

夏季工况下发电机集电环运行状况分析

霍志炜 刘 浩

北京太阳宫燃气热电有限责任公司 北京 100028

摘要：集电环是发电机的重要组成部分。发电机励磁电流经碳刷通过集电环引入转子线圈，形成一个强度可控的磁场。由于发电机转子转速高，励磁电流较大，摩擦和电流两方面产生热量累积在集电环表面，夏季环境温度高，集电环工作环境更为恶劣。若温度过高，将造成碳刷打火，集电环环火等事故发生。如何保证夏季集电环安全可靠运行就显得尤为重要。

关键词：额定励磁电流；滑环打火；红外线测温

1 现阶段运行情况简介

某燃气-蒸汽联合循环电厂采用“二拖一”布置方式。全厂共有三台发电机，分别为两台燃机发电机和一台汽机发电机。三台发电机均为静态励磁方式，集电环冷却方式为直接通风冷却。

两台燃机发电机碳刷采用螺栓固定，汽机发电机碳刷采用旋动可快捷拆卸的固定方式（图1-1）。三台发电机在日常巡检项目中，运行人员对集电环测温频率为每日三次。测温合格标准为集电环温度 $< 120^{\circ}\text{C}$ 。

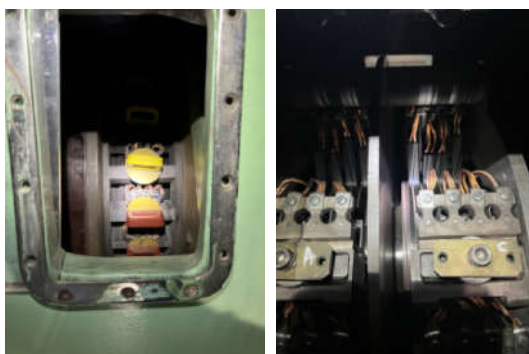


图1-1 汽机发电机，燃机发电机碳刷集电环

由于三台发电机集电环外均带有防护罩，测温角度较为狭小。测量结果由于测量位置，测量手法等问题可能存在较大误差。通过查询5G物联网平台点检数据，集电环测温数值存在较大的波动。最高值 58°C ，最低值

24°C （图1-2），平均测量值 30°C 左右。由于测量频次有限，测量值仅反映测量时工况下集电环的温度，由于AVC投入，机组励磁电流始终处于变化的状态。现在的测温方式并不能完全体现集电环真实温度变化情况。



图1-2 集电环5G物联网平台点检数据

6月20日现场通过热成像仪测量集电环温度，测得最高温度点为59℃（图1-3）。此时发电机负荷为154MW，无功为-1.55MVar，励磁电流802A。在发电机转速不变，

摩擦产生的热量基本相同的情况下，励磁电流的大小将直接影响集电环温度。



图1-3 现场热成像仪实测集电环温度

2 发电机集电环运行状况数据分析

为进一步量化分析发电机集电环运行工况，下面统计迎峰度夏期间，2023年6月1日以来三台发电机励磁电流，

发电机有功功率，无功功率变化情况。以6月20日现场通过热成像仪测得集电环温度数据为基准，将数据整理后同其进行对比，分析推断集电环实际温度变化情况。

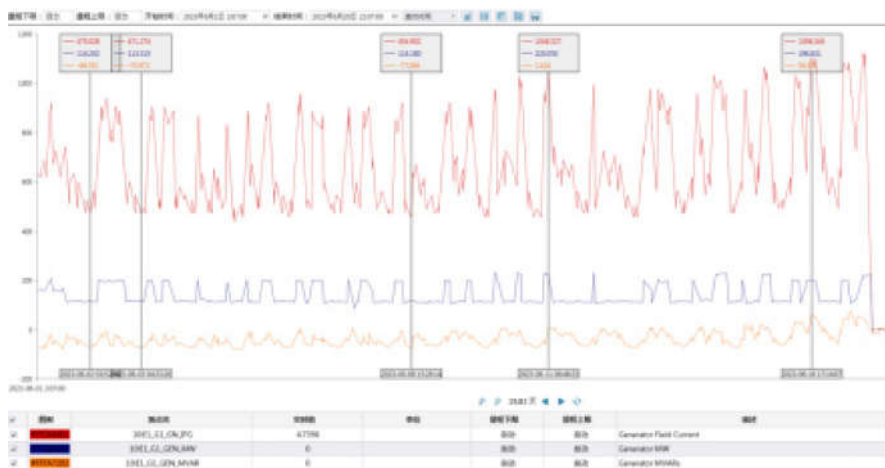


图2-1 #1发电机有功无功励磁电流

调取#1发电机6月1日至20日运行情况曲线（图2-1），在此阶段最高励磁电流为1098.348A，此时有功功率为196.831MW，无功功率为59.351MVar。最低励磁

电流为454.902A，此时有功功率为116.18MW，无功功率为-77.096MVar。

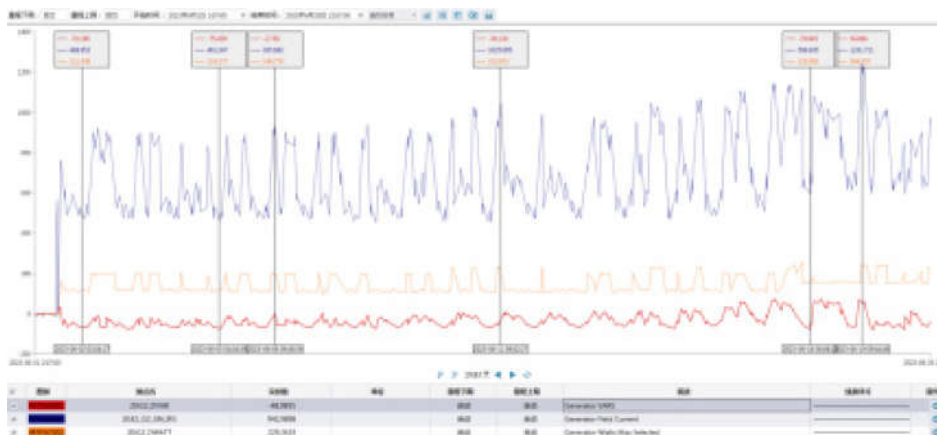


图2-2 #2发电机有功无功励磁电流

调取#2发电机6月1日至20日运行情况曲线（图2-2），在此阶段最高励磁电流为1231.711A，此时有功功率为244.357MW，无功功率为54.084MVar。最低励磁电

流为461.247A，此时有功功率为114.177MW，无功功率为-75.459MVar。

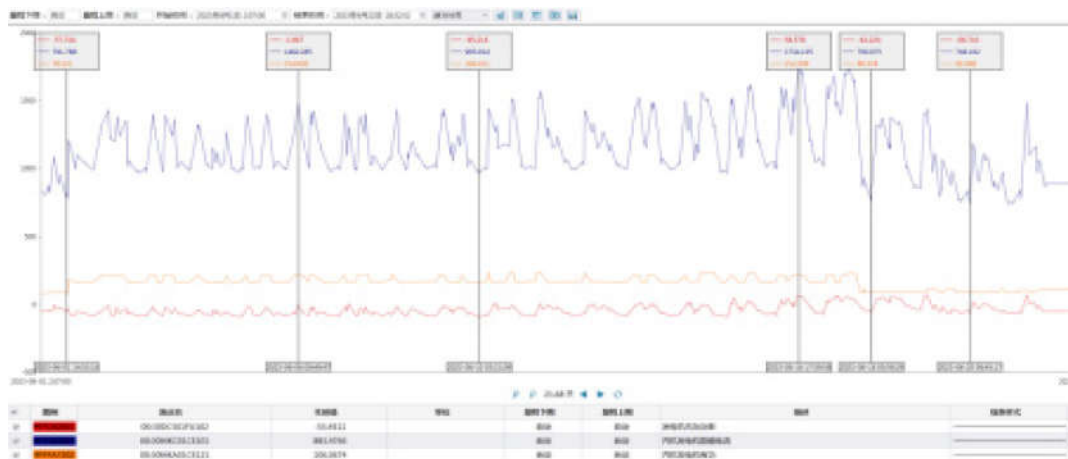


图2-3 #3发电机有功无功励磁电流

调取#3发电机6月1日至20日运行情况曲线（图2-3），在此阶段最高励磁电流为1734.135A，此时有功功率为212.336MW，无功功率为58.578MVar。最低励磁电

流为748.162A，此时有功功率为92.306MW，无功功率为-66.71MVar。

6月1日至21日发电机运行数据统计				
	#1发电机	#2发电机	#3发电机	#2发电机测量值
额定励磁电流 (A)	1554	1554	2642	1554
最高励磁电流 (A)	1098.348	1231.711	1734.135	802.016
占比 (%)	70.68	79.26	65.64	51.61
有功功率 (MW)	196.831	244.357	212.336	154.892
无功功率 (MVar)	59.351	54.084	58.578	-1.556
				备注: 集电环59℃
最低励磁电流 (A)	454.902	461.247	748.162	
占比 (%)	29.27	29.68	28.32	
有功功率 (MW)	116.18	114.177	92.306	
无功功率 (MVar)	-77.096	-75.459	-66.71	

图2-4 发电机集电环运行数据统计图

根据以上数据统计，在6月20日进行红外线温度测量时#2发电机励磁电流占额定励磁电流比例为51%，此时集电环最高温度就已经达到了59℃。当实际运行电流占额定电流比例高于51%时，集电环温度还将继续上升。而5G物联网平台点检数据中最高测量数据为58℃，并不能实际反映集电环的最高运行温度。

3 集电环红外线测温装置介绍

为了进一步提升发电机集电环温度测量的准确性，实现发电机集电环连续不间断测温的目标，可以参考其他电厂成熟经验，为我厂发电机集电环设置在线非接触式红外线测温装置（图3-1）。



图3-1 发电机集电环在线非接触式红外线测温装置

该套装置由红外线温度传感器，固定支架，远传线缆组成。装置原理通过红外线温度传感器实时感知集电环温度，将测量数值远传至DCS画面。当获取到实时测量的集电环温度数据后，运行人员可根据分析温度变化趋势，提早发现异常波动。同时当温度超限时能够及时发出报警。日常维护方面，热工人员通过就地实测温度与远传温度进行对比，确保在线测量装置准确性。

4 总结

发电机集电环作为发电机重要组成部分，夏季高温运行工况下应进一步提高关注度。只有通过技术手段做到实时监控，就能尽早发现超温等异常。这样以来，才能相应的做到及时处理，避免出现碳刷打火，滑环环火等异常发生。

参考文献

[1]《汽轮发电机运行导则》（DL/T 1164—2012）。

作者简介：霍志炜（1992—），男，河北人，本科，助理工程师，从事GE S209FA型联合循环机组集控运行工作10年。

刘浩（1997—），男，北京人，本科，助理工程师，从事GE S209FA型联合循环机组集控运行工作5年。