

专论与评述

现代汽车用化工材料的需求和趋势分析

栗国, 王斌, 翁端

(清华大学材料科学与工程系, 北京 100084)

摘要: 随着现代汽车向轻量化、环保化、智能化和时尚化发展, 汽车用化工材料在车用材料中的用量日趋增大。本文概述了汽车用橡胶、塑料、涂料、纺织纤维、填充材料、气囊材料以及复合材料等汽车用化工材料的需求及发展趋势。

关键词: 汽车; 化工材料; 需求; 趋势

中图分类号: TQ-9; U465

文献标识码: C

文章编号: 0253-4320(2009)02-0001-04

Analysis of chemical materials demands for modern automobiles: Current status and future trend

LI Guo, WANG Bin, WENG Duan

(Department of Materials Science and Engineering, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

Abstract: Along with the development of automobiles in a lighter, smarter, more fashionable and environment-friendly way, the total amount of chemical materials used for automobiles increases greatly. In this paper an overview of the demand and trends of automobile-used chemical materials in the future are presented, including rubbers, plastics, coatings, textile fibers, fillings, air bags and composite materials, etc.

Key words: automobile; chemical materials; demand; trends

汽车工业是综合性工业, 它反映了一个国家的综合工业水平。进入 21 世纪以后, 我国汽车工业的生产规模、市场规模迅速扩大, 与国际汽车市场不断接轨, 已经全面融入世界汽车工业体系。相关调查显示: 2007 年我国汽车工业总产值占 GDP 的比重已超过 4%, 预期 2010 年将达到或超过 6%, 汽车工业已成为国民经济的支柱产业^[1]。

材料是汽车的基础, 汽车工业 100 多年的发展史表明, 汽车技术的发展在很大程度上取决于汽车材料的发展。据统计, 目前世界上汽车保有量达 5 亿辆以上, 而且以每年 5 000 多万辆的数目增加。汽车制造工业消耗了世界总产量 2% 的钢铁材料、58% 的橡胶及 46% 的石油^[2]。随着人类对汽车安全性能、舒适性能以及环保性等的要求不断提高, 汽车工业面临着巨大的挑战, 这也对汽车材料提出了更高的要求。随着科学技术的不断进步, 各种新材料的出现和发展为汽车工业带来了勃勃生机。

世界铝业协会的报告指出, 汽车的自身重量每减少 10%, 燃油的消耗可降低 6% ~ 8%^[3], 同时可以降低汽车的排放。汽车轻量化是节能减排的有效措施, 轻量化与环保化已成为当今汽车材料发展的主要方向。预计到 2010 年, 轿车重量将从目前的

1 300 kg 左右降低至 1 000 kg^[4], 随之, 车用材料也在逐步变化: 钢铁材料的用量在逐渐下降, 而塑料、橡胶等化工材料的用量日趋增大^[5]。车用化工材料主要包括: 橡胶、塑料、涂料、纺织纤维、填充材料、气囊材料以及复合材料等。本文主要针对目前汽车行业中化工材料的用途、需求和发展趋势进行概述。

1 车用橡胶材料

橡胶具有高弹性、吸震性、耐磨性和绝缘性等优点, 因而成为车用化工材料中的重要组成部分。车用橡胶主要包括轮胎橡胶以及各种胶管、传送带和缓冲垫等配件。其中, 汽车轮胎橡胶用量较大, 2006 年我国汽车轮胎产量居世界首位, 预计到 2010 年我国轮胎行业耗胶量为 420 万 t, 其中包括天然橡胶

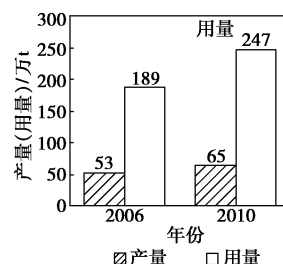


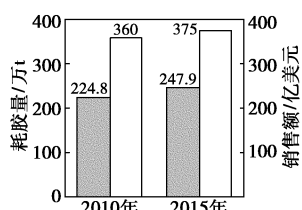
图 1 我国目前与未来轮胎用天然橡胶产量与用量

收稿日期: 2008-11-25

作者简介: 栗国(1985-), 男, 硕士生, 研究方向为机动车尾气催化净化技术; 翁端(1957-), 男, 教授, 博士生导师, 主要从事环境材料等方面研究, 010-62772726, duanweng@tsinghua.edu.cn.

247 万 t, 人工橡胶 173 万 t^[6]。从图 1 可以看出, 我国汽车轮胎橡胶材料中的天然橡胶供应不足, 因此需要依靠科学技术来寻求天然橡胶的替代品, 降低天然橡胶在轮胎中的应用比例。目前, 汽车轮胎使用的人工橡胶有丁苯橡胶、顺丁橡胶、卤化丁基橡胶以及异戊二烯橡胶等。

同时, 汽车橡胶配件的用量也在不断增长。据调查, 一辆汽车需要橡胶配件 400 ~ 500 个, 占车重的 4% ~ 5%, 汽车橡胶制品产值约占汽车部件总产值的 6%。图 2 为国际橡胶研究组织 (IRSG) 对世界未来汽车橡胶制品耗胶量以及销售额的预测^[7]。



■ 汽车橡胶制品耗胶量/万 t; □ 汽车橡胶制品销售额/亿美元

图 2 我国未来汽车橡胶制品耗胶量及销售额预测

目前我国汽车橡胶材料市场存在着巨大的发展空间。我国在橡胶材料生产技术方面落后于国外水平, 在轮胎的安全、节能、环保、功能化等当代轮胎的发展趋势上, 应加大开发力度, 缩小与世界先进水平的差距。此外, 应大力发展废旧轮胎的再利用技术, 走可持续发展路线。

2 汽车用塑料

塑料因具有质量轻、耐腐蚀以及成型工艺简单等优点, 在当前汽车工业领域已获得大量使用。使用塑料替代各种昂贵的有色金属和合金钢材料不但提高了汽车造型的美观与设计的灵活性, 降低了零部件加工、装配与维修的费用, 同时降低了汽车重量, 减少了汽车的使用能耗。近年来, 汽车零部件塑料化程度已成为衡量汽车工业发展水平的标志之一, 塑料在汽车中的用量持续增长。

目前北美汽车中塑料的平均用量为每车 118 kg 左右, 约占整车重量的 10%, 预计 2010 年将达到 136 kg。而欧洲轿车材料中塑料所占的比例稍高, 已达整车重量的 14.5%^[8]。按照我国汽车工业“十一五”计划的要求, 到 2010 年我国汽车年产量将接近 1 000 万辆, 平均每辆轿车塑料使用量将达到 130 ~ 135 kg, 汽车工业对塑料的需求总量将超过 100 万 t^[9]。根据塑料在汽车中的应用, 可将其分为内(饰)件、外装件和功能件(其他结构件)。目前需求量较大的汽车塑料有聚丙烯 (PP)、聚氨酯填充树

脂 (PUR)、聚氯乙烯 (PVC)、苯乙烯-丁二烯-丙烯腈 (ABS)、聚酰胺 (PA) 和聚乙烯 (PE), 其具体应用见表 1。

表 1 部分车用工程塑料应用实例

塑料名称	用途举例
聚乙烯 (PE)	燃油箱、方向盘
聚酰胺 (PA)	发动机上盖、进气管、过滤器
聚甲醇 (POM)	各种阀门、叶轮、支撑元件
苯乙烯-丁二烯-丙烯腈 (ABS)	内饰车轮罩、灯壳、散热器格栅
聚碳酸酯 (PC)	前大灯散光玻璃、保险杠外包皮
聚丙烯 (PP)	保险杠、壳体、导管、侧遮光板
聚氨酯填充树脂 (PUR)	坐垫、仪表板垫、车顶棚
聚氯乙烯 (PVC)	地板护板、防撞系统、内饰
聚甲基丙烯酸甲酯 (PMMA)	尾灯散光玻璃
聚酯 (PET)	纺织物、气囊壳体
聚对苯二甲酸丁二醇酯 (PBT)	电子器件外壳、车身覆盖件

虽然塑料在汽车轻量化方面具有巨大优势, 但是其环保性较差, 因此在开发新型功能塑料部件的同时需重视塑料的回收利用及再生技术, 紧跟世界发展趋势。此外, 在新产品的选材上应注重从环保意识出发, 作为塑料回收再利用的基础。

3 汽车涂装材料

伴随汽车产业的发展, 我国车用涂料工业也在不断壮大, 2007 年全国车用涂料产量达到 44.5 万 t, 增长率为 20%, 图 3 为未来我国汽车工业用涂料的需求量预测^[10]。

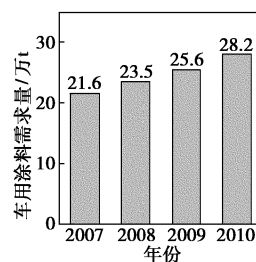


图 3 我国近年来汽车工业涂料需求量

随着科技进步和对汽车涂层质量要求的提高, 我国汽车涂料已实现了 4 次大的更新换代。现用的第 4 代汽车涂料是第 4 代、第 5 代阴极电泳涂料, 耐酸雨、抗划伤性的优质丙烯酸树脂涂料、丙烯酸聚氨酯涂料, 面漆颜色为金属色和本色, 适应轿车 3 层涂装体系的涂料等。但是, 我国目前的汽车涂装材料主要还是有机溶剂型, 涂装工艺水平总体上相当于欧美 10 年前的水平。

逐渐严格的环保法规要求汽车涂装材料向环保化的趋势发展。我国的涂料工业应逐步采用水性中涂、水性底色漆的体系与双组分高固体分罩光清漆、水性罩光清漆或粉末罩光清漆, 从而使有机溶剂 (VOC) 排放量达到环保要求, 与世界水平逐步接轨。

4 内饰纤维材料

内饰纤维材料在汽车工业中有巨大的潜在市场,仅就北美和欧洲汽车内饰材料而言,内饰纤维材料的产值已经从2003年的170亿美元增加到2008年的220亿美元。内饰材料主要应用于座椅、门内饰板、车厢地毯、车顶、仪表板、行李舱盖板及吸音、隔热、隔振材料等。从内饰纤维材料的种类来分,主要包括机织和针织纤维材料、非织造纤维材料、纤维复合材料以及其他纤维材料等^[11]。

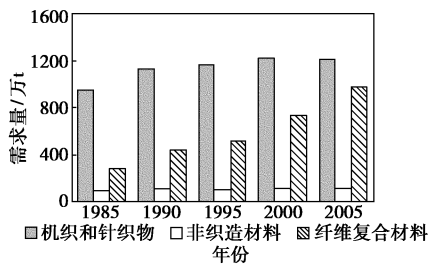


图4 近年来世界范围内各种汽车用内饰纤维材料的用量

图4为世界范围内汽车用内饰纤维材料的变化趋势。由于纺织材料会产生甲醛等有毒气体,不具有环保性,因此其用量在逐步减少,而非织造和复合纤维材料正在逐步增加。目前汽车非织造材料所用的纤维包括聚酯纤维、聚丙烯纤维、玻璃纤维、碳纤维和天然纤维(如亚麻、大麻、黄麻和剑麻等)。据不完全统计,我国汽车用非织造布已占非织造布总量20%,国外每辆轿车消耗非织造布20 m²左右^[12]。

天然纤维汽车内饰非织造材料是今后汽车内饰纤维材料的主要发展趋势。亚麻、洋麻、黄麻和耶壳等天然纤维材料具有质轻、成本低等优点,成为新一代绿色环保汽车内饰纤维材料。而且,当车辆发生意外事故时,天然纤维组织不会变成带有棱角的碎片,甚至不会开裂,与其他纤维材料相比安全性较高^[13]。此外,天然纤维材料还在朝着功能化方向发展,如开发具有更加吸音、隔音、防污、抗菌、消臭、芳香以及具有负离子性能的功能性天然非织造内饰材料。

5 泡沫填充材料

泡沫材料是一种具有复合功能的汽车轻量化材料,它不仅可减轻零部件的重量,而且还可以提高其刚度与抗压陷性能、减震、降噪、隔热、吸收较高的冲击能量。因此,在汽车零部件设计中,泡沫材料越来越受到人们的青睐^[14]。作为填充材料,其主要直接填入零部件中那些需要加强的部位。汽车用泡沫填

充材料主要有聚氨酯、环氧树脂、尼龙和玻璃纤维复合材料等。

聚氨酯泡沫塑料具有独特的优越性,随着配方的改变,可以分别得到硬质、半硬质以及软质聚氨酯泡沫材料。该材料具有质量轻、隔热、回弹性好、舒适性高、低温性能好、耐用、安全性和吸震性较高等特点,因此,已经成为汽车上用量最大的塑料品种之一。全球汽车制造业每年聚氨酯的使用量超过100万t,其中聚氨酯泡沫塑料占60%,国外一辆普通轿车的用量约为22 kg^[15]。聚氨酯一般占车用塑胶的15%,平均每辆车的使用量为15 kg,多数采用二苯基甲烷二异氰酸酯(MDI)系列产品^[16]。聚氨酯泡沫填充材料一般用于仪表盘、坐垫、靠背、头枕和汽车顶棚等汽车内饰部件。

近年来,许多汽车内饰件呈现出以聚烯烃泡沫塑料取代聚氨酯材料的发展趋势,几种聚烯烃泡沫塑料正在不断挑战聚氨酯泡沫塑料在许多方面的应用,包括汽车内装饰件表层、泡沫、涂覆纤维、织物和隔声系统。发泡聚烯烃替代聚氨酯泡沫塑料的推动力在于产品成本,还有制品的回收性和是否能够减少毒气的排放,因为在聚氨酯泡沫加热层压织物过程中会产生有毒气体。这给聚氨酯泡沫材料带来了极大的挑战,其发展趋势主要有:轻量化、高硬度、低气味、低雾度、耐老化、存放稳定性以及环保性等。

6 汽车气囊材料

汽车气囊已经成为现代汽车的必备部件。随着我国汽车保有量的逐年剧增,汽车气囊材料也迎来了前所未有的巨大市场,如图5所示,预计我国2010年汽车气囊的需求量为1962万套。

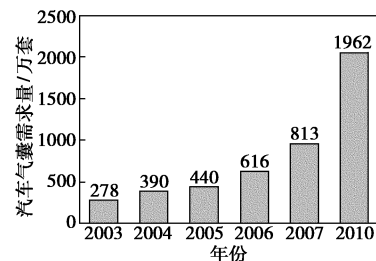


图5 我国近年来汽车气囊需求量及未来需求预测^[17]

气囊的布料要求具有很高的抗拉强度,多以尼龙材质制成,折叠起来的表面附有干粉,以防安全气囊粘着在一起在爆发时被冲破。为了防止气体泄漏,气囊内层涂有密封橡胶。氯丁橡胶最早被用作安全气囊涂层材料,具有价格较低、环境适应性和

化学稳定性好等优点,但氯丁橡胶加工困难,在高温下会分解出氯气,产生一种酸性环境,使聚酰胺纤维织物脆化,从而降低了气囊的使用寿命。硅酮橡胶具有良好的化学稳定性能,而且其耐磨性能和耐久性能都优于氯丁橡胶涂层织物,因而硅酮橡胶会逐渐取代氯丁橡胶^[18]。此外,气囊设有安全阀,当充气过量或囊内压力超过一定值时会自动泄放部分气体,气囊中所用的气体多是氮气。

我国 2007 年安全气囊产量为 418 万件,缺口达 550 万件,大部分需要进口。因此,尽快实现气囊的产业化是当务之急。此外,新型热塑性弹性体材料等新型气囊材料以及与其相应的智能化多气囊系统是现代汽车气囊的发展趋势。

7 汽车用复合材料

复合材料既可以保持原材料的性能,又能发挥复合后的新性能,已经逐渐渗透到工业生产的各个领域,汽车工业也不例外。据统计,在欧美一些国家,汽车用复合材料的用量占其复合材料总产量 33% 左右,并保持持续增长状态。目前,复合材料在车身外覆盖件上的应用已相当成熟,并开始向内饰件、半结构件及结构件等的应用方向发展。随着汽车历史的发展具有代表性的车用复合材料相继产生:

(1) 以 SMC 为代表的汽车用复合材料

SMC 是 20 世纪 60 年代在德国发展起来的一种玻璃钢模压材料,具有质轻、高强、耐腐蚀及成本低等特点,已成为欧美汽车制造中重要的化工材料之一。它是由不饱和聚酯树脂、有机添加剂、碳酸钙和短切玻璃纤等混合材料制得的一种片状模塑料,是汽车工业中应用最成功的复合材料之一。据估算,目前我国玻璃钢/复合材料年产量已超 100 万 t,但汽车复合材料的年用量不到 10 万 t^[19]。随着 SMC 在汽车中应用范围的不断扩大,市场对 SMC 的要求也越来越高。

(2) 以长纤维热塑性复合材料为代表的汽车用复合材料

由于长纤维增强热塑性复合材料(LFT)比没有经过增强的工程热塑性塑料、热固性复合材料、钢铁或者铝材等具有更优异的抗冲击强度和耐用性、更低的重量和成本、更短的成型周期以及更好的可回收性,因此自 20 世纪 80 年代推出以来越来越受到汽车制造业的青睐。近年来,亚洲汽车工业的 LFT 用量也呈增长态势。目前,LFT 已在汽车的防撞内杆、前端框架、仪表盘骨架、车门中间承载板、电瓶箱、座椅骨架板、备胎仓以及车底部护板等结构件和

半结构件上得到了广泛应用。据统计,在 LFT 的总消费量中,汽车工业就占其中的 80%^[20]。

(3) 以碳纤维复合材料为代表的新型汽车用复合材料

碳纤维复合材料(CFRP)比钢轻 50% 左右,而且有良好的能量吸收性能,其在碰撞中的能量吸收能力是钢或铝的 4~5 倍,已成为一种非常理想的汽车轻量化材料^[21]。但由于碳纤维增强复合材料的价格昂贵,其在汽车中的应用有限,仅在一些 F1 赛车、高级轿车、小批量车型上有所应用。因此,随着碳纤维制造工艺的不断进步及其价格的不断下降,用碳纤维复合材料大量替代钢材制造汽车结构件、半结构件和车身,从而实现汽车真正意义上的轻量化已不是遥远的梦想。

随着汽车工业的飞速发展,新型复合材料也在不断发展,在不久的将来,更高性能的复合材料将更大范围地应用在汽车领域中。积极引进、消化和吸收国外先进技术,并进行自我创新,加快产业现代化进程,对于我国汽车工业的发展具有重要意义。

8 展望

轻量化、环保化、智能化和时尚化是现代汽车的主要发展方向。在提高汽车安全性、舒适度、降低汽车重量和成本的同时,环境保护已成为可持续发展战略必不可少的条件,绿色汽车已经成为未来汽车发展的必然趋势。对我国“十二五”车用化工材料的重点发展方向预测如下:

(1) 对高性能化工材料的开发和利用

目前我国大部分高性能车用化工材料仍然依赖进口,因此,需要加大对于高性能化工材料开发和利用的力度,尽快实现高性能化工材料国产化,从而与世界接轨。

(2) 紧缺化工材料的替代

对于紧缺车用化工材料,如轮胎用天然橡胶等,需开发其替代品,以满足国内汽车工业需求。

(3) 天然材料的加工利用

天然纤维等绿色环保材料在未来具有广阔的前景。我国天然纤维产量较大,应充分利用天然材料这一绿色资源,加大对天然材料及其复合材料的加工利用。

(4) 新型环保车用材料的开发

塑料和复合材料等新型化工材料虽然在很大程度上减轻了汽车的重量,但是其环保性依然面临考验。因此,在开发废旧塑料及复合材料等的回收利用技术的同时,需要开发新型环保车用材料。

(下转第 6 页)

每年的二氧化碳减排潜力达 1 亿 ~ 2 亿 t, 能够为全球提供一半以上的清洁发展机制(CDM)项目。2006 年我国二氧化碳交易的速度明显加快, 目前在联合国注册成功的项目中, 我国的年减排量已经达到 4 650 万 t 的二氧化碳排放量, 超过总注册成功减排量的 40%^[2]。由此可见, 我国碳减排潜力巨大, 而在工业发展的进程中, 化学工业又是消耗石油、煤、天然气三大能源的主要工业部门, 能源既是动力和燃料(占 70%), 又是化工原料(占 30%)^[3]。据国家统计局统计, 2006 年上半年, 全国化工行业能耗下降 5.0%, 而石化行业能耗上升了 8.7%, 整个石油和化工行业能耗不降反升 4.0%, 石油石化行业的上升幅度居全国各行业之首。因此, 在国内外资源环境日益严峻的情况下, 我国实施碳减排势在必行。有压力才有动力, 才能不断挖掘潜力, 我国石化行业实施碳减排的巨大潜力, 值得我们深入研究。

2 化工行业碳减排现状分析

2.1 国外化工行业碳减排现状分析

自《京都议定书》2005 年生效以来, 其成员国都在为温室气体的减排做出积极的努力, 采用联合实施(JI)、排放量贸易(ET)和清洁发展机制 3 种域外减排的灵活机制, 来完成本国在协议书中规定的

减排任务。图 1 是欧盟 15 国预计的减排规划图^[4]。

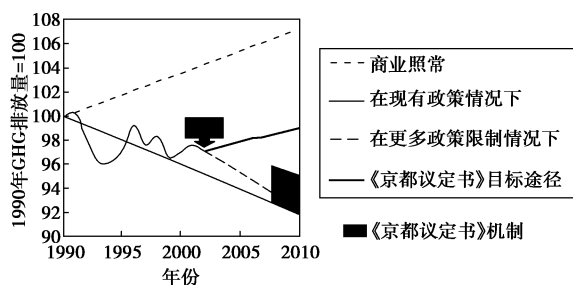


图 1 欧盟 15 国预计减排规划

美国作为世界上的碳排放大国, 虽然退出了《京都议定书》, 但在本国内也制定了相应的减排政策, 以顺应国际形势。据芝加哥气候交易所总裁、首席执行官 Sandor 表示, 近几年交易所的会员数量在不断增加, 目前已经有 225 家会员。化工行业的代表性企业——杜邦(DuPont)和拜耳(Bayer)公司也加入了芝加哥气候交易所, 其温室气体排放量占美国的 10%^[5]。

欧洲化学工业协会被邀请参加了欧盟碳排放交易方案(ETS), 着眼于 2012 年之后发展的讨论, 协会将积极努力, 使欧洲的化工业对减排交易方案提供最大支持。而且, 据传 ETS 会扩大在欧洲化工业的适用范围, 将氨、硝酸等工厂补充进去, 并把二氧化碳

(上接第 4 页)

参考文献

- [1] 佚名. 深度解析中国汽车工业历史和发展[EB/OL][2008-03-24]. http://www.mysteel.com/gc/cjzh/qchy/2008/03/24/144623_0_0_1766405.html.
- [2] 杨忠敏. 车用材料的新发展[J]. 交通与运输, 2008(2): 27-28.
- [3] 环球聚氨酯网. 汽车材料国际发展现状[J]. 聚氨酯, 2008(2): 82-83.
- [4] 张少华. 新型材料在汽车车身上的应用[J]. 世界汽车, 2004(4): 35-37.
- [5] 吕少卉. 汽车制造材料的发展[J]. 汽车维修, 2008(5): 42-43.
- [6] 陈志宏. 我国轮胎产业的发展及其对天然橡胶与合成橡胶需求的影响[J]. 中国橡胶, 2008, 24(10): 9-15.
- [7] 刘世平. 国外汽车橡胶制品市场及技术进展[J]. 中国橡胶, 2008, 24(4): 11-16.
- [8] 冯美斌, 等. 世界汽车塑料材料技术的若干新进展[J]. 汽车工艺与材料, 2008(7): 57-62.
- [9] 魏莉霞, 马鸣图. 塑料及其复合材料在汽车轻量化中的应用发展[A]. 2008 年中国机械工程学会年会暨甘肃省学术年会文集[C]. 兰州: 中国机械工程学会, 2008: 542-549.
- [10] 郑晨, 李建宏. 我国汽车涂料发展概况及聚氨酯涂料的应用[J]. 涂料技术与文摘, 2008(5): 17-22.
- [11] 向阳. 非制造汽车内饰材料发展前景[J]. 中国纺织, 2006(Z1): 202-206.
- [12] 曲丽君. 麻纤维在汽车用装饰材料中的应用[J]. 产业用纺织品, 2002(8): 36-39.
- [13] 宋超. 新型汽车制造材料: 天然纤维[J]. 汽车维修, 2007(11): 2-4.
- [14] 冯美斌. 从 SAE2004 年会看汽车材料发展趋势[J]. 汽车工艺与材料, 2004(6): 6-12.
- [15] 郑成刚. 聚氨酯材料在汽车上的应用及发展状况[J]. 汽车工艺与材料, 2005(3): 21-24.
- [16] 环球聚氨酯网. 聚氨酯发泡材料在汽车上应用的新技术[J]. 聚氨酯, 2008(2): 76-78.
- [17] 北京西杰优胜管理咨询有限公司. 2006 年中国汽车安全气囊产业研究报告[A]. 中国汽车摩托车配件用品行业年度报告[C]. 北京: 中国汽车配件用品行业信息中心, 2006: 315-320.
- [18] 崔毅华. 气囊材料及其设计的研究[J]. 纺织学报, 2004, 25(6): 133-134.
- [19] 郑学森, 潘徽辉. 玻璃钢/复合材料在汽车工业中的应用[J]. 新材料产业, 2008(3): 25-32.
- [20] 佚名. 汽车复合材料的历史和现状[EB/OL][2008-06-03]. <http://www.aionline.com.cn/ShowArticle.asp?ArticleID=2583>.
- [21] 王东川, 刘启志, 柯枫. 碳纤维增强复合材料在汽车上的应用[J]. 汽车工艺与材料, 2005(4): 33-36. ■