

危险废物鉴别标准（征求意见稿）
编制说明

《危险废物鉴别标准》课题编制组
二〇〇五年十月

项目主管部门及主管人

国家环境保护总局科技标准司 罗毅、冯波

项目承担单位及主要参与人员

承担单位：中国环境科学研究院环境标准研究所

承担任务：

危险废物鉴别标准——总则

危险废物鉴别标准——易燃性鉴别

危险废物鉴别标准——反应性鉴别

主要参加人：徐成、赵丽娜、周扬胜

承担单位：中国环境科学研究院固体废物污染控制技术研究所

承担任务：

危险废物鉴别标准——腐蚀性鉴别

危险废物鉴别标准——急性毒性初筛

危险废物鉴别标准——浸出毒性鉴别

危险废物鉴别标准——毒性物质含量鉴别

主要参加人：黄启飞、王琪、董路、段华波、张丽颖

目 录

一 编制依据.....	1
二 背景.....	1
(一) 危险废物的危害性.....	1
(二) 危险废物的典型来源.....	2
(四) 危险废物鉴别标准现状和存在的问题.....	6
1、危险废物鉴别标准现状.....	6
2、危险废物鉴别方法标准现状.....	6
3、我国危险废物鉴别体系存在的不足.....	7
三 国外危险废物鉴别法规体系研究.....	9
(一)《巴塞尔公约》.....	9
(二) 欧盟.....	10
(三) 美国.....	11
1. 危险废物的鉴别程序.....	12
2. 危险废物名录.....	14
2. 危险废物特性鉴别.....	15
3. 危险废物特性鉴别方法.....	18
四 危险废物鉴别标准说明.....	19
(一) 危险废物鉴别标准体系设计.....	19
(二) 危险废物鉴别总则.....	20
(三) 易燃性危险废物.....	22
(四) 反应性危险废物.....	26
(五) 腐蚀性危险废物.....	30
(六) 毒性危险废物.....	31
(七) 生态毒性和感染性毒性危险废物.....	49
五 标准实施.....	50
主要参考文献.....	51

一 编制依据

我国《固体废物污染环境防治法》(2004年12月31日修订)中第五十一条规定：“国务院环境保护行政主管部门应当会同国务院有关部门制定国家危险废物名录，规定统一的危险废物鉴别标准、鉴别方法和识别标志。”

根据国家环境保护总局《关于下达2002年度国家环境保护标准制修订项目计划的通知》(环办[2002]106号)，由中国环境科学研究院标准所和固体所共同承担我国危险废物鉴别标准制(修)订工作，新增制订危险废物鉴别总则、易燃性、反应性和毒性物质含量鉴别标准，修订腐蚀性鉴别(GB5085.1-1996)、急性毒性初筛(GB5085.2-1996)和浸出毒性鉴别(GB5085.3-1996)三项鉴别标准。

二 背景

(一) 危险废物的危害性

随着我国经济的快速发展、产业结构的多元化，危险废物的产生量增长迅速，种类也变得越来越复杂。由于危险废物的危害性较一般固体废物更大，且具有污染后果难以预测和处置技术难度大等特点，因此一直是世界各国固体废物管理的重点和难点。危险废物具有多种危害特性，主要表现为：

(1) 与环境安全有关的危害性质：腐蚀性、爆炸性、易燃性、反应性。

(2) 与人体健康有关的危害性质：致癌性、致畸变性、突变性、传染性、刺激性、毒性(急性毒性、浸出毒性、其他毒性)、放射性。

危险废物对环境的危害是多方面的，主要是通过下述途径对水体、大气和土壤造成污染。

对水体的污染

- ◇ 废物随天然降水径流流入江、河、湖、海，污染地表水；
- ◇ 废物中的有害物质随渗沥水渗入土壤，使地下水污染；
- ◇ 较小颗粒随风飘迁，落入地面水，使其污染；
- ◇ 将危险废物直接排入江、河、湖、海，使之造成更大的污染。

对大气的污染

- ◇ 废物本身蒸发、升华及有机废物被微生物分解而释放出有害气体污染大气；

- ◇ 废物中的细颗粒、粉末随风飘逸,扩散到空气中,造成大气的粉尘污染;
- ◇ 在废物运输、贮存、利用、处理处置过程中,产生有害气体和粉尘;
- ◇ 气态废物直接排放到大气中。

对土壤的污染

- ◇ 有害废物的粉尘、颗粒随风飘落在土壤表面,而后进入土壤中污染土壤;
- ◇ 液体、半固体(污泥)有害废物在存放过程中或抛弃后撒漏地面,渗入土壤;
- ◇ 废物中的有害物质随渗沥水渗入土壤;
- ◇ 废物直接掩埋在地下,有害成分混入土壤中污染土壤。

尽管从数量上讲,危险废物产生量仅占固体废物的3%左右。但由于危险废物的种类繁多、成分复杂,并具有毒害性、爆炸性、易燃性、腐蚀性、化学反应性、传染性、放射性等一种或几种以上的危害特性,且这种危害具有长期性、潜伏性和滞后性,如果对危险废物的处理不当,则会因为其在自然界不能被降解或具有很高的稳定性,能被生物富集、能致命或因累积引起有害的影响等原因对人体和环境构成很大威胁。一旦其危害性质爆发出来,产生的灾难性的后果将不堪设想。因此,在管理中必须给予高度的重视。

(二) 危险废物的典型来源

我国危险废物的产生具有数量上的相对集中性和分布上的广泛性的特点。据中国环境监测总站网站公布的“2003年环境统计年报”数据,2003年我国危险废物产生量为1171万吨,比上年增加17.0%;危险废物排放量0.3万吨,贮存量423万吨,处置量375万吨。从1998年到2003年,全国危险废物累计贮存量达到2173万吨,不但占用了大量土地,而且已成为污染环境的一大隐患。从危险废物产生的行业分布看,危险废物来自国民经济的几乎所有99个行业,其中,化学原料及化学制品制造业、有色金属冶炼及压延加工业、有色金属矿采选业、造纸及纸制品业、电气机械及器材制造业等5个行业的危险废物产生量占危险废物总量的75.49%。从产生的危险废物种类看,危险废物名录中所列的47类危险废物在我国均有产生,而其中碱溶液或固态碱、废酸或固态酸、无机氟化物、含铜废物和无机氰化物废物五种废物的产生量占到危险废物总产生量的57.75%。居民生活中产生的危险废物主要存在于生活垃圾中。有研究表明,居民区及商业机构产生的危险废物量占危险废物总量的0.075~0.2%。

(1) 工业和商业活动中产生的危险废物

工业生产过程中产生的典型危险废物名称、产生源、危险组分和危害特性见表1, 2及3。商业活动中产生的危险废物与其提供的服务有关。例如, 打印店的油墨、干洗店的溶剂、汽车修理店的清洁剂及颜料商店的颜料和稀释剂等。

表1 工业易燃性危险废物

废物名称	产生来源	易燃组分名称	闪点()
废物卤化溶剂	回收这些溶剂的蒸馏釜底物	二甲苯	
		丙酮	-19
		乙酸乙酯	-4
		乙苯	15
		乙醚	-45
		甲醇	11
		甲苯	4
	废弃的工业化学产品、不合格产品、容器残留和泄漏残留物	乙醛	-40
		丙烯酸	54
		环氧乙烷	易燃气体
		苯	-11
		氯代甲烷(一氯甲烷)	易燃气体
		环己烷	-18
		糠醛	60
	乙腈	2	

表2 工业腐蚀性废物

废物名称	产生工艺
废酸液	冷轧带钢、糠醛生产过程、炼焦工艺、酸洗过程、集成电路处理过程电解工序、半导体器件制造过程、印刷制版过程、热处理、轴承生产过程等
碱液	原油裂解、集成电路热处理、轴承生产过程、碱洗过程、中温淬火、电镀过程等
钠渣	制钠过程
废铬酸	皮革鞣制
废对苯二甲酸	涤纶树脂生产过程、苯酐制造过程
电石渣	乙炔生产过程
硼泥	制硼酸、硼砂工艺
锰泥	制高锰酸钾工艺
白泥	造纸厂

表 3 工业反应性危险废物

类别	废物名称	废物来源	反应性污染物
非特定源	含氰电镀废液	电镀过程产生的含氰化物的电镀槽废液	氰化物
非特定源	含氰电镀污泥	使用氰化物的电镀过程,由镀槽底部产生	氰化物
	含氰清洗槽废物	使用氰化物的电镀过程起模浴清洗的废液	氰化物
	含氰的油浴淬火槽的残渣	使用氰化物的金属热处理过程油浴淬火槽产生	氰化物
	含氰清洗废物	金属热处理过程清洗盐浴锅产生	氰化物
特定源	含丙烯腈的塔底流出物	丙烯腈生产中废水气提塔的底部流出物	丙烯腈、乙腈、氢氰酸
	含乙腈的塔底流出物	丙烯腈生产中乙腈塔的底部流出物	氢氰酸、丙烯腈、乙腈
	离心和蒸馏残渣	甲苯二异氰酸盐生产过程产生的离子和蒸馏残渣	甲苯二异氰酸盐、甲苯-2,4-二胺
	废水处理污泥	制造和加工爆炸品生产的废水处理污泥	未分析
	废碳	含爆炸品的废水在处理时产生的废碳	未分析
	粉红水/红水	TNT(三硝基甲苯)操作生产的粉红水/红水	未分析
	含氰化物槽废液	矿石金属回收过程氰化物槽废液	未分析
废弃的工业化学产品、不合格产品、容器残留物和泄漏残留物			苦味酸胺 硝化甘油 磷化锌 六氯苯 硫化磷 氰化物 丙烯腈 氢氟酸 雷酸汞(II)

(2) 居民区生活垃圾中的典型危险废物:许多日常使用的产品如家用洗涤剂、个人护理用品、涂料等,因为它们的易燃性、腐蚀性和其他毒性对人体健康和环境是有害的。居民垃圾中常见的危险废物列于表 4 中。

表 4 居民区垃圾中的典型危险废物

废物	性质	处置
家庭洗涤用品		
擦洗粉	腐蚀性	危险废物处理厂
喷雾剂	易燃性	危险废物处理厂
氨基洗涤剂	腐蚀性	危险废物处理厂或少量可稀释
漂白粉	腐蚀性	危险废物处理厂
下水道疏通剂	腐蚀性	危险废物处理厂
家具上光剂	易燃性	危险废物处理厂
除草剂	易燃性	少量可稀释
烘箱清洁剂	腐蚀性	危险废物处理厂
鞋油	易燃性	危险废物处理厂
金银饰品抛光剂	易燃性	危险废物处理厂
污迹去除剂	易燃性	危险废物处理厂
卫生间清洁剂	易燃性	危险废物处理厂
装潢和地毯清洁剂	易燃和腐蚀性	危险废物处理厂
个人护理用品		
洗发水	毒性	少量可稀释后冲入厕所
护理香波	毒性	少量可稀释后冲入厕所
指甲油去除剂	毒性和易燃性	危险废物处理厂
消毒酒精	毒性	少量可稀释后冲入厕所
汽车用品		
防冻剂	毒性	危险废物处理厂
刹车和传动液	易燃性	危险废物处理厂
汽车电池	腐蚀性	回用中心
机油	易燃性	回用中心
煤油	易燃性	回用中心
汽油	易燃性	危险废物处理厂
废油	易燃性	回用中心
涂料		

磁釉、油基或水基颜料	易燃性	危险废物处理厂
混杂的其他用品	易燃性	危险废物处理厂
电池	腐蚀性	危险废物处理厂或回用中心
相片冲印化学品	腐蚀性、毒性	危险废物处理厂或照相馆
杀虫剂、除草剂和化肥		
庭院杀虫剂	易燃性、毒性	危险废物处理厂
灭蟑螂药	毒性	危险废物处理厂
化肥	毒性	危险废物处理厂

(四) 危险废物鉴别标准现状和存在的问题

1、危险废物鉴别标准现状

1996年7月29日国家环保总局和国家技术监督局联合发布了《危险废物鉴别标准 - 腐蚀性鉴别》(GB 5085.1-1996),《危险废物鉴别标准 - 急性毒性初筛》(GB 5085.2-1996),《危险废物鉴别标准 - 浸出毒性鉴别》(GB 5085.3-1996)三项鉴别标准。其中,GB 5085.1-1996主要规定了水溶性危险废物的腐蚀性鉴别,规定当危险废物水溶液 pH 12.5 或 pH 2.0,则为腐蚀性危险废物;GB 5085.3-1996规定了汞、铅、铬、铜等14类以重金属为重点的危险废物浸出毒性鉴别限值;GB 5085.2-1996规定,按照标准的实验方法,对小白鼠(大白鼠)经口灌胃,48h后超过半数死亡,则判定该危险废物属于急性毒性危险废物。

2、危险废物鉴别方法标准现状

目前我国危险废物鉴别方法标准共由18个标准所组成,其中:

《固体废物 浸出毒性浸出方法 翻转法》(GB 5086.1)和《固体废物 浸出毒性浸出方法 水平振荡法》(GB 5086.2)为浸出毒性鉴别标准中各项污染物浸出液制备的浸出方法标准。

GB 15555.1~15555.11、GB7486、GB/T 14671和GB/T 14204共计14项标准为浸出毒性鉴别标准中13项检测项目的检测方法,其中浸出毒性鉴别项目中铍及其化合物(以总铍计)的检测方法因尚未制定相应的国家标准方法,因此暂采用北京矿业研究总院分析室编的《矿石及有色金属分析手册》第146页的“铍试剂II光度法”进行检测。

GB 15555.12为测定固体废物腐蚀性的玻璃电极法方法标准。

3、我国危险废物鉴别体系存在的不足

危险废物鉴别是有效管理和处理处置危险废物的前提。目前世界各国的危险废物鉴别方法因其危险性质和国内立法的不同而存在差异。危险废物的鉴别方法通常有两种,一种是名录法,另一种是特性鉴别法,二者相互补充,共同组成了危险废物的鉴别体系。

危险废物名录制度是世界各国普遍采用的危险废物污染防治法律制度,是国家对危险废物实行分类管理和控制的法律原则体现。根据经验和实验结果将废物按危险性质进行分类,并按种类、名称分别将危险废物汇集、列出,制定目录并予以公布实施。一般而言,危险废物名录中所列的废物即为危险废物,不考虑其化学组成和其他潜在影响因素。因此,采用名录法鉴别危险废物具有简单、快速、可操作性强等优点,一般仅需知道其来源即可,而无需进行实验室分析。但名录法也存在明显的缺点,例如(1)由于管理能力、技术水平、财力等条件的缺乏或不足,在制定危险废物名录时,虽然力求合理、齐全,但仍不可能将所有类型的危险废物进行准确、适当的分类,并列举出来。在名录制定后,也可能同样会产生、出现某些在名录中未被列入而又必须实行严格管理的新的危险废物种类,无法做到穷尽所有的化学废物;(2)在执行名录规定时发现,某些废物虽在名录之列,但因其有害成分或浓度明显较低,对环境或人体健康的危险性轻微,可以不必按照危险废物进行管理,说明了名录法有时表现出缺乏灵活性。

危险废物的危害性是由危险废物中所包含的化学物质特性所决定的,大多数危险废物是复杂的混合物,要想准确地了解其化学成分是不现实的。就危险废物环境管理而论,了解危险废物的危害性比知道其精确的化学成分更为重要。这种危害不仅来源于危险废物原有的特性,而且多种危险废物混合在一起或混入杂质后,可能产生新的危险物质或增大危险性程度。建立和实行特性鉴别不仅弥补了名录法的这些缺陷,也是对危险废物名录法的有益补充。特性鉴别法是通过对这些废物进行科学地分析、测试,以确定这些废物是否属于危险废物,从而弥补名录的不足,以便于对危险废物进行科学、合理的管理。危险废物特性鉴别法具有广泛的适用性的优点,是一种更加公平、合理的方法。但其不足是,在实践中往往缺乏足够的、对应的监测技术。

我国在1996年7月发布了《危险废物鉴别标准-腐蚀性鉴别》(GB 5085.1-1996),《危险废物鉴别标准-急性毒性初筛》(GB 5085.2-1996),《危险

废物鉴别标准 - 浸出毒性鉴别》(GB 5085.3-1996) 三项鉴别标准, 随后在 1998 年颁布了《国家危险废物名录》。这些鉴别标准和名录对我国危险废物的鉴别和管理发挥了重要的作用, 但目前看来尚存在一些不足, 需要进行进一步修订和补充。

(1) 《国家危险废物名录》

我国《国家危险废物名录》依据《巴塞尔公约》将危险废物分为 47 个类别, 编号从 HW01 到 HW47, 主要是根据废物的成分和来源、特性来进行分类的。其中编号为 HW01 ~ HW18 的废物名称具有行业来源特征, 是以来源命名的, 主要有医院临床废物、医药废物、废药品、农药废物、木材防腐剂废物等 18 个大类; 编号为 HW19 ~ HW47 的废物名称具有行业来源特征, 是以危害成分命名的, 主要有含金属羰基化合物废物、含钡废物、含铬废物、含砷废物、含有机溶剂废物、废酸、废碱等 39 类物质, 但在《国家危险废物名录》中没有限定危害成分的含量, 需要依赖其它标准鉴别这些物质的危害程度。随着我国社会经济的发展, 新化学物质的不断涌现和使用, 《国家危险废物名录》必然将不定期地进行修补。

(2) 鉴别标准

我国采用特性鉴别法判别危险废物的工作起步较晚, 直至 1996 年才制定了腐蚀性和毒性鉴别的国家标准。无论从鉴别标准覆盖的范围, 还是从鉴别标准本身都还存在一些不足, 需要进一步完善, 主要表现在:

首先, 由于危险废物的种类较多, 国家不可能制定更多的鉴别标准。但从目前的实验检测水平, 危险废物管理的实用性, 以及参考欧美等国家危险废物鉴别的经验, 我国危险废物的鉴别标准体系除包含腐蚀性和毒性鉴别外, 还应包括易燃性和反应性鉴别标准。

其次, 在已制定的危险特性鉴别标准中, 规定的内容尚不全面。腐蚀性鉴别标准仅限于水溶性危险废物的酸碱腐蚀性鉴别, 缺乏非水溶性液态废物的腐蚀性鉴别内容; 急性毒性初筛无法测定非水溶性固体废物的急性毒性; 浸出毒性鉴别标准以无机重金属为主, 缺乏有机物的浸出毒性鉴别。

最后, 我国目前缺乏与我国危险废物鉴别标准相配套的检测方法标准, 尤其是有机物的浸出毒性鉴别方法标准, 以及易燃性和反应性的鉴别方法标准。

三 国外危险废物鉴别法规体系研究

本次危险废物鉴别体系研究过程中,分析了发达国家和地区如美国、欧盟以及巴塞尔公约的危险废物鉴别体系框架,比较了各自的特点,总结出以下特点:

(一)《巴塞尔公约》

为了加强对危险废物的管理,使各国共同采取行动防止危险废物非法越境转移,联合国环境规划署于1989年3月通过了《控制危险废物越境转移及其处置巴塞尔公约》,并于1992年生效。公约由序言、29项条款和6个附件组成,内容包括公约的管理对象和范围、定义、一般义务,缔约国之间危险废物越境转移的管理、非法运输的管制、缔约方的合作和解决争端的办法等。其中:

附件一“应加控制的废物类别”列出了45类受控危险废物,编号为Y1~Y18的废物具有行业来源特征,是以来源命名的,主要有医院临床废物、医药废物、废药品、农药废物、木材防腐剂废物等18类;编号为Y19~Y45的废物具有成分特征,是以危害成分命名的,主要有含金属羰基化合物废物、含钼废物、含铬废物、含有机溶剂废物、废酸、废碱等37类废物。

附件二“须加特别考虑的废物类别”指出家庭废物和焚烧家庭废物的残渣需要特别注意。根据公约第一条第二款说明:为本公约的目的,越境转移所载于附件二的任何类别的废物即为“其他废物”。这里,巴塞尔公约并未把这类废物视为危险废物,是因为它们几乎全部都是被扔掉之前由人们经手处理过的物质,在正常情况下不具有毒害性质的物品。但由于它们当中可能会含有一些有毒有害的物质,家庭废物经焚烧处理后的残灰中也会含有微量的有机含碳物质,它们可以溶于浸出液中,致使地下水和地面水中的污染物聚集,因此,在这里需要对这两种废物谨慎处理。

附件三“危险特性的等级”规定了14类不同性质的危险废物的危险特性,如爆炸物、易燃液体、有机过氧化物、毒性、传染性、腐蚀等,并对检验方法进行了说明。依照公约,各国应当把本国产生的危险废物减少到最低限度并用最有利于环境保护的方式尽可能地在本国境内处置;各国必须确保这类废物的越境转移不致危害人类环境并应把这类转移减少到最低限度。

同时公约还认为,危险废物管理是一项综合性活动,应由废物产生者、转运者、处置者和有关过程中的其他操作者分担责任,以确保工作圆满完成。重要的

是不能将废物管理工作视为仅仅应由废物处置者关心的问题 ;废物产生者特别在提供资料方面负有重大责任 ,从而可以就适当的处置方法做出决定 ,并确保选用无害环境的办法。

虽然“危险废物”常被用作一个泛指而无特定含义的用语 ,但《巴塞尔公约》把要控制的废物分成了各种类型。公约还规定 ,危险废物应包括出口、进口或缔约国国内立法规定或认为是危险废物的任何废物。《巴塞尔公约》还论及废物的无害环境管理 ,指出这种管理工作应“采取一切可行步骤 ,确保危险废物或其他废物的管理方式得以保护人类健康和环境免受此类废物可能产生的不利影响”。

(二) 欧盟

欧洲环境政策的产生、形成和发展处于一个特定的时代 ,这个时代具有全球性环境问题突出、欧洲一体化进程加速、世界统一市场及和平与发展主题形成、信息全球化加快、可持续发展观念逐步形成等特点。尽管目前欧盟的废物管理政策和法律仍非完美 ,但它具有自己鲜明的特色。这突出表现在以下两个方面 :第一 ,欧盟的废物管理目标非常具体和明确 ;第二 ,欧盟的废物管理思想发展很快 ,确保了欧盟的废物管理政策和法律具有先进性。

欧盟关于危险废物的鉴别规定主要在 91/689/EEC 《危险废物指令》和 2001/118/EC 《废物/危险废物名录》(2000/532/EC 的修订版)中加以规定。

91/689/EEC 《危险废物指令》定义了危险废物的含义 ,要求成员国在废物指令(75/442/EEC)的指导下对其产生的危险废物进行适当的管理 ,并在第一条第五款特别指出家庭废物不包括在本指令的范围内。附录 3“被认为具有危险性的废物性质”中对危险废物所表现出来的危险特性进行了全面的描述 ,主要是从危险化学品所造成的风险及安全评价角度出发 ,列举了爆炸性、氧化性、易燃性(分为高度易燃和易燃)、刺激性、致癌性、致畸性、传染性、生物毒性等 14 种类型的危险性质 ,与《巴塞尔公约》一致 ,编号为 H1~H14 ,对这 14 类危险特性进行描述。

同时 ,针对 91/689/EEC 《危险废物指令》附件 3 中所列的 14 类危险特性 ,欧盟指令 84/449/EEC 《关于危险物质分类、包装、标识的规定》(修订版)附件中规定了一些种类危险特性的检测方法。其中包括 :第 A 部分“确定物理化学性质的方法”中 A.9 闪点、A.10 易燃性(固体)、A.11 易燃性(气体)、A.12

易燃性(物质和制剂,与水或潮湿空气接触,释放出危险数量的高度易燃气体) A.13 易燃性(固体和液体) A.14 爆炸性质、A.15 自燃(确定挥发性液体和气体自燃的温度) A.16 自燃(固体-确定相对自燃温度) A.17 氧化性质。

2001/118/EC《废物/危险废物名录》(2000/532/EC的修订版)是欧盟制定的关于废物的清单,既包含危险废物,也包含一般的固体废物。此名录按20个不同行业列举了849种废物,其中编号前标有*号的共有404种,属于危险废物,其他未标有*号的属于一般固体废物。2001/118/EC规定,名录中的危险废物不仅要满足91/689/EEC《危险废物指令》附件3中描述的14类危险特性,而且对于具有H3~H8、H10和H11危险特性的废物还须满足2001/118/EC条款2中所规定的数值或含量限值,如闪点 ≤ 55 ;剧毒物质的总浓度 $\leq 0.1\%$;R35类腐蚀性物质的总浓度 $\leq 1\%$ 等。修订版指令2001/118/EC比指令2000/532/EC在此内容上增加了一条规定,即“第3类致癌性物质的浓度 $\leq 1\%$ ”。

2001/118/EC附件第1条指出,此名录中列出的废物不意味着此物质在所有情况下都是废物,仅当它符合指令75/442/EEC中废物的定义时才是废物。名录中的废物采用六位代码编号,其中前两位或前四位都属于章节编号。如01代表“由于爆炸、采矿、采石,以及矿物的物理化学作用产生的废物”,0101代表“采矿产生的废物”,010101代表“金属矿开采产生的废物”。名录共20章节,其中第01~12或17~20章节是按照废物产生来源分类的。一个具体的生产单位可能在多个名录章节中划分它的活动,例如一个汽车生产商依照其工艺步骤,发现在第12章节、11章节和08章节中有他产生的废物,这3章分别是金属表面处理和成型废物、来自金属处理和金属镀层的含重金属的无机废物,表面处理废物。

(三) 美国

美国RCRA第3001条规定,美国环保局制定并颁布危险废物鉴别标准,考虑危险废物的毒性、持久性和自然降解、生物体内的富集以及诸如易燃性、腐蚀性和其他危险性因素。

40CFR part260~part261为美国EPA制定的危险废物鉴别法规,主要规定了危险废物管理系统的总则、特性鉴别和危险废物名录。对于危险废物的鉴别,该法规定,所有固体废物产生者必须确定所产生的废物是否是危险废物。

1.危险废物的鉴别程序

美国危险废物鉴别程序是按照如下图示 1 进行的：

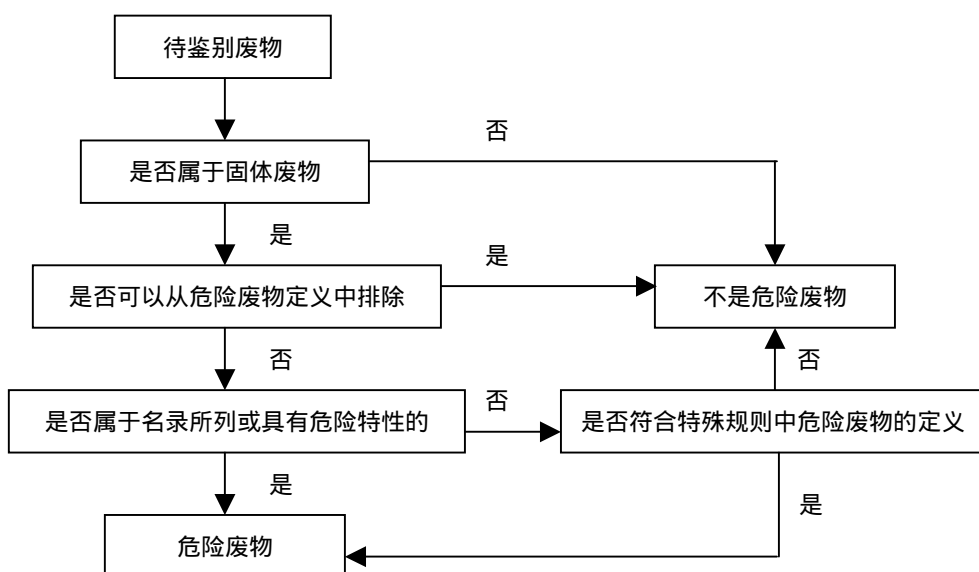


图 1 美国危险废物鉴别过程

由图 1 发现，美国危险废物的鉴别过程可概括为以下四点：即是否属于固体废物、是否可以排除、是否属于目录列出或具有危险特性的废物、是否符合特殊规则规定的废物。

1. 是否属于固体废物

根据美国 RCRA 法，危险废物首先必须是固体废物。如果可以确定废物不属于固体废物就可以判定该废物不属于危险废物。

2. 是否可以排除

需要指出的是，并不是所有具有危险特性的物质都必须归类为危险废物，并按照美国 EPA 危险废物管理条例进行管理。尽管这些废物可能含有有害物质，但是对这些废物按照危险废物进行收集、运输、处理或处置可能不切实际或难度很大。例如，家庭废物中的废溶剂、废杀虫剂和废旧含汞电池等，明显具有危害性，如把这类废物列为危险废物，会因为这类废物的量大、混合程度高、不易处理而带来许多问题。因此，美国 EPA 危险废物管理法规中对一些来源的含危险特性的物质从危险废物中排除出去，如家庭产生的含汞灯管、含汞电池等。

3. 是否属于名录中或具有危险特性的废物

对环境和人类有害的废物并不都已在名录中列出。EPA 规定,任何废物必须测定其危害特性;如果未在名录中列出的废物表现出了危险废物的特性,则也可判定其属于危险废物。

4. 特殊规则

虽然美国 EPA 法规规定了危险废物的鉴别方法,但是仍然会有某些废物经过处理后(如大量稀释)逃避法律的管制,或被污染的物质无法通过相应的法规来鉴别是否属于危险废物。为避免这类情况的出现,EPA 规定了若干规则以完善鉴别法规。这些规则包括混合规则、衍生规则和包含政策。

(1) 混合规则

为了使非危险废物与危险废物的混合物对人类和环境的危害降到最小,并防止通过大量稀释危险废物而逃避法规管制的行为的发生而制定。混合规则规定:

EPA 名录中的废物与其他固体废物混合后仍属于危险废物,即使是很少量的名录中的废物与大量的非危险废物混合,混合后的废物同样属于危险废物。

对于名录中仅显示易燃性、反应性和腐蚀性的危险废物,当与其他固体废物混合时,应根据危险废物鉴别标准对混合物进行鉴别,如果混合物表现出 EPA 规定的四种危险特性中的任意一种危险性,则判断其属于危险废物,否则属于一般固体废物。

根据危险废物鉴别标准鉴别具有危险特性的这类危险废物,当与其它固体废物混合时,如果混合物表现出 EPA 规定的四种危险特性中的任意一种危险性,则判断其属于危险废物,否则属于一般固体废物。

(2) 衍生规则

贮存、处理或处置危险废物(包括污泥、灰分、空气污染控制设备的灰尘、渗滤液)产生的任何固体废物都属于危险废物。

根据危险废物鉴别标准鉴别具有危险特性的废物处理处置过程产生的残渣等,仅当其表现出危险特性时,才属于危险废物,否则,属于一般固体废物。

若残渣是回收用来制造新产品或被用来回收具有经济价值的物质,则此残

渣不属于危险废物。

(3) 包含政策

在有些情况下,当危险废物进入了土壤或污染了设备、建筑或其他器具时,这些受污染的土壤和物质因为不符合混合规则和衍生规则的要求而避开 RCRA 法律的管制。因此,RCRA 规定,凡是出现这种情况,受污染的物质同样应当被作为危险废物。只有当受污染的物质不再表现出危险特性或被认为不再对人类和环境产生威胁时,才可以不作为危险废物处理。

此外,在不同操作环境下产生的废物不一定是危险废物。美国针对这些情况制定了一些豁免的规则,它在一定程度上减免了废物产生者的责任。美国 40CFR part261.4(b)中规定了 18 种豁免的情况,包括家庭废物、返回矿场地点的表土采矿、钻井泥浆、矿石和矿物等。

危险废物特殊规定的三个规则中也有豁免的情况。混合原则有八种豁免情况,如特性危险废物与矿业废物混合时尽管会表现出易燃性、腐蚀性等危险特性,但仍按一般废物来管理。其余几种情况主要是针对名录中的危险废物的豁免。衍生规则有五种豁免情况,如从危险废物中回收的有用材料,因为按照相关定义,这类材料已不属于废物定义的范畴。其他四种情况指的是使用特定处理工艺处理特定废物产生的残渣,可以按照一般废物来管理。

2.危险废物名录

美国 EPA 在将废物列入危险废物名录中时考虑以下准则:

- ◇ 废物中包含有毒的化学物质,在缺乏法规管理的情况下,将导致对人体健康和环境的危害;
- ◇ 废物中包含有急性毒性化学品物质,即使含量很低这类物质对人体和环境的危害也是致命的。
- ◇ 废物通常表现出以下任何一种危害特性:易燃性、腐蚀性、反应性和毒性。
- ◇ 在国会制定的相关法律中,这些废物会被定义为危险废物。

凡是符合上述四条中任何一条的废物都被列入危险废物名录。由此产生的危

危险废物名录包含四种类型，每种类型危险废物都有一个 EPA 危险废物编号。四种危险废物类型中的每一类都带有 EPA 指定的前缀字母，作为识别之用。四种类型的危险废物如下：

◇ 来自非特定源的危险废物名录（即来自确定的一般工业和生产过程的废物，共列入 39 个危险废物编号，由字母 F 表示）；

◇ 来自特定源的危险废物（即来自指定工业的废物，共列入 178 个编号，由字母 K 表示）；

◇ 被遗弃的商业化学品、不合规的物质、容器沉积物和溢油沉积物（剧毒的由 P 表示，一般毒性的由 U 表示，共列入 600 多个危险废物编号）。

名录中共包括了大约八百多个危险废物编号，904 种危险废物。为了较好地反映危险废物的特性，EPA 采用不同的字母来表示危险废物的特性，如有毒废物（T）、急性毒性危险废物（H）、易燃性危险废物（I）、腐蚀性危险废物（C）、反应性危险废物（R）。名录中危险废物的代码影响到法规对他们的管理，如 H 类比其他类型的危险废物管理更加严格。

2. 危险废物特性鉴别

按照美国 EPA 颁布的鉴别标准，危险废物特性鉴别主要包括易燃性、反应性、腐蚀性和毒性四种类型。这主要是考虑到危险废物产生者在判别时易于操作，并具有可行性。

美国危险特性鉴别标准制定的原则：

(1) 表现出以下危害特性：

(i) 导致死亡率的增加或严重的不可恢复疾病的增加；

(ii) 当对其进行不恰当处理、贮存、运输、处置及其他管理措施时对人体健康或生态环境造成或可能造成有害影响；

(2) 以上特性能够：

(i) 有合适和标准的测试分析方法；

(ii) 由产生者通过相关专业知识和经验进行判断。

1980 年，在参照美国交通部（DOT）危险品管理及美国职业安全与健康管理局（OSHA）健康风险标准的基础之上，美国 EPA 制定了易燃性、腐蚀性的鉴别

标准。易燃性特性鉴别标准的制定是为了鉴别一些在日常运输、贮存和处置过程中易着火的废物，这种废物一旦点燃极易剧烈燃烧。这种风险考虑包括在废物管理和运输中对工作人员的防火安全，如燃烧和吸入烟尘等，以及可能产生向空气中释放的有毒颗粒物、烟雾。

反应性特性鉴别标准的制定是为了鉴别一类极不稳定且易发生剧烈反应性爆炸的废物，为了防止在废物运输和处理过程中对工作人员造成身体的伤害，避免由于发生化学反应而释放毒性组分到空气中，以致发生爆炸和剧烈反应的事故。

在最初的鉴别标准中，反应性特性鉴别是由于危险废物不稳定性和易于发生剧烈反应或爆炸、对废物管理操作过程产生危害。美国 EPA 指出，反应性特性可能部分与易燃性特性定义有重叠。美国 EPA 强调，“反应性的描述性定义可以给废物产生者以明确的指导，决定他们产生的废物是否表现出反应性特性”。理论上讲，反应性特性可以比较明确地定义，例如 DOT 通过更为具体的词义，如通常条件下“不稳定”、“剧烈性反应”、“易于爆炸”、“遇水发生剧烈反应”、“具有爆炸力”等等，DOT 规定了反应时间和剧烈反应率。类似地，OSHA 将反应性定义为会发生火花、不稳定反应，遇水反应，尤其是在震荡、受压、或遇高温条件下。

EPA 将腐蚀性定义为 pH 值低于 2 或高于 12.5 的液态废物。这是因为超过这一标准的废物会损害人体器官，与其他废物接触产生有害反应并且可能危害水生生物。腐蚀性特性规定的重点保护对象是在运输过程中对直接接触此类物品的工作人员，防止伤害到皮肤和眼睛。同时，也防止腐蚀性液体对重金属的溶解导致污染地下水。

第二种腐蚀性危险特性是有关废物对钢制容器（设备）的腐蚀。EPA 定义此种腐蚀特性是因为这类会侵蚀钢材的废物可能从所隔离容器中溢出或接触到外界废物，以致在运输或贮存过程中从容器或设备中溢出，直接与环境接触的产生危害、或剧烈反应和释放废物的有害组分到环境中。

美国 EPA 制定的毒性特性（TC）是为了减轻由于有毒废物毒性组分释放到地下水介质中，通过慢性暴露途径而对人体健康产生的危害。美国 EPA 经过长期研究表明，土地填埋处置渗滤出的污染物对地下水产生污染，是废物毒性组分

释放到环境中的最主要的途径。美国 EPA 之所以将地下水作为废物处理单元中的渗出物鉴定的重点考察对象,是因为填埋场 90%以上的渗出物、地表构筑物 98%以上的渗出物都涉及到对地下水的污染。美国将地下水作为重点的环境保护对象,主要是考虑到美国几乎 50%的人口都将地下水作为饮用水来源;95%以上的农村居民都靠地下水作为饮用水源;全美 100 座大城市中 34%依靠地下水作为饮用水和工业水源。

美国 EPA 最初在浸出毒性鉴别标准中规定了 14 种污染物浸出毒性限值,后来又增加了 26 种物质,这些物质包括金属、挥发性和半挥发性的有机物以及杀虫剂。在 TCLP 体系制定以前,美国 EPA 使用 EP 来鉴别危险废物的毒性特征,模拟的是废物不适当处置导致污染组分长期暴露迁移的过程。确定的 14 种浸出毒性物质为《初级饮用水质量标准》中规定的项目,标准值的制定考虑到稀释衰减系数 DAF。1986 年,美国 EPA 改进了渗滤程序,制定了 TCLP 来替代 EP 作为 TC 的鉴别方法,并于 1990 年开始使用,其主要改动为增加了 EP 难以测定的分析物:挥发性、半挥发性和杀虫剂共 26 种。TCLP 的浸取项目选择与 EP 完全不同,其采用大规模案例调查的方式进行确定,更切合美国污染现状,具有较强的科学性和可操作性。TCLP 从固体废物的行业来源、处理处置方式、污染途径等方面考虑,以案例调查的研究方式说明废物在处理处置单元中所释放危害组分、释放频率和污染对象和污染水平,研究结果作为确立毒性特性(TC)浸出项目的依据。研究表明,美国 EPA 在 TCLP 检测项目的确定上主要考虑了 4 个方面的因素:

- (1) TCLP 可以模拟(测试方法可行,试验环境与处置方法采用的环境接近),废物释放的危险组分主要通过渗漏污染地下水;
- (2) 在全美处置场所中出现的频率高(经常出现);
- (3) 污染浓度超过 SMCLs 或其它环境标准较高(污染严重);
- (4) 处置的危险废物种类和数量最常见、较多(能代表大多数危险废物);

无论是 EP 还是 TCLP,在确定标准值时,DAF 都是取 100 这个参数。不同的是,EP 的参考标准是初级饮用水质量标准(National Interim Primary Drinking Water Standards),而 TCLP 的参考标准是慢性毒性可接受剂量(CTRL, Chronic Toxicity Reference Level)。

由于巴塞尔、欧盟都将医疗废物列入危险废物管理,所以定义了感染性危险特性,美国则将医疗废物单独管理;另外巴塞尔、欧盟对生态毒性也有定义,而美国也未制定生态毒性的定义。

3.危险废物特性鉴别方法

危险废物危险特性的检测方法主要集中于美国 EPA 的出版物 SW-846“固体废物评价检测方法——物理/化学方法”中。此出版物是由美国固体废物办公室编制的关于分析和取样方法的官方文件。美国提出的四种危险废物特性鉴别,SW-846 给出了相应的检测方法,如表 5:

表 5 美国 SW-846 规定的危险废物检测方法

危险特性	检测方法
易燃性	1010A、1020B、1030 正在修订的是 1040、1050
反应性	无
腐蚀性	9040C、1110A
毒性	1310B、1311

尽管美国 EPA 为一部分特性危险废物的鉴别提供了方法标准,但 EPA 并未要求产生者一定要按此方法检测。换句话说,产生者可以利用专业知识来判别是否属于危险废物,以代替昂贵的实验室检测。

另外,美国还在 40CFR part261 的附录 I 中规定了“代表性采样方法”(最新版本),即:

非常粘的液体——ASTM 标准 D140 – 2001

粉碎或粉末材料——ASTM 标准 D346e1 – 2004

土壤或岩石材料——ASTM 标准 D420 – 1998

土壤材料——ASTM 标准 D1452 – 1980

飞灰材料——ASTM 标准 D2234 – 2003

盛装液体废物——在 SW-846 中描述的方法

坑、池塘、氧化塘和类似的储液槽中液体废物 ——在 SW-846 中描述的“槽采样器”。

四 危险废物鉴别标准说明

(一) 危险废物鉴别标准体系设计

本鉴别标准在制定过程中主要参考了美国危险废物鉴别标准体系,同时也参考了欧盟、巴塞尔公约及我国台湾的危险废物鉴别标准的内容。设计的危险废物鉴别体系结构如图 2:

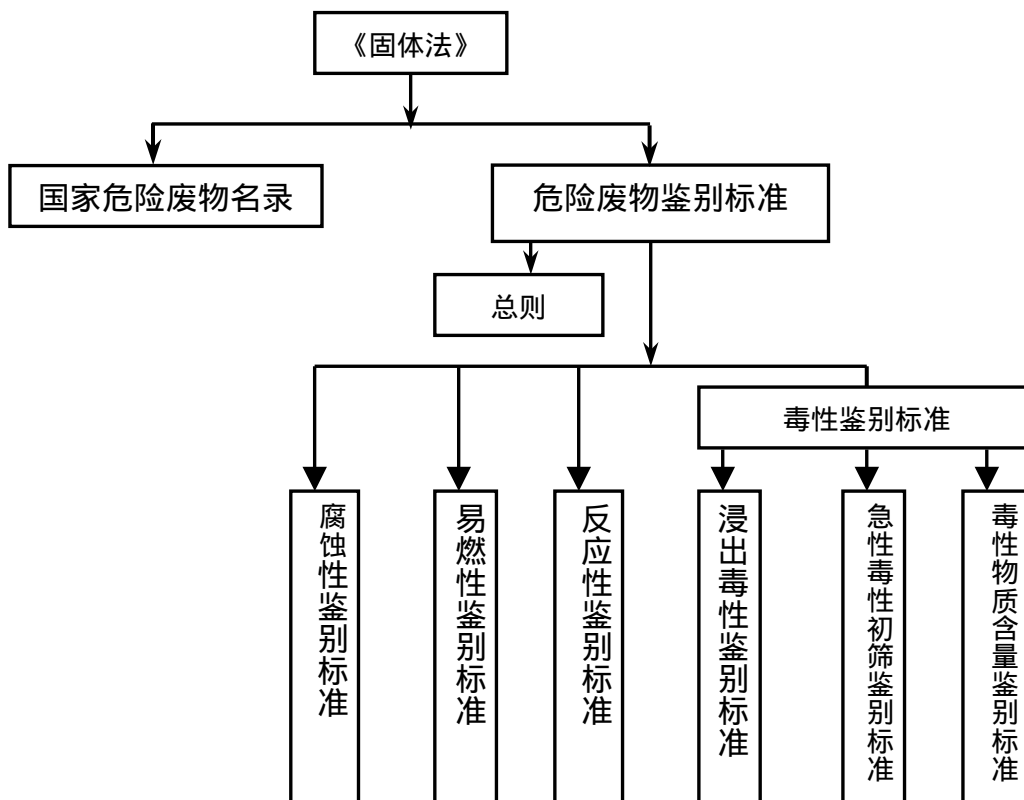


图 2 危险废物鉴别体系结构

本框架图的设计思路为:《固体法》第五十一条规定:“国务院环境保护行政主管部门应当会同国务院有关部门制定国家危险废物名录,规定统一危险废物鉴别标准、鉴别方法和识别标志”。因此,根据此规定,国家危险废物名录和危险废物鉴别标准是处于固体法的领导之下的并列的两个重要的危险废物鉴别方法。其次,危险废物鉴别标准包括总则、腐蚀性鉴别标准等 7 个标准,浸出毒性、急性毒性和毒性物质含量鉴别标准这 3 个标准又可称作毒性鉴别标准。原则上总则与其他 6 个标准是并列的关系,但在地位上总则应该比这 6 个标准要高,是因为总则规定的危险废物鉴别程序和特殊规则要求适用于这 6 个标准,但这 6 个标准的制定并不是根据总则制定出来的,因此总则与这 6 个标准并不构成统领的关

系。因此,就形成了本框架图目前的形式。

危险废物鉴别总则主要规定了危险废物的鉴别程序和特殊规则要求。鉴别程序旨在规定针对特定类型的废物鉴别过程应如何进行,应遵循怎样的步骤才能正确、合理地鉴别出危险废物的危险特性。这实际上规定了国家危险废物名录和危险废物鉴别标准的关系,鉴别时的先后顺序。危险废物鉴别的特殊规定是危险废物鉴别标准体系的一个补充,避免一些情况的出现,如危险废物产生者将一些危险废物混入一般固体废物,或经过处理后(如大量稀释)逃避法律的管制,或被污染的物质无法通过相应的鉴别标准来鉴别等。为避免这类情况的出现,有必要针对此制定若干特殊规则以完善危险废物鉴别体系。

危险废物名录和危险废物特性鉴别标准是判定是否属于危险废物的两种主要方式。危险废物名录简单明了,但不可能包含所有类型的危险废物,特性鉴别标准具有广泛的适用性,但检测费用和方法通常会成为限制条件。国家危险废物名录和危险废物鉴别标准二者之间相互并列但又互为补充。

从适用性和实验方法的可得性方面考虑,我国危险废物的鉴别标准包括易燃性、反应性、腐蚀性、浸出毒性、急性毒性初筛和毒性物质含量6种鉴别标准。

(二) 危险废物鉴别总则

总则作为整个危险废物鉴别体系的一个部分,起着统领危险废物鉴别的重要作用。它规定了危险废物鉴别的程序和三个特殊规定。

1、鉴别程序

本标准规定,我国的危险废物鉴别应按照如下程序:

首先,要判断待鉴别的废物是否属于固体废物。依据《固体法》,判断废物是否属于固体废物管理的范畴。

其次,就是要查看《国家危险废物名录》。我国正在修订的《国家危险废物名录》具有新的特点,不仅名录中增添了很多新的危险废物类别,而且还注明了每类危险废物的危险特性。另外,名录还规定,列入名录中的废物即为危险废物,而不必做进一步的特性鉴别。

第三步,根据危险废物鉴别标准来判断。如果待测废物不在危险废物名录中,就应该采用危险废物鉴别标准来判断。危险废物鉴别标准共由六类标准组成,分

别为易燃性、反应性、腐蚀性、浸出毒性初筛、急性毒性和毒性物质含量鉴别标准。危险废物鉴别标准主要针对危险废物的这六类主要危险特性进行鉴别。

最后,如果废物不满足上述各种情况时,这时应该查看此废物是否属于管理部门认定的范围。即现有危险废物鉴别方法与鉴别标准无法进行鉴别,当其进行不适当地运输、贮存、处理和处置,对人体健康或生态环境造成或可能造成有害影响,经国务院环境保护行政主管部门组织专家认定的固体废物属于危险废物。

2、危险废物鉴别规则

对于具有毒性(包括浸出毒性、有毒物质含量等鉴别特性)和感染性一种以上危险特性的危险废物,不论是与其他固体废物混合还是进行处理改变了物理特性和化学组成,这种物质仍然属于危险废物。这是由于与其他三种特性(易燃性、反应性和腐蚀性)相比,毒性化学品显示的毒性风险典型依赖于很多因素,毒性危害评估更复杂,涉及更多的变量。由于化学品通过环境迁移,它们能积累、显示长期慢性风险,即使水平低于制定的毒性特征标准。因此不论作何种处理,毒性特征是不可能因此而完全消除的,即使处理后毒性水平有所降低,低于危险废物名录中的水平,但是这些废物中的毒性仍然由于具有持久性、生物积累等对人体健康和环境造成潜在的威胁。因此,对于这类废物,本标准中规定按照危险废物来管理。

对于仅具有易燃性、反应性或腐蚀性一种危险特性的危险废物,不论是与其他固体废物混合还是处理改变其物理特性和化学组成,都属于危险废物。但是当该废物经 GB 5085.1—5085.6 鉴别不具有危险特性,混合后的固体废物不属于危险废物。这是因为,由于这些性质可以通过某种方法将其特征除去,如对于易燃性危险废物,只要将其点燃,易燃性特征就不复存在;反应性危险废物,通过一定的反应,这种特性也可以除去;腐蚀性的危险废物,只要将其中和同样可以消除腐蚀性。因此,对于这类废物,按照从严管理的原则,不论是它与其他固体废物混合还是通过处理改变其物理特性和化学组成,我们都按照危险废物来管理。只有当废物的产生者根据危险废物鉴别标准对废物进行鉴别后,认为不具有危险特性,则按照一般废物来管理。

对于含有放射性废物的混合物,美国规定这类混合废物应由 RCRA 和 AEA (Atomic Energy Act) 共同来管理,其中 AEA 管理放射性部分,RCRA 管理危

险废物部分。为了在实际情况中具有可操作性,避免管理上的交叉,本标准规定应按照放射性废物来管理。这点与美国的规定不同。

(三) 易燃性危险废物

1、液态

本标准规定:闪点小于 60 ,则该液态废弃物是具有易燃性的危险废物。其中,表征液体易燃性特征的闪点值主要参考了美国 EPA 的相关规定。

美国 EPA 的法规 40CFR part 261.21 规定,易燃性液体是指闪点小于 60 液体,但不包含乙醇体积含量小于 24%水溶液。美国 EPA 将液体易燃性废物的闪点值确定为 60 ,其主要考虑到在危险废物的管理中,60 的温度条件较为常见。为了证实此观点,美国 EPA 针对废物管理操作中的温度和相关因素做了 7 份研究报告,研究人员认为在危险废物管理过程中温度超过 60 的情况较为最常见,并且在此温度条件下发生易燃的概率较高。

美国的易燃性液体定义中将“乙醇体积含量小于 24%水溶液”的液体排除在外,其目的是将那些由于含有酒精而显示出低闪点,但又因高含水量而不能持续燃烧的酒精饮料和一些乳胶涂料排除在外。并且,美国 EPA 认为这里所指的“乙醇”不仅限于酒精饮料或涂料,是指所有酒精含量低于 24%的水溶液。术语“酒精”是指任何酒精或酒精化合物,即含有 -OH 官能团的化学物质。另外,目前美国正研究对易燃性液体的定义进行修订,代之以“闪点低于 60 ,既不能持续燃烧,或者当它们被点燃时也不能释放出足够的能量而导致产生火灾的液体废物”。美国 EPA 也正在研究表征持续性燃烧的试验方法,从而判定在闭杯试验中,废物是持续燃烧还是仅仅发生闪火现象。

《巴塞尔公约》附件三“危险特性的清单”中规定,闭杯试验不超过 60.5 或开杯试验不超过 65.6 的液体、混合液体或含有溶解或悬浮固体的液体为易燃性危险废物。

欧盟在危险废物指令(91/689/EEC)附件 3“使废物变成危险废物的性质”中将易燃性液体分成两类:一类是高度易燃液体,即闪点低于 21 的液体;另一类是易燃液体,即闪点介于 21 和 55 之间的液体。

我国危险化学品管理中规定,易燃性液体是指闭杯实验闪点 61 的液体、液体混合物或含有固体物质的液体,但不包括由于其危险性已列入其它类别的液

体。这里所指的闪点温度是指纯的危险化学品，并不一定适合于危险废物。

我国危险化学品管理还将易燃性液态危险废物按闪点值高低分为以下三类：

- ◇ 低闪点液体 闪点 < -18 ，如乙醛、丙酮等；
- ◇ 中闪点液体 -18 闪点 < 23 ，如苯、甲醇等；
- ◇ 高闪点液体 23 闪点 60 ，如环辛烷、二氯甲苯、苯甲醚等。

2、固态

本标准规定：“在常温常压下（即 25 ， 101.3kPa ）因摩擦、吸湿或自发性化学反应而起火，当点燃时能剧烈并持续燃烧且产生危害的，则该固态废弃物是具有易燃性的危险废物”。标准条款中“剧烈并持续燃烧”是指将被测物质堆成长 250mm 、宽 20mm 、高 10mm 的样品带，在样品带的一端点燃待测物质，当样品燃烧到 80mm 处开始计时，记录燃烧到 180mm 样品带的燃烧时间，由此确定燃烧速率，如果燃烧速率超过 2.2mm/s 或是 100mm 样品带的燃烧时间小于 45 秒，那么此物质被认为是剧烈且持续燃烧的，也就是易燃性的。对于金属则应是 100mm 样品带的燃烧时间小于 10 分钟或是燃烧速率超过 0.17mm/s 被认为是易燃性的。

固体易燃性危险废物的种类很多，常见的如废弃的煤渣，在运输过程中可能会因为煤渣颗粒的互相摩擦而导致局部温度上升达到其燃点，从而引发燃烧危害的发生。另外象废弃的黄磷、三氯化钛等由于其具有较低的自燃点，在空气中发生自发性化学反应而发生自燃。

对于固态的易燃性危险废物规定，本标准主要是综合参考了美国、欧盟等国家的规定。这些国家对固态易燃性的规定大体相同，均规定在正常的操作条件（常温常压）下由于摩擦、吸湿或自发化学反应容易发生燃烧而产生危害的废物是易燃性危险废物。有一点区别是，欧盟将此类废物归为高度易燃性危险废物类别中。

3、气态

本标准规定：“在 20 ， 101.3kPa 下是气体，当其在与空气的混合物中所占的体积含量 13% 时易燃烧，则该气态废弃物是具有易燃性的危险废物。在 20 ， 101.3kPa 状态下，不考虑易燃范围的下限，与空气混合，在易燃范围内气体的体积含量 12% 时，则该气态废弃物是具有易燃性的危险废物。”这类气态废

弃物通常是指废弃的贮存在密闭容器中的气态物质。本标准的规定主要参考了美国对于符合49CFR 173.300定义的易燃压缩气体的定义。该定义采用量化的表述方法,可以通过试验方法测定,具有一定的可操作性。欧盟将“常压下在空气中易燃的气态物质和制剂”归为高度易燃性废物类别中。常见的如钢瓶中充装的液化石油气(丙烷)、一氧化碳、氢、甲烷、乙炔、氯气、光气、溴甲烷等。

4、试验方法

(1) 液态易燃性试验方法

对于液态易燃性危险废物的检测,《巴塞尔公约》没有明确其测定方法,但欧美等国家基本都采用了同样的试验方法,即对液体的闪点进行测定。美国测定液体闪点的方法为 SW - 846“固体废物评价试验方法,物理/化学方法”中的 1010 和 1020A。欧盟为指令 92/32/EEC 附件五中的 A.9 法。

对此类废物的测定,国内早已有成熟的试验方法,见 GB/T 261《石油产品闪点测定法(闭口杯法)》和 GB 19521.2《易燃液体危险货物危险特性检验安全规范》。尽管 GB/T 261 适用于石油产品的,但是试验原理、试验设备与美国、欧盟等提出的方法是一致的,因此,本标准予以直接采用。GB 19521.2 直接引用了 ASTM D93:2000 或 ASTM D6450:1999 的方法测定液体的闪点。况且,这两项 ASTM 标准尚未转化为我国国家标准,本标准未采用此方法。

(2) 固态易燃性试验方法

对于固态易燃性危险废物的检测,美国和欧盟有相应的试验方法。如美国 EPA 出版物 SW - 846“固体废物评价试验方法,物理/化学方法”中的方法 1030 是测定固体废物点燃后是否持续剧烈燃烧的方法,方法 1050 是用于测定易自燃的液体和固体废物试验方法。虽然方法 1030 已颁布了,但由于试验方法的局限性,因此并非是美国 EPA 法规所要求的用来测定固体废物的易燃性方法。而方法 1050 尚未颁布。欧盟在指令 92/32/EEC 附件五中规定的试验方法 A.10 是测定固体废物持续燃烧的方法,但不是测定固体废物易燃性的方法。方法 A.15、A.16 是用于测定挥发性液体和气体废物自燃温度、固体废物相对自燃温度的方法。

对于此类废物的易燃性测定,我国于 2004 年颁布了关于易燃固体和自燃固体的危险货物危险特性检验安全规范,分别是 GB 19521.1《易燃固体危险货物危险特性检验安全规范》和 GB 19521.5《自燃固体危险货物危险特性检验安全

规范》。这两个标准是根据联合国《关于危险货物运输的建议书 规章范本》(第 13 修订版)和《关于危险货物运输的建议书 试验和标准手册》(第 4 修订版)转化而来的,并且这两个国家标准的检验方法与美国对于这几种状态的物质的测定方法相似。因为美国在制定这两种危险特性的试验方法时也参考了本国危险货物运输中的试验方法和联合国的试验和标准手册,因此在试验方法上是一致的。这两种试验方法适用于标准中“自发性化学反应而起火”和“当点燃时能剧烈并持续燃烧且产生危害的”的这两种情况的固态易燃性危险废物的方法。由于这几种试验方法都有它的适用范围,对于超出范围之外的废物只能根据处置者的专业化学知识来判断,这就要求处理处置者具有专业的化学知识才能胜任这份工作。

联合国《关于危险货物运输的建议书 规章范本》(第 14 修订版)对危险货物运输进行管制是为了尽可能防止对人或财产发生事故,防止环境、所使用的运输工具或其他货物受到损害。同时,制定的规章应不妨碍这类货物的流动,那些太危险不应受理运输的货物除外。除了这一例外情况,制定规章的目的是消除危险或使危险减到最小,从而使运输成为可能。因此,这既是一个安全问题也是一个便利运输问题。

联合国危险货物运输中大部分是危险化学品,约占到总量的 70%左右,也含有少部分危险废物的运输。对于危险化学品,基本都是纯的物质。而对于危险废物,则通常为混合物,成分是未知的,性质也不统一,但从化学角度来讲,大部分是由化学物质所组成的,因此,其性质与危险货物有一定的相似性。因此,本标准中对于易燃性和反应性的危险废物在试验方法上借鉴了危险货物运输的相关规定,是可行的。且此建议书中还特别强调,“对于废物,应考虑到其危险性和《规章范本》所载的标准,按适当类别的要求加以运输。不受《规章范本》约束但属于《巴塞尔公约》范围内的废物,可按第 9 类的要求运输。”这也为我们采用危险货物运输的相关要求作为易燃性和反应性的危险废物试验方法提供了依据。

(3) 对于气态易燃性试验方法

对于气态易燃性危险废物的检测,美国规定符合 49CFR 173.300 定义的易燃压缩气体属于易燃性危险废物,其浓度界限的测定按 ASTM E681-85 “Standard Test Method for Concentration Limits of Flammability of Chemicals (Vapors and Gases)”方法或等同的试验方法检测。欧盟在指令 92/32/EEC 附件五中规定 A. 11

为易燃气体的易燃范围的测定方法。

对此类废物的易燃性测定,我国于 2004 年颁布了一系列关于易燃气体、气体混合物和压缩气体危险货物危险特性检验规范,分别是:GB 19521.3《易燃气体危险货物危险特性检验安全规范》、GB 19521.9《气体混合物危险货物危险特性检验安全规范》和 GB 19521.10《压缩气体危险货物危险特性检验安全规范》。这三个规范是从联合国《关于危险货物运输的建议书 规章范本》(第 13 修订版)和《关于危险货物运输的建议书 试验和标准手册》(第 4 修订版)转化来的,对易燃压缩气体的危险特性的检测方法进行了详细的规定。由于标准 GB 19521.9 和 GB 19521.10 对于易燃性气体的操作步骤均采用了标准 GB 19521.3 的试验程序,因此,本标准采用 GB 19521.3《易燃气体危险货物危险特性检验安全规范》作为本标准气态易燃性的检测方法。

由于目前开发的试验方法还不够全面,未能对本标准中描述的所有情况进行检验,因此,本标准指出,“对于标准中未指明试验方法的易燃性危险废物,应根据专业知识来鉴别”。随着科学的进步和检测手段、技术的提高,在以后对本标准的不断修订中,将不定期地增加新的检验方法。

(四) 反应性危险废物

1、鉴别标准

美国、欧盟和《巴塞尔公约》对于反应性危险废物的规定均包含爆炸物、与水或空气接触后产生易燃气体的物质、与水或空气接触后产生有毒气体的物质这三类。欧盟将与水或空气接触后产生易燃气体的物质归于高度易燃性危险废物,并没有归纳到反应性危险特性中。美国还特别强调,含氰化物和含硫化物在 PH 值为 2~12.5 间由于能产生足够剂量的有毒气体,因此也属于反应性危险废物,但美国在鉴别标准文本中未对剂量做规定,仅在 SW - 846 第七章中关于氰化物和硫化物的试验方法中给出了临时参考值是 250mgHCN/kg 和 500mgH₂S/kg。但在 1998 年时美国环保署发现,给出的参考试验方法存在着严重的缺陷,因此在随后的修订过程中撤销了这两种实验方法。虽然这一撤销在一定程度上会影响危险废物的产生者对废物的判断,增加了判断这类危险废物法规地位的不确定性,但是美国环保署还是坚持相信,氰化物和硫化物废物的产生者能够不依赖试验方法而认识到这两者的剧毒性,并且能够根据他们的专业知识判断其为危险废物。另外,美国还将 49CFR 173.51 中定义的禁止炸药,或者是在 49CFR 173.53 中定

义的 A 类炸药或 49CFR 173.88 中定义的 B 类炸药纳入反应性危险废物的管理范围。

反应性特性鉴别标准的制定是为了鉴别一类极不稳定且易发生剧烈反应性爆炸的废物,为了防止在废物运输和处理过程中对工作人员造成身体的伤害,避免由于发生化学反应而释放毒性组分到空气中,以致发生爆炸和剧烈反应的事故。

本标准对反应性特征进行描述性规定时,主要参考了美国 EPA 对反应性危险废物的规定,尽量涵盖可产生反应性危险的各种情况。由于美国在定义反应性危险废物时在很大程度上主要采用了美国国家消防协会对于反应性的定义,并且由于反应性的问题既涉及到废物的内在性质,又涉及到外部环境条件,难以用简单的数字表达,所以只能根据相关方法和反应性的定义予以说明。因此,本标准在制定这类危险废物时也主要以描述性规定为主。本标准对于废弃的炸药、烟花爆竹等爆炸品也明确规定属于反应性危险废物,常见的如高氯酸、二亚硝基苯等爆炸品。常见的遇水易反应释放出易燃气体的如金属钠、氯化钾等。

本标准在反应性危险废物的规定中将氧化物和过氧化物类的废物列入其中,这一点与美国不同(美国是将其列入易燃性危险废物中的),主要是由于这类废物在产生危害时是由于氧化还原反应引起的,从化学角度讲是属于反应性质的。因此,本标准将其列入反应性危险废物当中。对于这类危险废物,各个国家的规定基本一致,均规定具有热不稳定性的,有氧化性的,可产生氧气的,可助燃的物质是危险废物。通常这类物质本身不燃烧,但是由于具有氧化性,在外力作用下如受热等而容易释放出氧气及大量的热量而产生助燃,所以也具有危险性。这类物质也包括含有两价 - O - O 结构的废物。常见的如氯酸铵、高锰酸钾、过氧化苯甲酰、过氧化甲乙酮等。

2、试验方法

《巴塞尔公约》对此类废物没有规定检测方法。

对反应性废物中的“遇水反应产生易燃、有害气体”的情况,欧盟指令 92/32/EEC 附件五中规定 A.14(爆炸性)及 A.12(与水或潮湿空气接触释放出危险数量的高度易燃气体的物质和制剂)可以作为测定反应性废物的检测方法。

美国 EPA 认为在很多情况下,没有可靠的试验方法来评价废物的潜在爆炸、

剧烈反应或在普通处理条件下释放有毒气体。因为在度量反应性定义所包含的各种类型的影响时,现有的试验方法存在着一系列缺陷,不能度量所有这些反应性特征。因此,EPA 使用描述性的标准来定义大多数可反应的废物,要求废物产生者在应用描述性的定义中用他们最佳判断来确定废物是否是规定的足够的反应性。这是因为美国认为反应性危险废物是相对罕见的,产生的数量比较少,他们的危害性已被认为是被处理者所熟知的。美国没有规定此类废物的检测方法,但是美国 EPA 认为没有适当的试验方法来测定反应性并不会引起问题。因为大多数反应性废物的产生者可通过一般专业知识来判断废物是否属于反应性危险废物。

对于氧化剂和过氧化物的检测,《巴塞尔公约》对此类物质的鉴别没有规定明确的检测方法。美国采用 SW - 846 “固体废物评价试验方法,物理/化学方法”中的方法 1040 来测定氧化性固体,但此方法不是 EPA 强制规定必须采用的。欧盟的指令 92/32/EEC 附件五中规定的 A. 17 为测定氧化性固体的试验方法。

爆炸反应原理与混合气体燃烧混合反应原理不同,爆炸性废物的本身可以进行氧化还原反应,不需要空气中的氧。而易燃气体需要与空气中的氧混合后,才能发生爆炸反应。任何一种爆炸性废物的爆炸,都需要外界供给它一定能量——起爆能。不同爆炸性废物爆炸时所需要的起爆能也不同,某一爆炸性废物所需要的最小起爆能,即为该爆炸性危险废物的敏感度。起爆能同敏感度成反比,起爆能越小,则敏感度越高。敏感度是确定爆炸性危险废物爆炸危险性的一个重要标志。爆炸性废物的敏感度同它的爆炸危险性成正比,敏感度越高,则爆炸危险性越大。

衡量爆炸性废物敏感度的指标有以下几个方面:

1、冲击感度

冲击感度是指爆炸性废物在机械冲击等外力作用下,对冲击能量的敏感程度。当爆炸性废物中混入金属屑、碎玻璃、沙石等硬物时,则冲击感度增加。当爆炸性废物中混入石蜡、硬脂酸、机油等惰性物质时,则冲击感度降低。

2、摩擦感度

摩擦感度是指爆炸性废物对受到短暂的强烈摩擦后的起爆程度。

3、热感度

热感度是指爆炸性废物对热能的敏感程度。其大小以爆发点来表示。爆发点是指将爆炸性废物加热到规定的时间而发生爆炸时的最低温度。

4、爆轰感度

爆轰感度是指爆炸性废物对起爆药爆轰产生的爆轰能量的敏感程度,通常以最小起爆药量来表示。

不同的爆炸性危险废物对不同形式的外界作用,其敏感度是不同的。一般爆炸性危险废物的起爆温度比较低,如雷汞只要温度升高到 165 时,就能起爆;苦味酸需要至 300 以上才能起爆。爆炸性废物对撞击的敏感度很高,如苦味酸为 24~32%。

安定性或稳定性是指爆炸性废物在一定的贮存期间内,不改变自身的物理性质、化学性质和爆炸性质的能力。

1、物理安定性

指爆炸性废物的吸湿性、挥发性、可塑性、结块老化、融化冻结、机械强度、收缩变形、渗油、组分分离、钝化剂失效等一系列的物理性质。

2、化学安定性

指爆炸性废物在一定的贮存条件下,在相当长的时间内不发生自身热分解,而使其化学成分及其性能保持不变的能力。硝化甘油类物质的化学安定性很低,即使在常温条件下也会分解,虽然很慢,但长期存放分解可逐渐加速,最后自燃甚至爆炸。温度、阳光、湿度均会影响其分解速度。

我国于 2004 年颁布了一系列标准作为检测危险货物危险特性的方法,它们分别是 GB 19455《民用爆炸品危险货物危险特性检验安全规范》,GB 19521.4《遇水放出易燃气体危险货物危险特性检验安全规范》,GB 19452《氧化性危险货物危险特性检验安全规范》和 GB 19521.12《有机过氧化物危险货物危险特性检验安全规范》。对于具有相似性质的危险废物来说,这些检测方法同样适用,因为美国制定试验方法时参考了联合国试验和标准手册的方法,且这些检测标准对这些危险性质的危险指标的检测均有方法。因此,本标准采用这些方法作为反应性危险废物的危险特性检验方法。

根据上述的关于爆炸性衡量指标的描述,对于爆炸性危险废物的性质鉴别,本标准仅采用试验方法 GB 19455 中的 6.4 条款规定的“撞击感度试验、摩擦感度试验和 75 热稳定性试验方法”作为爆炸性质的试验方法。

对于与水、空气接触释放出有害气体的危险废物鉴别,由于国外没有正式颁

布的成熟的试验方法,目前国内也没有现成的标准可以采用,因此,本标准暂按照《固体废物试验与监测分析方法》第五节“遇水反应性的试验方法”作为此类废物的鉴别方法。

尽管这些试验方法都存在着缺陷,不足以全面、准确地验证废物的反应性,但是本标准认为它在一定程度上还是反映了反应性危险废物的特性,因此,可以暂作为定性的试验方法,来辅助判断危险废物的反应性危险特性。

由于目前开发的试验方法还不够全面,未能对本标准中描述的所有情况进行检验,因此,本标准指出,“对于标准中未指明试验方法的反应性危险废物,应根据专业知识来鉴别。”随着科学的进步和检测手段、技术的提高,在以后对本标准的不断修订中,将不定期地增加新的检验方法。

(五) 腐蚀性危险废物

由于现行腐蚀性鉴别标准仅限于水溶性危险废物的酸碱腐蚀性鉴别,缺乏非水溶性液态废物腐蚀性的鉴别内容。因此,在此次危险废物鉴别标准修订过程中,增加了非水溶性液态废物的鉴别方法。其中经鉴别满足以下条件之一的固体废物属于危险废物:

固态、半固态的固体废物浸出液和水溶性液态废物,经测定表明其 pH 值 12.5, 或者 pH 值 ≤ 2.0 时,则说明该废物具有腐蚀性。

测试方法采用 GB/T 15555.12 固体废物腐蚀性测定,玻璃电极法进行测定。

非水溶性液态废物,如果在 55℃ 条件下,对 GB/T 699 中规定的 20# 钢材的腐蚀速率 ≥ 6.35 毫米/年,则说明该废物具有腐蚀性。

测试方法用 JB/T 7901 金属材料实验室均匀腐蚀全浸试验方法进行测定,该方法中规定了金属材料的形状和尺寸。钢材型号选取 GB/T 699《优质碳素结构钢》中规定的 20# 钢材。

说明:

将 pH 值的作为腐蚀性废物鉴别指标之一,综合考虑了如下因素:研究表明,在定义的 pH 值范围内会损害人体器官(例如,当 pH 标准超过 11.5 或低于 2.5 的范围是人类眼角膜就难以忍受)、使其他废物上的毒性污染物发生迁移、与其他废物接触产生剧烈反应和危害水生生命等,此特性制定所重点保护对象是在

运输过程中直接接触这类废物的工作人员,防止伤害到皮肤和眼睛。此外 pH 值的限定也是防止促进重金属的溶解导致污染地下水,由于不适当管理与不相容的废物混合发生反应导致起火、爆炸、产生易燃或有毒气体、产生高压损害设备以及散发有毒挥发分、烟雾和颗粒物。

在腐蚀性定义中,增加了腐蚀钢材来确定非水溶液液态废物的腐蚀性危险特性的内容,主要考虑的以下 2 个因素:

1) 该方法解决了原方法中无法测定 pH 值的液态废物腐蚀性鉴别的问题;

2) 参考了美国(EPA 的 40CFR part 261.22 的相关规定)以及我国台湾等通过腐蚀钢材的分析方法来鉴别腐蚀性危险废物,包括确定该方法的理论依据。US-EPA 定义这种腐蚀特性是因为这类废物可能从被隔离的容器中溢出或接触到外界废物,以致在运输或贮存过程与环境介质接触而产生危害,如剧烈反应或释放有害组分到环境中危害人类健康。这种情况在我国危险废物管理过程中也比较常见。其中美国以及台湾省规定的腐蚀钢材型号为 SAE1020(美国材料试验协会钢号标准,ASTM),目前这种型号的钢材被普遍用作各种容器的材质,SAE1020 对应的我国国家标准号为 GB/T 699 - 1999《优质碳素结构钢》中规定的 20# 钢材。

腐蚀性危险废物还应包括一些刺激性和致过敏性固体废物和挥发腐蚀性气态物质的固体废物,目前国内外都未制定这类废物的鉴别指标。限于研究基础的薄弱,目前只能通过《国家危险废物名录 - 废弃危险化学品目录》管理废弃的这类腐蚀性化学产品。

本标准制定了以腐蚀钢材作为危险废物腐蚀性鉴别的指标,但是对于一些非钢材类材料容器的腐蚀性鉴别指标研究体系不足,这也是美国、日本和我国面临的共同问题,在今后的研究过程中,将开展这方面的研究。

(六) 毒性危险废物

危险废物毒性特性包括浸出毒性、急性毒性初筛和毒性物质含量鉴别标准。

1、浸出毒性

(1) 浸出毒性保护目标体系

浸出毒性鉴别方法的确定:通过对各国浸出毒性鉴别保护目标体系的现状分

析, 各国浸出毒性保护的目标普遍为地下水, 这与危险废物的处置方式有关, 因为相当数量的危险废物都是通过填埋进行处置。综合分析、考虑我国危险废物产生特性和污染特征、贮存和处理处置方式, 拟将地下水作为保护目标。

(2) 浸出毒性模拟模型

浸出毒性是废物毒性特征(急性或慢性)的鉴别方法之一。综合考虑我国的危险废物产生及污染现状、贮存和处置量及方式, 酸性降水及酸雨频率对此影响情况, 确定浸出毒性的浸取方法: 通过模拟工业固体废物填埋场进行不规范填埋处置并受酸雨影响条件下, 由于有毒物质浸出通过向地下渗滤造成对地下水的污染, 来确定固体废物填埋处置所浸出的毒性物质含量。以此确定该固体废物是否表现毒性特性, 并判断其是否按危险废物管理。主要是考虑一种不利条件: 即由于重工业、燃煤造成的酸沉降(酸雨)对工业固体废物不规范填埋处置的影响(参见图 3)。

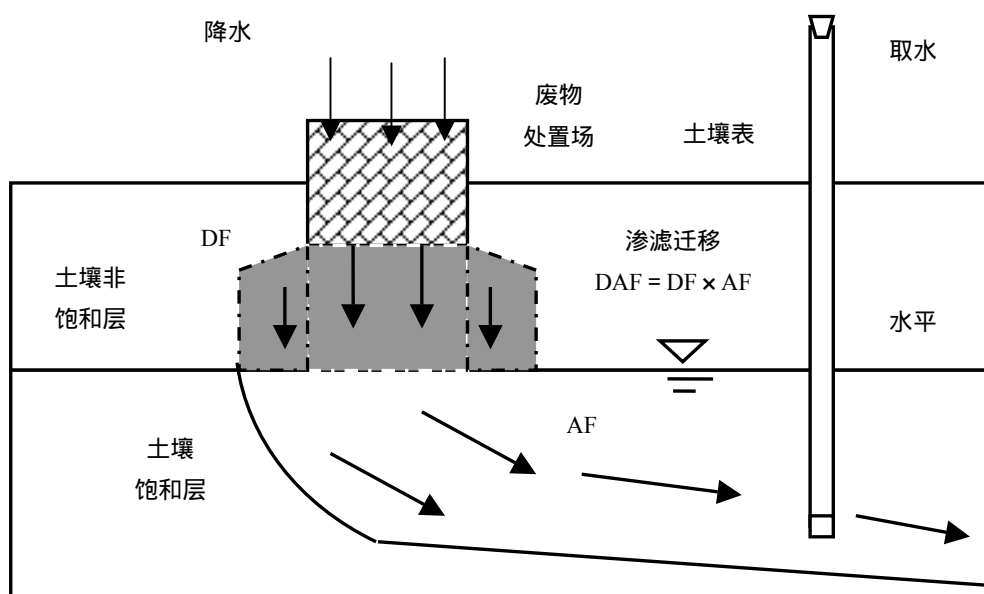


图 3 固体废物危险组分渗滤迁移模型

(3) 浸取程序主要参数的设定

a、液固比

方法学上借鉴了美国 TCLP 制定的液固比确定方法。

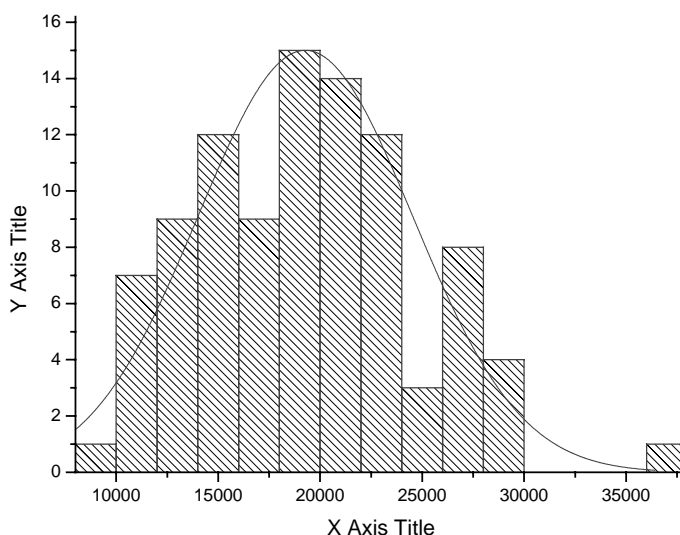
确定降雨量: 浸出毒性浸取剂液固比中降雨量的确定将依据 95 个站点近十年的观测最大值作为降雨数据库(考虑最不利条件)(见图 4), 具体值将选取以

95%的单侧置信上限 - 2800 毫米。

因此，液固比的选取参数为填埋深度 3m、年均最大降雨量为 2800mm、100%的填埋场渗透率、100%的工业固体废物、1g/cm³ 废物密度、10 年的浸出时间。则液固比计算结果为：

$$\text{液固比} = \frac{M_1(\text{浸取溶剂质量})}{M_2(\text{模拟填埋场废物质量})} = \frac{\text{年降雨量} \times \text{水密度} \times \text{单位面积} \times \text{浸出时间}}{\text{填埋深度} \times \text{废物密度} \times \text{单位面积}}$$

$$\text{液固比} = \frac{2.8\text{m} \times 1\text{g/cm}^3 \times 1 \times 10}{3\text{m} \times 1\text{g/cm}^3 \times 1} \approx 10$$



Shapiro-wilk 法检验通过， $P < 0.05$ ，呈正态分布

图 4 酸雨区域观测站 1993-2002 最大降水量正态分布图

液固比的选取还将考虑实验操作方面的因素，试验验证表明：在一个较高液固比条件下，对于一般浸出毒性物质的测定总量更高。但选取与模拟的实际情况相近的低液固比，试验操作不可行，浸出总量很少。选取比较容易浸出的高液固比，有利于浸出毒性物质，虽与实际情况有一定的差距，但结果易于国外相关参数进行比较（表 6）。因此，设计实验液固比为 10:1。目前世界上各国浸出毒性方法液固比一般为 10:1 或 20:1。

表 6 部分国家浸出毒性方法比较

国家	方法名称	液固比	浸提剂	备注
美国	TCLP 1311	20	pH 值 4.93 ± 0.05 醋酸缓冲溶液	<ul style="list-style-type: none"> ● 翻转振荡法 ● 模拟了工业固体废物与城市垃圾 (MSW) 共处置填埋条件下向地下水中渗滤废物组分过程 ● 保护目标地下水
			pH 值 2.88 ± 0.05 醋酸缓冲溶液	
	SPLP 1312	20	浓硫酸/浓硝酸为 60/40 (质量比) pH $4.20 + 0.05$ (密西西比河以东) pH $5.00 + 0.05$ (密西西比河以西)	<ul style="list-style-type: none"> ● 翻转振荡法 ● 考虑由于重工业和燃煤造成的大气污染—酸沉降对废物填埋处置的影响。保护目标为地表水和地下水
MEP 1320	20	浓硫酸/浓硝酸 - 60/40 (质量比); 缓冲液酸度通过加去离子蒸馏水直到 pH 值在 3.0 ± 0.2	<ul style="list-style-type: none"> ● 翻转振荡法 ● 模拟废物在安全填埋场 (sanitary landfill) 由于不适当处置受酸雨影响即酸性降水条件下的渗滤过程 	
日本	入场填埋溶出标准	10	pH 值为 5.8~6.3 的 HCl 溶液	<ul style="list-style-type: none"> ● 水平振荡法 ● 作为产业废弃物的填埋入场鉴别基准 ● 保护目标地下水
	投海处置溶出标准	10	中性蒸馏水	<ul style="list-style-type: none"> ● 作为产业废弃物的投海处置鉴别基准 ● 保护目标海洋
中国	浸出毒性	10	去离子水 (5.5-6.5)	<ul style="list-style-type: none"> ● 一般采用水平振荡分析方法 (或翻转法) ● 浸出项目总共 14 种
法国	EP	10	CO ₂ 和饱和蒸馏水	<ul style="list-style-type: none"> ● 在 18~25℃, 使用 CO₂ 和饱和空气的蒸馏水 (含 Cl⁻, SO₄²⁻, NO₃⁻), 使 pH=4.5, 电导 0.2~0.4 兆欧, 以此作浸提剂
德国	EP	10	蒸馏水	<ul style="list-style-type: none"> ● 用水提取, 其它同法国
意大利	EP	10	CO ₂ 饱和蒸馏水	<ul style="list-style-type: none"> ● 除提取剂外, 其余同日本
英国	EP	20	蒸馏水	<ul style="list-style-type: none"> ● 经改进的 TCLP
南非	EP	10	蒸馏水	<ul style="list-style-type: none"> ● 类似德国的方法

b、浸取剂 pH 值

浸取剂 pH 值的选取原则与降雨量的选取原则基本一致, 将依据酸雨区和重酸雨 (西南、华南、华中和华东各省和直辖市) 观测站历年酸雨出现最低酸度为数据库 (限于资料来源有限, 选取的观测值为 2000~2001 年, 具体 pH 值将选取以数值分布 95% 的单侧置信下限, 见图 5。

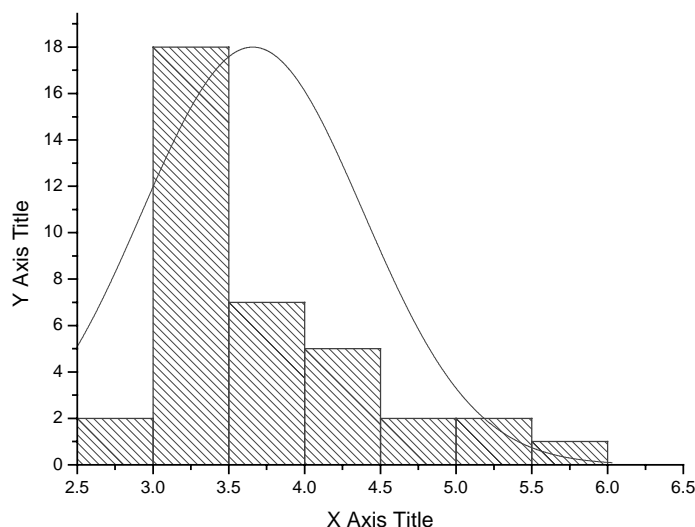


图5 酸雨观测站最小pH值分布图（右偏分布）

pH 值以 95% 的置信下限为 3.2。试验操作上表明：通常废物中毒性物质在低的 pH 值（即较高的酸度）下条件浸出总量更高，但部分金属浸出量与酸度的趋势不明显（Pb 和 Zn 两性金属）。因此，结合试验分析，依据最不利条件原则，浸取剂 pH 值设定在 3.2 ± 0.05 。

c、浸取剂类型

根据对中国酸雨类型的研究，以及结合能源结构和二氧化硫的污染现状和趋势，选取浓 H_2SO_4 配比浓 HNO_3 为 2 : 1（质量比），主要考虑以下两个方面的原因：

（1）考虑到我国能源结构合二氧化硫的污染现状和趋势，随着煤炭在能源结构中的减少，二氧化硫排放量减少， SO_4^{2-} 的比例在酸雨中会逐步降低，但同时日益增多的汽车排放尾气造成的 NO_x 量增多，也使得酸雨中 NO_3^- 离子浓度会有所增加。但是在相当长时期内酸雨仍以硫酸型为主。

（2）尽管我国酸雨类型中硫酸根离子偏高，但考虑实验操作上的原因，选取比例相比酸雨实际情况偏低。因为酸性条件下， SO_4^{2-} 含量过高，容易与金属离子形成硫酸盐络合物或难溶化合物，使得浸取液中金属离子分析量减少，导致废物毒性鉴别分析误差较大。

d、小结

浸出毒性试验主要参数设置如下：

- (1) 浸出毒性液固比：设计实验液固比为 10 : 1。
- (2) 浸取液初始酸度 - pH 值：浸取液酸度为 $\text{pH} = 3.2 \pm 0.05$ 。
- (3) 浸取液类型：选取浓 H_2SO_4 配比浓 HNO_3 为 2 : 1 (质量比)。

浸出参数作为固体废物浸出毒性浸出方法的制定依据和理论基础。

(4) 浸出项目和标准值的确定

a、浸出项目的确定

由于研究基础较为薄弱,目前也不太可能开展 TCLP 方法学中的大规模普查,在此采用美国 EPA 确定的方法学。以地下水环境质量标准、地表水环境质量标准、污水综合排放标准为浸出毒性的制定依据。

浸出项目的确定可不含水质标准中规定的色味、 BOD_5 、总磷以及石油类等这类有关物理的、环境和美学等指标。结合我国水环境质量标准规定的污染指标、这些物质的毒性特征(有毒、三致等急性或慢性毒性),拟定我国浸出毒性项目 46 种,涵盖了水质标准中规定的所有无机重金属、有机物。这些物质中分别在以下标准中有规定(部分指标在不同标准中均有规定)：

- 地下水环境质量标准 (GB/T 14848) 中规定的物质有15种。
- 地表水环境质量标准 (GB 3838) 中规定的物质有10种。
- 污水综合排放标准 (GB 8978) 第一类污染物排放标准中规定的物质11种；第二类污染物排放标准中规定的物质33种。

综合以上项目,浸出项目的总数量为 46 种,规定的这 46 类项目涵盖了危险废物鉴别标准 - 浸出毒性鉴别 (GB 5085.3) 中规定全部 14 个项目；包涵了 USEPA-TCLP 浸出项目 (共 40 种) 中的 21 个鉴别项目 (重金属、无机毒性物质和部分挥发性、半挥发性有机物,农药、杀虫剂),其它 19 个项目 (主要为挥发性、半挥发性有机物,农药、杀虫剂) 在我国水环境质量标准中未作规定因此不予考虑。浸出项目以此次修订为主,依据实际情况和管理要求加以增补或删除。

b、标准值的确定

浸出项目的标准值参照基准将以水质标准中规定的生活饮用水源标准(见表7)。由于浸出毒性是模拟工业固体废物不规范填埋处置并受酸雨浸出影响对地下水造成的污染,污染组分的释放对环境保护目标-地下水的影响会有一定的稀释作用,鉴于我国缺乏这方面的研究成果,将借鉴TCLP、日本毒性特征制定的DAF稀释倍数关系。

- 地下水质量标准(Ⅲ类)和地表水环境质量标准(Ⅲ类)以稀释倍数($\times 100$ 倍)来确定浸出标准值;
- 污水综合排放标准(一级标准)将以稀释倍数($\times 10$ 倍,借鉴日本制定的DAF系数)。

鉴于部分项目在不同标准的指标中均有规定标准值,所以选取的基准值的优先顺序依次为-“地下水质量标准”、“地表水环境质量标准”和“污水综合排放标准”。

表7 浸出毒性鉴别标准值和测定方法

序号	项目	标准值 (mg/L)	分析方法	方法来源
无机元素及化合物类				
1	铜(以总铜计)	100	原子吸收分光光度法	GB/T 15555.2
2	锌(以总锌计)	100	原子吸收分光光度法	GB/T 15555.2
3	镉(以总镉计)	1	原子吸收分光光度法	GB/T 15555.2
4	铅(以总铅计)	5	原子吸收分光光度法	GB/T 15555.2
5	总铬	15	二苯碳酰二肼分光光度法	GB/T 15555.5
6	铬(六价)	5	二苯碳酰二肼分光光度法	GB/T 15555.4
7	有机汞	不得检出	气相色谱法*	GB/T 14204
8	汞及其化合物(以总汞计)	0.1	冷原子吸收分光光度法	GB/T 15555.1
9	铍(以总铍计)	0.02	铬菁R分光光度法*	HJ/T 58
10	钡(以总钡计)	100	电位滴定法*	GB/T 14671
11	镍(以总镍计)	5	直接吸入火焰原子吸收法	GB/T 15555.9
12	总银	5	火焰原子吸收分光光度法*	GB 11907
13	砷(以总砷计)	5	二乙基二硫代氨基甲酸银分光光度法	GB/T 15555.3
14	硒(以总硒计)	1	石墨炉原子吸收分光光度法*	GB/T 15505
15	无机氟化物(不包括氟化钙)	100	离子选择性电极法	GB/T 15555.11
16	氰化物(以CN ⁻ 计)	5	硝酸银滴定法*	GB 7486

有机农药类				
17	滴滴涕	0.1	气相色谱法*	GB 7492
18	六六六	0.5	气相色谱法*	GB 7492
19	乐果	不得检出	气相色谱法*	GB 13192
20	对硫磷	不得检出	气相色谱法*	GB 13192
21	甲基对硫磷	不得检出	气相色谱法*	GB 13192
22	马拉硫磷	不得检出	气相色谱法*	GB 13192
非挥发性有机化合物				
23	硝基苯	20	气相色谱法*	GB 13194
24	二硝基苯	20	气相色谱法*	GB 11939
25	对-硝基氯苯	5	气相色谱法*	GB 13194
26	2,4-二硝基氯苯	5	气相色谱法*	GB 13194
27	邻-二氯苯	4	气相色谱法*	GB/T 17131
28	对-二氯苯	4	气相色谱法*	GB/T 17131
29	氯苯	2	气相色谱法*	HJ/T 74
30	五氯酚及五氯酚钠 (以五氯酚计)	50	气相色谱法*	GB 8972
31	苯酚	3	气相色谱法*	生活饮用水水质卫生规范
32	间-甲酚	1	气相色谱法*	生活饮用水水质卫生规范
33	2,4-二氯酚	6	电子捕获-毛细色谱法*	生活饮用水水质卫生规范
34	2,4,6-三氯酚	6	电子捕获-毛细色谱法*	生活饮用水水质卫生规范
35	苯并(a)芘	0.0003	高效液相色谱法*	GB 13198
36	邻苯二甲酸二丁脂	2	液相色谱法*	HJ/T 72
37	邻苯二甲酸二辛脂	3	气相色谱法*	生活饮用水水质卫生规范
挥发性有机化合物				
38	苯	1	液上气相色谱法*	GB 11890
39	甲苯	1	液上气相色谱法*	GB 11890
40	乙苯	4	液上气相色谱法*	GB 11890
41	二甲苯	4	液上气相色谱法*	GB 11890
42	丙烯腈	20	气相色谱法*	生活饮用水水质卫生规范
43	三氯甲烷	3	顶空气相色谱法*	GB/T 17130
44	四氯化碳	0.3	顶空气相色谱法*	GB/T 17130
45	三氯乙烯	3	顶空气相色谱法*	GB/T 17130
46	四氯乙烯	1	顶空气相色谱法*	GB/T 17130

注：*暂时参照水质测定的国家标准及规范，待有关固体废物的国家标准方法发布后，执行相应国家标准。

2、毒性物质含量鉴别标准和急性毒性初筛鉴别标准

(1) 现行鉴别标准存在的问题分析和解决方法

我国现行危险废物鉴别标准 - 急性毒性初筛鉴别标准方法规定：对小白鼠（或大白鼠）经口灌胃，经过 48h，死亡超过半数者，则该废物是具有急性毒性

的危险废物。现行标准存在的主要问题在于：

- 可操作性差。管理实践表明，限于实验条件和分析时间上的限制，地方环境保护主管部门和企业一般较少采用这种鉴别标准；
- 现行标准无法评估致癌性、致畸性、致突变性危险废物的长期毒性效应；
- 现行标准无法检测非水溶性危险废物的急性毒性；
- 待鉴别废物中含有的毒性物质不明确，缺乏分级管理目标。

针对上述问题，对《急性毒性初筛》鉴别标准进行了修订，并制定了《毒性物质含量鉴别标准》。

修改后的《急性毒性初筛》鉴别标准作为毒性物质列表的制定依据。并且可以鉴别尚不明确废物中的急性毒性物质的固体废物类别。《毒性物质含量鉴别标准》可依据规定的毒性物质的危害特征，制定不同的含量指标 - 即剧毒性、有毒性、致癌性、致畸性和致突变性含量鉴别标准，并明确毒性物质的分析方法，该标准还可以鉴别不同物理形态的废物类别。

《急性毒性初筛鉴别标准》的特点

修改后的《急性毒性初筛鉴别标准》采用《化学品毒性鉴定技术规范》(卫生部，2005)中规定的“急性吸入毒性试验”、“急性经皮毒性试验”和“急性经口毒性试验”，取代原标准中附录A《危险废物急性毒性初筛试验方法》的试验方法，并对鉴别标准作了调整。该方法存在以下特点：

1) 对于不明确所含毒性物质的固体废物及其混合物可以采用该方法进行急性毒性鉴别。满足规定鉴别标准值则按照危险废物管理。

2) 范围广泛：鉴别废物的范围不再限于水溶性固体废物的急性毒性鉴别，对于非水溶性的固态废物也有相应的鉴别方法；

3) 鉴别指标明确：以动物试验经口 LD50 500 mg/kg、经皮 LD50 2000 mg/kg 和吸入 LC50 2mg/L 作为固体废物表现急性毒性的指标。即该分级指标依照《化学品毒性鉴定技术规范》中规定的有毒物质的划分标准。

从保护人类健康和生态环境的角度出发，该鉴别标准值的制定考虑了一种不利的情况，以有毒作为危险废物管理的范畴。

4) 科学合理性：以半致死量 LD50 或 LC50 作为毒性废物的鉴别标准值是发达国家的通常做法。例如美国将固体废物的动物试验半致死量 (LD50) 作为列入

危险废物名录的主要依据之一。欧盟将动物试验半致死量(LD50)作为毒性物质的分级指标,对于不同毒性级别的物质制定了对应的含量标准。

《毒性物质含量鉴别标准》的特点

《毒性物质含量鉴别标准》如表 8。

表 8 毒性物质含量鉴别标准

毒性物质类别	含量标准(质量百分比, W/W)	附录
有毒性	3%	A(172种)
剧毒性	0.1%	B(45种)
致癌性	0.1%	C(66种)
致突变性	0.1%	D(7种)
致畸性	0.5%	E(11种)

1) 参考欧盟“危险废物毒性物质含量鉴别标准”的方法学,即含量鉴别标准和相应毒性物质列表,这些物质为已明确的有毒、剧毒物质或致癌性、致畸性和致突变性物质,可以通过分析方法确定其在废物中的含量。

2) 依据废物产生特点和工艺来源,通过实际管理经验能明确废物中的毒性物质类别,则测算其中含量的范围,并依据毒性物质分级指标和含量标准直接判断是否属于危险废物。

3) 明确了毒性物质种类,针对性强,有相应分级管理指标。

(2)《毒性物质含量鉴别标准》制定依据

我国毒性物质分级指标

依据《中华人民共和国公共安全行业标准 - 剧毒物品分级、分类与品名编号(GA 57)》、《常用危险化学品的分类和标志(GB 13690)》,急性毒性物质的定义、分级方式、方法见表 9,分为剧毒、有毒两个等级。在《常用危险化学品的分类和标志》中列出了 354 种剧毒性和有毒性物质,在《剧毒化学品目录》(2002 年版)中列出的 335 种剧毒化学品。目前我国没有专门对“三致”毒性物质制定分类标准,也没有列出清单。其中有毒和剧毒物质的定义如下:

有毒物质(GB 13690):指进入肌体后,累积达一定的量,能与体液和器官组织发生生物化学作用或生物物理学作用,扰乱或破坏肌体的正常生理功能,引起某些器官和系统暂时性或持久性的病理改变,甚至危及生命的物质。有毒物质

动物试验中,经口摄取半数致死量:固体 LD₅₀ 500mg/kg;液体 LD₅₀ 2000mg/kg;经皮肤接触 24h,半数致死量 LD₅₀ 1000mg/kg;粉尘、烟雾及蒸气吸入半数致死量 LC₅₀ 10mg/L 的固体或液体。

剧毒物质(GA 57):指少数侵入机体,短时间内即能致人、畜死亡或严重中毒的物质。剧毒物质动物试验中,经口服半数致死量 LD₅₀≤50mg/kg 的固体、液体,经皮肤接触半数致死量 LC≤2mg/l 的固体或液体,以及吸入的半数致死浓度符合下述标准液体或气体:V≥LC 和 LC≤300ml/m³。

表 9 我国急性毒性物质或物品分级指标

级别	老鼠 LD ₅₀ 经口 (mg/kg)	老鼠或兔子 LD ₅₀ 经 皮 (mg/kg)	老鼠 LC ₅₀ 吸入气溶胶、颗粒、 气体或蒸汽 (mg/L/4h)
剧毒	50	200	0.5 (气溶胶、颗粒)
			2.0 (气体或蒸汽)
有毒	500(固体) 2000 (液体)	1000	<10 (气溶胶、颗粒)
			<10 (气体或蒸汽)

依据《化学品毒性鉴定技术规范》,致癌性、致突变性和致畸性物质的定义和化学品的致癌性、致突变性和致畸性检测分析试验方法分别如下:

1) 致癌性物质是指能引起肿瘤发生率和/或类型增加、潜伏期缩短效应的物质。其中《化学品毒性鉴定技术规范》中第四阶段试验方法-“致癌试验, Carcinogenicity Study”规定了动物致癌试验的基本原则、要求和方法,适用于检测化学品的致癌性。试验目的是通过一定途经(经口、经皮或吸入),动物在正常生命期的大部分时间内反复接触不同剂量(浓度)的受试化学物,观察化学物对实验动物的致癌作用。当某种化学物质经短期筛选试验证明具有潜在致癌性,或其化学结构与某种已知致癌剂十分相近时,而此化学物质有一定实际应用价值时,就需用致癌性试验进一步验证。动物致癌性试验为人体长期接触该物质是否引起肿瘤提供资料。

2) 致突变性物质是指能引起原核或真核细胞、或实验动物遗传物质发生结构和/或数量改变效应的物质。其中《化学品毒性鉴定技术规范》中“参考试验”规定了动物致突变试验的基本原则、要求和方法,适用于检测化学品的致突变性。

3) 致畸性物质是指能在胚胎发育期引起胎仔永久性结构和功能异常效应的物质。其中该《化学品毒性鉴定技术规范》中第三阶段试验方法-“致畸试验,

Teratogenicity Test”规定了动物致畸试验的基本原则、要求和方法,适用于检测化学品的致畸性。试验目的是检测妊娠动物接触化学品后引起胎仔畸形的可能性。

欧盟毒性物质分级指标

依据欧盟 67/548/EEC (有关危险化学品分类、包装和标识的要求)及修订指令 94/904/EC,制定的毒性级别分类见表 10。欧盟分为剧毒、有毒、有害 3 个等级,而我国仅分剧毒、有毒两个等级,在毒性物质的划分等级上欧盟更为完整。

表 10 欧盟毒性物质分级指标

级别	老鼠 LD50 经口 (mg/kg)	老鼠或兔子 LD50 经皮 (mg/kg)	老鼠 LC50 吸入气溶胶、颗粒 //气体或蒸汽 (mg/L/4h)
剧毒	25	50	0.25
			0.5
风险类别	R39/28	R39/27	R39/26
有毒	25 - 200	50 - 400	0.25 - 1
			0.5 - 2
风险类别	R39/25	R39/24	R39/23
有害	200 - 2000	400 - 2000	1 - 5
			2 - 20
风险类别	R40/22	R40/21	R40/20

注: Rx 代表该物质的风险,如 R39 代表急性毒性, R26-28 为剧毒。

《巴塞尔公约》规定危险特性 H11 (延迟或慢性毒性)和 H6.1 急性毒性,欧盟通过采用化学物质含量鉴别标准来评估这种特性,在指令 2000/532/EEC 中制定了有毒性、剧毒性和致癌性、致畸性和致突变性物质的含量鉴别标准(见表 11),但没有列出有毒和剧毒物质的具体分类清单和分析方法。而致癌性、致突变性和致畸性物质都有相关列表,见指令 76/769/EEC、2003/34/EC。

各成员国可依据本国化学品污染特征列出毒性物质清单和分析方法,如奥地利采用了欧盟的含量鉴别标准,毒性物质列表则采用本国《化学品管理条例》中列出的毒性物质清单。

表 11 欧盟指令 2000/532/EEC 制定的危险废物毒性物质含量鉴别标准

毒性物质类别	含量标准
剧毒性 R39/28、R39/27、R39/26	0.1%
有毒性 R39/25、R39/24、R39/23	3%

有害性 R40/22、R40/21、R40/20	25%
致癌性 1 类或 2 类 (R45)	0.1%
致癌性 3 类 (R40)	1%
致畸性 1 类或 2 类 (R46)	0.5%
致畸性 3 类 (R40)	5%
致突变性 1 类或 2 类 (R47)	0.1%
致突变性 3 类 (R40)	1%

“三致”毒性物质在指令 76/769/EEC (修改指令 2003/34/EC、2003/36/EC) (有关评估和控制现有物质风险的指令) 中列出了清单。

、致癌性物质，致癌性 1 类和 2 类共 110 种，暂无致癌性 3 类物质：

- a) 类别 1：已知对人类致癌的物质；
- b) 类别 2：被认为可能对人类具有致癌性的物质；
- c) 类别 3：由于可能对人类致癌而引起关注的物质，但是还不足以将其归为类别 2；

、致突变物质，致突变性 1 类共 15 种，暂无致突变性 2 类和 3 类物质：

- a) 类别 1：已知对人类可以致突变的物质；
- b) 类别 2：被认为可能对人类具有致突变的物质；
- c) 类别 3：由于可能致突变而引起人们关注的物质，但是还不足以将其归为类别 2。

、致畸性物质，可能损害生育能力，对未出生的婴儿有害，致畸性 1 类和 2 类共 40 种，暂无致畸性 3 类物质：

- a) 类别 1：已知的损害人类生育的物质，或已知对人类繁衍具有毒性的物质；
- b) 类别 2：被认为可能损害人类生育能力的物质，或被认为可能对人类产生繁衍毒性的物质；
- c) 类别 3：对人类生育能力产生影响的物质，或由于可能对人类产生繁衍毒性作用而引起关注的物质。

欧盟危险废物毒性物质含量鉴别标准制定的方法学

在欧盟指令 67/548/EEC 中明确规定了急性毒性物质鉴别标准值的制定原则，标准值的制定综合考虑了毒性物质的风险与安全评价，具体的方法学如下：

1) 确定毒性物质的危险特性, 即对毒性物质进行危险性评估 (Hazard Assessment)。通过毒理数据具体说明这些物质引起过敏、致癌、对水体环境的毒害等危险特性, 其中急性毒性分级指标见表 10;

2) 确定危险废物的暴露 (Exposure) 途径。假设废物通过某种暴露途径造成严重的伤害, 急性和“三致”毒性物质考虑的暴露途径主要是经口、皮肤接触和吸入。

- 经口暴露: 食物及饮水经口摄入;
- 呼吸进入体内;
- 皮肤暴露: 身体表面吸入。

3) 急性危害 (短期暴露产生的即时或延迟的负面影响) 和长期毒性试验, 试验方法在指令 67/548/EEC 附录 (物理化学特性、毒性和生态毒性试验方法) 中作了明确规定。长期毒性试验重点考虑致癌、致畸和致突变毒性物质, 这些物质一般要经过 1-5 年的毒性试验, 并在随后进一步评估其对人体健康和环境的影响。

根据指令 67/548/EEC, 在化学品销售量超过 10kg 时, 即需要试验评估其对人体健康和环境的风险。如果年产量 > 100 吨, 该物质需要进行长期毒性的专项试验。欧盟现有化学品数量 100106 种, 销售量超过 1 吨的物质估计有 30000 种, 产量超过 100 吨的化学品约 5000 种, 占 15%。其中 850 种被分类为致癌性、致突变性和致畸性的化学品; 持久性有机污染物 (POPs) 化学品 16 种。所有的化学品中 140 种物质被欧盟确认为重点物质并需实施综合风险评估。

通过以上风险评估和急性危害/长期毒性试验, 欧盟确定了各种物质在表现剧毒、有毒、有害、致癌、致畸、致突变等危害特性时的最低含量, 表 12 列出了毒性物质危害特性类别和含量标准。

表 12 欧盟毒性物质特性和含量标准

化学名称	CAS No	主要危害特性类别	含量标准和风险级别
光气, 碳酰氯	75-44-5	T+ : R26	C 5% : T+
二硫化碳	75-15-0	T : R48/23-62-63	C 20% : T
福美双; 双硫胺甲酰	137-26-8	Xn : R20/22-48/22	C 25% : Xn
福美锌	137-30-4	T+ : R26	C 25% : T+
二甲氨基甲酰氯	79-44-7	Carc. Cat. 2 : R45	C 25% : T
异丙隆	34123-59-6	Carc. Cat. 3 : R40	C 2.5% : Xn

化学名称	CAS No	主要危害特性类别	含量标准和风险级别
亚硝酸二环己铵	3129-91-7	Xn : R20/22	C 10% : Xn
亚硝酸钠	7632-00-0	T : R25	C 25% : T
六氟硅酸镁	16949-65-8	T : R25	C 10% : T
四氢噻吩-1,1-二氧化物	126-33-0	Xn : R22	C 25% : Xn
1,3-丙磺酸内酯	1120-71-4	Carc. Cat. 2 : R45	C 25% : T
三氯化铈	10025-91-9	C : R34	C 10% : C
乙苯	100-41-4	Xn : R20	C 25% : Xn
...

注：本表来自 Directive 67/548/EEC Annex I。其中 C 为毒性物质含量，T、Xn、Carc、Cat、C 等为危害特性代号，R 代表危险特性定义和类别。Annex I 中列出了 001 - 650 个不同类别化学物质，共计 3366 种物质或物质类别，大部分类别规定了具体物质的含量标准。

A) 当废物中含有一种或以上剧毒物质，则通过危害特性的叠加，风险度大于等于 1 时表明该废物有害：

$$\sum[(PT^+ / LT^+)] \geq 1 \quad (1)$$

B) 当废物中含有二种或以上毒性物质(剧毒和有毒),通过危害特性的叠加,风险度大于等于 1 时表明该废物有害：

$$\sum[(\frac{PT^+}{LT^+} + \frac{PT}{LT})] \geq 1 \quad (2)$$

C) 当废物中含有三种或以上毒性物质(剧毒、有毒和有害),通过危害特性的叠加,风险度大于等于 1 时表明该废物有害：

$$\sum[(\frac{PT^+}{LT^+} + \frac{PT}{LT} + \frac{PX_n}{LX_n})] \geq 1 \quad (3)$$

其中，PT₊、PT、PX_n为分别为废物中各种毒性物质的含量；LT₊、LT、LX_n分别为废物中每一种毒性物质表现有害风险时的特定含量（上表 5 规定的限值）。

4) 确定含量标准

欧盟根据上述 67/548/EEC 毒性物质特性和含量标准，制定了急性毒性物质含量分级指标，见表 13。

表 13 急性毒性物质含量分级指标

毒性特性类别	含量范围		
	T+	T	Xn
剧毒物质 (R26, R27, R28)	C 7%	1%<C<7%	0.1% C<1%
有毒物质 (R23, R24, R25)		C 25%	3% C<25%
有害物质 (R20, R21, R22)			C 25%

注：本表来自 94/904/EC。C 为废物中含量比例，T+、T、Xn 为风险级别，分别为剧毒、有毒和有害效应。

依据最不利原则，欧盟认为：废物中急性毒性物质超过下列含量时将表现出有害特征，按照危险废物进行管理：

- 、一种及一种以上剧毒性物质 (T+) 的总含量为 0.1%；
- 、一种及一种以上有毒性物质 (T) 的总含量为 3%；
- 、一种及一种以上有害性物质 (Xn) 的总含量为 25%。

欧盟根据上述 67/548/EEC 致癌性、致畸性和致突变性物质特性和含量标准，制定了“三致”毒性物质含量分级指标，见表 14。

表 14 致癌性、致突变性和致畸性毒性物质含量分级指标

毒性物质类别	含量范围	
	T	Xn
R45, 致癌性 1 类或 2 类	0.1%	
R40, 致癌性 3 类		1%
R46, 致突变性 1 类	0.1%	
R46, 致突变性 2 类		0.1%
R40, 致突变性 3 类		1%
R47, 致畸性 1 类或 2 类	0.5%	
R40, 致畸性 3 类		5%

注：本表来自 94/904/EC。T、Xn 为风险级别，分别为有毒和有害效应。

依据最不利原则，欧盟认为：废物中“三致”毒性物质超过下列含量时表现为“三致”毒性特征，按照危险废物进行管理：

- 、一种及一种以上致癌性 1 或 2 类 (R45) 的含量为 0.1%；
- 、一种及一种以上致癌性 3 类 (R40) 的含量为 1%；
- 、一种及一种以上致突变性物质 1 或 2 类 (46) 的含量为 0.1%；

- 、一种及一种以上致突变性物质 3 类 (R40) 的含量为 1% ;
- 、一种及一种以上致畸性物质 1 或 2 类 (47) 的含量为 0.5% ;
- 、一种及一种以上致畸性物质 3 类 (R40) 的含量为 5%。

小结

1) 在急性毒性的测试方法上,我国和欧盟都采用了 OECD (世界经济与合作组织) 试验指南程序 (Test Guidelines Programme) 的实验方法,即都通过大鼠半致死剂量 (LD50 或 LC50) 来表示某种物品或物质是否表现急性毒性,每一种毒性物质半致死剂量是一致的;

2) 相比较欧盟而言,我国确定的剧毒和有毒剂量标准更为严格,即所涵盖的急性毒性物品或物质数量更多;根据毒性物质半致死剂量,欧盟分为剧毒、有毒、有害 3 个等级,而我国仅分剧毒、有毒两个等级,在毒性物质的划分等级上欧盟更为完整。

3) 欧盟制定了“三致”物质毒性含量鉴别标准,并且列出了通过研究确定或可疑表现“三致”物质类别。我国目前仅对“三致”毒性物质进行了定义和分类,在《化学品毒性鉴定技术规范》(2005 年)对“三致”毒性物质进行了定义并指明了鉴定方法,但是没有列出相应的物质类别。但是我国和欧盟在“三致”物质划分级别上是一致的(HJ/T 154《新化学物质危害评估总则》),例如,对于“致癌性”物质划分为人体确认致癌物、人体可疑致癌物和人体致癌性不确定三个级别。

我国毒性物质含量鉴别标准的确立

从保护人类身体健康和生态环境的角度出发,依据从严原则,采用我国国标定义的剧毒、有毒分级标准,作为危险废物急性毒性分级标准。暂不纳入欧盟有害物质分级标准,我国尚未制定有害性毒性的毒性级别,也无对应物质或物品,将依据今后研究成果进行增补。

(1) 急性毒性物质含量标准和物质列表

由于我国缺乏相关的基础研究,危险废物有毒和剧毒物质含量鉴别标准借鉴欧盟的鉴别标准值(欧盟 EEA 的指令 2000/532/EEC 的相关规定,在标准文本格式上按 GB/T1.1-2000 做了编辑性修改)。

含量鉴别标准中附表列出的有毒和剧毒物质主要有三种来源,其一,我国《常

用危险化学品的分类和标志 GB13690-92》中列出的 300 种有毒化学品和 54 种剧毒化学品；其二，我国卫生部、国家质量监督检验检疫总局、铁道部、交通部和中国民用航空总局确定的《剧毒化学品目录》(2002 年版)中列出的 335 种剧毒化学品；其三，来自世界卫生组织 (WHO) 国际化学品安全规划署 (IPCS) 制定的《环境健康基准》(EHC) 中列出的 231 种毒性物质和物品。

上述毒性物品或物质清单中有检测分析方法的作为鉴别标准附表列出，其中有毒物质 172 种和剧毒物质 45 种；

确定以上物质作为标准列表综合考虑了以下 5 种因素：

1) 已研究证实的毒理数据表明：低剂量物质对人类健康或生态环境具有直接或潜在危害，通过 LD50、LC50 等说明。这些化学物质的毒性、环境行为、健康效应方面的研究比较充分；

2) 参考了国标《常用危险化学品的分类与标志 GB 13690-92》中明确列出的有毒和剧毒品；

3) 参考了《剧毒化学品目录》(2002 版)中明确列出的剧毒品；

4) 综合考虑 WHO 国际化学品安全规划署列出的全球范围类备受关注的毒性化学品；

5) 综合考虑国务院环境行政主管部门通过长期的管理和评估认定的具有急性毒性危害的危险物质。

6) 这些物质在废物中的含量可以通过特定的分析方法进行检测；

(2)“三致”毒性物质含量标准和物质列表

由于我国缺乏相关的基础研究，危险废物“三致”物质含量鉴别标准借鉴欧盟的鉴别标准值(欧盟 EEA 的指令 2000/532/EEC 的相关规定，在标准文本格式上按 GB/T1.1-2000 做了编辑性修改)。

含量鉴别标准中附表列出的“三致”毒性物质主要有两种来源为：其一，欧盟环境署在指令 76/769/EEC 中列出的 110 种致癌性 1 类和 2 类物质、15 种致突变性 1 类和 2 类物质和 44 种致畸性 1 类和 2 类物质，欧盟制定的“三致”物质主要是通过致癌、致突变和致畸性的长期效应专项试验；其二，其中致癌物质还参考了世界卫生组织国际癌症研究机构(International Agency for Research on Cancer, IARC)最新公布和更新各类已经判定的致癌物质(因子)名单，截止 2004 年 7 月，IARC 已经评估确定第 1 类人类致癌物质(因子)和第 2 类可能人类

致癌物质(因子)共计 401 种。

上述“三致”毒性物质清单中有检测分析方法的作为鉴别标准附表列出,其中致癌性物质 66 种、致突变性物质 7 种,致畸性物质 11 种。

“三致”物质将根据我国、世界卫生组织 IARC、美国以及欧盟等国家和地区的研究成果进行定期修订,增补新出现的“三致”毒性物质。

由于化学品的复杂多样性,新的化学品也不断出现;此外随着科学研究、分析技术手段的进步和提高,以及经济水平和管理体制的完善,剧毒、有毒和“三致”性物质在现有的法律法规管理体制下会有所调整。因此,毒性物质含量鉴别标准附录以外的,但满足剧毒、有毒和“三致”物质的定义,且超出标准中规定的标准值的,按照危险废物管理。其中剧毒和有毒物质和“三致”性物质的定义和鉴别指标按照《化学品毒性鉴定技术规范》(卫生部,2005 年)中的定义进行判定。

我国毒性物质含量鉴别标准分析方法

毒性物质含量分析方法参考《危险废物特性鉴别标准测试手册》(中国环境科学出版社,2005)执行。

(七)生态毒性和感染性毒性危险废物

1、生态毒性

危险特性中定义了生态毒性。有毒化学品对生态环境造成的毒性危害定义为生态毒性,国内外对于化学品的生态毒性特性研究比较深入和全面,在化学品生态毒性的评估指标方面包括:1)水生毒性,对鱼类(LC50),无脊椎动物(EC50,半数有效剂量),藻类和细菌(IC50,病毒选择指数)的急性毒性危害;2)生物降解性;3)非生物降解性;4)生物富集或生物积累性。

巴塞尔公约、欧盟环境署和南非等国家和地区都对危险废物生态毒性有所定义。但是缺乏相应明确的鉴别标准。美国、日本等国家在危险废物特性及鉴别指标中未作规定。由于有关废物生态毒性的基础研究目前尚不够全面(如缺乏生态毒性物质毒理数据和废物污染特征研究),生态毒性的废物鉴别过程中也存在试验验证等问题,目前只能通过急性毒性、“三致”毒性和浸出毒性间接保护。

2、感染性

危险特性中定义了感染性,但是目前仍无法明确制定鉴别标准,这是世界各国共同面临的问题。巴塞尔公约及欧盟环境署都对感染性作了叙述性定义,但是都缺乏明确的测试方法及鉴别标准,理论上讲,感染性特性可以比较明确地定义,如含有大量“致病微生物”及“化学药剂”,具有“空间传染”、“急性传染”和“潜伏性传染”等危险特性,但实际上感染性特性作为一种风险概率,无法准确测试及制定相关标准,此外目前对于感染性废物的污染特征研究基础也比较薄弱。根据《医疗废物管理条例》,卫生部和环境保护总局制定了《医疗废物分类目录》,界定了医疗废物的来源和类型,为医疗废物的分类管理提供了有利依据,《国家危险废物名录》修订稿中卫生行业产生的危险废物参照《医疗废物分类目录》中列出的废物分类清单进行管理,这类废物定义为感染性危险废物。

五 标准实施

1、采样点的规定

对于在生产活动中产生的废物,为了防止废物的产生者将危险废物与一般废物混合在一起,而逃避作为危险废物来管理的情况发生,本标准规定:“应根据废物产生的工艺以及生产原料的使用等情况在废物产生处采样”,这样可以最大限度地避免这种情况的发生。

对于商业活动或生活中产生的废物,这里包括办公、化工产品商店等产生的危险废物。由于这些情况下产生的危险废物分布范围广,比较零散,数量较少且不容易集中,本标准规定按照 HJ/T20《工业固体废物采样制样技术规范》规定确定具体的采样点。

2、采样方法的规定

对于固态、液态和半固态废物的采样,HJ/T 20《工业固体废物采样制样技术规范》中对不同形态的废物取样法进行了描述,可根据试验的不同要求采取不同的试验方法。

对于气态的危险废物的采样方法,由于本标准是对密闭容器内的易燃压缩气体进行了规定,通常这些气体都是化工产品,因此本标准对于这类物质的采样参考了 GB/T 6681《气体化工产品采样通则》。

主要参考文献

1. USEPA. RCRA Subtitle Part C .Waste Determination Procedure.
2. USEPA. 40CFR part 260 and part 261.2005
3. USEPA. Hazardous waste characteristics scoping study. 1996
4. EU. Directive 75/442/EEC on Waste, Directive 91/689/EEC on Hazardous Waste, Directive 75/439/EEC on Waste Oils, Directive 86/278/EEC on Sewage Sludge , Directive 76/769/EEC on Hazardous Substances and Directive 2001/118/EEC on Hazardous Waste catalogue.
5. EU. Procedure for the Identification of Hazardous Components of Waste (2000-DS-3-M1).
6. EU. Hazardous waste generation in selected European countries.
7. 巴塞尔. 《控制危险废物越境转移及其处置巴塞尔公约》(中文).1989
8. 台湾. 《有害事业废弃物认定标准》(中文).2002
9. 台湾. 《有害事业废弃物检测及记录管理办法》.2003
10. 日本. 《关于有害废弃物跨国界输送及其处置控制方面的巴塞尔条约》.
11. 日本. 《控制特定有害废弃物出入境法》, 1993
12. 日本. 《废弃物处理法》, 1992
13. 国家环境保护总局等. 国家环境保护“十五”计划. 北京:中国环境科学出版社, 2002
14. 国家环境保护总局科技标准司. 危险废物污染防治技术指南. 北京:中国环境科学出版社, 2004
15. 国家环境保护总局污染控制司等. 医疗废物管理国家法规与标准. 北京:化学工业出版社, 2004
16. 国家环境保护总局污染控制司编. 控制危险废物越境转移及其处置文件和技术准则汇编. 北京:中国环境科学出版社, 1994
17. 李国刚. 固体废物试验与监测分析方法. 北京:化学工业出版社, 2003
18. 聂永丰. 三废处理工程技术手册. 北京:化学工业出版社, 2001
19. 赵由才,宋立杰,张华. 实用环境工程手册 - 固体废物污染控制与资源化. 北京:化学工业出版社, 2002
20. 新编危险物品安全手册编委会. 新编危险物品安全手册. 北京:化学工业出版社, 2003
21. 江泉观、纪云晶、常元勋. 环境化学毒物防治手册. 北京:化学工业出版社, 2004
22. 赵由才. 危险废物处理技术. 北京:化学工业出版社, 2003
23. 国家环境保护总局危险废物培训与技术转让中心. 危险废物管理与处理处置技术. 北

- 京：化学工业出版社，2003
24. 何艳明，聂永丰. 我国危险废物管理现状及发展趋势. 环境污染治理技术与设备. 3(6) : 90 ~ 93(2002)
 25. 于红. 美国危险废物控制法规介绍. 全球科技经济瞭望. 11 : 45 ~ 46(1998)
 26. 冯少华. 《巴塞尔公约》与危险废物越境转移的责任. 黑龙江政法管理干部学院学报. 41 (2) : 110 ~ 112(2004)
 27. 万劲波、蔡述生. 部分国家危险废物的立法及管理比较. 环境保护科学. 26 : 23 ~ 26 (2000)
 28. 乔利利. 欧盟环境政策新动向. 世界环境. 3 : 62 ~ 64 (2004)
 29. 天津市固体废物及有毒化学品管理中心. 危险废物环境管理培训教材. 2003
 30. 田中勝. 日、美及歐盟的產業廢棄物處理—各國制度實際[M]. 東京：國立工業衛生院 (廢棄物工學部) , 1996 : 15-18
 31. U.S. Environmental Protection Agency, Technical Assistance Document for Complying With the TC Rule And Implementing the Toxicity Characteristic Leaching procedure (TCLP) [M]. U.S.A, Washington DC, www.epa.gov. 1994
 32. Philip L. Hageman, Paul H. Briggs, George A. Desborough etc...Synthetic Precipitation Leaching Procedure (SPLP) Leachate Chemistry Data For Solid Mine waste Composite Samples From Southwestern New Mexico, And Leadville, Colorado[M]. U.S. Department of the Interior and U.S. Geological Survey, Denver, Colorado, 2000
 33. 李国刚，刘京，齐文启. 固体废物浸出毒性试验方法的研究[J]. 上海环境科学，1995，14 (10) : 4-6
 34. 齐文启，李国刚，齐斐. 国外固体废物浸出液毒性试验研究的现状[J]. 上海环境科学，1995，14 (10) ，1-4
 35. 国家环境保护总局. 2003 年中国环境状况公报[S]. 2003 年中国环境统计年鉴.北京
 36. 国家气象中心. 中国降水年册 (1991-2002) [S]. 国家气象中心.北京
 37. Department of Water Affairs and Forestry. Minimum Requirements for The Handling、Classification and Disposal of Hazardous Waste[M]. Second Edition 1998, South Afric.1998 , 2.3 - 2.5
 38. 李金惠，聂永丰.中国危险废物管理国家战略方案研究[J].环境保护，2003，(3):3-5
 39. Defra, UK - Environmental Protection - Recycling and Waste. A guide to the Special Waste Regulations 1996 (as amended) [M]. Version 21 Nov. England.

www.environment.agency.gov.uk. 2001. 1 - 3

40. Technical Working Group of the National Waste Management Group (LAGA). Allocation of Wastes to Waste Codes from Mirror Entries [M]. The Ministry for the Environment and Transport Baden-Württemberg. Germany: 2001, 8-13