



普通高等教育“十一五”国家级规划教材(本科)

非织造材料与工程学

郭秉臣 主编

FeiZhiZaoCaiLiao Yu GongChengXue



中国纺织出版社



教育部“十三五”普通高等教育规划教材

非织造材料与工程学

（第二版）



（机械工业出版社）

中国轻工业出版社



普通高等教育“十一五”国家级规划教材(本科)

非织造材料与工程学

郭秉臣 主编



中国纺织出版社

内 容 提 要

本书系统地介绍了非织造材料这个新型工业及其各种产品的生产过程、工艺原理和设备基本原理。内容主要包括非织造布的分类、发展、产品应用领域、生产方法以及干法非织造材料、湿法非织造材料、聚合物直接成网法非织造材料的加工工艺、理论及实际应用等内容。

本书可作为高等院校非织造材料与工程专业的教材,亦可供从事非织造产品研发、生产及相关学科领域的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

非织造材料与工程学/郭秉臣主编. —北京:中国纺织出版社,2010.7

普通高等教育“十一五”国家级规划教材. 本科

ISBN 978-7-5064-6451-2

I. ①非… II. ①郭… III. ①非织造织物—高等学校—材料 IV. ①TS17

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第085580号

策划编辑:裘康 孔会云 责任编辑:张冬霞 责任校对:俞坚沁
责任设计:李然 责任印制:周文雁

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7月第1版第1次印刷

开本:787×1092 1/16 印张:21.25

字数:444千字 定价:48.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社图书营销中心调换

全面推进素质教育,着力培养基础扎实、知识面宽、能力强、素质高的人才,已成为当今本科教育的主题。教材建设作为教学的重要组成部分,如何适应新形势下我国教学改革要求,与时俱进,编写出高质量的教材,在人才培养中发挥作用,成为院校和出版人共同努力的目标。2005年1月,教育部颁发了教高[2005]1号文件“教育部关于印发《关于进一步加强高等学校本科教学工作的若干意见》”(以下简称《意见》),明确指出我国本科教学工作要着眼于国家现代化建设和人的全面发展需要,着力提高大学生的学习能力、实践能力和创新能力。《意见》提出要推进课程改革,不断优化学科专业结构,加强新设置专业建设和管理,把拓宽专业口径与灵活设置专业方向有机结合。要继续推进课程体系、教学内容、教学方法和手段的改革,构建新的课程结构,加大选修课程开设比例,积极推进弹性学习制度建设。要切实改变课堂讲授所占学时过多的状况,为学生提供更多的自主学习的时间和空间。大力加强实践教学,切实提高大学生的实践能力。区别不同学科对实践教学的要求,合理制定实践教学方案,完善实践教学体系。《意见》强调要加强教材建设,大力锤炼精品教材,并把精品教材作为教材选用的主要目标。对发展迅速和应用性强的课程,要不断更新教材内容,积极开发新教材,并使高质量的新版教材成为教材选用的主体。

随着《意见》出台,教育部组织制订了普通高等教育“十一五”国家级教材规划,并于2006年8月10日正式下发了教材规划,确定了9716种“十一五”国家级教材规划选题,我社共有103种教材被纳入国家级教材规划,其中本科教材56种,高职教材47种。56种本科教材包括了纺织工程教材13种、轻化工程教材16种、服装设计与工程教材24种、美术教材2种,其他1种。为在“十一五”期间切实做好教材出版工作,我社主动进行了教材创新型模式的深入策划,力求使教材出版与教学改革和课程建设发展相适应,充分体现教材的适用性、科学性、系统性和新颖性,使教材内容具有以下三个特点:

(1)围绕一个核心——育人目标。根据教育规律和课程设置特点,从提高学生分析问题、解决问题的能力入手,教材附有课程设置指导,并于章首介绍本章知识点、重点、难点及专业技能,增加相关学科的最新研究理论、研究热点或历史背景,章后附形式多样的习题等,提高教材的可读性,增加学生学习兴趣和自学能力,提升学生科技素养和人文素养。

(2)突出一个环节——实践环节。教材出版突出应用性学科的特点,注重理论

与生产实践的结合,有针对性地设置教材内容,增加实践、实验内容。

(3)实现一个立体——多媒体教材资源包。充分利用现代教育技术手段,将授课知识点制作成教学课件,以直观的形式、丰富的表达充分展现教学内容。

教材出版是教育发展中的重要组成部分,为出版高质量的教材,出版社严格甄选作者,组织专家评审,并对出版全过程进行过程跟踪,及时了解教材编写进度、编写质量,力求做到作者权威,编辑专业,审读严格,精品出版。我们愿与院校一起,共同探讨、完善教材出版,不断推出精品教材,以适应我国高等教育的发展要求。

中国纺织出版社
教材出版中心

《非织造材料与工程学》和大家见面了,这是我国非织造行业的一件好事。《非织造材料与工程学》是在原天津市高等教育“九五”重点教材《非织造布学》的基础上,经重新设计、策划、布局、修改、完善、编辑而成。

《非织造材料与工程学》是教育部2005年正式批准,高等教育增设“非织造材料与工程”专业后的国内第一本专业教材。本书可以使学生比较系统地了解非织造布的加工及原理,掌握各种非织造布的加工方法,并了解其工艺原理与设备原理,为培养学生的综合素质及开发他们的创新意识打下较深厚的基础。

《非织造材料与工程学》的主要特点是:融工艺原理与设备原理为一体,融理论与实践为一体,融常规产品与新产品为一体,是一部较全面、系统、规范的教材。原教材《非织造布学》曾得到一些企业家和读者的称赞,并被评为部委级优秀教材,获得科学技术进步奖。这是对作者们的鼓励和鞭策,在此表示感谢。

本书绪论由郭秉臣编写;第一篇第一章~第四章由郭秉臣编写,第八章、第十章由郭秉臣、康卫民编写,第五章~第七章、第九章由焦晓宁编写;第二篇各章由姚向荣编写,任元林参加部分内容编写和修改;第三篇第一章~第三章、第四章的第一节和第二节由程博闻编写,第四章第三节和第四节、第五章由张宇峰编写,第六章由程博闻、刘亚编写,第七章由钱晓明编写,第八章由钱晓明、刘亚编写,第九章由康卫民编写。全书由郭秉臣策划、组织、统稿、定稿,由康卫民协助,编写提纲由著名纺织专家、工程院院士孙晋良,工程院院士郁铭芳审核。全书内容由徐朴、朱民儒主审。

本书的出版得到一些企业、公司、企业家、专家、教授、海外学者及一些关心非织造事业人士的大力支持。在此,对他们表示真诚的感谢。他们是:山东同大海岛新材料有限公司总经理王乐智先生,美亚无纺布纺织产业用布(东莞)有限公司董事长、INDA(美国非织造布协会)荣休副会长黄祖基先生,海南欣龙控股(集团)有限公司董事长兼总裁郭开铸先生,江苏常熟迎阳非织造布设备有限公司总经理范立元先生,浙江金三发集团董事长兼总裁严华荣先生,常熟市飞龙机械有限公司董事长韩雪龙先生,山东青岛纺织机械股份有限公司董事长兼总经理冀新先生,江苏扬州志成非织造布有限公司总经理戴继才先生,南六企业(平湖)有限公司董事长黄和村先生,河南光山纺织器材有限公司董事长张永刚先生,江苏仪征海润纺织机械有限公司董事长梅宝成先生,温州昌隆化纤总经理陈立东先生,德国欧瑞康纽马格公司,杭州卡丽科技有限公司总经理沈亚斌先生,中国纺织科学研究院副院长、

东纶科技实业有限公司董事长刘瑞彪先生,沈阳纺织工业非织造技术开发中心主任孙天柱先生,珠海嘉维无纺布科技有限公司总经理黄永辉先生,福建兴泰非织造布有限公司董事长王火烟先生,福建鑫华股份有限公司首席总裁粘伟诚先生等。

非织造工业是一个正在不断前进、发展的新型工业,而且非织造工业使用的原料在不断增加,非织造材料产品的应用领域也在不断扩展,所以编者非常希望本书能对我国非织造工业技术人才的培养、企业的产品开发和生产工艺深化起到积极的作用。

编写过程因各种因素的存在,书中难免出现错误,衷心希望业内专家及所有读者批评指正。

编者

2010年1月于天津



课程设置指导

本课程设置意义 本课程可帮助学生比较系统地了解非织造布的加工及原理,掌握各种非织造布的加工方法等,可为培养学生的综合素质及开发他们的创新意识打下较深厚的基础。

本课程教学建议 “非织造材料与工程学”课程作为非织造布材料与工程专业的主干课程,建议授课90学时(其中理论教学65学时,实验教学25学时),每课时讲授字数建议控制在5000字以内,教学内容包括本书全部内容。

本课程教学目的 通过本课程的学习,学生应达到以下要求:

1. 掌握干法非织造布的各种成网方法、加固方法及产品加工的基本原理,能进行简单的工艺设计、产品设计,并了解有关新设备、新产品、新工艺、新材料。
2. 掌握湿法非织造布生产的基本原理及方法、湿法非织造布与造纸的区别、湿法非织造布的生产原料及工艺过程、产品特性及应用领域,对湿法非织造布有整体的认识。
3. 掌握纺黏法、熔喷法的生产工艺流程,以及纺丝、铺网的基本原理和生产工艺;了解聚合物成网法非织造布产品的主要特性及其应用领域。

绪论 1

第一篇 干法非织造布

第一章 概述 5

第二章 梳理前的准备工作 8

第一节 开松机 8

第二节 混合机械 11

第三节 开混工艺 12

第四节 加油水 13

第三章 梳理工程 16

第一节 梳理机 16

第二节 梳理原理 21

第三节 针布 27

第四节 梳理机作用分析 33

第五节 梳理机工艺设计及质量 39

第四章 成网与铺网 42

第一节 成网 42

第二节 铺网 49

第五章 针刺法非织造布 55

第一节 针刺机理 55

第二节 针刺机 57

第三节 针刺工艺 66

第四节 刺针 71

第五节 针刺法非织造布产品 79

第六章 水刺法非织造布 84

第一节 水刺机理 85

第二节	水刺设备与生产线	89
第三节	水刺工艺	98
第四节	水刺法非织造布产品	100
第七章	缝编法非织造布	103
第一节	缝编法非织造布的特点和分类	103
第二节	缝编成圈原理及缝编组织	105
第三节	缝编机	107
第四节	缝编工艺	108
第八章	热黏合法非织造布	116
第一节	热黏合法生产线	117
第二节	热黏合设备	119
第三节	热黏合机理及工艺	123
第四节	热黏合法非织造布产品	131
第五节	超声波黏合技术	131
第九章	化学黏合法非织造布	134
第一节	饱和浸渍法	134
第二节	喷洒黏合法	137
第三节	其他化学黏合法	139
第十章	浆粕气流成网技术	142
第一节	浆粕气流成网技术所用原料	142
第二节	浆粕气流成网工艺	143
第三节	浆粕气流成网加固方式	145
第四节	浆粕气流成网非织造布的应用及发展趋势	146

第二篇 湿法非织造布

第一章	概述	151
第二章	湿法非织造布原料	153
第一节	纤维原料在水中分布状态的影响因素	153
第二节	常用纤维原料	154
第三节	常用化学助剂	156

第三章 湿法非织造布的备料及物料的流送	158
第一节 湿法非织造布的备料	158
第二节 纤维物料的流送和准备	161
第四章 湿法成网	164
第一节 湿法成网原理	164
第二节 湿法成网系统	165
第五章 干燥	175
第一节 干燥的作用及其与湿法非织造布的关系	175
第二节 干燥的形式及其设备	176
第六章 几种主要湿法非织造布产品	182
第一节 食品工业用滤材	182
第二节 内燃机及建筑材料	183
第三节 家电工业用湿法非织造布	183
第三篇 聚合物直接成网法非织造布	
第一章 概述	185
第二章 成纤聚合物的主要性质和成纤方法	187
第一节 成纤高聚物的主要性质	187
第二节 成纤的主要方法	191
第三章 聚合物切片干燥工艺与设备	195
第一节 切片干燥的基本原理和工艺	195
第二节 切片干燥设备	198
第四章 熔体纺丝工艺原理	208
第一节 熔体纺丝工艺概述	208
第二节 高聚物熔体的加工性质	210
第三节 熔体纺丝动力学与传热	218
第四节 熔体纺丝过程中纤维结构的形成	224
第五章 熔体纺丝设备	232
第一节 螺杆挤压机	232

第二节	计量泵	237
第三节	纺丝组件	238
第四节	熔体纺丝冷却吹风装置	242
第六章	拉伸工艺原理	244
第一节	概述	244
第二节	拉伸过程分析	245
第三节	连续拉伸过程	250
第四节	气流拉伸过程分析	253
第五节	拉伸过程中纤维结构和性能的变化	255
第七章	纺黏法非织造布生产技术	259
第一节	纺黏法纺丝工艺	260
第二节	纺黏法分丝和成网工艺	269
第三节	固网与热定型	276
第八章	熔喷法非织造布及其复合生产技术	282
第一节	熔喷法非织造布生产技术	282
第二节	SMS 复合非织造布	294
第九章	新型非织造布技术	304
第一节	闪蒸法非织造布	304
第二节	静电纺纳米纤维非织造布	312
第三节	膜裂法非织造布	322
	参考文献	326

绪 论

一、非织造材料的定义

非织造材料也称非织造布(Nonwoven Fabric)、无纺布、不织布。称为非织造材料是因为很多非织造产品都叫材料,如非织造卫生材料、土工材料、过滤材料、抛光材料等。本书称为非织造材料是根据教育部设立的专业目录名称“非织造材料与工程”专业来定义的。国际标准及国家标准仍然以非织造布来定义,在教材中仍称非织造布或非织造材料,特此说明。其定义为:定向或随机排列的纤维通过摩擦、抱合、黏合或这些方法的组合而制成的片状物、纤网或絮垫(不包括纸、机织物、针织物、簇绒织物、带有缝编纱线的缝编织物以及湿法缩绒的毡制品),其纤维可以是天然纤维或化学纤维,可以是短纤、长丝或当场形成的纤维状物。非织造布的真正内涵是不织,也就是说它是不经纺纱和织造而制成的布状材料。但是也有一些非布状产品也是非织造布产品,例如各种非织造抛光轮、过滤筒、非织造复合材料等。从结构特点上讲,非织造布是以纤维的形式存在于布中的,而机织或针织品是以纱线的形态存在于布中。

二、非织造布的分类

非织造布的品种很多,分类方法也有多种。一般可按厚薄分为厚型非织造布和薄型非织造布,也可按使用强度分为耐久型非织造布和用即弃非织造布(即使用一次或几次就抛弃),还可按应用领域和加工方法分类。

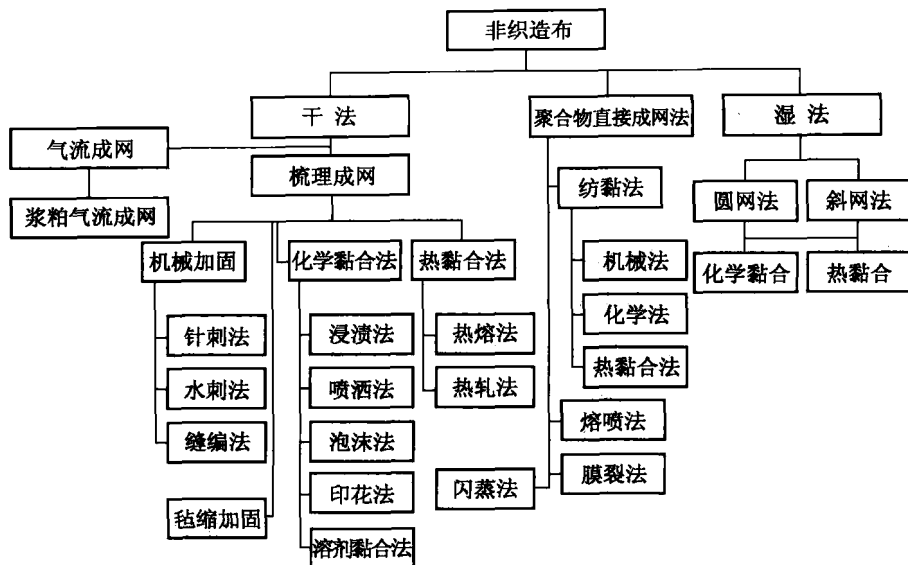
(一)按应用领域分类

- (1)服装、制鞋用非织造布。
- (2)家用非织造布。
- (3)医用卫生保健非织造布。
- (4)土木建筑工程用非织造布。
- (5)工业用非织造布。
- (6)农业与园艺用非织造布。
- (7)军事与国防用非织造布。
- (8)其他非织造布。

(二)按加工方法分类

按加工方法一般分为三大类,即干法非织造布、湿法非织造布和聚合物直接成网法(也称螺杆挤压力法)非织造布,这是按成网形式来分类的。干法一般利用机械梳理成网,然后再加工成非织造布;湿法一般采用造纸法即利用水流成网,然后再把纤网加工成非织造布;聚合物直接成网法是将聚合物高分子切片通过熔融纺丝(长丝)直接成网,然后再把纤网加工成非织造布。

加工非织造布有一个很重要的工序,即把纤网加工成布,这就是纤网固结或加固。故也可按加固方法来分类,即机械加固、化学黏合加固和热黏合加固等几种。非织造布按加工方法分类如下:



三、非织造布的结构特点和工艺特点

(一)非织造布的结构特点

非织造布与机织或针织物无论从外观上还是从结构上看,都有很大差异。

非织造布的加工过程主要是成网和加固,成网后再加固便成了布。然而,由于成网和加固方法不同,非织造布的结构会有很大的差异,并表现出各种各样的性能特点。但从总体上讲,非织造布都是纤维网(纤网)形成的布状材料,这些纤维在纤维网中以不同的形式存在,有的纤维之间基本是平行排列,有的纤维之间是二维杂乱排列,也有的是三维杂乱排列。纤维之间的连接又有不同的方式,如纤维与纤维之间可以以机械外力的形式互相纠结在一起;也可以通过黏合剂黏合在一起;还可以利用热黏合的方式黏合在一起等。

(二)非织造布的工艺特点

1. 原料使用范围广,产品品种多 非织造布工业除传统纺织工业所用的原料都能使用外,传统纺织工业不能使用的各种下脚原料、没有纺织价值的原料、各种再生纤维都能使用。

一些在传统纺织设备上难以加工的无机纤维、金属纤维(如玻璃纤维、碳纤维、石墨纤维、镍纤维、不锈钢纤维等)也可通过非织造的方法加工成各种工业用产品。

一些新型的高性能、功能型化学纤维(如耐高温纤维、超细纤维、抗菌纤维、高强纤维、高模量纤维、高吸水纤维乃至极短的纤维素纤维、纸浆等)都可以用于非织造布工业。由于原料使用的广泛性,使得非织造布产品也具有多样性,而且可以加工成各种生活用品及附加值较高的产业用非织造布产品。

2. 生产工艺过程简单,劳动生产率高 传统纺织品的生产工艺繁而长,而非织造布的生产工艺却是简而短。如纺黏法非织造布,其工艺流程比传统纺织品少很多。有的加工生产线从投料开始,几分钟就可以生产出产品来。与传统的纺织品相比,非织造布的产量成倍增长,劳动用工少、占地少、建厂快,劳动生产率提高了4~5倍。由于非织造布加工流程短,所以其产品变化快、周期短,质量易控制。

3. 生产速度快,产量高 生产速度与产量具有一致性,当然与经济效益也有直接关系。非织造布与传统纺织品的生产速度之比是(100~2000):1。非织造布产品下机幅宽大,一般为2~10m,甚至更宽。因此单产量远远超过了传统纺织品。速度、产量的提高使经济效益也明显提高,非织造布产品的利润率一般在10%~40%。

4. 工艺变化多,产品用途广 非织造布的加工方法很多,每种加工方法的工艺又可多变;各种加工方法还可以互相组合,组成新的加工工艺。从工艺变换上讲,设备工艺参数的变化,黏合剂种类、浓度的变化及加固工艺参数的变化都能引起产品的变化。产品结构、性能的变化,将导致产品品种的增多、功能及应用范围的扩大。

四、非织造布的应用

(一)服装及鞋用非织造布

黏合衬,衬绒,衬里,领底衬;垫肩,絮棉,针刺棉,喷胶棉,仿丝棉,无胶棉;内衣、裤,儿童、妇女外套,浴衣,戏装,校服,仿真皮外衣,人造麂皮女装;鞋内衬,鞋中底革,合成革鞋面,旅游鞋用材料。

(二)家用非织造布

被胎,枕芯,床罩,垫子,沙发布,百叶帘,地毯,墙布,包装用品,餐巾纸,防尘布,清洁布及家用滤材。

(三)医用及卫生用非织造布

手术衣帽、帘子、口罩、包扎材料,医用手帕、绷带、纱布、膏药布、病人服,裹尸布,衣用、床单、床罩、枕头、枕巾,婴儿尿布,卫生巾、老年失禁垫等用即弃产品。

(四)土木建筑用非织造布

水利、铁路、公路、机场、球场用土工布,土工隔栅,渗水管,防水材料等。

(五)工业用非织造布

造纸毛毯,过滤材料(空气、液体过滤及防毒、防腐、耐高温过滤等),绝缘材料(隔热防寒、隔音、电绝缘),抛光材料(抛光布、抛光轮、抛光轴),防护材料(防静电、防尘、防腐蚀、防辐射、防弹),篷盖材料(防护盖布、汽车外衣、管道包覆物),工业用毡(缓冲垫、油箱密封垫),各种吸附材料(吸水材料、吸油材料),复印机和计算机用材,工业运输带及增强材料,汽车工业用非织造布,如汽车内的座椅外套、垫材、地毯、顶篷等装饰材料和汽车顶篷、保温夹层、模压件、门材、滤芯、保险杠等用料。

(六)农业、园艺用非织造布

地膜、保温、覆盖、遮光、防病虫害、无土栽培用非织造布,种子保湿布等。

(七)军事、国防用非织造布

航天、船舶用材,高温隔热材料,军用帐篷,各种军械抛光材料,飞行器结构材料,军用地图、降落

伞用材,飞行员御寒服。

(八)其他

合成纸、包装袋、油画布、书法纸、书法毡、钞票纸、舞台道具、香烟滤嘴、餐具、艺术品抛光材料、体育器材用料、玩具材料、集装箱用材、模型用材、标签、商标、人造花等。

目前,非织造布已经用于工业、农业、国防,人类生活中的衣、食、住、行各个领域。随着科学技术的不断发展,非织造布的应用领域还会扩大。