

气体绝缘出线的主变压器预试方法探究

张 萌

北京京能未来燃气热电有限公司 北京 102209

摘要: 以未来热电燃机主变为例结合气体绝缘出线变压器的结构特点,探讨了该类变压器在不拆除变压器套管与气体绝缘出线连接导体情况下,利用接地刀闸开展变压器高压侧的预防性试验。对变压器高压侧进行了直流电阻、绝缘电阻、短路阻抗、介质损耗及绕组变形等试验并提出了相应的预试方案,通过试验数据结果能反映变压器的健康状态。

关键词: 气体绝缘出线; 主变压器; 预防性试验

北京京能未来燃气热电有限公司燃机主变由特变电工沈阳变压器厂制造,燃机主变压器选用油循环风冷双绕组变压器,变比为 $242 \pm 2 \times 2.5\%/18$ 。燃机发电机出口主变压器低压侧与发电机出口及同机组的高厂变高压侧相连接,主变压器高压侧与220kV GIS配电装置采用气体绝缘出线相连接,如图1所示。220kV GIS配电装置由特变电工上海中发开关厂制造,共8个间隔,接线采用双母线接线。本文将已燃机主变为例,对气体绝缘出线的主变压器预试方法进行探究。

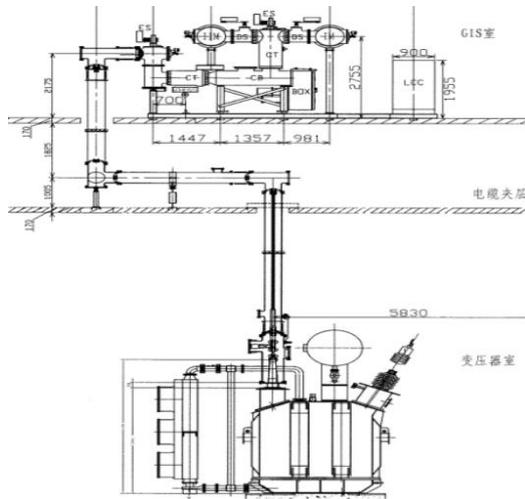


图1 气体绝缘出线图

1 变压器预防性试验的重要性

变压器预防性试验是不可或缺的重要手段和控制措施,对变压器故障与诊断具有较强的针对性、专属性以及科学的预判性,通过试验可以发现变压器的隐患、预防发生事故或设备损坏,确保变压器能够按期可靠的运行,有效控制运行期间出现的变压器故障导致的停电事故。按《电力设备预防性试验规程》油浸式电力变压器

中要求,220KV变压器要求进行绕组直流电阻,绕组绝缘电阻、吸收比,介质损耗因数,短路阻抗,绕组变形及高压套管的介质损耗因数及电容量等试验。

2 气体绝缘出线变压器的特点及存在的问题

变压器与220kV GIS配电装置的连接通常采用架空方式,随着土地资源节约要求,对于220kV GIS配电装置设备大规模推广应用,采用气体绝缘出线连接方式也越来越广泛。通常220kV GIS配电装置设备套管与变压器套管采用架空连接方式,在预防性试验时,拆除变压器与架空导线的连接,使220kV GIS配电装置设备与变压器之间有明显断开点,设备的各类检修、试验比较方便简单。而气体绝缘出线连接方式的变压器采用油-气套管,通过气体绝缘管母与220kV GIS配电装置设备连接,无裸露的导体和引线,因此无明显的断开点,使设备的各类检修、试验变得复杂,造成诸多不便。试验前准备工作的步骤和程序比较复杂:1、需将变压器套管与气体绝缘出线相连的气室的SF6气体回收;2、拆除变压器套管与气体绝缘出线的导体连接;而试验完成后同样需经历上述步骤将变压器套管与气体绝缘出线之间导体连接恢复。整个过程不仅费工费时,而且还需多个专业工种和机械设备协同完成,大大提高了组织、协调和管理工作的难度。因此设计一种既能省时省力又能大大降低工作难度的适用于变压器与220kV GIS配电装置采用气体绝缘出线连接方式的变压器预防性试验显得非常必要。

3 气体绝缘出线变压器的预防性试验

图2为未来热电燃机主变一次线示意图。燃机主变高压侧为星形接线,采用经隔离开关加放电间隙的接地方式有效接地。高压侧只有中性点套管及接地装置为敞开式,低压侧采用常规软连接形式与离相封闭母线相连接。220kV GIS配电装置2202间隔隔离开关、断路器、接地刀闸均处靠SF6气体绝缘,见图2。

断开2202断路器、2202-4、2202-5隔离开关,合上

作者简介: 1987年12月,男,工程师,从事电气设备一次检修工作,联系方式:15001301562。

2202-27接地刀闸, 拆开主变低压侧软连接, 断开主变中性点接地刀闸27-0, 实现燃机主变与系统隔离。

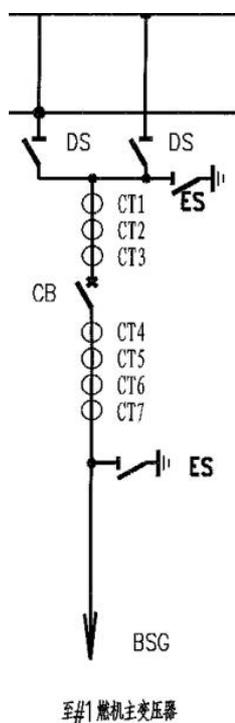


图2 燃机主变一次接线图

3.1 燃机主变高压侧直流电阻试验

燃机主变高压侧采用星形接线方式, 因此进行直流电阻试验时需要将变压器直流电阻测试仪的测试线分别接在绕组其中一相对中性点处进行测试, 由于220kV GIS配电装置处及变压器高压侧无裸露测试点, 故需要借助2202-27接地开关进行该项试验。图3为接地开关结构示意图。接地开关为三相联动式结构, 合闸时由机构箱带动链条, 接地端与内部导体相连接, 外部三相接地端分别通过短路铜排与GIS外壳相连, GIS外壳与地网连。

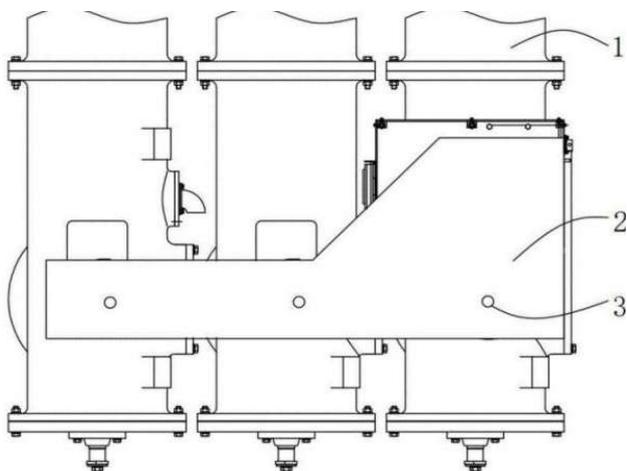


图3 2202-27接地开关结构图

通过过接地开关进行该试验前, 合入2202-27接地开关, 将外部三相接地端短路排拆除, 切断接地开关与地网的连接。将直流电阻仪的一端接在其中一相接地端处, 另一端利用之前特制的直流电阻仪的长测试线接在燃机主变的中性点端, 接线完成后进行直流电阻试验, 在测量过程中, 不能随意切断电源及拉掉接在试品两端的充电连接线, 测试换档期间和完毕后, 应先将变压器绕组两端短接或等其放电完毕。一相测试完成后, 进行另外两相的测试, 方法相同。根据标准要求对其误差和不平衡率进行判断, 并与出厂值进行比较。以燃机主变5分接为例:

表1 直流电阻数据表

| 高压侧 分接: 5 | | | | |
|-----------|------------|------------|------------|-------|
| | AO (mΩ) | BO (mΩ) | CO (mΩ) | 不平衡率 |
| 电阻27℃ | 288.7 | 288.3 | 289.5 | 0.42% |
| 换算至28.5℃ | 290.4 | 290.0 | 291.2 | |
| 出厂值28.5℃ | 290.5 | 290.4 | 291.4 | |
| 与上次偏差 | -0.03% | -0.14% | -0.07% | ≤ ±2% |

从表1数据可以看出高压绕组直流电阻约290mΩ, 气体绝缘出线部分加上接地开关触头的电阻约为270μΩ, 气体绝缘出线部分占测试结果的0.09%, 影响非常小, 可以通过测试结果反映变压器高压绕组的直流电阻真实状况, 对变压器进行分析判断。

3.2 变压器的短路阻抗试验

变压器的短路阻抗现场不具备在额定电流或电压下进行, 所以在现场用变压器低电压短路阻抗测试仪进行试验。原措施不变按短路阻抗测试仪接线要求, 将三相电压、电流线分别接在2202-27接地开关三相接地端处, 低压侧绕组短路接地。将仪器参数设置完毕后, 仪器低电流测试自动折算到额定电流, 测试出的数据与出厂短路阻抗和负载损耗进行比较。此试验数据也可作为以后同样试验条件下的参考。

3.3 燃机主变高压侧绝缘电阻、吸收比测试

断开2202-27接地开关, 恢复三相接地端短路铜排, 其它措施保持不变。通过主变中性点套管处测试绝缘电阻。将绝缘电阻测试仪E端接地, L端接于中性点套管引线处, 测试绝缘电阻、吸收比。因高压绕组未与气体绝缘出线断开, 测试结果包含了主变高压绕组与气体绝缘出线这两部分, 由于气体绝缘出线部份绝缘等级较高, 因此可以通过测试数据反映变压器高压绕组的绝缘状况。

3.4 燃机主变高压侧直流泄漏试验

试验时的加压部位与测量绝缘电阻相同。燃机主变高压绕组泄漏电流为40kV, 气体绝缘出线及220kV GIS装

置的绝缘等级高于变压器,故进行直流耐压及泄漏电流测试能满足要求。测试得到的泄漏电流除了包含变压器本身的泄漏电流还包含了气体绝缘出线对地的泄漏电流,测试数据能够反映变压器高压绕组的绝缘状况。

3.5 燃机主变高压侧连同套管的介质损耗因数试验

措施保持不变,按介损测试仪反接法接线要求将专用高压测试线的线芯接于中性点套管引线处。和绝缘电阻测试相同,测试结果包含了高压绕组与气体绝缘出线两部分, $\text{tg}\delta$ 值为0.132%,比交接值还要小,因此气体绝缘出线部分对介质损耗因数影响很小,可以忽略不计。

3.6 燃机主变高压套管及中性点套管介损和电容量试验

措施保持不变,将三相高压套管和中性点套管的末瓶打开。按介损测试仪正接法接线要求将专用高压测试线的屏蔽线接于中性点套管引线处,CX线芯接于高压套管一相末瓶处。采用这样的测试方法对所测电容值影响很小,完全可以忽略,对介质损耗影响在0.1%左右,引起的变化在可以接受范围。通过测得的结果,进行分析、比较,判断变压器套管的健康状况。

3.7 燃机主变高压侧绕组变形试验

利用频率响应法进行绕组变形的测试。频率响应法其原理:在绕组的一端输入扫频电压信号 V_s (依次输入不同频率的正弦波电压信号),通过数字化记录设备同时检测不同扫描频率下绕组两端的对地电压信号 $V_i(n)$ 和 $V_o(n)$,并进行相应的处理,最终得到被测变压器绕

组的传递函数 $H(n)$:将频率响应根据频率描绘成曲线来判断变压器绕组变形。气体绝缘出线的变压器利用套管的末瓶来进行该项试验,套管末瓶作为响应端,由于变压器套管是一无感电容,信号取自套管末屏相当于在变压器绕组上串联一个电容。这种接线方式同套管首端取信号方式相比,频响曲线波形规律完全一致,只是幅值衰减增大了3~10分贝,即将原曲线向上平移了一段距离。因此前后两次用相同接线方式时,一般不影响判断及灵敏度。通过测得的结果进行比较分析,可以判断变压器绕组的变形情况。

4 结语

对气体绝缘出线变压器实施不回收气体和不断开导体连接的预防性试验操作比较简单,在变压器小修时,利用较短的检修周期就可完成各项预防性试验,大大降低工作难度,在经济成本上节约了检修费用,同时也提高了设备的安全可靠性和可操作性。

参考文献

- [1]四川省电力试验研究院.高压电气设备试验方法[S].北京:中国电力出版社,2001.
- [2]杨泰 GIL出线的220KV变压器预试方法探究[J].《山西科技》2017(05).
- [3]郑玉平,龚心怡,潘书燕,等.变压器匝间短路故障工况下的漏磁特性分析[J].电力系统自动化.2022,46