

杜仲胶改性高聚物的研究进展

张蕊¹, 张洵箐¹, 杨凤^{1,2}, 康海澜^{1,2}, 方庆红^{1,2*}

(1. 沈阳化工大学材料科学与工程学院, 沈阳 110142;

2. 辽宁省高分子应用技术高校重点实验室, 沈阳 110142)

摘要:介绍了杜仲胶结构、性能特点、来源以及弹性体的应用研究现状。杜仲胶的结构主要是反式1,4聚异戊二烯,为具有结晶性的有序柔性链;具有耐老化性能好、生热低、耐磨及耐疲劳性能好,结晶状态下具有形状记忆功能等性能特点。其来源主要包括天然提取和人工合成。论文综述了杜仲胶改性塑料及杜仲胶改性沥青、极性与非极性橡胶以及制备记忆材料的性能的研究进展,重点阐述了杜仲胶与极性橡胶与非极性橡胶共混研究。同时,展望了杜仲胶在工业领域的应用。

关键词:杜仲胶; 改性; 塑料; 橡胶; 沥青; 共混

引言

杜仲是我国特有的森林资源,并且是名贵的经济树种,属杜仲科落叶乔木,树皮入药,叶子可制保健茶。杜仲的叶、皮和种子中富含白色丝状杜仲胶。杜仲胶同时也是一种天然高分子材料,其化学组成与天然橡胶完全相同,但两者互为同分异构体,其主要成分为反式-聚异戊二烯。分子结构微观有序,以折叠链的形式出现,易于堆集而结晶,常温为一种结晶性硬质塑料。这种结构上的差异导致二者性能绝然不同^[1]。中国科学院化学所开展了对杜仲胶的系统研究。随着对杜仲胶硫化过程规律认识的不断深入,发现杜仲胶具有硫化过程临界转变规律和受交联度控制的三阶段材料特性,从而开发出三大类不同用途的材料:热塑性材料、热弹性材料和橡胶型材料^[2]。

杜仲胶是提取的天然高分子物质(合成的杜仲胶称为TPI),与合成材料不同的是不含催化剂等杂质,因此其电绝缘性能优异,在合成聚乙烯等绝缘材料问世之前,杜仲胶一直作为海底电缆用绝缘材料。杜仲胶是典型柔性链高分子,熔点低,具有优良的加工性及共混(并用)性,塑料加工中所有方法都适用于杜仲胶。杜仲胶与天然橡胶相比,虽无弹性,但却具有优良的热塑加工性;与塑料相比结晶能力低,熔点低,而表现出更为方便的加工性能。杜仲胶还含有双键,共混时,可以方便地加以利用硫化或者不硫化。这样,杜仲胶通过和不同的材料,以不同方式共混,可以得到性能更为优异而富于变化的新型材料。

直到1984年,中国科学院化学所严瑞芳研究员首创了“反式-聚异戊二烯硫化橡胶制法”,并取得了国际专利。这一突破改变了杜仲胶不能制成弹性体的历史,标志着杜仲胶的研究与开发进入了一个新的阶段。但目前我国在开发杜仲胶替代天然橡胶的课题上仍然面临着产胶量低、胶料成本高、相关技术及人才缺乏等问题。在市场竞争日趋激烈的今天,已经发展得十分壮大的橡胶行业也面临挑战,作为发展中的杜仲胶业能否快速成长,开发它的企业应该对其有充分的认识。相比杜仲胶在橡胶业发展格局的困难,其作为功能材料的开发研究却是具有很大潜力并具有相当的拓展空间^[3]。

1 杜仲胶增韧塑料

杜仲胶含有双键,共混时可以控制地加以利用,使其硫化或者不硫化。杜仲胶通过和不同的材料以

10.14028/j.cnki.1003-3726.2015.08.008

收稿:2014-04-23;修回:2015-05-13;

作者简介:张蕊(1988—),女,研究生在读,从事橡胶复合材料方向研究;

* 通讯联系人,E-mail:fqh80@126.com.

不同方式共混,可以得到性能更为优异而富于变化的新型材料^[4]。杜仲胶及环氧杜仲胶在改性塑料上都展现了卓越的性能,在形状记忆材料、塑料合金、改性工程材料强度等方面都取得了相关成果,其在医疗、汽车和航天领域均有巨大的发展空间。

1.1 杜仲胶增韧聚乙烯

合成杜仲胶(反式-1,4-聚异戊二烯 TPI)与天然杜仲胶组成和结构相同,室温下易结晶,熔点 65℃。经硫磺或过氧化物交联得到的具有化学交联结构的 TPI 表现出明显的形状记忆效应^[5]。作为记忆材料,其记忆回复能力与硫含量,即交联密度有关^[6],其中低度交联 TPI 作为一种表状记忆材料,具有形变大、形变速度快,以及形变回复精度高等优点,但存在热刺激温度(30~50℃)偏低,应用成本偏高等缺点;而交联聚乙烯作为形状记忆材料存在热刺激温度偏高(>110℃),形变量小,成型工艺及设备复杂等缺点。因此,TPI 与聚乙烯(PE)共混,采用合适的工艺及配方,可获得热刺激温度合适,成本较低的形状记忆材料。

在杜仲胶增韧聚乙烯的研究上,早期宋景社等^[7]采用动态全硫化反式-1,4-聚异戊二烯和高密度聚乙烯(HDPE)共混体系作了初步研究,制备了热刺激温度在 50~110℃的热塑性形状记忆材料,提高了 TPI 作为形状记忆材料的使用温度;采用静态硫化法,可制得热刺激温度为 50~60℃,力学性能优良的形状记忆材料。姜敏等^[8]采用硅烷交联 HDPE 与 TPI 共混,进行形状记忆材料研究,该研究以 HDPE 为主体材料,采用 TPI 与其共混,通过硅烷交联的手段制备了形状记忆性能优异的形状记忆材料,研究了 TPI 含量、交联剂、引发剂和工艺条件等因素对共混材料形状记忆性能的影响;并通过凝胶率测试(GPC)、偏光显微镜(PLM)、扫描电子显微镜(SEM)等分析手段探讨了结构与性能的关系;同时考察了共混材料力学性能影响因素,确定了共混体系主要因素的配方。该研究最终得出:首先在适当的成型工艺下,将 HDPE 与 TPI 共混,TPI 的含量大约控制在 15%,用硅烷交联体系可以制得综合性能优异的形状记忆材料。其次在交联体系中硅烷用量最好不要超过 2.0 份,否则导致材料凝胶率过高,会导致制品性能下降。最后在交联体系中的 DCP 的用量应在保证凝胶率的前提下尽量减少,以免影响材料加工性能。

数年来,经过许多研究者的不断努力,杜仲胶已被广泛用于医用功能胶板^[9]、骨伤病的固定及支撑、运动员的腰腿护具以及残疾人的假肢套等,其主要优点是软化温度低、形状可塑性好、使用舒适、可透过 X 光及可重复使用等;同时许多研究者也开发了杜仲胶形状记忆接管^[10]。该形状记忆接管可用于各类管道、各类介质导管以及真空系统的连接,尤其适用于异型管道的连接;另外,杜仲胶形状记忆接管也可用于各类真空设备、化工及医疗仪器设备等管道的连接。

杜仲胶作为形状记忆材料,其用途非常广泛,但早期对其的研究还存在着许多不足之处(如不高的机械强度、偏低的热刺激温度等)。林春玲等^[11]采用天然橡胶(NR)与低密度聚乙烯(LDPE)对杜仲胶(EUG)进行共混改性,并以形状记忆性能和力学性能为衡量指标对配方进行筛选。实验结果表明:(1)采用 NR、LDPE 对 EUG 进行共混改性后,胶料的形状记忆性能明显改善,热刺激温度适中、回复残余率较低且热变形率较大;(2)采用 NR、LDPE 对 EUG 进行改性后,其力学性能(如邵氏 A 硬度、拉伸强度、100%定伸应力、300%定伸应力等)明显提高;(3)采用 NR、LDPE 对 EUG 进行改性,硫化胶料的最佳配比为 $m(\text{EUG}):m(\text{NR}):m(\text{LDPE})=20:60:20$ 时,其综合性能最好;(4)当 $m(\text{EUG})=20$ 份时,硫化胶料的动态力学性能较好。针对杜仲胶、天然胶、低密度聚乙烯之间的共混相容性,张慧军等^[12,13]展开了相关研究,为预测杜仲胶(EUG)/天然胶(NR)/低密度聚乙烯(LDPE)共混的相容性及玻璃化转变温度(T_g),采用分子动力学(MD)模拟方法在 COMPASS 力场下,对 EUG/NR/LDPE 共混物的溶度参数和不同温度时的比体积等进行模拟计算,通过比较溶度参数差值($\Delta\delta$)的大小及分子间径向分布函数,预测 EUG/NR/LDPE 共混物属于相容体系,与 TEM 实验结果一致。径向分布函数分析同时揭示了 EUG/NR/LDPE 共混物组分之间的相互作用本质。比体积与温度的关系曲线斜率在 T_g 处会发生转折;模拟计算得到的 T_g 为 384.09K,采用差示扫描量热(DSC)法实测得到的 T_g 为 380.33K,两种结果在误差允许范围

内基本一致,此模拟方法可以作为预测 EUG/NR/LDPE 共混物相容性和 T_g 的有利工具。

1.2 杜仲胶增韧聚丙烯

高分子合金是新型高分子复合材料,是两种或两种以上高分子本体作为基质与其它助剂通过机械共混,制备具有某种特性的高分子复合体。它的制备特点在于用反应釜的合成路线难以实现。另外,由于共混工程技术路线中使用双螺杆挤出,可以在短周期内制备品种多样的高分子合金。

聚丙烯(PP)是一种常见的塑料,它主要应用于汽车工业、器械、日用消费品等。PP 制品对缺口非常敏感,缺口冲击强度较低,近年来 PP 工程化的应用引起人们的重视,寻找 PP 的增韧新途径也引起人们的广泛兴趣。我国率先发现 TPI 硫化为弹性体的硫化交联体系,发现其某些力学性能优于天然橡胶。研究者认为,未交联硬质 TPI 能方便地利用常用塑料机械破碎、挤出、造粒进行加工,而与 PP 共混动态硫化后,满足橡胶增韧塑料的条件,实现 TPI 在 PP 中以塑料态加工,以橡胶态分散,能够有效地解决工业化生产中普通橡胶与塑料共混难以加工的实际问题,作为塑料的增韧改性剂具有良好的前景。

针对这一课题宋景社等^[14]进行了初步探究,采用动态硫化法对反式-1,4-聚异戊二烯(TPI)和聚丙烯(PP)共混体系作了一系列研究,确定了适宜的加工工艺及配方。材料的力学性能测试结果表明:(1)少量 TPI 与 PP 共混,采用动态全硫化法,可以在较少降低 PP 硬度、拉伸强度的情况下,明显改善其抗冲强度、抗撕裂性能等力学性能,获得优良的 PP 增韧材料;(2)TPI 增韧 PP 较优的制备工艺为:TPI 先与 S、ZnO、SA、RD 等在低温下($\leq 90^\circ\text{C}$)制成母炼胶,然后在 170°C 下与 PP 共混,混匀后加促进剂 CZ,动态硫化 5min,再在 180°C 成型;(3)选择 TPI/PP=20/80,采用 DCP/S 并用体系,可以获得流动性和力学性能俱佳的共混材料。而后彭少贤等^[15]进行了 TPI 改性聚丙烯的研究,研究了反式 TPI 的力学性能与交联的关系及不同交联度的 TPI 对 PP 的增韧效果。发现 TPI 能显著提高一种韧性 PP(PP/EPDM)的冲击强度,使球晶细化、均一,共混物具有与纯 PP 相似的加工性能。TPI 作橡胶相组分可与塑料共混也可制得热塑性弹性体。Sun 等^[16]采用挤出方法研究了 TPI 与聚丙烯(PP)的共混。研究发现,TPI 与 PP 共混挤出时,不同用量的 TPI 能得到全部硫化,共混胶具有较好耐老化特性,其中,TPI 用量为 30 份时具有最低交联度,共混胶剪切粘度随剪切速率的增大而降低。TPI/PP 共混胶的流动性较好,拉伸强度和撕裂性能均较低,拉断伸长率却较大。

1.3 环氧化杜仲胶增韧聚氯乙烯

反式-1,4-聚异戊二烯(TPI)其反式链节等同周期短,常温下以易折叠形式出现,低于 60°C 即迅速结晶,是具有高硬度和高拉伸强度的结晶性聚合物。经环氧化改性的 TPI 胶料,除仍保持原有的强度和伸长率外,其相容性、抗湿滑性、黏合性、气密性和耐油性均大大提高^[17~18]。

在杜仲胶改性聚氯乙烯研究上,早期魏守左等^[19]用杜仲胶渣作填料,与 6 型硬聚氯乙烯树脂共混制得了能满足一般建材要求的复合材料。实验中使用的胶渣要求经真空干燥处理后的粒度应小于 320Holes/in^2 ,当填充量分别为 100% 和 200% 时,制成复合材料的抗弯强度可分别达到 71.7MPa 和 52.2MPa,可见此类有机填料有高填充率的特点。

随着对杜仲胶的不断深入研究,赵永仙等^[20]发现环氧化的杜仲胶在改性 PVC 上有更大的贡献。实验中研究了反式-1,4-聚异戊二烯(TPI)及环氧化了反式-1,4-聚异戊二烯(ETPI)对聚氯乙烯(PVC)性能的影响,并与丁腈橡胶、粉末丁腈橡胶、氯化聚乙烯改性 PVC 做了比较。结果表明,TPI 对 PVC 基本无增韧改性作用;不同环氧度的 ETPI 均对 PVC 有明显的增韧作用,其共混物的冲击强度增加,拉伸强度和硬度略有下降,其中,ETPI-25 改性 PVC 共混物的综合性能最佳;与丁腈橡胶、粉末丁腈橡胶、氯化聚乙烯相比,环氧基摩尔分数为 25% 的 ETPI 对 PVC 的增韧效果最显著。

2 杜仲胶改性沥青

伴随着石油原油价格的飞涨,作为石油副产品的合成改性剂,造价也必然上涨,产能下降,势必会对

公路工程建设产生一定影响。因此找到一种取材广泛、加工简单、储存稳定性好,对沥青改性品质与 SBS 接近或相当的新型天然改性剂,来部分替代诸如 SBS 此类的改性剂,势必将大大缓解国内改性沥青的供需矛盾,以满足公路建设的需求^[21,22]。

在杜仲胶增韧沥青的研究上面,早期李烨等^[23]对杜仲胶工程特性及其在沥青改性中的应用进行了初探。在杜仲胶硫化过程及硫化胶物理力学性能,及其良好的工程学特性及工程应用前景的基础上,根据其具有的橡胶-塑料统一材料谱特点,提出了将天然橡胶/杜仲胶作为改性剂与沥青共混。通过红外光谱和扫描电镜分析以及沥青基本指标试验,微观结构试验与宏观沥青性能试验,实验表明杜仲胶可以明显改善沥青高温性能、改善沥青低温性能,验证了杜仲胶可用于沥青改性的论点。

随着研究的不断深入,李志刚等^[24]对接枝杜仲胶的增容机理及与 SBS(styrene-butadiene-styrene)改性沥青共混试验进行了探究。该研究是为了改变目前 SBS 改性沥青常用增容剂大多为合成高分子材料的现状,在天然高分子材料杜仲胶上接枝能与沥青氨基反应的官能团形成一种新的增容剂—接枝杜仲胶。结果表明,SBS 改性沥青性能好坏,取决于 SBS 与沥青两相界面上的相互作用。加入一些含有可与共混组分起物理化学反应的官能团的共聚物,可以改善这种相互作用,提高改性沥青性能。并找到一种有橡塑二重性的天然高分子材料—杜仲胶,通过接枝的方法使其成为良好的 SBS 改性沥青增容剂,使 SBS 改性沥青性能得到提高。该研究验证了接枝杜仲胶是一种性能良好的 SBS 改性沥青增容剂,并且作为天然材料有着合成材料无法比拟的资源再生优势。

开发应用低碳环保的沥青改性剂是当前公路建设中急需解决的技术问题。房建宏等^[25]针对硫化杜仲胶改性的沥青在西部高寒地区的应用进行了研究。该研究介绍了杜仲胶硫化过程及硫化胶物理力学性能、良好的工程学特性,提出了将杜仲胶硫化后作为改性剂与沥青共混后用于公路路面材料新途径,进行了硫化杜仲胶沥青改性最佳交联度的研究以及沥青与沥青混合料性能试验,试验结果证实了低碳环保的硫化杜仲胶用于沥青改性的可行性以及比较适合西部高寒地区对低温性能要求高的特点。

3 杜仲胶与弹性体共混应用现状

3.1 TPI 与非极性橡胶共混

NR 具有较好的加工性能和物理性能,其硫化胶强度大,与钢丝帘线的粘合力高,适合作为载重子午线轮胎各部件的生产用胶。NR 与 TPI 并用,可以在保持 NR 优良性能的同时,提高其耐疲劳性能和降低生热。当 TPI/NR 并用比为 20/80 时,共混胶性能最好;用量超过 40 份时,不利于性能^[26]。当 TPI 与 NR 并用比为 15/85 时,胶料生热降低,滚动阻力减小;TPI/NR 共混比为 25/75 时共混胶性能最佳^[27]。

异戊橡胶(IR)又称合成天然橡胶,其结构和性能最接近天然橡胶,而耐水性和电绝缘性都超过天然橡胶。宋红梅等^[28]研究了 TPI/IR 并用胶的性能,结果表明,当 TPI 用量为 15~25 份,硫黄用量为 1.7 份时,并用胶可以获得良好的综合性能。Mahesh 等^[29,30]研究结果表明,TPI/IR 共混胶的弹性模量、拉伸强度和粗糙度均随 TPI 用量的减小而减小,玻璃化转变温度和活化能则与共混胶组分及交联密度有关。

NR、顺丁橡胶(BR)和 TPI 都属不饱和橡胶,与硫黄反应时,硫黄的用量直接影响交联网络的结构,较大程度地影响着 NR/BR/TPI 共混胶的性能。赵金义等^[31]研究结果表明,随着硫黄用量的增大,NR/BR/TPI 共混胶的 300%定伸应力和邵尔 A 硬度逐渐升高,而拉伸强度、拉断伸长率和撕裂强度则逐渐下降。硫黄用量在 3 份左右时,NR/BR/TPI 共混胶的撕裂强度和耐屈挠性能最好,同时其他性能也保持在较高水平。王韵然等^[32]研究了 NR/BR/TPI 并用胶的性能。结果表明,与 NR/BR 并用胶相比,NR/BR/TPI 并用胶的正硫化时间缩短,耐屈挠性能改善,动态生热降低,硫化胶与金属的粘合性能显著提高,共混胶可用于橡胶—金属减振制品的研发。

3.2 TPI 与极性橡胶共混

TPI 不仅可以与非极性橡胶共混,也可以与极性橡胶共混。氯丁橡胶(CR)由于具有生胶强度高和

耐酸碱性、耐天候性、耐水性好等特点,应用十分普遍。但 CR 加工性能不佳,表现为粘辊。加入 TPI 可很好地改善 CR 的加工性能,大大降低混炼时的能耗,并明显改善其动态疲劳性能。TPI 的门尼粘度不同,在 CR 中的分散度不同;相近门尼粘度的 CR/TPI 共混胶具有优异的耐屈挠疲劳性能^[33,34]。将 TPI 与 CR 共混,可利用 TPI 分子链的柔顺性和易结晶性改善共混胶与帘线的粘合性能,同时提高其动态疲劳性能;这一结果特别适合用于金属—减振橡胶制品的生产^[35]。

为改善 TPI 与丁腈橡胶(NBR)的相容性,李雪峰等^[36]通过接枝反应制备了 TPI-*g*-MMA。表明 TPI/NBR 共混胶的耐油性能较好,但力学性能较差,TPI-*g*-MMA 可明显改善 TPI 和 NBR 两相间的相容性;加入 TPI-*g*-MMA 的 TPI/NBR 共混胶保持了较好的耐油性能,其力学性能明显得到改善,综合性能得到较大幅度的提高。

4 结语与展望

杜仲胶开发用途涉及各个行业,前景光明,其产业各环节也已经配套,再加上国际竞争因素,有计划的发展杜仲战略产业,加强技术合作与技术创新的时机已经成熟而且势在必行^[37]。共混型聚烯烃热收缩材料容易兼顾各组分的优点,也具有更宽的应用范围,但这方面的研究还不是很多,因而对形状记忆聚合物的分子设计、具有形状记忆功能聚合物基复合材料的研究等仍有许多工作要做。与此同时杜仲胶具有耐疲劳性能和耐裂口产生及扩展性能优异以及压缩生热低等特点,是发展高性能子午线轮胎的理想材料。此外,杜仲胶还可用于橡胶减震与耐疲劳材料等领域^[38]。随着汽车、航空、航天工业的发展,同时,其成本的下降、市场的打开和应用研究的深入,杜仲胶应用前景将会十分广阔。

参考文献:

- [1] 杨丹,黄慧珍. 世界橡胶工业,2009,36(7):13~17.
- [2] Yan R F, German: DE 3227757, 1984-10-04.
- [3] 夏绘秦. 中国西部科技,2003,(4):9~10.
- [4] 朱峰,岳红,祖恩峰,庞维强,李晓银. 安徽大学学报(自然科学版),2005,29(3):90~94.
- [5] 胡金莲,杨卓鸿. 印染,2004,(3):44~47.
- [6] 马祖伟,姚薇,黄宝琛等. 合成橡胶工业,2001,24(1):25~28.
- [7] 宋景社,黄宝琛,张昊,姚薇. 塑料科技,1998,10(5):4~7.
- [8] 姜敏,彭少贤,邴华兴. 塑料科技,2005,(1):23~27.
- [9] 陈胜慧,李素悦. 武汉理工大学学报,2002,24(6):38~40.
- [10] 朱光明. 形状记忆聚合物及其应用. 北京:化学工业出版社,2002:258~259.
- [11] 林春玲,岳红,陈冲. 中国胶粘剂,2009,18(8):14~18.
- [12] 张慧军,岳红,庄昌清,刘倩. 塑料,2011,40(2):122~124.
- [13] 张慧军,岳红,庄昌清,刘倩. 塑料,2011,40(1):100~102.
- [14] 宋景社,黄宝琛,张昊,姚薇. 1997,26(2):119~121.
- [15] 彭少贤,李学锋,闫晗,周海. 中国塑料,2002,16(4):30~34.
- [16] Sun H G, He P, Zhao S G, et al. J Macromol Sci, Part B, 2011, 50(7):1423~1429.
- [17] 丛海林,黄宝琛等. 合成橡胶工业,2002,25(2):293~299.
- [18] 黄宝琛,丛海林,姚薇,等. CN:ZL00123985. 6.
- [19] 魏守左,陈延勇,严瑞芳. 材料科学进展,1988,2(1):59~61.
- [20] 赵永仙,王光辉,杜爱华,邵华峰,姚薇,黄宝琛. 塑料科技,2008,36(5):20~24.
- [21] 杜红岩,谢碧霞,邵松梅. 中南林学院学报,2003,23(4).
- [22] Yao W, Li X D, Huang B C, Zhao Y X, He A H, Du K. Sympos Int Rubber Conference, 2004, 416~422.
- [23] 李烨. 公路,2008,(3):147~150.
- [24] 李志刚,卓义金,李清泉. 解放军理工大学学报(自然科学版),2010,11(5):534~538.
- [25] 房建宏. 公路工程,2012,37(4):40~46.
- [26] 李良萍,薛兆弘,严瑞芳,等. 特种橡胶制品,2001,22(3):1~3.

- [27] 李博,魏静勋,罗吉良. 橡胶科技市场,2009,24:10~12.
- [28] 宋红梅,杜爱华,赵志超,等. 弹性体,2009,19(3):15~18.
- [29] Baboo M, Sharma K, Saxena N S. Phase Transtions,2011,84(11-12):901~907.
- [30] Baboo M, Sharma K, Saxena N S. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms,2011,269(21):2479~2486.
- [31] 赵金义,孟凡良,黄宝琛,等. 橡胶工业,2004,51(10):581~585.
- [32] 王韵然,王进,刘光桦,等. 橡胶工业,2010,57(2):86~89.
- [33] 黄良平,杨军,王付胜,等. 橡胶工业,2006,53(5):294~296.
- [34] 王付胜,李旭东,黄宝琛,等. 特种橡胶制品,2006,27(3):1~4.
- [35] 黄良平,杨军. 中国发明专利:200510032202.5,2006-03-08.
- [36] 李学锋,酆华兴,彭少贤. 橡胶工业,2000,47(3):138~143.
- [37] 纪世雄,何春,赵义军,陈龙. 石油化工,2010,(39):717~719.
- [38] 付文,刘安华,李建雄,王丽. 橡胶工业,2013,(60):440~446.

Research Progress on the Polymers Modified by the trans-Polyisoprenc Rubber

ZHANG Rui¹, ZHANG Xun-qing¹, YANG Feng^{1,2}, KANG Hai-lan^{1,2}, FANG Qing-hong^{1,2*}

(1. School of Material Science and Engineering, Shenyang University of Chemical Technology, Shenyang 110142, China;

2. Key Laboratory of Applied Technology of Polymer Materials of Education Department of

Liaoning Province, Shenyang 110142, China)

Abstract:In this paper, the molecular structure, characteristics, application of elasticity and the sources of gutta-percha were introduced. The structure of gutta-percha mainly consists of trans 1,4-polyisoprene with order crystal softness chains. The main features of gutta-percha were of good ageing resistance, lower dynamic heat generation, higher abrasion resistance, anti-fatigue as well as memory function. The gutta percha not only comes from the extraction of natural plant such as *Eucommia ulmoides* Oliver but from chemical synthesis (TPI). Overview of research progress on the gutta-percha or TPI modifying plastics, asphalt and preparing the memory material were included. In the paper, we also focus on the progress of technique of blending TPI or gutta-percha with polar and nopolar rubber. The prospects of the application of gutta-percha in the industry were carried out.

Key words:Gutta-percha; Modification; Plastics; Rubber; Asphalt; Blend