

10 kV 户外柱上开关存在的问题及对策

沈佩琦¹, 李为民¹, 周友东²

(1. 国网浙江电力公司舟山电力公司, 浙江 舟山 316000; 2. 宁波兴邦电器有限公司, 浙江 宁波 315450)

摘要: 针对 10 kV 户外柱上开关在交接试验和生产运行时, 出现的隔离开关合不到位、分不开, 隔离触头发热严重, 断路器与隔离开关机械连锁不可靠, 零件锈蚀, 合分指示不准确, 电流互感器变比转换开关不能带电灵活切换等问题, 笔者进行分析研究并提出了具体的改进措施和试验方法。经试验和运行证明: 问题分析到位, 对策正确, 保证了柱上开关的质量和运行可靠性及寿命。

关键词: 10 kV 柱上开关; 问题; 对策

Existing Problems and Solutions to 10 kV Outdoor Post Switch

SHEN Peiqi¹, LI Weimin¹, ZHOU Youdong²

(1. Zhoushan Electric Power Company, State Grid Zhejiang Electric Power Company, Zhejiang Zhoushan 31600, China;
2. Ningbo Xingbang Electric Co., Ltd., Zhejiang Ningbo 315450, China)

Abstract: Aiming at the problems occurred in commission test and in operation of 10 kV post switch such as fail closing and opening, contact overheating, unreliable mechanical linkage lock, parts corrosion, inaccurate indication of closing and opening, inflexible live switching of transfer switch for the ratio of the current transformer, etc, the authors analyse these problems and give the practical improvement measures and testing methods. Experience and onsite operation verify the improvement measures so as to ensure the quality, reliability and life time of the post switch.

Key words: 10 kV post switch; problem; solution

0 引言

目前在 10 kV 配网线路上, 大量使用户外柱上断路器、隔离开关对线路进行控制与保护, 这些开关生产厂家众多, 质量良莠不齐, 在交接验收时又无量化的验收标准, 很难掌控^[1-5]。在挂网运行后, 发生许多质量问题, 如: 隔离开关合不到位、分不开, 隔离开关触头处过热^[6]; 合分指示轴颈锈蚀, 状态指示不准确; 机械连锁变形失效等问题严重影响配网运行的安全性和可靠性^[4]。

现将交接验收、运行中出现的问题收集、分析、研究, 并找出主要原因, 提出改进措施, 得出应该采取的对策、要求。

1 在交接、验收和运行时出现的问题

1) 隔离开关合不到位、分不开来, 触头发热严

重, 甚至烧坏。

2) 断路器和隔离开关的连锁不可靠。在隔离开关和断路器的操作顺序搞错时, 连锁装置变形、甚至失效, 严重危及设备与人身安全。

3) 零件锈蚀, 合、分闸指示转动不灵活, 不能准确指示开关的运行状态。

4) 电流互感器变比 200/5、400/5、600/5、短接 4 档不能在线带电工况下灵活切换。

2 原因分析及对策

2.1 隔离开关合不到位、分不开来, 触头部位过热

10 kV 户外隔离开关, 大都采用简单的刀闸式结构, 暴露于大气环境中, 触头表面易于氧化和积聚污垢, 使摩擦阻力、接触电阻增大, 常常会出现合不到位、分不开的情况^[4, 6]。

隔离开关的结构应有以下要求:

1) 合、分操作时, 有增力装置, 在各种严酷工况

下,可以手动正常操作,合分闸到位,接触可靠。

2)导电回路的接触部分要有足够的接触面积和压力,严防接触不良。动、静刀片必须镀银或镀镍,厚度 $>6\text{ }\mu\text{m}$,硬度 $>120\text{ HV}$ 及有足够的附着力,增加耐磨度,减少摩擦力和接触电阻。

3)动、静刀片要有可靠的导向性能。动、静刀片在闭合前的位置因多种原因,可能出现较大的相对偏差,因此,要确保动刀片顺利的插入静刀片并合闸到底,还要有自清洗和自调整能力。隔离开关在合分闸动作时,相互接触的表面相对的滑动摩擦以清除表面污垢和氧化物,保证相互间的紧密接触。

4)动刀片及动、静刀片接触处有防护绝缘套,用于防止或尽量减少冰雪、雨水、灰尘、污秽等对它的影响。

要很好解决以上问题,一方面要设计科学、结构合理,并进行制造过程每一个环节的量化控制;另一方面,根据生产、检测,严酷试验和电网运行出现的问题及吸收国内外同类产品的优点不断改进、完善。其中合理的结构设计是解决问题的关键^[7-12]。我们主要从以下几个方面进行结构改进,改进以后的带隔离开关的断路器外形结构见图1-2。

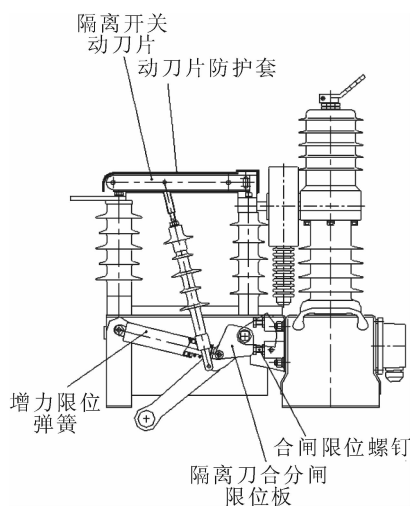


图1 ZW32 隔离断路器隔离合闸状态

Fig. 1 ZW32 disconnector is in the closing state

1)隔离开关动静刀片结构的改进。笔者把隔离开关动、静刀片从原来的平面接触改成斜面接触,见图3。

由图3看出,改进后的隔离开关的动、静刀片是斜面结构的。由螺栓1、触头压力弹簧2、一对动刀片3、静刀片4构成。触头弹簧2的压力 $>400\text{ N}$ 。动刀片内表面有一凸面,与静刀片两侧面结合的斜面角度一致,夹角为 $3^\circ\sim 6^\circ$ 。动刀片的凸台与静刀片保证 $>400\text{ mm}^2$ 有效接触面积。

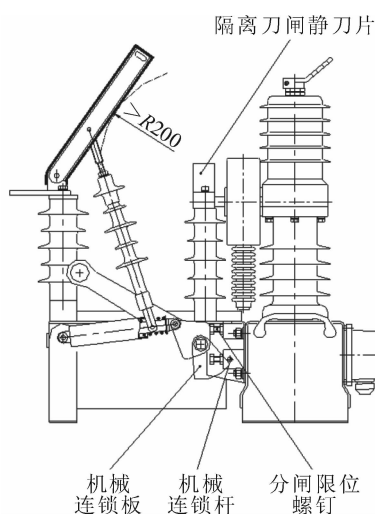


图2 ZW32 隔离断路器隔离分闸状态

Fig. 2 ZW32 disconnector is in the opening state

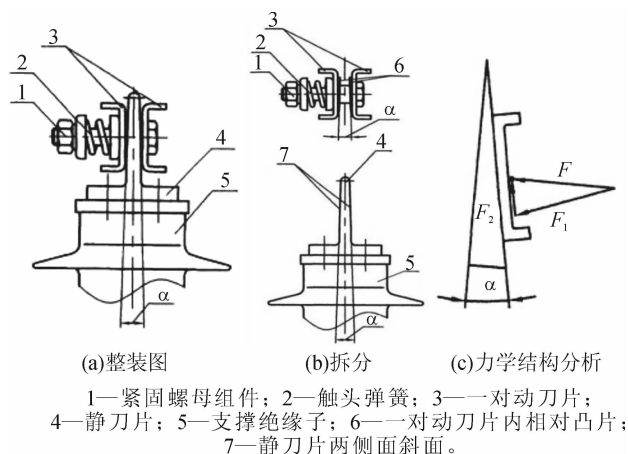


图3 改进后动刀片头结构示意图

Fig. 3 A schematic diagram of the improved structure of the movable blade head

动、静刀片为斜面结构时,上薄下厚,在合闸时,初始动作时静、动刀片两内表面有较大的间隙,在前半个合闸动作没有摩擦阻力,使动刀片顺利的插入静刀片,保证可靠的导向性能。在合闸将到底阶段,动、静刀片才相互接触,表面有相对滑动摩擦。而此时增力限位弹簧也已过中点,加速有力,很容易合闸到位。在分闸时,初始阶段动静刀片有些摩擦阻力,但待动静刀片一松动后马上出现相互间的间隙,随之摩擦阻力消失,特别是增力限位弹簧过中点后有力加速,很容易分闸到位。斜面结构的动静刀片与原来平面结构的动静刀片相比较,减少了合闸和分闸时的摩擦阻力。这种斜面结构还具有自我清扫氧化物和污垢,自我调节互相间适应力的功能,更容易合、分闸轻松到位。

2)增力限位弹簧及合分闸限位螺钉的使用。手动操作时,在电线杆上的操作力大小不定,到位与

否很难判定。采用增力限位弹簧装置,见图1中4(增力限位压簧)。在分闸时,手动操作手柄顺时针转动,弹簧压缩储能,过中点以后,弹簧能量自动释放,带动动刀片克服动静触头间的摩擦阻力,快速分闸。在增力限位弹簧作用下,隔离合分闸限位板紧紧靠住分闸限位螺钉,使动刀片稳定在分闸限位状态。在合闸时,逆时针转动操作手柄,压缩增力限位压簧储能,过中点后,自动释放能量,以增加合闸力度,使动刀片快速合闸到位。隔离开关动刀片向静刀片方向运动,接触后产生滑动摩擦,清除动静刀片结合表面的氧化物和污垢,可靠合闸到底,最后隔离合分闸限位板紧紧靠住合闸限位螺钉,使开关稳定处于合闸状态。合分闸限位螺钉(6、7),在出厂时调节,使动静刀片结合在最佳状态。

3)在隔离开关动刀片和动静刀片结合处及有相对运动的部位上,加装硅橡胶防护套。见图1、2中3,用于防止或减少冰雪、雨水、灰尘、污秽进入动静刀片结合面和相对运动部位。特别是可以在冰雪严寒天气避免冰冻住不能分闸。

2.2 断路器与隔离开关之间的连锁机械变形和失效

隔离断路器是将真空断路器和隔离开关组合一起使用。所以,它们之间必须有可靠的机械连锁和电气连锁,防止误操作^[7,13-14]。断路器与隔离开关的机械连锁见图1、2。在断路器合闸状态,断路器与隔离开关机械连锁杆伸出,阻挡隔离合分闸限位板运动,从而禁止隔离开关合分闸操作;断路器在分闸状态,机械连锁杆收回,此时隔离开关传动轴无机械限制,可以进行合分闸操作。

但在实际运行时发现,由于机械连锁零件的强度和刚度不足^[4-5],操作几次,连锁件变形甚至失效,严重危及操作人员的安全。所以在交接验收试验时,考核它安全余度。即在断路器合闸状态下,隔离开关处于分闸状态,手动操作力臂加长1.5倍,进行隔离开关合闸操作10次;在断路器合闸状态下、隔离开关处于合闸状态下,手动操作力臂加长1.5倍,进行隔离开关分闸操作10次;观察连锁件有无变形和失效,如有,则不合格。

2.3 锈蚀问题

户外柱上高压开关挂在电线杆上运行,完全暴露在大环境中,自然界的冰霜、雨雪、沙尘、潮雾及大气中的污秽等都会对开关各个部件造成不同程度的损伤^[4],由此产生的腐蚀会使传动卡滞,合不到位、分不开来,指示不准确,触头接触不良、压力下降等现象,直接影响开关的运行可靠性。所以,要

求户外柱上开关的机箱密封一定要达到IP55,内有除潮和散热装置,机箱宜采用304不锈钢加表面喷塑的双层保护方式,暴露于户外的销轴、传动轴及各种指示牌、标识必须用304不锈钢,用含油的复合轴承,并有密封装置。暴露在大气中的导电回路的动静刀片必须镀银和镀镍,厚度 $>6\mu\text{m}$,硬度 $>120\text{HV}$,保证镀层的耐磨性。支撑结构件必须为热镀锌,厚度 $>40\mu\text{m}$ 。机箱内机构及其它零件,表面必须镀锌钝化,厚度 $>12\mu\text{m}$ 。

2.4 电流互感器不同变比间的灵活切换

当柱上开关所接带的负荷发生变化以后,需要对开关的电流互感器变比进行调整或关闭保护。现大多数的柱上开关必须在停电的状况下才能对多变比电流互感器进行变比转换。一旦带电转换变比,电流互感器二次端开路,会产生尖峰特高电势,危及设备和人身安全。同时人为造成线路断电,影响供电质量。经过实践,推出在带电状态下对200/5、400/5、600/5、退出保护(短接)4档之间安全可靠切换的3种方法:①用2个转换开关操作,1个在200/5、400/5、600/53个档位之间切换,另1个是短接开关。要转换变比以前,先将短接开关打到短接位置,然后调整变比,调整结束后,短接开关分开,柱上开关重新正常工作;②采用电流型专用转换开关进行转换,在转换过程中,下一个要选用的档位先闭合,再断开目前使用的档位,这样就避免了电流互感器开路而产生高压;③最近笔者又创新设计了一种多变比电流互感器变比转换的保护电路,在多变比电流互感器的二次回路上并联了硅双向开关和限流电阻的组合装置,以消除二次回路瞬间产生的特高电势对设备与人身危害。当电流互感器切换到另一变比位置时,硅双向开关又会迅速断开,恢复开路状态,从而实现不停电状态下安全可靠的进行电流互感器的变比转换,此种方法科学安全,操作简单实用。

2.5 安全余度试验

10 kV户外高压开关设备运行环境恶劣,这类开关设备的可靠性和整个配电网络的安全密切相关,因此在出厂试验、交接验收时要给出合适的安全余度,以确保其运行的安全可靠^[15-18]。如:带隔离开关的ZW32—12/630型柱上断路器,在出厂试验和交接验收时要严格把关,宜把回路电阻、低电压合分闸控制在国家技术标准的0.8倍以内。把30%额定电压不得合分闸动作,相间、相对地、断口、二次回路的工频耐压及高压绝缘子的爬电距离均控制在国家技术标准的1.1倍范围内。

3 结论

1)通过对 10 kV 户外柱上开关隔离动静刀片结构的改进,增加手动增力合分闸弹簧及限位螺钉和隔离动静刀片硅橡胶防护套,解决了隔离开关合不到位、分不开来及触头过热的问题。

2)给出了断路器与隔离开关机械连锁试验方法及要求,以保证操作的可靠性。

3)设置了 3 种电流互感器不同变比在带电状态的切换模式,以保证在线带电工况下,在 200/5、400/5、600/5、退出保护(短接)4 档之间安全可靠切换。

4)给出了安全余度出厂试验的具体方法和防止锈蚀,保证要求防护等级的具体要求。

总之,要保证户外柱上开关在配电网线路上运行的可靠性,就必须制定有理论支撑和经试验验证,细化、量化要求的采购标准,严控交接验收试验,并不断根据出现的问题,改进和完善,使标准有生命力和彻底贯彻的执行力。

参考文献:

- [1] 盛明学,王志清. 户外高压隔离开关常见故障原因分析与处理[J]. 高压电器, 2010, 46(10): 93-96.
SHENG Mingxue, WANG Zhiqing. Cause analysis and treatment of common faults of outdoor high-voltage disconnectors[J]. High Voltage Apparatus, 2010, 46(10): 93-96.
- [2] 魏远航. 户外高压隔离开关存在的问题和改进措施[J]. 广东电力, 2001, 14(3): 71-73.
WEI Yuanhang. Limitations and improvement of outdoor HV disconnectors[J]. Guangdong Electric Power, 2001, 14(3): 71-73.
- [3] GB 1985—2011 高压交流隔离开关和接地开关[S]. 2011.
GB 1985—2011 High-voltage alternating-current disconnectors and earthing switches[S]. 2011.
- [4] 苑舜, 崔文军. 高压隔离开关设计与改造[M]. 北京: 中国电力出版社, 2007.
YUAN Shun, CUI Wenjun. High voltage isolating switch design and transformation[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2007.
- [5] 钟振蛟. 户外隔离开关机械故障的起因及预防[J]. 高压电器, 2006, 42(6): 464-467.
ZHONG Zhenjiao. The cause and prevention of outdoor disconnectors mechanical faults[J]. High Voltage Apparatus, 2006, 42(6): 464-467.
- [6] 胡红光. 隔离开关触头结构与发热原因分析[J]. 高电压技术, 2001, 27(5): 72-75.
HU Hongguang. The structure of disconnector contact and reason of overheat accident[J]. High Voltage Engineering, 2001, 27(5): 72-75.
- [7] 陈宏伟, 王光临. GW4-126 型户外隔离开关的常见缺陷分析及改进措施[J]. 高压电器, 2004, 40(2): 155-157.
CHEN Hongwei, WANG Guanglin. Analysis of common faults of type GW4-126 disconnector and improvement[J]. High

Voltage Apparatus, 2004, 40(2): 155-157.

- [8] 丁昌国. 隔离开关存在的问题及改进措施[J]. 吉林电力, 2004(6): 55-56.
DING Changguo. Problems existing in disconnecting switch and its improvement[J]. Jilin Electric Power, 2004(6): 55-56.
- [9] 钟振蛟. 户外隔离开关导电回路过热的原因及对策[J]. 高压电器, 2005, 41(4): 307-309.
ZHONG Zhenjiao. The causes and countermeasures for the overheat of conducting circuit for outdoor disconnector[J]. High Voltage Apparatus, 2005, 41(4): 307-309.
- [10] 盛明学, 王志清. 户外高压隔离开关常见故障的原因分析与处理[J]. 高压电器, 2010, 46(10): 93-96.
SHENG Mingxue, WANG Zhiqing. Cause analysis and treatment of common of outdoor high-voltage disconnector[J]. High Voltage Apparatus, 2010, 46(10): 93-96.
- [11] 魏远航. 户外隔离开关存在的问题和改进措施[J]. 广东电力, 2001, 14(3): 71-73.
WEI Yuanhang. Limitations and improvement of outdoor HV disconnectors[J]. Guangdong Electric Power, 2001, 14(3): 71-73.
- [12] 张宗伟, 卢昌宏. GW5-126 型隔离开关触头烧损故障分析及对策[J]. 高压电器, 2011, 47(2): 76-79.
ZHANG Zongwei, LU Changhong. Failure analysis and countermeasures for GW5-126 disconnector contacts burning[J]. High Voltage Apparatus, 2011, 47(2): 76-79.
- [13] GB 1984—2011 高压交流断路器[S]. 2011.
GB 1984—2011 High-voltage alternating-current circuit-breakers[S]. 2011.
- [14] GB/T 11022—2011 高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求[S]. 2011.
GB/T 11022—2011 Common specifications for high-voltage switchgear and controlgear standards[S]. 2011.
- [15] 徐国政, 张节容, 钱家骊, 等. 高压断路器原理和应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 2000.
XU Guozheng, ZHANG Jierong, QIAN Jiali, et al. High voltage circuit breaker principle and application[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2000.
- [16] 丁昌国. 隔离开关存在的问题及改进措施[J]. 吉林电力, 2004(6): 55-56.
DING Chuangguo. Problems existing in disconnecting switch and its improvement[J]. Jilin Electric Power, 2004(6): 55-56.
- [17] 张冠生. 电器理论基础[M]. 北京: 机械工业出版社, 1989.
ZHANG Guansheng. Apparatus theory foundation[M]. Beijing: China Machine Press, 1989.
- [18] 孙恒, 陈作模. 机械原理[M]. 第六版. 北京: 高等教育出版社, 2001.
SUN Heng, CHEN Zuomo. Mechanical principles[M]. 6th ed.. Beijing: Higher Education Press, 2001.

沈佩琦(1977—), 男, 硕士, 长期从事配电网运行管理。

李卫民(1960—), 男, 工程师, 高级技师, 长期从事配电网运行管理。

周友东(1948—), 男, 高级技师, 从事配电开关设备的设计制造。