

[开关设备]

一起10 kV高压开关柜烧毁故障分析

文/国网冀北电力有限公司廊坊供电公司 侯方园 郝力强 韩建晖 陈亚坤

开关柜长期在潮湿环境下运行，会加剧柜内绝缘部件绝缘性能劣化，给设备安全运行带来隐患。针对一起10 kV高压开关柜受潮烧毁故障进行分析，并对如何预防类似事故发生提出改进措施，对日后预防和处理类似事故具有积极意义。

10 kV高压开关柜是变电系统中的关键设备，它因占地面积小、检修方便而广泛应用于变电站中。开关室往往密封不严，室外潮湿空气容易通过门窗缝隙进入开关室内部，造成开关室内空气湿度过高。同时，开关柜设备本身结构紧凑，内部通风不良，如设备本身密封性能不佳，或电缆孔洞封堵不严，潮气会直接沿着缝隙处进入开关柜内部。尤其对于地势低洼的变电站，雨季时变电站周围积水严重，当雨后气温上升时，空气中湿度较大，如果开关柜内驱潮设备不能正常工作，将导致开关柜内部大量潮气无法及时排出，水汽在开关柜内部温度较低处形成凝露，造成柜内设备绝缘性能下降。如开关柜长期运行在潮湿环境下，柜内设备绝缘材料将加速劣化，为开关柜的安全运行带来隐患。

内严重潮湿但无积水，开关柜金属内壁、电流互感器及电缆外绝缘表面等附着大量凝露，部分静触头盒及穿柜套管表面有灰白色粉末和少量透明黏稠状液体。如图1、图2所示。



图1 212开关柜烧毁、真空泡碎裂

事故情况

2017年8月，某110 kV变电站1#主变压器低压侧后备保护动作，10 kV侧受总201开关柜跳闸，故障电流10.704 kA。

现场10 kV I段所带212出线开关柜严重烧毁，灭弧室外绝缘护套燃尽，真空泡碎裂，屏蔽罩电烧蚀严重，212开关柜电缆舱及电缆附件无放电、烧蚀痕迹。相邻出线开关柜部分受损，开关柜内I段母线及各出线设备有严重锈蚀，电缆沟



图2 10 kV I 段母线、各出线设备严重受潮

清理现场后，高压试验人员对10 kV I 段母线及各出线设备进行诊断性试验，其中10 kV I 段母线绝缘电阻为0 M Ω ，出线开关柜内设备绝缘电阻极低，各设备绝缘电阻值如下表所示。

表 10 kV I 段母线及各出线设备绝缘电阻值

运行号	相别	A/M Ω	B/M Ω	C/M Ω
I 段母线		0	0	0
214		30	20	30
215		0	0	0
216		30	90	2 000
217		600	1 000	1 200
218		20	70	300
219		80	60	300
201		5	20	10
201-2		10	10	10

原因分析

结合事故现场状况和诊断性试验，判断212开关柜烧毁的直接原因为断路器灭弧室外绝缘护套绝缘失效导致放电，发展至相间烧蚀短路，直至灭弧室裸露、炸裂，柜体烧毁。

由于事故发生所在地区为工业重镇，周围空气中粉尘污染严重，变电设备运行环境恶劣，加之该变电站地势低洼，10 kV开关室内常年湿度较大，开关柜内驱潮设备损坏，因此事故的根本原因为10 kV开关室环境潮湿导致的设备绝缘被破坏。由于开关柜内固体绝缘材料表面长期附着凝露，温度降低时形成结晶水，当空气中粉尘溶解于结晶水后，绝缘材料表面局部产生电子的快速运动，使绝缘材料的表面绝

缘遭到破坏。随着绝缘材料不断分解和污化的累积，会在绝缘表面形成灰白色的粉末印痕，彻底破坏了绝缘性能。

此外，断路器手车的动静触头氧化后，在手车开关推入拉出时会有粉状氧化物摩擦落入触头盒内，当开关柜内湿度过大时，三相之间的爬电距离大大降低。同时氧化层加大了动静触头之间的接触电阻，易导致热故障发生，绝缘材料受热分解，绝缘性能进一步下降。尤其是夏季大负荷期间，空气中湿度过大，负荷电流增加，多种因素的叠加容易导致设备相间或对地短路故障时有发生。

改进措施

为防治开关柜因空气湿度较大而受潮导致其绝缘性能被破坏的问题，本文提出以下几种改进措施。

1) 严把绝缘材料选型关。改善绝缘件结构，增大爬电距离，提高抗污秽能力。柜内穿柜套管、触头盒等绝缘件应采用屏蔽技术，选用憎水性强、绝缘强度高的绝缘材料，提高设备绝缘性能。

2) 加强开关室及开关柜内除湿防潮能力。对运行环境恶劣的开关室加装工业除湿机，保持开关室内空气干燥。开关柜内安装带风扇型加热器，以保证有效祛除绝缘件、带电体表面凝露，并将潮气排出。

3) 完善电缆沟及孔洞封堵工艺。严格按照电气设备安装环境施工工艺，提高电缆沟防水能力，降低电缆沟湿度。加强开关柜内电缆进出口孔洞封堵工艺，防止潮气进入开关柜内。

4) 加强设备巡视和维护。加强设备巡视检查，对开关柜内损坏的加热除湿装置尽快更换，利用带电测试手段监视设备运行状况，发现异常和缺陷时应及时停电检修。

结束语

近年来，开关柜因长期受潮导致设备跳闸或烧毁的情况频繁发生。本文针对一起10 kV开关柜烧毁故障进行了分析，并从材料选型、运行维护等方面提出改进措施，对日后预防和处理类似事故具有积极意义。EA

(收稿日期：2020.04.08)

(编辑：朱金凤)