

# 白酒企业废水事故排放风险预测及防范措施分析

阳菲菲

贵州楚天环境检测咨询有限公司, 贵州 贵阳

收稿日期: 2025年6月28日; 录用日期: 2025年7月21日; 发布日期: 2025年7月25日

## 摘要

白酒酿造过程中产生的废水主要含COD、氨氮、总磷、悬浮物等污染物, 属于典型的高浓度有机废水。该文以白酒生产企业高浓度有机废水为主线, 分析高浓度废水水质特征, 结合潜在环境风险事件情景, 探讨高浓度废水事故排污的风险评价, 为白酒企业提高环境风险管理水平、预防废水事故排放提供理论依据和实践指导。

## 关键词

酱香型白酒, 生产废水, 事故, 风险评价

# Risk Prediction and Prevention Measures of Wastewater Accident Discharge in Liquor Enterprises

Feifei Yang

Guizhou Chutian Environmental Testing and Consulting Co., Ltd., Guiyang Guizhou

Received: Jun. 28<sup>th</sup>, 2025; accepted: Jul. 21<sup>st</sup>, 2025; published: Jul. 25<sup>th</sup>, 2025

## Abstract

The wastewater generated in the liquor production process mainly contains pollutants such as COD, ammonia nitrogen, total phosphorus, and suspended solids, which is a typical high-concentration organic wastewater. This paper takes the high-concentration organic wastewater of liquor production enterprises as the main line, analyzes the water quality characteristics of high-concentration wastewater, and discusses the risk assessment of high-concentration wastewater accident discharge

in combination with the potential environmental risk event scenario, so as to provide theoretical basis and practical guidance for liquor enterprises to improve the level of environmental risk management and prevent wastewater accident discharge.

## Keywords

Sauce-Flavored Liquor, Production Wastewater, Accidents, Risk Assessment

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

酱香型白酒,也称为茅香型白酒,属大曲酒类,具有酱香突出,酒体醇厚,回味悠长,清澈透明,色泽微黄等特点。酱香型白酒的酿造工艺包括“两次投料,九次蒸煮,八次发酵,七次取酒”,生产周期约为一年,具体工艺包括制曲、下沙、糙沙、蒸煮、发酵等步骤。

随着我国白酒行业的高速发展,酿酒中产生的高浓度废水对环境特别是水环境可能造成的潜在污染风险日益凸显。白酒酿造过程中产生的废水特点主要为成分复杂、水质呈酸性、高浓度有机物、可生化性差,若收集不妥当或处理不达标,一旦发生事故排放,将对周边水环境造成严重的污染危害。近年来,白酒企业废水事故排放事件时有发生,不仅造成生态环境破坏,还影响了企业的社会形象和经济效益。因此,开展白酒企业高浓度废水事故排放风险评估及防范措施研究具有重要的现实意义。

因此,本研究以某酱香型白酒企业为例进行研究,分析白酒生产过程中产生的高浓度有机废水水质特征,给出潜在环境风险事件情景,以预测高浓度有机废水事故排放对受纳水体可能造成的污染影响,并对此提出有效的防范措施,为白酒企业提高环境风险管理水平、预防废水事故排放提供理论依据和实践指导。

## 2. 白酒生产废水情况分析

### 2.1. 白酒废水水质特点

酱香型白酒生产的主要原料为高粱和小麦,生产流程包括高温制曲、两次投料、多轮次制酒、基酒窖藏、勾兑调味、包装等,以小麦为原料进行高温制曲,以高粱为原料经过九次蒸煮,八次发酵,七次取酒等工艺酿造白酒。白酒生产废水主要分为设备清洗废水、冷却系统废水、甑底水、蒸馏尾水、窖底水等五大类。设备清洗废水是对生产过程中所使用到的设备、工具进行清洗后所产生的废水,主要污染物为悬浮物;甑底水是原料蒸煮、酒醅蒸馏时产生的废水,含有丰富的乙酸、乙酸乙酯、乳酸乙酯、正丙醇等风味成分[1];冷却系统废水是酒醅蒸馏时冷却蒸汽所用的量水,含有冷凝蒸汽过程中吸收的大量热量[2][3];蒸馏尾水是蒸馏摘取尾酒后继续蒸粮或排酸产生蒸汽经冷凝后形成的冷却水,主要含有有机酸、醇、酯等物质[4];窖底水是一种棕黄色、流体状的液体物质,主要是酒醅在固态发酵时所产生,来自于窖池主底部,含有较多未发酵利用的淀粉、还原糖、乙醇、有机酸等物质[5]。

根据酱香型白酒生产工艺特点及产排污节点,可将废水分为高浓度有机废水和低浓度有机废水。其中设备清洗废水和冷却系统废水为低浓度有机废水,此部分废水可考虑回收利用或处理达标后外排;甑底水、蒸馏尾水、窖底水为高浓度有机废水,具有有机物浓度高、悬浮物浓度、pH值波动较大,并含有氮、磷等富营养物质的特点。

## 2.2. 白酒废水水质浓度分析

白酒废水呈酸性，pH 在 3~5 之间，废水中的污染物包括悬浮物、COD、氮、磷等，其中悬浮物浓度为 3000~5000 mg/L，COD 为 15,000~20,000 mg/L，总氮约为 50~500 mg/L，总磷约为 120~900 mg/L [6]-[11]。白酒废水外观为黄色，呈不透明状，气味腻甜，色度高，浊度大。由于白酒废水主要是经过发酵蒸馏后所产生的，含有较多的低碳醇、有机酸、醛、酯等物质[12]，因此白酒废水不仅水量大、水质成分也较复杂。

目前，白酒企业普遍采用厌氧-好氧组合工艺处理高浓度废水，但实际运行中仍存在一些问題。部分企业废水处理设施设计不合理，处理能力不足；有些企业运行管理不规范，导致处理效果不稳定；还有少数企业为降低成本，存在偷排、漏排现象。这些问題不仅增加了废水事故排放的风险，也对周边水环境构成了潜在威胁。

## 3. 白酒企业高浓度废水事故排放风险识别

白酒企业高浓度废水事故排放风险源主要包括生产设备故障、人为操作失误、自然灾害和外部因素等。生产设备如发酵罐、储酒罐、管道等的腐蚀、老化或维护不当可能导致泄漏；操作人员违规操作或失误可能引发废水溢出；暴雨、洪水等自然灾害可能造成废水处理设施瘫痪；电力中断、化学品泄漏等外部因素也可能导致废水事故排放。

## 4. 企业概况及水文特征概况

### 4.1. 水文特征

项目所在区域地表水主要是 L 河和 C 河，其中 C 河为长江右岸一级支流，L 河为 C 河右岸一级支流，发源于贵州省遵义市习水县，于习酒镇汇入 C 河，L 河流域内岩溶极其发育，河道全长 14.5 公里，全流域面积约 160 km<sup>2</sup>，多年平均径流量 8000 万 m<sup>3</sup>。

### 4.2. 企业废水情况

厂区废水主要为生产废水和生活废水，生产废水包括锅底水、工具清洗水、接酒池清洗地面废水等。厂区生产废水和生活污水经排污管网排入自建污水处理站处理达到《发酵酒精和白酒工业水污染物排放标准》(GB27631-2011)直接排放标准后进入 L 河。

### 4.3. 污水处理工艺

企业自建污水处理站设计处理规模为 3000 m<sup>3</sup>/d，主要处理企业生产过程中产生的锅底水、工具冲洗等高浓度废水。污水处理站处理工艺为“初沉 + 调节 + 气浮 + 水解酸化 + UASB 反应器 + 高效絮凝 + A2O + 混凝 + 二沉 + 消毒、脱色”，经处理后的出水水质满足《发酵酒精和白酒工业水污染物排放标准》(GB27631-2011)直接排放标准，尾水排入 L 河。

## 5. 废水事故排放风险评价

以某年产 8000 吨酱香型白酒项目为例进行分析。该项目建设有一座设计处理规模为 3000 m<sup>3</sup>/d 污水处理站，全厂经收集的生产废水和生活污水全部进入自建污水处理站处理达到《发酵酒精和白酒工业水污染物排放标准》(GB27631-2011)直接排放标准限值排入 L 河。

### 5.1. 污染源

本次分析按最不利情况考虑，该年产 8000 吨酱香型白酒项目发生事故时，白酒废水未经处理直接排

放进入 L 河，事故废水排放量及排放浓度见表 1 所示。

## 5.2. 预测模式

### (1) 预测因子

COD、氨氮、总磷。

**Table 1.** List of wastewater discharge under abnormal working conditions of a liquor enterprise

**表 1.** 某白酒企业非正常工况下废水排放情况一览表

项目	数值
废水量(m <sup>3</sup> /s)	0.0197
COD (mg/L)	19,507
氨氮(mg/L)	164
总磷(mg/L)	56

### (2) 预测范围及评价时段

1) 预测范围：事故废水排入 L 河后下游 500 m 处和下游 1000 m 处断面。

2) 评价时段：枯水期。

### (3) 预测模式

按照《环境影响评价技术导则地表水环境》(HJ/T2.3-2018)中推荐的数学模型进行预测。COD、氨氮、TP 为非持久性污染物。为了体现 COD、氨氮、TP 对 L 河、C 河的瞬时污染，采用完全混合模式考虑外排废水进入接纳地表水体后，以稀释扩散为主，忽略非持久性污染物在流距内的降解。即：

$$C_0 = \frac{(C_p Q_p + C_h Q_h)}{Q_p + Q_h}$$

式中：C<sub>0</sub>-河流排口初始全面混合浓度，mg/L；C<sub>p</sub>-污染物排放浓度，mg/L；Q<sub>p</sub>-废水排放量，m<sup>3</sup>/s；C<sub>h</sub>-河流上游污染物浓度，mg/L；Q<sub>h</sub>-河流流量，m<sup>3</sup>/s。

### (4) 参数确定

根据《贵州省河流枯水调查与统计分析》之附图 4 (贵州省河流 Q 月 P = 50% 枯流模数分布图)查值计算。L 河全流域面积 160 km<sup>2</sup>，L 河上游水库流域面积 48.4 km<sup>2</sup>，上游水库与排污口区间流域面积 111.6 km<sup>2</sup>。通过对“贵州省河流 Q 月 P = 50% 枯流模数分布图”进行查阅，可知 L 河流域 P = 50% 月枯水流量模数约为 5.5 L/s·km<sup>2</sup>，则相应月枯水流量为 608 L/s。L 河河口 P = 90% 最枯月流量为 0.37 m<sup>3</sup>/s。

### (5) 预测结果与评价

**Table 2.** Prediction results of water quality of the complete mixed section of the lower reaches of the L River under the accident conditions in the dry season (Unit: mg/L)

**表 2.** 枯水期事故工况下对 L 河下游完全混合断面水质预测结果表(单位：mg/L)

预测断面	污染物	COD <sub>Cr</sub>	NH <sub>3</sub> -N	TP
500 m 处断面	现状指数	11.00	0.114	0.06
	非正常排污指数	995.41	8.389	2.88
1000 m 处断面	现状指数	10.00	0.143	0.07
	非正常排污指数	994.46	8.417	2.89
评价标准(mg/L)		≤20	≤1.0	≤0.2

由表 2 可知, L 河河流中各指标现状浓度是满足地表水环境质量评价标准要求的, 但由于 L 河流属小型河流, 流量较小且环境容量有限。一旦发生废水事故排放时, 通过预测分析可知 COD 最大超标倍数为 48.77 倍,  $\text{NH}_3\text{-N}$  最大超标倍数为 7.42 倍, TP 最大超标倍数为 13.47 倍, 各污染因子评价指数均大于 1, 导致 L 河水质已不能满足地表水环境质量标准要求, 废水事故排放对 L 河的污染影响非常严重。

## 6. 白酒企业废水事故排放防范措施及处置

白酒企业废水事故排放风险防范应从日常管理、废水收集及处置等方面考虑, 针对可能发生的废水事故排放提出断源、拦截、引流、处置等措施, 以降低环境风险污染影响。

### 6.1. 风险防范措施

(1) 完善管理制度, 强化责任落实。企业应建立健全环境管理制度, 明确各部门和岗位的环保职责, 制定详细的废水管理操作规程。定期开展环境风险排查, 识别潜在风险源, 有针对性的制定预防措施。定期开展员工培训, 强化员工环保意识和责任意识, 提高操作人员的技能水平。

(2) 加强设备维护, 提高运行可靠性。建立设备和巡检制度, 开展定期检修和维护, 对排查出的事故隐患要尽快处理, 及时更换淘汰落后或老旧设备, 对能通过技术改造提高性能的设备要提出技术改造方案并实施, 从而提高设备的稳定性、可靠性和安全性。对主要或关键的设备设置备用系统, 建确保在设备故障时能够及时切换, 避免废水事故排放。

(3) 优化废水处理工艺, 提升处理能力。根据企业实际情况, 选择适合的废水处理工艺组合, 如厌氧-好氧、膜生物反应器等。对现有处理设施进行技术改造, 提高处理效率和稳定性。

### 6.2. 完善企业事故废水收集系统

事故废水收集系统是企业或危化品储存场所防范环境风险的重要设施, 其主要作用是当发生突发环境污染事件(如泄漏、火灾或爆炸等)时能够有效拦截、收集受污染的废水, 防止污染物进入外环境。白酒企业在建设污水处理站时应参照《石油化工企业设计防火规范》(GB50160-2018)、中石油《事故状态下水体污染的预防与控制要求》(Q/SY1190-2013)等相关技术规范, 充分核算全厂事故废水最大产生量, 并按要求设置具有足够容积的事故应急池, 一旦污水处理设施出现事故, 则可通过构筑临时围堰拦截或利用污水管网引流至应急事故池储存事故废水来为发生故障的设备设施提供充足的抢修时间。

### 6.3. 应急处置和应急预案

(1) 关闭污水处理站总排口阀门, 切断事故废水排放路径, 并及时开启污水管网与事故应急池之间的切换阀, 将事故污水引入事故应急池暂存, 成立检修小组, 对事故原因进行排查, 并及时完成检修。

(2) 企业除了制定企业突发环境事件应急预案外, 应针对企业白酒高浓度废水事故排放制定专项预案, 明确应急组织架构和职责分工, 细化处置流程。同时应加强员工培训, 并定期开展应急演练, 提高员工的应急处置能力。应急物资方面则应建立专门的环境事件处置应急物资库, 储备必要和足量的应急物资及装备, 如围油栏、中和药剂、吸附材料、应急水泵等。加强与属地生态环境部门、应急救援机构的联动机制, 以保障在发生重大事故时能够及时获得外部支援。

## 7. 结语

本文以某白酒企业的高浓度废水作为风险源, 分析其危险特性, 运用导则中的完全混合数学模式进行风险预测, 模拟了高浓度废水在枯水期对地表水环境的事故风险预测。根据预测结果得知在本项目场景下, 高浓度废水事故排放时对下游河段污染影响非常严重, 河流水质已不能满足标准要求。为有效防

范废水事故排放风险,企业应从完善管理制度、加强设备维护、优化处理工艺和建立应急机制等方面采取综合措施。

## 参考文献

- [1] 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.
- [2] 周明罗. 白酒酿造废水制备微生物絮凝剂的研究[J]. 中国酿造, 2018, 37(11): 86-90.
- [3] 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.
- [4] 方春玉, 周健, 李智. 红曲霉发酵液酯化酿酒尾水制备酯化液的研究[J]. 食品工业科技, 2018, 39(13): 46-50.
- [5] 周晓阳, 李戈, 陈博, 等. 应用电子舌检测白酒发酵过程黄水的成分[J]. 食品工业, 2018, 39(12): 307-311.
- [6] 罗珠, 李杨华, 安明哲. 酿酒废水处理技术的研究进展[J]. 酿酒科技, 2018(7): 62-64.
- [7] 连学林. 常温 UASB 装置处理五粮液酒厂废水[J]. 中国沼气, 2001(4): 25-27.
- [8] 祖军宁, 粟一峰, 王一旭, 等. 白酒工业废水治理技术研究进展[J]. 中国资源综合利用, 2020, 38(10): 97-106.
- [9] 李文辉, 黄莉, 杨红梅. IC 厌氧+二级 AO+臭氧工艺改造白酒类废水工程案例[J]. 节能与环保, 2022(7): 80-82.
- [10] 钟星, 曹建平, 杜兵, 等. 某酱香型白酒生产废水处理工程设计实例[J]. 给水排水, 2022, 58(4): 61-67.
- [11] 邢春艳. 微生物絮凝剂在处理白酒废水中的应用[J]. 酿酒, 2013, 40(2): 99-100.
- [12] 王富花, 陈秀清. 白酒酿造中废水处理方法及工程治理措施[J]. 酿酒科技, 2013(12): 80-84.