

节能低碳技术在污水处理中的应用

王洋

中节能研究中心, 北京 100082

摘要： 伴随着时代的发展, 环境问题越发成为制约经济社会发展的瓶颈。污水处理作为人类生产生活中不可或缺的重要环节, 其处理过程中的能源消耗和碳排放问题更是引起了人们的广泛关注。为了实现可持续发展目标, 节能低碳技术在污水处理中的应用越来越受到重视。为此, 本文从节能低碳技术对于污水处理的重要性出发, 介绍了污水处理中四种常用的节能低碳技术, 以期提高污水处理效率, 降低污水处理中的能源消耗和碳排放。

关键词： 节能低碳技术; 污水处理; 生物膜技术; 活性污泥技术

Application of Energy Saving and Low Carbon Technology in Sewage Treatment

Wang Yang

China Energy Conservation Research Center, Beijing 100082

Abstract : With the development of The Times, environmental problems have increasingly become a bottleneck restricting economic and social development. As an indispensable and important link in human production and life, the energy consumption and carbon emission in wastewater treatment process have attracted widespread attention. In order to achieve the sustainable development goals, the application of energy-saving and low-carbon technologies in sewage treatment has been paid more and more attention. Therefore, based on the importance of energy-saving and low-carbon technology for sewage treatment, this paper introduces four commonly used energy-saving and low-carbon technologies in sewage treatment, in order to improve the efficiency of sewage treatment and reduce energy consumption and carbon emissions in sewage treatment.

Key words : energy-saving and low-carbon technology; sewage treatment; biofilm technology; activated sludge technology

引言

随着全球对环境保护和可持续发展的日益关注, 节能低碳技术在各个领域的应用越来越受到人们的重视。在污水处理领域, 传统处理方法能源消耗较高且碳排放较大, 为此采用节能低碳技术对于实现污水处理行业的可持续发展具有重要意义。

一、节能低碳技术对于污水处理的重要性

(一) 减少能源消耗

污水处理过程中需要消耗大量的能源, 主要来自污水的输送、曝气、搅拌和污泥处理等环节。而采用节能低碳技术, 可以在各个环节降低能源消耗, 如使用高效节能的鼓风机和电机, 优化污水输送系统, 通过曝气技术的改进减少氧气的消耗等。与传统的污水处理技术相比, 节能低碳技术可以大大降低能源消耗, 减少温室气体的排放, 进而可以有效缓解全球能源危机。

(二) 减少碳排放

污水处理过程中的碳排放主要来自两个方面, 一是污水处理

过程中有机物质的分解导致甲烷和二氧化碳等气体的排放, 二是污泥处理过程中需要使用大量化石燃料进行焚烧, 产生大量的二氧化碳。而采用节能低碳技术, 可以通过减少曝气量、改善污泥处理工艺等手段来降低碳排放。此外, 还可以利用污水中有机物质产生生物气进行发电, 实现资源的循环利用, 从而进一步减少碳排放。碳排放的降低对于实现全球碳中和目标具有重要意义。

(三) 提高处理效率

节能低碳技术可以进一步提高污水处理效率。通过优化污水处理流程和设备, 以及采用新的生物技术和膜处理技术等手段, 可以有效地提高污水处理效率, 减少废水中的污染物含量, 达到更高的排放标准。此外, 节能低碳技术还可以实现废水的再生利

用, 为企业提供可持续的水资源供给, 降低对自然水源的依赖, 从而进一步保护环境。

(四) 降低运行成本

节能低碳技术的应用也可以显著降低污水处理运行成本。首先, 节能低碳技术可以降低能源消耗和碳排放, 从而减少污水处理过程中的费用支出。其次, 通过优化设备和工艺, 可以降低设备的维护和更换成本。此外, 节能低碳技术还可以提高污水处理的效率, 降低企业的废水排放压力, 为企业节省大量的经济成本。这些优势将为企业和社会带来巨大的经济效益^[1]。

(五) 促进环保发展

节能低碳技术在污水处理中的应用不仅可以保护环境, 还可以促进环保事业的发展。首先, 节能低碳技术的应用可以减少能源消耗和碳排放, 降低对自然环境的破坏。其次, 通过污水再生利用, 可以节约水资源, 缓解水资源短缺问题。此外, 污水处理过程中产生的污泥也是一种可资源化的物质, 通过节能低碳技术的处理可以转化为肥料、建材等有用的物质资源, 这也将为实现可持续发展目标作出重要贡献^[2]。

二、节能低碳技术在污水处理中的应用

(一) 活性污泥法

活性污泥法是一种广泛应用于污水处理中的生物处理方法。它通过将微生物和溶解在水中的氧气引入污水中, 使微生物在活性状态下生长繁殖, 实现对污水的有效处理。活性污泥法不仅可以去除污水中的有机物质, 还可以去除悬浮物、氮、磷等其他污染物^[3]。

活性污泥法的基本原理是在有氧条件下, 微生物通过细胞体内的氧化酶系将污水中有机物质转化为二氧化碳和水等物质。在这个过程中, 微生物需要消耗一定的能量, 这些能量来自分解有机物质时释放的化学能。较之于传统的污泥法, 活性污泥法对污染区抑制效果更加有效^[4]。活性污泥法主要分为五个阶段: (1) 吸附阶段: 污水中的有机物质被活性污泥颗粒吸附和吸附在活性污泥表面的微生物上。整个过程大概持续5—10min^[5]; (2) 酶促反应阶段: 被吸附的有机物质被活性污泥表面的微生物分解为简单的有机物质(如葡萄糖、脂肪酸等), 并通过酶的催化作用进一步分解。此阶段需要大约30—60min; (3) 微生物生长和分裂阶段: 微生物利用简单有机物质进行细胞体的合成和分裂, 产生更多的微生物细胞。这个过程大约需3—7天; (4) 絮凝和沉淀阶段: 在这个阶段, 新生成的微生物细胞在活性污泥中形成絮状物, 并通过重力作用沉淀到池底, 形成污泥。通常为1—3天; (5) 固化和稳定阶段: 在这个阶段, 底部的污泥不再发生变化, 并且处于稳定状态。大概持续3—5天^[6,7]。

活性污泥法应用广泛, 首先, 其可以应用于生活污水处理。生活污水主要包括粪便、洗涤水、洗澡水等, 通过采用活性污泥法进行处理, 可以去除污水中的有机物质和其他污染物, 使水质得到有效改善。其次, 可以应用于工业污水处理。工业污水包括石油化工、印染、制药、造纸等行业的废水, 活性污泥法可以有

效地去除这些废水中的有害物质, 达到国家排放标准。同时, 还可以应用于医院污水的处理。医院污水含有大量的细菌和病毒, 必须经过有效处理才能排放, 活性污泥法可以通过吸附和氧化等作用去除污水中的有害物质。此外, 它还可以应用于循环水的处理。循环水是工业生产中常用的水资源回收方式, 活性污泥法可以有效地去除循环水中的杂质和污染物, 保证水质稳定。

(二) 生物膜法

生物膜法是一种在污水处理的生物反应器中利用附着于固体介质表面的微生物膜处理污水的方法。生物膜是由微生物细胞和有机物质组成的, 可以吸附和降解污水中的有机物质^[8,9]。

生物滤池是一种常用的生物膜法处理工艺, 其主要包括两个阶段过滤阶段和反冲洗阶段。其中, 在过滤阶段, 污水通过滤料时, 滤料表面的微生物膜会与污水中的有机物质相互作用, 将有机物质吸附和降解。同时, 污水中的悬浮物和固体物也会被滤料阻挡, 与污水分离。反冲洗阶段是为了清洗滤料表面的污垢和更新微生物膜。反冲洗水通过滤池底部向上冲洗, 将滤料表面的污垢和微生物膜冲掉, 使滤池恢复处理能力^[10]。

生物转盘是一种旋转的圆盘, 表面涂有微生物膜。污水通过转盘表面时, 有机物质被微生物膜吸附和降解。同时, 转盘的旋转运动可以增加污水与微生物膜的接触面积, 提高处理效率^[11]。

生物接触氧化是在曝气池中利用填料作为载体, 使微生物在填料表面形成生物膜。曝气时, 污水与填料接触, 有机物质被微生物膜吸附和降解。同时, 曝气也增加了污水中的溶解氧含量, 为微生物的生长提供了条件^[12,13]。

(三) 厌氧-好氧处理法

厌氧-好氧处理法是一种常用的污水处理工艺, 该工艺通过将污水在不同的反应条件下进行处理, 以实现废水中有机物质的去除和氮、磷等营养物质的去除。

1. 厌氧处理

在厌氧处理阶段, 污水在缺氧的条件下进行。厌氧微生物可以将污水中的有机物质分解为简单的有机物和沼气。利用水解酸化菌等微生物将污水中大分子有机物质转化为小分子有机物质, 再利用产甲烷菌等微生物将小分子有机物质转化为挥发性脂肪酸等有机酸^[14,15]。

厌氧对有机物的浓度要求较高, 一般要求大于1000mg/L。因此通常将其用于处理高浓度的有机工业废水、动植物残体粪便或者城镇污水污泥等^[16]。厌氧处理不仅可以将有有机物质转化为沼气, 实现能源的回收利用。还可以去除部分有机物质, 降低后续好氧处理阶段的负荷。也可以调整污水的可生化性, 为后续好氧处理提供良好的条件。

2. 好氧处理

污水好氧生物处理技术是一种在好氧条件下, 利用微生物将污水中的污染物质转化为稳定、无害物质的处理技术^[17]。在好氧处理阶段, 污水在有氧的条件下进行。好氧微生物可以将污水中的有机物质进一步分解为二氧化碳和水, 同时也可以实现氮、磷等营养物质的去除^[18]。好氧处理主要包括耗碳阶段和硝化-反硝化阶段。耗碳阶段是好氧处理的第一阶段, 主要是利用好氧微生

物的耗碳作用将污水中的有机物质转化为二氧化碳和水。这个阶段可以去除大部分有机物质。硝化-反硝化阶段主要是利用硝化菌和反硝化菌将污水中的氨氮和硝酸盐氮转化为氮气,实现氮的去除。这个阶段可以实现污水中氮的完全去除。

好氧处理可以进一步去除污水中的有机物质,使污水达到更高的排放标准。也可以实现氮、磷等营养物质的去除,避免水体富营养化的发生。还可以利用微生物的作用将污水中的有机物质转化为生物质能,实现能源的回收利用。

(四) 微滤机处理技术

微滤机处理技术是一种广泛应用于污水处理中的机械过滤方法。它采用15-20微米孔隙过滤工艺,可以有效地分离液体中的微小悬浮物,实现固液分离的目的^[19,20]。在污水处理中,微滤机被广泛应用于造纸、纺织印染、化工、食品等行业的污水分散处理中,特别是在造纸白水的处理中,它可以达到封闭循环和重复使用的目的。

微滤机是一种转鼓式筛网过滤装置。被处理的废水沿轴向进入鼓内,以径向辐射状经筛网流出,水中杂质(细小的悬浮物、纤维、纸浆等)即被截留于鼓筒上滤网内面。当截留在滤网上的杂质被转鼓带到上部时,被压力冲洗水反冲到排渣槽内流出。微

滤机占地面积小,生产能力大,操作管理方便,已成功地应用于给水及废水处理中。

在污水处理中,微滤机的处理原理和特点使其能够有效地去除废水中的悬浮物、泥沙、纤维、纸浆等大颗粒杂质,提高废水的清澈度。同时,也能够去除细菌、病毒等微生物,有效地消毒净化水质。因此,微滤机在污水处理中具有重要的作用。

在具体的污水处理工程中,微滤机一般被设置在污水处理流程的前端,作为预处理装置,可以有效地保护后续处理设备免受大颗粒杂质的破坏,延长设备的使用寿命。同时,微滤机也能够作为独立的小型污水处理装置,用于小规模废水的处理,如造纸厂、印染厂、餐饮业等产生的废水处理。

三、结语

在污水处理领域,节能低碳技术的应用已经成为一种趋势。通过采用先进的节能技术可以降低污水处理的能源消耗和碳排放,提高处理效率。未来,要在实践中不断探索和完善节能低碳技术,加强相关政策和标准的制定与实施,推动污水处理行业的可持续发展。

参考文献

- [1] 魏枫. 中国节能污水低碳集成技术达到国际先进水平 [J]. 中国设备工程, 2022(05):2.
- [2] 徐小丹. 节能环保技术在污水处理中的应用 [J]. 资源节约与环保, 2021(08):1-2.
- [3] 杨德菊, 朱崇梅. 浅析微生物在活性污泥法污水处理中的应用 [J]. 化工设计通讯, 2017, 43(11):253.
- [4] 赵只增, 李志华. 节能低碳技术在污水处理中的应用研究 [J]. 皮革制作与环保科技, 2022, 3(18):23-25.
- [5] 尹琦. 活性污泥法及其在环境工程中的应用 [J]. 皮革制作与环保科技, 2021, 2(08):35-36.
- [6] 陈燕飞. 污水处理中活性污泥法与生物膜法的比较分析 [J]. 山西水利, 2011, 27(04):34-35+45.
- [7] 李源, 万佳杰, 刘佳杰等. 城市污水处理中活性污泥法的应用研究 [J]. 城市建筑, 2020, 17(27):187-188.
- [8] 曾升泰, 许志斌, 胡卫东等. 生物膜技术在生活污水处理中的应用 [J]. 油气田环境保护, 2012, 22(04):20-22+87-88.
- [9] 陈文华, 潘超群, 厉雄峰, 等. MABR 技术在农村生活污水上的应用 [J]. 水处理技术, 2019, 45(5):126-128, 134.
- [10] 张磊, 郎建峰, 牛姗姗. 生物膜法在污水处理中的研究进展 [J]. 水科学与工程, 2010(05):38-41.
- [11] 张燕. 生物膜法在污水处理中的有效应用 [J]. 节能与环保, 2019(05):101-102.
- [12] 吴彩虹. 节能低碳技术在污水处理中的应用探讨 [J]. 皮革制作与环保科技, 2021, 2(01):29-30+33.
- [13] 漆轩. 生物膜法在市政污水处理中的应用研究 [J]. 智慧城市, 2021, 7(22):108-109.
- [14] 钟灵. 厌氧生物处理技术在城市生活污水处理中的应用 [J]. 环境与发展, 2018, 30(12):70-71.
- [15] 丁志芬. 厌氧-好氧组合生物技术在废水处理中的应用 [J]. 化工设计, 2003(05):26-28+49-1.
- [16] 陈畅, 王少波, 孙可迪, 等. 升流式厌氧污泥床(UASB)反应器处理城市污水试验研究 [J]. 净水技术, 2015(21):73-76.
- [17] 郭振英, 吕荣湖, 孙惠东. 高效好氧生物技术及其在污水处理中的应用 [J]. 化工进展, 2008(10):1533-1537+1550.
- [18] 谢福会, 杨风忠, 周本军. 厌氧技术在城市污水处理上的应用 [J]. 煤炭技术, 2002(04):41-42.
- [19] 陈建平, 曹冬冬. 水处理微滤机过滤能力和堵塞问题的研究 [J]. 天津工业大学学报, 2013, 32(05):57-60.
- [20] 姜延顺. 水产养殖系统的尾水处理方法 [J]. 江西水产科技, 2020(01):45+48.