

塑料加工入门丛书

废旧塑料回收与再生入门

刘寿华 边柿立 编著



浙江科学技术出版社

塑料加工入门丛书

塑料挤出成型入门

塑料吹塑成型入门

塑料注射成型入门

泡沫塑料入门

塑料着色入门

塑料印刷入门

废旧塑料回收与再生入门

ISBN 7-5341-1268-0



9 787534 112683 >

ISBN 7-5341-1268-0/X · 3

定价: 14.00元

塑料加工入门丛书

刘寿华 边柿立 编著

废旧塑料回收与再生入门

浙江科学技术出版社

责任编辑:吕粹芳

封面设计:潘孝忠

废旧塑料回收与再生入门

刘寿华 边柿立 编著

*

浙江科学技术出版社出版

千岛湖环球印务公司印刷

浙江省新华书店发行

*

开本:787×1092 1/32 印张:9.625 插页:2 字数:215000

2002 年1月第 1 版

2002 年1月第1次印刷

ISBN 7-5341-1268-0/X·3

定 价: 14.00 元

图书在版编目(CIP)数据

废旧塑料回收与再生入门/刘寿华,边柿立编著.
杭州:浙江科学技术出版社,2002.1
(塑料加工入门丛书)
ISBN 7-5341-1268-0

I. 废... II. ①刘... ②边... III. ①塑料-废品 回收 ②塑料-废物综合利用 IV. X783.25

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 15028 号

前 言

随着塑料工业的迅速发展，塑料制品的应用范围也越来越广，已渗透到国民经济的各个领域及人们的日常生活中。可以说，没有任何一种其他材料有像塑料一样如此广泛的用途。塑料以其自身独特的性能，如质量轻、比强度高、易加工成型、优异的电绝缘性、绝热性和耐化学腐蚀性等，已成为现代工业的支柱材料之一，在国民经济中发挥着越来越重要的作用。然而，正是由于塑料的某些优异性能，导致其在使用后（或称消费后）的废弃物不易腐烂，日积月累，严重影响了地球的生态环境，已引起了世人的极大关注。目前全球塑料制品的总量早已超亿吨，我国的塑料制品产量也近千万吨，且以 13% 的年增长速率快速增长，废旧塑料的总量也将急剧增长，环境与发展的矛盾将越来越突出。因而对塑料废弃物的治理已显得刻不容缓。

塑料废弃物最简单的处理方法就是填埋和简单焚烧。填埋需要占用很多宝贵的土地资源，而且也会污染周边环境和地下水系统；简单焚烧也会排放有害气体和残渣，同时，由于无法回收废旧塑料焚烧时产生的大量燃烧热而造成能源的巨大浪费。两者均非良策，因而废旧塑料的回收与再生利用日益受到人们的重视。众所周知，占绝大部分的热塑性塑料废弃后，可多次熔融造粒而得到再生利用；

塑料是合成高分子材料，弃废后也可以通过热解或解聚为单体或化工原料，再由单体制造塑料原料，如此周而复始形成闭合循环，实现真正意义上的循环使用。

目前我国对塑料废弃物的处理方法主要是填埋，能真正回收利用的只占废旧塑料的15%，回收利用工作基本上处于一种无序的自发状态，回收方法以机械回收再生造粒为主。虽然近几年也有采用热裂解工艺，生产汽油、柴油等，但未达到规模化的工业水平，与发达国家普遍采用的化学和能量回收还有较大的差距。同时有关塑料废弃物回收的配套政策法规几乎是空白。总之我国的废旧塑料回收有着巨大的发展潜力，但任重而道远。

有鉴于此，本书以普及废旧塑料回收与再生技术的基本知识为目的，从废旧塑料的来源为起点，按顺序叙述塑料的简易鉴别方法，简要介绍废旧塑料回收再生利用的前期处理，包括分离、清洗、干燥、配料、造粒、成型等，着重介绍废旧塑料的四级回收，尤其是化学回收和能量回收，最后列举几种主要塑料及其部分制品废弃物的回收再生方法与实例。

本书由刘寿华执笔，边柿立修改、调整并作部分内容补充。在编写过程中，武哲提供了部分资料，完稿后承蒙教授级高级工程师张银生审稿并提出许多宝贵意见，在此一并表示谢意。

鉴于编者水平有限，书中不当之处在所难免，敬请读者批评指正，各位专家不吝赐教。

作 者

目 录

第一章 废旧塑料的来源	1
第一节 废旧塑料的产生	1
一、树脂生产中产生的废料	1
二、成型加工过程中产生的废料	2
三、配混和再生加工过程中产生的废料	2
四、二次加工中产生的废料	3
五、消费后塑料废料	3
六、城市生活垃圾中的废旧塑料	3
第二节 废旧塑料的分类与回收分级	4
一、废旧塑料的分类	4
二、废旧塑料的回收分级	4
第三节 塑料及其废料的循环利用	5
一、流向图	5
二、循环过程	5
三、流通体系	7
第四节 废旧塑料的使用寿命	8
第二章 塑料的标识和鉴别	11
第一节 塑料的标识	11
第二节 一般鉴别方法	12
一、外观鉴别	12

二、密度鉴别	15
三、溶解性鉴别	17
四、燃烧鉴别	20
五、折射率的测定	23
六、塑料薄膜的物理性能鉴别	25
七、塑料的综合性鉴别	26
第三节 特殊鉴别法	29
一、元素鉴别	29
二、分类鉴别	32
三、显色反应	35
第四节 红外光谱鉴别	40
一、样品制备	41
二、定性鉴别	43
第三章 回收再生的前期处理	57
第一节 收集	57
第二节 分离技术	58
一、人工分拣	59
二、风筛分离	59
三、磁性分离	61
四、密度分离	61
五、浮游分离	63
六、溶解分离	64
七、静电分离	71
八、温差分离	72
九、熔融分离	72
十、X 光探测	72

十一、红外线识别	73
第三节 混合废旧塑料与杂质的分离	73
一、城市垃圾的分离	73
二、金属与塑料的分离	74
三、纸与塑料的分离	75
四、织物与塑料的分离	77
五、木质纤维上聚合物涂层的分离	79
六、分离设备	80
第四节 清洗和干燥	82
一、手工清洗和干燥	82
二、机械清洗和干燥	82
三、清洗和干燥设备	84
第五节 废旧塑料的粉碎和增密	85
一、粉碎的基本形式	85
二、粉碎设备的选用原则	86
三、粉碎设备的种类	87
四、粉碎机的结构与设计	94
五、废旧塑料的增密	97
六、粉碎和增密设备	97
第六节 配料和造粒	98
一、常用助剂	99
二、配料	104
三、废旧塑料的混合和塑炼	108
四、回收用挤出机	112
五、造粒	115

第四章 回收与再生技术	125
第一节 机械再生	126
一、单纯再生.....	126
二、复合再生.....	135
第二节 化学回收	145
一、热分解.....	145
二、废旧塑料的解聚.....	178
第三节 能量回收	183
一、焚烧炉的结构.....	184
二、从城市垃圾中回收能量.....	188
三、从废旧塑料中回收能量.....	189
第五章 常见废旧塑料的回收与再生	198
第一节 聚乙烯废弃物	198
一、直接利用.....	202
二、填充改性.....	207
三、交联改性.....	211
第二节 聚氯乙烯废弃物	214
一、直接回收.....	215
二、填充改性.....	223
三、共混改性.....	226
第三节 聚苯乙烯废弃物	228
一、物理回收法.....	229
二、化学裂解法.....	239
三、综合利用.....	241
第四节 聚对苯二甲酸乙二醇酯废弃物	249

一、机械回收·····	250
二、共混改性回收·····	254
三、化学回收·····	256
四、用聚酯废料生产涂料和油漆·····	264
第五节 聚氨酯废弃物·····	265
一、热解法·····	266
二、水解法·····	267
三、碱解法·····	268
四、醇解法·····	269
第六节 聚甲基丙烯酸甲酯废弃物·····	272
一、物理回收法·····	273
二、化学回收法·····	274
第七节 热固性塑料废弃物·····	280
一、物理回收法·····	281
二、化学回收法·····	284
三、能量回收·····	285
附录 缩略符号·····	287
主要参考文献·····	293

第一章 废旧塑料的来源

塑料，尤其是热塑性塑料，在合成、成型加工、流通与消费等每一个环节都会产生废料或废弃制品，统称为“塑料废弃物”，其中绝大多数产生于消费使用过程中，而且尤以包装材料、农膜及一次性用品的废弃量为最大。本章将介绍废旧塑料的来源，简述各个环节的废弃物是如何产生的；废旧塑料的回收及其再资源化，形成闭合循环体系。

第一节 废旧塑料的产生

塑料从树脂合成、成型加工到消费使用，涉及的范围很广，所以其来源也很复杂。一般把合成、加工时产生的塑料废料叫消费前塑料废料或工业生产塑料废料（Preconsumer or Industrial Plastics Waste）；而把消费使用后的塑料废弃物称之为消费后塑料废料（Postconsumer Plastics）。消费前塑料废料产生的量相对较少，易于回收且回收价值大，所以一般其回收工作由生产工厂自己即可完成。我们通常所说的废旧塑料，主要是指消费后塑料，这也是本书的重点。

一、树脂生产中产生的废料

在树脂生产中产生的废料包括以下三方面：

（1）聚合过程中反应釜内壁上刮削下来的贴附料（俗称“锅巴”）以及不合格反应料。

(2) 配混过程中挤出机的清机废料以及不合格配混料。

(3) 运输、贮存过程中的落地料等。

废料的多少取决于聚合反应的复杂性,制造工序的多少,生产设备及操作的熟练程度等,在各类树脂生产中聚乙烯产生的废料最少,聚氯乙烯产生的废料最多。

二、成型加工过程中产生的废料

在塑料的各种成型加工中均会产生数量不等的废品、等外品和边角料。如注射成型中的流道冷料、浇口冷固料、清机废料等;挤出成型中的清机废料,修边料和最终产品上的截断料等;吹塑过程中的吹塑机上的截坯口,设备中的冷固料和清机废料以及中空容器的飞边等(生产带把瓶子时其截坯口废料率可达40%);压延加工中从混炼机、压延机上掉落的废料、修边料和废制品等;以及滚塑加工中模具分型线上的溢料、去除的边缝料和废品等。

成型加工中所产生的废料量取决于加工工艺、模具和设备等。一般说来,这种废料再生利用率比较高,它们品种明确,填料量清楚,且污染程度小,性能接近于原始料,预处理工作量小,通常可作为回头料掺入新料之中,并且对制品的性能和质量影响较小。

三、配混和再生加工过程中产生的废料

在配混和再生加工过程中产生的废料仅占有所有废旧塑料的很小部分,它们是在配混设备清机时的废料和不正常运行情况下出的次品,其中大部分为可回收性废旧塑料。

四、二次加工中产生的废料

二次加工通常是将从成型加工厂购买来的塑料半成品经转印、封口、热成型、机械加工等加工制成成品，这里产生的废料往往要比成型加工厂产生的废料更加难以处理。如经印刷、电镀等处理后的废品，要将其印刷层、电镀层去除的难度和成本都很大，而直接粉碎或造粒得到的回收料，其价值则要低得多。经热成型、机械切削加工而产生的废边、废粒，回收再生就比较容易，且回收料的价值也较高。

五、消费后塑料废料

这类废旧塑料来源广，使用情况复杂，必须经过处理才能回收再用。这类废弃物包括：

- (1) 化学工业中使用过的袋、桶等；
- (2) 纺织工业中的容器、废人造纤维丝等；
- (3) 家电行业中的包装材料、泡沫防震垫等；
- (4) 建筑行业中的建材、管材等；
- (5) 罐装工业中的收缩膜、拉伸膜等；
- (6) 食品加工中的周转箱、蛋托等；
- (7) 农业中的地膜、大棚膜、化肥袋等；
- (8) 渔业中的渔网、浮球等；
- (9) 报废车辆上拆卸下来的保险杠、燃油箱、蓄电池箱等。

六、城市生活垃圾中的废旧塑料

这类废旧塑料也属于消费后塑料，由于其数量大，回收利用困难，已对环境构成严重威胁，是今后回收工作的重点，所以将其单独归类。城市生活垃圾中废旧塑料约占 2%~4%，其

中大部分是一次性的包装材料。它们基本上是聚乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯、聚氯乙烯、聚对苯二甲酸乙二醇酯等，在这些废旧塑料中聚烯烃约占 70%。

生活垃圾中的废旧塑料制品种类很多，它们包括各种包装制品，如瓶类、膜类、罐类等；日用制品，如桶、盆、杯、盘等；玩具饰物，娱乐用品、服装鞋类，捆扎绳，打包带，编织袋，卫生保健用品等。

第二节 废旧塑料的分类与回收分级

一、废旧塑料的分类

按照废旧塑料的回收性可分为公害性废旧塑料和可回收性废旧塑料两大类。

公害性废旧塑料是指在现有的技术经济条件下无法进行回收再加工的废旧塑料；可回收性废旧塑料是指可以再加工成塑料制品或经过再利用回收其中的化学成分或经焚烧回收能量的废旧塑料。公害性废旧塑料与可回收性废旧塑料，两者没有明确的界限，主要取决于当时社会的经济情况和技术条件。

二、废旧塑料的回收分级

可回收性废旧塑料的回收可分为四级：

一级回收是指采用通常的加工方法把可回收的废旧塑料（边角料等）加工成与新料性能相同或相近的产品。

二级回收是指把废旧塑料（边角料等）经一种或多种加工方法加工成性能比新料稍差的产品。

三级回收是指回收废旧塑料中的化学成分，使之成为单体

或燃料。

四级回收是指通过焚烧从废旧塑料中回收能量。

一级和二级回收的加工划分往往是不十分明确的，如酚醛塑料常常被添加到纯化合物中用于生产性能变化很小的同种产品，但酚醛塑料的回收仍被划为二级回收。其原因是可回收性废旧酚醛塑料在与纯化合物的混合中仅仅起填料作用，而其本身并不具备纯化合物的性能。三级和四级回收的划分也存在类似的情况。有些焚化装置采用的是两步处理法，即先热分解废旧塑料，后焚烧热分解产物，虽然是用来回收能源，但由于这些废弃物首先被转化成了单体或化学原料，所以这种两步处理法仍被划分为三级回收。

第三节 塑料及其废料的循环利用

一、流向图

塑料产品和所产生废料的流向及循环利用如图 1-1 所示。

二、循环过程

1. 树脂生产厂向成型加工厂和配混厂提供原料，生产中所产生的废料卖给回收工厂或作为二级树脂卖给成型加工厂。

2. 成型加工厂所需的原料有三种途径：由树脂供应商和配混厂提供的新料；由回收工厂提供的回收料（边角料等）；由二次加工厂提供残次品、等外品、下脚料等。

其产品则出售给包装厂、装配公司等用户，加工中产生的废料可在其设备允许的范围内进行回收利用或出售给回收工厂。