

生物基尼龙 56 纤维的纺丝工艺优化及纺织服用性能研究

宋云鹤

鞍山七彩化学股份有限公司，辽宁鞍山，114000；

摘要：生物基尼龙 56 纤维因原料可再生、环保属性突出，成为纺织领域绿色转型的重要材料。本文围绕其纺丝工艺优化与纺织服用性能展开分析，先梳理纺丝工艺的核心瓶颈，再明确工艺优化方向，最后探究工艺与服用性能的关联，为提升纤维品质、拓展纺织服用应用场景提供思路，助力绿色纺织材料的产业化推进。

关键词：生物基尼龙 56 纤维；纺丝工艺；工艺优化；纺织服用性能

DOI：10.64216/3080-1508.26.01.076

引言

在全球纺织产业向“绿色化、低碳化”转型的整体趋势下，纺织行业对于具备环境友好属性与低碳排放特征的纤维材料，其需求呈现持续提升的态势。传统尼龙纤维在生产过程中，对石油等不可再生矿产资源存在高度依赖，这一生产模式与当前绿色低碳发展理念之间的矛盾，随着行业转型推进逐渐凸显，成为制约传统尼龙纤维进一步发展的重要因素。然而，生物基尼龙 56 纤维在纺丝生产环节，仍面临诸多技术挑战。

1 生物基尼龙 56 纤维纺丝工艺的核心瓶颈

1.1 工艺参数协同性差

生物基尼龙 56 纤维的纺丝过程，涉及多项直接影响纤维成型质量的关键工艺参数，其中，纺丝温度、拉伸倍数与冷却速率，是决定纺丝效果的三大核心参数。这三类关键参数并非独立发挥作用，而是存在紧密的相互作用与相互制约关系，某一项参数的细微调整，均可能引发其他参数对纺丝过程的影响发生变化，进而改变整体纺丝环境的稳定性。当各类关键工艺参数的取值未能形成相互适配、相互促进的组合状态，即参数取值区间出现不匹配问题时，会对纺丝过程产生直接的负面影响。一方面，可能导致熔融状态下的纤维熔体，在输送与喷丝过程中流动速度不均，部分区域熔体流动过快，部分区域流动过慢，破坏熔体的稳定输送状态；另一方面，可能造成喷丝后的纤维熔体，在冷却固化过程中速度失衡，部分纤维固化过快，部分固化过慢，无法形成均匀的固化形态。上述两种问题的出现，最终会导致成型后的生物基尼龙 56 纤维，在直径尺寸上产生较大偏差，纤维粗细不均的现象突出。而纤维直径的均匀性，直接影响后续纺织加工环节的适配性，粗细不均的纤维

易在纺纱、织造过程中出现断裂、缠绕等问题，降低纺织加工效率，同时影响最终纺织产品的质量稳定性。

1.2 纤维结构稳定性不足

生物基尼龙 56 纤维的力学性能，与其内部微观结构密切相关，其中，纤维的结晶度与取向度，是决定其力学性能优劣的核心微观结构指标，这两项指标的调控效果，直接影响纤维的最终使用性能。在纺丝生产过程中，若未能采取科学的调控手段，对纤维的结晶度与取向度进行合理控制，易引发两类微观结构问题。一是纤维内部的结晶分布呈现不均匀状态，部分区域结晶密度过高，部分区域结晶密度过低，形成结晶疏密差异明显的微观结构；二是纤维分子链的取向度偏低，分子链未能沿纤维轴向形成有序排列，呈现杂乱分布的状态。这两类微观结构问题的存在，会直接导致纤维的宏观力学性能出现缺陷。一方面，会造成纤维的断裂强度不足，在受到外力拉伸时，易出现断裂现象，无法承受纺织加工与服用过程中的常规外力作用；另一方面，会导致纤维的弹性回复性变差，在外力作用下发生形变后，难以恢复至原始形态，易出现永久变形。而断裂强度与弹性回复性，是纺织服用领域对纤维力学性能提出的基础要求，性能不达标会导致生物基尼龙 56 纤维难以满足纺织产品的生产与使用需求，限制其应用范围。

1.3 设备与工艺适配度低

当前纺织行业内现存的纺丝生产设备，其设计标准、结构参数与运行逻辑，多是基于传统尼龙纤维的生产特性制定，在长期应用过程中，已形成与传统尼龙纤维生产的高度适配体系，能够满足传统尼龙纤维的纺丝工艺需求。但生物基尼龙 56 纤维，与传统尼龙纤维在分子结构、物理特性上存在明显差异，这一差异直接导致两

者在熔融状态下的熔体特性，以及喷丝后的凝固规律上，呈现出显著不同。传统纺丝设备的参数设定与结构设计，无法充分适配生物基尼龙 56 纤维的熔体特性与凝固规律，设备与工艺之间的适配性不足，进而引发一系列生产问题。一方面，生物基尼龙 56 纤维的熔体，在粘性、流动性上与传统尼龙熔体不同，传统设备的喷丝孔尺寸、熔体输送速度，易导致熔体在喷丝孔内堆积，引发喷丝孔堵塞问题，不仅中断纺丝生产流程，还会影响后续纤维的成型质量；另一方面，传统设备的冷却系统、拉伸机构，无法适配生物基尼龙 56 纤维的凝固规律，易导致喷丝后的纤维在成型过程中出现形态不规则、表面粗糙等成型不良问题。上述设备与工艺适配不足引发的问题，会直接制约生物基尼龙 56 纤维纺丝工艺的稳定推进，导致生产过程中故障频发，同时降低最终纤维的品质，如纤维粗细不均、力学性能波动等，成为阻碍生物基尼龙 56 纤维规模化纺丝生产的重要瓶颈。

2 生物基尼龙 56 纤维纺丝工艺的优化方向

2.1 精准调控关键工艺参数

实现生物基尼龙 56 纤维纺丝工艺的优化，首要方向为对纺丝温度、拉伸倍数、冷却速率三大关键工艺参数，进行科学精准的调控，而调控的前提是充分掌握三类参数之间的相互作用规律。需通过系统的实验探究与数据梳理，明确每一类参数的变化，会对其他两类参数产生何种影响，以及三类参数共同作用时，对纺丝过程与纤维品质的综合影响逻辑，形成完整的参数作用规律体系。在掌握参数相互作用规律的基础上，结合生物基尼龙 56 纤维的熔体特性与成型需求，科学划定每一类关键工艺参数的最优取值区间。更为重要的是，需确保不同参数的最优取值区间能够形成相互适配、相互促进的协同关系，而非相互冲突，最终构建起参数最优协同区间，为后续调控提供明确依据。这一精准调控过程，需同时兼顾两大核心目标：一是保障熔融状态下的纤维熔体，在输送与喷丝过程中保持稳定的流动状态，避免出现流动速度不均的问题，为纤维均匀成型奠定基础；二是确保喷丝后的纤维熔体，在冷却固化过程中速度均衡，形成均匀的固化形态，避免因固化失衡导致纤维直径偏差。通过这样的精准调控，能够有效减少生物基尼龙 56 纤维在直径尺寸上的偏差，显著提升纤维的物理形态均匀性，为后续纺织加工的高效推进提供保障。

2.2 优化纤维微观结构

针对生物基尼龙 56 纤维微观结构稳定性不足的问题，其纺丝工艺的核心优化方向为优化纤维内部微观结构，重点通过工艺调整，实现对纤维结晶度与取向度的精准调控，进而改善纤维的力学性能。具体优化过程需以纺丝生产中的保温时间与拉伸速率为核心调控变量，通过调整这两项工艺参数的取值，间接影响纤维的结晶与取向过程。在保温时间调整层面，需根据生物基尼龙 56 纤维的结晶特性，设定合理的保温时长。保温时间过长或过短，均会影响纤维的结晶效果：保温时间过短，纤维熔体冷却过快，分子链来不及有序排列，易导致结晶度偏低、结晶分布不均；保温时间过长，会增加生产能耗，同时可能导致局部区域结晶过度，同样引发结晶分布不均。通过精准调整保温时间，能够为纤维分子链的有序排列与结晶形成，提供充足且适宜的时间条件，助力实现纤维内部结晶分布均匀。在拉伸速率调整层面，需结合生物基尼龙 56 纤维的分子链特性，设定适配的拉伸速度。拉伸速率过低，无法为分子链提供足够的外力牵引，分子链难以沿纤维轴向有序排列，易导致取向度偏低；拉伸速率过高，会造成分子链断裂，不仅影响取向度，还会降低纤维的断裂强度。通过科学调整拉伸速率，能够为纤维分子链提供适度的外力牵引，推动分子链沿纤维轴向形成有序排列，实现纤维取向度的合理控制。通过对保温时间与拉伸速率的协同调整，可同时实现纤维结晶分布均匀与取向度合理两大目标，进而有效提升生物基尼龙 56 纤维的断裂强度与弹性回复性，显著强化纤维力学性能的稳定性，使其能够满足纺织服用领域对纤维力学性能的基础需求。

2.3 适配纺丝设备参数

生物基尼龙 56 纤维的熔体，与传统尼龙纤维的熔体在性质上存在显著差异。这种独特的特性，成为了我们在调整纺丝设备参数时的重要依据和关键参考点。通过对这一特性的深入理解和精确把握，我们能够更有针对性地优化纺丝设备的各项参数设置，从而确保生产过程的顺利进行和最终产品的质量达标。调整设备参数前，要先分析生物基尼龙 56 纤维熔体的特点，比如它的粘稠度、流动速度、凝固快慢等，弄清楚它和传统尼龙熔体到底哪里不同，这样调整设备才有依据。根据这些分析结果，调整纺丝设备里三个关键的参数。第一喷丝孔的规格，要根据熔体流动的特点，调整喷丝孔的粗细、形状和排列的密度，让熔体能够顺利从喷丝孔流出来，

不会因为孔太粗、太细或者形状不对，导致熔体堵在里面。第二是冷却风的温度，要结合熔体凝固的快慢，定一个合适的温度。第三冷却风的速度，要调整风速大小和吹风的方向，让冷却风均匀地吹到刚喷出来的纤维上，保证纤维各个地方冷却得一样快。

3 纺丝工艺与生物基尼龙 56 纤维纺织服用性能的关联

3.1 工艺对纤维吸湿透气性的影响

生物基尼龙 56 纤维的吸湿性与透气性，直接影响以其为原料制成的衣物穿着舒适性。该性能优劣与纺丝过程中冷却速率和拉伸倍数这两个关键工艺参数的调控相关。这两个参数变了，纤维里面的小孔结构也会跟着改变。冷却速度太快，纤维的熔体很快就会变硬，分子链来不及展开，纤维会变得密实，吸汗和透气的效果就差。冷却速率过低时，分子链排列较为疏松，导致效果欠佳。拉伸倍数太低，纤维内部结构松，小孔分布不均；当拉伸倍数过高时，纤维会受到过度拉伸，其内部的孔隙会被压缩变小，同时孔隙总数亦会减少，同样影响吸湿透气。所以，要把冷却速度和拉伸倍数调到合适的数值，这样能让纤维里面的小孔变多，而且分布均匀、大小合适。如此，纤维的吸汗与透气性能得以提升，以其制成的衣物穿着体验更为舒适，可避免产生闷热、潮湿之感。

3.2 工艺对纤维耐磨与抗皱性的影响

生物基尼龙 56 纤维的耐磨性能与抗皱性能，直接影响其纺织制品的服用寿命，也关联制品穿着过程中的外观状态。要提升这两项性能，核心在于借助纺丝工艺，对纤维内部的结晶度与取向度进行合理调控。当纤维的结晶度与取向度调控至适宜水平后，其内部微观结构的稳定性将显著增强。一方面，结晶度提升且分布趋于均匀时，纤维分子间的相互作用力将增强，分子链的滑动趋势减弱。这样一来，纤维就耐磨损，不会因为摩擦就断丝、起毛。另一方面，取向度调整好，分子链会顺着纤维的长度方向整齐排列，结构更规整。纤维被压出褶皱后，分子链能很快恢复到原来的样子，不容易留下永久的褶皱，抗皱效果变好。平时穿、洗的时候，不容易磨破、起球；也不容易变形、起皱，不用经常熨烫，衣

物可维持较为整洁的状态，从而延长其穿着的时间。

3.3 工艺对纤维染色均匀性的影响

生物基尼龙 56 纤维染色能不能染得均匀，直接关系到衣服的外观。如果染色不均，衣服上就会出现深一块、浅一块的斑或者条纹，从而影响美观。而要让染色均匀，关键是把纺丝温度控制好。纺丝温度忽高忽低，会让纤维内部结构不一样。温度太高，纤维熔体硬得快，分子链没舒展开，会形成疏松的区域；温度太低，熔体硬得慢，分子链排列紧密，会形成致密的区域。纤维里面既有疏松的地方，又有致密的地方，染色的时候就会出问题。染料分子易于渗入结构疏松区域，该区域染色程度较深；而结构致密区域染料难以渗入，染色程度较浅，最终导致染色呈现深浅不均的现象。所以，要精准控制纺丝温度，不让纤维内部出现结构不一样的情况，保证纤维各个地方的结构都均匀。这样染色的时候，染料分子能均匀地渗入纤维里，吸附的量也一样，纤维就能染得均匀，做出来的衣服色泽一致，没有色斑，外观更好。

4 结语

生物基尼龙 56 纤维的纺丝工艺优化与纺织服用性能提升是相辅相成的，要想实现这一目标，首先需要解决一系列的难题，包括工艺参数的设定、结构的稳定性以及设备适配等问题。只有在深入研究和精准调控各项工艺参数的基础上，才能实现纤维力学性能与服用性能的同步提升，进而有效推动生物基尼龙 56 纤维在纺织服用领域的广泛推广和应用。这不仅能够显著提高纺织产品的综合品质，还能为纺织行业的绿色转型和可持续发展提供强有力的技术支持和产业助力，助力行业迈向更加环保和高效的新阶段。

参考文献

- [1]雷柄喜.醋青纤维的结构及物理性能的研究[J].纺织报告,2021,40(09):27-28.
- [2]李秋栋.纺织工程工艺改革探析[J].丝路视野,2019,(15):114-114.
- [3]徐小航,曾庆怡,张玮玺,范志成,李惠,潘志娟.醋青纤维的结构及物理性能研究[J].现代丝绸科学与技术,2019,34(03):4-6.