涤纶工业丝生产中提质降耗创效益的相关研究

曹　剑（浙江海利得新材料股份有限公司，浙江　海宁　314419）

摘　要：本文简要叙述涤纶工业丝经济效益与发展趋势，以涤纶工业丝生产中遇到的问题作为切入点，展开到涤纶工业丝生产关键工序的改善方向思考。同时，深入探讨在涤纶工业丝生产存在的问题，并从原料、辅料和生产管理等方面，提出相应的提质降耗策略，旨在优化生产工艺流程，提高产品质量与降低消耗，从而提升生产效益，提高企业的竞争力。

关键词：涤纶工业丝；提质降耗；解决策略

0 引言

涤纶工业丝作为一种高强、粗旦涤纶工业用长丝，具有模量大、耐热性强、断裂强度高的显著优势，当前已在各种工业用织带、轮胎帘布和土工布等制造领域中得到广泛应用，且涤纶工业丝产品需求量呈现出逐年稳步增加的良好态势。但近年来，由于国内产能迅速释放，短期造成了供过于求的局面，想要在市场上保有竞争力，必须进一步降低产品生产成本，提高产品品质。在这一背景下，对涤纶工业丝提质降耗问题的深入探讨，是十分必要的，本文就此开展研究。

1 涤纶工业丝概述

1.1 涤纶工业丝经济效益

近年来，我国涤纶工业正处于产能快速扩张阶段，涤纶工业丝产量逐年稳步提升，根据相关统计结果显示，我国在2020年与2021年的涤纶工业丝产量分别为184.24万t和236.94万t，增速达到28.6%，当前已成为全球最大涤纶工业丝生产国，占据2/3以上的全球产能。与此同时，从行业总体发展角度来看，经过了20多年的高速发展，涤纶工业丝行业已经从成长期迈入成熟期，行业产能规模很大，市场竞争激烈，普通产品步入低成本竞争阶段。根据我国海关统计报告显示，我国在2021年出口56.28万t涤纶工业丝，出口金额高达8.06亿美元，美国、韩国、印度是主要出口国，出口份额占比分别为12.6%、8.45%和7.3%，且我国国内涤纶工业丝下游消费客户领域也不断扩宽，涤纶工业丝已广泛用于车用丝行业、织带、织布、广告灯箱布等领域中，如车用丝工业的涤纶工业丝消费占比达到37%。

1.2 涤纶工业丝发展趋势

现阶段，为推动我国涤纶行业迈向全新发展阶段，各家涤纶企业纷纷投入大量人力物力资源来创新优化涤纶工业丝生产工艺，政府部门也颁布多项扶持性政策。

从市场发展角度来看，随着全球工业体系的建成，涤纶工业丝在更多领域中得到广泛应用，如农林牧渔、环境保护以及医疗卫生等全新领域，使用涤纶工业丝来取代原有产品，这对完善产品使用功能、降低产品成本有着重要意义，如使用涤纶工业丝制成新型涤纶格栅，产品用于山体防护、河岸，路堤边坡加强稳固，使用性能优于早期钢丝网。同时，多家涤纶企业对涤纶工业丝生产线进行调整，逐年提高粗旦、细旦、阻燃、再生等全新品种涤纶工业丝的生产比重，新品种涤纶工业丝的经济附加值更高，有利于改善涤纶行业发展，提高涤纶企业经济效益。

从技术发展角度来看，为满足车用聚酯帘布、防水面料等产品的制造需求，进一步降低成本，科研院校、涤纶企业持续投入大量资源来共同研发涤纶工业丝生产技术，取得诸多显著成果，陆续推出高强高模量低缩纺丝、高粘度熔体直接纺、纺前染色等新型技术，涤纶工业丝的动态力学性能、粘合性能、抗疲劳性、疏水性能均得到明显改善。以高强高模低缩技术为例，海利得公司引进的屋脊式固相聚合装置，采用高温大风量的固相聚合工艺和低速大拉伸的纺丝牵伸工艺，生产的高强高模低缩产品强度超过了7.5cN/dtex的水平。

2 涤纶工业丝生产问题与提质降耗策略

2.1 优选聚酯原料

根据实际生产情况来看，聚酯原料性能质量是涤纶工业丝产品品质的主要影响因素，如果涤纶企业盲目选用聚酯的原料品种，原料的特性粘度、二甘醇含量、羧基含量等性能质量不达标，都会提高涤纶工业丝的废品率。因此，涤纶企业需要做好原料选材工作，根据客户的需求与自身的生产工艺来明确聚酯原料的性能指标要求，在验收环节严格检查聚酯原料的指标、

外观是否达标，确定符合后，再将聚酯原料投入到涤纶工业丝生产活动当中。一般情况下，要求所使用聚酯原料切片指标中的特性粘度保持在 0.67 上下、DEG 含量控制在 0.8–1.1% 区间内、熔点 256℃左右，并以规整的方形、圆形、或者椭圆形作为聚酯原料的切片形状。如此，通过提高聚酯原料质量，可以明显减少涤纶工业丝在生产期间的断丝、毛丝数量，起到提高废品率的作用。

2.2 纺丝冷却改善

在涤纶工业丝生产期间，各条生产线的不同锭位产品质量存在一些差异，其根源在于产品生产条件不一致，主要受到环境和冷却风速影响。例如，在生产过程中始终保持恒定风速时，涤纶工业丝的条干与纤维断裂伸长率可以保持在理想状态。而在生产期间出现风网表面局部堵塞等问题时，由于少数纺程中的风速发生改变，容易出现初生纤维在形变区丝束过幅晃动、凝固点下移、形变区延长的现象，最终导致随生产出的涤纶工业丝单丝断裂伸长率明显差异、线密度条干不匀。为切实提高涤纶工业丝质量，涤纶企业需要加强对生产现场环境条件的管控力度，缩小锭与锭之间的差异，纺丝员工定期检查吹风室里丝束晃动情况和吹风风速均匀性，如果出现丝束明显晃动、局部或整体风速不达标问题，则及时更换和清洗滤网。同时，工业丝厂家还应缩短风网定期清洗周期，清洗间隔根据所处区域环境决定，时间由 1 年缩短至 6 个月，能从很好的预防风网堵塞、丝束物性不稳定等问题出现，改善产品的物性指标。

2.3 优选油剂

在涤纶工业丝生产期间，油剂起到改善工业丝的平滑性能、集束性、调整纤维摩擦阻力等多重作用，可以显著提高涤纶工业丝的加工性能与使用性能。根据实际生产情况来看，早期主要使用聚乙二醇油酸酯等原料来制备原油型油剂，此类油剂存在耐热性差、挥发效应明显、含重金属离子组分等问题，在生产期间偶尔出现冒蓝色烟雾与罗拉绕辊缠丝等异常现象，致使产品质量存在不确定性，且这类油剂依赖国外进口，油剂采购成本较高。

因此，企业需要从优选油剂方面着手，选用性能更加优异、采购或制备成本低廉的新型油剂，以此来取代传统原油型油剂，起到提质降耗作用。一般情况下，对所使用油剂的平滑性、耐热性、纺丝性、抗静电性有着严格要求，根据具体要求来选择油剂品种。例如，从平滑性角度来看，应选用含有脂肪醇聚氧乙烯醚磷酸酯钾盐等组分的油剂，这类油剂可以在涤纶工业丝表面形成不易破裂的保护油膜，减少纤维在罗拉上毛丝的产生。从耐热性角度来看，要求油剂在高温条件下长时间保持良好的抗结焦性能，不会出现过度挥发等现象，在与高温定型罗拉接触下发烟量少，从而罗拉上结焦少，丝束在罗拉上的丝道能走的更稳。从可纺性角度来看，应使用多元醇油酸酯等原料作为平滑剂，这类油剂的有效成分较高、纺丝过程中不易产生单丝发散和分丝现象。而从抗静电角度来看，可以选用聚醚磷酸盐作为抗静电剂，避免在涤纶纤维摩擦期间持续生成静电荷、在静电荷影响下出现毛丝和残丝等问题。

2.4 油剂上油系统改造

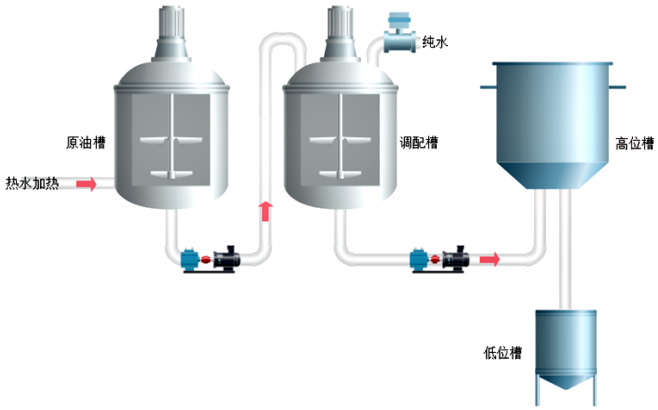

图 1 涤纶工业丝生产线中油剂调配系统改造方案

部分涤纶企业在生产期间都遇到过单丝断裂造成毛丝问题，毛丝产生的一个原因在于纤维上油不均匀、进油管内残留气泡，致使生产线中所使用纺丝油剂出油不匀，从而并未发挥出应有的平滑、集束和抗静电等作用。

其中，纤维上油不均匀有时是采用了不当的上油方式，导致少数纤维表面未均匀附着纺丝油剂。而油管残留气泡是因冬季室内温度与原油温度过低、调配槽与原油槽内温差值超标而导致乳液内残留大量可逸出空气，正常情况下，生产环境冬季室温在 20℃上下，调配槽与原油温差高达到 13–15℃。对此，为切实提高涤纶工业丝生产质量，预防和减少毛丝问题出现，涤纶企业需要从油剂调配系统、上油系统改造两方面着手。

其中，对于油剂调配系统，需要增加原油加热系统，使用前将原油槽内的原油加热到 40℃左右温度，

再将适量原油经由管道输至调配槽，在调配槽内和纯水进行充分搅拌，最终将搅拌完毕的乳液输送到与之温度接近的高位槽内，最大限度减少油剂气泡，改造后的油剂系统如图 1 所示。

而对于上油系统，根据上油方式采取相应工艺管理措施，如在采取油轮上油方式时，常见问题包括油轮缠绕废丝或者表面脏污时，需要及时清洗油轮油盒，并由生产人员定期检查丝束含油率是否达标、油盒部位是否存在滴油现象，及时更换磨损程度超标的油轮轴承。

2.5 优化车间管理

在涤纶工业丝生产时，废丝问题一般出现在周期铲板，罗拉周期清洗等环节，产品质量与生产效率受到作业工具、生产设备工况、人员操作等多方面因素影响，一旦处理不当，会产生大量废丝和浆块，造成单耗增加、机器损坏、生产成本上涨等问题。为有效减少纺丝车间单耗，保证涤纶工业丝生产活动得以顺利开展，生产部门需要从生产区域和器材规划、加强设备维护保养力度、遇到问题专项解决并预防再发三方面着手。

第一，生产区域和器材合理规划，例如，纺丝车间的管理，在车间内配备辅助工具车，工具车中有序摆放铲刀、喷枪、硅油瓶、电筒以及剪刀等纺丝作业期间常用的工具设备，作业人员从辅助工具车中取用、放还各类工具，避免因车间现场散乱堆放工具而影响作业开展、出现废丝增多问题。同时，为便于作业人员取用作业工具，还应在工作区域中划线标识清楚其他辅助工具放置区，相关区域摆放整齐，具体可划分为铲刀磨刀区、卫生工具区、废丝收集区等区域。

第二，在设备维护保养方面，生产和设备部门需要明确规定纺丝组件、吹风室、卷绕机等装置的维护保养内容、流程步骤、维保质量标准和维保周期，建立标准化维护保养机制，并引入分级维护理念，对各处装置的使用寿命、运行工况进行评价打分，将装置划分为若干层级，制定面向各层级装置的维护保养方案。

第三，在遇到生产异常问题时，需要成立问题解决小组，制定问题专项解决方案，问题解决后，需要总结经验教训，并形成检查，和解决问题的标准，预防问题的再次出现。例如，遇到断头多单耗高的问题，组织小组进行异常原因分析，发现是由于清洁剂调配浓度太高导致的罗拉洗不干净产生断头。则在整改罗拉清洗质量的同时还需要把调配清洗剂的流程标准化，确保下次调配正确，不会再出类似问题。

2.6 工艺改进

涤纶工业丝生产工艺较为复杂，并没有一个简单的套用条件，根据原料的不同，设备机型配置的不同，产品规格的不同，客户加工工艺不同，需要对每个产品设定针对性的工艺。例如，高强工业丝的原料切片粘度一般会控制在 1.10dl/g 左右，而低缩工业丝则控低到 1.00dl/g 左右。

根据螺杆的型号、长径比的不同，结合实际生产产品的型号，温度设定也不同。一般的规则是吐出量大的产品使用熔融温度比吐出量小的产品高，大螺杆使用温度比小螺杆低。客户加工时如果有织造、染色等环节，我们在物性和含油的控制上也要做一定的区别，一般织造的客户需要强度适中控制以尽可能的减少毛丝，含油率控制高一些。而有染色需求的客户则需要强度适当做大，以减少高温染色后强损，且含油率控制相对低些，改善染色性能。需要耐心的对每一台机器、每一个规格，每一个客户摸索合适的工艺，才能真正做到质量的提升。

3 结语

综上所述，提质降耗是涤纶工业丝厂家在当今充分竞争的环境下迫切需要做的，通过对各个流程环节管控，进行优选聚酯原料、纺丝冷却改善、优选油剂、油剂上油系统改造、优化车间管理、工艺改进等策略，在切实提高产品品质的前提下，节省不必要的生产成本，将原材料耗用量控制在合理范围内，保证车间整体产品质量稳定，提高客户的满意度，这关系到企业的兴衰，行业的发展。

参考文献：

[1] 谢尚财，陆展华，吴维光，方千瑞，郑正举，徐军．涤纶长丝生产过程中提质降耗的措施 [J]. 合成纤维，2021,50(07):31-34.

[2] 王君毅．高强型高模低收缩涤纶工业长丝的研发 [J]. 轮胎工业 ,2014,34(10):6.

[3] 朱金芳，王鸣义，沈伟，周贵强，林雪梅，任明利．涤纶工业丝的技术进展及其在纺织品领域的应用 [J]. 合成技术及应用 ,2018,33(02):29-34.

作者简介：

曹剑（1983-），男，籍贯：浙江嘉兴海宁，学历：本科，职称：工程师，研究方向：车用涤纶工业丝生产。