

ICS 80.080.20

CCS G 31

团体标准

T/CSRA 17—2022

高密度聚乙烯（HDPE）容器包装产品 可回收再生设计指南

Recyclability design guide for HDPE packaging containers

2022-03-04 发布

2022-05-03 实施

中国合成树脂协会发布

目 次

目次

1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 可回收再生性的判定.....	2
5 塑料回收标识.....	8
6 测试方法和判定指标.....	8
附录 A（资料性） HDPE 回收再生流程图.....	13
附录 B（资料性） 参比树脂和参比样品.....	14

前 言

本文件按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由中国合成树脂协会提出。

本文件由中国合成树脂协会标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：安徽英标新材料科技有限公司、爱索尔（广州）包装有限公司、北京臻徽环保材料科技有限公司、艾利丹尼森（中国）有限公司、生态环境部固体废物与化学品管理技术中心、北京再塑宝科技有限公司、联合利华（中国）有限公司、妮维雅（上海）有限公司、安徽省生宸源材料科技实业发展股份有限公司、广东信基新材料科技有限公司、安徽冠泓塑业有限公司、格瑞夫（上海）投资管理有限公司、芬欧蓝泰标签（中国）有限公司、江西亚美达环保再生资源股份有限公司、镇江赛维尔环保纤维有限公司、施利福包装材料（苏州）有限公司、可乐丽国际贸易（上海）有限公司、中国天楹股份有限公司、江苏省环境资源有限公司、中国合成树脂协会塑料循环利用分会、北京国嘉基业信息咨询有限公司。

本文件主要起草人：谢兰明、赖旭辉、谈轶西、孙新、张喆、李君彦、朱介兵、肖萍、郭宗余、麦哲民、申辉、尤激、于雪、彭建华、张朔、杜松、宋渊、曹德标、林凯、王旺。

引 言

本文件涵盖了当前消费后废旧物资回收和利用体系中的高密度聚乙烯（HDPE）容器包装产品的可回收再生设计。HDPE因具有良好机械性能、耐化学性、易加工成型等优点，成为应用最广泛的树脂之一。在回收的HDPE产品中容器包装类产品占有相当大的比例，因此，本文件以HDPE容器包装产品作为主要目标产品而制定，其它类产品可运用同样的指南思想进行设计，并根据具体实际情况做出必要调整。

本文件是在国际上广泛接受的塑料可回收再生定义基础上，结合国内回收再生现状，包括现有的收集方式（垃圾分类、人工捡拾、智能回收等），分选方式（人工分选、近红外分选、智能分选等）和再生方式以及依据再生颗粒的性能要求而制定。本文件是HDPE容器包装设计时主要考虑的因素，以便于此产品在消费者使用后通过普遍存在的回收再生流程成为满足性能要求的再生料。鉴于国内正在进行垃圾分类系统建设，此系统的建成会改善塑料的规模化回收再生。本文件不包括小规模的不经过打包站收集、分选直接送到回收再生商的单一来源的物料。

高密度聚乙烯（HDPE）容器包装产品可回收再生设计指南

1 范围

本文件规定了可回收再生设计的术语和定义、分类和高密度聚乙烯（HDPE）容器包装产品可回收再生设计的要求，包括基础树脂、阻隔层/涂层/添加剂、颜色、封盖和泵头、标签、油墨、胶粘剂及附件等要素。

本文件适用于容器包装类高密度聚乙烯（HDPE）产品可回收再生的设计，其他HDPE产品可回收再生设计可以参考本文件。

本文件不适用于对HDPE产品的质量监督。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 1033.1 塑料 非泡沫塑料密度的测定 第1部分：浸渍法、液体比重瓶法和滴定法
- GB/T 1843 塑料 悬臂梁冲击强度的测定
- GB/T 1845.2—2021 塑料 聚乙烯（PE）模塑和挤出材料 第2部分：试样制备和性能测定
- GB/T 2918—2018 塑料 试样状态调节和试验的标准环境
- GB/T 3682.1—2018 塑料 热塑性塑料熔体质量流动速率（MFR）和熔体体积流动速率（MVR）的测定 第1部分：标准方法
- GB/T 9341 塑料 弯曲性能试验方法
- GB/T 16288—2008 塑料制品的标志
- GB/T 17037.1—2019 塑料 热塑性塑料材料注塑试样的制备 第1部分：一般原理及多用途试样和长条形试样的制备
- GB/T 18455—2010 包装回收标志
- GB/T 19466.3 塑料 差示扫描量热法（DSC）第3部分：熔融和结晶温度及热焓的测定
- GB/T 39690.2—2020 塑料 源自柔性和刚性消费品包装的聚丙烯（PP）和聚乙烯（PE）回收混合物 第2部分：试样制备和性能测定
- SH/T 1770 塑料 聚乙烯水分含量的测定

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

可回收再生 recyclability

本文件中定义的“可回收再生”是指同时满足以下四个条件：

——产品所采用的原材料应为可回收再利用的，不包括由于物理、化学、环境保护、卫生安全等因素限制其再利用的材料；

——产品应被普遍地、规模化地收集到回收体系中以进行分选并再生；

——产品的回收和再生过程具有商业可行性；

——回收的塑料可以再生成为制造新产品的原材料，同时再生材料具有一定的市场价值（如果回收再生过程市场价值为负，但政策、法规强制要求使用再生材料，也认为再生材料具有市场价值）。

3.2

可回收再生设计 recyclable design

产品设计可以保证产品在消费使用后，顺利进入回收再生体系并最终被制成塑料材料满足应用，符合可回收再生的定义。根据产品设计对回收系统和回收再生商在回收率、生产工艺或最终产品质量上影响的不同，此类可回收再生设计又细分为易回收再生设计、需改进可回收再生设计和低价值有条件可回收再生设计。

3.2.1

易回收再生设计 readily recyclable design

产品设计容易被回收系统和回收再生商认可，这些设计的产品便于识别、分选和加工，不含或含有少量可回收材料的污染物，符合这些特征的塑料产品在回收再生过程中可以正确地进入回收再生体系，不影响回收再生的生产效率并最终得到高品质产品。

3.2.2

需改进可回收再生设计 improvement-needed recyclable design

产品设计对于回收系统和回收再生商在回收率、生产工艺或最终产品质量上表现出不良影响，但大多数回收系统和回收再生商能够容忍并接受。这些设计对于产品的回收利用，减少环境污染有一定的作用，但需要改进。

3.2.3

低价值有条件可回收再生设计 low-value conditionally recyclable design

产品设计造成回收再生成本大幅度提高，再生材料市场价值低，严重影响大多数回收再生商回收的积极性，然而在当前的回收再生体系中此设计的产品仍然在一定条件下被回收再生。

3.3

需要测试设计 test-required design

产品设计无法根据现有的行业经验和本文件确定其是否与现有的回收再生系统兼容，其可回收再生性需要按照本文件的测试方法进行判定。

3.4

不可回收再生设计 non-recyclable design

产品设计对于回收系统和回收再生商在回收率、生产工艺或最终产品质量上表现出严重不良影响，如果这些不良影响不能被消除或解决，就不能生产出市场认可的再生产品。

4 可回收再生性的判定

4.1 HDPE 回收再生流程

目前HDPE的回收再生主要以包装/容器产品为主,存在三个回收流,即无色流、单色流和杂色流。HDPE回收再生流程见附录A。HDPE可回收再生性依其消费后在此流程的表现而判定。

4.2 基础树脂

树脂商生产的通用型吹塑级HDPE都是易回收再生的,它们的密度范围为(0.941~0.972) g/cm³,熔体质量流动速率范围为(0.10~0.85) g/10min (190℃, 2.16kg),例如本文件附录B中所列的参比树脂。为鼓励在产品中使用消费后再生材料(Post-consumer Recycling, PCR),本文件将消费后再生HDPE材料列为易回收再生设计。基础树脂可回收再生性判定具体要求及测试方法见表1。

表1 基础树脂回收再生类别与测试方法

特性	回收再生类别					测试
	可回收再生设计			不可回收再生设计	需要测试设计	测试方法和判定指标
	易回收再生设计	需改进可回收再生设计	低价值有条件回收再生设计			
消费后再生 HDPE 材料	√					
其他非通用型吹塑级 HDPE 创新树脂					√	

4.3 阻隔层/涂层/添加剂

为达到一定的功能,如增加HDPE的阻隔性能,一些非HDPE材料会与HDPE树脂一同使用。在产品设计时要考虑到这些非HDPE材料对HDPE产品回收再生可能带来的影响而加以减少或避免使用,具体判定要求及测试方法见表2。

表2 阻隔层/涂层/添加剂回收再生类别与测试方法

特性	回收再生类别					测试
	可回收再生设计			不可回收再生设计	需要测试设计	测试方法和判定指标
	易回收再生设计	需改进可回收再生设计	低价值有条件回收再生设计			
小于5%重量比的乙烯-乙烯醇共聚物(EVOH)	√					

表 2 (续)

特性	回收再生类别					测试
	可回收再生设计			不可回收再生设计	需要测试设计	测试方法和判定指标
	易回收再生设计	需改进可回收再生设计	低价值有条件回收再生设计			
大于 5% 重量比的 EVOH 以及其他阻隔层或涂层					√	见第 6 章
聚偏二氯乙烯 (PVDC)				√		
可降解添加剂				√		
常规助剂：如热稳定剂、紫外线稳定剂、成核剂、抗静电剂、颜料、冲击改进剂、化学发泡剂	√					
导致密度增加使 HDPE 沉水的添加剂				√		
荧光增白剂		√				
其他添加剂					√	见第 6 章

4.4 颜色

判定不同颜色的产品可回收再生性的要求见表3。

表 3 颜色回收再生类别与测试方法

特性	回收再生类别					测试
	可回收再生设计			不可回收再生	需要测试设计	测试方法和判定指标
	易回收再生设计	需改进可回收再生设计	低价值有条件回收再生设计			
无着色	√					
白色	√					
其他颜色		√				

4.5 封盖和泵头

判定封盖和泵头对产品可回收再生性的影响，具体要求及测试方法见表4。

表 4 封盖和泵头回收再生类别和测试方法

特性		回收再生类别				测试	
		可回收再生设计			不可回收再生设计	需要测试设计	测试方法和判定指标
		易回收再生设计	需改进可回收再生设计	低价值有条件回收再生设计			
聚乙烯 (PE)	√						
聚丙烯 (PP)		√					
无衬垫封盖系统	√						
塑料封盖中的乙烯-醋酸乙烯酯共聚物 (EVA) 和热塑性弹性体 (TPE) 衬垫	√						
泵头和喷雾器中的金属零件		√					
封盖中的金属零件和金属箔		√					
硅聚合物部件		√					
聚氯乙烯 (PVC)				√			
其他密度>1的材料,如丙烯腈-丁二烯-苯乙烯的三元共聚物 (ABS)、聚甲醛 (POM)、聚苯乙烯 (PS)、热固性塑料等		√					

4.6 标签、油墨和胶粘剂

判定标签、油墨和胶粘剂对产品可回收再生性的影响,具体要求及测试方法见表5。

表 5 标签、油墨和胶粘剂回收再生类别和测试方法^a

特性		回收再生类别				测试	
		可回收再生设计			不可回收再生设计	需要测试设计	测试方法和判定指标
		易回收再生设计	需改进可回收再生设计	低价值有条件回收再生设计			
油墨和标签 (不含胶粘剂)	标签油墨—可与回收流分离,如油墨可保留在沉水的标签基材上	√					

表 5 (续 1)

特性		回收再生类别					测试
		可回收再生设计			不可回收再生设计	需要测试设计	测试方法和判定指标
		易回收再生设计	需改进可回收再生设计	低价值有条件回收再生设计			
油墨和标签 (不含胶粘剂)	标签油墨-进入无色和白色回收流		√				
	标签油墨-进入除无色、白色以外的回收流	√					
	直接打印(非日期码)-进入无色和白色回收流		√				
	直接打印(非日期码)进入除无色、白色以外的回收流	√					
	模内标签-进入除无色、白色以外的回收流	√					
	模内标签-进入无色和白色回收流		√				
	全套瓶标签(密度>1)(PVC除外)	√					
	全套瓶标签(密度<1)					√	
	PVC 标签				√		
带有非水洗脱胶粘剂的标签 ^b	聚烯烃(PP、PE)标签	√					
	纸标签		√				
	含金属、镀金或金属印刷标签			√			
	PVC 或可降解塑料标签				√		
	其他标签(密度>1)		√				
	其他标签(密度<1)					√	见第 6 章

表 5 (续 2)

特性		回收再生类别					测试
		可回收再生设计			不可回收再生设计	需要测试设计	测试方法和判定指标
		易回收再生设计	需改进可回收再生设计	低价值有条件回收再生设计			
带有可水洗脱胶粘剂的标签 ^c	聚烯烃 (PP、PE) 标签	√					
	纸标签		√				
	含金属、镀金或金属印刷件(密度>1)	√					
	含金属、镀金或金属印刷件(密度<1)			√			
	PVC 标签				√		
	其他标签 (密度>1)	√					
	其他标签 (密度<1)		√				

^a 标签和油墨是包装产品必备的，用来宣传产品信息。标签膜一般通过胶粘剂附着在包装上，或通过物理收缩套固定在包装上。它们占整个包装的比重较小，设计时主要是考虑如何在回收再生中通过简单经济的方法与 HDPE 分离而对 HDPE 回收流不造成污染。

^b 胶粘剂和标签在 HDPE 瓶或瓶片清洗环节无法与瓶或瓶片完全分离。

^c 胶粘剂和标签在 HDPE 瓶或瓶片清洗环节可以与瓶或瓶片完全分离。

4.7 附件

HDPE包装上使用的附件应遵循“易与HDPE分离，不污染HDPE为主”原则，具体判定要求及测试方法见表6。

5 塑料回收标识

应符合GB/T 16288-2008和GB/T 18455-2010的规定。

6 测试方法和判定指标

6.1 试样制备

表 6 附件回收再生类别与测试方法

特性	回收再生类别				测试	
	可回收再生设计			不可回收再生设计	需要测试设计	测试方法和判定指标
	易回收再生设计	需改进可回收再生设计	低价值有条件回收再生设计			
PP-PE 显开启(Tamper evident)套膜和安全密封	√					
共聚聚酯(PETG)显开启套膜和安全密封	√					
PVC 显开启套膜和安全密封				√		
非聚烯烃附件					√	见第 6 章
金属及含有金属的附件					√	见第 6 章
塑料附件(密度>1)(PVC 除外)	√					
焊接附件					√	见第 6 章
射频识别的附件(RFID)		√				
可降解塑料附件				√		
PVC 附件				√		

6.1.1 样品

第4章可回收再生性判定中被判为需要测试的HDPE产品。

6.1.2 参比样品

选择吹塑级HDPE树脂, HDPE的密度为(0.941~0.972)g/cm³, 熔体质量流动速率为(0.10~0.85)g/10min(190℃, 2.16kg), 添加剂的种类及用量应符合相关规定, HDPE树脂经挤出、吹塑工艺生产的HDPE瓶。参比样品可参考附录B。

6.1.3 设备和助剂

- 6.1.3.1 塑料破碎机, 筛网孔径 12 mm。
- 6.1.3.2 筛网, 筛网孔径 9.5 mm。
- 6.1.3.3 不锈钢水箱, 长 1600 mm, 宽 650 mm, 高 1000 mm。
- 6.1.3.4 不锈钢水桶, 直径 320 mm, 高 350 mm。
- 6.1.3.5 电子温控加热棒, 工作温度 0℃~200℃。

- 6.1.3.6 电动搅拌器, 转速范围 (60~1500) 转/min。
- 6.1.3.7 筛盘, 筛网尺寸 ≤ 1 mm。
- 6.1.3.8 鼓风干燥箱, 温度范围 10 °C~250 °C, 控温精度 ± 1 °C。
- 6.1.3.9 清洗剂, NaOH 和表面活性剂。
- 6.1.3.10 吹风机, 风速 ≤ 8 m/s。
- 6.1.3.11 单螺杆挤出机, 螺杆直径 35 mm, 螺杆长径比 30:1, 螺杆转速 (10~75) 转/min。
- 6.1.3.12 过滤网, 过滤网尺寸 40 目、250 目、40 目。
- 6.1.3.13 水槽, 长 3000 mm, 宽 200 mm, 深 200 mm。
- 6.1.3.14 切粒机, 切粒长度 3 mm \pm 0.2 mm, 切粒直径: 1 mm~4 mm, 切刀转速: 380 转/min, 牵引速度: (0~15) m/min。
- 6.1.3.15 秤, 称量范围 0 kg~300 kg。

6.1.4 操作步骤

6.1.4.1 概述

样品与参比样品按照图1中的流程进行加工。

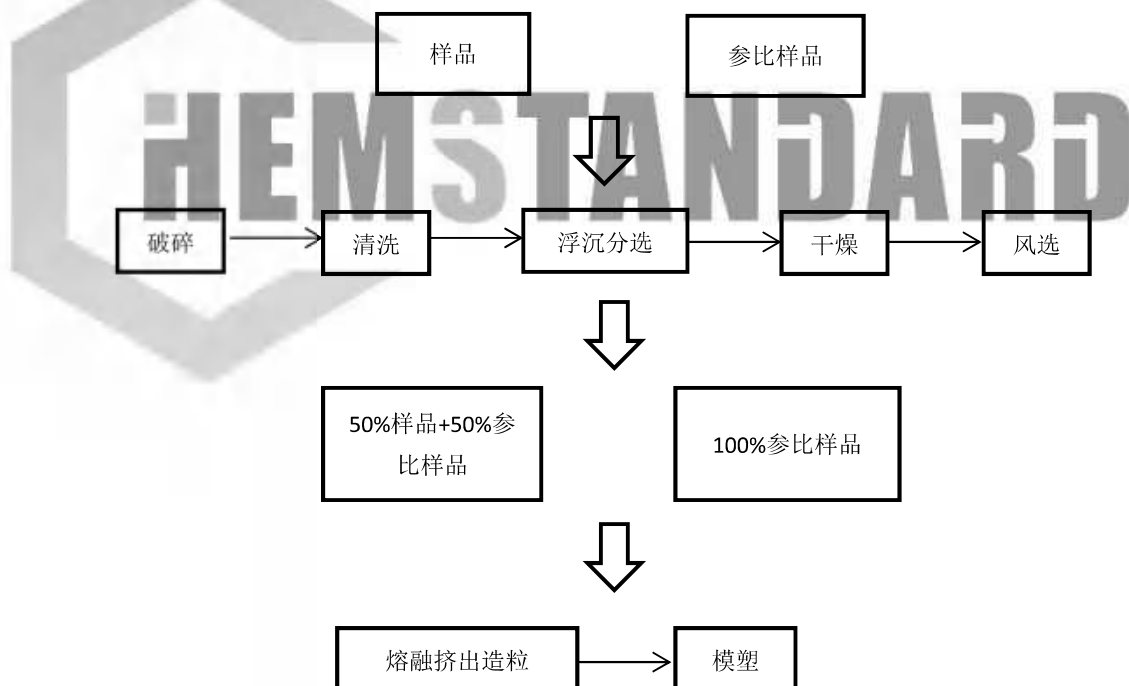


图 1 HDPE 再生加工流程图

6.1.4.2 破碎

将样品放入破碎机中进行破碎, 破碎后用 9.5 mm 的筛网进行过滤, 得到粒径在 9.5 mm~12 mm 之间的破碎样品。

6.1.4.3 清洗

不锈钢水桶中加入样品质量4倍的水，室温下加入破碎后的样品，搅拌速度为360转/min，洗涤10 min，关闭搅拌器，关闭热源，静置5min，去除水面漂浮的杂质，将样品倒入筛盘中滤干水分。

不锈钢水桶中再次加入样品4倍的水，将水温加热，加入0.5%的NaOH和0.3%的表面活性剂。当水温加热到75℃时，加入样品，保持水温在75℃，搅拌速度为240m/min，洗涤10min，关闭搅拌器，关闭热源，静置5min，去除水面漂浮的杂质，将样品倒入筛盘中滤干水分。

不锈钢水桶中再次加入样品4倍的水，室温下加入上一步骤洗涤后的样品，搅拌速度为360转/min，洗涤5 min，关闭搅拌器，关闭热源，静置5 min，去除水面漂浮的杂质，将样品倒入筛盘中滤干水分。

6.1.4.4 浮沉分选

将样品与水按照质量比1:10的比例放入不锈钢水箱中，搅拌5 min，停止搅拌后静置5 min，去除水面漂浮的杂质，将样品倒入筛盘中滤干水分。

6.1.4.5 干燥

将倒入筛盘中的样品放入干燥箱中干燥，干燥温度不超过60℃，干燥30 min。

6.1.4.6 风选

用吹风机以8 m/s风速吹干燥后的样品5 min。

6.1.4.7 混合

将样品与参比样品分别按照6.1.4.2~6.1.4.6制备后，将50%的样品与50%的参比样品进行混合，混合后的样品与参比样品继续试样制备。

6.1.4.8 干燥

将样品放入80℃~90℃干燥箱中10 min~60 min。

6.1.4.9 熔融挤出造粒

将样品通过单螺杆挤出机、水槽和造粒机，单螺杆挤出机滤网设置40目、150目和40目，挤出机温度190℃~245℃，挤出时间为30 min，挤出机模口直径为2.5 mm，样品通过筛网的流动速率至少为0.38 kg/cm²·h。

6.1.4.10 模塑

试样的制备见GB/T 1845.2中3.2的规定。

采用GB/T 17037.1-2019标准中的A型模具制备符合GB/T 1040.2中1A型试样，B型模具制备80 mm×10 mm×4 mm长条试样。

6.1.4.11 试样的状态调节和试验的标准环境

试样的状态调节应按GB/T 2918的规定进行，温度23℃±2℃，相对湿度50%±10%。

6.2 测试方法

6.2.1 加工压力测试

在6.1.4.9中，记录挤出的前5min的初始平均压力，记为 P_i ，记录挤出的最后5min的平均压力值，记为 P_f 。

6.2.2 熔体质量流动速率

取6.1.4.9挤出试样3~8g,按GB/T 3682.1中的规定进行,试验条件:190℃,2.16 kg。

6.2.3 密度

取6.1.4.9挤出试样5~10g,按GB/T 1033.1中规定的方法A进行。

6.2.4 水分

取6.1.4.9挤出试样1g,按SH/T 1770中的规定进行。

6.2.5 熔融温度

取6.1.4.9挤出试样5~10mg,按GB/T 19466.3的规定进行。取第2次加热扫描DSC曲线上最大峰面积的峰值温度 T_m 为熔融温度。

6.2.6 PP含量

取6.1.4.9挤出试样10g,按GB/T 39690.2的规定进行。

6.2.7 拉伸试验

模塑试样为按6.1.4.10制备的1A型试样。

试样的状态调节按6.1.4.11的规定进行。

测试按GB/T 1040.2的规定进行。

6.2.8 悬臂梁缺口冲击强度

试样为按6.1.4.10制备的80 mm×10 mm×4 mm长条试样。

测试按GB/T 1843规定进行,推荐使用加工缺口,缺口类型为A型。

试样的状态调节按6.1.4.11规定进行。

6.2.9 弯曲模量

试样为按6.1.4.10制备的80 mm×10 mm×4 mm长条试样。

测试按GB/T 9341规定进行。

试样的状态调节按6.1.4.11规定进行。

6.3 测试结果判定

测试结果的判定见表7。

表7 测试结果的判定

测试项目	可回收再生设计	不可回收再生设计
加工压力	$\frac{Pf - Pi}{Pi} \times 100\% \leq 25\%$	$\frac{Pf - Pi}{Pi} \times 100\% > 25\%$
熔体质量流动速率	$< 0.75 \text{ g/10min}$	$\geq 0.75 \text{ g/10min}$
密度	$\geq 0.941 \text{ g/cm}^3$	$< 0.941 \text{ g/cm}^3$
水分	$< 0.5\%$	$\geq 0.5\%$
DSC	$T_{pm} \leq 150 \text{ }^\circ\text{C}$	$T_{pm} > 150 \text{ }^\circ\text{C}$

表 7 (续)

测试项目	可回收再生设计	不可回收再生设计
PP 含量	<5%	≥5%
拉伸强度 ^a	$\frac{S_B}{S_A} \times 100\% \leq \pm 25\%$	$\frac{S_B}{S_A} \times 100\% > \pm 25\%$
断裂伸长率 ^b	$\frac{L_B}{L_A} \times 100\% \leq \pm 25\%$	$\frac{L_B}{L_A} \times 100\% > \pm 25\%$
悬臂梁缺口冲击强度 ^c	$\frac{I_B}{I_A} \times 100\% \leq \pm 25\%$	$\frac{I_B}{I_A} \times 100\% > \pm 25\%$
弯曲模量 ^d	$\frac{F_B}{F_A} \times 100\% \leq \pm 25\%$	$\frac{F_B}{F_A} \times 100\% > \pm 25\%$
^a 100%参比样品定义为 A, 50%参比样品和 50%样品的混合物定义为 B, 拉伸强度记为 S。 ^b 100%参比样品定义为 A, 50%参比样品和 50%样品的混合物定义为 B, 拉伸强度记为 L。 ^c 100%参比样品定义为 A, 50%参比样品和 50%样品的混合物定义为 B, 拉伸强度记为 I。 ^d 100%参比样品定义为 A, 50%参比样品和 50%样品的混合物定义为 B, 拉伸强度记为 F。		



全国团体标准

附录 A
(资料性)
HDPE 回收再生流程图

HDPE回收再生流程图见图A. 1。

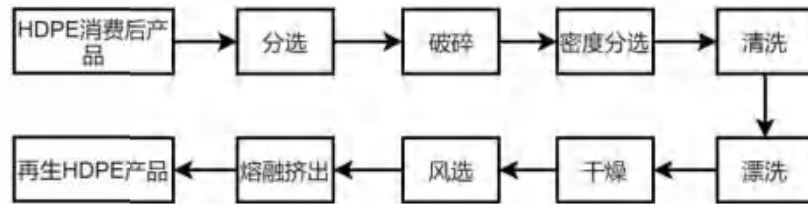


图 A. 1 HDPE 回收再生流程图



附 录 B
(资料性)
参比树脂和参比样品

参比树脂和参比样品见表B. 1和表B. 2。

表 B. 1 参比树脂目录

序号	牌号	生产厂家
1	5502	雪佛龙菲利普斯化工有限公司/中国石化茂名石化公司
2	5621D	中海壳牌石油化工有限公司
3	5200B	中国石化燕山石化公司
4	5421	沙特基础工业公司
5	5831D	利安德巴塞尔工业公司

表 B. 2 参比样品目录

序号	名称	品类	回收流
1	洗衣液 1kg 瓶	联合利华奥妙	有色流
2	洗衣液 1kg 瓶	雕牌	有色流
4	牛奶 1. 1kg 瓶	蒙牛风味酸牛奶	白色流
5	牛奶 1. 1kg 瓶	伊利益消活性乳酸菌	白色流

注：提供参比样品的信息，仅为方便本文件的使用，不构成任何机构对指定商品的宣传。

中国合成树脂协会
团体标准

中国合成树脂协会标准化技术委员会
中蓝晨光成都检测技术有限公司
四川省成都市人民南路四段30号（610041）
联系电话：（028）85583906

版权所有 侵权必究