

吸湿快干针织面料在线生产关键技术

武汉纺织大学

分类号 TS181.8

学校代码 10495

UDC 677

密 级 公开

武汉纺织大学

硕士学位论文

吸湿快干针织面料在线生产关键技术

作者姓名:	周 鹏
学 号:	1215063003
指导教师:	吴济宏 教授
学科门类:	工 学
专 业:	纺织工程
研究方向:	功能性面料开发
完成日期:	二零一五年六月

独创性声明

本人郑重声明：所呈交的学位论文，是本人在导师的指导下，独立进行研究工作所取得的成果。除文中已经注明引用的内容外，本论文不包含任何其他个人或集体已经发表或撰写过的作品成果。对本文的研究作出重要贡献的个人和集体，均已在文中以明确方式标明。本人完全意识到本声明的法律结果由本人承担。

学位论文作者签名：

签字日期： 年 月 日

学位论文版权使用授权书

本学位论文作者完全了解 **武汉纺织大学** 有关保留、使用学位论文的规定。特授权 **武汉纺织大学** 可以将学位论文的全部或部分内容编入有关数据库进行检索，并采用影印、缩印或扫描等复制手段保存、汇编以供查阅和借阅。同意学校向国家有关部门或机构送交论文的复印件和磁盘。

(保密的学位论文在解密后适用本授权说明)

学位论文作者签名：

导师签名：

签字日期： 年 月 日

签字日期： 年 月 日

摘 要

吸湿快干针织面料由于具有优越的服用性能而受到广大消费者的青睐。目前，传统方法生产的吸湿快干针织面料是将纱线先进行松式络筒，再大批量的放入染缸内做拒水处理，然后进行烘干、络纱、编织机后整理，这种方法不仅工序繁琐，而且成本较高，又污染环境，并且纱线拒水处理存在不匀这一问题一直困扰着大多数企业，使开发的吸湿快干面料的服用性能不高。为了从根本上解决纱线拒水不匀的问题，本课题提出一种在线生产的方法，通过制作一种集上助剂与干燥一体化装置，直接在织机上一次完成纱线改性和织造的在线生产方法，首先设计出轧液槽与烘焙干燥箱，然后探讨了纱线拒水改性的最佳整理剂浓度，最后将用在线方法开发的吸湿快干针织面料与传统方法开发的吸湿快干针织面料的性能进行对比测试与分析。

首先制作轧液槽与烘焙干燥箱，然后分析纱线含水率及纱线张力等因素来验证所制作装置的合理性，并进一步对所制作的装置进行调整与修饰；最后对最终制定的轧液槽与烘焙干燥箱进行验证分析，纱线的含水率及纱线张力能够达到大圆机编织的基本要求，装置合理。

运用所制作的装置对棉坯纱、棉煮纱、莫代尔坯纱及莫代尔煮纱四种纱线进行了拒水处理，分析了四种纱线处理前后性能的变化，探讨了最佳整理剂浓度，即：棉坯纱整理剂浓度为 11 g/L，棉煮纱、modal 煮纱和 modal 坯纱的整理剂浓度为 9g/L，纱线的拒水改性效果最佳。

研究了这四种纱线用在线方法开发的吸湿快干针织面料的物理性能、芯吸性能、吸湿性及快干性能，结果显示用在线方法开发吸湿快干针织面料的性能能够达到传统方法开发吸湿快干针织面料的性能效果。

关键词：在线生产；拒水整理；编织；针织面料；吸湿快干；性能

研究类型：应用研究

ABSTRACT

Moisture absorption and dry-fast knitted fabric with superior properties are welcomed by the consumers. At present, the traditional method of production moisture absorption and dry-fast knitted fabric is that the yarn is slacked winding firstly, and the mass is interposed dye vat for doing the water repellent treatment, and then drying, winding, knitted and finished. The method is not only process complicated, high cost and environment pollution, but also the yarn has the problem of unevenness of water repellent treatment. This problem has plagued the majority of enterprises, so the development of the moisture absorption and dry-fast knitted fabric properties is not high. In order to solve the problem of the yarn unevenness of water repellent fundamentally, a online method production is proposed by this project. Through making additive tank and baking oven, the method of online production is once completed by the yarn water repellent treatment and woven. First of all the additive tank and baking oven are designed, and then the best agent concentration of water repellent treatment for the yarn is discussed, and finally the development of moisture absorption and dry-fast knitted fabric using online method and traditional methods of development of moisture absorption and dry-fast knitted fabric are test and analyzed in contrast.

First of all the additive tank and baking oven has been designed, and then the liquid rate of yarn and yarn tension and other factors have been analyzed to verify the reasonableness of the device, and further the device has been tinker up or modified, finally, the last in the verification of additive tank and baking oven is that, the liquid rate of yarn and yarn tension can meet the basic requirements for knitting, the device is reasonable.

Using the self-made device the raw cotton, boiled cotton, raw modal and boiled modal have been taken water repellent treatment, the performance of the four yarns before and after treatment have been analyzed, the best finishing agent concentration has been discussed, namely the best effect of the yarn water repellent which the concentration of finishing agent is about 9g/L for boiled cotton, raw modal and boiled modal, 11g/L for raw cotton.

These four yarns have been developed moisture absorption and dry-fast knitted fabric by using online method, the physical properties, wicking, moisture absorption and dry-fast properties of these fabrics have been studied. The result showed that the performance of moisture absorption and dry-fast knitted fabric has been developed by using online method which can achieve the effect of moisture absorption and dry-fast knitted fabric by using traditional method.

Key words: online production; water repellent finished; knitting; knitted fabrics; moisture absorption and dry-fast; properties

Thesis: Application Research

1 绪论.....	1
1.1 传统方法的介绍.....	1
1.1.1 松式筒纱的质量影响.....	2
1.1.2 设备的影响.....	3
1.1.3 水质及温度的影响.....	3
1.1.4 助剂纯度的影响.....	3
1.2 吸湿快干针织面料的研究现状.....	3
1.2.1 水在织物中的运动理论.....	4
1.2.2 织物的湿传导及湿热传导模型.....	4
1.2.3 编织组织结构.....	4
1.2.4 染整加工.....	5
1.2.5 国内外吸湿快干纤维的研究进展.....	5
1.3 本课题的研究内容和意义.....	6
2 在线生产装置的设计及制作.....	8
2.1 轧液槽与烘焙干燥箱的制作.....	8
2.1.1 轧液槽的初步设计.....	8
2.1.2 烘焙干燥箱的初步设计.....	9
2.2 装置的综合实验分析.....	11
2.2.1 纱线含水率测试.....	11
2.2.2 纱线张力.....	12
2.3 在线生产装置的调整.....	13
2.3.1 装置调整.....	13
2.3.2 调整装置后的综合实验.....	15
2.4 本章小结.....	19
3 纱线在线拒水改性及其性能研究.....	20
3.1 纱线在线拒水改性.....	20
3.1.1 原材料及药品.....	20
3.1.2 在线拒水改性.....	21
3.2 纱线的性能测试.....	22
3.2.1 纱线拉伸性能.....	22
3.2.2 纱线毛羽.....	22
3.2.3 纱线接触角.....	23

3.3 纱线性能测试的结果与分析.....	23
3.3.1 拉伸性能.....	23
3.3.2 纱线毛羽.....	26
3.4.3 纱线接触角.....	28
3.5 综合性能分析.....	30
3.6 本章小结.....	31
4 吸湿快干针织面料的开发及性能研究.....	32
4.1 吸湿快干针织面料的设计.....	32
4.1.1 纬平针织面料的设计.....	32
4.2 吸湿快干针织面料的染整工艺.....	35
4.2.1 工艺流程.....	35
4.2.2 前处理.....	35
4.2.3 染色工艺.....	35
4.2.4 后整理.....	36
4.3 吸湿快干针织面料的性能测试.....	36
4.3.1 拉伸性能.....	36
4.3.2 耐磨性能.....	37
4.3.3 芯吸高度.....	37
4.3.4 润湿性能.....	37
4.3.5 快干性能.....	37
4.4 吸湿快干针织面料的性能测试结果与讨论.....	38
4.4.1 面料物理参数.....	38
4.4.2 面料的耐久性能.....	38
4.4.3 芯吸性能.....	39
4.4.4 润湿性能.....	41
4.4.5 快干性能.....	43
4.5 本章小结.....	45
5 结论.....	46
参考文献.....	47
附 录.....	50
致 谢.....	51

1 绪论

随着各项纺织技术的进展和服用领域的拓展，近年来，吸湿快干针织面料在技术上有不少新的进展，服用性能日趋完善，给人们带来了穿着舒适性^[1]。尤其是交织汗布类的吸湿快干面料，广受运动消费者的青睐。交织汗布是由吸湿快干纱线与天然纤维或再生纤维纱线交织而成；吸湿快干织物是织物能够快速吸收水蒸气及水且能够迅速的扩散和蒸发。以下是吸湿快干面料的功能示意图：

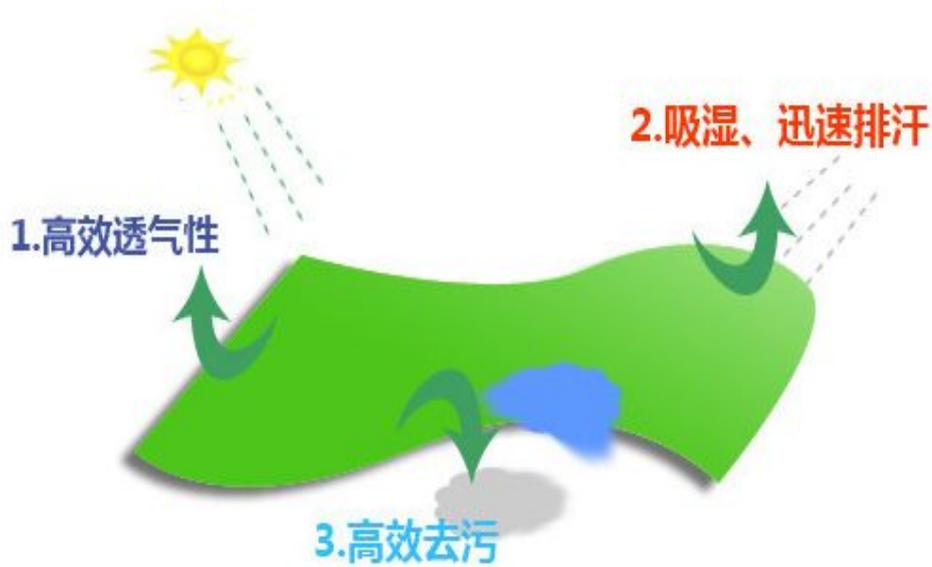


图1.1 吸湿快干面料功能示意图

开发交织汗布类的吸湿快干织物，其传统方法的技术路线是：原纱→松式络筒→拒水处理→烘干→络纱→编织→定坯→染色→亲水柔软整理→成品，其中纱线拒水处理存在不匀这一问题一直困扰着大多数企业，使开发的吸湿快干面料的服用性能不高。这种方法不仅工序繁琐，而且成本较高，又污染环境。对针织企业而言，节约成本、提高效率、环保等一直是它们所追求的。

1.1 传统方法的介绍

在实际生产吸湿快干面料的过程中，传统的方法是先将大批量的原纱筒络成用于拒水改性所要求的松式筒纱，然后将松式筒纱放入染缸内进行拒水改性，再经过烘干、络纱、编织以及后整理等工序，完成吸湿快干针织面料的开发。这种传统方法有以下几个

缺点：一是在用松式筒纱进行拒水改性的这一工序中，由于筒纱质量、设备以及水质等因素的综合影响，造成拒水改性的筒纱内外层纱线拒水不匀，以致在后整理的工序中引起染色等问题，造成吸湿快干面料服用性能不高；二是传统的方法其工序繁琐、效率不高以及成本较高，这一直是困扰企业的难题；三是所用的助剂溶液利用率不高，由于所用助剂为含氟拒水剂，大量的排放造成环境污染问题，不符合环境友好型的理念。

对于目前这些问题，第一个问题可以通过改善筒纱质量、设备及水质等可以解决，第二、三个问题是传统方法本身存在的缺陷，只有通过创新一种新的方法来代替传统方法，这些问题才能够彻底解决。下面将着重第一个缺点进行分析，即纱线拒水处理不匀的原因。

影响筒纱拒水质量的因素很多并且比较难控制，如果没有控制好就会产生内中外层拒水改性差异、不易浸透等质量问题，进而会引起在后续工序染色中出现色差、染花、不易染透等质量问题。松式络筒是影响筒纱拒水的关键工序之一，待拒水改性的纱线其卷绕形式必须要按照染厂规定的加工要求进行松式络筒。松式筒纱质量的好坏严重影响筒子纱染色质量^[2]，那么松式筒纱的质量好坏也就严重影响了筒子纱拒水改性的质量。

1.1.1 松式筒纱的质量影响

松式筒纱的质量包括筒纱密度、筒纱重量、纱层长度、筒纱成形以及筒纱形状等。

筒纱密度对筒纱拒水质量有着很大的影响。拒水时，助剂液循环受到的阻力与筒纱密度的大小成正相关，筒纱的密度越大，助剂液循环受到的阻力就越大，液体久不能够顺利的通过纱层，影响助剂液的循环流量。助剂液的循环流量发生变化容易造成内中外层拒水不匀的质量问题^[2]。

筒纱重量是指松式筒子纱所具有的重量。随着纱线卷绕的重量增加，筒纱的纱层将变厚。纱层厚，助剂液穿透循环的阻力就大，助剂液流量变小，助剂液不易渗透纱层，造成纱层内中外拒水不匀；如果筒子的纱层越厚，助剂液不易穿透纱筒，并且从层向内层渗透的时间就越长，造成沿程助剂浓度差增大，内中外拒水不匀也会变大。因此，筒纱的重量要控制在合理范围内。另外，筒子间的筒纱重量也要均匀一致，重量偏差应控制在 1.5%以内。若偏差过大，纱层厚薄就不均匀，助剂溶液穿过纱层的流量就有差异，易造成同缸内筒子纱之间的拒水改性不匀^[2]。

纱层长度是指纱线卷绕在筒子上的长度。松式筒纱在拒水改性时要求纱层覆盖住筒孔，避免助剂溶液不从筒孔中喷出来，使助剂溶液能够渗透到纱线内层。如果筒纱卷绕的位置不当而造成“露孔”，助剂溶液就会造成筒子端面打毛，且对其他筒子的流量产生影响而导致拒水不匀^[2]。

筒纱成形良好是指松出来的筒纱要符合成形要求，无塌边纱、腰带纱、蛛网纱等。然而在实际生产中，因机状不良及人为不恰当操作等因素，会络成成形不良的筒子，这

种不良的筒纱因内部密度的差异而导致筒纱拒水不匀^[2]。

1.1.2 设备的影响

设备的影响因子包括泵的扬程流量、内外流时间以及主泵压差及速度等。

筒子纱拒水改性要靠泵的扬程使助剂溶液渗透到筒子纱的内层, 助剂溶液内、外往复循环达到改性平衡。筒子纱拒水改性时要有适宜的扬程、流量。如果扬程过高就会造成筒子纱起毛; 如果扬程过低就会导致内、外层夹芯筒子纱^[3]。

内、外流时间应根据纱线类别及络筒的情况而定, 一般采用内流时间大于外流时间。如果内、外流时间不合理, 对内、中、外色差影响很大^[3]。主泵内、外压其绝对值由罐盖上的压力表指示。压差大小应合适, 染色中若压差太大, 染液穿透性差; 而压差小, 筒子纱易变形。一般情况下, 外流时压差为7~12PSI, 内流为8~14PSI, 压差大小由主动泵速率、换向器角度、载重量及筒子纱卷绕密度来定^[3]。开机后, 操作工要检查泵速, 如果发现异常, 立即停机进行检查^[4]。

1.1.3 水质及温度的影响

水质情况对筒子纱拒水改性影响很大。因为筒子纱自身就会产生过滤效应。首先水的悬浮固体含量必须低。

水的总硬度<50PPM; pH=7~8;

Fe^{2+} <0.02mg/L; Cl<400mg/L;

Cu^{2+} <0.05mg/L。

水质应天天检查, 并作好记录, 防止因水质硬度太大造成内、中、外拒水改性不匀, 导致后续工序中的染色问题^[3]。

在拒水改性的过程中, 工作人员要经常检查机台上的温度仪表, 如果温度仪表指示不正常, 要及时的报告给班长, 叫机修人员进行维修, 确保温度仪指示准确^[4]。

1.1.4 助剂纯度的影响

应选择含杂少的助剂溶液为好。因为有的助剂本身含有一部分杂质及一些其它物质, 在拒水改性时起干扰作用, 影响助剂的改性。助剂纯度高, 溶液的分散性越好, 可减少筒子纱内、外层改性的不匀。

1.2 吸湿快干针织面料的研究现状

吸湿快干织物是通过增加或扩大水分的蒸发面积, 使汗液在织物上快速蒸发从而达到快干的目的。传统织物经过一定的显汗运动之后, 由于织物内存在湿气蒸发, 积累到一定程度而使人体产生不舒服的湿冷感^[5]。以下是从吸湿快干针织面料的理论、织物结

构、染整加工及吸湿快干纤维这几个方面进行介绍的。

1.2.1 水在织物中的运动理论

汗液主要组成部分是水，研究者在研究的过程中一般用水或氯化钠水溶液来替代汗液。Harms-thy提出了毛细管流动理论、蒸发冷凝理论及扩散理论^[6]。1907年Buckingham提出毛细管流动理论，在其理论中引用了未饱和毛细管流动机理和毛细管势能^[7]。在此基础上，Edldsen和Anderson研究发现了水的传输与水化学势能的梯度正相关^[8]，蒸发冷凝理论表明，水蒸气传输与菲克第二定律相似（在特定的条件下）^[9]，Crank通过数学模型进行了验证解答^[10]，1922年 Lewis提出了扩散理论^[11]，随后，其它研究者认为该理论是水蒸气传输的主要原理，因此得到了广泛采用^[12]。在温梯度的系统中，Kuzma、Cur和Sereda等人证明了蒸发冷凝理论的正确性^[6,13-15]。Walker、King及Henry运用蒸发冷凝理论对纺织材料中水蒸气的传输机理做出了解释^[16-18]。

1.2.2 织物的湿传导及湿热传导模型

体温调控模型最早是由Mecheels等人建立出来的，这种模型能够测试出水蒸气传导对人体热量损失的量度^[19]，Le等人用一些数学模型及相关性试验对在蒸发过程中式样回潮率和温度的变化进行了探究^[20]，并且还分析了吸收速率、空隙率和纤维直径对织物传热的影响。Woo等人建立了一个专门用来预测非织造布湿热传导性能的理论模型，对该模型进行了相关性的验证，证明该模型具有有效性^[21]。Wang等人用数学模型阐述了织物湿热传导对冷热神经生理及神经生理反应的影响，并且证实模拟结果与实际情况相吻合^[22]。Fan等人建立了关于水蒸气在多孔面料中吸附和冷凝过程的热传导的动态模型，并分析了含水量对有效辐射及热传导的影响^[23]。随后，Li等人通过建立数学模型对多孔织物的厚度和孔密度对耦合湿热传导的影响做了分析研究^[24]。Li和Zhu在上述模型中采用了水在多孔织物中渗透机理^[25]，并在研究多孔织物上，通过数学模型对孔大小分布及纤维直径对织物耦合湿热传导的影响做了分析^[26]。考虑到重力的因素，他们在此前研究的基础上对数学模型做了进一步的改进^[27]。

1.2.3 编织组织结构

织物组织结构与水的传导、水蒸气的蒸发及织物与水的接触面积有着紧密的联系，从而影响着织物的热湿舒适性。一般而言，大气环境中温湿度影响着水在织物中的传导，然而织物结构也影响着水的传输。吸湿快干针织面料的结构有双层或三层覆盖关系的面料，对于两层织物来说，一般里层为吸湿快干类纱线编织而成，外层一般为天然纤维或再生纤维的纱线编织而成，此结构能使皮肤表面的汗液迅速的传导到表面层，进而达到吸湿快干的目的。三层覆盖关系的面料其最里层一般采用保水率低的纤维，如丙纶等，

中间层采用导湿性能好的纤维，能快速的将汗液或水分传导出去，最外层采用吸湿快干纤维，能迅速的吸收并且使水分快速的散发掉，从而达到吸湿快干的目的。除了多层覆盖关系的面料，还有单层织物，这类织物的结构比较普通，能使面料具有吸湿快干性能的是编织的纱线或织物的纹路，例如交织汗布，交织汗布属于纬平针针织物，所用的纱线是天然纤维或再生纤维素纤维，如棉、莫代尔等，它是通过对一路纱线进行拒水改性处理，另外一路不做处理编织的面料再进行亲水柔软整理，使织物表面临界张力大于水的临界表面张力，使未作拒水处理的纱线快速吸收水分并迅速的扩散，而经拒水处理的纱线不吸收水分，织物表面的润湿面积扩大，从而达到吸湿快干的目的。

侯秋平设计出一种灯芯结构，这种结构是由“H”型截面的涤纶纤维与彩棉构成，得出的结论是：灯芯点密度越小，织物的吸湿快干性能愈好^[28]。许瑞超和陈莉娜设计了3种结构的织物即单面填纱、鱼眼结构和法国罗纹织物，其中法国罗纹织物的吸湿快干性要好于单面填纱及鱼眼结构的织物^[29]。

1.2.4 染整加工

对于吸湿快干针织物的染整加工来说，需要注意的问题是吸湿快干纤维的异形结构，避免这种特殊异形结构受到损伤，从而影响织物的吸湿快干性能。染色加工的目的就是使织物表面具有一定的亲水性，使织物表面具有较强的吸附水蒸气及水的能力，从而到达吸湿快干的目的。常用的方式有两种：一种是对织物表面进行亲水化处理，处理后提高纤维原有的临界表面张力值，使其大于水的临界表面张力，从而获得快速吸收水分并由毛细管通道快速扩散的能力。另外一种是对织物进行亲水整理，使用亲水整理剂对具有吸湿排汗性的疏水性纤维进行亲水整理，使面料具有吸湿快干性能。

张增强等人通过采用纤维素酶对棉/异形涤纶交织牛仔布进行柔软整理，不仅提高了牛仔布的柔软性，而且牛仔布的吸湿快干性能没有受到影响^[30]。赵爱国等人详细介绍了棉与Tactel交织的吸湿快干面料的染整工艺，并对染整加工中存在的问题提出了解决方法^[31,32]。

1.2.5 国内外吸湿快干纤维的研究进展

1987年，杜邦公司开发了一种具有导湿快干性能的聚酯纤维Coolmax^[33-34]。开发的纤维截面呈“十”字型及“∞”形，正因为纤维表面有凹槽，而且纤维管壁还透气，所以水能够快速的扩散，增加了比表面积，能够使水达到快速蒸发的目的^[35-37]。随后相继开发了许多不同异形度的聚酯纤维，如CoolDry、Coolking、Coolmce、Coolplus、Aerocool、Topcool、Coolbst及I-Cool等^[36-46]。日本帝人公司开发了Wellkey纤维，该纤维也称为多孔中空聚酯纤维^[47]，因其表面具有许多通往中空部分的细孔，这些细孔可以作为液态水传导的通道，以便纤维吸收水分。日本可乐丽公司开发了一种名为Sophista纤

维^[48]，这种纤维是一种皮芯结构的复合纤维，芯层是聚酯纤维，皮层部分含有亲水基团EVOH。Hygra是一种高吸水纤维，它是由日本尤尼契卡纤维公司开发的，与天然纤维相比，该种纤维^[49]具有较好的吸放湿速度及吸放湿能力都优于天然纤维。

CoolDry^[50]是海天轻纺有限公司与国家纺织研发中心联合研发的纤维，其截面形状与杜邦的Coolmax相似，为十字形状，纤维的比表面积大大增加，具有良好的吸湿排汗性。Technofine也具有吸湿排汗性，它是豪杰股份有限公司开发的，该纤维因具有“w”型的断面结构而呈扁平状，故能够提升纤维的吸湿快干性。中国石化仪征化纤股份有限公司开发出一种差别化吸湿排汗的短纤，名为Coolbst，该纤维的截面积比一般纤维要出20%，与天然纤维的吸湿性相当。还有其它的一些导湿快干凉爽纤维，如台湾中兴纺织有限公司开发的Coolplus，远东纺织有限公司生产的Eas Tlon纤维，佛山万山有限公司研制的Coolcool纤维，台湾力鹏企业股份有限公司研发的Seco Tec纤维等，这些纤维与杜邦公司研发的Coolmax纤维有个共同点，即截面形状相同或类似，都为十字型纤维，故其功能相同，但价格相差较大，在国内市场很受欢迎。

1.3 本课题的研究内容和意义

本课题结合实际生产，以改善传统方法中对纱线拒水改性不匀的问题为目的，通过制作一种集上助剂与干燥一体化装置，直接在织机上一次完成纱线改性和织造的在线生产方法，改变了先对纱线改性处理、再织造的分步实施的传统方法，这种在线方法可以解决传统方法中筒子纱上助剂不匀及烘培不匀的问题，此方法省去松式络筒、络纱等工序，在提高效率的同时，还能够大幅降低成本；传统方法中含氟助剂使用率只有10%~20%，使用在线生产方法，能使助剂的利用率达到近100%，实现了零排放，从根本上解决因含氟助剂的大量排放而引起的环境污染问题，是一种环境友好型生产方法。

本课题研究的内容具体有以下几点：

(1) 查阅相关文献，分析筒子纱上助剂不匀及烘培不匀的主要原因，通过制作一种集上助剂与干燥一体化装置，直接在织机上一次完成纱线改性和织造，从而解决筒纱拒水改性不匀的问题。

(2) 设计并制作轧液槽与干燥烘焙箱，合理设置轧液槽的结构、烘干装置的形式及温度等，并进行在线生产装置的综合实验，分析纱线的含水率及纱线张力。

(3) 通过运用制作的装置对纱线进行拒水改性，分析纱线的力学性能、毛羽及拒水性能随助剂浓度变化的关系，探究纱线的含水率与助剂浓度的关系，并最终确定合理的助剂浓度。

(4) 将通过在线生产的吸湿快干针织面料与传统方法生产的吸湿快干针织面料进行相关性能测试对比，验证运用在线生产的吸湿快干面料能够达到传统生产的吸湿快干

面料的性能要求。

本课题的创新点在于：

(1) 采用在纱架与大圆机之间设置轧液槽和干燥烘培箱，直接在织机上一次完成纱线改性和织造的在线生产方法，改变了先对纱线改性处理、再织造的分步实施的传统方法；

(2) 使用在线生产方法，不仅能够省略松式络筒、络纱等工序，还能能使助剂的利用率达到近100%，实现了零排放，从根本上解决因含氟助剂的大量排放而引起的环境污染问题，在提高效率的同时还能够降低成本，是一种环境友好型生产方法。

2 在线生产装置的设计及制作

本课题是企业委托的项目，用于解决企业在开发吸湿快干面料的过程中对纱线进行拒水改性这一环节存在拒水及烘干不匀的问题，并且改善传统的技术工艺路线，使开发的吸湿快干面料的性能达到传统方法生产的吸湿快干面料的性能要求。在企业实际生产过程中，吸湿快干面料通常是采用部分亲水纱线、部分拒水纱线按一定比例编织而成，目前企业大多采用的技术路线为：原纱→松式络筒→拒水处理→烘干→络纱→编织，这种传统的技术方法在实际生产过程中存在许多困难和不足。在上一章节中提到三点：一是用松式筒纱进行拒水改性的这一工序中，由于筒纱质量、设备以及水质等因素的综合影响，造成拒水改性的筒纱内外层纱线拒水不匀，以致在后整理的工序中引起染色等问题，造成吸湿快干面料服用性能不高；二是传统的方法其工序繁琐、效率不高以及成本较高，这一直是困扰企业的难题；三是所用的助剂溶液利用率不高，由于所用助剂为含氟拒水剂，大量的排放造成环境污染问题，不符合环境友好型的理念。

对于目前这些问题，第一个问题可以通过改善筒纱质量、设备及水质等可以解决，但是要是控制筒纱的质量还是有一定的难度，而第二、三个问题是传统方法本身存在的缺陷，那么就创新一种方法来代替传统方法彻底解决这些问题，这种创新的方法就是在线生产的方法即：原纱→集上助剂与烘干一体化装置→编织，这种在线生产的方法是直接在织机上一次完成纱线改性和织造，改变了先对纱线改性处理、再织造的分步实施的传统方法，解决了传统方法中筒子纱上助剂不匀及烘培不均匀的问题，此方法省去松式络筒、原纱或煮纱上助剂及络纱等工序，在提高效率的同时，还能够大幅降低成本；传统方法中含氟助剂使用率只有10%~20%，使用在线生产方法，能使助剂的利用率达到近100%，实现了零排放，从根本上解决因含氟助剂的大量排放而引起的环境污染问题，是一种环境友好型生产方法。

2.1 轧液槽与烘焙干燥箱的制作

集上助剂与烘干一体化装置包括轧液槽和烘焙干燥箱，轧液槽的作用是对纱线进行上助剂处理，烘焙干燥箱的作用是对上了助剂的纱线进行干燥，衔接起来就是依次完成上助剂及干燥处理。

2.1.1 轧液槽的初步设计

轧液槽制作的原材料为机玻璃板，有机玻璃板是丙烯酸类和甲基丙烯酸类化学品的通称，俗称亚克力板。其特性有：耐候性能好、加工性能优良、较好的透明度及低吸水性等。如下图2.1是轧液槽的实物图：

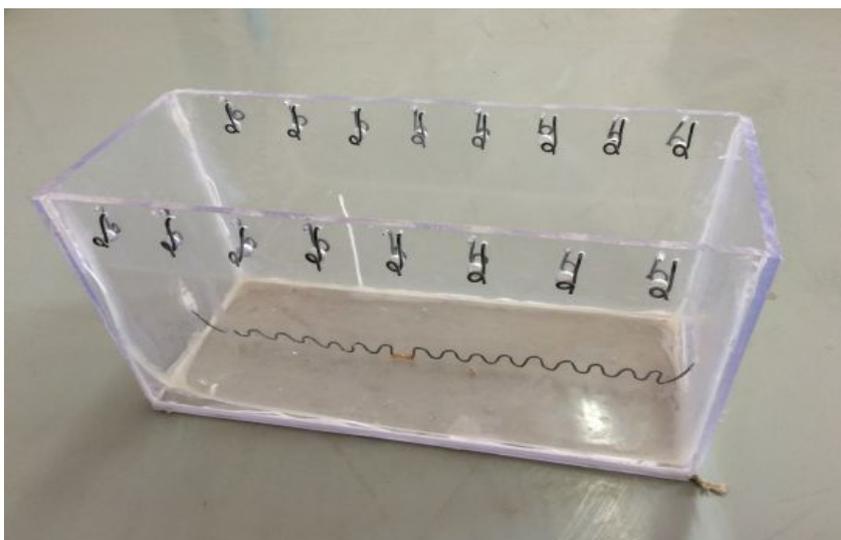


图2.1 轧液槽实物图

轧液槽的长为40cm，宽15cm，高为25cm，槽的底部固定了一根光滑的波浪形铁丝，其作用有两点，一点是纱线绕在波浪形铁丝上避免左右滑动，一点是使纱线完全没于助剂溶液中，使纱线充分润湿；轧液槽的长与高这两个面的上端有相对应的孔洞，孔洞的两端有用铁丝扭成的导纱器，其作用是避免纱线直接覆在有机玻璃板的孔洞上而引起断头；轧液槽的粘合处都涂有密封胶，使轧液槽密封性完好，防止溶液溢出。

纱线经过外端的导纱器进入孔洞再经过里面的导纱器上再向下绕在轧液槽底端的波浪形铁丝上，使纱线充分没于助剂溶液中，然后从相对应的另一个孔洞引出进入烘焙干燥箱。

2.1.2 烘焙干燥箱的初步设计

烘焙干燥箱制作选用的原材料为“镀锌铁皮”，即在低碳钢薄板的表面镀上一层锌。通常白铁皮的厚度范围是0.44~1.2mm，一般锌层的厚度都大于0.02mm。化学性能：耐酸碱性及不易氧化，即耐腐蚀，可用于橱窗、屋的表面及有特殊用途的容器等。如下：图2.2为烘焙干燥箱剖面图，图2.3为烘焙干燥箱实物图。

烘焙干燥箱设计一个上窄下宽的三维立体梯形，其尺寸为：高75cm、上表面宽5cm、下表面宽12cm、上下表面长都为45cm。烘焙干燥箱的发热源为红外发热管，其功率为500W，安放在与底面和垂直面的距离都为5cm的地方，在烘焙干燥箱的后底两端钻两个孔，便于将红外发热管的两端接通电源。烘焙干燥箱的纱线导入口上端呈弧形状，是为了使纱线导入烘焙干燥箱避免附贴在箱壁上，一定程度减少了摩擦。烘焙干燥箱设计为立体梯形，是为了使从导入的纱线到导出干燥箱外这段纱线距离呈一定的弧形状，增加纱线的受热长度，从而使纱线的含水率能够满足编织要求。

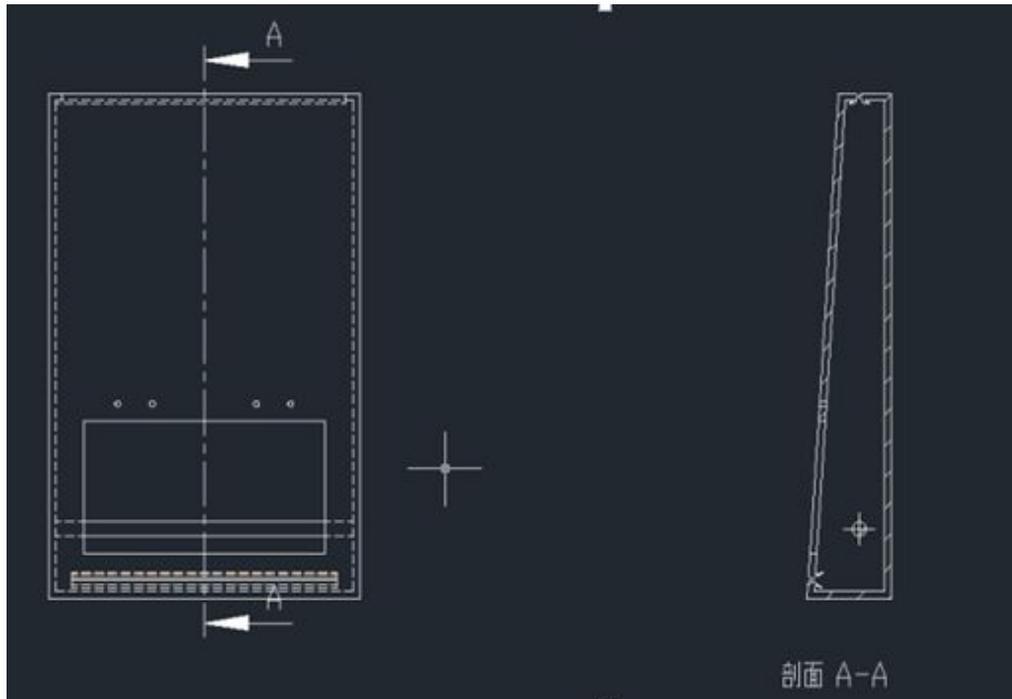


图2.2 为烘焙干燥箱剖面图



图2.3 烘焙干燥箱实物图

2.2 装置的综合实验分析

制定的轧液槽和烘焙干燥箱的作用就是为了在线完成纱线的拒水处理，使处理后的纱线能够满足编织的要求。纱线从大圆机的纱架上退绕出来，经过轧液槽上助剂，再导入烘焙干燥箱进行干燥，导出后与大圆机的储纱轮衔接，是一个在线的过程，在这个过程中要满足几点要求：一是纱线在轧液槽中能够被充分上助剂处理；二是处理后的纱线导入烘焙干燥箱干燥后，纱线的含水率要满足编织的要求；三是由于这两个过程是在线的过程，因此其纱线的张力不宜过大，避免断头发生。

2.2.1 纱线含水率测试

纱线的含水率是指在公定回潮率下，纱线经过轧液槽和烘焙干燥箱导出后纱线的含水率。影响纱线含水率的主要因素有：纱线的线速度、助剂的浓度及烘焙干燥箱的温度。纱线的含水率是由纱线的线速度、助剂的浓度及烘焙干燥箱的温度共同影响的，因此要对这个三个因素进行分析。

①线速度：一般情况下，助剂浓度及烘焙干燥箱的温度一定，纱线的线速度在一定范围内增加，纱线的含水率会随着纱线线速度增加而减小，当纱线的线速度超过某一范围后，纱线的含水率会趋于稳定值。纱线的线速度是由大圆机的机速控制的，在确定纱线的线速度时要考虑这个线速度不能够降低大圆机编织的效率，如果线速度与正常机速相差很多，那么本课题的研究就没有实际意义，因此线速度值应该是正常机速 20-25 n/min 为宜。

②烘焙干燥箱的温度：在纱线线速度及助剂浓度一定的情况下，由于烘焙干燥箱结构尺寸已定，其纱线在烘焙干燥箱中的路线长度一定，那么纱线的含水率就与烘焙干燥箱内的温度有关，而烘焙干燥箱内的发热源（红外发热管）影响干燥箱内的温度，而红外发热管的功率决定发热量，因此红外发热管的功率越大，烘焙干燥箱内的温度就越高。对于红外发热管的选择，如果从烘焙干燥箱导出的纱线含水率偏大的话，就选用功率稍大的红外发热管，当然也应该考虑成本，因此要合理的选用红外发热管。

③助剂的浓度：关于助剂浓度对纱线含水率的影响，需要通过一些实验测试来进一步做出分析。在纱线线速度及烘焙干燥箱的发热源红外发热管功率一定的情况下，测试不同助剂浓度下纱线的含水率。

本实验选用了四种纱线，分别为棉坯纱、棉煮纱、莫代尔坯纱及莫代尔煮纱在不同助剂浓度下进行含水率的测试，如下表 2.1 是四种纱线的基本性能参数，表 2.2 是四种纱线在不同助剂浓度下含水率参数：

表 2.1 线密度参数表

纱线种类	棉坯纱	棉煮纱	莫代尔坯纱	莫代尔煮纱
线密度 (tex)	18.5	18.0	18.3	18.6
断裂强力 (cN)	295.3	227.6	223.6	273.6
断裂伸长率 (%)	7.14	5.50	4.72	8.38

表 2.2 纱线在不同助剂浓度下含水率的数据表:

品种 浓度 (g/L)	5	7	9	11	13	15
棉坯纱	107.6%	102.2%	99.5%	86.1%	91.4%	92%
莫坯纱	118.3%	120.2%	119.7%	112%	120.2%	121%
棉煮纱	122.2%	116.7%	111.1%	116.7%	116.7%	117%
莫煮纱	127%	122%	117%	113%	121%	122%

从表 2-2 中可以看出,棉坯纱、棉煮纱、莫代尔坯纱及莫代尔煮纱这四种纱线的含水率在一定范围内是随着助剂浓度的增加而减小,当助剂浓度超过某一范围后其纱线的含水率会有所增加,最后趋于稳定;另外,从这些数据可以看出这四种纱线在不同助剂浓度下的含水率大部分都超过了 100%,数值有点偏高,根本不能够满足编织的要求,因此初步制定的烘焙干燥箱存在一些缺陷,需要对其进行改善。

一般情况下,当助剂浓度超过某一范围,纱线的含水率会减少并最终趋于稳定,而实验数据显示纱线的含水率略有回升最后趋于稳定,这是因为当助剂到达一定的浓度后,助剂中的渗透剂起了作用,使助剂溶液更容易渗透到纱线中,所以纱线的含水率会有所增加最后趋于稳定。这四种纱线的含水率值有点偏高,虽然在测试纱线含水率的实验过程中存在一些误差,对计算含水率数值有偏高的影响,但所计算出来的含水率数值减掉误差引起的数值后,其含水率数值还是不能够满足编织要求的。

2.2.2 纱线张力

从大圆机的纱架上退绕下来的纱线导入轧液槽上助剂,导出后再进入烘焙干燥箱进行干燥,再进入大圆机储纱轮上,在这一过程中,要控制好纱线的张力大小,若纱线的张力过大,会导致断头发生,一旦发生断头,则纱线在轧液槽或者在烘焙干燥箱停止,会引起这根纱线与其它纱线上助剂或者干燥不同,从而造成纱线上助剂不匀或干燥不匀,最终影响开发吸湿快干针织面料的性能,因此控制好纱线张力的大小尤为重要。从

两个阶段对控制纱线张力大小进行分析：一是从大圆机的纱架上退绕下来的纱线导入轧液槽到导出这一段；二是从轧液槽导出的纱线进入烘焙干燥箱到导出这一段。

从大圆机的纱架上退绕下来的纱线导入轧液槽到导出这一段与轧液槽有三个接触点：槽进口、轧液槽底端的波浪形铁丝及槽出口。纱线从槽进口进入并绕在轧液槽底端的波浪形铁丝上再从槽出口导出，这三个接触点对纱线有一定的摩擦力，纱线在干态的情况下通过轧液槽时对纱线的摩擦力较小，其纱线的张力适中，断头情况很少发生，并且纱线表面的有害毛羽并没有增加。若在轧液槽中盛装有助剂溶液的情况下，纱线在绕在轧液槽底端的波浪形铁丝及槽出口是湿态的形式，这两个接触点对纱线的摩擦力就会变大，其纱线的张力就会变大，当超过纱线的湿态强力时就会发生断头，而且可以明显看到纱线表面会产生有害毛羽，由于轧液槽底端的波浪形铁丝上长期浸泡在水溶液中，会发生缓慢的氧化过程，其铁丝表面会产生锈迹，大大增加了对于纱线的摩擦力，易导致断头的发生，因此，槽进口、轧液槽底端的波浪形铁丝及槽出口的设计存在缺陷，需要合理的设计。

从轧液槽导出的纱线进入烘焙干燥箱到导出这一段与烘焙干燥箱接触点有三个：烘焙干燥箱导入口、弧形导入板面及烘焙干燥箱导出口。轧液槽导出的纱线经烘焙干燥箱导入口导入然后伏贴在弧形导入板面上再经烘焙干燥箱导出口导出，纱线在干态条件下，烘焙干燥箱导入口和导出口对纱线的摩擦力不大，纱线的张力也就不大，纱线张力就不会超过纱线的干态强力而发生断头；若轧液槽中盛有助剂溶液，那么进入烘焙干燥箱的纱线处于湿态，烘焙干燥箱导入口和导出口因对纱线的摩擦力变大而阻力变大，纱线的张力就会变大，故会导致断头发生。由于弧形导入板面的材质是白铁皮，其表面光滑，无论纱线是干态或湿态，纱线的张力都会受到影响，因此需对烘焙干燥箱的导入口及出口做进一步的修饰。

纱线在进行在线上助剂处理的过程中，轧液槽是由有机玻璃板制作而成，在制作的过程中，板与板之间是粘合而成，并且相接处涂有玻璃密封胶，保证轧液槽密封性良好，防止助剂溶液的渗漏，但在实际应用的过程中，经过一段时间的使用，但轧液槽还是存在渗漏的情况，因此有必要对制作轧液槽的材料做出调整。

2.3 在线生产装置的调整

根据上一小节分析情况，主要体现两个方面，一是轧液槽：轧液槽制作的材料、槽进口、轧液槽底端的波浪形铁丝及槽出口；二是烘焙干燥箱：红外发热管、烘焙干燥箱导入口及出口。对这些存在缺陷的地方做进一步的调整或修饰。

2.3.1 装置调整

在初步设计轧液槽和烘焙干燥箱的基础上做了调整或修饰，如下图 2.4 是轧液槽和

烘焙干燥箱流程示意图，图 2.5 为轧液槽的结构示意图，图 2.6 为烘焙干燥箱正面结构示意图，并对图 2.4 作简单阐述。

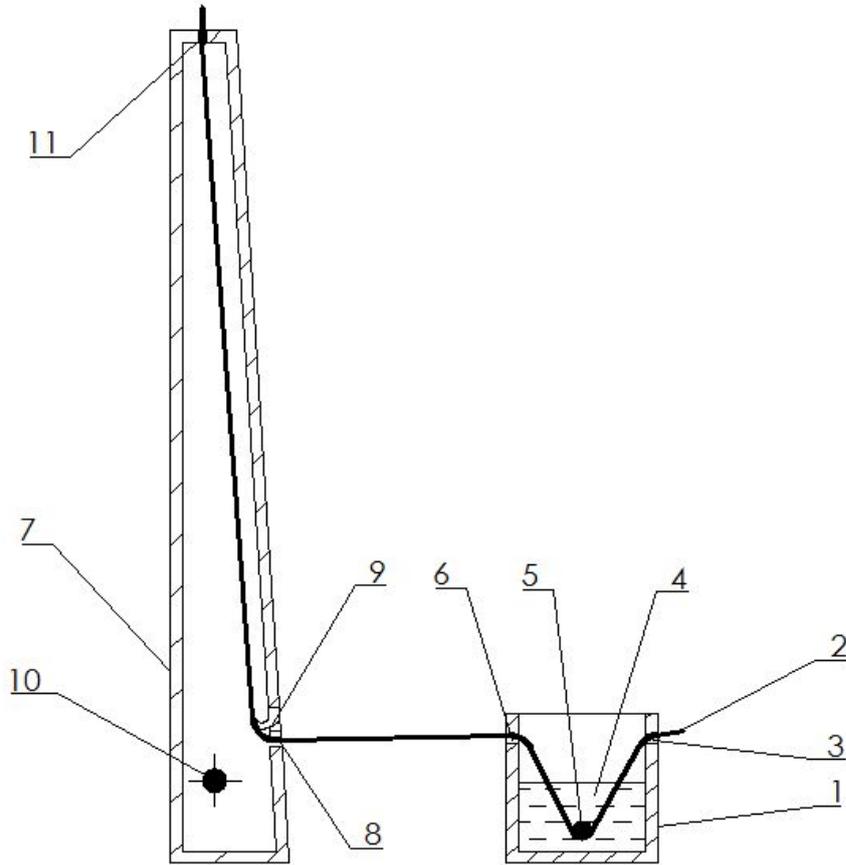


图 2.4 装置流程示意图

在纱架与大圆机之间设置轧液槽 1 和焙烘干燥箱 7，轧液槽 1 的对应壁面上分别设有均匀分布的纱线入口 3 和纱线出口 6，纱线入口 3 和纱线出口 6 分别在同一条平行的水平线上，轧液槽 1 内设置有导纱辊 5，导纱辊 5 上均匀分布凹口并与纱线入口 3 和纱线出口 6 一一对应，导纱辊 5 位于轧液槽 1 底面 3cm，导纱辊 5 平行于纱线入口 3 和纱线出口 6，轧液槽 1 内盛有没于导纱辊 5 的拒水剂溶液，焙烘干燥箱 7 与轧液槽 1 相对应的壁面设有均匀分布的纱线导入口 8，在纱线导入口 8 的上方设有导入板 9，导入板 9 呈弧面状，焙烘干燥箱 7 顶部设有均匀分布的纱线导出口 11，纱线导入口 8 与纱线导出口 11 相对应且轴线相互垂直，在焙烘干燥箱 7 内设置有红外发热管 10，红外发热管 10 位于纱线导入口 9 下方，并平行于纱线导入口 9，红外发热管 10 的中心与纱线导入口 8 中心的垂直距离为 7 cm，从纱筒上退绕下来的纱线 2 分别经轧液槽 1 上的纱线入口 3 沿导纱辊 5 的凹口从纱线出口 6 经焙烘干燥箱 7 上的纱线导入口 8 导入，经红外发热管

10 的作用再沿导入板 9 经纱线导出口 11 导出并分别绕在大圆机的储纱轮上。

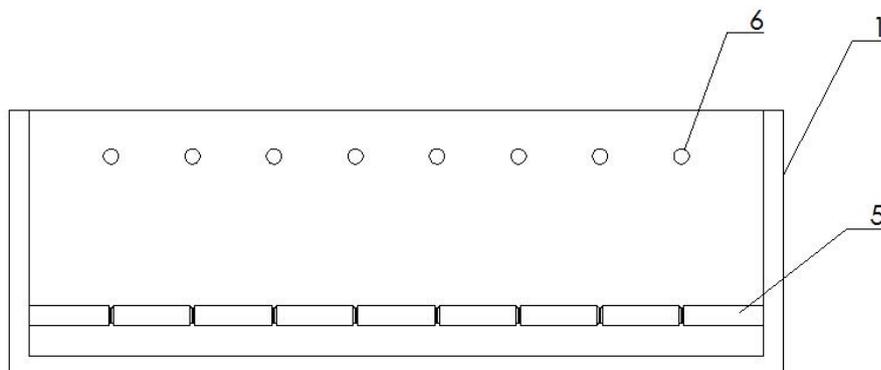


图 2.5 轧液槽结构示意图

图 2.5 中 6 为槽进出口，1 为轧液槽，5 为导纱辊。在最初制定的装置上做了以下调整和修饰，轧液槽制作的原材料从原来的有机玻璃板换为白铁皮；轧液槽底端的波浪形铁丝换为均匀分布有凹口的光滑玻璃导纱辊；在轧液槽出口下方安装一个拦截辊，上面包覆织物，对即将导出助剂添槽的纱线进行拦截；烘焙干燥箱的发热源红外发热管的功率从 500W 换为 1000W；轧液槽及烘焙干燥箱的进出口都安装陶瓷眼。

2.3.2 调整装置后的综合实验

为了验证最终制定的轧液槽及烘焙干燥箱的合理性，将其运用到实际生产中进行检验。纱线从纱架上退绕下来进入轧液槽上助剂，然后再导入烘焙干燥箱进行干燥，最后再与大圆机上的储纱轮链接起来，最终进行编织。如下图 2.7 是在实际生产中的应用图。

首先，轧液槽制作的原材料从原来的有机玻璃板换为白铁皮，其制作的轧液槽密封性好，解决之前由有机玻璃板制作的轧液槽存在渗漏的问题；轧液槽底端有均匀分布凹口的光滑玻璃棒能够保证纱线充分浸没于助剂溶液中，使纱线充分的润湿，并且玻璃棒在助剂溶液中不易腐蚀，稳定性好。

其次，轧液槽及烘焙干燥箱的进出口都安装陶瓷眼，无论纱线是干态或是湿态，在进出轧液槽及烘焙干燥箱时其受到的阻力较小，摩擦力就小，其纱线的张力就不会太大，从而避免断头的发生。

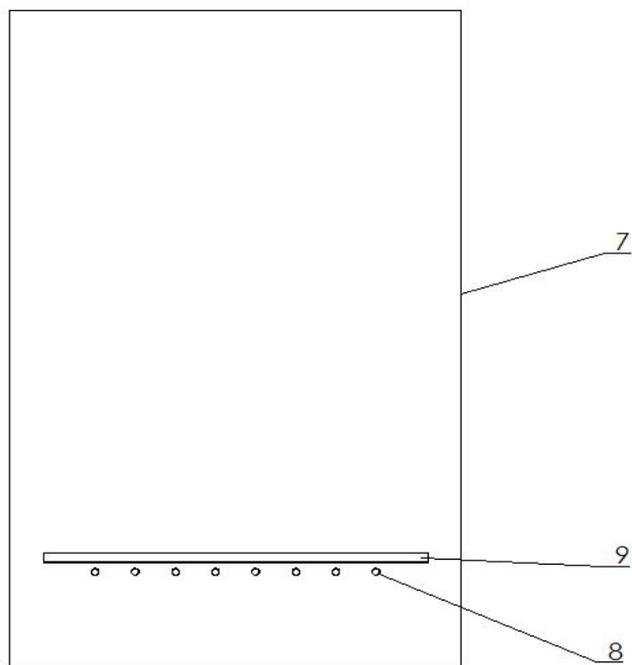


图 2.6 烘焙干燥箱正面结构示意图



图 2.7 实际生产中的应用图

最后，在轧液槽出口下方安装一个拦截辊，上面包覆织物，对即将导出轧液槽的纱线进行拦截，刮掉纱线表面的液滴，从而降低纱线的含水率；烘焙干燥箱的发热源红外发热管的功率从 500W 换为 1000W，提高烘焙干燥箱内的温度，也进一步的减少纱线的含水率，从而使纱线达到编织要求。如表 2.3 是纱线导出干燥箱后的含水率数据表，将装置调整前后纱线含水率绘画成曲线图。

表 2.3 纱线在不同助剂浓度下含水率的数据表：

品种 浓度 (g/L)	5	7	9	11	13	15
棉坯纱	46%	43%	39%	37%	32%	32.7%
莫坯纱	57%	60%	58%	53%	61%	62%
棉煮纱	51%	55%	52%	55%	56.7%	57%
莫煮纱	66%	63%	54.5%	53%	61.3%	62%

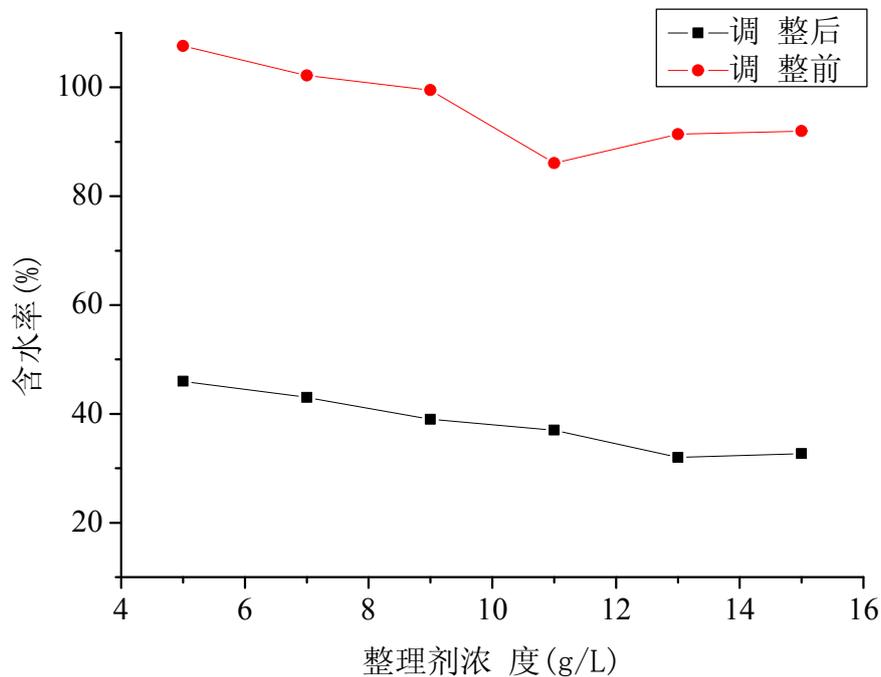


图 2.8 装置调整前后棉坯纱含水率随浓度的变化

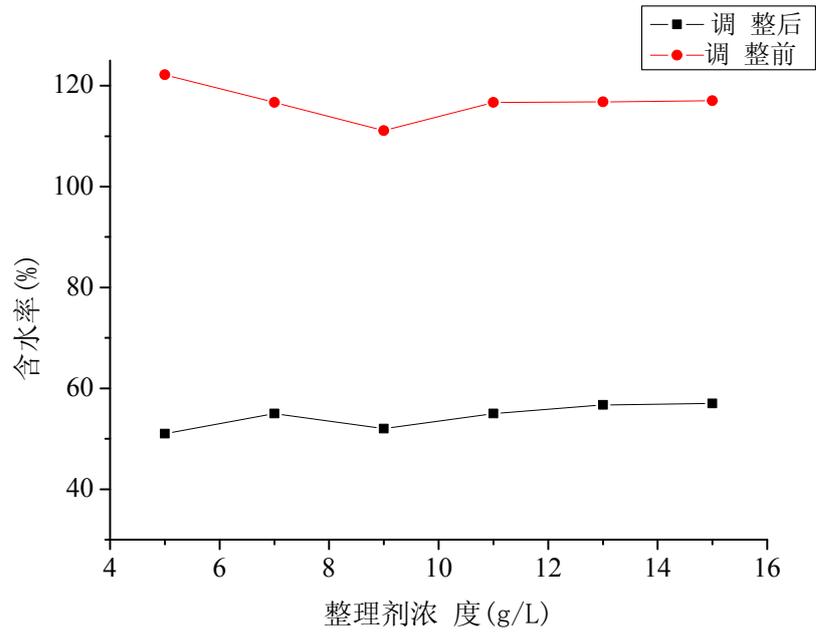


图 2.9 装置调整前后棉煮纱含水率随浓度的变化

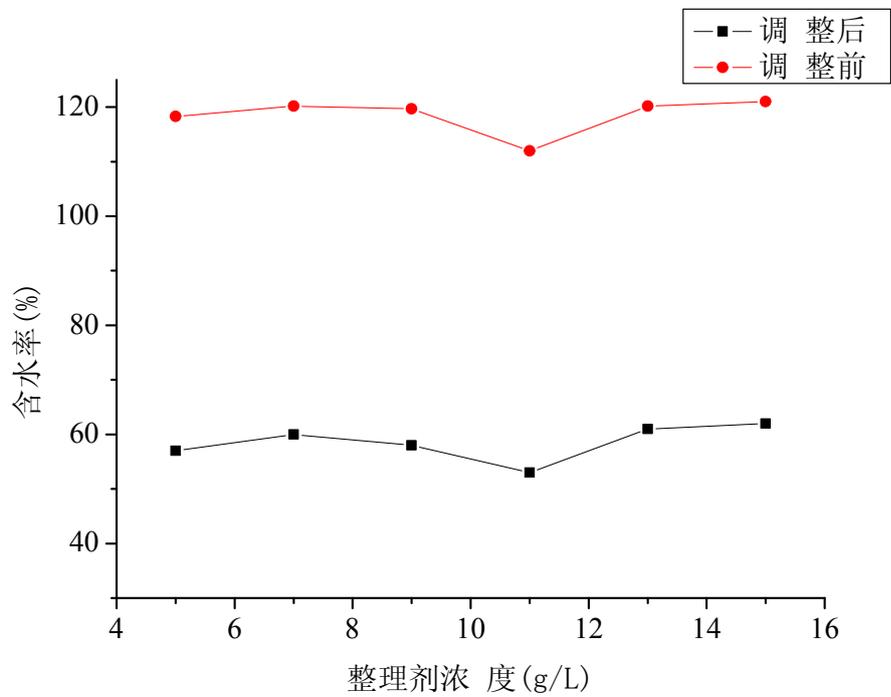


图 2.10 装置调整前后莫坏纱含水率随浓度的变化

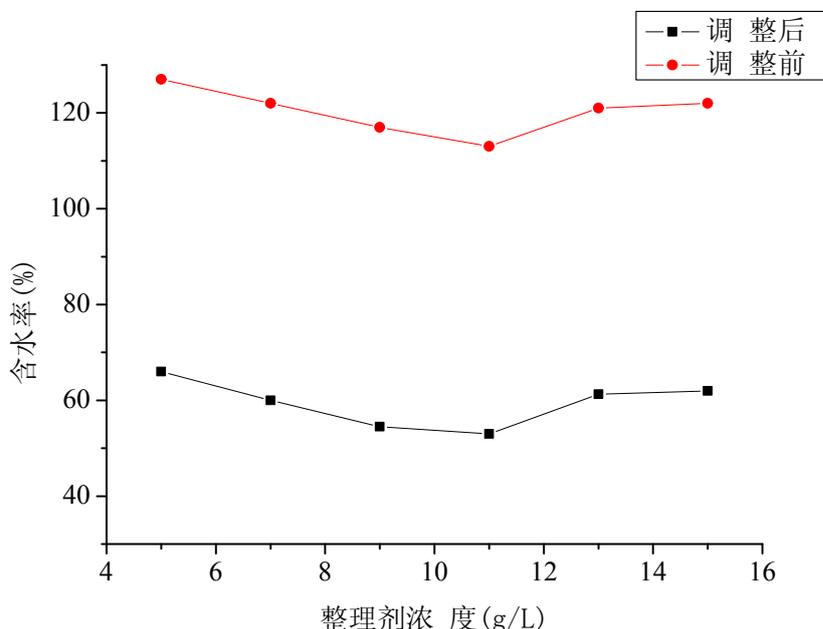


图 2.11 装置调整前后莫煮纱含水率随浓度的变化

从图 2.8 至 2.11 这四幅图种可以看出装置调整后,这四种纱线的含水率在对应整理剂浓度下是显著减少的,减少的量大约为 50%~60%,另外,由于在计算纱线含水率时未考虑溶液飞溅出去的情况及溶液的散失情况,因此计算得出含水率的数值偏大,故纱线含水率的真实数值比测得的数值要低。

2.4 本章小结

本章首先初步制作了轧液槽与烘焙干燥箱,然后对制作的轧液槽与烘焙干燥箱进行了综合实验分析,探讨了纱线线速度、干燥箱温度及助剂浓度对纱线含水率的影响,以及轧液槽与烘焙干燥箱的构造对纱线张力的影响,通过以上分析再进一步对轧液槽与烘焙干燥箱进行调整与修饰,最终制定出装置,最后对该装置进行验证分析,得出以下结论:

(1) 通过对初步制定的轧液槽与烘焙干燥箱进行合理性分析,进一步对该装置进行调整与修饰,最终制定了轧液槽与烘焙干燥箱。

(2) 通过对最终制定的轧液槽与烘焙干燥箱进行综合实验分析,纱线的含水率显著减少,其含水率达到编织的要求,编织时纱线张力适宜,断头次数显著减少,大圆机能够顺利完成编织。

3 纱线在线拒水改性及其性能研究

本课题分别用经过拒水剂整理和未经拒水剂整理的纯棉纱线以及经过同样处理的两种莫代尔纱线，通过交织方法制成亲疏水横列交替的单面织物，通过拒水剂处理的疏水纱线横列的拒水作用，能够扩大面料与空气的接触面积而达到加快干燥速度的目的。在此基础上将传统松式络筒的拒水剂整理工艺和在线拒水剂整理生产工艺进行了比较，探讨纱线在线拒水改性的最佳工艺，用特殊功能性助剂和创新方法改进目前吸湿快干面料的各种生产难点，简化纱线拒水改性过程，使吸湿快干针织面料的生产向低成本、高效率、环保节能方向发展。在开发吸湿快干面料的过程中，对纱线进行拒水改性这一环节比较关键，本章节着重探讨纱线在线拒水改性的最佳工艺。在探究纱线在线拒水改性的最佳工艺过程中，企业提供了棉坯纱、棉煮纱、莫代尔坯纱及莫代尔煮纱四种纱线用于开发吸湿快干面料。按常规，棉纱需要经过煮练后才能进行漂白和染色等后道加工。因为棉纤维中含有很多种天然杂质，如籽壳、脂肪、蜡质、果胶和色素等共生物，如果这些杂质未去除，将影响纱线洁白度和润湿性能的提高。而这些共生物及杂质基本集中于棉纤维初生细胞壁中，使其形成拒水表面，经过煮练而受到破坏后其润湿性能就获得了较大的提高。

本课题运用第 2 章所述的轧液槽与烘焙干燥箱对未煮练的棉纱、modal 纱和煮练过的棉纱、modal 纱进行在线拒水改性，然后再对纱线进行一些性能测试，比较在不同的助剂浓度下未改性与改性后纱线的拉伸性能、纱线毛羽的变化情况，再通过测试纱线接触角这一性能指标，综合以上性能指标来进一步探讨助剂浓度对纱线拒水改性后性能的影响，从而探索不同纱线的最佳助剂浓度。

3.1 纱线在线拒水改性

3.1.1 原材料及药品

原材料：棉坯纱、棉煮纱、莫代尔坯纱及莫代尔煮纱四种纱线，由广东冠星纺织贸易公司提供。四种纱线的线密度参数如下表：

表 3.1 线密度参数表

纱线种类	棉坯纱	棉煮纱	莫代尔坯纱	莫代尔煮纱
线密度 (tex)	18.5	18.0	18.3	18.6

药品：TG-410HN 整理剂，该整理剂均适用与天然纤维织物或合成纤维织物，使织物具有优异的拒水、拒油性能。

该整理剂为白色散乳液；PH 值：4.0/5.0；密度：1.03g/ml；粘度：<50cps；水溶性：室温条件下可任意比例互溶。其中密度与粘度是在 25℃时的数值。特点：拒水、拒油性能较好；可用水稀释；加工稳定性好，整理后织物手感柔软；小剂量能够使织物达到好的整理效果。

3.1.2 在线拒水改性

将第二章中所述的轧液槽与烘焙干燥箱这两个装置与大圆机和立式纱架合理的衔接起来，再将纱线合理摆放在纱架上，纱线经过轧液槽与烘焙干燥箱后完成拒水改性。如下图是纱线拒水改性的路线图：

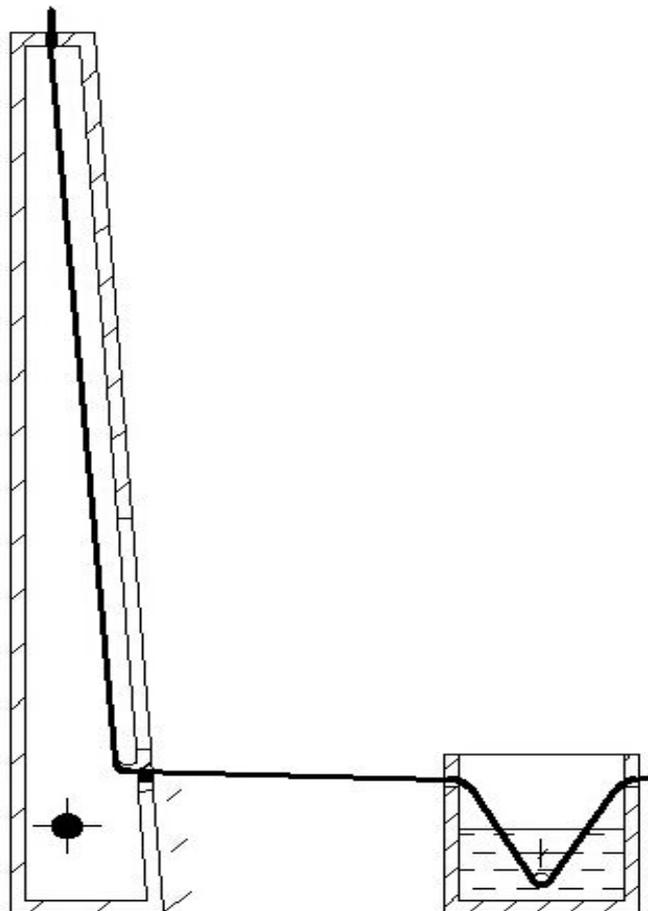


图 3.1 纱线在线拒水改性路线图

运用轧液槽与烘焙干燥箱这两个装置对棉坯纱、棉煮纱、莫代尔坯纱及莫代尔煮纱四种纱线进行拒水改性，影响拒水改性效果的因子有：纱线种类、整理剂浓度及纱线速度（纱线经过轧液槽的速度）等。在实际生产过程中，纱线的线速度就是大圆机的给纱速度，一般维持在正常机速 20r/min，如果降低纱线线速度，产量就有所下降，那么开发吸湿快干面料这一课题就没意义，因此将纱线线速度控制在正常的机速，纱线线速度一定，对四种不同纱线而言，只要通过改变整理剂浓度，然而对不同整理剂浓度下纱线改性效果的变化找出最佳的整理剂浓度。

3.2 纱线的性能测试

先将棉坯纱、棉煮纱、莫代尔坯纱及莫代尔煮纱这四种纱线在未进行拒水改性前进行拉伸性能、纱线毛羽及纱线接触角等测试，然后对拒水改性后的纱线进行这些性能测试。先分析纱线拒水改性后纱线的拉伸性能、纱线毛羽及纱线接触角等性能的变化，然后再分析在不同整理剂浓度下这些性能指标的变化情况，从而进一步探究出每种纱线的最佳整理剂浓度。

纱线性能测试所具备的条件：标准大气压、温度为 20℃、相对湿度为 65%±3。式样应该在标准状况下至少放置 24 小时，对单纱各项性能进行测试。

表 3.2 拒水剂处理后纱线性能测试项目

测试项目	纱线强力	纱线毛羽	纱线接触角
	YG(B)021DX	YG172A	JC2000C1
测试机型	自动单纱强力仪	光电检测仪	静滴接触角/界面张力测量仪

3.2.1 纱线拉伸性能

纱线的拉伸性能是纱线品质评定的指标之一，可依据 GB/T3916-1997《纺织品单根纱线断裂强力和断裂伸长率》的标准，对单根纱线进行拉伸断裂的实验，其有关的拉伸断裂指标如断裂强度、伸长率及断裂功等都会在测量仪器上显示出来。

试样条件：夹持长度设定在 500mm；拉伸速度设定为 500m/min；温度一般是 20℃左右；相对湿度为 65%，每种式样测 10 次，取其平均值。

3.2.2 纱线毛羽

纱线毛羽是评定纱线质量的指标之一。纱线毛羽直接影响加工效率和坯布外观性能，因为纱线毛羽使纱线相互产生纠缠，会影响织造时的开口，这会导致经纱的断头、

无梭织造的引纬未到头等造成布面疵点，从而降低生产效率和坯布的外观属性；又因为影响浆纱工艺、浆料选择、浆液渗透性及被覆性的设计。所以，纱线毛羽（有害毛羽）的数量直接影响着纱线质量的好坏^[51]。

用光电检测法对纱线进行毛羽测试，从纱管退绕下来的纱线经过引导进入高压电场，高压电场产生电场力使毛羽向两边伸直，毛羽数量会在 CCD 上显示出来^[52]。测试条件：式样的片段长度是 5m，测试速度为 30m/min，相对湿度为 65%左右，温度为 20℃左右，调湿的时间为 48h。

3.2.3 纱线接触角

接触角的测量方法有三种：测重法、测高法及量角法。实验中是采用量角法，首先将纱线卷绕在载片上，确保纱线间紧密的排列成一个平面，其面积要达到 2cm×2cm，并且要固定纱线的首末端，以防止纱线松脱，用作纱线接触角的测量。具体测试方法按照接触角测试实验步骤，测出纱线左右接触角，然后取其平均值。

3.3 纱线性能测试的结果与分析

对纱线在线拒水前后进行的拉伸性能、纱线毛羽及纱线接触角进行测试。

3.3.1 拉伸性能

先对棉坯纱、棉煮纱、莫代尔坯纱及莫代尔煮纱四种纱线进行拉伸性能的测试，然后再对纱线经不同整理剂浓度改性后进行拉伸性能测试，这四种纱线在线拒水前后的拉伸断裂性能的参数如下表 3.3 至 3.7 所示，

表 3.3 在线拒水改性前纱线的拉伸性能参数

指标参数	棉坯纱	棉煮纱	莫代尔坯纱	莫代尔煮纱
断裂强力(cN)	295.3	227.6	223.6	273.6
伸长(mm)	35.7	27.5	23.6	41.9
伸长率(%)	7.14	5.50	4.72	8.38
断裂时间(s)	9.89	3.34	2.92	5.08
断裂功(N·m)	0.058	0.032	0.027	0.056
断裂强度(cN/dtex)	1.595	1.264	1.221	1.470

表 3.4 棉坯纱的拉伸性能参数

浓度(g/L) \ 指标参数	断裂强力 (cN)	伸长 (mm)	伸长率 (%)	断裂时间 (s)	断裂功 (N·m)	断裂强度 (cN/dtex)
5	274.4	20.1	4.02	2.49	0.030	1.549
7	259.9	18.2	3.64	2.20	0.026	1.465
9	281.4	21.2	4.24	2.62	0.036	1.683
11	265.5	22.3	4.46	2.39	0.033	1.516
13	262.3	19.6	3.92	2.33	0.034	1.554

表 3.5 莫代尔坯纱的拉伸性能参数

浓度(g/L) \ 指标参数	断裂强力 (cN)	伸长 (mm)	伸长率 (%)	断裂时间 (s)	断裂功 (N·m)	断裂强度 (cN/dtex)
5	233.9	13.4	2.68	1.68	0.016	1.328
7	226.0	14.6	2.92	1.94	0.017	1.226
9	234.5	13.7	3.74	2.77	0.018	1.365
11	220.7	13.5	2.70	2.16	0.022	1.423
13	218.5	12.6	2.52	2.10	0.019	1.241

表 3.6 棉煮纱的拉伸性能参数

浓度(g/L) \ 指标参数	断裂强力 (cN)	伸长 (mm)	伸长率 (%)	断裂时间 (s)	断裂功 (N·m)	断裂强度 (cN/dtex)
5	189.95	16.1	3.22	2.00	0.015	1.076
7	206.8	16.8	3.36	2.18	0.020	1.303
9	186.8	15.9	3.18	1.93	0.018	1.098
11	177.2	15.1	3.02	1.81	0.017	1.100
13	173.8	15.6	3.12	1.91	0.019	1.089

表 3.7 莫代尔煮纱的拉伸性能参数

浓 度(g/L)	指标参数					
	断裂强力 (cN)	伸长 (mm)	伸长率 (%)	断裂时间 (s)	断裂功 (N·m)	断裂强度 (cN/dtex)
5	278.4	22.3	4.46	2.31	0.034	1.545
7	268.3	25.1	5.02	3.25	0.032	1.531
9	260.5	27.2	5.44	3.15	0.030	1.474
11	263.4	26.2	5.24	3.19	0.033	1.504
13	259.3	25.8	5.16	3.08	0.029	1.450

棉坯纱、棉煮纱、莫代尔坯纱及莫代尔煮纱经不同浓度的拒水剂处理后每种纱线测得 10 组拉伸断裂强力数据，取其平均数值，这四种纱线的拉伸断裂强力对比如下图所示：

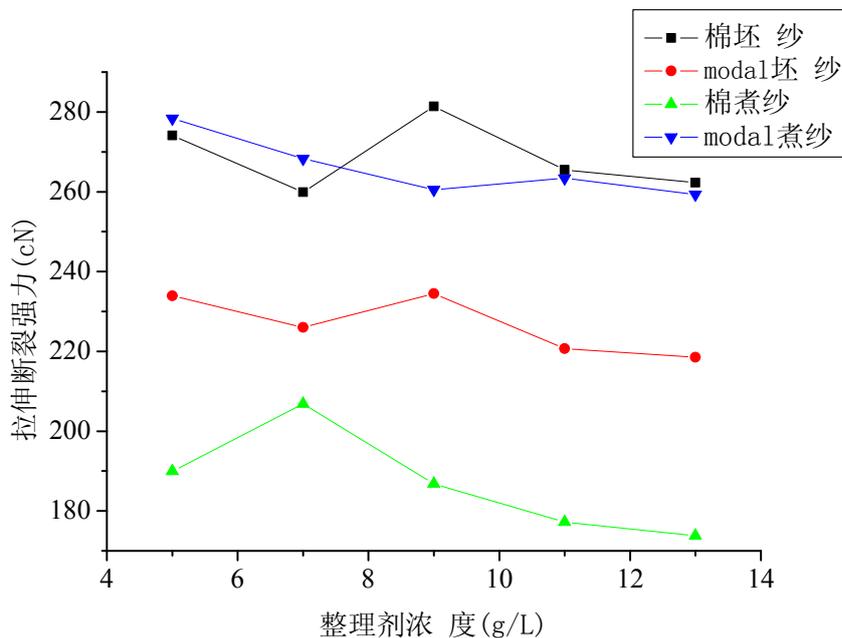


图 3.2 四种纱线的拉伸断裂强力对比图

上图中分别表示了棉坯纱、modal 坯纱、棉煮纱、modal 煮纱拉伸断裂强力随助剂浓度变化的曲线图。由上图可知，棉坯纱的断裂强力比棉煮纱的断裂强力大，modal 坯

纱的断裂强力比 modal 煮纱的断裂强力大，这是因为坯纱表面有层蜡，对纱线有一定的覆和作用，故坯纱断裂强力大些；从图中四条曲线走向看，除 modal 煮纱外，其它三种纱线在浓度为 9 g/L 时都出现一个断裂强力最高点，这是因为拒水剂液对棉纱拒水改性过程带来的纱线性质的改变类似于浆纱这一过程，使棉纱的强力得到提升，但随着整理剂浓度的增加，纱线的断裂强力慢慢降低，因为纱线中的纤维对整理剂的吸收逐渐达到饱和且浓度的增加助剂中的某些成分使纤维性质发生改变从而降低了其强力；modal 煮纱断裂强力随着整理剂浓度的增加而逐渐降低，最后趋于稳定。

总的来说，这四种纱线经在线拒水改性后，其断裂强力有一定的降低，并最终处于稳定状态，纱线的断裂强力数值对织物的编织没有实质性影响。

实验中分析拒水剂浓度与改性后纱线拉伸断裂强力的关系，从纱线基本性能的改变进一步探索最佳的拒水剂浓度使纱线的拒水效果最好。

3.3.2 纱线毛羽

运用 YG172A 型纱线毛羽测试对棉坯纱、棉煮纱、莫代尔坯纱及莫代尔煮纱四种纱线进行纱线毛羽测试，然后再对纱线经不同整理剂浓度改性后进行改性后进行纱线毛羽测试，记录数据并进行处理整合，绘画出 1mm、2mm 及 3mm 以上毛羽数量与整理剂浓度的变化曲线图，图 3.3 为 1mm 毛羽数量变化曲线，图 3.4 为 2mm 毛羽数量变化曲线，图 3.5 为 3mm 以上毛羽数量变化曲线。

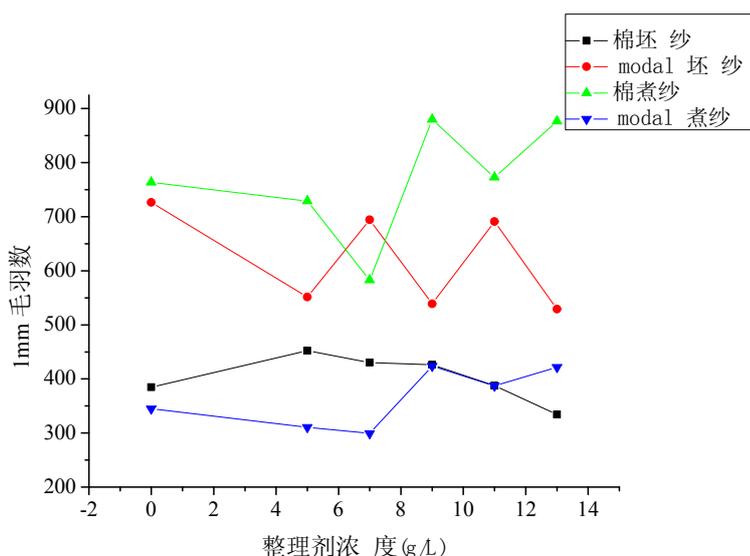


图 3.3 纱线 1mm 内毛羽数随拒水剂浓度的变化

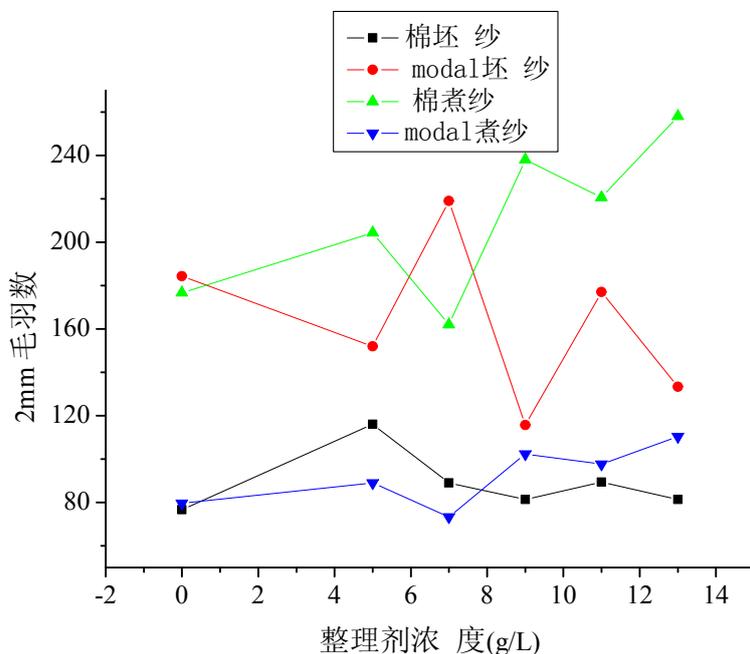


图 3.4 纱线 2mm 内毛羽数随拒水剂浓度的变化

纱线在线拒水改性时，纱线毛羽的影响因素有整理剂浓度及纱线与装置的磨擦，主要是轧液槽进出口、轧辊、烘焙干燥箱进出口及弧状面，摩擦会产生毛羽，而整理剂浓度的变化是否会产生毛羽，需作进一步的分析。

从图 3.3 及图 3.4 中可以看出，1~2 mm 内毛羽数随整理剂浓度变化的曲线趋势相近，棉坯纱经过拒水剂改性后其毛羽数先增多然后随整理剂浓度的增加逐渐减少到最小值。莫代尔坯纱的毛羽数随整理剂浓度的变化而变化，总体来说其毛羽数量是减少了。棉煮纱本身毛羽数较大，但随整理剂浓度的增加毛羽减少，当浓度增加到为一定值时毛羽数开始增加，总体呈上升趋势。而莫代尔纱经过煮练后，由图可知，其毛羽数量反而减少了，且变化趋势也是先降低再升高，当整理剂浓度增到一定时毛羽数量趋于稳定，总体也是毛羽增加。

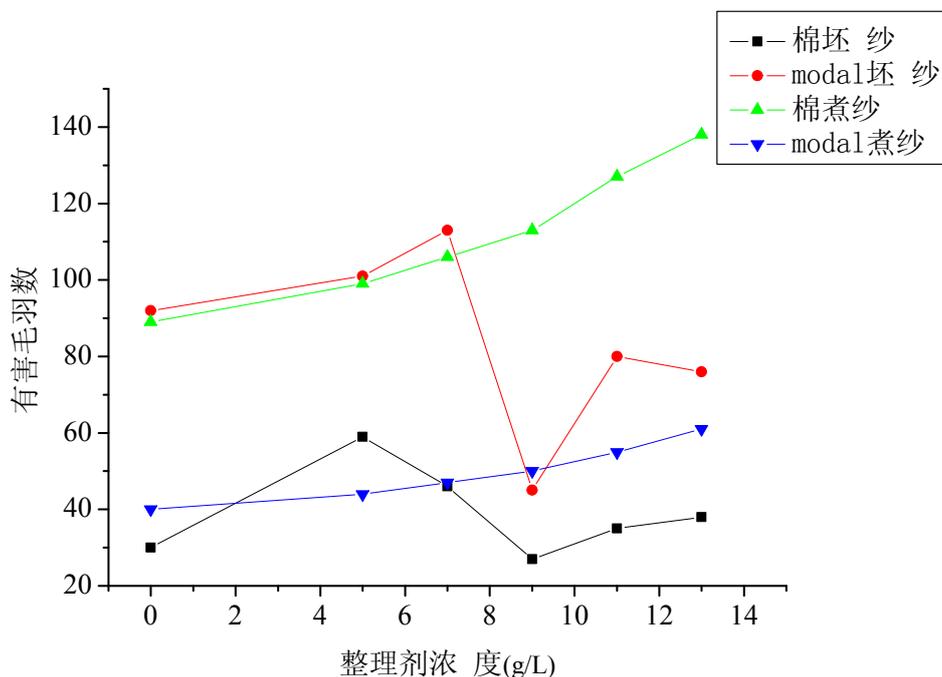


图 3.5 纱线 3mm 内毛羽数随拒水剂浓度的变化

图 3.5 是 3mm 以上毛羽数量变化曲线，由图 3.5 可知，莫代尔坯纱和煮纱的有害毛羽数量随整理剂浓度的升高而增加，而棉坯纱和棉煮纱的有害毛羽数量则随整理剂浓度的升高先增加后减少，然后再增加，即在 9g/L，时存在拐点，此时有害毛羽数值最少。

3.4.3 纱线接触角

先对棉坯纱、棉煮纱、莫代尔坯纱及莫代尔煮纱四种纱线进行接触角测试，然后再对这四种纱线经不同浓度整理剂处理后进行接触角测试，接触角测试结果如下表 3.8 及 3.9 所示，并将绘画出接触角随整理剂变化的曲线图，如图 3.5 所示：

表 3.8 改性前纱线接触角参数

角度°	棉坯纱	棉煮纱	莫代尔坯纱	莫代尔煮纱
左	98.6	54.6	94.2	48.3
右	99.2	56.0	95.4	49.2
接触角	98.9	55.3	94.8	48.75

表 3.9 改性后纱线接触角参数

浓度 (g/L)		纱线品种 角度°				
		5	7	9	11	13
棉坯纱	左	115	120.5	123.9	121.8	117.5
	右	118.6	119.1	120.3	123.1	117.8
	接触角	116.8	119.8	122.1	122.45	117.65
莫坯纱	左	118.4	123.7	125.1	122.5	107.4
	右	116.6	121	123.7	118.9	114.8
	接触角	117.5	122.35	124.4	120.7	111.1
棉煮纱	左	119.7	121	126.9	114.4	112.6
	右	125.5	126	135	116.6	116.6
	接触角	122.6	123.5	130.95	115.5	114.6
莫煮纱	左	116.2	120.3	123.1	122.6	111.3
	右	113.7	118.6	119.8	118	109.5
	接触角	114.95	119.45	121.45	120.3	110.4

由表 3.9 及下图 3.6 可知, 通过不同浓度拒水剂处理后纱线接触角的变化反映了较低浓度的拒水剂对实验中四种纱线的拒水性能的改变影响不大, 因为纱线经过低浓度的整理剂改性其纱线含水率会很小, 整理剂溶液对纱线的粘附效果不佳, 而随着整理剂浓度逐渐增大, 拒水剂渗透和粘附于纱线的量增多, 拒水效果开始变得明显, 拒水性能增强也能够通过测量纱线的接触角逐渐增大间接反映出来。

图中四种纱线的接触角随着整理剂浓度的升高而变大, 当到达一定浓度时其接触角开始变小, 最后趋于平缓, 四种纱线均存在拐点, 即接触角最高点, 此时拒水效果最佳, 棉煮纱、modal 煮纱和 modal 坯纱为 9g/L, 棉坯纱为 11g/L。

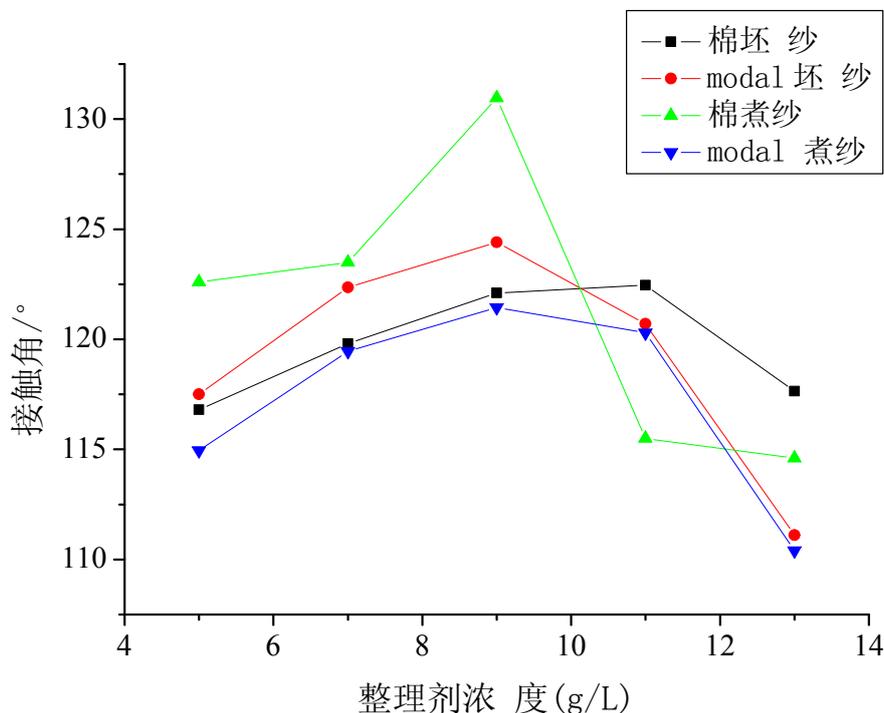


图 3.6 纱线接触角变化曲线图

3.5 综合性能分析

从纱线接触角的结果可以看出，棉煮纱、modal 煮纱和 modal 坯纱的整理剂浓度为 9g/L，棉坯纱整理剂浓度为 11g/L 时，纱线的拒水效果最佳，可以初步设想整理剂浓度在 9~11g/L 范围内时，纱线的拒水改性效果最佳。

在这一范围内，对应的纱线毛羽测试结果是棉坯纱及 modal 坯纱的拐点都是 9g/L，此时有害毛羽数最低，棉煮纱及 modal 煮纱的有害毛羽数呈上升趋势，而这两种纱线的有害毛羽数是随整理剂浓度的增加而增加，但增量幅度不大，故可以选择整理剂浓度为 9g/L。另外，整理剂浓度在 9~11g/L 范围内时，棉坯纱和 modal 坯纱的断裂强力出现了最高点，而这四种纱线的断裂强力总体上是呈下降趋势，且最终趋于稳定状态，纱线的断裂强力没有影响面料的正常编织，故也可以选择整理剂浓度为 9g/L。

结合纱线的拉伸性能、纱线毛羽及拒水性能得出纱线的最佳整理剂浓度：棉坯纱整理剂浓度为 11 g/L，棉煮纱、modal 煮纱和 modal 坯纱的整理剂浓度为 9g/L。

3.6 本章小结

本章采用轧液槽与烘焙干燥箱这两个装置对棉坯纱、棉煮纱、莫代尔坯纱及莫代尔煮纱四种纱线进行拒水改性，对这四种纱线进行了拉伸性能、纱线毛羽及纱线接触角的测试与分析，结果如下：

(1) 在整理剂浓度为 9g/L，棉坯纱和 modal 坯纱的断裂强力出现了最高点，而这四种纱线的断裂强力总体上是呈下降趋势，且最终趋于稳定状态，纱线的断裂强力对面料的正常编织没有实质性影响。

(2) 棉坯纱及 modal 坯纱的拐点都是 9g/L，此时有害毛羽数最低，棉煮纱及 modal 煮纱的有害毛羽数呈上升趋势，而这两种纱线的有害毛羽数是随整理剂浓度的增加而增加，但增量幅度不大。

(3) 棉坯纱整理剂浓度为 11 g/L，棉煮纱、modal 煮纱和 modal 坯纱的整理剂浓度为 9g/L，纱线的拒水改性效果最佳。

4 吸湿快干针织面料的开发及性能研究

采用第3章经整理剂处理后的棉坯纱、棉煮纱、莫代尔坯纱及莫代尔煮纱四种纱线开发吸湿快干针织面料，然后测试面料的吸湿快干性能，将这种用在线生产的方法开发的吸湿快干针织面料与传统方法生产的吸湿快干针织面料的性能进行对比，使开发的吸湿快干针织面料的性能能够达到传统方法生产的吸湿快干针织面料的性能。

4.1 吸湿快干针织面料的设计

4.1.1 纬平针织面料的设计

(1) 设备参数

机型：凹凸 WS/3.0F-B 型圆机

筒径：762mm

机号：24 针/25.4mm

路数：90F

机速：20r/min

(2) 纱线原料

分别采用 18.5tex 棉坯纱、18.0tex 棉煮纱、18.3tex 莫代尔坯纱及 18.6 tex 莫代尔煮纱这四种纱线进行编织。

(3) 编织图

纬平针织面料的编织图如图 4-1 所示。

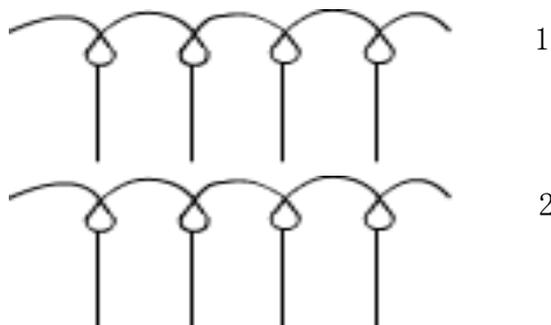


图 4.1 纬平针织面料编织图

图 4.1 中 1 路喂入未经整理剂处理的纱线，2 路喂入经整理剂处理的纱线。

(4) 纱线配置

一路喂入未经整理剂处理的纱线，另外一路喂入经整理剂处理的纱线，这两路纱线是一隔一排列，但属于同一种纱线。

(5) 调试时需要注意的事项

由于在编织的过程中，有一半路数的纱线要经过第二章中所制作的轧液槽与烘焙干燥箱这两个装置，两个装置的作用是对纱线进行在线拒水改性，以致在大圆机编织前纱线可能并没有完全处于干态，那么在编织时要注意以下几点：

- a. 由于有些纱线可能并未处于完全的干态，所有纱线间的张力可能不均匀，所以进纱的张力要控制适当，过小会导致漏针，过大会造成破洞。
- b. 车间环境需要保持一定的温湿度，不能够有波动，防止编制过程中因纱线相互纠缠而造成织疵。
- c. 织物的密度不适宜过密，过密会在编织过程中因为弯纱张力过大而出现破洞等疵点。
- d. 如果纱线断头了，注意接头要小，过大会因不能够顺利通过导纱器而造成破洞或停机。
- e. 牵拉卷曲张力要适宜，确保面料能够顺利的进行编织。

(6) 纬平针织面料的实物图

棉坯纱、棉煮纱、莫代尔坯纱及莫代尔煮纱四种纱线编织的纬平针织面料实物图如图 4.2 所示：



(a) 棉坯纱平纹布

(b) 棉煮纱平纹布



(c) 莫代尔坯纱平纹布

(c) 莫代尔煮纱平纹布

图 4.2 四种纬平针织面料实物图

这四种纱线编织的面料都是用同种染料进行染色的，由于不是同时对四种面料进行染色，二是一种一种的进行染色，虽然染色工艺相同，但还是在不同种面料间产生了色差，如上图所示棉煮纱编织的平纹布其颜色比其它三种纱线编织的平纹布的颜色略深。

下图是用精棉纱编织的纬平针织物，用传统方法对纱线进行处理的，将其称为 A 面料，以便与其它四种面料进行对比，其实物图如 4.3 所示：

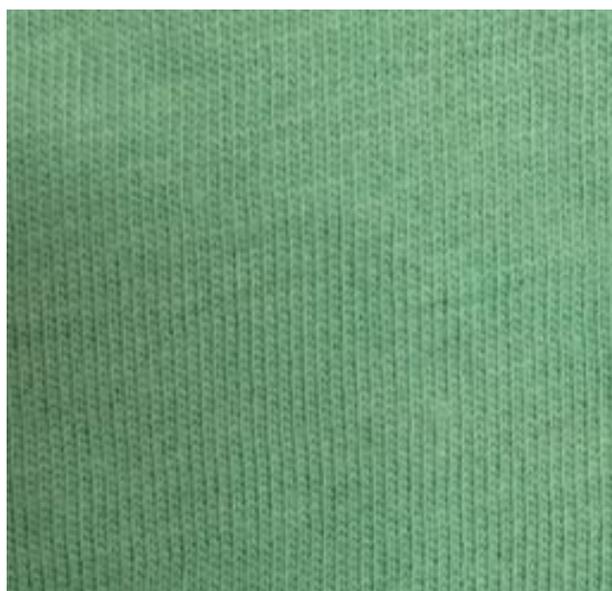


图 4.3 A 面料实物图

4.2 吸湿快干针织面料的染整工艺

4.2.1 工艺流程

四种面料所用的纱线有棉纱和莫代尔纱线，由于有一半的纱线经过了整理剂的处理，那么在煮练、染色前要进行定坯，在一定的温度下能够使整理剂与纤维发生交联作用，使其具有防水的效果。棉纤维中含有杂质及伴生物，莫代尔纤维中也存在一定的杂质，故需要对编织的棉毛坯布及莫代尔毛坯布进行煮练漂白，工艺流程为：

定坯→煮练→漂白→染色→亲水软油整理→脱水→烘干→定形

4.2.2 前处理

前处理也叫练漂。针织物在染整加工前要进行前处理，目的就是除杂。前处理不仅可以满足后整理工序的一些的要求，而且还能够改善织物的服用性能，还有一些前处理如丝光处理能够改善纤维的染色性能。

对于这四种面料，前处理工艺是：先将这四种面料的毛坯布用定型机进行定坯，温度为 $170^{\circ}\text{C}\sim 180^{\circ}\text{C}$ ，时间是 $3\sim 5\text{min}$ ；然后用弱碱进行煮练，温度为 90°C 左右，时间 $90\text{min}\sim 180\text{min}$ ，再用双氧水进行漂白，温度 $95^{\circ}\text{C}\sim 98^{\circ}\text{C}$ ，时间是 $30\sim 40\text{min}$ 。

4.2.3 染色工艺

莫代尔纤维属于再生纤维素纤维，棉纤维也属于纤维素纤维，故染料上染机理是相同的。由于硫化染料的色谱不够全面，并且上染的效果不好；还原染料其染色的工艺比较复杂，且对纤维有损伤，故不适宜用这两种染料。本实验采用了活性红 B-3BF，该染料含有双活性基，是以 Megafix Red B-3BF 为标准染料，其色光、强度等主要指标均与标准品接近，具有溶解度高、各项色牢度好的特点，固色率高、易洗涤，应用方便，适用于棉织物的染色。

采用活性红 B-3BF 染色，并且选用一浴二步法进行染色，先在中性浴的条件下染色，上染接近平衡的时候，再加入纯碱进行固色。因加纯碱的原因而破坏了原有上染的平衡，从而使染料进一步的上染到织物上，可提高上染率，这种一浴二步法染色其染料利用率高，比较容易控制色光，能够提高染色的质量，适用于棉针织物活性染料浸染最常用的方法。

染色的配方：染料百分比为3%，纯碱浓度 15g/L ，氯化钠浓度 40g/L ，染色温度为 60°C ，染色时间为 90min ，浴比为1：20。

皂洗的工艺：皂洗粉的浓度为 2g/L ，浴比为1：20，皂洗的时间为 15min ，皂洗的温度为 95°C 。具体的染色工艺流程见图4.4。

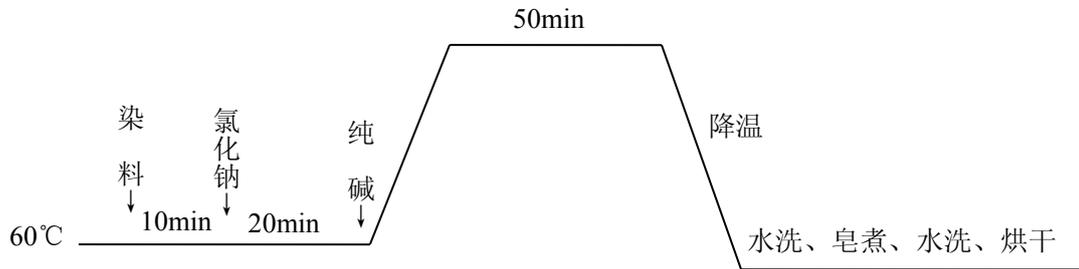


图4.4 染色工艺曲线

从图4.2及4.3可以看出，虽然面料编织所用的纱线一半是未经过助剂处理的纱线，一半是经过助剂处理的纱线，但是其编织的面料染色效果没有差异，表明对纱线进行上助剂处理对染色没有影响。

4.2.4 后整理

由于棉纤维与莫代尔纤维都属于纤维素纤维，因而存在缩水的问题，故其尺寸稳定性较差，以致影响了针织面料的服用性能，为了使针织物的尺寸和形态稳定，可以对其进行热定型处理。改善针织物的触感，可以采用亲水软油整理来改善织物的手感。对于用棉坯纱、棉煮纱、莫代尔坯纱及莫代尔煮纱这四种纱线编织的纬平针织物其后整理工序为：亲水软油整理→烘干→定型→过缩水机。

4.3 吸湿快干针织面料的性能测试

对于用在线方法开发的吸湿快干针织面料及用传统方法开发的吸湿快干针织面料其测试的条件应该参照 CNS5611 纺织实验温湿度的标准状态：温度为 $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度为 $65\% \pm 3\%$ 。其织物的试样在测试前应在标准条件下放置 24h 以上。

测试时所需要的实验仪器如下表 4.1。

4.3.1 拉伸性能

织物的拉伸性能是织物基本力学性能之一，织物的拉伸断裂测试是对织物试条经（纵）向及纬（横）向进行强力测试，并且测试仪器上还会显示伸长率、断裂强度、断裂功等参数。

式样尺寸大小为 $50\text{mm} \times 150\text{mm}$ ；式样夹持长度为 100mm ；拉伸速度设置 $100\text{mm}/\text{min}$ ；每种面料的经纬（纵横）向的试样至少 5 块。

表 4.1 实验仪器

实验仪器	型号
真空干燥箱	ZK-82A 型
电子织物强力仪	YG(B)026D-250 型
数字式织物厚度仪	YG141L
织物密度镜	-----
电子天平	-----
织物耐磨仪	Y522 型
织物毛细效应测试仪	YG(B)871 型

4.3.2 耐磨性能

用圆盘转数（首次出现破洞）或磨损率来评价织物的耐磨性能，做耐磨性测试实验所需的式样其直径是 125 mm，并且不能有疵点和折痕，式样的位置距布边至少在 10 cm 以上，准备 5~10 块式样，磨料为炭化砂轮（细 A—280）。

4.3.3 芯吸高度

织物芯吸高度测试也可称为毛细效应测试，它可以表现织物的吸水能力及水分扩散能力。毛细效应测试可依据纺织行业标准的测试方法进行测试，每块织物的经向及纬向（横纵向）各测试 3 次，测试结果取平均值，然后依据 GB8170 标准修正数据，保留小数点后 2 位。试样尺寸大约 25cm*3cm，每隔 5min 记录试样的芯吸高度，直至 30min 为止。记录实验数据并进行处理，绘制出时间-横纵向芯吸高度的曲线图。

4.3.4 润湿性能

润湿性可以体现织物吸收水分的能力，一般用吸湿扩散时间或吸湿速率来表征，也可用扩散面积来表征。吸湿扩散时间是指水滴接触到试样表面到水滴完全被吸入的润湿的时间。扩散面积是指水滴接触到试样表面到水滴完全被吸入而扩散的面积大小。本实验是用吸湿扩散时间进行表征的。

4.3.5 快干性能

织物的快干性是通过测试织物的干燥速率来表征织物的快干性，可依据 Adidas-Solomon 6.04 对干燥时间的测量方法进行测量。在 1 cm² 面料上滴入约 0.2g 的水，用电子天平测量重量，以秒表来计时，每 5 分钟为一个时间间隔进行记录含水织物

的重量,用织物的含水率来评价织物的快干性,含水率是织物湿重与干重的差值占干重的百分比,当织物中含水率低于10%时停止计时。

4.4 吸湿快干针织面料的性能测试结果与讨论

4.4.1 面料物理参数

以下是棉坯纱、棉煮纱、莫代尔坯纱及莫代尔煮纱四种纱线用在线方法开发的吸湿快干针织面料及用传统方法开发的吸湿快干针织面料的物理参数,传统方法开发的吸湿快干针织面料记为A面料,如下表4.2所示:

表 4.2 面料的物理参数

指标参数	棉坯纱	棉煮纱	莫代尔坯纱	莫代尔煮纱	A 面料
纵密/[纵行·(5cm) ⁻¹]	85	86	81	196	100
横密/[横列·(5cm) ⁻¹]	67	70	65	60	79
厚度/mm	0.717	0.556	0.583	0.563	0.560
干重/(g·m ⁻²)	143.1	130.4	126.1	124.4	146.5

4.4.2 面料的耐久性能

以下是五种面料的耐久性能参数,如下表4-3所示:

表 4.3 面料的耐久性能参数

指标参数	棉坯纱	棉煮纱	莫代尔坯纱	莫代尔煮纱	A 面料
纵向断裂强力/N	120	106	124	148	189
横向断裂强力/N	121	122	81	116	153
纵向断裂伸长率/%	50.1	73.8	63.5	64.9	62.4
横向断裂伸长率/%	93	96.5	106.8	157	145
耐磨性/r	113	103	100	157	142
磨损率/%	0.71	0.83	0.81	0.85	0.83

从表4.3可以看出,与用传统方法开发的吸湿快干针织面料相比,运用在线方法开发的吸湿快干针织面料的拉伸性能要弱一点;耐磨性上,除了莫代尔煮纱开发的面料其耐磨性差一点外,其它三种面料都比传统方法开发的面料要好。总体来说拉伸性能与耐

磨性相差不大,说明用在线方法代替传统方法开发吸湿快干针织面料的耐久性能变化不大,故对织物的服用性能没有实质性影响。

4.4.3 芯吸性能

五种吸湿快干针织面料 30min 的芯吸高度测试结果见表 4.4,将这几种面料的芯吸高度制作成与时间的曲线图,见图 4.5 至 4.8。

表 4.4 面料 30min 芯吸高度

面料品种	棉坯纱	棉煮纱	莫代尔坯纱	莫代尔煮纱	A 面料
纵向/cm	70	68	75	79	74
横向/cm	87	88	93	91	92

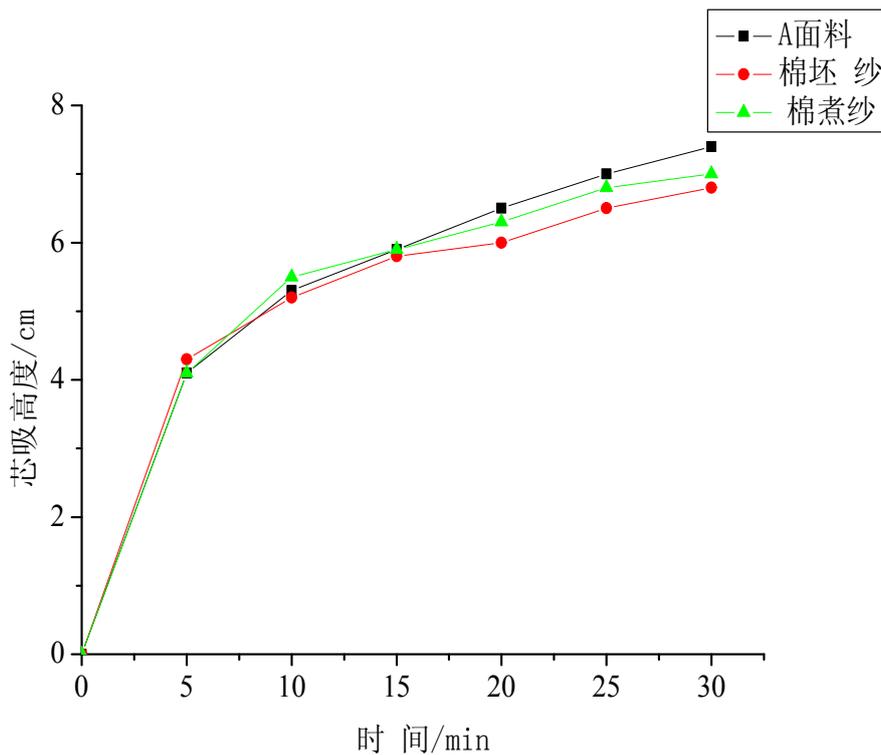


图 4.5 棉纱面料与 A 面料的纵向芯吸曲线

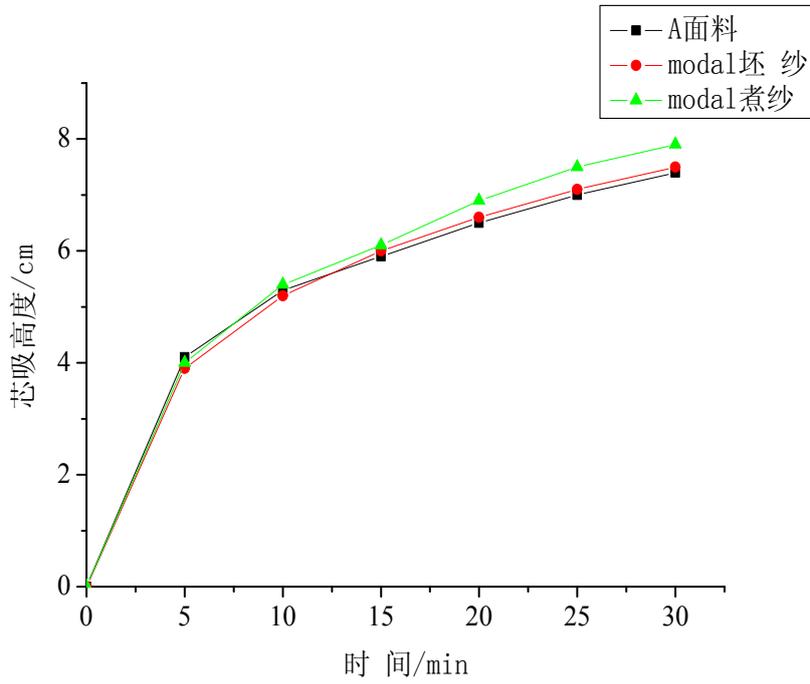


图 4.6 modal 面料与 A 面料的纵向芯吸曲线

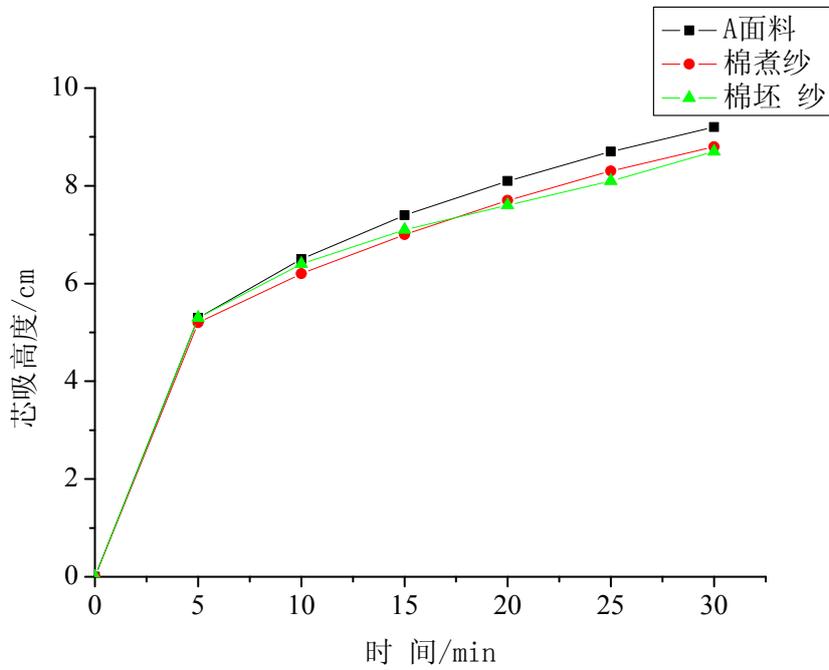


图 4.7 棉纱面料与 A 面料的横向芯吸曲线

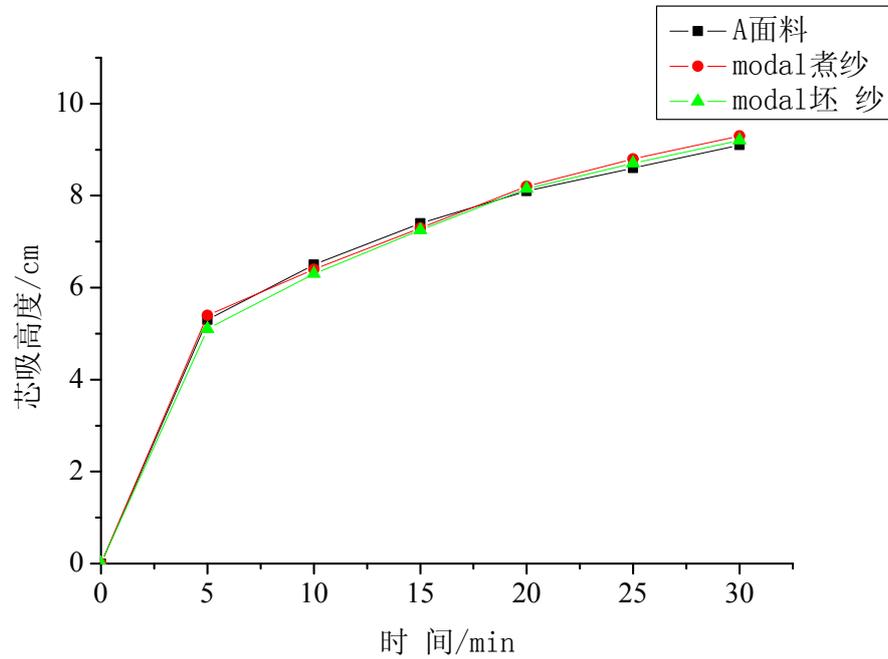


图 4.8 modal 面料与 A 面料的横向芯吸曲线

从图中可以明显看出横向的芯吸高度明显高于纵向的芯吸高度，并且横向的芯吸高度较低，因为被测试的面料为纬编织物，纬编织物是纱线沿纬向（横向）依次顺序的弯曲成圈并相互穿套而形成，又因为被开发的吸湿快干针织面料是纬平针织物，未处理纱线与处理纱线是一隔一编织，纱线与纱线间是拒水与未拒水相间排列，故其横向的芯吸高度高于纵向的芯吸高度。另外，棉纱开发的面料横向芯吸高度接近 9 cm，modal 开发的面料横向芯吸高度达到 9 cm 以上，纵向上，棉纱开发的面料接近 7 cm，modal 开发的面料接近 7.5 cm，与用传统方法开发的吸湿快干针织面料相比，织物横纵向的芯吸高度略低，故用在线方法开发的吸湿快干针织面料的芯吸性能与用传统方法开发的吸湿快干针织面料的芯吸性能效果相当。

4.4.4 润湿性能

以下是五种面料滴水试验图，并将这五种面料的吸湿扩散时间做成柱状图，如图 4.9 (a 至 e) 及 4.10 所示：



(a) 棉煮纱滴水试验图



(b) 棉坯纱滴水试验图



(c) 莫代尔坯纱滴水试验图



(d) 莫代尔煮纱滴水试验图



(e) 对比面料滴水试验图

图 4.9 五种面料滴水试验图

从图 4.9 (a 至 e) 可以看出面料上经过拒水纱线与未拒水纱线相间排列, 其中经过在线拒水改性的纱线未吸水, 水分被为处理的纱线吸收。

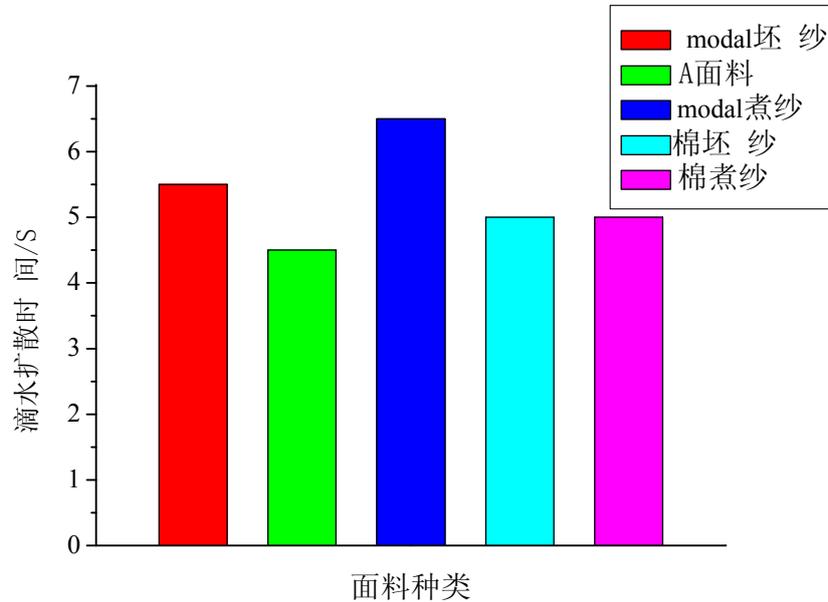


图 4.10 五种面料的吸湿扩散时间的柱状图

依据 GB/T21655.1—2008《纺织品吸湿快干性的评价标准》。对于吸湿快干针织面料的滴水扩散时间的标准是 $\leq 3/s$, 但是, 这个标准不是绝对的。从以上图中可以看出运用在线方法以棉纱开发的吸湿快干针织面料的滴水扩散时间在 5 秒以内, 而用莫代尔纱线开发的吸湿快干针织面料其滴水扩散时间也大致在 5~6 秒, 用传统方法开发的吸湿快干针织面料的滴水扩散时间是 4 秒左右, 总体来说, 棉纱线及莫代尔纱线开发的吸湿快干针织面料其吸湿扩散时间与传统方法开发的吸湿快干针织面料的时间十分接近。

4.4.5 快干性能

以下是五种面料的水分散发率与时间的曲线图, 如图 4.11 和 4.12 所示:

依据 Adidas-Salomon 的测试方法与标准, 当织物的水分散发率在 30 分钟前能够低于 10%, 就可以就可认定该织物具备快干性能。从上述曲线中可以看出棉纱开发的吸湿快干针织面料的快干性要好于莫代尔纱线开发的吸湿快干针织面料, 虽然这四种吸湿快干针织面料的水分散发率在 30 分钟时都大于 10%, 但都在 15% 以下, 总体来说是十分接近 10% 的, 因此, 用在线方法开发的吸湿快干针织面料的快干性与用传统方法开发的吸湿快干针织面料的快干性效果相当。

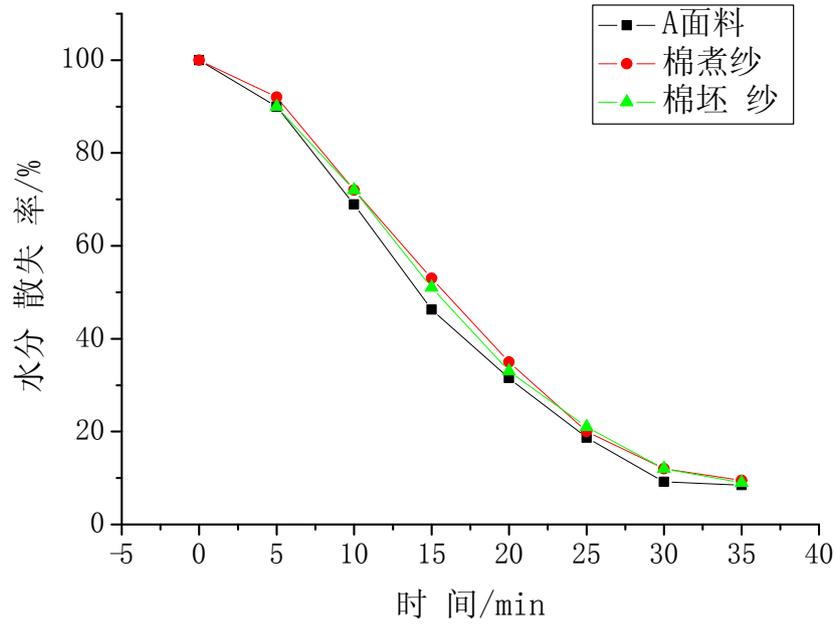


图 4.11 棉面料与 A 面料的水分散失率与时间的曲线

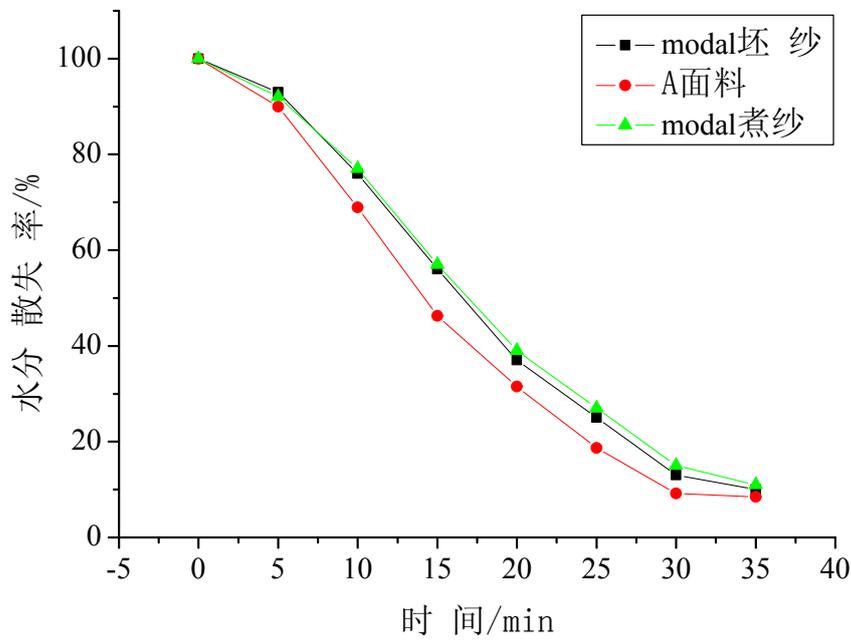


图 4.12 modal 面料与 A 面料的水分散失率与时间的曲线

4.5 本章小结

本章采用棉坯纱、棉煮纱、莫代尔坯纱及莫代尔煮纱四种纱线以在线方法开发了吸湿快干针织面料，并用同参数的棉纱以传统方法开发吸湿快干针织面料作为对比面料，对开发的这五种面料进行了拉伸性能、耐磨性、芯吸高度、润湿性能及快干性的测试与分析，结果表明：

(1) 面料的拉伸性能及耐磨性的测试结果表明：与用传统方法开发的吸湿快干针织面料相比，运用在线方法开发的吸湿快干针织面料的拉伸性能要弱一点；耐磨性上，除了莫代尔煮纱开发的面料其耐磨性差一点外，其它三种面料都比传统方法开发的面料要好。总体来说拉伸性能与耐磨性相差不大，说明用在线方法代替传统方法开发吸湿快干针织面料的耐久性能变化不大，因此开发的面料其耐久性能对织物的服用性能产生影响。

(2) 面料的芯吸高度、润湿性及快干性测试结果表明：与用传统方法开发的吸湿快干针织面料相比，织物横纵向的芯吸高度略低，故芯吸性能效果相当；织物的润湿时间是5~6秒，传统方法开发的吸湿快干针织面料的润湿时间4秒左右，润湿时间比较接近，因此润湿性能效果较接近；虽然四种面料的水分散发率在30min时都没有低于10%，但是都在15%以下。总体来说，用在线方法开发吸湿快干针织面料的性能基本能够达到与传统方法开发吸湿快干针织面料的性能效果。

5 结论

为了从根本上解决纱线拒水不匀的问题，本课题提出一种在线生产的方法，通过制作一种集上助剂与干燥一体化装置，即轧液槽与烘焙干燥箱连体装置，直接在织机上一次性完成纱线改性和织造的在线生产方法，改变了先对纱线改性处理、再织造的分步实施的传统方法。首先设计出轧液槽与烘焙干燥箱，然后探讨了纱线拒水改性的最佳整理剂浓度，最后将用在线方法开发的吸湿快干针织面料与传统方法开发的吸湿快干针织面料的性能进行对比测试与分析。本课题研究得出的结论如下：

(1) 制作轧液槽与烘焙干燥箱的连体装置，分析纱线含水率及纱线张力等因素对制作的装置做进一步调整，结果表明：调整后的装置对纱线进行在线拒水改性，纱线含水率显著降低，基本达到编织要求；纱线张力适宜，断头次数减少，能使织物顺利完成编织。

(2) 运用装置对棉坯纱、棉煮纱、莫代尔坯纱及莫代尔煮纱四种纱线进行了拒水处理，分析了四种纱线处理前后性能的变化，并探讨了最佳整理剂浓度，即：纱线拒水改性后其强力有下降趋势，纱线毛羽数量的增加量较小，对织物编织没有实质性影响，并且棉坯纱整理剂浓度为 11 g/L，棉煮纱、modal 煮纱和 modal 坯纱的整理剂浓度为 9g/L 时，纱线的拒水改性效果最佳。

(3) 研究了四种纱线用在线方法开发的吸湿快干针织面料的物理性能、芯吸性能、吸湿性及快干性能，结果表明：与用传统方法开发的吸湿快干针织面料相比，织物横纵向的芯吸高度略低，芯吸性能效果相当；织物的润湿时间是 5~6 秒，传统方法开发的吸湿快干针织面料的润湿时间 4 秒左右，故润湿性能效果接近；虽然四种面料的水分散发率在 30min 时都没有低于 10%，但是都在 15% 以下，接近 10%。总体来说，用在线方法开发吸湿快干针织面料的性能基本能达到与传统方法开发吸湿快干针织面料的性能效果。

(4) 在线方法不仅可以解决传统方法中筒子纱上助剂不匀及烘培不匀的问题，而且还能省去松式络筒及络纱等工序，在提高效率的同时，还能够大幅降低成本，更重要的是能大幅提高助剂的利用率，基本实现了零排放，从根本上解决因含氟助剂的大量排放而引起的环境污染问题，是一种环境友好型生产方法。

参考文献

- [1] 徐继宠,顾维铀.吸湿快干针织面料开发探讨[J].纺织导报,2009 (9):36-38.
- [2] 张健.松式络筒对筒纱染色的影响[J].现代丝绸与科学技术,2011(5): 175-177.
- [3] 高文波,刘向荣.影响筒子纱染色质量的主要因素[J].山东纺织科技, 2004(2):26-27.
- [4] 吴良华.筒子纱染色质量控制要点[J].染整技术,2010,32(6):44-46.
- [5] Woodcock AH Moisture transfer in textile systems, Part II 1962(09).
- [6] Harmathy TZ. Simultaneous moisture and heat transfer in porous systems with particular reference to drying [J]. Industrial & Engineering Chemistry Fundamentals, 1969, 8 (1): 92-103.
- [7] Buckingham E. Studies on the movement of soil moisture [M]. Bulletin 38 of the U. S. Department of Agriculture Bureau of Soils, US: Washington D.C.1907.
- [8] Edlefsen N E, Anderson A B C. Thermodynamics of soil moisture [J]. Hilgardia, 1949(4): 305-310.
- [9] Miller E E, Miller R D. Theory of capillary flow: Practical implications [J]. Proceedings of Soil Science Society of America, 1955, 19: 271-275.
- [10] Crank J. The mathematics of diffusion [M]. 2nd ed. Oxford, UK: Oxford University Press, 1975.
- [11] Lewis K. The rate of drying solid materials [J]. Journal of Industrial Engineering, 1921, 13 (5): 427-432.
- [12] Tuttle F. A mathematical theory of the drying of wood [J]. Journal of The Franklin Institute, 1925, 200: 609-614.
- [13] Gurr C G, Marshall T J, Hutton JT. Movement of water in soil due to a temperature gradient [J]. Soil Science, 1952, 74(5): 335-345.
- [14] Hutcheon W L. Moisture flow produced by thermal gradients within unsaturated soil [J]. High. Res. Board Proc. Spec. Report, 1958, 40.
- [15] Kuzmak JM, Sereda P J. The mechanism by which water moves through a porous material subjected to a temperature gradient, Part I, The introduction of a vapor gap into a saturated system [J]. Soil Science, 1957, 84: 291-300.
- [16] Henry P SH. Diffusion in absorbing media [J]. Proceedings of the Royal Society, 1939, 171: 215-241.
- [17] King G, Cassie A. Propagation of temperature changes through textiles in humid atmospheres, Part I: Rate of absorption of water vapor by wool fibers [J]. Transactions

- of the Faraday Society, 1940, 36: 445-453.
- [18] Walker IK. New Zealand Journal of Science, 1961 (4): 775-796.
- [19] Mecheels J H, Demeler R M, Kacbel E. Moisture transfer through chemically treated cotton fabrics [J]. Textile Research Journal, 1966, 36 (4): 375-384.
- [20] Le C V, Ly N C, Postle R Heat and moisture transfer in textile assemblies Part I :Steaming of wool, cotton, nylon, and polyester fabric beds [J]. Textile Research Journal, 1995, 65 (4): 203-212.
- [21] Woo S S, Shalev I, Barker R L Heat and moisture transfer through nonwoven fabrics Part I : Heat transfer [J]. Textile Research Journal, 1994, 64 (3): 149-162.
- [22] Wang Z, Li Y, Kowk Y L Mathematical simulation of the perception of fabric thermal and moisture sensations [J]. Textile Research Journal, 2002, 72(04): 327-334.
- [23] Fan J, Luo Z, Li Y Heat and moisture transfer with sorption and condensation in porous clothing assemblies and numerical simulation [J]. International Journal of Heat and Mass Transfer, 2000, 43(16): 2989-3000.
- [24] Li Y, Zhu Q, Yeung K W Influence of thickness and porosity on coupled heat and liquid moisture transfer in porous textiles [J]. Textile Research Journal, 2002, 72(5): 435-446.
- [35] Li Y, Zhu Q. Simultaneous heat end moisture transfer with moisture sorption, condensation, and capillary liquid diffusion in porous textiles [J]. Textile Research Journal, 2003, 73(6): 515-524.
- [26] Zhu Q, Li Y. Effects of pore size distribution and fiber diameter on the coupled heat and liquid moisture transfer in porous textiles [J]. International Journal of Heat and Mass Transfer, 2003, 46(26): 5099-5111.
- [27] Li Y, Zhu Q. A model of coupled liquid moisture and heat transfer in porous textiles with consideration of gravity [J]. Textile Research Journal, 2003, 45(5): 501-523.
- [28] 张一平,许瑞超,陈莉娜,导湿快干系列纤维和纱线的研究开发现状[J],山东纺织科技,2006(1):43~45.
- [29] 黄建明,赵培,倪远.环锭假捻纺纱技术应用效应与发展展望[J],纺织技术,2012.
- [30] 张增强;朱江波,吸湿导汗牛仔布的酶洗柔软整理[J],印染,2008(11).
- [31] 赵爱国;王玉平;宫成民.棉与 Tactel 交织高弹吸湿排汗面料的染整工艺探讨[J],纺织导报,2008(02).
- [32] 高兵 Supplex 吸湿快干弹力针织物的开发[J],上海纺织科技,2006(11).
- [33] 王永奇,唐元冰.吸湿排汗纤维塞迪斯(SATIS)的性能及应用[J].济南纺织化纤科技,2005,(4):24-27.
- [34] 秦志尉,马晓红.吸湿排汗功能纤维及其针织产品设计[J].天津纺织科技

- 2007,45(3):39-42
- [35] 黄学水,刘承新,刘艳梅.Coolmax针织运动面料的开发[J].针织工业,2008(4):1-2.
- [36] 赵艳志,张燕, 张建春.Coolmax织物的显汗湿舒适性能测试分析[J].四川纺织科技,2003, (1):9-11.
- [37] 单丽娟,李亚滨,刘建华.吸湿排汗聚酯纤维研究进展[J].印染助剂,2006,23 (6):5-8.
- [38] 严磊.吸湿快干纤维的研究与开发现状[J].消费导刊,2008(12):38-44.
- [39] 唐虹,张渭源,黄晓梅.机织面料吸湿快干梯度结构的构建[J].纺织学报 2006,27(8):41-44.
- [40] 张晶,顾平.吸湿排汗的Coolmax、Coolplus纤维[J].国外丝绸 2007,22(4):38-40.
- [41] 程隆棣,孔彩珍,葛瑾.新颖涤纶纤维开发及其织物性能分析[J].上海纺织科技,2004,32(5):60-61.
- [42] 邓东海,杜韩静,黄秋密.Cooldry吸湿排汗针织物的整理工艺[J].针织工业,2005(10):28-30.
- [43] 孙锋.沟槽涤纶经编运动服装面料及其性能的研究[J].上海纺织科技 2004, 32(4):21-22.
- [44] 徐卫红,薛蓉,朱晓玲.吸湿排汗织物的开发和应用[J].江苏纺织,2006(8):33-34.
- [45] 谢梅娣,冯勋伟,李晚享.Cooldry 针织物导湿性能研究[J].上海纺织科技 2004,32(2):63-64.
- [46] 雪明.吸湿排汗聚酯纤维[J].精细化工基地信息通讯,2000(4):15.
- [47] 赵恒迎.Coolbst纤维及织物导湿透汽性能的研究[D].上海:东华大学纺织学,2004.
- [48] <http://www.tactel.com/en/about/tactel-characteristics.htm>.
- [49] Jeong, W. Y, An, S. K. The transport properties of polymer membrane-fabric composites, *Journal of Materials Science*, V 36, 11 19, Oct 1, 2001: 4797—4803.
- [50] 张一平,许瑞超,陈莉娜,导湿快干系列纤维和纱线的研究开发现状[J],山东纺织科技,2006(1):43~45.
- [51] 黄建明,赵培,倪远.环锭假捻纺纱技术应用效应与发展展望[J].纺织技术,2012.
- [52] 金丽萍,邬时清,陈大勇.物理化学实验[M].华东理工大学出版社,2006

附录

硕士期间发表论文情况及专利

- [1] Peng Zhou, Jihong Wu. Research on the performance and moisture absorption-quick dry finishing of fabric knitted in linen/polyester composite yarn. Conference Proceedings of the Textile Institute World Conference,250-254 (2014).
- [2] 周鹏,吴济宏。一种在线生产吸湿快干针织面料的方法, 已申请专利。
- [3] 范江涛, 周鹏, 吴济宏。一种针织用扭力平衡的复合纱的制作方法, 已申请专利。

致 谢

首先，我特别想感谢我的导师吴济宏教授，在我整个研究生生涯当中给予我莫大的帮助，他不仅是我学习中的导师也是我生活中的导师，他的一言一行都深刻的影响着我。学习中他教会了我认真、踏实、严谨。在开题之前我迷茫、彷徨不知道如何选择课题，吴老师细心的为我分析、推荐，最终我选择了吸湿快干针织面料在线生产关键这一课题；在完成课题的过程中遇到了很多困难，遇到问题时，总是请求吴老师的指导，每一次吴老师都用他渊博的知识特别细致地教导我，帮助我一次次的战胜困难，特别是在制作轧液槽和烘焙干燥箱上，吴老师耐心的画图、细致的讲解，让我获益匪浅。生活中他正直、和蔼，积极向上等都是我学习的榜样。再多感谢的话语都无法表达我对吴老师的尊重与感激，我将在以后的工作和生活中努力、进步。

其次，我很感谢湖北富荣家用纺织品有限公司的朱总以及广东冠星纺织贸易有限公司的领导对我毕业课题的帮助；我还感谢纺织学院其他老师为我们营造良好的学习氛围，让我们能够顺利的完成科研工作。

同时，我还要感谢我的伙伴们彭璇、肖信香、柳浩、邓南平、王蕾及赵媛等，还有我们的团队成员，三年的研究生生活，因为他们的陪伴不再孤单，因为他们的互相照顾有了前进的动力。