

电气设备套管法兰面防水措施失效案例分析

李娟¹ 李明² 金子惠³

(1、甘肃省电力公司电力交易中心,甘肃 兰州 730050 2、甘肃省电力公司电力科学研究院,甘肃 兰州 730050

3、甘肃省电力公司定西供电公司,甘肃 定西 743000)

摘要: 本文通过对甘肃电网中330kV桃曲变电站和330kV海石湾变电站先后发生的两起运行中断路器套管断裂事故进行分析,阐述了电气设备套管法兰面做好防水措施的重要性和必要性,并根据现场工作经验,提出了做好法兰面防水措施的一些合理化建议。

关键词: 套管;断裂;法兰面;防水

引言

套管作为电气设备导电部分的外绝缘,是变压器、电抗器、断路器等设备的重要组成部分。套管外表通体由瓷件构成,内部填充着SF₆气体,以此实现导电杆与套管外部环境绝缘的目的。由于套管外表面瓷套在设计制造时,爬电比距都留有合理的裕度,在雨雪天气时确保了套管表面具有足够的绝缘强度,与此同时,套管与断路器或者变压器基座法兰面连接处成为了薄弱环节,一旦表面防水处理不严密或者防水措施日久失效,水分从法兰面间的缝隙进入套管内部,冬季严寒时,水分结冰后对套管内壁形成挤压,最终造成套管运行中断裂事故的发生,对设备安全稳定运行造成很大的影响。近年来,随着这类事故的发生,电力系统各单位对于套管法兰面如何做好防水措施日益关注,本文在分析两起现场案例的基础上,提出了一些自己的合理化建议。

1 故障情况概述

1.1 330kV桃曲变电站3342断路器事故

1.1.1 故障过程描述:2012年1月4日7:07分35秒,3342断路器B相故障,330千伏II母BP-2B、WMZ-41B母差保护动作,330千伏II母3312、3322、3332、3342、3350断路器跳闸,桃池IIRCS-931、CSC103A保护动作,3340断路器跳闸,重合闸动作,重合成功,7:53桃池II线临时转热备用,将3342断路器与系统隔离。

1.1.2 3342断路器基本情况:3342断路器型号为LW13-363T/2500-40,气动弹簧机构,操作压力1.5MPa,SF₆压力0.5MPa,生产厂家西安高压断路器厂(现西安西电断路器电气有限公司),出厂日期1992年12月,投运日期1993年12月23日。其中,瓷套生产厂家为抚顺电瓷厂,出厂日期1992年8月,2008年3月17日~26日对3342断路器进行大修,主要是更换机构,检修灭弧室。2009年10月30日进行了例行试验,试验合格;2011年4月26日,检测微水合格。

1.1.3 3342断路器现场检查结果:

a.外观检查情况 3342断路器B相母线侧套管(编号92017)从其下法兰根部断裂后,飞至33422隔离断路器B相1米处,断路器母线侧导电杆插入水泥地面,断路器B相母线侧接线板从根部断裂。断裂的套管法兰水泥浇筑面有进水迹象,15cm左右的沙子颜色略青,其他发白。现场检查发现,CT内屏蔽因套管中心导体飞出造成端头一处灼烧痕迹,对CT外观进行检查,并对CT回路进行相关试验,结果正常。对断路器进行开盖检查,灭弧室内部完好,没有异常,零表压下仍承受住了全电压重合冲击。

b.部件或材料的实验室分析:1月7日,将3342断路器B相另一侧瓷套(编号92024)委托西安西电高压电瓷有限责任公司进行相关试验,试验标准按照套管最初的设计要求。

试验项目与结论:

试验项目	结论
外观质量检查	无明显开裂和破损,此项通过
超声波探测检查	未见缺陷,此项通过
四向弯曲负荷试验(9.8KN, 10S)	未见损坏,此项通过
内向耐受试验(2.0MPa, 5min)	未见损坏,此项通过
内压破坏负荷试验(≥2.8MPa, 5min)	实测值:2.8MPa保持10s,炸裂,此项未通过
孔隙性试验	此项通过

c.损失情况:3342断路器B相母线侧瓷套(编号92017)损坏,未伤及相临设备,未造成对外停电损失。

1.2 330kV海石湾变电站3361断路器事故

1.2.1 故障过程描述:2012年1月30日14时10分16秒,3361

断路器A相本体故障,330千伏I母WMH-800、WMZ-41B母差保护动作,3311、3321、3331、3341、3351、3361断路器三相跳闸,同时3985海兰III线CSL-101、CSL-102线路保护动作,3360A相断路器跳闸(故障持续时间52ms)。3360断路器重合闸装置动作,开关重合成功。经过2960ms,3361断路器A相本体再次发生故障(故障持续时间60ms),3985海兰III线CSL-101、CSL-102线路保护后加速动作,3360断路器三相跳闸,同时330千伏I母WMH-800、WMZ-41B母差保护再次动作。又经651ms出现第三次故障(故障持续时间40ms),3360、3362断路器间短引线I、II保护动作,3362断路器跳闸,同时3985海兰III线CSL-101、CSL-102线路保护再次后加速动作。

1.2.2 3361断路器基本情况:3361断路器型为300-SFMT-500B,气动弹簧机构,额定操作压力1.5MPa,额定SF₆压力0.5MPa,额定电流3150A,额定短路开断电流50kA,生产厂家西安三菱株式会社(现西安西电断路器电气有限公司),出厂日期1998年1月,投运日期1998年10月18日。其中,断路器瓷套为南京电瓷厂产品,出厂日期1996年。断路器最近3次的检修试验分别是2005年、2008年常规预试,数据合格;2011年3月2日,微水试验检测,合格。

1.2.3 3361断路器现场检查结果:

a.外观检查情况:3361断路器A相母线侧套管(A1)从其下法兰根部断裂后,飞至33611隔离断路器A相母线侧0.1米处,断路器套管完全破裂。对3361断路器进行开盖检查,A1侧套管升高座内部有弧光喷射痕迹。

A2侧套管内部升高座底部有2处明显的放电点,合闸电阻从端部向中部约11片表面发黑,需进一步试验检查,验证性能。

对3360断路器进行开盖检查,发现A2套管(II母侧)套管导电杆静触座及升高座内部有明显放电痕迹。

b.试验检查情况:3361断路器断口绝缘电阻、3361CT二次绕组绝缘电阻试验合格,3360断路器断口绝缘电阻、3360CT二次绕组绝缘电阻结果正常。3360断路器A、B、C三相微水测试正常,3361断路器B、C两相微水测试正常。3360断路器A相SF₆分解物组分分析,H₂S数据异常,B、C相数据正常,3362断路器A相数据正常,3361断路器B、C两相数据正常。

c.损失情况:2012年1月30日14时40分,3361断路器热备用转冷备用。15时49分,330kV I母线热备用转运行。因3876海兰一线继续运行中,对外未造成负荷损失。

2 故障原因分析

2.1 330kV桃曲变电站3342断路器事故原因分析:从现场对故障断路器检查情况和套管试验来看:灭弧室内部无异常,无放电痕迹,可排除由于设备绝缘故障致使气室压力增高,进而造成套管断裂的可能性;本试验套管与故障套管为同一批次产品,而且运行条件相同。通过返厂后的验证试验结论来看,本试验套管满足生产时的设计要求,但不能满足目前设计要求。根据现场检查及验证试验结果,初步判断本次故障为个性问题;通过对故障套管断面的查看,可以发现套管与外部法兰之间的水泥夹层上有进水痕迹。表明水泥夹层上表面防水层没有起到防水作用,致使水分进入到水泥夹层。受到环境因素影响水分结冰后对套管内壁产生挤压,是造成此次套管断裂的直接原因。

2.2 330kV海石湾变电站3361断路器事故原因分析:初步分析套管断裂原因为套管法兰与瓷套之间填充水泥因受潮及温度变化膨胀,产生不均匀应力,挤压瓷套根部造成瓷套根部薄弱处损伤,并在断路器内部压力情况下断裂飞出;3361断路器A1套管断裂后,SF₆气体泄露,绝缘强度下降,A2套管静触座与罐壁间绝缘击穿,造成第二次故障。

沿空留巷技术在煤矿综采工作中的应用分析

武国伟

(山西晋煤集团坪上煤业有限公司安全监察科,山西 沁水 048203)

摘要:沿空留巷技术的应用对于煤矿综采工作的顺利进行具有重要意义。本次以XXX煤矿工作面为例,分析了沿空留巷技术的设计与实施,希望能为沿空留巷技术的应用与研究提供参考。

关键词:沿空留巷;煤矿综采;应用;安全;效益

沿空留巷(gob-side entry retaining)是指在采煤工作面后沿空区边缘维护原回采巷道,一般巷道设置于地应力场,不仅能够减少变形量,利于巷道维护,同时还能通过控制煤柱宽度,将巷道与采空区隔离,防止水和有害气体等进入巷道,威胁生产安全,对于煤矿安全生产及开采具有重要意义。同时沿空留巷还可以做到最大限度的回收资源,降低煤矿开采损失。目前这项技术在我国煤矿开采区广泛推广,方法也较为多样,对于在降低生产成本,提升开采效率产生了积极的促进作用,也极大的缓解了我国煤矿开采较为紧张的局面。下面我们以XX煤矿工作面为例,分析一下沿空留巷技术在煤矿综采工作中的应用。

1 工程概况

工作面位于南一采区,工作面倾向长700m,走向宽120m,面积约10.9万m²。地面地势平坦,无较大河流,有季节性水沟。煤层赋存情况为黑色,碎块状、粉末状,强玻璃光泽,以亮煤、镜煤为主,煤层倾角平均10°,倾向50°左右。煤层顶底板岩性老顶厚度3.5~18.45m,直接顶厚度4.14m~20.93m,局部直接顶为岩浆岩,伪顶厚度0~0.5m,底板厚度1.4~12.95m。地质构造为西高东低的单斜构造,煤层局部受岩浆岩侵蚀。工作面正常涌水量约为10~20m³/h。最大涌水量14m³/h,相对瓦斯涌出量为7.95m³/t,相对瓦斯涌出量随煤层标高的上升而逐渐减小,属爆炸性较强的煤层,煤的自然倾向性较低,煤尘无爆炸危险性。

2 主要设备

工作面设计采用倾斜长壁后退式开采,全部垮落法管理顶板。风巷的施工在下山见煤后,沿煤层按中线跟煤层顶板施工,巷道仰斜布置,工作面俯斜推进。主要工作设备有:MG150/375采煤机、SGD-630/264刮板输送机、SSJ1000/2×220皮带机、PLM-500破砷机、SZD-630/90转载机,工作面推进度实行两班生产,一班检修,采煤班每班割煤4~6刀,每刀进0.6m,日循环进尺2.4~3.6m。

3 沿空留巷设计与应用

传统工作面的巷道设置,一直采用留设煤柱的方法,虽然对于早期开采来说,具有一定的实用性和可靠性,但是对于变化莫测,以外因素较多的新型煤矿开采来说,由于过于固定化,难以调节,已经不太适合如今快速发展变化的新环境。煤矿开采工作自从高产、高效、自动化、连续化时代之后,对于产量与效率的需求不断提升,煤层贮存的复杂情况致使现阶段控制安全生产的能力下降,不管是工作面的解围、瓦斯的预防和监测还是巷道沿空掘巷的支护与热害治理,都出现了众多问题,这对于煤矿业开采与发展来说及其不利,这些受限因素的存在也迫使煤矿开采受到了诸多制约。因此,加强相关技术研究,控制和利用矿山压力服务于安全生产,不断探索新的开采方式与布局方法,对于提升煤矿开采效率、提升安全性、降低安全隐患发生率都具有极为重要的积极意义。沿空留巷技术的应用不仅能够做好工作面的维护,提升综合治理瓦斯、粉尘爆炸、地高压等问题的能力,还能不断改善开采环境,提升相关人员安全保障力度,促使煤矿业不断向现代化、安全化、高效化的方向发展。无煤柱护巷技术作为煤矿开采技术的一项重大改革,对于无煤柱护巷技术中的沿空留巷技术,具有重要意义,经过多年的研究与实践,现在

在国内外广泛应用,其发展也经历了从堆砌瓦石(矸石)、密集支柱、金属棚到高水材料垛式充填等进步与变革,积累了宝贵的生产技术经验。沿空留巷技术是矿井采掘规划与矿井采区开拓布局的革命,具有倾向钻孔替代高、低抽巷,经济效益显著等优点,真正实现了无煤柱开采,提高了回采率,能够实现煤矿的连续开采,从根本上解决了隅角瓦斯超限的问题,使得被保护层得以彻底保护,支护容易也便于维护。尤其是在此基础上建立Y型通风方式,将带来更大的社会经济效益。

此工作面具备实现沿空留巷的自然条件,采用无煤柱护巷技术,在抽采本工作面采空区瓦斯的同时抽采相邻层面瓦斯及卸压瓦斯,消除瓦斯安全隐患,为安全开采创造条件,同时提高矿井煤炭资源回收率,缓解接替紧张,实现连续开采。沿空留巷将通过混凝土输送泵泵送充填材料至工作面留巷处,留巷充填体隔离采空区并与原巷内支护共同承载形成巷道系统。留巷巷道要在原支护基础上加强支护强度,以确保留巷在采动应力作用下的稳定。

工作面巷旁支护首先要选择强度合适的充填体材料并进行计算,本次工程选用混凝土膏体材料,巷道煤帮到切顶线的悬顶宽度为留巷充填体宽度的1.2倍。考虑到老顶来压时下位岩层及充填体的动载系数,充填体材料的强度完全满足承载要求。在采动支承应力作用下,为避免沿空留巷出现巷道变形现象,要选择可塑性强的留巷充填体,这对于巷道维护也有重要意义。关于充填设备的供电设计选用双路供电方式,一路工作一路备用,充填泵实行瓦斯电闭锁,布置在新鲜风流中。充填工艺流程定为替棚清理、支模、搅拌输送、充填清洗、拆模五个流程。

工作面留巷巷内支护包括充填体的临时支护、巷内加强支护与留巷墙体顶板支护。为强化充填体的支护强度,在留巷内利用铰接顶梁和单体加鞋沿走向临时架设一梁两柱双排铁棚,其中一排紧靠充填垛,一排靠巷道中间。留巷支护体的有效性要以维护上方直接顶的完整性为目的。采取超前加强支护可以有效降低动压对于沿空留巷的影响,提升顶板管理力度,为沿空留巷的实施创造优秀的条件。至于超前加强和支护,可以选择一梁两柱、一梁三柱双挑棚或者巷道液压支架。同时,对留巷墙体顶板加强相应支护,提升留巷的稳定性,对于技术的应用实施也有不少益处。工作面沿空留巷后要根据现场情况实施封闭,充分估计瓦斯隐患,做好留巷的通风与瓦斯抽采工作,加强瓦斯监控,做好预防火灾工作的准备。

在煤矿综采中应用沿空留巷技术不仅是安全生产,延长煤矿开采寿命的重要手段,同时也是尽量节省开支,缓解矿产紧张的必备措施,对于提升煤矿开采的经济效益与社会效益具有重要的积极作用。

参考文献

- [1]李凤仪,韩丛发,张国华.岩体开挖与维护[M].徐州:中国矿业大学出版社,2003.
- [2]李化敏.沿空留巷顶板岩层控制设计[J].岩石力学与工程学报,2000,19(5).
- [3]高福顺.浅谈沿空留巷技术在综采工作面中的应用[J].中国科技博览,2012(30).

3 结论

上述两起事故虽然发生在不同的变电站,却有着相同的原因,那就是断路器套管法兰与瓷套之间由于安装时对法兰根部采取的防水措施不利或者法兰根部防水措施年久失效间进水,至使水分进入到水泥夹层,受到环境因素影响水分结冰后对套管内壁产生挤压,进而导致套管断裂事故的发生,由此可以看出,做好套管防水措施对于变压器断路器等设备安全运行有着十分重要的意义。针对这个问题,结合现场运行检修经验,提出以下两点合理化建议:加强设备安装过程中的质量工艺管控,确保设备投运前套管基座法兰面所做的防水措施良好,为投运后安全稳定运行奠定坚实的基础;对防

水胶失效的原因进一步研究,确定防水胶在复杂自然环境下的使用寿命,运行人员应定期检查防水胶是否开裂、脱落,根据现场安全距离,选择设备带电或者停电检修时对法兰面防水胶进行复涂抹,最终通过防水技术上的改进和运行人员责任心的提高,避免类似事故的发生。

参考文献

- [1]郭贤珊.高压开关设备生产运行实用技术[M].北京:中国电力出版社,2008.
- [2]罗学琛.SF6气体绝缘全封闭组合电器(GIS)[M].北京:中国电力出版社,1998.