

工业污水处理厂建设项目环境影响评价研究

刘玉清 刘恒源

云南湖柏环保科技有限公司 云南 昆明 650100

摘要：工业污水处理厂建设项目对环境影响多元，涵盖水、大气、声及生态环境。施工期与运营期影响特征各异，如施工期扬尘、噪声，运营期恶臭气体、尾水排放等。环境影响评价通过现状调查、预测及评价，明确影响程度与范围。针对不同阶段环境问题，提出施工期水体、大气、噪声等保护措施，以及运营期水体、大气、土壤、噪声综合防控策略，以实现项目建设与环境保护协调发展。

关键词：工业污水处理厂；环境影响评价；环保措施

引言

在现代工业迅猛发展的当下，工业生产排放大量含复杂污染物的废水，对生态环境构成严重威胁，工业污水处理厂建设刻不容缓。然而，此类项目建设与运营会对周边环境产生多方面影响，不同阶段影响特性不同。准确评估其环境影响并制定有效保护措施，是保障项目可持续发展、维护生态平衡的关键。开展工业污水处理厂建设项目环境影响评价研究，有助于科学认识项目建设环境效应，为环保决策提供依据。

1 工业污水处理厂建设项目概述

工业污水处理厂建设项目是针对工业生产过程中产生的大量污水进行集中处理与净化的关键工程。在现代工业高速发展的背景下，各类工业企业如化工、制药、印染、电镀等在生产环节会排放含有复杂污染物的废水，这些废水若未经有效处理直接排放，将对周边水体、土壤及生态环境造成严重破坏，威胁生态平衡与人类健康，因此工业污水处理厂的建设迫在眉睫。此类项目通常涵盖多个功能区域与处理环节。预处理阶段，通过粗细格栅、沉砂池等设施去除污水中的悬浮物、砂砾等杂质，防止其进入后续处理单元造成设备磨损与堵塞。生化处理环节是核心部分，利用微生物的新陈代谢作用，分解污水中的有机污染物，将其转化为无害物质，常见的工艺有活性污泥法、生物膜法等。深度处理阶段则针对生化处理后仍存在的微量污染物，采用过滤、消毒、吸附等技术进一步净化水质，确保出水达到排放标准或回用要求。项目选址需综合考虑多方面因素，要靠近工业废水排放源，以减少污水输送成本与管道建设难度；同时需避开生态敏感区、水源保护区等，避免对重要生态环境造成影响。

2 工业污水处理厂建设对环境的影响

2.1 水环境影响

工业污水处理厂建设对水环境的影响呈现施工期与运营期的差异化特征。施工阶段，土方开挖与基础施工会扰动地表土层，降雨条件下地表径流易携带泥沙、施工机械油污及水泥浆等污染物进入周边水体。以基坑开挖为例，松散土体在雨水冲刷下形成含SS（悬浮物）浓度可达500-1000mg/L的径流，若未设置沉淀池等截污措施，可能导致受纳水体浊度骤升，破坏水生生物的光照条件与栖息环境。运营期间，污水处理工艺稳定性直接影响水质安全：当生化系统曝气不足或膜组件老化时，出水COD、氨氮等指标可能超标，其中重金属（如汞、镉）和持久性有机污染物（如多环芳烃）会通过食物链在水生生物体内富集。某工业污水处理厂监测数据显示，未达标尾水中苯胺类物质浓度若超过0.1mg/L，可导致下游鱼类鳃部组织病变，繁殖期产卵量下降30%以上。

2.2 大气环境影响

（1）工业污水处理厂运行阶段，大气环境面临显著胁迫，主要源于污水处理过程中恶臭气体排放。预处理单元的格栅、沉砂池内，有机物厌氧分解释放 H_2S （浓度区间为5-10ppm）、 NH_3 （浓度范围达10-20ppm）等恶臭污染物；污泥脱水间内，微生物厌氧代谢致使甲烷以 $0.5-1.0m^3/(m^2 \cdot d)$ 的速率释放。此类气体排放不仅造成周边空气质量下降，还易引发嗅觉污染问题。研究数据显示，当环境中 H_2S 浓度超过0.5ppm，居民投诉频次与呼吸道疾病就医比例呈现同步上升趋势。（2）施工阶段扬尘污染突出，土方开挖使TSP浓度升至 $0.8-1.2mg/m^3$ ，物料运输未覆盖导致道路两侧50m内PM10超标2-3倍，威胁人员呼吸健康。（3）值得关注的是，此类粉尘中重金属铅、锌含量较背景值高出1.5-2.0倍，显著增加大气颗粒物对环境健康的潜在风险。

2.3 声环境影响

工业污水处理厂建设带来的声环境影响，在施工期

与运营期呈现不同特性。施工阶段,噪声源具有突发且强度大的特征。打桩机作业时,噪声峰值可达105-110dB(A),挖掘机和装载机运转产生的噪声处于85-95dB(A)范围。即便距离施工场地100m,噪声值仍可能超出正常昼间环境标准,干扰周边正常声环境。进入运营期,噪声污染转变为以设备稳态噪声为主导。罗茨鼓风机运行时,空气动力性噪声强度在90-95dB(A),水泵机组产生的机械噪声为80-85dB(A)。夜间,若厂界噪声超过特定阈值,会显著影响周边居民睡眠质量,使浅睡阶段时长占比增加15%-20%,长期处于该环境下,居民交感神经兴奋度提升,血压异常概率上升10%-15%。曝气系统产生的周期性脉冲噪声,会干扰鸟类等野生动物的声通讯。这种干扰致使鸟类难以准确传递求偶、警戒等关键信息,影响其繁殖与生存,最终导致区域鸟类种群密度降低约20%,对当地生态系统的稳定性和生物多样性产生不利影响^[1]。

2.4 生态环境影响

(1) 工业污水处理厂项目建设对生态环境的干扰呈现出多维度特征,在施工阶段,土地开发与设施建设活动直接引发原生植被破坏,致使区域内草本植物物种数量锐减40%-50%,昆虫多样性指数降低30%-40%;同时施工废水携带的石油类污染物渗入土壤,改变孔隙结构,导致土壤有机质含量下降15%-20%,微生物群落多样性减少25%-30%,这种生态影响具有显著的累积效应。(2) 运营期污泥处置若不当,其中镍、铜等重金属会经土地利用渗入农田,在土壤富集后导致作物重金属超标,通过食物链危及人体健康,形成生态隐患。(3) 尾水排放同样带来生态隐患,排放水体温度与盐度的改变,会干扰土著鱼类的繁殖周期,推迟产卵期并降低繁殖成功率,进而破坏河流生态系统的食物链稳定性,形成从生物个体到生态系统层面的连锁影响。

3 工业污水处理厂建设项目环境影响评价方法

3.1 环境现状调查

在自然环境调查方面,采用水文地质钻探与现场取样相结合的方式,测定含水层渗透系数、地下水位埋深等参数,绘制等水位线图以分析地下水径流方向;利用气象站近10年监测数据,解析风速、湿度、降水量等气候要素的时空分布特征,同时结合地形图与遥感影像解译技术,获取项目区域的地形坡度、高程数据及地貌类型信息。针对社会环境调查,重点梳理人口分布密度、土地利用类型(工业用地、居住用地、农用地等),通过卫星影像判读与现场踏查交叉验证,明确项目周边5公里范围内的土地功能分区;分析区域产业结构特征,

量化主要工业类型的废水产生强度,建立区域污染源清单。生态环境调查则采用样线法与样方法相结合的技术手段,沿生态梯度布设调查样线,记录乔木、灌木及草本植物的种类、盖度与频度,运用Shannon-Wiener指数评估植物群落多样性;通过红外相机、鸣声监测设备开展动物资源调查,识别关键物种及其栖息地分布。对于水生生态系统,采集表层水样与底泥样品,分析叶绿素a、浮游生物群落结构及底栖动物种类组成,结合生物完整性指数(B-IBI)评估水体生态健康状况^[2]。

3.2 环境影响预测

(1) 工业污水处理厂建设项目环境影响预测需契合项目特性,运用专业模型对各阶段环境胁迫效应进行量化。水环境影响预测时,针对施工期与运营期废水排放,借助MIKE11、EFDC等一维/二维水质模型,将废水排放流量、污染物浓度等参数代入,模拟COD、氨氮等指标在受纳水体中的扩散路径;并设定平水期、丰水期、枯水期等不同水文条件,剖析污染物浓度时空演变规律,预测混合区范围及其对下游敏感水域的影响距离。(2) 大气环境影响预测采用AERMOD、CALPUFF等扩散模型,输入H₂S、NH₃等恶臭气体排放源强及风速风向等气象参数,模拟污染物下风向浓度分布,明确异味影响范围;针对施工扬尘,基于无组织排放模式,结合扬尘起尘系数与气象条件,预估TSP、PM₁₀扩散浓度。

(3) 声环境影响预测借助EIAProN2021等软件,依据声源衰减理论模拟噪声传播,计算敏感点噪声贡献值判断是否超标。生态环境影响预测利用专业模型评估栖息地与生态服务变化,经敏感性分析确保结果可靠。

3.3 环境影响评价

将预测的污染物浓度与环境质量标准(如地表水环境质量标准、环境空气质量标准)进行对比,采用超标倍数法量化环境影响程度,识别浓度超标的关键污染物与敏感时段;通过空间插值技术,绘制污染物浓度等值线图,直观展示环境影响的空间分布范围;运用矩阵法、网络法等工具,分析项目建设与生态系统、环境要素间的相互作用关系,识别如水生生物栖息地破坏、土壤重金属累积等主要环境问题;结合受体敏感性分析,确定需重点保护的敏感目标(如饮用水源地、珍稀物种栖息地)。在环境保护措施有效性评估方面,针对水污染防治工艺,通过物料衡算验证处理效率能否满足排放要求;对于大气污染控制设施,计算除臭装置对H₂S、NH₃的去除率,评估异味影响缓解效果;针对噪声控制措施,模拟降噪设施安装后的厂界噪声衰减情况。采用成本-效益分析方法,对比不同环保方案的环境改善效果与

经济投入,提出优化建议,如调整污水处理工艺参数、改进设备选型、增设生态缓冲带等。

4 环境保护措施

4.1 施工期环境保护措施

(1) 水体保护构建多级沉淀体系,借絮凝剂沉降悬浮物,回用水降尘清洗,以自动化设备控水位,搭配沟渠截污,强化机械维护防油污渗漏。(2) 大气保护实施扬尘与废气双源治理,设2.5米以上围挡,搭配智能洒水系统,物料全封闭储运,采用低排放机械并定期维护,减少污染物排放。(3) 噪声防控遵循“源头-传播-受体”三级防护原则,优先选用液压打桩等低噪声工艺与设备,为高噪声设备配备复合隔音罩,利用声环境模拟软件优化施工布局,将高噪声作业远离敏感区域;合理规划施工时段,夜间禁止高噪声作业,必要时调整设备参数降低噪声峰值,辅以移动式声屏障增强降噪效果。(4) 以BIM划定施工边界减少扰动,剥离存储表土,施工后用客土喷播复绿,重塑地形修复排水,借生态监测优化恢复^[3]。

4.2 运营期环境保护措施

在水体保护上,依托智能控制系统实时调节污水处理工艺参数,通过在线监测设备反馈的COD、氨氮等水质数据,动态优化曝气、回流等流程,确保尾水稳定达标排放;尾水排放口部署多参数监测仪,实时采集数据并上传平台,超标时触发预警,联动启动应急处理程序,配合三级事故应急体系,配备移动式膜处理设备与药剂投加装置,2小时内完成污水截留与达标处理。大气保护聚焦恶臭气体全流程管控,对格栅、沉砂池等设施加盖密封,采用负压收集系统将恶臭气体导入生物除臭装置,利用嗜硫、嗜氨微生物降解 H_2S 、 NH_3 ,辅以化

学吸收塔强化处理,污泥处理环节采用全封闭设备与料仓,阻断异味逸散,并在厂区周边构建乔木灌木混交林带吸附剩余污染物。运营期土壤保护聚焦污泥处置,以“深度脱水+热干化”稳定重金属,处置场地设双层防渗结构,结合地下水与土壤监测设备构建动态网络,污泥资源化前需经毒性浸出试验。噪声控制采用复合手段,对高噪声设备加装减振隔音装置,优化厂区布局减少噪声传播,辅以8-10米高乔灌木林带,并利用智能监测预判设备异常,降低噪声排放^[4]。

结束语

工业污水处理厂建设项目环境影响评价研究意义重大。通过全面深入的环境现状调查、精准的环境影响预测与科学评价,清晰掌握了项目建设各阶段对环境的多元影响。施工期与运营期采取针对性环境保护措施,可有效降低环境风险。未来,需持续优化评价方法,强化环保措施落实,不断提升项目建设与运营的环境友好性,推动工业污水处理行业朝着绿色、可持续方向迈进,实现经济发展与环境保护的良性互动。

参考文献

- [1]张薇.工业污水处理厂建设项目环境影响评价研究[J].皮革制作与环保科技,2025,6(7):190-192+195.
- [2]张欧渭,郑翰斌,周卓鸣.污水处理厂恶臭防治对策及环境影响评价[J].中文科技期刊数据库(全文版)自然科学,2025(5):164-167.
- [3]邹从欢.工业园区规划环境影响评价与建设项目环境影响评价的联动研究[J].皮革制作与环保科技,2023,4(13):65-67.
- [4]郑露.工业污水处理厂大气环境影响评价研究[J].能源与环境,2020(3):72-73.