

废旧塑料的分离技术

废旧塑料的分离技术，又称废旧塑料的分选技术，是从废旧塑料中挑选出同类塑料。分离筛选工作是废旧塑料回收利用的重要工艺过程。众所周知，收集的废旧塑料常是各种塑料混杂在一起的，如果包装袋上有标记注明塑料的名称，就可以用标记分类。但大部分回收的废旧塑料是无标记的，来源复杂，常混有金属、橡胶、织物、泥沙及其他各种杂质，如不进行分离，混合后生产的再生制品容易出现分层，导致制品性能低劣。另外，不同塑料的熔点或软化点相差较大，难以在同一加工温度下加工成型。混入的金属杂质更会损坏加工设备。因此，在利用废旧塑料造粒、生产制品时，不仅要清除废旧塑料的各类杂质，而且也要将不同品种的塑料分开，只有这样，才能制得优质再生制品。

一、分离方法

废旧塑料回收分离的方法有多种，常用的分离方法有手工分离法、风力筛选法、密度分离法、溶剂分离法、低温分离法、熔融分离法、磁力分离法、静电分离法以及利用 X 射线及热源识别进行分离等。

1. 手工分离法

废旧塑料的分离筛选，最简单的方法就是手工分离法，它是根据废旧塑料的外观、色泽、透明度、硬度、手感对其进行手工分选。其缺点是费时费力效率很低，劳动强度大，需要熟练工人来操作，使废塑料的再生成本升高。优点是可将散落在环境中的零星废塑料收集起来，易将不同品质、颜色、形状、大小的废塑料分类收集起来。此法适用于小批量的废旧塑料分离，特别适合于在进料输送带上分拣废纸、卡片、玻璃容器等物品，所以目前仍在广泛使用。

手工分离法的步骤如下：

1) 首先除去金属和非金属杂质，诸如砂石、泥土、木块、纸片、子母扣、线头、麻绳、玻璃和瓷器碎片等肉眼能看到的各种杂质。

2) 对废旧塑料，先进行制品分类，可分为农用薄膜、本色包装膜、杂色包装膜、泡沫塑料、凉鞋、拖鞋、鞋底、边角废料、包装用泡沫块、饮料瓶、各种包装容器等。

3) 再按树脂品种进行分类, 根据 2.5 节所介绍的塑料鉴别法, 分出聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、聚苯乙烯、尼龙、聚氨酯和聚酯等。通常采用外观性状识别和燃烧鉴别。

4) 最后将已经分类的废旧塑料按颜色和质量分拣, 颜色可分为黑、红、棕、蓝、绿、黄色和无色等, 剔除污染严重、发黑、烧焦等劣质废旧塑料制品。

2. 风力筛选法

风力筛选法是一种最简单的机械分离方法, 此法是将经过粉碎的废旧塑料从上方投入风筛分离装置, 使空气从横向或逆向吹过, 利用不同塑料和杂质对气流的阻力和自重形成的合力之差将不同种塑料分开, 也使砂石等杂质从塑料中分离出来。但是从理论上讲, 固体的最后下落速度, 不只决定于相对密度, 还受体积大小和形状的影响, 所以此法还做不到严格的筛选, 在筛选塑料与金属屑或泡沫塑料等密度差别悬殊的物质时效果较好, 所以此法通常用作大量废料的初选工序。风筛分离装置主要有立式、横式、涡流式3种形式。

(1) 立式风力筛选装置 如图 2-56 所示, 一般为锯齿形或类似圆筒形设备, 空气从其底部吹入, 材料则浮在筒体的中部被分离出来, 不同形状和不同风速的设备可将材料按种类分开, 轻者由顶部送出, 重者则从底部排出。

(2) 横式风力筛选装置 如图 2-57 所示, 为一矩形容器, 分有数个料斗, 空气从侧向水平吹入, 废料从上方投入, 重者落入近处料斗, 轻者被气流吹向较远处落入料斗, 各自从底部排出。

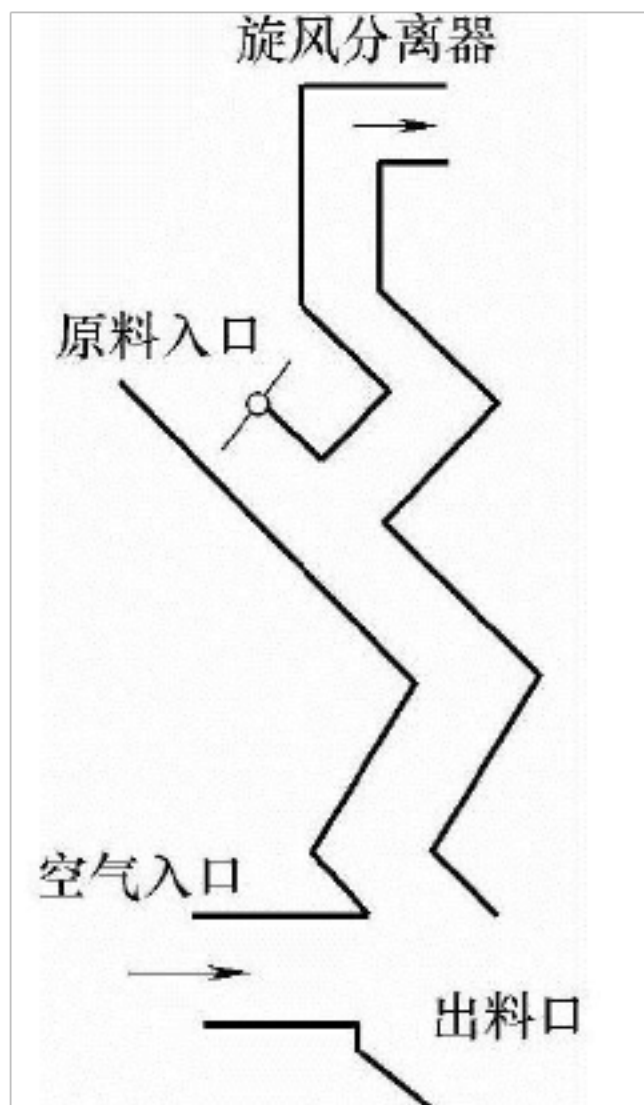


图 2-16 立式风力筛选装置

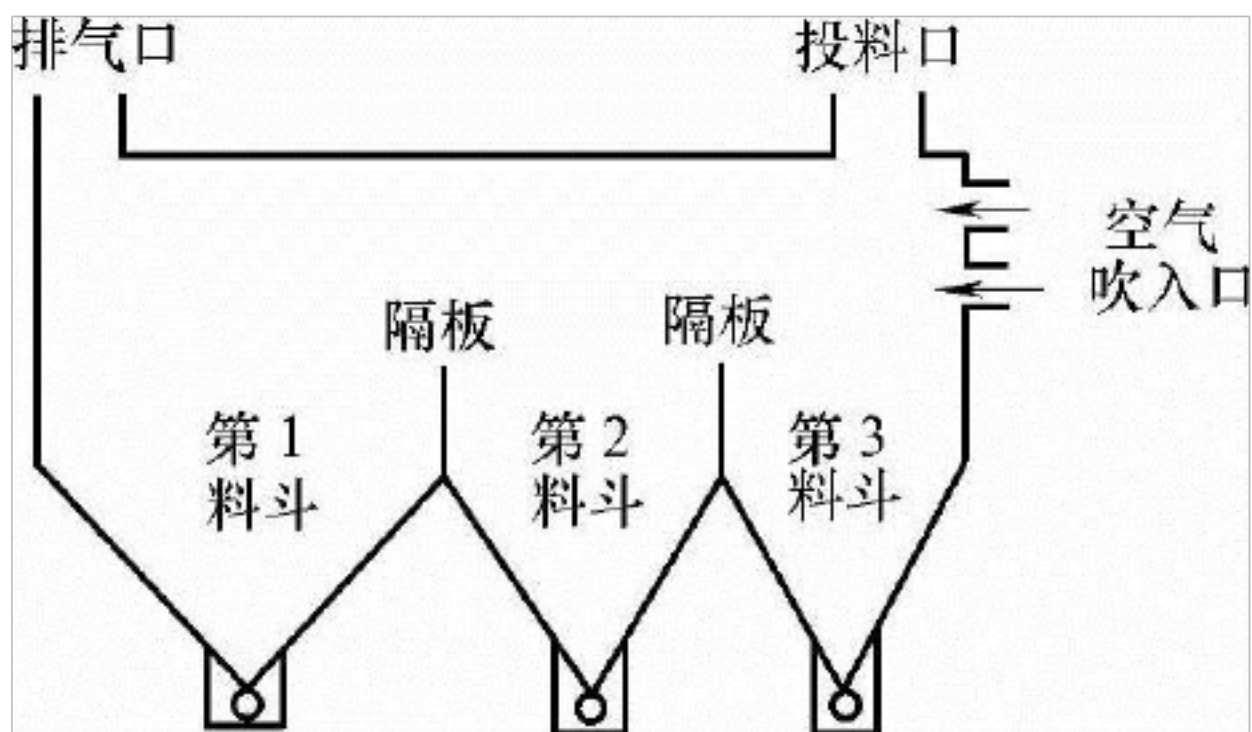


图 2-17 横式风力筛选装置

(3) 涡流式风力筛选装置 空气吹入呈辐射状的涡流，废料从侧面送入，形成涡流后，轻者从上方带出，重者则深入底部排出。

另外，还可以将立式与涡流式组合起来使用，连同粉碎、磁选、振动筛等形成风筛分离的组合体系。

3. 密度分离法

密度分离法是利用不同塑料具有不同密度这一性质将它们分类分离的方法，其优点是简易可行，只要选择配制几种溶液就可以进行大批量分选，而避免了繁

琐的手工分选。其缺点是有些种类的塑料密度非常接近，因此，要获得高纯度的分离物比较困难。密度分离法有静置分离和旋液分离两种方法。

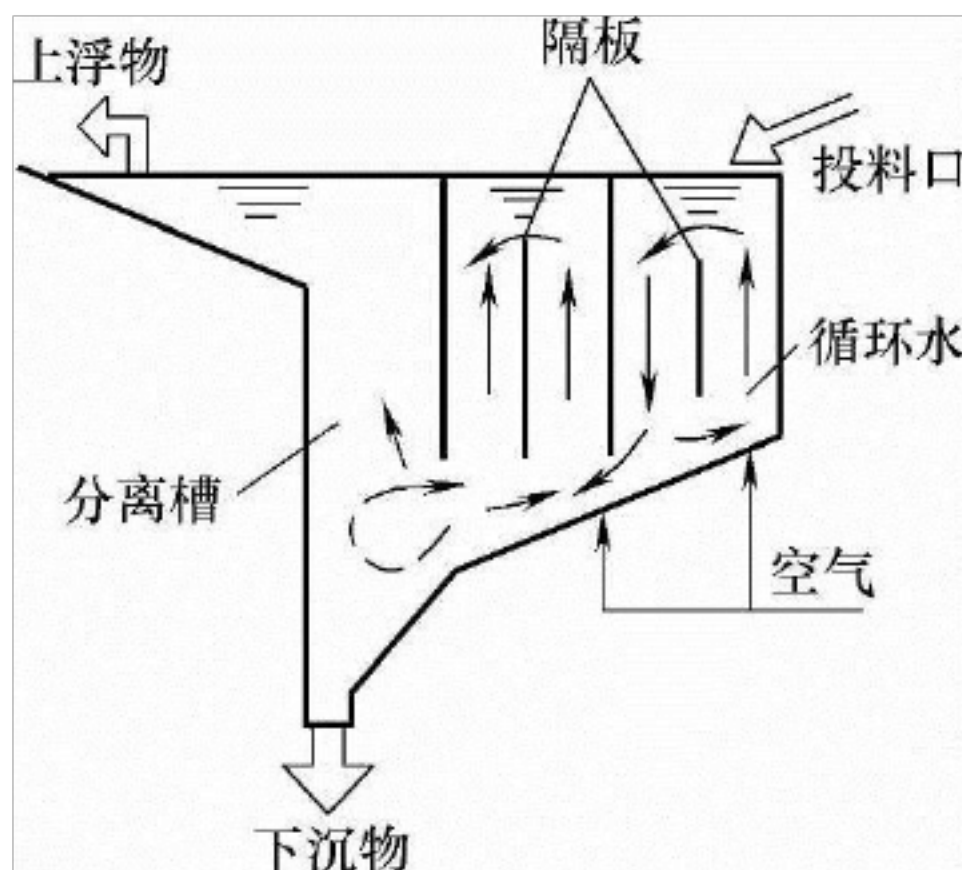


图 2-18 沉浮分离装置

(1) 静置分离 静置分离法又称沉浮法，其原理是利用不同密度的塑料在特定密度液体中的沉浮特性，使之分离。沉浮分离装置如图 2-18 所示。此法简单易行，不受形状、大小的影响，只需选择合适的分离液即可，适用于分离密度差别较大的品种，而对密度相近者的分离则难以获得高纯度的分离物。常用的分离液有水、饱和食盐水溶液（水 74mL，食盐 26g）、体积分数为 58.4%的酒精溶液（水 100mL，体积分数为 95%的酒精 160mL）、体积分数为 55.4%的酒精溶液（水 100mL，体积分数为 95%的酒精 140mL）和氯化钙水溶液（水 150mL，工业氯化钙 100g）等。

但是，当水作密度分离液时，因塑料是疏水性的，形状又多种多样，有些会带着气泡浮在水面上，影响分离效果。为防止出现这种情况，需要使用表面活性剂进行预处理，使之充分浸润。例如，由聚丙烯（PP）、低密度聚乙烯（LDPE）、高密度聚乙烯（HDPE）、聚苯乙烯（PS）、聚氯乙烯（PVC）构成的混合塑料，其分离步骤如下：首先用含少量表面活性剂的水将密度大于 1g/cm^3 的 PS 和 PVC（沉）同密度小于 1g/cm^3 的低 LDPE HDPE 和 PP（浮）分离；然后用食盐水溶液使 PS（浮）和 PVC（沉）分开；再用不同密度的酒精溶液逐步将 LDPE HDPE 和 PP 三者分离（图 2-19）。

(2) 旋液分离 旋液分离器的工作原理（图 2-20）是用泵从泵的吸水储槽中成切线地向旋液分离器吸入悬浮液，在泵的吸水储槽中，塑料粒子均匀地分散在水中，在离心力场作用下，重粒子移近壁，而较轻的粒子则移到旋液分离器的中心，通过成切线地向旋液分离器加料，使初次涡流降到底流，重粒子在此处离开旋液分离器。在二次涡流中，轻粒子通过溢流离开旋液分离器。研究表明，在 1000Kg 家庭废料中纸、金属和砂等杂质为 1%~5%（质量分数），其余的组成中聚乙烯占 80%~85%（质量分数）、聚苯乙烯占 2%~10%（质量分数）、聚氯乙烯占 8%~15%（质量分数），在轻组分中聚乙烯几乎完全被分离，而少量 3%~5%（质量分数）的聚苯乙烯也可通过溢流离开旋液分离器；在重组分中则全为聚氯乙烯。如果采用多级分离器或同一分离器的多次反复分离，则可达到极高的分离率。该装置年处理能力为 4000t。

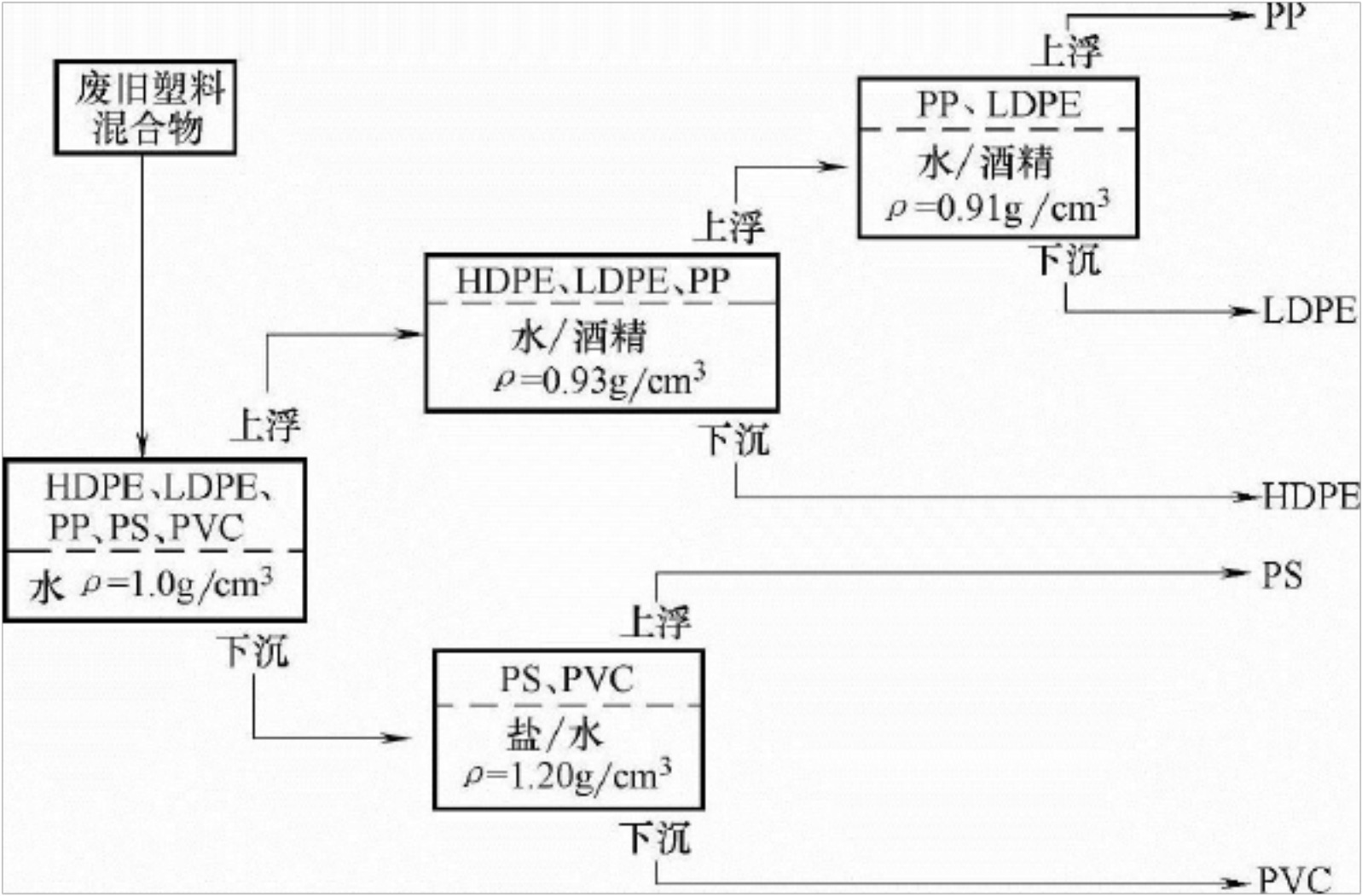


图 2-19 混合塑料的密度分离

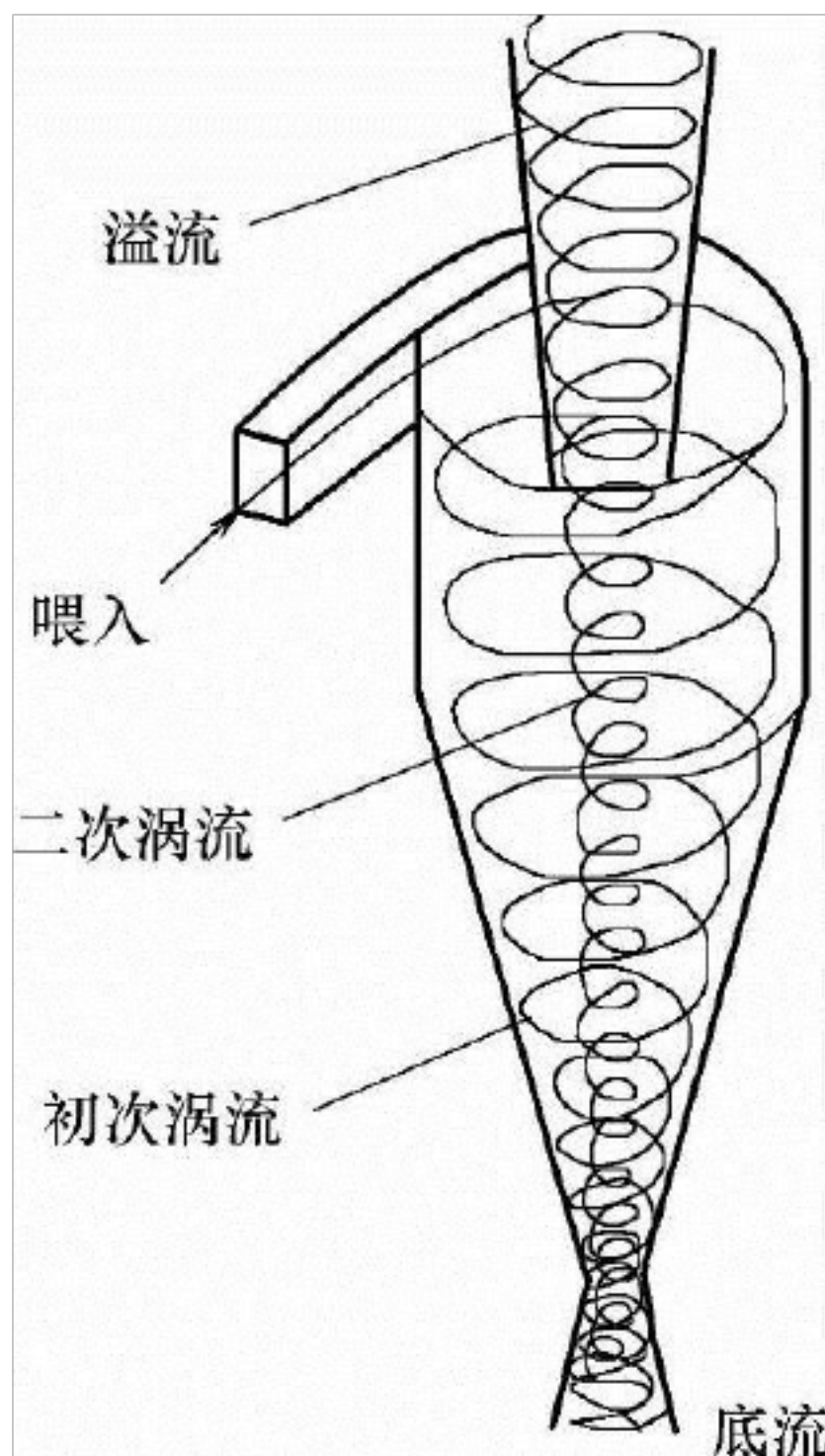


图 2-20 旋液分离器 工作原理

4. 浮选分离法

塑料浮选主要针对密度相近、荷电性质相近的废旧塑料之间的分离。浮选分离的原理是建立在待分离颗粒对气泡选择固着的基础上的。在自然状态下，大多数塑料是疏水的，即可浮的，因此要实现塑料的浮选分离就必须使待分离各组分能选择性润湿。塑料浮选方法大致可以分为三类：Y 浮选、物理调控浮选和化学调控浮选。下面以 Y 浮选为例进行说明：

不同塑料具有不同的润湿临界表面张力（或称表面自由能） Y_c 。对塑料浮选而言， Y_c 的意义如下：当某种液体的表面张力 $Y_L > Y_c$ 时，塑料不会被液体所润湿，保持疏水可浮性；当 $Y_L < Y_c$ 时，塑料被液体润湿而受抑制。当 Y_L 与两种塑料的润湿临界表面张力 Y_{c1} 、 Y_{c2} 之间满足 $Y_{c1} < Y_L < Y_{c2}$ 的关系时，塑料 2 将被液体润湿，而塑料 1 将上浮，从而实现塑料的 Y 浮选分离。部分塑料的 Y_c 值见表 2-16，浮选工艺流程如图 2-21 所示。

表 2-16 部分塑料的 γ_c 值 (20℃)

塑 料	PVC	PET	PP	PE	PS	PC	POM	PMMA	PA66
γ_c	39	46	29	31	33	39	26	39	46

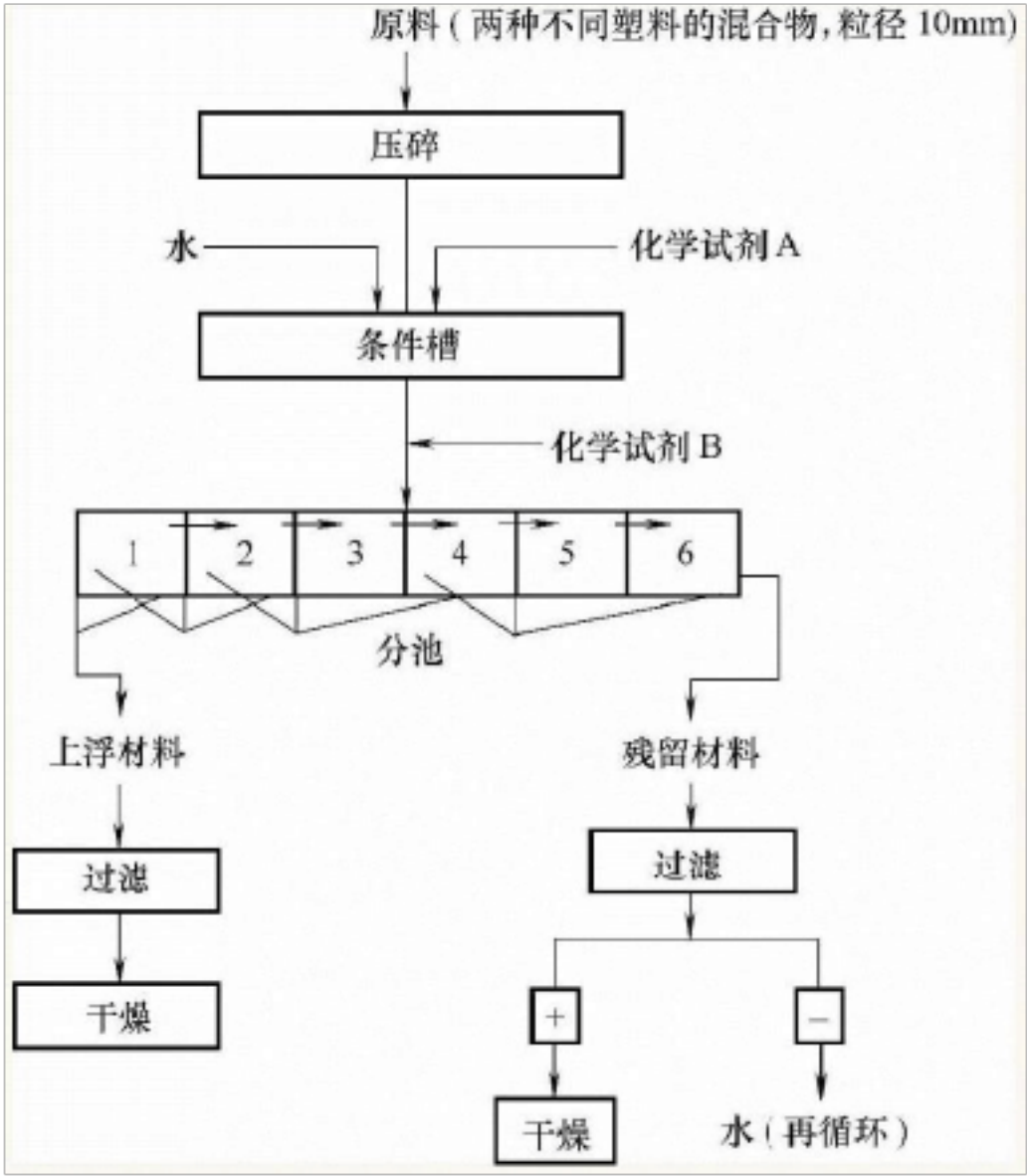


图 2-21 浮选工艺流程图

5. 溶剂分离法

该技术是将混杂的废塑料碎片加入有机溶剂中，在不同温度下溶剂能有选择性地溶解不同的聚合物而将它们分离。溶剂以二甲苯为好，操作温度也不太高，溶剂可重复使用，巨损耗很少。另外，聚合物经加热、造粒后，在某些方面的性能还有所提高。此项技术增加了塑料回收的实用性，目前已能分离 PVC PS、LDPE HDPE PP 与 PET6种常用塑料，分离流程如图 2-22 所示。把两种不同的溶剂与 6 种不同的塑料一起加热，在不同的温度下可分别提取 6 种聚合物，如在一溶剂槽内装入石油醚及二甲苯，在室温下二甲苯可溶解 PS，将溶解状态的 PS 和二甲苯送入一密闭容器中，并加热到 250℃ 以上，然后送入压力较低的闪蒸干燥室，二甲苯便迅速蒸发（回收再利用），余下的便是纯 PS。不同聚合物在二甲苯中的溶解温度见表 2-17。

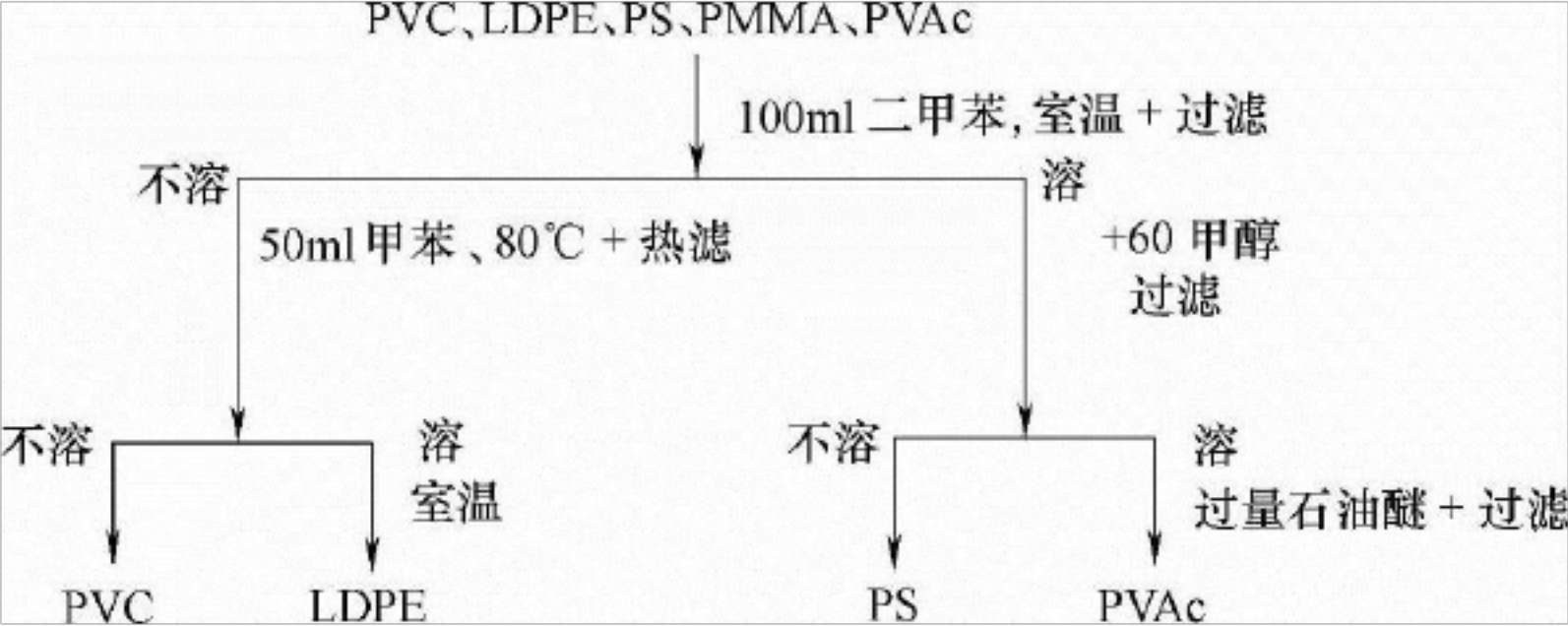


图 2-22 溶剂法分离流程

表 2-17 不同聚合物在二甲苯中的溶解温度

聚合物类别	PS	LDPE	HDPE	PP	PVC	PET
溶解温度/℃	25	75	105	118	138	142

6. 低温分离法

塑料在低温下发生脆化而容易粉碎，利用各种塑料的脆化温度不同，分阶段改变其温度，将混合料有选择性地脆化粉碎，同时达到分离的目的。如图 2-23 所示是美国 Union carbide 公司的对流式低温磨碎系统。该装置最适宜聚氯乙烯与聚乙烯混合物的分离，聚氯乙烯的脆化温度为-41℃，而聚乙烯的脆化温度在-100℃以下。分选工艺过程如下：将混杂料投入预冷器后，冷却到-50℃，PVC 则可在粉碎机内粉碎，再进行筛选，使之与未粉碎的PE分离。此外，该法还可以用于聚氯乙烯和 PET瓶的分离。

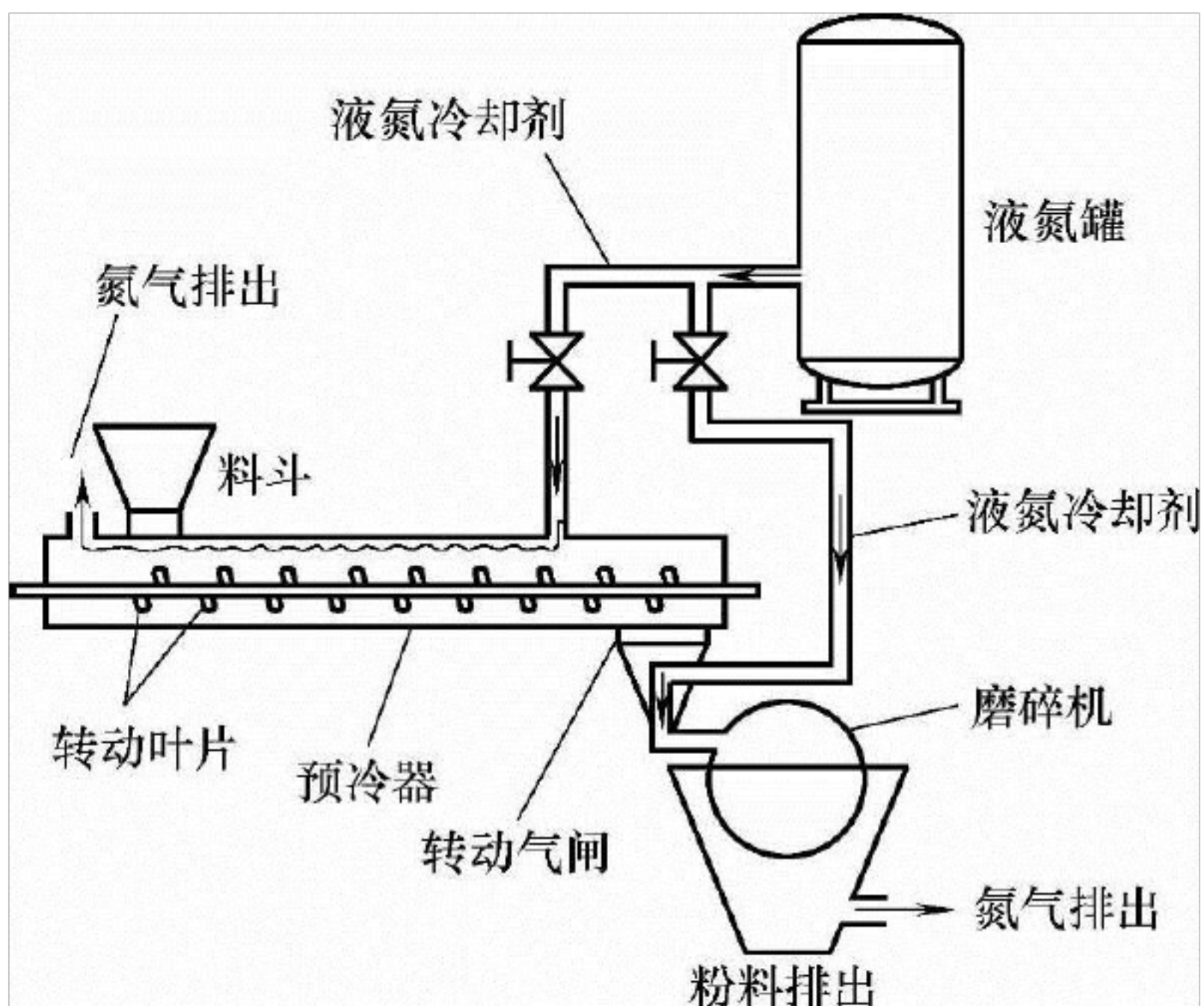


图 2-23 Union carbide 公司的对流式低温磨碎系统

7. 熔融分离法

利用塑料的不同熔融温度来分离。其方法是将混合废塑料置于输送带上，通过较低一级塑料熔融温度的加热室，熔融温度较低的塑料熔融并附着在输送带上，用机械收集；未熔融的塑料继续运行，通过较高一级塑料熔融温度的加热室，以同样方法分离出塑料。如此继续，最后剩下未被熔融的塑料，在输送带终端收集起来。如德国 RefraKt 公司根据各种塑料的熔融温度的不同特性，利用加热将在较低温度下熔融的 PVC 从混合塑料中分离出来时，PVC 瓶熔融粘着在输送带上，PET 瓶在输送带终端落下，此系统处理能力为 450~900Kg/h。

8. 磁力分离法

磁力分离的主要目的是除去混入废旧塑料中的钢铁碎屑杂质，因这些细碎钢铁屑不易用手工分选的方法除去，所以，必须用磁选的方法清除干净。具体方法是，预先将废旧塑料轧成面积约为 10mm 的小块，经干燥后，用一块含有强磁性的马蹄磁铁用手工吸取，也可将磁性材料按放在带输送机上，在输送废旧塑料小块时，将含有铁质的塑料制品分离出来。

可应用于回收塑料的

分离处理。磁力分离器属于高效能、高产能设备，可定制用于各种不同的场合。美国艺利磁铁（Eriez Magnetics）公司开发出一种用于分离回收塑料的新型工艺技术及其加工设备——Eriez Poly Mag 系统。并申请了专利[S6920982（B2）（申请日：2002.08.06）]。该专利是为了解决现有塑料再生方法不能充分有效地完成塑料的高纯分离而提出的，其目的在于为了提供一种塑料制品高纯再生的方法。该技术采用了与制造色母料相同的工艺，通过添加一种特殊又廉价的磁性助剂（质量分数小于 5%），加工成各种带有磁性的塑料颗粒料，增加材料的磁化率，但不影响塑料材料的整体物理性能，然后根据磁性，利用 Erie2 PolyMag 分离器分离。通过对每种材料采用不同量的磁性添加剂，PolyMag 技术可以分离两种以上组分。比如该方法可以将 ABS 从聚丙烯（PP）中分离，或将热塑性弹性体（TPE）从其他聚合物中分离。

9. 静电分离法

利用塑料在静电感应后具有不同带电特性的分离方法，称为静电分离法。这种方法是将粉碎的废塑料（10mm 小块）经干燥后，通过摩擦产生静电，当带电荷的塑料颗粒在 12 万 V 的电极之间落下时，带负电荷的被吸到“正极”侧，带正电荷的被吸到“负极”侧，中间部分则重复操作。静电分离法特别适用于带极性的聚氯乙烯，分离纯度可达 100%（质量分数）。例如 PVC 瓶的回收，首先将瓶粉碎到 6mm 以下，用风力分离除去纸，残留的塑料与调整剂一起预热，经摩擦产生电荷，在分离装置中自由下落进行分离，在正极可得到高度浓缩的 PVC，纯度可达 99.9%（质量分数），收率约 85%（质量分数）。在负极收集少量的 PET、PE 及残余的 PVC，中间部分再循环操作，对含污物较多的混合废塑料，先进行湿式粉碎后，在洗涤机内除去 PE 和纸，剩下的 PET/PVC 混合物干燥后再经电荷分离，在利用电荷分离的第一阶段可达到 99.5%（质量分数）的 PET 和 70%（质量分数）的 PVC 浓缩物，PVC 的混合物再一次进行电荷分离，就可将 PVC 的纯度提高到 99.5%（质量分数）以上，将二次电荷分离的残留部分再重复分离。图 2-24 所示为静电分离系统示意图，图 2-25 所示为静电分离塔示意图。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/568047126076006132>