# 包覆纺纱技术发展、现状及存在的问题

李保荣,朱乐乐,王军庆,马珮珮

(西安工程大学 纺织科学与工程学院,陕西 西安 710048)

摘 要:探究了包覆纺纱的发展历史,介绍了短纤包短纤、长丝包长丝、长丝包短纤等包覆纺纱技术及现状,基于不同 形式包覆纺纱技术,分析并提出了包覆纺纱技术现存的问题。

关键词:包覆纱:包缠纱:包芯纱;纺纱技术

中图分类号:TS104.7

文献标识码:A

文章编号:1673-0356(2020)08-0008-04

随着科技的发展,复合纱线也成为主流纱线,复合纱由于结构不同,所以在性能上与单一材料纱线有较大的区别。复合纱线可以将几种纤维的性能进行优势互补,其织物也比单一材料织物表现出更优质的风格。包覆纱作为复合纱的一种,由于特殊的结构,纱线既能利用芯纱的优良物理性能又具有外包纤维的表面特性,可充分发挥2种纤维的特点。

# 1 包覆纱

包覆纱又称包缠纱,是一种新型结构的纱线,是将2种或2种以上纤维进行复合,在性能上,可以弥补单一组分纤维的缺陷、发挥复合纤维的优势。通过纤维的复合,可以使纺织面料表现出单一材料无法表现出的新风格、高弹性及特殊功能。

按照包覆纱的广义概念,根据芯纱和外包纤维原料的不同可分为短纤维与短纤维包覆纱、化纤长丝与化纤长丝包覆纱、化纤长丝与短纤维包覆纱3大类。包覆纺纱的主要生产方式有空心锭包覆纺纱、自捻包覆纺纱、转杯包覆纺纱、环锭包覆纺纱、自捻包覆纺纱等。

包覆纱具有双层结构,其芯纱可以是无捻,也可以 有捻,主要取决于芯纱本身<sup>[2]</sup>。

## 2 包覆纺纱的发展历史

包覆纱最早出现在 20 世纪 50 年代,是由杜邦公司生产的,其纺纱原理与喷气纺纱非常相似。利用涡流假捻对牵伸后的芯层纤维束进行加捻,加捻后的芯纤维束周围存在自由纤维,当经过喷嘴后,原先被加捻

**收稿日期:**2020-04-17;**修回日期:**2020-04-24

作者简介:李保荣(1993-),男,在读硕士研究生,主要研究方向为纺织新材料、新工艺、新技术、新产品的开发与应用,E-mail;Lbr1025@163,com。

的芯层退捻,而自由纤维被施加了真捻包缠在芯纤维 束周围,从而形成了包覆纱[<sup>3</sup>]。

作为一种新型纺纱技术,由于其工艺简单,生产效率高,所以受到了广泛的重视。日本村田公司[4]和东丽公司[5]都利用各自的喷气包覆纺纱技术纺制了包覆纱,并且对包缠纱的均匀性、密度、手感等特性进行了研究。

喷气包覆纱是在气流作用下进行纺纱,其外包纤维数量和纱线捻度都较难控制,所以造成纱线质量不稳定,并且喷气纺纱强力低、刚度大、机器损耗大,生产成本比环锭纱高,所以导致喷气包覆纱的发展受到了限制[6]。

1972年,Audiver<sup>[7]</sup>在细纱机上纺织了长丝/短纤维束包覆纱。随后在1979年,AudiVer<sup>[8-9]</sup>又在原先细纱机的基础上,在牵伸罗拉之间安装了假捻器,给芯纱施加一个假捻,纺制出包覆纱,再对纱线进行加捻,得到加捻包覆纱。

1974年,包缠纱进入了一个新的发展阶段。George<sup>[10-11]</sup>发明了空心锭子,从此诞生了空心锭子包缠纺纱机。1983年11月,在米兰国际纺织机械展览会上,有4个国家5家公司展出了各种类型的包覆纺纱机,而且对包覆纱及其织物的研究也有了很大的进展。

80 年代末 90 年代初,中国从国外引进了先进的包 覆纺纱机,并对包覆纺纱工艺、包覆纱及其织物进行了 一些学习研究,随即研制出了国产空心锭子包覆纺纱 机。

## 3 包覆纱技术及研究现状

#### 3.1 短纤维/短纤维包覆纱

国内有学者对短纤维粗纱包覆进行了研究。在改装的粗纱机上,纺制以涤纶为芯层,棉为皮层的包覆粗

纱。分别制备 2 种不同材料的熟条,将 2 根熟条同时喂入粗纱机的同一根皮辊和罗拉控制的钳口,经牵伸从钳口出来后,在托棉板的作用下,将 2 种纤维条分开,斜向进入假捻器,由于斜向进入时,2 种纤维条移动的距离不同,在托棉板的作用下,使托棉板上面的棉纤维条 包缠在 涤纤维条上,形成了棉涤包覆粗纱<sup>[12-13]</sup>,如图 1 所示。

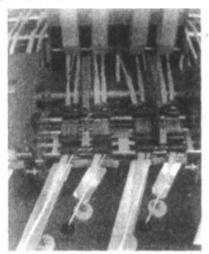


图 1 粗纱机上涤纶须条和棉纤维须条包覆过程

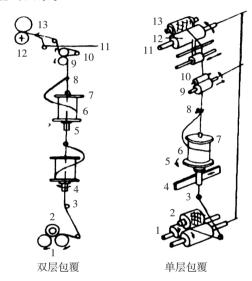
# 3.2 长丝/长丝包覆纱

长丝包长丝是利用空心锭子进行纺纱的,应用最为广泛。它是将长丝或者短纤维条作为芯纱,外包长丝或者纱线。一般多为单包或者双包2种工艺,如图2所示,也有特殊的三包、多包的情况。包覆工艺不同,所包的包覆层数和外包层的单位长度的圈数不同,包覆层数越多,其包覆效果就越好。双包覆2层包覆方向是相反的,如图3所示。实际生产中以单包覆居多。

长丝/长丝包覆纱多以氨纶包覆纱为主,氨纶包覆纱是以氨纶为芯纱,另一种长丝按螺旋形的方式对伸长状态的氨纶丝予以包覆而形成的弹力纱。

有学者研究了长丝/长丝包覆纱。毛雷<sup>[14]</sup>研究了涤纶氨纶包覆纱,以一定牵伸倍数的氨纶长丝为芯,通过包覆工艺,把涤纶长丝呈螺旋形包缠在芯丝外面而形成弹力复合纱线。该复合纱除具有外包缠丝涤纶的特性外,还兼有氨纶丝良好的弹性和回复性能,弥补了单一组分长丝的缺陷,广泛应用于泳衣、袜子、休闲服等产品中。李丹等<sup>[15-16]</sup>研究用包覆丝机,纺制芯纱为涤纶长丝,外包镀银长丝的包覆纱,对包覆纱的各项性能进行了测试,并利用银纤维及银纤维包覆纱设计开发了不同密度、不同纱线配置的具有防辐射、抗静电多种功能集一体的织物,对织物的物理性能和服用性能

进行了探讨和研究。张玉清等[17]以氨纶为芯,外包锦纶丝纺制成锦纶/莱卡包覆纱,把氨纶良好的弹性、恢复性能和外包锦纶丝的强力高、耐磨性好等特点揉为一体,弥补了单一组分长丝的缺陷,织成的经编、纬编、梭织和其他织物,以其优越的弹性、超细的纱支、紧身的感觉、透明的外观广泛用于内衣、泳衣、长统袜、滑雪服、休闲服等产品中。马秀凤等[18-19]研究了黏胶/氨纶包覆纱,介绍了氨纶包覆纱的纺制方法、纺纱原理及纱线结构,对黏胶/氨纶包覆纱进行了纺制,并测试了成纱的性能,确定了较优工艺配置,分析了影响成纱性能的因素。



1.喂料辊;2.氨纶丝筒;3.导丝器;4.龙带;5.空心锭子;6.包覆丝;7.双边筒子;8.气圈导丝钩;9.引纱辊;10.压辊;11.往复运动导丝器;12.卷取辊;13.包覆纱平行筒子

图 2 双包覆与单包覆 2 种工艺示意图

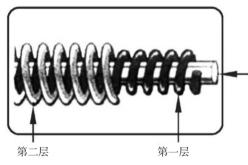


图 3 氨纶单双层包覆纱结构形态示意图

# 3.3 长丝/短纤维包覆纱

李晓静<sup>[20]</sup>研究了大豆纤维/氨纶包缠纱,在包覆 机上纺制大豆纤维短纤纱、莱卡丝包覆纱,以不同包覆 度、包覆方式和不同牵伸倍数进行纺纱,对所纺纱线的 基本结构和性能进行测试分析,讨论了大豆短纤纱的 包覆度和包覆方式以及莱卡丝的牵伸倍数和细度对包 覆纱强伸性和弹性的影响。

除了在包覆机上纺制包覆纱,还可以通过改装环锭细纱机进行纺制,也就是所谓的包芯纱。短纤/长丝包芯复合纱生产工艺在目前来说相对比较成熟,包芯纺纱技术包括环锭纺、转杯纺、静电纺、摩擦纺等,环锭纺包芯纱技术是最为普遍的。

国际上有人研究了弹性复合纱,提供了制备具有 丝芯的复合纱线的方法,所述丝芯具有至少一根弹性 性能丝和至少一根无弹性对照丝。由短纤形成的纤维 护套围绕丝状芯,基本上沿着其整个长度,至少一根弹 性性能长丝最优选包括斯潘德克斯弹性纤维和/或 lastol长丝,至少一根无弹性的控制丝最优选由聚酰 胺、聚酯、聚烯烃及其混合物的膨化聚合物或共聚物形 成。纤维护套由合成和/或天然短纤维,最优选短棉纤 维形成。弹性复合纤维特别适合用作梭织织物的组成 部分,特别是用于弹力牛仔布[21-22]。国外用的创新纺 丝方法纺莱卡纤维和羊毛的弹性纱被应用于更多工业 的最终用涂,这使得它有意义研究羊毛/氨纶包芯纱的 力学性能[23-24]。复合弹性纱是众所周知的,常规的复 合纱线包括相对无弹性的纤维或丝状外皮覆盖芯的弹 性丝或弹性纤维,特别是包括弹性复合纱线的弹力织 物,由于其舒适、多功能和耐用性,在时装和纺织品市 场上越来越受欢迎[25]。

Hua Tao 等<sup>[26]</sup>研究了双组分包芯纱的性能,并与单组分性能进行了比较。Yilonu, Sait 等<sup>[27]</sup>比较了在环锭细纱机上用不同原料生产的包芯纱的性能,并对其应用进行了分析。Duan Zaihua<sup>[28]</sup>利用碳墨处理弹性长丝,然后纺制包芯纱,研究其在应变传感器上的应用。

近年来,国内有学者对包芯纱纺纱技术、新材料等 进行了研究和探讨。

闫海江<sup>[29-30]</sup>探讨了传统环锭纺包芯纱与赛络纺包芯纱,对 2 种包芯纱的工艺及质量进行了对比。为解决棉包涤纶丝包芯纱的毛羽多、纱线结构较松散、耐磨性差、易起毛起球等问题,苗孟河、赵培等<sup>[31-32]</sup>对包芯纱的包覆量进行了研究。

周朝钢等<sup>[33]</sup>研究了负离子/抗菌丙纶包覆纱的纺制技术。主要探讨将竹浆纤维、负离子纤维、棉纤维以30/40/30 的混纺比当作包覆纱的外包纤维,以5.56 tex 抗菌丙纶长丝作为芯丝,纺得10.6 tex 包覆率为47.5%包覆纱,并赋予纱线永久抗菌性能、负离子释放功能以及更好的舒适性能等,并对纺制包覆纱的纺纱

原理、纺纱方法等主要工艺参数,以及预牵伸倍数、捻度、钢丝圈型号对纱线质量的影响进行了分析,最终得出了一套最优参数设置,为今后此类保健型功能纱线提供了一定的研究基础和生产经验。

杨艺丹<sup>[34]</sup>研究了以高强聚乙烯和高强涤纶做芯纱,以芳纶短纤作为外包纤维,经过环锭纺纺制成2种不同纤维为芯纱的包覆纱,并对包覆纱及其织物的各项性能进行测试。

陈坚<sup>[35]</sup>对醋青纤维高仿真羊绒复合(包芯)纱进行了开发研究,依据不同的保暖性能和服用性能,以新型醋青纤维为主体,与棉、纤维素纤维、合成纤维、高支羊毛等进行2种或多种不同比例的组合混纺,纺制出以保暖功能为特色的高仿真羊绒系列复合包芯纱。

短纤维包覆纱可能受纺纱张力、接头困难等因素的影响,对短纤维包覆的研究甚少。而对于短纤维/长丝和长丝/长丝包覆纱技术的研究一直是比较成熟的,但产品性能上仍然存在一个难以攻克的难关,即包芯纱的"露丝"现象。针对长纤维包覆纱的露丝问题,应该从工艺、原料等方面去进一步改进。而对于短纤维包覆纺纱,前人所做的研究比较少,需要进一步去充实。

# 4 结语

随着社会进步和发展,人们消费观念逐渐转为注重产品的外观、手感、舒适性、弹性等,促使纺织品向个性化、多样化、功能化和安全舒适无害的方向发展。新型纺纱工艺技术与设备的不断发展提出了开发纺织产品的新方法,各种新型的纺纱技术极大地推进了纺织产业的总体进步。由新工艺、新材料纺制的包覆纱,尤其是具有特殊功能和特殊手感的包覆纱织物将具有广阔的市场前景。

#### 参考文献:

- [1] 刘荣清. 空心锭包缠纺的发展和展望[J] 纺织学报, 1986, (11): 61-63.
- [2] 王 涛. 精梳棉/罗布麻包覆纱的开发及其性能研究[D]. 青岛:青岛大学, 2015.
- [3] CHEUNG C W, CHENG K P S. Woolen wrapped yarn properties [J]. Textile Asia, 1994, (11): 52-57.
- [4] 苗孟河, GROSBERG P, OXENHAM W. 喷气纺纱成纱 机理研究[J], 中国纺织大学学报, 1989, 15(2); 80.
- [5] 蒋国祥. 新的包缠纺技术[J]. 国外纺织技术(纺织分册), 1986, (1): 14-16.
- [6] MULLER-PROBANDT S, 吴李国. 包覆技术的发展趋势

- [J]. 国际纺织导报, 2001, (3): 8-12.
- [7] AUDIVERT R. Advantages of staple-fiber yarns covered with a filament[J]. Textile Institute & Industry, 1974, (9): 271.
- [8] AUDIVERT R, FORTUNY E. Filament-reinforced differential twist yarn[J]. Textile Institute and Industry, 1979, (8): 286-287.
- [9] AUDIVERT R. Properties of filament-reinforced differential twist woollen yarns[J]. Textile Institute and Industry, 1979, (9): 325-326.
- [10] 袁义淑. 空心锭包缠纱与花式纱的发展前景[J]. 国外产品与技术,1990,(3):28-30.
- [11] CABAN J C. A new spinning process for worsted yarns [J]. Textile Research Journel, 1979, (3): 146-150.
- [12] 郭 梅,朱清云. 棉涤短纤包芯纱的生产实践[J]. 棉纺织技术,2005,(3): 43-45.
- [13] 康 强. 涤纶短纤维包芯纱粗纱的生产[J]. 纺织导报, 2011, (11): 70-72.
- [14] 乌军峰,毛 雷. 涤纶氨纶包覆纱性能测试与分析[J]. 棉 纺织技术, 2009, 37(9): 19-21.
- [15] 李 丹. 银纤维包覆纱及其织物的开发与性能研究[D]. 青岛:青岛大学,2014.
- [16] 李 丹,田 琳. 银/棉包覆纱织物性能研究[J]. 化纤与 纺织技术, 2014, 43(3): 19-23.
- [17] 张玉清, 王相伟. 锦纶/莱卡包覆纱纺制加工技术[J]. 纺织科技进展, 2006, (3): 60-63.
- [18] 马秀凤,邢明杰,张玉清,等.粘胶/氨纶包覆纱的纺制及 其成纱性能分析[C]//第十三届全国新型纺纱学术会, 2006.
- [19] 马秀凤. 粘/氨包覆纱纺纱工艺研究及其产品开发[D]. 青岛:青岛大学, 2007.
- [20] 李晓静. 大豆纤维/氨纶包缠纱纺纱工艺及性能研究[D]. 青岛:青岛大学,2007.
- [21] THARPE R, ALLEN J, LITTLE F. Methods for making elastic composite yarns: 9303336[P]. 2016-04-05.
- [22] AGZIKARA S, ZEYREK M, YENICI H, et al. Composite stretch yarn, process and fabric: 10260175[P].2019—04—16.

- [23] DANG M, WANG S, LIU G. Theoretical prediction on tensile model of wool/spandex core-spun yarn[J]. Journal of Industrial Textiles, 2008, 37(4): 301—313.
- [24] SUCI, MAAMC, YANGHY. Structure and performance of elastic core-spun yarn[J]. Textile Research Journal, 2004, 74(7): 607—610.
- [25] MORRELL M, VANDE WOESTYNE B. Yarn and method of manufacturing thereof: 20180057972[P].2018
  -03-01
- [26] HUA T, WONG N S, TANG W M. Study on properties of elastic core-spun yarns containing a mix of spandex and PET/PTT bi-component filament as core[J]. Textile Research Journal, 2018, 88(9): 1 065—1 076.
- [27] YILONU S, UNAL B Z. Investigating the effects of core spun yarns on the quick-dry property of towels[J]. Fibres & Textiles in Eastern Europe, 2018, 26(3): 46-51.
- [28] DUAN Z H, JIANG Y D, WANG S, et al. Inspiration from daily goods: A low-cost, facilely fabricated, and environment-friendly strain sensor based on common carbon ink and elastic core-spun yarn[J]. Acs Sustainable Chemistry & Engineering, 2019, 7(20): 17 474—17 481.
- [29] 闫海江. 两种包芯纱的工艺优选及质量对比[J]. 棉纺织技术,2015,43(1):37-40,82.
- [30] 闫海江. 包芯纱和赛络菲尔纱性能对比分析[J]. 棉纺织技术,2014,42(5):19-23.
- [31] 苗孟河, Scott Barmes. 包芯纱覆盖率的测定(英文)[C]//2006 中国国际毛纺织会议暨 IWTO 羊毛论坛, 2006.
- [32] 赵 培, 付晓娟, 张瑞寅, 等. 环锭纺 Modal/涤纶包芯纱包覆率的纺纱工艺优化[J]. 上海纺织科技, 2018, 46(8): 28-31.
- [33] 周朝钢, 谢光银, 李露露. 负离子/抗菌丙纶包覆纱纺制与工艺优化[J]. 纺织科学与工程学报, 2019, 36(2): 38 -41
- [34] 杨艺丹. 不同原料包覆纱线篷盖织物研究与开发[D]. 西安:西安工程大学,2018.
- [35] 陈 坚. 醋青纤维高仿真羊绒复合(包芯)纱开发研究[J]. 纺织报告, 2019, (4): 25-27.

# Development, Present Situation and Problems of Cover-spinning Technology

LI Bao-rong, ZHU Le-le, WANG Jun-qing, MA Pei-pei

(College of Textiles Science and Engineering, Xi'an Polytechnic University, Xi'an 710048, China)

**Abstract:** The development history of cover-spinning was explored. The spinning technology and present situation of staple fiber covered staple fiber, filament covered filament, filament covered staple fiber were introduced. Based on different forms of cover-spinning, the existing problems of cover-spinning were analyzed.

Key words: covered yarn; wrapped yarn; core-spun yarn; spinning technology