

# 轮胎胶粉热裂解温度探讨

宋永亮<sup>1</sup>, 苗燕<sup>1</sup>, 苍飞飞<sup>2</sup>, 王浩然<sup>1</sup>, 董彩玉<sup>2</sup>

(1. 中国钢研科技集团有限公司, 北京 100081; 2. 北京橡胶工业研究设计院有限公司, 北京 100143)

**摘要:**研究轮胎胶粉在不同温度下热裂解的产物。结果表明:随着裂解温度的升高,裂解产物的产率发生相应变化,在430~490 °C温度范围,各产出物的成分比经济价值最高;随着裂解温度的升高,固体颗粒物的含量减小,气体和液体含量增大;裂解液体成分包括填充油、促进剂、防老剂、防焦剂、酚醛树脂和蜡等配合剂;随着裂解温度的升高,裂解炭黑中有机物含量下降;分析胶粉中不含有含氯高聚物,硫黄用量约为4份。

**关键词:**轮胎胶粉;热裂解;温度;产物

**中图分类号:**TQ336.1;U463.341;TQ330.56 **文献标志码:**B **文章编号:**1006-8171(2018)04-0251-03

随着经济的快速发展,我国汽车保有量及行驶里程不断攀升,由此产生了大量废汽车轮胎。目前我国对废轮胎的处理方式主要是原型利用、破碎利用、再生胶、轮胎翻新和轮胎裂解处理。废轮胎处理企业现有生产技术主要以破碎利用、再生胶加工和轮胎裂解处理为主,其中原型利用、破碎利用和再生胶加工等利用量较小,而且不是废轮胎的终极处理。只有热裂解处理方法可以实现废轮胎的终极处理<sup>[1-2]</sup>。

废轮胎热裂解技术是利用加热装置,在缺氧或惰性气氛下将废轮胎加热分解,从而得到燃料油、炭渣、不凝气和钢丝等,科学的裂解工艺流程是没有污染物排放的。热裂解炭渣经过特殊工艺处理得到的非标炭黑可以作为轮胎、鞋底等制品的原料;热裂解产生的油经过深加工可制作成汽油、柴油和沥青等;而钢丝可以作为冶金原料直接出售。通过热裂解技术对废轮胎进行处理,既有利于环保,又有一定的经济效益,因此对废轮胎热裂解技术的深入研究具有重要意义<sup>[3-6]</sup>。

由于废轮胎热裂解在不同的温度下会产生不同的气体成分,温度过高会产生有毒气体,对环境和人体都有很大危害;而温度过低,轮胎裂解不充分,产物的品质会下降,从而影响废轮胎的再生利用,因此热裂解温度范围的确定非常重要。

本工作选取废轮胎制成的胶粉为研究对象,

**作者简介:**宋永亮(1971—),男,北京人,中国钢研科技集团有限公司工程师,学士,主要从事废轮胎裂解研究工作。

研究不同裂解温度下胶粉的裂解情况以及产物的相关变化。

## 1 实验

### 1.1 试验原料

试验样品取自于废汽车轮胎。将样品制成粉末状,颗粒大小根据试验要求而定。

### 1.2 主要仪器

PY2020ID型裂解器,日本FRONTIR公司产品;7890A-5975C型气相色谱仪-质谱联用仪,安捷伦科技有限公司产品。

### 1.3 试验步骤

#### 1.3.1 定性测试

依据GB/T 6041—2002《质谱分析方法通则》进行定性分析。取微量试样,放入裂解杯中,将裂解杯放入裂解炉;选择设计的温度裂解,试样在裂解炉中裂解后成小分子状态,经进样口进入气相色谱柱,然后进入质谱仪;通过NIST08数据库检索总离子流图中的未知峰。

#### 1.3.2 定量测定

依据GB/T 3516—2006《橡胶 溶剂抽出物的测定》、HG/T 3837—2008《橡胶 总烃含量的测定 热解法》和GB/T 3515—2005《橡胶 炭黑含量的测定 热解法》进行测定。

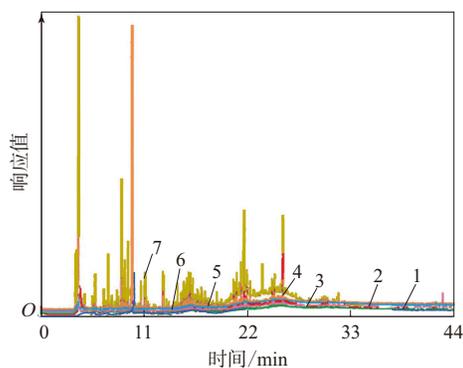
称取0.1 g试样(质量精确至0.000 1 g),包好后用丙酮快速抽提8 h,保证1 h回流6次;抽提后在烘箱内以105 °C烘干2 h,称量;将烘干后的试样放

入石英舟中,并记录石英舟质量;将装有试样的石英舟放入已升至试验温度的管式炉中,通入高纯氮气(99.99%);加热10 min后将石英舟取出,放入干燥器内,静止30 min;称量,计算含胶率;再将石英舟放入高温炉内,在850 °C加热30 min;静止、冷却、称量,计算炭黑含量和灰分。

## 2 结果与讨论

### 2.1 定性分析

胶粉在不同温度下的裂解产物质谱见图1。从图1可以看出:裂解温度为350 °C时,胶粉中橡胶成分几乎未裂解,自400 °C橡胶成分初裂解开始,裂解产物相同,500 °C时胶粉中橡胶成分裂解完全;裂解温度为350 °C时,裂解产物为天然橡胶少量裂解产物、硬脂酸和防老剂等;裂解温度为400~500 °C时,裂解产物均为天然橡胶裂解物、硬脂酸、促进剂和防老剂等。



裂解温度/°C: 1—350; 2—400; 3—430; 4—450; 5—470; 6—490; 7—500。

图1 胶粉在不同温度下的裂解产物质谱

不同裂解温度下收集的液体质谱见图2。从图2可以看出,不同裂解温度下收集的液体成分相似,裂解产物为油、硬脂酸、防老剂、促进剂、直链烃等配合剂;胶粉中的橡胶裂解产物以气体形式释放。

### 2.2 定量分析

#### 2.2.1 固体与液体和气体的比例

不同裂解温度下固/液气比例如图3所示。从图3可以看出:随着裂解温度的升高,产物中固体含量下降,液体和气体含量上升;在430~490 °C之间曲线下下降趋势稍缓。

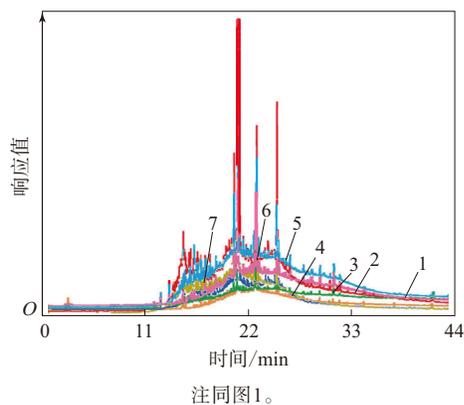


图2 不同温度裂解后液体的质谱

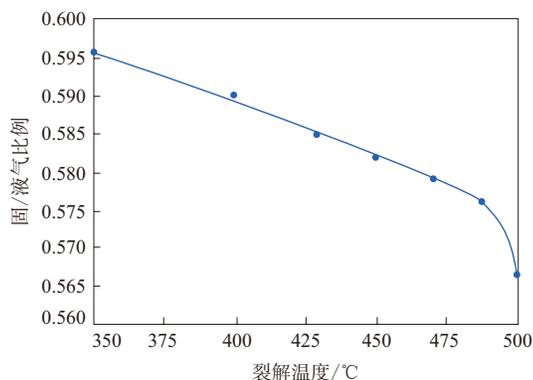


图3 不同裂解温度下固/液气比例

#### 2.2.2 固体及液体和气体含量

不同裂解温度下固体及液体和气体含量如图4所示。从图4可以看出:随着裂解温度的升高,裂解产生的固体颗粒物含量呈下降趋势,气体和液体含量呈上升趋势;在430~490 °C之间曲线变化趋势稍缓;在试验裂解温度范围内,固体和气体液体质量分数变化约为0.012。

#### 2.2.3 裂解炭黑中的油含量

不同裂解温度下裂解炭黑中的油含量见图5。

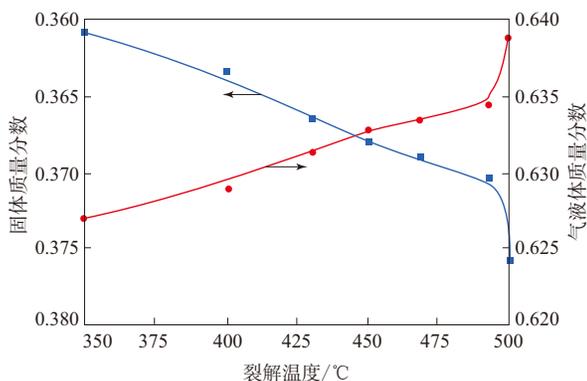


图4 不同裂解温度下固体和气体含量

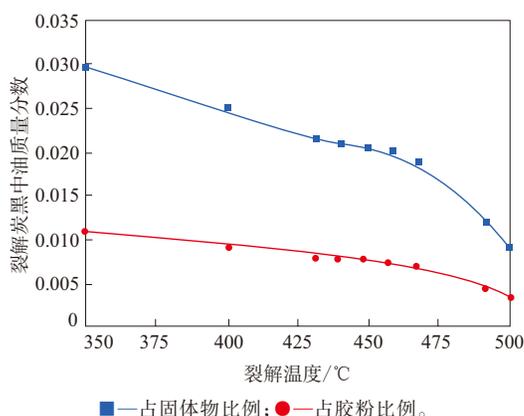


图5 不同裂解温度下裂解炭黑中的油质量分数

从图5可以看出:随着裂解温度的升高,裂解炭黑中的油质量分数减小;在430~470 °C之间曲线下下降趋势稍缓;裂解炭黑中的油质量分数减小约0.02。350 °C裂解样品的甲苯抽出物质量分数为0.0278,分析其基本为油。

#### 2.2.4 硫和氯含量

裂解产物表明没有含氯化合物,说明裂解的胶粉不含有氯丁橡胶或氯化丁基橡胶;样品中硫质量分数为0.0146,说明硫黄用量为4份左右。

### 3 结论

(1)随着裂解温度的升高,胶粉裂解产物的产

率发生相应变化。裂解温度达500 °C,试验胶粉全部裂解完成,在430~490 °C之间,各产出物的成分比经济价值最高。

(2)随着裂解温度的升高,固体颗粒物的含量减小,气体和液体含量增大。

(3)胶粉裂解液体成分包括橡胶填充油、促进剂、防老剂、防焦剂、酚醛树脂和蜡等配合剂。

(4)胶粉裂解的炭黑中含有有机物,随着裂解温度的上升,裂解炭黑中有机物含量呈下降趋势。

(5)分析胶粉中不含有含氯高聚物,硫黄用量约为4份。

#### 参考文献:

- [1] 孙冬雪,邹滢,王慧,等. 废轮胎热解油的研究现状及应用方案分析[J]. 精细石油化工,2009,26(4):59-61.
- [2] 丛晓民,盖国胜,解强,等. 废轮胎热解技术的现状及发展趋势[J]. 轮胎工业,2008,28(1):12-13.
- [3] 李德治,姜丽丽,周鑫. 高效环保型废旧轮胎裂解设备[J]. 橡胶工业,2013,60(8):493-496.
- [4] 刘玉强,马瑞刚,殷晓玲. 废旧橡胶材料及其资源化利用[M]. 北京:中国石化出版社,2009.
- [5] 李志华,马涛,周云杰. 废旧橡胶裂解方式及其工艺设备[J]. 橡胶工业,2014,61(5):316-319.
- [6] 刘建波,康玉波. 废轮胎热解炭黑对BRA改性沥青的资源再利用[J]. 资源节约与环保,2013(10):175-176.

收稿日期:2017-10-28

## BKT在西班牙FIMA上展出

### Agrimax农业轮胎

中图分类号:TQ336.1 文献标志码:D

美国《现代轮胎经销商》(www.moderntiredealer.com)2018年2月21日报道:

在西班牙萨拉戈萨于2018年2月20—24日举办的第40届农业机械国际贸易博览会(FIMA)上,Balkrishna工业公司(BKT)至少展出4款Agrimax农业轮胎,以应对现代农业复杂的需求。

(1) Agrimax V-Flecto(规格VF 710/60R42 NRO,见图1)。BKT称,该轮胎“成功采用各种技术,可提高最新一代拖拉机在任何地形的使用性能。”其特点是减轻土壤压实、降低运营成本及增大承载能力,在低运行压力下仍保持耐磨性能。

该公司称:“Agrimax V-Flecto轮胎通过优化接地印痕及增大10%接地面积而保护土壤,并可在



图1 Agrimax V-Flecto轮胎

不改变充气压力的情况下使承载能力最大化。与采用相同推荐轮辋的同一规格标准轮胎相比,该轮胎实际提高承载能力40%。”

(2) Agrimax Force(规格IF 800/70R42)。该子午线轮胎为高动力拖拉机[大于184 kW(250马力)]而开发,具有卓越的性能和效率。采用BKT进