

煤矿供电系统越级跳闸技术原因分析

常 伟

内蒙古伊泰煤炭股份有限公司 内蒙古 鄂尔多斯 017000

摘 要：煤矿供电系统作为煤矿生产的核心部分，其稳定性和可靠性直接关系到煤矿的生产效率和安全状况。然而，在实际运行过程中，越级跳闸现象成为了一个亟待解决的问题。越级跳闸不仅影响煤矿生产的正常进行，更可能引发瓦斯积聚等安全隐患，对煤矿安全生产构成严重威胁。因此，深入研究越级跳闸技术，找出其发生原因，并采取有效措施进行预防和治理，对于保障煤矿供电系统的稳定可靠运行、确保煤矿生产安全具有重要意义。

关键词：煤矿供电系统；越级跳闸技术；原因分析

引言：煤矿供电系统的稳定性和可靠性对于煤矿生产至关重要。然而，越级跳闸现象时有发生，给煤矿生产带来严重困扰；本文深入分析了越级跳闸的原因，包括供电系统线路布置不合理、高压防爆开关动作时间不匹配、速断保护装置时间级差设置不合理以及欠电压释放保护回路不合理等。并提出了相应的应对措施，如优化供电系统线路布置、调整高压防爆开关动作时间、合理设置速断保护装置时间级差、改进欠电压释放保护回路以及提高供电系统保护装置性能。

1 煤矿供电系统越级跳闸技术概述

煤矿供电系统，被喻为煤矿生产的“心脏”，其稳定与否直接关系到煤矿的安全高效运行。然而，在实际运营中，越级跳闸问题如同一道难题，频繁考验着煤矿企业的应急处理能力与安全管理水平；越级跳闸，简而言之，即当供电系统中某一层级线路出现故障时，理应由该层级的保护装置迅速响应，精准切除故障点，以确保其余部分的正常运转^[1]。但遗憾的是，由于种种复杂因素的交织，有时却会错误地触发上级甚至更高级别的保护装置动作，进而引发大范围的停电事故。这一现象的背后，隐藏着多重诱因，供电线路的布局是否合理，直接关系到故障电流的传播路径与保护装置的响应效率；若线路布置不当，很可能导致故障电流异常分流，进而干扰保护装置的准确判断。并保护装置自身的性能也是关键因素。若其灵敏度不足、反应迟钝或判断失误，都将无法及时有效地切除故障；此外，各级开关动作时间的协调与否，同样对防止越级跳闸至关重要，一旦时间配合出现偏差，就可能造成保护动作的混乱与无序，从而加剧越级跳闸的风险。

2 煤矿供电系统越级跳闸技术的原因分析

2.1 供电系统线路布置不合理

煤矿供电系统的线路布置，是确保供电稳定性和可

靠性的基础；然而，在煤矿井下复杂多变的环境中，供电线路的布置往往面临诸多挑战。由于井下空间有限，且需满足多种设备用电需求，供电线路往往采用多段较短的电缆线路连接而成，形成复杂的供电网络，这种布置方式虽然在一定程度上满足了煤矿生产的用电需求，但却带来了一个显著的问题：电路系统上下级间不存在明显的短路电流差值。在正常的供电系统中，上下级电路之间应有一定的短路电流差异，以便在发生故障时，继电保护装置能够准确判断故障位置，并仅切除故障部分，而不影响其他正常运行的电路。然而，在煤矿供电系统中，由于线路布置不合理，上下级电路之间的短路电流差异变得模糊，甚至消失，这导致当下一级电路发生短路时，形成的短路电流同时符合上下级的继电保护范围，使得速断装置可能同时被启动。

2.2 高压防爆开关动作时间不匹配

煤矿井下供电系统的稳定运行，离不开高压防爆开关的可靠工作，这些开关不仅承载着井下安全用电的重任，更是防止电气火灾和爆炸事故的关键防线。然而，在实际应用中，高压防爆开关的动作时间不匹配问题时有发生，成为越级跳闸现象的一个重要诱因，高压防爆开关的动作时间，是由继电保护装置的动作时间与开关自身的固有动作时间共同构成的。这两者本应紧密配合，确保在故障发生时，开关能够迅速且准确地响应；然而，煤矿井下的潮湿环境却常常对开关的灵敏性构成挑战。在这样的环境下，高压防爆开关的固有动作时间可能会延长，导致其在面对短路故障时反应迟钝，这种动作时间的不匹配，使得原本应由井下开关切除的故障，却意外地引发了更大范围的停电，即越级跳闸。

2.3 速断保护装置时间级差设置不合理

速断保护装置是煤矿供电系统中用于快速切除故障电路的重要设备，其工作原理是当电路中的电流超过设

定值时,装置会迅速动作,切断故障电路^[2]。然而,在煤矿供电系统中,速断保护装置的时间级差设置却可能成为越级跳闸的隐患,按照速断保护的原则,上下级速断保护装置之间应存在一定的时间级差,通常设置为0.5s。这样,当发生故障时,下级速断保护装置会先动作,切除故障部分,而上级速断保护装置则作为后备保护,仅在下级保护失效时才动作。然而,在实际生产中,为了快速切断电路故障和降低成本,煤矿企业往往将上下级电流速断保护装置的时间级差设置为0s,这意味着当发生电路故障时,上下级速断保护装置会同时动作,无法形成有效的级差保护,从而引发越级跳闸。

2.4 欠电压释放保护回路不合理

煤矿井下供电系统中,电动机是主要的用电设备,这些电动机在启动时,需要消耗大量的电流,尤其是在大型综采工作面,为了提高采煤效率,往往使用了大量的大功率综采设备,且这些设备通常位于供电线路的末端。当这些设备直接启动时,会造成末端电压的迅速下降,形成所谓的“电压暂降”;在煤矿供电系统中,欠电压释放保护回路是用于防止电压暂降导致设备损坏或误动作的重要保护措施。当电动机直接启动造成末端电压下降时,如果欠电压释放保护回路的低电压动作值设置过低或没有设置适当的延时,那么末端断路器就会因工作电压低于正常的工作值而跳闸并闭锁保护。这种情况下的跳闸是误动作,因为它并不是由真正的故障引起的,而是由电动机启动造成的电压暂降引起的,同时也会引发越级跳闸,尤其是当多个设备同时启动时,造成的电压暂降可能更加严重,导致更大范围的停电。

3 煤矿供电系统越级跳闸技术的应对措施

3.1 优化供电系统线路布置

供电系统线路布置的合理性,是煤矿防止越级跳闸、确保电力供应稳定的关键所在,在煤矿供电系统的深入规划与设计阶段,我们必须全面考虑井下环境的独特性与多变性,以及各类用电设备的实际分布与用电需求。为实现线路布置的最优化,我们应从四个核心方面着手推进。(1)要精心规划供电网络布局,力求线路走向简洁、结构清晰,避免线路冗长、交错繁杂,从而最大限度地降低线路间的相互干扰,提升供电系统的整体稳定性。(2)我们应适当增加线路截面面积,这不仅能显著提升线路的载流能力,还能有效降低短路时电流的强度,为供电系统提供更强的保护。(3)合理配置线路的保护装置至关重要。这些装置需在故障突发时能够迅速、准确地响应,精准切除故障部分,同时确保其他正常电路不受波及,从而维持整个供电系统的持续稳定运

行。(4)定期对供电系统进行全面、细致的检查与维护工作同样不容忽视,我们应及时发现并妥善处理线路老化、破损等潜在安全隐患,确保供电系统的稳固性与可靠性,为煤矿的安全生产提供坚实保障。

3.2 调整高压防爆开关动作时间

高压防爆开关作为煤矿井下供电系统的重要设备,其动作时间的准确性对于防止越级跳闸至关重要;在潮湿的井下环境中,高压防爆开关的灵敏性可能受到影响,导致其固有动作时间延迟,为了解决这个问题,我们需要对高压防爆开关的动作时间进行调整^[3]。(1)应对井下高压防爆开关进行定期的检测和校验,确保其动作时间的准确性;在检测过程中,可以使用专业的测试仪器对开关的动作时间进行测量,并根据测量结果进行调整,如果开关的动作时间延迟,可以通过调整继电器保护装置或更换灵敏度更高的开关来解决问题。(2)应合理设置地面高压开关和井下高压防爆开关之间的动作时间差;通过调整地面高压开关的动作时间,使其稍晚于井下高压防爆开关,可以确保在发生故障时,井下开关能够先动作,切除故障部分,从而避免越级跳闸的发生。(3)还应加强对高压防爆开关的日常维护和保养,定期清理开关内部的灰尘和杂物,保持开关的清洁和干燥,这样可以延长开关的使用寿命,提高其灵敏度和可靠性,进一步降低越级跳闸的风险。

3.3 合理设置速断保护装置时间级差

速断保护装置是煤矿供电系统中用于快速切除故障电路的重要设备,其时间级差的设置合理性,直接关系到越级跳闸现象的发生与否;为了合理设置速断保护装置的时间级差,我们需要考虑以下几个方面:(1)应明确速断保护装置的工作原理和动作条件。速断保护装置通常根据电流的大小来判断电路是否发生故障,并在电流超过设定值时迅速动作;因此,在设置时间级差时,应充分考虑电流的变化速度和故障切除的紧迫性。(2)应根据供电系统的实际情况和用电设备的分布情况,合理设置上下级速断保护装置的时间级差,一般来说,下级速断保护装置的动作时间应早于上级速断保护装置,以确保在发生故障时,下级装置能够先动作,切除故障部分;还应考虑故障切除后对整个供电系统的影响,确保在切除故障的同时,不会对其他正常运行的电路造成干扰。(3)还应定期对速断保护装置进行检测和校验,确保其时间级差的准确性和可靠性;在检测过程中,可以使用模拟故障的方法对装置进行测试,观察其动作时间和切除故障的效果,如果发现时间级差设置不合理或装置存在故障,应及时进行调整和维修。

3.4 改进欠电压释放保护回路

欠电压释放保护回路在煤矿供电系统中扮演着至关重要的角色，它能够有效防范因电压暂降而导致的设备受损或误动作，保障系统的稳定运行，为了从根本上改进欠电压释放保护回路，我们需从多个维度入手：（1）对保护回路进行重新设计与优化至关重要。在设计阶段，必须全面考量电动机启动过程中可能产生的电压暂降对保护回路造成的干扰，并据此设定科学合理的低电压动作阈值与延时时间；这样，即便在电动机启动导致电压短暂下降时，保护回路也能保持稳定，避免误触发。（2）加强日常的检查与维护同样不可或缺。应定期对保护回路的电压监测值与动作状态进行校验，确保其始终处于精准可靠的状态，一旦发现任何故障或设置不当，应立即进行修正与调整，确保保护回路能够随时发挥应有的作用。（3）还可以考虑在供电系统中引入电压稳定器或无功补偿装置等辅助设备，以进一步提升系统的电压稳定性和抗干扰能力；这些设备的加入，将有效降低电压暂降对保护回路的影响，从而大幅减少越级跳闸事件的发生，为煤矿供电系统的安全稳定运行提供有力保障。

3.5 提高供电系统保护装置性能

随着科技的飞速进步，供电系统保护装置的性能提升已成为防范越级跳闸等安全隐患的关键所在。为构筑更加稳固的供电防线，我们应积极拥抱技术革新，选用那些技术领先、可靠性卓越的保护装置；在选择过程中，三大核心指标——灵敏度、动作速度及判断能力，是我们评估的重中之重^[4]。高灵敏度的保护装置如同敏锐的哨兵，能在电路出现细微波动时便迅速察觉；而动作速度之快，则确保了在故障初露端倪的瞬间，保护装置即能雷霆出击；准确的判断能力，则是保护装置精准定

位并切除故障部分，避免误动或拒动的基石，对于防止越级跳闸具有决定性意义。当然，高性能的保护装置还需配以细致入微的日常维护，以确保其时刻处于最佳状态，随时准备应对各种挑战；此外，在智能化浪潮的推动下，物联网、大数据等前沿技术正逐步渗透至各行各业。供电系统亦应乘此东风，将这些技术深度融合，实现系统的实时监测与智能控制；通过物联网技术，我们可以构建起一张紧密相连的监测网，对供电系统的每一个细微变化都了如指掌；而大数据的分析能力，则能帮助我们挖掘出隐藏在海量数据中的安全隐患，提前预警，精准施策。

结语：综上所述，煤矿供电系统越级跳闸现象是一个复杂而严重的问题，其发生原因涉及多个方面。通过深入分析这些原因，我们提出了针对性的应对措施，旨在提高供电系统的稳定性和可靠性，防止越级跳闸现象的发生，这些措施的实施不仅需要技术上的支持，更需要煤矿企业的高度重视和积极配合。相信在各方共同努力下，煤矿供电系统的安全性和可靠性将得到显著提升，为煤矿的安全生产提供坚实保障了；我们也应继续关注和研究煤矿供电系统的新技术、新方法，以应对未来可能出现的新的挑战和问题。

参考文献

- [1] 琚彦斌.煤矿供电系统越级跳闸问题研究[J].矿业装备,2021(01):106-107.
- [2] 曹晋鹏.煤矿供电系统越级跳闸分析[J].能源与节能,2021(3):156-157.
- [3] 郭云飞.电力监控及防越级跳闸系统在煤矿供电系统中的应用[J].内蒙古煤炭经济,2020(01):171-172
- [4] 锦华.煤矿供电系统防越级跳闸技术的应用分析[J].当代化工研究,2019(14):79-80.