

# 发电厂电力接地系统的设计研究

宋保来

乌兰察布市宏大实业有限公司

**[摘要]** 电力接地系统的设计要综合考虑多方面影响因素, 主观因素如接地材料的选择、接地体的连接方式, 客观因素如土壤电阻率等、土壤含盐量等。只有充分考虑这些因素的影响, 才能使电力接地系统的设计方案更加科学, 后期安装完毕后才能保证接地保护功能的顺利实现。基于此, 对发电厂电力接地系统的设计进行研究, 以供参考。

**[关键词]** 发电厂; 电力接地系统; 设计

**[DOI]** 10.12252/j.issn.2096-627X.2021.08.253

## 引言

随着城市配电网规模扩大和地下电缆的大量采用, 配电网对地电容电流大大增加, 中性点采用消弧补偿方式在工程中实施困难。我国配电网多采用中性点不接地或经过消弧线圈和高阻抗接地方式, 单相接地的故障电流较小, 给故障诊断带来了困难。

### 1 火力发电厂电力系统接地种类及主要作用

在火力发电厂电力系统运行中, 工作接地是比较常见保护方式, 当特殊环境下电力系统机械设备出现漏电情况时, 工作接地能够在短时间内切断电压电流, 降低触电危险, 保护设备免遭损害。保护接地能够实现机械设备外壳与大地的有效连接, 在设备漏电危险下保护工作人员的人身安全。保护接零自身电阻值较大, 通过切断电力设备电源来保护人员与设备的安全。防雷接地以单独项设置为主, 通过科学的系数配置与用料安排来降低雷电对设备的损害。自然接地是在特定条件下, 以现有供水及金属构件等作为导体实现接地, 以优化利用资源, 合理控制成本。

### 2 发电厂电力接地系统的设计流程

(1) 确定土壤电阻率, 土壤电阻率是影响接地系统功能发挥的关键指标, 也是决定接地体电阻的重要因素。理论上来说, 土壤电阻率越小, 越有利于电力接地系统的运行。如果安装区域的土壤电阻率较大, 则必须采取降阻措施。因此, 在电力接地系统的设计环节, 应当开展现场测定, 确定施工区域内各处土壤电阻率的实际值。开展现场勘测时, 除了土壤电阻率这一指标外, 还可同时测定土壤含盐量。(2) 挑选接地体材质, 选择接地体时, 应满足三方面要求: 其一是导电性能佳, 正常情况下不会产生或者只有很小的电位差; 其二是稳定性能好。在出现故障电流或严重时延的情况下, 接地体不会出现明显的机械变形, 维持相对稳定的状态; 其三是环境适应性好。在复杂地质条件或者长期暴露的情况下, 不易出现损坏, 延长接地系统的使用寿命。现阶段常用的接地体材料有铜和钢两种。从物理性质上来看, 铜的导电性、耐腐蚀能力均优于钢。

### 3 发电厂电力接地系统的设计

#### 3.1 零序保护定值级差不足及应对策略

由于配电网线路点多、面广、线路走径复杂, 受气候、地理的环境影响较大, 运行维护条件较差, 造成配网线路故障较多。尤其是小电阻改造后, 线路保护跳闸数量显著增多, 一方

面极大地考验着线路保护装置及其相关回路的完好性, 增加了线路保护或断路器拒动时, 造成一段母线甚至整段母线失压风险。另一方面, 在遇到恶劣天气时(如台风天气), 易出现不同线路相继接地故障现象, 时间的叠加造成系统持续接地时间大于接地变压器零序电流保护定值, 造成接地变零序保护误跳分段和主变压器变低开关, 致使一段母线甚至整段母线失压的电力安全五级事件, 影响供电可靠性。

#### 3.2 科学选择接地体材质

由于接地体长时间埋置在土壤中, 在土壤水分、盐分的多重影响下, 很容易出现腐蚀。因此, 为了延长接地系统的寿命, 应当尽可能选择耐腐蚀的材料。例如, 铜的耐腐蚀效果要优于钢, 但是其价格较贵, 可以在关键节点上使用铜, 保证节点处连接效果和导电能力良好; 在普通位置使用钢, 降低成本。当然, 还可以采取外渡涂层的方式, 进一步提高钢材的防腐能力。

#### 3.3 变电站外的单相接地保护

部署在馈线开关的自动化终端可以配置单相接地检测功能, 可采用零序电压启动或相电流突变启动, 当判断出下游存在单相接地时启动延时跳闸。变电站内单相接地保护装置与沿线各个自动化装置之间采用级差配合实现选择性。鉴于主干线故障率较低, 可不设分级保护, 而将保护配置于故障率较高的分支、次分支和用户处, 这样配置的优点是不受运行方式影响。比如: 变电站出线断路器3s, 馈线分支开关2.5s, 馈线次分支开关2s, 用户分界开关1s。大部分单相接地检测方法都可以根据安装处采集到的信息判断出其下游是否存在单相接地。对于一二次融合智能开关, 由于零序电压和零序电流互感器的精度比较高, 采用简便易行的零序功率方向法也能具有较好的检测性能。对于处于馈线末端的用户分界开关, 其下游馈线短、电容电流小, 即使采用稳态量法效果也不错。对于作为母线延伸的开闭所, 在母线出线较多的情况下, 也可配置与变电站内相同的集中式单相接地选线保护装置或分散式单相接地保护装置。

#### 3.4 电化学保护法

电化学反应是导致接地系统金属材料发生腐蚀的主要原因。基于电化学腐蚀原理, 可采取的保护方法有两种, 即牺牲阳极保护法和外接电源保护激法。前者是在金属接地体的表面, 采用焊接方式固定一块化学性质更加活泼的金属块, 当发

生电化学反应时,首先消耗金属块,从而达到保护接地体的效果;后者则是使用线夹,一端连接金属接地体,另一端连接地面电源。持续通入电流,抑制腐蚀。

### 3.5 灵活接地系统中接地保护的适应性结论

1) 定时限零序过电流保护的定值应在确保消弧线圈合理补偿的前提下,在原有定值基础上提高至少10A,耐过渡电阻能力不足110 $\Omega$ 。2) 零序功率方向保护的最小动作电流受限于系统正常运行时的最大不平衡零序电流,耐过渡电阻能力约为500 $\Omega$ ;且功率方向元件应采用定值更为严格的电压电流相位比较法。3) 灵活接地方式下没有必要使用反时限零序电流保护。4) 电压制动式零序电流保护的耐过渡电阻能力受限于最小动作电流,约为750 $\Omega$ ;制动系数K的下限值相比小电阻接地系统适当升高。5) 电流比较式保护中,零序电流群体幅值比相法在母线接地时判据失效,线路接地时耐过渡电阻能力约为750 $\Omega$ ;出线零序电流与中性点电流比较法的耐过渡电阻能力可达3000 $\Omega$ 。6) 波形畸变式保护由于保护原理的限制,不仅会使故障出线保护提前动作,也会导致健全出线保护误动作。7) 电流突变式保护中,零序电流幅值增量法的耐过渡电阻能力高于并联中电阻;零序电流有功增量法的耐过渡电阻能力低于并联中电阻。

### 3.6 建立完善的安全管理处理措施

想要从源头上控制接地故障的发生,就要从保障发电厂的生产安全做起,建立一套完整的安全管理措施是现在推进发电厂工作的当务之急。首先,发电厂应该加强对工作人员的管理,对于相关的检修工作人员应该进行合理的岗位培训,培养检修人员对于专业设备的维修能力,增强他们的安全意识,提高每个工作人员的业务水平,并且通过完整的制度来明确每个工作岗位的责任,要求对发电厂电力系统的每一个环节进行定期的检修和养护,发现有问题的设备时及时处理,并且进行详细的记载。

### 3.7 分析故障原因采取相应措施

当接地故障发生以后,首先应当对故障的来源进行分析和排除。由于接地故障可能由于线路受潮、直供用户原因、电压互感器问题等因素引起,因此在接地故障判断时,需要针对不同的情况采取相应的解决措施。如果是由于气候问题造成线路潮湿而引发接地故障的现象,需要进行复归位信号的处理;如果是由于用户的原因引起接地故障,就需要和用户进行协商,及时找到故障发生的位置并进行检修;如果是电压互感器引起的接地故障,可以采取将PT小车转移到柜外从而切断电压互感器。但如果是由于发电厂电力系统支路问题而引发的接地故障,就需要对故障的类型进行判断。分析是两点接地故障、多点接地故障、多分支接地故障还是非线性电阻接地故障等,然后采取相应的方法进行处理。如果是单点接地故障,只需要对支路系统停电并进行检修工作,但如果是多点接地故障,就应该合理地进行故障位置的查找,结合多种因素制定相应的处理

办法,在解决问题后还应当做好问题解决记录工作,从而在面对相同问题时能够高效的解决。

### 3.8 新型接地棒

传统接地与防雷中存在的局限和不足刺激了人们对这个方面的研究创新,目前国内积极推广新型接地棒。新型接地棒以铜镀钢为主要材料,单根长度可以达到1.22m,可以与螺纹连接器随意组装,达到国家标准接地值。而且这种材料具备很强的耐腐蚀性,导电性能远远高于钢材料。在初次安装上需要投入大量成本,但是后期不需要消耗更多成本进行维修和养护,该材料性能良好、寿命长、品质优良,再加上体积直径小,安装操作方便,施工难度比较小,不需要大范围施工,也避免了对周围环境造成破坏,这种高效能接地棒的使用,明显提高了配电系统的安全性、稳定性。

### 3.9 有效维护监控系统设备

电子监控系统的应用价值在于辅助监控电力系统接地设备工作状态,以确保在第一时间发现电力系统接地故障问题并加以妥善处理。由于电子监控系统内部构造复杂程度高,所涉及的零部件较为精密,为确保其在火力发电厂电力系统运行中各项使用功能的有效发挥,应维护电子监控设备,比如定期检测器内部零件精密密度,及时维修零部件故障。若电子监控系统设备存在软件故障,可通过设备初始化的方式将监控系统设备内部相关数据恢复至最初参数值,确保电子监控系统设备重新应用于火力发电厂电力系统中。

### 结束语

电力接地系统是发电厂稳定运行的关键,在进行接地系统设计时,应重点关注土壤电阻率的测定、接地体材质的选型、接地体截面面积的计算等方面,保证设计方案的科学性、可行性。另外,从电力接地系统的实用性考虑,还要在设计方案中,着重考虑降阻措施和防腐措施。根据现场情况决定采用长垂直接地极或使用降阻剂降阻,以及采取加覆盖层或电化学保护等措施提高耐腐蚀性能。依托科学的设计方案,保障电力接地系统的可靠运行。

### 参考文献

- [1] 郝建奇.小电流接地系统选线技术研究[D].西安科技大学,2020.
- [2] 肖婷.小电流接地系统单相接地故障选线方法研究[D].西安理工大学,2020.
- [3] 刘配配.一种10kV小电阻接地系统接地故障定位方法[J].电力设备管理,2020(06):66-67.
- [4] 才志君.小电流接地系统在线运行故障选线技术研究[D].辽宁工程技术大学,2020.
- [5] 于连坤,魏占朋,丁彬,林国洲,陈云飞.电力电缆接地系统缺陷引起环流异常的分析[J].山东电力技术,2020,47(05):26-29.