



实用塑料技术丛书

废旧塑料的再生利用 工艺和配方

FEIJIU SULIAO DE ZAISHENG LIYONG GONGYI HE PEIFANG

周祥兴◎编著



印刷工业出版社

废旧塑料的再生利用 工艺和配方

周祥兴 编著

印刷工业出版社

内容提要

本书围绕废旧塑料的再生利用,主要讲述了:废旧塑料的种类及鉴别、各种废旧塑料的再生利用配方及工艺、热塑性工程废旧塑料的再生利用配方和工艺。本书参考了国内外关于塑料回收利用的各方面资料,内容丰富实用,书中列举了大量有关塑料再生利用的工艺和配方,对读者有实际参考价值。

本书适合作为各种大、中、小型企业对废旧塑料的再生利用进行研究的参考资料,对改进已有品种质量、拓宽市场销路、开发塑料制品有一定的参考价值。本书对大中专院校师生在教学、科研中也有一定的参考作用。

图书在版编目(CIP)数据

废旧塑料的再生利用工艺和配方/周祥兴编著. —北京:印刷工业出版社, 2009.3
ISBN 978-7-80000-813-9

I. 废… II. 周… III. 塑料—废物综合利用 IV. X783.205

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第006384号

废旧塑料的再生利用工艺和配方

周祥兴 编著

责任编辑:张宇华

责任印制:张利君

出版发行:印刷工业出版社(北京市翠微路2号 邮编:100036)

经 销:各地新华书店

印 刷:河北省高碑店市鑫宏源印刷包装有限公司

开 本:880mm×1230mm 1/32

字 数:152千字

印 张:5.75

印 数:1~3000

印 次:2009年3月第1版 2009年3月第1次印刷

定 价:18.00元

I S B N : 978-7-80000-813-9

如发现印装质量问题请与我社发行部联系 发行部电话:010-88275707 010-88275602

前 言

我国每年消耗的石油已达到 1.5 亿吨，仅次于 1.6 亿吨的美国，而塑料的生产量已达 2500 多万吨，虽然以人均消耗量来讲，还远比美国、日本等国家少得多。但是塑料包装造成的环境污染现象触目惊心，到处可见丢弃的塑料包装物。由此可见回收废弃的塑料已经成为当前保护环境的重要工作之一。塑料是从石油中提炼加工而成的一种重要资源物质，再生利用减少消费是形成节省型社会风气的重要起步点。发展较快的国家都是塑料工业刚起步的时候，就很重视废旧塑料的再生利用工作，随着塑料的发展，再生回收塑料的工作也随之而发展壮大起来，塑料污染环境就较少。

日本是一个资源和能源都缺乏的国家，日本人把废旧的物资分别存放，以便于回收再利用。一只瓷器的碗打破了，日本人收集起来，研磨成粉末后重新再做一只新的碗。我国是地大物博，但浪费现象到处都见，不仅浪费了资源，也浪费了人力，破坏了环境，这是我国经常在地大物博的少爷作风教育熏陶下，养成的一个习惯。所幸的是无论在文化大革命之前，还是在文化大革命进行之中和改革开放以后，中国都存在着一支人数尚不算少的拾荒者队伍，从钢铁到塑料、废纸都收集利用，多少减少了自然界中的废旧物资。如果我们各地由政府给这批拾荒者以适当的奖励，并建立一些废旧塑料加工的大、中、小型企业，我们的环境保护一定比美国、欧洲、日本好，问题是要确实实地做一些造福子孙的实事，而不是削尖了脑袋，如何赚钱。还有一点，在舆论宣传上，不要认为 1958 年以来，我们历来提倡的以塑代钢、以塑代木、以塑代纸的主张都是错误的，现在有人反过来提，应当清楚钢、木、纸生产对环境的破坏将十倍于塑料。这本书的目的是给人一个启示，所有废旧的东西都

是可以再生利用为对国民经济有用的材料的。问题在于要有人来组织收购，并送到利用废旧塑料的企业中去生产。

现在美国的各个州政府都有废旧塑料的再生利用研究单位和废旧塑料回收工厂，例如：美国的碳酸饮料瓶 PET，已经用废旧 PET 做成中间层，在外层和内层使用总瓶量的 $1/3$ ，很薄的新 PET，用三层共挤拉吹或注拉吹生产新的 PET 碳酸饮料瓶，而且有良好的利润率。1998 年美国从包装及容器中回收塑料瓶 95 万吨，其他包装总量达 120 万吨，北美塑料回收总金额达 17.4 亿美元。美国各个州采用的方法是瓶子押金系统，每个瓶子在购买时先收取 2.5 ~ 5 美分，这叫做 Buy-back system，还有一种叫做捡回系统（drop-off system），有专人负责，就像我国的拾荒者一样，自由捡拾，有人收购，集中起来送到工厂生产处理。美国的经验是让消费者感觉到方便、容易，而且有微利，他们就会自动参与到废旧塑料的回收中来。

希望这本书能给想在回收废旧塑料方面大展宏图的人一个启发，这方面是大有可为的。既节省了资源和能源，又保护了环境。书中若有错漏，敬请批评指正。

周祥兴

2008 年 11 月于无锡

目 录

Contents

第一章 绪 论	1
第一节 塑料和环境的关系	1
一、环境	1
二、废旧塑料的来源	2
第二节 废旧塑料的再生利用现状和前景	3
第二章 废旧塑料的种类及鉴别	5
第一节 废旧塑料的种类及鉴别法	5
第二节 各种废旧塑料的特性	11
一、PVC 塑料制品	11
二、PE、PP 废塑料制品	12
三、PS、ABS 及其他热塑性塑料制品	12
第三节 各种废旧塑料的改性方法	13
一、废旧塑料的化学改性	14
二、废旧塑料的物理改性	17
第四节 废旧塑料加工生产设备	21
第三章 各种废旧塑料的再生利用配方及工艺	36
第一节 PVC 软硬质废旧塑料的再生利用配方和工艺	36
一、废旧 PVC 的直接再生利用	36
二、PVC 废旧塑料的改性利用配方和工艺	48
第二节 废旧 PE 的再生利用配方和工艺	67

第三节 废旧 PP 的再生利用配方和工艺	83
一、PP 的性能及改性	83
二、废旧 PP 的再生利用配方及工艺	85
第四节 热塑性废旧聚苯乙烯塑料的回收再生配方和工艺	95
第四章 热塑性工程塑料废旧回收料的再生利用配方和工艺	117
第一节 废旧聚酯的来源及再生利用配方和工艺	117
第二节 废旧尼龙的回收利用配方和工艺	130
一、废旧尼龙的来源和尼龙的种类、性能	130
二、废旧尼龙回收料再生利用的配方和工艺	131
第三节 废旧 PC 的回收利用配方和工艺	141
一、PC 的性能、应用和加工工艺	141
二、废旧 PC 的回收利用配方和工艺	142
第四节 废旧 PTFE 的回收利用配方和工艺	148
一、聚四氟乙烯的性能应用和加工工艺	148
二、废旧 PTFE 回收利用的配方和工艺	150
第五节 废旧 POM 的回收利用配方和工艺	153
一、POM 的性能、应用和加工成型工艺	153
二、废旧 POM 的回收利用配方和工艺	155
第五章 废旧热固性塑料回收再利用的配方和工艺	159
第一节 酚醛废旧回收料的再生利用配方和工艺	159
一、热固性塑料的性能、应用和加工工艺	159
二、废旧酚醛回收料再生应用的配方和工艺	160
第二节 废旧环氧树脂回收料的再生利用配方和工艺	164
一、环氧树脂的性能、应用和加工工艺	164
二、废旧环氧树脂回收料的再生利用配方和工艺	166
参考文献	175

第一章 绪论

第一节 塑料和环境的关系

一、环境

在《中华人民共和国环境保护法》中明确指出：环境是指大气、水、土地、矿藏、森林、草原、野生植物、名胜古迹、风景游览区、温泉、疗养院、自然保护区、生活居住区等。这是指自然环境，政治、经济、文化等是社会环境，是人类赖以生存和发展的物质空间。

塑料是纤维、橡胶、塑料三大合成材料中发展最快的一种合成材料。我国塑料年产量在 2500 万吨左右，塑料在人们生活的各个领域都占有相当重要的地位，在工业制品、农用制品、建筑业、日用品、包装用品中都是不可欠缺的一种材料。塑料一方面给我们的生活带来了方便，使人们生活得更好，另一方面把使用后的塑料丢弃，也造成了周围环境的污染，为此，尽量把丢弃的废塑料收集起来再使用，减少污染是一件重要的大事，是能否保持环境可持续发展的关键性问题之一。

若不加速回收废旧塑料的步伐，任何国家都无法承受日益增长的废旧塑料所产生的环境污染和给经济带来的损失。美国是世界上生产塑料制品最大的国家，年产塑料制品达 3400 万吨，废旧塑料超过 1600 万吨。美国早在 20 世纪 60 年代就开展废旧塑料的回收再利用的研究，美国回收利用废旧塑料品种的比例为：包装制品占 50%，建筑材料占 18%，消费品占 11%，汽车配件占 5%，电子电

器占3%。回收的塑料品种是聚烯烃占61%，PVC占13%，PS占10%，PET类占11%，其他占5%。20世纪80年代末，美国的废旧塑料回收率近10%，在20世纪末，回收率已达到35%以上，其中燃烧废旧塑料回收能源，由80年代的3%增加到18%，废旧塑料制品的掩埋率从96%下降到37%。美国各州政府还针对废旧塑料回收问题采取了立法强制措施。

日本是世界上第二大塑料生产国，20世纪80年代日本年均废旧塑料排放量占生产量的46%，90年代日本回收率占7%，燃烧率占35%，现在日本回收废旧塑料技术在上世界上处于领先地位，可以把含有2%非塑料的废旧混合塑料做成各种再生塑料制品。日本目前废旧塑料回收再利用率占40%，焚烧回收热量占26%，填埋占34%，并且正在加强回收再生率。

上述世界发达国家的做法值得我国借鉴应用。我国废旧塑料回收再利用率仅占5%，填埋占93%，焚烧占2%。废旧塑料和橡胶焚烧发出的热值达8000~9000kcal/kg，与一级煤的热值一样高，日本带有纯化焚烧炉气体的焚烧装置，可发电，供城市热水。焚烧后的固体废物，作为化肥添加剂应用；焚烧后各种有毒或无毒CO₂气体均回收作化学品重新使用。我国有广大的拾荒者遍布城市农村，并有大小不等的废品收购站，只要国家给予适当的组织和金钱上适当的奖励，就是一个良好的废旧塑料及废旧物品的收集中心，而这是做好废旧塑料和橡胶再生利用的第一步。对于城市垃圾的处理有三种方法：填埋法、焚烧法及再生利用法，应当以再生利用法为上策，填埋法是下策，应淘汰，我们不能想象我们的子孙后代生活在填埋了垃圾的土地上会有什么幸福可言。从保护环境减少污染的角度出发，也从节省资源的角度出发，加强对废旧塑料、橡胶等的回收工作，是城市农村的重要措施。

二、废旧塑料的来源

塑料树脂是由低分子的单体经聚合或缩聚而成的大分子化合物。在树脂合成过程中，由于更换合成树脂牌号而产生的过渡料树

脂就成了废树脂；聚合时，在生产按设计要求的聚合物的同时，还生产出结构上、分子量不符合要求的其他聚合物，如：在生产 PP 时，还生产一部分数量不等的无规 PP，这是一种分子量较低的甲基分布无规则的丙烯聚合物；反应釜壁及反应釜底的料，例如：生产 MBS 的一家厂家，把反应釜底壁边的所谓焦料 MBS 这种废料，以低价出售给 PVC 加工厂作添加剂使用。除了树脂生产合成过程中会产生一些不符合要求的废树脂外，在塑料加工成型过程中，也会产生一些边角料，或废型坯、废丝等废塑料；塑料制品在使用过程中，因阳光、氧气、温度等因素的作用而老化，当失去使用要求的性能后，成为废塑料。由上可见，一次性包装用塑料袋及听罐包装物，用完后废弃在路旁是环境污染的一个重要污染源，如能杜绝或回收包装塑料，对清洁环境有重要意义。

第二节 废旧塑料的再生利用现状和前景

正如前述，同世界上发达国家美国和日本相比，我国再生回收的废旧塑料利用率是很低的。美国城市垃圾（1998 年统计）：纸及纸板 38%，玻璃 6%，钢铁 6%，铝 1%，其他金属 1%，塑料 10%，橡胶皮革 3%，纺织品 4%，木材 5%，食品类垃圾 10%，庭院装饰品 13%，微量无机废物 1%，其他材料 2%。在美国回收率最高的 PET 塑料，尤其 PET 碳酸饮料瓶现在几乎都是用 2/3 的再生 PET 瓶粒子和 1/3 新的 PET 瓶料共挤出拉伸吹塑而成或者注拉吹工艺而成，有良好阻隔性，回收率达 32%，其次是 HDPE 塑料，回收率达 14.7%，PS 的回收率达 2% 左右。2000 年北美塑料回收市场交易额达 17.4 亿美元，年年在增长，呈现供需两旺的局面。

我国目前年生产各种塑料制品已达到 3300 万吨，但废弃的塑料只有 5% 得到再生利用，因此，大力开展废弃塑料的再生利用，有广阔的前景，国家对再生利用废弃塑料制品的目标是到 2020 年，废弃塑料的利用率将达到 50%，这不仅要在收集上，还要在清洗、分拣、干燥、重新造粒等各个方面进行研究开发，不仅从生产设备和

配方上，都要大力地进行开发研究，并且对再生塑料制品企业给予政策支持，才能确保这一计划能完全实施。任何一个国家，回收废旧塑料都是从回收废弃的一次性包装塑料开始的，然后才是日用品塑料和工业用塑料制品废弃塑料的再利用。我国要解决白色污染，也必然要动员大量力量回收废弃的包装用薄膜和塑料瓶罐清洗干燥和重新造粒，制得各种新的用品。

有些人一提到保护环境就把塑料说得一无是处，好像塑料成了环境污染的罪魁祸首了，甚至有人提出要用纸包装来代替塑料，应当指出的是：1958年以来，我们大力开展的以塑代钢、以塑代木、以塑代纸的提法和做法是正确的，纸张、木材、钢材的生产，对环境的破坏和污染，将十倍于塑料，只要我们认真做好废旧塑料的回收再利用工作，塑料引起的环境污染将会得到彻底的解决。我国目前还是塑料人均消费量很小的国家，日本、美国、中国台湾等地的年平均消费在 $100\text{kg}/(\text{年}\cdot\text{人})$ ，他们应对塑料污染的办法，有不少是值得我们借鉴的。大力提倡废旧物资的回收再利用，不仅是环保的要求，也是节省资源减少能耗的节约型社会的要求。世界各国在如何处理城市垃圾方面，已经由过去的填埋法、焚烧法逐渐转向再生回收利用方面来了。填埋法浪费不少土地资源，且日积月累污染了地下水和土壤，焚烧法如果不能认真地做好焚烧后产生的有毒气体如 HCl 、 SO_2 及氮氧化物的回收再利用，会引起曾在西欧发生的酸雨二次污染现象。用国家奖励废旧塑料回收生产企业的办法来减少污染是一个可行的政策。国家投资用焚烧炉焚烧城市可燃性废物来发电并回收焚烧后的气体，也是一个好的办法。

第二章

废旧塑料的种类及鉴别

第一节 废旧塑料的种类及鉴别法

从收废旧物品处运到的废旧塑料，是软质硬质的各类塑料杂七杂八混在一起的塑料，首先我们要把薄膜类和瓶罐类的分别堆放，然后把硬塑料的管材、棒材、日用品、板材分开来放置，有各种油腻灰尘的应当用清洗剂加水适当清洗去油腻灰尘，晾晒干燥后即可粉碎处理。上述废塑料，基本上都来自包装用品，日用品及装饰旧件等，首先把热固性塑料和热塑性塑料分拣出来，分别堆放，热固性塑料，受热后不会熔融，也不会任何溶剂中溶解，是一种网状立体结构的不熔不溶物，这类塑料只能加工成型一次，不能通过熔融再加工成型，其唯一的用途是通过粉碎研磨成细粉，以一定比例的填充剂掺混到新的树脂中去，降低成本进行成型，也可以以 15% ~ 30% 质量的量，掺入热固性一阶树脂中，作填充剂在模具内加热交联固化成型，所起作用为填充剂作用而已。热固性是否，主要通过加热能否熔融流动来鉴别，如果制件硬且不能因热而熔融就是热固性塑料。

硬质 PVC 管材、板材、棒材等特点是在火中能燃烧，离火能自熄。鉴别方法有以下几种。

(一) 外观鉴别法：用手感、感觉、眼睛、鼻子来体验塑料制品外观特性，如：形状、透明度、颜色、光泽、硬度、弹性等来鉴别。如表 2-1 所示。

表 2-1 主要塑料的外观鉴别法

塑料种类	外观性状
PS	本体料是无色透明、无延展性，似玻璃状材料，制品落地或敲打时具有似金属清脆声，光泽与透明度都胜过其他通用塑料，性脆易断裂，改性 PS 则不透明
PE	未着色时呈乳白色半透明蜡状，手感有油腻触觉，柔而韧，稍能伸长，LDPE 较软，HDPE 较硬，易燃烧，有烧滴现象
PP	未着色时呈白色半透明蜡状，比 PE 轻，透明度比 PE 稍好，比 LDPE 硬
PVC	本色为微黄色透明状，透明度胜过 PE、PP，仅次于 PS，柔韧，有光泽

(二) 主要塑料燃烧鉴别法：表 2-2 是各种主要塑料的不同燃烧鉴别法。

表 2-2 主要塑料的燃烧鉴别法

塑料种类	燃烧难易程度	离火后能否继续燃烧	火焰特性	表面状态	气味
PS	易燃	继续燃烧	橙黄色，冒浓黑烟	软化起泡	芳香气味
PE	易燃	继续燃烧	上端黄色，底部蓝色，无烟	熔融滴落	石蜡气味
PP	易燃	继续燃烧	上端黄色，底部蓝色，少量黑烟	熔融滴落	石蜡气味
PVC	难燃	离火即灭	黄色，外边绿色，冒白烟	软化，能拉出丝	盐酸苦辣刺激味 (HCl 气味)
ABS	易燃	继续燃烧	黄色	软化烧焦、冒黑烟	特殊气味
尼龙/6	不燃	生成晶珠	无焰	熔化、滴落，有泡沫	焦毛味

注：PE 是指纯的 PE 尤其是纯 PE 的包装袋材料。

(三) 塑料在溶剂中的不同表现状态，热固性塑料是任何溶剂均不能溶解的。

图 2-1 是各种主要塑料的燃烧试验判定法, 把燃烧与否, 及燃烧气味综合起来判定, 比较清楚。

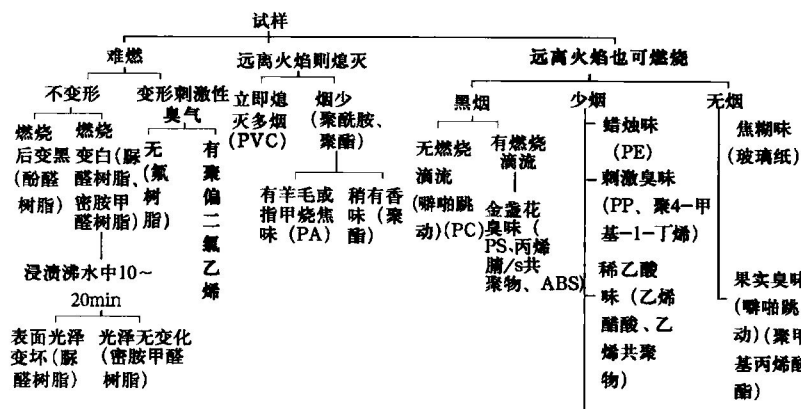


图 2-1 燃烧试验判定法

塑料的溶解鉴别法, 可以参考表 2-3 各种聚合物在有机溶剂中的溶解性和表 2-4 主要塑料的溶解性来判别是什么塑料。

表 2-3 各种聚合物在有机溶剂中的溶解性

溶剂	能溶解的聚合物
乙醚	氧杂茛-茛树脂、聚丙烯酸乙酯、聚乙烯丁醚
二氧六环	二醋酸纤维素、三醋酸纤维素、PS、聚甲基丙烯酸酯类、聚氯代丁二烯、聚乙烯醇缩醛类、双酚 A 环氧树脂、PC
四氢呋喃	聚异丁烯、氯化橡胶、聚丙烯酸酯类、聚乙烯醇缩醛类、PVC、氯化 PVC、聚偏二氯乙烯(高度溶胀)、氯乙烯/偏氯乙烯共聚物、氯醋树脂、PS、聚乙烯吡啶、聚4-乙烯吡啶
环己酮	PVC、氯乙烯/偏氯乙烯共聚物、氯醋树脂、聚乙烯丁醚、聚乙烯醇、缩醛聚乙炔吡啶、聚甲基丙烯酸酯、硝酸纤维素
甲醇	酚醛树脂、乙基纤维素、聚4-乙烯吡啶、聚甲基丙烯酸酯
乙醇	醇醛树脂、酚醛树脂、乙基纤维素、未固化的环氧树脂、聚乙二醇、聚丙烯酸、聚4-乙烯吡啶、聚乙烯醇缩丁醛、聚乙炔甲醚、聚乙烯乙醚
苯甲醇	聚酯、聚酰胺(热)、醋酸纤维素
甲酸	乙基纤维素、PMMA、三聚氰胺、PA、聚亚胺酯、聚酰亚胺
乙酸	乙基纤维素、醋酸纤维素、PMMA、聚甲基丙烯酸乙酯、聚乙烯醇缩甲醚、聚2-乙烯吡啶

续表	
溶剂	能溶解的聚合物
二甲基甲酰胺	聚丙烯腈、PC、聚亚胺酯、PVC、POM (热)、聚乙烯醇、聚乙烯醇缩甲醛、聚 2-乙炔吡啶
醋酸乙酯	醋酸纤维素、硝酸纤维素、ABS、醇酸树脂、氧杂茛-茛树脂、未固化环氧树脂、PS、CPVC、聚丙烯酸酯类、聚甲基丙烯酸酯类、聚乙烯醇缩醛类
三氯甲烷	氯丁橡胶、橡胶盐酸盐、PS、聚丙烯酸酯类、聚甲基丙烯酸酯类、聚乙烯醚类、聚乙烯醇缩醛类、ABS、醇酸树脂、聚乙烯吡啶、聚酯
丙酮	醋酸纤维素、硝酸纤维素、醇酸树脂、酚醛树脂、未固化环氧树脂、橡胶盐酸盐、氯化橡胶、聚丙烯酸酯类、聚甲基丙烯酸酯类、聚醋酸乙烯酯、聚乙烯醇缩醛类、聚乙烯醚类、CPVC、聚 2-乙炔吡啶、聚甲基丙烯腈
苯	聚异丁烯、环化橡胶、聚丁二烯、聚异戊二烯、PS、聚甲基苯乙烯、CPVC、氯丁橡胶、聚乙烯醚类、聚乙烯醇缩醛类、聚丙烯酸酯类、聚甲基丙烯酸酯类、聚醋酸乙烯酯、聚酯、聚乙烯吡啶
甲苯	聚乙烯 (热)、PP (热)、PS、聚甲基苯乙烯、聚三氟氯乙烯 (热)、聚醋酸乙烯酯、聚丙烯酸酯类、聚甲基丙烯酸酯类、聚乙烯醇缩醛类、聚乙烯吡啶
二甲苯	PE (100℃)、PP (85℃)、聚三氟氯乙烯 (140℃)、聚甲基丙烯酸酯类
联苯	聚对二甲苯
四氢萘	PE、PP (135℃)
十氢萘	PE、PP (120℃以上)
酚	PA、PC、PET、POM (热)
间甲酚	PA、聚苯均四亚酰胺
硝基酚	聚丙烯腈
二甲基亚砷	聚酰亚胺、POM (热)
水	甲基纤维素、聚丙烯酰胺、聚乙二醇、聚乙烯醇、聚乙烯甲醚、聚丙烯酸、聚甲基丙烯酸
硫酸	PA、聚苯并咪唑、聚苯均四亚酰胺、聚砷、聚苯并噻唑

表 2-4 主要塑料的溶解性

塑料种类	溶剂	非溶剂
PS	醋酸乙酯、芳香烃、氯仿、二氧六环、四氢呋喃、N, N-二甲基甲酰胺, 吡啶、一硫化碳、环己酮、甲乙酮	脂肪烃 (如: 汽油)、低级醇、乙醚

续表

塑料种类	溶剂	非溶剂
PE	甲苯（热）、二甲苯（100℃以上）、1-氯萘（>130℃）、四氢萘（热）、十氢萘（热）、二氯乙烷	汽油（溶胀）、醇类、酯类、醚类、环己酮
PP	芳香烃（如：甲苯 90℃）、氯代烃（如：1-氯萘 > 130℃）、四氢萘（135℃）、十氢萘（120℃）	汽油、醇类、酯类、环己酮
PVC	甲苯、氯苯、环己酮、甲乙酮、四氢呋喃、N、N-二甲基甲酰胺	烟类、醇类、乙酸丁酯、二氧六环
ABS	二氯乙烷、氯仿、乙酸乙酯、甲苯、四氢呋喃、环己酮	乙醇、乙醚

（四）鉴别塑料的方法是根据各种塑料的密度来鉴别，不过这只能是纯的塑料制成的制品，而对于已经添加了各种增强剂和填充剂的配方的塑料制品，就相差甚大。

表 2-5 常用塑料在溶液中沉浮鉴别法

溶液种类	相对密度 (25℃)	溶液配制方法	塑料制品种类	
			浮于溶液	沉于溶液
水	1.00	蒸馏水（或清洁普通水）	PE、PP	PVC、PA、PS
饱和食盐溶液	1.19	水和食盐的比例为： 水 74ml，食盐 25g	PE、PP、PS、PA	PVC
酒精溶液 (58.4%)	0.91	水 100ml，95% 酒精 140ml	PP	PE、PVC、 PS、PA
氯化钙水溶液	1.27	工业用氯化钙 100g， 水 150ml	PE、PP、PS、PA	PVC

主要塑料的密度如下：PP 0.85 ~ 0.91g/cm³，HDPE 0.92 ~ 0.98g/cm³，PS 1.04 ~ 1.08g/cm³，PA6 1.12 ~ 1.15g/cm³，PAN 1.14 ~ 1.17g/cm³，PMMA 1.16 ~ 1.20g/cm³，PC 1.20 ~ 1.22g/cm³，UPVC 1.38 ~ 1.50g/cm³。

（五）元素鉴别法：取 0.1 ~ 0.5g 塑料试样放入试管中，与少量金属钠一起加热熔融，冷却后加入乙醇，使过量的钠分解，然后

溶于 15ml 左右的蒸馏水中，并过滤。将滤液进行一定处理，根据现象来判断可溶解的塑料品种，如：取部分滤液用稀硝酸硝化，如产生白色沉淀，并能溶于过量氨水，曝光后不会变色，则表明有 Cl 元素存在，可能为 PVC、CPVC、CPE、PVDC、PVCA、VC/MA 等。元素鉴别法比较麻烦，由于共聚物或共混物的材料甚多，所以由元素来鉴别某种塑料还是相当麻烦的。近来已经发明了测定样品的 T_m （熔点）、 T_g （玻璃化温度）及 I_d （分解温度）来判断这种塑料是哪种塑料；还可以用红外光谱鉴别法、X 射线荧光鉴别法等近代方法来鉴别。

回收的废品质量有如下四个等级：一级回收料的大部分是从塑料加工业厂里直接出来的废边、废角料，没有使用过的不合格制品等，这种料，没有灰尘油腻等污染，料的质量接近于新料（指力学性能），只要根据废料制品的要求，稍作配方上的改动就能生产出质量良好的制品；二级回收料是指使用过一定时间的制品，大部分合成树脂的物理化学性能都还保持着的，表面虽有灰尘油污，但经清洗干燥粉碎后，经重新配方后可生产出满足使用要求的回收料制品的，例如：农用棚膜、地膜，医用一次性注射器、食品包装制品，建筑装饰材料，日用品塑料等；三级回收料是指无法直接或改性后再使用的塑料，只能通过热解或催化分解出燃料油或其他化工产品的一类废旧塑料；四级回收料是无利用价值，只能通过焚烧炉回收热值的一部分塑料。

塑料与纸的复合材料分离比塑料与塑料的分离难，第一种方法是加热法，利用一个可电加热的镀铬料筒，筒内装有一个带叶片的空心圆筒，料筒和圆筒转动方向相反，纸/塑复合物加入料筒熔融后出料，输送机输送到分离机中，机中空气流将纸带走，而把热塑性塑料留在分离机底部。第二种方法是将废料带入撕碎机中，撕碎后加入适量水搅拌均匀后，纸浆通过泄放口排出，剩下的塑料混合物经脱水分选后得塑料。第三种方法是电动分离法，纸和塑料的混合物经振动喂料器进入分离器，然后进入可转动圆筒中，送入电极间电场中，纸被吸向电极，而塑料黏附在圆筒上，圆筒转动塑料落在