

高 等 院 校 教 材

纺织品

# 染整工艺学

范雪荣 主编

0.6



中国纺织出版社

高等院校教材

# 纺织品染整工艺学

范雪荣 主编

中国纺织出版社

## 内 容 提 要

本书是根据教育部新公布的工科专业目录中纺织工程专业(包括原纺织工程、针织工程、纺织材料与纺织品设计、丝绸工程等专业)的特点和近年来染整技术的发展而编写的。内容包括纺织工业常用纤维的基本结构、性能,各类纺织品染整加工的基本原理、基本工艺及常用染整设备,并对表面活性剂的基本知识和近年来迅速发展的纺织品功能整理作了扼要的介绍。

本书可作为纺织工程专业染整工艺学或染整概论的教学用书,也可供纺织企业工程技术人员、管理人员阅读参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

纺织品染整工艺学/范雪荣主编. - 北京:中国纺织出版社, 1999.6(2000.6重印)

高等院校教材

ISBN 7-5064-1652-2/TS·1319

I. 纺… II. 范… III. 染整-生产工艺-高等学校-教材 IV. TS19

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 10755 号

---

责任编辑:丁桂玉 责任校对:俞坚沁  
责任设计:胡雪萍 责任印制:刘 强

---

中国纺织出版社出版发行  
地址:北京东直门南大街6号  
邮政编码:100027 电话:010-64168226  
<http://www.c-textilep.com/>  
E-mail: [faxing@c-textilep.com](mailto:faxing@c-textilep.com)  
中国纺织出版社印刷厂印刷 各地新华书店经销  
1999年6月第一版~2000年6月第二次印刷  
开本:787×1092 1/16 印张:15  
字数:364千字·印数:3501—6500 定价:28.00元

---

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

# 前 言

纺织工业是国民经济的支柱产业,丰富了市场,美化了人民生活,并在出口创汇中占有重要的地位。纺织品除了满足人们的穿着需要外,还大量用于装饰材料和工农业生产、国防等各个领域。染整加工是纺织品生产的重要工序,它可改善纺织品的外观和服用性能,或赋予纺织品特殊功能,提高纺织品的附加价值,满足了各行业对纺织品性能上的要求。

纺织品的染整加工是借助各种机械设备,通过化学的或物理化学的方法,对纺织品进行处理的过程,主要内容包括前处理、染色、印花和整理。前处理主要是采用化学方法去除纺织纤维特别是天然纤维上的各种杂质,改善纺织品的服用性能,并为染色、印花和整理等后续加工提供合格的半成品;染色是通过染料和纤维发生物理的或化学的结合,使纺织品获得鲜艳、均匀和坚牢的色泽;印花是用染料或颜料在纺织品上获得各色花纹图案;整理是根据纤维的特性,通过化学或物理化学的作用改进纺织品的外观和形态稳定性,提高纺织品的服用性能或赋予纺织品阻燃、拒水拒油、抗静电等特殊功能。

本书的编写注意了以下一些问题:①在纤维的结构与性能部分,《纺织材料学》介绍过的内容一般不作重复,但对与染整加工密切相关的纤维的基本结构和主要性能作了较详细的介绍;②适合教育部新公布的工科专业目录中纺织工程专业的特点,对棉、毛、丝、麻、化学纤维等各类纤维,机织物、针织物、毛织物、色织物、服装等各种类型纺织品染整加工的基本原理、基本工艺和常用染整

设备作了较为系统扼要的介绍;③既注意加强基础,又注重拓宽知识面,对在染整加工中起重要作用的表面活性剂的基本知识和染整新技术,特别是近年来迅速发展的纺织品功能整理和成衣染整作了简要介绍。

本书在编写过程中参考了许多染整专业教材、其他专业书籍和专业杂志,谨向作者表示衷心的感谢。

本书可作为纺织工程专业染整工艺学或染整概论的教学用书或其他专业的教学参考书,也可供纺织企业工程技术人员、管理人员阅读参考。

本书由范雪荣主编,其中第一、第二、第七、第八章由无锡轻工大学范雪荣、王强编写,第三章由南通工学院杨静新编写,第四章由南通工学院张瑞萍编写,第五章由天津纺织工学院霍瑞亭编写,第六章由西北纺织工学院樊增禄编写,全书由范雪荣、王强整理。

限于编者水平,书中难免有不当之处,热忱欢迎读者批评指正。

编 者

1999年1月

# 目 录

<b>第一章 纺织工业常用纤维的结构和主要化学性能</b> .....	(1)
<b>第一节 纤维素纤维的结构和主要化学性能</b> .....	(1)
一、天然纤维素纤维的结构和主要化学性能 .....	(1)
二、粘胶纤维的结构和主要化学性能 .....	(7)
<b>第二节 蛋白质纤维的结构和主要化学性能</b> .....	(8)
一、蛋白质的基础知识 .....	(8)
二、羊毛纤维的结构和主要化学性能.....	(10)
三、蚕丝的结构和主要化学性能.....	(13)
<b>第三节 合成纤维的结构和主要性能</b> .....	(16)
一、涤纶的结构和主要性能.....	(16)
二、锦纶的结构和主要性能.....	(18)
三、腈纶的结构和主要性能.....	(20)
四、聚氨酯弹性纤维的结构与性能.....	(21)
<b>第二章 染整用水和表面活性剂</b> .....	(23)
<b>第一节 染整用水</b> .....	(23)
一、水质对纺织品染整加工的影响.....	(23)
二、水的软化.....	(24)
<b>第二节 表面活性剂</b> .....	(25)
一、表面活性剂的基本知识.....	(25)
二、表面活性剂的基本作用.....	(27)
三、表面活性剂的分类和常用表面活性剂的性能.....	(31)
<b>第三章 纺织品的前处理</b> .....	(38)
<b>第一节 棉织物的前处理</b> .....	(38)
一、原布准备.....	(38)
二、烧毛.....	(39)
三、退浆.....	(40)
四、煮练.....	(42)

五、漂白	(48)
六、开幅、轧水和烘干	(51)
七、丝光	(52)
八、棉织物前处理工艺发展动向	(55)
第二节 苧麻纤维脱胶和苧麻织物的练漂	(56)
一、苧麻纤维的脱胶	(56)
二、苧麻织物的练漂	(56)
第三节 羊毛初步加工	(57)
一、选毛	(57)
二、洗毛	(57)
三、炭化	(58)
第四节 丝织物前处理	(59)
一、丝织物的脱胶	(60)
二、丝织物的漂白	(61)
第五节 化学纤维及其混纺织物的前处理	(61)
一、粘胶纤维织物的前处理	(61)
二、合成纤维织物的前处理	(62)
三、混纺和交织织物的前处理	(62)
第六节 其他织物的前处理	(64)
一、绒类织物的前处理	(64)
二、色织物的前处理	(65)
三、针织物的前处理	(66)
<b>第四章 纺织品的染色</b>	(68)
第一节 概述	(68)
一、染料概述	(68)
二、光、色、拼色和电子计算机配色	(70)
三、染色基本理论	(72)
四、染色方法和染色设备	(75)
第二节 直接染料染色	(80)
第三节 活性染料染色	(84)
第四节 还原染料和可溶性还原染料染色	(90)
第五节 不溶性偶氮染料染色	(93)
第六节 硫化染料染色	(95)
第七节 酸性染料染色	(98)

第八节 酸性媒介染料染色	(101)
第九节 酸性含媒染料染色	(103)
第十节 分散染料染色	(104)
第十一节 阳离子染料染色	(110)
第十二节 混纺和交织织物染色	(114)
一、概述	(114)
二、涤棉混纺织物染色	(115)
三、毛混纺织物染色	(117)
四、丝绸类交织物的染色	(119)
五、其他混纺织物染色	(119)
第十三节 针织物染色	(121)
一、针织纱线的染色	(121)
二、针织物的染色	(121)
<b>第五章 纺织品印花</b>	(123)
第一节 印花概述	(123)
一、印花概念	(123)
二、印花设备	(124)
三、印花原糊	(128)
四、花筒的雕刻和筛网制作	(131)
五、电脑分色制版	(132)
第二节 涂料印花	(133)
一、涂料印花色浆的组成	(133)
二、印花工艺	(135)
第三节 纤维素纤维织物印花	(135)
一、直接印花	(135)
二、防染印花	(139)
三、拔染印花	(140)
第四节 蚕丝织物印花	(141)
一、蚕丝织物的直接印花	(141)
二、蚕丝织物的拔染印花和防印印花	(142)
第五节 毛织物印花	(143)
一、匹织物印花	(143)
二、毛条印花	(144)
三、纱线印花	(144)



第六节 合成纤维织物印花.....	(144)
一、涤纶织物印花 .....	(144)
二、腈纶织物印花 .....	(146)
三、锦纶织物印花 .....	(147)
第七节 混纺织物印花.....	(147)
一、涤纶混纺织物印花 .....	(147)
二、腈纶混纺织物印花 .....	(149)
三、锦纶混纺织物印花 .....	(149)
第八节 新颖印花概论.....	(149)
一、印花泡泡纱 .....	(149)
二、烂花印花 .....	(150)
三、发泡印花 .....	(150)
四、金银粉印花 .....	(150)
<b>第六章 纺织品整理</b> .....	(152)
<b>第一节 整理概述</b> .....	(152)
一、整理的概念和目的 .....	(152)
二、整理的分类 .....	(152)
三、整理的方法 .....	(153)
<b>第二节 棉织物整理</b> .....	(153)
一、定形整理 .....	(153)
二、光泽和轧纹整理 .....	(156)
三、绒面整理 .....	(158)
四、增白整理 .....	(159)
五、手感整理 .....	(160)
六、树脂整理 .....	(161)
<b>第三节 毛织物整理</b> .....	(164)
一、毛织物整理概述 .....	(164)
二、毛织物湿整理 .....	(164)
三、毛织物干整理 .....	(169)
四、毛织物特种整理 .....	(172)
<b>第四节 丝织物整理</b> .....	(174)
一、丝织物机械整理 .....	(174)
二、丝织物化学整理 .....	(175)
<b>第五节 合成纤维织物的热定形</b> .....	(176)

一、热定形机理 .....	(177)
二、热定形设备及工艺 .....	(177)
第六节 混纺和交织织物整理 .....	(178)
一、涤/棉织物整理 .....	(179)
二、涤/粘、涤/腈织物整理 .....	(179)
第七节 棉针织物防缩整理 .....	(180)
<b>第七章 纺织品功能整理 .....</b>	<b>(185)</b>
第一节 拒水拒油整理 .....	(185)
第二节 阻燃整理 .....	(191)
第三节 抗静电整理 .....	(198)
第四节 卫生整理 .....	(201)
第五节 防污和易去污整理 .....	(204)
第六节 生物整理 .....	(209)
第七节 涤纶仿真丝绸整理 .....	(211)
第八节 涂层整理 .....	(216)
<b>第八章 成衣染整 .....</b>	<b>(220)</b>
第一节 成衣染色 .....	(220)
一、成衣染色设备 .....	(220)
二、精纺羊毛衫的染色 .....	(220)
三、棉纱编织衫的染色 .....	(221)
四、真丝绸服装的染色 .....	(221)
五、锦纶弹力衫裤的染色 .....	(222)
第二节 成衣印花 .....	(223)
一、成衣印花设备 .....	(223)
二、成衣手工印花操作 .....	(224)
三、常用成衣印花工艺 .....	(224)
第三节 整烫 .....	(226)
一、羊毛衫整烫 .....	(226)
二、真丝绸衣裤整烫 .....	(227)
三、锦纶弹力衫裤整烫 .....	(227)

# 第一章 纺织工业常用纤维的结构和主要化学性能

## 第一节 纤维素纤维的结构和主要化学性能

纤维素纤维包括棉、麻和粘胶纤维。本节将介绍它们的形态结构、化学结构、超分子结构及与染整加工有关的化学性质。

### 一、天然纤维素纤维的结构和主要化学性能

#### (一) 棉和麻纤维的形态结构

1. 棉纤维的形态结构 在显微镜下观察,成熟棉纤维的外形为:上端尖而封闭,下端粗而敞口,整根纤维为细长的扁平带子状,有螺旋形天然扭曲,一般扭曲数在 60~120 个/cm,纤维成熟度越高,天然扭曲数越多。纤维截面呈腰子形,中间有干瘪的空腔。成熟棉纤维的形态如图 1-1 所示。

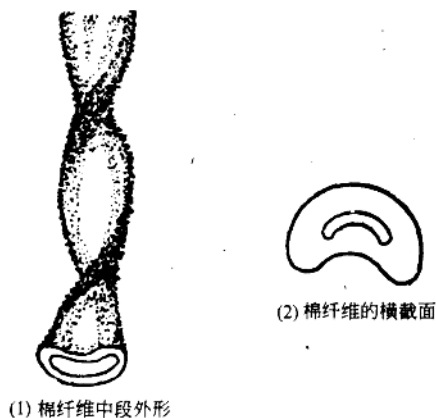


图 1-1 成熟棉纤维的形态

将棉纤维经过适当的溶胀处理后,在显微镜下进一步观察,发现棉纤维从外到里又分成三层,最外层称为初生胞壁,中间为次生胞壁,内部为胞腔。图 1-2 为棉纤维的形态结构模型示意图。

(1) 初生胞壁:棉纤维初生胞壁的厚度为 0.1~0.2  $\mu\text{m}$ ,约为纤维直径的 1% 左右,占纤维总质量的 2.5%~2.7%,纤维素含量比较低,纤维素共生物特别是果胶物质、蜡状物质的含量较高,如表 1-1 所示。

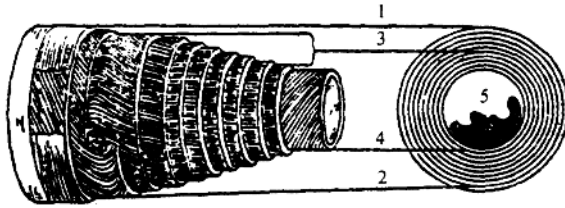


图 1-2 棉纤维的形态结构模型示意图

1—初生胞壁 2—次生胞壁的外层 3—次生胞壁的中心区域  
4—次生胞壁内层 5—带有原生质残渣的胞腔

表 1-1 棉纤维的主要成分

组 成	初生胞壁/%	次生胞壁/%	纤维整体/%
纤维素	52	95.3	94.0
果胶物质	12	1.0	0.9
蜡状物质	3	0.9	0.6
灰分	7	0.6	1.2
有机酸与多糖类	14	1.0	1.1
含氮物质(以蛋白质计)	—	—	1.3
其他	—	—	0.9

初生胞壁决定了棉纤维的表面性质。初生胞壁具有拒水性,这对棉纤维在自然生长中有保护作用,而在染整加工中会阻碍药品向纤维内部的扩散,影响化学反应的进行,造成织物渗透性差、染色不匀等疵病,再加上纤维素含量较少,聚合度也较低,故强度不高,应在染整加工的初期将其破坏并去除。初生胞壁不是结构均一的物质,它可分为三层:外层基本上是由果胶物质和蜡状物质组成的皮层,第二、第三层含有相当多的纤维素,这些纤维素大分子排列成很不整齐的小纤维束,呈绕纤维轴旋转的网状结构,沿纤维轴向的取向度很低,对纤维内部的溶胀起束缚作用。

(2)次生胞壁:次生胞壁是纤维素沉积最厚的一层(约  $4 \mu\text{m}$ ),是棉纤维的主体,质量约占整个纤维质量的 90% 以上,由表 1-1 可知,次生胞壁的纤维素含量很高,共生物含量减少。次生胞壁的组成与结构决定了棉纤维的主要性质。

次生胞壁大体上也分为三层,每层中又有很多同心圆结构,称为日轮。同心圆结构都是由纤维素大分子组成的原纤沉积而成,厚约  $0.1 \sim 0.4 \mu\text{m}$ ,这三个同心圆层组成次生胞壁的外层、中层和内层,每层原纤的走向与邻层不同,绕纤维轴呈约  $20^\circ \sim 30^\circ$  的螺旋式排列。若外层原纤走向为 S 形螺旋,中层则为 Z 形,而内层又为 S 形,各层中原纤沿纤维长度方向的走向经常改变。

(3)胞腔:胞腔是棉纤维的中空部分,约占纤维截面的  $1/10$ ,含有蛋白质及色素,其颜色决定了棉纤维的颜色。胞腔是纤维内最大的空隙,是棉纤维染色和化学处理的重要通道,若将胞腔的敞口部分完全封闭后进行染色,染色速率会大大减慢。

2. 麻纤维的形态结构 麻的种类很多,可作衣用纺织纤维的主要是苧麻和亚麻。苧麻和

亚麻是生长在韧皮植物上的纤维,也称为韧皮纤维,成束地分布在植物的韧皮层中。纤维束是由多根单纤维在纵向彼此穿插,由中间层相互粘联起来,因此,纤维束是连续纵贯全茎,横向则绕全茎相互联结。

单根麻纤维是一个厚壁、两端密闭、内有狭窄胞腔的长细胞,没有棉纤维那样的天然扭曲。所有麻纤维都有这样的特征,但各种麻的单纤维外形、长短和化学成分等方面存在一定的差异。如苧麻单纤维两端呈锤头形或有分支,亚麻两端稍细,呈纺锤形。单纤维截面也各不相同,苧麻和棉纤维相似呈不规则状,亚麻为多角形。

麻纤维的主要化学成分与棉纤维一样,亦是纤维素,但含量较低,果胶物质含量较高,除蜡状物质、含氮物质和灰分外,还有木质素。我国苧麻和亚麻的化学组成如表 1-2 和表 1-3 所示。

表 1-2 苧麻纤维的化学组成

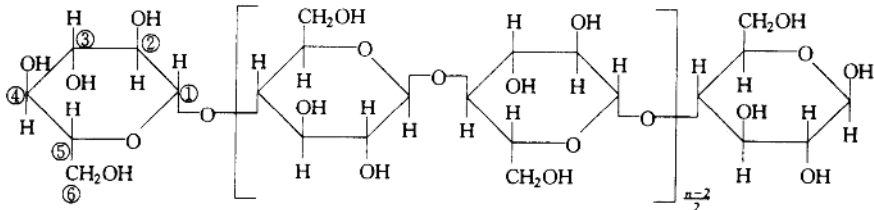
成分	纤维素	水分	蜡状物质	木质素	果胶物质	未测定部分	合计
含量/%	61.02	11.10	1.02	2.00	15.81	9.05	100

表 1-3 亚麻纤维的化学组成

成分	纤维素	半纤维素	蜡状物质	木质素	果胶物质	灰分	含氮物质
含量/%	70~80	12~15	1.2~1.8	2.5~5.0	1.4~5.7	0.8~1.3	0.3~0.6

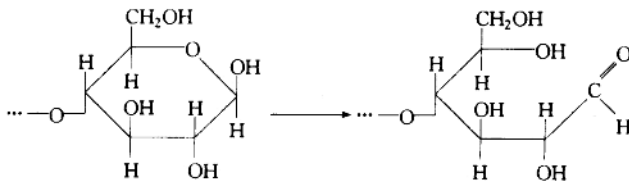
## (二) 纤维素的化学结构

1. 纤维素的化学结构 纤维素大分子的化学结构是由  $\beta$ -D-葡萄糖剩基彼此以 1,4 苷键联结而成,分子式可以写成  $(C_6H_{10}O_5)_n$ , 结构式如下:



每个相邻葡萄糖剩基扭转  $180^\circ$ , 每隔两环有周期性重复。因此, 两环为一基本链节, 大分子的链节数为  $\frac{n-2}{2}$ ,  $n$  为葡萄糖剩基数, 即纤维素的聚合度。棉和麻的聚合度可高达 10000~15000, 粘胶纤维的聚合度为 250~500 左右。 $\beta$ -D-葡萄糖剩基的  $\beta$  表示葡萄糖环中  $C_1$  苷羟基在投影式中向左方; D 表示开环葡萄糖中  $C_5$  上的羟基与  $C_6$  上的羟基为同侧的构型。

2. 纤维素大分子的结构特点 纤维素大分子的两个末端葡萄糖剩基, 其一端有四个自由羟基, 另一端有三个自由羟基和一个半缩醛羟基(称为潜在醛基), 半缩醛羟基可显示醛基性质, 如下式:



因此,纤维素大分子具有还原性,但大分子链较长,端基还原性不明显。随着纤维素大分子的降解,分子量变小,半缩醛羟基增多,还原性就会增强。因此可利用纤维素中醛基含量的变化来测定其经酸处理后平均聚合度的变化。

纤维素大分子中间每环上有三个自由羟基,两个为仲羟基( $C_2$ 、 $C_3$ ),一个为伯羟基( $C_6$ ),它们具有一般醇羟基的性质,能起酯化、醚化等反应,活泼性以后者较强。纤维素大分子链中的苷键对碱的稳定性较高,在酸中易发生水解,使大分子链聚合度降低,分子间力减弱,纤维强度降低。

纤维素大分子链中的很多羟基可在分子间和分子内形成氢键。由于分子间和分子内的氢键作用,使纤维素大分子链挺直而有刚性,分子链间强烈吸引,排列更加紧密,因此纤维素纤维强度高,不易变形。

### (三)棉纤维的超分子结构

棉纤维的超分子结构主要指棉纤维中次生胞壁纤维素大分子的聚集态结构,或者说纤维素大分子的排列状态、排列方向、聚集紧密程度等,它们与棉纤维的性能有重要关系。要了解棉纤维的超分子结构,需要借助于X射线衍射仪及电子显微镜等来实现。

1. 棉纤维的结晶度和取向度 棉纤维具有两相结构,既有结晶区又有无定形区,棉纤维的结晶度为结晶部分在整体纤维中的含量,约为70%,麻纤维约为90%,丝光棉纤维约为50%,粘胶纤维约为40%。纤维的结晶度与纤维的物理性质、化学性质、力学性质均有密切关系。纤维中的晶体在自然生长过程中成一定的取向性,晶体的长轴与纤维轴的夹角称螺旋角,螺旋角愈小,取向度愈高。螺旋角为 $0^\circ$ 时,取向度为1,是理想的取向情况,无取向时,取向度为0。棉纤维次生胞壁外层的螺旋角在 $30^\circ\sim 35^\circ$ 左右,麻的螺旋角平均为 $6^\circ$ 左右。

2. 棉纤维的超分子结构模型——纒状原纤模型 纤维素大分子通过整齐排列组成微原纤,微原纤整齐排列形成原纤。原纤中也有少数大分子分支出去与其他分支合并组成其他的原纤。原纤之间通过非整齐排列的分子联结起来形成无定形区,这就是纒状原纤模型,如图1-3所示。



图1-3 纒状原纤模型  
画成格子处为结晶部分

3. 纤维素纤维强度与纤维超分子结构的关系 影响纤维强度的超分子结构因素很多,这里就结晶度和取向度的影响作一分析。

(1)结晶度对纤维素纤维强度的影响:纤维素纤维内部有许多羟基,它们在结晶部位以氢键结合,形成立体密集而规整的排列,具有很高的分子间力。晶区还使分子链间交联起来,对容易自由运动的分子链起到约束作用,可防止分子链的滑移。反之,非结晶部位分子的羟基大部分处于游离状态,较少形成氢键,分子链间较松散,结构密度较低,容易屈服于外力,强度较弱。因此,纤维中结晶度愈高,纤维强度必然高。纤维素纤维中麻的结晶度最高,约90%,它的强度也最高;棉纤维的结晶度约70%,强度比较高;粘胶纤维结晶度在40%以下,强度最低。

(2)取向度对纤维素纤维强度的影响:纤维的取向度是指纤维内大分子、分子链段或晶体

长轴沿纤维轴向有序排列的程度。取向度高的纤维其强度高,这有两方面的原因:一是分子、分子链段、晶区的取向使分子链顺应排列,次价力增高,这是影响纤维强度的重要因素;另一方面,取向度高会改善纤维内的受力状况。受外力作用的纤维主要是经向拉伸,高取向的纤维,大分子能均匀承受外力,减少因局部大分子应力集中所造成的分子链的断裂,因此取向度高的纤维具有更高的强度。例如,棉纤维经过丝光取向度提高了,尽管结晶度有所降低,但纤维的强度还是有所提高。在粘胶纤维制造中,对粘胶丝的拉伸就是为了提高粘胶丝的取向度和结晶度,以提高粘胶丝的强度。

4. 纤维素纤维的结晶度对染色的影响 纤维素纤维在染色时,一般是将染料溶于水或分散于水中进行,染液只能渗透到纤维的无定形区和晶区边缘。若纤维结晶度高,无定形区少,则结构紧密,染料不易进入,染料的平衡吸附量也少,得色较浅淡。结晶度低的纤维,相应的无定形区多,纤维结构松散,染料易进入纤维,平衡吸附量也高,纤维得色深浓。棉纤维在丝光前结晶度较高,丝光后部分结晶区被打开而成为无定形区,在同样染色条件下,丝光的棉纤维能得到较深的颜色。若要染成同样的深度,则未丝光的棉纤维就要提高染料浓度、染色温度或延长染色时间。

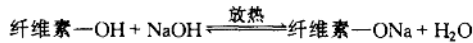
#### (四) 纤维素的化学性质

纤维素纤维的化学性质取决于纤维素的化学结构。纤维素大分子链中存在着苷键,并含有大量的自由羟基。苷键对不同的化学试剂稳定性不同,葡萄糖糖基上的三个羟基活性相差很大,其中C<sub>6</sub>上的伯羟基比C<sub>2</sub>、C<sub>3</sub>上的仲羟基活泼得多。纤维素的化学性质还受到纤维超分子结构的影响。

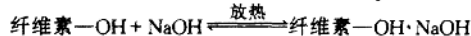
1. 纤维素与碱的作用 纤维素大分子中的苷键对碱的作用比较稳定,在常温下,氢氧化钠溶液对纤维素不起作用,高温煮沸也仅有一部分溶解。但在高温有空气存在时,纤维素苷键对较稀的碱液也十分敏感,引起聚合度的下降。

(1) 浓碱对天然纤维素纤维的作用:常温下,浓的氢氧化钠溶液会使天然纤维素纤维发生不可逆各向异性溶胀,纤维纵向收缩而直径增大,若施加一定的张力防止其收缩,并及时洗碱,可使纤维获得丝一样的光泽,这就是丝光。在显微镜下观察可发现,溶胀了的纤维的横截面,原有胞腔几乎完全消失,长度方向缩短,并由原来扭曲的扁平带状变为平滑的圆柱状。棉纤维若在无张力下与浓碱作用,结果得不到丝光效果,却得到另一种有实用价值的碱缩效果,尤其是棉针织物经浓碱处理,纱线膨胀,织物的线圈组织密度和弹性增加,织物发生皱缩。

(2) 碱与纤维素的作用机理:纤维素是一种弱酸,可与碱发生类似的中和反应,生成醇钠化合物:

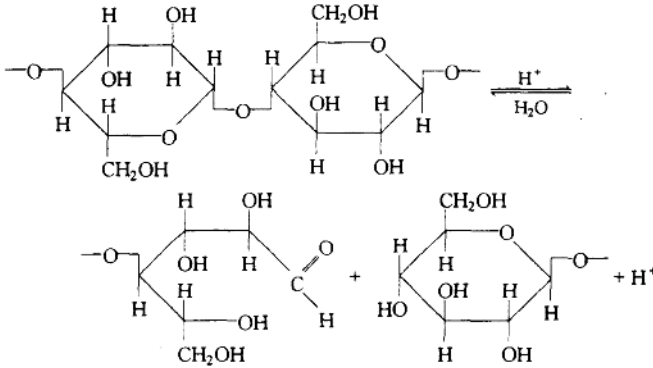


碱也能与纤维素的羟基以分子间力,特别是氢键结合,形成分子化合物:



碱与纤维素作用后的产物称为碱纤维素,是一种不稳定的化合物,经水洗后恢复成原来的纤维素分子结构,但纤维的微结构发生了不可逆的变化,结晶度降低,无定形区增加。天然棉纤维的结晶度达70%,经浓碱处理后的丝光棉纤维,结晶度降至50%~60%,说明浓碱液破坏了部分结晶区。这种作用很有实用意义,是棉纤维染整加工中的重要环节。

2. 纤维素与酸的作用 纤维素纤维遇酸后,手感变硬,强度严重降低,这是由于酸对纤维素大分子中苷键的水解起了催化作用,使大分子的聚合度降低,纤维受到损伤:



影响纤维素纤维水解的因素主要是酸的性质、水解反应的温度和作用时间。实际生产中,如果用酸工艺适当,就不会使织物严重损伤。

酸与纤维素作用的一般规律是酸性愈强,水解速率愈快。强无机酸如盐酸、硫酸、硝酸等对纤维素纤维水解特别强烈,弱酸如磷酸、硼酸催化活性较弱,有机酸则更比较缓和。酸的浓度愈大,水解速率愈快。温度对纤维素的水解影响很大,温度愈高水解速率愈快,当酸的浓度恒定时,温度每升高  $10^{\circ}\text{C}$ ,纤维素水解速率增加  $2\sim 3$  倍。在其他条件相同的情况下,纤维素水解的程度与时间成正比,作用时间愈长,水解愈严重。此外,纤维素水解速率的快慢还与纤维素的种类有关,例如麻、棉、丝光棉、粘胶纤维,它们的水解速率依次递增,这主要是它们的纤维结构中无定形部分依次增加。实际生产中一般只用很稀的酸处理棉织物,而且温度不超过  $50^{\circ}\text{C}$ ,处理后还必须彻底洗净,尤其要避免带酸情况下干燥。

酸对纤维素纤维虽有危害性,但只要控制得当,也有可利用的一面。如含氯漂白剂漂白后用稀酸处理,可进一步加强漂白作用,用酸中和织物上过剩的碱,棉织物用酸处理生产蝉翼纱、涤棉织物的烂花产品等均有应用。

3. 纤维素与氧化剂的作用 纤维素一般不受还原剂的影响,而易受氧化剂的作用生成氧化纤维素,使纤维变性、受损。纤维素对空气中的氧是很稳定的,但在碱存在下易氧化脆损,所以高温碱煮时应尽量避免与空气接触。在应用次氯酸钠、亚氯酸钠、过氧化氢等氧化剂漂白时,必须严格控制工艺条件,以保证织物或纱线应有的强度。

纤维素氧化作用主要发生在葡萄糖剩基的三个醇羟基和大分子末端的潜在醛基上,其中的伯羟基被氧化成醛基,进一步氧化成羧基;仲羟基被氧化成酮基,进一步氧化成开环的醛基和羧基;大分子末端的潜在醛基被氧化成羧基。

纤维素在不同条件下氧化,可得到含有大量醛基或羧基的还原型氧化纤维素或含有大量羧基的酸型氧化纤维素。还原型氧化纤维素虽未发生纤维素大分子链的断裂,但存在潜在损伤,在碱性条件下,会使纤维素大分子链断裂,聚合度下降,纤维强度降低。

#### (五)纤维素共生物

棉纤维在生长过程中,纤维素的含量随着棉成熟度的增加而增加,此外还有一定量的在棉



纤维生长中起保护性作用的物质,以及生物代谢过程中生成的杂质,与纤维素共生共长,这些物质称为纤维素共生物。纤维素共生物主要有果胶物质、含氮物质、蜡状物质、天然色素等,还有在剥制棉纤维时夹带的棉籽壳。共生物所占的比例随棉纤维成熟度的提高而减少。

共生物在棉织物染整加工中影响纤维的吸水、染色、白度等性能,因此,在染整加工的前处理中需要除去,以满足染整加工与服用的需要。

1. 果胶物质 棉和麻纤维中都含有果胶,以亚麻中含量较高。棉纤维中的果胶物质主要存在于初生胞壁中,次生胞壁中也有少量存在。果胶的主要成分是多戊糖、果胶酸钙、果胶酸镁、果胶酸甲酯和多糖类。果胶酸钙、果胶酸镁和甲酯的亲水性比纤维素低,用热水也难以洗除,若采用适当浓度的烧碱,在一定温度下处理,可使酯水解成羧基,并转变成钠盐,这样果胶在水中的溶解度大大提高而易于除尽。

2. 含氮物质 棉纤维中的含氮物质主要以蛋白质和简单的含氮无机盐(如硝酸盐、亚硝酸盐)存在于纤维的胞腔中,也有一部分存在于初生胞壁和次生胞壁中。含氮无机盐可溶于60℃温水或常温弱酸、弱碱溶液中,蛋白质即使在氢氧化钠溶液中长时间煮沸也不能完全除净。次氯酸钠可使蛋白质大分子中的酰胺键断裂,生成一系列可溶于水的氯氨基酸钠盐而除去。

3. 蜡状物质 棉纤维中不溶于水但能被有机溶剂提取的物质称为蜡状物质,主要存在于初生胞壁中。棉纤维中的蜡状物质是一混合物,含有既不溶于水又不溶于碱的脂肪族高级一元醇、游离脂肪酸、脂肪酸的钠盐、高级一元醇的酯和固体、液体的碳氢化合物。在棉织物的染整加工中,蜡状物质的去除是借助于皂化和乳化作用实现的。脂肪酸类物质在煮练中与碱发生皂化作用而除去,高级醇和碳氢化合物可利用皂化产物或加入乳化剂,通过乳化作用而除去。

4. 灰分 棉纤维中的灰分由硅酸、碳酸、盐酸、硫酸、磷酸的钾、钠、钙、镁、锰盐以及氧化铁和氧化铝组成。其中钾盐和钠盐占灰分总量的95%。棉纤维中的灰分能溶解于酸中,可通过练漂中的酸洗来降低其含量。

5. 天然色素 棉纤维中的有色物质称为天然色素,有乳酪色、褐色、灰绿色等。目前,对天然色素的结构研究得还不充分。部分色素能溶于沸水。在漂白时用漂白剂可使色素破坏而被去除。

6. 棉籽壳 棉籽壳本不是棉纤维的共生物,而是棉纤维所附着的种籽皮,是剥制纤维时带入的杂质。它的颜色很深,质地较硬,对织物表面的光洁度和染整加工十分不利。它的组成也很复杂,主要由木质素、纤维素、单宁、多糖类以及少量蛋白质、油脂、矿物质等组成。在棉织物煮练中,在烧碱、高温、长时间处理下,木质素中的多种醚键断裂,木质素大分子降解,使棉籽壳变得松软,基本解体,再经充分挤轧、水洗而去除。在漂白中,木质素还会发生氯化作用而溶解在碱中。

## 二、粘胶纤维的结构和主要化学性能

粘胶纤维是由含有纤维素的物质如木材、棉短绒、甘蔗渣等经溶制再生而成,属化学纤维中的再生纤维素纤维。

1. 粘胶纤维的形态结构 在显微镜下观察,粘胶纤维纵向呈平直的圆柱体,截面呈不规则的锯齿状,如图1-4所示。粘胶纤维的截面结构是不均一的,由外层(皮层)和内层(芯层)组