

危险废物的预处理及配伍技术

徐 云

吴江市绿怡固废回收处置有限公司 江苏苏州 215200

摘 要：伴随我国工业化、城市化进程的加快，危险废物的预处理已成为迫切需要解决的环境问题。由于危险废物腐蚀性、易燃性与感染性等特点，如果处理不当，会对人类健康及生态环境构成极大的威胁。因此，危险废物的预处理和配伍是危险废物安全高效处理的关键。本文对危险废物的预处理及配伍技术进行了探讨。

关键词：危险废物；预处理；配伍技术

危险废物是指具有腐蚀性、急性毒性和传染性等性质的一种或多种危险物质，属于《国家危险废物名录》47大类。我国是危险废物生产大国，如何有效地处理这些危险废物已成为亟待解决的问题。当前，国家对危险废物的处理应遵循“资源化”和“无害化”等原则；欧洲联盟还建议“避免废物，循环利用，以对环境无害的方式妥善处理”。因此，强化对危险废物的预处理和配伍，是保证该原则落实的关键。

一、危险废物预处理技术

（一）焚烧预处理技术

废物焚烧预处理是对危险废物进行高温处理之前所做的一系列预处理，其目的在于实现对废物焚烧技术的优化、提高资源的回收率。具体地，将危险废物在850摄氏度高温下的一级焚烧炉中进行焚烧，并将其送至1200℃高温的二次焚烧，充分分解其中的危险物质。由于该技术具有较高的无害化等特点，因此，得到了广泛的应用。但因其本身的缺点和不合理的运行方式，仍然会产生大量的PCBs等污染物，甚至是痕量二噁英(PCDDs)。同时，炉灰中也有可能存在着难以处理的重金属。对固体废物，一般需要经过粉碎、分离等处理。将废物粉碎到一定的粒径，既可以促进废物焚烧，又可以使高附加值资源（如废金属等）得到更高效的回收，减少焚烧费用。其中，不宜焚烧的危险固体危险废物，包括焚烧值低的、含重金属的物质等，都要予以清除。为了减少焚烧量，提高焚烧值，可以利用沉降固化技术，对不易干燥的危险固体危险废物进行沉降固化处理^[1]。

（二）填埋预处理技术

填埋预处理是指对废物进行分类和分拣，其目的是实现对有用资源的再利用，同时对易燃危险废物进行严

格控制，从而保证废物填埋场的安全。研究表明，通过对废物进行分类和分拣，可以使废物的回收率提高30%左右，而可燃废物的混入率不超过2%，大大提高了废物填埋场的安全性。压缩减容处理技术是渗滤液预处理过程中的另一重要步骤，可以有效地增加渗滤液的处理量，减少渗滤液的处理费用。实践证明，通过压缩减容，可以使危险废物的容积降低40%~60%，大大提高了填埋场的填埋效率。中和技术是目前普遍采用的酸性或碱性固废，通过调控其酸、碱特性，既可以达到废物之间的中和，又可以降低贮存容量。如对生活废物进行预处理，经中和后，其储存量可以达到25%。其中，氧化还原法是一种有效的方法，可以减少或消除危险物质的毒性，将有毒成分溶出浓度降低70%—90%，提高填埋场的安全^[2]。

二、危险废物的配伍技术

危险废物配伍技术是一种科学的方法，其核心是对各种危险废物按照特定的性质、处理目的和处理要求，对各种危险废物进行合理的混合。该技术的目的有效的控制成本，减少对环境的污染。为保证技术安全，需要对其进行系统的兼容性试验，以保证其在应用中不会发生爆炸等剧烈反应。采用多元理化特性（如pH值、热值等）的协同优化方法。将各参数进行适当的配合，可以保证所制备的混合液能够达到对某一具体技术的苛刻要求。以废物焚烧为例，将高热值废物与低热值废物进行混合，既能大幅提高废物的利用效率，又能有效地提高热量的回收率，达到能源的高效利用。危险废物配伍技术作为新的复合技术，并对其进行了系统的环境风险评估，以保证最终产品达到国家标准或当地的排放标准，从而避免二次污染。新的组合技术以经济利益为导

向, 对其进行持续的优化, 以达到减少处理费用, 提高资源循环利用效率的目的, 实现环保和经济的双赢。研究表明, 通过合理组合技术, 危险废物处理费用可以减少20%—30%, 资源循环利用效率提高15%—25%^[3]。

三、危险废物的预处理及配伍技术的应用策略

(一) 对危险废物进行预处理策略

1. 物理预处理的应用

物理预处理技术通过对固体危险废物的物理形态进行有效的改变, 从而为下一步的处理创造条件。粉碎和破碎处理可以有效地降低危险废物的产生量, 一般可将其体积降低到原来的1/10—1/5, 大大增加了废物的表面积。这种改变既可以促进废物焚烧的传热与氧气的接触, 又可以使废物焚烧更加充分, 还可以将废物焚烧的效率提高30%—50%。比如, 废旧电路板在粉碎后, 其表面积增大, 有利于焚烧过程中有机物质的分解。在电子废物处理厂, 采用破碎—预处理技术, 可以使废旧电器产品的处理达到20000 t左右, 回收率提高到75%以上, 并大幅缩短了焚烧周期, 降低了能耗。采用磁力分离、浮选等方法, 分离废物中各成分的物理性质(密度、磁性等)。在筛分过程中, 废物经过过滤后, 被分成不同大小的颗粒, 方便进一步的分选。研究发现, 我国城市生活废物中可循环金属等可再生资源占40%左右, 可再生资源达6000余吨, 具有广阔的应用前景。通过对难燃、有毒等危险废物的清除, 使其在焚烧等技术中减少对环境的污染, 降低了20%左右的处理费用^[4]。

2. 化学预处理应用

化学预处理技术的目的是通过一系列化学变化来降低其对环境与人体健康的危害。危险废物通常pH极高(或强酸或强碱), 不仅会对环境产生危害, 而且会对处理设施及贮存容器产生侵蚀。所以, 中和技术就成了预处理的首要步骤。该方法是在危险废物中加入适当的酸—碱中和试剂, 如石灰、硫酸等, 来调节pH值, 使其达到相对安全的程度, 一般pH值在6—9之间。比如, 某化工企业所排出的酸性废液, pH值仅为2, 若将其直接排出, 将引起水质的剧烈酸化。采用氢氧化钠中和法, 使pH达到7左右, 能有效地减少对环境的影响。根据计算, 1立方废硫酸中和时, 约需消耗0.5—1千克氢氧化钠, 用量视废酸起始浓度而定。在含铬、汞等重金属或硫化物等有毒危险废物的预处理中, 氧化—还原过程显得尤为重要。采用高锰酸钾等氧化剂或还原剂(如铁粉等), 可以使危险废物的存在形式发生变化, 使其变为无毒

或低毒的物质, 降低其对环境的潜在污染。六价铬(Cr(VI))是一类重要的工业固体危险废物, 其主要成分为Cr(VI)。以亚硫酸钠为还原剂, 可以将六价铬还原成低毒、易处理的三价铬。在实践中, 1升含有100 mg六价铬的污水, 所需的亚硫酸钠约为0.5—1克, 具体用量取决于废水中铬的浓度及处理对象^[5]。

3. 生物预处理

对危险废物进行预处理是保证危险物质在最终处理或再循环使用之前减少危险物质危害和提高处理效率的重要环节。在这些方法中, 生物预处理技术在环保方面表现出明显的优越性和潜在的应用前景。微生物处理是指利用微生物自身的天然代谢作用, 将废水中的有机物分解成二氧化碳、水和生物质等无毒或低毒的物质。该技术既可以降低危险废物的毒性, 又可实现资源回收。比如, 一些特殊菌种可以将石油烃污染物进行高效降解, 并将其转化成无毒的脂肪酸或二氧化碳, 这在处理危险废物, 如含油污泥等方面具有重要意义。研究表明, 利用微生物法对某一类有机危险废物进行生物降解可达70%—90%, 可以大大减少了其后续处理的难度与费用。酶促降解是指在废物系统中加入特定的酶, 使其快速降解。该酶可以定向催化废水中复杂有机物的水解、氧化等反应, 并将其分解成小分子, 方便后续的分选与回收。比如, 以纤维素为原料的农业废物, 在高效降解有机污染物的同时, 也可以将其转化成高附加值的生物质能源, 如乙醇等。在实际生产中, 通过合理的温度和pH值调控, 可以将部分有机危险废物的降解效率提升30%—50%, 从而大幅缩短预处理时间, 提高资源利用率。

(二) 危险废物的配伍技术应用策略

1. 废料的分析和鉴别

危险废物配伍技术的运用非常复杂, 因此, 在实施配伍前, 需要对危险废物进行彻底的分析和鉴定。它不仅影响着废物的处理效果, 而且与环境保护、人体健康密切相关。配伍技术在临床中的运用, 先要对危险废物进行分析和鉴定。这就需要运用现代的测试手段, 全面、深入地分析危险废物的组成、性质。这些因素包括, 但不局限于危险性质, 例如, 浸出毒性、相容性等, 和重要的硫、碱金属等的含量。其中, 反应性测试能够评价废物与水或其他有机溶剂接触后产生的毒性, 为废物危害程度的判定提供了依据。反应性试验是研究废物在特殊情况下(如温度、压力)下, 可能产生的化学反应及其潜在的安全性风险。相容性试验主要用来判断各种危

险废物与容器、处理设备之间有无兼容性问题，从而防止在配置或处理时出现事故。水稳定试验主要是考虑废料与水接触后的稳定性，并考虑由此而产生的危险材料。在元素分析中，硫、氟等元素的含量是评价废物焚烧性能和二次污染的重要依据。

2. 合理配伍原则

为保证混合后的废料不会产生不良的化学作用，需要对各种危险废物成分的化学特性有深刻的认识。其中，含氯危险废物与含硫危险废物在高温条件下发生化学反应，产生氯化氢等危险气体，既加重了设备的腐蚀性，又加大了烟气的净化难度。为此，在前期研究基础上，对废物之间的兼容性进行初步评价，以规避配伍禁忌，是保证废物焚烧安全的重要前提。研究表明，采用适当的危险废物配比，可以将聚合反应的危险性减少70%以上。保持废物热值的稳定性，一般是指对高、低两种废物进行合理的配比，并将其变化幅度控制在设计值的 $\pm 10\%$ 内。如将废旧塑料（高热值）和木屑（低热值）进行配伍，可以实现对总热值的调控，降低副燃料的使用量，预计可以节省2%—30%的副燃料，大幅降低运行费用。同时，稳定的热值能使废物焚烧炉平稳运转，降低了由于温度变化引起的停炉等风险。在污染防治上，主要针对酸性污染物和碱金属的浓度进行控制。通过准确的配比计算，使其达到排放标准以内。比如，通过降低含氯废液的比率，可以有效地降低氯化氢的含量，并结合高效的废气净化装置，保证废气达到国家和地区的环境标准。研究表明，采用合理的配方，可以将酸性气体的排放降低40%~50%。

3. 建立三级配伍管理体系

建立三级配伍管理体系是保证危险废物处理高效、安全的关键。一级配伍重点是宏观计划和调控。在综合考虑行业分布和年产量等相关资料的基础上，结合危险废物处理体系的运行状态和储存设施的实际承载能力，对危险废物进行科学、合理的规划。比如，某地区的化工、制药等工业部门每年产生的危险废物数量为5万吨左右，其中，含有有机溶剂的废物占30%，含有重金属的废物占40%，剩下的都是其他废物。对不同类型废物进行分类，从而实现对废物的储存使用与后续处理效率的最优化。二级配伍的主要任务是对进厂废料进行深度

的分析及热值的确定。利用红外光谱分析等先进测试仪器，对固体危险废物进行精细归类，确定其配伍方案。比如，对于含有有机溶剂与重金属废物的混合物，通过准确计算二者的配比，实现对混合气体热值的有效调控，并降低二次污染。根据实际生产数据，采用科学、合理的二次配比，可以将废物混合热量的波动幅度控制在 $\pm 5\%$ 之内，有效地减少了处理过程的不稳定性。三级配伍及至废料在料槽中的后续处理。采用粉碎等设备及技术方法对废物进行均匀化处理。在实际运行过程中，针对废物的存在形式（液体、固体）、化学兼容性等因素，对废物进行精细分类，并提出相应的解决方案。如液体危险废物应按其腐蚀性等特性，分别存放在特殊的容器内，以免造成设备的腐蚀或发生事故；固体废物需要用破碎机将其粉碎到合适的粒度（一般不超过50毫米），然后用混合器进行混合，保证焚化炉送料的均匀性。

结论

总之，将预处理和配伍技术应用于危险废物处理中，对于解决目前的环境问题，促进可持续发展具有十分重要的意义。只有对这些技术进行不断的改进与创新，才能更好的处理危险废物，保证城市环境的清洁度，为人们提供安全、清洁的环境。

参考文献

- [1] 田立红, 陈朝良, 李路夷, 潘镜冲, 王兆锋. 铁路危险废物处理现状及管理对策研究[J]. 铁路节能环保与安全卫生, 2024, 14(04): 56-60.
- [2] 田世豪, 田永林. 工业园区危险废物集中焚烧处理工艺优化与环境影响评估[J]. 中国资源综合利用, 2024, 42(08): 204-206.
- [3] 杨卫严, 李亮星. 富氧侧吹工艺处理危废的过程分析[J]. 绿色矿冶, 2024, 40(04): 50-54.
- [4] 陈璐, 江思华, 蔡翔宇, 吴倩桦, 洪体玉, 唐梦奇. 污水处理厂生化处理污泥危险废物鉴别实例分析[J]. 中国口岸科学技术, 2024, 6(S1): 95-100.
- [5] 周纯洁, 杨盛凯. 危险废物处理循环经济模式转变路径探析[J]. 绿色矿冶, 2024, 40(03): 94-98.