



110 kV 主变压器近区短路故障分析及应对措施

杨海涛

(山钢股份济南分公司 检修工程公司, 山东 济南 250101)

摘要:通过对110 kV主变压器近区短路故障进行四测分析法(绝缘电阻试验、绕组直流电阻试验、油气相色谱分析、绕组变形测试)分析,可大幅度精简试验项目,准确有效地分析事故情况,判断变压器运行状态,同时将分析时间由20 h缩短至5 h,提高变压器突发性近区短路事故处理效率和准确率。

关键词:变压器;近区短路;绝缘电阻;直流电阻;色谱分析;绕组变形

中图分类号:TM421

文献标识码:B

文章编号:1004-4620(2013)01-0079-02

1 前言

大型电力变压器作为电力系统核心枢纽设备,其安全运行直接关系到电力系统的安全与稳定。由于设计、制造及运行维护水平的影响,变压器故障还是时有发生,尤其是变压器近区或出口短路故障,严重影响了电力系统的安全稳定运行。统计数据表明,国产变压器遭受外部近区短路冲击导致绕组损坏事故占变压器总故障率的80%以上^[1]。变压器抗短路能力不强是造成变压器损坏的主要原因,而近区短路是诱发变压器短路损坏事故的首要原因。因此,通过研究变压器受近区短路冲击后的运行状态、试验分析,可降低变压器损坏率,减少停电损失,延长变压器使用寿命,确保电网安全运行。

2 事故分析

2011年7月1日21时51分29秒,济钢第六降压站2#主变发送差动保护跳闸信号、重瓦斯跳闸信号,2#主变三侧开关跳闸,变压器停运。该变压器型号是SFSZ10-75000/110,2004年12月投运,额定容量为75 000 kVA,联接组别为YNyn0d11。

通过查询故障录波信息发现7月1日16时20分六降压L3206发生BC相短路故障,故障电流约11 kA,持续时间约70 ms;17时35分六降压L3206再次发生BC相短路故障,故障电流约11 kA,时间约70 ms;21时51分六降压2#主变差动动作。

根据故障录波显示,当天该变压器中压侧BC相间发生了3次近区短路冲击,而第3次造成了变压器差动保护、重瓦斯同时动作,变压器三侧跳闸。故障后对该变压器进行了全面高压电气试验,试验项目包括绕组绝缘电阻、绕组介质损耗、绕组直流电阻、绕组直流泄漏电流、变压器油色谱分析等十余项测

试,试验结果不同程度出现异常。经过分析,最终决定对该变压器进行停运吊芯检查。经过拆卸吊芯发现该变压器中压侧(35 kV)C项绕组上部有明显电弧烧伤断裂,底部有绕组融化后的小铜珠。由于繁多复杂的试验分析项目,导致从事故发生到最终做出处理意见,耗时近20 h,延误了抢修时间,给生产运行带来十分恶劣的影响。全面系统的试验虽然可以更加准确地反应变压器状态,但耗时费力,已无法满足当前供电系统反应快速、优质高效的需要。因此,变压器突发性近区短路故障后的电气试验方法迫切需要优化和改进。

3 近区短路后的电气试验

为了准确地对变压器进行故障分析,缩短检修时间,提高工作效率及准确率,根据多年运行维护的经验,提出针对此类突发事件的试验分析方法—四测分析法,即绝缘电阻试验、绕组直流电阻试验、油气相色谱分析、绕组变形测试。同时还需依托相应的试验数据库的建立和运用,通过历史试验数据的全面比对,结合“四测分析法”的应用,来处理变压器突发故障。

3.1 绝缘电阻试验

变压器绕组在大短路电流冲击下,受到电磁力作用的影响,发生绕组初始性机械形变,在多次短路电流的叠加作用下,初始性机械形变逐步恶化,匝、股间短路,导致局部放电,直至整段主绝缘放电或完全击穿,造成主绝缘破坏(GB 1094.5—1985)。这一劣化过程,通过绕组绝缘电阻测试可以直观地体现出来,济钢六降压2#主变绝缘测试历史数据见表1。

由表1可知,2006—2010年的4次绝缘测试虽然试验结果均达到“绝缘电阻 $>2\ 500\ M\ \Omega$ ”的国家标准,但变压器绕组由于受到短路电流冲击的累积影响,已经发生机械形变,从而导致绝缘电阻值持续降低,其吸收比亦受到影响。所以,测量绝缘电阻式变压器出口近区短路后一项必要的检测。

收稿日期:2012-12-24

作者简介:杨海涛,男,1985年生,2008年毕业于泰山学院电子信息专业。现为济钢检修工程公司能源动力部助理工程师,从事高压供电设施维护及电气系统试验工作。

表1 六降压2#主变绝缘测试历史数据

日期	绝缘电阻		吸收比
	R15	R60	
20060511	56 G Ω	78.5 G Ω	1.40
20070409	32 G Ω	39.68 G Ω	1.24
20080512	24 G Ω	25 G Ω	1.04
20100815	14.3 G Ω	16 G Ω	1.11
20110701	108 M Ω	111 M Ω	1.02

3.2 绕组直流电阻测量

短路电流会对绕组产生电磁力作用,导致绕组发生机械形变,同时大量的短路电流瞬间流过整个绕组,对其薄弱环节造成损伤。如套管引线接头、调压分接头、将军帽与线圈引出线之间出现过热或接触不良,若未能及时发现处理,会使接触不良点发热熔化而烧断,进而烧坏变压器。接触不良,匝间和股间短路可通过测量绕组直流电阻发现。2007—2011年六降压2#主变中压侧直流电阻实测值见表2。

表2 六降压2#主变中压侧直流电阻实测值

日期	$A_0/m\Omega$	$B_0/m\Omega$	$C_0/m\Omega$	$\delta/\%$
20070409	23.79	23.74	23.89	0.63
20080512	23.76	23.75	23.92	0.71
20100815	23.74	23.76	23.98	1.01
20110701	23.82	23.85	24.99	4.80

通过对比,可以明显看到C项直阻明显增加,不平衡系数 δ 增长并超出2%的最高限值,最后一次测试结果变化异常且剧烈,可以考虑绕组发生烧损甚至熔断现象。

3.3 变压器油气相色谱分析

目前,大型电力变压器大多采用油纸组合绝缘,一旦变压器内部发生近区短路等潜伏性故障时,短路电流产生的高温会使油纸材料发生化学变化裂解产生 H_2 、CO、 CO_2 和低分子碳水化合物(C_2H_2 、 C_2H_4)等溶解在油中。其中含有不同化学键结构的烃类化合物,随故障点温度的升高依次裂解生成烷烃、烯烃和炔烃(GB/T 7275—2001)。

分解出来的多种气体所形成的气泡在油中经过对流、扩散,就会不断地在油中溶解。通过对油中溶解气体的组分和含量进行滤出分析,就可发现变压器遭受近区短路后故障的损伤程度。因此,变压器油气相色谱分析是判断变压器状态以及能否继续运行的重要手段。六降压2#主变连续色谱分析试验结

(上接第78页)

4 应用效果

推焦车水冲式清焦机的使用,使现场操作环境得到了明显改善,其先进的控制系统使清焦机操作简单,实现了尾焦清理一键式操作。水冲式清焦机

果见表3。

表3 六降压2#主变连续色谱分析试验结果 $\mu L/L$

年份	H_2	CO	CO_2	CH_4	C_2H_4	C_2H_6	C_2H_2	C_1+C_2
2007	30	234	980	14.2	6.0	0	0	20.2
2008	52	368	1 220	19.0	12.6	0	0	31.6
2010	120	529	2 134	67.0	52.0	30	0	149.0
2011	447	851	3 265	95.0	64.0	87	113	359.0

由表3可看出该变压器劣化程度,根据其短时间内产生大量氢气及乙炔气体,可基本推断其故障原因是由近区短路冲击所导致的电弧放电故障,应考虑变压器停运维修。利用油气相色谱分析结果进行故障诊断时,应全面了解设备的结构特点、检修、运行情况,综合比对历史试验数据,排除各种干扰因素的影响,防止误判造成不必要的经济损失。

3.4 绕组变形测试

目前,进行的绕组变形测试主要采用频率响应法,其测试原理是用扫频仪根据绕组对不同频率段的响应特性,获取唯一频响曲线。也就是说,只要绕组在物理结构上固定了,其频率响应特性曲线也就固定了。由于其制作工艺、流程、方法的差异,每台变压器都有一组唯一的频响曲线,所以绕组变形试验,也被称作指纹试验。如果绕组本身存在机械结构等的薄弱环节,在巨大短路冲击的作用下,势必会发生物理性机械形变,无论其形变的轻重程度,绕组变形测试都会以频响特性曲线的形式直观地展现出来。因此,在变压器遭受近区短路后及时进行绕组变形测试,制订相应的措施,并有计划地进行检验,不但节省人力、物力,对变压器是否重新投入运行或及时退出运行也有相当重要的意义。

4 结语

“四测分析法”在应对变压器突发性近区短路事故处置中,在满足试验分析需要的前提下,可大幅度精简试验项目。“四测分析法”目的清晰明确各具针对性,可准确有效的分析事故情况,判断变压器运行状态,同时将试验分析时间由20 h缩短至5 h,提高了变压器突发性近区短路事故处理效率和准确率。

参考文献:

- [1] 戚日常.电力变压器出口短路的危害与预防措施[J].电力设备,2006,7(2):64-67.

材质全部选用耐磨、耐腐蚀的优质不锈钢,电气元件长寿命设计,整体故障率较低,适合恶劣工况条件下使用。设备结构简单,维护点检量小,降低了操作人员劳动强度,提高了设备本质化安全水平。拦焦车2#、3#刮板机改造为皮带输送机后运行稳定,运行1.5 a来未出现故障,每年降低成本350万元左右。