

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2017.03.027

SBS 的侧链羧基官能化改性及在改性沥青中应用

李雪坤^{1,2}, 陈国顺¹, 杨维成¹, 段敏伟¹, 唐颂超², 曹亚东³, 麦永懿¹, 罗勇¹

(1. 上海化工研究院聚烯烃催化技术与高性能材料国家重点实验室, 上海 200062; 2. 华东理工大学材料科学与工程学院上海市先进聚合物材料重点实验室, 上海 200237; 3. 上海城建日沥特种沥青有限公司, 上海 200231)

摘要:以 3-巯基丙酸 (MPA) 为改性剂, 偶氮二异丁腈 (AIBN) 为引发剂, 利用巯基-烯加成反应对苯乙烯-丁二烯-苯乙烯三嵌段共聚物 (SBS) 进行侧链羧基官能化改性, 得到改性产品 SBS-g-COOH。利用傅立叶变换红外光谱 (FTIR) 和核磁共振 (¹H-NMR) 对不同接枝度的 SBS-g-COOH 进行结构表征, 考察了反应温度、反应时间、改性剂用量对侧链羧基接枝度的影响。利用荧光显微镜考察了不同接枝度的 SBS-g-COOH 在沥青中的分散性, 结果表明, SBS-g-COOH 的接枝度随反应温度、反应时间和改性剂含量的增加而增加。低接枝度的 SBS-g-COOH 能明显改善其与沥青的相容性及热存储稳定性, 接枝度在 10% 左右最佳。

关键词: 苯乙烯-丁二烯-苯乙烯三嵌段共聚物; 巯基-烯加成反应; 羧基官能化; 改性沥青

中图分类号: TQ334.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2017)03-0121-05

Carboxyl Branched-Functionalized Modification of SBS and Application to Modified Asphalt

Li Xuekun^{1,2}, Chen Guoshun¹, Yang Weicheng¹, Duan Minwei¹, Tang Songchao², Cao Yadong³, Mai Yongyi¹, Luo Yong¹

(1. State Key Laboratory of Polyolefins and Catalysis Materials, Shanghai Research Institute of Chemical Industry, Shanghai 200062, China; 2. Shanghai Key Laboratory of Advanced Polymeric Materials, School of Materials Science and Engineering, East China University of Science and Technology, Shanghai 200237, China; 3. Shanghai Urban Construction Nichireki Special Asphalt Co. Ltd., Shanghai 200231, China)

Abstract: The low compatibility between asphalt and styrene-butadiene-styrene (SBS) was improved using carboxyl functionalized SBS (SBS-g-COOH), which was prepared by thiol-ene addition reaction where 3-mercaptopropionic acid (MPA), 1,4-dioxane (DOA), 2,2'-azobisisobutyronitrile (AIBN) were used as modifying agent, solvent, and initiator respectively. The carboxyl group was mainly grafted to the vinyl double bonds of polybutadiene segments of SBS with characterization results of FTIR and ¹H NMR. The effects of reaction temperature, time and the amount of modifying agent were investigated, and the results show that the grafting degree is increased with increasing reaction temperature, time, and content of modifying agent. The compatibility between SBS-g-COOH with different grafting degree and asphalt is investigated using fluorescence microscopy. The compatibility, segregation degree, and storage stability of modified asphalt can be obviously improved at the grafting degree of SBS-g-COOH range around 10%.

Keywords: styrene-butadiene-styrene; thiol-ene addition reaction; carboxyl functionalized; modified asphalt

苯乙烯-丁二烯-苯乙烯三嵌段共聚物 (SBS) 是一种具有两相分离结构的优良热塑性弹性体, 是目前道路改性沥青领域中应用最广泛的聚合物添加剂。由于 SBS 和沥青在分子量、化学成分及结构基团极性等方面存在较大差异, 致使 SBS 改性沥青的热存储稳定性较差^[1], 在贮存、运输和使用过程中容易发生 SBS 和基质沥青的分层、离析等现象, 进而影响了改性沥青的使用性能。

对 SBS 进行官能化改性是改善上述问题最有潜力的方法^[2], 特别是在 SBS 中聚丁二烯 (PB) 链段的 C=C 上接枝极性官能团, 可增大其极性, 改善其与沥青间的分子相互作用。目前主要是基于自

由基加成反应机理, 选择含有 C=C 的官能化改性剂, 将极性官能团接枝至 SBS 侧链^[3-5]。但该方法缺乏对 PB 段中的不同 C=C 结构 (1,2-C=C 和 1,4-C=C 结构, 笔者分别简称 1,2- 结构和 1,4- 结构) 进行选择性的加成反应, 当极性官能团过多接枝到 1,4- 结构上时, 产品极性虽然增大, 但 1,4- 结构减少, 使 SBS 的弹性、耐磨性大幅降低, 失去回弹性能。

巯基-烯加成反应是巯基点击化学反应的一

联系人: 罗勇, 教授级高工, 主要从事多功能高分子材料和精细有机物的应用研究

收稿日期: 2016-12-21

种,具有高效便捷、反应条件温和的特点,近年来已逐步应用于材料合成和改性领域^[6]。C. Decker 等^[7]指出,与其它 C=C 结构相比,巯基化合物优先与乙烯基反应,故理论上可通过控制反应条件,使巯基改性剂选择性地接枝在 PB 的 1,2- 结构上,在增大了 SBS 极性的同时也保证了原有的回弹性,这将对官能化 SBS 改性沥青领域有着重要的意义。

鉴于此,笔者以 3- 巯基丙酸 (MPA) 为改性剂,偶氮二异丁腈 (AIBN) 为引发剂,研究反应温度、时间、改性剂用量对巯基-烯加成反应的影响,并考察了不同接枝度的侧链羧基 SBS (SBS-g-COOH) 在基质沥青中的分散性及对改性沥青热存储稳定性的影响。

1 实验部分

1.1 主要原材料

SBS: $M_n=161\ 931\ \text{g/mol}$, PB 物质的量分数为 81.45%, 其中 1,2- 和 1,4- 结构的物质的量之比为 $n(1,2-):n(1,4-)=19:81$, 中石化茂名石化公司;

MPA: 分析纯, 阿达玛斯试剂有限公司;

1,4- 二氧六环 (DOA)、环己烷: 分析纯, 江苏强盛功能化工股份有限公司;

乙醇: 工业级, 上海亿旭工贸有限公司;

偶氮二异丁腈 (AIBN): 化学纯, 上海展云化工有限公司, 无水乙醇重结晶后使用;

基质沥青: 70#, 韩国双龙石油化工有限公司。

1.2 仪器及设备

高速剪切混合乳化机: PT6100D 型, 瑞士 KINEMATICA 公司;

荧光显微镜: 10XB-PC 型, 10×50 倍, 上海光学仪器一厂;

傅立叶变换红外光谱 (FTIR) 仪: Nicolet 6700 型, 美国 Thermo Fisher 公司;

核磁共振 (NMR) 仪: NMR-vnmrs600 型, 美国 Varian 公司。

1.3 SBS 接枝反应

将 10 g SBS、200 g DOA 和不同量的 MPA 加入圆底烧瓶中, 在磁力搅拌下溶解均匀后加入不同量的 AIBN [$m(\text{MPA}):m(\text{AIBN})=1:0.015$, 质量比], 并在溶剂中分散均匀, 于 -5°C 条件下冷冻 5 min 后抽真空, 在不同温度下反应不同时间。反应结束后冷冻 5 min 终止反应, 将反应液缓慢倒入工业乙醇中沉析得到白色产物, 再次将产物溶解于环己烷中进行纯化处理, 最终将抽滤后得到的聚合物置于

真空烘箱中, 于 50°C 条件下干燥至恒重, 得到不同接枝度的 SBS-g-COOH, 反应式见图 1。

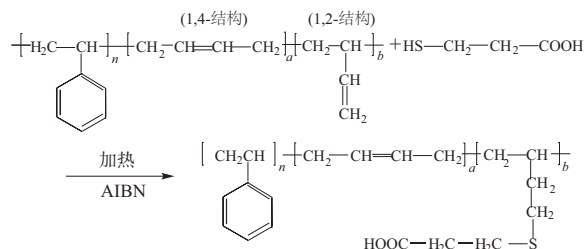


图1 制备 SBS-g-COOH 的反应式

1.4 SBS 在沥青中分散性测试

将基质沥青加热至 190°C , 加入 SBS 或 SBS-g-COOH, 质量分数为 5.5%, 利用高速剪切混合乳化机在 4000 r/min 转速下搅拌混合 4 h, 取样后于荧光显微镜 10×50 倍数下观察 SBS 或 SBS-g-COOH 在沥青中分散效果。

1.5 表征及分析

FTIR 表征: 将 SBS 或 SBS-g-COOH 样品溶于环己烷中, 涂膜于 KBr 压片上, 测试前进行脱水处理, 在 FTIR 仪上测试。

$^1\text{H-NMR}$ 表征: 将 SBS 或 SBS-g-COOH 样品溶于氘代氯仿 (CDCl_3) 中, SBS 的 CDCl_3 溶液浓度为 150 mg/mL, 在 NMR 仪上测试, 扫描重复时间 3.5 s, 扫描 150 次。由于反应前后, 聚苯乙烯 (PS) 段中的苯环结构不会发生变化, 故以苯环上氢位移峰 (7.0 和 6.5) 为内标, 通过计算官能团对应氢位移峰面积和 PB 段 1,2- 结构氢位移峰面积^[8], 分别可得到接枝度 (GD) 和 1,2- 结构含量 ($\phi_{1,2-\text{C}=\text{C}}$)。

2 结果与讨论

2.1 羧基官能化 SBS 的表征

以 SBS-g-COOH-10 (GD=10.05%) 和 SBS-g-COOH-05 (GD=5.35%) 为例, SBS 和 SBS-g-COOH 的 FTIR 和 $^1\text{H-NMR}$ 表征见图 2、图 3。相比于 SBS, SBS-g-COOH 的 FTIR 谱图于 $1711\ \text{cm}^{-1}$ 谱带处出现羰基的伸缩振动峰 [$\nu(\text{C}=\text{O})$], $3200 \sim 3400\ \text{cm}^{-1}$ 谱带处出现分子间氢键缔合峰说明形成了羧基, $1405\ \text{cm}^{-1}$ 谱带处的 C—S 伸缩振动峰 $\nu(\text{C}—\text{S})$ 说明接枝反应后形成了 C—S 键^[9]。967 cm^{-1} 谱带处是 PB 段反 1,4- 结构的面外弯曲振动峰 [$\delta(-\text{CH}=\text{CH}-)_{\text{反-1,4}}$], 910 cm^{-1} 谱带处是 1,2- 结构的面外弯曲振动峰 [$\delta(-\text{CH}=\text{CH}-)_{1,2}$], 753 cm^{-1} 谱带处是顺 1,4- 结构的面外弯曲振动峰 [$\delta(-\text{CH}=\text{CH}-)_{\text{顺-1,4}}$]。接枝反应后 910 cm^{-1} 谱带处

峰明显变弱,但 967 cm^{-1} 和 753 cm^{-1} 谱带处峰没有明显变化,表明接枝反应主要发生在 1,2- 结构上。

图 3 中 $\delta=5.3\sim 5.4$ 处为 PB 段顺 1,4- 结构和反 1,4- 结构双键上的氢位移峰,5.6 和 5.0 处分别为 1,2- 结构双键上次甲基和亚甲基氢位移峰。在接枝反应后,SBS-g-COOH 的相对峰面积 $A_{5.6}$ 和 $A_{5.0}$ 减小,而 $A_{5.3\sim 5.4}$ 几乎无变化;同时在 2.65 和 2.76 处分别产生羰基邻近亚甲基氢位移峰和硫原子邻近亚甲基氢位移峰^[10],由此可知,羧基成功接枝至 1,2- 结构上。特别地,由于羧基的活泼氢容易电离,且会和溶液中的活泼氢快速交换,以 CDCl_3 为溶剂很难观测到羧基上的氢位移峰^[11-12]。

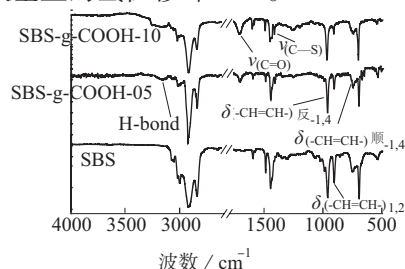


图 2 SBS 和 SBS-g-COOH 的 FTIR 谱图

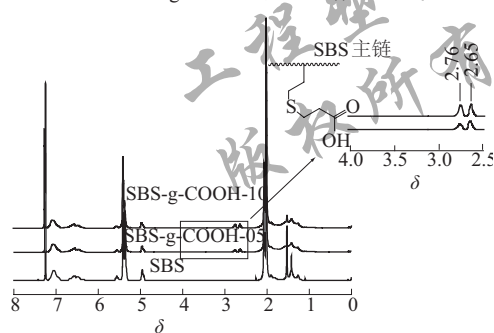


图 3 SBS 和 SBS-g-COOH ^1H -NMR 谱图

2.2 反应时间对接枝反应的影响

在 $T=60\text{ }^\circ\text{C}$ 时, $m(\text{SBS})/m(\text{MPA})/m(\text{AIBN})/m(\text{DOA})=10\text{ g}/5\text{ g}/0.075\text{ g}/200\text{ g}=2/1/0.015/40$ 条件下,考察反应时间 ($0\sim 24\text{ h}$) 对 SBS-g-COOH 接枝度及 1,2- 结构含量的影响,结果见图 4。

随着反应时间延长, SBS-g-COOH 的接枝度逐渐增大,在反应 16 h 后趋于稳定,而 1,2- 结构含量在考察时间范围内随着时间延长持续降低。这是由于延长反应时间, SBS 柔性链能充分展开,与改性剂接触更充分,有利于接枝度的增大;与此同时,随着反应的进行,硫对 $\text{C}=\text{C}$ 的诱导交联作用逐渐增大,少量 SBS 分子链开始缠结产生空间位阻效应,阻碍了低含量的 1,2- 结构与改性剂的接触,使加成反应趋于停滞,在自由基的作用下,少量 1,2- 结构

发生邻位分子内环化^[13],使 1,2- 结构含量持续减少。

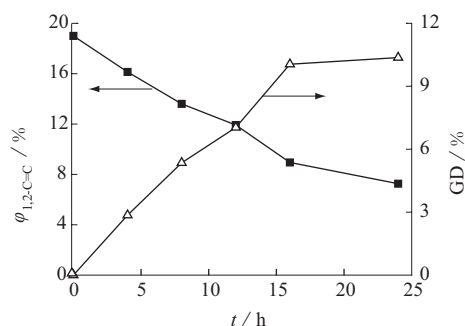


图 4 反应时间对接枝度和 1,2- 结构含量影响

2.3 反应温度对接枝反应的影响

在 $t=16\text{ h}$, $m(\text{SBS})/m(\text{MPA})/m(\text{AIBN})/m(\text{DOA})=2/1/0.015/40$ 条件下,考察反应温度 ($40\sim 70\text{ }^\circ\text{C}$) 对 SBS-g-COOH 接枝度及 1,2- 结构含量的影响,结果见图 5。当 $t=16\text{ h}$ 时, SBS-g-COOH 的接枝度随反应温度升高而增大。该反应属于吸热反应,随温度升高, SBS 大分子自由基及巯基自由基运动加剧,分子间碰撞频率增加,接枝反应速率常数增大,有利于接枝度的增大。相比于 $T=60\text{ }^\circ\text{C}$, $70\text{ }^\circ\text{C}$ 时的接枝度增幅不大, 1,2- 结构含量降幅也小,当 $T>80\text{ }^\circ\text{C}$ 时,反应液出现凝胶现象,这是由于温度升高, AIBN 分解速率增加,同时引发大量巯基自由基,进而增大了 SBS 大分子自由基的浓度,使大分子自由基之间缠绕加速,交联程度加剧,分子量急剧增大,形成凝胶^[14-15],无法准确测定接枝度,故笔者未做高于 $80\text{ }^\circ\text{C}$ 条件下的研究。

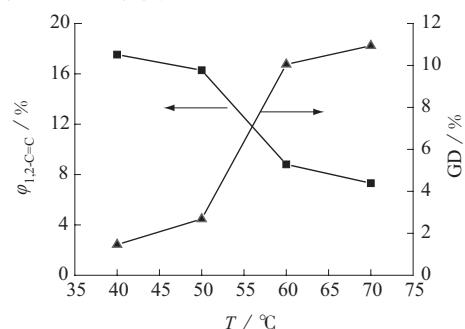


图 5 反应温度对接枝度和 1,2- 结构含量影响

2.4 改性剂用量对接枝反应的影响

在 $T=60\text{ }^\circ\text{C}$ 时及 $t=16\text{ h}$, $m(\text{SBS})/m(\text{AIBN})/m(\text{DOA})=2/0.015/40$ 条件下,考察改性剂用量对 SBS-g-COOH 接枝度和 1,2- 结构的影响,其结果见图 6。随着改性剂用量的增大,接枝度增大,接枝度增大量与 1,2- 结构的减少量基本相当,值得注意的是,当 $m(\text{MPA})/m(\text{SBS})=10$ 时,接枝度为 21.90 %,

大于1,2-结构的减少量(19.00%),这表明部分羧基接枝至1,4-结构。虽然理论上认为巯基对C=C结构的反应活性顺序为1,2-结构>>顺1,4-结构>反1,4-结构^[7,16],但随着反应条件的变化和接枝度的增大,加成反应逐渐在1,4-结构上发生,使得1,4-结构含量减少,影响SBS本身的回弹性,进而影响改性沥青性能。

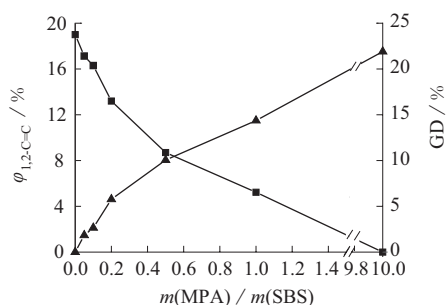


图6 MPA用量对接枝度和1,2-结构含量影响

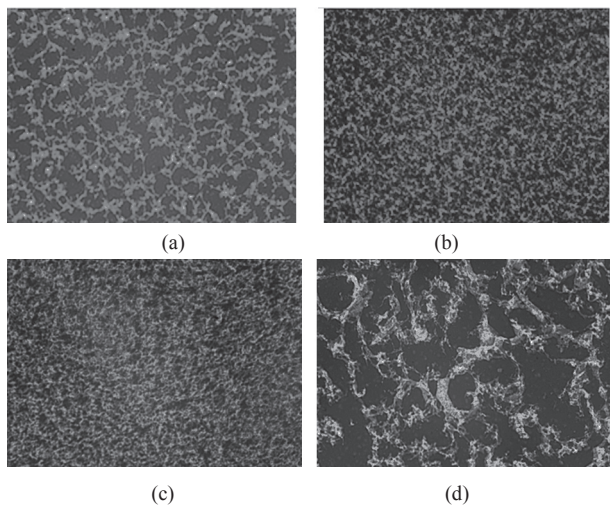
2.5 羧基官能化SBS对改性沥青性能的影响

分别选取接枝度为0%, 5.35%, 10.94%及21.90%的SBS-g-COOH进行沥青混合分散性试验,其荧光显微照片见图7。根据《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》,对SBS-g-COOH改性沥青的延度(D_u)、针入度(NP)、软化点(T_s)及离析程度(ΔT_{seg})测试后结果如表1所示。

由图7可知,与SBS相比,接枝度为5.35%及

表1 不同接枝度SBS-g-COOH改性沥青性能

不同接枝度的SBS	$T_s / ^\circ\text{C}$	NP / 0.1 mm	D_u / cm	$\Delta T_{\text{seg}} / ^\circ\text{C}$	GD / %
SBS	76.2	60.4	31.1	25.1	0.00
SBS-g-COOH-5	74.9	59.7	33.6	18.6	5.35
SBS-g-COOH-11	71.4	55.5	31.3	6.1	10.94
SBS-g-COOH-21	52.6	67.4	14.2	—	21.90



GD: a—0.00; b—5.35%; c—10.94%; d—21.90%

图7 不同接枝度SBS-g-COOH在沥青中分散性对比($t=4\text{ h}$)

10.94%的SBS-g-COOH在沥青中颗粒更细,分散更均匀,特别是接枝度为10.94%时,可以明显观察到分散相SBS-g-COOH与连续相沥青的相分散程度最低,两者间形成交联网络结构;当接枝度增大到21.90%时,SBS-g-COOH的分散效果反而较差。由于SBS-g-COOH的极性随接枝度的增大而增大,其与基质沥青极性逐渐接近,两相间界面作用力减弱,形成一种更均匀的稳定体系;同时,随着羧基含量的增加,导致其与沥青中氮、硫等杂原子形成更多作用力较强的化学键,交联网络结构得到增强。但接枝度过大,SBS-g-COOH极性大于基质沥青,且破坏了部分PB段的1,4-结构,反而不利于改性SBS-g-COOH的分散,影响改性沥青性能。

表1中接枝度为5.35%和10.94%的SBS-g-COOH改性沥青针入度、软化点、延度与SBS改性沥青相差不大,但离析程度明显减小,且接枝度为10.94%时,离析程度仅为6.1℃,这将明显改善改性沥青的热存储稳定性;而接枝度为21.90%的SBS-g-COOH改性沥青,各项性能均明显变差,且由于SBS-g-COOH不能完全均匀分散于沥青中,其离析程度无法测量。

3 结论

(1) 基于巯基-烯加成法,以巯基丙酸为改性剂,成功将羧基加成至SBS中聚丁二烯链段的1,2-结构上。

(2) SBS-g-COOH的接枝度随反应时间、温度和改性剂用量的增大而增大,其较佳工艺条件为 $t=16\text{ h}$, $T=60\text{ }^\circ\text{C}$, $m(\text{SBS}) : m(\text{MPA}) : m(\text{AIBN}) : m(\text{DOA})=2 : 1 : 0.015 : 40$ 。

(3) 随着SBS-g-COOH接枝度的提高,能改善其与沥青相容性,但接枝度过大反而降低两者相容性,接枝度在10%左右为最佳,可明显改善SBS-g-COOH在沥青中分散性及改性沥青的热存储稳定性。

参考文献

- [1] 李双瑞,林青,董声雄.SBS改性沥青机理研究进展[J].高分子通报,2008,5(7):14-19.
Li Shuangrui, Lin Qing, Dong Shengxiong. Progress in mechanism of SBS-modified asphalts [J]. Polymer Bulletin, 2008, 5(7):14-19.
- [2] Zhu Jiqing, Birgisson B, Kringos N. Polymer modification of bitumen: Advances and challenges [J]. European Polymer Journal, 2014, 54(5):18-38.
- [3] Zhang Aimin, Li Chao. Chemical initiation mechanism of maleic anhydride grafted onto styrene-butadiene-styrene block

- copolymer[J]. European Polymer Journal, 2003, 39(6):1 291–1 295.
- [4] 王曦林,程松波,余剑英,等. 不同单体接枝 SBS 改性沥青的性能研究[J]. 石油沥青, 2008, 22(4):26–29.
- Wang Xilin, Cheng Songbo, Yu Jianying, et al. Properties of grafted SBS modified bitumen with different monomers[J]. Petroleum Asphalt, 2008, 22(4):26–29.
- [5] 黄雪红,许国强. MMA、BA 与 SBS 接枝共聚的研究[J]. 石油化工, 1998, 27(9):648–652.
- Huang Xuehong, Xu Guoqiang. Study on graft copolymerization of MMA and BA on SBS[J]. Petrochemical Technology, 1998, 27(9):648–652.
- [6] 胡健,何金林,张明祖,等. 点击化学在拓扑结构聚合物合成中的应用[J]. 高分子学报, 2013(3):300–319.
- Hu Jian, He Jinlin, Zhang Mingzu, et al. Application of “Click” chemistry in synthesis of topological polymers[J]. Acta Polymerica Sinica, 2013(3):300–319.
- [7] Decker C, Nguyen T, Viet T. High-speed photocrosslinking of thermoplastic styrene-butadiene elastomers[J]. Journal of Applied Polymer Science, 2000, 77(9):1 902–1 912.
- [8] Lotti L, Coiai S, Ciardelli F, et al. Thiol-ene radical addition of L - cysteine derivatives to low molecular weight polybutadiene[J]. Macromolecular Chemistry & Physics, 2009, 210(210):1471–1 483.
- [9] Selvakumar S, Julius J P, Rajasekar S A, et al. Microhardness, FTIR and transmission spectral studies of Mg^{2+} , and Zn^{2+} , doped nonlinear optical BTCC single crystals[J]. Materials Chemistry & Physics, 2005, 89(2–3):244–248.
- [10] David R L A, Wei M H, Liu D, et al. Effects of pairwise, self-associating functional side groups on polymer solubility, solution viscosity, and mist control[J]. Macromolecules, 2009, 42(4):1 380–1 391.
- [11] Romani F, Passaglia E, Aglietto M, et al. Functionalization of SBR copolymer by free radical addition of thiols[J]. Macromolecular Chemistry & Physics, 1999, 200(3):524–530.
- [12] Hermann A, Mruk R, Roskamp R F, et al. Poly(N -isopropylacrylamide)-modified styrene-butadiene rubber as thermoresponsive material[J]. Macromolecular Chemistry & Physics, 2014, 215(1):32–43.
- [13] Moad G, Solomon D H. The Chemistry of free radical polymerization[M]. Oxford UK:Elsevier, 2005.
- [14] David J D, Wilkie C A. Chemical initiation of graft copolymerization of methyl methacrylate onto styrene-butadiene block copolymer[J]. Journal of Polymer Science Part A Polymer Chemistry, 1997, 35(5):965–973.
- [15] 李超,成煦,何其佳,等. 不同引发剂引发 SBS 接枝马来酸酐的机理研究[J]. 高分子学报, 2002(6):813–817.
- Li Chao, Cheng Xu, He Qijia, et al. Studies on the mechanism of SBS graft Maleic Anhydride with different initiators[J]. Acta Polymerica Sinica, 2002(6):813–817.
- [16] Schapman F, Couvercelle J P, Bunel C. Low molar mass polybutadiene made crosslinkable by silanemoities introduced via addition of thiol to double bond:3.Synthesis and kinetic study[J]. Polymer, 1998, 39(39):4 955–4 962.
- [16] 陈雷. 电缆图表手册[M]. 第2版. 北京:中国水利水电出版社, 2014:169–178.
- Chen Lei. Cable diagram manual[M]. 2nd ed. Beijing:China Water Conservancy and Hydropower Publishing House, 2014:169–178.
- [17] 柯以侃,董慧茹. 分析化学手册(第3分册)光谱分析[M]. 北京:化学工业出版社, 2004.
- Ke Yikan, Dong Huiru. Handbook of analytical chemistry (Edition 3) spectral analysis[M]. Beijing:Chemical Industry Press, 2004.
- [18] 王勇. 热老化对 RVV 电缆绝缘层内部结构与绝缘失效机理的研究[J]. 中国塑料, 2014, 28(12):67–73.
- Wang Yong. Effect of thermal aging on internal structure of RVV cable insulation[J]. China Plastics, 2014, 28(12):67–73.

(上接第 97 页)

Huo Zhenxing. Study on the insulation aging of 10 kV XLPE cable[D]. Tianjin:Tianjin University, 2009.

- [14] 戚革庆,林浩,宋文峰,等. 10 kV 架空绝缘导线烧蚀原因及防护措施[J]. 电网技术, 2014, 38(s1):96–100.

Qi Geqing, Lin Hao, Song Wenfeng, et al. The reason of 10 kV covered conductor erosion and its protective measures[J]. Power System Technology, 2014, 38(s1):96–100.

- [15] 于洪才. 低压架空绝缘电缆选型的探讨[J]. 电线电缆, 1999(6):16–19.

Yu Hongcai. Discussion on materials selection of low voltage overhead insulated cables[J]. Electric Wire & Cable, 1999(6):16–19.

欧洲塑料包装行业 2017 迎来发展利好

根据欧洲塑料行业的最大协会 IK 近期做的调研,70% 的受访者认为经济形势良好,30% 的受访者甚至对经济表示满意。欧洲塑料包装行业每年产值将近 140 亿欧元,每年生产将近 400 万 t 塑料产品,同时提供 9 万个就业岗位。

对 2017 年第一季度的预期也同样积极。然而,超过一半的受访者预计未来几周原材料成本将上升。IK 认为这可能会拉高包装的价格。

此外,2017 年与塑料包装行业息息相关的是可持续发

展。80% 的受访公司表示,他们将进一步投资能源效率,以此来改善气候平衡。

毫无疑问,补偿不断增加的能源费用将是一项大挑战。尤其是德国的可再生能源征收即能源消费者寻找资金周转的途径已达到创纪录的 6.88 欧分/千瓦时,让许多企业感受到巨大的压力。

IK 的董事总经理呼吁德国中央政府进一步采取措施,目前的补贴模式更像是计划经济产物,最终还是需要通过自由市场所取代。(工程塑料网)