

EDTA 低温复合清洗在新建锅炉酸洗中的应用

Application of EDTA low-temperature composite cleaning in acid cleaning of newly built boilers

陈国忠

Chen Guozhong

(内蒙古京科发电有限公司 029400)

Inner Mongolia Jingke Power Generation Co., Ltd. 029400

摘要: 与传统化学清洗工艺相比, EDTA 低温复合清洗使用了新工艺, 以清除受热面、集箱和连接管道内表面所有的残渣, 如油脂、焊渣、氧化皮等, 并在内表面形成一层钝化膜。化学清洗是改善和保障机组水汽品质的重要措施, 同时也是防止受热面因腐蚀和结垢引起事故的必要措施, 更是提高机组热效率有效手段。主要应用于火电厂新建机组的化学清洗。本工艺应用于内蒙古京科发电有限公司 2 号机组, 整套试运时间缩短了约 5~7 天, 至少节约燃油约 80t, 节约除盐水约 1000t。

Abstract: Compared with traditional chemical cleaning processes, EDTA low-temperature composite cleaning uses a new process to remove all residues such as grease, welding slag, oxide skin, etc. from the heating surface, header, and connecting pipeline inner surface, and form a passivation film on the inner surface. Chemical cleaning is an important measure to improve and ensure the water and steam quality of the unit, and is also a necessary measure to prevent accidents caused by corrosion and scaling on the heating surface. It is also an effective means to improve the thermal efficiency of the unit. Mainly used for chemical cleaning of newly built units in thermal power plants. This process is applied to Unit 2 of Inner Mongolia Jingke Power Generation Co., Ltd., and the overall trial operation time has been shortened by about 5~7 days, saving at least 80 tons of fuel and 1000 tons of desalinated water.

关键词: 火电厂; 化学清洗; EDTA;

Keywords: thermal power plant; Chemical cleaning; EDTA;

0 引言

锅炉的化学清洗是提高锅炉热效率、改善机组水汽品质的有效措施, 同时也是使锅炉热力系统内表面清洁、防止受热面腐蚀、结垢的必要措施。进行化学清洗后可确保机组启动后水质、蒸汽质量尽快合格。炉前热水(55℃)冲洗是为了清除掉设备在制造、安装过程中形成在汽、水管道内的油脂、铁锈、氧化皮、焊渣、泥砂等杂质, 根据部颁 DL/T794—2012《火力发电厂锅炉化学清洗导则》的规定, 锅炉必须进行化学清洗, 以保证机组在启动过程尽快达到汽水质量合格, 防止结垢、腐蚀、爆管等影响机组安全稳定运行的问题。

根据导则 DL/T794—2012 化学清洗导则 3.5.1 描述, a) 直流炉在 9.8MPa 以上的锅炉在投产前必须进行化学清洗, 压力在 9.8MPa 以下的锅炉可不进行化学清洗, 必须进行碱煮或者碱洗, 并不是说锅炉酸洗前先碱洗后酸洗。锅炉酸洗前碱洗说的是运行炉, 因为在运行炉大修时, 炉内垢量成分复杂, 其中含有钙、镁的垢、铁垢等一些难溶成份, 如果直接进行酸洗, 因结垢复杂不容易清洗掉, 所以第一步运用碱煮的方法, 把里面的难溶成份进行软化, 然后再进行酸洗。而基建锅炉不存在这些垢的成份, 里面只是有一层浮锈和焊渣, 运输当中一些砂土, 所以第一步进行水冲洗, 然后进行酸洗即可。

1 新工艺锅炉 EDTA 铵盐低温化学清洗

1.1 清洗范围包含炉前系统碱洗和锅炉酸洗

(1) 锅炉前系统的清洗范围包括: 排汽装置、凝结水泵、凝结水精处理系统旁路、轴封加热器、热网疏水冷却器主旁路、低压加热器水侧主旁路、除氧器、高压供水管道、高压加热器水侧旁路, 低压加热器蒸汽侧(7 号低压加热器蒸汽侧不参与碱洗)、高压加热器蒸汽侧、除氧器溢流和排水管道、锅炉启动排水管道、给水再循环系统。

(2) 炉本体清洗范围为: 自给水操作台后供水管道、省煤器、降水管、水冷壁、启动分离器、贮水箱及疏水管道; 给水操作台前的供水管道包含在机侧炉前碱洗系统范围(过热器系统不参加化学清洗)。

1.2 炉前系统碱洗

(1) 碱洗工艺: 炉前系统碱洗的主要目的是清除设备和管道生产、储存和安装过程中的油污、沉积物、焊渣和其他杂物。碱洗采用过氧化氢(双氧水)工艺, 可以提高清洗后的蒸汽和水的质量, 缩短机组调试时间, 实现尽快启动机组, 节约资源和能源。

碱洗方法双氧水, 环保, 因管道都经过喷砂处理, 里面成份主要是双氧水和浮土, 当碱洗液在池中经过曝气后, 双氧水就产生少量的氢气和气, 不会对环境造成影响和污染。

双氧水碱洗工艺控制参数:

双氧水: 0.05 ~ 0.1%

消泡剂浓度: (0.01 ~ 0.07) %

温度: 45 ± 5℃ 或者常温

时间: 循环清洗 3h 浸泡 3~5h

(2) 碱洗步骤

各系统经除盐水高流量冲洗合格后, 将除氧器水位控制在 2/3 处, 加热到 80℃, 关闭除氧器出口门, 热水浸泡 3 小时, 然后排掉。重新给除氧器上水, 系统进行闭式循环, 并加热到 40 ± 5℃, 对系统开始进行加碱洗液。在碱洗过程中, 在正常压力范围内(高加汽侧 ≤ 2.0MPa, 低加汽侧 ≤ 0.2MPa)需减少凝结水泵的再循环量、开大凝泵出口电动阀, 增加炉前系统主干路的介质扰动, 以便于冲洗掉沉积颗粒。

通过临时门调节与电厂运行正式门调节同时将四个阶段系统带碱液进行循环, 维持凝汽器液位为 4m ~ 5m, 除氧器水位维持除氧器直径 2/3 处, 待循环均匀后分别对四个阶段回路单独进行循环清洗, 每路清洗时其余三个阶段系统处于浸泡状态。每个回路循环清洗 2 个小时后, 再将上述四个回路同时循环, 形成一个大回路, 循环 2 小时。后慢慢升高凝汽器汽侧和除氧器的液位, 将除氧器充满碱洗液、凝汽器液位维持在刚好没人换热管的凝汽器喉部位置。然后关闭凝泵和所有阀门, 并专人监看凝汽器、除氧器液位, 浸泡 3 ~ 5 小时后将碱液进行排放;

排放前打开各个高、低加危急疏水门，再次冲洗危急疏水管道。

通过凝泵再循环门及低加汽侧临时门调节，保证低压加热器汽侧循环时循环液压力不高于 0.2MPa。

1.3 锅炉本体 DETA 铵盐化学清洗

锅炉酸洗前的小型静态试验已完成，腐蚀速率及腐蚀量经检验符合 DL/T794-2012《火力发电厂锅炉化学清洗导则》中的要求。腐蚀指示片根据锅炉材质加工已完成，在业主、监理的监督下称量已完成，监视管段由锅炉安装单位提供省煤器或水冷壁备用管。

(1) 炉前系统水冲洗流程

1) 冲洗回路 1: 冲洗凝结水、低加水侧主路、除氧器、除氧器停机放水管道、锅炉疏水扩容器

2) 冲洗回路 2: 高压、低压加热器汽侧冲洗流程

冲洗结果: 冲洗至临时管出口出口处用眼观察澄清透明，无明显杂质。

(2) 除盐水冲洗及升温试验:

1) 除盐水冲洗:

外接清水箱→清洗水泵→主给水管道→锅炉省煤器→锅炉水冷壁→启动分离器→储水箱→临时管道→排放(冲洗终点: 用眼观察无明显杂质、出水清澈)。

2) 过热器充保护液: 过热器不参与系统清洗，系统冲洗干净后，关闭主给水电动门及锅炉侧放水门，保证水冷壁、省煤器处于满水状态，通过加氨水调整系统 pH 为 9.0~10.5 之间，外接清水箱→临时清洗水泵→储水箱→汽水分离器→过热器→过热器各级空气门出水，检测 pH10 以上保护液加注结束。

3) 升温试验:

锅炉本体化学清洗回路建立循环、启动加热，严格控制锅炉升温速率，关闭启动分离器排气门，待回水温度达到 80~90℃ 范围时，调整辅汽使其清洗系统各温度测点温差波动不超过 5~10℃ 范围内。检查仪表、采样、通讯、隔离措施等，确认系统具备清洗温度条件。

(2) 锅炉本体 EDTA 铵盐酸洗:

根据《火力发电厂锅炉化学清洗导则》规定，清洗流速应控制在 0.2~0.5m/s，最大流速不应超过 1m/s。流速计算表: 确定酸洗流量应在 200~300t/h

EDTA 浓度: 3.5~6.5%，缓蚀剂 N-108: 0.3~0.5%，还原剂 N-209: 适量(0.2%)，消泡剂 N-202: 适量，温度: 80±5℃，时间: 10~20 小时，清洗流速: 0.4m/s~1m/s(一般控制在 0.6m/s 对应流量 270~280m³/h)。建立炉本体化学清洗循环回路，当温度升至 60~70℃ 左右时，加 N-108 缓蚀剂，控制浓度在 0.3~0.5%，循环不低于 0.5 小时后再添加 EDTA，控制浓度在 3.5~6.5%，开始 pH 值在 4.5~5.5 之间，同时加入适量还原剂 N-209，根据泡沫大小加入适量消泡剂 N-202。当温度达到 80℃ 时，维持温度即可，清洗中每小时化验一次，待出口全铁离子总量 2~3 次取样化验基本不变，酸洗 6~8 小时后，全铁基本平衡，加氨水调整 pH>8.5~9.5 转入钝化阶段。残余 EDTA 浓度维持在 0.5% 以上继续钝化 4 小时。

钝化结束后停辅汽降温(清洗泵继续运行)，当温度降至 70℃ 左右时，将废液排至机组排水槽。

2 质量检查标准及要求

(1) 质量检查

1) 酸洗结束后，从回酸母管上拆下监视管，取出金属腐蚀指示片，称重，检查镀膜情况，并检查监视管内壁的清洗质量，合格后回装监视管进行钝化阶段。

2) 钝化完成，钝化液排放结束后，从回酸母管上拆下监视管，检查监视管内壁的清洗钝化质量。

(2) 质量标准

1) 清洗后的金属表面应光滑洁净，无明显金属粗晶析出的过洗现象，没有镀铜现象，基本上无残留氧化物和焊渣。

2) 腐蚀指示片腐蚀总量小于 80g/m²，平均腐蚀速率小于 8g/(m²·h)；残余垢量小于 30g/m² 合格，小于 15g/m² 优良，除垢率不小于 95% 为优良级。

3) 清洗后的金属表面不出现二次锈蚀和点蚀，形成良好的钝化膜。

4) 固定设备上的阀门、仪表等不受损伤。

3 安全注意事项及现场所应具备条件

(1) 化学清洗的安全措施应符合《京科发电 2 号机组锅炉酸洗作业指导书》及《京科发电 2 号机组锅炉化学清洗技术方案》有关安全技术措施。

(2) 清洗操作人员必须学习《锅炉酸洗作业指导书》，清洗人员需经过安全技术交底，熟悉系统及清洗药品的性能及烧伤急救方法，参加酸洗人员合理佩戴防护用品，无关人员不得在清洗场地逗留。

(3) 清洗现场消防水、自来水保持畅通，并用警戒绳将现场隔离，清洗现场必须挂“严禁烟火”“高温危险”“请勿靠近”等警示标识。

(4) 清洗系统所有临时管道焊接可靠，系统阀门、法兰及水泵盘根应严密，进酸前进行充水打压合格，法兰连接处采取防喷溅措施，避免伤人。

(5) 蒸汽系统必须保温，蒸汽系统阀门必须选用高于实际压力二个等级的铸钢焊接门，蒸汽管道应有疏水装置，投用前必须先疏水暖管，疏水管断水后方可投用。

(6) 化学清洗时禁止在清洗系统上进行其他工作，清洗区域 30 米内不准进行明火作业，在加药场地及清洗区域禁止吸烟。直接接触化学药品的人员和检修人员应合理佩戴防护用品，做好个人防护措施。

(7) 清洗现场应有防酸碱烧伤急救药品: 2% 的稀硼酸 5 升、1% 的醋酸、2~3% Na₂CO₃ 溶液 5 升、0.5% NaHCO₃ 溶液 5 升。清洗过程中应有医护人员值班。

4 结束语

实施 EDTA 低温复合清洗新工艺，不仅节省燃油、减少清洗废液处理工程量和费用。该工艺用于新建机组的化学清洗，可有效缩短清洗工期，实现炉前系统和锅炉本体的分部清洗，其技术、经济和社会效益都是十分显著的。由于本次酸洗工艺合理、安全高效，整个清洗过程一气呵成，创造了从进酸开始至钝化液排放结束的整个酸洗过程仅耗时 36h 的优良成绩。

参考文献:

- [1] 火力发电厂锅炉化学清洗导则. DL/T794—2001, 张振达, 张俊伟, 金燕蓉。
- [2] 300MW 新建机组热力系统清洁处理和防腐蚀新工艺. 中国电力, 2004, 索照英。
- [3] 实用化学清洗技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2003. 邱武斌。