

ICS 29.180

K 41

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 2005 — 2019

直流电压互感器使用技术条件

Technical specification of DC voltage transformer

行业标准信息服务平台

2019-06-04 发布

2019-10-01 实施

国家能源局 发布

目 次

前 言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 使用条件	3
4.1 一般要求	3
4.2 正常使用条件	3
4.3 特殊使用条件	4
5 技术要求	5
5.1 额定一次电压 (U_{pr})	5
5.2 绝缘要求	5
5.3 温升要求	7
5.4 无线电干扰电压 (RIV) 要求	8
5.5 电磁兼容抗扰度要求	8
5.6 准确级误差限值	9
5.7 频率特性要求	9
5.8 阶跃响应要求	9
5.9 机械强度要求	9
5.10 防护等级要求	10
5.11 直流分压器的补充要求	10
5.12 光纤传输的总衰减	10
5.13 模拟量输出要求	10
5.14 数字量输出要求	10
6 结构与选型要求	11
6.1 一般要求	11
6.2 充气式直流电压互感器的要求	11
6.3 二次端子过电压保护	11
7 试验	12
7.1 试验分类	12
7.2 型式试验	12
7.3 例行试验	13
7.4 特殊试验	13
7.5 抽样试验	14
7.6 现场交接试验	14
8 铭牌标志	14
9 使用期限	15
10 包装、运输及贮存	15
10.1 包装	15
10.2 出厂文件	15
10.3 运输	15
10.4 贮存	15
11 运行及维护要求	16

前 言

本标准按照 GB/T 1.1-2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出规则编写。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由电力行业电力变压器标准化委员会（DL/TC 02）归口。

本标准起草单位：中国电力科学研究院有限公司、电力工业电气设备质量检验检测中心、国网运行分公司宜宾管理处、国网吉林省电力有限公司电力科学研究院、国家高电压计量站、中国南方电网超高压输电公司、中国南方电网有限责任公司超高压输电公司广州局、南方电网科学研究院有限责任公司、中国电力工程顾问集团西北电力设计院、南瑞继保电气有限公司、上海康阔光传感技术股份有限公司、许继集团有限公司。

本标准主要起草人：王 玲、叶国雄、徐思恩、李凤祁、沈志刚、黄 华、赵世祥、谭炳源、石延辉、王 颂、张淑珍、王黎彦、邱 进、李登云、须 雷、田志国、黄 勇。

本标准为首次发布。

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条一号，10076）。

行业标准信息服务平台

直流电压互感器使用技术条件

1 范围

本标准规定了直流电压互感器的术语和定义、使用条件、技术要求、结构与选型要求、试验、标志、使用期限、包装、运输及贮存等。

本标准适用于±1100kV及以下电压等级的直流输电系统用直流电压互感器的订货、交接验收、运行及维护。

2 规范性引用文件

下列文件对于本标准的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本标准。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

- GB 311.1 绝缘配合 第1部分：定义、原则和规则
- GB/T 2900.94-2015 电工术语 互感器
- GB/T 4798.3 电工电子产品应用环境条件 第3部分：有气候防护场所固定使用
- GB/T 4798.4 电工电子产品应用环境条件 第4部分：无气候防护场所固定使用
- GB/T 4824 工业科学和医疗（ISM）射频设备电磁骚扰特性的测量方法和限值
- GB/T 13540 高压开关设备和控制设备的抗震要求
- GB/T 16927.2-2013 高电压试验技术 第2部分：测量系统
- 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 17626.3 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 17626.4 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 17626.5 电磁兼容 试验和测量技术浪涌（冲击）抗扰度试验
- 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 17626.9 电磁兼容 试验和测量技术脉冲磁场抗扰度试验
- 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 17626.11 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 17626.12 电磁兼容 试验和测量技术 振铃波抗扰度试验
- 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 17626.29 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 20840.1 互感器 第1部分：通用技术要求
- GB/T 20840.7 互感器 第7部分：电子式电压互感器
- GB/T 20840.8-2007 互感器 第8部分：电子式电流互感器
- GB/T 21429 户外和户内空心复合绝缘子 定义、试验方法、接收准则和设计推荐
- GB/T 26217-2010 高压直流输电系统直流电压测量装置
- GB/T 26218.1 污秽条件下使用的高压绝缘子的选择和尺寸确定第1部分：定义、信息和一般原则
- GB 50260 电力设施抗震设计规范

3 术语和定义

GB/T 26217、GB 20840.1、GB 20840.7、GB 20840.8、GB/T 16927.2和GB/T2900.94界定的以及下列术语和定义适用于本文件。为了便于使用，以下重复列出了某些术语。

3.1

直流互感器 DC transformer

用以将直流系统中有关信息传递给测量仪器、仪表和保护或测控装置的互感器。

[GB/T 2900.94-2015, 定义2.6]

3.2

直流电压互感器 DC voltage transformer

一种在正常使用条件下其二次电压实质上正比于一次电压的直流互感器，由直流分压器、转换器及传输系统等部分组成。

3.3

直流分压器 DC voltage divider

由高压臂和低压臂组成的直流电压变换装置。直流输入电压加在整个装置上，而直流输出电压则取自低压臂。

[GB/T 26217-2010, 定义3.1]

3.4

转换器 converter

一种装置，将来自直流分压器的信号转换成适合与传输系统的信号（一次转换器），或将传输系统传送的信号转换为供给测量仪器、仪表和控制保护装置的量（二次转换器）。

[GB/T 26217-2010, 定义3.13]

3.4

额定一次电压 (U_{pr}) rated primary voltage

作为电压互感器性能基准的一次电压值。

[GB/T 2900.94-2015, 定义4.8]

3.5

设备最高持续电压 (U_{dm}) highest continuous DC voltage

设备长期运行可以承受的最高直流电压。

3.6

阶跃响应 step response

当输入为一个阶跃波信号时，系统的输出与时间的关系，见图1。

注1：改写GB/T 16927.2-2013, 定义3.5.3

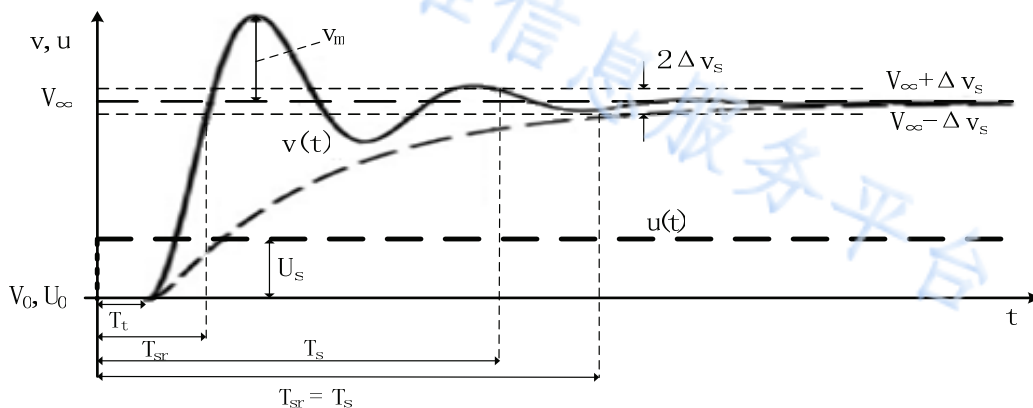


图1 阶跃响应

3.7

阶跃响应时间 (T_{sr}) step response time

当输入产生阶跃变化时, 输出由初始值第一次到达最终稳态值与初始稳态值之差的规定百分数时的时间。

3.8**稳定时间 (T_s) settling time**

输出量与稳态值之间的偏差达到并保持在规定的允许范围 ($\pm 5\%$) 内所需的最短时间。

4 使用条件**4.1 一般要求**

除非另有规定, 直流电压互感器额定性能的使用条件是4.2所列的正常使用条件。

如果实际使用条件与正常使用条件不同, 则直流电压互感器应依据用户要求的任何特殊使用条件设计, 或者须作适当调整 (见4.3)。

有关环境条件分类的详细信息见GB/T 4798.3和GB/T 4798.4。

4.2 正常使用条件**4.2.1 环境温度**

环境温度分为3类, 见表1。

表 1 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1: 在选择温度类别时, 贮存和运输条件亦应考虑。
注2: 如直流电压互感器组装在其它设备中, 直流电压互感器应按有关设备的温度条件作规定。

4.2.2 海拔

海拔不超过1000m。

4.2.3 振动或地颤

由外部原因引起的直流电压互感器振动或地颤可以忽略。

4.2.4 户内型直流电压互感器的其它使用条件

所考虑的其它使用条件如下:

- a) 太阳幅射影响可以忽略;
- b) 环境空气无明显灰尘、烟、腐蚀性气体、蒸气或盐的污染;
- 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 内的水蒸气压强平均值不超过2.2 kPa;
 - 3) 一个月内的相对湿度平均值不超过90%;
 - 4) 一个月内的水蒸气压强平均值不超过1.8 kPa。

在上述条件下, 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: 为了能够承受高湿度和凝露的作用, 防止绝缘击穿或金属件腐蚀, 应采用按此条件设计的直流电压互感器。

注3: 采用特殊设计的壳套, 采取适当的通风和加热或者使用除湿设备, 可以防止凝露。

4.2.5 户外型直流电压互感器的其它使用条件

所考虑的其它使用条件如下:

- a) 24 h 内测得的环境气温平均值不超过35℃;
- b) 太阳辐射水平高达1000 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、蒸气或盐的污染。其污染不超过GB/T 26218.1规定的污秽等级;
- d) 风压不超过0.7 kPa (相当于风速为34 m/s);
- e) 应考虑出现凝露或降水;
- f) 覆冰厚度不超过20 mm 。

4.3 特殊使用条件

4.3.1 环境温度

安装地点的环境温度明显超出4.2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按表2所规定。

表 2 环境温度和湿度分级

级别	环境温度		湿度		使用场所
	范围 ℃	最大变化率 ℃ / h	相对湿度 ^a %	最大绝对湿度 g/m ³	
C0	-5~+45	20	5~95	28	户内
C1	-25~+70	20	5~95	28	遮蔽场所 (户外柜等)
C2	-40~+70	20	5~100	28	户外
CX	特 定				与用户协商
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。					
^a 设备内部既不应凝露, 也不应结冰。					

4.3.2 海拔

海拔超过1000 m 时, 外绝缘额定绝缘水平应按5.2.6进行校正。

4.3.3 振动或地颤

开关操作或短路电动力可引发振动。组装在其它设备内的直流电压互感器, 应考虑该设备产生的振动。

4.3.4 地震

地震烈度分为7、8度, 应符合GB 50260和GB/T 13540要求。

5 技术要求

5.1 额定一次电压 (U_{pr})

直流电压互感器额定一次电压优选值：50kV, 125kV, 200kV, 320kV, 400kV, 500kV, 660kV, 800kV, 1100kV。

5.2 绝缘要求

5.2.1 一次端绝缘水平

直流电压互感器一次端绝缘水平应不低于表3要求。

表3 直流电压互感器一次端绝缘水平

单位：kV

序号	额定一次电压 U_{pr}	设备最高持续电压 U_{dm}	直流耐受电压 (1h)	工频耐受电压 (1min)	额定操作冲击耐受电压 (峰值)	额定雷电冲击耐受电压 (峰值)
1	50	55	75	140	-	250
2	125	140	210	185	-	650
3	200	210	300	280	-	559
4	320	324	480	450	750	950
5	400	408	612	510	850	950
					950	1175
6	500	515	773	641	1175	1425
					1300	1550
					1425	1675
7	660	680	1020	740	1600	1800
8	800	816	1224	880	1620	1950
9	1100	1122	1683	1264	2100	2600

5.2.2 直流分压器二次回路及低压端的绝缘水平

直流分压器的分压抽头（低压器件支路断开）对地应能承受 1min 短时工频耐受电压 3kV(有效值)及 3 次雷电冲击电压 5kV。

低压端子对地应能承受 1min 短时工频耐受电压：3kV(有效值)。

5.2.3 截断雷电冲击电压

一次电压端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%。

5.2.4 局部放电水平

直流耐压和极性反转试验过程中，最后 10min 内局部放电大于 1000pC 的脉冲数应不超过 10 个。

工频耐压试验期间进行局部放电测量，在表4所规定的局部放电测量电压下的局部放电水平应不超过表4规定的限值。

表4 工频局部放电测量电压及允许水平

局部放电测量电压 (方均根值) kV	局部放电允许水平 pC	
	绝缘类型	
	气体	固体

$1.5U_{dm}/\sqrt{2}$	10	50
$1.2U_{dm}/\sqrt{2}$	5	20

5.2.6 外绝缘要求

5.2.6.1 一般要求

直流电压互感器应采用复合绝缘外套，复合绝缘外套应符合 GB/T 21429 的要求。

5.2.6.2 爬电比距

对易受污秽的户外型直流电压互感器，其在不同污秽等级下的最小统一爬电比距见表5。

表 5 户外型直流电压互感器不同污秽等级下的统一爬电比距

污秽等级	等值盐密 mg/cm ²	统一爬电比距 mm/kV				
		垂直套管直径				
		400mm	500mm	600mm	700mm	850mm
a	≤0.05	46	48	50	52	54
b	0.05~0.08	48	50	52	54	56
c	0.08~0.15	50	52	54	56	58
d	>0.15	-	-	-	-	-

5.2.6.3 海拔对外绝缘的影响

安装处海拔超过1000m时，其外绝缘试验电压应按额定耐受电压乘以按GB 311.1规定的海拔校正因数确定。

注：内绝缘的电介质强度不受海拔影响。外绝缘的检查方法由制造方与用户协商确定。

5.2.6.4 自身发热对外绝缘的影响

直流电压互感器自身发热会导致垂直方向温度梯度分布不均，在污秽、潮湿条件下易造成直流分压器外套管电场畸变，引发绝缘故障，制造方与用户应予考虑。

5.2.7 低压器件的绝缘要求

低压器件一般包括多个电气相互绝缘的独立电路，其绝缘应能满足表 6 的要求。

表 6 低电压器件的绝缘要求

被试端口	工频电压耐受能力	冲击电压耐受试验
电源输入	交流电源输入：交流2.0kV，1min 或 直流电源输入：直流2.8kV，1min	5kV，1.2 μs /50 μs
输出和输入 接到开关站区与控制柜区之间的电气链接	交流电源输入：交流1.5kV，1min 或 直流电源输入：直流2.1kV，1min	5kV，1.2 μs /50 μs

5.3 温升要求

5.3.1 一般要求

直流电压互感器在施加一次电压为设备最高持续电压时,各部分的温升应不超过表7所列的相应值。如果规定的环境温度超过4.2.1所列值,表7的允许温升值应减去环境温度所超出部分的数值。

表7 互感器的温升限值

互感器各部分		温升限值 K	
固体或气体绝缘互感器	Y	45	
	A	60	
	E	75	
	B	85	
	F	110	
	H	135	
用螺栓或类似件紧固的连接接触处	裸铜、裸铜合金或裸铝合金	在空气中	50
		在SF ₆ 中	75
	被覆银或镍	在空气中	75
		在SF ₆ 中	75
	被覆锡	在空气中	65
		在SF ₆ 中	65

5.3.2 海拔对温升的影响

如果直流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7的温升限值应按工作地点的海拔超过1000m后的每100m减去0.5% (见图2)。

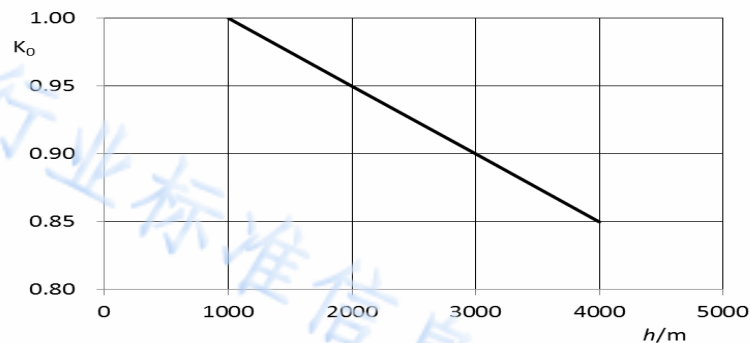


图2 温升的海拔校正因数

$$K_0 = \frac{\Delta T_1}{\Delta T_{10}}$$

温升的海拔校正因数

式中:

——海拔处的温升;

——表7所规定的温升限值 (海拔处);

5.4 无线电干扰电压 (RIV) 要求

交流工频电压下进行该项试验时，在试验电压 $1.1U_{dm}/\sqrt{2}$ 下，无线电干扰电压不应大于 $2500\mu V$ ，晴天夜晚应无可见电晕。

如果试验采用直流电压，具体试验方法与要求由用户与制造方确定。

5.5 电磁兼容抗扰度要求

5.5.1 发射要求

除了无线电干扰电压试验（RIV试验）所包含的发射要求之外，GB4824所考虑的发射限值也适用于直流电压互感器，试验限值的规定值为组1、A级。

5.5.2 抗扰度要求

直流电压互感器的电磁兼容性能应满足表8的要求。

表8 电磁兼容抗扰度要求

序号	试验	参考标准	严酷等级	评价准则
1	谐波和谐间波试验 ^a	GB/T 17626.13	2	A
2	电压慢变化抗扰度试验 ^a	GB/T 17626.11	+10%~-20%	A
3	电压慢变化抗扰度试验 ^b	GB/T 17626.29	+20%~-20%	A
4	电压暂降和短时中断试验 ^a	GB/T 17626.11	30%暂降 $\times 0.1s^c$ 中断 $\times 0.02s^c$	A
5	电压暂降和短时中断试验 ^b	GB/T 17626.29	50%暂降 $\times 0.1s^c$ 中断 $\times 0.05s^c$	A
6	浪涌（冲击）抗扰度试验	GB/T 17626.5	4	A
7	电快速瞬变脉冲群抗扰度试验	GB/T 17626.4	4	A
8	振铃波抗扰度试验	GB/T 17626.12	3	A
9	静电放电抗扰度试验	GB/T 17626.2	4	A
10	工频磁场抗扰度试验	GB/T 17626.8	5	A
11	脉冲磁场抗扰度试验	GB/T 17626.9	5	A
12	阻尼振荡磁场抗扰度试验	GB/T 17626.10	5	A
13	射频电磁场辐射抗扰度试验	GB/T 17626.3	3	A

注：A表示满足准确度规范限值以内的正常性能。
a 仅适用于带交流电源端口的互感器。
b 仅适用于带直流电源端口的互感器。

5.6 准确级误差限值

直流电压互感器的标准准确级为：0.2、0.5。直流电压互感器的准确级误差限值见表9。

表9 准确级误差限值

准确级	在下列测量范围下的电压误差（%）	
	$10\%U_{pr} \sim 100\%U_{pr}$	$100\%U_{pr} \sim 150\%U_{pr}$
0.2	0.2	0.5
0.5	0.5	1.0

5.7 频率特性要求

50Hz~2000Hz 频率下，直流电压互感器的幅值误差应不超过1%。

直流电压互感器截止频率应不小于 7kHz。

5.8 阶跃响应要求

- a) 最大过冲应小于 15%；
- b) 响应时间 T_{sr} 应小于 250 μ s；
- c) 建立时间应小于 10 T_{sr} 。

5.9 机械强度要求

表10列出了直流电压互感器应能承受的静载荷，包括风力和结冰引起的载荷。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 10 静态承受试验载荷

设备最高持续电压 U_{dm} kV	静态承受试验载荷 F_R N
<100	500
100~299	1000
300~500	1250
>500	1500

注 1: 在日常运行条件下, 作用载荷的总和应不超过规定的承受试验载荷的 50%。
注 2: 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确定。

5.10 防护等级要求

户外接线盒的防护性能应至少满足 IP67 的要求, 二次转换器和合并单元(若有)的防护性能应至少满足 IP30 的要求。

5.11 直流分压器的补充要求

对直流分压器的补充要求如下:

- a) 绝缘试验前后高压臂电阻阻值变化应小于 0.1%, 低压臂电阻阻值变化应小于 0.05%;
- b) 高压臂电容和低压臂电容在绝缘试验前后不应有明显变化;
- c) 高压臂阻容时间常数与低压臂等效阻容时间常数应相等;
- d) 对于多输出的分压器, 任一路故障不应影响其他支路的输出。

5.12 光纤传输的总衰减

光纤传输的总衰减应小于 2dB。

5.13 模拟量输出要求

5.13.1 模拟量输出的额定值

模拟量输出的额定值由用户与制造方协商确定。

5.13.2 模拟量输出的设计要求

模拟量电压输出的设计应符合 GB/T 20840.8-2007 中的 6.3 的要求。

5.14 数字量输出要求

5.14.1 采样率的额定值

采样率的额定值为10kHz, 50kHz, 96kHz。额定采样率的其它值可根据工程需求由用户与制造方协商确定。

5.14.2 额定延迟时间

额定延迟时间的标准值: $5\mu\text{s}$, $25\mu\text{s}$, $100\mu\text{s}$, $200\mu\text{s}$ 。

5.14.3 数字量输出协议

数字量输出应符合GB/T 20840.8的要求或时分复用模式(TDM)标准格式的要求, 协议具体要求可根据工程需求由用户与制造方协商确定。

6 结构与选型要求

6.1 一般要求

- a) 直流电压互感器可为干式或充SF₆气体, 结构应便于现场安装、运行和维护;
- b) 直流分压器的结构设计应充分考虑其运行发热量大的实际情况, 应具备完善的散热设计, 其内部和垂直方向应具备有效地温度场均衡措施。
- c) 直流分压器的型式应保证其绝缘子内、外表面泄漏电流不会影响到测量结果, 绝缘子应不存在中间法兰;
- d) 特高压等级的直流分压器主均压环, 推荐采用多环结构设计。
- e) 直流分压器与控制柜之间信号传输采用屏蔽同轴电缆时, 任一路输出通道故障都不应导致其他输出通道信号异常。
- f) 直流电压互感器的传输系统采用光缆时, 备用光纤的数量应不少于实际使用光纤数量, 且不少于3根。
- g) 测量回路应具备完善的自检功能, 当测量回路或电源异常时, 应能够给控制或保护装置提供防止误出口的信号。
- h) 直流分压器提供的各路信号输出应独立冗余供电, 每路电源具有监视功能, 任一电源模块故障, 不会导致设备工作异常。
- g) 外绝缘宜选用大小伞裙相间, 伞距和爬电距离应满足安装地点环境条件防雨(冰)闪和污闪的要求;
- i) 金属件外表面应具有良好的防腐蚀层, 产品铭牌及端子应符合图样要求;
- j) 直流电压互感器应有直径不小于8mm的接地螺栓或其他供接地的零件, 接地处应有平坦的金属表面, 并在其旁标有明显的接地符号;
- k) 直流分压器二次出线端螺杆直径不小于6mm, 应用铜或铜合金制成, 二次出线端子防潮性能良好, 并有防转动措施;
- l) 所有端子及紧固件应有良好的防锈镀层, 足够的机械强度和保护良好的接触面;
- m) 直流电压互感器输出为数字信号时, 制造方的供货范围可包含有合并单元部分, 合并单元的输出信号应符合5.14.3的要求。

6.2 充气式直流电压互感器的要求

- a) 应具有良好的密封性能, 气体年泄漏率小于0.5%;
- b) 每台设备应配置一套气体运行监测装置(包括气体密度继电器和压力指示器);
- c) 应配有气体取样阀门及接头, 以便补气及校验。SF₆气体充入设备24h后取样, SF₆气体水分含量不得大于 $150\mu\text{L/L}$ (20℃体积分数);
- d) SF₆直流分压器零表压直流耐压试验, 试验电压为最高系统工作电压的1.3倍(1min)。

6.3 二次端子过电压保护

直流分压器二次输出端子与地之间应具有过电压保护装置，保护装置的放电电压不大于0.5kV。过电压保护装置的残压和绝缘恢复时间应与继电保护相配合。

7 试验

7.1 试验分类

试验分型式试验、例行试验、特殊试验、抽样试验和现场交接试验。

7.2 型式试验

7.2.1 型式试验项目

新产品在成批投产前应进行全部型式试验。当更改结构、原材料或工艺方法时，应重新进行部分或全部型式试验。在具有较少差别的互感器上所做的型式试验，或在未改动的分组部件上所做的型式试验，其有效性应经制造方同用户协商确定。型式试验可以从同一型式的直流电压互感器中选取具有代表性产品作为试品，并应在生产的批量中抽取。型式试验至少每5年进行一次。

型式试验项目应包含但不局限于下述项目：

- a) 雷电冲击耐受电压试验
- b) 操作冲击耐受电压试验
- c) 直流干/湿耐受电压试验
- d) 极性反转及局部放电测量
- e) 无线电干扰电压测量
- f) 高压支路电阻测量
- g) 高压支路电容测量和介质损耗测量
- h) 直流电压测量准确度试验
- i) 电磁兼容试验
- j) 温度对测量误差影响试验
- k) 暂态响应试验
- l) 频率特性试验
- m) 低压器件的冲击耐压试验
- n) 防护等级的验证
- o) 人工污秽试验
- p) 密封性能试验

直流电压互感器在经受所规定的型式试验后，还应经受7.3所规定的全部例行试验。

除7.2.2~7.2.3规定的试验外，其余试验按GB/T 26217规定的试验方法执行。

注：GB/T 26217-2010中的额定直流电压 U_{dr} 对应本标准中的设备最高持续电压 U_{dm} 。项目a)~d)的试验电压根据 U_{dm} 所规定的绝缘水平取表4中相应的电压值或计算值。

准确度试验应在绝缘试验前后进行，其他试验项目的前后顺序或可能的组合均未标准化。

7.2.2 直流电压测量准确度试验

分别测试直流电压互感器在 $0.1U_{pr}$ 、 $0.2U_{pr}$ 、 $0.5U_{pr}$ 、 $0.8U_{pr}$ 、 $1.0U_{pr}$ 、 $1.25U_{pr}$ 、 $1.5U_{pr}$ 各电压点下的误差，若各测量点的误差满足表9要求，则直流电压互感器通过本试验。试验可采用比较法或稳压法进行。

准确度例行试验原则上与型式试验相同，但只要在类似互感器型式试验中证实了减少测量点仍符合5.5的要求，则允许在例行试验中减少测试点。

7.2.3 温度对测量误差影响试验

按照GB 20840.8中8.9.3的规定进行温度循环准确度试验。

本试验应对互感器整体进行。温度循环准确度试验宜在下列条件下进行：

——连续施加额定一次电压

——户外和户内的元器件处在其规定的最高和最低环境温度。

温度循环试验按图3进行。温度的最低变化率为5K/h。热时间常数 t 应由制造方提供。

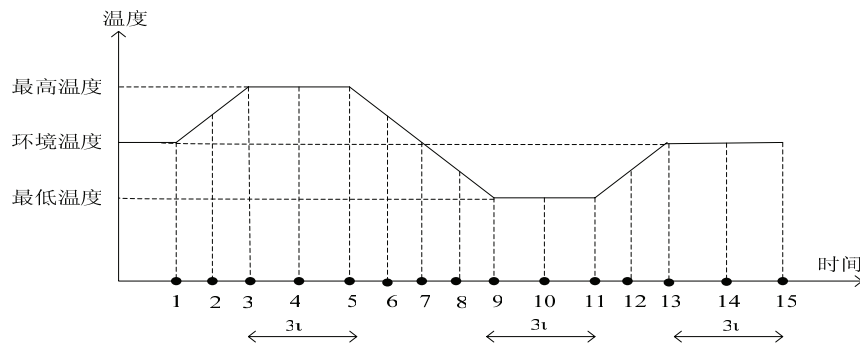


图3 温度循环准确度试验

若各测量点测得的误差在误差限值范围内，则互感器通过本试验。

若因试验条件限制，产品不宜在额定一次电压下进行该项试验，在等效性得到证实的情况下，可对等效的小尺寸产品在折算到相应的试验电压值下进行。

7.3 例行试验

7.3.1 例行试验项目

每台互感器都应承受的试验，例行试验项目应至少包含以下项目：

- a) 端子标志检验
- b) 高压支路的工频干耐压及局部放电测量
- c) 直流耐压试验和局部放电测量
- d) 低压支路工频干耐压试验
- e) 低压支路限幅元件检查
- f) 直流电压测量准确度试验
- g) 高压支路电容及介质损耗因数测量
- h) 高压支路电阻测量和低压支路电阻测量
- i) 低压支路电容测量
- j) 密封性能试验
- k) 低压器件工频耐压试验
- l) 暂态响应试验
- m) 频率响应试验

直流电压测量准确度试验按7.2.2的规定执行，其余试验按GB/T 26217规定的试验方法执行。试验的顺序未标准化，但准确度试验应在绝缘试验后进行。

7.4 特殊试验

7.4.1 特殊试验项目

一种既不同于例行试验，也不同于型式试验的试验。它是由制造方同用户协商确定的。

下列试验按制造方与用户之间的协议进行：

- a) 截断雷电冲击试验
- b) 污秽条件下垂直套管人工淋雨耐受试验
- c) 机械强度试验
- d) 抗震试验

截断雷电冲击试验按GB20840.1规定的试验方法执行，其余试验按GB/T 26217规定的试验方法执行。

7.5 抽样试验

在指定生产批量中抽取的一台或多台完整互感器上进行所选定的型式试验或特殊试验。为了监控系统生产充分满足要求的程度，制造方应依据生产数量（例如，使用同一型式试验报告的每300台同型产品）界定、执行和用文件规定其抽样试验项目。

抽样试验一般可进行电磁兼容试验、温度对测量误差影响试验、额定雷电冲击试验。

7.6 现场交接试验

7.6.1 现场交接试验项目

对新安装及改装的直流互感器进行现场试验及相关功能验收。试验目的是检测直流电压互感器没有因为运输和储存而损坏，并验证组装好的电压互感器的整体性能。

现场交接试验应包括但不限于下述项目：

- a) 外观检查
- b) 直流耐压试验
- c) 直流电压测量准确度试验
- d) 高压支路电阻测量
- e) 高压支路电容测量和介质损耗测量
- d) 光纤衰减测试
- e) 密封性能试验
- f) 绝缘介质试验

直流电压测量准确度试验按例行试验的规定执行，光纤损耗测试按7.5.2的规定执行，其余试验按GB/T 26217的规定执行。

7.6.2 光纤衰减测试

直流电压互感器的传输系统采用光纤时，应进行光纤衰减测试。可用普通的光发生器及光探测装置进行检查。若光纤衰减小于2dB，则互感器通过本试验。若产品不宜进行现场光纤衰减测试，设备供应商应给出保证光纤衰减满足要求的技术说明。

8 铭牌标志

直流电压互感器的铭牌应采用不锈钢板制造，并用中文书写。铭牌应放在易观察的位置上并至少包含如下内容：

- a) 制造单位名及其所在地名或国名（出口产品），以及其他容易识别制造单位的标志、生产序号和日期；
- b) 互感器型号及名称、采用标准的代号、计量许可标志及计量许可批号；
- c) 额定频率；
- d) 设备最高电压；
- e) 设备绝缘水平；
- f) 设备种类：户内或户外、温度类别、如果互感器允许使用在海拔高于1000m的地区，还应标出其允许使用的最高海拔；
- g) 总质量；

h) 机械强度要求的类别。

另外根据需要还应标出以下信息：

i) 绝缘耐热等级（A级绝缘不必标出）；

j) 所有与测量特性相关的指标；

k) 额定充气压力；

l) 最低工作压力。

所有信息应牢固地标在互感器本体，或标在与互感器牢固固定的铭牌上。

9 使用期限

直流电压互感器及其部件应符合相关标准规定的质量、规格和性能。在正确安装、正常操作和保养的条件下，设备的使用寿命应不少于30年。

如果用户要求，制造厂应向用户提供以下文件：

——产品使用的绝缘材料在使用工况下的寿命；

——绝缘结构的可靠性说明；

——密封结构的可靠性说明。

10 包装、运输及贮存

10.1 包装

直流电压互感器的包装应保证产品及其组件、零件的整体运输和贮存期间不致损坏及松动，应采取相应的防水、防潮措施。

10.2 出厂文件

每台直流电压互感器应附有下列出厂文件：

1) 产品合格证

2) 出厂试验记录

3) 安装使用说明书（包括产品外形尺寸图及组件的安装使用说明书等）

4) 拆卸运输零件（如需要）和备件（如果有）一览表

出厂文件应妥善包装，防止受潮。

根据用户要求，制造厂应提供本标准规定的有效的型式试验报告。

10.3 运输

a) 直流电压互感器各个供电连接的接触面（包括接地处的金属平面）在运输期间应有防蚀措施。

b) 气体绝缘的直流电压互感器应在要求的运输压力下运输，在使用前应充入SF₆气体到额定压力。

c) 在运输过程中不应有严重振动、颠簸和冲击现象，200kV及以上电压等级产品应卧倒运输，并装设三维冲撞记录仪。产品运抵现场后应进行检查确认，记录数值超过5g的，应经评估确认产品是否需要返厂检查。

10.4 贮存

a) 应放置于平整、无积水、无腐蚀性气体的场地。

b) 各个供电连接的接触面（包括接地处的金属平面）在储存期间应有防蚀措施。

c) 贮存期间应注意遮盖，以免直接遭受日晒雨淋，底座要高于地面50mm以上，长期贮存应进行包装，贮存处的环境温度应在-30℃~40℃范围内。储存期间应定期检查密封情况。

11 运行及维护要求

直流电压互感器运行维护要求包括：

- a) 铭牌、标志牌完备齐全。
- b) 设备外涂漆层清洁、无锈蚀，漆膜完好；整个设备无异常声响或放电声。
- c) 检查电气连接件，包括高压引线、双接地线连接应接触良好，无异常温升。
- d) 外绝缘表面不得有严重积污；复合外套、法兰不应出现裂纹、破损或放电烧伤痕迹。
- e) 气体绝缘的直流电压互感器气体密度表指示正常，密封良好，无渗漏现象。
- f) 底座、支架牢固，无倾斜变形。
- g) 均压环应安装牢固、水平，未与高压引线接触，无附着物。
- h) 直流电压互感器本体的二次端子盒应密封良好，宜采取加装干燥剂、增加防雨罩、保持呼吸孔通畅、更换密封圈等手段防止端子受潮，绝缘降低。
 - i) 二次接线牢固、无松动、无焦糊味。
 - j) 直流电压互感器低压端电容器在运行前已经调整好，运行中如果更换了二次电缆后，应重新调整低压端电容器值。
 - k) 电缆传输的直流电压互感器其分压板或者放大器运行正常。
 - l) 光缆传输的直流电压互感器其光纤外套外观应整洁、无损伤，光纤应尽量保持在拉直状态，备用光纤数量满足要求。
 - m) 合并单元、电子模块、板卡等二次设备运行温度应无异常。
 - n) 光缆传输的直流电压互感器其合并单元运行正常，光通道光功率、光电流（电压）等参数应在运行正常范围，无异常变化。
 - o) 二次电压无异常，相互冗余系统的测量值定期对比无异常。
 - p) 停运半年及以上的直流电压互感器应按有关规定试验检查合格后方可投运。
 - q) 运行中直流电压互感器底部结构也有高电压，禁止一切维护。

行业标准信息服务平台