

纺织新技术书库 33

DENGLIZITI

QINGJIEJISHU

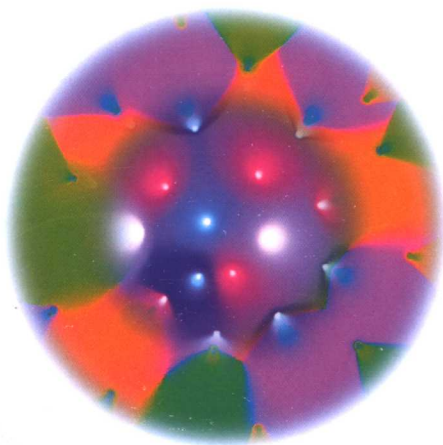
ZAIFANGZHIYINRAN

ZHONGDEYINGYONG

等离子体清洁技术

陈杰琰 编著

在纺织印染中的应用



中国纺织出版社

纺织新技术书库③

Qing Jie
等离子体清洁技术
在纺织印染中的应用

陈杰琰 编著



中国纺织出版社

内 容 提 要

本书系统、深入地介绍了低温等离子体清洁加工技术在纺织、染整工业中的应用。全书共分七章,介绍了等离子体的基本知识;低温等离子体在纺织纤维前处理、纺织品染色、纺织品印花以及纺织品整理加工中的应用;并介绍溅射刻蚀在纺织加工中的应用、低温等离子体设备以及低温等离子体技术在纺织工业上的应用前景。

本书可供纺织、轻工、化学、化工、材料、环境等诸领域的研究人员、工程技术人员以及高等学校师生使用和参考。

图书在版编目(CIP)数据

等离子体清洁技术在纺织印染中的应用/陈杰瑛编著. —北京:中国纺织出版社, 2005.9

(纺织新技术书库③)

ISBN 7-5064-3503-9/TS·2044

I. 等… II. 陈… III. 等离子体-新技术应用-纺织工业 IV. TS101.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 085832 号

策划编辑:李东宁 朱萍萍 责任编辑:黄崇芬 特约编辑:赵泽培
责任校对:陈 红 责任设计:李 然 责任印制:黄 放

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

三河新科印刷厂印刷 各地新华书店经销

2005 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

开本:880×1230 1/32 印张:12.625

字数:256 千字 印数:1—3000 定价:32.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社市场营销部调换

序

等离子体化学与技术是近 30 年迅速发展起来的一门新型的绿色化学与清洁生产技术。等离子体化学是在物质第四态——等离子体的高能氛围中进行的
气—固相干式反应,具有鲜明的节水省能、无公害的清洁型环保特征。世界环境问题的日益深刻,水资源短缺的严峻形势,近年来在电子电气、化学化工、生物医学、环境保护、材料科学、轻工纺织等诸多领域的等离子体应用技术的研发活动非常活跃,以革新传统的湿法工艺,降低环境污染。

传统的纺织印染行业是典型的耗水耗能环境污染大户,陈杰璐教授长期从事等离子体化学的应用基础研究,纺织印染工艺的等离子体干式革新技术是她关注的焦点之一,发表论文数十篇,获科技成果奖数项,积累了丰富翔实的资料。

本书汇集了等离子体清洁技术在纺织印染工业中的应用信息,提供了根除污染、节水降耗的改革思路。

在日益强调环境意识和经济及社会可持续发展的今天,这一专著对从事生态工业的科技人员和高校有

关专业师生皆有参考价值,对促进生态环境的改善将会起到一定作用。

徐倬

中国科学院院士

2005年7月,成都

前 言

等离子体化学是 20 世纪 60 年代后期在物理学、化学、电子学、真空技术等学科交叉的基础上逐渐形成的一门新兴学科,是使物质通过吸收电能进行的气相干式化学反应,具有节水省能无公害、有效利用资源、有益环境保护的绿色化学特征。利用等离子体具有的高活性,可以实现一系列传统化学和水洗加工法所不能实现的、新的反应过程。1992 年国际科学界确认等离子体技术是 21 世纪世界环境四大关键技术之一,是个新传统湿法化学加工工艺的生态技术。

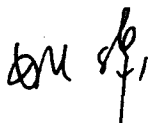
等离子体技术在纺织品高功能、高附加值清洁加工方面具有广阔的应用前景。近年来国际上在纺织品防缩、深染、吸湿、防水、防油(污)、抗静电及改善复合材料界面等方面的等离子体改性技术,以及中、小型实验研究和中试设备渐趋成熟,然而国内的研究虽已开展多年,但终属零星分散状态,未形成集团军作战态势。为适应纺织工业发展及其高科技领域对纤维高分子产品的需要,开发等离子体纺织品加工技术是一个内涵十分丰富的崭新领域。

西安交通大学陈杰蓉教授长期潜心从事低温等离子体化学的应用基础研究,跟踪国际发展前沿,在国家

自然科学基金、省部级科学基金及国际合作多项研究工作中,取得了一系列优异的科技成果。在国内外重要学术刊物上发表论文数十篇,出版的专著《低温等离子体化学及其应用》获国家科学技术学术著作出版基金,纤维高功能、高附加值化等离子体绿色加工的研究获得陕西省科技进步奖和环境保护实用技术奖。

陈杰璐教授主编的《等离子体清洁技术在纺织印染中的应用》是国内外首部论述等离子体化学这一现代化学前沿学科在纺织印染工业中应用的专著。书中以丰富翔实的资料论述和介绍了等离子体在纺织品加工各工序中的应用技术与理论分析及其发展动向,全书具有新颖、科学、全面、实用和普及的特色,是一部兼具高水平学术价值与应用价值的专著。

我深信,本书的出版对推动纺织印染工业传统技术的革新与提升,以及从源头预防和克服工程加工对环境的影响定会起到积极的指导作用和推动作用。随着机理的逐步阐明、技术难点的不断解明,等离子体技术的应用将会在经济效益、社会效益和环境效益方面展示出极具魅力的前景。



中国工程院院士

2005年7月,北京

编著者的话

随着消费者的嗜好多样化、高级化和产业国际分工化的发展,以及环境保护政策的传统发展战略向着国际上大力倡导的“清洁生产”、“生态工艺”的转变,纺织品的高功能化、高附加值化和加工工程的节水省能、无公害化已成为纺织工业中的重大课题。纺织品的诸多特性,如抗静电性、吸水性、防水性、染色性、防缩性、防污性、粘着性等都与其表面功能密切相关,传统纺织品改性主要采用的化学方法不仅对纤维基质有损伤,而且耗水耗能量大、环境污染严重。因此,在纺织印染加工领域对应于产品的高附加值和环境保护的要求,迫切期待开发出与传统技术从原理上完全不同的革新技术。20世纪60年代以来,等离子体化学这一新兴学科的诞生和发展,为传统的湿法纺织印染加工工艺改革带来了崭新的契机。等离子体处理仅涉及纤维的极浅表面,具有不损伤材料基质、干式、低成本、无公害的绿色环保特征,而且可能实现传统化学反应和水系加工法所不能实现的新反应,同时赋予纤维表面两种以上的功能。20世纪80年代国际科学界就预言,这种节水、省能、无公害的清洁型加工技术是21世纪最有希望在各个领域取代传统的湿法化学加工工艺的革

新技术。从经济可持续发展和环境保护的立场来看,低温等离子体技术将会越来越受到重视的、可实现高功能化、高附加值化加工的生态技术。

等离子体化学技术在太阳能光电池、大规模集成电路(LSI)、功能性聚合膜、材料表面改性等方面许多成功的实例证明,这种有益环境的新技术极具潜力。目前,采用等离子体清洁生产技术来改善纺织印染工业对环境和可持续性的服务质量处于起步的阶段,中国纺织出版社关注到当今世界污染预防策略和市场需求的快速变化,诚邀笔者著书介绍等离子体清洁技术在纺织印染工业中的应用。

我从1987年教育部派遣留学起,开始从事低温等离子体化学及其环境保护技术的研究,十数年如一日跟踪国际前沿,潜心等离子体化学的研究。感谢国家自然科学基金、教育部优秀年轻教师基金、高等学校博士学科点基金、原中国纺织部科技三项费用、陕西省自然科学基金等相关研究课题的支持,使我在等离子体化学研究中获得了丰富的积累。感谢德高望重的中国科学院院士徐僖教授和中国工程院院士姚穆教授一直给予我的关怀和指导。在本书的撰写过程中,西安工程科技学院王雪燕副教授、李茹博士协助查阅并整理了大量国内外相关文献,在本书出版之际一并表示感谢。

陈杰琰

2005年7月,西安

目 录

第一章 等离子体清洁技术概述	1
第一节 等离子体技术——环境保护的 新途径	1
第二节 等离子体的概念	2
一、等离子体的定义	2
二、等离子体生成的途径	3
三、等离子体的分类	4
(一)高温等离子体(热等离子体)	4
(二)低温等离子体(冷等离子体)	5
四、自然界中存在的等离子体	6
第三节 低温等离子体与纤维、高分子 材料的作用原理	7
一、表面改性	12
二、聚合和接枝聚合	14
参考文献	17
 第二章 低温等离子体技术在纺织纤维 前处理中的应用	 19
第一节 低温等离子体技术在纤维素纤维 织物前处理中的应用	 20

一、低温等离子体技术在棉织物前处理中的	
应用	20
(一)低温等离子体技术在棉织物退浆、	
煮练中的应用	20
(二)低温等离子体处理棉织物润湿性	
提高的原因分析	25
(三)低温等离子体处理对棉纤维的损伤	
程度	26
(四)低温等离子体技术在棉织物前处理	
中的应用效果	27
二、低温等离子体技术在麻织物前处理中	
的应用	28
(一)低温等离子体技术在苎麻织物前处理	
中的应用	28
(二)低温等离子体技术在亚麻织物前处理	
中的应用	30
(三)酶和等离子体联合处理在亚麻织物前	
处理中的应用	38
第二节 低温等离子体技术在蛋白质纤维前	
处理中的应用	43
一、低温等离子体技术在羊毛纤维前处理	
中的应用	43
(一)低温等离子体处理的羊毛纤维的形态	
结构	44
(二)低温等离子体处理后羊毛纤维的	

摩擦系数	46
(三)低温等离子体处理后羊毛纤维的 表面化学组成	47
(四)低温等离子体处理后羊毛织物的 润湿性	56
(五)低温等离子体处理后羊毛纤维的 应用性能	57
二、低温等离子体技术在丝蛋白纤维前处理 中的应用	69
第三节 低温等离子体技术在合成纤维织物 前处理中的应用	74
一、低温等离子体技术在涤纶织物前处理 中的应用	74
(一)低温等离子体处理对涤纶织物表面的 刻蚀作用	74
(二)低温等离子体处理对涤纶织物 润湿性的影响	77
(三)低温等离子体处理对涤纶织物表面 自由能的影响	82
(四)低温等离子体处理涤纶表面化学 组成的变化	85
二、低温等离子体技术在其他合成纤维 前处理中的应用	89
(一)低温等离子体处理提高锦纶的 润湿性	89

(二)低温等离子体处理提高丙纶材料的	
润湿性	91
参考文献	97

第三章 低温等离子体技术在纤维和高分子

材料染色中的应用	102
第一节 低温等离子体技术在纤维素纤维	
染色中的应用	104
一、低温等离子体技术在棉织物染色中的	
应用	104
(一)辉光放电处理棉织物	104
(二)电晕放电处理棉织物	109
二、低温等离子体技术在麻织物染色中的	
应用	116
(一)低温等离子体表面处理苎麻织物 ...	116
(二)低温等离子体引发单体接枝聚合	
处理苎麻织物	120
第二节 低温等离子体技术在蛋白质纤维	
染色中的应用	122
一、低温等离子体技术在羊毛纤维染色	
中的应用	122
(一)低温等离子体处理羊毛的染色	
动力学性能	123
(二)低温等离子体处理羊毛的染色热	
力学性能	131

(三)低温等离子体技术在羊毛纤维染色中的应用	135
二、低温等离子体技术在兔毛染色中的应用	154
三、低温等离子体技术在蚕丝染色中的应用	156
第三节 低温等离子体技术在合成纤维染色中的应用	158
一、低温等离子体技术在涤纶染色中的应用	159
(一)低温等离子体表面处理改善涤纶染色性能	160
(二)低温等离子体引发接枝聚合及等离子体聚合改善涤纶染色性能 ...	172
(三)涤纶色织物低温等离子体处理后的深色效果	179
二、低温等离子体技术在锦纶染色中的应用	181
(一)低温等离子体处理锦纶的酸性染料染色性能	181
(二)低温等离子体处理锦纶6的阳离子碱性染料染色性能	187
(三)低温等离子体处理锦纶6的分散染料染色性能	189
三、低温等离子体技术在丙纶等其他纤维	

染色中的应用	194
参考文献	197
 第四章 低温等离子体技术在纺织品印花中的	
应用	202
第一节 低气压辉光放电低温等离子体技术	
在羊毛织物印花前处理中的应用	203
一、低温等离子体处理羊毛织物的润湿性 ...	203
二、低温等离子体处理羊毛纤维的膨胀性 ...	204
三、低温等离子体处理羊毛纤维的损伤度 ...	205
四、低温等离子体处理羊毛纤维的白度	208
五、低温等离子体处理羊毛织物的得色量 ...	208
第二节 电晕放电低温等离子体技术在羊毛	
织物印花前处理中的应用	212
一、电晕放电处理羊毛织物的润湿性及	
表面改性	212
二、电晕放电处理羊毛织物的印花效果	216
三、低温等离子体处理替代羊毛织物印花前	
氧化处理的环境和经济效果	221
第三节 低温等离子体技术在印花平网制造	
中的应用	222
参考文献	226

 第五章 低温等离子体技术在纺织品整理中的	
应用	228

第一节 低温等离子体技术在纺织品抗静电	
整理中的应用	228
一、低温等离子体技术在涤纶织物抗静电	
整理中的应用	230
(一)低温等离子体表面处理对抗静电	
效果的影响	230
(二)等离子体聚合及等离子体引发接枝	
聚合对抗静电效果的影响	232
(三)低温等离子体后处理对抗静电剂整理	
织物的抗静电效果的增强作用	234
二、低温等离子体技术在丙纶材料抗静电	
整理中的应用	235
(一)低温等离子体处理丙纶的空间	
电荷分布	235
(二)低温等离子体处理丙纶的热刺激	
放电电流谱图变化	237
(三)低温等离子体处理丙纶的表面化学	
组成变化	239
三、低温等离子体技术在聚乙烯抗静电	
整理中的应用	242
(一)低温等离子体处理聚乙烯薄膜的空间	
电荷分布	242
(二)低温等离子体处理聚乙烯薄膜的	
热刺激放电电流谱图变化	244
(三)低温等离子体处理聚乙烯薄膜的表面	

化学组成变化	245
第二节 低温等离子体技术在纺织品阻燃	
整理中的应用	247
一、低温等离子体聚合反应的阻燃效果	248
二、低温等离子体引发接枝聚合反应的 阻燃效果	255
第三节 低温等离子体技术在纺织品拒水、 拒油整理中的应用	257
一、低温等离子体聚合涂层的拒水、拒油 效果	257
二、低温等离子体引发单体接枝聚合的 拒水、拒油效果	266
第四节 低温等离子体技术在纺织品抗菌	
整理中的应用	268
一、低温等离子体引发接枝聚合涤纶的 抗菌整理加工	269
二、低温等离子体接枝改性涤纶的抗菌效果 ...	271
第五节 低温等离子体技术在纤维、高分子	
复合材料增强粘附性方面的应用 ...	273
一、低温等离子体处理对高分子材料粘合 力的影响	274
二、低温等离子体处理对聚酯纤维、高分子 材料粘合性的影响	274
三、低温等离子体处理对聚丙烯纤维、 高分子材料粘接性的影响	277