



普通高等教育“十一五”国家级规划教材(高职高专)

非织造工艺学(第2版)

■言宏元 主编

FEIZHIZAO GONGYI XUE

 中国纺织出版社



普通高等教育“十一五”国家级规划教材(高职高专)

非织造工艺学

(第2版)

言宏元 主编



中国纺织出版社

内 容 提 要

本书系统地介绍了非织造布的生产工艺及其应用,内容包括非织造布使用的原料、生产工艺原理与设备、产品开发与应用以及产品性能测试等。

本书可作为纺织类高职高专院校相关专业的教材,亦可作为专业人员的培训教材,并可供从事非织造布相关专业的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

非织造工艺学/言宏元主编.—2版.—北京:中国纺织出版社,2010.4

普通高等教育“十一五”国家级规划教材.高职高专

ISBN 978-7-5064-6236-5

I. ①非… II. ①言… III. ①非织造织物—纺织工艺—高等学校:技术学校—教材 IV. ①TS174

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第013219号

策划编辑:崔俊芳 张福龙 责任编辑:王军锋
责任校对:梁颖 责任设计:李然 责任印制:何艳

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

2000年8月第1版 2010年4月第2版

2010年4月第7次印刷

开本:787×1092 1/16 印张:15.75

字数:306千字 定价:34.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社图书营销中心调换

2005年10月,国发[2005]35号文件“国务院关于大力发展职业教育的决定”中明确提出“落实科学发展观,把发展职业教育作为经济社会发展的重要基础和教育工作的战略重点”。高等职业教育作为职业教育体系的重要组成部分,近些年发展迅速。编写出适合我国高等职业教育特点的教材,成为出版人和院校共同努力的目标。早在2004年,教育部下发教高[2004]1号文件“教育部关于以就业为导向深化高等职业教育改革的若干意见”,明确了促进高等职业教育改革的深入开展,要坚持科学定位,以就业为导向,紧密结合地方经济和社会发展需求,以培养高技能人才为目标,大力推行“双证书”制度,积极开展订单式培养,建立产学研结合的长效机制。在教材建设上,提出学校要加强学生职业能力教育。教材内容要紧密结合生产实际,并注意及时跟踪先进技术的发展。调整教学内容和课程体系,把职业资格证书课程纳入教学计划之中,将证书课程考试大纲与专业教学大纲相衔接,强化学生技能训练,增强毕业生就业竞争能力。

2005年底,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。47种高职教材包括了纺织工程教材12种、轻化工程教材14种、服装设计与工程教材12种、其他9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,充分体现职业技能培养的特点,在教材编写上重视实践和实训环节内容,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,从培养学生学习兴趣和提高职业技能入手,教材内容围绕生产实际和教学需要展开,形式上力求突出重点,强调实践,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,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。

(2)突出一个环节——实践环节。教材出版突出高职教育和应用性学科的特点,注重理论与生产实践的结合,针对性地设置教材内容,增加实践、实验内容,并通过多媒体等直观形式反映生产实际的最新进展。

(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、实践内容等制作成教学课件,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

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材(高职高专)。

随着纺织产业结构调整 and 纺织技术的进步,非织造布以独特的优势得以迅速发展。非织造布突破了传统的纺织原理,是纺织、塑料、造纸、化工、皮革等工业技术相互交叉的边缘学科。非织造布工业具有工艺流程短、生产速度快、原料来源广、产品品种多等优点,随着高新技术的渗透,非织造新原料、新工艺、新设备、新产品层出不穷,显示出旺盛的生命力。

根据非织造布工业发展及技术人才培养需要,结合高职高专的教学要求,我们对《非织造工艺学》第1版作了较大的修改与补充。

本书为非织造布专业高职高专的专业课教材,纺织类的其他专业可用作必修课或选修课教材,亦可供从事非织造布领域的工程技术人员参考。

全书编写人员为:第一章、第二章、第四章、第六章由言宏元编写,第三章、第五章、第十章由彭孝蓉编写,第七章、第九章、第十二章由盛杰侦编写,第十一章、第十三章由李喜亮编写,第八章由张勇编写。全书由言宏元整体构思和统稿。

本书由东华大学非织造工程及材料系主任靳向煜教授主审。

由于编者水平有限,书中难免有错误之处,恳请专家和读者提出宝贵意见。在本书的编写过程中,辛长征提供了资料。各位编者参考了相关书籍和技术资料,在此对这些作者表示诚挚的谢意。

编者
2009年10月

第1版前言

随着世界技术革命的不断深入,高新技术日益向纺织工业渗透,纺织工业从原料开发、技术装备更新、工艺过程自动化到产品档次升级和经营管理模式现代化,均达到了更高的水平。纺织工业的振兴和发展,推动了纺织教育的改革和人才培养。为适应我国纺织工业对职业技术人才的需要,加速纺织高等职业技术教育的发展,进一步提高教学质量和水平,特编写了本书,可供纺织类高等专科学校和高等职业技术学院用做教材,也可做中专、技校的代用教材以及专业人员的培训教材。

《非织造工艺学》一书,由言宏元主编。参加本书编写的有:言宏元(第一章、第二章、第四章、第六章),陈锡勇(第七章、第八章、第十一章),彭孝蓉(第三章、第五章、第十章),李珏(第九章),蒋艳凤(第十二章)。全书由言宏元统稿。华东大学非织造工程及材料系主任靳向煜担任主审。

本书在编写、审稿过程中,各兄弟纺织学校派员参加了审稿会,东华大学吴海波提供了资料并提出修改意见,天津纺织工学院郭秉臣也提供了资料,在此一并表示感谢。

由于时间仓促,编者水平有限,书中难免有疏漏之处,欢迎广大读者指出,以便修订后使之日臻完善。

编者
2000年6月



课程设置指导

一、本课程设置意义

本课程为高职高专非织造布专业的主干课,现代纺织技术、纺织品设计专业的必修课。课程主要介绍非织造布生产的基本原理和方法,包括工艺与设备、原料与产品、质量与测试等。

二、本课程教学建议

非织造布专业建议学时:72学时,现代纺织技术、纺织品设计专业建议学时:36学时。以上学时均指课堂教学和现场教学,不包括实践训练。

课程教学包括课堂教学、现场教学、实践训练、作业与考核。

(1)课堂教学:采用启发、类比方式讲授非织造布原理,以工艺为主线,介绍典型设备。

(2)现场教学:结合非织造布生产厂现场教学,让学生了解生产现场,加深印象。

(3)实践训练:非织造布专业的学生,在本课程结束后,到非织造布厂实践训练,掌握2~3种生产方法,为从事工艺设计、质量控制、设备管理打基础。

(4)作业与考核:每章给出若干思考题,以平时练习结合考核来综合评定成绩。

三、本课程教学目的

- (1)了解非织造布的结构、分类、特点和研究方向。
- (2)掌握各种非织造布生产的原理、设备和主要工艺参数。
- (3)熟悉各种非织造布的原料选择和产品应用。
- (4)了解非织造布的后整理和非织造布的常用测试方法。

第一章	绪论	1
第二章	纤维原料	6
第一节	纤维在非织造布中的存在形式与作用	6
第二节	纤维性能与非织造布性能的关系	7
第三节	非织造布用的常规纤维	11
第四节	差别化纤维、功能性纤维和高性能纤维	14
第五节	纤维原料的选用原则	17
第三章	干法成网技术	20
第一节	梳前准备	20
第二节	梳理工艺	25
第三节	机械成网	35
第四节	气流成网	47
第四章	针刺固结法	55
第一节	针刺固结原理	55
第二节	针刺机	56
第三节	刺针	66
第四节	针刺工艺	71
第五章	缝编固结法	75
第一节	缝编工艺原理	75
第二节	缝编机	82
第三节	缝编工艺参数	90
第六章	水刺固结法	95
第一节	水刺固结原理	95
第二节	水刺设备	97
第三节	水刺工艺参数	104

第七章	化学粘合法	106
第一节	粘合剂	106
第二节	饱和浸渍法加固	115
第三节	喷洒粘合法加固	117
第四节	其他化学粘合法	120
第五节	烘干工艺与设备	124
第八章	热粘合法	127
第一节	热粘合原理与分类	127
第二节	热轧粘合工艺	130
第三节	热熔粘合工艺	138
第四节	超声波粘合工艺	142
第九章	聚合物挤压法非织造布	146
第一节	概述	146
第二节	纺粘法非织造布的原料	148
第三节	熔体纺丝工艺原理	150
第四节	纺粘法工艺控制	152
第五节	熔喷法非织造布	163
第十章	湿法成网非织造布	172
第一节	湿法非织造布的特点及用途	172
第二节	湿法非织造布的原料	174
第三节	湿法成网	176
第四节	粘合加固	180
第五节	干法造纸非织造布	181
第十一章	后整理技术	184
第一节	概述	184
第二节	一般整理	186
第三节	功能整理	188
第四节	染色及印花	190
第五节	其他整理	195
第十二章	非织造布产品开发与应用	198
第一节	产品开发的概念	198

第二节 服装用非织造布产品的开发与应用	200
第三节 装饰用非织造布产品的开发与应用	204
第四节 产业用非织造布产品的开发与应用	208
第十三章 非织造布性能测试	218
第一节 一般性能测试	218
第二节 特殊性能测试	228
参考文献	237

第一章 绪论

本章知识点

1. 非织造布的定义和分类。
2. 非织造布的技术特点。

自古以来,经纬成布是纺织业恒久不变的生产观念和工艺流程。随着现代非织造工业的崛起,使传统的纺织生产观念和工艺技术遭遇了有力的挑战。非织造布工业综合利用了现代物理学、化学、力学、仿生学的有关基础理论,结合了纺织、塑料、造纸、化工、皮革等工业生产技术,突破了传统的纺织原理,成为一个独立的、飞速发展的、产品多样的新兴产业部门,成为继机织、针织之后的第三领域,被誉为朝阳工业。

一、非织造布的定义和分类

(一)非织造布的定义

非织造布又称无纺布、不织布。1942年,美国一家生产了数千码与传统纺织原理和工艺截然不同的新型布品,它不经过纺,也不经过织,而是用化学粘合法生产的,当时定名为“Nonwoven fabric”,意为“非织造布”。这一名称一直沿用至今,被世界上多数国家所采用。

非织造布的定义,几十年来一直在探讨和发展中。

我国把非织造布的定义列入国家标准(GB/T 5709—1997)。用专业术语定义的非织造布是:定向或随机排列的纤维通过摩擦、抱合或粘合或者这些方法的组合而相互结合制成的片状物、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)。所用纤维可以是天然纤维或化学纤维;可以是短纤维、长丝或当场形成的纤维状物。为了区别湿法非织造布和纸,还规定了在其纤维成分中长径比大于300的纤维占全部质量的50%以上,或长径比大于300的纤维虽只占全部质量的30%以上但其密度小于 $0.4\text{g}/\text{cm}^3$ 的,属于非织造布,反之为纸。

由此可知,非织造布是一种有别于传统纺织品和纸类的新的纤维材料,从织物上看,非织造布是由纤维直接构成的纤维型产品,不同于传统纺织品以纱线的形式存在于产品中。这一界定已远远超出了“布”的涵义,该定义比较周密地概括了当今非织造布的内涵特点和外延区别。

(二)非织造布的分类

按产品的用途来分,可分为医用卫生保健材料、建筑土工材料、工业用布材料、生活与家用装饰材料、农用材料以及其他领域材料等类别。按产品使用时间来分,可分为用即弃型和耐用型(用即弃型是指只使用一次或几次就不再使用的产品,耐用型则要求能维持较长的重复使用时间)。按产品的厚度来分,一般又可分为厚型非织造布和薄型非织造布。从工业生产技术考虑,一般以纤维成网方式结合纤网的固结方法来分类,见表1-1。

表1-1 非织造布生产工艺分类表

成网方式		固结方法	
干法成网	梳理成网 气流成网	机械固结	针刺法 缝编法 水刺法
		化学粘合	浸渍法 喷洒法 泡沫法 印花法
		热粘合	热熔法 热轧法
聚合物挤压成网	纺丝成网	机械固结、化学粘合、热粘合	
	熔喷成网	自粘合、热粘合等	
	膜裂成网	热粘合、针刺法等	
湿法成网	圆网成网 斜网成网	化学粘合、热粘合、水刺法	

1. 按纤维成网方式分类 非织造布的成网方式一般为干法成网、湿法成网和聚合物挤压成网三大类。

(1)干法成网是指纤维在干态下,利用机械梳理成网或气流成网等方式制得纤网,然后用机械、化学粘合或热粘合方式加固成非织造布。

(2)湿法成网是以水为介质,短纤维在水中呈悬浮状,采用造纸的方法,借水流的作用形成纤网,然后用化学粘合、机械或热粘合的方法加固成非织造布。

(3)聚合物挤压法是指将聚合物高分子切片由熔体或溶液通过喷丝孔形成长丝或短纤维。这些长丝或短纤维在移动的传送带上铺放而形成连续的纤网,然后按机械、化学粘合或热粘合形成非织造布。

2. 按纤维加固的方式分类 纤网的加固工艺一般分为三大类:机械加固、化学粘合和热粘合。具体加固方法视纤网类型和产品的使用性能而定。

二、非织造布的历史和现状

非织造布工业是一个新兴的纺织工业领域,它的历史不长。

现代意义上的非织造布工业化生产,最早出现在 1878 年,英国的威姆·拜瓦特(WiUiam Bywater)公司研制成功世界上第一台针刺机。1900 年美国詹姆斯·亨特(James Hunter)公司开始了对非织造布工业化生产的开发研究。1942 年,美国的一家公司生产出数千码用粘合法制成的非织造布,开始了非织造布的工业化生产,并将产品正式定名为“Nonwoven fabric”。1951 年美国研制出了熔喷非织造布。1959 年美国和欧洲又研究成功了纺丝成网法非织造布。20 世纪 50 年代末,将低速造纸机改造成了湿法非织造布机,于是湿法非织造布开始生产。1958 ~ 1962 年美国契科比(Chicoptt)公司获得了水刺法生产非织造布的专利,直到 20 世纪 80 年代才正式开始规模生产。

从技术发展的现状看,国际上非织造布技术设备正朝着宽幅、高效、机电一体化方向发展,充分利用现代高科技成果,不断对生产设备和工艺快速进行更新换代,使性能、速度、效率、自动控制等方面均得到显著改进。

在原料开发上,不断研制出非织造布专用的聚合物切片、差别化纤维、功能性纤维、高性能纤维以及可生物降解的“绿色产品”。

产品正向着高性能、复合化的方向发展。技术设备的改进和原料的创新,使产品的应用领域日益扩大。新型复合、涂层、层压等深加工技术的不断应用,使许多产品以独特的风格和优良的特性取代了传统的纺织产品,并应用于高技术领域。

我国非织造布工业起步晚,但发展快。1958 年开始对非织造布进行研究。1965 年建立了第一家非织造布厂——上海无纺布厂,生产化学粘合法非织造布。从 1958 ~ 1978 年的 20 年,生产发展缓慢,1978 年年产量才 3000 吨。20 世纪 80 年代开始有了较大的发展,分别从国外引进 200 多条生产线。1982 年总产量为 1.5 万吨,1990 年达到 6 万吨,1997 年发展到 29.3 万吨,到 2008 年全年总产量达到了 202.2 万吨,呈高速发展势头,如图 1-1 所示。

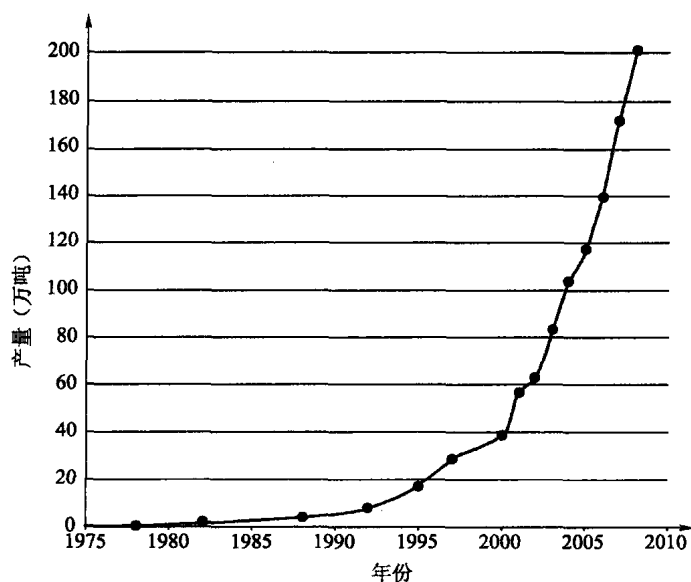


图 1-1 中国非织造布历年产量

在我国非织造布工业的发展中,各种加工方法俱全,其中纺粘法占 42.40%,针刺法占 24.10%,化学粘合法占 11.00%,热粘合法占 8.70%,水刺法占 7.80%,浆粕气流法占 3.70%,熔喷法占 1.20%,湿法占 1.10%,如图 1-2 所示。我国还自主研发了一批有一定水平的非织造布专用原料,大部分常规的非织造布生产设备能国产化制造。在产品开发上,国内企业十分关注国际新产品领域的动态。我国的非织造布市场有着巨大的潜力,但与发达国家相比,还有较大差距,高技术设备少,大规模的企业少,小企业占的比例较大。随着我国工业化水平和人民生活水平的提高,我国的非织造布工业蕴涵着无限活力和生机,前景灿烂辉煌。

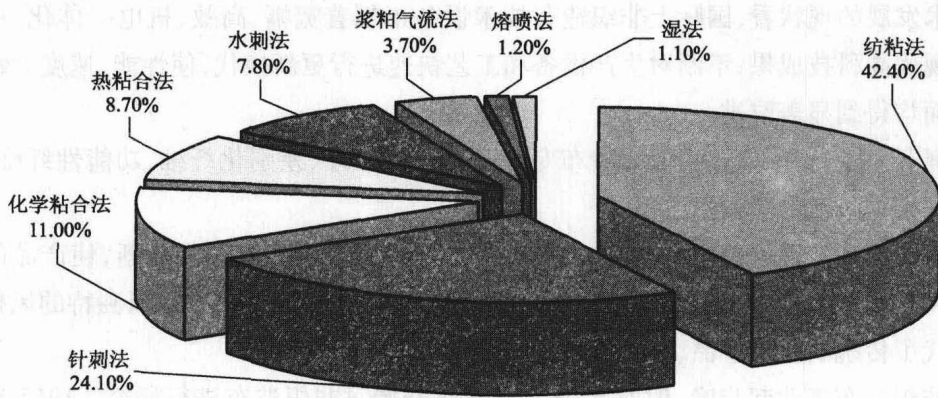


图 1-2 各类非织造布所占份额

三、非织造布的技术特点

非织造布生产突破了传统的纺织原理,它不像机织物和针织物是以纱线或长丝为基本原料,经过交织或编织来形成一定规格性能的机织物、针织物。非织造布是直接以纤维为原料,以纤网形成的布状材料。而纤维之间的联结可以机械外力形式缠结在一起,或以施加粘合剂进行粘合,也可以采用热粘合方式加固等。非织造布在原料使用、工艺技术、产品性能上具有很多特点。

(一) 工艺流程短

非织造布从原料到成品所经工序比传统的纺织工艺流程大为缩短,一般只需经过开清、梳理、成网、固结即可生产出产品。特别是纺丝成网法的生产过程更为简单,从聚合物切片直接纺丝成网制成非织造布。由于非织造布生产省去了纺纱、织造等多道主要工序,工艺流程简短,大大缩短了生产周期,产品质量也易于控制,劳动生产率提高。

(二) 生产速度快

生产速度一般反映为机器的产量。非织造布没有纺织布的种种束缚,一体化程度提高,因而生产速度快,产量也高。非织造布与传统纺织品的生产速度之比为(100~2000):1,非织造布的下机幅宽大,一般可达 2~10m,可见非织造布生产速度和产量远远高于传统纺织品。

(三) 原料来源广

非织造布的原料范围非常广,纺织工业所用的原料都可使用;纺织工业中许多不能加工的原料如棉短绒、椰壳纤维等,以及废料如废花、落花、化纤废丝,甚至连碎布料经布开花处理后也能使用。一些纺织设备难以加工的无机纤维,如石棉纤维、玻璃纤维、碳纤维、金属纤维等也可用非织造布技术加工;一些新型功能性纤维,如耐高温纤维、复合超细纤维、抗菌纤维、阻燃纤维等也可加工。

(四) 产品品种多

非织造布由于原料广泛,加工方法多,因此其产品品种也多。每种加工方法又有许多种工艺和组合,例如同样用针刺法固结纤网,通过针刺工艺和针板布针的调节,既可以产出柔美的装饰地毯,也可生产出高强结实的土工材料。各种加工方法还可以互相结合,如针刺与粘合,纺丝成网与水刺,纺粘与熔喷的结合。通过工艺变化与加工方法的结合,也可生产出各种规格和结构的产品。随着后整理技术的不断发展,涂层、复合叠层、模压技术的应用日渐广泛,非织造布产品更加争奇斗艳,变化无穷。

思考题

1. 阐述非织造布的定义。
2. 根据成网和加固的方法对非织造进行分类。
3. 试述非织造布的工艺技术特点。

第二章 纤维原料

本章知识点

1. 纤维性能与非织造布性能的关系。
2. 非织造布用的常规纤维。
3. 差别化纤维、功能性纤维和高性能纤维。
4. 非织造布纤维原料的选用要求。

纤维是构成非织造布最基本的原料。由于非织造布独特的生产工艺和产品结构,它不同于传统纺织品以纱线的排列组合形成织物,而是纤维原料直接构成纤网后固结成布(图2-1),因此纤维原料的特性对非织造布产品性质有着更为直接的影响。非织造布应用的纤维原料非常广泛,这就要求掌握纤维性能,科学、合理、经济地选择原料,使之满足加工工艺要求和使用要求,保证成品质量,降低生产成本。

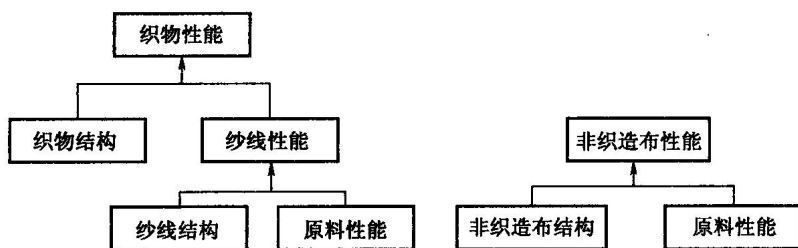


图 2-1 纤维原料性能与产品性能的关系

第一节 纤维在非织造布中的存在形式与作用

非织造布加工方法不同,纤维在非织造布中所起的作用也不同,一般有以下几种。

一、纤维形成非织造布的基本结构

在大多数粘合法非织造布、针刺法非织造布、水刺法非织造布、纤网型缝编法非织造布、纺