

# 工业园污水处理厂污泥危险特性鉴别研究

马保民, 王迪迪, 王京敏, 马良友, 邢欣

山东省产品质量检验研究院, 山东 济南

收稿日期: 2023年7月3日; 录用日期: 2023年8月4日; 发布日期: 2023年8月17日

## 摘要

以某工业园区污水处理厂为例, 通过重点排水企业原辅材料、产品方案、工艺流程和园区废水处理工艺的分析, 结合GC-MS、ICP-MS扫描对废水处理污泥危险特性初筛, 确定污泥危险特性检测因子; 经检测后判定该污水处理厂污泥不具有危险特性, 为同类型废水处理污泥鉴别提供思路, 对此类污泥危险特性鉴别重点关注要素提出建议。

## 关键词

工业园, 污水处理厂, 污泥, 危险特性鉴别

## Study on Hazardous Characteristics Identification of Sludge from Wastewater Treatment Plant of Automobile Industrial Park

Baomin Ma, Didi Wang, Jingmin Wang, Liangyou Ma, Xin Bing

Shandong Institute for Product Quality Inspection, Jinan Shandong

Received: Jul. 3<sup>rd</sup>, 2023; accepted: Aug. 4<sup>th</sup>, 2023; published: Aug. 17<sup>th</sup>, 2023

## Abstract

This paper takes a sewage treatment plant in an industrial park as an example, by analyzing the raw and auxiliary materials, product schemes, technological processes and wastewater treatment processes of key drainage enterprises in the leading industries of the park, combined with GC-MS and ICP-MS scanning on the preliminary screening of the hazardous characteristics of sludge in

wastewater treatment in the zone, and to determine the risk characteristics of sludge detection factor. After testing, the sludge of the sewage treatment plant was determined to have no hazardous characteristics, providing a way for the identification of sewage sludge in the same type of wastewater treatment plant, and suggestions were made for the key factors to identify the hazardous characteristics of this kind of sludge.

## Keywords

Industrial Park, Wastewater Treatment Plant, Sewage Sludge, Hazardous Characteristics Identification

Copyright © 2023 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

本园区为综合性园区，主要企业以汽车制造为主，还有少量生物医药企业。废水主要有金属表面处理产生的含油、酸碱、重金属废水，机械加工产生的含废切削液、润滑油废水及生物制药废水。废水处理过程产生的污泥无法排除是否具有危险特性[1]，且该污泥属不在《国家危险废物名录》所列的固体废物，为了明确污泥属性，利于后续管理，应按照危险废物鉴别标准和鉴别方法进行危险废物鉴别[2]。因此，本文以该园区污水处理厂污泥为例，根据《固体废物鉴别标准通则》(GB34330-2017)、《危险废物鉴别标准》(GB5085.1-GB5085.7)、《危险废物鉴别技术规范》(HJ298-2019)，通过对园区主导产业中的重点排水企业原辅材料、产品方案、工艺流程和园区废水处理工艺的分析初筛试验、鉴别方案审查、全面鉴别等程序，鉴别该污水处理厂污泥的危险特性，对此类污泥危险特性鉴别重点关注要素提出建议[2] [3] [4] [5] [6]。

## 2. 污水厂来水分析

该园区内投产企业主要行业类别为汽车制造、机械制造、金属表面处理、生物医药以及其他行业，园区污水处理厂总处理规模 3 万 m<sup>3</sup>/d，污水处理厂工艺采用预处理 + A2/O 工艺 + V 型滤池 + 消毒工艺，现园区废水排放量为 2.5 万 t/d，其中生活污水约占 25%，生产废水约占 75%。生产废水主要来自汽车制造、机械制造、金属表面处理、生物医药行业。首先根据重点排水企业行业类别、生产工艺、主要原辅材料等信息进行污染物识别，经统计分析，园区废水排放量居前 5 家重点企业废水排放量占总的生产废水排放量的 83%。

## 3. 危害因子分析

分析污水处理厂上游企业的生产工艺及原辅材料，可以推测污水厂接收的废水中可能含有 Ni<sup>2+</sup>、PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>、Zn<sup>2+</sup>、Mn<sup>2+</sup>、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、Cl<sup>-</sup>、苯、甲苯、二甲苯、丙烯酸、六价铬、总铬、环氧丙烷、乙酸乙酯、甲醇、丙酮、异丙醇、三氯甲烷、异丁醇、环己酮、石油溶剂、二氧化钛、醋酸、碳酸铵等。

## 4. 污泥危险特性筛查

根据 GB5085.7-2019 第四章鉴别程序，未列入《国家危险废物名录》，但不排除具有腐蚀性、毒性、易燃性、反应性的固体废物，依据 GB5085.1-7，以及 HJ298 进行鉴别，凡具有毒性、易燃性、腐蚀性、反应性的，属于危险废物。

#### 4.1. 腐蚀性筛查

对 12 个样品进行了浸出液 pH 试验, 浸出液 pH 试验结果为 7.34~7.75, 均未达到标准限值, 不具有腐蚀性。

#### 4.2. 反应性筛查

根据检测结果, 被鉴别污泥的含水量高(含水率为 79.1%~85.7%), 常温常压下处于稳定状态, 不会发生剧烈变化; 在标准温度和压力下(25℃, 101.3kPa)无发生爆轰或爆炸性分解反应的可能性; 受强起爆剂作用或在封闭条件下加热, 也不会发生爆轰或爆炸性分解反应。因此, 被鉴别污泥不具备爆炸性质。待鉴别的污泥为污水处理过程中产生的, 故遇水不会再产生危害人体健康或环境的有毒气体、蒸气或烟雾。被鉴别污泥含有氰根离子和硫化物, 经检测并结合理论分析每千克污泥中硫化物、氰化物分解产生硫化氢气体、氰化氢气体的最大量分别为 0.8 mg、0.17 mg, 远小于《危险废物鉴别标准反应性鉴别》(GB5085.5-2003) 4.2.3 中的限值要求, 因此硫离子、氰根离子不列入反应性鉴别的检测因子。该污泥生产工艺原辅材料及产品中均不涉及废弃氧化剂或有机过氧化物, 不具备废弃氧化剂或有机过氧化物属性[1]。

综合上述分析, 可认为该污泥不具有爆炸性、氧化性、遇水放出易燃气体危害特性, 遇酸反应生成氰化氢、硫化氢气体的量远小于《危险废物鉴别标准反应性鉴别》(GB5085.5-2003) 4.2.3 中的限值要求。

#### 4.3. 易燃性筛查

被鉴别污泥含有大量水分, 明火无法点燃, 常温常压下性质稳定, 不会因摩擦或自发性燃烧起火, 不具易燃性。

#### 4.4. 浸出毒性筛查

12 个初筛样品中镉、铍、硒、六价铬、总银、无机氟化物、烷基汞均未检出, 两个样品检出铅、总铬; 12 个样品均有铜、锌、砷、镍、钡、汞检出, 含量均很低。

根据生产工艺和原辅材料分析可能含有的物质有甲苯、二甲苯、丙烯酸、聚氨酯、乙酸乙酯、丙酮、异丙醇、三氯甲烷、甲醇、环氧丙烷等, 其中列于《危险废物鉴别标准浸出毒性鉴别》(GB 5085.3-2007) 中的有甲苯、二甲苯、三氯甲烷。结合生产工艺、原辅材料分析、气质联扫描结果, 对照《危险废物鉴别标准浸出毒性鉴别》(GB5085.3-2007), 将邻苯二甲酸二辛酯、甲苯、二甲苯、三氯甲烷列为浸出毒性有机物检测项目。考虑到使用含苯油漆的可能性, 故将苯也列为检测项目。

结合原辅材料及半定量分析, 该污泥的浸出毒性检测项目选定为铜、锌、总铬、六价铬、砷、镍、钡、铅、汞、邻苯二甲酸二辛酯、苯、甲苯、二甲苯、三氯甲烷。

#### 4.5. 毒性物质含量筛查

结合上游企业的生产工艺及原辅材料, 及初筛检测情况, 分析所检出元素在 GB 5085.6 附录 A~E 中的形态, 及各指标生成条件及占标率等, 铝、钛、钒、钴、铜、锌、砷、锶、硒、银、铈、钡、铅、汞等均可排除。确定本次鉴别毒性物质含量的无机检测因子为镍、六价铬。

根据初筛样品的检测结果, 结合生产工艺和原辅材料分析对照《危险废物鉴别标准毒性物质含量鉴别》(GB5085.6-2007), 将石油溶剂、丙酮、丙烯酸、甲醇、异丁醇、苯、环氧丙烷列为正式采样检测项目。

#### 4.6. 急性毒性筛查

污水处理厂污泥中检测出的主要环境污染物为镍、铬、锶、镉、铅等重金属, 这些金属元素以离子状态存在, 处于溶解状态, 可能分布、迁移到饮水和食物中, 通过动物的消化道被吸收进入体内, 因此

经口吸收成为最重要的暴露途径。针对初步采样污泥样品，取 3 个样品进行了口服毒性半数致死量 LD<sub>50</sub> 检测，检测结果 LD<sub>50</sub> 均大于 2000 mg/kg，不具有急性毒性。

根据污泥危险特性初筛结果，确定污泥不具有腐蚀性、反应性、易燃性、急性毒性，只需对污泥进行浸出毒性检测和毒性物质含量检测。

## 5. 样品采集

根据污水处理厂污泥每月产生量，确定样品份数为 100 份，在一个月内存等间隔分次在压滤机出泥口进行采样，每份样品采集量为 2000 g，挥发性有机物、半挥发性有机物均单独采样，并按照 10% 比例采集平行样。

## 6. 浸出毒性检测

污泥浸出毒性鉴别因子包括铜、锌、总铬、六价铬、砷、镍、钡、铅、汞、邻苯二甲酸二辛酯、苯、甲苯、二甲苯、三氯甲烷，所有指标均不超限值。

## 7. 毒性物质含量检测

毒性物质含量检测项目为镍、六价铬、石油溶剂、丙酮、丙烯酸、甲醇、异丁醇、环氧丙烷、苯 9 项，无机金属项目鉴别均以元素的形式进行检测，需将检测结果中无机金属含量转化为无机毒性化合物含量。依据《危险废物鉴别标准毒性物质含量鉴别》(GB5085.6-2007)和《危险废物鉴别技术规范》(HJ 298-2019)要求，在进行毒性物质含量危险特性判断时，当同一种毒性成分在一种以上毒性物质中存在时，以分子量最高的物质进行计算和结果判断，因此结合毒性物质所属类别、分子量，基于最不利原则，筛选出鉴别因子对应的化合物，检测结果如下(表 1)。

Table 1. Toxic substance test results

表 1. 毒性物质检测结果

类别	检测因子	检测结果最大值	限值
附录 A	丙烯酸	ND	1000 mg/kg
	丙酮	ND	
附录 B	石油溶剂	1140 mg/kg	30,000 mg/kg
	甲醇	ND	
	异丁醇	ND	
	环氧丙烷	ND	
毒性物质	苯	ND	1000 mg/kg
	三氧化镍(以镍计)	38.1 mg/kg	
	铬酸镉(以六价铬计)	ND	
附录 D	铬酸钠(以六价铬计)	ND	1000 mg/kg

## 8. 结果分析

本次鉴别所取样品浸出毒性和毒性物质含量均不超标。依据《危险废物鉴别技术规范》(HJ 298-2019)，结合本项目污泥样品的分析测试结果，各类危险特性分析见表 2。

**Table 2.** Analysis result decision table of hazardous characteristics**表 2.** 危险废物分析结果判定表

固体废物名称	危险特性	检测情况	是否具有该类危险特性	结论
污泥	1) 反应性、易燃性、腐蚀性检测	分析排除反应性、易燃性, 检测腐蚀性 pH	不具有	不是危险废物
	2) 浸出毒性中无机物质项目的检测	检测: 铜、锌、总铬、六价铬、砷、镍、钡、铅、汞	不具有	
	3) 浸出毒性中有机物质项目的检测	检测邻苯二甲酸二辛酯、苯、甲苯、二甲苯、三氯甲烷	不具有	
	4) 毒性物质含量鉴别项目中无机物质的项目检测	镍、总铬、六价铬	不具有	
	5) 毒性物质含量鉴别项目中有有机物质项目的检测	石油溶剂、丙酮、丙烯酸、甲醇、异丁醇、环氧丙烷、苯	不具有	
	6) 急性毒性鉴别项目的检测	初筛排除	不具有	

## 9. 结论

依据《固体废物鉴别标准通则》(GB 34330-2017), 该园区污水处理厂产生的污泥属于固体废物, 未列入《国家危险废物名录》(2021 年版)。依据《固体废物鉴别标准通则》(GB 34330-2017)、《国家危险废物名录》(2021 年版)、《危险废物鉴别技术规范》(HJ 298-2019)及《危险废物鉴别标准》(GB 5085.1-GB 5085.7)标准进行鉴别, 该污水处理厂所产污泥不具有反应性、易燃性、腐蚀性、浸出毒性、毒性物质含量、急性毒性等 6 种危险特性, 因此, 在该园区污水处理厂所产污泥不属于危险废物。

## 10. 意义

本次鉴别的污水厂所在园区以汽车制造业为主, 少量生物医药企业, 废水处理过程中产生的污泥存在二次污染的隐患[7] [8] [9], 在污泥的处置利用环节需避免污染土壤及地下水。本文通过对污水厂上游企业原辅材料及工艺分析, 再经初步筛查排除了部分危险性质, 确定了污泥中可能存在的污染物, 经正式采样检测, 确定本次鉴别的污泥不具有危险特性, 不属于危险废物。后续生产中需确保生产工艺、原辅料及规模等稳定, 并且设施运行良好, 运行稳定。一旦进水企业工艺发生变化, 可能增加危害因子的, 需将污泥单独堆放, 并及时对新增危害因子做出评价。

## 参考文献

- [1] 贺阳, 杨巍. 含工业废水的城市污水处理厂设计进水水质探讨[J]. 中国高新技术企业, 2015(15): 91-93.
- [2] 孙绍锋, 胡华, 龙郭, 等. 我国危险废物鉴别体系分析[J]. 环境与可持续发展, 2015(2): 37-39.
- [3] 潘平, 钱炜, 刘丽, 等. 高新技术园区污水处理厂污泥危险特性鉴别研究[J]. 环境影响评价, 2020(60): 86-90.
- [4] 生态环境部, 国家质量监督检验检疫总局. 固体废物鉴别标准通则(GB34330-2017) [S]. 北京: 中国环境科学出版社, 2017.
- [5] 国家环境保护总局, 国家质量监督检验检疫总局. 固体废物鉴别标准(GB5085.1-GB5085.6) [S]. 北京: 中国环境科学出版社, 2017.
- [6] 生态环境部, 国家市场监督管理总局. 危险废物鉴别标准通则(GB 5085.7-2019) [S]. 北京: 中国环境科学出版社, 2019.

- 
- [7] 生态环境部. 危险废物鉴别技术规范(HJ298-2019) [S]. 北京: 中国环境科学出版社, 2019.
- [8] 钱栋. 工业污水处理厂污泥危险特性鉴别的初步研究[J]. 绿色科技, 2017(12): 90-92.
- [9] 李海燕, 胡晓东, 吴启航, 等. 广州城市污泥中重金属的含量、排放通量及农用风险评价[J]. 环境工程学报, 2015, 9(3): 1409-1416.