

新型 W 系列水处理剂在 高压锅炉中的应用及其经济效益研究

朱咏李贵 (内蒙古鄂尔多斯化学工业有限公司, 内蒙古 鄂尔多斯 016100)

摘要: 锅炉高效运行是企业安全生产和不断创造更大效益的有效途径, 而目前化工、炼油等系统普遍存在锅炉设备和管线的腐蚀、结垢以及锅炉低浓缩倍数运行导致的热量损耗等问题。本研究以内蒙古鄂尔多斯化学工业有限公司 1 台 280t/h 高压锅炉装置为研究对象, 试用安徽省力皖节能环保科技有限公司的新型 W 系列锅炉水处理剂以提高锅炉水处理技术水平。结果表明: 在添加新型 W 系列锅炉水处理剂后, 炉水 pH 明显下降, 平均值在 9.2-9.8 之间, 这将有利于抑制炉内腐蚀结垢。炉水电导呈明显下降趋势, 始终低于 20 μ S/cm。磷酸根呈明显下降趋势, 长期处于小于 1mg/L 低位值。在提高蒸汽品质的同时, 可有效减少磷排放的环保处理成本。W-600 的加入可使联氨残余量基本大于 20ppb, 满足国标对于氧含量的控制指标。此外, 高压锅炉年经济效益估算为 170 万元。因此, 新型 W 系列水处理剂在高压锅炉中的应用实现了锅炉水系统防腐、阻垢、减排和节能的新目标。

关键词: 锅炉水处理; W 系列水处理剂; 电导率; 磷酸根; 经济效益

锅炉水在锅炉的运行过程中有着重要作用, 因此, 锅炉水也被称为锅炉的血液。没有经过处理的锅炉水含有溶解氧, 一旦溶解氧含量超标, 就会给锅炉设备带来腐蚀等危害。而且水中杂质还会造成锅炉结垢, 影响锅炉的运行效率。处理锅炉水的目的在于将水中杂质和过量溶解氧处理干净, 保证锅炉得以安全稳定的工作。由此可见, 对锅炉水进行有效处理十分重要, 不仅可以保障锅炉正常运行, 确保人员安全, 也可保证企业稳定发展。

1 新型 W 系列水处理剂在高压锅炉中的应用试验

目前正运行的 1 台 280t/h 高压锅炉, 给水采用过滤、超滤、反渗透 +EDI 除盐处理工艺。水系统运行稳定。蒸汽凝液回收, 进入除氧器。给水加入氨水, 将 pH 调整至 8.0-9.5; 采用热力除氧, 辅助使用联胺除氧; 使用磷酸三钠进行炉水处理, 通过泵连续加入管线和汽包中。现使用安徽省力皖节能环保科技有限公司的新型锅炉水处理剂 W-800 代替磷酸三钠进行炉水处理, 使用 W-600 代替联氨进行化学除氧。2020 年 9 月 14 日开始高压锅炉上应用 W-800 锅炉水处理剂, 于 9 月 25 日在给水处添加 W-600。技术服务人员以维持炉水、蒸汽指标稳定为前提, 结合实际工艺情况计算适宜的加药浓度。试用期间药剂总用量为 25 桶, 其中, W-600 使用 14 天, 消耗 15 桶; W-800 使用 25 天, 消耗 10 桶。W-600 平均加药量 4.2mg/L, W-800 平均加

药量 1.6mg/L, 总用量较理论高 0.3mg/L, 试用期用量略大为正常现象, 后期会逐渐趋于稳定。应用前后装置运行正常、操作平稳, 可以真实反映出该药剂的使用效果。

1.1 应用条件

应用期间, 不改变工艺流程, 不改变工艺条件, 只改变锅炉水处理药剂。

1.2 应用周期

从 2020 年 9 月 14 日至 2020 年 10 月 10 日。

1.3 应用阶段

新型锅炉水处理剂 W-800 分为前、中、后三个阶段:

前期, 第一阶段: 调试阶段, 7 天左右。这段时间, 是新旧药剂的切换时间, 应维持原排污率, 将炉水进行置换。置换后, 炉水指标逐渐恢复稳定。期间对加药泵及取样设备进行必要的改造, 以确保数据的稳定。

中期, 第二阶段: 过渡阶段, 10 天左右。这段时间, 是调整新药剂用量的阶段, 每种药剂的比例问题需要一段时间的摸索。通过减小排污阀开度, 排污量逐渐下降。

后期, 第三阶段: 稳定阶段, 10 天左右。这段时间, 药剂的加入量逐渐稳定, 各项水汽参数指标得到提升, 连排阀开度由 1.1% 到几近关死, 定排由一天一排降至一周一排, 排污率已降至较低水

平。

2 应用效果及评价

2.1 炉水 pH 指标

炉水 pH 指标是关键指标, 直接影响炉内的腐蚀和结垢控制, 同时影响汽包排污和蒸汽的品质, 需重点关注, 炉水 pH 日平均变化趋势如图 1 下所示:

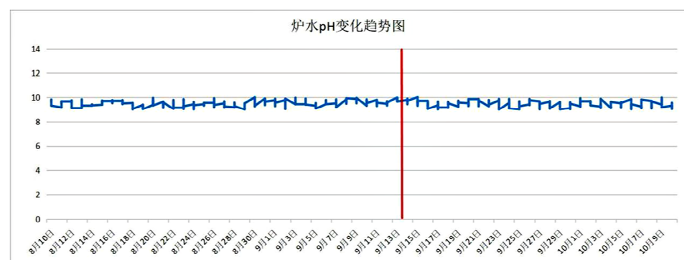


图 1 炉水 pH 日平均变化趋势图

从图 1 中可以看出: 加药后关键的炉水 pH 指标稳定在 9~10.5 的国标控制范围内, 且平均值在 9.2~9.8 之间, 这表明 W-800 药剂可以保持炉水在正常范围, 避免锅炉炉内腐蚀或者结垢。

2.2 炉水电导指标

电导率是反映水汽品质最直接最快速的参数, 当炉水电导率偏高时, 容易造成水汽损失和热量损失, 从而影响机组运行的经济性; 同时也会增加锅炉炉管腐蚀与结垢和汽轮机积盐的风险。

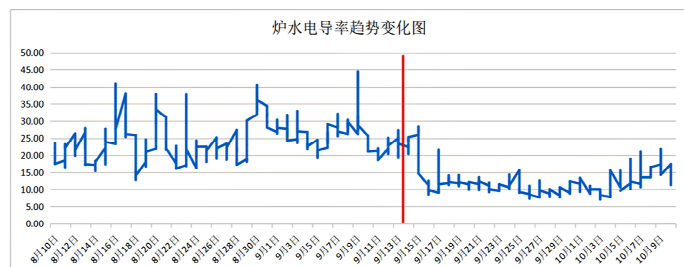


图 2 炉水电导指标日平均值变化趋势图

由图 2 可以看出, 自 9 月 14 日换药起, 炉水电导率明显下降趋势, 与加药前对比明显; 9 月 19 日稳定期开始, 炉水电导率始终处于低值位 (小于 $20 \mu\text{S}/\text{cm}$), 且是在锅炉排污率相较于加药前低很多的情况下实现的。可知, 新药剂实现了减排后炉水指标的的稳定, 有利减排节能指标的的实现。

2.3 炉水磷酸根指标

在锅炉给水或炉水中添加适量的磷酸盐。保持炉水中磷酸根的含量在一定浓度范围, 提高锅炉水的缓冲性能, 对防止锅炉水冷壁管的结垢、腐蚀有很大的好处。

从图 3 中炉水磷酸根前后数据对比可以看出,

加药后, 磷酸根呈明显逐渐下降趋势, 长期处于小于 $1\text{mg}/\text{L}$ 低位值。在提高蒸汽品质的同时, 有效减少磷排放的环保处理成本。

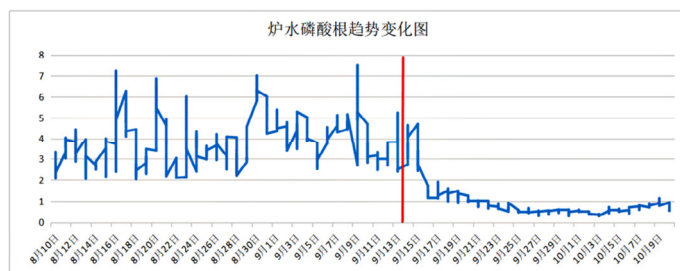


图 3 炉水磷酸根指标日平均值变化趋势图

2.4 炉水二氧化硅指标

二氧化硅含量对锅炉传热面结垢至关重要。二氧化硅可以与足够浓度的蒸汽一起挥发, 沉积在锅炉中导致锅炉表面结垢, 影响锅炉运行效率。

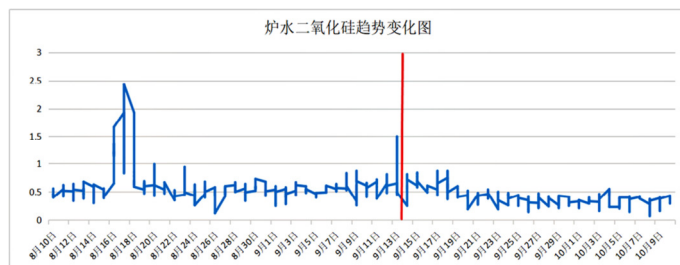


图 4 炉水二氧化硅指标日平均值变化趋势图

由图 4 看出, 自加药后炉水二氧化硅始终处于较低水平, 除去除盐水渗析效果因素, 也体现出新型锅炉水处理剂对二氧化硅存在一定的增溶效果, 进而可优化蒸汽品质。

2.5 除氧效果指标

当水中溶解氧的浓度超过 15ppb (高压给水溶解氧浓度超过 7ppb), 给水系统将会出现严重的腐蚀情况, 出现蒸汽和凝结水中的金属离子含量短期超标的现象。当给水携带着腐蚀产物通过管道进入锅炉, 腐蚀产物于汽包内发生反应并附着于汽包内壁形成沉淀, 会影响锅炉热交换效率, 更为严重的是, 这种腐蚀产物会影响锅炉的正常运转。

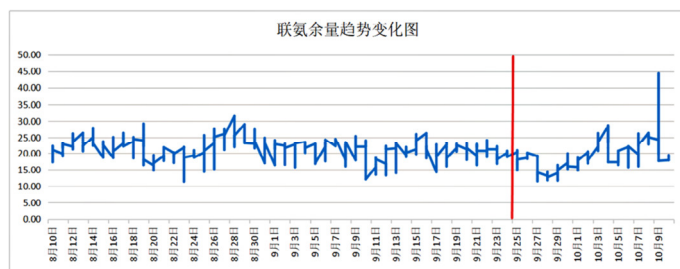


图 5 给水联氨余量趋势变化图

W-600 其主要成分为新型酰胺类衍生物, 测定

其剩余含量本质为与产品中的还原性基团进行反应,新型除氧剂其主要除氧基团与联氨还原基团相似,因此检测给水联氨残余量可以反映出 W-600 的过饱和含量,从而直观显示出系统除氧效果。

由图 5 可以看出,9 月 25 日加入 W-600 之后,联氨残余量处于较为稳定范围内,基本大于 20ppb,满足国标对于氧含量的控制指标。

2.6 排污率指标

加药中期,因炉水、蒸汽指标稳定合格,炉水电导率优化明显,自 10 月 2 号开始对锅炉进行减排,连排阀开度由 1.1% 关至最小,几近关死;定排频率由每日一次降至每周一次。试用前初始排污率约为 5%,考虑阀门内漏等因素,排污率降低约为 1.7% 左右。实现了技术协议规定的稳定水汽参数指标的同时降低排污率的目标,且仍有一定减排空间。

3 效益估算

使用新型锅炉水处理技术处理后,降低了排污量,抑制了炉内结垢和腐蚀,提高了传热效率,排污率在原来排污量基础上大幅度降低,按平均排污下降幅度 1.7%,锅炉给水按 260t 计算:

每小时锅炉排水热值 Q_1 ,按下式计算:

$$Q_1 = D \times B \times (i' - i_b) \times 1000 = 260 \times 1.7\% \times (1442.2 - 105) \times 1000 = 5910424 \text{ kJ/h}$$

式中: D : 锅炉给水量, t/h; B : 排污率降低百分比, %; i' : 排污水初始热值, 10.8MPa 316℃ 饱和炉水热值, kJ/kg (查表得 1442.2 kJ/kg); i_b : 排污水温约为 25℃ 时的热值, kJ/kg (查表得 105 kJ/kg)。

将节省的热值换算成蒸汽成本: 9.8MPa 540℃ 过热蒸汽热值 Q 为 3155 kJ/kg, 每吨过热蒸汽价格 P_s 为 124 元, 每小时节省的费用 C (元/h) 按下式计算:

$$C = \frac{Q_1}{Q} \times \frac{P_s}{1000} = \frac{5910424}{3155} \times \frac{124}{1000} = 232 \text{ 元/h}$$

综上, 年节省热值成本为:

$$A = 232 \text{ 元/h} \times 7920 \text{ h} = 183 \text{ 万元/a}$$

减排节水降低的吨水运行成本:

$$B = \frac{260 \text{ t} \times 1.7\% \times 8 \text{ 元} \times 7920}{10000} = 28 \text{ 万元/年}$$

节省年运行及维护费用: 使用新技术处理后, 延长了设备运行时间, 定排每周一次, 基本不排, 连排量大大减少, 从而降低了阀门及管线的腐蚀, 节省了劳动力和维护费用。

节省药剂费: 不再使用原有药剂, 可以节省原药剂和人工费用: $F = 3 \text{ 万元/a}$ 。

W 系列锅炉水处理剂年成本: W-600、W-800 每月总用量为 1t, 即年药剂成本 E : $E = 44 \text{ 万元/a}$ 。

使用新技术后的年经济效益, 按下式计算:

$$A + B + F - E = 183 + 28 + 3 - 44 = 170 \text{ 万元}$$

由此, 扣除新药剂投入, 若同时选取 W-600 和 W-800, 高压锅炉年经济效益估算为 170 万元。

4 结论

经过近一个月的应用, 结合水质监测数据和图表分析, 使用力皖公司生产的 W 系列新型锅炉水处理剂后, 锅炉炉水、蒸汽等主要指标均能控制在合格范围内, 各项指标达到了相关的国标要求和企业要求的指标控制范围, 效果主要表现在: 新型锅炉水处理剂使用后, 锅炉水系统均运行稳定, 未对锅炉和装置的运行产生不利影响。锅炉炉水指标合格率提升, 炉水磷酸根、电导率含量明显降低, pH 控制稳定。炉水质量指标提升, 二氧化硅含量控制稳定, 指标合格率 100%, 有利于装置的长周期运行。使用过程中, 在试验运行指标范围内, 没有造成汽水共腾导致汽包水位模糊现象。也未影响锅炉的正常操作。有效降低炉水磷酸根指标, 降低环保排放压力。因此, 新型 W 系列水处理剂在高压锅炉中的应用实现了锅炉水系统防腐、阻垢、减排和节能目标。

参考文献:

- [1] 程超. 浅谈对锅炉定期检验过程中原理性问题进行深入分析的方法 [J]. 锅炉技术, 2021, 52(S1): 63-66.
- [2] 张洪博, 等. 炉水氢电导率偏高的原因分析及解决措施 [J]. 工业水处理, 2017, 37(02): 108-110.
- [3] 黄皎, 丁彦, 等. 电厂炉水磷酸根分析仪的研制 [J]. 计算机测量与控制, 2011, 19(02): 471-474.
- [4] 梁华. 降低锅炉炉水二氧化硅测定误差的技术研究 [J]. 山西化工, 2021, 41(04): 68-70.
- [5] 李哲. 热电厂锅炉炉水二氧化硅超标原因分析及对策 [J]. 设备管理与维修, 2021(18): 77-79.
- [6] 李志刚, 刘迎杰. 锅炉水处理存在主要问题及新型锅炉水处理药剂、自动加药系统的应用 [J]. 化工管理, 2019(27): 122-124.

作者简介:

朱咏 (1977-), 男, 汉族, 内蒙古鄂尔多斯人, 本科, 高级化工工艺工程师, 研究方向: 化学工程与工艺。