

Ranzheng Gongyi
Yuanli

染整工艺 原理

(第三分册)

主 编 孙 铠
分册主编 蔡再生 沈勇

 中国纺织出版社

内 容 提 要

《染整工艺原理》(第三分册)扼要介绍了染料化学的基础知识,着重阐述了染色的基本理论,各类染料在各种主要纤维上的染色原理和工艺要点,并简述了功能染料、涂料染色及超临界 CO₂ 染色的有关内容。

本书可作为印染企业技术人员和相关专业研究人员的参考用书,也可作为纺织化学与染整工程、轻化工程(染整方向)等专业的教材或参考书。

(册分三第)

图 书 主 再 染 染 主 册 分

图书在版编目(CIP)数据

染整工艺原理. 第三分册/孙铠主编. —北京:中国纺织出版社, 2010. 10

ISBN 978-7-5064-6664-6

I. ①染… II. ①孙… III. ①染整—理论 IV. ①TS19

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 145641 号

策划编辑:冯 静

责任设计:李 歆

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

邮购电话:010-64168110 传真:010-64168231

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

E-mail: faxing@c-textilep.com

中国纺织出版社印刷厂印刷 三河市永成装订厂装订

各地新华书店经销

2010 年 10 月第 1 版第 1 次印刷

开本:880×1230 1/32 印张:15.25 插页:1

字数:376 千字 定价:42.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社图书营销中心调换

序 言

我国正在从世界纺织大国迈向纺织强国,国力的竞争,归根到底是人才的竞争,培养优秀创新人才刻不容缓。为此,教育必须先行,高质量教材或教学参考书便显现出重要的作用。

本人从事纺织品染整工程教育和科研数十年,值此工业转型之际,由于责任心驱使,萌生发挥余热编撰《染整工艺原理》,以期百花齐放,促进科技发展,希望对后来者有所启迪。特邀请多位学术造诣深厚的学者、专家、教授合作,群策群力,以便编撰工作顺利进行,也希望能将他们的专长和经验传承下去。

本套书的编写原则是:沿用 20 世纪 80 年代王菊生、孙铠主编的《染整工艺原理》的体系和风格,将纤维化学、染料化学的有关基本知识、基本理论和染整工艺融合在一起,着重于染整工艺原理的论述,并推陈出新,与时代同步,同时注意深入浅出,便于自学。

本书分四个分册出版,各册内容为:

第一分册——纺织纤维的结构和性能(含高分子基础知识);

第二分册——纺织品前处理和后整理(含生物酶和功能整理基础知识);

第三分册——染料中间体合成路线、染料结构与特性及其对各类纺织品的染色(含染色物理化学基础知识);

第四分册——纺织品印花及配色技术。

参加第一分册编写的有蔡再生、周文龙、孙铠,蔡再生为分册主编;参加第二分册编写的有沈淦清、汪澜、王柏华、刘学、袁琴华、朱泉、孙铠,沈淦清为分册主编;参加第三分册编写的有蔡再生、沈勇、戴瑾瑾、黄德音、陈荣圻、薛迪庚、孟庆华、陈水林、邢建伟、钱灏、何瑾馨、毛允萍、刘金强、武达基,蔡再生、沈勇为分册主编;参加第四分册编写的有黄茂福、忻浩忠,黄茂福为分册主编。

本书可作为印染企业技术人员和相关专业研究人员的参考用书，也可作为纺织化学与染整工程、轻化工程(染整方向)等专业的教材或参考书。

由于编者水平有限，书中难免会有缺点和不足之处，热忱欢迎读者批评指正。

主编 孙锐

副主编 孙锐

本书在编写过程中，得到了许多同行的帮助，在此表示衷心的感谢。

本书在编写过程中，得到了许多同行的帮助，在此表示衷心的感谢。

本书在编写过程中，得到了许多同行的帮助，在此表示衷心的感谢。

本书在编写过程中，得到了许多同行的帮助，在此表示衷心的感谢。

本书在编写过程中，得到了许多同行的帮助，在此表示衷心的感谢。

本书在编写过程中，得到了许多同行的帮助，在此表示衷心的感谢。

前 言

(第三册)《染料工艺原理》

蔡再生主编

本书沿用了《染整工艺原理》(第三册)(第一版,20世纪80年代出版)的主要结构和风格,邀请十多位学术造诣精湛的学者、专家、教授合作编写而成。编著过程中力求将染料基础知识和染色机理、工艺融合在一起,着重于染色工艺原理的论述,并推陈出新,与时代同步,注意深入浅出,便于自学。

全书共分十七章,其中,第一章染料概述(陈荣圻教授编写),第二章中间体及重要的单元反应(何瑾馨教授编写),第三章染料的结构与颜色(黄德音教授、孟庆华博士编写),第四章染料的光化学反应与耐日晒牢度(黄德音教授、孟庆华博士编写),第五章染色过程、染色热力学和染色方法(蔡再生教授编写),第六章染色动力学及上染过程控制(沈勇教授编写),第七章直接染料及其染色(邢建伟教授编写),第八章酸性染料、酸性媒染染料和酸性含媒染料及其染色(钱灏高工、武达基教授级高工编写),第九章阳离子染料及其染色(刘今强教授编写),第十章活性染料及其染色(钱灏高工编写),第十一章还原染料、硫化染料及其染色(薛迪庚高工编写),第十二章分散染料及其染色(毛允萍博士编写),第十三章纺织品上合成的染料及其染色(沈勇教授编写),第十四章超临界流体染色(戴瑾瑾教授编写),第十五章涂料染色(陈水林教授编写),第十六章功能染料及其在纺织品上的应用(黄德音教授、孟庆华博士编写)。全书由蔡再生、沈勇主编,蔡再生统稿。

本书编写过程中得到东华大学许多老师的支持和帮助,研究生程曼丽为资料的搜集、文字的录入做了大量的工作,在此一并表示感谢!

由于编者学识水平所限,缺点和不当之处在所难免,恳请读者批评指正!

蔡再生

2009年12月

《染整工艺原理》(第三分册)

编写人员介绍

蔡再生 东华大学教授、博导、纺化系主任,复旦大学、美国北卡罗来纳州立大学博士后,加州大学访问学者,上海市优秀青年教师,教育部科技发明奖获得者。承担国家、省部级项目十多项,获国家发明专利数项。在国内、外发表论文百余篇,主编国家、省部级规划教材多部,《纺织辞典》染整分支副主编,参与2009年版《辞海》的编纂工作,《东华大学》学报编委。

沈勇 教授、研究生导师,上海工程技术大学化学化工学院副院长,上海市、国家科技进步奖获得者,承担大量科研项目,国内、外发表论文数十篇。

戴瑾瑾 教授、博导,英国利兹大学访问学者,原东华大学化学化工学院院长,国内、外发表论文数十篇,曾进行超临界流体染色等创新研究,获纺织部、上海市、山东省和国家科技进步奖多项。

黄德音 华东理工大学、上海交通大学教授、博导,精细化工系主任,化学学院研究所所长,美国西北大学访问学者,中国感光学会副理事长,国际感光科学委员会委员,《感光科学与光化学》学报编委。

陈荣圻 教授,著有《染料化学》、《禁用染料及其代用》等著作。发表论文数十篇。全国教育系统和全国纺织系统劳动模范。获全国优秀教师等荣誉称号。

薛迪庚 北京纺织科学研究所教授级高工、总工程师，兼中国人民大学
《染料》研究生导师。国家发明奖、科技进步奖和发明专利获得者。
北京市劳动模范，享受国务院特殊津贴，发表论文百余篇、专
著 10 部。

孟庆华 博士、上海交通大学副教授，澳大利亚 Trobe 大学访问学者，
国内、外国研究生导师。发表论文多篇，专著数部，《信息记录材料》杂志
编委。

陈水林 教授、博导。瑞士访问学者。获教育部优秀青年教师称号，对
染整新技术进行了开创性研究，并获得 18 项发明专利，享受
国务院特殊津贴。

邢建伟 澳大利亚新南威尔士大学博士，教授、博导，西安工程大学
纺织与材料学院院长，兼任香港理工大学、天津工业大学博
导及德国洛特林根工程与经济学院境外导师，国内、外发表
论文数十篇，其中论文《澳大利亚羊毛的环保型媒染染色》
荣获第十届陈维稷优秀论文一等奖；《微胶囊染色理论与方
法的确立及其在工业中的应用》荣获桑麻科技一等奖；
“Low Chrome Dyeing of Wool”获荣 2000 年国际创新大奖。
国家科技进步奖以及国家发明专利和美国发明专利获
得者。

钱 灏 曾任上海第一、第五丝绸印染厂厂长、总工程师，上海丝绸集
团郁金香丝绸有限公司总经理，中国华沅泰国家用纺织品有
限公司厂长、高级工程师。发表论文十余篇，参与编写专著
数部。获得上海市科技进步奖及市经委、科委研究成果奖。
广东省拔染印花新产品奖。

何瑾馨 澳大利亚新南威尔士大学博士，教授、博导，东华大学化学化工学院副院长，国内、外发表论文数十篇。编写《染料化学》等专著。获得省、部级科技进步奖 4 项。享受国务院特殊津贴。

毛允萍 博士，原东华大学化学化工学院副教授，科宁、巴斯夫和科莱恩化工(中国)有限公司技术支持和产品研发经理。国内、外发表论文十余篇。

刘今强 教授、博导，任浙江理工大学分析测试中心主任、处长等职，德国、美国访问学者，国内、外发表论文十余篇，多项科研成果获得国家科技进步奖。

武达基 教授级高工，上海第一毛纺厂中心实验室主任，上海市毛麻研究所高级顾问。发表论文 40 余篇，其中 6 篇获得国际优秀论文奖。参加编写专著多部，承担科研项目多项，其中羊毛拉细取得突出成就，并获得奖励。

... ..

目 录

12
第一章 染料概述	1	1	1
第一节 引言 / 1	1	1	1
一、染料定义 / 1	1	1	1
二、染料的发展历史 / 2	2	2	2
三、染料在纺织品染色中的应用 / 3	3	3	3
第二节 染料分类 / 4	4	4	4
第三节 天然染料和荧光增白剂 / 5	5	5	5
一、天然染料 / 5	5	5	5
二、荧光增白剂 / 6	6	6	6
第四节 染料商品加工概述 / 7	7	7	7
一、商品染料的剂型 / 7	7	7	7
二、染料标准化与助剂 / 9	9	9	9
第五节 染料命名 / 9	9	9	9
一、冠首 / 10	10	10	10
二、色称 / 10	10	10	10
三、字尾 / 10	10	10	10
第六节 染色牢度 / 12	12	12	12
一、耐日晒牢度 / 13	13	13	13
二、耐水洗牢度 / 13	13	13	13
三、耐汗渍牢度 / 14	14	14	14
四、耐汗—光色牢度 / 14	14	14	14
五、耐摩擦色牢度 / 14	14	14	14
第七节 染料与生态环保 / 15	15	15	15
一、国际国内纺织品生态性能法规 / 16	16	16	16
二、环保法规对染料合成与应用的限制 / 17	17	17	17

第八节 染料索引简介 / 19

第二章 中间体及重要的单元反应 21

第一节 引言 / 21

第二节 重要的单元反应 / 22

- 一、磺化反应 / 22
- 二、硝化反应 / 24
- 三、卤化反应 / 25
- 四、胺化反应 / 26
- 五、羟基化反应 / 28
- 六、烷基化和芳基化反应 / 30
- 七、考尔培反应 / 32
- 八、氨基酰化反应 / 33
- 九、氧化反应 / 33
- 十、成环缩合反应 / 34

第三节 常用苯系、萘系及蒽醌中料 / 36

- 一、苯系中料 / 36
- 二、萘系中料 / 37
- 三、蒽醌系中料 / 38

第四节 重氮化和偶合反应 / 40

- 一、重氮化反应 / 41
- 二、偶合反应 / 45

第三章 染料的结构与颜色 50

第一节 光与色的本质 / 50

- 一、光与颜色 / 50
- 二、物体的颜色 / 51

第二节 染料的化学结构及其发色原理 / 51

- 一、发色团与发色理论 / 52

二、助色团 / 55

三、稳定基团 / 55

第三节 染料分子间作用对染料发色的影响 / 56

第四节 溶剂极性对染料颜色的影响 / 58

一、对吸收峰位置的影响 / 58

二、对吸收峰强度的影响 / 59

三、对吸收峰精细结构的影响 / 60

第四章 染料的光化学反应与耐日晒牢度 61

第一节 光化学基本原理 / 61

一、光化学定律 / 61

二、光化学反应与热反应的区别 / 62

第二节 激发态 / 63

一、激发态的形成 / 63

二、激发态的转化——光物理过程和光化学过程 / 64

第三节 荧光的特性与应用 / 65

一、荧光的特性 / 65

二、荧光技术的应用 / 67

第四节 染料的光化学反应 / 70

一、光分解反应 / 70

二、光异构化反应 / 71

三、光氧化反应 / 72

四、光还原反应 / 73

第五节 提高染料耐日晒牢度的途径 / 74

一、通过对染料的选择以改善耐日晒牢度 / 74

二、通过加入添加剂以提高耐日晒牢度 / 75

第五章 染色过程、染色热力学和染色方法 78

第一节 染色过程 / 78

第二节 染料在染液中的状态及对染色过程的影响 / 80	二
一、染料在染液中的分布状态 / 80	三
二、染料在染液中的聚集及其影响因素 / 81	三
三、染料的溶解性对染色过程的影响 / 81	四
第三节 影响染色过程的主要因素 / 81	一
一、染料在边界层中的扩散及其影响 / 81	二
二、染料在纤维表面的吸附速率、吸附量及其影响因素 / 82	三
三、染料在纤维中的扩散及其影响因素 / 82	三
第四节 染色热力学参数 / 82	四
一、化学位、亲和力和直接性 / 83	一
二、染色热和染色焓 / 86	一
第五节 吸附等温线 / 88	二
一、能斯特吸附等温线 / 89	二
二、朗缪尔吸附等温线 / 89	一
三、弗莱因德利希吸附等温线 / 91	二
第六节 染色过程中分子间作用力 / 93	三
一、分子间力概述 / 93	一
二、上染过程中分子间力的作用 / 96	二
第七节 染色方法和染色机械设备概述 / 98	四
一、染色方法 / 99	一
二、染色机械设备 / 102	二
第六章 染色动力学及上染过程控制..... 104	
第一节 上染速率和上染速率曲线 / 104	五
第二节 染料在纤维中的扩散 / 107	一
一、菲克第一定律 / 108	二
二、菲克第二定律 / 109	二
第三节 染料在纤维中的扩散系数测定原理和方法 / 112	三
一、从上染速率求扩散系数 / 112	一

- 二、从浓度分布曲线求扩散系数 / 117
- 第四节 染料在纤维内的扩散性能及其扩散模型 / 119
- 一、染料在纤维内的扩散性能及其影响因素 / 119
- 二、扩散模型 / 122
- 第五节 扩散边界层与上染速率 / 126
- 第六节 上染过程的控制 / 127
- 一、匀染及其影响因素 / 127
- 二、控制上染速率的方法和途径 / 129
- 第七章 直接染料及其染色** 132
- 第一节 引言 / 132
- 第二节 直接染料的结构与分类 / 133
- 一、偶氮类直接染料 / 133
- 二、杂环类直接染料 / 137
- 第三节 直接染料的应用类别和性能 / 138
- 一、染料分类 / 138
- 二、直接染料的性质 / 140
- 第四节 直接染料的发展趋势 / 143
- 一、由新型二氨基化合物合成的绿色环保型直接染料 / 144
- 二、直接混纺 D 型染料 / 145
- 三、喷墨印花用直接染料 / 146
- 四、直接耐晒染料 / 147
- 五、直接交联染料 / 147
- 第五节 直接染料的染色原理及染色工艺条件分析 / 147
- 一、染色原理 / 147
- 二、染色工艺条件分析 / 148
- 第六节 直接染料固色后处理 / 155
- 一、固色机理与固色剂 / 155
- 二、固色工艺 / 157

第七节 直接染料染纤维素纤维的方法 / 158	
一、浸染染色方法 / 159	
二、轧染和轧卷染色 / 162	
三、直接染料染色中一些常见疵点的防治 / 163	
第八节 直接染料染其他纤维 / 164	
一、直接染料染蚕丝 / 164	
二、直接染料染锦纶 / 165	
三、直接混纺染料/分散染料一浴一步法染涤 棉或涤黏混纺、交织物 / 165	
四、腈棉交织或混纺织物用阳离子染料和 直接染料染色工艺 / 165	
第八章 酸性染料、酸性媒染染料和酸性含媒染料及其染色 167	
第一节 引言 / 167	
第二节 酸性染料的化学结构和性能 / 169	
一、单偶氮和双偶氮酸性染料的化学结构和性能 / 169	
二、蒽醌类酸性染料的化学结构和性能 / 169	
三、三芳甲烷类酸性染料的化学结构和性能 / 170	
四、氧杂蒽类酸性染料的化学结构和性能 / 170	
第三节 酸性染料对蛋白质和聚酰胺纤维的染色亲和力及上染原理 / 171	
一、酸性染料染色的亲和力 / 171	
二、酸性染料染羊毛的原理 / 172	
三、酸性染料染蚕丝的原理 / 174	
四、酸性染料染聚酰胺纤维的原理 / 176	
第四节 酸性染料对蛋白质和聚酰胺纤维的染色工艺 / 178	
一、酸性染料对羊毛的染色工艺及工艺条件的控制 / 179	
二、酸性染料对蚕丝的染色工艺及工艺条件的控制 / 183	
三、酸性染料对聚酰胺纤维的染色工艺及工艺条件 / 183	

的控制 / 186

第五节 混合染料及混纺织物的染色 / 188

一、毛锦混纺织物的染色 / 188

二、毛黏混纺织物的染色 / 189

三、毛腓混纺织物的染色 / 191

四、毛涤混纺织物的染色 / 193

第六节 酸性媒染染料的结构和染色性能 / 195

一、酸性媒染染料的结构 / 195

二、重铬酸盐与羊毛的反应 / 197

三、酸性媒染染料羊毛染色工艺及其过程的控制 / 198

第七节 酸性含媒染料及其染色 / 201

一、酸性含媒染料的结构和性能 / 201

二、酸性含媒染料的染色工艺 / 201

第九章 阳离子染料及其染色 207

第一节 引言 / 207

第二节 阳离子染料的结构和性能 / 208

一、阳离子染料的结构和分类 / 208

二、阳离子染料的染色性能 / 212

第三节 阳离子染料对聚丙烯腈纤维的染色 / 215

一、聚丙烯腈纤维的染色特性 / 215

二、聚丙烯腈纤维的阳离子染料染色工艺 / 223

第四节 阳离子可染聚酯纤维的染色 / 235

一、阳离子可染聚酯纤维的结构 / 235

二、CDP 纤维的染色 / 236

三、ECDP 纤维的染色 / 237

第五节 阳离子染料可染纤维混纺纺织物的染色 / 237

一、羊毛/腓纶制品的染色 / 237

二、其他混纺纺织产品的染色 / 239

第十章 活性染料及其染色	241
第一节 引言 /	241
第二节 活性染料的类别 /	244
一、染料母体的结构 /	244
二、染料活性基 /	248
第三节 活性染料的反应性能 /	258
一、亲核取代反应 /	259
二、亲核加成反应 /	268
三、多次加成和取代反应 /	271
四、在酸性和中性介质中反应的活性基 /	272
第四节 活性染料与纤维素纤维的反应 /	272
一、纤维素纤维的反应性能 /	273
二、影响活性染料与纤维素纤维反应的因素 /	275
第五节 活性染料对纤维素纤维的染色工艺 /	281
一、浸染工艺 /	281
二、连续轧染工艺 /	285
三、冷堆法 /	289
第六节 活性染料对各种混纺织物的染色 /	292
一、活性染料染腈/棉织物 /	292
二、活性染料染锦纶/棉织物 /	294
三、活性染料染涤/棉织物 /	297
四、活性染料染棉/氨纶织物 /	301
第十一章 还原染料、硫化染料及其染色	303
第一节 引言 /	303
第二节 还原染料的分类与结构 /	304
一、蒽醌类 /	304
二、靛蓝类 /	307