

# 电厂化学制水处理的工艺与节能分析

邵 锋

中铝宁夏能源集团六盘山热电厂 宁夏 固原 756000

**摘要:** 电厂每天用水量很大,水中含杂质较多,若不及时处理,将影响其正常运行。同时,再生水的组分较多,如果未经处理直接排放,必然会污染水环境和土壤等,因此,在电厂的实际生产过程中,化学制水处理技术至关重要,通过对化学制水的有效处理,保证锅炉的安全稳定运行,为实现电厂的经济效益打下良好的基础。

**关键词:** 电厂;化学制水处理;工艺;节能

## 前言

近年来,随着我国经济和社会的飞速发展,人们的生活水平越来越高,对用电的要求也在不断提高,电力系统的应用已经深入到人们的日常生活以及工业生产当中,所以它是一个必须引起高度关注,不可忽略的问题。化工生产水处理是电厂生产过程中非常重要的一步,它同样存在着一些难点,如不加以有效控制,不仅会对周围环境造成极大的污染,而且还会造成大量的能源消耗,这不符合我国当前的节能环保政策,不符合科学发展观,实现可持续发展。因此,必须不断地改进和优化电厂化学制水工艺,采取相应的节能技术措施,才能取得最佳的经济效益。

## 1 化学制水处理系统制水工艺概述

### 1.1 基本内涵

目前,国内大多数电厂所采用的化学制水系统,均以锅炉运行压力为依据,对工艺参数和规范进行了划分。随着锅炉运行压力的增加,锅炉出水水质指标也随之增加。对锅炉进行水质监测,可有效防止因水中杂质造成的高温结垢、水中带电离子造成的设备腐蚀等问题。化工生产水处理系统根据工作压力的不同,有不同的制水流程。对于中高压锅炉,通常采用弱离子交换法,而在脱碱法中则需加入某些化学剂。高压锅炉除采用离子交换法和某些化学剂外,还需辅以一些辅助工艺技术,以调节其酸碱度。

### 1.2 重要性分析

电厂每天需要大量的水用于发电。由于海水中含有盐分,在正常运行过程中,锅炉等发电设备容易出现故障,降低机组的效率,影响电厂的安全与经济效益。同时,污水中含有大量的有毒有害物质,如果不经处理直接排放,不仅会引起水、土和空气的污染,而且还会给人们的生产和生活带来很大的影响。针对这种情况,对电厂化学制水进行治理是十分必要的。

## 2 电厂化学制水处理系统的特点

### 2.1 集中处理系统差异性

电厂生产过程中产生的化学用水种类繁多,因其种类不同,有不同的处理设备。电厂的化学制水处理系统中存在着多种不同的化工制水设备,它们之间的有机结合,使得电厂的化工生产用水处理成为一个独立、集中的庞大系统,同时也便利了化工生产用水处理工艺的革新。

### 2.2 处理系统工艺的实时更新

随着经济的发展和时代的进步,传统的工艺已经越来越不能满足现代社会的需求,因此,必须与时俱进,不断升级电厂生化水处理系统,确保化工生产的各个环节都可以采用新技术,提高化工流程的效率,保证电厂的高效率。

### 2.3 处理系统的生态环保观念

随着我国走上可持续发展道路,环保意识越来越强,传统的化学制水方法已经不能适应可持续发展的道路,因此,在电厂中加强了可持续发展的思想和环保理念,把化学制水的处理置于环境保护和节能的前提下。目前,大部分电厂均遵循“少清洗、零排放”的原则,确保化工生产用水处理工艺在环保、节能的前提下。

## 3 电厂化学制水处理工艺的应用

### 3.1 离子交换水处理技术

在离子交换技术的发展过程中,通常采用天然或无机物作交换剂,而合成型离子交换树脂已成为目前应用最广的交换剂。离子交换树脂是一类含有活性基团的网络结构大分子,它还含有可解离基团,在水溶液中,离子交换剂中的解离基团可与其他阴离子发生交换,达到平衡交换反应。在柱层析反应过程中,因为要加入新的交换液,所以在反应结束之前,都要保持平衡。单一离子交换法设备投资小,操作复杂,再生酸碱消耗大,易造成环境污染。然而,目前采用离子交换法制取的水虽然纯度高,但电导率、pH值较低,难以满足锅炉用水的基本要求,因此,

需要通过添加氨水等助剂提高其电导率和 pH 值,以保证其不被腐蚀,从而保障电站安全运行。

### 3.2 混床处理方式的水处理工艺

这种水处理方法对水质的要求不高,一般以地表水,地下水,城市中水等为水源,实现取水作业。水处理的首要步骤是进行贮水作业,当水质达到一定的规模时,投加絮凝剂进行混凝沉淀。将沉淀池的上清液引入特定的过滤设备,滤除水体中的悬浮物及大颗粒物质,然后由活性炭滤池(或石英砂+无烟煤)进行进一步的过滤,然后用超滤除去悬浮物、胶体、有机物等。本项目拟采用防垢剂加入设备,将阻垢剂和超滤出水充分混合后送入 RO,使 RO 出水的含盐量较低,经离子交换后得到电导率  $< 0.15\mu\text{ s/cm}$  的超纯水。由于反渗透法去除了大量的盐分,从而降低了离子再生所需要的酸碱消耗量,并且具有较低的投资费用,因此近年来已经成为火力发电厂化工废水处理的第一选择。然而,由于其生产过程中所涉及的生产环节较多,占地较广,操作与维修成本较高,且在环境保护要求日趋严格和土地征用成本不断增加的情况下,该方法已不适用。

### 3.3 EDI 水处理工艺

当反渗透出水中含盐量较低时,采用 EDI 电去除方法取代常规的离子交换法。电脱盐法是一种集离子交换脱盐与电渗析脱盐为一体的净水工艺,与常规的离子脱盐法相比,电脱盐工艺需要消耗电力,不需要使用酸、碱,通常只需要很少的  $\text{NaCl}$ ,操作成本很低,废水和化学物质的排放量也很少,这对节约水资源和环境都有很大的帮助。然而,由于进口电除盐设备对入水条件苛刻,导致其出水难以满足连续式电除盐设备的需求,需采用二次反渗透出水来满足后续电除盐设备的需求,从而导致设备的投资和运行费用急剧增加。

### 3.4 电去离子装置进行的水处理工艺

电去离子装置(EDI)采用膜处理技术,将离子交换膜和电子传递技术相结合,产生纯水。本项目提出了一种基于直流电场下介质离子定向迁移的新技术,该技术具有出水连续性好、不需昼夜值班的特点,可替代传统混合床技术,利用直流电场驱动介质离子沿带电方向运动,实现离子选择性渗透,改善水质,但存在处理量小、大型施工占地大、生产纯水需用电等优点,且纯水生产过程需用电,能耗大,出水效果好,但现有工艺尚不完善,是未来发展方向。

### 3.5 超滤装置化学清洗法

随着经济全球化的发展,世界各国在技术、资源、人才等方面的相互交流越来越多,大量的新技术和新理

论不断涌现,并在持续的试验与实践中日趋成熟,对提高人类的工作效率和生活品质做出了显著的贡献。超滤技术是近几年来,国内外学者在对电厂化学废水的组成进行深入分析与研究的基础上,研制出了一种高产量、高性能、高稳定性的电化学制水处理设备。本设备使用的滤膜是美国 KOCH 公司的 V1072-035-PMC 滤膜(10 个,孔径  $0.0025\text{--}0.1\mu\text{ m}$ ),膜剪切分子量 100,000,可分离出电厂化工废水中的  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  等离子,以便于设备对其进行进一步的处理。同时,本设备还配有一套氧化剂加注设备,通过 PLC 控制,可在恰当的时机添加合适的氧化剂,从而达到对设备投药的适应性。虽然这种设备的强度很大,但是由于其制造和维护费用昂贵,在我国只有极少数。

## 4 电厂化学制水处理的工艺与节能措施

### 4.1 建立并完善化学水运行管理体系

首先,依据已有的化工水路线路的设计流程,并在此基础上,对化工水路线路的管理系统进行了改进和完善。本文着重于建立和推广化工用水设施的日常保养体系,强化对水质的实时监测。根据实际操作过程中的工艺应用、药剂控制等技术需求,对关键工序进行了严密地控制,保证了设备的工作状况处于最优。其次要提高资料输入的准确性。尤其是水体中的微量元素均以毫克、毫克为计量单位。微小的数据变动幅度可以反映某一连接中的水质状况,为将来不断地更新与完善相关的管理规定,提供充足的资讯支持。

### 4.2 强化协调化学水的技术工艺流程

以电厂化学用水系统中仍处于探索与实践阶段的 EDI 水处理技术为例,改变了传统化学用水生产模式,反应速率与产品质量均表现出良好状态,逐步得到用户的认可。其核心思想是将电渗技术与离子交换技术相结合,利用阴阳离子间的渗透特性,在外加电场作用下实现特定杂质的定向分离。本发明的工艺流程为:先将反渗透水加入反渗透膜,然后通过 EDI 处理,然后进入化学用水储槽;第二步,利用渗透作用,使被过滤的水源中的离子吸附到 RO 膜表面。第三,提高直流电流,加快离子运动速度,净化高纯度水,供电厂化学用水使用。

### 4.3 对传统电厂化学制水系统的升级改造

随着我国经济与社会的飞速发展,电解化工废水的节能处理已成为必然趋势。为保证电解水处理的节能效果,对电厂化学制水系统进行改造是根本措施。对于常规升级改造电厂的化学制水系统,主要包括:首先,电厂相关人员要升级传统的二级复床制盐技术,改变原有的水处理模式,提高电厂化学制水质量;其次,针对现

有电厂生化水节能处理模式，相关设备不能及时匹配，造成系统内强酸等物质不能满足电厂发电需求，造成电厂经济效益降低，为此，需对电厂化学制水系统进行升级改造，以实现节能减排。

#### 4.4 锅炉用水的回收利用

经化学制水系统处理过的水，只要处理得当，仍然具有一定的利用价值。目前，我国电厂锅炉用水回收系统大多采用传统的回热方式。尽管通过这两段过滤，锅炉用水中的泥沙、树脂等杂质基本能除去，但由于本系统中所用的氧化剂、絮凝剂等药剂的用量是一定的，锅炉设备运行时，由于运行条件的影响，所排放的水的成分各不相同，因此净化效果不是很稳定。近年来，随着计算机网络技术、自动控制技术的发展，可编程控制器的应用日益广泛。PLC在化工生产水处理系统中的应用，可以实时监控化工废水中的化学成分，根据试验结果，调整氧化剂、絮凝剂等药剂的种类和用量。这样不仅可以有效地回收锅炉用水，而且可以降低工程成本，对于节能环保具有重要的意义。

#### 4.5 及时擦洗活性炭过滤器

在离子交换脱盐装置中，活性炭过滤器起着非常关键的作用。在此基础上，提出了一种新型的过滤材料——活性炭过滤材料。所以要注意活性炭过滤器的擦拭处理，既可以进行多次的擦拭，也可以将特定的擦拭方法混合使用，以保证更好的擦拭效果。定期清洗活性炭滤芯，去除其中的悬浮物和有机物质，强化其吸附作用，可有效地降低污水的浊度。

#### 4.6 引进满式床技术

满式床流程是目前世界上最先进的电厂化学制水流程，其特点是操作简便，操作简单，自产水量少，交换量大。实践证明，该工艺可以使出水水质达到标准，而且不需要连续清洗，长期运行具有明显的经济效益。此外，在使用满式床技术时，使用均粒树脂代替生产搅拌步骤，有效扩大了接触面积，避免了受力不均匀现象，可有效提高制水效率和质量，对电厂的顺利运行起到积极作用。

#### 4.7 实现对化学水处理技术创新改革

一方面，以现场总线技术为基础，实现设计、监控

等操作的智能化升级；在此基础上，提出了一种基于微电子学、高分辨和高灵敏传感技术的新方法。本项目拟采用智能化自动化装置，获取杂质成分变化及水质变化信息，提高调控信息精度。与此同时，催化剂的投放，也是越来越多。一是根据水质本身的酸碱度选择适当的药剂，例如：根据“酸碱中和”的原则，将弱碱性物质投入到酸性水中，将弱酸性物质投入到碱性水中。二是要严格控制用药量，避免过量用药造成二次反应，造成原料浪费。

#### 4.8 提高化学水处理设施的防腐蚀

化学水处理设备是化学水流量最大、处理效果最好的场所。因此，在选择化工水处理设备时，应采取先进的防腐工艺，尽量减少腐蚀对设备造成的影响，延长设备的使用寿命，提高生产效率。在化学水处理过程中，工作人员可以根据化工废水的具体情况，向水中添加强酸或强碱，来中和化学水的酸碱度，降低化学水排放过程中对设备的腐蚀性。

#### 结语

随着我国经济的快速发展，各种工业用电需求逐年增长，从而带动了电厂的建设。与此同时，各种新设备和新工艺的大量应用，也给电厂化学水处理技术的改进带来了良好的机遇。因此，电厂必须结合自身实际，不断创新，注重运用先进技术手段，促进电厂化学制水工艺的改进，使电厂的安全运行得到更好的保障，为电厂的正常运行打下良好的基础。

#### 参考文献

- [1]马小原.电厂化学制水处理的工艺与节能分析[J].机电信息, 2020(15): 95-96.
- [2]蒋婷, 曾阳, 王兴法, 薛伟.电厂化学制水处理的工艺与节能研究[J].技术与市场, 2019, 26(01): 124-125.
- [3]王亮.浅析电厂化学水处理技术发展与应用[J].山东工业技术, 2017(9): 12.
- [4]葛新杰.电厂化学水处理工作中双膜工艺的应用[J].工程建设与设计, 2019(18): 133-135.