1 000 kV特高压南阳站超声波局部放电检测异常分析

通过超声波局部放电检测，发现一起HGIS设备超声波信号异常，通过对检测信号不同模式下信号图谱的分析，得出该信号是由外部振动引起，并通过特高频局部放电检测和振动测试仪测试进行验证。检测结果为运维人员正确了解设备状况提供了重要的依据，避免了因对缺陷的误判而进行停电检修，不仅节约了工作量，避免了停电事件，也减小了对设备的人为干扰，保证了设备的安全运行。

罗光辉[1] 赵胜男[1] 罗晓晨[2] 董超群[1] 黄银龙[1]/1.国网河南省电力公司检修公司 2.郑州祥和集团有限公司

罗光辉/高级工程师

关键词/Keywords
特高压南阳站·
HGIS·
超声波局部放电检测·

0 引言

1 000 kV特高压南阳站是我国目前电压等级最高的变电站，也是我国第一条特高压交流示范工程的中间变电站，其安全运行对于实现华北电网和华中电网的水火调剂、优势互补具有重要的意义。由于GIS/HGIS具有占地空间小、运行可靠性高、检修周期长、不受外界环境干扰及运输安装方便等优点，正被各级电网所采用。在特高压南阳站中，其1 000 kV部分为HGIS设备。

由于GIS/HGIS设备为全封闭式，外部直观可获取的信息有限，当其内部发生局部放电时，如果不能及时发现，将会造成绝缘的劣化，影响绝缘的寿命，严重时将会发生击穿事故，严重危害电力系统的安全稳定运行。目前，对GIS/HGIS设备内部的局部放电检测，主要有超声波局部放电检测法和特高频局部放电检测法。由于超声波检测法操作简单便捷，对于GIS/HGIS设备内部常见的自有颗粒、振动和悬浮电位等内部缺陷具有较高的灵敏度，因此在电力系统中得到推广使用。

1 缺陷发现

2016年3月10日，国网河南省电力公司检修公司检测人员在对1 000 kV T032间隔进行超声波局部放电检测时，在T0322 B相刀开关气室至出线套管之间Ⅱ母气室发现超声波异常信号，该处数值严重超出空气背景信号。数据记录如表1所示。

表1 原始数据记录

（单位：mV）

项目	有效值	峰值	50 Hz相关值	100 Hz相关值
空气背景	0.3	1	0	0
B相Ⅱ母气室	3.5	14	0.01	0.22

由表1可以看出，B相Ⅱ母气室超声波信号严重超标。

为探寻异常信号分布范围及来源，进一步对B相Ⅱ母气室进行超声波局部放电检测，检测点位置分布及编号如图1所示，检测结果如表2所示。

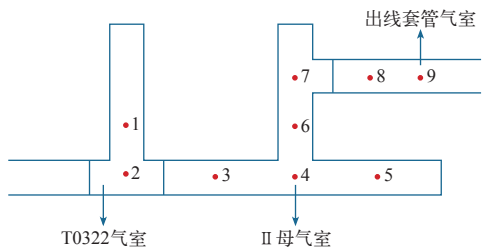


图1 超声波局部放电检测点分布示意图

由表2可以看出，Ⅱ母气室测量的有效值与峰值均比较大，且过了绝缘盆之后，出线套管气室与T022气室的测点的

表2　连续测量模式下超声波局部放电检测结果

（单位：mV）

检测点	测量部位（B相）	测量值			
	气室	有效值	峰值	50 Hz相关值	100 Hz相关值
空气背景		0.3	0.9	0	0
金属构架		0.4	1.0	0	0
1	T0322	0.5	2.6	0	0.045
2		0.5	2.3	0	0.03
3	Ⅱ母气室	3.5	14	0.01	0.22
4		3.6	13	0.015	0.3
5		3.6	14	0.015	0.26
6		3.5	14	0.01	0.25
7		3.1	13	0.01	0.25
8	出线套管	0.5	2.5	0	0
9		0.5	2.4	0	0

值明显降低。与A相、C相进行对比，其检测数据分别如表3和表4所示。

表3　A相检测结果

（单位：mV）

检测点	测量部位（A相）	测量值			
	气室	有效值	峰值	50 Hz相关值	100 Hz相关值
空气背景		0.3	0.9	0	0
金属构架		0.4	1.0	0	0
1	T0322	0.3	1	0	0
2		0.3	1	0	0
3	Ⅱ母气室	0.3	1	0	0
4		0.3	1	0	0
5		0.3	1	0	0
6		0.3	1	0	0
7		0.3	1	0	0
8	出线套管	0.3	1	0	0
9		0.3	1	0	0

通过表3与表4的横向对比，说明了Ⅱ母气室B相的超声波信号存在异常，测值偏大。

2　故障分析

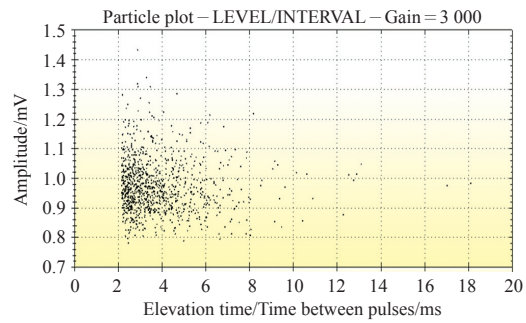
Ⅱ母气室B相的超声局部放电测试空气背景图谱如图3所示，测点3 B相超声波局部放电检测图谱如图4所示，由于测点4、5、6和7的检测图谱与测点3的相似，故以测点3作为示例。

结合图3和图4可以看出，测点3 B相图谱的相

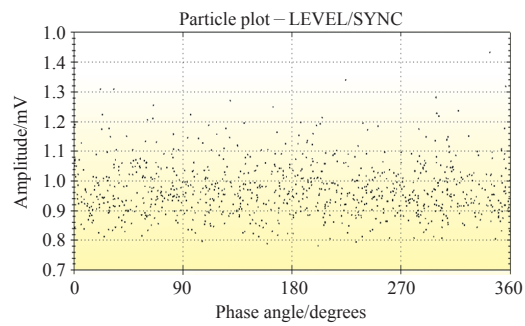
表4　C相检测结果

（单位：mV）

检测点	测量部位（C相）	测量值			
	气室	有效值	峰值	50 Hz相关值	100 Hz相关值
空气背景		0.3	0.9	0	0
金属构架		0.4	1.0	0	0
1	T0322	0.3	1	0	0
2		0.3	1	0	0
3	Ⅱ母气室	0.3	1	0	0
4		0.3	1	0	0
5		0.3	1	0	0
6		0.3	1	0	0
7		0.3	1	0	0
8	出线套管	0.3	1	0	0
9		0.3	1	0	0



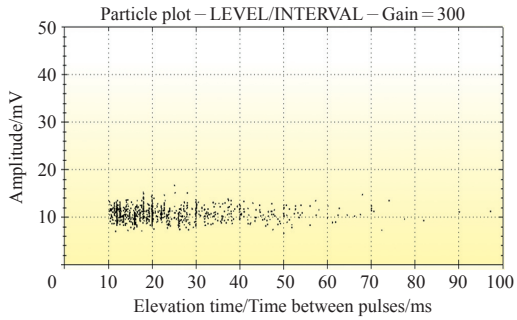
（a）飞行模式



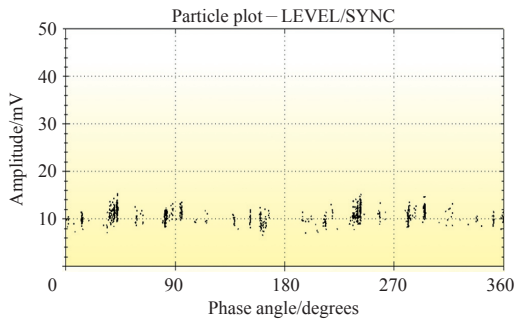
（b）相位模式

图3　空气背景图谱

位模式下，具有典型的振动信号图谱。多条竖线垂直排列，且关于180°相位左右对称。但测点3 B相图谱的飞行模式下，不存在自由颗粒放电、悬浮放电等局部放电的图谱特征，故认定为该信号是由振动引起的，排除了内部存在局部放电的可能性。

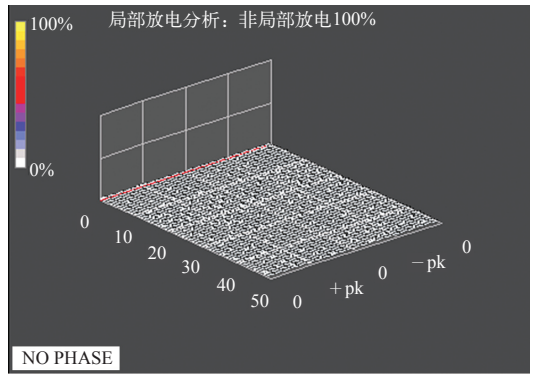


（a）飞行模式

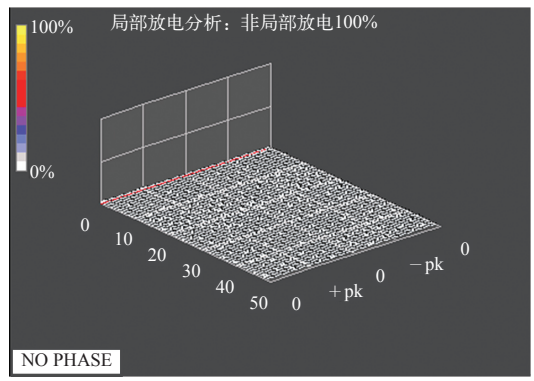


（b）相位模式

图4　测点3 B相图谱



（b）B相图谱



（c）C相图谱

图5　T0322与Ⅱ母气室之间绝缘盆特高频局部放电检测PRPS图

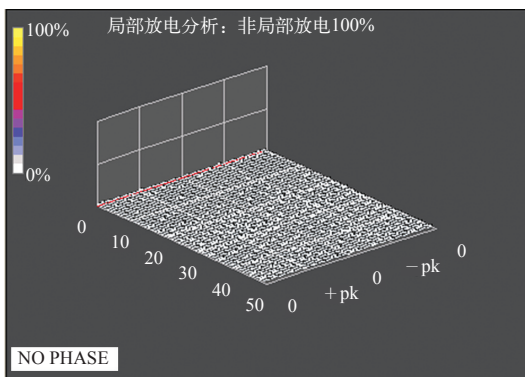
3　结论验证

为了对所作出的结论进行验证，采用了两种方法。通过特高频局部放电检测，验证其内部没有发生局部放电，通过振动仪检测，验证Ⅱ母B相气室存在振动信号。具体验证如下。

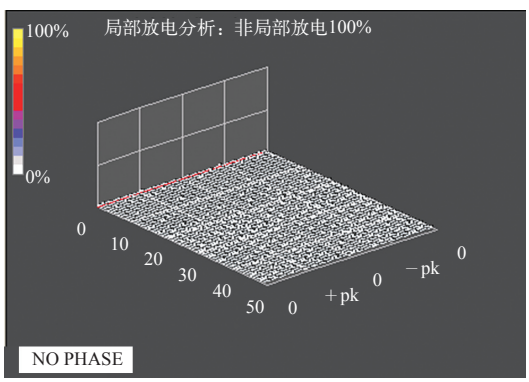
3.1　特高频局部放电检测验证

对Ⅱ母气室两侧进行特高频局部放电检测，检测结果分别如图5和图6所示。

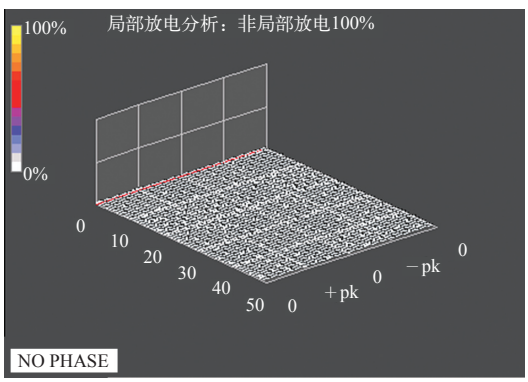
由图5和图6可以看出，Ⅱ母B相气室未发现局



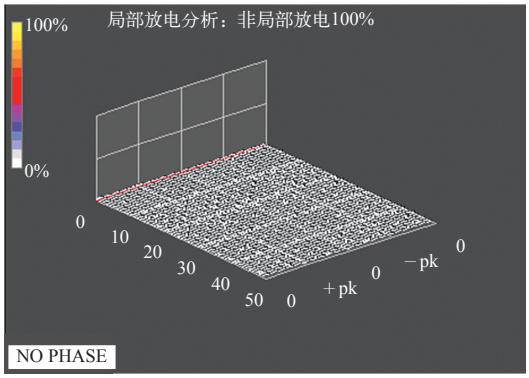
（a）A相图谱



（a）A相图谱



（b）B相图谱



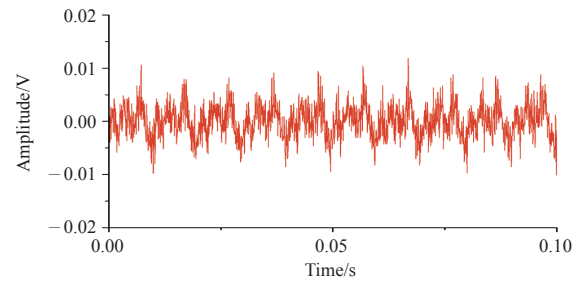
（c）C相图谱

图6　Ⅱ母气室与出线套管间绝缘盆特高频局部放电检测PRPS图

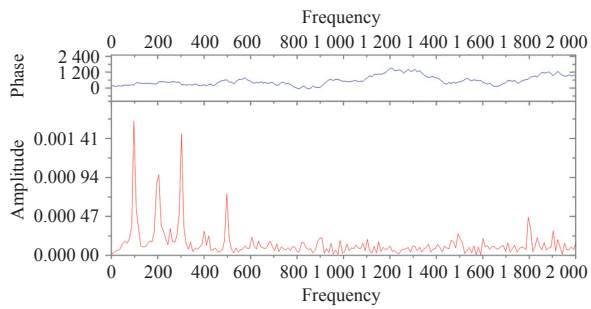
部放电信号，验证了超声波局部放电检测的结果。

3.2　振动测试仪验证

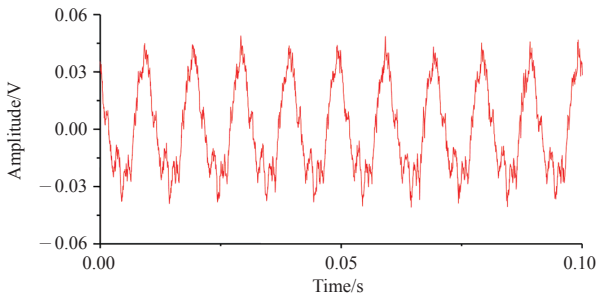
使用西安交通大学研发的振动测试仪检测其振动情况，测得图谱如图7所示。



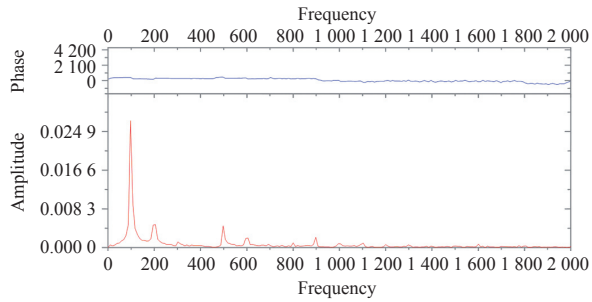
（a）Ⅱ母气室基座图谱



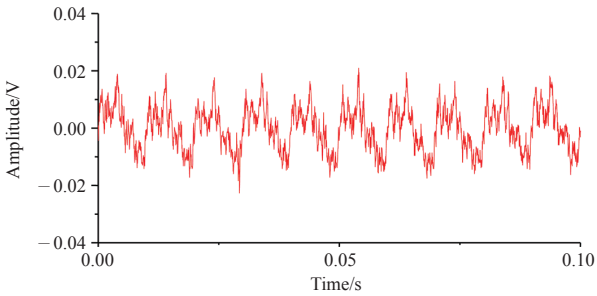
（b）Ⅱ母气室基座频率成分图



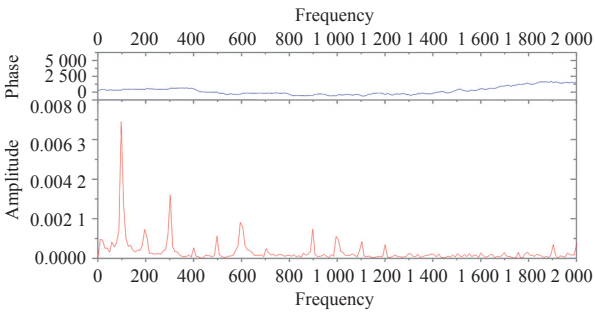
（c）Ⅱ母气室本体图谱



（d）Ⅱ母气室本体频率成分图



（e）T0322气室本体图谱



（f）T0322气室本体频率成分图

图7　振动测试仪检测图谱

比较波形发现Ⅱ母气室本体的振动明显强于基座和T0322气室，在频域中频率除了为100 Hz，还有很多杂波，特别是200 Hz、300 Hz和500 Hz的幅值比较高，因此怀疑Ⅱ母气室有异常振动，与超声波结果一致。

4　结束语

通过超声波局部放电检测，发现特高压南阳站T032间隔B相Ⅱ母气室超声波信号异常，通过超声波图谱分析，确定为机械振动信号，排除了内部存在局部放电的可能性。并通过特高频局部放电检测和振动测试仪检测进行验证，证明了作出

(下转第79页)

[6] 王国利，陆国庆，李锐海，等．特高压工程技术(昆明)国家工程实验室的建设 [J]．高电压技术，2009，35 (7)：1553-1558．
[7] 徐涛，霍锋，万启发，等．1 000 kV交流紧凑型输电线路相间空气间隙放电特性 [J]．高电压技术，2011，37 (8)：1850-1856．
[8] 万启发，陈勇，孟刚，等．特高压交流变电设备相间操作冲击的放电特性 [J]．高电压技术，2007，33 (11)：20-22．
[9] 陈勇，刘云鹏，孟刚，等．750 kV输电线路相间操作冲击放电特性的研究． [J]．高电压技术，2007，33 (7)：40-43．
[10] 李云阁．ATP-EMTP及其在电力系统中的应用 [M]．北京：中国电力出版社，2016．
[11] 沈其工，方瑜，周泽存，等．高电压技术 [M]．4版．北京：中国电力出版社，2012．
[12] 万启发，陈勇，谷莉莉，等．特高压交流输电工程导线截面及分裂形式的研究 [J]．高电压技术，2008，34 (3)：432-437．
[13] GB/T 16927.1—2010 高电压试验技术，第1部分：一般定义及试验要求 [S]．北京：中国标准出版社，2011．
[14] IEC 60060-1：2010 High voltage test techniques－part1：general definitions and test requirements [S]．2010．
[15] 谢梁，叶奇明，罗晓庆，等．特高压交流串补装置相间操作冲击放电特性 [J]．高电压技术，2016，42 (2)：551-556．
[16] 霍锋，万启发，谷定燮，等．1 000 kV与500 kV交流线路同塔架设相间放电特性及绝缘配合 [J]．中国电机工程学报，2012，12 (32)：142-150．
[17] 西北电力设计院．交流特高压试验示范工程晋东南—南阳—荆门1 000 kV输电线路初步设计 (第六卷第五册) [S]．北京：中国电力工程顾问集团，2006．
[18] GB/Z 24842—2009 1 000 kV特高压交流输变电工程过电压和绝缘配合 [S]．北京：中国标准出版社，2009．

（收稿日期：2017－09－06）EA

(上接第73页)

结论的正确性，为运维人员正确了解设备的运行状况提供了依据。

参考文献

[1] 陈天翔，王寅仲，温定筠，等．电气试验 [M]．北京：中国电力出版社，2016．
[2] 彭江，程序，刘明，等．电网设备带电检测技术 [M]．北京：中国电力出版社，2014．
[3] 吴静文，张龙伟，曹保江，等．特高压交流同塔双回输电线路电磁耦合分量的计算分析 [J]．中国电力，2014，47 (6)：1-5．
[4] 相中华，李丽．带电检测技术在SF_6全封闭组合电器故障检测中的一例典型应用 [J]．装备制造技术，2014 (12)：137-138．
[5] 陈明辉．带电检测技术在电网设备中的实践探究 [J]．信息通信，2014 (12)：266-267．

（收稿日期：2017－08－18）EA