

# 9E 燃气轮机危险气体监测系统维护

程远林

(大唐苏州热电有限责任公司, 江苏苏州 215214)

**摘要** 阐述 9E 燃气轮机危险气体监测系统故障原因。对于燃料为天然气的机组, 燃气轮机危险气体探测系统是一个非常重要的保护系统。天然气无色无味, 若不利用专业监测仪器, 很难发现泄漏气体, 同时天然气易燃易爆, 为不造成人身伤害和设备损失, 燃气轮机机组配置了天然气探测系统, 保证天然气管道及法兰存在泄漏会被及时发现, 并作必要的控制保护处理。

**关键词** 燃气轮机; 气体泄漏; 监测系统; 故障分析 DOI: 10.16621/j.cnki.issn1001-0599.2016.11.11

中图分类号: TM611.31 文献标识码: B

## 0 前言

大唐苏州热电厂装机容量为  $2 \times 200$  MW 级的燃机-蒸汽联合循环机组, 采用南京汽轮机厂生产的 PG9171E 型燃机。9E 燃气轮机是一个重载、单轴的快装式机组, 其工作原理是通过轴流式压气机从外界将空气吸入机器中, 并且进行空气增压, 同时, 空气的温度也会进行相应升高, 使得燃烧室内的压缩空气和天然气混合燃烧。最新的 9E 燃机采用 DLN1.0 燃烧系统, 共有 3 组燃料环管及喷嘴。较多的燃料管路、法兰使得天然气存在泄漏可能, 因此配备危险气体监测系统十分必要。机组投产以来, 燃机危险气体监测系统使用过程中, 危险气体探头数次出现故障。

## 1 燃机危险气体探头的配置

9E 燃气-蒸汽联合循环机组配有一套危险气体监测系统, 由 Honeywell 生产制造, 就地元件安装位置共计分为 3 个区域, 即 DLN 小室通风道内、轮机间冷却风机入口和轮机间透平下

部, 每个区域配有 3 个检测探头, 用于天然气检测和机组保护。

## 2 危险气体监测系统工作原理

危险气体探头采用催化式传感器, 激励电压为 DC 24 V。催化式传感器为核心的惠斯通电桥, 由测量元件和补偿元件配对组成电桥的两个臂, 用于检测的气敏元件根据催化燃烧效应原理工作, 遇到可燃气体时, 可燃气体在有催化剂的电桥上无焰燃烧, 桥臂的电阻值因温度增加而增加。检测元件电阻值增加引起桥路输出电压变化, 该电压变化量随着气体浓度增大而增大; 补偿元件起参比以及温度补偿作用。危险气体浓度测量值由 LEL 的百分比表示, LEL 即最低爆炸极限, 通常用在空气或其他氧化剂中含有可燃气体的百分比数表示。危险气体检测探头产生的电压信号传送到危险气体检测系统卡件形成并转化为测量显示值, 在卡件内进行逻辑运算, 然后将逻辑判断值传送至燃机控制系统, 进行燃机的危险气体保护系统的运算。

170  $\mu\text{m}$  2# 瓦温达约 105  $^{\circ}\text{C}$ , 继续升速中, 2 块瓦温度最高达约 123  $^{\circ}\text{C}$ , 至 2850 r/min 时, 2#、3# 轴瓦振动值在 80  $\mu\text{m}$  以下, 而 2# 轴瓦温度约 95  $^{\circ}\text{C}$ , 由于 2# 瓦温度表现异常, 主控进行打闸。打闸后, 在汽机转速下降过程中, 2# 瓦温度峰值达到约 140  $^{\circ}\text{C}$ , 并有反复上下波动的情况。在汽机惰转时, 2 块瓦温度缓慢下降至约 60  $^{\circ}\text{C}$ , 机组转入紧急处理中。

## 3.1 原因分析

停机检查后发现: 下部的 2 块瓦块已经磨损, 因此可以认定 2# 瓦温偏高的主要原因有 3 点。

(1) 轴瓦局部发生磨损情况后, 轴瓦间隙中存油量不足, 油膜建立不良, 导致瞬间润滑油的冷却和润滑效果变差。

(2) 轴瓦磨损后产生的乌金碎片阻碍润滑油流动, 导致冷却效果恶化。

(3) 升速至 2850 r/min 过程中, 2 块瓦之间的研磨引起了 3# 轴瓦的较高振动, 进一步促进了 2# 轴瓦温度升高。

## 3.2 处理方案

(1) 组织现场人员检查轴瓦乌金, 对损伤的轴瓦进行修刮, 使用芯轴检查轴瓦曲率等相关参数, 复核轴瓦和转子接触状况。

(2) 组织厂家人员使用砂纸、润滑油对轴颈进行研磨。

(3) 检查轴瓦顶隙及瓦口间隙、轴系中心, 并调整至合格水平。

(4) 启动润滑油净化系统进行润滑油循环、净化。

机组启动后, 各项指标优良。

## 4 结语

在对 2# 轴瓦修刮并调整轴系中心后重新启动汽轮机进行带核蒸汽冲转, 2# 轴承温度、润滑油温度和轴承振动值均正常。故轴承润滑油润滑效果差导致了一系列润滑恶化, 如导致了 2# 轴瓦温度持续升高, 致使发生烧瓦的现象。汽轮机的轴承运行参数直接反应汽轮机的运行状态, 在运行过程中需高度重视轴承的状态, 保证机组的安全运行, 在维修过程中需注意轴承的检测和维护, 避免杂质和润滑不畅导致的润滑持续恶化。

## 参考文献

- [1] 李灿志. 1000MW 汽轮机低压缸轴瓦温度高原因分析及处理[J]. 科技展望, 2015 (19).
- [2] 阮圣奇, 胡中强, 刘庆刚, 张辉. 汽轮机轴承金属温度偏高原因分析[J]. 发电设备, 2013 (1).

[编辑 王永洲]

### 3 危险气体监测系统保护逻辑

危险气体保护盘需要与燃机 MarkVIe 控制系统结合,才能对机组安全运行构成完整保护。危险气体保护盘起到实时监测的作用,MarkVIe 控制系统则在监测到天然气泄漏时紧急停机。通常危险气体探头设有高一报警值和高二报警值。高一值为 5%LEL,高二值为 8%LEL。每个区域 3 个危险气体探头为一组,3 个区域的危险气体保护逻辑一致,具体内容如下。

(1)同一组内,任意两个危险气体探头发高高报警则机组跳闸。

(2)同一组内,任一危险气体探头高高报警且另一个探头故障报警,则机组延时 5 s 跳闸。

(3)同一组内,任意两个危险气体探头故障报警且第三个探头高高报警则机组延时 5 s 跳闸。

(4)同一组内,任意两个危险气体探头故障,延时 5 s 自动停机。

(5)同一组内,任意一个危险气体探头故障加一个探头高高报警延时 5 s 自动停机。

当燃机控制盘接收到相关信号,经逻辑判断发出跳闸信号后,燃机会立刻关断燃料截止阀、燃料速比阀、一二三级燃料控制阀,打开放散阀。

### 4 燃机运行中危险气体保护系统常见故障

#### 4.1 危险气体检测探头灵敏度下降

在危险气体检测系统定期校验过程中发现风道内有探头超标气时的测量值远远达不到标气标准值,且响应速度减慢。通过比较和分析发现,风道内有细微的灰尘颗粒长期吹向探头,其中部分细小灰尘进入探头内部堵塞探头造成测量不灵敏。

#### 4.2 危险气体探头故障或误报警

运行中危险气体检测系统某个探头发生故障报警,分为两种:①测量值往正方向上超过量程的故障(ER80);②测量值在负方向上超过量程的故障(ER81),比如测量值超过-2.5%LEL。根据说明书,危险气体探头的工作极限温度为 150℃,但是在 120℃以上的高温环境中不能长期运行,轮机间冷却风扇入口处的危险气体探头由于长期处于高温下(120℃左右),影响了测量元件使用寿命,测量值经常会在运行中发生大测量值偏移乃至故障报警。

#### 4.3 危险气体检测探头零点漂移

在温度相对较高的区域的危险气体探头极易发生零点漂移现象,经过分析发现,在高温环境中的危险气体探头较易发生信号干扰。另外,如果对危险气体探头维护不及时,未定期校验,或是对超出寿命的探头超期使用等情况,或危险气体探头附近电信号干扰强都容易造成危险期探头的零点漂移。

某电厂 1 号联合循环机组正常运行期间,1 号燃机发“L45HT4H-ALM 危险气体浓度高”报警,发“L45HGSD 危险气体检测装置故障,自动停机”信号。1 号燃机开始自动减负荷到零,自动解列停机。技术人员现场检查发现,45HT4(危险气体监测探头设备编号)探头运行中发出“45HT4H”高报警,45HT5 探头运行中发出故障信号,45HT4、45HT5 探头运行中相继发出高报警和故障信号,满足燃机减负荷停机条件,是本次机组解列的直接原因。技术人员在进一步检查中发现,45HT6 探头在检查

过程中也发出故障信号,说明 3 个探头工作中遇到相同问题。经查明是由于 1 号燃机 2 瓦冷却密封排油烟管道与燃烧室支撑缸结合面有压气机排气泄漏,温度高达 377℃,导致轮机间运行中温度超出危险气体探头允许工作环境温度(允许值为-55~150℃),轮机间内温度测点最高达 170℃,从而发生轮机间冷却风扇入口的危险气体探头相继故障,引起燃机自动停机。而发生故障的 3 个危险气体探头投入使用均不足 1 个月。

### 5 提高危险气体探头可靠性和使用寿命的方法

#### 5.1 监测探头安装的注意事项

(1)危险气体探头必须安装在爆炸性混合物最容易积累的地方,保证测量的真实性和准确性。

(2)为使危险气体探头运行正常,安装位置周围应保持一定的空间,宜留有≥0.3 m 的净空区。

(3)危险气体探头必须安装在无冲击、无振动、无磁场干扰的场所。

(4)危险气体探头和相对应的接线盒必须接地良好,消除周围用电设备的电信号干扰。

(5)被测气体中甲烷比空气密度低,因此危险气体探头必须安装在被测设备(法兰)的上方。

(6)由于长期处于高温区域会影响危险气体探头寿命,可适当更改轮机间冷却风扇入口处的 3 个危险气体探头位置。在两台风机的风道中增加联接管,并将危险气体探头安装在联接管内,以降低危险气体探头工作的环境温度。

#### 5.2 监测探头的定期维护

危险气体探头一般情况下能够连续工作 1~2 年,但是定期对探头进行校验仍然非常必要,根据制造商建议每 90 天应对探头校验一次,并对探头的滤网进行清理。此外,当校验过程中,探头测量值与标气值偏差较大时,应及时更换探头,且更换新的危险气体探头和卡件后,在其投运前必须重新校验。值得注意的是,当探头发生过超限报警或者长期暴露在高浓度的天然气下后必须对其重新校验,这是为了防止探头中毒而降低应有的灵敏度。

#### 5.3 完善设备检修台账的必要性

由于危险气体探头需要周期性更换,完善设备台账就显得非常重要。且在台账中需要详细记录校验数据、周期、探头更换日期等,以便做好危险气体探头的劣化趋势分析,及时进行更换。

### 6 提高 MarkVIe 控制系统中危险气体保护可靠性的建议

由于轮机间冷却风扇入口的 3 个危险气体探头长期处于高温区域,易发生漂移和故障,很容易造成保护的误动,建议取消该组探头的自动停机逻辑,保留跳闸保护逻辑,其余两个区域可以根据实际情况对保护逻辑进行修改。

### 7 结语

燃机危险气体保护系统是保证机组安全运行的重要一环,在正常生产过程中极易发生探头故障的现象。要消除这些故障现象,检修人员必须熟悉和了解危险气体探头的工作原理和常见故障,才能够更加及时的解决问题,使得机组能够更加稳定的运行。

[编辑 凌 瑞]