

# 涤纶油剂的分离与剖析

姜苏宸

(南化公司, 江苏省南京市, 210048; 913102517@qq.com)

**摘要:** 涤纶油剂是在纤维的生产以及后续加工织造过程中不可少的一种助剂, 它对纤维各种性质起到改良的作用, 从而使纤维具有良好的平滑性、抗静电性和耐磨性, 在纤维生产过程中尽量减少毛丝和断裂的情况出现。因此, 选择合适的分离分析方法, 对于传统产品特性的改良以及新产品的研发有着举足轻重的作用。为了对给定的未知油剂进行定量与定性分析, 本文列举了几位学者对于纺织油剂的相关分离与成分确定的方法, 对相关实验步骤与操作流程进行了总结与综述, 得出了一般复合型涤纶油剂的分离与剖析较为适用的实验方法, 为后续涤纶油剂新型产品的成分、含量与结构的确立与进一步分析提供参考依据。本文中提出对于未知油剂的分析首先可以利用钠熔法或氧瓶燃烧法进行初步的无机元素确定。通过酸性亚甲基蓝实验确定该试样中所含离子类型, 推测主要表面活性剂的类型。可以利用柱色谱法对试样油剂进行分析操作, 给出了相应色谱柱类型、流动相的选择和梯度淋洗速度等实验建议。将分离干燥后的试样利用红外光谱法进行结构官能团的确定与试样成分的推测。最后可以利用核磁共振波谱法对EO加成数及烷基链长进行补充推测和实验结果的验证。

**关键词:** 涤纶油剂; 表面活性剂; 柱色谱; 红外光谱; 核磁共振光谱

## 引言

在纺丝的过程中通常需要添加一种不可或缺的物质, 我们将这种物质称为涤纶油剂。它可以调节纤维的摩擦特性 [1], 防止或消除静电积累, 赋予纤维平滑、柔软等特性, 并能使化学纤维顺利进行纺丝、拉伸、加弹纺纱、织造等一系列加工工序, 以此来确保化纤生产的顺利进行。纺织油剂通常为一种或多种表面活性剂以复配的方式加工合成以此来达到增加纤维的表面活性的目的。合成纤维纺丝、拉伸油剂都有一定的组分和配比 [2], 这对于纤维的后加工起到基础作用, 同时也是提高纤维稳定性的良好方式。

化纤工业是我国纺织行业中发展最迅速的工业部门 [3]。相比国内已有的研究成果和工艺技术, 国外涤纶油剂的研制已经比较先进和完备。因此对于涤纶油剂的研究和复配和通过对一些能满足各种工艺需要的涤纶油剂进行分离与剖析, 可以不断提高我们对油剂成分及相对应作用的认识和了解, 进而达到自主研制生产符合纺丝工艺要求的涤纶油剂。本课题的意义在于对给定未知具体成分及含量的涤纶油剂进行组分分离和结构剖析, 以达了解这种油剂的组成成分的目的, 同时为今后的油剂配制与分析提供相关方法和思路。

几种表面活性剂与矿物油, 蜡, 石蜡和亲水性胶体的混合物通常用于赋予纤维所需的一组性能 [4]。涤纶油剂通常情况下是一种混合乳液, 它是水包油型的悬浮液。研制符合工艺需要的纺丝油剂配方, 只靠一种表面活性剂及改良剂是不能满足生产需要的。因此需要用复配增效的方法对不同涤纶油剂的分析与研究。复配增效就是把一种或几种不同性能的表面活性剂混合在一起, 形成一种新的复合油剂。不同表面活性剂之间发挥各自特性, 形成一种协同效应, 以达到满足纺织工艺的不同需要。

涤纶油剂除了满足常规技术要求外, 还对以下特点进行了改进:

(1) 良好的热稳定性: 在高速纺的过程中, 涤纶油剂在165°C以下时不应出现发烟现象, 同时油剂在220°C以下的温度时不会发生分解;

(2) 渗透性高: 在高速纺织时, 纺丝卷轴的速度要远远大于普通纺织时的卷轴速度, 这就对涤纶油剂的性能提出了更高的要求。渗透性高的涤纶油剂可以在纺织过程中均匀分布在纺织纤维上;

(3) 高油膜强度: 在纺丝过程中纺丝油剂会附着在纤维表面, 油膜强度高的涤纶油剂可以形成较薄的油膜, 在实际生产中大大降低析出白粉的现象;

(4) 较好的相容性和稳定性: 相容性和稳定性使油剂各成分均一稳定在使用过程中不会发生堵塞现象。油剂中的各个组分必须可以相互溶解, 形成稳定均一的混合乳液, 不可以在长期放置是出现分层的现象。

综上所述,在实际生产中对化纤油剂提出了多方面多角度的要求,在涤纶油剂的使用和添加过程中,纤维还可以具有防水、防油、亲肤性好、柔软性强等其他性能,达到不同领域对纺织纤维的使用要求和使用目的。除了满足不同群体对涤纶油剂的使用用途外,绿色化学也对化纤油剂提出了更深层次的要求。

## 1. 国内外研究进展

### 1.1. 化纤油剂的技术与发展概况

传统化纤油剂一般由各种黏度的矿物油(白油、机油)[5]、乳化剂(TX-4、TX-10、AEO-3、AEO-9、油酸环氧乙烷)、抗静电剂(烷基磷酸钾盐)、平滑剂、硅油、抗飞溅剂等组成。在涤纶油剂发挥特性的同时也许保持自身的稳定性,因此需要添加与各组分相适应的乳化剂。

我国油剂的技术研究工作虽然早在1958年就已有部分化纤生产企业从事一些应用性研究工作[6],后来天津轻化所、上海化纤所、北京合纤所等研究单位也结合纺丝纺纱工艺要求、不同成分的纤维油剂性质与特点,通过多次选择筛查试验,确立了一些可以在生产中使用的配方。总体来看,我国的涤纶油剂生产仍然存在种类较少、产量较小的问题。在大规模生产涤纶短纤维时,如辽阳石化等企业都在使用进口的涤纶油剂。对于化纤油剂的改进与革新,我国经历了从20世纪60年代初步的摸索与开发,经历了70年代实验分析与尝试复配,到80年代有目的的研发,90年代逐步摆脱对进口油剂的依赖。可以说我国的化纤油剂产业目前已具有一定的规模和基础[7],油剂的开发、采用的技术和生产都形成了比较完整的配套体系。

我国化纤油剂的发展至今已有五代[8]:第一代以矿物油为主,再添加乳化剂和抗静电剂组成;第二代以脂肪酸酯为主体;第三代以脂肪酸酯和环氧丙烷/环氧乙烷聚醚为主。化学纤维向着高速度、高质量、多类型方向不断改进,由改性环氧丙烷/环氧乙烷聚醚及耐摩擦性能好、热稳定性优异、润湿性和延展性良好等满足不同生产工艺性能成分和改良剂组成的第五代油剂应运而生。

### 1.2. 乳化剂的研究现状

乳化剂能使两种或两种以上互不相溶的组分形成均一稳定的乳状液的一类化合物。在乳化过程中,分散相以微滴(微米级)的形式分散在连续相中。乳化剂可以降低混合物中各组分的表面张力,并在微滴表面形成较为稳固的一层薄膜形成双电层,防止微滴发生聚集现象导致混合液失去稳定性,在此基础上进一步形成状态稳定均匀的乳状液。乳液的稳定性与乳液中分散相质点的大小有关[9]。乳化剂可以使各种类型的表面活性剂在物理化学相互作用的过程中逐步达到一种平衡,使油剂在纺丝生产使用时能形成均匀、透明、稳定的乳状液。由于高速纺或超高速纺对乳化剂具有不同程度的要求。一般纺织需要油剂可以快速、均匀地附着在纺丝纤维的表面,且要求在纺织高温下油剂不易挥发,或挥发量较小,油剂不易焦糊等;对于各种具有不同要求的纺织工艺,某些功能性纤维的生产,例如高速纺丝远红外纤维,也需要油剂具有优异的光滑度和高的油膜强度,为了改进这一特性,通常会在涤纶油剂中添加聚醚有相类物质,同时也可以使纤维更光滑,不发生冒烟或凝固等不利于后加工的现象。研究表明,高分子量聚醚具有较好的耐热性,在油中加入10%可以显著提高油的耐热性。

### 1.3. 平滑剂的研究现状

化纤油剂中加入平滑剂能够改善纺丝的性能。通过减小纤维与纤维酯键,纤维与金属间的摩擦阻力,使纤维的平滑性得到明显的改善,此外对于集束性及分纤性等性能的改良也起到了不可忽视的作用。平滑剂还可以减少纤维的毛丝,使纤维不易断裂,以满足高质量的产品生产使用要求。常用的平滑剂成分为矿物油,也有部分涤纶油剂采用合成脂肪酸酯或聚醚类物质。涤纶油剂中所采用的平滑剂共有两类常见物质,一种是在涤纶油剂中添加白矿油,根据实际工艺需要加入少量脂肪酸酯作为辅助补充组分,作为平滑剂的主要成分(其中的典型代表为日本竹本公司所生产的涤纶油剂),该类型的涤纶油剂中平滑剂的添加量约占总油剂成分的70%;还有企业是以添加功能性聚醚来达到提高平滑性的目的(以欧洲国家为多数),该类别产品中平滑剂的用量在80%左右。

目前国外平滑柔软剂开发的新品种有烷基聚氧乙烯醚硫酸酯盐、脂肪酸聚氧乙烯酯、聚乙二醇月桂酸酯、硬脂酸聚氧乙烯酯等酯类物质,在平滑剂中大多数情况下占主要成分;也有添加聚氧乙烯蓖麻油、氢化蓖麻油聚氧乙烯醚、聚氧乙烯脂肪胺等其他物质。其中,脂肪酸聚氧乙烯酯和脂肪酸酯在平滑剂的选用中占主要的组分,原因是该两种成分既可以提高纤维的抗静电性能,对摩擦系数也有较好的改进效果,使纤维集束性得到大大提高。而双酯类物质对纤维间的摩擦效果也有很大的提升,使纤维平滑性能更加优异。

### 1.4. 抗静电剂的研究现状

油剂的抗静电机理中,其在纤维表面吸附的方式占主要因素,油剂中的疏水基团会在纤维表面发生吸附作用,亲水基团则会趋向于在空气中形成亲水膜,从而对合成纤维的摩擦起到了降低的作用,同时也会使纤

维之间难以产生静电,亲水膜在对空气中的水分进行吸收之后,形成了水层,使纺织过程中产生的静电更加容易传导到空气中进而消散。抗静电剂的用量可根据不同的使用要求有针对性的进行添加,成分含量大约在总量的5%-20%之间。一直以来,在化纤油剂中所使用的抗静电成分比较典型。通常采用月桂醇,或类似月桂醇的直链醇磷酸酯(盐),但需要指出的问题是这种物质的抗静电性能并不十分显著。一些生产涤纶油剂的公司都在致力于对抗静电性能进行改良,其中以德国拜耳公司和日本三洋化成公司为代表,研究出用含有二十个碳以上的具有支链异构羟基结构的磷酸单双酯(盐)作为对抗静电剂的改良,取得了初步的研究进展,得到了良好的效果。一般来说,阳离子型表面活性剂最适合作为抗静电剂生产使用,但是其腐蚀性较强,价格普遍较贵,不经济适用的缺点,很少使用;两性型表面活性剂的抗静电性能较为良好,其热稳定性与耐热性能也令人较为满意,但与阳离子型表面活性剂一样存在来源少,价格贵的问题;在实际应用中通常采用阴离子型表面活性剂作为抗静电剂,这类抗静电剂的抗静电性虽不如前两者好,但是阴离子型表面活性剂价格低廉,且来源广。油剂中有些用作抗静电剂表面活性剂对温度较为敏感[10](例如烷基磷酸酯盐),温度降低的情况下,油剂的抗静电性能也会随着相应减弱,对于这类问题,在实际的工艺生产纺丝、牵伸油剂中一般会加入甘油,起到吸湿平衡的作用,加入甘油也可以提高油剂对纺丝过程中湿度条件的适应性。

## 2. 文献分析

### 2.1. 王英对进口油剂的综合分析方法研究

王英[11]首先对未知样品中的各组分进行分离操作,得到各种分离出来的样品组分后对其进行各组分的定量分析以及成分研究。其中的一个关键问题在于采用何种方式可将油剂中各组分的分离。柱层析可以收集较多的样品,供红外、紫外、核磁共振谱测定结构,能够准确快速得到结果[12]。在试验中王英采用通过硅胶柱色谱法、离子交换法和蒸馏等方法对给定油剂进行各组分分离操作,再将得到的分离组采用红外光谱法、核磁共振光谱法和质谱法对各组分的具体成分进行定性分析及结构推测鉴定,最后根据结论重新分离原有试样,得到相对纯化后的单一组分并采用重量法对各组分定量。

对于纺织油剂液体部分的组成及结构分析,应该先对其进行分离操作处理。将样品对其进行蒸馏操作,馏出物收集后测其红外光谱,与标准谱图进行对比后分析可初步得出该试样的溶剂为水。再采用100—200目柱层析硅胶为吸附剂并干法上柱,取适量硅胶依次用丙酮、乙醇、去离子化水做净化处理后,依次用石油醚30mL、四氯化碳30mL、苯30mL、甲苯30mL、氯仿30mL、乙酸乙酯50mL、丙酮70mL、无水乙醇70mL、甲醇70mL、水100mL做梯度洗脱的操作。得到的洗脱液等体积收集,可选用5mL称量瓶。静置一段时间,待有机溶剂完全挥发后,称取瓶中残留物的质量,并做好标记。以称量瓶编号为横坐标,称量瓶中剩余的残留物质量(g)为纵坐标,绘制出该试样的柱层析色谱图。观察分析色谱图所反映的数据,提取出各峰顶对应编号的称量瓶中的残留物,将残留物分别进行红外光谱的分析,再在高分辨核磁共振光谱仪上测残留物的核磁共振氢谱。

分析红外光谱图可以得知,谱图中存在C-H伸缩振动峰、以及CH<sub>3</sub>和CH<sub>2</sub>的面内变形振动峰,通过780cm<sup>-1</sup>处的峰可以得知乙基的个数一定大于4,推测是饱和烷烃类物质。相比较核磁共振氢谱图中的谱带积分面积可以计算出饱和脂肪烃碳链的长度为十个碳,进而可确定其中一种未知物应该为正癸烷。此外,分析谱图图还可以得知试样中存在酯羰基和酯键,与标准红外光谱图进行对比发现与油酸月桂醇酯的谱图基本相符,因此可以大致推测为油酸月桂醇酯。谱图中还显示出羧基和烷基的特征吸收峰,分析得出分子中还有长链烷基的存在,经谱库检索确认为正癸醇。通过谱图的综合观察与分析,发现有多峰交叠吸收的现象,经分析是HCl中的氢桥影响OH基吸收所致,与三乙醇胺盐酸盐的红外标准谱图相符。

Mike Honeycutt[13]提出在自动使用红外线吸收和近红外反射分析法方面做了较大的改进,这类仪器可用来做大量的样品试验,以减小操作者的误差。

对于纺织油剂半流体部分的组成及结构分析,先对其进行离子类型的鉴别处理。王英首先进行了酸性亚甲基蓝试验,滴一滴1%的试样水溶液在定量滤纸上,再滴两滴亚甲基蓝溶液于试样上,放置1min后,观察蓝色是否褪去。1min后,用去离子水洗,若蓝色被洗去,说明含阴离子表面活性剂。于1mL样品中佳睿5mL0.1%溴酚蓝乙醇溶液,1mL稀盐酸和5mL氯仿,振摇,观察两层颜色变化,若黄颜色均在水层中,说明样品不含阳离子表面活性剂。再对试样进行分离操作。将滤液浓缩后对固体成分进行溶解性试验,发现在氯仿-甲醇混合溶剂可以发生溶解。再将样品配制成50%水溶液,处理好阳离子交换树脂后将样品放入其中,连续搅拌数分钟,待试样达到吸附平衡后,对溶液采用抽滤瓶进行过滤操作,观察到滤液中的水分全部蒸发后为白色固体,取出部分固体经过色谱柱,试验应采用不同配比的氯仿-甲醇混合溶剂进行梯度洗脱,按之前的步骤与格式再次绘制柱层析色谱图。将称量瓶中的残留物于傅立叶变换红外光谱仪上测其红外光谱;于高分辨核磁共振光谱仪上测其核磁共振氢谱。最后根据结论重新分离原有试样,得到相对纯化后的单一组分并采用重量法对各组分定量。

观察红外光谱图可以看出,存在P=O和P-O的伸缩振动峰,前者的峰强为中强,后者为很强,2900cm<sup>-1</sup>、1400cm<sup>-1</sup>和700cm<sup>-1</sup>为长链烷基的特征峰,据此可判断试样中含有磷酸酯类物质。结合红外和核磁谱图分析,可判断该物质为十八烷基磷酸酯(双酯)钾盐与少量残余脂肪醇。(2)1160cm<sup>-1</sup>的中强峰和1030cm<sup>-1</sup>的强峰分别为P=O和P-O的伸缩振动峰,2955cm<sup>-1</sup>、1450cm<sup>-1</sup>、1380cm<sup>-1</sup>为长链烷基的吸收峰,将绘制的谱图比对红外标准谱图,可初步得知该物质为磷酸酯类物质。对于结构和官能团的综合判断,该物质应为十六烷基磷酸酯(单酯)钾盐。

对于王英的实验操作,还可以采用刘榕城[14]提出的用乙酸乙酯提取,气相色谱法(附火焰离子化检测器)以实现对其油剂中可能存在的甲醇进行分离和测定。

## 2.2. 张军利用高效液相色谱法分析表面活性剂产品中的醇醚含量

张军[15]液相色谱法为基础,建立醇醚硫酸酯盐、醇醚糖苷、醇醚羧酸盐、醇醚柠檬酸酯盐系列产品中醇醚含量的统一分析方法。分别对醇醚含量进行测定,并以该方法为基础,对混合产品或配方产品中的醇醚总含量进行测定。

在色谱柱上对表面活性剂中的醇醚含量进行分析,以甲醇-水为流动相,根据样品性质的不同可以在水中添加0.02%三氟乙酸或0.01%三乙胺调节pH至事宜范围。流速为1mL/min,梯度洗脱,洗脱程序为:80%甲醇起始,经过10min由80%甲醇线性变为100%甲醇,维持梯度之色谱峰洗脱完全。蒸发光散射检测器条件为:雾化温度为35°C,蒸发温度为60°C,氮气流速为1.5L/min。

张军以C18柱为分离载体,在上述色谱条件下进行分析,得到了良好的分离效果,按所述对数外标法定量,可准确分析醇醚含量低于1%的醇醚硫酸酯盐产品,方法灵敏度远高于离子交换色谱柱法,而且分析过程中醇醚硫酸酯盐不存在分解,结果更加客观可靠。此外,目前醇醚羧酸盐中醇醚含量的测定方法一般采用离子交换柱色谱法或两相滴定法,离子交换色谱柱在实际操作时程序较为复杂且实验所需时间较长;而两相滴定法终点不易判断,实验结果受到测定条件和操作的影响较大。滴定分析法具有快速、简便、测定成本低的优点[16],但有的测定结果的精密度、准确度不够理想。有的测定结果较为准确,但操作烦琐,费时,所用药品毒性大,指示剂价格昂贵。也有学者对醇醚羧酸盐型产品尝试使用反相离子对液相色谱法进行分离分析,但醇醚羧酸盐专属峰与醇醚的分离度较差,测定效果不佳。张军经试验发现:在中性色谱条件下醇醚羧酸盐色谱峰与醇醚峰相互重叠,无法分离,但如果调节体系至碱性,醇醚羧酸盐则会电离为阴离子状态,色谱保留性质发生本质变化,从而与醇醚峰相互分离。张军对产品进行分析时,流动相中添加0.01%三乙胺,使醇醚羧酸盐专属峰与醇醚峰得到良好分离。

张军对于醇醚来源接近的复配型产品,也可分析配方中的醇醚总含量。与传统方法相比,张军所建立的分析方案具有分析流程短、灵敏度高、客观性强的优点。

## 2.3. 傅彬对丙纶纺丝油剂的剖析

傅彬[17]以表面活性剂的分离与鉴定为基础采取化学分析与近代仪器分析如红外光谱、核磁共振相结合的方式对未知油剂进行初步剖析实验。首先将样品进行无机元素的分析鉴定,傅彬选择采用钠熔实验,对试样分别进行氮、硫、卤素、硫和硅的检验。接着与王英一样采用柱色谱分离操作,所不同的是傅彬采用的方法为湿法装柱,两位的填充剂均为粒度100×140目的硅胶。首先需要进行活化,时间大约为两小时,置于110°C的烘箱中。傅彬采取涂膜法进行对试样进行处理,也使用红外分光光度计进行红外光谱分析。最后用高代氯仿作溶剂溶解试样,对各组分进行核磁共振氢谱的分析。

测定试样中氮、硫、卤素、硫和硅等无机元素的方法是钠熔实验,经过联苯胺硫酸铜实验以及普鲁士蓝实验和硫酸亚铁实验三个实验可以推测验证试样中氮元素是否存在,钼酸铵实验证明磷元素是否存在,硝酸银实验可以得知是否有卤素存在,通过进行亚硝酰铁氰化钠实验以及醋酸铅实验可以证明试样中硫元素是否存在,通过燃烧白烟法可以推测试样中是否含有硅元素。

通过实验判断油剂中含有何种类型的表面活性剂,取少量试样滴入酸性亚甲基兰溶液中,观察现象发现蓝色转移到氯仿层中同时还会发生乳化现象,因此可以推测得知油剂中存在大量非离子表面活性剂,微乳化现象表明油剂试样中存在含有少量阴离子表面活性剂的情况。通过进一步实验验证可以大致推测阳离子表面活性剂含量极其微小或不含有阳离子表面活性剂,原因是在溴酚兰实验和硫氰酸钴实验中均没有实验现象。通过分析红外光谱图并与标准谱图对照,可以发现图中含有羟基的伸缩振动,碳氢键以及酯类和醚类的对称和不对称伸缩振动,以及乙基的剪式振动和非平面摇摆振动峰。对于各峰位置及强度的分析,并与标准红外谱图仔细对比,得出结论该物质可能为聚氧乙烯酯,通过计算可以得知EO加成数应该在十以上。建立了一种简单,快速的方法来分离和鉴定不同的碳链和脂肪族聚氧乙烯醚混合物的不同添加量[18]。验证红外谱图出的结论可以利用核磁共振谱图,同时还可以计算出疏水基的链长,与之前结论对照得知该组分的具体物质以及相对应的结构式。

### 3. 结论与展望

大多数的纺织油剂的构成都不是单一的，而是需要不同种类的表面活性剂复合而成的混合物，对于表面活性剂建立综合分析方法是一项较为有难度的课题。因为表面活性剂的结构特点是既含有亲水基团又含有亲油基团，这就使得表面活性剂的相容性大大提高，既可以在水中溶解也可以在有机溶剂中溶解。对分离操作造成一定困难，此外对合适的溶剂选择也提出了更高要求。

在对油剂的相关分离及定性和定量分析操作后，可以对实验结果进行简单的验证。按照实验数据根据比例进行涤纶油剂的复配，将复配后的油剂与原样品进行分析对比或测定相关的参数及应用性能。若无误，则表明剖析成功。

在硅胶柱色谱中可以对复杂涤纶油剂体系中的组分进行分离分析，在分离组分的过程中流动相的选择是实验是否成功，结果是否准确有效的关键。因此需要明确流动相中的各组分在分离操作中的作用，确定流动相的选择以及与体系各组分最佳配比。

选择合适的柱色谱流动相需要根据试样的具体成分，这就需要对试样进行初步的了解和认识。在柱色谱的使用过程中，分离效果的好坏与流出液的流出速度有十分密切的关系，特别是进行梯度淋洗操作时，对流出速度的要求较高，必须保持恒定，流出速度是否恒定决定了最终的分离效果。在试验过程中尝试总结可以得出最适合的流出速度在1-3滴/秒左右。

每次进行柱色谱分离时，应注意硅胶的填充高度和柱上流动相的高度应保持一致，否则由于压力的变化会影响流出速度。

由以上作者的实验方法可以看出红外光谱分析法是对未知油剂通用的分析方法，在试验过程中分析谱图可以对试样的成份结构有较明确的推测，但是由于谱图中可能存在多峰重叠的情况以及杂质的影响，在分析过程中需要仔细鉴别推敲。

在分析未知油剂成分时除了红外光谱法外，核磁共振波谱法可对实验结果进行补充与论证。核磁共振波谱结构信息的准确性方面比红外光谱优异，此外还可以对未知结构具有相对的预判，在多种谱图分析中适应性最强。在对于烷基链长的计算上，各结构官能团的推断以及EO和PO的加成数计算上具有准确性高易于推断的优势。

现阶段我国化纤油剂的研发配制，相关工艺技术以及在大规模生产中的产量与速度还远不够实际的化纤行业需要。这对国内化纤油剂行业是一项巨大的挑战，通过对涤纶油剂产品的分离与剖析，对今后纺织行业工艺技术的改进，新型纺织产品的研制和推广，乃至纺织领域的改革发展起到推动作用。

### 参考文献

- [1] 蔡继权. 我国化纤油剂的生产现状与发展趋势(下) [J]. 纺织导报, 2012(7): 115-118.
- [2] 瞿德方. 涤纶短纤维油剂中抗静电剂SN有效含量的测定 [J]. 合成纤维, 1982(2): 28-30.
- [3] 毛培坤. 离子交换和硅胶柱色谱在化纤油剂剖析中的应用 [J]. 无锡轻工业学院学报, 1991(2): 49-56.
- [4] VAVILOVA S Y, PROROKOVA N P, SMIRNOVA O K. Oil for polypropylene and polyester fibres [J]. fibre chemistry, 2009, 41(2): 119-122.
- [5] 蔡继权. 环保高效化纤用油剂的发展 [J]. 纺织导报, 2011(5): 59+62-65.
- [6] 蔡继权. 化纤油剂市场前景广阔 [J]. 化工管理, 2010, 000(9): 32-37.
- [7] 金秋. 涤纶纺丝油剂的发展分析 [J]. 精细化工原料及中间体, 2004(12): 19-21.
- [8] 蔡继权. 世界化纤油剂换代进展与国内生产及应用 [J]. 化学工业, 2012(5): 19-25.
- [9] 金一丰. 浅析涤纶FDY油剂应用中存在的问题 [J]. 聚酯工业, 2007(1): 45-47.
- [10] 瞿德方, 胡式美, 郭福瑛. 涤纶油剂混合液中甘油含量的测定 [J]. 合成纤维工业, 1983(1): 29-30.
- [11] 王英. 进口油剂的综合分析方法研究 [D]. 北京化工大学, 2004.
- [12] 孙爱菊. 涤纶油剂分析 [J]. 北京服装学院学报, 1989(1): 87-94.
- [13] HONEY, M, 梁立诚. 纤维油剂含量的测定 [J]. 广东化纤技术通讯, 1991, n000(2): 49-50.
- [14] 刘榕城, 孙晓丽, 苏文庭, 等. Determination of methanol in spinning oil which was used for E S fiber%.ES纤维纺丝油剂中甲醇含量的测定 [J]. 国际纺织导报, 2013, 041(1): 39-40, 42.
- [15] 张军, 杨秀全, 周媛, 等. 脂肪醇聚氧乙烯醚组成分布的液相色谱分析方法: .
- [16] 谢永红. 共振光散射光谱法在表面活性剂分析中的研究 [D]. 四川师范大学, 2007.

- [17] 傅彬, 帅军. 丙纶纺丝油剂的剖析与复配 [J]. 中外医疗, 2007(9): 53-54.
- [18] YUAN C L, ZHOU W, XIE Y S. Mass spectrometry analysis and chromatographic separation of fatty alcohol polyoxyethylene ether nonionic surfactants [J]. Journal of Chinese Mass Spectrometry Society, 2013, 34(4): 215-225.