

# 污水处理中技术创新与节能降耗研究

张 墨

中车太原机车车辆有限公司 山西 太原 030027

**摘要:** 由于中国市场经济的日益发达,工业化和城镇化建设步伐加速,污染物总量的不断增加,相对应用的污水处理方法也偏于落后,严重降低了人民生活质量,危及人民健康。由于中国目前的污水处理技术较差,且技术发展相对滞后,在处理的过程中伴随着高能耗、高污染等现象。基于此,我就污水处理的技术和节能降耗作出研究,以期更好的促进工业化进程和城镇化建设。

**关键词:** 污水处理;技术创新;节能降耗

## 引言

近年来,随着环境保护意识的不断提高和环保政策的不断加强,污水处理行业越来越受到关注。传统的污水处理方法存在诸多问题,如能耗高、处理成本大、化学品的使用量大等,迫切需要技术创新和节能降耗的方法来提高处理效率,降低处理成本。技术创新能够带来新型的污水处理方法和设备,以更加高效、环保、节能的处理方式实现目标,并为行业的可持续发展提供技术支持和保障。目前,随着高级氧化、膜技术、反渗透技术和吸附剂处理技术等新兴污水处理技术的不断涌现,污水处理技术已经日趋成熟,进一步的技术创新将会不断提升污水处理效率并减少污水处理过程中污染物的排放。而节能降耗则可通过优化污水处理设备运行、降低设备能耗及运行成本、以及减少化学品消耗等方式来实现。

### 1 污水处理技术的应用现状

传统的污水处理技术主要包括物理化学法、生物法,如沉淀法、生物处理法、曝气法等。这些技术已经得到广泛应用,被应用于污水处理厂的废水处理过程。其他新兴的污水处理技术也在不断涌现,包括高级氧化法、膜技术、吸附剂处理技术等。这些技术在提高处理效率、降低处理成本和减少污染物排放方面具有很大的潜力和市场。除了上述技术外,互联网和大数据技术等新技术也为污水处理行业带来了变革。这些技术可以实现污水处理过程的自动化和监测,更加高效、准确地完成污水处理任务。

### 2 污水处理中创新技术应用

#### 2.1 空气氧化法

这种技术多应用于一些含有强还原性物质或高浓度废水的前处理,通过空气中的氧气来氧化废水中的有机物等,提高处理效率,实现能源的节约、环保的高效

和资源的利用。应用包括:(1)在活性污泥法中的应用:活性污泥法以污水中的有机污染物为培养基,在有溶解氧条件下,连续地培养活性污泥,利用其吸附凝聚和氧化分解功能净化污水中有机污染物等物质,是一种生物处理方法。它能够有效地去除高浓度的污染物和控制臭味,并大大缩短污水的处理时间,降低处理成本。

(2)在管式反应器中的应用:生物接触空气氧化法可采用雾化器等将进气氧与污水中的有机污染物混合发生氧化反应,将污水中有机污染物逐渐氧化成二氧化碳、水和细胞物质,污水得到净化。利用能够提升氧化反应的速率,减少处理时间,降低处理成本<sup>[1]</sup>。(3)在草本植物净化处理系统中的应用:建成植物净化模式后,污水中的悬浮物会被植物填料及植物根系阻挡拦截吸附,有机物、无机盐会通过微生物、植物膜的吸附和同化、异化作用进行生物去除。植物净化处理系统与曝气系统相结合,强化了污水中有机物与微生物及溶解氧的充分接触,极大促进了植物净化系统对污水中有机物、微生物等的氧化分解作用,使其在处理污水时更加有效。

#### 2.2 超滤膜技术

超滤膜技术是以微孔滤膜对污水进行净化过滤、分离和浓缩,可有效去除悬浮物、有机物和细菌等微生物。具有低耗能、低操作压力、高分离效率、大通量以及可回收有用物质等优点,是一种高效、环保、节能的污水处理技术。该技术在污水处理中具备以下特点:

(1)过滤精度高,分离效果好。主要利用机械筛分作用实现对污水的分离过滤,有时膜表面的化学特性也起着一定的截留作用,从而对污水实现深度净化,能有效去除污水中的高分子溶质、胶体、细菌以及悬浮物质等。

(2)节能效益:超滤膜技术不需要加入化学药剂,不产生二次污染,也不需要复杂的操作流程,能够节省能源,减少污染物的排放量,从而实现环保、节能降耗等

效益。(3)超滤膜材料的化学稳定性好,在实际应用中适用于多种污水的处理,如城市污水、工业含油废水、造纸纺织废水等,具有广泛的适应性。

### 2.3 微电解-生物联合处理技术

微电解技术是以金属(主要为Fe)与非金属(一般为C)组成的复合材料为填料,利用反应过程中产生的原电池效应、氧化还原反应、絮凝作用等作用机制有效处理难降解有机废水的方法。工业废水可生物降解性差,微电解工艺预处理可实现废水中难降解有机物开环断链,从而大幅度提高其可生化性。与其它废水处理工艺相比,生物工艺最为经济、环保,符合当今社会可持续发展的主题。采用微电解-生物联合工艺,通过电化学和生物学联合处理难降解工业废水,既改善了废水的可生化性,又改善了填料表面堵塞问题,可有效去除污水中的有机物、重金属、微生物等污染物,能够大幅降低处理成本。在污水处理中具有以下特点:(1)因结合了各自的工艺技术优势,相较于传统的污水处理技术,运行稳定、经济环保。(2)去除污水中的有机物等具有显著的效果,提升了污水处理效率。

### 2.4 纳米材料技术

纳米量级的材料因其特殊的结构,使其产生出小尺度效应、量子效应和表面效应,从而与传统材料有很大不同,具有辐射、吸收、催化、吸附等特性。其在污水处理中的应用包括以下几个方面:(1)纳米材料吸附能力。纳米材料的基本构成决定了它超强(10倍以上)的吸附能力,能够更加有效去除污水中含有的悬浮物、泥沙、铁锈、细菌、病毒等有毒有害物质。以TiO<sub>2</sub>为例,其能将高氧化态银、铂等重金属离子吸附于材料的表面,并通过光电子产生的强还原能力,将金属粒子还原为细小的金属晶体,不仅除去了污水的毒性,还利于重金属的回收,变废为宝。另还可用纳米絮凝剂(如SiO<sub>2</sub>)代替传统的絮凝剂,除去传统絮凝法无法除去的污染物质,且相关沉淀物质还具有易脱水的特点<sup>[2]</sup>。

(2)纳米材料催化能力。光催化降解是指污染物在光照下,通过催化剂实现分解。纳米颗粒由于纳米效应,具有更高的催化活性。以纳米TiO<sub>2</sub>作为光催化剂为例,可将水中的烃类、酸等有毒化合物完全氧化为CO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O等无害物质。(3)纳米材料过滤技术。纳米过滤(NF),是介于反渗透与超滤之间的一种由压力驱动的新型膜分离技术,其作用关键在于纳滤膜。纳滤膜可以取代电化和吸附的方法,对工业废水中的污染物进行处理。

### 2.5 太阳能污水处理技术

太阳能污水处理技术是在污水处理系统中融入太阳

能发电系统或通过太阳能触发光催化氧化反应等的一种新型技术。太阳能发电系统主要包括太阳能电池板、控制器、蓄电池和逆变器等,其利用光伏电池板捕捉太阳能,并转化为电能,为污水处理系统提供照明、驱动水泵、风机等设备正常运行。太阳能还能够促进好氧生物反应的发生,利用微生物代谢作用进行有机物分解和磷等无机物的去除。另外,还可将光能发电与好氧池内漂浮设置的生态浮岛相结合,在好氧池的池壁池底涂覆光催化剂,悬吊UV灯,将生态浮岛及光催化氧化反应应用于污水处理的好氧反应中,光伏电能为UV灯及其它设备提供电源,生态浮岛的植物产生的氧气供应好氧反应所需,同时光催化氧化反应直接对污水中的有机、无机物进行氧化还原,无需曝气即可实现好氧反应,实现好氧池内能源的自给自足。此外,利用太阳能对脱水后的污泥进行了干燥处理,能够降低污泥含水率,便于外运处置。

该技术优势体现在:(1)可持续性:太阳能是一种可再生的能源,不会造成资源的枯竭;(2)节能降耗:不需要消耗大量的电力,可以节约能源、降低运营成本;(3)环保性:不需使用化学药品、不产生有害物质,不会对环境造成污染。

## 3 污水处理中的节能降耗研究

污水处理是一个能源密集型的行业,其能耗分布主要在污水提升、处理以及污泥处理等工序,包括设备的电能消耗、污水处理和药剂消耗等,因此,节能途径选择应该集中在曝气、泵、污泥处理以及日常运行的节能设计优化等方面。

### 3.1 管理、设计及控制优化

(1)进水口设置。进水口设计合理能够有效减少能源消耗,例如:可依据实际情况选择适当技术参数的提升泵;多选用直管,减少连接管、阀门等的使用,采取管道淹没出流,减少水头损失;根据实际情况,选择合适高效的泵组合,包括增加或者减少提升泵的运行数量或采用变频控制技术的提升泵等,提升运行效率。(2)控制DO水平。在水解酸化和好氧处理过程中,根据脱除污染物质量和污泥产生量的变化动态地调整DO水平,降低能源耗费、化学药品使用及产生物化污染。(3)填料优化。采用芯式填料、立方体填料等新型填料,能够提高接触面积,增强污水的处理强度,增加生物膜的承载,降低空气和具有生化能力物料的消耗。亦可通过生物填料内圈挂膜将气泡切割形成水气生物膜提升污水处理效率。(4)曝气控制是污水处理中节能降耗的关键,途径包括曝气装置、曝气管布置、曝气供给模式等方式的优化。曝气风机主要通过变频控制风量、风机导

叶开度和开启台数进行曝气控制。曝气方式多采用微孔曝气,强化传氧效率,降低曝气能耗,并结合实际情况采用均匀或渐减布置,优化曝气系统运行和节能效果。在有效去除污染物、保障出水水质的前提下,按污水处理流程及污染物浓度,控制曝气量,调整溶解氧浓度,防止过度曝气,避免能耗浪费。(5)污水处理药剂消耗主要涉及污泥消毒、调理及除磷等过程,可依据实际情况合理配比、减小加药量来实现降耗。如:可将生物除磷及高分子混凝剂化学除磷等技术应用在除磷环节,不需投加药剂,而且污泥量较少。还可采用可生物降解的无毒微生物混凝剂进行污泥调理,环保无污染,且能有效提升污泥脱水性能。选用辐射技术对污泥进行消毒,代替高温高压,实现节能降耗的目标等。(6)污泥处理系统应优先选择脱水效率高、电耗低的污泥脱水设备,尽量缩短处理时间和设备运行周期。<sup>[1]</sup>还可在污泥厌氧消化加热工作中应用太阳能集热设备作为补充热源来降低能耗。(7)加强维护管理亦是节能降耗的重要举措。首先加强教育培训,提升人员节能意识,树立节能生产理念;其次做好污水处理各环节的能耗分析,建立节能降耗目标,完成目标给予奖励激励;最后对设备进行定期维护、检修,调整控制参数,及时更新老旧设备,采取有效的管理措施等,提高处理效率,降低设备能耗和污染物排放。

### 3.2 新技术的引进

近年来,随着环保意识的不断提高和能源成本的不断上升,降本增效已经成为污水处理行业的重要目标。为此,一些新的节能降耗技术应运而生。例如:利用生物反应器回收有机物质,并将它们转化成能量,这种技术可以大大降低能源消耗,并有效地减少废物的排放量。另外,采用高效膜过滤和先进的氧化技术,也能够显著提高污水处理效率。此外,利用各类膜、离子交换和电渗析等技术回收污水中的有用物质,可以降低处理成本,减少氮、磷等元素的排放。随着科技的进步,污水处理行业将会变得更加节能环保。

### 3.3 发展再生能源

为了降低能耗和碳排放,越来越多的再生能源技术被引入到污水处理中,如太阳能、风能和水电等。通过太阳能板来捕捉阳光并将其转化为电能为污水处理过程中的设备、照明灯提供电源,不仅节约能源,还可降低

碳排放。此外,还可以通过将污水处理厂出水流经涡轮机,来改变水位从而产生电能;也可以通过风力发电机的转动来转化为电能。引入再生能源技术不仅可以节约能源,同时也有助于减少温室气体排放,从而实现环保和可持续发展的目标。

### 3.4 参与社会责任

污水处理单位可以积极参与社区环保教育活动,提高公众的环保意识和参与感,并与利益相关者达成共识,参与制定并执行环保标准。此外,污水处理单位还可以开放自己的绿地或提供环保教育宣传场所,回馈社会和承担相应的社会责任。污水处理行业应以环保、能耗低、可持续发展为目标,传递出积极向上的企业形象。

### 3.5 其他消耗降耗节能措施。

污水处理是一个整体系统,各个环节是相互联系的。如合理设置格栅;通过合理控制,结合电量尖、峰、平、谷调整水处理设备运行数量或频率等,降低污水处理运行成本;在合理范围内对污泥污水回流量加以控制等。实践证明,采用节能降耗措施,企业可以在短期内收回成本,实现经济效益和社会效益的双赢。

### 结束语

随着社会的不断发展,污水处理技术也在不断地更新换代。技术创新是实现节能降耗的重要途径之一。高效、智能的污水处理技术,不仅可以大幅度降低能源消耗,减轻环境负担,更能提高处理效率。同时,管理和运营上的创新也是节能降耗的重要手段。定期维护设备、合理控制污泥浓度、控制污水流量等,可以减少能源消耗,提高设施使用效率。总之,污水处理中的技术和管理创新是节能降耗的关键。我们需要密切关注各类先进技术、管理经验和实践,积极运用、探讨行之有效的方法,提高污水处理效率,减少环境污染和能源耗费,为构建可持续的节约型社会作出积极的贡献。

### 参考文献

- [1]姚春晖.污水处理厂节能降耗技术分析[J].资源节约与环保,2020,No.221(04):108-108.
- [2]付喻珊.污水处理厂节能降耗技术研究及途径有效分析[J].资源节约与环保,2021(2):9-10.
- [3]魏凯杰,白学斌.污水处理厂节能降耗的有效措施探讨[J].工程技术研究,2022,7(2):204-205.