

水轮机调速器抽动故障及解决措施

张生辉 张仲祥

国网甘肃省电力公司刘家峡水电厂 甘肃 临夏 731607

摘要: 水轮机调速器作为水轮发电机组的核心,对水电站运行至关重要。其主要任务是根据电力系统负荷变化,自动调节水轮机流量和转速,确保机组及电力系统频率稳定。然而,在实际运行中,调速器常出现各种故障,其中抽动故障尤为典型且常见,影响调速器性能及水电站安全运行。本文将对水轮机调速器的抽动故障进行深入剖析,探讨其产生原因,并提出相应的解决措施。旨在通过此研究,为水电站的安全、高效运行提供坚实保障,确保电力供应稳定可靠。

关键词: 水轮机;调速器;抽动故障;解决措施

引言: 在水力发电系统中,水轮机作为核心机组设备,其调速器对水电站稳定运行及电力系统频率稳定至关重要。本文深入分析了调速器常见的抽动故障,如周期性和非周期性抽动,并探讨了故障根源。通过更换导叶、优化主配压阀解决机械故障;检查测频单元、维修传感器以处理电气问题;调整参数、设置压紧行程优化控制策略;并进行滤波处理、加强系统监控与诊断以实现系统优化。这些措施能有效预防抽动故障,确保水电站安全、高效运行,进而保障电力供应的稳定性。

1 水轮机调速器的概述

水轮机调速器作为水轮发电机组的核心控制设备,扮演着至关重要的角色。它的主要功能是根据电力系统负荷的实时变化,精准地自动调节水轮机的流量和转速。这一调节过程对于维持机组的稳定运行以及确保电力系统的频率稳定具有不可或缺的作用。从结构上来看,水轮机调速器主要由测量、比较、放大和执行四大环节紧密构成^[1]。测量环节是调速器的“眼睛”,它负责实时检测机组的转速或频率,并将这些物理量准确地转换为电信号,以供后续处理。比较环节则相当于调速器的“大脑”,它将测量信号与预设的给定信号进行细致的比较,从而得出偏差信号,为后续的调节提供依据。放大环节在调速器中扮演着“放大器”的角色,它对偏差信号进行必要的放大处理,以增强信号的控制能力,确保执行环节能够准确、迅速地响应。而执行环节则是调速器的“手脚”,它根据放大后的信号,精确地调节水轮机的导叶开度或桨叶角度,从而有效地改变水轮机的流量和转速,实现机组的稳定运行和电力系统的频率稳定。

2 水轮机调速器的抽动故障

2.1 水轮机调速器周期抽动故障

水轮机调速器的周期抽动故障,是一种典型且常见

的故障现象。其主要表现为调速器上的平衡计出现规律性的振荡,同时电磁阀频繁工作,伴随着油流的响声。这种故障的产生,往往是由于部分整定参数在长时间运行后发生了变化,或者随动装置系统的增益设置过大。在电液变换过程中,由于元件回环性质过强,即使经过检修,调速器仍可能因这些根本原因未得到彻底解决而反复出现周期性抽动。

2.2 水轮机调速器非周期抽动故障

与周期抽动故障不同,非周期抽动故障表现为调速系统出现断续、无规律的抽动,平衡表摆动不定,继电器频繁往复动作,以及机组的功率(或速度)出现非周期性的波动。这种故障的产生原因更为复杂多样,可能包括供电装置电压的不稳定、反馈元件质量问题、回路接触不良、调速器工作时受到外部干扰,以及汽轮机油质量不佳导致的卡阻现象等。

2.3 水轮机调速器其他抽动故障

水轮机调速器还可能发生其他类型的抽动故障。这些故障可能由多种因素引起,包括但不限于以下几点:一是调速器内部机械部件的磨损或损坏,如导叶反馈机构、主配压阀等,这些部件的故障可能导致调速器无法准确调节水轮机的流量和转速,从而引发抽动;二是电气部分的故障,如测频单元、传感器等元件的损坏或性能下降,这些故障可能导致调速器接收到错误的信号,进而产生误动作;三是控制策略的问题,如参数设置不当、控制算法缺陷等,这些问题可能导致调速器在调节过程中产生过调或欠调现象,从而引发抽动^[2]。

3 水轮机调速器的解决措施

3.1 机械部分故障解决措施

3.1.1 更换导叶端面

导叶端面作为调速器中的关键部件,其状态直接影

响到调速器的调节精度和稳定性。在更换过程中,必须严格遵守以下步骤和要求:(1)材料选择:首先,要确保所选用的导叶端面材料质量合格,具有足够的硬度和耐磨性,以承受长期运行中的磨损和冲击。(2)表面平整度:导叶端面的表面平整度对调速器的性能有着重要影响。因此,在加工和安装过程中,必须严格控制导叶端面的平整度,确保其与相关部件的配合紧密,减少因间隙过大而产生的抽动现象。(3)安装规范:更换导叶端面时,必须严格按照制造商的安装指南和行业标准进行操作。这包括正确的安装位置、紧固力度以及与其他部件的配合方式等,以确保导叶端面能够稳定可靠地工作。(4)为了延长导叶端面的使用寿命,还应定期对导叶端面进行检查和维护,及时发现并处理潜在的问题,如磨损、裂纹等。

3.1.2 优化主配压阀及位移传感器

主配压阀和位移传感器是调速器控制系统中的核心部件,它们的性能直接影响到调速器的响应速度和调节精度。针对主配压阀阀芯位移传感器故障或零位不合适的问题,我们可以采取以下优化措施:(1)更换高精度传感器:选择具有更高精度和稳定性的位移传感器,以提高测量数据的准确性和可靠性。这有助于减少因传感器误差而导致的调速器抽动现象,提升调速器的整体性能。(2)优化安装位置:位移传感器的安装位置对其测量精度有着重要影响。因此,我们需要对位移传感器的安装位置进行优化,选择振动干扰较小的位置进行安装,以减少外部振动对传感器测量的影响。并且,要确保传感器的安装牢固可靠,避免因松动而引发的故障。(3)采用非接触式反馈装置:在某些情况下,可以考虑采用非接触式反馈装置替换现有的接触式传感器。非接触式反馈装置具有更高的测量精度和稳定性,且不易受外部干扰的影响,有助于进一步提高调速器的性能。

3.2 电气部分故障解决措施

3.2.1 检查并更换测频单元

测频单元作为调速器电气部分的核心组件,其性能状态对调速器的频率测量及调节精度有着至关重要的影响。一旦测频单元出现故障,如测量数据波动异常或偏离死区设定,调速器便可能出现抽动等不稳定现象。为确保调速器的稳定运行,我们必须定期对测频单元进行细致检查,利用专业的测试设备对其测量精度和稳定性进行校验。在检查过程中,若发现测频单元存在故障迹象或性能衰退,应迅速采取行动,及时更换新的测频单元或采取有效措施排除故障根源^[3]。在更换测频单元时,务必确保新单元的性能指标和参数设置与原单元完全匹

配,从而保障调速器的正常运行不受影响。通过定期对测频单元的检查与更换,我们可以有效预防调速器因测频问题而引发的故障,确保水电站的安全、高效运行。

3.2.2 维修或更换传感器

传感器作为调速器电气部分的重要感知元件,其工作状态和数据稳定性直接影响到调速器的调节效果。当传感器出现故障时,如数据不稳定、偏差过大等,会导致调速器出现抽动现象。因此,我们需要定期对传感器进行检查和测试,确认其工作状态是否正常。在检查过程中,我们可以利用专业的测试仪器对传感器进行测量和校验,以确保其测量精度和稳定性。如发现传感器存在故障或性能下降,应及时进行维修或更换。在维修或更换传感器时,要注意选择合适的传感器型号和规格,确保传感器的测量范围和精度能够满足调速器的要求。同时,要注意传感器的安装位置和环境因素,避免振动干扰和高温影响,确保传感器能够稳定可靠地工作。

3.3 控制策略优化措施

3.3.1 调整优化参数

调速器的参数设置直接关系到其响应速度、稳定性和调节精度。(1)要根据机组的动态特性和调速器的控制要求,合理设置比例和微分通道的参数。比例参数决定了调速器对输入信号的响应强度,而微分参数则影响调速器对信号变化的敏感度。通过精心调整这两个参数,可以实现调速器快速、准确的响应,同时避免过冲和振荡等不稳定现象。(2)可以采用先进的控制算法,如增强PID算法,对调速器参数进行进一步优化。增强PID算法在传统PID算法的基础上,引入了更多的控制策略和自适应机制,能够更好地适应机组运行工况的变化,提高调速器的控制精度和稳定性。通过算法优化,可以使得调速器在复杂工况下仍能保持优良的性能。(3)要定期对调速器参数进行校验和调整。由于机组运行工况会随时间发生变化,调速器的参数也可能需要相应调整。因此,需要建立一套完善的参数校验和调整机制,定期对调速器进行性能测试和参数优化,确保其始终处于最佳工作状态。

3.3.2 设置压紧行程

压紧行程是解决调速器抽动故障的一种基本方法。通过设置主阀伺服控制信号并控制其波动频率,可以有效防止主配压阀阀芯的抽动现象。在设置压紧行程时,需要充分考虑调速器的机械特性和控制系统的要求。首先,要确定合理的压紧行程值,以确保主配压阀阀芯在稳定工作范围内运行。其次,要设置合适的伺服控制信号,以控制阀芯的波动频率和幅度。这需要通过精细的

调整和实验验证,以确保压紧行程的设置既能够有效防止抽动故障,又不会对调速器的正常调节产生负面影响。需要注意的是,压紧行程的设置应由专业维修人员进行,并确保设置过程规范、准确。要定期对压紧行程进行检查和调整,以适应机组运行工况的变化和调速器性能的衰减。

3.3.3 滤波处理

在调速器的运行过程中,干扰信号的存在往往会导致抽动故障的发生。为了消除这些干扰信号的影响,可以采取滤波处理措施。滤波处理的方法多种多样,可以根据调速器的具体情况和干扰信号的特性来选择。例如,可以在调速器主配压阀处安装滤波器,以过滤掉高频噪声和干扰信号。此外,还可以采用数字滤波技术,在控制系统中对信号进行实时处理,以进一步提高调速器的稳定性和调节精度。在进行滤波处理时,需要注意滤波器的选择和参数的设置。滤波器应具有良好的滤波效果和较小的相移,以确保调速器的动态性能不受影响。要定期对滤波器进行检查和维护,确保其处于良好的工作状态。

3.4 系统优化措施

3.4.1 加强系统监控与诊断

为了迅速发现并有效处理调速器可能出现的各种故障,我们必须构建一套完备的水轮机调速器监控系统。这套系统需具备实时监测调速器运行状态和关键参数变化的能力,包括但不限于频率、压力以及位移等重要指标^[4]。通过持续的监测与深入的数据分析,系统能够及时发现异常状况或潜在的故障预警信号,从而为我们提供宝贵的时间窗口来采取相应的处理措施。在构建监控系统时,我们必须充分考虑调速器的实际需求和机组的运行特性,精心选择适合的传感器和测量设备,以确保所收集数据的准确无误和可靠。我们还需要建立一套高效的故障预警和应急处理机制,以便在监测到异常情况时,能够迅速响应并采取有效措施,将故障对水电站运行的影响降至最低。

3.4.2 优化硬件设施和软件系统

硬件设施和软件系统的性能直接影响到调速器的整体性能和稳定性。为了进一步提高调速器的性能,需要对硬件设施和软件系统进行优化。在硬件设施方面,可以考虑升级调速器控制系统的硬件设备,如采用更高性能的处理器、更精确的传感器等。这可以提高调速器的响应速度和调节精度,减少故障的发生。并要加强对硬件设备的保护和维护措施,确保其能够长期稳定可靠地工作。在软件系统方面,可以升级调速器控制系统的软件版本,引入新的功能和优化算法。通过软件升级,可以改善调速器的控制性能,提高其适应性和稳定性。此外,还可以对控制算法进行优化,根据机组的运行特性和调速器的需求,改进算法的逻辑和结构。这有助于减少调速器抽动故障的发生,提高水电站的运行效率。

结语:综上所述,水轮机调速器的抽动故障对水电站的安全、高效运行构成严重威胁。通过深入分析故障产生的原因,并采取有效的解决措施,我们可以显著提高调速器的性能和稳定性。机械部分故障的解决、电气部分故障的排除、控制策略的优化以及系统层面的优化措施共同构成了完整的解决方案。这些措施的实施需要专业维修人员的精心操作和定期维护,以确保调速器始终处于最佳工作状态。通过不断的努力和改进,我们可以为水电站的安全、稳定运行提供坚实保障,为电力系统的稳定发展贡献力量。

参考文献

- [1]臧真麟,刘志林.浅析水轮机调速器常见故障及处理[J].内江科技,2021,42(07):46+48.
- [2]夏艳冰.水轮机调速器抽动故障及对策[J].中国新技术新产品,2020(17):72-73.
- [3]倪健.水电站水轮机调速器常见故障分析及处理[J].河南水利与南水北调,2020,49(07):24-25.
- [4]王卫刚,毛鹏展.龙口电站调速器液压随动装置故障诊断及处理[J].水电站机电技术,2020,43(02):44-46+52.