

发电机励磁异常与机组状态适配调整

马彭金

云南华电昆明发电有限公司

DOI:10.32629/etd.v7i1.22246

[摘要] 励磁系统故障会干扰发电机组正常运行,还会对电网整体运行安全造成不利影响。本文结合发电机组不同运行工况,梳理励磁系统常见异常问题,总结各类故障的产生原因与运行危害,针对机组稳态、暂态、变负荷等工况差异制定对应的励磁适配调整方式,同时从运维管理、算法升级、硬件维护、制度规范多个角度搭建保障体系,能够为发电机组励磁系统的安全稳定运行和现场调控工作提供基础研究依据。

[关键词] 发电机组; 励磁系统; 运行异常; 机组状态; 调控策略

中图分类号: TM311 **文献标识码:** A

Adaptive Adjustment of Generator Excitation Anomalies and Unit Operating Conditions

Pengjin Ma

Yunnan Huadian Kunming Power Generation Co., Ltd.

[Abstract] Excitation system failures can interfere with the normal operation of generating units and adversely affect the overall operational safety of the power grid. Based on different operating conditions of generating units, this paper reviews common abnormalities in excitation systems, summarizes the causes and operational hazards of various failures, and develops corresponding excitation adaptation and adjustment methods for different operating conditions, including steady-state, transient, and variable-load conditions. Meanwhile, a supporting system is established from multiple perspectives, including operation and maintenance management, algorithm upgrades, hardware maintenance, and institutional standards, providing a basic research reference for the safe and stable operation and on-site control of generator excitation systems.

[Key words] generating units; excitation system; operational abnormalities; unit operating conditions; control strategies

引言

发电机组励磁系统的运行状态,会直接影响机组并网运行效果与电网整体安全水平。机组长期运行期间,设备老化、负荷波动以及电网扰动等因素,都会诱发励磁系统运行异常,进而造成机组无功失衡、运行参数偏移等情况。目前多数励磁调控方式较为固定,无法适配机组多工况动态运行的实际需求。本文结合机组不同运行状态,分析励磁异常的成因与影响,梳理适配各类工况的励磁调整思路,可为机组励磁系统常态化运维与安全运行提供合理参考。

1 发电机励磁系统核心原理与运行特性

发电机励磁系统属于发电机组运行过程中的重要配套装置,该装置的主要作用是给机组转子供给可控直流电,以此搭建稳定的磁场环境,支撑发电机持续完成电能生产工作。励磁电流的具体数值,能够直接左右机组运行电压质量与无功输出性能,系统可以实时采集机组运行数据,并根据运行情况自主完成励磁

电流的动态调节工作^[1]。励磁系统的运行模式主要分为自动稳压、无功调控以及手动控制三类,能够适配机组不同的运行场景与工作要求。结合现场实际运行和调控工作的开展需求,机组运行工况可以被划分为稳态运行、暂态扰动、变负荷运行与故障临界运行四种基础类型。励磁系统和机组运行工况存在相互制约的关联关系,不同运行状态对励磁调控的精准程度、响应速度都有不一样的规范标准,运维人员需要结合机组实时运行工况开展针对性的励磁调控作业,这样才能持续维持发电机组整体运行的平稳性与安全性。

2 发电机励磁异常类型成因及机组影响

2.1 励磁电压电流异常

电压与电流异常属于发电机组励磁系统运行中较为常见的故障类型,这类问题主要分为励磁数值过高和励磁数值过低两种情况。设备本体老化和现场运行工况变化是造成该类异常的主要原因,设备元件损耗、线路接触问题以及系统参数设置不当

都会造成励磁输出数据偏离标准范围。这类故障会对机组运行造成明显负面影响,异常偏高的励磁参数会加速设备绝缘老化,造成电网电压偏高;异常偏低的励磁参数会降低机组带载能力,引发设备运行参数失衡。该类故障多发于机组稳态运行与变负荷运行过程,也是励磁调控工作的主要管控内容。

2. 2励磁调节响应异常

励磁调节响应异常一般体现为系统调节速度慢、参数超调、运行振荡以及调节功能失效等问题,这类问题的出现代表励磁控制系统动态工作性能出现了下降。系统控制参数搭配不合理、检测反馈部件数据偏差和系统运行延时增加,都是造成该类异常的主要原因^[2]。机组长期运行产生的设备老化、线路干扰和程序偏移问题,都会影响系统数据采集与调节输出的准确性,进而延长系统调节用时。该类异常对机组暂态运行的负面影响最大,电网出现短期波动时,励磁系统无法及时修正运行参数,机组电压和功率指标会出现持续波动,容易引发低频振荡现象,严重时还会造成机组失去同步并与电网解列。

2. 3励磁模式切换异常

励磁系统在各类运行模式切换过程中会出现逻辑故障,这类故障一般包含运行卡顿、自动误切换以及运行参数突变等问题。系统程序存在漏洞、切换阈值参数设置不合理、备用模块工作异常和信号传输受到干扰,都是这类故障的主要诱发因素。正常运行过程中,励磁系统可以结合机组工况完成模式自主切换,以此保证调节工作的连续性。模式切换故障会直接中断系统切换流程,造成运行参数出现突变问题,这类故障多发生在机组变负荷和故障过渡阶段,会影响机组运行稳定性,造成设备损耗加剧,还会让励磁备用调节功能失去作用,增加机组停机故障的发生概率。

2. 4励磁参数匹配异常

励磁参数匹配异常属于隐蔽性较强的长期性运行问题,机组在运行过程中不会出现明显突发故障,但励磁调控参数和机组额定容量、实际工况以及电网运行参数会出现不匹配的情况。这类问题的产生,大多是因为机组改造、电网运行调整后,相关励磁参数没有及时更新,同时长期运维工作积累的参数设定偏差也会引发该问题。机组在不同运行状态下,对励磁调控的精度、速度和范围都有固定要求,参数设置不合理会造成调控灵敏度过高或过低,让机组出现振荡或抗干扰能力不足的问题。该异常会伴随机组全程运行,会影响电能质量,放大工况波动,不利于机组长期稳定运行。

3 不同机组状态下励磁异常适配调整策略

3. 1机组稳态运行励磁适配调整

发电机组处于稳态运行工况时,设备各项运行参数整体保持平稳,基本不会受到外部工况扰动影响,该阶段励磁调控工作的主要任务就是排查隐性异常、稳定运行参数以及减少设备运行损耗,整体调控工作以参数修正和稳态优化作为主要方向。工作人员需要建立常态化的参数校准机制,定期采集机组稳态运行过程中的各项核心数据,对比设备额定参数标准,及时发现励

磁参数偏移和参数匹配不合理等问题,通过微调基准参数、优化控制参数的方式修正参数偏差,减少系统稳态运行误差^[3]。机组稳态运行阶段也适合开展隐性故障排查工作,工作人员可通过静态试验检测励磁系统的调节性能与切换逻辑,检修更换老化硬件设备,提升系统运行稳定性。在完成参数优化与故障整改后,工作人员可以依托机组历史运行数据,固定不同负荷档位下的励磁基准参数,搭建参数数据库,以此规范稳态励磁调控工作,减少励磁异常问题的发生。

3. 2机组暂态扰动励磁适配调整

发电机组出现暂态扰动工况时,运行参数会出现快速波动,这种工况的持续时间较短,整体运行安全风险相对更高,该工况下的励磁调整工作主要用于平复参数波动、加快系统响应效率,以此维持机组同步运行的稳定性。工作人员可以对励磁调节器参数进行优化调整,合理设置比例参数能够缩短系统响应时间,积分参数的优化则可以缓解参数超调和往复振荡的问题,让励磁参数可以快速恢复至标准区间,有效规避机组低频振荡和失步问题。相关调控工作可以按照扰动强度划分对应等级,轻微扰动可由励磁系统自动装置完成修正,强度较大的扰动则需要人员配合手动调控模式稳定机组参数,同时固定励磁运行模式,避免工况切换异常。电力运维人员还需要完善励磁功率单元的冗余配置,提高设备短时过载运行能力,强化检测模块的抗干扰性能,保障系统采集数据足够准确,让励磁系统可以稳定应对各类暂态工况扰动。

3. 3机组变负荷运行励磁适配调整

机组在变负荷运行期间,各项运行参数都会处于动态变动的状态,励磁系统的调节工作需要配合机组有功负荷与无功负荷的变动节奏,以此实现参数匹配,保证机组负荷调整过程可以平稳推进。工作人员可以搭建负荷与励磁参数联动调控机制,结合电网下发的负荷调整指令预判参数变化趋势,提前完成励磁参数调节工作,机组提升负荷时可以稳步增加励磁输出参数,机组降低负荷时则适当收缩励磁输出,能够有效维持机端电压与无功参数的平衡状态^[4]。工作人员还可以优化励磁调节的变化梯度,合理调整参数调节速度,细化不同负荷区间的调节步长,以此改善励磁参数波动和超调的问题。运维人员需要持续优化励磁系统的模式切换逻辑,系统可以根据机组负荷变动的幅度和速度自主切换运行模式,让励磁调控方式适配实时工况,全面提升机组变负荷过程中的励磁适配效果与运行稳定性。

3. 4机组故障临界励磁适配调整

机组处于故障临界工况时,是工作人员处理励磁异常的关键时期,该阶段的工作重点主要是控制异常发展速度,防止机组出现故障停机问题,让设备平稳恢复至正常运行状态。工作人员需要落实分级预警管理模式,对励磁系统的各项运行参数设置临界标准,持续跟踪参数变化趋势,一旦数据临近预警范围,工作人员就要及时调整控制参数,以此控制异常问题持续加重,防止引发设备故障和电网波动。运维人员还要做好故障隔离工作,在发现励磁系统存在隐性故障和切换异常后,需要及时启用备

用工作模块, 固定设备运行参数, 简化系统控制逻辑, 保障核心调节功能可以正常运行。在完成初步调控工作以后, 工作人员需要持续监测机组运行状态, 修复系统存在的参数偏差与逻辑漏洞, 重新校准设备参数并优化控制程序, 搭建完整的运维管控闭环, 以此提升励磁系统整体运行的稳定程度。

4 励磁异常适配调整保障体系与优化方向

4.1 建立状态化运维管控机制

电力行业传统的设备运维方式多以定期检修和故障事后抢修为主, 这类模式很难适配励磁系统精细化运行管控的需求。行业可以依托现有的电力监控设备和在线监测装置, 搭建以机组实际运行状态为核心的新型运维体系。工作人员能够实时收集机组与励磁系统的各类运行数据, 以此完成异常状态识别、故障定位和运行趋势预判。运维工作可以结合机组不同运行状态制定对应的管控方案, 工作人员需要做好运维数据记录, 整理各类励磁异常的产生原因和处置方式, 逐步形成统一的运维流程, 以此提升励磁系统运维工作的整体规范性与精准度。

4.2 优化励磁系统控制算法

传统励磁调节算法会采用固定参数完成调控工作, 这类调控方式很难适配发电机组多变的运行工况, 所以行业需要借助智能技术对系统控制逻辑和运算方式做优化。工作人员可以在励磁系统中应用自适应调控算法, 系统参数能够根据机组运行状态自主完成调整更新, 适配机组稳态、暂态以及变负荷等不同工况的调控需求, 能够改善传统算法参数固定、适配能力不足的问题^[5]。相关智能控制技术的应用, 可以提升励磁系统对设备异常和工况扰动的识别与调控能力, 有效抑制机组运行参数的波动问题, 让发电机组的运行状态和供电质量可以得到稳定提升。

4.3 强化设备硬件升级维护

硬件设备出现性能衰减的情况, 是励磁系统产生运行异常的重要硬件原因, 设备的日常维护和升级工作可以有效保障励磁参数调整的实际效果。工作人员需要对励磁系统各类核心部件开展定期检修与精度校验工作, 及时更换老化的设备部件, 能够有效解决设备精度下降和信号干扰等常见问题, 从源头降低励磁故障的出现概率。对于投入运行时间较长的励磁设备, 运维人员可以对其进行智能化改造升级, 更换老旧的控制模块, 增设在线监测和智能调控相关功能, 设备本身的响应速度和工况适

配水平可以得到有效提升, 也能为发电机组全工况稳定运行提供基础硬件保障。

4.4 完善人员技术与管理制度

励磁系统的异常调整工作对现场运维人员的专业素养有着较为严格的标准, 电力单位需要搭建常态化的培训与考核体系。相关培训工作可以持续巩固工作人员的理论基础与实操能力, 让工作人员熟练掌握励磁系统工作原理、常见异常问题以及设备操作方式, 提升人员日常判断与应急处理的综合能力。电力单位还需要健全对应的运行管理制度, 明确不同机组工况下的参数管控标准和异常处理流程, 规范日常运维工作内容。制度的落实可以约束岗位工作行为, 减少人为操作失误造成的励磁参数偏差, 依托人员能力提升和制度约束的双重方式, 能够让励磁调控工作更加规范稳定。

5 结束语

综上所述, 励磁系统的工况适配调控属于电力机组安全运行的关键内容, 对机组并网运行状态和整体供电质量存在直接影响。多工况差异化调节方式, 能够有效处理各类励磁运行异常问题, 改善传统固定调控模式存在的适配性缺陷。多维度保障机制可以从设备、算法、管理等方面消除运行隐患, 夯实励磁系统的长期运行基础。持续优化调控模式与运维方式, 能够提升机组抗扰动水平, 保障发电机组和电网系统保持稳定运行状态。

【参考文献】

- [1]杨海利.发电机组励磁碳刷问题与对策分析[J].集成电路应用,2020,37(4):152-153.
- [2]范厚良,周亮亮.火电厂发电机励磁电流异常波动特征识别研究[J].电气技术与经济,2026(4):4-7.
- [3]王晓华.发电机励磁系统异常运行分析及处理策略研究[J].工程技术创新与应用,2026,2(2):29-31.
- [4]白岭.双馈风力发电机励磁回路着火风险分析及防范策略研究[J].电力设备管理,2025(8):254-256.
- [5]李贵龙.发电机励磁转子外绝缘异常原因及措施分析[J].中国新技术新产品,2024(8):46-49.

作者简介:

马彭金(1989--),男,回族,云南人,本科,助理工程师,研究方向: 电气工程。