

110KV变电站电气一次设计探讨

刘一飞

国网河南省电力公司封丘县供电公司 河南 新乡 453300

摘要: 110KV变电站电气一次设计是电力系统安全稳定运行的关键。设计需综合考虑潮流分布、功率因数、电压等级及短路电流, 确保系统经济、灵活、可靠。电气主接线设计需遵循可靠性、灵活性、经济性原则, 选择合适的主接线方案。接地系统需确保设备稳定运行与人员安全, 合理选择接地材料, 控制接地电阻。同时, 针对雷击威胁, 需采取避雷带、避雷器、放电间隙等防雷措施, 构建全方位保护体系。

关键词: 110KV变电站电气一次设计; 电气主接线与接地系统; 防雷保护措施

引言

110KV变电站作为电力系统的关键节点, 其电气一次设计对于保障电网可靠性和稳定性具有重要意义。设计过程中需兼顾系统的经济性、灵活性和可靠性, 确保在满足供电需求的同时, 降低设备运行成本。电气主接线和接地系统的设计直接影响电力系统的安全性和稳定性, 而防雷保护则是抵御自然灾害、保障设备安全的关键。因此, 深入探讨110KV变电站电气一次设计的相关问题, 对于提升电力系统整体性能具有重要意义。

1 110KV 变电站电气一次设计的重要性

110KV变电站作为电力系统中的关键节点, 其电气一次设计的重要性不言而喻。这一设计环节关乎电力系统的安全稳定运行, 还直接影响到电网的可靠性和稳定性, 以及电能的传输效率和能源资源的利用效率。在电气一次设计中, 需综合考虑潮流分布、功率因数、电压等级及短路电流等多重因素, 以确保电力系统的正常运行。设计过程中还需兼顾经济性、灵活性和可靠性, 力求在满足供电需求的同时, 降低设备运行成本, 提高电力系统的整体运行效率。具体来说, 电气一次设计涉及变电站的总平面布置、主设备选型、电气系统接线设计等多个方面。其中, 主接线的设计尤为关键, 它直接决定了电力系统的安全性和可靠性。在设计过程中需严格把控主接线的质量, 确保其能适应变电站的多种工作方式切换, 保证输电的安全稳定, 设备选型也是电气一次设计中的重要环节。需根据变电站的负荷需求和运行要求, 选择合适的高压开关设备、变压器、保护设备等主要电气设备。这些设备的性能和技术经济指标将直接影响变电站的运行效率和设备寿命。总的来说, 110KV变电站电气一次设计在电力系统中具有举足轻重的地位。通过科学合理的设计, 可以提高电网的可靠性和运行效率, 还能电力系统的持续发展和稳定运行奠定坚实基础。

2 变电站电气主接线设计

2.1 主接线设计的原则

电气主接线作为110KV变电站电气一次设计的关键核心, 其设计水准紧密关联着电力系统的安全稳定运行以及供电的可靠性与灵活性。在设计时, 可靠性原则始终是首要考量因素, 这要求变电站无论处于正常运行状态, 还是遭遇各类突发故障、极端工况, 都能确保持续、稳定地为用户供电, 如采用冗余设计, 构建多电源供电模式, 以此降低因单一电源故障而导致停电的风险。灵活性原则也至关重要, 随着电力需求的动态变化以及电力技术的持续革新, 电气主接线需便于系统的扩展与升级, 能灵活应对设备的更新换代, 同时在故障发生时, 可迅速进行故障隔离与处理, 保证电力系统的正常运转, 经济性原则同样不容忽视, 在满足变电站各项功能需求的基础上, 通过优化电气设备选型、合理规划接线布局, 有效降低初期建设成本与长期运行维护费用, 实现资源的高效利用与经济效益的最大化。综合考虑可靠性、灵活性与经济性原则, 才能设计出科学合理的电气主接线, 为110KV变电站的稳定运行提供坚实保障。在确保变电站稳定运行的同时, 设计者还需关注环境因素和未来发展趋势。采用环保材料和节能技术, 减少变电站对环境的影响, 同时适应可再生能源的接入需求。智能化管理系统的引入, 可以实现对变电站运行状态的实时监控和智能分析, 提高运维效率, 预防潜在故障。通过这些综合措施, 110KV变电站不仅能够保障电力供应的连续性, 还能在技术进步和能源转型的大潮中, 展现出更强的适应性和前瞻性^[1]。

2.2 主接线方案的选择

在变电站电气主接线设计中, 主接线方案的选择是一个至关重要的环节, 它直接决定了电力系统的安全性、可靠性和灵活性。(1) 选择主接线方案需充分考虑

变电站的规划、在系统中的作用以及具体的负荷需求。对于负荷较为稳定且进出线回路较少的变电站，单母线接线是一种简单且经济的选择，它满足基本的供电需求，同时保持结构的简洁性。（2）当变电站面临负荷变化较大、进出线回路较多的情况时，单母线分段接线则成为更为合适的选择。这种接线方式通过增加分段开关，提高了供电的可靠性，即使某一段母线发生故障，也能迅速隔离故障区域，保证其他部分的正常运行。（3）对于高压线路运行操作频繁、不承担电网穿越功率的变电站，内桥接线具有显著优势。它简化了线路之间的连接，降低了操作复杂度，同时提高了运行效率。而对于承担受电功能、无功功率转移任务的变电站，线路-变压器组接线则以其接线简洁、占地面积小、投资省等特点，成为理想的选择。这种接线方式易于维护和管理，还能有效减少能量损耗，提高电力系统的整体效率^[2]。

3 接地系统设计

3.1 接地系统的目的

在110KV变电站的电气一次设计中，接地系统占据着举足轻重的地位，其目的多元且关键。从保障电气设备稳定运行的角度来看，接地系统能为设备提供一个稳定的参考电位，有效避免因电位漂移而引发的设备故障。如电力系统正常运行时，电气设备的金属外壳通过接地系统与大地相连，确保外壳电位始终处于安全的零电位状态，防止因漏电等原因导致设备损坏，这一电位参考点对于各类精密电子设备的信号传输和处理也至关重要，能减少电磁干扰，保证设备运行的稳定性和准确性。在人身安全防护方面，接地系统犹如一道坚固的防线。当电气设备发生绝缘损坏，导致外壳带电时，接地系统能迅速将漏电电流引入大地，使设备外壳的电压降低到安全范围内，避免人员触电事故的发生。根据相关电气安全标准，人体能承受的安全电压和电流都有严格的阈值，接地系统的良好设计能够确保在任何故障情况下，人员接触到的电压都远低于这一阈值，保障人员的生命安全，接地系统还能有效防范因电气故障引发的次生灾害。当电气设备发生短路等故障时，强大的电流可能会引发火灾或导致设备的机械性损伤。通过良好的接地系统，能迅速将故障电流泄放，降低设备温度升高的风险，减少火灾发生的可能性。

3.2 接地材料的选择

在构建110KV变电站的高效接地系统时，接地材料的合理选择是基础且关键的环节。（1）圆钢因其优良的导电性能、卓越的机械强度以及相对较低的成本，在变电站接地系统中占据重要位置。圆钢的高机械强度能够

抵御外力冲击和土壤挤压，保持形态的稳定性，其圆形截面设计则确保了电流在导体内部的均匀分布，有效降低了接地电阻，尤其适用于土壤腐蚀性较弱、地质条件良好的环境。在这些地区，圆钢作为接地材料，充分满足接地系统长期稳定运行的严苛要求。（2）扁钢因具备较大的表面积，在与土壤的接触中展现出更强的散流能力，成为在需要迅速将电流引入大地场合下的优选材料。扁钢的加工灵活性和连接便捷性，通过焊接、螺栓连接等多种方式，确保了接地体之间电气通路的可靠形成。尤其在土壤腐蚀性较强的区域，采用热镀锌处理的扁钢，显著提升了其抗腐蚀性能，延长了接地系统的使用寿命，保障了接地效果。（3）在接地体的敷设过程中，确保接地体之间连接质量至关重要。无论是采用焊接还是螺栓连接，均需严格控制连接处的接触电阻，避免虚接或松动现象的发生，以构建一个统一、完整的接地体系。只有这样，接地系统才能充分发挥其作用，确保接地电阻始终符合设计要求，为变电站的安全稳定运行提供坚实保障^[3]。

3.3 接地电阻的要求

接地电阻是衡量接地系统性能优劣的关键指标，其大小直接关系到接地系统能否有效地将电流引入大地，保障电气设备的正常运行和人员安全。从理论上讲，接地电阻越小，接地系统的散流能力就越强，能更迅速地将工频接地电流和故障电流释放到大地中。在110KV变电站中，由于电压等级较高，短路电流等故障电流的幅值较大，因此对工频接地电流的释放能力提出了更高的要求。较小的接地电阻能够有效降低设备外壳和地面的接触电压，减少人员触电的风险，同时也能降低电气设备因过电压而损坏的可能性。在实际设计过程中，确定合适的接地电阻值需要综合考虑多方面因素。土壤电阻率是一个重要的影响因素，不同地区的土壤电阻率差异较大，如在山区，岩石较多，土壤电阻率较高；而在河滩等潮湿地区，土壤电阻率较低。因此，需要根据当地的土壤电阻率测量结果，选择合适的接地体尺寸和埋设深度。接地体的尺寸和埋设深度也会对接地电阻产生明显影响。一般来说，增加接地体的长度和直径，能有效降低接地电阻。适当增加接地体的埋设深度，也可以利用土壤的自然分层特性，找到电阻率较低的地层，降低接地电阻。在设计过程中，还需要考虑接地系统的经济性和施工难度，通过优化设计，在满足接地电阻要求的前提下，尽量降低建设成本和施工难度。

4 防雷保护设计

4.1 防雷保护的重要性

在110KV变电站的电气一次设计架构中,防雷保护占据着举足轻重的地位,其重要性不容忽视。(1)雷电作为一种蕴含巨大能量的自然现象,对变电站构成严重威胁。雷击瞬间产生的极高过电压,远超电气设备的正常耐受阈值,极易直接击穿设备绝缘层,引发设备短路及损坏,产生连锁反应。这会干扰电力系统的电压稳定,还导致大面积停电事故,对工业生产、居民生活乃至社会运转造成深远影响。(2)从设备价值与维护成本考量,变电站内的变压器、断路器、互感器等核心电气设备,不仅造价高昂,且承担着电力转换与分配的关键任务。如果遭受雷击损坏,维修费用庞大,修复周期亦长,将严重制约电力系统的正常运行。雷击故障还可能破坏系统功率平衡,诱发电网振荡,若处理不及时,会引发连锁故障,加剧事故影响。(3)为确保110KV变电站电气设备的安全运行及电力系统的稳定可靠供电,实施高效防雷保护措施势在必行。通过科学合理的防雷设计,可以有效抵御雷电侵袭,降低设备损坏风险,维护电力系统的整体稳定性,保障社会经济的平稳运行。在变电站电气一次设计中,防雷保护是技术层面的要求,更是确保电力系统安全、可靠、高效运行的重要保障。

4.2 防雷措施的选择

面对雷击的威胁,110KV变电站需因地制宜地选取恰当的防雷措施,以构建全方位的防雷保护体系。避雷带是防范直击雷的重要防线。在110kV变电站的配电装置上方合理设置避雷带,其原理是利用自身高出被保护物体的优势,将雷电吸引到自身,通过引下线和接地装置将雷电流安全导入大地,从而避免配电装置遭受直击雷的损害。避雷带的设置需严格遵循相关技术规范,确保其覆盖范围全面,安装牢固可靠。避雷器则是应对雷击过

电压的关键设备。在变电站的进线段和出线段安装避雷器,能有效限制线路上的雷击过电压幅值。当雷击过电压侵入时,避雷器迅速动作,将过电压限制在设备可承受的范围内,同时将雷电流泄入大地。在高压线的中性点安装避雷器,可增强对中性点绝缘的保护。放电间隙也是一种常用的防雷手段。它通过在电极间形成空气间隙,当电压超过一定值时,间隙击穿放电,从而限制电压的升高。合理设置放电间隙的距离和参数,能够使其与避雷器等其他防雷设备协同工作,提高变电站的整体电压保护能力。在选择防雷措施时,还需综合考虑变电站的地理位置、周边环境、土壤条件等因素,进行优化组合,以实现最佳的防雷效果^[4]。

结束语

综上所述,110KV变电站电气一次设计需综合考虑多方面因素,确保系统安全、稳定、经济运行。通过科学合理的电气主接线设计、接地系统设计与防雷保护措施,可以有效提升电力系统的整体性能。未来,随着电力技术的不断发展,我们需持续关注并优化110KV变电站电气一次设计,以适应电力系统发展的新需求,为电力行业的持续健康发展贡献力量。

参考文献

- [1]王志红.关于110kV变电站电气一次设计的探析[J].数字化用户,2023(42):33-34.
- [2]张忠乐,薛思辰.基于电气计算的110kV智能变电站一次系统设计研究[J].大众科学,2023(14):26-28.
- [3]苏春成.110kV变电站的电气一次系统设计[J].集成电路应用,2021,38(11):194-195.
- [4]蒋贤明.110kV变电站电气一次设计研究[J].电力系统装备,2020(13):41-42.