

市政给排水工程污水处理技术分析

叶春林

深圳市深水水务咨询有限公司

摘要：市政给排水工程中的污水处理技术是当今社会中至关重要的一环，随着城市化进程不断加速，污水处理的效率和水质安全已成为各大城市管理者和工程师们关注的焦点，污水处理技术不仅仅是简单的处理和过滤，更是涉及环境保护、资源循环利用以及公共卫生安全的综合性工程，在这个背景下，市政给排水工程的发展需要不断探索创新、引入先进技术，以确保城市的环境质量和居民的生活品质。基于此，本文简单讨论市政给排水工程污水处理价值，深入探讨市政给排水工程污水处理难点和技术，以供参考。

关键词：市政；给排水工程；污水处理

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.19.115

前言：随着科技的不断进步，市政给排水工程污水处理技术也在不断演进，传统的污水处理方法已经逐渐不能满足城市发展的需求，各种新型的污水处理技术如生物处理、膜分离、光催化等技术被广泛研究和应用，这些新技术不仅能够高效处理污水，还可以实现资源的再利用，降低对环境的负面影响，提升城市的可持续发展能力。

一、市政给排水工程污水处理价值

随着城市化进程的加速和人口增长，城市污水排放量不断增加，如果不进行有效处理，将会对周围环境和居民健康造成严重影响，通过给排水工程对污水进行处理，可以有效去除其中的有害物质和细菌，减少水体污染，降低疾病传播的风险，保障公众健康。在污水中含有大量的有机物质和营养元素，通过适当的处理和技术，可以将这些有机物质转化为生物能源或者有机肥料，用于发电、肥料生产等用途，实现资源的最大化利用，同时降低对于传统能源和化肥的依赖，减少对环境的压力。具备完善的给排水系统和高效的污水处理设施是城市现代化程度的重要标志，也是吸引外来投资和人才的重要因素，通过投资建设先进的污水处理厂和配套设施，不仅可以创造就业机会，提振当地经济，还能够改善城市环境，提升城市形象，为城市的可持续发展打下坚实基础。随着人类对环境保护意识的提高和技术的

不断进步，对于污水处理的要求也在不断提高，未来污水处理将更加注重资源的回收利用、能源的节约利用和环境的保护，通过不断改进和创新，提高污水处理技术水平和设施运行效率，将为实现清洁生产、循环经济和可持续发展目标作出积极贡献，为子孙后代留下更加清洁、美丽的环境。

二、市政给排水工程污水处理难点

（一）人力和资金限制

人力资源是市政工程建设中至关重要的一环，但目前我国在这方面存在严重的短缺和不足。专业技术人才的匮乏，污水处理需要具备工程、环境、化学等多方面的专业知识，而这些专业人才的培养需要时间和资金的投入。基层施工人员的素质参差不齐，缺乏相关技能和经验，导致工程质量难以保障，由于市政工程的工作环境恶劣，工作强度大，加之薪资待遇不高，很难吸引到足够数量的合格人员从事这一工作。污水处理工程的建设、维护和运营都需要大量的资金投入。然而，由于政府财政预算有限，污水处理工程常常面临资金短缺的问题。一方面，由于城市化进程加快，污水处理厂建设需求急剧增加，但政府的财政拨款却无法满足这一需求。另一方面，由于市政工程的周期长、投资大、回报周期较长，私人资本在这方面的投资积极性也较低，使得资金供给面临着进一步的压力。

（二）复杂的污水组成

污水中的有机物是主要的处理对象，这些有机物来源于生活生产活动，包括但不限于食品残渣、油脂、蛋白质、碳水化合物等，这些有机物的种类和浓度差异较大，有些甚至具有毒性，如化工废水中的有机溶剂和重金属离子，对环境造成的危害更是不可忽视，如何高效地去除和降解这些有机物，是污水处理工程面临的首要难题。无机物包括了各种溶解性盐类、重金属离子、硫化物等。这些物质不仅对水体的透明度和氧含量造成影响，还可能对水生生物和人体健康造成危害，特别是一些重金属离子，如铅、汞、镉等，即使在微量下也可能对人体健康产生不良影响，因此其去除成为污水处理工程的重中之重。微生物包括了各类细菌、病毒、寄生虫

等，其中有些可能对人类健康构成威胁，如致病菌和病毒，如何有效杀灭和去除这些微生物，防止其在处理过程中的再生产和传播，是保障污水处理工程安全性的重要环节。

三、市政给排水工程污水处理技术

(一) 膜分离技术

膜分离技术在市政给排水工程污水处理中扮演着重要角色，能够有效去除污水中的悬浮物、溶解物和微生物，提高水质达到排放标准。膜分离是利用半透膜的特性，通过物质在膜表面的分离和传递来实现分离的一种技术，在污水处理中，常用的膜分离技术包括微滤、超滤、纳滤和反渗透等，其分离效果逐渐升高，截留粒径也逐渐变小。在进行膜分离前，通常需要对污水进行预处理，以去除大颗粒悬浮物、油脂、有机物等，以防止对膜的堵塞和损坏，预处理工艺包括格栅过滤、沉淀、过滤等，其处理效率可达到悬浮物去除率90%以上，COD去除率60%以上^[1]。根据处理对象的不同，选择合适的膜组件，常用的膜包括聚丙烯膜、聚酰胺膜、聚醚砜膜等，其孔径范围从微米级到纳米级不等，例如，超滤膜的孔径一般在0.01-0.1微米之间，适用于去除悬浮物、胶体和大分子有机物。将预处理后的污水送入膜分离装置，通过压力差驱动水分子通过膜孔，而将悬浮物、有机物和微生物截留在膜表面或膜内，在此过程中，需要控制适当的操作压力、通量和温度，以保证膜的正常运行和处理效果，典型的操作压力在0.1-1.0 MPa范围内，通量可达每平方米每小时10-1000 L。定期对膜进行清洗和维护是保证膜分离系统稳定运行的关键，清洗方法包括物理清洗（如反向冲洗、气体冲洗）和化学清洗（如酸碱清洗、氧化剂清洗），以去除膜表面的污染物和污垢，恢复膜的通透性和分离效率。膜分离后产生的浓缩液或浓缩污泥需要进一步处理，浓缩液可以通过蒸发、结晶、离子交换等方法进行处理，使污水中的溶解物达到排放标准；浓缩污泥则可以通过压滤、离心脱水等方式进行固液分离，降低体积和处理成本。膜分离技术在市政给排水工程污水处理中具有重要应用价值，通过合理的预处理、选择合适的膜组件、控制良好的操作参数、定期的清洗和维护以及有效的产物处理，可以实现污水高效处理，保障水质达标排放，从而实现环境保护和资源利用的双重目标。

(二) 溶气气浮法

溶气气浮法（图1）的原理是利用气体在水中的溶解和析出过程，通过气泡的产生和上升来带走悬浮物和胶体物质，在污水处理中，通常采用压缩空气或纯氧气作为气体源，通过气体发生器将气体溶解到水中，形成微小气泡，然后将含气的水体注入气浮池或气浮槽中，气泡在污水中与悬浮物和胶体发生作用，使其升浮到水面，最终通过刮泥器或集水装置进行去除。溶气气浮法的关键参数包括气水比、气泡直径、气浮池深度等。气水比是指单位时间内注入气体的体积与污水体积之比，通常在0.02-0.05范围内，过高的气水比会导致气泡过多而无法有效去除污物，过低则影响气浮效果。气泡直径一般在30-100 μm之间，过大的气泡会降低气浮效率，过小则容易被污物带走而无法有效去除，气浮池的深度通常为2-4m，深度越大气泡上升时间越长，去除效果越好^[2]。对于高浓度的污水，可以增加气水比和气泡直径，提高气浮效果；对于低浓度的污水，则需要减小气水比和气泡直径，以免造成气泡浪费和能耗增加，还可以通过加药调节污水的表面张力和黏度，提高气泡与污物的接触和升浮效果。在市政污水处理中，溶气气浮法常用于预处理工序，如去除污水中的悬浮物和油脂，减轻后续处理工艺的负担；在工业废水处理中，可以根据不同的工艺要求和水质特点进行调整和优化，达到合格的排放标准；在饮用水净化中，溶气气浮法可以去除水中的浊度和微生物，提高水质透明度和卫生安全性。

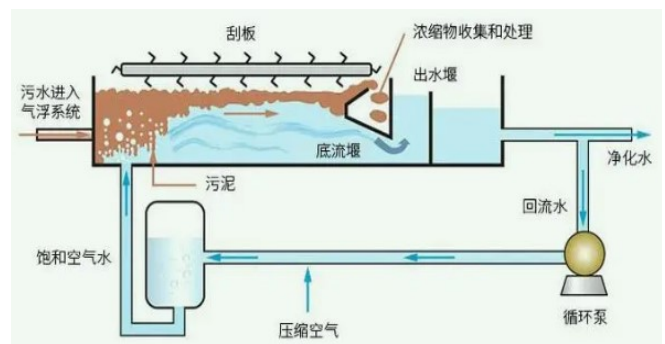


图1 溶气气浮法示意图

(三) 筛网过滤技术

筛网过滤技术是利用筛网对污水进行初步过滤，去除其中的大颗粒固体废物和杂质，根据污水处理厂的设计规模和处理能力，筛网可以分为粗筛和细筛两种。粗筛通常用于去除直径大于10毫米的固体废物，如纸张、布料、树枝等；而细筛则用于去除直径在2毫米至10毫米之间的固体废物，如沙子、砾石、塑料碎片等，筛网

的目的是防止这些固体废物进入后续的污水处理工艺单元,保护后续设备的正常运行和延长设备寿命。通常来说,筛网的过滤效率可以达到90%以上,即在处理污水时能够去除90%以上的固体废物和杂质,筛网的处理能力则取决于其面积和孔径大小,一般设计根据单位面积处理的流量,常见的设计指标为每小时处理的污水量^[3]。例如,一台筛网的设计处理能力为100立方米/小时,意味着该筛网可以每小时处理100立方米的污水,并在其中去除大部分的固体废物和杂质。常见的筛网材质包括不锈钢、聚乙烯等耐腐蚀材料,以确保筛网在长期使用过程中不受腐蚀和损坏,筛网的清洗方式通常采用机械清洗或水冲洗的方式,通过刷洗或冲刷的方式清除堵塞在筛网上的固体废物,运行参数则包括筛网的倾角、运行速度、清洗周期等,这些参数需要根据具体的污水处理工艺和水质特点进行调整和优化,以保证筛网的高效运行和稳定性。在市政给排水工程中,筛网过滤技术通常作为污水处理工艺的前置工艺,与后续的沉淀、生化处理工艺配合使用,共同完成对污水的处理和净化。

(四) 曝气生物滤池

根据污水处理厂的设计规模和水质要求,确定曝气生物滤池的尺寸和数量,曝气生物滤池的底面积应根据单位面积处理的水量确定,常见的设计参数包括单位面积处理水量(通常以 $\text{m}^3 / (\text{m}^2 \cdot \text{d})$ 表示)、曝气量、滤料厚度等。例如,对于中等水质的污水处理,单位面积处理水量一般在 $0.08\text{—}0.12\text{m}^3 / (\text{m}^2 \cdot \text{d})$ 之间。滤料的选择应考虑其比表面积大、通气性好、耐腐蚀性强等特点,常用的滤料有陶粒、河沙、玻璃钢等,在滤料配置上,应注意控制滤料的层数和比例,保证污水在滤料层中均匀分布,并且确保曝气气泡能够充分接触到滤料表面^[4]。曝气系统通过向滤料床底部通入空气,促进微生物的生长和代谢,加速有机物的降解,曝气系统设计应考虑到曝气量、曝气方式、气泡大小等因素。通常情况下,曝气量的确定可以根据单位滤料体积的空气需求量计算得出,曝气方式可以选择为喷气式、均布式等,气泡大小应适中,以保证气泡在滤料中的停留时间足够长,但又不至于造成过度的能量损失。定期对滤料进行清洗和维护,确保滤料表面清洁,避免堵塞和阻塞现象的发生,对进水和出水水质进行在线监测,及时调整操作参数,确保处理效果符合排放标准,定期对曝气系统

进行检查和维护,保证曝气设备的正常运行。

(五) 高级氧化技术

高级氧化技术作为一种高效、环保的处理方法备受关注,高级氧化技术利用氧化剂产生自由基,通过自由基的氧化作用,将有机污染物降解为无害的物质,具有处理效率高、适用范围广等优点。高级氧化技术中常用的氧化剂包括臭氧(O_3)、过氧化氢(H_2O_2)、过氧化物(例如过氧化铁 Fe^{2+})等,这些氧化剂可以在水中产生大量的氧化自由基(如 $\text{OH}\cdot$),具有强氧化能力,能够迅速降解有机污染物。高级氧化技术通常需要配合其他辅助条件,如紫外光照射($\text{UV}/\text{H}_2\text{O}_2$)、超声波($\text{US}/\text{H}_2\text{O}_2$)等,以增强氧化剂的活性和提高反应速率,紫外光照射能够激发氧化剂产生更多的氧化自由基,从而加速有机物的降解过程;超声波则可以增加溶液中的气液界面面积,促进氧化剂与有机物的接触,提高反应效率^[5]。氧化剂的投加量、反应温度、pH值等是影响处理效果的重要因素,适当的氧化剂投加量可以保证有机污染物被充分氧化,但过量投加可能导致氧化剂残留和产生次生污染物;合适的反应温度和pH值可以提高反应速率和效率,但过高或过低的温度和pH值可能影响反应的进行。

结束语

在市政给排水工程领域,污水处理技术的不断发展与创新将继续推动城市环境质量的提升和可持续发展的实现。未来,随着人们对环境保护和资源利用的意识不断增强,污水处理技术将迎来更广阔的发展空间,新型材料、智能化技术以及数据驱动的创新将成为污水处理技术发展的重要方向,为城市给排水系统的高效运行和环境保护提供更多可能性。

参考文献

- [1] 潘瑞军. 市政给排水工程污水处理技术研究[J]. 工程建设与设计, 2023, (20): 87-89.
- [2] 龙辉, 陈小军. 市政给排水工程设计中节能技术的应用研究[J]. 低碳世界, 2023, 13(03): 103-105.
- [3] 李娟娟. 市政给排水工程设计中节能技术的运用分析[J]. 工程建设与设计, 2023, (01): 57-59.
- [4] 王键. 污水处理技术在市政给排水工程中的有效运用[J]. 工程技术研究, 2022, 7(24): 33-35.
- [5] 李平平. 市政给排水工程污水处理的技术分析[J]. 大众标准化, 2022, (21): 50-52.