

DYEING

气流染色实用技术

QILIU RANSE SHIYONG JISHU

刘江坚 © 编著



NLIC2970976871



中国纺织出版社

内 容 提 要

本书详细论述了气流染色的基本原理、设备结构特点及染色工艺。内容包括气流染色的工艺条件、适用范围、染色工艺设计和过程控制;还对气流染色加工中经常出现的问题进行了分析,并提出了解决方法。本书从实际应用出发,对影响染色的各种因素及规律进行系统分析,给出工艺和设备的控制方法,在染色工艺与设备功能的结合方面作出了较为详细的阐述,为气流染色的新工艺提供了开发思路。

本书可供从事染色工艺、设备管理、设备设计和制造技术人员、技术工人及纺织院校染整专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

气流染色实用技术/刘江坚编著. —北京:中国纺织出版社, 2014. 5

ISBN 978 - 7 - 5180 - 0499 - 7

I. ①气… II. ①刘… III. ①气流纺纱—染色(纺织品)
IV. ①TS104.7 ②TS193.59

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 046613 号

策划编辑:秦丹红 张晓蕾 责任编辑:张晓蕾
责任校对:寇晨晨 责任设计:何建 责任印制:何艳

中国纺织出版社出版发行

地址:北京市朝阳区百子湾东里 A407 号楼 邮政编码:100124

销售电话:010—87155894 传真:010—87155801

<http://www.c-textilep.com>

E-mail:faxing@c-textilep.com

官方微博 <http://weibo.com/2119887771>

三河市宏盛印务有限责任公司印刷 各地新华书店经销

2014 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

开本:787×1092 1/16 印张:15.75

字数:326 千字 定价:55.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社图书营销中心调换

前言

气流染色是一种织物间歇式染色方式。它改变了传统溢喷染色以循环染液牵引织物循环的方式,而是以循环空气牵引织物作循环运动。气流在牵引织物循环的过程中,通过特殊的染液喷嘴将染液形成细雾状,完成染料对织物的上染。染液与织物的强烈交换条件,保证了织物的均匀上染。与传统的溢喷染色相比,由于省去了牵引织物循环的那一部分染液,所以染色浴比非常低。染色浴比的降低,不仅降低了水、蒸汽、染化料和污水的排放,而且对活性染料来说,提高了直接性,降低了对促染剂(如元明粉和食盐)的依存性,同时也降低了碱的用量。在目前的节能减排形势下,具有非常重要的现实意义。

为了更好地了解和掌握气流染色这一新技术,能够设计出满足实际使用要求的染色设备和染色工艺,本书详细介绍了气流染色所依据的染色基本原理、气流染色机的结构特征、主要用途、工艺条件、工艺设计以及气流染色的常见问题。对工艺条件和染料对被染织物上染过程的影响因素进行系统分析,列举一些气流染色常规工艺和特殊工艺,尤其是对气流染色机的潜在功能提出了开发思路。通过设备结构性能和控制功能与染色工艺的有机结合,可为进一步提高气流染色机的使用性能和染色工艺设计提供帮助。

本书是在作者从事二十多年染色机设计和研发实践,以及十多年气流染色机研发的经验的编写而成的。由于气流染色是一项较新的染色方法,染色工艺还不十分普及,并且还有许多潜在功能没有开发出来。所以还要依靠广大染色工作者,尤其是染色工艺人员在今后相当一段时间内,进行探索、发现和总结。

鉴于本人的专业水平有限,难免存在许多不足之处,望各位同行提出宝贵意见。同时在这里也向参考文献的作者表示感谢。

编著者
2014年1月

目录

第一章 气流染色的基本概况	(1)
第一节 气流染色的发展过程及趋势	(1)
一、气流染色的研发背景及发展阶段	(1)
二、气流染色的技术现状及存在的问题	(2)
三、气流染色的发展趋势	(6)
第二节 气流染色的特点和适用范围	(8)
一、气流染色的特点	(8)
二、气流染色的适用范围	(11)
参考文献	(13)
第二章 气流染色的工作原理及染色形式	(14)
第一节 气流染色的工作原理及形式	(14)
一、气流染色的工作原理	(14)
二、气流染色的形式	(14)
第二节 气流的产生与作用	(16)
一、气流的形成与特点	(16)
二、染液在气流中的状态	(17)
三、气流对织物的作用	(18)
四、气流变化对织物的影响	(19)
第三节 气流染色的理论依据	(20)
一、气流染色的染液循环——循环论	(20)
二、气流染色的染液交换——领域交换论	(23)
三、浴比与气流染色气相部的匀染关系	(26)
第四节 织物的上染过程	(27)
一、织物与染液的交换方式	(27)
二、上染温度和染液浓度分布	(29)
三、织物与气流的接触过程	(30)
四、染料对纤维的上染	(31)
五、织物的匀染过程	(32)
六、织物的工作状态	(35)

参考文献	(36)
第三章 气流染色机	(37)
第一节 主缸结构与特征	(38)
一、工况条件	(38)
二、主缸体	(38)
三、储布槽	(39)
四、布水分离	(40)
五、提布装置	(41)
六、摆布装置	(41)
第二节 气流循环系统	(42)
一、循环风机	(42)
二、气流喷嘴	(46)
三、气流循环管路	(48)
第三节 染液循环系统	(49)
一、染液喷嘴	(50)
二、染液主循环泵	(51)
三、染液分配管路	(52)
四、主回液管	(53)
第四节 加料控制系统	(54)
一、染料和助剂的溶解	(54)
二、计量加料装置	(55)
三、加干盐装置	(57)
第五节 热交换装置	(57)
一、热传递过程	(57)
二、热平衡的控制	(59)
三、影响对流换热的因素	(60)
四、热交换器及换热效率	(61)
第六节 辅助装置及功能	(62)
一、压力检测及气垫加压	(63)
二、温度和压力保护	(63)
三、染液 pH 值检测	(63)
四、快速入水和压力排水	(64)
五、高温排水与同步降温水洗	(64)
六、过滤自动清除装置	(64)
七、同步预热辅缸	(65)

(301)	八、连续式水洗	(65)
(101)	第七节 典型气流染色机	(65)
(601)	一、德国特恩(THEN)SYNERGY G2 型气流染色机	(66)
(201)	二、德国特恩(THEN)LOTUS 型气流染色机	(67)
(101)	三、德国第斯(Thies)Luft-rotor plus S II 型气流染色机	(68)
(701)	四、邵阳纺织机械有限责任公司 M7202 系列型高温高压气流染色机	(69)
	参考文献	(70)
(301)	第四章 气流染色的工艺条件及控制	(71)
(111)	第一节 温度	(71)
(111)	一、温度的影响和作用	(71)
(111)	二、最高工作温度和压力	(74)
(111)	三、染色过程的温度控制	(75)
(121)	第二节 时间	(76)
(111)	一、染色时间对染色效果的影响	(77)
(111)	二、上染时间的确定	(77)
(131)	第三节 染液与织物的循环	(78)
(131)	一、染液与织物的交换	(78)
(131)	二、染液的温度和浓度分布	(80)
(131)	三、染液的循环	(81)
(131)	四、织物的循环	(84)
(141)	第四节 浴比	(86)
(131)	一、浴比的影响和作用	(86)
(131)	二、浴比的换算与分配	(89)
(131)	三、浴比的确定与控制	(90)
(151)	第五节 加料过程	(91)
(131)	一、加料过程的影响和作用	(91)
(131)	二、加料方式	(92)
(131)	三、加料曲线分析	(93)
(161)	第六节 染色过程控制	(95)
(131)	一、温度检测与控制	(96)
(141)	二、工艺时间	(98)
(141)	三、织物的装载	(99)
(141)	四、加料过程控制	(100)
(141)	五、织物线速度	(101)
	六、浴比和入水	(102)

第七节 气流染色中一些特殊工艺控制	(102)
一、浅色的染色过程控制	(103)
二、敏感色工艺	(103)
三、对碱敏感的活性染料染色工艺	(105)
四、工艺操作要素	(106)
参考文献	(107)
第五章 织物气流染色	(108)
第一节 纤维素纤维织物的气流染色	(108)
一、染色工艺条件及控制	(108)
二、活性染料染纯棉织物	(111)
三、活性染料染黏胶纤维织物	(113)
第二节 涤纶织物的气流染色	(114)
一、染色工艺流程及工艺曲线	(115)
二、染色工艺过程控制	(116)
第三节 锦纶织物的气流染色	(118)
一、酸性染料染色工艺特点	(119)
二、锦纶酸性染料染色工艺控制	(120)
第四节 多组分纤维织物的气流染色	(122)
一、二浴法染色	(122)
二、一浴二步法染色	(124)
三、一浴法染色	(125)
第五节 新型纤维织物气流染色	(128)
一、海岛型超细纤维织物	(128)
二、PIT 纤维织物	(129)
三、含有聚氨酯纤维的织物	(130)
四、Lyocell 纤维织物	(132)
五、莫代尔 (Modal) 纤维织物	(136)
六、竹原纤维和竹浆纤维织物	(137)
第六节 针织物气流染色	(138)
一、针织物湿加工的特点和要求	(139)
二、针织物的前处理	(140)
三、针织物气流染色过程的控制	(142)
四、针织物在气流染色中的常见问题及解决方案	(143)
参考文献	(144)

第六章 气流染色工艺设计	(145)
第一节 气流染色工艺设计的基本要求	(145)
一、织物及染色要求	(146)
二、染料的选配	(147)
三、对织物染色前的要求	(148)
四、染色用水	(149)
第二节 气流染色处方及工艺条件	(150)
一、染色处方的制订方法	(150)
二、染色工艺条件	(151)
三、染色工艺流程	(158)
四、染色后水洗	(159)
五、前处理与染色一浴法工艺	(159)
六、气流染色专用工艺	(160)
第三节 气流染色用染料和助剂选择	(162)
一、染料的性能及选用要求	(162)
二、助剂的影响及适用条件	(165)
三、适用于气流染色的染料和助剂	(166)
四、染料和助剂在气流染色中的用量	(167)
第四节 气流染色工艺操作	(168)
一、工艺操作的基本要求	(168)
二、染化料准备	(169)
三、织物装载与进布	(169)
四、机械运行	(170)
五、工艺运行	(171)
六、取样及追加	(172)
七、程序控制	(173)
八、故障诊断及处理	(173)
第五节 受控染色工艺	(174)
一、受控染色的基本要求	(174)
二、受控染色工艺内容	(175)
三、受控染色工艺设计	(178)
第六节 常用气流染色应用实例	(181)
一、纤维素纤维织物	(181)
二、纯化纤类织物	(184)
三、混纺或交织类织物	(185)
参考文献	(191)

第七章 气流染色机的受控水洗过程	(193)
第一节 气流染色机水洗的工艺条件	(193)
一、小浴比的快速交换	(193)
二、清浊分流	(193)
三、水流的作用	(194)
四、蒸汽与洗液的交替作用	(194)
第二节 水洗的阶段控制	(194)
一、水流控制	(194)
二、温度控制	(195)
三、水流与温度的关系及控制	(195)
四、各阶段的时间分配	(195)
五、冷、热浴水洗控制	(196)
参考文献	(196)
第八章 气流染色的常见质量问题和解决方法	(197)
第一节 染色不均匀	(197)
一、色花	(197)
二、锦纶的条花	(199)
三、色差	(200)
四、管差	(200)
五、色斑、色点和白点	(201)
第二节 织物损伤	(202)
一、织物表面擦伤、极光印	(202)
二、织物起毛和起球	(204)
三、针织物的脆损与破洞	(205)
四、织物的撕裂	(206)
第三节 织物的折皱	(207)
一、折皱的成因	(208)
二、折皱的类型及染色加工的影响	(209)
三、预防折皱的措施	(210)
第四节 织物的色牢度	(212)
一、气流染色工艺条件对色牢度的影响	(212)
二、色牢度的控制	(214)
参考文献	(215)

第九章 气流染色机在其他湿加工上的应用	(216)
第一节 织物常规前处理	(216)
一、设备工艺条件	(216)
二、退浆、煮练和漂白	(217)
三、合成纤维针织物的精练和松弛	(220)
四、无碱氧漂工艺	(221)
五、高效短流程前处理工艺	(223)
第二节 织物的酶处理	(225)
一、酶退浆工艺	(225)
二、酶煮练(或精练)工艺	(226)
三、酶漂白工艺	(227)
四、织物的酶整理	(227)
五、酶处理过程控制	(228)
第三节 织物碱减量处理	(229)
一、设备工艺条件	(229)
二、碱减量处理工艺与控制参数	(230)
第四节 织物气流整理	(232)
一、Lyocell 织物的仿桃皮绒加工	(232)
二、海岛型超细纤维织物的碱溶离开纤	(235)
三、织物风格整理	(237)
参考文献	(238)

第一章 气流染色的基本概况

随着能源和环保问题的日益突出,以及纺织品日趋高档化的发展,解决溢喷染色能耗高、污染大、织物加工附加值低等问题,已成为当今间歇式染色技术所必须研究和解决的主要课题。而在这个研究过程中,具有代表性的就是气流染色技术,并且得到了广泛应用。它是采用空气动力学原理,将传统液流喷射染色中带动织物循环的水以高速气流来替代,并完成染料对织物上染和扩散的过程。在整个染色过程中,水仅仅是作为染料的溶剂和织物浸湿的溶胀剂。因此,所需要的浴比非常低。浴比的降低意味着加热所需的热量、冷却时所需的间接冷却水用量、染化料的消耗以及排污的减少。气流染色技术的应用,为织物的低浴比染色提供了保证,充分体现了高效、节能和环保的特点,在创造经济价值的同时,也带来了更大的社会效益。

除此之外,气流染色机的一些特殊结构和功能,可在满足染色工艺条件的同时,对一些织物进行特殊处理或风格整理。例如,再生纤维素纤维(Lyocell)织物的二次原纤化处理,能够使织物表面产生像桃皮绒般的效果,给人一种赏心悦目的感觉。又如,对棉织物进行生物酶抛光处理,经处理后织物表面具有光滑细腻的手感,具有较高的附加值。如果设备再配置一些辅助装置,还可对织物进行柔软和松式烘干处理,充分体现一机多用的特点。

气流染色技术的核心内容是:空气动力学原理的应用和实现染色过程的设备结构和控制。对此,人们经过了二十多年的研究和实验,并对存在的问题进行不断的完善和改进。已从当初只适应少数几个织物品种,发展到今天能够适于大部分常规织物的染色加工,特别是一些新型纤维织物,如超细纤维、弹力纤维的加工,具有传统溢喷染色所不具备的特点。但是,由于染化料、工艺和设备目前还缺乏统一协调的研发过程,加之少数应用较好的企业出于自身商业利益的考虑,不愿意拿出成功或更好的气流染色工艺进行交流,以至于还有相当一部分企业想使用,但又缺乏经验而观望或放弃。显然,这不仅阻碍了气流染色技术的应用和推广,同时也影响到了气流染色技术更多潜在功能的开发和应用。因此,了解和掌握气流染色技术,在生产应用、染色新工艺的开发中都将起到非常重要的作用。

第一节 气流染色的发展过程及趋势

一、气流染色的研发背景及发展阶段

气流染色起源于20世纪90年代初期,当时主要是针对超细纤维织物的染色而开发的。由于超细纤维的比表面积(纤维单位体积的表面积)较大,毛细纤维孔道多,染色时的上染率快,在上染的初始阶段若对上染速率控制不当,就容易造成上染不均匀。因此在染色过程中,要求被染织物与染液应有足够快的交换频率,才能够满足织物匀染性。而传统的溢喷染色机因设备结构

性能的限制,不易满足这种要求。为此,有人想到了以气流牵引织物循环,既可加快织物的循环速度,又可减少对织物的损伤。而染液通过另外一套循环系统,由特殊喷嘴喷出,与被染织物进行交换,完成染料对织物纤维的上染。气流染色可使染液与被染织物获得较高的交换频率,并且对织物不会产生损伤,故对超细纤维织物具有很好的匀染性。

气流染色由于采用空气牵引织物循环,省去了传统溢喷染色用于牵引织物循环的那一部分染液,所以染色浴比可以大大下降,这对于后来开发低浴比染色带来了启发。气流染色的低浴比工艺条件对染化料、工艺以及设备控制功能等比传统溢喷染色的要求更高。气流染色在过去二十多年的发展过程中,基本上处于工艺探索和设备改进阶段,曾经也出现过许多不尽如人意之处。但是,通过近几年大量的工艺实验以及设备的不断改进,在织物的绳状染色中获得了很大成功,并且还取得许多传统溢喷染色所达不到的染色效果。

早期的气流染色机存在许多技术上的问题,对织物的使用范围较窄。在 20 世纪 90 年代初也出现过各种形式的气流染色机,由于缺乏染色工艺的协调配合,一些形式的气流染色机逐步退出了人们的视野,最后只剩下以德国特恩(THEN)和第斯(Thies)为代表的气流染色机。德国特恩气流染色机是采用气流雾化原理,而第斯采用的是气压渗透原理。两种形式各有其特点,具体内容在后面章节中介绍。

从近十年的应用情况看,德国特恩气流染色机的应用较为成功,在市场获得广泛好评,并且占有近 90% 的市场份额。为此,目前绝大部分染色机设备制造商都是参照该机型的原理和结构而设计的。但由于许多制造商仅凭一些感性认识和测绘仿制,而缺乏与此配套的染色工艺,在厂家使用时效果并不十分理想。

我国是在 20 世纪 90 年代中期开始跟踪气流染色技术。由于缺乏基础理论研究和实验条件,主要是消化吸收当时的国外技术,所以,只能是限于设备形式上的实验,而缺乏具体染色工艺的支撑,基本是处于一个认识过程。在后来的十年中,一方面是国外这项技术并非真正成熟,也是处于实验和改进阶段;另一方面国内印染企业开始逐步认识到能耗和排污的影响,希望能够找到新的低浴比染色机来替代传统的高浴比染色机。因此,为国内气流染色技术的发展提供了条件。

二、气流染色的技术现状及存在的问题

气流染色经历了二十多年的不断改进和发展,现已进入工业化生产,但始终没有像溢喷染色那样普及。这其中既有设备价格的因素,也有设备结构性能(真正使用好的设备不多)和工艺适用性的原因,但关键还是国内许多印染厂对环保以及提升织物染色品质的意识不强。据了解,国内使用气流染色的厂家都是比较有实力的,并且主要是用来加工高档织物。由于使用厂家考虑到竞争的对手,不愿将自己的使用经验对外交流;同时近年来也确实有一些技术不成熟的气流染色机充斥市场,给部分印染厂造成了损失,甚至产生了误导。因此,对于不了解和没有使用过气流染色设备的人们来说,难免还存在一定的疑虑和误解,以至于气流染色还没有得到大规模的使用。为了真正了解气流染色,这里有必要对气流染色的技术状态以及存在的问题进行分析和讨论。技术状态主要涉及设备和工艺两方面,存在的问题主要是指对织物的加工质量的影响。

1. 气流染色设备 气流染色作为一种新型织物间歇式染色技术,在过去相当长的一段时间里,基本被欧洲极少数制造商所垄断,技术保密性较强;同时该项技术本身还存在一些技术问题没有得到很好的解决,加之设备的价格较高,只有少数一些印染厂在使用。因此,无论是在设备的技术发展程度上,还是染色工艺上,真正掌握的人相对较少。从目前设备的技术状态看,主要表现在以下几个方面。

(1) 设备的结构性能。目前,气流染色设备主要是以卧式圆筒型出现,也有少数管式形式。这主要是考虑到槽体内没有染浴,无法推动织物向前运行,而采用圆弧形储布槽,可以让织物在自重作用下通过光滑的聚四氟乙烯棒向前滑行(或转鼓偏心转动带动织物向前运行)。结构形式与采用的原理方式有关,但无论采用哪种方式,首先必须是满足织物的匀染性。

在采用正确工作原理的基础上,结构形式以及控制方式必须满足诸如:输送织物的风量大小,染液的循环频率,染液的雾化效果或气压的渗透能力,以及染色工艺过程各参数匹配的要求。设备的结构形式如果不具备(或者不完全具备)满足这些条件的配置,或者说,具备了这些配置,但不一定能够达到所需要的参数,那么,也是很难满足染色工艺的要求。从实际的应用情况看,主要还是以采用气流雾化方式居多。

(2) 风机的功率消耗。当初气流染色机的研发处于适用范围的考虑,风机的额定功率设计得比较大。而事实上在实际的使用过程中,并非对所有的织物品种都采用满负荷运行。通过风机电机的交流变频控制,可根据不同的织物品种和克重大小,选用不同的风速。由于目前大部分设备制造商还没有足够的试验数据或验证过程,还无法根据具体织物的品种和克重,通过自动程序给出相应的风机参数。所以,大多数情况下还是由使用者进行现场调节,并积累出经验参数,再输入到计算机程序中。但事实上,可以将常用的织物品种经试验后的参数,编写程序,特别是赋予一个动态控制。这就需要染色工艺、设备机械和程序控制三者的协调配合。一些先进的气流染色机,已经在这方面进行了应用尝试,并取得较好的效果。

对于如何降低气流染色机风机的额定功率,能够在一般或者常规织物染色的情况下更加省电,近年来一直有人进行这方面的研究和试验,并取得了一些成效。从气流染色的原理来看,采用气流雾化式染色,主要是强调染液的雾化效果。应用也表明,染液的雾化效果越好(即染液的颗粒越细),则越容易达到匀染效果。与此同时,气流染色机风机所消耗的功率也较小。其原因是,采用气流雾化式染色,雾化后的染液在喷嘴夹层内要受到气流的强烈作用,气流需要消耗很大一部分能量,将所谓的雾化染液通过环缝送入到拉فال管内,与织物接触并牵引织物循环。因此,染液的雾化程度也就决定了气流能量消耗的大小。显然,颗粒越细的染液因质量轻,不需要太大的风量即可带动。

通过进一步雾化染液来达到降低风能耗,不仅可以大幅度减小风机功率,而且也有利于匀染。但是对设备而言,需要通径更小的染液喷嘴才能够满足这种雾化效果,而染液喷嘴的通径本来就是最容易发生堵塞的地方,变小后就更容易堵塞。因此,在实际应用中,因染液喷嘴堵塞对产品质量和生产效率的影响成为了主要矛盾。要解决这个问题,只有从设备的过滤系统采取措施,但目前还没有很好的过滤结构能够达到所需的效果。

(3) 设备的可靠性。任何自动化程度较高的设备,对控制和执行元器件往往有较高的可靠

性要求,而可靠性又与设备的制造成本有着密切的关系。气流染色机的可靠性,既涉及主要关键件的制造精度问题,也与控制配套件的质量密切相关。设备的风机运转寿命、与织物接触的缸体内部表面粗糙度、高温下织物堆积在储布槽内的状态、比例升温 and 加料的控制精度等,都直接影响到染色过程的进行。无论哪个环节出问题,都会影响到整个染色过程。特别是高速循环风机的轴承、密封和传动皮带,不仅与所选择配套件的质量有关,而且还与安装质量有关。因此,气流染色机比溢喷染色机的可靠性要求更高。

(4) 设备的性价比。正因为气流染色机的可靠性要求比较高,提高了设备的制造和配套件的采购成本,所以,与传统的溢喷染色机相比,同样容量的气流染色机在销售价格上差距较大。但这也往往成为用户选择气流染色机时的关注焦点,以致气流染色机在市场占有率远不及普通溢喷染色机。这种状况只有通过气流染色机的应用推广,以及染色工艺水平的不断提高来加以解决。近几年的应用表明,一些管理较好和加工高档织物的印染厂,使用气流染色加工方法后,不仅达到了显著的节能减排效果,而且还大大提高了染色的一次成功率。实际上是提高了产品质量,降低了加工成本(特别是能耗和排污费用),提高了企业经济效益。这本身就是先进技术装备产生的效益。所以,印染厂在技术改造中对印染设备的选择,应该更加注重设备的性价比,不能单纯看价格。

2. 染色工艺的适用性 相对传统的溢喷染色而言,气流染色技术出现的时间较晚,并且由于少数使用气流染色机的厂家对染色工艺技术具有严格的保密性,所以气流染色工艺的开发和应用推广还存在一定问题。从近几年气流染色的应用情况来看,真正为适于气流染色工艺条件而开发的染色工艺很少,有些厂家索性套用传统的溢喷染色工艺,导致出现了一些染色质量问题,使气流染色机的使用厂家反而怀疑气流染色的适用性。由于气流染色的工艺条件发生了变化,传统的溢喷染色工艺,包括染料的适用性,都是针对当时的工艺条件而开发的,所以必须从染化料特性、工艺设计进行改进,才能满足气流染色的工艺条件。

(1) 染料和助剂。众所周知,活性染料直接性较低,对促染剂(如元明粉和食盐)具有一定依存性,但会随着染色浴比的降低而提高。此外,织物浸染的染料量配制是以织物重量的百分比计算的。气流染色的低浴比染色条件,一是会提高活性染料直接性,加快染料对织物的上染速率;二是提高了染液的浓度,也会加快染料对织物的上染率。如果忽略了这两点,那么,没有染液与织物的快速交换作保证,肯定会出现上染不均匀的现象。所以,气流染色应考虑选用直接性低的活性染料,并且要注意染深色时染料的溶解度(因为浴比低,浓度高)。

除此之外,还应考虑开发适于气流染色的助剂。对于有些容易产生褶皱的织物,在浴比较小的情况下,织物在储布槽中的堆积挤压时间过长,会产生褶皱;对于一些合成纤维长丝针织物,由于纤维在纺丝过程中经多次牵伸所残留的内应力在预热后(纤维玻璃化温度以上)会产生收缩,而在绳状湿加工(尤其是第一次遇热)中堆积没有规律,所以容易出现收缩不均匀的现象,染色后给人的感觉像折痕。传统的溢喷染色机由于浴比较大,织物几乎是悬浮在染浴中,织物之间相互挤压小,反而不容易出现这种现象。因此,对气流染色机的低浴比条件,如何避免褶皱的产生,可否研发一种可控制泡沫多少和泡沫生成或破裂时间的助剂,减轻织物之间的相互挤压状况,是值得助剂制造商研究和开发的。

(2)气流染色工艺的开发。新型纤维的出现往往引发了染色新工艺的出现,相对纤维材料和染化料应用而言,染整设备的性能和功能的开发要滞后许多。而这时的染色新工艺开发,往往是在原有的设备性能基础上进行的。这是目前大部分印染厂的工艺开发模式。显然,如果染整设备性能和功能的开发能够及时满足新型纤维发展的要求,并且具有一些潜在功能,那么染色新工艺的开发就如虎添翼。不仅开发的时间短,而且还会举一反三,开发出意想不到的工艺。这样就会变被动为主动,引导市场发展,并且提高企业的竞争力。

气流染色既继承了传统溢喷染色的优点,同时更具有自身的优势。解除传统溢喷染色工艺的束缚,根据气流染色的工艺条件,开发具有其自身特点的染色工艺已成为当前气流染色应用推广的关键。近年来,一些有实力的印染厂,专门成立了气流染色工艺研发小组,进行了大量的工艺试验,取得了很大的收获。其中开发出来的一些新工艺,使织物的风格别具一格,具有很高的附加值,提高了企业产品加工竞争力。

(3)气流染色工艺应用的普及。在气流染色技术发展的过程中,在相当长的一段时间里,染色工艺存在很大的保密性。这里既有商业方面的原因,也有气流染色技术本身的原因。由于使用气流染色机的厂家较少,而且设备价格较高,使用者往往视为自己企业重要染色设备,大多用来加工品质要求较高的产品。许多染色工艺是通过使用厂家自己不断摸索总结出来的,并付出了一定的试验成本费用,所以不愿意轻易向同行透露。而从未接触过气流染色的工艺人员,既没有这方面感性认识,也没有实践经验。有些厂家索性当普通溢喷染色机来使用,结果适用的范围很窄,出现的质量问题也很多,以致对使用气流染色产生了畏惧感,更谈不上工艺的摸索和开发。

对于气流染色本身的问题,主要是设备制造商对该项技术原理的理解程度不够,并且缺乏试验过程的经验积累。他们往往不能在气流染色设备与工艺两者的关系上,对使用者作出详细的解释和说明,以至于使用者不知从何下手。对于使用中所出现的问题,也没有具体解决的办法。

除此之外,目前溢喷染色机在市场占有主导地位,大部分印染厂的工艺人员以及工艺路线,已经习惯于传统溢喷染色工艺。让仅占有少数的气流染色工艺,替代传统溢喷染色工艺,对生产管理和工艺质量控制也存在一定困难。因此,气流染色工艺的应用推广,必须结合生产、设备和工艺管理方面,采用一种新的生产加工模式。显然,只有建立在全新的技术改造和工艺方法的基础上,才能够加快气流染色工艺应用的普及,推动印染加工由资源和规模型转向质量和效益型的发展。

3. 对织物加工质量的影响 任何染色方式对织物都会产生一定影响,人们总是希望尽可能减小对产品质量的负面影响,气流染色也是如此。相对传统溢喷染色而言,气流染色对织物质量产生的影响,主要表现在织物的表面、折痕以及适用性方面。有些通过设备结构性能的不断改善,以及工艺控制的改进,基本得到解决;而有些还处于探索和试验阶段,需要人们更多的尝试,至少目前还不能轻易下结论。

(1)织物的起毛起球现象。织物的起毛现象主要出现在棉针织物,而起球则出现在短纤的涤棉或涤黏混纺针织物中。从理论上讲,任何短纤维,包括棉、羊毛等天然纤维都会起毛成球,但涤纶短纤的起毛成球现象最为严重。其原因是涤纶的强力和抗挠曲性能高,使得形成的球不容易从纤维上脱落。在织物循环过程中,外部的机械作用将纤维拉伸至织物表面,并在这些区域

形成绒毛,然后缠结成球,通过固着纤维与织物表面相连。通常针织物由于暴露的纱线表面积大,比机织物更易起毛、起球,而机织物越紧密越不容易起毛。影响织物起球的因素很多,如果对主要影响因素加以控制,是可以减少起毛的,但在大多数情况下又可能影响织物的其他性能。因此在染色过程中(包括前处理和后处理),要注意减少对织物产生的摩擦以及过度的拉伸。

气流染色中的织物是在高速气流作用下运行的,因织物在进入喷嘴前所带的染浴相对较少,故运行中形成的拉伸力不是很大,但织物进入喷嘴和导布管中时,与管壁形成较大的摩擦(因包覆织物的水较少),严重时会将织物表面擦伤。从设计者的角度来考虑,认为通过气流形成一个气垫,将束状织物包围起来,减少织物表面与喷嘴和导布管内壁之间摩擦力,但事实上一般气流染色是很难做到这一点。

气流染色还有另外一种类似于起毛的现象,主要发生在针织物表面,实际上是纱圈被吹出。这种现象产生的原因主要是气流速度过大所致,只要选择合理的气流风量是可以避免的。从目前的实际使用看,气流染色比液流喷射染色的起毛现象更为普遍,必须结合染色工艺、助剂及设备内壁表面进一步解决,例如在染浴中添加柔软剂、降低布速、针织物开幅及提高与织物接触面粗糙度精度等方法,都可以减少起毛或起球。

(2) 纯棉薄型针织物的折痕。气流染色一般布速较快,除了能够保证织物在短时间内达到匀染性外,还能缩短织物在槽体内的停滞时间,避免织物产生折痕。但对于纯棉薄型针织物来说,则要求染色中既要保证织物与染液的充分交换,又不能使织物张力过大(即布速不宜过快)。因为纯棉针织物在 $50 \sim 80^{\circ}\text{C}$ 的温度条件下,会释放纱线在加捻以及织造过程中所形成的内应力,如果外界经向张力过大,那么就容易产生经向折痕。这种折痕一旦产生,染深色时对染液的吸附量就有差异,形成深浅不一的痕迹。要避免或减少这种现象出现,必须通过风量与提布辊线速度的匹配关系来保证,并且在前处理中就要匹配好。在这种情况下,布速不一定开得很快,但要注意织物须充分扩展,不断改变织物束状位置,让暂时性折痕迅速展开。只要经历一次此过程,不使织物产生永久折痕,那么在以后加工过程中就不容易再形成折痕了。

(3) 织物品种的适用性。近几年气流染色技术发展较快,并且织物适用的品种范围也在不断扩大。但是,在过去相当长的一段时间里,气流染色机确实存在一些应用上的问题,特别是染色工艺与设备的性能上还没有达到很好的统一。许多印染厂把普通溢喷染色的工艺直接用于气流染色,结果出现了不少问题,就轻易得出气流染色不适于某种织物的结论。然而,事实并非如此。一些工艺技术能力较强的染厂,通过工艺试验不但做出了那些所谓不适于的织物,而且染出的效果还比普通溢喷染色还好。这充分说明了,气流染色技术还没有被我们完全掌握,尤其是还没有摸索出一套完全适于气流染色的工艺。鉴于气流染色的工艺条件发生了较大变化,应该结合染化料、织物特性开发适于气流染色的工艺,而不应完全套用传统的溢喷染色工艺。这也是普及应用气流染色技术的必由之路。

三、气流染色的发展趋势

在气流染色技术的发展,在相当一段时间内主要是针对染色工艺方面的研究和开发。由于染色工艺条件(如浴比、染液浓度、温度变化以及染液与织物的交换状态等)发生了变化,若完全