

# 煤化工装置锅炉给水呈酸性的经济效益分析及应对措施

渠怀腾（内蒙古荣信化工有限公司，内蒙古 鄂尔多斯 014399）

**摘要：**本文针对煤化工装置中锅炉给水呈酸性的问题进行了全面分析，并提出了应对措施。文章首先介绍锅炉给水系统的基本情况和酸性问题的潜在影响，然后深入探讨导致酸性的各种可能原因，包括化学反应、工艺流程中的污染、水处理设施的问题以及原材料质量问题。接着提出针对这些问题的应对措施，如化学处理、工艺优化、水处理设施改进和原材料管理。最后，文章还分析水处理技术的运用及其经济效益，强调在煤化工装置中实施这些技术的重要性，通过这些措施，旨在有效解决锅炉给水的酸性问题，保障煤化工装置的安全、高效运行。

**关键词：**煤化工装置；锅炉给水；酸性问题；经济性分析

## 0 引言

煤化工装置的锅炉给水系统对于整个工艺流程的稳定运行至关重要。然而给水呈酸性是一个普遍存在的问题，它可能导致设备腐蚀、效率降低和生产安全风险，这一问题的存在不仅影响了煤化工装置的正常运行，而且还可能造成经济损失和环境问题。鉴于此，本文的目的是分析锅炉给水酸性问题的经济性原因，并提出有效的应对措施。通过深入探讨和综合分析，本文旨在为煤化工行业提供解决这一关键问题的策略和建议，以促进该行业的可持续发展。

## 1 煤化工装置锅炉给水酸性问题的概述

### 1.1 锅炉给水系统简介

在煤化工装置中，锅炉给水系统的主要功能是向锅炉提供必要的水源，以生成蒸汽用于各种工艺过程，这一系统通常包括给水处理装置、输水管线和控制系统等。水处理装置的核心作用是去除水中的杂质、调节水质和水温，确保给水满足锅炉运行的严格要求。输水管线则负责将经过处理的水输送至锅炉，而控制系统用于监测和调节给水的流量、压力和水质。在这一过程中水质管理是至关重要的，因为水中的任何杂质，如矿物质、溶解气体或有机物都可能对锅炉的运行造成严重影响。例如，水中的硬度成分可能导致锅炉结垢，而溶解氧则可能引起腐蚀。因此，给水系统的设计和操作需要精确控制，以防止这些问题的发生，保障锅炉的安全和高效运行<sup>[1]</sup>。

### 1.2 酸性问题的影响

锅炉给水呈酸性是煤化工装置中一个常见而严重的问题，水的酸性通常由pH值表示，正常情况下，锅炉给水的pH值应维持在一个相对稳定且偏碱性的范围内。当给水呈酸性时，它会对锅炉系统产生多种

负面影响。首先，酸性水容易引起金属腐蚀，这不仅损害锅炉内部的金属构件，还可能导致热效率降低和运行成本增加。长期的腐蚀作用可能使管道、换热器和锅炉本体发生破损，严重时甚至会导致设备事故。此外，酸性给水在高温高压环境下容易形成酸性腐蚀产物，这些产物可能堵塞管道和阀门，影响系统的正常运行，酸性水中的离子还可能参与各种化学反应，生成沉淀物，进一步加剧锅炉的结垢问题，这些结垢物不仅降低热交换效率，还增加了清洁和维护的难度和成本。

## 2 酸性问题的原因分析

### 2.1 经济性分析

经济性分析占据核心位置。煤化工过程中的化学反应和材料处理往往会产生酸性物质，这些物质随着给水系统进入锅炉，导致给水的pH值降低。在工业规模的生产中，这种现象可能因经济因素而被忽视，比如在选择原材料和化学品时，可能会倾向于成本较低的选项，而这些经济型选择往往包含更多能引起酸性问题的化合物，例如，使用成本较低的燃料和添加剂可能会增加硫和其他酸性物质的含量，从而使给水系统更易受到酸性腐蚀。此外，为了控制运营成本，一些工厂可能会减少必要的水处理步骤，比如缩短化学中和剂的投加周期或降低其剂量，这也会导致给水系统的酸性问题恶化。

### 2.2 成本控制

由于煤化工企业面临着日益严峻的市场竞争和成本压力，因此在运营过程中对成本的控制变得尤为关键，这种成本控制通常表现为在原材料采购、设备维护以及工艺操作等方面寻求成本最优解。例如，在选择锅炉给水处理化学品时，可能会偏向于成本较低

的选项，这些产品虽然能在短期内节省开支，但长期来看可能会因为其化学稳定性较差或清洁效果不佳而导致给水系统酸化问题的加剧。为了降低运营成本，一些企业可能会减少对给水处理系统的维护和升级投入，长时间使用老旧或不充分的水处理设施，这不仅会增加系统的故障率，也会使得系统更难以有效去除或中和酸性物质。在工艺操作方面，为了追求更高的生产效率和降低能耗，可能会采取一些短视的操作措施，如降低给水处理的标准，这虽然在短期内会降低运营成本，但长期看可能会因为给水系统的稳定性下降而导致更高的维修和更换成本。

### 2.3 产品营销

产品营销部分扮演着一个不可忽视的角色，市场营销策略在很大程度上影响着煤化工产品的生产和销售，进而对给水系统的酸性问题产生间接影响。例如，市场对某些特定化工产品的高需求可能驱使企业加大相应产品的生产力度，这种增加的生产量往往伴随着更频繁的生产过程和更大的原材料消耗。在这种情况下，为了满足市场需求而加快生产速度，可能会导致在给水处理和废水管理方面的疏忽，从而加剧给水系统的酸性问题。此外，为了在竞争激烈的市场中保持优势，企业可能会降低成本以提供更有竞争力的价格，这种成本削减往往会从降低原材料和运营成本开始，而这些措施可能会牺牲给水处理系统的质量和效率。营销策略还可能影响企业对新技术和工艺的投资决策，为了追求短期的市场占有率，企业可能忽视长期的设备升级和技术创新，这在一定程度上会限制给水处理技术的进步，从而无法有效应对酸性问题。

### 2.4 价格分析

价格因素在原材料的选择、设备投资、运营成本管理以及最终产品定价等方面对给水系统的健康运行产生显著影响。在原材料购买过程中，企业往往面临着成本与质量之间的抉择，低价原材料可能含有更多易产生酸性物质的成分，从而增加给水系统酸化的风险。设备和技术的选择也受到价格因素的影响，高效但成本较高的水处理系统和防腐设备可能因价格因素而被忽略，导致长期运营中给水系统面临更多酸性问题。在运营成本管理方面，为了控制成本，一些企业可能减少对给水处理化学品和设备维护的投入，这种短期的成本节约措施可能导致长期的运营问题，如设备腐蚀和效率下降。此外，最终产品的定价策略也会影响企业对生产过程的投资决策，过低的定价可能限

制了对环保和高效技术的投资，从而影响给水处理系统的性能。

## 3 应对措施与改进方案

### 3.1 化学处理和中和

在煤化工装置的锅炉给水系统中，化学处理和中和是解决酸性问题的关键技术之一，这一过程涉及使用特定的化学物质来调整给水的 pH 值，使其达到理想的碱性范围，通常是 pH7-9。常用的化学处理方法包括加入碱性物质如氢氧化钠 (NaOH) 或石灰水 ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ )，这些物质与水中的酸性组分反应，生成水和盐，从而有效提升水的 pH 值。例如氢氧化钠的加入量需根据给水的初始 pH 值和预期的调整幅度精确计算，一般情况下，每升水增加 1mg 氢氧化钠可以提高 pH 值约 0.1-0.2 个单位。除了简单的碱性物质添加，还可以采用更复杂的化学处理方法，如离子交换或反渗透 (RO) 技术。离子交换系统通过树脂床交换水中的酸性离子，而 RO 系统则通过半透膜去除水中的溶解固体，包括酸性物质，这些技术的效果取决于系统的设计参数和运行条件。例如离子交换树脂的再生频率和 RO 膜的透水率都是关键因素。在进行化学处理时，精确控制化学添加剂的剂量至关重要，过量或不足都可能导致水质问题。

### 3.2 工艺优化

有效的工艺优化措施包括对给水源的选择、燃料质量控制以及水处理流程的改善，对于给水源的选择，采用低硫煤或对煤进行脱硫处理可以显著减少酸性物质的生成。例如使用含硫量低于 1% 的煤炭，相比于高硫煤炭，可以减少约 50% 的硫酸盐生成。在水处理流程中优化反渗透 (RO) 系统的操作条件如压力、温度和流速对提高系统效率至关重要<sup>[1]</sup>。例如 RO 系统的运行压力通常设置在 1.5-2.0MPa，以确保有效去除溶解固体，同时定期清洗和更换滤膜可以防止系统效率下降。离子交换系统的优化同样重要，如树脂的再生频率和再生剂的浓度对离子交换效率有显著影响，根据水质和系统容量，树脂的再生周期可能在每月一次到每周一次不等。另外，定期对煤化工生产过程中产生的废水进行严格处理，也是工艺优化的重要部分。废水中的酸性物质若未经处理即进入锅炉给水系统，会导致给水酸化问题。因此，废水处理设施的设计和运行需确保能有效去除这些酸性物质，通过这些综合的工艺优化措施，可以有效控制和预防锅炉给水的酸性问题，保障煤化工装置的稳定运行<sup>[4]</sup>。

### 3.3 水处理设施的改进

水处理设施的主要任务是去除给水中的有害化学物质和杂质,调节水的 pH 值,确保给水质量符合锅炉运行的要求。首先,反渗透(RO)系统作为一种有效的水处理技术,通过半透膜去除水中的溶解固体和杂质,包括酸性物质。RO 系统的关键参数包括操作压力、温度和回收率。例如,操作压力通常设定在 1.5-2.0MPa,以保证高效的膜过滤效率。回收率的优化,如设定在 75%-85%,则有助于减少废水量并提高水利用效率。离子交换系统的改进也至关重要,离子交换树脂的选择和再生策略直接影响着系统的处理效果。例如选择具有高选择性和容量的阳离子交换树脂,能有效去除水中的钙、镁等硬度离子,减少水的酸性。树脂的再生频率和再生剂的浓度调整也需根据水质进行优化,此外,引入新型的水处理技术,如电脱盐(ED)技术,也为提高处理效率提供了新的可能,ED 技术利用电场作用,将水中的离子移动至相反极性的电极,从而实现水的脱盐和软化<sup>[5]</sup>。

### 3.4 原材料管理

在解决煤化工装置锅炉给水酸性问题中,原材料的管理同样至关重要。原材料质量直接影响着煤化工过程中产生的废水质量,进而影响锅炉给水系统。首先,煤炭的选择和处理是原材料管理的关键。选择低硫分的煤炭或采用脱硫技术可以显著减少硫酸盐的生成。例如使用含硫量低于 1% 的煤炭,相比高硫煤炭,可减少约 50% 的硫酸盐产生。

水处理化学品的质量也是关键因素,高纯度的化学添加剂能够有效调节给水的 pH 值和去除杂质,例如使用纯度高于 98% 的氢氧化钠作为中和剂,能够更精确地调节给水的 pH 值。此外,确保化学品的储存和处理过程不受污染,以防止外源性酸性物质的引入。在水处理过程中使用的树脂和膜材料的质量也需得到关注,选择高效能和长寿命的树脂和膜材料,如高抗污染性能的 RO 膜和高交换容量的离子交换树脂,能够提高水处理效果和设备的使用寿命。例如选用寿命在 3-5 年的高性能 RO 膜,相比传统膜材料,可以降低更换频率和运营成本。

### 4 水处理技术的运用及其经济效益的分析

在现代工业和环保领域,水处理技术的应用至关重要,尤其是反渗透(RO)系统、离子交换系统和电脱盐(ED)技术,它们在提供清洁、安全水源方面发挥着重要作用。反渗透系统通过半透膜有效去除溶解

固体和其他污染物,广泛应用于饮用水净化和废水处理;离子交换系统则通过树脂吸附不同的离子来软化和净化水质,常用于工业水处理和饮用水的准备;电脱盐技术,作为一种高效的脱盐方法,通过电解质移动除去水中的离子,用于超纯水的制备。

这些技术通过减少能源消耗和提高水质,为用户带来长期的成本节约。例如,反渗透系统虽然初始投资较高,但由于其高效的水处理能力和较低的运行成本,长期来看能够显著减少成本。同样,离子交换和电脱盐技术在特定应用中可以有效降低水处理成本和提高水质,满足严格的水处理标准。此外,在线水质监测技术的融合,使得整个水处理过程更加智能和高效,通过实时监测水质参数,如 pH 值、电导率和浊度等,可以及时调整处理过程,确保水质始终符合标准。这不仅增强水处理系统的可靠性,还进一步降低人力监控成本,通过持续的技术创新和优化,未来这些水处理技术将在保障水资源可持续利用方面发挥更大作用。

### 5 结论

通过对锅炉给水系统的深入了解和对酸性问题的原因分析,识别出该问题对设备稳定性和运营成本的负面影响。在经济效益分析中,强调酸性问题带来的直接经济损失,如设备维修成本的增加和运行效率的降低。通过综合应对措施的实施,不仅可以有效解决锅炉给水的酸性问题,还可以提升整个煤化工装置的运营效率和经济效益,对于煤化工行业而言,这不仅是技术上的挑战,也是提升竞争力和可持续发展能力的机遇,期望能为行业实践提供有益的参考和指导。

#### 参考文献:

- [1] 周慧强,郭常龙.一台锅壳锅炉给水管管座开裂的原因分析及处理[J].特种设备安全技术,2023(04):1-2+5.
- [2] 李刚,罗灵力,蒋晓勇等.锅炉给水溶解氧超标原因分析及处置措施[J].乙烯工业,2023,35(02):41-43+72.
- [3] 王少婷,段付岗.煤化工装置锅炉给水呈酸性的原因分析及应对措施[J].硫磷设计与粉体工程,2023(01):17-19+48.
- [4] 张可.化工装置拆除过程中风险分析及安全控制措施研究[J].山西化工,2023,43(09):186-188.
- [5] 秦嗣钊,陈敏,卢俊文,周璐璐,王肖逸.煤化工装置压力管道定期检验相关问题分析[J].西部特种设备,2022,5(02):25-30+50.