

[隔离开关]

一起10 kV隔离开关断裂事故分析及对策

文/国网福建省电力有限公司莆田供电公司 林俊超

通过一起10 kV隔离开关断裂事故分析,开展宏观检查与孔隙性试验,发现隔离开关的瓷绝缘子胚料在烧结过程中,由于工艺控制不佳,导致瓷绝缘子致密度不够,强度不足,在线路长期的运行过程中,隔离开关绝缘子内部萌生裂纹,从而发生断裂。针对该问题,提出了相应的预防对策。

2019年8月,某公司运检人员在例行巡检时发现,某10 kV高压线路上的隔离开关发生断裂,据调查,该批次隔离开关是在2017年8月所购。已知隔离开关绝缘子断裂情况通常分为两种:一种是在倒闸过程中断开刀开关后绝缘子直接断裂;另一种情况是在未操作的情况下绝缘子发生断裂。据不完全统计,该批次隔离开关在投运的两年内,就已发生多起断裂故障。

异常情况分类

10 kV隔离开关是一种安装于杆上的开关设备,其优点是分闸后,能够有一个明显断开点,但由于不具备灭弧能力,一般只能在无负荷电流下进行分、合电路,而重要线路地段通常与断路器并用,以保证检修人员和设备的安全。

通常,按故障类型分类,隔离开关的异常现象其原因大致有以下几点。

- 1) 由于开关拧紧部件发生松动,导致动口合得不严,造成运行中的刀开关接触部分出现过热现象。
- 2) 线路运行中,瓷绝缘子受外力破坏发生损伤。
- 3) 产品本身质量问题。
- 4) 使用年限久,隔离开关自然老化造成瓷绝缘

子损坏。

5) 在污秽严重地区(尤其是沿海或者重工业区)或是过电压情况下,瓷绝缘子位置容易发生闪络,导致瓷绝缘子炸裂,损坏刀开关设备。

送检隔离开关各项试验及结果

为分析隔离开关绝缘子断裂原因,对断裂后的4个隔离开关绝缘子进行试验与分析。试验日期为2019年8月20~28日。

1. 宏观检查

对送检隔离开关进行宏观形貌检查,隔离开关出厂编号及断裂位置见表1,断裂位置示意图如图1所示。

表1 隔离开关编号及断裂位置

序号	出厂编号	断裂位置
隔离开关1	050342	动触头侧水泥与瓷绝缘子结合处
隔离开关2	050296	静触头侧底部水泥与瓷绝缘子胶装处
隔离开关3	050168	静触头侧瓷瓶第三与第四伞群中间
隔离开关4	050099	静触头侧瓷瓶第二与第三伞群中间

由表1可得,本次送检的隔离开关共4个,通过出厂编号可知属于同一批次产品。此外,根据图1中的断裂位置分布可得瓷绝缘子的每一侧、每一伞裙都有发生断裂的可能。

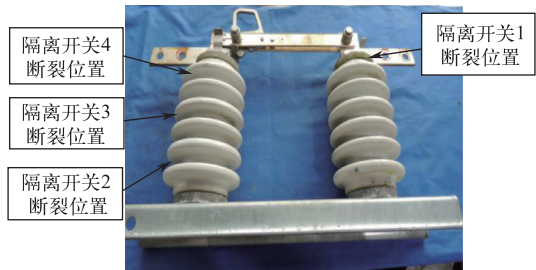


图1 隔离开关断裂位置示意图

图2为4个断裂隔离开关的断口形貌。4个隔离开关断裂位置不一致，有的在动触头侧，有的在静触头侧，有的在水泥与瓷绝缘子交界处，有的在瓷绝缘子中间。对隔离开关的断口进行观察，隔离开关1在水泥与瓷绝缘子结合处断裂，结合处比较平齐；隔离开关2断口齐平，胶装水泥有孔洞存在；隔离开关3断口比较光滑，能够识别出裂纹源，隔离开关断裂是由一侧向另一侧开裂；隔离开关4断口整体齐平，局部存在缺口，且无法识别出裂纹源。

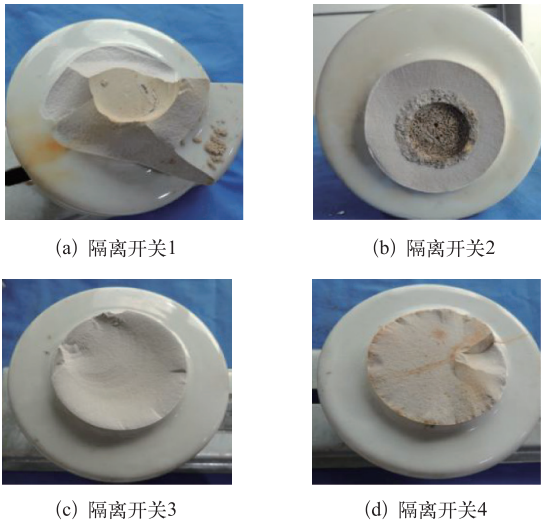


图2 隔离开关断口形貌

2. 孔隙性试验

对断裂的4个隔离开关分别制取两个样品进行孔隙性试验，试验结果见表2。

根据表2试验结果可得，对断裂的4个送检隔离开关开展孔隙性试验时，保持各项环境因素相同，取溶液浓度为1%，施加压力30 MPa，持续时间6 h，最终试验结果表明，4个样块断面形状都出现渗透现象，明显不符合规定值要求，属于不合格产品。

表2 断裂隔离开关孔隙性试验结果

隔离开关编号	样品编号	溶液浓度 (%)	施加压力/MPa	持续时间/h	压力×时间/MPa·h	样块断面形状
隔离开关1	11	1	30	6	180	渗透
	12	1	30	6	180	渗透
隔离开关2	21	1	30	6	180	渗透
	22	1	30	6	180	渗透
隔离开关3	31	1	30	6	180	渗透
	32	1	30	6	180	渗透
隔离开关4	41	1	30	6	180	渗透
	42	1	30	6	180	渗透
规定值		-	-	-	-	不应呈渗透现象

事故原因分析

通过对送检的4个隔离开关开展宏观检查与孔隙性试验，发现4个样品的孔隙性试验均不合格，样块断面形状都出现渗透现象，而合格的产品是不允许呈现渗透现象的。由此可以判断，该批次隔离开关的瓷绝缘子胚料在烧结过程中，由于工艺控制不佳，烧结温度或保温时间与胚料成分未达到最佳匹配，导致瓷绝缘子致密度不够，强度不足，瓷绝缘子内部产生不合格因素。当瓷绝缘子在长期的运行过程中，由于强度不够，瓷绝缘子内部逐渐萌生裂纹，最终发生断裂。

结论及对策

通过本次试验结果可得，某供电公司10 kV隔离开关断裂的原因是由于隔离开关瓷绝缘子在烧结过程中，由于存在其他因素干扰，瓷绝缘子未达到最佳烧结状态，导致瓷绝缘子致密度不够，强度不足，出现孔隙性试验不合格现象，从而导致隔离开关绝缘子在长期运行过程，内部裂纹不断积累，最终发生断裂。针对该问题，本文提出以下几点预防性措施：

- 1) 设备采购时，应加强管控，落实抽检环节。采取随机抽取方式，对产品进行各项电气及物理性试验，特别是瓷绝缘子的孔隙性试验，确保采购产品合格。
- 2) 供应商应严格控制瓷绝缘子的烧结工艺，保障每批次瓷绝缘子都能达到最佳烧结状态。
- 3) 运维单位应加强隔离开关投运前的质量监督工作，保证隔离开关各项参数符合要求。EA

(收稿日期：2021.03.06)