

羧甲基纤维素钠/羟乙基纤维素复合溶液的性能

张黎明* 黄少杰 陈丹青

(中山大学高分子研究所 广州 510275)

关键词 高分子复合溶液, 羧甲基纤维素钠, 羟乙基纤维素, 性能

羧甲基纤维素钠(NaCMC)和羟乙基纤维素(HEC)作为油田用驱油剂, 具有抗剪切能力强, 原料丰富和对环境污染少等优点, 但单独使用效果不理想. 前者虽有较好的增粘性, 但易受油藏温度、盐度的影响; 后者虽有较好的耐温、耐盐性, 但其增稠能力较差、用量较大^[1,2]. 设想利用高分子间分子复合原理, 将两者进行复合, 性能较之单一 NaCMC 或 HEC 溶液可能会有所改善. 本文就 NaCMC/HEC 复合溶液的增粘、流变、抗剪切及耐温耐盐性能作初步考察.

NaCMC 和 HEC 均为进口原料, 粘度法^[3,4]确定 NaCMC 的分子量为 1.40×10^6 (0.01 mol/L NaCl 水溶液, 25 °C)、HEC 的分子量为 4.56×10^5 (水, 25 °C). 先配制一定浓度的 NaCMC 和 HEC 水溶液, 然后在搅拌下以一定比例进行复合, 搅拌均匀即得 NaCMC/HEC 复合溶液(pH 为 6~7); 加入一定量 NaCl, 溶解后得到其复合盐溶液. 用 RHEOTEST2 型旋转粘度计, 考察试样的性能; 用岛津 UV-240 型分光光度计, 测定溶液的紫外吸收光谱.

结果与讨论

图 1 给出了不同复合比对 NaCMC/HEC 复合溶液粘度的影响, 发现复合溶液粘度均高于按双组分聚合物溶液混合规则计算出的粘度值, 表明 NaCMC 与 HEC 复合可产生明显的增粘效果.

我们对浓度为 0.08 g/dL 的 NaCMC 溶液、HEC 溶液和 NaCMC/HEC 复合溶液(HEC 所占质量分数为 0.50%)进行紫外光谱测定, 发现在 190~220 nm 范围内, NaCMC 溶液无最大吸收波长 $\lambda_{\max}$, HEC 溶液在 199.4 nm 处出现最大吸收, 而 NaCMC/HEC 复合溶液的 $\lambda_{\max}$ 为 204.3 nm. 若聚合物混合溶液中高分子链以氢键力结合成复合物, 则体系的 $\lambda_{\max}$ 将产生红移现象^[5]. 因此, NaCMC/HEC 复合溶液的增粘效应, 可认为是 NaCMC 和 HEC 在溶液中形成氢键复合作用, 增大了分子的流体力学体积所致.

由相同浓度、温度条件下 NaCMC 溶液、HEC 溶液和 NaCMC/HEC 复合溶液(HEC 所占质量分数为 0.33%, 下同)的流变曲线发现三者均表现出典型的假塑性流变行为^[6]. 用幂律方程 $\tau = KY^n$ 对实验点进行拟合, 发现三者拟合关系良好, 并由此求得稠度系数 K 和粘性指数 n : NaCMC 溶液, $K = 2.2266$, $n = 0.6192$; HEC 溶液, $K = 0.9358$, $n = 0.6980$; NaCMC/HEC 复合溶液, $K = 3.0900$, $n = 0.5847$. 较之 NaCMC 或 HEC 溶液, NaCMC/HEC 复合溶液的 K 值最

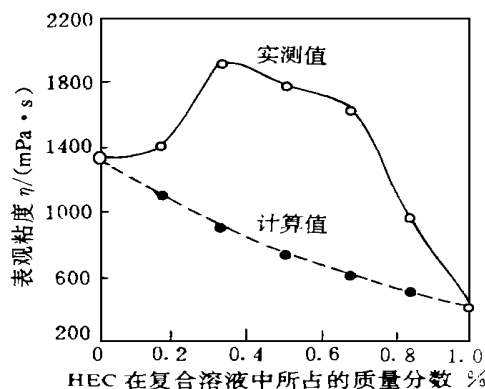


图 1 复合比对复合溶液粘度的影响

$\alpha(\text{NaCMC}) = 1.2\%, 16.0\%$, 剪切速率 3.0 s^{-1}

大,而 n 值最小. K 值大,表明其增稠性能好; n 值小,说明其抗剪切能力强^[6].

NaCMC 溶液、HEC 溶液和 NaCMC/HEC 复合溶液的粘度均随温度升高而下降(图 2);相同温度 NaCMC/HEC 复合溶液粘度高于 NaCMC 溶液或 HEC 溶液粘度. 将图中数据按 Arrhenius 公式^[7] $\eta = A \exp(E_a/RT)$ 进行线性拟合(相关系数 > 0.9),得到 CMC 溶液、HEC 溶液及复合溶液的粘流活化能 E_a 为 20.21、14.40、17.64 kJ/mol. 复合溶液 E_a 虽大于非离子型 HEC 溶液 E_a ,但却明显小于阴离子型 CMC 溶液 E_a ,这表明其粘度对温度的敏感性要小于单一的 CMC 溶液,即溶液复合在一定程度上改善了 CMC 溶液的耐温性. 对质量分数为 1.2% 的 NaCMC 水溶液及其盐溶液($\omega(\text{NaCl})$ 为 1.5%) 和质量分数为 1.2% NaCMC/HEC 复合水溶液及其盐溶液($\omega(\text{NaCl})$ 为 1.5%)、在剪切速率为 81.0 s^{-1} 下进行表观粘度测定,且按 $m = (\eta_{\text{水}} - \eta_{\text{盐}}) / \eta_{\text{水}} \times 100\%$ 计算其表观粘度下降率 m ,发现前者 m 为 28.3%、后者 m 为 23.1%,这也说明将 HEC 溶液同 NaCMC 溶液进行适度分子复合,可改善 NaCMC 溶液的耐盐性.

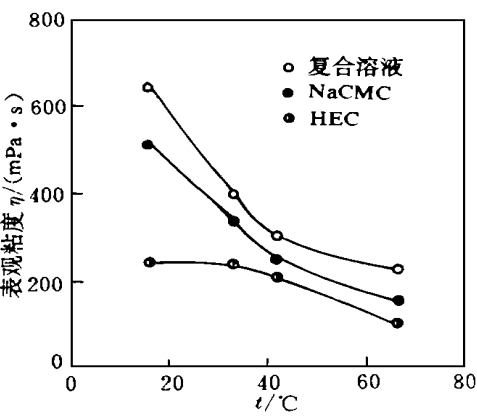


图 2 温度对不同试样水溶液粘度的影响
NaCMC 质量分数为 1.2%, 剪切速率 48.6 s^{-1}

参 考 文 献

- 1 张黎明. 纤维素科学与技术, 1996, 4(2): 8
- 2 赵福麟. 采油化学. 济南: 石油大学出版社, 1989: 88
- 3 Sitaramiah G, Goring D A. *J Polym Sci*, 1962, 58: 1107
- 4 Sato T, Nalepa D E. *J Appl Polym Sci*, 1978, 22: 865
- 5 张春光, 候万国, 陈庆平等. 高分子学报, 1988, (6): 223
- 6 陈宗淇, 戴闽光. 胶体化学. 北京: 高等教育出版社, 1984: 378, 381
- 7 卢灿辉, 甘纯玘, 陈文定等. 高分子材料科学与工程, 1991, 7(3): 88

Properties of Sodium Carboxymethylcellulose/
Hydroxyethylcellulose Compound Solution

Zhang Liming^{*}, Huang Shaojie, Chen Danqing
(Institute of Polymer Science, Zhongshan University, Guangzhou 510275)

Abstract The properties of sodium carboxymethylcellulose(NaCMC)/hydroxyethylcellulose (HEC) compound solution such as viscosification efficiency, rheological behavior, shear stability and salt stability have been investigated by means of rotation viscosimeter. The results show that the compound solution exhibits an enhanced viscosification efficiency, improved shear stability, as well as a better tolerance towards temperature and salt.

Keywords intermacromolecular complex solution, sodium carboxymethylcellulose, hydroxyethylcellulose, property