

汽轮机一次调频性能不稳定故障的诊断及解决

历建鹏

中国神华胜利发电厂 内蒙古 锡林浩特 026000

摘要: 文章探讨汽轮机一次调频性能不稳定故障的诊断与解决策略。汽轮机作为电力系统的关键部分,其调频性能稳定性对电网安全至关重要。受多种因素影响,该故障频发。分析故障可能原因,如控制系统参数不当、机械状态差及运行环境恶劣等。提出基于模拟试验的诊断方法,模拟不同工况以定位原因。结合诊断结果,制定优化控制参数、检修机械部件及改善运行环境的解决策略,对提升汽轮机调频性能和电网安全具有重要意义。

关键词: 汽轮机; 一次调频; 性能不稳定; 故障诊断; 解决方案

随着电力需求和电网结构的生长与复杂化,汽轮机稳定运行对电网安全愈发关键。一次调频性能作为衡量汽轮机性能的重要指标,其稳定性对电力系统频率调节和电网可靠性至关重要。实际运行中,受设备老化、控制系统故障及运行环境变化等影响,汽轮机一次调频性能不稳定故障频发,威胁电网安全。深入研究此故障并提出有效诊断与解决方法至关重要。本文基于模拟试验和实际运行数据,深入分析该故障,并提出针对性解决策略,旨在保障汽轮机和电网的稳定运行,为电力安全提供有力支撑。

1 介绍汽轮机一次调频的基本原理

汽轮机一次调频的基本原理是确保电网频率稳定的重要机制。在电网的实际运行中,由于电量消耗与电量供给之间的不匹配,电网频率可能会出现微小且变动周期较短的变化。为了应对这种频率扰动,汽轮发电机组自身的调节系统扮演着关键角色。当电网频率偏离额定值时,汽轮机的控制系统会立即启动一次调频功能,其核心在于通过控制汽轮机调门的开度,实现机组有功功率的自动增减。具体来说,当电网频率升高时,一次调频功能会要求机组利用其蓄热快速减负荷,降低并网有功功率;反之,当电网频率降低时,机组会快速增负荷,提高并网有功功率。这种快速的功率调整过程,可以有效地限制电网频率的变化,使其维持在一个稳定的范围内。在一次调频过程中,汽轮机的控制系统会实时监测电网频率的变化,并据此调整汽轮机调门的开度。这种调整是闭环控制的过程,确保了机组能够快速、准确地响应电网频率的变化^[1]。一次调频还涉及到多个技术参数的设定和优化,如转速不等率、调频死区、快速性、补偿幅度和稳定时间等,这些参数的合理设定对于确保一次调频的效果至关重要。汽轮机一次调频的基本原理是通过控制汽轮机调门的开度,实现机组有功功率

的自动增减,从而限制电网频率的变化,确保电网的稳定运行。这一机制在电力系统中具有广泛的应用,对于保障电力系统的安全、稳定运行具有重要意义。

2 汽轮机一次调频性能不稳定故障的分析

2.1 故障现象描述

汽轮机一次调频性能不稳定故障的分析是一项复杂且关键的任务,它涉及到汽轮机的控制系统、运行环境以及设备本身的多个方面。故障现象主要表现为,在电网频率发生波动时,汽轮机的一次调频功能无法稳定、有效地发挥作用。具体来说,当电网频率偏离额定值时,汽轮机的控制系统应该能够迅速响应,通过调整调门开度来改变机组的有功功率输出,从而稳定电网频率。在实际运行中,可能会出现以下几种故障现象:汽轮机的响应速度明显变慢,无法及时跟随电网频率的变化进行调整。这可能是由于控制系统的反应时间设置过长,或者控制系统本身存在延迟、卡顿等问题导致的。汽轮机的调整幅度不稳定,有时过大有时过小,无法准确匹配电网频率的变化。这可能是由于控制系统的参数设置不合理,或者控制系统在处理复杂信号时存在误差、干扰等问题导致的。还可能出现汽轮机在调频过程中频繁出现振荡、波动等不稳定现象。这可能是由于控制系统的稳定性不足,或者汽轮机本身存在机械故障、气流不稳定等问题导致的。

2.2 故障可能原因分析

汽轮机一次调频性能不稳定故障的分析是一项系统性且复杂的任务,涉及到多个方面的因素。从控制系统角度来看,控制系统参数的设定与调整对于一次调频的稳定性至关重要,若控制系统中的转速不等率、调频死区等参数设置不当,就可能導致汽轮机在调频过程中响应迟缓或调整过度。控制系统的算法和逻辑设计若存在缺陷,也可能导致调频性能的不稳定。汽轮机的机械状

态是影响一次调频性能的另一个重要因素,例如,汽轮机转子、叶片等关键部件的磨损或变形,可能导致汽轮机的运行不稳定,进而影响其调频性能。汽轮机的热力性能、气密性等也会对其调频能力产生影响。汽轮机的运行环境也是不可忽视的因素,电网的负荷变化、电压波动等都会对汽轮机的运行产生影响,进而影响其一次调频性能。汽轮机的进汽参数、冷却水温度等运行环境条件的变化也可能导致调频性能的不稳定^[2]。人为因素也可能导致一次调频性能的不稳定,例如,操作人员在调整控制系统参数或进行其他操作时,若存在疏忽或误操作,就可能导致调频性能的下降。

3 汽轮机一次调频性能不稳定故障的诊断方法

3.1 基于数据分析的故障诊断方法

汽轮机一次调频性能不稳定故障的诊断是一项关键技术,它依赖于深入的数据分析和精细的故障识别方法。基于数据分析的故障诊断方法,以其高效、精准的特点,在汽轮机的运行维护中发挥着重要作用。在汽轮机一次调频性能的诊断中,先需要对汽轮机的运行数据进行全面采集,包括转速、功率、温度、压力等关键参数。这些数据反映了汽轮机的实时运行状态,是故障诊断的重要依据。通过对这些数据进行处理和分析,可以提取出与一次调频性能相关的特征信息。接下来,利用先进的数据分析技术,如机器学习、深度学习等,对提取的特征信息进行模式识别和分类。这些技术能够自动学习数据中的内在规律和关联,从而识别出与一次调频性能不稳定故障相关的特征模式。在模式识别的基础上,可以进一步构建故障诊断模型,这些模型能够根据输入的运行数据,预测出汽轮机一次调频性能的状态,并判断是否存在故障。通过不断优化模型的参数和结构,可以提高故障诊断的准确性和可靠性。除了对单一时间点的数据进行分析外,还可以采用时间序列分析方法,对汽轮机的历史运行数据进行挖掘和比较。这有助于发现潜在的 trends 和规律,进一步揭示一次调频性能不稳定故障的原因和演变过程。基于数据分析的故障诊断方法还需要结合实际的工程经验和专业知识进行验证和修正。通过与现场操作人员的沟通和合作,可以不断完善诊断方法,提高其在实际应用中的有效性和实用性。

3.2 基于模拟试验的故障诊断方法

汽轮机一次调频性能不稳定故障的诊断方法之一是基于模拟试验的故障诊断方法。该方法通过模拟汽轮机在不同工况下的运行状态,观测和记录相关参数的变化,进而分析和诊断一次调频性能不稳定故障的原因。在模拟试验中,需要构建一个能够准确反映汽轮机运行

特性的仿真模型,这个模型需要考虑汽轮机的结构特点、控制系统、运行环境等多个方面的因素,确保模拟结果能够真实反映汽轮机的实际运行情况。通过调整仿真模型的参数和条件,模拟汽轮机在不同负荷、不同进汽参数、不同控制策略下的运行状态。在模拟过程中,需要重点关注与一次调频性能相关的参数,如转速、功率、调门开度等,并实时记录这些参数的变化情况。通过对比不同工况下的模拟结果,可以发现一次调频性能不稳定故障的表现特征和规律。例如,在某些特定工况下,汽轮机的转速波动较大,或者调门开度的调整幅度不稳定,这些都可能是故障的表现^[3]。基于模拟试验的结果,可以进一步分析故障的原因,可能是控制系统的参数设置不当,导致调频响应速度过慢或调整幅度不准确;也可能是汽轮机的机械部件存在磨损或变形,导致运行不稳定;还可能是运行环境的变化对汽轮机的调频性能产生了影响。通过模拟试验的故障诊断方法,我们可以对汽轮机一次调频性能不稳定故障进行深入的剖析和理解。这不仅可以为故障的修复和优化提供有力的支持,还可以为汽轮机的设计和运行提供重要的参考和指导。同时,模拟试验还可以用于评估不同控制策略和优化方案的效果,为汽轮机的性能提升和稳定运行提供有力的保障。基于模拟试验的故障诊断方法是诊断汽轮机一次调频性能不稳定故障的有效手段。通过构建仿真模型、模拟不同工况下的运行状态、分析参数变化特征和规律,可以准确找出故障的原因,为故障的修复和优化提供有力的支持。

4 汽轮机一次调频性能不稳定故障的解决策略

4.1 基于诊断结果的一次调频性能不稳定故障解决方案

汽轮机一次调频性能不稳定故障的解决策略是确保汽轮机稳定运行和电网安全的重要措施。针对控制系统参数设置不当的问题,需要对控制系统进行全面检查和优化,通过调整转速不等率、调频死区等关键参数,确保控制系统能够准确、快速地响应电网频率的变化。同时还需要对控制系统的算法和逻辑进行优化,减少误差和干扰,提高调频的准确性和稳定性。对于汽轮机机械状态不佳的问题,需要对汽轮机的关键部件进行检修和更换。例如,对磨损或变形的转子、叶片等部件进行修复或更换,以确保汽轮机的运行稳定^[4]。还需要加强汽轮机的日常维护和保养工作,及时发现并解决潜在问题,防止故障的发生。针对运行环境对汽轮机调频性能的影响,需要优化运行环境,通过调整进汽参数、改善冷却条件等措施,降低环境因素对汽轮机运行的影响。同时

还需要密切关注电网的运行状态,及时应对负荷变化和电压波动等电网扰动,确保汽轮机的稳定运行。为了进一步提高汽轮机的调频性能,还可以考虑采用先进的控制技术和策略。例如,引入智能控制算法、优化控制逻辑等,提高控制系统的智能化水平,使汽轮机能够更好地适应电网的变化需求。基于诊断结果的汽轮机一次调频性能不稳定故障解决方案涉及控制系统优化、机械状态检修、运行环境改善以及先进控制技术应用等多个方面。通过实施这些解决方案,可以有效恢复并提升汽轮机的调频性能,确保汽轮机的稳定运行和电网的安全可靠。

4.2 故障预防措施和维护建议

汽轮机一次调频性能不稳定故障的解决策略,除了针对已发故障的紧急处理措施外,更应注重故障的预防及日常维护工作。在预防措施方面,应加强对汽轮机控制系统的监测和调整,控制系统是保障一次调频性能稳定的核心,定期对其进行校准和参数优化,确保控制系统响应迅速且准确,是预防故障发生的关键。此外,对于控制系统的硬件部分,如传感器、执行器等,也需定期进行检查和更换,避免因设备老化或损坏导致的性能下降。对于汽轮机的机械部件,应实施严格的定期检查和维修制度,例如,转子、叶片等关键部件的磨损和变形情况应作为重点关注对象,一旦发现问题,应立即进行修复或更换。加强汽轮机的润滑和冷却系统维护,确保机组在良好的工作环境下运行,也是预防故障的重要措施。针对运行环境对汽轮机一次调频性能的影响,需建立完善的监测和应对机制,通过实时监测电网的负荷变化、电压波动等情况,及时调整汽轮机的运行参数,以应对外部环境的扰动^[5]。优化汽轮机的进汽参数和冷却条件,降低环境因素对机组运行的不利影响。在维护建议方面,强调预防性维护的重要性,通过制定详细的维

护计划,定期对汽轮机进行全面检查和维护,可以及时发现并解决潜在问题,避免故障的发生。加强操作人员的技能培训,提高他们的操作水平和故障识别能力,也是保障汽轮机稳定运行的关键。引入先进的故障诊断技术和工具,如基于数据分析的故障诊断方法、智能监测系统,可以实现对汽轮机运行状态的实时监测和故障预警,进一步提高故障预防和维修的效率和准确性。对于汽轮机一次调频性能不稳定故障的解决策略,应注重故障预防和日常维护工作。

结束语

经过深入研究,明确汽轮机一次调频性能不稳定故障的诊断与解决要点。通过模拟试验与实际数据对比,精准定位故障成因,为制定解决策略提供坚实支撑。我们综合优化控制系统、检修机械部件、改善运行环境等措施,力求提升汽轮机的调频性能稳定性。展望未来,将继续深化研究,完善策略,为汽轮机和电网的安全稳定运行贡献力量,并期待与业界同仁共同推动电力行业的健康发展。

参考文献

- [1]李华.陈志刚.柴琦.等.基于频率信号的火电机组一次调频改造及优化[J].电气技术.2019.(2):101~104.
- [2]李明.张伟.汽轮机一次调频性能不稳定故障分析及处理[J].电力科学与工程.2019.35(6):78-82.
- [3]王志坚.刘志刚.汽轮机一次调频故障诊断与解决策略[J].中国电力.2020.53(1):147-151.
- [4]徐家明.高峰.基于数据分析的汽轮机一次调频性能优化研究[J].能源研究与利用.2021.(3):43-47.
- [5]陈国强.黄伟.汽轮机一次调频不稳定问题的诊断与解决方法探讨[J].发电技术.2022.43(2):12-16.