

# 聚氨酯材料的再生利用

叶林忠, 郑光华

(青岛化工学院, 山东 青岛 266042)

**摘要:** 介绍了聚氨酯材料的再生利用, 研究了 NBR 类、SBS 类和 EPDM 类 3 种热塑性弹性体及 NBR 类热塑性弹性体和氧化铝填料的用量对改性废聚氨酯材料物理性能的影响。结果表明, 热塑性弹性体在一定用量内能明显提高改性废聚氨酯材料的物理性能, 其中 EPDM 类热塑性弹性体对共混材料的综合改性效果最好, NBR 类最差。

**关键词:** 聚氨酯; 热塑性弹性体; 再生

**中图分类号:** TQ323.8    **文献标识码:** B    **文章编号:** 1000-890X(2002)06-0337-03

聚氨酯是由多元醇和异氰酸酯反应制得的一类主链上带有—NHCOO—重复单元的聚合物的总称。改变多元醇或异氰酸酯的种类可以获得从液体到固体、从软质到硬质的涂料、粘合剂、塑料和橡胶等不同类型和性能的产品。聚氨酯材料以其优异的物理性能、良好的可加工性、优良的耐化学介质和耐老化性能, 已经成为目前应用领域最广泛的高分子材料之一<sup>[1]</sup>, 2000 年全球聚氨酯产量突破 860 万 t。

当今人类生存环境不断受到来自各种化工产品的污染, 环保意识日益受到重视, 消除白色污染, 实现资源的充分利用, 保证经济和社会的可持续发展, 已经作为人类急需解决的重大课题被提到了战略高度<sup>[2]</sup>, 其中对废聚氨酯材料进行回收再利用具有重大的社会效益和经济效益。

目前, 对废聚氨酯主要采用焚烧和水解再生单体技术, 两者均会造成二次污染。水解生产成本太高, 工艺复杂; 焚烧造成了资源的浪费。而采用挤出机将改性后粉碎的废聚氨酯进行挤出造粒生产热塑性橡胶材料则没有任何重复污染, 且工艺简单, 生产成本低廉, 具有极大的推广应用价值。

聚氨酯材料的强度主要由氢键和微晶提供, 在高温下氢键被完全破坏, 材料形成熔体状态, 由于熔体粘度极低, 不可能用挤出机加工, 且任何高

剪切力的设备均难以破坏材料中的化学交联点, 因此易产生塑化不好的现象, 严重影响制品的外观和性能。此外, 聚氨酯熔体粘合力特强, 生产制品时任何外脱模剂均不起作用, 会给生产造成极大的困难。本工作研制成功一种内脱模剂, 在不用外脱模剂的情况下脱模效果很好, 制品外观光亮; 并且考虑到挤出加工性能, 采用 NBR 类、SBS 类和 EPDM 类 3 种热塑性弹性体和氧化铝填料对废聚氨酯材料进行改性, 较好地解决了上述问题。

## 1 实验

### 1.1 原材料

废聚氨酯(边角料, 浇注成型的废料), 青岛鞋底材料厂产品; SBS, 牌号 802, 岳阳石化总厂产品; EPDM 类、NBR 类热塑性弹性体和内脱模剂, 自制; 防老剂、硬脂酸和氧化铝填料等均为工业级产品。

### 1.2 基本配方

废聚氨酯 100; 热塑性弹性体 变量; 内脱模剂 2; 防老剂 264 1; 硬脂酸 0.8; 石蜡 0.6; 抗氧剂 1010 0.8。

### 1.3 仪器设备

SK-160B 型双辊开炼机, 上海橡胶机械厂产品; XLZ-25 t 型平板硫化机, 胶南橡胶机械厂产品; XLL-250 型拉力试验机, 广州材料实验机厂产品; 邵尔硬度计, 上海险峰电影机械厂产品; 双螺杆挤出造粒机组, 甘肃化工机械厂产品。

作者简介: 叶林忠(1960-)男, 江苏金坛人, 青岛化工学院材料系高级工程师, 学士, 主要研究方向为材料破坏与应用开发。

## 1.4 工艺流程

### (1) 实验室

配料→开炼机混炼→模压→裁样→测试。

### (2) 工业生产

废聚氨酯材料粉碎→配料→挤出机造粒→注射(挤出或压延)成型→制品。

165℃模压成型。

## 1.5 性能测试

拉伸性能按 GB/T 528—92 测试; 撕裂性能按 GB/T 529—91 测试; 邵尔 A 型硬度按 GB/T 531—92 测量。

## 2 结果与讨论

### 2.1 热塑性弹性体种类对改性废聚氨酯材料物理性能的影响

采用 NBR 类、SBS 类和 EPDM 类 3 种热塑性弹性体进行改性的废聚氨酯材料的物理性能见表 1。从表 1 可以看出, EPDM 类热塑性弹性体改性的废聚氨酯材料综合性能最好, NBR 类最差。

表 1 3 种热塑性弹性体改性废聚氨酯物理性能对比

项 目	热塑性弹性体种类		
	NBR 类	SBS 类	EPDM 类
100%定伸应力/MPa	4.3	5.4	6.5
拉伸强度/MPa	6.2	8.2	8.8
撕裂强度/(kN·m <sup>-1</sup> )	38.6	57.1	60.3
扯断伸长率/%	418	462	524
扯断永久变形/%	33	38	39
邵尔 A 型硬度/度	83	90	90

注: 配方中 3 种弹性体用量均为 20 份, 其余同基本配方。

选择热塑性弹性体改性聚氨酯生产热塑性橡胶具有良好的工艺加工性。理论上, 若优先考虑抗老化性, 应首选饱和的 EPDM 类(酚醛树脂交联); 若考虑成本和方便性, 则应选商品化的 SBS 类; 若从相容性角度出发, NBR 类改性废聚氨酯的物理性能应该最好。但实际上表 1 中的数据并非如此, 这可从工艺相容性方面解释<sup>[3]</sup>, 即热塑性弹性体中的塑料成分在高温下能很好地流动, 冷却到室温时能同时“锁”住橡胶和聚氨酯的大分子链, 从而强迫相容。

### 2.2 NBR 类弹性体用量对改性废聚氨酯材料物理性能的影响

NBR 类热塑性弹性体用量对改性废聚氨酯

材料的拉伸强度、定伸应力、撕裂强度和扯断伸长率的影响见图 1 和 2。

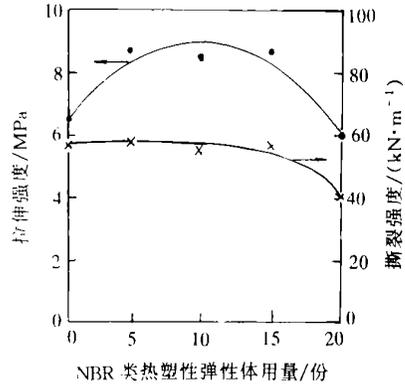


图 1 NBR 类弹性体用量对改性废聚氨酯材料拉伸强度和撕裂强度的影响

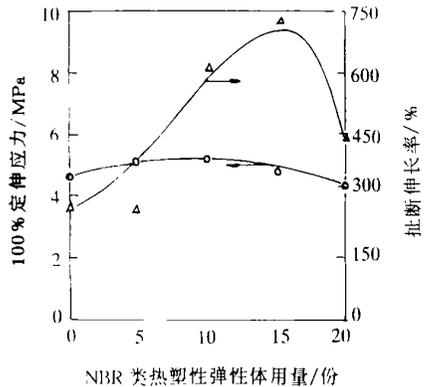


图 2 NBR 类弹性体用量对改性废聚氨酯材料定伸应力和扯断伸长率的影响

从图 1 和 2 可以看出, 随 NBR 类弹性体用量的增大, 改性废聚氨酯材料的拉伸强度、扯断伸长率呈先增大后减小的变化趋势, 并且在弹性体用量为 10 份左右拉伸强度出现最大值, 在弹性体用量为 15 份时扯断伸长率出现最大值; 定伸应力变化不大; 撕裂强度在 NBR 类弹性体用量为 15 份之前变化不大, 超过 15 份后呈下降趋势。这是因为弹性体用量较小时“互穿网络”结构起主导作用, 因此物理性能随弹性体用量的增大而提高; 当弹性体用量较大时(超过 15 份), 主导材料强度的氢键的削弱起主导作用, 使物理性能下降。

### 2.3 氧化铝填料用量对 EPDM 类弹性体改性废聚氨酯材料物理性能的影响

为了追求更好的性能价格比, 改善加工性能,

研究了氧化铝填料用量对 EPDM 类弹性体改性的废聚氨酯材料物理性能的影响。氧化铝填料用量对改性废聚氨酯材料(EPDM 类弹性体用量为 10 份)的拉伸强度、定伸应力、撕裂强度和扯断伸长率的影响见图 3 和 4。

从图 3 和 4 可以看出,随氧化铝填料用量的增大,材料物理性能均出现先急剧下降、5~10 份以后趋于平缓的趋势,其中拉伸强度和扯断伸长率尤其明显。

总体而言,在 EPDM 类弹性体用量为 10 份时,再添加氧化铝填料,增大了大分子链间的距离,破坏了材料内的氢键,因此应该考虑添加能形成共氢键的补强性填料。

#### 2.4 工业化生产

将各种配合剂与粉碎后的废聚氨酯材料混合均匀,加入挤出造粒机组,按塑料加工工艺加工,即可方便地得到颗粒均匀的热塑性橡胶粒料,此粒料采用注射、挤出和压延等成型工艺,不需硫化

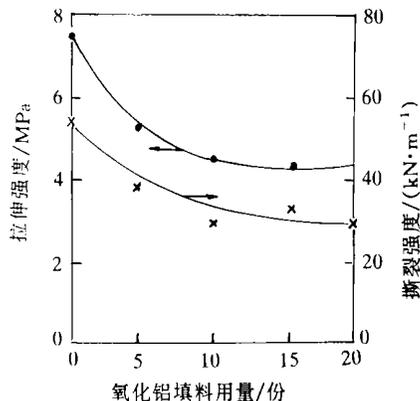


图 3 氧化铝填料用量对改性废聚氨酯材料拉伸强度和撕裂强度的影响

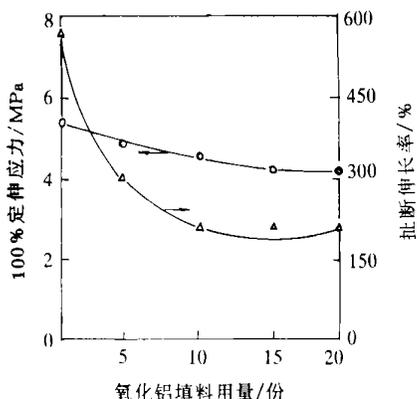


图 4 氧化铝填料用量对改性废聚氨酯材料定伸应力和扯断伸长率的影响

就可得到各种橡胶制品,实现了变废为宝、成本低廉及加工简单的目的,具有较强的市场竞争力和广阔的应用前景。

#### 3 结论

NBR 类、SBS 类和 EPDM 类 3 种热塑性弹性体不仅能改善废聚氨酯材料的工艺性能,而且在一定用量内能明显提高共混材料的物理性能,其中 EPDM 热塑性弹性体对共混材料的综合改性效果最好,NBR 类最差。改性时注意添加能形成共氢键的补强性填料。

#### 参考文献:

- [1] 王向东,杨惠娣.国内外聚氨酯工业概况与发展[J].中国塑料,1998,13(8):21.
- [2] 徐 禧,王 琪.废弃高分子材料回收处理与再生利用新技术[J].工程塑料应用,1999,27(3):30.
- [3] 叶林忠,刘金台.抗静电 TPU/LDPE/SBS 共混材料的性能研究[J].特种橡胶制品,2000,21(4):20.

收稿日期:2001-12-24

#### 欢迎订购《国内外橡胶制品配方手册》

应广大橡胶加工企业及有关技术人员的要求,全国橡胶工业信息总站积多次编辑出版国内外橡胶配方手册之经验,组织有关技术人员及专家收集整理国内外生产实用配方近 8 000 例,汇编了一套《国内外橡胶制品配方手册》。

全书分为国内分册和国外分册,精装 16 开,美观大方,内容丰富,定价 300 元/套(含邮费)。现已出版,欢迎广大业内人士踊跃订购!单位及

个人均可订购,份数不限,凡一次订购 5 套以上的用户按每套书基价优惠 10%,订款一次付清。

欢迎来人来函或电子邮件订购,信件请填写详细地址、收件单位部门及收件人,字迹务必工整、清晰,以免邮递失误。印数有限,欲购从速!

详细地址:北京西郊半壁店北京橡胶工业研究设计院内,邮政编码:100039;联系人:赏琦,杨静;电话:(010)68164371,51338150;传真:(010)68164371。