

工业锅炉水(介)质检测和节能方法探讨

陈 玥*

(江西省检验检测认证总院特种设备检验检测研究院宜春检测分院, 宜春 336000)

摘要:目的 针对工业锅炉水(介)质开展检测, 并对其节能方法展开分析。方法 通过文献综述的方式对工业锅炉水(介)质常见检测指标展开分析, 并对其检测方法进行一定总结, 探讨工业锅炉水(介)质的节能路径。结果 对工业锅炉水(介)质实施有效检测, 可以让工业锅炉水质得到一定控制。同时, 将节能管理方法应用在工业锅炉水(介)质处理当中, 可显著提升锅炉的运行效率, 降低能源消耗。结论 工业锅炉水(介)质检测和节能管理可有效提升锅炉能效, 在维持工业锅炉稳定运行、减少运行成本等方面发挥出重要价值, 可在工业生产中广泛应用。

关键词: 工业锅炉; 水(介)质检测; 节能方法

0 引言

工业锅炉是化工、电力、食品加工等众多行业不可缺少的热动力设备, 能够为生产过程提供蒸汽或热水, 其运行状况的优劣会对工业生产的连续性与稳定性产生直接影响。特别是在全球能源形势的日益严峻下, 提高工业锅炉的能效水平、降低能源消耗已成为工业领域的重点关注内容。锅炉水(介)质的质量状况会对工业锅炉的能效水平产生直接影响, 一旦水(介)质的硬度、酸碱度、溶解氧等指标与相关要求不符, 容易出现水垢、金属腐蚀等问题, 对锅炉的运行产生较大负面影响。基于此, 本研究通过精确的检测手段及时识别工业锅炉水(介)质中潜藏的各种隐患, 为后续的水质处理和节能管理措施的制定与实施提供强有力的支撑。同时, 有效应用各类节能措施不仅可以为正常的工业生产提供保障, 还可达成节能减排的目标, 推动工业领域的可持续发展, 有效缓解能源紧张局势对工业生产的制约。

1 工业锅炉水(介)质检测

1.1 检测指标

(1)硬度检测: 主要是对水中的钙、镁等离子含量展开检测, 钙、镁等元素多以离子形态存在于水中, 其含量会对水的硬度产生直接影响。当硬度较高时, 水会在受热面不断被加热, 使得原本溶解在水中的钙、镁等离子逐渐析出, 进而形成不溶性的化合物附着在锅炉的受热面上, 形成一层水垢, 对锅炉的热传递效率产生不利影响^[1]。

(2)酸碱度检测: 金属会在水中发生一系列复杂的化学反应, 水的酸碱度是造成该反应的重要因素。若pH值过低, 水呈酸性, 水中的较高浓度的氢离子会与金属发生一定反应, 加速金属的溶解和腐蚀。若pH值过高, 水呈强碱性, 也会对金属表面的保护膜产生一定破坏。通常来说, 需将锅炉水pH值控制在10~12, 让金属表面形成稳定的保护膜, 避免过酸或过碱对金属造成不良影响, 实现锅炉使用寿命的延长^[2]。

(3)溶解氧检测: 将水引入锅炉后, 其中溶解的氧气会与锅炉金属发生化学反应, 溶解氧主要是作为氧化剂与金属表面的原子发生作用, 使金属原子失去电子形成金属离子进入水中, 导致金属出现腐蚀现象, 不仅会让锅炉厚度变薄, 还容易形成坑洼、裂纹等缺陷, 直接影响锅炉的使用安全性与寿命。

(4)电导率检测: 该指标作为水中电解质含量的重要衡量指标, 可以将水中离子的数量和活跃程度直观地反映出来。锅炉水中存在大量电解质时, 会在水中解离成带电荷的离子, 使得水能够更好地传导电流, 进而导致电导率升高。若电导率过高, 容易对过滤运行稳定性产生不良影响, 并且容易引发腐蚀问题^[3]。

(5)磷酸根: 磷酸根可以与水中的钙、镁离子发生反应, 生成松软且流动性较好的磷酸钙、磷酸镁水渣, 可随水流排出锅炉, 避免钙镁水垢的形成。但其浓度需控制在合适范围, 浓度过低无法与足够多的钙、镁离子反应, 浓度过高增大药剂成本并与其他离子发生不必要的反应^[4-5]。

* 通信作者: 陈玥, 工程师, 研究方向为锅炉水(介)质检测。E-mail: 409829510@qq.com

1.2 检测方法

1.2.1 采样方法

对水样进行采集时,使用玻璃或陶瓷材质的容器,保证其洁净度,以免对水样造成污染,影响到最终的检测结果。锅炉给水样需在水泵入口处采集,以此获取到具有代表性的进入锅炉前的水样本。炉水样需从取样冷却器中采集,此处水样可反映锅炉内部的水质情况^[6]。此外,水样采集的温度需控制在30℃左右,流速调节在500~700 mL/min,让采集到的水样可以真实、准确地反映出锅炉不同阶段的水质状况^[7]。

1.2.2 检测方法

以国家标准 GB/T 1576—2018《工业锅炉水质》^[8]为依据,选用合适的检测方法展开水样检测。硬度检测可使用络合滴定法,主要是以铬黑 T 作为指示剂,使用乙二胺四乙酸二钠(EDTA)标准溶液对水样中的钙镁离子进行滴定,EDTA 可在滴定过程中与水样中的钙镁离子发生络合反应。待其完全反应之后,结合消耗的 EDTA 体积,对水样的硬度展开计算。酸碱度检测有两种常用手段,一种是借助酚酞和甲基橙等酸碱指示剂,利用滴定法(图 1)对水样的 pH 值大致范围进行明确,溶液的颜色一般会在酸碱指示剂的作用下发生一定变化,可以此为据做好酸碱度的大致判断^[9]。另一种是使用 pH 计进行测量,可对水样的 pH 值进行准确获取。溶解氧检测通常使用碘量法,水样中的溶解氧会将二价锰氧化为四价锰,并在酸性条件下与碘化钾发生一定反应,进而生成碘单质,然后使用硫代硫酸钠标准溶液对释放出来的碘进行滴定^[10]。根据其用量计算出水样中溶解氧的含量。电导率检测是利用电导率仪对水样的电导能力进行有效测量,以此明确电导率值。磷酸根检测是让磷酸根与特定试剂发生反应,并且生成有色物质,利用分光光度计通过比色法进行含量的测定^[11]。

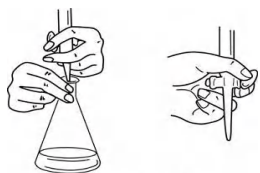


图 1 酸式滴定法

2 工业锅炉水(介)质处理节能方法

2.1 合理选择处理工艺

不同的锅炉使用单位需结合锅炉参数与原水的水质情况,选择适合自身需求的水处理工艺,进而更好地实现水质达标、降低经济成本^[12]。针对参数较低、负荷不大的锅炉,可使用单纯的锅内水处理方式,结合水质的具体特点,选择单一药剂或者多种药剂混合使用。针对某些生产

地区的水质硬度极高的特殊情况,可在水质软化处理前,增加石灰澄清池、机械过滤等预处理环节,以免杂质进入树脂软化器。也可将离子交换树脂软化技术(图 2)、反渗透膜处理技术引入其中,让水的硬度、溶解固体等杂质含量得到有效降低,减少锅炉内形成水垢的风险,促进锅炉热效率提升。此外,要将锅炉水的碱度控制在标准范围的较低值,减少金属腐蚀带来的设备损坏问题,让锅炉的使用寿命得到延长^[13-14]。

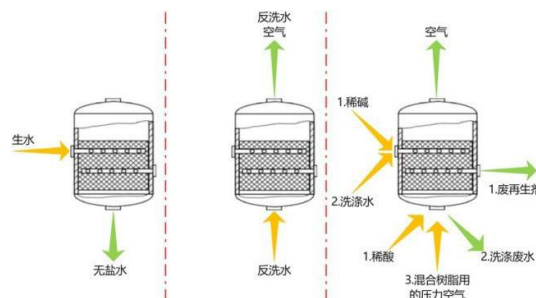


图 2 离子交换树脂软化技术

2.2 优化锅炉燃烧技术

在工业锅炉运行的过程中,需以锅炉的设计要求与实际工况为依据,做好燃料的合理选择。并且要对燃料进行破碎、筛分、干燥等预处理,以此实现燃料燃烧性能的有效提升,减少燃料的消耗。比如,将煤破碎成合适的粒度,提高煤的燃烧速度和燃烧效率。同时,要积极应用新型燃烧器,让燃料与空气保持更加充分地混合,促进燃烧反应的高效进行,使其稳定性与效率得到有效提升。此外,要结合锅炉的实际负荷以及所使用煤质的具体特性,对送风量和给煤量进行精准合理的调整,以此营造出良好的燃烧条件^[15]。并且要将先进的燃烧控制系统引入其中,针对燃烧状态做好实时监控,并以监测到的情况为依据,做好风煤比的动态调整,提高燃烧效率的同时,降低因不完全燃烧造成的能量损失,实现节能减排的目标^[16]。

2.3 有效利用余热余压

对锅炉运行期间的余热余压进行有效利用,可对能源利用效率进行有效提升,实现节能减排^[17]。锅炉在燃烧过程中,会产生大量高温的烟气,其中蕴含着丰富的热量,若直接将其排放到大气当中,容易造成能源浪费与环境热污染问题。将节能器安装在锅炉尾部烟道,可对节能器内部的介质进行有效利用,使其与烟气进行热量交换,让烟气温度逐渐降低^[18]。同时,介质吸收热量会出现温度升高的现象,将其用于预热锅炉的给水,可让进入锅炉的水在初始阶段具有较高温度,从而减少锅炉将水加热到所需温度消耗的能量。此外,节能器对排烟热能的回收利用可对锅炉的排烟温度进行有效控制,将更多的热量保留在锅炉系统内部,为能量转换提供一定热量^[19]。

2.4 优化运行管理

以工业生产的实际需求为依据,做好锅炉负荷的合理调整,以免锅炉长期在低负荷或超负荷状态下运行。比如,低负荷运行容易降低锅炉热效率,导致其能源浪费严重。超负荷运行容易影响到锅炉的安全性,使其受到一定风险影响。同时,要对锅炉本体、燃烧设备、水处理设备等进行定期检查和维修,一旦出现磨损部件,需做出及时的更新处理,并且要对受热面的积灰和水垢进行及时清理,使其处于良好的运行状态,为锅炉的传热效率提供保障。还要构建完善的运行参数监控系统,对锅炉的压力、温度、水位、流量等参数展开实时监测,并结合实际情况做出合理调整,让锅炉始终处于最佳运行状态,促进能源利用效率提升。此外,严格按照水质标准对锅炉水(介)质进行处理和检测,使其水质与相关要求相符,以良好的水质减少锅炉的结垢和腐蚀,让锅炉的热效率和使用寿命得到有效提升。

3 案例分析

某化工企业拥有多台工业锅炉,未重视水(介)质检测和节能措施前,其锅炉运行存在水质硬度超标的问题,导致其结垢严重,并且热传递效率处于较低水平,使其能源消耗大幅增加,既存在浪费能源的问题,也会对环境造成一定污染^[20]。将先进的水(介)质检测设备和方法引入之后,能对锅炉水展开全面检测,并以检测结果为依据优化水处理工艺,做好锅炉燃烧系统改造,让水质硬度得到有效控制,锅炉结垢现象明显减少,并且显示出较好的节能效果(表1)。案例分析表明,改进后的工业锅炉水质硬度降低75%,锅炉热效率提升12%,说明上述锅炉节能措施效果显著。

表1 工业锅炉改进前后效果

项目	改进前	改进后	变化情况
水质硬度/(mmol/L)	8	2	降低75%
热传递效率/%	60	75	提高15%
锅炉热效率/%	70	82	提高12%

4 结 论

有效的工业锅炉水(介)质检测能够为锅炉的安全、高效运行提供有效保障,通过检测水(介)质的硬度、碱度、溶解氧等指标,可及时发现水质问题,有效控制水质,减少结垢与腐蚀风险。结合优化水处理工艺、燃烧技术及余热余压回收等节能措施,可显著提高热传递效率与能源利用率,促进相关企业经济效益、环保效益提升。随着科技的不断进步,工业锅炉水(介)质检测技术将朝着更加智能化、自动化的方向发展,未来应推动检测技术智能化发

展,探索多元化节能路径,为工业锅炉安全运行、降耗减排提供持续支撑。

参考文献

- [1] 李卫. 工业锅炉压力容器检验中无损检测技术的应用研究[J]. 产品可靠性报告, 2025, (1): 52-53.
- [2] 周德超. 基于电导率检测的工业锅炉自动排污控制系统设计[J]. 工程技术研究, 2025, 10(1): 92-94.
- [3] 李金凤, 杨泽俊, 黄婉华, 等. 基于数据挖掘的工业锅炉故障监测检测研究[J]. 工业加热, 2024, 53(9): 62-64+71.
- [4] 弋楠. 基于计算机图像处理的工业锅炉燃烧状态检测[J]. 工业加热, 2023, 52(12): 75-78.
- [5] 王文标, 张谦谦. 基于动态加权差分主成分分析的工业锅炉故障诊断[J]. 热能动力工程, 2023, 38(11): 185-190.
- [6] 王云虎. 基于数据驱动的工业锅炉故障在线检测的方法研究[D]. 南京: 东南大学, 2023.
- [7] 武学涛, 武学忠, 蒲霞. 工业锅炉和压力容器检验的相关问题探讨[J]. 中国金属通报, 2023, (4): 234-236.
- [8] 国家市场监督管理总局, 中国国家标准化管理委员会. 工业锅炉水质: GB/T 1576—2018[S]. 北京: 中国标准出版社, 2018.
- [9] 武鑫, 王晨山, 晏得才, 等. 某电厂锅炉水冷壁爆管原因检测分析[J]. 机械研究与应用, 2022, 35(5): 206-210.
- [10] 唐晖迪, 姚妮, 旷运坤, 等. 工业锅炉水(介)质检测及节能方法探讨[J]. 装备制造技术, 2022, (10): 137-140.
- [11] 刘利亚, 吴爽, 万江, 等. 工业锅炉智慧检修维保系统研究[J]. 区域供热, 2022, (5): 41-50+116.
- [12] 朱星辉. 基于自编码器的多维时序数据异常检测方法及其应用[D]. 兰州: 西北师范大学, 2022.
- [13] 倪羽凤. 基于能效改进的工业锅炉检测分析[J]. 化工安全与环境, 2022, 35(11): 21-24.
- [14] 孔妍, 张全伟, 曹颖. 济宁市部分地区工业锅炉水质情况调查分析[J]. 清洗世界, 2021, 37(12): 92-93.
- [15] 洪湖, 徐嘉隆. 工业锅炉水垢厚度在线检测方法[J]. 工业锅炉, 2021, (6): 20-23+26.
- [16] 陈坤林. 工业锅炉能效检测及工业锅炉的节能技术措施[J]. 造纸装备及材料, 2021, 50(11): 113-115.
- [17] 罗立霄. 浅谈红外热成像设备在工业锅炉定量检测中的应用[J]. 中国设备工程, 2019, (14): 89-90.
- [18] 洪逸凡, 谭建平. 基于柔索驱动的锅炉检测机器人轨迹规划研究[J]. 传感器与微系统, 2021, 40(7): 25-27+31.
- [19] 王琪善. 基于数据挖掘的工业锅炉故障状态检测和预测方法研究[D]. 南京: 东南大学, 2021.
- [20] 刘嘉庆. 工业锅炉水质检测问题及处理方法分析[J]. 技术与市场, 2021, 28(5): 107-108.