



中华人民共和国国家标准

GB/T 26217—2010

高压直流输电系统直流电压测量装置

DC voltage measuring device for HVDC transmission system

2011-01-14 发布

2011-07-01 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	Ⅲ
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 使用条件	3
5 额定值及性能要求	3
6 设计和结构	5
7 安装要求	7
8 试验	8
附录 A (资料性附录) 直流电压测量装置典型结构图	17

前 言

本标准结构编制依据 GB/T 1.1。

本标准由中国电器工业协会提出。

本标准由全国高压直流输电设备标准化技术委员会(SAC/TC 333)归口。

本标准负责起草单位:西安高压电器研究所、南方电网技术研究中心。

本标准参加起草单位:机械工业北京电工技术经济研究所、西安西电高压开关有限责任公司、西安电力电子技术研究所。

本标准主要起草人:周晓琴、李岩、朱静、任稳柱、饶宏。

本标准参加起草人:张艳、郭丽平、崔东、杜凯、赵华锋、田恩文、王国利、杨晓辉、杜海燕、王琦、李宾宾。

高压直流输电系统直流电压测量装置

1 范围

本标准规定了高压直流输电系统直流电压测量装置的术语和定义、使用条件、额定值及性能、设计和结构、安装和试验等方面的基本要求及方法。

本标准适用于安装在 ± 800 kV 及以下电压等级直流输电系统直流极母线、双十二脉波换流阀组中点母线及中性母线的直流电压测量装置。

2 规范性引用文件

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

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

GB/T 2424.25—2000 电工电子产品环境试验 第3部分:试验导则 地震试验方法(IEC 60068-3-3:1991,IDT)

GB/T 2900.1—2008 电工术语 基本术语

GB 4208—2008 外壳防护等级(IP代码)(IEC 60529:2001,IDT)

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

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

GB/T 11022—1999 高压开关设备和控制设备标准的共同技术要求(eqv IEC 60694:1996)

GB/T 16927.1—1997 高电压试验技术 第1部分:一般试验要求(eqv IEC 60060-1:1989)

GB/T 16927.2—1997 高电压试验技术 第2部分:测量系统(eqv IEC 60060-2:1994)

GB/T 20635—2006 特殊环境条件 高原用高压电器的技术要求

GB/T 20840.7—2007 互感器 第7部分:电子式电压互感器(IEC 60044-7:1999,MOD)

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)

GB/T 21429—2008 户外和户内电气设备用空心复合绝缘子 定义、试验方法、接收准则和设计推荐(IEC 61462:1998,MOD)

GB/T 22071.2—2008 互感器试验导则 第2部分:电磁式电压互感器

GB/T 22079—2008 标称电压高于1 000 V使用的户内和户外聚合物绝缘子 一般定义、试验方法和接收准则(IEC 62217:2005,MOD)

GB/T 22707—2008 直流系统用高压绝缘子的人工污秽试验(IEC/TR 61245:1993,MOD)

GB/T 23752—2009 额定电压高于1 000 V的电器设备用承压和非承压空心瓷和玻璃绝缘子(IEC 62155:2003,MOD)

GB 50150—2006 电气装置安装工程电气设备现场试验标准

3 术语和定义

GB/T 20840.7、GB/T 20840.8、GB/T 16927.2及GB/T 2900.1界定的以及下列术语和定义适用于文件。

3.1

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。直流输入电压加到整个装置上,而直流输出电压则取自低压臂。

注1: 高低压臂的元件通常为电阻、电容或两者的组合。

注2: 改写 GB/T 16927.2—1997, 定义 3.2.2。

3.2

直流电压测量装置 DC voltage measuring device

提供与一次回路直流电压相对应的信号的装置,供给测量仪器、仪表和保护或控制设备。

3.3

分压器的分压比 division ratio of divider

分压器的分压比是一个因数,用此因数乘以输出电压值来确定被测输入电压值。

3.4

准确级 accuracy class

对直流电压测量装置给定的等级,在规定使用条件下测量的电压误差应在规定的限值内。

注: 改写 GB/T 20840.7—2007, 定义 2.1.16。

电压误差按式(1)用百分数表示:

$$\epsilon_u = \frac{K_r U_s - U_p}{U_p} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

K_r —— 额定分压比;

U_p —— 实际一次直流电压;

U_s —— 测量条件下,施加 U_p 时的实际二次直流电压。

3.5

暂态响应 transient response

[GB/T 20840.7—2007, 定义 2.2.3]

3.6

阶跃波响应 step response

[GB/T 16927.2—1997, 定义 3.6.4]

3.7

响应时间 response time

从测量开始到响应达到并保持其最终稳定值在规定误差内的一段时间(或:阶跃输入的对输出上升到其终值规定百分率时所需要的时间)。

3.8

频率响应 frequency response

在规定的测量频率范围内,当输入频率变化的正弦波信号时,输出量与输入量之幅值比及相位差随频率的变化。

3.9

幅值 magnitude

交流电的幅值,是指交流电的最大振幅。即 $A \sin(\omega t + \alpha)$ 中的 $|A|$ 。

3.10

相位 phase

[GB/T 2900.1—2008, 定义 2.2.10]

3. 11

截止频率 cut-off frequency

[GB/T 2900.1—2008, 定义 2.2.15]

3. 12

额定直流电压 (U_{dr}) rated DC voltage

设备可以承受的稳态最高直流电压。

3. 13

转换器 converter

一种装置,将来自直流分压器的信号转换成适合于传输系统的信号(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)。

3. 14

传输系统 transmitting system

[GB/T 20840.7—2007, 定义 2.1.43]

3. 15

低压器件 low-voltage components

直流分压器以外的所有器件。

注: 改写 GB/T 20840.7—2007, 定义 2.1.47。

3. 16

合并单元 merging unit

用以对来自转换器的电流和/或电压数据进行时间相关组合的物理单元。合并单元可以是直流电压测量装置的一个组成件,也可以是一个分立单元,例如装在控制室内。

注: 改写 GB/T 20840.8—2007, 定义 3.4.2。

3. 17

数字量输出 digital output

数字量输出是由转换器(或合并单元)上的光学或电气输出接口生成的。

它以电流或电压数据的数字编码时间相关数组,供给测量仪器、仪表和控制保护装置。

注: 改写 GB/T 20840.8—2007, 定义 3.4.1。

3. 18

IP 代码 IP code

[GB/T 20840.8—2007, 定义 3.1.46]

3. 19

防护等级 degree of protection

[GB/T 20840.8—2007, 定义 3.1.47]

4 使用条件

GB/T 20840.7—2007 中的 4.1~4.3 适用,并做如下补充:

对于安装在海拔高于 1 000 m 处的设备,外绝缘额定绝缘水平应按 GB/T 20635—2006 中的 5.1 进行校正。

5 额定值及性能要求

5.1 额定直流电压

额定直流电压值标准系列(kV):

20,60,100,408,515,680,816。

5.2 一次直流电压标称值(1 p. u.)

一次直流电压标称值标准系列(kV):

20,60,100,400,500,660,800。

5.3 模拟量输出额定值

5.3.1 二次直流电压标称值

二次直流电压标称值标准系列(V):

5、6、8、10、12。

5.4 数字量输出额定值

GB/T 20840.8—2007 中的 5.3 适用,并做如下补充:

额定一次直流电压对应的二次输出为 2D41H。

5.5 绝缘水平

5.5.1 直流分压器一次回路(高压臂支路)额定绝缘水平

见表 1。

表 1 分压器一次回路额定绝缘水平

额定直流电压 kV	额定直流耐受电压 kV	额定操作冲击耐受电压 kV	额定雷电冲击耐受电压 kV
20	30	—	170
			325
			550
40	60	—	170
			325
			550
100	150	—	650
408	600	850	950
		950	1 175
515	750	1 175	1 425
		1 300	1 550
		1 425	1 675
680	990	1 600	1 800
816	1 200	1 600	1 950

5.5.2 直流分压器二次回路(低压臂支路)额定绝缘水平

分压器二次回路的 1 min 工频耐受电压:3 kV(方均根值)。

5.5.3 低压器件的绝缘要求

低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。

5.5.3.1 工频电压耐受能力

耐受电压水平:2 kV(方均根值)。

5.5.3.2 冲击电压耐受能力

耐受电压水平:5 kV(峰值)。

5.6 性能要求

- a) 电压测量范围:0.1 p. u. ~1.5 p. u.;
- b) 标准准确级(级):0.1、0.2、0.5、1.0,见表2;

表2 准确级误差限值(精度)

准确级	在下列测量范围时,电压误差(±%)	
	0.1 p. u. ~1.0 p. u	1.0 p. u. ~1.5 p. u.
0.1	0.1	0.3
0.2	0.2	0.5
0.5	0.5	1.0
1.0	1	3、5、10

- c) 输出信号额定电流水平:≥1 mA;
- d) 响应时间:≤250 μs;
- e) 电阻随温度的变化的限值:±0.5%;
- f) 无线电干扰电压水平:≤2 500 μV;
- g) 频率(50 Hz)响应精度:幅值误差 ≤1%、相位误差 ≤500 μs;
- h) 截止频率(-3 dB):≥3 kHz;
- i) 光纤传输的总衰减:≤6 dB。

6 设计和结构

6.1 一般要求

6.1.1 结构要求

直流电压测量装置通常由直流分压器、转换器及传输系统构成,详见附录A。直流电压测量装置输出为数字信号时,制造商的供货可包含有合并单元部分,合并单元应符合GB/T 20840.8中规定要求。

对于直流电压测量装置的部件:

- 直流分压器可为干式、充气体式或充油式;
- 直流分压器的结构应便于现场安装、运行、维护;
- 直流分压器金属件外露表面应具有良好的防腐蚀层;
- 直流分压器应有直径不小于8 mm的接地螺栓及其他供接地用的零件,在其旁标有明显的接地符号;

- 直流分压器二次回路出线端子螺杆直径不小于 6 mm,应用铜或铜合金制成,且防潮性能良好,并有防转动措施;
- 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导电接触面;
- 对于 SF₆ 式直流分压器的要求:
 - SF₆ 气体年泄漏率不大于 0.5%;
 - SF₆ 气体充入设备 24 h 后取样,其水分含量小于 $150 \times 10^{-6} \mu\text{L/L}$,应有取气样阀门以便测量 SF₆ 气体含水量;
 - 每台设备应配备一套气体运行监测装置(包括气体密度继电器、压力指示器和温度指示器)。
- 对于充油式分压器的要求:
 - 每台设备应配备一套油面监测装置;
 - 油中微量水分应符合下述规定:对于 300 kV 以上直流电压测量装置,不大于 10 mg/L;对于 300 kV~150 kV 直流电压测量装置,不大于 15 mg/L;对于 150 kV 以下直流电压测量装置,不大于 20 mg/L;
 - 对电压等级在 100 kV 以上的充油式分压器,油中溶解气体组分含量($\mu\text{L/L}$)不宜超过下列任一值,总烃:10, H₂:50, C₂H₂:0。
- 机械强度:
 - 直流分压器应满足卧式运输要求;
 - 一次回路端子板允许承受的静态耐受试验负载应不小于下列数值,见表 3。

表 3 一次回路端子静态耐受负载

雷电冲击干耐受电压/kV	静态最小耐受荷载/N	静态耐受试验荷载/N*
<250	500	1 000
250~549	500	1 000
550~749	625	1 250
750~1 049	625	1 250
$\geq 1 050$	1 250	2 500

- 二次回路端子过电压保护:
直流分压器二次回路端子与地之间应具有过电压保护装置。

6.1.2 设计要求

直流电压的测量应采用经过验证的阻性分压器,分压器的电阻应具有足够的热稳定性,以保证在规定的环境温度范围内,该装置的测量精度满足要求。

直流电压测量装置直流分压器本体部分装在干式、充油或充气式绝缘子(绝缘筒)内。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,直流测量装置的外部套管应当是一个整体,不允许分节,绝缘子内的放电现象不应影响其信号输出。分压器高、低压臂的电容应使高、低压臂具有相同的暂态响应,应计及现场传输系统连接电缆电容的影响,并在安装现场对分压比进行检查,高、低压臂的电阻型式应相同以便有相同的温度漂移。

6.2 数字量设计要求

数字量输出的设计应符合 GB/T 20840.8—2007 中的 6.2 相关要求。

6.3 外绝缘要求

户外型直流电压测量装置其直流分压器绝缘外套的爬电距离应满足规定的污秽等级要求。

直流分压器复合绝缘外套应符合 GB/T 21429 和 GB/T 22079 的要求。瓷质绝缘外套应符合 GB/T 23752 的要求。

6.4 涂漆和防锈要求

所有设备其金属外表面(除非铁金属和电镀钢外),均应按有关标准进行防腐蚀处理。涂漆应能抗腐蚀,不掉漆。

6.5 电磁兼容(EMC)要求

GB/T 20840.7—2007 中的 6.7 适用。

6.6 无线电干扰电压(RIV)要求

在额定直流电压下直流电压测量装置不能产生外部电晕和内部放电。

6.7 外壳的防护等级要求

直流电压测量装置二次侧设备外壳应满足 GB 4208 规定的防护等级要求。

6.8 铭牌

直流电压测量装置的铭牌应用不锈钢板制造,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) 设备名称;
- b) 国名;
- c) 制造单位名称或简称(不以工厂所在地地名为厂名者,应同时标出地名);
- d) 型号;
- e) 采用标准代号;
- f) 户内或户外,如果直流电压测量装置允许使用在海拔高于 1 000 m 的地区,还应标出其允许使用的海拔高度;
- g) 准确级;
- h) 额定直流电压;
- i) 额定绝缘水平;
- j) 分压器的总重;
- k) 制造日期及出厂序号;
- l) 额定变比;
- m) 额定输出。

7 安装要求

安装要求包括:

- a) 对于 SF₆ 分压器在安装前按规程充好合格的 SF₆ 气体进行验收试验;
- b) 产品运到现场后,应检查防爆片(若适用)是否完好无损;
- c) 测量电缆的要求。

厂家应提供各个电缆的参数,电缆外屏蔽层的截面及电缆屏蔽层的连接应符合工程有关电缆连接的规范。

8 试验

8.1 试验分类

本标准所规定的试验分为型式试验、例行试验、现场试验和特殊试验四类。

a) 型式试验

对每种型式直流电压测量装置所进行的试验,用它验证按同一技术规范设计制造的直流电压测量装置满足所规定的技术性能要求。

b) 例行试验

每台直流电压测量装置都应经受的试验。

c) 现场试验

在安装完好并完成所有的连接后应当进行现场试验,用来检查直流电压测量装置设备没有因运输和储存而损坏。

d) 特殊试验

一种既不同于型式试验,也不同于例行试验的试验。它是由制造商与用户对试验方法、试验过程和接受原则等进行协商而确定的。

8.2 试验的一般条件

8.2.1 试验范围

直流电压测量装置的试验不仅能验证直流分压器的性能,还应能验证整个直流测量装置系统的性能。

8.2.2 试验的标准大气条件和校正因数

标准大气条件以及大气条件的校正因数应按 GB/T 16927.1 进行。

8.2.3 湿试程序

户外直流分压器的外绝缘应在 GB/T 16927.1 规定的标准湿试程序下承受湿耐受试验。

8.2.4 施加电压的间隔

连续两次施加电压的时间间隔应足够长,以免先前的施加电压对下次试验的影响,一般不应少于 1 min。

8.3 型式试验

试验程序中应包含但不局限于下述项目:

——分压器的型式试验:

a) 绝缘试验;

应对装配完整的分压器进行下列绝缘试验:

- 1) 雷电冲击耐受电压试验;
- 2) 操作冲击耐受电压试验;
- 3) 直流干/湿耐受电压试验;

- 4) 极性反转及局部放电测量。
- b) 无线电干扰电压测量；
- c) 人工污秽试验；
- d) 密封试验；
- e) 电容和介质损耗因数的测量；
- f) 高压电阻的测量。

——电压测量装置的整体型式试验：

- a) 直流电压分压比试验；
- b) 暂态响应试验；
- c) 频率响应试验；
- d) 低压器件冲击耐压试验；
- e) 电磁兼容性(EMC)试验；
- f) 防护等级的验证。

——数字量输出的补充型式试验。

8.3.1 绝缘试验

8.3.1.1 雷电冲击耐受电压试验

雷电冲击耐受电压试验依据 GB 1207 进行,采用标准波形 1.2/50 μ s。试验电压值按照 5.5.1 确定。

试验电压加到直流分压器的一次回路高压接线端子和地之间。试验时,一次回路的接地端、二次回路的接地端、座架等接地部位都应可靠接地。制造商自行选择,可在接地连接中接入一个适当的电流记录装置。

二次回路端子可以连在一起接地;二次回路不接地的端子可以悬空或接一个高阻抗的装置,以记录试验时出现在二次回路的电压波形。

a) 额定直流电压 $U_{dc} < 300$ kV 的直流电压测量装置

试验应在正、负两种极性下进行。每一极性下连续冲击 15 次,不需作大气条件校正。

如果每一极性下的试验均如下所述,则通过本试验:

- 非自恢复性内绝缘不出现击穿;
- 非自恢复性外绝缘不出现闪络;
- 自恢复性外绝缘出现的闪络不超过 2 次;
- 未发现绝缘损坏的其他依据(例如:记录波形的变异)。

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

b) 额定直流电压 $U_{dc} > 300$ kV 的直流电压测量装置

试验应在正及负两种极性下进行,每一极性下连续施加冲击电压 3 次,试验中不需做大气条件校正。如果每一极性下的试验如下所述,则通过本试验:

- 自恢复性外绝缘不出现闪络;
- 不发生击穿;
- 未发现绝缘损坏的其他证据(例如,所录波形的变异)。

8.3.1.2 操作冲击耐受电压试验

对于额定直流电压大于 200 kV 的直流电压测量装置,进行此项试验。

户外安装的直流电压测量装置应承受湿试验,不要求干试验。

操作波波形采用 GB 1207 中规定的 250/2 500 μ s 标准波形。试验电压值依据 5.5.1 确定。

试验按 GB/T 16927.1 规定进行。试验电压施加在分压器一次回路高压接线端子和地之间。一次回路的接地端、二次回路的接地端、座架等接地部位都应可靠接地。

由制造商自行选择,可在接地连接中接入一个适当的电流记录装置。二次回路可以连在一起接地;二次回路不接地的端子可以悬空或接一个高阻抗的装置,以记录试验时出现在二次回路中的电压波形。

试验应在正极性下进行,连续冲击 15 次,应进行大气条件校正。

如果试验如下所述,则通过本试验:

- 非自恢复性内绝缘不出现击穿;
- 非自恢复性外绝缘不出现闪络;
- 自恢复性外绝缘出现的闪络不超过 2 次;
- 未发现绝缘损坏的其他证据(例如,所录波形的变异)。

8.3.1.3 直流干/湿耐受电压试验

对于户外安装的直流电压测量装置,进行湿试验;对于户内直流电压测量装置,进行干试验。

试验回路应符合 GB/T 16927.1。

在分压器的一次回路高压接线端子和地之间施加负极性的直流试验电压 60 min。试验电压值依据 5.5.1 确定。

如果试验中不发生闪络或击穿,则试验通过。

湿试时,如果在外部自恢复绝缘上发生破坏性放电,应在同一试验状况下重复进行试验,如果没有再次发生破坏性放电,则认为成功地通过了该项试验。

8.3.1.4 极性反转及局部放电测量

对于额定直流电压大于 200 kV 的直流电压测量装置,进行此项试验。试验电压按照 5.5.1 确定。

试验电压水平(U_t)见式(2):

$$U_t = 1.25U_{dr} \quad \dots\dots\dots (2)$$

首先,在分压器的一次回路高压接线端子和地之间加负极性电压为 90 min,将电压反转成正极性电压,保持 90 min,然后再一次将电压反转成负极性并保持 45 min。每次电压反转应尽可能在 1 min 内完成,但不能超过 2 min。

在整个试验过程中都应进行局部放电测量,局部放电试验按照 GB/T 7354 进行。试验通过的判据如下:

在试验的最后 10 min 内,放电量大于 1 000 pC 的放电脉冲数不超过 10 个,则试验通过。

作为参考,应记录第一次极性反转完成后 1 min 内等于或大于 500 pC 的放电脉冲数。

8.3.2 无线电干扰电压测量

应对额定直流电压大于 200 kV 的直流电压测量装置进行无线电干扰电压测量。

试验中用无线电干扰电压(RIV)来度量,试验依据 GB/T 11022—1999 中的 6.3 进行。

首先施加 $1.1 U_{dr}/\sqrt{2}$ (方均根值)的初始电压,至少维持 5 min。随后将电压逐级(电压每级增量约为 $\pm 0.1 U_{dr}/\sqrt{2}$)下降至 $0.3 U_{dr}/\sqrt{2}$;再逐级上升至初始值;最后逐级下降至 $0.3 U_{dr}/\sqrt{2}$ 。在每级电压上,应进行无线电干扰的测量,并应画出最后一个电压下降系列中记录的无线电干扰电压对应外施电压的曲线,该曲线即为直流电压测量装置的无线电干扰特性曲线。

RIV 水平不大于规定值(通常为 2 500 μ V,也可由用户确定)则试验通过。

如果试验采用直流电压,具体的试验方法由用户和制造商协商确定。

8.3.3 人工污秽试验

对于额定直流电压大于 200 kV 的户外瓷绝缘外套的直流电压测量装置分压器进行此项试验。试验方法依据 GB/T 22707。

对于复合外套直流电压测量装置的分压器,由制造商与用户协议确定该试验。

8.3.4 密封试验

对于充气或充油的直流电压测量装置,依据 GB/T 22071.2 进行密封试验。

8.3.5 电容和介质损耗因数的测量

试验应在 10℃~40℃ 的环境温度下用电桥法或其他等效方法进行。

在 50 Hz 频率下,进行分压器高压支路电容的下述三级试验电压的电容量测量,见式(3)、式(4)、式(5)。测量电容要给出电容值和介质损耗因数,以保证高压电阻的负荷效应不导致测量电容的误差。

$$\text{第 1 级电压} = 50\% \times U_{dr} / \sqrt{2} \quad (\text{方均根值、kV}) \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$\text{第 2 级电压} = U_{dr} / \sqrt{2} \quad (\text{方均根值、kV}) \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$\text{第 3 级电压} = 150\% \times U_{dr} / \sqrt{2} \quad (\text{方均根值、kV}) \quad \dots\dots\dots (5)$$

绝缘试验前、后测量结果不应有明显变化。

8.3.6 高压支路电阻测量

在绝缘试验前后分别测量分压器高压支路电阻阻值,验证电气试验前后电阻值的变化应不超过 1%。

8.3.7 直流电压分压比试验

在直流电压测量装置量程内,在电压测量装置高压端施加从零到量程所允许的最大电压,进行高压端和低压端之间的直流电压分压比的测量。测量应在两种极性下进行,对于每一种极性的电压,应在 5 个以上大约等距的电压水平上进行测量。测量应在 -25℃~75℃ 温度变化范围进行。

在进行所有电压分压比测量时,被测的电压测量装置应带有电气负荷,包括连接在其低压端的过电压保护元件。试验中的电气负荷应与受测电压测量装置在现场所带的负荷等值。

测量的直流电压分压比应满足准确级要求。

8.3.8 暂态响应试验

系统的暂态响应通过阶跃电压响应进行测定。

在直流电压测量装置的高压端施加测量范围 10% 以上的一个阶跃电压,在输出端测量暂态响应特性。

测得的暂态响应特性应满足 5.6 中 d) 项要求。

8.3.9 频率响应试验

该试验是为了检查直流电压测量装置不同频率下的交流特性。

在测量装置输入端分别施加频率为 50 Hz, 100 Hz, 200 Hz, 300 Hz, 400 Hz, 500 Hz, 600 Hz, 700 Hz, 800 Hz, 900 Hz, 1 000 Hz, 1 200 Hz, 2 000 Hz 和 3 000 Hz 的正弦波试验电压,进行频率响应特性测量,测量包括交流电压幅值(交流变比)和相位。

输入电压可采用正弦波信号,或采用由制造商提出经用户同意的信号波形。试验输入电压值大于

1 kV(方均根值)。

测得的频率响应特性应符合 5.6 中 g)项和 h)项要求。

8.3.10 低压器件的冲击耐压试验

试验依据 GB/T 20840.7—2007 中的 8.8 进行。

8.3.11 电磁兼容性(EMC)试验

应进行电磁兼容性能试验验证,试验依据 GB/T 20840.7—2007 中的 8.7 进行。

8.3.12 数字量输出的补充型式试验

对于数字量输出直流电压测量装置,还应依据 GB/T 20840.8—2007 中的 8.14 进行相关的型式试验。

8.3.13 防护等级的验证

依据 GB 4208 对户外的二次设备外壳进行防护等级的验证。

8.4 例行试验

例行试验应包括但不限于下述项目:

——分压器的例行试验:

- a) 高压支路电容及介质损耗因数测量;
- b) 高压支路电阻测量;
- c) 高压支路的工频耐受电压及局部放电测量;
- d) 直流干耐受电压及局部放电测量;
- e) 低压支路工频耐压试验;
- f) 直流电压分压比试验;
- g) 低压支路限幅元件检查;
- h) 密封试验。

——电压测量装置的整体例行试验:

- a) 低压支路电阻测量;
- b) 低压支路电容测量;
- c) 低压器件的工频耐压试验;
- d) 频率响应试验;
- e) 暂态响应试验;
- f) 端子标志检查。

——数字量输出的补充例行试验。

8.4.1 分压器的例行试验

8.4.1.1 高压支路电容及介质损耗因数测量

在绝缘试验前后进行分压器高压支路电容及介质损耗因数测量,试验依据 8.3.5 进行。

8.4.1.2 高压支路电阻测量

应在绝缘试验前后进行低电压下分压器高压支路的电阻测量。测量包括正极性和负极性两个方

向,测量结果取正负极性测量值的平均值。

上述电阻测量值的最大偏差如果在规定的电阻精度允许范围内,则试验通过。

8.4.1.3 高压支路工频耐受试验及局部放电测量

分压器高压端子要耐受 1 min 规定的交流工频耐受电压试验。试验依据 GB/T 4703—2007 中的 10.2 进行,试验电压 $=1.1 U_{dr}/\sqrt{2}$ 。局部放电水平不超过 10 pC。

8.4.1.4 直流干耐受电压试验及局部放电测量

应施加负极性直流电压 60 min,试验电压值与 5.5.1 相同。

对于额定直流电压大于 200 kV 的直流电压测量装置,在上述 60 min 的直流干耐受电压试验期间的最后 10 min 内,应进行局部放电测量。

应使用示波器测量单个局部放电脉冲的电荷量。所用设备和试验电路应遵照 GB/T 7354 的规定。在试验的最后 10 min 内,放电量大于 1 000 pC 的放电脉冲数不超过 10 个,则试验通过。

8.4.1.5 低压支路工频耐压试验

对分压器低压臂施加大于 3 kV(方均根值)的交流工频试验电压,1 min。试验前应使其与低压器件支路断开。

试验期间不发生闪络和击穿则试验通过。

8.4.1.6 直流电压分压比试验

分别在 0.1 p. u. 和 1 p. u. 的额定直流电压值下测量直流电压分压比,验证满足工程规定的准确级要求。

8.4.1.7 低压支路限幅元件检查

对分压器低压支路的过电压限制元件进行检查,检测其限幅电压。

限幅电压值符合设备具体设计要求(一般不大于 0.5 kV),则试验通过。

8.4.1.8 密封试验

此项试验依据 8.3.4 进行。

8.4.2 直流电压测量装置的整体例行试验

试验用的连接电缆与现场测量用连接电缆应一致。

8.4.2.1 低压支路电阻测量

对低压支路中的电阻进行测量。

阻值精度满足设备技术条件要求。

当分压器的电阻为金属膜电阻时,应进行直流电压预烧结处理。

8.4.2.2 低压支路电容测量

对低压支路中的电容进行测量,包括传输系统电容等。对每个试验的分压器将记录其总的测量值。总电容值满足设备技术条件要求。

8.4.2.3 低压器件的工频耐压试验

试验依据 GB/T 20840.7—2007 中的 9.3 进行。

8.4.2.4 频率响应试验

输入 50 Hz 正弦波信号,测量幅值(交流变比)和相位。

测量值应满足 5.6 中 g)项要求。

8.4.2.5 暂态响应试验

试验方法同 8.3.8 所述。

8.4.2.6 端子标志检查

对端子的标志正确性应进行检查。

8.4.3 数字量输出的补充例行试验

对于数字量输出直流电压测量装置,还应根据 GB/T 20840.8—2007 中的 9.7,进行相关的例行试验。

8.5 现场试验

现场试验应包括但不限于下述项目:

- a) 外观检查;
- b) 测量光电流;
- c) 直流分压比检查;
- d) 直流耐压试验;
- e) 密封性能检查;
- f) 绝缘介质性能试验。

8.5.1 外观检查

应对下述内容进行外观检查:

- 表面的清洁度检查;
- 设备部件的完整性检查,铭牌检查;
- 检查设备是否存在因运输和安装导致的破坏;
- 绝缘套管绝缘距离检查;
- 设备和基架的接地;
- 焊接连接点检查;
- 油面和油泄漏检查(如果适用);
- 气压检查(如果适用);
- 检查所有的现场安装的电缆连接;
- 检查设备的电气连接,包括电气连接和机械连接。

8.5.2 测量光电流(适用时)

连接好所有的光缆(从直流电压测量装置连到对应的控制保护测量屏柜或合并单元);安装好激光防护盖子,启动测量屏柜。

输入端施加不小于 10%额定直流电压,在测量屏上测量光电流。

试验通过的判据:测得的光电流值不大于设备手册要求的限值。

8.5.3 直流分压比检查

一次侧施加试验电压(不小于10%的额定直流电压),检查二次控制保护系统测量值,包括极性检查和幅值检查。

检查结果应满足设备技术条件要求。

8.5.4 直流耐压试验

在一次侧端子上施加直流电压,试验电压值为型式试验中试验电压值的0.8倍,持续时间5 min。

8.5.5 密封性能检查

对充SF₆气体的直流电压测量装置,定性检漏有无泄漏点,有怀疑时进行定量检漏,年漏气率小于0.5%。

8.5.6 绝缘介质性能试验

套管中的绝缘介质性能试验一般情况下可不进行,但对绝缘性能有怀疑时,应依据GB 50150—2006中的9.0.6检测绝缘介质性能。

8.6 特殊试验

特殊试验仅在制造商与用户有合同协议的情况下进行,试验项目包括:

- 污秽条件下垂直套管人工淋雨闪络试验;
- 机械强度试验;
- 抗震试验。

8.6.1 污秽条件下垂直套管人工淋雨耐受试验

应在户外直流分压器上进行污秽下的人工淋雨试验,其爬电比距应符合满足设备技术条件相应的规定。

该试验可检验污秽状态下垂直套管的耐大雨闪络能力。

污秽下的人工淋雨试验条件(盐密度、灰密度、降雨量、雨水电导率等)由制造商与用户协议确定。

分压器应在实际运行时所处的状态下进行试验。

此试验首先施加直流负极性电压,试验电压值应比被试设备在正常运行方式下的最高直流运行电压高10%,然后开始均匀淋雨。

试验通过的判据:如果在试品上连续3次试验都没有发生闪络(每次试验持续时间为30 min),则受试设备被认为是满足试验要求的。若3次试验中发生了1次闪络,那就应进行第4次试验。如果在第4次试验中没有再发生闪络,则此设备也被认为是满足试验要求的。

8.6.2 机械强度试验

依据GB 1207中相关条款进行。

直流分压器应完全装配好,并以垂直方式牢固地安装在座架上。分压器应充入额定压力的绝缘介质。

对其顶端施加与分压器的轴线垂直的试验负载,并持续60 s。通常负荷应在正常运行时使套管危险部位产生较高应力的那个方向施加。

如果没有出现损坏的迹象(永久形变、断裂或泄漏)可以认为分压器通过本试验。

中性母线分压器不进行此项试验。

8.6.3 抗震试验

抗震性能的验证通过分析计算法、试验法或者两者的组合完成。

试验可以在地震模拟振动台上进行,条件不具备时,也可根据地震波的加速度,近似地折算成作用在产品中心上的静力,对产品进行效核。

试验过程根据具体的设施,通过施加 GB/T 2424.25 中所规定的试验程序之一进行。

试验应在规定的地震烈度下进行,地震试验期间,应记录下列参数并作为试验通过的判据:

- 关键元件的形变(套管、法兰、外壳和支撑件);
- 可能出现显著位移处的部件的偏移;
- 主回路的电气连续性;
- 在设备额定电压下辅助和控制回路的电气连续性。

附 录 A
(资料性附录)
直流电压测量装置典型结构图

现有直流工程用直流电压测量装置典型结构见图 A.1 和图 A.2。

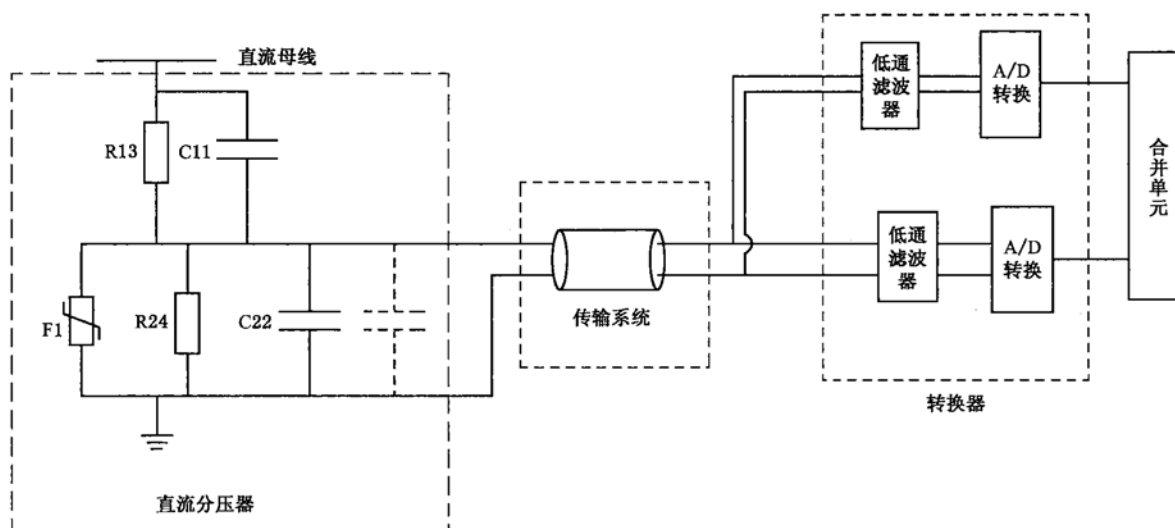


图 A.1 现有直流工程用直流电压测量装置典型结构之一

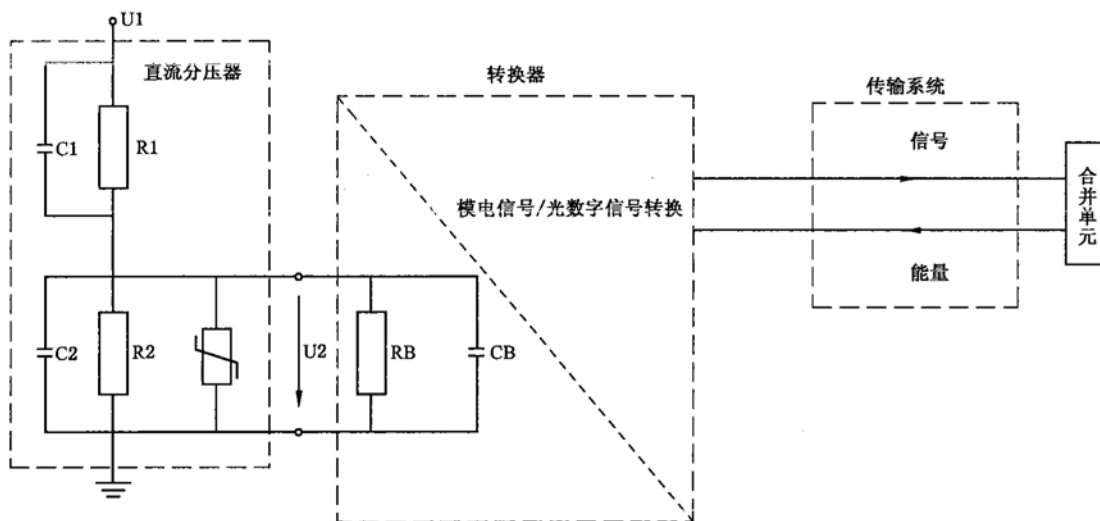


图 A.2 现有直流工程用直流电压测量装置典型结构之二

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
高压直流输电系统直流电压测量装置
GB/T 26217—2010

*

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 1.5 字数 35 千字
2011年6月第一版 2011年6月第一次印刷

*

书号: 155066·1-42359 定价 24.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68533533



GB/T 26217-2010