

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2014.07.017

液相色谱-质谱联用技术分析环氧大豆油改性 PF 结构^{*}

赵彦芝¹,周菊英^{1,2},李浩^{1,2},于畅³

[1. 广西民族大学化学化工学院, 南宁 530006; 2. 广西林产化学与工程重点实验室, 南宁 530006;

3. 建滔积层板(韶关)有限公司, 广东韶关 512500]

摘要: 在酸性或碱性催化条件下, 先将环氧大豆油与苯酚及双酚 A 反应, 合成环氧大豆油改性酚类产物, 然后将该产物与甲醛水溶液反应制备了酸催化或碱催化环氧大豆油改性酚醛树脂 (PF)。利用液相色谱-质谱联用技术对合成的环氧大豆油改性酚类产物进行分析, 发现在酸性催化条件下苯酚和双酚 A 均与环氧大豆油发生了反应, 在碱性催化条件下双酚 A 更易与环氧大豆油发生反应。傅立叶变换红外光谱分析结果表明, 两种催化条件下合成的环氧大豆油改性酚类产物均可与甲醛反应生成具有体型结构的环氧大豆油改性 PF。相对于酸催化环氧大豆油改性 PF, 碱催化的耐热性更好, 拉伸强度更高。

关键词: 液相色谱-质谱联用技术; 酚醛树脂; 环氧大豆油

中图分类号: O631.1+1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2014)07-071-06

Structure Analysis of Epoxidized Soybean Oil Modified Phenol Formaldehyde Resin with Liquid Chromatography-Mass Spectrometry Technology

Zhao Yanzhi¹, Zhou Juying^{1,2}, Li Hao^{1,2}, Yu Chang³

[1. School of Chemistry and Engineering, Guangxi University for Nationalities, Nanning 530006, China; 2. Guangxi Laboratory of Chemical and Engineering of Forest Product, Nanning 530006, China; 3. Kingboard Laminates (Shaoguan) Limited, Shaoguan 512500, China]

Abstract: Under the conditions of acid catalysis or alkaline catalysis, the epoxidized soybean oil modified phenolic compounds was synthesized by using epoxidized soybean oil to react with phenol and bisphenol A, then acid catalytic or alkaline catalytic epoxidized soybean oil modified phenol formaldehyde resin (PF) was prepared through the reaction of the compounds and formaldehyde solution. The compounds were analyzed by the liquid phase chromatography-mass spectrometry technology. From the analysis results, it is gained that phenol and bisphenol A all react with epoxidized soybean oil under the conditions of acid catalysis but bisphenol A is more easy to react with epoxidized soybean oil under the conditions of alkaline catalysis. FTIR analysis results show that the compounds synthesized under the two catalysis conditions all can react with formaldehyde for shaping epoxidized soybean oil modified PF with the body conformation. Comparing with acid catalytic epoxidized soybean oil modified PF, the heat resistance of the alkaline catalytic epoxidized soybean oil modified PF is better and the tensile strength is higher.

Keywords: liquid chromatography-mass spectrometry technology; phenol formaldehyde resin; epoxidized soybean oil

酚醛树脂 (PF) 由于其价廉易得、生产工艺和设备简单并具有较好的力学性能、耐寒性、电绝缘性、阻燃性能, 因此在工业上得到了广泛应用^[1-2]。其中, 电绝缘性优良的特性使 PF 被广泛应用在纸基覆铜板中, 但由纯 PF 制备的覆铜板具有脆性大、冲孔性和吸水性差的缺点, 一般要用干性油对其进行改性^[3-4]。目前工业上大多采用桐油改性 PF, 但桐油年产量低而且受自然条件的影响很大, 产量波动大, 不能满足工业生产发展的需求。大豆油产量大而且价格便宜, 来源丰富, 所以大豆油改性 PF 的研究逐渐成为纸基覆铜板行业的热点。

许多文献对环氧大豆油改性 PF 的性能进行了

研究^[5-10], 但用环氧大豆油对 PF 进行改性后得到的产物一般是各种反应产物的混合物, 结构复杂, 所以只有了解其结构才能制备出高性能的环氧大豆油改性 PF。目前对环氧大豆油改性 PF 的结构分析大多采用傅立叶变换红外光谱 (FTIR) 的方法^[6-8], 但由于用环氧大豆油对 PF 改性后所得到的产物复杂, FTIR 不能很好地对其各个反应产物进行分离, 所以

^{*} 广西教育厅科学技术科研项目 (2013YB081), 广西民族大学校级项目 (2013MDQN040)

联系人: 赵彦芝, 实验师, 主要从事林产基础应用及可再生植物油的应用研究

收稿日期: 2014-05-26

也就不能对环氧大豆油改性 PF 的结构进行深入细致的研究。

笔者在碱性或酸性催化的条件下采用环氧大豆油先与苯酚和双酚 A 反应(加入双酚 A 有助于增加醚化酚类和甲醛反应的活性)生产环氧大豆油改性酚类产物,然后将该产物与甲醛水溶液反应合成环氧大豆油改性 PF。利用液相色谱-质谱联用技术对这两种催化条件下制备的环氧大豆油改性 PF 的结构进行了研究,并在此基础上初步比较了这两种改性 PF 的性能,以求能够揭示环氧大豆油改性 PF 结构与性能之间的关系。

1 实验部分

1.1 主要原料

苯酚:分析纯,天津光复精细化工有限公司;

甲醛水溶液、二甲基咪唑:分析纯,成都科龙化工试剂厂;

双酚 A:分析纯,广州化学试剂厂;

环氧大豆油:工业纯,广州市东风化工实业有限公司;

对甲基苯磺酸、氨水、甲醇:分析纯,国药集团化学试剂有限公司;

三乙胺:分析纯,上海化学试剂研究所。

1.2 主要仪器及设备

液相色谱-质谱联用仪:其中高效液相色谱型号为 Varian 212-LC、质谱型号为 Varian320MS,美国 Varian 公司;

FTIR 仪:spectrum2000 型,美国 Perkin Elmer 公司;

万能制样机:HY-W 型,承德实验机厂;

拉力试验机:AG-1 型,日本 Shimadzu 公司;

远红外恒温鼓风烘箱:DHG-9247A 型,上海精宏实验设备有限公司。

1.3 改性 PF 制备

(1) 酸催化环氧大豆油改性 PF 的制备。

将环氧大豆油、双酚 A、苯酚和酸催化剂对甲基苯磺酸加入到四口烧瓶中,升温,在 $175 \pm 5^\circ\text{C}$ 下恒温 120 min 后冷却,得到环氧大豆油改性酚类产物。在 60°C 下将环氧大豆油改性酚类产物、甲醛水溶液和催化剂恒温反应 120 min,真空脱水,当树脂透明且温度回升后停止真空得到棕红色透明的酸催化环氧大豆油改性 PF。

(2) 碱催化环氧大豆油改性 PF 的制备。

将酸催化剂对甲基苯磺酸改为碱催化剂二甲

基咪唑,然后按照 1.3 中 (1) 的合成方法,制得碱催化环氧大豆油改性 PF。

(3) 纯 PF 的制备。

将苯酚和双酚 A 加入到四口烧瓶中,升温到 120°C ,当双酚 A 溶解后冷却到 60°C ,在 60°C 以下加入甲醛水溶液、三乙胺和氨水升温,在 $(95 \pm 5)^\circ\text{C}$ 下恒温 120 min 真空脱水,当树脂透明后停止真空,得到黄色透明的纯 PF。

(4) PF 固化试样制备。

将上述制备的 3 种 PF 浸渍木浆纸,在常温下干燥 30 min 后再在 170°C 下干燥 5 min,然后放入热压机中,在 160°C 及 7 MPa 下模压 2.5 h,在 7 MPa 下降温至室温,30 min 后开模,用万能制样机制得标准试样。

1.4 性能测试与结构表征

(1) 液相色谱-质谱联用分析。

液相色谱测试条件:色谱柱型号为 ZORBAX Extend-C18($2.1\text{ mm} \times 100\text{ mm}$,色谱柱中间填充物的粒径为 $3.5\text{ }\mu\text{m}$);流动相 A 为水,流动相 B 为甲醇,梯度洗脱;流速为 $200\text{ }\mu\text{L}/\text{min}$;柱温为 30°C ;检测波长为 270 nm 。

质谱测试条件:采用电喷雾离子化 (ESI) 离子源,毛细管电压为 -130 V ;干燥气体温度为 250°C ,干燥气体压力为 0.13 MPa ;雾化器压力为 0.38 MPa ;全扫描一级质谱负离子方式检测;质荷比 (m/z) 扫描范围 $80\sim 1500$ 。

(2) FTIR 分析。

将合成的环氧大豆油改性 PF 用庚烷抽提除去没有反应的环氧大豆油,然后用 KBr 研片涂膜,采用 FTIR 进行结构分析,测定范围 $500\sim 4000\text{ cm}^{-1}$ 。

(3) 耐热性测试。

耐热性按 GB/T 5130-1997 测试,将尺寸相同的 PF 固化试样板材放在 130°C 的恒温鼓风烘箱中,以板材的分层和起泡时间作为评价耐热性的指标。

(4) 拉伸强度测试。

拉伸强度按 GB/T 1040-1992 测试,拉伸速率为 $50\text{ mm}/\text{min}$ 。

2 结果与讨论

2.1 液相色谱-质谱联用分析

采用液相色谱-质谱联用技术分析了酸催化及碱催化条件下得到的环氧大豆油改性酚类产物,以便于研究不同催化条件下环氧大豆油和酚类的反应情况。为了有效分离环氧大豆油改性酚类产物中的

各个组分,采用梯度洗脱方式尽量分离可能存在的保留时间相近的化合物。

图 1 为不同催化条件下环氧大豆油改性酚类产物的液相色谱图。

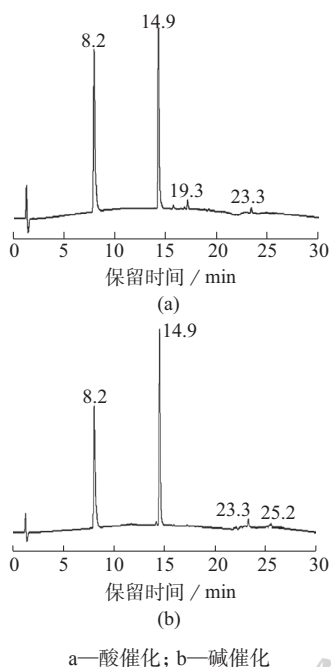


图 1 不同催化条件下的环氧大豆油改性酚类产物的液相色谱图

由图 1 可以看出,酸催化条件下环氧大豆油改性酚类产物的液相色谱图在保留时间为 8.2, 14.9, 19.3, 23.3 min 处出现了峰,而碱催化条件下的液相色谱图在保留时间为 8.2, 14.9, 23.3, 25.2 min 处出现了峰。现就这些峰所对应的质谱图进行深入的分析。

图 2 为液相色谱图中保留时间为 8.2 min 的色谱峰对应的质谱图。由图 2 可以看出,质谱图中位于 $m/z=92.8$ 处的峰为苯酚的分子离子峰,因此可以确定液相色谱图中保留时间为 8.2 min 的色谱峰对应的化合物是苯酚。

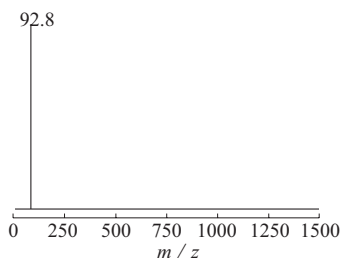


图 2 保留时间为 8.2 min 的色谱峰对应的质谱图

图 3 为液相色谱图中保留时间为 14.9 min 的色谱峰对应的质谱图。图 3 中 $m/z=226.5$ 处的峰为双酚 A 的分子离子峰,另外,图中 $m/z=212.2$ 和

132.6 处的峰分别对应的是双酚 A 的分子离子再进一步脱去 $-\text{CH}_2$ 和苯酚,结合以上分析可确认液相色谱图中保留时间为 14.9 min 的色谱峰对应的化合物是双酚 A。

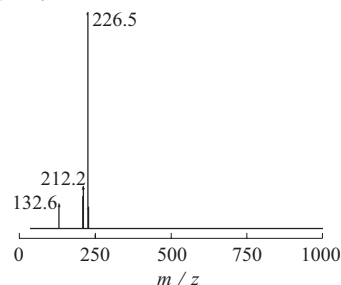


图 3 保留时间为 14.9 min 的色谱峰对应的质谱图

图 4 为液相色谱图中保留时间为 19.3 min 的色谱峰对应的质谱图。图 4 中 $m/z=424.1$ 处的峰所对应的是环氧大豆油中甘油三亚油酸酯和苯酚及双酚 A 的反应产物失去甘油、CO 和 C_5H_{11} 这些中性分子后而产生的物质,标记为 A; $m/z=360.6$ 处的峰所对应的是物质 A 进一步失去中性分子水和 CO 生成的物质,标记为 B。根据图 4 的分析计算得到的质谱裂解过程如图 5 所示,其中图 5 的 Ph 代表苯酚, BisA 代表双酚 A,下同。

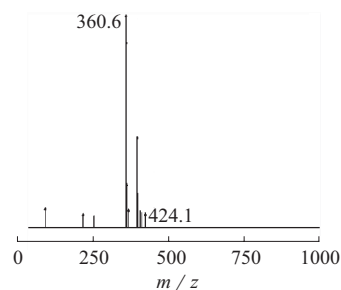


图 4 保留时间为 19.3 min 的色谱峰对应的质谱图

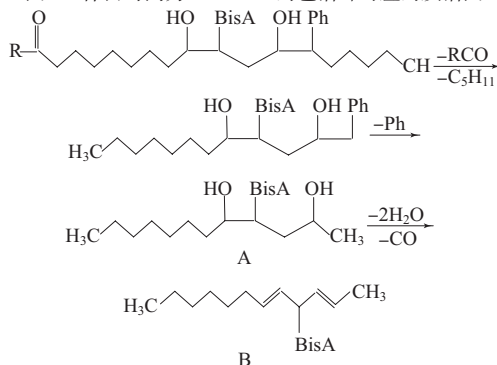


图 5 质谱图 4 对应的裂解过程

由图 4 和图 5 可得出保留时间为 19.3 min 的色谱峰对应的化合物应是环氧大豆油中甘油三亚油酸酯与苯酚及双酚 A 反应生产的产物(简称产物 1),其结构如图 6 所示。

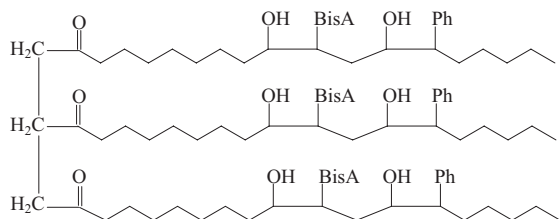


图6 产物1的结构

从图1可知,碱催化条件下环氧大豆油-双酚A产物中没有出现保留时间为19.3 min的色谱峰,表明碱催化时没有生成产物1。

图7为液相色谱图中保留时间为23.3 min的色谱峰对应的质谱图。图7中 $m/z=827.0$ 处的峰所对应的是环氧大豆油的自交联产物失去甘油后形成的物质,标记为C; $m/z=281.2$ 处的峰所对应的是物质C在交联处裂解产生的物质,标记为D。根据图7的分析计算得到的质谱裂解过程如图8所示。

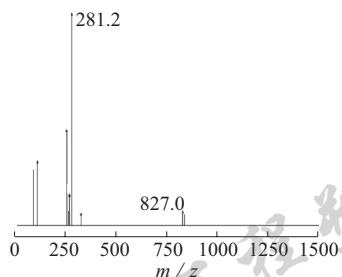


图7 保留时间为23.3 min的色谱峰对应的质谱图

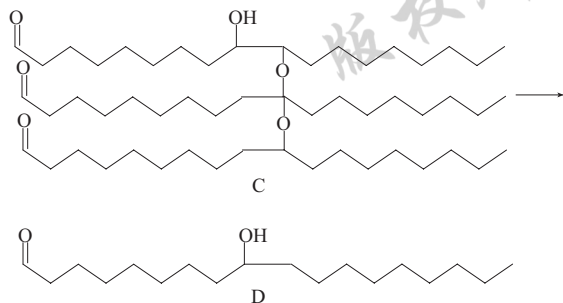


图8 质谱图7对应的裂解过程

从图7和图8可以看出,环氧大豆油在和苯酚及双酚A反应的同时,也会自身交联成大分子。同时,由图1可以看出,在碱催化和酸催化的液相色谱图中都出现了保留时间为23.3 min的色谱峰,这说明环氧大豆油自身的交联与催化剂的选择没有关系。

图9为液相色谱图中保留时间为25.2 min的色谱峰对应的质谱图。 $m/z=511.6$ 处的峰对应的是环氧大豆油中甘油三亚油酸酯和苯酚及双酚A的反应产物失去甘油、CO、 C_2H_4 等中性分子生成的物质,标记为E; $m/z=329.3$ 处的峰对应的是E中的

两个双酚A进一步失去其1个苯酚基团生成的物质,标记为F; $m/z=283.0$ 处的峰所对应的是F进一步裂解生产的物质,标记为G。根据图9的分析计算得到的质谱裂解过程如图10所示。

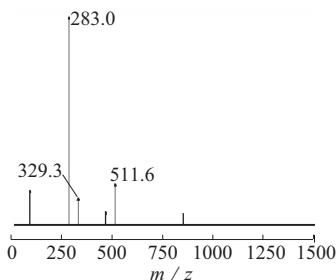


图9 保留时间为25.2 min的色谱峰对应的质谱图

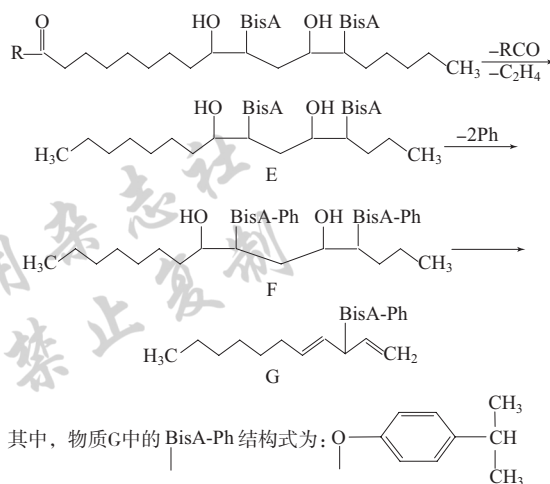


图10 质谱图9对应的裂解过程

由图9和图10可得出保留时间为25.2 min的色谱峰对应的化合物应是环氧大豆油中甘油三亚油酸酯和双酚A的反应产物(简称产物2),其结构如图11所示。

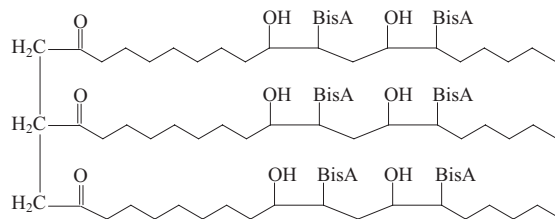


图11 产物2的结构

从图1可知,酸催化条件下环氧大豆油-双酚A产物中没有出现保留时间为25.2 min的色谱峰,表明酸催化时没有生成产物2。

综合以上分析可以确定,在酸催化条件下,环氧大豆油和双酚A及苯酚发生了反应生成了产物1;在碱催化条件下,环氧大豆油和双酚A反应生成了产物2;在两种催化条件下,都有一部分环氧大豆油发生了自交联。

2.2 FTIR 分析

图 12 为纯 PF、碱催化和酸催化环氧大豆油改性 PF 及环氧大豆油的 FTIR 谱图。

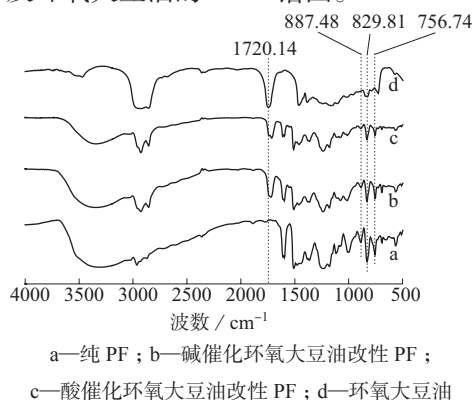


图 12 纯 PF、碱催化和酸催化环氧大豆油改性 PF 及环氧大豆油的 FTIR 谱图

图 12 中在 1720.14 cm^{-1} 处为 C=O 键的伸缩振动吸收峰, C=O 键只存在于环氧大豆油中,可以看出,在图 12 曲线 b, c 和 d 中均出现了该特征峰,而在曲线 a 中没有出现,说明了环氧大豆油改性 PF 制备成功,即上述的产物 1 或者产物 2 都和甲醛反应生成了环氧大豆油改性 PF。在 $887.48, 829.81, 756.74\text{ cm}^{-1}$ 处为苯酚被甲醛的三取代、2,4-取代和 2,6-取代吸收峰,在曲线 a, b 和 c 中均出现,说明酸催化或碱催化环氧大豆油改性 PF 与纯 PF 都呈体型结构。

2.3 环氧大豆油改性 PF 的耐热性和力学性能

表 1 为两种催化条件下制备的环氧大豆油改性 PF 的耐热性和拉伸强度。

表 1 两种催化条件下制备的环氧大豆油改性 PF 的耐热性和拉伸强度

项 目	酸催化	碱催化
分层和起泡时间 /h	4	5
拉伸强度 /MPa	37.3	39.6

由表 1 可以看出,碱催化环氧大豆油改性 PF 的耐热性比酸催化的耐热性要好。这主要是因为碱催化时生成的产物 2 基本只含醚化双酚 A 基团,而酸催化生成的产物 1 含有醚化苯酚基团,醚化苯酚与甲醛的反应活性比苯酚低得多^[1],醚化双酚 A 和甲醛的反应活性与双酚 A 相差不大,这样产物 1 中醚化的苯酚与甲醛反应时由于反应活性的降低而使得改性 PF 的交联密度降低,不能得到完整的体型结构,而产物 2 对交联密度影响不大,所以碱催化环氧大豆油改性 PF 的耐热性好要高于酸催化的。另外,碱催化环氧大豆油改性 PF 的拉伸强度要高于酸催化的,这是因为拉伸强度主要是由 PF 主链上

的交联密度决定,正是由于碱催化环氧大豆油改性 PF 的交联密度高,故其拉伸强度也较高。

3 结论

(1) 液相色谱-质谱联用分析结果表明,在酸性催化剂作用下,苯酚和双酚 A 与环氧大豆油反应的机会均等,生成环氧大豆油改性苯酚和双酚 A 产物;在碱性催化剂作用下,双酚 A 更容易与环氧大豆油反应,生成环氧大豆油改性双酚 A 产物。在两种催化条件下,都会生成一部分环氧大豆油自交联产物。

(2) FTIR 分析结果表明,两种催化条件下合成的环氧大豆油改性酚类产物均可与甲醛生成具有体型结构的环氧大豆油改性 PF。

(3) 相对于酸催化环氧大豆油改性 PF,碱催化的交联密度高,故其耐热性好、拉伸强度高。

参考文献

- [1] 黄发荣,焦杨声. 酚醛树脂及其应用 [M]. 北京,化学工业出版社,2003:113.
Huang Farong, Jiao Yangsheng. Phenolic resins and their application [M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2003:113.
- [2] 陈海燕,王成国. 摩擦材料用改性酚醛树脂的研究进展 [J]. 材料导报,2003,17(8):51-53.
Chen Haiyan, Wang Chengguo. Research and development progress in modified phenolic resin used for friction materials [J]. Materials Review, 2003, 17(8):51-53.
- [3] Yoshimura Y. Reactions of phenols with tung oil [J]. Journal of Applied Polymer Science, 1984, 29:1 063-1 069.
- [4] 司徒粤,胡剑峰,陈焕钦,等. 一种环氧植物油改性酚醛树脂及其制备方法与应用 :CN,200510101711.9[P]. 2006-07-19.
Situ Yue, Hu Jianfeng, Chen Huanqin, et al. The preparation method and application of an epoxy vegetable oil modified phenolic resin [J]. CN, 200510101711.9 [P]. 2006-07-19.
- [5] 七海宪,野本雅弘,井上光弘. 用经植物油改性的酚醛树脂制备的层压板 :CN,98103836.0[P]. 1998-12-30.
Seven X, Masahiro N, Hikaruhiro I. Method of preparing vegetable oil-modified phenolic resin and laminate produced by using the same:CN,98103836.0 [P]. 1998-12-30.
- [6] Min H C, Ho Y B, In J C. The effect of chain length of flexible diacid on morphology and mechanical property of modified phenolic resin [J]. Polymer, 2002, 43(16):4 437-4 444.
- [7] 司徒粤,胡剑峰,周利庄,等. 环氧豆油 / 酚醛交联树脂的制备和抗吸水机理研究 [J]. 高校化学工程学报,2011,25(1):103-108.
Situ Yue, Hu Jianfeng, Zhou Lizhuang, et al. Synthesis of ESO / PR crosslinking resin and the mechanism of its water absorption resistance [J]. Journal of Chemical Engineering of Chinese Universities, 2011, 25(1):103-108.
- [8] 司徒粤,胡剑峰,黄洪,等. 环氧大豆油扩链内增韧酚醛树脂的合

成与应用[J]. 华南理工大学学报:自然科学版,2007,35(7):99-104.

Situ Yue, Hu Jianfeng, Huang Hong, et al. Synthesis and application of phenolic resin internally toughened by chain extension Polymer of epoxidized soybean oil[J]. Journal of South China University of Technology: Natural Science Edition, 2007, 35(7):99-104.

[9] 胡剑峰,司徒粤,徐丽,等. 环氧大豆油增韧酚醛树脂/蒙脱土复

合材料力学性能研究[J]. 中国塑料,2008,22(12):38-43.

Hu Jianfeng, Situ Yue, Xu Li, et al. Mechanical properties of ESO-toughened-phenolic resin / MMT nanocomposites[J]. China Plastics, 2008, 22(12):38-43.

[10] 余青川,傅子芬,傅智雄. 一种改性酚醛树脂的制备方法:CN, 2009101111135.4[P]. 2009-12-02.

Yu Qingchuan, Fu Zhifen, Fu Zhixiong. Method of preparing modified phenolic resin: CN, 2009101111135.4[P]. 2009-12-02.

天津石化成功生产 POF 膜专用树脂

POF 膜为环保型多层共挤聚烯烃热收缩膜,是将线型低密度聚乙烯 (PE-LLD) 作为中间层,共聚丙烯作为内外层,经特殊工艺将内、中、外 3 层共同挤压而制成的热收缩薄膜。该产品因具有较好的透明度,被广泛应用于饮料、方便食品、日化用品、音像制品、书刊、医药、电子元器件等异型产品的包装领域,是目前国际上广泛推广使用、并经欧洲和美国市场认可的环保型热收缩包装材料。

天津石化技术人员在经过深入的市场调研后,发现 POF 膜的市场容量较大,约为 18 万 t/a。其中线型 PE-LLD 作为中间层,用量约 13 万 t,且以 20%~30% 的年增速增长。

由于受技术限制,作为该产品中间层的 PE-LLD 树脂原料全部依赖进口。开发人员掌握这一情况后,立即着手对分子结构进行深入分析,大胆提出以国产 1-己烯单体替代 1-辛烯生产高碳 PE-LLD 树脂。

课题组经过分子设计、催化剂体系和助剂体系的选择,并通过聚合工艺的调整与优化,成功研制出环保型聚烯烃热收缩膜专用树脂 DFDA-6010,并实现了工业化连续性生产。产品经下游用户试用表明,该产品加工过程中膜泡稳定,与外层粘度高,无鼓泡,各项性能均达到进口水平,完全可以替代进口膜。

DFDA-6010 的成功研发,是国内首次在气相冷凝状态下使用国产 1-己烯单体生产的 POF 膜专用树脂,打破了国外该产品在国内的垄断地位,具有显著的社会效益。同时,用高性能 1-己烯对 1-辛烯成功替代,也为天津石化烯烃部的新产品开发打开了新思路。

POF 膜符合美国 FDA 及 USDA 标准,全部采用环保型材料制造,是一种环保包装材料,可以被回收再利用,特别适合制药行业、食品行业。(慧聪塑料网)

中国南车采用拜耳聚碳酸酯板材

中国南车南京浦镇车辆有限公司选择了拜耳聚碳酸酯拜本兰和模克隆板材来生产有轨电车的内饰,以满足不同颜色和表面处理的需求。

中国南车南京浦镇车辆有限公司设计师表示:“我们一直在寻找一种材料,在保证乘客安全的前提下,做出与众不同的内饰设计。我们与拜耳通力合作,共同开发了先进的轨道交通内饰设计。拜耳的全球经验为我们提供了绝佳的解决方案,使该列车更轻质、更安全,使乘客上下车更方

便,并可降低能耗,减少污染。”

中国南车南京浦镇车辆有限公司率先为苏州市高新区的一号线项目制造 100% 低地板有轨电车,该项目是中国国家发改委批复的首个通过正式招标的有轨电车项目。

拜耳为这款有轨电车的内墙板提供了聚碳酸酯板材。在此项目开发阶段,拜耳与中国南车南京浦镇车辆有限公司的工程部门共同研发设计,从材料选择到制造阶段提供全方位的支持。

拜耳聚碳酸酯全球运输交通市场部副总裁 Joachim Simon 博士说,“通过和全球公共交通客户的合作及项目应用开发积累的丰富经验,使我们更有能力向世界各个区域的公共交通客户提供量身定制的服务,以此满足客户的各种需求。”

拜耳的热塑性板材使用最新的挤塑技术制成,可制作高品质而又坚固耐用的轨道车辆内饰部件。拜耳的热塑性板材能够在很大的温度范围内拥有极佳的尺寸稳定性,同时,新工艺的应用也可以缩短生产周期,从而实现大批量生产。拜耳用于轨道交通行业的热塑性板材完全满足明火和烟雾安全标准的要求,使之成为轨道交通应用的安全可靠的材料。(慧聪塑料网)

塑料太阳能电池材料前景看好

作为第三代太阳能电池材料,塑料太阳能电池材料具有柔韧性好、成本低、商业利用价值高等多种优势,将成为太阳能发电行业未来新宠。不过,目前这一材料在全球尚未实现大规模工业化生产。

相对于前两代的晶体硅和无机薄膜而言,塑料太阳能电池材料的生产工艺简单,能耗小,成本低。由于这种材料是纳米级材料,质轻、使用量非常小、柔韧性好,不仅制成的器件能弯曲能折叠,而且可以做成溶液形成膜,印刷或喷涂在物体表面进行发电。

据测算,目前塑料太阳能电池材料的发电效率在 10% 左右,甚至能达到 12%,每瓦发电成本约是多晶硅电池的 1/10,有着较高的商业利用价值。

目前,全球只有少数几家研究所能研发和生产这种产品,南京欧纳壹有机光电公司属于其中之一。据悉,其产品质量优异,价格是黄金的 10 倍,已经供给中科院等国内科研院所使用。而加拿大的 One Material 公司,已经掌握了 10 多项全球发明专利,部分已转化为产品进入市场。(雅式)