

# GT26燃机OTC空冷系统运行研究与分析

侯国君 张三兵

(山东电力建设第三工程有限公司 山东 青岛 266100)

[摘要] 本文基于GT26燃机OTC空冷系统运行情况,分析了空冷系统除氧器压力稳定对OTC空冷系统稳定运行的重要性,并对控制OTC空冷系统稳定运行及设计提出一定参考价值。

[关键词] GT26燃机; OTC; 空冷系统; 运行

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-627X.2021.06.1171

## 一、OTC空冷系统介绍

OTC (Once Through Cooler) 系统是GT26燃机特有的系统,包括1套低压OTC系统和1套高压OTC系统。GT26燃机OTC也具有两种运行模型:单循环和联合循环运行方式。燃机单循环运行时,OTC用来冷却燃机OTC系统内的高温空气,OTC空冷系统用来维持燃机OTC的正常运行。OTC空冷系统主要包括除氧器、给水泵、辅助水泵、水流量调节阀、减温减压阀、空冷风机和换热器等,图1为OTC空冷系统冷却风机和除氧器系统运行图。除氧器的凝结水经OTC给水泵各进入高、低压OTC系统,产生的高温高压蒸汽混合后经减温减压阀后进入OTC空冷系统,经空气对流冷却成凝结成饱和水进入除氧器,为保证除氧效果饱和水和系统补水均从除氧器上部喷淋进入,机组正常升降负荷运行时,饱和水通过自身的高度差回到OTC除氧器,机组快速降负荷和甩负荷时,通过辅助回水泵将冷凝水打回OTC除氧器。

## 二、运行分析及解决方法

### (一) 运行过程分析

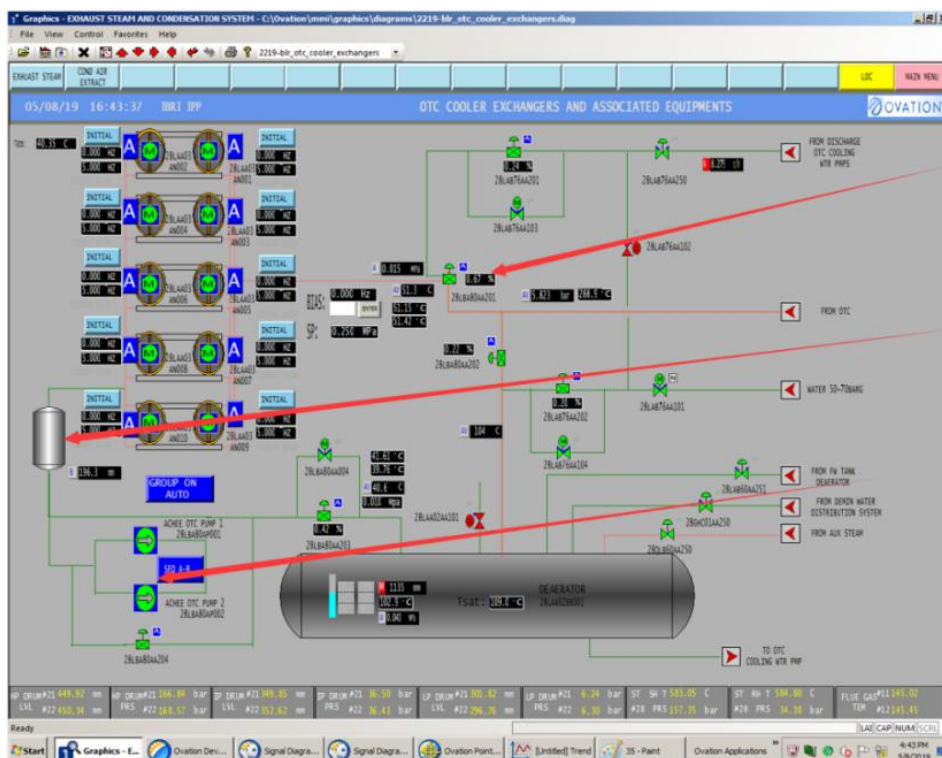
根据项目实际系统配置,2台GT26燃机共用1套OTC空冷系统,该系统主要包括1个除氧器、2台给水泵、1个减温减压阀和10台冷却风机等。运行过程中, #1燃机运行负荷位240MW,

#2燃机运行负荷为70MW,OTC空冷系统运行正常, #1 OTC给水泵运行正常,除氧器液位正常。此时, #2燃机准备执行甩负荷试验开始,试验完成后#2燃机维持全速空载;此刻OTC空冷系统除氧器液位开始上升至558mm(正常运行控制310mm),并在短时间内导致#1 OTC给水泵跳闸,并最终导致2台燃机跳机,具体事件运行过程如下表1所示。

表1 事件运行过程描述

时间	事件描述
11: 25: 14	#2燃机EV full load 甩负荷开始
11: 25: 54	#2燃机EV full load 甩负荷成功, #2 燃机维持全速空载运行
11: 27: 11	除氧器中间水箱液位上升558mm(正常运行控制310mm)
11: 27: 46	# 1 OTC 给水泵跳闸
11: 29: 07	#1燃机跳闸
11: 30: 01	#2 OTC给水泵启动正常, OTC供水恢复正常
11: 48: 10	#2 OTC给水泵再次跳闸
11: 50: 25	#2燃机跳闸

由于#1和#2燃机共同1套OTC空冷系统,事件发生时两台燃机同时运行,由于设计上的配置,燃机单循环运行时若OTC空冷系统出现故障,两台燃机均无法正常运行。事件发生前燃机



- 1 OTC 空冷岛入口减温减压器
- 2 OTC 空冷岛冷凝饱和水储罐, 在空冷岛风机正下方
- 3 OTC 空冷岛回水辅助水泵

图1 OTC 空冷岛和除氧器系统运行图

表2 OTC空冷系统运行参数

序号	运行参数	11: 25: 08	11: 28: 00	11: 29: 07	11: 30: 05	11: 41: 16	11: 48: 41	11: 50: 25
1	#1燃机负荷 (MW)	239	239	0	0	0	0	0
2	#2燃机负荷 (MW)	68	0	0	0	0	0	0
3	OTC蒸汽母管压力 (Bar)	65	45	15	5	47	24	8.8
4	OTC减温减压 阀后压力 (Bar)	0.541	0.4	0.304	0.2	0.4	0.468	0.435
5	OTC除氧器压力 (Bar)	0.483	0.386	0.351	0.659	0.317	0.239	0.213
6	OTC除氧器温度 (°C)	153	154	146	145	143	136	133
7	OTC除氧器液位 (mm)	965	1016	1108	1105	647	573	594
8	OTC给水流量 (T/H)	110	40	16	195	109	65	47
9	OTC给水压力 (Bar)	113	38	5	82	112	16	9
10	OTC压力调节供气门开度 (%)	40	40	60	60	60	50	50
11	OTC压力调节供气门开度 (%)	54	59	55	54	4	1.8	1

及OTC空冷系统的具体运行数据参见表2。

根据上述数据分析, OTC给水泵跳闸原因是OTC除氧器压力58秒内由0.484bar将至0.346bar, 但是温度一直维持在151-154°C之间, 根据汽水平衡图, 0.346bar压力下的凝结水对应的沸点为139°C, 除氧器汽水平衡被严重打破, 除氧器内出现汽化沸腾现象, 除氧器给水管中夹带大量汽泡进入给水泵, 造成OTC给水泵流量急剧下降, 触发OTC给水泵跳闸保护, 进而触发燃机保护跳机。

OTC除氧器压力快速下降的原因主要包括: #2燃机EV满负荷甩负荷(单台燃机EV满负荷即OTC系统50%运行负荷)导致OTC产生的蒸汽量急剧下降, 蒸汽母管压力紧跟着快速下降, OTC空冷系统换热器入口压力和流量也急剧下降, 导致OTC空冷系统换热器至OTC除氧器的回水不畅, 回水储罐液位升高, 回水调阀全部打开, 回水调阀打开使OTC除氧器和换热器形成联通, 引起OTC除氧器压力也急剧下降; 与此同时, 因OTC空冷系统换热器内压力下降导致回水不畅, 进入换热器的蒸汽滞留在空冷岛内使蒸汽被过度冷却, 水位降到饱和温度以下, 大量的过冷水在辅助回水泵的作用下快速喷淋到OTC除氧器上部的汽空间, 导致OTC除氧器内的汽空间急剧收缩引起除氧器内部压力快速下降的加剧。此外, OTC除氧器压力调节阀处于手动位, 缺乏燃机快速甩负荷下维持除氧器压力稳定时压力调节阀的开度的经验, 也促使了OTC除氧器压力的降低。

### (二) 解决方案

针对事件过程的分析, 燃机OTC结构特性决定了其不具有蓄热特性, 需要从OTC空冷系统角度分析在燃机快速甩负荷情况下, 维持OTC除氧器压力稳定的方法。

方法1: OTC除氧器设计有压力调节阀, 在OTC空冷系统调试初期, 该控制阀门始终处于手动控制, 在燃机甩负荷时, 该压力调门开度需快速开至70%开度以上, 可以明显减缓OTC除氧器压力的降低, 防止除氧器内出现过度的汽化现象。该思路也在后期执行燃机甩负荷试验中得到验证, #2燃机停运, #1燃机EV满负荷甩负荷试验, 手动快速开大OTC除氧器压力调门至70%, #1燃机EV满负荷甩负荷试验成功, OTC系统持续运行正常。

方法2: 优化OTC空冷风机的逻辑, 燃机快速降负荷和甩负荷时, 空冷系统换热器入口压力快速下降, 此刻把空冷风机的

转速降低速率进行了加大, 尽可能在保证空冷换热器内不超压的情况下, 加快其降至最低转速或者停运, 保证OTC空冷系统内压力的稳定, 防止其压力的快速下降引起除氧器压力的快速下降。

优化辅助回水泵运行逻辑, 当回水泵启动后, 将出口调门的开度降低至7%, 防止大量低于饱和温度的冷却水进入OTC除氧器的上部的汽空间, 造成OTC除氧器压力的快速下降。优化OTC除氧器补水逻辑, 提供自动的补水的液位设定值, 同时对补水调门的开度进行了限制, 且设置了补水间隔。

### 三、结论及建议

1. OTC空冷系统运行的稳定性决定了GT26燃机单循环运行模式下运行的可靠性, 由于GT26燃机OTC不具备蓄热能力, 燃机一旦发生负荷瞬间降低, 易对OTC空冷系统运行稳定造成一定影响, 进而影响到燃机运行的稳定性; 2. 通过对OTC空冷系统运行发现, 除氧器的温度一直略高于其压力对应下的饱和温度, 此时若除氧器压力快速下降, 很容易引起OTC除氧器气液平衡被打破, 出现沸腾现象, 给水泵无法正常运行; 3. 考虑到OTC无蓄热能力, 燃机快速降负荷时极易引起OTC除氧器压力的快速下降, 为有效防止OTC压力下降引起的除氧器沸腾, 建议后续项目可以改变除氧器的内部结构, 除氧器通过引入辅助蒸汽系统对进入除氧器的回水和补充水加热除氧同时满足OTC供水温度的要求, 保证除氧器运行的温度低于对应压力下的饱和温度。

### 参考文献

[1] 林公舒. Alstom公司GT26型燃气轮机资料[C]. 燃气轮机发电技术. 中国电机工程学会, 2004.

[2] 许红. Alstom GT26燃机OTC系统研究及相关系统设计[J]. 山东工业技术, 2016. 21. 052.

[3] 蔺雪莉, 樊涛, 黎建锋. 一种用于燃气-蒸汽联合循环的OTC冷却系统. CN207178041U[P].

[4] 卜永东等. 电站空冷技术[J]. 现代电力, 2013, (3): 69~79.

[5] Alstom standard document, GT26-OTC cooling air cooler (Typical) Interface information for combined cycle&simple cycle operation.