



“十三五”普通高等教育本科部委级规划教材

染整工艺与原理

第2版

(上册)

-----◎ 阎克路 主 编

RANZHENG
GONGYI YU YUANLI



中国纺织出版社有限公司

国家一级出版社
全国百佳图书出版单位



“十三五”普通高等教育本科部委级规划教材

染整工艺与原理（第2版） （上册）

阎克路 主编



中国纺织出版社有限公司

国家一级出版社
全国百佳图书出版单位

内 容 提 要

本书主要内容包括:棉及棉型织物的前处理(烧毛、退浆、精练、漂白和丝光),合成纤维织物的前处理和整理(其中热定型另列一章介绍),蚕丝和毛织物的整理,织物的一般整理、防缩整理、防皱整理和特种功能整理。

本书可供高等院校轻化工程专业(纺织化学与染整工程方向)使用,同时也可供纺织印染企业的工程技术和科研人员以及大专院校、科研院所相关专业的师生和科技人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

染整工艺与原理. 上册/阎克路主编. -- 2版. --

北京:中国纺织出版社有限公司,2020.1

“十三五”普通高等教育本科部委级规划教材

ISBN 978-7-5180-6610-0

I. ①染… II. ①阎… III. ①染整—高等学校—教材
IV. ①TS19

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 186448 号

责任编辑:范雨昕 责任校对:江思飞 责任印制:何建

中国纺织出版社有限公司出版发行

地址:北京市朝阳区百子湾东里 A407 号楼 邮政编码:100124

销售电话:010-67004422 传真:010-87155801

<http://www.c-textilep.com>

中国纺织出版社天猫旗舰店

官方微博 <http://weibo.com/2119887771>

北京市密东印刷有限公司印刷 各地新华书店经销

2009年9月第1版 2020年1月第2版第1次印刷

开本:787×1092 1/16 印张:20.25

字数:401千字 定价:68.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社图书营销中心调换

《染整工艺与原理》(上、下册)2007年被列为普通高等教育“十一五”国家级规划教材(本科),第1版自2009年5月出版以来,东华大学及全国20余所设有轻化工程本科专业的院校纷纷选用本教材作为专业课教材,也成为相关专业工程技术及科研人员的重要参考资料,这套教材已经连续印刷7次。

相关高校的师生认为,通过对该书的学习,使学生系统地掌握了染整专业知识,培养了学生运用专业理论知识合理地设计工艺流程和方案的能力,达到全面提高学生素质培养的目的,深受师生好评。在过去十年使用的基础上,我们对《染整工艺与原理》(上、下册)进行修订,以“十三五”普通高等教育本科部委级规划教材继续出版。

在本书修订的过程中,教育部高等学校轻工类专业教学指导委员会在东华大学组织召开了轻化工程(纺织化学与染整方向)染整系列教材建设与编写研讨会,来自全国各个高校设有“轻化工程”专业的教学指导委员会委员、任课老师、学术带头人、中国纺织出版社的编辑,对本书的修订内容进行了认真讨论,提出了许多宝贵修改意见,在此深表谢意。

本教材由西安工程大学邢建伟(第一章)、东华大学阎克路(第二~第五章和第九章)、上海工程技术大学沈勇和王黎明(第六章)、浙江理工大学汪澜和郑今欢(第七章)、东华大学王炜(第八章)、武汉纺织大学姚金波(第十章)、东华大学毛志平(第十一章)、江南大学范雪荣(第十二章的第一、第二节)、青岛大学朱平(第十二章的第三、第四节)编写。全书由阎克路负责统稿和定稿。

作者衷心感谢本书在作为“十一五”规划教材于2009年第一次出版时,东华大学宋心远、陈水林、王式绪和王春兰、中国纺织工程学会染整专业委员会王浩、北京服装学院沈淦清、上海华伦印染有限公司武祥珊对本书的审阅和提出的宝贵意见。同时衷心感谢东华大学周奥佳、胡春艳和纪柏林以及浙江理工大学胡毅对本书修订工作给予的帮助。

由于编者水平有限,疏漏之处敬请读者批评指正。

编者

2019年5月

随着我国高等学校本科教学质量与教学改革工程的深入推进,教材建设成为大学学科建设、课程建设的重要组成部分,发挥教材建设在创新人才培养中的作用具有十分重要的意义。结合教育部“普通高等教育‘十一五’国家级规划教材”项目,参考东华大学王菊生和孙铠主编的《染整工艺原理》(第二册)和大量国内外相关科技书籍和文献,并结合编者们多年的教学经验和科研成果,编写了此书。

本书主要阐述各类纤维织物前处理和整理的工艺技术及其原理;与本教材相配套的《染整工艺与原理》(下册)(赵涛主编)则主要讲述织物染色和印花方面的内容。在教材编写中,对编写大纲和内容作了合理的设计和编排,力求尽可能反映最新的工艺技术和理论,并突出节能减排和清洁生产的概念,在讲述工艺原理的同时,注意工艺实例的讲述。同时,本教材将参考文献标注在引用内容的文字叙述和图表中;每章附有习题、思考题和复习指导。以倡导严谨的学风和工艺实践的重要性,并引导学生扩展阅读量和培养独立思考的能力。

为了写好本书,东华大学在上海召开了“‘十一五’国家级教材建设会议”,来自二十余所高校的教育部高等学校轻化工程专业教学指导分委员会的委员(纺织化学与染整工程方向)和任课教师、中国纺织出版社的相关编辑,对本书的编写内容进行了认真的讨论,提出了宝贵的修改意见,在此深表谢意。

本教材由西安工程大学邢建伟(第一章)、东华大学阎克路(第二~第五章和第十章)、上海工程技术大学沈勇和王黎明(第六章)、浙江理工大学汪澜和郑今欢(第七章)、东华大学王炜(第八章)、天津工业大学姚金波(第九章)、东华大学毛志平(第十一章)、江南大学范雪荣(第十二章的第一、第二节)、武汉科技学院朱平(第十二章的第三、第四节)编写。全书由阎克路统编和定稿。

作者由衷地感谢东华大学宋心远教授、陈水林教授、王式绪老师和王春兰老师、中国纺织工程学会染整专业委员会王浩高级工程师、北京服装学院沈淦清教授、上海华纶印染有限公司武祥珊高级工程师对本书的审阅和提出的许多宝贵意见和建议。在本书编写过程中,还得到许多相关公司和企业、中国纺织出版社、东华大学教务处、东华大学化学化工与生物工程学院多位专家、老师的支持和帮助;多位研究生为文献查阅、文字和图表输入做了很多工作;在此也一并致谢。

由于编者水平有限,纰漏之处在所难免,殷切希望读者批评指正。

编者

2009年6月



课程设置指导

课程名称：染整工艺与原理（上册）

适用专业：轻化工程（纺织化学与染整工程方向）

总学时数：48~52

课程性质：本课程为轻化工程（纺织化学与染整工程方向）本科专业的专业核心课程，是必修课。

课程目的：通过对本课程的学习，使学生系统地掌握纺织品前处理和整理加工的基本理论和工艺，主要加工用剂的性质及特点，前处理和整理产品的质量要求以及加工过程对环境的影响等知识，使学生具有牢固的理论基础和一定的生产工艺分析和实践能力。

课程教学基本要求：

1. 本课程着重介绍纺织品前处理和整理的基本理论和典型工艺，培养学生分析问题和解决问题的能力。

2. 在讲课时每章介绍有关参考书和中外文专业文献以及思考题，以便学生自学，有些章节不进行课堂教学，采用学生自学与课堂讨论结合的方法。

3. 在教学过程中引入工业界和学术界最新的应用技术和研究成果；同时采用教师和学生的课堂互动教学方法，课程可以设置4学时的课程讨论。

4. 课外作业，每章给出若干思考题，尽量系统地反映该章的知识点，布置适量书面作业。

5. 考核：采用习题、读书报告和期末闭卷笔试的方式进行考核，闭卷笔试的题型一般包括填空题、名词解释、判断题、论述题等。

课程设置指导

教学学时分配（按48学时计算）：

章 数	讲 授 内 容	实验学时
第一章	水和表面活性剂	2
第二章	棉及棉型织物的烧毛、退浆、精练	4
第三章	漂白	3
第四章	丝光	3
第五章	热定形	4
第六章	合成纤维织物的前处理和整理	4
	课程讨论	2
第七章	蚕丝织物的前处理和整理	2
第八章	毛织物整理	2



课程设置指导

续表

章 数	讲 授 内 容	实验学时
第九章	织物的一般整理	4
第十章	防缩整理	2
第十一章	防皱整理	6
	课程讨论	2
第十二章	特种功能整理	6
复习总结		2
合计		48

第一章 水和表面活性剂	1
第一节 染整加工用水及水的软化处理	1
一、水及其与染整加工的关系	1
二、水的硬度和印染用水的软化	2
第二节 表面活性剂及其在染整加工中的应用	4
一、表面张力与表面自由能	4
二、表面活性剂及其水溶液的特性	6
三、表面活性剂的润湿和渗透作用	9
四、表面活性剂的乳化、分散和增溶作用	10
五、表面活性剂的去污作用	13
六、常见表面活性剂及其在染整加工中的应用	14
七、表面活性剂化学结构与性能的关系	21
八、表面活性剂的安全性及其生物降解	25
九、绿色表面活性剂	28
复习指导	29
思考题	30
参考文献	30
第二章 棉及棉型织物的烧毛、退浆、精练	32
第一节 引言	32
第二节 原布准备	33
一、原布检验	33
二、翻布(分批、分箱和打印)	33
三、缝头	34
第三节 烧毛	34
一、气体烧毛机烧毛	35
二、热板烧毛机烧毛	39
三、圆筒烧毛机烧毛	39
第四节 退浆	40
一、原布上含浆概况	40

二、常用浆料及其性能	41
三、常用退浆工艺及其条件分析	46
第五节 棉及棉型织物的精练	52
一、概况	52
二、棉纤维中的天然杂质	53
三、碱精练	56
四、酶精练	60
复习指导	63
思考题	63
参考文献	64
第三章 漂白	66
第一节 引言	66
第二节 过氧化氢漂白	67
一、过氧化氢溶液的性质和漂白原理	67
二、过氧化氢漂白工艺	70
三、过氧化氢漂白工艺条件分析	72
第三节 次氯酸钠漂白	77
一、次氯酸钠溶液的性质及其漂白原理	77
二、次氯酸钠漂白工艺与设备	79
三、次氯酸钠漂白工艺条件分析	80
第四节 亚氯酸钠漂白	82
一、亚氯酸钠溶液的性质及其漂白原理	82
二、亚氯酸钠漂白工艺与设备	84
三、亚氯酸钠漂白工艺条件分析	85
第五节 其他漂白剂漂白	88
一、过醋酸漂白	88
二、高锰酸钾漂白	88
三、臭氧漂白	88
复习指导	88
思考题	89
参考文献	89
第四章 丝光	91
第一节 引言	91
第二节 丝光原理	92

一、浓烧碱对纤维素的作用	92
二、膜平衡原理	92
第三节 丝光机及丝光工艺	94
一、布铗丝光机及丝光工艺	94
二、直辊丝光机及丝光工艺	97
三、弯辊丝光机简介	98
四、液氨丝光机简介	99
第四节 丝光工艺条件分析	100
一、冷丝光工艺条件分析	100
二、热丝光工艺简介	105
复习指导	108
思考题	109
参考文献	109
第五章 热定形	111
第一节 引言	111
第二节 织物热定形的工艺与设备	111
一、干热定形设备和工艺	111
二、湿热定形	115
第三节 热定形机理	116
一、热定形过程中大分子间的作用力变化	116
二、聚酯纤维和聚酰胺纤维的热定形机理	117
三、聚丙烯腈纤维的热定形机理	120
第四节 热定形工艺条件分析	120
一、温度	120
二、张力	124
三、时间	126
四、溶胀剂	127
复习指导	128
思考题	128
参考文献	128
第六章 合成纤维织物的前处理和整理	130
第一节 引言	130
第二节 合成纤维织物的前处理	130

一、合成纤维织物的退浆和精练	131
二、松弛加工	134
三、预定形	136
第三节 涤纶织物的碱减量处理	137
一、涤纶碱减量的加工原理	137
二、影响涤纶碱减量处理的因素分析	138
三、预定形条件的影响	141
四、碱减量对涤纶性能的影响	142
五、涤纶碱减量的加工方式及设备	142
六、涤纶碱减量的新型加工方式	143
第四节 合成纤维织物的整理	144
一、合成纤维织物的磨绒整理	144
二、合成纤维织物的舒适性整理	147
复习指导	149
思考题	149
参考文献	150
第七章 蚕丝织物的前处理和整理	152
第一节 引言	152
第二节 蚕丝中杂质的组成及化学性质	152
一、天然杂质	153
二、人为杂质	154
第三节 蚕丝织物的精练原理及影响精练的因素	155
一、精练原理	155
二、影响精练的因素	156
第四节 蚕丝织物的精练工艺	158
一、皂碱精练	158
二、复合精练剂精练	159
三、酶精练	159
四、高温高压精练	160
第五节 蚕丝织物的精练设备	160
一、挂练槽	160
二、星形架精练设备	161
三、平幅连续精练机	161
四、高温高压精练机	161
第六节 蚕丝织物的漂白和增白	162

一、漂白	162
二、增白	163
第七节 蚕丝织物的增重	163
一、锡增重	163
二、接枝聚合增重	165
第八节 蚕丝织物的砂洗	166
一、砂洗原理	166
二、砂洗设备	166
三、砂洗工艺	166
四、砂洗技术的发展	168
第九节 蚕丝织物的防泛黄整理	169
一、蚕丝织物泛黄、老化原因	169
二、防泛黄整理技术	170
复习指导	171
思考题	172
参考文献	172
第八章 毛织物整理	175
第一节 引言	175
第二节 洗呢和炭化	176
一、洗呢的目的和原理	176
二、洗呢加工方式和设备	177
三、影响洗呢的工艺因素分析	177
四、炭化	179
第三节 煮呢	179
一、煮呢的目的和羊毛定形理论	179
二、煮呢方式与设备	182
三、煮呢工艺因素分析	183
第四节 缩呢	184
一、缩呢的目的和原理	184
二、缩呢工艺与设备	185
三、缩呢工艺条件分析	186
第五节 蒸呢	188
一、蒸呢的目的和原理	188
二、蒸呢方式和设备	189
三、影响蒸呢的主要因素	189

第六节 起毛和剪毛	190
一、起毛	190
二、剪毛	192
第七节 毛织物的防毡缩整理	193
一、氯化—树脂法防毡缩处理	194
二、非氯防毡缩工艺	196
复习指导	200
思考题	200
参考文献	201
第九章 织物的一般整理	202
第一节 引言	202
第二节 机械整理	203
一、定幅(拉幅)整理	203
二、轧光、电光和轧纹整理	204
第三节 手感整理	208
一、柔软整理	208
二、硬挺整理	218
第四节 增白	220
一、增白的目的、方法和原理	220
二、荧光增白剂增白	221
复习指导	222
思考题	222
参考文献	222
第十章 防缩整理	224
第一节 引言	224
第二节 织物缩水机理	224
第三节 防缩整理方法	226
一、定形法	226
二、预缩法	227
复习指导	234
思考题	235
参考文献	235
第十一章 防皱整理	236
第一节 引言	236

第二节 织物的折皱	236
一、织物折皱的形成原因	236
二、影响织物折皱的其他因素	237
第三节 防皱原理	238
一、树脂沉积理论	239
二、树脂交联理论	239
第四节 酰胺—甲醛类整理剂	240
一、酰胺—甲醛类整理剂的分类、结构及制备	240
二、酰胺—甲醛类整理剂与纤维素纤维的交联机理	241
三、酰胺—甲醛类整理剂与纤维素分子的反应	242
四、酰胺—甲醛类整理剂整理工艺	244
五、酰胺—甲醛类整理剂甲醛释放	245
六、低甲醛和超低甲醛整理剂的合成	246
第五节 多元羧酸类无甲醛整理剂	248
一、多元羧酸类整理剂的分类及制备	249
二、多元羧酸类防皱整理剂与纤维素纤维的交联机理	250
三、多元羧酸类整理剂加工工艺	252
第六节 整理后纺织品的品质	253
一、织物平挺度等级	253
二、整理织物的主要力学性能	253
三、整理织物的耐洗性	255
复习指导	256
思考题	257
参考文献	257
第十二章 特种功能整理	260
第一节 拒水和拒油整理	260
一、拒水拒油的概念和拒水拒油整理的发展	260
二、拒水和拒油原理	261
三、常用拒水拒油剂的结构、性能和整理工艺	265
四、拒水拒油性能的测试	272
第二节 易去污整理	273
一、污物在纺织品上的分布	274
二、易去污的原理	274
三、易去污整理剂和整理工艺	276
四、防污及易去污整理剂和整理工艺	278

五、易去污性能的检测	280
第三节 阻燃整理	280
一、概述	280
二、纺织纤维的热裂解及阻燃机理	282
三、阻燃整理剂及阻燃整理工艺	288
四、阻燃纺织品的测试方法及标准	294
第四节 卫生整理	295
一、概述	295
二、卫生整理剂的分类及作用机理	297
三、织物卫生整理工艺	302
四、织物抗菌性的测试方法及标准	304
复习指导	304
思考题	304
参考文献	305

第一章 水和表面活性剂

第一节 染整加工用水及水的软化处理

一、水及其与染整加工的关系

在纺织品染整加工的许多环节中,各种化学助剂或染料与纤维发生特定的作用,通过这些作用来获得纺织品的特种性能。一般来说,助剂或染料对纺织纤维的作用是以水为介质的。因此,水的质量对纺织品染整加工起着非常重要的作用。了解自然界水源及其分布、水中各种杂质的形成以及对染整加工可能造成不良影响的杂质的去除对纺织品染整加工是十分必要的。

随着地域的不同,水的分布、质量和水出现的模式有着非常明显的差异。就水的质量而言,最有价值的水分布在大气中、地球表面和地下,这些水的水量只占总水量的 3% 左右。水的一般来源为雨水、地表水、浅地下水和深地下水。

雨水是较为纯净的水,其中可能含有来自大气中的微量气体以及极少量的微小固体颗粒。城镇区域的雨水中往往含有少量的烟灰、二氧化硫以及其他由工业带来的副产品。直接积累的雨水一般没有重要的工业使用价值,在某些特殊情况下,工业上也采用少量的聚集雨水,使用前一般必须进行必要的处理。

地表水的主要来源是雨水。雨水流入江河湖泊,在其流经地表的途中会携带溶解的有机和无机物质。细菌可以将水中的有机物质转化成为硝酸盐,但这些硝酸盐对染整加工没有大的影响。地表水由于浅泉水的注入可以携带额外的可溶性无机盐。有机物质腐败以及其他人为活动所产生的色素往往使地表水带有颜色。

浅地下水主要由浅泉水和深度为 15m 以内的井水构成,此类水是由地表水通过较短距离对土壤和岩层的渗透形成的。由于土壤的过滤作用,浅地下水中通常不含悬浮状杂质,但往往含有有机类杂质。地面植物的新陈代谢过程产生大量的二氧化碳,地面水在渗透过程中往往携带溶解于其中的这种气体。水中的二氧化碳会将其接触的岩层中的不溶性碳酸钙转化为可溶性的碳酸氢钙。浅地下水中杂质种类与含量因地域不同而不同,主要取决于雨水降临区域的地表性质以及水在渗透过程中所接触到的土壤及岩层的组成。

深地下水基本不含有有机杂质,这是由于地表水渗透距离更长、土壤及岩层对有机杂质的过滤作用或细菌对此类杂质的分解作用更为充分的缘故。深地下水中往往含有大量的可溶性无机杂质,这是由于地表水在渗透过程中与土壤及岩层接触的机会更多而造成的。

染整厂所用水应无色、无味,澄清,同时对其硬度应有一定的限制。水中的杂质往往会影

所加工纺织品的白度。例如,铁制进水管使水携带铁离子,这些铁离子可以直接导致纺织品色泽泛黄。铁离子可以对双氧水的分解产生强烈的催化作用,造成纺织品的过度损伤。形成水硬度的钙、镁离子可能使高级脂肪酸盐(如肥皂)发生沉淀,使其活力减弱甚至丧失。在染色加工过程中,钙离子、镁离子可使染料发生沉淀,使染色品的色泽萎暗、色牢度降低。

因此,控制染整厂用水质量是保证染整加工质量和加工环节顺利进行的一个重要前提。染整厂对所用水质的具体要求如表 1-1 所示。

表 1-1 染整厂对所用水质的具体要求

项 目	要 求	项 目	要 求
pH 值	6.3~7.2	氧化铁含量/ $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	≤ 0.05
总含固量/ $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	≤ 100	氯含量/ $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	≤ 10
灰分含量/ $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	40~60	有机物含量/ $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	≤ 6
硬度/ $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	0~60	—	—

二、水的硬度和印染用水的软化

水的硬度是由水中含有的钙离子和镁离子所造成的。尽管水中所含的铁离子、锰离子、镉离子和铝离子等均可产生水的硬度,但由于其在天然水中的含量很小,它们所造成的影响一般可忽略不计。天然水中所含钙离子和镁离子成分一般以其硫酸盐、氯化物和重碳酸盐的形式存在。水的硬度一般分为暂时硬度和永久硬度,两者之和称为总硬度。染整厂对所用水的硬度要求见表 1-1。

如上所述,天然水中所含二氧化碳与岩层接触可使碳酸钙和碳酸镁转化为水溶性的重碳酸盐。由于钙、镁重碳酸盐的存在而形成水的硬度叫做暂时硬度。上述重碳酸盐的形成过程如下:



通过加热可将钙的重碳酸盐转化为不溶于水的碳酸钙:



而镁的重碳酸盐可以通过沸煮转化成为碳酸镁,进一步转化为不溶性的氢氧化镁:



上述消除暂时硬度的过程实际上也是水垢形成的原因。

由溶于水的钙、镁等氧化物、氯化物、硝酸盐或硫酸盐的存在而形成的水硬度叫做永久硬度,又叫做非碳酸盐硬度。这种水硬度不能通过简单的加热煮沸来消除。

一般将每升水中钙、镁盐含量换算成碳酸钙的毫克数来表示水的硬度,单位为 mg/L 。

水的软化处理方法有石灰—纯碱法、离子交换法和软水剂添加法。

氢氧化钙和碳酸钠是石灰—纯碱水软化过程中采用的药品,这些药品的加入使上述物质发