

浅析110kV变电站电气设计

蒋拥军

四川省建能电力设计有限公司 四川 成都 610011

摘要：随着我国市场经济的蓬勃发展，农村现代化进程的加快，对电力的需要量也越来越多，这就促进了变电站的兴建，其产量也日益增加。为此，本章专门探讨了影响110kV变电站电气设计的关键因素及对策，以及变电站的重要意义、电气设计特点、主接线选择、配电装置选择、主接线选型的主要影响因素、消弧及过电压保护装置设计、直流系统设计以及信息安全问题。通过详细分析，旨在为110kV变电站的电气设计提供科学、合理的指导，确保变电站的安全、可靠运行。

关键词：110kV变电站；电气设计

引言：随着现代工业化和城市化进程的加速，电力需求急剧增长，对电网的安全性和可靠性提出了更高要求。110kV变电站作为连接高压输电网络与低压配电网的重要枢纽，其电气设计的合理性和先进性直接影响到电力系统的整体运行效率和供电质量。因此，深入研究110kV变电站的电气设计，对保证电力供应、推动经济社会发展有着重大作用。

1 110kV 变电站的概述

110kV变电站作为电力系统中不可或缺的关键节点，其重要性不言而喻。它不仅是电能传输与分配的重要枢纽，更是实现电力调度、保障电网稳定运行的核心设施。随着科技的不断进步和社会对电力需求的日益增长，110kV变电站的技术革新与功能拓展显得尤为关键。第一，变压器作为变电站的心脏，其性能的优劣直接决定了电能转换的效率与稳定性。现代变压器不仅具备高效转换电流、灵活调整功率的能力，还融入了智能化控制技术，能够实时监测电网负荷变化，自动调整输出电压与电流，确保供电质量与电网稳定性。同时，通过对电流方向的精确控制，实现了电能的有序分配，优化了电力资源配置。第二，在变电站的建设与运营中，安全始终是第一要务。传统户外敞开式变电站因设备暴露、易受自然环境影响等问题，逐渐退出了历史舞台。取而代之的是更加安全、可靠的半户内或全户内式变电站。这些新型变电站采用封闭式结构，有效隔绝了外界环境的干扰，减少了设备腐蚀与损坏的风险，显著提升了运行的安全性与稳定性。第三，随着自动化技术的广泛应用，110kV变电站的运维模式也发生了深刻变革。通过集成先进的监控系统、智能巡检机器人、远程操控系统等高科技手段，变电站实现了对设备运行状态的实时监测、故障预警与快速响应，大幅降低了人工巡检与维护

的成本，提高了运维效率与准确性^[1]。

2 110kV 变电站电气设计要点

2.1 110kV变电站的主接线设计

110kV变电站的主接线设计是整个变电站电气设计中的关键环节，直接关系到变压器的电力安全性、操作可靠性和经济效益。设计中需按照变压器的位置、设计内容、负载特性、变压器连接和电容器数量等情况制定。主接线设计应兼顾安全性、可靠性和经济性，安全性是指运行方式安全，保证在各种事故和检修状态下，可以长期安全地给用户供电；可靠性需要能够灵活配置和切断变压器、电缆，调整供电的负载，适应系统在各种工作模式下的需要，可以长期稳定地给用户供电；经济性是节约占地面积、综合项目初期建设投入和后期运营费用比较、提高项目全过程投资、增强项目经济性。常用的110kV变电站主接线方法包括单母线连接、单母线分段连接和双母线连接等。具体选用哪种形式，还需要针对变电站的实际情况加以综合分析。比如，单母线接线方式投资经济，但接线形式单一，运行方式不灵活，多用于终端变电站或只有单一电源变电站，一般110kV出线不超过2回；单母线分段接线方式投资较单母线高、较双母线更经济，但灵活性和可靠性比单母线高、比双母线低，多用于中间变电站，一般110kV出线不超过4回；双母线接线方式具有较高的可靠性和灵活性，但投资较大，常用于枢纽型变电站，一般110kV出线超过6回时使用。

2.2 110kV变电站配电装置的设计

110kV变电站配电装置的设计是变电站建设中的核心环节，直接关系到电力系统的安全、稳定和高效运行。在设计过程中，需综合考虑多个因素，包括变电站的负荷需求、电压等级、设备选型、布置方式以及运行维护的便捷性等。第一，明确变电站的电压等级和负荷需

求是设计的基础。根据实际需求,选择合适的变压器、断路器、隔离开关等关键设备,确保配电装置能够满足系统的运行要求。第二,合理布置配电装置是设计的关键。需根据变电站的场地条件、设备尺寸和运行维护的需求,制定详细的布置方案。采用单层、双层或多层布置方式,确保设备间留有足够的安全距离和通道,便于设备的安装、调试和日常维护。第三,还需考虑配电装置的接线方式。主接线的设计应简洁明了,便于操作和维护,同时应具有一定的灵活性和可扩展性,以适应未来系统发展的需求。

2.3 主接线的选择和考虑因素

在电力系统规划与设计中,主接线的选择是一个复杂而关键的决策过程,它综合考量了多个至关重要的因素以确保电网的可靠性、灵活性、经济性和安全性。第一,这一选择过程必须深入分析负荷的性质与重要性,明确不同负荷对于供电稳定性和连续性的差异化需求,从而确定是否需要采用更为复杂但可靠性更高的双回路或多回路供电方案。第二,电源条件也是决定主接线形式的关键因素之一,包括电源点的数量、容量分布、相互连接关系等,它们直接影响着主接线的构建难度和灵活性。第三,还需将电网未来的扩建可能性纳入长远规划之中,确保所选主接线方案不仅满足当前需求,还具备足够的扩展性和适应性,以应对未来电力负荷的增长和电网结构的调整。经济性和技术合理性同样不容忽视,需在保障可靠性的前提下,力求实现投资成本、运行费用和维护难度的最优化,并确保所选方案在技术上成熟可行,易于实施和维护。第四,运行与维护的便利性也是选择主接线时必须考虑的重要因素,一个优秀的主接线设计应能够简化操作流程,提高监控效率,并为维护人员提供便捷的检修通道,从而降低电网的运行风险和维护成本。

2.4 设计消弧及过电压保护装置

在110kV变电站的电气设计中,消弧及过电压保护装置的设计是保障电力系统安全稳定运行的重要措施。这些装置的主要功能是快速响应并有效抑制因系统故障或操作不当引起的弧光放电和过电压现象,从而保护电力设备和系统的整体安全。消弧装置的设计重点在于其快速响应性和可靠性。当系统发生单相接地故障,尤其是弧光接地时,消弧装置应立即启动,通过注入电感电流或改变系统参数等方式,迅速熄灭电弧,防止弧光接地过电压的产生,进而避免对电力设备的损害。设计时需确保消弧装置能够快速准确地识别故障类型并作出相应处理,同时还应考虑其长期运行的稳定性和维护的便捷

性。过电压保护装置则主要针对系统中可能出现的各种过电压情况进行防护。这包括但不限于雷电过电压、操作过电压和内部过电压等。针对不同类型的过电压,需选用合适的保护装置,如避雷器、压敏电阻、氧化锌避雷器等,以限制过电压的幅值和持续时间,保护电力设备的绝缘安全^[2]。

2.5 直流系统设计

全站直流系统应统一规划,多采用双充双馈的冗余配置策略,确保一、二次电力设备、通信系统以及自动化系统的稳定供电。系统电压设定为标准的直流220V,配备两组300Ah大容量阀控式密封铅酸蓄电池,每组含104只电池,每组蓄电池设专用蓄电池室妥善安置蓄电池组,以保证当全站发生断电后,能连续供电二小时以上。直流供电系统使用新型的单母线分段连接,带有分段开关,灵敏度高。每个母线独配置了一个高频开关电源充电装置以及对应的充电组,充电系统按照N+1原理,每组配备5块20A模块,既保证了快速充电又预留电源,有效增强了系统可靠性。可实现操作方便和安全监测,每套直流供电系统都集成了微机式绝缘检测设备和蓄电池容量检测器,并通过混合型电源管理模式,智能控制电池状况,以防止事故于未然。对于110kV部分采取放射式电源设计,每间隔确保双回路电源直接由直流馈线屏引出,以提高电源稳定性。对于35kV/10kV部分则根据母线分段实际状况灵活设定,同时遵循双回路原理,使得每一个母线段均可得到平稳安全的直流电源提供。

3 110kV 变电站电气设计的策略

3.1 合理选型和配置变压器

直接关系到变电站的供电可靠性、经济性和运行效率。第一,明确变压器的容量是关键。容量选择需基于变电站的负荷需求进行精确计算,既要满足当前的最大负荷需求,又要考虑未来负荷增长的可能性,确保变压器在长时间内能够稳定运行且不过载。过大的容量会造成资源浪费,而过小的容量则可能频繁导致变压器过载,影响供电质量。第二,变压器类型的选择同样重要。根据变电站的具体功能和电压等级,选择适合的变压器类型,如有载调压变压器、无载调压变压器等。有载调压变压器能够在不停电的情况下调节输出电压,提高供电质量,适用于对电压稳定性要求较高的场合。而无载调压变压器则结构相对简单,成本较低,适用于负荷变化不大的场合。第三,变压器的冷却方式也是选型时需要考虑的因素之一。常见的冷却方式包括自然风冷、强迫油循环等。自然风冷适用于负荷较小、环境温度不高的场合,具有结构简单、维护方便等优点。而强

迫油循环冷却方式则能更有效地散发热量,适用于负荷较大、环境温度较高的变电站^[3]。

3.2 优化电气主接线设计

在110kV变电站的电气设计中,优化电气主接线设计是至关重要的策略之一。第一,电气主接线的设计应基于变电站的整体规划和运行需求。考虑到110kV变电站作为电力传输和分配的关键节点,其主接线设计必须确保供电的可靠性和灵活性。因此,在设计过程中,应综合评估负荷分布、设备容量、未来扩展需求等因素,选择合理的接线方式,如单母线、单母线分段或双母线等。第二,优化电气主接线设计需注重提高运行的经济性。在保证供电可靠性的前提下,通过合理的接线布局 and 元件选择,减少不必要的电能损耗和设备投资。例如,采用低阻抗的导线材料,优化电缆路径,以减少电能传输过程中的损耗;同时,合理选用性价比高的电气设备和保护装置,降低设备采购和维护成本。第三,电气主接线的设计还应充分考虑操作的便捷性和维护的方便性。在布局上,应使设备排列有序,标识清晰,便于运行人员进行操作和巡检。同时,还应设置完善的检修通道和维修平台,为设备的日常维护和故障处理提供便利条件。第四,随着智能电网技术的发展,优化电气主接线设计还应积极融入智能化元素。通过引入智能监测、故障诊断和远程控制等技术手段,实现对电气主接线运行状态的实时监测和精准控制,提高系统的自动化水平和响应速度,进一步提升变电站的运行效率和可靠性。

3.3 完善保护与控制系统设计

直接关系到变电站的安全稳定运行和故障应对能力,第一,保护控制系统建设的关键目标就是实现迅速、正确的发现和隔离事故,从而避免因故障扩大对设备产生的更大冲击。这就需要保证控制系统具有较高的安全性和灵敏度,并可以涵盖整个变电站的各种关键设备和线路,并进行全面、深层次的防护工作。在工程设计中,应针对保护装置的主要功能和设备的工作特点,合理配置电流保护、距离保护、差动保护等各种保护方式,以实现系统在所有事故状态下,均能快速反应和

准确启动。第二,控制系统设计中要注重提升整个变电站的自动化水平和智能化程度。引入先进的智能技术与智能控制策略,可以实现对变电站设备的全天候监测、自动控制与智能管理,也因此极大地提高了管理能力与响应速度。例如,通过引进了数字化变电站信息,将以往的模拟信息转变为数字信号的管理和传输,可以提高信息的准确度和实时性;引入了智能巡检机器人与无人机等先进技术手段,可以实现对变电站设备的自动巡检和故障报警,降低了运维管理人员的工作压力。第三,在完善保护与控制系统设计时,还需注重系统的集成性和兼容性。随着电网的发展和科技进步,变电站内可能涉及多种不同厂家、不同型号的设备 and 控制系统。为确保这些设备能够协同工作、信息共享,需要在设计时充分考虑系统的集成性和兼容性,采用统一的标准和协议进行接口设计和数据交换^[4]。

结束语

在110kV变电站的设计中,要具体地分析变电站在整个系统中的要求和功能以及设备种类等具体情况的原则,对变电站的供电条件、环境和设计能力加以研究。设计方案尽量优化,以保证电力系统安全性、供电可靠性和一定的可操作性。也因为设施数量多、对环境影响大,所以在设计过程中都需要充分考虑,以提高工程设计的合理性和安全性。在设计过程中,设计者必须充分了解一次电气设备的特性,才能从实际出发综合考虑各种因素,保证整个运行范围的稳定性。

参考文献

- [1]汪翔.110kV变电站的电气设计与防雷保护研究[J].名城绘,2020(3):120-122
- [2]陈学利.110kV变电站的自动化系统设计[J].变频器世界,2020(05):51-53.
- [3]李勤.110kV变电站的电气主接线设计要点分析[J].科技风,2019,No.378(10):189-189.
- [4]倪宗旭.110kV综合自动化变电站的电气二次设计分析[J].环球市场,2020,000(006):145-147