

工业园区污水处理工艺及施工技术探究

郭全弟

中蓝连海设计研究院有限公司 江苏 连云港 222000

摘要：工业园区污水处理工艺及施工技术探究，聚焦于高效、环保的处理方案。研究涵盖生物处理、物理化学处理及新型膜分离、高级氧化技术，旨在提升处理效能与出水质量。深入剖析施工中的关键技术要点，确保设施稳定运行。通过综合评估与实践验证，为工业园区污水处理提供科学指导与技术支持。

关键词：工业园区；污水处理；工艺及施工

1 工业园区污水处理的重要性

工业园区作为区域经济发展的重要载体，聚集了大量工业企业，其生产活动在推动经济增长的同时，也不可避免地产生了大量废水。第一，保护水资源，水资源是生命之源，也是社会经济发展的基础。有效的污水处理能够去除废水中的有害物质，使其达到排放标准或回用水质要求，从而保护水资源不被污染，确保水资源的可持续利用。第二，维护生态环境平衡。未经处理的工业废水排放到河流、湖泊等水体中，会破坏水生生物的生存环境，导致生物多样性减少，甚至引发生态系统崩溃。通过污水处理，可以减少对自然水体的污染，维护生态环境的稳定与平衡。第三，保障人体健康。工业废水中的有害物质如果通过食物链进入人体，将对人体健康构成威胁，如引发皮肤病、肝病、癌症等。严格的污水处理措施能够阻断这些有害物质进入人类食物链，保障公众健康安全。第四，促进可持续发展。随着环保意识的提高和环保法规的日益严格，工业园区必须进行污水处理以满足环保要求。这不仅有助于企业树立良好形象，还能避免因环保违规而面临的法律风险和经济损失，污水处理过程中的资源回收与再利用（如污泥制肥、中水回用等）也有助于实现资源的循环利用，推动园区的绿色、低碳、可持续发展。

2 工业园区污水特性及处理需求分析

2.1 工业园区污水产生特点分析

工业园区作为产业聚集区，其污水产生特点多样且复杂，（1）污水来源广泛且性质差异大，工业园区内企业类型多样，涵盖化工、纺织、电镀、食品加工等多个行业，这些企业生产过程中产生的废水在成分、浓度、污染物种类等方面存在显著差异^[1]。（2）污水排放具有间歇性和波动性，不同企业的生产周期和工艺流程不同，导致污水排放时间不稳定，排放量也存在较大波动。这种间歇性和波动性给污水处理厂的运行管理带来

了挑战，需要污水处理厂具备灵活调节和高效处理的能力。（3）污水中的污染物浓度高且难以降解，工业园区废水往往含有高浓度的有机物、无机盐、重金属等难降解物质，这些物质对生物处理系统具有毒性或抑制作用，增加了处理难度和成本。（4）污水水质变化大，随着工业园区内企业类型和生产工艺的变化，废水水质也会发生相应变化。这就要求污水处理系统能够适应这种变化，保持稳定的处理效果。

2.2 工业园区污水处理的环保要求和处理目标

针对工业园区污水的特点，环保部门对污水处理提出了严格的要求，并设定了明确的目标，环保要求方面；工业园区污水处理后的出水必须达到国家或地方规定的排放标准，确保不对受纳水体造成污染。鼓励采用先进的处理技术和工艺，实现废水中的有用物质的回收利用，如中水回用、污泥制肥等，提高资源利用效率。在污水处理过程中，应尽量减少噪音、臭气等二次污染物的产生，保护周边居民和生态环境。处理目标方面；通过物理、化学、生物等处理手段，有效去除废水中的有机物、无机盐、重金属等污染物，使出水水质达标。

2.3 工业园区污水处理工艺设计的基础要求

为了实现工业园区污水的有效处理并满足环保要求，污水处理工艺设计需遵循以下基础要求：根据工业园区废水的特性，选择针对性强、处理效果好的处理工艺。由于工业园区废水水质变化大，处理工艺应具备较高的灵活性，能够根据水质变化及时调整处理参数和运行工况，确保处理效果稳定。在保证处理效果的前提下，尽量降低投资和运行成本。通过优化工艺设计、提高设备效率、加强运行管理等方式，实现经济效益和环境效益的双赢。污水处理过程中应确保人员和设备的安全，防止发生中毒、爆炸等安全事故。处理后的污泥等废弃物应得到妥善处置，避免对环境和人体造成危害。工艺设计应考虑后期维护的便利性，选择易于操作、维护的设备和设

施,降低维护成本和难度。在整个污水处理过程中,应尽量减少对环境的负面影响,如减少噪音、臭气等污染物的排放,实现绿色、低碳、可持续的污水处理。

3 工业园区污水处理工艺及施工技术

3.1 传统污水处理工艺

3.1.1 生物处理工艺

生物处理工艺是利用微生物的代谢活动来降解和转化污水中的有机物和其他污染物的过程。这种工艺因其高效、经济且对环境友好而在工业园区污水处理中得到广泛应用。活性污泥法:作为最常见的生物处理工艺之一,活性污泥法通过连续曝气使污水中形成悬浮生长的微生物群体(即活性污泥),这些微生物能够吸附并降解污水中的有机物。随着有机物的降解,污泥逐渐增长并需通过沉淀、回流等方式进行管理和控制。生物膜法:与活性污泥法不同,生物膜法利用附着在载体表面上的微生物膜来处理污水^[2]。污水流经载体时,微生物膜中的微生物会摄取并降解其中的有机物和营养物质。生物膜法具有处理效果好、占地面积小、污泥产量少等优点。厌氧-好氧处理工艺(A/O或A²/O):针对高浓度有机废水,厌氧-好氧处理工艺结合了厌氧段和好氧段的优点。厌氧段主要用于去除难降解有机物和产生生物能,而好氧段则进一步降解有机物并去除氮、磷等营养物质。这种组合工艺能够显著提高处理效率和出水水质。

3.1.2 物理化学处理工艺

物理化学处理工艺则是通过物理和化学手段来去除或转化污水中的污染物。这类工艺通常用于预处理、深度处理或特定污染物的去除。混凝沉淀:混凝沉淀是通过向污水中投加混凝剂使胶体颗粒和微小悬浮物聚集成较大絮体而沉降下来的过程。这种方法常用于去除污水中的悬浮物、胶体颗粒和某些溶解性物质。吸附:吸附是利用多孔性固体物质(如活性炭、沸石等)吸附污水中的溶解性有机物或无机物的过程。吸附法适用于去除低浓度难降解有机物和重金属离子等。离子交换:离子交换是利用离子交换树脂上的可交换离子与污水中的某些离子进行交换的过程。这种方法常用于去除污水中的重金属离子、放射性物质等。膜分离技术:包括微滤、超滤、纳滤和反渗透等。这些技术通过不同孔径的膜来截留污水中的悬浮物、胶体、细菌、病毒以及溶解性有机物和无机盐等。膜分离技术具有处理效果好、出水水质高、占地面积小等优点,但投资和运行成本相对较高。

3.2 新型污水处理工艺

3.2.1 膜分离技术

膜分离技术是一种基于物理过程的新型污水处理技

术,其核心在于利用具有选择性透过能力的膜材料来分离污水中的不同组分。该技术具有处理效率高、出水水质好、占地面积小等优点,逐渐成为工业园区污水处理的重要手段。微滤(MF)与超滤(UF):这两种技术主要通过孔径筛分作用去除污水中的悬浮物、胶体、细菌及部分病毒等颗粒物质。微滤膜的孔径通常在0.1-10微米之间,而超滤膜的孔径则更小,能够截留更微小的颗粒物和胶体。这两种技术常用于污水的预处理和深度处理阶段。纳滤(NF)与反渗透(RO):纳滤和反渗透技术则更进一步,能够去除污水中的溶解性盐类、有机物以及重金属离子等。纳滤膜的孔径介于超滤和反渗透之间,能够允许部分单价离子通过,而反渗透膜则几乎能够截留所有溶解性物质,产生高纯度的水^[3]。

3.2.2 高级氧化技术

高级氧化技术(AOPs)是一种通过产生强氧化性自由基(如羟基自由基·OH)来降解污水中难降解有机物的技术。这些自由基具有极高的氧化电位,能够无选择性地攻击有机物分子,使其分解为小分子物质甚至矿化为二氧化碳和水。臭氧氧化:臭氧是一种强氧化剂,能够直接氧化污水中的有机物,并通过分解产生羟基自由基等次级氧化剂进一步降解有机物。臭氧氧化技术具有处理效率高、反应速度快等优点,但臭氧的生成和运输成本较高。芬顿法:芬顿法是利用亚铁离子(Fe²⁺)和过氧化氢(H₂O₂)在酸性条件下反应生成羟基自由基的过程。该反应能够高效降解污水中的有机物,并且操作简便、成本低廉,芬顿法在实际应用中可能产生大量铁泥等副产物,需要妥善处理。光催化氧化:光催化氧化技术利用半导体材料(如二氧化钛TiO₂)在光照条件下产生的光生电子和空穴来引发氧化还原反应,生成羟基自由基等强氧化性物质降解有机物。该技术具有反应条件温和、能耗低等优点,且催化剂可重复使用,光催化效率受光照强度和催化剂性能等因素影响较大。

3.3 污水处理设备与工程施工技术

3.3.1 污水处理设备介绍

污水处理设备是实现污水处理工艺的具体载体,其性能和质量直接影响处理效果。常见的污水处理设备包括:预处理设备:如格栅、沉砂池等,用于去除污水中的大块悬浮物和砂粒,保护后续处理设备免受磨损和堵塞。格栅通过物理拦截方式去除污水中较大的漂浮物和固体颗粒物;沉砂池则利用重力沉降原理去除污水中的无机砂粒。生物处理设备:如曝气池、生物膜反应器等,是生物处理工艺的核心设备。曝气池通过向污水中曝气提供充足的溶解氧,促进微生物的生长和代谢活

动；生物膜反应器则利用附着在载体表面的微生物膜来降解有机物。物理化学处理设备：如混凝沉淀池、过滤器、离子交换装置、膜处理设备等，用于去除污水中的悬浮物、胶体、溶解性有机物、重金属离子等^[4]。这些设备通过混凝、吸附、过滤、离子交换或膜分离等物理化学过程实现污染物的去除。污泥处理设备：如污泥浓缩池、脱水机、消化池等，用于处理污水处理过程中产生的污泥。

3.3.2 工程施工技术及要点

工程施工技术是确保污水处理设施顺利建设并稳定运行的重要保障。施工准备：施工前需进行充分的准备工作，包括施工图纸的审核、施工方案的制定、施工队伍的组建和培训等。还需对施工现场进行勘察和测量，确保施工条件满足要求。基础施工：基础施工是污水处理设施稳定运行的关键。在基础施工过程中，需严格按照设计图纸和规范要求进行施工，确保基础的承载力、稳定性和防水性能满足要求。设备安装：设备安装过程中需注意设备的定位、固定和连接。设备的安装位置应准确无误，固定方式应牢固可靠；各设备之间的连接管道和阀门应密封严密，无泄漏现象，还需对设备进行调试和试运行，确保其性能符合设计要求。管道施工：管道施工是污水处理系统中重要的组成部分。在施工过程中，需确保管道的材质、规格和连接方式符合设计要求；管道的布置应合理有序，避免交叉和碰撞；还需进行管道的试压和清洗工作，确保管道系统的畅通无阻。电气与自控系统安装：电气与自控系统是污水处理设施自动化运行的关键^[5]。在施工过程中，需按照设计要求进行电气设备的安装和调试；自控系统则需根据工艺要求进行编程和调试，确保系统能够准确、可靠地控制污水处理过程。环保与安全措施：在工程施工过程中，需严格遵守环保和安全规定。采取有效措施减少施工噪声、粉尘和废水等污染物的排放；加强施工现场的安全管理，确保施工人员的人身安全和设备的完好无损。

4 工业园区污水处理工艺技术的未来发展趋势

随着环保法规的日益严格和可持续发展理念的深入

人心，污水处理技术将更加注重高效能、低能耗与环保性。未来，生物处理工艺将向更高效的菌种筛选、优化反应条件及强化脱氮除磷等方向发展；物理化学处理工艺则可能通过新材料、新技术的引入，提高处理效率和降低成本，膜分离技术、高级氧化技术等新型工艺将得到更广泛的应用，尤其是在处理难降解有机物和微污染物方面展现出巨大潜力。智能化将是未来污水处理技术的重要发展方向^[6]。通过物联网、大数据、人工智能等技术的融合应用，实现污水处理过程的精准控制、远程监控与智能决策，提高处理效率和稳定性，降低运维成本，资源化利用也将成为污水处理的重要趋势，通过污泥资源化、污水回用等手段，实现水资源的循环利用和废弃物的减量化、无害化、资源化，为工业园区的可持续发展提供有力支撑。

结束语

工业园区污水处理工艺及施工技术的持续创新，是推动环保事业发展的关键。未来，应进一步优化工艺组合，提升设备性能，加强施工管理，确保污水处理系统高效、稳定、环保运行。同时加强技术研发与人才培养，为工业园区可持续发展贡献力量。

参考文献

- [1]饶剑锋.某工业园区含重金属污水处理厂扩容提标改造工艺探讨[J].中国金属通报,2020(16):194-195.
- [2]陈莹.工业园区污水处理厂环境影响评价研究[J].建筑工程技术与设计,2020(32):3436-3437.
- [3]余琴芳.镇祥华.邹磊.等.含氟工业废水深度处理工艺方案[J].净水技术,2020,219(05):149-155.
- [4]朱圆圆.姬智渊.范志军.等.无机陶瓷平板膜在工业废水处理中的中试应用[J].工业用水与废水,2020,238(03):50-53.
- [5]李波.环境工程中的城市污水处理[J].科技创新与应用,2019(28):63-64.
- [6]彭宽军.工业园区水污染防治中的问题与建议[J].资源节约与环保,2020,11(2):69-70.