

# 煤气化废水处理工艺的现状与发展研究

马 航 张蓬勃 王保刚 徐 林

陕西兴化集团有限责任公司 陕西咸阳 713100

**摘 要:** 煤气化作为烯烃、醇类、油品等化工产品的重要生产工艺, 其在生产过程中不仅需要消耗大量的水资源, 同时煤中的氮、硫、氯、金属等物质还会转化胺类、氰化物、金属化合物、甲酸氨等有害物质, 而这些有害物质在溶解后则会形成大量的煤气化废水, 对水环境造成严重的危害。本文通过现有的煤气化废水处理技术发展现状, 结合处理过程中的影响因素, 浅谈煤气化废水处理技术未来发展趋势。

**关键词:** 煤气化; 废水处理; 工艺流程

## Study on present situation and development of coal gasification wastewater treatment process

Hang Ma, Fengbo Zhang, Baogang Wang, Lin Xu

Shaanxi Xinghua Group Co., Ltd. Xianyang City, Shaanxi 713100

**Abstract:** Coal gasification, as an important production process of olefins, alcohols, oil products, and other chemical products, not only needs to consume a large number of water resources in the production process but also the nitrogen, sulfur, chlorine, metals, and other substances in coal can convert amines, cyanide, metal compounds, formate ammonia, and other harmful substances, which will form a large amount of coal gasification wastewater after dissolution, causing serious harm to the water environment. Based on the current development of coal gasification wastewater treatment technology, combined with the influencing factors in the treatment process, this paper discusses the future development trend of coal gasification wastewater treatment technology.

**Keywords:** coal gasification; Wastewater treatment; process flow

### 1 煤气化废水分析

煤气化废水指煤气化过程中所产生的高浓度有毒有害有机废水, 具有着色度大、污染程度高、成分复杂、毒性强等特点, 通常情况下, 煤气化废水会呈深褐色, 带有较多泡沫以及一定的粘性, pH值则在6.5-8.5之间, 属于中性偏碱液体。同时从成分上来看, 煤气化废水中主要含有的物质较多, 有机物种类多达173种, 主要包括悬浮固体、水溶性无机化合物、酚类化合物、吡啶、胺类等<sup>[1]</sup>。而从危害性的角度来看, 由于煤气化废水中含有大量的氰化物、酚类与焦油, 因此其本身毒性是比较高, 不仅具有着致癌的特点, 还很可能会直接导致中毒。此外, 煤气化生产对于水资源的消耗较多, 这使得煤气化废水的水量大, 一般情况下每气化1t的煤, 就会产生0.5 ~ 1.1m<sup>3</sup>的废水, 同时煤的级别越低, 其对于水质的污染也就越严重。

### 2 煤气化废水的来源及危害性

#### 2.1 煤气化废水来源

煤气化过程将煤或是煤焦作为基础原料, 将氧气、空气、氢气等作为汽化剂, 在高温或是高温加压条件下促使煤或是煤焦中的可燃部分发生化学反应, 促使其转化为气体燃料。现阶段, 国内所开发与从国外引进的煤气化技术种类繁多, 可概括为固定床气化技术、流化床气化技术、气流床气化技术三种。固定床中鲁奇加压气化技术的应用较为常见, 其优势在于气化效率较高、碳转化与气化热效率较高、氧耗较小等。在气化煤气冷却期间, 需要应用循环冷却水喷洒冷却煤气化炉出口的煤气, 将煤气中的焦油、氨、硫化氢等洗涤到水中, 而煤气中的水蒸气也会随之冷却到水中, 产生高污染废水。

#### 2.2 煤气化废水危害性

废水中的氰化物毒性较高, 若人或是家畜摄入一定

量的氰化物,短时间会出现中毒死亡。氰化物在进入水体后,达到0.05mg/L的浓度会导致水中部分生物在短时间内死亡<sup>[2]</sup>。若氰化物进入土壤,将会导致农作物出现中毒情况而减产。为此,必须要强化对废水中氰化物的处理,严格控制氰化物的排放浓度。氨氮对于水环境具有较大影响,水中的非离子型氨可穿透细胞膜进入水生生物体内,干扰生物体的正常代谢活动,从而引发水生生物中毒死亡。氨氮可促使水体富营养化,致使水中的藻类与水生植物加速繁殖,影响水体透明度,甚至导致大量海藻漂浮在水面,影响水中生物的存活质量。

### 3 煤气化废水处理工艺的现状

#### 3.1 物化处理方法

在当前背景下,煤气化废水的物化处理方法呈现出多样化的趋势与特点,主要包括化学氧化法、膜分离法与萃取法。其中,萃取法可以高效回收存在于煤气废水中的各种高浓度的酚类物质;化学氧化法可以针对浓度较高的含酚煤气化废水实施有效的处理,并且也是处理高浓度含酚煤气化废水的一种常见方法。该种处理方法主要是借助氧化后所剩余的活性污泥,对煤气化废水中的酚与COD实施吸附处理。据有关数据显示,采用化学氧化法对煤气化废水中的酚与COD实施吸附处理,其去除有效率分别可以达到99%及97%以上,吸附效果十分显著。例如,德士古煤气化技术就属于一种相对成熟的煤气化技术,其在设备的国产化以及配套耐火材料的制造方面,均具有十分突出的优势。与其他煤气化废水处理方法相比,物化处理存在的主要不足就是其水煤浆中的含水量可以达到40%。针对这种情况,就要选择三级闪蒸处理方法来对煤气化废水进行更加有效的处理。通过闪蒸后,黑水的含固量会明显提高,将其送至沉降槽澄清之后,就可以进行循环利用。而膜分离法主要是利用不同粒子的大小存在差异这一特点,将煤气化废水中的含盐物质以及颗粒较大的物质及细菌有效地去除掉<sup>[3]</sup>。与此同时,该种废水处理方法还可以让废水的脱盐率高达97%以上。另外,在对煤气化废水实施水处理的过程中,虽然物化处理法的效果更为显著,但在具体处理的过程中,其处理重点仍旧放在氮与二氧化碳这两大方面,这就在一定程度上导致铵盐结晶的情况频频发生,严重的情况下,还会导致废水处理工艺设备结垢,甚至是发生堵塞的现象,并且会严重影响到设备的实际运行效率与运行的稳定性。

#### 3.2 生化法

##### 3.2.1 A-A/O 工艺

该工艺是由厌氧—缺氧—好氧组合而成的工艺,与传统的活性污泥法存在一定的不同,即其可以有效提高负荷冲击能力、耐毒物能力以及脱氮效率,另外在好氧池前设置的缺氧池,一方面实现了生物选择器功能,可以在很大程度上改善污泥的沉降性能,另一方面其可以产生一定的碱度来弥补硝化过程中消耗的碱度。而且其利用的碳源都来自原水,使好氧池的有机负荷有所降低。然而在高浓度氨氮废水的处理过程中,该工艺也存在很大的限制性,主要体现在两方面,一是该工艺的混合液回流与污泥回流系统需要分别设置,增加了工艺的设计难度,特别是混合液回流比往往能够达到200%~400%,消耗动力巨大;二是混合液回流与脱氮效率具有正相关关系,但是随着回流量的不断加大,越来越多的溶解氧就会进入缺氧池,这反硝化的处理效果具有很大影响。

##### 3.2.2 序批式活性污泥法(SBR工艺)

SBR,也叫序批式反应器,该活性污泥新工艺是近年来开发的,其工作原理是对充水、曝气、沉淀、排水、等进行相对较为程序化的控制,进而对废水进行一定的生化处理。在此过程中,相关操作和控制都是自动化的,通过一定的实验即可以准确的计算出运行过程中不同阶段的总水力控制以及停留时间。在反应阶段,生化反应的性质是由曝气时间决定的,好氧反应发生在完全曝气状态时,缺氧与厌氧环境发生在限量曝气的条件中。近年来,在煤气化生产废水的处理过程中,刘道伟等人应用了SBR-好氧池-生物膜工艺技术,在系列操作与处理后能够大大降低污染物指标,处理后的水质能够达到冲渣回用的标准;对德士古煤气化废水进行处理时,部分学者应用了优化改良的SBR工艺,通过碟式射流曝气技术的使用有效优化了运行过程中产生的硝化以及反硝化反应。

##### 3.3 预处理技术

预处理阶段主要是对煤气化废水中高浓度酚、氨及油类物质的处理,主要应用萃取法脱酚,实现酚类物质的分离,目前应用范围较广、效果较高的萃取剂是TBP-煤油溶液,可循环使用,脱酚效果高达90%;水蒸汽法蒸氨,实现氨类物质的回收利用,目前应用较多的是单塔工艺,流程简单、操作平稳、还可实现对氨和硫化物等酸性物质的同时回收,主要用于中等浓度含氨、含酸废水的处理。我国拥有较先进的处理设备的企业在煤气化废水处理技术应用过程中不断对处理工艺进行改造,解决了原有流程中铵盐结晶、结垢问题,并将抽出质量

与进料质量百分比提高到9%以上；化学氧化法，是处理高浓度煤气化废水常用的方法，采用联合工艺技术将难降解的有机物转化为易降解的中间产物，对剩余的污染物利用吸附法进行再处理，使COD与挥发酚的去除率达到97%和99%。

### 3.4 混凝沉淀技术

混凝沉降技术同样属于工业废水处理的常见技术，其主要是通过向废水中投放混凝剂（助凝剂）的方式来促使废水中有害物质发生电离、水解等化学反应，并在反应后逐渐聚合为大体积的絮凝体，从废水中分离出来，达到废水净化的效果。从整个混凝沉淀过程来看，水中的有害物质会在电离、水解后聚合为胶体，由于胶体存在着吸附电性中和、吸附架桥、压缩双电层等作用，因此有害物质所形成的胶体虽然无法从废水中分离出来，但却能够吸引废水中的其他杂质与有机物，从而形成颗粒状的絮凝体，这时只需通过机械设备来促使废水流动，颗粒状的絮凝体就会在运动过程中与互相碰撞、吸附，最终成为体积更大的絮凝体，并持续性的吸附废水中的细菌与溶解性物质<sup>[4]</sup>。在煤气化废水中有害物质由胶体向絮凝体不断聚合变化的过程中，其体积会随着吸附物质的不断增多而逐渐变大，最终在体积达到一定标准后，就会沉淀到废水池池底，实现有害固液两项的分离。

### 4 发展趋势

煤气化废水处理的重点和难点主要是高浓度氨氮和酚的处理，目前我国应用的煤气化废水处理技术在运行成本以及处理效果上仍有待提高，很多方面的研究都处

于小型试验阶段，专业人员的研究方向也是对单一技术应用进行研究，对物化处理工艺与生化处理工艺的结合方向研究很匮乏，另外水质成分的复杂度、污染物浓度的高低、以及污染物种类等因素也对煤气化废水处理程度影响甚多，使得我国煤气化废弃处理技术进步缓慢，在面临环境严重污染、废水零排放的发展趋势下，我国研究人员应团结合作，共同研发现代环境下的高效的、优化的煤气化废水处理技术。

### 5 结束语

综上所述，要想建设资源节约型与环境友好型社会，实现水资源与环境的协调发展，煤气化企业在未来发展的过程中，不仅要充分了解我国新出台的氨氮及氮氧化物的排放指标，同时也要高度重视煤气化的废气处理工作，并且要在此基础上进一步加大对煤气化废水处理工艺的研究，以此来有效提高煤气化废水处理的高效性，减少废水对生态环境所造成的污染与破坏。

### 参考文献：

- [1]陈明翔，高会杰，孙丹凤，等.煤气化废水处理技术及其应用进展[J].现代化工，2019，39（12）：62-65.
- [2]吴二飞，高琳，耿春宇，等.煤气化废水的冷冻浓缩处理技术研究[J].水处理技术，2019，45（10）：106-109.
- [3]陈鹏程，何红兵，饶天曦，等.煤气化废水深度处理技术分析与研究[J].化工管理，2019（30）：93-94.
- [4]林蝶梦，林丝梦.SBR+BAF组合工艺在煤气化废水处理中的应用[J].中国化工贸易，2020，12（4）：86-87.

