

资源与环保进展



Volume 3
Issue 02

February 2025

ISSN 3029-2476(Print) 3029-2484(Online)

资源与环保进展



Volume 3 · Issue 2 · February 2025 · ISSN 3029-2476(Print) 3029-2484(Online)

SYNERGY
PUBLISHING PTE. LTD.

Tel: +65 65881289
E-mail: contact@s-p.sg
Website: ojs.s-p.sg



中文刊名: 资源与环保进展

ISSN: 3029-2476 (纸质) 3029-2484 (网络)

出版语言: 华文

期刊网址: <https://ojs.s-p.sg/index.php/zyyhbz>

出版社名称: 新加坡协同出版社

Serial Title: Progress in Resources and Environmental Protection

ISSN: 3029-2476 (Print) 3029-2484(Online)

Language: Chinese

URL: <https://ojs.s-p.sg/index.php/zyyhbz>

Publisher: Synergy Publishing Pte. Ltd.

《资源与环保进展》征稿函

Database Inclusion



Google Scholar



Crossref



China National Knowledge Infrastructure

版权声明 /Copyright

协同出版社出版的电子版和纸质版等文章和其他辅助材料,除另作说明外,作者有权依据 Creative Commons 国际署名-非商业使用 4.0 版权对于引用、评价及其他方面的要求,对文章进行公开使用、改编和处理。读者在分享及采用本刊文章时,必须注明原文作者及出处,并标注对本刊文章所进行的修改。关于本刊文章版权的最终解释权归协同出版社所有。

All articles and any accompanying materials published by Synergy Publishing on any media (e.g. online, print etc.), unless otherwise indicated, are licensed by the respective author(s) for public use, adaptation and distribution but subjected to appropriate citation, crediting of the original source and other requirements in accordance with the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) license. In terms of sharing and using the article(s) of this journal, user(s) must mark the author(s) information and attribution, as well as modification of the article(s). Synergy Publishing Pte. Ltd. reserves the final interpretation of the copyright of the article(s) in this journal.

Synergy Publishing Pte. Ltd.

电子邮箱 /E-mail: contact@s-p.sg

官方网址 /Official Website: www.s-p.sg

地址 /Address: 12 Eu Tong Sen Street, #07-169, Singapore 059819



期刊概况:

中文刊名: 资源与环保进展

ISSN: 3029-2476 (Print) 3029-2484(Online)

出版语言: 华文

期刊网址: <https://ojs.s-p.sg/index.php/zyyhbz>

出版社名称: 新加坡协同出版社

出版格式要求:

- 稿件格式: Microsoft Word
- 稿件长度: 字符数(计空格)4500以上;图表核算200字符
- 测量单位: 国际单位
- 论文出版格式: Adobe PDF
- 参考文献: 温哥华体例

出刊及存档:

- 电子版出刊(公司期刊网页上)
- 纸质版出刊
- 出版社进行期刊存档
- 新加坡图书馆存档
- 中国知网(CNKI)、谷歌学术(Google Scholar)等数据库收录
- 文章能够在数据库进行网上检索

作者权益:

- 期刊为 OA 期刊,但作者拥有文章的版权;
- 所发表文章能够被分享、再次使用并免费归档;
- 以开放获取为指导方针,期刊将成为极具影响力的国际期刊;
- 为作者提供即时审稿服务,即在确保文字质量最优的前提下,在最短时间内完成审稿流程。

评审过程:

编辑部和主编根据期刊的收录范围,组织编委团队中同领域的专家评审员对文章进行评审,并选取专业的高质量稿件进行编辑、校对、排版、刊登,提供高效、快捷、专业的出版平台。

资源与环保进展

Volume 3 Issue 2 February 2025
ISSN 3029-2476 (Print) 3029-2484 (Online)

主 编

姜小三

Xiaosan Jiang

编 委

卫泽斌 Zebin Wei

赵敏娟 Minjuan Zhao

任天宝 Tianbao Ren

叶昌东 Changdong Ye

- 1 废弃遗留地重金属污染土壤治理措施研究
/ 杨志明 郝利斌 高优娜 赵琼 李禄
- 4 刍议建设项目环境影响评价内容及环保管理要点
/ 段磊 杨志明 张晓庆
- 7 废气处理中生物滤池技术的应用与优化
/ 陈鹏 杨艳
- 10 涉镉等重金属重点行业污染现状及整治策略分析
/ 孙英杰
- 13 固体废弃物资源化在新型绿色建材生产中的应用研究
/ 高占国
- 17 云南石林城区空气污染特征及其变化趋势分析
/ 谭彦飞 李宝慧 李士伟
- 20 大气污染控制技术与低碳排放路径分析
/ 张建玲
- 23 新时期智慧农田水利灌溉技术与节水管理策略分析
/ 王海波
- 26 河北省河湖物业化管理现状及发展
/ 王海叶 王铁强 苗慧英 邢云朋 马振波
- 29 物联网技术对环境节能减排的应用探讨
/ 林华
- 32 工业废气排放对环境空气质量的影响及防治对策探讨
/ 郭冬莉 王艳薇 张鹏
- 35 EHS 管理标准体系的现状与建议
/ 张婧
- 38 合成类制药项目环境影响评价中重难点剖析
/ 刘文霞
- 41 放射源管理中面临的问题及建议探讨
/ 王嘉飞 白雪峰 许永强 刘海红
- 44 宁夏回族自治区加油站和储油库油气污染治理现状及
减排效益分析
/ 吕诚
- 47 新时期下化工企业土壤污染隐患排查及整改措施分析
/ 史小丽 陈军龙
- 50 浅谈膜生物反应器在污水处理中的应用
/ 陆秋月
- 53 全球碳中和背景下中国工业碳减排策略研究
/ 高扬

- 1 Study on treatment measures of heavy metal contaminated soil in abandoned land
/ Zhiming Yang Libin Hao Youna Gao Qiong Zhao Lu Li
- 4 The content of environmental impact assessment of construction projects and the key points of environmental management are discussed
/ Lei Duan Zhiming Yang Xiaoqing Zhang
- 7 Application and Optimization of Biofilter Technology in waste gas treatment
/ Peng Chen Yan Yang
- 10 Analysis of the pollution status and remediation strategies of key industries such as cadmium
/ Yingjie Sun
- 13 Research on the application of solid waste recycling in the production of new green building Materials
/ Zhanguo Gao
- 17 Analysis of air pollution characteristics and its change trend in Shilin City, Yunnan province
/ Yanfei Tan Baohui Li Shiwei Li
- 20 Air pollution control technology and low carbon emission path analysis
/ Jianling Zhang
- 23 Analysis of Intelligent Irrigation Technology and Water saving Management Strategies for New Era Smart Farmland
/ Haibo Wang
- 26 The Current Situation and Development of River and Lake Property Management in Hebei Province
/ Haiye Wang Tieqiang Wang Huiying Miao Yunpeng Xing Zhenbo Ma
- 29 Discussion on the application of Internet of Things technology to environmental energy saving and emission reduction
/ Hua Lin
- 32 The influence of industrial exhaust emission on ambient air quality and the prevention countermeasures
/ Dongli Guo Yanwei Wang Peng Zhang
- 35 Current status and suggestions of EHS management standard system
/ Jing Zhang
- 38 Analysis of the key points and difficulties in the environmental impact assessment of synthetic pharmaceutical projects
/ Wenxia Liu
- 41 Discussion on Problems and Suggestions in the Management of Radioactive Sources
/ Jiafei Wang Xuefeng Bai Yongqiang Xu Haihong Liu
- 44 Analysis of oil and gas pollution control status and emission reduction benefit of gas stations and oil storage depots in Ningxia Hui Autonomous Region
/ Cheng Lv
- 47 Analysis of the investigation and rectification measures of soil pollution hidden danger in chemical enterprises in the new period
/ Xiaoli Shi Junlong Chen
- 50 Application of membrane bioreactor in sewage treatment
/ Qiuyue Lu
- 53 Research on China's industrial carbon emission reduction strategy under the background of global carbon neutrality
/ Yang Gao

Study on treatment measures of heavy metal contaminated soil in abandoned land

Zhiming Yang¹ Libin Hao² Youna Gao¹ Qiong Zhao¹ Lu Li³

1. Inner Mongolia No. 3 Geological and Mineral Exploration and Development Co., Ltd., Hohhot, Inner Mongolia, 010000, China

2. Inner Mongolia Water Ring Jing Technology Co., Ltd., Hohhot, Inner Mongolia, 010000, China

3. Inner Mongolia Shiqing Environmental Protection Technology Co., Ltd., Hohhot, Inner Mongolia, 010000, China

Abstract

With the acceleration of industrialization and urbanization in our country, the heavy metal pollution problem in abandoned land is becoming more and more serious, which undoubtedly brings unprecedented challenges to ecological environment as well as People's Daily health. Because such pollutants are difficult to be decomposed and observed, and their long-term accumulation in the environment may lead to secondary pollution, it is very important to study the migration and transformation mechanism of heavy metal pollutants in abandoned areas and its prevention and control methods. In this paper, the characteristics and origin of heavy metal pollution in soil, as well as their migration and transformation mode in soil were deeply explored. It aims to provide scientific theoretical basis and technology to deal with the soil problem polluted by heavy metals on waste land, so as to promote the sustainable use of land resources and the continuous improvement of ecological environment.

Keywords

abandoned sites; Heavy metal pollution; Soil treatment; Physical repair

废弃遗留地重金属污染土壤治理措施研究

杨志明¹ 郝利斌² 高优娜¹ 赵琼¹ 李禄³

1. 内蒙古第三地质矿产勘查开发有限责任公司, 中国·内蒙古 呼和浩特 010000

2. 内蒙古水环净科技有限公司, 中国·内蒙古 呼和浩特 010000

3. 内蒙古世青环保技术有限公司, 中国·内蒙古 呼和浩特 010000

摘要

随着我国的工业化进程和城市化步伐日益加快, 遗弃土地上的重金属污染问题日益严重, 这无疑对生态环境以及人们的日常健康带来了前所未有的挑战。因为这类污染物特点是难以被分解和不易被观察到, 其在环境中的长期积累可能会导致二次污染, 所以研究废弃地区的重金属污染物迁移、转化机制及其防治方法至关重要。本文对土壤中的重金属污染特点、起源, 以及它们在土壤中的迁移和转变模式进行了深入探索。旨在提供科学的理论依据和技术来处理废土地上被重金属污染的土壤问题, 以此来推动土地资源的持续利用和生态环境的持续改良。

关键词

废弃遗留地; 重金属污染; 土壤治理; 物理修复

1 引言

尽管目前全球范围内已经对废弃遗留土地进行了广泛的环境评估活动, 但是在不同地域、各种污染程度和污染方式的土壤修复效果, 特别是那些复合性的污染物, 仍然存在不确定的情况。此项研究的初衷是对废弃土地上因重金属造成的污染土壤的性质与根源进行综合、系统的研究, 并评估各类治理策略的适用性与实效性, 同时深入探索针对不同的

污染程度和类别的全方位修复方案。

2 重金属污染土壤的物理修复技术

2.1 土壤淋洗技术

土壤淋洗工艺包括在被污染土壤中混入洗涤剂或淋洗液, 这些溶液可以溶解、解吸、形成络合物或使土壤悬浮重金属, 接着应用物理分离技术, 如沉降、过滤、分离等, 把这些重金属从土壤中去。土壤经过清洗处理后能够在较短时段内有效地减少污染物排放, 同时也降低了其对生态环境造成的负面影响。该程序涵盖了若干关键步骤: 首要步骤是对受污染土地进行细碎和筛选处理, 以提升灌溉效率和效

【作者简介】杨志明(1991-), 男, 中国内蒙古呼和浩特人, 本科, 工程师, 从事环境保护工程研究。

果。通过对污染物的预处理,可以减少淋洗过程中因吸附造成的损伤,进而降低淋洗的总体成本。鉴于土壤受到的污染现状,我们需选择合适的淋洗方法,这包括使用如盐酸、硝酸等无机酸、柠檬酸和草酸等有机酸,以及使用螯合剂如EDTA和一些表面活性剂。在这个基础之上,我们探讨了淋洗液的用量如何会影响淋洗的效果。在被污染的土地上均等混入淋洗液后,需要确保淋洗液与土地的接触时长和比例被妥善管理,确保重金属得到最优的消解与释放。通过采纳过沉降、过滤和离心这些物理策略,我们有可能实现将含重金属的洗涤剂 and 固态土壤进行有效的分隔。通过应用生物修正技术来去除污染物,该方法包括了吸附技术、微生物解化法以及植物修复等多种手段。淋洗液的处置可以选择化学沉淀或电解等手段,以从中回收重金属或实施无害处理。

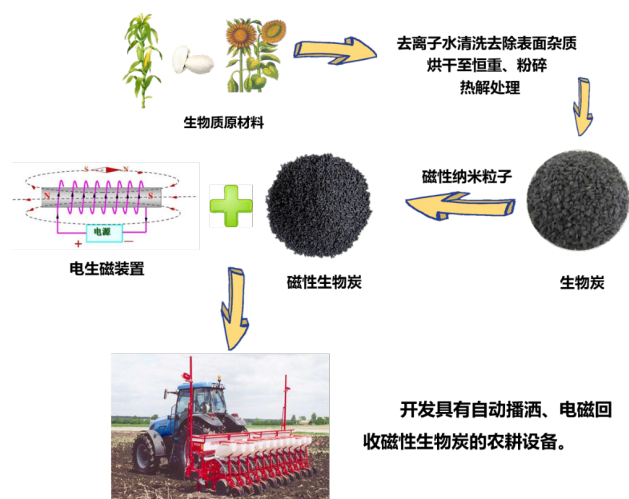


图1 一种土壤修复方法

2.2 热处理技术

热处理手段通过高温环境对污染土壤中的重金属进行稳定、挥发或者分解,这样可以减少这些重金属对生物和环境所带来的隐患。热处理的技术可以主要划分为三个主要类型:燃烧、热分离以及融化物固化。热解技术是一项既高效又经济的固液分离方式,能够在土壤污染的情况下,有效地清除有机物^[1]。焚烧过程中,涉及将受到污染的土地置于高温焚烧炉中,进一步加热至800-1200°C的适宜范围。熔融固化作为一种创新型的环境保护修复方式,具备了节约能源、成本效益高、对环境友好以及操作简便的多重优点。融化固化的步骤会把受污的土地提升至1200°C或更高的温度进行融化,随后在冷却时期把重金属稳定地固定在玻璃或陶瓷材料上,这样做降低了其被吸收和生物可利用性。热解固化提供一种创新的途径,主要是应用于处理那些有机污染土壤中的低浓度物质。虽然热处理方法是处理高浓度并且难以分解的有机及重金属污染土地的最有效方式,但这技术的能源需求大,设备要求多样,还需确保作业场地和操作的安全。

2.3 电动修复技术

通过在受污染的土地中利用直流电场,电动修补技术能够导致土壤里的重金属在电场作用下经历电的迁移、电泳以及电渗等变化,进一步从土地中有效地提炼出重金属。这种技术主要关注在污染土地上部置阳极与阴极,并通过电缆连接到直流电源,这进一步导致了电场的产生。电流通过土壤会引发交替磁场的出现,从而促使土壤里的污染物进行吸收或解吸,进而释放出与之相匹配的活性金属离子。当电流注入电源后,重金属离子将会在电场影响之下朝着电极的方向进行迁移;而阳离子(比如铅、镉)将会向阴极迁移,阴离子(如铬酸盐、砷酸盐)则会选择向阳的方向进行迁移。因为重金属离子进入了阳极并没有被吸附在沉积物中,所以它们可以被直接去除或是变为无毒的物质。针对电极周围的区域,已经装配了一套用于收集富集重金属离子溶液的液态收集器械,并且已对该液体溶液进行了进一步的处理和回收作业。电动修复技术以其简便的设备配置、便捷的操作性和零二次污染的优点而受到推崇,它可以应用于多种土壤类型。

3 重金属污染土壤的生物修复技术

3.1 植物修复技术

鉴于植物能很好地适应环境的压力,并长时间保持其生长上的优点,它们在重金属污染管理领域被广大地使用起来。为了消减重金属的污染问题,人们一般倾向于选择各植物进行种植操作,特指用于处理如铅、镉、锌、铜这类有毒重金属的方法。当前,研究已经揭示出多种能够高效地清理环境中有害金属污染成分的超富集植被。利用植入型植物,我们有能力确保重金属稳定地停留在根部附近,这种方法有效地减少了重金属的扩散和流动率^[2]。当前,主要是利用植物吸附或与环境中的各类离子进行离子交换,从而使环境污染物质从土壤中被排放出去。当场所的污染程度较高,而植物萃取不是这样时,这种方法尤其合适。当前,主要是通过物理或化学方法从土壤中去掉重金属元素。利用植物的催化作用,土壤内的重金属元素(例如汞和砷)会被转化成为挥发物质,并在蒸发的阶段释放到大气之中。这种技术能够高效地清除土壤内存在的有害物质,并且有助于降低土地受到污染的风险。这个方案对于净化如汞和砷这种容易燃烧的重金属污染尤为适宜。植物具有分解或转变土壤中有机污染物的代谢机制,而且,这些植物还可以运用与微生物的共生关系来对某些重金属络合物进行降解,从而提高重金属的生物降解性。

3.2 微生物修复技术

微生物恢复的核心思想在于,利用与驯养特定的微生物种类,以增强它们面对重金属时的处理效率。各种微生物都有其独特的生理和生化特点,这些特性使得它们能够生成多种活性材料,并能将这些化合物转移到污染物附近进行降

解,从而有效地减小土壤中重金属的浓度。微生物会通过其细胞壁上的某些特定功能结构(如氨基、羧基和巯基等)去吸收重金属离子,这导致了重金属与微生物之间形成了一个稳定的复合体。这种结合有助于减缓重金属的生物活性和迁移能力。有些其他微生物能够产出对重金属具有毒性的酶,从而有助于降解它们。部分微生物能够生成代谢物,这些代谢物像硫化物和碳酸盐那样,在与重金属离子的结合过程中,可以形成难以溶解的沉淀物,并在土壤中得到固定。另外,有些结构独特的微生物可以高效地移除金属离子^[3]。例如,硫酸盐还原菌具有将硫酸盐转变为硫化物的特性,并与重金属离子联合生成硫化物沉淀物。除此之外,某些真菌也能生成诸如酒酸、苹果酸和柠檬酸这样的有机酸,这些成分有潜力加速金属离子从土壤的溶液流向植物根际的活动。微生物利用它的氧化还原代谢活动,可以实现重金属离子的多种氧化转变,从而对其毒性和迁移能力产生影响。一些微生物具有某些特有的结构,例如多胺、酚类和与氨基酸相似的物质,这些结构可能会干扰植物对金属离子的吸收和应用。微生物不仅能够分解某些重金属有机化物,还能转化它们,这样有效地降低了这些化学物质的毒性和在生物体内的可用性。另外,微生物拥有出色的代谢和分泌特性,这使它们有能力生产各种酶和蛋白质活性产物,进一步增强他们对污染物的处置效果。

3.3 动物修复技术

动物修复技术(Animal Remediation)运用特定生物(如蚯蚓、蛤、甲虫等)的活动,包括生物的积累、转换和迁徙等多个环节,以消除或至少减轻土壤中重金属污染的影响。这项技术的关键在于选择一个合适的动物种类,以便于高效吸收和转化重金属^[4]。动物主要通过摄取土壤内或土壤液

体里的重金属来进行修复,并且这些重金属会在其体内累积,随后,通过对这些动物进行专门的收集和处理手段,以实现消除重金属的目标。现在,科学研究已揭示,有些植物能够富集重金属。在动物代谢过程中,存在的这些物质能够将重金属转化成多种不同的形态,这对其毒性和迁移性产生显著影响。除此之外,动物还具备强大的富集和解毒作用,因此它们也是一个有前景的重金属吸附材料。比如说,有的动物具备将有害的六价铬转变为相对较轻毒性的三价铬的技能。有些动物可以通过利用植物来吸纳重金属,从而产生众多的次级代谢产物,进而清理重金属的污染问题。动植物活动有能力调整土壤里的重金属分布及其形态,这使得这些重金属能够迁移或者被固定在安全的区域内,从而有效地减少了土壤重金属的生物可用性和对环境造成的潜在风险。

4 结语

综上所述,解决废弃土地上的重金属污染是一个复杂并耗时的任务,这个过程需要政府、科研机构、公司以及社区各方的共同努力与合作。只有这样才能有效地应对我国环境问题的挑战,以确保人和自然之间能和平相处。

参考文献

- [1] 马立明,殷红亮,胡立国.土壤和地下水污染防治源头防控研究[J].中国高新科技,2023(11):144-146.
- [2] 陈云敏,谢海建,张春华.污染物击穿防污屏障与地下水污染防治研究进展[J].水利水电科技进展,2016(1):10.
- [3] 邵俊.面向恶臭污染控制的城市固废处置基地环境管理研究[J].华东师范大学,2017.67.
- [4] 赵江.层状非均质粘性土防污性能研究及固废原位处置的地下水污染防控系统构建[D].中国地质大学,2019.56.

The content of environmental impact assessment of construction projects and the key points of environmental management are discussed

Lei Duan¹ Zhiming Yang² Xiaoqing Zhang³

1. Inner Mongolia Lvchuan Environmental Technology Co., Ltd., Hohhot, Inner Mongolia, 010000, China

2. Inner Mongolia No. 3 Geological Mineral Exploration and Development Co., Ltd., Hohhot, Inner Mongolia, 010000, China

3. Inner Mongolia Tianyi Environmental Protection Technology Co., Ltd., Hohhot, Inner Mongolia, 010000, China

Abstract

With the development of social economy, the demand for construction projects increases, and higher requirements are put forward for environmental protection work. In this context, it is necessary to implement the development concept that green water and green mountains are gold and silver mountains, carry out scientific and reasonable environmental impact assessment on construction projects, and introduce the concept of environmental protection management in the whole process, reduce environmental problems at all stages of construction projects, and achieve green and environmentally friendly development of construction projects. This paper mainly analyzes the environmental impact assessment content of construction projects, and puts forward scientific and reasonable environmental management methods to effectively improve the level of environmental impact assessment of construction projects, strengthen the environmental protection effect, and achieve the construction management level of construction projects.

Keywords

construction project; environmental impact assessment; environmental management

刍议建设项目环境影响评价内容及环保管理要点

段磊¹ 杨志明² 张晓庆³

1. 内蒙古绿川环境科技有限公司, 中国·内蒙古 呼和浩特 010000

2. 内蒙古第三地质矿产勘查开发有限责任公司, 中国·内蒙古 呼和浩特 010000

3. 内蒙古添翼环保科技有限公司, 中国·内蒙古 呼和浩特 010000

摘要

随着社会经济的发展建设项目需求量增加, 同时对环境保护工作提出了更高的要求。在此背景下, 需要贯彻落实绿水青山就是金山银山的发展理念, 对建设项目开展科学合理的环境影响评价, 并引进全过程环保管理理念, 减少建设项目各个阶段的环境问题, 实现建设项目的绿色化、环保化发展。文章主要对建设项目环境影响评价内容进行分析, 并提出科学合理的环保管理方法, 有效提升建筑项目环评工作水平, 强化环保效果, 实现建设项目的施工管理水平。

关键词

建设项目 环境影响评价 环保管理

1 引言

在建设项目实施中, 要结合相关法律法规要求, 积极开展科学合理的环境影响评价工作, 为全过程环保管理提供依据, 减少建设项目实施全过程的环境问题。结合建设项目环境影响评价结果, 及时发现建设项目实施中可能出现的环境问题, 进一步提出可行性、针对性的全过程环保管理措施方法, 实现建设项目的可持续绿色化发展。

2 建设项目环境影响评价内容

2.1 环境现状评价

环境影响评价工作的开展, 主要是为了对建设项目全过程中可能存在的环境影响进行分析, 并提出针对性的整改措施, 进而促进建设项目的稳定发展。在环境现状评价中, 要对各方面的资料进行全面收集和分析, 实现建设项目周边环境现状的精细化调查和评估, 为环境综合治理工作的开展

【作者简介】段磊(1991-), 男, 中国内蒙古呼和浩特人, 本科, 工程师, 从事环境影响评价和竣工环境保护验收研究。

创建良好条件。在项目开展前期,要对项目基础信息、土地程序等资料进行全面收集,从而优化建设方案,为各项环保政策的落实奠定良好基础^[1]。此外,还需要组成现场勘查工作,对施工现场地质、地形、水文、天气等信息进行全面收集,进而优化建设方案,使其与地方规划政策保持契合性,最大程度上减少建设项目对环境的干扰;对以上收集的信息进行分析处理,以便对建设实施中潜在的环境问题进行分析,如地质问题、水质等问题,进而优化环保细节规划,提出预防性的环保措施,强化环保效果,实现环境保护与资源开发的契合性。其中,环境现状调查方法如表1所示。

表1 环境现状调查方法

方法	搜集资料法	现场调查法	遥感法
特点	应用范围广,收效大,节约人力、物力和时间	直接获得第一手资料,可弥补搜集资料法的不足	从整体上了解环境特点,特别是在人们不易开展现场调查的地区的环境现状
局限性	只能获得第二手资料,往往不全面,需要补充	工作量大,费人力、物力和时间,受季节、仪器设备的限制	精度不高,不宜用于微观环境状况调查,受资料判读和分析技术的制约

2.2 环境影响预测

完成环境初步调查工作后,需要结合调查结果,开展环境影响预测和评价工作,以便对建设项目潜在的环境影响进行评估和判断,进而编制可行性、合理性的治理措施。在该环节中,还需要深入分析项目污染物的排放、环境问题等,且需要全方位评估项目治理措施的有效性,为环保管理工作的开展奠定良好的基础。通过科学合理的环境影响预测和分析工作,能够对建设项目全过程的环境质量影响进行分析和预测,提出针对性、有效性的防治方案,保障环保管理水平^[2]。

2.3 环境动态评价

在正在建设或者已经完成的建设项目开展跟踪评价工作,可以及时发现建设、运营过程中可能出现的环境影响,并以此为依据,对设计方案灵活性调整和优化,最大程度上控制环境影响,减少资源浪费。如果动态评价结果显示,建设项目施工、运营中的环境影响严重超出预期,需要暂时停止施工、运营,并限期整改,并采取科学合理的环保改进措施,保障建设项目与当地环境保护法律法规要求保持契合性^[3]。通过动态评价工作的开展,可以实现建设项目环境影响的持续性监督,第一时间发现潜在问题,同时结合各个施工环节要点,细化跟踪评价任务目标,一旦发现违规行为,要限期整改,强化环保效果。

3 建设项目环境影响评价优化措施

3.1 完善环评体系

为了实现环保管理工作水平的提高,要加大相关单位对环评工作的重视程度,结合实际工作需求,建立完善的环境影响评价体系,实现环评工作的制度化和规范化,为环评工作的高效开展提供制度保障。要加大相关企业、机构的合

作力度,形成可行性的环评体系,为全过程环保管理工作的开展提供支撑。通过完善的环评制度体系,可以对环评人员的行为进行严格管理,有效规范工作行为,保障环评工作的规范性、专业性、高效性开展^[4]。要贯彻落实配套监督管理制度,完善奖惩机制,一旦发现违法违规行为,需要对其进行严肃处理,为环评工作的功能作用的正常发挥创建良好条件。

3.2 优化环评技术

为了实现建设项目环评工作的高质量开展,需要加大该方面的资金投入力度,确保工作人员具有充足的资金进行科技创新和研发,实现环评技术的及时更新和优化,有效提升环评工作水平。要对工作人员进行鼓励,如利用物质、精神奖励的方式,激发员工的内在创新动力,使其自觉参与学习活动,强化自身技术水平,保障环评工作的高效化^[5]。此外,还需要在土壤、大气监测方面投入更多的时间和资金,强化环境监测质量;对国内外优秀经验、先进理论进行借鉴,促进技术创新,同时引进新技术、新方法,保障环评工作的合理性和可行性。

3.3 强化环评专业

为了提升建设项目环评工作专业性,需要优化人才选拔,确保环评工作人员具有较高的专业知识能力和丰富的工作经验,且要确保工作人员端正工作态度,保障建设项目环评工作的高质量进行。基于此,要强化人才选拔管控力度,制定可行性、完善性的员工考核机制,定期考核,保障环评工作的有序开展。同时要定期组织开展工作人员培训工作,引进最新环评技术、设备、理论等,强化整体环评效率的提升。

4 建设项目全过程环保管理优化措施

4.1 项目前期环保管理

(1)在可行性研究阶段,要对相关资料进行全面收集和分析,从而了解项目可能引起的环境影响,还需要深入研究现行环保法律法规,编制可行性研究报告,以便采取针对性的应对措施进行预防和处理,实现源头管控。如,要选择环保材料进行生产,引进最新工艺和设备,强化其环保化和稳定性,提高资源利用率,减少能源损耗,对清洁生产工艺进行优化应用,最大程度上减少污染物排放量。在对项目方案进行设计时,要对可再生资源进行优化应用,提高资源利用率,并引进可行性的环保措施。实现全方位的环境影响预测工作,详细掌握环境影响情,及时发现潜在的环境问题,并提出有效措施,控制环境影响^[6]。(2)环境影响评价阶段,要对建设项目环境现场开展全方位的调查和评价,综合性分析和评估建设项目全过程潜在的环境影响,并制定针对性的环保措施,对建设项目的环境影响进行严格控制,保障建设项目的可持续性发展。此外还需要结合实际情况,制定可行性的环境影响评价制度,为全过程环保管理创建良好的

条件。在具体是失踪,要结合具体行业特点,对各类资源进行全面收集、分析,以便科学预测建设项目可能存在的环境影响,提出针对性的环保措施;要优化产业定位分析,并以此为依据实现整体规划工作,尤其要对行业产污、排污现状开展全方位分析,精准预测可能存在的环境影响,编制可行性的环保方案;要结合以上分析结果,编制环评报告,并确保语言简洁明了,并保障报告评价的深度,争取为建设项目的顺利实施提供指导。

4.2 项目建设期的环保管理

在设计阶段,要做好施工图纸审查工作,对环保工程设计质量进行全面检查,保障初步设计方案与环评报告、环评批复要求保持契合性,为环保措施的落实提供保障,确保环保投资概算符合设计要求。在设计过程中,还需要对太阳能、风能等可再生资源进行优化应用,尽量减少污染排放;要对废弃物、副产品回收利用,提高资源利用率,减少资源浪费,有效控制项目成本;要在设计过程中引进环保化、绿色化施工方法,简化施工流程,有效控制环境影响^[7]。在施工过程中,需要优化环保措施,尤其要在招标文件中明确相关的环保条款,确保中标单位具有较高的环保执行能力;要对环保责任进行明确落实,强化施工单位的责任意识,引进环保知识能力、环保经验较高的监理单位,强化施工环节的环保监督。

4.3 运营期的环保管理

完成施工作业后,需要做好竣工环保验收工作,严格按照相关法律法规要求,引导建设单位自主开展环保验收工作,组建专门的验收小组,对环保管理监督责任进行明确划分和落实,实现环保设施建设、监测等工作的全面开展,并对污染防治措施的落实情况进行动态检查,保障达标排放,严格落实相关环保法规,并进行备案。结合环保设施验收结果,编制验收报告,并及时公示,自觉接受社会监督,保障环保设施功能作用的正常发挥。此外,在项目运营期间,需要对环保管理责任进行明确划分,并合理划分,同时安排专业人员进行全过程监管,制定可行性、针对性的环保管理措施,一旦发现异常情况,需要第一时间向上级反馈,并采取相应的补救措施。用手机还需要针对突发环境风险评估结果,编制可行性的突发环境事件应急预案,对应急资源进行优化分配,并实现分类分级管理,向相关部门进行报备;

要组织开展定期的应急演练活动,编制可行性的演练评估报告,进一步优化应急预案,强化其可行性与有效性^[8]。在项目排污前需要依法提交排污许可证申请材料,严格按照排污许可证制度的要求实现规范性的排污管理,严禁超过排污。

4.4 投运后的环保管理

在项目投产生产后,需要开展综合防治措施,尤其要对大气污染、水污染、噪声污染、固废污染等进行严格防治,并做好辐射防护工作,优化环境风险应急措施,强化环保管理队伍建设,实现环保设施的有效管理,做好运维记录。严格按制造排污许可证制度的要求,督促企业自行监测,并提交实施效果报告,优化台账管理,对具体的管理人员、管理权限进行明确。还需要完善监管体系,一旦发现企业的违法违规行,需要严肃处理,强化震慑警示作用。

5 结语

综上所述,随着社会经济的发展,建设项目需求量增加,为了减少项目对环境的负面影响,需要贯彻落实环境影响评价工作,并结合环评结果开展科学合理的全过程环保管理工作,为建设项目的可持续发展创建良好条件。

参考文献

- [1] 刘修伟. 建设项目环境影响评价内容及环保措施探讨 [J]. 皮革制作与环保科技, 2024, 5 (01): 175-177.
- [2] 郭森,王策,袁宝成,等. 石化建设项目环境影响后评价工作思路和评价内容建议 [J]. 化工环保, 2022, 42 (06): 766-772.
- [3] 田秀英. 刍议建设项目环境影响评价环保责任边界的界定 [J]. 工业安全与环保, 2022, 48 (06): 82-84.
- [4] 龙梅. 建设项目环境影响评价与竣工环保验收的协调策略思考 [J]. 皮革制作与环保科技, 2021, 2 (12): 142-143.
- [5] 袁博,唐理齐. 建设项目环境影响评价与全过程环保管理初探 [J]. 低碳世界, 2021, 11 (04): 33-34.
- [6] 王涛,李超. 建设项目环境影响评价与全过程环保管理初探 [J]. 当代化工研究, 2020, (21): 93-94.
- [7] 胡巧柔. 探究建设项目环境影响后评价的内容与常见问题 [J]. 科技创新导报, 2017, 14 (05): 91-92.
- [8] 孙卉,丁凝. 建设项目环境影响评价技术评估工作中常见典型环保问题的探讨 [J]. 广东化工, 2015, 42 (19): 122+142.

Application and Optimization of Biofilter Technology in waste gas treatment

Peng Chen¹ Yan Yang^{2*}

1. Nanjing Guohuan Technology Co., Ltd. Xinjiang Branch, Urumqi, Xinjiang, 830000, China

2. Urumqi Jinghuan Environmental Energy Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

Abstract

Biological filter technology in waste gas treatment is a typical technology. This technology has the advantages of high efficiency and environmental protection, and has a wide application value in the field of waste gas treatment. This paper focuses on the application principle of this technology, and further analyzes the possible problems in the application and puts forward the scientific strategy of optimizing the application, so as to provide support for giving full play to the role of biological filter technology in waste gas treatment and optimizing the quality of treatment. According to the analysis in this paper, we can see that the application of biological filter technology in waste gas treatment faces the selection and activity of microbial species, the selection and replacement of filter material, and the control of operating conditions. The optimization of the application of biological filter technology in waste gas treatment needs to optimize the selection and culture, reasonable selection and timely replacement of filter material, and accurately control the operating conditions of the technology, so as to achieve better application effect of biological filter technology and optimize the quality of waste gas treatment.

Keywords

waste gas treatment; biological filter technology; microbial species

废气处理中生物滤池技术的应用与优化

陈鹏¹ 杨艳^{2*}

1. 南京国环科技股份有限公司新疆分公司, 中国·新疆 乌鲁木齐 830000

2. 乌鲁木齐市京环环境能源有限公司, 中国·新疆 乌鲁木齐 830000

摘要

废气处理中生物滤池技术是比较典型的技术。这项技术具有高效环保的优势, 在废气处理领域有广泛的应用价值。本文重点探讨这种技术的应用原理, 并进一步分析应用中可能存在的问题并提出优化应用的科学策略, 力求为废气处理中充分发挥生物滤池技术的作用, 优化处理质量提供支持。通过本文分析可知, 废气处理中生物滤池技术的应用要面临微生物菌种的选择和活性问题、滤料的选择与更换问题、运行条件控制问题。而废气处理中生物滤池技术应用问题的优化则需要做到优化微生物菌种选择与培养、合理选择并及时更换滤料、精确控制技术运行条件, 为取得更好的生物滤池技术应用效果, 优化废气处理质量提供支持。

关键词

废气处理; 生物滤池技术; 微生物菌种

1 引言

随着工业化和城市化进程的加速, 废气排放问题成为比较突出的问题, 对环境和人类健康形成了严重的威胁。生物滤池技术是一种高效环保的废气处理技术, 在废气处理领域得到了非常广泛的应用。研究这项技术应用中的问题, 并采取针对性措施进行优化, 能够最大化保障废气处理的质量, 提升生物滤池技术应用的成效, 为从根本上保证废气处理工作顺利推进, 优化生物滤池技术应用效能提供支持。

2 废气处理中生物滤池技术的应用原理分析

生物滤池技术是利用微生物降解作用, 进行废气处理的专项技术, 这种技术的应用原理是将含有污染物的废气引入生物滤池中, 废气中的污染物可被滤料表面附着的微生物吸附, 并进一步完成降解过程。这些微生物利用污染物作为能源和营养物质, 经过一系列的酶催化反应, 可将污染物转化为无害物质。转化后, 通常会生成二氧化碳和水。生物滤池技术不仅处理效率高, 运行成本也相对较低, 不容易产生二次污染, 可适用于多种恶臭废气的处理, 对水厂、垃圾场和禽畜养殖场产生的废气都能够进行处理。作为技术人员, 应当首先明确生物滤池技术的应用原理^[1]。随后, 结合原理

【作者简介】陈鹏(1992-), 男, 中国新疆乌鲁木齐人, 本科, 工程师, 从事生态环境保护研究。

配备相应的设备和原材料,保证废气处理中的生物滤池技术稳定发挥作用。下图1为某废气处理生物滤池工艺流程图。

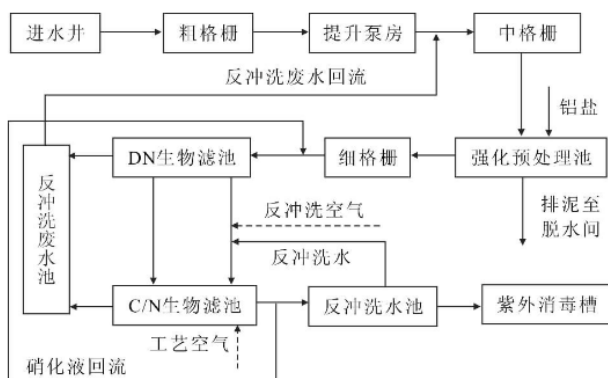


图1 废气处理中生物滤池技术应用工艺流程图

3 废气处理中生物滤池技术的应用问题分析

3.1 微生物菌种的选择和活性问题

微生物菌种的选择和活性问题是废气处理中最为典型的问题。从应用原理上来讲,这种技术主要利用的是微生物的代谢活动。因此,微生物菌种的选择和活性效果。微生物菌种选择时,是根据废气的成分和处理标准、环境条件综合考虑,对特定的废气,要选用对应的微生物菌种。若废气中含有硫化氢,氨气等无机污染物。应当选择能够氧化这些无机物的自养型细菌。主要包括硝化细菌硫杆菌等,而对于有机废气及一些有挥发性的气体,则应当选择可降解有机物的易养型细菌。主要包括假单胞菌芽孢杆菌等。另外,微生物菌种还应当能够保证耐受废气中的高浓度污染物和酸碱度变化、温度变化等情况,但微生物的活性容易受到温度、湿度、PH值和营养物质供给等方面因素的影响。这些因素主要影响微生物的生长速率和代谢活性。同时,也会影响生物滤池的处理效率。例如,温度过高或过低,都会降低微生物的代谢速率,影响滤池处理的效果。而PH值的变化则会影响微生物的活性,不同的菌种对PH值的适应性也存在差异。因此,需要保证PH值维持在稳定的区间内。运行过滤池若不严格控制这些客观条件,就无法保证维持生物的活性和稳定性^[2]。

3.2 滤料的选择与更换问题

滤料在生物滤池中属于重要的材料,不仅能够为微生物提供附着生长的表面也直接影响着废气传质效率和生物滤池的处理效果。因此,滤料的选择和更换也应当受到充分的重视。滤料的选择应当考虑物理性质和化学性。同时,还要考虑生物相容性和经济成本。滤料应当具有良好的比表面积和透气性持水性,这能够为微生物提供一个适宜的生长环境。现阶段,堆肥、土壤活性炭、碎石等都属于常见的滤料。但滤料使用过程中,会出现老化失效的变化。在出现这种现象后,力量使用中就会出现堵塞、结块的问题,影响滤池的

处理效果。基于此,需要科学选择滤料,并且在持续应用时间达到一定的阶段后及时进行更换处理。保证滤料科学选择,并且及时更换应用。另外,滤料应用的过程中,还可能由于受到技术操作因素的影响,出现应用效果不佳或二次污染的问题,这也是滤料选择和更换时需要重视的关键问题^[3]。

3.3 运行条件控制问题

运行条件控制问题主要是指在生物滤池系统运行的过程中,应当做好状态控制工作,避免外部环境因素,对于滤池系统的运行状态造成不利影响。例如,温度就会影响微生物的活性。在生物滤池中,微生物代谢的速率会随着温度的变化而产生变化,温度波动过大会影响微生物的活性,这在上文中已有提及。因此,在运行生物滤池时,应当对温度这一关键指标进行针对性控制。另外,氧气浓度和营养物质供给也可能由于运行过程中的外部环境因素影响而出现波动。如何在运行过程中保证氧气浓度稳定,营养物质供给充足,维持微生物的活性和稳定性是需要考虑的问题。除此之外,PH值、湿度等是影响整个系统运行状态的关键性因素,也都是废气处理中生物滤池技术应用时需要解决的问题。

4 废气处理中生物滤池技术应用问题的优化解决策略

4.1 做优化微生物菌种选择与培养

微生物菌种选择与培养工作开展前,须首先明确废气的最后一步的选择与培养,相关技术人员应针对不同类型的废气,筛选出具有高效降解能力的微生物菌种,综合考虑废气的成分浓度和降解特性。在筛选时,还应当配套进行适应性测试,评估菌种在不同条件下的生长与降解状态。对比处理效果选择出最为适合的处理菌种。例如,上文所提到的含有硫化物和氨气的废气,就可选择能够降解这两种物质的生物菌种,氢氧化细菌和硫化细菌都是可选的对象。选定后,需要进行适应性测试,保证这些菌种在生物过滤池中能够稳定生长并发挥降解作用。在筛选完成后,需要进一步落实培养驯化工作,适应生物滤池的运行环境。培养过程中,应当提供适宜的营养物质和生长条件,支持促进菌种快速繁殖生长。同时,菌种驯化环境也应跟进落实。在实操中可选择连续流或间歇流的方式进行培养,调整营养物质的种类和浓度、控制好酸碱度和温度等条件。为菌种创造一个良好的生长环境。另外,必要时,还可添加适量的有机碳源和无机盐等营养物质,提升菌种的降解能力,加快其生长速度。在菌种进入生物滤池发挥作用的过程中,还要定期对其状态进行监测调整,监测指标有菌种数量、菌种活性、降解效率等。根据监测数据,一方面能够了解菌种在生物滤池中的生长状态和处理效果。另一方面,也能够为优化菌种配置提供依据。

4.2 合理选择并及时更换滤料

滤料在生物滤池中也是非常重要的成分,优化选择滤料并及时更换对于废气处理而言,也是非常重要的一项工

作。在选择滤料时,应当考虑空隙率、机械强度、比表面积等多方面指标。通常情况下,比表面积越大,滤料越能够促进微生物的附着与生长,而空隙率越高,滤料的废气扩散和微生物代谢效果就越好。在实际应用中,应当根据这些特征,对滤料的性能进行评估,避免其在应用过程中由于多方面因素的影响,出现应用效果不佳的情况。而从原材料的方面来讲,现阶段,活性炭、火山岩通常会作为滤料制作的原材料进行应用。上文已经提到,滤料长期应用会出现老化或失效的问题。因此,需要做好更换维护工作,更换滤料的频率须根据废气成分进行确认。在实际操作中,技术人员可实时观察滤料颜色和气味是否出现异常变化^[4]。同时,对比微生物生长状况的指标,进一步判断是否需要更换。若确认需更换滤料,则应当在更换的同时,保持生物滤池的运行稳定性,逐步减少旧滤料的数量,增加新滤料的数量,避免更换时段过于集中,对微生物的生长环境造成过大影响。新更换的滤料还应当做好预处理和驯化工作,保证其能够适应生物滤池的运行环境。最后,为了提升生物滤池的废气处理效率,保证处理稳定性,可考虑组合应用不同类型的滤料,通过组合应用比例优化应用方式,充分利用不同力量的优势。

4.3 精确控制技术运行条件

整体的运行环境对于生物滤池技术的实际应用效果会产生直接的影响,因此应当从运行环境条件的各项指标入手,做到精确控制提升运行条件的稳定性,保证运行条件中各项细节的指标都符合废气处理中生物滤池技术的应用需求。关于精确控制技术运行过程中的运行条件,主要是指从上文所提到的温度,湿度等多项关键指标入手,提出专项控制措施。从宏观上维持废气处理环节生物滤池的稳定运行状态。具体来说,在控制温度的环节应当根据微生物的适应性和废气处理的需求,设定适当的温度范围。一般来讲,大部分除臭微生物的生存温度为10~50℃,而最佳温度水平在25℃左右。由于季节或地理区位原因,导致部分区域的温度

持续较低,则应当适当加入保温措施维持生物滤池内稳定的温度水平。通常情况下玻璃钢复合板可作为生物滤池的壳体材料,内部可填充聚氨酯保温材料,达到良好的保温效果。而在湿度控制环节,应当考虑湿度对微生物生长和降解效率的影响。适当根据空气湿度采取加湿措施,控制生物滤床的湿度。在实操环节,可专门设计加湿区域,并且按照连续循环水的方式对进入的恶臭气体进行预处理。同时,还应当调整淋洗周期,优化生物滤床的湿度控制效果。加湿过程中,应避免微生物产生弱硫酸或硝酸过剩积存现象。控制PH值时也要考虑废气的成分和污染物的浓度,调节器水PH值添加酸碱调节器都是控制生物滤池PH值的有效方法。在实际操作中,应当根据废气成分适当添加氧化剂或酸碱调节剂,促进降解。

5 结语

综合本文分析可知,废气处理的过程中,生物滤池技术属于比较典型的可用技术,但在实际应用中,由于生物滤池所在的环境因素,人员操作因素等多方面因素的影响,这项技术的应用容易遇到一些阻力和问题,针对技术应用原理和多项影响因素提出有效的应对措施,优化应用环境、科学选择辅助材料,才能够进一步提升生物滤池技术的应用效能,提高废气处理工作的实践成效。

参考文献

- [1] 刘维盛. 高效生物滤池处理挥发性有机物废气的工艺优化与性能评估[J]. 资源节约与环保, 2024, (10): 139-143.
- [2] 陆婷, 田鑫. 焦化废水处理站挥发性有机废气治理技术应用研究[J]. 皮革制作与环保科技, 2024, 5 (14): 128-130.
- [3] 周建华. 石油炼制含油污水处理站废气处理技术改造及应用[J]. 能源与环境, 2023, (05): 91-94.
- [4] 周珍雄, 余姮蓉, 王智佳, 孙永强. 低pH环境下生物滴滤池处理制药废水站含硫废气[J]. 能源环境保护, 2021, 35 (02): 46-50.

Analysis of the pollution status and remediation strategies of key industries such as cadmium

Yingjie Sun

Suzhou Institute of Environmental Science, Suzhou, Jiangsu, 215007, China

Abstract

In the production process of key heavy metal industries such as cadmium, they often produce more heavy metal pollution, causing great harm to the soil, water, air and other environments. This paper systematically analyzes the pollution status of key industries related to cadmium in China, studies from three aspects of pollution source, pollution distribution area and pollution severity, and deeply analyzes the potential harm of key industries in China to the environment and human body. Research is carried out from four aspects: source control, production process emission reduction, strengthening terminal control and strengthening environmental supervision. It is expected to realize the governance of key industries of heavy metals such as cadmium, and promote the healthy development and ecological restoration of key industries of heavy metals such as cadmium in China.

Keywords

key industries related to heavy metals such as cadmium; pollution status and remediation strategies

涉镉等重金属重点行业污染现状及整治策略分析

孙英杰

苏州市环境科学研究所, 中国 · 江苏 苏州 215007

摘要

涉镉等重金属重点行业在其生产过程中, 常常会产生较多的重金属污染, 对土壤、水源、空气等环境造成很大的危害。本文对我国涉镉等重金属重点行业的污染现状进行了较为系统的分析, 从污染来源、污染分布区域和污染严重程度三个方面展开研究, 并深入分析了我国涉镉等重金属重点行业对环境和人体的潜在危害。从源头治理管控、生产过程减排、强化末端治理和加强环保监督等四个层面开展研究, 期望实现对涉镉等重金属重点行业的治理, 促进我国涉镉等重金属重点行业的健康发展和生态修复。

关键词

涉镉等重金属重点行业; 污染现状; 整治策略

1 引言

在工业快速发展的背景下, 涉镉等重金属重点行业, 诸如采矿业、冶金业、电镀工艺和化学工业等, 虽然对经济增长有着显著贡献, 但也引发了严重的环境污染挑战。这些重金属具备高毒性、不易分解和易于在生物体内累积的特性, 一旦释放到自然环境中, 它们便会在土壤、水体和空气中持久存在, 并顺着食物链在生物体内逐渐累积, 对自然环境和人类健康形成隐形的威胁。鉴于此, 探究涉镉等重金属重点行业的污染状况, 并制订有效的治理措施, 已经成为环境保护领域刻不容缓的关键课题。

2 涉镉等重金属重点行业污染现状

2.1 污染来源

在矿山开采和选矿行业中, 镉常与锌、铅等金属共存。在有色金属矿山的开发过程中, 向大气中排放较多的镉。例如, 在铅锌矿的生产过程中, 产生大量的副产物, 例如废料、尾砂等, 其中镉的含量很高。如果不对其进行妥善处置, 则会在降雨等自然环境中发生渗漏, 从而对周边土壤和水体造成严重的危害。



图 1 水体镉污染

【作者简介】孙英杰(1988-), 女, 中国山东淄博人, 硕士, 工程师, 从事环境工程研究。

在冶金行业中，镉是主要的重金属污染物。例如，在高温冶炼过程中，会产生大量的镉，废水和垃圾^[1]。比如，在精炼锌时，主要是吸附在烟袋上的悬浮颗粒，另一些则随尾气排放到空气中；经干湿沉淀，沉淀于地面及水中。此外，冶炼产生的污水、废物中还存在着较多的镉，如不妥善处置，将会对水、土等生态系统造成极大的危害。

在电镀行业的实际生产过程中，经常要使用含有大量镉等有毒元素的溶液来保证镀层的质量^[2]。由于连续的使用和替换，每年都会有大量的重金属镉排放。如果污水未经适当的处置就直接排放，会给周边水域造成很大的污染负荷，导致水体中的镉超标，从而影响水环境质量。

在化学工业中，某些特殊的产品制造过程也在一定程度上使用镉，从而导致镉的排放。例如颜料、塑胶稳定剂、电池制造等产业，从原材料、制品生产到废弃物处置，每一个过程中，都会产生含镉的废气、废水和废渣。由于制造工艺及原材料的不同，其镉水平也各不相同，但若未进行相应的治理，均会对自然环境产生一定程度的危害^[3]。

2.2 污染分布区域

我国特定区域的有色金属资源较为富集，特别是在湖南、江西、云南以及广西等省份，它们是有色金属如铅锌等的重要产地。这些地方的金属开采及加工历史悠久，造成了环境中镉等重金属的污染问题。在湖南个别矿区周边，土壤中镉元素的超标情况较为常见，这已经对当地的农业生产及农产品的安全品质产生了极大的影响^[4]。

2.3 污染严重程度

土壤遭受重金属污染，尤其是镉等有害物质，使得某些区域的土壤含镉量远远超出安全标准。研究指出，个别矿区邻近的农田土壤含镉量是国家标准的数倍乃至几十倍。此类土壤污染严重阻碍了农作物的正常生长，不仅造成产量降低、品质下滑，还使得农作物吸收并累积重金属镉，进而借助食物链对人体健康构成威胁。针对涉镉等重金属重点行业，一旦发生生产安全事故或者环境污染的突发环境事件，人们有可能置身于高浓度的镉污染区域，进而引发急性中毒反应。此类急性镉中毒多伴随呼吸道、消化道及神经系统等部位的临床表现。比如，长期摄入在镉超标土壤中种植的作物，可能诱发人体镉中毒，进而损害肾脏、骨骼等功能，甚至诱发“痛痛病”等严重病症。

3 涉镉等重金属重点行业整治策略

3.1 源头治理管控

调整产业结构，优化产业布局，强化对涉镉等重金属重点行业的设计与监督力度，严苛把握行业准入标准，淘汰落后生产力，推动低污染、低耗能的高科技领域及循环经济体系的发展。科学规划工业企业的地理位置，防止在生态环境敏感地区和人口稠密地带设立涉镉等重金属排放企业，以减轻污染物对自然环境和人体健康的可能风险^[5]。例如，在规划新的有色金属冶炼项目时，应优先选择资源密集、环

境承载能力较强的区域，同时应用前沿的制造技术和污染防治手段，从根本上减少镉等重金属污染物的排放。提倡采用清洁生产工艺，鼓励涉镉等重金属重点行业企业采用清洁生产工艺，采取工艺改进、原料精选、资源利用效率提高等措施，减少镉等重金属在生产过程中的产生和排放。在采矿工程中，大力实施绿色采矿方式，有效减少矿山及尾砂的产生量。采用先进的熔融净化工艺，提高金属的综合利用效率，并降低炉渣、废气中的镉含量。在电镀生产过程中，积极推行无镉化工艺，以减少电镀污水带来的环境污染。另外，要加强研发和宣传“绿色制造”的工作，建立“绿色制造”的技术支撑系统，为企业进行“科技指导”和“人才培养”；促进各行各业推广绿色制造技术^[6]。

3.2 生产过程减排

加强对生产过程中的减排，健全涉镉等重金属重点行业企业的环保制度，加强在生产过程中的环保监管和实施。一定要保证企业遵守相关的生产工艺规程，加强对设备的维护和管理，避免跑、冒、滴、漏等问题，保证在生产过程中，污染物的排放达标。例如在化学工业方面，加强对生产设备的密封检查和保养，定期对管道和阀门进行检修，防止含镉原材料和产品泄漏。在电镀工艺中，配置自动化监测装置，对镀液组分的含量以及污水的排出情况进行实时的追踪，并对工艺进行优化，确保污水达标排放。强化污染防治设施建设和运行管理，涉镉等重金属重点行业企业必须遵守有关环保法规，建立完善的污染防控体系。这其中包含尾气净化装置、污水净化装置和废水处置装置等，保证上述装置能正常运转，并能不断地满足各项排放指标^[7]。在尾气治理上，采用袋式或静电除尘、脱硫、脱氮等方法对涉镉等有毒重金属进行净化。对于废水的治理，可以采用化学沉淀法，离子交换法，膜法等多种技术进行去除。

3.3 强化末端治理

为了修复镉等重金属污染的土壤，需要采取有效的治理措施来修复镉等重金属污染，保障生态功能和提高环境质量。其中，物理、化学和生物处理是最常用的治理措施。在土壤修复中，采用非原位覆盖、土壤置换和热分析等技术，从土壤中去除或富集镉等重金属，达到修复土壤的目的。化学淋洗、固化等化学方法，使其转化成毒性较弱或难溶态，降低其在土壤中的迁移及生物活性。

在对镉等重金属污染水体进行修复时，应采取合理的修复措施，使其恢复原有的生态环境和质量基准^[8]。针对这一问题，可以采用物理、化学、生物修复等方法进行治理。物理化学处理包括化学沉淀，吸附，离子交换等。生物修复是指通过水体中的植物或微生物进行吸收、固定和转化，降低水体中的重金属含量，达到改善水体环境质量的目的是。另外，在水体处理和生态修复方面，要注重流域的综合管理，从源头控制、水流状态优化、水生态修复等方面进行综合考虑，以保证水体的长远稳定性和整体生态恢复。

涉镉等重金属废弃物在处置过程中,对其进行合理的处置和控制是一个亟待解决的问题。对于新产生的废弃物,一定要按照有害废弃物的管理条例进行分类收集、包装、运输和储存,并将其安全处置交给有资质的单位进行。加强铜、锌湿法冶炼行业浸出渣、堆浸渣等废物渣场的规范化管理,采取防渗漏、防雨淋、防流失措施;开展矿山、冶炼厂周边以低品质矿石或废渣为原料进行选冶等加工后废渣无序排放问题的治理;强化涉镉等重金属尾矿库环境风险管理,完善雨污分流设施,切断尾矿库废水灌溉农田的途径,对周边有耕地等环境敏感受体的干排尾矿库要设置防尘网或采取其他扬尘治理措施,采取截洪、截污、防渗等措施严防威胁周边及下游饮用水安全。

3.4 加强环保监督

完善相关的法律和标准体系,加强对涉镉等重金属重点行业的监管和标准的建立,建立企业的环境责任和义务,加大对违法者的惩罚力度。提高环境违法成本。在此基础上,提出更加严格的重金属排放限额、环境质量标准以及治理技术指南,为我国环境保护与治理工作的开展奠定基础^[9]。例如,适时修订中国土壤环境质量基准与标准,针对不同用地设置更加严格的镉等重金属污染限值,强化土壤生态保护。完善电镀行业排污标准,提高含镉等重金属在电镀污水中的排放限值,推动电镀企业提高治理技术。提高环境监督效率和执法力度,健全涉镉等重金属重点行业的环境监测系统,加强企业污染源、周边生态环境和空气质量的追踪监测,及时掌握镉等重金属的排放情况及环境质量变化趋势。加大环保执法力度,加大对非法排污企业的处罚力度,并定期开展有针对性的执法检查 and 环保监管,依法对违反环保法规的企业进行停业整顿、经济处罚和刑事处罚,以此来体现环保执法的严厉和威慑作用。

4 结语

综上所述,镉等重金属严重威胁着人体健康和自然生

态环境,迫切需要解决这一问题。研究涉镉等重金属重点行业污染状况,评价其生态环境与人类健康风险,强化源头治理管控、生产过程减排、强化末端治理以及加强保监督等环节,是治理镉等重金属污染,修复受损环境,维持生态系统稳定的重要途径。今后需要继续推动科学技术和治理创新,完善相关法律法规,提高环境监督和执行效率,以达到可持续发展的目的。通过强化公共参与、加强社会监管,不断深入开展涉镉等重金属重点行业污染治理工作,为建设“美丽中国”奠定坚实基础。

参考文献

- [1] 彭流月,卞馨怡. 利用内梅罗指数法及反距离加权插值法(IDW)分析上海市某重点行业企业地块地下水重金属污染特征[J]. 广东化工,2022,49(11):157-160.
- [2] 严欢,张笑,施占领,等. 西南某区重点企业周边农田土壤重金属污染调查与评价[J]. 环境影响评价,2024,46(4):82-88.
- [3] 陈进. 泉州市重点行业企业用地土壤污染调查及修复方案讨论[J]. 能源与环境,2021(2):7-9.
- [4] 徐源,师华定,王超,等. 湖南省郴州市苏仙区重点污染企业影响区的土壤重金属污染源解析[J]. 环境科学研究,2021,34(5):1213-1222.
- [5] 于靖靖,师华定,王明浩,等. 湘江子流域重点污染企业影响区土壤重金属污染源识别[J]. 环境科学研究,2020,33(4):1013-1020.
- [6] 祝婕,邓文叶,何静,等. “乌—昌—石”区域典型行业大气颗粒物重金属健康风险评价研究[J]. 新疆环境保护,2024,46(1):21-27.
- [7] 于遵. 河北省重点行业重金属减排调查评估[J]. 皮革制作与环保科技,2021,2(19):109-110.
- [8] 谢可军,王建伟,方建林,等. 工矿企业周边沟渠底泥重金属污染特征与风险评价[J]. 农业现代化研究,2024,45(4):711-722.
- [9] 王亚婷,廖明旭,康馨文,等. 某电镀企业土壤重金属污染特征及健康风险评价[J]. 安全与环境学报,2024,24(11):4464-4474.

Research on the application of solid waste recycling in the production of new green building Materials

Zhanguo Gao

Beijing Jinyu Polytechnic, Beijing, 102403, China

Abstract

With the rapid development of industrialization and urbanization, the output of solid waste has been increasing year by year, exerting tremendous pressure to the environment. The resource utilization of solid waste, especially its application in the production of new green building materials, has become an important way to address environmental issues and promote circular economy. Starting from the current situation of solid waste recycling, this paper explores its application value, specific application fields, as well as the challenges and countermeasures in green building materials. By analyzing the application of solid waste in the fields of recycled aggregates, alkali-activated materials, and foamed concrete, this paper reveals its potential in energy conservation, emission reduction and reducing environmental pollution. In response to the existing challenges at the technical, economic, and management levels, corresponding solutions are also put forward.

Keywords

solid waste; recycling; green building materials; circular economy; sustainable development

固体废弃物资源化在新型绿色建材生产中的应用研究

高占国

北京金隅科技学校, 中国 · 北京 102403

摘要

随着工业化和城镇化的快速发展, 固体废弃物的产生量逐年增加, 给环境带来了巨大压力。固体废弃物的资源化利用, 尤其是在新型绿色建材生产中的应用, 成为解决环境问题和推动循环经济的重要途径。本文从固体废弃物的资源化现状出发, 探讨其在绿色建材中的应用价值、具体应用领域以及面临的挑战与对策。通过分析固体废弃物在再生骨料、碱激发材料、泡沫混凝土等领域的应用, 本文揭示了其在节能减排、降低环境污染方面的潜力, 针对现存技术、经济和管理层面的挑战, 提出了相应的解决思路。

关键词

固体废弃物; 资源化; 绿色建材; 循环经济; 可持续发展

1 引言

固体废弃物的处理及其资源化利用已成为环境保护与资源管理领域的一个关键议题。随着工业化步伐加快及城市化进程的推进, 固体废弃物累积量日益增加, 传统处置手段如填埋和焚烧已难以适应可持续发展的需要。将这类废弃物转化为资源, 特别是应用于新型环保建筑材料的生产中, 不仅能有效减轻环境负担, 还能促进资源循环使用, 加速低碳经济模式的发展。本文致力于探索固体废弃物资源化在绿色建材领域的潜在价值、具体应用实例以及所面临的障碍, 旨在为该领域的研究与实践提供坚实的理论依据。

【作者简介】高占国 (1980-), 男, 中国河北魏县人, 高级工程师, 从事建筑工程施工、建筑材料检验以及工程项目管理研究。

2 固体废弃物资源化的现状与意义

2.1 固体废弃物的产生与处理现状

随着全球工业化和城市化进程的加快, 固体废物的产量呈现出显著的增长趋势。依据世界银行发布的《全球固体废物管理展望》报告预测, 到 2050 年, 全球每年产生的固体废物总量将从 2016 年的 20.1 亿吨上升至 34 亿吨 (表 1)。这类废弃物大致可以分为三类: 工业固体废物、建筑废料以及生活废弃物 (图 1)。其中, 工业固体废物主要包括冶金残渣、燃煤灰渣及尾矿等; 建筑废料则由混凝土块、砖石材料、木材碎片等构成; 而生活废弃物中则含有有机物质、塑料制品与纸质垃圾等多种成分。长期以来, 对于固体废弃物的传统处理方法主要依赖于填埋和焚烧两大手段, 然而这两种方式均存在明显的局限性。例如, 填埋不仅耗费大量宝贵的土地资源, 而且有可能引发土壤与地下水资源污染问题, 特别是重金属污染物及有机化合物通过渗滤作用对环

境造成长远的危害。另一方面，尽管焚烧能够在一定程度上减少废物体积，但此过程会产生二噁英、氮氧化物（NO_x）及硫氧化物（SO_x）等一系列有毒气体，进而对大气造成二次污染。此外，焚烧过程中生成的飞灰和底渣仍需进行额外处理，这无疑增加了环境污染的风险。鉴于上述情况，传统的固体废弃物处置策略已难以适应可持续发展的要求，探索更加环保且高效的替代方案变得尤为迫切。

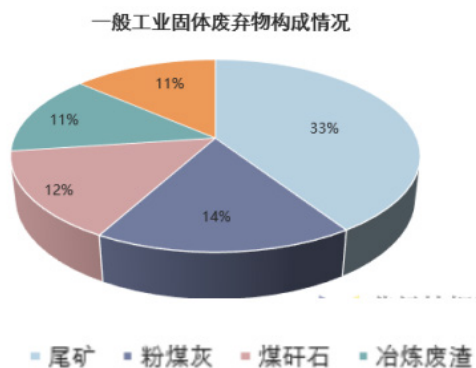


图 1: 废弃物构成

表 1: 全球固体废弃物的产生与处理现状

指标	2019 年	2050 年预测
全球固体废弃物产生量	20.1 亿吨	34 亿吨
固体废弃物分类		
工业固体废物	8 亿吨	15 亿吨
建筑废料	5 亿吨	10 亿吨
生活废弃物	7.1 亿吨	9 亿吨
传统处理方法		
填埋	12 亿吨	18 亿吨
焚烧	6 亿吨	10 亿吨
其他处理方法		
回收利用	2 亿吨	6 亿吨
堆肥	0.1 亿吨	0.5 亿吨

数据来源：百度

2.2 固体废弃物资源化利用的必要性与意义

固体废弃物的再利用是实现“减量化、无害化、资源化”目标的关键方法，同时也是促进循环经济和低碳经济发展的有力工具。通过这种途径，不仅可以有效地减少固废堆积量及其对环境造成的污染，而且能够通过物质循环降低对原始材料的需求，从而达到资源可持续使用的理想状态。以环保建筑材料为例，将废弃物转换为再生集料、碱激活材料以及泡沫混凝土等新型建材，不仅减少了对于天然石材与黏土这类不可再生资源的开采需求，同时还能大幅削减建材生产过程中的能耗及碳排放量。比如，采用建筑垃圾制作再生集料可使碳排放减少约 30%，而使用粉煤灰制造碱激活材料则能节省超过 50% 的能量消耗。此外，废物转化还带来了显著的经济和社会效益。从经济角度看，它有助于降低成本，增强企业的市场竞争力；从社会效益来看，则有利于改善居

住条件，满足公众对健康舒适生活环境的期待。综上所述，固体废弃物的再利用不仅是应对环境污染的有效手段，也是推动经济社会与自然和谐共存的重要措施之一。借助科技创新、政策扶持以及社会各方力量的共同努力，该领域的发展将为全球范围内推进可持续发展目标做出重大贡献。^[1]

3 固体废弃物在绿色建材中的应用价值

3.1 节能减排与环境保护

固体废弃物在绿色建筑材料中的应用是达成节能减排与环境保护目标的关键方法之一。通过将废弃物转化为可再利用率高的建材，可以大幅度减少能源消耗及碳排放量，进而减轻对自然环境的压力和对原始资源的需求。例如，建筑废弃物经过一系列处理步骤如粉碎、筛选及分类后，能够被加工成再生骨料，作为天然石材的替代品用于混凝土生产。研究指出，每使用一吨再生骨料大约可以减少 0.6 吨二氧化碳排放，并节省约 1.5 吨的天然石料^[2]。除此之外，诸如粉煤灰和矿渣之类的工业固废材料，通过碱性激活技术可以制备出性能优良的胶结物，相较于传统水泥制造过程，这种方法能够降低超过一半以上的碳足迹。对于固体废弃物进行有效管理和循环利用，不仅有助于减少因填埋或焚烧而产生的环境污染问题，还促进了整个生命周期内的环境影响最小化，为推动实现全球碳中和愿景贡献了宝贵的技术解决方案。

3.2 经济效益与社会效益提升

固体废弃物的循环利用在经济与社会效益上展现出明显的优势。从经济角度考量，将固体废弃物转化为绿色建材不仅能有效降低原料成本，减少对自然资源的需求，还能增强企业的市场竞争力。以再生骨料为例，其生产成本相较于天然骨料降低了 20% 到 30%，而碱激活材料的成本仅为传统水泥的大约 60% 至 70%。此外，这一过程还促进了诸如建筑垃圾回收处理及环保建材制造等相关产业链的发展，为经济增长带来了新的动力。就社会影响而言，采用此类绿色建筑材料可以显著提高建筑物的生态友好度，降低室内外污染物水平，改善居住环境的质量。例如，用固体废物制成的泡沫混凝土具有优良的保温隔热性能，有助于减少建筑能耗，并且能够减少室内甲醛以及挥发性有机化合物等有害物质的排放，更好地满足了人们对健康生活环境的需求。

4 固体废弃物在绿色建材中的具体应用领域

4.1 再生骨料及其在混凝土中的应用

经过一系列工艺流程，包括破碎、筛选、清洁以及分类处理后，建筑废弃物能够转化成一种环保型建筑材料——再生骨料（图 2），这种材料主要用于生产再生混凝土。通过上述过程处理后的混凝土块与砖瓦等成分可以作为天然骨料的替代品，在混凝土制造中发挥作用。研究发现，再生骨料在物理和机械特性方面与传统骨料相当接近；而且，通过对混合比例进行优化，并加入如粉煤灰或硅灰之类的矿物

添加剂，可以使再生混凝土在抗压强度、抗弯强度及耐久性等方面达到甚至超越常规混凝土的标准。比如，使用再生骨料制成的混凝土在 28 天时的抗压强度可超过 40MPa，同时其干燥收缩率和抵抗氯离子渗透的能力也得到了明显提升。采用再生骨料不仅有助于减少对自然石材资源的需求，从而减轻了对环境造成的损害，还有效地减少了建筑废料的堆放量，显示出显著的环境与经济效益。如今，再生骨料混凝土已经被广泛应用于道路基础建设、非承重墙结构以及城市公共设施等多个领域，预示着其未来有着巨大的发展潜力。^[2]

4.2 碱激发材料及其在建筑材料中的应用

碱激发材料是一种以诸如高炉矿渣、粉煤灰及钢渣等工业固体废弃物为主要原料，通过特定的碱性激活过程制备

而成的新一代胶凝材料（图 3）。在制备过程中，采用氢氧化钠或水玻璃等碱性激活剂与固废中的活性硅铝酸盐成分相互作用，形成具备高强度特性的凝胶结构。这种材料以其初期强度大、持久性能优良以及对抗化学侵蚀能力突出而著称，其抗压强度可以超过 70 兆帕，并且即使在高盐度或酸性环境中也能保持良好的稳定性。值得注意的是，相较于传统水泥，碱激发材料的生产消耗能量较少，大约是前者的 30% 到 40%，同时二氧化碳排放量减少了超过一半，因此被视为一种典型的低碳建筑材料。目前，此类材料已被广泛应用于道路建设、建筑物结构加固及海洋工程项目中，在那些对耐久性有特别要求的应用场景下展现出了尤为显著的优势。



图 2：骨料分类来源

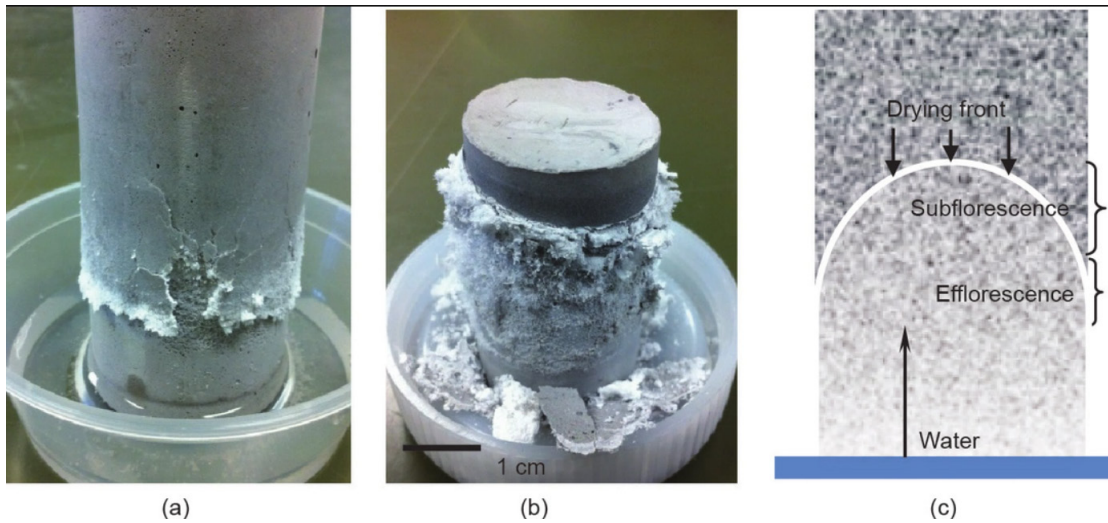


图 3：碱激发材料

(a) 原料混合阶段 (b) 碱性激活反应阶段 (c) 碱激发材料应用阶段

4.3 泡沫混凝土及其在保温材料中的应用

泡沫混凝土是一种以水泥、粉煤灰等胶凝材料为基础，通过添加发泡剂而形成的轻质多孔建筑材料。这种材料的密度一般在 300 至 1600 千克/立方米之间，具有重量轻、保温隔热性能好、隔音效果佳以及良好的防火特性。利用固体废弃物（比如粉煤灰或矿渣）作为原料之一，不仅有助于降低制造成本，还能提升产品的机械强度和持久性。特别地，将粉煤灰加入到配方中能够增强最终制品在长时间使用后的硬度，并减少因干燥而导致的裂纹现象。与传统混凝土相比，泡沫混凝土的热传导率通常仅为 0.06 至 0.20 瓦特每米开尔文，表明它是一种非常优秀的建筑保温材料。如今，在墙体构建、屋顶保温处理、地面加热系统填充物及隧道工程回填等方面，该种材料已经得到了广泛应用，其低密度特点加上高效的保温能力对于减少建筑物能耗、提高能源效率起到了关键作用。

5 固体废弃物资源化在绿色建材生产中的挑战与对策

5.1 技术层面的挑战与对策

固体废弃物的资源化利用面临着一系列技术上的挑战。首先，固体废弃物的组成成分复杂且高度不均匀加大了分选处理难度。例如，建筑废料中常常混有混凝土、砖石、木头和塑料等多种材料；工业固体废物如粉煤灰与矿渣等则包含不同比例的硅、铝及铁氧化物。在分选过程中，传统的物理方法（比如筛分或磁性分离）往往无法达到理想的分离效果，从而影响了回收材料的质量及其后续应用价值。因此，开发出更加高效的筛选技术显得尤为必要，比如基于人工智能的光电识别技术和智能机器人分拣系统，可以提高分类精度与效率。其次，绿色建筑材料的性能提升及质量保障技术亟待关注。举例来说，通过调整配方、加入矿物添加剂（例如硅灰或纳米级二氧化硅）以及采用化学改性手段（比如表面活性剂的应用），可以有效改善再生骨料混凝土在强度、耐久度及施工性能方面的表现。

5.2 经济层面的挑战与对策

固体废弃物的资源化利用在经济上面临着初期投资成本高和市场接受度低两大难题。一方面，对于固体废弃物的收集、运输、分类及处理过程而言，需要建设专门的设施与

购置相关设备，例如破碎机、分选线以及反应釜等，这些基础设施建设和日常运营所需的费用相对较高，给企业带来了较大的财务负担。另一方面，绿色建筑材料在市场上受到的认可程度不高，部分消费者和企业对其性能稳定性和质量存在质疑，导致市场需求量不足。为解决上述问题，政府可以通过实施一系列支持性政策措施来减轻企业的初始投入风险，比如设立专项基金以促进绿色建材的研发及其产业化进程，同时提供税收优惠和低利率贷款等激励措施。^[1]

5.3 管理与政策层面的挑战与对策

固体废弃物的循环利用在管理和政策层面遭遇了多部门协作不足以及政策体系不够健全的问题。从收集、运输到处理和再利用，这一过程涉及住房和城乡建设、环境保护以及工业和信息化等多个政府部门，由于缺乏统一的协调机制，导致了资源转化效率不高。为此，建议构建跨部门的管理协调框架，明确各机构的具体职责，形成协同推进的工作模式。同时，还应进一步完善相关政策法规，制定固体废弃物回收利用的技术标准与规范，并明确规定绿色建筑材料的性能指标及其适用范围。

6 结论

固体废弃物的再利用在新型环保建筑材料的制造中有着显著的应用潜力和发展空间。借助于技术创新、政策扶持以及社会各方面的积极参与，能够有效克服在固体废物处理及再利用过程中遇到的各种难题，促进绿色环保建材行业的持续进步，进而对实现循环经济与低碳经济的目标做出积极贡献。

参考文献

- [1] 秦全德,周洁莹,张璐婷. 面向无废城市建设的固体废弃物资源化利用: 跨主体协同治理机制研究 [J/OL]. 中国地质大学学报(社会科学版), 1-16[2025-01-07]. <https://doi.org/10.16493/j.cnki.42-1627/c.20241224.001>.
- [2] 刘成丰,穆智贤,唐家桓,等. 有机固体废物制备腐殖酸及其应用的研究进展 [J/OL]. 应用化工, 1-9[2025-01-07]. <https://doi.org/10.16581/j.cnki.issn1671-3206.20241219.001>.
- [3] 孔庆新,陈思帆,陈思佳,等. 项目群施工现场固体废物减量管控 [J/OL]. 施工技术(中英文), 1-12[2025-01-07]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/10.1768.TU.20241219.1248.005.html>.

Analysis of air pollution characteristics and its change trend in Shilin City, Yunnan province

Yanfei Tan¹ Baohui Li^{2*} Shiwei Li²

1. Ecological Environment Monitoring Station of Shilin Branch of Kunming Ecological Environment Bureau, Kunming, Yunnan, 650000, China

2. Ecological Environment Monitoring Station of Yiliang Branch of Kunming Ecological Environment Bureau, Kunming, Yunnan, 650000, China

Abstract

Based on the annual automatic air monitoring data of Shilin County, the average value of sulfur dioxide, nitrogen dioxide, fine particulate matter and fine particulate matter in 2017-2022 has reached the secondary standard limit of Ambient Air Quality Standard (GB 3095-2012). Using pollutant average load coefficient analysis and pollutants Separman rank correlation coefficient analysis, select sulfur dioxide, nitrogen dioxide, fine particles, fine particulate matter four environmental air pollutant index of shilin city 2017-20226 years environmental air pollution characteristics and change trend are analyzed, the results show that the county atmospheric environment quality of main pollutants is fine particulate matter. Sulfur dioxide, nitrogen dioxide, fine particulate matter and fine particulate matter changed smoothly.

Keywords

Air quality; pollution characteristics; change trend; rank correlation coefficient method; Shilin City

云南石林城区空气污染特征及其变化趋势分析

谭彦飞¹ 李宝慧^{2*} 李士伟²

1. 昆明市生态环境局石林分局生态环境监测站, 中国·云南 昆明 650000

2. 昆明市生态环境局宜良分局生态环境监测站, 中国·云南 昆明 650000

摘要

基于石林县年空气自动监测数据, 石林县城区2017年-2022年二氧化硫、二氧化氮、可吸入颗粒物、细颗粒物平均值均达到《环境空气质量标准》(GB 3095-2012)二级标准限值。分别采用污染物平均负荷系数分析法和污染物Separman秩相关系数分析法, 选取二氧化硫、二氧化氮、可吸入颗粒物、细颗粒物四项环境空气污染物指标对石林县城区2017-2022年6年环境空气污染特征及其变化趋势进行分析, 研究结果表明影响石林县城大气环境质量的主要污染物是细颗粒物。二氧化硫、二氧化氮、可吸入颗粒物、细颗粒物变化平稳。

关键词

空气质量; 污染特征; 变化趋势; 秩相关系数法; 石林城区

1 石林县概况

1.1 地理位置概况

石林县坐落在云南省的东部地区, 位于昆明市的东南角, 是昆明市下辖的一个郊区县, 与昆明市中心的距离为78km。境内地形地貌复杂, 气候温和, 雨量充沛, 光照充足, 土地肥沃, 是发展农业生产条件较好的地区之一。该地区的东部和南部与红河哈尼族彝族自治州的泸西县和弥勒县相邻, 北部则与曲靖市的陆良县接壤, 而西部和西北部则与昆明市的宜良县相连。^[1]

1.2 大气污染来源概况

依据石林县城区的整体规划, 该区并没有大规模的工业企业产生大气污染物。影响空气质量的主要污染源包括机动车如燃油汽车和燃油摩托车, 它们主要释放氮氧化物等有害物质; 燃煤发电、炼焦化工生产、建材和其他建材行业排放废气污染。在建筑领域, 如石材、木材、沙石料、水泥制品、混凝土搅拌和房地产建设等, 主要的污染源是颗粒物和其他污染物的释放; 煤炭开采、洗选及炼焦业排放烟尘、二氧化硫、总悬浮微粒等污染物。一些餐饮和加工制造行业所使用的锅炉, 由于采用了更环保的生物质和天然气作为燃料, 其主要的污染来源是颗粒物; 在道路和裸露的土地上产生的扬尘污染中, 颗粒物是主要的污染源; 城市加油站产出的挥发性有机污染物质。

【作者简介】谭彦飞(1987-), 男, 中国云南晋宁人, 本科, 工程师, 从事环境监测研究。

2 石林县城区大气污染分析

2.1 评价指标的选取及评价标准

本次大气污染分析中选取大气中的 SO₂ (二氧化硫)、NO₂ (二氧化氮)、PM₁₀ (可吸入颗粒物)、PM_{2.5} (细颗粒物) 四项污染物为评价指标。各污染物的评价指标采用《环境空气质量标准》(GB 3095-2012) 二级标准限值, 污染物浓度标准限值详见表 1。

表 1 污染物浓度标准限值 (μ g/m³)

监测项目	二级标准
SO ₂	60
NO ₂	40
PM ₁₀	70
PM _{2.5}	35

2.2 石林县城 2017-2022 年各年度大气污染物的变化

2017-2022 年 SO₂ (二氧化硫)、NO₂ (二氧化氮)、PM₁₀ (可吸入颗粒物)、PM_{2.5} (细颗粒物) 浓度变化如图 1 所示。

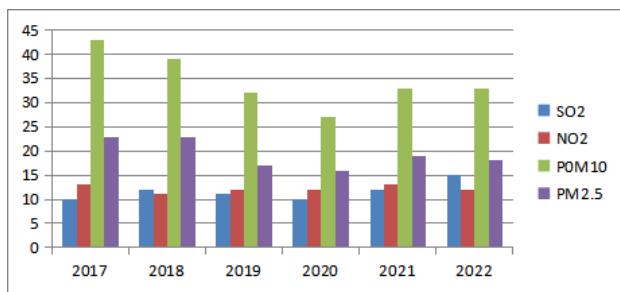


图 1 2017-2022 年石林县城区大气污染物的浓度分布图 (μ g/m³)

从图中可以看出 SO₂ (二氧化硫) 2022 年最高、NO₂ (二氧化氮) 2017 年最高、PM₁₀ (可吸入颗粒物) 2017 年最高、PM_{2.5} (细颗粒物) 2017 年最高。结合表 1 污染物浓度标准限值, 石林县城区 2017 年 -2022 年 SO₂ (二氧化硫)、NO₂ (二氧化氮)、PM₁₀ (可吸入颗粒物)、PM_{2.5} (细颗粒物) 平均值均达到《环境空气质量标准》(GB 3095-2012) 二级标准限值。

2.3 空气污染因子平均负荷系数分析

为确定四项污染物对石林县城区空气质量的贡献大小, 采用污染因子负荷系数来研究污染因子的占比, 进而确定主要污染因子, 评价石林县城区环境空气质量。

污染负荷系数计算公式为: $F_i = P_i/P$; 单项污染指数:

$P_i = C_i/S_i$; 综合污染指数: $P = \sum P_i$;

式中:

P - 空气综合污染指数;

P_i - i 项空气污染物的分指数;

F_i - i 项空气污染物的污染负荷系数;

C_i 为 i 项空气污染物浓度的年均值;

S_i - i 项空气污染物的环境质量标准限值。

2.4 石林县城 6 年大气污染物的平均负荷系数

在本次计算四种污染物的平均负荷系数时, 我们采用了《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 的年均值二级标准限值, 其中 SO₂ (二氧化硫) 的具体限值为 60 μ g/m³、NO₂ (二氧化氮) 为 40 μ g/m³、PM₁₀ (可吸入颗粒物) 为 70 μ g/m³、PM_{2.5} (细颗粒物) 为 35 μ g/m³。基于这些污染物的污染负荷系数, 我们进一步分析了各种污染物的占比情况。同时结合气象条件和气象因素对各项污染物进行相关性研究。利用四种污染物的浓度数值和平均负荷系数的计算方法, 我们得到了 2017-2022 年石林县城区四种大气污染物的平均负荷系数, 具体的数值可以参考表 2。

表 2 石林县城区大气污染物的平均负荷系数 (%)

年度	SO ₂	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2.5}
2017	9.5	18.4	34.8	37.3
2018	11.3	15.6	31.6	37.3
2019	10.4	17.0	25.9	27.5
2020	9.5	17.0	21.9	25.9
2021	11.3	18.4	26.7	30.8
2022	14.2	17.0	26.7	29.2
平均值	11.0	17.3	28.0	31.3

根据表 2 的数据, 石林县城的 4 种污染物中, PM_{2.5} (细颗粒物) 的污染负荷系数达到了 31.3%, PM₁₀ (可吸入颗粒物) 的污染负荷系数为 28.0%, NO₂ (二氧化氮) 的污染负荷系数为 17.3%, 而 SO₂ (二氧化硫) 的污染负荷系数为 11.0%。其中, PM_{2.5} (细颗粒物) 的污染负荷系数最高, 高达 31.3%。这些数据表明, 在 2017-2022 年的 6 年间, PM₂ (二氧化硫)、NO₂ (二氧化氮)、PM₁₀ (可吸入颗粒物) 和 PM_{2.5} (细颗粒物) 是石林县城的主导污染物。

3 石林县城空气质量变化趋势分析

大气环境质量污染趋势分析采用污染物 Spearman 秩相关系数法, 将各要素的样本值按数据的大小顺序排列位次, 以各要素样本值的位次代替实际数据而求得统计量^[2]。

$$r_s = 1 - (6 \sum d_i^2) / (n^3 - n)$$

$$d_i = x_i - y_i$$

式中: d_i - 变量 X_i 和 Y_i 的差值

x_i - 周期 1 到周期 2 按浓度值从小到大排列的序号

y_i - 按时间顺序排列的序号

我们将秩相关系数 r_s 的绝对数值与 Spearman 秩相关系数统计表里的临界值 W_p 做了对比。当 |r_s| > W_p 的值出现时, 这意味着变化的趋势具有明显的重要性; 反之表示变化趋势无明显规律。若 r_s 呈现为负数, 这意味着在评估的时间段里, 空气的质量正在呈现下降或上升的态势; 反之为上升趋势或恶化趋势。若 r_s 为正数, 这意味着在评估的时间段里, 空气的质量呈现出增长或恶化的态势。当 |r_s| ≤ W_p 的情况下, 这意味着变化的趋势并不具有明显的重要性, 这意味着在评

估的时间段内,变化是稳定的或者是平稳的。^[3]

根据 Separman 秩相关系数法,选取 2017 年-2022 年 6 年的监测数据,分别计算石林县城 SO₂ (二氧化硫)、NO₂ (二氧化氮)、PM₁₀ (可吸入颗粒物)、PM_{2.5} (细颗粒物) 秩相关系数 (r_s), 根据统计出的数据开展石林县成空气质量研究分析, 当 $n=6$ 时, $W_p=0.829$, 各污染物秩相关系数详见表 3。

表 3 各污染物秩相关系数 (r_s)

污染物	r_s	W_p
SO ₂	0.60	0.829
NO ₂	0.31	0.829
PM ₁₀	0.03	0.829
PM _{2.5}	-0.49	0.829

从表 3 中可以看出: SO₂(二氧化硫)、NO₂(二氧化氮)、PM₁₀(可吸入颗粒物)、PM_{2.5}(细颗粒物) $|r_s| < W_p$, 表明变化趋势没有显著意义; 说明在 2017-2022 年 5 年的时间内 SO₂(二氧化硫)、NO₂(二氧化氮)、PM₁₀(可吸入颗粒物)、PM_{2.5}(细颗粒物) 变化平稳。

4 结论

石林县县城环境空气质量 2017 年-2022 年平均值分别均达到《环境空气质量标准》(GB 3095-2012) 二级标准, 总体优良。

2017 年-2022 年选取评价的四项污染物中石林城区大气环境质量主要影响因素为 PM_{2.5}(细颗粒物), 其次是 PM₁₀(可吸入颗粒物)。

2017-2022 年 6 年的时间内 SO₂(二氧化硫)、NO₂(二氧化氮)、PM₁₀(可吸入颗粒物)、PM_{2.5}(细颗粒物) 变化平稳。

5 措施与建议

5.1 严格实施大气环境分级管控

根据石林县大气环境空间管控单元划分结果, 严格执行大气环境分级管控要求, 从源头布局工业企业落地。

5.2 加快推进能源结构清洁化

继续实施能源消耗总量和强度双控行动。实施煤炭消费总量控制, 建立能源消费总量监测体系和预测预警机制。落实节能标准体系, 大力开发、推广节能高效技术和产品, 实现重点用能行业、设备节能标准全覆盖。

5.3 强化移动源污染防治

严格实施与国家标准同步的排放标准, 禁止销售不符合国家排放标准的各种机动车。大力推进绿色交通体系建设。坚持公交优先、城乡一体的发展战略思路, 加快引导城乡公交一体化发展, 加快建设现代有轨电车交通系统, 优化公交线路, 加快既有公交车辆更新改造和升级, 淘汰排放标准低的老旧车辆, 促进绿色循环低碳交通发展。

参考文献

- [1] 民族旅游经济与其发展环境的关系研究——以石林彝族自治县为例张淑云;李禾;-《经济研究导刊》-2008-08-25
- [2] 万黎Separman 秩相美系数的批量计算[1].环境保护科学, 2008,34 (5): 53 -55.
- [3] 安庆市地表水污染特征分析及防治对策章宜洁;-《安庆师范学院学报(自然科学版)》-2012-02-15

Air pollution control technology and low carbon emission path analysis

Jianling Zhang

Inner Mongolia Xiangle Environmental Protection Technology Consulting Co., Ltd., Baotou, Inner Mongolia, 014000, China

Abstract

With the increasing severity of environmental pollution and global warming, air pollution control and low-carbon emissions have become popular research topics. This paper analyzes the current development status, advantages and disadvantages, and application scenarios of air pollution control technologies from a technical perspective. At the same time, by exploring different energy structures, industrial structures, and technological approaches, a thorough analysis of low-carbon emission pathways is conducted. The results show that through technological innovation and optimization, hybrid pollution control technologies have a significant effect on reducing air pollution, and the selection of low-carbon emission pathways needs to comprehensively consider the interrelationships between economic development, energy demand, and environmental protection. Studies indicate that measures such as strengthening investment in green energy, optimizing industrial structures, improving energy efficiency, and promoting clean production technologies can effectively achieve a win-win situation for low-carbon emissions and economic development. This provides important policy references for solving China's air pollution problems and achieving low-carbon development.

Keywords

Air pollution control technology; Low-carbon emission path; Technological innovation and optimization

大气污染控制技术与低碳排放路径分析

张建玲

内蒙古祥硕环保科技有限公司, 中国·内蒙古 包头 014000

摘要

随着环境污染和全球变暖问题的日益严重, 大气污染控制和低碳排放成为了当前热门的研究话题。本文从技术角度出发, 分析了大气污染控制技术的发展现状、优缺点和使用情景。同时, 通过探讨不同能源结构、产业结构和技术途径, 对低碳排放路径进行了深入分析。结果显示, 通过技术创新与优化, 混合型污染控制技术对于降低大气污染具有显著效果, 低碳排放路径的选择则需要综合考量经济发展、能源需求和环境保护的相互关系。研究表明, 加强绿色能源投入、优化产业结构、提高能源效率以及推广清洁生产技术等措施, 可以有效实现低碳排放和经济发展的双赢。这为解决我国大气污染问题和实现低碳发展提供了重要的政策参考。

关键词

大气污染控制技术; 低碳排放路径; 技术创新与优化

1 引言

大气污染与全球气候变化问题关系密切, 都与人类活动释放出的污染物和温室气体有关。因万物相连, 大气的洁净与否直接影响着地球生物——包括人类自身——的健康, 世界各国对大气污染控制以及实现低碳排放的迫切需求放眼可见。全球许多知名研究机构和科学家正在研发和探索新颖的污染控制技术, 以便在尽可能不影响经济增长的前提下减小大气污染。另一方面, 低碳社会的建立将有助于解决全球气候变暖问题。然而, 如何选择具有适应性的低碳排放路

径, 并实施有效的技术途径是个巨大的挑战。为此, 本研究从技术措施和路径选择两个角度, 旨在解答如何通过污染控制技术优化和低碳排放路径的选择, 来实现大气污染的有效降低和低碳社会的建设。

2 大气污染控制技术概述

2.1 大气污染控制技术的发展现状

大气污染控制技术近年来得到了显著的发展, 随着环境问题的加剧, 其重要性日益凸显^[1]。当前, 大气污染控制技术涵盖了脱硫、脱硝、除尘等关键领域。在脱硫方面, 湿法、干法和半干法技术取得了长足进步, 湿法脱硫技术因其较高的脱硫效率广泛应用于燃煤电厂。在脱硝技术中, 选择性催化还原法 (SCR) 和选择性非催化还原法 (SNCR) 得到广

【作者简介】张建玲 (1988-), 女, 中国内蒙古乌兰察布人, 本科, 工程师, 从事环境工程研究。

泛推广，SCR技术因具有较高的氮氧化物去除效率而备受青睐。关于除尘技术，电袋复合除尘技术和静电除尘技术的应用覆盖面逐渐扩大，前者因其除尘精度高和能耗低的特点受到重视。整体来看，当前的大气污染控制技术已趋于多元化和专业化，但在成本效益、能效提升等方面仍具备优化提升空间。

2.2 大气污染控制技术的主要类别及其优缺点

大气污染控制技术主要分为末端治理技术和过程控制技术两大类。末端治理技术以处理工业废气为主，包括颗粒物控制技术、脱硫技术和脱硝技术。颗粒物控制技术如电除尘、布袋除尘，能够高效去除颗粒物，但设备成本较高，维修复杂。脱硫技术以湿法脱硫最为成熟，脱硝技术中选择性催化还原表现出较高脱除效率，但均存在运行成本高等问题。过程控制技术注重源头减排，涵盖清洁燃烧技术和废气回收利用技术等，能够在污染生成环节降低排放，但技术门槛高、推广难度较大。这些技术各有特点，组合使用可提升污染控制效果^[2]。

2.3 大气污染控制技术的应用情况

大气污染控制在工业、交通、能源等领域的应用具有重要意义。在工业领域，烟气脱硫、脱硝和除尘技术被广泛应用于火电、水泥、钢铁等重污染行业，以减少主要污染物排放。在交通领域，尾气净化技术和新能源汽车推广有效缓解了机动车排放的污染压力。在能源领域，清洁煤技术和可再生能源技术的运用，显著降低了能源生产过程中的污染物排放。这些技术的应用在不同情景下展现出较高的适应性和效率，为实现环境改善提供了技术支撑。

3 大气污染控制技术的创新与优化

3.1 技术创新对大气污染控制的影响

技术创新在大气污染控制中的作用愈加显著。新兴技术的引入和发展使得传统大气污染控制技术的效率和适用性得到了增强。先进的监测和检测技术能够实时捕捉大气中污染物的变化，为制定精确的控制策略提供支持。催化技术、新型过滤材料和生物修复技术的开发与应用，显著提升了污染物的去除效率。信息技术与大数据的结合，为污染源追踪、控制流程优化和排放预警系统提供了基础。技术创新不仅在污染物处理过程中发挥直接作用，也为长期环境监控和污染预防奠定了坚实基础。只有持续推动技术创新，才能适应污染物种类和排放特点的变化，从而达到更高效的大气污染控制效果。

3.2 基于混合型污染控制技术的优化路径

混合型污染控制技术通过整合多种污染治理方法，提高了大气污染治理的效率和效果。其优化路径集中在协同处理不同类型污染物，最大限度地减少二次污染的产生。这种技术广泛应用于处理颗粒物、气态污染物及挥发性有机化合物等多源污染。优化路径的核心在于开发具有高效去除能力

的催化材料及先进的过滤系统，以实现多种污染物的高效捕获和分解。通过结合智能控制系统和实时监测技术，能够动态调整处理过程，提高响应速度和适应性。在工业应用中，该技术已显示出显著的环境和经济效益，是未来大气污染控制的重要方向。

3.3 技术优化对大气污染降低的效果

技术优化在大气污染控制中具有显著成效，通过工艺改进和设备升级，从源头减少污染物的产生成为重要手段。混合型污染控制技术的应用整合了多种单一技术的优势，在多污染物协同控制方面表现出较高效率。以燃煤电厂为例，通过优化脱硫、脱硝及除尘技术，显著降低了二氧化硫、氮氧化物和颗粒物的排放浓度。采用实时监测及智能控制技术，实现了污染物排放的高效管理和精确调控。研究表明，技术优化不仅提高了污染控制效率，还降低了能源消耗和运行成本，为实现环境与经济效益的平衡奠定了基础^[3]。这对当前大气污染治理和能源清洁化转型具有重要意义。

4 低碳排放路径中的降碳技术与国际实践

4.1 降碳技术的最新进展与国际研究

近年来，全球范围内在降碳技术方面取得了显著进展。碳捕获、利用与封存（CCUS）技术作为前沿领域，受到了广泛关注。该技术通过捕获工业排放中的二氧化碳，进行压缩、运输并最终封存于地下或海底，有效减少温室气体排放。欧盟、美国和中国等国家和地区在CCUS技术的研发和应用上取得了重要突破，多个示范项目正在运行或规划中。

此外，氢能技术和生物质能源转换技术也是降碳领域的研究热点。氢能作为一种清洁、高效的能源载体，其生产、储存和应用技术正在不断成熟。生物质能源转换技术则通过转化农业废弃物、林业残余物等为能源，实现废物利用的同时减少温室气体排放。

4.2 国际降碳成果与案例分析

在国际上，多个国家和地区已经成功实施了降碳项目，取得了显著成效。例如，挪威通过大力发展海上风电和氢能产业，实现了能源结构的优化和碳排放的大幅降低。丹麦则通过推广高效节能建筑和新能源汽车，有效减少了建筑和交通领域的碳排放。

在工业领域，钢铁和水泥等高耗能、高排放行业是降碳的重点。欧洲的一些钢铁企业已经采用了先进的碳捕获技术，实现了生产过程中的碳排放减少。同时，水泥行业也在探索使用替代原料和燃料，以及优化生产工艺来降低碳排放。

4.3 碳排放管控与交易机制

碳排放管控与交易机制是实现低碳排放的有效手段。通过将碳排放量纳入管控范围，并设定排放上限，可以促使企业采取减排措施。同时，碳排放交易机制允许企业在市场上买卖排放权，从而激励企业采取更高效的减排措施。

欧盟的碳排放交易体系(ETS)是全球最大的碳排放交易市场之一。该体系通过设定排放上限,并允许企业在市场上买卖排放权,实现了碳排放的有效管控。碳排放管控与交易机制的实施,不仅有助于降低碳排放,还能推动绿色经济的发展。通过引入市场机制,可以激励企业加大在绿色技术上的投入,推动技术创新和产业升级。

5 低碳排放路径选择与实施策略

5.1 能源需求经济发展与环境保护的协调关系

在当今社会,协调能源、经济与环保关系对实现低碳排放至关重要。科技进步与政策调整可缓解传统能源过度使用带来的问题。调整能源结构、发展可再生能源及提升能效是关键,能减少对化石燃料依赖,推动可持续发展。经济发展中,应优先环保,应用法规与新技术降污。完善政策与经济激励能引导企业绿色创新,保障低碳经济发展,促进增长,同时保护生态。

5.2 低碳排放路径的选择与决策

在选择低碳排放路径的过程中,需要综合考虑经济、环境和技术等多方面因素。低碳路径的选择应依据对当前能源结构的分析,明确不同能源使用对碳排放的贡献度,通过评估潜在的经济成本和环境收益来制定决策。各个行业的能源消耗特性和技术可行性也是路径选择中的关键考量因素。政策导向和社会接受度对低碳路径的实施具有重要影响。准确的数据分析和预测、合理的政策支持、以及公众的积极参与都是实现低碳路径选择的重要保障。

5.3 低碳排放路径的具体实施策略

低碳排放路径的具体实施策略需要综合考虑多方面因素,以实现环境保护与经济发展的平衡。优化能源结构是关键,通过大力发展可再生能源,如风能、太阳能、生物质能等,减少对化石能源的依赖。完善政策支持体系,为绿色技术研发、应用和推广提供经济激励和法律保障。培育公众低碳消费观念,加强教育宣传,鼓励个人和企业积极参与低碳实践。在国际合作方面,加强技术交流与经验分享,共同应对气候变化,构建可持续的全球发展模式^[9]。

6 低碳发展策略与政策建议

6.1 绿色能源投入与产业结构优化

在低碳发展过程中,加大绿色能源投入和优化产业结构是实现可持续发展的重要策略。绿色能源的投入需要加快风能、产业结构优化则要求逐步减少高能耗、高排放行业的比重,加强对高新技术产业和服务业的支持,推动传统制造业向绿色化、智能化转型。两者的协同作用将在提升资源利用效率的同时,为环境保护和经济增长创造新的动力。通过对绿色能源和产业结构的统筹规划,可以为低碳经济的发展

提供坚实的基础和持久的动力。

6.2 提高能源效率与推广清洁生产技术的策略

提高能源效率与推广清洁生产技术是实现低碳发展的重要策略。通过提高能源转换和利用效率,可以在减少能源消耗的同时降低温室气体排放。其中,优化工业流程和设备升级是关键途径,例如采用高效节能设备、智能化监控系统以及废热回收技术。建筑、交通等领域的节能技术应用也应得到广泛推广,如发展绿色建筑和新能源汽车。

清洁生产技术的推广能够从源头减少污染物的产生,这对于实现低碳排放具有重要意义。包括使用清洁能源替代化石能源、创新无害化原料和工艺,以及强化生产过程中的废弃物资源化利用。加强对清洁生产技术的研发投入与技术成果的转化能力,有助于促进其广泛应用。

制定政策激励措施,如税收减免、补贴和碳排放交易机制,对企业采用高效和清洁技术具有积极作用。通过技术提升与政策支持的共同作用,可实现能源效率的显著提高和生产过程的绿色化,为低碳发展注入持续动力。

6.3 政策建议与应对措施

为有效应对气候变化,应加强政策支持,推动绿色金融发展,为企业提供减排激励措施,降低其转型成本。同时,完善相关法律法规,严格规范排放行为,确保企业合规运营。此外,加强国际合作至关重要,通过共享先进技术与经验,共同提升全球气候治理能力。

7 结语

本论文聚焦环境污染与全球变暖,从技术视角审视大气污染控制技术现状、优劣及应用。研究显示,混合型污染控制在减排上优势显著,而低碳排放路径需平衡经济、能源与环保。加强绿色能源、优化产业结构、提升能源效率及推广清洁生产是实现低碳与经济发展双赢的有效途径。本研究为此提供了基础,但未来需深入探索,以更有效地应对大气污染和推动低碳发展。

参考文献

- [1] 李晓波.船舶大气污染排放控制技术研究及示范[J].科技成果管理与研究,2022,(01):77-79.
- [2] 周绍军.关于碳排放与大气污染物排放分析及治理研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)自然科学,2022,(05):0147-0150.
- [3] 张珉桐.大气污染源解析与排放控制技术研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)自然科学,2023,(06):0025-0028.
- [4] 余圆燕.大气污染源监测与排放控制技术研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2023,(11):0096-0099.
- [5] 谷斌高应伏.火电厂大气污染物排放控制技术分析[J].山西化工,2023,43(04):232-233.

Analysis of Intelligent Irrigation Technology and Water saving Management Strategies for New Era Smart Farmland

Haibo Wang

Xinjiang Changji Fanghui Hydropower Design Co., Ltd., Changji, Xinjiang, 831100, China

Abstract

The rapid development of smart farmland irrigation technology not only greatly optimizes the efficiency of agricultural production, but also opens up new paths for sustainable agricultural development. Against the backdrop of increasingly scarce global water resources, the combination of smart irrigation technology and water-saving management strategies has become an indispensable part of modern agriculture. Through intelligent sensors, big data analysis, and IoT technology, smart irrigation can achieve precise irrigation, effectively save water resources, and increase crop yields. The application of water-saving management strategies reduces water resource waste and improves the overall efficiency of irrigation systems through scientific planning and optimized management methods. This article aims to explore the latest developments in smart irrigation technology and water-saving management strategies, analyze their practical application effects in modern agriculture, and propose further innovative directions, in order to provide reference for the sustainable development of agriculture in the future.

Keywords

smart farmland water conservancy; Irrigation technology; Water conservation management; Strategic analysis

新时期智慧农田水利灌溉技术与节水管理策略分析

王海波

新疆昌吉方汇水电设计有限公司, 中国·新疆 昌吉 831100

摘要

智慧农田水利灌溉技术的迅猛发展, 不仅极大地优化了农业生产的效率, 更为农业可持续发展开辟了新的路径。在全球水资源日益紧张背景下, 智慧灌溉技术与节水管理策略的结合, 成为了现代农业不可或缺的一部分。通过智能传感器、大数据分析、物联网技术等手段, 智慧灌溉能够实现精准灌溉, 有效节约水资源, 提高作物产量。而节水管理策略的应用, 则通过科学规划和优化管理方式, 减少水资源浪费, 提升灌溉系统的整体效能。本文旨在探讨智慧灌溉技术与节水管理策略的最新进展, 分析其在现代农业中的实际应用效果, 提出进一步创新的方向, 以期对未来农业的可持续发展提供参考。

关键词

智慧农田水利; 灌溉技术; 节水管理; 策略分析

1 引言

在全球气候变化和水资源日益匮乏的双重压力下, 农业灌溉面临前所未有的挑战, 智慧农田水利灌溉技术应运而生, 成为现代农业发展的关键领域之一。智慧灌溉技术不仅能够实现精准灌溉, 减少水资源浪费, 还能显著提高作物产量和品质, 为农业生产注入新的活力。然而, 智慧灌溉技术的应用并非一蹴而就, 它需要与节水管理策略紧密结合, 才能发挥最大效能。传统节水管理策略虽然在一定程度上缓解了水资源的紧张局面, 但在灵活性和精准度上存在诸多不足。因此, 探索智慧灌溉技术与节水管理策略的协同应用, 成为当前农业研究的重要方向。本文将从智慧灌溉技术的概

念与特点出发, 分析其在农业中的应用现状, 探讨新时期节水管理面临的挑战, 并提出智慧灌溉技术与节水管理策略相结合的创新思路, 最终强调其在经济效益和社会效益方面的巨大潜力。

2 智慧农田水利灌溉技术的现状与应用

2.1 智慧灌溉技术的概念与特点

智慧灌溉技术作为现代农业的重要支柱, 其核心在于利用先进的信息技术和自动化设备, 实现灌溉的智能化和精准化。这一技术不仅能够大幅提升水资源的利用效率, 还能显著改善农作物的生长环境。智能传感器的广泛应用, 使得农田的水分状况、土壤湿度、气象数据等关键信息得以实时监测, 进而为灌溉决策提供科学依据。大数据分析技术的引入, 更是让灌溉系统具备了自我学习和优化的能力, 能根据历史数据和当前环境变化, 自动调整灌溉量和灌溉时间。物

【作者简介】王海波(1992-), 男, 中国甘肃人, 本科, 工程师, 从事水利工程设计研究。

联网技术的融合,打通了各个灌溉节点之间的信息壁垒,使得整个灌溉系统更加协同高效。这些特点,不仅为农业生产带来了革命性的变化,也为水资源的可持续利用提供了新的思路^[1]。智慧灌溉技术的应用,不仅减少了农民的劳动强度,还极大地提高了农业生产的经济效益和社会效益,未来的发展潜力不可限量。

2.2 主要智慧灌溉技术的应用

智慧灌溉技术的应用,已经成为现代农业发展中的一大亮点,其多样性和灵活性令人瞩目。例如,基于传感器的精准灌溉系统,通过实时监测土壤湿度、温度和气象条件,能够动态调整灌溉时间和水量,确保每一滴水都用在刀刃上。这种技术不仅提高了水资源的利用效率,还极大地减少了因过度灌溉导致的土壤盐碱化和水土流失问题。无人机和卫星遥感技术也被广泛应用于农田管理,通过高精度的图像和数据采集,这些设备能够识别作物的生长状态和需水程度,为灌溉决策提供科学依据。智能灌溉控制器与物联网技术的融合,使得灌溉系统更加智能化,农民可以通过智能手机或电脑远程监控和控制灌溉设备,实现了全天候、全方位的管理。此外,滴灌和微喷灌技术在节水中展现出巨大潜力,它们能够直接将水分输送到作物根部,减少水分蒸发和流失,提高灌溉的精确度。这些技术的应用,不仅大幅提升了农作物的产量和品质,还减轻了农民的劳动强度,为农业可持续发展注入了新的动力。

3 节水管理策略的现状与挑战

3.1 传统节水管理策略的回顾

节水管理策略的现状与挑战,特别是在新疆这样水资源极其匮乏的地区,显得尤为复杂而紧迫。传统节水管理策略在多年的实践过程中积累了丰富的经验,但也在新时代下面临着诸多挑战。新疆地区长期依赖于渠道灌溉和大水漫灌,这种方式虽然简便,但水资源浪费严重,导致土壤盐渍化和地下水位下降等问题日益突出。为了应对这一困境,不少农田开始采用节水灌溉技术,如滴灌和微喷灌,这些技术在提高灌溉效率的同时,也显著减少了水分蒸发和流失。然而,传统策略的转变并非一帆风顺,农民对新技术的接受程度和操作熟练度成为一大瓶颈。此外,设备的维护成本和初期投资也是制约节水技术普及的因素之一。传统节水管理策略中,水权分配和用水制度的管理也显得相对滞后,无法满足现代化农业生产的需要。面对这些挑战,必须大力推进技术创新和政策支持,优化水资源管理方式,提高农民的技术培训和意识,才能真正实现节水管理的现代化和高效化。

3.2 新时期节水管理的挑战

在新时期,新疆地区的节水管理策略正面临着前所未有的挑战,这些挑战不仅考验着技术的应用水平,更是对整个管理系统的综合考验。尽管滴灌、微喷灌等现代化节水技术已在新疆广泛推广,但农民的技术培训和设备维护水平参

差不齐,导致很多先进设备未能充分发挥其节水效能^[2]。同时,随着农业规模的扩大和种植结构的优化,水资源的需求量不断增加,传统的水权分配机制已经难以满足现代化农业生产的需要,亟需更为科学和公平的水权管理方式。气候变化带来的极端天气事件,如干旱和暴雨,也对节水管理提出了新的要求,如何在不稳定气候条件下确保农田灌溉的可靠性和稳定性,成为一大难题。此外,一些农田地处偏远,无线通信和电力设施不足,限制了智能灌溉系统的全面应用。面对这些挑战,新时期的新疆节水管理需要更加注重技术创新和政策支持的结合,既要完善基础设施建设,提高设备的智能化和自动化水平,还要加强农民的技术培训和意识教育,优化水资源的分配和管理机制。

3.3 节水管理策略的创新需求

新疆地区的节水管理策略在新时代背景下显得尤为迫切,不仅是因为水资源的稀缺性,更是因为传统方法在面对现代农业生产和气候变化时显得力不从心。创新需求已经成为推动节水管理进步的关键力量。例如,智能灌溉系统的应用,通过集成物联网技术、大数据分析和人工智能算法,能够实现精准灌溉,减少水资源的浪费。然而,创新并非一蹴而就,技术的普及和农民的接受度之间存在明显的鸿沟。在一些偏远地区,无线通信和电力设施的不足,使得先进的智能灌溉设备难以发挥作用,这需要政府和社会各界共同努力,改善基础设施建设。同时,节水管理策略的创新还应注意制度层面的改革,现有的水权分配和用水管理制度已经显得滞后,难以适应现代农业发展的需求。如何建立科学、公平、透明的水权交易市场,确保水资源的有效配置,是一个亟待解决的问题。此外,技术创新和政策支持的结合也至关重要,通过制定激励措施和提供技术培训,可以激发农民采用新技术的积极性,提升整体节水管理水平。

4 新时期智慧灌溉技术与节水管理策略的结合

4.1 智慧灌溉技术在节水管理中的应用

在新疆这片广袤而资源禀赋的土壤上,智慧灌溉技术与节水管理策略的结合正逐渐成为现代农业的标配,而这背后,蕴藏着对资源高效利用的深刻思考和强烈渴望。智慧灌溉技术通过物联网、大数据和人工智能等手段,能够精准监测农田的水分需求,实时调整灌溉策略,极大地提高了水资源的利用效率。例如,智能传感器可以实时检测土壤湿度和气象参数,结合作物生长周期和需水规律,生成最优灌溉方案^[3]。在新疆这样的干旱地区,这种精准灌溉不仅减少了水分的浪费,还改善了作物的生长环境,提升了产量和质量。然而,智慧灌溉技术的应用也面临着诸多挑战,尤其是基础设施建设滞后和技术普及难题。电力和通信设施的不足,使得许多智慧灌溉设备难以在偏远地区稳定运行。与此同时,农民对新技术的接受程度和操作能力参差不齐,需要政府和社会提供更多的培训和支持。节水管理策略的创新,不仅仅

在于技术的引入,更在于管理和制度的优化。建立科学的水权分配机制和高效的用水监管体系,是实现智慧灌溉技术广泛应用的重要保障。政府应出台相关政策,鼓励农民使用智能设备,提供财政补贴和技术指导,同时加强科研投入,开发适应新疆独特气候和地理条件的智慧灌溉技术和系统。

4.2 节水管理策略的优化

在新疆这片干旱而富饶的土地上,节水管理策略的优化已成为智慧灌溉技术高效应用的必要条件,二者相辅相成,共同推动着现代农业的可持续发展。新疆地区水资源匮乏,但农业需求巨大,这使得节水管理策略的优化显得尤为迫切。例如,石河子市的一处大型农田,通过引入智慧灌溉系统,实现了土壤湿度和气象数据的实时监测,结合精准的灌溉模型,显著提高了水分利用效率。然而,智慧灌溉技术的应用不仅仅是硬件的投入,更需要科学的管理和制度的保障。在实际操作中,石河子市建立了一套完整的农田灌溉管理制度,包括水权分配、用水监测和节奖超罚机制。这套制度有效保证了水资源的公平分配和高效使用,使得智能灌溉系统真正发挥了应有的作用。此外,政府还积极推广智能化的农田管理平台,通过平台提供气象预报、病虫害预警和灌溉建议,帮助农民科学管理农田,减少了不必要的用水浪费。节水管理策略的优化,还需要注重农民的培训和技术普及。新疆农业大学与当地政府合作,定期举办智慧灌溉技术培训班,提升农民的技术水平和节水意识。通过这些举措,智慧灌溉技术不仅在技术层面上实现了突破,更在管理和应用层面上得到了广泛认可和支持。

4.3 智慧灌溉技术与节水管理的经济效益与社会效益

在新疆这片广袤而富有潜力的土地上,智慧灌溉技术与节水管理策略的结合,不仅在经济效益上展现了巨大潜力,更在社会效益上产生了深远影响。以阿克苏地区为例,该地区的棉花种植一度因传统灌溉方式的高耗水问题而饱受困扰,但在引入智慧灌溉技术后,农田的用水效率显著提升^[4]。据统计,使用智能灌溉系统的棉田,平均节水率达到了30%,同时棉花产量提高了15%。这种效益不仅让农民的收入大幅增加,还缓解了区域水资源的紧张状况,保护了脆弱的生态环境。智慧灌溉技术的应用,不仅依赖于先进的

硬件设备,更需要科学的管理策略。阿克苏市政府通过建立节水奖励机制,对采用智能灌溉的农户给予补贴和奖励,极大地激发了农民的积极性。此外,政府还设立了专门的灌溉管理信息系统,实时监测各农户的用水情况,确保水资源的公平分配和高效利用。社会效益方面,智慧灌溉技术的推广,显著改善了农田的生态环境,减少了土壤盐碱化和地下水位下降的问题,使农田更加可持续发展。例如,阿克苏地区的农民反映,智能灌溉系统不仅能精准控制灌溉水量,还能减少化肥的使用,从而减轻对土壤和水源的污染。这些变化,不仅提升了农田的生态质量,还造福了当地居民,改善了他们的生活环境。智慧灌溉技术与节水管理策略的紧密结合,不仅在经济上创造了可观的收益,更在社会上树立了生态优先的发展标杆,为新疆乃至全国的农业现代化提供了宝贵经验。

5 结语

综上所述,智慧灌溉技术与节水管理策略的结合,不仅为现代农业提供了可靠的水资源保障,还极大地推动了农业生产效率的提升和可持续发展。通过先进的智能传感器和大数据分析,智慧灌溉能够实现精准灌溉,减少水资源浪费,同时提高作物产量和品质。节水管理策略的创新需求在新时期显得尤为迫切,通过科学规划和优化管理方式,可以更好地解决水资源分配和利用问题。两者的结合,不仅在经济效益上带来显著回报,更为社会的和谐与生态环境的保护作出了重要贡献。未来,进一步的技术创新和政策支持将是推动智慧灌溉与节水管理融合发展的关键。

参考文献

- [1] 柯雯.电力提灌水利工程泵站信息化技术的应用分析[J].水电水利, 2023, 7(1):7-9.
- [2] 张丽珠.农田水利灌溉的模式及节水技术研究——评《农田水利基础理论与应用》[J].人民黄河, 2023, 45(3):58-65.
- [3] 张晓君.农田水利灌溉设计和节水管理措施探析[J].电脑爱好者(普及版), 2023(5):479-480.
- [4] 尹丽丽.农田水利高效节水灌溉技术应用对策探讨[J].河北农机, 2023(4):118-120.

The Current Situation and Development of River and Lake Property Management in Hebei Province

Haiye Wang¹ Tieqiang Wang¹ Huiying Miao¹ Yunpeng Xing² Zhenbo Ma¹

1. Hebei Research Institute of Water Resources, Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

2. Hebei Shuike Engineering Technology Service Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract

River and lake property management refers to the government and social forces signing service contracts to fulfill river and lake management and protection tasks, and building a new pattern of intelligent, professional, and standardized river and lake governance and management protection. Based on the investigation and analysis of the current situation of river and lake management in Hebei Province, this study explores the property management mode of rivers and lakes in Hebei Province, develops a performance evaluation index system for river channel managers, studies the introduction mechanism of the river and lake property management market, and forms a property management system for rivers and lakes in Hebei Province. Through strengthening organizational leadership, promoting diversified digital management, and other measures, we work together to form a guarantee. The government takes the lead in supervision and the market operates together, forming a normalized management and protection mechanism, comprehensively improving the ecological environment of rivers and lakes, and helping to build a happy river and lake.

Keywords

River and lake management and protection; Property - based management; Performance appraisal

河北省河湖物业化管理现状及发展

王海叶¹ 王铁强¹ 苗慧英¹ 邢云朋² 马振波¹

1. 河北省水利科学研究院, 中国·河北 石家庄 050000

2. 河北水科工程技术有限公司, 中国·河北 石家庄 050000

摘要

河湖物业化管理, 即政府与社会力量通过签订服务合约, 履行河湖管护任务, 构建智慧化、专业化、标准化的河湖治理和管理保护的新格局。在对河北省河湖管理现状调研分析的基础上, 探究河北省河湖物业化管理模式, 研究制定河道专管员绩效评价指标体系, 研究河湖物业化管理市场引入机制, 形成河北省河湖物业化管理体系, 通过加强组织领导、推行多元化数字化管护等措施合力形成保障, 政府监管主导和市场运作联合“两手发力”, 形成常态化管护机制, 全面提升河湖生态环境, 助力建设幸福河湖。

关键词

河湖管护; 物业化管理; 绩效考核

1 引言

河湖治理是百年大计, 关系国计民生, 需要全社会广泛参与。全面推行河湖长制以来, 河北省开展大规模河湖清理整治行动, 扎实推进幸福河湖建设, 全省河湖面貌发生历史性好转。当前, 河湖保护治理工作已经由“专项治理、集

中治乱”转到“综合治理、长效管理”的新阶段, 亟需探索更高效、更长效、更智慧、更专业的管理机制。

作为完善水治理体系、保障国家水安全的重大制度创新, 河长制负责对所辖行政区域内水资源保护、河湖水域岸线管理保护、水污染防治、水环境治理、水生态修复等河湖管理保护工作进行跨部门、多主体、跨地区协调整合的制度设计。然而, 河长制实质上沿袭了对政府权威的高度依赖和信息的纵向传递, 面临着协同的能力困境、组织逻辑困境以及责任困境等挑战。同时, 河长制存在河长办人少而不专的“小马拉大车”难题, 且无法根除委托代理问题, 因此, 综合多元化水生态水环境治理机制, 发挥社会力量在资金、技术与企业化运作经验方面的优势, 结合智慧化信息化河长制信息平台的支撑, 建立河湖物业化管理体系, 有助于进一步

【课题项目】河北省省级水利科技计划项目: 河北省河(湖)长制考核评估指标体系构建与应用(2024-07); 河北省河湖物业化管理体系研究(2024-52)。

【作者简介】王海叶(1991-), 女, 中国河北曲阳人, 硕士, 工程师, 从事河湖保护研究。

提升河长制的制度效能,解决河湖管理保护“最后一公里”不到位问题。

近年来,物业化管理较多应用于居民小区管理、新农村建设甚至城管执法等领域,而关于河湖物业化治理的研究,目前少见研究发表,仅有几处试点探索相关经验。福建省永泰县、福安市等地河长办通过政府采购方式购买第三方服务,推行全域河湖物业化管理,通过成立福安市河道专管员物业化管理中心,招聘组建了包括物业中心管理人员,河湖信息平台监管员及河道专管员的管理团队;山东省济南市天桥区将物业管理手段运用到河湖生态管理中;广东省深圳市与专业的物业管理公司万科公司开展合作,引进精细化、科技化管理理念,在深圳市河流水质科技管控项目中使用高科技管控手段。

综上所述,河湖物业化治理目前处于起步试点阶段,河北省河湖物业化治理建设尚未正式开展,论文旨在构建河北省河湖物业化管理体系,探索专业化市场主体协助构建河湖管理体系,充分发挥政府作用和市场机制,为提高河道治理能力提供重要制度保障。

2 河北省河湖物业化管护现状

河湖物业化管理,即政府与社会力量通过签订服务合同,履行河湖管护任务,构建智慧化、专业化、标准化的河湖治理和管理保护的新格局。

2.1 现状河湖物业化管护模式

基于当前全省河湖日常管护工作基础,根据河湖规模和管护目标,建议通过直线式、委托式或项目式三种模式实现河湖物业化管理。

直线式管理。乡、镇结合实施乡村振兴战略,聘请临河傍湖村庄居民开展河湖日常巡查、保洁等工作,明确绩效任务目标,由村级河长对人员开展日常管理,通过河湖物业化管理模块对工作情况实施信息化管理。

委托式管理。县(市、区)结合农村垃圾收转运处置、河湖园林化管理等工作,委托第三方公司成立河湖巡查保洁队伍,明确绩效任务目标,由第三方公司对人员及绩效进行管理,同时可通过河湖物业化管理模块实施信息化管理。

项目式管理。县(市、区)成立河湖物业化管理项目部,设项目经理1名,根据河湖规模及管护要求,设物业经理和巡河保洁员各若干名,建立绩效管理制,搭建管理组织架构,严格日常管理,同时通过河湖物业化管理模块实施信息化管理。

2.2 现状河湖物业化管护存在问题

政策支持不足。河湖物业化管理尚处于起步探索阶段,河北省尚未全面开展河湖物业化管理建设工作,导致某些想进一步探索物业化管理的县区,筹措资金时无文件可依循。

资金支持不够。由于资金不足的掣肘,地方河长无法给予实现物业化管理的县域足够的奖励激励,导致已开展物

业化管理的县域长效运转动力不足,未开展物业化管理的县域内生动力也不足,不利于物业化管理全面推行。

机制落实困难。目前各地聘用的河道保洁员,多为就近选择,属当地居民或贫困户,除部分专业保洁公司外,大部分保洁员老龄化严重、个人职业素养偏低,且工资较低,几乎无奖励绩效,导致业务能力水平参差不齐,个别人员不清楚河湖管护范围界线,因此仅对河道内的零散垃圾进行清理,导致物业化管理机制仅停留在河道基础保洁,无法落实更专业、更智慧的物业化管理措施。

3 河北省河湖物业化管护体系构建

3.1 组建巡河队伍

各县(市、区)河长办负责摸清河(湖)流经沿线河段情况,采用网格化组织形式,合理划定河道专管员的巡查范围。

各县(市、区)河长办确定河湖物业化管理河段(湖泊),根据河段数量、大小和任务轻重等实际情况组成巡河队伍,按照河道管理范围合理划分巡河小组,每个小组配备相应河道专管员,每名河道专管员负责M公里左右的河道管理(M大于等于1,可根据地方实际情况酌情设置),河道宽、任务重的地方可适当调整配置,确保每个河段全覆盖,保护管理目标任务全落实,巡查实现河段全覆盖式巡河。

各县(市、区)河长办负责统筹河道专管员的选聘和管理,制定选聘办法,建立巡查工作机制。巡查主要包括:1.巡查范围内有无乱占(未依法经省级以上人民政府批准围垦河道,非法侵占水域、滩地,种植阻碍行洪的林木及高杆作物等)乱采(未经许可在河道管理范围内采砂,不按要求采砂,在禁采区、禁采期,未经批准在河道管理范围内取土等)乱堆(河湖管理范围内乱扔乱对垃圾,倾倒、填埋、贮存、堆放固体废物,弃置、堆放阻碍行洪的物体等)乱建(擅自占用,未经许可和不按许可要求建设涉河项目,河道管理范围内修建阻碍行洪的建筑物、构筑物等)。2.河长公示牌是否破损、遗失,重点关注是否影响信息公示。3.有无工业废水、养殖废水及其他生活污水直排河道。4.水面是否有大面积漂浮物(垃圾、藻类等)。5.是否存在非法畜禽、水产养殖。6.河道施工有无审批。7.河道内是否存在电、捕、毒、炸鱼等非法行为。

3.2 建立绩效管理体系

河湖物业化管理体系的关键是市场化机制主导的河道专管员绩效管理体系。河道专管员绩效考核分基础绩效和奖励绩效。基础绩效主要考核河道专管员基础工作能力和效果,应具备针对性、及时性、公开性和适度性。奖励绩效可分季度或分年度设置,根据基础绩效考核情况采用“金字塔式”分配政策,切实起到鼓励作用,提高河道专管员的工作积极性。有重大立功表现,可另设奖励资金。

河道专管员基础绩效考核体系应包括但不限于出勤率、

保洁工作完成情况、参加培训情况等考核指标。

奖励绩效考核体系应取基础绩效考核前 N 名作为奖励绩效发放对象，并分为头部、腰部、腿部三类奖励群体。头部设 1 名，奖金占全部奖励资金的比例不低于 $3/N$ ；腰部设 X 人，腰部总奖励资金占全部奖金的比例不低于 X/N ，平均每个名额奖金约占全部奖励资金的 $2/N$ ，排名前后可浮动 10%~20%；腿部设 $(N-X-1)$ 人，腿部总奖励资金占全部奖金的比例不低于 $(N-X-1)/N$ ，平均每个名额奖金约占全部奖励资金的 $1/N$ ，排名前后可浮动 10%~20%。

以奖励前 10 名为例，奖励金字塔机制为：（1）头部奖励。设 1 个名额，第 1 名，奖金为全部奖励资金的 $1/5$ 。（2）腰部奖励。设 3 个名额，第 2~4 名，总奖金占全部奖励资金的 $2/5$ ，平均每个名额奖金约占全部奖励资金的 $2/15$ ，排名前后可浮动 10%~20%。（3）腰部奖励。设 3 个名额，第 5~10 名，总奖金占全部奖励资金的 $2/5$ ，平均每个名额奖金约占全部奖励资金的 $1/15$ ，排名前后可浮动 10%~20%。

同时，根据河道专管员基础绩效考核情况，依实际情况可制定相应的惩罚机制。惩罚指标应明确、公平，切实起到反向激励作用。

3.3 稳定河湖管护资金投入

建议省级将河湖管护内容列入财政专项资金，鼓励市级政府将基层河湖巡查管护相关要求写入河湖管理或河湖长制相关文件规定，出台相关资金管理办，继续鼓励地方在合理范围内探索多渠道的筹资机制，充分结合“两手发力”的指导思想，统筹融合涉农、生态资本，积极探索河湖管护市场收益机制，推动河湖生态价值转换，鼓励资本积极探索河湖管护后的收益渠道。

绩效资金由各县（市、区）河长办统筹使用，绩效金额设置标准由各地根据实际情况确定。河长办加强资金的日常监管，重点对资金使用、人员履职、任务完成等情况进行监督检查，确保资金效益和使用安全。

3.4 开展河管员业务培训

市、县河长办可不定期组织河湖管理的相关业务培训。鼓励河道专管员积极参加地方河长办组织的河湖长培训班，以及其他定期组织的河湖管理工作相关的会议或培训。培训所需经费按规定列入河湖物业管理经费预算，并按相关规定严格落实培训经费管理。

可灵活采取线上或线下培训形式，以岗位实训为主，采取专题培训、在线学习等方式，充分发挥网络培训优势，

鼓励培训人员线上自学。物业化管理模块定期发布相关培训视频，组织河道专管员定期观看学习。线下培训频率不低于每半年 1 次，线上培训不设上限。根据河长制长效联合管护机制需要，可开展联合培训。

培训内容应当注重针对性和实用性，重点抓好业务工作能力、河湖管理基础知识等培训，不断提高岗位技能水平。业务工作能力培训应当包括信息上报流程、绩效考核等内容。河湖管理基础知识培训应当包括河长制基本常识、河长牌维护标准、河道管理条例等内容。业务培训重在规范履职，应当适应专业化、专门化、精细化要求，严格遵循相关标准制度。根据实际工作需要设置培训课程，做到干什么学什么、缺什么补什么。

定期开展培训考核，采取学分制等方式，将培训考核结果作为上岗、任职、晋升等的依据之一，将培训考核列入基础绩效管理。未按规定参加培训或者考核不合格的，依规扣除基础绩效。

4 结语

构建河湖物业化管理体系，扩展智慧化、专业化、标准化的河湖治理和管理保护的新格局，是满足群众对美好生活需求的必要措施。实施河湖物业化管理，即政府与社会力量通过签订服务合约，履行河湖管护任务，将河湖长制的大网织就得更细更密，构建智慧化、专业化、标准化的河湖治理和管理保护的新格局，实现河湖管理考核“标准化”、河湖管理模式“市场化”、河湖管理成效“示范化”。

论文通过深入调研河北省河湖物业化管理现状，详细分析了河北省河湖物业化管理存在的问题及未来应采取的措施，为河北省全面探索河湖物业化管理崭新河湖管护格局提供了宝贵的理论支持和实践指导。

参考文献

- [1] 刘景伟.滨州市主城区河道物业化管理初探[J].山东水利, 2016(9):2.
- [2] 罗林峰,裴瑶.水利工程物业化管理的几点思考[J].水利发展研究, 2022(003):022.
- [3] 陈维惠.福建省小型水库物业化管理机制探讨[J].水利科技, 2020(3):2.
- [4] 黄文杰,李卫国,高益平.关于浙江水利数字化转型过程中水利工程物业化管理的一些思考[J].浙江水利科技, 2020, 048(006):16-17,19.

Discussion on the application of Internet of Things technology to environmental energy saving and emission reduction

Hua Lin

The Architectural Design & Research Institute of Zhejiang University Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 310028, China

Abstract

In order to further explore the application of Internet of Things technology in the field of environmental energy saving and emission reduction, and improve the application effect of Internet of Things technology in environmental energy saving and emission reduction, this paper analyzes its technical principles and advantages, combined with practical application cases, and reveals the potential of Internet of Things in reducing energy consumption, optimizing resource utilization and reducing environmental pollution. The results show that the Internet of Things technology has shown significant application effects in environmental energy saving and emission reduction, which not only improves energy efficiency, but also promotes green and low-carbon development. It can be seen that the Internet of Things technology has broad application prospects in environmental energy saving and emission reduction, and technological innovation and industrial application should be further promoted in the future to achieve green sustainable development.

Keywords

Internet of Things technology; Environmental energy conservation and emission reduction; Application strategy

物联网技术对环境节能减排的应用探讨

林华

浙江大学建筑设计研究院有限公司, 中国·浙江 杭州 310028

摘要

为深入探讨物联网技术在环境节能减排领域的应用,提高物联网技术在环境节能减排中的应用效果,本文通过分析其技术原理和优势,结合实际应用案例,揭示物联网在降低能源消耗、优化资源利用和减少环境污染方面的潜力。结果表明,物联网技术在环境节能减排方面展现出显著的应用效果,不仅提高了能源使用效率,还促进了绿色低碳发展。由此可见,物联网技术在环境节能减排方面具有广阔的应用前景,未来应进一步推动技术创新和产业应用,以实现绿色可持续发展。

关键词

物联网技术; 环境节能减排; 应用策略

1 物联网技术在环境节能减排中的应用原理

如图1所示,通过物联网设备将传感器数据实时传输至数据中心,实现远程监控和数据采集。对传感器采集的数据进行统计分析,得出环境参数的历史趋势,根据历史数据和实时数据,建立能耗预测模型;根据能耗预测模型,自动调整设备运行状态,实现节能减排;通过不断优化算法,提高节能减排效果。根据数据分析结果,设定节能减排目标;根据目标,制定相应的控制策略,如调节空调、照明、通风等;实时监测设备运行状态,确保节能减排措施得到有效执行。

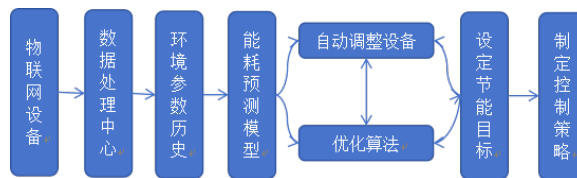


图1 物联网技术在环境节能减排中的应用原理

2 物联网技术在环境节能减排中的具体应用

2.1 智能能源管理系统

2.1.1 家庭能源管理

在家庭用电中,通过安装智能电表、插座等设备,实现家庭用电量的实时监测,帮助用户了解家庭用电情况,减少不必要的浪费。

以某智能家居公司为例,该公司推出了一款智能能源管理系统,通过物联网技术,实现对家庭电、水、气等能源的实时监测、智能调节和优化使用。该系统通过物联网技术

【作者简介】林华(1985-),男,中国浙江杭州人,本科,高级工程师,从事建筑智能化研究。

将家中的各种智能设备连接起来，实现智能化管理和控制的系统。利用传感器、无线通信、云计算等技术，将家庭内的灯光、窗帘、空调、安防、音响等设备纳入一个统一的智能网络中，用户只需通过智能手机、平板电脑等智能终端，随时随地控制和管理家中的一切。

2.1.2 工业能源管理

工业生产过程中，通过物联网技术，对工业生产过程中的能源消耗进行实时监测和分析，优化生产工艺，降低能耗，实现工业生产过程节能。利用智能传感器、执行器等设备，对工业设备进行远程监控和控制，降低设备故障率，提

高设备利用率^[1]。

某钢铁企业通过引入物联网技术，实现了生产过程中的能源优化配置和节能减排。该系统内容如图 2 所示，系统通过传感器、数据采集器等设备，实时采集企业各类能源消耗数据。对采集到的数据进行清洗、过滤、转换等处理，确保数据的准确性和可靠性。将处理后的数据存储到数据库中，为后续分析和提供数据支持。再利用数据处理技术，对采集到的能源数据进行统计分析，找出能源消耗规律和异常情况。经过调整优化，提高了能源利用效率，实现了节能减排。

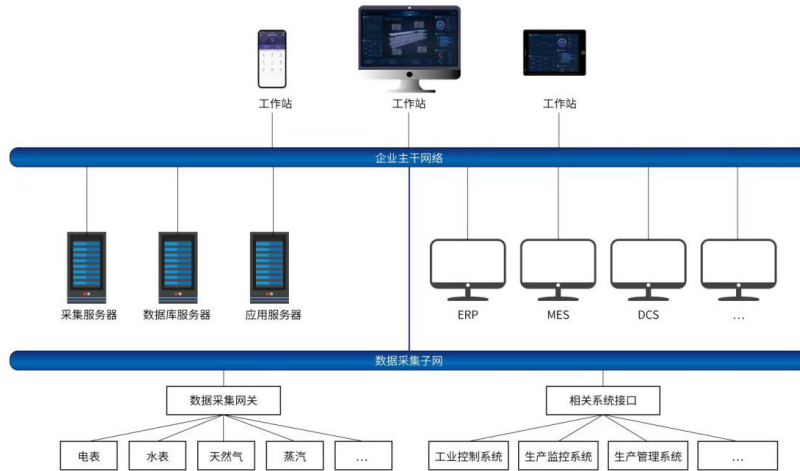


图 2 钢铁企业能源管理系统内容

2.2 智能交通与物流

2.2.1 优化交通流量

在智能交通中，通过在道路上安装传感器、摄像头等设备，实时收集交通流量、车速、交通信号灯状态等信息。这些数据被传输至智能交通管理系统，系统通过大数据分析，对交通流量进行实时监控和动态调整^[2]。

我国某城市利用物联网技术，通过智能交通管理系统，对交通流量进行实时监控和优化。如图 3 所示，系统由中心子系统、路侧子系统及交通参与子系统组成。中心子系统通过云控平台实现第三方应用服务平台管理；路侧子系统利用物联网技术，将边缘计算设备与交通安全与管理设施按需对接起来，通过部署在道路上的传感器，收集交通流量数据，并将数据传输至交通参与子系统。交通参与子系统根据实时数据，对信号灯进行智能控制，实现交通流量的合理分配。

2.2.2 降低运输能耗

物联网技术在物流领域的应用，有助于降低运输能耗，实现节能减排。我国某大型物流企业通过应用物联网技术，对运输车辆进行实时监控，降低运输能耗。企业利用物联网技术，采用 GPS 定位、车载传感器等设备，实时监测车辆行驶速度、油耗等数据，实现全程追溯、安全运输、冷链控制及效率优化。利用大数据技术实现需求预测、维修预测、供应链预测及网络规划。利用人工智能技术进行智能运营、

图像识别、决策辅助及智能调度等。通过仓内技术、干线技术、“最后一公里”技术及末端技术的支持，实现货物有效识别等。

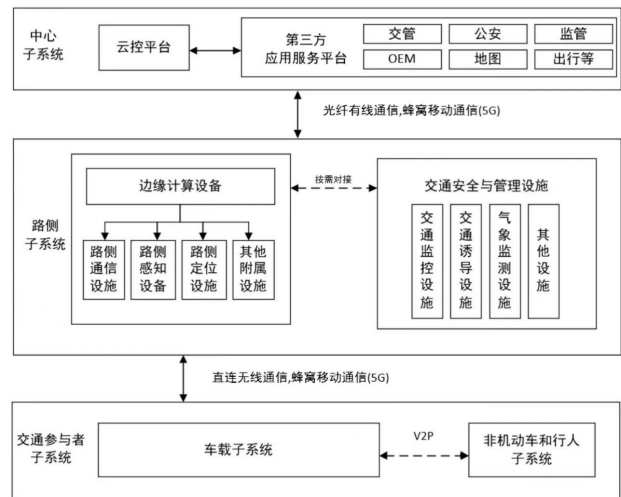


图 3 基于物联网技术的智能交通管理系统示意图

2.3 智能建筑

2.3.1 空调系统的智能控制

通过物联网技术，智能建筑可以实现空调系统温度的自动调节。当室内温度超过设定值时，空调系统自动启动降

温；当室内温度低于设定值时，空调系统自动停止降温^[3]。例如，某大型写字楼通过物联网技术实现了空调系统的智能控制，系统采用无线传感器网络对室内环境进行实时监测，并根据预设的节能模式自动调节照明和空调设备。在手机上就可以远程操控，有效降低了能源消耗。

2.3.2 能源消耗监测与管理

智能建筑通过物联网技术，实时监测建筑内各种设备的能源消耗情况，包括电力、燃气、热水等。这样可以及时发现能源浪费问题，为节能减排提供数据支持。通过对能源消耗数据的分析，智能建筑可以预测未来的能源需求，合理安排能源使用计划，降低能源消耗^[4]。某大型工业园区为了提高能源利用效率，降低能源消耗，决定引入物联网技术对园区内的能源消耗进行实时监测与管理。在园区内安装了智能能源监测设备，包括电能表、水表、燃气表等，这些设备能够实时采集能源消耗数据。通过无线通信技术，将监测设备采集的数据传输至中央控制平台。中央控制平台利用物联网技术，对数据进行实时分析，生成能耗报表，并对能耗异常情况进行了预警。结合大数据分析，园区管理者能够对能源消耗进行趋势预测，优化能源调度。

2.4 环境监测与污染治理

2.4.1 空气质量监测

在关键区域如城市中心、工业区、交通要道等，部署空气质量监测传感器，实时监测PM2.5、PM10、SO₂、NO₂、CO等污染物浓度。传感器采集到的数据通过网络实时传输至云端数据中心，实现数据的集中管理和分析。

近年来，各城市均通过物联网技术，对空气质量进行实时监测，并采取相应措施改善空气质量。以杭州市为例，通过对各区县设置空气质量传感器，实时接收监测数据，将各不同时间段的监测数据进行同步分析，判断变化趋势，为政府决策提供数据支撑。另外，杭州市近年将全市几百辆城市出租车和公交车“武装”成了一个移动微型空气监测站。安装在车辆上的小型感知设备，对沿路空气中的颗粒物浓度进行实时监测，每秒刷新一组数据，这些大数据最终形成整个城市的空气实时图像。

2.4.2 水质监测与治理

在水体中部署水质监测传感器，实时监测水温、pH值、溶解氧、浊度、重金属等指标。某沿海城市为了改善水质，保障居民饮水安全，决定采用物联网技术对城市主要水源地进行水质监测与治理。在水源地安装了水质监测传感器，包括pH值、溶解氧、氨氮等参数的监测设备。利用物联网技术，将水质监测数据实时传输至城市水质监测中心。水质监测中心建立了一个数据分析和预警系统，对水质变化进行实时监

控，并设定水质标准阈值。当水质数据超过标准阈值时，系统会自动报警，并启动应急处理机制。通过对水源地周边污染源的监控，如污水处理厂、农业排放等，采取针对性的治理措施。该地区实现了对水源地的全面监控，水质改善显著，居民饮用水安全得到了有效保障。

杭州市2024年8月各区、县(市)环境空气质量状况

区(县、市)	1-8月			8月					
	优良率(%)	排名	同比变化(百分点)	PM2.5(μg/m ³)	排名	同比变化(%)	优良率(%)	PM2.5(μg/m ³)	排名
滨江区	77.2	10	-4.8	30.1	7	15.3	58.1	20.5	8
萧山区	75.9	12	-7.1	35.2	13	11.4	46.7	24.3	14
拱墅区	76.2	11	-6.9	31.9	11	5.3	45.2	20.1	6
临平区	72.2	13	-6.0	36.3	14	24.7	45.2	18.7	3
西湖景区	78.3	9	-7.3	27.9	3	12.0	41.9	19.4	4
西湖区	80.9	5	-6.1	28.1	4	5.6	58.1	20.7	10
钱塘区	71.7	14	-9.3	32.7	12	9.0	43.3	21.1	11
上城区	79.7	6	-2.7	31.6	9	7.8	58.1	20.5	8
桐庐县	92.2	3	-0.4	28.6	5	2.1	90.3	21.2	12
淳安县	95.9	1	-1.2	19.3	1	-1.0	96.8	15.2	1
建德市	95.9	1	-0.4	24.1	2	0.8	96.8	18.1	2
富阳区	81.7	4	-3.4	29.6	6	6.1	63.3	23.1	13
临安区	79.5	7	-8.3	31.1	8	8.4	64.5	20.2	7
余杭区	78.6	8	-10.3	31.6	9	11.3	71.0	19.6	5
杭州市	76.6	-	-6.9	31.2	-	10.2	48.4	20.7	-

备注：1、评价标准为环境空气质量标准(GB3095-2012)。“+”表示上升，“-”表示下降；
2、优良率：指某一时间段中，环境空气质量指数(AQI)达到优和良等级的天数占总有效天数的百分比；
3、优和良等级的天数：根据SO₂、NO₂、PM₁₀、PM_{2.5}、CO、O₃不同的目标浓度限值折算成空气质量指数(AQI)其中最大值为当日AQI，当天AQI不高于100为优良天。

(数据来源：杭州市生态环境局)

3 结论

物联网技术通过传感器、网络通信、数据处理等技术手段，实现对环境数据的实时监测和智能分析，具有实时性、广泛性、智能化等优势。在环境监测、智能电网、绿色建筑、废弃物处理等领域，物联网技术已得到广泛应用，有效提升了环境管理效率和节能减排效果。未来，物联网技术与人工智能、大数据等技术的深度融合，将进一步提升环境监测和管理的智能化水平。跨领域、跨地区的物联网应用将更加广泛，实现资源优化配置和协同治理。物联网技术在环境领域的应用将逐步走向标准化，促进技术的普及和推广。

参考文献

- [1] 陆齐,陈瑾.物联网环境下医院照明系统节能改造[J].照明工程学报,2023,34(06):89-94.
- [2] 谭云月.基于物联网技术的基站节能系统设计[J].物联网技术,2022,12(07):100-101+106.
- [3] 王志强.基于网络坐标的物联网节能分簇路由算法[J].成都工业学院学报,2021,24(04):53-57.
- [4] 张鑫龙,王冬,朱强,等.宜兴智慧云平台的应用[J].绿色建筑,2021,13(06):91-93.
- [5] 吴爽.物联网环境下时空相关性感知数据节能收集研究[D].中国地质大学(北京),2021.

The influence of industrial exhaust emission on ambient air quality and the prevention countermeasures

Dongli Guo¹ Yanwei Wang¹ Peng Zhang²

1. Inner Mongolia New Innovation Environmental Technology Co., Ltd., Hohhot, Inner Mongolia, 010052, China

2. Inner Mongolia Green and Environmental Protection Technology Co., Ltd., Hohhot, Inner Mongolia, 010010, China

Abstract

Industrial exhaust gas emission has always been one of the important factors affecting the ambient air quality. At present, with the continuous development of the industry, the industrial waste gas emissions continue to increase, and the impact on the environmental air quality is increasing. This paper analyzes the specific impact of industrial waste gas emission on ambient air quality in detail. The research results show that the main image factor for the deterioration of ambient air quality is the emission of industrial waste gas, among which the "two high" industries of petrochemical industry, coal chemical industry, smelting, steel and coal burning industry are the most serious. This paper puts forward the corresponding prevention and control countermeasures, including increasing the investment in industrial pollution control, improving environmental protection regulations, and promoting cleaner production technology, which will have a positive impact on the improvement of environmental air quality. This study aims to effectively solve the problem of industrial exhaust emissions, provide scientific prevention strategies, and make important contributions to society.

Keywords

industrial exhaust emissions; ambient air quality; air pollution; prevention and control countermeasures

工业废气排放对环境空气质量的影响及防治对策探讨

郭冬莉¹ 王艳薇¹ 张鹏²

1. 内蒙古新创环境科技有限公司, 中国·内蒙古 呼和浩特 010052

2. 内蒙古绿和环保科技有限公司, 中国·内蒙古 呼和浩特 010010

摘要

工业废气排放一直是影响环境空气质量的重要因素之一。目前,随着工业的不断发展,导致的工业废气排放量持续增加,对环境空气质量的影响不断加剧。本文详细分析了工业废气排放对环境空气质量的具体影响,研究表明,环境空气质量恶化的主要影响因素为工业废气的排放,其中以石油化工、煤化工、冶炼、钢铁和燃煤工业等“两高”行业的排放最为严重。本文提出了相应的防治对策,包括加大工业污染治理投入、完善环保法规、推广清洁生产技术等,将对改善环境空气质量产生积极影响。本研究旨在有效解决工业废气排放问题,提供科学的防治策略,并对社会做出重要贡献。

关键词

工业废气排放; 环境空气质量; 大气污染; 防治对策

1 引言

环境空气质量的恶化,已经成为全球性的紧迫问题。工业废气作为空气污染的重要来源,尤其是在工业化程度不断提升的当前,其对环境空气质量的影响引起了广泛关注。加重的大气污染、加剧的全球气候变暖现象等,都反映了工业废气排放带来了重大的环境风险。特别是石油化工、煤化工、冶炼、钢铁和燃煤工业的废气排放,成为环境空气质量恶化的主要责任者。然而,如何有效解决工业废气排放问题,

才能从根本上提升环境空气质量,这便是我们进行本研究的主要目的。本文将从工业废气排放的具体影响出发,进一步阐述如何应对并采取有效防治措施,包括加强工业污染的管理、完善环保法规、推广清洁生产技术以及加强环保教育等,力求为提高环境空气质量提供科学的防治策略,并为社会发展作出积极的贡献。

2 工业废气排放与环境空气质量的关系

2.1 工业废气排放的主要成分

工业废气的组成复杂且多样,其主要成分因行业类型和生产工艺的不同而存在显著差异,但总体可分为颗粒物和气态污染物两大类^[1]。颗粒物主要包括粉尘、烟尘及其他微细颗粒,这些物质通过吸入作用直接危害人类健康且可能在

【作者简介】郭冬莉(1989-),女,中国内蒙古乌兰察布人,本科,工程师,从事工业废气排放对环境空气质量的影响及防治研究。

空气中长期滞留,影响能见度和生态系统稳定性。气态污染物则以二氧化硫(SO_2)、氮氧化物(NO_x)、一氧化碳(CO)以及挥发性有机物(VOCs)为主,其中二氧化硫和氮氧化物是酸雨的主要成因,并对植物、土壤及水体具有显著腐蚀作用。一氧化碳对大气中的臭氧层平衡具有潜在破坏性,而挥发性有机物不仅可以直接损害健康,还与氮氧化物反应生成光化学烟雾。某些行业还可能排放大量温室气体如二氧化碳(CO_2)和甲烷(CH_4),对全球气候变化形成持续威胁。这些成分通过物理、化学及生物作用对环境空气质量带来了复杂且多层次的影响,是污染治理中的难点。

2.2 工业废气排放对环境空气质量的影响

工业废气排放对环境空气质量产生显著影响,其主要表现为污染物浓度的增加和空气质量的显著下降。工业废气中含有大量的大气污染物,如颗粒物($\text{PM}_{2.5}$ 、 PM_{10})、重金属、二氧化硫(SO_2)、氮氧化物(NO_x)以及挥发性有机化合物(VOCs)等,除直接影响环境空气质量外,各类污染物在大气中发生化学反应,形成光化学烟雾和酸雨,进一步危害生态系统和居民健康。这些污染物在大气层中的长期累积,还会削弱区域空气净化能力,降低环境承载力。大量的工业废气的排放引发温室效应加剧,间接导致极端天气事件的增加,加剧空气质量下降。总体而言,工业废气排放已成为恶化环境空气质量的关键因素之一,亟需关注与解决^[2]。

3 全球气候变化与工业废气排放的相关性

3.1 工业废气排放与全球气候变化的联系

工业废气排放与全球气候变化的联系体现在多方面,其主要机制是废气中的温室气体对全球气候系统的深远影响。工业废气中二氧化碳、甲烷、氮氧化物氟碳化物等温室气体的排放显著增强了温室效应,这些气体吸收红外辐射并阻碍地表热量向太空的散失,导致大气温度升高,直接引发全球气温的持续上升。一些工业废气中含有的气溶胶物质,如硫化物和黑碳,不仅改变了云的形成和降雨模式,还在一定程度上改变了地表反射率,进一步加剧了气候系统的不稳定性。长期来看,由于工业废气的大规模排放而引发的全球气候变化可能导致海平面上升、极端天气频率增加以及生态系统失衡等严重后果。全球气候变化问题的不断加剧表明,有必要深入了解工业废气排放对气候变化的机制和贡献,以制定针对性的减排措施,为全球气候治理提供科学依据。

3.2 工业废气排放对全球气候的影响

工业废气排放对全球气候的影响主要体现在其对温室气体浓度的显著提升以及气候系统的扰动上。工业生产过程中排放的大量二氧化碳、甲烷、一氧化氮等温室气体是导致温室效应加剧的关键因素。这些气体吸收和重新辐射长波辐射热量,显著增强了大气的保温效应,使全球平均气温持续升高,从而引发极端气候事件频发。工业废气中含有的大量

气溶胶物质对全球气候也具有复杂影响,一方面可通过直接散射或吸收太阳辐射影响大气能量平衡,另一方面可作为凝结核改变云的物理性质,影响降水模式。工业废气排放还破坏了臭氧层的完整性,加剧对紫外线辐射的暴露,进一步对气候系统造成深远影响。这些气候变化对生态系统、海平面上升以及农业生产等领域产生了连锁反应,对人类的生存环境构成重大威胁。

3.3 工业废气排放对地区气候的影响

工业废气排放对地区气候产生显著影响,包括改变局地温度、湿度及降水模式。大量废气中含有的二氧化碳、甲烷等温室气体导致区域气候变暖,悬浮颗粒物改变大气辐射传输特性,影响云的形成与降水分布。酸性气体的排放会引发酸雨,改变土壤和水体的自然状态,进一步加剧区域生态失衡。这些影响对区域农业生产、生态系统稳定与居民生活构成威胁。

4 工业废气排放的防治对策

4.1 加大工业污染治理投入的意义与方法

加大工业污染治理投入具有重要的环境和社会意义,是改善环境空气质量的关键举措。工业废气的排放长期以来对空气质量造成严重影响,尤其是石油化工、煤化工、冶炼、钢铁和燃煤工业的排放问题突出。通过增加环保投资,能够加速先进环保设施的引进与应用,有效削减废气中的有害成分。充足的资金支持能保障工业企业进行污染防治技术的开发与创新,从源头减少有害物质排放。增加投入还可以推动污染监测和监管体系的完善,提升执法效率,确保治理措施的执行到位。

在具体方法上,应建立多渠道的资金来源机制,包括政府财政支持、企业自主投入以及社会资本参与等。政策导向可通过财政补贴、税收优惠等手段激励企业投资于环保设施,鼓励先进治理技术的应用^[4]。严格的财政监督和透明度管理能确保治理资金的专款专用,提升资金使用效率。通过多领域协同推进,工业污染治理投入将为环境空气质量的改善提供强劲助力。

4.2 完善环保法规的重要性与方向

完善环保法规是防治工业废气排放的重要举措,其具有明确法律约束力,可有效规范企业排放行为,防止因违法排放导致的环境污染。健全的环保法规能够明确工业废气的排放标准、处罚机制和监督程序,从源头上遏制企业的不当排放行为,强化企业环境保护的责任意识。立法应适应不同行业的特点,设定差异化管理标准,确保法规的针对性与可操作性。加强法规的执法力度,通过引入科学评估体系和实时监测技术,提升法规的实施效果。通过国际法规的借鉴与本地实际相结合,逐步构建系统化、可持续的环保法律体系,从而优化环境治理机制,为提升环境空气质量提供坚实

保障。

4.3 清洁生产技术的推广对防治工业废气排放的贡献

清洁生产技术的推广在防治工业废气排放中具有重要作用。通过优化工艺流程、提高能源利用效率、减少污染物生成,可显著降低工业废气的排放量。以高效节能设备代替传统高排放设备,能够减少有害气体的排放强度。开发和应用先进的废气处理技术,如催化净化、吸附分离等,能够有效捕集和转化有害物质。推广使用低污染原材料和绿色工艺,有助于从源头减少污染,为改善环境空气质量提供技术保障。

5 环保教育对防治工业废气排放的影响

5.1 环保教育的需要与重要性

环保教育在工业废气排放的防治中具有不可忽视的重要性。当前,工业废气排放问题的加剧不仅源于技术和管理上的不足,还与公众环保意识薄弱密切相关。通过环保教育,可提升全社会对工业废气排放问题的认知水平,促使公众更深入地了解工业废气对环境空气质量及人体健康的危害,进而推动自觉参与环境保护行动。环保教育亦能为企业管理者和从业人员提供科学知识与技术指导,帮助他们更清楚认识环保法规和清洁生产的重要性。环保教育还能成为沟通社会、企业与政府间环保合作的桥梁,形成合力推动污染防治。通过增强教育覆盖面和影响力,有望实现环保理念的深度融入,最大程度减少工业废气对环境的不利影响。

5.2 环保教育内容与形式的探讨

环保教育内容与形式的合理设计是防治工业废气排放的重要手段之一。内容方面,需侧重于普及工业废气对环境空气质量及全球气候的危害,强调清洁生产技术与节能减排的重要性,传递环保法律法规的要求与惩戒措施,融入成功减排行动的实例分析,以提升公众接受度与认知深度。形式上,适宜采取多样化手段,结合线上与线下的教育方式,可有效扩大环保教育的覆盖面,提升防治工业废气排放的社会影响力。

5.3 环保教育对提高环境质量的实践案例

一些地区通过环保教育实践,显著提高了公众环保意识,并在工业废气防治中取得成效。例如,某市通过社区讲座、校园环保课程和公众宣传活动,普及污染危害与防治知识,当地工业企业积极采用清洁生产技术。同地区大气污染物浓度显著下降,空气质量逐年改善。这表明,环保教育不仅能推动公众意识转变,也能促进企业采取更加环保的运行方式,从而减轻工业废气对环境的危害。

6 工业废气排放防治对策的实施状况与成效

近年来,针对工业废气排放问题,各国加大了对环保领域的投入力度,并采取多种措施减少排放。这些对策在具体实施过程中取得了一定进展,部分地区的环境空气质量得到了改善。工业企业通过引进先进的清洁生产技术和设备,实现了能源的高效利用,减少了废气中污染物的排放浓度。特别是在钢铁、化工和燃煤等高污染行业,推广低排放生产工艺和安装废气处理设施的效果尤为显著。环保法规的逐步完善促使更多企业严格遵守排放标准,主动进行技术升级和污染物减排。

各地政府加强了对工业废气排放的监管力度,通过在线监测系统、第三方检测机构等手段,提高了废气排放的实时监控效率。一些地区还采取财政激励措施,支持企业开展污染治理项目,推动了绿色生产模式的普及。环保宣传和公众参与度的提升也在一定程度上增强了社会对空气质量改善的关注,从而形成了政策推动与公众支持相结合的治理体系。

7 结语

本文围绕工业废气排放对环境空气质量的影响及其防治对策进行了详细讨论。首先,本研究揭示了工业废气排放对环境空气质量的具体影响,包括不仅增加大气污染,加剧全球气候变暖等。此外,研究还发现,环境空气质量的恶化主要是由于工业废气排放,特别是化学工业、钢铁工业和燃煤工业的排放。然而,这样的问题并非无法解决。本文提出了一系列具有操作性和实用性的防治策略,如增加工业污染治理投入,完善环保法规,推广清洁生产技术,开展环保教育等,这些措施预计将对改善环境空气质量产生积极影响。然而,如何对这些策略进行有效实施,确保防治效果,仍需进一步研究。本研究为研究者提供了一个合理的研究基础和理论依据,以解决工业废气排放对环境空气质量的挑战,为社会提供了合理有效的工业废气排放防治策略,具有重要的理论和实践意义。

参考文献

- [1] 阿力亚·马那克.环境空气质量影响因素及防治对策探讨[J].区域治理,2021(13):0149-0150.
- [2] 罗鹏.环境空气质量及污染防治对策的分析[J].皮革制作与环保科技,2020,1(14):36-40.
- [3] 杨赐陆.空气质量影响因素及污染防治对策[J].化学工程与装备,2020(02):252-253.
- [4] 徐红霞.环境空气质量分析及污染防治对策[J].农家参谋,2020,No.666(17).

Current status and suggestions of EHS management standard system

Jing Zhang

Shanghai Saloman Information Technology Co., Ltd., Shanghai, 200000, China

Abstract

EHS management is an advanced management concept originated from Europe and the United States, with the construction of a systematic prevention and management mechanism as the core, aiming to fully eliminate accidents, environmental pollution, occupational diseases and other potential risks, and minimize the occurrence of these adverse events. Since the introduction of China in the early 1990s, EHS management has gradually rooted in Chinese enterprises, and is widely used and promotion, although in improving the level of enterprise management, ensure the health of employees, prevent environmental pollution has played a positive role, but the overall development level of domestic enterprises still has obvious imbalance. Starting from the current situation of EHS management, this paper deeply analyzes the existing problems and challenges, and puts forward targeted improvement suggestions on this basis, in order to contribute to the sustainable development and improvement of EHS management in China.

Keywords

EHS management standard system; current status; suggestion

EHS 管理标准体系的现状与建议

张婧

上海撒罗满信息科技有限公司, 中国 · 上海 200000

摘要

EHS管理是一种源于欧美的先进管理理念,以构建系统的预防和管理机制为核心,旨在全面消除事故、环境污染、职业病等潜在风险,最大限度地减少这些不良事件的发生。自20世纪90年代初引入中国以来,EHS管理已逐渐在中国企业中扎根,并得到广泛应用和推广,尽管在提高企业管理水平、保障员工健康、防止环境污染等方面发挥了积极作用,但国内企业的EHS管理整体发展水平仍存在明显的不平衡。本文从EHS管理的现状出发,深入分析其存在的问题和挑战,并在此基础上提出针对性的改进建议,以期为我国EHS管理的可持续发展和完善作出贡献。

关键词

EHS管理标准体系; 现状; 建议

1 引言

作为一种集环境管理体系(EMS)和职业健康安全管理体系(OHSMs)于一体的综合管理方法,EHS管理体系的有效实施对于提高企业整体运行水平、保障员工健康、防止环境污染具有重要意义。然而,EHS管理在中国的发展仍面临许多挑战,本文旨在通过对现状的分析,为完善EHS资源环境保护管理标准体系提供参考。

2 EHS 管理标准体系的现状

2.1 EHS 全球化趋势与 EHS 管理标准体系的挑战

在全球化背景下,EHS(环境、健康和安全管理)标准体系正经历着前所未有的变革和挑战,随着世界各国政府

越来越重视环境保护、员工健康和工作场所安全,EHS管理标准体系已成为衡量企业社会责任和竞争力的重要指标,这一趋势不仅体现在国际标准化组织(ISO)发布的《ISO 45001 职业健康安全管理标准》中,也体现在各国根据本国国情制定的相关法律法规中。然而,全球化的复杂性也带来了挑战,如不同国家和地区的法律法规差异、文化差异和执行不同,导致企业难以在全球范围内实施统一的EHS管理标准。^[1]为了应对这些挑战,企业需要加强对国际EHS管理标准的学习和理解,以确保其EHS管理符合国际标准的要求。同时,企业需要密切关注各国法律法规的更新和变化,及时调整自身的EHS管理策略,以适应不断变化的外部环境,加强跨国企业之间的交流与合作,分享EHS管理的最佳实践和经验,也是提高企业EHS管理水平的重要途径。

2.2 EHS 管理标准体系的智能化和数字化转型

随着大数据、物联网、人工智能的快速发展,EHS管

【作者简介】张婧(1984-),女,中国福建政和人,硕士,从事EHS咨询研究。

理标准体系正在向智能化、数字化转型，这些技术的应用使企业能够更准确地监控 EHS 风险，实时预警，提高响应速度，从而更好地实现 EHS 目标。例如，通过数据分析技术，企业可以深度挖掘历史事故数据和实时监控数据，预测设备故障和事故发生的可能性，并采取相应的预防措施，此外，人工智能还可以帮助企业实现 EHS 管理自动化，提高工作效率。然而，智能化和数字化转型也带来了新的挑战，一方面，企业需要投入大量的资金和技术资源来构建和维护 EHS 管理体系，这对于一些中小企业来说可能是很大的负担。另一方面，随着技术的不断进步，新的 EHS 风险也可能出现，企业需要不断更新和完善自身的 EHS 管理标准体系，以适应新的技术环境，企业在推进 EHS 管理标准体系智能化、数字化转型时，需要权衡利弊，制定可行的转型策略。

2.3 EHS 管理标准体系的个性化和定制化要求

企业对 EHS 管理的日益重视，个性化、定制化的 EHS 管理解决方案逐渐成为趋势，不同的企业有不同的生产流程、环境因素和员工的健康状况，企业需要根据自身的特点和需求，选择适合自己的 EHS 管理软件和工具。例如，一些企业可能需要专注于管理化学品的储存和使用，而其他企业可能更关注员工的健康和福利，通过定制化的 EHS 管理解决方案，企业可以提高 EHS 管理的针对性和有效性。个性化和定制化的 EHS 管理解决方案也带来了一些挑战，一方面，企业需要投入更多的时间和精力去了解和比较不同的 EHS 管理软件和工具，以确保选择最合适的解决方案。另一方面，随着企业业务的不断发展变化，EHS 管理解决方案也需要不断更新和调整，以满足新的需求和挑战，企业在选择和实施个性化、定制化的 EHS 管理方案时，需要灵活、开放，以便及时调整和优化自身的 EHS 管理策略。

3 EHS 资源和环境保护管理标准体系存在的问题

3.1 EHS 资源分布不均，使用效率低下

在 EHS（环境、健康和安全管理）管理体系中，资源的合理配置和有效利用是保证体系有效运行的关键，目前许多企业的环境、健康和安全管理资源分配存在着明显的不平衡，这种不平衡主要体现在重点风险领域投入不足，非重点风险领域投入过多。例如，一些企业可能在日常检查、培训和文件准备等常规工作中投入大量资源，而忽视了对关键风险的预防，如重伤、死亡事故和具有重大社会影响的事故，这种资源分配方式不仅导致资源利用效率低下，而且使 EHS 管理体系无法应对重大风险。此外，资源的低效利用也是 EHS 管理中的一个突出问题，在一些企业实施 EHS 管理体系的过程中，由于缺乏有效的监督和评估机制，一些资源被浪费在无效或低效的活动上，比如一些企业的 EHS 培训可能过于笼统，缺乏针对性和有效性，导致实际操作中对员工存在安全隐患，部分企业的 EHS 管理体系可能过于注重体系文

件的编写，而忽视了现场的落实和执行，使得 EHS 管理体系成为“一纸空文”，未能真正发挥应有的作用。

3.2 环境管理标准执行不力，缺乏监督

环境管理标准是保证企业环境行为合规的重要依据，目前一些企业在执行环境管理标准方面明显不力。这主要体现在以下几个方面：一是企业对环境管理标准重视不够，导致在实施过程中敷衍塞责、走过场；二是企业缺乏有效的环境管理机制和措施，难以有效实施环境管理标准；三是企业在面对环境监管时存在一些规避、抗拒等不当行为，进一步加剧了环境管理标准的实施难度。同时，环境监管的缺失也是环境管理标准执行不力的重要原因，部分地区环境监管部门可能存在监管力度不够、监管手段单一、监管频次不够等问题，导致部分企业逃脱环境监管的“法眼”。此外，一些环境监管部门在执法过程中可能存在执法不公、执法不严的情况，使得一些企业钻了法律的空子，逃避环境责任，这种监管的缺失，不仅损害了环保管理标准的权威性和有效性，也使得一些企业的环保行为得不到有效的约束和纠正。

3.3 EHS 管理体系缺乏持续改进机制，缺乏创新能力

目前一些企业在持续改进 EHS 管理体系方面存在明显的不足，这主要体现在以下几个方面：一是企业缺乏对 EHS 管理体系持续改进的重视和投入，导致体系在运行过程中停滞不前；二是企业缺乏有效的持续改进方法和手段，使得体系在持续改进过程中缺乏针对性和有效性；三是面对新的风险和挑战，企业缺乏创新能力和应对策略，导致系统无法应对复杂多变的环境。此外，创新能力不足也是制约 EHS 管理体系持续改进的重要因素，一些企业在 EHS 管理体系的构建和运行中缺乏创新思维和创新力，导致体系在面临新的风险和挑战时难以有效应对和调整。例如，一些企业可能仍然沿用传统的 EHS 管理方法和手段，而忽略了新兴信息技术在 EHS 管理中的应用和潜力，这种创新能力的缺乏不仅限制了 EHS 管理体系的持续改进和发展空间，也使企业在面对新的风险和挑战时难以保持竞争优势和领先地位。

4 关于 EHS 资源和环境保护管理标准体系的建议

4.1 有效分配和利用 EHS 资源

为了提高 EHS 资源的利用效率，在医药行业各大公司采取了多个样本实验，经过一系列创新措施，样本 A 公司与专业环保安全技术服务机构深度融合，通过整合内外部优势资源，共同打造出一套专门针对医药生产流程复杂性、高风险性的“一站式服务”的智慧共享平台，该平台深度嵌入医药研发、生产、仓储、运输等各个环节，精准对接医药企业对 EHS 管理的特殊需求。这个平台不仅收集了大量的安全和环境信息，包括国家法律法规、行业标准等，还通过为 EHS 管理者提供高级培训课程，为行业培养和输送一批高

素质的 EHS 管理人才。这种资源的整合和共享极大地提高了 EHS 管理的效率和水平。在 EHS 资源的具体运用上,该样本 A 公司也表现出优于其他样本公司高度的专业性和创新性,公司设立了企业大学(理论培训)、实训基地(实践操作)、移动学习 APP(碎片化时间学习)三个学习岗位。通过系统培训,员工的 EHS 知识和技能得到了提高。^[3]此外,公司为新员工建立了三级培训体系,并实施了导师制度,以确保新员工能够快速融入 EHS 管理体系,样本 A 公司的成功实践表明,EHS 资源的有效配置和利用要求企业具有高度的创新意识和整合能力。通过搭建智慧共享平台,开展系统培训,企业可以有效提高 EHS 资源的利用效率和管理水平,为可持续发展打下坚实基础,在构建和持续优化 EHS(环境、健康和安全管理)体系的过程中,资源的优化配置和高效利用无疑是核心要素,它涵盖了设备、设施、原材料等传统物质资源,以及人力资源、技术资源、信息资源和财务资源。以人力资源优化配置为例,样本 A 公司实施了“绿色先锋”人才培养计划,旨在培养具有环保意识和专业技能的员工,通过定期的环保培训、研讨会和实地考察,这些“绿色先锋”不仅推动了环保措施在岗位上的落实,还影响和激励了周围的同事,形成了强大的环保力量。

4.2 环保技术创新与应用

同时,抽样调取了环保行业样本 B 公司进行调研,经系统调研发现,样本 B 公司在实验期间组建了一支由能源专家、工程师和科研人员构成的专业团队,致力于清洁能源技术的优化与改进。团队自主研发了一种新型的能源管理系统,该系统运用人工智能算法,对公司内部的能源消耗情况进行实时监测与精准分析。通过对各类生产设备的用电数据、运行时间以及能源需求规律的深度挖掘,系统能够自动调整设备的运行参数,实现能源的合理分配,使清洁能源的利用效率提高了 80%。循环经济的理念在样本 ABC 公司的环保技术创新中得到了广泛应用,通过引进先进的回收技术,公司成功实现了废弃物的分类、拆解和再利用,不仅减少了环境污染,还带来了可观的经济效益。^[4]随着物联网、大数据、人工智能等技术的快速发展,智能环保技术逐渐成为企业环境管理的新趋势,此外,B 公司引入智能监控系统,实现了生产过程中关键参数的实时监控和预警,有效提高了

资源利用效率和环保水平。

4.3 EHS 管理体系的标准化和持续改进

遵循国际标准和行业规范,公司建立了自己的 EHS 管理体系,并不断完善和优化,制造业样本 C 公司按照国际标准建立了完善的 EHS 管理体系,如 ISO 14001 环境管理体系、ISO 45001 职业健康安全管理体系等。通过明确管理职责、设定管理目标、实施管理措施和监控管理效果,确保 EHS 管理体系的有效运行。持续改进是 EHS 管理体系的生命力,C 公司建立了定期审核和评估机制,全面检查和评估管理体系的运行情况,通过发现问题、分析问题、制定改进措施、跟踪改进效果等步骤,实现管理体系的持续改进和优化。EHS 管理体系的成功实施离不开全体员工的积极参与和共同努力,C 公司通过宣传、培训、激励等措施,提高了员工的环保意识和参与度,营造了以环保为核心的企业文化,形成了全员参与、共同推进的良好氛围。

5 结语

EHS 管理是企业可持续发展的重要保障,对提高企业整体运营水平、保障员工健康、防止环境污染具有重要意义,EHS 管理在中国的发展仍面临许多挑战。通过制定统一的 EHS 管理标准,加强法律法规的执行力度,引入先进的管理体系,加强员工培训和意识,加强内部审核和评价,推进安全文化建设,逐步完善 EHS 资源和环境保护管理标准体系,实现企业的可持续发展目标。

参考文献

- [1] 范庆文.环境健康安全(EHS)管理体系在企业内的应用[J].建筑工程技术与设计,2018,(09):15-16.
- [2] 肖磊,李斌.浅析环境和职业健康安全管理体系(EHS)在企业中的应用[J].经济师,2021,(05):40-41.
- [3] Zhang,W.H.,&Liu,J.(2024).CurrentStatus andRecommendations for Enhancing EHS Management Standard Systems in Manufacturing Industries. *Journal of Environmental Health and Safety Management*, 51(3), 123-137.
- [4] Wang,P.,Chen,Y.,&Sun,B. (2023). Analysis of EHS Management Standard Systems in the Chemical Industry: Challenges and Opportunities. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 29(2), 345-359.

Analysis of the key points and difficulties in the environmental impact assessment of synthetic pharmaceutical projects

Wenxia Liu

Sichuan Jinmei Environmental Protection Co., Ltd., Chengdu, Sichuan, 610000, China

Abstract

according to the synthetic pharmaceutical industry environmental impact assessment technical specification, combined with the actual project practical experience, combed the synthetic pharmaceutical industry project characteristics, policy compliance analysis, existing engineering retrospective analysis, engineering analysis, waste gas, wastewater, solid waste and noise pollution source accounting, environmental protection measures and environmental risk assessment and other related content, and for the synthetic pharmaceutical project common difficult problems in environmental impact assessment, the analysis of the main focus and evaluation points, in order to promote the eia preparation in the same industry.

Keywords

synthetic pharmaceutical; environmental impact assessment; engineering analysis; environmental protection measures

合成类制药项目环境影响评价中重难点剖析

刘文霞

四川锦美环保股份有限公司, 中国·四川成都 610000

摘要

根据合成类制药行业环境影响评价技术规范, 结合实际项目实践经验, 梳理了合成类制药行业项目特点、相关政策符合性分析、现有工程回顾性分析、工程分析、废气、废水、固体废物和噪声污染源强核算、环境保护措施和环境风险评价等相关内容, 并针对合成类制药项目环境影响评价中常见的重难点问题进行了深入剖析, 着重分析了工程分析中主要关注点和评价要点, 以期对同行业环评编制起到促进作用。

关键词

合成类制药; 环境影响评价; 工程分析; 环境保护措施

1 引言

制药工业涵盖了化学合成类制药、混装制剂类制药、提取类制药、中药类制药、发酵类制药、生物工程类制药等六大类别。其中, 化学合成类制药项目因品种多、产品迭代更新快、间歇生产、生产工艺流程长而复杂、原辅料多、溶剂量大、副反应多、排放物种类繁多、产量小等特点, 成为环境影响评价中的重点和难点。本文将对合成类制药项目环境影响评价中的重难点进行深入剖析, 以期对同行业环评编制起到促进作用。

2 相关政策符合性分析

政策符合性分析是项目建设的基本依据, 制药项目涉及的国家、地方、行业政策较多, 如《产业结构调整指导目录(2024年本)》《制药工业污染防治技术政策》《制药

建设项目环境影响评价文件审批原则》《药品生产质量管理规范(2010年修订)》《新污染物治理行动方案》、“十四五”生态环境保护规划、大气污染防治相关文件、水污染防治相关文件、土壤污染防治相关文件、园区规划环评、区域生态环境分区管控等, 制药项目需逐一分析与以上相关文件要求的符合性分析, 进而论证项目落地的可行性。

3 现有工程回顾性分析

改、扩建项目需结合现有项目情况开展回顾性评价, 应将环评批复、验收文件、排污许可证执行情况等作为现有工程回顾评价的主要依据, 全面系统梳理现有工程存在的主要环保问题及制约因素, 提出现场环境遗留问题及整改措施。

现有企业概况应介绍企业现有发展状况、现有生产基本情况及在建、拟建项目基本情况。给出厂内主体工程、公用工程和辅助设施、储运工程、环保工程和配套工程等基本情况, 以及厂外配套及依托工程情况。重点说明现有企业环保工程的类型、数量、规模、处理工艺技术和效果等, 对现

【作者简介】刘文霞(1992-), 女, 中国甘肃靖远人, 硕士, 工程师, 从事环境科学与工程研究。

有环保措施、设施的可依托性进行详细调查。

现有污染源调查应结合环保竣工验收、企业自行监测数据、主管部门监督监测数据等实际运行监测资料,进行现有企业主要污染源调查与分析,明确存在的主要环保问题。给出现有工程的废气、废水、固体废物及主要噪声源汇总表,核查企业固体废物综合治理与利用情况,进行废气、废水和噪声达标排放分析,明确企业污染物排放是否满足达标排放、总量控制、排污许可等管理要求。

在回顾性评价的基础上,从达标排放、总量控制、环保设施、风险防范、企业环境信息化管理等方面明确企业存在的主要环保问题及制约因素,提出“以新带老”和整改措施。明确“以新带老”和整改限期,落实整改资金,分析措施的方式、基本参数、处理效果、技术可行性。

4 工程分析

4.1 产品方案

根据《环境影响评价技术导则 制药建设项目》^[1],对于按批次生产的制药建设项目,明确各车间一分区一生产线一产品名称,每个产品需给出设计产能、每批次生产量、年生产批次、每批次生产周期、同时运转批次、性状、规格、产品质量标准、主要用途、临床用途等。针对改扩建项目还需明确改扩建前后产品方案变化情况,并绘制全厂产品关联图。

4.2 原辅料消耗

合成类制药项目原辅料种类多、消耗量大,需给出原辅料名称、规格、形态、批次耗量、年耗量、包装规格、包装方式、最大贮存量、贮存位置、运输方式、用途、来源,以及主要原辅物理化性质等。针对改扩建项目还需明确改扩建前后全厂原辅料消耗情况。

4.3 主要生产设备

合成类制药项目需按生产线给出主要生产设备名称、规格型号、数量、用途、明确新增或利旧,同时分析产能、生产周期与生产设备的匹配性。

4.4 反应机理

合成类制药项目反应机理尤为重要,通过反应机理可进一步确定三废的产生情况。根据《环境影响评价技术导则 制药建设项目》,分析并说明每一工序主要工艺原理、技术路线及其来源,给出主、副化学反应方程式、分子量、投加量、参与反应量、反应生成量,说明反应转化率、产率(或选择性)和产品收率等。注意基准物质选取、过量物质、原辅料和产品的纯度等,需明确产品合成工艺是否属于安全稳定运行的成熟工艺。

4.5 工艺流程

合成类制药项目生产工艺流程长而复杂,一般会存在多步反应,多个工艺节点,在工艺流程中按生产装置或工艺单元确定每一步工序物料流向、污染物去向。注意产品共线、

设备共用情况。

每个节点应说明物料投加位置、方式、投料量,及设备匹配性,给出pH、温度、压力、是否使用催化剂、反应时长等主要操作条件,明确系统密闭性,系统加热或冷却介质、温度,根据每个节点工艺原理给出物料投加方式、运输方式及物料走向,明确产品、中间产物和污染物流向。溶剂回收套用体系需详细说明工艺原理及主要操作条件,给出溶剂回收率。给出带产排污节点的工艺流程图。

4.6 物料平衡

合成类制药项目需给出物料平衡、水平衡、蒸汽平衡、溶剂平衡等,注意特征污染物平衡,如氯平衡、氟平衡等。

物料平衡中应明确单批次、全年物料投入产出量。工艺水平衡中主要考虑投加水量、原料带入水量、反应生成水量,产出主要包括废水、废气、固废带走量、参与反应水量、产品带走量等,同时需给出全厂水平衡中日最大排水量。

4.7 污染源强核算

4.7.1 废气

合成类制药项目合成过程会使用大量醇类、酯类、二氯甲烷、带苯环等有机溶剂,产生大量挥发性有机物VOCs^[2]。参照《污染源源强核算技术指南 制药工业》^[3],废气污染源强核算方法包括实测法、物料衡算法、类比法、产污系数法等。参考《排污许可证申请与核发技术规范 制药工业—原料药制造》(HJ858.1-2017)^[4],合成类制药项目废气主要包括工艺废气、罐区废气、废水处理站废气、危废暂存废气、锅炉烟气、危险废物焚烧炉烟气等,其中工艺废气主要包括投料废气、加热、真空操作、过滤、离心分离、蒸馏、泄压、溶剂回收、清洗及吹扫、工艺过程中化学反应方程式产生气体、不凝气等。

根据工艺流程中废气污染物产生节点给出每个节点污染物产生量、产生速率、排放规律,间断排放的需给出单位时间内的排放次数,每次持续时间。考虑合成类制药项目工艺流程长而复杂,且存在共线问题,废气源强核算时需考虑最不利工况下污染物小时最大产生速率,进而分析达标可行性。最不利工况即不同生产线、不同生产工序在同一时刻同时产生废气污染物排放速率最大的情形。还应注意废气中特征污染物排放达标可行性。

4.7.2 废水

合成类制药项目废水主要包括工艺废水、设备清洗水、地面清洗水、循环冷却水、纯水站和软水站用水、真空泵用水、锅炉用水、质检室用水、废气喷淋塔用水、生活用水等。合成类制药项目废水产生工序较多,废水中成分复杂,需对高浓度废水、高含盐废水、高氨氮废水、含有药物活性成分的废水、一般废水等进行分类收集、分质处理,还应注意废水中特征污染物。

4.7.3 固体废物

合成类制药项目生产工艺流程长而复杂,工艺固废主

要包括蒸馏釜残、蒸馏冷凝废液、离心废液、过滤废液、过滤废渣、废有机溶剂、废催化剂、废活性炭等，其他固废主要有废包装材料、碱洗塔/水洗塔废液、污水处理站污泥、实验室废液、不合格品等。

4.7.4 噪声

合成类制药项目噪声源主要包括离心机、各种泵类、风机、锅炉、冷却塔、空压机等设备运行产生的噪声。

5 环境保护措施

5.1 废气

合成类制药项目制备过程比较繁琐，使用大量有机溶剂，废气种类复杂^[5]。国内外对于医药工业有机废气处理的研究较多，常见的包括冷凝法、吸附法、焚烧法、等离子法等。参照《排污许可证申请与核发技术规范 制药工业-原料药制造》，废气排放口包括主要排放口和一般排放口，其中主要排放口有工艺有机废气排放口、废水处理站废气排放口、危险废物焚烧炉烟气排放口、锅炉烟气排放口，一般排放口有罐区废气排放口、工艺酸碱废气排放口、工艺含尘废气排放口、危废暂存废气排放口。

工艺有机废气通过密闭管道收集，高浓度采用冷凝回收+吸附再生技术或燃烧处理技术，低浓度采用吸附浓缩+燃烧处理技术或洗涤+生物净化技术；废水处理站废气采用化学吸收+水洗技术+生物净化+氧化技术；酸碱废气采用水或碱液吸收处理；工艺含尘废气采取袋式、湿式等高效除尘器捕集。注意含卤素废气不建议采用燃烧法、高沸点、易自聚的废气污染物不宜采用吸附法。

5.2 废水

合成类制药项目因使用原辅料种类繁多，副产物也较多，因此废水种类多，成分复杂，COD较高，可生化性较差。为此合成类制药项目废水宜分类收集、分质处理，其中高浓度废水采取水解酸化或芬顿氧化等预处理措施；高含盐废水采用蒸发预处理措施；高氨氮废水采用蒸氨预处理措施；含有药物活性成分的废水采取灭活预处理措施。

由于原料药间歇生产特点，导致生产废水中废水水量和水质相对波动比较大，单一的处理方式很难达到排放要求，使用的基本是组合处理工艺。其中最常用的是生物处理和物化处理、化学处理等工艺结合，可参照《排污许可证申请与核发技术规范 制药工业-原料药制造》和《制药工业污染防治技术政策》相关要求进行处理。刘桂东等采用预处理—水解—厌氧—缺氧—好氧工艺，对制药废水进行处理，运行稳定，COD总去除率>98%，排出水COD<300mg/L。颜色由棕黑色变为无色，工艺简单，出水可靠^[6]。

5.3 固体废物

危险废物收集、贮存应严格执行《危险废物贮存污染

控制标准》中相关要求。其中有药物活性的危险废物应进行高温或化学灭活预处理后暂存于危废暂存间，定期交由有资质单位处理处置。

5.4 噪声

通过选用低噪声设备，对设备消声降噪通常采用装减振垫、隔声罩，管道进出口加柔性软接，还可通过优化平面布局、利用距离衰减等措施达到相关要求。

6 环境风险评价

根据《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ 169-2018)，进行环境风险评价等级判定。注意危险物质数量需要考虑该物质在全厂的最大存在量。根据重点监管的危险化学品工艺目录，判定项目生产工艺特点，针对危险工艺需提出风险和安全控制措施。

企业应针对生产过程、危险化学品贮运、环保设施故障、危险废物暂存等过程提出有效风险防范措施，以及药物活性风险防范措施。厂区内还需设置事故池并在雨水总排口设置雨水截断阀，当发生火灾事故时，能保证含有危险物质的消防事故废水被有效截留及收集，避免其通过雨水管网或地表径流外泄。同时，企业应构建完整的环境应急管理体系，依据《突发环境事件应急管理办法》要求编制专项应急预案并完成备案，配备充足的应急物资，定期开展环境事件应急演练，以有效防控企业环境风险。

7 结论与建议

综上所述，本文对合成类制药项目环境影响评价中产业政策符合性分析、工程分析、环境保护措施等内容进行了分析，对环境影响评价编制过程中常见的重难点进行了深入剖析，为后期环境影响报告书编制及审批打下坚实的基础。希望能为环评机构进行合成类制药项目环境影响评价时提供参考。

参考文献

- [1] 中华人民共和国国家环境保护标准.环境影响评价技术导则 制药建设项目:HJ 611-2011[S].北京:中国环境科学出版社,2011.
- [2] 张莉红,马子涵,冯锐.合成类制药工业典型工艺环境影响评价产排污要点思考[J].山东化工,2023,52(7):242-244.
- [3] 生态环境部.HJ 992—2018 污染源核算技术指南 制药工业[S].北京:中国环境出版社,2019.
- [4] 环境保护部.HJ 858.1—2017 排污许可证申请与核发技术规范 制药工业-原料药制造[S].北京:中国环境科学出版社,2017.
- [5] 赵秀梅.化学原料药行业挥发性有机废气污染特征与治理中的主要问题和建议[J].环境工程学报,2020,14(9):2277-2283.
- [6] 刘振东,郑桂梅.制药废水处理工艺案例分析[J].水处理技术,2008,34(11):79-83.

Discussion on Problems and Suggestions in the Management of Radioactive Sources

Jiafei Wang¹ Xuefeng Bai² Yongqiang Xu² Haihong Liu²

1. Hebei Radiation Environment Safety Technology Center, Shijiazhuang, Hebei, 050051, China

2. Handan Ecological Environment Bureau, Handan, Hebei, 056027, China

Abstract

Radioactive sources have been widely used in various fields such as industry and daily life, playing an important role in economic development and social progress. However, the occurrence of radioactive source accidents such as loss or theft brings potential radiation hazards to people's lives. Based on the analysis of the problems existing in the radioactive source management of some units with radioactive sources, some relevant suggestions and measures are given. Based on the actual situation, we aim to enhance the awareness of nuclear safety culture and standardized operation levels, and strengthen radioactive source management and emergency preparedness capabilities, aiming to further strengthen radioactive source management, ensure the safety of radioactive sources, and effectively reduce the occurrence of radioactive source accidents.

Keywords

Radioactive source; accident; management

放射源管理中面临的问题及建议探讨

王嘉飞¹ 白雪峰² 许永强² 刘海红²

1. 河北省辐射环境安全技术中心, 中国·河北 石家庄 050051

2. 邯郸市生态环境局, 中国·河北 邯郸 056027

摘要

放射源已广泛应用于工业、生活等众多领域, 为经济的发展和社会的进步发挥了重要作用。然而, 放射源如丢失、被盗等事故的发生给人们生活带来了潜在的辐射危险。通过分析部分涉源单位对于放射源管理中存在的问题, 给出了相应的建议与措施, 结合实际情况, 提高核安全文化意识及规范化操作水平, 强化放射源管理与应急准备能力, 旨在进一步抓好放射源管理, 保障放射源的安全, 有效降低放射源事故的发生。

关键词

放射源; 事故; 管理

1 引言

随着科学技术的快速发展, 核的用途不断被拓展, 在国防安全、能源与环境、医疗、科研与生产等方面发挥着重要作用。随着核技术应用逐渐增多, 核在促进科技发展、改善生活的同时, 其安全问题也逐渐暴露出来, 如受到放射源照射后, 人体的组织器官会产生确定性效应和随机性效应而受到辐射损伤。然而, 核事故的发生并没有因为其危害性停止对核能的需求和利用, 相反是提高了对核安全的监管和要求。

放射源是含有放射性元素的物质的总称, 按照发射线的种类可分为 α 粒子源、 β 粒子源、 γ 粒子源及中子源

等, 其用途主要包括辐照杀菌、辐照育种、无损检测、医学诊断、矿石成分分析等, 为发展国民经济、保障人民健康作出了重大贡献。放射源无色无味, 隐于无形, 其危险性却很大, 按照放射性强度和对人体的危害性从高到低可分为 I - V 共五类, I - III 类源可致人死亡, IV - V 类源可使人造成临时性损伤^[1]。因此, 如果放射源管理不当的话, 可能会导致环境污染以及公共的辐射安全问题, 造成无法预估的损失。

因此, 放射源的管理关系着社会的和谐稳定发展, 也是当今社会需要解决的重要难题。为了有效改善我国放射源管理中面临的问题, 本文以放射源辐射事故为导向, 以部分涉源单位在放射源管理中存在的问题为依据, 寻求更为合适的管理措施, 这对提升放射源安全、降低放射源事故的发生具有重要意义。

【作者简介】王嘉飞(1971-), 女, 中国河北辛集人, 本科, 高级工程师, 从事生态环境保护研究。

2 我国放射源现状

我国处于从核大国向核强国转变的关键时期，对核工业的发展和安全的提出了更高的要求，要求核工业必须全面提升安全管理水平和技术水平，建设现代化核安全监管体系。在放射源方面，建成了较为完整的放射源从“出生”到“入死”各个环节的管控体系，包括放射源生产、运输、储存、销售、进出口、使用及处置等^[2]，颁布了《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》等法规标准文件，保障了放射源管理工作实施，使放射源管理走向规范化。

随着放射源和射线装置的用途越来越广，其市场规模将持续增加，截至2023年底，全国共有16.96万枚在用放射源和28.97万台套射线装置受到各级监管部门的管控。根据中华人民共和国国家核安全局发布的年报，2009年至2023年我国发生辐射事故数量如图1所示^[3-6]。从图1中可看出2009年至2013年这5年时间里共发生69起辐射安全事故。随着我国辐射监管队伍的壮大、监管能力的加强以及法规、政策的完善，2019年至2023年五年中全国共发生辐射事故22起，平均每年4.4起，相比于十年前降低了68.12%。虽然近些年辐射安全整体水平上升幅度很大，但辐射事故的高发领域仍然没有发生改变，即放射源管理仍然存在些许问题。22起辐射事故中，与放射源有关的就有16起，主要为放射源的丢失、失控、被盗及测井时落井等。

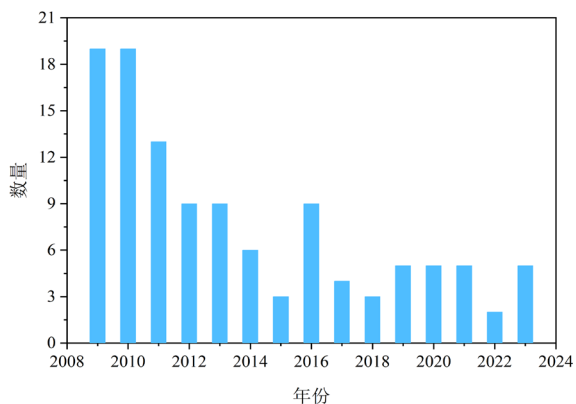


图1 2009—2023年我国辐射事故数量统计图

3 存在的问题

对近年放射源事故发生的原因进行分析发现大部分是由于人为原因造成，为了尽可能降低人为错误造成的辐射事故，针对这些人为事故进行分析，发现造成放射源事故的原因主要为涉源单位对放射源的管理制度没有严格按照法规及政策进行落实、单位及操作人员存在不同程度的核安全文化意识不足和形式主义、缺乏必要的监测和放射源事故发生的应急准备等。

3.1 核安全文化知识及观念薄弱

国际原子能机构在1986年出版的《关于切尔诺贝利事故后审议会议总结报告》中首次提到了“安全文化”一词^[7]。核安全文化是保证核安全的行为准则及基础，是从事放射源工作的引领，因此必须遵守和践行敬畏核安全、守卫核安全和珍惜核安全文化氛围。放射源涉及的行业多种多样，涉源单位的管理者和操作人员的知识层次及专业差异较大，甚至有的单位从管理层到操作人员缺乏对核安全及辐射防护的基本认知，认为体积较小的放射源即使发生事故也不会造成大的影响。部分工作人员在对放射源进行操作时，由于专业知识不足可能会在具体操作细节中出现辐射安全漏洞，在发生事故后也不知如何处置，甚至做出“病急乱投医”的行为。还有单位人员缺乏对新型放射源的认识，完全依靠先前的经验进行操作，缺乏安全防控能力。

3.2 管理及责任制度落实不到位

对于放射源生产、销售、使用等相关单位，放射源的安全管理是领导和工作人员不可推卸的责任和义务。然而，部分涉源单位领导只注重眼前的经济利益，对放射源的使用和管理不闻不问，安全意识淡薄。有的单位虽然制定了相应的放射源管理制度和辐射事故应急处理办法，但没有按照制度执行，完全为了应付上级部门的检查。有的单位人员流动性较大，没有固定的放射源管理和操作人员，当原放射工作人员离职后，管理者为了经济效益允许可能未取得辐射安全培训证书的新工作人员开始从事放射源的相关操作。同时部分单位在进行放射源操作如辐射探伤作业时，为了工作效率在未有陪同人员的情况下单人进行放射源操作等现象没有进行制止，以及没有建立专门的负责人制度、安全责任落实不到位等问题都可能会导致放射源事故的发生。

3.3 缺乏定期检查及必要的监测和应急措施

部分涉源单位除了在购买放射源时进行检查并安装后，基本未有针对放射源及配套设备的任何检查及更新，甚至安全警示标志不全，没有划分安全区域，导致工作人员误进入辐照区等现象时有发生。放射源场所的辐射因素是一种特殊的职业性危害因素，放射源产生的辐射会对人体造成潜在的损伤，根据《中华人民共和国职业病防治法》等要求，放射工作人员需定期检查身体，然而部分单位没有按照规定执行要求从业人员进行体检，甚至体检不合格者可继续从事该工作。与此同时，部分单位缺少必要的防护服和监测设备，甚至有的监测和报警设备一直处于损坏或维修中，即使发生事故后，也完全不知。辐射事故如设备维护不当导致放射源中射线外泄时，没有制定应急预案或没有经过应急处理的培训，这可能会让事态一直蔓延下去，损失越来越大。

4 措施与建议

放射源事故的危害及教训十分深刻，对社会影响深远，严重的话会再次引起普通民众“谈核色变”的恐慌现象大范

围出现。因此,加强涉源单位及工作人员的核安全观念和管理措施等显得尤为重要,也迫在眉睫。

4.1 普及核安全文化,加强核安全观念

核安全文化是涉源单位健康发展的源泉,重视核安全文化的建设,就会带来丰硕的核安全有形成果。定期组织核安全培训并将每次参加培训人员的姓名做好记录,以此来进一步提高管理者和工作人员的辐射安全意识,使其深刻认识到放射源事故发生时暴露在其辐射中轻则产生恶心、头疼,严重的话可能会引起白内障、癌症等疾病。在培训结束后,工作人员需积极分享自己对于核安全文化的理解,避免形式主义。组织单位人员学习国家颁布的相关法规和政策以及本单位制定的放射源操作及维护细则等,熟知核应急方案,培养严谨、细致、认真、负责的工作态度,始终保持对核安全的敬畏之心和守护职责,尽可能避免工作中麻痹大意的情况出现,积极参与核安全文化建设并勇于承担安全责任,共同进步,同时将安全培训考核作为绩效的一部分,以促进形成良好的核安全文化氛围。

4.2 加强单位的主体责任和管理

建立负责人制度,成立应急小组,明确负责人角色和职责,来统筹和管理放射源事务,并将主管领导和责任人联系方式张贴上墙,建立责任追究制度,依法、依规严肃追责。要制定相关奖励和处罚措施,对违反规定的放射工作人员进行绩效处罚甚至追究其刑事责任,对发现安全漏洞或全年运行无事故的团队和个人给予奖金等奖励。定期为工作人员开展体检等服务,体检合格者可继续从事放射工作,体检不合格者不能继续从事该工作必须更换到其他岗位。对放射源建立台账,可对放射源形状、规格等信息进行拍照或录像留存,做到放射源的台账信息和实物信息相符,放射源编码按照国家规定进行编制,放射源编码卡不得随意丢弃或更换位置。涉源单位必须严格执行放射源使用登记制度,巡检并登记,严禁补登现象出现,同时放射源外借等情况也要严格登记并上报管理部门进行审批。任何工作人员不得随意处置废弃放射源,必须向放射源购买单位提出申请,包括放射源种类、数量和技术指标等信息,且退役前需完成放射源的转让等信息,签订合同,明确双方的责任和义务,并向管理部门登记办理放射源的注销。涉源单位不能让相关制度仅仅停留在文件上,更要落实到行动中,按照制度进行放射源工作,确保放射源的安全运行。

4.3 构建辐射安全及应急管理体系

放射源工作区域需放置必要的核辐射监测与防护设备,如中子辐射监测仪、 γ 辐射监测仪、个人剂量计、中子及 γ 防护服、铅屏蔽容器、 α/β 表面污染检测仪等,辐射管理制度上墙、粘贴电离辐射标志、划分危险区域及安全区域。单位实行定期检查和持续复核制度,定期检查放射源场所周围的剂量,其监测数值不得超过国家标准规定的限值,同时对放射工作人员进行外照射个人剂量监测,推行并实施保健政策。放射源监测设备若存在显示异常、误报警等现象时应

立刻进行维修,在没有可替换的监测设备启用之前不得进行关于放射源的一切操作。当发生事故后,放射工作人员不可隐瞒不报、擅自处置,必须在第一时间联系应急小组和省市相关部门,落实各项应急准备工作。为有效应对涉源单位放射工作中可能出现的辐射污染突发事件,相关部门结合本省市放射源情况,联合省环保厅、市环保局和涉源单位等开展具有针对性和可操作性的放射源事故应急演练,加强应急工作的技术指导,提升辐射事故应急处理的能力。

目前放射源管理主要以人工方式为主,难免有遗忘和遗漏等情况出现。随着科学技术的发展,省级相关部门可利用物联网技术,结合北斗定位等技术手段赋能放射源监管,建立具有安全监管、监测预警、应急响应和社会共治等功能的放射源监控系统^[8,9],以实现全省所有放射源实时在线监控。放射源定位和剂量率等信息实时同步更新,当放射源丢失和被盗时,可追踪放射源移动的轨迹,便于放射源的搜寻。

5 结语

放射源安全和辐射环境已成为各级部门甚至广大群众关心的问题,使得放射源管理成为一项非常重要的工作和任务。本文在分析涉源单位存在的核安全文化薄弱、管理落实不到位以及缺乏检查及应急措施等问题后,提出了相应的建议和措施,从加强培训力度、落实责任以及构建应急体系等方面做好完善的管理制度,才能切实做好放射源的管理工作,将“辐”变为“福”,给核技术的广泛应用营造一种安全和谐的氛围。

参考文献

- [1] 放射性同位素与射线装置安全和防护条例(2019年修订)[S]. 中华人民共和国国务院令449号.
- [2] 梁建华. 探究放射源安全管理现状及应对[J]. 资源节约与环保, 2021, (09): 141-142.
- [3] 龚宇, 党磊, 李小丁, 等. 我国2016—2020年辐射事故回顾与分析[J]. 辐射防护, 2023, 43(6): 665—670.
- [4] 国家核安全局. 国家核安全局2021年报[R/OL], [2022.06.23]. https://nnsa.mee.gov.cn/ztlz/haqbg/haqnb_1/202206/P020220623505600970403.pdf.
- [5] 国家核安全局. 国家核安全局2022年报[R/OL], [2023.12.18]. https://nnsa.mee.gov.cn/ztlz/haqbg/haqnb_1/202312/P020231218535140311745.pdf.
- [6] 国家核安全局. 国家核安全局2023年报[R/OL], [2024.05.31]. https://nnsa.mee.gov.cn/ztlz/haqbg/haqnb_1/202405/P020240531579488725688.pdf.
- [7] 陈婉. 塑核安全文化树核安全灵魂[J]. 环境经济, 2024, (19): 22-27.
- [8] 严澄杰, 李辉. 关于上海市高风险移动放射源在线监控技术团体标准的探析[J]. 科技视界, 2023, (06): 76-80.
- [9] 漆奕. 大数据在核与辐射安全监管中的应用阐述[J]. 生态环境与保护, 2022, 5(3): 52-54.

Analysis of oil and gas pollution control status and emission reduction benefit of gas stations and oil storage depots in Ningxia Hui Autonomous Region

Cheng Lv

Climate Change and Motor Vehicle Pollution Prevention and Control Center of Ningxia Hui Autonomous Region, Yinchuan, Ningxia, 750011, China

Abstract

In recent years, with the rapid growth of motor vehicle ownership in Ningxia, the use of fossil fuels such as gasoline is also increasing. As a highly volatile substance, gasoline has high atmospheric chemical activity and is an important precursor for ozone formation. The oil and gas emissions of gas stations and oil storage depots seriously pollute the atmospheric environment, and the gasoline volatilization will cause safety risks, resource waste and economic losses. After years of management of gas stations and oil storage depots, Ningxia has achieved some results, but there are also problems of low qualified rate of oil and gas recovery system. To further strengthen the control of oil and gas emission of gas stations and oil storage depots is of positive significance to the improvement of urban air quality. This paper studies and analyzes the current situation of oil and gas pollution emission and treatment of gas stations and oil storage depot in Ningxia, and puts forward countermeasures and suggestions for oil and gas pollution control.

Keywords

gas station; oil storage depot; oil and gas emissions

宁夏回族自治区加油站和储油库油气污染治理现状及减排效益分析

吕诚

宁夏回族自治区应对气候变化与机动车污染防治中心, 中国·宁夏 银川 750011

摘要

近些年来,随着宁夏机动车保有量的快速增长,汽油等化石燃料的使用量也不断增加。汽油作为一种挥发性较强的物质,具有较高的大气化学活性,是臭氧形成的重要前体物。加油站和储油库的油气排放严重污染了大气环境,同时汽油挥发会造成安全隐患、资源浪费和经济损失。宁夏经过对加油站和储油库多年治理,取得了一定成效,但也存在油气回收系统合格率较低等问题,进一步加强加油站和储油库油气排放控制,对改善城市空气质量具有积极的意义。本文对宁夏加油站和储油库油气污染排放与治理现状进行了研究分析,并对油气污染治理提出了对策建议。

关键词

加油站; 储油库; 油气排放

1 引言

随着社会经济快速发展,宁夏机动车保有量逐年攀升,汽油等化石燃料消耗日益增大,加油站和储油库数量随之增加,油气挥发产生的挥发性有机物(VOCs)已成为城区内VOCs的重要排放源之一^[1]。油气中含有大量BTEX、甲基叔丁基醚、烯烃和芳烃等有毒有害物质,大部分成分具有较高的大气化学活性,在光照作用下很容易形成臭氧。据统计,近年来宁夏回族自治区各地臭氧浓度和臭氧超标天数总体

呈波动上升趋势,并呈现早发、频发趋势,臭氧已成为影响夏季城市环境空气质量的首要污染物。以银川市为例,2024年臭氧引起的污染天数为32天,比2020年增加20天,第一个臭氧污染天发生时间比2020年提前31天。加强加油站和储油库油气污染治理是减少VOCs的排放、有效降低臭氧浓度的重要手段,也是保障安全生产、降低经济损失的必要措施^[2]。

2 加油站和储油库油气污染治理要求

2018年,生态环境部出台《柴油货车污染治理攻坚战行动计划》,要求除重点区域外其他区域城市2020年前基本完成加油站、储油库、油罐车油气回收治理工作,重点区

【作者简介】吕诚(1989-),女,中国安徽砀山人,硕士,工程师,从事环境工程研究。

域年销售汽油量大于 5000 吨的加油站，加快推进安装油气回收自动监控设备并与生态环境部门联网，重点区域开展储油库油气回收自动监控试点。2020 年印发《挥发性有机物治理攻坚方案》，要求加大汽油、石脑油、煤油以及原油等油品储运销全过程 VOCs 排放控制，在保障安全的前提下，重点推进储油库、油罐车、加油站油气回收治理，加大油气排放监管力度。2020 年修订 GB 20952《加油站大气污染物排放标准》和 GB 20950《储油库大气污染物排放标准》，全面加强了加油站和储油库在储存、收发油品过程中油气排放控制要求、监测和监督管理要求，特别是对加油站强化了油气排放控制、管控操作细节和自主监测等要求。

3 加油站和储油库油气污染治理技术

3.1 加油站油气排放控制环节与控制技术

加油站 VOCs 污染主要来自加油站卸油过程、汽车加油过程中产生的油气排放和因昼夜气温升降变化导致的油品体积胀大时排出的油气。此外，加油站的 VOCs 排放来源还包括油枪滴油和胶管渗透等。

我国对汽油油气排放控制技术主要参考了欧美等国家的油气排放经验。欧美等国根据控制对象的不同，提出了加油站一次油气回收、二次油气回收的概念。一次油气回收针对地下储油罐的收油阶段，将油罐车与地下储油罐的输油管及油气回收管连接成密闭的回收系统，当油罐车卸油时，地下储油罐中同体积的油气回收到油罐车中，油罐车将回收的油气带回油库，如图 1。二次油气回收原理如图 2 所示，车辆加油时，利用加油枪的油气回收通道，将原本由油箱排放于空气中的油气经加油枪、抽气泵进行回收。我国目前普遍使用的加油油气回收设备为真空辅助式油气回收系统，利用真空泵产生的吸力进行油气回收。

3.2 储油库油气排放控制环节与控制技术

储油库油品蒸发损失环节包括装载操作、运输操作和呼吸损失。装载时油品进入油罐，罐内的气态烃被置换排入大气环境中。油品储罐的呼吸损失（蒸发）是储油库油气排放的主要来源，运输损失与之相似，油气排放主要为油品呼吸损失和运输过程中油气泄漏。

储油库油气处理装置是用于处理所收集油气的设备设施。油气处理装置的工艺技术主要有吸收法、吸附法、冷凝法和膜分离法等^[3]。吸附法和吸收法的应用较为广泛，技术相对成熟，但吸收法的能耗和吸收剂消耗量较大；冷凝法前期投资较大，因而在国内应用较少；膜分离法效果较好，但对气体流量和压力的要求较高，能耗也较高。通常，国内以费用相对较低的吸收法、吸附法或两者的组合工艺为主。

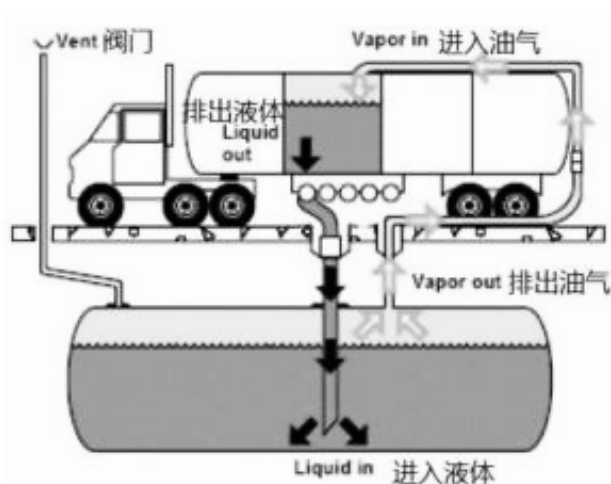


图 1 加油站一次油气回收示意图

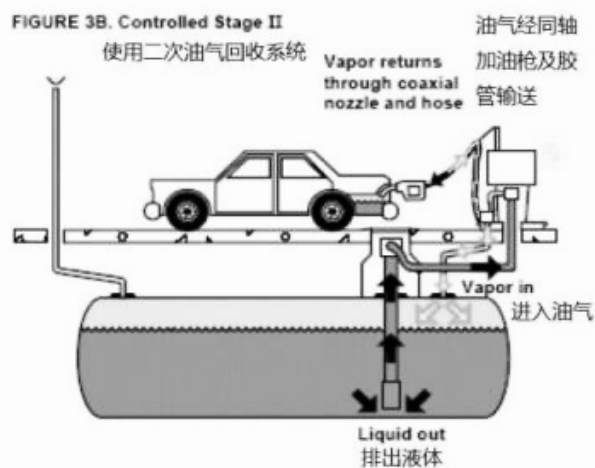


图 2 加油站二次油气回收示意图

4 宁夏加油站和储油库油气污染治理现状

据统计，2024 年，宁夏涉汽油在营加油站共 771 座，汽油年销售量约 76 万吨，均安装了油气一次和二次回收装置，未安装三次回收装置。涉汽油在营储油库企业共 11 家，年发油量为 268 万吨，均已安装油气处理装置，2 家储油库安装在线监测设施，油气处理主要采用“活性炭吸附”和“冷凝+活性炭吸附”处理工艺。2022 年 9 月，宁夏回族自治区生态环境厅为推动落实国家排放标准，深入打好大气污染防治攻坚战，建成宁夏加油站、储油库油气回收信息化管控平台，填补了宁夏油气挥发性污染物在线实时监管的空白，极大地提升了自治区油气污染信息化监管能力。截至 2024 年底，宁夏 522 座加油站安装油气回收系统在线监测设施并与生态环境部门联网，联网比例达到 67.7%。

据王萌等人现场调研，宁夏加油站油气回收系统合格率较低，加油枪气液比的达标率不足 70%，集中式油气回收系统密闭性达标率不足 20%、气液比达标率不足 30%^[4]。本研究对宁夏 6 座储油库的厂界和 7 个油气回收处理装置排

气口非甲烷总烃进行了实地采样检测,厂界非甲烷总烃浓度值均达标,但4个排气口非甲烷总烃浓度超过排放限值,有组织排放达标率不足50%。

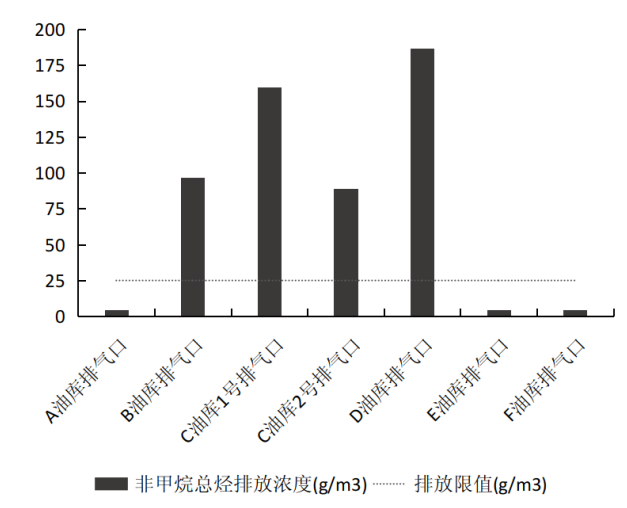


图3 现场调研储油库有组织废气排放检测情况

5 宁夏加油站和储油库减排效益分析

5.1 VOCs 减排量计算方法

安装油气回收装置的加油站、储油库,相较于无油气回收装置的加油站、储油库的VOCs减排量计算公式如下,排污系数采用《第二次全国污染源普查产排污系数手册》中油品储运销系数。

$$E = (i-j) \times m$$

E: VOCs 减排量,吨/年;

i: 无油气回收装置排污系数,吨/吨销售量;

j: 安装油气回收装置排污系数,吨/吨销售量;

m: 年销售量/周转量,吨/年。

5.2 VOCs 减排量核算

根据《第二次全国污染源普查产排污系数手册》宁夏地区油品储运销系数进行计算,相较无油气回收装置的加油站,同时具备一次和二次油气回收装置的加油站,销售每吨汽油可减排挥发性有机物约1.23千克,按照年销售汽油76万吨进行计算,宁夏加油站全年可减排挥发性有机物935吨。如安装三次回收装置,并建设在线监测系统,相较无油气回收装置,销售每吨汽油可减排挥发性有机物约1.44千克,全年可减排挥发性有机物1094吨。相较无油气回收装置的储油库,宁夏安装油气回收装置的内浮顶汽油储罐,周转每吨汽油可减排挥发性有机物约0.5千克,按照年周转量268万吨进行计算,宁夏储油库全年可减排挥发性有机物1340

吨。以每吨汽油1万元计算,安装油气回收处理装置可以给加油站和储油库实现经济效益2275万元/年。

6 结论和建议

6.1 结论

①相较无油气回收装置的加油站和储油库,安装一次、二次油气回收的加油站每年可实现VOCs减排935吨,安装油气回收装置的储油库每年可实现VOCs减排1340吨,可获得经济效益2275万元。

②近年来,宁夏陆续开展了汽油储、运、销环节的油气污染治理工作,取得了很大的成效。但由于企业管理制度不完善,技术人员、检测技术等诸多方面的缺乏,宁夏部分加油站存在密闭性和气液比达标率较低等问题,过半数储油库存在非甲烷总烃有组织排放浓度超标等问题,加油站和储油库还有进一步提升回收效率、减少污染物排放的空间。

6.2 建议

①由于地方生态环境部门监管人员力量薄弱,无法常态化对加油站、储油库油气排放情况开展实时监控。建议进一步推动加油站和储油库在线监测系统安装及联网,加强在线监管,结合现场调研、检查等工作,不断提高加油站和储油库油气回收设施运行管理水平,提高达标率,减少污染物排放。

②不断完善加油站和储油库油气回收处理设施运行、油气排放污染物监管、在线监测设备建设联网等相关地方政策和标准,进一步规范企业对油气回收设施的运行、维护等,落实企业环境保护主体责任。

③持续加强指导企业合理选择油气回收技术。目前,加油站油气回收工艺手法主要包含了冷凝法、吸附法、吸收法与膜分离法。不同的区域要充分考虑不同工艺使用条件、当地的实际要求和气候条件,并分析其排放的基准,合理地选择油气回收技术,并落实油气回收系统的日常维护^[5]。

参考文献

- [1] 李林耀,李雨娟,王晓琦,等.银川城区夏季臭氧污染成因分析[J].环境科学与技术,2021,44(S2):50-4.
- [2] 刘一飞,吴笛,战锡林.刍议加油站油气挥发污染及节能回收技术[J].清洗世界,2022,38(9):90-92.
- [3] 刘勇峰,吴明,吕露.油气回收技术发展现状及趋势[J].现代化工,2011(3):21-23,25.
- [4] 王萌,周翔,刘军.宁夏回族自治区加油站油气回收系统管理运行现状和建议[J].清洗世界,2024,40(12):196-198.
- [5] 刘羽中.加油站油气回收及安全环保探究[J].当代化工研究,2021(19):101-102.

Analysis of the investigation and rectification measures of soil pollution hidden danger in chemical enterprises in the new period

Xiaoli Shi¹ Junlong Chen^{2*}

1. Xinjiang New Energy (Group) Environmental Testing Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 832000, China

2. Hongyun Honghe Tobacco (Group) Co., Ltd. Xinjiang Cigarette Factory, Urumqi, Xinjiang, 832000, China

Abstract

This article takes the investigation of soil pollution hazards in chemical enterprises as an example to explore the necessity and key points of soil pollution hazard investigation. According to the procedures and principles of soil pollution hazard investigation, detailed inspections are carried out on key places, facilities and equipment in the production environment of chemical enterprises. A list of toxic and harmful substances is formed based on the raw materials, pollutants, etc. in the chemical production process. Detailed investigations are carried out on the soil pollution situation on site, and multiple testing methods are used to identify potential soil pollution hazards. Based on the investigation results, a series of effective rectification strategies are adopted to promote the solution of prominent problems in the soil and groundwater environment of enterprises and fully guarantee the stability of local soil environment.

Keywords

soil pollution hazards; investigation; self-monitoring

新时期下化工企业土壤污染隐患排查及整改措施分析

史小丽¹ 陈军龙^{2*}

1. 新疆新能源(集团)环境检测有限公司, 中国·新疆 乌鲁木齐 832000

2. 红云红河烟草(集团)有限责任公司新疆卷烟厂, 中国·新疆 乌鲁木齐 832000

摘要

本文以化工企业土壤污染隐患排查为例,探讨了土壤污染隐患排查的必要性、工作要点,按照土壤污染隐患排查工作程序及原则,对化工企业生产环境中的重点场所、重点设施设备进行详细核查,结合化工生产环节的原辅料、污染物等形成有毒有害物质清单,并针对现场土壤污染情况展开详细的调查工作,联合多项检测手段摸排潜在土壤污染隐患,根据调查结果采取一系列有效的整改策略,以此推动企业土壤及地下水环境突出问题的解决,充分保障地方土壤环境的稳定性。

关键词

土壤污染隐患; 排查; 自行监测

1 引言

土壤是经济社会可持续发展的物质基础,关系到人民群众的身体健康,关系到美丽中国建设。保护好土壤环境是推进生态文明建设和维护国家生态安全的重要内容。为贯彻落实《中华人民共和国土壤污染防治法》《中华人民共和国水污染防治法》《工矿用地土壤环境管理办法(试行)》等有关要求,各地持续推进土壤环境重点监管企业名录管理,

而化工企业由于涉及原辅料种类多、数量大、设施设备较为复杂等特点,常常成为各地区土壤环境重点监管企业之一。化工企业由于原材料、生产流程的特殊性,一旦发生有毒有害物质渗漏、流失、扬散,极易对土壤地下水环境造成污染。因此,主管部门明确要求土壤污染重点监管单位全面落实对土壤污染隐患排查工作,以实现潜在污染问题的有效防控,降低污染影响程度^[1]。对此,化工企业需提高对土壤污染隐患排查工作的重视程度,从而助推化工企业乃至园区全面排查污染源;摸清土壤及地下水污染状况。逐步推动企业土壤及地下水环境突出问题的解决。

2 土壤污染隐患排查的必要性

土壤污染隐患排查需要企业自行开展对生产区域污染

【作者简介】史小丽(1986-),女,中国新疆沙湾人,硕士,工程师,从事生态环境保护研究。

【通讯作者】陈军龙(1985-),男,中国山西大同人,本科,助理工程师,从事烟草设备安全与环境保护研究。

情况的排查工作,以此避免在生产过程中发生有毒有害物质的渗漏、流失、扬散问题,导致地下水、土壤环境受到污染。经过排查工作的全面调查并结合隐患排查结果,化工企业能够及时了解污染情况,以便尽早做到对土壤污染隐患的消除。若在排查工作中发现污染问题,化工企业还能够应用多项监测技术,查清污染源头、影响范围,综合分析污染严重程度,进行污染控制及治理。

3 土壤隐患排查工作要点分析

3.1 基本原则

在开展土壤污染隐患排查工作时,应当严格按照全面性、系统性、针对性、连续性原则,以此实现对企业各场所、设备的全面覆盖,充分保证排查结果的准确性、全面性。根据相关标准,在化工企业进行土壤污染隐患排查作业时,需要规范应用系统化、程序化措施,严格按照技术标准落实各项排查工作;并且,此项排查工作还应当构建长期性的工作制度,定期组织技术人员做好对重点设施设备、重点场所等多方面的排查工作,从而帮助企业深入了解土壤、地下水的污染状况^[2]。

3.2 工作要点

首先,在土壤污染隐患排查作业中,应结合行业特点、类型等因素做好对相关资料的收集,主要包含企业原辅料清单、产品、地下管网等多方面内容。在完成对资料的收集、整理以后,需要及时构建重点设备、场所、污染物等清单,根据以往检查数据做好对超标情况的比较分析,以此明确具体污染区域。

其次,结合上述清单进行土壤污染隐患排查作业,针对排查中出现的污染问题制定相应清单。对于排查范围而言,包含场所重点场所、重点设施设备、防渗结构破损处以及相关管理制度(定期巡检制度、应急预案)的制定及落实情况等。

最后,对于获取的问题清单而言,需要严格按照企业发展实际状况做好对整改方案的制定,合理应用升级生产设备、优化管控制度等多项干预措施,最大限度降低污染影响因素。若已经造成严重污染问题,还需要做好对污染发生源头的追溯,明确具体形成原因,并积极开展污染问题调查、风险评估等多项工作^[3]。在风险评估中,如果污染影响过大,则需要组织相关部门及时开展修复工作,避免污染扩散问题的发生。

3.3 工作程序

结合实际工作的开展,土壤污染隐患排查工作大致可分为资料收集与初步调查、现场排查、形成隐患台账及整改台账等三个阶段。首先收集企业建设运行以来的设计、施工、生产工艺、环保的相关资料,尤其关注地下、半地下池体、储罐、管线等隐蔽设施相关资料,确定有毒有害物质清单,重点场所及重点设备设施清单、环保及土壤污染隐患排查的

相关管理制度及执行情况;其次在资料调查的基础上,对重点场所、重点设施设备进行细致的现场勘查及排查,查找有无隐患点,并结合企业例行土壤及地下水监测报告核实隐患点所采取的预防措施是否有效;最终,根据前二阶段排查结果,形成隐患台账,督促企业限期整改,整改期较长的提出整改时限,最终形成整改台账。并持续开展土壤污染隐患排查。

4 土壤污染隐患的排查对象

以某化工企业为例,企业主要生产内容为紫外线吸收剂以及配套原料中间体。在该企业中,建设有四个生产车间、丙类原料仓库及其他辅助配套设施。企业产生的危险废物包含废活性炭、精馏残液、废碳纤维等,在土壤污染隐患排查工作中需针对土壤及地下水环境开展各项调查、隐患点的排查及必要的监测工作。主要监测区域包含液体储存区域、生产区、货物储存区等;而重点监测设备包含地下(半地下)液体储存区、生产装置区、车间操作活动区、废水排放系统、污水处理池等。

4.1 明确排查范围

该环节以人员访谈、资料收集等工作为基础,其主要土壤隐患问题体现在资料收集不完整、人员访谈缺乏针对性,未做好对设备运行的深入调查;重点场所、相关设备的排查有遗漏,或生产中原辅料、中间产品、污染物中涉及的有毒有害物质识别不完善等。对于上述问题而言,企业需要在开展隐患排查作业时,严格按照相关标准将重点场所纳入排查范畴,并采用较为先进、高效的检测手段不断强化对隐蔽性设施的调查,明确具体潜在风险,使隐患排查工作更具针对性,增强了对后续隐患整改工作的指导性。

4.2 现场排查

现场排查工作中,现场检查可根据企业工艺流程各个环节对照前阶段工作中确定的重点场所、重点设施设备进行,或也可依液体储存区、散装液体转运输送区、货物储运区、生产区其他活动区等分区进行,确保无遗漏。重点关注涉及液体物料区域和隐蔽设施区域。

第一,逐一排查确保无遗漏。在化工企业现场排查时,检查液体物料区等重点区域防渗地面破损情况、储罐池体壁有无腐蚀现象。阀门、法兰、导淋等设施有无跑、冒、滴、漏等现象及是否采取了防护措施。并结合前期隐患整改台账查看隐患点处的防护措施是否有效。

第二,关注自行监测报告。在针对土壤环境展开自行监测工作时,相较于2022年的监测数据,在2023年该企业污水收集池镉、汞等元素含量显著上升;车间四的铜含量增加7mg/kg,汞、锌、砷等元素含量明显增加;原料罐区南侧区域砷、镉、铜含量显著上升。在此次监测结果中,存在明显变化的主要为铜、砷、锌、汞等指标,其余指标均未发生显著变动。

5 化工企业土壤污染隐患排查结果及整改措施

在该企业中,相关部门已结合自身发展规模、生产特点构建了污染隐患排查制度,针对地下水、土壤环境等多方面展开严格管控。根据各项制度标准,需要定期组织技术人员做好对污染状况的监测工作。同时,该企业所有厂房、污染治理设备都已设置了相应的防渗处理,以此实现对污染问题的有效控制。在企业生产作业中,所有废水都需经过处理达标后才能进行回用或排入园区污水管网。其中,在针对原辅材料管线尽量设计为地上管线,而在污水处理站中也进行了防渗处理。在危废间、废水管道等区域,相关部门主要开展常规巡查工作,一旦在巡查工作中出现污染问题,需要组织人员及时进行上报,并采用有效的处理措施,避免污染问题进一步扩大。最后,在突发事件应对方面,均已编制应急预案并进行备案,定期组织各部门积极开展演练活动,配置有充足的应急装备、物资并及时更新^[4]。

5.1 隐患点的确定及整改方案

第一,在丙类原料仓库中,部分区域的地面结构存在裂缝问题,若在化工材料使用过程中发生物料泄漏现象,那么就会顺着裂缝渗透至土壤深处,从而造成严重的土壤及地下水污染问题。

第二,在储罐区,尽管有着较为完善的土壤污染防治措施,但在实际使用中存在导流沟堵塞或损坏问题,这使得后续设备使用期间若发生泄漏现象,也就很难第一时间做好对物料的收集,致使污染问题进一步扩大。

第三,在针对污水收集池展开排查作业时,阀门接口区域存在腐蚀现象,极易造成污染问题。另外,在建设污水收集池时,整体结构为混凝土材料组成,难以准确掌握内部渗漏状况。

在针对上述隐患开展整改工作时,化工企业要及时做好对导流沟整体结构的修复工作,时刻注意各区域内的导流沟使用状况,一旦出现异常现象需要及时开展各项整改工作。同时,要不断强化对各管道阀门、法兰等隐患点的巡查、检修工作,保证各泵组均能保持稳定运行效果;对于地面裂缝问题而言,需要及时开展修复作业,并时刻注意其他场所内的地面裂缝问题,一旦发现潜在隐患需要快速落实各项整改措施。最后,相关部门要持续优化各项管理制度,完善土壤污染隐患排查计划,不断强化对先进排查措施的应用,并在日常排查工作中纳入各项管理制度,以此做到对企业生产的全面覆盖,有效减少疏漏问题的发生^[5]。

5.2 土壤污染隐患排查报告自查以及整改方案

第一,涉及有毒有害物质识别不清晰。对化工企业涉及的有毒有害物质清单识别不完全,仅识别出了企业所涉及的物料,未识别、细化至有毒有害污染物名称。

第二,重点设备、设施资料收集不全。尽管在早期土壤污染隐患排查工作中能够做到对相关排查信息的收集工作,资料内容也较为全面,但在重点设备、设施等多方面的定期维护信息方面未能及时做好收集工作,而这也埋下了许多污染隐患。

第三,隐蔽性场所排查不全面。对于污水处理站而言,在整个化工企业生产系统中属于隐蔽性经营场所,其早期工程设计、施工等多个环节资料信息未能及时做好收集工作。

在整改工作中,相关部门需要及时做好对附件内容的优化、完善,针对重点设施、设备的维护资料进行保存并形成台账,以此充分保证早期数据信息的全面性,为后续设备优化提供有力的支持。同时,在资料收集环节,相关人员还要及时做好对污水处理站改造方案、早期工程设计等资料的整理工作,按照相关技术标准详细划分项目防渗内容,以帮助相关部门准确掌握污水处理站的建设结构,使得后续污染隐患排查工作能够充分掌握废水处理状况,从而有效规避污染问题的发生。最后,在整项排查工作中,最重要的就是隐患排查制度的运行,唯有将其进行全面落实,才能够充分保障各项排查工作的高效开展,有效减少污染问题的发生^[6]。

6 土壤污染隐患排查工作的建议

①制定并落实土壤污染隐患排查管理制度。随着企业发展日趋完善,要不断完善企业的环保管理制度尤其是土壤污染隐患排查制度,并加强制度的执行和落实,发挥其对企业及周边土壤及地下水环境保护的源头预防作用。

②重视企业环保相关资料的档案管理工作。对于生产运营多年的企业,各阶段尤其是隐蔽工程的设计、施工资料对于土壤污染隐患排查工作极为重要。因此要加强技术资料、环保档案的储存和整理工作,强化土壤污染隐患排查的可信度及对后续工作的指导作用。

参考文献

- [1] 杨亚政,郑秋英,徐宣伟,等.化工企业土壤污染隐患排查典型问题初探[J].山东化工,2023,52(24):253-256.
- [2] 黄昊.化工企业土壤污染隐患排查及整改措施[J].中国资源综合利用,2023,41(10):123-125.
- [3] 陆露璐,刘芳,田弘.化工企业土壤和地下水污染隐患排查及自行监测研究与启示[J].皮革制作与环保科技,2023,4(06):176-179.
- [4] 高碧声.土壤和地下水污染隐患排查和自行监测研究[J].资源节约与环保,2023,(02):56-59.
- [5] 徐吉.土壤污染隐患排查实施现状[J].皮革制作与环保科技,2021,2(13):62-63.
- [6] 糜仁,王园.某化工企业土壤隐患排查及整改措施[J].石化技术,2021,28(01):80-81.

Application of membrane bioreactor in sewage treatment

Qiuyue Lu

Suzhou Carlston Management Consulting Co., Ltd., Kunshan, Suzhou, 246300, China

Abstract

Membrane bioreactor (MBR) is an advanced wastewater treatment technology that integrates biological reaction and solid-liquid separation. This paper outlined the application of membrane bioreactor in sewage treatment. Firstly discusses the working principle and structure of membrane bioreactor, covering two fields: membrane module and bioreactor. Then, the core advantages of membrane bioreactor in the field of wastewater treatment were deeply analyzed, such as the rapid removal of organic impurities and keeping the water quality constant, and some key problems and challenges in the field of membrane biological reactor were explored. Finally, the broad prospect of membrane bioreactor in the field of sewage treatment was discussed.

Keywords

membrane bioreactor; sewage treatment; solid-liquid separation; organic matter removal; membrane pollution

浅谈膜生物反应器在污水处理中的应用

陆秋月

苏州嘉士顿管理咨询有限公司，中国·苏州 昆山 246300

摘要

膜生物反应器 (MBR) 是一种集生物反应与固液分离于一体的先进废水处理技术。本文概述了膜生物反应器在污水治理中的运用。首先论述了膜生物反应器的工作原理与结构，涵盖膜模块与生物反应器两大领域。随后深入剖析了膜生物反应器在废水处理领域中应用的核心优势，如能够快速清除有机杂质，使水质保持恒定等，并探索了膜生物反应器领域的一些关键难题与挑战，最后论述了膜生物反应器应用于污水治理领域的广阔前景。

关键词

膜生物反应器；污水处理；固液分离；有机物去除；膜污染

1 引言

随着人口的增长和工业化进程的加速，污水处理在当下显得愈发重要。久远的污水处理方式每每遇到效能薄弱、占地面积广大、运维开支高昂等困扰。膜生物反应器 (MBR) 作为一种新兴的污水处理技术，具有卓越的分解有害物质的能力与稳定的持续工作特性，因此，废水处理领域广泛应用了该技术。

2 什么是膜生物反应器

膜生物反应器堪称当今污水处理领域的高效典范，这个备受关注的研究，巧妙地将生物反应器和膜分离技术相结合。采用微孔膜作为过滤介质以达到目的，这一系统巧妙地将生物反应器和膜分离装置紧密结合，形成一种独特的工艺，采用物理手段对固液混合物进行区分。与一般污水处理过程中的沉淀池和二沉池相比，膜生物反应器在提升处理效

能方面表现突出，优势显著。微孔膜牢固地遏制了悬浮物、胶体及微生物的渗透，从而让清澈的液体与杂乱的废弃物彼此界定。此种分割手段确保了水源的清洁与可靠性，同步减少废水中有害物质的排放。此外，相较于传统方法，膜生物反应器在处理效能方面表现更为出色，同时占地面积也更小。膜生物反应器拥有极大的适应性和便捷性。运行流程可根据实际需求进行相应调整，针对各类污水处置场景加以适应。这种适应性使得膜生物反应器在工业和城市废水处理领域发挥了广泛的作用。生物反应器与膜分离技术之融合，便构成了膜生物反应器，完成了卓越效能的增进，污水处理领域历经了沧海桑田之变。它无疑为工作效率带来了显著的提

升，并且减轻了周围环境的负面影响。随着科技迅猛发展，膜生物反应器在废物处理领域将不断发挥重要作用，致力于创建一个更为环保、可持续发展的社会^[1]。

3 膜生物反应器的工作原理

膜生物反应器乃是一种高效之废水处理手段，借助活性污泥，实现有机物的降解，同时达到去除氮、磷等污染物的目的。反应器内部产生了活性污泥，借助微孔膜，实现污

【作者简介】陆秋月 (1989-)，女，中国江苏苏州人，硕士，工程师，从事环境管理研究。

水高效处理,使处理后的出水水质更为清洁。常见的膜材料主要包括中空纤维膜和平板膜两类,这些膜物质拥有高传输速率、卓越的污染物阻隔效能,以及持久的使用寿命等优点。广泛应用的中空纤维膜与平板膜,在如今已成为众多领域不可或缺的组成部分,这些方式有助于实现固体与液体之间的清晰划分,去除水中空中悬浮物与微生物,因此,处理后的水质得以提升,达到了令人满意的程度。膜生物反应器之应用,已对我国废水处理领域带来深刻影响,堪称变革之力,它不仅提升了运算效率,同时减少了化学成分的使用,运营支出与生态环境影响皆相对较小。此项技艺的发展前景不可限量,可持续发展或将取得重要突破^[2]。

4 膜生物反应器的优势

4.1 高净化效率

膜生物反应器乃是一种高效之水处理方式,这种方法能够高效地剔除水中所夹带的有机物、氮元素、磷元素等污染物,从而使处理后的水质达到我国排放标准。这类尖端的水处理设备,将膜分离与生物降解技术相结合,具备众多显著的优势。应用微孔膜过滤原理,膜生物反应器得以高效运行,水体内悬浮物质与颗粒污染物之清除,成效显著。这些微孔膜顽强地阻挡着污染物的入侵,如此一来,水中的悬浮物浓度便大幅度降低,遵循我国相关规定,污染物排放事宜得以妥善处理。同时,这种膜分离技术具有显著优势,能在很大程度上减少微生物的损耗,提高了水处理设施的稳定性和耐用性。

4.2 占地面积小

膜生物反应器作为一种先进的废水处理方式,表现出卓越的效能,该物质具备高效消除有机物及氮磷等污染物的能力,此外,它在占地面积方面显著降低了占用。相较于惯常的污水处置方式,无需增设沉淀池与二沉池,膜生物反应器自能胜任,这类构思尤为适用于空间局促的场所。在通常的废水处理流程中,沉淀池与二沉池的根本职责是筛选悬浮物与沉淀物。然而,这些器物所占据的空间颇为可观,场地的布置与规划因而受到影响。相较而言,膜生物反应器将生物反应与固液分离两大步骤融为一步,运用膜科学技术,实现了污水的高效处理。反应器之内,装置了细微孔状之膜,可遏制污染物与悬浮颗粒物的蔓延,同时,亦便于水分及可溶性物质穿透。膜生物反应器被视为一种尖端的废水处理技术,在土地资源利用方面成果显著。这种方法的运用,即便在空间狭窄的场合,也能见到其卓越的效果,此外,它依然遵循着环保及废水处理的准则。

4.3 可调控性强

膜生物反应器是一种可随意组装的处置工具,该物件具有适应各种处理需求的特性,从而应对各类水质处理的必要。在运作过程中,反应器能够根据进水水质及处理目标进行适应性调整,操作人员在此获得了更大的自主空间。膜生

物反应器的弹性,体现在其多样化的配置方案之中。依据现实需要与实施环境,可以选取合适的膜材料、膜孔径大小和模块结构等。此种独特调整令膜生物反应器得以顺应各类水源特质,悬浮物、溶解物、微生物等方面的含量及种类。膜生物反应器作为一种实用高效的处理器件,具备多样配置选项与敏锐的自适应能力,针对各类水质难题,给予了更加全面的应对策略。其变通之处,足以应对种种处置之需,此外,尚可优化运算速度,降低运营成本^[3]。

4.4 减少污泥产量

膜生物反应器乃是目前尖端的水处理技术,在反应器中引入微生物以实现预期效果,运用独到的膜过滤工艺,令微生物持久留存。相较于传统工艺,这种方法在降解效率方面取得了显著的提升,此外,它还拥有许多不容忽视的益处。微生物善于利用污水中的有机物质与污染物让自己经久不息,可更久地存活于污水中。相较于传统工艺在膜生物反应器中的运用,微生物勤勉从事,降解成效得以提升。此外,鉴于微生物的活动范围仅限于反应器内部,因此,在恒定的环境中生活与延续,其顺应天地之能亦有所增进,它提高了分解效率,减少了污泥产量,操作起来颇见成效。此项尖端水处理技术在未来水资源管理领域将发挥举足轻重的作用,为我们的生存环境打造一片更加清幽、更加舒适的天地。

5 膜生物反应器在污水处理中的应用

5.1 城市污水处理

膜生物反应器被视为一种效能卓越的污水处理手段,在处理城市废水方面的有机物质和养分问题上,它的表现颇受关注,堪称卓越。这项先进技术有望将城市废水变为符合排放要求的高质量清水,这为都会污水的再生利用赋予了实质性的操纵方法。借助膜生物反应器以达成所求,有机质与养分得以迅速且彻底地消散。得益于其独具一格的构造方式,微生物于膜之上附着,活性污泥因而生成。废水经历膜生物反应器之过程,得以蜕变,这些微生物会借助吸附、吸收与降解的方式发挥其功效,将生命迹象与能量源泉化作平和之境,与此同时,经过处理的清澈水源源不断地输送出来。与传统的污水处理方法进行比较,膜生物反应器拥有众多显著的优势。首先,此物之处理功效颇佳,能在短暂时光内达成较高之清除速率。其次,膜生物反应器操作过程较为简易,系统之稳定,驾驭起来自是轻而易举。这表明其具备适应各类规模与运行需求的污水处理设施的能力,从小型社区至大型城市,皆能游刃有余地运用。

重要的是,膜生物反应器为城市污水提供了新的资源化利用途径。对已处理之水,再精细加工,这些养分便可从中获取,作为肥料或生物能源的原料。此循环利用之法,颇有益于减轻对天地宝藏的倚重,推动和谐共进,谋求绿色发展。膜生物反应器可谓一项技术突破,这种方法能有效消除城市污水中的有机物质与养分,为世界带来清澈的源泉。同

时,这项技术为城市污水回收利用赋予了前所未有的意义,在推动可持续发展的进程中,起到了良好的促进作用。

5.2 工业废水处理

运用膜生物反应器,乃是治理工业废水的一种切实途径,这种方法能有效地剔除其中的有机污染物和重金属等有害成分,从而达成严格的工业排放标准,进而显著减少对生态环境的破坏。这一领先技术,凭借膜分离与生物降解原理的完美结合,彰显出众多优势。膜生物反应器得以高效地净化工业废水中的有机污染物。内部装置的滤膜功能,足以将固体与液体予以区分,废水中的悬浮物、胶体和微生物得以有效拦截,与此同时,遏制其再度涉足后续处置环节。

膜生物反应器在处理工业废水方面展示了其稳定且可靠的特性。得益于模块化构建及简易操作之便捷,适应各类规模与性质的废水治理需求。此外,膜材料的特殊性质使其拥有较长的使用寿命和较低的养护成本,从而显著减少了运营开支。

5.3 海水淡化

膜生物反应器乃是一种独具特色的技艺,结合海水淡化技术以实现水资源优化,海水中盐分与有机物质,皆难逃其迅速剔除之能,为我们提供了宝贵淡水资源,可用于农业灌溉或工业需求。这项技术原理在于膜滤与微生物降解之协同作用,将生物反应器与膜分离技术相结合,完成了海水淡化的双重任务。在膜生物反应器中,特殊膜过滤技术得以应用,海水中的盐分与有机质得以妥善保存,清澈的淡水,凭借微孔之筛选,得以穿越。同时,通过调整体内微生物菌落的生长与发展以及代谢功能,有机物质经分解,化作无害之躯,从而使得水质愈发清澈。这款融入了海水淡化技艺的膜生物反应器,实则优点颇多。与常规的海水淡化方法相比,这样的方法既提高效率,又节约资源。传统方法多仰仗能耗较高的蒸发与冷凝环节,膜生物反应器是一种借助微生物实现生物降解的设备,在较低能耗的前提下,实现对盐分的高效排除。

5.4 污泥处理

膜生物反应器(MBR)作为一种治理废水之良策,成效显著,借助滤膜协同筛选及生物反应环节,处理污水过程中,污泥生成量得以削减,浓度相应提高。相较于常规的废水处理方式,某种程度上,它显得颇为独特,MBR技术的

应用,在一定程度上,有助于降低污泥处理的相关费用及减少能源的消耗,与此同时,实现了污泥资源的优化利用。传统废水处理技术在实施过程中,往往需要依赖庞大的污泥处理设备,同时伴随着较高的运营与保养成本。运用微孔膜过滤技术的膜生物反应器,废水内悬浮物与微生物之纠缠,反应器中自有阻隔之功效,省却了后续的沉淀与筛选环节,因此,显著减少了污泥处理设备的投入。

提高污泥浓度,同时降低污泥生成量,膜生物反应器在一定程度上缓解了污泥处理的负担,这也增强了污泥的再利用价值。污浊之泥,在历经MBR技术磨练之后,其蕴含着丰富的有机物质与营养成分,这些物质经过深加工后,便可化作滋养大地之肥料,或是化作温暖世间的生物燃料,乃至转化为其他有益于社会的产物。这样的资源化利用方式,已然使得废弃物的产生得以降低,可持续的能源得以供应,为农业、能源等产业带来福祉。膜生物反应器有助于减少污泥产量,另一方面,提高污泥浓度进而降低污泥处理的费用及能源损耗,成功实现了污浊之物的蜕变重生。随着MBR技术的不断优化与普及,我深信在未来的废水治理领域,此项技术将愈发显得至关重要,致力于为可持续发展事业贡献力量。膜生物反应器在污水处理方面展示出了巨大的潜力,有助于提升应对效能并改善水质条件,共同缩减运营开支,减轻环境负荷。

6 结论

膜生物反应器作为一种先进的污水处理技术,在实际应用中取得了显著成效。它能够高效去除有机物,提供稳定的出水质量,并且具有较高的污泥浓度处理能力。然而,膜污染和能耗仍然是膜生物反应器面临的主要问题和挑战。未来的研究应该致力于解决这些问题,提高膜生物反应器的性能和可持续性,以更好地满足污水处理的需求。

参考文献

- [1] 熊倩.生态循环膜生物反应器在农村污水处理中的应用[J].中国资源综合利用,2023,41(03):198-201.
- [2] 张颖,顾平,邓晓钦.膜生物反应器在污水处理中的应用进展[J].中国给水排水,2002.
- [3] 蔡彬.膜生物反应器在市政污水处理中的应用[J].城市道桥与防洪,2022(06):140-143+19.

Research on China's industrial carbon emission reduction strategy under the background of global carbon neutrality

Yang Gao

Hebei University of Economics and Business, Shijiazhuang, Hebei, 050062, China

Abstract

As the main source of carbon emissions, the industrial sector is under great pressure to reduce emissions, driven by the global carbon neutrality target. As the world's largest carbon emitter, China's industrial carbon emission reduction work is crucial to achieving its global climate targets. Based on the global carbon neutral background, combining technology, policy and market mechanism, this paper analyzes the current situation and challenges of carbon emission in China's industrial field, and discusses the carbon emission reduction strategy for sustainable development. China's industrial sector is expected to achieve high-quality carbon emission reduction and make positive contributions to achieving global carbon neutrality by promoting technological innovation, optimizing the energy mix, improving policy support and strengthening international cooperation, the study showed.

Keywords

carbon neutral; industrial carbon emission reduction; technological innovation; energy structure; policy support

全球碳中和背景下中国工业碳减排策略研究

高扬

河北经贸大学, 中国·河北 石家庄 050062

摘要

作为碳排放主要来源的工业领域,在全球碳中和目标的驱动下,面临着巨大的减排压力。中国作为全球最大的碳排放国,其工业碳减排工作对全球气候目标的实现至关重要。本文从全球碳中和背景出发,结合技术、政策和市场机制,分析我国工业领域碳排放现状和面临的挑战,探讨可持续发展的碳减排策略。研究显示,中国工业部门有望通过促进技术创新、优化能源结构、完善政策支持和加强国际合作等措施,实现高质量的碳减排,为碳中和全球目标的实现作出积极贡献。

关键词

碳中和; 工业碳减排; 技术创新; 能源结构; 政策支持

1 引言

全球气候变化已成为威胁人类社会发展的重大挑战,碳中和作为解决气候问题的核心目标,在国际社会中得到了广泛共识。近年来,越来越多的国家承诺实现碳中和目标,中国在2020年明确提出将力争于2030年前实现碳达峰,并在2060年前实现碳中和。这一目标的实现对中国经济社会发展提出了全新的要求,而工业部门作为碳排放的主要来源,在这一转型过程中面临着巨大的挑战和机遇。中国工业领域长期以来以高碳排放的传统模式为主,其能源消耗占全国总能源消耗的65%以上,碳排放量超过全国总量的70%。尽管近年来通过技术升级和能源结构优化,工业碳排放强度有所下降,但总量控制仍然是一个难点。当前,如何在保障经济增长的同时,实现工业部门的绿色低碳转型,已

成为中国碳减排工作中的核心议题。本文旨在从全球碳中和的背景出发,分析中国工业碳排放的现状与挑战,并提出适应碳中和目标的减排策略,为推动工业绿色发展提供理论和实践参考。

2 中国工业碳排放现状与挑战

2.1 工业碳排放的现状

中国工业部门是全球最大的碳排放源之一,其能源消耗和排放量在全国碳排放总量中占据主导地位。据统计,2020年中国工业碳排放约占全国碳排放总量的60%以上,其中以钢铁、化工、水泥等高耗能行业为主。工业能源结构以煤炭为主,占比一度超60%,清洁能源占比偏低,2012年清洁能源消费占能源消费总量的比重仅为14.5%左右,导致碳排放强度居高不下。高碳能源结构与高耗能产业模式相结合,使工业碳排放总量持续高位运行。此外,能耗呈刚性趋势,因工业产品需求增加,使得碳排放压力进一步加剧。虽然单位工业产值碳排放强度近年来通过技术升级、提高能

【作者简介】高扬(1998-),男,中国黑龙江佳木斯人,在读硕士,从事大数据管理与应用研究。

效等措施有所降低,但由于工业设备更新换代周期长、新技术普及缓慢等原因,造成减排成效未能充分显现。

2.2 碳减排面临的挑战

2.2.1 高耗能行业减排难度大

在现代工业体系中,钢铁、水泥、化工等行业展现出极为显著的能源密集型特征。以钢铁行业为例,从铁矿石的冶炼,到钢材的轧制,各个环节都需要消耗大量的热能,其高炉炼铁过程对煤炭等化石燃料有着极高的依赖度;水泥行业同样如此,石灰石的煅烧环节,需要在高温环境下持续作业,现阶段主要依靠燃烧煤炭来满足热量需求;化工行业的生产流程更是复杂多样,众多化学反应过程不仅要求精准的温度、压力控制,而且大多以化石燃料作为基础能源供应。然而,这些行业的核心生产过程由于受到现有技术瓶颈、工艺特性以及成本效益等多方面因素的制约,在短期内难以寻觅到能够完全替代化石燃料的可行方案,这就使得它们在碳减排之路上步履维艰,相较于一些新兴的绿色产业,其碳减排潜力着实有限。

2.2.2 技术创新不足

当前,低碳技术研发与应用迟缓,碳捕集、利用与封存(CCUS)技术困境尤甚。研发上,其涉及多学科知识,复合型人才招聘,拖慢技术突破;且基础研究资金长期不足,如废气二氧化碳高效捕集、封存后防泄漏等难题难以攻克。应用中,成本居高不下,中等规模碳捕集装置前期投入达数千万元,后续设备更新、能耗补给花费巨大;二氧化碳转化产品尚处小规模试验,效率低、成本高;封存环节因地质条件严苛,勘察、准备、监测流程繁杂致单位成本飙升。受研发与应用阻碍,CCUS技术产业化不足,全球仅少数试点项目靠政府补贴艰难运营,未形成成熟产业链,企业谨慎观望,制约低碳转型。

2.2.3 政策与市场机制不完善

尽管中国已建立起全国碳排放权交易市场,这一举措在推动碳减排进程中有着标志性意义,然而就当前实际运行状况而言,仍存在诸多问题。其中较为突出的是碳定价水平相对较低,出现这一现象有以下几种原因。一方面,当前市场参与者对碳排放权价值的认知尚浅,部分企业仍将其单纯视作一种合规成本,而非蕴含经济与环境双重效益的稀缺资源,致使在交易环节出价较为保守;另一方面,市场交易活跃度不足,大量碳排放配额未能得到充分流通,使得价格难以精准反映真实的减排成本与市场供需关系。如此一来,该市场机制在现阶段尚未能充分施展其本应具备的减排潜能,无法有效促使企业出于经济利益考量,主动投入更多资源用于低碳技术研发与节能减排实践。

2.2.4 国际压力与竞争

我国工业部门在国际市场上面临的低碳竞争压力随着全球碳中和进程的加快而明显上升。发达国家将中国工业品的国际竞争力通过碳边界调控机制等政策限制高碳产品。以

欧盟为例,其拟对我国相关出口企业的成本和利润产生直接影响影响的钢铁、水泥等高碳产品征收碳关税。此外,随着绿色供应链的兴起,也对我国工业提出了更高的减排要求。例如,跨国企业对其碳足迹的选择越来越重视,要求下游企业在供应链上推行低碳改造。如果中国工业企业不能尽快适应这一变化,那么极有可能会在全球竞争中失去市场份额。与此同时,随着气候目标日益受到国际社会的关注,也使得我国需要在履行对总体碳减排工作提出更高要求的国际承诺与国内经济增长之间寻找一个平衡点。中国工业部门需要进一步加快技术升级和模式转型,以提升在低碳经济中的国际竞争力,通过积极应对国际竞争和合作需求。

3 技术驱动的碳减排路径

3.1 绿色技术的研发与应用

技术革新是实现工业碳减排的主要途径。例如,钢铁行业作为高碳排放量行业之一,其传统高炉冶炼工艺以焦炭作为还原剂,是钢铁行业主要的碳排放源之一。而氢冶金技术,可以使用氢气作为还原剂来当作焦炭的替代品,不仅可以大幅减少二氧化碳的排放,还可以提高工艺效率和产品质量。此外,水泥行业的新型低碳胶凝材料,如贝利特水泥、碳化反应水泥等,贝利特水泥的生产过程中需要的温度相比传统水泥更低,是从源头减少熟料烧成过程中的碳排放强度。碳化反应水泥则是一种利用二氧化碳与水泥基材料发生碳化反应特性制成的新型水泥,他可以将二氧化碳固定在水泥内部,对碳减排有非凡的意义。同时,化工行业也为了实现低碳甚至零碳排放而探索利用生物基原料替代石化原材料。随着大数据科学与技术的发展,数字化技术在推动碳减排方面也逐渐发挥着重要的作用。借助工业互联网、大数据以及人工智能这些前沿技术手段,企业得以对生产调度进行优化,对能源消耗展开全方位监控,精准确定高能耗环节。在未来的发展中,技术研发不仅要关注单个工艺或设备的改进,还应从全产业链的视角出发,整合多领域技术,形成协同减排的综合解决方案。

3.2 碳捕集、利用与封存技术

Carbon Capture, Utilization and Storage (CCUS) 技术是解决工业减排难题的重要手段。通过在高排放设备中安装碳捕集装置,从源头捕获排放的二氧化碳,收集并存储或转化为甲醇、碳酸盐等有用的化学物质,实现二氧化碳的二次利用。目前 CCUS 技术已在石化和化工行业获得初步应用。例如,有的企业为了提高采收率(EOR),将收集到的二氧化碳注入油田。然而,CCUS 技术仍然面临着包括提高捕集效率、保证封存安全性以及技术成本高昂在内的诸多挑战。为加速其推广应用,政府和企业应共同努力,例如,通过财政补贴和碳市场机制为 CCUS 技术提供经济激励,同时通过国际合作共享技术经验和最佳实践。未来,随着技术的不断进步和成本的降低,CCUS 技术有望在更多工业领域实现

规模化应用，为实现全球碳中和目标做出巨大贡献。

4 能源结构优化与资源利用效率提升

4.1 推动能源结构低碳化

实现碳减排的重要途径是优化以煤炭为主的工业部门的能源结构。电力供给由化石燃料逐步向风能、太阳能和核能等转移，通过加快替代清洁能源的进程，工业生产中的碳排放强度可得到明显降低。以风能和太阳能为代表的可再生能源不仅具有清洁性和可持续性，还能通过分布式发电方式降低能源传输损耗。此外，作为稳定高效的能源形式，核能尤其适用于对能源稳定性和持续性有需求的规模工业生产。余热余能回收利用技术在传统能源使用过程中也是十分重要的。例如，工业生产过程中的废热通过高效余热回收设备转化为蒸汽或用于再生产用电，能明显提高能源利用效率，降低化石燃料需求。实施这些技术路径，需要政府政策的引导和企业的积极参与。例如，通过制定清洁能源配额制度或给予税收优惠，推动工业企业逐步转向低碳能源供应体系。

4.2 提升资源利用效率

推行循环经济理念，为工业碳减排开辟了一条行之有效的新路径。在生产过程中实现废弃物的资源再利用，既减少碳排放，又降低原料需求。以钢铁行业为例，可以加强余热余能回收，在钢铁冶炼的各个过程都会有大量的热量释放，通过安装余热发电装置，将多余的热能转变为电能用于钢铁的冶炼，减少对外购电的需求，从而减少碳排放。此外，化工行业还能将副产品或废料回收利用，用于其他生产环节，提高资源利用率。将化工过程中的废气或废液转化为新的化学原料，不仅降低废弃物处理成本，同时也实现了资源的可循环利用。在水泥行业中，使用粉煤灰等工业废渣代替黏土等传统原料，可以减少传统水泥原料的需求，降低生产过程中的碳排放。通过资源利用效率的提高，既可以减轻工业生产对环境的负担，又可以为企业创造良好的条件，从而实现经济的绿色低碳发展。

5 政策支持与市场机制的完善

5.1 加强政策引导

政府应进一步完善碳减排政策体系，为工业低碳转型提供强有力的支持。首先是低碳技术的研发与应用，可以通过财政补贴、税收折扣等激励性手段予以支持。此外，促进高耗能企业转型升级的一项重要措施就是制定较为苛刻的能效标准和行业排放限额等指标。通过强制性政策要求企业提高设备能效、优化生产工艺等一系列措施，将传统高碳行业逐步转型为绿色低碳产业。政府还应针对中小企业提供有针对性的扶持政策，帮助中小企业克服减排过程中所面临的资金、技术上的困难，提高企业低息贷款的额度、技术咨询等

技术服务水平，以帮助企业更好地实现绿色转型。区域间政策协同也是实现碳减排目标的重要一环。通过建立区域间减排合作机制，有效协调地方政府利益关系，促进碳中和进程。

5.2 完善碳市场机制

全国碳排放权交易市场的建立，成功地将工业碳减排市场化。然而，目前市场面临着碳定价层次低、市场活跃度不够等诸多方面的问题，这就制约了其发挥减排潜力。要想改变这个现状，应通过科学分配碳排放配额，保证资源配置的公平合理，来提高市场效率。例如，配额的分配方案可以根据行业的碳排放强度和发展需求进行动态调整，在避免配额过剩造成碳价下跌的同时，也可以避免由于配额不足而导致某些行业陷入发展困境。信息化透明化建设也是促进市场信任度、活跃度的关键所在。通过建立公开透明的碳排放配额交易平台，在降低信息不对称导致交易成本的同时，保证市场参与者能够实时获取交易数据及政策信息。

6 结语

中国的工业领域碳减排任务艰巨但意义重大。作为碳排放大国，中国工业领域的低碳转型进程，紧密关联着国家可持续发展大局，同时对全球气候目标的实现起着重要的作用。技术创新成为驱动工业低碳发展的关键力量。现阶段，我国工业部门应将中心放在绿色生产技术和低碳技术的研发上，突破传统发展模式在过往较长时间内对工业可持续发展的制约。同时，能源结构的优化也势在必行。如果想从源头上大幅削减工业碳排放，关键在于加快清洁能源对传统能源的替代步伐，大幅提升风、光、核能等清洁能源在能源结构中的占比。通过优化能源供应体系，降低对煤炭等传统化石能源的依赖，切实减少工业生产中的碳排放强度。此外，政府要制定清晰的政策，为企业指明减碳方向。同时，采取税收减免、专项补贴等经济激励措施，使积极减碳的企业获得资金回馈，缓解转型压力，激发创新活力。未来，我国工业部门减碳将随着国际合作的加强和绿色金融的蓬勃发展迎来更多机遇。

参考文献

- [1] 肖兰兰,李陌兮.全球气候变化背景下能源安全的“绿化”与中国的战略选择[J].中国石油大学学报(社会科学版),2024,40(06):69-79.DOI:10.13216/j.cnki.upcjess.2024.06.0008.
- [2] 郭佳淇.绿色金融对高碳企业融资约束的影响研究[D].山西财经大学,2024.DOI:10.27283/d.cnki.gsxcc.2024.000850.
- [3] 李晨阳.环境规制和技术创新对建筑业碳排放效率的影响研究[D].云南财经大学,2024.DOI:10.27455/d.cnki.gycmc.2024.000017.
- [4] 李瑾.双碳背景下碳减排国际合作法律问题研究[D].大连海洋大学,2024.DOI:10.27821/d.cnki.gdlhy.2024.000061.