

实验室危险废弃物分类、储存与处置方法

黄智安^{1,2}, 沈蕊¹, 余进², 罗欣¹, 陈彦和^{1,2}

(1.劲牌有限公司, 湖北 黄石 435100; 2.中药保健食品质量与安全 湖北省重点实验室, 湖北 黄石 435100)

摘要: 实验室废弃物是指在实验室内的各项活动中产生的, 已失去使用价值的气态、固态、半固态及液态物质的总称, 按照不同的标准有多种分类方法, 可按其形态特征、性质、危害程度及组成进行分类后收集处理。

关键词: 实验室;危险废弃物;处置

1 实验室危险废弃物分类

1.1 按形态特征分类

实验室废弃物可分为固体废弃物(废渣)、液体废弃物(废液)和气体废弃物(废气)。废渣指实验室破损及消耗的固体实验用品(玻璃器皿、包装材料等)、失效或残留的固体化学试剂及生活垃圾等;废液包括实验室样品分析残液、酸碱性废水、挥发性或含卤素有机溶剂、含重金属废液、含盐废液等;废气包括刺激性有毒有害气体、有机蒸气、能造成人体缺氧的窒息性气体、悬浮颗粒等。

1.2 按性质分类

实验室废弃物可分为化学废弃物、生物废弃物和放射性废弃物。化学性废弃物包括实验室中产生的废弃化学试剂、药品、样品、分析残液及盛装危险化学品的容器、被危险化学品污染的包装物等;生物性废弃物包括实验过程中使用过或培养产生的动植物组织器官或尸体、组织液及代谢物、微生物(细菌、病毒等)、培养基等, 还包括被微生物污染的实验耗材、实验垃圾等;放射性废弃物指在实验室中产生的含有放射性核素或被放射性核素污染, 其浓度或比活度大于国家审管部门规定的清洁解控水平, 并且预计不再利用的物质。

1.3 按危害程度分类

实验室废弃物可分为一般废弃物和危险废弃物。一般废弃物是实验室比较常见、对环境和人体相对安全的废弃物, 如废纸、废塑料、玻璃瓶、仪器包装箱等, 这类废弃物大多可以回收后再利用。危险废弃物是指具有普腐蚀性、毒性、易燃易爆性、反应性或者感染性等多种或几种危险特性的废弃物。实验室废弃物的危险性判定主要根据《国家危险废物名录》来

认定，未被列入《国家危险废物名录》，但不排除有毒、易燃、有腐蚀性的废弃物，可依据 GB5085.1《危险废物鉴别标准 腐蚀性鉴别》、GB5085.2《危险废物鉴别标准 急性毒性鉴别》、GB5085.3《危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别》、GB5085.4《危险废物鉴别标准 易燃性鉴别》、GB5085.5《危险废物鉴别标准 反应性鉴别》、GB5085.6《危险废物鉴别标准 毒性物质含量鉴别》以及 HJ298《危险废物鉴别技术规范》进行鉴别。

1.4 按组成性质分类

可分为实验室废弃物可分为有机废弃物和无机废弃物。有机废弃物包含挥发性有机物，甲醇、乙醇、丙酮、乙醚等；卤代烃，氯仿、二氯甲烷等；多环芳烃，萘、蒽、芘等；有机金属化合物，甲基汞、四乙基铅等。无机废弃物有重金属（铬、镉、砷、汞、铅）以及无机化合物（氰化钾、盐酸、硫酸、氰化氢）等。

2 实验室危险废弃物的储存

实验室每次产生的废弃物量较少，且废弃物种类不同、性质各异，一般是分类收集废弃物到一定量后再集中处理，或是交由具备相应处置资质的单位处理。因而，在废弃物处理前需要对不同废弃物进行分类收集、贮存，避免其扩散、流失、渗漏或产生交叉污染。应根据废物的性质确定合适的储存容器和储存条件，通过密闭容器存放，不可混合贮存，避光、远离热源、以免发生不良化学反应。废液储存容器必须贴上标签，写明废物种类、储存时间等。

对于实验室有害废弃物的贮存可参照国家标准 GB 8597-2001《危险废物贮存污染控制标准》及 HJ 2025-2012《危险废物收集、贮存、运输技术规范》。在贮存实验室废弃物时应达到以下要求：

- ①贮存区域要远离热源，通风良好，对高温易爆或易腐败的废弃物还应在低温下贮存。
- ②在常温常压下易爆、易燃及排出有毒气体的危险废物必须进行预处理，使之稳定后贮存，否则，按易燃、易爆危险品贮存，并尽快处理。
- ③危险废物必须装入到容器内，容器要完好无损，且容器材质和衬里不能与危险废物反应。
- ④禁止将不相容（相互反应）的危险废弃物在同一容器内混装，如过氧化物与有机物；氰化物、硫化物、次氯酸盐与酸；盐酸、氢氟酸等挥发性酸与非挥发性酸；浓硫酸、磺酸、羟基酸、聚磷酸等酸类与其它的酸；铵盐、挥发性胺与碱。

⑤装载液体、半固体危险废弃物的容器内必须留足够的空间，防止膨胀，确保容器内的液体废弃物在正常的处理、存放及运输时，不因温度或其他物理状况改变而膨胀，造成容器泄漏或变形。

⑥对实验使用后的培养基、标本和菌种保存液、一次性的医疗用品及一次性的器械，都应严格按照规定进行有效消毒并放置指定的容器内。

⑦实验过程中产生的放射性废弃物应同人类生活环境长期隔离，利用专用容器收集、包装、贮存，指定专人负责保管，并采取有效防火、防盗等安全措施，严防放射性物质泄漏。

⑧盛装危险废弃物的容器，必须粘标签，标明成分、含量等信息。

3 实验室危险废弃物处置方法

废弃物的处置按照“分类收集、定点存放、专人管理、集中处理”的工作原则。依据减量化、再利用、再循环的整体思维方式来解决化学实验出现的废弃物问题。处理、储存、转运废弃物的过程中，应做好个人防护，避免接触有害物质。如果实验室废液浓度高，处理时可能发生大量放热反应，应按下列原则：一次处理少量废液，以防止大量热产生；缓慢倒入处理剂，以防止激烈反应；充分搅拌，以防止局部反应；必要时于水溶性废液中加水稀释，以缓和反应速率以及降低温度上升的速率。

废弃物处理要分类回收，分类存放，定期处理。具体要求如下：

1、在合理成本范围内对能回收的废弃物回收利用，处置废弃物时尽量不产生新的废弃物，不得随意排放废弃物。

2、对于安全或量少无害的废弃物，可以经过无害化处理后排放，但必须符合国家或地方的规定和标准；对于高浓度或量大的废弃物，尽量回收处理，不能回收的相关处置要求处理；对于特殊废弃物如贵金属废渣等，应单独收集回收。

3、凡是可以安全焚烧的废弃物，尽量焚烧处理，但是数量不宜过大，且焚烧时不应产生有毒有害气体及残余物，焚烧处理时要选择安全场所，并按要求填埋残余物。

4、根据废弃物的性质分类收集，不可混合存放，要选择没有破损及性质状态稳定的容器收集废弃物，盛装容器上必须贴好废弃物标签并确保标签不被遮挡，各实验室要设置危险废弃物暂存柜，并设有明显警告标识。装载危险废弃物的容器及材质必须满足相应的强度要求，并与危险物相容，装载液体、半固体危险废弃物的容器内必须留足够空间，容器顶部与液体表面之间应保留 100mm 以上的空间。

5、收集的废弃物应该选择合适的存放地点，存放场所应采取防风、防火、防水、防晒措施，并定期集中处置，不相容的废弃物不得堆放在一起，应建造专用的危险废物贮存设施，且危险废物贮存设施在施工前应做环境影响评价。

6、严格管制危险废弃物和放射性废弃物，应最大限度的将危险废弃物及放射性废弃物与生物圈相隔离，减少有毒有害及放射性物质进入环境的数量，含有易爆、有毒、微生物、放射性物质及排出有毒气体的废弃物，要按规定操作，能利用化学反应进行解毒或降毒处理的尽量先进行无害化处理，使之稳定后贮存，否则按易爆、易燃危险品贮存。对于无法自行妥当处理的实验室废物应当委托相关法律法规认可的专业处理机构处理。

7、处理实验室废弃物时，应当建立废弃物回收、储存、处理台账，台账应该对废弃物名称/种类、数量、处置人、处置方法和处置时间等信息进行详细登记。

3.1 处理时注意事项

1.实验室应保障危险废弃物临时存放区域及设施的安全条件，保持通风、远离火源、避免高温、日晒、雨淋；对暂存的危险废弃物应加强管理，妥善存放，及时申请转运；原则上不得将危险废弃物存放于实验室楼道等公共区域。

2.危险化学废弃物应按安全特性及液体废物、固体废物、利器等分类用专用容器收集和存放；所有存放危险化学废弃物的容器外均应在明显位置粘贴公司统一配发的专用标识，并按要求注明相关信息。

3.盛装化学废液的容器必须选择没有破损及不会被废液溶解或腐蚀的容器进行收集，收集废液的容器下应有二次防漏设施（如托盘等）；容器口必须密封；盛装废液的容器内液体不可过满，必须保留一定的空间。

4.危险化学废液应按照一般有机废液、含卤有机废液和无机废液分类收集存放；其他易发生异常反应(如剧烈放热、产生有毒气体等)的危险化学废弃物不得混放；灭火方法相抵触的危险化学废弃物不得混放；易燃易爆化学废物必须按照相关要求单独收集和妥善存放。

5.生物实验产生的废弃物应进行必要的灭活处理，使其达到生物学安全再进行存放和处置。

6.废旧试剂瓶等固体危险废弃物应分类收集，试剂瓶内应确保无残留。

7.实验室产生的危险化学废弃物必须由与公司签订协议的有资质的回收公司回收、转移、处置。

3.2 无机废弃物的处置

1.对于含重金属的无机废液，一般是加入碱或硫化钠，把重金属离子转变成难溶于水的氢氧化物或硫化物等盐类沉淀下来，然后再过滤除去。

对于含汞的废液，因其毒性大，经微生物等的作用后会变成毒性更大的有机汞。因此，处理时可用硫化物共沉淀法、活性炭吸附法或离子交换树脂法处理。含有烷基汞之类的有机汞废液，要先把它分解转变为无机汞再处理。活性炭吸附法也可以用于去除有机汞。

2.含有其他重金属（铅、镉、砷、铬、钡等）的废液，要用氢氧化物共沉淀法或硫化物共沉淀法把重金属离子转变成难溶于水的氢氧化物或硫化物等的盐类，然后进行除去。

3.氧化剂、还原剂废液的处理通常采用氧化还原法，原则上应将含氧化剂、还原剂的废液分别收集。但当把它们混合没有危险性时，也可以把它们收集在一起。要注意一些能反应产生有毒物质的废液不能随意混合，如强氧化剂与盐酸、易燃物，硝酸盐和硫酸，磷和强碱，亚硝酸盐和强酸等。

4.对酸、碱、盐类废液，原则上应将其分别收集，当混合没有危险性可将其互相中和，或用其处理其它的废液。无机酸碱或有机酸碱，需中和至中性或以水大量稀释后，即可排放。

5.含氰化物废液的处理。在废液中加入氢氧化钠溶液，调 $\text{pH} \geq 10$ ，然后加入 10 倍量次氯酸钠或漂白粉，经充分搅拌，氰化物分解为二氧化碳和氮气，放置 24 小时。剩余液体加入盐酸调节 pH 至 7.5-8.5 后加入过量的亚硫酸钠溶液，还原剩余的氯，经检测废液没有氰根后，废液即可排放。

3.3 有机废弃物的处置

1.对一般可燃性有机废弃物，用焚烧法处理。但必须采取有效措施除去因燃烧而产生的有害气体（如 SO_2 、 HCl 、 NO_2 等），如焚烧后的气体经过特定液体吸收等。

2.对难于燃烧的有机废弃物或可燃性有机废弃物的低浓度溶液，可采用溶剂萃取法、吸附法及氧化分解法处理。

3.对易被生物分解的有机废弃物，如氨基酸类，可以用大量的水稀释后排放。

3.4 微生物实验废弃物和污染的物品处置

对在微生物实验中检测出污染致病菌的样品、培养物和及其污染物品（如吸管、平皿等），都要经过高压湿法灭菌后处理，在 121°C 至少灭菌 30 分钟，以确保的安全性。废弃培养基的处理须做好《培养基处置记录》。

3.5 过期、变质化学试剂的处置

存储过程和使用过程中，如果发现试剂外观、性状发生明显改变或试剂瓶标签腐坏导致无法辨认等情况，经技术负责人确认后，参照以上废弃物的处置方法进行相应地处理。

对于无法处置的有毒害性的废物、废弃的危险化学试剂瓶与化学试剂，应做好标识并委托有资质的单位进行处置，并做好《化学试剂废液登记与处置记录表》。

对于贮存在集中存储区的实验室废弃化学品，存储区应有醒目标识。贮存在集中存储区的实验室废弃化学品贮存时限可按照实验室废弃化学品的产生量、处理和贮存设施容量等具体情况而定，但不得超过一年。不明成分的实验室废弃化学品在成分确定前不得贮存在集中存储区域。

中国仪器仪表学会