

煤矿供电越级跳闸解决方法

高培泉

永煤集团股份有限公司新桥煤矿 河南 商丘 476600

摘要：随着煤矿开采技术的不断进步和生产规模的扩大，供电系统的稳定性和安全性变得尤为重要。针对煤矿供电越级跳闸问题，本文提出了一系列解决方法。包括优化供电系统设计，如采用独立供电或双回路供电方式，减少供电级数；改造与升级保护装置，更换落后保护器，引进智能保护装置；改进保护整定值与方法，确保保护装置准确动作；以及强化漏电监测与保护技术，采用智能化综合漏电保护技术，提高漏电监测准确性。这些方法有助于降低越级跳闸风险，确保煤矿供电系统稳定运行。

关键词：煤矿供电；越级跳闸；解决方法

引言：煤矿供电系统作为矿井生产的核心支撑，其稳定性和可靠性直接关系到矿井的安全与高效运行。然而，越级跳闸问题一直是煤矿供电系统中的一大难题，不仅影响正常生产，还可能对人员和设备安全构成威胁。因此，深入研究煤矿供电越级跳闸的解决方法显得尤为重要。本文旨在通过综合分析越级跳闸的原因，提出切实可行的解决方案，以期提高煤矿供电系统的稳定性和安全性，为矿井的安全生产提供有力保障。

1 煤矿供电系统概述

1.1 煤矿供电系统结构

(1) 地面供电系统。地面供电系统是煤矿供电的起点，通常由地面变电所、配电所等设备组成。这些设施负责将外部高压电能引入煤矿，通过变压器等设备降压后，再分配给煤矿内部的各个用电点。地面供电系统不仅为井下供电系统提供必要的电能，还为煤矿地面设施如提升机、通风机、空压机等提供电力支持。地面变电所作为煤矿供电系统的枢纽，承担着重要的电能分配和转换任务。(2) 井下供电系统。井下供电系统主要由井下中央变电所、采区变电所、工作面配电点以及移动变电站等设备构成。井下中央变电所负责将地面变电所输送来的电能进一步降压，并分配给各个采区变电所。采区变电所再根据实际需要将电能分配到各个工作面配电点。移动变电站则随着采煤工作面的移动而移动，为工作面提供灵活的电力支持。井下供电系统需要适应复杂的井下环境，确保电能的稳定供应^[1]。(3) 供电方式与设备。煤矿供电系统采用多种供电方式，包括深井供电系统、浅井供电系统以及平硐供电系统等。这些供电方式的选择取决于矿井的实际情况和需求。在供电设备上，煤矿通常采用高压防爆开关、低压馈电开关以及变压器等设备，以确保供电系统的安全可靠。

1.2 煤矿供电系统特点

(1) 高压电网与低压电网的结合。煤矿供电系统既包含高压电网，也包含低压电网。高压电网负责电能的远距离传输和分配，而低压电网则负责将电能直接供给煤矿内部的用电设备。这种高压与低压电网的结合，使得煤矿供电系统更加灵活和高效。(2) 复杂多变的接地方式。由于煤矿井下环境的特殊性，供电系统的接地方式也变得复杂多变。为了确保供电系统的安全稳定运行，需要根据实际情况选择合适的接地方式，如直接接地、经消弧线圈接地等。(3) 对供电可靠性和安全性的高要求。煤矿供电系统对供电可靠性和安全性有着极高的要求。一旦供电中断或发生故障，将对煤矿的安全生产和人员安全构成严重威胁。因此，煤矿供电系统需要采取多种措施来提高供电的可靠性和安全性，如采用双回路供电、加强设备维护检修等。

2 煤矿供电越级跳闸的原因分析

2.1 供电系统概述

煤矿供电系统作为煤矿生产的血脉，其稳定性和可靠性直接关系到矿井的安全与生产效率。(1) 煤矿供电系统的结构特点。煤矿供电系统通常呈现出多级串联、复杂分布的结构特点。从地面高压变电所出发，电能经过降压后通过高压电缆传输至井下，再经由各级变电所和配电点分配到各个工作面。这种多级串联的结构增加了供电系统的复杂性和管理难度。同时，由于煤矿开采深度的增加，供电线路的长度也不断延长，进一步加剧了供电系统的不稳定性和故障风险。(2) 供电方式及保护配置。煤矿供电系统通常采用双回路供电方式，以确保在一条线路故障时，另一条线路能够迅速切换，保障供电的连续性。在保护配置方面，煤矿供电系统设置了多种保护装置，包括过流保护、速断保护、接地保护、

低电压保护等,以应对不同类型的故障。这些保护装置能够迅速检测并切除故障点,防止故障扩大,保障设备和人员的安全。

2.2 越级跳闸的主要原因

越级跳闸是煤矿供电系统中常见且严重的故障之一,其主要原因包括以下几个方面:(1)高压防爆开关保护器性能问题。高压防爆开关作为煤矿供电系统中的关键设备,其性能直接影响供电系统的稳定性和安全性。然而,在实际应用中,高压防爆开关保护器可能存在动作不准确、反应迟钝等问题。当故障发生时,保护器可能无法及时动作切除故障点,导致故障电流持续存在并向上级蔓延,最终引发越级跳闸。(2)保护装置误动作。保护装置误动作是越级跳闸的另一个重要原因。由于保护装置的整定值设置不当、元器件老化或损坏、外部环境干扰等因素,保护装置可能在无故障情况下误动作。这种误动作不仅会导致正常供电中断,还可能引发越级跳闸,严重影响煤矿生产的正常进行^[2]。(3)失压保护与短路保护动作时间不匹配。在煤矿供电系统中,失压保护和短路保护是两种重要的保护装置。然而,在实际应用中,这两种保护装置的动作时间可能存在不匹配的问题。当短路故障发生时,如果短路保护的动作时间晚于失压保护,就可能导致失压保护先动作切除故障点,进而引发越级跳闸。(4)漏电故障导致的误动跳闸。漏电故障是煤矿供电系统中常见的故障类型之一。由于井下环境潮湿、电缆绝缘老化等因素,电缆可能出现漏电现象。当漏电电流达到一定程度时,漏电保护装置将动作跳闸。然而,如果漏电保护装置的灵敏度过高或整定值设置不当,就可能在无故障情况下误动作跳闸,进而引发越级跳闸。

2.3 影响因素分析

越级跳闸的发生不仅与保护装置的性能和设置有关,还与设备状态、井下环境等多种因素有关。(1)设备老化与维护不足。设备老化是煤矿供电系统中普遍存在的问题。随着设备使用时间的延长,其性能逐渐下降,故障率增加。如果设备得不到及时维护和更换,就可能在故障发生时无法正常工作,进而引发越级跳闸。(2)保护整定值不合理。保护整定值是保护装置能否正确动作的关键。如果整定值设置不合理,就可能导致保护装置在故障发生时误动作或拒动作。例如,如果速断保护的整定值设置过低,就可能在短路电流较小时就动作跳闸;如果整定值设置过高,则可能无法及时切除故障点,导致故障蔓延并引发越级跳闸。(3)井下环境复杂多变。煤矿井下环境复杂多变,存在高温、高湿、粉

尘等多种不利因素。这些因素不仅影响设备的正常运行和寿命,还可能干扰保护装置的正常工作。例如,井下高温可能导致保护装置元器件性能下降;高湿和粉尘则可能导致电缆绝缘老化加速和漏电故障频发。这些不利因素共同作用,进一步增加了越级跳闸的风险。

3 煤矿供电越级跳闸的解决方法

3.1 优化供电系统设计

(1)采用独立供电或双回路供电方式。煤矿井下环境复杂,供电可靠性要求极高。独立供电或双回路供电方式能显著提升供电稳定性。独立供电可避免不同区域供电线路间的相互干扰,减少故障波及范围;双回路供电则在其中一条线路出现故障时,另一条线路能迅速切换投入运行,保障电力持续供应。例如,某大型煤矿在采用双回路供电后,因线路故障导致的越级跳闸次数大幅减少,有效保障了井下设备的正常运转和人员安全。(2)减少供电级数,降低保护误动作风险。供电级数过多会使保护装置的动作配合变得复杂,增加误动作概率。通过合理规划供电网络,减少不必要的供电环节,可使保护装置的动作逻辑更加清晰、简单。这样一来,当某一局部发生故障时,保护装置能够更准确地判断并迅速切除故障线路,避免因保护配合不当导致的越级跳闸^[3]。(3)引入高速光纤和纳秒级同步技术,实现保护装置的精确同步。高速光纤具有传输速度快、抗干扰能力强的特点,纳秒级同步技术则能确保保护装置在极短时间内实现精确同步。在煤矿供电系统中应用这两项技术,可使各保护装置之间能够实时、准确地交换信息,根据故障情况协调动作。当故障发生时,距离故障点最近的保护装置优先动作,快速切除故障,防止故障范围扩大引发越级跳闸。

3.2 改造与升级保护装置

(1)更换性能落后、保护功能不全的高压保护器。一些煤矿现有的高压保护器因使用年限较长,性能逐渐下降,保护功能也难以满足现代煤矿供电的需求。老旧的高压保护器在故障检测、动作速度等方面存在不足,容易导致误判或拒动,进而引发越级跳闸。及时更换性能先进、功能齐全的高压保护器,能够提升保护装置的整体性能,增强对故障的快速响应能力。(2)引进具备精确时间同步功能的智能保护装置。智能保护装置具备精确时间同步功能,能够与供电系统中的其他设备实现精准配合。它可以通过网络获取准确的时间信息,确保在故障发生时,各保护装置能够基于统一的时间基准进行动作判断。这样一来,当多个故障同时发生或故障波及多个区域时,智能保护装置能够按照预定的逻辑和

顺序进行动作,有效避免越级跳闸现象。(3)对BGP系列高压防爆开关内部机构进行改造,提高继电器动作速度。BGP系列高压防爆开关是煤矿供电系统中的关键设备,其内部继电器的动作速度直接影响故障切除时间。通过对内部机构进行改造,优化继电器的结构和工作原理,可显著提高其动作速度。当故障发生时,继电器能够更快地响应并切断电路,减少故障持续时间,降低越级跳闸的可能性。

3.3 改进保护整定值与方法

(1)正确计算和整定高压保护定值。高压保护定值的准确计算和整定是确保保护装置正确动作的关键。煤矿供电系统的负荷情况和线路参数复杂多变,需要根据实际运行情况,综合考虑短路电流、过负荷电流等因素,精确计算保护定值。只有保护定值合理,才能保证在故障发生时,保护装置能够准确判断并及时动作,避免因定值不准确导致的越级跳闸或保护拒动。(2)使用微机继电保护装置,提高保护动作的准确性和可靠性。微机继电保护装置具有运算速度快、逻辑判断能力强的特点。它能够实时采集供电系统的各种电气参数,并通过预先设定的算法进行分析和判断。与传统的继电保护装置相比,微机继电保护装置能够更准确地识别故障类型和故障位置,提高保护动作的准确性和可靠性,有效减少因保护误动作导致的越级跳闸。(3)采用带时限的电流速断保护,配合相邻元件的最大三相短路电流进行动作电流的整定。带时限的电流速断保护能够在保证保护选择性的前提下,快速切除靠近电源端的短路故障。在整定动作电流时,配合相邻元件的最大三相短路电流进行计算,可使保护装置在不同故障情况下都能合理动作。当发生短路故障时,带时限的电流速断保护根据故障电流大小和设定的时限,有序地切除故障线路,避免越级跳闸^[4]。

3.4 强化漏电监测与保护技术

(1)采用智能化综合漏电保护技术。智能化综合漏电保护技术融合了多种先进的检测和判断方法。它能够实时监测供电系统的漏电情况,通过对漏电流、电压等参数的分析,准确判断漏电故障的类型和位置。与传

统的漏电保护技术相比,智能化综合漏电保护技术具有更高的灵敏度和准确性,能够在漏电故障发生的早期及时发现并采取措施,防止漏电引发的越级跳闸。(2)通过多路综合判别、多级漏电监测、和谐波检测技术提高漏电监测的准确性。多路综合判别技术可同时对多个线路的漏电情况进行分析和判断,避免单一检测方法的局限性;多级漏电监测能够对不同电压等级和供电区域的漏电情况进行分级监测,提高监测的全面性;谐波检测技术则可以检测到因漏电产生的谐波信号,进一步提高漏电监测的准确性。这些技术的综合应用,能够更精准地定位漏电故障,减少因漏电误判导致的越级跳闸。

(3)利用网络通信技术实现整个电网漏电监测的有机整合。通过网络通信技术,将煤矿供电系统中的各个漏电监测装置连接起来,实现数据的实时共享和统一管理。当某一区域发生漏电故障时,系统能够迅速将故障信息传递给相关的保护装置和管理人员,以便及时采取措施进行处理。同时,通过对整个电网漏电数据的分析和处理,还可以预测漏电故障的发生趋势,提前进行预防和维护,降低越级跳闸的风险。

结束语

综上所述,煤矿供电越级跳闸问题的解决需要综合考虑供电系统设计、保护装置性能、保护整定值与方法以及漏电监测技术等多个方面。通过实施上述提出的优化措施,可以有效降低越级跳闸的风险,提高供电系统的稳定性和可靠性。未来,随着技术的不断进步和创新,我们期待煤矿供电系统能够更加智能、高效,为煤矿的安全生产提供更加坚实的保障。

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,(03):36-37.
- [2] 王建文.煤矿供电系统防越级跳闸的应用[J].山东煤炭科技,2020,(10):123-124.
- [3] 王鹏.煤矿供电防越级跳闸技术研究[J].自动化应用,2020,(12):139-140.
- [4] 尹成迅,潘献全.煤矿供电系统越级跳闸研究[J].煤炭科学技术,2021,(06):68-69.