

矿山供电系统防越级跳闸的研究

董志标

中蓝连海设计研究院有限公司, 江苏 连云港 222004

[摘要]我国在全球能源生产和消费中所占份额最大,煤炭作为人类最早使用的传统能源,在我国能源消费结构中占据非常高的份额,且长期占比教高。一般来说,矿山电力系统存在零失压保护延时等问题,无法设置快断保护和过流保护设置。因此,构建超阈值防护制度是保障供电和矿山生产安全、保障员工安全的重要手段。矿山电力系统为矿山生产提供能源,生产安全和工人安全是两个核心内容。因此,我们将研究越级跳闸的原因,并在GOOSE(Generic Object Oriented Substation Event)的穿越性故障识别等技术的基础上提出优化技术方法,结合现场实际数据验证,确定最安全可靠的越级跳闸系统方案。

[关键词] 矿山; 供电系统; 防越级电闸; GOOSE

DOI: 10.33142/sca.v5i5.7359

中图分类号: TD611.5

文献标识码: A

Study on the Prevention of Skipping Trip in Mine Power Supply System

DONG Zhibiao

Bluestar Lehigh Engineering Institute Co., Ltd., Lianyungang, Jiangsu, 222004, China

Abstract: China has the largest share in global energy production and consumption. As the earliest traditional energy used by human beings, coal has a very high share in China's energy consumption structure, and has a high proportion for a long time. Generally speaking, the mine power system has problems such as zero loss of voltage protection delay, and cannot set fast break protection and overcurrent protection settings. Therefore, building the over threshold protection system is an important means to ensure the safety of power supply and mine production and the safety of employees. Mine power system provides energy for mine production, and production safety and worker safety are two core contents. Therefore, we will study the cause of skip tripping, and propose optimization technical methods based on GOOSE (Generic Object Oriented Substation Event)'s technology of passing through fault identification, and determine the most safe and reliable skip tripping system scheme in combination with field actual data verification.

Keywords: mine; power supply system; anti override switch; GOOSE

引言

目前中国在全球能源生产和消费中占比最大,占我国能源消费结构的64%以上,超过世界平均碳排放量的30%。从我国的实际情况看,以煤炭等一次性能源为主的能源供给将继续保持这种模式。煤炭在整个国民经济的产业结构中占有很大比例。矿山电力系统是矿山的生产能源,保证其平稳运行是矿山安全的关键。矿山停电对矿山的自然生产产生不利影响,严重的话会导致煤矿的能源设备燃烧损坏,甚至风力发电机会完全瘫痪,造成产生危险的情况。例如天然气的积聚和地下水的上升,这可能会导致非常严重的事故,严重可致火灾、瓦斯爆炸等安全事故发生。因此,保障煤矿电力系统安全可靠运行一直是煤炭安全生产的一项重大任务。目前,我国大部分大型矿山以井下处理型煤矿为主,地质、气候、环境和地理条件复杂,开采难度大。我国矿山95%的煤炭开采和生产过程为井下加工作业的方式,以此本文的研究重点也在于井下开采的方式,以期保障我国煤炭工业安全稳定生产,维护国家安全稳定。

1 防越级跳闸原因

1.1 线路短造成短路保护整定困难

对于井下煤矿作业来说,两线段之间可以存在直流电

流差,这个差值比较大。由电缆直接产生的瞬时截止电流电路的低阻抗会在电力电缆线路的第一段和最后一段之间产生微小的电流差。如果电力电缆线路的一部分发生短路电流,直接产生大面积的短路长短路电流,不能完全满足关断电流保护的的条件。各级交流保护继电器对各级保护器都有逐步延时,因为各级电力部门在保护运行过程中往往没有明确规定交流保护器的延时时间,电流通常无法准确控制。跳闸使设置短路保护变得困难,如果高电平继电器的保护装置灵敏,或者低电平继电器的保护装置不工作,就会出现越级跳闸现象。

1.2 电压波动造成大面积跳闸

由于井下开采煤炭资源需要不断使用各种新型大功率安全装置,在井下融于出现不及时保护等不可避免的造成瞬时的两个电压开关波动的情况。如果两个电压开关的瞬时波动明显超出安全保护范围,电压开关中的两个电压开关的保护可以是瞬时的,所以电压开关的保护是不可避免的,同时直接启动导致跳闸开关的跳闸电压跨度大,再加上冬季的雷击等自然因素会直接引起公用线路输出电压的瞬时波动,从而导致公用电网越级调闸发生故障,进而影响安全生产。

1.3 电磁兼容性差造成保护器误动

随着我国煤矿井下电力保护系统行业大容量电源和开关柜大型负载保护装置的不断发展壮大,大量煤矿电力开关电子和开关电路元件得到应用,导致过载煤矿井下电力保障系统硬煤产能水平继续快速提升,能源系统质量持续严重恶化。处于煤炭用电发展的高峰期时,一些显著的井下大功率、冲击和非线性过载被激活,导致井下电网的能源成本比急剧下降,无功功率快速快速变化,电压和输出电流的波动和谐波振动以及其他并存的能源消耗、电网浪涌和其他不仅直接导致的能源消耗。对一些矿井电力保护的正常运行有着直接而严重的影响,线路电磁特性和一些矿井电源保护的兼容性相对较差,会直接导致位移或电路错误。同时,运动和精度等现象受到严重限制,造成矿井保护器的自动越级或者跳闸。

2 现有防越级跳闸保护方法

2.1 基于光纤纵联差动原理

该方法采用光纤纵联差动原理,对导线两端的电流进行比较,并在两端设置临时的光纤保护装置,使其不会运动,以确定是否发生在本地区的内部或外部。这种方法的优点在于对难以区分上下两级短路电流的线路,具有很好的快速性,几乎没有时间限制,但是它的最大缺陷在于,周边的辅助电路比较复杂,每一根导线的两端都要安装光纤纵联差动保护,还要铺设光纤,成本很高,只适用于重要线路,不能广泛应用。

2.2 基于电气信号闭锁原理

本方案的核心是在相邻两个保护装置之间设置一条闭锁的联络线,从而避免跨级跳闸。它的具体实现是:当保护装置出现故障时,首先要切断保护装置,避免电源中断,然后将关闭请求发送给上级,从而实现上位电流保护的闭锁。它的优点是原理简单,但是它最大的缺点就是需要设置专门的闭锁线路,线路复杂,而且随着线路级别的提升,需要更长的闭锁时间,如果信号中断,很容易造成误操作。

2.3 基于总站与分站原理

该原理基于对整个太空站的监控,搜集有关各线路的电流,利用它的运算法则和一定的法则来判断有问题的线路,对有问题的线路进行控制,并将有问题的电缆移出。由于算法、信号传输、硬件计算能力、抗干扰能力等各方面的要求都比较高,各环节的性能都会受到很大的影响,并且其实时性也很难保证。

2.4 基于修改本地保护或者优化电网的结构

在考虑架空线路的距离保护时,为确保较高的灵敏度,本文提出了一种新的距离保护方法。或者,使用一个相位电流保护系统,它要求改变网络的结构,前提是要把多个变电站视为一个等级。随着变电站自动化、通讯、微电子等技术的不断加强,许多智能化的电子设备都采用了微处

理控制器,从而实现了变电站自动化。

3 煤矿井下供电系统构成与特点

对于大型煤炭和风力煤矿而言,生产中的煤炭和风力发电都同样离不开生产动力。如图 1 所示,在各种大型煤矿井中,普遍规定要求设备采用 6k V/10k V 的新型高压直流供电控制系统。电源牵引方面的它是主要通过分别与在位于矿井地面上的主输变电两段 6k V/10k V 输电母线上的动力电缆连接来对其电源进行动力牵引,然后由一段高压动力电缆直接带动它们来将其中的电力进行传递提供给整个矿井。之后再一次利用一根高压动力电缆直接输送 6k V/10k V 的线路电能到其他线路相应的大型变电站,这些大的变电厂一般都会把这些电缆输出线路电能的实际工作电压分别对其进行一定的转换降压和直接转换电能处理,经过一定的转换降压后这些电能才真正真的可以直接通过提供输送到井下采掘工作单位的井下工人手上进行使用,就目前现场情况分析来看,井下工作人员的生产设备已经逐渐朝着井下机械化生产方式进行延伸,生产的设备工作电压范围也逐步得到拓宽,这在同时有利于矿物厂通过供电降低系统的使用负荷和工作压力。

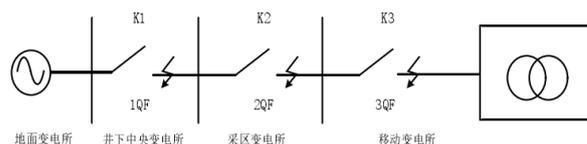


图 1 煤矿井下高压供电结构图

《煤矿安全规程》明确规定,煤矿井的电力系统采用的方法就是分裂运行,这种类型的形式虽然能够对矿井的各个电力系统都进行保护,但要以实际的情况作为保护依据,分别进行限时与不限时的情况下各段电流的速断保护装置的设置,分别针对各段电流的一段与二段。终端线路对电流速断保护和通过电流的保护等进行了各种不同的配置,而就限时与不同的电流输入的话,却可以通过对时间的限制和不同的通过电流等进行了设置。

4 矿山供电系统防越级跳闸的研究

4.1 基于 GOOSE 的穿越性故障识别与隔离方案研究

目前,我国煤矿井下提供电能的系统广泛采用放射状供电。如图 2 所示,为有效提高电网的可靠性,从两台独立的主变压器上引出两条/110k V 电力线路。可以保留现有的常规短路保护装置和综合检测和检测仪表,形成一个新的系统。公共光网络接口,一个符合 IEC618X50 标准的 MMS+GOOSE,显示了新的网络系统结构。针对集成逻辑功能系统的调试问题,设计了 IED。每层工艺和每层都安装在同一台大型物理设备上,具有经济性好等特点的基础设施。充分利用这些逻辑功能包,内置 IED 软件可以帮助调试和安装各种分布式设备,不仅大大减少了二次设备接地的数量,而且可靠性也大大提高,同时解决多层次设

备不能同时使用信息资源的问题。通过采用自动化的煤矿智能变电站集控分站和采用自动化煤矿集控控制中心的智能保护故障主机系统相互配合,实现了系统故障的自动识别与对系统煤矿区域集控范围内的多个故障主机进行多个区段自动定位,保证了系统故障识别保护主机动作的多种智能选择性,彻底解决了采用自动化工业煤矿区域供电集控系统的各种穿越性煤矿供电系统故障,解决了采用自动化工业煤矿供电经常出现的各种越级漏电跳闸与短路漏电故障防护使其横向判断无任何一种选择性的复杂问题,具有可靠、简便、精确等几大特点。

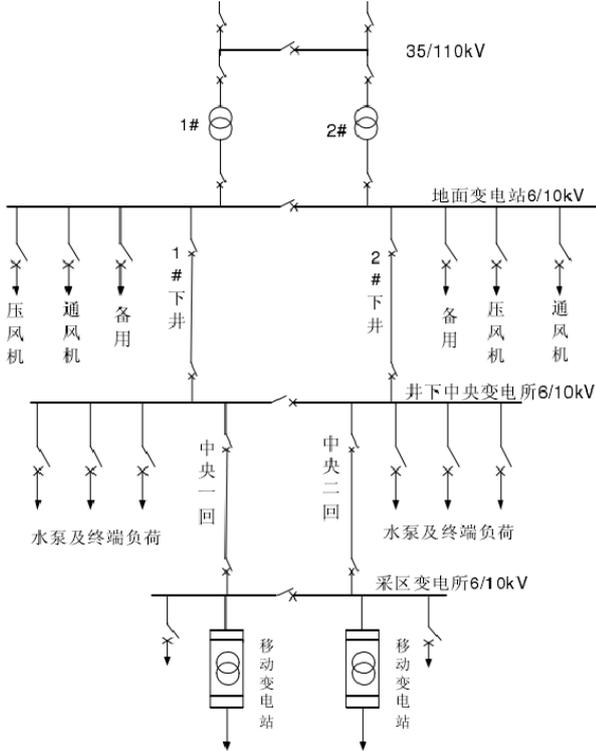


图2 煤矿供电系统结构图

4.2 于通信级联闭锁的保护技术

采用通讯级联锁止的反越级跳闸策略,实质上是利用纵向极差的时序设定,对各个级别的切换进行控制,避免了越级跳闸,然后采用通讯级联闭锁实现了纵向极差的控制。这种保护是将每个切换设备串联在一起的,在某个时刻发生了故障,每个监控到故障的保护设备都会在垂直方向上传输信号,在 T_1 (通常在 10-50 ms),在信号接收时间超过 T_1 ,判定为本级的故障问题,并迅速切断电源;如果在断路时间 T_2 (通常设定在 100-200 毫秒),仍能检测到故障,并立刻启动断路器保护,否则断路。如图 3 所示, QF1-QF5 在线接头 M 处发生短路故障时均检测到故障信号,在通信延迟 T_1 中不会断电,并且相应的开关将闭锁信息发送给下一次切换设备。在此等待期间,仅 QF5 未收到锁定信息, QF5 切换为关闭状态。QF1-QF4 在切换闭合时间 T_2 内,已排除了故障线路,系统运行良好,各

开关不需要断开,避免了越级跳闸。这种保护措施可以有效地避免越级跳闸,但由于改造过程复杂,对实时通讯的要求也较高,若切换器间的通讯时间有延时,则会造成越级跳闸。

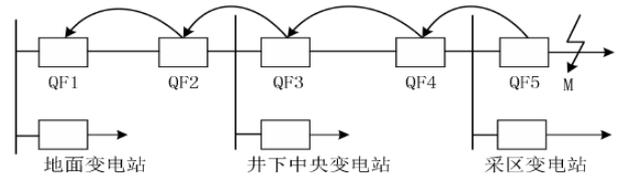


图3 煤矿井下供电系统线路图

4.3 新能源接入对煤矿电网继电保护的影响

为了研究清洁能源接入对煤矿电网继电保护的影响,本文在现有的研究基础上,在已有的煤矿电网模型上接入了分布式网络结构电源 (Distributed/Distribution Generation, DG),并研究了 DG 接入后对煤矿电网继电保护的影响。本章介绍了新能源接入煤矿电网的短路计算方法,并在 MATLAB 的运行环境下,以一个简单的算例对含逆变型 DG 对煤矿供电系统进行的故障分析,从而证明了将 DG 接入煤矿供电后对继电保护影响分析的准确性。当新能源电源接入煤矿电网后,与传统采用单电源辐射式的煤矿电网重合闸,前加速方式与后加速方式均难适应。尤其是,若在煤矿电网采取重合闸前加速方法时,将造成在故障馈线上的全部新能源供电都要退出,将失去了新能源供电可有效增加煤矿电网供电可靠性的优点,所以,对于对接有新能源供电的馈线,应优先选择后加速方法,以增加对新能源供电的利用效率。但是,为了确保自动重合闸的正常工作,还必须针对故障点和新能源电源接入情况做出综合决策,并进行远程管理。

5 结语

煤矿作为国民经济的重要支柱,在很长一段时间内都无法取代。矿井供电是矿井生产的主要能源,其有效的供电方式对矿井的安全和工人的人身安全具有十分重要的意义。我国煤矿用电系统因其能源效率低、分支多、结构复杂而受到限制。为此,对矿井生产的发电系统进行了调查,并对其特性进行了细致的分析,采用了最先进的越级跳闸技术,使矿井生产实现了全自动化,节约了大量的劳动力。同时,它还可以为煤矿提供大量的能量。同时,该系统运行稳定、功能完善、灵活,能够较好地解决越级跳闸问题。

[参考文献]

- [1]刘朝鑫,石耀龙,岁攀峰. 矿山供电系统防越级技术现状分析与供电无人值守技术的应用[J]. 煤矿机械, 2022, 43(7): 136-138.
- [2]张文瑞. 煤矿供电智能化关键技术及建设方案研究与应用[J]. 智能矿山, 2022, 3(6): 80-86.
- [3]付云端. 煤矿分布式防越级跳闸供电系统设计[J]. 机

械工程与自动化,2022(3):195-197.

[4]田丽.防越级跳闸技术在煤矿供电系统中的应用[J].山东煤炭科技,2022,40(5):138-140.

[5]梁红平.煤矿井下供电防越级跳闸系统的研究与应用[J].价值工程,2022,41(16):156-158.

[6]苏志万.煤矿机电信息化管理的实现及应用[J].能源与节能,2022(5):172-174.

[7]王宁.基于纵联差动技术的矿井供电系统防越级跳闸保护技术质量研究[J].中国石油和化工标准与质

量,2022,42(7):182-184.

[8]李玲江,赵立平,张普.煤矿高压供电短路和漏电的双重防越级跳闸保护研究[J].矿业装备,2022(2):276-277.

[9]秦卫涛.煤矿供电系统防越级跳闸技术应用研究[J].中国设备工程,2022(5):102-103.

[10]孟令剑.煤矿供电系统防越级跳闸技术应用研究[J].矿业装备,2022(1):271-273.

作者简介:董志标(1981.6-),男,毕业院校:南京工业大学,学历本科,所学专业:自动化。