

有害废弃物污染防治

张汉昌 编著
钱玉树 编审

 天津大学出版社
TIANJIN UNIVERSITY PRESS

有害废弃物污染防治

国家环境保护总局 编

张汉昌 编著

钱玉树 编审



天津大学出版社

TIANJIN UNIVERSITY PRESS

本书由新文京开发出版股份有限公司授权出版

天津市版权局著作权合同登记图字:02-2006-70

图书在版编目(CIP)数据

有害废弃物污染防治/张汉昌编著. —天津:天津大学出版社, 2008.8

ISBN 978-7-5618-2240-1

I. 有… II. 张… III. 有害物质—废物—污染防治
IV. X7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 124361 号

出版发行 天津大学出版社
出版人 杨欢
地址 天津市卫津路 92 号天津大学内(邮编:300072)
电话 发行部:022-27403647 邮购部:022-27402742
网址 www.tjup.com
短信网址 发送“天大”至 916088
印刷 迁安万隆印刷有限公司
经销 全国各地新华书店
开本 185mm × 260mm
印张 20
字数 500 千
版次 2008 年 8 月第 1 版
印次 2008 年 8 月第 1 次
印数 1—3 000
定价 32.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,烦请向我社发行部门联系调换。

版权所有 侵权必究

序 言

笔者根据相关考试经验及丰富的焚化炉、填埋场等实际观察资料,并结合十多年来污染防治、废弃物污染防治、有害废弃物污染防治等课程的授课资料和经验,精心编著成本书。希望提供给读者有关废弃物和有害物质的污染与处理的最佳阅读资料,且可以为社会大众说明日常生活环境和职场中所充斥的各种有害物质的潜在危险性,使大家懂得如何保护自身安全,以免受到这些有害物质的伤害。本书的主要特色如下:

- ①阐述一般废弃物和有害废弃物污染及相关处理技术的理论与实际;
- ②强调毒化物和有害物质的相关处理技术和管理(制)理论和实际;
- ③兼顾理论推演和实际规定的说明;
- ④本书可作为废弃物污染防治、有害废弃物污染防治、危害物处理和管理等课程的教科书,也可作为相关考试的参考用书。

本书共分成9章,其中6、7两章说明毒化物和其他有害物质的特性、污染危害和相关的处置管理。其余章节则为一般废弃物和有害废弃物污染和处理,其包括对环境生态和人体健康的危害,前处理、中间处理、最终处置(填埋)的相关理论和实际,有害物质与工业安全等。

笔者在环境科学和环境工程领域尚属后进,还有很大的努力空间,书稿虽经严谨校对,但若相关资料或有错漏之处,希望化工、环保界各位前辈不吝指正,在此并感谢中国台湾地区勤益技术学院材化所所长钱玉树教授的鼓励和帮助,使本书得以顺利完成。

张汉昌 谨识

目 录

第1章 废弃物污染概论	(1)
1-1 前言	(1)
1-2 废弃物污染现状	(3)
1-3 有害废弃物的分类和定义	(7)
1-4 废弃物处理的流程和技术	(21)
1-5 废弃物污染的影响	(30)
第2章 有害废弃物的组成和特性	(33)
2-1 物理组成和化学组成	(33)
2-2 发热值的定义和测定	(38)
2-3 废弃物的采样	(48)
2-4 废弃物危害特性的筛选测定	(56)
第3章 废弃物处理化学	(62)
3-1 填埋化学	(62)
3-2 微生物分解化学	(78)
3-3 堆肥、固化处理化学	(84)
3-4 常用的物理化学技术	(93)
第4章 废弃物焚化技术	(101)
4-1 焚化处理设备	(102)
4-2 固定床式(机械式)焚化炉	(106)
4-3 流化床式焚化炉(Fluidized-Bed Incinerator, FBI)	(112)
4-4 旋转窑式焚化炉(Rotary Kilm Incinerator, RKI)	(115)
4-5 液体喷注式焚化炉和多炉床式焚化炉	(118)
4-6 烧灼损失率和焚化炉的操作效率	(124)
4-7 进料和灰渣的排除	(127)
4-8 焚化废气及其处理	(129)
4-9 焚化炉的耐火材料和传热	(149)
第5章 废弃物填埋处理	(156)
5-1 填埋容量和填埋场的规划选择	(158)
5-2 填埋的基本原理	(162)
5-3 填埋场操作与渗出水(集排水)	(163)
5-4 填埋场的污染防治	(171)
5-5 污染成分在填埋层中的吸附和渗透传质	(175)
第6章 毒性物质和基本毒理学	(182)
6-1 毒性物质的定义和分类	(183)

6-2 毒理学和毒害作用	(193)
6-3 毒化物的危害评估法和风险	(208)
6-4 毒性化学物质的管理	(221)
第7章 环境危害物质	(229)
7-1 职业灾害和爆炸	(230)
7-2 有机溶剂	(235)
7-3 放射性危害物质	(240)
7-4 缺氧作业和通风换气	(243)
7-5 PAH 和环境激素	(246)
第8章 资源回收和减废管理	(248)
8-1 资源回收再利用	(248)
8-2 沼气的生成和利用	(255)
8-3 废酸处理和资源化	(259)
8-4 食用油精制和废弃物资源化	(267)
8-5 减废管理和资源回收的技术	(268)
第9章 废弃物前处理技术	(280)
9-1 分选处理	(281)
9-2 粉碎处理	(291)
9-3 压缩处理	(298)
9-4 干燥与脱水处理	(300)

第 1 章 废弃物污染概论

1-1 前 言

中国台湾地区地狭人稠,人口数量增长快速,至 2001 年止,已有约 2 230 万人口,且人口密度高达 610 人/km²,为全世界第二位。工商产业发展迅速,消费力惊人,相对地也在生产、消费过程中产生大量的污染物,以废气、废水和废弃物的形式排放到空气、水域和土壤等环境中。这些污染物,尤其是生活环境中存在的各种形式危害性物质(废弃物)对民众、生物的生命健康产生危害,并可能造成生态破坏与物种的灭绝!以中国台湾地区来说,每年各污染源产生约 800 万吨的一般废弃物(俗称垃圾)和 1 500 万吨左右的工业废弃物(参考表 1-1)。

表 1-1 中国台湾地区工业废弃物的产出量(2001 年)

行业类别	产出量(万吨)	说 明
制造业	1 300	工业占 1 100 万吨(有害物约 100 万吨)
商业	78	-
医疗	11.7	有害医疗物占 1.7 万吨
其他(公共设施)	153.0	-
合计	1 542.7	-

不论是一般废弃物或是有害废弃物,其来自家庭或企事业单位,废弃物产生后必须妥善加以处置和管理,才可维护民众(生物)生命健康,避免环境(空气、土壤或水体)污染。所以 1970 年美国环保署制定所谓 RCRA(资源保护及回收)法案,强调对废弃物的处置和管理要达到四 R 的目标:回收(Recovery)、物质循环(Recycle)、再利用(Reuse)和再制转用(Reduction)。另外,日本亦在 1991 年制定废弃物处理的基本法规——再生资源促进法。事实上,这些废弃物处理与管理的相关法规,主要提出废弃物首先要避免或减少其产出(减废),资源回收和再利用则为其其中策,而废弃物的妥善处理,则是其基本而最重要的下策。图 1-1 为废弃物产生、回收和最终处置流程图。中国台湾地区关于废弃物清理的有关规定即明白强调下列四种废弃物必须要由制造、输入或贩卖业者负责回收,亦即长期不易腐化者、不易清除处理者、含毒性成分者和具有回收再利用价值者,其着眼点在于废弃物处理和管理的四 R 目标。所以塑料容器、铅蓄电池(干电池)、日光灯管、农药空容器等依规定都必须作资源回收。表 1-2 为 1995 年公告回收废弃物的情形。



表 1-2 公告回收的资源性废弃物之回收率(1995 年)

项 目		公告回收率(%)	业者达到回收率(%)	公告回收日期
一般 废 容 器	PET	65	75.3	1989.1
	铁罐	70	82.2	1989.12
	铝罐	70	62.5	1989.12
	PE	50	33.5	1992.3
	PVC	65	16.8	1992.3
	PS	55	56.1	1991.7
	铝箔包	60	32.8	1992.9
	纸容器	50	22.8	1993.8
	玻璃容器	35	70.1	1993.7
	废轮胎	85	91.7	1989.6
	废电池(水银)	55	56.1	1990.5
环境 卫 生 用 容 器	特 殊	75	81.3	1989.8
	一 般	35	31.8	1989.8

依中国台湾地区关于废弃物清理的有关规定,具有毒性或有害性,其浓度或数量足以危害民众健康、污染环境者,为有害废弃物,其主要来自企事业单位(小部分家庭废弃物亦属有害废弃物),故多称为有害事业废弃物,此有害事业废弃物依规定应由企事业单位自行或委托清除、处理。美国 Environmental Protection Agency(EPA)将有害废弃物区分成列表的和负面说明的两大类,将产品或物质注明具有“易燃性”、“腐蚀性”、“反应性”和“萃取法毒性”者,即视为有害废

弃物(物质)。而中国台湾地区则在有害废弃物的定义及认定标准中采用列表认定和有害特性认定的双轨制,亦即将有害废弃物列表管制和将有害废弃物依其有害特性分成溶出毒性、腐蚀性、易燃性、反应性、感染性、含石棉的物质、含多氯联苯(PCB 浓度 50×10^{-6} 以上)的物质、单一非铁金属(主要是镉、铬、铅)和中国台湾地区环保主管机关所公告指定者九大类,例如 pH 值在 12.5 以上或 2.0 以下的废液或固体为腐蚀性;着火点在 $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下或含 24% 乙醇的,为易燃性。值得注意的是有些物质或废弃物具有上述两种(或以上)的危害性。有害废弃物的贮存、清除及处理应有更严谨的态度和方式,才可避免污染环境及保护生命和健康。1942—1953 年美国纽约州附近的爱河村(Love Canal)曾发生因填埋二次大战遗留的 300 多种约 2 万吨的生化武器处理不当,故渗漏而污染环境并伤害民众健康严重事件。此为废弃物不当处理的著名事件。基本上,有害废弃物的填埋处置(最终处置),其最重要的是将它们和环境(空气、水体……)隔绝。通常,焚化为有效的中间处理方式,可达到减量、安全、安定的目的且可回收热(资源化)。

总之,废弃物自产生、回收到处置,需有妥善的管理,如此既可作资源回收,亦可将废弃物作妥善的处置,其管理策略可简要说明如下:

- ①加速研发废弃物的回收和再利用的技术;
- ②应加强设置中、小型垃圾焚化炉,以妥善处理各事业废弃物;
- ③辅导各事业单位对其废弃物作妥善分类;
- ④开展事业废弃物共同或联合处理;
- ⑤废弃物处理专业技术人才的培养;
- ⑥推广清洁生产过程以减少废弃物的产出量并降低其危害性。

1-2 废弃物污染现状

随着人口数和消费增加,中国台湾地区一般废弃物(俗称垃圾)的产出量日益增加,以垃圾清运量来看,1997 年达到最高峰,即每人每天平均有 1.143 kg 的垃圾清运量。但在加强垃圾分类、垃圾处理量随袋收费等规定和环保意识增强下,垃圾清运量自 1997 年以后逐年下降,至 2001 年已下降至每人每天约 0.9 kg 以下。

表 1-3 为中国台湾地区垃圾历年的清运量和处理方式变动的情形。由表 1-3 可以看出垃圾清运量在 5 年内逐年下降的情形,其主要处理方式亦渐渐由填埋转变成效果更好的焚化方式。至 2001 年,中国台湾地区垃圾焚化处理的百分比已达到一半以上(51.5%),而到 2003 年计划中的 22 座大型都市垃圾焚化厂完成后(2001 年底的统计已完工操作者合计 17 座),中国台湾地区的垃圾焚化百分比更可提高至 70% 以上。焚化处理可有效减少废弃物(垃圾)的重量和体积(减量化),焚化灰渣或飞灰基本上不会对环境因数再有影响(稳定化),而高温焚化可有效抑制或破坏废弃物中的毒性或有害性成分(安全、无害化),且焚化过程中可以进行热量回收(资源化)。其实在日本、新加坡等地狭人稠的国家,其垃圾的处理方式最主要的也是焚化处理。表 1-4 为部分国家一般废弃物(垃圾)的处理方式。另外,由表 1-3 亦可看到,中国台湾地区在 1987 年以前,垃圾填埋多属最简单,也最容易造成环境及地下水污染的一般填埋,一直到 1988 年以后填埋场才采用废气及渗出水有一定的收集处理设施及具有一定阻绝设施,以防止污染地下水源的卫生填埋方式。卫生填埋方式占有填埋方式百分比,亦由 1988 年的 65.8%

逐年增加至 2001 年度的 87.4% 以上,尤其在台北和高雄都是 100% 采用卫生填埋的方式,对环境和地下水源的危害可有效降到最低的程度。表 1-5 为 2001 年中国台湾地区垃圾产出量和处理方式。

表 1-3 中国台湾地区垃圾历年的清运量和处理方式

项目 时间(年)	清运人口数(万)	平均每人清运量 (kg/人)	每日处理垃圾量 (t)	填埋(卫生填埋) (%)	焚化 (%)	堆肥/其他
1987	1 843.6	0.786	14 475	89.1(-)	0.5	0.27/10.1
1992	2 010.5	1.087	21 861	90.4(70.3)	3.2	0.09/6.27
1996	2 104.9	1.135	23 870	79.1(69.8)	15.62	0.03/5.2
1997	2 128.0	1.143	21 331	75.1(76.9)	19.05	0.16/9.8
1999	2 168.4	1.082	23 468	72.6(86.2)	23.6	0.22/3.5
2001	2 222.0	0.895	18 876	47.3(87.4)	51.5	- /1.2
高雄市	149.4	0.867	1 296	3.1(100)	96.9	-
台北市	263.4	1.034	2 724	45.1(100)	54.9	-

表 1-4 部分国家一般废弃物产出量及处理方式

国 家	一般废弃物产量(万吨)	焚化(%)	填埋(%)	回收(%)	说 明
日 本	5 030.4	75.6	29.7	4.2	
韩 国	1 822.3	5.5	68.3	26.2	
丹 麦	277.6	57.7	12.4	14.0	堆肥 15.4%
法 国	2 080.0	49.8	46.1	1.9	堆肥 8.3%
荷 兰	871.6	30.9	20.3	16.7	堆肥 24.7%
瑞 典	320.0	40.6	37.5	15.6	
瑞 士	427.7	46.8	14.0	30.8	堆肥 9.4%
英 国	2 600.0	8.5	83.8	5.8	

表 1-5 2001 年中国台湾地区垃圾清运量和处理方式

项目 区域	垃圾清运量(t/天)	填埋(t/天)	焚(t/天)	其他(堆肥)(t/天)	焚化百分比
台湾地区	19 876	9 398	10 238	240	51.5
台北市	2 724	1 229	1 495	-	54.8
高雄市	1 296	40	1 256	-	96.9

由表 1-4 可看出垃圾回收一项确是我们应该更加强的一环,若能有效加强垃圾回收工作,那么不但可使物质得以循环及有效再利用,且可减轻其处理的负荷。荷兰对园艺、农牧等有机性废弃物的堆肥处理,将其转化成有用物质的做法,实为我们在考虑废弃物处理时的学习方向。

一般废弃物(垃圾)依组成可区分成物理组成和化学组成两种分类方式,而物理组成又可区分成纸类、纤维布料、木竹稻草等可燃分和金属、玻璃、陶瓷等不可燃分。表 1-6 为 2001 年中国台湾地区垃圾的物理组成,由此垃圾的物理组成分析可知道垃圾中尚有 10% 左右的不可燃分(金属、玻璃、陶瓷、石头等)未被垃圾分类工作分离出来,所以分类工作尚有努力的空间。另外,塑料含量占 21% 左右,高于欧美国家塑料含量的 10% ~ 15%。此造成中国台湾地区垃圾的发热值偏高,约在 1 600 ~ 1 800 kcal/kg(1 kcal = 4.182 J 下同))之间,在焚化炉通常有一定的

热量交换率(kcal/day)的设计值规范下,它将降低焚化炉的有效焚化量(kg/day),且含氯废弃物(如塑料)在不完全燃烧下极易形成毒性很大的二噁英(dioxins)的污染,而中国台湾地区都市垃圾焚化飞灰亦经常测得高出限定值(0.1 ng/m^3)数百倍的二噁英排放。

表 1-6 2001 年中国台湾地区垃圾物理组成(可燃分和不可燃分)

%

项目 区域	可燃分								不可燃分				
	纸类	纤维布类	木竹稻草落叶类	厨余类	塑料类	皮革橡胶类	其他	合计	金属类	玻璃类	陶瓷类	石头类	合计
台北市	25.76	3.89	3.10	39.14	18.21	1.00	2.35	93.45	1.83	3.62	0.44	0.66	6.55
高雄市	26.37	5.26	3.42	25.94	24.80	1.71	6.07	93.57	2.82	2.15	0.62	0.84	6.43
台湾地区	26.55	4.81	4.06	27.32	21.10	0.48	5.06	89.38	3.53	5.03	0.56	0.82	10.62

水分、灰分、可燃分为废弃物组成的重要三成分,亦称之为化学组成。由各元素组成特性,可了解其废弃物的特性,更可影响其处理方向和操作条件(如发热值、焚化供气量等)。表 1-7 为 2001 年中国台湾地区垃圾的物理、化学组成和发热值。表 1-7 显示垃圾水分含量高达 50% 以上。此数值远高于欧美国家 20% ~ 25% 的水含量值。普遍缺乏下水道处理系统(接管率只有 8% 左右)的状况是造成垃圾含水量偏高的最主要原因。水分偏高的垃圾将增加垃圾卫生填埋的废气和渗出水的量,且加速其达到稳定的速度。另外,亦将造成焚化燃料浪费和不完全燃烧的几率增加。这些都不利于垃圾的妥善处理及其处理效果。

表 1-7 2001 年中国台湾地区垃圾物理组成、化学组成和发热值

项目 区域	物理组成		化学分析			高位发热值	低位发热值	碳氮比值
	可燃分 (%)	不可燃分 (%)	水分 (%)	灰分 (%)	可燃分 (%)	(kcal/kg)	(kcal/kg)	
台北市	93.45	6.55	49.84	10.31	39.85	2 410.0	1 969.0	35.47
高雄市	93.57	6.43	40.58	11.09	48.33	1 762.0	1 713.0	40.7
台湾地区	89.38	10.62	55.8	11.34	32.86	1 968.5	1 541.0	40.83

除上述一般废弃物(俗称家庭垃圾或简称垃圾)外,工业制造业、畜牧养殖业、医疗业、能源制造业、建筑业等,都会在生产制造、操作过程中产生一些废弃物,此即所谓的事业废弃物。其又可区分成一般事业废弃物和具有一定可污染环境或危害民众生命健康的有害事业废弃物,依危害性可细分成毒性、易燃性、反应性、感染性、腐蚀性等。依中国台湾地区环保主管机关 2001 年的申报统计资料,总计申报有 1 131.86 万吨的事业废弃物,其中 1 064.47 万吨为一般事业废弃物,而有害事业废弃物合计有 67.39 万吨(约占 6%)。表 1-8 为 2002 年中国台湾地区事业废弃物的申报数量及其主要的处置方式。此表显示目前中国台湾地区事业废弃物中再利用的百分比最高(约占 68.2%)。

表 1-8 2002 年中国台湾地区事业废弃物申报量及主要处理方式(单位:万吨(%))

申报总数量	自行处理	委托或共同处置	再利用	厂内暂存	境外处理
1 180.9	128.03	157.08	805.34	84.66	5.86
(100%)	(10.8%)	(13.3%)	(68.2%)	(7.2%)	(0.5%)

医疗废弃物中多具有感染危害性,其在 2001 年的产出量约 11.72 万吨,其中 10 万吨为一般医疗废弃物,而具感染性的有害医疗废弃物则有 1.72 万吨左右,表 1-9 为 1987—2001 年来中国台湾地区医疗废弃物增加的情况。感染性有害医疗废弃物又可细分成可燃的感染性有害废弃物(如病理切片、点滴容器等)和不可燃的感染性有害废弃物(如注射针头等)。依规定,前者需以红色容器(塑料袋)盛装并予以高温焚化处理;后者则需以黄色容器(塑料袋)盛装并予以妥善、隔绝的贮存填埋处理。高温焚化时可有效破坏废弃物中的感染性成分,且其焚化的发热值普遍较高,所以焚化处理通常是医疗废弃物的较佳处理方式,但为避免产生二次污染(如 dioxins、furan 等),焚化炉附加一些集尘或涤气设施则是必需的。在考虑成本效益之下,于各医院设置小型焚化炉是不切实际的,故区域性共同处理的较大型焚化炉,对成本效益、环境冲击的考虑应是较好的选择。表 1-10 为中国台湾地区北、中、南和东部地区现有的医疗业废弃物的集中处理焚化厂及其处理容量(capacity)。对照医疗业废弃物每年约有 11.72 万吨的产出量,目前的集中焚化处理容量是不足的(约不足 50%)。基本上,小型焚化炉并不适用于处理医疗废弃物(含氯成分高),其不但成本高,且在小型焚化炉或不连续操作下易造成不完全燃烧的情况,极易形成有害气体(如 dioxins)的排放。瑞典曾测试其 50 座小型焚化炉的操作结果,发现 dioxins 的排放量为一般大型焚化炉的 2 倍以上。所以设置区域型集中共同处理的大型焚化设施来处理医疗废弃物渐渐形成共识,例如 1984—1986 年间德国慕尼黑市即关闭该市 200 余座各医院的小型焚化设施,而集中于一焚化中心处理,可降低成本,避免有害的二次污染,回收大量的能源,且可有效处理医疗废弃物。

表 1-9 1987—2001 年中国台湾地区医疗废弃物的增加情况 (单位:万吨(%))

时间(年)	项目	一般医疗废弃物	感染性有害情况医疗废弃物	合 计
1987		5.46(85.05%)	0.96(14.95%)	6.42
1991		5.87(84.95%)	1.04(15.05%)	6.91
1996		7.27(85.03%)	1.28(14.97%)	8.55
2001		10.00(85.33%)	1.72(14.67%)	11.72

表 1-10 中国台湾地区医疗废弃物集中焚化处理情况

区 域	处理量(吨/天)
台 北	100
台中(丰原)	2
高 雄	50
宜 兰	3
花 莲	3
台 东	2

表 1-11 为各种企事业废弃物排放量及处理方式。另外,根据 1999 年的统计资料显示,中国台湾地区企业废弃物的排放量约 1 947 万吨,其中 90% 为一般性废弃物(10% 为有害),可燃性废弃物约 800 万吨,其中约 70% 采用焚化处理。中国台湾地区目前对废弃物的管理和处置,尤其对有害废弃物的管理和处置,并未达到理想的境界,推究其原因可归纳如下:

①各企业单位多属中小型企业,财力人力有限,而废弃物处理所需投入的成本较高,故普遍处理设备不足,因此,难以对企业废弃物提高其妥善处理率;

②各种实验室所产生的废液和有害废弃物,因量少种类复杂,大多无法妥善处理;

③企业单位多缺乏清理废弃物责任的认知,并且缺乏处理的相关技术和知识;

④有害企事业废弃物认定标准制订太晚(1994 年 3 月才修订公布),无法对有害企事业废弃物加强管理;

⑤企业废弃物的管理、稽查人员不足且训练也不够;

⑥企事业废弃物多采用填埋方式处理,不但侵占一般垃圾填埋处理的容量,降低填埋场的使用寿命,而且将对环境造成二次污染。

表 1-11 各种企事业废弃物排放量及处理方式(1995 年度)

种类 \ 项目		排放量(吨/天)	处理方式(建议)	备 注
工 业		1 200	焚化、填埋或物化处理	焚化占 36%
医 疗		211	焚化(主要)或填埋	焚化占 37.5%
农业 养殖 畜牧	禽畜死亡	910	焚化、填埋	焚化占 36%
	废弃物残留	540	填埋或回收	资源回收占 60%
营建土方		7 200 万立方米	送弃土场	部分县市无弃土场可用
实 验 室		150	规划各种处理设备	多委托业者清理

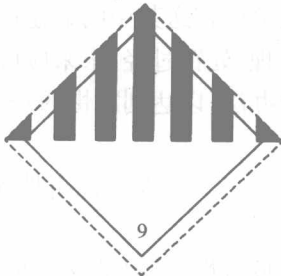
企事业废弃物依规定应自行或委托(共同)处理或再利用,但部分不良的从业者甚至有乱弃置各种有害废弃物的事件,如 2000 年的升利化工违法在二仁溪等倾倒有害废液,更有甚者盗挖农地、山谷或河川地(盗采砂石),回填有害废弃物,造成严重的土壤、地下水污染,破坏生态和贻害后代子孙。至 1998 年底,依中国台湾地区环保主管机关稽查合计有 43 处有害废弃物场址。环保主管机关已移送其中明显违规倾倒者 21 处,但当时只能依区域规划相关规定或水利相关规定移送处理,处罚过轻,未来应可依其涉及危害地下水或有害废弃物任意填埋纳入刑事的公共危险处置办法,以达到震慑的效果。

1-3 有害废弃物的分类和定义

凡是具有毒性或危害性,其数量或浓度足以造成环境污染及危害民众健康者便是有害废弃物。前面已说明企事业废弃物中有 6% ~ 10% 是具有各种危害性的有害废弃物。另外,日常生活所产生的垃圾(废弃物)有部分亦属有害废弃物的范围。1992 年的《巴塞尔公约》,为一

禁止或控制有害废弃物作跨国运送的规定,中国台湾地区则制定所谓有害废弃物输入输出过境转口管理办法来明确管制各种有害废弃物的输入、输出的项目,其管制内容、标的物种类等可参考环保主管机关于 1999 年搜集、汇整的《疑似有害废弃物制定手册》(可上网查询)。例如:废铅酸蓄电池(表 1-12)、废镉镍电池(表 1-13)、焚化灰渣(表 1-14)、电镀污泥(含氰化物、重金属,表 1-15)、废有机溶剂(表 1-16)、废变压器(含多氯联苯,表 1-17)、废酸碱液(表 1-18 和表 1-19)等都是有害废弃物且为《巴塞尔公约》所禁止跨境运输。

表 1-12 废铅酸蓄电池

管制分类	■有害废弃物认定标准之有害废弃物 ■《巴塞尔公约》管制品	
外观	颜色	外观为一般蓄电池
	常温下形态	固态
	常用包装	太空袋
	常用容器形态及材质	塑料袋(PE、PVC)等
主要有害成分	氧化铅、硫酸铅	
主要有害成分的基本物理/化学性质	废弃物本身稳定,但若外包装遭受破坏或不当处理则可能使有毒物质随土壤、地下水而进入人体 ■纯氧化铅的物理/化学特性如下: 1. 沸点:1 535 ℃ 2. 熔点:888 ℃ 3. 蒸气压:10 mmHg(在 1 085 ℃下) 4. 比重:9.53 5. 化学性质稳定 6. 水中溶解度:0.001 % 7. 强碱性 8. 常温下外观为红色至黄色固态晶体 ■纯硫酸铅物理/化学特性如下: 1. 熔点:1 170 ℃ 2. 比重:6.20 3. 化学性质稳定 4. 水中溶解度:<0.1 % 5. 强碱性 6. 常温下外观为白色固态晶体	
主要有害成分有害特性认定	1. 废铅酸碱电池为有害废弃物 2. 主要有害成分为重金属溶出毒性	
联合国九大类危险物品运输分类标示		

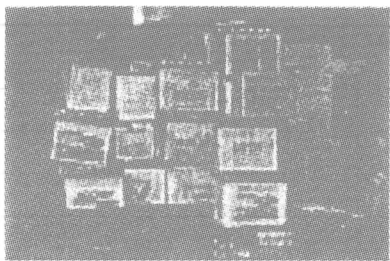


图 1-2 废铅酸蓄电池实体 1



图 1-3 废铅酸蓄电池实体 2

表 1-13 废镍镉电池

管制分类	■有害废弃物认定标准之有害废弃物	
	■《巴塞尔公约》管制品	
	颜色	无固定
	常温下形态	固体
	常用大宗包装形态	太空袋
外观	常用容器形态及材质	太空袋
	废弃物本身稳定,但若外包装遭受破坏或不当处理则可能有毒物随土壤、地下水而进入人体	
	1.电极主要成分为镍金属、镉金属及其氧化物,电解液为氢氧化钾(KOH)	
	2.电极隔层为聚氯乙烯(PVC)合成树脂	
主要有害成分的基本物理/化学性质	3.电池外壳为镀镍钢材或聚苯乙烯	
	4.金属镉与氧化镉之沸点均低于 800 ℃	
	主要有害成分有害特性认定	
	主要有害成分为重金属溶出毒性	
联合国九大类危险物品运输分类标示		

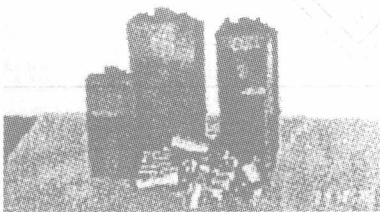


图 1-4 常见废镍镉电池实体

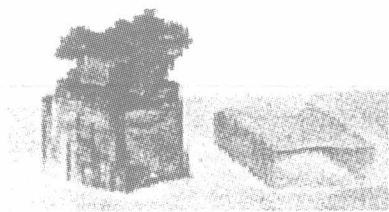
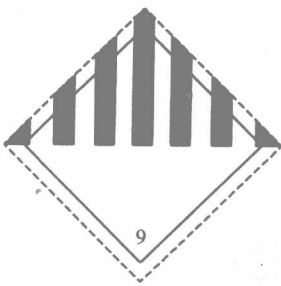


图 1-5 常见废镍镉电池拆卸内部构造

表 1-14 焚化灰渣

管制分类	■有害废弃物认定标准之有害废弃物 ■《巴塞尔公约》管制品	
颜色	黑色、褐色、灰色等	
外观	固状、粉状、块状	
常用包装	桶装	
常用容器形态及材质	铁制桶	
主要有害成分	二噁英:PCDD、PCDF 飞灰及灰渣含有的金属:Ca、Al、Fe、Na、K、Cu、Mn、Pb、Zn、Hg 等。	
主要有害成分的基本物理/化学性质	废弃物本身稳定,但若长期露天曝置或与强酸强碱物质作用,或经不当处理则有有毒物质可能随土壤、地下水或空气而进入人体 ■飞灰及灰渣的基本物理/化学特性如下: 1.熔点:大于 12 000 ℃ 2.比重:大于 1 3.pH 值:大于 7 ■飞灰及灰渣所含重金属基本物理/化学特性大致如下: 1.反应特性稳定 2.非水溶性 ■飞灰及灰渣中所含 PCDD/PCDF 的基本物理/化学特性如下: 1.PCDD 有 75 种同分异构体,PCDF 有 135 种同分异构体,因氧在苯环上的位置而异,两者皆具有相当的毒性,大多是化学过程中或燃烧过程中产生的副产品,故其形成量一般都不高,但一形成后就相当稳定,且会于自然界中累积 2.PCDD/PCDF 于自然界中分解极慢,其蒸气压低不易挥发。吸附于土壤颗粒的能力强,除非土壤受侵蚀,否则不易移动或渗漏至地下水及地表水中 3.在垃圾燃烧过程中,若是燃烧状况不良,其中 CO₂、H₂O 与垃圾中的氯化物结合则会形成 PCDD/PCDF、氯苯氯酚等物质 4.焚化含有 PCB 的电容器、转换器亦会产生 PCDD/PCDF	
主要有害成分有害特性认定	1.含有 PCDD、PCDF 等的废弃物 2.溶出毒性有害重金属废弃物	
联合国九大类危险物品运输分类标识		

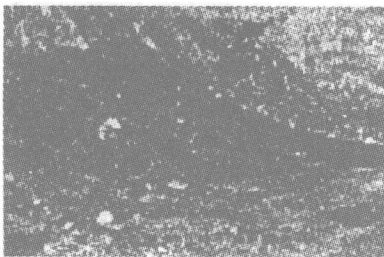


图 1-6 焚化灰渣

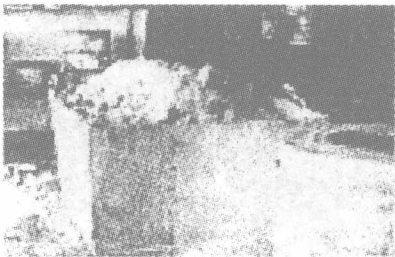


图 1-7 焚化灰渣实体

表 1-15 含氰化物污泥

管制分类	■有害废弃物认定标准之有害废弃物 ■《巴塞尔公约》管制品	
外观	颜色	灰色、绿色、咖啡色
	常温下形态	固体、半固体或泥块
	常用包装	太空袋
	常用容器形态及材质	塑料材质 (PE、PVC) 的包装袋
主要有害成分	汞、砷、镉、铜、铬、铅、锌、铁、氰化物 (盐类)	
主要有害成分的基本物理/化学性质	废弃物本身稳定,但若长期露天曝置或与强酸强碱物质作用,或经不当处理则有有毒物质可能随土壤、地下水或空气而进入人体 ■污泥之基本物理/化学性质: 1. 非水溶性 2. pH 值: 5.0 ~ 10 3. 反应性稳定 4. 密度: 650 ~ 1 000 kg/m³ 5. 含水率: 30% ~ 80% ■氰化物 (盐类)-氰化钾的基本物理/化学性质: 1. 熔点: 634 ~ 635 ℃ 2. 比重: 1.52 (水 = 1) (16 ℃) 3. 溶解度: 71.6% (25 ℃) ■重金属基本物理/化学性质: 1. 反应特性稳定 2. 非水溶性	
主要有害成分有害特性认定	重金属: 溶出毒性废弃物 氰化物: 反应性废弃物	
联合国九大类危险物品运输分类标识		