Advances in Environmental Protection 环境保护前沿, 2023, 13(5), 1208-1217
Published Online October 2023 in Hans. https://www.hanspub.org/journal/aep
https://doi.org/10.12677/aep.2023.135145

Hans汉斯

某污水处理厂污泥危险特性鉴别实例分析及研究

马利民[1]，王京敏[2]，张丽丽[2]，张　娟[2*]

[1]潍坊市安丘生态环境监控中心，山东 潍坊
[2]山东省产品质量检验研究院，山东 济南

收稿日期：2023年9月18日；录用日期：2023年10月19日；发布日期：2023年10月27日

摘　要

某企业建有一座综合性污水处理厂，污水处理厂收集了24家企业的废水。污水处理厂产生固体废物污泥，根据污水处理厂运行情况及药剂使用情况、其上游企业生产原辅材料及生产工艺，对污泥进行危险特性鉴别，得出鉴别结论，为污泥科学合理处置及生态环境主管部门的环境管理提供技术依据。

关键词

污水处理厂，污泥，危险特性鉴别

Case Analysis and Study on Identifying Hazardous Characteristics of Sludge in a Sewage Treatment Plant

Limin Ma[1], Jingmin Wang[2], Lili Zhang[2], Juan Zhang[2*]

[1]Weifang Anqiu Ecological Environment Monitoring Center, Weifang Shandong
[2]Shandong Institute for Product Quality Inspection, Jinan Shandong

Received: Sep. 18th, 2023; accepted: Oct. 19th, 2023; published: Oct. 27th, 2023

Abstract

A certain enterprise has built a comprehensive sewage treatment plant, which collects wastewater from 24 enterprises. The sewage treatment plant generates solid waste sludge. Based on the op-

*通讯作者。

文章引用: 马利民, 王京敏, 张丽丽, 张娟. 某污水处理厂污泥危险特性鉴别实例分析及研究[J]. 环境保护前沿, 2023, 13(5): 1208-1217. DOI: 10.12677/aep.2023.135145

eration and use of chemicals in the sewage treatment plant, as well as the production of raw and auxiliary materials and production processes by upstream enterprises, the hazardous characteristics of the sludge are identified, and identification conclusions are drawn. This provides a technical basis for the scientific and reasonable disposal of sludge and the environmental management of the ecological environment management department.

Keywords

Sewage Treatment Plant, Sludge, Identification of Hazardous Characteristics

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

某企业建有一座综合性污水处理厂，污水处理厂收集了 24 家企业的废水。污水处理站建设工艺为“预处理 + 一级处理 + 二级处理 + 深度处理 + 接触消毒池”，废水设计排放标准为，经处理达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918-2002)中的一级标准 A 标准等要求后外排。污水处理厂产生固体废物－污泥，污泥是否属于危险废物尚不清楚，需要通过危险废物鉴别判定固体废物的危险特性[1]，以对危险废物进行科学合理的处置，避免危险废物不合理地处置对人体、生态环境带来严重危害[2]。前人的研究通常侧重于危险废物鉴别标准、管理程序、现状等[3] [4] [5]，也有不同行业污泥的鉴别实例研究[6] [7] [8] [9]，但是进水企业不同，污泥的污染因子和危险特性便不同，因此需分别开展危险特性鉴别。某企业为综合性污水处理厂，涉及行业和企业复杂，为了明确该企业污水处理站污泥的属性和类别，需开展危险特性鉴别工作，为污泥科学合理处置及生态环境主管部门的环境管理提供技术依据，同时该企业广泛的进水种类和污染因子分析可为其它污泥的鉴别提供参考。

2. 污水处理厂工艺流程

污水处理站建设工艺为“预处理(粗格栅 + 提升泵站 + 细格栅 + 曝气沉砂池) + 一级处理(水解均质池 + 初沉池) + 二级处理(改良 A^2/O 生化池 + 二沉池) + 深度处理(高级氧化池 + 高效絮凝沉淀池 + 双层滤料滤池 + 臭氧氧化 + 一级活性炭生物滤池 + 复合氧池化 + 二级活性炭生物滤池) + 接触消毒池”。具体描述如下：

(1) 预处理：预处理阶段采用“粗格栅 + 提升泵站 + 细格栅 + 曝气沉砂池”工艺，废水首先通过粗格栅截留污水中较大的漂浮物和悬浮物，防止阻塞和缠绕水泵机组、曝气器、管道阀门、处理构筑物配水设施进出口，减少后续处理产生的浮渣，保证污水处理厂设施正常运行；设置提升泵站提升污水以满足后续处理设施水力要求；提升后的污水进入细格栅进一步去除细小悬浮物，降低生物处理负荷，细格栅出水进入曝气沉砂池，停留时间 5 min，利用鼓风曝气以及水流的旋流作用，污水中悬浮颗粒相互碰撞、摩擦，使粘附在砂砾上的有机污染物得以摩擦去除。

(2) 一级处理：一级处理工艺为水解均质池 + 初沉池，利用厌氧微生物(包括兼氧微生物)的作用将污水中各种复杂有机物分解转化成小分子酸和二氧化碳等物质，从而改善污水生化指标，水解均质池对污水中 BOD5 含量和 COD 含量都能在不同程度上进行去除，并对进水起到均质调节的作用，废水经水解均质池后进入初沉池，初沉池沉降的污泥经管道进入污泥均质池。

(3) 二级处理：二级处理工艺为改良 A^2/O 生化池 + 二沉池，项目在好氧池末端分割出一部分，并在其内部设置弹性填料，以保证对氨氮的消解，同时在一级 A/A/O 之后再设置一级 A/O 池，也设置弹性填料，从而整体形成两级硝化反硝化的处理工艺，保证对 COD 和氨氮的消解。二沉池沉淀的污泥输送至污泥浓缩池，经浓缩后进入污泥均质池。

(4) 深度处理：本项目深度处理建设了“高级氧化池 + 高效絮凝沉淀池 + 双层滤料滤池 + 臭氧催化氧化 + 一级活性炭生物滤池 + 复合氧化 + 二级活性炭生物滤池”的处理工艺。

高效絮凝沉淀池，添加药剂 PAM 及聚合硫酸铁促进污泥的沉淀，沉淀的污泥输送至污泥浓缩池，经浓缩后进入污泥均质池。高效絮凝沉淀池后为双层滤料滤池，功能为进一步去除其中的细小悬浮物，双层滤料滤池滤料采用石英砂 + 无烟煤，经过沉淀过滤后的污水进入臭氧催化氧化池。

臭氧催化氧化是一种高级氧化技术，其原理是利用臭氧在催化剂作用下产生的羟基自由基(·OH)来氧化分解水中的有机污染物质。·OH 的氧化能力极强(其在水中的氧化还原电位为 2.80 V)，且催化氧化反应无选择性，因此可氧化分解绝大多数有机化合物。臭氧催化氧化工艺主要包括两部分，第一部分是臭氧制备段，包括气源装置及臭氧设备间，臭氧设备间内放置臭氧发生器利用气源制备臭氧；第二部分是臭氧催化氧化段，臭氧发生器制备的臭氧通过臭氧输送管路将臭氧投加入臭氧催化氧化池内，臭氧在催化剂存在的条件下产生的·OH 会与污水充分混合接触反应，并将污水中的有机污染物氧化分解，从而污水中的 COD 及色度可得到有效去除，氧化池内的臭氧尾气通过设置于池顶的臭氧尾气消除装置进行去除，臭氧尾气消除装置将臭氧高温加热分解为氧气，臭氧在 350℃时，半衰期小于 0.04 s，在 1.5~2 s 内完全分解。

废水流经一级活性炭生物滤池后进入复合氧化池，复合氧化池采用臭氧－双氧水协同处理废水的工艺。臭氧和过氧化氢协同作用可以产生具有极强氧化作用的羟基自由基，能有效去除水中的有机污染物。

(5) 消毒：本项目接触消毒池采用次氯酸钠消毒。

(6) 污泥处理：二沉池回流后的剩余污泥和高效絮凝沉淀池污泥一起排至污泥浓缩池，经浓缩后排至污泥均质池，初沉池污泥直接进入污泥均质池。污泥均质池加入聚合硫酸铁，内设搅拌机将污泥搅拌均匀后泵至污泥脱水机房，在输送管道中通入高分子絮凝剂 PAM 调理形成絮体使其稳定，污泥经高压隔膜板框压滤机脱水后泥饼通过皮带输送机输送至污泥堆棚。

3. 待鉴别污泥产生情况

污水处理厂二沉池回流后的剩余污泥和高效絮凝沉淀池污泥一起排至污泥浓缩池，经浓缩后排至污泥均质池，初沉池污泥直接进入污泥均质池。污泥均质池加入聚合硫酸铁，搅拌均匀后泵至污泥脱水机房，在输送管道中通入高分子絮凝剂 PAM 调理形成絮体使其稳定，污泥经高压隔膜板框压滤机脱水后泥饼通过皮带输送机输送至污泥堆棚。合并压滤前三部分污泥的比例约为初沉池污泥 36%、二沉池污泥 36%，高效絮凝沉淀池污泥 28%。经检测板框压滤机压滤污泥含水率约为 63%，污泥每 12 天左右压滤一次，每次压滤产泥量最大为 27 吨，每月压滤 2~3 次，板框压滤机压滤污泥的月最大产量为 81 吨/月。

4. 上游废水情况简介

污水处理厂收集废水包括 24 家企业废水，根据对上游废水排放企业的现场勘察和资料核查，根据上游废水来源，详细具体的分析了废水涉及项目的原辅材料、工艺流程、废水种类及水量等，从而分析汇总了 GB 5085 所涉及污染因子，具体见下表 1。

Table 1. Summary table of pollution factors of upstream inflow enterprises
表 1. 上游进水企业污染因子汇总表

序号	废水来源单位	废水来源	外排废水涉及产品	GB 5085 涉及污染因子
1	A 公司	滤液废糖水、结晶废水、再生废水、软化废水、吸收废水、设备清洗废水、车间地面冲洗废水、循环冷却污水，项目生产废水与生活污水	无水柠檬酸、一水柠檬酸、柠檬酸钠	pH、铅、砷、汞等重金属
2	B 公司	反应釜清洗废水、地面清洗废水、碱液喷淋排污水、橡胶助剂生产装置冷却循系统排污水、造粒装置冷却循环系统排污水、纯水制备废水、生产工艺废气冷凝水、生活污水	防老剂 SP、歧化松香酸钾皂水溶液、防老剂、絮凝剂、终止剂、抗氧剂、扩散剂、三烷基氯化铵、二乙基羟胺水溶液、消泡剂等	pH、苯乙烯、苯酚、遇酸反应性、氰根离子、甲醛、环氧氯丙烷、邻甲酚、铅、砷、汞等重金属、急性毒性、易燃性、爆炸性
3	C 公司	职工生活污水、车间地面冲洗废水	/	/
4	D 公司	对甲基苯甲酸装置分液器排水、地面设备冲洗废水、水环真空泵废水、水喷淋系统 5 废水、纯水制备废水、循环冷却排污水、生活污水	对甲基苯甲酸	对二甲苯、钴
		循环冷却排污水	/	
5	E 公司	聚醚产品生产过程中接收罐收集废水、酯化产品生产过程中油水分离废水、聚醚车间和酯化车间真空泵水箱定期排污水、车间地面冲洗废水、生活污水、软化水制备废水及循环水池定期排污水	脂肪醇聚醚、脂肪酸聚醚、脂肪胺聚醚、烷基酚聚醚、蓖麻油聚醚、吐温、聚乙二醇、发泡聚醚、特种聚醚、农乳、抗静电剂、防老剂、减水剂用聚醚、司盘、醇(醚)磷酸酯、醇(醚)硫酸酯、快速渗透剂 T、脂肪酸聚乙二醇酯、净洗剂、脂肪酰胺	pH、苯酚、苯乙烯、环氧乙烷、环氧丙烷、铅、砷、汞等重金属
6	F 公司	蒸汽冷凝水、循环水系统排水、设备清洗废水、地面清洗废水、生活污水	三乙烯二胺	pH、易燃性、爆炸性
7	G 公司	循环冷却水排污水、软水站排污水、车间和设备清洗废水、胶料冷却废水和职工生活污水	炭黑、半钢子午线轮胎	pH、易燃性、爆炸性、硫化物遇酸反应性、苯、甲苯、乙苯、二甲苯、苯酚、二甲酚、苯并[a]芘、苯并[a]蒽、苯并[a]蒽、苯并[b]荧蒽、苯并[j]荧蒽、苯并[k]荧蒽、二苯并[a,h]蒽、甲醛、乙醛、丙酮、间苯二酚、对苯二酚、对甲酚、甲酚、2-甲基苯酚、3-甲基苯酚、重金属成分、石油溶剂
8	H 公司	生产废水、设备地面冲洗废水、水膜吸收排水、真空系统排水、生活废水和循环冷却系统排水、软化水装置排水	颜料黄、颜料红	pH、易燃性、爆炸性、邻硝基苯酚、铅、砷、汞等重金属、甲醇、邻二氯苯、对甲苯胺
		高盐废水和低盐废水。高盐废水为工艺废水和碱洗废水，低盐废水包括真空泵排污、生活废水、工艺低盐废水、水膜吸收排水、除盐后高盐废水	颜料黄	
9	I 公司	生活污水、洗衣废水及地面冲洗水	乙基液	/
10	J 公司	预处理单元水洗塔废水、丁烯萃取单元乙腈回收再生塔循环洗涤废水、异构化单元脱轻塔回流罐切水、芳构化单元稳定塔回流罐切水、芳构化单元轻芳烃精馏塔回流罐切水、机泵冷却产生机泵冷却废水、循环水系统排污水、地面冲洗水、生活污水	甲基叔丁基醚、轻芳烃、碳四液化气、重组分、碳三液化气	pH、易燃性、甲醇、钯、苯乙烯、甲基叔丁基醚、乙腈、苯、甲苯、二甲苯、石油溶剂、甲醛 钴、镍、叔丁醇
		醚后碳五甲醇回收塔废水、TAME 甲醇回收塔废水、酸水中和罐废水、碱吸收塔废水、MABE 深加工甲醇回收塔塔底废水、循环冷却排污水、设备及地面冲洗水、脱盐水设备浓水、机泵冷却水、生活污水	异戊烯、混合戊烷、脱除碳五的轻芳烃、异癸烯、重组分、频呐酮、碳十油、碳十醇油、异丁烯、二异丁烯、异辛烷、叔丁醇、三异丁烯、异辛烷重组分	

Continued

11	K 公司	地面冲洗废水、职工生活污水、软水制备废水、循环冷却排污水	烷基苯磺酸	硫化物遇酸反应性、易燃性、爆炸性、pH
12	L 公司	循环水系统排水、除盐水站排水、各装置机泵冷却废水、地面冲洗废水、生活污水	轻烃(C5)、苯、混苯、二甲苯、高沸点芳烃溶剂(混合芳烃)、重芳烃(船舶燃料油)、非芳烃(抽余油)、轻油、正己烷、6#溶剂油、120#溶剂油、140#溶剂油、200#溶剂油、重组分(船舶燃料油)、汽提塔顶气、含硫污水、稳定塔顶气、精制 6#溶剂油、净化燃料气、硫氢化钠溶液、净化水、酸性气、氢气、解析气	GB 5085.5-2007 反应性：硫化氢、氰化氢； GB 5085.3-2007 浸出毒性：无机氟化物、氰化物、铜、砷、铅、钡、镉、总铬、六价铬、汞、锌、镍、苯并[a]芘、苯酚、2,4-二氯苯酚、2,4,6 三氯苯酚、多氯联苯、邻苯二甲酸二丁酯、邻苯二甲酸二辛酯、苯、甲苯、二甲苯、乙苯、氯苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯； GB 5085.6-2007 毒性物质：总氟、含氰根毒性物质、铅、汞、砷等多种重金属、乙腈、丙烯腈、二甲基苯酚、2-甲基苯酚、3-甲基苯酚、4-甲基酚、甲酚、甲醇、氯酚，2-氯苯酚、3-氯苯酚，2,3,4,6-四氯苯酚、2-硝基苯酚、3-硝基苯酚、4-硝基苯酚、苯胺、2-氯-4-硝基苯胺、2-氯苯胺、3-氯苯胺、4-氯苯胺、2,4,5-三氯苯胺、2,4,6-三氯苯胺、2-硝基苯胺、3-硝基苯胺、4-硝基苯胺、4-溴苯胺、苯乙烯、苯、苯并[a]芘、苯并[a]蒽、苯并[b]荧蒽、苯并[j]荧蒽、苯并[k]荧蒽、二苯并[a,h]蒽、石油溶剂
13	M 公司	循环冷却水排污水、水喷淋塔排水、产品包装桶清洗废水、车间地面清洗废水、生活污水	聚酰胺环氧氯丙烷、阴离子表面施胶剂	pH、环氧氯丙烷、重金属、急性毒性
14	N 公司	物化车间废水、焚烧车间废水、车辆冲洗废水、车间冲洗废水、实验室废水、道路冲洗废水、循环冷却排污水、废气洗涤塔废水、生活污水、渗滤液	/	pH、砷、镍、铬、铅、镉、汞、铍、钡、锡、锑、烷基汞、锰等重金属、氰化物、含氰毒性物质、氰化物遇酸反应性、无机氟化物、含氟毒性物质、石油溶剂、苯、甲苯、二甲苯、乙苯、苯并[a]芘、苯并[a]蒽、苯并[b]荧蒽、苯并[j]荧蒽、苯并[k]荧蒽、二苯并[a,h]蒽、2-甲基苯酚、3-甲基苯酚、4-甲苯酚、二甲基苯酚、2-硝基苯酚、3-硝基苯酚、4-硝基苯酚、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、氯酚、2-氯苯酚、4-氯苯胺、2-硝基苯胺、3-硝基苯胺、4-硝基苯胺、乙醛、苯乙烯、二氯甲烷、间苯二酚、对苯二酚、2,3,4,6-四氯苯酚、3-氯苯酚、4-甲基苯胺、苯胺、2-氯苯胺、3-氯苯胺、2,4,5-三氯苯胺、2,4,6-三氯苯胺、2-氯-4-硝基苯胺、4-溴苯胺、甲醇、乙腈、丙酮、丙烯酸、丙烯醛、甲基叔丁基醚、叔丁醇、1-丁醇、环氧氯丙烷、甲醛、丙烯腈、苄基氯、环氧丙烷、丙烯酰胺、环氧乙烷、邻苯二甲酸二丁酯、多氯联苯等
15	O 公司	装置中放料罐和喷雾储罐的定期冲洗产生的冲洗水、车间仓库等冲地废水、软化水装置排污水、循环冷却排污水 MC 装置车间地面及设备清洗废水、水吸收塔定期排水、滤布冲洗槽定期排水、带式过滤机滤布冲洗槽需要定期排水、车间地面及设备清洗用水、循环水排污水、两级碱吸收塔排水、生活污水	PVC 抗冲改性剂 ACR MC 抗冲击改性剂(氯化聚乙烯-CPE 和丙烯酸树脂-ACR 接枝共聚物)、MC 抗冲击改性剂(氯化聚乙烯-CPE 和丙烯酸树脂-ACR 物理混合产品)、盐酸	pH、苯乙烯、丙烯腈、急性毒性
16	P 公司	生活污水	/	/
17	Q 公司	生活污水	/	/

Continued

18	R 公司	乙基苄基氯生产装置、海风醛/萨利麝香和季膦盐生产废水、地面及设备清洗水、真空泵排污水、循环冷却排污水以及生活污水	乙基苄基氯、海风醛、萨利麝香、季铵盐、四苯基溴化磷苯酚	乙苯、pH 甲醛、甲苯、苄基氯、苯酚、重金属
19	S 公司	地面设备冲洗废水、职工生活污水以及循环冷却排污水	皮革加脂剂、酚醛萘醛树脂磺酸、盐复合鞣剂、氨基甲醛类树脂鞣剂、丙烯酸树脂、聚氨酯树脂、苯乙烯马来酸酐树脂	丙烯酸、苯酚、pH、甲醛、丙烯酸、丙烯醛、丙烯酰胺、苯乙烯、重金属
20	T 公司	生产废水、循环冷却水、软化水装置冲洗废水	丁醇、辛醇、混合丁酸丁酯、碳十二	正丁醇、异丁醇、仲丁醇、叔丁醇、镍、石油溶剂
21	U 公司	浸水废水、脱脂废水、冲洗废水、浸渍废水、浸灰废水、冲洗废水、脱灰软化废水、冲洗废水、预处理废水、冲洗废水、挤水废水、复鞣废水	猪皮革	pH、铬等重金属、丙烯酸
22	V 公司	造气废水、循环冷却排污水、锅炉排污水、脱盐水站排污水、醇烷化装置废水及油水分离废水	合成氨、甲醇、液体二氧化碳、硫磺	pH、钴、镍等重金属、甲醇、苯、甲苯、二甲苯、乙苯、苯并[a]蒽、苯并[b]荧蒽、苯并[k]荧蒽、二苯并[a,h]蒽、苯并[a]芘、石油溶剂、硫化物遇酸反应性、氰化物、含氰毒性物质、氰化物遇酸反应性
23	W 公司	含硫废水、含硫铵废水、含油废水、含盐废水、其它废水	常压渣油、干气直流汽油、轻柴油、重柴油、轻蜡油、重蜡油、减压渣油、焦化石脑油、焦化柴油、催化柴油、氢气、石脑油、焦化柴油、石油焦、碳极焦、酸性气、氢氧化钠、硫氢化钠、天然气、自产渣油、轻脱沥青油、环烷基蜡油、燃料气、植物油抽提溶剂油、溶剂油、轻烃组分、橡胶填充油、基础润滑油、白油、液化石油气、硫酸	GB 5085.5-2007 反应性：硫化氢、氰化氢； GB 5085.3-2007 浸出毒性：无机氟化物、氰化物、铜、砷、铅、钡、镉、总铬、六价铬、汞、锌、镍、苯并[a]芘、苯酚、2,4-二氯苯酚、2,4,6 三氯苯酚、多氯联苯、邻苯二甲酸二丁酯、邻苯二甲酸二辛酯、苯、甲苯、二甲苯、乙苯、氯苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯； GB 5085.6-2007 毒性物质：总氟、氰根离子总量、铅、汞、砷等多种重金属、乙腈、丙烯腈、二甲基苯酚、2-甲基苯酚、3-甲基苯酚、4-甲基酚、甲酚、甲醇、氯酚，2-氯苯酚、3-氯苯酚，2,3,4,6-四氯苯酚、2-硝基苯酚、3-硝基苯酚、4-硝基苯酚、苯胺、2-氯-4-硝基苯胺、2-氯苯胺、3-氯苯胺、4-氯苯胺、2,4,5-三氯苯胺、2,4,6-三氯苯胺、2-硝基苯胺、3-硝基苯胺、4-硝基苯胺、4-溴苯胺、苯乙烯、苯、苯并[a]芘、苯并[a]蒽、苯并[b]荧蒽、苯并[j]荧蒽、苯并[k]荧蒽、二苯并[a,h]蒽、石油溶剂
24	X 公司	乙醇精馏废水、地面和设备冲洗废水、循环冷却排污水	乙二酸二乙酯	石油溶剂

5. 污泥危险特性初步判别

首先，需进行固体废物属性判定。根据《固体废物鉴别标准通则》(GB 34330-2017)，污水处理厂初沉池污泥、二沉池污泥、高效絮凝沉淀池污泥及板框压滤机压滤污泥符合 4.3 项“环境治理和污染控制过程中产生的物质：水净化和废水处理产生的污泥及其他废弃物质”且不属于 6 项“不作为固体废物管理的物质”，依此判定污泥属于固体废物。

其次，需根据《国家危险废物名录(2021 版)》进行危险废物属性初筛。上游公司废水均经厂内污水处理站处理达标后外排至本污水处理厂处理，且待鉴别污泥产生于生化工艺之后，为生化污泥，因此不属于“900-210-08 含油废水处理中隔油、气浮、沉淀等处理过程中产生的浮油、浮渣和污泥(不包括废水生化处理污泥)”、“252-010-11 炼焦、煤焦油加工和苯精制过程中产生的废水处理污泥(不包括废水生化

处理污泥)”、“264-012-12 其他油墨、染料、颜料、油漆(不包括水性漆)涂料、油墨、生产过程中产生的废水处理污泥”、“263-011-04 农药生产过程中产生的废水处理污泥”、“900-046-49 离子交换装置(不包括饮用水、工业纯水和锅炉软化水制备装置)再生过程中产生的废水处理污泥”等条目，另外，《国家危险废物名录(2016 版)》中其它种类废物中也没有与污泥相匹配的。

危险特性鉴别检测因子通过药剂分析、上游废水纳管企业分析、辅助检测等过程确定，具体筛选方式、筛选过程及筛选结果见下表 2。

Table 2. Screening process of detection factors for sludge identification schemes to be evaluated
表 2. 待鉴污泥鉴别方案检测因子筛选过程表

危险特性类别	纳管企业废水分析	污水厂投加药剂	辅助检测分析	最终鉴别方案监测因子
GB 5085.1-2007 腐蚀性	pH	pH	pH	pH
GB 5085.2-2007 急性毒性	急性毒性	/	根据理论分析结合初步采样检测结果，排除急性毒性。	无
GB 5085.3-2007 浸出毒性	铜、锌、镉、铅、总铬、六价铬、汞、铍、钡、镍、总银、砷、硒、烷基汞、无机氟化物、氰化物、五氯苯酚、苯酚、2,4-二氯苯酚、2,4,6 三氯苯酚、苯并［a］芘、邻苯二甲酸二丁酯、邻苯二甲酸二辛酯、多氯联苯、丙烯腈、苯、甲苯、二甲苯、乙苯、氯苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯	砷、铅、镉、汞、铬、锌、镍	根据理论分析，结合初步采样检测结果，排除镉、铍、总银、烷基汞、五氯苯酚、2,4-二氯苯酚、2,4,6 三氯苯酚、邻苯二甲酸二丁酯、邻苯二甲酸二辛酯、丙烯腈、氯苯、1,4-二氯苯。	汞、铅、砷、硒、锌、铜、钡、镍、铬、六价铬、无机氟化物、苯、甲苯、二甲苯、乙苯、苯酚、1,2-二氯苯、苯并[a]芘
GB 5085.4-2007 易燃性	理论分析排除	/	/	无
GB 5085.5-2007 反应性	遇酸反应性	/	根据理论分析，结合初步采样检测结果，排除遇酸反应性。	无
GB 5085.6-2007 毒性物质含量	氟、氧根离子、铅、砷、汞、镉、钴、铬等无机元素涉及的毒性物质、六价铬、镍、钡、丙烯酸、丙烯醛、2-甲基苯酚、3-甲基苯酚、4-甲苯酚、二甲基苯酚、2-硝基苯酚、3-硝基苯酚、4-硝基苯酚、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、氯酚、2-氯苯酚、4-氯苯胺、2-硝基苯胺、3-硝基苯胺、4-硝基苯胺、乙醛、苯乙烯、二氯甲烷、间苯二酚、对苯二酚、2,3,4,6-四氯苯酚、3-氯苯酚、4-甲基苯胺、钯、苯胺、2-氯苯胺、3-氯苯胺、2,4,5-三氯苯胺、2,4,6-三氯苯胺、2-氯-4-硝基苯胺、4-溴苯胺、甲醇、乙腈、丙酮、甲基叔丁基醚、叔丁醇、1-丁醇、环氧氯丙烷、石油溶剂、苯、苯并[a]蒽、苯并[b]荧蒽、苯并[k]荧蒽、二苯并[a,h]蒽、甲醛、苯并[j]荧蒽、丙烯腈、苄基氯、环氧丙烷、苯并[a]芘、丙烯酰胺、环氧乙烷、邻苯二甲酸二丁酯、多氯联苯	砷、铅、镉、汞、铬、锌、镍	根据理论分析，结合初步采样检测结果，排除镍、钡、丙烯酸、丙烯醛、3-硝基苯酚、4-硝基苯酚、1,4-二氯苯、氯酚、2-氯苯酚、4-氯苯胺、2-硝基苯胺、3-硝基苯胺、4-硝基苯胺、乙醛、二氯甲烷、间苯二酚、对苯二酚、2,3,4,6-四氯苯酚、3-氯苯酚、2-氯苯胺、3-氯苯胺、2,4,5-三氯苯胺、2,4,6-三氯苯胺、2-氯-4-硝基苯胺、4-溴苯胺、甲醇、乙腈、丙酮、甲基叔丁基醚、叔丁醇、1-丁醇、环氧氯丙烷、甲醛、丙烯腈、苄基氯、环氧丙烷、丙烯酰胺、环氧乙烷、邻苯二甲酸二丁酯、多氯联苯。	汞、砷、铅、镉、钴、镍、钡、钙、硒、氟、六价铬、苯、苯并[a]蒽、苯并[b]荧蒽、苯并[k]荧蒽、二苯并[a,h]蒽、苯并[a]芘、苯并[j]荧蒽、2-甲基苯酚、3-甲基苯酚、4-甲苯酚、二甲基苯酚、邻硝基苯酚、1,2-二氯苯、苯乙烯、4-甲基苯胺、氧根离子、苯胺、石油溶剂。其它污染因子钯、锑不列入正式检测方案，但以初筛最大值计入最终毒性物质含量计算。
GB 5085.5-2007 反应性	遇酸反应性	/	根据理论分析，结合初步采样检测结果，排除遇酸反应性。	无

6. 危险特性检测和结果分析

共采集板框压滤机压滤污泥样品 20 个，初沉池污泥验证性样品 3 个、二沉池污泥验证性样品 3 个及高效絮凝沉淀池污泥验证性样品 3 个。

6.1. 腐蚀性检测结果及分析

(1) 板框压滤机压滤污泥腐蚀性分析

板框压滤机压滤污泥腐蚀性检测结果如下表 3。

Table 3. Quantitative analysis results of corrosivity for formal sampling of pressure filtration sludge
表 3. 压滤污泥正式采样腐蚀性定量分析结果

样品名称	样品数	检测因子	最小值	最大值	标准限值	超标份样数	允许超标份样数
板框压滤机压滤污泥	20 个	pH	6.60	7.34	pH ≥ 12.5，或者 pH ≤ 2.0 时超标	0	6

板框压滤机压滤污泥采样及检测份样数为 20 份，根据检测结果，腐蚀性 pH 超标份样数为 0，根据《危险废物鉴别标准腐蚀性鉴别》(GB 5085.1-2007)，板框压滤机压滤污泥不具有腐蚀性的危险特性。

(2) 初沉池污泥、二沉池污泥、高效絮凝沉淀池污泥腐蚀性分析

由于污水站的处理工艺为预处理 + 一级生化处理 + 二级生化处理 + 深度处理 + 接触消毒池，初沉池污泥、二沉池污泥、高效絮凝沉淀池污泥均产生在生化工段之后，其主要成分均为废水中的悬浮物、多余的微生物及絮凝剂。三部分污泥分别直接来源于初沉池、二沉池、高效絮凝沉淀池，由于微生物的生存需要适宜的中性的 pH 环境，并且污水处理厂出水水质要求是 pH 6~9，因此推测 3 部分污泥 pH 呈中性。三股污泥合并后加入絮凝剂聚合硫酸铁和 PAM 压滤，会对 pH 产生一定的影响，但是不会发生剧烈变化，三股污泥 pH 值应与板框压滤机压滤污泥差别不大，板框压滤机污泥 pH 在 6.60~7.34 之间，因此进一步推测 3 部分污泥 pH 呈中性，不具有腐蚀性。为对推测进行验证，我们正式采样阶段对每部分污泥采集了 3 个样品进行验证，检测结果如下表 4。

Table 4. Corrosion test results of validation sampling for primary sedimentation tank sludge, secondary sedimentation tank sludge, and high-efficiency flocculation sedimentation tank sludge
表 4. 初沉池污泥、二沉池污泥、高效絮凝沉淀池污泥验证性采样腐蚀性检测结果

样品名称	样品数	检测因子	最小值	最大值	样品名称	标准限值
初沉池污泥	3 个	pH	7.21	7.81	初沉池污泥	pH ≥ 12.5，或者 pH ≤ 2.0 时超标
二沉池污泥	3 个	pH	7.38	7.97	二沉池污泥	
高效絮凝沉淀池污泥	3 个	pH	6.52	6.90	高效絮凝沉淀池污泥	

经过检测验证，初沉池污泥、二沉池污泥、高效絮凝沉淀池污泥的 pH 检测结果均为中性，没有超标样品，验证了上述推测，因此可认为合并压滤前的初沉池污泥、二沉池污泥、高效絮凝沉淀池污泥均不具有腐蚀性危险特性。

6.2. 浸出毒性检测结果及分析

(1) 板框压滤机压滤污泥浸出毒性分析

板框压滤机压滤污泥采样及检测份样数为 20 份，根据检测结果，浸出毒性检测指标汞、铅、砷、硒、锌、铜、钡、镍、铬、六价铬、无机氟化物、苯、甲苯、二甲苯、乙苯、苯酚、1,2-二氯苯、苯并[a]芘的检测结果均未超标，超标份样数为 0。因此板框压滤机压滤污泥不具有浸出毒性的危险特性。

(2) 初沉池污泥、二沉池污泥、高效絮凝沉淀池污泥浸出毒性分析

由于污水站的处理工艺为预处理 + 一级生化处理 + 二级生化处理 + 深度处理 + 接触消毒池，初沉池污泥、二沉池污泥、高效絮凝沉淀池污泥均产生在生化工段之后，其主要成分均为废水中的悬浮物、多余的微生物及絮凝剂。三股污泥合并后加入絮凝剂聚合硫酸铁和 PAM 压滤，絮凝剂中可能含微量砷、铅、镉、汞、铬、锌、镍等重金属成分，因此三部分污泥的混合和药剂的添加会使压滤污泥中的相应有毒有害物质含量有微量变化，但不会有大的改变。由于板框压滤机压滤污泥的浸出毒性特征污染物的检测结果均远远低于限值，因此推测初沉池污泥、二沉池污泥、高效絮凝沉淀池污泥浸出毒性也不会超出限值。

为对推测进行验证，我们正式采样阶段对每部分污泥采集了 3 个样品进行验证，经过检测验证，初沉池污泥、二沉池污泥、高效絮凝沉淀池污泥的浸出毒性检测结果远远低于限值要求，没有超标样品，验证了上述推测，因此可认为合并压滤前的初沉池污泥、二沉池污泥、高效絮凝沉淀池污泥均不具有浸出毒性危险特性。

6.3. 毒性物质含量检测结果及分析

(1) 板框压滤机压滤污泥毒性物质含量分析

根据毒性物质含量检测结果最大值，对待鉴污泥的毒性物质含量结果按照《危险废物鉴别标准毒性物质含量鉴别》(GB 5085.6-2007)标准的各项附录进行了计算。板框压滤机压滤污泥采样及检测份样数为 20 份，根据检测结果及毒性物质总量核算结果，毒性物质含量超标份样数为 0，因此板框压滤机压滤污泥不属于毒性物质含量超标的危险废物。

(2) 初沉池污泥、二沉池污泥、高效絮凝沉淀池污泥毒性物质含量分析

由于污水站初沉池污泥、二沉池污泥、高效絮凝沉淀池污泥均产生在生化工段之后，其主要成分均为废水中的悬浮物、多余的微生物及絮凝剂。三股污泥合并后加入絮凝剂聚合硫酸铁和 PAM 压滤，絮凝剂中可能含微量砷、铅、镉、汞、铬、锌、镍等重金属成分，因此三部分污泥的混合和药剂的添加会使压滤污泥中的相应有毒有害物质含量有微量变化，但不会有大的改变。由于板框压滤机压滤污泥的毒性物质含量核算结果均远远低于限值，因此推测初沉池污泥、二沉池污泥、高效絮凝沉淀池污泥毒性物质含量不会与板框压滤机压滤差距太大，而出现毒性物质含量超标的可能。

我们采取 2 种方式对推测进行验证，第一种方式是——最大毒性折算法，假设板框压滤机压滤污泥的污染物全部来源于 3 部分污泥其中一部分污泥，折算这部分污泥的最大毒性物质含量，与限值进行比较。根据企业提供的说明，三部分污泥比例为初沉池污泥 36%、二沉池污泥 36%、高效絮凝沉淀池污泥 28%，。根据最大毒性折算结果可见，假设污染物全部来源于初沉池污泥、二沉池污泥、高效絮凝沉淀池污泥中的其中一部分进行折算后，折算结果仍然不超过毒性物质含量限值，因此折算结果验证了上述推测：初沉池污泥、二沉池污泥、高效絮凝沉淀池污泥不属于毒性物质含量超标的危险废物。

第二种方式是代表性样品验证法。正式采样阶段对每部分污泥采集了 3 个样品进行验证。由于初沉池、二沉池及高效絮凝沉淀池的验证性污泥样品含水率高于压滤污泥，按最不利原则，将验证性样品检测结果按压滤污泥含水率进行折算，以折算值对验证性样品毒性物质含量结果进行计算。根据检测结果折算值按照《危险废物鉴别标准毒性物质含量鉴别》(GB 5085.6-2007)标准的各项附录进行了计算。经过代表性样品验证核算，初沉池污泥、二沉池污泥、高效絮凝沉淀池污泥的毒性物质含量核算结果远远低于限值要求，进一步验证了上述推测：合并压滤前的初沉池污泥、二沉池污泥、高效絮凝沉淀池污泥均不属于毒性物质含量超标的危险废物。

7. 结论

污水处理厂初沉池污泥、二沉池污泥、高效絮凝沉淀池污泥、板框压滤机压滤污泥均不属于危险废物，建议按照一般工业固体废物进行管理，该企业进水种类广泛，涉及石油化工、印染、危险废物处置、皮革生产、化学产品制造等行业，污染因子种类较多，可为其它污泥鉴别的污染因子及危险特性分析提供参考。

参考文献

[1] 再协. 危险废物处置需依法而为[J]. 中国资源综合利用, 2016, 34(2): 60.

[2] 李鹏. 对于危险废物利用处置的研究与分析[J]. 资源节约与环保, 2018(8): 54.

[3] 罗庆明, 张宏伟, 王雪雪, 任中山, 焦少俊, 胡华龙, 陈瑛. 我国固体废物分类体系构建的原则、方法与框架[J]. 环境工程学报, 2022, 16(3): 738-745.

[4] 李文文. 危险废物环境管理与污染防治中存在的问题及应对研究[J]. 皮革制作与环保科技, 2022, 3(24): 107-109.

[5] 吴晓霞, 孙袭明, 李根强, 等. 危险废物鉴别标准体系的发展与实践研究[J]. 再生资源与循环经济, 2022, 15(2): 15-17.

[6] 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): 90-93.

[7] 唐红侠. 水性建筑涂料废水处理污泥危险特性分析[J]. 环境保护科学, 2019, 45(4): 45-49.

[8] 潘厚军, 曹硕, 徐宗槿. 热电厂脱硫废水污泥危险特性鉴别实例分析[J]. 广州化工, 2022, 50(22): 166-168.

[9] 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, 42(6): 86-90.