



中华人民共和国国家标准

GB/T 20840.7—2007

互感器 第7部分：电子式电压互感器

Instrument transformers—
Part 7: Electronic voltage transformers

(IEC 60044-7:1999, MOD)

2007-01-16 发布

2007-08-01 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 次

前言	V
1 范围	1
1.1 范围	1
1.2 规范性引用文件	1
1.3 电子式电压互感器的通用框图	2
2 术语和定义	3
2.1 通用定义	3
2.2 单相保护用电子式电压互感器的补充定义	8
2.3 缩写符号索引	9
3 通用要求	9
3.1 概述	9
3.2 咨询、招标和订货所需内容	10
4 正常和特殊使用条件	10
4.1 正常使用条件	10
4.2 特殊使用条件	11
4.3 系统接地方式	11
5 额定值	12
5.1 额定电压标准值	12
5.2 额定输出标准值	12
5.3 额定电压因数标准值	12
5.4 额定辅助电源电压的标准值	13
5.5 其他有影响参数的标准参考值	13
6 设计要求	13
6.1 一次电压传感器的绝缘要求	13
6.2 低电压器件的绝缘要求	14
6.3 短路承受能力	14
6.4 温升限值	14
6.5 无线电干扰电压要求	15
6.6 传递过电压要求	15
6.7 电磁兼容要求	15
6.8 可靠性	17
6.9 异常条件承受能力	17
6.10 异常条件信号显示	17
6.11 机械要求	17
6.12 接地端子	18
7 试验分类	18
7.1 型式试验	18

7.2 例行试验	18
7.3 特殊试验	19
8 型式试验	19
8.1 一次电压端的冲击试验	19
8.2 户外型电子式电压互感器湿试验	20
8.3 准确度试验	20
8.4 异常条件承受能力试验	21
8.5 无线电干扰电压试验	21
8.6 传递过电压试验	21
8.7 电磁兼容试验	21
8.8 低压器件冲击耐压试验	23
8.9 暂态性能试验	23
9 例行试验	24
9.1 端子标志检验	24
9.2 一次电压端的工频耐压试验和局部放电测量	24
9.3 低压器件的工频耐压试验	25
9.4 准确度试验	25
9.5 电容量和介质损耗因数测量	25
10 特殊试验	25
10.1 一次电压端的截断雷电冲击试验	25
10.2 机械强度试验	26
11 标志	27
11.1 铭牌标志	27
11.2 端子标志	27
12 单相测量用电子式电压互感器的补充要求	28
12.1 通用要求	28
12.2 维护要求	28
12.3 测量用电子式电压互感器的准确级标称	28
12.4 测量用电子式电压互感器的标准准确级	28
12.5 测量用电子式电压互感器的电压误差和相位误差限值	28
13 单相保护用电子式电压互感器的补充要求	29
13.1 通用要求	29
13.2 维护要求	29
13.3 保护用电子式电压互感器的准确级标称	29
13.4 保护用电子式电压互感器的标准准确级	29
13.5 保护用电子式电压互感器的电压误差和相位误差限值	30
13.6 暂态性能要求	30
附录 A (资料性附录) 本部分章条编号与 IEC 60044-7:1999 章条编号对照	31
附录 B (资料性附录) 本部分与 IEC 60044-7:1999 技术性差异及其原因	32
附录 C (资料性附录) 电子式电压互感器的技术信息	35
C.1 引言	35

C.2 概述	35
C.2.1 定义	35
C.2.2 电网正常使用条件	35
C.2.3 电网异常使用条件	35
C.2.4 额定二次电压	36
C.3 稳态条件	36
C.4 暂态条件	36
C.4.1 理论性分析	36
C.4.2 暂态误差定义	40
C.4.3 暂态性能试验	40
C.5 其他	42
C.5.1 延迟时间	42
C.5.2 电磁兼容(EMC)	43
C.5.3 可靠性考虑	44
附录 D (资料性附录) IEC 60044-8:2002 标准的海拔	45
D.1 海拔	45
附录 E (规范性附录) 暂态响应试验用的负荷	46
E.1 感性负荷	46
E.2 容性负荷	46
图 1 单相电子式接地电压互感器通用框图	2
图 2 三相电子式接地电压互感器通用框图	3
图 3 供电磁兼容试验的各部件	22
图 C.1 解释滞留电荷现象的简图	37
图 C.2 滞留电荷现象时的电压	38
图 C.3 电子式电压互感器简化模型示例	39
图 C.4 短时间常数的试验布置	41
图 C.5 长时间常数的试验布置	42
图 C.6 试验时 $e(t)$ 的典型波形	42
图 C.7 相位差的限值	43
图 D.1 海拔校正因数	45
图 E.1 暂态响应试验用感性负荷的电路图	46
图 E.2 暂态响应试验用容性负荷的电路图	46
表 1 电子式电压互感器的规范内容	10
表 2 温度类别	10
表 3 额定电压因数标准值(k_v)	13
表 4 温升限值	15
表 5 抗扰度要求和试验	15
表 6 静态承受试验载荷	17

表 7	一次端子上施加试验载荷的方式	26
表 8	铭牌标志	27
表 9	测量用电子式电压互感器的电压误差和相位误差限值	29
表 10	保护用电子式电压互感器的电压误差和相位误差限值	30
表 11	保护用电子式电压互感器在带滞留电荷重合闸的瞬时电压误差限值	30
表 A.1	本部分章条编号与 IEC 60044-7:1999 章条编号对照	31
表 B.1	本部分与 IEC 60044-7:1999 技术性差异及其原因	32
表 C.1	一次短路	38
表 C.2	滞留电荷	38
表 E.1	暂态响应试验用纯串联和串并联负荷的阻抗值	46
表 E.2	暂态响应试验用容性负荷的阻抗值	47

前 言

《互感器》拟分为以下几个部分：

- 第1部分：通用技术要求；
- 第2部分：电流互感器；
- 第3部分：电磁式电压互感器；
- 第4部分：组合互感器；
- 第5部分：电容式电压互感器；
- 第6部分：保护用电流互感器暂态特性技术要求；
- 第7部分：电子式电压互感器；
- 第8部分：电子式电流互感器。

本部分为 GB/T 20840 的第7部分。

本部分修改采用 IEC 60044-7:1999《互感器 第7部分：电子式电压互感器》(英文版)。

本部分根据 IEC 60044-7:1999 起草。在附录 A 中列出了本部分章条编号与 IEC 60044-7:1999 章条编号的对照一览表。

考虑到我国国情，在采用 IEC 60044-7:1999 时，本部分做了一些修改。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 中给出了这些技术性差异及其原因的一览表以供参考。

为了便于使用，本部分对 IEC 60044-7:1999 还做了下列编辑性修改：

- a) “本标准”一词改为“本部分”；
- b) 删除了 IEC 60044-7:1999 的前言和附录 C(参考文献)；
- c) 1.2 的引导语按 GB/1.1—2000 的要求做了修改；
- d) 在物理量缩写符号中，表示额定值的下标字母 n 改为 r；
- e) 小数点由“,”改为“.”；
- f) 部分电器图形符号按 GB/T 4728.6—2000 进行了调整；
- g) 表 12 中的“适用=×”改为“○表示适用”。

本部分的附录 E 为规范性附录，附录 A、附录 B、附录 C 和附录 D 为资料性附录。

本部分由中国电器工业协会提出。

本部分由全国互感器标准化技术委员会(SAC/TC 222)归口。

本部分起草单位：沈阳变压器研究所、传奇电气(沈阳)有限公司、南京新宁电力技术有限公司、清华大学、武汉高压研究所、中国电力科学研究院、西安同维电力技术有限责任公司、南京南瑞继保电气有限公司、武汉长江通信集团股份有限公司、华中科技大学、哈尔滨工程大学、大连第一互感器有限责任公司、上海 MWB 互感器有限公司、厦门 ABB 开关有限公司、保定天威互感器有限公司、沈阳互感器有限责任公司、靖江互感器厂、江苏精科互感器有限公司、中山泰峰电气有限公司、西安高压电器研究所、大连北方互感器厂、郑州祥和集团电气设备有限公司、西安信源电力技术有限责任公司。

本部分主要起草人：高祖绵、魏朝晖、尹秋帆、张贵新、余春雨、卢勇、陆天健、罗苏南、杨先明、李红斌、安作平、黄宗军、艾睿、牛传裕、薛晚道、林贵文、熊江咏、王金良、何见光、李涛昌、冯建华、张伟政、孙振权、王仁焘。

本部分为首次制定。

互感器

第7部分:电子式电压互感器

1 范围

1.1 范围

本部分适用于新制造的模拟量输出的电子式电压互感器,供频率为 15 Hz~100 Hz 的电气测量仪器和电气保护装置使用。

注 1: 光学装置通常包含电子器件,因而认为属于本部分的适用范围。

注 2: 电子式电压互感器的技术信息详见附录 C。

注 3: 本部分不包括专用于三相电压互感器的要求,但它们是相关的,第 3 章~第 11 章的要求适用于这些互感器,也有些条文包含三相电压互感器的内容(例如 2.1.5、5.1.1、5.2、11.2.1 和 11.2.2)。

注 4: 有关数字量输出型电子式电压互感器的技术信息可参见 GB/T 20840.8。

1.2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本部分的引用而成为本部分的条款。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部分,然而,鼓励根据本部分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部分。

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

GB 311.1—1997 高压输变电设备的绝缘配合(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—1997 电工术语 变压器、互感器、调压器和电抗器(neq IEC 60050-421:1990,IEC 60050-321:1986)

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

GB/T 2900.57—2002 电工术语 发电、输电和配电 运行(eqv IEC 60050-604:1987)

GB/T 4365—2003 电工术语 电磁兼容(IEC 60050-161:1990,IDT)

GB/T 4703—2001 电容式电压互感器(eqv IEC 60186:1987)

GB/T 4796 电工电子产品环境参数分类及其严酷程度分级(GB/T 4796—2001,idt IEC 60721-1:1990)

GB/T 4797(系列) 电工电子产品自然环境条件(neq IEC 60721-2 系列)

GB/T 4798(系列) 电工电子产品应用环境条件(neq 或 idt IEC 60721-3 系列)

GB 4824 工业、科学和医疗(ISM)射频设备 电磁骚扰特性限值和测量方法(GB 4824—2004,CISPR 11:2003,IDT)

GB/T 5465.2 电气设备用图形符号(GB/T 5465.2—1996,idt IEC 60417:1994)

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

GB/T 11021—1989 电气绝缘的耐热性评定和分级(eqv IEC 60085:1984)

GB/T 14047—1993 量度继电器和保护装置(idt IEC 60255-6:1988)

GB/T 14598.3—1993 电气继电器 第五部分:电气继电器的绝缘试验(eqv IEC 60255-5:1977)

GB/T 14598.13—1998 量度继电器和保护装置的电气干扰试验 第1部分:1 MHz 脉冲群干扰试验(eqv IEC 60255-22-1:1988)

GB/T 20840.7—2007

- GB/T 16927.1—1997 高电压试验技术 第一部分:一般试验要求(eqv IEC 60060-1:1989)
- GB/T 17624(系列) 电磁兼容 综述(idt IEC 61000-1 系列)
- GB/T 17625(系列) 电磁兼容 限值(idt IEC 61000-3 系列)
- GB/T 17626.1 电磁兼容 试验和测量技术 抗扰度试验总论(GB/T 17626.1—2006, IEC 61000-4-1:2000, IDT)
- GB/T 17626.2 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验(GB/T 17626.2—2006, IEC 61000-4-2:2001, IDT)
- GB/T 17626.3 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验(GB/T 17626.3—2006, IEC 61000-4-3:2006, IDT)
- GB/T 17626.4 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验(GB/T 17626.4—1998, idt IEC 61000-4-4:1995)
- GB/T 17626.5 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌(冲击)抗扰度试验(GB/T 17626.5—1999, idt IEC 61000-4-5:1995)
- GB/T 17626.8 电磁兼容 试验和测量技术 工频磁场抗扰度试验(GB/T 17626.8—2006, IEC 61000-4-8:2000, IDT)
- GB/T 17626.9 电磁兼容 试验和测量技术 脉冲磁场抗扰度试验(GB/T 17626.9—1998, idt IEC 61000-4-9:1993)
- GB/T 17626.10 电磁兼容 试验和测量技术 阻尼振荡磁场抗扰度试验(GB/T 17626.10—1998, idt IEC 61000-4-10:1993)
- GB/T 17626.11 电磁兼容 试验和测量技术 电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验(GB/T 17626.11—1999, idt IEC 61000-4-11:1994)
- GB/T 17626.12 电磁兼容 试验和测量技术 振荡波抗扰度试验(GB/T 17626.12—1998, idt IEC 61000-4-12:1995)
- GB/T 17626.13 电磁兼容 试验和测量技术 交流电源端口谐波、谐间波及电网信号的低频抗扰度试验(GB/T 17626.13—2006, IEC 61000-4-13:2002, IDT)
- GB/T 17626.29—2006 电磁兼容 试验和测量技术 直流电源输入端口电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验
- GB/T 17799(系列) 电磁兼容 通用标准(idt IEC 61000-6 系列)
- GB/T 18039(系列) 电磁兼容 环境(idt IEC 61000-2 系列)
- GB/T 20840.8—2007 互感器 第8部分:电子式电流互感器(IEC 60044-8:2002, MOD)

1.3 电子式电压互感器的通用框图

根据所采用的技术确定电子式电压互感器需要哪些部分,框图列出的所有部件并非皆为互感器必不可缺的(见图1和图2)。

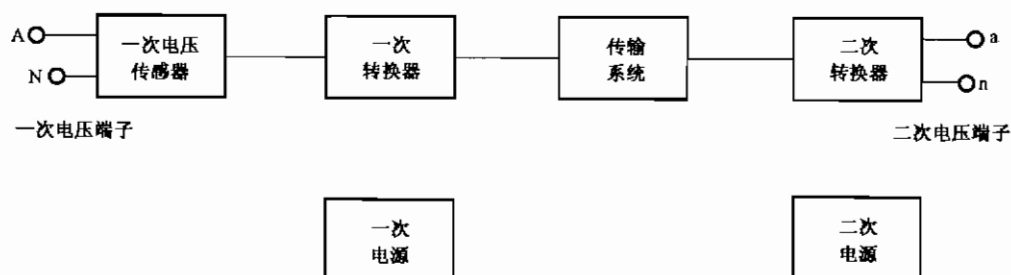


图1 单相电子式接地电压互感器通用框图

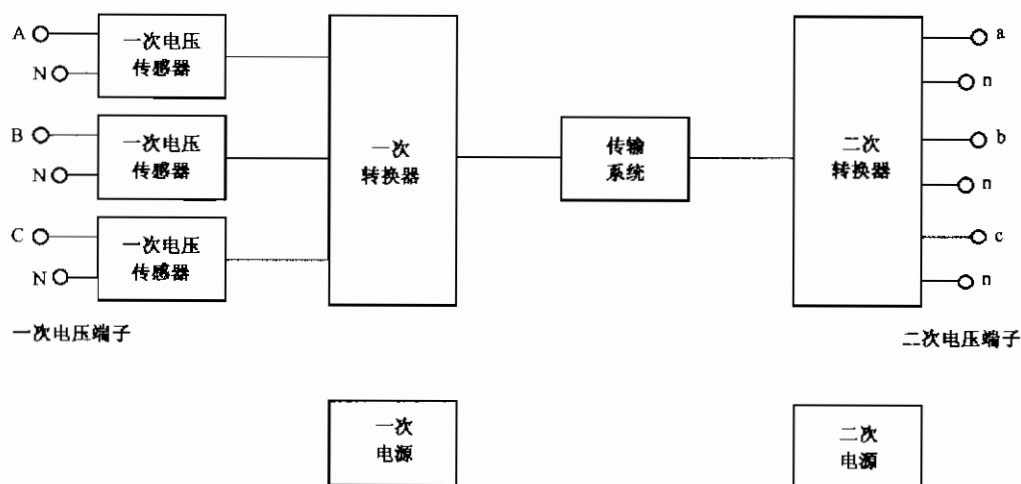


图2 三相电子式接地电压互感器通用框图

2 术语和定义

GB/T 2900.15、GB/T 2900.50 和 GB/T 2900.57 中确立的以及下列术语和定义适用于的本部分。

2.1 通用定义

2.1.1

电子式互感器 **electronic instrument transformer**

一种装置,由连接到传输系统和二次转换器的一个或多个电流或电压传感器组成,用于传输正比于被测量的量,以供给测量仪器、仪表和继电保护或控制装置。

2.1.2

电子式电压互感器(EVT) **electronic voltage transformer; EVT**

一种电子式互感器,在正常使用条件下,其二次电压实质上正比于一次电压,且相位差在联结方向正确时接近于已知相位角。

2.1.3

测量用电子式电压互感器 **electronic measuring voltage transformer**

将信息信号传输到测量仪器和仪表的电子式电压互感器。

2.1.4

电子式不接地电压互感器 **unearthed electronic voltage transformer**

一种电子式电压互感器,其一次电压传感器包括端子在内的所有零部件,皆按其额定绝缘水平对地绝缘。

2.1.5

电子式接地电压互感器 **earthed electronic voltage transformer**

一种单相电子式电压互感器,其一次电压端子有一个直接接地,或者一种三相电子式电压互感器,其一次中性点直接接地。

2.1.6

二次电路 **secondary circuit**

接收电子式电压互感器二次转换器输出信号的外部电路。

2.1.7

额定一次电压 **rated primary voltage**

U_{pr}

GB/T 20840.7—2007

一次电压中额定频率 f_r 分量的方均根值,为电子式电压互感器性能的依据。

注:见附录 C.2。

2.1.8

额定二次电压 rated secondary voltage

U_{sr}

二次电压中额定频率 f_r 分量的方均根值,为电子式电压互感器性能的依据。

注:见附录 C.2。

2.1.9

剩余电压 residual voltage

三相系统中所有相对地电压的相量和。

2.1.10

额定电压因数 rated voltage factor

k_u

与额定一次电压值相乘的一个因数,以确定互感器必须满足规定时间内有关热性能要求和满足有关准确度要求的最高电压。

2.1.11

实际电压比 actual transformation ratio

实际一次电压与实际二次电压之比。

2.1.12

额定电压比 rated transformation ratio

K_r

额定一次电压与额定二次电压之比。

2.1.13

负荷 burden

二次电路的导纳。

注:负荷通常用视在功率伏安(VA)值表示,它是在规定功率因数和额定二次电压下所汲取的。

2.1.14

额定负荷 rated burden

确定互感器准确度要求所依据的负荷值。

2.1.15

额定输出 rated output

S_r

在额定二次电压下和接有额定负荷的条件下,电子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)。

2.1.16

准确级 accuracy class

对电子式电压互感器给定的等级,互感器在规定使用条件下的电压误差和相位误差应在规定的限值以内。

2.1.17

额定频率 rated frequency

f_r

本部分技术要求所依据的频率值。

2.1.18

额定辅助电源电压 rated auxiliary power supply voltage

U_{ar}

本部分技术要求所依据的辅助电源电压值。

2.1.19

设备最高电压 highest voltage for equipment

U_m

最高相间电压方均根值,设备依据它设计其绝缘和有关设备标准按此电压所规定的其他特性。

注:它是设备可以工作的系统最高电压的最高值。

2.1.20

额定绝缘水平 rated insulation level

一组耐受电压值,它表示互感器绝缘所能承受的耐压强度。

2.1.21

接地故障因数 earth fault factor

在一定的系统布置中,当发生一相或多相的接地故障时,三相系统中某一给定点的非故障相的相对地最高工频电压方均根值与该点在无故障时的相对地工频电压方均根值之比。

2.1.22

中性点绝缘系统 isolated neutral system

除了中性点经保护或测量用的高阻抗接地外,其他中性点均不接地的系统。

2.1.23

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

有一个或多个中性点通过电抗接地的系统,借以近似补偿单相对地故障电流的电容性分量。

2.1.24

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

一个或多个中性点直接接地的系统。

2.1.25

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

一个或多个中性点通过阻抗接地以限制接地故障电流的系统。

2.1.26

中性点接地系统 earthed neutral system

中性点直接接地或通过足够小的电阻或电抗接地的系统,此电阻或电抗值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。

a) 某一指定点处的中性点有效接地系统,是指该点的接地故障因数不超过 1.4。

注:如整个系统布置中的零序电抗与正序电抗之比小于 3,并且零序电阻与正序电抗之比小于 1,则该条件一般均能得到。

b) 某一指定点处的中性点非有效接地系统,是指该点的接地故障因数超过 1.4。

2.1.27

暴露安装 exposed installation

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短电缆与架空输电线连接,且无避雷器保护。

2.1.28

非暴露安装 non-exposed installation

设备不会遭受大气过电压的一种安装。

GB/T 20840.7—2007

2.1.29

稳态下的电压 voltage in steady state condition

在稳态下,一次和二次电压分别用下式规定:

$$u_p(t) = U_p \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(2\pi \cdot f \cdot t + \varphi_p) + U_{p\text{dc}} + u_{p\text{res}}(t)$$

$$u_s(t) = U_s \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(2\pi \cdot f \cdot t + \varphi_s) + U_{s\text{dc}} + u_{s\text{res}}(t)$$

式中:

U_p —— $U_{p\text{dc}}=0$ 和 $u_{p\text{res}}(t)=0$ 时的一次电压方均根值;

U_s —— $U_{s\text{dc}}=0$ 和 $u_{s\text{res}}(t)=0$ 时的二次电压方均根值;

f ——电网的基波频率;

$U_{p\text{dc}}$ ——一次直流电压;

$U_{s\text{dc}}$ ——二次直流电压;

φ_p ——一次相位移;

φ_s ——二次相位移;

$u_{p\text{res}}(t)$ ——一次剩余电压,包含谐波和次谐波分量;

$u_{s\text{res}}(t)$ ——二次剩余电压,包含谐波和次谐波分量;

t ——时间瞬时值。

在稳态下, f 、 U_p 、 U_s 、 $U_{p\text{dc}}$ 、 $U_{s\text{dc}}$ 、 φ_p 、 φ_s 皆为恒定值。

注1: 稳态是 2.2.4 和附录 C 所述一般状态中的特殊情况。

注2: 电子式电压互感器还具有某些特定的特性,例如电压偏移、延迟时间等。它们不包含在 GB 1207 中,因而需用上述公式准确表述对电子式电压互感器的要求。误差定义也作了一些改进,以便与 GB 1207 相协调。

2.1.30

二次直流偏移电压 secondary direct voltage offset

$U_{s\text{dc0}}$

电子式电压互感器在 $U_p(t)=0$ 时的二次电压的直流电压分量。

2.1.31

稳态下的电压误差 voltage error for steady-state conditions

ϵ_u

互感器测量电压时的误差,它因实际电压比不等于额定电压比而产生。

电压误差按下式用百分数表示:

$$\epsilon_u = \frac{K_r U_s - U_p}{U_p} \times 100, \%$$

式中:

K_r ——额定电压比;

U_p ——实际一次电压;

U_s ——测量条件下,施加 U_p 时的实际二次电压。

注: 此定义仅涉及一次和二次电压的额定频率分量,未考虑直流电压分量。此定义与 GB 1207 一致。

2.1.32

稳态下的相位差 phase displacement for steady-state conditions

φ_u

$$\varphi_u = \varphi_s - \varphi_p$$

一次电压相量和二次电压相量的相位之差,相量方向选定为在额定频率下理想互感器的相位差角等于其额定值。当二次电压相量超前于一次电压时,其相位差为正。它通常用分或厘弧表示。 φ_u 可认为由两个分量组成:额定相位偏移 φ_{or} 和额定延迟时间 t_{dr} 。

2.1.33

额定相位偏移 rated phase offset

φ_{or}

电子式电压互感器的恒定相位移。

2.1.34

额定延迟时间 rated delay time

t_{dr}

有些电子式电压互感器包含数字数据传输和处理,其所需时间 t_d 的额定值。

2.1.35

相位误差 phase error

φ_e

实际相位差减去额定相位偏移和额定延迟时间构成的相位移。相位误差用额定频率下的电角度表示。

$$\begin{aligned}\varphi_e &= \varphi_u - \varphi_{or} + 2\pi \cdot f \cdot t_{dr} \\ &= \varphi_s - \varphi_p - \varphi_{or} + 2\pi \cdot f \cdot t_{dr}\end{aligned}$$

相位误差通常用分(')或厘弧(crad)表示。

2.1.36

二次极限电流 secondary limiting current

互感器在额定一次电压下能连续供给的最大二次电流。

2.1.37

短路承受能力 short circuit withstand capability

电子式电压互感器耐受二次端子间短路而无损伤的能力。

2.1.38

联结点 connecting point

由制造方规定,供用户在现场安装或进行试验时连接电缆的联结点。当采用同轴电缆时,只认为外部屏蔽是一个联结点。

2.1.39

一次电压端子 primary voltage terminals

用以将一次电压施加到电子式电压互感器的端子。

2.1.40

一次电压传感器 primary voltage sensor

一种电气、电子、光学或其他装置,产生与一次电压端子间电压相对应的信号,直接或经过一次转换器传送给二次设备。

2.1.41

一次转换器 primary converter

一种装置,将来自一个或多个一次电压传感器的信号转换成适合于传输系统的信号。

2.1.42

一次电源 primary power supply

一次转换器和/或一次电压传感器的电源(可与二次电源合并)。

2.1.43

传输系统 transmitting system

一次部分和二次部分之间传输信号的短距或长距耦合装置。依据所采用的技术,传输系统也可用以传送功率。

GB/T 20840.7—2007

2.1.44

二次转换器 secondary converter

一种装置,将传输系统传送的信号转换为供给测量仪器、仪表和继电保护或控制装置的量,该量与一次端子间电压成正比。

2.1.45

二次电源 secondary power supply

二次转换器的电源(可与一次电源合并)。

2.1.46

二次电压端子 secondary voltage terminals

用以向测量仪器、仪表和继电保护或控制装置的电压电路供电的端子。

2.1.47

低压器件 low-voltage components

一次电压传感器以外的所有器件。

2.1.48

额定电源电流 rated supply current

I_{ar}

在额定条件下,要求辅助电源供给的电流值。

2.1.49

最大电源电流 maximum supply current

$I_{s\max}$

在最恶劣条件下,要求辅助电源供给的最大电流值。

2.2 单相保护用电子式电压互感器的补充定义

2.2.1

保护用电子式电压互感器 electronic protective voltage transformer

传输信息信号至继电保护和控制装置的电子式电压互感器。

2.2.2

电子式剩余电压互感器 electronic residual voltage transformer

一种三相电子式电压互感器或三台单相电子式电压互感器组,用于传输一种信息信号,它代表施加在一次端子上的三相电压所存在的剩余电压。

2.2.3

暂态响应 transient response

二次电压对一次电压暂态变化的响应。

2.2.3.1

一次短路 short circuit on the primary

电子式电压互感器高压端子对地短路,此时二次电压衰减。

2.2.3.2

线路带滞留电荷的重合闸 reclosing on a line with trapped charges

由于相邻断路器的断开和随之重合闸,电子式电压互感器对架空线上残留直流电荷的暂态响应。

2.2.4

暂态下的电压 voltage in transient conditions

在暂态下,一次和二次电压规定如下:

$$u_p(t) = U_p \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(2\pi \cdot f \cdot t + \varphi_p) + U_{p\,dc}(t) + u_{p\,res}(t)$$

$$u_s(t) = U_s \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(2\pi \cdot f \cdot t + \varphi_s) + U_{s\,dc}(t) + u_{s\,res}(t)$$

注:暂态是 2.1.29 所列一次电压公式中的一个或多个参数突然变化而产生的(见附录 C.4)。

2.2.5

暂态下的瞬时误差 instantaneous voltage error for transient conditions

$$\epsilon_u(t) = \frac{K_r \cdot u_s(t) - u_p(t)}{U_p \cdot \sqrt{2}} \times 100, \%$$

式中 $u_s(t)$ 和 $u_p(t)$ 是在限定时间范围内由 2.2.4 的公式给出。所选时间起始点为 2.2.4 所述参数发生突变的瞬间。

注：见附录 C.4。

2.3 缩写符号索引

EVT	电子式电压互感器	2.1.2
f	频率	2.1.29
f_r	额定频率	2.1.17
I_{ar}	额定电源电流	2.1.48
$I_{s\max}$	最大电源电流	2.1.49
k_u	额定电压因数	2.1.10
K_r	电子式电压互感器的额定电压比	2.1.12
S_r	额定输出	2.1.15
t	时间瞬时值	2.1.29
t_{dr}	额定延迟时间	2.1.34
U_{ar}	额定辅助电源电压	2.1.18
U_m	设备最高电压	2.1.19
U_p	$U_{p\text{dc}}=0$ 和 $u_{p\text{res}}(t)=0$ 时的稳态一次电压方均根值	2.1.29
$U_{p\text{dc}}$	一次直流电压	2.1.29
U_{pr}	额定一次电压	2.1.7
$u_p(t)$	一次电压	2.1.29 和 2.2.4
$u_{p\text{res}}(t)$	一次剩余电压, 包含谐波和次谐波分量	2.1.29
U_s	$U_{s\text{dc}}=0$ 和 $u_{s\text{res}}(t)=0$ 时的二次转换器输出电压方均根值	2.1.29
$U_{s\text{dc}}$	二次直流电压	2.1.29
$U_{s\text{dc0}}$	二次直流偏移电压	2.1.30
U_{sr}	额定二次电压	2.1.8
$u_s(t)$	二次电压	2.1.29 和 2.2.4
$u_{s\text{res}}(t)$	二次剩余电压, 包含谐波和次谐波分量	2.1.29
φ_p	一次相位移	2.1.29
φ_s	二次相位移	2.1.29
φ_u	稳态下的相位差	2.1.32
φ_{or}	额定相位偏移	2.1.33
φ_e	相位误差	2.1.35
ϵ_u	稳态下的电压误差	2.1.31
$\epsilon_u(t)$	暂态下的瞬时电压误差	2.2.5

3 通用要求

3.1 概述

所有的电子式电压互感器皆适合于测量用, 但有一些类型也可适合于保护用。测量和保护双用途的电子式电压互感器应符合本部分的全部条款。

GB/T 20840.7—2007

3.2 咨询、招标和订货所需内容

为咨询或订购电子式电压互感器提出技术条件时,需按表 1 列出的项目确定其性能。

表 1 电子式电压互感器的规范内容

额定值	缩写符号	定义	条款编号
额定机械强度	F_R		6.11
设备最高电压	U_m	2.1.19	6.1
额定绝缘水平		2.1.20	6.1
使用条件			4
额定频率	f_r	2.1.17	5.5.1
额定一次电压	U_{pr}	2.1.7	5.1.1
额定二次电压	U_{sr}	2.1.8	5.1.2
额定电压因数	k_u	2.1.10	5.3
相应的允许时间			5.3
二次极限电流		2.1.36	
额定输出	S_r	2.1.15	5.2
准确级		2.1.16	12
额定辅助电源电压	U_{ar}	2.1.18	5.5.2
额定相位偏移和额定延迟时间	φ_{or}, t_{dr}	2.1.33, 2.1.34	12

4 正常和特殊使用条件

有关环境条件分类的详细资料见 GB/T 4796 及 GB/T 4797 系列和 GB/T 4798 系列标准。

4.1 正常使用条件

4.1.1 环境温度

电压互感器分为 3 种类别,见表 2。

表 2 温度类别

类 别	最低温度/℃	最高温度/℃
—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。

4.1.2 海拔

海拔不超过 1 000 m。

4.1.3 振动或轻微地震

电压互感器由外部原因引起的振动或者轻微地震一般不列入正常使用条件。但确实有些结构的电子式电压互感器可能对振动敏感。适当的振动试验可由制造方和用户协商规定。

4.1.4 户内型电子式电压互感器的其他使用条件

所考虑的其他使用条件如下:

- a) 日照辐射影响可以忽略。
- b) 环境空气无明显灰尘、烟、腐蚀性气体、蒸气或盐等污秽。

c) 湿度条件如下:

- 1) 24 h 内测得的相对湿度平均值不超过 95%;
- 2) 24 h 内水蒸气压强平均值不超过 2.2 kPa;
- 3) 一个月内相对湿度平均值不超过 90%;
- 4) 一个月内水蒸气压强平均值不超过 1.8 kPa。

在这些条件下,凝露可能会偶尔出现。

注 1: 在高湿度期间,凝露可能在温度突然变化时出现。

注 2: 为了保证能承受高湿和凝露的作用,防止绝缘击穿或金属件腐蚀,电子式电压互感器应按此条件设计。

注 3: 可采用特殊设计的外壳(房屋),也可采取适当的通风和加热,或者使用除湿设备防止凝露。

4.1.5 户外型电子式电压互感器的其他使用条件

其他使用条件如下:

- a) 24 h 内测得的环境气温平均值不超过 35℃。
- b) 日照辐射达 1 000 W/m²(晴天中午)时应予考虑。
- c) 环境空气可能有灰尘、烟、腐蚀性气体、蒸气或盐污秽。污秽等级见 GB 1207。
- d) 风压不超过 700 Pa(相当于风速为 34 m/s)。
- e) 应考虑出现凝露或降水。

4.2 特殊使用条件

当电子式电压互感器使用在不同于 4.1 所列的正常使用条件时,用户应参照下述规定的内容提出要求。

4.2.1 海拔

安装处海拔超过 1 000 m 时,在标准大气条件下的弧闪距离应由使用处要求的额定耐受电压乘以按 GB 311.1 规定的海拔校正因数确定。如用户另有要求,海拔校正因数可参照附录 D 的规定选取,但应在定货合同中注明。

注: 内绝缘的耐电强度不受海拔影响,外绝缘的检查方法按 GB 311.1 的规定。

4.2.2 环境温度

安装地点的环境温度明显超出 4.1.1 所列的正常使用条件范围时,优先的最低和最高温度范围应规定为:

- a) 特别寒冷的气候: -50℃ 和 40℃;
- b) 特别炎热的气候: -5℃ 和 50℃。

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,即使是户内也如此。

注: 在某些日照辐射条件下,可能需要采取例如遮盖、吹风等适当措施,以避免温升超过规定。

4.2.3 地震

其要求和试验正在考虑中。

4.3 系统接地方式

4.3.1 概述

所考虑的系统接地方式如下:

- a) 中性点绝缘系统(见 2.1.22);
- b) 共振接地系统(见 2.1.23);
- c) 中性点接地系统(见 2.1.26):
 - 1) 中性点直接接地系统(见 2.1.24);
 - 2) 中性点阻抗接地系统(见 2.1.25)。

5 额定值

5.1 额定电压标准值

5.1.1 额定一次电压

三相互感器和用于单相系统或三相系统线间的单相互感器,其额定一次电压标准值应符合 GB 156 中的标称系统电压值。接在三相系统线与地之间或系统中性点与地之间的单相互感器,其额定一次电压标准值应是标称系统电压值乘以 $1/\sqrt{3}$ 。

注:作测量或保护使用的电子式电压互感器,其性能依据额定一次电压,其额定绝缘水平则依据 GB 156 中相应的设备最高电压。

5.1.2 额定二次电压

GB 1207 所列额定二次电压标准值也适用于电子式电压互感器。

此外,对单相系统或三相系统线间的单相互感器,及三相互感器,下列值考虑为标准值:1.625 V、2 V、3.25 V、4 V、6.5 V。

用于三相系统线对地的单相互感器,其额定一次电压为某数除以 $\sqrt{3}$,下列值考虑为标准值:

1.625/ $\sqrt{3}$ V、2/ $\sqrt{3}$ V、3.25/ $\sqrt{3}$ V、4/ $\sqrt{3}$ V、6.5/ $\sqrt{3}$ V。

要求联结成开口角以产生剩余电压的端子,其端子间的额定二次电压如下:

对三相有效接地系统电网:1.625 V、2 V、3.25 V、4 V、6.5 V。

对三相非有效接地系统电网:1.625/3 V、2/3 V、3.25/3 V、4/3 V、6.5/3 V。

对二相电网:1.625/2 V、2/2 V、3.25/2 V、4/2 V、6.5/2 V。

注:有关低电压值的解释见 C.2。

5.2 额定输出标准值

参照附录 E,额定输出标准值为:0.001 VA、0.01 VA、0.1 VA、0.5 VA、1 VA、2.5 VA、5 VA、10 VA、15 VA、25 VA、30 VA。

推荐的额定输出值为:

二次电压 ≤ 10 V 的电子式电压互感器:0.001 VA、0.01 VA、0.1 VA、0.5 VA;

二次电压 > 10 V 的电子式电压互感器:1 VA、2.5 VA、5 VA、10 VA、15 VA、25 VA、30 VA。

特殊情况下可以采用其他值。三相互感器的额定输出应是指每相的额定输出。

注1:提请注意以下情况:

——增大额定输出会导致:

- 降低可靠性;
- 增大功率消耗;
- 价格提高。

——减小额定输出会增大对电磁干扰的灵敏度。

注2:对给定的电子式电压互感器,如果额定输出之一是标准值并符合一个标准准确级,不排除其他的额定输出可以是非标准值,但要符合其他的标准准确级。

5.3 额定电压因数标准值

5.3.1 电子式接地电压互感器

电子式接地电压互感器的额定电压因数取决于三相系统的接地故障因数。

对应于不同接地方式的电压因数标准值及其允许持续时间一并列于表 3。

5.3.2 电子式不接地电压互感器

电子式不接地电压互感器的额定电压因数为 1.2,连续运行。

表 3 额定电压因数标准值(k_u)

额定电压因数	额定时间	一次端子联结方式和系统接地方式
1.2	连续	任一电网的相间 任一电网中的变压器中性点与地之间
1.2 1.5	连续 30 s	中性点有效接地系统(2.1.26 a))的相与地之间
1.2 1.9	连续 30 s	带有接地故障自动切除的中性点非有效接地系统(2.1.26 b))的相与地之间
1.2 1.9	连续 8 h	无接地故障自动切除的中性点绝缘系统(2.1.22)或无接地故障自动切除的共振接地系统(2.1.23)的相与地之间
注: 额定时间允许缩短, 由制造方和用户商定。		

5.4 额定辅助电源电压的标准值

采用 GB 14047 的 3.2 所列标准值。

注: 通常不参照其他产品标准。如有相关标准可用时, 则引用适用于变电站所有电子设备的通用条款。

5.5 其他有影响参数的标准参考值

5.5.1 频率的标准参考范围

测量准确级的频率标准参考范围应为额定频率的 99%~101%, 保护准确级则为 96%~102%。

注: 此规定适用于所有类型的电子式电压互感器。扩大频率范围正在考虑中, 这是为了适应新的用途, 例如品质测定, 对此要求测量谐波和次谐波。

5.5.2 辅助电源电压的标准参考范围

辅助电源电压的标准参考范围由表 5 所列电压慢变化的要求规定。

5.5.3 负荷的标准参考范围

负荷的标准参考范围应为 25%~100% 额定负荷, 其功率因数在额定输出大于或等于 5 VA 时为 0.8(滞后)。对于额定负荷小于 5 VA 时的电子式电压互感器误差, 应在任意阻抗角的额定负荷下皆不超过其准确级的限值。

注: 上述功率因数数值未计入连接电缆电容的影响。对低额定输出值, 此影响也可忽略, 因为连接电缆通常很短。

5.5.4 温度的标准参考范围

除非另有规定, 温度的标准参考范围应为 4.1.1 所列环境气温的下限值到上限值。

6 设计要求

6.1 一次电压传感器的绝缘要求

这些要求适用于所有类型的电子式电压互感器。对气体绝缘的电子式电压互感器可能需要提出补充要求, 正在考虑中。

6.1.1 一次端的额定绝缘水平

见 GB 1207—2006 的 7.1.1。

6.1.2 一次端的其他绝缘要求

6.1.2.1 工频耐受电压

见 GB 1207—2006 的 7.1.2.1。

GB/T 20840.7—2007

6.1.2.2 接地端子的工频耐受电压

一次电压传感器要求接地且与外壳或框架绝缘的端子,应能承受 1 min 短时工频耐受电压 3 kV (方均根值)。

6.1.2.3 局部放电

见 GB 1207—2006 的 7.1.2.3。

6.1.2.4 截断雷电冲击

如果另有补充规定,一次电压端也应能承受截断雷电冲击电压,其峰值为额定雷电冲击电压的 115%。

注:较低值的试验电压可由制造方和用户商定。

即使这不是高压传感器本身技术所要求的,截断雷电冲击试验也有助于检验二次转换器耐受感应高电压作用的能力。试验布置应由制造方和用户商定。

6.1.2.5 电容量和介质损耗因数

见 GB 1207—2006 的 7.1.2.5。

6.1.3 外绝缘要求

见 GB 1207—2006 的 7.1.5。

6.2 低电压器件的绝缘要求

低电压器件一般包括多个相互电气绝缘的独立电路。其绝缘应能满足以下要求。

6.2.1 工频电压耐受能力

耐受电压水平:2 kV(方均根值)。

6.2.2 冲击电压耐受能力

耐受电压水平:5 kV。

6.3 短路承受能力

电子式电压互感器的设计和制造,在额定电压下,应能承受二次电压端子间外部短路历时 60 s 的机械效应和热效应而无损伤。

制造方应指明所限定的输出电流类型(如果有),例如:输出电流是交流方波,其幅值为最大交流输出电流峰值的 1.2 倍。

用户应了解,在输出电流有限定的情况下,用熔断器排除短路未必有效。因此,电子式电压互感器能够承受短路的时间应大于熔断器熔断所需的时间。

制造方应指明,短路消除后二次输出电压恢复(达到准确级限值内)所需的时间(见 6.9 和 6.10 的补充要求)。

6.4 温升限值

6.4.1 通用要求

电子式电压互感器的设计和制造,应能承受下述条件的热效应,各器件温升不超过规定限值且无损伤:

- 规定的最高环境温度;
- 额定频率;
- 1.2 倍额定一次电压;
- 辅助电源电压和二次负荷综合作用,使二次转换器具有最大的内部功耗。

同时,其他部位的温升由所接触或靠近的绝缘材料等级限定。各绝缘等级的最高温升列于表 4。

表 4 温升限值

绝缘等级 (依据 GB/T 11021)	最高温升/K
浸于油中的所有等级	60
浸于油中且全密封的所有等级	65
充填沥青胶的所有等级	50
不浸油或不充沥青胶的各等级	
Y	45
A	60
E	75
B	85
F	110
H	135

注：对某些材料(例如树脂)，制造方应指明其相当的绝缘等级。

6.4.2 补充要求

电子式电压互感器的设计和制造，应能无损伤地承受 6.4.1 所述条件的热效应，但电压因数和时间按照表 3 的规定。

6.5 无线电干扰电压要求

无线电干扰电压试验的目的是检验电子式电压互感器上电晕放电的发射。电晕放电主要原因是高压零部件和瓷箱表面的局部放电。此试验适合于 $U_m \geq 126$ kV 的电子式电压互感器。

其要求和试验程序见 GB 1207—2006。

6.6 传递过电压要求

传递过电压试验的目的是检验传递过电压从电子式电压互感器一次向二次输出或电源的传播状态。过电压产生的主要原因是高压设备的开关操作。

其要求和试验程序见 GB 1207—2006。

6.7 电磁兼容要求

电磁兼容(EMC)是一种性能，表示一台设备或一个系统在它的电磁环境下能满意地运行，且不对该环境中的任何物件产生过量的电磁骚扰[GB/T 4365]。为了评定电子式电压互感器在此特定电磁环境中的性能，需要确定发射和抗扰度的适当限值。各有关试验的目的分述如下。

注：见附录 C.5.2。

6.7.1 发射要求

除了无线电干扰电压试验(RIV 试验)和传递过电压试验所包含的发射干扰之外，GB 4824 所考虑的发射限值也适用于电子式电压互感器，且应进行相应的试验。

6.7.2 抗扰度要求

表 5 列出适用于电子式电压互感器的各项型式试验及其严重等级和评价准则。

与此有关的其他试验仍在考虑之中。

表 5 抗扰度要求和试验

试 验	引用标准	严重等级	评价准则
谐波和间谐波抗扰度 ^a	GB/T 17626.13	2	A
电压慢变化抗扰度 ^a	GB/T 17626.11	+10%~-20%	A
电压慢变化抗扰度 ^b	GB/T 17626.29	+20%~-20%	A
电压暂降和短时中断抗扰度 ^a	GB/T 17626.11	30%暂降×0.1 s ^c 中断×0.02 s ^c	A
电压暂降和短时中断抗扰度 ^b	GB/T 17626.29	50%暂降×0.1 s ^c 中断×0.05 s ^c	A

表 5 (续)

试 验	引用标准	严重等级	评价准则
浪涌(冲击)抗扰度	GB/T 17626.5	4	B
电快速瞬变脉冲群抗扰度	GB/T 17626.4	4	B
振荡波抗扰度	GB/T 17626.12	3	B
静电放电抗扰度	GB/T 17626.2	2	B
工频磁场抗扰度	GB/T 17626.8	5	A
脉冲磁场抗扰度	GB/T 17626.9	5	B
阻尼振荡磁场抗扰度	GB/T 17626.10	5	B
射频电磁场辐射抗扰度	GB/T 17626.3	3	A
A——满足准确度规范限值以内的正常性能。 B——允许与保护无关的测量性能短时下降或能够自动恢复的自诊断运作。不允许复位或重新启动。不允许输出过电压超过 500 V。对于保护用电子式互感器,不允许性能下降致使继电保护装置误动。			
a 仅适用于交流辅助电源的电子式电压互感器。 b 仅适用于直流辅助电源的电子式电压互感器。 c 适合于普通继电保护装置的数值。			

6.7.2.1 谐波和谐间波抗扰度

本试验要求的目的是检验电子式电压互感器对其低压电源谐波和谐间波分量的抗扰度。本试验要求仅适用于采用交流电源的电子式电压互感器。

6.7.2.2 电压慢变化抗扰度

本试验要求的目的是检验电子式电压互感器对其低压电源电压缓慢变化的抗扰度。本试验要求适用于交流或直流电源。

6.7.2.3 电压暂降和短时中断抗扰度

本试验要求的目的是检验电子式电压互感器对其低压电源电压暂降和短时中断的抗扰度。本试验要求适用于交流或直流电源。

6.7.2.4 浪涌(冲击)抗扰度

本试验要求的目的是检验电子式电压互感器对电网中操作和雷击(直接或间接)过电压引起单向性瞬变过程的浪涌(冲击)的抗扰度。本试验要求对于高压和中压设备非常重要,因为它们遭雷击的概率高。

6.7.2.5 电快速瞬变脉冲群抗扰度

本试验要求的目的是检验电子式电压互感器对极快瞬变脉冲群的抗扰度,其起因是小感性负载切合、继电器接触颤动(传导干扰),或是高压开关操作——尤其是 SF₆ 或真空开关(发射干扰)。

6.7.2.6 振荡波抗扰度

本试验要求的目的是检验电子式电压互感器对高压和中压电站低压电路出现重复性阻尼振荡波的抗扰度,其起因是开关操作(高压/中压露天电站的隔离开关,尤其是对高压母线操作),或者是高压或中压电网发生故障。

6.7.2.7 静电放电抗扰度

本试验要求的目的是检验电子式电压互感器对静电放电(ESD)的抗扰度,放电发生在操作者(直接或通过工具)触及设备或其邻近物。这通常不必过于担忧,因为电子式电压互感器的电子器件部分,无论在户外或户内皆坐落在裸露的混凝土地面上,也不靠近合成材料的地毯或器具。但为了安全,电子器

件通常装在与良好接地网牢固连接的金属箱内。这样使发生静电放电的概率非常小。

6.7.2.8 工频磁场抗扰度

本试验要求的目的是检验电子式电压互感器对工频磁场的抗扰度,此磁场是由互感器邻近的电力线路、变压器等在正常运行或故障条件下产生。本试验要求很重要,因为电子式电压互感器的电子器件部分预计要靠近电力回路。

6.7.2.9 脉冲磁场抗扰度

本试验要求的目的是检验电子式电压互感器对建筑物、金属构架和接地网遭雷击所产生脉冲磁场的抗扰度,本试验要求适合于易受雷击的高压和中压设备。

6.7.2.10 阻尼振荡磁场抗扰度

本试验要求的目的是检验电子式电压互感器对隔离开关合分高压母线所产生阻尼振荡磁场的抗扰度。本试验主要适用于安装在高压变电站的电子设备。

6.7.2.11 射频电磁场辐射抗扰度

本试验要求的目的是检验电子式电压互感器对无线电发射机或其他装置发射电磁波所产生电磁场的抗扰度。对于高压和中压设备,最为严重的作用在于可能使用步话机和移动电话,而附近广播电台或业余无线电的概率通常很低。

6.8 可靠性

电子式电压互感器的可靠性与变电站所用电子器件相类似。所以,电子式电压互感器的可靠性也应同样对待。

6.9 异常条件承受能力

取决于所采用的技术,短路承受能力和过热耐受能力通常仅适用于二次转换器。

注:这里假定,除二次转换器外,电子式电压互感器的一次传感器和其他部件仅满足正常条件下的要求,除非另有明确规定。

6.10 异常条件信号显示

为了避免保护继电器误动,电子式电压互感器应提供辅助指示,用在发生下列情况时阻塞保护继电器:

- 二次短路;
- 内部故障,由自诊断程序检出;
- 辅助电压中断或电压不足。

指示信号的发出时间应小于 4 ms。

6.11 机械要求

这些要求仅适用于 $U_m \geq 72.5$ kV 的电子式电压互感器。

表 6 列出了电子式电压互感器应能承受的静态载荷控制值。其数值包含风力和覆冰作用的载荷。规定的试验载荷可施加于一次端子的任意方向。

在采用封闭式组合开关的场合,可由制造方和用户协商规定振动试验。

表 6 静态承受试验载荷

设备最高电压 U_m /kV	静态承受试验载荷 F_R /N		
	电子式电压互感器的		
	电压端子	通过电流的端子	
		I 类载荷	II 类载荷
72.5	500	1 250	2 500
126	1 000	2 000	3 000
252~363	1 250	2 500	4 000
≥ 550	1 500	4 000	5 000

表 6 (续)

设备最高电压 U_m /kV	静态承受试验载荷 F_R /N		
	电子式电压互感器的		
	电压端子	通过电流的端子	
		I 类载荷	II 类载荷

注 1: 常规运行条件下所加载荷的总和应不超过规定承受试验载荷的 50%。

注 2: 在某些应用情况下,电子式电压互感器的通过电流端子应能承受很少有的急剧动态载荷(例如短路),它不超过静态试验载荷的 1.4 倍。

注 3: 在某些应用情况下,一次端子可能需要抗扭转。试验时施加的扭矩由制造方和用户商定。

6.12 接地端子

6.12.1 一次电压传感器和一次转换器的接地

对于电子式电压互感器, 其金属件(如果有)应装有可靠的接地端子, 且具有一个或多个便于使用的紧固螺栓, 以供连接适合于规定故障条件的接地导线。

紧固螺栓的直径, 对 $U_m < 40.5$ kV 的互感器应不小于 8 mm, 对 $U_m \geq 40.5$ kV 的互感器应不小于 12 mm。

6.12.2 二次转换器的接地

电子式电压互感器的各二次端子, 应设计为任一端子均能独立接地, 并且不妨碍二次电路的连接。

7 试验分类

本部分所规定的试验分为型式试验、例行试验和特殊试验。

7.1 型式试验

对每种型式互感器所进行的试验, 用以验证按同一技术规范制造的互感器均应满足、且在例行试验中未包括的要求。

注: 在一台具有较小差别的互感器上所做的型式试验, 经制造方和用户协商同意, 也可认为有效。

下列试验是型式试验, 详见有关条文:

- 额定雷电冲击试验(见 8.1.2);
- 操作冲击试验(见 8.1.3);
- 户外型电子式电压互感器的湿试验(见 8.2);
- 准确度试验(见 8.3);
- 异常条件耐受能力试验(见 8.4);
- 无线电干扰电压试验(见 8.5);
- 传递过电压试验(见 8.6);
- 电磁兼容试验: 发射试验(见 8.7.1);
- 电磁兼容试验: 抗扰度试验(见 8.7.2);
- 低压器件的冲击耐压试验(见 8.8);
- 暂态性能试验(见 8.9):
 - 一次短路(见 8.9.1);
 - 线路带滞留电荷的重合闸(见 8.9.2)。

除非另有规定, 各项绝缘型式试验应在同一台互感器上进行。

电子式电压互感器在经受 7.1 规定的型式试验外, 还应经受 7.2 规定的全部例行试验。

7.2 例行试验

每台电子式电压互感器都应承受的试验。

下列试验是例行试验。详见有关条文：

- a) 端子标志检验(见 9.1)；
- b) 一次电压端的工频耐压试验(见 9.2)；
- c) 局部放电测量(见 9.2.4)；
- d) 低压器件的工频耐压试验(见 9.3)；
- e) 准确度试验(见 9.4)；
- f) 电容量和介质损耗因数测量(见 9.5)。

除了项 e) 准确度试验应在项 b)、c) 和 d) 试验后进行外，其他试验的顺序或可能的组合均未标准化。

一次端的重复性工频耐压试验应在规定试验电压值的 80% 下进行。

7.3 特殊试验

除型式试验或例行试验之外经制造方和用户协商同意的试验。

下列试验是特殊试验。详见有关条文：

- a) 一次电压端的截断雷电冲击试验(见 10.1)；
- b) 机械强度试验(见 10.2)。

8 型式试验

8.1 一次电压端的冲击试验

8.1.1 一般要求

冲击试验应按 GB/T 16927.1 的规定进行。

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

参考电压和额定耐受电压下所记录各种波形的变异，可作为试验中绝缘损坏的依据。

8.1.2 额定雷电冲击试验

试验电压取决于设备最高电压和规定的绝缘水平，应是 GB 1207—2006 中表 4 和表 5 的相应值(见 6.1.1)。

试验电压应施加在一次电压传感器的各线端端子与地之间。

一次电压传感器的接地端子或电子式不接地电压互感器的非被试端子、座架和箱壳(如果有)应连在一起接地。

记录其他补充量的波形可以提高示伤能力。

由制造方如下自行选择：

- 接地连接中可接入适当的电流记录装置；
- 二次端子可连在一起接地，或连接适当的装置记录试验时出现在二次电压端子上的电压波形。

8.1.2.1 一次电压端 $U_m < 300 \text{ kV}$

试验应在正和负两种极性下进行。每一极性连续冲击 15 次，应作大气条件校正。如果试验满足下列要求，则电子式电压互感器通过本试验：

- 非自恢复内绝缘不发生击穿；
- 非自恢复外绝缘不出现闪络；
- 每一极性下自恢复外绝缘出现闪络不超过 2 次；
- 未发现绝缘损坏的其他证据(例如，所记录各种波形的变异)。

对于电子式不接地电压互感器，依次对每个一次电压端子施加规定次数约一半的冲击，而另一个线端接地。

注：施加正、负极性冲击各 15 次，是针对外绝缘试验而规定的。如果制造方和用户协商同意用其他方法检查外绝

GB/T 20840.7—2007

缘,则每一极性下的雷电冲击数应减少到3次,且不须作大气条件校正。

8.1.2.2 一次电压端 $U_m \geq 300$ kV

试验应在正和负两种极性下进行。每一极性连续冲击3次,不须作大气条件校正。如果试验满足下列要求,则电子式电压互感器通过本试验:

- 不发生击穿;
- 未发现绝缘损坏的其他证据(例如,所记录各种波形的变异)。

8.1.3 操作冲击试验

试验电压取决于设备最高电压和规定的绝缘水平,应是GB 1207—2006中表5的相应值(见6.1.1)。试验电压应施加在一次电压传感器的各线端端子与地之间。一次电压传感器的接地端子或电子式不接地电压互感器的非被试端子、座架和箱壳(如果有)应连在一起接地。

如果制造方需要,在接地连接中可接入适当的电流记录装置。

低压端子可连在一起接地,或者非接地二次端子可以悬空或连接高阻抗装置以记录试验时出现在二次电压端子上的电压波形。

试验应在正和负两种极性下进行。每一极性下连续冲击15次,应作大气条件校正。

户外型电子式电压互感器应仅承受湿试验。不要求进行干试验。

如果试验满足下列要求,则电子式电压互感器通过本试验:

- 非自恢复内绝缘不发生击穿;
- 非自恢复外绝缘不出现闪络;
- 每一极性下自恢复外绝缘出现闪络不超过2次;
- 未发现绝缘损坏的其他证据(例如,所记录各种波形的变异)。

8.2 户外型电子式电压互感器湿试验

为了检验外绝缘的性能,户外型互感器应承受淋雨试验。湿试程序应按GB/T 16927.1的规定。

8.2.1 一次电压端 $U_m < 300$ kV

试验应按9.2.2用工频电压进行,其大气条件校正按GB/T 16927.1的规定。

8.2.2 一次电压端 $U_m \geq 300$ kV

试验应按8.1.3用操作冲击电压进行。

8.3 准确度试验

8.3.1 基本准确度试验

为验证是否符合第12章规定的要求,除非另有规定,试验应按表9和表10规定的各电压值,在额定频率、25%及100%额定负荷和正常环境温度下进行。

注1:当电子式电压互感器是由电容分压器后加放大器构成时,GB/T 4703适用于电容分压器部分,本部分适用于电子(放大器)部分。

注2:试验进行时可用纯延时装置插入基准互感器与差分放大器之间。此装置的延时值设定为铭牌标示值。

8.3.2 准确度与温度关系的试验

本准确度试验是对8.3.1试验的补充,应在温度范围的两个极限值、额定频率、额定电压和100%额定负荷下进行。试验时必须注意热时间常数。

注:互感器达到温度稳定所需的时间取决于互感器的结构和尺寸。

对于部分为户内及部分为户外的电子式电压互感器,试验应对户外和户内两个部分在各自有关温度范围的两个极限值下进行,但要遵循以下规则:

- 户外是最高温度时户内也是最高温度;
- 户外是最低温度时户内也是最低温度。

在正常使用条件下,误差应在相应准确级的规定限值之内。

8.3.3 准确度与频率关系的试验

本准确度试验是对8.3.1试验的补充,应在5.5.1标准参考频率范围的两个极限值、额定电压和试

验区恒定室温以及 100% 额定负荷下进行。

试验所用测量系统的校验, 可在额定频率下进行。

试验频率和试验温度的实际值应列入试验报告。

8.3.4 器件更换的准确度试验

电子式电压互感器在更换某些器件后仍能满足其准确级的工作能力, 应通过在室温、额定频率、额定电压和 100% 额定负荷下的准确度试验进行验证。

8.4 异常条件承受能力试验

以下 8.4.1 和 8.4.2 所述试验是为验证是否符合 6.9 规定的要求, 通常可在二次转换器上进行。

当电子式电压互感器具有多个二次转换器时, 试验应在每一个二次转换器上进行。

如果试验后冷却到室温, 满足下述要求时, 则电子式电压互感器通过本试验:

- a) 无可见损伤;
- b) 误差与本试验前记录值的差异, 不超过其准确级误差限值的一半。

8.4.1 短路承受能力试验

本试验是为验证是否符合 6.3 规定的要求。

对本试验, 电子式互感器起始温度应为 10℃~30℃。

电子式电压互感器应在一次侧供电, 在二次电压端子之间进行短路。

施加短路 1 次, 历时 1 min。

注: 此要求也适用于内装熔断器的电子式电压互感器。

短路时二次转换器的输入条件, 应等效于一次电压方均根值不低于额定电压。

8.4.2 过热承受能力试验

本试验是为验证是否符合 6.4 规定的要求。

二次转换器的输入条件, 应等效于施加所规定一次电压时一次转换器的输出, 按 6.4 所述。

注: 如果经制造方和用户协商同意, 电子式电压互感器的一次传感器等和其他部件也需要验证过热承受能力, 则本试验应在完整的互感器上施加所规定的一次电压时进行。

试验应按 6.4.1 进行到温度稳定, 然后按 6.4.2 进行。

8.5 无线电干扰电压试验

见 GB 1207。

8.6 传递过电压试验

见 GB 1207。

8.7 电磁兼容试验

本试验是为验证是否符合 6.7 规定的要求。

多数情况, 电子式电压互感器可以分成几个主部件, 例如, 位于控制柜区的电路部分和位于开关站区的电路部分。电磁兼容试验与电子式电压互感器所采用的技术有关, 必须对每个主部件进行, 试验时整体电子式电压互感器处于运行状态, 或者缺少的部件以模拟方式代替。主要部件划分的示例见图 3。

8.7.1 电磁兼容发射试验

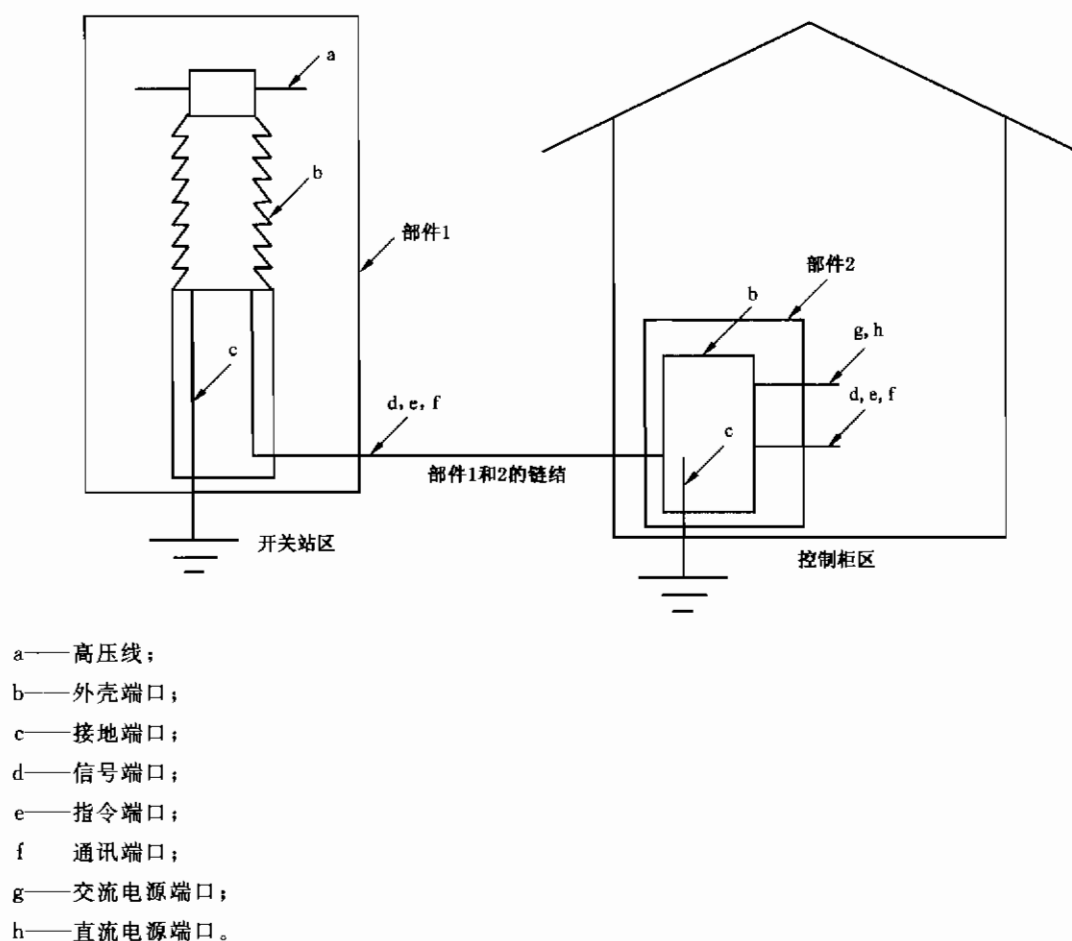
发射干扰试验应按 GB 4824 的试验程序进行。

试验限值的规定值为组 1、A 级。

试验优先在组装完整的条件下进行, 但为了试验简便, 如果有的部件不包含电子器件时, 则可以只对其余的部件进行试验。

8.7.2 电磁兼容抗扰度试验

本试验应逐个端口进行。端口的区分示例见图 3。



部件 1: 在开关站区的“户外部分”；
部件 2: 在控制柜区的“户内部分”。

图 3 供电磁兼容试验的各部件

8.7.2.1 谐波和间谐波抗扰度试验

试验应按 IEC 61000-4-13 的试验程序进行。严重等级为 2 级(谐波畸变总量 10%)。评价准则见表 5。

8.7.2.2 慢电压变化抗扰度试验

试验依据的试验程序应为, 交流电源按 GB/T 17626.11 规定, 直流电源按 IEC 61000-4-29 规定。所用电压波动范围, 交流电源为其标称电压的 +10% ~ -20%, 直流电源为其标称电压的 +20% ~ -20%。评价准则见表 5。

8.7.2.3 电压暂降和短时中断抗扰度试验

试验依据的试验程序应为, 交流电源按 GB/T 17626.11 规定, 直流电源按 IEC 61000-4-29 规定。

- 交流电源试验所用电压暂降为其标称电压的 30%, 历时 0.1 s。交流电源的电压中断试验按历时 0.02 s 进行。
- 直流电源试验所用的电压暂降为其标称电压的 50%, 历时 0.1 s。直流电源的电压中断试验按历时 0.05 s 进行。
- 评价准则见表 5。

8.7.2.4 浪涌(冲击)抗扰度试验

试验应按 GB/T 17626.5 的试验程序进行。所用试验发生器是产生标准 1.2/50 μ s 电压波(开路)和 8/20 μ s 电流波(短路)的组合波(混合式)发生器(见 GB/T 17626.5 的 6.1)。试验水平按设施 4 级

(共模 4 kV, 差模 2 kV)。评价准则见表 5。

8.7.2.5 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

试验应按 GB/T 17626.4 的试验程序进行, 试验水平按 4 级(电源端口的试验电压为 4 kV 重复率 2.5 kHz, 输入/输出信号、数据和控制端口的试验电压为 2 kV 重复率 5 kHz-共模)。试验时, 对电源端口采用耦合/去耦合电路, 对输入/输出和通讯端口采用电容耦合夹。评价准则见表 5。

8.7.2.6 振荡波抗扰度试验

试验应按 GB/T 17626.12 的试验程序进行。试验发生器采用阻尼振荡波发生器(GB/T 17626.12 的 6.1.2)。电源和控制/信号线的试验电压皆为共模 2.5 kV 及差模 1 kV(类似 GB/T 14598.13)。试验频率是 1 MHz 和重复率 400/s(类似 GB/T 14598.13)。评价准则见表 5。

8.7.2.7 静电放电抗扰度试验

试验应按 GB/T 17626.2 的试验程序进行。试验水平为 2 级(试验电压 4 kV), 这对相对湿度低达 10% 的抗静电环境(如混凝土)给予防护(亦见 GB/T 17626.2 的 A.4)。评价准则见表 5。

8.7.2.8 工频磁场抗扰度试验

试验应按 GB/T 17626.8 的试验程序进行。试验水平为 5 级(100 A/m 稳态和 1 000 A/m $\times$ 1 s)。评价准则见表 5。

8.7.2.9 脉冲磁场抗扰度试验

试验应按 GB/T 17626.9 的试验程序进行。试验水平为 5 级(1 000 A/m 峰值)。评价准则见表 5。

8.7.2.10 阻尼振荡磁场抗扰度试验

试验应按 GB/T 17626.10 的试验程序进行。试验水平为 5 级(100 A/m 试验磁场)。评价准则见表 5。

8.7.2.11 射频磁场辐射抗扰度试验

试验应按 GB/T 17626.3 的试验程序进行。试验水平为 3 级(10 V/m 场强)。评价准则见表 5。

8.8 低压器件冲击耐压试验

本试验是为验证是否符合 6.2.2 规定的要求。

试验时应采用具有以下特性的试验发生器:

- a) 冲击波形: 应是 GB/T 16927.1 规定的标准 1.2/50 μ s 冲击波, 允许偏差如下:
 - 1) 电源阻抗: $500 \times (1 \pm 10\%) \Omega$;
 - 2) 电源能量: $0.5 \times (1 \pm 10\%) J$;
- b) 试验电压水平按 6.2 的规定, 是电子式电压互感器未接入电路端子时的试验电路输出电压;
- c) 试验电压偏差: -10% ;
- d) 冲击发生器电路: GB/T 14598.3—1993 中图 11 推荐的标准试验电路;
- e) 试验引线: 长度不超过 2 m。

应施加 3 次正极性和 3 次负极性冲击, 其间隔时间不小于 5 s。

冲击试验应施加在被试电路的适当联结点, 而其他联结点连在一起接地。

试验时, 电子式电压互感器不接通电源。

试验后, 电子式电压互感器应仍能满足全部有关性能技术要求。

注: 闪络(电容性放电)未必是损坏的证据, 因为可能在它发生时并不造成损伤。制造方必须确定是否要消除其起因, 条件是要满足可接受的其他准则。

8.9 暂态性能试验

注: 见附录 C.4。

8.9.1 一次短路

为验证是否符合 13.6.2 规定的要求, 试验应在完整的电子式电压互感器上进行, 当电子式电压互感器在额定一次电压和 25% 及 100% 额定负荷下工作时, 将其高压端子与接地的低压端子短路。负荷

GB/T 20840.7—2007

应是下列两种可能负荷之一：

- 串联负荷；
- 串并联负荷。

两种负荷的电路图和元件数值见附录 E。如果使用容性负荷(由于电缆的电容)时,这些试验应分别进行(简化的试验方法见附录 C.4)。

注：经制造方和用户协商同意,可以采用等效试验进行。

试验应是任意时刻短路 10 次,或者在一次电压峰值时短路 2 次和一次电压过零点时短路 2 次。后一种情况,一次电压峰值及过零点的相位角偏差应不超过 $\pm 20^\circ$ 。

8.9.2 线路带滞留电荷的重合闸

本试验(如果适用)是为验证是否符合 13.6.4 规定的要求,试验应按附录 C.4 的电路进行。准确级的限值见表 10。

本试验的负荷应是 25% 额定负荷。

9 例行试验

9.1 端子标志检验

检验端子标志的正确性(见 11.2)。

9.2 一次电压端的工频耐压试验和局部放电测量

9.2.1 一般要求

工频耐压试验应按 GB/T 16927.1 进行。

试验持续时间为 60 s。

9.2.2 一次电压端 $U_m < 300 \text{ kV}$

$U_m < 300 \text{ kV}$ 一次电压端的试验电压,应按设备最高电压选取 GB 1207—2006 中表 4 的相应值(见 6.1.1)。

9.2.2.1 电子式不接地电压互感器

不接地电压互感器应承受以下试验:选取的试验电压施加在连在一起的所有一次电压端子与地之间。座架、箱壳(如果有)和所有的低压端子应连在一起接地。

9.2.2.2 电子式接地电压互感器

电子式接地电压互感器应承受以下试验:一是选取的试验电压施加在一次电压传感器的高压端子与地之间,另一是按 6.1.2.2 规定的试验电压施加在一次电压传感器接地端子与地之间。座架、箱壳(如果有)和所有的低压端子应连在一起接地。

9.2.3 一次电压端 $U_m \geq 300 \text{ kV}$

电子式电压互感器应承受以下试验:选取的试验电压应为 6.1.2.1 规定的相应值,试验应按 9.2.2.2 的规定进行。

9.2.4 局部放电测量

9.2.4.1 试验电路和仪器

采用的试验电路和仪器应按 GB/T 7354 的规定。试验电路的一些示例见 GB 1207—2006 的图 2~图 5。虽然这些图是针对电磁式电压互感器的,但也适用于电子式电压互感器。

所用仪器应测量用皮库(pC)表示的视在放电量 q 。其校正应在试验电路中进行(见 GB 1207—2006 的图 5 示例)。

宽频带仪器的频带宽度至少为 100 kHz,其上限截止频率不超过 1.2 MHz。

窄频带仪器的谐振频率范围为 0.15 MHz 至 2 MHz。最好是在 0.5 MHz 至 2 MHz 范围内,但如可能,应在灵敏度最高的频率下进行测量。

测量灵敏度应能检测出 5 pC 的局部放电量水平。

注1：噪音应远低于灵敏度。已知的外部干扰脉冲可以忽略。

注2：为消除外部噪音的影响，可采用平衡试验电路（见 GB 1207—2006 的图 4）。但平衡电路采用耦合电容器可能不适合于消除外部干扰。

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重复出现的脉冲。

9.2.4.2 电子式接地电压互感器的试验程序

在按下述的程序 A 或程序 B 施加预加电压后，将电压降到 GB 1207—2006 中表 7 规定的局部放电测量电压，然后在 30 s 内测出其相应的局部放电水平。

测得的局部放电水平应不超过 GB 1207—2006 中表 7 规定的限值。

程序 A：在一次电压端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：局部放电试验是在一次电压端工频耐压试验之后进行。将电压升至 80% 工频耐受电压，至少保持 60 s，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，程序的选择由制造方自行决定。所用试验方法应在试验报告中列出。

9.2.4.3 电子式不接地电压互感器的试验程序

电子式不接地电压互感器的试验电路应与电子式接地电压互感器相同，但应进行两次试验，轮流对每一个高压端子施加电压，而另一个高压端子与低压端子、座架和箱壳（如果有）相连接（见 GB 1207—2006 的图 2～图 4）。

9.3 低压器件的工频耐压试验

应采取适当的安全措施。试验是在电子式电压互感器器件为干燥状态，在参考环境温度下，且器件无自身发热时进行。

试验应采用实际正弦波形和额定频率的工频电压。必须注意考虑试验电源阻抗的影响。

电压的施加和切除的方式，应是能确保不超过其规定值。

9.3.1 试验电压的施加

试验电压应施加在电子式电压互感器的联结点上的。

各电路的试验应如下进行，试验电压是它相对于连在一起接地的所有其他电路的规定值：

对指定电路与所有其他电路之间的试验，单个电路的所有联结点皆应连在一起；

对所有的试验，接地的电路应作同样的连接。

9.3.2 试验持续时间

试验持续时间应如下：

a) 型式试验：1 min，电压值按 6.2.1 的规定；

b) 例行试验：1 min，电压值按 6.2.1 的规定；或者 1 s，电压值按 6.2.1 规定的 1.1 倍。其选择由制造方自定。

9.4 准确度试验

例行试验原则上与 8.3.1 规定的型式试验相同。但只要类似互感器的型式试验中证实，减少测试点仍符合第 12 章规定的要求，则允许在例行试验减少电压和/或负荷测试点。

9.5 电容量和介质损耗因数测量

适用时，本试验应在一次电压端工频耐压试验后按 6.1.2.5 的规定进行。

试验电路应由制造方和用户协商同意，但电桥法优先。

对电子式电压互感器，本试验应在环境温度下进行，该温度应予记录。

10 特殊试验

10.1 一次电压端的截断雷电冲击试验

试验时，如果有二次转换器，需与一次电压传感器连结，并按制造方和用户共同确定的方案通电。

试验仅在负极性下进行，且以下述方式与负极性额定雷电冲击试验结合进行。

电压应是 GB/T 16927.1 规定的标准冲击波在 $2\ \mu\text{s}$ ~ $5\ \mu\text{s}$ 处截断。截断电路的布置应使所记录冲击波的反极性峰值限制在约为峰值的 30%。

GB/T 20840.7—2007

额定雷电冲击试验电压取决于设备最高电压和规定的绝缘水平,应为 GB 1207—2006 中表 4 或表 5 的相应值。

截断雷电冲击试验电压应按 6.1.2.4 的规定。

冲击波施加的顺序如下:

- a) 一次端 $U_m < 300 \text{ kV}$
- 1 次额定雷电冲击;
 - 2 次截断雷电冲击;
 - 14 次额定雷电冲击。

对于电子式不接地电压互感器,对每个一次电压端子施加 2 次截断雷电冲击和约半数额定雷电冲击。

- b) 一次端 $U_m \geq 300 \text{ kV}$
- 1 次额定雷电冲击;
 - 2 次截断雷电冲击;
 - 2 次额定雷电冲击。

以截断雷电冲击前后所施加额定雷电冲击的波形变异作为内部损伤的指示。

截波雷电冲击时,在自恢复外绝缘上出现的闪络不应纳入对外绝缘性能的评价。

10.2 机械强度试验

本试验是为验证电子式电压互感器是否符合 6.11 规定的要求。

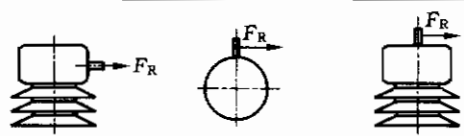
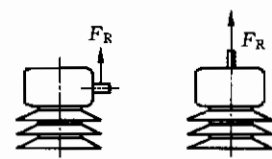
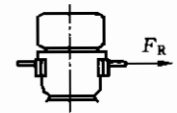
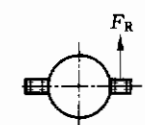
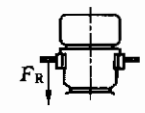
电子式电压互感器应装配完整,按正常运行状态安装,用座架牢固地固定。

液体浸渍式电子式电压互感器应充满规定的绝缘介质,并达到工作压强。

试验载荷应按照表 7 所示的各种情况施加,持续 60 s。

如果没有出现损坏迹象(变形、断裂或泄漏),则电子式电压互感器通过本试验。

表 7 一次端子上施加试验载荷的方式

电子式电压互感器端子类型	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	
注: 试验载荷应施加在端子的中心。		

11 标志

11.1 铭牌标志

电子式电压互感器的铭牌应标出表 8 所列内容。

表 8 铭牌标志

(○表示适用)

通用铭牌标志					
额定值	缩写符号	测量用 EVT	保护用 EVT	条款编号	注
品名:电子式电压互感器(EVT)		○	○		
制造单位名称或简称		○	○		
型号标志		○	○		
制造年份和序号		○	○		
设备最高电压	U_m	○	○	6.1	1
额定绝缘水平		○	○	6.1	1
额定频率	f_r	○	○	2.1, 17	
额定电压因数	k_u	○	○	5.3	2
相应的允许持续时间		○	○	5.3	2
质量		○	○		
二次转换器的铭牌标志					
额定值	缩写符号	测量用 EVT	保护用 EVT	条款编号	注
额定一次电压/额定二次电压	U_{pr}/U_{sr}	○	○	5.1.1, 5.1.2	
端子标志		○	○	11.2	
额定输出	S_r	○	○	5.2	3
准确级		○	○	12	3
额定相位偏移	φ_{or}	○	○	12	4
额定延迟时间	t_{dr}	○	○	8.3.1	4
辅助电源的铭牌标志					
额定值	缩写符号	测量用 EVT	保护用 EVT	条款编号	注
DC(直流)和/或 AC(交流)额定电压	U_{sr}	○	○		5
额定电源电流(正常条件下)	I_{sr}	○	○		
最大电源电流(过载条件下)	$I_{s\ max}$	○	○		
注 1: 设备最高电压和额定绝缘水平可以合并为一个标志(例如 126/185/480 kV)。 注 2: 额定电压因数和相应的允许时间应合并为一个标志(例如 1.5/30 s)。 注 3: 额定输出和相应的准确级应合并为一个标志(例如 0.5 VA, 1 级)。 注 4: 见附录 C.5.1。 注 5: 辅助电源的性质和额定电压应合并为一个标志(例如 AC 220 V)。					

11.2 端子标志

11.2.1 通用规则

这些标志适用于单相电子式电压互感器,也适用于组装为一个单元的单相电子式电压互感器组联

GB/T 20840.7—2007

结成的三相电子式电压互感器。

11.2.2 标志方法

标志应依据图 2 和图 1。

大写字母 A、B、C 和 N 表示一次电压端子,小写字母 a、b、c 和 n 表示相应的二次电压端子。

字母 A、B、C 表示全绝缘端子,字母 N 表示接地端子,其绝缘低于其他端子。

复合字母 da 和 dn 表示提供剩余电压的端子。

电子式电压互感器具有多个二次转换器时,其端子应标为:

1a—1n

2a—2n

3a—3n

11.2.3 极性关系

标有同一字母大写和小写的端子在同一瞬间具有同一极性。

11.2.4 接地端子

11.2.4.1 一次传感器和一次转换器的接地

接地端子应标有“地”符号,按 GB/T 5465.2 中的符号。

11.2.4.2 二次转换器的接地

接地端子应标有“地”符号,按 GB/T 5465.2 中的符号。

12 单相测量用电子式电压互感器的补充要求

12.1 通用要求

在所规定的条件下,以及在温度、频率、负荷和辅助电源电压参考范围(见 5.5.1, 5.5.2, 5.5.3, 5.5.4)内的任一值时,各准确级的电压误差和相位误差应不超过表 9 的规定值。

电子式电压互感器若具有几个单独的二次电压端,因为有可能相互影响,各二次电压端应满足上述条件下的误差要求,且同时其他二次电压端带有零至额定负荷之间的任一值负荷。

如果这些二次电压端之一仅偶然短时带负荷,则它对其他二次电压端的影响可以忽略。误差应在电子式电压互感器的端子处测定,并须包含作为互感器固有元件的熔断器或电阻器的影响。如果电压互感器的同一个二次电压端兼有测量和保护双用途,则两种准确级皆应标出。

虽然二次直流偏移电压(U_{dc})不影响电子式电压互感器的准确度,但可能影响二次电路的特性。为了保证二次电路的正确设计,制造方应规定二次直流偏移电压的最大值。

12.2 维护要求

现场可更换且无需校准的器件(分部件)应以适当标志特别标明。此工作能力应由试验验证。

其余的器件更换时,则需要整个电子式电压互感器重新校准。

12.3 测量用电子式电压互感器的准确级标称

准确级是以该准确级在额定电压及 5.5.3 标准参考范围负荷下所规定最大允许电压误差的百分数来标称。

12.4 测量用电子式电压互感器的标准准确级

电子式电压互感器的标准准确级为:0.1、0.2、0.5、1、3。

12.5 测量用电子式电压互感器的电压误差和相位误差限值

在 80%~120%的额定电压及功率因数为 0.8(滞后)的 25%~100%的额定负荷下,其额定频率时的电压误差和相位误差,应不超过表 9 规定的限值。

误差应在互感器的端子处测定,并须包含作为互感器固有元件的熔断器或电阻器的影响。

表 9 测量用电子式电压互感器的电压误差和相位误差限值

准确级	电压(比值)误差 ϵ_u $\pm 1\%$	相位误差 φ_e	
		$\pm (^{\circ})$	$\pm \text{crad}$
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 1: φ_{or} 的正常值应为零。但在电子式电压互感器必须与其他电子式电压互感器或电子式电流互感器组合使用时,为了具有一个公共值,可以规定其他值。

注 2: 延迟时间的影响见 C. 5. 1。

13 单相保护用电子式电压互感器的补充要求

13.1 通用要求

在所规定的条件下,以及在温度、频率、负荷和辅助电源电压参考范围(见 5.5.1,5.5.2,5.5.3,5.5.4)的任一值时,各准确级的电压误差和相位误差应不超过表 10 和表 11 的规定。

电子式电压互感器若具有几个单独的二次电压端,因为有可能相互影响,各二次电压端应满足上述条件下的误差要求,且同时其他二次电压端带有零至额定负荷之间的任一值负荷。

如果这些二次电压端之一仅偶然短时带负荷,则它对其他二次电压端的影响可以忽略。误差应在电子式电压互感器的端子处测定,并须包含作为互感器固有元件的熔断器或电阻器的影响。如果电压互感器的同一个二次电压端兼有测量和保护双用途,则两种准确级皆应标出。

虽然二次直流偏移电压(U_{dc0})不影响电子式电压互感器的准确度,但可能影响二次电路的特性。为了保证二次电路的正确设计,制造方应规定二次直流偏移电压的最大值。

13.2 维护要求

现场可更换且无需校准的器件(分部件)应以适当标志特别标明。此工作能力应由试验验证。

13.3 保护用电子式电压互感器的准确级标称

准确级是以该准确级在 5%额定电压至额定电压因数相对应的电压及 5.5.3 标准参考范围负荷下所规定最大允许电压误差的百分数来标称,其后标以字母“P”。

13.4 保护用电子式电压互感器的标准准确级

保护用电子式电压互感器的标准准确级为 3 P 和 6 P。在 5%额定电压和额定电压因数相对应的电压下,两者的电压误差和相位误差的限值相同。2%额定电压下的误差限值为 5%额定电压下对应值的 2 倍。

若电子式电压互感器在 5%额定电压下和在上限电压(即额定电压因数为 1.2、1.5 或 1.9 相对应的电压)下的误差限值不相同,应由制造方和用户协商确定。

13.5 保护用电子式电压互感器的电压误差和相位误差限值

表 10 保护用电子式电压互感器的电压误差和相位误差限值

准确级	在下列额定电压 U_p/U_{pr} (%) 下								
	2			5			x^a		
	ϵ_u $\pm 1\%$	φ_r $\pm (')$	φ_e $\pm \text{crad}$	ϵ_u $\pm 1\%$	φ_r $\pm (')$	φ_e $\pm \text{crad}$	ϵ_u $\pm 1\%$	φ_r $\pm (')$	φ_e $\pm \text{crad}$
3 P	6	240	7	3	120	3.5	3	120	3.5
6 P	12	480	14	6	240	7	6	240	7
注 1: φ_{or} 的正常值应为零。但在电子式电压互感器必须与其他电子式电压互感器或电子式电流互感器组合使用时,为了具有一个公共值,可以规定其他值。									
注 2: 延迟时间的影响见 C.5.1。									
^a x 为额定电压因数乘以 100。									

13.6 暂态性能要求

13.6.1 概述

暂态性能要求仍在考虑中。暂态现象的补充说明见 C.4 和 C.5.1。

13.6.2 一次短路

在高压端子与接地低压端子之间的电源短路之后,电子式电压互感器的二次输出电压应在额定频率的一个周波内下降到短路前峰值的 10% 以下。

注: 电子式电压互感器的暂态性能和频率响应应与电子式电流互感器(GB/T 20840.8)的内容相协调。

13.6.3 线路断开

当线路断开引起滞留电荷出现时,二次电压分量 $U_{sdc}(t)$ (见 2.2.4) 应衰减到零,以免所接设备的输入变压器饱和。此时间常数必须由制造方提供。

13.6.4 线路带滞留电荷的重合闸

对于用纯电容分压器作为高压传感器的电子式电压互感器,若在一次电压为峰值 $u_p(t) = k_u U_p \sqrt{2}$ 的瞬时切断线路(其他相对地短路),再在 $u_p(t) = U_p \sqrt{2}$ 的瞬时(其符号与滞留电荷的相反)重合闸,其暂态条件用以下参数描述(见 2.1.29):

—— $t \leq 0$ 时: $U_p = 0$ 和 $U_{pdc} = \pm k_u U_{pr} \sqrt{2}$

—— $t > 0$ 时: $U_p = U_{pr}$ 和 $U_{pdc} = 0$

在以上条件下,互感器在额定频率时的电压误差应不超过表 11 的规定值,其中 $f \cdot t$ 是频率 f 和时间 t 的乘积,表示考虑准确度要求的周波数。

表 11 保护用电子式电压互感器在带滞留电荷重合闸的瞬时电压误差限值

说 明	f/f_r	U_p/U_{pr}	$U_{pdc}/U_{pr}\sqrt{2}$ $t \leq 0$ 时	φ_p	ϵ_u %	
					$2 < f \cdot t \leq 3$	$3 < f \cdot t \leq 4.5$
标么值为 k_u 的线路电荷, 标么值为 1 的反极性重合闸	1	1	k_u	$-\pi/2$	10 ^a	5 ^a
同上,但极性相反	1	1	$-k_u$	$+\pi/2$	10 ^a	5 ^a
^a 经制造方和用户协商同意,可采用其他值。						

附 录 A
(资料性附录)

本部分章条编号与 IEC 60044-7:1999 章条编号对照

表 A.1 给出了本部分章条编号与 IEC 60044-7:1999 章条编号对照一览表。

表 A.1 本部分章条编号与 IEC 60044-7:1999 章条编号对照

本部分章条编号	对应 IEC 60044-7:2002 章条编号
—	6.1.1.1
—	6.1.1.2
—	6.1.1.3
—	6.1.3.1
7.2. f)	7.3. b)
7.3. b)	7.3. c)
9.5	10.2
10.2	10.3
附录 A	—
附录 B	—
附录 C	附录 B
附录 D	—
附录 E	附录 A

附录 B

(资料性附录)

本部分与 IEC 60044-7:1999 技术性差异及其原因

表 B.1 给出了本部分与 IEC 60044-7:1999 技术性差异及其原因一览表。

表 B.1 本部分与 IEC 60044-7:1999 技术性差异及其原因

本部分章条编号	技术性差异	原 因
1.1	增加“注 4:有关数字量输出型电子式电压互感器的技术信息可参见 GB/T 20840.8”。	将数字量输出的信息引入本部分。
1.2	本条引用了采用国际标准的我国标准,而非直接引用国际标准; 增加了“GB/T 20840.8”和“GB/T 11021—1989”。	以适应我国国情。 在正文(或注)中增加引用。
2.1.2	增加缩写“(EVT)”; 将“……接近于零”改为“……接近于已知的相位角”。	便于以后的引用; 依据 2.1.32 的定义。
2.1.32	将“……以理想互感器中的相位差为零来确定”改为“……选定为理想互感器的相位差角等于其额定值”。	依据本条定义,相位差应是在额定相位偏移基础上的差值。
2.1.35	第一个等号后的“ φ ”改为“ φ_0 ”。	依据 2.1.32, φ 应为 φ_0 。 在 C.5.1.2 中也作同样的改动。
2.2.4	第二个等式中的“ $U_{s,dc}$ ”改为“ $U_{s,dc}(t)$ ”。	依据 13.6.3, $U_{s,dc}$ 应加 (t) 。
2.2.5	式中的“ $u_p(t-t_{dn})$ ”改为“ $u_p(t)$ ”。	依据 C.2.1 和 C.3, $(t-t_d)$ 应为 t 。
2.3	增加缩写“(EVT)”; 稳态下的相位差“ φ ”改为“ φ_u ”。	便于以后的引用; 依据 2.1.32, φ 应为 φ_u 。
4.2.1	将海拔校正系数修改为按 GB 311.1 确定,并将原 IEC 60044-7 有关海拔校正系数的规定纳入附录 D。	我国电力系统采用的是 GB 311.1 标准,与 IEC 60044-7 有差异。
5.1.2	将“对三相电网”分为“对三相有效接地系统电网”和“对三相非有效接地系统电网”,并分别列出对应的额定二次电压。	我国电力系统实际存在三相有效接地系统和三相非有效接地系统。
5.5.2	将“……应为额定辅助电源电压的 80%~110%。”改为“……由表 5 所列电压慢变化的要求规定。”	与 GB/T 20840.8 保持一致。
6.1.1	本条内容改为“见 GB 1207 中的 7.1.1”。	与 GB 1207 保持一致,且与 GB/T 20840.8 保持相互协调。
6.1.2.1	本条内容改为“见 GB 1207 中的 7.1.2.1”。	与 GB 1207 保持一致,且与 GB/T 20840.8 保持相互协调。
6.1.2.3	本条内容改为“见 GB 1207 中的 7.1.2.3”。	与 GB 1207 保持一致,且与 GB/T 20840.8 保持相互协调。

表 B.1 (续)

本部分章条编号	技术性差异	原 因
6.1.2.5	本条内容改为“见 GB 1207 中的 7.1.2.5”。	与 GB 1207 保持一致,且与 GB/T 20840.8 保持相互协调。
6.1.3	本条内容改为“见 GB 1207 中的 7.1.5”。	与 GB 1207 保持一致。
6.4.1	本条内容补充对其他部位的温升要求,并增加表 4 温升限值。	与 GB 1207 保持一致,且与 GB/T 20840.8 保持相互协调。
6.5	本条内容“其试验程序正在考虑中”改为“其要求和试验程序见 GB 1207”。	GB 1207 对此已有具体要求。
6.6	本条内容“其试验程序正在考虑中”改为“其要求和试验程序见 GB 1207”。	GB 1207 对此已有具体要求。
6.7.2	表 5 中“电压慢变化抗扰度”和“电压暂降和短时中断抗扰度”的严重等级等按 GB/T 20840.8 进行了调整;并增加了注 ^c 。	与 GB/T 20840.8 保持一致。
6.7.2.4	将“高压和超高压”改为“高压和中压”。	与 GB/T 20840.8 保持一致。
6.11	表 6 中 U_m 改为按 GB 311.1 的规定。	我国电力系统采用的是 GB 311.1 标准,与 IEC 60044-7 有差异。
6.12.1	将“设备最高电压 $U_m \geq 1.2$ kV 的”句删除。	按我国电力系统采用的标准,此限定无实际意义。
6.12.2	将“设备最高电压 $U_m \geq 1.2$ kV 的”句删除。	按我国电力系统采用的标准,此限定无实际意义。
7	将 7.1.a) 项中的“雷电冲击试验”改为“额定雷电冲击试验”; 7.2 中增加“一次端的重复性工频耐压试验应在规定试验电压值的 80% 下进行”; 将原 7.3“特殊试验”中的 b) 项“电容量和介质损耗因数测量”改为 7.2“例行试验”的 f) 项。	此处专指“额定雷电冲击试验”; 与 GB 1207 保持一致; 与 GB 1207 保持一致。
8.1.2	将条标题“雷电冲击试验”改为“额定雷电冲击试验”; 将“……应是表 4、表 5 和表 6 的相应值”改为“……应是 GB 1207 中表 4 和表 5 的相应值”。	此条专指“额定雷电冲击试验”; 与 GB 1207 保持一致(表 6 的内容已包括在表 5 中)。
8.1.2.1	将“不须作大气条件校正”改为“应作大气条件校正”。	按 GB/T 16927.1 的规定。
8.1.3	将“……应是表 5 的相应值”改为“……应是 GB 1207 中表 5 的相应值”。	与 GB 1207 保持一致。
8.2.1	将“须作大气条件校正”改为“其大气条件校正按 GB/T 16927.1 的规定”。	按 GB/T 16927.1 的规定。

表 B.1 (续)

本部分章节编号	技术性差异	原因
8.4.2	增加注,说明在完整互感器上进行过热承受能力的条件和要求。	本试验相当于二次转换器的温升试验,增加的注表明:必要时应进行完整互感器的温升试验。
8.5	本条内容“正在考虑中”改为“见 GB 1207”。	GB 1207 对此已有具体要求。
8.6	本条内容“正在考虑中”改为“见 GB 1207”。	GB 1207 对此已有具体要求。
8.7.2.2	增加“直流电源按 IEC 61000-4-29 规定。”,将交流电源为其标称电压的波动范围“+12%~-15%”改为“+10%~-20%”,同时增加“直流电源为其标称电压的(波动范围)+20%~-20%”,删除“直流电源的试验程序正在考虑中”。	已有具体的试验方法,并与 GB/T 20840.8 保持一致。
9.2.2	将“……选取表 4 的相应值”改为“……选取 GB 1207 中表 4 的相应值”。	与 GB 1207 保持一致。
9.2.2.2	将“按 6.1.2.2 规定值的试验电压,施加在一次电压传感器的各线端与地之间”改为“一是选取的试验电压施加在一次电压传感器的高压端子与地之间,另一是按 6.1.2.2 规定的试验电压施加在一次电压传感器接地端子与地之间”。	分别叙述,利于实际操作。
9.2.4.2	将“将电压升至 80%感应耐受电压”改为“将电压升至 80%工频耐受电压”。	IEC 60044-7 原文有误,电子式电压互感器无感应耐受电压试验(值)。
9.3	删除“(50 Hz~60 Hz)”。	与 1.1 中的“15 Hz~100 Hz”相互矛盾。
9.5	将原 IEC 60044-7 标准为特殊试验要求的“电容量和介质损耗因数测量”调整为例行试验要求。	与 GB 1207 保持一致。
10.1	将“……应为表 4 或表 5 的相应值”改为“……应为 GB 1207 中表 4 或表 5 的相应值”。	6.1 中的绝缘要求已改为见 GB 1207。
11.1	表 8 中的“注 1”和“注 5”例举的电压改为按国家标准。	我国电力系统采用的标准,与 IEC 标准有差异。
13.6.2	将注更改为“电子式电压互感器的暂态性能和频率响应应与电子式电流互感器(GB/T 20840.8)的内容相协调”。	因 GB/T 20840.8 已有规定。

附录 C

(资料性附录)

电子式电压互感器的技术信息

C.1 引言

电子式电压互感器可采用(例如)(电阻—)电容分压器和/或光学装置,并装有电子器件用于被测信号的传输和放大。

本附录给出的信息涉及稳态和暂态条件。

为了增进对这些条件的认识,有必要建立一个电子式电压互感器的简化模型,以便于描述其理论性分析。

C.2 概述

C.2.1 定义

一次和二次电压可用下式表示:

$$u_p(t) = U_p \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(2\pi \cdot f \cdot t + \varphi_p) + U_{p\text{dc}}(t) + u_{p\text{res}}(t)$$

$$u_s(t) = U_s \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(2\pi \cdot f \cdot t + \varphi_s) + U_{s\text{dc}}(t) + u_{s\text{res}}(t)$$

式中:

U_p	$U_{p\text{dc}}(t)=0$ 和 $u_{p\text{res}}(t)=0$ 时的一次电压方均根值;
U_s	$U_{s\text{dc}}(t)=0$ 和 $u_{s\text{res}}(t)=0$ 时的二次电压方均根值;
f	电网的基波频率,Hz;
$U_{p\text{dc}}(t)$	一次直流电压,V,例如归因于滞留电荷;
$U_{s\text{dc}}(t)$	二次直流电压,V,例如归因于 $U_{p\text{dc}}(t)$ 和/或电子式电压互感器的内部偏压;
φ_p	一次相位移,rad;
φ_s	二次相位移,rad;
$u_{p\text{res}}(t)$	一次剩余电压,包含谐波和次谐波分量;
$u_{s\text{res}}(t)$	二次剩余电压,包含谐波和次谐波分量;
t	时间瞬时值,s。

在稳态下, f 、 U_p 、 U_s 、 $U_{p\text{dc}}$ 、 $U_{s\text{dc}}$ 、 φ_p 、 φ_s 皆为恒定值。

为了供测量和保护使用,电子式电压互感器必须提供 f 频率分量的正确测量值。上式中的其他各项是不需要的分量,它们增加测量信号的误差。

C.2.2 电网正常使用条件

在正常使用条件下,一次电压 U_p 和频率 f 保持在电网的固定调节范围内。例如:

$$0.8U_{pr} \leq U_p \leq 1.2U_{pr}$$

$$0.99f_r \leq f \leq 1.01f_r$$

正常使用条件下电子式电压互感器用于测量,通常是与测量用电流互感器相组合,即用于计量。

C.2.3 电网异常使用条件

由于电网出现异常现象(如 C.4.1.1 所述),一次电压 U_p 和频率 f 可能明显偏离其额定值。

测量用电子式电压互感器必须能经受这些状态而无损伤,但此时的准确级不受互感器标准约束,可

GB/T 20840.7—2007

以由制造方与用户按照所要求的性能进行协商确定。

保护用电子式电压互感器应能在正常和异常条件下正确传送信号,将电网条件的任何重要变化通知继电保护装置。

C.2.4 额定二次电压

通常,电子设备用 $\pm 12\text{ V} \sim \pm 15\text{ V}$ 双极性电压供电,以得到全线性的 $\pm 10\text{ V}$ 峰值输出信号。所以,电子式电压互感器的额定二次电压选择,应使其最大值不超过这些范围。

举例:

已知电压因数 $k_1 = 1.9$ 和滞留电荷形成的全偏移电压 $k_2 = 2$ 。

对于额定值为 $3.25/\sqrt{3}\text{ V}$ (方均根值)的相对地电子式电压互感器,其最大电压为:

$$U_{\max} = k_1 \cdot k_2 \cdot 3.25 \sqrt{2} / \sqrt{3} = 10.08\text{ V(峰值)}$$

C.3 稳态条件

在稳态下,直流电压分量为恒定值:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} U_{p\text{dc}}(t) = U_{p\text{dc}}$$

$$\lim_{t \rightarrow \infty} U_{s\text{dc}}(t) = U_{s\text{dc}}$$

$$u_p(t) = U_p \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(2\pi \cdot f \cdot t + \varphi_p) + U_{p\text{dc}} + u_{p\text{res}}(t)$$

$$u_s(t) = U_s \cdot \sqrt{2} \cdot \sin(2\pi \cdot f \cdot t + \varphi_s) + U_{s\text{dc}} + u_{s\text{res}}(t)$$

C.4 暂态条件

C.4.1 理论性分析

C.4.1.1 电网现象

在高压设备设计时,必须考虑正常使用条件以外的许多电网现象。其中有些直接影响绝缘设计,另一些,例如影响信号响应要求。下列各项是最重要的一些例子。

a) 电网连续过电压

取决于电网线段与强电源的距离,其电压可能连续高于额定值。过电压的表示方法是用一个系数,它须与额定电压相乘。

连续过电压系数通常为1.2。

b) 中性点不接地三相电网的对地短路

这种电网的一相接地故障导致两个非故障相出现过电压。理论上,该相过电压系数是 $\sqrt{3}$ 。但此系数与电网观测点对接地故障点的距离有关。接地故障可能持续数小时,对难以进入的地区甚至可达数日,例如在冬天。

此过电压系数通常为1.9,持续8 h。

c) 高压架空线的大气放电

雷电产生的过电压使高压设备遭受强烈的作用。这些过电压可达兆伏级。幸好此高电压的持续时间往往限于几微秒,也意味着对设备作用的能量有限。然而,波前上升时间约 $1\text{ }\mu\text{s}$,以致作用频率达数兆赫兹,因杂散电容的存在而危及所有的绝缘。

此现象最不利的作用出现在特性阻抗不连续的区域。架空线转移到电力变压器便属于这种情况,线路的特性阻抗比变压器小很多。在这种情况下,行波经反射能升高到初始值的两倍。

这种过电压又常使限压装置的放电间隙发生弧闪,造成电网短时遮断。保护系统会把弧闪当作对地短路而切开断路器。这样,通常是电弧熄灭和断路器重合闸。

d) 开关操作

另有一些现象是起因于高压电网的开关操作。它们可能引起寄生振荡暂态过电压,其频率与额定工频不同。该频率主要由电网的实际配置确定,达千赫兹级甚至兆赫兹级(在 GIS)。断路器的电弧也会引起暂态过电压。接通和开断小感性电流皆能激发过电压,其原因是非线性元件与电容的谐振。

更多的电网现象在下面 C.4.1.2 中讨论和描述。

C.4.1.2 暂态条件类型

许多不同的暂态条件是由过电压和开关操作引起的,如 C.4.1.1 所述。

有多种过电压限制装置用于对抗这些过电压,例如放电间隙和非线性电阻。一方面,这些是保护电网及其元件所必需的;另一方面,它们又产生也是必须能耐受的某些暂态条件。这要求准确传送信号电子式电压互感器务必进行相应的设计。要求测量装置具有高达数千赫兹的良好频率响应。

另外的暂态条件,包括被测相本身短路或其他一相接地故障造成的一次电压突变,如 C.4.1.1 所述。电子式电压互感器必须能够在几毫秒的规定时间内重现这些变化,满足此时的准确度要求。

对于用纯电容分压器作为高电压传感器的电子式电压互感器,最严重的暂态问题是由滞留电荷现象引起的。

当一条线路或电缆被开关断开时,其上可能有电荷滞留。如果线路未有意接地或通过所接低阻抗装置放电,此电荷会保持多日。利用图 C.1 容易了解此现象。电荷量取决于断开时电压的相位。最坏的情况发生在电压为其峰值 U_p 的瞬间,意味着分压器的高压电容器 C_a 保持充电状态,储存电荷 $q_1 = C_a \cdot U_p$,而低压电容器 C_b 经所接设备的并联电阻 R_2 放电。

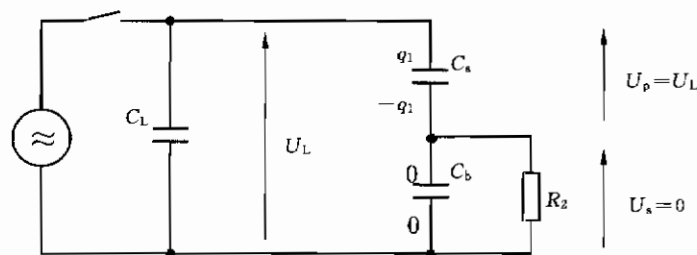
当线路重新接入时,线路经电网的低直流阻抗立即放电,迫使 C_a 的电荷转到 C_b 。这样, C_b 将充电为:

$$U_s = -q_1 / (C_a + C_b) = -U_p C_a / (C_a + C_b)$$

近似于:

$$-U_p (C_a / C_b)$$

此电压按时间常数 $R_2 \cdot C_b$ 作指数衰减,叠加在正弦波信号上,造成很大的误差(见图 C.2)。此非周期分量的最不利的作用,是使电子式电压互感器自身的或所接保护继电器中的变压器饱和。在这种暂态下,最好的解决办法是采用电阻电容混合型分压器传送正确信号。



C_L ——线路电容。

图 C.1 解释滞留电荷现象的简图

C.4.1.3 $u_p(t)$ 和 $u_s(t)$ 的公式

理论上,电网发生暂态时可以用下述公式描述,前文已作为稳态公式介绍(见 C.2.1):

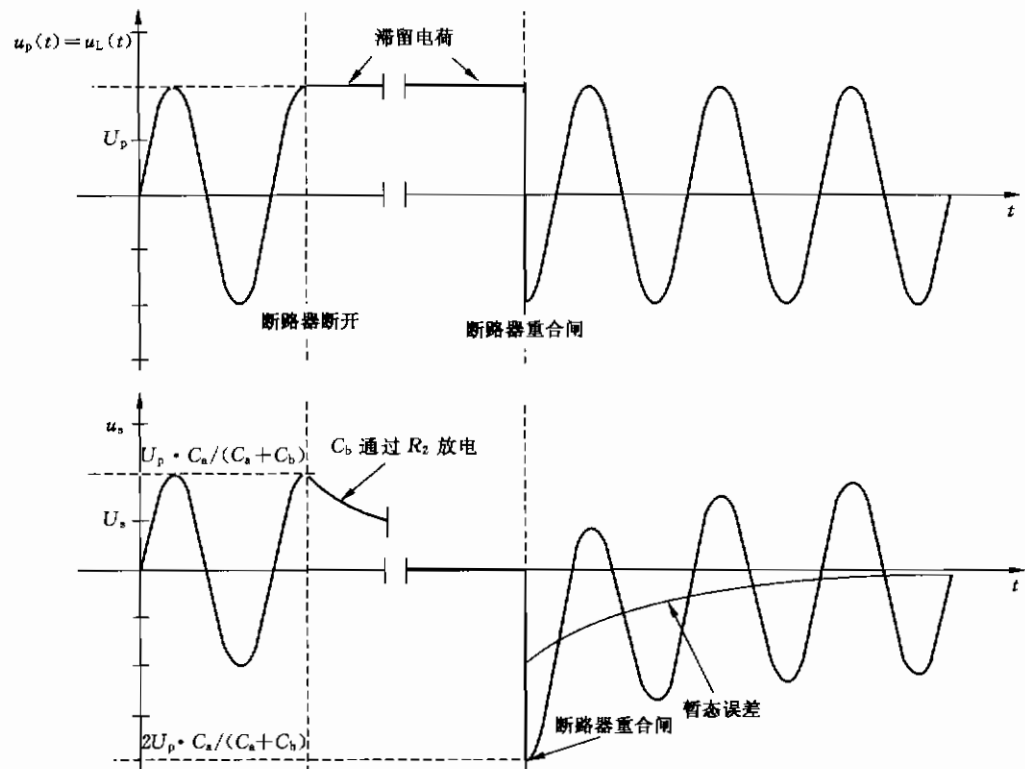
$$\text{一次电压: } u_p(t) = U_p \sqrt{2} \cdot \sin(2\pi \cdot f \cdot t + \varphi_p) + U_{p\text{dc}} + u_{p\text{res}}(t)$$

$$\text{二次电压: } u_s(t) = U_s \sqrt{2} \cdot \sin(2\pi \cdot f \cdot t + \varphi_s) + U_{s\text{dc}} + u_{s\text{res}}(t)$$

其中一个或多个参数的突然变化便产生暂态。

比较 $u_p(t)$ 和 $u_s(t)$, 得出电子式电压互感器在暂态下的特性量(见表 C.1 和表 C.2)。

GB/T 20840.7—2007



U_p ——一次端电压；
 U_s ——二次端电压。

图 C.2 滞留电荷现象时的电压
表 C.1 一次短路

电 压	$t < t_0$	$t = t_0$	$t \geq t_0 + (1/f_c)$
$ u_p(t) $	见上述公式	0	0
U_p	$k_u U_{pr}$	0	0
$ u_s(t) $	见上述公式	$ u_s(t_0) $	$\leq 0.1 : u_s(t < t_0) ^a$
注： t_0 是短路发生的时刻。			
^a 限值：见 13.6.2 的要求。			

表 C.2 滞留电荷

电 压	$t < t_0$	$t = t_0$	$t_0 < t < t_1$	$t \geq t_1$
U_p	$k_u U_{pr}$	0	0	$k_u U_{pr}$
$U_{p\,dc}$	0	$\pm k_u U_{pr} \sqrt{2}$	$\pm k_u U_{pr} \sqrt{2}$	0
$ u_s(t) $	见上述公式	$ u_s(t_0) $	$U_{s\,dc}(t)$	*
注：本表所列值，对应于在最严重情况 t_0 时断开和在 U_p 反极性 t_1 时重合闸。 t_0 是断路器断开的时刻。 t_1 是断路器重合闸的时刻。				
* 限值：见 13.6.4 的要求。				

C.4.1.4 电子式电压互感器的简化模型

C.4.1.4.1 概述

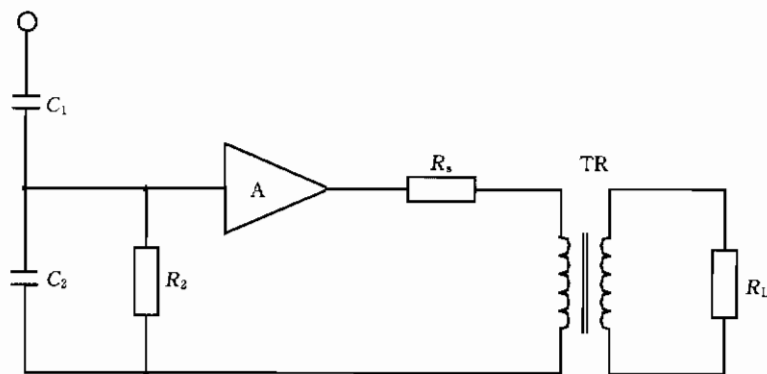
每当实际的试验不可能时,电子式电压互感器的特性必须由模拟来验证。这要求制造方与用户有个协议,内容有关所采用的电子式电压互感器模型和模拟软件。

模拟在其他领域里常用,例如验证断路器在电网中的特性,用模拟(采用 EMTP 软件)代替真实试验已是广为接受的方法。

C.4.1.4.2 电子式电压互感器模型

同一模型适用于一次短路和滞留电荷两种状态。制造方与用户的协议,应依据一次短路真实试验与模拟结果的比较。模型应考虑电子式电压互感器的非线性。

假定电子式电压互感器(在暂态下)可采用图 C.3 的电路表示。



元件:

C_1 、 C_2 ——电容分压器;

A——电压增益为 1 的理想放大器;

TR——电磁式互感器;

R_2 ——A 的输入阻抗;

R_s ——A 的输出电路总等效阻抗;

R_L ——负荷。

图 C.3 电子式电压互感器简化模型示例

模型描述的网络包括非线性的电磁式互感器 TR。模拟可以使用例如 EMTP、Saber、Spice 等软件进行。 R_L 是负荷,并应符合标准要求(并联或串联负荷)。完整试验布置的模型应按照 C.4.3 的要求。

C.4.1.5 暂态对保护继电器的影响

在高压变电站,电压互感器连接保护继电器。这些继电器的输入级装有电磁式电压互感器担当电气绝缘。这些互感器尺寸很小,一次绕组导线非常细。因而它们对输入中含有的任何直流分量非常敏感。此直流分量能造成磁路饱和。以致过电流可能使一次绕组烧毁。制造方和用户应着重验证滞留电荷存在时电子式电压互感器对继电器的影响。这对于能够传送直流电压或极低频电压的电子式电压互感器,尤为重要。

GB/T 20840.7—2007

C.4.2 暂态误差定义

瞬时电压误差由下式定义:

$$\varepsilon_{\text{瞬}} = \frac{U_{\text{实际}}(t) - U_{\text{额定}}(t)}{U_{\text{额定}}(t)} \times 100\%$$

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
互 感 器
第 7 部分:电子式电压互感器
GB/T 20840.7—2007

*

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街16号
邮政编码:100045

网址 www.spc.net.cn

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 3.5 字数 98 千字

2007年6月第一版 2007年6月第一次印刷

GB/T 20840.7—2007