

[补充信息]

SAS/AMPS/IA 共聚物中官能团对碳酸钙的协同阻垢作用

余嵘^{†,✉}, 刘扬[†], 王增科, 田昭, 吕芙蓉

西安工程大学城市与规划工程学院水处理实验室, 西安 710600

[Supplementary Information]

Synergistic Scale Inhibition of Calcium Carbonate by Functional Groups in SAS/AMPS/IA Copolymers

YU Rong^{†,✉}, LIU Yang[†], WANG Zengke, TIAN zhao, LYU Furong

Water Treatment Laboratory, College of Urban Planning and Engineering, Xi'an Polytechnic university, Xi'an 710600, China

实验试剂与仪器

2-丙烯酰胺-2-甲基丙磺酸 (AMPS)、烯丙基磺酸钠 (SAS)、衣康酸 (IA)、叔丁醇、氢氧化钠、过硫酸铵、四硼酸钠、正丁醇等均为分析纯。

500 mL 三口烧瓶、恒压滴液漏斗、DF-10/S 集热式恒温加热磁力搅拌器、Spotlight400 型傅里叶变换红外光谱仪、优普 UPT-II-20T 型台式超纯水机、3002 型远红外快速干燥箱等。

SAS/AMPS/IA 共聚物与均聚物的合成

实验采用自由基反应原理。以过硫酸铵为引发剂, 叔丁醇为分子量调节剂, 在一定条件下实现自由基聚合。在装有回流冷凝管、温度计、恒压滴液漏斗的三口烧瓶中加入一定量的 IA、SAS、AMPS、叔丁醇和 200 mL 蒸馏水, 调节水浴温度为 80 °C, 缓慢滴定 100 mL 过硫酸铵水溶液 (平均每 4s 一滴), 滴定 2 h, 恒温 2 h, 冷却至室温, 得到淡黄色的透明液体, 合成反应式见图 S1:

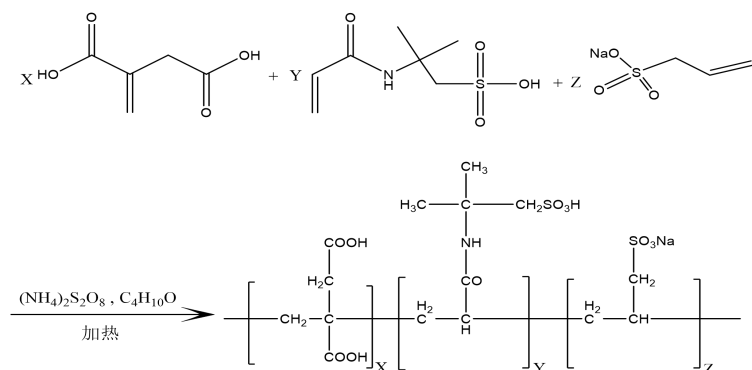


图 S1 共聚物 SAS/AMPS/IA 的合成反应式

Fig.S1 Synthesis equation of SAS/AMPS/IA terpolymer

以一种单体为原料, 按上述方法分别合成均聚物 PIA、PSAS、PAMPS, 合成路线见图 S2 图 S4。

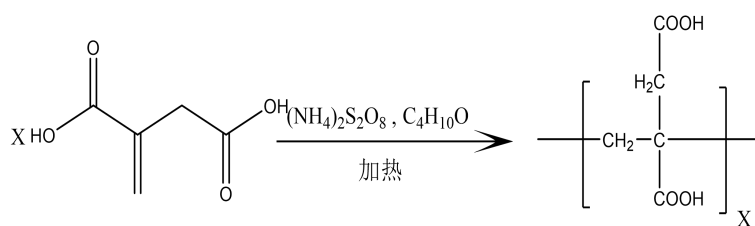


图 S2 PIA 均聚物的合成反应式

Fig.S2 Synthesis equation of IA homopolymer

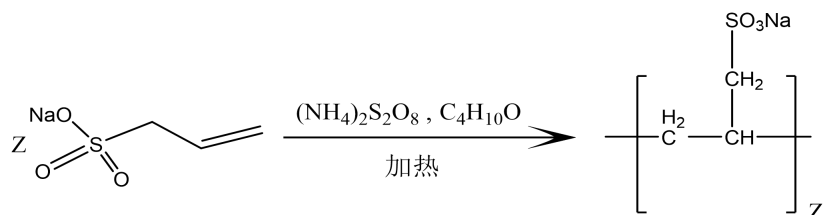


图 S3 PSAS 均聚物的合成反应式

Fig.S3 Synthesis equation of SAS homopolymer

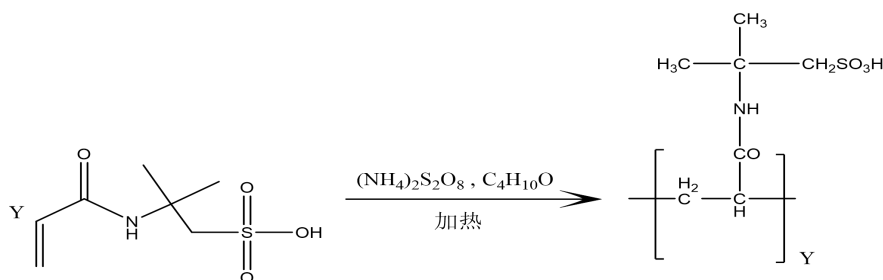


图 S4 PAMPS 均聚物的合成反应式

Fig.S4 Synthesis equation of AMPS homopolymer

共聚物提纯

向合成的淡黄色透明液体中滴加质量分数为 30% 的 NaOH 溶液, 调节溶液 pH=7。再将其倒入一定量的正丁醇中进行提纯, 反复多次以至下层黏稠物体积不再变化, 分液干燥, 得到纯化的 SAS/AMPS/IA 共聚物。

共聚物的红外光谱与凝胶渗透色谱分析

提纯后的 SAS/AMPS/IA 共聚物采用溴化钾压片法制样, 通过 Spotlight400 型傅里叶变换红外光谱仪扫描, 得到红外吸收光谱图, 对其结构进行表征。取少量共聚物用水溶解通过 AP-2000 型凝胶渗透色谱仪测定共聚物的分子量及分子量分布, 对其分子量进行表征。

碳酸钙阻垢性能的评定

采用静态阻垢法, 用 EDTA 标准溶液滴定, 按照式 (S1) 计算阻垢率 η :

$$\eta = \frac{v_i - v_0}{v_j - v_0} \times 100\% \quad (S1)$$

式中： V_i 为加入阻垢剂、加热水样的滤液消耗的 EDTA 体积，mL； V_j 为未加入阻垢剂、未加热水样的滤液消耗的 EDTA 体积，mL； V_0 为未加入阻垢剂、加热水样的滤液消耗的 EDTA 体积，mL。

XRD 与 SEM 测试

将制成的 CaCO_3 垢样在 X 射线粉末衍射仪上进行测试，扫描速率 $6 (^{\circ})/\text{min}$ ，扫描范围 $20 \sim 80^{\circ}$ ；将垢样喷金处理后，采用场发射扫描电子显微镜（SEM）在低真空下观测表面形貌。

Zeta 电位测试

采用 JS94H 型微电泳仪对静态阻垢法得到的水样上层清液进行 Zeta 电位测定。比较并分析 SAS/AMPS/IA 以及 PIA、PSAS、PAMPS 对 CaCO_3 晶体的分散稳定性。