

换流变压器状态评价分析探讨

石延辉, 谢 超, 刘红太

(中国南方电网超高压输电公司广州局, 广州 510663)

摘 要: 设备的状态评价是制定设备检修策略的依据, 是开展电力设备、电网运行风险评估的基础。本文依据南方电网 Q/CSG 11001-2010《110kV~500kV 油浸式电力变压器(电抗器)状态评价导则(试行)》, 首次对某省超高压输电公司所辖的 97 台设备进行了状态评价, 并对其各种状态分别做了相应的分析。最终认为《导则》总体上判断依据准确可行, 若能细化部分评价区域, 将更加适合现场技术监督工作; 同时, 通过分析原因, 证实了现有检修工作在日常设备运维中发挥了巨大的作用。

关键词: 换流变压器; 状态评价; 状态检修

0 引言

设备的状态评价是制定设备检修策略的依据, 是开展电力设备、电网运行风险评估的基础。它既要按照设备预试定检、运行记录和带电(在线)检测的结果进行分析判断, 还要结合设备的技术先进性, 包括考虑家族因素和消缺记录进行设备全面的状态评估, 属于系统工程^[1]。

本文结合南方电网 Q/CSG 11001-2010

《110kV~500kV 油浸式电力变压器(电抗器)状态评价导则(试行)》(以下简称《导则》)^[2], 首次对某省超高压输电公司所辖属的四个换流站、一个交流站中正在运行的 97 台设备(见表 1)进行了状态统计分析(全为 110kV 及以上的油浸式电力变压器(电抗器)), 结果表明所辖的 97 台设备中正常状态设备占到了 70% 以上, 严重状态设备仅占到了 7%, 最后对其原因分别做了相应的分析。

表 1 110kV 及以上油浸式变压器(电抗器)统计一览表

站名	换流变	主变	站用变	电抗器	累计	正常状态 台数
A 站	6 台	0	2 台	0	8 台	3 台
B 站	12 台	0	2 台	2 台	16 台	12 台
C 站	24 台	0	3 台	0	27 台	23 台
D 站	12 台	9 台	1 台	2 台	24 台	15 台
E 站	0	6 台	0	16 台	22 台	17 台
合计	54 台	15 台	8 台	20 台	97 台	70 台

1 评价准则

《导则》中评价的状态量主要有以下几部分构成^[2-4]:

1) 原始资料: 包括订货技术规范、铭牌、型式试验报告、设备监造报告、出厂试验报告、运输安装记录、交接验收报告、安装使用说明书等。

2) 运行资料: 包括短路冲击情况、过负荷情况、设备巡视记录、历年缺陷及异常记录、红外测温记录等。

3) 检修试验资料: 主要包括检修报告、预试报告、油色谱检验分析报告、在线监测信息、特殊测试报告、有关反措执行情况、设备技改及主要部件更换情况等。

4) 其它资料: 主要包括同型(同类)设备的运行、修试、缺陷和故障的情况; 设备运行环境的变化、系统运行方式的变化; 其他影响变压器安全稳定运行的因素等。

根据以上状态量对变压器(电抗器)健康状态的影响程度, 从轻到重分为 1、2、3、4 四个等级, 对应不同的权重系数; 又视每个状态量的劣化程度从轻到重分为四级, 分别对应不同的基本扣分值; 最终, 状态量应扣分值由状态量劣化程度和权重共同决定, 即状态量应扣分值等于该状态量的实扣分值乘以权重系数, 其中, 状态量正常时不扣分。

针对以上原则, 将变压器(电抗器)的状态评价分为部件评价和整体评价两部分; 同时, 考虑到变压器(电抗器)各部件的独立性, 又将其分为: 本体、套管、有载分接开关、冷却系统、非电量保护系统以及在线监测装置六个部件。然后, 从整体评价和部件评价的各个方面, 按照相应的评价部分列出对应扣分标准, 由扣分数值将设备分为正常、

异常、注意和严重四个状态。

2 评价分析

根据以上评价原则，将某省超高压输电公司辖属参与该次评价的97台设备具体各站最终评价状态分布见下表2所示。下面将对四种状态评价原因给予具体分析。

表2 110kV及以上油浸式变压器（电抗器）状态一览表

站名	严重	异常	注意	正常
A站	3台	0	2台	3台
B站	2台	0	2台	12台
C站	2台	0	2台	23台
D站	0	0	9台	15台
E站	0	0	5台	17台

2.1 严重状态分析

严重状态的设备分布为A站3台，B站2台，C站2台。主要属于整体家族缺陷或部分部件预试结果异常。

A站的3台分别为极1A相、极2A、C相，该三台设备扣分主要原因为整体缺陷，因为已确认该直流线路换流变的绕组设计存在缺陷，这三台尚未经过处理，虽目前未发生故障，但存在重大隐患，认为其为家族缺陷；同时，由于该批次储油柜属于无胶囊式的，针对含气量超标情况，尚无法给予滤油处理。综合以上原因，扣分严重，达到了44分。

B站两台严重状态的设备为极一换流变Y/△C相和极一平波电抗器，都为预试结果异常所致。其中，极一换流变Y/△C相1.1套管电容量09年预试实测值599.2pF，08年预试值602.0pF，出厂值为632pF，09年实测值与08年预试值偏差为-0.47%，但与出厂值偏差达到了-5.19%；极一平波电抗器011PB套管的电容量09年实测值628.1pF，08年预试值628.4pF，出厂值656pF，09年实测值与08年预试值偏差-0.05%，与出厂值偏差达到了-4.25%，同时，08年预试发现其铁芯对夹件绝缘电阻仅为20kΩ。综合以上原因，两台设备单项扣分均>30分，属于严重设备。

C站归属为严重状态的两台换流变分别为极二高端换流变Y/YB、C相，其主要原因为其乙炔值超过了警戒值，其中10年10月份进行油化分析时，都已经达到1.36μL/L（规程要求为<1μL/L），但在随后的检测中，未见增长，鉴于出现此类问题的原因有可能为有载分接开关内部变压器油进入本体

油循环所致，目前虽处于运行状态，但已加强了监视。综合以上原因，两台设备单项扣分均>30分，属于严重设备。

2.2 注意状态分析

从表2可见，归属于注意状态的设备比较多，约占到了总数的21%；其中D站和E站占到注意状态的设备数更是达到了9台和5台，占到此类设备数的90%。按照《导则》三级目录进行细分，其具体原因所占的数量如图1所示。

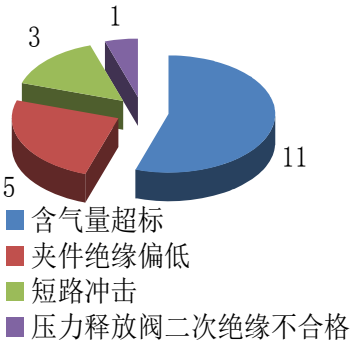


图1 注意状态原因分类

从图1可知，含气量超标占到了该类设备的一半还要多，其中D站含气量超标设备数量更是达到了8台，含气量超标直接影响到了色谱分析结果的准确性，急需对符合滤油条件的设备进行处理。

夹件绝缘电阻偏低是造成注意状态的第二位因素，在B站、C站、D站均发现两台，目前，采用的主要方法就是加强夹件对地电流的监视，同时，密切关注油色谱结果，根据最近结果，这四台设备在这两项上均未出现异常。

短路冲击主要存在于E站，其主要记录为2008年7月，试投运的35kV站用变保护过流I段动作，对#3主变有一次短路冲击，但运行至今未见异常。

压力释放阀二次回路绝缘不合格主要是指A站在2011年2月份出现2#站用变本体压力释放接线插头内存在接地现象，接线插头已锈蚀损坏，现将压力释放信号端子解开（I：70、71、72），至今压力释放保护动作信号无法上传至后台，该缺陷急需酌情安排处理。

2.3 正常状态分析

《导则》规定单项扣分<10分，且合计扣分<30（对本体和整体）、20（对套管）或12（对其它4个部件）即为正常状态，故正常状态扣除的分数不一定是0分，现有的70台正常状态设备扣分情况如图2所示。

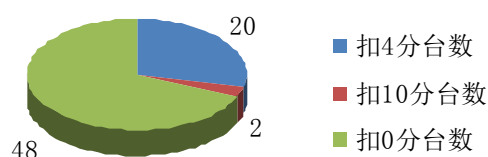


图2 正常状态扣分设备数

由图2可以看出，扣4分的设备有20台，扣10分的设备有2台，将其分散到各个站进行分析判断如下表3所示。

表3 扣分设备数一览表

站名	10 分	4 分	0 分
A 站	0	2 台	1 台
B 站	0	10 台	2 台
C 站	0	0	23 台
D 站	2 台	8 台	5 台
E 站	0	0	17 台

由表3可知，扣10分的设备都在D站，分别为3#自耦变B、C相，主要原因为其存在一处渗油尚未处理，具体位置处于升高座的紧固螺丝处，由于尚未停电，故处于待消缺状态，等其停电时即将给予处理。同时，由于试验安排或调试需要，均经历过过负荷，但都满足运行规定。综合以上原因，可认为设备属于正常状态。

扣4分的设备的主要原因都是过负荷，记录时间都显示为“迎峰度夏”期间或者是调试、试验期间，因此类事件发生后即可认为是对设备的一次考核，故均按照扣4分处理，但均未正常设备。

由图2和表3可看出，扣0分的设备占到了48台，在各站中也均占到了多数，这类情况的出现，不代表该设备从投运至今未发生任何事件记录，从另一侧反映了该公司运行维护工作的认真和消缺的及时，其主要存在事件记录次数及分类见图3。

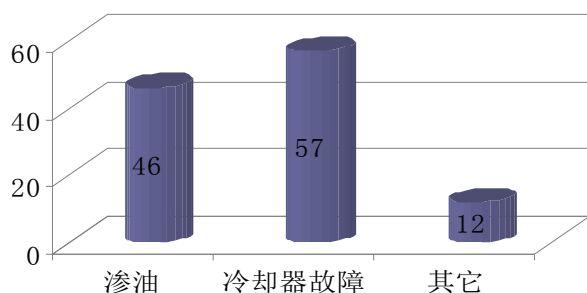


图3 扣0分原因分类及次数（单位：次）

由图3可见，冷却器和渗油在整个运行过程中出现的问题最多，分别为57次和46次，根据记录进一步分析可知，冷却器故障主要分为两大类，即冷却器风扇故障和控制柜继电器故障。

按照运规规定，设备运行时必须有冷却器投运，风扇轴承由于承受离心力，故容易出现风扇异常响声、振动现象，更甚者轴承断裂等。同时，冷却器控制柜在室外受到环境温湿度的影响，且控制开关继电器工作频繁，极易出现接线松动、继电器故障等现象，该类现象占到了冷却器故障的90%以上。

渗油是油浸式设备出现比较频繁的事件，但由于消缺工作的到位及时，对记录的渗油事件均能够给予及时的处理，在此次评价过程中，考虑到渗油故障处理后，设备运行至今均未见重复出现，且无异常，故认为该次消缺比较成功，给予最新的评价考虑，不对渗油记录扣分。

其它类缺陷记录主要是指更换油流监视继电器、更换滤油机、更换分接头计数器等，均给予了相应的消缺处理，参考渗油的扣分原则，也对其不进行扣分。

3 结论

根据《导则》标准，通过对某省超高压输电公司所辖属的四个换流站、一个交流站中正在运行的97台设备（均为110kV及以上的油浸式电力变压器（电抗器））状态统计分析，并结合实际运行中的设备状态，可得出如下结论：

1) 《导则》虽为试行稿，但判断依据基本准确可行，可对生产运行部门提供较大的帮助，为状态检修工作的开展奠定坚实的基础；同时，《导则》若进一步完善相关细节，则更适合现场技术监督服务，如在评价周期中，明确对于已消除的缺陷视为不存在该类缺陷处理等；

2) 《导则》从理论角度肯定了消缺、预试工作的成绩，证明了消缺、预试工作在日常运维过程中所起到的巨大作用，这将进一步激励检修试验人员加强对设备的学习了解，推进开展设备状态检修的进度。

总之，通过对这97台变压器（电抗器）设备的状态评价，明确了设备的运行状态，检验了《导则》的适用性，为顺利开展状态检修吹响了号角，

为保障电网的安全运行奠定了基础。

1455-1460.

参考文献:

[1] 万达,王建明,吴益明.变压器的故障诊断与检修策略(一) [J].江苏电机工程,2003,22(5):10-16.
[2] 中国南方电网有限责任公司.Q/CSG 11001-2010《110kV~500kV油浸式电力变压器(电抗器)状态评价导则(试行)》[Z].2010.
[3] 马辉.实现变压器状态检修的方法 [J].高电压技术,2001,27(104):70,84
[4] 廖瑞金,黄飞龙,杨丽君,等.多信息量融合的电力变压器状态评估模型 [J].高电压技术,2010,6(36):

作者简介:

石延辉(1981—),男,河南人,工程师,硕士,从事于变电设备状态检修及故障诊断分析研究, E-mail: zzbingshi@126.com;
谢超(1979—),男,北京人,工程师,学士,从事于高压直流输电系统运行维护, E-mail: xiechao@chv.csg.cn;
刘红太(1974—),男,贵州人,高级工程师,硕士,从事高压直流输电系统运行维护, E-mail: liuhongtai@chv.csg.cn。