

关于接地电阻测量方法的探究

叶展晴 黎耀燊 彭永健 梁宗威 甘梁平

广东电网有限责任公司佛山三水供电局 广东佛山 528199

摘要: 通过探究接地电阻测量方法, 为业界相关人士提供技术参考, 促使各个区域采取正确的测量方法, 降低事故发生率。分析接地分类及其影响因素, 阐述了多种接地电阻测量方法, 并基于实践应用要求结合实例分析在线测量方法步骤, 结合相应行业标准确定测量数据是否达到要求。研究可知, 由于接地电阻测量方法不一, 应根据实际情况选择合适的测量方法, 以增强测量真实性与准确性。

关键词: 接地电阻测量方法; 三点测量; 在线测量; 阻值

引言

电力设备运行过程中, 接地网连接全站高低压电气设备接地装置, 低压用电系统接地时, 电缆将会屏蔽接地, 此时利用通信系统与计算机功能, 对监控系统设备进行接地处理, 同时实现后期维护检修的临时接地。接地电阻参数数值较大时, 将会严重威胁技术人员的安全。例如, 遭到电击伤害, 造成人员昏迷。因此在接地作业期间, 需要结合合适的测量方法以加强测量质量, 避免因测量数值出现误差导致严重安全事故的出现。

一、接地电阻概述

作为是衡量电器接地保护可靠的重要指标, 接地电阻可将电气装置部分区域与接地体电气连接, 通过提供故障电流以及放电泄漏电流与零电位参考点, 以提升系统运行的安全性。

(一) 接地分类方法

细分接地分类方法后, 可将其分为四类:

第一, 工作接地。工作接地是为了保证电气设备在正常的情况下可靠的工作而进行的接地。各种工作接地都有其各自的功能。如变压器、发电机的中性点直接接地能在运行中维持三相系统中相线对地电压不变等。

第二, 保护接地。基于故障情况下, 针对地电压设备外漏可导电部分完成接地处理。例如, 用电设备金属外壳等^[1]。

第三, 防雷接地。防雷接地是受到雷电袭击(直击、感应或线路引入)时, 为防止造成损害的接地系统。针对防雷保护设备(避雷针、避雷线、避雷器等)的需要而设置的接地。

第四, 防静电接地, 防静电接地是用来消除导体上的静电, 分为直接接地和间接接地, 直接接地是通过金属导体的接地程直接接地, 间接接地是通过金属以外的导电材料或防静电材料接地。防静电接地电阻一般要求不大于 10Ω 。

(二) 影响接地电阻测量的关键因素

影响接地电阻测量测量结果的因素包括六种: ①测量回路互感影响, 可采用不平行布线进行消除, 如夹角或者反向布置。②大地中存在较大的零序电流。如运行中出线多的站点, 可将工频试验电流增大, 促使信噪比随之发生变化。或者借助倒向法等, 也可有效解决该因素产生的影响。③避雷线与电缆出线外皮分流。采用异频测量方法解决。④线路带电运行时, 也会影响接地电阻测量结果, 应根据测量需求记录准确的测量信息, 提高结果检测可参考性。⑤高频干扰时, 电阻测量准确度将会随之下降, 此时需要采取合适的方式避免干扰持续产生。⑥地下导体。测量区域邻近地下管道或者河流时, 也会影响电极测量结果。尽量避开相关区域, 增强测量准确度。

二、多种接地电阻测量方法探究

(一) 三点测量法

采用接地摇表进行接地电阻测量, 在被测量地线接地极一侧取一条被测地极为起点的直线, 距离被测量地线接地极20m处打入第1根辅助测试极; 接着在其40m处打入第2根辅助测试极。固定后, 转动测试仪促使测试极内部产生电能, 之后将电流逐步引入至被测量地线接地极处以及辅助测试极处。获取电压数值后, 及时读取和记录电流数值与电压数值, 明确被测地极的接地电阻。

(二) 钳型接地测试仪测量法

这种测量方法一般应用的仪表型号为GEOX, 不确定度中, 0-20W 量程为0.75%; 20-200W 量程为0.44%。测量中, 在并联接地网中设置 R_x 为被测接地电阻, 其余各个支路的接地电阻并联数值为: $R=R_1//R_2//R_3//R_4...R_n$ 。n 数值较大时, $R \ll R_x$ 。在被测支路中添加一个感应电压后, 可测取被测接地极电流 I , 此时 $R_E=U/I=R_x+R \approx R_x$ 。测量原理可见图 1。

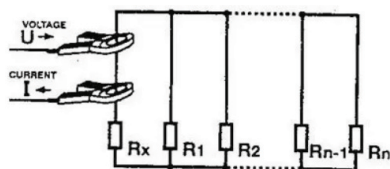


图1 钳型接地测试仪测量法原理图示

一般情况下, 钳形法仪表具有两个钳形测量探头, 基于磁场耦合原理可实现电路测量^[2]。测量电路器件, 电压探头上可发生磁场交换, 利用恒定交流电流产生交变磁场。结合法拉第电磁感应定律, 在闭合接地装置环路中产生感应电压:

$$V = M \frac{di}{dt}$$

其中, V 代表电压参数; M 代表一个单位附属量; di 代表数字器件电流变化; dt 代表持续时间。

利用欧姆定律感应电压在闭合接地装置中的电流, 基于接地电阻表磁环 2 形成磁场, 配合表内检流计与运算放大器, 对感应电流进行计算后比较与再运算, 获取装置环路电阻:

$$R = \frac{V}{I}$$

其中, R 代表接地环路电阻参数; V 代表感应电压参数; I 代表电流参数。

根据自身产生的电源, 对回路电阻进行测量后, 无需打桩放线处理新式钳表, 仅需使用接地线夹住测量的接地电阻, 即可在仪器上读取数据。

(三) 变频测量法

利用变频器控制交流电机, 减少电流干扰与电磁波辐射后增强设备抗干扰性能, 以确保系统运行稳定。测量时, 可先断开变频器电源, 将变频器内部打开后, 接近附近盖子。将数字万用表设定为电阻档, 选择 200 Ω 即可。在变频器主要接地点与设备机壳上连接测试笔, 主要用来测量电阻。注意事项: 采用该测量方法时, 保证接地点表面的洁净度^[3]。充分考虑接地电阻阻值, 避

免接触表面时用力过重, 或者直接用手指接触测试笔。

三、接地电阻测量方法的实践应用探究

(一) 明确接地阻值要求

不同电气系统对实际运行中的接地阻值要求存在一定差异性, 通过限定接地装置的接地电阻后, 可有效控制接触电压与跨步电压, 保障人身安全。基于此, 在选择接地电阻测量方法时, 必须明确配网系统设备的接地阻值要求, 保证测量的安全性与准确性。

①大于 1000V 的电压中性点接地系统, 安装保护接地装置后要求 $R_e \leq 250/I_e \Omega$ 。大于 1000V 的电压中性点不接地系统, 如接地装置的电气设备电压参数大于 1000V, 则 $R_e \leq 250/I_e \Omega$; $R_e \leq 10 \Omega$ 。接地装置与小于 1000V 的电气设备一起使用时, $R_e \leq 125/I_e$ 。

②小于 1000V 的电压中性点接地系统, 实施保护接地形式, 设定 $R_e \leq 4 \Omega$ 。小于 1000V 的电压中性点不接地系统, 安装保护接地装置后要求 $R_e \leq 4 \Omega$ 。当变压器或者小型供电系统总容量小于 100kVA 时, 则 $R_e \leq 10 \Omega$ 。

③独立接闪杆接地电阻下, 一般大于 $R_e > 10 \Omega$ 为宜。如土壤电阻率相对较高, 则可增大电阻数值。如区域电阻率达到 3000 $\Omega \cdot m$ 时, 则需要控制 $R_e \leq 30 \Omega$ 。

④共用接地装置接地电阻可根据人身安全控制进行确定, 如装置为专用泄地静电接地装置, 则可控制 $R_e < 100 \Omega$ 。

(二) 科学选择接地仪表

测量接地电阻时, 一般检测仪器测量电阻阻值为工频接地电阻值。根据不同性能的接地系统, 科学选择接地仪表是确保测量准确性的关键。以三级测量法为例, 必须采用交流信号完成仪表电流测试^[4], 这是因为采用直流信号将引起电化学作用导致土壤发生极化现象, 造成测试结果与通过交流信号时不一致。在交流故障电流的情况下, 测试频率应严格控制在 25-1000Hz 之间。此外, 所选仪器的精度应能满足测试结果的准确性要求, 且必须具备高抗干扰性能, 以大于 20dB 为宜, 避免土壤中的杂散电流持续干扰影响电阻测量精度。

(三) 严格控制测量环境

测量过程中, 应让接受过专业培训的人员参与测量, 尽量降低人工测量误差, 多次复核测量结果以确保电阻测量准确性。由于季节变化会导致土壤电阻率变化, 所以测量应避免因季节因素产生的误差问题, 定期在同一时间节点测量, 且应避免雨天、动土湿润土壤测量, 以

提高数据对比的可靠度。安装辅助接地极时，必须确保其与主接地极在同一水平面安装，保证其周边土壤电阻率相同，且无任何变压器。测量时，电压与电流接地极应保持恰当的距离，保证电压辅助极不发生重叠，通常P极应安放在与地体极0.618倍接地极距离电流极处，与地极C之间的距离大于20m为宜。

结语

本研究探讨了接地电阻测量方法，针对其不同电阻测量方法与实践应用要点进行分析，以增强测量结果的准确度。实际测量中，应根据电网中不同系统、不同设备的接地电阻要求，采取合适的测量方法提高数据可参考性。实时记录测量信息，做好数据对比以保证测量结果真实可靠。测量结束后，按照合格标准确定测量阻值是否满足要求，如阻值过大过小，则应及时进行相应调整，至正常阻值即可投入使用中。利用正确的接地电阻测量方法，进一步加强配电网日常运维的稳定安全，降

低测量事故，并提高供电可靠性。

参考文献

- [1] 杨思元, 陈梓荣, 林来鑫, 等. 接地电阻测量仪智能化改造方法的研究[J]. 自动化应用, 2024, 65(09): 100-102.
- [2] 杜小东, 陈军. 论输电线路铁塔接地电阻测量方法应用[J]. 电气技术与经济, 2023, (08): 120-122.
- [3] 徐洁. 一种简易的接地电阻在线测量方法的研究与实践[J]. 安徽水利水电职业技术学院学报, 2023, 23(03): 39-43.
- [4] 张宇, 王兰炜, 胡哲. 地电阻率观测中两种电极接地电阻测量方法及其对比研究[J]. 地震学报, 2022, 44(06): 1049-1060.
- [5] 张国峰, 张程莉, 毛百峰. 变电站接地网导通及接地电阻测量方法分析[J]. 农村电工, 2022, 30(02): 47-48.