

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2019.02.008

pH 敏感型甲基丙烯酸氨烷基酯共聚物乳液的制备及应用

陈孝起¹,周萌萌¹,邢亮臣²,周海军¹,李彦涛¹

(1. 河北省科学院能源研究所,石家庄 050081; 2. 河北科技大学,石家庄 050018)

摘要:采用乳液聚合法,以甲基丙烯酸二甲氨基乙酯(DM)、甲基丙烯酸甲酯(MMA)、甲基丙烯酸丁酯(BMA)为主要单体,选用阳离子型和非离子型乳化剂为复合乳化剂体系,过硫酸钾作为引发剂,制备了一系列分子链中含有叔胺基的甲基丙烯酸氨烷基酯共聚物乳液。利用傅里叶变换红外光谱仪、差示扫描量热仪等对共聚物结构和玻璃化转变温度(T_g)进行表征,并讨论了单体配比、复合乳化剂及引发剂用量等对乳液稳定性的影响。结果表明,当 DM/MMA/MBA 质量比为 6/3/3,复合乳化剂体系及引发剂用量分别为单体总质量的 4.5% 和 0.65% 时,制得的乳液黏度、粒子粒径和滤出物含量总体上最小,乳液最为稳定,共聚物的 T_g 为 40.8℃。该材料可用于 pH 敏感型包覆材料,用其包衣的药片在人工胃液中 20 min 左右即可完全崩解,具有很好的崩解效果。

关键词:乳液聚合;pH 敏感型;甲基丙烯酸氨烷基酯;共聚物;叔胺基;包覆;阳离子乳化剂

中图分类号:TQ316.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-3539(2019)02-0041-05

Preparation and Application of pH Sensitive Emulsion of Aminoalkyl Methacrylate Copolymer

Chen Xiaoqi¹, Zhou Mengmeng¹, Xing Liangchen², Zhou Haijun¹, Li Yantao¹

(1. Institute of Energy Source, Hebei Academy of Sciences, Shijiazhuang 050081, China;

2. Hebei University of Science and Technology, Shijiazhuang 050018, China)

Abstract: A series of aminoalkyl methacrylate copolymer emulsions with tertiary amines in molecular chains were prepared by emulsion polymerization taking dimethylaminoethyl methacrylate (DM), methyl methacrylate (MMA) and butyl methacrylate (BMA) as the main monomers, the cationic and non-ionic emulsifiers were chosen as the compound emulsification system and potassium persulfate as the initiator. The structure and glass transition temperature (T_g) of the copolymers were characterized by Fourier transform infrared spectroscopy and differential scanning calorimetry. The effects of monomer ratio, emulsifier system content and initiator content on the stable performances of the emulsions were also studied. The results show that, when the mass ratio of DM/MMA/MBA is 6/3/3, the contents of the compound emulsification system and initiator are 4.5% and 0.65% of monomers total mass respectively, the viscosity, particle size and filtrate substance content of the emulsion are minimum in total and the most stable emulsion is gained, T_g of the copolymer is 40.8℃. The material can be used as pH sensitive coating material, the tablet coated by the material can disintegrate at about 20 min in artificial gastric juice and has good disintegrant effects.

Keywords: emulsion polymerization; pH sensitive; aminoalkyl methacrylate; copolymer; tertiary amine group; coating; cationic emulsifier

阳离子聚合物乳液基本特征是乳胶粒表面或其自身带正电荷,对正负电荷具有良好的平衡性能,同时还具有杀菌、絮凝、缓释等作用,在很多方面具有阴离子或非离子型聚合物乳液不可比拟的功能^[1-3],其应用领域十分广泛,如污水处理、化妆品、印染业、生物制药、抗静电处理以及造纸助剂等^[4-7]。

甲基丙烯酸甲酯(MMA)、甲基丙烯酸丁酯(BMA)和甲基丙烯酸二甲氨基乙酯(DM)是药典规定的胃溶性药用聚合物单体,它们经常用于共聚,其中 BMA 的共聚物很容易在紫外光照射下降解为单体,而 MMA 的共聚物具有很好的光稳定性,但易发生热降解,通过三元共聚的方式可提高共聚物的热

通讯作者:陈孝起,硕士,工程师,主要研究方向为功能高分子材料的研究与开发 E-mail: cxq198508@163.com

收稿日期:2018-11-30

引用格式:陈孝起,周萌萌,邢亮臣,等. pH 敏感型甲基丙烯酸氨烷基酯共聚物乳液的制备及应用[J]. 工程塑料应用,2019,47(2): 41-45.

Chen Xiaoqi, Zhou Mengmeng, Xing Liangchen, et al. Preparation and application of pH sensitive emulsion of aminoalkyl methacrylate copolymer[J]. Engineering Plastics Application, 2019, 47(2): 41-45.

稳定性和光稳定性。如将 DM 引入可使共聚物分子结构中含有叔胺基,从而使共聚物具有很强的亲水性,并使其在中性或碱性环境下有较大的溶胀性和极低的溶解性、在弱酸性水中具有很好的溶解性,利用这一特性可以制成在 pH<5 介质中快速溶解的药物包衣材料^[8-9]。

目前国内已经开始了 pH 敏感型阳离子聚丙烯酸树脂的研制与开发,并取得了不少成果,但是多以溶液聚合或本体聚合生产聚丙烯酸树脂材料,在合成过程中或在包衣过程中需要使用大量有机溶剂,对操作者的人身安全带来威胁,而且也存在环境污染问题。针对此问题笔者采用常规乳液聚合工艺,以 DM, MMA 及 BMA 为主要原料,制备了一系列 pH 敏感型阳离子甲基丙烯酸氨烷基酯共聚物乳液,讨论了单体配比、乳化剂体系、引发剂体系等对乳液稳定性的影响,并在药物片剂上进行应用试验,以达到包覆性优异,在水介质中无药物释放,在人工胃液介质中崩解效果良好等目的^[10-13]。

1 实验部分

1.1 主要原材料

MMA: 纯度 >99.5%, 山东创赢化工有限公司;

BMA: 纯度 >99.5%, 天津市永大化学试剂有限公司;

DM: 纯度 >99.9%, 无锡新宇化工有限公司;

十六烷基三甲基溴化铵 (CTAB): 分析纯, 天津市永大化学试剂有限公司;

壬酚聚氧乙烯醚: OP-10, 天津市永大化学试剂有限公司;

丙烯氧基丙基烷基酚聚醚硫酸盐: V-20S, 上海忠诚精细化工有限公司;

烯丙基醚羟基磷酸酯: UCAN-III, 水分含量 < 55%, 上海忠诚精细化工有限公司;

特种烷基醇聚醚型非离子乳化剂: EFS-4070, 上海忠诚精细化工有限公司;

过硫酸钾: 分析纯, 天津市博迪化工有限公司;

盐酸: 分析纯, 乐通化工股份有限公司;

去离子水: 市售。

1.2 主要仪器与设备

电热鼓风干燥箱: 101-2AB 型, 天津市泰斯特仪器有限公司;

精密蠕动泵: BT100-2J 型, 保定兰格恒流泵有限公司;

傅里叶变换红外光谱 (FTIR) 仪: Spectrum 100

型, Perkin Elmer 股份有限公司;

差示扫描量热 (DSC) 仪: DSC214 型, 耐驰仪器商贸 (上海) 有限公司;

数字旋转黏度计: NDJ-79A 型, 上海昌吉地质仪器有限公司;

马尔文激光粒度仪: Mastersizer 3000 型, 英国马尔文仪器有限公司;

六管崩解仪: LB-812A 型, 上海黄海药检仪器厂;

包衣锅: MODZL 型, 江苏泰州市制药机械二厂。

1.3 pH 敏感型甲基丙烯酸氨烷基酯共聚物乳液的制备

将乳化剂 OP-10, CTAB, EFS-4070 按质量比 1/3/2.4 配制成阳离子型和非离子型复合乳化剂体系, 加入带有温度计、冷凝管、搅拌器的四口瓶中, 再加入 140 g 去离子水, 搅拌均匀; 将 30 g DM, 15 g MMA 以及 15 g BMA 混合均匀, 缓慢加入四口瓶中, 预乳化 1 h。用 20 g 去离子水溶解引发剂过硫酸钾, 取 3 g 过硫酸钾水溶液加入四口瓶中, 温度升至 78~80℃时, 开始滴加剩余的过硫酸钾水溶液, 通过蠕动泵控制滴加速度, 滴加完后保温 1 h, 降温冷却至室温, 过滤, 得到固含量 30% 的 pH 敏感型阳离子甲基丙烯酸氨烷基酯共聚物乳液。同时, 根据实验要求改变单体配比、复合乳化剂用量、引发剂用量等条件, 制备一系列 pH 敏感型阳离子甲基丙烯酸氨烷基酯共聚物乳液, 备用。

1.4 测试与表征

利用 FTIR 仪对甲基丙烯酸氨烷基酯共聚物分子结构进行测定。

利用 DSC 仪对甲基丙烯酸氨烷基酯共聚物的玻璃化转变温度 (T_g) 进行测试, 测试条件为氮气气氛, 升温速度 10℃/min。

乳液黏度的测定: 用数字旋转黏度计对乳液黏度进行测定。

乳液粒子粒径的测定: 利用马尔文激光粒度仪对乳液的粒径及粒径分布进行测定, 记录粒子累积体积分数为 90% 时所对应的粒径, 即 $D_x(90)$ 。

乳液滤出物含量的测定: 将制得的乳液过滤, 在 105℃下将滤出物烘干至恒重, 称其质量 m_1 , 则乳液滤出物含量 $= (m_1 / m) \times 100\%$, 其中 m 为乳液理论固含量。

包衣药物崩解性能的测定: 首先配制人工胃

液,取稀盐酸 16.4 mL 加水约 800 mL 及胃蛋白酶 10 g,摇匀后,加水称释成 1000 mL 即得;然后随机抽取包衣后的片剂样品 6 粒,利用六管崩解仪于 $(37 \pm 0.5)^\circ\text{C}$ 下分别测定样品在水与人工胃液下的崩解时间。

2 结果与分析

2.1 甲基丙烯酸氨烷基酯共聚物的分子结构

DM, MMA 和 BMA 在乳液聚合中经过双键加成反应生成分子链中含有叔胺基的甲基丙烯酸氨烷基酯共聚物乳液,其反应过程示意简图如图 1 所示。将乳液经过干燥得到固体甲基丙烯酸氨烷基酯共聚物,并利用 FTIR 仪对其以及 DM 的分子结构进行测定,得到的谱图如图 2 所示。

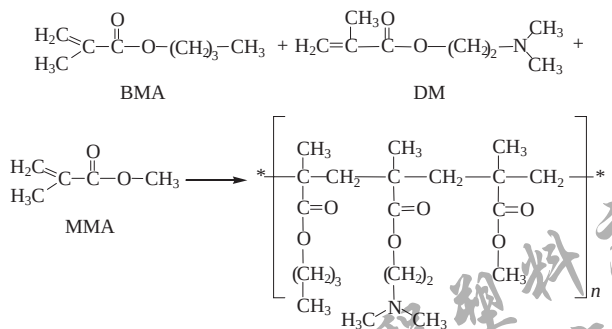
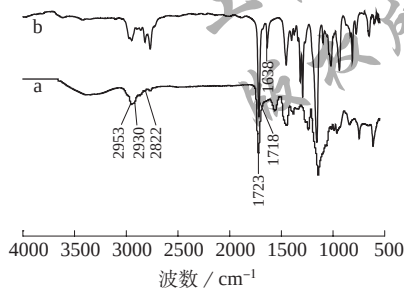


图 1 共聚物聚合反应过程示意简图



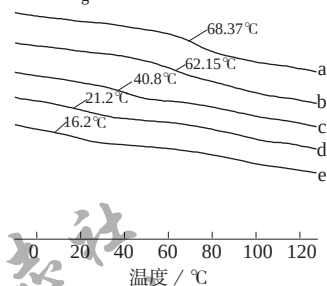
a—甲基丙烯酸氨烷基酯共聚物; b—DM

图 2 甲基丙烯酸氨烷基酯共聚物和 DM 的 FTIR 谱图

由图 2 可以看出,在 a 和 b 谱图中的 2953, 2930, 2822 cm^{-1} 处存在明显的甲基和亚甲基的 C—H 振动特征吸收峰,1723 cm^{-1} 和 1718 cm^{-1} 处分别是甲基丙烯酸氨烷基酯共聚物和 DM 的 C=O 的伸缩振动特征吸收峰。与 C=O 相连的 C—O—C 基团振动频率与叔胺基 C—N 基团的振动频率均出现在 1210 ~ 1070 cm^{-1} 范围内,在 a 谱图中该范围波段出现一个很大面积的特征吸收峰。另外,在 b 谱图中,1638 cm^{-1} 处存在明显的 C=C 的特征吸收峰,而在 a 谱图中 1638 cm^{-1} 处的特征吸收峰消失,上述 FTIR 分析结果表明,合成的共聚物即为目标产物。

2.2 单体配比的影响

用共聚物包覆药物时,若共聚物的 T_g 较低,则制得的衣膜容易发粘,从而使药物相互粘连,虽然为了避免此问题可以增加抗粘剂的用量,但可能会对薄膜的完整性产生影响,因此共聚物的 T_g 是一个非常重要的指标。实验发现,单体配比对共聚物的 T_g 影响很大,乳化剂和引发剂的影响可以忽略不计,因此在 DM 质量分数不变及其它条件不变的情况下,通过改变单体 MMA 和 BMA 的用量,考察了单体质量比对共聚物 T_g 的影响,结果如图 3 所示。



DM/MMA/MBA 质量比: a—6/6/0; b—6/5/1; c—6/3/3; d—6/1/5; e—6/0/6

图 3 不同单体配比下甲基丙烯酸氨烷基酯共聚物的 T_g

由图 3 可以看出,在 DM 用量不变的情况下,随着 MMA 含量增加,共聚物 T_g 逐渐增加,当 DM/MMA/MBA 质量比为 6/0/6 和 6/1/5 时,共聚物的 T_g 分别为 16.8 $^\circ\text{C}$ 和 21.2 $^\circ\text{C}$,低于室温,这说明在这两种单体配比下,将制得共聚物包覆药物时,衣膜容易发粘,在储存过程中,易使药物之间相互粘连。而 DM/MMA/MBA 质量比为 6/5/1 和 6/6/0 时,共聚物的 T_g 较高,分别为 62.15 $^\circ\text{C}$ 和 68.37 $^\circ\text{C}$ 。但共聚物中 MMA 含量较高时,其形成的包衣薄膜脆易开裂。根据裂纹产生理论,包衣过程中产生的内应力接近或超过薄膜衣的抗张强度时,衣膜容易出现裂纹或剥落,所以为了防止该现象的发生,在设计共聚物分子结构时,尽可能地使材料的 T_g 与环境温度相近,可有效降低衣膜与基底之间产生的膨胀应力,避免衣膜的裂纹或剥落,因此可确定单体 DM/MMA/MBA 适宜的质量比为 6/3/3,在此条件下制备的甲基丙烯酸氨烷基酯共聚物 T_g 为 40.8 $^\circ\text{C}$,与环境温度接近,作为衣膜时产生的内应力最小。

一般情况下,共聚物乳液的黏度、粒子粒径和滤出物含量越低,表示该共聚物乳液越稳定,用其包覆药物时的效果越好。表 1 为单体配比对共聚物乳液稳定性的影响。

表1 不同单体配比下共聚物乳液的稳定性

DM/MMA/MBA 质量比	黏度/ (mPa·s)	$D_x(90)/$ μm	滤出物含量/ %
6/6/0	274	2.10	0.8
6/5/1	222	3.39	0.6
6/3/3	151	1.11	0.1
6/1/5	293	3.34	0.4
6/0/6	703	5.05	

由表1可以看出, DM/MMA/MBA 质量比为 6/3/3 时, 制备的共聚物乳液的黏度, $D_x(90)$ 和滤出物含量分别为 151 mPa·s, 1.11 μm 和 0.1%, 均较其它单体配比下的数值小很多, 反映了该单体配比下制备的共聚物乳液较其它单体配比制备的乳液性能稳定。综合上述, DM/MMA/MBA 质量比为 6/3/3 是较为适宜的单体配比。

2.3 乳化剂的影响

选用了 OP-10, 1631, CTAB, V-20S, EFS-4070 以及 UCAN-III 等乳化剂, 考察了它们对合成的共聚物乳液稳定性的影响, 发现质量比为 1/3/2.4 的 OP-10/CTAB/EFS-4070 阳离子型和非离子型复合乳化剂体系的乳化效果最为理想, 相应的乳液稳定性最好, 黏度较低。为此, 重点讨论了复合乳化剂用量 (其为单体总质量的百分数) 对共聚物乳液稳定性的影响, 其结果见表2。

表2 不同复合乳化剂用量下共聚物乳液的稳定性

复合乳化剂 用量/%	黏度/ (mPa·s)	$D_x(90)/$ μm	滤出物含量/ %
8.5	600	5.21	
6.5	260	1.30	0.2
4.5	151	1.11	0.1
2.5	437	3.50	1.5

由表2可以看出, 使用阳离子型和非离子型复合乳化剂体系, 其用量为 4.5% 时乳液的黏度, $D_x(90)$ 和滤出物含量总体上最小。当复合乳化剂用量小于 4.5% 时, 在反应过程中, 聚合稳定性较差, 发生破乳, 黏度较大、滤出物较多; 当用量大于 4.5% 时, 体系容易凝胶成团, 黏度也会增大, 这是因为乳化剂用量过大, 易与水溶性的 DM 均聚物产生架桥凝胶效应^[14], 使聚合物粒子团聚而失稳, 故复合乳化剂体系的用量为 4.5% 最佳, 此时乳液性能较为稳定。

2.4 引发剂的影响

过硫酸钾为水溶型热分解引发剂, 在 80℃ 时其半衰期为 3 h 左右, 反应时间较合适。但是由于过硫酸钾在加热情况下可以分解成 2 个硫酸根离子自由基, 可以与阳离子型乳化剂或单体上的正电荷发生中和而引起沉淀, 导致反应体系中引发剂的浓度

降低。因此利用精密蠕动泵, 连续滴加过硫酸钾水溶液, 使体系中的引发剂浓度保持不变, 考察了引发剂用量 (其为单体总质量的百分数) 对乳液聚合稳定性的影响, 其结果如表3所示。由表3看出, 随着引发剂用量的增加, 单体转化率增加, 乳液的黏度, $D_x(90)$ 和滤出物含量变小, 稳定性变好, 但引发剂用量过高时, 反应剧烈, 聚合稳定性降低, 出现凝胶, 滤出物含量增加。当引发剂用量为 0.65% 时, 单体转化率较高, 合成的共聚物乳液的黏度, $D_x(90)$ 和滤出物含量总体上最小, 乳液相对最稳定。

表3 引发剂用量对乳液性能的影响

引发剂用量/%	黏度/(mPa·s)	$D_x(90)/\mu\text{m}$	滤出物含量/%
0.85	253	3.47	0.2
0.65	151	1.11	0.1
0.35	301	6.06	0.1

2.5 甲基丙烯酸氨烷基酯共聚物乳液应用测试

在 DM/MMA/MBA 质量比为 6/3/3、复合乳化剂及引发剂用量分别为 4.5% 和 0.65% 的条件下, 制备了 pH 敏感型阳离子甲基丙烯酸氨烷基酯共聚物乳液, 取 200 g 乳液加入 200 g 水中, 机械搅拌使其混合均匀。然后取 20 粒药片芯放入包衣锅内, 设定温度使片芯温度升至 39~50℃, 流量为 4 g/min, 转速为 20 r/min, 进行包衣, 增重 3% 左右包衣结束, 然后将包衣好的片剂置于干燥箱里干燥 24 h, 去除其中的水分。随机抽取 6 粒片剂, 利用六管崩解仪器在 37℃ 下测定其在水和人工胃液中的崩解性能, 其结果见表4。

表4 共聚物乳液在药片包衣中的应用性能测试结果

样品序号	样品外观	崩解度/min	
		水	人工胃液
1 [#]	光滑, 无裂纹	>60	21
2 [#]	光滑, 无裂纹	>60	22
3 [#]	光滑, 无裂纹	>60	19
4 [#]	光滑, 无裂纹	>60	18
5 [#]	光滑, 无裂纹	>60	20
6 [#]	光滑, 无裂纹	>60	20

由表4可知, 随机抽取的 6 粒由 pH 敏感型甲基丙烯酸氨烷基酯共聚物乳液包衣的药物片剂, 裂纹发生率为 0%。在水介质中 60 min 内只溶胀、不溶解, 而在人工胃液中 20 min 左右即可完全崩解, 满足《中国药典》对薄膜衣片要求在 30 min 内完全崩解的限度。

3 结论

(1) 采用乳液聚合工艺, 以 DM, MMA, BMA 为单体, OP-10/CTAB/EFS-4070 为阳离子型和非离子型复合乳化剂体系, 过硫酸钾为引发剂, 成功

制备了一种 pH 敏感型阳离子甲基丙烯酸氨烷基酯共聚物乳液。

(2) 当三种单体质量比为 6 / 3 / 3, 复合乳化剂各组分质量比为 1 / 3 / 2.4 且总用量为单体总质量的 4.5%, 引发剂用量为单体总质量的 0.65% 时, 共聚物的 T_g 为 40.8℃, 乳液稳定性最好。

(3) 该共聚物乳液对药物片剂具有良好的包覆性, 用其对药片包衣后, 裂纹发生率为 0%, 包衣药片在水介质中 60 min 内无药物释放, 而在人工胃液介质中 20 min 左右完全崩解, 具有良好的崩解效果。

参考文献

- [1] Nadia A M, Magdy W S, Ahmed H E, et al. Quaternized N-substituted carboxymethyl chitosan derivatives as antimicrobial agents[J]. Int J Biol Macromol, 2013, 60(9):156-164.
- [2] Wang D F, Zhao T Q, Yan L Q, et al. Synthesis characterization and evaluation of dewatering properties of chitosan-grafting DMDAAC flocculants[J]. Int J Biol Macromol, 2016, 92:761-768.
- [3] Liu L X, Ma P C. Immune responses to vaccines delivered by encapsulation into and / or adsorption onto cationic lipid-PLGA hybrid nanoparticles[J]. J Controlled Release, 2016, 225:230-239.
- [4] 曹文瑞, 刘黎明, 鲁手涛, 等. 医用水凝胶的制备和应用研究进展[J]. 工程塑料应用, 2018, 46(3):151-155.
Cao Wenrui, Liu Liming, Lu Shoutao, et al. Research advances in preparation and application of medical hydrogels[J]. Engineering Plastics Application, 2018, 46(3):151-155.
- [5] Wang C, Li X, Li P. Effect of cosolvent NMP on properties of cationic fluorocarbon emulsifier-free emulsion[J]. Journal of Polymer Research, 2013, 20(3):1-9.
- [6] Yoshida T, Kurimoto I, Yoshihara K, et al. Aminoalkyl methacrylate copolymers for improving the solubility of tacrolimus. I: Evaluation of solid dispersion formulations[J]. International Journal of Pharmaceutics (Kidlington), 2012, 428(1-2):18-24.
- [7] 郝晔, 王祺玥, 董泽民, 等. 精制的聚丙烯酸树脂 IV 号用于盐酸小檗碱掩味微丸的制备及评价[J]. 中国现代应用药学, 2018, 35(2): 159-163.
- [8] 朱凤丽, 隋晓彤, 赵静, 等. 甲基丙烯酸二乙氨基乙酯的合成工艺改进[J]. 青岛科技大学学报: 自然科学版, 2018, 39(3): 21-24.
Zhu Fengli, Sui Xiaotong, Zhao Jing, et al. Improvement of synthesis of 2-diethylaminoethyl methacrylate[J]. Journal of Qingdao University of Science and Technology: Natural Science Edition, 2018, 39(3):21-24.
- [9] Kazlauskas J, Cafaro M M, Caccavo D, et al. Determination of the release mechanism of Theophylline from pellets coated with Surelease—A water dispersion of ethyl cellulose[J]. International Journal of Pharmaceutics, 2017, 528(1-2):345-353.
- [10] Patra C N, Priya R, Swain S, et al. Pharmaceutical significance of Eudragit: A review[J]. Future Journal of Pharmaceutical Sciences, 2017, 3(1):33-45.
- [11] Yoshida T, Kurimoto I, Yoshihara K, et al. Effect of aminoalkyl methacrylate copolymer E / HCl on in vivo absorption of poorly water-soluble drug[J]. Drug Development & Industrial Pharmacy, 2013, 39(11):1698-1705.
- [12] Yoshida T, Kurimoto I, Umejima H. Effects of dissolved state of aminoalkyl methacrylate copolymer E / HCl on solubility enhancement effect for poorly water-soluble drugs[J]. Colloid & Polymer Science, 2013, 291(5):1191-1199.
- [13] Cao Jie, Sun Xunwen, Lu Canhui, et al. Water-soluble cellulose acetate from waste cotton fabrics and the aqueous processing of all-cellulose composites[J]. Carbohydrate Polymers, 2016, 149(20): 60-67.
- [14] 李效文. 药用聚丙烯酸树脂 IV 水分散体的制备及其应用基础研究[D]. 合肥: 合肥工业大学, 2018.
Li Xiaowen. Preparation and basic application research of medicinal amino methacrylate copolymer IV aqueous dispersion[D]. Hefei: Hefei University of Technology, 2018.

塑料的使用将驱动 2050 年前石油需求保持增长

国际能源署 (IEA) 表示, 塑料和其它石化产品需求的日益增长将抵消汽车燃料消耗放缓, 从而推动 2050 年前全球石油需求保持增长。

尽管全球各国政府努力减少来自于石油和天然气的污染和碳排放, 但总部设在巴黎的 IEA 预计印度和中国等新兴经济体的快速增长将推动石化产品的需求。

IEA 在一份报告中表示, 受电动车辆和更高效的内燃发动机增加的影响, 2050 年前来自于运输领域的石油需求将放缓, 但石化产品领域对石油需求的强劲增长将抵消这部分影响。

据 IEA 称, 2030 年前石化产品领域将占全球石油需求

增长的 1 / 3 以上, 2050 年前将占全球石油需求增长的近一半。

2017 年全球石化原料需求达到 1200 万桶 / 日, 占到 2017 年全球石油总需求的约 12%。这一数字预计到 2050 年将增长到近 1800 万桶 / 日。

埃克森美孚和荷兰皇家壳牌等石油公司计划在未来几十年投资新建石化工厂, 押注新兴经济体对塑料需求的不断上升。

比罗尔表示, 在中东, 沙特阿拉伯和科威特等主要产油国也正投资建设大型石化工厂, 因为这些产油国希望通过将原油直接转化为塑料而不是汽油和柴油等石油产品赚取更多的钱。
(中石新闻)