

用超支化聚合物降低氨纶纺丝原液粘度的研究

蔡志浩 韩克清 余木火

纤维材料改性国家重点实验室 东华大学材料科学与工程学院 上海 200051

Email: yumuhuo@dhu.edu.cn

关键词：超支化聚合物 氨纶 粘度

将超支化聚合物应用于涂料、聚合物共混等领域降低高分子溶液和高分子熔体的粘度，已经有多人研究过^[1-4]，有些已实现了工业化应用。但是超支化聚合物能否应用于纺丝原液中降低原液的粘度呢？这对于实际生产及环境保护意义重大。超支化聚合物如果能降低纺丝原液的粘度，就可以减少原液中溶剂的用量，从而节约了回收大量溶剂需要的能耗，大大有利于环境的保护。同时，添加超支化聚合物于纺丝原液可以在不改变现有生产工艺的基础上，提高原液的固含量，提高纺丝的速度，从而降低了生产成本。根据最近我们实验室的研究结果表明，加入超支化聚合物于氨纶纺丝原液中确实能有效降低原液的粘度。

我们用三羟甲基丙烷（TMP）和 2,2-二羟甲基丙酸（MPA）以 1:9 的摩尔比合成了二代端羟基超支化聚合物。因为考虑到在氨纶原液中存在未反应的 -NCO 基团，可与超支化聚合物的端羟基反应，交联使纺丝原液粘度大幅提高，因此我们对以上合成的超支化聚合物的端基进行乙酰化改性（简称 MG2）。我们将 0.01g MG2 溶于 100ml N,N-二甲基甲酰胺（DMF）中，用滴管取一滴溶液置于盖玻片上，待溶剂挥发完全后，用扫描电镜观察，拍得照片见 Figure.1。从 Figure.1 中可以看出 MG2 的尺寸大小在几十个纳米左右。

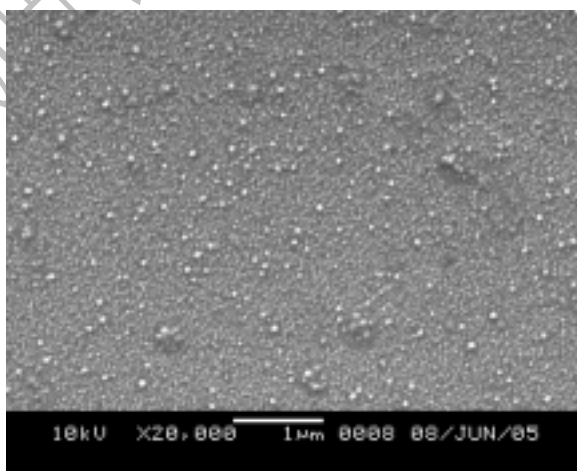


Figure.1 SEM image of MG2

将 MG2 以固含量的 1%、2% 和 3% 的比例添加到氨纶纺丝原液中，采用 RS150L 型哈克锥板流变仪，测试了不同配比的纺丝溶液的流变性能，经过数据处理可获得一系列的流变曲线(见 Figure.2)。从 Figure.2 中可以看出，氨纶纺丝原液在稳态剪切条件下表现出剪切变稀的流动特性。在测试的四个不同温度条件下，对于同一剪切速率，随着 MG2 含量的增加，体系的表观粘度逐渐下降。

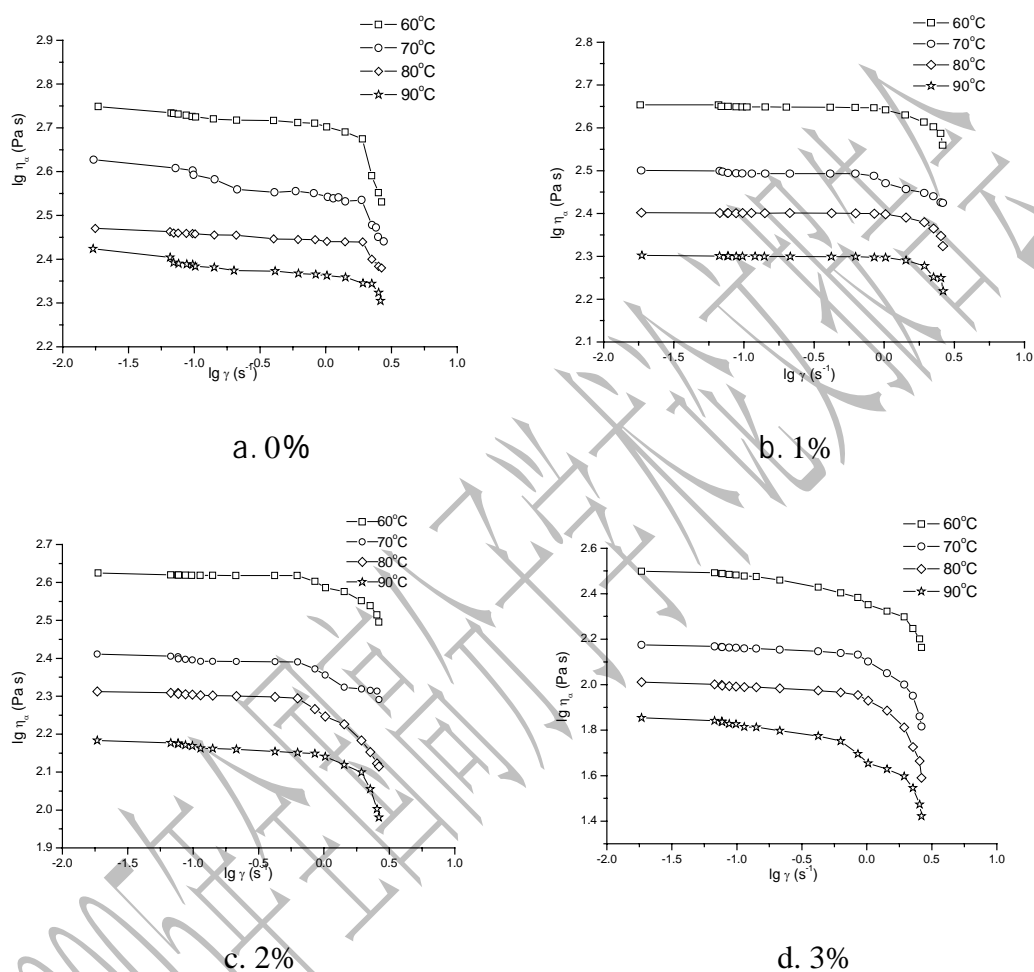


Figure.2 Rheological behavior of Polyurethane spinning solution with various concentrations of MG2

从 Figure.3 中可以发现，加入 MG2 后，氨纶纺丝溶液的零切粘度明显小于空白纺丝原液；而且随着 MG2 加入量的增加，零切粘度逐渐降低。即使在添加比例只有 1% 时，MG2 的降粘效果也很显著。

将以上添加不同比例 MG2 的氨纶纺丝原液制膜后，测试拉伸性能及不可回复弹性形变，结果见 Table. 1。Table. 1 说明 MG2 的加入使得氨纶的力学性能受到了一定影响，但下降幅度不大。

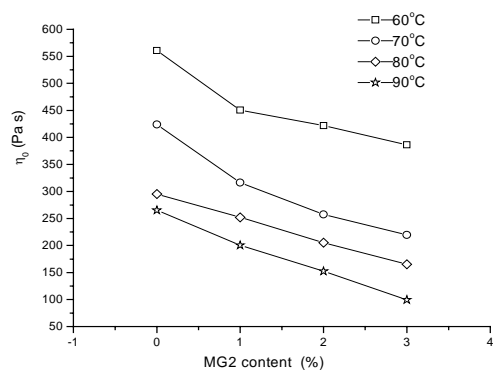


Figure.3 The relationship between the Zero-shear viscosity of Polyurethane spinning solution and MG2 content

Table.1 The Mechanical Properties of Polyurethane Films with different MG2 contents

MG2 含量 (%)	0	1	2	3
项目				
屈服伸长 (%)	303.89	293.93	293.85	274.85
最大强度 (MPa)	34.71	32.05	41.57	28.64
最大强力伸长 (%)	601.05	586.78	533.00	514.58
断裂强度 (MPa)	34.76	31.83	41.57	28.63
断裂伸长 (%)	601.04	587.91	526.00	506.64
弹性模量 (MPa)	29.77	25.51	29.73	22.62
常温不可回复弹性形变率 (%)	2.8	4.5	3.8	3.8
130 不可回复弹性形变率 (%)	30.7	36.2	36.2	39.3

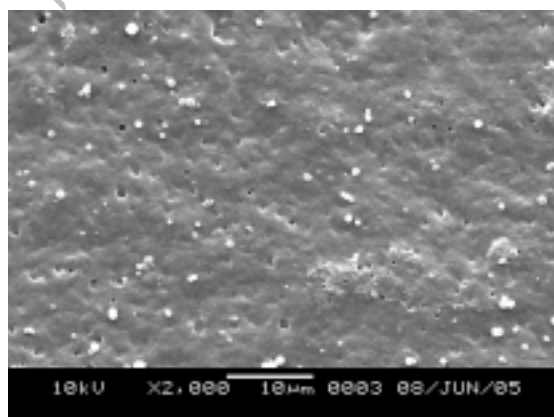


Figure.4 SEM image of Polyurethane film with 2% MG2

Figure.4 是添加 2%MG2 的氨纶纺丝原液制膜后的扫描电镜照片。我们从 Figure.4 中可以看出，MG2 在氨纶薄膜中分散较均匀，尽管有个别的团聚现象发生。

参考文献：

- [1] D. Ratna, R. Varley et al, Journal of Materials Science, 2003, 38(1): 147.
- [2] Massa D. J., Shriner K. A. et al, Macromolecules, 1995, 28: 3214.
- [3] 唐黎明, 张晓龙等, 高等学校化学学报, 2000, 12: 1950.
- [4] 魏焕郁, 施文芳, 高等学校化学学报, 2000, 22: 338.

Study on Reducing the Viscosity of Polyurethane Spinning Solution by Hyperbranched Polymer

Zhihao Cai Keqing Han Muhuo Yu

State Key Laboratory for Modification of Chemical Fibers and Polymer Materials,
College of Material Science and Engineering, Donghua University, Shanghai ,200051
Email: yumuhuo@dhu.edu.cn

The hyperbranched polymers (HBPs) are a new kind of organic materials. This new macromolecules attracted much attention because of their unique structure and properties. Recent works in our laboratory showed that the viscosity of Polyurethane spinning solution could be greatly reduced by adding a small portion of HBP, which would be very significant for the possibility of increasing the solid content of Polyurethane spinning solution, reducing the energy consume, increasing the spinning speed and reducing the production cost. The purpose of this work is to investigate the effects of HBPs on the viscosity of Polyurethane spinning solution.

Key Words: hyperbranched polymers (HBPs) Polyurethane viscosity