http://pmse.scu.edu.cn

生物基杜仲胶光固化制备弹性体

宋元科[1,2]，康海澜[1,2]，李 龙[1,2]，李孝东[1,2]，方庆红[1,2]
(1.沈阳化工大学 材料科学与工程学院，辽宁 沈阳 110142；2. 辽宁省橡胶弹性体重点实验室，辽宁 沈阳 110142)

摘要：以环氧化杜仲胶(EEUG)为原料，通过分子链中的环氧基团接枝光敏基团甲基丙烯酰胺，制备了可光固化成型的生物基杜仲胶弹性体(EEUG-MPA)，并使用波长365 nm的紫外光实现了其固化成型。通过核磁共振波谱、红外光谱等手段表征了其结构；通过红外光谱和差示扫描量热表征了双键转化率和分子链的固化程度；通过不同稀释剂用量、不同光固化时间固化产物的力学性能、交联度、热稳定性及耐酸碱性的表征，揭示了固化条件和结构之间的关系。结果表明，甲基丙烯酰胺的接枝率为2.09%，经过光固化制备的杜仲胶弹性体拉伸强度为8.86 MPa，断裂伸长率为1946%，，弹性模量为0.45 GPa，循环拉伸后的滞后损失为30%，固化产物具有良好的热稳定性。

关键词：杜仲胶；光固化；弹性体；化学改性
中图分类号：TQ334 **文献标识码：**A **文章编号：**1000-7555(2025)04-0123-09

光固化是在紫外光的作用下，光引发剂引发预聚物发生聚合、交联等反应，在短时间内固化交联的高分子聚合物。与传统的热固化相比，光固化具有可在低光强和室温快速固化、短曝光时间和最小的产热以及固化过程可控的优势[1~3]。自20世纪60年代以后，这一技术在国际上得到了广泛的应用并飞速发展，光固化聚合物广泛应用于油墨[4]、涂料[5]和3D打印[6~8]等方面。自由基光聚合因为固化速度快被广泛用于合成具有期望性能的水凝胶和树脂类高分子材料的制备。Liu等[9]以聚碳酸酯二醇(PCDL)为原料，制备了紫外光固化的自愈合涂料，该涂料具有硬度高、稳定性好、加热时愈合速度快等优点。Zhang等[6]利用3D打印技术制备了沸石@聚合物复合材料，解决了光固化应用在复合材料中无法大量添加填料的问题。

由于杜仲胶本身具有结晶性，其在室温表现为硬质塑料，无法像天然橡胶一样作为弹性体使用，所以针对杜仲胶的研究主要是围绕其双键结构，一般通过接枝或者交联来破坏杜仲胶的分子链规整性，控制杜仲胶的结晶度，使其表现为弹性体。经过硫化后的杜仲胶，结晶度会因交联程度的增加而下降，硫化后的杜仲胶力学强度等性能与交联程度和结晶度有很大的关系，可以控制杜仲胶交联的临界值来将其转化成弹性体。Qi等[10]用$TiCl_4$做催化剂，合成了乙酸体系的环化杜仲胶生物基弹性体。经过化学改性后的杜仲胶通常需要经过硫化交联等工序才能作为材料使用，这一过程往往需要在高温高压下进行，这就会带来加工复杂、能源消耗等问题。

传统的光固化主要使用丙烯酸酯类、不饱和聚酯等作为预聚物，这些物质固化速度快，产物性能较好，但是光固化后产物交联密度较高，脆性较大，限制了其进一步应用。本文利用环氧基团与酰胺基团的反应在环氧杜仲胶的基础上接枝甲基丙烯酰胺为感光基团，再通过紫外光引发促使改性后的杜仲胶分子结构中的碳碳双键发生光聚合反应，从而快速交联，相较于传统杜仲胶弹性体的制备，此种方式更

doi: 10.16865/j.cnki.1000-7555.2025.0060
收稿日期：2024-03-21
基金项目：国家自然科学基金资助项目(52073178)；沈阳市自然科学基金资助项目(23-503-6-06)
通讯联系人：方庆红，主要从事高性能橡胶材料方面的研究，E-mail: fqh80@162.com

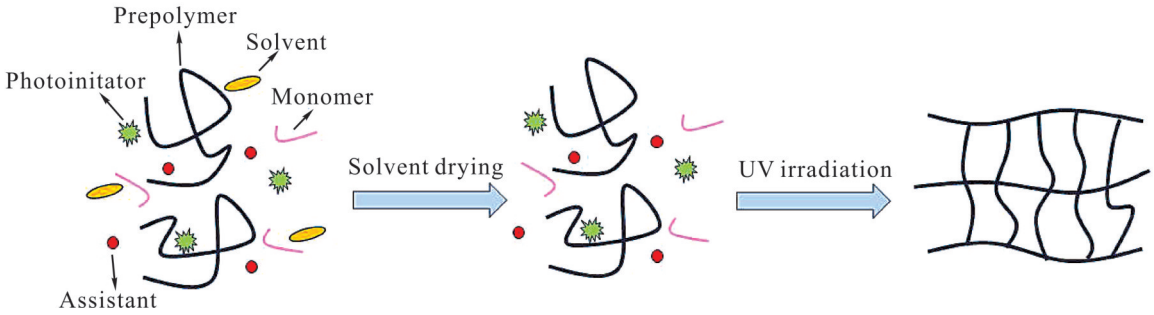


Fig. 1 Schematic diagram of the curing mechanism

快速、更高效。

1 实验部分

1.1 原料及试剂

杜仲胶(EUG):工业品,山东贝隆生物科技有限公司,溶解-沉淀法提纯后真空干燥箱干燥12 h备用;甲基丙烯酰胺(MPA,98%)、氢氧化钾(KOH,95%)、三乙胺(TEA,99%)、二丙二醇二丙烯酸酯(DPGDA,80%)、三甲基苯甲酰基-二苯基氧化磷(TPO,95%):上海麦克林生化科技股份有限公司。

1.2 环氧杜仲胶(EEUG)的制备

将杜仲胶与石油醚按1 g :40 mL溶解,58 ℃机械搅拌1.5 h。待杜仲胶完全溶解后,使用恒压漏斗向溶液中滴加蒸馏水配置成乳液,杜仲胶与蒸馏水比例为1 g:8 mL,滴加速度每秒1~2滴,滴加完成后搅拌至乳液稳定。然后加入甲酸和双氧水,杜仲胶、甲酸和双氧水的比例为1 g:0.625 mL:3 mL,滴加结束后继续反应2 h。反应结束后,使用工业酒精将环氧化杜仲胶析出,烘干备用。制备的EEUG环氧度由式(1)计算,结果为13.41%。

1.3 甲基丙烯酰胺接枝环氧杜仲(EEUG-MPA)的制备

将环氧杜仲与甲苯按1 g:50 mL溶解,使用恒压漏斗向溶液中缓慢滴加蒸馏水配置乳液,滴加完毕后继续搅拌0.5 h,待乳液均匀稳定后滴加20 mL浓度0.5 mol/L的KOH溶液,之后按摩尔比1:1.05加入甲基丙烯酰胺,最后加入3~5滴三乙胺为催化剂,在80 ℃反应5 h。反应结束后,将产物倒入工业酒精中析出,干燥备用。EEUG-MPA的接枝率由式(2)计算,结果为2.09%。

1.4 光固化弹性体的制备与机理

EEUG-MPA与甲苯按1 g:30 mL溶解,将EEUG-MPA与DPGDA的质量比按1:1,2:1,3:1和10:1混合并在365 nm紫外光下固化60 s,固化样品分别命名为EEUG-MPA_1,EEUG-MPA_2,EEUG-MPA_3和EEUG-MPA_{10};为探究最佳固化时间,将EEUG-MPA_3按30 s,60 s,90 s,120 s和150 s进行固化,分别命名为EEUG-$MPAt_{30}$,EEUG-$MPAt_{60}$,EEUG-$MPAt_{90}$,EEUG-$MPAt_{120}$和EEUG-$MPAt_{150}$,光引发剂TPO用量为DPGDA和EEUG-MPA_3总质量的5%,加热搅拌均匀并挥发溶剂,而后将黏稠的胶体均匀铺在喷有脱模剂的四氟乙烯板上,使用透明玻璃片压匀隔绝空气,在365 nm波长的紫外光照射下进行固化;Fig.1所示为固化交联示意图,EEUG-MPA与DPGDA在TPO的引发下各自形成长链结构,进而交联成膜。

1.5 测试与表征

1.5.1 红外光谱分析:采用美国热电公司NEXUS-470型傅里叶变换红外光谱仪进行分析。扫描范围是400~4000 cm^{-1},分辨率为2 cm^{-1}。取固化前的样品涂覆于溴化钾薄片上,烘干备用;固化后样品使用无水乙醇擦拭,烘干备用。

1.5.2 核磁分析:采用美国VARIAN公司UNITY300型核磁共振仪表征接枝产物的^{1}H-NMR谱。氘代氯仿为溶剂,四甲基硅烷为内标,频率500 MHz,在室温测得。按式(1)和式(2)计算环氧度(E)和接枝率(R)

$$E=A_{2.70}/(A_{2.70}+A_{5.12}) \quad (1)$$

$$R=A_{3.48}/(A_{3.48}+A_{5.12}) \quad (2)$$

式中:$A_{5.12}$——双键碳上不饱和质子吸收峰的峰面积;$A_{2.70}$——环氧基团上质子吸收峰面积;$A_{3.48}$——胺

基上质子吸收峰的峰面积。

1.5.3 差示扫描量热分析:采用美国TA公司的Q200差示扫描量热仪分析接枝产物和固化后样品的熔融结晶行为。在N_2保护下以10 ℃/min的升温速率由40 ℃升温至100 ℃,保温5 min;再以10 ℃/min的速率降温至−75 ℃,保温5 min;最后以10 ℃/min的速率进行二次升温,升温至100 ℃。

1.5.4 力学性能测试:采用万能拉伸机进行拉伸性能测试。室温,样条按国标GB/T 13022-1991进行拉伸性能测试。拉伸速率为200 mm/min。

1.5.5 热重分析:采用美国TA公司的Q600热重分析仪(TG)分析材料的热稳定性。测试条件为氮气环境下从30 ℃升温至650 ℃,升温速率为10 ℃/min。

1.5.6 交联度及凝胶含量测定:室温采用平衡溶胀法进行测试,使用甲苯浸泡72 h,每隔24 h更换1次甲苯。溶胀率(ζ)按式(3)计算

$$\zeta = \frac{m_2 - m_1}{m_1} \tag{3}$$

溶胶凝胶含量(V_e)由弗洛里-雷纳公式[11,12](式(4))计算

$$V_e = \frac{\ln(1-V_2)+V_2+X(V_2)^2}{V_s(\sqrt[3]{V_2}-0.5V_2)} \tag{4}$$

式中:V_2按式(5)计算

$$V_2 = \frac{(m_3 - m_1\varphi)}{(m_3 - m_1\varphi) + (m_2 - m_3)\eta} \tag{5}$$

式中:φ——填料的体积分数;η——杜仲胶与甲苯密度的比值;V_s取106.3 cm³/mol; X——甲苯和EUG的弗洛里·哈金斯相互作用参数,取0.36[13];m_1,m_2和m_3——分别代表浸泡前的质量,浸泡后的质量,浸泡后干燥的质量。

2　结果与讨论

2.1　EEUG-MPA的结构表征

2.1.1 傅里叶变换红外光谱分析:Fig.2所示为EEUG和EEUG-MPA的红外光谱。EEUG-MPA在3320 cm⁻¹,1608 cm⁻¹和1045 cm⁻¹处相较EEUG出现的新的红外特征吸收峰分别对应于—NH,C=O和—C—O。1045 cm⁻¹处的C=O吸收峰为酰胺I带,这是因为顺反异构体产生的氢键聚合物使得酰胺的$\nu_{N\text{-}H}$具有多个吸收带。EEUG-MPA在808 cm⁻¹处的C—O—C红外特征峰相较于EEUG出现明显的峰面积变小,这说明环氧基团发生开环反应被消耗。综上可以看出接枝反应的成功进行。

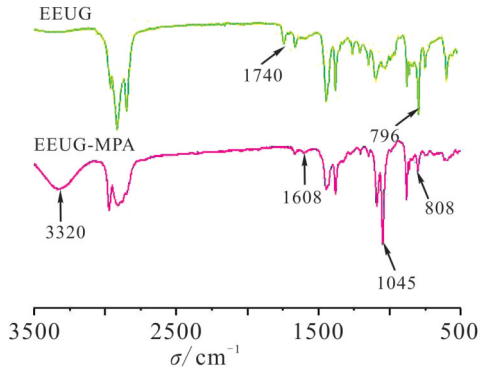


Fig. 2 Infrared spectra of epoxy Eucommia gum and grafted modified epoxy Eucommia gum

2.1.2 核磁共振氢谱分析:Fig.3所示为EEUG与EEUG-MPA的核磁对比谱图,在δ5.12出现的特征峰为EEUG反式-1,4-异戊二烯单元双键上不饱和质子的特征峰;δ1.9~2.1处为EEUG上与双键相邻的2个亚甲基上的质子特征峰;δ1.60处为EEUG-MPA上与双键相邻的甲基的质子特征峰[14],EEUG-MPA在δ3.48出现了1个新的特征峰,这是环氧基团开环后与酰胺基团作用形成的—NH特征峰。对δ3.48处新出现的特征峰进行积分处理,由式(1)计算接枝率为2.09%。

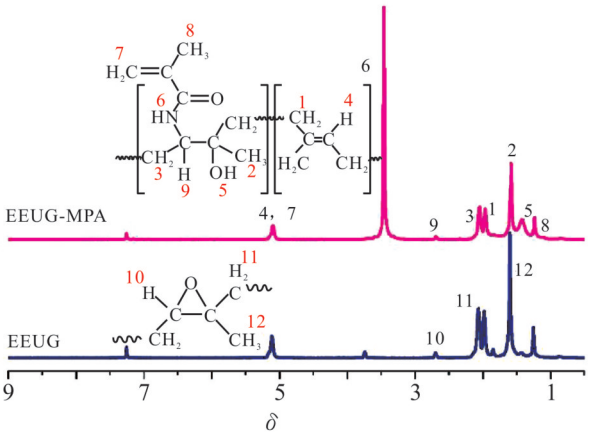


Fig. 3 ^{1}H-NMR spectra of epoxy Eucommia gum and grafted modified epoxy Eucommia gum

2.2　改性杜仲胶的光固化反应

2.2.1 双键转化率的测定:如Fig.4所示,以1608 cm⁻¹处的C=O为基准进行归一化处理,通过对固化

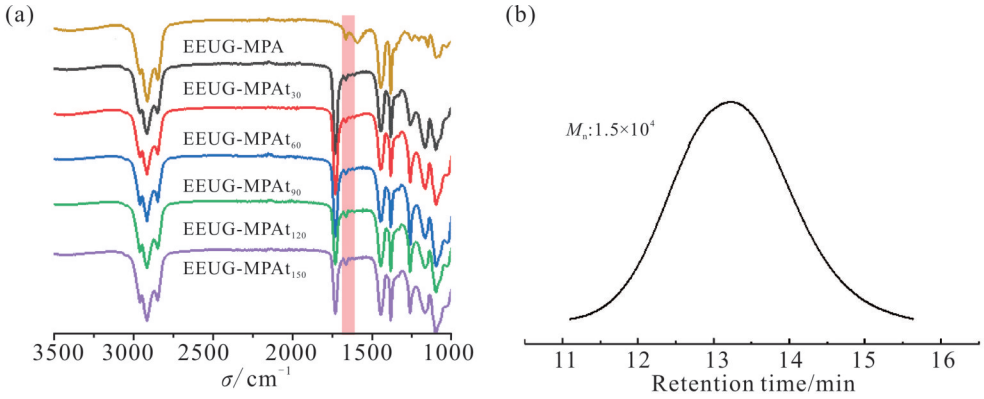


Fig. 4 (a) Infrared spectra of the sample after curing; (b) molecular weight distribution curve of EEUG-MPA

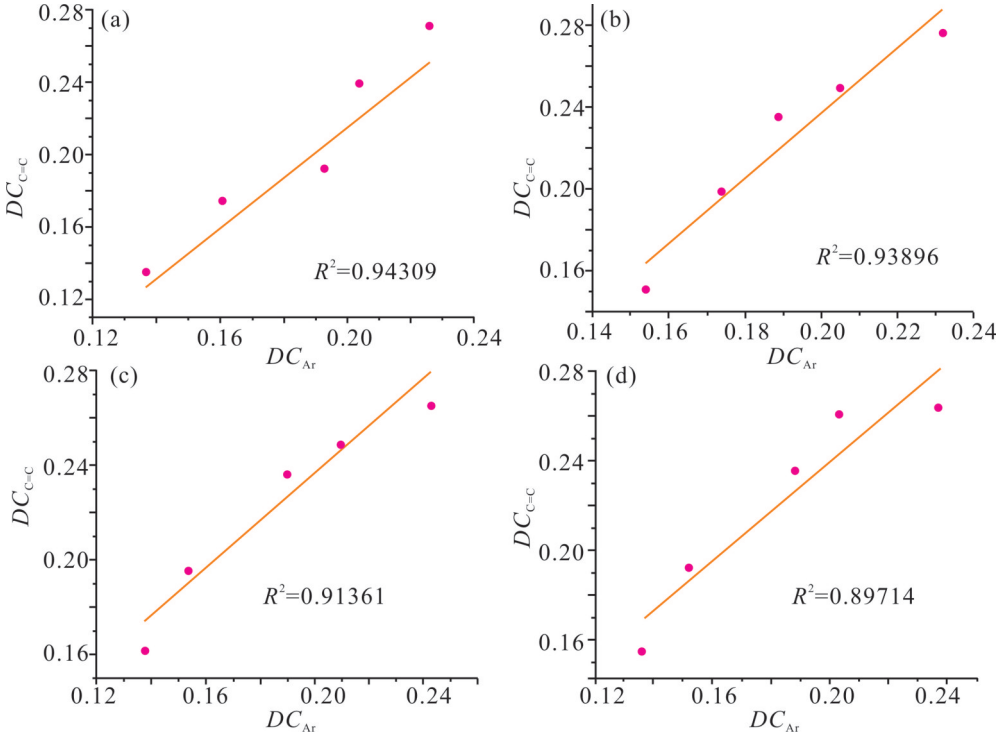


Fig. 5 Fitting curve of double bond conversion rate: (a) EEUG-MPA$_{10}$; (b) EEUG-MPA$_3$; (c) EEUG-MPA$_2$; (d) EEUG-MPA$_1$

前后样品的红外光谱分析可以看出，1680 cm^{-1}的C=C双键的特征峰在固化后明显减弱，这是因为在引发剂TPO的引发下参与了光固化交联反应，随着固化时间的延长，C=C双键的转化率升高。但是EEUG-MPA相对分子质量较大，导致最终转化率较低。

使用红外光谱进行双键转化率的测定，通过1680 cm^{-1}处的伸缩振动峰的积分面积来计算双键的转化率，以芳香环中C=C双键的红外特征峰(1609 cm^{-1})为内标，通过式(6)和式(7)进行计算，

$$DC_{C=C}=1-(A_{C=C(t)}/A_{C=C(t=0)}) \quad (6)$$

$$DC_{Ar}=1-[(A_{C=C}/A_{Ar})_P/(A_{C=C}/A_{Ar})_M] \quad (7)$$

式中：$A_{C=C}$——C=C双键在1680 cm^{-1}的吸收峰；t——固化结束；t=0——未固化；A_{Ar}——1608 cm^{-1}处的吸收峰；P表示聚合物；M表示聚合单体。采用相对波段比值法对双键转化率进行计算和拟合。由Tab.1的计算结果可以看出，相同DPGDA用量（EEUG-MPA$_{10}$）下，延长固化时间，双键转化率不断升高，如

Tab. 1 Conversion of carbon-carbon double bonds with DC_{Ar} as internal standard

	$A_{C=C}$	$D_{C=C}$	A_{Ar}	DC_{Ar}
0	0.029		0.101	
30 s	0.028	0.125	0.113	0.137
60 s	0.024	0.156	0.102	0.181
90 s	0.027	0.172	0.111	0.153
120 s	0.025	0.219	0.108	0.194
150 s	0.024	0.251	0.108	0.226

note: $A_{C=C}$ represents the absorption rate of carbon-carbon double bond at the peak of 1680 cm^{-1}; $D_{C=C}$ represents the conversion rate of carbon-carbon double bond; A_{Ar} represents the absorption rate at the peak of 1608 cm^{-1}; DC_{Ar} represents the stretching vibration of aromatic ring

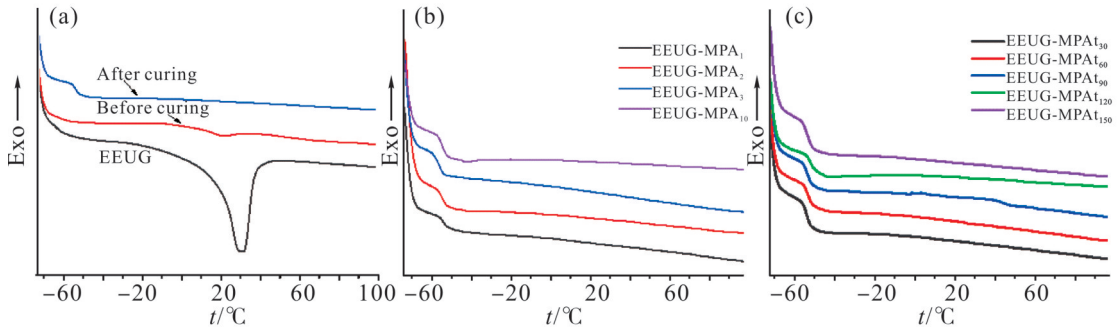


Fig. 6 (a) GEEUG-MPA pre-curing temperature curves; (b) heating curves of cured samples with different diluent ratio; (c) heating curves of cured samples with different curing time

Fig.5 所示。相同固化时间下，随着固化体系中DPGDA 用量的增加，双键转化率降低，由 EEUG-MPA_{10} 的 27.5% 下降至 26.1%，这是因为较多的DPGDA 会使交联速度和交联程度变大，固化体系中存在更多不反应的受限的自由基和未发生聚合的C=C 双键被“禁锢”在固化前期形成的凝胶中[15]，使得转化速率较慢，停止光照后导致双键的最终转化率下降。

2.2.2 固化样品差示扫描量热分析：如 Fig.6(a)所示，在进行光固化反应前，样品中仍然含有少量的结晶，经过光固化反应后，DSC 曲线中的结晶峰消失，这是由于光固化形成交联结构破坏了分子链规整性，导致结晶消失。固化结束后，DPGDA 分子结构中的芳香环会形成刚性结构，而 EEUG-MPA 分子主链较为柔顺，会形成柔性结构。Fig.6(b)所示是不同DPGDA 占比的固化样品的 DSC 升温曲线，在相同固化时间下，DPGDA 在固化体系中的占比减少，T_g 逐渐下降，这是因为 DPGDA 链段空间位阻较大，会阻碍柔性的 EEUG-MPA 链段运动，减少 DPGDA 比例，阻碍作用下降，因此 T_g 下降。Fig.6(c)所示，不同时间下固化，固化样品的 T_g 略有差异，固化时间由 30 s 增加到 150 s 时，T_g 从 −56.88 ℃升温至 −55.41 ℃，可能是因为固化时间延长，固化程度更高，分子链的缠结作用增加，减少了自由体积，分子链运动受阻，因此 T_g 上升。

2.3 光固化产物的力学性能

如 Fig.7(a)和 Fig.7(b)所示，研究了不同 DPGDA 用量、不同固化时间的样品的力学性能。可以看出，固化样品断裂时拉伸强度可以达到 4.49~8.86 MPa，并且可以在 600%~1900% 的范围内调节断裂伸长率。DPGDA 固化后会形成刚性结构，随着 DPGDA 在固化配方体系中所占比例的减少，断裂伸长率增加，拉伸强度下降，原因是 EEUG-MPA 长链段使样品表现出柔性，呈刚性结构的 DPGDA 则会增加体系的强度。随固化时间延长，固化样品力学性能出现先升高后下降的趋势，60 s 时强度最高，是因为固化

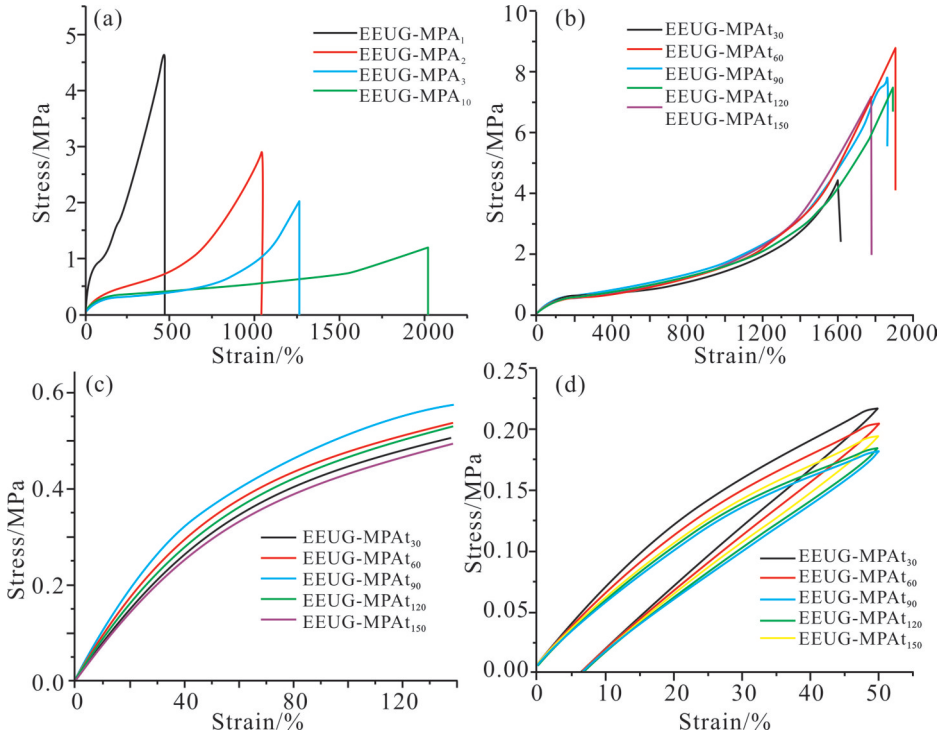


Fig. 7 (a) Tensile curves of cured samples with different diluent ratio; (b) tensile curves with different curing time; (c) elastic modulus; (d) cyclic tensile curves with different curing time

Tab. 2 Mechanical properties of cured samples

	Tensile strength (±0.1)/MPa	Elongation at break (±50)/%	Hardness (±0.1)/HA	Elastic modulus (±0.1)/GPa
30 s	4.49	1669	28.5	0.27
60 s	8.86	1946	38.8	0.45
90 s	7.89	1928	39.8	0.41
120 s	7.54	1914	44.3	0.39
150 s	7.27	1820	44.6	0.40

体系的交联度更高，当固化时间超过60 s时，固化样品EEUG-MPA$_3$的力学性能出现下降，这是因为表面固化后对紫外光有更强的吸收，降低了紫外光的穿透能力，造成固化不均匀[16]。弹性模量（通过应力-应变曲线的初始斜率计算）决定了材料的刚性。如Fig.7(c)所示，在弹性范围内，$E=F\cdot L/A\cdot(L-L_0)$，弹性模量也是可调的，最低仅为0.27 GPa，弹性模量随着稀释剂含量的增加而增加，这是因为DPGDA增加了固化样品的形变阻力，因此在固化体系中会增加样品的强度和硬度，同时也会使得断裂伸长率下降，降低样品的柔韧性。EEUG-MPA$_3$经过10次循环拉伸后的滞后损失最低为30.2%，因此在室温表现出良好的弹性。

Tab. 3 Sol-gel content test at different curing time

Curing time/s	Swelling rate/%	Gel content×10^6 /(mol·cm^{-3})
30	577	2.18
60	788	2.26
90	790	2.27
120	785	2.29
150	812	2.32

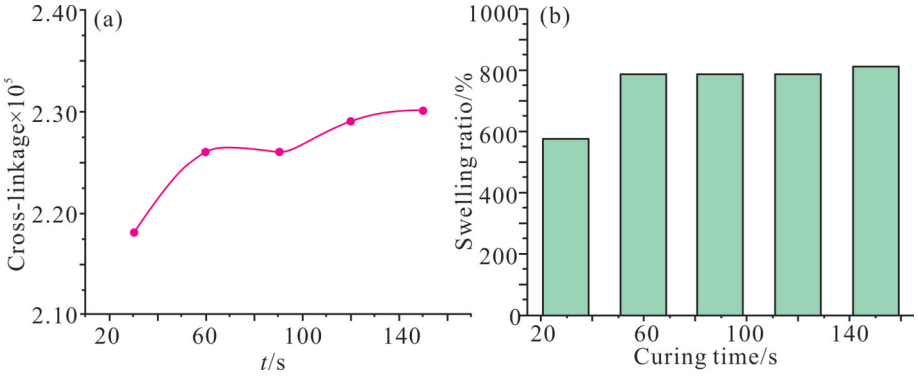


Fig. 8 Gel content measurement of cured products: (a) crosslinking degree; (b) swelling ratio test

2.4 固化产物的凝胶含量

交联结构是通过聚合物大分子共价键结合产生的[17],交联度过大会导致材料的强度上升,但是对于弹性体材料来说交联度太大会使得材料的弹性下降。使用平衡溶胀法测试了固化样品的交联度。如Fig.8(a)所示,随着固化时间的延长,固化样品的交联度不断上升。对紫外光照射时间从30~150 s的固化材料进行平衡溶胀测试,如Fig.8(b)所示,随着紫外光照射时间的延长,样品的交联度不断升高,但是超过60 s后逐渐趋于平稳,交联度会降低样品溶胀[18],并且芳香环的平面结构导致交联体系中的分子间距和微凝胶尺寸变小,所以溶胀后期变化不明显。

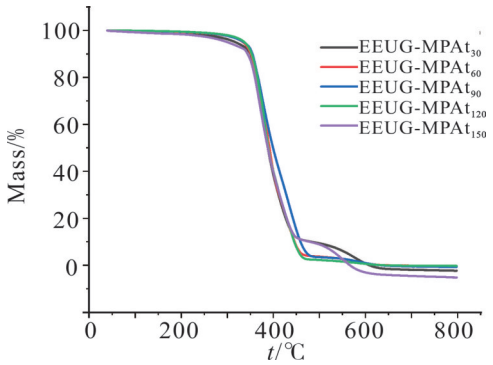


Fig. 9 Thermogravimetric mass curve of cured samples

2.5 固化产物的热稳定性

为了探究固化样品的热稳定性,对固化样品进行了TG分析。如Fig.9所示,固化后的样品5%热失重的温度大约为317 ℃,随固化时间延长,5%热失重温度上升至330 ℃,表现出良好的热稳定性,这是由于分子链在聚合过程中发生了交联,分子链之间的缠结作用增强,交联反应使固化样品耐热性增强。

3 结论

在本文中,首先利用环氧基团与酰胺基团之间的反应,将甲基丙烯酰胺成功接枝到杜仲胶的分子支链上,合成了能够在紫外光作用下发生自由基聚合的EEUG-MPA,在最佳反应条件下的接枝率为2.09%;使用紫外光固化机,实现了杜仲胶光固化弹性体的制备,通过调控紫外光固化体系的固化时间以及不同的助剂配比,使得制备的弹性体力学性能可以在一定范围内调控,在最佳固化条件下(固化时间60 s、EEUG-MPA与DPGDA的比例为3:1)得到EEUG-MPA固化样品的拉伸强度为8.86 MPa,断裂伸长率为1946%,并且经过10次拉伸循环的滞后损失为30%,表现出良好的回弹性。通过光固化加工成型,杜仲胶的分子链之间快速交联,实现了杜仲胶弹性体的快速加工,对杜仲胶弹性体的加工改性有着重要的意义。

参考文献:

[1] Yin J, Fan W, Xu Z, *et al*. Precisely defining local gradients of stimuli- responsive hydrogels for complex 2D- to- 4D shape evolutions[J]. Small, 2022, 18: 2104440.

[2] Corrigan N, Yeow J, Judzewitsch P, *et al*. Seeing the light: advancing materials chemistry through photopolymerization[J]. Angewandte Chemie-International Edition, 2019, 58: 5170-5189.

[3] Zhang Q, Xu Z, Zhang X, *et al*. 3D printed high- strength supramolecular polymer hydrogel- cushioned radially and circumferentially oriented meniscus substitute[J]. Advanced

Functional Materials, 2022, 32: 2200360.

[4] Mohanraj G, Mao C, Armine A, *et al*. Ink-jet printing-assisted modification on polyethersulfone membranes using a UV-reactive antimicrobial peptide for fouling resistant surfaces[J]. ACS Omega, 2018, 3: 8752-8759.

[5] Wang Q, Chen G, Cui Y, *et al*. Castor oil based biothiol as a highly stable and self-initiated oligomer for photoinitiator-free UV coatings[J]. ACS Sustainable Chemistry &Engineering, 2017, 5: 376-381.

[6] Zhang Y, Josien L, Salomon J P, *et al*. Photopolymerization of zeolite/polymer-based composites: toward 3D and 4D printing applications[J]. ACS Applied Polymer Materials, 2021, 3: 400-409.

[7] Ma Q, Mohawk D, Jahani B, *et al*. UV-curable cellulose nanofiber-reinforced soy protein resins for 3D printing and conventional molding[J]. ACS Applied Polymer Materials, 2020, 2: 4666-4676.

[8] Singh A, Singh S, Gupta B. Highly efficient, chemically stable, and UV/blue-light-excitable biluminescent security ink to combat counterfeiting[J]. ACS Applied Materials & Interfaces, 2018, 10: 44570-44575.

[9] Liu J, Cao J, Zhou Z, *et al*. Stiff self-healing coating based on UV curable polyurethane with a “hard core, flexible arm" structure[J]. ACS Omega, 2018, 3: 11128-11135.

[10] Qi X, Xie F, Zhang J, *et al*. Bio-based cyclized Eucommia ulmoides gum elastomer for promising damping applications[J]. RSC Advances, 2019, 9: 42367-42374.

[11] Flory P, Rehner J. Effect of deformation on the swelling capacity of rubber[J]. The Journal of Chemical Physics ,1944, 12: 412-414.

[12] Gordon M. Statistical mechanics of crosslink orientation in a rubber network[J]. The Journal of Chemical Physics, 1968, 49: 4680.

[13] Zhang J, Zhang T, Dong M, *et al*. Study on degrees of mesomorphic zone of polymer. I. determination of degrees of crystallinity of Eucommia ulmoides gum and natural rubber by dynamic mechanical thermal analysis[J]. Polymer Testing, 2017, 63: 511-520.

[14] Yang F, Liu Q, Li X, *et al*. Epoxidation of Eucommia ulmoides gum by emulsion process and the performance of its vulcanizates [J]. Polymer Bulletin, 2017, 74: 3657-3672.

[15] 马国章, 吴建兵, 许并社. 紫外光固化暗反应过程中C=C双键转化率的红外光谱研究[J]. 光谱学与光谱分析, 2010, 7(30): 1780-1784.
Ma G Z, Wu J B, Xu B S. Study on conversion of C=C double bond in UV curing dark reaction by infrared spectroscopy[J]. Spectroscopy and Spectral Analysis, 2010, 7(30): 1780-1784.

[16] Jancovicová V, Mikula M, Havlínová B, *et al*. Influence of UV-curing conditions on polymerization kinetics and gloss of urethane acrylate coatings[J]. Progress in Organic Coatings, 2013, 76: 432-438.

[17] 董涧锟, 师文钊, 刘瑾姝, 等. 柔性相变复合材料及其应用研究进展[J]. 高分子材料科学与工程, 2024, 40(1): 179-190.
Dong J K, Shi W Z, Liu J S, *et al*. Research progress of flexible phase change composites and their applications [J]. Polymer Materials Science & Engineering, 2024, 40(1): 179-190.

[18] 计烨,杨建军,吴庆云,等.单宁酸-纤维素/聚乙烯醇/聚丙烯酸双网络水凝胶的制备及其性能[J].高分子材料科学与工程, 2024, 40(1): 17-24.
Ji Y, Yang J J, Wu Q Y, *et al*. Preparation and properties of tannin-cellulose/polyvinyl alcohol/polyacrylic acid double network hydrogels[J]. Polymer Materials Science & Engineering, 2024, 40(1): 17-24.

Preparation of Elastomers by Light-Curing of Bio-Based Eucommia Ulmoides Gum

Yuanke Song[1,2], Hailan Kang[1,2], Long Li[1,2], Xiaodong Li[1,2], Qinghong Fang[1,2]

(*1. School of Materials Science and Engineering, Shenyang University of Chemical Technology, Shenyang 110142, China; 2. Key Laboratory of Rubber Elastomers of Liaoning Province, Shenyang 110142, China*)

ABSTRACTS: A light-curable bio-based elastomer of Eucommia ulmoides gum (EEUG-MPA) was prepared by using epoxidized Eucommia gum (EEUG) as raw material, and the light-sensitive group methacrylamide was grafted with the epoxy group in the molecular chain, and its curing was realized by using ultraviolet light with a wavelength of 365 nm. The structure of the cured products was characterized by nuclear magnetic resonance spectroscopy and infrared spectroscopy, the conversion rate of the double bonds and the curing degree of the molecular chains were characterized by infrared spectroscopy and differential scanning calorimetry, and the relationship between the curing conditions and structure was revealed by adjusting the mechanical properties, cross-linking degree, thermal stability and acid and alkalinity resistance of the cured products at different amounts of diluents and light curing time. The results show that the highest grafting rate of methacrylamide is 2.09%, the tensile strength of the elastomer prepared by light curing is 8.86 MPa, the elongation at break is 1946%, the elastic modulus is 0.45 GPa, the hysteresis loss after cyclic stretching is 30%, and the cured product has good thermal stability.

Keywords: Eucommia ulmoides gum; light-curing; elastomer; chemical modification