


DYEING

染整节能减排 新技术

RANZHENG JIENENG JIANPAI
XINJISHU

刘江坚 © 编著

 中国纺织出版社

染整节能减排新技术

刘江坚 编著



中国纺织出版社

内 容 提 要

本书对近年来染整加工中节能减排新技术的发展状况进行了较为全面的论述,内容涉及染整工艺、设备、染化料以及染整企业节能管理等方面。除了对现有常规工艺和设备提出节能减排的思路和方法外,还重点介绍了目前先进节能减排新技术的研究成果和应用情况,为染整加工和设备制造企业提供了较为系统的节能减排方法。

本书可供染整行业从事染整工艺、设备管理和设计人员及纺织院校染整专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

染整节能减排新技术/刘江坚编著. --北京:中国纺织出版社,2015.5

ISBN 978-7-5180-0894-0

I. ①染… II. ①刘… III. ①染整-节能-研究
IV. ①TS19

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第050867号

策划编辑:张晓蕾 责任编辑:朱利锋 责任校对:王花妮
责任设计:何建 责任印制:何建

中国纺织出版社出版发行
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>
E-mail: faxing@c-textilep.com
中国纺织出版社天猫旗舰店
官方微博 <http://weibo.com/2119887771>
北京通天印刷有限责任公司印刷 各地新华书店经销
2015年5月第1版第1次印刷
开本:787×1092 1/16 印张:19
字数:404千字 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

前言

染整加工是纺织品获得最终使用性能和高附加值不可缺少的一道工序,其生产过程的能耗和排污也是最大的。《纺织工业“十二五”科技进步纲要》将17项节能减排印染新技术列入其中,涉及织物的前处理、染色、印花和后整理。为了对染整节能减排的新技术有一个比较全面的认识 and 了解,本书按照技术分类的形式,从设计原理和使用方法方面进行介绍。

高效低能耗前处理是建立在短流程和低温工艺条件的基础上,在提高反应条件的同时获得高效、低能耗及良好的处理效果。低温练漂可避免对织物纤维的损伤,减少化学助剂消耗和污染。生物酶工艺替代传统的烧碱工艺和短流程的碱氧工艺,利用生物酶制剂特有的专一性和高效性,以及反应条件低和可自然降解等特性,以达到耗水少易洗净的去杂效果。圆筒针织松堆气胀式丝光工艺,使织物在松堆过程中就可以获得足够的碱作用时间和溶胀效果,既省去开幅工序,同时还可避免织物的卷边和张力过大,尤其适于含有弹力纤维的针织物的丝光。

染色的节能减排对染整加工的全过程具有很重要的意义。织物和纱线的小浴比染色,进一步降低了用水量和排污。气流染色和气液染色实现了织物松式绳状染色最小染色浴比,在提高活性染料直接性的同时,减少了电解质的用量。不仅具有显著的节能减排功效,而且提高了被染织物在染液中的匀染程度,减少了工艺过程的时间。少助剂、低温以及纤维改性染色,特别是湿短蒸工艺,降低了助剂用量和工艺能耗。

冷轧堆处理工艺可用于前处理和染色,都是在常温条件下进行,不需要或少量消耗蒸汽。冷轧堆前处理工艺简单,布面效果好,且效率高。冷轧堆染色不需要消耗元明粉,并且可提高活性染料的直接性。泡沫整理需要的水更少,且不用加热,具有显著的节能减排效果。目前主要应用于织物的整理,染色还有待于进一步改善。

生态染整涉及染化料、生物酶、涂料、无水介质、微胶囊以及超声波等方面,在一定程度上是一种无污染排放的加工,也是未来染整加工发展的方向。数码喷墨印花是近年发展起来的具有显著节能减排效果的技术,无须制网,省水省汽。拉幅定形机的在线检测、废气余热回收和净化,已成为必备装置。

传统染整后的洗涤是一道耗水、耗汽、工艺流程长的工序,对染整节能减排具有很大影响。根据净洗原理,分析不同水洗方式,对水洗过程采用分阶段控制,可实现高效节能的净洗效果。

染整节能减排是一项系统工程,涉及资源、染化料、工艺过程、设备性能及企业管理等诸多环节。为此,本书除列举了部分已得到应用的节能染整设备和工艺外,还介绍一些染

整控制新技术以及染整企业节能减排管理方面的发展情况,旨在为染整企业实施节能减排提供帮助。

总之,染整节能减排在目前乃至今后相当一段时间里是染整发展的首要任务,只有从生产源头抓起,对每一个生产环节实施严密监控,才能够实现真正意义上的节能减排。鉴于编著者的水平和信息资源有限,书中难免存在错误和不确切的地方,恳请各位同行提出宝贵意见。同时也在这里向参考文献的作者表示感谢。

编著者

2014年6月

目录

第一章 染整节能减排的意义和要求	1
第一节 染整加工所面临的形势	1
一、资源消耗和污染控制	1
二、染整加工成本	2
三、相关产业政策	3
四、清洁生产	3
第二节 染整行业的可持续发展	4
一、高效低能耗	4
二、提升产品附加值	5
三、产品技术创新	5
四、提高市场竞争力	5
第三节 节能减排对染整的基本要求	5
一、水、汽、电能耗控制	6
二、优化染整工艺	6
三、采用先进的染整技术	6
四、余热、废碱回收和废气净化	7
第四节 染整高效节能的基本特征	7
一、染整产品“一次成功率”	7
二、染整工艺的重现性	8
三、高效短流程	8
四、在线检测控制	8
五、工艺过程控制	8
六、节能降耗和低排放	8
第二章 高效低能耗前处理	10
第一节 短流程前处理工艺	10
一、工艺过程及方法	10
二、一步法工艺	11

三、二步法工艺	11
四、酶氧无碱工艺	12
五、工艺条件及控制	13
六、工艺实例	13
第二节 短流程前处理设备	16
一、高给液装置	16
二、汽蒸箱	18
三、真空抽吸装置	19
四、短流程前处理设备流程	20
五、短流程前处理设备的控制	24
第三节 低温练漂	25
一、低温练漂的作用及条件	25
二、低温练漂工艺	26
三、低温一浴一步连续练漂工艺	27
第四节 织物松堆丝光	28
一、常规紧式丝光存在的问题	28
二、松堆丝光的作用	29
三、织物松堆丝光工艺与设备	30
参考文献	33
第三章 织物和纱线的小浴比染色	34
第一节 小浴比溢喷染色	34
一、小浴比溢喷染色对染料和助剂的影响及要求	34
二、小浴比溢喷染色工艺条件	36
三、染色工艺过程控制	37
四、适于小浴比染色的基本条件	39
第二节 小浴比纱线筒子(经轴)染色	40
一、小浴比纱线筒子染色的主要特点	40
二、比流量的分析与选择	42
三、低比流量的功效	43
四、动态染液循环控制	44
第三节 小浴比染色机	45
一、小浴比溢喷染色机	45
二、小浴比筒子染色机	47
参考文献	49

第四章 气流(液)染色及设备	50
第一节 气流染色工作原理及形式	50
一、工作原理	50
二、气流染色的形式	51
三、气流染色工艺条件	52
第二节 气流染色机的结构特征	53
一、气流牵引织物循环	53
二、织物与染液的交换方式	53
三、空气动力循环系统	54
四、染液循环系统	54
五、连续式水洗	55
六、染色过程控制	55
第三节 气液染色及设备结构特征	55
一、气液染色的工作原理	55
二、气液染色的组合形式	56
三、气液染色的工艺条件	56
四、气液染色机的结构特征	57
第四节 气流(液)染色机的高效前处理功效	59
一、前处理的设备条件	59
二、对织物的作用效果	60
三、用于碱减量处理	61
四、气流(液)染色机水洗功能	64
五、预缩功能	65
参考文献	65
第五章 少助剂、低温及纤维改性染色	66
第一节 活性染料低盐或无盐染色	66
一、改变染料结构	66
二、纤维改性	67
三、染色工艺条件	67
四、染色助剂	69
第二节 活性染料中性固色	69
一、活性染料中性固色基本条件	69
二、高反应性染料染色	70
三、中性固色剂催化染色	70
四、改性纤维中性染色	71

第三节 活性染料湿短蒸染色	72
一、湿短蒸染色工艺过程	73
二、湿短蒸染色工艺条件	74
三、德国门富士(Monforts)湿短蒸 Econtrol 工艺	75
四、湿短蒸染色的使用现状及发展	78
第四节 其他低温染色	78
一、蛋白质纤维低温染色	78
二、分散染料助剂增溶染色	79
第五节 纤维化学改性及染色	79
一、纤维化学改性的染色目的	80
二、纤维素纤维化学改性	80
三、聚酯纤维化学改性	83
四、改性纤维的低温染色	84
参考文献	84
第六章 冷轧堆处理技术	85
第一节 冷轧堆前处理	85
一、冷轧堆前处理工艺过程及控制	85
二、冷轧堆前处理助剂要求	86
三、工艺条件	87
四、工艺实例	87
第二节 冷轧堆染色	88
一、冷轧堆染色的特点	88
二、冷轧堆染色工艺	89
三、冷轧堆染色的要求及工艺控制	91
四、冷轧堆染色工艺实例	94
第三节 冷轧堆加工设备	95
一、冷轧堆前处理设备配置及要求	95
二、冷轧堆染色设备配置及要求	96
三、典型冷轧堆染色设备	98
参考文献	99
第七章 泡沫染整	100
第一节 泡沫染整的机理及特点	100
一、泡沫染整的基本原理	100
二、泡沫染整的特点	103

第二节 泡沫染整工艺	104
一、泡沫染色工艺	104
二、泡沫整理工艺	105
三、泡沫印花	107
四、泡沫配制	107
五、泡沫染整技术存在的问题及应用情况	108
第三节 泡沫染整装置	109
一、发泡装置	109
二、泡沫施加装置	110
三、典型泡沫染整装置	112
参考文献	113
第八章 生态染整技术	114
第一节 环保型染料和助剂	114
一、天然染料	114
二、传统合成染料的改良	115
三、纳米生态染料	116
四、环保型染整助剂	117
第二节 织物的生物酶处理	120
一、酶的基本特性	121
二、生物酶作用的过程	122
三、用于染整的生物酶种类	122
四、生物酶在染整加工中的作用	123
五、生物酶用于前处理	124
六、织物的生物酶整理	126
七、生物酶应用中亟待解决的几个关键技术	127
第三节 涂料染色技术	128
一、涂料染色工艺	128
二、染色涂料及助剂	130
三、涂料染色技术的应用及存在问题	131
四、涂料染色工艺实例	132
第四节 无水介质染色	132
一、超临界 CO ₂ 流体染色	133
二、离子液体介质染色	138
三、有机溶剂反相胶束溶液介质染色	139
第五节 超声波用于染整加工	140

一、超声波作用的力化学机理	140
二、超声波产生的作用	141
三、超声波在染整中的应用	142
第六节 微波用于染整加工	143
一、微波作用机理	143
二、微波加热特点	144
三、微波染整加工	144
第七节 微胶囊用于染整加工	146
一、微胶囊的特点及制备	146
二、微胶囊染料和涂料的染色和印花	147
三、功能整理微胶囊及应用	149
第八节 低温等离子体处理	151
一、等离子体及特性	151
二、低温等离子体的产生及作用	152
三、低温等离子体对织物纤维的改性	153
第九节 其他染色技术	155
一、气相或升华染色	155
二、微悬浮体染色	155
三、仿生染色	155
参考文献	156
第九章 印花技术	157
第一节 数码喷墨印花	157
一、数码喷墨印花原理	157
二、数码喷墨印花技术的主要特点	158
三、数码喷墨印花的墨水	159
四、数码喷墨印花机	160
五、数码喷墨印花工艺	163
六、数码喷墨印花存在的问题及前景	164
第二节 转移印花	165
一、转移印花的特点和方法	165
二、转移印花工艺的基本要求	166
三、热升华转移印花	168
四、冷转移印花	168
五、转移印花设备	169
第三节 制网和调浆	170

一、喷墨制网	171
二、激光制网	171
三、自动调浆	172
第四节 印花后蒸化	172
一、两相法印花的高效蒸化特点	173
二、两相法印花工艺	173
三、两相法印花蒸化控制	174
四、蒸化设备	175
参考文献	175
第十章 染整洗涤	176
第一节 洗涤过程及要求	176
一、洗涤过程	176
二、洗涤要求	178
第二节 洗涤效率	178
一、影响洗涤效果的因素	179
二、提高洗涤效果的要素	179
第三节 水洗形式与过程分析	181
一、间歇式排、进液水洗	181
二、溢流式水洗	182
三、连续式排、进液水洗	183
四、对比分析	184
五、织物连续式水洗	186
第四节 受控水洗	187
一、水洗阶段控制	188
二、冷、热水洗顺序	189
三、受控水洗与常规水洗的比较	190
第五节 高效水洗	191
一、高效水洗单元的结构特征	191
二、水洗单元模块化设计	192
三、水洗工艺流程	194
四、高效水洗设备	195
参考文献	201
第十一章 染整控制技术	202
第一节 计算机测色配色	202

一、测色	202
二、配色	203
三、计算机测色配色系统	204
四、分光测色仪	204
五、测色配色软件	207
第二节 受控染色	207
一、受控参数	208
二、加料方式	209
第三节 染整在线检测	210
一、丝光碱浓度的在线检测	210
二、定形机的在线检测	211
第四节 染化料自动配送系统	214
一、配送系统的组成及操作流程	215
二、实验室自动配液系统	216
三、生产用染化料的配制	218
四、染化料输送系统	221
参考文献	222
第十二章 染整企业的节能减排	223
第一节 供热和用热	223
一、热源	223
二、蒸汽锅炉	225
三、循环流化床锅炉	228
四、水煤浆锅炉	231
五、锅炉节能技术改造	233
六、蒸汽的输送及节能措施	235
七、蒸汽疏水器	238
八、蒸汽用于热交换器	243
九、蒸汽的热利用和减压减温	244
十、用热设备保温措施及要求	246
第二节 水、余热及丝光淡碱回收利用	247
一、水的回收利用	247
二、洗液、染液及余热利用	248
三、拉幅定形机的废气净化及余热回收	249
四、有机载热体炉烟气热能回收	252
五、丝光淡烧碱液回收利用	253

第三节 染整废水处理	254
一、染整废水的特点	255
二、染整废水的分配及水质	255
三、染整废水处理方法及选择	256
四、常规印染废水处理回用工艺路线	260
五、膜分离技术用于染整废水处理	260
第四节 染整设备选型及配置	262
一、设备选型基本原则	263
二、前处理设备的选型	266
三、染色设备的选型	267
四、印花设备的选型	268
五、后整理设备的选型	269
六、设备节能功能配置要求	270
第五节 染整企业的能源管理	271
一、能源管理的目的和意义	271
二、能源管理系统	272
三、能源管理的主要内容	272
第六节 染整企业的合同能源管理	274
一、合同能源管理模式的分类	274
二、合同能源管理的特点	275
三、能源管理公司的特征	276
四、合同能源管理实施过程	277
五、合同能源管理实施中存在的问题及解决办法	279
第七节 染整企业的清洁生产	281
一、清洁生产的意义	281
二、清洁生产的基本特点	281
三、染整企业清洁生产的基本要求	282
四、清洁生产的审核程序与过程	286
参考文献	288

第一章 染整节能减排的意义和要求

染整加工作为纺织品深加工的一个重要工序,一方面是为满足人们物质生活对服装色彩和服用性的要求,另一方面需要消耗一定能源并产生污染排放。而在地球资源不断枯竭和环境污染日趋恶化的今天,如何在满足人类社会物质文明发展的同时,减少资源浪费和生产过程所产生的污染,是现代工业发展所必须考虑的。采取各种节能减排措施或淘汰落后的生产方式,也是染整加工在当前社会环境下获得生存和发展的一项重要任务。

第一节 染整加工所面临的形势

纺织品的传统染整加工过程需要消耗大量的水和热能,经使用后的水中含有大量的化学残留物,必须经过处理,达标后才能够排放。这种以消耗有限资源并对环境产生影响为前提的加工方式,显然要受到当今节能减排形势的约束和限制。除此之外,纺织品在染整加工中为满足使用要求,需要接触许多化学品。在这些化学品中现已查明有些是对人体健康以及环境产生危害的,并有明文规定禁止使用或限量使用。因而,染整加工面临着资源、环保、加工成本以及产业政策限制的压力,要求在未来的发展中,采用环保型的加工方法和化学品。

一、资源消耗和污染控制

纺织品的发展日趋高档化,一方面是人们消费水平的提高,另一方面是纺织品功能性的增强。染色加工要满足这种发展趋势,就必须不断提高产品加工附加值。这不仅能够为加工企业自身带来经济利益,同时还可为社会减少资源的浪费,让有限的资源变成物有所值的产品。

染整加工过程中,为满足工艺要求,需要消耗大量的水和热能。而水是地球上所有生命体赖以生存的源泉,产生热能需要消耗燃烧物质(如煤炭)。水和煤都是地球上有限的资源,而且随着工业化的进程,这种资源已经趋于枯竭。因此,人们必须寻找新的能源,并且通过工艺流程的改进,消耗更低或更少的能源。水作为染整加工的主要消耗资源,在传统的染整加工中占有很大比例,只有采用新的工艺流程,提高设备使用性能,才能够减少水资源的消耗。

传统染整加工过程中,一方面要消耗大量的新鲜水,另一方面使用后的水产生了一定的污染。如何在染整发展中,既能满足人类对纺织品的需求,又能消耗最少的资源,对环境产生最小的污染,是节能减排形势下所必须考虑的问题。根据环保要求,染整过程中产生的废水会对环境造成污染,必须经过处理,达到国家规定的排放标准后才能排放。由于废水处理需要投资建立一定规模的设施,费用较高,因此许多中小印染厂试图偷着排放,甚至有靠近海边的印染

厂偷着排放到大海里,通过退潮将废水带入深海,给海洋中的鱼类生物造成危害。对此,已经引起了环保部门的重视。

从发展的观点来看,必须对染整过程建立一个有效的全过程控制措施。从染化料、染整工艺和设备上,提供具有保护生态环境的特性和功能。染化料必须采用环保型的,对环境和人体健康不产生危害。染整工艺应以消耗最少水和化学品,并以天然或者可以降解的染化料作为主要媒介。染整设备不仅要满足工艺要求,还应具备低能耗和短流程工艺的功能。特别是在清洁化生产过程中,要求设备能够结合染化料和工艺,成为真正具有显著节能减排效果的加工手段或方法。

二、染整加工成本

传统的染整加工属于劳动密集型,通过消耗大量的人力和物力来获取所需的使用价值。在科学技术以及生产力高速发展的今天,人们的劳动价值观以及对环境资源的态度发生了很大变化,传统的染整加工已越来越不相适应了。主要表现在生产效率、加工品质要求、原材料消耗和劳动力短缺等方面。

1. 生产效率提高 纺织品市场具有较大的波动性,尤其是染整行业受到市场的影响最大。最大特点是:品种繁多、时尚化、小批量多品种以及加工周期短。为了满足这种市场需求,染整加工必须采用先进的工艺和设备,以提高生产效率。工艺和设备技术水平的提升,再加上科学规范的管理制度,是提高生产效率的重要手段。在企业产品的经营过程中,没有附加值高的产品占领市场,必然会不断增加企业的运行成本,最终被市场所淘汰。

2. 加工品质提升 随着人们物质生活水平的不断提高,对纺织品的品质要求也越来越高。这不仅加剧了市场的竞争力,而且还增加了加工成本。而传统的加工工艺和设备,除了对产品质量的稳定性以及质量的提升具有一定的局限性外,所消耗的能源及排污处理费用,也大大增加了企业加工成本。

如今,纺织品不仅是满足服饰外观色彩的需求,更重要的是对人体健康和使用后废弃对环境产生的影响。这里既需要加工过程采用对环境友好的化学品,同时还要求在使用过程中不产生对人体有危害的物质。这种具有环保型的纺织品,首先是纺织材料,然后是使用的化学品以及加工过程。天然纤维以及天然染料不仅具有一定的环保性,而且还有许多具有一定的保健功能,关键是加工过程如何采用具有环保性的手段,不破坏纤维原有的环保性能。

3. 原材料成本增加 染整加工的原材料一方面取决于市场,另一方面与企业自身的技术和生产管理有关。市场的原材料受到石油和煤炭价格的影响,企业一般是无法掌控的。但是,企业内部的原材料消耗,却可以在自己的掌控之中。显然,提高工艺和设备技术水平,采用合理的科学化管理,可以减少原材料的浪费和消耗。

4. 劳动力短缺 染整加工企业的劳动环境相对较差,尤其是夏天的高温作业,对人的体能消耗以及精神状况影响很大。另外,由于染整企业大多建在远离城镇的地方,所以给职工生活造成了一定程度的不便。除此之外,其他产业的兴起,扩大了劳动就业面,而大多数染整企

业的加工产品附加值不高,很难提高劳动报酬。正因为这些诸多的影响因素,使得近几年染整企业出现了招工难的局面。

三、相关产业政策

由环保部和国家质量监督检验检疫总局发布的 GB 4287—2012《纺织染整工业水污染物排放标准》已于 2013 年 1 月 1 日起正式实施,新标准对染整水污染物的排放提出了更高要求。这也是为了进一步保护环境和资源,实现国家“节能减排‘十二五’规划”目标的需要。同时还提出了“十二五”时期淘汰落后产能的印染设备,主要包括:未经改造的 74 型染整生产线,使用年限超过 15 年的国产和使用年限超过 20 年的进口前处理设备、拉幅和定形设备、圆网和平网印花机、连续染色机,使用年限超过 15 年的浴比大于 1:10 的棉及化纤间歇式染色设备等。如何满足这一新形势下的要求,染整工艺和设备都在采取积极的应对措施。

1. 染整准入条件 根据节能减排形势的需要,国家在颁布《纺织染整工业水污染物排放标准》之前,还公布了《印染行业准入条件》,对印染企业也提出了准入要求,染整加工企业若达不到标准和条件的要求,只能被关闭或转行。在标准和准入条件实施之前,印染行业带动了一些地方或区域的经济的发展,甚至是支柱产业。但是,这种经济发展或经济效益,往往是以牺牲环境和资源为代价而换来的,是一种短期经济效益。因而,国家和一些地区已经意识到这种经济发展所带来的后果,要求限制或迁出染整加工业。纺织加工业既然是关系到民生的产业,就应该在满足人们物质生活需求的同时,减少加工过程的能源消耗及污染排放。严格执行国家的相关标准和规定,以节能减排为目标经营和发展企业。

2. 淘汰落后产能 纺织“十二五”发展规划中,要求染整行业在提高工艺水平和装备技术性能的同时,淘汰落后产能的技术装备。目前国内有相当一部分印染企业的技术装备,与染整机械的发展水平不协调。这里既有企业自身工艺水平和产品结构的原因,也有企业经营者对工艺和设备技术更新的观念问题。情愿以高薪聘用工艺人员,去弥补落后装备缺陷,而不愿意通过技术改造,改变现有的落后工艺路线和方法。产品质量完全依赖于人的技能来保证,仅仅考核产品的质量指标,而忽略生产加工过程中的能耗和排污。以牺牲较大能源资源和污水处理费用,换取质量不稳定的产品。企业总是在微薄利润或者亏损的环境下生存,阻碍了企业的发展和进步。

四、清洁生产

清洁生产是指对生产过程和产品采取整体预防的环境策略,减少或者消除对人类及环境的可能危害,并充分满足人类需要,使社会经济效益最大化的一种生产模式。简单地说,就是对生产全过程和产品周期全过程的控制。其中生产过程要求节约原材料和能源,淘汰有毒有害的原材料,并尽最大可能地减少生产过程中的废物排放量。产品周期全过程则要求从原料的提取到产品的最终处置过程中,对人类和环境产生的影响最小。

由此可见,清洁生产是生产与治理相结合,强调的是减少污染物的产生,而不是污染物产