

# 高速纺丝油剂用渗透剂分子设计

缪程平 尹红 陈志荣

(浙江大学联合化学反应工程研究所,杭州,310027)

摘要:针对高速纺丝油剂配方特点对高速纺丝油剂用渗透剂进行分子设计研究。合成了满足不同渗透力要求的渗透剂醇类嵌段聚醚,讨论了渗透剂起始剂及单体组成对其性能的影响,为高速纺丝油剂用渗透剂的研究提供了新的思路。

关键词:醇类嵌段聚醚 渗透剂 高速纺丝油剂 分子设计

中图分类号:TS 103.841 文献标识码:A 文章编号:0253-9721(2004)01-0055-02

高速纺丝过程的特点要求高速纺丝油剂除应具备平滑、集束和抗静电等性能外,还必须具有良好的润湿性<sup>[1]</sup>,高速纺丝油剂中的渗透剂组分是油剂润湿性能的重要保证。常规纺丝油剂中的渗透剂通常采用渗透剂 T JFC 或烷基酚聚氧乙烯醚等。它们在高速纺丝及加弹过程中经受高速、高温和摩擦等作用时都存在不同的缺点:渗透剂 T 易结焦,影响加热器的传热效率;JFC 浊点低,高温时渗透力下降;烷基酚聚氧乙烯醚脱落后也易结焦,沉积在加热器上易引起毛丝、断头。因此,设计一类能够满足高速纺过程要求的渗透剂非常紧迫。高速纺丝油剂配方中的主要成份是具有优良的润滑性、耐热性、粘温-粘浓特性、高速纺丝摩擦加捻耐磨性和热分解一步行为<sup>[2-4]</sup>的聚醚,结构与高速纺丝油剂配方主要成份相似的醇类环氧乙烷(EO)环氧丙烷(PO)嵌段聚醚[结构为  $RO(PO)_m(EO)_n$ ]具有一定的渗透性能,对其进行分子设计研究,合成具有优异渗透性能的高速纺丝油剂用渗透剂具有重要意义。

## 1 实验部分

### 1.1 渗透剂合成

将起始剂(不同的醇类)和催化剂氢氧化钾加入

反应釜,升温至 120 °C,分别通入 PO、EO 进行共聚,经后处理得各种结构的嵌段聚醚。

### 1.2 渗透力测定

采用帆布片润湿法测定所设计渗透剂的渗透力。将 500 mL 质量百分比浓度为 1% 的渗透剂水溶液移入 1000 mL 烧杯中,用特制铁夹夹住帆布圆片,使帆布圆片浸浮于溶液中,其顶点应在液面以下 10 mm 处,松开铁夹,记录帆布片触到杯底所需时间。测定温度为  $(20 \pm 1)^\circ\text{C}$ 。重复测定 10 次,取其平均值。渗透剂的渗透时间越短,渗透剂的渗透力越强。

## 2 结果与讨论

### 2.1 起始剂碳链长度对渗透剂性能的影响

对 PO/EO 加成摩尔比均为 14:7,起始剂分别为  $C_{8-10}$  醇和  $C_{12-14}$  醇的嵌段聚醚渗透力进行测定,所得结果如表 1 所示。

表 1 起始剂碳链长度对渗透剂渗透力的影响

PO/EO(摩尔比)	起始剂	渗透力(s)
14:7	$C_{8-10}$ 醇	2.06
14:7	$C_{12-14}$ 醇	9.27

由表1可以看出,当PO/EO加成摩尔比相同时,起始剂为 $C_{8-10}$ 醇的嵌段聚醚渗透性能比起始剂为 $C_{12-14}$ 醇的嵌段聚醚好的多。这与脂肪醇聚氧乙烯醚非表面活性剂的性能与其憎水基碳链结构之间的规律相符合,即: $C_{6-9}$ 链长的脂肪醇聚氧乙烯醚非表面活性剂具有良好的润湿性、渗透力; $C_{10-14}$ 链长的脂肪醇聚氧乙烯醚非表面活性剂具有优异的去污力; $C_{16-20}$ 链长的脂肪醇聚氧乙烯醚非表面活性剂具有良好的乳化性<sup>[5]</sup>。

## 2.2 PO和EO含量对渗透剂性能的影响

对起始剂均为 $C_{12-14}$ 醇,PO/EO的加成摩尔比分别为3:8、4:8、14:7和2:6的嵌段聚醚的渗透力进行测定,所得结果如表2所示。

表2 PO和EO含量对渗透剂渗透力的影响

起始剂	$C_{12-14}$ 醇	$C_{12-14}$ 醇	$C_{12-14}$ 醇	$C_{12-14}$ 醇
PO/EO加成摩尔比	3:8	4:8	14:7	2:6
渗透力(s)	5.37	6.42	9.27	3.62

结果表明,当起始剂为 $C_{12-14}$ 醇,每分子渗透剂所含EO摩尔数相同或相近时,PO的摩尔数较少的嵌段聚醚的渗透时间较短,渗透性能更好。已有研究<sup>[6]</sup>对结构为RO-PO-EO的嵌段聚醚具有良好的渗透力的解释是不全面的。当起始端基碳链较短时,此种结构的嵌段聚醚中的PO结构相当于增长了聚醚的憎水基团,更好地降低了表面张力,从而改善渗透效果。但是,当EO加成数一定时,并不是憎水基团的碳链越长渗透力就越好。当起始端基碳链较长时,PO加成数增加,渗透力反而下降。

## 2.3 起始剂碳链结构对渗透剂性能的影响

对起始剂分别为异构十三醇和 $C_{12-14}$ 醇,PO/EO的加成摩尔比分别为14:7和3:8的嵌段聚醚的渗透力进行测定,所得结果如表3所示。

表3 起始剂碳链结构对渗透剂渗透力的影响

PO/EO(摩尔比)	起始剂	渗透力(s)
14:7	异构十三醇	4.47
	$C_{12-14}$ 醇	9.27
3:8	异构十三醇	2.24
	$C_{12-14}$ 醇	5.37

由表3可以看出,当PO/EO加成摩尔比相同时,带支链的起始端基比直链的起始端基的渗透效果要好。这是由于起始端基的支链结构能使分子覆盖表面的能力增强,因而更好地降低了表面张力,增强了渗透性能。

## 2.4 设计的渗透剂与常用渗透剂的比较

将设计的渗透剂和常用渗透剂JFC分别与分子量为2500的丁醇聚醚进行二元复配模拟高速纺丝油剂,并测定它们的渗透力,得到的结果如表4所示。

表4 高速纺油剂模拟配方渗透力研究结果

渗透剂	丁醇聚醚含量(wt%)			
	0	70	80	90
$C_{8-10}$ OPO <sub>3</sub> EO <sub>0</sub>	1.84	7.77	27.56	118.28
$C_{8-10}$ OPO <sub>4</sub> EO <sub>7</sub>	2.06	8.78	26.14	133.00
JFC	2.04	7.04	22.67	119.10
异 $C_{13}$ OPO <sub>3</sub> EO <sub>8</sub>	2.24	6.35	14.32	91.55
$C_{12-14}$ OPO <sub>2</sub> EO <sub>6</sub>	3.62	8.56	17.56	93.74

表4的结果表明,所设计的渗透剂与JFC具有相近的渗透力,但是在用量少的时候对高速纺油剂的渗透力的改善效果明显优于JFC;同时所设计的渗透剂分子量高,与高速纺油剂主要组分聚醚的相容性更好,在使用过程中不易挥发、结焦,比JFC更适合用于高速纺丝油剂中。

## 3 结论

本文通过对具有渗透性能的醇类嵌段聚醚进行分子设计研究,合成了满足不同渗透力要求的高速纺油剂用渗透剂,所得研究结果如下:

1. PO/EO加成摩尔比相同时,起始端基带支链的醇类嵌段聚醚的渗透性能比直链的要好。
2. 当起始剂相同且起始端基的碳链较长,每分子聚醚所含EO摩尔数相同或相近时,PO的摩尔数少的嵌段聚醚渗透性能更好。
3. 高速纺油剂模拟配方研究表明,所设计的嵌段聚醚可以作为高速纺油剂的渗透剂组分,并优于常用渗透剂。

## 参 考 文 献

- 1 郑 帽等. FSC-168 涤纶高速纺油剂的性能研究. 表面活性剂工业, 1999(3): 30, 31 ~ 34.
- 2 徐国玠等. 涤纶高速纺丝油剂研究. 合成纤维, 1984(2): 75 ~ 80.
- 3 陈振东. 日本松本油脂制药公司涤纶油剂简介. 合成纤维, 1983(5): 48 ~ 52.
- 4 梁益能. 涤纶长短丝油剂的研制. 开发及其应用. 合成纤维, 1987(1): 17 ~ 22.
- 5 熊远钦等. 低泡高效渗透剂 XQ-998 的研制和应用. 印染助剂, 1996(6): 9 ~ 11.
- 6 魏俊富等. 不同醚链结构丁醇聚氧乙烯/聚氧丙烯醚的性能研究. 精细化工, 2002(B08): 60 ~ 62, 76.