

煤矿供配电系统中防越级跳闸保护技术的应用分析

赵利民

中国神华能源股份有限公司哈尔乌素露天煤矿 内蒙古鄂尔多斯 010300

摘要: 针对煤矿供配电系统普遍存在的越级跳闸问题,以五阳煤矿供配电系统运行情况为例,分析了煤矿供配电系统出现越级跳闸的原因,提出了解决越级跳闸的方案,介绍了该方案的组成与具体工作原理,并进行了试验验证,应用结果表明通过综合应用防越级跳闸保护技术,能很好的防治煤矿供配电系统的越级跳闸故障,更好的保障煤矿的安全连续稳定供电。

关键词: 过流保护; 越级跳闸; 原因; 继电保护; 延时保护

引言:

露天矿供配电系统是否合理直接关系到露天矿的生产;供配电方式的合理选择直接关系到整个矿区用电设备供电的可靠性、矿区设计成本的经济性。露天矿的供电系统设计应综合考虑露天矿采场的生产环境特点,如采场内的电气设备受到自然环境如风沙、雨、雪、雷电及酷热和严寒的影响;采场范围大,设备分散,用电设备需随工作面的推进频繁移动;采场内底板多为岩石或矿石、土壤、电阻率较高;部分矿山爆破时引起的震动等。所以,露天煤矿采场内使用的电气设备应具有外壳坚固、防水、防尘及便于安装、移动的特点。

一、露天矿的供配电方式

露天煤矿的供配电系统主要有以下4种形式。

(1) 环形线—横跨线供电系统。两回电源线路沿采掘场环形布置,通过环形线路相互联络,形成环形线供电系统。在采掘场周围设置移动式变电站,由移动式变电站引至采掘场内的中压架空(或电缆)线路垂直于采矿平台引至用电设备(电铲、钻机等)或中压配电设备,形成横跨线供电系统。横跨线的优点是和工作台阶垂直,受爆破影响小,移动量较少,只须随台阶下降移动局部电杆接续即可,因而提高了供电可靠性。缺点是其纵断面不是水平的,线路维护和架设较困难,考虑到各种移动设备通过线下时,防止发生碰线事故,电杆应加高,移动较困难;高压移动电缆较长;对于电缆线路,线路敷设较困难;在可能有车辆穿过的地方,需穿镀锌钢管埋地敷设,线路移动也麻烦。

(2) 环形线—纵架线供电系统。两回电源线路沿采掘场环形布置,通过环形线路相互联络,形成环形线供电系统。在采掘场周围设置移动式变电站,由移动式变电站引至采掘场内的中压架空(或电缆)线路平行于采矿平台引至用电设备(电铲、钻机等)或中压配电设备,形成了纵架线配电系统。

二、分析造成越级跳闸原因

现今,阶段式电流保护的继电保护方式是煤矿供电系统使用的主要的方式,其主要保护的是用电的安全。电流速断保护、定时限过电流保护、限时速断保护组成了三阶段式。如果有故障发生在电力系统中,这些保护全部失灵不能动作,就会引发电力系统的越级跳闸事故。在电力系统中在不同位置配备不同的保护方法。电流速断保护与过电流保护能够保护电路末端;临时限速断保护与限时速断保护共同对电源的进、出线进行保护,三阶段式之间一起合作,促使其能正常工作的电力系统得到保障。流整定值合作与上、下级之间的时间差的合作,这两个保护方法是限时速断保护定值的整定在电力系统中保护的主要内容。两种方式的通力合作,保证电力系统的灵敏性和选择性。两个保护方式必须同时作用。煤矿电力系统线路属于短线路,短线路保护时间差非常重要。若把 $0s$ 假设是线路在下一级熔断保护的时间,则上一级在相同的时间段加上 Δt 即为熔断需要的时间,并在 $0.3s \sim 0.5s$ 的范围内,结合电力系统的特性,一般会选取 $0.5s$ 这个时间点。上、下级的时间差的合作保护了电力系统,以这个为前提条件,可以预防故障发生,达到对电力系统的保护目的。

三、设置跳闸防越级的相关保护方案

以往越级跳闸的情况出现在线路时,选择以前的速断保护方案不能达到选择性目的,所以在安全生产煤矿的过程中,不断的在攻克防止出现越级跳闸的供电线路问题。因此越来越多的人开始研究这个热点问题,制定了不同的方案实现煤矿企业设备自动化的安全供电目标,最终形成了以下几种方案:双口通讯法和延时速断电流法还有保护地面通讯法和保护光纤纵差法以及闭锁速断电流法:

(1) 双口通讯法的工作过程和保护地面通讯法差不多,优点是高效传输和快速判断加装了通讯接口RS485保护器以及电流故障信号传输的CAN专业口,挨个串联

保护器每一级的CAN口，在故障发生后可以实现线路开关附近故障点向上一级依次传输故障信息，传达到保护器后可以立即做出逻辑判断，得到本机的跳闸确切情况。其自主判断发生于保护器的上下级互相通讯，无需地面主机进行监控操作，大大加强了处理故障的效率。

(2) 保护光纤纵差法必须敷设保护器光纤通讯达到所谓的纵差保护。这一方案的优点是具备可靠的灵敏动作，以及较高的准确性，能够有效的降低越级跳闸现象。缺点是只能保护单一线路光纤的敷设开关上下级，比较局限。

(3) 保护地面通讯方案是增加电网的全套智能系统，达到利用地面主机即可监控读取不同的电流信号在开关保护器相关动态，地面主机根据相应的结果做出指令，帮助短路的故障完成跳闸开关。缺点是不具备可靠性，因为每一个环节和传输时间不同，所以有较慢的跳闸延迟，会影响供电系统。

四、防越级跳闸的系统

(1) 解决该问题的方案。就煤矿供电工作而言，通常会在地面与形成一高速的供电系统，该系统信息传输速度快，效率高，但易受到外界干扰，对于这种通讯速率传输情况，为了使生产的效率提高和失误的减少，必须采用先进的技术方才能得到解决。以下是具体方案：
①智能化网络继电保护方法被引入，对于煤炭电力系统而言，设计一种跳闸装置能够实现短路闭锁功能，高速光纤通信作为煤矿的通信方式，使用电力系统继电器保护与参数检测。电力系统与智能化网络继电保护方法之间互相闭锁、互相保护，使其能够被更全面的保护，在能够有效的防止出现故障。在电力系统中若有故障发生，与故障点最短距离的开关将会跳闸，从而对线路起到了切断保护的作用，如有比较大的电流通过时，会有越级跳闸发生。发生越级跳闸之前会对工作人员做出警示的动作，提醒其检查和修理故障部位，使电力系统的安全可靠的运行得到了保障。
②失压延时保护技术被使用。网络化智能保护被使用在电力系统中，可以使备用电源被系统所拥有，为满足电力系统能够正常运行，就要经过控制欠压带电或内部释放线圈带电。为防止电压波动保护装置误动作，失压延时保护技术可以避免误动作跳闸，更加有效的保护了煤矿电力系统。失压延时技术的使用，能够在较短的时间内维修和恢复短路系统，使其能在较短的时间恢复正常运行。

(2) 选择合适的保护装置，正确设置各级开关的保护整定值。在供电系统开关保护装置选择上，保证同等电压等级开关保护装置厂家、性能统一，择优选择动作灵敏、可靠、设计原理符合要求的保护装置，避免因不同厂家、不同产品、不同原理的保护装置在供电系统上下级开关中使用产生差异，引起供电系统越级跳闸事故；

同时需要合理设置井上下供电系统上下级开关整定值，及时根据负荷的增减情况，对开关的定值作出调整，在供电系统运行过程中，对发生的各类供电事故进行分析，通过开关跳闸动作定值，能判断分析故障发生种类及发生的大概区域，同时根据跳闸动作值的大小，对开关定值作出及时调整。

(3) 防越级跳闸。在实际应用中的案例对电力系统中使用的ZBT-11C防越级跳闸保护器的保护效力怎么样需要通过实验考证。对实验ZBT-11C防越级跳闸保护器在电力系统中的保护的的结果进行考证。是否有故障存在于实验中这个未得到证实，测出的信息如下表1所示。

表1 各级保护动作情况记录表待核实

变电所	动作时间	保护情况	间隔名称	开关情况
中央变	1A=10.365 C=7.56 17时23分55 秒516毫秒	短路保护	08	跳闸
		短路保护	02	未跳闸
短路保护		02	未跳闸	
短路保护		10	未跳闸	
地面110kV		短路保护	428	未跳闸

如发现故障存在于电力系统后，由于变电区的不同而表现的也不相同。在东采区，3#变电所3#水泵和3#变电所02#的高开电流就不一样，前者的高开电流达到400A需要很短的时间，后者的高开电流为800A，比前者的更大，而中央变电流最大的是10#高开02#线，其电流为1800A，并比保护电流的最小电流都小。位于02#高开10#和2#高开、428开关的煤矿东采区3#变电所而言，仍然保持工作的稳定性，没有跳闸故障的发生在检测的结果中表现出来。这就表明电力系统在使用防越级跳闸后能够很好的阻止跳闸故障的发生。实现短路保护就只有出现在采区3#变电所10#高开，电力系统没有出现跳闸，其结果证实了设计的电力保护系统。

五、总结

总的来说，在煤矿供电系统运行的时候容易产生越级跳闸的情况，如此会严重影响到煤矿的正常生产，甚至是产生安全事故，造成严重的经济损失，如今产生越级跳闸问题的原因是比较多样的，因此需要仔细地进行分析，选择合理的措施进行应对，增强对于供电系统的管理和控制，确保供电系统的越级跳闸问题能够得到更加有效地处理。

参考文献：

- [1]张美茹.分布式区域保护技术在煤矿供电系统中的应用[J].陕西煤炭, 2021, 40(01): 142-146.
- [2]仇少雄.矿井供电系统线路保护装置的设计与分析[J].机械管理开发, 2020, 35(10): 51-53.
- [3]王静.肥田煤矿供电系统继电保护方案设计与研究[D].西安科技大学, 2020.