

江苏省小型酿造企业绿色发展路径 ——以洋河新区为例

赵宇, 王李春晓, 彭月, 杨云栋

江苏省环境工程技术有限公司, 江苏 南京

收稿日期: 2025年10月17日; 录用日期: 2025年11月10日; 发布日期: 2025年11月17日

摘要

以江苏省宿迁市洋河新区为例, 对江苏省小型分散式酿造企业生产状况、废水排放、清洁生产水平进行了调研, 并详细分析了分散式酿造企业污染治理方面存在的问题, 提出了企业提升改造、水环境改善工程建设、酿造废水“绿岛”建设等措施建议。

关键词

小型分散酿造行业, 酿造废水“绿岛”, 处理工艺

The Green Development Path of Small Brewing Enterprises in Jiangsu Province —A Case Study of Yanghe New District

Yu Zhao, Lichunxiao Wang, Yue Peng, Yundong Yang

Jiangsu Environmental Engineering Technology Co., Ltd., Nanjing Jiangsu

Received: October 17, 2025; accepted: November 10, 2025; published: November 17, 2025

Abstract

Taking Yanghe New District of Suqian City, Jiangsu Province as an example, a survey was conducted on the production status, wastewater discharge and clean production level of small and decentralized brewing enterprises in Jiangsu Province. The problems existing in the pollution control of decentralized brewing enterprises were analyzed in detail, and suggestions were put forward for enterprise upgrading and transformation, water environment improvement project construction, and the construction of “green islands” for brewing wastewater.

Keywords

Small Dispersed Brewing Industry, Brewing Wastewater “Green Island”, Treatment Technology

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

白酒酿造行业产生的有机废水浓度较高,水质水量变化大,污染物种类复杂,包括大量的残留淀粉、蛋白质、糖类等,以及乙醇、戊醇、丙醇、丁醇、脂肪酸、氨基酸、酯、醛等多种成分,废水处理难度较大。但废水中可生物降解的有机物含量较高,具有较好的可生化性。根据资料调查分析,一般小型酿造企业每生产一吨白酒大约排放废水 4~6 吨,各种污染物的指标均高于大型白酒生产行业[1]。底锅水属于高浓度酸性有机废水, COD 质量浓度较高一般在 10,000 mg/L 以上[2], pH 一般在 2.8~3.2 之间[3]。江苏省除洋河股份有限公司、双沟酒业股份有限公司等企业规模较大外,小型酿造企业多且较为分散,酿造废水接管率低,企业环保手续不全,管理难度大。黄水是白酒发酵过程中产生的副产物,一般情况下,每生产 1000 kg 大曲酒,大约产生黄水 300~400 kg [4]。黄水中含有大量残淀、色素、单宁、单糖、多糖、香味物质等多种可再利用资源[5] [6]。目前,浓香型白酒发酵黄水副产物由于经济成本和技术缺陷问题,黄水和底锅水资源多数未能获得充分利用。高浓度有机废水直接排入污水处理站不仅给废水的治理增加难度,同时也造成资源浪费[7]。白酒酿造过程的清洁生产需要从白酒酿造的整个工艺流程入手,通过应用先进的设备、生产工艺和管理办法,将白酒酿造对环境造成的负面影响降至最低[8]。亟需积极探索“资源优配增效、空间优化重塑”的绿色转型模式,同步开展小型酿造企业废水集中收集处理“绿岛”建设,减少对污水处理厂及周边水环境的压力。

2. 研究方法

本研究采用案例研究法,结合定量与定性分析,系统评估江苏省小型分散式酿造企业的环境现状与绿色发展路径。研究流程主要包括案例区选择、实地调研与数据采集、问题诊断与对策构建三个阶段。

2.1. 案例选择

洋河新区是江苏省乃至全国重要的白酒产区,除洋河股份等龙头企业外,集聚了大量小型、分散的酿造企业,其产业生态梯度分明,面临的水环境压力、管理难题与升级需求在江苏省小型酿造产业集聚区中具有高度代表性。

2.2. 研究范围

调研覆盖洋河新区全部 63 家酿造企业,实现了普查级别的全覆盖,确保了研究样本的完整性。调研对象包括企业负责人、生产与环保管理人员,以及地方生态环境、工信等主管部门的相关人员。通过全覆盖式调研,全面掌握了不同规模、不同生产工艺、不同污染治理水平企业的实际情况,避免了抽样偏差,为后续分类施策提供了坚实的数据基础。

2.3. 数据采集

问卷调查:设计结构化调查问卷,内容涵盖企业基本情况(年产量、营收、产品香型)、生产工艺与设

备(粉碎、发酵、蒸馏方式)、资源能源消耗(年用水量、用电量)、污染产排信息(各类废水量、废气、固废产生量及处置方式)、污染治理设施现状(是否预处理、废气收集、固废暂存)以及环境管理状况(环保手续、在线监测)等。问卷由经过培训的调查员现场指导企业人员填写,确保数据的准确性和一致性。

实地踏勘与访谈:研究团队对代表性企业进行现场走访,实地观察生产流程、污染治理设施运行状况、雨污分流情况等,并与企业技术人员进行半结构化访谈,深入了解废水(特别是黄水、锅底水)的实际产生环节、管理难点以及资源化利用的可行性,获取问卷难以反映的细节信息。

文献与资料调阅:收集并分析洋河新区环境统计资料、水质监测报告(特别是市考断面数据)、区域污水处理厂运行数据、相关行业技术政策与规范,为问题分析和措施建议提供宏观背景和技术依据。

3. 江苏省小型酿造企业发展现状

3.1. 生产情况

目前江苏省白酒酿造企业按香型分,有浓香型、清香型、酱香型和芝麻香型,以浓香型为主。现状酿造企业梯队出现断层,以洋河新区为例,除洋河股份及乾隆江南营收破亿外,营收 1000 万以上但不足 2000 万的其他酿造企业共 10 家,其余小规模酿造企业年营收均不足千万。近年来,白酒行业发展迅速,白酒产量持续稳定增长,企业的生产工艺、装备、技术水平都有较大提高,但是白酒工业仍然是酿造行业中粮耗和能耗较高的行业。推行清洁生产技术,使生产过程少产生或基本不产生废物,是白酒工业未来的发展趋势[9]。

3.2. 污染排放

通过开展现场调研及调查问卷统计发现,江苏省酿造企业废物产生基本不涉及炉渣,酒糟一般通过出售,加工成饲料,实现资源化利用。根据《饮料酒制造业污染防治技术政策》要求,高浓度废水(锅底水、黄水、废糟液、麦糟滤液、酵母滤洗水、洗糟水、米浆水、酒糟堆存场地渗滤液等)宜单独收集进行预处理,再与中低浓度工艺废水(冲洗水、洗涤水、冷却水等)混合处理,但受企业成本所限,大部分小型酿造废水均未进行预处理,部分企业甚至存在直排情况,对周边水环境带来较大安全隐患。根据测算,洋河新区其他酿酒小企业每年排放废水总量为 8.48 万吨,其中,排放锅底水 1.39 万吨,洗瓶水 4.85 万吨,生活污水 1.29 万吨,地面冲洗水 0.71 万吨和其他污水 0.24 万吨,见表 1。目前洋河新区小型酿酒企业接管率较低,大部分企业黄水、锅底水多未经利用直接排放。2023 年,洋河新区境内主要河流设有市级地表水考核断面 5 个,其中古山河周力桥断面、黄河故道郑中线桥断面均不能稳定达标,超标因子主要为氨氮、总磷及 COD。

Table 1. Wastewater discharge of other small brewing enterprises in Yanghe New District (10,000 tons/year)

表 1. 洋河新区其他酿酒小企业废水排放情况(万吨/年)

废水排放总量	锅底水排放量	洗瓶水排放量	生活污水排放量	地面冲洗水	其他污水排放量
8.477	1.388	4.849	1.287	0.714	0.239

4. 存在问题

4.1. 水环境质量改善压力大,酿造企业污染贡献突出

江苏省酿造企业相对集中,因此必须高度重视酿造废水对周边水环境质量的影响,结合水环境容量,科学合理地设定酿造废水排放指标,以推动行业绿色发展。以洋河新区为例,其小型酿造企业每年排放废水总量高达 8.48 万吨,综合废水(尤其混入未经预处理的黄水、锅底水后)的平均化学需氧量(COD)浓度

高达 5000~8000 mg/L, 据此推算, 其 COD 年排放潜在量可达数百吨。而洋河新区市级考核断面(古山河周力桥、黄河故道郑中线桥)水质超标的主要因子正是氨氮、总磷及 COD, 这与酿造废水高浓度、高 COD、含氮磷营养物的有机特性高度吻合。企业未经预处理直接排放的废水, 其污染物特征与河道超标因子高度一致, 充分表明酿造废水排放是导致断面水质超标的重要直接原因。小型酿造企业高浓度废水未经有效处理、间歇性集中排放, 对水环境的冲击更为直接和剧烈, 尤其在枯水期, 河道环境容量减小, 酿造废水的排放对水质达标构成严重威胁。

4.2. 企业清洁生产有待升级, 资源利用亟需优化

小型酿造企业涉及部分电机属于高能耗、老旧或不匹配的电机, 部分水箱存在溢流和过热等浪费能源的现象, 建议通过清洁生产审核进行更换。以洋河新区为例, 除洋河酒厂外, 企业均未安装尾水在线监测设施, 无法知晓企业废水及污染物排放量。大部分酒厂均未采用封闭粉碎、袋式除尘或喷水降尘等方法, 大部分企业酒糟、滤渣堆场未对废气进行收集处理, 部分企业车间外有浓浓的酒糟腐烂气味。根据《饮料酒制造业污染防治技术政策》要求, 鼓励白酒企业提取锅底水中的乳酸和乳酸钙, 黄水中的酸、酯、醇类物质, 但实际资源化利用水平相对较低。此外, 小型酿酒企业自动化水平不足, 基本仍采用人工晾晒法。开展清洁生产的本质在于实行污染预防和全过程控制, 它将给企业带来不可估量的经济、社会和环境效益[10]。

4.3. 园区管理压力较大, 管网收集有待完善

由于江苏省小型酿造企业成立年份较久, 且较为分散, 管理难度较大。洋河新区有 42 家酿酒企业废水接管排放, 20 家未接管排放, 1 家用槽罐车拖运, 接管率较低。未经处理的酿造废水浓度较高, 直接排放会对周边水环境产生较大冲击。若未经处理直接接管至污水处理厂, 高浓度废水会给污水处理厂带来较大处理压力。因此, 园区一方面需要配套完善污水处理管网, 加强酿造企业污水收集处理。另一方面, 需要对小型酿造企业废水集中收集预处理后接管至污水处理厂进行深度处理。

5. 措施建议

为系统性、源头性、综合性解决小型酿造企业对周边环境的影响, 积极探索“资源优配增效、空间优化重塑”的绿色转型模式, 同步提升酿造集聚区周边水环境质量, 地方管理部门应按照“控制总量、优化布局、分类整治、整体提升”的原则, 对酿造企业通过原地提升一批、整改推进入园一批、关停退出一批开展分类整治, 进一步优化空间布局、淘汰低端落后产能, 实现酿造行业高端化、智能化、绿色化、安全化发展。

5.1. 现状企业提升改造

5.1.1. 完善污染防治措施

1、水污染防治措施

酿造企业废水主要为清洗设备废水、蒸馏冷却水、蒸馏底锅水、蒸馏尾水以及发酵过程中产生的黄水。黄水若未经处理直接排放, 不仅会改变土壤、水质的理化性质, 造成地球表面的土壤、水体、动植物等污染, 还会导致严重的资源浪费。酿造集聚区应配套完善污水处理管网, 完善雨污分流, 加强酿造企业污水收集处理, 以降低对水环境不良影响。根据《酿造工业废水治理工程技术规范》(HJ575-2010), 废水处理工艺选择应根据进水水质和排放要求, 采用“前处理 + 厌氧消化处理 + 生物脱氮除磷处理 + 污泥处理”的单元组合工艺流程。目前洋河新区中除洋河酒厂及乾隆江南建有预处理设施外, 其余企业均

未建设,导致接管至污水处理厂的废水均为高浓度废水,对污水处理厂产生较大负荷。因此,应建立酿造废水集中预处理设施,以此降低高浓度废水对污水处理厂冲击影响。

2、废气污染防治措施

小型酿造企业废气污染源主要来自破碎车间粉尘、酿造陈建挥发性有机物及恶臭、污水处理站及一般固废库恶臭。粉碎中心应安装集气罩及管道收集装置,配套布袋除尘器,减少粉碎过程带来的粉尘污染。一般固废库应强化氨、硫化氢等大气污染,严格密闭管理。根据《排污许可申请与核发技术规范 酒、饮料制造工业》(HJ1028-2019),原料粉碎系统产生的颗粒物污染防治可行技术主要为旋风除尘技术、袋式除尘技术、湿式除尘技术。企业应严格配备除尘装备,减少粉尘污染。根据《排污许可证申请与核发技术规范 酒、饮料制造工业》(HJ1028-2019),应对厂内综合污水处理站、酒糟堆放场堆放产生恶臭的区域通过加罩、加盖、投放除臭剂以及集中收集恶臭气体到除臭装置进行处理后经排气筒排放。

3、固废处置措施

经调查,酿造企业涉及的危险废物主要为实验室废液及废包装物、废润滑油。小型酿造企业集聚区应督促企业加强危险废物管理,集中收集后委托有资质单位进行安全处置。一般固废主要为酒糟、粮食除杂破碎固废、成品废包装、废稻草、稻壳等。酒糟经合理的饲料化开发利用,能够缓解我国饲料资源短缺的现状,减少环境污染,降低养殖成本。但酒糟中富含抗营养因子,且含水量高而不易保存,限制酒糟的饲料化开发利用[11]。应积极探索优化酒糟类饲料的发酵工艺,完善酒糟饲喂价值的评价体系。

5.1.2. 节能减排措施

完善节水措施。传统的白酒酿造生产中新鲜水耗费量较大,采用固态发酵工艺,工艺用水主要是冷却用水、洗瓶用水、制曲及加浆用水、勾兑水等。在企业生产过程中,应合理调整原辅料配比,降低单位产品用水量。应严格控制设备、地面冲洗用水量,进行专人管理,达到节水目的。同时应加强洗瓶水循环利用,对洗瓶机增加水循环利用装置。在废水资源利用过程中,应加强黄水和底锅水的再利用。黄水经酯化酶作用,其有机酸类和醇类被转化成含白酒的香味成分的酯化液,酯化液可用于调酒、串蒸、灌窖、养窖,或用于液体蛋白饲料的加工原料[12]-[14]。

完善节能措施。机械化、自动化、数据化是白酒行业发展的必由之路,提升智能制造水平是酒业转型升级的重要驱动力。近几年,各地陆续出台相关白酒单位产品综合能耗以规范白酒市场,有效促使一些实力弱、规模小、不规范的企业转型,实现优胜劣汰,有助于整个白酒产业升级[15]。酿造企业亟需在“双碳”背景下不断采取改进设计、使用清洁能源和原料、改进工艺技术及设备等措施,降低单位产品能耗,从源头削减污染,提高资源利用效率,实现全过程减排。

5.2. 开展酿造废水“绿岛”建设

1、处理工艺设计

我省酿造以浓香型白酒为主,浓香型白酒是以中高温大曲作为主要糖化发酵剂,采用混蒸续米渣、泥窖固态发酵、固态蒸馏的酿造工艺,此独特的年糕工艺赋予其独特的酒体风味特征[16]。从白酒废水产生量角度来说,大约每生产1 t酒,就会产生15 t废水[17]。酿造废水可以分为高浓度有机废水和低浓度有机废水两部分。其中高浓度有机废水包括蒸馏锅底水、白酒糟液废水、发酵池渗沥水、地下水库渗漏水,蒸馏工段的冲洗水,制曲废水及粮食浸泡等,废水的主要成分包括:低碳酸(乙醇、戊醇、丁醇等)、脂肪酸、氨基酸等。COD_{cr}、BOD₅、SS值非常高,pH呈酸性。低浓度有机废水包括冷却水、洗瓶水、场地冲洗水等[18][19]。因此,可采用粗/细格栅+初沉池+调节池+混凝沉淀池+UASB+水解酸化+AO+二沉池处理工艺。采取污泥浓缩池+污泥调理池+高压板框压滤脱水,污泥含水率达到65%

左右外运处置。

2、水环境可行性论证

结合小型酿造企业集聚区所在位置及区域水环境容量现状,根据《省水利厅关于水功能区纳污能力和限制排污》(苏水资〔2014〕26号)及《河网水功能区水环境容量核定技术规范》合理计算水环境容量。后续结合其他污染源入河量调查结果系统谋划水环境提升工程,确保水环境质量稳定达标。

(1) 开展区域污染源调查及功能区总量达标分析。根据论证范围内的省考、市考断面等水质监测结果分析评价水功能区水质及变化趋势。通过对论证区域的工业源、生活源、农业源、城镇污水处理厂等污染源调查,测算污染物入河量,明确入河污染物来源特征。

(2) 开展重点工程环境改善效益分析。结合水污染防治工作计划、“一河一策”水质达标方案等水环境提升方案,以及进一步挖掘拟实施的重点减排工程,确定重点工程清单,包括工程规模、减排量、投资内容。

(3) 开展排水方案比选论证。明确酿造废水排放去向、排放标准等因素。结合处理技术可行性、投资估算、运行成本估算,水环境功能区划、纳污能力、重点减排工程、政策法规相符性等内容进行排水方案比选,确定高中低排水方案。

6. 讨论

本研究提出的“企业分类整治 + 集中处理绿岛”模式,与“污染集中控制”理论的契合,本质上是“污染集中控制”理论在小型酿造行业的实践应用。这与化工、电镀等工业园区建设集中式污水处理厂的逻辑相似,即通过规模化、专业化治理来降低单位治理成本、提高处理效率。江苏省近年来推广的“绿岛”项目,多为面向多个行业中小企业的共享治污设施。本研究则聚焦于酿造,所设计的处理工艺(如UASB厌氧消化)更具针对性,能更高效地处理高浓度有机废水,这为在其他具有特征污染物的行业(如食品加工、印染等)推广“绿岛”提供了参考。

然而,本研究的“绿岛”模式目前主要侧重于污染的“末端治理”,虽提及资源化但未将其作为核心环节。未来的“绿岛”建设应积极探索将资源化回收(如回收乳酸、酯化液)与废水处理相结合的模式,这将是实现循环经济和降低运营成本的关键突破点,也与国际上前沿的“废物即资源”理念更趋一致。

未来可从以下几个方面展开研究:

“资源 - 环境”一体化模式研究:未来研究应重点探索将黄水、底锅水等高浓度废液中有价值成分的提取与资源化技术,经济地整合进“绿岛”处理流程,构建“回收有价值物质 + 处理达标排放”的集成技术方案和商业模式,提升项目的经济性和环境效益。

治理模式与政策机制创新研究:深入研究“绿岛”项目的投融资模式(如政府引导、社会资本参与)、收费分摊机制、运营监管体系以及与之配套的激励与约束政策(如环保信用评价、差异化排污权交易等),为“绿岛”模式的长期稳定运行提供制度保障。

7. 总结

为系统性解决小型酿造企业对周边环境的影响,地方管理部门应按照“控制总量、优化布局、分类整治、整体提升”的原则,对酿造企业进行分类整治,推动行业向高端化、智能化、绿色化、安全化发展。具体措施包括:完善污染防治措施,如水污染防治、废气污染防治和固废处置;实施节能减排措施,如节水、节能和资源再利用;开展酿造废水“绿岛”建设,设计合理的处理工艺,并进行水环境可行性论证,确保水环境质量稳定达标。通过这些措施,优化空间布局,淘汰低端落后产能,提升酿造集聚区周边水环境质量。

基金项目

中国工程院院地合作项目“新时期江苏省生态产品价值实现的战略重点、路径模式与应用示范研究”(编号: JS2024ZT06), 江苏省环保集团科技项目计划“江苏省市县生态产品价值核算技术体系研究”(编号: JSEP-TZ-2021-2007-RE)。

参考文献

- [1] 唐振亚. 乡镇酿酒工业的污染与防治[J]. 污染防治技术, 1994, 7(4): 63-64.
- [2] 蒋克彬, 蒋畅. 不同排放标准要求的白酒酿造废水处理措施[J]. 节能与环保, 2020, 3(7): 51-53.
- [3] 袁华冠. 白酒发酵副产物黄水在农作物种植中的应用[D]: [硕士学位论文]. 贵阳: 贵州民族大学, 2021.
- [4] 杨磊, 程铁轵, 吴树坤, 等. 沉香型白酒酒醅理化特性及细菌群落结构研究[J]. 中国酿造, 2020, 39(2): 109-114.
- [5] 北京大学生物系生物化学教研室, 编. 生物化学实验指导[M]. 北京: 高等教育出版社, 2011.
- [6] 张会敏, 孟雅静, 王艳丽, 等. 新老窖池黄水的差异性及静置培养对其影响[J]. 食品科学, 2020, 41(2): 215-222.
- [7] 高宇宸. 白酒酒厂底锅水综合预处理工艺研究[D]: [硕士学位论文]. 太原: 山西大学, 2018.
- [8] 彭翠珍, 宗绪岩, 张宿义, 等. 酿酒废水处理存在的问题及解决措施[J]. 中国酿造, 2017, 36(5): 1-4.
- [9] 汪春乾, 陈俊伟, 伍远超. 清洁生产在白酒工业中的推广应用及研究[J]. 酿酒科技, 2011, 4(10): 127-130.
- [10] 文志州. 浅谈酿造行业的清洁生产[J]. 科技信息, 2012, 2(18): 475.
- [11] 姚琪, 涂向勇, 姚继承. 酿酒副产物的综合利用新途径[J]. 酿酒, 2009, 36(6): 69-71.
- [12] 李河, 张宿义, 敖宗华, 等. 浓香型白酒酯化液的研究进展[J]. 中国酿造, 2016, 35(8): 5-8.
- [13] 张楷正, 黄海. 浓香型白酒酿造中的酯化酶研究及应用进展[J]. 酿酒科技, 2016(2): 93-96.
- [14] 黎冉, 刘军杰, 李季春, 等. 白酒行业在“双碳”背景下的转型[J]. 现代食品, 2024, 30(1): 95-97.
- [15] 车路萍, 陈垚, 黄朝兵, 等. 浓香型白酒酿造废水回收利用研究进展[J]. 中国酿造, 2023, 42(3): 18-22.
- [16] 彭昱雯, 吴冬梅. 酒糟发酵生物饲料的生产及其对动物生产性能的影响[J]. 饲料研究, 2022, 45(2): 158-160.
- [17] 游玲, 王涛, 祝晓波, 等. 浓香型白酒丢糟生产茶树菇的初步研究[J]. 酿酒科技, 2009(6): 99-101.
- [18] 李过彪. 白酒工业废水处理初探[J]. 污染防治技术, 1998, 11(2): 95-97.
- [19] 欧阳华澍. UASB/CASS 工艺处理酿造废水运行效果分析[J]. 河南城建学院学报, 2011, 20(4): 33-35.