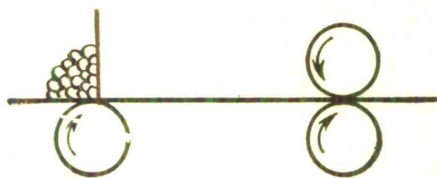


泡沫染整

周宏湘 编



纺织工业出版社

泡沫染整

周宏湘 编

纺织工业出版社

内 容 简 介

本书扼要地阐明了泡沫染整加工的基本原理,介绍了对染化料的要求和选择,设备的基本结构,以及染化料、设备的使用知识。内容包括泡沫整理、泡沫染色、泡沫印花。另外,对泡沫上浆、泡沫丝光也作了介绍。

本书可供染整专业科技人员、院校师生及有关领导干部、管理干部阅读。

责任编辑 陈伟康

泡 沫 染 整

周宏湘 编

纺织工业出版社出版

(北京东长安街12号)

北京纺织印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

787×1092毫米 1/32 印张:3 12/32 字数:74千字

1985年1月 第一版第一次印刷

印数:1—11,000 定价:0.49元

统一书号:15041·1356

前 言

近年来，国外泡沫加工技术发展很快。国内虽然起步较迟，但在印染工作者的努力下，已取得了良好的结果。现在，对泡沫加工这一新事物有兴趣的人正越来越多。

上海印染工作者近几年中陆续译出了近百篇有关泡沫加工的译文，由原上海市印染工业公司编印的《印染译丛》发表。在各方面的支持和鼓励下，我们以这些译文为基础，结合一些有关资料，特别是国内较成熟的经验，编写了这本小册子，旨在使读者对纺织品泡沫加工有较全面的了解。

鉴于泡沫加工的经验目前以整理最为成熟，本书在叙述上基本上以技术成熟程度为序，先介绍泡沫整理，再介绍泡沫染色、印花，最后介绍泡沫上浆和泡沫丝光。这样做，有利于突出重点。

我们只是上述《印染译丛》部分译文的译者或校者，如果这本小册子在传播泡沫加工的知识方面多少有点作用的话，那完全应当归功于上述《印染译丛》的其他大部分译文的译者和校者，特别是归功于在国内泡沫整理上作出成绩，为我们提供国内有关资料的那些同志。

这是国内第一本介绍泡沫染整基本知识的小册子，限于水平，错误和缺点在所难免，敬请国内专家和读者惠予批评。

本书承蒙上海市第一纺织印染工业公司唐志翔高级工程师、屠含光工程师、孙洪年工程师校阅。在这里，向他们表示真挚的谢意。

周家湘谨识

1984年1月

目 录

第一章 概述	(1)
第二章 泡沫染整的基本原理与特性	(5)
一、泡沫染整的基本原理.....	(5)
二、染整用泡沫及其特性.....	(6)
三、发泡用剂.....	(14)
第三章 泡沫染整设备	(22)
一、泡沫发生器.....	(22)
二、泡沫输送系统.....	(28)
三、泡沫施加装置.....	(28)
第四章 泡沫整理	(38)
一、整理剂、催化剂的选择.....	(38)
二、整理用泡沫的要求.....	(40)
三、整理用泡沫的制取方法.....	(40)
四、泡沫整理方法.....	(42)
五、泡沫整理实例.....	(47)
六、泡沫整理的经济效益.....	(51)
第五章 泡沫染色	(56)
一、染化料的要求.....	(57)
二、泡沫染色用泡沫及其发泡和 施加设备的要求.....	(58)
三、间歇式泡沫染色法.....	(59)
四、涤纶和涤/棉织物的连续式泡沫染色.....	(60)
五、地毯的连续泡沫染色.....	(63)
六、地毯泡沫染色的经济效益.....	(74)

第六章 泡沫印花	(77)
一、泡沫印花色浆的制备	(78)
二、泡沫印花装置	(80)
三、泡沫印花的实际应用	(84)
四、泡沫印花的经济效益	(89)
第七章 泡沫法在其它方面的应用	(91)
一、泡沫上浆	(91)
二、泡沫丝光	(95)
第八章 总结和展望	(99)

第一章 概 述

纺织品的泡沫加工是国际上七十年代后期兴起的新技术。由于它具有节能、节水、节约化学品和提高产品质量等优点，已日益为世界各国所重视，其应用范围也不断扩大。

泡沫加工的实质是用空气来代替部分水分，以节约用水量及烘燥织物上所含水分的能源，并在某种程度上提高加工成品的质量。它的诞生和发展，是以节水和节能为其历史背景的。

印染工业是用水量最多的工业之一。长期以来，水被看作是价钱最便宜的染色和化学整理的介质。近年来，随着工业的发展，一些国家如日本已有工业用水枯竭之忧；我国华北等地区，也有工业用水紧张的情况。另外，在印染过程中，用水量越多，排水量也越多，势必增加印染污水处理的成本。因此，所谓“水不要多少钱”的观念已时过境迁，研究减少用水和减少排水的手段已成为当务之急。

印染工业又是消耗能源较多的工业之一。尤其在烘燥过程中，耗能特别多。这是因为目前印染加工一般都属于水系加工，烘燥时的总能耗等于提高织物及其所含水分温度达到烘房温度所需热量，以及所含水分蒸发所需的潜热。由于织物比热很小，织物本身升温所耗热量不大，主要是水分升温 and 蒸发耗能很多。据国外报道，烘燥用能一般占总能耗的60%左右。上海部分印染厂的热平衡测定结果，也发现烘燥所耗能源，约占总能耗的40%以上。因此，设法减少烘燥

织物的含水率具有重大的意义。

随着染整技术的迅速发展，在研究高质量加工技术的过程中，人们逐渐了解到，在烘燥过程中，染化料的泳移对加工质量有影响。染料泳移的结果会造成色差。而在应用反应性树脂进行耐久定形(DP)加工时，泳移对DP级和织物强度的影响很大。现已知道，在浸轧工序中，降低轧余率，可减少在中间烘燥中反应性树脂的泳移作用，并使产品DP级较高而强度下降较少。因此，降低浸轧时的轧余率，即所谓低给液技术，已日益为人们所重视。

在染整加工中，水的作用之一在于将较少的染化料全面而均匀地分布在织物上。当采用低给液率时，被处理织物的表面积很大，而处理液的容积很小，要使染化料分布均匀十分困难。在用水系加工亲水性纤维时，这一矛盾尤为明显。

举例来说⁽¹⁾，1平方米织物的纤维表面积约为100平方米。如果要使6%（按织物重）高浓度的整理剂，均匀地分布在纤维全部表面上，约需10毫升的溶液。要将少量的液体均匀地分布在织物上，这本身就是一件很困难的事情，而要透过织物的厚度，让整理剂均匀地分布在所有纤维上，则更为困难。

采用泡沫体系，即在溶液中吹入空气，产生泡沫，使液体的表面积扩大到接近于纤维表面积的程度，有利于解决上述矛盾。空气的加入，使含有染化料或整理剂的溶液的体积发生惊人的变化，泡沫象毡毯似地铺在织物上。至于施加的染化料或整理剂的数量，可通过改变泡沫毡毯的厚度来加以控制。

棉织物采用普通浸轧法时，吸液量一般为织物重量的

60%以上,去除这些水分需要可观的热量。而在采用泡沫加工时,空气代替了高达65~75%的水分,从而大约减少了干燥过程中所需热能的65~75%。因此,泡沫加工在低给液技术中占着重要的地位。它是现代染整加工技术的重大突破。它受到各国印染工作者的普遍重视,绝不是偶然的。

早在能源危机以前,就有人对泡沫加工发生了兴趣。1907年,美国就有人用“肥皂泡沫”,将蚕丝脱胶和增重,并申请了专利。1960年末到1970年初之间,联邦德国赫司脱、瑞士汽-嘉公司也着手于泡沫体系用于染整加工的研究,取得了一定的进展。1973~1974年之间,美国一些公司就着手在连续化染整方面采用泡沫的研究。美国UM&M公司主张,除了发泡设备外,尽量将原有设备加以改装,使之适合于泡沫加工的需要,所介绍的辊筒上加刮刀、浮动刮刀等,构造较简单,成本较低。美国Gaston County公司和Union Carbide公司合作,设计了定名为FFT (Foam Finishing Technology, 原意为泡沫染整技术)的泡沫施加装置,根据织物情况(如重量、厚度等)和加工要求对织物施加泡沫。现在,在欧美不少国家都能生产和提供泡沫染整设备。

以具有高水平印染技术自居的日本,在泡沫加工方面落在欧美的后面,目前正在迎头追赶。日本采取的方法不外有二:向美国引进样机,进行染色和整理方面的试验,如日本原藤整染、大和染工引进了Gaston County的FFT装置;吸收欧美泡沫加工技术之长,推陈出新,开发自己独特的施加器,如日本山东铁工所开发了连续泡沫施加器。

国内对泡沫加工技术的研究始于1980年。上海市第一纺织印染工业公司技研室、上海第五印染厂和上海市纺织科学研究院在温州助剂厂和上海鼎新印染厂的协作下,设计制造

了YJ-D200-800型造泡机（有预混和室的动态发泡装置）和SP型辊筒式泡沫施加器（可根据工艺要求，进行双面施加或单面施加）；华东纺织工学院和上海印染机械厂设计制造了PZ-160型生产型大样机（包括静态发泡器和狭缝式单面涂敷器），与热拉机组成泡沫整理生产线，投入生产。1983年4月，纺织工业部科技司在上海召开“泡沫整理新技术”鉴定会，就上述两组设备及整理工艺，进行了技术、经济指标鉴定^[2]。

目前，泡沫加工技术不仅广泛地用于整理方面，而且正在向染色、印花等方面发展，并已取得成效。

参 考 文 献

[1] G. Frank Clifford, Foam Finishing Technology, American Dyestuff Reporter, 1980, No.4

[2] 上海市印染工业公司，“泡沫整理新技术鉴定会”，《印染科技动态》，1983，No.4

第二章 泡沫染整的基本原理与特性

一、泡沫染整的基本原理

先简单地介绍一下泡沫染整加工的一般过程。在含有一定发泡助剂的染整用浓液中，用机械方法打入空气，使发泡形成的泡沫达到一定的密度（发泡比）和粘度，然后施加于织物上，泡沫即瞬时渗透到全部纤维表面，达到一定深度的范围，再通过挤轧或真空抽吸，使泡沫全部破裂，浓液就渗透入纤维。接着加以烘干（一般因吸液率低，也可不需烘干）、固着和水洗（有时可不必水洗，因为织物上未固着的染整助剂很少）。

如前所述，要想将比浸轧法少得多的液体均匀地施加在织物上是十分困难的。在染整加工中，泡沫加工的基本原理，简单说来，就是借助于空气，使少量液体形成的泡沫体积扩大到足以均匀地覆盖全部织物的程度，一旦泡沫象毯子似地铺在织物上，就必须破裂。因为这时泡沫起的载体作用已经完成，它所含的整理剂或染料必须释出，以便润湿、渗透和扩散到纤维中去。下列一些因素的相互作用，会造成泡沫的破裂^[1]：

- (1) 毛细管作用力。
- (2) 压力。
- (3) 剪切力。
- (4) 真空。
- (5) 温度。

(6) 稳定消除剂(destabilizer)。

织物的毛细管作用力，在泡沫接触到织物时起着重要作用，它将水分从泡沫的薄层中吸去，使泡沫层的厚度降低，直至泡沫破裂。而轧压时外加的压力和剪切力，使泡沫与纤维紧密地接触，促使未破裂的泡沫渗入和破裂。剪切力还使非牛顿性能的泡沫粘度下降，从而使其稳定性也下降。真空起相同的作用，它首先使织物吸入泡沫，然后使泡沫的体积增大，泡壁削弱，从而泡层破裂。烘燥使泡沫粘度下降，泡沫中分子活动增加，气泡的容积增大，导致破裂。当加热温度超过表面活性发泡剂浊点时，就使其失去发泡性能，从而起稳定消除剂的作用。

在染整加工时，如采用稳定性的泡沫，可用刮刀或辊筒来控制这种气水混合物的厚度。由于泡沫层的密度很低，能够获得较低的给液率。但是，这种泡沫所具有的稳定性以及水的不流动性，对迅速而又均匀地渗透到织物中去起到阻碍作用。所以说，稳定性泡沫不适合于染整加工。

不稳定的泡沫是由多数为球形、少数为异形的气泡挤在一起所形成的“球形堆积体”〔2〕。这类泡沫在形成后，就接连不断地破裂。这是由于液体夹层内的液体迅速流失而引起。显然，这种不稳定的泡沫也不适用于染整加工，因为还没有来得及把它们施加在织物上之前，它们就已破裂了。

那末，怎样的泡沫才适合于染整加工的需要？这种泡沫应该具有哪些特性？以下即予以介绍。

二、染整用泡沫及其特性

提起泡沫，人们自然地会联想到孩子们玩的肥皂泡。用一只搪瓷杯将肥皂调成液状，用空心毛笔套蘸一下，然后在笔套的另一端用嘴一吹，肥皂泡就由笔套产生出来。肥皂泡

的内部是空气，而包围空气的是由肥皂溶液构成的薄膜。

染整泡沫加工中所用泡沫气泡与上述肥皂泡在形状上有相似之处，是由空气泡、外层表面活性剂分子膜、夹层液体、内层表面活性剂分子膜所构成。

图 2-1 表示单个泡沫气泡的形成和结构。可见，气泡就是被包围在液体薄膜或壁内的一定体积的气体所构成的球状体，当大量气泡相邻地存在时，球形体就发生变形，我们把它们统称为泡沫。因此，气泡是组成泡沫的单位，而泡沫则是由大量气泡群所组成。这些气泡之间由液膜隔开，其中大部分体积是气相。

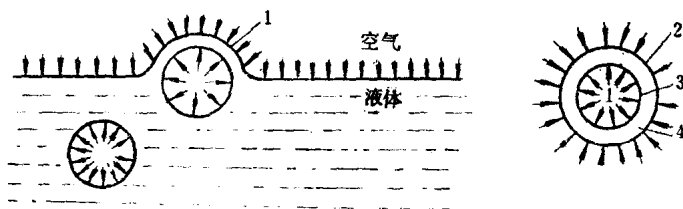


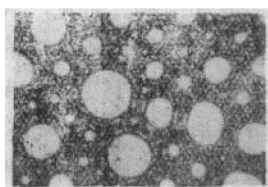
图2-1 泡沫气泡的形成和结构⁽³⁾

1—空气泡 2—外层表面活性剂分子膜
3—内层表面活性剂分子膜 4—夹层液体

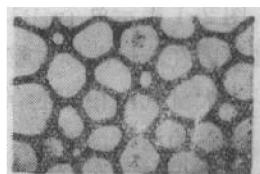
纯粹的水不会形成泡沫。如果在表面活性剂溶液中通入空气，就会在气泡的气液相界面上形成表面活性剂的吸附层。如果空气泡上升，冲破了表面活性剂溶液与空气的界面层，那末空气就会被一种双层结构所包围，形成一种液体夹层，介于表面活性剂单分子表层之间，形成如图 2-1 所示的气泡。

当气泡单独存在时，它呈球形，其大小由球形的直径来表示。而当大量气泡密集地聚集在一起（气体含量高于体积

74%) 时, 就变成多面体泡沫。此时, 各个气泡失去了它们的独立性, 构成一种聚集体。气泡间的通道, 构成一种由所谓节点连接而成的有联系的网络。球形泡沫与多面体泡沫的区别如图2-2所示^[3]。



(a) 球形泡沫



(b) 多面体泡沫

图2-2 泡沫类型^[3]

就能量原理来说, 泡沫是不稳定的。由于空气和水具有相反的性质, 它们总是要分离的。这种分离过程因气泡形状而有快有慢。一般球形泡沫排液很快, 因而寿命较短, 而多面体泡沫的液体就难以迅速地由气泡间的通道中排出。因此, 多面体泡沫的液体不是连续地被排出, 直至泡沫破裂, 而是处于一种平衡的亚稳定状态。只有这种亚稳态的多面体的泡沫, 才适合于染整加工的需要。

所谓亚稳态泡沫, 就是其稳定程度介于稳定的泡沫与不稳定的泡沫之间, 它在施加于织物上以前稳定, 而在施加在织物上后易于破坏。

亚稳态泡沫的特点是: 在泡沫层间的液体流出不是连续地进行直至泡沫破裂, 而是断续地进行, 因而泡沫寿命较长。其稳定程度取决于表面活性剂界面膜的稳定性。这种膜的稳定性又受到下列因素的影响^[2],

(1) 表面层粘度。

(2) 马朗哥尼效应。所谓马朗哥尼效应，就是界面张力梯度引起的液体流动，它有一种自身复原效应，即当液膜的某一个部位受到冲击（或变薄）时，在这个部位就形成一种由较少表面活性剂分子覆盖的新表面，这时，附近的表面活性剂向这一区域位移，弥补变薄了的部位。

(3) 液膜的弹性。它起到抑制液膜扩大的作用。这种弹性取决于排列在液膜界面上表面活性剂分子侧向的内聚力。

亚稳态多面体泡沫液膜的内部充满着空气，由于重力的作用，液膜内液体有流出的倾向。要使泡沫达到亚稳态的要求，就要使界面膜有较高的表面粘度，并使内层液体也有较高的粘度。要做到这一点，可以在制备泡沫时，加入增稠剂或适当的表面活性剂的混合物。

必须指出，亚稳态泡沫的寿命，会受到液体的蒸发、热与对它施加的压力，或者消泡剂的作用等外界的影响。因此，在制备染整加工用的泡沫时，务必注意整理剂、化学药品和染料对泡沫体系的干涉影响。

组成泡沫的另一个重要方面，是采用空气作为泡沫的成分，它既无毒性，处理时要求又低。这是因为它本身是气体，在将染整用剂浓液带到织物上去后，即自行逸去，不象使用其它介质如水、有机溶剂等那样，要求吸收大量的汽化热。

综上所述，为了适应染整加工的需要，必须制备亚稳态多面体泡沫。这种泡沫必须符合以下特性标准。

(一) 发泡比 (Blow ratio, 又称发泡度、吹泡率)

在施加泡沫时，发泡比起着重要的作用，如一定体积的待发泡溶液，用合适的装置（如厨房用搅拌器、泡沫泵），导入空气使其发泡，则可以根据导入空气的数量，调节发泡

比或每升泡沫重量的大小。举例来说，1升溶液的重量为1公斤，导入空气后，产生的泡沫每升为100克，这样，人们就可以说发泡比是10:1。

可见，所谓发泡比，就是一定体积待发泡液体的重量对同体积泡沫的重量之比。可用下式来表示：

$$\text{发泡比} = \frac{\text{发泡前一定体积液体的重量}}{\text{发泡后同体积泡沫的重量}}$$

发泡比与泡沫的密度有着密切的关系。泡沫的密度是泡沫单位体积的重量，用克/毫升来表示。通常用杯重法●测定泡沫的密度。如发泡前液体密度为1克/毫升，则空气含量、密度和发泡比之间的关系如表2-1所示。

表2-1 发泡比与泡沫密度的关系⁽⁴⁾

液 体 (%)	空 气 (%)	密 度 (克/毫升)	发 泡 比
100	0	1.0	1:1
20	80	0.2	5:1
10	90	0.1	10:1
6.6	93.4	0.066	15:1

当发泡比等于10:1时，泡沫中含有9份空气及1份液体，其密度为100克/升（0.1克/毫升）。随着发泡比提高，泡沫的密度降低，粘度增高。发泡比与密度及粘度的关系，如图2-3所示。

可见，发泡比越高，则整理剂稀释得越淡，空气起着稀释剂的作用。

- 所谓杯重法，是在已知体积和重量的杯子内放满泡沫，用快速天平称得带泡杯重后，通过计算即得发泡比。通常采用塑料杯，因为它有些透明，可以看到杯内是否充满泡沫，且塑料杯重量轻，称量误差小，又不易破碎。

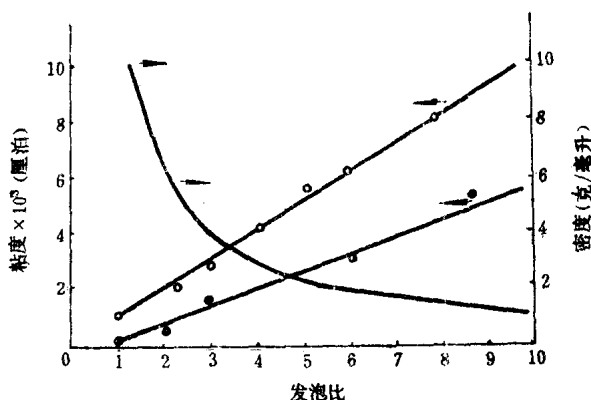


图2-3 泡沫密度及泡沫粘度对发泡比的关系⁽⁴⁾

由于染整加工用泡沫组成物的表观粘度与发泡比成正比，因此，必须根据被加工织物的种类和重量、结构、加工目的，来选择最适宜的粘度，即发泡比。

(二) 半衰期

泡沫是不稳定的，随着时间的推移，会发生排液脱水。其脱水速度，可以通过泡沫破裂半衰期（SHZ）来测定。泡沫脱水越快，则其半衰期就越短。控制半衰期，能获得适合织物泡沫加工需要的泡沫，使泡沫在施加到织物上以前很少或不产生排液，而一施加到织物后，就迅速破裂，为织物所吸收。因此，对半衰期的要求根据加工的要求、方法而有变化。

所谓泡沫破裂半衰期，是指在一定体积的泡沫中，流出其中一半液体重量所需的时间，简称半衰期。要确定泡沫的半衰期，首先要算出一定体积泡沫中所含的液体量。在计算时，流出液体的密度 S_L 以克/毫升来表示。