

文章编号:1671-251X(2018)09-0098-04

DOI:10.13272/j.issn.1671-251x.17343

煤矿供电防越级跳闸监控系统

张文瑞

(哈尔滨国力电气有限公司, 黑龙江 哈尔滨 150028)

摘要:分析了煤矿供电系统越级跳闸事故的主要原因,包括短路、漏电、电压波动、开关拒动等;指出了现有煤矿供电系统光纤纵差保护防越级跳闸、接点闭锁防越级跳闸、集控式防越级跳闸方法的优缺点;提出了一种煤矿供电防越级跳闸监控系统,介绍了该系统的结构及功能。该系统采用“三位一体”防越级跳闸解决方案,从短路、漏电、电压波动3个维度防止供电系统越级跳闸,且将防越级跳闸保护与常规保护融为一体、防越级跳闸网络与光纤环网融为一体、防越级跳闸监控与供电监控融为一体,提高了系统防越级跳闸的可靠性。实际应用验证了该系统防越级跳闸的选择性、快速性和可靠性。

关键词:煤矿供电系统;防越级跳闸;三位一体;光纤环网复用;零时限网络保护

中图分类号:TD611.5 文献标志码:A

网络出版地址:<http://kns.cnki.net/kcms/detail/32.1627.TP.20180815.1730.001.html>

Anti-override trip monitoring system of coal mine power supply

ZHANG Wenrui

(Harbin Guoli Electricity Co., Ltd., Harbin 150028, China)

Abstract:Main causes of override trip accident of coal mine power supply system were analyzed, which included short circuit, leakage, voltage fluctuation, switch operation rejection, etc. Both advantages and disadvantages of existing anti-override trip methods of coal mine power supply system were pointed out including fiber-optic current differential protection, junction locking and centralized control. An anti-override trip monitoring system of coal mine power supply was proposed and structure and functions of the system were introduced. The system adopts an anti-override trip solution scheme named three dimensions and an entirety, which prevents override trip of the power supply system from three dimensions of short circuit, leakage and voltage fluctuation, and fuses anti-override trip protection and common protection, anti-override trip network and fiber-optic ring network, and anti-override trip monitoring and power supply monitoring into an entirety, so as to improve reliability of anti-override trip of the system. The application result verifies selectivity, rapidity and reliability of the system about anti-override trip.

Key words:coal mine power supply system; anti-override trip; three dimensions and an entirety; fiber-optic ring network multiplexing; zero time-limit network protection

收稿日期:2018-05-14;修回日期:2018-07-26;责任编辑:李明。

基金项目:科技型中小企业技术创新基金资助项目(国科发记[2011]242号)。

作者简介:张文瑞(1979—),男,吉林榆树人,高级工程师,硕士,从事智能供电监控系统、继电保护产品、防爆电气产品等研发工作,E-mail:hrbzwr@126.com。

引用格式:张文瑞.煤矿供电防越级跳闸监控系统[J].工矿自动化,2018,44(9):98-101.

ZHANG Wenrui. Anti-override trip monitoring system of coal mine power supply[J]. Industry and Mine Automation, 2018, 44(9): 98-101.

0 引言

煤矿井下环境恶劣,工作空间狭小,存在煤尘、瓦斯、水等物质,因电缆相间短路、电缆单相接地、电压大幅波动等导致的越级跳闸事故时有发生。越级跳闸事故轻则越过一级导致一个采区停电,重则越过多级直至地面变电所,导致整个井下供电系统瘫痪。另外,事故发生后经常因找不到故障位置而导致无法快速恢复供电,不仅影响煤矿生产效率,而且严重威胁井下作业人员安全^[1-2]。深挖煤矿供电系统越级跳闸的直接和间接原因,并采取全方位、可靠的防范措施,对提高煤矿生产安全、减少人员伤亡具有重大意义。

1 煤矿供电系统越级跳闸事故原因

引起煤矿供电系统越级跳闸事故的主要原因有短路、漏电、电压波动、开关拒动等^[3-7]。

(1) 短路引起越级跳闸。煤矿供电系统普遍采用由辐射型多级短电缆组成的干线式电网结构,各级电缆长度多为 300~3 000 m,电缆阻抗较小(0.06~0.08 Ω/km)。因此,煤矿井下高压电缆无论在何处出现短路(两相短路或三相短路),其短路电流大小几乎相等,导致上下级保护装置失去选择性而发生越级跳闸。

(2) 漏电引起越级跳闸。由于煤矿井下环境复杂,存在瓦斯等有害气体,漏电电流过大容易引起火灾与爆炸,所以要求在 0.5 s 内迅速跳闸^[8]。然而当高压电缆发生单相接地故障时,由于各级线路电容电流的大小和方向受电缆长度、电网运行方式及消弧线圈补偿度等影响,很难通过检测上下级线路漏电电流大小和方向来保证接地选线的纵向选择性,从而引起越级跳闸。

(3) 电压波动引起越级跳闸。在煤矿供电系统中,高压开关都装有欠压脱扣器。其工作状态与 85% U_n , 65% U_n , 35% U_n 3 个电压点有关,其中 U_n 为线路额定电压。当线路电压大于 85% U_n 时,欠压脱扣器能可靠吸合;当线路电压为 65% U_n ~85% U_n 时,欠压脱扣器能保持吸合;当线路电压小于 35% U_n 时,欠压脱扣器能可靠断开。但当线路电压为 35% U_n ~65% U_n 时,欠压脱扣器可能会动作,引起越级跳闸。

(4) 开关拒动引起越级跳闸。高爆开关在煤矿井下潮湿环境中容易出现操作机构灵敏度下降、卡塞等问题,开关固有动作时间增加,发生供电故障时

开关无法在 0.1 s 内快速跳闸^[8],引起上级开关后备保护动作,导致越级跳闸。

2 现有煤矿供电系统防越级跳闸方法

(1) 光纤纵差保护防越级跳闸。在各级变电所级联供电线路之间配置光纤纵差保护装置。该装置在发生线路外部故障时不动作,发生内部故障时动作^[9-10]。

光纤纵差保护防越级跳闸方法保护原理简单,上下级供电线路光纤纵差保护装置的动作电流值不需要相互配合,技术成熟,能快速、可靠地切除故障。其缺点:① 煤矿井下供电母线存在分列和并列 2 种运行方式,光纤纵差保护防越级跳闸方法很难自动适应这 2 种供电母线运行方式。② 光纤纵差保护装置需要接入保护范围内的全部差流。针对复杂供电系统结构,光纤纵差保护装置配置非常繁杂,扩展性能差,应用场合受到限制。③ 开关拒动时需要依靠后备延时保护切除故障。由于后备延时无法阶梯整定,所以很容易引起多级开关同时跳闸,扩大停电范围。④ 需要单独敷设差动通信光缆,投资及维护量大,可靠性差。

(2) 接点闭锁防越级跳闸。煤矿井下出现短路故障时,同一电源线上各级保护均启动,下级保护在本级启动时通过继电器接点向上级保护发送闭锁信号,闭锁上级保护不动作。

接点闭锁防越级跳闸方法逻辑简单,通过逐级闭锁可在一定程度上实现瞬时速断和保护选择性,达到防越级跳闸目的。其缺点:① 在煤矿井下复杂的电磁环境下,继电器接点本身可靠性低,尤其是井下供电网络级数较多时,继电器接点传输距离变长,闭锁回路接线复杂,传输可靠性大幅度降低。② 需要敷设大量闭锁信号电缆,投资及维护量大,可靠性差。

(3) 集控式防越级跳闸。在每个变电所安装独立的集中式电流保护分站,不同变电所的分站通过光纤连接。分站与变电所内的保护装置建立通信联系,当某条线路出现故障时,各分站收集保护装置检测到的故障信息,根据线路级联关系确定故障级后,对故障级保护装置发出跳闸指令,实现故障有选择性切除。

集控式防越级跳闸由分站集中判别故障并下达跳闸指令,一定程度上可实现瞬时速断和保护选择性,达到防越级跳闸目的。其缺点:① 一旦分站网络中断或分站出现故障,会使整个区域防越级跳闸

保护判别失效,引起越级跳闸。② 适应性差,后期维护成本高。如分站区域内供电网络发生变化时,需要重新设置分站的线路级联关系模型和防越级跳闸判别逻辑,而分站更新程序不但存在安全隐患,而且受制于分站厂家,增加了维护成本。

3 基于“三位一体”的煤矿供电防越级跳闸监控系统

3.1 系统结构

本文介绍的煤矿供电防越级跳闸监控系统由矿用防越级保护装置、防越级监控分站、辅助信号源、监控服务器等组成,如图1所示。矿用防越级保护装置实现供电保护、防越级跳闸及远程监控功能;防越级监控分站实现供电远程监控及防越级跳闸监控功能;辅助信号源实现矿井供电单相接地故障选线信号注入功能;监控服务器实现矿井远程监控、故障记录、故障分析、能耗分析、报表管理等功能。

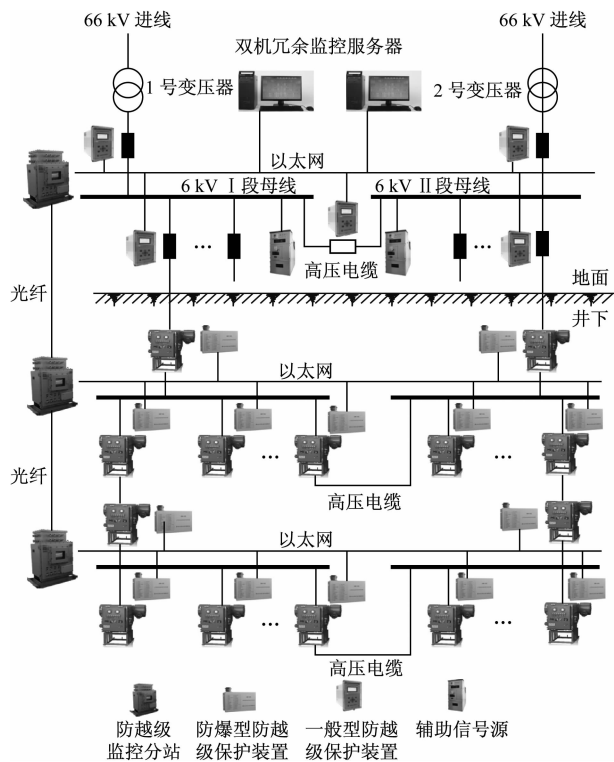


图1 煤矿供电防越级跳闸监控系统结构

Fig. 1 Structure of anti-override trip monitoring system of coal mine power supply

该系统采用“三位一体”防越级跳闸解决方案。“三位”即从3个维度防止越级跳闸,包括短路防越级跳闸、漏电防越级跳闸、电压波动防越级跳闸,实现了防越级跳闸无死角,提高了可靠性,解决了目前国内防越级跳闸多为短路防越级跳闸的问题;“一

体”即防越级跳闸保护与常规保护融为一体^[8]、防越级跳闸网络与光纤环网融为一体、防越级跳闸监控与供电监控融为一体。该方案不但实现了全方位防越级跳闸、井下供电无人值守,而且极大提高了防越级跳闸和供电自动化监控网络的可靠性。

3.2 系统特点

(1) 光纤环网复用,可靠性高、维护简单、成本低。井下独立光缆容易受破坏,而且成本高、维护量大,因此系统采用光纤环网复用技术,通过光纤环网实现防越级跳闸网络保护和供电信息监控,提高了防越级跳闸的可靠性,且降低了成本,减少了维护工作量。

(2) 基于零时限网络保护技术的短路防越级跳闸。系统采用电流速断零时限网络保护技术,通过矿用防越级保护装置分区域智能组网、智能通信,自动识别短路故障区域及位置,零时限切除故障线路,防止短路引起的越级跳闸。该技术的特点是防越级跳闸不依赖后台监控系统,也不依赖监控分站,矿用防越级保护装置之间智能组网^[11],遇到网络中断的情况时,矿用防越级保护装置自动切除网络中断区域重新组网,彻底解决了电流速断保护快速性、选择性和可靠性之间的矛盾,防止短路故障引起越级跳闸。

(3) 基于新型信号源选线技术的漏电防越级跳闸。煤矿供电系统中性点普遍采用不接地或经消弧线圈接地方式,传统的漏电选线方法很难保证选线准确性。系统采用辅助信号源短时注入选线信号,结合网络识别智能选线技术,使选线准确率达到100%,解决了漏电引起的越级跳闸及单相接地选线困难的问题。

(4) 电压波动智能识别,防止电压波动引起的越级跳闸。系统采用电压波动保护模块与矿用防越级保护装置欠压智能识别模块相结合的技术,保证了开关动作的快速性和可靠性,同时避免了由于电压波动或母线瞬间失压引起的越级跳闸问题。

(5) 基于拒动定位、智能联跳技术的开关拒动防越级跳闸。系统采用网络识别、拒动定位、智能跳闸技术,自动识别并构建拒动开关上级联跳方案,充分保证了切除故障线路的可靠性,将事故影响缩小到最小范围,同时推送拒动报警信息,及时了解开关拒动情况。

(6) 开关动作异常在线监测。开关动作异常引起的越级跳闸事故时有发生,且难以发现开关机构异常情况。因此,系统采用开关机构动作异常在线

监测模块在线监测开关动作情况,动作异常时迅速报警,提醒检修,极大地提高了开关动作的可靠性。

(7) 供电方式变化自适应。系统具有矿井供电运行方式自识别、自适应功能,可识别并自适应母线并列运行、分列运行、单母线多回路供电等方式,充分保证了防越级跳闸的可靠性。

(8) 地面远程整定保护定值。系统可在地面整定井下继电保护定值,实现保护定值集中管理,避免井下人员随意更改保护定值,影响供电可靠性。

3.3 系统应用

2017-08-09T06:55,某矿—450 m 上胶带移动变电站前 20 m 巷道片帮,冒落的碎石导致移动变电站高压电缆破损,发生相间短路。事故发生后,短路电流达 2 300 A,而给移动变电站送电的采区变电所 35 号高压开关柜速断整定值为 400 A,采区变电所进线 30 号高压开关柜总控开关速断整定值为 1 200 A,采区变电所上一级地面变电所 6222 号高压开关柜配出开关速断整定值为 1 600 A,该级联供电线路的速断整定值均小于短路电流。此时系统防越级跳闸功能启动,只有本段 35 号高压开关柜保护动作,速断跳闸,本级变电所高压开关柜总控开关及上一级变电所高压开关柜配出开关均没有跳闸。事故报文及录波数据也证明了系统防越级跳闸的选择性、快速性(零时限)和可靠性。

4 结语

煤矿供电防越级跳闸监控系统充分考虑引起越级跳闸的多种因素,采用“三位一体”防越级跳闸解决方案,彻底解决了煤矿供电系统越级跳闸问题,并实现了开关保护定值远程整定和变电所无人值守,对煤矿供电及生产安全具有重要意义。

参考文献(References):

[1] 孙继平. 煤矿监控新技术与新装备[J]. 工矿自动化, 2015,41(1):1-5.
SUN Jiping. New technologies and new equipments of coal mine monitoring [J]. Industry and Mine Automation,2015,41(1):1-5.
[2] 孙继平. AQ 1029—2017《煤矿安全监控系统及检测仪器使用管理规范》(报批稿)[J]. 工矿自动化,2017,

43(6):87-94.
SUN Jiping. AQ 1029-2017 *Use and Management Specification of Coal Mine Safety Monitoring System and Testing Instrument* (draft for approval) [J]. Industry and Mine Automation,2017,43(6):87-94.
[3] 李志庆. 矿井供电系统的防越级跳闸技术探讨[J]. 山东煤炭科技,2018(4):149-150.
[4] 车守强,齐建林,张军利. 中央变电所继电保护越级跳闸原因探析及防治措施[J]. 山东煤炭科技,2006(增刊):102-103.
[5] 栾永春,陈坤鹏. 井下供电系统防越级跳闸方案浅析[J]. 工矿自动化,2015,41(9):87-89.
LUAN Yongchun,CHEN Kunpeng. Analysis of anti-override trip program for underground power supply system[J]. Industry and Mine Automation,2015,41(9):87-89.
[6] 姚福强,柏猛,邹温冰. 基于 GOOSE 网络信息共享的煤矿供电保护技术[J]. 工矿自动化,2015,41(8):96-99.
YAO Fuqiang,BAI Meng,ZOU Wenbing. Protection technology of coal mine power based on GOOSE network with information sharing[J]. Industry and Mine Automation,2015,41(8):96-99.
[7] 孙海裕. 论煤矿高压供电越级跳闸事故[J]. 煤炭学报,1986,12(4):77-84.
SUN Haiyu. On inadequate tripping of high voltage power supply in coal mines[J]. Journal of China Coal Society,1986,12(4):77-84.
[8] 国家安全生产监督管理总局. 煤矿安全规程[M]. 北京:煤炭工业出版社,2016.
[9] 张发发. 光纤差动保护技术在矿井供电网防越级跳闸中的应用[J]. 煤矿现代化,2018(2):96-98.
[10] 贾云胜. 光纤差动保护在防越级跳闸中的应用研究[J]. 山东煤炭科技,2018(2):130-131.
[11] 黄弘扬,黄晓明,楼伯良,等. 一种多源异构配电网实时调度优化模型的研究[J]. 能源与环保,2018,40(1):153-157.
HUANG Hongyang, HUANG Xiaoming, LOU Boliang, et al. Study on a real time scheduling optimization model for multi-source heterogeneous distribution network [J]. China Energy and Environmental Protection, 2018,40(1):153-157.