Universe Scientific Publishing
Hydropower and Water Resources 水电水利
第 2 卷◆第 8 期◆版本 1.0◆2018 年 8 月
文章类型：论文|刊号（ISSN）：2529-7821

浅析发电机并网前励磁即有定子电流原因

李翠芬
邹平县宏旭热电有限公司
DOI:10.18686/hwr.v2i8.1473

[摘　要] 针对某单位在进行家同期试验,定子电流出现异常电流的情况,通过对人员试验进行研究,发现因试验人员使用直阻测试仪量程错误导致变压器产生剩磁,对如何避免类似情况进行分析,并提出相关防范措施。
[关键词] 变压器剩磁；直流电阻；消除

2016 年 01 月 02 日某电厂在完成#3 机组检修后,进行发变组假同期试验时,在自动投入励磁进行建压后定子绕组出现电流,当机端线电压达到 20kV 左右时,定子电流 A:365A,B:1513A,C:1595A；经灭磁后再次升压定子电流基本消失。此情况极为少见,出现异常后各级人员均不知引起异常的原因及如何避免,单位也无类似案例可借鉴。经过查阅相关技术资料及咨询行业内专业技术人员,得知该情况为变压器剩磁所致。我们对“变压器剩磁”这一概念比较陌生,对什么情况下会产生变压器剩磁、剩磁的危害以及如何避免均没有深入了解,现就某电厂异常情况,对变压器剩磁的产生及消除方法进行分析,若不妥之处望各位批评指正。

1 发电机并网前励磁即有定子电流的原因有以下几种情况：

(1)发电机过电压导致的主变、高厂变、励磁变过激磁,变压器工作磁密不断升高直到饱和,铁损急剧增加,因漏磁增加会在铁芯表面和其它磁性材料中引起涡流损耗,导致发电机定子电流增加。此种情况的前提为电压测量回路存在故障,无法反映机端实际电压,励磁电流一致增加,严重到一定程度时会有保护告警或跳灭磁开关。

(2)变压器做完直流电阻试验后没有去磁,使变压器铁芯存在比较严重的剩磁,这种剩磁不会自动消失,剩磁和发电机励磁叠加,导致铁芯在磁场方向一致的半波饱和,另一个半波不饱和,动态的改变等效电路电感参数,引起绕组电压跃变,变压器过电压、过激磁,这种情况发生在变压器检修、试验、改造或励磁系统改造之后,现场运行人员灭磁后,再次升压现象明显减弱。通过对比分析某电厂异常与该情况相同。

(3)发变组一次回路确实有故障,如发电机定子、高厂变、励磁变、主变有短路,这种情况下灭磁后再建议故障不会自动消失。

2 直阻测试产生变压器剩磁的原因分析如下：

变压器在做直流试验后都会产生剩磁,剩磁的多少取决于变压器绕组通过的直流电流强度和时间。剩磁是铁芯材料的磁滞损耗的表现,磁滞损耗是铁芯材料将电能吸收后转化为磁能的结果,剩磁与输入的功率和时间有关,功率越大、时间越长、剩磁量就越大,测量直流电阻选择电流档位过大是导致变压器产生剩磁的根本原因。

现对变压器直流电阻试验原理分析如下：直流电阻测试时,变压器绕组可等效为一个电感 L 和电阻 R 串联电路。

测试电压回路方程为：

$E=L*(di/dt)+iR$

电流回路方程为：

$i=E/R*(1-e^{-t/T})$

其中 T=L/R 为回路时间常数。

目前变压器直流电阻测试仪都采用稳压加稳流的电源方式缩短变压器直流电阻测试时间,即变压器直流电阻测试刚开始先进入稳压状态,回路电流逐步上升,当充电电流达到仪器设定的稳流电流时,电源进入稳流状态,使电感引起的衰减量 L*(di/dt)=0,从而得到变压器绕组的直流电阻值。

电力变压器铁芯使用的硅钢片,属于铁磁材料,此路中的磁通是恒定的,不随时间而变化,强制通入很大的稳定直流电阻电流,会使得硅钢片产生顺磁效应,在外加磁势作用下,铁芯材料内的小磁极进行了有序的排列,从而产生剩磁。同样,在变压器短路故障等各种突然分、合闸操作时,产生的各种直流分量也会使变压器铁芯产生剩磁。

对比某电厂与其它单位同容量变压器的直流电阻测试电流,发现该厂选择直流电阻测试电流为 50A,其它单位测试电流最大为 20A。另通过查阅相关技术资料及咨询电科院技术人员,并查阅《山东电力集团公司电力设备交接和预防性试验规程》,变压器直流电阻试验电流不宜超过 20A。因此,此次异常应为变压器使用较大档位的电流进行直流电阻后未进行消磁所致。

3 变压器剩磁的危害

在一般情况下,变压器预防性试验直流电阻试验电流较小时,变压器的剩磁不会对变压器产生明显的影响,变压器的直流试验所产生的剩磁一般不会太大,另外在试验后变压器也能自行消除一部分剩磁。变压器自行消耗能力主要依靠铁芯材料的分子热运动,因此变压器自行消除剩

Copyright © This word is licensed under a Commons Attibution-Non Commercial 4.0 International License.

磁速度与环境温度有关。我厂预防性试验多在冬季开展，当天气环境温度较低，且试验电流较大时产生的剩磁较多。较严重的情况下，尤其对大型变压器，直流测试后剩磁较多未消除，当发变组零起升压或变压器空载合闸时，可能造成保护误动，如 2005 年 02 月 28 日国华盘电电力公司 #2 主变在机组检修后因剩磁过大空载充电 4 次均不成功；再如 2010 年 05 月 31 日某电厂#2 机小修后，机组启动时变压器剩磁造成主变差动保护动作、发变组差动保护动作。发变组接线方式的变压器剩磁与发电机励磁叠加使变压器过激磁，过激磁的危害有以下两点：(1)变压器铁芯深度饱和，铁芯发热量增大，容易引起铁芯局部过热，烧毁变压器；(2)发电机定子电流中出现负序电流，负序电流在转子中感应出 100HZ 的电流，即倍频电流，会造成转子发热，引起转子过热甚至烧毁，另外负序电流可引起发电机振动。

4 如何消除变压器剩磁

消除变压器剩磁方法有直流去磁、交流去磁以及加热去磁等，现就实际情况提出以下两种防范措施。

(1)各单位开展变压器直流电阻试验时，根据试验仪器使用说明书和绕组电阻大小选择直流电阻测试仪的测试电流，最大不宜超过 20A，防止变压器剩磁过大对发电机、变压器造成不良影响。

(2)机组大修后，发电机的空载、短路等启机试验会对变压器的剩磁进行消耗；预防性试验时，变压器进行直流电阻试验后不进行启机试验，变压器剩磁不能消除；变压器短路故障等各种突然分合闸操作时，产生的各种直流分量，也会使变压器铁芯产生剩磁。所以在机组升压时，可手动进行一次增减励磁，当发现定子电流较大且有上升趋势时将励磁电流降至零，并根据发电机定子电流大小情况选择升降次数，这样可消弱主变铁芯内部剩余磁场，然后按正常操作程序自动升压。

近年来变压器的直流电阻测试均采用大电流直流恒流源来提高直流电阻的测试速度，但使用大电流测试仪所产生的负面影响，我们没有关注，通过此次某电厂的异常情况，得出我们不能一味追求测试速度，而忽略变压器剩磁对设备带来的影响。冰冻三尺非一日之寒，设备隐患也一样，只有将隐患消灭在萌芽状态，才能保证设备长期安全稳定运行。

[参考文献]

[1]陈鹤林.风电直流并网关键技术研究[D].浙江大学,2018,(06):127.

[2]马春山,史剑.发电机并网前出现定子电流原因分析[J].煤炭科技,2014,(04):45-47.

[3]张海,曹德勤,邱凯.混流式水轮发电机组自动开机并网超时浅析[J].通信电源技术,2018,35(02):103-104+106.

[4]彭涛,江亚群,黄纯.基于电流相关性分析的高压直流输电线路保护[J].电力系统及其自动化学报,2018,30(04):16-21.

[5]葛俊,刘辉,江浩,等.虚拟同步发电机并网运行适应性分析及探讨[J].电力系统自动化,2018,42(09):26-35.

[6]张明锐,陈洁,王之馨,等.一种新型的永磁同步风力发电机并网系统[J].电力系统保护与控制,2013,41(14):141-148.

[7]谢方喜,顾玉田,贾波,李京.两起百万机组发电机并网前励磁投入后即有定子电流现象的原因分析[J].华东电力,2014,42(09):1972-1975.

Copyright © This word is licensed under a Commons Attibution-Non Commercial 4.0 International License.