

日本工业废弃物 再生利用技术

国家计委资源节约和综合利用司
重庆大学资源综合利用工程研究中心

编译

653
33

重庆大学出版社

日本工业废弃物再生利用技术

国家计委资源节约和综合利用司 编译
重庆大学资源综合利用工程研究中心

重庆大学出版社

057565

内 容 提 要

本书是在日本净化中心编写的《日本工业废弃物的再生利用》基础上编译而成的。书中简要介绍了日本工业废弃物现状;着重阐述了工业废弃物处理与再生的基本技术,以及冶金渣和废料、废塑料、废纸、废玻璃、污泥、废油、废酸碱和建筑废料的再生利用技术。

本书还介绍了垃圾燃料工艺流程、废弃物热解和高温裂解、焚烧、回填,以及废弃物的生物处理技术,对相应的设备原理也作了介绍。

本书可供国内从事资源综合利用工作的有关专家和工程技术人员、大专院校有关专业师生参考。

日本工业废弃物再生利用技术

国家计委资源节约和综合利用司 编译
重庆大学资源综合利用工程研究中心
责任编辑 刘茂林 董若璟

*

重庆大学出版社出版发行
重庆大学出版社印刷厂印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张: 11 字数: 275千
1991年11月第1版 1991年11月第1次印刷
印数:1—4000
标准书号: ISBN 7-5624-0464-X 定价: 7.00 元
X·3

前 言

1990年2月,国家计划委员会资源节约和综合利用司就资源综合利用问题对日本进行了考察。回国后与重庆大学资源综合利用工程研究中心,共同编译了这本《日本工业废弃物再生利用技术》,供国内从事资源综合利用工作的有关专家和工程技术人员参考。本书是在日本净化中心编写的《日本工业废弃物的再生利用》一书的基础上,经过整理编译而成的。中国工业废弃物的再生利用,与日本相比有较大差距。因此,本着实事求是、洋为中用的原则,结合国情学习日本的先进技术和管理方法并运用到实际工作中去,对提高我国资源综合利用水平将有积极作用。参加本书编译的有朱良栋、陈万志、郭培章、孙翠华、李蜀庆、谢科生、马骏源等同志,由朱良栋、陈万志总审定稿。

限于编译者水平,书中不妥之处敬请读者批评指正。

编译者

1991年7月26日

目 录

第一章 日本工业废弃物现状	(1)
1. 工业废弃物的定义	(1)
2. 工业废弃物排放、处理、综合利用的现状	(2)
第二章 工业废弃物处理与再生的基本技术	(10)
1. 分选	(10)
2. 压溃和切碎	(15)
3. 破碎	(18)
4. 脱水	(25)
5. 萃取	(27)
6. 干燥和浓缩	(30)
7. 热解和高温裂解	(39)
8. 焚烧	(42)
9. 固化	(47)
10. 废物固体燃料	(52)
11. 微生物利用	(57)
12. 乙醇化	(64)
13. 回填	(68)
第三章 废弃物的处理和再生技术	(73)
1. 铁渣	(73)
2. 废铁	(83)
3. 废铝料	(88)
4. 氢氧化铝污泥	(89)
5. 废塑料	(95)
6. 废纸	(109)
7. 废玻璃(碎玻璃)	(117)
8. 有色金属废料(铜、铅、锌)	(120)
9. 废弃催化剂	(126)
10. 污泥	(135)
11. 废油	(149)
12. 废酸碱	(153)
13. 建筑废弃材料	(162)

第一章 日本工业废弃物现状

1. 工业废弃物的定义

(1) 人类活动的不同阶段所排放的不需要的物质,称为废弃物。

(2) 上述废弃物的内容随着人的生活方式的改变而变化,也随着再生利用技术和社会体系的变化而变化。

(3) 依照有关法律(废弃物处理和公共清扫法)和条例的规定,废弃物的定义为

a. 废弃物——废料、废渣、垃圾、燃烧剩余物、泥渣、排泄物、废油、废酸、废碱、废钢筋骨架以及固态或液态废旧污秽物(阻隔放射性的废旧物质或放射性所污染了的物质)及不能使用的其它废旧材料。

根据上级关于执行上述法律的通知,“废弃物”一词系指这样一些物质,即物质的占有者自己不能利用的或不能出卖给他人换取价值的物质。

这就意味着,能被出卖换取价值的物质,从法律角度看不能被当成废弃物。举个例子,在商品加工中所产生的金属屑不能被视为废弃物,因为它有可能被出卖换取价值。如果它们不能被出卖而转换成任何价值,那么它们就可被视为废弃物。

b. 家庭废弃物——不同于工业废物的废物。

c. 工业废弃物——表 1-1 所列 19 种类型的废弃物都是工业加工过程中产生的工业废弃物。

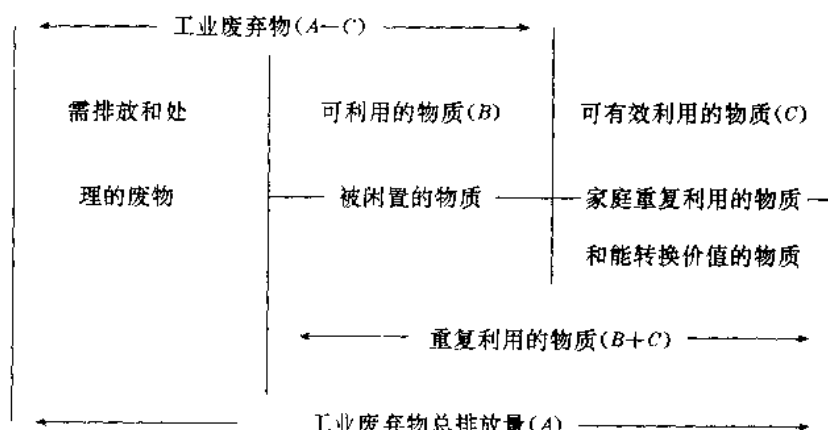


图 1-1 工业废弃物分类

表 1—1 工业废弃物类型

按法律意义规定的废弃物

- (1) 燃烧剩余物: 煤渣、炉灰渣、清理熔炉排放的废渣及其它的燃烧残渣;
- (2) 泥渣: 工业废水排放后残留的泥渣型物质、机器制造加工过程中所产生的泥渣型物质, 包括活化泥渣工艺过程中残余的泥渣、废纸浆水中的泥渣、使用动植物作为原材料的工业废水中的泥渣, 建筑物孔穴的残渣, 电石渣、红泥以及碳酸钙盐渣;
- (3) 废油: 各种类型的废油, 包括矿物油、动植物油、脂肪油, 如润滑油、绝缘油、清洗油、切削油、含油废溶液、焦油等;
- (4) 废酸: 各种类型的废酸液, 包括硫酸、盐酸以及各种有机酸;
- (5) 废碱: 各种类型的废碱液, 包括苏打液和金属肥皂溶液;
- (6) 废塑料: 各种类型的高分子聚合而成的固态、半固态废塑料, 包括合成环氧树脂废料、合成纤维废料以及合成橡胶废料;

按条例意义规定的废弃物

- (1) 废纸: 废纸和具有聚氯联苯涂层的废纸, 纸浆和造纸生产中产生的废纸、报纸、出版物、书类、打印纸等;
- (2) 碎木片: 碎木片、锯末、包装箱, 以及木材、木制产品(包括家具制造)、纸浆制造生产过程中产生的和进口成批木制品带来的碎木;
- (3) 废纺织品: 废棉花、废羊毛织品、纺织生产过程中产生的废弃纺织物(衣物除外)、其它纺织品;
- (4) 动植物残余物: 食品、药剂、香料等生产过程中产生的废弃物, 如发酵用剩余粮食、鱼类和动物不能利用的部分等;
- (5) 废橡胶: 天然废橡胶;
- (6) 金属屑: 钢铁屑、破碎和切削加工中生成的有色金属屑;
- (7) 碎玻璃、陶瓷: 玻璃、陶瓷碎片、碎耐火砖;
- (8) 矿渣: 高炉渣、平炉渣、电炉渣、转炉渣、其他冶炼废渣、废矿石、废煤矸石及煤粉;
- (9) 建筑废渣: 碎混凝土、碎砖瓦及其它拆除建筑物造成的废材料;
- (10) 畜禽粪便: 乳制品、畜禽饲养业产生的牛、马、猪、羊、鸡等畜禽的排泄物;
- (11) 畜禽尸体: 乳制品、畜禽饲养业产生的牛、马、猪、羊、鸡等畜禽的尸体;
- (12) 粉尘: 生产设施产生的粉尘, 如空气污染控制法规定的设备, 用来焚化泥渣、废酸、废碱、废塑料、废纸(有 PCB 涂层项 1 中所列)、金属屑(有 PCB 涂层项 6 中所列)时产生的粉尘, 以及粉尘收集器收集的粉尘;
- (13) 其它: 垃圾、泥渣、废油、废酸、废碱、废塑料即上面所列 1~12 项中生产加工过程中产生的废料等。

2. 工业废弃物排放、处理、综合利用的现状

在日本, 按照企业对工业废弃物负责的原则, 大企业主要是由企业本身在废弃物排放现场进行处理, 中小企业主要委托废物处理公司进行处理, 见表 1—2。

但是, 这种由单个企业和处理公司进行废弃物处理的办法, 由于下述情况已受到很大限制, 产生了一系列问题。

表 1-2 经处理设施处理的工业废弃物(全国)

(1987 年 4 月 1 日,单位:t/a)

设施种类	企业工作人员	经批准的人员	公共团体	总 量
中间处理 设 施	84917380 (72.9%)	4634602 (4.0%)	26981131 (23.2%)	116533113 (100%)
最终处理 场	4601726 (19.5%)	15042684 (63.7%)	3955169 (16.8%)	23599579 (100%)
总量	89519106 (63.9%)	19677286 (14.6)	30936300 (22.1)	140132692 (100%)

2-1 工业废弃物不断增多并且复杂化

随着工业生产的发展,工业废弃物的数量一年比一年多。根据国际工业贸易部的估计,1987 年全日本工业废弃物排放总量约为 253000kt,其中可以重复利用的废弃物的数量约为 110000kt,则工业废弃物净排放量约为 143000kt,见图 1-2 和表 1-3。

从图 1-3、图 1-4 所列工业废弃物净排放量产生情况可以看出,下列三个行业工业废弃物产生量约占净排放总量的 60%,即:

a)纸和纸浆制造业(26%,39000kt);

b)化学工业(20.1%,30000kt);

c)钢铁工业(13.5%,20000kt)。

按照排放量多少为序,处于前三位的工业废弃物种类为:

1)泥渣(61.1%,91000kt);

2)废酸(12.5%,19000kt);

3)矿渣(7.2%,11000kt)。

这三类废弃物占总排放量的 80%多。

近年来废弃物的性质越来越复杂,以至于几乎不可能使用现有的废弃物处理系统来保证对废弃物进行适当的处理。

2-2 工业废弃物的重复利用率

工业废弃物重复利用的滞后性。

从减少废弃物的数量和最有效的利用资源的观点来看,重复利用工业废弃物是最有效的方法。然而,现在对于促进废弃物重复利用的环境条件是不利的(由于日元对美元升值,降低了能源的价格和原材料价格,工业生产和其他经济活动比较活跃),重复利用工业废弃物的比例仅仅维持在 55.4%(按国际工业贸易部 1987 年调查)。

按照较高重复利用率的公式来衡量,较高重复利用率=(重复利用值+有效利用值)/工业废弃物总值。根据统计,下述工业废弃物重复利用率比较高:木材制品(81.0%),钢铁(79.0%),运输机械(64.7%),金属屑(99.5%),炉渣(87.9%),碎木片(78.6%),见表 1-4 和图 1-5、1-6、1-7。

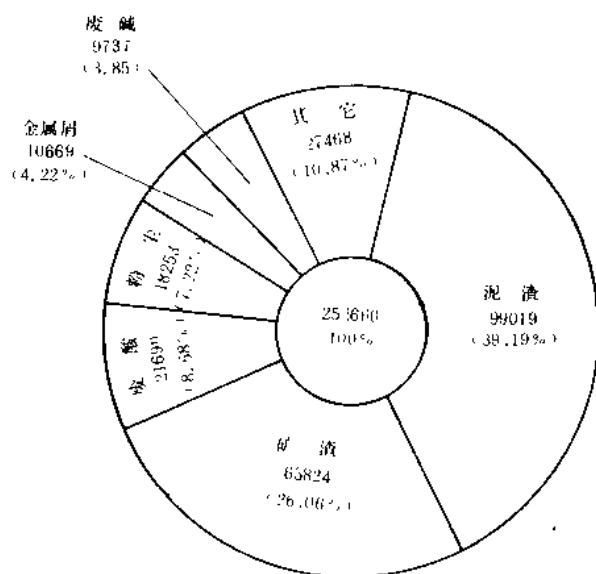


图 1—2 1987 年度全国工业废弃物(废物类别分)总排放量估计示意图(单位:t)

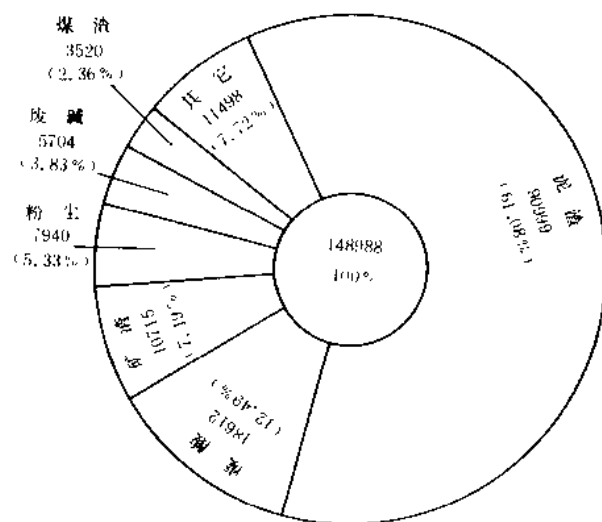


图 1—3 全国工业固体废弃物(按废物类别分)估计示意图(单位:t)

表 1—3 全国工业类型和废弃物类型总量估计表

(单位:kt)

工业类型 \ 废物种类	煤渣	泥渣	废油	废酸	废碱	废塑料	废纸	木屑	废纺织品
食品加工	185	15352	57	829	2201	783	140	25	1
纺 纱	80	3310	14	1	3855	143	20	3	172
纺织品	2		1			140	24		48
木制品	149	21	2	3		7	3	6753	
家具设施	5	28	4	1	5	29	13	229	5
造纸及纸浆	2046	37412	6	0	26	153	1565	819	
出版发行		864	17	15	14	61	980	9	
化 工	805	23478	656	3900	782	413	90	22	28
油和煤	30	698	89	25	81	7	3	1	
橡胶制品	3	23	9			118	20	12	5
皮革制品		891				19	1	4	1
陶器制品	12	5078	59	265	260	34	33	5	
(新陶器)		(9)							
钢 铁	17	5089	420	2181	1088	21	35	11	11
有色金属	9	410	40	3058	58	33	19	4	1
金属制品	13	3173	30	2162	19	53	30	4	
机械设备	17	394	96	46	44	52	63	19	3
电子机械	28	798	100	7135	1232	222	72	30	1
(集成电路部分)	(22)	(252)	(33)	(2632)	(258)	(87)	(8)	(1)	
运输机械	9	779	162	17	44	152	87	22	4
精密仪器	1	113	7	2	7	11	5		
其它制造业	25	220	34	10	12	213	43	15	3
电力供应	829	886	4	40	9	2			
气		2	5			1			
总 计	4265	99019	1812	21690	9737	2666	3259	7987	281

续表 1-3

废物种类 工业类型	动植物 残 骸	橡胶渣	金属屑	玻璃瓷 器碎片	矿渣	拆毁 废料	粉尘	处理后 排放的 废弃物	总计
食品加工	2168		76	159		17	16	17	22027
纺 纱	2	5	19	4		11	3		7642
纺织品									215
木制品			16	4		3	33		6994
家具设施			47	4	1	5	1		375
造纸及纸浆			45	1	12	36	77		42198
出版发行			21						1987
化 工	35	6	145	39	874	325	665	307	34576
油和煤			10	3	5	43	196		1191
橡胶制品		22	17	1	1	2	2		235
皮革制品	66								982
陶器制品			73	1290	322	319	2048	4	9802
(新陶器)				(11)	(1)		(1)		(22)
钢 铁		2	5411	679	61014	1083	12029	24	89115
有色金属		1	116	1	1629	37	25		5444
金属制品	1		1000	7	59	19		168	6738
机械设备	1		1023	34	727	62	51		2632
电子机械	1		501	33	24	7		5	10189
(集成电路部分)			(15)	(6)		(1)			(3315)
运输机械	1	2	2071	15	1152	18	24		4559
精密仪器			14	2	1	4			167
其它制造业			16	1					592
电力供应			45	4	3	75	3083		4980
气			2			10			20
总 计	2275	38	10669	2284	65824	2076	18253	525	252660

注:摘自工业废弃物处理调查报告

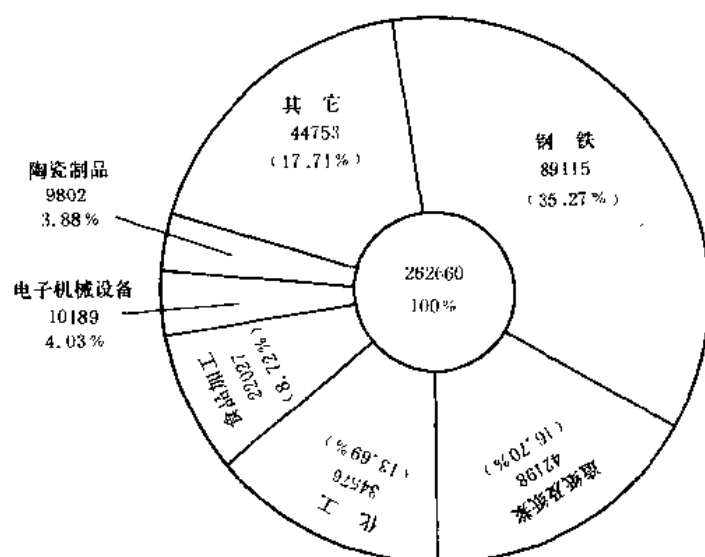


图 1-4 1987 年度全国工业废弃物(按工业类型分)净排放总量估计示意图(单位:t)

表 1-4 各类工业、各种废弃物 1987 年度重复利用率统计表

工业类型	重复利用率(%)	废物类别	重复利用率(%)
总的工业类	55.4(58.5)	煤 渣	34.2(42.9)
食品加工业	14.4(18.3)	泥 渣	13.6(24.8)
纺 纱	52.3(43.9)	废 油	28.0(24.6)
纺 织 品	0.0(43.3)	废 酸	16.1(33.6)
木 制 品	81.0(95.3)	废 碱	24.1(28.8)
家具设施	31.3(69.3)	废 塑 料	26.5(24.4)
造纸及纸浆	8.3(13.3)	废 纸	32.4(43.8)
出版发行	51.2(57.8)	木 屑	78.6(95.1)
化 工	14.5(18.0)	废纺织品	33.3(50.6)
油 和 煤	31.3(37.6)	动 植 物	74.5(83.3)
橡胶制品	31.0(42.3)	残 骸	
皮革制品	7.4(24.2)	橡 胶 渣	14.3(25.9)
陶器制品	43.4(44.2)	金 属 屑	99.5(97.5)
钢 铁	79.0(76.0)	碎 玻 璃	47.9(37.9)
有色金属	19.4(32.3)	陶 瓷	
金属制品	29.5(35.6)	矿 渣	87.9(75.1)
机械设备	57.5(46.6)	爆破垃圾	15.1(10.0)
电子机械	6.6(37.4)	粉 尘	58.2(64.7)
运输机械	64.7(76.3)	处理后排放废弃物	0.0(19.0)
精密仪器	6.0(30.9)	总 计	55.4(58.5)
其它制造业	18.1(67.4)		
电力供应	58.4(52.5)		
气	30.0(31.8)		

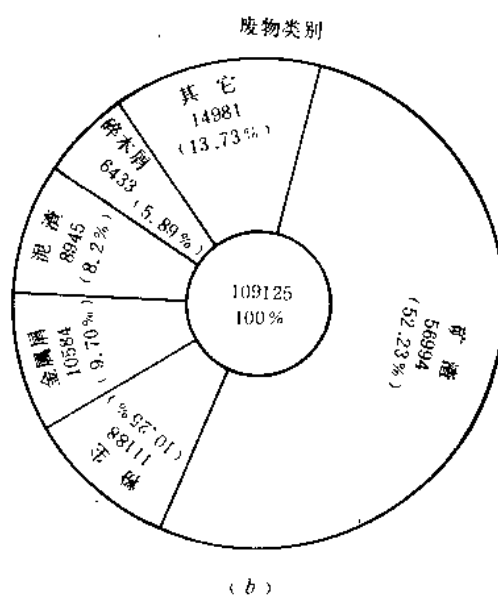
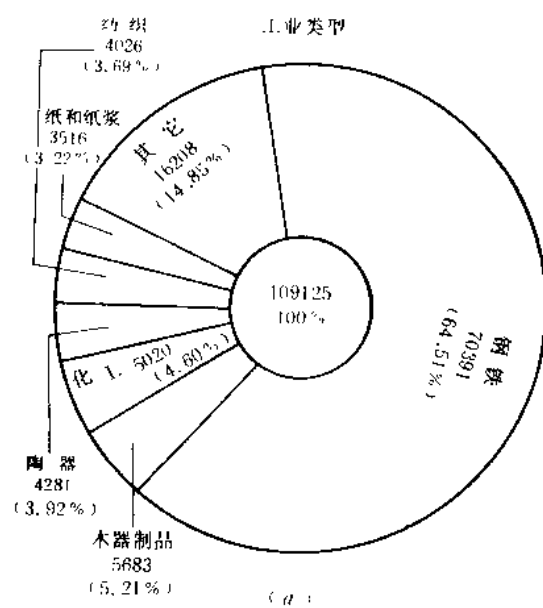


图 1—5 1987 年度全国工业废弃物重复利用量估计示意图(单位:t)

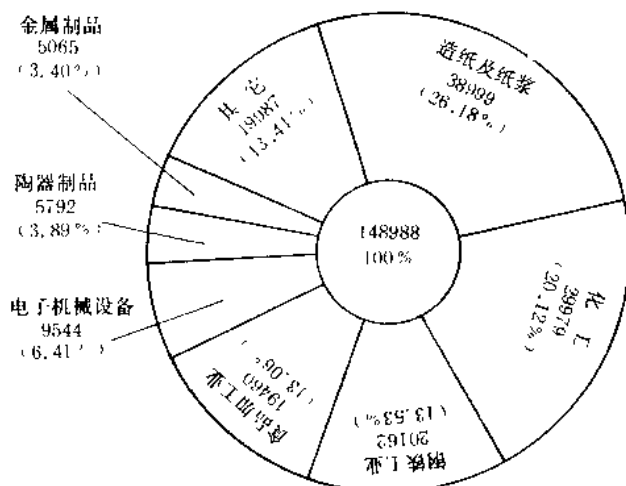


图 1-6 全国工业固体废物(工业类型分)估计示意图(单位:t)

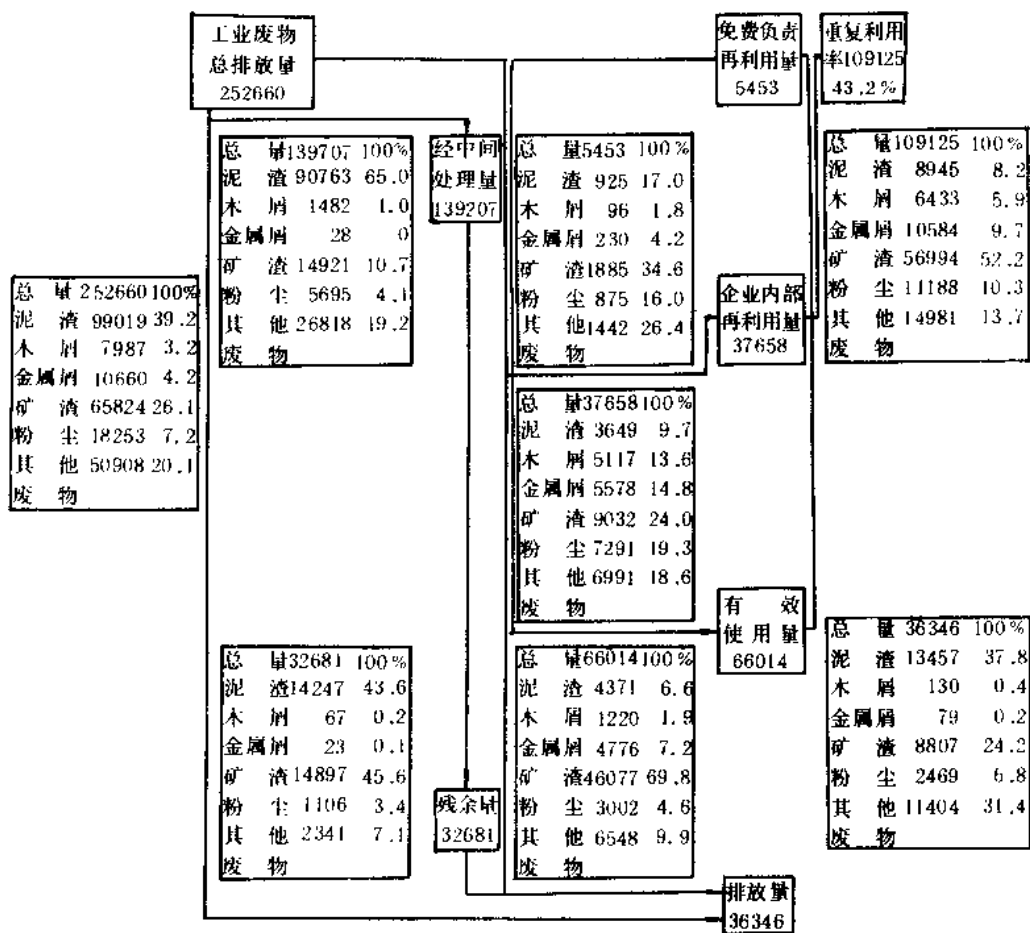


图 1-7 工业废弃物流程图(全国估计值)单位:kt

第二章 工业废弃物处理与再生的基本技术

1. 分 选

分选一般用于破碎、燃烧,其目的如下:

- 1) 从混合废弃物中挑选出可燃与不可燃材料,前者焚烧,后者回填;
- 2) 提取有价值的物质;
- 3) 作为再生的中间工序,分选出有利用价值的物质和有机材料。

1-1 技术原理

分选原理是基于应用被分选物的物理或化学性质。大多数运行系统都和传统应用的矿石或农产品分选处理技术相同,也有些是其改良型。这些技术包括:筛分(按颗粒尺寸分级)、风选、重力分选、磁选、电涡流分选和静电分离。具体选择哪种方法,应考虑被分选物的类型、物理性质、形状、回收率、纯度及其经济价值,以及可能发生的二次污染。

1-2 设备类型

分选设备类型清单列于表 2-1,依项目不同经常将它们搭配使用。

表 2-1 分选设备的类型

分选方法	设备类型
筛分	振动筛,旋转筛
重力分选	机械式的或湿法,按比重定
风选	立式,卧式或倾斜式
磁力分选	鼓式,带式
电涡流分选	旋盘式,斜板式
静电分选	钢带式,电晕放电式
磁场分选	磁液式
溶剂分选	含二甲苯的溶剂
水选	冲洗式,水/滤网式
按长度分选	半湿破碎式
浮选	矿石浮选式
光学分选	反射法
弹性分选	旋盘式,带式

1-3 分选设备概况

1) 筛分设备

筛分是依颗粒尺寸把物料分成两级或更多级,改变筛网目数即可做到。筛分通常作为破碎的后工序,或主要的分选工序。依照被选物的条件不同,可以用干法,亦可用湿法筛分。推荐干法用于废弃物处理,因湿法还有附带的污水处理问题。

振动筛和旋转筛(滚筒)都被采用,依被选物性质,颗粒的尺寸分布、流动性、长度和筛孔、频率、转速而有多种规格。

典型的能将物料作三级分选的两筛如图 2-1、2-2 所示。

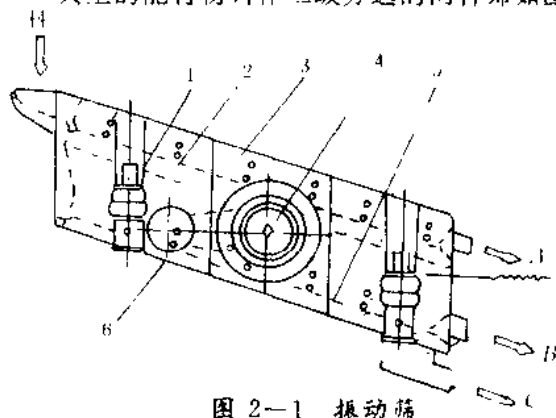


图 2-1 振动筛

1. 橡胶减振器 2. 1号筛网 3. 主体
4. 振动体 5. 2号筛网 6. 底板
A. 大尺寸颗粒 B. 中等尺寸颗粒 C. 小尺寸颗粒

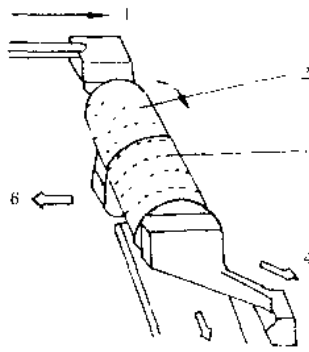


图 2-2 旋转筛

1. 料 2. 细孔筛网 3. 粗孔筛网
4. 大颗粒 5. 中等颗粒 6. 细粒

2) 重力分选

利用物料比重差进行分选的方法。比重相差越大,分离精度越高,它要求预作破碎、颗粒分选和切碎。分离介质的选择也是一个重要因素。

它包括机械法和湿法。湿法用水或高比重液体使物体上浮或沉底而分离它们。

一种典型的机械式重力分选设备见图 2-3。该法利用物料的颗粒尺寸及比重的差异,即利用物体自由落体的重力差和弹簧丝弯曲的弹力而勿须水和空气之类的介质工作。第一级用叶轮分离细小颗粒,第二级用一个钢丝轮(短钢丝径向安装在轮轴上)去分选重物 and 轻物。

3) 风选

该法利用物体对空气的阻力差和在空气中下落的速度差来分选物料。下落速度既取决于物体的形状尺寸,又取决于物体的比重和物体在重力和气阻平衡的状态下下落的情况。一个典型的例子是农民用风车风选谷物。

参看图 2-4 和图 2-5,这种类型的分选装置适用于密封条件下气流向上通过锯齿形通道或水平地将物料吹送到不同的料仓内。当用于废弃物处理时,该装置可用来分选较重的金属、土、砂、玻璃等和较轻的纸张、塑料、织物等物料。

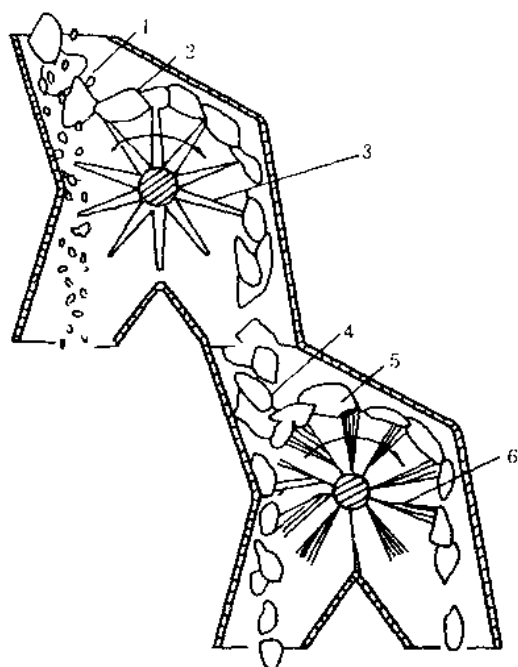


图 2-3 机械式分选

1. 含小颗粒的物料 2. 大粒物料 3. 转钉轮 4. 重物 5. 轻物 6. 转刷轮

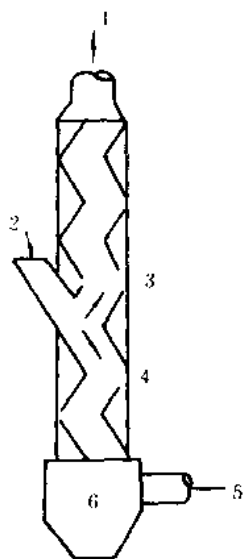


图 2-4 立式风选

1. 至有机物箱 2. 样品料 3. 轻物
4. 重物 5. 进气口 6. 无机材料坑

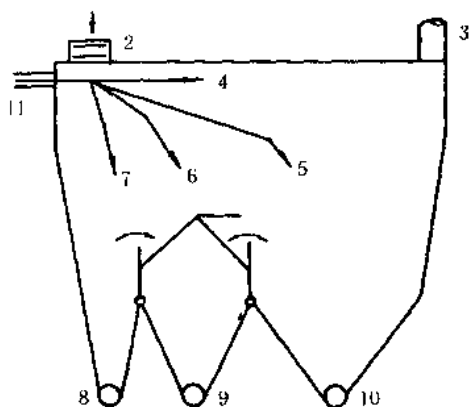


图 2-5 卧式风选

1. 样品料 2. 皮带 3. 废气道 4. 水平气流
5. 轻物 6. 中间类物料 7. 重物 8. 1号料斗
9. 2号料斗 10. 3号料斗 11. 喷嘴

4) 磁力分选

该法采用永久磁铁或电磁铁，借助其吸力从废弃物中挑选出铁。该分选装置采用磁力传送带来吸取磁性物质。这种传送带装在运输废弃物的输送带上方，或者在输送带的一端装一