

专题与综述

丙烯酸酯乳液聚合及其在胶粘剂中的应用研究进展

黄增芳, 谢辉, 马军现, 刘常坤, 瞿晓岳

(电子科技大学中山学院化学与生物系, 广东 中山 528402)

摘要:综述了国内外几种丙烯酸酯乳液聚合的制备方法,包括在可聚合乳化剂作用下的乳液聚合、核/壳种子乳液聚合、辐射乳液聚合及聚氨酯/丙烯酸酯复合乳液。介绍了其在胶粘剂中的应用,并对其发展前景作了展望。

关键词:丙烯酸酯;可聚合乳化剂;核/壳种子;乳液聚合;辐射;聚氨酯

中图分类号:TQ433.436 **文献标识码:**A **文章编号:**1004-2849(2010)01-0053-05

0 前言

乳液聚合技术起源于20世纪早期,30年代用于工业生产,目前乳液聚合法已应用于高分子科学和技术等重要领域中。在自由基聚合反应的四种实施方法中,乳液聚合与本体聚合、溶液聚合和悬浮聚合相比有其独特的优点^[1];乳液聚合可以综合几种聚合物的优良性能,是获得性能互补的复合材料的有效途径之一,越来越引起学术界和工业界的重视。丙烯酸酯类树脂具有耐候性好、硬度高、涂膜光亮、耐热油性佳、耐臭氧性好和抗紫外线强等优点;而以乳液聚合为基础制备的水乳型丙烯酸酯胶粘剂是以水为连续相的,具有成本低廉、安全无毒和环境友好等特点,已成为近几年对水性胶粘剂的研究热点。

近年来,为了制得性能优良的聚丙烯酸酯乳液及其水乳型丙烯酸酯胶粘剂,相继开发了新的乳液聚合方法,其中可聚合乳化剂、核/壳种子、辐射以及聚氨酯(PU)/丙烯酸酯复配乳液聚合已成为国内外研究的热点领域。

1 丙烯酸酯乳液的聚合方法

1.1 可聚合乳化剂作用下的乳液聚合

传统的小分子乳化剂仅仅是通过物理吸附聚集到单体或粒子表面的,由于容易发生迁移而影响产品的耐水性、耐化学腐蚀性和乳液的稳定性;而可聚

合乳化剂一端含有亲水基,一端为含有双键的疏水基,双键可以通过聚合连到聚合物表面,避免了乳化剂的迁移。由此,可聚合乳化剂被大量合成并得到广泛应用,制得的聚合物产品性能优良。

Soula^[2]等合成出了带有烯苯基醇的可聚合乳化剂[见图1(1)],用于丙烯酸(AA)单体乳液聚合时,可得到稳定的核/壳结构的乳液。Shaffei^[3]等首次研究了具有不同结构的乳化剂对丙烯酸丁酯(BA)和甲基丙烯酸甲酯(MMA)乳液聚合动力学和乳液稳定性的影响,具有直链结构的乳化剂[见图1(3)]比具有大体积结构的乳化剂[见图1(2)]得到的乳液的稳定性要差。Unzue^[4]等以甲基丙烯酸(MA)为原料合成了乳化剂[见图1(4)]用于苯乙烯(St)、BA、AA的共聚合。当 $m(\text{St}):m(\text{BA}):m(\text{AA})=49.5:49.5:1$ 时,所得到的三元聚合物的玻璃化转变温度(T_g)大约为2℃,通过低速连续加入单体,得到的乳液固含量为50%~55%。Reb^[5]等合成出了非聚合和可聚合间二苯甲酸衍生物乳化剂[见图1(5a)和图1(5b)],并将它们用于乳液聚合;与传统的乳化剂十二烷基磺酸钠(SDS)相比,双官能团乳化剂[图1(5a)和图1(5b)]能够增加聚合物乳液的稳定性,并能得到较小粒径(40~80 nm)的乳液。

马来酸酐型乳化剂不易发生均聚,从而避免了因均聚而降低其乳化效果。Sindt^[6]等研究了含马来

收稿日期:2009-10-09;修回日期:2009-11-10。

基金项目:广东省自然科学基金(9452840301003542);中山市科技计划项目(20092A203);电子科技大学中山学院科研启动基金(408YKQ04)资助。

作者简介:黄增芳(1976-),河南鹤壁人,博士,主要从事水性高分子胶粘剂和高分子复合材料等方面的研究。E-mail:hzf105@163.com

通讯作者:瞿晓岳。

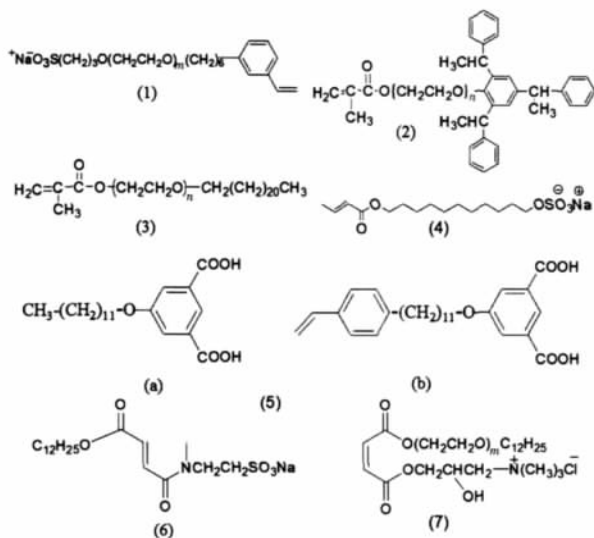


图 1 几种乳化剂结构
Fig.1 Several emulsifier structure

酸酐基元的阴离子和非离子乳化剂进行 St、BA 和 AA 共聚合,在合适的聚合条件下,聚合产率可达 80%;当稳定的乳液合成后,继续加入乳化剂,乳胶的稳定性进一步得到提高。Zhu^[7]等以马来酸酐为原料合成可聚合乳化剂[见图 1(6)],将其用于醋酸乙烯酯(VAc)、BA 和甲基丙烯酸六氟丁酯乳液聚合,得到的薄膜的稳定性和耐水性优于由传统乳化剂 SDS 制得的薄膜。Sun^[8]等合成了一系列马来酸酐可聚合乳化剂[见图 1(7)],用于 VAc、BA 和丙烯酸六氟丁酯乳液聚合,所得乳液粒径多分散系数(PDI)<0.1,与非聚合十六烷基三甲基氯化铵乳化剂(CTAB)相比,乳液稳定性和耐水性都较好。

由于小分子乳化剂可以在聚合物产品表面发生迁移而影响了其性能,怎样利用可聚合引发剂、两亲聚合单体及可聚合乳化剂进行无皂乳液聚合,是乳液聚合的新发展方向;而可聚合乳化剂以化学键嵌到聚合产品上,从而改善了其耐水性、耐化学腐蚀性等一系列性能。但要制备出可与聚合单体共聚而本身难于均聚的高乳化效率的乳化剂,仍然是科技工作者共同研究的问题。

1.2 核/壳种子乳液聚合

种子聚合采用先聚合一部分单体得到乳液的核(种子),然后再次加入聚合单体和引发剂(不加入乳化剂,是为了避免新乳胶粒的形成),继续在原来的核上进行聚合得到乳液的壳,以此制备出分布较窄的大粒径核/壳结构的乳胶粒。

Yu^[9]等通过种子聚合制备出了一系列 MMA/BA 互穿聚合物网络(IPN)结构的聚合物乳液,得到的

乳液粒径在 150~250 nm 之间,傅里叶变换红外光谱(FT-IR)分析证实了所得到的聚合物为交联共聚物。Tolue^[10]等通过两步乳液聚合合成了丙烯腈(AN)-St-AA 乳液,所得到的核层 T_g 在 -49.7~-58.7 °C 之间,壳层 T_g 为 104 °C 左右。Kang^[11]等研究了 MMA、丙烯酸乙酯(EA)和 MA 种子乳液共聚。结果表明:在第二阶段,乳液粒径从 483 nm 增加到了 829 nm,并且大多数核/壳单体比从 1:2 降低到了 1:15。Unzueta^[12]等用阴离子和非离子混合乳化剂进行了半连续种子乳液聚合,合成了 MMA/BA 共聚物;随着非离子乳化剂用量的增加,粒子数会更少,但聚合动力学行为没有受到影响。Plessis^[13]等研究了 BA 种子半连续聚合,当原料处于缺乏状态时,凝胶的比例与引发剂浓度和单体加入速率无关;若增加引发剂浓度和单体加入时间,聚合物支化率将会增加而平均相对分子质量将会减少。

核/壳乳胶粒的形成过程和结构形态仍是研究者关心的问题。Zhao^[14]等指出:BA 首先在 PVAc 种子的外面形成,然后再迁移到 PVAc 的内部。Tang^[15]等通过两步乳液聚合合成了聚丙烯酸乙酯(PEA)/聚苯乙烯(PS)和(PS/PEA)具有核/壳结构的 IPN。网络(核层)聚合服从经典的乳液聚合模型(增速、恒速、降速三个阶段),而网络(壳层)聚合仅仅出现恒速和降速两个阶段。由此表明:网络聚合不再出现新的核,仅仅是在网络的基础上继续聚合的。Shen^[16]等利用不同的链转移剂,通过连续的 BA 和 AA 两相种子乳液聚合制得了一系列的共聚物乳胶。动态光散射分析表明:在聚合物颗粒的生长过程中没有第二次晶核的形成,最后通过剥离强度和剪切强度分析了所得到的胶粘剂的特性。

核/壳乳液聚合,与传统的乳液聚合相比,制备出的乳胶粒粒径较大且分布均匀,用于胶粘剂时,有利于提高其剥离强度等综合性能;但是根据种子聚合机理,核/壳结构的乳胶粒的形成过程及结构形态仍是进一步要研究的问题。

1.3 辐射乳液聚合

微波辐射代替常规加热方法进行聚合反应,有着内部加热、清洁、节能和体系易控制等优点。自从 Murray^[17]等首次将微波辐射应用到乳液聚合反应以来,研究人员在此领域做了许多工作。Wu^[18]等通过 γ -辐射聚合得到了 MA、BA 和丙烯酸酯的两性共聚物。结果表明:这一聚合体系为可控自由基聚合;将得到的共聚物用于 St 和 BA 的共聚乳化剂,所得到

的聚合物具有单分散性,其固含量为 35%~45%。Zhang^[19]等以 γ -辐射在室温下引发 BA 微乳液聚合制得了微多孔聚合物材料,并研究了其形态结构和溶胀特性。

超声波是一种特殊形式的能量和波动形式,能通过液体介质向四周传播,产生超声空化现象;超声空化产生的一系列特殊的物理、化学效应,为各种化学反应提供了极为特殊的反应场所^[20]。Ai^[21]等以超声波辐射为引发源进行乳液聚合,合成了 PS/PBA 的接枝共聚物,所得乳液的颗粒粒径分布具有多分散性,粒径大小为 25~250 nm。另外,他们还以 St 和 BA 为基础,在超声波辐射作用下合成出了 St 和 BA 共聚物。没有超声波辐射的作用,聚合便不能进行;随着乳化剂 SDS、单体浓度、超声波强度和温度的增加,单体转化率将增加^[22]。

21 世纪,环保节能的问题已引起人们的重视,清洁节能无污染的辐射乳液聚合,为乳液聚合提供了新的场所。在今后乳液聚合的研究和利用中,怎样利用辐射代替常规的加热方式,必然越来越引起人们的重视。

2 丙烯酸酯/PU 复合乳液在胶粘剂中的应用

水乳型胶粘剂以水为连续相,具有成本低廉、安全无毒和环境友好等特点,近年来对水性胶粘剂的研究已成为胶粘剂的热点。Sakdapipanich^[23]等研究了一种新的乳液聚合体系,以 50% BA 和 15% EA(质量比)进行混合,混合后的聚合物乳液表现出较好的粘接性能。当 EA 在聚合后加入时,180°剥离强度最高为 10.46 N/100 mm;而当 EA 在聚合前加入时,180°剥离强度最高为 4.30 N/100 mm。Gower^[24]等固定丙烯酸酯用量,并通过改变 BA、丙烯酸异辛酯(2-EHA)和 MMA 等用量,制得了一系列丙烯酸酯压敏胶。结果表明:随着剥离速率的增加,剥离强度主曲线发生分散的程度变大;而随着 BA 含量的增加,剥离强度值也在增加^[25]。Moghebeli^[26]等采用 BA、2-EHA 和少量丙烯酸酯,制得了丙烯酸酯乳液压敏胶。研究结果表明:随着 2-EHA 用量的增加,所得复膜胶的剥离-破裂强度降低;当 $w(2-EHA) > 50\%$ 时,该强度才基本恒定。陈裕^[27]等通过种子半连续聚合法,在乳液的种子聚合阶段加入松香作为打底,制备出一种快干型水性复膜胶;当共聚物的 $T_g = -10\text{ }^\circ\text{C}$ 时,剥离强度最高(为 0.51 kN/m)。

复合粘合剂产品有 PU 类、PA 类和橡胶类等^[28]。单一丙烯酸酯复膜胶具有耐水、耐碱性等优点,但不

耐低温,耐油性也不高,具有热粘冷脆的缺点。PU 胶粘剂因具有卓越的低温性能、较高的粘接强度、优良的柔韧性和耐水、耐油等性能,而被广泛应用于纸塑粘合、塑塑粘合和铝塑粘合等包装材料领域中。

Du^[29]等制备出了一系列水性 PU 胶粘剂。研究表明:胶液的粘度、力学性能、耐热性和粘接强度等受 $n[\text{二苯基甲烷-4,4'-二异氰酸酯(MDI)}]:n[1,6\text{-己二异氰酸酯(HDI)}]:n[\text{聚(己二酸-1,4-丁二酯)二元醇(PBA)}]:n[1,4\text{-丁二醇(BDO)}]$ 比例的影响,提高 $n(\text{MDI}):n(\text{HDI})$ 或 $n(\text{PBA}):n(\text{BDO})$ 比例,将会增加 PU 胶粘剂的热稳定性。另外,他们制备了 PS 改性水溶性聚氨酯(WPU)胶粘剂。研究结果表明:合适的 $m(\text{PS}):m(\text{PET})$ 比例能够提高胶粘剂的机械性能、热性能、耐水性以及初粘强度^[30]。Ren^[31]等合成了 PU 改性 AA 的 UV 固化压敏胶。研究结果表明:增加黏性树脂的用量将会降低胶粘剂的储能模量和损耗模量,增加 T_g 和剥离强度。

单一 WPU 胶粘剂的粘接力强,具有优越的弹性、耐磨性和耐低温性;但耐水性、成膜性不够好,机械强度不高,乳液稳定性、自增稠性和固含量等方面还满足不了包装复合膜的使用要求。IPN 是一种新型的聚合物,具有优异的阻尼性、耐热性和高强度^[32]等性能。

Athawale^[33]等制得了 PU/PA 的杂化乳液,并对其进行了 FT-IR 和热失重(TG)分析。试验结果表明:杂化比物理混合所得到的乳液,其 PU 和丙烯酸酯的相容性要好,以至于使其化学和力学性能都得到了提高。陈亚东^[34]等采用 WPU 种子乳液与 AA 共聚的方法,制备了稳定的改性 WPU 胶粘剂乳液。结果表明:AA 的共聚改善了 WPU 膜的耐水性、非极性基材之间的粘接力,用双向拉伸聚丙烯(BOPP)作为复膜基材,其胶膜的 T 剥离强度可达 8.38 N/cm。

采用丙烯酸酯和 PU 复合技术制备的 IPN 乳液,可使制得的复膜胶既具有丙烯酸酯的耐水性、耐候性和耐光性,又具有 PU 良好的耐低温性、柔韧性以及粘接强度;这样,可将两者的优点结合起来,克服各自的缺点,发挥协同作用的优势,从而制备出性能优异的复膜胶。

3 结 语

(1)丙烯酸酯主链的碳链和各种各样的酯键,为聚合物提供了多种优良性能,如化学稳定性、耐候性、耐久性、硬度、柔韧性、溶解性和混溶性等。

(2)丙烯酸酯聚合物已在许多领域得到广泛的

应用^[35]。2001 年,美国罗门哈斯公司将其在欧美市场取得巨大成功的水性复膜胶引入中国市场,为中国的食品包装行业带来了一场环保革命^[36]。

(3)近年来,将环保、安全和绿色水乳型胶粘剂用以代替有毒性污染的溶剂型胶粘剂,已成为胶粘剂研究领域的热点之一。研究丙烯酸酯新的乳液聚合方法和制备性能优异的乳液,可推动其在合成涂料、纺织、造纸、卫生材料、洗涤剂、分散剂、絮凝剂、增稠剂、皮革和塑料助剂(特别是水性胶粘剂)等领域中广泛应用。尤其是 PU/丙烯酸酯复合乳液的开发,为制备耐水性、耐候性、耐光性、耐低温、柔韧性和高粘接强度的水性胶粘剂提供了研究方向。

参考文献

- [1] 张军营.丙烯酸酯胶粘剂[M].北京:化学工业出版社,2006.
- [2] SOULA O, GUYOT A. Styrenic surfmer in emulsion copolymerization of acrylic monomers (I): Synthesis and characterization of polymerizable surfactants[J]. *Langmuir*, 1999, 15(23): 7 956-7 962.
- [3] SHAFEEI K A. The first study of the effect of surfmer backbone structure on the stability and the course of emulsion polymerization of methyl methacrylate and butyl acrylate monomers[J]. *Journal of Applied Polymer Science*, 2008, 108(3): 1 949-1 957.
- [4] UNZUE M J, SCHOONBROOD H A S, ASUA J M, *et al.* Reactive surfactants in heterophase polymerization (VI): Synthesis and screening of polymerizable surfactants (surfmers) with varying reactivity in high solids styrene-butyl acrylate-acrylic acid emulsion polymerization[J]. *Journal of Applied Polymer Science*, 1997, 66(9): 1 803-1 820.
- [5] REB P, MARGARIT-PURI K, KLAPPER M, *et al.* Polymerizable and nonpolymerizable isophthalic acid derivatives as surfactants in emulsion polymerization[J]. *Macromolecules*, 2000, 33(21): 7 718-7 723.
- [6] SINDT O, GAUTHIER C, HAMAIDE T, *et al.* Reactive surfactants in heterophase polymerization (XVI): Emulsion copolymerization of styrene-butyl acrylate-acrylic acid in the presence of simple maleate reactive surfactants[J]. *Journal of Applied Polymer Science*, 2000, 77(12): 2 768-2 776.
- [7] ZHU MING-YUE, QIAO WEI-HONG, LIU HONG-ZHU, *et al.* Synthesis of a novel polymerizable surfactant and its application in the emulsion polymerization of vinyl acetate, butyl acrylate, veova 10, and hexafluorobutyl methacrylate [J]. *Journal of Applied Polymer Science*, 2008, 107(1): 624-628.
- [8] SUN YING-LI, QIAO WEI-HONG, LIU HONG-ZHU. Synthesis of a novel series of polymerizable surfactants and application in emulsion polymerization[J]. *Polymers for Advanced Technologies*, 2008, 19(9): 1 164-1 167.
- [9] YU HAI-BO, PENG JING, ZHAI MAO-LIN, *et al.* Synthesis and characterization of poly(*n*-butyl acrylate)-poly(methyl methacrylate) latex interpenetrating polymer networks by radiation-induced seeded emulsion polymerization [J]. *Radiation Physics and Chemistry*, 2007, 76(11-12): 1 746-1 750.
- [10] TOLUE S, MOGHBELI M R, GHAFEBASHI S M. Preparation of ASA (acrylonitrile-styrene-acrylate) structural latexes via seeded emulsion polymerization[J]. *European Polymer Journal*, 2009, 45(3): 714-720.
- [11] KANG KAI, KAN CHENG-YOU, DU YI, *et al.* Synthesis and properties of soap-free poly(methyl methacrylate-ethyl acrylate-methacrylic acid) latex particles prepared by seeded emulsion polymerization[J]. *European Polymer Journal*, 2005, 41(3): 439-445.
- [12] UNZUETA E, FORCADA J. Semicontinuous emulsion copolymerization of methyl methacrylate and *n*-butyl acrylate(1): Effect of mixed emulsifiers in seeded polymerization[J]. *Polymer*, 1995, 36(5): 1 045-1 052.
- [13] PLESSIS C, ARZAMENDI G, LEIZA J R, *et al.* Seeded semibatch emulsion polymerization of *n*-butyl acrylate. Kinetics and structural properties[J]. *Macromolecules*, 2000, 33(14): 5 041-5 047.
- [14] ZHAO KE, SUN PEI-QIN, LIU DA-ZHUANG, *et al.* The formation mechanism of poly(vinyl acetate)/poly(butyl acrylate) core/shell latex in two-stage seeded semi-continuous starved emulsion polymerization process[J]. *European Polymer Journal*, 2004, 40(1): 89-96.
- [15] TANG ER-JUN, TIAN BAO-YONG, FU CUI-YAN. Apparent kinetic study of latex interpenetrating polymer networks P(ethyl acrylate)/P(styrene) and P(styrene)/P(ethyl acrylate) by two stage emulsion polymerization[J]. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 2009, 333(1-3): 7-11.
- [16] SHEN HEN-ZI, ZHANG JI-YANG, LIU SHUANG-JIN, *et al.* Effect of the chain-transfer-agent content on the emulsion polymerization process and adhesive properties of poly(*n*-butyl acrylate-co-acrylic acid) latexes[J]. *Journal of Applied Polymer Science*, 2008, 107(3): 1 793-1 802.
- [17] 胡晓熙, 陈文求, 李小琴, 等. 微波辐射甲基丙烯酸甲酯与丙烯酸丁酯的乳液共聚[J]. *高分子材料科学与工程*, 2008, 24(11): 40-43.
- [18] WU ZONG-TAO, ZHANG ZHI-CHENG. Poly(methyl acrylate) and copolymer of acrylic acid and butyl acrylate

- prepared by γ -irradiation in the presence of 1,1-diphenylethane; Synthesis and application in emulsion polymerization[J]. Journal of Applied Polymer Science, 2007, 105(6): 3 492-3 499.
- [19] ZHANG GUANG-XIANG, XU XIANG-LING, TANG JIAN-GUO, *et al.* Formation of microporous polymeric materials by microemulsion radiation polymerization of butyl acrylate[J]. Journal of Applied Polymer Science, 2000, 77(9): 1 989-1 993.
- [20] 徐继红, 徐国财, 王贞平. 超声辐射丙烯酸丁酯无皂乳液聚合[J]. 化工新型材料, 2006, 34(3): 27-29, 42.
- [21] AI ZHAO-QUAN, ZHOU QI-LONG, GUANG RONG, *et al.* Preparation and properties of polystyrene-*g*-poly(butyl acrylate) copolymer emulsions with ultrasonic radiation(I): Preparation technology and coagulum ratio[J]. Journal of Applied Polymer Science, 2005, 96(4): 1 405-1 409.
- [22] AI ZHAO-QUAN, ZHANG HAI-RONG, LIU QING, *et al.* Preparation and properties of poly(WPSF-*co*-butyl acrylate) copolymer emulsion with ultrasonic radiation (II): Monomer conversion rate and characterization[J]. Journal of Applied Polymer Science, 2009, 113(5): 3 196-3 201.
- [23] SAKDAPIPANICH J, THANANUSONT N, PUKKATE N. Synthesis of acrylate polymers by a novel emulsion polymerization for adhesive applications[J]. Journal of Applied Polymer Science, 2006, 100(1): 413-421.
- [24] GOWER M D, SHANKS R A. Acrylic acid level and adhesive performance and peel master-curves of acrylic pressure-sensitive adhesives[J]. Journal of Polymer Science (Part B): Polymer Physics, 2006, 44(8): 1 237-1 252.
- [25] GOWER M D, SHANKS R A. The effect of varied monomer composition on adhesive performance and peeling master curves for acrylic pressure-sensitive adhesives[J]. Journal of Applied Polymer Science, 2004, 93(6): 2 909-2 917.
- [26] MOGHBELI M R, ZAMIR S M, MOLAEI B. Resultant synergism in the shear resistance of acrylic pressure-sensitive adhesives prepared by emulsion polymerization of *n*-butyl acrylate/2-ethyl hexyl acrylate/acrylic acid[J]. Journal of Applied Polymer Science, 2008, 108(1): 606-613.
- [27] 陈裕, 谢克难, 兰玲燕, 等. 一种快干型水性复膜胶的研制与应用[J]. 中国胶粘剂, 2008, 17(1): 31-34, 43.
- [28] 李俊, 王瑞明, 邓仕英, 等. 水乳性纸塑复膜胶的研究[J]. 武汉化工学院学报, 2005, 27(5): 26-29.
- [29] DU HUI, ZHAO YU-HUA, LI QI-FENG, *et al.* Synthesis and characterization of waterborne polyurethane adhesive from MDI and HDI[J]. Journal of Applied Polymer Science, 2008, 110(3): 1 396-1 402.
- [30] DU HUI, ZHAO YU-HUA, YIN NING, *et al.* Preparation and properties of waterborne polyurethane adhesives modified by polystyrene[J]. Journal of Applied Polymer Science, 2008, 110(5): 3 156-3 161.
- [31] REN YAO-BIN, PAN HUI-MING, LI LONG-SI, *et al.* Synthesis of polyurethane acrylates by hydrogenated castor oil and dimer-based polyester diol and study on pressure-sensitive adhesive[J]. Journal of Applied Polymer Science, 2005, 98(4): 1 814-1 821.
- [32] 陈宝钊, 韩孝族, 郭风春. 聚环氧氯丙烷聚氨酯/聚甲基丙烯酸甲酯互穿网络聚合物的相容性与力学性能[J]. 高分子学报, 1996(4): 399-404.
- [33] ATHAWALE V D, KULKARNI M A. Preparation and properties of urethane/acrylate composite by emulsion polymerization technique[J]. Progress in Organic Coatings, 2009, 65(3): 392-400.
- [34] 陈亚东, 张慧波, 孙向东. 塑料复合膜用水性聚氨酯胶粘剂的合成与表征[J]. 包装工程, 2008, 29(6): 43-45, 51.
- [35] 陶子斌. 丙烯酸生产与应用技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2007.
- [36] 伊峻. 罗门哈斯在中国推广水性复合薄膜胶粘剂[J]. 聚氨酯信息, 2003(3): 15.

(责任编辑: 杨谷湧)

Research progress of emulsion polymerization for acrylate and its application in adhesive

HUANG Zeng-fang, XIE Hui, MA Jun-xian, LIU Chang-kun, QU Xiao-yue

(Department of Chemistry and Biology, Zhongshan Institute, University of Electronic Science & Technology of China, Zhongshan 528402, China)

Abstract: Several kinds of preparation methods of acrylates emulsion, including emulsion polymerization based on polymerizable emulsifier, core-shell seeded emulsion polymerization, radiation emulsion polymerization and composite emulsion between polyurethane (PU) and acrylates, were summarized at home and abroad. Their application and development prospect in adhesives were introduced and expected.

Keywords: acrylate; polymerizable emulsifier; core-shell seeded; emulsion polymerization; radiation; PU