

发电机转子绕组匝间短路点查找定位的一种快速方法

张羽, 鄢宜军, 吴钊, 高爽

(国电大渡河检修安装有限公司, 四川 乐山 614900)

摘要:在分析转子绕组匝间短路常用测试方法局限性的基础上,介绍了一种采用交流阻抗和红外测温相结合查找定位发电机转子绕组匝间短路点的快速方法。工程实例应用表明,该方法对转子匝间短路点能迅速判断和定位,可方便处理和进行小范围的修复;对于表面出现的短路点,能缩短转子处理时间,提高实际工作效率。

关键词:转子绕组;匝间短路;红外测温;短路点查找;发电机

中图分类号:TM307⁺.3

文献标志码:B

文章编号:1006-7647(2014)S2-0076-02

随着近年小水电企业的不断增长,小水电检修任务不断增多。在实际工作中发现小型水轮发电机组转子匝间短路现象较为常见,一年中会遇到好几起该类故障,因此快速找出问题磁极并确定故障点就显得极为重要。本文介绍一种运用交流阻抗与红外测温相结合的新方法,能快速精确定位转子匝间短路故障点,具有较为显著的使用效果。

1 发电机转子绕组匝间短路原因及危害

转子绕组匝间短路故障作为发电机常见的电气故障之一,其产生的原因通常有以下两种:①制造方面,由于制造工艺不良,在转子绕组下线、整形等工艺过程中损伤了匝间绝缘,或绝缘材料中存在有金属性颗粒,形成匝间绝缘的刺穿,导致匝间短路;②运行方面,在电、热和机械等综合应力作用下,绕组产生变形、位移、致使匝间绝缘断裂、磨损、脱落或由于脏污、金属粉尘等造成匝间短路^[1-2]。

当转子绕组发生轻微匝间短路时对机组运行影响并不明显,若及时发现和处理,故障将会进一步扩大,严重时将使转子电流增大,绕组温度升高,限制机组的无功出力,甚至造成机组振动增加、线圈烧毁而被迫停机酿成事故,因此及时判断出转子匝间短路故障,对避免事故的发生和安全生产具有重要意义^[3]。

2 转子绕组匝间短路常用测试方法的局限性

当前进行转子绕组匝间短路故障诊断的方法主

要有:测量转子直流电阻,测量发电机的空载、短路特性曲线,测量转子绕组的交流阻抗和功率损耗。在实际工作中,直流电阻和特性曲线的灵敏度较低,交流阻抗和功率损耗虽然受各类因素影响,但即使短路一匝也会产生较强的去磁作用,使得交流阻抗发生较大的变化,在同状态(膛内、膛外、静态、动态、槽楔、护环、剩磁)、同电压下比较相对来说简便、灵敏,而且采用交流阻抗比较法判断凸极式转子绕组有无匝间短路时,可分极测量其阻抗,然后经相互比较确定,得出准确的数据;不足在于要查找到具体的短路匝及短路点不太容易。

判断出转子绕组单个磁极存在匝间短路后,现场通常采用的方法是返回制造厂修理,或者是采用直流压降计算。前者会使工期延长而浪费大量时间,而后者烦琐的计算和反复的测量也需要具备一定的工作经验才能判断准确,因此需要寻找一种简单便捷的方法来进行匝间短路点的快速定位。

3 新方法的提出及验证

当绕组中出现匝间短路时,在交流电压下,流经短路线圈的短路电流一般为正常线匝电流的 n 倍(n 为一槽线圈的总匝数)^[4],这里面应该主要涉及一个感应的问题,而直流不会出现这个状况。通交流产生交变电磁场,一个正常匝数在短路匝里面产生一个交变磁通,感应出相同的交变电流, n 匝就产生了 n 个交变电流,叠加起来,短路匝电流就变为了原来的 n 倍,因短路点接触电阻的影响,在该点上会

出现集中发热的现象。因此在故障磁极中通入一个交流电流,使用红外测温仪对其表面进行纵向表面测温,通过对其表面温升的数据对比找出温度最高点,此点即为匝间短路点,如图 1 所示。

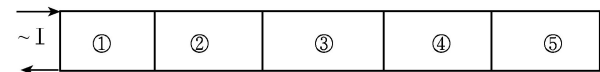


图 1 某电厂 2 号机组磁极测温平面示意图

以某电厂 2 号机组为例:机组为冲击式水轮发电机组,发电机为悬式安装,设置上导、下导两部导轴承,转速为 600 r/min。发电机型号 SF60-10/4200,容量 60 MW,励磁电压 166 V,励磁电流 969 A,转子有 5 对磁极,单个磁极结构为 5T 尾,56 匝线圈。在 2013 年 7 月 A 级检修过程中发现转子交流阻抗数据异常(表 1),在对转子进行了表面清扫之后,判断 7 号和 8 号磁极存在匝间短路故障。

表 1 某电厂 2 号机组 2013 年 7 月 A 级检修
转子交流阻抗数据

磁极号	磁极电压/V	磁极电流/A	阻抗/ Ω
1	12.0	1.312	9.146
2	12.2	1.312	9.299
3	12.3	1.312	9.375
4	12.1	1.312	9.223
5	12.1	1.312	9.223
6	11.6	1.312	8.788
7	7.5	1.312	5.716
8	7.3	1.312	5.564
9	10.7	1.312	8.155
10	12.2	1.312	9.299

注:总电压 110 V,总电流 1.312 A,总回路阻抗 83.84 Ω ,功率损耗 43.8 W。

对 7 号磁极单独通入 10 A 电流,将磁极 4 个表面分成 12 个区域,测量磁极整体表面温度为 22.4~26.8℃(各区域温度见表 2),而在区域 1 中测得一点温度为 42.7℃,明显高出其他区域温度近 1 倍,经过现场人员检查,判断为内部匝间短路点,如图 2 所示(图中白色标记部位为匝间短路点)。8 号磁极也通过采用同样的方法测量出一处温度为 40.3℃的短路点。后经厂家人员现场处理,发现 7 号磁极短路点两匝绕组之间有一米粒大小的金属焊渣,8 号磁极短路点则有残余铜屑。

表 2 各区域温度

测量区域	测量温度/ $^{\circ}\text{C}$	测量区域	测量温度/ $^{\circ}\text{C}$	测量区域	测量温度/ $^{\circ}\text{C}$
1	有一点 42.7	5	23.8~26.2	9	23.2~24.8
2	24.0~26.2	6	24.8~26.0	10	23.4~25.2
3	22.8~25.2	7	23.8~26.6	11	23.5~26.1
4	22.6~24.2	8	22.4~23.2	12	23.4~25.8



图 2 内部匝间短路点

4 结 语

发电机转子绕组匝间短路故障是发电机常见故障之一,但对于其短路点的查找定位,在现场却缺乏简便快捷的方法。本文介绍了一种红外测温与交流阻抗相结合的方法,在现场工作中能够对转子匝间短路点进行迅速判断和定位,方便处理和进行小范围的修复;对于表面出现的短路点,可缩短修复转子故障时间,提高实际工作的效率。为了数据分析判断的准确和直观,建议在条件允许时采用交流大电流(厂家允许值)进行试验。此方法的应用,可为磁极的处理和修复提供准确的数据支持,能给现场处理工作节约大量时间,给企业带来更大的经济效益。

参考文献:

[1] 彭发东,张征平,陈杰华,等. 大型汽轮发电机转子匝间短路故障的分析与诊断[J]. 大电机技术,2010(6): 17-19.

[2] 朱东升. 发电机转子匝间短路故障的分析判断[J]. 东北电力技术,1995(10):39-42.

[3] 徐雯霞. 发电机转子绕组匝间短路测试分析[J]. 南京工业职业技术学院学报,2006(2):21-24.

[4] 杨绍功. 发电机转子线圈层间短路故障查找经验[J]. 华北电力技术,1986(12):1-3.

[5] 李建明,朱康. 高压电气设备试验方法[M]. 北京:中国电力出版社,2001.

(收稿日期:2014-08-26 编辑:熊水斌)

