

## GB/T 4703—2007 电容式电压互感器

本标准适用于连接到线与地之间的新的单相电容式电压互感器，其系统电压  $U_m \geq 72.5\text{kV}$ ，频率为  $15\text{Hz} \sim 100\text{Hz}$ 。它们为测量、控制和继电保护装置提供低电压。

本标准由中国电器工业协会提出。

本标准由全国互感器标准化技术委员会（SAC/TC 222）归口。



### **电机试验台典型案例**

助力电机能效提升计划，  
加速电机产业转型升级



### **WP4000 变功率率分析仪**

WP4000 变功率率分析仪  
全局精度功率分析仪



### **DP800 数字功率计**

5~400Hz 范围实现 0.2%的全  
局精度的低成本宽频高精度功  
率计



中国变频电量测量与计量的领军企业  
国家变频电量测量仪器计量站创建单位  
国家变频电量计量标准器的研制单位

咨询电话：0731-88392611  
产品网站：[www.vfe.cc](http://www.vfe.cc)  
E-mail: AnyWay@vfe.cc

ICS 29.180  
K 41

中华人民共和国国家标准

GB/T 4703—2007  
代替 GB/T 4703—2001

电容式电压互感器

Capacitor voltage transformers

(IEC 60044-5: 2004, Instrument transformers—  
Part 5: Capacitor voltage transformers, MOD)

2007-12-03 发布

2008-05-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局  
中国国家标准化管理委员会  
发 布

# 目 录

## 前言

- 1 范围
- 2 规范性引用文件
- 3 术语和定义
  - 3.1 通用定义
  - 3.2 电容分压器的定义
  - 3.3 电磁单元的定义
  - 3.4 载波附件的定义
- 4 通用要求
- 5 使用条件
  - 5.1 环境条件分类
  - 5.2 正常使用条件
  - 5.3 特殊使用条件
  - 5.4 系统接地方式
- 6 额定值
  - 6.1 额定频率标准值
  - 6.2 额定电压标准值
  - 6.3 额定输出标准值
  - 6.4 额定电压因数标准值
  - 6.5 温升限值
- 7 设计要求
  - 7.1 绝缘要求
  - 7.2 其他绝缘要求
  - 7.3 短路承受能力
  - 7.4 铁磁谐振
  - 7.5 电磁发射要求
  - 7.6 机械强度要求
  - 7.7 电容分压器和电磁单元的密封性能
- 8 试验分类
  - 8.1 概述
  - 8.2 型式试验
  - 8.3 例行试验
  - 8.4 特殊试验
  - 8.5 1台或2台产品的试验顺序
- 9 型式试验
  - 9.1 温升试验
  - 9.2 工频电容和  $\tan \delta$  测量
  - 9.3 短路承受能力试验
  - 9.4 冲击试验
  - 9.5 户外电容式电压互感器的湿试验
  - 9.6 铁磁谐振试验
  - 9.7 准确度试验
  - 9.8 暂态响应试验
  - 9.9 无线电干扰电压试验
- 10 例行试验
  - 10.1 液体浸渍的电容分压器的密封性能试验
  - 10.2 工频耐压试验及电容、 $\tan \delta$ 和局部放电的测量
  - 10.3 端子标志检验

- 10.4 电磁单元的工频耐压试验
- 10.5 铁磁谐振检验
- 10.6 准确度检验
- 10.7 液体浸渍的电磁单元的密封性能试验
- 11 特殊试验
  - 11.1 传递过电压测量
  - 11.2 机械强度试验
  - 11.3 温度系数 ( $T_C$ ) 的测定
  - 11.4 电容器单元的密封设计试验
- 12 电容器单元的标志
  - 12.1 概述
  - 12.2 标志
- 13 端子标志
  - 13.1 概述
  - 13.2 标志
- 14 测量用电容式电压互感器的补充要求
  - 14.1 准确级的标识
  - 14.2 频率的标准参考范围
  - 14.3 标准准确级
  - 14.4 电压误差和相位差的限值
  - 14.5 准确度试验
- 15 保护用电容式电压互感器的补充要求
  - 15.1 准确级的标识
  - 15.2 频率的标准参考范围
  - 15.3 标准准确级
  - 15.4 电压误差和相位差的限值
  - 15.5 暂态响应
  - 15.6 对用于产生剩余电压的二次绕组的要求
- 16 铭牌
  - 16.1 铭牌标志
  - 16.2 典型铭牌示例
- 17 对载波附件的要求
  - 17.1 概述
  - 17.2 排流线圈和限压装置
  - 17.3 载波附件的型式试验
  - 17.4 载波附件的例行试验
  - 17.5 铭牌标志
- 附录 A (资料性附录) 本标准章条编号与 IEC 60044-5: 2004 章条编号对照
- 附录 B (资料性附录) 本标准与 IEC 60044-5: 2004 技术性差异及其原因
- 附录 C (规范性附录) 电容式电压互感器电路图示例
- 附录 D (资料性附录) IEC 60044-5: 2004 标准规定的海拔校正因数
- 附录 E (资料性附录) IEC 60044-5: 2004 标准规定的标准绝缘水平
- 附录 F (规范性附录) 电容式电压互感器的高频特性
- 附录 G (资料性附录) 故障条件下电容式电压互感器的暂态响应
- 图 1 温升的海拔校正因数
- 图 2 型式试验 (图 2a) 和例行试验 (图 2b) 的试验顺序流程图
- 图 3 等效电路法的电容式电压互感器暂态响应试验电路图
- 图 4 串联负荷
- 图 5 纯电阻
- 图 6 无线电干扰电压测量电路
- 图 7 局部放电测量试验电路

- 图 8 局部放电测量另一种试验电路
- 图 9 平衡试验电路示例
- 图 10 校正电路示例
- 图 11 用等效电路作准确度检验的 1 级 CVT 误差图示例
- 图 12 传递过电压测量：试验电路及 GIS 试验布置
- 图 13 传递过电压测量：一般试验布置
- 图 14 传递过电压测量：试验波形
- 图 15 具有一个二次绕组的单相互感器
- 图 16 具有两个二次绕组的单相互感器
- 图 17 具有两个带抽头的二次绕组的单相互感器
- 图 18 具有一个剩余电压绕组和两个二次绕组的单相互感器
- 图 19 准确级为 0.2、0.5 和 1.0 的电容式电压互感器的误差图
- 图 20 电容式电压互感器的暂态响应
- 图 21 典型铭牌示例
- 图 C.1 电容式电压互感器电路图示例
- 图 C.2 具有载波附件的电容式电压互感器电路图示例
- 图 D.1 外绝缘的海拔校正因数
- 图 E.1 标准绝缘水平
- 表 1 额定环境温度类别
- 表 2 满足准确度和热性能要求的额定电压因数标准值
- 表 3 绕组的温升限值
- 表 4 标准绝缘水平
- 表 5 局部放电的测量电压和允许水平
- 表 6 爬电距离
- 表 7a 铁磁谐振要求
- 表 7b 铁磁谐振要求
- 表 8 传递过电压限值
- 表 9 静态耐受试验载荷
- 表 10 温升试验的试验电压
- 表 11 准确度试验的负荷范围
- 表 12 单元、叠柱和电容分压器整体的试验电压
- 表 13 铁磁谐振检验
- 表 14 准确度检验点（示例）
- 表 15 一次线端端子施加试验载荷的方式
- 表 16 测量用电容式电压互感器的电压误差和相位差的限值
- 表 17 保护用电容式电压互感器的电压误差和相位差的限值
- 表 18 暂态响应级标准值
- 表 19 用以产生剩余电压的电容式电压互感器的额定二次电压
- 表 20 铭牌标志
- 表 21 装有载波附件的电容式电压互感器的铭牌标志的附加项目
- 表 A.1 本标准章条编号与 IEC 60044-5：2004 章条编号对照
- 表 B.1 本标准与 IEC 60044-5：2004 技术性差异及原因

## 前 言

本标准修改采用 IEC 60044-5：2004《互感器 第 5 部分：电容式电压互感器》（英文版）。

本标准根据 IEC 60044-5：2004 重新起草。在附录 A 中列出了本标准章条编号与 IEC 60044-5：2004《互感器 第 5 部分：电容式电压互感器》章条编号的对照一览表。

考虑到我国国情,在采用 IEC 60044-5:2004 时,本标准作了一些修改,有关技术差异已编入正文中,并在它们所涉及的条款的页边空白处用垂直单线标识。在附录 B 中给出了这些技术差异及其原因的一览表,以供参考。

为了便于使用,本标准对 IEC 60044-5:2004 还作了下列编辑性修改:

- a) 按 GB/T 1.1—2000 的要求,对书写格式进行了修改;
- b) 用小数点“.”代替作为小数点的逗号“,”;
- c) 在物理量的符号中,表示额定值的下标 R 及表示互感器一次量的下标 P 和二次量的下标 S 等均改为小写字母(与我国现行的相关标准统一);
- d) 删除了 IEC 前言;
- e) 将规范性引用文件按修改后的内容进行了调整,且将原 IEC 标准中有对应的国家标准或行业标准的均予更换;
- f) 第 3 章的引导语按 GB/T 1.1—2000 的要求作了修改;
- g) 表 20 中表示适用的“×”更改为“○”;
- h) 删除了参考文献。

本标准代替 GB/T 4703—2001《电容式电压互感器》。

本标准与 GB/T 4703—2001《电容式电压互感器》相比主要变化如下:

- a) 将对电容分压器的主要要求和试验直接纳入本标准的文本中;
- b) 额定输出分为两类,其输出值大幅降低;
- c) 在例行试验中增加了铁磁谐振检验;
- d) 将暂态响应特性要求分为 3 级,第 3 级的要求比原标准提高;
- e) 增加了对传递过电压的限值和试验;
- f) 增加了对无线电干扰电压的要求和试验;
- g) 增加了特殊试验类别;
- h) 重复性工频耐压试验电压由规定值的 75% 提高到 80%。

本标准的附录 C 和附录 F 为规范性附录,附录 A、附录 B、附录 D、附录 E 及附录 G 为资料性附录。

本标准由中国电器工业协会提出。

本标准由全国互感器标准化技术委员会(SAC/TC 222)归口。

本标准负责起草单位:西安电力电容器研究所、沈阳变压器研究所。

本标准参加起草单位:西安西电电力电容器有限责任公司、传奇电气(沈阳)有限公司、武汉高压研究院、日新电机(无锡)有限公司、桂林电力电容器总厂、上海 MWB 互感器有限公司、新东北电气(锦州)电力电容器有限公司、无锡华能电力电容器有限公司、天津市泰莱电力设备技术有限公司、江苏精科互感器有限公司、江苏思源赫兹互感器有限公司。

本标准主要起草人:郭天兴、房金兰、高祖绵、王晓琪、杨一民、王增文、刘菁、潘红梅、谷劲松、尹世安、邓塔、张军、刘卫红、孙敏、毛立新、魏朝晖。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

——GB 4703—1984; GB/T 4703—2001。

## 电容式电压互感器

### 1 范围

本标准适用于连接到线与地之间的新的单相电容式电压互感器,其系统电压  $U_m \geq 72.5\text{kV}$ ,频率为  $15\text{Hz} \sim 100\text{Hz}$ 。它们为测量、控制和继电保护装置提供低电压。

电容式电压互感器可以装载波附件,用于载波频率为  $30\text{kHz} \sim 500\text{kHz}$  的电力线路载波(PLC)系统。

以下三项标准构成本标准的基础:

- GB 1207,有关电磁式电压互感器;
- GB/T 19749,有关耦合电容器及电容分压器;
- GB/T 7329,有关电力线载波(PLC)结合设备。

测量功能包括指示测量和计费测量。

注 1：附录 C 给出了本标准适用的电容式电压互感器电路图示例；

注 2：如有用户需要， $U_m$  为 40.5kV 的电容式电压互感器也可采用本标准。

## 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 156 标准电压（GB 156—2003，IEC 60038：1983，IEC standard voltages，NEQ）

GB 311.1 高压输变电设备的绝缘配合（GB 311.1—1997，neq IEC 60071-1：1993）

GB 1207—2006 电磁式电压互感器（IEC 60044-2：2003，Instrument transformers—Part 2：Inductive voltage transformers，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，neq IEC 60050（421）：1990，IEC 60050（321）：1986）

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

GB/T 2900.50 电工术语 发电、输电及配电 通用术语（GB/T 2900.50—1998，neq IEC 60050（601）：1985）

GB/T 2900.57 电工术语 发电、输电及配电 运行（GB/T 2900.57—2002，eqv IEC 60050（604）：1987）

GB/T 4798（系列） 电工电子产品应用环境条件（idt，eqv 或 neq IEC 60721 系列）

GB/T 5585.1—2005 电工用铜、铝及其合金母线 第 1 部分：铜和铜合金母线

GB/T 7329 电力线载波结合设备（GB/T 7329—1998，neq IEC 60481：1974）

GB/T 7354—2003 局部放电测量（IEC 60270：2000，IDT）

GB/T 11021 电气绝缘 耐热性分级（GB/T 11021—2007，IEC 60085：2004，IDT）

GB/T 11023 高压开关设备六氟化硫气体密封试验方法

GB/T 11604 高压电器设备无线电干扰测试方法（GB/T 11604—1989，eqv IEC CISPR 18-1：1982，IEC CISPR 18-2：1986）

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—1997，eqv IEC 60060-1：1989）

GB/T 19749—2005 耦合电容器及电容分压器（IEC 60358：1990，MOD）

JB/T 5895 污秽地区绝缘子 使用导则（JB/T 5895—1991，neq IEC 60815：1986）

IEC/TS 61462：1998 复合绝缘子 户内和户外电气设备用空心绝缘子 定义、试验方法、试验准则和推荐结构

IEC 621 55：2003 额定电压 1000V 以上电气设备用承压及非承压空心瓷和玻璃绝缘子

## 3 术语和定义

GB/T 2900.15、GB/T 2900.16、GB/T 2900.50、GB/T 2900.57 确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1 通用定义

#### 3.1.1

电容式电压互感器 capacitor voltage transformer

CVT

电容式电压互感器由电容分压器和电磁单元组成，其设计和相互连接使电磁单元的二次电压实质上正比于一次电压，且相位差在连接方向正确时接近于零。

#### 3.1.2

电容式电压互感器的额定频率 rated frequency of a capacitor voltage transformer

$f_r$

电容式电压互感器设计所依据的频率。

### 3.1.3

标准的频率参考范围 standard reference range of frequency  
额定准确级适用的频率范围。

### 3.1.4

额定一次电压 rated primary voltage

$U_{pr}$

用于电容式电压互感器标识并作为其性能基准的一次电压值。

### 3.1.5

额定二次电压 rated secondary voltage

$U_{sr}$

用于电容式电压互感器标识并作为其性能基准的二次电压值。

### 3.1.6

二次绕组 secondary winding

向测量仪器、仪表、保护或控制装置的电压回路提供电压的绕组。

### 3.1.7

二次电路 secondary circuit

由互感器二次绕组供电的外部电路。

### 3.1.8

电压互感器的实际电压比 actual transformation ratio of a voltage transformer

电压互感器实际一次电压与实际二次电压之比。

### 3.1.9

电压互感器的额定电压比 rated transformation ratio of a voltage transformer

$K_r$

电压互感器的额定一次电压与额定二次电压之比。

### 3.1.10

电压误差（比值差） voltage error (ratio error)

$\varepsilon_U$

电压互感器测量电压时出现的误差，它是由于实际电压比不等于额定电压比而造成的。

注：此定义仅涉及一次和二次电压的额定频率分量，不包括直流电压分量和剩余电压。

$$\text{电压误差 } \varepsilon_U = \frac{K_r U_s - U_p}{U_p} \times 100\%$$

式中：

$K_r$ ——额定电压比；

$U_p$ ——实际一次电压；

$U_s$ ——在测量条件下，施加  $U_p$  时的实际二次电压。

### 3.1.11

相位差 phase displacement

$\phi_U$

二次电压相量和一次电压相量的相位之差：

$$\phi_U = \phi_s - \phi_p$$

相量方向是以理想互感器的相位差（ $\phi_U$ ）为零来确定。

注 1：当二次电压相量（ $\phi_s$ ）超前于一次电压相量（ $\phi_p$ ）时相位差为正值。它通常用分或厘弧度表示。

注 2：此定义仅在电压为正弦波时严格正确。

### 3.1.12

准确级 accuracy class

对电容式电压互感器给定的准确度等级标识，其误差在指定使用条件下应在规定的限值内。

### 3.1.13

负荷 burden

二次电路的导纳，用西门子和功率因数（滞后或超前）表示。



**注：**负荷通常以在规定功率因数和额定二次电压下的视在功率伏安值表示。

#### 3.1.14

额定负荷 rated burden

本标准准确级要求所依据的负荷值。

#### 3.1.15

输出 output

a) 额定输出 rated output

在额定二次电压下和接有额定负荷时，电容式电压互感器所供给二次电路的视在功率值（在规定功率因数下的伏安值）。

b) 热极限输出 thermal limiting output

在额定一次电压下温升不超过 6.5 规定的限值（且不损坏电容式电压互感器部件）的条件下，二次绕组所能供给的以额定电压为基准的视在功率伏安值。

注 1：在此状态下，误差可能超过限值。

注 2：有两个及以上二次绕组时，各二次绕组的热极限输出应分别标出。

注 3：除非制造方与用户协商同意，不允許两个及以上二次绕组同时供给热极限输出。

#### 3.1.16

设备最高电压 highest voltage for equipment

$U_m$

设备在绝缘方面按其设计并能适用的相间最高电压方均根值。

#### 3.1.17

额定绝缘水平 rated insulation level

一组电压值，它表征互感器绝缘耐受电压的能力。

#### 3.1.18

中性点绝缘系统 isolated neutral system

其中性点除了通过供保护或测量用的高阻抗接地外无其他接地连接的系统。

#### 3.1.19

（中性点）直接接地系统 solidly earthed (neutral) system

其一个或多个中性点直接接地的系统。

#### 3.1.20

（中性点）阻抗接地系统 impedance earthed (neutral) system

其一个或多个中性点通过限制接地故障电流的阻抗接地的系统。

#### 3.1.21

（中性点）谐振接地系统 resonant earthed (neutral) system

一个或多个中性点通过电抗接地的系统，借以大体上补偿单相接地故障电流的电容分量。

**注：**在谐振接地系统中，其故障时的剩余电流被限制到可使空气中的故障电弧自行熄灭。

#### 3.1.22

接地故障因数 earth fault factor

在三相系统的一定位置上，以及对于给定系统的结构，由于接地故障的影响在健全相引起电压升高，其最高工频电压的方均根值与该位置无故障时的工频电压方均根值的比值。

#### 3.1.23

中性点接地系统 earthed neutral system

一种系统，其中性点直接接地，或是通过电阻或电抗接地，其阻值低到既能抑制暂态振荡，又能得到足够的电流供接地故障保护选择用。

a) 给定位置的中性点有效接地三相系统，是指该点接地故障系数不超过 1.4 的系统。

**注：**对所有的系统布置，当其零序电抗与正序电抗之比小于 3 及零序电阻与正序电抗之比小于 1 时，此条件大体可以达到。

b) 给定位置的中性点非有效接地三相系统，是指该点接地故障系数超过 1.4 的系统。

#### 3.1.24

暴露安装 exposed installation

其设备会遭受大气过电压的一种安装。

**注：**这种安装通常是直接或经过一段短电缆与架空输电线连接。

### 3.1.25

非暴露安装 non-exposed installation

其设备不会遭受大气过电压的一种安装。

**注：**这种安装通常是与地下电缆网络连接。

### 3.1.26

测量用电容式电压互感器 measuring capacitor voltage transformer

为指示仪器、积分仪表和类似装置供电的电容式电压互感器。

### 3.1.27

保护用电容式电压互感器 protective capacitor voltage transformer

为继电保护装置供电的电容式电压互感器。

### 3.1.28

剩余电压绕组 residual voltage winding

单相电容式电压互感器的一个绕组，在 3 台单相互感器组成的三相组中，各互感器的该绕组接成开口三角形，用于在接地故障状态下产生剩余电压。

### 3.1.29

额定电压因数 rated voltage factor

$F_v$

与额定一次电压  $U_{pr}$  相乘以确定最高电压的系数，在此电压下，互感器必须满足相应的规定时间的热性能要求和相应的准确级要求。

### 3.1.30

电容式电压互感器的额定温度类别 rated temperature category of a capacitor voltage transformer

电容式电压互感器设计所指定的环境空气或冷却介质的温度范围。

### 3.1.31

线路端子（高压端子） line terminal (high voltage terminal)

与电网线路导体连接的端子。

### 3.1.32

铁磁谐振 ferro-resonance

电容和非线性磁饱和电感组成电路的持续谐振。

**注：**铁磁谐振可以由一次侧或二次侧的开关操作激发。

### 3.1.33

暂态响应（瞬变响应） transient response

在暂态条件下，对比于高压端子的电压波形，所测得的二次电压波形的保真度。

### 3.1.34

机械应力 mechanical stress

电容式电压互感器各部分所受的机械应力，主要是下述 4 种力作用的结果：

——与电力线路的连接对端子的作用力；

——电容式电压互感器在其耦合电容器顶部有无安装阻波器情况下，其迎风面受风的作用力；

——地震力；

——短路电流产生的电动力。

### 3.1.35

电压连接式 CVT voltage-connected CVT

与高压线路仅有一个连接的 CVT。

**注：**在正常条件下，顶部连接仅承载电容式电压互感器的电流。

### 3.1.36

电流连接式 CVT current-connected CVT

与高压线路有两个连接的 CVT。

**注：**各端子和顶部连接设计为正常条件下承载线路电流。

### 3.1.37

阻波器连接式 CVT line trap-connected CVT

顶部装有阻波器的 CVT。

注 1：在这种情况下，阻波器的两个连接承载高压线路电流，阻波器到 CVT 的一个连接承载 CVT 的电流。

注 2：当多相短路时，两相上的支座安装式阻波器产生附加的作用力。

## 3.2 电容分压器的定义

### 3.2.1

电容分压器 capacitor voltage divider

构成交流分压器的电容器叠柱单元。

### 3.2.2

(电容器) 元件 (capacitor) element

主要由电介质和被它隔开的电极构成的部件。

### 3.2.3

(电容器) 单元 (capacitor) unit

由一个或多个电容器元件组装于同一外壳中并有引出端子的组装体。

**注：**耦合电容器单元的一般形式，是具有一个绝缘材料制成的圆筒形容器和作为端子的金属法兰。

### 3.2.4

(电容器) 叠柱 (capacitor) stack

电容器单元串联的组装体。

**注：**各电容器单元通常是垂直排列安装。

### 3.2.5

电容器 capacitor

当不需要说明是电容器单元还是电容器叠柱时使用的通用术语。

### 3.2.6

电容器的额定电容 rated capacitance of a capacitor

$C_r$

电容器设计时选用的电容值。

**注：**本定义适用于：

——对于电容器单元，指单元的端子之间的电容；

——对于电容器叠柱，指叠柱的线路端子与低压端子之间或线路端子与接地端子之间的电容；

——对于电容分压器，指总电容： $C_r=C_1C_2/(C_1+C_2)$ 。

### 3.2.7

耦合电容器 coupling capacitor

一种用来在电力系统中传输信号的电容器。

### 3.2.8

(电容分压器的) 高压电容器 high voltage capacitor (of a capacitor divider)

$C_1$

电容分压器中接于线路端子与中压端子之间的电容器。

### 3.2.9

(电容分压器的) 中压电容器 intermediate voltage capacitor (of a capacitor divider)

$C_2$

电容分压器中接于中压端子与低压端子之间的电容器。

### 3.2.10

(电容分压器的) 中压端子 intermediate voltage terminal (of a capacitor divider)

连接中压电路（例如电容式电压互感器的电磁单元）的端子。

### 3.2.11

(电容分压器的) 低压端子 low voltage terminal (of a capacitor divider)

直接接地或通过额定频率下阻抗值可以忽略的排流线圈接地的端子 (N)，该端子供电力线路载波 (PLC) 使用。

### 3.2.12

电容允许偏差 capacitance tolerance

在规定条件下，实际电容与额定电容之间的允许差值。

### 3.2.13

电容器的等值串联电阻 **equivalent series resistance of a capacitor**

一个假想的电阻, 如果将它和一个电容值与所研究电容器相等的理想电容器串联时, 则在给定高频的规定工作条件下, 该电阻上的功率损耗等于此电容器消耗的有功功率。

### 3.2.14

(电容器的) 高频电容 **high frequency capacitance (of a capacitor)**

给定高频下的有效电容值, 是电容器的固有电容和自感共同作用的结果。

### 3.2.15

(电容分压器的) 中间电压 **intermediate voltage (of a capacitor divider)**

$U_C$

当一次电压施加在高压端子与低压端子或接地端子之间时, 电容分压器中压端子与低压端子或接地端子之间的电压。

### 3.2.16

(电容分压器的) 分压比 **voltage ratio (of a capacitor divider)**

$K_{CR}$

施加在电容分压器上的电压与开路中间电压的比值。

注 1: 此比值对应于高压和中压电容器的电容之和除以高压电容器的电容:  $K_{CR}=(C_1+C_2)/C_1$ ;

注 2:  $C_1$  和  $C_2$  包括杂散电容, 这些杂散电容通常可以忽略。

### 3.2.17

电容器损耗 **capacitor losses**

电容器所消耗的有功功率。

### 3.2.18

电容器的损耗角正切 **tangent of the loss angle of a capacitor**

$\tan \delta$

有功功率  $P_a$  与无功功率  $P_r$  的比值:  $\tan \delta = P_a / P_r$ 。

### 3.2.19

电容温度系数 **temperature coefficient of capacitance**

$T_C$

给定温度变化量下的电容变化率:

$$T_C = \frac{\frac{\Delta C}{\Delta T}}{C_{20^\circ\text{C}}}, \left( \frac{1}{K} \right)$$

式中:

$\Delta C$ ——在温度间隔  $\Delta T$  内所测得的电容变化值;

$C_{20^\circ\text{C}}$ —— $20^\circ\text{C}$  时测得的电容值。

注: 本定义的  $\Delta C / \Delta T$  项, 仅当电容在所研究的温度范围内是温度的近似线性函数时方可使用。否则, 电容与温度的关系应以曲线或表格表示。

### 3.2.20

低压端子杂散电容 **stray capacitance of the low voltage terminal**

低压端子与接地端子之间的杂散电容。

### 3.2.21

低压端子杂散电导 **stray conductance of the low voltage terminal**

低压端子与接地端子之间的杂散电导。

### 3.2.22

电容器的电介质 **dielectric of a capacitor**

电极之间的绝缘材料。

## 3.3 电磁单元的定义

### 3.3.1

电磁单元 **electromagnetic unit**

电容式电压互感器的组成部分, 接在电容分压器的中压端子与接地端子之间 (或当使用载波耦合装置时直接接地), 用以提供二次电压。

**注：**电磁单元主要由一台变压器和一个补偿电抗器组成。变压器将中间电压降低到二次电压要求值。在额定频率下，补偿电抗器的感抗值近似等于分压器两部分电容并联（ $C_1 + C_2$ ）的容抗值。补偿电感可以全部或部分并入变压器之中。

### 3.3.2

中压变压器 intermediate transformer

一台电压互感器，在正常使用条件下，其二次电压实质上正比于一次电压。

### 3.3.3

补偿电抗器 compensating reactor

一个电抗器，通常接在中压端子与中压变压器一次绕组的高压端子之间，或接在接地端子与中压变压器一次绕组的接地侧端子之间，或者将其电感值并入中压变压器的一次和二次绕组内。

$$L = \frac{1}{(C_1 + C_2)(2\pi f_r)^2}$$

**注：**补偿电抗器的电感  $L$  的设计值为：

### 3.3.4

阻尼装置 damping device

电磁单元中的一种装置，其用途有：

- a) 限制可能出现在一个或多个部件上的过电压；
- b) 抑制持续的铁磁谐振；
- c) 改善电容式电压互感器暂态响应特性。

### 3.3.5

补偿电抗器的保护器件 protection element of compensating reactor

并联于补偿电抗器两端的一个器件，用以限制电抗器的过电压，且有利于阻尼 CVT 的铁磁谐振。

## 3.4 载波附件的定义

### 3.4.1

载波附件 carrier-frequency accessories

接在电容分压器低压端子与地之间用以注入载波信号的电路元件（见图 C.2），其阻抗在工频下很小，但在载波频率下相当大。

### 3.4.2

排流线圈 drain coil

接在电容分压器低压端子与地之间的一个电感元件，排流线圈的阻抗在工频下很小，但在载波频率下具有高阻抗值。

### 3.4.3

限压器件 voltage limitation element

跨接在排流线圈两端或接在电容分压器低压端子与地之间的一个器件，用以限制在下列情况下出现在排流线圈上的过电压：

- a) 在高压端子对地发生短路时；
- b) 在高压端子与地之间施加冲击电压时；
- c) 在一次侧开关合闸时。

### 3.4.4

载波接地开关 carrier earthing switch

当需要时，用于低压端子接地的开关。

## 4 通用要求

所有的电容式电压互感器皆应适合于测量用途，但除此之外有些类型产品适合于保护用途。测量和保护双重用途的电容式电压互感器应遵循本标准的全部条款。

## 5 使用条件

## 5.1 环境条件分类

有关环境条件分类的详细信息见 GB/T 4798 系列标准。

## 5.2 正常使用条件

### 5.2.1 环境温度

电容式电压互感器分为 3 种温度类别，列于表 1。

表 1 额定环境温度类别

类别	最低温度/°C	最高温度/°C
-5/40	-5	40
-25/40	-25	40
-40/40	-40	40

注：选择温度类别时还应考虑储存和运输条件。

### 5.2.2 海拔

海拔不超过 1000m。

### 5.2.3 振动或轻微地震

由于外部原因造成电容式电压互感器的振动或者轻微地震皆不考虑。

### 5.2.4 户内电容式电压互感器的其他使用条件

其他应考虑的使用条件如下：

- a) 太阳幅射影响可以忽略；
- b) 环境空气无明显地被尘埃、烟气、腐蚀性气体、蒸气或盐分所污染；
- c) 湿度条件如下：

1) 相对湿度，在 24h 期间测得的平均值不超过 95%，在 1 个月期间的平均值不超过 90%；

2) 水蒸气压强，在 24h 期间的平均值不超过 2.2kPa，在 1 个月期间的平均值不超过 1.8kPa。

在这些条件下，凝露可能会偶然发生。

注 1：高湿度期间发生温度突变时将会出现凝露。

注 2：为了耐受高湿度和凝露的作用，例如为防止绝缘击穿或金属件腐蚀，应采用按这种条件设计的电容式电压互感器。

注 3：采用专门设计的房间，采取适当的通风和加热或者使用去湿设备，可以防止凝露。

### 5.2.5 户外电容式电压互感器的其他使用条件

其他应考虑的使用条件如下：

- a) 环境温度，在 24h 期间测得的平均值不超过 35°C；
- b) 太阳幅射水平应不超过 100W/m<sup>2</sup>（晴天午间）；
- c) 环境空气可能被尘埃、烟气、腐蚀性气体、蒸气或盐分所污染。污秽不超过表 6 所列的污秽水平；
- d) 风压不超过 700Pa（对应风速为 34m/s）；
- e) 凝露或降水。

## 5.3 特殊使用条件

当电容式电压互感器的使用条件与 5.2 的正常使用条件不相同，用户的要求应参照下述标准化的方法提出。

### 5.3.1 海拔

当安装处海拔超过 1000m 时，海拔每升高 100m，外绝缘强度约降低 1%。在海拔不高于 1000m 的地点试验时，其外绝缘试验电压应按额定耐受电压乘以海拔校正因数  $k$ 。

$$k = \frac{1}{1.1 - h \times 10^{-4}}$$

式中：

$h$ ——CVT 安装地点的海拔高度，m。

注：IEC 60044-5：2004 规定的外绝缘耐受电压海拔校正因数参见附录 D。

### 5.3.2 环境温度

安装地点的环境温度明显超出 5.2.1 所列正常使用条件的范围时，优先的最低和最高温度范围应规定为：

- 特别寒冷的气候  $-50^{\circ}\text{C}$  和  $+40^{\circ}\text{C}$ ；
- 特别热的气候  $-5^{\circ}\text{C}$  和  $+50^{\circ}\text{C}$ 。

在频繁出现湿热风的某些地区，可能发生温度的突然变化以致凝露，即使在户内也如此。

**注：**在某些太阳辐射条件下，可能需要采取适当的措施，例如遮盖、强迫通风等，以避免温升超过规定值。

### 5.3.3 地震

其要求和试验正在考虑中。

## 5.4 系统接地方式

所考虑的系统接地方式为：

- a) 中性点不接地系统（见 3.1.18）；
- b) 中性点谐振接地系统（见 3.1.21）；
- c) 中性点接地系统（见 3.1.23）：
  - 1) 中性点直接接地系统（见 3.1.19）；
  - 2) 中性点阻抗接地系统（见 3.1.20）。

## 6 额定值

### 6.1 额定频率标准值

标准值为 50Hz 和 60Hz。

### 6.2 额定电压标准值

#### 6.2.1 额定一次电压 $U_{pr}$

接在三相系统线与地之间的电容式电压互感器，其额定一次电压标准值应为系统标称电压的  $1/\sqrt{3}$ 。

优先值见 GB 156 中的规定。

**注：**测量用或保护用的电容式电压互感器，其性能以额定一次电压  $U_{pr}$  为基准，其额定绝缘水平则以 GB 311.1 所列的设备最高电压  $U_m$  之一为基准。

#### 6.2.2 额定二次电压

额定二次电压应按互感器使用场合的实际需要来选择。接在三相系统的线与地之间的电容式电压互感器的二次额定电压标准值为  $100/\sqrt{3}\text{V}$ 。剩余电压绕组的额定电压标准值见 15.6.1。

### 6.3 额定输出标准值

功率因数为 1 的额定输出标准值，以伏安表示为：1.0VA，1.5VA，2.5VA，3.0VA，5.0VA，7.5VA（负荷范围 I，见 9.7）。

功率因数为 0.8 滞后的额定输出标准值，以伏安表示为：10VA，15VA，25VA，30VA，40VA，50VA，100VA（负荷范围 II，见 9.7）。

有下划线者为优先值。

**注：**对给定的互感器，只要其额定输出之一为标准值并满足一个标准准确级，则其余的额定输出可允许规定为非标准值，但要满足另一个标准准确级。

### 6.4 额定电压因数标准值

额定电压因数由最高运行电压确定，而后者又取决于系统接地方式。

表 2 列出了各种接地方式所对应的额定电压因数，及其在最高运行电压下的允许持续时间（即额定时间）。

表 2 满足准确度和热性能要求的额定电压因数标准值

额定电压因数 $F_v$	额定时间	一次端子连接方式和系统接地方式
1.2	连续	中性点有效接地系统（3.1.23a）的线与地之间

1.5	30s	
1.2	连续	带有接地故障自动跳闸的中性点非有效接地系统（3.1.23b）的线与地之间
1.9	30s	
1.2	连续	无接地故障自动跳闸的中性点不接地系统（3.1.18）或无接地故障自动跳闸的谐振接地系统（3.1.21）的线与地之间
1.9	8h	

注 1：允许采用缩短的额定时间，由制造方和用户协商确定。

注 2：电容式电压互感器的热性能和准确度要求以额定一次电压为基准，而其额定绝缘水平则以设备最高电压  $U_m$ （GB 311.1）为基准。

注 3：电容式电压互感器的最高运行电压，必须低于或等于设备最高电压  $U_m$  除以  $\sqrt{3}$  或额定一次电压  $U_{pr}$  乘以连续工作的额定电压因数 1.2，取其较低者。

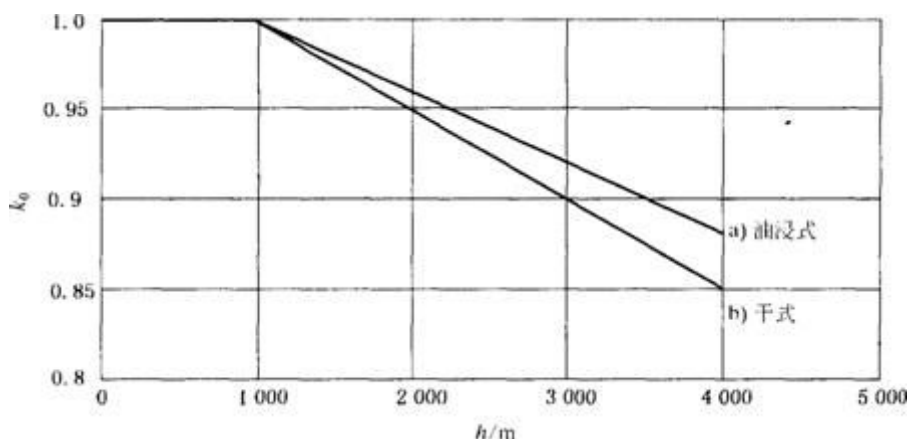
### 6.5 温升限值

除非另有规定，电容式电压互感器在规定电压、额定频率和额定负荷（或如有多个额定负荷时的最大额定负荷）及负荷的功率因数 0.8 滞后与 1 之间任意值时，其温升  $\Delta T$  应不超过表 3 所列的相应值。

如果规定的环境温度超过 5.1 的给定值，表 3 的允许温升  $\Delta T$  应减去环境温度的超过值。

如果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，则表 3 的温升限值  $\Delta T$  应按工作地点的海拔超过 1000m 后的每 100m 减去下列百分比：

- a) 油浸式电磁单元：0.4%（见图 1）；
- b) 干式电磁单元：0.5%（见图 1）。



$$\text{温升的海拔校正因数 } k_0 = \frac{\Delta T_h}{\Delta T_{h_0}}$$

$\Delta T_h$  在海拔  $h > 1000m$  处的温升，和

$\Delta T_{h_0}$  表 3 所规定在海拔  $h \leq 1000m$  处的温升限值  $\Delta T$ 。

**图 1 温升的海拔校正因数**

绕组的温升  $\Delta T$  由它本身或包围它的介质的最低绝缘等级限定。各绝缘等级的温升限值列于表 3。

**表 3 绕组的温升限值**

绝缘材料的耐热等级（依据 GB/T 11021）	温升限值 $\Delta T/K$
浸在油中的所有等级 电磁单元无以下所述的配置时，其容器的油顶层温升 $\Delta T$ 应不超过 50K。	60
浸在油中且是全密封的所有等级 电磁单元的油面上充有惰性气体或干燥空气时，其容器的油顶层温升 $\Delta T$ 应不超过 55K。	65



充填沥青胶的所有等级	50
不浸油也不充沥青胶的各等级	
Y	45
A	60
E	75
B	85
F	110
H	135
与绝缘材料相接触或邻近的铁心和其他金属件外表面测得的温升 $\Delta T$ , 应不超过绝缘材料的相应值。	
注: 对某些材料 (例如树脂), 制造方应指明其相当的绝缘等级。	

## 7 设计要求

### 7.1 绝缘要求

电容式电压互感器的绝缘水平应按照表 4 的标准绝缘水平选取。额定绝缘水平应以其设备最高电压  $U_m$  为基准。

一般规则为:

——正极性额定操作冲击耐受电压湿试验是确定电容式电压互感器最小闪络距离 (外绝缘) 的依据。

——外绝缘强度的试验, 通常是进行额定短时工频耐受电压湿试验 (范围 I) 或正极性操作冲击耐受电压湿试验 (范围 II) (见 9.5)。

——额定雷电冲击耐受电压值, 是确定电容器电介质强度和电磁单元绝缘强度的一个因素。

——按照 GB 311.1, 对应于每一  $U_m$  值仅用两种标准耐受电压足以确定设备的标准绝缘水平:

- 范围 I:  $72.5\text{kV} \leq U_m < 300\text{kV}$ : 额定雷电冲击耐受电压和额定短时工频耐受电压;

- 范围 II:  $300\text{kV} \leq U_m \leq 800\text{kV}$ : 额定操作冲击耐受电压和额定雷电冲击耐受电压。

——由于电容式电压互感器的内绝缘为非自恢复性的, 表 4 对范围 II 规定了 3 种标准的耐受电压。对范围 II 所规定的短时工频耐受电压用于例行试验及局部放电测量。交流电压的耐受强度确定电容式电压互感器非自恢复内绝缘的长期性能。

——范围 II 的额定短时工频耐受电压试验 (表 4) 并测量局部放电 (PD), 是电容式电压互感器绝缘强度的一种指示。

——额定绝缘水平是以设备最高电压  $U_m$  为基准的, 而电压互感器的热性能和准确度要求则是以额定一次电压  $U_{pr}$  为基准的。

——绝缘水平应按照表 4 选取。

**注:** 如用户另有要求, 绝缘水平可参照附录 E 选取, 但应在合同中注明。

**表 4 标准绝缘水平**

单位为千伏 (kV)

范围	系统标称电压 (方均根值)	设备最高电压 $U_m$ (方均根值)	额定短时工频耐受电压 (方均根值)	额定雷电冲击耐受电压 (峰值)	额定操作冲击耐受电压 (峰值)
I	35	40.5	80/95	185/200	—
	66	72.5	140	325	—
			160	350	

	110	126	185/200	450/480 550	—
	220	252	360 395	850 950	—
II	330	363	460	1175	850
			510		950
	500	550	630	1550	1050
			680		
			740		1175
750	800	975	2100	1550	

注 1：额定短时工频耐受电压中斜线下的数据为外绝缘的干耐受电压。  
注 2：额定雷电冲击耐受电压中斜线下的数据仅适用于内绝缘。  
注 3： $U_m$  为 800kV 的设备绝缘水平为我国目前示范工程所采用的数值。  
注 4：对同一设备最高电压给出两个绝缘水平者，在选用时应考虑到电网结构及过电压水平、过电压保护装置的配置及其性能、可接受的绝缘故障率等。

## 7.2 其他绝缘要求

### 7.2.1 电容分压器的低压端子

具有低压端子的电容分压器，其低压端子与接地端子之间应承受工频试验电压 4kV（方均根值），历时 1min。

——进行本项试验和 7.2.2 试验时，电磁单元不必断开。

**注：**各试验电压适用于无论装有或不装带过电压保护的载波附件的电容式电压互感器。

——如果低压端子与地之间装有保护间隙，试验时应防止它动作。试验时载波附件应断开。

——如果试验电压对载波附件与低压端子的绝缘配合而言过低，可按用户要求采用较高值。

### 7.2.2 暴露于大气中的低压端子

如果电容分压器的低压端子暴露于大气中，其低压端子与接地端子之间应承受工频试验电压 10kV（方均根值），历时 1min。

### 7.2.3 局部放电

按照 10.2.3.2 的试验程序，施加预加电压之后，在表 5 所规定局部放电测量电压下的局部放电水平应不超过该表中规定的限值。

局部放电要求适用于完整的电容分压器，或作为叠柱的一部分的电容器单元，或作为电容分压器的一部分的电容器叠柱。

局部放电测量时电磁单元不接入。电磁单元中绝缘的场强低，不要求测量局部放电。

**表 5 局部放电的测量电压和允许水平**

系统的接地方式	局部放电测量电压（方均根值）	对浸于液体中的绝缘局部放电允许水平/pC
中性点有效接地系统	$U_m$	10
	$\frac{1.2U_m}{\sqrt{3}}$	5
中性点不接地或非有效接地系统	$1.2U_m$	10
	$\frac{1.2U_m}{\sqrt{3}}$	5

注 1：如果系统中性点的接地方式不明确，则以中性点不接地或非有效接地系统的规定值为准。  
注 2：局部放电允许水平对采用不同于系统额定值的频率进行试验时也适用。  
注 3：如果仅测试电容分压器的部件时，其测量电压值等于：

$$1.05 \times \text{CVT的测量电压} \times \frac{\text{单元的额定电压}}{\text{CVT的额定电压}}$$

$$\text{或者, } 1.05 \times \text{CVT的测量电压} \times \frac{\text{叠柱的额定电压}}{\text{CVT的额定电压}}$$

#### 7.2.4 截断雷电冲击试验

本试验是为了检验电容器的内部连接。试验应在完整的电容式电压互感器上进行。试验电压的峰值为额定雷电冲击耐受电压的 115%。

#### 7.2.5 工频电容

单元、叠柱及电容分压器的电容  $C$  的偏差，应不超过其额定电容的  $-5\% \sim +10\%$ 。组成电容器叠柱的任何两个单元的电容之比值偏差，应不超过其单元额定电压之比的倒数的 5%。

$$\text{注1: } C = \frac{C_0}{n}$$

式中：

$n$ ——串联的元件数量；

$C_0$ ——单个元件的电容。

注 2：实际电容应在定义额定电容的温度下测量，或参照此温度进行折合。

#### 7.2.6 电容器的工频损耗

电容器的损耗用 10kV 和  $0.9U_{pr} \sim 1.1U_{pr}$  下测得的  $\tan \delta$  来表示，其要求值可由制造方与用户协商确定。

注 1：目的是检验生产制造的一致性。允许变化的限值可由制造方与用户协商确定。

注 2： $\tan \delta$  值取决于绝缘设计以及电压、温度和测量频率。

注 3：某些介质的  $\tan \delta$  值是测量前施加电压时间的函数。

注 4：电容器的损耗是检验干燥和浸渍工艺的指标。

注 5：作为参考值，用矿物油或合成油浸渍的各种介质的电容器，在  $20^\circ\text{C}$  (293K) 及  $0.9U_{pr} \sim 1.1U_{pr}$  条件下的典型  $\tan \delta$  值为：

a) 纸介质： $\leq 0.004$ ；

b) 复合介质：膜—纸—膜或纸—膜—纸  $\leq 0.0015$ ；

c) 全膜介质： $\leq 0.001$ 。

#### 7.2.7 电磁单元

##### 7.2.7.1 绝缘水平

a) 电磁单元的额定雷电冲击耐受电压应等于：

$$\text{CVT的额定雷电冲击试验电压} \times \frac{C_{1r}}{C_{1r} + C_{2r}} \times K \text{ (峰值)}$$

式中：

$K$ ——电压分布不均匀系数，可取 1.05；

$C_{1r}$ ——高压电容器的额定电容；

$C_{2r}$ ——中压电容器的额定电容。

b) 电磁单元的额定短时工频耐受电压应等于：

$$\text{CVT的额定短时工频试验电压} \times \frac{C_{1r}}{C_{1r} + C_{2r}} \times K \text{ (方均根值)}$$

式中：

$K$ ——电压分布不均匀系数，可取 1.05；

$C_{1r}$ ——高压电容器的额定电容；

$C_{2r}$ ——中压电容器的额定电容。

注 1：试验 a) 可在完整的电容式电压互感器上进行。

注 2：对试验 b)，电磁单元可与电容分压器断开。

##### 7.2.7.2 段间绝缘要求

绕组分为两段或多段时，段间绝缘应能承受额定短时工频耐受电压 3kV（方均根值），历时 1min。

### 7.2.7.3 二次绕组的绝缘要求

绕组绝缘应能承受额定短时工频耐受电压 3kV（方均根值），历时 1min。

### 7.2.7.4 补偿电抗器及其保护器件的绝缘要求

补偿电抗器绕组端子之间的绝缘水平及其保护器件的电压特性，应与在二次侧短路和开断等暂态过程中电抗器上可能出现的最大过电压水平相适应。具体数值由制造方确定。

### 7.2.7.5 中压回路低压端子的绝缘要求

电磁单元中压回路的低压端子应单独引出，低压端子对地之间的绝缘应能承受工频耐受电压 4kV（方均根值），历时 1min。

### 7.2.8 外绝缘要求

对于易受污染的户外绝缘，沿绝缘表面测量的以毫米数确定的最小标称爬电比距列于表 6。

表 6 爬电距离

污秽水平	最小标称爬电比距 <sup>a/</sup> (mm/kV <sup>b</sup> )	$\frac{\text{爬电距离}}{\text{闪络距离}}$
I 轻	16	≤3.5
II 中	20	≤3.5
III 重	25	≤4.0
IV 严重	31	≤4.0

a 规定的制造允许偏差可适用于实际爬电距离（见 IEC 62155）。

b 比距为相对地实测爬电距离毫米数除以设备最高电压  $U_m$  的相对相方均根值千伏数。有关爬电距离的其他规定和制造允许偏差见 JB/T 5895。

注 1：众所周知，表面绝缘特性受绝缘子形状的影响很大。

注 2：在极轻污秽地区，根据运行经验可采用低于 16mm/kV 的标称爬电比距，下限值为 12mm/kV。

注 3：对特别严重的污秽情况，标称爬电比距 31mm/kV 可能不满足要求。根据运行经验和/或试验室试验结果，可采用更大的爬电比距，但对某些情况有必要考虑冲洗的可行性。

注 4：所列值适用于瓷绝缘子。根据 IEC 61462 的规定，复合绝缘子具有较好的耐污秽性能。

### 7.3 短路承受能力

设计和制造的电容式电压互感器在施加额定电压时，应能承受历时 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。

### 7.4 铁磁谐振

#### 7.4.1 总则

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，由开关操作或者由一次或二次端子上暂态过程引起 CVT 的铁磁谐振应不持续。

#### 7.4.2 铁磁谐振的暂态振荡

$$\epsilon_F = \frac{\hat{U}_s - \frac{\sqrt{2}U_p}{K_f}}{\frac{\sqrt{2}U_p}{K_f}} = \frac{K_f \hat{U}_s - \sqrt{2}U_p}{\sqrt{2}U_p}$$

式中：

$\epsilon_F$ ——最大瞬时误差；

$\hat{U}_s$ ——在时间  $T_F$  之后的二次电压（峰值）；

$U_p$ ——一次电压（方均根值）；

$U_{pr}$ ——额定一次电压（方均根值）；

$K_f$ ——额定电压比；

$T_F$ ——铁磁谐振时间。

时间  $T_F$  之后的最大瞬时误差  $\epsilon_F$  要求为：

- a) 中性点有效接地系统（见表 7a）；
- b) 中性点非有效接地系统或中性点绝缘系统（见表 7b）。

**表 7a 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 $\epsilon_F/\%$
$0.8U_{pr}$	$\leq 0.5$	$\leq 10$
$1.0U_{pr}$	$\leq 0.5$	$\leq 10$
$1.2U_{pr}$	$\leq 0.5$	$\leq 10$
$1.5U_{pr}$	$\leq 2$	$\leq 10$

**表 7b 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 $\epsilon_F/\%$
$0.8U_{pr}$	$\leq 0.5$	$\leq 10$
$1.0U_{pr}$	$\leq 0.5$	$\leq 10$
$1.2U_{pr}$	$\leq 0.5$	$\leq 10$
$1.9U_{pr}$	$\leq 2$	$\leq 10$

## 7.5 电磁发射要求

### 7.5.1 无线电干扰电压（RIV）

本要求适用于  $U_m \geq 126\text{kV}$  安装在空气绝缘变电站的电容式电压互感器。在  $1.1U_m/\sqrt{3}$  电压下的无线电干扰电压应不超过  $2500 \mu\text{V}$ 。

注：纳入此要求以满足某些电磁兼容规程的要求。

### 7.5.2 传递过电压（TO）

按 11.1 规定的试验和测量条件，由一次传递至二次端子的过电压应不超过表 8 所列值。

A 型冲击波要求适用于空气绝缘变电站中的电容式电压互感器，而 B 型冲击波要求适用于安装在气体绝缘金属封闭变电站（GIS）内的电容式电压互感器。

注 1：纳入此要求以满足某些电磁兼容规程的要求。

注 2：A 型冲击波代表放电间隙闪络和开关操作引起的电压振荡。B 型冲击波代表开关操作时产生的陡波前冲击波。

**表 8 传递过电压限值**

冲击波类型	A	B
施加电压峰值 ( $U_p$ )	$1.6 \times \frac{1.2U_m}{\sqrt{3}}$	$1.6 \times \frac{1.2U_m}{\sqrt{3}}$
波形参数：		
——常规波前时间 ( $T_1$ )	$0.50 \times (1 \pm 20\%) \mu\text{s}$	—
——半峰值时间 ( $T_2$ )	$\geq 50 \mu\text{s}$	—
——波前时间 ( $T_1$ )	—	$10 \times (1 \pm 20\%) \text{ns}$
——波尾时间 ( $T_2$ )	—	$> 100\text{ns}$
传递过电压峰值的限值 ( $U_s$ )	1.6kV	1.6kV

## 7.6 机械强度要求

独立式电容式电压互感器应能承受表 9 所列的静态试验载荷。

规定的试验载荷是指可施加于一次端子任意方向的载荷。

**表 9 静态耐受试验载荷**

设备最高电压 $U_m/kV$	静态承受试验载荷 $F_t/N$		
	电容式电压互感器		
	电压端子	通过电流的端子	
I 类载荷		II 类载荷	
72.5 (40.5)	500	1250	2500
126	1000	2000	3000
252~363	1250	2500	4000
$\geq 550$	1500	4000	5000

注 1: 本要求不适用于悬挂型电容式电压互感器。  
 注 2: 正常运行条件下所加诸载荷的总和应不超过规定承受试验载荷的 50%。  
 注 3: 在某些应用情况下, 电容式电压互感器具有通过电流的端子, 应能承受罕见的强烈动态载荷 (例如短路), 其值不超过静态试验载荷的 1.4 倍。  
 注 4: 电容式电压互感器或电容分压器的悬挂系统能承受的拉应力, 应至少为电容式电压互感器或电容分压器质量的千克数乘以 9.81 和安全系数 2.5 所得到的相应作用力牛顿数。  
 注 5: 如电容式电压互感器用以支撑阻波器, 另外的试验载荷应由制造方和用户协商确定。  
 注 6: 在某些应用情况中, 一次端子可能需要抗扭转。试验施加的扭矩应由制造方和用户协商确定。

## 7.7 电容分压器和电磁单元的密封性能

### 7.7.1 电容分压器

电容器单元或组装完整的电容分压器, 应在所采用温度类别规定的整个温度范围内密封良好。

### 7.7.2 电磁单元

电磁单元应在所采用温度类别规定的整个温度范围内密封良好。

## 8 试验分类

### 8.1 概述

本标准所规定的试验分为型式试验、例行试验和特殊试验。型式试验和例行试验应按流程图 (见图 2) 所列的顺序进行。试验顺序的开始和终结, 应测量电容  $C$ 、 $\tan \delta$  和准确度。

**注:** 电容式电压互感器的高频特性参见附录 F。

#### 型式试验

对每种型号的 1 台互感器或 2 台互感器所进行的试验, 用来验证按同一技术规范制造的所有互感器均应满足除例行试验外所规定的要求。

注 1: 在一台具有较少差别的互感器上所做的型式试验也可认为有效。但这些差别应经制造方与用户协商同意。

注 2: 型式试验必须遵循图 2 流程图规定的过程。

#### 例行试验

每台电容式电压互感器皆应经受的试验。

#### 特殊试验

型式试验或例行试验之外的一类试验, 须经制造方和用户协商同意才能进行。

### 8.2 型式试验

下列各试验为型式试验, 详见有关条款:

- a) 准确度检验 (见 10.6);
- b) 温升试验 (见 9.1);
- c) 工频电容和  $\tan \delta$  测量 (见 9.2);
- d) 截断雷电冲击试验 (见 9.4.3);

- e) EMC 无线电干扰电压 (RIV) 试验.如果适用 (见 9.9) ;
- f) 短路承受能力试验 (见 9.3) ;
- g) 额定雷电冲击试验 (见 9.4.2) ;
- h) 操作冲击湿试验, 电压范围  $U_m \geq 300\text{kV}$  (见 9.5.2) ;
- i) 户外型互感器的交流耐压湿试验, 电压范围  $U_m < 300\text{kV}$  (见 9.5.1) ;
- j) 暂态响应试验 (见 9.8) (仅适用于保护用电容式电压互感器) ;
- k) 铁磁谐振试验 (见 9.6) ;
- l) 准确度试验 (见 9.7) 。

电容式电压互感器在经受 8.2 规定的绝缘型式试验后, 还应经受 8.3 规定的全部例行试验。

重复性工频耐压试验应在规定试验电压的 80% 下进行。型式试验可用 1 台或 2 台电容式电压互感器按图 2 流程图规定的顺序进行。

在任何试验过程中, 单元或叠柱或电容分压器的电容  $C$  的变化值应不超过相当于一个 (串联) 元件击穿造成的变化值 (见 7.2.5) 。

选择 1 台或者 2 台互感器进行试验, 由制造方自行决定。

型式试验报告应包括例行试验的结果。

**注:** 经制造方和用户协商同意, 试验顺序 (见图 2) 可以修改。

### 8.3 例行试验

下列各试验为例行试验, 详见有关条款:

- a) 电容分压器密封性能试验 (见 10.1) ;
- b) 工频电容和  $\tan \delta$  测量 (见 9.2) ;
- c) 工频耐压试验 (见 10.2) ;
- d) 局部放电测量 (见 10.2.3) ;
- e) 端子标志检验 (见 10.3) ;
- f) 电磁单元的工频耐压试验 (见 10.4) ;
- g) 电容分压器低压端子的工频耐压试验 (见 10.2.4) ;
- h) 铁磁谐振检验 (见 10.5) ;
- i) 准确度检验 (误差测定) (见 10.6) ;
- j) 电磁单元密封性能试验 (见 10.7) 。

在 c) 、 d) 、 e) 、 f) 和 g) 项试验后应进行 i) 项误差测定, 局部放电测量应在 c) 项试验之后进行。其余试验的顺序或可能的组合不作规定。

重复性工频耐压试验应在规定试验电压值的 80% 下进行。

非重复性工频耐压试验应在规定试验电压值的 100% 下进行。

### 8.4 特殊试验

下列各试验为特殊试验, 详见有关条款:

- a) 传递过电压测量 (见 11.1) ;
- b) 机械强度试验 (见 11.2) ;
- c) 温度系数测定 (见 11.3) ;
- d) 电容器单元密封性设计试验 (见 11.4) 。

### 8.5 1 台或 2 台产品的试验顺序

试验顺序应按图 2 流程图执行。

**注:** 试验顺序的少量修改应经制造方与用户协商同意。

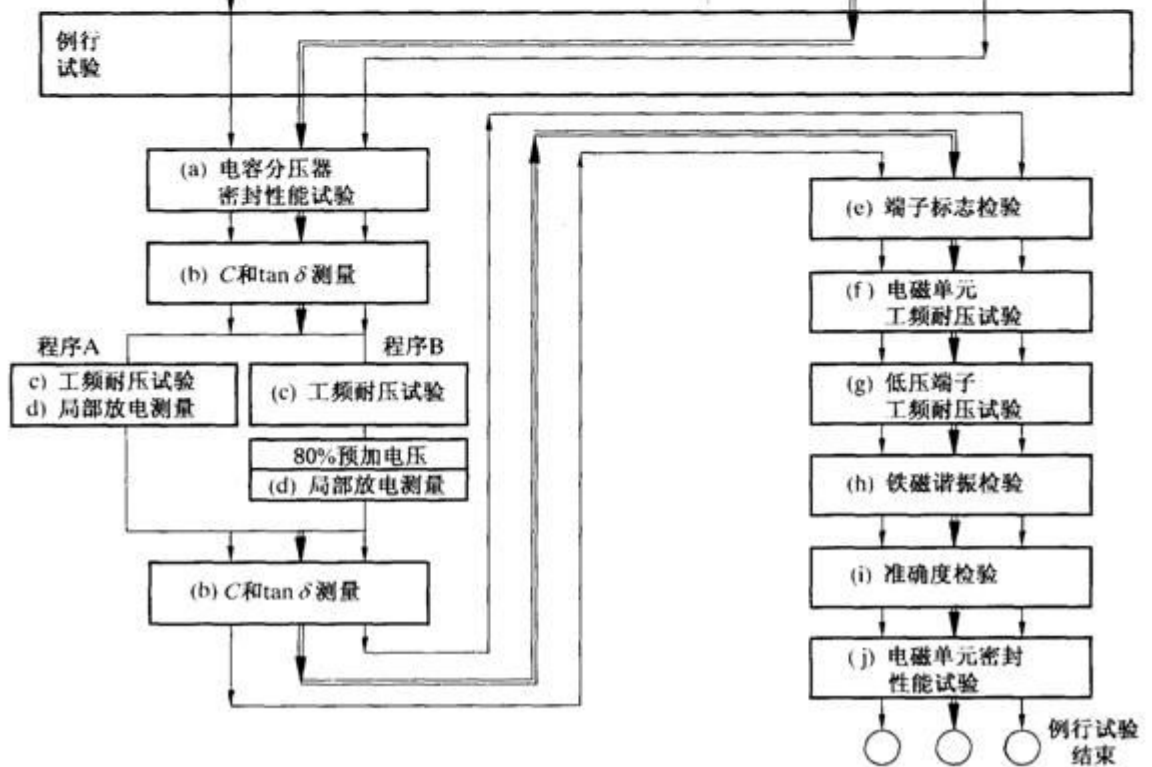
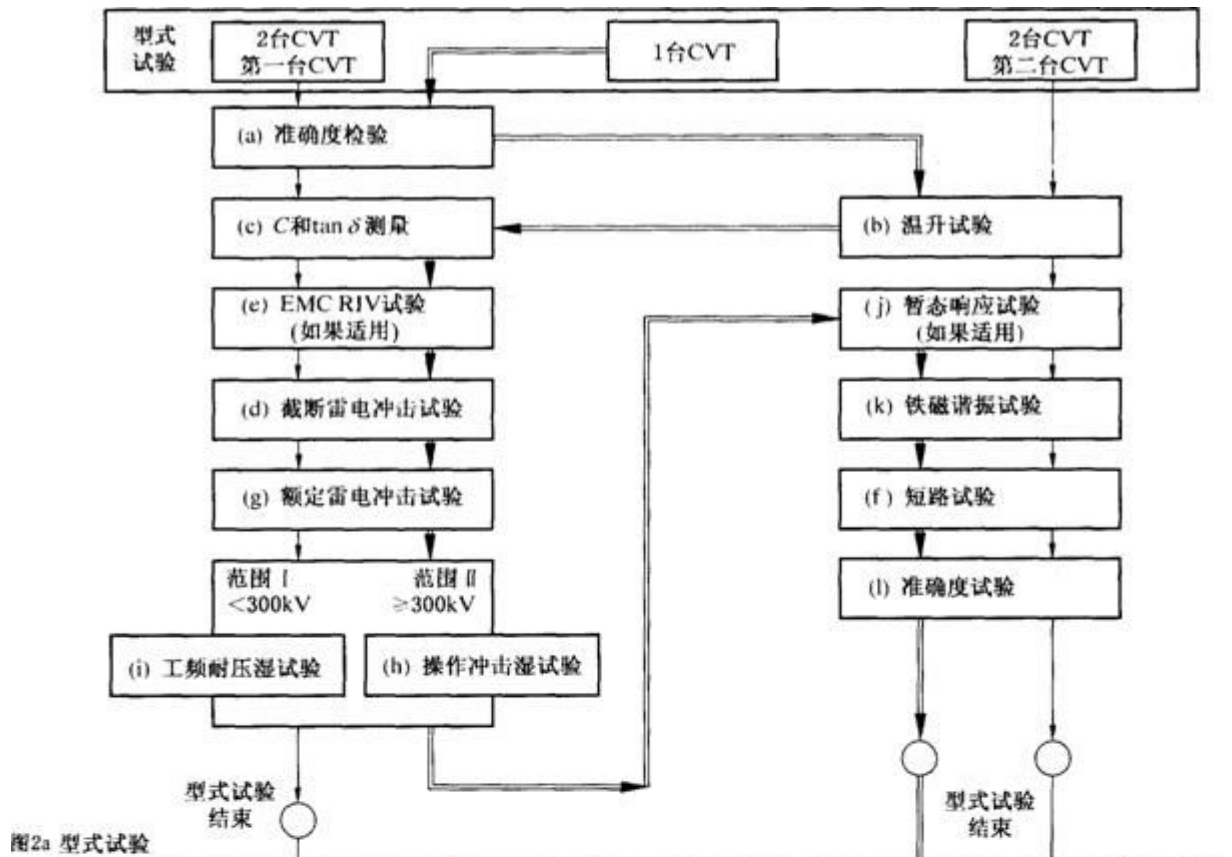


图 2 型式试验（图 2a）和例行试验（图 2b）的试验顺序流程图

## 9 型式试验



## 9.1 温升试验

为验证是否符合 6.5 的要求，应进行本试验。

试验可在完整的电容式电压互感器或单独的电磁单元上进行。在完整的电容式电压互感器上进行时，其一次电压  $U_p$  应按照表 10 的规定调整。

在电磁单元上进行时，中压变压器应调整到其二次电压  $U_2$  符合表 10 的规定。

温升试验应在连接额定负荷或如有多个额定负荷的最大额定负荷时进行（见 6.5）。温度须记录。

当有多个二次绕组时，除制造方与用户另有协议外，各二次绕组应同时连接各自的额定负荷进行本试验。

剩余电压绕组应按 15.6.5.1 的要求连接负荷。

试验场地的环境温度应为  $5^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ 。

无论其电压因数和额定时间如何，电容式电压互感器或单独的电磁单元均应在 1.2 倍额定一次电压下进行试验。二次侧电压也必须是相应值。试验连续进行至（电磁单元的）温度达到稳定状态。

当温升的变化率每小时不超过 1K 时，可认为电磁单元已达到稳定状态。绕组的温升应采用电阻法测定。绕组以外其他部位的温升可用温度计或热电偶测量。

环境温度可用浸在液体绝缘介质中的温度计或热电偶测量，这样的系统具有与电磁单元相近的热时间常数。

表 10 温升试验的试验电压

负 荷	额 定 负 荷						热极限输出 <sup>a</sup>	
	$F_V=1.2$ 连续		$F_V=1.5$ 或 $1.9$ 30s		$F_V=1.9$ 8h		—	—
试验连接	电磁单元	完整的 电容式电 压互感器	电磁单元	完整的 电容式电 压互感器	电磁单元	完整的 电容式电 压互感器	电磁单元	完整的 电容式电 压互感器
持续到温升变化率小于 1K/h 的试验电压	$U_s = \frac{1.2U_{pr}}{K_r}$	$U_p=1.2U_{pr}$	$U_s = \frac{1.2U_{pr}}{K_r}$	$U_p=1.2U_{pr}$	$U_s = \frac{1.2U_{pr}}{K_r}$	$U_p=1.2U_{pr}$	$U_C = \frac{U_{pr}}{K_{CR}}$	$U_p=U_{pr}$
故障持续时间内的试验电压	—	—	$U_s = \frac{F_V \cdot U_{pr}}{K_r}$	$U_p=F_V \cdot U_{pr}$	$U_s = \frac{1.9U_{pr}}{K_r}$	$U_p=1.9U_{pr}$	—	—
a 如规定热极限输出时的补充试验。								

## 9.2 工频电容和 $\tan \delta$ 测量

### 9.2.1 电容测量

本试验可在电容分压器，或电容器叠柱或单独的单元上进行。试验时应将电磁单元分开。

电容测量采用的方法应能排除由于谐波和测量电路附件所引起的误差。推荐采用电桥法进行电容测量。测量方法的不确定度应在报告中给出。

最终的电容测量应在绝缘的型式和/或例行试验之后进行，测量时的电压为  $(0.9\sim 1.1)U_{pr}$ 。测量应在额定频率下或经协商同意在  $0.8\sim 1.2$  倍额定频率之间的任一频率下进行。

为了显示出由于一个或多个元件击穿所引起的电容变化，应在绝缘的型式和/或例行试验之间进行预先的电容测量，采用足够低的测量电压（低于 15% 额定电压）以避免元件发生击穿。

注 1：当组装完整的电容式电压互感器的中压端子仍外露时，应进行以下测量：

- 线路端子与低压端子或线路端子与接地端子之间的电容。
- 中压端子与低压端子或中压端子与接地端子之间的电容。

注 2: 如果电容器介质系统的电容是随测量电压而变化, 则在耐压试验后, 先以耐压试验前测量时所用的相同电压然后以不低于额定电压的电压值进行测量, 这样进行重复电容测量更有意义。

注 3: 如果被测单元的串联元件数很多时, 可能因为下列不确定因素很难判断是否发生击穿:

- 测量的复现性。
- 耐压试验时元件受机械力作用所造成的电容变化。
- 试验前后电容器的温度差异所造成的电容变化。

对这种情况, 应该由制造方验证未发生击穿, 例如通过比较同型号电容器的电容变化和/或计算试验时温度上升造成的电容变化。为减小测量不确定因素宜选择对各个单元的电容进行测量。

注 4: 应在 CVT 的结构上采取措施, 以便在现场能对  $C_1$  和  $C_2$  分别进行测量。

## 9.2.2 $\tan \delta$ 测量

电容器的损耗角正切 ( $\tan \delta$ ) 应在  $(0.9 \sim 1.1) U_{pr}$  的电压下与电容测量同时进行, 所用方法应能排除由于谐波和测量电路附件所引起的误差。推荐采用电桥法进行  $\tan \delta$  测量。应给出测量方法的准确度。测量应在额定频率下或经协商同意在  $0.8 \sim 1.2$  倍额定频率之间的任一频率下进行。

## 9.3 短路承受能力试验

本试验是为验证是否符合 7.3 规定的要求。试验时互感器的起始温度应在  $5^\circ\text{C} \sim 40^\circ\text{C}$  范围内。电容式电压互感器应在高压端子与地之间施加电压, 二次端子之间短接。短路试验进行 1 次, 持续时间为 1s。应对电流进行测量和记录。

**注:** 本要求也适用于熔断器是互感器的一个组成部分的情况。

在短路期间, 互感器一次端子所施加电压的方均根值应不低于额定一次电压  $U_{pr}$ 。

在互感器具有多个二次绕组, 或分段, 或有抽头时, 其试验接线应由制造方与用户协商确定。

冷却到环境温度的电容式电压互感器如果满足下列要求, 则认为通过本试验:

- a) 无可见损伤;
- b) 误差与本试验前的差异, 不超过其准确级相应误差限值的一半, 且电容值无显著变化;
- c) 能够承受第 10 章中规定的绝缘试验;
- d) 经检查, 电磁单元中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)。

如绕组是采用导电率不低于 GB/T 5585.1—2005 规定值 97% 的铜线, 且绕组的电流密度不大于  $160\text{A}/\text{mm}^2$  时, 则可以不进行 d) 项的检查。电流密度的计算以测得二次绕组对称短路电流方均根值为依据。

**注:** 电容变化值的试验见 9.2.1 的注 1、注 2 和注 3。

## 9.4 冲击试验

### 9.4.1 总则

冲击试验应按照 GB/T 16927.1 的规定对完整的电容式电压互感器进行。

试验电压应施加在高压端子与地之间。试验时, 电磁单元中压回路的低压端子、电容分压器的低压端子、各二次绕组的一个端子和底座均应接地。

冲击试验一般是由施加参考的电压试验和额定的电压试验组成。参考冲击电压应为额定冲击耐受电压的 50%~75%。

冲击电压的波形和峰值应予记录。

试验中绝缘的损坏, 可以参考电压下和额定耐受电压下两者的波形变异为依据。为了示伤检测, 除电压录波外还应记录对地电流或二次绕组两端的电压。

注 1: 在最后的例行试验中, 也将检测电容式电压互感器有无故障。

注 2: 对地的连接可通过适当的电流记录装置。

注 3: 为进行本试验, 各过电压限制元件应被断开。

### 9.4.2 额定雷电冲击试验

所施加的冲击波形应按照 GB/T 16927.1 的规定, 若因受试验设备的限制, 波前时间最大可延长到  $8\mu\text{s}$ 。

试验电压应按设备最高电压和规定的绝缘水平，取表 4 的相应值。

a) 范围 I： $U_m < 300\text{kV}$

试验应在正、负两种极性下进行。每一极性连续冲击 15 次。

如果各极性的试验情况如下，则电容式电压互感器通过本试验：

- 非自恢复性内绝缘未发生击穿；
- 非自恢复性外绝缘未出现闪络；
- 自恢复性外绝缘出现的闪络不超过 2 次；
- 未发现绝缘损伤的其他证据（例如，同一电压水平下各记录参数波形的变异。

过电压限制元件在不同电压水平下对波形的影响可能不相同）。

**注：**施加 15 次正极性和 15 次负极性冲击电压是为试验内绝缘和外绝缘而规定的。如果制造方和用户协商同意用其他方法检验外绝缘（见 9.5.1），则雷电冲击次数可减至每一极性 3 次。

b) 范围 II： $U_m \geq 300\text{kV}$

试验应在正、负两种极性下进行。每一极性连续冲击 3 次。

如果各极性的试验情况如下，则电容式电压互感器通过本试验：

- 未发生击穿放电和未发生外绝缘击穿；
- 未发现绝缘损伤的其他证据（例如，各记录参数波形的变异，见范围 I 的说明）。

### 9.4.3 截断雷电冲击试验

试验应在完整的电容式电压互感器上进行，仅以负极性按下述方式与负极性额定雷电冲击试验结合进行。

电压应为 GB/T 16927.1 规定的标准雷电冲击波在峰值后  $2\mu\text{s} \sim 8\mu\text{s}$  之间截断。截断线路的配置应使所记录冲击波的反冲值限制为峰值的 30%。应采用合适的间隙使雷电冲击波截断。

额定雷电试验电压应按设备最高电压和规定的绝缘水平，取表 4 的相应值。截断雷电冲击试验电压应是该电压值的 1.15 倍。

施加冲击的程序如下：

a)  $U_m < 300\text{kV}$  的电容式电压互感器

- 1 次额定雷电冲击；
- 2 次截断雷电冲击；
- 14 次额定雷电冲击。

b)  $U_m \geq 300\text{kV}$  的电容式电压互感器

- 1 次额定雷电冲击；
- 2 次截断雷电冲击；
- 2 次额定雷电冲击。

截断雷电冲击前后的额定雷电冲击波形的变异作为内部故障的指示。截断雷电冲击时，自恢复外绝缘上出现闪络不纳入对绝缘性能的评价。

**注：**截断雷电冲击试验代替 GB/T 19749 的放电试验。

## 9.5 户外电容式电压互感器的湿试验

湿试验程序应按照 GB/T 16927.1 的规定。

### 9.5.1 $U_m < 300\text{kV}$ （范围 I）的电容式电压互感器

试验应在完整的电容式电压互感器上进行，试验电压依据设备最高电压取表 4 中适当的额定短时工频耐受电压值。

交流耐压湿试验时，应将阻尼和保护装置断开。如果电磁单元与电容分压器之间的中压连接是在内部，可将电磁单元断开。如果电磁单元与电容分压器之间的中压连接是在外部，可将电磁单元断开，但它必须随后按 10.4.1 规定的交流电压和试验时间单独进行湿试验。

### 9.5.2 $U_m \geq 300\text{kV}$ （范围 II）的电容式电压互感器

试验应在完整的电容式电压互感器上依照 9.4.1 仅以正极性操作冲击电压进行，试验电压应依据设备最高电压和规定的绝缘水平，取表 4 的适当值。

试验应连续冲击 15 次，户外型互感器应承受湿试验，不进行干试验。

如果试验情况如下，则电容式电压互感器通过本试验：

——非自恢复性内绝缘未发生击穿；

- 非自恢复性外绝缘未出现闪络；
- 自恢复性外绝缘出现的闪络不超过 2 次；
- 未发现绝缘损伤的其他证据（例如，同一电压水平下各记录参数波形的变异）。

**注：**试验布置和试验连接依照 9.4.1 的规定。

## 9.6 铁磁谐振试验

为了验证是否符合 7.4.2 的规定，下列试验应在完整的电容式电压互感器上或等效电路上进行。

等效电路应使用实际的电容器。本试验应采用将二次端子短路的方法进行。切除短路所用保护装置（例如熔丝、断路器等）的选择，由制造方与用户协商确定。如果没有协议，则由制造方自行选用。

如采用熔丝作为保护装置，短路的持续时间可小于 0.1s。

消除短路后电容式电压互感器的负荷，应仅为录波装置造成的负荷，并须不超过 1VA。试验时应记录高压端子的电源电压、二次电压和短路电流。录波图应列入试验报告。

试验时，电源电压与短路前电压的差异应不超过 10%，并应保持为实际正弦波。整个短路回路（包括接触器闭合时的接触电阻）的电压降，在电容式电压互感器二次端子间直接测得值，应小于短路前该端子间电压的 10%。

a) 对中性点有效接地系统用 CVT 的铁磁谐振试验（7.4.2；表 7a）：试验应在表 7a 规定的一次电压下至少各进行 10 次。

b) 对中性点非有效接地系统或中性点不接地系统用 CVT 的铁磁谐振试验（7.4.2；表 7b）：试验应在表 7b 规定的一次电压下至少各进行 10 次。

**注 1：**如果已知使用中采用饱和型负荷，用户与制造方应商定在该负荷或近似该负荷的条件下进行本试验。

**注 2：**为了确保试验时电源电压与短路前电压的差异不超过 10%，电源的短路阻抗必须低。

## 9.7 准确度试验

### 9.7.1 总则

试验应在额定频率、室温和上下两个极限温度条件下对完整的电容式电压互感器进行。等效电路可在 1 级和准确度更低的互感器上使用。

对于 0.5 级和 0.2 级，使用等效电路或采用计算方法确定温度影响，应经用户与制造方协商同意。

**注：**在完整的电容式电压互感器上进行极限温度下的试验，比等效电路试验或计算温度影响更为严格，但很困难而且费用高。在完整的电容式电压互感器上的试验，也将最大可能地给出使用中由于环境温度变化所引起的测量误差。

如果使用等效电路，必须在电压、负荷、频率和温度（标准参考范围之内）相同的条件下进行两次测量：一次在完整的产品上，一次在等效电路上。

这两次测量结果的差异必须不超过其准确级规定值的 20%（例如，对 0.5 级为 0.1% 和 4'）。当确定在温度和频率的极限值条件下完整的电容式电压互感器的误差时，应考虑增加 20% 裕度。

倘若整个参考温度范围内电容分压器的温度特性为已知，可依据一种温度下的测量结果和电容分压器的温度系数，计算确定温度极限值时的误差。另一种方法是选工频等效电容值为考虑实际电容分压器的温度系数后温度极限值所对应的电容值（例如专为此目的所做的电容器），就可以用这样的等效电路仅在室温下进行测量。

应在一恒定温度下进行频率极限条件下的试验。

试验频率和试验温度的实际值应列入试验报告。

**注 1：**各试验显示负荷、电压和频率以及温度（影响等效电容  $C_1+C_2$ ）对误差的影响。应该注意，温度对电磁单元的感抗和绕组电阻的影响，仅在实际电磁单元处于极限温度时才可以确定。作为电容分压器分压比随温度而变化的补充说明，推荐在 9.1 对电容式电压互感器进行直接法温升试验之前和结束时（或温升试验中）测量电压误差和相位差。这种情况下，测量以及温升试验不能在等效电路上或单独的电磁单元上进行。

注 2：目前的运行经验表明，电容式电压互感器可以满意地作为 0.5 级准确度使用。温度的突变、特殊气候和污秽条件、杂散电容和泄漏电流皆会影响电压误差和相位差。这些仅用理论方法可以估量的影响，对于准确级较高的电容式电压互感器极为重要。

### 9.7.2 测量用 CVT

为验证是否符合 14.4 的规定，型式试验应在 80%、100% 和 120% 额定电压，在测量级频率标准参考范围，采用表 11 所列功率因数为 1（负荷范围 I）或 0.8 滞后（负荷范围 II）的额定输出值，在完整的电容式电压互感器上进行。

表 11 准确度试验的负荷范围

负荷范围	额定输出的优先值/VA	额定输出的试验值/%
I	1.0 2.5 5	0 和 100
II	10 25 50 100	25 和 100

### 9.7.3 保护用 CVT

为验证是否符合 15.4 的规定，型式试验应在 2%、5% 和 100% 额定电压以及额定电压乘以额定电压因数（1.2, 1.5 或 1.9）的电压，在保护级频率标准参考范围的两极限值，采用表 11 所列功率因数为 1（范围 I）或 0.8 滞后（范围 II）的额定输出，在完整的电容式电压互感器上进行。

### 9.7.4 测量和保护用 CVT

为验证是否符合 14.4 和 15.4 的规定，型式试验应对所有的测量和保护绕组按 9.7.2 和 9.7.3 的规定进行。

订购具有两个或多个二次绕组的互感器时，由于它们相互有影响，用户应规定每个绕组各自的输出范围，各输出范围的上限值对应于某标准额定输出值。各绕组应在其输出范围内，同时其余绕组的输出为其输出范围的 0%~100% 之间的任一值时，满足它相应的准确度要求。为验证是否符合此要求，可在各极限值进行试验。如果未规定输出范围，则认为这些输出范围符合表 11 的规定。

## 9.8 暂态响应试验

### 9.8.1 总则

本试验仅适用于保护用电容式电压互感器。试验可在完整的电容式电压互感器上或在实际电容器组成的等效电路上进行。

试验应在实际一次电压  $U_p$  或等效电路上为  $U_p \cdot \frac{C_1}{C_1 + C_2}$ ，及 100% 和 25% 或 0% 额定负荷时，将高压电源短接进行。

负荷应为下列之一：

- a) 串联负荷，由纯电阻和感抗组成，串联后功率因数为 0.8（范围 II）。
- b) 纯电阻负荷（范围 I），功率因数为 1。

电容式电压互感器负荷的性质影响暂态响应试验结果。

测量绕组或其余绕组应连接实际的负荷，但不超过规定负荷的 100%。

试验应在一次电压峰值时进行 2 次和在一次电压过零值时进行 2 次。偏离一次电压峰值和过零点的相位角不得超过  $\pm 20^\circ$ 。

注 1：现代微机继电保护系统的功率因数为 1。

注 2：经制造方与用户协商同意，试验可以用实际连接的负荷讲行。

### 9.8.2 实际一次电压 ( $U_p$ ) 的试验值

$U_p$  取决于规定的电压因数  $F_V$ 。

- a) 连续运行：1.0 和  $1.2U_{pr}$ ；
- b) 短时过电压：1.5 或  $1.9U_{pr}$ 。

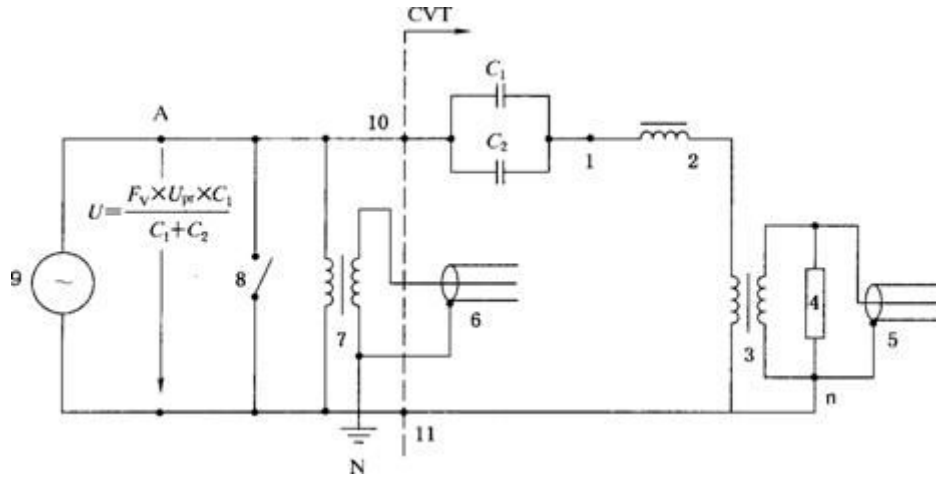
对于 a) 和 b) 见表 2。

等效法试验电路如图 3 所示。

一次和二次电压应用示波器记录。录波图应列入试验报告。

注 1：暂态响应的要求见 15.5.3。

注 2：测量输入电压  $U$  也可用 RC 分压器。



组成:

- 1——中压端子;
- 2——补偿电感;
- 3——中间变压器;
- 4——负荷  $Z_B$ ;
- 5——二次电压记录;
- 6——一次电压记录;
- 7——电压测量互感器;
- 8——短路装置;
- 9——电源;
- 10——高压端子;
- 11——低压端子。

图3 等效电路法的电容式电压互感器暂态响应试验电路图

暂态响应试验的负荷见图4和图5。

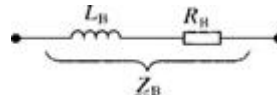


图4 串联负荷

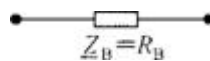


图5 纯电阻

暂态响应试验用的串联负荷阻抗值为:

$$|Z_B| = \frac{U_{sr}^2}{S_r}$$

$R_B$	$\omega \cdot L_B$
$0.8  Z_B $	$0.6  Z_B $

式中:

- $S_r$ ——额定负荷, VA;
- $U_{sr}$ ——额定二次电压, V;

$|Z_B|$ ——阻抗,  $\Omega$ 。

注1: 以上所列的  $R_B$  和  $\omega \cdot L_B$  值得到的总阻抗的功率因数为0.8滞后。

注2: 感抗应为线性类型, 例如空心电抗。串联电阻由感抗的等效串联电阻(绕组的电阻)和单独的电阻组成。

注 3: 负荷的允许偏差为:  $|Z_B|$  的偏差小于  $\pm 5\%$ , 功率因数的偏差小于  $\pm 0.03$ 。

### 9.9 无线电干扰电压试验

组装完整的电容式电压互感器应干燥和清洁, 其温度与试验所在试验室的室温大致相同。

依据本标准, 试验应在下列大气条件下进行:

——温度为  $5^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C}$ ;

——气压为  $87\text{kPa} \sim 107\text{kPa}$ ;

——相对湿度为  $45\% \sim 75\%$ 。

注 1: 经用户与制造方协商同意, 试验可以在其他的大气条件下进行。

注 2: GB/T 16927.1 所述的大气条件修正系数不适用于无线电干扰试验。

试验连接线及其端头不应产生无线电干扰电压。

线路端子应当模拟运行条件进行屏蔽, 以避免不符合实际的放电。建议采用具有球形端头的管子作为连线。

试验电压施加到 CVT 的线路端子与地之间。座架、箱壳 (如果有)、铁心 (如果打算接地) 和每个二次绕组的一个端子均应接地。

测量回路 (见图 6) 应符合 GB/T 11604。测量回路应调谐到  $0.5\text{MHz} \sim 2\text{MHz}$  范围内, 应记录测量频率。测量结果以微伏 ( $\mu\text{V}$ ) 表示。图 6 中试验导线与地之间的阻抗  $Z_S + (R_1 + R_2)$  在测量频率下应为  $300\Omega \pm 40\Omega$ , 相位角不超过  $20^{\circ}$ 。

也可以用一个电容  $C_S$  代替滤波阻抗  $Z_S$ ,  $1000\text{pF}$  的电容通常是适用的。

**注:** 为防止过低的谐振频率, 可能需要一种专门设计的电容器。

滤波器  $Z$  在测量频率下应具有高阻抗, 以便排除工频电源对测量回路的影响。在测量频率下这个阻抗的适当值为  $10000\Omega \sim 20000\Omega$ 。

背景的无线电干扰水平 (由外部电场和高压变压器引起的无线电干扰) 至少比规定的无线电干扰水平低  $6\text{dB}$  (最好  $10\text{dB}$ )。

**注:** 应当注意防止邻近物体对 CVT、试验回路和测量回路产生的干扰。

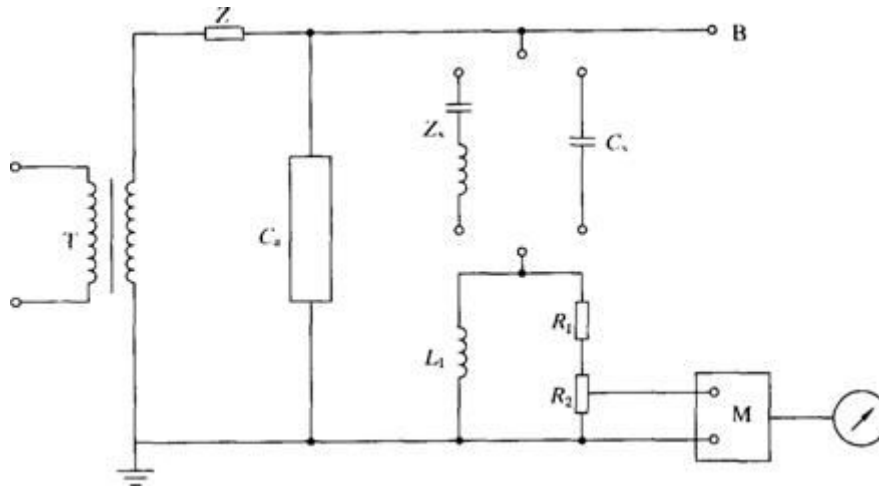
测量仪器和测量回路的校正方法见 GB/T 11604。

应施加预加电压  $1.5U_m / \sqrt{3}$  并保持  $30\text{s}$ 。

然后, 约在  $10\text{s}$  内将电压下降到  $1.1U_m / \sqrt{3}$ , 保持  $30\text{s}$  后测量无线电干扰电压。

如果在  $1.1U_m / \sqrt{3}$  下的无线电干扰水平不超过 7.5.1 规定的限值, 则认为电容式电压互感器通过本试验。

**注:** 经用户与制造方协商同意, 上述 RIV 试验可用上述预加电压和测量电压下的局部放电测量来代替。按照 10.2.3 进行局部放电测量时所采用避免外部放电的任何措施 (即屏蔽) 应取消。这种情况不适用平衡试验电路。虽然尚无 RIV 的微伏值与局部放电的皮库值之间的直接换算关系, 但如果在  $1.1U_m / \sqrt{3}$  下的局部放电水平不超过  $300\text{pC}$ , 可认为电容式电压互感器通过本试验。



T——试验变压器；  
 Ca——被试 CVT；  
 Z——滤波器；  
 B——无晕端头；  
 M——测量装置；  
 $Z_s + R_1 + R_2 = 300 \Omega$ ；  
 $Z_s, C_s, L_1, R_1, R_2$  见 GB/T 11604。

图 6 无线电干扰电压测量电路

## 10 例行试验

### 10.1 液体浸渍的电容分压器的密封性能试验

密封性能试验是对电容分压器或单独单元进行的例行试验。

密封性能试验应在液体压力超过工作压力的条件下进行，保持 8h，试验压力取决于电容器单元所用膨胀装置的类型。

注 1：经用户与制造方协商同意，可规定特殊试验来验证电容器单元的密封设计（11.4）。

注 2：充气式电容分压器的密封性能试验应参照 GB/T 11023 执行。

### 10.2 工频耐压试验及电容、 $\tan \delta$ 和局部放电的测量

#### 10.2.1 总则

工频耐压试验应按照 GB/T 16927.1 的规定进行。

试验应以实际正弦波的电压进行。电压应从较低值迅速升高到试验电压值，保持 1min（除非另有协议），然后迅速下降到较低电压值再切断电源。在本试验中，电磁单元可以与电容分压器断开。

电容  $C$  和  $\tan \delta$ （见 9.2）及局部放电测量（见 10.2.3）可以在电容分压器或其子系统的交流耐压试验时一并进行。

#### 10.2.2 电容分压器或其子系统的交流耐压试验及电容 $C$ 和 $\tan \delta$ 测量

应对电容分压器、或电容器叠柱、或电容器单元进行交流耐压试验及  $C$  和  $\tan \delta$  测量。电容分压器试验时，试验电压施加在线路端子与接地端子之间，单元和叠柱试验时试验电压施加在两个端子之间。当带有低压端子时，在试验时它应直接或通过低阻抗接地。试验中，击穿（见 9.2.1）和闪络皆不得发生。

在工频耐压试验前后，应在低于 15% 额定一次电压  $U_{pr}$  的电压下测量电容  $C$ ，供参考用。

对构成电容器叠柱一部分的单个单元进行试验时，其试验电压应为：

$$1.05 \times \text{叠柱的试验电压} \times \frac{\text{单元的额定电压}}{\text{叠柱的额定电压}}$$

对构成完整电容式电压互感器一部分的单个叠柱进行试验时，其试验电压应为：

$$1.05 \times \text{完整的 CVT 的试验电压} \times \frac{\text{叠柱的额定电压}}{\text{完整的 CVT 的额定电压}}$$



CVT 的试验电压应依据设备最高电压取表 4 中的适当值。

**注：**一台 500kV 电容式电压互感器的单元和叠柱的试验电压举例见表 12。

——设备最高电压： $U_m=550kV$ ；

——额定短时工频耐受电压：740kV。

**表 12 单元、叠柱和电容分压器整体的试验电压**

数量		试验电压（方均根值）/kV		
单元	叠柱	单元	叠柱	完整的电容式电压互感器
2	—	$370 \times 1.05$	—	740
3	—	$247 \times 1.05$	—	740
4	2	$185 \times 1.05$	$370 \times 1.05$	740

电容  $C$  和  $\tan \delta$  应在单元的额定电压下对单元进行测量，也可在叠柱的额定电压下对叠柱进行测量。

### 10.2.3 局部放电测量

#### 10.2.3.1 试验电路和测试设备

所用试验电路和测试设备应符合 GB/T 7354 的规定。图 7~图 10 为一些试验电路的举例。

所用仪器应为测量以皮库 (pC) 表示的视在放电量  $q$ 。其校正应在试验电路中进行（见图 10 的举例）。

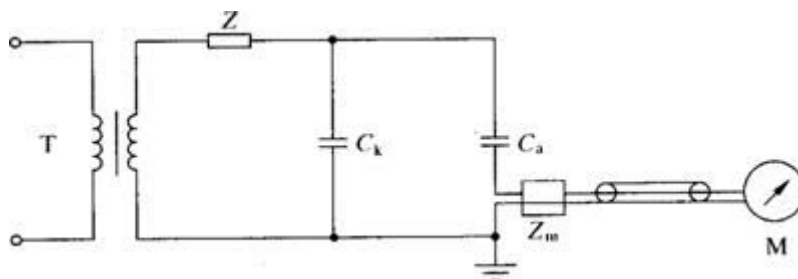
宽频带仪器应具有频带宽度至少为 100kHz，其上限截止频率不超过 1.2MHz。窄频带仪器应具有 0.15MHz~2MHz 范围的谐振频率。优先值应是 0.5MHz~2MHz 范围，但如有可能，测量应在灵敏度最高的频率下进行。

为验证是否符合表 5 的规定，灵敏度及噪音水平应能检测出 5pC 的局部放电水平。

注 1：已知为外部干扰的脉冲可以不计。

注 2：为抑制外部噪音，适宜采用平衡试验电路（图 9）。

注 3：当采用电子信号处理和复原技术降低背景噪音时，应通过改变其参数达到能够检测出重复脉冲信号。



组成：

T——试验变压器；

$C_a$ ——被试电容分压器；

$C_k$ ——耦合电容器  $\approx 1nF$ ；

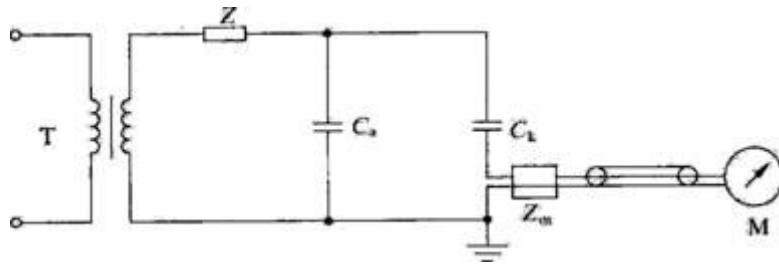
M——局部放电测量仪器；

$Z_m$ ——测量阻抗；

Z——滤波器。

注：如果  $C_k$  是试验变压器的电容，则不需要滤波器。

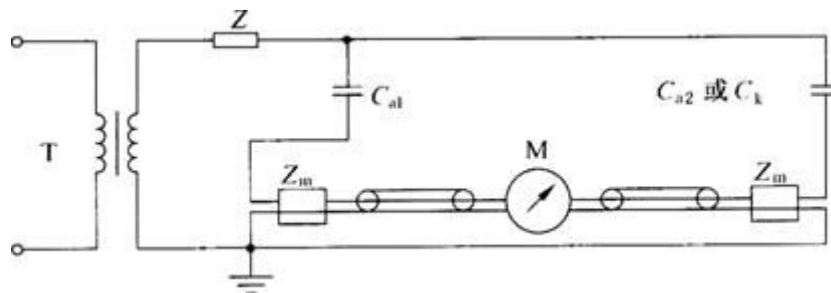
**图 7 局部放电测量试验电路**



组成:

- T——试验变压器;
- $C_a$ ——被试电容分压器;
- $C_k$ ——耦合电容器 $\approx 1nF$ ;
- M——局部放电测量仪器;
- $Z_m$ ——测量阻抗;
- Z——滤波器。

图 8 局部放电测量另一种试验电路

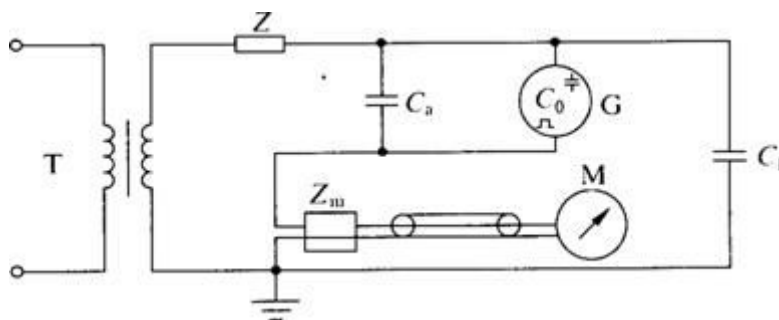


组成:

- T——试验变压器;
- $C_{a1}$ ——被试电容分压器;
- $C_{a2}$ ——辅助电容器 (或  $C_k$ ——耦合电容器);
- M——局部放电测量仪器;
- $Z_m$ ——测量阻抗;
- Z——滤波器。

注: 第二个桥臂的电容器  $C_{a2}$  或  $C_k$  的阻抗应与电容分压器  $C_{a1}$  相同。  $C_{a2}$  可以是电容相同的另一个电容分压器。

图 9 平衡试验电路示例



组成:

- T——试验变压器;
- $C_a$ ——被试电容分压器;
- $C_k$ ——耦合电容器;
- M——局部放电测量仪器;
- $Z_m$ ——测量阻抗;
- Z——滤波器;
- G——具有电容  $C_0$  的脉冲发生器。

图 10 校正电路示例

### 10.2.3.2 电容分压器或其子系统的试验程序 (见 10.2.2)

按照下述程序 A 或 B 进行预加电压后,施加表 5 规定的局部放电测量电压,并应在 30s 内测量相应的局部放电水平。

测得的局部放电水平应不超过表 5 规定的限值。

程序 A: 在工频耐压试验后的降压过程中达到局部放电测量电压。

程序 B: 局部放电测量在工频耐压试验后进行。施加的电压升高到工频耐受电压的 80%,保持时间不少于 60s,然后不间断地降到规定的局部放电测量电压。

除非另有规定,程序的选用由制造方自定。所用试验方法应在试验报告中写明。

#### 10.2.4 电容分压器低压端子的交流耐压试验(7.2.1 和 7.2.2)

具有低压端子的电容分压器应在低压端子与接地端子之间承受 1min 的试验电压。试验电压应为交流电压 10kV(方均根值)。如果低压端子不暴露于大气中,或有带有过电压保护的载波耦合装置为电容式电压互感器的组成部分,则试验电压应为交流电压 4kV(方均根值)。

——进行本试验时电磁单元不断开。

**注:** 试验电压适用于无论装或不装带过电压保护的载波附件的电容式电压互感器。

——如果低压端子与地之间装有保护间隙,试验时应防止它动作。试验时载波附件应当断开。

——如果对载波附件与低压端子的绝缘配合而言试验电压太低,可按用户要求采用较高值。

#### 10.3 端子标志检验

应验证端子标志是否正确(见 13.1 和 13.2)。

#### 10.4 电磁单元的工频耐压试验

##### 10.4.1 电磁单元的绝缘试验

试验电压应施加在中压端子与地之间。其额定短时工频耐受电压应为:

$$\text{CVT的工频试验电压} \times \frac{C_{1r}}{C_{1r} + C_{2r}} \times K \text{ (方均根值)}$$

式中:

$K$ ——电压分布不均匀系数,可取 1.05;

$C_{1r}$ ——高压电容器的额定电容;

$C_{2r}$ ——中压电容器的额定电容。

为避免铁心饱和,试验电压的频率可以高于额定频率。试验时间为 1min。如果试验频率超过两倍额定频率时,试验时间可少于 1min,按下式计算:

$$\text{试验时间} = \frac{\text{两倍的额定频率}}{\text{试验频率}} \cdot 60s$$

最少为 15s。

**注:** 如果电磁单元跨接有保护装置,试验时应防止它动作,试验时,跨接载波附件的保护间隙应短接。

##### 10.4.2 段间、二次绕组、补偿电抗器及其保护器件、中压回路低压端子的绝缘试验

段间、二次绕组、中压回路低压端子的试验电压应分别按 7.2.7.2、7.2.7.3、7.2.7.5 规定的相应值,试验时间为 1min。

补偿电抗器的耐受电压试验用单独电源来进行,历时 1min。为避免铁心过度饱和,可以提高试验电压的频率,此时试验时间按 10.4.1 的规定适当缩短。试验电压的要求见 7.2.7.4。

保护器件的试验方法由制造方规定。

试验时座架、箱壳(如果有)、铁心(如果打算接地)和所有其余绕组或线段的各端子应连在一起接地,不进行试验的中压回路低压端子也应接地。

#### 10.5 铁磁谐振检验

试验应在完整的电容式电压互感器上或在等效电路上进行。

一次试验电压  $U_p$ 、二次端子的短路次数和铁磁谐振暂态振荡的限值皆按表 13 的规定。

表 13 铁磁谐振检验

一次电压 $U_p$ (力均根值)	二次端子的短路次数	铁磁谐振振荡时间 $T_F/s$	在时间 $T_F$ 之后误差 $\frac{\Delta F}{F}/\%$
$0.8 \cdot U_{pr}$	3	$\leq 0.5$	$\leq 10$
$F_V \cdot U_{pr}$	3	$\leq 2$	$\leq 10$

除电压点数和短路次数外，试验程序必须按照 9.6 的规定。如果振荡时间和误差不超过表 13 规定的限值，则电容式电压互感器通过铁磁谐振检验。

### 10.6 准确度检验

准确度检验应以额定频率和在环境温度下，在完整的电容式电压互感器上当准确度为 1 级或更低时在等效电路上进行，试验要求如表 14 所示。

注 1：对等效电路的附注

a) 如果对比完整的电容式电压互感器的型式试验中准确度试验与等效电路的准确度试验，它们的实测值之差小于准确级限值的 20%，则等效电路可以采用。

b) 等效电路可以用实际电容器或另外的电容器构成。如采用另外的电容器时，它们要调节到实际电容测量值。

注 2：完整的 CVT 和等效电路

a) 当电容式电压互感器在其温度和频率的参考范围内使用时，考虑到温度和频率所引起的误差变化，其例行试验结果应留有裕度。允许值由温度和频率影响同时出现的最不利情况来确定。裕度取决于电容器介质的类型及其设计。在图 11 的误差图中画出了 20%+裕度。裕度由制造方规定。

b) 如果是在完整的电容式电压互感器上作准确度检验，要对温度和频率的综合影响而增加一些裕度。

表 14 准确度检验点 (示例)

二次绕组	检验电压	试验的额定输出范围/%			
		范围 I 功率因数 1 额定输出标准值		范围 II 功率因数 0.8 (滞后) 额定输出标准值	
		1.0...≤7.5VA		≥10...100VA	
		测量用	保护用	测量用	保护用
一个测量用绕组	$1 \times U_{pr}$	0	—	25	—
		100	—	100	—
一个保护用绕组	$0.05 \times U_{pr}$	—	0	—	25
		—	100	—	100
	$F_V \times U_{pr}$	—	0	—	25
		—	100	—	100
一个测量用绕组 和一个保护用绕组	测量用 $1 \times U_{pr}$	0	0	25	0
		100	100	100	100
	保护用 $0.05 \times U_{pr}$	0	0	0	25
		100	100	100	100
	保护用 $F_V \times U_{pr}$	0	0	0	25
		100	100	100	100

注：一个绕组同时用于测量和保护时，则应分别按测量和保护的要求进行试验。

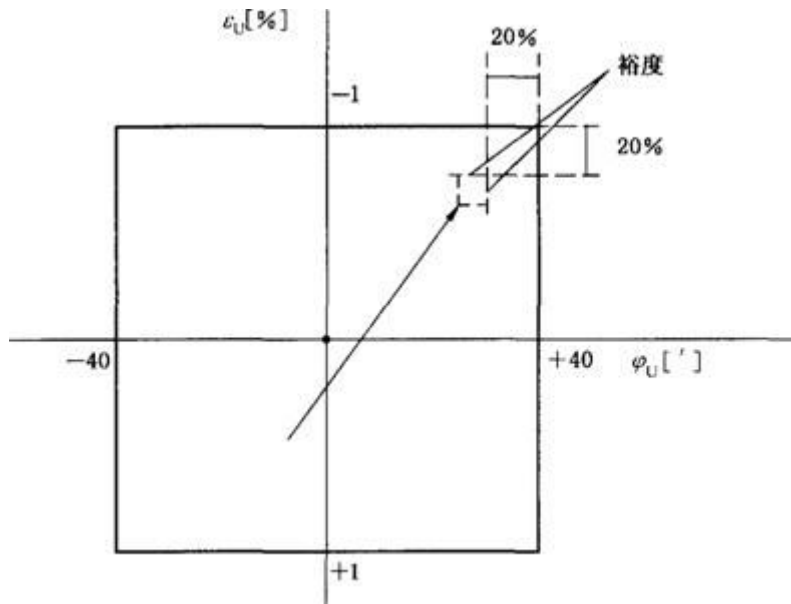


图 11 用等效电路作准确度检验的 1 级 CVT 误差图示例

### 10.7 液体浸渍的电磁单元的密封性能试验

密封性能试验应是对按正常使用状态装配并充满规定液体的电磁单元进行的试验。在电磁单元内，应以超过最大工作压力至少  $50\text{kPa} \pm 10\text{kPa}$  的压力保持 8h。如无泄漏现象，则认为电磁单元通过本试验。

注：充气式电磁单元的密封性能试验可参照 GB/T 11023 执行。

## 11 特殊试验

### 11.1 传递过电压测量

将一低电压脉冲 ( $U_1$ ) 施加于 CVT 的线路端子与接地端子之间。

对于金属封闭电站 (GIS) 用 CVT，施加脉冲需通过一段  $50\ \Omega$  同轴电缆匹配器 (见图 12)。GIS 的壳体与运行时一样接地。

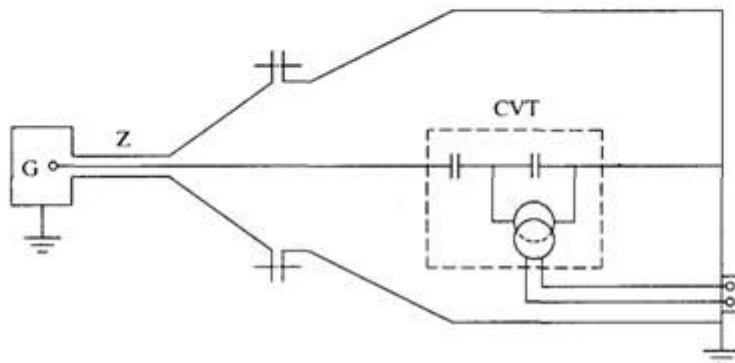
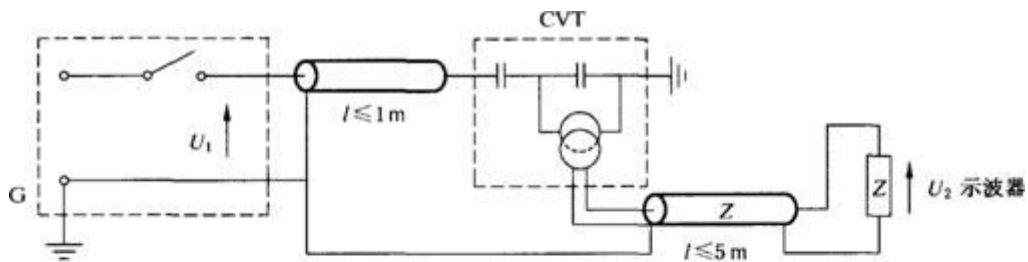


图 12 传递过电压测量：试验电路及 GIS 试验布置

对于其他应用情况，试验电路如图 13 所示。

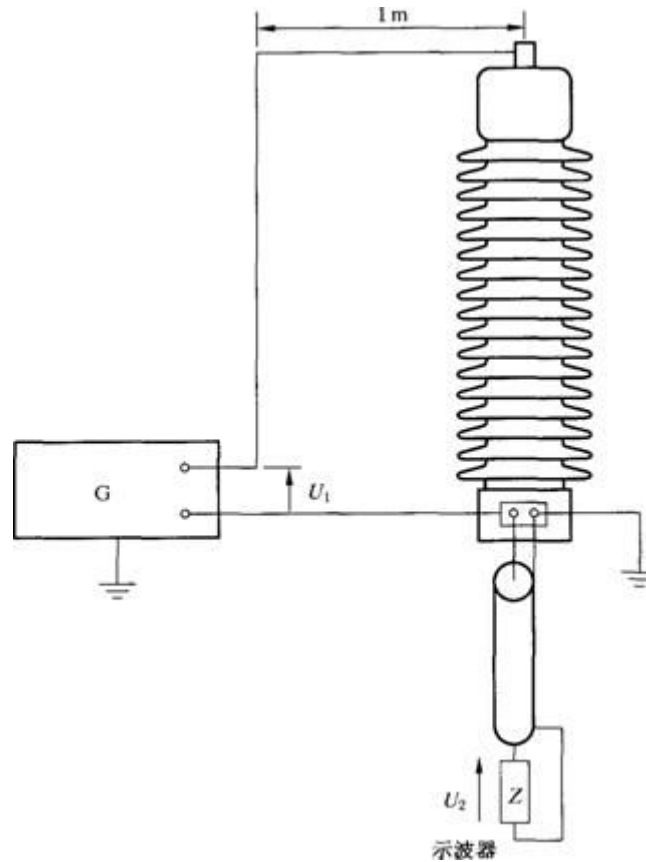


图 13 传递过电压测量：一般试验布置

拟接地的二次绕组端子应当与座架相连并接地。

传递电压 ( $U_2$ ) 应在开路的二次端子上测量，通过一段  $50\ \Omega$  同轴电缆连接输入阻抗  $50\ \Omega$ 、频带宽度不低于  $100\text{MHz}$  的示波器，来读取电压峰值。

注 1：经制造方和用户协商同意，也可采用其他防止测量仪器受干扰的试验方法。

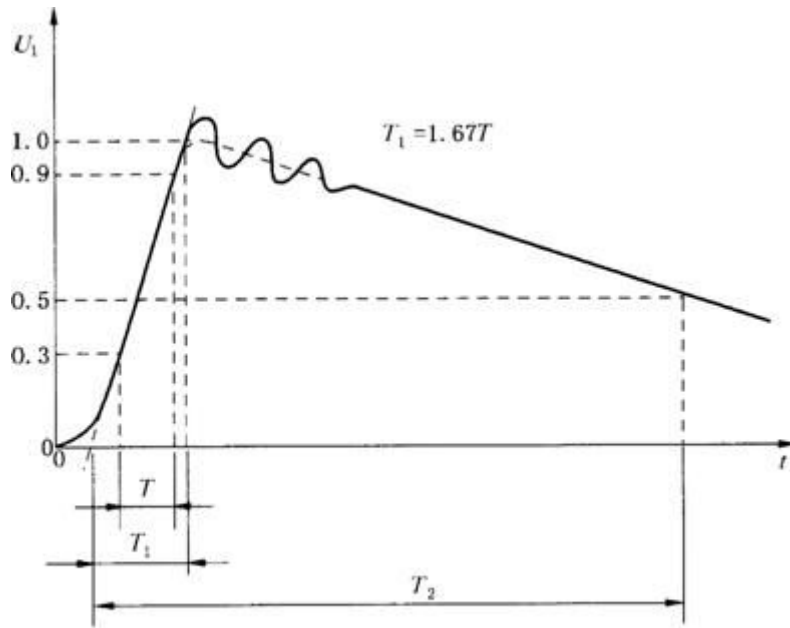
如果 CVT 具有多个二次绕组时，应依次对每一个绕组进行测量。

如果二次绕组具有中间抽头，仅对整个绕组进行测量。

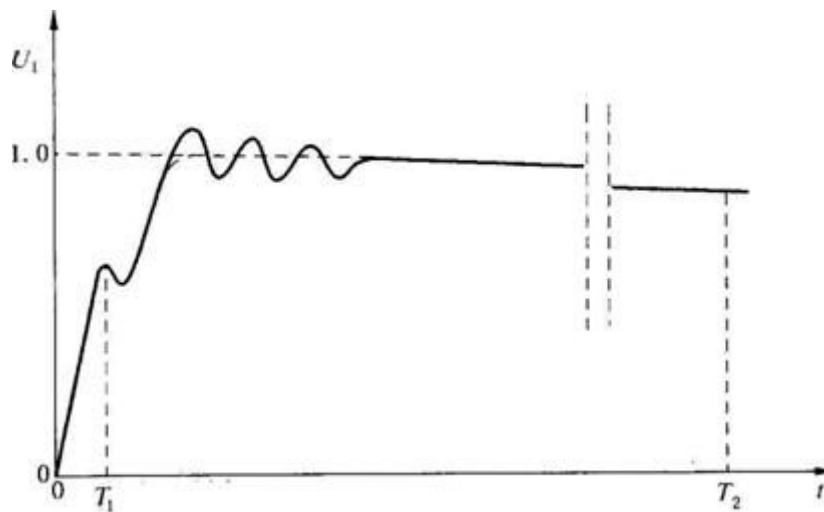
当在 CVT 一次回路施加规定的过电压 ( $U_p$ ) 时，传递到二次绕组上的过电压 ( $U_s$ ) 应按下式计算：

$$U_s = \frac{U_2}{U_1} \times U_p$$

如果峰值处出现振荡，应画出平均曲线，认为这条曲线的最大值为  $U_1$  的峰值，用以计算传递电压（见图 14）。



波形 A



波形 B

图 14 传递过电压测量：试验波形

注 2：电压波形上的振荡的幅值和频率可能影响传递电压。

注 3：在对 CVT、整体进行测量时，由于有很大的电容负载，其一次电压脉冲的波前时间可能达不到表 8 的要求值，经制造方和用户协商，波前时间可以适当延长。此时二次传递过电压的计算为：

$$U_s = \frac{U_2}{U_1'} \times U_p \times \frac{C_2}{C_1 + C_2}$$

式中：

$U_1'$ ——测量高频过电压传递系数时施加到电磁单元一次绕组上的电压峰值。

如果传递过电压 ( $U_s$ ) 不超过表 8 规定的限值，则认为电容式电压互感器通过本试验。

## 11.2 机械强度试验

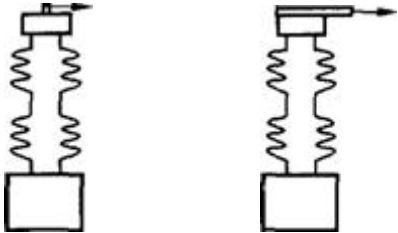
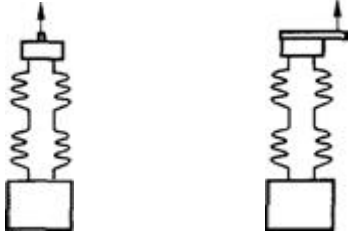
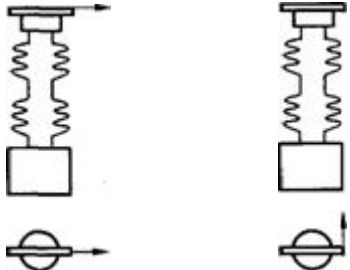

进行本试验以验证电容式电压互感器是否符合 7.6 的要求。

电容式电压互感器应装配完整，应以垂直方式牢固安装在座架上。

试验载荷应按照表 15 所示的方式施加 1min。

如果无损坏迹象（变形、断裂或泄漏），则认为电容式电压互感器通过本试验。

表 15 一次线端端子施加试验载荷的方式

电容式电压互感器类型	施加方式	
电压端子	水平方向	
	垂直方向	
通过电流的端子	各端子水平方向	
	各端子垂直方向	
<p>注 1：试验载荷应施加在端子的中心。</p> <p>注 2：如果电容器单元上具有穿透瓷件壁的侧向中压端子或低压端子，还应在该端子相反方向对一次线路端子施加试验载荷。</p>		

### 11.3 温度系数 ( $T_C$ ) 的测定

电容值  $C_1$  和  $C_2$  及其  $\tan \delta$  值的温度系数的测定应按照 GB/T 19749 的规定进行。

### 11.4 电容器单元的密封设计试验

本试验是验证电容器单元密封设计是否满足 7.7 和 10.1 的要求。

**注：**本试验不是一项老化试验。并非用以解决老化所引起的密封问题，此问题曾经在特定设计的电容分压器部件上出现。

密封性试验应按液体压力超过最高工作压力至少 100kPa 的压力下进行，在温度 80℃ 下保持 8h，最高工作压力为正常使用条件下可能达到的压力值。

电容分压器应按正常使用状态组装。电容单元的膨胀装置可按试验温度 80℃ 专门校正。可以采用适当的机构限制过压力引起的机械变形。

如果试验时和试验后无泄漏迹象，则认为液体浸渍式电容分压器通过本试验。

**注：**充气式电容器单元的密封性能试验应按 GB/T 11023 进行年泄漏率试验。

## 12 电容器单元的标志



### 12.1 概述

如果电容器单元所含的材料（例如矿物油或合成油）可能会污染环境，或者可能有任何其他的危险性时，电容器单元应按国家的有关法规装上标志牌，这样的法规应由用户负责通知制造方。

### 12.2 标志

各电容器单元的铭牌应有下列内容：

- a) 制造企业名称；
- b) 制造的年份和序号；
- c) 额定电容  $C_r$ , pF；
- d) 额定电压  $U_r$ , kV；
- e) 质量, kg。

## 13 端子标志

### 13.1 概述

下述这些标志适用于单相电容式电压互感器。

### 13.2 标志

端子标志应符合图 15、图 16、图 17 和图 18 所示。

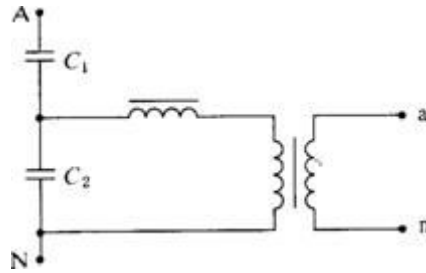


图 15 具有一个二次绕组的单相互感器

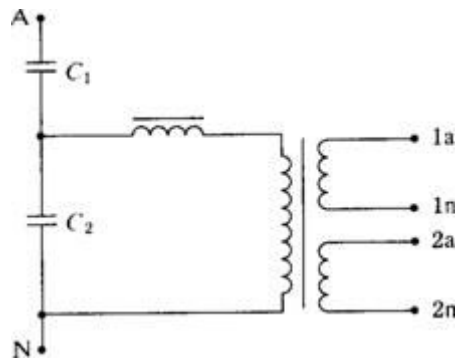


图 16 具有两个二次绕组的单相互感器

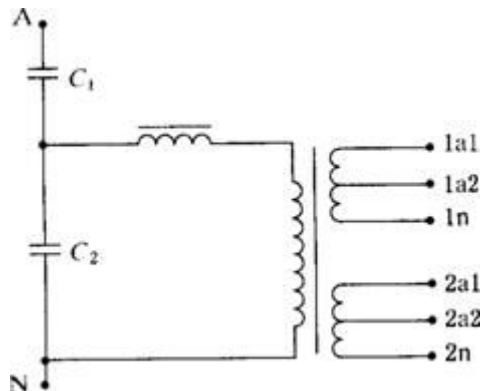


图 17 具有两个带抽头的二次绕组的单相互感器

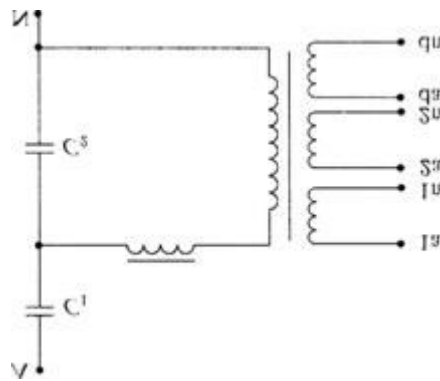


图 18 具有一个剩余电压绕组和两个二次绕组的单相互感器

#### 14 测量用电容式电压互感器的补充要求

##### 14.1 准确级的标识

测量用电容式电压互感器的准确级是以该准确级所规定的最大允许电压误差百分数来标识，它是额定电压和额定负荷下的误差。

##### 14.2 频率的标准参考范围

测量用准确级频率的标准参考范围为额定频率的 99%~101%。

##### 14.3 标准准确级

单相测量用电容式电压互感器的标准准确级为：

0.2, 0.5, 1.0, 3.0

##### 14.4 电压误差和相位差的限值

当温度和频率在其参考范围内的任一值下，负荷为范围 I 额定负荷的 0%~100% 额定值或范围 II 额定负荷的 25%~100% 额定值时，相应准确级的电压误差和相位差不应超过表 16 所列值（参见图 19）。

表 16 测量用电容式电压互感器的电压误差和相位差的限值

准确级	电压（比值）误差 $\varepsilon_U$ ± %	相位差 $\phi_U$ ±	
		( ' )	crad
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	不规定

注 1：误差校验电桥的输入负荷非常小（ $\approx 0$ ）（即输入阻抗非常高）。

注 2：额定负荷的功率因数应按 9.7.2 的规定。

注 3：对于具有两个或多个二次绕组的 CVT（见 9.7），如果某一绕组只有偶然的短时负荷或仅作为剩余电压绕组使用时，它对其余绕组的影响可以忽略不计。

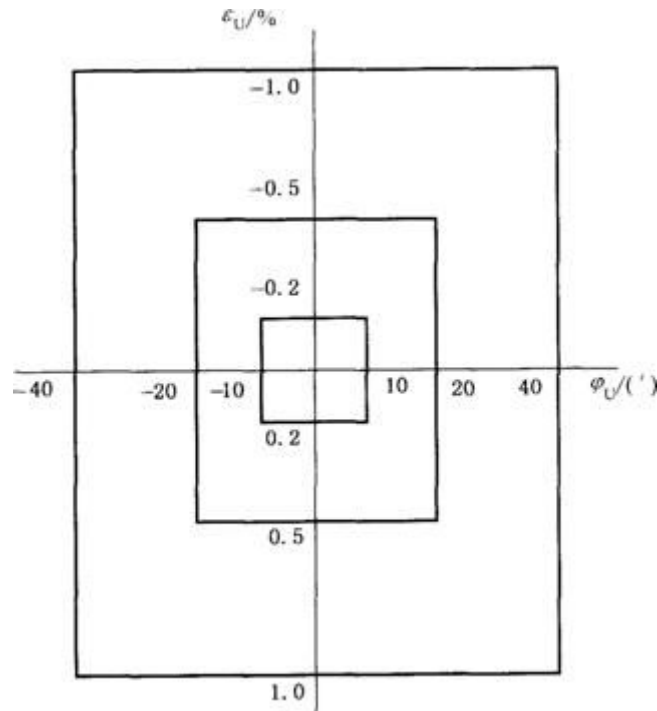


图 19 准确级为 0.2、0.5 和 1.0 的电容式电压互感器的误差图

## 14.5 准确度试验

### 14.5.1 型式试验

为验证是否符合 14.4 的要求，型式试验应在 80%、100% 和 120% 额定电压下，在频率标准参考范围的极限值（14.2）及额定负荷的上限值和下限值（9.7.1 和 9.7.2）下进行。

### 14.5.2 例行试验

例行试验的准确度检验应在环境温度、额定频率下，以减少的电压点数和/或负荷点数进行（见表 14），只要已在同样的电容式电压互感器上的型式试验证实，这种减少点数的试验仍足以验证它符合 14.4 的要求。

## 15 保护用电容式电压互感器的补充要求

### 15.1 准确级的标识

保护用电容式电压互感器的准确级，以该准确级所规定的最大允许电压误差百分数来标识，它是 5% 额定电压到额定电压因数（见 6.4）所对应电压的误差。

其表示是在该数值后标以字母“P”。在 15.5 给出了暂态特性的补充级：T1、T2 和 T3。例如，3PT1 级是 3P 级和暂态特性 T1 的组合。

### 15.2 频率的标准参考范围

保护用准确级频率的标准参考范围为额定频率的 96%~102%。

### 15.3 标准准确级

保护用电容式电压互感器的标准准确级为“3P”和“6P”。

### 15.4 电压误差和相位差的限值

在 2% 和 5% 额定电压和额定电压乘以额定电压因数（1.2、1.5 或 1.9）的电压下，当温度和频率在其参考范围内的任一值下，负荷为范围 I 负荷的 0%~100% 额定值或范围 II 负荷的 25%~100% 额定值时，相应准确级的电压误差和相位差不应超过表 17 所列值。

注 1：额定负荷的功率因数应按 9.7.2 的规定。

注 2：对于具有两个或多个二次绕组的 CVT、（见 9.7.4）：如果某一个绕组只有偶然的短时负荷或仅作为剩余电压绕组使用但电压不超过 120% 额定电压时，它列其余绕组的影响可以忽略不计。

注 3：若互感器在 5% 额定电压下与在上限电压（即额定电压因数 1.2、1.5、1.9 对应的电压）下的误差限值不相同，必须经制造方与用户协商同意。

表 17 保护用电容式电压互感器的电压误差和相位差的限值

保护用 准确级	在额定电压百分数下 的电压（比值）误差 $\epsilon_U$				在额定电压百分数下的相位差 $\phi_U$							
	$\pm\%$				$\pm$				crad			
					(')				2	5	100	X
3P	6.0	3.0	3.0	3.0	240	120	120	120	7.0	3.5	3.5	3.5
6P	12.0	6.0	6.0	6.0	480	240	240	240	14.0	7.0	7.0	7.0

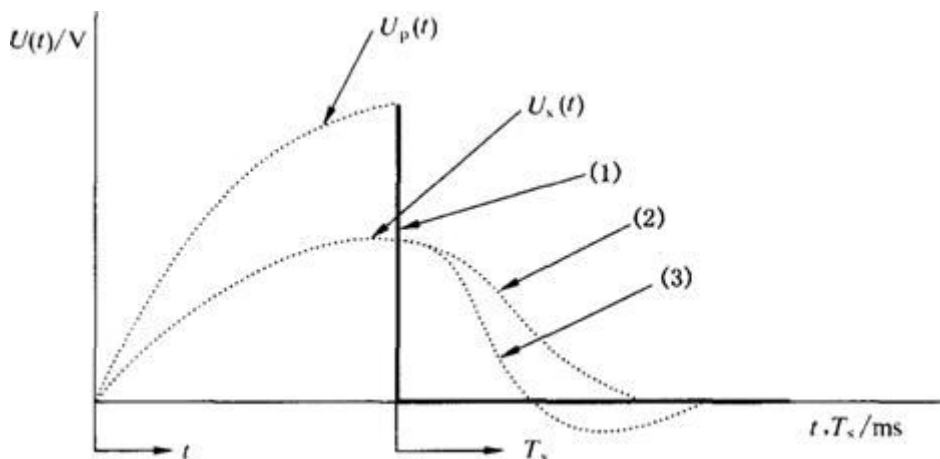
注：X=F<sub>v</sub>×100（额定电压因数乘以 100）。

### 15.5 暂态响应

#### 15.5.1 概述

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  $\sqrt{2}U_2$  之比值。一次电压  $U_1=U_1(t)$  短路后的二次电压  $U_2=U_2(t)$  可以用图 20 表示。

注：故障条件下电容式电压互感器的暂态响应参见附录 G。



图中：

- (1) ——  $U_p(t)$  短路；
- (2) ——  $U_s(t)$  非周期性衰减；
- (3) ——  $U_s(t)$  周期性衰减。

图 20 电容式电压互感器的暂态响应

#### 15.5.2 暂态响应要求

在高压端子 A 与接地的低压端子 N 之间的电源短路后，电容式电压互感器的二次电压，应在规定时间  $T_s$  内衰减到相对于短路前峰值电压的某一规定值（见图 20）。

#### 15.5.3 标准的暂态响应级

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  $\sqrt{2}U_2$  之比值。标准的暂态响应级见表 18。

表 18 暂态响应级标准值

时间 $T_s/ms$	比值 $\frac{ U_s(t) }{\sqrt{2} \cdot U_s} \cdot 100\%$

	3PT1 6PT1	3PT2 6PT2	3PT3 6PT3
10	—	≤25	≤4
20	≤10	≤10	≤2
40	<10	≤2	≤2
60	<10	≤0.6	≤2
90	<10	≤0.2	≤2

注 1: 对于某一规定的级, 二次电压  $U_s(t)$  的暂态响应可能是非周期性或周期性衰减, 可采用可靠的阻尼装置。

注 2: 对电容式电压互感器的 3PT3 和 6PT3 暂态响应级需采用阻尼装置。

注 3: 由制造方与用户协商确定可采用其他的比值和时间  $T_s$  值。

注 4: 暂态响应级的选用依据所用保护继电器的特性。

如果采用阻尼装置, 其可靠性的验证应该包含在制造方与用户的协议之中。

#### 15.5.4 暂态响应的型式试验

试验应按照 9.8 的规定进行。

#### 15.6 对用于产生剩余电压的二次绕组的要求

##### 15.6.1 额定二次电压

要求与同类绕组连接成开口三角以产生剩余电压的绕组, 其额定二次电压列于表 19。

表 19 用以产生剩余电压的电容式电压互感器的额定二次电压

优先值/V	可用值 (非优先值) /V	备注
100	$\frac{100}{\sqrt{3}}$	用于中性点有效接地系统
$\frac{100}{3}$	100	用于中性点非有效接地或不接地系统

##### 15.6.2 额定输出

要求与同类绕组连接成开口三角形以产生剩余电压的绕组, 其额定输出应以伏安值表示, 并应在 6.3 的规定值中选取。

##### 15.6.3 额定热极限输出

剩余电压绕组的额定热极限输出应以伏安值表示, 在额定二次电压下和功率因数为 1 时, 其数值应为 15VA、25VA、50VA、75VA、100VA 及其 10 的倍数。有下划线者为优先值。

**注:** 由于剩余电压绕组接成开口三角形, 这些绕组仅在故障条件下承担负荷。

与 3.1.15b) 的定义不同, 剩余电压绕组的额定热极限输出应是持续时间 8h。

##### 15.6.4 准确级

剩余电压绕组的准确级应为 15.3 和 15.4 规定的 3P 或 6P。

##### 15.6.5 型式试验

###### 15.6.5.1 温升试验

如果二次绕组中有一个作为剩余电压绕组使用, 试验应按照 9.1 的规定进行, 试验结果应满足 6.5 的要求。

在预先按一次电压  $1.2U_{pr}$  进行试验时, 剩余电压绕组不接负荷。

在 1.9 倍额定一次电压持续 8h 的试验时, 剩余电压绕组连接对应于额定热极限输出 (见 15.6.3) 的负荷, 而其他绕组皆连接其额定负荷。

如果其他绕组规定了热极限输出, 应按 9.1 在  $U_{pr}$  下进行补充试验, 但剩余电压绕组不接负荷。

**注：**试验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乘以电压因数。

#### 15.6.5.2 准确度试验

为验证是否符合 15.4 的要求，型式试验应在 2%、5% 和 100% 额定电压及额定电压因数乘以额定电压的电压下进行，所接负荷是：输出在 1VA~7.5VA 和功率因数 1 时，为 0%~100% 额定值，或输出在 10VA~100VA 和功率因数 0.8 滞后时，为 25%~100% 额定值。

当互感器有多个二次绕组时，它们的负荷按照 15.4 注 2 的说明施加。

剩余电压绕组在电压不超过 120% 额定电压的各个试验中不接负荷，而在电压等于额定电压乘以额定电压因数（1.5 或 1.9）的试验中连接额定负荷。

#### 15.6.6 例行试验

##### 15.6.6.1 准确度试验

准确度例行试验或准确度检验原则上与 15.6.5.2 的型式试验相同。例行试验应在额定频率下以减少的电压点数和/或负荷点数进行（见 10.6 和表 14），只要已在同样的电容式电压互感器上的试验证实，这种减少点数的试验仍足以验证它符合 15.4 的要求。

## 16 铭牌

### 16.1 铭牌标志

铭牌标志内容见表 20。

**表 20 铭牌标志**

序号	项 目	缩写符号 [单位]	M-CVT	(M+P)-CVT	条款
1	制造企业名称或缩写		○	○	
2	品名：电容式电压互感器		○	○	
3	型号，牌号		○	○	
4	制造年份		○	○	12.2
5	序号		○	○	12.2
6	设备最高电压	$U_m$ [kV]	○	○	7/7.1
7	额定绝缘水平按 $U_m$ 用 SIL/BIL/AC 表示， 例如 范围 I：AC/BIL 范围 II：AC/SIL/BIL		○	○	7/7.1
8	额定频率	$f_r$ [kV]	○	○	3.1.2
9	额定电压因数（及时间）	$F_V$	○	○	6.4
10	电容分压器额定电容	$C_r$ [pF]	○	○	3.2.6
11	高压电容器额定电容	$C_{1r}$ [pF]	○	○	3.2.8
12	中压电容器额定电容	$C_{2r}$ [pF]	○	○	3.2.9
13	电容器单元数量		○	○	3.2.3
14	电容器单元序号		○	○	12.2
15	环境温度类别		○	○	5.2.1 5.3.2
16	电容分压器：绝缘油 （矿物油或合成油）	种类 质量 [kg]	○	○	12.1
17	电磁单元：绝缘油 （矿物油或合成油）	种类 质量 [kg]	○	○	10.7
18	完整 CVT 的质量	kg	○	○	

19	标准代号	GB/T 4703—2007	○	○	
20	一次端子 电流 I: 联结 A1—A2	I [A] A1—A2	○	○	3.1.36
21	额定一次电压和端子标志	A—N $U_{pr}$ [V]	○	○	3.1.4
22	二次绕组端子标志	1a—1n 2a—2n da—dn	○	○	13.2
23	二次绕组电压	$U_{sr}$ [V]	○	○	3.1.5 6.2.2
24	额定输出值 ( $\cos \phi=0.8$ 或 $\cos \phi=1.0$ )	[VA]	○	○	6.3
25	准确级	M	○	○	14.4
26	准确级	M P	○	○	14.4 15.4
27	在满足其准确级要求时, 完整 CVT 的各绕组最大 同时总输出	[VA] M	○		14.4
		[VA] P		○	15.4
		[VA] M [VA] P		○ ○	14.4 15.4
28	热极限输出	[VA]	○	○	15.6.3
29	暂态响应级			○	15.5.3
30	载波附件				
	排流线圈 限压装置, BIL 1.2/50 $\mu$ s	[mH] [kV]	○ ○	○ ○	17.2.1 17.2.2
<p>注 1: 缩写符号的含义:</p> <p>○——在填表中表示适用;</p> <p>M——测量用;</p> <p>P——保护用;</p> <p>(M+P) ——测量用和保护用;</p> <p>AC——短时工频耐受电压;</p> <p>BIL——基本冲击绝缘水平;</p> <p>SIL——操作冲击绝缘水平。</p> <p>注 2: 载波附件各项可列在补充铭牌上。</p>					

## 16.2 典型铭牌示例

典型铭牌示例见图 21。

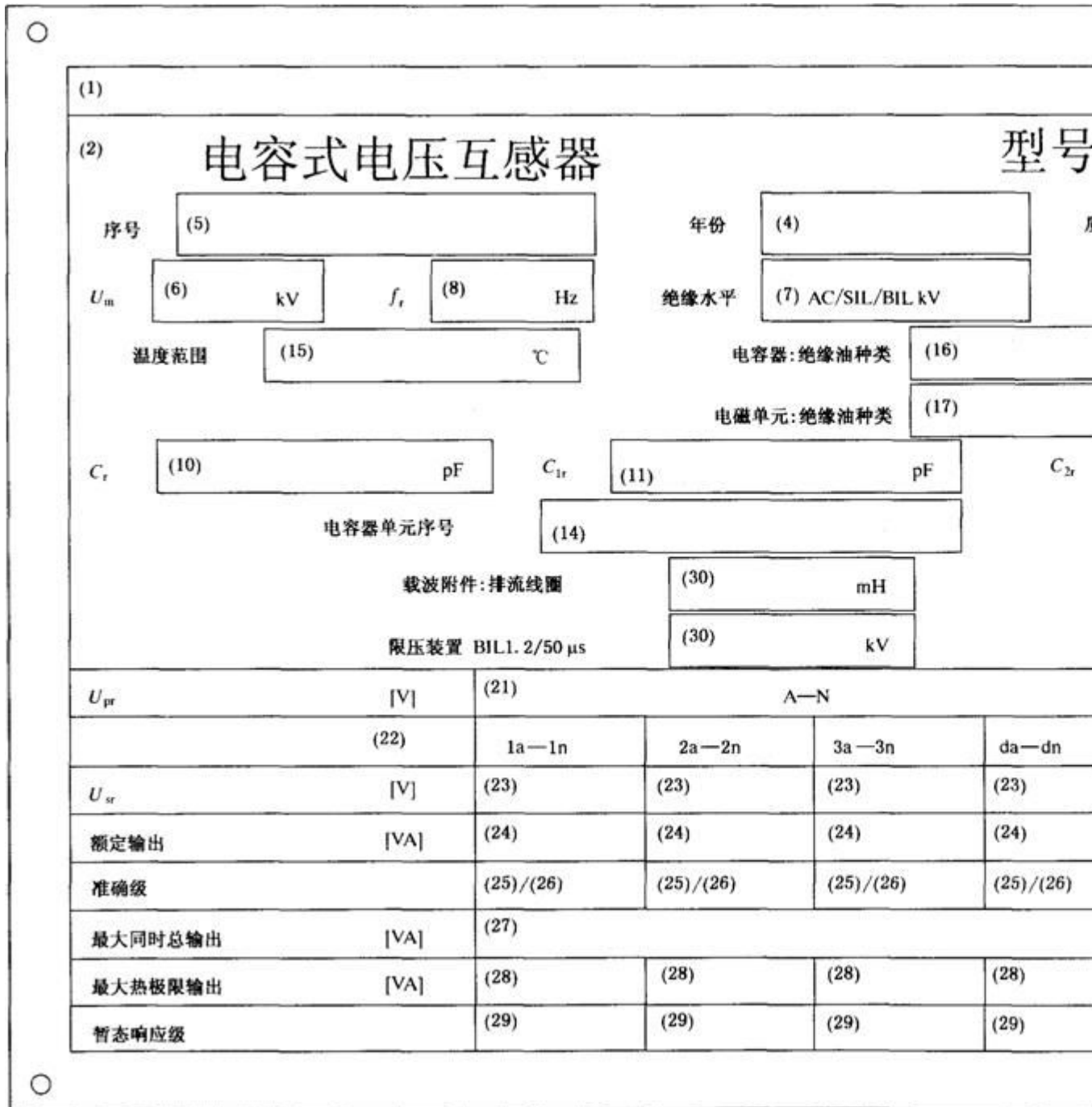


图 21 典型铭牌示例

## 17 对载波附件的要求

### 17.1 概述

载波附件包括一个排流线圈和一个限压装置,应接在电容分压器低压端子与接地端子之间。典型的连接如图 C.2 所示。载波附件为可选配置。

当载波附件由制造方连接在中压电容器的接地连接线上时,电容式电压互感器的准确度应保持其规定的准确级(见图 C.2)。

对完整的耦合装置的要求按照 GB/T 7329 的规定。

### 17.2 排流线圈和限压装置

#### 17.2.1 排流线圈

排流线圈应设计为:



- a) 排流线圈工频阻抗必须尽可能低，不得超过  $20\ \Omega$ 。
- b) 工频电流的承载能力：
  - 连续工作：1A（方均根值）；
  - 短时电流：50A（方均根值），时间 0.2s。
- c) 排流线圈应能承受  $1.2/50\ \mu\text{s}$  冲击电压，其峰值为限压装置冲击火花放电电压值的两倍。

### 17.2.2 限压装置

限压装置可以是火花放电间隙或其他类型的避雷器，其工频火花放电电压  $U_{\text{SP}}$  大于额定工作条件下排流线圈两端最大交流电压的 10 倍。

电压  $U_{\text{SP}}$  用下式表示：

$$U_{\text{SP}} \geq 10F_V(2\pi f)^2 C_V L_D U_m / \sqrt{3}$$

式中：

$L_D$ ——排流线圈的电感，H。

注 1：绝缘水平示例：

a) 工频耐受电压：

- 空气间隙避雷器：2kV（方均根值）；
- 有火花间隙的非线性避雷器：额定电压约 1kV（方均根值）。

b) 冲击耐受电压：

● 空气间隙避雷器和有火花间隙的非线性避雷器：在波形  $8/20\ \mu\text{s}$ 、峰值约 4kV 的冲击试验电压下，避雷器须能承受峰值电流至少 5kA。

注 2：仅空气间隙避雷器或有火花间隙的非线性避雷器适用于本用途。

## 17.3 载波附件的型式试验

### 17.3.1 排流线圈的型式试验

#### 17.3.1.1 冲击电压试验

排流线圈的冲击耐压试验应按图 C.2 电路图进行，应预先将限压装置断开。应依次施加  $1.2/50\ \mu\text{s}$  电压冲击 10 次，负极性 5 次和正极性 5 次（见 GB/T 16927.1）。

#### 17.3.1.2 交流电压耐受试验

交流电压耐受试验应在排流线圈两端子之间施加工频电压进行。其试验电压必须调整到能获得 1A 电流（方均根值）。试验中应测量温升  $\Delta T$ ，试验连续进行直至温升达到稳定（变化率  $\Delta T$  不超过 1K/h）。温升应不超过表 3 的相应值。

### 17.3.2 限压装置的型式试验

规定为冲击电压试验。

试验时应连接排流线圈，按图 C.2 电路图进行。

对空气间隙避雷器和有火花间隙的非线性避雷器，应依次施加  $8/20\ \mu\text{s}$  火花放电电压，负极性 5 次和正极性 5 次。

**注：**有关 PLC 系统的完整耦合装置的其他试验，例如工作衰耗和回波损耗试验由 GB/T 7329 规定。这些试验仅适用于装有 PLC 附件的电容式电压互感器。

## 17.4 载波附件的例行试验

### 17.4.1 排流线圈的例行试验

排流线圈的例行试验如下：

a) 工频阻抗测量。

b) 交流试验：

试验时应在排流线圈两端子之间施加工频电压持续 1min。其试验电压必须调整到能获得 1A 电流（方均根值）。

### 17.4.2 限压装置的例行试验

对以下情况规定如下例行试验：

a) 空气间隙避雷器

工频火花放电电压的测量。

b) 有火花间隙的非线性避雷器

用持续额定耐受电压进行交流试验。

### 17.5 铭牌标志

装有载波附件的电容式电压互感器，其铭牌应包含的附加内容如表 21 所示：

**表 21 装有载波附件的电容式电压互感器的铭牌标志的附加项目**

载波附件	
排流线圈 $L_D$ [mH]	
限压装置	型号：
	火花放电电压 (1.2/50 $\mu$ s 或 8/20 $\mu$ s)

### 附 录 A (资料性附录)

#### 本标准章条编号与 IEC 60044-5: 2004 章条编号对照

表 A.1 给出了本标准章条编号与 IEC 60044-5: 2004 章条编号的对照。

**表 A.1 本标准章条编号与 IEC 60044-5: 2004 章条编号对照**

本标准章条编号	对应 IEC 60044-5: 2004 章条编号
3.3.5	—
7.2.7.4	—
7.2.7.5	—
8.1	—
8.2	8.1
8.3	8.2
8.4	8.3
8.5	8.4
10.7	9.7
9.7	9.8
9.8	9.9
9.9	9.10
10.7	9.7
附录 A	—
附录 B	—
附录 C	附录 A
附录 D	—
附录 E	—
附录 F	附录 C
附录 G	附录 B

### 附 录 B (资料性附录)

#### 本标准与 IEC 60044-5: 2004 技术性差异及其原因

表 B.1 给出了本标准与 IEC 60044-5: 2004 技术性差异及原因。

**表 B.1 本标准与 IEC 60044-5: 2004 技术性差异及原因**

本标准 章节编号	技术性差异	原因
1	删除“本标准代替 IEC 60186 中有关电容式电压互感器的内容”句。	前言中已有说明。
	将注 1 中“本标准适用的电容式电压互感器电路图见图 A.1 和图 A.2”更改为“附录 C 给出了本标准适用的电容式电压互感器电路图示例”。	将附录引入标准正文（附录排序调整见附录 A）。
	新增“注 2：用户如有需要，本标准也适用于 $U_m$ 为 40.5kV 的电容式电压互感器”。	根据我国电力用户的使用需要。
2	增加引用标准 GB/T 11023—1989《高压开关设备六氟化硫气体密封试验方法》。	在充气式 CVT 的密封性试验中引用。
3.1.15	在 b) 项中增加“……（且不损坏电容式电压互感器部件）……”。	增加限定条件的附加说明。
3.3.5	新增术语“补偿电抗器的保护器件”。	根据本标准内容增加。
3.4.3	新增 c) 项“在一次侧开关合闸时”。	根据本标准内容增加。
5	新增条标题“5.1 环境条件分类”，以下各条号顺延。	原 IEC 标准此处要求为悬置段。
5.3.1	用 GB 311.1 规定的海拔校正因数代替 IEC 60044-5 推荐的海拔校正因数，并将后者在附录 F 中给出，以供参考。	GB 311.1 是我国电力系统的强制性基础标准，其要求与 IEC 60044-5 有差异。
6.2.2	额定二次电压选用了 IEC 6044-5 推荐的一种标准值 $100/\sqrt{3}V$ 。	根据我国电力系统实用情况选用。
7.1	表 4 中标准绝缘水平数值用 GB 311.1 的规定值代替 IEC 60044-5 的推荐值。	GB 311.1 是我国电力系统的强制性基础标准，其要求与 IEC 60044-5 有差异。
7.2.1 7.2.2	将原 7.2.2 下的列项（三项）移至 7.2.1 下，并根据内容要求将第 1 项修改为“进行本项试验和 7.2.2 试验时……”。	这些列项的要求为 7.2.1 和 7.2.2 的共同要求。
7.2.6	对注 5 中 $\tan \delta$ 的参考值，根据我国实际情况提出了更严格的要求。分别用“0.004”和“0.0015”代替 IEC 60044-5 提出的“0.005”和“0.002”。	有利于控制产品质量。
7.2.7.1	a) 电磁单元的额定雷电冲击耐压表达式中增加“额定”二字。 同一表达式中“ $C_1$ 、 $C_2$ ”分别用“ $C_{1r}$ ”“ $C_{2r}$ ”代替，并且增加一个电压不均匀系数 $K$ ； b) 电磁单元的额定短时工频耐压表达式“CVT 的额定短时工频试验电压 $\times \frac{C_{1r}}{C_{1r} + C_{2r}} \times K$ ”代替 IEC 60044-5 推荐的 $U_{PR} \times 3.3 \times \frac{C_1}{C_1 + C_2}$ ，且删除注 3。	IEC 60044-5 原文采用“ $C_1$ 、 $C_2$ ”计算不确切，且 b) 中乘以 3.3 的系数亦不合理。 根据我国经验修改。

表 B.1（续）

本标准 章节编号	技术性差异	原因
7.2.7.4	增加了对“补偿电抗器及其保护器件的绝缘要求”。	符合我国实际情况，有利于控制产品质量。
7.2.7.5	增加了对“中压回路低压端子的绝缘要求”。	符合我国实际情况，有利于控制产品质量。
7.4.2	$\epsilon_F$ 的表达式删除了“( $T_F$ )”，并在 $\bar{U}_s$ 的说明中增加了在“时间 $T_F$ 之后”。	避免了 IEC 60044-5 原表达式中可能造成的混淆。
7.6	表 9 中电压值调整为 GB 311.1 的规定值，并在 72.5 (kV) 后增加“(40.5)”。	GB 311.1 是我国电力系统的强制性基础标准。其要求与 IEC 60044-5 有差异。
8	新增条标题“8.1 概述”。以下各条号顺延。	原 IEC 标准此处要求为悬置段。
8.1	第 1 段后增加“注：电容式电压互感器的高频特性参见附录 F”。	将附录引入标准正文。
8.2	删除了型式试验项目中的“电磁单元密封性试验”项，将该项一目调整到例行试验中（同时将有关试验项目的序号进行了调整）。	有利于控制产品质量。
8.3	将例行试验项目中的“二次绕组的工频耐压试验”合并到“电磁单元的工频耐压试验”中，并增加了“电磁单元密封性能试验”项（同时将有关试验项目的序号进行了调整）。	二次绕组是电磁单元的组成部分，合并一起试验更趋合理，但不改变原试验要求和试验方法。
8.5	图 2 根据 8.2 和 8.3 的试验项目进行调整。	原因同 8.2、8.3。
9.1	将试验的环境温度“10℃~30℃”用“5℃~40℃”代替（下文中的 9.3 和 9.9 同此）。	根据我国各地试验室温度的实际情况而修改。
9.2.1	增加“注 4：应在 CVT 的结构上采取措施，以便在现场能对 $C_1$ 和 $C_2$ 分别进行测量。”	为方便运行现场进行绝缘监测。
9.4.2	删除 a) 和 b) 项中的“不作大气条件校正”句。	对外绝缘而言，大气条件校正正是必要的。
	a) 项注中的“为试验外绝缘而规定的”更改为“为试验内绝缘和外绝缘而规定的”。	内绝缘和外绝缘无法分开试验。
9.9	删除本条中的“试验应按照 IEC 60044-2（互感器第 2 部分：电磁式电压互感器）的规定进行”，将完整的试验方法直接写进本标准。	便于标准的使用。
10.1	增加“注 2：充气式电容分压器的密封性能试验应参照 GB/T 11023 执行”。	用于充气式 CVT 电容分压器的密封性能试验。
10.2.2	注中举例 CVT 的设备最高电压、额定短时工频耐受电压、电容分压器单元数目以及相应的试验电压均以我国 GB 311.1 规定和产品结构为基础作相应修改。	不符合我国国情。
10.2.3.1	图 10 中的注脚按正图进行修改。	图与注不符。
10.4.1	将额定短时工频耐受电压的计算公式中的“ $C_1$ 、 $C_2$ ”分别用“ $C_{1r}$ ”“ $C_{2r}$ ”代替，并将电压不均匀系数“3.3”更改为“ $K$ ”。	同 7.2.7.1。

表 B.1 (续)

本标准 章节编号	技术性差异	原因
10.4.2	条标题用“段间、二次绕组、补偿电抗器及其保护器伸、中压回路低压端子的耐压试验”代替 IEC 60044-5 中的“段间及二次绕组的耐压试验”，并对试验要求作相应的调整和补充。	便于实际操作。
10.6	表 14 中增加“注：一个绕组同时用于测量和保护时，则应分别按测量和保护的要求进行试验”。	便于实际操作。
10.7	将“液体浸渍的电磁单元的密封性能试验”从 IEC 60044-5 的型式试验（9.7）移至例行试验。增加“注：充气式电磁单元的密封性能试验应参照 GB/T 11023 执行。”	有利于控制产品质量，用于充气式 CVT 电磁单元的密封性试验
11.1	删除本条中的“试验和测量条件应按照 IEC 60044-2（互感器第 2 部分：电磁式电压互感器）的规定”，将完整的试验方法和试验条件直接写进本标准。	便于使用。
11.2	表 15 中（对具有通过电流端子的水平力的施加方式）增加了俯视图； 并增加“注 2：如果电容器单元上具有穿通瓷件壁的侧向中压端子或低压端子，还应在该端子相反方向对一次线路端子施加试验载荷”。	以清楚地表明水平纵向及水平横向力的施加方式； 对具体的载荷的施加方式进行补充说明。
11.4	在末段增加“注：充气式电容器单元的密封性能试验应按 GB/T 11023 进行年泄漏率试验”。	用于充气式 CVT 电容器单元的密封设计试验。
12.2	铭牌标志中增加“额定电压”和“质量”。	便于用户使用。
13.2	图 18 中增加一个二次绕组。	更广泛地覆盖我国实际应用情况。
15.4	注 2 内容增加“……如果电容器单元上具有穿通瓷件壁的侧向中压端子或低压端子，还应在该端子相反方向对一次线路端子施加试验载荷……”。	根据我国电力系统的实际应用情况。
15.5.1	新增“注：故障条件下电容式电压互感器的暂态响应参见附录 G”。	将附录引入标准正文。
15.6.1	将表 19 中的二次电压按我国电力系统实用情况进行调整。	不符合我国国情。
16.6.5.2	将末段的“……在电压不超过 100%额定电压……”更改为“……在电压不超过 120%额定电压……”。	根据我国电力系统的实际应用情况。
16.1	表 20 中的序 9 增加“（及时间）”； 序 24 增加“（ $\cos \phi=0.8$ 或 $\cos \phi=1.0$ ）”。	使铭牌内容更加完整。
16.2	增加“典型铭牌示例见图 21”，并增加图标题“图 21 典型铭牌示例”。	便于标准的使用。
附录 D	将 IEC 60044-5: 2004 中规定的海拔校正因数列出作为参考。	作为参考资料，供不同用户选用。
附录 E	将 IEC 60044-5: 2004 中规定的标准绝缘水平列出作为参考。	作为参考资料，供不同用户选用。

附 录 C  
（规范性附录）  
电容式电压互感器电路图示例

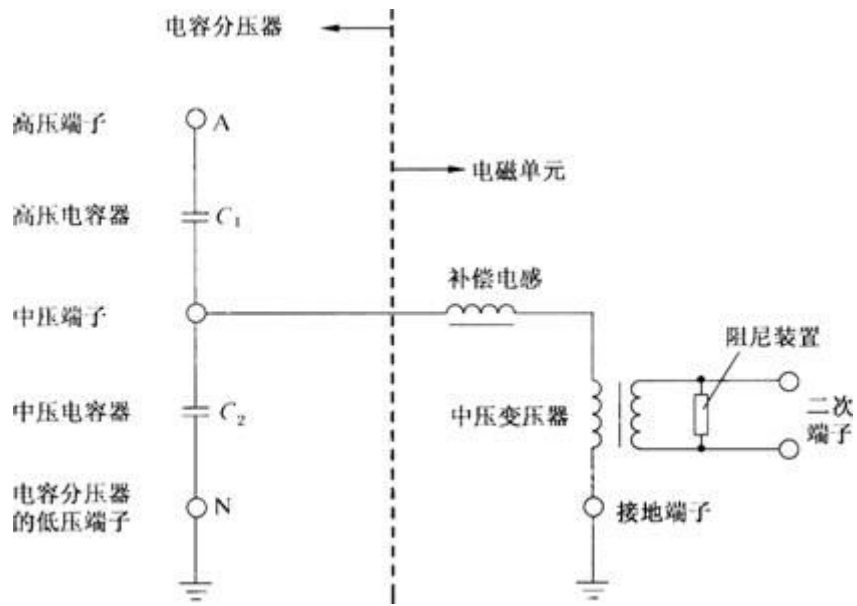


图 C.1 电容式电压互感器电路图示例

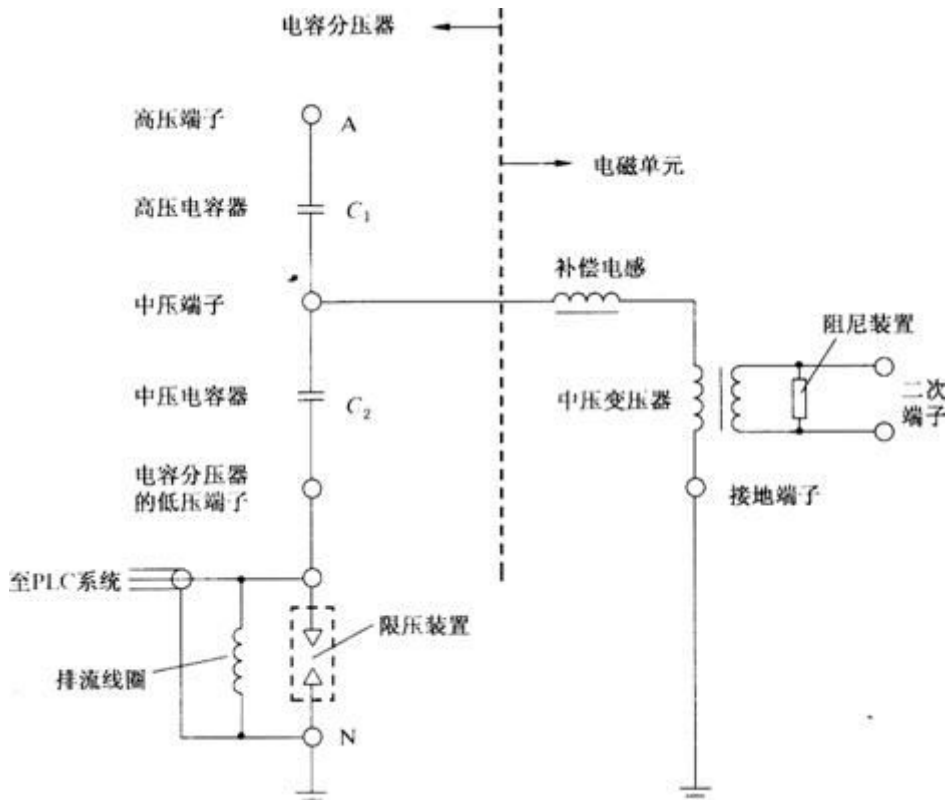


图 C.2 具有载波附件的电容式电压互感器电路图示例

附录 D  
(资料性附录)

IEC 60044-5: 2004 标准规定的海拔校正因数

当安装处海拔超过 1000m 时，在标准大气条件下的闪络距离，应由使用地区要求的耐受电压乘以图 D.1 查得的系数  $k$  来确定。

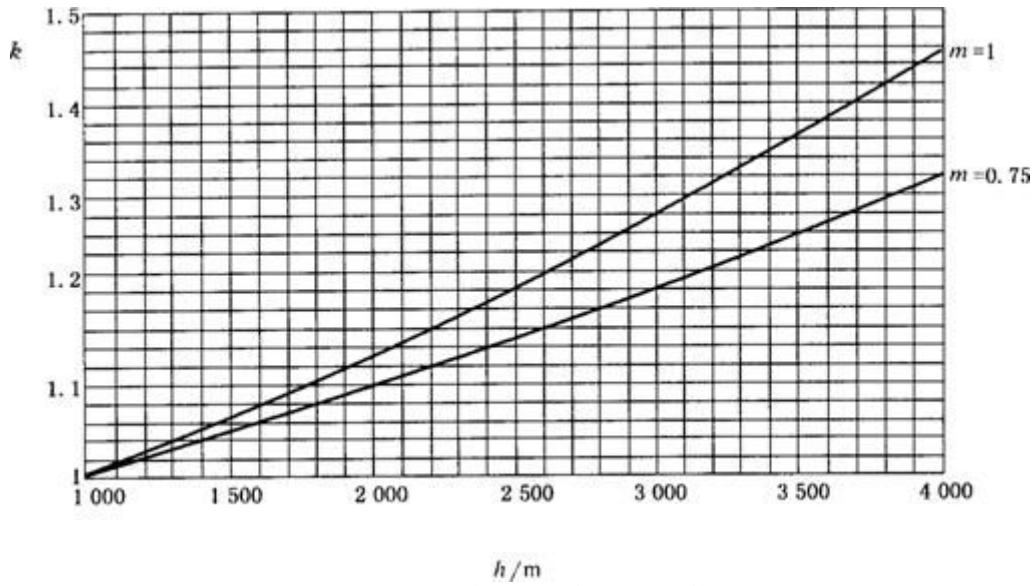


图 D.1 外绝缘的海拔校正因数

这些系数可用下式计算：

$$k=e^{m(h-1000)/8150}$$

式中：

$h$ ——海拔，m；

$m=1$ ——适用于工频和雷电冲击电压；

$m=0.75$ ——适用于操作冲击电压。

注：内绝缘的耐电强度不受海拔影响。检验外绝缘的方法应由制造方和用户协商确定。

## 附录 E

(资料性附录)

### IEC 60044-5：2004 标准规定的标准绝缘水平

IEC 60044-5：2004 标准规定的标准绝缘水平见图 E.1。

范围	设备最高电压 $U_m$ (方均根值)/kV	额定操作冲击耐受电压 (峰值)/kV	额定雷电冲击耐受电压 (峰值)/kV	额定短时工频耐受电压 (峰值)/kV	
I	72.5	—	—	325	
	100	—	—	450	
	123	—	—	450	
	145	—	—	550	
	170	—	—	650	
	245	—	—	750	
II	300	—	—	950	
	362	—	—	1 050	
	420	—	—	1 175	
	525	—	—	1 300	
	765	—	—	1 425	
	—	—	750	—	—
	—	—	850	—	—
	—	—	850	—	—
	—	—	950	—	—
	—	—	1 050	—	—
—	—	1 050	—	—	
—	—	1 175	—	—	
—	—	1 425	—	—	
—	—	1 550	—	—	
—	—	1 425	—	—	
—	—	1 550	—	—	
注1: 对于暴露安装, 推荐选用最高的绝缘水平。					
注2: 由于 $U_m = 765$ kV 的试验电压水平尚未最终确定, 故其操作和雷电冲击试验水平可能需要调整。					

图 E.1 标准绝缘水平

附录 F  
(规范性附录)  
电容式电压互感器的高频特性

在 GB/T 19749—2005 的 2.8 和附录 B 中, 阐述和规定了高频特性、要求和试验, 这对于载波系统中的电容式电压互感器至为重要。

GB/T 19749—2005 附录 8 的内容:

- B.1 高频电容和等效串联电阻。
- B.2 低压端子的杂散电容和电导。
- B.3 耦合电容器的高频电流。
- B.4 高频电容和等效串联电阻的测最。

GB/T 19749 适用于电容式电压互感器有关高频特性的要求和试验。

附录 G  
(资料性附录)



### 故障条件下电容式电压互感器的暂态响应

对于采用纯电容分压器作为高电压传感器的电容式电压互感器，极重要的暂态问题是“陷阱电荷”现象。

当电力线路被切断时，电荷可能滞留在线路上。如果线路未进行接地或通过所接低阻抗装置放电，电荷可保持数日。电荷量取决于切断瞬间的电压相位。最坏的情况是电压在其峰值  $\sqrt{2} \cdot U_1$  的瞬间，这时分压器的高压电容器  $C_1$  充电，积累电荷  $q_1 = C_1 \cdot \sqrt{2} \cdot U_1$ ，而二次电容器  $C_2$  通过并联的电磁单元放电。当线路再接入时  $C_2$  将重新充电。

$$U_{C_2}(t) = -q_1 / (C_1 + C_2) = -\sqrt{2} \cdot U_1 C_1 / (C_1 + C_2) \approx -\sqrt{2} \cdot U_1 (C_1 + C_2)$$

此电压按电磁单元确定的时间常数作指数衰减，叠加在正弦波信号上，造成非常大的误差。

---