

Exploration of Automatic Control Strategy for Backup Power Supply in 110kV Substation

Guanghui Che

Hefei Kangerxin Power System Co., Ltd., Hefei, Anhui, 230000, China

Abstract

Under the background of the continuous improvement of the intelligence and automation level of the power grid, the control strategy optimization of the automatic input device of the substation standby power supply has become an important topic to ensure the safe and stable operation of the power system. This paper for the 110kV substation backup power automatic input device analyzes the problems in the actual operation, through the corresponding optimization strategy, including the optimization of the device and the line reclose, strengthen the bus failure of locking measures, reasonable setting conditions and improve adaptive function, etc. The research shows that these optimization strategies can significantly improve the reliability and adaptability of the automatic backup power supply, and provide an important guarantee for the safe and stable operation of the substation.

Keywords

110kV substation; standby power supply; automatic input; control strategy

110kV 变电站备用电源自动投入控制策略探讨

车光辉

合肥康尔信电力系统有限公司, 中国·安徽 合肥 230000

摘 要

在电网智能化和自动化水平不断提升的背景下, 变电站备用电源自动投入装置的控制策略优化成为保障电力系统安全稳定运行的重要课题。论文针对110kV变电站备用电源自动投入装置在实际运行中存在的问题进行深入分析, 通过研究提出相应的优化策略, 包括优化备自投装置与线路重合闸的配合方式、加强母线故障时的闭锁措施、合理设置动作条件以及提升自适应功能等方面。研究表明, 采用这些优化策略可以显著提高备用电源自动投入的可靠性和适应性, 为变电站安全稳定运行提供重要保障。

关键词

110kV变电站; 备用电源; 自动投入; 控制策略

1 引言

随着电力系统规模不断扩大和用电需求持续增长, 变电站运行的可靠性要求越来越高。备用电源自动投入装置作为保障变电站供电可靠性的重要设备, 在实际运行中仍存在诸多问题需要解决。通过分析现有备用电源自动投入装置的运行特点和存在的问题, 研究并提出相应的优化策略, 对提高变电站运行可靠性具有重要意义。论文针对 110kV 变电站备用电源自动投入装置的控制策略进行深入探讨, 旨在为提升备自投装置的运行效能提供参考。

2 110kV 变电站备用电源自动投入装置概述

备用电源自动投入装置(简称备自投装置)是变电站

中确保供电可靠性的关键二次设备, 其核心功能是在运行电源发生故障时, 能够快速、可靠地将负荷转移到备用电源上, 确保重要负荷的持续供电。该装置通常由检测单元、判断单元、控制单元和执行单元四个功能模块组成。检测单元负责实时监测运行电源的电压、电流、频率等电气参数; 判断单元依据预设的逻辑判据分析故障性质并确定是否需要投入备用电源; 控制单元根据判断结果制定切换策略并发出控制指令; 执行单元完成断路器、隔离开关等一次设备的操作, 实现电源转换。

从工作原理上看, 备自投装置通过持续监测母线电压和进线电流的变化来判断系统运行状态。当检测到工作电源故障时, 装置首先判断故障性质和备用电源状态, 在确认满足切换条件后, 按照预设的控制逻辑顺序断开故障电源、校验同期条件并投入备用电源。整个过程需要在较短的时间内完成, 以降低重要负荷的供电中断时间。

在实际应用中, 备自投装置需要与变电站内的其他保

【作者简介】车光辉(1984-), 男, 中国安徽合肥人, 本科, 助理工程师, 从事备用电源和柴油发电机研究。

护装置协调配合。这包括与线路保护装置的时序配合、与母线保护的闭锁关系、与低压侧保护的相互协调等。同时,装置还应具备完善的安全闭锁功能,防止在不具备切换条件时误动作,并能在系统发生重大故障时及时闭锁,避免造成更大范围的停电事故。

3 110kV 变电站备用电源自动投入面临的问题

3.1 备自投装置与线路重合闸配合异常

在实际运行中,备自投装置与线路重合闸之间的配合问题较为突出。当线路发生暂时性故障时,重合闸装置应首先动作尝试恢复供电,而备自投装置需要在重合闸失败后才能动作。然而,由于两种装置的动作机理不同,常常出现时序配合不当的问题。首先,重合闸装置需要准确判断故障性质并完成相应的时间延迟,而备自投装置则主要依据电压判据进行动作决策,两者的判断逻辑存在差异。其次,在复杂故障工况下,例如瞬时性故障与永久性故障的转换过程中,可能出现备自投装置提前动作,导致重合闸无法正常完成。最后,受设备制造差异、保护定值配置不当等因素影响,两个装置的动作时间设置可能存在重叠区间,造成保护配合紊乱。这些问题不仅影响系统恢复的最优路径,还可能导致设备误动作或拒动,降低供电可靠性。

3.2 母线故障时备自投装置误动作

当变电站母线发生故障时,备自投装置可能产生误动作,这是一个需要解决的技术难题。母线故障通常表现为母线电压快速降低,与电源侧故障导致的电压特性相似,这给故障性质的准确判断带来困难。传统的备自投装置主要依靠电压和电流判据进行故障识别,缺乏对故障性质的深入分析能力。在母线故障初期,由于电压崩溃速度快,装置可能误判为电源故障并启动切换流程。同时,母线故障往往会引起相关保护装置的联跳,造成系统状态快速变化,这种动态过程也增加故障判断的难度。更严重的是,如果备自投装置在母线故障时误动作,将备用电源接入故障母线,不仅无法解决供电问题,还可能导致故障扩大,造成备用电源设备损坏,甚至引发连锁故障。

3.3 备自投装置动作条件设置不合理

动作条件设置不合理的问题涉及多个技术层面。首先,电压判据设置过于简单,通常仅考虑电压幅值的绝对门槛值,忽视电压变化的动态特性和系统阻抗特性,这导致装置难以准确识别复杂故障情况。其次,时间延迟参数设置存在优化空间,当前普遍采用固定的时间延迟,未能充分考虑不同故障类型和系统恢复特性的差异,可能造成切换时机不当。再次,负荷条件判断不够全面,主要表现在未能有效评估切换过程中的冲击负荷和备用电源的承载能力,容易在过负荷情况下发生误动作。最后,装置的启动条件和返回条件设置也存在不足,如电压返回值设置不当可能导致频繁切换,或者在系统扰动时产生误动作。这些问题的存在严重影响

响备自投装置的可靠运行。

3.4 备自投装置缺乏自适应功能

传统备自投装置普遍采用固定的动作参数和控制逻辑,缺乏对系统运行状态的自适应能力,这一问题在现代电力系统中日益突出。首先,装置无法根据电网结构变化自动调整控制策略,当系统运行方式发生改变时,预设的保护定值可能不再适用,影响装置的正确动作。其次,对于负荷特性的变化缺乏响应能力,不同类型负荷在电源切换过程中表现出不同的动态特性,固定的控制策略难以满足多样化负荷的需求。再次,装置在面对新型故障时缺乏学习和适应能力,难以根据历史运行经验优化控制策略。最后,现有装置还缺乏与智能电网技术的深度融合,无法充分利用先进的数据分析和决策技术来提高控制效果。这种固化的控制方式已经难以适应现代电力系统日益复杂的运行需求。

4 110kV 变电站备用电源自动投入优化策略

4.1 优化备自投装置与线路重合闸的配合

针对备自投装置与线路重合闸配合异常的问题,需要从系统层面构建协调的控制策略。其一,应建立基于故障性质识别的时序配合机制,通过引入智能故障分析算法,准确区分暂时性故障和永久性故障,为重合闸和备自投装置的动作决策提供可靠依据。其二,采用分级延时策略,根据故障的严重程度动态调整备自投装置的动作时间,确保重合闸具有充分的动作时间窗口^[1]。在此基础上,增设装置间的信息交互通道,实现实时状态共享和控制协调。

具体措施包括:建立基于 IEC61850 规约的设备间通信机制,实现故障信息和动作状态的实时传输;设计分层次的控制策略,将重合闸动作结果作为备自投装置的重要启动条件之一;优化装置的启动和闭锁逻辑,通过增加故障电流判据、方向判据等多重校验条件,避免不必要的动作干扰。同时,考虑到不同厂家设备的兼容性问题,建议制定统一的时序配合标准,规范装置的动作特性和通信接口,为设备间的协调配合提供技术保障。此外,还应建立完善的在线监测系统,实时跟踪装置的动作状态,及时发现并处理配合异常问题。通过以上措施的综合实施,可以显著提升备自投装置与重合闸的配合可靠性,有效避免误动作和拒动现象的发生,为变电站安全运行奠定坚实基础。

4.2 加强母线故障时的备自投装置闭锁

为解决母线故障时备自投装置的误动作问题,需要构建多层次的故障识别和闭锁机制。首要任务是完善故障识别算法,通过采集母线两侧的电压、电流波形,结合故障分量分析方法,建立准确的母线故障特征模型。在此基础上,设计多重闭锁判据,从电压变化率、电流分布特性、功率流向等多个维度进行综合分析,提高故障判断的准确性^[2]。

具体实施方案包括:建立基于暂态特征的故障识别方法,通过分析故障发生初期的电压崩溃特性和电流分布情

况,快速判断故障性质;引入基于阻抗测量的故障定位技术,准确识别故障是发生在母线区域还是外部系统;设计快速闭锁通道,确保在确认母线故障后能够及时阻止备自投装置动作。同时,加强与母线保护装置的配合,将母线保护的启动信号和动作信号作为备自投装置的重要闭锁条件。此外,还应考虑母线分段运行工况下的特殊情况,针对性设计闭锁策略,防止故障扩大。为提高系统可靠性,建议增设备用判据和自诊断功能,定期检查闭锁回路的完整性,确保闭锁功能在需要时能够可靠动作。

4.3 合理设置备自投装置的动作条件

动作条件的合理设置是确保备自投装置可靠运行的基础,需要从多个方面进行优化。首先,完善电压判据体系,除考虑传统的电压幅值判据外,还应引入电压变化率、相序关系等动态特征,建立更全面的电压评估模型。其中,电压判据应考虑系统运行方式变化的影响,可采用自适应阈值值技术,根据系统运行状态动态调整判据参数。其次,优化时间延迟参数,建立与系统恢复特性相适应的延时策略。这包括:设计基于故障性质的分级延时方案,针对不同类型的故障采用差异化的延时参数;考虑负荷特性对延时设置的影响,重要负荷区域可适当缩短延时时间。再次,增强负荷监测功能,通过实时采集负荷功率、电流等参数,建立准确的负荷模型,防止在过负荷条件下误动作^[3]。具体措施包括:设置多级负荷限值,建立分级投入策略;考虑负荷冲击影响,增加动态负荷评估功能;加入负荷特性分析,针对不同类型负荷制定差异化的切换策略。最后,还应优化装置的启动和返回条件,通过设置合理的滞后值和确认时间,避免因系统扰动导致的频繁动作。通过上述电压判据优化、时间延迟策略完善和负荷监测能力提升等多维度的动作条件优化设置,可使备自投装置在不同运行工况下都能做出准确判断,实现可靠、灵活的电源切换控制。

4.4 提升备自投装置的自适应功能

提升备自投装置的自适应能力是适应现代电力系统需求的必然趋势。首先,应引入智能判断算法,通过采用人工智能和机器学习技术,提升装置对系统运行状态的感知和分

析能力。这包括建立基于神经网络的故障识别模型,通过对历史运行数据的学习,提高故障类型判断的准确性;采用模糊逻辑算法处理不确定性因素,增强装置在复杂工况下的决策能力。其次,实现动态参数整定,根据系统运行方式和负荷特性的变化,自动调整保护定值和控制参数。具体措施包括:建立参数自适应调整机制,定期评估参数的适用性;设计在线参数优化算法,根据系统运行状态实时更新控制参数;增加参数调整的安全校验功能,确保参数变更的合理性。此外,增强运行方式识别能力,通过实时采集系统拓扑信息和运行参数,建立准确的系统状态评估模型^[4]。最后,还应完善自诊断功能,通过定期进行装置状态检查和性能评估,及时发现并处理潜在问题,确保装置始终处于最佳工作状态。为支持这些功能的实现,建议采用先进的硬件平台和标准化的软件架构,为功能扩展和升级优化预留接口。

5 结语

通过对110kV变电站备用电源自动投入控制策略的深入研究,得出以下结论:优化备自投装置与线路重合闸的配合是提高系统可靠性的关键;加强母线故障时的闭锁措施可有效防止装置误动作;合理设置动作条件能够显著提升装置的适应性;提高自适应功能是适应现代电力系统需求的必然趋势。展望未来,随着人工智能技术的快速发展和智能电网建设的深入推进,备用电源自动投入装置将向着更智能、更可靠的方向发展。建议在后续研究中重点关注基于深度学习的故障识别技术、智能自适应控制策略等新技术的应用,进一步提升装置的智能化水平。

参考文献

- [1] 韩益斌.110kV智能变电站建设技术要点及质量控制措施[J].大众标准化,2024(19):24-27.
- [2] 张宇.110kV变电站运行中的故障与检修策略分析[J].集成电路应用,2024,41(9):304-305.
- [3] 李政.110kV变电站的数字化改造技术分析[J].集成电路应用,2023,40(12):184-185.
- [4] 李新海,肖星,罗海鑫,等.自适应10kV母线运行方式的分段备自投方法研究[J].广西电力,2022,45(4):57-63.