

杨子良, 吴丹, 赵彤, 等. 危险废物鉴别中液态物质鉴别技术研究 [J]. 环境工程技术学报, 2024, 14(6): 1953-1958.

YANG Z L, WU D, ZHAO T, et al. Study on liquid substance identification technology in hazardous waste identification [J]. Journal of Environmental Engineering Technology, 2024, 14(6): 1953-1958.

危险废物鉴别中液态物质鉴别技术研究

杨子良, 吴丹, 赵彤, 孟令易, 郝雅琼*

中国环境科学研究院

摘要 危险废物鉴别工作中, 液态物质的鉴别是常见情形, 各鉴别步骤存在的问题较多。根据液态废物的特点, 结合 GB 34330—2017《固体废物鉴别标准 通则》和《国家危险废物名录》, 基于多年的危险废物鉴别经验, 剖析了鉴别过程中常见的问题, 解析了对液态物质进行危险废物鉴别的技术方法, 针对危险废物鉴别中固体废物鉴别、名录鉴别、危险特性鉴别等关键步骤, 提出了关键技术要求: 在固体废物鉴别中提出了“排除分析—溯源分析—检测分析”的技术路线; 在名录鉴别步骤强调了危险特性来源作为主要关注点, 以废物产生工艺描述为主要判断依据; 在危险特性鉴别过程中应注意评估急性毒性暴露的可能性, 区分液态废物在浸出毒性和毒性物质含量鉴别样品检测过程中的差别。

关键词 固体废物; 液态废物; 危险废物鉴别

中图分类号: X705 文章编号: 1674-991X(2024)06-1953-06 doi: 10.12153/j.issn.1674-991X.20240264

Study on liquid substance identification technology in hazardous waste identification

YANG Ziliang, WU Dan, ZHAO Tong, MENG Lingyi, HAO Yaqiong*

Chinese Research Academy of Environmental Sciences

Abstract In the identification of hazardous waste, the identification of liquid substances is a common situation, and there are many problems in each identification step. According to the characteristics of liquid waste, combined with *Identification Standards for Solid Wastes: General Rules* (GB 34330-2017) and *National List of Hazardous Waste*, and based on years of experience in the identification of hazardous waste, the authors analyzed the common problems in the identification process, and interpreted the technical methods for identifying hazardous waste of liquid substances. Key technical requirements were studied and proposed for the key steps of solid waste identification, list identification, and hazardous characteristic identification in the identification of hazardous waste. In the identification of solid waste, the technical route of "excluded analysis-traceability analysis-detection analysis" was proposed; in the step of list identification, the source of hazardous characteristics was emphasized as the main focus of attention, with waste generation process description as the main judgment basis; in the process of hazardous characteristic identification, attention should be paid to assessing the possibility of acute toxicity exposure and distinguishing the differences in the leaching toxicity and toxic substance content identification of liquid waste during sample testing.

Key words solid waste; liquid waste; hazardous waste identification

近年来, 非法排放、倾倒、处置危险废物的案件层出不穷。2022年, 生态环境部、最高人民检察院、公安部联合组织开展深入打击危险废物环境违法犯罪和重点排污单位自动监测数据弄虚作假违法犯罪专项行动, 仅生态环境部门就查处超过5000起环境违法案件, 罚款约5.6亿元, 移送公安机关涉嫌犯罪

案件1000余起, 其中, 涉危险废物的环境违法案件数量、罚款金额、向公安机关移送案件数量均占比约80%^[1]。

2023年8月, 《最高人民法院、最高人民检察院关于办理环境污染刑事案件适用法律若干问题的解释》发布^[2], 重申了“非法排放、倾倒、处置危险废物

收稿日期: 2024-04-30

基金项目: 国家重点研发计划项目(2018YFC1902801)

作者简介: 杨子良(1980—), 男, 高级工程师, 主要从事固体废物污染控制技术研究, yangzli@craes.org.cn

* 责任作者: 郝雅琼(1978—), 女, 副研究员, 主要从事危险废物风险控制与属性鉴别研究, hao.yaqiong@craes.org.cn

三吨以上的”属于刑法中规定的“严重污染环境”。因此,在相关案件处理过程中,危险废物鉴别是关键步骤之一。

危险废物鉴别是指根据《国家危险废物名录》,或者按照危险废物鉴别标准、危险废物鉴别技术规范等相关标准和鉴别方法,判断固体废物是否具有危险特性、是否属于危险废物的过程^[3]。我国危险废物鉴别体系的建立过程参考了美国、欧盟等国家和地区的做法,同时也立足于我国固体废物环境管理特色,形成了以固体废物鉴别、名录鉴别、排除管理清单鉴别、危险特性鉴别等为主要步骤的鉴别体系^[4]。GB 5085.7—2019《危险废物鉴别标准 通则》规定了危险废物的鉴别程序,首先判断鉴别对象是否属于固体废物,属于固体废物的,再依据《国家危险废物名录》《危险废物鉴别标准》等进行是否属于危险废物的鉴别。

随着危险废物鉴别工作的开展,鉴别体系中存在的问题逐渐显现。一些专家学者针对鉴别流程、《国家危险废物名录》、GB 5085.2—2007《危险废物鉴别标准 急性毒性初筛》、GB 5085.3—2007《危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别》、GB 5085.6—2007《危险废物鉴别标准 毒性物质含量鉴别》等提出了修改完善的建议^[5-10]。在固体废物鉴别方面,研究人员主要针对固体废物和副产品的鉴别方法提出了见解^[11]。

固体废物鉴别是危险废物鉴别的第一步,实际操作中,液态废物的鉴别是固体废物鉴别的难点之一^[12]。2023年11月,生态环境部公布了第十六批生态环境执法典型案例^[13],7项涉及危险废物违法行为中有5项涉及液态危险废物倾倒行为,这些案件处理过程中,对倾倒物是否属于固体废物普遍进行了多次论证和讨论。2023年2月,生态环境部公布的第十一批生态环境执法典型案例中^[14],涉及非法倾倒的含重金属蚀刻废液、金属表面处理过程产生的酸洗废水均未明确是否属于危险废物,其难点在于难以判定倾倒物是否属于固体废物。

基于此,笔者通过对液态废物的特点总结,结合鉴别过程中常见的技术问题分析,提出了液态废物鉴别的技术要点,以期为产废单位、鉴别单位、生态环境管理部门提供技术参考。

1 液态废物的特点

液态废物之所以能纳入固体废物环境管理,其法律依据是《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》第一百二十五条,该条规定“液态废物的污染防治,适用本法;但是,排入水体的废水的污染防治

适用有关法律,不适用本法”。

研究人员对不同行业的固体废物产生和污染特性等开展了大量调研工作^[15-20],环境管理工作中常见的液态废物类型有废酸、废碱、废矿物油、废有机溶剂、废蚀刻液、废切削液、废乳化液、废显影液等。赵曦等^[21]研究了深圳市工业液态危险废物的来源特征、环境危害特性及资源化潜力,结果表明,液态危险废物的产生量约占深圳市危险废物产生总量的70%,产生量最大的4类液态危险废物依次为HW22含铜废物、HW17表面处理废物、HW34废酸、HW06废有机溶剂与含有机溶剂废物,22种危险废物中有15种危险废物的重金属浸出毒性超过GB 5085.3—2007限值。王锡徐^[22]研究了上海市集成电路和新型显示器件制造行业产生的废酸和废溶剂,结果表明,废酸和废溶剂涵盖品种较多、浓度纯度较高,大部分废酸和废溶剂成分均较为单一,混合酸和混合溶剂产生量占比较低,如某芯片制造企业的废硫酸中硫酸含量达75%。吴宝强等^[23]以 COD_{Cr} 为特征指标,调查了江苏某地区不同行业来源废切削液的污染特征,结果显示,不同来源的废切削液中 COD_{Cr} 的分布区间有所区别(图1),以机械零件行业为代表的粗加工行业产生的废切削液 COD_{Cr} 主要集中在17~57 g/L;以电子元器件加工行业为代表的精加工行业产生的废切削液 COD_{Cr} 主要集中在122~254 g/L;而汽车加工行业产生的废切削液 COD_{Cr} 主要集中在42~113 g/L。

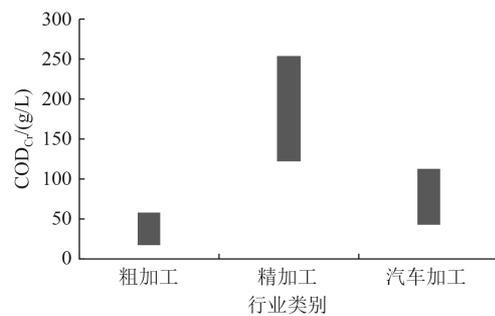


图1 不同来源废切削液中 COD_{Cr} 分布区间

Fig.1 Concentration of COD_{Cr} in waste cutting fluids from different sources

与废水相比,液态废物通常具有以下特点:1)外观不同,如废矿物油为油状物,废有机溶剂通常有强烈的刺激性气味。2)主要成分组成不同,液态废物通常由明确且相对稳定的物质组成,如废切削液由切削油、水、金属屑等物质组成,与使用前相比,切削油的含量在使用过程中基本不发生变化,仅增加了金属屑。切削过程清洗废水中虽然也主要含有切削油和金属屑,但其含量低于废切削液且各批次之

间不稳定。3)有毒有害物质浓度高于废水,如蚀刻工艺产生的废酸,酸性物质浓度通常超过 10%^[24],而蚀刻完成后的清洗废水中酸性物质浓度通常低于 1%。

2 液态废物鉴别中常见的技术问题

针对液态物质开展危险废物鉴别时,工作中经常出现 3 个方面的技术问题,影响鉴别结果的准确性。

(1)固体废物属性鉴别过程不完善,未准确区分废水和液态废物。常见的错误情形有:未进行固体废物鉴别而直接开展名录鉴别和危险特性鉴别;鉴别过程描述过于简单、未描述或不掌握鉴别物质的产生方式而直接根据外观和经验进行判断;根据危险特性鉴别结果反推是否属于固体废物;鉴别过程不符合 GB 34330—2017《固体废物鉴别标准 通则》等。

(2)《国家危险废物名录》鉴别结果不正确。常见的错误情形有:对名录中危险废物的产生环节判断错误;采用简单类比方式扩大危险废物范围;将水洗产生的废水鉴别为名录中的废液等。

(3)毒性危险特性鉴别过程不准确。常见的错误情形有:未评估急性毒性暴露途径的可能性而直接进行鉴别;未考虑液态废物中的不溶物,直接将毒性物质含量结果等同为浸出毒性结果;仅进行风险最大化处理,将溶液中的无机元素全部转化为不溶的无机毒性物质进行毒性物质含量鉴别等。

3 液态废物鉴别的技术要点

3.1 固体废物鉴别

根据固体废物的定义、GB 34330—2017,液态废物的鉴别可按照“排除分析—溯源分析—检测分析”的技术路线(图 2)开展。

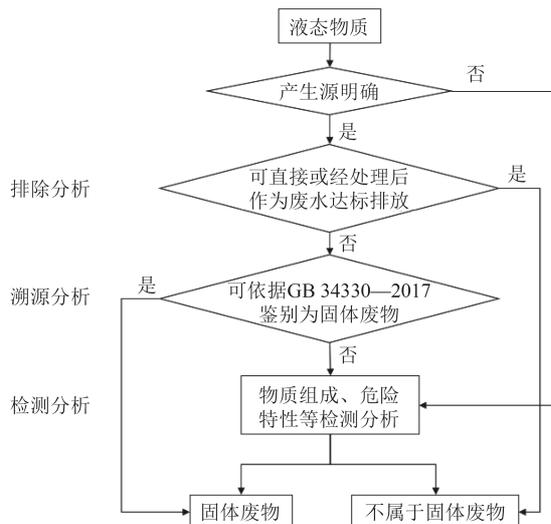


图 2 液态物质开展固体废物鉴别的技术路线

Fig.2 Technical route for solid waste identification of liquid substances

3.1.1 排除分析

《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》规定,排入水体的废水的污染防治适用有关法律,不适用本法。因此,在判断是否属于固体废物时,应首先根据其是否排入水体进行排除分析。

GB 34330—2017 第 7 章规定了不作为液态废物管理 3 种情形:1)满足相关法规和排放标准要求可排入环境水体或者市政污水管网和处理设施的废水、污水;2)经过物理处理、化学处理、物理化学处理和生物处理等废水处理工艺处理后,可以满足向环境水体或市政污水管网或处理设施排放的相关法规和排放标准要求的废水、污水;3)废酸、废碱中和处理后产生的满足 7.1 或 7.2 条要求的废水。该条款主要适用于生产工艺过程中产生的液态废物鉴别,在鉴别过程中,主要根据液态废物的实际行为进行判断,如能达标或经处理后能达标排入环境水体或下游废水处理设施,则可作为废水管理,否则,应作为液态废物管理。

在固体废物属性鉴别过程中,废水处理工艺的判断是 GB 34330—2017 第 7 章鉴别的难点。条款中的废水处理工艺应指常规的、常见的、传统的废水处理工艺^[25],包括物理处理、化学处理、生物处理及这些处理方法的组合应用(表 1),但不包括特殊工艺或专用工艺,如用于高浓度有机废液处理的萃取或精馏蒸馏工艺、用于复杂有机成分废液的焚烧或热解工艺等。但应注意的是,这些特殊工艺或专用工艺处理后产生的液态物质,如能符合本条款规定,则处理后产生的液态物质可不作为液态废物管理。

表 1 常见的废水处理工艺

Table 1 Common processes of wastewater treatment

序号	工艺类别	处理方式
1	物理处理	过滤(包括膜技术)、上浮(气浮)、沉降、曝气、吸附、离心分离等
2	化学处理	中和、氧化、还原、分解、混凝、化学沉淀等
3	生物处理	活性污泥、生物滤池、生物转盘、氧化塘(沟)、好氧、厌氧、生物硝化反硝化等

某行业产生含二甲基甲酰胺(DMF)的液态物质,DMF 浓度在 5%~20%,其余物质绝大部分为水,目前行业内通用处理方式是通过精蒸馏工艺回收 DMF 后将剩余物质排入废水处理站处理后达标排放。此处理过程中,精蒸馏工艺不属于废水处理工艺,因此该液态物质应被鉴别为固体废物;回收的 DMF 可作为产品在厂内循环使用;精蒸馏后的剩余物质可通过废水处理站处理后达标排放,该剩余物质可不按照固体废物进行管理。

3.1.2 溯源分析

在进行液态物质鉴别时,如不能依据 GB 34330—2017 的排除条款鉴别为不属于固体废物,则通常需根据鉴别物的产生方式进行鉴别。

在对鉴别物的产生方式进行溯源后,可依据 GB 34330—2017 进行鉴别。GB 34330—2017 第 4 章规定了依据产生来源进行固体废物属性鉴别的情形,在明确生产工艺的情况下,可根据液态物质的产生方式判断其是否属于固体废物,其中在“4.2 生产过程中产生的副产物”和“4.3 生产过程中产生的副产物”,各有部分液态废物(表 2)。

表 2 GB 34330—2017 中列出的部分液态废物

Table 2 Partial liquid wastes in GB 34330-2017

产生来源	条款	废物描述
4.2 生产过程中产生的副产物	c)	石油炼制过程中产生的废酸液、废碱液; 有机化工生产过程中产生的酸渣、废母液、蒸馏釜底残渣
	e)	石油、天然气、地热开采过程中产生的钻井泥浆、废压裂液、油泥或油泥砂、油脚和油田溅溢物
	g)	在设施设备维护和检修过程中,从炉窑、反应釜、反应槽、管道、容器以及其他设施设备中清理出的残余物质和损毁物质
4.3 生产过程中产生的副产物	b)	煤气净化产生的煤焦油
	c)	烟气净化过程中产生的副产硫酸或盐酸
	e)	水净化和废水处理产生的污泥及其他废弃物质
	f)	废水或废液(包括固体废物填埋场产生的渗滤液)处理产生的浓缩液

鉴别过程中应注意,溯源分析与排除分析需结合进行,且排除分析优先级更高。即假如液态物质符合排除条件,则不论其生产工艺如何,都可不作为液态废物管理。

3.1.3 检测分析

在未知液态物质生产工艺和实际管理情况时,如发生倾倒、无主堆放等情况但容器内的液态物质尚未全部泄漏时,可根据其形貌特征、物理化学性质和样品检测结果进行判断,包括颜色、气味、密度、黏性、物质组成等理化特征以及易燃性、腐蚀性等危险特性。鉴别物质的颜色、气味、黏性等感官特征对其固体废物属性鉴别具有一定的指导性,基于鉴别人员和专家的经验判断其可能的行业来源和生产工艺,以帮助筛选鉴别项目和检测因子,根据检测结果进一步判断鉴别物质的属性^[26-27]。对未知来源的鉴别物质,其物质组成是进行溯源与固体废物属性鉴别的重要依据,有助于准确性^[28]。

易燃性、腐蚀性等危险特性检测结果主要用于确定属于固体废物后进一步判断是否属于危险废

物,但鉴于液态物质的特殊性,易燃性、腐蚀性检测结果对于其固体废物鉴别也具有一定的参考意义,如具有易燃性的液态物质通常主要成分为有机废液,因此属于液态废物而不属于废水,而不具有腐蚀性的液态物质可判定为不属于废酸或废碱^[29]。

3.2 名录鉴别

在完成固体废物鉴别后,属于固体废物的需要进行名录鉴别,即通过比对确认是否属于《国家危险废物名录》列出的危险废物。《国家危险废物名录》(2021 年版)中大部分危险废物类别涉及液态废物,其中 HW08 废矿物油与含矿物油废物、HW34 废酸、HW17 表面处理废物、HW35 废碱等类别中列出的液态危险废物种类相对较多(表 3)。

表 3 《国家危险废物名录》(2021 年版)部分类别中液态废物种类

Table 3 Count of liquid waste in some categories of National List of Hazardous Waste (2021)

序号	废物类别	种类数量
1	HW06 废有机溶剂与含有机溶剂废物	6
2	HW08 废矿物油与含矿物油废物	32
3	HW09 油/水、烃/水混合物或乳化液	3
4	HW16 感光材料废物	6
5	HW17 表面处理废物	15
6	HW34 废酸	19
7	HW35 废碱	13
8	HW45 含有机卤化物废物	5

名录鉴别过程应关注鉴别物危险特性的来源,把握 3 个技术要点: 1) 危险特性与生产工艺密切相关,因此,名录鉴别应以危险废物的描述为准,以行业来源为辅^[30]。2) 要准确判断产废环节与废物描述的一致性,如 HW40 含醚废物为“醚及醚类化合物生产过程中产生的醚类残液、反应残余物、废水处理污泥(不包括废水生化处理污泥)”,醚化反应之前产生的残液等因不含有醚类物质,不应鉴别为该类废物^[31]。3) 应把握“直接产生”的原则,即生产工艺过程中直接产生的废液属于危险废物,但二次产生的则不一定属于危险废物。如清洗过程产生的废碱液,危废代码 900-352-35 的描述为“使用碱进行清洗产生的废碱液”,用碱液进行清洗是生产工艺过程中必要的一步,有时在碱液清洗后还需要用水进一步清洗残留的碱。这一过程中,第一步使用碱液清洗后产生的废碱液符合该描述;第二步用水进一步清洗产生的液态物质虽然含有残留的碱液,但通常视为碱性废水,不是废碱液与废水的混合物或沾染废

碱液的废物,不属于固体废物,也不属于危险废物。

3.3 危险特性鉴别

危险特性鉴别包括感染性、腐蚀性、易燃性、反应性和毒性,对液态废物来说,难点是腐蚀性鉴别和毒性鉴别,其中毒性鉴别包括急性毒性、浸出毒性和毒性物质含量 3 项。

受 pH 计的工作原理限制,对液态废物进行腐蚀性鉴别的过程中应注意基体类型。当基体为有机物时,利用 pH 计通常不能准确检测其腐蚀性,可先通过化学品安全技术说明书(MSDS)等数据资料进行腐蚀性的判断,无法判断时,可进行皮肤腐蚀性、钢材腐蚀性等检测。

急性毒性鉴别时应判断危险废物中有毒有害物质暴露途径,即评估是否存在经口、经皮肤或吸入等暴露途径的可能性。在评估过程中,一方面要根据危险废物及其含有的有毒有害物质状态和物理化学性质对是否可能存在经口、经皮肤或吸入的暴露途径进行评估,另一方面要对有毒有害物质是否具有相应的毒性特征进行评估,二者均有可能,方可认为该液态废物可能存在急性毒性(表 4)。

表 4 急性毒性暴露可能性的评估原则

Table 4 Principles for assessing the possibility of acute toxic exposure

序号	暴露途径可能性	毒性	需进行急性毒性鉴别
1	经口×经皮×吸入×	经口□经皮□吸入□	否
2	经口√	经口×经皮□吸入□	否
3		经口√经皮□吸入□	是
4	经皮√	经口□经皮×吸入□	否
5		经口□经皮√吸入□	是
6	吸入√	经口□经皮□吸入×	否
7		经口□经皮□吸入√	是

注:√指具有暴露可能性或毒性;×指不具有暴露可能性或毒性;□指无需判断。

对于液态废物,浸出毒性鉴别与毒性物质含量鉴别容易混淆,其原因是根据 HJ/T 299—2007《固体废物 浸出毒性浸出方法 硫酸硝酸法》,干固体百分率小于或等于 9% 时,过滤所得初始液即为浸出液。在鉴别过程中应特别注意,浸出毒性鉴别可直接使用过滤所得初始液,但毒性物质含量鉴别时其基体是液态废物本身而不是滤液,即毒性物质含量鉴别需包括滤渣部分。

4 结论

(1)在危险废物鉴别工作中,液态物质的鉴别是常见的难点,在固体废物鉴别、名录鉴别、危险特性

鉴别等步骤中均存在一些常见的技术问题。

(2)基于液态废物的特点,提出了“排除分析—溯源分析—检测分析”的技术路线用于液态物质的固体废物属性鉴别,排除分析和溯源分析是鉴别的主要技术手段,检测分析是常用的经验方法。

(3)名录鉴别中应关注危险特性来源,以危险废物描述为主要鉴别依据,准确判断产废环节。

(4)危险特性鉴别过程中,基体为有机物时通常不可采用检测 pH 的方式进行腐蚀性鉴别,毒性鉴别过程中应注意评估急性毒性暴露可能性并避免浸出毒性鉴别与毒性物质含量鉴别的混淆。

参考文献

- [1] 生态环境部. 关于对 2022 年打击危险废物环境违法犯罪和重点排污单位自动监测数据弄虚作假违法犯罪专项行动表现突出集体和个人予以表扬的通报 [EB/OL]. (2023-05-08)[2024-03-31]. https://www.mee.gov.cn/xxgk/2018/xxgk/xxgk06/202305/t20230508_1029262.html.
- [2] 最高人民法院 最高人民检察院关于办理环境污染刑事案件适用法律若干问题的解释 [EB/OL]. (2023-08-09)[2024-03-31]. <https://www.court.gov.cn/zixun/xiangqing/408592.html>.
- [3] 王琪, 黄启飞, 段华波, 等. 我国危险废物特性鉴别技术体系研究 [J]. 环境科学研究, 2006, 19(5): 165-179. WANG Q, HUANG Q F, DUAN H B, et al. Study on technical system of China for identification of hazardous wastes[J]. Research of Environmental Sciences, 2006, 19(5): 165-179.
- [4] 孙绍锋, 胡华龙, 郭瑞, 等. 我国危险废物鉴别体系分析 [J]. 环境与可持续发展, 2015, 40(2): 37-39. SUN S F, HU H L, GUO R, et al. Analysis of hazardous waste identification system in China[J]. Environment and Sustainable Development, 2015, 40(2): 37-39.
- [5] 郝雅琼, 张燕群, 冯均利, 等. 毒性危险废物利用处置后鉴别技术要点 [J]. 环境科学研究, 2024, 37(6): 1357-1362. HAO Y Q, ZHANG Y Q, FENG J L, et al. Key technical points for identification of toxic and hazardous wastes after recycling and disposal[J]. Research of Environmental Sciences, 2024, 37(6): 1357-1362.
- [6] 闫纪宪, 王红娟. 浅析当前固体废物危险特性鉴别工作中的问题及建议 [J]. 工业安全与环保, 2021, 47(11): 81-84. YAN J X, WANG H J. Discussion on identification of hazardous characteristics of solid waste, the existing problems and some related recommendations[J]. Industrial Safety and Environmental Protection, 2021, 47(11): 81-84.
- [7] 黄启飞, 杨玉飞, 黄泽春. 危废名录与鉴别管理制度日趋重要 [J]. 中国生态文明, 2020(4): 32-34.
- [8] 胡勇, 汪帅马, 吴志强, 等. 浅析我国危险废物鉴别工作存在的问题与对策 [J]. 江西化工, 2015(5): 18-20.
- [9] 沈伟航, 饶思威, 曹俊, 等. 危险废物鉴别急性毒性估算方法可靠性验证评估 [J]. 环境科学研究, 2023, 36(10): 2011-2021. SHEN W H, RAO S W, CAO J, et al. Systematic verification and evaluation of reliability of acute toxicity estimation methods for hazardous waste identification[J]. Research of Environmental Sciences, 2023, 36(10): 2011-2021.
- [10] 袁世成, 侯松岷, 蔡磊明, 等. 危险废物浸出毒性鉴别标准限值分析 [J]. 环境卫生工程, 2021, 29(6): 20-22. YUAN S C, HOU S M, CAI L M, et al. Analysis on limit value of identification standards for leaching toxicity of hazardous

- wastes[J]. *Environmental Sanitation Engineering*, 2021, 29(6): 20-22.
- [11] 于泓锦, 周炳炎, 郝雅琼. 关于固体废物鉴别含义及应用的探讨[J]. *环境与可持续发展*, 2016, 41(3): 76-79.
YU H J, ZHOU B Y, HAO Y Q. Discussion on the essential meanings and functions of solid waste identification[J]. *Environment and Sustainable Development*, 2016, 41(3): 76-79.
- [12] 唐红侠. 环境污染案件涉案废物属性鉴别之困境与对策[J]. *环境工程*, 2013, 36(增刊): 591-593.
TANG H X. The counter measures for identification difficulties of wastes involved in the cases of environmental pollutions[J]. *Environmental Engineering*, 2013, 36(Suppl): 591-593.
- [13] 生态环境部. 生态环境部公布第十六批生态环境执法典型案例(打击危险废物环境违法犯罪领域)[EB/OL]. (2023-11-16)[2024-03-31]. https://www.mee.gov.cn/ywgz/sthjzf/zfzdyxzc/202311/t20231116_1056587.shtml.
- [14] 生态环境部. 生态环境部公布第十一批生态环境执法典型案例(举报奖励领域)[EB/OL]. (2023-02-03)[2024-03-31]. https://www.mee.gov.cn/ywgz/sthjzf/zfzdyxzc/202302/t20230203_1015313.shtml.
- [15] 刘宏博, 郝雅琼, 吴昊, 等. 铝冶炼行业危险废物产生和利用处置现状与管理对策建议[J]. *环境工程技术学报*, 2021, 11(6): 1273-1280.
LIU H B, HAO Y Q, WU H, et al. Present situation of production, utilization and disposal of hazardous waste in aluminium smelting industry and management countermeasures[J]. *Journal of Environmental Engineering Technology*, 2021, 11(6): 1273-1280.
- [16] 姚光远, 刘玉强, 刘景财, 等. 我国医药制造业危险废物产生特性及污染防治分析[J]. *环境工程技术学报*, 2021, 11(6): 1258-1265.
YAO G Y, LIU Y Q, LIU J C, et al. Research on the generation properties and pollution control of pharmaceutical manufacturing industry in China[J]. *Journal of Environmental Engineering Technology*, 2021, 11(6): 1258-1265.
- [17] 迭庆杞, 黄泽春, 杨玉飞, 等. 我国农药工业危险废物产生和污染特性研究[J]. *环境工程技术学报*, 2021, 11(6): 1266-1272.
DIE Q Q, HUANG Z C, YANG Y F, et al. Research on the generation and pollution characteristics of pesticide industrial hazardous wastes in China[J]. *Journal of Environmental Engineering Technology*, 2021, 11(6): 1266-1272.
- [18] 崔长颢, 刘美佳, 孟棒棒, 等. 涂料行业典型危险废物产生节点与种类及环境管理建议[J]. *环境工程技术学报*, 2021, 11(6): 1281-1286.
CUI C H, LIU M J, MENG B B, et al. Typical hazardous waste generation nodes and types in the coating industry and environmental management countermeasures[J]. *Journal of Environmental Engineering Technology*, 2021, 11(6): 1281-1286.
- [19] 郝雅琼, 周奇, 杨玉飞, 等. 炼焦行业危险废物精准管控关键问题与对策[J]. *环境工程技术学报*, 2021, 11(5): 1004-1011.
HAO Y Q, ZHOU Q, YANG Y F, et al. Key problems and countermeasures of precise management and control of hazardous waste in coking industry[J]. *Journal of Environmental Engineering Technology*, 2021, 11(5): 1004-1011.
- [20] 赵彤, 刘祎, 刘美佳, 等. 合成树脂行业固体废物产生节点及环境管理分析[J]. *环境工程技术学报*, 2021, 11(5): 1020-1026.
ZHAO T, LIU Y, LIU M J, et al. Analysis of solid waste generation nodes and environmental management in the synthetic resin industry[J]. *Journal of Environmental Engineering Technology*, 2021, 11(5): 1020-1026.
- [21] 赵敏, 尹娟娟, 刘子厚, 等. 深圳市工业液态危险废物来源特征、环境危害特性及资源化潜力[J]. *环境工程*, 2019, 37(11): 155-159.
ZHAO X, YIN J J, LIU Z H, et al. Source properties, environmental damage characteristics, and resource recycling potentials of industrial liquid hazardous wastes in Shenzhen[J]. *Environmental Engineering*, 2019, 37(11): 155-159.
- [22] 王锡徐. 上海市集成电路和新型显示器件制造行业废酸废溶剂处理处置问题研究[J]. *环境工程*, 2023, 41(增刊): 44-48.
WANG X X. Study on the treatment and disposal of waste acid and waste solvent in integrated circuit and new display manufacturing industry in Shanghai[J]. *Environmental Engineering*, 2023, 41(Suppl): 44-48.
- [23] 吴宝强, 黄翔峰, 熊永娇, 等. 江苏某地区机械电子加工废乳化液污染特征分析[J]. *工业水处理*, 2021, 41(3): 57-62.
WU B Q, HUANG X F, XIONG Y J, et al. Contaminant properties analysis of waste emulsion from mechanical electronic processing industry in Jiangsu district[J]. *Industrial Water Treatment*, 2021, 41(3): 57-62.
- [24] 吴赵敏, 杨林, 王辛龙, 等. 动态离子交换法处理电子行业蚀刻含铝废酸工艺研究[J]. *无机盐工业*, 2021, 53(2): 61-65.
WU Z M, YANG L, WANG X L, et al. Study on process of dynamic ion-exchange for etching waste acid containing aluminum in electronic industry[J]. *Inorganic Chemicals Industry*, 2021, 53(2): 61-65.
- [25] 凌敏, 夏美琼, 许超. 工业废水处理技术研究综述[J]. *环境与发展*, 2023, 35(4): 71-81.
LING M, XIA M Q, XU C. Review of industrial wastewater treatment technology[J]. *Environment and Development*, 2023, 35(4): 71-81.
- [26] 吴鄂飞, 黄芳, 汪晓鸣, 等. 不明固体废弃物的鉴别与危险性评估[J]. *安全与环境工程*, 2016, 23(6): 87-89.
WU E F, HUANG F, WANG X M, et al. Identification and hazard assessment of unknown solid waste[J]. *Safety and Environmental Engineering*, 2016, 23(6): 87-89.
- [27] 潘平, 钱炜, 王佳, 等. 不明固体废物危险特性鉴别研究[J]. *环境影响评价*, 2021, 43(5): 92-96.
PAN P, QIAN W, WANG J, et al. Hazardous characteristics identification study on solid waste of unknown origin[J]. *Environmental Impact Assessment*, 2021, 43(5): 92-96.
- [28] 唐红侠. 环境污染案件涉案废物鉴别追踪溯源[J]. *中国环保产业*, 2018(10): 23-25.
TANG H X. Identification of case-involved wastes and tracing to source in environmental pollution cases[J]. *China Environmental Protection Industry*, 2018(10): 23-25.
- [29] 生态环境部. 关于公开征求国家生态环境标准《固体废物鉴别标准 通则(征求意见稿)》意见的通知[EB/OL]. (2024-01-10)[2024-03-31]. https://www.mee.gov.cn/xxgk/2018/xxgk/xxgk06/202401/t20240110_1063349.html.
- [30] 中国环境科学研究院. 《国家危险废物名录(2021年版)》常见问题解答[EB/OL]. (2020-12-23)[2024-03-31]. https://www.craes.cn/glzc/202012/t20201223_814505.shtml.
- [31] 生态环境部. 关于公开征求《国家危险废物名录(修订稿)(征求意见稿)》意见的通知[EB/OL]. (2024-01-03)[2024-03-31]. https://www.mee.gov.cn/xxgk/2018/xxgk/xxgk06/202401/t20240103_1060504.html. □