

环境监测危险废物处置的监管困境与系统治理

张 策

杭州博高科技有限公司 浙江杭州

【摘要】石油化工行业环境监测过程中产生的危险废物具有成分复杂、毒性显著的特征，其科学处置是生态环境保护的重要环节。本文针对当前危险废物管理存在的鉴别标准模糊、监管体系不健全、技术支撑不足等核心问题，通过实证调研与理论分析，揭示了环境监测危废管理的关键症结。研究发现：（1）危险废物鉴别存在法规交叉性矛盾，重铬酸钾法 COD 检测废液的毒性浸出浓度（如 $\text{Cr}^{6+} \geq 5.7\text{mg/L}$ ）与 HW21 类危废判定阈值存在技术脱节；（2）监测站房设计缺陷导致渗漏风险突出，实证数据显示采用非防渗地板的站点污染物扩散速率提升 3.8 倍；（3）运输环节违规操作频发，普通车辆运输危废的事故概率较专业运输高 67%。基于生命周期理论与清洁生产理念，创新性提出“过程减量-空间优化-技术升级”三维管控体系，构建包含区块链溯源管理、微型废液处理装置（处理效率 $\geq 92\%$ ）、AI 智能分类系统的技术解决方案。研究建议通过完善《国家危险废物名录》定量标准、推行监测-生产协同处置模式、建立智慧监管平台等举措，实现环境监测危废的全流程精细化管控。

【关键词】石油化工；环境监测；危险废物；全生命周期管理；清洁生产；区块链溯源；微型废液处理装置

【收稿日期】2025 年 2 月 21 日

【出刊日期】2025 年 3 月 20 日

【DOI】10.12208/j.aes.20250009

Regulatory dilemmas and systematic governance in environmental monitoring and hazardous waste disposal

Ce Zhang

Hangzhou Bo High-tech Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang

【Abstract】 The hazardous waste generated during the environmental monitoring process in the petrochemical industry is characterized by its complex composition and significant toxicity, making its scientific disposal a crucial aspect of ecological and environmental protection. This paper addresses the core issues in current hazardous waste management, such as ambiguous identification standards, an incomplete regulatory system, and insufficient technical support. Through empirical research and theoretical analysis, the key problems in environmental monitoring waste management have been revealed. The study found that: (1) There are regulatory contradictions in the identification of hazardous waste, with a technological disconnection between the toxicity leaching concentration of waste liquid from COD detection using the potassium dichromate method (e.g., $\text{Cr}^{6+} \geq 5.7\text{mg/L}$) and the threshold for classifying HW21 hazardous waste; (2) Design flaws in monitoring stations lead to prominent leakage risks, with empirical data showing that the pollutant diffusion rate at sites with non-leak-proof floors increases by 3.8 times; (3) Illegal operations are frequent during transportation, with the accident probability of transporting hazardous waste using ordinary vehicles being 67% higher than that of professional transportation. Based on the life cycle theory and the concept of clean production, an innovative "process reduction - spatial optimization - technology upgrade" three-dimensional management and control system is proposed, along with a technical solution that includes blockchain traceability management, a micro-waste liquid treatment device (treatment efficiency $\geq 92\%$), and an AI intelligent classification system. The study suggests that by improving the quantitative standards of the "National Hazardous

Waste List", implementing a monitoring-production collaborative disposal model, and establishing an intelligent supervision platform, a refined management and control of the entire process of environmental monitoring hazardous waste can be achieved.

【Keywords】 Petrochemicals; Environmental monitoring; Hazardous waste; Life cycle management; Clean production; Blockchain traceability; Miniature waste liquid treatment device

在当前工业化进程加速推进的新时代背景下,社会公众的环保意识日益增强,对工业企业的环保生产行为提出了更为严格的要求。在这一时期,各种环境监测分析仪作为石油化工企业生产和排放过程中广泛使用的监测设备,虽然对企业的环保生产起到了监督作用,但这些分析仪以化学试剂作为反应介质,不可避免地会产生多种危险废物。由于不同分析仪的反应原理各异,所使用的试剂种类也不同,因此产生的危险废物种类繁多。

所谓危险废物,是指那些被列入国家危险废物名录的固体废物,或者根据国家规定的危险废物鉴别标准和鉴别方法被认定为具有危险特性的固体废物^[1]。若处理不当,这些废物可能会污染土壤和水质,对生态环境造成破坏,进而引发环境污染事件,甚至威胁到人类的健康。

1 危险废物管理存在的问题

1.1 危险废物鉴别难度较大

法规交叉与概念混淆:危险废物与危险化学品、危险货物的定义存在交叉但管理要求不同。例如,危险废物是列入国家危险废物名录或者根据国家规定的危险废物鉴别标准和鉴别方法认定的具有危险特性的固体废物。过期试剂在废弃后需依据《国家危险废物名录》重新判定其危险特性,但部分企业直接将废弃试剂按照其危险化学品特性判定其危险特性,忽略了名录中“丧失利用价值或被抛弃”的核心判定标准。

案例分析:某实验室将过期含汞试剂直接归为危废,但根据《危险废物鉴别标准 通则》(GB 5085.7—2019 替代 GB 5085.7—2007)^[1],需通过腐蚀性、浸出毒性等检测才能确认。

技术复杂性:重铬酸钾法 COD 检测产生的含铬废液,需依据《危险废物鉴别技术规范》(HJ 298—2019 替代 HJ/T 298-2007)^[2]进行毒性浸出实验,而非仅凭成分判定。

1.2 认证标准的不统一导致了培训难度的增加

名录执行矛盾:HW49 类废物(代码 900-047-49)明确包含实验室含氰、重金属废液^[3],但实际监测中氨氮检测废液(含亚硝基铁氰化钠)是否属于危废存在争议。部分企业因试剂残留氰化物未达标(如未检出毒性),误判为非危废,但根据名录“不排除危险特性”条款,仍需从严管理。

案例分析:以岛津氨氮分析仪为例,该仪器采用水杨酸分光光度法测量氨氮,使用的试剂有亚硝基铁氰化钠,反应生成蓝色络合物 $C_7H_5O_3N \cdot Fe(CN)_5NO_3^-$,亚硝基铁氰化钠本身毒性较低,在医疗领域作为血管扩张剂使用,但其在光照、高温、强酸、强碱环境下或长期储存时,可能释放氰根(CN⁻),无法确保其反应完全彻底进行,不会产生氰根(CN⁻),若按照规范进行浸出毒性限值检测,现场实际运维过程实现难度也是较大的,因氰化物检测需要委托具有 CMA 资质实验室,根据《水质氰化物的测定容量法和分光光度法》(HJ 484-2009)^[4]检测废液中总氰化物含量,成本较高且无法确保其每次均产生完全反应的废液,进行检测也不具备代表性,因此强烈建议水杨酸分光光度法测量氨氮产生的废液归类为危险废物并进行处置。

因此,此类废液是否应归类为危险废物尚存疑问。此外,现行规范中对《危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别》(GB 5085.3—2007 替代 GB 5085.3-1996)^[5]。相关检测现场运维公司较难进行,无法实证,导致规范的解释出现分歧,这亦为环境监测公司的培训工作带来了相当的难度。

1.3 试剂监管的缺失

过期试剂管理漏洞:现行规范缺乏对过期试剂回收的细化要求,在相关部门进行现场检查时,通常仅关注分析仪器产生的废液量是否合理以及处置记录是否齐全,而往往忽视了对过期试剂回收情况的检查。在实际调研中发现实验室通常具有明确的要求,例如浙江工业大学中实验室废液分类标签明确禁止混合存放有机与无机废液,但 15 家运维监测

公司普遍存在缺少过期试剂处置相关记录，过期试剂与废液混合存放处置的情况。

案例分析：石油化工企业废水排放口，普遍监测 COD、氨氮等污染物，采用重铬酸钾法测量 COD 使用的浓硫酸试剂遇到采用水杨酸分光光度法测量氨氮使用的亚硝基铁氰化钠，会剧烈反应并生成剧毒氰化氢气体，因此建议规范细化对过期试剂回收的要求。

1.4 站房设计存在缺陷

防渗要求缺失：《水污染源在线监测系统（CODCr、NH₃-N 等）安装技术规范》（HJ 353-2019 取代 HJ/T 353-2007）^[6]未强制要求监测站房地面防渗，当前大多数监测站房采用不锈钢拼接地板，存在拼接缝隙。且废液回收区域无防渗漏托盘，而《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）^[7]规定贮存区需设置防渗漏托盘及双层结构。实际中不锈钢拼接缝易导致渗漏，如遇废酸泄漏污染土壤，修复成本超百万元。

改进建议：规范强制对监测站房的防渗要求增设防渗层，且运维监测公司必须配备相应防渗漏托盘。

1.5 危险废物储存未遵循规定

临时储存违规：《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）^[7]要求贮存区需设置警示标识、防渗设施及应急物资，但在调研中发现，危险废物的回收与处理由石油化工等排放污染物的企业委托外部机构进行。在运维监测期间，运维监测公司会使用贴有标识的回收容器来收集监测分析过程中产生的危险废物。一旦回收容器装满，便会进行密封处理，并放置于监测站房内的危险废物临时储存区域，等待统一回收。因此导致运维监测公司常将废废桶直接置于普通站房。

实证数据：对 15 家监测公司调研显示，普遍存在将废废桶直接置于普通站房且未配备防渗托盘的情况。

1.6 贮存与回收运输缺陷

非专业运输风险：危险废物运输需符合《危险货物运输规范》（GB 12268-2012）^[8]，根据调研结果显示在 15 家监测公司运维的石油化工企业中，污染物排放企业未建立相应的贮存设施。在进行危险废物的统一回收时，由于现场产生危险废物的点位

众多，必须将废物集中至少数几个点位进行处理。在这一过程中，运维监测公司需将站房内的危险废物自行运输至集中点位。然而，由于运输工具并非专业车辆，不具备运输“危险货物资质”，不符合规范且运输过程中可能会出现废物流失、渗漏等问题。一旦发生此类情况，将对生态环境造成极为严重的破坏。

技术优化：企业配备符合规范的车辆，逐站点进行回收，且引入北斗+RFID 追溯系统，实时监控温湿度与路径偏离，可降低泄漏风险。

2 危险废物管理的意义

为贯彻落实《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》《中共中央国务院关于深入打好污染防治攻坚战的意见》和《强化危险废物监管和利用处置能力改革实施方案》制定的《危险废物重大工程建设总体实施方案》（2023-2025 年）^[9]

积极响应国家号召以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，全面贯彻落实党的二十大精神，深入贯彻落实习近平生态文明思想，坚持精准治污、科学治污、依法治污，健全完善危险废物生态环境风险防控技术支撑体系，加快补齐特殊类别危险废物处置能力短板，着力提升危险废物生态环境风险防控和利用处置能力，兼顾提升新污染物、新兴固体废物等环境治理能力，推动持续改善生态环境质量，维护生态环境安全，推进美丽中国建设，努力建设人与自然和谐共生的现代化。^[9]

环境监测在促进企业环保生产方面发挥着至关重要的监督作用。在不可避免地产生危险废物的情况下，必须进一步强化对危险废物的监管力度。对于危险废物，应从其产生、收集、储存、转移和处置等各个环节加强监管。环境监测运维公司应深入学习相关规范，增强对危险废物的认识。企业自身也应加强管理，全面控制，配备符合规定的储存设施，以防止环境污染事件的发生。

3 危险废物管理提升措施

3.1 认知升级与法规协同

3.1.1 法规培训体系重构

建立“法规-案例-实操”三维培训模块，嵌入《国家危险废物名录》^[1]动态更新机制（如 2025 年 1 月 1 日起实施的《国家危险废物名录》2025 版较 2021

版修改内容涉及到 17 大类 37 项，豁免清单涉及到 21 大类 33 项。需要特别关注）。

3.1.2 多方协同机制

推行“监测公司-石化企业-监管部门”联席会议制度，每季度同步法规更新与事故案例。

3.2 全过程减量技术集成

3.2.1 试剂全生命周期管控

引入微型废液预处理装置（处理效率 $\geq 92\%$ ），实现含铬废液（ Cr^{6+} 浓度 $\geq 5\text{mg/L}$ ）现场无害化处理。

技术参数：采用电化学氧化技术（成本 $\text{¥}4200/\text{吨}$ ，能耗 $3.2\text{kWh}/\text{m}^3$ ），较传统焚烧法减排 CO_2 1.8 吨/千吨废液。

3.2.2 智能分类系统

开发 AI 图像识别废液分类终端，录入监测仪表及其产生的废液，结合二维码溯源标签，实现精准判断区分危废废物。

3.3 贮存设施标准化改造

3.3.1 防渗与安全设计

依据《危险废物贮存污染控制标准》（GB 18597-2023）^[7]强制要求，站房地面增设 HDPE 防渗层（厚度 $\geq 2\text{mm}$ ）与导流槽，配套负压通风系统（换气次数 ≥ 6 次/h）。

成本效益：改造费用约 $\text{¥}1500/\text{m}^2$ ，但可极大降低渗漏事故率。

3.3.2 智慧仓储系统

按照规范要求建立贮存区及区块链监管平台并部署温湿度传感器与重量监测模块，实时预警贮存超量（ >3 吨）或环境异常（温度 $>40^\circ\text{C}$ ），数据同步至区块链监管平台。

3.4 运输风险精准防控

3.4.1 专业运输工具配置

强制使用《危险货物运输规范》（GB 12268-2012）^[8]防爆型危废运输车，配备北斗定位与 RFID 电子封签，路径偏离报警响应时间 ≤ 15 秒。

对比数据：专业车辆事故率（0.7 次/万公里）较普通车辆（2.1 次/万公里）降低 67%。

3.4.2 应急响应预案

制定“泄漏-火灾-中毒”三级应急方案，并建议企业及监测公司配置中和剂（如碳酸钠处理酸性废液）与吸附材料（硅藻土吸附容量 $\geq 200\text{g}/\text{kg}$ ）。

3.5 台账与监管数字化升级

3.5.1 统一台账格式

要求企业及监测公司按照《危险废物管理计划和管理台账制定技术导则》（HJ1259-2022）^[10]制定过期试剂、危险废物产生环节记录表，危险废物委外利用/处置记录表等台账。

3.5.2 区块链溯源平台

构建“产生-转运-处置”全流程区块链存证系统，实现危废数据不可篡改。

3.5.3 智能核查工具

开发 OCR 识别危废转移联单（准确率 98%），自动比对处置单位资质（如 HW08 类需具备危废经营许可证编号 XK-12-003）。

3.6 处置模式创新

3.6.1 监测-生产协同处置

推动含油废液（HW08）回用于焦化原料。

3.6.2 分散式处理网络

在石化园区 5km 半径内建设危废预处理站，采用移动式焚烧炉（处理能力 1 吨/小时），缩短运输距离至 $\leq 8\text{km}$ 。

3.7 政策建议与监管协同

3.7.1 名录动态更新机制

建议生态环境部增设“环境监测危废”专项类别，明确反应残留试剂阈值（如总氰化物 $\geq 1\text{mg/L}$ 即归 HW49）。

3.7.2 梯度补贴政策

对规范处置企业实施补贴（ $\text{¥}200\text{-}500/\text{吨}$ ），而对混合存放等违规行为征收环境税（基准费率 $\text{¥}1500/\text{吨}$ ）。

4 结语

石油化工行业环境监测危险废物的科学管理是平衡生产发展与生态保护的关键环节。本文通过实证分析与理论构建，系统揭示了当前危废管理中存在的法规交叉性矛盾、技术标准模糊及监管链条断裂等核心问题。研究证实，危险废物鉴别环节的阈值缺失（如 Cr^{6+} 浸出浓度判定偏差达 32%）、贮存设施防渗缺陷导致的污染物扩散速率超标（最高达 4.6 倍）以及非专业运输的事故概率攀升（较规范运输高 2.3 倍），是制约危废管理效能提升的主要瓶颈。

针对上述问题，研究创新性提出“技术革新-标准重构-监管协同”三位一体的解决方案：

技术驱动：通过微型废液处理装置（处理效率 $\geq 92\%$ ）与 AI 智能分类系统的应用，实现危废源头减量与精准管控；

标准升级：建议在《国家危险废物名录》中增设环境监测危废专项类别，明确氰化物残留($\geq 1\text{mg/L}$)、重金属浸出（如 $\text{Cr}^{6+} \geq 5\text{mg/L}$ ）等定量化判定阈值；

机制创新：构建区块链溯源平台与“监测-生产”协同处置模式，使危废处置周期缩短，资源化率提升。

未来需重点关注监测危废产排系数模型优化（建议取 $0.12\text{-}0.35\text{kg}/\text{监测点}\cdot\text{次}$ ）、智慧监管平台与 PRTR 制度的衔接机制以及危废处理碳足迹核算体系构建。

建议生态环境部门加速推进三项行动：

法规迭代：制定《环境监测危废管理技术导则》，明确反应残留试剂分类规则；

技术推广：将区块链溯源系统纳入危废经营许可证审核必备条件；

产业协同：建立石化园区危废预处理中心，实现 5 公里半径内快速响应。

本研究不仅为环境监测危废管理提供了可复制的技术路径，更为构建“精准识别-智能管控-低碳处置”的新型治理范式奠定了理论基础，对推动石油化工行业绿色转型具有显著实践价值。

参考文献

- [1] 《危险废物鉴别标准 通则》(GB 5085.7—2019 代替 GB 5085.7-2007).
- [2] 《危险废物鉴别技术规范》(HJ 298—2019 替代 HJ/T 298-2007).
- [3] 《国家危险废物名录》(2025 版).
- [4] 《水质氰化物的测定容量法和分光光度法》(HJ 484-2009).
- [5] 《危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别》(GB 5085.3—2007 替代 GB 5085.3-1996).
- [6] 《水污染源在线监测系统 (CODCr、NH₃-N 等) 安装技术规范》(HJ 353-2019 取代 HJ/T 353-2007).
- [7] 《危险废物贮存污染控制标准》(GB 18597-2023).
- [8] 《危险货物运输规范》(GB 12268-2012).
- [9] 《危险废物重大工程建设总体实施方案》(2023-2025 年).
- [10] 《危险废物管理计划和管理台账 制定技术导则》(HJ1259-2022).

版权声明：©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

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



OPEN ACCESS