

# 煤化工废水资源化回收及深度处理技术

杭 磊 王红艳 许小岗 裴俊彦

陕西延长青山科技工程股份有限公司 陕西西安 710054

**摘要:** 在国际社会越发重视生态文明建设和减少环境污染的前提下,我国社会也在不断优化煤化工工业生产技术和废水处理技术,同时从政策上给予了煤化工产业技术升级和企业转型等方面一定的支持和帮助。煤化工产业作为污染严重,废水排放量巨大的支柱型产业,必然要跟随国家可持续发展的脚步,积极响应国家环保和生态文明建设相关的政策,所以如何排放废水并实现其资源化回收等工作就成为了煤化工产业发展的难点。我国多数大型煤化工产业为示范性工程,但其废水回收和处理等方面依然存在着一定的问题和局限性,特别是相关技术的创新和研发等依然需要相关专家学者的不懈努力。本文主要就煤化工产业的废水资源化回收和深度处理展开分析,从而为促进我国煤化工产业的绿色发展提供一定的理论支持,也为实现煤化工产业的转型升级提供一点自己的看法和思路。

**关键词:** 煤化工; 废水; 资源化回收; 深度处理

## Coal chemical wastewater recycling and advanced treatment technology

Lei Hang, Hongyan Wang, Xiaogang Xu, Junyan Pei

Shaanxi Yanchang Qingshan Technology Engineering Co. LTD Xi'an, Shaanxi 710054

**Abstract:** Under the premise that the international community pay more attention to the construction of ecological civilization and reduce environmental pollution, our society is also constantly optimizing the coal chemical industry production technology and wastewater treatment technology, and has given certain support and help to the coal chemical industry technology upgrading and enterprise transformation from policies. As a pillar industry with serious pollution and huge wastewater discharge, coal chemical industry is bound to follow the steps of national sustainable development and respond positively to national policies related to environmental protection and ecological civilization construction. Therefore, how to discharge wastewater and realize its recycling has become a difficult point in the development of coal chemical industry. Most of the large-scale coal chemical industry in China is a demonstration project, but there are still some problems and limitations in the aspects of waste water recovery and treatment, especially the innovation and research and development of related technologies still need the unremitting efforts of relevant experts and scholars. This paper mainly analyzes the wastewater recycling and deep treatment of the coal chemical industry, so as to provide certain theoretical support for promoting the green development of our coal chemical industry, and also to provide some own views and ideas for realizing the transformation and upgrading of the coal chemical industry.

**Keywords:** coal chemical industry; Wastewater; Recycling of resources; Depth of processing

### 引言:

煤化工产业顾名思义就是将煤矿资源通过各种化学技术手段等将其制作为燃料以及用途各异的化学产品的行业。传统的煤化工领域通常包含电石、合成氨和焦炭等领域,新型煤化工领域则通常包含煤制烯烃和煤制油等。在将煤矿资源转化为各种产物的过程中需要使用大

量的水资源,而根据产物的不同,其水资源用量也存在很大的不同,其排出的废水有害物质的含量和种类也存在较大的差异。但是通常,会存在苯类、氮氧化物以及COD等剧毒物质,这些物质的可生化性不良,若没有深度处理或控制便会给自然环境和人民大众的生命健康带来严重的安全隐患。所以若不能处理好煤化工产业的污

水处理问题不仅会给煤化工产业的发展带来巨大的不利影响,还会制约我国能源产业的发展。

### 1 煤化工废水简述

煤化工废水是当煤因为生产工艺,其性质发生物理或化学方面的变化时产生的各种包含污染物的废水。通常包含净化废水、循环排污水、污水处理和回用流程中所形成的浓盐水和气化废水等。在以上不同种类的煤化工废水中,气化废水的有毒物质含量最高且最难处理,其中不仅各种毒物成分浓度较高且种类非常复杂,COD的含量根据煤矿资源的性质而呈现波动变化较大的局面。比如,碎煤加压机化水的COD浓度跟随生产过程而出现浓度变化超过3倍以上情况。

### 2 废水污染现状分析

煤化工企业生产的过程中必然会消耗很多水资源,特别是气化与空分装置,考虑到生产规模和企业规模等,一般会消耗大量的水资源。比如,煤制天然气工程中,500Nm<sup>3</sup>的生产一般需要消耗水资源约为3.5t左右,而生产烯烃的过程中,一般生产5t烯烃会消耗约140t左右的水资源。而煤化工项目中的焦化工程,耗水量和焦化工程生产量基本持平,水资源消耗量约占生产量的三分之一左右。若这些废水未经处理便排放到周边水域或生态环境中,势必会造成水体污染,水生生物和其周边动植物生活生长受到不利影响。若该水域作为地区饮用水或生活用水,还会引起一系列的健康问题和用水紧张等问题。

### 3 煤化工废水资源化回收及深度处理技术

#### 3.1 生化处理技术

##### (1) A/O工艺

缺氧好氧工艺法的应用时间较长,是最早的处理煤化工工业废水的技术之一,经过多年应用已经发展的非常成熟。如今,为了更好地提升废水处理效果,会在处理池反应前先进行水酸化处理,这样会明显改善处理效果。

##### (2) HCF+A/O工艺

HCF指的是深层曝气池,在煤化工领域相关工作的开展中,通常运用在碎煤加压机化炉废水等浓度较高的有机废水中,通常安排在A/O工艺以前,实现对污染物的有效降解。

##### (3) A2O工艺

这是一种厌氧-缺氧-好氧工艺技术,因为煤化工废水中所含有的成分具有一定的复杂性,而且通常不会把磷当做其中的相关考核指标,所以煤化工废水当前所采用的工艺大部分都是针对A2O工艺进行改进的技术,

而过往所采用的A2O工艺针对高浓度有毒有机废水所具有的耐受性与处理效能相对偏低。

##### (4) SBR工艺

在煤化工产业中,该项工艺主要应用在气流床等工程项目废水处理工作的开展中。因为进水氨氮值和COD都相对较低,大部分状况下,经SBR工艺技术处理的废水,相应的出水氨氮值都保持在30mg/L之下,COD值都保持在150mg/L之下,然而所获取的处理效果却不是十分稳定。

#### 3.2 回用处理技术

##### (1) 常规超滤(UF)

该项工艺是当前大部分工程项目相应的反渗透预处理技术,但常规超滤处理技术针对COD在去除效果上来看十分有限,然而该项技术能够实现对水浊度的有效控制,使其保持在较低的水平。

##### (2) 纳滤

应用纳滤膜,能够实现对废水中含有的二价和高价离子的有效截留,但一价离子可以从中通过。正是由于纳滤膜所具有的这一典型特点,在高浓盐水分盐的处理中具有较为普遍的运用。纳滤这种反渗透处理技术在众多工程项目中都获取了广泛的应用,同超滤技术相比较,纳滤膜针对COD和浊度在去除率方面具有更加明显的效果,对应的出水COD和浊度都要低于60mg/L和1NTU。

##### (3) 常规反渗透(RO)

煤化工废水处理工作开展中,该项技术通常应用在含有一定量盐或是高浓盐水的脱盐中,基本上全部的回用环节相应的核心技术都是将反渗透作为基础的,常规反渗透工艺针对浊度和COD等存在比较高的去除率,同时产水相应的含盐量要小于50mg/L。

##### (4) 高效反渗透(HERO)

该项污水处理技术的原理是反渗透,不同之处在于是在酸碱度较高的条件下运行,以加强硅和有机物相应的溶解度,并且减低微生物相应的活性,这样可以明显减轻膜污染情况的出现。然而该项工艺技术需要不断的进行相关药剂的投放,以实现酸碱度的调节作用,这也会促使众多化学盐泥的出现。高效反渗透工艺处理技术相应的工艺出水电导率可以保持在70 $\mu$ s/cm之下,而COD可以保持在之下,对应的污染物去除率同常规反渗透差异不是很大。

##### (5) 振动膜技术(DM)

该项技术的基本原理是充分运用高频机械的振动,使其在膜片的表面形成正弦切利波,这样可以明显降低

常规膜滤工艺处理技术具有的膜堵塞和污染等众多方面的问题。当前该项技术在煤化工含盐水回用中的运用出现在一些比较典型的40亿立方米煤制气工程项目中,同时可以当做反渗透的后续深度脱除单元,但实践应用总结所获取的运行效果不十分理想。

### 3.3 深度处理技术

#### (1) BAF 工艺

关于曝气生物滤池处理技术(BAF),其同时兼具物理截留和生物膜处理两种不同的功能。该项处理技术在深度处理段相关工程项目中具有较为普遍的应用。当前我国运行的典型煤化工废水处理工程项目中,大约占据60%的比例应用BAF技术,该技术为煤化工废水处理比较主要的一个环节。为了可以获取更加良好的出水效果,通常情况下,会在BAF后进行砂滤池截留悬浮物的设置,一些针对出水要求相对较高的企业还会在BAF以前进行生物脱氨环节的设置。该项技术实际应用中存在的问题是生物填料无法实现挂膜,也存在滤料流失等方面的问题,同时通过调研工作的开展,得知大部分的曝气生物滤池中都具有曝气孔堵塞,促使曝气不是十分均匀问题的出现。

#### (2) 活性炭吸附工艺

活性炭本身的物理结构为多孔状,所以其具有非常优越的吸附效果,且其表面积较大,所以少量的活性炭可以处理较大体积的废弃物,但是其购买成本较高,所以难以在煤化工企业得到广泛的应用。根据笔者了解到的资料可知,之前很多煤化工废水处理项目中包含活性炭相关的研究,但是受资金限制等,一般会将活性炭吸附工艺作为第二选择或紧急选择。另外,活性炭在处理完废水中的杂质或有害物质后,在后续的废水排放中非常容易出现通道堵塞等问题,虽然已经采取了过滤等方式减少堵塞等情况出现,但是其实际的应用效果依然达不到理想状态。究其原因在于活性炭的脱氨效果较差,所以活性炭吸附工艺若想使用,应当在废水的初步处理中采用。

#### (3) LAB 工艺

LAB工艺技术和活性炭吸附技术相比,存在很多相似之处,其为活性焦吸附技术。和活性炭相比,其经济成本低且效果更佳优越。LAB工艺技术的处理流程为:首先,废水经过活性焦,将其中的有害物质等吸附部分后,进入曝气生物滤池,在将大颗粒等悬浮物过滤并清理后,将初步处理过的煤化工废水引入接下来的处理环节。

#### (4) 臭氧+BAF 工艺

臭氧 $O_3$ ,具有极强的氧化性,所以常用于煤化工废水的深度处理中。臭氧发挥作用的主要原因在于:煤化工工业产生的废水中的成分或元素,会在臭氧这一氧化性极强的还原剂作用下发生剧烈的反应,从而将有害物质转化为无污染的水和二氧化碳等。另外,从理论上考虑,臭氧可以将煤化工废水中的绝大部分废弃物处理完毕,但是受限制于臭氧的不稳定性和利用效率不高等方面的影响,即便是现代化大型煤化工废水处理机构的COD处理效果也达不到一般以上。所以将臭氧深度处理技术和其他处理技术联合使用就成为了如今处理煤化工废水的有效方法。曝气生物滤池技术就是BAF技术,将这两者结合便是如今较为前沿的臭氧+BAF工艺。

该技术无论是从理论上,还是从实际的应用效果上均展现了不俗的成绩,经过生物滤池作用后,煤化工废水在分解微生物的作用下已经将大部分的有机物分解完毕,之后在臭氧的作用下,和剩余的有害物质进行氧化反应,从而进一步分解高分子物质,之后再次经过曝气生物池后,将大部分的有害物质分离于污水中,从而实现了污水的深度处理。

#### (5) 臭氧+A/O+MBR 工艺

该工艺技术的应用是建立在臭氧深度处理技术结合膜生物反应器(MBR)之上的,后者常用于高浓度煤化工废水的处理过程汇总。膜生物反应器在使用的过程中可以将二级污水进行深层分解和处理,在处理完毕后,缺氧好氧池会进一步分解废水中的氮氧化物并强化微生物降解效果。最后,膜生物反应器会进一步处理其中的有害物质,达到废水处理的目的是。和生物曝气池相比,前者不仅可以分离不同物理性质的有害物质,还可以减少反应物降低的问题,这有效降低了经济成本。所以这三者结合的技术已经应用于煤化工废水的深层处理中,其效果也非常优越。

#### (6) 多效浓脱酸脱氨

受煤矿自身性质和成分的影响,煤化工工业生产产物中基本会含有大量的氨化物和氮氧化物,所以废水深度处理的点之一便是改善处理技术中的脱氨能力不足的问题。在出水的同时,其中的氨氮浓度基本是所有环节中最高,若将这一过程的废水直接排放到自然环境中必然会给周边环境带来严重的负担。所以在进行脱酸脱氨的同时,应当严格将所有的氨氮化合物回收到位。那么也可以借这一过程实现浓氨水的生产等,浓氨水的化工用途较多,若能回收大量的浓氨水也可以为后续的

生产提供一定的支持。

和其他处理技术相比,多段式脱酸脱氨技术更加高效且效果好,比如,消耗的蒸汽较少,操作较为简单等。所以可以用于浓氨水生产和制作等。另外,该技术的氨氮处理效果非常优越,最高去除率可以达到99%。

#### (7) 温和高级氧化

氧化剂和催化剂协同使用可以发挥一加一大于二的效果,因为前者可以提高催化剂的催化效率,从而提高OH自由基的生成效率,而OH自由基的活性非常高,可在和污染物反应的同时减少污水污染性,从而解决污水中有毒物质过多的问题。另外,在OH自由基和污染物反应的过程中,环链化合物依然非常稳定且难以和OH自由基发生反应。比如,稠环类污染物就是其中的一种,毒性大且结构非常稳定。所以针对这类结构非常稳定的污染物的处理方法是加入氧化剂后,解除污染物分子的稳定性,从而断开其环链,最终反应成为无污染的水分子和二氧化碳分子。

## 4 结语

综上所述,煤化工产业是我国的支柱产业之一,为保证我国能源供应和促进经济发展等提供了巨大的支持。但是其生产环节中生成废水的有毒物质会导致环境污染,导致我国绿色社会的发展止步不前。所以应当积极研究煤化工废水深度处理技术,从而为保护水资源,建设生态环境提供支持。

#### 参考文献:

- [1]马学成,孟凡凯.煤化工废水资源化回收及深度处理技术[J].化工管理,2022(14):40-42.DOI:10.19900/j.cnki.ISSN1008-4800.2022.14.012.
- [2]张忠飞,张晶,邬永利.煤化工企业废水处理技术分析[J].内蒙古煤炭经济,2022(01):45-47.DOI:10.13487/j.cnki.imce.021566.
- [3]张兴.煤化工企业废水处理技术[J].化学工程与装备,2021(10):261-262+111.DOI:10.19566/j.cnki.cn35-1285/tq.2021.10.126.

