

国电泰州电厂超超临界凝汽器真空系统查找漏空点之探讨

雍 鑫

(国电泰州发电有限公司 江苏省泰州市高港区永安洲镇 225327)

摘 要: 对国电泰州电厂超超临界汽轮发电机组真空系统漏空进行了分析, 提出真空系统发生漏空后应采取的有效措施, 对百万机组的安全、经济运行具有一定的意义。

关键词: 汽轮机组; 真空系统; 漏空点

0 引言

汽轮机组真空对机组的运行效率影响十分突出, 对于1台350 MW机组来说, 凝汽器真空每下降1 kPa, 在主蒸汽流量不变的情况下, 除了主机做功效率降低0.710e(负荷将降低2.5 MW)之外, 其它辅机设备的出力均不同程度地会有所增加, 而超超临界百万机组对机组凝汽器真空的要求更高。国电泰州电厂超超临界汽轮发电机组#1、2机都是1000 MW机组, 机组在停机重新启动后经常会发生凝器器真空严密性差, 运行中机组氢导电率高和凝结水溶氧增大的现象, 如何解决这个问题, 保证机组正常、安全、经济的运行是一个值得进一步分析和探讨的。

凝汽器真空系统漏空是最常见的异常问题, 我国制定的凝汽器真空系统严密性标准为: 100MW以上机组真空严密性合格标准为真空泵停运后真空下降速度小于270Pa/min。。在现有运行的机组中, 实际最好的真空系统严密性可达20 Pa/min, 此时机组真空系统漏入的空气量约为5 kg/h以下。在发现机组凝汽器真空系统发生泄漏空气后, 应寻找捷径, 少走弯路, 尽快查出、消除泄漏点, 保证机组的正常经济运行。

1 分析及措施

1.1 凝汽器真空系统主要异常参数

凝汽器真空系统主要异常参数有: 主机负荷、主机真空、凝汽器排汽温度、凝结水温、循环冷却水入口温度、循环冷却水出口温度、凝结水溶氧、除氧器内给水溶氧、主机真空严密性试验结果等。

1.2 数据比较分析

对异常参数与正常值进行对比、分析确定空气泄漏部位对所记录下来的数据与机组正常运行时的数据进行比较、分析, 从中找出差距, 要查找的关键项目及正常值为:

(1)真空严密性试验结果, 正常情况下为400Pa/min(根据各类机组自身情况决定), 如用漏空量法计约10 kg/h以下, 若真空严密性结果远高于该值, 即其漏空量超出30 kg/h, 证明真空系统漏空量远远超限

(2)与此同时凝汽器端差相对增高, 正常时其端差为2-6℃, 若其端差达10℃以上时, 说明该泄漏点为大漏点。

(3) 凝结水溶氧也随真空系统漏空量的加大而增加, 正常情况下, 该值在3-4 Lcg/L, 若系统漏空, 该值将大幅度地增大。

(4) 当泄漏空点较大时, 在同样负荷下, 循环冷却水出、入口温升大幅度降低, 主要原因就是因真空系统漏入的空气, 在凝汽器汽侧钢管外壁即蒸汽与钢管间形成一层空气薄膜, 使得钢管内的冷却水与蒸汽间换热增加了热阻, 换热效果大大减弱, 故循环冷却水温升降低。

(5)对有关数据进行综合分析

1.3 多台机组漏点分析

从多台机组的漏空点检查分析, 如泄漏点在凝汽器内水面以下, 则该漏点对真空值影响较小, 而对凝结水内溶氧量影响较大;如泄漏点处于凝汽器内水面以上, 则该漏点对真空值影响较大, 而对凝结水溶氧影

响较小。这主要是因为凝结水面下的漏空点漏入的空气直接进入水内，之后随着凝结泵进入凝结水系统，故所采用的凝结水样含氧量较高；在水面以上的漏空点，其所漏入的空气在与下移凝结的蒸汽进行短暂的接触后，就被真空泵吸出。此过程中，蒸汽中微量氧气混杂在凝结水中。

1) 漏空点处在真空系统凝结水面以上，这种情况下，凝汽器内真空、凝结水溶氧均随着负荷的变化而变化，负荷升高时，真空随之升高，凝结水溶氧随之降低，负荷降低时，与此相反。一般漏空点都是在负压区，当负荷变化时，随之变化较大的主要是抽汽系统、低压旁路调整阀后、疏水扩容器等部位，当负荷升高后，负压系统的压力将提高，漏率量相对降低，真空逐步升高，凝结水溶氧降低。

2) 漏空点的漏空对凝汽器真空、凝结水溶氧变化的影响非常敏感，当真空系统有漏点产生，至真空测量装置检测出来反映到CRT画面上仅需几分钟，而凝结水溶氧变化稍微滞后。这很容易被证实，若在漏空点处喷涂易被监测到的气体(如氦气)，仅2~3 min后就可被抽吸到真空泵的排气口处。同样若漏空点被找到，将其封堵后，则凝汽器真空在几分钟后就明显的变化。

1.4 真空系统中漏空点的试验方法

(1) 机组运行中，利用系统切除、隔离、变工况试验法

机组运行中，若发现凝汽器真空下降，在做真空严密性试验超标的情况下，应对机组真空系统进行全面检查。首先要对与凝汽器连接的所有系统管道列出清单，然后采取逐项隔离的方法，对与凝汽器真空系统连接最近的一道阀门进行关闭，每关一道门，保持30 min，观察真空、凝结水溶氧变化情况，如无明显的反应，则恢复原状，再进行下一项试验。

(2) 氦气检漏仪喷涂试验法

机组运行中，在采用系统隔离方法无法查出真空系统漏空点的情况下，利用氦气检漏仪喷涂试验法进行查找泄漏点，主要对利用隔离系统方法检验不到的保温层内部的高空管道、焊口等重点怀疑部位进行检查具体的方法是：在怀疑泄漏的部位喷涂氦气，然后在真空泵排气口处监测氦气浓度值，如该部位确实泄漏，则排气口处的氦气浓度较大，可根据氦气浓度的大小判断该处是否漏空

(3) 停机后采用真空系统灌水查漏法

这种方法是在利用以上两种方法无法查出漏空点的情况下，停机后当高、中压缸内金属温度均降至150℃以下时，将凝汽器与高、中压缸及外部系统整个隔离，即保证凝汽器内部注入的水不进入高、中压汽缸，也不向系统外流出，对于凝汽器底部为弹性布置的机组，在凝汽器补水前打好支撑，并在凝汽器底部接出一根透明水管，用来观察凝汽器内水位的高度。此后开始向凝汽器内补水，补水高度为低压缸汽封洼窝以下100 mm(如为进口机组要遵循制造厂家的要求，有的机组要求不能淹没低压转子叶片)。

1.5 不同工况下查找、分析漏空点的实施方法

(1) 机组是否启动、停运过在发生真空系统漏空、真空严密性试验超出合格范围后，首先应认真回顾、分析异常发生前机组状态，是一直保持运行还是停运后的机组刚启动，对于运行中的机组需要确认有何操作，如为刚启动的机组，要检查是否有真空系统的疏、放水门没有关闭，或者是因机组启、停导致某些真空系统管道焊口裂缝漏空等。

(2) 进行过哪些操作在机组运行中，相同工况下，若发现凝汽器真空下降，且真空系统的漏空量有所增大，应认真检查所操作过的真空系统的阀门是否关严，尤其是放水门、放空气门等。

(3) 是否发生过变工况在采用上述方法无效果的情况下，则需检查机组是否发生过突甩负荷或负荷突升、突降、旁路调节阀突开、突关异常，这些异常工况极易造成温度波动较大区域的焊口、伸缩节等薄弱环节部位产生裂缝、裂口，这些裂缝部位往往在管道的保温层内，不易被发现，需花较大精力进行检查才能找出。

采用上述分析、试验并举的方法，能够快速、有效地查出漏空点。

1.6 提高真空严密性和降低凝结水溶解氧的方法

为了保证机组真空严密性处于合格范围内，除了定期进行真空严密性试验外，还要组织值班人员定期进行漏空点检查，对真空系统中各疏、放水门、排空门要建立各自的状态表，以便检查核对。并保证备用

凝泵的密封水供水量，防止空气从备用凝泵格兰密封（机械密封）处到吸空气到凝器汽侧。

在减少凝结水中溶氧含量方面，日本三菱公司制造的汽轮机组汽水系统中，凡与凝汽器真空系统相联接的阀门门杆均用密封水门加以密封采取这种措施后，凝结水溶氧得到了有效的保证，通常情况下，凝结水溶氧合格率能够达到100%，确保凝结水系统不受水中溶氧的侵蚀，这种降低凝结水溶氧量的方法值得借鉴。

2 结论

根据以上的方法，对国电泰州电厂超超临界汽轮发电机组真空系统漏空进行分析，通过对凝汽器异常参数与正常值进行对比、分析确定空气泄漏部位对所记录下来的数据与机组正常运行时的数据进行比较、分析，组合机组实际情况，利用机组的大、小修的机会采用真空系统灌水查漏法对凝汽器进行压水查漏，对机组真空系统、凝结水系统可能会发生的漏点重点检查，有效地查出漏空点，采取相对应的有效措施，使得机组在停机重新启动后经常发生凝器器真空严密性差，运行中机组氢导电率高和凝结水溶氧增大的现象的大幅减少，保证机组正常、安全、经济的运行。

作者简介：

雍 鑫(1962-)，男，江苏泰兴人，技师，从事火电厂热机技术工作，E-mail: yongx@gdtz.com.cn。