



注册环保工程师专业考试
应试指导丛书

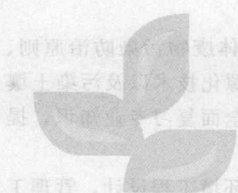
固体废物处理处置工程 技术与实践

柴晓利 楼紫阳 等编

- 紧扣考试大纲
- 复习应考必备
- 权威专家精心编写



化学工业出版社



注册环保工程师专业考试
应试指导丛书

固体废物处理处置工程

技术与实践

柴晓利 楼紫阳 等编

ISBN 978-7-100-14020-1
 (注册环保工程师专业考试) 固体废物处理处置工程
 北京·化学工业出版社
 中国版本图书馆CIP数据核
 对(2010)第123456号



化学工业出版社

·北京·

本书按照注册环保工程师执业资格考试大纲编写。本书共分八章,介绍了固体废物污染防治原则、运转与处理、生物处理技术、焚烧处理技术、热解处理技术、卫生填埋技术、资源化技术以及污染土壤及地下水的现场修复技术。其内容基本涵盖了大纲要求的全部内容,有利于考生全面复习专业知识,提高业务水平。

本书既可供参加注册环保工程师执业资格考试的考生复习备考,也可供从事环境工程设计、管理工作的人员参考。

固体废物处理处置工程技术与实践

柴晓利 楼紫阳 等编

化学工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

固体废物处理处置工程技术与实践/柴晓利,楼紫阳等编.
北京:化学工业出版社,2009.4

(注册环保工程师专业考试应试指导丛书)

ISBN 978-7-122-04745-8

I. 固… II. 柴… III. 固体废物-废物处理-工程技术
人员-资格考核-自学参考资料 IV. X705

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第016947号

责任编辑:徐娟
责任校对:周梦华

文字编辑:刘莉珺
装帧设计:王晓宇

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印装:北京云浩印刷有限责任公司

787mm×1092mm 1/16 印张14½ 字数367千字 2009年4月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:48.00元

版权所有 违者必究

前 言

国家人力资源与社会保障部和建设部发布了注册环保工程师执业资格制度，并正式实施注册环保工程师执业资格考试制度。为了使参加考试的环保工程师能很好地复习，顺利通过考试，我们编写了“固体废物处理与处置”这一部分的复习教材，供广大考生考前复习使用。

该复习教材根据《勘察设计注册环保工程师资格考试专业考试大纲》以及注册工程师专业考试和环境工程专业的特点，针对以往注册环保工程师执业资格考试专业考试内容，准确把握考试知识点，精选编写复习内容，内容力求体现专业考试大纲对不同层次知识的要求，突出针对性和实用性，努力达到科学性、系统性与实用性的统一，方便参考人员在有限的时间内，用有限的精力更有效地应对多学科知识的复习。

本书共分八章，由柴晓利、楼紫阳、郭强、兰吉武等编写。其中城市建设研究院郭强参加了本书第3章、第4章、第7章的编写工作，浙江大学建筑工程学院兰吉武参加了本书第5章、第6章、第8章的编写工作，其余内容均由柴晓利、楼紫阳编写。

由于时间仓促，书中难免存在不足和疏漏之处，肯请广大环保同仁和考生提出宝贵意见。

同济大学
柴晓利
2009年1月

目 录

第 1 章 固体废物污染防治原则	1
1.1 固体废物的定义、性质和分类	1
1.1.1 固体废物的定义	1
1.1.2 固体废物的性质	1
1.1.3 固体废物的分类	2
1.2 危险废物的特性和鉴别	3
1.2.1 危险废物特性	3
1.2.2 危害特性鉴别程序	4
1.2.3 浸出毒性鉴别方法	4
1.2.4 易燃性的鉴别方法	5
1.2.5 列表定义鉴别法	5
1.3 固体废物污染防治的原则	12
1.3.1 工业固体废物的处理原则	12
1.3.2 固体废物管理的基本方法	13
1.4 固体废物产量预测	14
1.4.1 固体废物量和量的影响因素	14
1.4.2 固体废物产量预测	14
第 2 章 固体废物的转运与预处理	18
2.1 生活垃圾的收集与运输	18
2.1.1 生活垃圾收集方式	18
2.1.2 生活垃圾的搬运	18
2.1.3 生活垃圾的贮存	19
2.1.4 生活垃圾的清运	21
2.1.5 生活垃圾的收运路线	24
2.2 生活垃圾转运站	25
2.2.1 定义	25
2.2.2 转运站类型	25
2.2.3 设置要求	27
2.3 固体废物破碎及其设备	28
2.3.1 固体废物的预处理	28
2.3.2 固体废物破碎原理及流程	28
2.3.3 固体废物破碎机械	29
2.3.4 其他破碎方法	29
2.4 固体废物分选及其设备	30
2.4.1 物料分选的一般理论	31
2.4.2 筛分	32
2.4.3 重力分选	34

2.4.4	磁力分选	36
2.4.5	电力分选	37
2.4.6	其他分选方法	38
第3章 固体废物生物处理技术		40
3.1	堆肥的基本原理	40
3.1.1	堆肥概念	40
3.1.2	堆肥的腐熟度及其判定	43
3.2	堆肥工艺	48
3.2.1	堆肥的基本工艺流程	48
3.2.2	典型堆肥工艺	49
3.2.3	堆肥系统	49
3.3	堆肥的过程控制	51
3.3.1	堆肥过程中的水分控制	51
3.3.2	堆肥过程中的有机质控制	52
3.3.3	堆肥过程的温度控制	53
3.3.4	堆肥过程中的通风控制	53
3.3.5	堆肥过程的其他因素控制	54
3.3.6	恶臭的控制和处理	55
3.4	堆肥设备	55
3.4.1	预处理设备	55
3.4.2	发酵设备	57
3.4.3	后处理设备	60
3.4.4	其他辅助设备	61
3.5	堆肥产品质量及农业利用	61
3.5.1	堆肥产品特点及质量标准	61
3.5.2	堆肥的利用	63
3.6	厌氧发酵原理	64
3.6.1	厌氧发酵概念	64
3.6.2	厌氧发酵原理	64
3.6.3	厌氧发酵过程中的微生物群落	65
3.6.4	发酵的生化反应过程	65
3.6.5	甲烷的形成	69
3.6.6	发酵影响条件	71
3.7	厌氧发酵工艺	75
3.7.1	沼气发酵工艺类别	75
3.7.2	现代大型工业化发酵工艺	76
第4章 固体废物热处理技术		79
4.1	概论	79
4.1.1	焚烧的概念	79
4.1.2	焚烧技术的发展历史及应用现状	79
4.1.3	垃圾焚烧技术的特点	80

4.2	焚烧过程及焚烧产物	80
4.2.1	焚烧的产物	80
4.2.2	焚烧技术的指标和标准	82
4.2.3	影响焚烧的主要因素	84
4.3	焚烧过程平衡分析	87
4.3.1	物质平衡分析	87
4.3.2	热平衡分析	88
4.3.3	主要焚烧参数计算	90
4.4	固体废物焚烧系统	92
4.4.1	垃圾接受系统	93
4.4.2	焚烧系统	93
4.4.3	助燃空气系统	93
4.4.4	余热利用系统	93
4.4.5	蒸汽及冷凝水系统	93
4.4.6	烟气净化系统	93
4.4.7	灰渣处理系统	93
4.4.8	自动控制系统	95
4.5	固体废物焚烧炉	95
4.5.1	按焚烧室数量分类	95
4.5.2	按炉型分类	96
4.5.3	各种焚烧炉的综合性能对比	97
4.6	废物焚烧炉设计	97
4.6.1	一般原则	97
4.6.2	机械炉排焚烧炉的设计	99
4.7	焚烧烟气的控制和净化技术	101
4.7.1	颗粒污染物净化技术	101
4.7.2	酸性气态污染物控制与净化技术	101
4.7.3	重金属控制技术	102
4.7.4	二噁英类物质的控制与净化技术	102
4.8	焚烧烟气净化工艺	104
4.8.1	湿法净化工艺	104
4.8.2	半干法净化工艺	104
4.8.3	干法净化工艺	105
4.8.4	活性炭喷射吸附	105
第5章 热解技术		106
5.1	热解原理	106
5.1.1	热解定义	106
5.1.2	热解特点	106
5.1.3	热解产物	106
5.2	热解工艺	107
5.2.1	按供热方式分类	107

5.2.2	按热解温度分类	107
5.2.3	影响热解的主要参数	108
5.3	热解动力学模型	108
5.3.1	热解动力学方程	109
5.3.2	热解动力学模型	109
5.4	生活垃圾的热解	110
5.4.1	热解技术特点	110
5.4.2	生活垃圾热解工艺	111
5.5	污泥的热解	113
5.5.1	污泥热解流程	114
5.5.2	热污泥热解工艺	114
5.6	废塑料的热解	115
5.6.1	废塑料热解性能	116
5.6.2	废塑料热解造油工艺	116
5.6.3	聚烯烃热分解工艺	117
5.7	废橡胶的热解	117
第6章 卫生填埋技术		119
6.1	总论	119
6.1.1	卫生填埋的定义	119
6.1.2	卫生填埋场的分类	119
6.1.3	卫生填埋场的特点	122
6.2	卫生填埋场选址	122
6.2.1	填埋场选址的准则	122
6.2.2	填埋场选址的方法及程序	124
6.2.3	场地的地质勘探技术	127
6.3	填埋场总体设计	128
6.3.1	工程设计内容	128
6.3.2	填埋场运营管理范围	128
6.3.3	执行标准	129
6.3.4	总体设计内容	129
6.3.5	终场规划	130
6.4	填埋工艺	130
6.4.1	基本概念	130
6.4.2	填埋场工艺的确定	131
6.4.3	填埋工艺	132
6.4.4	填埋作业	134
6.5	场地处理	135
6.5.1	场底平基	135
6.5.2	边坡的平基	135
6.6	防渗系统	136
6.6.1	填埋场场底防渗系统的分类	136

6.6.2	填埋场防渗材料	136
6.6.3	垂直防渗系统	137
6.6.4	水平防渗系统	138
6.7	填埋场渗滤液	143
6.7.1	渗滤液的来源	143
6.7.2	影响垃圾渗滤液产生量的主要因素	144
6.7.3	垃圾渗滤液产生量控制措施	145
6.7.4	垃圾渗滤液产生量估算方法	145
6.7.5	渗滤液收集系统	146
6.7.6	垃圾渗滤液的水质特征	148
6.8	渗滤液处理方法	149
6.8.1	生物法	149
6.8.2	物化法	152
6.8.3	土地法	153
6.8.4	渗滤液处理工艺实例	153
6.9	填埋场气体的导排和综合利用	156
6.9.1	填埋场气体的组成与性质	156
6.9.2	填埋场气体的产生原理	156
6.9.3	影响填埋场气体产生量的因素	158
6.9.4	产气量的确定	158
6.9.5	影响填埋场气体产生速率的主要因素	160
6.9.6	加快填埋场气体产生速率的手段	161
6.9.7	填埋场气体的收集与导排	161
6.9.8	填埋场气体的净化和利用	163
6.10	终场覆盖的设计	167
6.10.1	封场规划	167
6.10.2	最终覆盖系统的功能	168
6.10.3	最终覆盖系统的主要组成	168
6.10.4	最终覆盖系统的设计	169
6.10.5	填埋场终场后的植被恢复	169
第7章 固体废物资源化技术		174
7.1	废纸及木材的再生利用	174
7.1.1	废纸再生利用技术	174
7.1.2	废木材、木屑的资源化	177
7.2	厨余垃圾资源化利用技术	178
7.2.1	概述	178
7.2.2	厨余垃圾处理处置原则	179
7.2.3	厨余垃圾的处理处置技术	179
7.3	矿业固体废物的处理与资源化	182
7.3.1	矿业固体废物的产生、特点和危害	182
7.3.2	矿山废石与尾矿	183

7.3.3	赤泥	185
7.3.4	冶炼渣	187
7.4	煤矸石的处理与资源化	189
7.4.1	概况	189
7.4.2	煤矸石的综合利用	190
7.5	粉煤灰的处理与资源化	194
7.5.1	概况	194
7.5.2	粉煤灰的综合利用	195
7.6	钢铁工业固体废物的处理与资源化	200
7.6.1	钢铁工业固体废物概况	200
7.6.2	高炉渣	201
7.6.3	钢渣	203
第8章 污染土壤及地下水的现场修复技术		205
8.1	土壤及地下水污染物来源、特性及危害	205
8.1.1	土壤污染物来源、特性及危害	205
8.1.2	地下水污染物	206
8.2	污染土壤修复技术	208
8.2.1	生物修复	208
8.2.2	化学修复技术	209
8.2.3	植物修复技术	211
8.2.4	联合修复	213
8.3	地下水修复技术	215
8.3.1	物理化学修复	215
8.3.2	生物修复	216
参考文献		218

第1章 固体废物污染防治原则

1.1 固体废物的定义、性质和分类

1.1.1 固体废物的定义

固体废物是指在生产、生活和其他活动中产生的丧失原有利用价值或者虽未丧失利用价值但被抛弃或者放弃的固态、半固态和置于容器中的气态的物品、物质以及法律、行政法规规定纳入固体废物管理的物品、物质。

固体废物一般具有如下特点：①无主性，即被丢弃后，不再属于谁，找不到具体负责者，特别是城市固体废物；②分散性，丢弃、分散在各处，需要收集；③危害性，对人们的生产和生活产生不便，危害人体健康；④错位性，一个时空领域的废物在另一个时空领域是宝贵的资源。

固体废物对环境的危害与所涉及的固体废物的性质和数量有关，其处理的依据主要是当地的环境污染控制标准，对环境污染的控制程度与经济发展和民众生活水平有密切关系。

1.1.2 固体废物的性质

固体废物所含的污染物千差万别，可用监测方法对其进行定性、定量分析。

1.1.2.1 物理性质

包括物理组成、色、臭、温度、含水率、空隙率、渗透性、粒度、密度、磁性、电性、光电性、摩擦性与弹性等。生活垃圾的压实、破碎、分选等处理方法主要与其物理性质有关。

1.1.2.2 化学性质

固体废物的化学性质对于选择其处理与处置方法非常重要，表示固体废物化学性质的特征参数有挥发分、灰分、灰分熔点、元素组成、固定碳及发热值。固体废物的堆肥、发酵、焚烧、热解、浮选等处理方法主要与其化学性质有关。

(1) 挥发分 挥发分 (V_s) 是反映垃圾中有机物含量近似值的指标，以垃圾在 600°C 温度下的灼烧减量作为指标。测定步骤如下：先用普通天平称取一定量烘干试样 W_2 ，装入坩埚内，置于马弗炉内，在 600°C 下，灼烧 2h，后取出置于干燥器中冷却到室温，称重。计算式为：

$$V_s = \frac{W_3 - W_4}{W_3 - W_1} \times 100\% \quad (1-1)$$

式中， V_s 为垃圾的挥发性固体含量，%； W_1 为坩埚质量，g； W_3 为烘干垃圾质量 W_2 和坩埚质量 W_1 之和，g； W_4 为灼烧残留量和坩埚质量 W_1 之和，g。

(2) 灰分及灰分熔点 灰分是指垃圾中不能燃烧也不挥发的物质，即灰分是反映垃圾中无机物含量的参数，常用符号 A 表示，其数值即为灼烧残留量 (%)，测定方法同挥发分。灰分质量分数 (%) 计算式为：

$$A = 1 - V_s \quad (1-2)$$

灰分熔点符号为 T_A ，熔点高低受灰分的化学组成影响，垃圾成分不同，则其灰分含量及灰分熔点也不同，主要取决于垃圾中 Si、Al 等元素含量的多少。

(3) 元素组成 元素组成主要指固体废物中 C、H、O、N、S 及灰分的质量分数。测知垃圾化学元素组成可估算垃圾的发热值，以确定垃圾焚烧方法的适用性，亦可用于垃圾堆肥化等好氧处理方法中生化需氧量的估算，所以，对选择垃圾处理工艺是很有必要的。

垃圾的化学元素组成复杂，其测定方法亦很繁琐，需要用到常规的化学分析方法和仪器分析方法，有时还需先进的精密仪器。其中，C、H 元素联合测定常用碳氢全自动测定仪，全氮测定采用凯氏消化蒸馏法，全磷的测定用硫酸过氯酸铜蓝比色法，全钾测定用火焰光度法，有些金属元素测定需要用到原子吸收光度法等精密仪器，故较之物理组成分析，垃圾化学元素测定难以普及。一般城市环卫系统较少进行这项工作。

国外有资料报道，采用元素分析法测定垃圾的化学组成其成分（质量分数）大致为：C 10%~20%；H 1%~3%；O 10%~20%；N 0.5%~1.0%；S 0.1%~1.2%；灰分 10%~25%；水分 40%~60%；热值约为 2930~5200kJ/kg。

(4) 发热值 单位质量有机垃圾完全燃烧，在一定温度下反应到达最终产物时的焓变化，称有机垃圾的发热值。根据燃烧产物中水分存在状态的不同又可分为高位发热值（液态水）与低位发热值（气态水）。两者之差为水的气化潜热。城市垃圾的发热值对分析燃烧性能，判断能否选用焚烧处理工艺提供了重要依据。一般用氧氮量热计测量的是高位热值。根据经验，当城市垃圾的低热值大于 800kcal/kg（约 3350kJ/kg）时，燃烧过程无需加助燃剂，即可实现自燃烧。

1.1.2.3 生物化学性质

包括病毒、细菌、原生及后生动物、寄生虫卵等生物性污染物质的组成、有机组分的生物可降解性等。固体废物的堆肥、发酵、填埋等生化处理方法主要与其生物化学性质有关。

1.1.3 固体废物的分类

固体废物是固态或半固态废弃物的总称，可按固体废物的来源、性质与危害、处理处置方法等，从不同角度进行分类。如按化学成分，可分为有机垃圾和无机垃圾；按热值，可分为高热值垃圾和低热值垃圾；按处理处置方法，可分为可资源化垃圾、可堆肥垃圾、可燃垃圾和无机垃圾等。以下按来源和危害特性进行分类。

① 按来源，固体废物可分为城市生活垃圾和工农业生产中所产生的废弃物。

城市生活垃圾又称为城市固体废物（municipal solid wastes, MSW），它是指在城市居民日常生活中或为城市日常生活提供服务的活动中产生的固体废物，其主要成分包括厨余物、废纸、废塑料、废织物、废金属、废玻璃、陶瓷碎片、砖瓦渣土、废旧电池、废旧家用电器等。城市生活垃圾主要来自于城市居民家庭、城市商业、餐饮业、旅馆业、旅游业、服务业、市政环卫业、交通运输业、街道打扫垃圾、建筑遗留垃圾、文教卫生业和行政事业单位、工业企业单位、水处理污泥和其他零散垃圾等。具有无主性、分散性、难收集、成分复杂、有机物含量高等特点。影响城市生活垃圾成分的主要因素有居民的生活水平、质量和习惯、季节、气候等。

我国的工业固体废物主要来自各个工业部门的生产环节和生产废弃物，由于其废弃物常常具有毒性，破坏整个生态系统并对人体健康产生危害，因而越来越引起人们的重视，其中很多废物划入危险废物一类进行谨慎处理。按行业可分为以下几类：冶金工业固体废物、能源工业固体废物、石油化学工业固体废物、矿业固体废物、轻工业固体废物和其他工业固体废物。

② 按危害特性，固体废物可分为有毒有害固体废物和无毒无害固体废物两类。

有毒有害废物又称为危险废物，包括医院垃圾、废树脂、药渣、含重金属污泥、酸和碱废物等。我国危险废物是指列入国家危险废物名录或是根据国家规定的危险废物鉴别标准和鉴别方法认定具有危险特性的废物。由于危险废物常具有毒性、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危害特性，对人体和环境产生极大危害，因而国内外均将其作为废物管理的重点，采取一切措施保证其妥善处理。其主要来源是工业固体废物，如废电池、废日光灯、日用化工产品等，据估计我国工业危险废物的产生量约占工业固体废物产生量的3%~5%，主要分布在化学原料和化学制造业、采掘业、黑色金属冶炼及压延加工业、有色金属冶炼及压延加工业、石油加工业及炼焦业、造纸及制品制造业等工业部门。城市生活垃圾中有害废物主要是医院临床物及其他等。农业固体废物中主要是喷洒的残余农药。含放射性的固体废物一般单独列为一类，有专门的处理处置方法和措施。

无毒无害废物一般指粉煤灰、建筑垃圾等。目前我国对建筑垃圾没有明确的定义，简而言之，建筑垃圾就是建设施工过程中产生的垃圾。按照来源分类，建筑垃圾可分为土地开挖垃圾、道路开挖垃圾、旧建筑物拆除垃圾、建筑施工垃圾和建材生产垃圾五类，主要由渣土、砂石块、废砂浆、砖瓦碎块、混凝土块、沥青块、废塑料、废金属料、废竹木等组成。与其他生活垃圾相比，建筑垃圾具有量大、无毒无害和可资源化率高的特点。我国建筑垃圾产量一般为城市垃圾总量的30%~40%，每年的产生量达4000万~5000万吨。

1.2 危险废物的特性和鉴别

1.2.1 危险废物特性

危险废物又称为“有害废物”、“有毒废渣”等，其英文名称为“hazardous wastes”，是指含有一种或一种以上这些有害物质或其中的各组分相互作用后会产生上述有害物质的废弃物，具有毒性、易燃性、反应性、传染性、腐蚀性、放射性等危害。所以，危险废物对人类或其他生物构成危害或存在潜在危害。

可燃性：燃点较低的废物，或者经摩擦或自发反应而易于发热从而进行剧烈、持续燃烧的废物，便是具有可燃性。国家规定燃点低于60℃的废物即具有可燃性。

腐蚀性：含水废物的浸出液或不含水废物加入水后的浸出液，能使接触物质发生质变，就可以说该废物具有腐蚀性。按照规定，浸出液 $\text{pH} \leq 2$ 或 $\text{pH} \geq 12.5$ 的废物；或温度 $\geq 55^\circ\text{C}$ 时，浸出液对规定的牌号钢材腐蚀速率大于0.64cm/a的废物为具有腐蚀性的物质。

反应性：在无引发条件的情况下，由于本身不稳定而易发生剧烈变化，例如，与水能反应形成爆炸性混合物，或产生有毒的气体、蒸汽、烟雾或臭气；在受热的条件下能爆炸；常温常压下即可发生爆炸等，此类废物则可认为具有反应性。危险废物的危害特性有的表现为短期的急性危害和有的表现为长期的潜在性危害，短期的急性危害主要指急性中毒、火灾、爆炸等，长期的潜在性危害主要指慢性中毒、致癌、致畸形、致突变、污染地面水或地下水等。这些危害中与安全相关的性质有腐蚀性、爆炸性、可燃性、反应性；与健康相关的性质有致癌性、传染性、刺激性、突变性、毒性、放射性、致畸变性。

毒性：危险废物的毒性表现为三类。

(1) 浸出毒性 用规定方法对废物进行浸取，在浸取液中若有一种或一种以上有害成分，其浓度超过规定标准，就可认定具有毒性。

(2) 急性毒性 指一次投给试验动物加大剂量的毒性物质，在短时间内所出现的毒性。

通常用是一群试验动物出现半数死亡的剂量即半致死剂量表示。按照摄毒的方式急性毒性又可分口服毒性、吸入毒性和皮肤吸收毒性。

(3) 其他毒性 包括生物富集性、刺激性、遗传变异性、水生生物毒性及传染性等。

1.2.2 危害特性鉴别程序

危险废物的鉴别方法主要有两种：一是危害特性鉴别法；二是危险废物定义法。根据危险废物的定义，某种废物只要具备一种或一种以上的危险特性就属于危险废物。危险特性鉴别法就是按照一定的标准通过测试废物的性质来判别该废物是否属于危险废物。由于危险特性种类较多，从实用的角度通常主要鉴别废物的腐蚀性、可燃性、反应性、毒性这四种性质。

1.2.3 浸出毒性鉴别方法

危险废物遇水冲淋、浸泡，其中有害的物质会迁移转化，污染水体和土壤，后果十分严重。浸出毒性鉴别方法采用规定的方法浸出水溶液，然后对浸出液进行分析。浸出方法如下：称取 100g（干基）危险废物的样品（不能直接采用干基的样品应先测样品中的水分含量进行换算），置于浸出容积为 2L 的具盖广口聚乙烯瓶中，先用氢氧化钠或盐酸调 pH 值至 6.3~8.8，加水 1L，将瓶子垂直固定在水平往复振荡器上，调节振荡频率为 (110 ± 10) 次/min，振幅为 40mm，室温下振荡 8h，静置 16h。采用孔径为 $0.45 \mu\text{m}$ 的滤膜过滤。滤液按要求进行测试，若要保存，则应按分析项目的要求在合适的条件下进行。表 1-1 所列浸出毒性鉴别标准和方法。

表 1-1 浸出毒性鉴别标准和方法

项 目	浸出液最高允许浓度 (mg/L)	方 法	来 源
有机汞	不得检出	气相色谱法	GB/T 14204
汞及其化合物(以总汞计)	0.05	冷原子吸收分光光度法	GB/T 15555.1
铅(以总铅计)	3	原子吸收分光光度法	GB/T 15555.2
镉(以总镉计)	0.3	原子吸收分光光度法	GB/T 15555.2
总铬	10	(1)二苯碳酰二肼分光光度法	GB/T 15555.5
		(2)直接吸入火焰原子吸收分光光度法	GB/T 15555.6
		(3)硫酸亚铁铵滴定法	GB/T 15555.8
六价铬	1.5	(1)二苯碳酰二肼分光光度法	GB/T 15555.4
		(2)硫酸亚铁铵滴定法	GB/T 15555.7
铜及其化合物(以总铜计)	50	原子吸收分光光度法	GB/T 15555.2
锌及其化合物(以总锌计)	50	原子吸收分光光度法	GB/T 15555.2
铍及其化合物(以总铍计)	0.1	铍试剂光度法	
钡及其化合物(以总钡计)	100	电位滴定法	GB/T 14671
镍及其化合物(以总镍计)	10	(1)直接吸入火焰原子吸收法	GB/T 15555.9
		(2)丁二酮分光光度法	GB/T 15555.10
砷及其化合物(以总砷计)	1.5	二乙基二硫代氨基甲酸银分光光度法	GB/T 15555.3
无机氟化物(不包括氟化钙)	50	离子选择性电极法	GB/T 15555.11
氰化物(以 CN 计)	1.0	硝酸银滴定法 ^①	GB 7486

① 水质总氰化物的测定硝酸银滴定法、异烟酸-吡啶啉酮比色法 GB/T 7486—87。

1.2.4 易燃性的鉴别方法

鉴别废物的易燃性主要是测定废弃物的闪点。闪点较低的液态物质和燃烧剧烈而持续的液态废弃物，由于摩擦、吸湿等自发的化学变化会发热、着火，对人类和环境造成危害。由于我国尚未颁布危险废物易燃性鉴别方法的标准，所以对废弃物的闪电测试方法可以参考《石油产品闪点测定方法——闭杯法》或参考国外的相关标准进行测定。闭杯法测定闪点的步骤主要是：按标准要求将样品加热到一定温度，停止搅拌，温度每升高1℃点火一次，直到样品上方出现蓝色火焰，立即读出温度计指示的温度值，该值即为测定结果。

1.2.5 列表定义鉴别法

为了方便危险废物的管理工作，完善危险废物的管理系统，许多国家和机构对各类废物的性质进行了检验和评价，针对其中危险程度高、对环境和健康影响大的危险废物，用列表的形式把这些废物的名称、来源、性质及危害归纳出来，并作为危险废物管理工作的依据。危险废物的名录一经正式颁布，就可以根据名录的内容进行危险废物的判别。这就是危险废物的列表定义鉴别法。

根据《固体废物污染环境防治法》第七十四条第（四）项的规定，列入国家危险废物名录或者根据国家规定的危险废物鉴别标准和鉴别方法认定的具有危险特性的废物，属危险废物。据此，某类废物虽未列入《国家危险废物名录》，但若根据国家规定的危险废物鉴别标准和鉴别方法认定其具有危险特性，也属危险废物，这就是表 1-1 的危险特性鉴别法。因此，危险废物即可以通过危险特性进行鉴别，也可以根据危险废物名录进行判断。采用危险废物名录判断危险废物，即所谓的列表定义法鉴别危险废物。

国家环保总局、国家经贸委、外经贸部和公安部于 1998 年 1 月 4 日颁布了《国家危险废物名录》，该名录于 1998 年 7 月 1 日实施。危险废物名录（见表 1-2）共涉及 47 类废物，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、木材防腐剂废物等十八个大类；编号为 HW19~HW47 的废物名称具有成分特征，是以危害成分命名的，主要有含金属羰基化合物废物、含铍废物、含铬废物、含砷废物、含有机溶剂废物、废酸、废碱等三十九类物质，但在《国家危险废物名录》中没有限定危害成分的含量，需要依赖其他的标准鉴别这些物质的危害程度。该《国家危险废物名录》是我国的第一批《名录》。随着我国经济和社会的发展，《国家危险废物名录》必将不定期的修补。我国规定凡是列入《国家危险废物名录》中的废物均为危险废物，必须纳入危险废物管理体系进行统一管理。

表 1-2 国家危险废物名录

废物来源	常见危害组分或废物名称
HW01 医院临床废物 从医院、医疗中心和诊所的医疗服务中产生的临床废物 —手术、包扎残余物 —生物培养、动物试验残余物 —化验检查残余物 —传染性废物 —废水处理污泥	手术残物、敷料、化验废物、传染性废物，动物试验废物

续表

废物来源	常见危害组分或废物名称
<p>HW02 医药废物</p> <p>从医用药品的生产制作过程中产生的废物,包括兽药产品(不含中药类废物)</p> <ul style="list-style-type: none"> —蒸馏及反应残余物 —高浓度母液及反应基或培养基废物—脱色过滤(包括载体)物 —用过废弃的吸附剂、催化剂、溶剂—生产中产生的报废药品及过期原料 	<p>废抗菌药、甾类药、抗组织胺类药、镇痛药、心血管药、神经系统药、杂药,基因类废物</p>
<p>HW03 废药物、药品</p> <p>过期、报废的无标签的及多种混杂的医物、药品(不包括HW01、HW02类中的废药品)</p> <ul style="list-style-type: none"> —生产中产生的报废药品(包括药品废原料和中间体反应物) —使用单位(科研、监测、学校、医疗单位、化验室等)积压或报废的药品(物) —经营部门过期的报废药品(物) 	<p>废化学试剂,废药品,废药物</p>
<p>HW04 农药废物</p> <p>来自杀虫、杀菌、除草、灭鼠和植物生物调节剂的生产、经销、配制和使用过程产生的废物</p> <ul style="list-style-type: none"> —蒸馏及反应残余物 —生产过程母液及(反应罐及容器)清洗液 —吸附过滤物(包括载体,吸附剂,催化剂) —废水处理污泥 —生产、配制过程中的过期原料 —生产、销售、使用过程的过期和淘汰产品 —沾有农药及除草剂的包装物及容器 	<p>废有机磷杀虫剂、有机氯杀虫剂、有机氮杀虫剂、氨基甲酸酯类杀虫剂、拟除虫菊酯类杀虫剂、杀螨剂、有机磷杀菌剂、有机氯杀菌剂、有机硫杀菌剂、有机锡杀菌剂、有机氮杀菌剂、醌类杀菌剂、无机杀菌剂、有机磷杀菌剂、氨基甲酸酯类除草剂、醚类除草剂、氨基甲酸酯类除草剂、醚类除草剂、取代脲类除草剂、苯氧羧酸类除草剂、均三氮苯类除草剂、无机除草剂</p>
<p>HW05 木材防腐剂废物</p> <p>从木材防腐化学品的生产、配制和使用中产生的废物(不包括与HW04类重复的废物)</p> <ul style="list-style-type: none"> —生产单位生产中产生的废水处理污泥、工艺反应残余物、吸附过滤物及载体 —使用单位积压、报废或配制过剩的木材防腐化学品销售经营部门报废的木材防腐化学品 	<p>含五氯酚,苯酚,2-氯酚,甲酚,对氯间甲酚,三氯酚,屈恭,四氯酚,杂酚油,萤葱,苯并[a]芘,2,4-二甲酚,2,4-二硝基酚,苯并[b]萤葱,苯并[a]葱,二苯并[a]葱的废物</p>
<p>HW06 有机溶剂废物</p> <p>从有机溶剂生产、配制和使用过程中产生的废物(不包括HW42类的废有机溶剂)</p> <ul style="list-style-type: none"> —有机溶剂的合成、裂解、分离、脱色、催化、沉淀、精馏等过程中产生的反应残余物,吸附过滤物及载体 —配制和使用过程中产生的含有机溶剂的清洗杂物 	<p>废催化剂,清洗剥离物,反应残渣及滤渣,吸附物与载体废物</p>
<p>HW07 热处理含氰废物</p> <p>从含有氰化物热处理和退火作业中产生的废物</p> <ul style="list-style-type: none"> —金属含氰热处理 —含氰热处理回火池冷却 —含氰热处理炉维修 —热处理渗碳炉 	<p>含氰热处理钎渣,含氰污泥及冷却液,含氰热处理炉内衬,热处理渗碳渣</p>

废 物 来 源	常见危害组分或废物名称
HW08 废矿物油 不适合原来用途的废矿物油 —来自于石油开采和炼制产生的油泥和油脚 —矿物油类仓过程中产生的沉积物 —机械、动力、运输等设备的更换油及清洗油(泥) —金属轧制、机械加工过程中产生的废油(渣) —含油废水处理过程中产生的废油及油泥 —油加工和油再生过程中产生的油渣及过滤介质	废机油、原油、液压油、真空泵油、柴油、汽油、重油、煤油、热处理油、樟脑油、润滑油(脂)、冷却油
HW09 废乳化液 从机械加工、设备清洗等过程中生产的废乳化液、废水水混合作 —生产、配制、使用过程中产生的过剩乳化液(膏) —机械加工、金属切削和冷拔过程产生的废乳化剂 —清洗油罐、油件过程中产生的油水、烃水混合物 —来自于(乳化液)水压机定期更换的乳化废液	废皂液、乳化油/水、烃/水混合物、乳化液(膏)、切削剂、冷却剂、润滑剂、拔丝剂
HW10 含多氯联苯废物 含有或沾染多氯联苯(PCBs)、多氯三联苯(PCTs)、多溴联苯(PBBs)的废物和废物品 —过剩的、废弃的、封存的、待替换的含有 PCBs、PBBs 和 PCTs 的电力设备(电容器、变压器) —从含有 PCBs、PBBs 和被这些物质污染的电力设备的拆装过程中的清洗液 —被 PCBs、PBBs 和 PCTs 污染的土壤及包装物	含多氯联苯(PCBs)、多溴联苯(PBBs)、多氯三联苯(PCTs)废物
HW11 精(蒸)馏残渣 从精炼、蒸馏和任何热解处理中产生的废焦油状残留物 —煤气生产过程中产生的焦油渣 —原油蒸馏过程中产生的焦油残余物 —原油精制过程中产生的蒸馏残渣和蒸馏釜底物 —化学品原料生产过程中产生的焦油或蒸馏残余物所污染的土壤 —盛装过焦油状残余物的包装和容器	沥青渣,焦油渣,废酸焦油,酚渣,蒸馏釜残物,精馏釜残物,甲苯渣,液化石油液(含苯并[a]芘、屈荼、蒽葱,多环芳烃类废物)
HW12 染料、涂料废物 从油墨、染料、颜料、油漆、真漆、罩光漆的生产配制和使用过程中产生的废物 —生产过程中产生的废弃的颜料、染料、涂料和不合格产品 —染料、颜料生产硝化、氧化、还原、磺化、重氮化、卤化等化学反应中产生的废母液、残渣、中间体废物 —油漆、油墨生产、配制和使用过程中产生的含颜料、油墨的有机溶剂废物 —使用酸、大事或有机溶剂清洗容器设备产生的污泥状剥离物 —含有染料、颜料、油墨、油漆残余物的废弃物包装物 —废水处理污泥	废酸性染料、碱性染料、媒染染料、偶氮染料、直接染料、冰染染料、还原染料、硫化染料、活性染料、醇酸树脂涂料、丙烯酸树脂涂料、聚氨酯树脂涂料、聚乙烯树脂涂料、环氧树脂涂料、双组分涂料、油墨、重金属颜料