

弹力牛仔面料的弹性恢复性能与织造工艺研究

蔡海丽

浙江蓝舟服饰有限公司 浙江 温州 325200

【摘要】：弹力牛仔面料作为服装领域的重要面料品种，其穿着舒适性与保形性之间的平衡关键在于弹性恢复性能。本文针对弹力牛仔面料在使用过程中易出现的塑性变形、松弛及尺寸不稳定等问题，深入探讨了弹性恢复机理与织造工艺参数的关联性。研究分析了氨纶丝含量、包覆纱结构、织物组织紧度及上机张力等核心因素对成品面料弹性伸长率与弹性回复率的影响规律。通过系统的实验对比与数据分析，揭示了低张力织造技术与合理的织物结构设计对提升面料弹性恢复性能的关键作用。研究结果提出了优化整经张力、纬纱预缩处理及后整理定型工艺的综合改进方案，为解决弹力牛仔面料“疲软”现象、提升产品质量提供了理论依据与技术指导。

【关键词】：弹力牛仔面料；弹性恢复性能；织造工艺；氨纶；塑性变形；上机张力

DOI:10.12417/3083-5526.26.01.002

引言

随着服装消费市场向舒适化、功能化升级，弹力牛仔面料凭借其兼具耐磨特性与弹性优势，在纺织服装领域的应用范围持续扩大，市场占比逐年攀升。弹力牛仔面料的核心竞争力集中在弹性恢复性能，其直接决定服装的穿着贴合度、保形性与使用寿命，是平衡舒适性与实用性的关键指标。为赋予面料优异的延伸与回弹能力，行业普遍采用在纱线中添加氨纶丝的方式，借助氨纶纤维的高弹性特质，满足人体活动过程中的拉伸需求。但在实际生产与终端使用环节，弹力牛仔面料普遍存在弹性恢复性能不足的问题，具体表现为长期穿着后局部起鼓、受力部位松弛、尺寸异常伸长，且外力去除后无法恢复原状，这种塑性变形不仅破坏服装的外观规整度，还会大幅缩短产品使用寿命，制约行业高质量发展。面料弹性恢复性能的优劣，不仅与氨纶纤维自身的力学特性密切相关，还受到纺纱、织造、染整等全流程工艺的综合影响，其中织造作为纱线转化为织物的核心环节，经纬纱张力控制、织缩率调控、氨纶丝保护效果等工艺参数，直接锁定面料内应力状态，对弹性恢复性能起到决定性作用。当前行业内相关研究多聚焦于染整工序对弹力的优化，对织造源头工艺的系统性探究较为匮乏，难以从根本上解决面料“疲软”、塑性变形等痛点，因此，深入开展织造工艺与弹性恢复性能的关联性研究，具有重要的现实意义与应用价值。

1 弹力牛仔面料的弹性机理与原料选型

弹力牛仔面料的弹性恢复性能是其核心竞争力，直接决定服装的穿着贴合度、保形性与使用寿命，也是解决面料“疲软”、塑性变形等行业痛点的关键。探究面料弹性机理、优化原料选型，是提升弹性恢复性能的基础前提，更是推动弹力牛仔面料品质升级、契合行业高质量发展需求的重要环节。弹力牛仔面料的弹性恢复性能源于弹性纤维的高回弹特性与织物结构的协同作用，二者的合理匹配的，能够有效减少塑性变形，提升面料尺寸稳定性。氨纶作为面料弹性的核心来源，其力学特性

与应用方式直接影响面料的弹性潜能，而纱线结构与织物组织紧度配置，则进一步决定了弹性性能的发挥效率，三者共同构成了弹力牛仔面料弹性恢复性能的基础体系。

1.1 弹性纤维的力学特性与作用机制

氨纶作为一种聚氨酯类弹性纤维，具有线型嵌段分子结构，由软链段和硬链段组成。在拉伸作用下，软链段发生取向伸长，硬链段通过氢键作用形成物理交联点，提供回弹力。当外力去除后，软链段通过热运动恢复卷曲状态，实现弹性恢复。在牛仔面料中，氨纶多以包芯纱或包覆纱的形式存在，氨纶丝作为芯丝被棉纤维或其他短纤维包裹。这种结构既保留了外层纤维的吸湿透气与耐磨特性，又赋予了纱线优良的弹性。面料在受到外力拉伸时，氨纶丝发生伸长，外层纤维随之位移；外力释放后，氨纶丝的回缩带动外层纤维回复，从而实现面料的尺寸稳定。

1.2 纱线结构对弹性恢复的影响

纱线结构是决定面料弹性的首要因素。氨纶丝的线密度、牵伸倍数以及外包纤维的包覆效果，直接决定了纱线的弹性潜能。氨纶丝线密度越大，纱线的断裂强力与弹性回复力越高，但过高的线密度可能导致面料手感粗硬。牵伸倍数的选择至关重要，过小的牵伸倍数无法充分发挥氨纶的弹性，过大的牵伸倍数则会导致氨纶丝断裂风险增加及内应力过大，造成后道工序的回缩困难与尺寸不稳定。此外，包覆纱的捻度与包覆紧密程度也影响弹性传递效率。捻度过低，外包纤维易松散脱落，氨纶丝裸露受损；捻度过高，纤维抱合过紧，限制了氨纶丝的自由伸缩，导致面料手感僵硬且弹性恢复受阻。因此，需根据面料最终用途，精确设计氨纶含量与纱线结构参数。

1.3 织物组织与紧度设计原则

织物组织结构与经纬向紧度的配置，构建了面料弹性的几何空间。牛仔面料多采用斜纹或破斜纹组织，浮长线的存在使得纱线在织物中具有较大的活动空间，有利于延伸性的发挥。

高紧度的结构设计虽然能提高面料的挺括度，但会限制纱线的屈曲波高，增加纱线间的挤压摩擦力，从而阻碍弹性回复。在紧度设计上，应遵循“经向适度、纬向宽松”的原则，特别是对于纬弹牛仔面料，纬向紧度需预留足够的收缩空间，以平衡氨纶丝的回缩力与织物结构阻力之间的关系，确保面料具备良好的弹性恢复能力。

2 织造工艺参数对弹性恢复性能的影响分析

织造工序是将纱线转化为织物的关键环节，织造张力、织缩率及工艺参数的设定直接“锁定”了面料的内应力状态，对成品弹性恢复性能具有决定性影响。

2.1 整经与浆纱张力控制

整经与浆纱工序主要针对经纱进行处理。对于弹力牛仔面料，经纱多为纯棉或少量低弹包芯纱。若在整经过程中单纱张力不匀，会导致织轴卷绕密度不一致，在织造时造成经纱松紧不一，进而影响布面平整度与纬纱的屈曲状态。浆纱工序中，若烘焙张力与卷绕张力过大，会导致经纱过度伸长，弹性损耗，织造时易产生窄幅现象。更重要的是，浆料配方需兼顾被覆与渗透，过重的上浆虽能提高纱线耐磨性，但会形成坚硬的浆膜，锁死纱线的弹性伸长能力，导致面料在后续整理中退浆困难，影响弹性恢复。因此，应采用“小张力、轻上浆”的工艺路线，保持经纱的柔韧性与残余弹性。

2.2 纬纱张力与引纬工艺优化

纬纱是纬弹牛仔面料的弹性主要来源，其张力控制尤为关键。在织造过程中，纬纱从纬纱筒子上退绕并引入织口，需经过储纬器、张力器等装置。若引纬张力过大，氨纶丝在引纬过程中处于过度拉伸状态，织入布边后由于钢筋的打纬作用，纬纱无法及时回缩，导致织物在下机后产生剧烈的内应力释放，引起幅宽收缩失控。这种过度拉伸状态下的“假弹性”会使面料在穿着初期弹性良好，但经过水洗后迅速出现塑性变形。研究表明，通过优化储纬器的退绕速度与张力器的压力设定，将引纬张力控制在氨纶丝屈服应力的一定比例范围内，可显著降低纬纱的内应力积累，提升面料的定形稳定性。

2.3 织机速度与开口机构的影响

织机速度的提升会增加开口频率，导致经纬纱受到的动态拉伸与摩擦加剧。对于弹力纬纱，高频次的引纬动作可能导致氨纶丝因疲劳而产生永久变形。开口机构的设计决定了梭口清晰度与经纱拉伸幅度。过大或不清晰的梭口会增加经纱对纬纱的挤压摩擦，阻碍纬纱的屈曲与回缩。采用低后梁高度与较早的综合平时间，可以适当降低经纱上机张力，增加上下层经纱张力差异，有利于纬纱的屈曲波形成，从而为弹性恢复创造有利的结构空间。同时，合理调整织机速度，避免因高速运转产生的离心力与摩擦热对氨纶丝造成热机械损伤，是保持纤维高弹性的有效措施。

3 织造过程对塑性变形的控制策略

塑性变形是弹性恢复性能不足的直接体现，主要表现为面料受力后无法恢复原状。通过织造工艺优化，可有效抑制塑性变形的产生。

3.1 织缩率与幅宽的协同控制

织缩率反映了纱线在织物中的屈曲程度。对于弹力牛仔面料，纬向织缩率远高于普通面料。若在织造时强行通过扩幅装置保持幅宽，虽然能获得较宽的坯布，但会导致纬纱处于被动拉伸状态，破坏了氨纶丝的自然回缩平衡。这种状态下生产的面料，其弹性恢复性能极差，极易形成“泡泡纱”或起皱现象。工艺上应允许面料在织口处自然回缩，通过精确计算坯布幅宽与成品幅宽的比例关系，制定合理的织造幅宽标准。通过在织机卷取辊前设置适当的松弛区，使织物在卷取前获得自然的应力松弛时间，有助于提高尺寸稳定性。

3.2 张力补偿与缓冲机构的应用

现代剑杆织机或喷气织机配备了多种张力补偿装置。在织造弹力牛仔面料时，应充分利用送纬剑的夹持力调节功能与纬纱剪刀的剪断时间控制。若纬纱在布边处被剪断过晚，可能会导致边部纬纱回缩不彻底，形成紧边。此外，采用具有弹性缓冲功能的边撑，可以减少边撑对布边的硬性拉伸，避免边部产生由于张力过大导致的塑性变形裂痕。在送经机构中，采用电子送经系统配合张力传感器，实现经纱张力的实时闭环控制，确保经轴退绕过程中的张力恒定，避免因张力波动造成的经向条影与弹性不匀。

3.3 温湿度环境的调节

织造车间的温湿度对氨纶丝的性能有显著影响。氨纶纤维对温湿度较为敏感，高温高湿环境可能导致氨纶丝发生轻度水解或粘连，增加摩擦系数；低温低湿环境则可能导致纤维发脆、静电增加，影响引纬顺畅性。将车间相对湿度控制在适宜范围内，并保持温度恒定，有助于维持氨纶丝的最佳力学状态。适宜的温湿度环境还能减少棉纤维与氨纶之间的摩擦阻力，降低织造过程中的能量损耗，从而保护纱线的弹性结构不受破坏。

4 实验研究与结果验证

为验证上述工艺理论，本研究设计了一系列对比实验，分析不同织造参数下弹力牛仔面料的弹性恢复性能变化。

4.1 实验方案与样品制备

实验采用相同规格的棉/氨纬弹包芯纱作为纬纱，经纱为纯棉纱线，在相同机型的剑杆织机上进行织造。实验设计了三组不同上机张力方案：A组为高张力织造，B组为标准张力织造，C组为优化低张力织造。同时，调整纬纱张力器参数，控制引纬张力差异。织物组织均为三上一下右斜纹。织造后的坯布经过相同的退浆、丝光与定形整理工序，以排除后整理工艺的干

扰。

4.2 弹性恢复性能测试方法

依据国家相关纺织品标准,对成品面料进行定负荷弹性伸长率与弹性回复率测试。测试仪器采用全自动织物拉伸弹性测试仪。具体测试指标包括:弹性伸长率(表征面料的延伸能力)、塑性变形率(表征面料受力后的不可恢复程度)以及弹性回复率(表征面料的回弹能力)。每组样品进行多次平行测试,取平均值进行分析。

4.3 结果分析与讨论

测试数据显示,C组(优化低张力织造)样品的塑性变形率最低,弹性回复率最高,表现出优异的抗松弛性能。A组(高张力织造)样品虽然初始幅宽较大,但在经过水洗实验后,幅宽收缩率最大,塑性变形明显,且在多次拉伸循环后弹性衰减严重。这说明过高的上机张力虽然能暂时获得较大的织造幅宽,但实质上是以牺牲氨纶丝的弹性恢复潜能为代价的。B组性能介于两者之间。

进一步分析织缩率数据发现,C组样品的纬向织缩率最大,

说明纬纱在织物中保持了良好的屈曲状态,未被强行拉伸。这种结构赋予了面料更大的弹性储备空间,当外力拉伸时,氨纶丝能够有效伸长,外力去除后,屈曲的纱线结构能迅速响应氨纶丝的回缩力,实现快速恢复。实验结果证实,通过降低织造张力、优化引纬工艺,能够有效减少氨纶丝的内应力冻结,显著提升弹力牛仔面料的弹性恢复性能。

5 结论

弹力牛仔面料的弹性恢复性能是决定其品质档次的核心指标。本研究表明,织造工艺参数对面料弹性恢复性能具有深远影响。过高的上机张力与不合理的引纬工艺会导致氨纶丝处于过度拉伸状态,产生内应力积累,从而引发塑性变形与尺寸不稳定。通过优化原料选型、控制纱线结构、实施低张力织造工艺以及精确调控织缩率,可以有效保护氨纶纤维的弹性结构,降低面料的塑性变形率。实验验证了低张力织造工艺在提升弹性回复率方面的显著效果。未来的研究应进一步结合数字化织造技术,实现张力参数的精准自适应控制,推动弹力牛仔面料向高性能、高品质方向发展。

参考文献:

- [1] 王林玉,毛雷,踪揆揆,等.轻薄型功能性弹力牛仔面料的研发及生产实践[J].上海纺织科技,2024,52(02):17-19+45.
- [2] 杨斌.浅谈牛仔面料弹力影响因素[J].纺织报告,2019,(06):26-27.
- [3] 王磊,李竹君.仿针织弹力牛仔面料的开发及性能检测[J].中国纤检,2018,(06):138-140.
- [4] 吕治家,张红霞.基于材质创新的牛仔服装面料流行趋势分析[J].棉纺织技术,2022,50(03):75-78.