分的情况。短路期间施加于互感器端子上的电压方均根值应不低于其额定电压值。当互感器有多个二次绕组、线段或抽头时, 其试验接线应由制造厂与用户协商确定。

2.被试互感器冷却到环境温度后, 若能满足下列要求, 则认为通过本试验。

a) 未受明显损伤;

b) 其误差与试验前的差异不超过其相应准确级误差限值的一半, 且仍满足相应准确级的要求;

c) 能承受8.4.4、8.4.5和8.4.6所规定的试验, 但绝缘试验电压值降至原规定值的90%;

d) 经检查, 与一次和二次绕组表面接触的绝缘无明显的劣化现象 (例如: 碳化现象)。若绕组的电流密度不大于 $160\text{A}/\text{mm}^2$ , 且绕组是铜的, 其电导率不低于 $58\text{m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$ 的97%时, 可不进行本项的检查。电流密度是以测得的二次绕组对称短路电流方均根值 (除以额定电压比即为一次绕组中的电流) 计算的。

### 8.5.4 户外式互感器的湿试验

为验证外绝缘的性能, 户外式互感器应承受湿试验。

a) 对于 $U_m < 300\text{kV}$ 的互感器, 取表4中相应的工频耐受电压值进行, 并应作大气条件校正。

b) 对于  $U_m \geq 300\text{kV}$  的互感器, 取表4中相应的规定电压, 用正极性操作冲击电压进行。

#### 8.5.5 爬电比距及弧闪距离测量

为验证外绝缘的性能进行本试验, 试验按6.2.9要求。

#### 8.5.6 电容分压器雷电冲击试验

电容分压器仅进行雷电全波冲击试验。

试验时, 对电容器施加正负极性冲击各15次, 如果在连续的15次冲击中未发生多于2次的闪络且未发生击穿, 则认为通过此项试验。

此项试验只作干试。

#### 8.5.7 放电试验

将电容分压器以直流电充电至其额定电压相应的雷电冲击耐受电压峰值, 然后立即通过靠近电容器放置的棒状间隙进行振荡放电, 振荡频率为  $0.5\text{MHz} \sim 1\text{MHz}$ 。

对于电容量大的分压器, 试验时允许产生较低的振荡频率, 试验在5min内进行2次。

电容分压器在试验中是否有损坏, 应以在试验前后  $(0.9 \sim 1.1) U_n$  的电压下测量电容分压器或单节的电容的方法来检验。

#### 8.5.8 高频电容及等值串联电阻测量

试验时, 高频电容和等值串联电阻应在温度类别的上、下极限温度 (温度的偏差为  $\pm 3^\circ\text{C}$ ) 和标准试验温度范围 ( $+5^\circ\text{C} \sim +35^\circ\text{C}$ ) 内的一个温度下以及载波频率范围内的几个频率下测量。测量方法应符合 GB/T4705 的规定。

当在温度极限值上进行测量有困难时, 可以在较小的温度范围内进行, 或者在包含有限元件的模拟试品上测量。

要尽可能减少测量连接线的电容和电感。测量时应特别注意将测量设备加以屏蔽, 如果需要, 对连接线也要加以屏蔽。

#### 8.5.9 温度系数的测量

电容分压器的温度系数测量应分别在  $C_1$  和  $C_2$  上进行。

电容分压器在温度类别下限温度和比上限温度高15K的温度范围内, 测得的电容温度系数的绝对值, 应不大于  $1 \times 10^{-4} \text{K}^{-1}$  或  $3 \times 10^{-4} \text{K}^{-1}$  (根据不同准确级的要求选取)。放置电容器的恒温箱或油槽的温度调节范围, 应满足上述规定要求。

电容和介质因数数值应在频率为  $(0.8 \sim 1.2) f_N$  的范围内和降低了的电压 (但不低于  $0.25 U_N$ ) 下测量, 温度间隔约为15K。在每次测量前, 应使电容器各个部位的温度和外部相同。

试验后求出电容  $C$

$$C = a + bt \quad (3)$$

式中  $a$ 、 $b$ ——回归系数;

$t$ ——温度间隔时间。

电容温度系数  $d_c$  按下式计算:

$$d_c = b/C_{20} \quad (4)$$

式中  $C_{20}$ ——按式 (3) 求出的  $20^\circ\text{C}$  时的电容值。

注: 如果已有资料证明已对类似结构和电介质材料在所要求的温度范围内作过试验, 则可以在较小的温度范围内作校验性的试验。

#### 8.5.10 机械强度试验

进行此项试验能证实电压互感器能否满足6.8的规定要求。

##### a) 电磁式电压互感器

电压互感器应完全装配好, 并以垂直方式牢固地安装在座架上。

油浸式电压互感器应注满规定的绝缘油、气体式电压互感器应充满规定的绝缘气体, 且达到工作压力。

在垂直、水平三个方向加试验荷载于电压端子或电流端子 (见图1), 并持续60s, 如果没有出现损坏的迹象 (变更、断裂、泄漏), 那么可以认为电压互感器通过了试验。

注：水平方向是指与出线端水平方向夹角为 $0^\circ$  和 $90^\circ$  两个方向。

#### b) 电容式电压互感器

电容分压器应能承受的力 $F$  (N) 按下式计算, 历时1min

$$F=(450 \times L \times d + 500) \times 1.5 \quad (5)$$

式中 450——根据最大风速150km/h得出的等值风力 $900\text{N/m}^2$ 的换算数值,  $\text{N/m}^2$ ;

$L$ ——互感器的总高度, m;

$d$ ——互感器绝缘外壳伞裙的最大直径, m;

500——互感器顶部的侧向最大拉力, N;

1.5——安全系数。

试验力应施加于互感器顶部, 垂直于电容器的轴线并且取向互感器最薄弱的方向。当互感器外壳上备有穿通外壳壁的中间电压端子或低电压端子时, 则试验力应施加在与这一端子平行而相反的方向。

#### 8.5.11 铁磁谐振试验

本试验用于验证电容式电压互感器能否满足7.2.1规定的要求。

试验时, 短路时间至少为0.1s。消除短路可以用断路器或熔断器进行。消除短路后, 二次负荷只能是记录装置, 并且所消耗的功率应不超过5VA。试验时的电源电压 (即高压端子上的电压)、二次电压和短路电流均应予以记录。所拍摄的示波图应纳入报告中。短路时的电源电压与短路前的电压相差应不超过其10%, 并且应保持其正弦波形。

本试验应在一次电压为 $1.2U_{1N}$ 的电压下至少进行30次, 而且还应在一次电压为相应的电压因数乘以额定电压之值下再作10次。

注: 1.如果已知在运行中会用到可能饱和的负荷, 本试验是否在此负荷或接近此负荷下进行, 由制造厂与用户协商;

2.为了保证短路时的电源电压和短路前的电压相差不超出其10%, 电源的短路阻抗应低。如果这个试验是在整套电容式电压互感器上进行的, 这个条件一般能满足 (因为电容分压器相对来说是大电流的)。

3.如果用户要求, 可增加在较低电压 [如  $(0.9 \sim 1.1) U_{1N}$ ] 的试验, 试验次数为10次。

#### 8.5.12 瞬变响应试验

本试验用于验证电容式电压互感器能否满足7.2.1规定的要求。

本试验应在整套产品上进行, 也可在等值回路上进行。等值回路试验的条件应满足GB/T4703的规定要求。

试验时, 互感器在一次电压为额定值和分别接有额定值的25%与100%的负荷下进行, 以将高压端子和低压端子短路的方式进行。试验所用负荷可以是纯电阻与感抗接成串联负荷, 也可以是由两个阻抗接成并联的串并联负荷。

负荷参数的选择应满足GB/T4703的要求。

二次电压崩溃的过程应以示波器予以记录, 并且示波图纳入试验报告中。

本试验应进行10次, 或者在其峰值电压瞬间和过零值的瞬间下各进行2次, 在后一情况下, 一次电压的相角偏离峰值和过零点之值不得超过 $\pm 20$ 电角度。

#### 8.5.13 低压端子杂散电容及电导的测量

试验应在整套装置上进行, 但允许只装有电容分压器最下节的互感器上试验。

### 8.6 特殊试验

#### 8.6.1 户内式互感器的凝露试验

本试验用于验证户内式互感器能否满足6.2.9规定的要求。试验电压值按DL/T539规定选取。

本试验仅适合设备最高电压7.2kV~40.5kV的户内式互感器。试验方法按DL/T539要求进行。对于绝缘加强型互感器, 本试验归为型式试验项目。

##### 8.6.1.1 凝露短时工频耐压试验

##### a) 不接地互感器

在凝露状态下, 试验电压施加到所有连在一起的一次绕组诸端子与地之间, 历时1min, 不发生闪络击

穿。座架、箱壳 (如果有)、铁芯 (如果要求接地) 和二次绕组的全部端子等均应连在一起接地。

#### b) 接地互感器

对于全绝缘结构的互感器按8.6.1.1a) 方法试验; 对于一次绕组直接接地的互感器采用感应耐压试验。

#### 8.6.1.2 凝露短时雷电冲击全波耐压试验

在凝露状态下, 对互感器一次绕组施加雷电冲击全波, 正负极性各15次, 不发生闪络击穿。

对不接地互感器, 大约有一半的冲击电压次数是轮流加到每一线端与地之间。此时, 其他端子应接地。

#### 8.6.2 户内式互感器的污秽短时工频耐压试验

本试验用于验证户内式互感器能否满足6.2.9规定的要求。

本试验仅适合设备最高电压 (7.2~40.5) kV的户内式互感器。试验方法按GB/T4585.2和DL/T539要求进行。对于绝缘加强型互感器, 本试验归为型式试验项目。

试验电压值取设备最高电压。

在II级或I级污秽条件下, 加雾使试品达到饱和湿润, 但试品污染表面不得出现滴水。一次绕组对二次绕组及地施加设备最高工频电压15min, 然后将试品拿出雾室外使其干燥, 再将试品送入雾室, 重复试验3次, 不发生闪络击穿。

#### 8.6.3 无线电干扰测试

本试验适用于 $U_m \geq 72.5\text{kV}$ 的互感器。

试验方法按GB/T11604要求进行。

#### 8.6.4 地震试验

本试验适用于 $U_m \geq 72.5\text{kV}$ 的互感器。

试验方法由用户与制造厂协商。

## 9 标志

### 9.1 出线端子标志

出线端子应标志以下内容:

- a) 一次绕组和二次绕组、剩余电压绕组 (如果有);
- b) 中间抽头 (如果有);
- c) 绕组的极性关系。

#### 9.1.1 标志方法

出线端子标志由字母和数字组成, 并应清晰牢固地标在出线端子表面或近旁处。

#### 9.1.2 标志内容

##### 9.1.2.1 电磁式单相电压互感器出线端子标志应按图2~图6进行标志:

一次绕组    A、B、C、N或X

二次绕组    a、b、c、n或x

剩余绕组    da和dn

其中: A、a、da为首端, X、N、x、n、dn为末端 (X、x用于不接地互感器, N、n、dn用于接地互感器)。

当具有两个二次绕组时, 可分别在第一个和第二个绕组出线端子的标志字母前冠以1和2。

当二次绕组具有中间抽头时, 可在二次绕组的首端和中间抽头端子的标志字母后冠以1、2……。

##### 9.1.2.2 电容式电压互感器的端子标志应按图7进行标志: 互感器的高电压端子和低电压端子分别用大写英语字母A和N表示; 互感器的二次端子分别用a和n表示; 剩余电压绕组的端子分别用da和dn表示; 互感器的中间电压端子用A' 表示。

### 9.2 铭牌标志

每台电压互感器的铭牌至少应标出下列内容:

- a) 国名;

- b) 制造厂名 (不以工厂所在地地名为厂名者, 应同时标出地名);
  - c) 互感器名称;
  - d) 互感器型号;
  - e) 标准代号;
  - f) 额定频率及相数;
  - g) 户内或户外 (设备最高电压415V的互感器可不标出), 如果互感器允许使用在海拔高于1000m的地区, 还应标出其允许使用的海拔高度;
  - h) 设备最高电压 (415V的互感器可不标出);
  - i) 额定绝缘水平;
- 注: h) 设备最高电压和i) 额定绝缘水平可合并标志如下 (如须冠以标题时, 则仅用“额定绝缘水平”):

设备最高电压/额定短时工频耐受电压/额定雷电冲击全波耐受电压, kV或者设备最高电压/额定操作冲击耐受电压/额定雷电冲击全波耐受电压, kV。

- j) 额定一次电压、二次电压和剩余电压绕组 (如果有) 额定电压;
  - k) 每个二次绕组的额定电压、额定输出 (VA) 及相应的准确级;
  - l) 额定电压因数及其相应的额定时间 (设备最高电压为40.5kV及以下的互感器可不标出);
  - m) 绝缘耐热等级 (A级不标出);
- 注: 当采用几种不同绝缘等级材料时, 应标志限制绕组温升的那一个绝缘等级。
- n) 互感器总重及油浸式互感器的油重, kg (干式互感器总重小于50kg时可不标出);
  - o) 出厂序号 (设备最高电压415V的互感器可不标出);
  - p) 制造年月;

注: 对串级式电压互感器, 应标示其绕组的接线图, 接线图可以单独标在一个牌上, 也可在铭牌上标出。

对电容式电压互感器尚应标志:

- q) 高压端子和低压端子之间的额定电容 $C_N$ :

$$C_N = C_1 C_2 / (C_1 + C_2) ; \quad (6)$$

- r) 电容分压器中的电容器单元的编号;
- s) 额定开路中间电压;
- t) 实测分压比;
- u) 温度类别;
- v) 所能适应的大气污秽等级 (I 等级产品可不标)。

## 10 使用期限

10.1 产品的使用期限应不小于10年。制造厂也可以承诺10年以上的使用期限。

10.2 如果用户要求, 制造厂应向用户提供以下文件:

- a) 产品使用的绝缘材料在使用工况下的寿命;
- b) 绝缘结构的可靠性说明;
- c) 密封结构的可靠性说明。

## 11 包装、运输及储存

11.1 电压互感器的包装, 应保证产品及其组件、零件的整个运输和储存期间不致损坏及松动。干式互感器的包装, 还应保证互感器在整个运输和储存期间不得受到雨淋。

11.2 每台电压互感器应附有下列出厂文件:

- 1) 产品合格证;

- 2) 出厂试验记录；
- 3) 安装使用说明书 (包括产品外形尺寸图及组件的安装使用说明书等)；
- 4) 拆卸运输零件 (如需要) 和备件 (如果有) 一览表。

出厂文件应妥善包装，防止受潮。

**注：**设备最高电压0.415kV的互感器，只提供产品合格证。

**11.3** 根据用户要求，制造厂应提供本标准规定的有效的型式试验报告和使用期限的承诺。

**11.4** 电压互感器各个供电连接的接触面 (包括接地处的金属平面) 在运输和储存期间应有防蚀措施。

**11.5** 电压互感器在运输过程中应无严重振动、颠簸和冲击现象。

**11.6** 产品在储存期间，应避免直接受晒雨淋，底座要高于地面50mm以上，长期储存应进行包装，储存处的环境温度应在 $-30^{\circ}\text{C}\sim+40^{\circ}\text{C}$ 范围内。储存期内应经常检查油面及密封情况。