

智能化针织产品创新思路与技术研究

杨露¹, 孟家光^{1,2}, 薛涛¹

(1.西安工程大学 纺织科学与工程学院, 陕西 西安 710048;

2.西安工程大学 功能性纺织材料及制品教育部重点实验室, 陕西 西安 710048)

摘要:近年来,智能化技术快速发展,为加快智能化在针织产品中的生产、研发与应用,文章从生产发明的创新方法出发,介绍智能化针织产品生产的创新思路和技术。主要从针织生产的创新方法、针织生产的智能纤维材料、针织生产的智能化织造技术和针织生产的智能化后整理技术4个方面,对最新针织技术、典型产品、前沿应用进行全面解析。最后对未来智能化针织产品的发展趋势进行分析,望提供一定参考依据,进一步优化智能针织产品的性能。

关键词:智能纤维;缺点列举法;针织技术;智能变色;后整理

中图分类号:TS 186

文献标志码:B

文章编号:1000-4033(2022)11-0004-04

Innovative Ideas and Technology of Intelligent Knitted Products

Yang Lu¹, Meng Jiaguang^{1,2}, Xue Tao¹

(1.School of Textile Science and Engineering, Xi'an University of Engineering, Xi'an, Shaanxi 710048, China;

2.Key Laboratory of Functional Textile Materials and Products of Ministry of Education, Xi'an Polytechnic University, Xi'an, Shaanxi 710048, China)

Abstract:In recent years, intelligent technology has developed rapidly. In order to speed up the production, research, development and application of intelligence in knitted products, starting from the innovative methods of production invention, this paper introduces the innovative ideas and technologies of intelligent knitted products production. It comprehensively analyzes the latest knitting technology, typical products and cutting-edge applications from four aspects: innovative methods, intelligent fiber materials, intelligent knitting technology and intelligent finishing technology in the knitting production. Finally, the development trend of intelligent knitted products in the future is analyzed, hoping to provide a certain reference basis to further optimize the performance of intelligent knitted products.

Key words:Smart Fiber; Defect Enumeration Method; Knitting Technology; Intelligent Color Change; Post-finishing

新型智能纺织品的问世使纺织工业进入了一个崭新的智能纺织品时代,智能化材料与技术的引进、开发与应用为纺织行业长期发展提供更多附加功能^[1]。智能纺织品是一种集成传感和信息处理等技术对外界环境具有自我感知、适应和修复的功能性纺织品^[2-3]。智能

纺织品采用柔性、可伸缩材料,结合纺织品原有特性,使其具有更合适的可穿戴舒适性、透气性和耐用性等特点,从而被更广泛应用在各个领域^[4]。

因针织物独特的线圈结构,可以使纱线在张力下保持原来的特性不会受到破坏,因此可以作为一

种很好的智能纺织品载体,智能纱线在线圈结构变形时不会受到影响,从而可以确保织物性能的稳定性。并且针织物本身具有延展性强、弹性好、透气性好等优点,能很好地满足纺织品对柔软性、舒适性、弹性、延伸性、透气性和可穿戴性等方面的要求^[5-6]。针织产品的

基金项目:国家支撑计划项目(2012BAF13B03);陕西省科技统筹创新工程项目(2014SZS13-Z10)。

获奖情况:“第七届(2021年)全国针织创新技术研讨会”优秀论文。

作者简介:杨露(1996—),女,博士生。主要从事纺织新材料、新技术和新工艺的研究。

通讯作者:孟家光(1964—),男,教授。E-mail:mengjiaguang@126.com。

智能化成为发展的必然趋势,智能化的生产技术为针织产品的快速研发、质量和水平的提升、市场竞争力的提高提供了有力支持,并且对提升人们生活水平、生活质量等都具有重要意义。

本文从智能化针织生产创新方法、智能纤维材料、智能织造技术和智能后整理技术 4 个方面,讨论智能针织产品创新思路与技术研究进展和应用现状。并且对智能化针织产品发展趋势进行分析,望进一步优化智能化针织产品性能。

1 针织生产的创新方法

在发明创造上有很多方法可以运用到针织生产技术中,常见的方法包括增减法、联想法、缺点列举法、优点列举法、希望点列举法、变换法、结合法、分解法、极限法、反思法、追踪法、模仿法、类比法和移植法共 14 种,将这些发明创造的方法应用到针织产品设计和针织产品生产等方面,将会创造出大量具有较高技术含量和附加值的新产品。图 1 展示创新方法分类。

1.1 增减法

将现有事物减去一些内容,使其单纯化;或增加一些内容使其复杂化,创造出新的事物。例如,一般的经编泳装为上下装连体型,将其用料减少则可创新出上下分体的三点式泳装,此类泳装适合身材较好的女士;将普通泳装用料增加较多时可在腰部以下增加一个短裙摆,则可创新出私密性好又较美观,适合中国人穿着的泳装款式。

1.2 联想法

以对事物的某个点出发,纵横关联起来思考,进行自由联想,在原有事物基础上创造、发明性能更优异的事物。例如,原有的相变材料未使用到针织行业,后来联想到纤维,将相变材料与纤维结合生产

出相变调温纤维,再通过纺纱和织造,生产出调温针织服装。

1.3 缺点列举法

通过对事物进行全面系统分析,发掘现有事物缺陷和不足,列举所存在缺点,找出改良和取代方法,使事物更加完美。例如,在针织生产中原有的短筒袜因太短,不能满足更保暖的需求,延伸出长筒袜,又由于长筒袜存在易下滑堆叠的问题,最后发明出连裤袜。

2 针织生产智能纤维材料

智能纤维属于功能纤维中更高级的一种,能够感应内部状态或外界环境变化如温度、湿度、pH 值等,并自动据此做出反应,自身调控以适应变化^[7]。如今智能纤维中的调温纤维、变色纤维、形状记忆纤维、温敏纤维、电子智能纤维等已逐渐应用于服装面料设计中^[8]。

2.1 调温纤维

调温纤维可分为单向调温和双向调温两种。单向调温纤维利用纤维的蓄热和放热作用来提高或降低温度,然而,单向调温纤维仅能单向调节温度,并不能很好地适应外界温度变化,因此研制出一种可在冷、热或冷热交替的 3 种不同环境中进行自动调节的双向调温纤维,具备双向调节和适应性,能够在温度波动的环境中反复循环使用,因此被称作“智能调温纤维”^[9]。

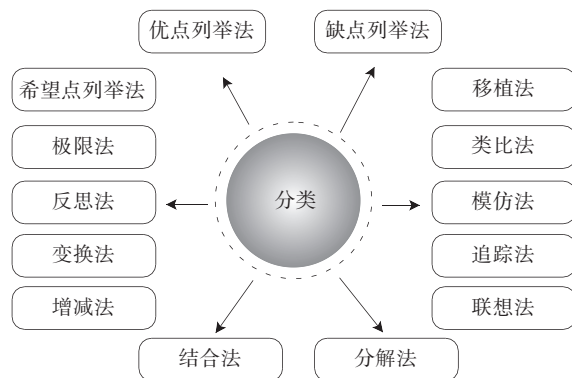


图 1 创新方法

Zhou et al^[10]制备出相变温度在 21.06~27.33 ℃变化的相变材料 MPCMs, 将 MPCMs 湿法纺丝得到可调节温度的新型智能纺织材料海藻纤维,赋予海藻纤维良好的温度调节能力。高晚晴等^[11]采用调温黏胶长丝在双面圆纬机上编织双罗纹织物,测试得出调温针织面料具备一定调温作用和一定可穿着舒适性。

2.2 变色纤维

智能变色纤维是指在受到温度、光照、电力等外部或内部作用时,能发生颜色改变的纤维,目前主要有温致变色纤维、光致变色纤维、热致变色纤维及电致变色纤维等^[12]。采用变色纤维织造或是对织物进行后整理、变色染料染色等方式获得变色纺织品,并且表现出显色或褪色可逆性^[13]。智能变色针织产品可用于军事作战服、变色运动服和消防防护背心等领域^[14]。图 2 展示了光致变色针织物。



图 2 光致变色针织物

Shen et al^[15]采用一步挤压湿法纺丝法将螺旋吡喃和制备的发光材料引入 PAN 纤维,实现具有

三原色光致变色的纤维,这些纤维在紫外光下变色且表现出优异拉伸性能,可用于梭织或针织工艺制备织物。Fan et al^[16]通过引入各种电致变色活性材料实现电致变色纤维多重、均匀和快速颜色变化,包括蓝色、品红、绿色和暗红色,图3为该电致变色纤维制备的织物。

目前智能变色的研究大多是对针织物进行印花染色处理,而非直接制备变色纤维或纱线来织造织物。Sun et al^[17]采用共价有机高分子紫精(COP²⁺)在棉织物表面进行丝网印花,制备出具有氨敏、光致变色和热致变色性能的多响应彩色纺织品。Tawfik et al^[18]研制一种铝酸铈颜料印花的光致变色荧光棉织物,该织物具有良好的光稳定性和热稳定性。这些研究表明,印染处理不仅简单便捷,并且使针织物具有稳定和优异的变色效果。

2.3 形状记忆纤维

形状记忆纤维是一种在应力、温度等作用下发生塑性形变,形变后在特定条件刺激下能恢复初始形状的纤维^[19]。目前,形状记忆纤维多用于制备日常生活、特殊行业及高科技行业用纺织品。有科学家利用形状记忆聚氨酯纤维第一次织造出医用压缩袜,因聚氨酯材料具有成本低、生物相容性好、易于纺丝等优点,织造的形状记忆医用压缩袜具有优异性能^[20]。

2.4 电子智能纤维

电子智能纤维是一种将传感通信和人工智能集于一体的、以电子科学技术为基础的新型纤维。目前,电子智能纤维主要有防静电纤维、导电纤维等,其中导电纤维智能特征较明显^[21]。而智能纺织品是将电子元件(如传感器、芯片等)引入纺织品上,通过感知外界环境,处理器发出指令来实现纺织品自

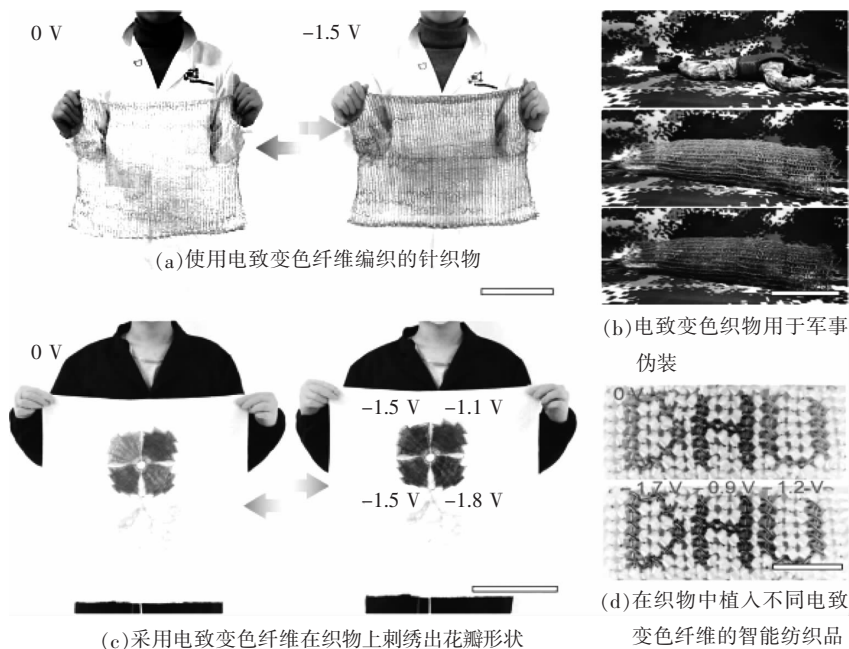


图3 电致变色纤维的针织应用实物

我修复和自我适应、自我诊断功能^[22]。

除了调温纤维、变色纤维、形状记忆纤维、电子智能纤维外,还开发出许多其他智能纤维,如光导纤维、智能凝胶纤维、智能抗菌纤维、电磁屏蔽纤维和pH值响应凝胶纤维等^[23]。这些纤维可通过物理或化学方法制备,具有优异、丰富的特殊功能,在针织产品开发上具有广泛应用前景^[24]。

3 针织智能化设备与技术

3.1 智能针织设备

针织圆机的无缝针织圆纬机、超细针距圆机、短流程高效率大圆机等能实现针织物织造的高效性。其中,无缝针织圆纬机接缝最少,在完成缝合后具有优异的强度和坚固度,并且使用无缝针织机生产的内衣舒适贴身,同时还可起到塑形作用^[25]。

电脑横机具有参加工作针数可变、移圈方便、针床横移等优势,尽管其生产效率不如圆机,但可改变面料幅宽。全成形织可穿电脑横机技术是一种能在计算机控制下开发针织产品,实现从纱线到服装

织可穿的技术,织物具有良好立体成形性,该方法使用最少的纱线材料制衣,下机后织物无须裁剪、缝制等工序,减少废料产生。

3.2 针织生产智能管控

在现有智能针织设备设计与生产中,引入信息技术,通过嵌入传感器、软件控制系统、人机交互系统及其他信息元器件,完成针织装备信息互联。针织生产智能管控,有助于实现精细化管理,提升生产效率,提高织物加工质量,缩短工艺时间,符合节能减排要求。

4 针织智能化后整理技术

4.1 印染技术智能化

针织染整技术具有小批量、流程短、操作简单等优点,将信息技术、互联网技术、人工智能技术在染厂中应用实现智能染厂,实现连续性、安全生产的智能化管理,以满足绿色环保等理念^[26]。

4.2 针织物检测智能化

织物疵点检测分为在线检测和离线检测,其中以机器视觉为基础的疵点在线检测系统,主要通过对面料图像进行采集和处理,达到

对面料疵点的自动检测,具有检测效率高、准确度高等优势。目前,针织产品生产中易产生漏针、飞花、跳纱、横路和花针等疵点,及时发现疵点并精准定位、快速处理,将大幅度减少次品率,减少原料消耗。

5 结论与展望

5.1 智能化纤维材料,纤维材料将向着高科技化、应用多功能化、多学科交叉运用等方向不断发展,如将形状记忆纤维材料与抗菌剂复合;将具有监测功能的材料、技术与调温功能相复合等。开发智能化针织产品所用的纤维原料,将朝着结实耐用、轻质便捷、安全稳定、环境友好等方向发展,开发出多种差别化智能针织产品。

5.2 智能化针织设备与技术,针织技术的高效化、精细化和信息化发展趋势已十分明显。将数字控制技术与高精度生产技术结合,使针织生产智能化,将“互联网+”引入针织圆纬机、针织横机、经编机等领域;加速针织装备智能化技术的研发推广,提高针织产品性能,提高针织产业国际竞争力。

5.3 智能化后整理技术,科技创新、智能高效、绿色环保是纺织产品染整、后整理发展必然选择。为了使针织后整理工艺智能化,采用计算机软件设计,内存容量,元器件和硬件设备,使其能完全智能化地进行针织后整理。同时,通过后整理技术使面料具有智能化特性,还可将后整理技术多样化,从而促进智能针织产品的发展。

参考文献

[1]姚连珍,杨文芳,乔艳丽.智能纤维及其纺织品的研究进展[J].印染,2012,38(12):43-46.
[2]丛洪莲,沈颖乐,赵博宇,等.针织产品智能化设计技术研究与应用[J].纺织导报,2021(2):38-43.
[3]SHEN L, REN X F, ZHANG X Y,

et al. Research status and prospect of intelligent fibres and textiles [J]. *Industria Textila*, 2021, 72(3): 274-283.

[4]LIU X H, MIAO J L, FAN Q, et al. Recent progress on smart fiber and textile based wearable strain sensors: materials, fabrications and applications [J]. *Advanced Fiber Materials*, 2022, 4(3): 29.

[5]丛洪莲,赵博宇,董智佳.智能针织产品开发现状与应用前景[J].纺织导报,2020(5):20-24.

[6]刘于维,丛洪莲,赵博宇.针织结构智能产品的开发与应用[J].纺织科学与工程学报,2021,38(4):72-76.

[7]沈雷,方东根,张希莹.智能纤维及智能纺织品的研究与开发[C]//第五届“申洲杯”全国针织科技大会论文集.北京:中国针织工业协会,2015:151-155.

[8]马翔,杨莉.新型纤维原料在服用纺织品中的应用[J].广东蚕业,2018,52(2):133-134.

[9]刘晓霞,阎均,钱春芳.智能调温纺织品的研究进展及调温性能初探[J].上海纺织科技,2012(8):1-4.

[10]ZHOU M H, LUO Y, DU J. Temperature-regulated seaweed fibers based on MPCMs using binary system of butyl stearate/hexadecanol [J]. *Fibers and Polymers*, 2020, 21(9): 1956-1964.

[11]高晚晴,卢佳佳,张佩华,等.相变调温纤维及其针织物的性能研究[J].针织工业,2018(2):23-25.

[12]李雅娟,张林星,黄璇,等.智能变色纤维的研究与应用进展[J].纺织导报,2021(11):44-48.

[13]曾庆怡,林红.智能纤维与智能纺织品研究概述[J].现代丝绸科学与技术,2019(6):35-39.

[14]孙昭玲,孟家光.智能变色针织服装的研究与开发[J].针织工业,2021(8):67-71.

[15]SHEN X Y, AKBARZADEH A, SHI C, et al. Preparation and characterization of photo-stimuli-responsive fibers based on lanthanide-activated phosphors and spiropyran dye [J]. *Journal of Mate-*

rials Research and Technology, 2021(13): 1374-1387.

[16]FAN H W, LI K R, LIU X L, et al. Continuously processed long electrochromic fibers with multi-environmental stability [J]. *ACS Applied Materials & Interfaces*, 2020, 12(25): 28451-28460.

[17]SUN M Y, LV J C, XU H, et al. Smart cotton fabric screen-printed with viologen polymer: photochromic, thermochromic and ammonia sensing [J]. *Cellulose*, 2020(5): 2939-2952.

[18]TAWFIK A K, MOHAMED R, TAME H. Smart textile framework: photochromic and fluorescent cellulosic fabric printed by strontium aluminate pigment [J]. *Carbohydrate Polymers*, 2018, 195: 143-152.

[19]王铭予,刘守超,王聪.形状记忆纤维的研究进展[J].辽宁丝绸,2019(4): 31-33.

[20]郑宁来.形状记忆纤维首次用于织造医用压缩袜[J].合成纤维工业,2017,40(2):20.

[21]付少举,张佩华.智能绿色纺织新型原料的开发现状及趋势[J].针织工业,2020(7):10-15.

[22]于宏亮,边鑫,乔翰文.电子信息智能纺织品的发展[J].广东蚕业,2017,51(3):32.

[23]邵强,齐鲁.智能纤维及其纺织品的开发现状与展望[J].棉纺织技术,2007(10):61-64.

[24]周佩佩.智能纤维及其在纺织中的应用[J].山东纺织经济,2016(5):28-30.

[25]TIAN F, JIANG G M, GAO Z. Preparation and filtration performance of the circular weft-knitted seamless weft-insertion fabric materials [J]. *Journal of Industrial Textiles*, 2021, 50(8): 1145-1164.

[26]董勤霞,马仁和,林世芬,等.针织印染智能化与少水染色的研究[J].针织工业,2018(10):21-25.

收稿日期 2022年3月5日