

减少温室气体排放,推动农村地区能源结构优化与清洁能源替代,对实现农业绿色低碳发展具有重要意义。

4.3 农用有机肥料与生物基材料制备技术

农业废弃物的肥料化与材料化利用是循环农业体系中实现资源高值转化的重要方向。利用秸秆、畜禽粪便、果蔬残渣等有机废弃物,经生物发酵、干燥造粒和微生物复配,可制成高效有机肥与复合微生物肥。这类肥料富含有机质与有益菌群,能显著改善土壤理化性质,促进作物根系生长并提升农产品品质。同时,农业副产物的材料化利用正在成为新兴产业增长点。以秸秆纤维为原料可制备可降解生物塑料、复合纤维材料及生物炭等产品;以油料饼粕与果壳为基质可开发生物基高分子材料与吸附剂,广泛应用于包装、建筑与环保领域。通过多工艺耦合与技术集成,可实现“废弃物—原料—产品”全过程循环,推动农业废弃物由低端利用向高附加值利用转型。这种技术路径不仅实现了资源的生态化回流,也促进了农业产业链的延伸与绿色升级,为循环农业产业化发展提供了坚实的技术基础。

5 农业废弃物资源化的产业化模式与发展路径

5.1 区域循环农业产业集群建设

在推进农业废弃物资源化产业化过程中,区域循环农业产业集群的构建是实现规模化与系统化发展的关键路径。应立足区域资源禀赋与产业结构差异,科学规划“种养结合—加工转化—再生利用”的循环链条,实现区域内物质流与能量流的闭环循环。以产业集群为核心,可通过“企业—合作社—农户”协同机制实现资源共享与利益共赢。不同地区应形成差异化发展格局,如华北平原以秸秆能源化与生物质发电为主,长江流域以畜禽粪污肥料化为重点,西南山区发展沼气与生态农业结合模式。集群化发展能够促进农业、能源与环保产业的深度融合,降低单体企业处理成本,提高资源利用率与市场竞争力。同时,通过区域品牌建设与循环经济园区规划,可实现产业链延伸与价值链升级,推动农业废弃物资源化从单一处理向综合利用、系统管理的转变。

5.2 多元主体协同与政策机制创新

农业废弃物资源化利用的产业化推进涉及政府、企业、科研机构、金融部门及农户等多方主体。各方的角色定位与协同程度直接影响产业运行效率。政府应在顶层设计上强化政策引导与制度保障,制定分类指导政策、完善补贴机制、推广绿色金融,鼓励社会资本参与资源化项目建设。科研机构应发挥技术支撑作用,加强关键装备、微生物菌剂、转化

工艺等技术创新,并开展区域化示范推广。企业应作为产业化主体,构建集废弃物收集、加工、再利用于一体的产业链条,推动商业化模式创新。同时,应建立政府主导、企业实施、科研支撑、农民参与的协同治理体系,明确各方权责与收益分配机制。通过政策激励与利益联动,可形成多主体共建共治共享的新格局,为农业废弃物产业化发展提供持久动力。

5.3 数字化与智能化支撑体系建设

在循环农业体系中,数字化与智能化技术的引入是实现高效管理与精准决策的重要支撑。利用物联网传感技术,可实现农业废弃物收集、运输与处理过程的实时监测,确保数据可追溯与处理可控化。区块链技术能够构建透明的资源流通体系,为农业废弃物回收利用建立可信数据链条,提升产业监管与交易效率。人工智能与大数据分析可对废弃物产生规律、资源供需关系及能源转化效率进行预测,为政策制定与企业决策提供数据支撑。智能决策系统还能根据市场需求与环境约束自动优化资源配置,提升农业循环体系的整体响应能力。

6 结语

循环农业模式下的农业废弃物资源化利用,是实现农业绿色转型与可持续发展的战略路径。通过技术创新、政策支持与产业协同,农业废弃物正逐步从环境负担转化为经济增长点与生态修复资源。未来,应在完善顶层设计的基础上,构建以市场为导向、科技为支撑、农民为主体的产业化体系,推动资源循环利用从局部试点走向系统推广。与此同时,需强化数字化与智能化支撑,提升资源利用的精准性与高效性。通过科技创新与制度创新的双轮驱动,循环农业将为我国农业现代化、农村生态文明建设及碳中和目标实现提供重要支撑,实现生态效益、经济效益与社会效益的多赢格局。

参考文献

- [1] 孙玉,高子格,刘子青.新质生产力促进农业废弃物资源化利用:内在逻辑、现实困境和实现路径[J].农业灾害研究,2025,15(08):72-74.
- [2] 宋倩.农业废弃物资源化利用与农业循环经济模式[J].山西农经,2025,(08):133-135+149.
- [3] 牛海凤,刘鹏丽,张晓丽.农业废弃物变废为宝生态循环农业助力乡村振兴[J].农业工程技术,2022,42(15):81-82.
- [4] 余玉麟.基于废弃物资源利用型生态农场的城镇闭环式循环农业发展探究[J].农村经济与科技,2021,32(12):19-21.
- [5] 周文生.推动废弃物资源化利用打造生态循环农业强县[J].江苏农村经济,2019,(09):24-25.

Analysis of Environmental Air Quality Characteristics and Influencing Factors in Typical Industrial Areas

Gang Liu Hui Guo

Wuhan Tianhong Environmental Protection Industry Co., Ltd., Wuhan, Hubei, 430200, China

Abstract

Against the backdrop of the accelerated advancement of industrialization and urbanization, the problem of environmental air pollution in industrial areas has become increasingly serious. This will not only affect the stable operation of the ecosystem, but also endanger the physical health of residents and reduce their quality of life. Based on this, the following text will select the Yangtze River Delta Chemical Industry Agglomeration Area, the Central and Southern Liaoning Metallurgical Industry Concentration Area, and the Pearl River Delta Electronic Manufacturing Industry Area (hereinafter referred to as the Yangtze River Delta, Central and Southern Liaoning, and Pearl River Delta) for research, analyzing their environmental air quality characteristics and influencing factors. And targeted pollution prevention and control strategies should be proposed starting from aspects such as optimizing the industrial structure, innovating governance mechanisms, adjusting spatial layout, and adhering to multi-party co-governance. It is hoped to provide theoretical references for the precise prevention and control of air pollution in typical industrial areas.

Keywords

Typical industrial areas; ambient air quality; influencing factors

典型工业区域环境空气质量特征及影响因素分析

刘钢 郭辉

武汉天虹环保产业股份有限公司, 中国·湖北 武汉 430200

摘要

在工业化和城市化进程加速推进的背景下, 工业区域的环境空气污染问题愈发严重。这既会影响到生态系统的稳定运行, 又会危害居民的身体健康、降低居民的生活质量。基于此, 下文将选取长三角化工产业集聚区、辽中南冶金工业集中区、珠三角电子制造产业片区(以下简称长三角、辽中南、珠三角)进行研究, 分析其环境空气质量特征及影响因素, 并从优化产业结构、创新治理机制、调整空间布局、坚持多元共治等方面入手提出针对性的污染防治策略。希望为典型工业区域大气污染精准防治提供理论参考。

关键词

典型工业区域; 环境空气质量; 影响因素

1 引言

虽然工业发展是推动区域经济增长的核心动力, 但在工业生产过程中产生的废气排放物已经严重影响到了环境空气质量。不仅降低了大气能见度, 还危害了人体健康, 造成了酸雨、光化学烟雾等一系列环境问题。由于各工业区域的产业结构、地理区位存在差异, 空气质量特征和影响因素各有不同。因此, 本文选取长三角、辽中南、珠三角等典型工业区域, 探究其环境空气质量特征和影响因素是非常有必要的。能够揭示工业活动和环境空气质量的内在关联, 推动工业区域环境空气质量治理工作高效开展。

【作者简介】刘钢(1985—), 男, 中国河南项城人, 工程师, 从事空气自动监测系统的系统集成、运维管理研究。

2 典型工业区域环境空气质量特征

准确识别空气质量特征是探究污染成因的前提。下文将从时间与空间两个维度分析长三角、辽中南、珠三角等典型工业区域环境空气质量特征。

2.1 时间分布特征

第一, 季节变化特征。典型工业区域环境空气质量的季节波动明显, 表现为: 冬季污染最严重、夏季污染最轻。这是因为冬季温度较低, 易出现逆温现象, 大气垂直对流较弱, 不利于污染物扩散。部分企业为了提升产能会增加能耗, 再加上冬季居民的供暖需求较大, 因此冬季的污染现象更加严重。其中, 辽中南既要进行冶金高炉保温生产, 又要进行燃煤供暖, 产生的 SO_2 浓度远高于夏季。长三角受逆温天气的影响, VOC_s 累积效应显著, 臭氧前体物浓度较高; 而夏季雨水充沛、温度较高, 降水可以冲刷颗粒物和酸性气体,

高温可以加速污染物的稀释扩散,因此夏季空气质量较好。其中,珠三角在东南季风的影响会涌入大量的海上清洁空气,这可以大幅度降低 $PM_{2.5}$ 的浓度。

第二,日内变化特征。典型工业区域环境空气质量呈现日内“双峰”的特征。污染峰值分别出现在早高峰“7:00-9:00”和晚高峰“18:00-20:00”。早高峰是工业企业开工时间段,生产过程中会排放大量污染气体,与通勤产生的交通尾气叠加后空气污染情况会更加严重。晚高峰是工业企业生产收尾阶段,部分工序会突然增大排放强度,与居民出行产生的尾气叠加后,也会导致污染气体的浓度上升。其中,长三角早高峰需集中进行原料装卸、反应釜投料等工序,因此 VOC_s 浓度较高。辽中南晚高峰需同步做好高炉出铁、钢渣处理工作,因此颗粒物浓度较高。珠三角早高峰需集中进行芯片封装、电路板清洗等工序,因此 VOC_s 和 NO_x 的浓度较高。而晚高峰需进行电子废料转运工作,与交通尾气叠加后 $PM_{2.5}$ 的浓度大幅度上升。^[1]

2.2 空间分布特征

第一,功能区差异特征。典型工业区域环境空气质量呈现出明显的功能区差异。工业聚集区域的污染程度明显高于城市建成区和郊区。这是因为工业聚集区域是重污染企业的聚集区,排放的污染气体会产生叠加效应。其中,长三角位于园区的核心区域, VOC_s 和 $PM_{2.5}$ 的浓度明显高于周边居民区。辽中南下风向5公里范围内的 SO_2 浓度明显高于上风向区域。珠三角电子焊接排出的 VOC_s 和 $PM_{2.5}$ 的浓度远高于周边的商业城区。

第二,空间差异特征。典型工业区域环境空气质量呈现出明显的空间差异特征。长三角属于平原区域,地形开阔平坦。大气扩散条件较好,区域内的空气质量差异较小。但受水域影响,局部区域可能会形成局地环流,短期内会聚集一些污染气体。其中,辽中南位于山谷区域,山谷风效应明显,夜间污染气体会被山风吹送至谷内。逆温层会阻碍这些污染气体的垂直扩散,进而形成局部高污染区域。珠三角地形区域复杂,北部临山、南部沿海。中西部受山区地形的影响容易出现气流不畅、污染气体急剧的情况。东部受海陆风的影响,白天海风会送来海洋清洁空气,稀释污染气体,夜间陆风会将污染气体吹送至近海区域,导致近海污染。^[2]

3 典型工业区域环境空气质量影响因素

典型工业区域的环境空气污染因素较多,包括:工业生产、气象条件、地形地貌、城市规划和人类活动等,下文将进行具体分析。

3.1 工业生产因素

工业生产因素是造成工业区域环境空气污染的主要因素,主要从污染物排放强度和排放结构两方面体现。化工、冶金等高污染行业需消耗大量的化石能源,这个过程会排放大量的烟尘、 SO_2 、 NO_x 等。机械制造和电子加工等行业的

涂装与焊接工序中会排放大量的 VOC_s 。这种污染物在产生光化学反应后会生成二次颗粒物和臭氧,进一步加重污染;不同工业类型的排放结构各不相同,因此区域污染物特征也存在明显差异。其中,长三角主要排放 VOC_s 和恶臭气体,辽中南主要排放颗粒物和 SO_2 ,珠三角主要排放 VOC_s 和 NO_x 。^[3]

3.2 气象条件因素

气象条件是影响污染物扩散和转化的主要自然因素。一般通过温度、湿度、风速、风向、逆温现象等发挥作用。风速会影响到污染物的扩散速度,风速较大时污染物会被快速稀释,反之污染物会产生局部积聚;风向会影响到污染物的传输路径,处于工业区域下方向的区域污染情况更加严重。例如:长三角受东南风的影响,下风向居民区的 VOC_s 浓度明显高于上风向区;逆温现象是导致冬季空气质量恶化的主要诱因,逆温层会影响大气垂直对流,导致污染物集中在近地面。

3.3 地形地貌因素

地形地貌会影响大气环流,间接作用于区域空气质量。其中,长三角位于平原区域,地形比较开阔,大气扩散条件好,区域内的空气质量差异不明显。辽中南位于山谷区,地形较为封闭。夜间山风会将污染物吹至谷内,叠加逆温现象后难以进行垂直扩散,这就形成局部高污染区。珠三角地形复杂,北部为山地、南部沿海。北部受山地影响大气流通不畅,很容易聚集污染物。南部沿海区域在海陆风的影响下,空气质量比较好。

3.4 城市规划和人类活动因素

城市规划和人类活动强度也会影响到空气质量。工业区的选址、工业区与居民区的距离、工业区与居民区中间是否设置了防护隔离带等都决定了污染物对居民的影响程度。其中,长三角设置了两公里的生态防护林带,成功降低了居民区的 VOC_s 浓度。辽中南部分老旧厂区紧邻居民区,未能采取有效的隔离措施,给周边居民造成了诸多困扰,导致污染投诉率较高。珠三角部分工业园区和居民区混合布局,导致生产过程中排放的污染物严重影响到了居民的生活质量;人类活动强度变化也会导致空气质量产生波动。在节假日停工、交通流量下降期,区域污染物排放量明显下降,空气质量有所提升。同时,餐饮油烟、燃煤取暖的一些生活行为也会影响到区域空气质量。其中,长三角居民使用燃气取暖的比例较高,空气质量相对较好。辽中南居民采取燃煤供暖,叠加工业生产等因素后空气质量较差。珠三角餐饮行业发达,餐饮燃油排放量较大,如果不采取有效的治理措施,也会影响到周边的空气质量。

4 典型工业区域环境空气质量改善策略

下文将从源头管控、科技赋能、空间优化和多元共治四个维度入手,提出改善策略,希望推动工业与生态保护协