



“十三五”普通高等教育本科部委级规划教材

染整工艺设备

第③版

.....◎王 炜 主 编


RANZHENG GONGYI SHEBEI



“十三五”普通高等教育本科部委级规划教材

染整工艺设备（第3版）

王 炜 主 编

 中国纺织出版社有限公司

内 容 提 要

本书对各种染整工艺设备的结构特点、作用原理、性能、操作、纺织品适应性和当前国内外研发进展趋势进行了较深入的分析 and 讨论。具体内容包括引言、通用装置、通用单元机、前处理设备、染色设备、印花机、整理设备及染整设备的自动控制等内容。

本书为高等院校轻化工程专业教材,同时也可供印染行业技术人员和科研人员阅读。

图书在版编目(CIP)数据

染整工艺设备/王炜主编. --3版. --北京:中国纺织出版社有限公司,2020.9

“十三五”普通高等教育本科部委级规划教材

ISBN 978-7-5180-6613-1

I. ①染… II. ①王… III. ①染整机械—高等学校—教材 IV. ①TS190.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2019)第186458号

责任编辑:范雨昕 责任校对:楼旭红 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
2020年9月第1版第1次印刷
开本:787×1092 1/16 印张:17.25
字数:305千字 定价:72.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社图书营销中心调换

《染整工艺设备》自1980年出版,一直是染整专业大学本科的沿用教材,并连续被列入普通高等教育规划教材。本书于2008年修订再版后,至今已十余年,这期间,印染行业发展非常迅猛,企业转型升级明显,自动化、信息化正重塑印染企业的面貌。与之对应的染整设备也有了翻天覆地的变化,所涉及的理论与应用研究也都有了很大发展。但教材内容已明显滞后,不能满足当今染整专业教学需要。

染整工艺设备是企业生产经营的基础,是企业生产能力和技术水平的物化体现,是保证产品质量与企业竞争力的重要支撑,对于企业生存发展起着至关重要的作用。设备是现代染整技术的重要组成部分,技术的进步必须依靠工艺、设备、染辅材料三者协同作用、互为依靠。而熟悉设备的工作原理及其应用技巧已成为所有从业技术人员必须熟练掌握的知识体系。

为了适应形势发展,提高教材质量,根据国家“十三五”普通高等教育本科教材规划要求,在认真总结教学经验、广泛征求兄弟院校和使用单位意见的基础上,吐故纳新,再次对本书进行修订。

主要修订内容有以下几个方面:

1. 对全书总篇幅进行了一定的调整。从原来的四章增加到八章,包括引言、通用装置、通用单元机、前处理设备、染色设备、印花机、整理设备以及染整设备的自动控制内容,按印染加工顺序划分主要章节,均衡各个章节内容。层次更为明晰,便于教学。增加自动控制一章,以适应当今染整工厂信息化、智能化的技术发展趋势。

2. 对部分章节内容做了删减和增补。删减了与当前生产实际不相符的陈旧内容,如去掉了铜辊印花机,增加了数码印花机的内容。在染色设备中,增加了气流染色机的篇幅。采编了设备自动控制系统、中央群控系统等内容。新机器比老设备普遍具有节能、节水、小浴比、节约染化料等优点,并且更加高效,可以精密控制。对不符合新技术的内容以及部分不准确的说法进行了修改和纠正,更加方便读者学习掌握,适应社会需求。

3. 更注重内在规律探讨与基本原理的阐释。教材不同于一般知识介绍或产品信息发布的参考书,要强调重点,关注基本概念、基本理论。本着重点突出的原则,对重点理论进行充实提高,且补充了新内容。在知识性方面,重点论述了设备的技术特性、机器的工作原理、质量以及工艺的形成过程、机构的运动分析以及纺织品的物理指标与生产设备的关联性等。力求寓生产实际于理论之中,融理论于运行设备实践之内,使本书既有实用参考价值,又有一定的理论深度。

前言

4. 对重要的术语或专业名称在第一次出现之处加注英文,为高校学生延伸阅读,查阅文献提供一些帮助,也便于提高读者的专业英语水平。

5. 本书有别于机械设计、机械制造类的书籍,对机械结构、运动、受力分析不做过多讨论,着重阐明实现工艺所必要的条件,工艺因素所对应的设备关键性指标,以及设备关键执行机件与整机参数之间的关系,掌握设备运行以及磨损规律,以掌握设备的选择和使用为主要目的。

为激发读者的学习兴趣和拓展学生的应用能力,培养学生利用课程知识进行设备改造和创新设计的能力,在部分章节后,附有少量 Auto CAD 作图练习,鼓励有能力的同学完成设备草图或关键部件图。有助于理解染整工厂的布局原则,掌握设备安装等相关知识。提升学生的学习兴趣和实际应用能力,培养创新能力。同时也可加深对课程的理解,拓宽学生的知识面,提升就业能力。

配套教学课件是作者在总结多年课堂教学经验的基础上不断修改完善下制作完成的,可以根据教学进程,实时渐进地演示相应内容,实现教学互动,适应教学实际需要。

本次修订工作由东华大学染整教研组组织,第一、第八章由东华大学王炜编写,第二、第三、第六章由江南大学王潮霞编写,第五章由江南大学王平编写,第七章由俞丹编写,全书由王炜担任主编,负责统稿。东华大学蔡再生担任主审。

天津工业大学马晓光,浙江理工大学沈一峰对本书的大纲和内容的编写提出了许多宝贵意见。研究生茅昀、梁冰莹、孟周奇也帮助整理书稿、协助编目插图等工作。在本书编写过程中也得到了三元控股集团等单位的大力支持,在此表示衷心感谢。

在教材的修订过程中参阅了国内外大量的文献资料和专著,若将其一一列出,恐占去很大篇幅,因此只是在书后列出主要参考资料。

由于编者水平有限,纰漏之处在所难免,诚恳希望同行和读者给予指正,以便再版时去粗取精,使之臻于完善。

编者

2019年5月

第一章 引言	1
第一节 染整工艺设备与印染生产的关系	1
第二节 染整工艺设备的主要特点	2
一、设备种类较多	3
二、单元机通用性强,可组合成多种联合机	3
三、材料种类多	3
四、生产效率高	4
五、多数设备较大、较长、较重	4
六、同步传动要求高,调速范围宽	4
七、自动化程度高	4
第三节 我国染整工艺设备的发展历程	5
第四节 染整工艺设备与清洁生产	8
一、清洁生产的核心是节能减排	8
二、清洁生产要求染整工艺设备不断进行技术创新	9
三、染整工艺设备或流程中资源循环再利用	10
练习题	10
思考题	11
第二章 通用装置	13
第一节 平幅织物与辊面摩擦的规律	13
一、平幅织物经过固定导布辊时的张力分析	14
二、平幅织物经过被动导布辊时的张力分析	15
三、平幅织物经过主动导布辊时的张力分析	15
第二节 平幅进布、导布与出布装置	15
一、张力杆	16
二、紧布器	16
三、平幅扩幅装置	17
四、平幅导布装置	21
五、平幅出布装置	25
第三节 织物正位装置与线速度调节装置	29
一、织物正位装置	29

二、整纬装置	31
三、织物线速度调节装置	36
第三章 通用单元机	39
第一节 平幅轧水机与浸轧机	39
一、平幅轧水车的组成	39
二、影响平幅轧水带液率的因素	47
三、提高平幅轧水效率的措施	47
四、平幅浸轧机的组成	49
五、影响平幅轧液均匀性的因素	50
六、提高平幅轧液均匀性的措施	52
七、轧水机与轧液机的选配及保养	59
第二节 净洗设备	59
一、净洗基本原理	60
二、提高净洗效率的措施	61
三、平幅水洗机	63
四、绳状水洗机	70
五、净洗设备的使用注意事项	72
第三节 烘燥设备	73
一、烘燥基本原理	73
二、烘燥方式	74
三、烘筒烘燥机	76
四、热风烘燥机	85
第四节 汽蒸设备	96
一、辊筒导布蒸箱	97
二、履带式导布蒸箱	99
三、辊床式导布蒸箱	100
四、条栅式汽蒸练漂机	101
五、汽蒸箱密封和箱体	103
思考题	104
第四章 前处理设备	106
第一节 烧毛机	106
一、气体烧毛机	106
二、热板烧毛机	114

三、圆筒烧毛机	115
第二节 高效汽蒸练漂机	116
一、常压连续汽蒸练漂机	116
二、高效连续汽蒸练漂机	120
三、短流程退煮漂前处理工艺设备	124
四、冷轧堆碱氧一浴工艺设备	125
第三节 丝光机	126
一、布铗丝光机	126
二、直辊丝光机	130
三、直辊布铗丝光和直辊针板扩幅联合机	132
四、短流程卷装丝光机	134
五、针织物丝光机与纱线丝光机	135
第四节 平幅松弛碱减量联合机	139
一、间歇式碱减量机	139
二、连续式碱减量机	141
三、碱减量工艺技术条件及效果	142
思考题	143
第五章 染色设备	145
第一节 纱线染色机	146
一、绞纱染色机	146
二、筒子纱染色机	147
第二节 织物染色机	151
一、卷染机	151
二、连续轧染机	154
三、绳状染色机	158
第三节 其他染色设备	168
一、散纤维染色机	168
二、毛条染色机	169
思考题	169
第六章 印花机	171
第一节 滚筒印花机	172
一、滚筒印花机的分类	172
二、烘燥设备	175
三、蒸化机	175

第二节 平网印花机	180
一、网动平网印花机	180
二、自动平网印花机	181
三、全自动回转式台板走车印花机	186
第三节 圆网印花机	188
一、圆网印花机组成	188
二、荷兰斯托克圆网印花机	191
三、奥地利齐玛圆网印花机	192
四、意大利美加尼圆网印花机	193
第四节 转移印花机	193
一、热转移印花机	194
二、冷转移印花机	196
第五节 喷墨印花机	197
一、喷墨印花机的分类	197
二、数码喷墨印花机的基本结构	198
三、主要的喷墨印花设备	199
思考题	200
第七章 整理设备	201
第一节 拉幅定型机	201
一、拉幅定型机的分类	202
二、拉幅定型机的结构及工艺流程	202
第二节 预缩机	204
一、胶毯预缩机	205
二、呢毯预缩机	208
三、阻尼预缩机	209
第三节 涂层整理机	210
一、直接涂层	210
二、黏合涂层	210
三、转移涂层	210
第四节 磨毛机	212
第五节 起毛、剪毛机	216
一、起毛机	216
二、剪毛机	217
第六节 蒸呢机	218

一、单滚筒蒸呢机	218
二、双滚筒蒸呢机	219
三、连续蒸呢机	219
第七节 轧光机、电光机及轧纹机	221
一、轧光机	222
二、电光机	226
三、轧纹机	226
第八节 气流柔软机	227
一、织物机械柔软整理所需基本条件	228
二、气流柔软机构造	228
三、气流柔软整理的工作原理	230
四、影响整理质量的工艺因素	231
思考题	232
第八章 染整设备的自动控制	233
第一节 自动控制系统的组成	234
一、传感器	235
二、控制器	235
三、执行器	236
四、自动控制系统	238
第二节 染整过程控制系统	239
第三节 染整电力传动控制系统	244
一、多单元驱动设备对传动控制系统的基本要求	245
二、控制联合机同步传动的方式	245
第四节 染整设备运行状态控制系统	249
一、设备运行状态控制系统组成	249
二、设备运行状态判断方法及控制策略	250
三、设备运行状态控制系统的应用	251
第五节 染色机集中控制系统	252
一、中央集控系统的组成	253
二、现场总线系统	254
三、自动配料系统	257
思考题	261
参考文献	263

第一章 引言

第一节 染整工艺设备与印染生产的关系

纺织服装作为我国国民经济传统支柱产业、重要的民生产业和国际竞争优势明显的产业,在繁荣市场、吸纳就业、增加国民收入、加快城镇化进程以及促进社会和谐发展等方面发挥着重要作用。根据国家发展规划,当前纺织业发展重点是推动行业转变发展模式,以智能化、信息化促进行业进步,将高端纺织装备、高性能纤维及产业用纺织品作为行业新的增长点。生产装备升级和印染设备研发具有明显的现实意义和广阔前景。

染整是纺织产业链中的重要环节,是提升产品质量、赋予其文化时尚内涵、提高纺织品附加值的关键过程。然而,印染加工中水耗、能耗大,占整个纺织产业链的大部分,一直是制约行业发展的重要问题。改革开放以来,国内印染加工规模快速扩张所引发的环保问题给印染企业带来不少负面影响,成为社会的敏感问题。近年来,随着科技进步,信息技术和自动控制技术在装备上广泛应用,印染行业呈现全新面貌,准入门槛高、资金密集、技术密集、信息化和智能化水平高,管理要求高成为新特征,逐渐摆脱传统印染行业带给人们的印象。特别是近年来环保治理日趋完善,高效、节水、节能为技术特点的新型设备大量装备企业,资源利用更加合理,生产线一般配套中水回用设施,清洁生产已成为印染企业持续发展的必然选择。新形势正加速推动印染技术进步,产业转型与升级,印染设备升级换代就是重要标志之一。

常有人把染整设备称为染整机械,从定义上看,设备包含有机械和机器,设备内涵更广泛。机器(machine)是执行机械运动的装置,可以变换或者传递能量、物料和信息,具备机械的三个特征,即机件组合体,各部分有确定的相对运动,能够转换机械能完成有效的机械运动,机器分为原动机和工作机两大类。本课程所提染整机器都属于工作机,或者被称为工艺设备。工艺设备则是区别其他通用装备,为印染生产所特有,并对工艺实现至关重要。本书以实现染整加工的工艺设备为研究对象,对工业通用装备只做简单介绍。

设备是实现工艺的基础,“工欲善其事,必先利其器”。染整设备、染整工艺和染料助剂构成染整工艺学主体。

设备是先进技术的负载体。设备是物化的技术,许多先进的技术、工艺都依赖于高精度、高效率 and 稳定运行的成套设备,多数节能减排的措施也依靠设备得以实现,某种程度上设备水平也反映了企业技术水平,许多企业以先进装备为自身形象的代表。

设备管理是企业生产经营的保障。优秀的企业管理可以确保企业提高产品质量,提高生产效率,增加花色品种,降低生产成本,获得最高经济效益。保证设备正常运行、有效利用,是达成

生产经营目标的条件,并最终提高企业市场竞争力。

设备选型与更新、改造决定了生产效率的高低,也极大地影响着经营的兴衰成败。如果企业只是低价配置染整设备,则可能造成生产不能正常运行;但片面追求高价配置染整设备,企业资金投入大,设备折旧负担重,生产成本增加,产品失去市场竞争力,也有可能拖垮企业。因此,合理选择设备非常重要。一般选型原则包括以下几点:

- (1) 满足生产工艺要求,并能保证产品质量和设计产量;
- (2) 满足经济性要求,如水、电、汽消耗少,备品备件供应方便,耗材低廉,生产运行费用低;
- (3) 满足操控安全要求,操作简便、易于维修,劳动强度低;
- (4) 投入产出比高、性价比高,经济合理;
- (5) 造型美观,结构紧凑。

近年来,染整技术的进步极大地改变了传统印染业的面貌。现代信息技术和控制技术高速发展,其成果不断融入设备的运行、维护、保养等各个方面。在线检测、远程监控、自动控制、人机交互界面、制造执行管理系统(MES)、企业资源计划系统(ERP)等手段广泛使用;现代染厂生产呈现高效、低耗、智能化的现代感;新型染整设备运行速度大大加快,生产效率显著提高;新型设备还更多呈现出模块化、灵活组装的特征;由于用地资源紧张,设备设计更紧凑,并更多考虑利用向上的空间,故被设计得越来越高;同时染整设备呈现智能化特点,由于自动化技术、机器人技术不断发展,许多过程已实现多个生产工序自动运行,对生产过程中央集中控制,设备工作状态实时监控、报警、反馈处理都可以在群控中心完成。可以预期,随着技术进步,更多的生产岗位将会被机器人取代。

与此同时,日趋严厉的环保政策法规不断出台,促使环保技术长足发展,新型设备更加注重生态环保,并强调资源可循环利用,力求减少化学药剂和能源的消耗,对染整设备要求符合生态与可持续发展。

对工艺设备的理解和把握是从染整理论到生产实践的基础,是印染从业人员必备的专业知识,是制订工艺的依据和完成生产的条件,是将环保理念贯彻于生产实践的路径。染整专业学生和从业者应当熟练掌握染整设备知识,并时刻关注染整工艺设备的进步与发展。

第二节 染整工艺设备的主要特点

染整可简单地分成前处理、染色、印花、后整理等几个加工阶段,染整即借助各种设备,通过化学或物理的方法对纺织品进行处理的过程。通过染整,纺织品从粗糙的坯布,变为具有一定染色牢度,良好的实物质量,并满足一定物理指标的服装、家纺、装饰面料,抑或是具备某些特定功能的产业用纺织品。通过染整,还可使织物获得灵动的触觉、视觉、手感、甚至是嗅觉感知,使之被赋予文化审美、时尚流行等主观内涵。

染厂设备可大致分成工艺设备、工业通用设备和非标设备三种类型。工艺设备是指如烧毛机、煮练机、印花机、染色机、定型机等专业性较强,由染整机械制造厂生产,专门用于完成某特

定工艺的加工装置。通用设备是指如锅炉、电动机、真空泵、空压机、水泵、阀门等各行各业都能适用的通用机电产品。非标设备指既不属于工艺设备,也不属于通用设备的某些专门设计的特殊装备,多在施工现场就地加工制造,如助剂的储存罐、推布车、工序流转槽、管道连接头,这些非标设备同样重要,不可缺少。工业通用设备和非标设备不作为本书的研究重点。为区别于这些工业通用设备和非标设备,将在染整加工中所特有的、对实现工艺条件至关重要的部分,定义为染整工艺设备,并进一步将其细分为染整专业通用装置(universal device)、通用设备(universal equipment)和专用设备(special equipment)。

设备的发展的推动力是来自于工艺的需要,而新材料、新产品又会不断提出新的工艺,因此工艺的进步推动设备升级,而设备的进步,又不断促进工艺的改进。

按照现代设备的概念,染整机械一般包括动力机构、传动机构、执行机构、控制系统四个部分。与其他工业相比,染整工艺设备具有以下特点:

一、设备种类较多

染整加工的对象包括多种纺织纤维的多种形态,如棉、毛、丝、麻、涤纶、锦纶、腈纶多种纤维,散纤维、纱线、机织物和针织物(混纺、交织)多种形态等,同样的工序又有多种生产方法和工艺要求,而且一些同类设备又因其公称宽度不同和传动装置在设备左右位置差异,又可细分成窄幅、宽幅和左手车、右手车等,因此染整工艺设备种类较多。

二、单元机通用性强,可组合成多种联合机

染整加工过程除了少数工序外,基本加工方法均包括浸轧、水洗、脱水、干燥、汽蒸等,因而单元机通用性强,如平幅浸轧机、平幅水洗机、平幅轧水机以及干燥机等。染整加工过程中则采用单元设备“搭积木”方式进行组合,特别是加工棉织物、涤棉混纺织物的染整设备,素来由“轧、洗、烘、蒸”四大类通用设备组成。

印染机械的配套零件很多,由早期的辊筒、布铗、链条、吸边器等,发展到现在的扩幅弯辊、烘筒、红外线对中、红外线探边、光电整纬等,甚至发展到非标压力容器、小样机、各种传感器等。这些配套件有两个特点:一是其虽为整台设备中的部分构件,但通用性很强,用量大;二是批量大,如导布辊,在有些设备上就装有上百根。过去由总装厂自行生产配套件,既费时,又费工,成本降不下来,质量还不易控制。现多改由专业厂制造后送总装厂装配成机,专业制造,批量大,成本低,品质明显提升。因此,一些标准化、系列化、通用化(俗称“三化”)强的零部件如轧、洗、烘、蒸等通用单元机趋于专业化生产。

三、材料种类多

染整加工过程几乎都是通过化学品辅以温度、压力等因素作用于纺织品,要求设备耐高温、耐高压、耐化学品,加之近年来设备运行速度大幅提升,要求材料具有耐摩擦或者有极低摩擦系数。部分设备需要承担干燥、除湿等功能,因此其零部件除了具备一定的刚度,还需要具备导热

性或者绝热性等要求。要求的多样性致使用材料多样,除了铸铁、碳钢、不锈钢、合金钢、有色金属、橡胶、纺织纤维、木材和陶瓷、石棉等,高性能合成材料聚四氟乙烯(PTFE)、高强度聚乙烯(HDPE)和聚氨酯(PU)也大量运用于染整设备的各种零部件中。

四、生产效率高

染整工艺设备生产效率高,某些平幅染整设备织物运行速度可达100m/min以上,而有些绳状水洗机运行可达到200m/min。这对相关的零部件的构造和材质提出了较高的要求,同时加强设备维护保养也显得尤为重要。

五、多数设备较大、较长、较重

为了满足染整工艺规定所需的作用时间,特别是在较高车速下某些单元机需要较大的容量,而且有些设备公称宽度较宽,以致不少设备的外形庞大。此外除了某些工序设备如轧光机、电光机、轧纹机等需要施加数吨、数十吨的总压力外,一般染整设备都配有施加机械压力的轧辊组,并同时保证在织物高运行速度下运转。为了确保这些设备的机械强度,减轻设备机械振动,其机架和相关部件尺寸较大且较笨重。

目前大多数染整设备都是组合联合机,并且排成流水线进行连续化生产,对比其他行业的机械来看,染整工艺设备就显得大而长。

六、同步传动要求高,调速范围宽

联合机(dyeing and finishing range)各单元同步传动要求高,某些特定设备调速范围广。联合机往往由十几个通过变速电动机单独传动的单元机组合而成,要求传送的织物的各主动辊面线速度能自动同步调整并稳定可靠,以保证平幅织物在机内正常运行。对于总长达数十米的染整联合机,织物从进布到出布联合机,在机内的织物长度有数百米到数千米,要保证所有单元设备的输送装置都具有相同的线速度是难以达到的。如果前方的线速度低于后方,织物就会松弛下来,可能产生严重事故;相反如果前方织物线速度过多地高于后方,则又使织物承受过大的张力,不仅造成织物伸长,影响质量,而且会损坏机件。此外由于加工的织物品种、工艺要求不同,调速范围要求也不同。如印花联合机,经常需要降低车速以进行对花操作,故要求选用调速范围较宽的变速电动机,调速范围视工艺要求可选如1:3~1:10不等。

七、自动化程度高

现代染整工艺设备基本上是高速连续化生产,设备正常运转是获得稳定优异的产品质量,最少地能源消耗和降低劳动强度的根本保证。目前自动化控制、机电一体化技术以及人机交互界面已经在染整设备上开始广泛应用。比如有染整工艺参数(如温度、流量、液位、流体压力、溶液浓度、织物带液率、烘干后剩余含湿量、织物增重率、单位面积重、湿热汽湿度)等的在线自动检测、控制和调节,多机台中央群控系统,自动称料系统与染料助剂管道配速系统以及越来越

多机械动作自动控制。随着电子信息技术的不断发展与制造技术日益提高,染整工艺设备的自动化程度将继续提高。

第三节 我国染整工艺设备的发展历程

直到 20 世纪初,我国印染业一直处于手工作坊的状态,在染坊中,师徒劳作,言传身教,心口相传,所借助的设备也只有大缸、挂架、轧布石。从 20 世纪 20 年代初,国外染整机械和合成染料快速发展并引入国内,逐渐形成近代印染业雏形。当时印染被称为练染业(取意精练、漂白、染色等过程),逐渐引进国外的电动染整机械,并逐渐使用合成染料和助剂,丝绸精练改为平幅方式进行。1918 年,采用机械丝光的上海精练厂成立。1926 年,上海大昌精练染色厂投产。在这些工厂中,练槽内加入纯碱和肥皂等精练剂,由蒸汽升温,平幅悬挂,汽蒸煮练。相比于手工粗布,如此练染的棉制品轻薄细致、富有光泽、颜色鲜艳,外观整洁。此后数年,练染工厂逐步取代手工业生产。然而直到中华人民共和国成立之前,国内染整设备全部依赖进口。当时,由于国内工业基础薄弱,所谓的染整设备厂只能生产简单的配件,设计和制造水平低下,装备简陋,产品粗糙。染厂生产的印染布质量不高,品种单调,市场还是“洋布”的天下。

中华人民共和国成立初期,逐步将原外资印染厂和许多私营印染厂改造成为国营企业,并在全国各地新建和扩建大批印染厂。在以往上海、天津、青岛(俗称“上青天”)老纺织印染基地的基础上,于“一五”“二五”期间扩充新建,同时设计投产并最终形成北京、石家庄、邯郸、郑州、西安五个印染工业新基地,并以革新改造与引进国外先进技术相结合,不断提高练漂、印染、整理的技术水平。

改革开放前,在纺织工业部主导下,我国染整设备尤其是棉类染整机械经历了五次大的设计定型。中华人民共和国成立初期,在苏联专家指导下,国内顶尖专家和设计人员结合国外新技术和国内积累的经验,于 1954 年完成整套棉纺织印染设备的设计制造与定型,命名为 54 型纺织印染设备。这套设备主要仿制苏联等国外设备,采用集体传动、杠杆与重锤加压、铸铁墙板,设备扎实笨重,但在当时看来,54 型设备有产量高,染色质量好的优点,但幅宽窄、织物运行张力大,接近当时国际上的先进水平。后期,54 型设备还相继成套出口越南、朝鲜、坦桑尼亚、阿尔巴尼亚、赞比亚等二十多个国家。

十多年后,染整工艺和机械制造取得较大进步,我国纺织品出口贸易增多,国际市场对纺织品质量、花色品种要求提高。在时任纺织部长钱之光的积极推动下,部属纺织机械公司从 1964 年开始组织使用单位和纺机设计、制造单位,共同对 54 型棉纺织成套设备进行重大改进,融合国内外新技术,研制并定型了 65 型棉纺织成套设备。65 型设备的特点是同步单独传动,气动加压,织物张力明显减小。在以后的十几年间,这些新型设备在新厂建设和老厂改造中被广泛采用,对纺织工业技术水平的提高和改进纺织产品质量、增加花色品种起到了重要作用。

1971 年,为适应当时援建国外中小型染整厂的需要,轻工业部决定在总结 54 型、65 型经验的基础上,吸收技术革新成果,试制新型成套漂染整理设备。由上海印染机械厂、黄石纺机厂、

闽新纺机厂、沪东纺机厂等组成联合设计组,完成了71型成套漂染整理设备的设计。71型设备的特点是采用直流电动机传动和气动加压。主要为出口发展中国家和地区,建设许多中小型染整厂。这套棉纺织设备无论在制造质量、使用性能和可靠性方面均有所提高,出口到泰国、巴基斯坦等国家。这期间共完成狭、宽幅通用单元机50种,专用单元机42种,联合机29种。

1973年,纺织工业部又重新组织设计,并在1979年完成定型验收74型系列单元机和联合机。74型设备在我国纺织工业发展历史上具有重要影响。该型设备主要用于纯棉、涤棉机织物的连续生产,包括通用单元机58种,专用单元机29种,联合机50种。增加了宽幅系列、多热源系列等,机械化、自动化程度大大提高。开辟了“积木式”组合设计联合机的新模式,从而能在协议厂间组织专业生产,缩短了设计周期,提高了劳动生产率。并在内销的同时大批量供应国外,逐步淘汰了54型、71型的染整设备。由74型设备设计所产生的理论、数据和结构特点沿用时间比较长,其后多年新设备的发展与此型设备有关。

在改革开放以前的计划经济时期,我国每隔十年左右,主要的染整工艺设备就升级换代一次,所有染整设备制造“全国一张图”,根据国家计划安排生产。针对当时行业底子薄基础差的现状,制定了印染设备标准。每次设备定型,都将国际上的许多新技术、新工艺运用到设计中,基本适应了国内以及世界上发展中国家纺织工业的需求。纺织印染业的稳健发展,支撑了中华人民共和国成立之初脆弱的国民经济,并培养了一批专业技术人才。

20世纪80年代以来,随着合成纤维的快速发展,服装纺织品原料结构发生了很大变化,针对新纤维的染整生产技术和加工含合成纤维纺织品的染整工艺设备高速发展。如高温高压染色机、拉幅定型机、热熔染色机、转移印花机等相继出现并不断改进。

90年代,计划经济向市场经济过渡。国家对经济结构进行调整,对机制进行转换。一大批私营企业则抓住机遇,大量引进了国际先进技术和设备,合成纤维的印染蓬勃发展,民营企业逐渐成为印染行业的主角。特别是2001年中国加入WTO后,染整行业持续快速发展,先进装备相继开发成功,新产品、新技术纷纷亮相。染整技术的重大进步极大地改变了传统印染业的面貌,加工过程信息化、自动化趋势明显,以低耗、高效、减排为特色的各单元加工技术迅速发展,传统行业又焕发出勃勃生机。

随着科技进步,计算机控制、设备机电一体化和自动化控制开始广泛应用,为印染设备提升了性能和效率。1996年,印染行业又设计定型了新一代宽幅棉、涤棉染整设备96型印染设备,新型号设备机电一体化水平大为提高,以交流变频调速电动机取代了可控硅直流电机驱动,同步性能大为提高,首次将印染工艺参数在线检测与控制系统列入设备设计要求,还将节能与可靠性的理念融入产品开发,印染产品的色差、纬斜和缩水三个老问题大为改善,国产印染设备制造水平有了长足提升。

目前,我国染整设备和生产技术已与国际接轨,数控机床大量运用使工件精度大幅提升,染整生产中劳动强度降低,生产效率不断提高。生产中关键工艺因素开始采用自动控制,设计中引用模块化、积木化的理念,突出环境保护,强调电气拖动的稳定可靠以及一批新技术如数码印花、液氨整理、气流染色广泛应用。我国正处在从世界纺织大国迈向纺织强国的关键时期,随机电设计制造水平的提高,传统工艺设备也有了很大发展,如连续汽蒸练漂机、连续轧染机、卷染

机、树脂整理机、高速丝光机等相继得到改进。近年来,用于服装、装饰、国防等织物在品种和实用性能方面更加多样化,又促进染整设备有了新的发展,尤其在整理设备方面更为突出,如泡沫整理机、涂层整理机、电光轧光机、磨毛机、预缩机、气流翻动式干燥整理机等不断出现。

毛织物染整设备发展相对缓慢,国产设备型号还是 MB 型, N 型毛染整设备仍有生产,仍是欧洲厂商主导发展趋势。主要原因是需求量不大,近年来国内已有企业尝试设计并制造,有企业开发了适用于精纺、粗纺毛织物缩绒和高速洗涤的洗缩联合机等,以适应新纤维、新工艺对设备的需求,并对一些染整设备从原理和结构上予以优化创新,以获得更好的染整加工质量和节能减排效果。

当前,染整工艺设备也在不断发展进步中,呈现出一些新趋势:

1. 设备更趋于节约能源、减少排放,生态环保为重要评价指标 近年来研制的新型染整设备日益重视节约能源、降低消耗和减少排污量这一发展趋势。设备生产者以生态理念作为标准开发节能型、高效短流程设备、注重水资源的重复利用,减少用水量和污水的排放,注重利用化学助剂提高效率,开发冷处理与高效短流程设备,退、煮、漂一步法,达到缩短工艺流程,节约能源,减少废水,降低成本的目的。

例如新型的震荡式高效水洗设备、小浴比溢流喷射染色机、泡沫整理机、高效平幅轧水机等研制,高温染整设备以及水洗机热洗部分趋向于余热回收利用,热风干燥设备自动检测其所排湿热废气的湿度并通过自动控制系统使热能耗用降低至最小。圆网印花机改进为机上清洗圆网、刮刀、刮浆辊,降低洗网水耗以及污水排放量,并减少更换色浆的停机时间。

2. 工艺设备的控制系统更趋向于智能化、网络化、集控化 及时响应与快速反应是当今国际竞争的主要特点。信息化使企业更高效地组织生产,响应市场。目前印染企业正在设计、研发、生产、营销、管理的全过程和各个环节推广和运用信息技术,提升行业整体管理水平和竞争力。自动控制使操作变得更加简单,工艺重现性和一次成功率会大为提高;自动染料助剂配送系统既可提高加工质量,还可节约成本,并能减少由化学品浪费带来的污染;机器视觉系统将使印花在高速中精确完成,废布将减至最少;车间级、厂级的信息联网与成本、质量、产量、能耗的统一监控将得以实现。

近年来,染整工艺设备配置自动检测装置,通过计算机自动控制工艺参数,加工程序和机械动作的设备日益增多,其目的是为了有效控制染整加工质量,保证产品质量以及重现性,降低操作劳动强度以及加强成本管理。

3. 适应小批量多品种生产的设备得以差异性发展 由于国际纺织品市场竞争激烈,商家为降低库存,订货批量小,要求反应快,产品质量要求高,促使设备厂商不断研制高质量、适宜小批量多品种的间歇式加工的染整设备。同时,为满足市场对个性化纺织品的需求,从 20 世纪 90 年代开始,小批量、多品种的生产模式广受欢迎,促进了间歇式染色机的发展。

如卷染机在解决了张力不匀,运行速度差异大的缺点后,织物恒张力、低阻力运行,并可在高温高压条件下染色,而获得了更广泛的应用。在印花方面,为适应小批量、多品种、交货快的要求,开发短流程的单元机如印花的转移印花机。数码印花机核心技术喷头、墨水工艺不断突破,大幅降低喷墨印花的加工成本,并实现了高速印花。one-pass 印花机生产速度已经可以与