

# 火力发电厂锅炉化学水处理技术研究

郭佳欣

宁夏电投银川热电有限公司 宁夏 银川 750000

**摘要:** 本文介绍了火力发电厂锅炉化学水处理技术,探讨了不同水处理方法的原理、优缺点、应用范围及存在的问题,并展望了其未来发展趋势。水处理技术对于保证锅炉安全、稳定运行至关重要。化学水处理方法包括反渗透法、电渗析法和活性炭吸附法等,这些方法在处理不同水质方面具有各自的优势和局限性。未来水处理技术将更加注重环保、智能化、高效节能和预防性维护等方面的发展。

**关键词:** 火力发电厂; 锅炉化学水; 处理技术

引言: 火力发电厂是能源产业的重要部分, 锅炉是发电厂的核心设备之一。然而, 水质问题会对锅炉的正常运行产生严重影响, 因此水处理技术成为了保障锅炉安全、稳定运行的关键。本文详细阐述了化学水处理技术的基本原理和不同方法的应用范围及优缺点, 并探讨了未来水处理技术的发展趋势。

## 1 火力发电厂锅炉化学水处理的重要性

(1) 保证锅炉系统的安全运行。锅炉是火力发电厂的核心设备, 其运行的安全性和稳定性直接关系到整个发电厂的运行。在锅炉的运行过程中, 水作为传递能量的媒介起着至关重要的作用。然而, 如果水质不良, 可能会引发一系列的问题, 包括设备的腐蚀、结垢以及积盐等, 这些问题可能会导致设备效率下降, 严重时甚至可能导致设备损坏或安全事故。(2) 提高能源利用效率。化学水处理不仅可以保证锅炉的安全运行, 还可以提高能源的利用效率。由于经过化学水处理的水质纯净, 可以减少因腐蚀和结垢导致的能源浪费, 同时也能减少积盐现象的发生, 进一步提高锅炉的能源利用效率。此外, 经过化学水处理的水质也可以更好地适应高参数和大型火电机组的需求。这些机组对水质的要求更高, 只有通过化学水处理才能满足其要求, 进而保证机组的高效运行。(3) 降低环境污染。火力发电厂虽然作为能源的供应源头, 但其运行过程中会产生大量的工业废水。如果这些废水未经处理直接排放, 会对环境造成严重的污染。而通过化学水处理技术, 可以有效地减少废水排放, 减轻对环境的压力。(4) 延长锅炉设备使用寿命。化学水处理还可以有效地延长锅炉设备的使用寿命。由于经过化学水处理的水质纯净, 可以减少因腐蚀和结垢导致的设备损坏, 从而延长设备的使用寿命。这不仅可以降低设备的更换成本, 还可以减少因设备损坏导致的停机时间, 进一步提高发电厂的经济效益<sup>[1]</sup>。

(5) 满足环保和节能要求。随着全球环保意识的提高, 火力发电厂需要满足更高的环保和节能要求。通过化学水处理技术, 可以有效地减少废水排放和能源浪费, 降低对环境的影响。同时, 也可以提高设备的能源利用效率, 减少碳排放, 满足节能减排的要求。

## 2 锅炉水处理工艺

(1) 原水预处理: 原水预处理主要是通过软化、脱盐、除氧等方法, 降低原水的硬度、碱度、含盐量, 提高水的纯度和溶解氧含量, 为后续水处理工艺创造良好的条件。(2) 一级处理: 一级处理主要是通过混凝沉淀、过滤等方法, 去除水中的悬浮物、胶体颗粒、大分子有机物等杂质, 降低水的浊度和色度。一级处理后的水进入二级处理。(3) 二级处理: 二级处理主要是通过离子交换、反渗透、电渗析等方法, 进一步去除水中的有害离子、硬度、碱度、含盐量等, 提高水的纯度和热稳定性。二级处理后的水进入三级处理。(4) 三级处理: 三级处理主要是通过活性炭吸附、生物处理等方法, 去除水中的有机物、氮磷等污染物, 提高水的BOD<sub>5</sub>、COD<sub>Cr</sub>等指标。三级处理后的水进入锅炉循环使用。

## 3 火力发电厂锅炉化学水处理技术

### 3.1 离子交换法

离子交换法是一种利用离子交换树脂吸附水中各种离子的方法, 从而达到去除水中有害离子的目的。离子交换法适用于处理硬度较高的水, 如地下水、地表水等。离子交换树脂的选择应根据水质要求和处理水量来确定。(1) 离子交换树脂, 其性能直接影响到水处理效果。因此, 在选择离子交换树脂时, 应考虑树脂的选择性、稳定性和再生性。选择性是指树脂对不同离子的吸附能力, 稳定性是指树脂在运行过程中的性能变化, 再生性是指树脂在失效后能否恢复吸附能力。这些性能参数应根据水质要求和处理水量来选择。(2) 离子交换

树脂的预处理。树脂在使用前需要进行活化处理,以提高其吸附性能。活化方法有多种,如酸洗、碱洗、盐洗等。不同的活化方法适用于不同类型的树脂,以及不同的水质条件。因此,在进行活化处理时,应根据树脂类型和水质要求选择合适的活化方法。(3)离子交换树脂的再生处理。树脂在使用过程中会逐渐饱和,失去吸附能力。此时需要对树脂进行再生处理,恢复其吸附能力。再生方法有多种,如逆流再生、顺流再生、浮动床再生等。不同的再生方法适用于不同类型的树脂,以及不同的运行条件。因此,在进行再生处理时,应根据树脂类型和运行条件选择合适的再生方法<sup>[2]</sup>。(4)离子交换法在实际应用中还需要注意一些问题。例如,树脂的使用寿命有限,需要定期更换;运行过程中可能会产生二次污染,如树脂泄漏、反洗水等;废水中的有害物质可能对环境造成影响等。针对这些问题,可以采取相应的措施进行预防和治理,如定期检查树脂状态、优化运行条件、加强废水处理等。

### 3.2 反渗透法

(1)反渗透法的原理是基于半透膜的特性,即只允许水分子通过而阻止溶质分子通过的性质。在反渗透过程中,高压泵将待处理的水加压,使其通过半透膜,然后通过反渗透器进行过滤,将溶质与溶剂分离。由于半透膜的孔径非常小,只有约10-50纳米,因此可以有效地去除水中的大部分溶解性固体和有机物。(2)反渗透法的优点在于其高效性和环保性。与传统的沉淀法相比,反渗透法可以更彻底地去除水中的溶解性固体和有机物,从而提高水的纯度。此外,反渗透法不需要使用化学药剂,不会对环境造成污染。同时,反渗透设备的运行成本低,能耗低,因此在水处理领域得到了广泛的应用。(3)反渗透法的应用范围非常广泛。除了用于饮用水的处理外,反渗透法还可以应用于海水淡化、废水处理、工业用水等领域。例如,在海水淡化方面,反渗透法可以将海水中的盐分与淡水分离,从而提供淡水资源。在废水处理方面,反渗透法可以将废水中的有害物质与水分离,从而减少对环境的污染。在工业用水方面,反渗透法可以提高工业用水处理的效率和质量。(4)存在一些问题和挑战。例如,反渗透设备的运行和维护成本较高,需要专业人员进行操作和管理。此外,反渗透法对于水中的某些污染物(如病毒和细菌)无法完全去除,因此在某些场合可能不适用。为了解决这些问题,研究人员正在不断改进反渗透技术,以提高其效率和适用范围。

### 3.3 电渗析法

(1)电渗析法的原理是基于电场作用,通过电极板和电解槽之间的电流,使水分子在电场作用下发生定向运动,从而实现水中溶质与溶剂的分离。具体来说,当水通过电极板时,水中的离子会被电极板的正负电荷吸引,向相应的电极移动。由于离子的浓度不同,移动速度也不同,从而使离子在电极板之间形成浓度差。这种浓度差会驱动水分子向浓度较高的一侧移动,从而实现溶质与溶剂的分离。(2)电渗析法适用于处理高硬度、高碱度、高含盐量的水。这是因为电渗析法对水质的要求较高,需要水质具有一定的导电性。对于硬度高、碱度高、含盐量高的水,其导电性较差,不利于电渗析法的实施。然而,通过优化电极材料、增加电极表面积等方法,可以提高水的导电性,从而提高电渗析法的处理效果。(3)电渗析设备主要包括电极板、电解槽、极板冲洗装置等。电极板是电渗析法的核心部件,其形状和结构直接影响到电渗析的效果。目前常用的电极板材料有金属和非金属材料,如铜、铝、钛等。电解槽是电渗析法的容器,其形状和尺寸应根据处理水量和水质要求进行设计。极板冲洗装置用于清洗电极板上的杂质,以保证电渗析法的正常运行。(4)还需要注意一些问题。首先,由于电渗析法涉及高压电源和电流传输,因此在使用过程中要确保安全,防止触电事故的发生。其次,电渗析法对水质的要求较高,因此需要定期对水质进行检测和维护,以确保电渗析法的正常运行。此外,电渗析法在处理过程中会产生一定量的废水,因此需要对废水进行处理后再排放,以减少对环境的影响。

### 3.4 活性炭吸附法

(1)活性炭吸附法的原理是利用活性炭的多孔结构和较大的比表面积,通过物理吸附作用将水中的有害物质吸附到活性炭表面。这些有害物质主要包括有机物、重金属离子、微生物等。活性炭吸附法具有较高的去除效果,可以有效地降低水中的污染物浓度,提高水质。(2)活性炭吸附法的操作过程相对简单,设备投资和运行成本较低。一般来说,活性炭吸附设备主要包括活性炭过滤器、活性炭塔等。活性炭过滤器通常采用立式或卧式结构,内部填充有活性炭颗粒,通过水流的作用使活性炭颗粒与水接触,实现吸附。活性炭塔则是一种垂直结构的设备,通过循环泵将水从底部抽出,经过活性炭层后从顶部排放,实现连续处理。这两种设备可以根据实际需要选择使用<sup>[3]</sup>。(3)活性炭吸附法对水质的影响较小,对出水水质的影响主要表现在活性炭的再生过程中。为了保证出水水质,需要定期更换活性炭,以恢复其吸附能力。此外,活性炭在使用过程中可能会产

生一定量的有害物质,如重金属离子等,因此需要对活性炭进行严格的检测和管理,确保其安全使用。(4)适用范围受到一定的限制。对于某些难降解的有机物质和低分子量有机物质,活性炭吸附法的去除效果较差。此外,活性炭的使用寿命也受到水质、水温等因素的影响,需要根据具体情况进行合理选择和使用。

### 3.5 生物处理法

(1)生物处理法的原理是利用微生物的生物降解作用,将水中的有机物质转化为无害的物质。这些微生物主要包括细菌、真菌、原生动物等,它们在适宜的环境条件下,能够大量繁殖并产生大量的酶,将有机物质分解为二氧化碳、水和无害盐类。同时,微生物还能够利用水中的氮磷等营养物质进行生长繁殖,从而实现氮磷等污染物的去除。(2)生物处理法具有以下优点:一是处理效果好,能够有效去除水中的有机物质和氮磷等污染物;二是投资成本低,生物处理设备结构简单,运行维护费用较低;三是操作简便,生物处理过程无需复杂的化学药剂和严格的控制条件;四是环境友好,生物处理过程中产生的副产品和废弃物对环境无污染。(3)生物处理法也存在一定的缺点。一是处理速度较慢,生物降解过程受环境条件影响较大,需要较长时间才能达到理想的处理效果;二是对水质要求较高,需要保持适宜的温度、pH值和溶解氧等条件,以保证微生物的正常生长繁殖;三是对进水水质波动敏感,水质波动可能导致微生物生长受到抑制,影响处理效果。(4)生物处理法适用于处理含有有机物、氮磷等污染物的水。具体来说,生物处理法适用于以下情况:一是城市污水处理厂出水的处理;二是工业废水中的有机物质和氮磷等污染物的处理;三是农田排水中有机物和氮磷的去除;四是水产养殖废水的处理。

### 4 火力发电厂锅炉化学水处理技术的发展趋势

(1)绿色环保。传统的锅炉水处理方法往往需要使用大量的化学药剂,这些药剂在使用过程中可能会对环

境造成一定的污染。因此,未来的锅炉水处理技术将更加注重环保,尽可能减少化学药剂的使用,采用更为环保的水处理剂和方法。(2)智能化。随着信息技术的发展,锅炉水处理过程的监控和控制将更加智能化。通过安装各种传感器和监控设备,可以实时监测锅炉水的水质和温度等参数,通过数据分析和机器学习等技术,可以实现对锅炉水处理过程的精准控制,提高水处理效率,降低运行成本。(3)高效节能。在保证水处理效果的同时,未来的锅炉水处理技术将更加注重节能减排。例如,可以通过优化水处理工艺,提高水处理设备的运行效率;通过改进水处理剂的选择和使用,降低水处理过程中的能耗;通过智能化管理,减少不必要的能源消耗等<sup>[4]</sup>。(4)预防性维护。通过对锅炉水质的持续监测和分析,可以及时发现和预测可能出现的问题,提前进行维护和处理,避免问题的扩大和严重化,从而保证锅炉的正常运行。(5)自动化与智能化。通过引入智能传感器、数据分析和人工智能等技术,可以实现对水质的实时监测和自动控制,提高水处理的效率和准确性。

结语:总之,随着环保意识的不断提高和技术的不断进步,未来的水处理技术将更加注重环保、智能化、高效节能和预防性维护等方面的发展。同时,各种水处理技术之间的集成和系统化也将成为未来发展的一个重要趋势。这些技术的不断发展和改进,将为火力发电厂的安全和可持续发展提供更好的保障。

### 参考文献

- [1]冯晓彤.火力发电厂化学水处理的重要性探讨[J].百科论坛电子杂志,2018(8):581.
- [2]张家虎.火力发电厂锅炉化学水处理技术研究[J].山东工业技术,2018(3):195.
- [3]张茂盛,王飞.火力发电厂锅炉化学水处理技术研究[J].建筑工程技术与设计,2019(24):3807.
- [4]吴亚菲,武小明.火力发电厂锅炉化学水处理技术研究[J].建筑工程技术与设计,2018(30):3766.