

第九章 有害废物

Robert A. Corbitt *

有害废物以社会发展和经济增长的副产物形式呈现在世人面前。它们包括来自农田中的农药、加油站的汽油泄漏物、电镀溶液中的重金属、医院的医疗废弃物及核电站的放射性废物。这些废物给人们的健康和安全，财产的使用和价值以及环境的其他要素带来了不应有的危害和风险。美国国家环境保护局（EPA）在其有关法规中通过列出有害废物的特别清单并根据它们的易燃性、腐蚀性、反应性和/或提取毒性对什么是有害废物进行了定义。但这些法规所定义的有害废物不包括家庭垃圾、生活污水和某些其他废物。

在环境工程领域，有害废物处理和处置技术的发展最为迅速，其中的许多处理和处置方法在空气质量控制、废水处理和固体废弃物管理的实践中不断得到提炼和/或改进。此外，环境工程师有必要更多地了解水文地质学知识以便对有害废物的地下处置做出评价。

有害废物处理技术按其所具有的处理特征分为液态废物处理、固体废物处理、固化和稳定化、热破坏以及土地处置。废物产生影响后采取的补救行动包括地表水控制、空气污染控制或现场处理。

在有害废物的处理或处置地，环境工程师必须设法阻断有害废物进入环境的途径。进入的主要途径包括有害废物随地表径流的流动或从容器中溢出对地表水的污染；有害废物的泄漏或渗滤对地下水的污染；露天燃烧、蒸发或产生难以捕集的尘埃对空气的污染；火灾和/或爆炸；以及人们因接触有害废物而带来的健康风险。

在美国，已建立了十分严格的对有害废物进行管理的法规体系。法规中提出了对废物从其产生到贮存、运输、处理和处置进行全程跟踪的联单系统的要求。对环境工程师来说，除负责对有害废物进行处理和处置之外，还要帮助对所提出的满足这些常规控制要求的处理和处置方法进行管理，并通过包括回收和回用在内的废物削减和整个工艺过程的改进等手段实现防治污染的目的。

有害废物：来源和影响

从广义上说，有害废物是指给人们的健康和安全，财产及环境带来不应有危害的工业副产物和家庭、商业部门、公共机构丢弃的废物。最值得人们注意的是，有害废物是导致人类死亡率日益增高，不可康复、肌体功能丧失或肌体组织退化等疾病日见增多的潜在因素。

1976年颁布的资源保护和回收法案（RCRA）做了修订，本节内容将讨论包含在该法案中的液态、气态和固态有害废物的处理问题；放射性废物需根据修订的1954年原子能法案进

* 本章内容由 Paul T. Dickman 和 Terrence J. Mc Manus 协助完成。

行控制，并将在本章的后半部分进行讨论。

美国国家环保局依照资源保护和回收法案，通过列出有害废物的特别清单并根据它们的易燃性、腐蚀性、反应性和/或提取毒性，发布了定义有害废物的有关法规^[1]。但某些废物并不在资源保护和回收法案的控制之列，这些废物包括^[1,2]：

- 生活污水
- 工业点源排放废水
- 灌溉回流水
- 核废料和放射性废物
- 采矿时就地排放的废料
- 生产过程中回收和回用的二次物
- 生活垃圾
- 动力（水、电、燃气）行业排放的废物
- 油、气田钻井液

有害废物源

主要的有害废物源是指伴有有害废物产生的生产装置。其他有害废物源包括用于对来自产生装置并被确认为是有害的废物进行运输、处理和处置的装置。这时需要建立一个对有害废物从其产生直至最终处置进行跟踪的联单系统。

产生 由于有害废物的产生是满足社会需要和为社会提供便利的结果，所以主要的有害废物来自于工业生产。但是，相对于工业生产来说，商业和社会团体污染源具有污染源数量多，产生的有害废物数量少的特点。商业污染源包括干洗店、加油站和印刷厂。社会团体污染源包括医院、实验室和军事设施。

据美国国家环保局估计，1980年美国工业部门产生了大约52吨（5700万吨）（湿）的有害废物，其中约31吨（3400万吨）（湿）来自化学品及相关产品的生产部门。表9.1列出了六个主要工业部门有害废物产生量的分布情况。据此，认定有10个州产生的有害废物量占总量的60%，并限令它们进行削减。这10个州是：新泽西州、伊利诺斯州、俄亥俄州、加利福尼亚州、宾夕法尼亚州、得克萨斯州、纽约州、密歇根州、田纳西州和印地安那州^[3]。

表 9.1 美国工业部门有害废物产生量相对分布表^[3]

工业产品生产部门	百分数
化学品及相关产品	60
机械产品（电力产品除外）	10
初级金属制品	8
纸及相关产品	6
金属成型加工制品	4
石料、黏土和玻璃制品	3
其他产品	9

依照资源保护和回收法案^[4,5]所颁布的有关法规，要求有害废物的产生者：

- 确定废物是否有害

- 取得标识号码
- 如果废物在场地积存超过 90 天，其贮存设备要取得贮存许可证
- 运输时，要使用贴有标签的专用容器
- 要建立对废物进行跟踪的联单系统
- 提交年度活动总结

如果废物产生者就地贮存、处理或处置有害废物，还应遵守有关法规中提出的一些附加要求。

运输 有害废物的运送者在废物产生地使用装卸设备装载废物，并且必须保证将废物安全稳妥地运送至经批准的贮存、处理和/或处置设施所在地。

资源保护和回收法案中的有关法规对从事有害废物运送的运输者提出了如下要求^[6,7]：

- 取得标识号码
- 遵照联单制度之规定对废物进行跟踪
- 将联单复印件保留 3 年
- 将需运送的废物全部运至指定地点
- 遵守美国运输部制定的有关法规
- 将运输过程中抛撒的有害废物清理干净

对运输者来说，抛撒有害废物是指在运输途中有意或无意地使有害废物溢流、泄漏或以任何方式倾倒在陆地上或流入地表水中。有害废物的运输可以采用公路、铁路或水陆运输方式完成。在两个相互间设置了限制要求的装置间运送有害废物最易发生意外泄漏。

处理和处置 有害废物的处理者和处置者按着联单制度之规定完成有害废物的处理和处置工作。处理和处置所用设备，其标准必须满足资源保护和回收法案中有关法规的要求并申请使用许可证^[8-10]。这一章的主要内容是介绍这些设备的拥有者和使用者按着资源保护和回收法案中的有关要求所采用的处理与处置技术。

处理和/或处置装置产生的有害废物源会排放出需要另行处理的有害废物。在这些处理场地中，有害废物对环境产生危害的途径包括^[3]：

- 通过泄漏或渗滤污染地下水
- 通过溢流或随地表径流的流动污染地表水
- 通过露天燃烧、蒸发和风蚀污染大气
- 火灾和爆炸
- 通过食物链引起中毒
- 人体接触

有害废物的影响

各种有害废物对人体健康和安全、财产和环境的影响有很大差别。废物排放源的数量如此之多，因此，需要弄清场地情况和废物特征，以便确定有害废物对当地环境影响的持续性和严重性。

健康 有害废物可以通过呼吸、皮肤吸收、食物摄取或未愈的伤口进入人体从而对人们的健康产生影响。暂时影响包括使人产生眩晕、头痛和恶心等症状；长久影响则包括诱发癌症、使人体丧失劳动能力直至死亡。这些影响可能立即显现，也可能需要几个月甚至几年的

时间才表现出来。有害废物对人体健康产生的影响还取决于有害废物在环境中存留的时间和存在的数量。

安全 掌握正确的防护服选择及穿戴知识是对从事有害废物设施清洗和日常有害废物处理操作工作的人员的基本要求。为了保护工作人员和公众免受来自有害物质的潜在危害，需要建立一套包括有关规定和程序在内的场地安全计划。表 9.2 给出了一份场地安全计划至少应该包含的内容。这个计划需不断进行修订，以反映清洗场地或处理装置的条件所发生的变化。

表 9.2 场地安全计划^[11]

-
- 任命对场地安全负责的主要人员和可以替换的人选。
 - 描述按要求进行每项操作时可能遇到的危害。
 - 确认操作人员已经过了必要的培训，可以承担他们所从事的工作并能够对操作过程中所遇到的特殊有害情况进行处置。
 - 描述在各种场地操作环境中操作人员所需穿戴的防护服装和配备的防护设备。
 - 描述每项场地特殊的医疗救护要求。
 - 必要时，描述定期进行空气监测、操作人员监护和环境采样的程序。
 - 描述减轻场地已存在的有害物质（例如有已污染的材料存在时）对工作环境产生危害所应采取的措施。
 - 确定场地控制措施并附场地地形图。
 - 建立清除操作人员身上及仪器设备上污染物的程序。
 - 对可以规范化的活动和可以采用检查表查验的地方，提出场地的标准化操作程序。
 - 对紧急突发事件，提出安全、有效的应对处置计划。
-

财产 在含有有害废物的场地发生的火灾和爆炸将会导致对私人和公共财产以及自然环境的破坏。火灾和爆炸发生时，除了通过产生强烈的放热、烟雾、明火和飞灰引发危险外，还可能向大气中排放有害物质。火灾和爆炸经常发生在对废物进行调查或研究如何处理废物的活动中，例如不经意的将不能溶混的各桶废物混在一起；也经常发生在有火种产生的地方，例如设备放电产生的火花。

环境 有害废物对空气、水和土壤的潜在不利影响是随着有害废物数量的多少而变化的。对有害废物采取不适当的处理方法除了使环境遭到破坏外，几乎总能对人体健康产生相关的危害。

表 9.3 给出了对影响人体健康、空气、水和土壤的有害废物进行处理的装置的环境性能进行评价的指导原则，这些指导原则是根据美国国家环保局出版的特定标准制定出来的，适用于新建填埋场、地表贮水池、土地处理设施和地下喷灌井的设计和建造。

由有害废物所产生的环境损害风险可以通过削减或消除废物的产生而得到明显的降低。废物削减为产品代用品的开发、生产工艺的改革、污染源中污染物的分离、循环、回收和回用提出了至关重要且大有发展前景的技术挑战。某些情况下，政府机构可通过行政命令停止一些特别有害物质的生产。

废物最小化

实施废物最小化（污染预防）不仅有利于保护环境、改善人类健康状况，而且也是减少建设资金的投入，建立人与环境相互协调、共存的关系，证实环境在人类社会过程中的主导地位，并缩小与州和联邦政府有关法规要求的差距的有效手段。废物最小化由污染源削减和废物循环利用组成，它包括了一系列如图 9.1 中列出的实践活动和方法。从环境保护的发展前景看，污染源削减通常是符合人们意愿的废物最小化方法^[119, 120]。

表 9.3 评价处理装置环境性能的指导原则^[12]

防止对空气质量产生不利影响时应考虑的因素：

1. 装置内废物的数量、物理和化学特性，其中包括废物的挥发性大小及随风扩散的能力。
2. 目前空气的质量，包括其他污染源及这些污染源中污染物的累积对空气质量的影响。
3. 人们暴露于含有有害废物的空气中，有害物质对人们的健康所产生的潜在危害。
4. 含有有害废物的空气对野生动物、农作物、植物和建筑物的潜在威胁和破坏。
5. 潜在不利影响的持续性和持久性。

防止对地表水质量产生不利影响时应考虑的因素：

1. 装置内废物的数量、物理和化学特性。
2. 装置及其周围土壤的水文地质特征，包括装置周围的地形、地势。
3. 地下水的流量、水质和流动方向。
4. 该地区的降雨模式。
5. 装置与地表水的接近度。
6. 附近可供使用的地表水及这些地表水的水质标准。
7. 目前地表水的水质，包括其他污染源及这些污染源中污染物的累积对地表水水质的影响。
8. 人们使用含有有害废物的地表水时，对其健康所产生的潜在危害。
9. 含有有害废物的地表水对野生动物、农作物、植物和建筑物的潜在威胁和破坏。
10. 潜在不利影响的持续性和持久性。

防止对地下水质量产生不利影响时应考虑的因素：

1. 装置内废物的数量、物理和化学特性，包括废物透过土壤或合成衬里材料的迁移能力的大小。
2. 装置及其周围土壤的地质特征。
3. 该地区的土地利用方式。
4. 废物组分迁移至地下构筑物内部的可能性。
5. 废物组分迁移至食物链中的农作物和其他植物根部周围的可能性。
6. 人们利用含有有害废物的地下水时，对其健康所产生的潜在危害。
7. 含有有害废物的地下水对野生动物、农作物、植物和建构筑物的潜在威胁和破坏。
8. 潜在不利影响的持续性和持久性。

美国国家环保局的废物最小化全国计划提出了削减有害废物数量和降低有害废物毒性的国家长期努力目标。这项计划给出了影响废物最小化的机理及所应采取的实施废物最小化的具体方法。该计划的主要内容包括：建立行动目标，提出废物源削减和废物循环利用的先后顺序，确认和评估污染源削减和废物循环利用的可能性，列出影响污染源削减和废物循环利用的因素、采取行动的步骤，并对实施的进展情况进行评估^[121~123]。

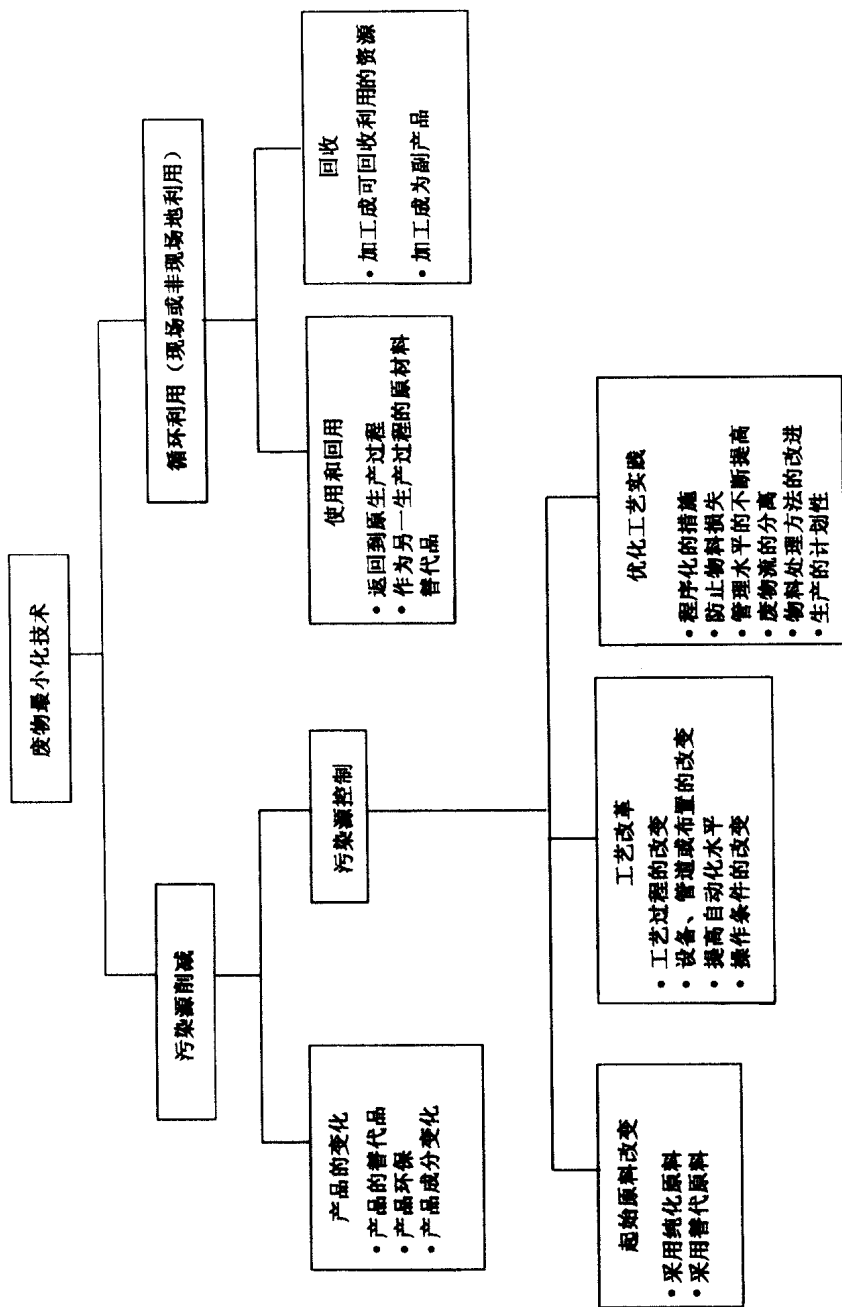


图 9.1 废物最小化技术^[119]

废物最小化全国计划的目标包括：

- 在全国的有害废物中，对最具持续性、生物积蓄性和高毒性的化学品到 2005 年时，与 1991 年相比，削减 50%。

- 强调污染源的削减（在废物产生前，从源头削减废物量）和对环境安全的废物进行循环使用，不提倡废物产生后再对其进行处理和处置。

- 防止排放的化学品从一种介质（空气、水或土壤）向另一种介质的转移。

需特别指出的是，当废物中存在具有持续性、生物积蓄性和高毒性化学品时，这种削减将减轻废物对人类健康和环境的长期威胁。这是因为：

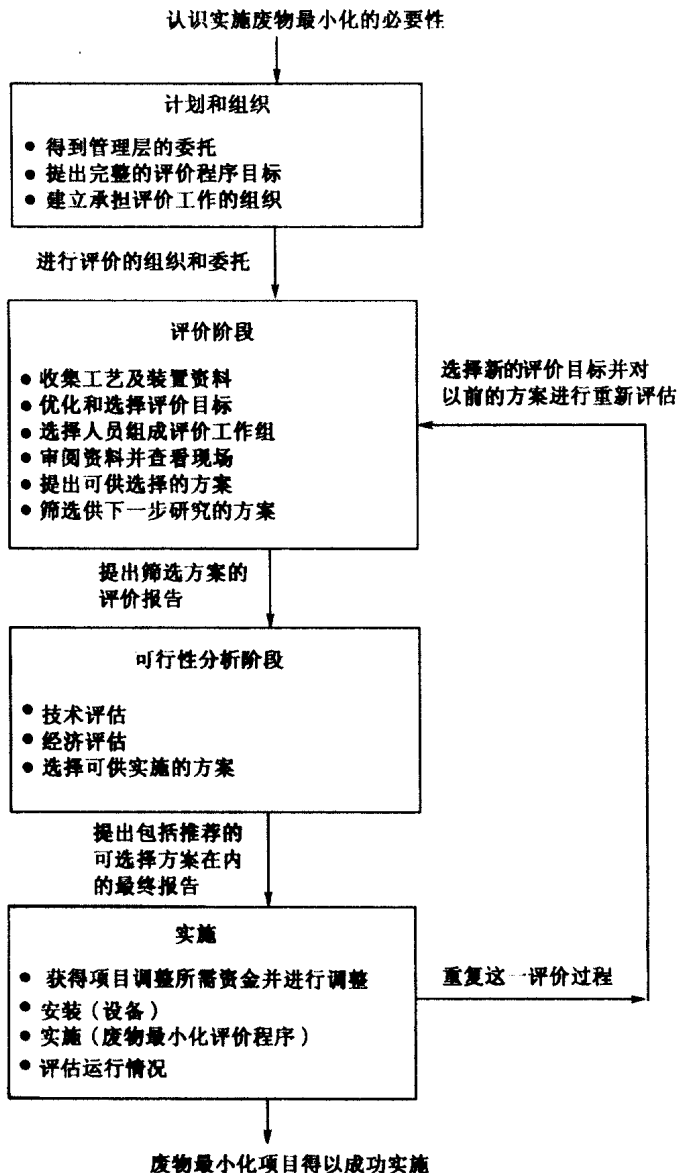


图 9.2 废物最小化评价程序^[119]

- 持续性 (P) 化学品在环境中不易分解。
- 生物积蓄性 (B) 化学品易在动物和植物组织内部富集浓缩。
- 高毒性 (T) 化学品能诱发癌症或对人类健康产生其他影响，并且对环境危害极大。

图 9.2 列出的废物最小化评价程序对废物的产生者来说是支持这一全国计划成功实施所需执行的工作过程。首先，废物产生者对其生产装置建立废物最小化目标。其次，产生者制定一项工作程序并执行这一程序来完成或超额完成这一目标。表 9.4 确认了在废物最小化评价过程中，产生者可能需要或可以获得的有关装置的资料。通常，评价阶段首先对生产现场持续性、生物积蓄性和高毒性化学品进行确认，然后确定产生持续性、生物积蓄性和高毒性化学品的工艺生产过程，最后，通过对污染源削减和废物循环利用方案的评价、选择和实施，使持续性、生物积蓄性和高毒性废物得到根除或削减。

特 征

有害废物可以是固体、液体或气体，其特征可以在美国国家环保局公布的对有害废物清单的简要描述和对有害废物详细的化学分析中得以体现。确定有害废物特征的原因主要是基于：

1. 对废物进行分类（例如：有害或无害）
2. 确定废物的性质以决定对其所采取的搬运、处理、贮存和/或处置的最佳方法
3. 确定废物性质以评估该废物与其他废物的相容性
4. 评价废物对环境和/或公众健康的潜在影响
5. 决定是否可将有害废物从列表中剔除

特性

图 9.3 是一张确认废物是否有害所需工作程序的简化逻辑图。使用这张逻辑图的关键是要知道废物的来源和性质。美国国家环保局根据下列标准对一些特殊的有害废物进行了列表分类^[1]：

1. F 系列：来自普通污染源的有害废物（例如：用于脱脂和在无法利用的电镀槽液中的卤代溶剂）
2. K 系列：来自特殊污染源的有害废物（例如：美国石油学会推荐的分离器产生的污泥和精炼含铅汽油储罐的残积物）
3. P 系列：一些特殊商用化学品中的急性有害废物，包括废弃产品，不合格产品，盛装物料的容器和溢出物
4. U 系列：商用化学品中的有毒有害废物，包括废弃产品，不合格产品，盛装物料的容器和溢出物。

最初的有害废物一览表是由美国联邦注册处于 1980 年 5 月 19 日公布的^[1]。该一览表定期进行修订，因此在确认废物是否有害时，应使用最新公布的有害废物一览表。另外，当有害废物列入了州级管理机构提供的有害废物一览表中而未在联邦注册处公布的有害物一览表上出现时，应该对州级管理机构提供的有害废物一览表进行复查。

可是，如果某一废物的排放源及其性质已十分清楚，并且这一废物又未列在有害废物一

览表上, 那么, 应对这一物质是否具有有害废物的特征进行确认。表 9.5 给出了有害废物特征和用于进行特征评估的标准。应当注意, 许多州的环境管理机构对确认某一废物是否有害有附加标准, 这些标准并不在表 9.5 所列联邦机构标准中。这时应与这些州的有关机构进行接触, 以决定对废物需进行哪些附加测试。

表 9.4 废物最小化评价所需装置资料^[119]

设计资料

- 工艺流程图
- 生产工艺及污染控制工艺的物料及热量平衡 (包括设计平衡和实际生产平衡)
- 操作手册和工艺描述
- 设备一览表
- 设备规格和数据表
- 管道及仪表图
- 平面及立面布置图
- 设备布置和工作流程图

环境资料

- 有害废物的联单
- 有害废物排放记录
- 两年一次的有害废物报告
- 废物分析报告
- 环境审计报告
- 许可证和/或许可申请书

原材料/生产资料

- 产品组成及生产批次表
- 原料使用图
- 原料安全数据表
- 产品和原材料登记记录
- 操作人员数据登记表
- 操作程序
- 生产计划

经济指标资料

- 废物处理和处置费用
- 产品、公用工程、原材料价格
- 操作和维护费用
- 部门费用支出报告

其他信息

- 公司环境政策论述报告
 - 标准化工作程序
 - 组织及组织机构图
-

当某一废物的排放源及其性质未知时, 确认这一废物的特征以决定其是否为有害物质的

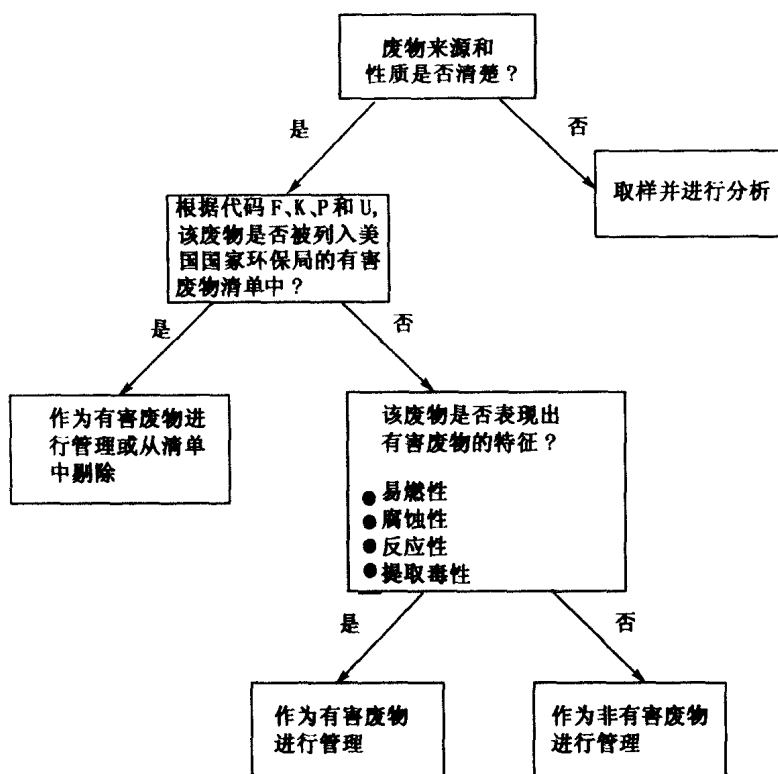


图 9.3 确认废物是否为有害废物的简化工作程序逻辑图

复杂性明显增加。这种情况经常出现在含有废物的废弃场地，这时惟一可采用的办法是取样并进行化学分析，以确定废物的性质。

性质

一旦人们认定某一物质为有害废物，就必须对这种废物的性质进行确定。利用废物的性质资料可以评估废物对人类健康的影响，选择最佳的废物处理方法并对废物贮存、处理或处置的方法进行评估。人们所关注的废物的主要内容包括：

- 物理特性
- 同义词
- 空气中允许暴露限值 (PELs)
- 在水中的毒性
- 不相容性
- 毒理学性质
- 安全防范措施
- 处置方法

确定有害废物的性质时有许多资料可供参考^[15~20]。值得注意的是，这些参考资料仅对特定化合物的性质进行了描述。到目前为止，有害废物混合物的影响还没有资料报道。

表 9.5 有害废物特性^[1,13,14]

特 性	EPA*有害 废物编号	标 准	适用的检测程序
易燃性	D001	1. 醇含量不低于 24% (v%) 的液体 2. 闪点低于 140°F (60℃) 的液体 3. 能引起火灾的非液态物质	• Pensky - Mantens 闭口杯试验器 (ASTM 标准 D - 93 - 79 或 D - 93 - 80) ¹ • Setaflash 闭口杯试验器 (ASTM 标准 D - 3278 - 78) • 对压缩气体, 按美国联邦管理法案中第 49 章第 173.300 部分的标准进行 • 对氧化剂, 按美国联邦管理法案中第 49 章第 173.151 部分进行
腐蚀性	D002	1. pH 值小于 2 或大于 12.5 的水溶液 2. 在 130°F (55℃) 下, 对钢 (SAE1020) 的腐蚀速率大于 0.25 英寸/年 (6.35 毫米/年) 的液体	• 美国国家环保局方法 5.2 (见美国国家环保局固体废物评估试验方法, 物理/化学法) • NACE 标准 TM - 01 - 69 ²
反应性	D003	1. 通常条件下不稳定 2. 与水发生剧烈反应 3. 与水形成潜在的爆炸性混合物 4. 当与水混合时, 产生足以对人类身体健康和环境构成威胁的有毒气体、蒸气或烟雾 5. 在 pH 2~12.5 范围内, 能产生有毒气体的氰化物或硫化物 6. 能够引爆或发生爆炸反应 7. 严格禁止的爆炸品 (49CFR* 173.51) A 级爆炸品 (49CFR173.53) B 级爆炸品 (49CFR173.88)	
提取毒性	D004	砷	5.0mg/L
	D005	钡	100.0mg/L
	D006	钙	1.0mg/L
	D007	铬	5.0mg/L
	D008	铅	5.0mg/L
	D009	汞	0.2mg/L
	D010	硒	1.0mg/L
	D011	银	5.0mg/L
	D012	异狄氏剂	0.02mg/L
	D013	林丹	0.4mg/L
	D014	甲氧滴滴涕	10.0mg/L
	D015	毒杀芬	0.5mg/L
	D016	2,4 - 二氯苯氧基乙酸	10.0mg/L
	D017	2,4,5 - TP Silvex	1.0mg/L

注: EPA: 美国国家环保局 (译者注);

CFR: 美国联邦管理法案 (译者注)。

从表中剔除

美国国家环保局提供了一套将已列入有害废物一览表的有害废物从表中剔除的实施程序^[22],这一过程包括对来自普通污染源(F系列, 40CFR261.31)和特殊污染源(K系列, 40CFR261.32)的有害废物进行剔除^[1]。已列入表内的有害废物的产生者必须向美国国家环保局或所在州的管理机构提交一份接受将所产生的有害废物从表中剔除的正式申请书。表 9.6 给出了在剔除申请书中所必须包含的内容。

表 9.6 从有害废物一览表中剔除有害废物申请书应包含的内容^[1,22]

综合信息

1. 申请者的姓名和通讯地址
2. 陈述申请者的利益动机并提出所应采取的行动
3. 对行动的内容进行描述
4. 对所应采取行动的理由进行描述,包括支持这些理由的有关资料

特殊信息

1. 提供对废物进行取样和测试设备的实验室名称及地址
 2. 对废物进行取样和测试的人员姓名和资格
 3. 取样和测试日期
 4. 产生废物的装置所在地
 5. 对产生废物的生产过程或其他操作过程以及使用的原料进行描述,并对这样的生产过程、操作方式或原料是否能够或可能产生某种不能在测试实验中测定的废物进行评估
 6. 对废物的性质进行描述并估算每月和每年可产生废物的平均量和最大量
 7. 列入有害废物一览中的有害废物,有各种标准对其进行描述。对每一标准中的各个要素进行讨论,并提供相关材料[由 261.11 节第(a)款第 3 项给出]
 8. 对得到有代表性样品所采用的方法及使用的仪器进行描述
 9. 对样品的处理和贮藏技术进行描述,包括样品的提取技术、密封技术和贮藏技术
 10. 对测试过程进行描述并提供测试结果
 11. 测试所用的仪器名称和型号
 12. 对申请者授权代表的授权书的陈述
-

取样、贮藏和处理

当对有害废物进行取样时,有两个值得注意的问题:一是样品的代表性,二是安全问题。如果有废物的来源和性质已十分清楚,那么进行取样的人员应该对废物的性质进行研究,以决定所需采取的安全防范措施。例如:

- 防护服装
- 防止吸入烟雾或尘粒的装备
- 特别的处理防范措施

在有害废物的性质不详的情况下,例如在一个已废弃的废物处置场,取样人员则应采取一

些附加的防范措施,以避免与废物的直接接触。在对一个废弃的废物场地中不知组成和/或物质的地下密闭容器内的废物进行取样前,取样人员应查阅并熟悉相关的参考资料^[11,23~27]。

为了确定废物的性质,收集有代表性的样品并对其进行分析十分重要。如果容器内的废物以液体形式存在,在取样之前,应使其完全混合均匀。可是,应当注意的是必须采取预防措施以保证在取得完全混合样品时不致对取样人员的安全构成威胁。如果物料能够被混合,就应该先混合,然后从每个含液体的容器中采集等量的样品组成一个完整的液体样品。如果有一组含有类似废物的容器,那么,应对有代表性的容器进行随机取样。容器内含类似废物时,有代表性地选取20%的容器进行取样,完全可以满足确定容器内废物特性的需要。换句话说,如果有20个容器,应对其中的4个容器中的废物进行取样。如果取样人员不能确认每个容器的废物含量,那么所有未知容器均需进行取样并分析。

一般来说,如果废物是在生产或废物处理工艺过程中产生的固体,那么,需进行综合取样并对其进行分析。在这种情况下,应定期进行取样,并将所取样品混合,混合样品送去进行分析。如果对污水塘、废弃的处置装置、储罐或类似装置中的固体废物进行取样,那么建议从三个不同方位进行取样。在某些情况下,要取三个不同方位的混合样品进行分析。但大多数情况下,还是对它们进行单独分析,其目的是通过对不同方位固体废物特性的分析确认,可以判定装置内所有固体废物是否均是有害的。

如果废物的来源和性质已十分清楚,那么仅限于对人们所期望了解的和由管理机构控制的参数进行取样和分析。在废物来源和性质不明的情况下,则需要对有害物质的组成进行全光谱分析。表9.7给出了由美国国家环保局认定为有害的元素和化合物。这些物质包括它们所有的同分异构体和水合物以及含有这些物质的溶液和混合物。列在表9.7中的有害物质可以通过其通用名称、化学文摘系统(CAS)号和同义词(s)进行辨认。在三者发生混淆时,以通用名称认定的物质为准。

一旦确定了实验室分析所需的仪器设备,收集有代表性样品的方法也随之而定。表9.8列出了供固体/沉淀物和废物取样分析时推荐采用的样品容器、贮藏要求和最少保留时间。适用于液体样品的同样要求已在本书的第六章中给出。

由于有害废物的取样和分析结果可能被提供给法庭作为证据,因此建议样品的所有处理工作应在连锁监护程序下完成。它要求从空样品容器的准备至样品分析完之后进行处置的整个过程中,对所有参与样品处理、贮存和分析的人员的记录均予以保存。样品必须随时上锁保存,或对特殊人员在实验室完成的测试样品进行登记。图9.4给出了典型的连锁监护表,该表必须随时与样品保存在一处。

取样程序中的一个重要内容是质量保证和质量控制(QA/QC)计划。制定该计划的目的是保证在最初取样至最后分析的整个过程中,样品不受外来污染物的污染。通常,执行这一计划需制备复制样品、场地空白样品和运输空白样品,并对这些样品进行实验室分析。所采集的样品中,应有10%制成复制样品。运输空白样品是在实验室制备的不装样品的空瓶,人们将这样的空瓶运至取样场地,然后再与所取样品一起运回实验室。需制备两个运输空白样品,并实施运送。场地空白样品是在取样场地使用无污染水并按照场地收集所有废物样品时采用的通用取样程序制备的空样品瓶,这些场地空白样品要送至实验室进行分析。运输空白样品是用于验证在取样容器的准备及样品运送过程中是否存在污染问题,而场地空白样品是用来检验按场地取样程序在场地取样时是否存在污染问题。复制取样要求将一个场地样品分为两个供实验室

表 9.7 有害废物一览表^[28]

通用名称	化学文摘系统号(CAS)	同 义 名
乙醛	75070	醋醛
乙酸	64197	冰乙酸, 醋酸
乙酸酐	108247	醋酸酐, 氧化乙酯
丙酮氰化氢	75865	2-甲基乳腈, α -羟基异丁腈
乙酰溴	506967	
乙酰氯	79367	
丙烯醛	107028	2-丙烯醛, 丙炔醛
丙烯腈	107131	氰基乙烯, 乙烯基氰
己二酸	124049	肥酸
艾氏剂	309002	氯甲桥苯, 爱而德林
烯丙醇	107186	2-丙烯-1-醇, 乙烯基甲醇
氯丙烯	107051	3-氯丙烯, 烯丙基氯
硫酸铝	10043013	明矾
氨	7664417	
乙酸铵	631618	醋酸铵盐、醋酸铵
苯甲酸铵	1863634	
碳酸氢铵	1066337	酸性碳酸铵, 重碳酸铵
重铬酸铵	7789095	
氟化氢铵	1341497	酸性氟化铵
亚硫酸氢铵	10192300	
氨基甲酸铵	1111780	
碳酸铵	506876	
氯化铵	12125029	硝砂, 卤砂
铬酸铵	7788989	
二代柠檬酸铵	3012655	柠檬酸二铵, 柠檬酸二铵盐
氟硼酸铵	13826830	
氟化铵	12125018	中性氟化铵
氢氧化铵	1336216	
草酸铵	6009707	
	5972736	
	14258492	
氟硅酸铵	16919190	
氨基磺酸铵	7773060	
硫化铵	12135761	
亚硫酸铵	10196040	
	10192300	
酒石酸铵	3164292	酒石酸铵盐
	14307438	
硫氰酸铵	1762954	
乙酸戊酯	628637	梨油, 香蕉油, 醋酸戊酯

续表

通用名称	化学文摘系统号(CAS)	同 义 名
苯胺	62533	氨基苯,阿尼林油
五氯化锑	7647189	
酒石酸氧锑钾	28300745	吐酒石
三溴化锑	7789619	
三氯化锑	10025919	
三氯化锑	7783564	氯化锑
三氧化二锑	1309644	亚锑酐,锑华
二硫化二砷	1303328	红色硫化砷
五氧化二砷	1303282	砷酸酐,氧化砷
三氯化砷	7784341	氯化砷
三氧化二砷	1327533	亚砷酸酐,氧化亚砷,砒霜
三硫化二砷	1303339	硫化亚砷,雌黄
氰化钡	542621	
苯	71432	环己三烯,安息油
苯甲酸	65850	安息香酸
苯基氰	100470	苯腈,苯甲腈,氰苯
苯酰氯	98884	苯甲酰氯
苯基氯	100447	
氯化铍	7787475	
氟化铍	7787497	
硝酸铍	7787555	
	13597994	
醋酸丁酯	123864	乙酸丁基酯
丁胺	109739	1-氨基丁烷
邻苯二甲酸二丁酯	84742	邻苯二羧酸二丁酯
丁酸	107926	乙基乙酸
醋酸镉	543908	
溴化镉	7789426	
氯化镉	10108642	
砷酸钙	7778441	正砷酸三钙
亚砷酸钙	52740166	
碳化钙	75207	电石
铬酸钙	13765190	柠檬黄,佛黄
氟化钙	592018	
十二烷基苯磺酸钙	26264062	
次氯酸钙	7778543	
克菌丹	133062	克菌丹-406,福美铁-89
西维因	63252	胺甲萘氨基甲酸盐
卡巴呋喃	1563662	呋喃丹
二硫化碳	75150	二硫代碳酸酐
四氯化碳	56235	四氯甲烷

续表

通用名称	化学文摘系统号(CAS)	同 义 名
氯丹	57749	八氯化甲桥茛
氯气	75003	
氯苯	108907	氯化苯, 单氯苯
氯仿	67663	三氯甲烷
毒死蜱	2921882	
氯磺酸	7790945	硫酸氯醇
醋酸铬	1066304	
铬酸	11115745	三氧化铬, 铬酐
硫酸铬	10101538	
氯化亚铬	10049055	
溴化钴	7789437	
甲酸钴	544183	
氨基磺酸钴	14017415	
绳毒磷	56724	香豆磷
甲酚	1319773	甲基石炭酸, 羟基甲苯
巴豆醛	4170303	2-丁烯醛
乙酸铜	142712	结晶碱式醋酸铜
乙酰亚砷酸铜	12002038	巴黎绿, 乙酸亚砷酸铜
氯化铜	7447394	
硝酸铜	3251238	
草硫酸	5893663	
硫酸铜	7758987	
氨化硫酸铜	10380297	一水四氨合硫酸铜
酒石酸铜	815827	
氯化氰	506774	
环己烷	110827	六氢化苯
2,4-D 酸	94757	2,4-二氯苯氧乙酸
2,4-D 酯	94111	2,4-二氯苯氧乙酸酯
	94791	
	94804	
	1320189	
	1928387	
	1928616	
	1929733	
	2971382	
	25168267	
	53467111	

通用名称	化学文摘系统号(CAS)	同 义 名
滴滴涕	50293	对,对'-二氯二苯基三氯乙烷
二噻农	333415	地亚农,氯甲基苯二甲基硫脲
麦草畏	1918009	2-甲氧基-3,6-二氯苯甲酸
敌草腈	1194656	2,6-二氯苯甲腈
二氯萘醌	117806	2,3-二氯-1,4-萘醌,非冈
二氯苯	25321226	
二氯丙烷	26638197	
二氯丙烯	26952238	
滴滴混剂	8003198	二氯丙烷-二氯丙烯(混合物)
茅草枯	75990	2,2-二氯丙酸
滴滴畏	62737	2,2-二氯乙烯基二甲基磷酸盐
笛高福	115322	三氯杀螨醇,螨净
狄氏剂	60571	
二乙胺	109897	
二甲胺	124403	
二硝基苯(混合物)	25154545	
二硝基酚	51285	
敌草快	85007	
	2764729	
乙拌磷	298044	
敌草隆	330541	
十二烷基苯磺酸	27176870	
硫丹	115297	
异狄氏剂	72208	
环氧氯丙烷	106898	1-氯-2,3-环氧丙烷,表氯醇
乙硫磷	563122	
乙苯	100414	苯乙烷
乙二胺	107153	1,2-二氨基乙烷
乙二胺四乙酸	60004	乙底酸,托立龙,四乙酸二氨基乙烯
二溴化乙烯	106934	1,2-二溴乙烷,溴化乙烯,乙撑二溴
二氯化乙烯	107062	1,2-二氯乙烷,对称二氯乙烷,乙撑二氯
柠檬酸铁铵	1185575	
草酸铁铵	2944674	
	55488874	
氯化铁	7705080	三氯化铁
氟化铁	7783508	
硝酸铁	10421484	