

浇注型聚氨酯弹性体改性研究的进展

孟季茹, 梁国正, 赵磊

(西北工业大学化工系, 陕西 西安 710072)

摘要:对取代乙烯、乙烯基酯、环氧树脂等改性浇注型聚氨酯弹性体的研究成果、研究中存在的问题及其发展方向等进行了详细介绍。

关键词:浇注型聚氨酯弹性体; 聚取代乙烯; 乙烯基酯; 环氧树脂; 改性

中图分类号: TQ334.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1005-3174(2001)06-0062-06

浇注型聚氨酯弹性体是聚氨酯弹性体(PUR)三大加工类型中最为重要的一类,其用量占PUR总量的60%^[1]。虽然PUR具有优良的综合性能,在实际中应用也较为广泛,但为改善其性能之不足,如对极性较弱材料的粘接性较差等,常常采用各种方法对其进行改性。有关此方面的研究报道较多,主要有:丙烯酸类改性浇注型PUR、有机硅改性浇注型PUR、环氧改性浇注型PUR、取代乙烯/PUR、乙烯基酯/PUR等。而其中又以有关浇注型PUR互穿网络(IPN)及半互穿网络(SIPN)等方面的报道较多,特别是对PUR/聚取代乙烯类聚合物、PUR/乙烯基酯树脂(VER)、PUR/EP等形成的IPN的研究甚是活跃。

1 取代乙烯/PUR、VER/PUR体系

早在70年代Sperling、Frisch、Hourston和Djomo等就曾对PUR/甲基丙烯酸甲酯(MMA)^[2]、PUR/聚苯乙烯(PS)^[3]等IPN的合成、形态和力学性能等进行了研究,其中Sperling等^[4]还对蓖麻油作为一组分在加热下同步生成蓖麻油PUR/苯乙烯(St)及二乙烯基苯(DVB)共

聚物的IPN进行了研究,随后Patel等^[5]又报道了蓖麻油与二元酸合成的聚酯与丙烯酰胺用过氧化苯甲酰(BPO)引发共聚生成相容的IPN。

国内的谭培文等^[6]在1984年就报道了在室温下同步合成蓖麻油PUR取代乙烯共聚物组成的IPN的条件及其产物的性能。他们^[7]还利用蓖麻油、取代乙烯(St、MMA、丙烯腈AN)、TDI、BPO、二甲基苯胺(DMA)、DSTDL等为原料研究了蓖麻油PUR和乙烯类聚合物IPN材料的生成特点及其动态力学性能,认为取代乙烯游离基共聚的氧化还原引发剂组分BPO或DMA都能加速PU网络的生成;反应温度在30℃以上时蓖麻油也能参与游离基共聚。并据蓖麻油不仅与TDI反应生成PU网络,而且也有小部分参与取代乙烯共聚物长枝链的形成;PU网络的形成长枝链的生成为快;生成PUR网络时所放出的热促进取代乙烯与少量蓖麻油的双键共聚,最后生成的IPN不溶于甲苯等现象断定生成的是接枝的半IPN,而不是单纯的半IPN。动态力学研究指出,包含PS或PMMA的这种IPN呈现2个T_g,而只包含PAN的仅一个T_g,说明后一IPN中相容性好,有较多的分子混合。随着PU与聚取代乙烯的比例减少,2个T_g间的差距减少,而较高温度的T_g随取代乙烯共聚物中AN含量的增加而变小。华中理工大学的过俊石等^[8]采用蓖麻

收稿日期:2001-07-16

作者简介:孟季茹(1975-),女,陕西富平人,西北工业大学材料学在读博士生。主要从事聚氨酯材料、高性能树脂基体及复合材料的研究,目前已发表论文30余篇。

油、取代乙烯(St、AN、丙烯酸甲酯 MA、丙烯酸乙酯 EA、丙烯酸丁酯 BA、乙酸乙烯酯 Vac、MMA 及甲基丙烯酸乙酯 EMA 等)、TDI、DSTDL 的邻苯二甲酸二丁酯溶液、BPO 及促进剂等为原料研究了蓖麻油 PU/聚取代乙烯 IPN 聚合物作为带锈涂料及粘合剂的可能性。他们在室温下用氧化还原引发剂将蓖麻油、TDI 及取代乙烯合成了蓖麻油 PU/聚取代乙烯 IPN,研究了不同组成对带锈铁板搭接剪切强度的影响。指出搭接剪切强度随取代乙烯均聚物的玻璃化温度增加而增加;NCO/OH 之比愈大,搭接剪切强度也愈大;以蓖麻油聚氨酯/(AN - St)共聚物的反应液作为带锈铁板的涂料,其涂膜性能良好。王桂桂等^[9]以蓖麻油、不饱和聚酯树脂 UP(191)(含 St 的质量分数为 35%)、TDI、取代乙烯(St、AN、MMA、EMA、BA、EA 等)、DSTDL 的邻苯二甲酸二丁酯溶液、引发剂、促进剂等为原料,研究了 2 类室温固化的蓖麻油聚氨酯 IPN 材料。用 5 种取代乙烯分别与蓖麻油 PUR 生成 IPN,通过研究其力学性能与组成的关系,发现 PUR 含量在 65%左右时拉伸强度最大,最大强度与取代乙烯均聚物的玻璃化转变温度有关;NCO/OH 愈大,IPN 的交联密度愈大,伸长率愈小,拉伸强度愈大;由 BA 生成的 IPN 具有弹性体性能。笔者还研究了蓖麻油 PUR 与不饱和聚酯及与取代乙烯生成的 IPN,指出 AN 作为取代乙烯所得的 IPN 性能最好,UP 与 AN 的质量比不宜超过 1:1;后一 IPN 的扫描电镜照片表明具有微观相分离的形态结构。长春第一汽车集团公司的韩庆国等^[10]利用 TDI、St、聚乙二醇 PEG、TMP、DVB 等为原料,通过改变组分比研究了 PUR/PS 结构与性能变化的规律。结果表明,在 $m(\text{PUR})/m(\text{PS}) = 70/30$ 时,电镜照片上呈现精细的细胞结构,相区尺寸缩小,网格间互穿程度最高,且溶胀度最低。热力学性能也同时出现最佳值,证明 IPN 材料的宏观性能受微观形态所支配。耿奎士等^[11]以 TDI 分别与甲基丙烯酸羟乙酯(HEMA)和丙烯酸羟丙酯(HPA)及蓖麻油作用合成了 2 种预聚体,然后再分别与 HEMA、甲基丙烯酸羟丙酯(HPMA)、HEA、HPA 及 St 5 种单体混合,在紫外光照射下形成半 IPN 聚合物样品。分析结果表明,第一种预聚体的系

列样品的拉伸强度高,伸长率低;而第二种预聚体的系列样品伸长率较高,拉伸强度较低。另外,这 2 种预聚体和 St 单体形成的样品综合性能比其它样品要好。他们^[12]还介绍了具有网络交联键的 IPN 聚合物及其合成与表征方法,讨论了 PUR 与 PS 合成的 IPN 的性能特征。结果表明,具有网络交联键的 IPN 的力学性能、动态力学性能都随交联密度的增大而改善,而其透气性和热解性能随交联密度的增大而下降。华南理工大学的孙群辉等^[13]用化学滴定、粘度测试等方法,研究了环氧树脂固化剂 T-31 用量对聚醚型 PU 改性双酚 A 型环氧树脂(PUDGEBA)/PS 室温同步 IPNs 体系固化动力学行为的影响。研究结果表明,增加 T-31 的用量,可以大大地缩短上述体系的凝胶时间,且 2 个网络固化速度的峰值相对位置未改变;St 的固化受扩散控制,反应级数为 2.0 级;PUDGEBA 的固化为自动催化机理,反应级数为 3.0 级。他们^[14]还用 IR、DSC 及 TEM 等分析测试手段,研究表征了 PUDGEBA/PS 室温同步固化 IPN 的结构。研究结果表明,所形成的固化产物,在 3472cm^{-1} 处有强而宽的吸收,说明形成强的分子间氢键和较弱的分子内氢键。DSC 谱图只出现单一的转变,说明体系内 2 个组分的共混相容性较好;由于 2 个网络间的固化速度同步,所形成的聚合物呈现界面较为模糊的双连续层状微相分离结构,层带宽约为 $1.0 \sim 2.0\mu\text{m}$,层带中还有与之垂直重叠的亚片层结构,宽约 $0.1 \sim 0.2\mu\text{m}$ 。王国建等^[15]研制了丙烯酸酯 PUR 分别与 PBA、PS 及 BA/St 共聚物组成的 IPN 涂料,认为该网络以丙烯酸酯 PUR 交联聚合物为网,以乙烯基聚合物为线,通过交联与聚合同步反应,使线型聚合物分布、贯穿于网络中,所形成的涂膜既具有优良的机械性能和尺寸稳定性,又有良好的柔韧性;制备 IPN 涂料时选用的室温氧化还原引发体系以 BPO - DMA 为佳,且加入量为单体量的 1%;IPN 中线型聚合物的种类对涂料性能影响很大;DSTDL 可作为 IPN 涂料聚合速度的调节剂,使涂料成膜时的交联反应与聚合反应速度匹配。并选定其用量以加入单体总量的 0.4%为宜。南京师范大学的周宁琳等^[16]研究了蓖麻油 PUR 与聚醋酸乙烯酯(PVAc)在室温下生成的 IPN 聚合

物。通过 FTIR 和凝胶含量的测定,证明了此种 IPN 是接枝型 IPN。考察了该 IPN 的各种组成对带锈铁板的附着力、柔韧性、冲击强度以及搭接剪切强度的影响。结果表明,当 $m(\text{PUR}) : m(\text{PVAc}) = 50 : 50$ 时,IPN 的剪切强度最大,在此条件下合成的 IPN 涂料是带锈铁板的良好涂料——带锈铁板不需表面处理,附着力即可达 1 级,冲击强度 $> 4.9 \text{ N} \cdot \text{m}$,柔韧性 1mm,具有一定的防腐性能。王贵友等^[17]通过扫描量热计、扫描电镜与广角 X 光衍射仪研究了由碳化二亚胺改性 MDI 合成的 PUR 与丙烯酸酯类树脂形成的同步 IPN(SIN)的结构、形态与力学性能,发现网络间的化学键对其影响极大。网络间没有化学键连接的 PUR/丙烯酸酯 SINs 是一个热力学不相容体系,存在显著的相分离形态,后者同时与 2 个网络的形成速率与工程因素有关;对于网络间有化学键连接的 PU/丙烯酸酯 SINs,2 个网络间存在一定的相容性与互穿程度,故较显著地提高了 SIN 的力学性能。四川联大的万勇军等^[18]通过同步法制备了一系列 PUR/乙烯基树脂、IPN(PUR/VER-IPN),研究了 PUR/VER-IPN 性能的影响因素。结果表明:随着 PUR 含量的增加,IPN 的热稳定性能有一定程度的提高;而 VER 的含量增加,PU/VER-IPN 的剪切强度提高。实验还发现:当 PUR/VER-IPN 为部分相容的多相微区结构时,对增加 IPN 的力学损耗更有利。王贵友等^[19]通过环氧树脂 E-51 与甲基丙烯酸合成了大分子链中含有羟基或羟基被封闭的 VER,并用它们与 PUR 合成了不同组成的 PUR/VER-IPN,用扫描电子显微镜考察了这些 IPN 材料的形态,发现网络间的化学键对 IPN 的形态有很大影响,它们抑制了 2 个网络间的分相以及 PUR 硬段局部有序结构的形成。对这些材料的力学性能进行测定,结果表明网络间的化学键能较大幅度地提高材料的力学性能。

2 PUR/EP 体系

有关 PUR/EP-IPN 的研究报道也较多。施利毅等^[20]以 PEG 和 TDI 为原料,合成了 PU 预聚体,与 EP 发生接枝反应。采用同步法制备了接枝 IPNs;用红外光谱分析接枝化学反应。作

者研究了接枝 IPNs 动态力学性能,发现接枝 IPNs 的玻璃化温度 T_g 高于一般同步法制得的普通 IPNs,这表明接枝结构使 PU 与 EP 之间产生更加紧密的网络互穿;研究了接枝结构、PU 预聚体含量对材料拉伸强度的影响和接枝 IPNs 应力应变行为,结果表明接枝 IPNs 拉伸强度同普通 IPNs 相比明显提高。当 $m(\text{PU}) : m(\text{EP}) < 25 : 75$ 时,材料拉伸强度随 PU 含量增加而增大,当 $m(\text{PU}) : m(\text{EP}) = 25 : 25$ 时,拉伸强度出现最大值,材料呈现“韧性断裂”,当 $m(\text{PU}) : m(\text{EP}) = 50 : 50$ 时,材料呈现“延性断裂”。湘潭大学的刘冶球等^[21]以 N,N-二甲基苄胺和 DSTDL 为催化剂合成 PUR/EP-IPN 弹性体,考察了产物的力学性能和耐热性能。实验结果表明,PUR/EP-IPN 比纯 PUR 具有更好的物理机械性能及加工性能,拉伸强度得到很大提高,并在 EP 含量为 20% 时提高最多,而热稳定性有所下降;聚醚分子量增加,PUR/EP-IPN 的拉伸强度减小,而伸长率增大;异氰酸酯用量与聚醚三元醇的比值 (NCO/3OH) 越大,PUR/EP-IPN 的拉伸强度越大。黄旭东等^[22]制备了一类新型的各含对硝基苯偶氮苯胺发色团的 PU 和 EP 的 IPN 型二阶非线性光学聚合物,用程序升温及升压电晕极化法制得有良好光学质量的极化膜。在研究中他们发现 DSC 曲线显示该 IPN 聚合物有 1 个 T_g 。此外,笔者还在一维刚性取向气体模型的基础上,通过可见光光谱研究了该极化膜的非线性光学性质,得出其二阶非线性光学极化系数可达 10^{-7} esu 数量级,发色团有优异的取向稳定性,其序参数在 100 仍可长期稳定的结论。蒋红梅等^[23]研究了以 EP/PUR-IPN 为基料,镀银铜粉为导电填料的导电涂料。用扫描式电子显微镜观察了不同配比 EP/PUR-IPN 的相容性,用差式扫描量热法测定了 IPN 的 T_g 。讨论了 EP/PUR-IPN 的结构及选择,镀银铜粉的粒度及含量对导电涂料的电阻率和使用性能的影响。试验表明,以 $m(\text{EP}) : m(\text{PUR}) = 90 : 10$ 的 EP/PUR-IPN 作为基料,镀银铜粉的质量分数为 80%、粒度为 400 目,涂膜的电阻率低,使用性能好。

3 PUR/其它体系

天津大学的许美萱等^[24]以醋酸酐封端的不

饱和聚酯(FUPR)与交联 PU 预聚物制备了具有 IPN 结构的 UP/PU。通过红外光谱、DSC 和扫描电镜等分析了 FUPR/PU - IPN 网络形成的动力学、微相分离行为及力学性能。结果表明,当 FUPR/PU 达到某一比值时,产生网络互穿效应,可改善 PU 的刚性。管云林等^[25]用糖醇型呋喃树脂或 HF9200A 环氧型呋喃树脂与聚环氧丙烷醚型 PU 制备了 IPN。通过红外光谱和电子显微镜分析了 PU/呋喃树脂(FA) - IPN 形成的动力学和微相分离行为,并考察了不同配比下 IPN 的力学性能。试验结果表明,PU/FA 达到某一比值时,产生 IPN 的协同效应,可改善 PU 的刚性。Yu. S., Lipatov 报道了^[26]离聚体 IPN 与玻璃的粘合研究。体型 PU(I)由四氢呋喃(THF)低聚体、TDI 和 TMP 生成,体型 PU(I)与 PU 离聚体(II)组成的 IPN 与玻璃及其它物质粘结良好。粘结强度随着 II 中盐基浓度增加而增加。L. M., Sergeeva 等人报道了^[27]一种含阴离子的 SIPN 的粘性质。SIPN 的制备方法是,用酒石酸双三乙基铵盐填充聚 THF(分子量 1000)制得 I,TDI 与 I 反应制得的共聚物 II,将 I 与 TDI - TMP 反应制得 PU/PU 离聚体 SIPN。II 能促进聚合物及其与被粘物界面的功能基团重新分布而使性能改善。E. Ya, Gorichko 等人^[28]研究了 PU 离聚体/PU - IPN 及 SIPN 的粘接性质与离子链段浓度、IPN 组分比、被粘物性质、涂层厚度的关系。低离聚体含量的 IPN 粘结强度比初始 IPN 的要高 15% ~ 23%。Yu S., Lipatov 等人研究了聚醚/PU - IPN 胶粘剂。这种 IPN 粘结强度表现出协同效应。这是由于胶接处的内部应力较低,而这种低应力是由于与聚醚的固化速度相比,PU 的固化速度较慢。P. Rajalingam 等人^[29]研究了聚氯丁二烯/蓖麻油型 PU - SIPN 胶粘剂的性能。结果表明,对于不同的被粘材料,剥离和剪切强度的大小顺序是:皮革 - 皮革 > 皮革 - 橡胶 > 橡胶 - 橡胶。

另外也有不少科学工作者研究报道了有关 PUR 的三元 IPN 体系。例如华南理工大学的邱清华等^[30]利用 IPN 和半凝胶技术,合成了 PU/PS/胶粉(SPR)共轭三组分 IPN,并通过 DSC 和 TEM 等方法对体系的结构与性能进行了初步研

究。结果表明:当 $n(\text{NCO}) : n(\text{OH}) = 2.8 : 1$ 、 $m(\text{PU}) : m(\text{PS}) = 60 : 40$ 时,该共轭三组分 IPN 体系力学性能最佳。DSC 和 TEM 则证明在该体系中,作为公共网络的 PS 有助于 PU 与 SPR 的界面结合。刘娅等^[31]合成了以 PU/EP/聚丙烯酸丁酯(PBA)三元同步 IPN 弹性体。并通过密度测试、红外光谱分析、玻璃化转变行为、溶剂萃取以及电镜分析等手段对体系进行了表征。试验证明,通过改变多种合成条件,在不引入电荷基团的情况下仍可得到宏观均一透明的体系,同时体系的红外光谱谱图的单一玻璃化转变温度以及试样良好的耐溶剂性都充分证实了体系具有互穿特征。从而改变了人们长期以来认为三元 IPN 在合成过程中只有引入电性作用提高相容性才能得到三元稳定体系的观点^[32-33]。

4 研究现状及发展前景

近年来,有关聚取代乙烯、VER、EP 等改性浇注型 PUR 的研究报道较多,特别是 IPN 改性方面,并已取得了较大的进展和一定的成果。尤其是对于其性能与 IPN 的组成以及不同网络形成的速度方面的研究较为成熟。借助于现代分析仪器、微观探测仪器等,研究者对 INP 的形态结构进行细致观察,进行更有效地设计,在某种程度上也促进了 PUR 改性技术的发展。可以预料,新技术的发展,将会给浇注型 PUR 带来突破性

的发展。但是在有关改性浇注型 PUR 的研究工作中,却存在以下几大类问题:理论与实际应用结合不紧密。大多数关于取代乙烯改性 PU 的研究均建立在去除取代乙烯中阻聚剂的基础上,而实际中,在很多场合,取代乙烯只作为一组分中的一种成分,无论是使用时去除阻聚剂还是在配料前去除均不现实。大多数研究均采用预聚法工艺。虽然预聚法得到的胶层性能及性能的重现性较佳,但预聚法却存在预聚物的储存稳定性较差,不易长期存放;使用时要受到预聚物种类的限制,不能任意改变弹性体的性能;工艺过程较长等缺陷。因此,目前该方面的研究工作仍需进一步深入:对于改性体系,不应只考虑反应性问题,还应重视其实用性;在要求低模量低强度的场合,应

大力研究开发具有应用前景较大的一步法工艺,该工艺能克服预聚法工艺所存在的不足。对于该体系的研究有很多是在加热、加压或光聚合等较为苛刻的条件下进行的^[34~35],采用该工艺的以 DOO Sung Lee 和 Sung Chul Kim 等研究者为代表;对于室温下的研究却均是除阻聚剂。这就使得该体系在许多不允许加热加压等苛刻条件的场合应用时受到了限制,因此,开发室温常压下制备聚取代乙烯/PU 浇注胶亦是一不容忽视的课题。采用的多元醇多为蓖麻油型,而对于普通的聚酯或聚醚型多元醇的研究甚少。

因此大力开发采用一步法工艺于室温下制备改性浇注型聚氨酯是今后浇注型 PUR 改性研究中的一个重要的发展方向。

参 考 文 献:

- [1] 山西省化工研究所. 聚氨酯弹性体[M]. 北京:化学工业出版社,1991.
- [2] Xiao H. X., Frisch, K. C. and Frisch, H. L. Interpenetrating polymer networks from polyurethanes and methacrylate polymers. I. Effect of molecular weight of polyols and NCO/OH ratio of urethane prepolymers on properties and morphology of IPNs[J]. J. Polym. Sci. Polym. Chem. Ed., 1983, 21:2 547.
- [3] Kim, S. C., Klempner, D., Frisch, H. L. and Ghiradella, H. Interpenetrating polymer networks based on polyurethanes and polystyrene[J]. Polym. Eng. Sci., 1975, 15(5):339.
- [4] Devia, N., Sperling, L. H., Manson, J. A. and Conda, A. Simultaneous interpenetrating networks based on castor oil elastomers and polystyrene. 2. synthesis and systems characteristics[J]. Macromolecules, 1979, 12:360.
- [5] Patel, M., Patel, R. and Suthar, B. Interpenetrating polymer networks based on castor oil elastomers and polyacrylamide [J]. Makromol. Chem., 1986, 187:525.
- [6] 谭培文,谢洪泉. 蓖麻油型聚氨酯和聚取代乙烯聚合物的互穿网络[J]. 合成橡胶工业, 1984, (3):180.
- [7] 谭培文,谢洪泉. 蓖麻油聚氨酯和乙烯类聚合物互穿网络材料的生成特点及其动态力学性能[J]. 高分子学报, 1988, (3):196.
- [8] 过俊石,江明忠,沈能方,等. 蓖麻油聚氨酯/聚取代乙烯互穿网络聚合物作为带锈涂料及粘合剂的可能性[J]. 应用化学, 1993, (6):10
- [9] 王桂桂,梁春群,过隽石,等. 两类室温固化的蓖麻油聚氨酯互穿网络材料[J]. 高分子材料科学与工程, 1993, (4):91.
- [10] 韩庆国,王静媛,徐冰,等. 聚氨酯/聚苯乙烯互穿聚合物网络的结构与性能研究[J]. 合成塑料及应用, 1997, (4):49.
- [11] 耿奎士,赵靖,王胜华,等. 蓖麻油聚氨酯半互穿网络聚合物的合成与性能研究[J]. 合成树脂及塑料, 1997, (4):42.
- [12] 耿奎士,方静,牛月兰,等. 聚氨酯/聚苯乙烯互穿网络聚合物的性能特征讨论[J]. 橡胶工业, 1997, (2):118.
- [13] 孙群辉,姜正军,余作华. 聚氨酯改性环氧树脂/聚苯乙烯 SIPNs 固化动力学(I) 环氧树脂固化剂含量对体系固化过程的影响[J]. 高分子材料科学与工程, 1999, (1):36.
- [14] 孙群辉,姜正军,余作华,等. 聚氨酯改性环氧树脂/聚苯乙烯室温同步固化 IPNs 的结构特征[J]. 高分子材料科学与工程, 1999, (2):143.
- [15] 王国建,张小翠. 丙烯酸酯聚氨酯/乙烯基酯聚合物互穿网络涂料的研究[J]. 建筑材料学报, 1998, (1):72.
- [16] 周宁琳,夏小仙,顾玮瑾,等. PU 与 PVAc 互穿网络聚合物的研究[J]. 南京师大学报(自然科学版), 1998, (3):54.
- [17] 王贵友,胡春圃. 聚氨酯/丙烯酸酯类树脂互穿网络的结构形态与力学性能研究 - 网络间化学键的影响[J]. 高分子学报, 1999, (1):24.
- [18] 万勇军,李俊丽,谢美丽,等. 聚氨酯/乙烯基树脂互穿聚合物网络结构与性能的研究[J]. 塑料工业, 1998, (6):19.
- [19] 王贵友,胡春圃,张志平,等. 网络间的化学键效应对聚氨酯/乙烯基树脂 IPN 形态与力学性能的影响[J]. 弹性体, 1997, (2):1.
- [20] 施利毅,张剑平,华彬,等. 聚氨酯/环氧树脂接枝互穿网络聚合物制备和材料拉伸性能[J]. 上海大学学报(自然科学版), 1998, (6):675.
- [21] 刘治球,刘朋生,黎华明,等. 聚氨酯环氧树脂互穿网络的性能研究[J]. 弹性体, 1997, (3):14.
- [22] 黄旭东,刘志红,刘皓,等. 聚氨酯/环氧树脂二阶非线性光学材料[J]. 高分子材料科学与工程, 1998, (1):83.
- [23] 蒋红梅,袁宏,王久芬. 环氧-聚氨酯互穿聚合物网络导电涂料[J]. 涂料工业, 1999, (3):12.
- [24] 许美萱,管云林,刘文广,等. 不饱和聚酯/聚氨酯互穿网络聚合物的合成[J]. 应用化学, 1995, (2):72.
- [25] 管云林,刘晓非,付强,等. 聚氨酯/咪喃树脂互穿聚合物网络性能的研究[J]. 化学工业与工程, 1997, (1):25.
- [26] Lipatov Yu. S., Sergeeva, L. M., Karabanova, L. V., et al. Interpenetrating polymer networks based on polyurethanes and ionomeric polyurethane [J]. Vysokomol Soedin, Mater, 1988, 37:1-5.
- [27] Sergeeva, L. M., Brovko, A. A., Fedorenko, O. M., et al. Formation and properties of anion-containing semi-interpenetrating polymer networks [J]. Kompoz Polim Mater, 1988, 36:4-8.
- [28] Gorichko, E. Ya., Sergeeva, L. M., Lipatov, Yu. S. Adhesive properties of ionomer-containing polyurethane/polyurethane interpenetrating networks [J]. Kompoz Polim Mater, 1987, 34:22-26.
- [29] P. Rajalingam and ganga radhakrishnan. poly(chloroprene) - castor oil based polyurethane semi-interpenetrating polymer

- network as an adhesive[J]. Polym Int,1991,25(2):87-90.
- [30] 邱清华,贾德民,吴燕,等. 聚酯型聚氨酯/聚苯乙烯/胶粉共轭三组分互穿聚合物网络的研究[J]. 特种橡胶制品,1998,(2):1.
- [31] 刘娅,高学敏. PU/EP/PBA 三元 IPN 弹性体的合成与表征[J]. 合成橡胶工业,1998,(4):220.
- [32] Edward F C, Xiao H X, Kurt C F, et al. J. Three - Component interpenetrating polymer networks (IPN 's) from polyurethanes, epoxies and poly (methacrylates) [J]. Polym Sci, Polym Chem Ed,1984,22:2 667.
- [33] Klempner D. . Two-and three Component INPs[J]. Polymer Materials,1989:211.
- [34] Doo Sung Lee and Sung Chul Kim. Polyurethane interpenetrating polymer networks(IPN 's) synthesized under high pressure 2. Morphology and Tg behavior of polyurethane - polystyrene IPN 's[J]. American Chemical Society,1984,17:2 193.
- [35] Doo Sung Lee and Sung Chul Kim. Polyurethane interpenetrating polymer networks(IPN 's) synthesized under high pressure. 3. Morphology and Tg behavior of polyurethane - polystyrene semi - IPN 's and linear blends[J]. American Chemical Society,1984,17:2 222.

The development of modified casting polyurethane elastomer

MENG Ji-ru, LIANG Guo-zheng, ZHAO Lei

(Department of Chemical Engineering, Northwestern Polytechnical University, Xian 710072, China)

Abstract: This paper reviews the achievement and the development of casting polyurethane modified with vinyl monomers, VER and EPR.

Key words: casting polyurethane elastomer; vinyl monomer; vinyl ester resin (VER); epoxy resin (EPR); modification.

2002 年征订启事

●《中国橡胶》中国橡胶工业协会主办,半月刊,大16开。正文32页,逢5日、20日出版。国际标准刊号:ISSN 1009-5640;国内统一刊号:CN11-3674/TQ;广告经营许可证:京西工商广字第0079号。

●《中国橡胶》是中国橡胶行业具有权威性、指导性的综合类国内外正式发行期刊。主要面向橡胶行业技术、生产、设备、供应、销售、经营管理等方面的中、高层管理人员和领导,兼顾技术人员、院校师生读者以及一切有志于橡胶行业发展的有识之士的需要。通过着重、准确、快速报道行业动态、统计信息、先进适用技术、标准、设备、出口创汇、海外消息、原材料行情、橡胶产品市场需求走势、相关行业发展动向及对橡胶行业的牵动与影响、政府政策、国家法规、业内权威人士和专家的专题评述、经验交流等,服务于企业、科研院所、高等院校的技术创新、生产设备选择、技术改造定向、市场营销、企业管理、决策。

●《中国橡胶》全年24期。国内定价:6元/期,144元/年。

国内外公开发行,订单函索即发

您想了解中国橡胶行业现状吗?请您订阅《中国橡胶》

本刊地址:中国北京朝阳区安华里五区18号楼,邮编:100011

电话兼传真:(010)64248135 E-mail:china_rubber@rubber99.com

开户银行:中国工商银行北京新街口支行六铺炕分理处

帐户名称:中国橡胶工业协会 银行帐号:223090144023-14

订阅款通过银行或邮局汇寄均可。汇款请注明:"2002年《中国橡胶》订阅款"

《中国橡胶》广告与发行部

中国橡胶