



文章编号:1671-251X(2018)08-0028-04

DOI:10.13272/j.issn.1671-251x.2018050038

矿用高压防爆开关微机保护装置现状与展望

卢东贵^{1,2}, 荣相^{1,2}, 曾苛³

(1. 中煤科工集团常州研究院有限公司, 江苏 常州 213015; 2. 天地(常州)自动化股份有限公司, 江苏 常州 213015; 3. 天地科技股份有限公司 上海分公司, 上海 200030)

摘要:从硬件结构、基本功能等方面介绍了矿用高压防爆开关微机保护装置的现状;指出矿用高压防爆开关微机保护装置存在缺乏统一的标准、选择性漏电保护准确率低、防越级跳闸性能不全面、缺乏故障诊断功能、通信可靠性差等问题;提出了矿用高压防爆开关微机保护装置的发展趋势,包括技术标准统一、多判据融合的选择性漏电保护、基于智能变电站的防越级跳闸、矿用高压防爆开关故障诊断、多种通信方式组合等。

关键词:矿用高压防爆开关;微机保护;漏电保护;防越级跳闸;故障诊断

中图分类号:TD611 文献标志码:A

网络出版地址:<http://kns.cnki.net/kcms/detail/32.1627.TP.20180730.1525.001.html>

Status and prospect of microcomputer protection device for mine-used high-voltage explosion-proof switch

LU Donggui^{1,2}, RONG Xiang^{1,2}, ZENG Ke³

(1. CCTEG Changzhou Research Institute, Changzhou 213015, China;

2. Tiandi(Changzhou) Automation Co., Ltd., Changzhou 213015, China;

3. Shanghai Branch, Tiandi Science & Technology Co., Ltd., Shanghai 200030, China)

Abstract: Status of microcomputer protection device for mine-used high-voltage explosion-proof switch was introduced from aspects of hardware structure and basic functions. Some problems of the microcomputer protection device for mine-used high-voltage explosion-proof switch were pointed out, such as lack of uniform standards, low accuracy of selective leakage protection, uncomprehensive performance of anti-override trip, lack of fault diagnosis function and poor communication reliability. Development trends of the microcomputer protection device for mine-used high-voltage explosion-proof switch were proposed, which included unified technical standards, selective leakage protection based on multi-criteria fusion, anti-override trip based on intelligent substation, fault diagnosis of mine-used high-voltage explosion-proof switch and combination of multiple communication modes.

Key words: mine-used high-voltage explosion-proof switch; microcomputer protection; leakage protection; anti-override trip; fault diagnosis

收稿日期:2018-05-11;修回日期:2018-07-24;责任编辑:盛男。

基金项目:中煤科工集团常州研究院有限公司研发项目(2017GY104)。

作者简介:卢东贵(1978—),男,江苏泰州人,工程师,现从事煤矿自动化产品及系统销售工作,E-mail:ldg78@163.com。

引用格式:卢东贵,荣相,曾苛. 矿用高压防爆开关微机保护装置现状与展望[J]. 工矿自动化,2018,44(8):28-31.

LU Donggui, RONG Xiang, ZENG Ke. Status and prospect of microcomputer protection device for mine-used high-voltage explosion-proof switch[J]. Industry and Mine Automation, 2018, 44(8): 28-31.

0 引言

矿用高压防爆开关是煤矿供电系统中的重要设备,其性能对井下供电安全性和可靠性具有重要影响^[1]。20世纪90年代起,微机保护技术在矿用高压防爆开关中开始应用,防爆开关整体性能得到显著提高。随着计算机、微电子技术的发展,以及用户需求的提升,矿用高压防爆开关微机保护装置的功能不断丰富,技术水平也在大幅提高。本文介绍了矿用高压防爆开关微机保护装置的现状,通过分析矿用高压防爆开关微机保护装置存在的主要问题,提出了矿用高压防爆开关微机保护装置的发展趋势。

1 矿用高压防爆开关微机保护装置现状

1.1 矿用高压防爆开关微机保护装置硬件结构

目前,矿用高压防爆开关微机保护装置大多采用 ARM 或 DSP^[2]为核心,硬件设计基本趋于一致,主要由核心处理电路、模拟量采样电路、开关量输入输出电路、通信接口电路、电源电路和人机会话单元6个部分组成:① 核心处理电路。选用高性能片上系统,根据需求选配存储器、A/D 转换器等外围器件,实现数据采集与处理、逻辑运算与控制、数据存储和通信等。② 模拟量采样电路。交流信号通过微型互感器进行信号隔离、变换,直流信号通过线性光耦进行隔离,信号调理后输入 A/D 转换器。③ 开关量输入输出电路。输入开关量采用光耦隔离后输入核心处理电路,输出开关量采用继电器输出到控制端口。④ 通信接口电路。通信驱动芯片输出端口通过高速光耦隔离,并采取抗干扰措施。⑤ 电源电路。采用 AC/DC 开关电源电路,具有多路电压输出。⑥ 人机会话单元。采用独立单元设计,选用单片机作为处理器,具备按键输入和中文液晶显示等功能,实现与保护装置主控单元间的数据交换。

1.2 矿用高压防爆开关微机保护装置基本功能

依据《煤矿安全规程》和 JB/T 8739—2015《矿用隔爆型高压配电装置》对矿用高压防爆开关的各种保护具体性能指标要求,结合信息化和智能化需求,当前矿用高压防爆开关微机保护装置主要具有6个方面功能^[3]:① 测量功能,采集电压、电流、功率、频率、电能、绝缘电阻、温度等模拟量和分闸、合闸等开关量。② 保护功能,实现短路、过流、过负荷、过压、欠压、漏电、绝缘监视、风电瓦斯闭锁等保

护。③ 控制功能,实现开关的分闸、合闸、复归和试验等控制。④ 记录功能,实现事件和故障的数据记录。⑤ 人机会话功能,实现数据显示、记录查询、参数修改和控制操作等。⑥ 通信功能,实现数据远程传输。

2 矿用高压防爆开关微机保护装置存在的主要问题

2.1 缺乏统一的标准

目前,矿用高压防爆开关微机保护装置没有具体的行业标准,存在以下问题:① 外形结构不统一,对安装的空间要求和固定方式不同。② 信号接口不统一,对高压防爆开关的电气控制电路要求不同。③ 功能指标不统一,对高压防爆开关的性能影响很大,开关相互间保护配合存在隐患^[4]。

2.2 选择性漏电保护准确率较低

矿用高压防爆开关微机保护装置常用的选择性漏电保护方法主要基于零序功率方向原理、零序电流原理、首半波原理、谐波电流原理等,但在实际应用中漏电保护准确率较低,时常出现漏电保护拒动、误动。尤其在大量变频器应用和电网无功补偿的情况下,提高选择性漏电保护准确率的难度更大。

2.3 防越级跳闸性能不全面

发生瞬时失压、短路、漏电故障时易引起煤矿供电系统越级跳闸。针对瞬时失压引起的越级跳闸,可在矿用高压防爆开关微机保护装置中设计后备电源,实时监测失压期间电网电压,并根据预置参数判断是否执行分闸动作;针对短路引起的越级跳闸,主要采用电气信号闭锁、通信数据闭锁、集中数据分析处理等方式来解决^[5-6],但实际应用效果难以验证;针对漏电引起的越级跳闸,目前没有较好的解决方案。

2.4 缺乏故障诊断功能

矿用高压防爆开关所处环境恶劣,负荷变化大,分合闸振动剧烈,随着长时间运行,存在一些潜在的故障,例如隔离触头由于老化或机械振动引起触头松动,导致接触电阻增大,引起发热;真空灭弧室出现劣化,引起真空度下降,导致断路器分断能力下降。当前矿用高压防爆开关微机保护装置主要侧重于对电网的保护,缺少对防爆开关的故障诊断,不能对防爆开关运行工况进行在线监测。

2.5 通信可靠性差

目前矿用高压防爆开关微机保护装置主要采用 RS485、CAN、以太网方式通信,在强电磁干扰环境

下,通信可靠性较低。RS485 总线方式应用最多,接线和维护方便,但通信故障率高,且出现故障难以排查;CAN 总线物理层抗干扰能力强,但总线负载率低,不适合煤矿供电系统的数据传输,在煤矿井下应用较少;以太网通信速率高,在地面开关微机保护中广泛应用,但在煤矿井下应用时存在接线不便和维护性差,出现故障后短时间内难以恢复等问题。

3 矿用高压防爆开关微机保护装置发展趋势

3.1 技术标准统一

借鉴地面开关微机保护装置的统一保护屏配置、统一尺寸、统一端子、统一信号的新“四统一”设计原则^[7],今后应针对矿用高压防爆开关微机保护装置的外形结构、信号接口、功能指标等形成行业标准。

3.2 多判据融合的选择性漏电保护

基于单一的稳态或暂态分析方法难以解决选择性漏电保护动作不准确的问题,未来应基于煤矿电网模型特征和矿用高压防爆开关微机保护装置的高速数据采集、数据处理能力,应用稳态、暂态分析方法和参数识别方法进行多判据信息融合处理,提高选择性漏电保护准确率^[8-9]。

3.3 基于智能变电站的防越级跳闸

基于电气信号闭锁、通信数据闭锁等方式不能完全防止越级跳闸事故,因此应在高速、可靠的通信网络前提下,将智能变电站用于快速传递实时跳闸、逻辑闭锁等信号的 GOOSE 技术用于传送闭锁信号,防止短路故障和漏电故障引起的越级跳闸^[10-11]。

3.4 矿用高压防爆开关故障诊断

依据矿用高压防爆开关的故障机理及各种故障监测对象的状态特性(包括分闸与合闸线圈电流状态特性、储能电容电压状态特性、断路器动作状态特性、振动状态特性、真空灭弧室真空度状态特性),在矿用高压防爆开关内配置温度、振动等传感器,由矿用高压防爆开关微机保护装置采集电气信号、机械状态信号、灭弧室真空度状态信息,通过数字处理,在线分析矿用高压防爆开关的状态和故障信息^[12]。

3.5 多通信方式组合

随着煤矿供电智能化技术发展需求,矿用高压防爆开关微机保护装置与地面集控中心之间的数据交互量越来越大,实时性要求也越来越高,对保护装置的通信能力提出了更高的要求。未来需要应用多种通信技术来提高矿用高压防爆开关微机保护装置

通信可靠性,例如采用光纤以太网作为主传输,M2M 无线通信技术、电力载波通信技术作为辅助传输,提高通信的实时性和可靠性。

4 结语

目前,矿用高压防爆开关微机保护装置还处在智能化初级阶段,与地面开关微机保护装置的技术应用水平仍存在较大差距。今后需通过标准化、数字化、网络化、智能化等方面的研究,提升矿用高压防爆开关微机保护装置的技术水平,为煤矿供电系统的高可靠性和智能化奠定基础。

参考文献(References):

- [1] 王彦文,高彦.煤矿供电技术[M].徐州:中国矿业大学出版社,2013.
- [2] 张四海,吴红斌.基于 DSP 的高压防爆开关微机保护控制器的研制[J].合肥工业大学学报(自然科学版),2011,34(2):184-187.
ZHANG Sihai, WU Hongbin. Development of microcomputer protection controller for high-voltage flameproof switchgear based on DSP[J]. Journal of Hefei University of Technology (Natural Science), 2011,34(2):184-187.
- [3] 李万军,王航宇.基于 WinAC 的高压防爆开关保护测控系统设计[J].电子设计工程,2011,19(5):16-18.
LI Wanjun, WANG Hangyu. Design of the measurement & control system about protection of high voltage switch based on the software WinAC [J]. Electronic Design Engineering, 2011, 19 (5): 16-18.
- [4] 王定乾.矿用隔爆型高压真空配电装置保护系统改造[J].煤矿现代化,2017(2):88-89.
WANG Dingqian. Study on the protection system of explosion proof high voltage vacuum distribution equipment for coal mine [J]. Coal Mine Modernization, 2017(2):88-89.
- [5] 黄雄,郝后堂,刘晓铭.煤矿井下供电防越级跳闸新技术[J].煤炭工程,2014,46(1):18-21.
HUANG Xiong, HAO Houtang, LIU Xiaoming. A new anti-override trip technology for coal mine power system[J]. Coal Engineering, 2014, 46(1):18-21.
- [6] 李文俊,程志伟,薛忠新,等.基于光纤通信的防越级跳闸方案设计和应用[J].电力系统保护与控制,2015,43(21):131-135.
LI Wenjun, CHENG Zhiwei, XUE Zhongxin, et al. Design and application on preventing override trip system based on fiber-optic communication[J]. Power System Protection and Control, 2015, 43 (21):

- 131-135.
- [7] 苏忠阳,叶石丰. 微机保护新“四统一”设计原则探讨[J]. 电力系统保护与控制,2009,37(19):137-140.
SU Zhongyang, YE Shifeng. Discussion of new "four-unification" design principle of microprocessor-based protection[J]. Power System Protection and Control, 2009,37(19):137-140.
- [8] 马春艳,龚瑛. 基于 Duffing 振子二分法的煤矿电网故障选线方法[J]. 煤炭工程,2016,48(3):110-112.
MA Chunyan, GONG Ying. Fault line selection based on Duffing oscillator dichotomy for coal mine electric network[J]. Coal Engineering, 2016,48(3):110-112.
- [9] 刘谋海,方涛,姜运,等. 基于高频分量相关度分析的故障选线方法[J]. 电力系统及其自动化学报,2017,29(2):101-106.
LIU Mouhai, FANG Tao, JIANG Yun, et al. Fault line selection method based on correlation analysis of high-frequency components [J]. Proceedings of the CSU-EPSA, 2017,29(2):101-106.
- [10] 张继华,邓文达. 基于模糊理论的井下配电网防越级跳闸保护算法[J]. 测控技术,2016,35(1):46-49.
ZHANG Jihua, DENG Wenda. Anti-override trip protection algorithm at underground distribution network based on fuzzy theory[J]. Measurement & Control Technology, 2016,35(1):46-49.
- [11] 王玉梅,赵宏卫,陈家林. 基于 EtherCAT 的井下电网防越级跳闸方案研究[J]. 电子测量技术,2016,39(11):164-167.
WANG Yumei, ZHAO Hongwei, CHEN Jialin. Study of anti-grade trip solution for coal mine power system based on EtherCAT [J]. Electronic Measurement Technology, 2016,39(11):164-167.
- [12] 赵钰. 矿用高压真空配电装置故障模式识别技术研究[D]. 太原:太原理工大学,2016.