

仿 丝 绸 后 加 工 关 键 技 术
— 减 量 加 工 和 起 绉 加 工

纺织部纺织科学研究院

一、前言

涤纶仿真丝绸的研究开发,自79年开始,在我国已经历了两个阶段。第一阶段的主要目标是改善涤纶绸的光泽、手感悬垂性和透气性能。第二阶段的主要目标是:除进一步改善涤纶绸的光泽、手感、悬垂性和透气吸湿外,对如何获得乔纱类织物优良的绉效应进行了重点研究,以达到真丝乔纱类织物的外感和触感使其具有优良的服用性能。

仿绸品种在国内经过十多年的开发,尽管品种繁多,但按类别可概括为:纺、绉、绉、纱、乔其、顺纤及绉类。这些种类的后加工工艺流程中,关键技术在于减量加工和起绉加工。

二、减量加工

一)、减量的目的

减量加工的目的是改善涤纶绸的物理性能,使纤度变细,手感变软,光泽变柔,赋予涤纶绸柔软性,悬垂性和飘逸性。故减量加工是使涤纶绸具有类似真丝绸手感。外观和服用美的关键工序。

二)、减量方式及设备

1、连续式及其设备:

连续式减量加工方式是采用浸轧汽蒸法,将仿绸织物经过浸轧高浓度的NaOH溶液,此液中加入1~2g/L耐碱渗透剂,

~1~



织物经过浸轧后进入带有主传动导程的汽封式蒸箱内，经汽蒸碱处理后，再经过平洗槽水洗和中和。连续式减量加工的设备，几乎都是引进设备，常见的如 De Ba Ca 平幅连续减量机。

采用这种加工方式可获得较均匀的减量率，织物手感的重现性较好。并且产量大，生产效率高。尤其是仿绸产品中的纺、绉、绉类产品较适用。但对需要在松弛状态中减量加工的乔练类织物并不理想，因为整机的张力难以调整到极小的状态，导致减弱了绉类织物应有的绉效应。

2、间歇式及其设备：

1) 吊炼法及其设备：

吊炼法是将仿绸织物采用 S 码钉紧后，在吊炼槽内进行减量加工。采用这种方法进行减量加工的优点是，减量后仿绸手感较柔软，悬垂性好，能保持起绉加工所获得的绉效应，按班组产量 $1000\text{米}/20\text{匹} \times 5\text{次}$ 计算，班产可达 5000 米左右，所以产量并不低。但此法劳动强度大，辅助工序较多，而且由于碱处理过程中的温度、时间、浴比以及处理液的循环状况等因素都直接影响到减量率的均匀性和重现性，所以必须要有严格的工艺管理措施。

2) 高温高压减量法：

此法一般采用高温高压溢流或喷射染色设备进行减量加工。

采用这种方法进行减量加工的高缺点是：由于高温能极大地提高 NaOH 与 PET 的反应能力， NaOH 的利用率在 80~90% 左右，实际减量率较为接近理论减量率，因此可根据织物减量率的要求，比较准确地计算出烧碱的用量。但由于织物在强碱浴中和高温高压条件下难以控制升温，保温和冷却速率的工艺参数，中途又无法取样和调整处理液的浓度，因此掌握不当即可能产生批量性的强力下降，易给染色带来经纱和色花等质量事故。

这种方法与轧卷式炼漂设备的加工相似，但一般打卷直径仅为70~80cm左右(约1000米绸)，浸轧打卷后用塑料薄膜包裹，在90℃条件下转动保温2~3小时。

三)、减量反应的机理:

1、涤纶纤维碱水解在分子链端发生:

涤纶纤维在碱溶液中发生水解反应，生成可溶于水的对苯二甲酸钠和乙二醇，其反应方程式如下：

实验和测试分析证明：涤纶纤维经碱水解反应生成的对苯二甲酸钠的量和涤纶纤维失重量是相互一致的，说明没有生成低聚合度的降解物，也即涤纶纤维的减重是从大分子链端逐个环节水解；生成物全部为溶于水的对苯二甲酸钠和乙二醇。

2、涤纶纤维碱水解反应在纤维表面进行：

经测试几种不同截面和纤度涤纶纤维的比重、结晶度、聚合度，并用电子显微镜观察纤维截面和表面，都表明各种涤纶纤维经碱水解后，无论减重率的大小，其比重和聚合度都基本未变。这证明碱分子不能进入纤维内层使内层大分子链水解，造成纤维比重的变化，而只是纤维表面与表层分子链进行反应。（见照片）。

仿丝绸的减重加工正是利用涤纶纤维碱水解反应仅在纤维表面进行的特点，将织物的纤维纤度变细，手感变软，同时产生类似真丝脱胶后的活性性。

3、涤纶纤维碱水解过程中表面形态的变化：

涤纶纤维经减重处理，其表面发生化学腐蚀，原光滑的表面产生坑穴，腐蚀现象，形成粗糙表面。仿丝绸加工利用这一特点可达实用目的：改变纤维表面形态，改善纤维对光源的镜反射，使织物的光泽柔和。

对不同涤纶纤维碱水解过程中表面腐蚀的状况，结合电子显微镜照片，分析与碱处理的关系如下述：

第一类微消光长丝（见图3），它们的表面经碱处理后生成的坑穴程度最轻，坑穴分布尚均匀。随着减量率的增大，坑穴的数量逐渐增多，尺寸大小和深度也增加。

第二类是半消光长丝（见图4），这类纤维表面经碱处理后生成的坑穴程度比第一类要严重得多。坑穴呈微视状，分布尚均匀。随着减量率的增大，坑穴渐增多，尺寸变大，深度也增加，最后坑穴相互连接形成蜂窝状。

第三类为半消光加工丝（见图5），这类纤维表面腐蚀情况的特点是极不均匀，局部表面产生严重挖蚀，扭曲纤维内侧腐蚀较重，形成横断深裂痕，纤维外侧部份较平整，腐蚀轻微。坑穴形状不规则，尺寸大，随着减量率的增大，这种不均匀性依然存在。

涤纶纤维在碱水解过程中，纤维表面之所以产生坑穴，并且坑穴的数量，深度和分布，以及形态大小，随不同种类纤维而异。这是因为涤纶纤维在纺丝过程中，纤维结构内部存在一系列的细微疵点，而且消光纤维还加入 TiO_2 。这些疵点处和 TiO_2 颗粒交界处碱分子较易渗入，并在表面层之下发生水解反应，逐渐形成坑穴。疵点的数量，大小和分布情况就决定了生成坑穴的数量，深度和分布情况。当然碱液与纤维的接触是否均匀也会影响纤维表面腐蚀的均匀性。

第一类纤维是微消光纤维， TiO_2 含量仅为0.17~0.2%，因此表面比较规整，坑穴的数量也少，腐蚀状况相对较轻。而第二类纤维为半消光纤维， TiO_2 含量为0.5%，腐蚀情况就较严重。第三类纤维是半消光加工丝，由于在加捻加工中纤维受捻度扭曲，纤维局部结构变形，表层分子排列受到破坏，碱分子容易透过这部份向纤维内层侵蚀，水解生成坑穴和沟槽。所以受扭曲的内侧形成沟槽，而未变形的外侧就腐蚀得较轻。

四)、减量加工的相关因素:

1、碱浓度与减量率、强力损失的关系:

1)、实验条件及材料:

NaOH % (O. W. F.): 2, 5, 10, 15, 20 加促进剂

温度: 130°C ; 时间: 30分钟 ; 浴比: 1:50 ;

织物: 涤纶变化组织物。

2)、测试项目:

(1)减量率: 织物重量减少%。

(2)理论减量率: 按投放碱量全部进行水解反应计算的减量率。

(3)强力损失: 以%计。

(4)碱反应率: 消耗于水解反应碱的%。

(5)强损/减量比: 强损%与减量%的比值。

3)、实验结果及说明:

表-1 碱浓度与减量率、强损的关系

NaOH %(O、W、f)	理 论 减量率	减量率 %	碱 反 应 率	强 损 %	强 损 — 减量率 比
2	4.8	3.35	80.2	16.54	4.30
5	12	10.89	90.8	25.64	2.35
10	24	21.17	88.2	42.90	2.03
15	36	28.37	78.8	56.29	1.98
20	48	41.47	86.4	73.70	1.79

结果说明:

碱处理温度、时间固定时,涤纶纤维减量率随碱浓度增加而增大,根据碱水解机理,水解反应速度应与 OH^- 的浓度成正比, OH^- 离子浓度高,水解速度快。

织物强力损失随碱浓度的增加而增大,但强力损失与减量率不成直线关系,即强损率/减量率比不是定值。当减量率低时,强损与减量比值较大,随着减量率增大,此比值逐渐减小。

2、碱处理温度与减量率、强力损失的关系:

1) 实验条件及材料:

(1) 常温条件:

NaOH 20% (o. w. f.) 加促进剂; 浴比: 1: 50;

温度: 70°C、80°C、90°C、100°C; 时间: 60分钟。

(2) 高温条件:

NaOH 10% (o. w. f.); 加促进剂; 浴比: 1: 50

温度: 110°C、120°C、125°C、130°C; 时间: 30分钟。织物: 涤纶变化纶织物。

2) 实验结果及说明:

表-2 常温碱处理温度与减量率, 强损的关系

碱处理 温度(°C)	理 论 减量率%	减量率 %	碱反应 率 %	强 损 %	强 损 比 减量率
70	4.8	6.35	13.2	22.41	3.53
80	4.8	10.09	21.0	26.43	2.62
90	4.8	14.72	30.7	34.56	2.35
100	4.8	20.20	42.1	40.58	2.01

表-3 高温碱处理温度与减量率、强损的关系

碱处理 温度(°C)	理论减 量率%	减量率 %	碱反应 率 %	强损 %	强损 ——比 减量率
110	2.4	10.93	45.8	29.26	2.68
120	2.4	18.56	77.3	43.42	2.34
125	2.4	19.71	82.1	45.05	2.29
130	2.4	21.22	88.4	46.87	2.21

由表-2和表-3可见:

- (1) 碱处理温度无论是常温还是高温情况下, 减量率都随温度的升高而增大。温度从80°C升到100°C, 或从110°C升到130°C, 减量率提高一倍。
- (2) 碱反应率随着温度的增高而增加。
- (3) 织物强力损失随温度的提高而增加, 但强力损失与减量率不成直线关系, 强损与减量比值随减量率的增大而渐减小。

3、碱处理时间与减量率、强力损失的关系:

1) 实验条件:

NaOH 20%(Q、W、F); 加促进剂; 浴比: 1: 50

~

温度：100℃；时间：30分、60分、90、120分、150分

2) 实验结果及说明:

碱处理 时间(分钟)	理论碱 量率%	减量率 %	碱反应率 %	强 损 %	强 损 比 碱量率
30	4.8	12.60	26.3	36.66	2.91
60	4.8	20.38	43.1	44.53	2.15
90	4.8	27.70	57.7	66.74	2.41
120	4.8	32.16	67.0	68.84	2.14
150	4.8	33.5	69.8	67.24	2.01

- (1) 织物的减量率随着碱处理时间的增加而增大，但到一定时间后，减量率趋于平衡。
- (2) 提高温度和加促进剂可大大缩短碱处理时间。
- (3) 碱反应率随处理时间的增加而增大，但其数值的大小，主要取决于温度的高低和促进剂的有无。
- (4) 强力损失随时间的增加而增大，但强损与减量率不成直线关系，强损/减量率比值在各个时间都无很大的变化。

4、碱处理浴比与减量率、强力损失的关系：

1、实验条件：

(1) NaOH 20%(O、W、F)；加促进剂；100℃；60分钟。

(2) NaOH 10%(O、W、F)；加促进剂；130℃；30分钟。

浴比：1:30；1:40；1:50；1:60

2、实验结果和说明：

实验号	浴比	理论减量率%	减量率%	碱反应率%	强损%	强损比减量率
实验 (1)	1:30	48	24.38	50.8	52.89	2.17
	1:40	48	21.23	44.2	50.72	2.39
	1:50	48	19.53	40.7	48.47	2.49
	1:60	48	17.12	35.7	45.35	2.65
实验 (2)	1:30	24	21.56	89.8	45.37	2.12
	1:40	24	21.06	83.3	44.37	2.11
	1:50	24	20.63	86.0	44.60	2.16
	1:60	24	20.00	83.3	44.08	2.21

(1) 碱浓度固定时，减量率随着浴比的增大而减小，二者成直线关系。

100℃时，减量率下降的程度较显著，130℃时，则下降的程度极微小。涤纶碱水解反应速度决定于 OH^- 浓度，与

OH^- 浓度成正比, 浴比增大, 则 OH^- 浓度减小, 直接影响反应速度, 此影响在高温条件下, 程度较轻。这是由于高温时, 浴中 OH^- 基本都已反应, 接近于平衡。

(2) 碱反应率随着浴比的增大而减小, 浴比小则碱利用率高, 但其反应率的大小主要还决定于温度的高低。

(3) 碱浓固定时, 织物强力损失随浴比的增大而减小, 强力损失与浴比成直线关系, 强损与减量率的比值随浴比的增大而增大。

5、促进剂对减量率, 强力损失的影响:

涤纶纤维碱水解时加入促进剂能加快水解反应速度, 提高反应率, 缩短碱耗量。选择促进剂, 除了要求促进效果好之外, 还要考虑使用中不起泡沫, 织物不泛黄, 容易洗除, 促进剂的稳定性好, 对织物强损影响较小, 价格较低等。

1) 季铵盐类阳离子表面活性剂都具有促进碱水解反应的效果, 效果较好的促进剂具有 12~18 个碳链, 但其效果大小各不相同, 差异的原因主要与各促进剂所具有的碳链长度和官能团有关。

2) 其它条件相同时, 涤纶纤维的减量率随促进剂用量的增加而增大, 但促进剂用量低时, 减量率增大的幅度较大, 随着促进剂用量的继续增加, 减量率的增加幅度逐渐变小, 而当促

进剂用量达到一定值时，再继续增加用量，减量率不再增加。

3) 促进剂对织物强力损失有不同程度的加重，不同促进剂对强力的影响程度相互比较看不出有什么规律，促进剂的用量对强力的影响也因促进剂不同而异。

五) 减量率的控制和监测：

1、采用碱处理时间控制减量率：

虽然影响减量率的诸因素都可用来控制减量率，但在实际生产中，以碱处理时间来控制减量率是最常用和易于掌握的。在固定其它碱处理工艺条件的情况下，碱处理时间长，则减量率大。在连续式碱减量加工中，不同仿绸品种要求不同的减量率，都可以用碱处理时间（即车速）来控制。

2、采用挂小样监测：

在间歇式碱处理加工中，尤其是采用吊炼法进行减量加工，为提高生产效率和降低加工成本，大都是续缸碱处理。仅采用时间来控制减量率，只能做到大致胸中有数。要确保批量间的减量率一致，还需要采取挂小样的措施来直接监测。在每批碱处理织物上挂同批织物的小样，是直接监测实际减量率最有效且可靠的措施。

三、起绉加工

一) 起绉的目的：

起绉是仿丝绸乔其，顺子及绉类织物后处理加工中的关键工序之一。这类织物在上机织造之前，其经纬长丝施加一定的捻度并予以暂时定型。成品要达到品种设计相应的绉效果，就必需进行起绉处理。

起绉处理是在湿热的条件下，将坯绸经纬长丝得以充分的解定型和解捻，通过温度、织物运转、机械揉搓等条件，使经纬长丝在捻度扭矩力、热收缩、组织结构的作用下，达到品种设计要求的绉效果，获得类似真丝织物的绉效应。

二) 起绉设备:

起绉加工设备有常压和高压两大类，起绉的方式有转笼式，旋转鼓式，溢流式、喷射式。起绉效果较好方式是转笼式和喷射式。但由于转笼式的生产效率低，辅助工序多，劳动强度大，因此目前较常用的起绉加工设备是高温高压溢流起绉机和高温高压喷射染色机。后者是现有生产设备中最为理想的起绉设备。它不仅无需添购专用设备，而且操作简便，生产效率高，起绉效果也好。

三) 影响起绉效果的因素:

1、长丝的捻度:

并非任何品种的仿绸织物都可以进行起绉加工，要求坯绸必须具有一定的捻度。一般说来须有 $12\text{捻}/\text{cm}$ 以上，才能获得

明显的绉效应。

2、织物的密度：

绉类仿绸织物的组织规格设计，要与其后处理相互配合，尤其是在织物的经纬密度方面，经或纬长丝的捻度要与织物纬或经的密度有合理的配比。否则在织物起绉加工过程中，密度过大，则由于组织密度的阻碍，纱线的解捻缩结不能充分进行，达不到应有的绉效应。若密度过稀，在起绉过程中，一旦温度超过长丝的暂定型温度，纱线的解捻缩结很快，会在织物组织空隙间生成颗粒状的退捻缩结，或造成布面绉效应粗糙不匀。

3、温度的影响：

温度是影响绉效应最重要的因素。开始明显起绉温度取决于长丝加捻定型的温度。但一般说来，当温度升到涤纶纤维的玻璃化温度以后，由于纤维大分子链开始运动，织物开始轻微起绉；当温度升至 100°C 时，由于温度已达到加捻丝的定型温度，纱线开始解定型和解捻，以及纤维大分子的整体运动，织物开始明显起绉；温度在 $110\sim 120^{\circ}\text{C}$ 期间，纤维的热收缩加剧，纱线的解捻仍在继续，此间是织物大幅度起绉的温区；当温度在 $120\sim 130^{\circ}\text{C}$ 期间，纱线的缩结减缓，但纤维尚在继续热收缩，织物的绉效应趋于细腻和均匀； 130°C 内保温，是为使绉纹缩结和热收缩更加完善，使织物的绉效应更加均匀、丰满、细腻。

4、布速和运行状况的影响:

布速的快慢直接影响织物的运行状况,而运行状况是影响绉效应的重要因素。它对织物的经纬向缩率,尤其是绉效应的均匀性,织物门幅的整齐有较大的影响。若布速太快,织物经向拉伸力过大,导致经向缩率减小;若布速太慢,流体冲击和机械摩擦作用不够,严重影响绉纹的产生。

运行状况主要是指织物在运行过程中的折迭有序状况,若排列有序状况不良,易造成织物打结,导致织物在高温下堵塞或形成死折绉。

5、升温速率的影响:

升温速率对经纬缩率的影响虽不大,但对绉效应的细腻化有较大的影响。工艺允许在90℃以下,织物尚未起绉的情况下,尽设备最大升温能力升温,以缩短升温时间。但在90~130℃温区,工艺要求以匀速升温,以保证织物均匀起绉和绉效应细腻、细腻,而且对织物的门幅整齐有利。

6、泡沫的影响:

由于精炼配方中所用洗涤剂的起泡性和残余浆料在织物运转中也会起泡,而泡沫会使织物漂浮,导致织物排列紊乱,容易引起织物打结。所以通常在工艺配方中要加用消泡剂,以保证织物有良好的运行状况。