

水力发电厂电气设备安全运行及维护研究

雷 栩

麻栗坡县曼棍水力发电有限公司 云南文山 663600

摘 要：随着能源需求的不断增长和环境保护的重视，水力发电作为清洁能源的重要组成部分，其安全运行和维护显得尤为重要。本文主要研究了水力发电厂电气设备的安全运行及维护策略，旨在提高水力发电厂电气设备的安全性和可靠性。通过案例分析，验证了这些措施的有效性，并对其应用前景进行了展望。

关键词：水力发电厂；电气设备；安全运行；维护

水力发电因其清洁可再生的特性，在全球能源结构中占据着重要的位置。然而，水力发电厂的电气设备复杂多样，其安全运行和维护面临着诸多挑战。近年来，随着电力系统的发展和技术的进步，对水力发电厂电气设备的安全管理和维护提出了更高的要求。不仅需要确保设备的稳定运行，还要防止和减少故障的发生，确保电网的安全稳定。因此，研究水力发电厂电气设备的安全运行及维护，具有重要的理论和实践意义。

一、水力发电厂电气设备常见故障

水力发电厂电气设备的常见故障主要包括调速器故障、反馈指示仪表故障、变压器故障和绝缘故障等。这些故障不仅影响了水力发电厂的正常运行，还可能带来安全隐患。调速器故障是水电厂常见的一种问题，表现为调速器无法有效执行命令或程序，导致主控面板出现连续预警，电液转换设备无法正常工作。在这种情况下，通常需要断电复位来解决问题。反馈指示仪表故障也是常见的问题之一，当仪器显示与实际情况不符时，通常是由于机械操作无法有效控制或运行速度过快导致的。这种故障需要停止运行设备并进行详细检查和修理。变压器故障同样普遍，包括因负荷过大或内部组件接触不良引起的异常声音，以及绝缘瓷套管闪络现象。绝缘故障则表现在发电机回路中指示针归零、断路器突然跳闸，甚至线路冒烟或产生臭味，这通常是因为线路损伤导致的^[1]。

二、水力发电厂电气设备维护策略

1. 预防性维护措施

这种维护方式侧重于通过定期检查、测试和替换部件来预防故障的发生，而不是等到故障出现之后再进行修理。例如，调速器作为控制水流和发电机速度的关键

组件，其稳定性对整个发电过程至关重要。因此，调速器的预防性维护包括定期检查其机械链接、润滑系统以及电子控制系统，确保这些部件都在最佳状态。对于变压器，预防性维护则涉及到监控其负荷情况、温度和绝缘性能，及时调整运行参数或更换损坏的零件，以避免因过载或绝缘老化引发故障。预防性维护的实施需要基于设备的运行数据和维护历史制定详细的维护计划。这包括确定维护的周期、具体任务、所需工具和材料。同时，维护过程中的数据应被详细记录，以便分析设备的性能趋势和预防性维护的效果。

2. 故障诊断与修复技术

故障发生时，首要任务是进行准确的故障诊断，这通常依赖于先进的监测系统和分析工具。例如，利用振动分析仪可以准确诊断出电机或发电机组的机械故障；而红外热像技术则能够检测到电气接头的过热问题。通过这些技术，维护人员可以快速定位故障点和故障原因。一旦诊断出故障，接下来便是修复工作。修复技术的选择往往取决于故障的性质和严重程度。对于简单的线路损伤或接头松动，直接的物理修复可能就足够了。但对于如调速器或变压器这样的复杂设备，修复可能需要专业的技术支持和特定的工具。在修复过程中，重要的是要遵循制造商的指导和行业标准，确保修复后的设备能够达到原始设计的性能和安全标准。故障修复后，还需要对设备进行测试和调整，确保其恢复到最佳工作状态。这可能包括调整运行参数、重新校准设备或进行试运行。为了提高故障修复的效率和质量，水力发电厂通常会培训专业的维护团队，并配备必要的修复工具和备件^[2]。

3. 维护管理体系建设

一个完善的维护管理体系应当明确维护职责、流程

和标准,确保维护活动按照预定的计划和要求执行。首先,建立清晰的组织架构至关重要,这包括设立维护部门、明确维护人员的职责与权限,以及建立维护决策的流程。例如,可以设立专门的维护团队负责日常检查、定期维护和故障处理,同时由高级技术人员或管理层进行维护计划的审批和效果评估。其次,维护管理体系需要包含一套完善的维护操作标准和程序。这些标准和程序应当根据设备制造商的建议、行业最佳实践和工厂自身的运行经验来制定。操作标准应涵盖所有常规和预防性维护任务,以及故障诊断和修复流程,确保每一步操作都有明确的指导和标准可循。除了操作标准,维护管理体系还应当包含维护记录和报告系统。这个系统不仅记录维护活动的详细信息,如维护日期、内容、更换的零件和可能的异常情况,还应记录设备的性能数据和故障率。

三、水力发电厂电气设备安全运行优化措施

1. 优化运行参数设置

对于水力发电厂而言,关键设备如涡轮机、发电机和变压器的参数设置尤为重要。例如,通过实时监控水头和流量,可以优化涡轮机的运行参数,使其在不同水力条件下都能高效运行。同样,发电机的电压和频率控制也需要根据电网需求和发电效率进行精确设定。除了直接的运行参数外,优化保护系统的设置也是至关重要的。这包括过电流保护、过电压保护以及温度监控等。正确设置这些保护参数可以确保在电气系统出现异常时迅速切断电源或采取其他保护措施,从而避免可能的设备损坏或安全事故。在实际操作中,运行参数的优化需要基于设备的实时数据和长期运行分析。利用先进的监控系统和数据分析工具,运维人员可以深入了解设备的运行特性,识别出最优的运行区间和参数设置。这种数据驱动的方法不仅能提升设备的性能,还能延长其使用寿命^[3]。

2. 提升自动化控制水平

提升自动化控制水平是增强水力发电厂电气设备安全性的另一项关键措施。随着技术的进步,自动化控制系统已经成为现代水力发电厂的标准配置。自动化系统能够实现对电厂各项参数和设备的实时监控,并自动调

整运行状态,以适应电网负荷的变化和外部环境的影响。在实际应用中,例如,自动化系统可以通过调节进水阀门的开度来控制进入涡轮机的水流量,确保涡轮机始终在最佳效率点运行。自动化系统还可以监测电气设备的温度、振动等关键指标,一旦检测到异常值,便能立即采取措施,如减少负荷或停机检修,从而防止故障的发生。

3. 完善应急预案

完善应急预案是保障水力发电厂电气设备在极端情况下能够安全运行的必要措施。应急预案不仅涵盖了应对突发事件的程序和措施,还包括了事故后的恢复计划。一个完善的应急预案应该详细规定在不同类型和严重程度事故发生时的响应流程,明确各个角色的职责和行动指南。在水力发电厂中,常见的紧急情况包括洪水、火灾、设备严重故障等。针对这些情况,应急预案应包含具体的操作步骤,如紧急撤离路线、重要设备的快速停机程序、紧急通讯协议等。

结语

在当前能源结构转型和技术进步的背景下,保障水力发电厂电气设备的安全和可靠性是提升整体电力系统稳定性的关键。本文提出的预防性维护措施、故障诊断与修复技术、维护管理体系建设和安全运行优化措施,都是基于实践经验和先进技术的应用,它们不仅提高了设备的运行效率,还增强了系统的适应能力和抗风险能力。未来,随着技术的不断进步和经验的积累,水力发电厂电气设备的安全管理和维护将更加高效和智能化。这将为实现绿色发电和可持续发展目标提供坚实的技术支持和保障。

参考文献

- [1] 朱大才.水力发电厂电气设备维护及安全运行研究[J].设备监理,2023,(05):62-65.
- [2] 李梓琰,闭真珍.水力发电厂电气设备维护与安全运行策略分析[J].中国设备工程,2023,(14):55-57.
- [3] 管学文.试析发电厂电气设备安全运行的管理和维护[J].中国石油和化工标准与质量,2022,42(13):62-64.