

# 浅谈丙纶长丝纺丝油剂

杨海涛, 周向东

(浙江传化股份有限公司, 杭州 311215)

**摘要:** 介绍了丙纶对纺丝油剂的要求以及国内丙纶纺丝油剂的研究状况, 对油剂单体表面活性剂的选择、油剂的配制、油剂的质量测试分析、油剂配方设计以及油剂使用过程中应注意的一些问题进行了阐述。

**关键词:** 丙纶长丝; 纺丝油剂; 表面活性剂

中图分类号: TQ340.472.2

文献标识码: A

文章编号: 1001-7054(2004)增-0035-03

## 1 前言

聚丙烯纤维(丙纶)质地轻、强度大、弹性好、耐磨,在我国发展非常迅速,但由于丙纶分子结构中没有极性基团,其导电性差、结构紧密、疏水性强,因此使用受到一定的限制。对此,国内外对丙纶纺丝油剂进行了长期的研究。丙纶长丝纺丝油剂的制造技术较短纤维油剂制造技术难度大、问题多。本文着重阐述丙纶纺丝油剂研究状况以及油剂单体表面活性剂的选择和油剂配制中应注意的一些问题。

## 2 丙纶的特征以及对油剂的要求

① 由于丙纶分子中没有极性基团,在水中完全不膨化,因此对油剂的润湿性要求很高。

② 用作纺丝的聚丙烯是具有立体规整性的高分子物质<sup>[1]</sup>,结晶度很高,且分子中无极性基团,这使纤维在纺丝过程中导电性很差,静电无法疏导,因此要求油剂有很好的抗静电性。

③ 在纺丝过程中,纤维与纤维、纤维与金属之间的摩擦影响了纤维的均匀性、可纺性,因此要求油剂有良好的润滑性和较高的油膜强度,特别是长丝纺丝速度越来越快,纤维的润滑性和油膜强度更加重要。

④ 丙纶的临界表面张力为 $27\text{cN/cm}^2$ ,比水的表面张力小得多,不易被水所润湿。当纤维上油后,由于表面活性剂的亲油基吸附在纤维表面上,而亲水基则朝向空气,使纤维有了一层亲水表面,变得易为水润湿和渗透,这可能是表面活性剂在纤维表面形成致密单层分子膜的缘故<sup>[2]</sup>。为了纤维能迅速均匀地上油,只有当配制好的油剂乳液的表面张力接近或低于纤维的临界表面张力时,丝束才能很好地均匀上油<sup>[4]</sup>。

⑤ 丙纶抗氧化性差,故在聚丙烯切片中加入了抗氧化剂等防老剂。如果油剂对抗氧剂有溶出作用,则会引起氧化降解,使纤维强度下降,因此在确定油剂配方时一定要考虑油剂对抗氧剂等防老剂不发生溶出作用<sup>[5]</sup>。

⑥ 丙纶质地脆弱,为了弥补这一缺陷,适当增加上

油量,有利于对纤维润湿,减轻摩擦。上油量以 $1.0\%\sim 2.0\%$ 为宜。

## 3 国内丙纶纺丝油剂研究进展情况

众所周知,纤维纺丝油剂的研究是一项系统工程,它涉及到油剂单体表面活性剂的合成、生产,油剂的配制以及油剂的应用等各个方面的问题,是一项艰巨的工作。国内油剂研究水平不高,很大程度上是由于表面活性剂的研究及合成水平不能满足纺丝油剂的要求。由于合成纤维结构不一,一般纺丝都要采用专用油剂。我国丙纶纺丝油剂的研究从20世纪80年代开始,已经有二十多年时间。开始的时候,国内厂家大都是仿制国外公司的产品,技术上也不成熟。进入80年代末90年代初,大连华能化工厂开发了丙纶长丝纺丝油剂BJ-PP-219及PM-3卷绕油剂,武汉纺织科学研究所和上海石化纤总厂研究院也相继研究出丙纶长丝纺丝油剂PP2X-1和JP-201。90年代中期,江苏常州灵达化学品有限公司开始生产丙纶长丝纺丝油剂PP-218,该油剂对丙纶拉伸丝、变形丝等纺丝工艺适应性良好,在国内丙纶纺丝油剂市场中占有率处于领先地位。随着国内丙纶油剂研究的日益广泛和深入,国内陆续有多家规模比较大的专业公司如大连理工大学、浙江皇马化工公司等生产丙纶纺丝油剂。浙江传化股份有限公司开发的丙纶长丝纺丝油剂TF-730系列产品对丙纶拉伸丝、变形丝使用效果良好。

随着丙纶应用的日益广泛,纺丝工艺也变得越来越先进,纺丝速度越来越快,特别是丙纶高速纺(纺丝速度可达 $3500\text{m/min}$ 左右)工艺的出现,对油剂的要求也越来越高。据悉,使用丙纶高速纺丝油剂的纤维均匀度极高、卷曲度极佳,制成的织物具有干爽、挺括的手感、静电小、适候性极佳和穿着舒适的优点。

目前,国内的丙纶高速纺丝油剂研究还不很成熟,在丙纶应用越来越广泛的今天,特别是纺丝工艺向高

收稿日期: 2004-04-28

作者简介: 杨海涛(1972~),男,陕西汉中,工程师,主要从事精细化工产品的研发和生产管理工作。

速化发展,国内油剂工作者应加紧对高速纺丝油剂的开发,以适应高速纺丝工艺。

## 4 丙纶纺丝油剂的组成

丙纶纺丝油剂要满足纺丝拉伸和后加工的要求,就需要油剂配方由多种组分组成,主要有平滑剂、抗静电剂、乳化剂以及其它少量助剂。

### 4.1 平滑剂

纺丝油剂的重要作用之一就是改善纤维的平滑性,保证纺丝和后加工过程的顺利进行。纤维油剂中的平滑剂,其作用的实质是降低 F/M 的动摩擦系数,提高纤维与纤维之间的静摩擦系数,以减少毛丝和断头,赋予纤维与纤维之间一定的抱合力、集束性。平滑剂在长丝纺丝油剂配方中一般占 40%~60%,油剂中平滑剂含量多,纤维平滑性好,但增加了配制乳液的难度。好的平滑剂必须符合以下条件:耐热性好、抗氧化性好、粘度低、粘度指数高,能迅速润湿和扩展在纤维表面,吸附在纤维表面而不是进入纤维内部,对纺丝设备无腐蚀作用,化学物理性能稳定,乳化性能好,价格便宜。

矿物油是一种价格低廉且平滑效果很好的平滑剂。由于丙纶分子中没有极性基团,矿物油会对其有膨润作用,会降低丝的强度。因此,在丙纶纺丝油剂中很少用矿物油,一般用在后纺油剂中。

目前,丙纶纺丝油剂中所用平滑剂大都是合成平滑剂,较早时候使用的合成平滑剂有 DOS、壬二酸双酯等,其使用温度大约在 150℃ 左右,这些平滑剂现在逐渐被其它价格低、应用效果好的平滑剂所取代。目前,国内丙纶纺丝油剂所用平滑剂主要是脂肪酸酯类平滑剂,其合成方法有两种:一种是用脂肪酸与环氧乙烷进行反应生成酯类物质,其产品主要是以单酯为主要成分,合成出来的产品价格较低,但环氧乙烷是易燃易爆物质,操作控制有很大的危险性,车间管理要求一点也不能放松,且固定投资额也很大;后一种方法是脂肪酸与聚乙二醇进行酯化反应合成非离子表面活性剂聚乙二醇脂肪酸酯,其合成工艺简单,合成出来的产品单、双酯比例可以依据反应物投料比来控制,且固定投资额也不大,但合成出来的产品成本要高一点。

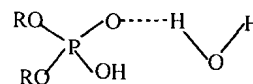
### 4.2 抗静电剂

抗静电剂也是纺丝油剂主要成分之一。纤维之间以及纤维与其它表面之间滑动接触后会产生和积聚静电荷,这可能导致纤维之间互相排斥,被吸向地面或带电荷的机器零件。Wilson 报道<sup>[6]</sup>,静电荷聚积可达到使纤维完全无法加工的程度。常用的消除静电荷的方法是将导电物质加入纤维油剂中以降低纤维的表面电阻<sup>[7]</sup>。Galler 认为<sup>[8]</sup>,抗静电物质发挥最佳效能的基本要求是在纤维表

面均匀分布。

由于丙纶分子上无吸湿基团,回潮率低,因而其导电性能差,在纺丝、变形和织造过程中因摩擦而易产生静电效应,从而引起毛丝、断头等现象,甚至导致生产无法正常进行,在油剂中加入抗静电剂可以减少和消除静电荷。根据分子中与长链烷基相连接的极性基的电荷性质,抗静电剂大致上可分为阴离子型、阳离子型、非离子型和两性表面活性剂。一般说来,抗静电效果最好的是阳离子型和两性型,阴离子型次之,非离子型抗静电最差。阳离子型抗静电虽好,但对金属材料和设备腐蚀性大,且价格昂贵;两性型抗静电性好,耐热性亦好,但来源不广,价格昂贵,影响油剂成本和工业化生产;而阴离子型抗静电剂,抗静电性尚可,但价格便宜,来源广泛,且较适宜应用于纺丝油剂中。经研究表明:抗静电剂的抗静电作用,不单纯是靠吸湿性,吸附性和配向性也起重要作用。

常用的阴离子抗静电剂是高级醇磷酸酯盐类,其抗静电机理如下:



其与水形成氢键缔合,保持极性剂—水在纤维上的极性中心。氢键缔合的水膜是连续的,从而使纤维表面电阻下降。抗静电剂不仅要满足其抗静电效果,还要考虑到易洗、化学稳定性好、与其它油剂成分相容性好、无毒、无害等各个方面的因素。长丝纺丝油剂中,抗静电剂的用量一般在 5%~20% 左右。

长期以来,丙纶纺丝油剂通常使用的是脂肪醇磷酸酯(盐)和醇醚磷酸酯(盐)类抗静电剂。磷酸酯类抗静电性好、耐热性好,用它配制的纺丝油剂油膜强度高,能减少磨损,但配比不能太多,否则会使纤维平滑性过大而抱合性不足。磷酸酯盐的性能与中和剂的品种也有一定的关系,一般丙纶纺丝油剂所用的抗静电剂都是用 KOH 与磷酸酯中和而成的钾盐类抗静电剂。

### 4.3 乳化剂

油剂的质量怎么样,乳液的稳定性十分重要。由于纺丝油剂使用时经常是水包油型的悬浮液,所以必须加入乳化剂。因乳化稳定性能受油剂中的抗静电剂、平滑剂或其它少量添加助剂等表面活性物质的影响,加入的乳化剂必须能与其它表面活性剂配伍;另外,乳化剂效能对被分散物质极性的依赖更增加了体系的复杂性。乳化剂的作用,在于将油剂中的各单体表面活性剂通过物理化学过程达到平衡,使油剂成为均一、透明、稳定的油状溶液,并在油剂使用时能成为均匀、透明、稳定的乳状液。现在大多数使用复合乳化剂,复合乳化剂的

HLB 值可由各组份乳化剂的 HLB 值算出,一般在选用乳化剂时还应考虑:

- ① 选用离子型的表面活性剂作乳化剂,以便得到稳定的乳液;
- ② 用疏水基团与被乳化物结构相似的乳化剂,乳化效果会更好;
- ③ 乳化剂的 HLB 值与被乳化物的 HLB 值越接近越好,这样两者的亲合性就越好,被乳化效果就越好;
- ④ HLB 值只是近似值,在配制油剂时,不能过分依靠,更重要的是靠油剂工作者的经验。

## 5 油剂在使用过程中应注意的事项

### 5.1 油剂的保管

必须选择透风好、20~30℃的屋内冷暗处,决不能放置在高温场所。

### 5.2 油剂调配前的检验

检验油剂原液状态是否正常,检验方法为:抽样后外观检验,化学分析,溶解试验。

### 5.3 乳化液的调配

油剂的外观应均匀透明,调整油剂的最佳温度及调整溶剂水的最佳温度,应充分注意水质变化。必须严格遵守油剂配方规定的最佳乳化温度(油温、水温),添加油剂速度缓慢且保持一定的速度,搅拌效果要好,为保持乳液的稳定,添加油剂后要继续搅拌 30min,然后冷却到使用温度。检验乳液粘度、透过率、浓度、pH 值等一系列技术指标。

### 5.4 车间在使用油剂时应注意的问题

必须注意加油时油剂是否保持正常状态:乳液稳定性、乳液的腐败、加油辊上的情况、防止漏液造成污染、控制最佳加油量。

## 6 丙纶长丝纺丝油剂配方设计中应注意的几个事项

① 只有切实了解各个单体表面活性剂的性质以及与加工性能之间的关系,才有可能研制出性能好的纺丝油剂。

② 要充分考虑配制好的油剂的综合性能是否满足各个纺丝工序的性能要求。我们知道,对于离子型表面活性剂有一个 krafft 点,而非离子表面活性剂有浊点,由于纺丝工艺各工序温度不一,要注意 krafft 点和浊点的出现。

③ 油剂的色泽和气味虽然不影响油剂的使用效果,但过深的颜色和过大的气味必须要引起油剂工作者的重视。另外,油剂的腐蚀性不能太强,油剂在长时间内不分层、霉变也是油剂性能是否优良的一个重要方面。

## 7 丙纶纺丝油剂的发展趋势

随着纤维纺丝工艺向高速化发展,未来的丙纶纺丝油剂研究,从技术上来讲一定要适应高速纺丝工艺的要求,同时,环保问题也变得越来越重要。随着人们环保意识的不断增强,用户在选择产品时,不仅考虑质量、性能和价格,而且更注重产品对人体和环境的影响。

### 参考文献

- [1] 董纪震等.合成纤维生产工艺学(下册).北京:中国纺织出版社,1994. 294~297.
- [2] 胡征宇主译.工业脂肪酸及其应用(M).北京:中国轻工业出版社,1992. 556
- [3] 赵国玺.表面活性剂物理化学(M).北京:北京大学出版社,991
- [4] W A Zisman. in contact Angle, wettability and adhesion Advances in chemistry Series, No.43, R. F. Gould, ed., American chemical Society, Washington, D. C., 1964, 1.
- [5] 任华明,李德绵.实用化学纤维油剂(M).北京:纺织工业出版社,1987. 275~276.
- [6] N Wilson, in Polymer Surfaces, D T Clark and W J Feast, eds., Wiley, New York, 1965. 204.
- [7] S P Hersh, Polym Plast Technol Eng. 1974, 3(1):29.
- [8] J Gayler, R E Wiggins, and J B Arthur, The Technology and chemistry of Textiles. North Carolina state University school of Textiles, Raleigh, N C, 1965. 57.

### 请订阅 2005 年《上海纺织科技》(月刊)

《上海纺织科技》杂志是纺织工业类全国中文核心期刊,由上海市纺织科学研究院主办,国内外公开发行。

《上海纺织科技》连续四次(1992、1996、2000、2004年)被权威机构评定为全国中文核心期刊,已收录至《中国期刊全文数据库》、《中国学术期刊综合评价数据库》等多种数据库收录,是《CAJ-CD 规范》执行优秀期刊,知名度高,发行覆盖面广。为满足读者对信息容量、时效性的需求,《上海纺织科技》杂志自 2005 年起正式改为月刊,定价不变,外观装帧更精美,内容将更贴近纺织企业的生产实践,提高信息的超前性、技术的先

进性和应用的可操作性。

本刊国内统一刊号 CN31-1272/TS1, 邮发代号 4-397, 月刊, 大 16 开本、每期定价 8.00, 全年 96 元。

订阅办法:全国各地邮局均可订阅(11月以前),若漏订可向本刊发行部零星订阅(联系人:陈军 021-55210011 × 246)。

地址:上海市平凉路 988 号 邮编 200082

电话:(021) 55211341、55210011 × 373

传真:(021) 55214335

E-mail:shfzjk@sh163.net