

智能化空气捻接器关键技术研究

邵明东¹ 季霞²

(1 青岛宏大纺织机械有限责任公司 山东 青岛 266101; 2 东华大学 上海 201620)

摘要: 捻接器作为络筒机的三大关键件之一,其捻接质量及捻接效率是评价络筒机技术水平的一项重要指标,也是络筒机市场竞争的一个重要筹码。本文对空气捻接器的发展现状进行分析,在此基础上探讨了智能化空气捻接器的关键技术,最后对其进行总结和展望。该研究对突破国外技术封锁,提高我国络筒机国产化水平具有重要意义。

关键词: 空气捻接器; 智能化; 国产化; 结构优化

0 引言

捻接器是络筒机的三大关键件之一,其捻接质量对后道工序,如整经、织布、染色等工序具有重要影响,是纺织厂评价络筒机技术水平的一项重要技术指标,也是提高络筒机国产化水平的关键评价指标。

随着纺织行业的快速发展,纱线品种层出不穷。纱线在成纱过程中由于纤维特性、成纱结构与传统普梳棉、化纤有很大区别,用户对纱线的捻接外观和捻接强度,特别是对捻接稳定性和一致性提出了更高的要求。为了满足客户对纱线多样性及高品质的需求,保证捻接质量并方便用户使用,开发适合多品种纱线的智能化捻接器成为纺织行业亟待解决的关键问题。

1 空气捻接器发展现状分析

目前,针对普通常见纱线来讲,其捻接外观质量和强度满足基本要求,但是对于特殊纱线来讲,还需进一步提高其捻接质量和捻接效率。现有的空气捻接器技术研究大都集中在对其关重专件进行结构优化设计,或是用现代电子技术控制代替传统机械控制,扩大纱线捻接范围,从而提高捻接质量;研究捻接过程的全流程自动化监测与控制,从而提高捻接效率及其智能化水平。

表1 国外空气捻接器品牌及结构特点

厂商	意大利 MESDAN	日本村田 21C	日本村田 QPRO	德国赐来福 338	德国赐来福 X5
结构概述	①机械轮轴凹槽传动方式 ②智能化控制 ③退捻和加捻时间由机械结构控制 ④ 690 和 6901 单路供气 ⑤ 845 和 8451 双路供气 ⑥有水雾配置 ⑦体积最小	①机械凸轮传动方式 ②双路供气 ③体积较大	①步进电机集中控制 ②上位机集中控制 ③双路供气 ④没有水雾装置 ⑤体积较大	①机械凸轮传动方式 ②上位机集中控制 ③双路供气 ④没有水雾装置 ⑤体积小	①步进电机集中控制 ②上位机集中控制 ③双路供气 ④没有水雾装置 ⑤体积小

1.1 国外发展现状

目前,国外空气捻接器技术主要被三大公司垄断,意大利MESDAN(美斯丹)公司、日本MURATEC(村田)公司、德国SCHLAFHORST(赐来福)公司。意大利MESDAN(美斯丹)的捻接技术一直处于世界领先水平,它针对不同应用场合开发了各种形式的捻接器。日本MURATEC(村田)公司开发的QPRO型空气捻接器不仅结构简单,而且采用步进电机集中控制,捻接效果显著提升。此外,为了能独立地设定上下捻时间,日本村田公司在涡流纺纱机上配备了自动捻接小车,缩短了捻接时间,提高了捻接效率。德国SCHLAFHORST(赐来福)公司开发的智能捻接器,操作便捷,捻接质量类似于原纱,强度最大。国外空气捻接器概述如表1所示。

1.2 国内发展现状

国内空气捻接器技术起步较晚,刚开始主要依靠进口,后来对其进行消化改进研究。随着国内纺织产业的发展,对捻接质量要求的不断提高,在针对特殊纱线及客户特殊的高品质要求方面开展了相关工作。例如,青岛宏大在意大利MESDAN(美斯丹)捻接技术基础上,针对其开发的VCRO-E托盘型自动络筒机研发出了与其配套的798Q新型集中控制式空气捻接器。主要是对其关键核心部件如捻接腔、退捻管等进行结构改进,

减少捻接工作过程中更换零部件的工作量，提高捻接效率。再如，上海能仪科技机电有限公司在自络整体联合技术基础上研发的捻接技术可用于自动络筒机和涡流纺纱机，尤其对于新型纤维材料其捻接效果比较显著。

通过对空气捻接器实际工作状况的检测及捻接质量分析，一些常见捻接外观缺陷原因分析如表 2 所示。基于上述分析可知，空气捻接质量的主要因素有：第一，捻接工艺参数的选择，如捻接空气压力大小；第二，原纱线的质量；第三，捻接器放置的方向；第四，周期性地维护。

表 2 接头外观问题原因分析

现象	原因
捻接段中间细	捻接长度短，退捻过量
捻接端头毛羽大	捻接长度过长，或退捻不良
捻接两端出现细节	压力太高
出纱不畅	操作方法不当，如橡胶垫片磨损起槽，摩擦片压不住纱线；橡胶垫片不平整；盖板拖架弹簧失效，不能完全复位
外观不稳定	压力不稳或拨纱盘松动

2 智能化空气捻接器关键技术

目前空气捻接器面临的主要问题是：捻接适用范围窄、空捻技术不兼容、捻接质量不稳定。开发智能化空气捻接器主要从以下 3 方面技术进行突破：一是关键结构的创新；二是捻接工艺参数优化；三是信息反馈系统开发。下面针对这 3 方面技术进行详细讨论。

2.1 关键结构创新

空气捻接器中的关键部件直接影响其捻接质量及捻接效率。因此，关键零件的结构分析与设计是提高捻接技术的重要手段。现有空气捻接器的主要机构包括捻接槽盖机构、喂纱杆机构、导纱机构、剪刀机构。

2.1.1 剪刀机构

剪刀控制机构的稳定是影响纱线是否能完成捻接的重要因素。智能化剪刀机构必须确保剪刀每次都能剪断纱线，并且在同一时刻剪断，否则会导致捻接失败或是捻接强度不高。

2.1.2 导纱机构

导纱机构是当上、下两根纱线被剪刀剪短后，通过负压将纱线吸入退捻管。若上下任意一根纱线未被吸入退捻管中都会造成捻接失败，大大降低捻接效率。因此，针对导纱结构可建立仿真模型，对机构进行有限元分析，从而降低设计的盲目性，提高机构设计质量，降低其开发成本。

2.1.3 凸轮机构

空气捻接器通过凸轮运动带动连杆，实现对纱线进行剪切和捻接。凸轮过渡曲线形式直接影响捻接器工作

过程中的振动冲击，从而影响其捻接质量。因此，有必要建立凸轮过渡曲线方程，研究凸轮参数如凸轮半径、动程和过渡角等对凸轮运动参数如过渡曲线的位移、速度和加速度的影响，避免凸轮运动中的柔性冲击。建立了三种不同形式的过渡曲线，得到了其位移曲线和类加速度曲线，如图 1 所示。

2.1.4 捻接腔

捻接腔作为捻接器中最重要的一个部件，其通过压缩空气在捻接腔中产生一定的气流从而使得纱线完成捻接过程。纱线材料，捻接腔槽体形状、大小及长度，空气压力及捻接时间等，都会对捻接质量产生影响。前

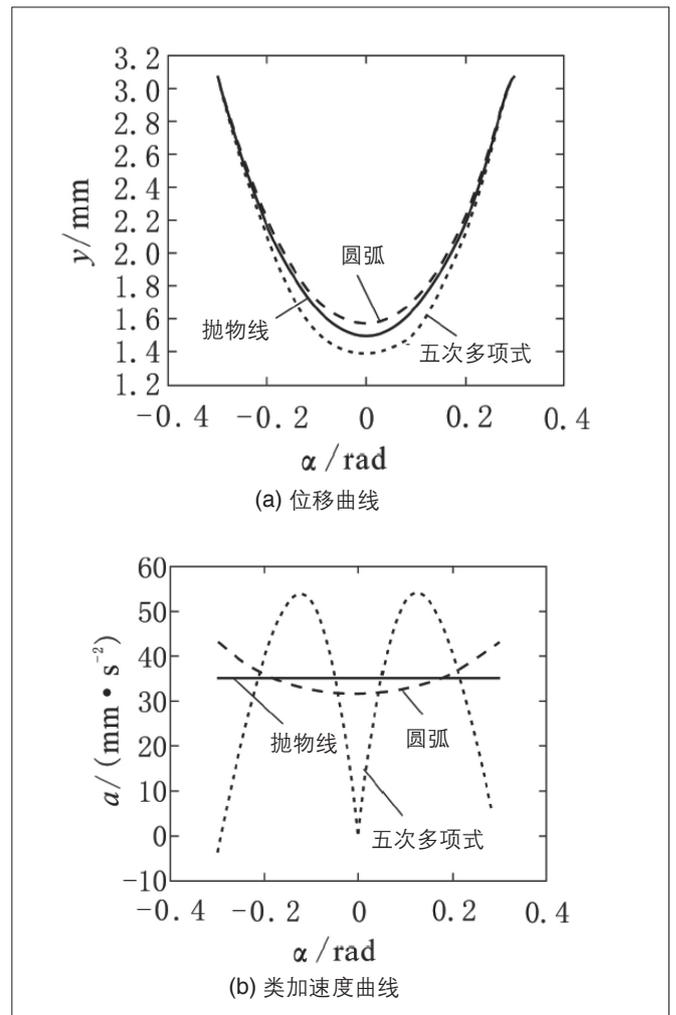


图 1 不同形式过渡曲线与位移和类加速度关系

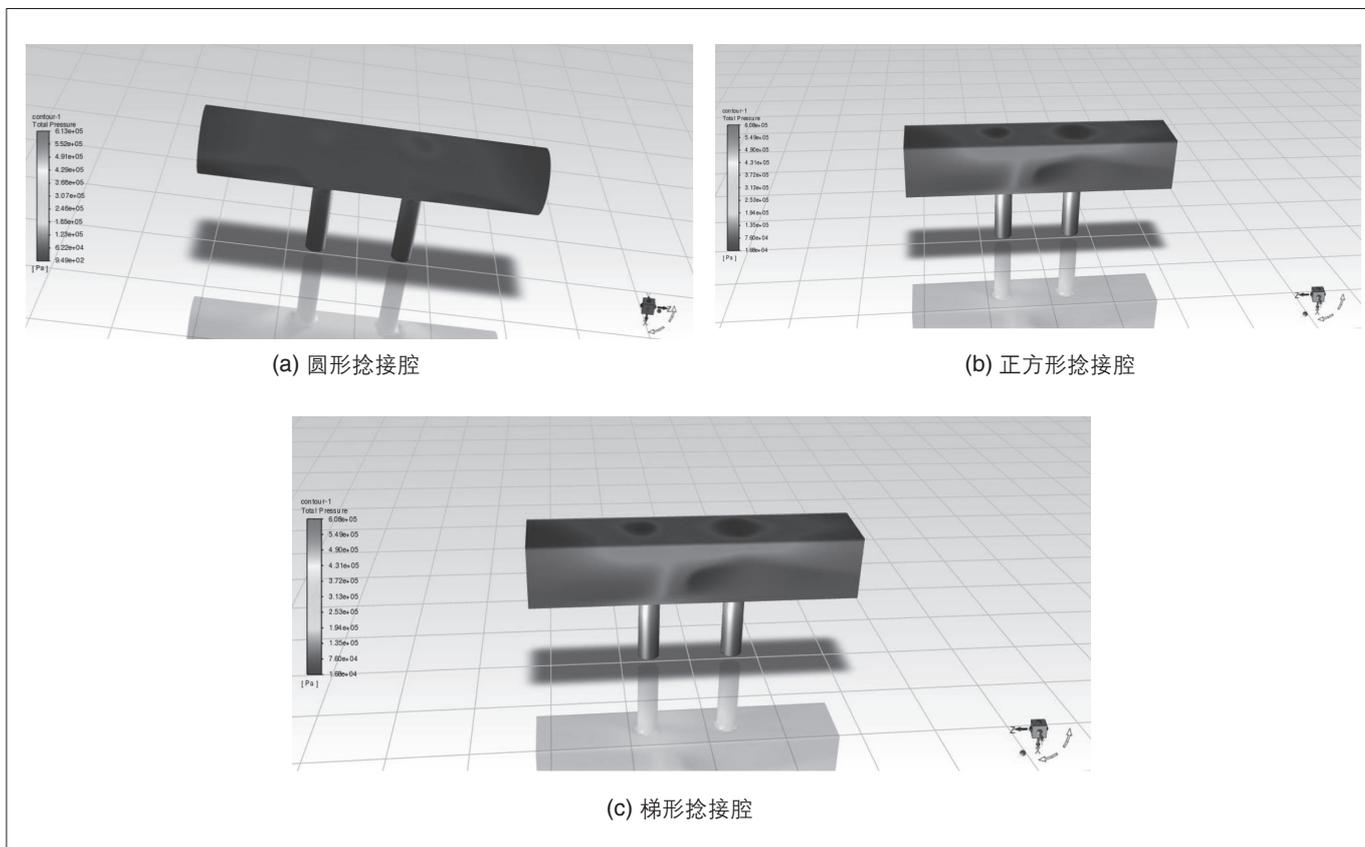


图2 不同形状捻接腔内的压力云图

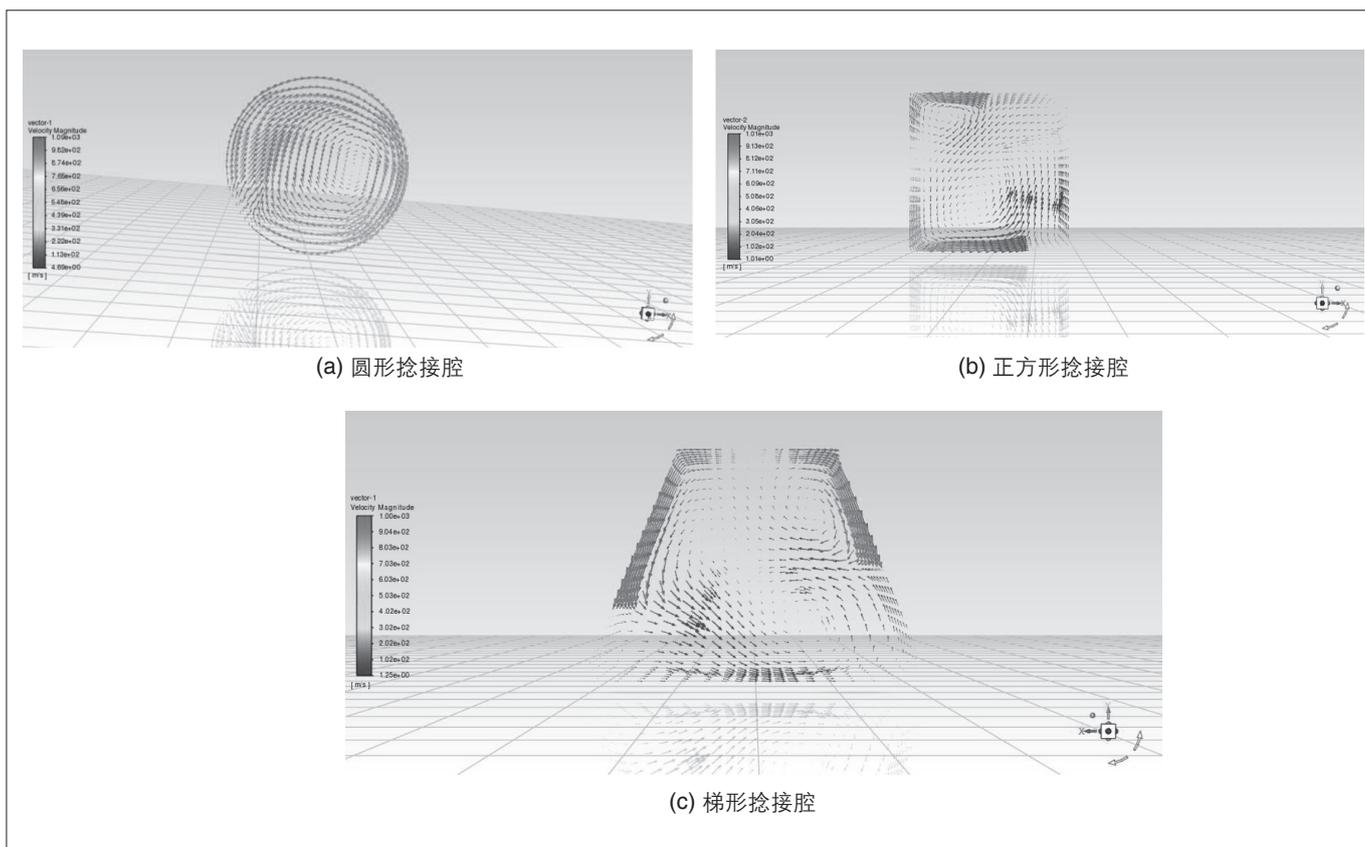


图3 不同形状捻接腔内的速度矢量图

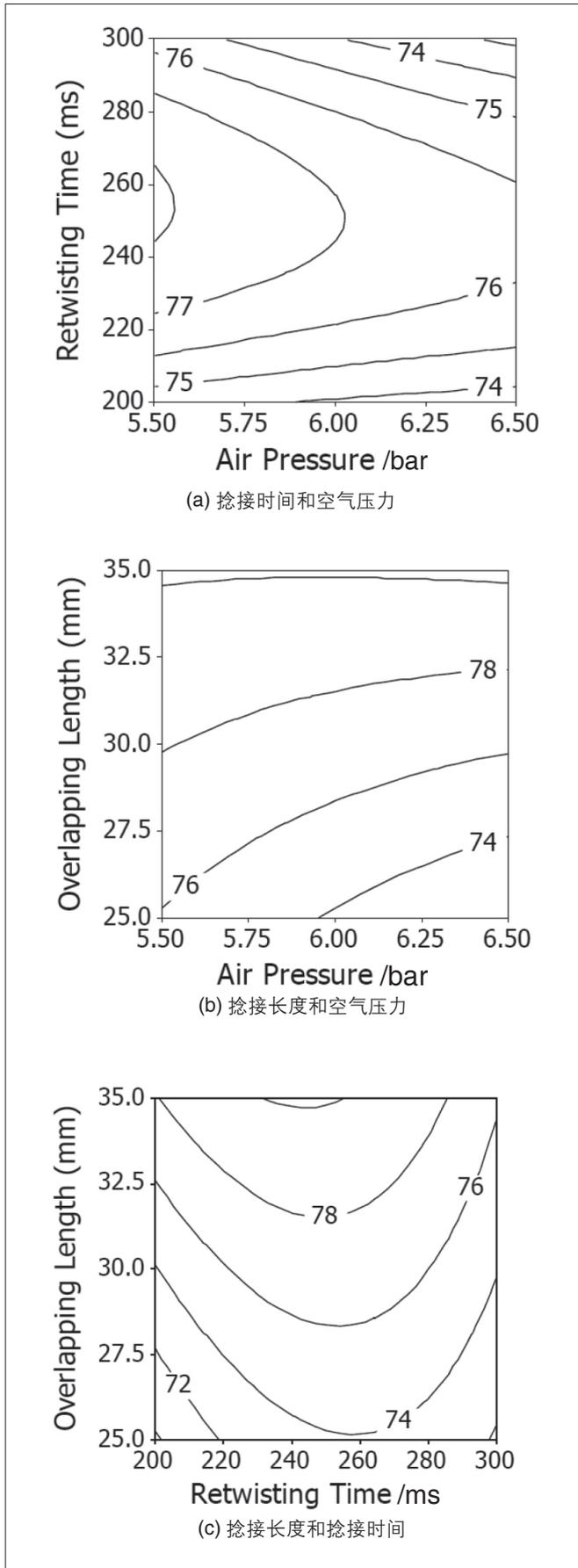


图4 捻接参数关系图

期针对不同形状的捻接腔进行了压力和速度分析，如图2和图3所示。从图2中可以看出，圆形捻接腔槽体内形成的涡流最为剧烈，梯形和方形捻接腔虽然流速较高，但涡流形成效果不佳，仅在喷气口处形成涡流，回转效果差。从图3中可以看出，相比于正方形和梯形捻接腔，圆形捻接腔槽体内流速较高，且能形成完整的涡流。因此，如何设计选择适合新型纱线的捻接腔是未来研究工作的重点。

2.2 捻接工艺参数优化

按照捻接过程，纱线在空气捻接器中主要分为退捻和加捻过程。在这两个过程中主要涉及的捻接工艺参数包括：退捻时间、退捻气压、捻接长度、加捻时间、加捻气压等。已有研究表明，不同纱线其获得最优捻接质量的工艺参数不尽相同，如弹力纱在JOINTAIR690型空气捻接器中最优的退捻时间为3s，捻接长度为10mm，加捻时间是4s。

相关学者研究了不同纱线捻接强度与空气压力、捻接时间和捻接长度之间的关系，如图4所示。从图4中可以看出，在扭转时间为250m/s时，压缩空气压力最小为5.5bar时，捻接强度达到了78%的最大值。在图4(b)中可以观察到，当气压为5.5 bar，重叠长度为35mm时，最大捻接强度值为80%。

2.3 反馈信息控制系统

纱线捻接质量主要从两方面进行评价：一是纱线的捻接外观，二是纱线的捻接强度。纱线捻接外观主要是检测纱线的捻距和纱线直径。纱线捻接强度主要是纱线的捻接强力和捻度。

目前，纱线的捻接质量大都依靠人工进行检测，受环境及检测条件等限制，目前捻接质量稳定性不能保证。未来可从以下几方面对捻接过程进行检测和控制：首先，对捻接过程中的实际压力进行实时监测和控制，通过调节捻接时间、气体压力、解捻和加捻耗气量等参数，控制捻接张力，从而提高捻接质量。其次，利用视觉检测技术，对纱线捻接外观如纱线捻距和纱线直径进行检测，一般来讲捻距越接近于原纱捻距，纱线的捻接效果越好。若检测纱线直径大于原纱直径时，一般认为该部位存在节点。

3 结语

综上所述，目前关于空气捻接技术大都利用试验法针对不同纤维选择不同规格型号的捻接器，存在装卸繁琐、实施时间长，耗时耗力等问题，且无法从理论上定量解释不同规格型号纱线在不同捻接条件下与其捻接质量之间的关系。未来可以建立比较准确的数学物理模型来预测纱线捻接强度，而不必对机器进行停工测试，也

(下转第32页)

质量。

3.4 加强对机械零部件加工流程的监督与管理

单靠提高加工设备的技术水平并不能彻底提高加工零部件的精度,提升加工零部件的工艺,需要科学的监督管理。管理人员应当意识到做好机械零部件加工过程管理的重要性和必要性,采取科学措施,严格监督,以进一步优化机械零部件的加工过程,机械零部件在进行产品设计、机械加工和制造等流程之后,仍需要以品质管理为保障。同时,还要对机械零部件加工生产的全过程实行严格管理。

4 结语

综上所述,在工件的加工制造过程中,影响工件加工精度的因素很多,如果控制不合理,将导致加工出来的产品不能满足高精度的要求。随着社会经济和科技的飞速发展,机械制造业在国民经济发展中仍然占有十分重要的地位,工件加工企业必须充分考虑加工技术的各种影响因素,采取有效措施,查明设备、材料、技术和环境等多方面存在的问题。在安全第一、质量第一的前提下,全面提高工件的加工精度,不断提高工件在生产加工过程中的合格率,确保企业实现更高的生产效率,增强企业在国际市场的核心竞争力,有

利于我国机械制造业朝着和谐、稳定、创新、卓越的方向稳步前行。

参考文献:

- [1] 肖琳娜. 数控加工技术在机械加工制造中的应用[J]. 内燃机与配件, 2022(01):165-167.
- [2] 张务谨. 现代机械制造工艺及精密加工技术应用研究[J]. 内燃机与配件, 2022(01):181-183.
- [3] 郝敏, 朱清华, 王爱军. 加工工艺对不锈钢直螺纹接头耐蚀性的影响[J]. 腐蚀与防护, 2019, 40(08):596-599.
- [4] 梁清鉴. 汽缸盖机械加工工艺技术关键研究[J]. 湖北农机化, 2019(14):73.
- [5] 何龙日, 张昊. 浅议机械加工工艺技术的误差原因及对策[J]. 科技风, 2019(19):160.
- [6] 王志慧. 机械加工对汽车零部件精度的影响研究[J]. 内燃机与配件, 2021(24):106-108.
- [7] 蒯超, 冯梅, 刘芳, 等. 探究现代机械制造工艺与精密加工技术[J]. 内燃机与配件, 2021(24):209-211.

作者简介: 王阿妮(1978.05-),女,汉族,陕西周至人,硕士研究生,工程师,研究方向:机械制造。

(上接第28页)

不必对纱线进行破坏性检测,既省时省力,又能对纱线的生产乃至最终织物的性能预测提供理论依据。

参考文献:

- [1] 秋黎凤. 我国主要纺纱器材的发展现状、问题与对策[J]. 纺织导报, 2018(04):55-60.
- [2] 周广振. 空气捻接器关键部件的理论研究与优化设计[D]. 青岛:青岛科技大学, 2013.
- [3] 潘忠明. 空气捻接技术的现状及发展趋势[J]. 纺织器材, 2016(43):37-38.
- [4] Yingjie Zhou, Zhenyu Wu, Yisheng Liu, Zhong Xiang, Xudong Hu. Numerical and experimental study on the joint forming mechanism in the pneumatic splicing process[J]. Textile Research

Journal, 2019, 89(21-22):4512-4525.

- [5] 肖乾浩, 杨福芹, 闫纪媛, 等. 空气捻接器凸轮过渡曲线运动特性分析[J]. 机械与电子, 2021, 39(01):17-22.
- [6] 武世锋, 吴佳庆, 张小叶, 等. 空气捻接器参数影响氨纶包芯纱接头质量的最优化研究[J]. 纺织科技进展, 2020(05):14-17.
- [7] Berlin Jinu C. K., Thangamani K. Effect of retwisting parameters of splicing on the retained splice strength[J]. International Journal on Textile Engineering and Process, 2017, 3(03):16-20.

作者简介: 邵明东(1966.04-),男,汉族,山东即墨人,硕士,机械工程师,研究方向:纺织机械智能制造。