

水电站水轮机调速器常见故障分析及处理

柴茂源

中国南水北调集团中线有限公司渠首分公司南阳管理处 河南 南阳 473000

摘要:水电站水轮机调速器作为关键设备,其稳定运行至关重要。本文概述了水轮机调速器的基本组成与功能,并详细分析了电液转换器、控制单元、执行机构及油压异常等常见故障,给出了针对性的处理措施。为确保调速器的长期稳定运行,提出了加强设备维护、提高操作水平、优化系统设计及加强监测与诊断等预防措施与建议。这些措施和建议有助于提升水电站的安全运行水平,优化水电站的运营效益。

关键词:水电站;水轮机;调速器;常见故障及处理

引言

随着电网负荷的不断变化,调速器的作用愈发凸显。本文首先简要介绍了水轮机调速器的基本构成和功能,随后深入探讨了调速器常见的故障类型及成因。针对这些故障,本文提出了一系列有效的处理措施,旨在帮助水电站工作人员快速定位并解决问题。本文还强调了预防故障的重要性,并提出了针对性的预防措施与建议,以期提高水电站的整体运行效率。

1 水轮机调速器概述

水轮机调速器,作为水电站的核心设备之一,承载着极其关键的角色。其主要职能在于精准地调节水轮机的转速,使之与电网负荷的实时变化相匹配,从而确保水电站能在各种工况下都保持安全且稳定的运行状态。调速器并非一个单一的结构,而是由多个精密部件共同组成,包括电液转换器、控制单元和执行机构等。这些部件协同工作,形成了一个高效且可靠的系统。在日常运行中,水轮机调速器会不断地接收来自电网的频率信号或功率信号。这些信号反映了电网当前的负荷状态和需求。调速器根据这些信号,通过复杂的计算和控制逻辑,精确地调节水轮机的转速和流量。这种调节是自动的、实时的,能确保水轮机始终处于最佳的运行状态,从而实现水电站的优化运行。除此之外,水轮机调速器还具备多种保护功能。例如,当电网出现故障或异常时,调速器能迅速作出反应,调整水轮机的运行状态,防止设备受损或事故发生。调速器还具备故障自诊断功能,能及时发现并报告潜在的问题,为水电站的维护和管理提供了极大的便利。水轮机调速器是水电站不可或缺的一部分。它以其精确、可靠的性能,确保了水电站的安全稳定运行,为电力的持续供应和能源的高效利用做出了重要贡献。

2 常见故障分析及处理

2.1 电液转换器故障

电液转换器作为水轮机调速器的核心部件,其性能直接影响到调速器的调节精度和响应速度。它的主要作用是将电气信号转换为液压信号,从而驱动执行机构进行动作。但在实际运行中,电液转换器也会出现一些常见故障。(1)线圈烧毁的问题。线圈是电液转换器中的重要部件,它负责将电流转换为磁场,进而推动阀芯进行动作。如果电源线路或接线端子存在问题,如接触不良、松动或老化等,就可能引起线圈烧毁。在处理这类故障时,应首先检查电源线路和接线端子,确保电压和电流稳定且符合要求。还应定期对线圈进行检查和维护,及时发现并处理潜在的问题。(2)阀芯卡涩的故障。阀芯是电液转换器中的关键部件,它负责根据电气信号控制液压油的流动。如果阀芯出现卡涩,就会导致液压信号无法准确传递,从而影响调速器的性能。造成阀芯卡涩的原因可能是液压油污染、杂质过多或长时间未进行清洗等。应定期清洗和更换液压油,保持油质清洁。还应加强对液压系统的维护和管理,确保液压油的质量和供应稳定^[1]。(3)漏油的故障。漏油会导致液压油流失,影响液压信号的传递和执行机构的动作。造成漏油的原因可能是密封件老化、损坏或连接件松动等。在处理漏油故障时,应首先检查密封件和连接件的状态,及时更换损坏的部件。还应加强对液压系统的密封性检查和维护,确保系统无泄漏现象发生。对于电液转换器的常见故障,应采取相应的处理措施进行解决。还应加强对调速器的日常维护和保养,提高设备的运行稳定性和可靠性。

2.2 控制单元故障

控制单元作为水轮机调速器的“大脑”,承载着接收、处理各种信号以及输出控制指令的重要任务。一旦控制单元出现故障,整个调速器的运行都会受到影响。常见的控制单元故障有多种类型。第一,电路板损坏,

这可能是由于长期使用、环境因素或电路老化等原因造成的。电路板损坏后，控制单元可能无法正常工作，甚至完全失效。第二，芯片失效，芯片是控制单元中的核心部件，负责执行各种计算和控制任务。芯片失效可能是由于过热、过压或电磁干扰等原因引起的。第三，软件故障，这可能是由于软件本身存在缺陷、版本不兼容或配置参数错误等原因导致的。针对这些故障，需要采取相应的处理措施。对于电路板损坏和芯片失效的故障，先需要更换损坏的部件。在更换过程中，需要注意选择与原部件相匹配的型号和规格，以确保其能正常工作。还需要对控制单元进行全面检查，以排除其他潜在的故障隐患。对于软件故障，需要首先检查软件版本和配置参数。如果发现软件版本过旧或配置参数错误，需要及时更新和调整。还需要确保软件与硬件之间的兼容性，避免因软件问题导致控制单元故障。除及时处理故障外，还应定期对控制单元进行维护和保养。这包括清洁设备表面的灰尘、检查连接线是否松动、保持设备运行环境干燥等。通过定期维护和保养，可以有效延长控制单元的使用寿命，并减少故障发生的可能性。需要深入了解故障的原因和类型，并掌握相应的处理措施。通过定期维护和保养，可以确保调速器的稳定运行，提高设备的可靠性。

2.3 执行机构故障

执行机构，作为水轮机调速器的核心执行部件，扮演着根据控制单元指令精准调节水轮机转速的关键角色。一旦执行机构出现故障，将直接影响水轮机的运行效率和稳定性。对执行机构故障进行及时、准确的分析和处理显得尤为重要^[2]。（1）继电器卡涩问题。当继电器出现卡涩时，其内部的活塞和密封件可能受到磨损、污染或异物的影响，导致动作不灵活或完全无法动作。处理这类故障时，先需要拆卸继电器，对其内部进行仔细检查，清洗活塞和密封件，去除任何可能影响其正常工作的杂质。若发现有部件损坏严重，应及时进行更换，确保继电器能恢复正常的工作状态。（2）行程不到位。这通常是由于行程开关失灵、限位装置损坏或调整不当等原因造成的。处理这类故障时，需要逐一检查行程开关和限位装置的工作状态，确保其能准确感知并执行控制单元的指令。如果发现有部件损坏或调整不当，应及时进行调整或更换，确保水轮机的转速能按照预定的范围进行调节。（3）反馈信号异常。反馈信号是执行机构向控制单元传递自身工作状态的重要信息，如果反馈信号异常，控制单元将无法准确判断执行机构的工作状态，从而可能导致调节失误。处理这类故障时，需要

仔细检查反馈装置和信号线路的连接情况，确保信号传输的准确性和可靠性。如果发现有线路损坏或连接不良等问题，应及时进行修复或更换。

2.4 油压异常

水轮机调速器在运行过程中，油压异常故障具体表现为油压过高或过低，这两种情况都会对调速器的正常运行产生不利影响。当油压过高时，调速器内部的部件可能会承受过大的压力，导致设备损坏，甚至引发安全事故。一旦发现油压过高，应立即停机检查，首先排除油泵是否存在异常工作的情况。油泵是产生油压的主要部件，如果油泵运行不正常，可能会导致油压异常升高。还需要检查油压表和压力传感器是否工作正常，以确保它们能准确反映油压的变化。若油压表和压力传感器存在问题，可能会误导操作人员，使故障无法及时得到处理。再如油压过低，调速器可能无法正常调节水轮机的转速，导致水电站运行不稳定。对于油压过低的故障，同样需要检查油泵的工作状态，确保其能提供足够的油压。还需要检查油路系统是否存在堵塞或泄漏的情况。油路系统中的堵塞或泄漏会导致油压下降，影响调速器的正常工作。定期清理油路系统，更换损坏的密封件，是保持油压稳定的重要措施。在处理油压异常故障时，操作人员需要具备专业知识和经验，以便准确判断故障原因并采取正确的处理措施。

3 预防措施及建议

3.1 加强设备维护

（1）应建立定期维护和保养的制度。这包括定期对水轮机调速器进行全面的检查，确保其各个部件处于良好的工作状态。清洗油路是其中的重要环节，可以有效去除油污和杂质，保证油路的畅通无阻。液压油的更换也是必不可少的，因为液压油在使用过程中会逐渐变质，影响调速器的性能。密封件的更换、电气线路和接线端子的检查也是维护工作中的重要内容。（2）建立设备维护档案是十分必要的。每次维护的时间、内容以及发现的问题都应详细记录在案，这样不仅可以及时跟踪设备的维护情况，还能在出现问题时迅速找到原因，并采取相应的处理措施。维护档案还可以为设备的维修和更换提供有力的依据，帮助更好地管理设备^[3]。加强设备维护是确保水轮机调速器稳定运行的关键措施。只有通过定期的维护和保养，及时发现并解决问题，才能确保设备的长期稳定运行，提高整个水电站的运行效率。

3.2 提高操作水平

水电站应定期组织操作人员进行专业技能培训，包括水轮机调速器的操作、维护以及故障处理等方面。通

过系统的理论学习和实践操作,使操作人员能全面了解水轮机调速器的工作原理,掌握正确的操作方法,提高处理突发故障的能力。还应加强安全意识教育,让操作人员充分认识到安全操作的重要性,自觉遵守安全操作规程,避免因操作不当引发的安全事故。为确保水电站培训的实际效果,必须建立完善的考核机制。这样的机制应当定期对操作人员的技能水平和安全意识进行全面、客观的考核。通过考核,可以及时发现操作人员在操作过程中存在的问题和不足,进而采取针对性的措施进行纠正和改进。考核机制应包含以下几个方面:第一首先,明确考核标准和要求,确保考核内容与实际工作紧密结合,能真实反映操作人员的实际水平;第二,采用多种考核方式,如笔试、实操、模拟演练等,以全面评估操作人员的技能和安全意识;第三,建立考核结果的反馈机制,及时将考核结果告知操作人员,并为其提供改进建议和指导。通过完善的考核机制,不仅可以提高操作人员的技能水平和安全意识,还能促进水电站整体安全管理水平的提升。水电站应高度重视考核机制的建立与完善,确保其在提高培训效果、保障安全生产方面发挥积极作用。

3.3 优化系统设计

(1) 需要深入了解调速器的性能特点和使用需求,根据水电站的实际运行环境和条件,选择适合的设备型号和参数。这包括调速器的功率、转速范围、调节精度等方面的考虑,确保调速器能满足水电站的实际运行需求。(2) 对调速器的控制系统进行优化设计。控制系统是调速器的核心部分,其稳定性和可靠性直接影响到调速器的性能。在设计阶段,应充分考虑控制系统的结构、算法和软硬件配置,确保控制系统能准确、快速地响应水电站的调节需求。(3) 油路设计也是调速器优化的重要环节。油路设计的合理性直接影响到调速器的润滑和散热效果,进而影响调速器的使用寿命和性能。在油路设计时,应充分考虑油路的布局、管径、流量等因素,确保油路畅通无阻,为调速器的稳定运行提供保障。通过优化系统设计,可以提高水轮机调速器的可靠

性和稳定性,减少故障发生的概率,提高水电站的运行效率和经济效益。也有助于延长调速器的使用寿命,降低维护成本,为水电站的长期稳定运行提供有力支持。

3.4 加强监测与诊断

监测与诊断系统能实时追踪和记录设备的运行状态,并通过先进的数据分析技术,深入挖掘设备运行过程中的各种信息。(1) 监测与诊断系统可以实时采集水轮机调速器的运行数据,包括转速、流量、压力等关键参数。这些数据经过处理后,可以清晰地展示设备的运行状态和性能表现。通过对这些数据的深入分析,不仅可以及时发现潜在的故障隐患,还能预测设备的剩余寿命,为设备的预防性维护提供有力的支持。(2) 监测与诊断系统还可以通过与专家系统的结合,实现故障的智能识别和自动报警。一旦设备出现异常情况,系统能迅速作出反应,发出警报并提供相应的处理建议。这大大提高了故障处理的及时性和准确性,降低了设备故障对生产运行的影响。(3) 通过建立完善的监测与诊断系统,可以实现对设备运行状态的全面掌控,为设备的预防性维护和故障处理提供有力的技术支持。

结束语

通过本文对水电站水轮机调速器常见故障的分析及处理措施的探讨,可以看到,确保调速器的稳定运行对于水电站的安全与效益至关重要。加强设备维护、提高操作水平、优化系统设计及加强监测与诊断等措施的实施,不仅能有效预防和减少调速器故障,更能提升水电站的运营效率与安全性。随着技术的不断进步和管理的日益完善,水电站水轮机调速器的运行将更加稳定可靠,为我国的电力事业作出更大的贡献。

参考文献

- [1]刘用祥.水轮机调速器故障分析及处理措施[J].通信电源技术,2020,37(16):228-230.
- [2]时闻治.水电站水轮机调速器常见故障分析及处理[J].建筑工程技术与设计,2021(7):1336.
- [3]姚光金,裴冉.水电站水轮机调速器常见故障分析及处理研究[J].百科论坛电子杂志,2021(20):2606.