

水轮发电机组调速器的故障诊断与预防措施

黄国强

陕西省引汉济渭工程建设有限公司 陕西 西安 710024

摘要: 水轮发电机组调速器是水力发电系统的核心组件,对于确保发电机组的稳定运行和电网的安全至关重要。本文详细探讨了水轮发电机组调速器的常见故障类型、具体的故障诊断方法,以及针对性的预防措施,旨在为水电站运维人员提供实用的故障诊断和防范策略,以提高水轮发电机组调速器的运行稳定性和可靠性。

关键词: 水轮发电机组; 调速器; 故障诊断; 预防措施; 运行稳定性

引言

水轮发电机组调速器是控制水轮机转速和输出功率的关键设备。其性能的稳定性和可靠性对于整个发电机组的正常运行至关重要。然而,在实际运行过程中,调速器可能会出现各种故障,这些故障如果未能及时发现和处理,将对水电站的安全和效率产生严重影响。因此,本文旨在深入探讨水轮发电机组调速器的故障诊断方法和预防措施,以期为水电站的运维工作提供有益的参考。

1 水轮发电机组调速器常见故障类型及原因分析

1.1 开机不成功

开机不成功是水轮发电机组调速器常见的启动障碍,可能由多种因素导致:(1) 接力器锁定未打开是一个重要原因。这通常是由于锁定装置的机械部件发生故障,如锁定销无法正常退出,或者锁定装置的电气控制回路出现问题,如控制信号传输中断、接触器故障等,导致接力器无法解锁。(2) 紧急停机电磁阀未复归也会影响开机。电磁阀可能因长时间使用而卡涩,或者由于控制信号未能正确复位,使得电磁阀保持在停机状态,从而阻止调速器的正常启动。(3) 滤油器的堵塞也是一个不容忽视的原因。长期运行过程中,油中会逐渐积累杂质,如果未能及时清理,这些杂质会堵塞滤油器,导致调速器液压系统的油流不畅,进而影响开机。(4) 事故配压阀的误动也可能导致开机不成功。误操作、外部控制信号的干扰或阀体内部的故障都可能导致事故配压阀在非正常情况下动作,从而干扰调速器的正常开机过程。

1.2 高频振荡或振动

高频振荡或振动是水轮发电机组调速器运行中可能遇到的另一类常见故障,其产生的主要原因有以下几点:首先,液压系统进入空气是导致高频振荡的常见原因。这通常是由于系统密封不严所致,例如密封件老化、损坏或安装不当,都可能导致外部空气渗入液系

统。空气在液压系统中的存在会引起油液的压缩性变化,进而导致调速器执行机构的不稳定运动,表现为高频振荡。其次,主配压阀高程布置不合理也可能引发振动。如果主配压阀的安装位置选择不当,如过高或过低,都会影响液压传递的稳定性和响应速度。这种不合理的布置可能导致液压系统中的压力波动增大,从而引发调速器的振动^[1]。最后,放大系数过大也是导致高频振荡的一个重要原因。调速器的控制参数,如比例系数、积分系数等,如果设置不当,特别是放大系数设置过大,会使得调速器对微小变化过于敏感,容易产生过度的调节动作,进而引发系统的高频振荡。这种振荡不仅会影响调速器的控制精度,还可能导致机械部件的疲劳损坏。

2 水轮发电机组调速器故障诊断的详细方法

2.1 状态监测与数据分析

状态监测与数据分析是现代故障诊断技术中的重要手段,对于水轮发电机组调速器的故障诊断尤为关键。此方法主要依赖于安装在调速器上的各类传感器,如压力传感器、位移传感器等,这些传感器能够实时监测调速器的各项运行参数。在状态监测过程中,传感器不断捕捉调速器的实时数据,如压力变化、位移量等,并将这些信息转换为电信号进行传输。数据采集系统则负责接收这些电信号,并将其转换为可供分析的数字数据。这些数据不仅反映了调速器当前的运行状态,还蕴含着其性能变化和可能存在的故障信息。数据分析是状态监测的核心环节。通过运用先进的数据分析技术,如时域分析、频域分析等,可以对收集到的数据进行深入挖掘。这些技术能够帮助运维人员识别出数据中的异常模式和趋势,如压力波动异常、位移量超标等,从而准确判断调速器是否存在故障以及故障的类型和位置。此外,通过与正常状态下的历史数据进行对比,可以进一步验证故障判断的准确性^[2]。例如,当发现当前数据与

历史数据存在显著差异时,很可能意味着调速器出现了故障。这种对比分析方法不仅能够提高故障诊断的灵敏度,还能帮助运维人员及时发现并解决潜在问题。

2.2 专家系统的应用

在调速器故障诊断领域,专家系统的应用显得尤为重要。专家系统是一种模拟人类专家决策过程的计算机程序,它能够根据输入的故障现象,智能地提供可能的故障原因和解决方案。为了构建这样一个系统,首先需要建立一个调速器常见故障的知识库。这个知识库不仅包含了调速器可能出现的各种故障类型,还详细记录了每种故障的具体表现、可能的原因以及相应的解决方案。这些知识的积累来源于多年的实践经验、技术文档以及专业领域的最新研究成果。除了知识库,专家系统还依赖于一个完善的诊断规则库。这些规则是基于专家经验和逻辑推理制定的,用于指导系统如何根据输入的故障现象进行逐步推理,最终定位到具体的故障原因。规则库的设计需要考虑到调速器的各种工作条件和可能出现的异常情况,以确保诊断的准确性和可靠性。当调速器出现故障时,运维人员可以通过专家系统的用户界面输入故障现象。系统会根据输入的信息,在知识库和规则库中进行搜索和匹配,然后给出可能的故障原因和相应的解决方案。这种智能化的诊断方式大大提高了故障排查的效率和准确性,减少了人为因素导致的误诊或漏诊。此外,专家系统还具有自我学习和更新的能力。在实际应用中,运维人员可以根据实际维修经验,不断向系统中添加新的故障案例和解决方案,从而丰富和完善知识库和规则库。这种持续的学习和更新机制使得专家系统能够适应调速器技术的不断发展和变化,保持其诊断能力的先进性和实用性。

3 针对水轮发电机组调速器故障的预防措施

3.1 参数优化与调整

为了确保水轮发电机组调速器的稳定运行,参数优化与调整是至关重要的预防措施。这一步骤要求深入了解水电站的实际运行工况以及发电机组的特性,因为不同的工况和机组特性会对调速器的控制参数产生直接影响。精细化调整调速器的控制参数是首要任务。这包括但不限于比例系数、积分时间和微分时间的调整。比例系数决定了调速器对误差的响应速度,过大或过小都可能导致系统的不稳定。积分时间则影响系统的静态误差,合理的积分时间设置能够消除稳态误差,提高控制精度。微分时间则有助于预测误差的变化趋势,从而提前做出调整,减少超调量,提高系统的动态性能。除了上述基本控制参数的调整,还需要考虑水电站的实际运

行条件。例如,水头变化、负荷波动等因素都会对调速器的性能产生影响。因此,在参数优化过程中,需要充分模拟这些实际工况,以确保调速器在各种条件下都能保持稳定的控制性能。此外,定期进行参数校验和优化也是必不可少的。随着机组运行时间的增长,设备性能可能会发生变化,原先的参数设置可能不再适用^[1]。因此,需要定期对调速器进行性能测试,根据实际性能表现对参数进行相应调整。这不仅可以确保调速器的稳定运行,还能延长设备的使用寿命,提高水电站的整体运行效率。

3.2 开机过程的改进与优化

开机过程是水轮发电机组调速器运行中的关键环节,对其进行改进与优化对于预防故障、提高设备运行的稳定性和效率具有重要意义。在开机过程中,导叶开度控制策略的优化是至关重要的。传统的导叶开度控制方法可能在开机时产生较大的波动和冲击,这不仅会影响机组的稳定运行,还可能对设备造成潜在的损害。因此,通过引入先进的控制算法,如模糊控制、神经网络控制等,可以实现对导叶开度的精准控制。这些算法能够根据机组的实时运行状态和外部条件,智能地调整导叶开度,从而有效地减少开机时的波动和冲击,提高机组的运行平稳性。除了导叶开度控制策略的优化,接力器锁定和紧急停机电磁阀的控制逻辑也需要进行改进。接力器锁定的准确性和可靠性直接关系到机组能否顺利启动和运行。通过改进锁定装置的设计和控制逻辑,可以确保其在需要时能够迅速、准确地锁定或解锁接力器,避免因锁定不良或解锁延迟而导致的开机失败或运行故障。同样,紧急停机电磁阀在机组运行过程中扮演着重要的安全保护角色。在紧急情况下,电磁阀需要能够迅速、准确地动作,以切断机组的动力源,防止故障扩大。因此,通过优化电磁阀的控制逻辑和响应时间,可以提高其动作的准确性和可靠性。例如,可以采用冗余设计,增加备用电磁阀,以提高系统的可靠性;同时,通过定期检测和维护,确保电磁阀始终处于良好的工作状态。

3.3 设备维护与保养的加强

为确保水轮发电机组调速器的稳定运行,设备维护与保养的加强显得尤为重要。制定严格的调速器清洗、检查和维修计划,是预防故障、延长设备使用寿命的关键措施。调速器的清洗工作应定期进行,以去除设备表面和内部的污垢、油渍等杂质。清洗过程中需使用专用的清洗剂 and 工具,确保清洗的彻底性和安全性。同时,对调速器的各个部件进行全面检查,特别是易损件和关

键部件,如密封圈、轴承等,发现问题及时更换或修复。除了清洗和检查,定期的维修也是必不可少的。维修计划应包括预防性维修和故障性维修两部分。预防性维修主要是根据设备的使用情况和制造商的推荐,对调速器进行定期的调整、紧固和润滑等操作,以预防潜在故障的发生。故障性维修则是在设备出现故障后进行,目的是及时修复损坏部件,恢复设备的正常运行。此外,对滤油器的清洗和更换也应给予足够的重视。滤油器在调速器液压系统中起着过滤油中杂质、保护液压元件的重要作用。定期清洗和更换滤油器,可以有效防止油中杂质对调速器造成损害,保持液压系统的清洁和畅通^[4]。对于事故配压阀、重锤关机等关键部件,除了进行常规的清洗和检查外,还需要进行定期的功能测试和调试。这些部件在调速器运行中起着至关重要的作用,其动作的灵敏性和准确性直接影响到调速器的性能和安全性。通过功能测试和调试,可以及时发现并处理潜在的问题,确保这些关键部件在紧急情况下能够迅速、准确地动作。

3.4 人员培训与应急预案的制定

在水电站运维工作中,人员培训与应急预案的制定是保障调速器稳定运行不可或缺的环节。运维人员的专业技能和应急处理能力,直接关系到故障发生时的应对效率和设备恢复运行的速度。为了提高运维人员的专业技能,水电站应定期组织调速器故障诊断和处理的培训。培训内容应涵盖调速器的基本工作原理、常见故障类型及诊断方法、维修和保养技巧等。通过理论讲解、案例分析、实际操作等多种培训方式,帮助运维人员全面、深入地掌握调速器的相关知识,提升其故障诊断和处理的准确性、熟练度。除了专业技能培训,应急处理能力的培训也至关重要。水电站应模拟各种可能的故障场景,进行应急演练,让运维人员在实践中学习如何应

对突发情况,快速准确地定位故障并采取措施进行排除。这种实战化的培训方式,不仅能够提升运维人员的应急反应速度,还能增强其在复杂情况下的判断和决策能力。同时,制定详细的应急预案和故障处理流程也是必不可少的。应急预案应明确在调速器发生故障时,各岗位的职责和协作方式,确保故障信息能够及时传递,各项应对措施能够迅速启动。故障处理流程则应详细列出从故障发现、诊断到处理、验证的各个环节,为运维人员提供清晰的操作指南,减少因慌乱或经验不足而导致的误诊、误操作。此外,应急预案和故障处理流程还应根据水电站和调速器的实际情况进行定期更新和优化,以适应设备老化、技术更新等变化。这样不仅能确保预案和流程的时效性和实用性,还能让运维人员始终保持对最新故障处理方法的了解和掌握。

结语

本文通过对水轮发电机组调速器的常见故障类型、故障诊断及预防措施的研究,为水电站的运维工作提供了有益的参考。未来,随着技术的不断进步和智能化水平的提高,我们期待能够开发出更加智能、高效的调速器故障诊断系统和预防措施,进一步提升水轮发电机组的运行稳定性和可靠性。

参考文献

- [1]李喆夫.水电厂水轮发电机组调速器的运行及维护措施[J].中国科技投资,2019,000(016):101.
- [2]赵文林.水电厂水轮发电机组调速器维护及故障处理[J].名城绘,2019.
- [3]李春阳,余建平.大型水轮发电机组调速器液压系统油温高处理方法[J].云南水力发电,2022,34(3):3.
- [4]郜斌,王超.浅析水轮机调速器抽动故障及消除措施[J].建筑工程技术与设计,2021,000(024):4907-4907.