

# 水电站机组励磁系统故障及解决措施分析

刘爱彤

(国网东北分部绿源水力发电公司太平湾发电厂 辽宁 丹东 118000)

**摘要:** 本文深入探讨了水电站励磁系统故障的多种类型及应对措施。从失磁、整流电源、自复励式励磁、熔断器爆裂到发电机非全相运行,本文对每种故障都进行了详尽解析,并提出了智能监控、设备维护、优化接线与细节处理等策略,提供了有针对性的全局解决方案,旨在提高系统稳定性,确保水电站持续稳定发电。

**关键词:** 水电站; 励磁系统; 故障; 应对措施

## 0 引言

水电站作为重要的能源供应基地,励磁系统的稳定运行至关重要。然而励磁系统在长期运行中难免会出现各种故障<sup>[1]</sup>。本文将探讨失磁、整流电源、自复励式励磁、熔断器爆裂以及发电机非全相运行等故障,并深入阐述每一种故障的解决策略。通过深入剖析,为水电站励磁系统的稳定运行提供指导。

## 1 水电站励磁系统工作原理

水电站励磁系统作为电力生成的关键环节之一,其主要作用是确保发电机稳定输出电流,以维持整个电力系统的稳定性。其核心构成包括调节器、功率单元等关键组件。励磁系统通过采集发电机的输出信号,并与设定值进行比较,实现对励磁输出的精确控制,以保证励磁电流质量,从而维持恒定的发电机电压。具体而言,励磁系统根据发电机的负荷和运行状态,自动调节励磁电流,使其与电压需求相匹配,从而确保电力系统的电压稳定<sup>[2]</sup>。

水电站的励磁方式多样,如永磁副励磁、双绕组电抗器分流自复励励磁及自并励可控硅励磁等。其中,自并励可控硅励磁被广泛采用。这种励磁方式利用变压器、隔离开关和非线性电阻等组件,通过自动调压方式实现电压的调节;PID调节器对机端电压和设定值进行比较,自动调整励磁电流,使输出电压稳定。励磁系统的工作特性包括实时性和精确性。在水电站运行过程中,根据发电机状态和负荷变化,励磁系统持续监测、调整电流输出,确保电压稳定在预定范围内。励磁系统的稳定性直接关

系到电力系统的稳定性,它能够迅速响应负荷变化,保持电力输出平稳,防止电力系统因电压波动而不稳定甚至瘫痪。

## 2 水电站励磁系统故障的类型

### 2.1 失磁故障的检测与应对

失磁故障作为水电站励磁系统中的一种常见问题,对机组的正常运行和整个电力系统的稳定性都具有重要影响。失磁故障的检测与应对显得尤为关键,需要采取一系列措施以保障系统的稳定运行。

失磁故障常常表现为励磁系统无法维持恒定的励磁电流,从而导致发电机电压异常波动或失去输出。这种故障可能由多种原因引起,如设备老化、接线松动、电磁干扰等。其中录波记录和电压波动是检测失磁故障的重要线索。当励磁系统发生故障时,录波记录会记录相关信息,如电压值的变化和电流的异常情况,这些数据为故障诊断提供了重要依据。同时励磁系统故障通常会导致发电机电压的波动,因此监测电压波动也是及时发现失磁故障的有效手段之一。

在面对失磁故障时,及时定位故障位置至关重要。维修人员需要根据录波记录和电压波动等数据,迅速确定故障发生的具体位置。同时,还可以在关键部位安装故障监控录波器,通过监测和记录系统的运行状态,能够实时了解励磁系统的性能,一旦发现异常,可以快速采取措施进行干预。此外,定期检查励磁开关辅助接点也是预防失磁故障的重要步骤。励磁开关的辅助接点在长时间运行后可能会出现磨损、氧化等情况,导致接触不良甚至断开,进

而影响励磁系统的正常工作。定期检查这些接点的稳定性,及时发现问题并进行维护,可以避免由于接点故障引发的失磁问题。

## 2.2 整流电源问题的解决方案

在水电站的励磁系统中,整流电源问题可能导致发电机电压不稳定,进而影响整个电力系统的运行。为了解决整流电源故障,必须采取一系列有针对性的措施,以确保发电机的正常工作。

首先,针对整流电源故障,必须仔细排查调节器和可控整流装置之间的回路情况。调节器与可控整流装置之间的回路故障可能导致电流传输不畅,进而影响发电机的电压输出。维修人员应当对这些回路进行全面检查,寻找可能存在的连接松动、设备老化、元件损坏等问题。通过详细的排查,可以确定问题的具体来源,为后续的维修和更换提供依据。其次,加强对可控硅电源的检查是解决整流电源问题的关键一步。可控硅电源在整个励磁系统中扮演着重要角色,其正常运行对于发电机的稳定输出至关重要。维修人员需要定期对可控硅电源进行检查,确保其工作状态良好,防止设备故障或老化引发的问题。特别是在励磁系统的高负荷运行情况下,更应加强监测,确保电源的稳定供应。再次,当出现整流电源故障时,更换设备是解决问题的常见途径之一。在确认设备出现故障的情况下,维修人员应及时采取措施更换受损设备,确保发电机的正常运行。设备更换应遵循相关的规范和操作流程,以确保替换后的设备能够稳定运行,并与励磁系统完美配合。最后,为了防范整流电源故障,提升故障报警灵敏度也至关重要。励磁系统故障的早期预警可以避免故障进一步升级,对于整流电源问题尤其如此。维修人员应当对故障监控系统进行优化,增强其检测能力,确保故障发生时能够第一时间得到报警和响应。

## 2.3 自复励式励磁问题的克服

自复励式励磁作为水电站励磁系统的一种先进形式,虽然具备高精度的优势,但在实际应用中 also 面临着一些问题,例如发电机波动过大的情况。针对自复励式励磁问题,维修人员需要采取一系列措施以克服这些问题,确保系统的稳定运行。

第一,在解决自复励式励磁问题时,维修人员需关注接线装置。励磁系统的接线良好对于其稳定性

和性能至关重要。松动的接线或连接不良可能导致电流传输受阻,进而影响发电机的稳定输出。因此,在维修过程中,需要仔细检查接线装置,确保所有连接牢固可靠。第二,维修人员在处理自复励式励磁问题时,应特别强调细节处理。励磁系统涉及众多细小的元件和部件,每一个细节的合理处理都直接影响着系统的整体性能。例如,防止绝缘材料老化、电缆损坏等情况的出现,以免影响电流传导和稳定性。通过精细的维护和细节处理,可以提高励磁系统的可靠性和稳定性。第三,确保主副绕组顺序的正确性也是克服自复励式励磁问题的关键一步。主副绕组的正确连接顺序直接影响着电流的传输和电压的输出。维修人员应仔细核对主副绕组的连接顺序,确保其按照设计要求进行正确连接。错误的连接顺序可能导致电流和电压的不稳定,影响发电机的正常运行<sup>[3]</sup>。

## 2.4 熔断器爆裂故障的应对措施

熔断器爆裂故障是水电站励磁系统中的一个常见问题,尤其容易在机组停运后出现,对励磁系统和整个电力系统的稳定性带来潜在风险。为了应对这种故障,需要及时采取有效的措施,以确保机组在运行时的可靠性和稳定性。

当发现机组停运后出现异常情况,特别是听到控制室鸣响或出现跳闸现象时,必须立即检查并确定是否发生了熔断器爆裂故障,并检查熔断器是否受损、破裂、烧毁等,确认问题的具体原因。若熔断器爆裂,维修人员应当立即更换受损的熔断器,确保系统能够正常工作。除了及时更换受损的熔断器之外,还应强化对相关设备的检查。因为熔断器爆裂可能不仅仅是由单一原因引起的,有可能涉及其他设备。在更换熔断器的同时,维修人员应仔细检查与熔断器相关的电路、连接线路等,排除其他潜在问题。这有助于防止类似问题再次发生,确保机组的正常运行。最后,为了确保机组在运行时的稳定性和可靠性,维修人员还应该在日常维护中加强对相关设备的检查,定期检查熔断器及其周边设备的运行状态,保障其正常工作。而且也可以对熔断器故障报警系统进行优化,提升其对问题的及时感知能力,以便在出现异常时迅速采取行动。

## 2.5 发电机非全相运行问题的识别与修复

发电机非全相运行问题是水电站励磁系统中可能

遇到的一个重要挑战，解决这一问题涉及加强防护、定位问题、维修设备等多个方面。为确保发电机的正常运行，维修人员需要采取一系列措施，识别并修复发电机非全相运行故障。

第一，为了应对发电机非全相运行问题，维修人员需要加强防护措施。发电机在运行过程中可能会受到外界因素的干扰，如风机故障等。因此，在机组运行期间，维修人员需要定期检查风机和其他关键部件的运行状态，确保其正常工作。此外，也要确保发电机的绝缘性能良好，避免因绝缘失效引发问题。第二，针对发电机非全相运行问题，维修人员需要定位问题的原因。仔细观察机组启动阶段的电压变化，特别是是否出现电压升高后迅速降为零的现象，可以初步判断发电机是否存在非全相运行问题。此外，还需要对发电机的各个部件进行测量和检查，特别是关键开关和接点等，以找出可能的故障点。第三，维修人员需要采取针对性的修复措施。首先检查发电机的绝缘性能，确保各相之间的绝缘状况良好，避免因绝缘故障引发非全相运行问题。其次如果发现开关存在问题，如动触头连杆螺丝脱落等，需要及时修复或更换受损部件，确保开关的正常运行。

### 3 水电站励磁系统故障的全局解决措施

#### 3.1 智能监控与实时定位

在水电站励磁系统中，智能监控与实时定位技术正逐渐成为解决故障的关键手段。通过借助现代技术，特别是信息技术和自动化技术，建立智能监控系统，可以有效地提升励磁系统故障处理的效率和准确性。应注意以下几方面：

(1) 智能监控系统利用传感器、数据采集装置和数据分析算法，实时收集、分析励磁系统运行的相关数据，如录波记录、电压波动等。这些数据反映了励磁系统的实际运行状态，对于失磁故障的发生和定位具有重要意义。通过对这些数据的综合分析，系统能够实时地定位失磁故障发生的位置，迅速将故障信息传递给维修人员。

(2) 智能监控系统的最大优势在于提高了故障定位的精准度。传统的故障排查可能需要花费大量时间和人力，而智能监控系统可以在短时间内定位故障源头，极大地缩短了故障处理的周期。维修人员无需凭借经验判断，而是根据系统提供的数据得出科学准确的判

断，从而避免了人为误判带来的延误和风险。

(3) 智能监控系统为维修人员提供了迅速有效的反应窗口。一旦系统检测到失磁故障，立即发出警报，维修人员可以迅速响应，前往故障位置进行检修。这种实时的反应机制可以大大减少故障对发电机组和整个电力系统的影响，保障水电站的连续供电和稳定运行。

#### 3.2 优化接线与细节处理

在解决自复励式励磁问题时，优化接线与细节处理是关键一环，能够显著提升系统的稳定性和性能。接线装置的合理性以及主副绕组顺序的正确性直接影响着励磁系统的运行效果。应注意以下几方面：

(1) 合理的接线设计是确保自复励式励磁系统稳定运行的基础。在系统维修和安装过程中，应当注重接线的规范性和可靠性，确保电缆连接紧固、绝缘良好，避免因接线不当而引发的故障。优化接线设计能够降低电缆的阻抗、减少电流的损耗，从而提高系统的励磁效率。

(2) 主副绕组的顺序正确性是确保自复励式励磁系统稳定性的关键。主副绕组的连接顺序错乱可能导致励磁系统的电流分布不均匀，影响发电机的励磁效果。在维修和调试中，应严格按照电路图和设备说明书的要求，确保主副绕组的正确连接，避免因连接错误而引发的不稳定因素。

(3) 强化细节处理是提升系统稳定性的必要手段。维修人员应注重每一个细节，如紧固螺丝、接线端子等的状态，确保它们处于良好的工作状态。细节处理不仅包括机械连接，还涉及绝缘、冷却等方面。定期检查、维护细节，能够防止微小问题逐渐演变成大问题，确保系统长期稳定运行。

#### 3.3 设备维护与质量控制

在水电站励磁系统的运行和维护中，设备维护与质量控制是确保系统稳定性和可靠性的关键因素。定期维护关键设备，尤其是调节器和可控硅整流装置，对于避免潜在故障的发生具有重要作用。应注意以下几方面：

(1) 调节器和可控硅整流装置作为励磁系统的核心组成部分，直接影响励磁电流的稳定输出。定期检查、保养和维修这些关键设备，有助于发现潜在问题并及时解决，避免故障的扩大。定期维护可以保障设备在长期运行中保持稳定的性能和输出，从

而保证整个励磁系统的正常运行。

(2) 特别要加强可控硅电源的检查。可控硅电源是励磁系统中的重要组成部分,其运行状况直接影响励磁系统输出的稳定性。加强对可控硅电源的定期检查,确保其电压、电流等参数在正常范围内,是预防整流电源故障的关键一步。及时发现并排除可控硅电源中的异常情况,有助于降低整流电源故障的风险,保障设备的长期稳定运行。

(3) 质量控制手段在设备维护中也至关重要。建立严格的质量控制标准和流程,对设备的生产、安装、运行等各个环节进行监控和检验,可以有效降低设备故障的概率。定期进行设备的质量检测、性能评估,确保设备在使用过程中始终保持良好状态,从而降低维修频率和风险。

#### 4 结语

水电站励磁系统故障的解决措施在确保电力系统

稳定运行中扮演着重要角色。优化接线、强化设备维护、智能监控等策略都有助于降低故障风险,提升系统性能。通过持续的维护和创新,能够更好地应对各类励磁故障,确保水电站的持续稳定发电,为电力供应保驾护航。

#### 参考文献:

- [1] 陈冲. 水轮发电机组励磁误强励故障的分析及处理 [J]. 水电与新能源, 2021, 35(02): 65-68.
- [2] 朱瑞令. 水电站励磁系统出现故障的原因以及应对措施 [J]. 城市建设理论研究(电子版), 2017(33): 94.
- [3] 沈娟娟. 浅谈水电站机组励磁系统故障的分析及应对措施 [J]. 科技风, 2017(18): 191.

作者简介: 刘爱彤(1989.10-),女,汉族,辽宁丹东人,本科,工程师,研究方向:励磁系统故障诊断及维修。

