

试析环保工程设计中绿色环保理念

桂亚斌¹ 唐芬² 凌仲明³

1. 武汉华冶环境工程有限公司 湖北 武汉 430000

2. 武汉新大创新水处理技术有限公司 湖北 武汉 430000

3. 武汉华研长欣工程技术有限公司 湖北 武汉 430000

摘要: 在环保工程设计中,绿色环保理念已成为核心指导原则。该理念强调尊重自然规律,保护生态环境,追求经济、社会与生态效益统一。其核心在于资源高效利用、污染最小化及生态修复补偿。实践中,通过生态型污水处理、大气污染防治、固体废弃物资源化及噪声光污染控制等技术应用,有效降低环境负荷。同时,全生命周期评估、绿色材料选型及智能化监控等手段,推动环保工程向低碳、循环、可持续方向转型。

关键词: 环保工程设计;绿色环保理念;实践路径

引言:在全球环境问题日益严峻、可持续发展需求愈发迫切的当下,环保工程设计肩负着改善生态环境、推动绿色发展的关键使命。绿色环保理念作为环保工程设计的灵魂指引,它不仅关乎当下环境质量的提升,更影响着未来人类社会的长远发展。深入剖析绿色环保理念在环保工程设计中的内涵、应用、实践路径以及面临的挑战与对策,对于优化环保工程设计、提升环境治理效能、实现人与自然和谐共生具有至关重要的现实意义。

1 绿色环保理念的理论基础

1.1 概念界定

(1) 内涵与特征:核心是协调人类活动与自然环境的平衡,追求经济、社会与生态效益统一。低碳特征体现为减少能源消耗与碳排放,响应“双碳”目标;循环特征以“3R原则”(减量化、再利用、资源化)为核心,实现全生命周期资源循环;生态友好特征强调活动对环境无害,维护生态系统稳定。(2) 与传统工程设计的理念对比:传统设计以功能、成本为核心,仅关注产品生命周期前半段,采用“末端治理”模式,资源回收率低;绿色理念下的设计兼顾需求与环境,覆盖全生命周期,强调可拆卸性与废弃物减排,从源头消除污染,实现“环境亲和性”与功能统一。

1.2 核心原则

(1) 资源高效利用原则:节能聚焦高效用能技术与行为优化,如选用一级能效电器;节水通过器具升级与循环系统实现,如雨水收集利用;节材强调简化结构与材料复用,减少稀有资源消耗。(2) 污染最小化原则:源头控制通过清洁原料与工艺减少污染物生成;过程减排依托技术创新降低排放强度;末端治理作为补充,确保残余污染物达标处置。(3) 生态修复与补偿原则:通

过植树造林等措施保护生物多样性,修复受损栖息地;针对开发活动实施生态补偿,恢复气候调节、水质净化等生态功能。

1.3 理论支撑

(1) 循环经济理论:以资源高效循环为核心,通过产业链重构实现“资源-产品-废弃物-再生资源”闭环,降低环境负荷,欧盟计划2030年将资源利用效率提高30%。(2) 生态学原理:提供自然约束依据,强调生态系统整体性,指导人类活动适配自然承载力,避免破坏生物多样性与生态服务功能。(3) 可持续发展理论:追求代际公平,协调经济增长、社会进步与生态保护,是绿色理念的顶层指导,推动全球从工业文明向生态文明转型。

2 环保工程设计中绿色环保理念的应用

2.1 水处理工程

(1) 生态型污水处理技术:人工湿地技术通过基质、植物与微生物的协同作用净化污水,如垂直潜流湿地利用填料吸附、植物吸收及微生物代谢,实现有机物降解与脱氮除磷,其内部形成的好氧-缺氧-厌氧微环境可同步完成硝化反硝化反应,氮去除率达70%以上。生物膜法则构建“微生物城市”,填料表面的生物膜分为好氧层、兼氧层与厌氧层,分别承担有机物分解、反硝化及难降解污染物处理,比传统活性污泥法效率提升30%,且污泥产量显著降低。两者均避免了化学处理的二次污染,契合生态友好特征^[1]。(2) 中水回用与雨水收集系统设计:采用“预处理-深度处理-消毒”三级工艺,将生活污水处理至杂用标准,用于绿化灌溉、道路冲洗,单座中型建筑年节水可达1.2万吨。雨水收集系统通过透水铺装、下沉式绿地汇水,经格栅过滤、沉淀及活性炭吸附后,接入中水系统或

补充景观水体,深圳某园区通过该设计实现雨水利用率达45%,减少市政供水依赖。

2.2 大气污染防治工程

(1) 清洁能源替代与节能技术应用:工业领域推广光伏、风电等可再生能源,广东某光伏智慧梁场年供电近110万度,制梁后光伏板迁移至服务区复用,实现“永临结合”的节能模式。锅炉系统采用空气源热泵替代燃煤设备,结合烟气余热回收装置,热效率提升至95%以上,单台年减碳量超800吨,从源头削减碳排放。(2) 废气净化与资源化技术:VOCs治理采用“吸附浓缩+催化燃烧”工艺,吸附材料饱和后经热脱附再生,VOCs去除率达98%,产生的热能可回收用于车间供暖。火电企业应用石灰石—石膏湿法脱硫,脱硫效率超95%,副产物石膏用于建材生产;SCR脱硝技术通过催化剂将NO_x转化为氮气,同步回收烟气中的热能,实现污染治理与资源回收双赢。

2.3 固体废弃物处理工程

(1) 分类回收与资源化利用:垃圾焚烧发电采用“热解焚烧+汽轮发电”系统,杭州天子岭产业园日处理850吨易腐垃圾,每吨产沼气60-80立方米,发电108-144千瓦时,餐厨废油还可提炼生物柴油或可持续航空燃料,全生命周期碳减排达85%。废纸、废塑料经分类破碎后,通过熔融再生技术制成包装材料,资源回收率超90%,践行循环经济理念。(2) 无害化处理技术:填埋场采用“HDPE防渗膜+膨润土衬层”双重防渗系统,防止渗滤液污染地下水,渗滤液经“厌氧消化+膜生物反应器”处理后达标排放。危险废物通过高温焚烧炉(温度≥1100℃)彻底分解有害物质,焚烧残渣经固化稳定化处理安全填埋,配套的尾气净化系统确保二噁英等污染物排放符合欧盟标准^[2]。

2.4 噪声与光污染控制工程

(1) 绿色隔音材料与低噪声设备选型:高速公路采用3D打印混凝土声屏障,通过波浪形结构优化吸音效果,结合数字孪生技术保障施工质量,还可融入地域文化元素并添加荧光材料,兼具降噪与景观功能。车间选用低噪声电机与风机,配套阻尼减振基座,加装超细玻璃棉隔音罩,噪声从95dB降至60dB以下,减少对周边环境的影响。(2) 智能照明系统与光污染防控设计:城市道路采用LED智能路灯,通过光感与人体感应技术自动调节亮度,深夜时段功率降低40%,年节电30%以上。建筑外立面采用防眩光玻璃与遮光百叶,照明灯具选用截光型设计,避免光线直射夜空;景观照明设置分时控制模块,22点后关闭非必要光源,有效减少光污染对动植

物的干扰。

3 绿色环保理念在环保工程设计中的实践路径

3.1 设计阶段

(1) 全生命周期评估(LCA)方法应用:构建覆盖“原材料开采-工程建设-运营维护-退役处置”的全流程评估体系,量化各环节能源消耗、碳排放及污染物排放。如污水处理工程通过LCA对比不同工艺,优先选择生物膜法等低能耗方案;借鉴爱慕海藻睡眠衣的LCA实践经验,环保工程可建立细分领域评估模型,确保设计方案全周期碳减排率不低于20%,从源头把控环境影响。

(2) 绿色材料与设备选型标准:材料选用遵循“低耗、循环、无毒”原则,优先采用固废再生材料,如公路环保工程选用符合《路用改性磷石膏》标准的材料,既实现固废资源化又降低成本;设备需满足一级能效标准,配套智能调控功能,同时评估噪声、振动等环境影响指标,严禁选用国家淘汰的高污染设备,形成“材料环保认证+设备能效评级”双重选型标准。(3) 模块化与标准化设计优化:采用模块化拆分设计,如将垃圾处理厂分为预处理、焚烧、发电等模块,实现部件工厂预制、现场快速组装,减少施工污染;制定跨领域设计标准,统一设备接口与施工规范,参考《近零碳交通设施技术要求》的标准化思路,提升工程可复用性与后期改造灵活性,降低全生命周期资源消耗。

3.2 施工阶段

(1) 绿色施工管理:扬尘控制采用“湿法作业+密闭运输+智能监测”组合方案,沥青混合料施工推广《温拌剂》标准技术,降低拌和温度减少烟气排放;废弃物实行“分类回收-就地利用”管理,建筑垃圾经破碎后用于路基填筑,工业固废按《沥青混合料用钢渣》标准加工为建材,实现施工废弃物减量率超80%,资源化利用率达90%以上。(2) 可再生能源利用:施工现场及永久设施优先配置可再生能源系统,借鉴爱慕工厂光伏发电模式,在污水处理厂、垃圾填埋场等厂区铺设光伏组件,自发自用余电上网,2023年爱慕生态工厂光伏发电达164万kWh,类似模式可使环保工程可再生能源利用率提升至30%;采用地源热泵系统替代传统空调,降低运营阶段碳排放^[3]。(3) 生态修复技术集成:边坡绿化采用“植被混凝土+乡土物种”技术,结合网格固土防止水土流失;施工造成的土壤污染区域,通过添加改良剂、种植富集植物等措施修复,同步构建生态缓冲带,如公路施工后在两侧种植耐盐碱植被,既修复土壤又提升生态屏障功能,实现工程建设与生态保护协同推进。

3.3 运营阶段

(1) 智能化监控与动态优化: 搭建物联网监测平台, 对污水处理水质、废气排放浓度等指标实时追踪, 数据异常时自动触发调控指令; 引入数字孪生技术模拟工程运行状态, 如垃圾焚烧厂通过虚拟模型优化燃烧参数, 降低污染物排放, 提升能源转化效率, 实现运营过程动态精准管控。(2) 能源管理系统(EMC)构建: 采用合同能源管理模式, 由专业机构负责能源系统优化, 通过变频控制、余热回收等技术改造降低能耗; 建立能源消耗台账与碳核算体系, 参考苏州市零碳工厂建设经验, 定期开展碳排放审计, 设定年度节能目标, 推动运营阶段能效持续提升^[4]。(3) 公众参与与透明化运营: 通过线上平台实时公开工程运行数据, 如污水处理厂出水水质、垃圾处理无害化率等指标; 定期举办厂区开放日, 展示中水回用、固废资源化等流程, 借鉴水厂开放日提升公众认知度的经验, 建立意见反馈机制, 引导公众参与环保工程监督, 形成“专业管理+公众参与”的良性运营模式。

4 绿色环保理念在环保工程设计中的挑战与对策分析

4.1 现存挑战

(1) 技术成本与经济效益的矛盾: 绿色技术与材料存在显著“绿色溢价”, 如光伏组件、智能监测设备等初期投入比传统方案高30%以上, 而资源回收、能效提升的收益周期长, 导致企业因短期成本压力放弃绿色方案。部分固废资源化技术还存在效率瓶颈, 进一步加剧成本与效益的失衡。(2) 政策标准与监管体系不完善: 现行标准存在监管空白, 对环评获批后项目的“隐性变更”缺乏约束, 如企业擅自调整工艺导致污染加剧却难以处罚。处罚标准以投资额为基数, 取证难、操作性差, 且不同领域绿色设计标准不统一, 影响工程落地规范性。(3) 跨学科人才短缺与技术壁垒: 环保工程需融合生态、材料、智能技术等多学科知识, 但复合型人才储备不足, 高校相关专业课程与工程实践脱节。同时, 核心技术如高效膜分离、数字孪生调控等存在专利壁

垒, 制约技术普及。

4.2 解决对策

(1) 政策激励与市场机制创新: 推行碳交易制度, 允许环保工程减排量纳入交易体系, 通过碳资产增值弥补成本。发展绿色金融, 提供低息专项贷款, 对采用绿色技术的项目给予税收减免。借鉴成本共担理念, 由政府补贴弹性环保成本, 降低企业负担。(2) 产学研协同创新平台建设: 高校与企业共建实验室, 定向培养“环保+智能技术”复合型人才, 课程增设模块化设计、LCA实践等内容。鼓励企业联合科研机构攻关核心技术, 建立专利共享机制, 加速技术转化与规模化应用。(3) 公众环保意识提升与教育普及: 将环保工程知识纳入中小学课程, 通过厂区开放日展示资源化成果。搭建线上监督平台, 公开工程碳排放、污染物处理等数据, 引导公众主动选择绿色产品, 形成市场倒逼机制。

结束语

绿色环保理念在环保工程设计中的应用, 是实现环境效益、经济效益与社会效益共赢的必由之路。尽管目前仍面临技术成本、政策标准、人才短缺等诸多挑战, 但通过政策激励、产学研协同创新以及公众环保意识提升等举措, 定能突破困境。未来, 环保工程设计需持续深化绿色理念, 不断创新技术与管理模式, 以更科学、高效的设计方案, 为守护绿水青山、推动可持续发展贡献坚实力量。

参考文献

- [1] 苏静. 环保工程设计中绿色环保理念的应用[J]. 皮革制作与环保科技, 2021, 2(09): 119-120.
- [2] 张守泉. 试析环保工程设计中绿色环保理念[J]. 当代化工研究, 2021(09): 125-126.
- [3] 周霞. 绿色环保理念在环保工程设计中的运用研究[J]. 新农业, 2021(05): 67-68.
- [4] 高岩松. 环保工程设计中绿色环保理念的应用分析[J]. 清洗世界, 2023, 9(08): 79-81.