

# 一起断路器绝缘拉杆松动事故分析及防范措施研究

王嘉易<sup>1</sup> 翁钰<sup>2</sup> 贾志杰<sup>1</sup> 陈杰<sup>3</sup> 董汉彬<sup>1</sup>

(1. 国网四川省电力公司电力科学研究院, 四川 成都 610041; 2. 西安工业大学, 陕西 西安 710021;  
3. 四川科锐得实业集团公司, 四川 成都 610041)

**摘要:** 对一起 LW6-220 型 SF<sub>6</sub> 断路器故障进行了分析, 通过对故障断路器试验研究及解体分析, 找到了此次事故的原因为绝缘拉杆松动。结合现场情况, 对该型断路器的运行维护提出了预防性的措施和建议, 为该型设备能够继续良好的运行提供了强有力技术支持。

**关键词:** LW6-220; 断路器; 绝缘拉杆; 防范措施

**中图分类号:** TM561 **文献标志码:** B **文章编号:** 1003-6954(2018)05-0073-03

**DOI:** 10.16527/j.cnki.cn51-1315/tm.2018.05.015

## Analysis and Research on Protecting Measures for Insulated Pole Fault of Circuit Breakers

Wang Jiayi<sup>1</sup>, Weng Yu<sup>2</sup>, Jia Zhijie<sup>1</sup>, Chen Jie<sup>3</sup>, Dong Hanbin<sup>1</sup>

(1. State Grid Sichuan Electric Power Research Institute, Chengdu 610041, Sichuan, China;  
2. Xi'an Technological University, Xi'an 710021, Shanxi, China;  
3. Sichuan Keruide Industrial Group Corporation, Chengdu 610041, Sichuan, China)

**Abstract:** A typical insulated pole fault of LW6-220 circuit breakers is analyzed. Through experimental research and disassembling analysis, the main reason of this insulated pole fault is found out. Combined with the operation condition, the preventive measures and suggestions for operation and maintenance of LW6-220 circuit breakers are proposed, which provides a technical support for continuous operation of this type of circuit breakers.

**Key words:** LW6-220; circuit breaker; insulated pole; protecting measures

## 0 引言

高压断路器作为电力系统中的重要设备,起着控制和保护的双重作用,其性能对电网运行的稳定性以及供电的可靠性有直接影响<sup>[1-4]</sup>。LW6-220型断路器作为中国早期自主研发的主流 SF<sub>6</sub> 断路器之一,在四川电网使用较多。近年来,随着电网规模不断发展,该型设备故障频发,给电网运行带来较大威胁<sup>[5-10]</sup>。

下面以某 220 kV 变电站的一起 LW6-220 型断路器绝缘拉杆松动事故为例,通过试验研究及解体分析,找出发生故障的主要原因;最后,结合现场情况,对该型断路器的运行维护提出了预防性的措施和建议<sup>[8-10]</sup>。

## 1 故障概况

### 1.1 故障前变电站的运行方式

2016年1月28日20:55:54,某220 kV变电站桥棉线261断路器B相发生拉杆松脱故障。故障前该220 kV变电站220 kV I、II母并列运行,旁母热备用;220 kV桥棉线261号断路器、棉竹线270号断路器、棉汉一线268号断路器、1号主变压器201断路器运行于220 kV I母;220 kV棉汉二线266号断路器、坝棉线267号断路器、南棉线262号断路器、2号主变202断路器运行于220 kV II母;110 kV松棉线运行于110 kV III母。运行方式如图1所示。

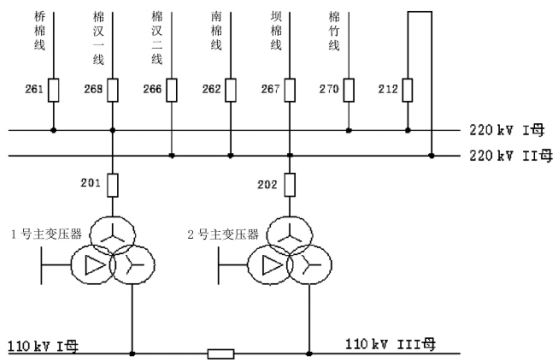


图1 某200 kV变电站主接线

### 1.2 故障情况

2016年1月28日20:55:54 220 kV桥棉线B相发生接地故障,约20 ms,站侧1号保护纵联差动,2号保护纵联零序、纵联距离保护动作出口,B相断路器单相跳闸不成功;同时,对应电厂侧1号保护纵联差动、2号保护纵联距离保护动作,断路器跳闸。

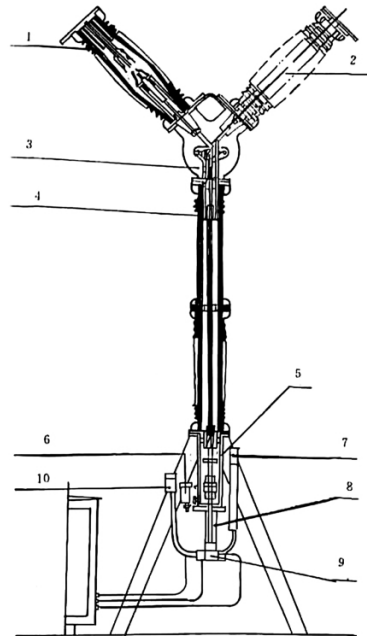
桥棉线断路器B相单相跳闸失败后,沟通三相跳闸启动,170 ms后三相跳闸,A、C相跳闸成功,B相未跳开。约330 ms,母差失灵保护动作,220 ms后220 kV I母所有断路器间隔(桥棉线、棉竹线、棉汉一线、1号主变压器201断路器)及母联212断路器跳闸(桥棉线断路器跳闸不成功),所有电源全部消失,故障切除。同时,因母差失灵保护动作切除220 kV棉汉一线,站安控装置动作,切除220 kV坝棉线及110 kV松棉线。

故障发生后,值班员现场检查发现:220 kV桥棉线261、棉竹线270、棉汉一线268、坝棉线267、母联212、1号主变压器201和110 kV松棉线153等断路器均位于分闸位置。结合故障录波分析,可以初步推断出桥棉线261断路器B相故障时并未分闸到位。

### 1.3 故障断路器信息

该220 kV变电站共有7台LW6-220型SF<sub>6</sub>断路器,出厂日期均为1999年7月,投运日期均为2001年4月,额定电流为3150 A,额定短路开断电流为40 kA。

LW6-220型断路器主要由灭弧室、均压电容器、三联箱、支柱、联接座、密度继电器、动力单元等部分组成,具体结构如图2所示。



1-灭弧室 2-均压电容器 3-三联箱 4-支柱  
5-联接座 6-密度继电器 7-主储压器  
8-工作缸 9-供排油阀 10-辅助油箱

图2 LW6-220型断路器单极剖面

## 2 试验检查

为了分析故障原因,对桥棉线261断路器进行试验检查,测试三相分闸时间、合闸时间、回路电阻、断口绝缘数据如表1所示。

表1 桥棉线261断路器试验数据

项目	A相		B相		C相	
	A1	A2	B1	B2	C1	C2
分闸时间/ms	27.3	27.2	25.9	23.6	27.2	27.2
分闸相间不同期/ms			3.7			
合闸时间/ms	71.8	71.9	63.7	63.8	72.9	72.9
合闸相间不同期/ms			9.2			
回路电阻/ $\mu\Omega$	63		66		53	
断口绝缘电阻/M $\Omega$	5000		5000		5000	
总行程/mm	151		130		152	

由表1可得,断路器合闸时三相回路电阻值均属于正常范围,说明断路器三相合闸均到位;断路器分闸时断口间绝缘电阻值属于正常范围,说明断路器三相均已分闸;B相分、合闸时间均比其他两相明显偏小,分、合闸相间不同期均严重超过“ $\leq 2$  ms”的标准要求;B相总行程比标准值150 mm小了20 mm,说明该相可能出现了分闸不到位。

### 3 解体检查

为进一步确定故障原因,对桥棉线261断路器B相本体进行了返厂解体检查。解体后发现,桥棉线261断路器B相绝缘拉杆下部与金属拉杆的螺纹连接处弹簧退丝严重,达到一圈半左右(如图3所示),折合拉杆竖直方向移动距离20 mm,相当于绝缘拉杆被加长,同时螺纹连接处的粘接材料硬化脱落。

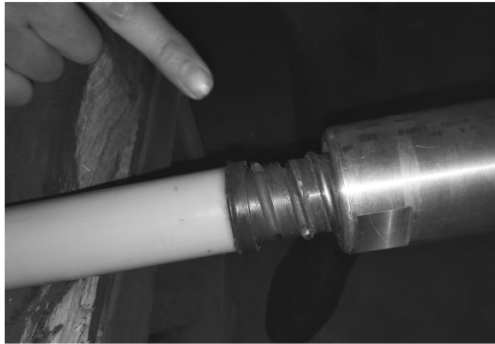


图3 绝缘拉杆下部与金属拉杆的螺纹连接处弹簧退丝情况

从图4和图5可以看出,两个断口的静主触头、屏蔽罩、动主触头、压气缸及绝缘喷嘴均存在明显的电弧烧灼痕迹。



图4 静主触头及屏蔽罩烧灼情况



图5 动主触头、压气缸及绝缘喷嘴烧灼情况

两个断口动弧触头的触指瓣明显胀大,被完全顶松,静弧触头插入后两者不能紧密接触,具体情况如图6所示。此外,由主触头接触痕迹可得,两个断

口动静触头的对中性良好。

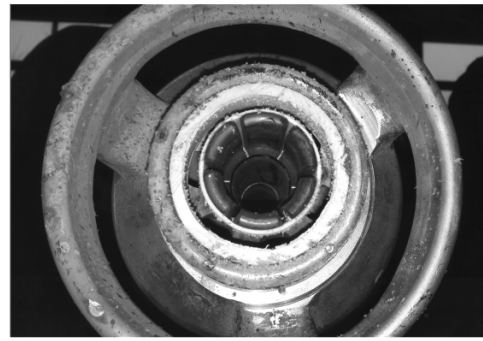


图6 动弧触头瓣明显胀大情况

### 4 故障原因分析

桥棉线261断路器B相绝缘拉杆与金属拉杆间是靠螺纹来传递操作动力的。但是,由于存在绝缘拉杆无定位销、粘接材料老化的缺陷,绝缘拉杆在断路器操作过程中受到相当大的冲击力,造成粘接破坏而出现拉杆松动,绝缘拉杆下部与金属拉杆的螺纹连接处出现退丝现象。退丝过程随着操作的次数增加而不断累积,特别是液压机构在操作的时候,其活塞往往存在着一定的转动,从而加剧了拉杆的退丝过程。

桥棉线261断路器的绝缘拉杆与金属拉杆仅采用螺纹连接,并未采取定位销等更加可靠的连接方式。断路器解体发现拉杆已经退丝一圈半左右,折合拉杆竖直方向的移动距离为20 mm,相当于绝缘拉杆被加长,同时螺纹连接处的粘接材料硬化脱落。合闸时绝缘拉杆带动动触头向上伸,使得断路器的开距减小,接触行程增大。随着接触行程的加大,导致静弧触头插入动弧触头的深度增加。当接触行程增加12 mm以上时,静弧触头就会顶到动弧触头的根部,动弧触头的触指瓣被明显胀大且完全顶松,导致静弧触头与动弧触头实际接触不可靠,造成分闸时弧触头先分离,主触头后于弧触头分离,电弧电流始终流过主触头而无法熄弧。由于故障电流无法切除,继而引起220 kV 1号母差失灵保护和安控先后动作,事故发生。

### 5 防范措施

目前,LW6-220型断路器绝缘拉杆松动问题  
(下转第94页)

工作特点,保证了电脑钥匙的充电质量。

设计方案实质采用了倒计时与正计时两种控制方式,将快充和限时充电相结合,彼此互补,能确保电脑钥匙在倒闸操作中的电量需求和功能发挥。

目前所设计的方案还存在着快充定时转换器与限充定时仪的分体工作问题。为此,今后将进一步分析研究其元件配置和电路结构,尽量将两者合并一起,形成整体仪器,使之用于现场更加方便简化。

## 5 结 语

在对五防电脑钥匙损坏报废快的问题中,分析查找到了蓄电池热浮充是主要原因,并制定了改进方案,实现了缺电快充、待机限充的双层功能,既保证电脑钥匙在使用中有足够能量,又使其多数时间处于冷机状态,这样可以延长电脑钥匙使用寿命、降

(上接第75页)  
已在国内造成数起事故,所以应对绝缘拉杆的机械强度、连接可靠性及防范措施给予足够的重视。

1) 高压断路器绝缘拉杆与动触头装配连杆的连接是否牢固,对提高断路器动作可靠性和确保电网安全运行至关重要,制造厂家要特别重视这个部位的结构设计、零部件加工和装配工艺。

2) 鉴于目前对绝缘拉杆松动尚无直接的检测手段,建议对断路器的正常分合闸的位置进行标记,并在日常运行中加强对该型断路器的监视;同时,在断路器分合闸到位后,应检查监控和保护装置的动作信息情况,并检查断路器操作后一次回路电流、电压是否正常。

3) 建议对此类绝缘拉杆结构的 LW6-220 断路器及时进行更换,对于无法更换的断路器,除在绝缘拉杆旋接部位增加胶粘外,还应再采取安装定位销等可靠的防松动措施。

## 6 结 论

LW6-220 型断路器现在已经运行十几年,其绝缘拉杆松动正处在高发期,而绝缘拉杆松动是由材料、工艺、结构以及使用时间引起,必须采取相应的预防措施确保设备安全可靠运行,才能保证电力系统安全稳定运行。

低投资、节约能源、减少环境污染等。

### 参考文献

- [1] 周兴华,黎文安,文康珍. 电脑钥匙在微机防误闭锁系统中的应用[J]. 继电器, 2003(3): 54-57.
- [2] 黄建林,吴化洪,刘国勇,等. 变电站五防电脑钥匙智能充电板的开发与应用[J]. 电工技术, 2017(1): 35-37.
- [2] 王晓曦. 浅谈可调式充电定时器的设计[J]. 科技风, 2017(5): 16-16.

作者简介:

杜禹瑶(1983),本科、助理工程师,从事变电运行和线路检修工作;

栗和林(1951),高级工程师,从事变电站安装、调试研究工作。

(收稿日期:2018-04-17)

### 参考文献

- [1] 马虎涛,黄章强. LW6-220 型断路器绝缘拉杆脱落故障分析[J]. 高压电器, 2014, 50(11): 128-132.
- [2] 李冠华,丁爱华,鲁旭臣. LW6-220 型 SF6 断路器常见故障分析[J]. 东北电力技术, 2016, 37(3): 26-29.
- [3] 林其雄. 110 kV SF<sub>6</sub> 断路器爆炸事故分析[J]. 高压电器, 2004, 40(6): 478-478.
- [4] 丁著明,吴良义,范华,等. 环氧树脂的稳定化(I)——环氧树脂的老化研究进展[J]. 热固性树脂, 2001, 16(5): 34-36.
- [5] 马虎涛,黄章强. LW6-220 型断路器绝缘拉杆脱落分析[J]. 云南电力技术, 2014, 42(z1): 80-82.
- [6] 陈注君,袁成斌. 750kV 断路器绝缘拉杆脱落引起的故障分析[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2012(31).
- [7] 曹明德. LW6-220 开关绝缘拉杆脱落分析及对策[J]. 山西电力, 2004(6): 52-53.
- [8] 葛玉敏,梁爽. 一起断路器故障的综合分析[J]. 高压电器, 2009, 45(5): 159-160.
- [9] 彭毅方,周辉. 一起线路及断路器故障的保护动作及断路器失断原因分析[J]. 电力自动化设备, 2005, 25(2): 97-99.
- [10] 孟建英,郭红兵,文惠君,等. 一起 500 kV SF<sub>6</sub> 断路器故障分析[J]. 中国电力, 2011, 44(7): 77-79.

作者简介:

王嘉易(1987),工程师、硕士,从事断路器类设备状态评价、故障分析及新技术研究。

(收稿日期:2018-06-05)