

热塑性弹性体在汽车安全气囊系统中的应用及性能特征

朱笑初 徐新民 钱志国 景 肃 杨 松 陈旭谦

(北京市化学工业研究院,北京 100084)

摘要 简述了用于汽车安全气囊系统的热塑性弹性体的种类及性能特征,详细介绍了聚酯型热塑性弹性体(TPEE)的性能特点及在汽车安全气囊盖板上的应用优势,并对TPEE的技术发展动态进行了阐述。

关键词 汽车 安全气囊 热塑性弹性体 聚酯型弹性体 性能 应用

随着汽车工业的飞速发展,在谋求高质量、高性能与独特性的同时,汽车的安全性得到越来越高的关注,安全气囊正成为新型汽车的一个标准特征。

第一个汽车安全气囊在20世纪70年代出现于美国的通用公司的汽车上,随后,安全气囊装备的速度在世界范围内迅速增长。安全气囊从开始只为驾驶员装备的前排气囊发展到现在的乘客前排气囊、胸侧安全气囊、窗帘式安全气囊、膝气囊等。在北美洲,最新的丰田汽车最多共装有12个安全气囊。由此可见,汽车的安全气囊系统已进入一个全新的发展时期。

汽车安全气囊系统除了传感器、微处理器、气体发生器和气囊等主要部件外,气囊盖板也是十分重要的一个部件。热塑性弹性体是汽车安全气囊盖板的主要使用材料。用作安全气囊盖板的热塑性弹性体主要有聚烯烃共混型热塑性弹性体(TPO、TPV)、聚氨酯型热塑性弹性体(TPU)、聚酯型热塑性弹性体(TPEE)。不同级别的车型,安全气囊系统的配置是不同的。从低档车的只配主驾气囊到高档车的多个气囊甚至十多个气囊,每台车气囊盖板材料的使用量差别很大。从目前市场来说,单台车的标准配置(驾驶员气囊和附驾气囊)约需600 g,至少需200 g。按国内年产600万辆车计算,仅这一项,每年需要该类材料1200 t~3600 t。

1 汽车安全气囊盖板材料种类及性能特征

目前,汽车安全气囊盖板一般采用热塑性弹性体,主要有TPV(TPO)、TPU、TPEE。三者由于分子组成及结构的差别,使之具有不同的性能。

1.1 TPV(TPO)、TPU、TPEE的结构特征

热塑性弹性体的共同结构特征是必然含有分子间作用力足够大的物理交联段(或在高温下能够解离的化学键)和自由旋转能力较大的高弹性链段^[1]。物理交联段起着分子间化学或物理的交联作用和补强效应。材料兼具橡胶的弹性和塑料的可

加工性^[2]。

聚烯烃共混型热塑性弹性体是一种动态硫化型的热塑性弹性体(TPE),是橡胶[二元乙丙橡胶(EPM)、三元乙丙橡胶(EPDM)、丁腈橡胶(NBR)等]与聚烯烃树脂(主要为PP和PE)共混,在共混过程中使橡胶与交联剂产生化学交联形成只有几微米的橡胶粒子分散于聚烯烃连续相中。部分交联的共混物称为TPO,完全动态硫化时,橡胶粒子的凝胶量大于97%,其动态硫化共混物称为TPV。

TPU是一类由与异氰酸酯反应而生成的氨基甲酸酯硬段与聚酯或聚醚软段相互嵌段结合的热塑性橡胶。分子间的氢键交联和偶极作用或高分子链间的轻度交联是材料具有热塑性能的主要原因。随着温度的升高或下降,TPU的上述两种交联形式具有可逆性^[1]。

TPEE是一类含有芳香族聚酯硬段(结晶相)和脂肪族聚酯或聚醚软段(连续相)的嵌段共聚物,也称聚酯橡胶。TPEE是线性嵌段共聚物,其强度产生于结晶相的聚酯嵌段,或称“硬段”,分散于作为连续相的无定形软段中。连续相由软段和未能结晶的其它聚酯嵌段构成。整个弹性体是一个连续的无定形网络和部分连续的晶态网络结构叠加而成。

当弹性体经受外力时,应力首先通过连接分子传至结晶相。当微晶受力而开始取向时,应力传至共聚物的网络结构部分,最终弹性区域承担全部应力,共聚物就像交联弹性体那样产生弹性应变^[1]。这三种弹性体的结构特征及约束模式归纳于表1^[1-2]。

1.2 TPV(TPO)、TPU、TPEE的性能特点^[2-4]

对TPV(TPO)、TPU、TPEE的主要性能进行比较,可以看出三者之间的优劣及各自的特点,结果见表2。

表 1 弹性体结构特征及约束模式

种 类	硬 段	软 段	结构特点	约束模式
TPV(TPO)	PE、PP	EPM、EPDM NBR	共混 合金	结晶相
TPU	氨基甲酸酯	聚酯、聚醚	嵌段共聚	结晶相氢键
TPEE	芳香族聚酯	脂肪族聚 醚、聚酯	嵌段共聚	结晶相

表 2 TPV(TPO)、TPU、TPEE 的主要性能比较

项 目	TPV(TPO)	TPU	TPEE
密度	较小	较大	适中
柔软性	一般 - 良	一般 - 较差	一般
力学强度	一般	优	最优
耐压缩变形性	一般 - 良	优	良
耐热性	良	一般	优
低温特性	优	一般 - 良	优
使用温度范围	- 50 ~150℃	- 35 ~150℃	- 70 ~180℃
耐溶剂性	较差	较优	较优
耐寒性	优	一般	较优
耐候性	优	一般	优良
耐化学药品性	良	一般	优
耐热水性	良	较差	较差
加工性	良	一般	优良
价格	较低	中等	较高

由表 2 可以看出,TPV(TPO)、TPU 的综合性能明显不如 TPEE。特别值得一提的是,TPEE 的高低温性能特别突出,有很好的耐热性,在 110 ~140℃连续加热 10 h 基本不失重;低温柔顺性好,低温冲击强度高。在低应变条件下,TPEE 的弹性模量比相同硬度的其它热塑性弹性体高,具有优异的耐疲劳性;压缩弹性模量与拉伸弹性模量比 TPU 高得多,在室温以上,TPEE 弯曲弹性模量很高,而低温时又不像 TPU 那样过于坚硬;耐酸碱性优于 TPV(TPO);就弹性而言,TPEE 的弹性高于 TPU 约 20%。而 TPEE 最大的问题是柔软性不足,耐热水性差,价格较高。

2 TPEE 在汽车安全气囊盖板上的应用及技术性能特征

由于 TPEE 具有较优的综合性能,所以在汽车领域得到普遍应用。TPEE 用作安全气囊盖板材料显示出其独特的优越性。

2.1 汽车安全气囊盖板用 TPEE 的性能特征

用于汽车安全气囊盖板的 TPEE 有以下的性能特点:邵氏硬度主要有 47D、55D 两档,维卡软化点在 155 ~165℃之间,中等偏上的相对分子质量,较高的断裂伸长率,较高的弯曲强度和弯曲弹性模量,优异的低温韧性,较低的造型收缩率。典型的性能指标见表 3。

表 3 安全气囊盖板用 TPEE 的典型性能

特 性	测试标准	指标
邵氏硬度 D	ASTM D2240	47 ~55
拉伸强度 /MPa	ASTM D638	20 ~30
拉伸弹性模量 /MPa	ASTM D790	80 ~350
弯曲弹性模量 /MPa	ASTM D790	100 ~380
断裂伸长率 /%	ASTM D638	> 500
缺口冲击强度 /J · m ⁻¹ (- 40℃) (23℃)	ASTM D256	NB NB
撕裂强度 /kN · m ⁻¹	ASTM D1004	90 ~130
熔体流动速率 /g · (10 min) ⁻¹ (21.6 N)	ASTM D1238	15 ~25(240℃)
成型收缩率 /%	ASTM D955	1.4 ~1.7
熔点 /℃	ASTM D3418	190 ~220
维卡软化点 /℃	ASTM D1525B	160 ~175
热变形温度 /℃ (- 0.45 MPa) (- 1.8 MPa)	ASTM D648	50 ~60 40 ~55
密度 /g · cm ⁻³	ASTM D792	1.12 ~1.20

2.2 TPEE 在汽车安全气囊盖板上的应用

北京市化学工业研究院在开展对 TPEE 的合成、改性研究过程中,开发出两个牌号的产品用于汽车安全气囊盖板,得到了相关厂家的认可。图 1 是用北京市化学工业研究院开发的 TPEE 所生产的主驾安全气囊盖板之一,图 2 是侧驾安全气囊盖板之一。



图 1 主驾安全气囊盖板



图 2 侧驾安全气囊盖板

2.3 TPEE 的技术发展动态^[5-9]

TPEE 技术主要体现四个方面的内容,即 TPEE 树脂的合成技术、TPEE 改性技术、TPEE 的成型技术与 TPEE 性能表征。目前,商品化的 TPEE 树脂有多种不同的软硬段结构,硬段有聚对苯二甲酸丁二酯、聚对苯二甲酸丙二酯等,软段有聚四氢呋 醚、聚乙二醇、环氧乙烷改性的聚丙二醇等,可以合成多种结构、性能各异的嵌段共聚酯。以聚对苯二甲酸丁二酯为硬段、聚四氢呋 醚为软段的嵌段共聚物具有优异的综合性能而成为这一类产品的主流,且

该类产品的应用领域也最为宽广;而以聚乙二醇为软段的聚醚酯共聚物由于具有降解产物酸性低、生物相容性好、不易引起受体组织炎症反应、价廉易得等优点主要用作生物材料;另外,可用聚对苯二甲酸丙二酯替代聚对苯二甲酸丁二酯、用聚丙二醇替代聚四氢呋醚,降低了聚酯弹性体的成本,可在中等性能要求的场合使用。

各大公司利用不同的合成和共混技术已成功开发出包括邵氏硬度从 28D 到 82D 全系列产品 200 多种,包括热稳定、阻燃、防紫外线、防水解、导电等系列及可适用于注塑、挤出、吹塑、纤维、旋转成型和熔融铸塑等高性能的产品。根据加工方法和聚合物类型的不同,在 177 ~260℃之间均可加工。典型应用于汽车的安全气囊盖板、防尘罩,电子电气行业电缆护套、电器弹性按键、手机天线,工业部件的低噪音齿轮、光纤紧套管,体育用品中滑雪鞋等领域。

3 结语

国内市场中低档车型的汽车安全气囊盖板主要采用 TPO、TPV 和 TPU。TPEE 由于性优价高而主要在中高档车型上使用。国内 TPEE 的工业规模很小,且停留在中低档产品的水平上。像汽车部件这种高性能要求的应用领域几乎都采用国外品牌的产品。而国外产品的高价使得一些中低档汽车只能采用性能一般的其它产品替代。随着我国近年来汽车工业爆炸式增长、安全环保意识的日益加强、成本竞

争压力的日益加大,汽车零部件厂家对低价位高品质 TPEE 的需求发出了强烈的信号,预计 2010 年国内对 TPEE 的需求量将达 3.5 万 t 以上。因此,“十一五”期间规模化地开发价格合理、性能优异的 TPEE 系列产品,将成为国内高分子新材料开发的热点之一,这对提升我国高分子新材料的国产化水平及推动汽车等制造业的发展皆具有重大的意义。

参考文献

- [1] 金关泰,金日光,汤宗汤,等.热塑性弹性体[M].北京:化学工业出版社,1983:6.
- [2] 虞钟华.热塑性弹性体及其在汽车中的应用(上)[J].上海化工,2005,30(1):27-29.
- [3] 刘伯元.热塑性弹性体 TPE、TPU 和 TPV 的研究及市场开发[J].塑料加工,2004,39(3):22-27.
- [4] 卜雅萍,王澜.热塑性弹性体发展现状[J].广东塑料,2005(8):17-21.
- [5] Zeilstra J J, Brink T. Copolyetherester based on poly(propylene oxide) glycol blocked with ethylene oxide: US, 4687158[P]. 1987-08-18.
- [6] Liu Nan - I. Copolyetherester molding compositions: US, 4579884[P]. 1986-04-01.
- [7] William K W, Wilmington D. Segmented thermoplastic copolyester elastomers: US, 3766146[P]. 1973-10-16.
- [8] 戈德芬格 M B, 孙卡拉 H B. 包含聚 1,3-亚丙基醚酯软链段和 1,4-亚丁基醚硬链段的聚醚酯弹性体: CN, 1481406[P]. 2004-03-10.
- [9] 戈德芬格 M B, 孙卡拉 H B. 包含聚 1,3-亚丙基醚酯软链段和 1,3-亚丙基醚硬链段的聚醚酯弹性体: CN, 1578857[P]. 2005-02-09.

PROPERTIES, CHARACTERISTICS AND APPLICATIONS OF THERMOPLASTIC POLYESTER ELASTOMERS IN AUTO AIR BAG SYSTEM

Zhu Xiaochu, Xu Xinmin, Qian Zhiguo, Jing Su, Yang Song, Chen Xuqian

(Beijing Chemical Industry Research Institute, Beijing 100084, China)

ABSTRACT The main types, properties and characteristics of thermoplastic elastomers (TPE) in auto air bag system were reviewed. The properties and characteristics of thermoplastic polyester elastomers (TPEE) and its application advantages in auto air bag system were introduced. The present status and the future development of TPEE were discussed.

KEYWORDS auto, air bag, thermoplastic elastomer, TPEE, property, application

欢迎订阅 2006 年《工程塑料应用》增刊(总第 205 期)

由中国机械工程学会、中国机械工程学会特种加工分会、全国快速成形技术学术委员会等单位主办,华南理工大学等单位承办的“第四届全国快速成形与快速制造学术会议”于 2006 年 11 月在华南理工大学召开。应华南理工大学等承办单位的委托,《工程塑料应用》杂志社以 2006 年增刊形式编辑、出版了本次会议的论文专辑。该期刊物编入连续期刊号(总第 205 期),已于 11 月 20 日出版。该增刊共收录 39 篇优选会议论文,内容涉及快速成形新工艺、新设备,快

速成形软件与数据处理技术等,定价为 20 元/册。欢迎读者通过邮局或银行汇款订阅。

邮局汇款:

收款单位:山东省济南市 108 信箱杂志社 邮编:250031

银行汇款:

户名:中国兵器工业集团第五三研究所

开户银行:济南市工商银行经十一路支行

帐号:1602001229014425546