

DOI:10.13296/j.1001-1609.hva.2015.05.035

S3C型隔离开关联锁缺陷分析及改进方案

李传江, 倪汇川, 王卫东

(国网安徽省电力公司铜陵供电公司, 安徽 铜陵 244000)

摘要: 隔离开关在电力系统中有着至关重要的作用,其性能的好坏直接关系到整个系统能否安全稳定的运行。而国网安徽省电力公司铜陵供电公司所投运的S3C型隔离开关经常因联锁无法解除而导致无法进行分、合闸操作,甚至将联锁部件挤变形,为降低该类故障概率,提高电网、设备安全运行可靠性,笔者就S3C型隔离开关的主、地刀间机械联锁的结构、原理及操作过程中的联锁部件受力情况进行了分析,并对联锁盘结构提出了改进方案。

关键词: 隔离开关; 联锁; 缺陷; 改进方案

Analysis on Interlocking Fault of S3C Disconnecter with Countermeasure

LI Chuanjiang, NI Huichuan, WANG Weidong

(Tongling Power Supply Company, Anhui Power Corporation, State Grid, Anhui Tongling 244000, China)

Abstract: The S3C disconnectors in a Power Supply Company often fail to perform switching operation due to interlocking fault, and some interlocks are even deformed by extrusion, which harms the safe operation of whole power supply system. Therefore, in order to decrease the probability of interlocking faults of S3C disconnectors, the authors analyze the structure and working principle of the mechanical interlock between the main and grounding blades of S3C disconnector, as well as the force condition during operation. As a result, they propose a corresponding countermeasure against the interlocking fault.

Key words: disconnector; interlock; fault; countermeasure

0 引言

高压隔离开关的主要用途是保证系统中检修部分和带电体的隔离,改变系统的运行方式及进行倒闸操作,在电力系统中占有重要地位。因为结构及操作原理较简单,因此其维修周期不严格,只是随大设备惯例维修^[1-11]。然而由于近年无油化改造断路器和变电设备逐步向状态检修制过渡,主设备检修周期不断延长,导致运行的户外式隔离开关故障出现频率大幅上升,严重影响到系统供电安全性与可靠性^[12-14]。为保证系统的安全稳定运行,在不断提高新增设备质量的同时,还应重视现有设备的改造和缺陷的消除^[15-19]。

S3C型隔离开关为三相三柱式,即每相有三柱绝缘子,中间绝缘子是可旋转的,主刀和地刀之间的联锁由安装在中间相底座上的联锁部件实

现的。该型隔离开关每相有两个隔离断口,具有绝缘能力强、占地面积小等优点,所以在电力系统中得到了广泛应用。但S3C型隔离开关主刀与地刀间联锁问题严重,经常出现操作时无法解锁现象。

1 S3C型隔离开关结构及动作原理

S3C型隔离开关结构及动作原理,见图1、2。

由图1、2可知,该隔离开关由导电回路、瓷瓶、传动部件及底座等部分构成,每相有三柱绝缘子,中间绝缘子是可旋转的,导电杆固定在中间绝缘子上端,当中间绝缘子旋转时,带动导电臂旋转,与固定在两侧绝缘子上端的固定静触头接触或分离,从而实现隔离开关的分、合闸操作。主导电臂运动路线如图2中的虚线所示。接地开关的导电杆如图2中2所示,合闸操作时先由水平位置旋转至垂直位置,随后向上垂直运动,分闸反之。

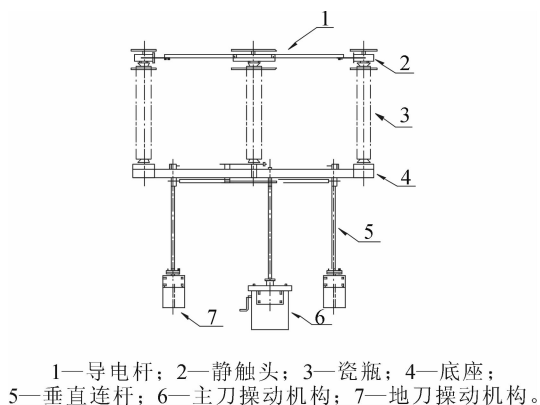


图 1 单相侧视图

Fig. 1 The side view of uniphase

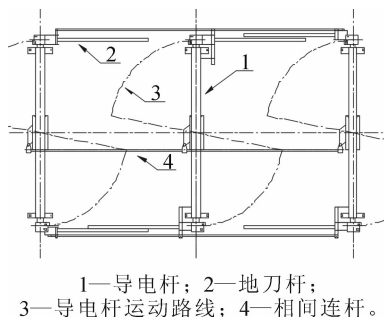


图 2 三相俯视图

Fig. 2 The planform of triphase

2 S3C 型隔离开关联锁分析

2.1 联锁结构及原理

该隔离开关有无地刀、单地刀及双地刀 3 种类型,笔者以双地刀结构隔离开关为例。联锁结构见图 3(主刀合闸地刀联锁)。

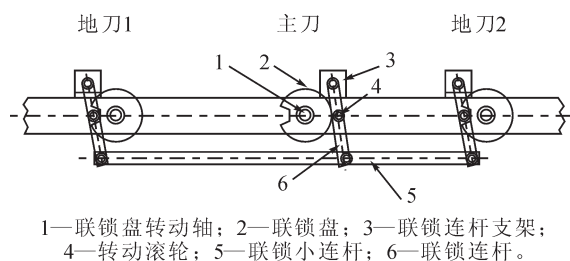


图 3 联锁结构示意图

Fig. 3 The schematic diagram of interlock's structure

当主刀合闸时,接地隔离开关被联锁,无法进行合闸操作。由图 3 可看出,当主刀合闸后,联锁小连杆 5 被联锁盘推动向右移动,地刀联锁盘处的转动滚轮卡在地刀联锁盘缺口内,致使地刀联锁盘无法转动,从而实现了联锁地刀的功能。地刀联锁主刀与主刀联锁地刀的实现方法类似。主、地刀联锁实现过程示意图见图 4。

由图 4 可知,当主刀合闸后,地刀 1、2 均被联锁,当地刀 1 或 2 合闸后,主刀被联锁。

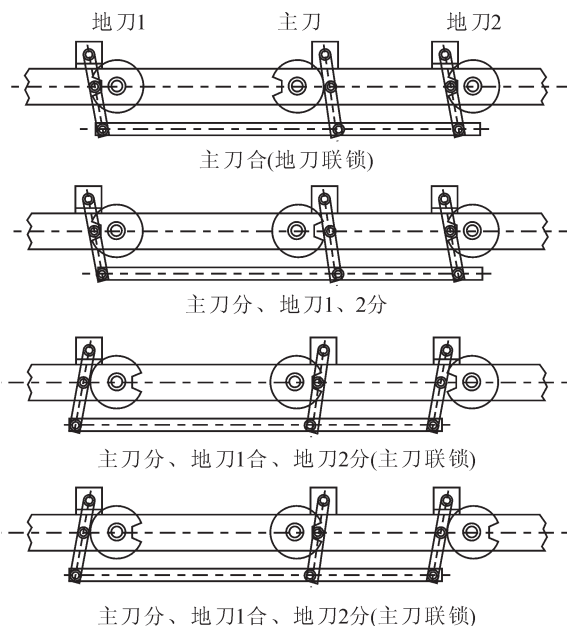


图 4 联锁实现步骤示意图

Fig. 4 The schematic diagram of interlock working procedure

2.2 联锁无法解除缺陷分析

该型隔离开关联锁部分在理论上能很好地起到联锁作用,但在实际应用中,由于锈蚀、灰尘等导致的阻力增加或卡涩,使其经常出现无法解锁缺陷,如:当主刀由合闸状态转分闸状态后,地刀联锁小连杆处的滚轮卡在联锁盘的缺口内,此时,地刀联锁盘转动时无法推动联锁杆向一侧移动,导致无法解锁,甚至是将联锁连杆支架挤变形。

导致隔离开关联锁无法解除缺陷的主要原因是联锁盘卡口形状设计不合理。在操作过程中,联锁部分受力分析见图 5。

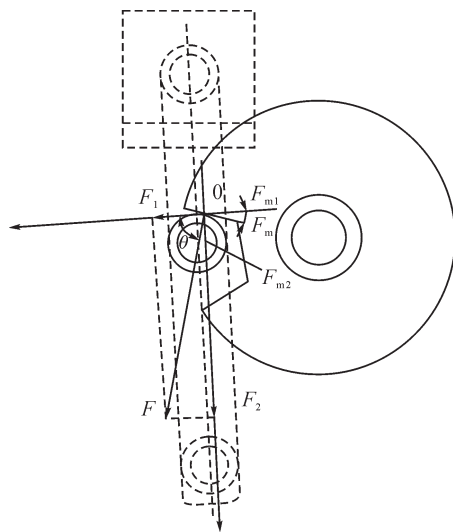


图 5 联锁部件受力分析图

Fig. 5 The analysis diagram of interlock's loaded parts

在隔离开关操作时,机构带动连接在垂直连杆

顶端的联锁盘转动,在联锁盘转动时,缺口边沿作用在联锁小连杆滚轮上的作用力为 F 、摩擦力为 F_m ,则在联锁小连杆移动方向及其垂直方向的分力分别为 F_1 、 F_2 、 F_{m1} 、 F_{m2} ,其中 (F_1-F_{m1}) 克服阻力带动联锁连杆移动,使联锁盘解除联锁。 F 、 F_1 、 F_2 、 F_m 、 F_{m1} 、 F_{m2} 箭头长度表示力的大小,联锁盘转动作用在滚轮上的作用力 F 与其在联锁小连杆垂直方向上的分力 F_1 的夹角 θ 较大,联锁盘与滚轮间的摩擦力 F_m 与其在联锁小连杆垂直方向上的分力 F_{m1} 的夹角 α 较小,所以,在实际操作过程中,虽然联锁盘转动能提供供给联锁连杆较大的作用力,但实际用于解除联锁的分力 (F_1-F_{m1}) 较小,随着设备的运行,连杆转动部位的锈蚀、卡涩等导致的联锁连杆运动阻力增大,所以经常会出现作用力小于阻力而无法解锁的现象。与此同时, F 在联锁小连杆方向上的分力 F_2 较大,联锁盘也承受较大的反作用力,反作用力大小与 F_2 相同,所以在多次操作后,联锁盘与滚轮接触点处磨损严重,甚至是出现凹坑,就更难以解除联锁,从而又加重了联锁盘的磨损或变形,如此形成恶性循环。甚至是将联锁连杆支架挤变形,严重影响隔离开关的安全稳定运行。

3 改进方案

为提高设备可靠性,保证电网、设备的安全稳定运行,减少设备故障带来的工作量,对该隔离开关存在的联锁缺陷进行了分析和试验。由于现有该类型设备较多,为解决现有设备存在的联锁缺陷问题,笔者在现有设备的基础上提出了改进方案。

3.1 改进方案

通过对隔离开关联锁结构和原理的分析,结合

在该类型设备的管理和维护方面的经验,综合考虑均衡联锁机械强度、联锁可靠性及解锁可靠性间关系后,确定对该隔离开关的联锁盘进行改进,改进前、后对比见图6。

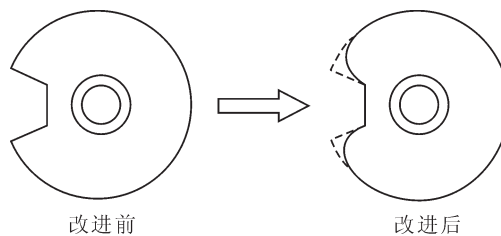


图6 联锁改进前、后结构对比示意图

Fig. 6 The comparison diagram of interlock's improvements in terms of structure

上述改进方案是在原有设备基础上进行的,即将原联锁盘联锁缺口两边按上图6所示打磨处理,随后对打磨部位进行热镀锌处理,镀锌后能有效防止切割面或打磨面的腐蚀。其余部件保持原状不变。

该改进方案具有以下优点:①工作量小、工序简单易执行。改造时,只需按要求将联锁盘卡口的直线边沿打磨成弧形边沿即可,每组隔离开关改造大约只需0.25工时;②成本低。该改造无需备品备件、先进工器具,只需一台手持式磨光机即可,基本上是零成本;③效果显著。在保证主、地刀间可靠联锁的同时,还有利于在符合逻辑的情况下顺利解除联锁。自改进后,该类型隔离开关从未发生过无法解除联锁的故障,设备故障率大幅下降,有利于电网、设备的安全稳定运行。

3.2 改进后联锁分析

在操作过程中,改进前、后联锁部分受力分析对比见图7。

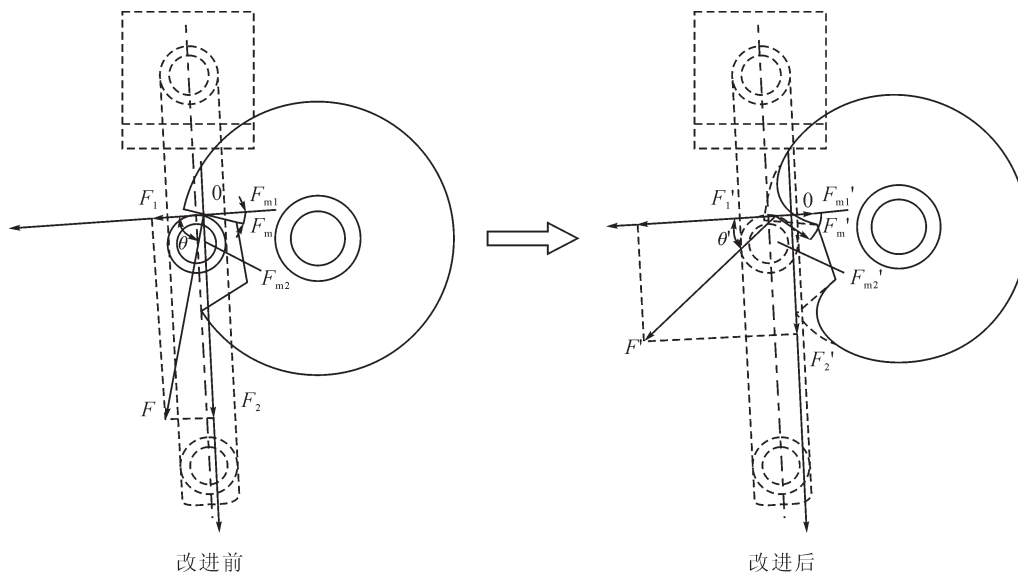


图7 联锁改进前、后受力对比示意图

Fig. 7 The comparison diagram of interlock's improvements in terms of force

由图 7 可知, 联锁盘作用在联锁小连杆滚轮上的作用力 F 和摩擦力 F_{ml} 分别可分解为垂直、平行于联锁小连杆两个方向上的分力 F_1 、 F_2 和 F_{m1} 、 F_{m2} , 其中 $F_1 = F \times \cos\theta$, $F_2 = F \times \sin\theta$, $F_{m1} = F_m \times \cos\alpha$, $F_{m2} = F_m \times \sin\alpha$, 同理, $F_1' = F' \times \cos\theta'$, $F_2' = F' \times \sin\theta'$, $F_{m1}' = F_m' \times \cos\alpha'$, $F_{m2}' = F_m' \times \sin\alpha'$ 。作用力 F_1 与摩擦力 F_{m1} 的叠加, 即 $(F_1 - F_{m1})$ 克服联锁连杆运动中的阻力而带动联锁连杆向解除联锁方向移动。由于 $\theta' < \theta$ 且 $\alpha > \alpha'$, 所以当 $F' = F$, $F_m' = F_m$ 时, $(F_1' - F_{m1}') > (F_1 - F_{m1})$ 。所以改进后较改进前更有利于解除联锁。

改进后, 虽联锁强度有所下降, 但联锁盘卡口深度不变, 仍能满足隔离开关联锁要求, 同时, 改变卡口形状后, 在操作过程中, 更有利于解除隔离开关主、地刀间联锁。

4 结语

隔离开关的结构比较简单, 技术含量在高压设备中也较低些, 但是其使用量很大, 很难及时维护, 而且户外隔离开关的运行条件恶劣。要使隔离开关经久耐用, 运行可靠, 而又达到免维护或少维护的要求, 也是其难度所在。必须在采用完善的结构设计, 选用优质的新材料和元件, 采取先进的制造技术和新工艺等方面下功夫^[19-22]。

参考文献:

- [1] 丁昌国. 隔离开关存在的问题及改进措施[J]. 吉林电力, 2004, 175(6): 55-56.
DING Changguo. Problems existing in disconnecting switch and its improvement[J]. Jilin Electric Power, 2004, 175(6): 55-56.
- [2] 赵铁林. 高压隔离开关的故障及处理分析[J]. 科技信息, 2008(22): 302.
ZHAO Tielin. Default processing and analyzing of high-voltage disconnecter[J]. Science & Technology Information, 2008(22): 302.
- [3] 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 faults of outdoor high-voltage disconnecter[J]. High Voltage Apparatus, 2010, 46(10): 93-96.
- [4] 黄敏如, 李顺尧. GW16 型隔离开关合闸不到位分析与处理[J]. 科技经济市场, 2006(9): 44.
HUANG Minru, LI Shunyao. Analysis and processing of disconnecter not reaching the designated position in GW16 disconnecter[J]. Science & Technology Economy Market, 2006(9): 44.
- [5] 徐亮. GW16(17)-220 型高压隔离开关的改造[J]. 电气时代, 2002(3): 50-51.
- [6] XU Liang. Renovation of GW16 (17)-220 high-tension disconnecting switches[J]. Electric Age, 2002(3): 50-51.
- [7] 赵阳, 黄新波, 朱海涛, 等. 智能高压开关柜 IED 设计[J]. 陕西电力, 2014, 42(7): 69-74.
ZHAO Yang, HUANG Xinbo, ZHU Haitao, et al. Design on intelligent electronic device of high voltage switchgear[J]. Shaanxi Electric Power, 2014, 42(7): 69-74.
- [8] 卫晓辉, 王锡凡. 三相电压型 PWM 整流器直接功率控制研究[J]. 陕西电力, 2014, 42(5): 1-5.
WEI Xiaohui, WANG Xifan. Direct power control of three-phase voltage source PWM rectifiers[J]. Shaanxi Electric Power, 2014, 42(5): 1-5.
- [9] 罗陆宁. 防止隔离开关误操作方式的探讨[J]. 广东输电与变电技术, 2003(2): 25-27.
LUO Luning. Discussion on the mode of avoiding operating mistake of disconnecter[J]. Guangdong Power Transmission Technology, 2003(2): 25-27.
- [10] 石建军. 户外高压隔离开关存在的问题和改进措施[J]. 电力学报, 2006, 21(4): 510-512.
DAN Jianjun. The faults and improvement of outdoor high-voltage disconnecting switch[J]. Journal of Electric Power, 2006, 21(4): 510-512.
- [11] 杨盘兴. 高压隔离开关运行状况与对策[J]. 华东电力, 2002, 30(6): 19-20.
YANG Panxing. Problems in HV isolating suitehgear and its contermesure[J]. East China Electric Power, 2002, 30(6): 19-20.
- [12] 崔景春, 袁大陆, 宋 昊. 高压隔离开关运行分析及其完善化[J]. 电力设备, 2006, 7(4): 1-6.
CUI Jingchun, YUAN Dalu, SONG Gao. Operation analysis and its perfection for HV switch- disconnecter[J]. Electrical Equipment, 2006, 7(4): 1-6.
- [13] 国家电网公司生产技术部. 设备状态检修规章制度和技术标准汇编[M]. 北京: 中国电力出版社, 2008.
Production Technology Division of the State Grid Corporation. Maintenance regulations and technical standards of the device status is a compilation[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2008.
- [14] 胡伟涛, 隋少臣, 韩建波. 红外检漏成像仪在 SF₆ 电气设备状态检修中的应用[J]. 高压电器, 2010, 46(10): 90-92.
HU Weitao, SUI Shaochen, HAN Jianbo. Application of gas find IR-LW in condition-based maintenance of SF₆ electrical equipment[J]. High Voltage Apparatus, 2010, 46(10): 90-92.
- [15] 张亮, 宋伟光, 黄春光. 输变电设备状态检修体系建设的实践与深化[C]//2010 年全国输变电设备状态检修技术交流研讨会. 厦门: [s.n.], 2010: 107-112.
ZHANG Liang, SONG Weiguang, HUANG Chunguang. Practice and deepening of condition-based maintenance

- system of transmission and distribution equipments [C]// Symposium on Condition-based Maintenance of Electric Transmission and Distribution Equipment. Xiamen: [s.n.], 2010:107-112.
- [15] GB 1985—2004 高压交流隔离开关和接地开关[S]. 2004. GB 1985—2004 High voltage ac isolating switch and grounding switch[S]. 2004.
- [16] 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, 2006. GUO Xianshan. High voltage switchgear operating technology[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2006.
- [17] 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. Design and reform of high voltage disconnectors[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2007.
- [18] 林 莘. 现代高压电器技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 2002. LIN Xin. The modern high-voltage electrical technology[M]. Beijing: China Machine Press, 2002.
- [19] 陈轶玮, 沈一平. 220 kV 变电站防误系统改造设计[J]. 电力系统保护与控制, 2009, 37(17): 116-118. CHEN Yiwei, SHEN Yiping. Design of the reformation of 220 kV substation's anti-mistake defense system[J]. Power System Protection and Control, 2009, 37(17): 116-118.
- [20] 吴 东, 王孝宇. 影响户外隔离开关运行可靠性的原因分析及对策[J]. 天津电力技术, 2005(2): 42-43. WU Dong, WANG Xiaoyu. Reliability of outdoors disconnector causes and countermeasures[J]. Tianjin Electric Power Technology, 2005(2): 42-43.
- [21] GB/T 11022—1999 高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求[S]. 1999. GB/T 11022—1999 High-voltage switchgear and control equipment standards common technical requirements[S]. 1999.
- [22] DL/T 593—2006 高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求[S]. 2006. DL/T 593—2006 High-voltage switchgear and control equipment standard common technical requirements[S]. 2006.
- 李传江(1985—), 男, 助理工程师, 从事变电设备检修和维护工作。
- 倪汇川(1971—), 男, 高级技师, 从事变电设备检修和维护工作。
- 王卫东(1968—), 男, 高级技师, 从事变电设备检修和维护工作。
- (编辑 吴俊丽)