

咨询资料

废塑料再生技术及应用

胡承曦 李爱军

中国化工信息中心

咨询资料

废 塑 料 再 生 技 术 及 应 用

胡承曦 李爱军

中国化工信息中心

目 录

第一章 绪论	(1)
一、废塑料的来源及对人类的威胁	(1)
1. 塑料的生产与消费	(1)
2. 废塑料的主要来源	(2)
3. 塑料垃圾引起的社会问题	(4)
二、各国回收利用废塑料对策	(5)
1. 建立机构	(5)
2. 制订法规	(5)
2.1 美国	(5)
2.2 欧洲	(7)
2.3 亚洲	(8)
三、处理废塑料的途径	(10)
1. 再生利用的主要途径	(10)
1.1 机械再生	(10)
1.2 解聚	(10)
1.3 热解液化和气化	(11)
2. 焚烧	(11)
四、回收利用现状及存在问题	(12)
1. 回收利用现状	(12)
1.1 美国	(12)
1.2 西欧	(15)
1.3 日本	(15)
2. 存在问题	(15)
2.1 难于收集和分拣	(15)
2.2 市场竞争困难	(17)
第二章 混合废塑料分离技术	(18)
一、人工分离法	(18)
二、密度分离法	(19)
三、溶解分离法	(21)
四、静电分离法	(21)
五、其它分离技术	(26)
六、国外专利	(26)
第三章 国外废塑料回收利用技术	(34)

一、聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)	(34)
1. 先轧碎后分离的回收方法	(34)
1.1 工艺过程	(34)
1.2 成套回收设备介绍	(39)
1.3 典型 PET 瓶回收工厂介绍	(43)
2. 先分离后轧碎的回收方法	(45)
2.1 工艺过程	(45)
2.2 典型 PET 瓶回收工厂介绍	(48)
3. PET 瓶回收中的其它问题	(49)
3.1 加工过程中聚合物的变化	(49)
3.2 再生 PET 分子量的提高	(50)
3.3 改善瓶体设计	(50)
3.4 技术进展引起的回收复杂化	(51)
4. PET 解聚技术	(52)
5. 再生 PET 的市场	(54)
6. 国外专利	(54)
6.1 回收加工	(54)
6.2 PET 解聚	(58)
二、聚乙烯(PE)	(62)
1. HDPE 瓶的回收利用	(63)
2. 聚乙烯薄膜的回收利用	(64)
2.1 工艺过程	(65)
2.2 一体化废旧薄膜回收利用系统	(68)
2.3 生产过程说明	(70)
2.4 成本估算	(73)
3. 国外专利	(75)
三、聚氯乙烯(PVC)	(76)
1. 再生工艺概说	(77)
1.1 PVC 瓶的识别	(77)
1.2 PVC 与其它塑料分离	(77)
1.3 PVC 碎粒洗涤	(80)
1.4 熔融 PVC 纯化	(81)
1.5 再生 PVC 共混	(81)
1.6 几种工艺简介	(81)
2. 工艺设计方案	(82)

2.1 工艺流程	(82)
2.2 工艺讨论	(82)
2.3 成本估算	(82)
3. 国外专利	(86)
四、聚苯乙烯(PS)泡沫塑料	(89)
1. 清洁泡沫 PS 的回收再生	(89)
2. 污秽泡沫 PS 的回收再生	(90)
2.1 连续工艺	(90)
2.2 脱水工艺	(91)
3. 典型工艺介绍	(91)
4. 含溴化物的泡沫 PS 回收	(93)
5. 国外专利	(93)
五、聚丙烯(PP)	(95)
1. 汽车废旧蓄电池箱的回收	(95)
2. 汽车保险杠的回收	(97)
3. 编织包装袋的回收	(98)
4. 国外专利	(98)
六、混合废塑料	(99)
1. 机械再生	(99)
1.1 相容剂	(99)
1.2 致密混合	(99)
1.3 塑料木材	(100)
2. 生产合成气	(102)
2.1 废塑料替代部分原料工艺	(103)
2.2 独立工艺	(106)
3. 热解液化	(109)
4. 氢化	(111)
5. 固体燃料化	(112)
6. 国外专利	(112)
6.1 裂化和热解	(112)
6.2 其它	(114)
第四章 国内废塑料回收利用技术	(123)
一、聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)	(123)
1. 机械再生法	(123)
1.1 三种工艺比较	(123)

1.2 熔融挤出造粒工艺	(124)
1.3 其它	(126)
2. 固相缩聚增粘法	(127)
2.1 工艺过程	(127)
2.2 影响因素	(127)
3. 共混改性利用法	(128)
3.1 工艺过程	(128)
3.2 共混组份的选择	(129)
3.3 注射工艺条件	(131)
3.4 经济效益	(131)
4. 解聚回收法	(132)
5. 生产不饱和聚酯树脂	(132)
5.1 苯酐/顺酐原料类型	(132)
5.2 顺酐原料类型	(136)
5.3 反丁烯二酸原料类型	(136)
6. 中国专利	(138)
二、聚烯烃	(138)
1. 制泡沫塑料	(139)
2. 生产土工制材	(140)
3. 制填充母料	(141)
3.1 原料、设备及配方选择	(141)
3.2 工艺过程	(142)
3.3 填充母料的性能	(143)
4. 制防水毡	(143)
5. 中国专利	(144)
三、聚氯乙烯(PVC)	(145)
1. 薄膜回收利用	(145)
1.1 制地砖基片	(145)
1.2 制再生钙塑地板	(148)
2. 硬质制品回收利用	(149)
2.1 工艺过程	(150)
2.2 产品质量	(150)
3. 中国专利	(150)
四、聚苯乙烯(PS)泡沫塑料	(151)
1. 脱泡再生法	(151)

1.1 热收缩法	(151)
1.2 溶解法	(152)
1.3 凝胶法	(153)
1.4 其它	(156)
2. 共混利用法	(156)
2.1 工艺过程	(156)
2.2 产品质量	(156)
3. 制涂料法	(157)
3.1 溶剂型涂料	(157)
3.2 水包油乳液	(159)
4. 裂解回收苯乙烯法	(160)
5. 制备胶粘剂法	(161)
6. 中国专利	(162)
五、聚酰胺(PA)	(165)
1. 制备多孔尼龙粉末	(165)
1.1 原料及工艺过程	(166)
1.2 产品应用	(166)
2. 中国专利	(167)
六、混合废塑料	(168)
1. 油化技术	(169)
2. 安全与环保	(171)
3. 投资与效益	(171)
4. 中国专利	(172)
七、其它废塑料回收利用中国专利	(177)
第五章 发展建议	(183)
一、建立有效的废塑料回收运作体系	(183)
1. 建立废塑料回收基金	(183)
2. 制订适合国情的回收措施	(183)
二、合理选择再生技术	(184)
1. 化学再生与机械再生有机结合	(184)
2. 注意发展预处理技术	(184)
三、制订政策应审慎	(184)
附录一 中华人民共和国固体废物污染环境防治法	(185)
附录二 国外主要废塑料加工公司	(193)
附录三 国内主要废塑料再生技术开发单位	(197)
附录四 国家经济贸易委员会文件	(199)

第一章 绪 论

随着我国塑料工业的发展及消费水平的提高,塑料制品在我国的应用已深入到社会的每个角落,从工农业生产到衣食住行,塑料制品无处不在。各种汽车及机器设备利用塑料材料实现轻量化,各种精密仪器要用泡沫塑料包装防震,各种家用电器需要漂亮的塑料外壳及轻便的零件,北方冬季的蔬菜水果必须在塑料大棚中生长,塑料包装使各种商品高雅美观,快餐食品要求卫生的一次性餐具辅助,各种塑料购物袋是方便购物的必需品,儿童需要可爱的塑料玩具,学生离不开经济实用的塑料文化用品,诸如此类,不胜枚举。然而国人在不知不觉的方便舒适中开始发现,塑料垃圾已向自己袭来,它们不腐烂不分解,在环境中挥之不去,正以白色污染的形态向人们示威,成为我国注目的社会问题。

1996年4月29日北京发现639吨来自美国的洋垃圾堆积京郊平谷,随之又在青岛、上海接二连三地发现同样来自美国的洋垃圾,这些洋垃圾的主要成份均为废塑料制品。引起警觉的中国海关又发现,仅1995年6~9月进入中国的洋垃圾共22次,计3000余吨。在强烈谴责发达国家垃圾侵略并采取有力措施将洋垃圾拒之国门之外的同时,我们看到一个事实,那就是废塑料处理已是一个困惑全球的难题。

一、废塑料的来源及对人类的威胁

1. 塑料的生产与消费

塑料问世已100余年,1993年世界塑料产量已达1.065亿吨,消费量1.014亿吨,预计1998年世界产量将达1.277亿吨,消费量相应为1.228亿吨,其中60%以上的产量和消费量在北美和西欧(详见表1-1-1和1-1-2)。

表 1-1-1 世界塑料产量及分布 (千吨)

	1982	1987	1993	1998
北美	18 783	29 038	33 520	39 835
拉丁美洲	2 269	3 509	4 760	6 575
西欧	22 096	27 563	31 950	36 788
东欧	7 093	9 004	6 940	7 952
非洲/中东	572	1 043	2 000	2 515
亚洲/大洋洲	12 717	17 588	27 330	34 035
总计	63 530	87 745	106 500	127 700

表1-1-2中所列的中国消费量数据为国产塑料消费量,实际上1993年中国进口塑料408万吨,塑料制品产量668万吨,出口量115万吨,表观消费量为553万吨。按1993年的比例推测,1998年消费量约为820万吨。

表 1-1-2 世界塑料消费分布 (千吨)

国家或地区	1993	1998	1993~1998 平均年增长率 (%)
北美	30 620	36 430	3.5
美国	28 440	33 800	3.5
加拿大	2 180	2 630	3.8
西欧	30 700	36 200	3.4
奥地利	965	1 140	3.4
比利时	1 720	2 120	4.3
法国	3 910	4 556	3.1
德国	8 930	10 290	2.9
意大利	4 490	5 200	3.0
荷兰	940	1 150	4.1
西班牙	2 240	2 780	4.4
瑞典	1 065	1 250	3.3
英国	3 515	4 230	3.8
其它	2 925	3 484	3.6
亚洲/大洋洲	25 700	33 075	5.2
澳大利亚	1 080	1 200	2.1
中国	2 650	3 925	8.2
日本	12 200	14 800	3.9
韩国	3 570	4 930	6.7
台湾	3 250	4 270	5.6
其它	2 950	3 950	6.0
东欧	7 560	8 495	2.4
前捷克斯洛伐克	950	1 180	4.4
匈牙利	390	440	2.4
波兰	690	815	3.4
罗马尼亚	360	400	2.1
前苏联	4 460	4 900	1.9
其它	710	760	1.4
拉丁美洲	4 950	6 200	4.6
阿根廷	430	570	5.8
巴西	1 720	2 180	4.9
墨西哥	1 240	1 620	5.5
其它	1 560	1 830	3.2
非洲/中东	1 870	2 400	5.1
总计	101 400	122 800	3.9

2. 废塑料的主要来源

用后废弃的塑料制品即成为塑料垃圾, 即废塑料。

废塑料的主要来源有三方面, 一是成型加工过程中的边角料及废品, 二是废弃包装材料, 三是废弃塑料制品。

成型加工过程中产生的边角料及废品集中在加工厂中, 一般由厂家回收利用或批量出售, 一般不会对社会环境造成很大危害。

包装材料和塑料制品直接进入工农业生产和日常生活，它们的市场周期如表 1-1-3 所示。

表 1-1-3 塑料包装及制品的市场周期

种 类	周 期
食品包装、专用包装、饮料瓶	一次性
各种薄膜制品（塑料袋、农用薄膜等）容器	<2 年
家庭日用品、家电、汽车零部件	2~10 年
管材、结构件、家庭用具	>10 年

由表可见，食品包装、专用包装、饮料瓶、容器及各种薄膜制品是废弃塑料的主要来源，是需解决回收利用的主要部分。其它制品由于使用寿命长，在塑料垃圾中所占比例相对较小。

1992 年西欧塑料垃圾的构成见表 1-1-4。可以看出 1992 年西区塑料垃圾量已达 1 565 万吨，其中城市垃圾占总量的 61%，其主要成份应是包装用品；其次是工业塑料垃圾，占 21%，这部份应包括加工中边角废料；第三是汽车废塑料，占 5.4%。

表 1-1-4 西欧塑料垃圾构成（千吨）

国 家	农业	汽车	建筑	工业	城市垃圾	电子电气	总计
比利时/卢森堡	7	26	37	93	250	24	437
丹麦	6	6	13	47	130	14	216
法国	125	150	63	504	1 450	190	2 482
德国	62	180	100	600	1 913	166	3 021
希腊	9	16	7	63	221	4	320
爱尔兰	5	8	5	26	83	2	129
意大利	143	130	57	670	1 545	100	2 645
荷兰	40	42	19	136	466	24	727
葡萄牙	7	10	9	68	185	3	282
西班牙	128	60	53	257	1 050	40	1 588
英国	70	160	80	670	1 300	60	2 340
奥地利	13	18	13	48	210	15	317
芬兰	2	5	5	30	90	9	141
挪威	13	9	6	35	154	3	220
瑞典	14	14	18	70	240	18	374
瑞士	18	21	14	55	279	25	412
西欧总计	662	855	499	3 372	9 566	697	15 651

1990 年以来塑料包装材料在世界市场中的增长率高于其它包装材料，1990~1995 年的平均年增长率为 8.9%（见表 1-1-5）。塑料包装的消费增长也意味着塑料垃圾的增加。

表 1-1-5 各种包装材料在世界市场中所占比例

类 型	市场份额 (%)			1990~1995 平均年增长率 (%)
	1985	1990	1993	
纸板	34.0	27.04	23.8	-2.1
金属	26.0	19.1	16.0	-1.5
塑料	13.2	32.9	36.0	8.9
纸张	11.5	8.11	10.6	3.6
玻璃	10.9	8.1	9.3	2.2
木材	1.5	2.0	1.2	-2.9
纺织品	1.0	0.75	0.5	-1.5
其它	1.9	2.0	2.6	1.4

用作塑料包装材料的主要塑料品种为聚苯乙烯 (PS)、聚乙烯 (PE)、聚丙烯 (PP)、聚氯乙烯 (PVC) 和聚对苯二甲酸乙二醇酯 (PET) 等。PET 主要用于饮料瓶, 属于较易回收利用的塑料品种。用作包装材料的聚苯乙烯主要是可发性聚苯乙烯 (EPS), 加工制得的聚苯乙烯泡沫塑料一次性食品包装和餐具曾风靡世界, 但由于难于回收利用近年来用量已大幅度下降, 但 1995 年世界包装消费量仍将近 60 万吨。几种热塑性塑料薄膜和片材包装材料的世界消费量列于表 1-1-6, 可见仅这类包装每年世界消费量 (即形成塑料垃圾量) 就近 300 万吨。从统计数据看, 薄膜和片材仅为塑料包装的一部份, 大量使用的塑料包装还有饮料瓶、容器、大型防震缓冲材料等。

表 1-1-6 世界热塑性塑料薄膜和片材包装消费量 (千吨)

类 型	1985	1990	1995
聚苯乙烯	799.2	1 371.1	599.6
聚氯乙烯	108.9	99.8	102.1
聚烯烃	907.2	1 623.9	2 014.0
其它	121.6	146.5	213.2
总计	1 936.9	3 242.3	2 928.9

全世界每年塑料垃圾量没有报道数字, 但可以推算。1993 年美国塑料消费量为 2 844 万吨, 其中包装消费量为 691 万吨, 占总消费量的 24.3%。世界塑料消费量为 1.014 亿吨, 若包装消费量以 20% 计 (因为美国消费水平高于平均水平), 则世界包装消费量为 2 028 万吨, 再按西欧的塑料垃圾构成比计, 世界 1993 年塑料垃圾量应已超过 3 000 万吨。

我国 1993 年塑料制品消费量为 553 万吨, 若以 20% 的比例计算, 年废弃量应已超过 100 万吨。

3. 塑料垃圾引起的社会问题

据报道, 在垃圾中塑料垃圾所占比例不足 10% (按重量计), 但由于其不易分解且体积大而不规则, 难于处理, 从而造成挤占陆地和污染环境的社会问题, 也给部分塑料产品的发展蒙上阴影。此外许多塑料制品仅使用一次即废弃, 也造成资源的极大浪费。

我国每年产生 6 亿吨工业固体废物和 1 亿多吨城市生活垃圾, 综合利用率或处理处置率均只在 40% 左右, 大部份只是简单地堆放在环境中。截至 1996 年初全国工业固体废物累积

堆存量已达 60 亿吨, 占地 500 平方公里, 许多城市陷入垃圾包围之中。若我国塑料垃圾年生成量以 100 万吨计, 目前也仅占城市生活垃圾的 1%, 远低于发达国家的比例。但是由于长期以来人们环保意识薄弱以及良好卫生习惯尚未形成, 尽管我国人均塑料消费水平 (不足 5 公斤/人) 远低于世界平均消费水平 (17.5 公斤/人), 但由随手乱扔塑料废弃物所造成的环境污染已触目惊心。铁路沿线的路坡上满是丢弃的快餐盒、食品袋和饮料瓶, 伴着列车一路同行; 生活区和城郊公路两旁的树枝上各种废弃的塑料袋和破碎的薄膜随风飘扬; 在热闹的商业街、车站及码头, 带油腻的快餐盒随处可见; 在风景优美的青山秀水旅游胜地, 比比皆是的塑料垃圾大杀风景, 等等。塑料垃圾不仅使环境肮脏丑陋, 而且由于其不能回归自然, 弃之大地亦会给蚊蝇和细菌提供生存繁殖温床, 污染地下水, 妨碍植物根茎生长。

广阔农田所使用的农膜老化后会破碎, 若不及时清理则形成大量残膜碎片遗留田中, 使耕地劣化, 影响农作物收成。据试验, 一亩菜地覆膜用量约 10 公斤, 如不清理, 第一年耕作层留残膜 4.3 公斤, 第二年留 8.6 公斤, 第三年则达 13.3 公斤。残留的废膜不分解腐烂, 会阻碍植物吸收水份及根系生长, 造成作物减产。据某些产粮区试验统计, 连续两年使用农膜的小麦田, 每亩残留农膜碎片 6.9 公斤, 小麦则减产约 9%, 连续使用 5 年每亩残留农膜碎片 25 公斤, 小麦减产达 26%。此外废农膜碎片若散落在牧草中被牛羊等牲畜食入则会危及健康甚至导致死亡。

废塑料垃圾对我国生存环境的污染为国人所目睹, 刺激着每个人的感官, 从而造成舆论对塑料制品使用的疑问及对塑料工业的非议, 在有的城市聚苯乙烯泡沫塑料快餐盒的生产甚至处于老鼠过街的境地, 使人感觉废塑料垃圾在污染环境的同时也在危及着塑料工业的健康发展。如果废塑料没有合理的回收利用途径, 环境污染日趋严重, 一次性塑料包装制品的生产就会面临受限甚至禁止生产的危机, 这不仅会严重损害我国正在蓬勃发展的塑料工业, 使企业处于另寻生路的困境, 而且也使职工面临失业危险, 给社会增添不稳定因素。

二、各国回收利用废塑料对策

发达国家和地区由于塑料工业早已发达, 塑料消费水平高, 废塑料垃圾问题也出现较早, 从七十年代开始各国陆续成立了各种机构并制订了相应法规, 以期解决废塑料回收处理的难题。我国也于 1996 年 4 月 1 日起开始执行《固体废物污染环境防治法》及《废物进口环境保护管理暂行规定》, 并在税收上对以废旧物资为主要原料的企业给予优惠。

1. 建立机构

各国建立的相应机构如表 1-2-1 所示。

2. 制订法规

各国针对废塑料污染环境问题陆续制订了有关法规。

2.1 美国

美国国会尚未制订正式法规, 但有若干州已开始立法, 并在实施过程中不断修改。1988 年美国有 21 个州颁布 1332 条规定限制和禁用某些塑料制品, 但经过实施又发生许多变化, 有些禁令已撤消。例如纽约州原禁止在零售业中使用塑料包装, 实施六年后于 1994 年撤消, 而用回收利用的要求来替代。明尼苏达州的圣保罗和明尼阿波尼斯的食品杂货店也不再执行 1989 年颁布的塑料禁令, 而且该州曾明令在零售业中禁用聚苯乙烯泡沫塑料但几乎没有地方政府执行此令。缅因州在 1994 年 4 月废除了已执行 4 年的对防腐液塑料包装的禁令。

表 1-2-1 各国成立的机构

国别	机构名称及成立日期	作 用
美国	固体废弃物回收协会 (CSWS), 1988 塑料容器回收联合会 (NAPCOR), 1988	制订塑料回收开发的长期计划, 推动塑料回收利用
	塑料回收研究中心 (CPRR), 1987 (设在新泽西州 Rutgers 大学)	开展塑料回收研究, 为受资助的非盈利单位
	PS 回收公司 (NPRC) (由 Dow Chemical、Mobil、Amoco 等 8 家大型 PS 生产商共同投资 1.6 亿美元成立的 PS 回收公司)	1995 年将 PS 回收率提高到 25%, 在四个地区建立回收装置, 每个装置每年回收 58.9 万吨 PS, 洛杉矶分厂每年回收 113 万吨发泡 PS 包装材料
欧洲	塑料处理研究中心 (PWMI), 1990 (设在布鲁塞尔)	准确掌握废弃塑料回收利用动态, 为产业部门提供资料
德国	塑料回收公司 (EMVK) (BASF 公司和 Hoechst 公司共同建立)	交换情报、援助新技术开发和标准化等
日本	社团法人塑料处理促进协会 (PWMI), 1971	调查研究和技术开发
	PET 瓶协会, 1982 (24 家公司为正式会员, 包括 7 家 PET 树脂生产厂, 12 家 PET 瓶加工厂, 1 家机械厂, 4 家商社)	促进有效处理废弃 PET 瓶
	发泡 PS 再生资源协会, 1991 (8 家发泡 PS 工厂出资 4 亿日元建立)	提高 PS 再生利用率, 至 1995 年达到 25%
韩国	韩国资源再生会社	回收废弃农膜和农药瓶
中国 台湾省	PET 瓶回收基金会 (饮料工业和酱油业分别设立)	筹措回收处理所需要的经费
	保护绿色基金会 (发泡 PS 加工业设立)	回收废弃发泡 PS 一次性用品

表 1-2-2 美国部份州塑料限制法规

州 名	细 目	遵从选择	豁 免	日期	备 注
加利福尼亚	8 盎司 ~ 5 加仑非食品用硬容器	来源减少 10%; 含 25% 再生量; 再用 5 次	工业回收利用率达 25%; 65% 家庭不需路边收集	1995	10 万美元罚款; 无执行预算; 不要求报告; 附加包装及零售无限制
	8 盎司 ~ 5 加仑食品及化妆品容器	向州废品管理总会报告用过品回收利用量或瓶再生计划	1996 ~ 1997 暂不执行	1997	若总会不满意则前景不明
	垃圾袋	1993 年含 10% 再生量; 1995 年达 30%	无	1993	若无正常原料则无限制
俄勒冈	8 盎司 ~ 5 加仑任何硬容器	来源减少 10%; 含 25% 再生量; 再用 5 次	若经济可行, 地方政府必须收集塑料	1996	发布草案细则; 无平均数; 比加利福尼亚州涉及容器面宽

州 名	细 目	遵从选择	豁 免	日期	备 注
威斯康星	所有硬塑料容器	含 10% 再生量	无	1995	未发布细则；无执行人员；用于硬塑料、8 盎司以上和零售品
佛罗里达	5 盎司 ~ 1 加仑瓶、罐头和大口瓶	销售中收 1 美分预付处理费，除非生产商提供的容器含 25% 再生量或全州 25% 的容器回收利用	在佛罗里达原料回收利用率达 50 %	1994	管理者可加宽范围

表 1-2-2 所列为美国四个州 1991 年以后新制订的并将付诸实施的法规，其共同特点是将 80 年代的禁用改为要求达到一定的回收利用率和回收率。加利福尼亚 1991 年制订了对于硬质塑料容器的法规 SB235，该法规要求 1995 年底 8 盎司至 5 加仑的硬质塑料容器（非食品用）达到 25% 的回收利用率，但准许豁免回收利用率达到 45% 的容器类别，如所有的高密度聚乙烯（HDPE）洗涤剂瓶。加利福尼亚废品管理总会（CIWMB）不同意豁免回收利用率达不到 25% 的食品和化妆品容器，1993 年达成折衷方案（SB466），同意豁免两年，但生产公司必须向 CIWMB 报告在其它用途（如货架及办公用品等）中使用再生塑料的措施。该州已于 1993 年执行垃圾袋再生量利用比率达标的法规，但 1994 年发布条例若无满足规定性能的原料则可豁免。俄勒冈州在硬包装容器方面也有与加州类似的法律，该州 1994 年 7 月发布草案，而且规定不允许采用平均比率达到规定的方式，即每种容器的回收利用比率必须各自达到规定指标。在俄勒冈围绕废塑料热解展开了争辩，因为该州司法部长裁定热解不是回收利用，不能用热解的数量计算所要求的回收利用率。美国塑料委员会（APC）向该州 Marion 地方法院起诉要求推翻这一裁决。佛罗里达州执行对 5 盎司至 1 加仑的硬质容器收取 1 美分/只的预付处理费法规，但对含 25% 再生量的容器种类可以豁免。该州已撤消原法规所要求的所有零售塑料袋必须是“可降解”的条款。

美国塑料委员会投资 2 000 万美元推行的给塑料制品标有识别代码（以便回收后分类）的活动已受到指责，因为消费者难于正确识别代码而使塑料收集混乱。该委员会与国家回收利用联盟（NRC）谈判，建议将代码变化为三角形，再加上 ISO11469 规定的树脂略语或在数码后加词尾等方式，但尚未达到协议。

2.2 欧洲

1994 年 5 月 5 日欧洲议会成员国投票通过议案，要求所有成员国家包装材料回收目标达到 50~65%，回收利用目标达到 25~45%，每种材料回收利用率不得低于 15%。

德国是制订法规最严格的国家，明确规定 1995 年底在塑料包装方面工业回收利用率达 64%，而且将责任全部交于制造商承担。1992 年德国包装工业就成立了“双系德意志”（DSD），建立分离收集体系和收取塑料包装“绿点”费，1994 年 10 月各种包装品种“绿点”费见表 1-2-3。“绿点”费用于补贴回收成本。

欧洲其它国家执行的是“责任分享”的方案，由政府管理废塑料的收集，制订的法规各有特点，各国法规见表 1-2-4。

表 1-2-3 DSP 包装“绿点”费标准

材 料	1994 年收费标准 (美元/磅)
玻璃	0.04
纸/纸板	0.12
马口铁	0.17
铝	0.44
塑料	0.87
复合纸板 (用于液体或糊状物)	0.49
其它复合板	0.62
天然材料	0.06

表 1-2-4 欧洲各国制订的法规

国 别	法 规 内 容
德 国	1990 年发布《汽车回收目标》，提出汽车制造商从用户处免费收回废弃车，优先回收；汽车塑料制件重量的 25% (平均) 使用再生材料；限定所使用塑料的各种标准；促进开发易卸结构的设计技术 1991 发布《包装材料法规》，规定 1995 年底塑料包装回收利用率达 64%
意大利	1992 年前发布第 475 条法律条款，提出设立塑料容器、玻璃瓶、铁铝罐三类容器的回收利用行业会，活动经费通过征收 10% 原料税收支付。规定该行业会必须回收一定数量的废弃塑料，1992 年底塑料瓶回收利用率达 40%，1994~1995 年塑料瓶回收利用率达 50% 以上
丹 麦	禁止生产使用不能再次利用的饮料用瓶
瑞 士	禁止用 PVC 瓶作为饮料瓶
荷 兰	禁止用 PVC 瓶作为饮料瓶

2.3 亚洲

在亚洲比较发达的日本与韩国以及我国台湾省均制订了相关法律，详见表 1-2-5。

我国第八届全国人大常委会第十六次会议 1995 年 10 月 30 日通过《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》(详见附件一)，并自 1996 年 4 月 1 日起施行。在该法的第 17、18 条中明确规定“产品应当采用易回收利用、易处置或者在环境中易消纳的包装物。产品生产者、销售者、使用者应当按照国家有关规定对可以回收利用的产品包装物和容器等回收利用。”“国家鼓励科研、生产单位研究、生产易回收利用、易处置或者在环境中易消纳的农用薄膜。使用农用薄膜的单位和个人，应当采取回收利用等措施，防止或者减少农用薄膜对环境的污染”。此外财政部和国家税务局在联合发出的《关于企业所得税若干优惠政策的通知》中，明确规定企业利用“三废”为主要原料生产的产品，可在五年内减征或免征所得税。

表 1-2-5 亚洲国家制订的法规

国 别	法 规 内 容
日 本	1991 再生资源利用法律、处理和清扫废弃物法律、促进配备处理工业废弃物专用设备的法律
韩 国	1979 制定《合成树脂废弃物处理事业法》，根据此法设立韩国资源再生公社，执行由排出废弃塑料者承担再生处理费用的制度（塑料制品生产商在购入原料时交出原料价格的 0.7% 作为再生处理基金），资金由韩国资源再生会社用于回收再生利用废农膜和废农药瓶 1991 制订《废弃物管理法》，施行废弃物处理的预备会制度 1992 制订《促进资源节约和再利用的法律》，此法由环境厅制订，针对废弃物急增而填埋地有限修改《废弃物管理法》。将原有的控制废弃物产生与再利用条款分开，规定了国家、消费者和企业对节约资源和促进再利用的责任和义务 1992 环境厅制订《关于制止产生包装废弃物的商品包装方法及包装材质标准的协定》，1993 年 1 月 1 日执行。此协定共 12 条，其中第 5 条规定禁止使用难分解性包装材料，不得使用聚苯乙烯泡沫塑料作为玩具、木偶和礼品的防震包装材料，不得使用聚氯乙烯层压材料和涂层材料作为包装材料；第 6 条规定商品包装时使用单一材质的包装材料；第 10 条规定减少家电制品防震包装材料用量，塑料防震材料用量要在 1992 年水平上减少 30%；第 11 条规定制止商品的再包装，在企业销售商品时，除非消费者特别要求，否则不得提供再包装和购物袋。此协定还对各种商品的包装空间比率和包装次数作了规定（见表 1-2-6）
中国台湾	1988 修改《废弃物处理法》，公布在塑料制品废弃物中回收饮料用 PET 瓶和发泡聚苯乙烯一次性餐具 1989 发布《用毕 PET 瓶回收处理规则》，规定回收率达到 50%，1992 年又将回收率提高到 60% 1991 公布《发泡聚苯乙烯容器回收清扫处理规则》 1992 规定发泡聚苯乙烯容器回收率达 50%，对企业强行课以回收义务。制订《机关学校禁止使用发泡聚苯乙烯食品包装容器要点》，禁止使用的名目有一次性餐具、生鲜食品包装盘、快餐面容器和快餐店餐具，推荐使用不锈钢制品和陶瓷制品

表 1-2-6 韩国各类商品包装标准

类 别	种 类	空间比率 (%)	包装次数
食 品	生鲜食品 鱼、肉类		<15
	生鲜食品 其它		<15
	加工食品		<15
	饮 料		<10
	酒 类		<10
	糖果糕点类		<20
	健康嗜好品		<15
杂货	化妆品类（包括洗涤剂）		<10
	玩具、木偶类		<35
礼品盒	生鲜食品、加工食品、饮料、酒类、糖果糕点类、健康嗜好品、化妆品类（含洗涤剂）		<25

三、处理废塑料的途径

目前处理废塑料的途径主要有机械再生、解聚、热解液化、热解气化、焚烧和填埋，其它回收利用技术也在不断开发（详见图 1-3-1）。

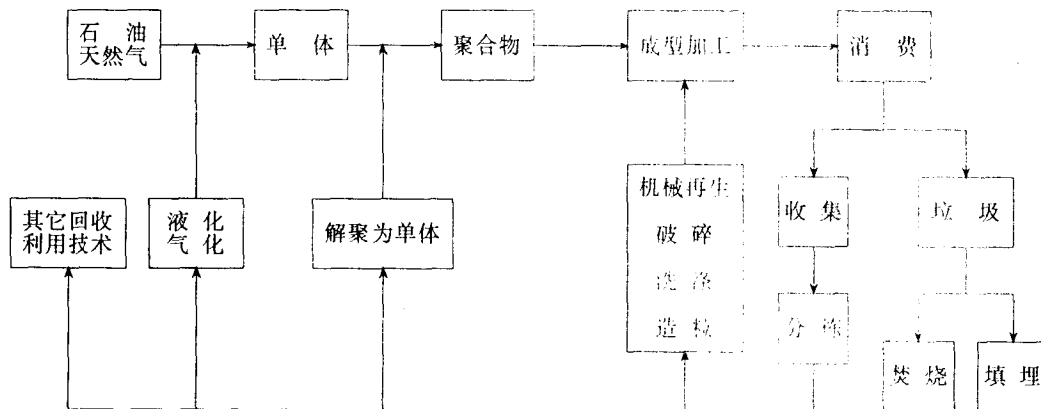


图 1-3-1 废塑料回收利用及处理示意图

1. 再生利用的主要途径

目前已形成工业规模的废塑料再生利用途径是机械再生、解聚、热解液化和气化。

1.1 机械再生

机械再生是通行的回收利用方法，其过程是将收集到的废塑料破碎并洗涤，除去其它杂质后重新造粒，然后加工为制品上市或以一定比例加入新料中使用。目前机械再生在废塑料回收利用中占重要地位。

机械再生分为单纯再生和复合再生。单纯再生一般是指加工时的边角料和废品或较清洁的同品种废塑料的机械再生，复合再生是指混杂的废塑料的机械再生，目前以单纯再生为主。

机械再生优点是经济可行，尤其适用于处理边角料和回收的高密度聚乙烯（HDPE）奶瓶及 PET 饮料瓶。

机械再生的缺点是要求相对较清洁的废塑料，有高分离技术以保证得到单纯的树脂类型，受产品性能限制，产品的最终用途市场有限，属劳动密集型加工。据分析未来废塑料再生利用中机械再生产品的占有率不会超过 20%。

目前采用机械再生取得较好成效的主要是大型加工企业和小工厂。在我国有相当数量的乡镇企业采用机械再生回收利用废塑料生产低档次的塑料制品，在当地或邻近地区销售。大型企业采用机械再生的优势是与其现有产品线的一体化，一般是以一定比例加入新料中使用。

1.2 解聚

将废塑料通过化学反应或热解等方式解聚为单体是一种迅速发展的先进回收利用技术。回收的废塑料需经分拣将各种树脂分类，然后才能进入解聚工序。回收的单体可用于生产同类树脂，其性能完全等同于用正品单体生产的树脂。