

高等纺织院校教材

染整工艺原理

第二册

纺织工业出版社

高等纺织院校教材

染整工艺原理

(第二册)

王菊生 孙 铠 主编

纺织工业出版社

内 容 提 要

《染整工艺原理》共分四册，本书为第二册。

书中除了对水和表面活性剂的基础知识作了适当介绍外，主要是讨论各类纤维织物的精练、漂白，毛织物湿整理，丝光、热定型以及防缩、防皱和特种整理的基本原理，并对工艺参数作了适当分析。

本书为高等纺织院校染整专业教材，同时也可供印染厂技术人员和科研人员阅读，以及纺织和纺织商品专业师生参考。

责任编辑：岳秀枚

高等纺织院校教材
染 整 工 艺 原 理
(第 二 册)

王菊生 孙 铠 主编

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

787×1168毫米 1/32 印张：10 12/32 字数：267千字

1984年7月 第一版第一次印刷

印数：1—21,000 定价：1.55元

统一书号：15041·1311

前 言

《染整工艺原理》是按编审委员会一九七七年通过的编写大纲编写的染整专业教材。它的内容是由纤维化学、染料化学的有关基础知识、基本理论和染整工艺融合在一起的，着重于染整工艺原理的论述。与一九六〇年出版的《染整工艺学》相比，内容较为丰富。本书分四册出版，各册内容为：

第一册——高分子化学和物理的基础知识，各类纤维的结构和性能；

第二册——各类纤维纺织物的练漂和整理；

第三册——染料化学基础知识，染色过程的基本理论，各类染料的特性和各类纤维纺织物的染色；

第四册——织物印花。

本书对于染整设备，除附有必要的示意图外，一般不作详细讨论。书中有些章节，各校可根据具体情况，在授课时加以增删或作选修课的参考教材。

参加第一、第二册编写的有孙铠、周翔、曹德身同志和北京化纤工学院的周璐瑛同志，最后由孙铠同志统稿；参加第三、第四册编写的有王菊生、宋心远同志和上海纺织工业专科学校的黄茂福、秦永正同志，最后由王菊生同志统稿。

本书插图是由华东纺织工学院的张洵栓同志绘制和复制；纤维形态照片是由北京化纤工学院沈淦清同志摄制，在此表示衷心的感谢。

本书于一九八〇年经教材编审委员会审查通过。

由于编者水平有限，因此本教材难免会有缺点和错误，我们热忱欢迎读者批评指正。

编者

目 录

第一章 水和表面活性剂	(1)
第一节 水和水质.....	(1)
第二节 水的软化.....	(4)
第三节 表面张力和表面吸附现象.....	(9)
第四节 表面活性剂的结构特征及其溶液性质.....	(11)
第五节 常用的表面活性剂.....	(15)
第六节 表面活性剂的作用原理.....	(22)
第七节 表面活性剂的化学结构与性能的关系.....	(30)
第二章 棉及棉型织物的退浆和精练	(35)
第一节 引言.....	(35)
第二节 原布准备.....	(36)
第三节 烧毛.....	(36)
第四节 退浆.....	(44)
第五节 水洗.....	(56)
第六节 精练.....	(64)
第三章 丝织物的精练	(91)
第一节 引言.....	(91)
第二节 蚕丝中的非丝素组分.....	(92)
第三节 蚕丝织物精练的基本原理.....	(96)
第四节 蚕丝织物的精练设备.....	(100)
第五节 蚕丝织物的精练工艺.....	(101)
第六节 蚕丝织物精练品质的评定.....	(106)
第七节 醋酯、涤纶、锦纶和粘胶等丝织物的精练.....	(107)
第四章 毛织物的湿整理	(110)

第一节	引言	(110)
第二节	炭化	(111)
第三节	洗呢	(115)
第四节	煮呢	(117)
第五节	缩呢	(121)
第五章	漂白	(127)
第一节	引言	(127)
第二节	次氯酸钠漂白	(130)
第三节	过氧化氢漂白	(140)
第四节	亚氯酸钠漂白	(153)
第五节	其它漂白剂漂白	(159)
第六章	丝光	(160)
第一节	引言	(160)
第二节	丝光原理	(161)
第三节	丝光机及丝光工艺	(164)
第四节	丝光工艺条件分析	(169)
第七章	热定型	(182)
第一节	引言	(182)
第二节	织物热定型工艺概述	(183)
第三节	热定型机理	(190)
第四节	热定型工艺条件分析	(194)
第八章	一般整理	(208)
第一节	引言	(208)
第二节	各类织物的一般整理要求和过程	(209)
第三节	机械整理	(210)
第四节	一般化学整理	(223)
第九章	防缩整理	(230)
第一节	引言	(230)
第二节	织物缩水机理	(231)

第三节	防缩整理方法·····	(255)
第四节	毛织物的防缩整理·····	(243)
第十章	防皱整理 ·····	(249)
第一节	引言·····	(249)
第二节	织物的折皱和纤维素纤维织物防皱整理 工艺的基本概念·····	(250)
第三节	常用防皱整理剂及其与纤维素之间有关 的化学问题·····	(259)
第四节	防皱原理·····	(273)
第五节	整理后纺织品的质量·····	(275)
第六节	其它整理方法·····	(284)
第七节	毛织物的防皱整理和耐久压烫整理·····	(287)
第十一章	特种整理 ·····	(290)
第一节	防水整理·····	(290)
第二节	防污整理·····	(304)
第三节	阻燃(防火)整理·····	(310)
主要参考文献	·····	(323)

第一章 水和表面活性剂

第一节 水和水质

染整厂用水量很大，平均每生产一千米棉印染布约消耗水20吨左右，因此染整厂必须建立在水源丰富或有充沛的自来水供应的地区。而且染整厂对水质的要求也较高，除了无色、无臭、透明、 $\text{pH} = 6.5 \sim 7.4$ 外，还有以下要求，如表1-1所示：

表1-1 染整厂对水质的要求

总硬度 (ppm以 CaCO_3 计)	0 ~ 25
铁 (ppm)	0.02 ~ 0.1
锰 (ppm)	0.02
碱度 (甲基橙为指示剂，用酸滴定，ppm以 CaCO_3 计)	35 ~ 64
溶解的固体物质 (ppm)	65 ~ 150

大量而稳定利用的天然水主要是地面水和地下水。自来水是经过自来水厂加工后的天然水，质量较高；地面水是指流入江、河、湖泊中贮存起来的雨水。雨水流过地面时带走了一些有机和无机物质，当流动减弱后，悬浮杂质发生部分沉淀，但可溶性有机和无机成分，仍然残留其中。地面中的有机物可能被细菌转化为硝酸盐，对染整加工过程无大妨碍。一般说，地面水中无机物含量较地下水要少得多，但有浅泉水流入的地面水中，含矿物质较多，有时还具有一定的色泽。

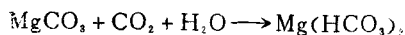
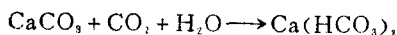
地下水有浅地下水和深地下水之分。浅地下水主要指深度为

15米以内的浅泉水和井水，它是由雨水从地面往下在土壤或岩石中流过较短的距离形成的。由于土壤具有过滤作用，浅地下水中含悬浮性杂质极微，但含有一定量的可溶性有机物和较多的二氧化碳，当与岩石接触时，溶解的二氧化碳可使不溶性碳酸钙转变为碳酸氢钙溶入水中，因此浅地下水的含杂视雨水流过的地面和土壤情况而有较大的变异。

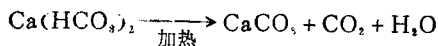
深地下水多指深井水，由于雨水透过土壤和岩石的路程很长，经过过滤和细菌的作用后，一般不含有有机物，但却溶解了很多的矿物质。

天然水视来源不同而含有不同的悬浮物和水溶性杂质。悬浮物可通过静置、澄清（澄清剂如明矾、碱式氯化铝）或过滤等方法去除，无很大困难；水溶性杂质种类较多，其中最常见的是钙、镁的硫酸盐、氯化物或酸式碳酸盐，它们的含量多少，可用硬度来表示。一般的天然水都含有暂时硬度和永久硬度，但比例有所不同，通常以两者之和来表示的，称为总硬度。

暂时硬度——天然水中常含有二氧化碳，当与岩石接触时，能使不溶于水的碳酸钙和碳酸镁，转变为能溶于水的重碳酸盐，形成水的暂时硬度。



重碳酸盐在加热煮沸时，能重新分解为二氧化碳和不溶于水的碳酸盐：



由重碳酸盐所造成的硬度，在煮沸后会除去，所以称为暂时硬度。含有暂时硬度的水，用于锅炉中，将有碳酸钙或氢氧化镁沉淀出来，形成水垢。

永久硬度——与溶于水中的钙、镁等氧化物、氯化物、硝酸盐

或硫酸盐有关，它们在沸煮时不会发生沉淀，仍保留在水中，故称为永久硬度。

水的硬度表示方法至今尚未统一，通常是以一百万份水中钙镁盐含量换算成碳酸钙的份数表示，简称ppm即毫克/升。此外，一些国家对水的硬度表示法见表1-2。

表1-2 一些国家对水的硬度表示法

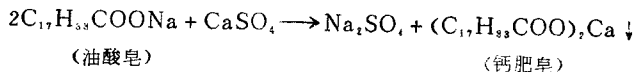
国 别	水硬度 ¹ 的定义	相当于ppm的数值(以CaCO ₃ 计)
美	每美加仑水中含1格林CaCO ₃	17.1
英	每英加仑水中含1格林CaCO ₃	14.3
法	每10 ⁶ 份水中含1份CaCO ₃	10
德	每10 ⁶ 份水中含1份CaO	17.9
苏	每10 ⁶ 份水中含1份Ca	2.5

水的硬、软无截然界限，仅是含钙、镁量多少而已，如图1-3所示：

表1-3 硬水和软水的区分

水 质	ppm以CaCO ₃ 计	英 制 度 数
软 水	0 ~ 57	0 ~ 4
略 硬 水	57 ~ 100	4 ~ 7
硬 水	100 ~ 286	7 ~ 20
极 硬 水	>286	>20

硬水用于染整工艺或锅炉，都会产生一些麻烦。在工艺方面硬水能使肥皂等发生沉淀，例如：

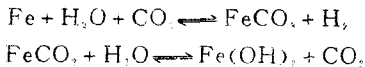


由此可以说明，练漂加工中使用硬水会浪费肥皂，消除1份的CaCO₃大约要耗用6份肥皂。此外，钙、镁皂沉积在织物上，会对织物的手感、色泽产生不良影响，同时硬水还能使某些染料发生

沉淀，不仅造成浪费，而且还会造成染色不匀的缺点。水中若含有较多的铁、锰等离子，则在漂白过程中会引起纤维的脆损。

锅炉中若使用硬水，暂时硬度在加热时会迅速转变为碳酸钙和氢氧化镁沉淀，能在锅体的内表面和管子内形成水垢。硫酸钙虽然是水溶性的，但溶解度不高，能在锅炉的加热面上析出。暂时硬度能形成较疏松的水垢，而硫酸钙却能形成粘着比较牢固的坚硬水垢。大部分的天然水中，还含有硅酸盐，虽然数量较少，但将会形成薄而硬的硅酸钙、镁的水垢。水垢沉积在加热面上，会降低导热系数。

如果锅炉用水不当，还易引起锅炉的腐蚀。锅炉腐蚀的最普遍的原因，是由于水中含有氧和二氧化碳，特别在高压锅炉中，二氧化碳和铁作用形成碳酸亚铁，然后进一步水解成氢氧化亚铁。



这些反应都是可逆的，平衡状态迅速到达。但氧能使微溶于水的氢氧化亚铁转变为不溶性的氢氧化铁，因而破坏了平衡，使铁继续与二氧化碳反应而发生腐蚀现象。为了防止锅炉受腐蚀，可采取对水先经预热或加入还原剂等措施，以除去溶解的氧，会有一定效果。

第二节 水的软化

染整厂用水的水质，对产品的质量和成本都有很大关系，若水质控制不当不仅会造成药品的浪费，而且还会影响到成品的质量（如外观、手感等）。甚至在漂白过程中引起纤维的脆损，因此对水的质量不容忽视。极纯的天然水源是很少的，染整厂用水量很大，其中半数以上是消耗在练漂过程中，全部采用软水费用很大，目前根据要求而使用不同质量的水。例如在水洗过程中的用水，

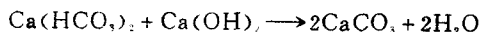
只要水是无色、无臭、透明、接近中性，重金属离子含量极微，硬度中等的也就可以满足要求了。但在配制练漂用剂或染液时，一般仍以采用软水为宜。

自来水虽然是已经过某些处理的天然水，但仍有一定的硬度，对某些用途来说还需进行软化。

水的软化方法大致有下列几种：

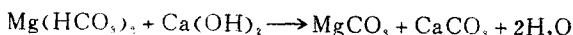
一、石灰—纯碱沉淀法

造成暂时硬度的重碳酸钙，当用石灰处理时，会转变为碳酸钙沉淀出来：

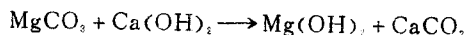


按照此式计算，去除每162份的碳酸氢钙，需74份的氢氧化钙或56份的氧化钙。

碳酸氢镁的反应与碳酸氢钙略有不同，与石灰作用时，首先转变为微溶性的碳酸镁：

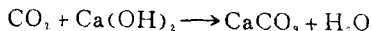


因而未得到充分的软化，需继续加入氢氧化钙才能转变为不溶性的 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 沉淀出来：

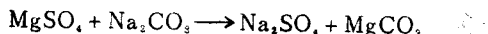
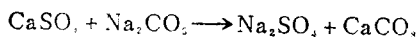


由此可知，1摩尔的 $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ 需要2摩尔的石灰才能获得完全的沉淀。

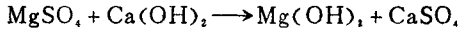
当水用石灰处理时，溶解的二氧化碳也被去除：



造成永久硬度的硫酸钙、硫酸镁与碳酸钠作用，才能成为碳酸盐沉淀：



当水中的硫酸钙转变为碳酸钙沉淀后，有等当量的硫酸钠残留在水中。硫酸镁转化为碳酸镁后，还需进一步用石灰处理，使之转变为氢氧化镁沉淀。如果石灰的用量足够时，可使全部的镁盐沉淀出，并有硫酸钙生成：



需进一步与 Na_2CO_3 作用转变为碳酸钙。实际上水经处理后，其中的锰、铁盐也转变为不溶性的氢氧化物沉淀而被除去。

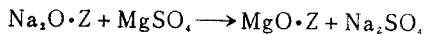
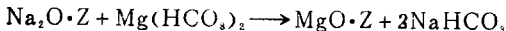
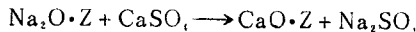
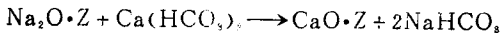
工业上采用石灰—纯碱法进行软化时，可将水与需要量的化学药品在反应器中混合、沉淀、放出软水，沉淀物可由反应器的底部放出。采用此法软化的水，其硬度可降低至10ppm以下（以氧化钙计），呈现碱性，碱性的大小以 CaCO_3 、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 的溶解度为极限，若有过量的处理剂存在，碱性还要偏高一些。

二、离子交换法

本法包括泡沸石、磺化煤以及离子交换树脂等，现分别介绍于下：

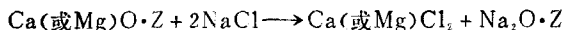
（一）泡沸石

泡沸石是一种多孔砂粒状的水化硅酸钠、铝，其通式为 $(\text{Na}_2\text{O})_x (\text{Al}_2\text{O}_3)_y (\text{SiO}_2)_z (\text{H}_2\text{O})_n$ ，有天然的，也有人造的。若以Z代表 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 部分，可按下式发生离子交换作用：



经过离子交换后，水的硬度可降低至2ppm左右（以氧化钙计）。泡沸石经过一段时间的使用后，效率降低，必须用食盐处

理数小时，使泡沸石重新得到活化：

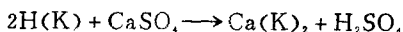
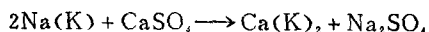


洗去 CaCl_2 、 MgCl_2 和 NaCl 后，便可继续进行水的软化。泡沸石可长期地反复使用，但日久后粒状泡沸石会缓慢地碎裂为粉状。

暂时硬度经泡沸石作用转变为碳酸氢钠，如果含量过大，不仅对染色过程有不良影响，而且在高温下会放出 CO_2 ，能引起锅炉的腐蚀。如果水的硬度过高，通常可先用石灰—纯碱法处理后，然后再进行离子交换处理，以便进一步降低水的硬度。

(二) 合成有机离子交换树脂

在硬水的软化中，目前泡沸石已大量地被合成有机离子交换树脂所取代。最早替代泡沸石的是磺化煤，它是用浓硫酸在 $150\sim 180^\circ\text{C}$ 下处理褐煤得H型产品，用碱处理后成Na型，可分别以 H(K) 、 Na(K) 表示。它们都有软化水的作用，如：

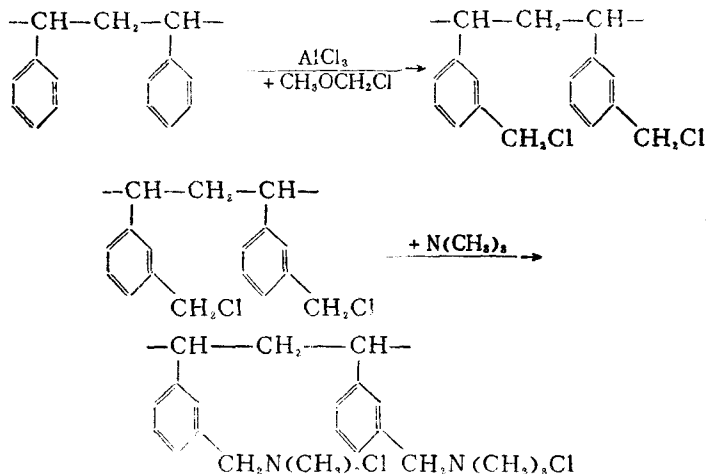


经长期使用后，磺化煤逐渐丧失软化能力，但可用食盐或稀酸液使之重新活化。用稀酸液活化，可得到H型磺化煤，用它处理后的水呈酸性，所以染整厂大都是用食盐活化以期获得Na型磺化煤。

在工业上获得最成功的阳离子交换树脂为交联型的珠状聚苯乙烯，化学稳定性好，直径约 $0.1\sim 0.5\text{mm}$ 。用硫酸处理后可引入磺酸基，能与钙、镁离子进行交换，具有软化水的作用，它的工作原理与磺化煤相似。国产73型阳离子交换树脂便属此类。

如果在交联型的聚苯乙烯上引进碱性基团，便成为阴离子交换树脂。例如与氯甲醚反应（以 AlCl_3 作催化剂），再用三甲胺

处理，便可获得季铵化合物：

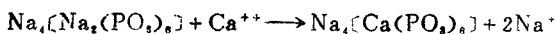


经碱处理后，便具有与阴离子交换的能力。

硬水经阳离子交换树脂处理后，水中残留一定数量的酸，再经阴离子交换树脂处理后，便可获得无离子的水。这种处理成本较大，对实际应用来说要求过高。

三、软水剂

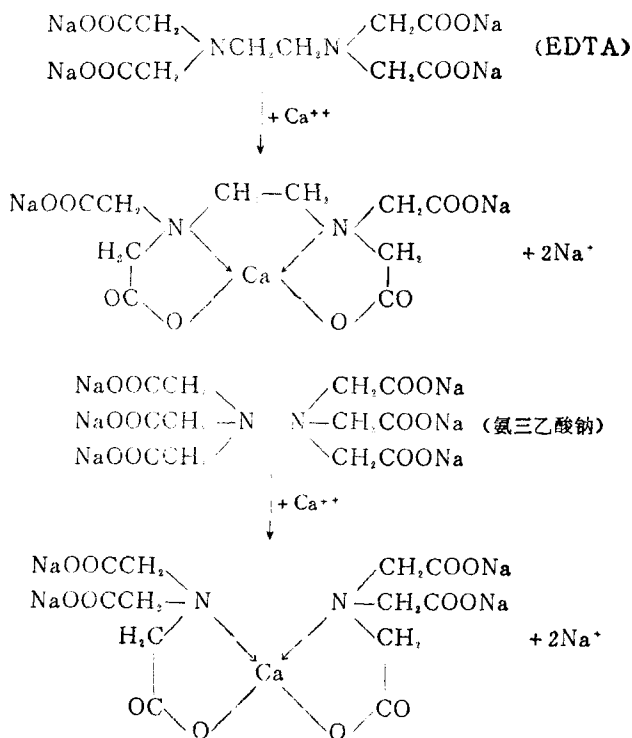
染整厂中除锅炉用水必须软化外，在一般漂染加工时，如无软水供应不得使用硬水时，为了避免钙、镁盐所产生的不良影响，往往可在硬水中加入一些软水剂便可达到目的。某些磷酸盐具有这样的效果，例如六偏磷酸钠，它的结构比较复杂，常以 $\text{Na}_4[\text{Na}_2(\text{PO}_3)_6]$ 表示，与钙、镁离子能按下式形成比较稳定的络合物：



稳定的络合物形成后，在温度不高的条件下，不再具有硬水的性质，便不会与肥皂等发生沉淀。

效果最好的软水剂是胺的醋酸衍生物，例如氨三乙酸钠和乙

二胺四醋酸钠 (EDTA) 已获得工业上的应用。它们能与碱土金属或铜、铁金属离子生成水溶性的络合物, 如下式所示:



因而可以避免由于钙、镁、铜、铁等离子的存在而引起的弊病。

第三节 表面张力和表面吸附现象

一、表面张力

从滴管中掉下来的一滴水或其他液体, 有形成球形的倾向, 因为水或液体表面有一种“力”, 称为表面张力, 有使液滴保持