

# 一起 252 kV GIS 断路器异常发热缺陷分析

邱 炜,刘军军,马锡良,徐清鹏,周 波,罗 杨  
(国网四川省电力公司成都供电公司,四川 成都 610041)

**摘要:**针对一起 220 kV GIS 设备断路器壳体发热缺陷进行了详细分析,利用红外热像图谱、X 射线诊断技术、回路电阻测试等试验手段判断了缺陷性质,结合设备结构特点,进行分段测试后准确定位出缺陷位置并分析了故障原因,并通过解体检测验证了诊断结论,为 GIS 断路器类似故障诊断分析提供了科学依据,并对 GIS 断路器的运行维护提出了建议。

**关键词:**GIS 断路器;发热缺陷;回路电阻

**中图分类号:**TM561 **文献标志码:**B **文章编号:**1003-6954(2021)02-0070-03

**DOI:**10.16527/j.issn.1003-6954.20210215

## Analysis of Abnormal Heating Defect of 252 kV GIS Circuit - breaker

Qiu Wei, Liu Junjun, Ma Xiliang, Xu Qingpeng, Zhou Bo, Luo Yang  
(State Grid Chengdu Electric Power Supply Company, Chengdu 610041, Sichuan, China)

**Abstract:** A heating defect of 220 kV GIS circuit - breaker is analyzed in detail. The nature of defects is judged by infrared thermography, X - ray diagnosis technology, loop resistance test and other test methods. Combined with the structural characteristics of the equipment, the defect is accurately located and the heating reason is analyzed. The diagnosis conclusion is verified by disassembly detection, which provides a scientific basis for similar fault diagnosis and analysis, and puts forward some suggestions for operation and maintenance of GIS.

**Key words:** GIS circuit - breaker; heating defect; loop resistance

## 0 引 言

气体绝缘组合电器(gas insulated switchgear, GIS)将断路器、隔离开关、接地开关、母线、CT等部件密封在金属腔体内,具有占地空间小、运行可靠性高、维护量小等优点,在电力系统得到了广泛的应用<sup>[1-3]</sup>。近年来,GIS设备发热故障屡见不鲜,已造成多起设备停运事故。因此,加强GIS设备发热缺陷故障的检测与分析具有重要意义<sup>[4-9]</sup>。

下面介绍一起 252 kV GIS 断路器罐体异常发热缺陷,分析了该处缺陷的主要原因,提出了诊断GIS断路器异常发热缺陷的方法措施,并给出设备运行维护建议。

## 1 故障概况

2020年4月11日16时11分,某220 kV变电站运行人员发现220 kV 263断路器A相GIS壳体异常发热,热点温度达40℃,B、C相及环境温度为22℃,红外图谱见图1。

该设备型号为ZF11-252(L),为三相分体设备,由新东北电气集团高压开关有限公司生产,于2013年12月投运。

发生缺陷时,该变电站运行方式为220 kV分列运行,263、265、201断路器运行于I母,266、264、202断路器运行于II母。

历史操作信息:263断路器近5年共动作12次,最近一次操作为2019年4月25日合闸。

历史缺陷信息:2019年11月10日,263断路器

本体 A 相温度较其他两相略微偏高(2 ℃),检修人员于 2019 年 11 月 12 日开展超声波、特高频测试,均未发现异常,三相气压表正常。

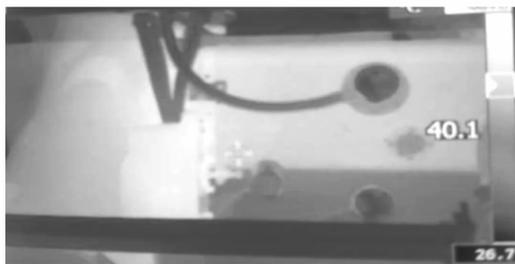


图 1 263 断路器 A 相红外图谱

## 2 试验诊断

在接到缺陷信息后,检修人员开展了现场检查,发现该断路器 A、B、C 三相气室气压不平衡,A 相气压为 0.65 MPa,B、C 相气压为 0.63 MPa,测量数据见表 1。负荷电流三相平衡无异常。

19:10,对该断路器开展了精确红外测温,发现 A 相壳体最高温度升至 50 ℃,气压上升至 0.69 MPa,而此时负荷与当日下午并无明显变化。263 断路器气室 GIS 外壳(热点)温度测量数据见表 2。

表 1 263 断路器气室气压测量数据 单位:MPa

检测时间	A 相	B 相	C 相
17:10	0.65	0.63	0.63
19:10	0.69	0.63	0.63

表 2 263 断路器气室 GIS 外壳(热点)温度 单位:℃

检测时间	A 相	B 相	C 相	热点温差
16:11	40	22	22	18
19:10	50	23	23	27

由于该缺陷属于红外发热缺陷,且红外图谱在 GIS 罐体上有明显温度梯度,具有局部热点特征,故判断为内部连接出现异常导致了发热情况。

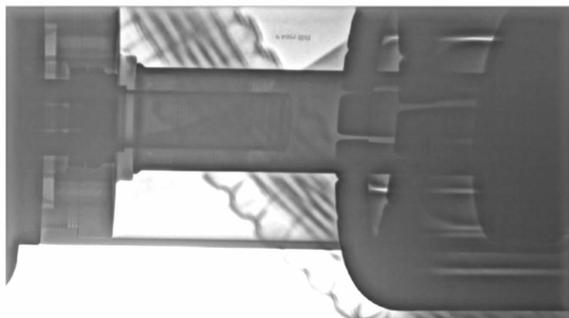
考虑到设备内部缺陷有明显的发展趋势,当日 21:00 对设备进行了紧急停电,并开展了停电诊断工作。

### 2.1 X 射线诊断

对 263 断路器开展了 X 射线成像检测,检测图谱如图 2 所示,未发现 A 相动静触头接触处明显合闸不到位情况,动静触头螺栓及紧固件无明显松动。A、C 相对比无明显异常。初步判定动静触头无合闸不到位现象,无明显螺栓松动。



(a) 263 断路器 A 相触头接触情况



(b) 263 断路器 C 相触头接触情况

图 2 263 断路器动静触头 X 射线检测图谱

### 2.2 气体检测

对 263 断路器 A 相相关气室进行 SF<sub>6</sub> 分解产物检测,检测数据见表 3,各项指标符合规程要求,未发现异常。

### 2.3 回路电阻测试

从 26330、26340 接地开关处测量 263 断路器回路电阻,测量回路如图 3、图 4 所示,数据结果见表 4,可以看出 A 相回路电阻远远大于 B、C 两相,数据异常。

表 3 263 断路器气室气体检测结果

项目	A 相气室	B 相气室	C 相气室
压力/MPa	0.69	0.63	0.63
SO <sub>2</sub> /SOF <sub>2</sub> /( μL · L <sup>-1</sup> )	0	0	0
H <sub>2</sub> S/( μL · L <sup>-1</sup> )	0	0	0
CO/( μL · L <sup>-1</sup> )	48	36.2	37.5
HF/( μL · L <sup>-1</sup> )	0	0	0
水分(20 ℃)/( μL · L <sup>-1</sup> )	56.2	28.5	19.6
纯度/%	99.9	99.9	99.9
结论	合格	合格	合格

表 4 263 GIS 断路器部分回路电阻测试结果

相别	回路电阻/μΩ	结论
A 相	5400	异常
B 相	55	合格
C 相	58	合格

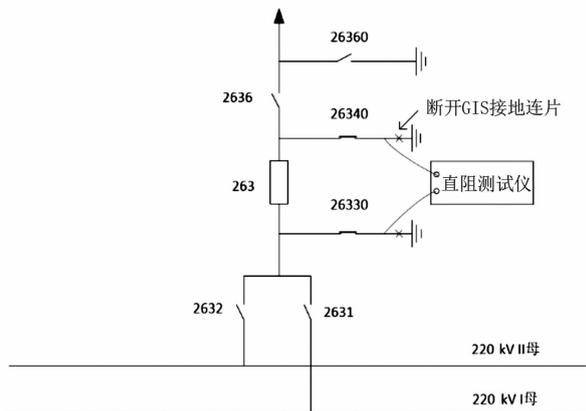


图 3 263 GIS 断路器部分回路电阻测试

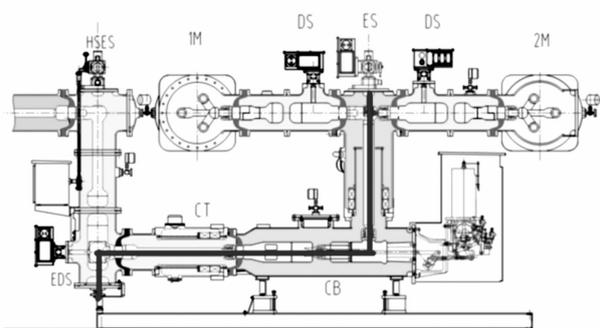


图 4 263 GIS 断路器部分回路结构

## 2.4 缺陷定位

在回路电阻测出异常后,由于所测回路电阻为 26330 接地开关到 26340 接地开关之间部分,所含元器件较多。为进一步减小测试范围,精确定位缺陷位置,在回收气体后,打开断路器动静触头处手孔,脱开拐臂锁销后,将断路器处于半分半合状态(见图 5),分段测量回路电阻。

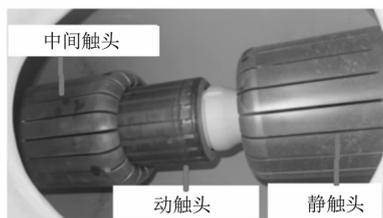


图 5 手孔打开位置结构

分段测试数据见表 5,可以确定接触不良部位为中间触头与 T 型导体之间,设备内部位置如图 6 所示。

表 5 263 GIS 断路器部分回路电阻分段测试结果

分段位置	回路电阻/ $\mu\Omega$	结果
中间触头—26330 接地开关	4600	异常
T 型侧导体—26330 接地开关	55	正常
中间触头—T 型侧导体	4400	异常
静触头—26340 接地开关	56	正常

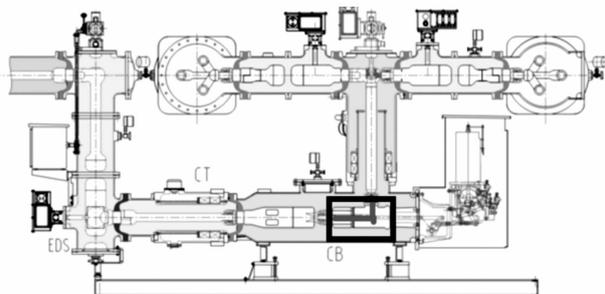


图 6 263 GIS A 相断路器接触不良部分

## 2.5 开罐解体检查

故障断路器为三相分箱式,解体发现 A 相气室内部遗留大量粉尘。中间触头与 T 型导体交界处有严重烧蚀痕迹,且在缝隙中有凹凸不平黑色金属物,如图 7 所示。从颜色来看,A 相中间触头相较 B、C 相颜色暗淡,且 T 型导体与中间触头交界处颜色最为暗淡。从烧损程度来看,T 型导体与中间触头交界处最为严重,缝隙内有黑色金属物,有凹凸不平缺口。灰色粉末堆积形状与气体回流口位置相对应,如图 8 所示。

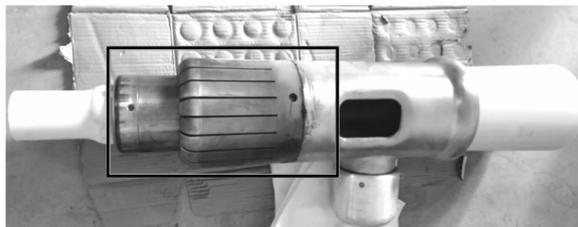


图 7 263 断路器 A 相解体

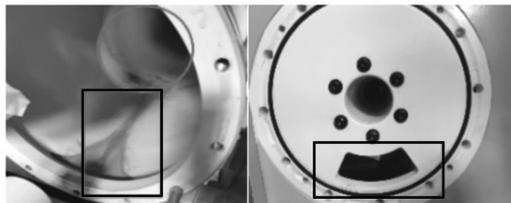


图 8 263 断路器 A 相罐体内粉尘及气体回流口

对 T 型导体与中间触头交界处缝隙宽度进行了测量,发现 A 相较大,数值达 1.1 mm, B、C 相为 0.2 mm, A 相连接处存在松动、紧固不到位的情况。

## 3 故障原因分析

GIS 断路器内部发热缺陷,是一个逐渐劣化的过程。该缺陷设备近 1 年内无分合操作,室内 GIS 并未遭受恶劣环境影响,同时该设备并未遭受过电压且所有保护装置及系统无异常。由此判断,本次故障的原因属产品或装配质量问题。

(下转第 88 页)