

ICS 27.100

F 24

备案号：36406-2012

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 266 — 2012

接地装置冲击特性参数测试导则

Guide for measurement of impulse grounding grid parameters

杭州高电
专业高试铸典范

Professional high voltage test

高压测量仪器智造 | 电力试验工程服务

2012-04-06 发布

2012-07-01 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 接地装置冲击特性参数测试的基本要求	2
5 接地装置冲击特性参数的测试	2
6 试验注意事项	6
附录 A (资料性附录) 接地参数实地测量	8
附录 B (资料性附录) 电流极采用多级法测量	11
附录 C (资料性附录) 冲击电流法测量输电线路杆塔接地体接地阻抗	12
附录 D (资料性附录) 接地网电位不均对人员及二次设备的影响	14

前 言

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由电力行业高压试验技术标准化技术委员会归口。

本标准负责起草单位：四川电力科学研究所、吉林省电力有限公司电力科学研究所。

本标准参加起草单位：中国电力科学研究所、乐山电业局、重庆大学、武汉大学、成都恒锐智科数字技术有限公司、上海智瑞达电气科技有限公司。

本标准主要起草人：李建明、王朔、廖蔚明、尹德君、杨琳、周文乐、曹永兴、廖瑞金、关根志、李晏、李安。

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）。

接地装置冲击特性参数测试导则

1 范围

本标准规定了电力系统中发电厂、变电站、输电线路杆塔的接地装置冲击特性参数测试的一般原则、内容、方法和判据。

本标准适用于已运行的接地装置的状况评估，新建发电厂、变电站和输电线路杆塔的接地装置的验收测试。

通信设施、建筑物等其他接地装置的冲击特性参数测试可参照有关内容进行。

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。

DL/T 621—1997 交流电气装置的接地

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

接地极 grounding electrode

埋入地中并直接与大地接触的金属导体。

3.2

接地线 grounding wire

连接电力设备应接地部位与接地体或中性线之间的金属导体，也称接地引下线。

3.3

接地装置 grounding connection

接地体与接地引下线的总和。

3.4

独立接地体 independent grounding electrode

避雷针、杆塔等独立电气设备的接地体。

3.5

大型接地装置 large grounding connection

指 110kV 及以上电压等级变电站的接地装置，装机容量在 200MW 以上的火电厂和水电厂的接地装置，或等效面积在 5000m² 以上的接地装置。

3.6

冲击接地阻抗 grounding impulse impedance

冲击电流作用下接地装置对远方电位零点的阻抗。数值上为接地装置与远方电位零点间的电位差与通过接地装置流入地中的冲击电流的比值。

3.7

冲击电位梯度 impulse potential gradient

当冲击电流或试验电流流入接地装置时，被试接地装置所在场区地表面形成的电位梯度。

3.8

冲击反击电位 **impulse back flashover**

当冲击电流或试验电流流入接地装置时，二次设备接地处与电源线、信号线之间的冲击电位升高。

3.9

电流极 **current electrode**

为形成测试接地装置的冲击接地阻抗、场区地表电位分布等特性参数的电流回路而设置的供冲击电流通过大地的接地极。

3.10

电压极 **potential electrode**

在测量接地装置的冲击特性参数时，为测试所选的参考电位而布置入地中的导体。

4 接地装置冲击特性参数测试的基本要求

4.1 测试内容

4.1.1 接地装置的冲击特性参数测试应包含以下内容：

- 电气完整性测试；
- 冲击接地阻抗测试；
- 场区地表冲击电位梯度测试；
- 冲击反击电位测试。

4.1.2 输电线路杆塔的冲击特性参数测试包括接地阻抗测试及冲击电位梯度测试。

4.1.3 冲击特性参数包括冲击接地暂态分量及阻性分量，阻性分量可代替常规的工频接地参数测量数据（参见附录 A）。

4.2 测试环境要求

接地装置的状况评估和验收测试应尽量选在干燥季节，高原冻土区应在土壤冻结时进行，不应在雨后、雪后立即进行。

4.3 测试周期

发电厂和变电站接地装置的电气完整性测试应每年进行一次。冲击接地阻抗、场区地表冲击电位梯度、反击电位等参数，一般情况下应 6 年测试一次。遇有接地装置改造或其他外力破坏时，应进行针对性测试。

输电线路杆塔的接地装置一般情况下应 2 年~3 年测试一次。

4.4 测试结果的评估

接地装置的冲击特性参数的评估应包括下列内容：

- a) 接地装置电气完整性应良好；
- b) 场区地表冲击电位梯度不应危及人员及设备安全；
- c) 冲击接地阻抗应足够小；
- d) 冲击反击电位应不超过 5000V（校核到 10kA 电流下）。

5 接地装置冲击特性参数的测试

5.1 电气完整性测试

5.1.1 测试范围

- a) 变电站的接地装置：各个电压等级的场区之间，各高压设备和低压设备之间，包括构架、分线箱、汇控箱、电源箱等；主控及内部各接地干线，场区内和附近的通信及内部各接地干线，独立避雷针及微波塔与主地网之间，以及其他必要部分与主地网之间。
- b) 发电厂的接地装置：除变电站接地装置包括的内容外，还应测试其他局部地网与主地网之间；厂

房与主地网之间；各发电机单元与主地网之间；每个单元内部各重要部分、设备之间，避雷针，油库，水电厂的大坝以及其他必要的部分与主地网之间。

5.1.2 参考点选定

首先选定一个很可能与主地网连接良好的设备的接地引下线为参考点，再测试周围电气设备接地部分与参考点之间的直流导通电阻。如果开始即有很多设备测试结果不良，应考虑更换参考点。

5.1.3 测试仪器

测试宜选用专门仪器，仪器的分辨率为 $1\text{m}\Omega$ ，准确度不低于 1.0 级。

5.1.4 测试中应注意的问题

测试中应注意减小接触电阻的影响。当直流导通电阻测试值在 $50\text{m}\Omega$ 以上时，应反复测试验证。

5.1.5 测试结果的判断和处理

- 直流导通电阻测试值在 $50\text{m}\Omega$ 以下的设备状况良好；
- 直流导通电阻测试值为 $50\text{m}\Omega\sim 200\text{m}\Omega$ 的设备状况尚可，应在以后例行测试中重点关注其变化，重要的设备应在适当时候检查处理；
- 直流导通电阻测试值为 $200\text{m}\Omega\sim 1\Omega$ 的设备状况不佳，对重要的设备应尽快检查处理，其他设备宜在适当时候检查处理；
- 直流导通电阻在 1Ω 以上的设备与主地网连接有缺陷，应尽快检查处理。

5.2 冲击接地阻抗测试

5.2.1 试验电源的选择

对于运行中的大型接地装置，不允许有高幅值冲击电流流入，以免引起地电位升高，危及人员及设备安全。宜采用冲击小电流法测试大型接地装置的冲击特性参数。试验电源可采用冲击电流发生器，最大输出电压为 5000V ，冲击电压波头/波长时间为 $1\mu\text{s}\sim 5\mu\text{s}/50\mu\text{s}\sim 80\mu\text{s}$ ，冲击电流峰值为 $5\text{A}\sim 500\text{A}$ 。冲击电流发生器宜采用直流电池或 220V 交流电源供电。冲击接地阻抗表征频率宜采用 50Hz ，便于与阻性分量进行比较。

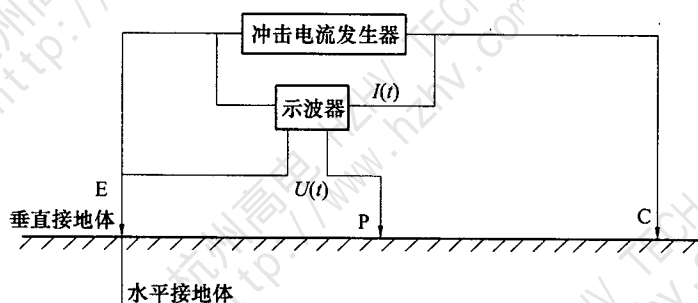
5.2.2 测量回路的布置

测量回路的电压极导线应采用双屏蔽线，以减少电流的散流以及可能存在的互感及空间干扰的影响。

电流极应布置得尽量远，见图 1。通常电流极与被测试接地装置边缘的距离应为被测试接地装置最大对角线长度 D 的 2 倍~3 倍，在土壤电阻率均匀地区可取 $2D$ ，在土壤电阻率不均匀地区可取 $3D$ 。当远距离放线有困难时，也可用三角布置减小放线距离（参见附录 B）。测量回路应尽量避免河流、湖泊；尽量远离地下金属管路和运行中的输电线路，避免与之长段并行，与之交叉时应垂直跨越；应注意减小小电流线与电位线之间的互感的影响。

5.2.3 冲击电流作用下垂直接地体接地阻抗的测量

垂直接地体、水平接地体在冲击电流作用下的接地阻抗的测量采用电位降远离法进行，试验线路布置见图 1。



E—被测试电极（独立的垂直接地体或水平接地体）；C—电流极；P—电压极，用于测量冲击电位升

图 1 垂直接地体、水平接地体接地阻抗测试接线图

试验中,用示波器记录电压极上冲击电位升及主回路放电电流。电压极测试连接导线应选择屏蔽线。

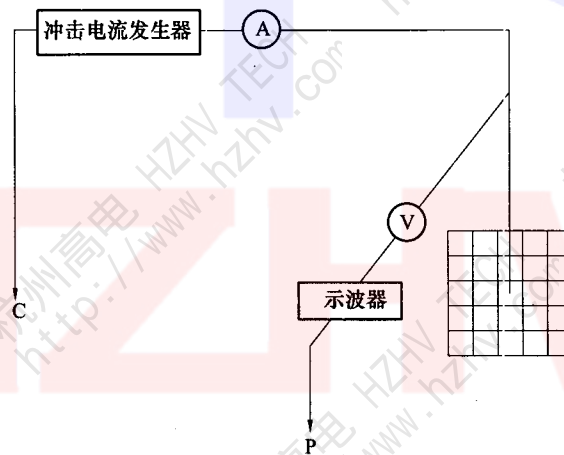
冲击电流沿导线、大地、垂直接地体回路形成环流后,由于导线与地中电流的磁效应,地中电流将被导线中电流吸引而分布在离导线一定距离的区域中,测量放电时各点的冲击电位升及主回路的冲击电流可计算垂直接地体的冲击接地阻抗,并得到冲击电流作用下电位分布情况。电压极 P 应在垂直接地体 E 与电流极 C 之间的连线上前后移动,当电位变化不大时进行测量。测试时,采用不同充电电压等级依次进行 3 次~5 次试验,取其平均值为测试结果。

5.2.4 冲击电流作用下水平接地体接地阻抗的测量

大地网冲击电流作用下接地电阻的测量回路如图 2 所示,测量方法为三极法(参见附录 B)。

冲击电流沿导线、大地、接地网形成回路,放电过程中将在电流注入点与回流点之间形成冲击电压降,测量放电时各点的冲击电位升及主回路的冲击电流可计算地网等值接地阻抗,并得到地网冲击电流作用下冲击电位分布情况。

电压极 P 点的位置一般取接地网对角线长度的 1.5 倍。测量时布置方向应尽量与电流极 C 有一个角度,以减少干扰。



C—电流极; P—电压极,用于测量冲击电位升

图 2 大地网冲击测试回路

在工频电流下,整个接地网都可以作为电流的散流区。而在冲击电流作用下,由于接地装置本身的电感呈现较大的阻碍冲击电流流通的作用,使得冲击电流的散流主要集中在冲击电流注入点周围,因此与注入点相连的接地体及其周围的土壤都有散流。

5.2.5 冲击法测量接地阻抗的算法

由于在冲击电流下接地网的电感效应不能忽略,故采用一种将电阻和电感值分离的算法。第一次所加电流信号的角频率为 ω , 阻抗测量值为 Z_1 , 另一次所加电流信号的角频率为 $k\omega$ (k 为非零整数), 测得的阻抗值为 Z_2 。则有

$$Z_1 = R + j\omega L \quad (1)$$

$$Z_2 = R + jk\omega L \quad (2)$$

式中:

R ——接地网的电阻;

L ——接地网的电感。

由式 (1)、式 (2) 可得

$$R = \sqrt{(k^2 Z_1^2 - Z_2^2)/(k^2 - 1)} \quad (3)$$

$$L = \sqrt{(Z_1^2 - Z_2^2)/(1 - k^2)\omega^2} \quad (4)$$

5.2.6 测量回路接入对测量的影响

冲击电流法测量接地阻抗时，电流极的长导线应平直布置，避免导线绕圈形成较大的回路电感。测量中应尽量避免使接到电流极的长导线与电压测量极的导线平行，尽量使电压测量极导线与各个电流极之间成大于一定角度的无交叉放置，以减少各导线之间产生的互感影响。

接地体冲击接地阻抗受接地体形状、接地体与周围导磁、导电物体等因素影响，存在接地体工频接地电阻合格情况下，冲击接地阻抗偏高而引起雷击跳闸情况。冲击电流法测量杆塔接地体在冲击电流作用下得到的电压、电流波形如图 3 所示。从图中可看出，由于接地体的感抗作用，电流波形的相位滞后于电压波形 [见图 3a)]。通过试验波形观测，有助于测量及判断接地体的冲击阻抗值是否偏大。实测事例参见附录 C。

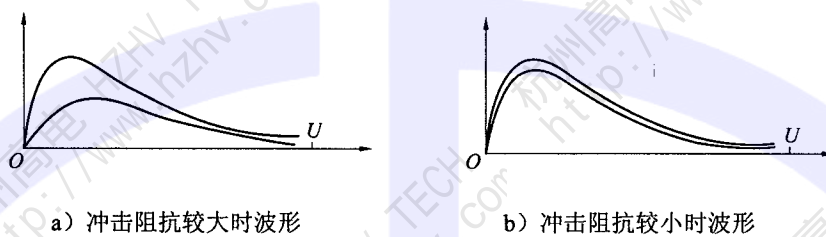


图 3 冲击电流法测量接地阻抗时的电压电流波形

5.3 场区地表电位梯度测试

5.3.1 地中电位分布

在均匀土壤中，当冲击电流从电流极一端流入，测量极流出时，地中电位分布如图 4 所示。

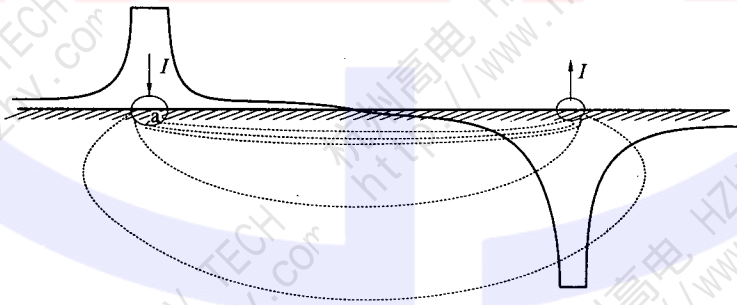


图 4 冲击电流作用下接地极电位分布图

在图 4 中垂直接地体电位与地网电位之间存在一个零电位点，可用作图法找出零电位点，确定地网及垂直接地体的电位升。电压极 P 距垂直接地体 E 的距离可较短（见图 1），测试结果宜以冲击电流 I_{\max} 为 10kA 进行校核。

5.3.2 跨步电压的测量

按图 5 布置接线图，冲击电流发生器电源采用 220V 交流供电电源（可外接电容增加放电能量）。充电至预先设定的试验电压后自动触发放电，使得流入接地体的电流为 I 。

将电压极插入离接地体 0.8m 处，以示波器两探头分别接接地体与电压极，测得 0.8m 处对接地体的电位差，再将另一个电压极（扁铁）插入离接地体 1.6m 处，用示波器测量 0.8m 处与 1.6m 处之间的电位差，依次类推，测量 2.4m、3.2m、4.0m、4.8m、5.6m 之间的电位差，以后再以每 5m 测量一次，当测量到相邻几组数据基本为零时，即可认为已经跨出了接地体的电位分布区。待一方向完成后，再在另一方向按上面的方法完成测量，并可根据试验数据绘出地网各方位的跨步电压分布图。

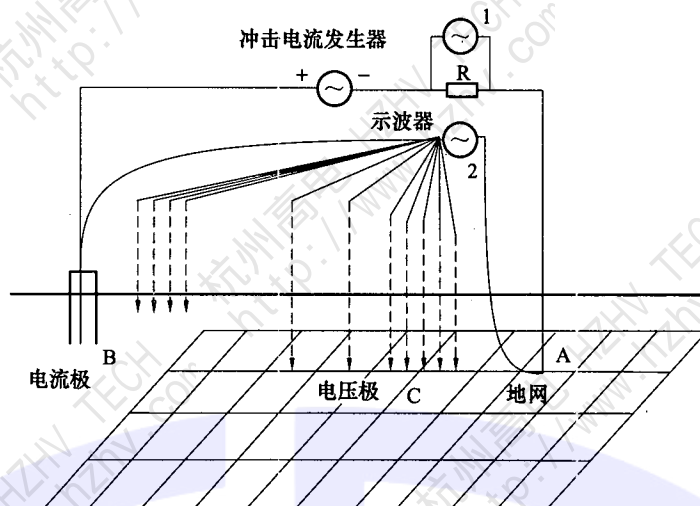


图5 电压分布测量示意图

5.3.3 分布电位的测量

分布电位的测量与跨步电压的测量方法相似。以冲击电流发生器对接地体进行放电，使得流入接地体的电流为 I 。

在地网场区内选一参考点（图5中A点），将冲击测量仪器的电压极插入离参考点0.8m处，测得0.8m处对接地体的电位差，再测得1.6m处对接地体的电位差，依次类推，测量2.4m、3.2m、4.0m、4.8m、5.6m对接地体的电位差，以后再以每5m测量一次，直到接地网的边缘，测量各个点对接地体的电位。这一方向完成后，再在另一方向按上面的方法完成测量。一般对地网从四个方向测量，测试电压宜为1500V~2000V，记录电位极打在每个电位点时的电压；注入电流值 I_p (A) 和相对电流注入点的电位差 U_p (V)，并折算到10kA时的值，根据试验数据绘出地网各方位的电位分布图。

5.3.4 跨步电压及冲击电位的计算方法

计算跨步电压及冲击电位采用差分方程法。对地网两点之间最大电位差 U_{max} ，应乘以系数 K ，算出接地体流过大电流 I_{max} 的实际电位差。在电位分布图上可以得到任意相距0.8m两点间的跨步电压，即

$$U_a = K(U_n - U_{n-1}) \quad (5)$$

式中：

U_a ——任意相距0.8m两点间的实际跨步电压，V；

$U_n - U_{n-1}$ ——任意相距0.8m两点间测量的电压差，V；

K ——系数，其值等于 I_{max}/I 。

5.4 变电站地网冲击电流作用下站内二次设备反击电压测试方法

雷电流过避雷针、引下体、地网入地时，地电位瞬时升高，设备外壳地电位与二次设备电源输入端之间会产生数千伏的电压差，造成设备损坏。地网电位不均对人员及二次设备的影响参见附录D。在变电站地网冲击电流作用下用数字示波器测量设备外壳地电位与二次设备电源零线端之间的电压差，并核到10kA电流下的电压应不超过5000V。

6 试验注意事项

6.1 试验电压的选择

测试大型接地装置的冲击特性参数，试验电压宜在2000V~3000V，设备输出电压波形应符合5.2.1的要求。对于输电线路杆塔等独立接地体，试验电压可用500V~1000V。

6.2 测量回路的布置

见 5.2.2。

6.3 电流极和电压极

电流极和电压极应符合下列规定：

- 电流极的电阻值应尽量小，以保证整个电流回路阻抗足够小，设备输出的试验电流足够大。大型接地装置的电流极应采用 $45\text{mm} \times 45\text{mm}$ 、长度为 $800\text{mm} \sim 1000\text{mm}$ 的角钢 6 根~10 根，见图 6。选择在土壤电阻率低的位置垂直打入地下 $700\text{mm} \sim 800\text{mm}$ 。对于输电线路杆塔等独立接地体，可用 1 根~2 根角钢打入。每根角钢用接地铜线并联连接。
- 可采用人工接地极或利用高压输电线路的铁塔作为电流极，但应注意避雷线分流的影响。
- 如电流极电阻偏高，可采用多个电流极并联或向其周围浇水的方式降阻。
- 电压极应用长度为 $800\text{mm} \sim 1000\text{mm}$ 的角钢 1 根紧密而不松动地插入土壤中 $300\text{mm} \sim 500\text{mm}$ 。



图 6 大型接地装置的电流极实物图

6.4 试验电流的注入

110kV 以上变电站等大型接地装置冲击特性参数测试时，试验电流的注入点宜选择单相接地短路电流大的场区里，电气导通测试中结果良好的设备接地引下线处。小型接地装置的测试可根据具体情况参照进行。

6.5 试验的安全

试验期间电流线严禁断开，电流线全程和电流极处要有专人看护。

6.6 接地阻抗测试干扰的消除

进行接地装置冲击阻抗特性参数测试时，由于冲击电压的频率很高，很容易受到空间电磁场及其他高频电信号的干扰。可采用下列方法消除干扰对测试冲击接地阻抗的影响：

- 可增大冲击放电并联电容容量，增加测量信号的低频分量；电位测量线应用双屏蔽电缆。
- 试验前可测试现场空间干扰波形，了解干扰大小。示波器测试结果可采用数字滤波方法去除部分干扰。
- 当电位线较长，并且电流极接地电阻较高时，测试更易受到高频干扰电压的影响，可在电压极端部加装屏蔽。

6.7 冲击接地阻抗的理解和判断

冲击接地阻抗是接地装置的一个重要参数，它概要性地反映了接地装置的状况，而且与接地装置的面积和所在地的地质情况有密切的关系。因此判断接地阻抗是否合格，应参照 DL/T 621—1997 中的有关规定，但同时也要根据接地装置的大小及设备的运行电压等级判断。

附录 A
(资料性附录)
接地参数实地测量

向地网注入冲击电流测量接地网参数的方法与系统故障时的情况一致，能反映电力设备接地体的真实情况。这种方法不仅能够测量出接地网的电阻，而且能够测量出地网的电感分量及冲击接地阻抗。

2009年10月23日对四川德阳±500kV直流换流站进行了接地电阻测量试验。分别用大电流工频测量法和冲击电流法对变电站接地网进行了实地测量和比较。

德阳±500kV直流换流站地网接地电阻测试试验分别采用三极法中的夹角法进行测试，以及选用500kV德德II回架空线路U、W相分别作为电压、电流测量线。试验中电流极距离地网 $D_{sa} \approx 9.37\text{km}$ ，电压极距离地网 $D_{sv} \approx 8.39\text{km}$ ，大于换流站对角直径（约为491m）5倍以上；电流极、电压极引线夹角 $\alpha \approx 19^\circ$ 。

本次试验共测试14处，测点位置布置见图A.1。测量数据见表A.1。冲击电流法测量时分别用9000m长距离电流极及1000m短距电流极（夹角法）布线测量作了比较，两者测量数据很接近（见表A.2）。说明用冲击电流法并采用夹角法测量可缩短电流极布线距离，有利于大型地网接地电阻测试的现场测量实施。

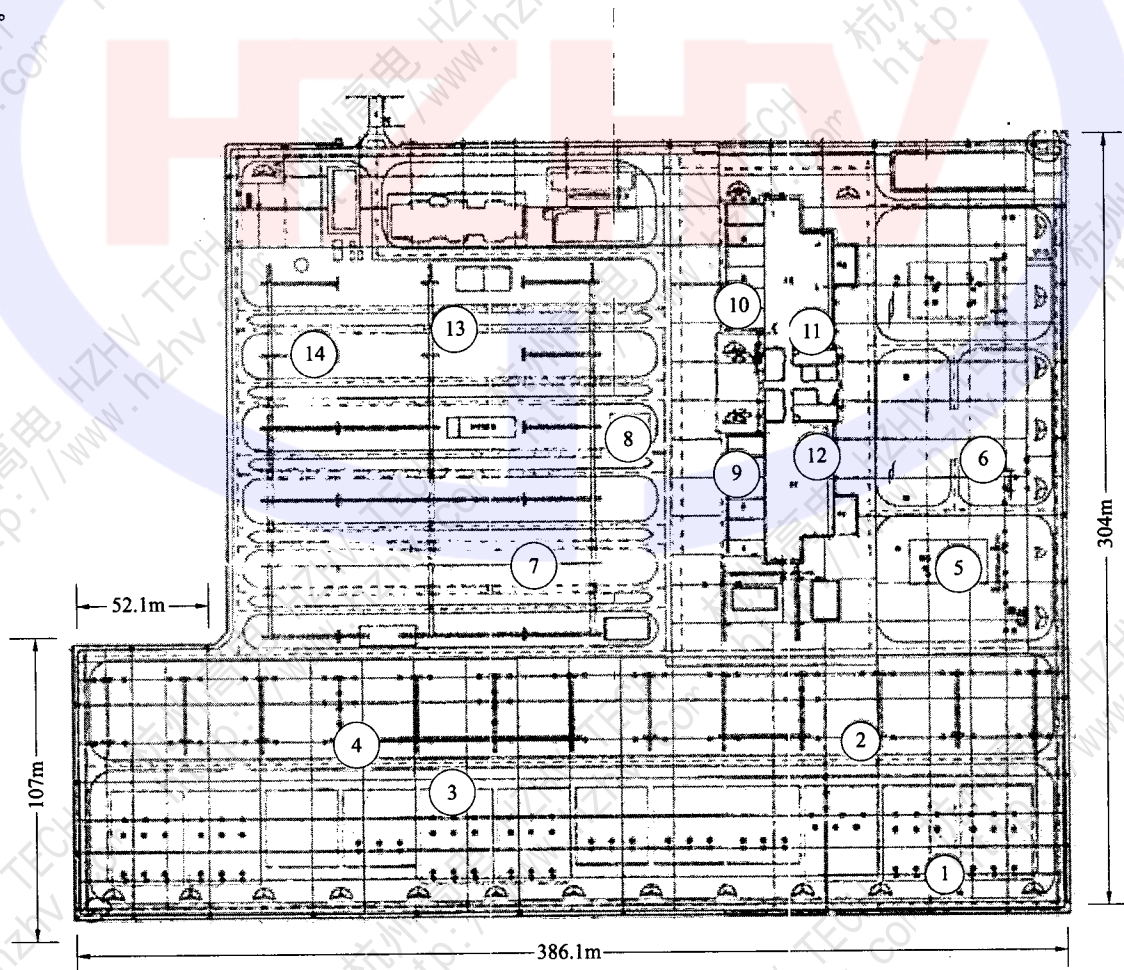


图 A.1 地网测点分布图

表 A.1 地网接地电阻测试数据

序号	测点位置	极性	电压 V	电流 A	功率 kW	接地电阻 Ω
1	5612 电抗	正	55.0	55.4	1.10	0.352
		负	55.5	55.7	1.17	
2	5613 开关	正	62.3	55.7	1.12	0.352
		负	62.8	55.9	1.18	
3	5618CT	正	63.1	55.6	1.12	0.356
		负	63.8	55.9	1.20	
4	5619 开关	正	63.5	55.6	1.13	0.355
		负	64.0	55.9	1.19	
5	直流场开关	正	63.1	55.6	1.16	0.364
		负	63.8	55.9	1.21	
6	直流场开关	正	63.6	55.4	1.14	0.361
		负	64.2	55.6	1.19	
7	第 5 串 B 相 隔离开关 Q11	正	63.6	56.4	1.16	0.353
		负	64.2	57.0	1.22	
8	极 I 站用变压器	正	63.4	56.6	1.20	0.358
		负	64.3	57.0	1.22	
9	极 II 整流变压器	正	63.3	56.9	1.18	0.351
		负	64.5	57.1	1.21	
10	极 I 整流变压器	正	64.4	56.9	1.19	0.354
		负	65.1	57.0	1.22	
11	极 I 阀厅	正	64.4	57.0	1.20	0.356
		负	65.1	57.1	1.23	
12	极 II 阀厅	正	64.0	57.0	1.19	0.354
		负	64.6	57.1	1.23	
13	第 1 串 W 相 断路器	正	64.7	57.0	1.19	0.352
		负	65.5	57.8	1.25	
14	德德 II 回进线段避雷器	正	64.2	57.0	1.17	0.350
		负	64.8	57.0	1.22	

表 A.2 接地参数测量数据比较

方 法	电流极距离 m	仪器参数	电阻 Ω	冲击阻抗 Ω
冲击电流法	9000	3000V	0.341	1.233
	9000	3000V	0.325	1.208
	9000	3000V	0.354	1.258

表 A.2 (续)

方 法	电流极距离 m	仪器参数	电阻 Ω	冲击阻抗 Ω
冲击电流法	1000	3000V	0.371	1.613
	1000	3000V	0.406	1.599
	1000	3000V	0.398	1.620
工频测量法	9000	55A	0.355	—
LEM GEO 红相	9000	—	0.430	—
江苏仪器	9000	异频法	0.550	—

附录 B (资料性附录)

电流极采用多级法测量

由于大地并不是理想导体，它有电阻率，当有电流通过的时候，大地不再保持等电位。冲击电流是通过接地导体流进大地的，进入大地的电流以电流场的形式四处扩散。

如果只采用一个电流极，当冲击电流流进大地，进入大地的电流场是靠近电流极的方向相对密集，而扩散到其他方向的电流场就会相对稀疏（见图 B.1），就会改变冲击电流流入大地的电流场形式。因此为确保测量结果的真实准确，以接地极 E 为圆心相隔 120° ，设置 C1、C2、C3 三个电流极（见图 B.2），尽量在最简便的情况下，使试验结果更接近真实值。

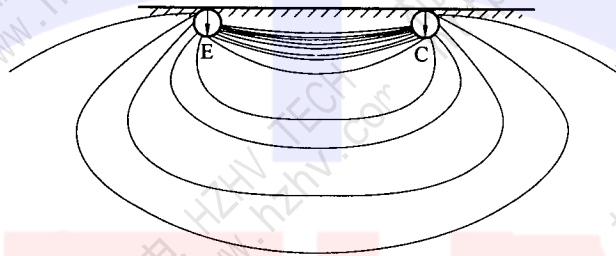


图 B.1 冲击电流进入大地后形成的电流场

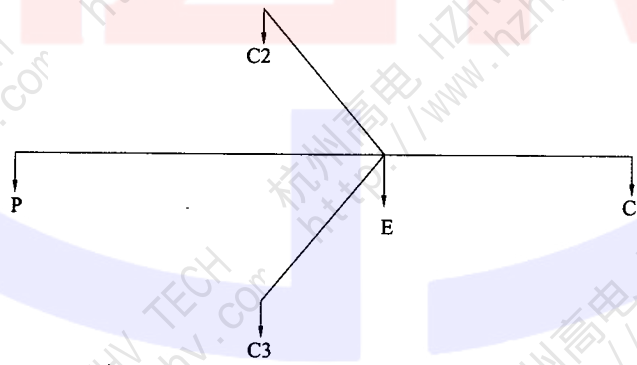


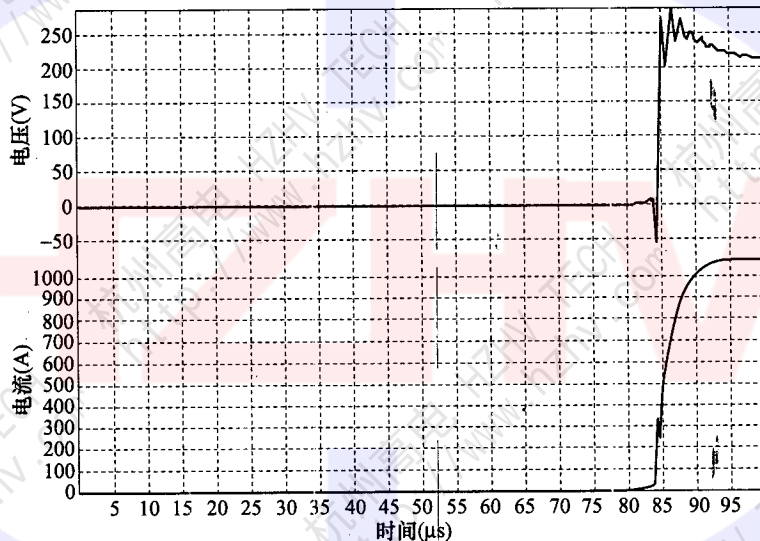
图 B.2 三个电流极分布图

附录 C (资料性附录)

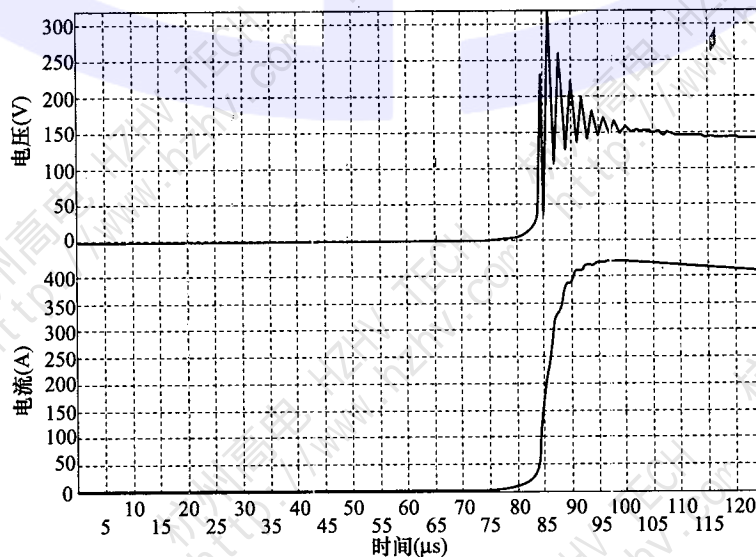
冲击电流法测量输电线路杆塔接地体接地阻抗

当接地体接地不良或有缺陷时，则呈现有较高的电感值及较大的冲击阻抗问题。选择多条常受到雷击的 110kV 输电线路杆塔进行测试，发现受到雷电反击的杆塔接地电阻合格，但冲击阻抗比邻近杆塔的偏大，为 1 倍~3 倍，并且引起电压波形振荡、电流波形滞后、电流放电时间增长等。因为引起波形变化的条件与回路电感、电容和电阻各参数的大小有关，因此还需用较多的现场测量波形来进行对比分析。

用冲击电流法实测 110kV 输电线路杆塔冲击接地阻抗时得到电压和电流波形（图 C.1）。33 号杆塔用摇表法测得接地电阻 5.8Ω ，电压波形振荡较小，振荡周期短，电感分量值正常。试验电压 1000V，接地电阻 4.353Ω ，冲击接地阻抗 6.70Ω 。38 号杆塔 2009 年两次受到雷电反击，接地电阻 8.568Ω ，冲击接地阻抗 18.00Ω 。38 号杆塔用摇表法测得接地电阻为 6.8Ω ，用钳表法测得接地电阻为 8.4Ω 。



a) 110kV 33号杆塔冲击阻抗测量波形



b) 110kV 38号杆塔冲击阻抗测量波形

图 C.1 冲击电流法测量接地阻抗时的电压和电流波形

由图 C.1 中的电压和电流波形可以看到：38 号杆塔放电波形良好，高频电压振荡时间较长，电流上升沿时间只有 $1\mu\text{s}$ ，且放电时间很长，接近 $5000\mu\text{s}$ 。根据测量数据基本判断：杆塔接地电阻合格，但是接地网受限地形影响造成冲击阻抗较大，因此放电时间偏长，若遭雷击或可能由于电流上升速度及放电缓慢而使杆塔受到雷电反击。

The image contains a large, semi-transparent watermark logo for HZHV. The logo consists of a blue circular border with a stylized 'H' and 'V' shape inside. In the center, the letters 'HZHV' are written in a bold, red, sans-serif font. The background of the page is white with a repeating pattern of the same logo and the text '杭州高电 HZHV TECH' and 'http://www.hzhv.com' in a light blue color.

附录 D (资料性附录)

接地网电位不均对人员及二次设备的影响

雷击引起接地网电位不均是一个暂态过程，对站内人员安全影响主要表现为接触电压和跨步电压，其原理与工频故障电流经地网散流时原理相似。

测量 220V 交流电源的零线与接地网的主接地地线之间的暂态电压，该电压就是通常所说的低压二次侧的雷电反击电压。以 10kA 的冲击电流校核，测量结果不应超过 5000V。

雷电会通过以下途径损坏站内二次保护电子设备：

- 雷电击中避雷针、输电线路后反击时，雷电流过避雷针、引下体、地网入地时，地电位瞬时升高，采取联合接地时，二次设备地电位也相应升高，而电源线、信号线是从远处引来，远端地电位仍处于零电位，因此设备外壳地电位将与二次设备电源输入端和信号输入端之间产生数十千伏的电压差，造成设备损坏。
- 雷电直接击中埋设于远方的通信、电源线缆或在其上产生感应雷时，将会在设备信号线、电源线与设备外壳之间产生很高的暂态高电位，造成设备损坏（图 D.1）。

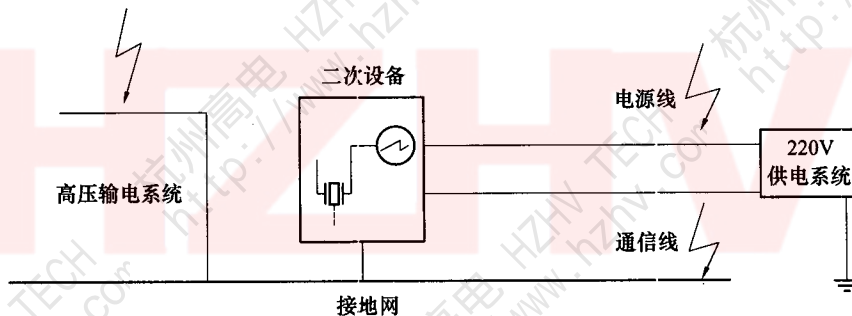


图 D.1 直击雷、感应雷造成二次设备损坏示意图

此外，变电站中有大量的保护、控制、通信和计量等二次回路的信号电缆和低压交流、直流供电电缆，由于其所处的电磁环境非常恶劣，为了抑制电缆芯的共模干扰，通常将电缆的屏蔽层或铠装的两端与接地网相连，如图 D.2 所示。

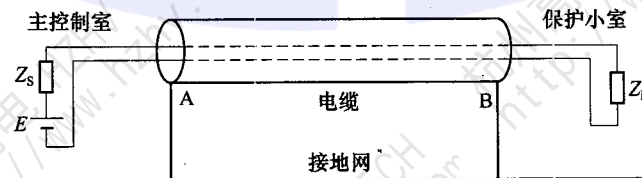


图 D.2 两端接地屏蔽电缆

图 D.2 中， E 、 Z_s 和 Z_L 分别为直流电压源、电压源内阻抗和负载阻抗。对于大型接地网，当变电站发生短路故障时，其上的电位分布是不均匀的，由于接地网与两端接于其上的电缆屏蔽层或铠装构成了一完整的回路，故障时必然有电流从电缆屏蔽层或铠装流过，这一方面改变了接地网上的电流分布，可能影响接地网的电气性能，另一方面流过电缆屏蔽层的电流会对电缆芯线中传输的信号产生影响，严重时甚至烧毁电缆。当雷直击变电站时，由于雷电流的频率较高，接地网的电位分布更不均匀，产生的后果就更加严重。



中华人民共和国
电力行业标准
接地装置冲击特性参数测试导则

DL/T 266—2012

*

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京博图彩色印刷有限公司印刷

*

2012年7月第一版 2012年7月北京第一次印刷

880毫米×1230毫米 16开本 1印张 29千字

印数 0001—3000册

*

统一书号 155123·939 定价 9.00元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪

本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究



155123.939

上架建议：规程规范/电气工程



电话查询 8008101978 4008133315

网址查询 www.tz315.cn