

For citation: Xu Bin, Chen Jia, Shmatov Alexander, Lygdenov Burial, Mishigdorzhijn Undrakh, MeiShunqi. Water jet loom development status and technology outlook // Grand Altai Research & Education — Issue 2 (22)'2024 (DOI: 10.25712/ASTU.2410-485X.2024.02) — EDN: <https://elibrary.ru/OCWURZ>

UDK 677.05

WATER JET LOOM DEVELOPMENT STATUS AND TECHNOLOGY OUTLOOK

Xu Bin^{1}, Chen Jia¹, Shmatov Alexander^{1,2}, Lygdenov Burial^{1,3}, Mishigdorzhijn Undrakh^{1,4},
MeiShunqi^{1,4}*

1 Hubei Digital Textile Equipment Key Laboratory, Wuhan Textile University, Wuhan, 430073, China

2 Zhejiang Pinuo Machinery Co., Ltd., Shaoxing, 312000, China

3 Zhejiang Tianxiong Industrial Technology Co., Ltd., Shaoxing, 312000, China

4 Innovation Centre of Advanced Textile Technology (Jianhu Laboratory), Shaoxing, 312000, China

E-mail: 13061159209@163.com

Abstract. As a modern weaving equipment that uses water jets to pass warp yarns through weft yarns, the water jet loom has been widely used in the textile industry for its high efficiency and low energy consumption, especially in the production of light and thin fabrics and synthetic fabrics, which has shown significant advantages. In this paper, the dynamic characteristics of the weft draw-in of the water jet loom, energy saving technology and intelligent control system development status is discussed in depth, revealing its technical progress in adapting to the needs of different widths. In recent years, water jet looms have made significant breakthroughs in automation control and wastewater treatment and reuse, effectively reducing the difficulty of loom operation and the labor demand of enterprises, and significantly improving the production efficiency and environmental protection level. This paper also looks forward to the future development of water jet looms, and advocates that water jet looms should continue to increase investment in research and development, and constantly improve the adaptability of water jet looms to different production needs, improve the efficiency of weft entry and continuous innovation in the multi-shuttle mouth technology, in order to meet the increasingly diversified needs of the modern textile industry.

Keywords: Water-jet loom; Dynamic Characteristics of Leads; Wastewater treatment and reuse; Development prospect

喷水织机的发展现状与技术展望

徐彬^{1*}, 陈佳¹, 施马多夫 亚历山大^{1,2}, 雷格德诺夫 布利亚尔^{1,3},
米西格多日恩 文德拉赫^{1,4}, 梅顺齐^{1,4}

1 武汉纺织大学, 湖北省数字化纺织装备重点实验室, 中国, 武汉, 430073

2 浙江品诺机械有限公司, 中国绍兴, 312000

3 浙江天雄工业技术有限公司, 中国新昌, 315000

4 现代纺织技术创新中心(鉴湖实验室), 中国绍兴, 312000

F-mail: 13061159209@163.com

摘要: 喷水织机作为一种利用水射流将经纱穿过纬纱的现代化织布设备, 以其高效, 低能耗的特点在纺织行业中得到了广泛应用, 特别在轻薄织物和合成纤维织物的生产中表现出了显著优势. 本文针对喷水织机的结构参数, 节能降耗技术和智能控制系统的发展现状进行了深入探讨, 揭示了其在适应不同生产需求方面的技术进展. 近年来, 喷水织机在自动化控制以及废水处理回用等方面取得了显著突破, 有效降低了织机操作难度和企业的用工需求, 显著提升了生产效率和环境保护水平. 本文还对喷水织机的未来发展进行了展望, 提倡喷水织机应继续加大研发投入, 不断提高喷水织机对不同生产需求的适应性, 提高入纬效率以及在多梭口技术方面持续创新, 以满足现代纺织工业日益多样化的需求.

关键词: 喷水织机; 结构参数; 废水处理回用; 发展前景

0引言

喷水织机作为 20 世纪 50 年代发明的一种无梭织机, 其工作原理是利用高速水射流作为引纬介质, 通过水流的牵引力将纬纱引导穿过梭口, 从而实现高效的引纬过程. 相比于传统的有梭织机, 喷水织机具有更高的生产速度和更低的能耗, 因此在纺织行业中得到了广泛应用, 逐渐成为纺织企业的主力设备. 然而, 随着纺织工业的快速发展和市场需求的变化, 喷水织机也面临新的发展机遇. 首先, 纤维材料的多样化使得喷水织机在适应不同纤维特性方面提出了更高的要求. 其次, 随着环保和节能意识的增强, 纺织企业对于设备的节能降耗提出了更严格的要求, 如何在提高生产效率的同时降低能源消耗和水资源浪费, 成为喷水织机技术革新的重要方向. 此外, 随着织造工艺的复杂化, 市场对多功能织机的需求逐渐增加, 喷水织机不仅需要满足常规织物的生产要求, 还需对结构织物, 功能性纺织品等领域具备更强的适应性. 本文旨在通过对喷水织机技术现状以及发展趋势进行深入分析, 为喷水织机的现代化升级和多功能发展提供有价值的参考和启示, 从而进一步推动纺织行业的可持续发展.

1 喷水织机技术的发展现状

近年来, 喷水织机在技术创新和应用拓展方面取得了显著进步, 特别是在引纬机构, 控制系统和自动化技术等方面的发展尤为突出. 首先, 在引纬机构方面,

工程技术人员通过不断优化喷嘴结构 [1] 和水流控制 [2], 提高了纬纱的稳定性和准确性, 降低了生产过程中断纬和断纱的概率. 这种改进在提高织物的质量的同时, 还使得设备能够在高速运转的情况下保持高效稳定的生产能力. 引纬效率的提升, 使得喷水织机在生产过程中能够适应更加多样化的纤维材料和织物要求, 从而满足不同的市场需求. 其次, 现代化的喷水织机通过引入先进的电子控制和传感技术, 能够实现对整个生产过程的精确监控和调节. 例如, 智能张力控制系统可以自动检测和调整纱线的张力, 确保织物的一致性. 同时, 数字化的反馈控制系统使得操作人员能够实时监测和调整生产参数, 有效减少了人为操作的误差, 提高了织造效率. 随着工业现代化的推广, 喷水织机的控制系统正朝着更高的自动化和智能化方向发展, 实现了远程监控, 故障诊断和维护提醒等功能, 大幅降低了设备维护的成本和停机时间.

在 2024 年中国国际纺织机械展览会上, 山东日发展示的 RFJW10 型号喷水织机如图1 所示, 该喷水织机直观展现了喷水织机技术的现代化水平. 该设备设计转速达 1200 转/分, 代表了当前喷水织机发展的主流趋势, 更加符合实际生产中的需要. 同时, 其箱幅范围覆盖 1.5 米到 3.6 米, 使其能够适应多种织物的生产需求, 从窄幅到宽幅织物的生产都能轻松应对. 这种灵活性使得 RFJW10 在不同类型的纺织生产中表现出色, 满足了市场对高效, 多样化生产的需求.



图1 山东日发 RFJW10
型喷水织机 [6]
Figure 1 Shandong Rifa
RFJW10 Water Jet
Loom [6]

此外, 青岛天一红旗纺机集团研发设计的 JW82 喷水织机如图2 所示, 该机型也在近年来的技术革新中脱颖而出, 进一步推动了喷水织机的技术发展. 这款机型的设计转速已经超过了 1000 转/分, 在大规模生产中能够显著提高产量. 同时多支撑脚平衡打纬机构是 JW82 喷水织机的一大技术亮点. 传统的打纬机构通常受到机器高速运行时的惯性影响, 导致打纬不够平稳, 进而影响到织物的质量和纱线编织的稳定性. 而 JW82 采用的多支撑脚平衡打纬机构, 通过增加打纬系统的支撑点来分散打纬时产生的振动和应力, 使得打纬动作更加平稳. 这种设计在减轻机器高速运转时对打纬机构冲击的同时, 还大幅提高了打纬的精度和稳定性, 确保了在高速运转下的织物质量, 减少了纬纱的断裂和织造瑕疵.



图2 青岛天一红旗纺机

JW82 喷水织机 [7]

Figure 2. Qingdao Tianyi
Red Flag Spinning Machine
JW82 Water Jet Loom [7]

2 喷水织机的经济性与能耗性

随着纺织工业的快速发展,喷水织机凭借其高效的生产能力和较低的能耗,在纺织行业中得到了广泛应用.各种类型的织机经济性综合比较如表1所示,喷水织机相较于其他类型织机不仅具备良好的经济性,而且在能耗控制方面也逐渐得到优化.喷水织机由于采用了水射流作为引纬介质,能够在较短的时间内完成纬纱的引导,显著提高了织机的入纬速度,进而大幅提升了织造的生产效率.相比传统的有梭织机或剑杆织机,喷水织机可以更高效地完成大批量生产.此外,喷水织机的维护成本较低.因其水射流的柔和性,喷水织机在长期使用过程中对纱线和设备的磨损较小,从而降低了维修和更换部件的频率.不但减少了生产的停机时间,还降低了设备的维护费用,为纺织企业带来了较高的经济回报.从原材料的利用率来看,喷水织机能以较低的原料损耗情况实现高质量织物的生产,使其在生产过程中更加经济高效.同时纱线断头率也较低,纺织品的次品率也相对较低,这也进一步提高了产品的市场竞争力和利润率.

表1 各种类型织机经济性综合比较

Table 1. Comprehensive comparison of economic performance of various types of weaving machines

对比指标	喷水织机	喷气织机	片梭织机	剑杆织机
引纬速度	1000-2000r/min	1300-2000r/min	200-700r/min	400-600r/min
能耗	0.8-2kw/h	1.5-3kw/h	0.5-0.8kw/h	0.8-1.5kw/h
织造材料适应性	主要适用于合成纤维,涤纶,锦纶	适用于棉,麻,混纺,化纤等	适用于多种材料,包括棉,毛,丝等	广泛适用于棉,毛,化纤等多种材料
噪音水平	75-90分贝	90-100分贝	80-90分贝	80-90分贝
织造成本	较低	较高	较低	中等
自动化控制程度	高	高	较低	中等

针对能耗方面,喷水织机的能耗主要集中在引纬系统的水射流产生,织机的电力消耗和喷水过程中水资源的使用.相较于其他类型的织机,喷水织机因采用水作为引纬介质,其引纬过程所需的能量相对较低.水射流本身具有较大的动能,可以以较低的功率实现高效的引纬,从而减少了整个织机的电力消耗.但是

喷水织机在生产中大量使用水资源,这使得其水耗成为能耗的一个重要部分.为了降低用水成本和减少环境影响,现代喷水织机逐渐引入了水资源循环利用系统 [3],通过优化喷水系统,实现水资源的重复利用.这一改进不仅有效减少了水资源的浪费,还降低了生产过程中水处理的成本,提升了设备的环保性能.

3 喷水织机技术的未来发展趋势

喷水织机技术在纺织行业中占据重要地位,其未来发展趋势将受到技术创新,环境需求和市场变化的共同推动.随着工业 4.0 的推进,喷水织机将进一步智能化和自动化.传感器,物联网和人工智能技术的集成将使设备具备自我监控和故障诊断功能,减少人工干预,提高生产效率.此外,不断优化的智能控制系统将能更精确地管理纱线张力,水射流强度等参数,从而进一步提升织物的质量和一致性.同时,未来的喷水织机将更加注重节能降耗,特别是水资源的节约问题和废水处理问题.研发耗水量低,效率高的水射流引纬系统将成为重点.最后,市场对功能性和高附加值纺织品的需求不断增加,喷水织机将向更多功能和更高精度的方向发展,加强支持复合纤维和特殊功能纺织材料的生产.未来的喷水织机可能会结合其他工艺生产技术,如纳米纤维织造或智能纺织技术等,生产具备防水,防紫外线,智能调节温度等功能的纺织品.

综上所述,未来的喷水织机技术将会朝着更加智能化,环保化,多功能化和灵活生产的方向发展,推动纺织行业向高效,绿色和可持续的目标迈进.

参考文献

- [1] Science-Mechanical Science; Data on Mechanical Science Reported by Researchers at Yeungnam University (Computational Optimization Approach To Design a Water-jet Nozzle for a Water-jet Loom Using the Design of Experiment Method) [J]. Computer Technology Journal, 2019, Peng W., Wang L.T., Zhang M.Y., et al. Biodegradable flexible conductive film based on sliver nanowires and PLA electrospun fibers[J]. Journal of Applied Polymer Science, 2024.
- [2] 袁汝旺, 孙英栋. 喷水引纬机构动态特性对自由射流的影响[J]. 毛纺科技, 2024, 52(01):85-90. DOI:10.19333/j.mfkj.20230505706.
- [3] 郑志勇, 王迪. 喷水织机废水处理与回用工程设计分析[J]. 中国资源综合利用, 2023, 41(01):199-201.
- [4] 祝成炎, 田伟, 李艳清, 等. 喷气织造技术现状与发展[J]. 棉纺织技术, 2023, 51(10):97-104.
- [5] Chuning J., Jiu H., Yu T. et al. Feasibility Study on the Application of Microbial Agent Modified Water-Jet Loom Sludge for the Restoration of Degraded Soil in Mining Areas. [J]. International journal of environmental research and public health, 2021, 18(13):6797-6797.
- [6] [https://it.sohu.com/a/810981306_121117446\(2024.09.23\)](https://it.sohu.com/a/810981306_121117446(2024.09.23)).
- [7] [https://www.chinaredflag.com/product/product43.html\(2020.07.20\)](https://www.chinaredflag.com/product/product43.html(2020.07.20)).

References

- [1] Science-Mechanical Science; Data on Mechanical Science Reported by Researchers at Yeungnam University (Computational Optimization Approach To Design a Water-jet Nozzle for a Water-jet Loom Using the Design of Experiment Method) [J]. Computer Technology Journal, 2019, Peng W., Wang L.T., Zhang M.Y., et al. Biodegradable flexible conductive film based on sliver nanowires and PLA electrospun fibers[J]. Journal of Applied Polymer Science, 2024.

- [2] YUAN Ru-Wang, SUN Ying-Dong. Influence of dynamic characteristics of water-jet weft-inducing mechanism on free jet[J]. Wool Textile Science and Technology, 2024, 52(01):85-90. DOI:10.19333/j.mfkj.20230505706.
- [3] Zheng Zhiyong, Wang Di. Analysis of water jet loom wastewater treatment and reuse engineering design[J]. China Resources Comprehensive Utilisation,2023,41(01):199-201
- [4] ZHU Chengyan, TIAN Wei, LI Yanqing et al. Status and development of air-jet weaving technology[J]. Cotton Textile Technology, 2023, 51(10):97-104.
- [5] Chuning J., Jiu H., Yu T. et al. Feasibility Study on the Application of Microbial Agent Modified Water-Jet Loom Sludge for the Restoration of Degraded Soil in Mining Areas.[J]. International journal of environmental research and public health,2021,18(13):6797-6797.
- [6] [https://it.sohu.com/a/810981306_121117446\(2024.09.23\)](https://it.sohu.com/a/810981306_121117446(2024.09.23)).
- [7] [https://www.chinaredflag.com/product/product43.html\(2020.07.20\)](https://www.chinaredflag.com/product/product43.html(2020.07.20)).