

线性升温控制的连续化浸煮法练漂技术探讨

徐维敬¹, 韩光亭¹, 龙广卓², 刘彦召³

(1.青岛大学, 山东 青岛 266000;

2.枣庄龙翔针纺织品有限公司, 山东 枣庄 277000;

3.山东源丰纺织机械有限公司, 山东 枣庄 277000)

摘要:文中通过试验并从理论上探讨用于间歇式生产的浸煮法练漂和用于连续化生产的轧蒸法练漂各自具有的特点,提出兼具这两种练漂法优点的用于针织物连续化练漂的全新技术,即线性升温控制的连续化浸煮法练漂技术。文中指出线性升温是指练漂温度从低温缓慢升至高温后再进行适当时间保温的控温方法。阐述该技术在工艺方面,采用线性升温的浸煮法练漂工艺;在设备方面,是通过不同温度区(由低温到高温)的练漂液不断地喷淋于缓慢运行织物之上的方式来实现这一工艺的。

关键词:针织物;连续化练漂;线性升温工艺;轧蒸法;浸煮法

中图分类号:TS 192.5 **文献标志码:**B **文章编号:**1000-4033(2021)10-0028-05

Discussion on Continuous Immersion Bleaching Technology Controlled by Linear Temperature Rise

Xu Weijing¹, Han Guangting¹, Long Guangzhuo², Liu Yanzhao³

(1.Qingdao University, Qingdao, Shandong 266000, China;

2.Zaozhuang Longxiang Knitting and Textile Co., Ltd., Zaozhuang, Shandong 277000, China;

3.Shandong Yuanfeng Textile Machinery Co., Ltd., Zaozhuang, Shandong 277000, China)

Abstract:In this paper, the characteristics of dip bleaching for intermittent production and roll steaming for continuous production are discussed through experiments followed by theoretical analysis. A new continuous dip bleaching technology with linear temperature control is proposed, which shows the advantages of both methods. It points out that linear temperature rise method refers to the temperature control method in which the scouring temperature rises slowly from low temperature to high temperature and then holds for a proper time. In terms of technology, the soaking and bleaching process with linear temperature rise is introduced. On the equipment side, this process is achieved by the continuous spraying of scouring solution at different temperature zones (from low to high) on the slowly moving fabric.

Key words:Knitted Fabric; Continuous Scouring and Bleaching; Linear Heating Process; Rolling and Steaming; Dipping and Boiling

棉制品(包括散纤维、纱线和织物)用双氧水进行练漂常用的工艺有浸煮法和轧蒸法两种。浸煮法是把棉制品浸渍于煮练液或漂白液中,或煮练、漂白同浴处理液中,

精练和漂白的各种物理、化学和物理化学的反应,都在液体中进行,生产方式一般都采用间歇式,如使用煮布锅和各种间歇式染色机进行练漂;轧蒸法是把练漂液浸轧到

织物上,再进行适当时间的汽蒸(常用100℃饱和蒸汽)或适当温度下的湿堆置保温,以完成各种练漂反应,一般用于连续化生产方式。传统的浸煮法练漂和轧蒸法练

专利名称:用于筒状针织物连续化的煮-浴一步式淋漂机及淋漂方法(ZL 201711389327.2);用于开幅针织物连续化的煮-浴一步式淋漂机及淋漂方法(ZL 201711389325.3)。

获奖情况:“第33届(2020年)全国针织染整学术研讨会”优秀论文。

作者简介:徐维敬(1964—),男,副教授。主要从事染整工艺技术的教学与研究。

漂各具特点,见表1。

表1 传统浸煮法练漂和轧蒸法练漂具有的特点比较

项目	浸煮法	轧蒸法
煮练毛效及匀、透效果	好	一般
双氧水漂白的白度均匀度	好	一般
煮练、漂白同浴的匀、透效果	好	较差
双氧水漂白致纤维损伤程度	小	较大
煮练、漂白同浴致纤维损伤程度	较小	大
练漂效果的重现性	差	好
水、电、汽消耗量	大	小
生产效率	低	高
生产成本	高	低

从练漂后半制品的白度和毛效及其匀、透程度以及对纤维强力的保护情况来看,浸煮法练漂的效果要好于轧蒸法练漂的效果。特别是当采用煮练、漂白一浴一步工艺时,浸煮法练漂的优点更加明显。

浸煮法练漂和轧蒸法练漂在工艺条件上的区别主要有两个,如下。

a. 加热介质不同:浸煮法练漂,加热介质是水;轧蒸法练漂,加热介质是饱和蒸汽。

b. 练漂工艺中控制温度的方法不同:轧蒸法练漂,双氧水等化学品浸轧到织物上后,进入汽蒸箱直接进行高温处理,双氧水分解很快;浸煮法练漂,是采用线性升温工艺控制练漂温度,能非常有效地控制双氧水的分解。

线性升温工艺是指在进行双氧水漂白或煮练、漂白同浴工艺时,严格控制升温速度,由低温升至高温后再进行保温的工艺,控温工艺曲线见图1。

浸煮法练漂虽然具有毛效高、纤维损伤小等优点,但传统的做法只是用于间歇式生产方式,与连续化生产方式的轧蒸法练漂相比,存在着练漂质量重现性差、水电汽消耗量大、生产成本低以及污染物排放量较大等诸多缺点。浸煮法练漂能否用于连续化生产,本着如何实现这一做法,本文提出线性升温控制的连续化浸煮法练漂技术,并对这一技术的工艺和设备进行探讨。

1 练漂方法及工艺条件对练漂效果的影响

1.1 练漂方法及工艺条件的试验方案

练漂方法及练漂温度条件有8种:高温轧蒸工艺,100℃饱和蒸汽汽蒸(方法1);中温轧蒸工艺,80℃饱和蒸汽汽蒸(方法2);高温恒温

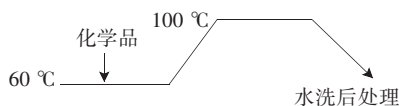


图1 双氧水练漂线性升温工艺曲线图

浸煮工艺,浸煮温度为100℃(方法3);中温恒温浸煮工艺,浸煮温度为80℃(方法4);缓慢线性升温工艺,从60℃至100℃,升温速度为1.5℃/min(方法5);快速线性升温工艺,从60℃至100℃,升温速度为5.0℃/min(方法6);高温轧蒸工艺,100℃饱和蒸汽汽蒸,人为地在布面上涂铁锈(方法7);缓慢线性升温工艺,从60℃至100℃,升温速度为1.5℃/min,人为地在布面上涂铁锈(方法8)。

试验用布是18 tex棉毛布,各种试验方法中的其他条件如双氧水用量、烧碱用量、稳定剂的选用及用量、保温处理的时间等,以实现理想的白度为参考标准。

1.2 试验结果

8种不同的试验方案,以实现基本相等的白度为基准,试验结果见表2。

1.3 结果分析

从试验结果来看,与轧蒸法练漂相比,线性升温工艺控制练漂温度的浸煮法练漂效果有3个突出优点:练漂织物的毛效高,即能获得更好的润湿、渗透性;纤维遭受氧化损伤的程度小,而且线性升温

工艺的效果好于恒温工艺的效果,线性升温速度越慢,损伤程度越小;可更有效地控制由于重金属物质(如铁锈)催化双氧水分解而引起的对纤维氧化损伤的程度。

1.3.1 浸煮法练漂织物毛效高的原因

浸煮法练漂是织物完全浸渍于液体中进行的,织物与处理液之间的质量比可达到1:4左右或更高,非常有利于表面活性剂对棉蜡和各种油剂(为便于纺纱织布而施加的)的乳化和洗涤;轧蒸法练漂,是在织物带液量很低的条件下进行的,如棉梭织物和棉针织物平幅练漂时带液率分别为80%和100%左右,过低的织物带液量,不利于表面活性剂对油蜡状物质的乳化和洗涤。

1.3.2 浸煮法练漂纤维损伤程度小的原因

双氧水在练漂过程中会发生多种化学反应,主要的反应及产物情况见表3。

这些化学反应大致可分为3个方向:一是双氧水电离生成HO₂酸根进而分解出原子氧[O]的反应,原子氧[O]可氧化色素,这是漂白的有效反应;二是HO₂酸根引发H₂O₂分解生成HO·、HO₂·等游离基的反应,其中游离基HO·既能氧化色素也能氧化棉纤维,这也正是双

表2 8种试验方法的结果

试验方法	白度值/%	H ₂ O ₂ 用量/ (g·L ⁻¹)	保温时间/ min	30 min 毛 效/cm	顶破强力/N	布面破洞
1	81.7	10.0	45	10.8	508	无
2	81.5	15.0	90	6.4	540	无
3	81.9	2.8	50	12.8	515	无
4	81.6	3.0	90	8.2	560	无
5	82.5	2.5	50	13.5	565	无
6	82.1	2.7	50	13.5	545	无
7	80.2	10.0	45	10.6	—	有
8	81.7	2.5	50	13.2	540	无

表3 双氧水在漂白过程中的化学反应和产物情况

序号	反应方向	反应机理	产物作用	影响因素
1	分解反应	$2H_2O_2 \rightarrow H_2O + O_2$	O ₂ 氧化纤维	温度越高,反应越快;pH值越高,反应越快;重金属物质催化分解
		$H_2O_2 \rightarrow 2HO\cdot$	HO·氧化纤维 HO·氧化色素	温度越高,反应越快;pH值越高,反应越快;重金属物质催化分解
2	电离反应 漂白反应	$H_2O_2 \rightleftharpoons HO_2^- + H^+$ $HO_2^- \rightarrow OH^- + [O]$	[O]氧化色素	pH值越高,反应越快;温度越高,反应越快
3	引发反应	$HO_2^- + H_2O_2 \rightarrow HO\cdot + HO_2^- + OH^-$	HO·氧化纤维 HO·氧化色素	pH值越高,反应越快;温度越高,反应越快

氧水漂白中无法避免纤维损伤的根本原因;三是双氧水直接分解成氧气(O₂)和氢氧游离基(HO·)的反应,其中氧气不但没有漂白作用,而且会在高温碱性条件下对棉纤维产生较强的氧化损伤作用,游离基HO·虽有漂白作用但也同时氧化棉纤维。

影响双氧水练漂化学反应的工艺因素有温度、pH值和重金属物质催化等。温度越高,pH值越高,各种反应速度越快,重金属(如铁、钴、镍、铜、锌、锰)物质会催化双氧水分解生成氧气(O₂)和游离基(HO·)的反应。

与轧蒸法练漂相比,浸煮法练漂致纤维损伤程度小的原因有两个如下。

a. 双氧水分解出氧气(O₂)和环境中的氧气(O₂)在高温碱性条件下对棉纤维的氧化作用程度,在

两种工艺上表现不同:浸煮法练漂,棉织物是浸渍于液体中(可用浴比衡量),液体很好地隔绝氧气对棉纤维的氧化作用;轧蒸法练漂,带液量少(带液率70%~100%),无法隔绝氧气在高温碱性条件下对棉纤维的氧化作用。

b. 两种工艺对练漂温度的控制方法不同,双氧水分解反应情况差异较大,致使纤维氧化程度不同。浸煮法练漂采用线性升温工艺控制温度,升温速度可人为地控制,保证了双氧水分解的方向和速度,使之朝着更有利于氧化色素的反应方向进行,这不仅能获得更好的白度,更重要的是可有效地控制纤维被氧化损伤的程度。线性升温的速度越慢,双氧水分解速度越慢,棉纤维损伤程度越小。轧蒸法练漂采用的工艺大多是织物浸轧练漂液后直接进行100℃左右的

饱和蒸汽汽蒸。为了能尽快地使汽蒸箱中织物堆置层(堆置层密度达300 kg/m³以上)内外的温度达到均匀一致,一般都要在织物堆置前进行预热区的高温蒸汽加热,但这必然会加速双氧水分解而造成对纤维的过度损伤。如果织物不经过高温预热区就密集堆置,直接进行的100℃左右饱和蒸汽汽蒸条件,势必会造成堆置层内外不同区域织物的受热不同,如堆置层表面区域很快升温至100℃左右而内层区域则需要很长时间,不同区域织物中的练漂液升温速度不同和处理时间不同,都会导致双氧水分解情况的不同,当然纤维被氧化损伤的程度就不同。升温速度越快的区域,织物损伤程度越大,升温速度越慢的区域,织物损伤程度越小,这种纤维氧化损伤程度差异过大的现象,还会导致染色不均匀现象,损伤程度越大,染色色泽越浅。

1.3.3 浸煮法练漂可更有效地控制重金属物质的催化作用

从试验结果看,即便是练漂前的布面上有铁锈等重金属物质,浸煮法练漂也不会产生轧蒸法练漂中出现的破洞和纤维的过度损伤现象,说明浸煮法练漂可更有效地控制由于重金属物质催化双氧水分解的催化作用。

轧蒸法练漂,如果坯布上局部有铁锈时,或因练漂液中稳定剂作用不够等原因产生的金属沉淀物或絮状物(如氢氧化铁、氢氧化亚铁)浸轧到织物时,这些金属性物质必然会催化双氧水快速分解而严重损伤纤维,并且会因为这些金属性物质在织物上固定不动而导致布面出现破洞现象。因此,在工艺流程上,要在浸轧双氧水练漂液之前进行专门除矿物质工序和水洗工序,需要选择对重金属物质有

良好络合作用的整合分散剂,而且对用于双氧水练漂液的稳定剂也有更高的要求。棉针织物连续化轧蒸法练漂的一般工艺流程如下:浸轧除矿物质液(螯合剂)→堆置→水洗→浸轧练漂液(烧碱、双氧水、精练剂和稳定剂等)→汽蒸→热水洗→水洗(→酸中和→水洗)。

浸煮法练漂,即便是练漂前的布面上有少量重金属沉淀物或絮状物,因为练漂液是流动的或织物是运动的,它们被络合后不会在织物上固定不动,所以不易产生破洞现象,无需进行专门的除矿物质工序和水洗工序,只需选用适当的稳定剂配制练漂液直接进行练漂即可,工艺流程短,而且对稳定剂的要求较低。

2 线性升温控制的连续化浸煮法练漂技术

与轧蒸法练漂相比较,浸煮法练漂有诸多优点,但传统的浸煮法练漂只是用于间歇式生产,存在着许多缺点,克服这些缺点的根本方法就是采用连续化练漂技术,但现已在工艺上和设备上都相对成熟的轧蒸法连续化练漂技术,其练漂的基本质量如白度和毛效及其匀透效果、纤维强力保护等,难以达到浸煮法练漂的效果,因此研究连续化浸煮法练漂技术具有重要的现实意义。

2.1 棉针织物连续化浸煮法煮练、漂白一浴一步工艺

用间歇式染色机进行的棉针织物浸煮法煮练、漂白一浴一步工艺,目前已相当成熟,连续化浸煮法练漂的工艺也应该与此相同或十分相近。

2.1.1 采用线性升温工艺

当下行业应用较为普遍的染色机练漂法,就是通过线性升温工艺来控制练漂温度,其缓慢的并且

是可以人为控制的升温速度,能有效地控制双氧水分解的方向和速度,是这一练漂方法能获得良好白度、毛效、均匀度以及能有效控制纤维损伤程度的最为重要的工艺措施。连续化浸煮法练漂工艺,也必须实施对练漂温度特别是对升温速度的人为可控,即采用线性升温工艺,这样才能最为有效地控制双氧水的分解,才能保证双氧水分解朝着更有利于漂白反应的方向进行。

升温速度的快慢,要根据烧碱用量、双氧水用量、织物含杂质情况等来制定。

2.1.2 稳定剂的选择

坯布上的铁质和水中的重金属物质,在浸煮法练漂中虽不至于使织物局部氧化作用过大而产生破洞,但它们的存 在也会使织物强力下降,因此还是要选择适当的稳定剂。

2.1.3 表面活性剂的选择

表面活性剂在练漂中起着润湿渗透、乳化和洗涤的作用,与轧蒸法练漂相比,这些作用在浸煮法练漂中比较容易实现;与当下普遍采用的染色机练漂法相比,因为连续化练漂中的水洗和酸中和工序,都是在连续化高效水洗设备中进行,可放低对其泡沫性能的要求和它对纤维亲和力大小的要求。

2.1.4 工艺流程的制定

工艺流程与间歇式染色机练漂法的工艺流程相同,只是练漂反应过程和水洗后处理过程采用连续化生产方式,工艺流程如下:织

物进行连续化线性升温工艺练漂→热水洗(70℃以上)→水洗(→酸中和→水洗)。

2.2 线性升温控制的连续化浸煮法练漂工艺的实现方法及设备

本文提出实现棉针织物线性升温控制的连续化浸煮法练漂工艺的方法是:设置多个可以在室温至100℃之间实现不同温度区的练漂液喷淋系统,每个喷淋系统由电动机、循环泵、喷淋管、过滤网、溶液槽、循环加热器、温度控制器等组成;练漂液经喷淋系统不断地喷洒于缓慢运行的织物堆置层之上,织物堆置层由履带承载向前运行或由辊床向前推行,通过这一过程来进行练漂。实现这一连续化浸煮法练漂的设备基本装置称为多温区喷淋箱,其工作原理图见图2。

织物以平幅或绳状状态进入多温区喷淋箱,并有秩序地堆积于缓慢运行的履带之上(绳状运行时需要左右摆布),或堆积于通过自行旋转推动织物运行的辊床之上;含有烧碱、双氧水等煮练液、漂白液不断地喷淋于织物;喷淋区分为6~12个或更多个,每个喷淋区长度约为1000mm;每个喷淋区的温度可在室温至100℃之间控制;喷淋道数越多,载布履带或辊床越长,设备运行车速就越快;织物进入喷淋箱为汽封口,出布为液封口。

连续化浸煮法练漂线性升温工艺的实现,以图中所示的8道喷淋为例:第1道喷淋液温度60~70℃,第2道喷淋液温度为70~80℃,第3道喷淋液温度为80~90

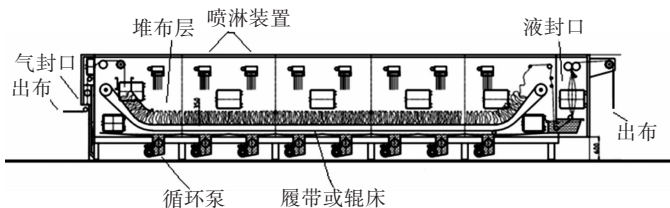


图2 多温区喷淋箱履带载布设备工作原理图

℃,第4至第8道道喷淋液温度为95℃左右。织物从第1温区进入第2温区、从第2温区进入第3温区和从第3温区进入第4温区的过程,实则是实现了如图1所示的线性升温曲线,或者实现了更有利于提高练漂效果的在多个温区进行短时间保温的阶段保温工艺,工艺曲线见图3。

练漂液的补给:配制适当的练漂液浓度和确定准确的流速,随织物的运行方向,首先注入第1道喷淋系统的溶液槽中,通过溢流,练漂液从第1道流至第2道、第3道等,直至最后1道。

3 针织物线性升温控制的连续化浸煮法练漂技术展望

3.1 针织物练漂技术的发展方向

针织物练漂方法应用最为普遍的是染色机练漂法,设备为喷射染色机、气流染色机等,工艺为间歇式生产方式的浸煮法工艺。近些年来,具有诸多优点的连续化练漂方法得到了越来越多针织染整厂的关注,但实际采用的并不多,这其中的原因有很多,单从技术方面来看,染色机练漂法技术具有适用织物范围广、织物松弛程度高和采用线性升温工艺控制练漂温度带来的良好综合效果,是采用轧蒸法工艺的连续化练漂技术所不具备的。如果说针织物练漂技术的发展方向是连续化练漂技术的话,那应该是朝着能兼具采用浸煮法工艺的染色机练漂法的优点和采用轧蒸法工艺的连续化练漂法的优点的连续化练漂技术发展。

3.2 线性升温控制的连续化浸煮法练漂技术的特点

染色机练漂技术、连续化轧蒸工艺练漂技术和本文提及的线性升温控制的连续化浸煮法练漂技术各自具有的特点,见表4。

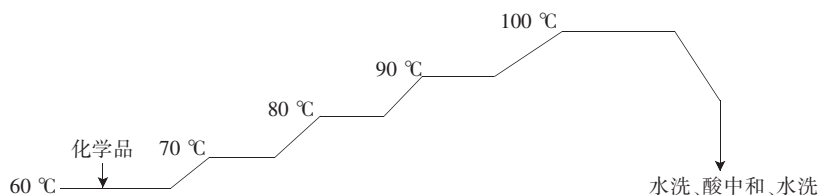


图3 连续化浸煮法练漂线性升温与阶段保温工艺曲线图

表4 染色机练漂法、连续化轧蒸法、连续化浸煮法练漂的优缺点

项目	染色机练漂	连续化轧蒸练漂	连续化浸煮法练漂
工艺	浸煮法、线性升温	浸轧、汽蒸	浸煮法、线性升温
适用织物	圆筒、开幅、缝边成筒	开幅	圆筒、开幅、缝边成筒
织物松弛及尺寸稳定	好	较差	好
纤维强力保护难易	容易	难	容易
练漂匀透效果	好	较差	好
练漂质量重现性	差	好	好
水电汽消耗量	颇大	小	小
化学品使用量	较多	较少	较少
污水和污染物排放量	较多	较少	较少
用工量	较多	较少	较少
加工成本	高	低	低

本文提出的用于棉针织物线性升温控制的连续化浸煮法练漂技术,是通过恰当的工艺控制方法和合理的设备配置方式,把传统技术中只是用于间歇式生产方式的浸煮法练漂工艺(如煮布锅练漂、染色机练漂)用于连续化生产方式的练漂加工中。

这一新技术,兼具了采用浸煮法练漂工艺的染色机练漂法的优点和采用轧蒸法练漂工艺的连续化练漂的优点,又克服了它们的缺点,特点如下:适用织物范围和工艺范围广。能用于开幅、圆筒和缝边成筒等各种状态织物;能用于棉针织物练漂和化纤织物精练以及蚕丝织物脱胶与漂白等;松式加工方式,且织物是完全浸渍于水溶液中,能获得很好的松弛效果,有利于提高织物的尺寸稳定性和织物密度(常用单位面积的质量来衡量);线性升温控制和液下浸煮练漂反应,能有效地控制双氧水分解和实

现练漂助剂更好的润湿、乳化和洗涤等作用,获得良好的白度、毛效及其均匀度和保证纤维不遭受较大的损伤,并有助于提高染色和印花的质量;练漂质量的重现性远远好于染色机练漂法的效果,与连续化轧蒸法的效果相当或更好;水电汽的消耗量、化学品使用量、污染物排放量、用工量和劳动强度等,与连续化轧蒸法相当。

4 结束语

棉针织物线性升温控制的连续化浸煮法练漂技术,是一种全新的练漂技术,需要改进和完善的地方会有很多,特别是在设备方面和工艺控制方面。本文中提到的实现这一技术的设备,不是唯一的方式,更不是最理想的方式,还需要针织物染整行业和装备制造行业的协同合作研发和制造。

收稿日期 2021年1月18日