

一起隔离开关瓷瓶缺陷案例分析

罗 飞

(德阳电业局,四川 德阳 618000)

摘 要:通过红外测温发现隔离开关瓷瓶可能存在重大隐患,经过试验、分析找到导致缺陷的原因,并对试验中的异常现象给出了解释。

关键词:红外热像图谱;绝缘电阻;测温

Abstract: The possible hidden defects in porcelain insulator of disconnected switch can be detected by infrared temperature measurement. Through the test, the reasons caused the defects are found and analyzed, and the explanation of abnormal phenomena in the test is given.

Key words: infrared thermal image; insulation resistance; temperature measurement

中图分类号:TM855 文献标志码:B 文章编号:1003-6954(2011)05-0074-03

0 前 言

2010年10月8日在德阳电业局鄢家站的一次专业巡查中通过红外测温发现35kV斑鄢线避雷器隔离开关5198号C相瓷瓶存在温度异常的情况,温度较高的部位已达31.6℃(见图1),隔离开关瓷瓶而正常部位的温度为26.1℃,温差达5.3℃。经过反复测试和分析确定隔离开关存在危急缺陷,立即将该只隔离开关退出运行,并更换了新隔离开关。

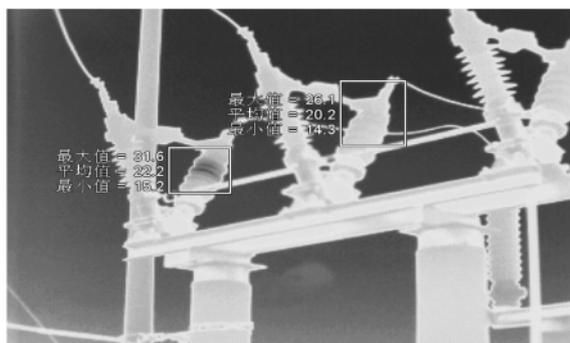


图1 缺陷隔离开关红外热像图

1 试验结果及分析

1.1 绝缘试验

从红外热像图谱中可以看出,隔离开关瓷瓶最上面的两片瓷裙存在温度异常的情况,可能是由于表面脏污引起,也有可能是内部缺陷所致^[1]。

1.1.1 绝缘电阻测试

为了找到缺陷原因,首先对瓷瓶进行了绝缘电阻测试。在试验前先对瓷瓶进行常规检查,发现瓷瓶表面脏污,但未见裂纹或其他异常情况。采用数字兆欧表对其进行绝缘测试,试验接线见图2。

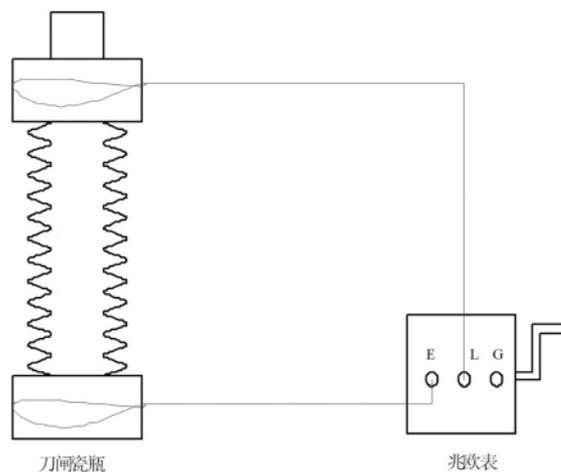


图2 绝缘电阻测试

表1 绝缘测试结果

试验分类	缺陷瓷瓶绝缘电阻 /MΩ	正常瓷瓶绝缘电阻 /GΩ
瓷瓶清洁前	58.6	106
瓷瓶清洁后	51.3	

1.1.2 耐压试验

对清洁后的瓷瓶进行耐压试验(见表2、表3),同时用红外热像仪观察温度变化情况,耐压时红外热像图见图3。

表2 耐压试验结果

试验瓷瓶	试验电压	耐压装置二次电流、电压情况
正常瓷瓶耐压	72 kV/1 min 通过	电流几乎为零,电压稳定。
发热瓷瓶耐压	72 kV/1 min 未通过	电流在 0 ~ 12 A 剧烈波动,电压不稳定,放电声音较大。

表3 第一次耐压前后绝缘测试结果

试验分类	缺陷瓷瓶绝缘电阻 /MΩ
耐压前	43
耐压后	52

一天后对瓷瓶再次耐压,试验数据见表4。

表4 第二次耐压前后绝缘测试结果

试验分类	缺陷瓷瓶绝缘电阻 /MΩ
耐压前	1.5
耐压后	51

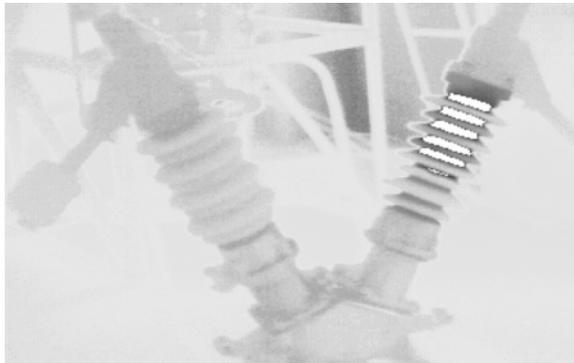


图3 耐压时红外热像图

第二次耐压前,绝缘电阻极低,但经过耐压后绝缘电阻又恢复到第一次耐压时的水平。

1.1.3 绝缘电阻分解测试

从耐压试验时的红外热像图可以看出,瓷裙温度较低,越靠近瓷瓶内部,温度越高,说明缺陷很有可能在瓷瓶内部。因此有必要对瓷瓶绝缘进行分解测试,根据实际情况,设计了图4所示的测试方法,以确定缺陷的具体部位。

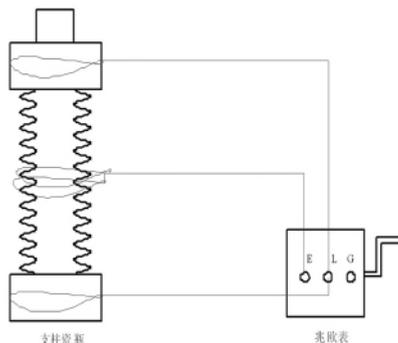


图4 绝缘电阻分解测试

通过图4所示的方式测得的绝缘电阻高达 103 GΩ。

1.2 试验数据分析

从常规绝缘电阻测试发现绝缘很低,可能存在贯穿性的低阻通道。通过对瓷瓶表面进行清洁、处理,绝缘电阻仍然很低,但也不能就此排除表面的原因。耐压试验时,二次电流、电压波动很大,说明了瓷瓶存在间歇性放电现象。

瓷瓶绝缘电阻分解测试时可以认为内部电阻和外部电阻并联的模型,如图5。

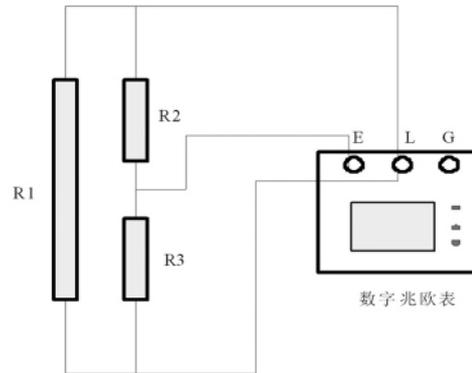


图5 绝缘电阻分解测试原理图

R1 为内部电阻,R2、R3 为表面电阻,从图5可以看出,R1 被短接旁路,测试结果仅为 R2、R3 的并联电阻。从试验数据可以看出表面绝缘电阻高达 103 GΩ,说明了表面绝缘正常,因此,通过排除法,确定缺陷应该在瓷瓶内部,并且是贯穿性的低阻通道。从耐压时的红外热像图也间接证实了缺陷来自瓷瓶内部。

1.3 分析结果验证

为了验证试验分析,采用切割机对瓷瓶进行纵向剖切,其剖切断面如图6。



图6 瓷瓶纵向剖切图(温度异常区域)

从剖切图可以看到在瓷瓶中心确实存在多条裂纹,越靠近瓷瓶温度异常区域,裂纹越多。这和试验分析结果是一致的。

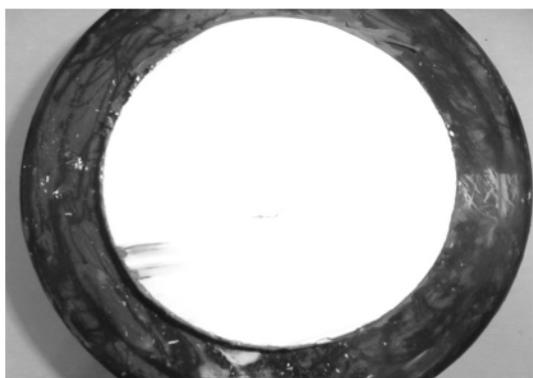


图7 瓷瓶横向剖切图(瓷瓶底部区域)

1.4 试验结果分析

在试验时存在两种现象,一是耐压时,随着电压的升高,发热区域从瓷瓶顶部由上到下,从内而外,逐渐扩散,且耐压装置的二次电流、电压剧烈变化。二是耐压后,瓷瓶绝缘电阻极低,只有 $1.5\text{ M}\Omega$,但过一段时间后绝缘又恢复到耐压前。

为了解释这两种异常现象,先建立缺陷瓷瓶的等效电路模型,如图7, C_i 为瓷裙间的分布电容, R_i 为瓷瓶电阻, G_i 为存在裂纹的地方的等效气隙。

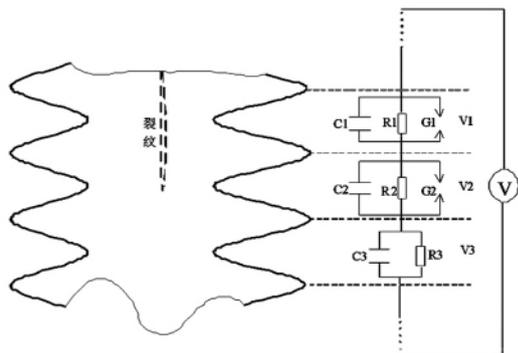


图7 瓷瓶横向剖切图(瓷瓶底部区域)

耐压时瓷瓶内部气隙在高压下击穿放电,放电导致试验电压降低,放电终止,瓷瓶内部气隙绝缘得以恢复,试验电压回升,当试验电压回升到放电电压值时,气隙又被击穿,又开始新一轮放电。因此,耐压设备二次电流、电压也相应地剧烈波动。放电导致瓷瓶内部温度升高,尤其是在瓷瓶顶部气隙越多的地方,放电越强烈温度越高,当试验电压升高时放电向瓷瓶下部气隙较小的区域扩散。相应地,从红外图谱上也反映出发热区域从瓷瓶顶部由上到下,从内而外,逐渐扩散。

从绝缘电阻的变化可以看出瓷瓶内部裂纹和外部环境存在联通通道,第一次耐压后,联通通道变得更大,使外部潮气进入瓷瓶内部,在第二次耐压时,瓷瓶温度升高,将瓷瓶干燥,排出潮气,绝缘又恢复到第一次耐压时状况。

2 结 语

通过这次缺陷处理及分析,说明了红外测温对设备隐患排查具有重要意义,利用红外测温及图谱分析的手段可以发现设备存在的绝缘缺陷。

参考文献

[1] 李建明,朱康. 高压电气设备试验方法[M]. 北京: 中国电力出版社, 2001.

作者简介:

罗 飞(1979),男,硕士研究生,从事变电检修及高压试验工作。

(收稿日期:2011-07-15)

(上接第73页)

合闸的配合问题进行了分析,指出了该断路器不能正确重合闸的原因并提出了解决方案,能较有效地避免同塔双回输电线自适应重合闸误动作对电网造成的危害。

参考文献

[1] Rakosh Das Begamudre. 超高压交流输电工程[M]. 北京: 机械工业出版社, 2009.
[2] 杜水平,吴俊芳,赵敏,等. SF₆ 弹簧操作机构断路器与重合闸配合问题的浅析[J]. 电力系统保护与控制, 2009, 37(19): 122-123.

[3] 张赞,张斌,吴祖升. 浅析110 kV线路保护与SF₆断路器配合时的重合闸问题[J]. 继电器, 2007, 35(20): 77-78.
[4] RCS-921C型断路器失灵保护及自动重合闸装置技术说明书.
[5] RCS-931E型超高压线路成套保护装置技术说明书.

作者简介:

郭又华(1979),男,硕士,工程师,从事继电保护、电测仪表工作;

赵 俊(1984),男,硕士,助理工程师,从事继电保护工作;

朱 雨(1978),女,学士,工程师,从事继电保护工作。

(收稿日期:2011-06-01)