

ICS 27.100

F 24

备案号: 42635-2014

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL / T 1275 — 2013

1000kV 变压器局部放电现场 测量技术导则

Guide for on-site partial discharge measurement for
1000kV power transformers

2013-11-28发布

2014-04-01实施

国家能源局 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 试验目的	2
5 试验要求	2
6 试验方法	4
7 现场干扰和抑制	6
附录 A (资料性附录) 试验电源及设备推荐参数	8
附录 B (资料性附录) 试验参数	11

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 进行编制。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由特高压交流输电标准化工作委员会归口。

本标准起草单位：国家电网公司、国网湖北省电力公司电力科学研究院、国网山西省电力公司电力科学研究院。

本标准主要起草人：罗维、王绍武、金涛、王晓宁、陈国强、沈煜、阮羚、汪涛、谢齐家、胡惠燃、胡晓岑。

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，100761）。

1000kV 变压器局部放电现场测量技术导则

1 范围

本标准阐述了 1000kV 交流特高压变压器现场局部放电测量试验的目的、要求、方法、现场干扰的抑制措施，提出了采用交流试验电压下的脉冲电流法测量 1000kV 交流特高压变压器局部放电的相关要求。

本标准适用于 1000kV 交流特高压变压器现场局部放电测量。

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 1094.3 电力变压器 第 3 部分：绝缘水平、绝缘试验和外绝缘空气间隙
- GB/T 7354 局部放电测量
- GB/Z 24843 1000kV 单相油浸式自耦电力变压器技术规范
- GB/Z 24846 1000kV 交流电气设备预防性试验规程
- GB/T 50832 1000kV 系统电气装置安装工程电气设备交接试验标准
- DL/T 417 电力设备局部放电现场测量导则

3 术语和定义

GB 1094.3 和 DL/T 417 中界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

主体变压器 main part of the transformer

当 1000kV 单相油浸式自耦电力变压器采用变压器本体部分与调压补偿部分分箱布置时变压器的本体部分。

3.2

调压补偿变压器 voltage regulating and compensating part of the transformer

与主体变压器分箱布置的变压器的调压补偿部分。补偿变压器的作用是在中性点调压过程中减小变压器第三绕组的电压波动。

3.3

中频发电机组 mid-frequency generator

由三相 50Hz 交流电源供电、电动机驱动的同轴中频发电机，对外提供 100Hz、150Hz、200Hz 或 250Hz 频率的三相交流电源。

3.4

变频电源 variable frequency power supply

采用电力半导体器件及电力电子变频电路，将 50Hz 交流电能经过交流-直流-交流变换输出不同频率正弦波电能的装置。

3.5

中间试验变压器 step up transformer

连接中频发电机组或变频电源与被试变压器，并匹配试验电压的变压器。

3.6

补偿电抗器 compensating reactor

在试验中，提供感性无功功率的电抗器。

3.7

隔离变压器 isolating transformer

用以对两个或多个有耦合关系的电路进行电磁屏蔽隔离，以防止被试品击穿时损坏测试仪器或防止电磁干扰对测试系统的影响的变压器，其变比一般为 1。

4 试验目的

在现场考核 1000kV 交流特高压变压器在长途运输和现场安装后的绝缘性能。

5 试验要求

5.1 试验前应具备的条件

- (1) 被试变压器的全部常规试验（包括绝缘油试验）结果合格；
- (2) 被试变压器各侧套管电流互感器的二次端子全部短路并接地；
- (3) 被试变压器热油循环后已静置 120h 以上或按制造厂规定；
- (4) 被试变压器已充分排气，绕组短接对地充分放电；
- (5) 被试变压器高压、中压和低压套管加装均压罩，对周围距离足够；
- (6) 被试变压器外壳、铁心及周围金属物件均可靠接地；
- (7) 被试变压器的套管表面清洁干燥；
- (8) 试验回路的背景噪声水平不大于被试变压器规定允许局部放电量的 50%；
- (9) 试验时的环境温度、湿度不应対试验结果造成影响；
- (10) 供电电源容量应满足试验设备启动及被试品所需最大试验容量且保护整定值应有足够裕度，电源电缆载流面积应满足试验电流要求，避免试验中跳闸。

5.2 试验程序及合格标准

5.2.1 带有局部放电监测的绕组连同套管的外施工频耐压试验

- (1) 变压器中性点及 110kV 绕组应进行外施交流耐压试验，并监测局部放电；
- (2) 试验电压应为出厂试验电压值的 80%，外施耐压试验电压应符合表 1 的规定，耐压时间为 1min；

表 1 绕组连同套管的外施工频耐压试验电压

kV

施压位置	出厂试验电压值	交接试验电压值	预防性试验电压值
中性点	140	112	112
110kV 绕组	275	220	220

- (3) 试验电压的波形应尽可能接近正弦，试验电压值应为测量电压的峰值除以 $\sqrt{2}$ ；

- (4) 试验过程中被试变压器应无异常现象。

5.2.2 带有局部放电测量的绕组连同套管的长时感应电压试验

(1) 应对主体变压器、调压补偿变压器分别进行绕组连同套管的长时感应电压试验并测量局部放电，试验前有时要考虑变压器铁心剩磁的影响；

(2) 试验方法和判断方法应按现行国家标准 GB 1094.3《电力变压器 第 3 部分：绝缘水平、绝缘试验和外绝缘空气间隙》的有关规定执行；

(3) 进行绕组连同套管的长时感应电压试验带局部放电测量时，施加试验电压的时间顺序如图 1 所示：

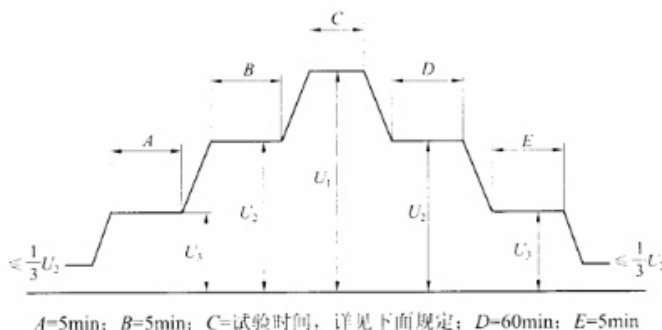


图1 1000kV 特高压变压器现场试验程序图

- 在不大于 $U_2/3$ 的电压下接通电源;
- 上升到 $1.1U_m$ (设备运行最高电压) / $\sqrt{3}$ (U_3), 保持 5min;
- 上升到 U_2 , 保持 5min;
- 上升到 U_1 , 当试验电源频率等于或小于两倍额定频率时, 试验持续时间应为 60s; 当试验频率超过两倍额定频率时, 试验持续时间应为 $120 \times \text{额定频率} / \text{试验频率}(\text{s})$, 但不少于 15s;
- 不间断地降低到 U_2 , 并至少保持 60min, 进行局部放电测量;
- 降低到 $1.1U_m / \sqrt{3}$ (U_3), 保持 5min;
- 当电压降低到 $U_2/3$ 以下时, 方可断开电源;

(4) 进行主体变压器局部放电试验时, $U_m=1100\text{kV}$, 对地电压值应为: $U_1=1.5U_m / \sqrt{3}$, $U_2=1.3U_m / \sqrt{3}$;

(5) 在交接试验中, 进行调压补偿变压器局部放电试验时, $U_m=126\text{kV}$, 对地电压值应为: $U_1=1.7U_m / \sqrt{3}$, $U_2=1.5U_m / \sqrt{3}$; 在预防性试验中, 进行调压补偿变压器局部放电试验时, $U_m=126\text{kV}$, 对地电压值应为: $U_1=1.5U_m / \sqrt{3}$, $U_2=1.3U_m / \sqrt{3}$;

(6) 局部放电的观察和评估应满足下列要求, 同时应符合 GB/T 7354《局部放电测量》的相关规定:

- 应在所有绕组的端子上进行测量。对自耦连接的一对绕组的较高电压和较低电压的端子应同时测量。
- 接到每个端子的测量通道, 都应在该端子与地之间施加重复的脉冲波来校准。在被试变压器任何一个指定端子上测得的视在电荷量, 应是指最大的稳态重复脉冲并经合适的校准而得出的。偶然出现的高幅值脉冲可以不计入。在每隔任意时间的任何时间段中出现的连续放电电荷量, 只要此局部放电不出现稳定的增长趋势, 且不大于技术条件规定值, 是可以接受的, 当局部放电测量过程中出现异常放电脉冲时, 增加局部放电超声波监测, 并进行综合判断。
- 在施加试验电压的前后, 应测量所有测量通道的背景噪声水平。
- 在电压上升到 U_2 及由 U_2 下降的过程中, 应记录可能出现的局部放电起始电压和熄灭电压, 并应在 $1.1U_m / \sqrt{3}$ 下测量局部放电视在电荷量。
- 在电压 U_2 的第一个阶段中应读取并记录一个读数, 对该阶段不规定其视在电荷量值。
- 在电压 U_1 期间内应读取并记录一个读数。对该阶段不规定其视在电荷量值。
- 在电压 U_2 的第二个阶段的整个期间, 应连续地观察局部放电水平, 并每隔 5min 记录一次。

(7) 如果满足下列要求, 则试验合格:

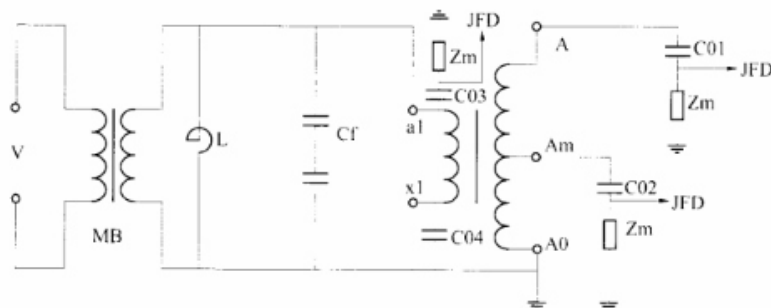
- 试验电压不发生突然下降;
- 在交接试验中, 在电压 U_2 的长时试验期间, 主体变压器 1000kV 端子、500kV 端子和 110kV 端子的局部放电量的连续水平分别应不大于 100pC、200pC 和 300pC; 调压补偿变压器

- 110kV 端子局部放电量的连续水平应不大于 300pC；
- 在预防性试验中，在电压 U_2 的长时试验期间，主体变压器 1000kV 端子、500kV 端子和 110kV 端子的局部放电量的连续水平分别应不大于 300pC、300pC 和 500pC；调压补偿变压器 110kV 端子局部放电量的连续水平应不大于 500pC；
 - 在电压 U_2 下，局部电量不呈现持续增加的趋势，偶然出现较高幅值的脉冲以及明显的外部电晕放电脉冲可以不计入；
 - 在 $1.1U_m / \sqrt{3}$ 下，视在电荷量的连续水平应不大于 100pC；
 - 试验后，被试变压器的绝缘油色谱分析结果合格，且试验前后的油色谱分析结果无明显变化。

6 试验方法

6.1 试验回路

主体变压器进行现场局部放电测量试验时，有单边加压和对称加压两种方式，分别如图 2、图 3 所示。现场选用的加压方式应尽可能与出厂试验时保持一致。



V—试验电源；MB—中间试验变压器；L—补偿电抗器；Cf—分压器；
C01、C02、C03、C04—主体变压器高、中、低压套管电容；Zm—检测阻抗；
JFD—局部放电测量仪器；a1、x1—被试变压器低压绕组的两个端子；
A、Am、A0—被试变压器高压绕组、中压绕组、中性点端子

图 2 1000kV 特高压变压器主体变压器局部放电测量试验接线图（单边加压方式）

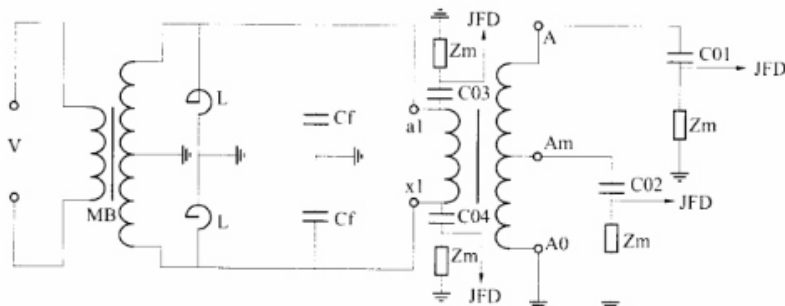


图 3 1000kV 特高压变压器主体变压器局部放电测量试验接线图（对称加压方式）

6.2 试验电源及设备

6.2.1 试验电源

(1) 变压器现场局部放电试验用的电源通常有变频电源和中频发电机组两种方式。试验电源自身局部放电水平应控制在试验标准允许的范围内，输出电压波形畸变率应小于 5%。

(2) 使用中频发电机组作为试验电源时，应注意使补偿电抗器过补偿，即用补偿电抗器的电感电流

补偿被试变压器的容性电流时,要求补偿电抗器的电感电流应大于被试变压器的容性电流,以使中频发电机组滞后运行,防止自激而造成电压失控。中频发电机组应具备起动控制、励磁控制、输出控制等功能。

(3) 使用变频电源作为试验电源时,应调整输出频率使试验回路处于谐振点附近,变频电源的额定功率宜按试验所需功率的2倍以上选用。变频电源可采用单台或多台并联,多台并联时须保证多台输出电压和频率之间的同步。

(4) 试验电源的控制应具备远方和就地两种控制方式,远方和就地均应设有紧急停止按钮,具备紧急停止功能。试验电源应具备电源电流、电压、功率角等参数的监视功能。为防止试验系统故障损坏被试变压器,试验电源还必须具备完善的过电流、过电压保护及报警功能。远方和就地均应具备紧急停止功能。

(5) 试验电源的选择首先要满足试验容量对有功功率的要求,且留有一定裕度。在满足试验容量要求的前提下,尽量选择尺寸小、重量轻、移动方便、波形畸变率小、局部放电水平低的试验电源设备。

(6) 试验电源、设备推荐参数和现场试验参数详见附录A、附录B。

6.2.2 中间试验变压器

(1) 为了满足局部放电测量的要求,中间试验变压器应为无局部放电变压器。

(2) 中间试验变压器可采用单台或串级式;采用串级式结构时,阻抗电压可适当加大,但不应超过15%;波形畸变率应不大于3%;应带有测量绕组,在额定容量下,允许连续运行120min,绕组温升不超过65K。

(3) 与中频发电机组配套的中间试验变压器,其额定工作频率应与中频发电机组的频率相同。与变频电源配套的中间试验变压器,应保证在变频电源的频率范围内提供试验所需的全部有功功率。

6.2.3 补偿电抗器

(1) 采用与试品并联补偿电抗器的方法可以补偿试品的容性无功电流,从而大大减小电源容量。

(2) 补偿电抗器可采用单台或多台串、并联方式;补偿电抗器波形畸变率应不大于3%;补偿电抗器组总的有功损耗不应超过10kW;绝缘水平为1.2倍额定电压下1min;额定输出电流下连续工作不小于120min,绕组温升限值不超过65K;额定电压下自身局部放电量控制在50pC以下。

(3) 与中频发电机组配套的补偿电抗器,其额定工作频率应与中频发电机组的频率相同。

(4) 与变频电源配套的补偿电抗器,应保证在变频电源的频率范围内都能够提供全部额定补偿容量。

6.3 局部放电测量系统

6.3.1 测量仪器

建议采用多通道局部放电测量仪以便同步进行多端测量,现场测量时的频带范围推荐为80kHz~200kHz,必要时采用窄频带。

6.3.2 视在放电量的校准

将已知电荷量注入试品两端,以直接求得指示系统和以视在放电量表征的试品内部放电量之间的定量关系,即求得换算系数。校准方法应按现行国家标准GB 1094.3《电力变压器 第3部分:绝缘水平、绝缘试验和外绝缘空气间隙》的有关规定执行,并应注意如下事项:

- 校准方波发生器的输出电压和串联电容要用一定精度的仪器定期测定,每次使用前应检查校准方波发生器电量是否充足。
- 从校准方波发生器串联电容到被试变压器套管端子的引线应尽可能短,以避免杂散电容的影响。
- 合理选择测量阻抗。应考虑调谐电容量大、试验电压高等因素,在选择电容匹配的同时,还应充分考虑阻抗的通流能力,防止阻抗饱和,影响测量的准确性。1000kV交流特高压变压器高、中压端子的测量阻抗通流能力宜大于2A。
- 当更换试品或改变试验回路任一参数时,必须重新校准。

- e) 为便于判断局部放电部位,应采用“多端子测量”校准方式。

7 现场干扰和抑制

7.1 现场干扰的来源

- a) 电源干扰。试验检测仪器及试验所用的电源与城市低压配电网相连,配电网内的各种干扰信号易对现场局部放电测量造成干扰。
- b) 各类电磁干扰。邻近高压带电设备或高压输电线路,无线电发射器及其他诸如可控硅、电刷等试验回路以外的高频信号,均会以电磁感应的形式经杂散电容或杂散电感耦合到试验回路,其波形往往与试品内部放电不易区分,对现场测量影响较大。该类型干扰的特点是波形幅值的大小一般与试验电压的高低无关。
- c) 试验回路接触不良或试验设备的自身放电。试验回路中由于各连接处接触不良会产生接触放电干扰。电晕放电产生于试验回路处于电场集中处的导电部分,如试品的法兰、金属盖帽、试验设备端部及高压引线等尖端部分。
- d) 接地系统的干扰。试验回路接地方式不当,如两点或多点接地的接地网系统中,各种高频信号会经接地线耦合到试验回路形成干扰。这种干扰幅值一般与试验电压无关。
- e) 金属物体悬浮电位的放电。邻近试验回路的不接地金属物体产生的感应悬浮电位放电,也是常见的一种干扰。其特点是幅值一定,随电压升高放电频次增加。

7.2 现场干扰抑制措施

7.2.1 电源干扰的抑制

电源干扰主要来自电源网络、中频发电机组或变频电源,可选择下列措施进行抑制:

- a) 采用单台站用变压器为试验系统单独供电,供电电源电缆应尽量避免交叉缠绕并独立排列;
- b) 在 380V 工频电源入口设置低通滤波器,可抑制来自供电网络的干扰;
- c) 在中频发电机组或变频电源出口设置 π 型低通滤波器或使用隔离变压器,抑制来自中频发电机组或变频电源的干扰;
- d) 在被试变压器施加电压的入口设置高压阻波器,其阻塞频率与局部放电测量系统的频带范围相匹配,可抑制试验电源系统的传递干扰;
- e) 选用具有内部屏蔽式结构的中间试验变压器,阻隔干扰信号的耦合;
- f) 在测量仪器 220V 电源入口设置屏蔽型隔离变压器、采用专用独立电源等措施,可抑制测量仪器电源回路干扰。

7.2.2 接地系统干扰的抑制

- a) 整个试验回路原则上应一点接地。采用带有绝缘护套的接地线、放射性连接、缩短接地线长度等措施,可抑制来自接地回路的干扰。
- b) 在变电站内选择其他独立接地点作为测量回路的接地,可抑制测量回路的干扰。

7.2.3 空间电磁干扰的抑制

- a) 尽量减小试验回路的尺寸,并合理选择局部放电测量仪器的频带。
- b) 尽量缩短局部放电检测阻抗信号传输线的长度,检测阻抗应就近接地,减小空间干扰对检测阻抗的影响。
- c) 被试变压器上方金属构架上的母线与主体变压器 1000kV 高压套管的距离应不小于 10m,在现场试验过程中,若影响局部放电测量,可采取断开引线的方法使其悬空并采用相应的屏蔽措施。
- d) 被试变压器周边金属物件均应可靠接地。
- e) 对于相位固定、幅值较高的干扰,可利用具有选通元件的测量仪器剔除此类干扰。

7.2.4 电晕放电的抑制

- a) 在主体变压器高、中、低压套管及中间试验变压器、补偿电抗器、分压器等试验设备的高电位

处加装合适尺寸的均压罩，并可靠连接，防止电晕和悬浮放电对局部放电测量的影响。

- b) 采用直径不低于 80mm 的金属屏蔽管内穿绝缘载流线作为高压试验引线。
- c) 绝缘载流线应具有足够的载流面积，与金属屏蔽管应只有一点连接，金属屏蔽管和被试变压器低压侧均压罩之间应绝缘，避免绝缘不良引起的火花放电。
- d) 试验前，对被试变压器上和周围的地电位、高场强部位用金属软管或均压罩进行屏蔽并可靠接地，消除地电位放电的影响。
- e) 整个试验回路中试验设备之间的连接应牢固可靠，避免悬浮放电。

7.2.5 其他干扰抑制措施

- a) 在试验前监测每日不同时段的干扰情况，掌握干扰规律，找到干扰较小的时间窗口。尽量安排在干扰较小的时段进行试验。必要时，试验过程中，暂停试验场地周围的电焊及油处理作业。
- b) 综合考虑气候环境的影响，环境湿度对空间电荷影响较大，相对湿度在 50%~70%时开展试验较为理想。
- c) 控制试验设备自身局部放电水平，避免因试验设备自身放电而影响局部放电测量结果。
- d) 加强试验过程中的监测。在试验过程中，用紫外成像仪对试验回路和被试变压器进行监测，发现电晕放电后采取相应的屏蔽措施；使用超声定位仪对被试变压器进行辅助监测，以判断放电来源。

附 录 A
(资料性附录)
试验电源及设备推荐参数

A.1 被试变压器主要铭牌参数

型 号: ODFPS-1000000/1000;
额定容量: 1000/1000/334MVA;
额定电压: $1050/\sqrt{3}/525/\sqrt{3} \pm 4 \times 1.25\%/110\text{kV}$;
额定电流: 1649.6/3299.1/3036.3A;
联结组别: 1a0i0;
冷却方式: OFAF;
绝缘水平: 高压端子, SI1800LI2250AC1100 (5min);
中压端子, SI1175LI1550AC630;
中性点端子, LI325AC140;
低压端子, LI650AC275;
空载损耗: $\leq 180\text{kW}$ 。

A.2 试验电源

A.2.1 中频发动机组

A.2.1.1 电动机

额定功率: 400kW 或 450kW;
额定电压: 380V;
额定频率: 50Hz;
相 数: 三相;
出线方式: 6 端引出 (用于 Y- Δ 启动)。

A.2.1.2 发电机

额定容量: 1000kVA 或 800kVA;
额定电压: 1000V 或 1035V;
额定频率: 200Hz 或 250Hz;
功率因数: ≤ 0.5 (滞后);
相 数: 三相 (可两相或单相输出);
出线方式: 6 端引出;
接线方式: 可连接成 Δ 、Y、V、Z 形;
波形畸变率: $\leq 5\%$;
局部放电量: $\leq 100\text{pC}$;
电压调整范围: 10%~100% 额定电压。

A.2.2 变频电源

电源输入: 380 (1 \pm 10%) V, 三相, 50Hz;
输出电压: 0~350V, 单相, 连续可调;
输出功率: 2 \times 400kW 或 2 \times 450kW (推挽线性放大式, 由两台变频电源输出直接并联而成);
工作频率范围: 30Hz~300Hz;
频率调节分辨率: 0.1Hz;
输出波形畸变率: $\leq 1.0\%$;

输出电压不稳定性： $\leq 1.0\%$ ；

局部放电量： $\leq 50\text{pC}$ 。

A.3 中间试验变压器

额定容量： $\geq 800\text{kVA}$ ；

额定电压：与中频发电机组配套， $200\text{kV}/1.0\text{kV}$ 或 $180\text{kV}/1.0\text{kV}$ ；

与变频电源配套， $200\text{kV}/0.4\text{kV}$ 或 $180\text{kV}/0.35\text{kV}$ ；

额定频率：与中频发电机组配套， 200Hz 或 250Hz ；

与变频电源配套， 100Hz ；

相 数：单相；

极 性：1，10；

局部放电量：在额定电压下，高压端子的局部放电量 $\leq 50\text{pC}$ 。

A.4 补偿电抗器

额定电压： 200kV ；

额定电流：与 200Hz 中频发电机组配套， $\geq 48\text{A}$ ；

与 250Hz 中频发电机组配套， $\geq 60\text{A}$ ；

与变频电源配套， $\geq 40\text{A}$ ；

额定频率：与中频发电机组配套， 200Hz 或 250Hz ；

与变频电源配套， 100Hz ；

饱和特性：在 $0\% \sim 100\%$ 额定电压时，其伏安特性为线性；

局部放电量：在额定电压下，局部放电量 $\leq 50\text{pC}$ 。

A.5 局部放电测量系统

A.5.1 测量仪器的频带

下限频率： $f_1=(20 \sim 80)\text{kHz}$ ；

上限频率： $f_2=(100 \sim 300)\text{kHz}$ ；

推荐频带为 $(80 \sim 200)\text{kHz}$ 。

A.5.2 测量仪器的测量通道

测量通道：独立 4 通道；

显示方式：4 个通道同时显示。

A.5.3 测量模式

具备校准、测量、局部放电图形分析模式、脉冲极性鉴别模式；任意通道，任意窗口，任意相位开多个窗。

A.5.4 测量仪器的扫描频率

应有 50Hz 内扫描和外扫描。外扫描应与试验电源的频率相同，任意频率自动同步，同步信号的频率范围 $30\text{Hz} \sim 300\text{Hz}$ ，同步信号端子输入电压 $0 \sim 200\text{V}$ 。

A.5.5 检测阻抗

1000kV 侧检测阻抗：通流能力 $\geq 2\text{A}$ ，推荐 5 号或 6 号阻抗；

500kV 侧检测阻抗：通流能力 $\geq 1\text{A}$ ，推荐 4 号或 5 号阻抗；

110kV 侧检测阻抗：推荐 3 号阻抗。

A.6 均压环

1000kV 、 500kV 和 110kV 均压环可采用双环结构或均压球结构，考虑现场使用情况，推荐使用双环结构。推荐尺寸见图 A.1 和表 A.1。

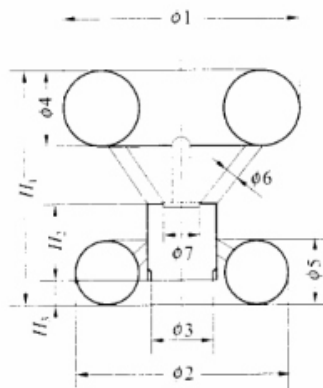


图 A.1 局放测量系统均压环剖面图

表 A.1 局放测量系统均压环尺寸 mm

均压环 安装部位	ϕ_1 、 ϕ_2	ϕ_3	ϕ_4 、 ϕ_5	ϕ_6	ϕ_7	H_1	H_2	H_3
1000kV 侧	≥ 2600	≥ 600	≥ 800	≥ 150	≥ 200	2600	500	200
500kV 侧	≥ 1350	≥ 530	≥ 350	≥ 80	≥ 200	1350	400	150
110kV 侧	≥ 600	≥ 400	≥ 100	≥ 60	≥ 200	500	150	100

均压环与周围地电位的最近距离如下：

1000kV 侧， $\geq 8.0\text{m}$ ；

500kV 侧， $\geq 3.5\text{m}$ ；

110kV 侧， $\geq 1.0\text{m}$ 。

A.7 高压引线

采用 $\phi \geq 80\text{mm}$ 金属波纹管内穿截面 $\geq 16\text{mm}^2$ 绝缘导线，推荐采用 $\phi 100\text{mm}$ 金属波纹管内穿截面 20mm^2 绝缘导线。加压导线与周围地电位的最近距离应 $\geq 1.0\text{m}$ 。

A.8 接地线

接地线应采用带有绝缘护套的接地线。载流用接地线的截面应 $\geq 16\text{mm}^2$ ，推荐采用截面 20mm^2 的带有绝缘护套的接地线；其他接地线推荐采用截面 4mm^2 的带有绝缘护套的接地线。

A.9 电源线

电源线应采用额定电压为 1kV 的电缆。中频发电机组和变频电源的 380V 输入电缆推荐采用截面 $\geq 240\text{mm}^2$ 的电缆；中频发电机组的输出电缆推荐采用截面 $\geq 180\text{mm}^2$ 的电缆；变频电源的输出电缆推荐采用截面 $\geq 360\text{mm}^2$ 的电缆。

A.10 电容分压器

额定电压： 200kV ；

工作频率： $0\sim 300\text{Hz}$ ；

准确度： ≤ 1.0 级；

局部放电量：额定电压下， $\leq 50\text{pC}$ 。

附 录 B
(资料性附录)
试 验 参 数

B.1 采用变频电源

补偿电抗器电感量为 2.54H，中间试验变压器的变比为 500，试验频率为 212Hz 时，试验参数见表 B.1。

表 B.1 采用变频电源时的试验参数

被试变压器 低压侧电压	变频电源 输出电压(V)	变频电源 输出电流(A)	变频电源 输入电流(A)	功率因数	电抗器总 电流(A)	被试变压器 电流(A)
$1.1 U_m / \sqrt{3}$ (126.8kV)	255	700	490	0.994	38.1	37.5
$1.3 U_m / \sqrt{3}$ (149.8kV)	300	825	580	0.993	44.5	44.0
$1.5 U_m / \sqrt{3}$ (172.9kV)	350	950	670	0.996	51.0	51.0

B.2 采用中频发电机组

中频发电机组频率为 250Hz，补偿电抗器电感量为 1.81H，中间试验变压器的变比为 180 时，试验参数见表 B.2。

表 B.2 采用中频发电机组时的试验参数

被试变压器 低压侧电压	发电机输出 电压(V)	发电机输出 电流(A)	电动机输入 电流(A)	电抗器总 电流(A)	被试变压器 电流(A)
$1.1 U_m / \sqrt{3}$ (126.8kV)	730	300	410	44.5	44.0
$1.3 U_m / \sqrt{3}$ (149.8kV)	850	370	530	52.9	52.2
$1.5 U_m / \sqrt{3}$ (172.9kV)	990	440	650	60.8	60.1