

浅析超超临界机组的加氧技术要点及过程控制措施

万金录

(江苏射阳港发电有限责任公司, 江苏 射阳 224346)

摘 要: 本文针对超超临界机组加氧的技术特点, 结合本公司加氧的实际控制方式, 对加氧工作的准备、实施、过程控制以及异常现象做了较为详细的描述。

关键词: 超超临界机组; 氧化皮; 加氧; 控制方式; 异常处置; 注意事项

0 引言

超超临界机组与常规亚临界机组相比, 具有更高的热效率, 充分显示出显著节能和改善环境的双重功效, 作为世界上先进的洁净发电技术主导着电力的发展方向。由于其温度和压力等级显著增加, 对材料和化学专业提出了更高的要求。多个先进国家的运行经验证明, 解决好材料和化学二个专业方面的问题, 是保证超超临界机组设计和运行成功的关键。就化学工作而言, 超超临界机组最突出的问题是受热面的氧化皮问题, 而解决氧化皮问题的有效途径是实施机组加氧, 事实证明, 国内多台火电机组均因没有实施加氧而导致多起氧化皮脱落而引起重大经济损失, 也有多台实施加氧的机组因为控制不到位而发生水冷壁大面积爆管的恶性事故。笔者根据本单位加氧实施的实际情况, 就如何科学实施加氧工作做一些探讨。

1 加氧前的准备工作

1.1 加氧装置耐压试验

(1) 氧气管系统安装结束后, 应用四氯化碳进行管路清洗, 然后用氮气进吹扫;

(2) 要求加氧装置至现场加氧点的加氧母管耐压试验达到 13MPa, 加氧装置本身的耐压试验根据加氧点背压的不同而有所区别, 一般情况下, 向凝结水精处理出口加氧点耐压应达到 4.5MPa, 向给水(即除氧器出口)加氧点耐压应达到 2.0MPa;

(3) 耐压试验期间, 应使用肥皂水检查系统各接点, 确认无泄漏, 如有泄漏应及时处理;

(4) 确认无泄漏后, 关闭气源, 系统整体压降下降速率应小于 0.1 MPa/d 为合格;

1.2 加氧装置调试要求

(1) 加氧装置各阀门应操作灵活;

(2) 质子流量计能按照指定开度动作到位, 反应灵敏可靠;

(3) 流量计指示应相对准确;

(4) 减压阀应能够针对准确的控制好压力, 不能出现严重超压或压力调整不到位等现象;

1.3 加氧其他硬件条件

(1) 氧表的准确性必须得到可靠保证, 至少同时具备凝结水泵出口、除氧器入口、除氧器出口、省煤器入口以及主蒸汽等氧表, 以保证实现有效监控;

(2) 就地加氧点的逆止阀必须质量可靠, 防止压力变化时水倒进加氧装置, 影响加氧效果;

(3) 水汽氢导表的准确率必须达到 100%;

(4) 除氧器排气阀必须能完全关闭且无泄漏现象, 同时能够根据需要进行开度调整;

(5) 凝结水精处理实现 100%处理;

2 加氧点的选择

机组的加氧点一般情况下设计在除氧器出口和凝结水精处理出口, 正常情况下, 有以下 3 种加氧方式:

(1) 除氧器出口;

(2) 凝结水精处理出口;

(3) 同时加在除氧器出口和凝结水精处理出口, 实施一、二级加氧;

考虑到系统特点, 我公司选择凝结水精处理出口进行加氧。

3 加氧工作的实施

3.1 加氧前必须满足的水汽技术指标

(1) 热力系统各水汽 DD_H 必须 $\leq 0.1 \mu s/cm$;

(2) 凝结水精处理各混床出水比电导必须 $\leq 0.1 \mu\text{S}/\text{cm}$, 高混出口母管的 DD_{H} 必须 $\leq 0.1 \mu\text{S}/\text{cm}$;

(3) 凝结水及主蒸汽钠应 $\leq 1 \mu\text{g}/\text{l}$, 凝汽器无泄漏或明显渗漏现象;

(4) 高速混床出口母管 DD_{H} 必须 $\leq 0.1 \mu\text{S}/\text{cm}$;

3.2 加氧实施步骤

(1) 联系集控专业关闭待加氧机组的除氧器排气阀, 并进行现场确认无泄漏;

(2) 启动加氧系统, 进行除氧器内部氧量平衡工作, 此刻由于刚开始加氧, 除氧器内部基本无氧, 因此必须持续加氧, 加氧阀开度按照一定速率进行递增, 递增操作间隔时间建议为 30min, 最大建议总开度不超过 80%;

(3) 除氧器出口明显有氧出现时, 应逐步降低加氧阀开度, 严格按照导则及规程规定控制好各点氧量;

3.3 加氧调节方式

3.3.1 pH 调节

pH 的调节以省煤器入口和凝结水精处理出口 pH 和对应的电导率调节为主, 主要分为两种工况调节:

(1) 除氧器出口无氧出现时, pH 应按照导则中规定的上限控制, 主要防止在低氧状况下, pH 过低可能引起的酸性腐蚀;

(2) 除氧器出口明显有氧出现时, pH 应按照导则规定的范围进行控制;

3.3.2 加氧调节原则

(1) 当主蒸汽氧量值较低时, 以省煤器入口氧量为目标对象, 当省煤器入口氧量值低于规定值, 按照 5% 的开度逐渐增加加氧阀开度, 使除氧器出口氧尽量控制在规定值左右。当省煤器入口氧量值接近规定值时, 应注意保持加氧阀开度, 如省煤器入口氧持续上升, 应适当减小加氧阀开度, 直至规定值;

(2) 当主蒸汽氧量值较高时, 应适当减小加氧阀开度, 直至小于规定值;

(3) 当省煤器入口氧量值明显上升且严重超标时, 立即联系集控班组打开除氧器排气阀的其中 1 只, 建议排气时间在 5min 左右后关闭;

4 加氧实施过程中的常见问题及处置

4.1 除氧器出口氧量值高于或持平于除氧器入口氧

量值

(1) 除氧器内部除氧装置故障。我公司除氧器采取内部除氧装置, 无专门的填料式除氧头, 当除氧装置出现故障时, 进入除氧器的水中溶解氧未能有效的被脱除至除氧器汽侧, 从而导致除氧器出水溶解氧增加, 出现和进水溶解氧持平的现象;

(2) 运行中处于停运状态下的电动给水泵取样点未及时关闭。机组启动初期, 使用电动给水泵上水, 其取样点处于打开状态, 当汽动给水泵投入运行后, 电动给水泵停止运行, 其中的存水因为处于静止状态, 其溶解氧含量过高, 如果电动给水泵的取样阀未及时关闭, 其中的含量较高的水会并入汽泵取样管路中, 导致除氧器出口含量偏高。我公司即存在此问题, 后排查分析并关闭后, 除氧器出口氧量恢复正常。

4.2 省煤器入口氧量值高于除氧器出口氧量值

(1) 前置泵格兰密封水影响。给水泵前置泵的格兰密封水由于设计特点, 在运行中会部分进入给水系统, 在运行中发现当除氧器出口氧量增幅达 $5 \mu\text{g}/\text{l}$ 左右时, 省煤器入口氧量会出现 30~40 $\mu\text{g}/\text{l}$ 的增幅, 不同比于除氧器出口氧量的增幅, 检查中发现前置泵的格兰密封水在设计中取至凝结水泵出口, 但实际安装位置在凝结水精处理出口加氧点之后, 导致前置泵格兰密封水中的含氧量过高, 从而引起省煤器入口氧量增加。后将加氧点改接至前置泵格兰密封水取水点之后, 该现象得以明显改善。另外当凝结水泵出口含氧量增加时, 也是导致前置泵格兰密封水中的含氧量过高, 引起省煤器入口氧量增加的原因之一。

(2) 高温取样架省煤器入口取样限流阀 (或减压阀) 影响。运行中发现, 即使解决了前置泵格兰密封水的取水点问题, 但省煤器入口依然表现为明显高于除氧器出口氧量值, 经仔细排查, 发现一旦更换省煤器入口取样限流阀, 省煤器入口氧量值即出现明显下降。

(3) 高温取样架至在线仪表的取样管路存在渗漏现象。当取样管路存在渗漏时, 即使样水处于正压状态, 也极易造成空气和样水的接触, 导致微量空气进入样水中, 从而引起样水溶解氧偏高, 我公司在机组运行中, 发现省煤器入口氧明显高于除氧器出口, 且存在明显的波动现象, 后采取增大样水流速, 通过在线仪表流量的调整, 适当增加取样

管路的样水内压，从而有效的消除了微量空气进入样水中导致溶解氧偏高的现象，使得省煤器入口氧量值基本维持在 3~4ug/l 左右。

4.3 省煤器入口氧量值在运行中迅速超标，同时主蒸汽也明显上升

(1)机组负荷急剧下降的影响。当机组负荷急剧下降时，凝结水及给水流量将急剧下降，在手动加氧的状态下，加氧阀的开度来不及跟踪负荷的变化，因此等量的氧气进入低流量的给水中，导致省煤器入口氧急剧上升，以致主蒸汽含氧量也急剧上升。

(2)机组负荷急剧上升的影响。当机组负荷急剧上升时，凝结水及给水流量将迅速上升，同时凝结水压力将明显下降，在加氧装置设定压力为 4.0MPa 的情况下，大量氧气将呈“井喷”状态下进入凝结水中，在除氧器已经达到氧量平衡的情况下，导致除氧器出口氧量急剧上升，从而导致省煤器入口氧急剧上升，以致主蒸汽含氧量也急剧上升。

5 加氧过程中的相关注意事项

5.1 密切关注负荷变化

负荷的急剧变化是导致加氧数据异常的主要原因，在运行过程中，值班人员应密切关注负荷变化，发现负荷急剧变化时，应及时调整加氧阀，同时联系集控专业做好开启除氧器排气阀的工作措施，同时集控专业应注意控制好负荷升降速度，防止负荷变化速度过快对加氧数据造成影响。

5.2 做好 pH 的准确调节

在加氧状态下，应严格控制好 pH 值，防止 pH 值调整过高引起氧腐蚀，也要注意避免 pH 过低引起受热面的酸性腐蚀。

5.3 尽量保证凝结水压力的稳定性

在加氧状态下，虽然加氧装置的压力设定为 4.0MPa，但实际运行中，凝结水泵为变频调节，运行压力在 2.0MPa 左右，加氧系统的加氧压力决定于加氧点的背压，当凝结水压力上升时，在瞬间会

导致加氧的“封闭”现象，即加氧压力低于加氧点背压，以致氧不能有效的加入。反之，当凝结水压力下降时，在瞬间会导致加氧的“井喷”现象，即加氧压力高于加氧点背压，以致大量氧不能有效控制的大量加入，引起系统氧量值的大幅变化。

5.4 灵活的做好加氧阀的开度调整

值班人员应严格执行专业规定的加氧调节方式，尽量维持系统氧量值的相对稳定，保证系统中有效的氧量值，以保证在受热面上形成 Fe_3O_4 和 Fe_2O_3 的氧化膜，提高受热面保护膜的抗冲刷性能。

5.5 严格控制好汽品质

良好的汽品质是保证加氧效果的基础，运行中应密切关注各点水质，尤其是氢导数据的变化，发现氢导超标时，应立即开展检查分析，如确认异常，应迅速退出加氧模式，改为 AVT 控制。

5.6 应做好凝结水精处理高速混床的运行工作

运行中，应严格按照比电导控制好混床失效点，确保高速混床 100% 的投入率，应密切关注凝结水钠离子的变化，坚决避免凝汽器泄漏或明显渗漏现象。

5.7 在线氧表的及时维护

氧表的及时维护工作是保证氧表准确性的前提，仪表维护班组必须制定氧表的专项维护措施，定期做好在线氧表的标定及电极膜的检查更换工作。机务维护班组应做好涉及到氧量仪表取样限流阀的定期清理或出现问题时的更换工作。

5.8 及时做好在线氧表的流量调整

氧表的进水流量直接影响到氧表检测的准确性，实践证明，氧表流量控制在 300ml/min 左右最为适宜，运行人员应在巡查时高度关注并做到及时调整，对因设备缺陷引起的流量不足等现象，及时联系机务维护班组处理恢复。