

# 聚醚型非离子表面活性剂的粘温特性的研究

葛继均 高来宝 葛 启

(天津纺织工学院)

**【摘要】** 本文通过粘度的测定, 运用一元线性回归分析, 研究了聚醚型非离子表面活性剂的粘温特性及其与分子组成的关系。结果表明在 20~90℃ 范围内, 该非离子表面活性剂的粘度与温度的关系符合方程  $\eta = ke^{\frac{A}{T}}$ , 发现同等温度时粘度值不仅随分子量增大而增大, 也随 EO/PO 比的增大而增大。随着分子量或 EO/PO 比的增加, 其流动活化能增加, 粘温特性变差。

随着合成纤维工业的迅猛发展, 尤其是纺丝速度的不断提高, 纺丝油剂如涤纶高速纺 POY 油剂的粘温特性变得非常重要<sup>[1]</sup>。粘温性能不好, 则低温下粘度大, 造成上油不匀, 高温下粘度小, 易造成热板滴落, 结焦量大, 影响丝的质量。由于构成 POY 油剂的主要成分是分子量介于 1000~4000 的氧乙烯氧丙烯无规聚醚<sup>[2]</sup>, 因此研究这类聚醚的粘温特性就显得十分必要。

本文选取了 8 种氧乙烯氧丙烯无规聚醚, 分别研究了它们的粘温特性, 并采用一元线性回归分析导出了粘度与温度的关系式, 初步探讨了分子组成对聚醚粘温特性的影响。

## 一、实验

### 1. 样品与仪器

(1) 样品: 本实验所用样品见表 1。

样品 1\*~8\* 均为未封端的无规聚醚。

(2) 仪器: NDJ-79 型旋转粘度计, 转速 720r/min; CS501 型超级恒温水浴槽。

### 2. 实验方法

(1) 分别测定样品 1\*~8\* 在 20℃、30℃、40℃、50℃、60℃、70℃、80℃、90℃ 时的粘度值, 并作出粘温曲线。

(2) 运用一元线性回归分析推导粘度与温度的表达式并计算流动活化能,

表 1 样品

样品编号	起始剂	分子量	EO/PO 摩尔比
1*	BuOH	1514.6	17/83
2*	BuOH	1075.0	50/50
3*	BuOH	1459.0	50/50
4*	BuOH	825.0	50.5/49.5
5*	BuOH	2049.7	57/43
6*	BuOH	1118.6	75/25
7*	BuOH	2878.4	76/24
8*	BuOH	1553.6	81/19

注: a. 分子量均由羟值换算而得;  
b. EO/PO 比由核磁共振测得;  
c. 以上各样品含水少于 0.3%。

## 二、结果与讨论

1. 粘度与分子组成的关系

图 1~4 分别为样品 1\*~8\* 的粘温曲线。由图可知, 随着温度的升高, 粘度均呈下降的趋势。

由图 1, 4 结

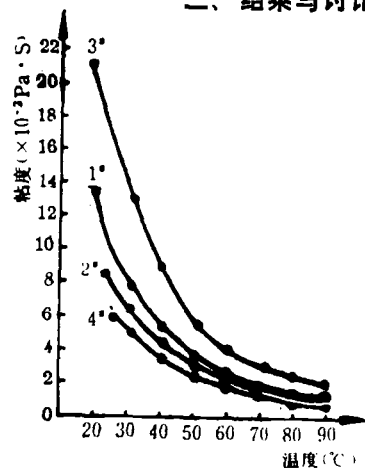


图 1 1\*~4\* 的粘温曲线

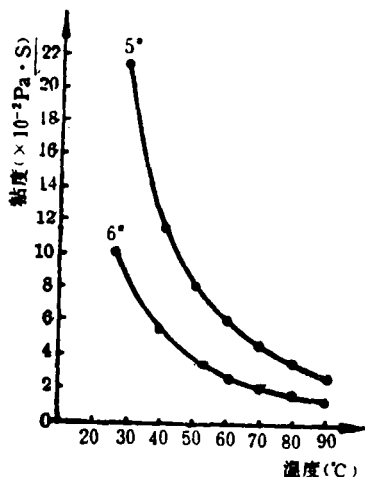


图 2 5\*, 6\* 的粘温曲线

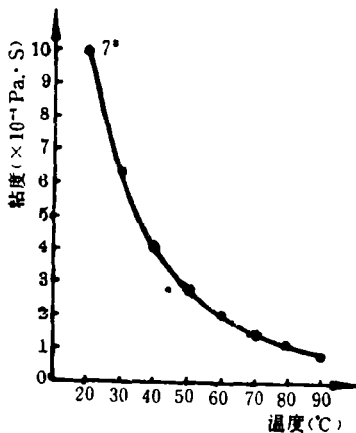


图 3 7\* 的粘温曲线

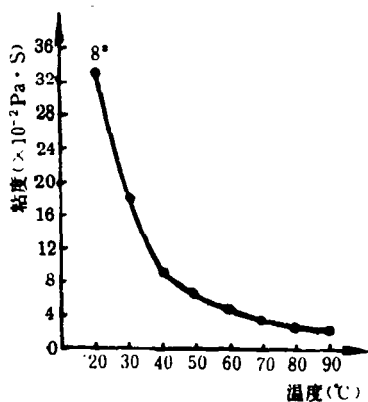


图 4 8\* 的粘温曲线

合表 1 可知：当分子量相近时，如 1\*、3\*、8\* 的分子量均在 1500 左右，随着 EO/PO 比的增加，1\*：17/81，3\*：50/50，8\*：81/19，同等温度下粘度值变大。如 30°C 时 1\* 为 0.08 Pa·S，3\* 为 0.14 Pa·S，8\* 为 0.18 Pa·S。当分子量增大时，同等温度时粘度值明显增大。7\* 分子量在 1\*~8\* 中为最大，比较图 1~4 可知，同等温度下 7\* 的粘度值最大。

2. 粘度与温度的关系

对  $\ln\eta \sim \frac{1}{T}$  的关系采用一元线性回归分析，求得回归系数 A、B 及相关系数 r 值见表 2。

表 2 A、B 及 r 值

样品序号	A	B	r
1*	-7.167	3502.5	0.9947
2*	-6.032	3086.0	0.9961
3*	-7.127	3645.1	0.9960
4*	-5.679	2873.9	0.9936
5*	-6.559	3577.6	0.9918
6*	-5.936	3132.7	0.9963
7*	-5.710	3677.5	0.9971
8*	-7.682	3886.4	0.9915

由表 2 可知：1\*~8\* 的相关系数均近于 1。因此可推知这类聚醚在 20~90°C 的温度区里，粘度与温度的关系符合 Arrhenius 公式：

$$\eta = ke^{\frac{\Delta E}{RT}}$$

式中：ΔE——流动活化能；R——气体常数；k——常数。

流动活化能  $\Delta E = B \cdot R$ ，由此计算各个聚醚样品的流动活化能见表 3。

3. 分子组成对流动活化能的影响

(1) 分子量对流动活化能的影响

图 5 为 ΔE 与分子量的关系曲线。从图 5 可知：当 EO/PO 比相近时，ΔE 随分子量的增大而增大，即随着分子量的增加，聚醚的粘性能变差。

(2) EO/PO 比对流动活化能的影响

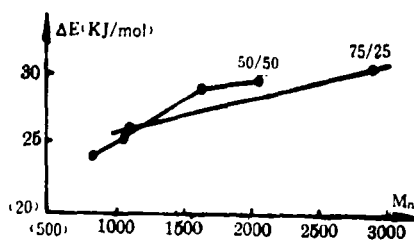


图 5 ΔE 与分子量的关系曲线

表 3 流动活化能的计算值

样品序号	1*	2*	3*	4*	5*	6*	7*	8*
ΔE(KJ/mol)	29.1	25.6	30.3	23.9	29.7	26.0	30.6	32.3

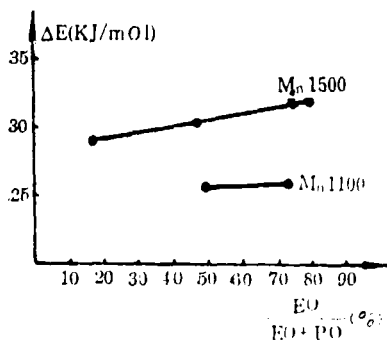


图 6  $\Delta E$ 与 $EO/PO$ 比的关系曲线

$\Delta E$ 与 $EO/PO$ 比的关系曲线见图 6。从图 6 可以看出：随着 $EO/PO$ 比的增加， $\Delta E$ 值增大。即随着 $EO/PO$ 比的增加，聚醚的粘温性能变差。

流动活化能 $\Delta E$ 反映了流体流动时所受阻力的 大小，它与分子间作用力直接相关。对于聚醚而言，分子间作用力主要是氢键力和范德华力。当 $EO/PO$ 比一定时，分子间作用力在一定温度下仅与分子量有关。随着分子量的增大，分子链的增长，分子间的范德华力增大，要使它流动必须克服较大的阻力，表现为其流

动活化能随分子量的增大而增大，见图 5。当分子量一定时，一定温度下分子间作用力与分子的极性有关。由于 $EO$ 的极性要稍大于 $PO$ ，所以随 $EO/PO$ 比的增大， $\Delta E$ 也增大，见图 6。比较图 5 与图 6，可以发现分子量的变化对 $\Delta E$ 影响较大。

### 三、结论

对于氧乙烯氧丙烯无规聚醚而言，分子量 大，则同等温度下粘度大，但 $\Delta E$ 也随分子量的增大而增大，使粘温特性变差。 $EO/PO$ 比对粘度及粘温特性的影响亦如此。因此，实际应用中，必须选择合适的分子量及 $EO/PO$ 比的聚醚。

### 参考资料

- [1] 任华明, 李德绵编, 《实用化学纤维油剂》, 纺织工业出版社, 1987 年。
- [2] 《合成纤维》, 1984, No. 2, p75。
- [3] 中国科技大学高分子物理教研室编著, 《高聚物的结构与性能》, 科学出版社, 1986 年。