



“十三五”普通高等教育本科部委级规划教材
纺织科学与工程一流学科建设教材

纺织材料学 第2版

F ANGZHI CAILIAOXUE
DI 2 BAN

于伟东 主编



国家一级出版社



中国纺织出版社

全国百佳图书出版单位



“十三五”普通高等教育本科部委级规划教材
纺织科学与工程一流学科建设教材

纺织材料学（第2版）

于伟东 主编

 中国纺织出版社

内 容 提 要

本书以纺织材料的定义、属性和内涵为本,介绍了纤维、纱线和织物等纤维集合体及其复合体的结构与性能特征,加工及使用对纺织材料的形(形态、尺度、结构和表面)、性(性质和功能)的影响和形、性测量与评价的方法。内容涉及纺织材料的基础理论 and 应用范畴,包括纤维的分类、结构与形态,力、热、光、电、湿、表面、初加工性质和纤维的鉴别与质量评定;纱线的分类、结构与形态特征、力学性质、可加工性能和纱线的鉴别与品质评定;织物的分类、结构与基本组织,耐久性、易护理性,风格、舒适性和应用功能的可靠性与安全性,以及织物的使用保养、鉴别与品质评定。以了解纤维及其集合体的形、性特征为基础,明晰形与性之间的关系;辨析形、性产生与变化或不同的原因;和保持、改善、提升纺织材料使用性能的方法。从而使学生、读者能对纺织材料,这一柔性、多孔、各向异性的纤维制品有基本但全面的认知,而具备探索与推进认知的基本能力。

本书是普通高等教育“十五”国家级规划教材的修订版,是纺织科学与工程学科本科的基础教材,并适于纤维科学、高分子材料科学、造纸、人造革等相关学科专业的专科、本科、研究生、教师和企业技术人员的学习参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

纺织材料学 / 于伟东主编. --2 版. --北京:中国纺织出版社, 2018.9 (2019.8 重印)

“十三五”普通高等教育本科部委级规划教材

ISBN 978-7-5180-5206-6

I. ①纺… II. ①于… III. ①纺织纤维-材料科学-高等学校-教材 IV. ①TS102

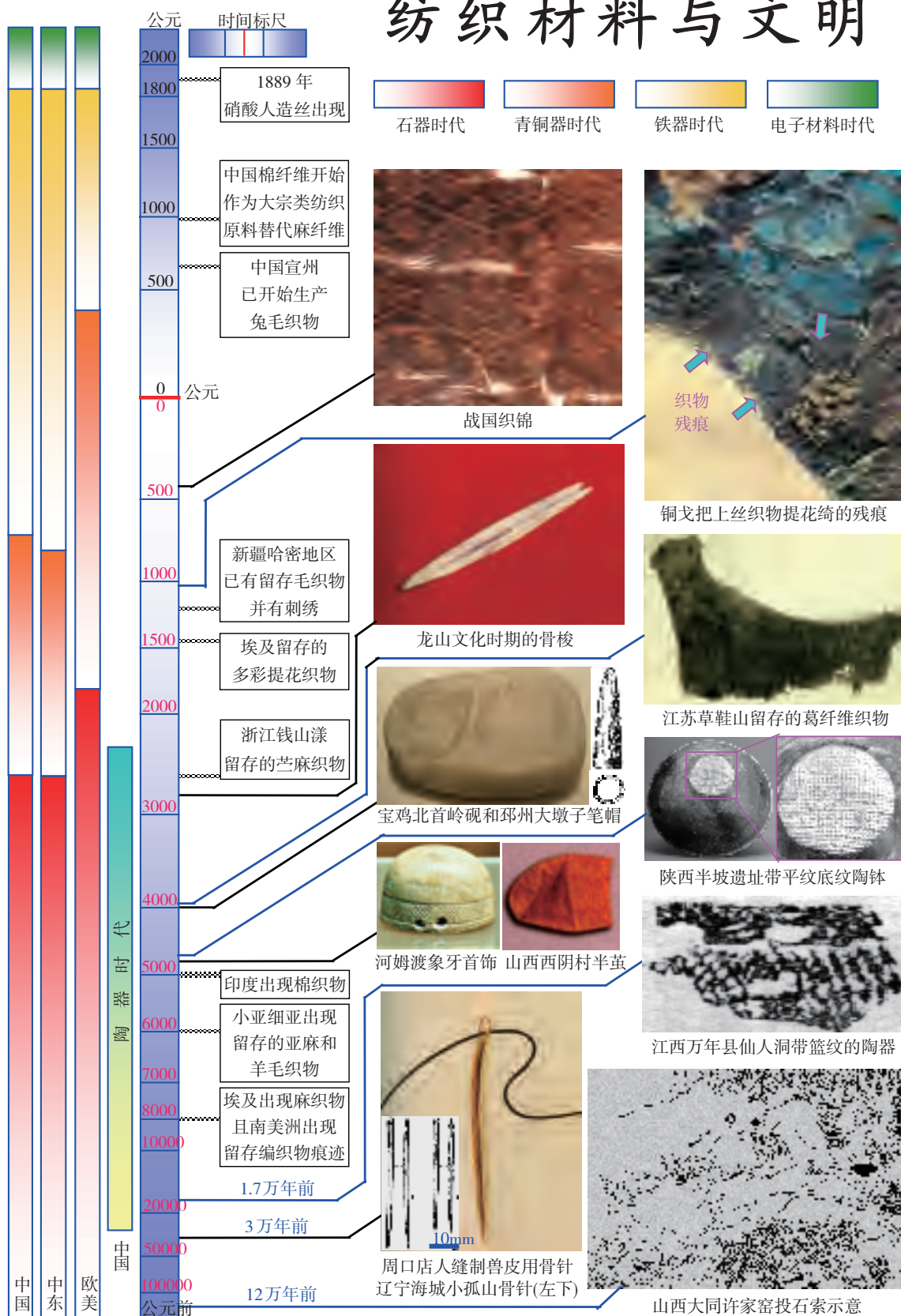
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 147542 号

责任编辑:符 芬 责任校对:寇晨晨
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>
北京玺诚印务有限公司印刷 各地新华书店经销
2006年5月第1版 2018年9月第2版 2019年8月第2次印刷
开本:787×1092 1/16 印张:29
字数:699千字 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

纺织材料与文明

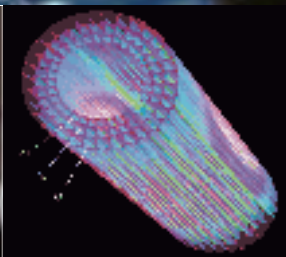




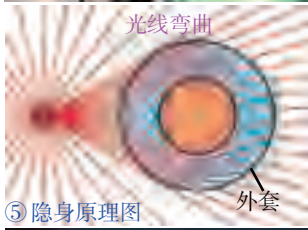
①空间站与太空行走
(航天服、电池板、采样管、
天线、防护罩、……)



②外套透视
功能的隐
身效果



④极限运动



⑤隐身原理图



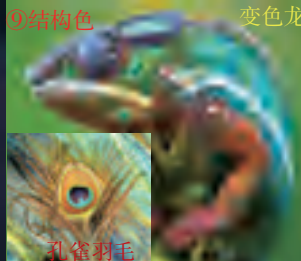
⑥缓冲阻拦索与尾钩



⑦航母飞机降落阻拦系统



⑧蛟龙号生命缆



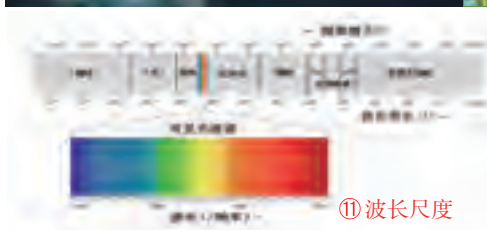
⑨结构色

变色龙

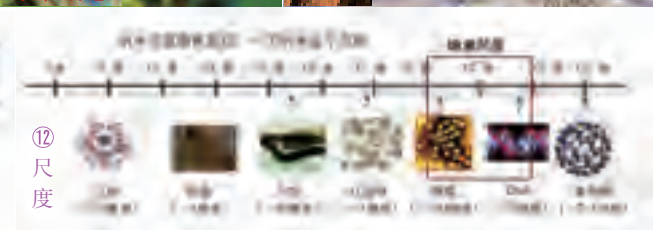
孔雀羽毛



⑩运动与探险



⑪波长尺度



⑫尺度

第2版前言

12年前,作为普通高等教育“十五”国家级规划教材的《纺织材料学》(第1版)的出版,将原来产品手册型的“纺织材料学”转变成了材料学类的教材,即从点数纺织材料及其性能的名称为主的介绍,转变为以阐述材料结构和性能特征、影响性质与功能的因素及机理和结构与性能间相互关系为主的教材。从而在分类概念与命名、现象与成因的解释和性能优化与功能实现的机械、物理、化学等制备原理上,基本达到国际20世纪80~90年代的水平。而在纺织材料的特性及其实现的成形与结构的关系上仅为20世纪80年代的水平。但这已引起国内“纺织材料学”教学内容和教材的明显转变与进步。

随着纺织材料应用领域的拓展和其物质的人工化与功能化、制备的多样化与先进化、表征的定量化与综合化,使人们逐渐意识到纺织材料为“形”(即物体的形态、尺度与维度、结构和表面)属性而非“质”(即物质的组成、含量和物态)属性的材料,并属典型的“软物质”[1991年诺贝尔物理奖得主法国的皮埃尔-吉勒·德热纳(P.G.de Gennes)教授提出的]材料。人们开始更为自觉地采用定量和数字化的方式表征纺织材料的形、性特征和探索两者间的关系,并与“质”特征平行地构筑与材料性能的关系和解释其物理与化学的本因。因此,在此书第2版中,对决定材料性能的本征因素——形、质各自的构成要素作了明确的定义,并强化了形与性之间相互关系和作用机理的定量或半定量的表述。

纺织材料本身的获得和加工,就集机械、物理、化学、生物或仿生加工为一体。第2版的《纺织材料学》在基本不增加篇幅的条件下,对纺织材料的化学、生物相容性、生态与安全和对经典理论的定量(公式)化作了表达与新解,甚至织物的结构和表面形成中的声子晶体和光子晶体都做了强化和必要地拓展,特别是织物的风格、舒适性、可靠性和安全性四大类性能的明确化,使此书第2版的知识基础与水平进入了21世纪初的十年。

本书仅涵盖了纺织材料学的基本内容,更深的知识内容可修读《纺织物理》,或阅读所列参考书目的相关专著。本书应采用64~72学时以讲授为主的,或以讲授与学生自学并重的40~48学时的教学。适用于纺织类高校或有纺织科学与工程学科和相关专业的高校中工程类、复合与医用材料类、产品类、服装类、经管类的纺织材料学本科教学,教师只需针对本书的基本内容进行实例的选择或另举。

全书的章、节、条由于伟东(东华大学)确定,并完成全书的统稿。各章节编写分工:绪论于伟东;第一章于伟东、刘洪玲(东华大学)、张海泉(江南大学);第二章于伟东、

刘洪玲、陈衍夏（四川大学）；第三章 于伟东、刘洪玲；第四章 胡国梁（浙江理工大学）；第五章 于伟东、储才元（东华大学）；第六章 于伟东；第七章 于伟东、任煜（南通大学）、魏菊（大连工业大学）、周胜（扬州职业大学）；第八章 于伟东、徐红（新疆大学）、杨红英（中原工学院）、姚江薇（绍兴文理学院）；第九章 于伟东、刘洪玲、臧传锋（南通大学）；第十章 于伟东、刘洪玲、张毅（天津工业大学）；第十一章 于伟东、张尚勇（武汉纺织大学）；第十二章 于伟东、储才元；第十三章 于伟东、刘洪玲、杨建忠（西安工程科技学院）；第十四章 李建强（武汉纺织大学）于伟东；第十五章 于伟东、吕丽华（大连工业大学）、魏菊、吴坚（大连工业大学）；第十六章 于伟东、储才元；第十七章 于伟东、于湖生（青岛大学）；第十八章 于伟东、刘洪玲、于湖生（青岛大学）；第十九章 于伟东、杜赵群（东华大学）；第二十章 于伟东、刘洪玲、杨建忠；第二十一章 于伟东、刘晓艳（东华大学）；第二十二章 刘洪玲、于伟东。

此第2版编写过程中得到东华大学纺织材料与技术实验室和纺织软物质科学中心（TMT & FSMSC）的博士研究生丁作伟、邢瑶、孙懿等对文献资料的准备、提供和文字输入工作，在此表示由衷地感谢。

在全书第2版出版中，对中国纺织出版社给予此书出版工作的认真、重视和支持深表诚挚地感谢。

因本书第2版中引入一些新说法并对原书部分内容进行了简化，若有不足或不妥之处，真诚地欢迎批评指正。

于伟东

2018年2月

第 1 版前言

纺织材料是纺织科学与工程的专业基础，纺织科学与工程孜孜以求的就是发现与制造可持续、环境友好、能满足人类需求的纺织材料。而纺织材料学则必须对纺织材料的结构、性能及其间相互关系做出如实、正确的解释，并以此作为纺织材料改进、提高和 design 的基本依据的原理。

纺织材料作为人类衣着和服饰之物，与人类的文明历史相齐，成为历史记载一硬一软实物(如陶器和织物)中的软物质见证。而今纺织材料已突破衣着御寒、遮体增色之功能，扩展至广义的服用、家用、产业用三大领域。不仅满足着人们所熟悉的感性、舒适的衣着与装束，而且成为家用和产业用中不可或缺的基本用材。

当你穿戴厚实、温暖的冬装，伫立在寒冷的旷野上；当你身着轻盈、凉爽、舒适的夏装行走在炎热夏季的烈日下；当你搭乘轻便、快速、安全的交通工具返程回家、外出旅游中；当你坐在美妙音响的影剧院或轻结构的体育场，欣赏那所爱的人类艺术或能力时；当你穿行于公共建筑、车站广场，或小憩于露天吧座、公交车站时；当你走在宏伟的堤坝或大桥上，或实习于现代农业大棚中，或俯瞰城市的建筑时；当你的同伴在组织受损后能得到及时地修补与再生时；甚至当你躺在温馨、柔软的床上安静地看书时，或置身于那仅仅只有简单隔墙或屏风的嘈杂餐馆或会场时，你是否感到或察觉，原来笨重的钢结构、混凝土的物体，已在悄悄中被柔性、轻质的纺织材料所替代，破损的组织或结构体在被修复和更新；你是否意识或想到，看上去坚硬、刚强、稳固的结构体或能生长细胞的物质，竟然是那柔软、细小的纺织纤维及其集合体所为。应该想到，那正是它们在默默无闻地保护着你，为你吐故纳新，为你排除各种声、光、热、电、磁、汽、生物的干扰与侵袭。这与人类本身的喧嚣和无休止的开发、利用、整理、生产形成鲜明的反差。人类在使用和缔造这些结构体的同时，应该约束自身、保护资源和保护纤维，应该思考与实施合理地应用与开发纺织材料。

纺织材料突飞猛进的发展和日益广泛的应用，来源于人类的智慧和能力，来源于人类的探索及思考。是前人的尝试与经验和后人的努力与传承的结果。作为本书，感谢纺织材料科学中的专家、学者、工程技术人员努力与探索，给了本书以实质与灵感；感谢相关或相同书名的著书，给予本书以参考与借鉴；感谢众多关心与支持本书写作的师长、同行和学生们，给了本书以建议和帮助，使本书在这本身就是纤维集合体的材料上成形。

本书由于涉及范围与内容庞大,且希望给学生和读者留下更多、更方便的空间去阅读和自习,虽经割舍,但篇幅仍较大。故建议在实际授课中,采用自学和精炼讲授的方式。工程类专业的学生应偏重于纤维性质和纱线与织物章节,以及纤维鉴别与品质评定,兼顾纤维结构和织物保养;纺织材料类专业的教学以整书为准;纤维高分子材料类专业以纤维章节为重点,兼顾纱线与织物章节;服装类专业的教学则应较多地偏重于织物和纤维性质类章节;经济管理类专业可以对本书中有关命名、分类、特征和性能方面的各章节内容多作讲授。并由衷地希望学生和读者能多作自习和进行相关感知实验。

全书内容共分绪论和22章,其中纤维部分9章,纱线部分4章,织物部分9章。书中章、节、条由于伟东确定,并负责全书的统稿和审校工作。各章节编写分工如下:绪论于伟东(东华大学);第一章于伟东、张海泉(江南大学);第二章陈衍夏(四川大学)、于伟东;第三章于伟东、陈衍夏(四川大学);第四章胡国梁(浙江理工大学)、于伟东;第五章储才元(东华大学);第六章于伟东;第七章于伟东、周胜(扬州职业大学);第八章于伟东、姚江薇(东华大学);第九章于伟东、鲍燕萍(东华大学);第十章于伟东、张毅(天津工业大学);第十一章于伟东、丁国强(武汉科技学院);第十二章储才元;第十三章于伟东、杨建忠(西安工程科技学院);第十四章李建强(武汉科技学院)、于伟东;第十五章于伟东、吴坚(大连轻工学院);第十六章储才元;第十七章于伟东、于湖生(青岛大学);第十八章于伟东、于湖生(青岛大学);第十九章于伟东、杜赵群(东华大学);第二十章杨建忠;第二十一章于伟东、刘晓艳(东华大学);第二十二章于伟东、刘洪玲(东华大学)。

全书编写过程中得到东华大学纺织材料与技术实验室的硕士和博士研究生在打字成稿及部分作图上的帮助,尤其是付江、刘茜、刘君杰、刘健、殷祥刚、金宏斌、任雪玲等的富有实效的工作,在此表示由衷的感谢。对出版社审核、编辑加工工作,亦表示衷心的感谢。

在撰写和修改这本书稿时,作者们常这样想,希望能够自己清晰、明确,以使读者明白和理解作者想要说什么、又说清楚了什么;希望能够提供源于经典或已被证明正确的理论、原理和方法,使得所学真实、有效和可用;希望能有自己的想法、实践和成果,能给所著所述赋予新说及发展;希望能将枯燥、乏味、定势的工程或理论观点变为通俗、形象的描述,给读者享受和遐想。但由于作者水平有限,本书可能存在不足或不妥之处,诚挚欢迎读者批评指正。

于伟东

2005年12月

目 录

绪论	001	第二节 纤维的结构特征与测量	054
一、纺织材料的属性与内容	001	一、纺织纤维结构的一般要求	054
二、纺织材料发展中的问题	005	二、纤维化学结构的测量	054
三、应关注的知识及思考	012	三、纤维聚集态结构的测量	055
思考题	013	四、纤维形态特征的测量	057
第一章 纤维的分类及发展	015	第三节 典型纤维的结构与特征	057
第一节 纤维及其分类	015	一、典型天然纤维的结构与特征	057
一、纤维定义与要求	015	二、典型再生纤维素纤维的结构特征	062
二、纤维的分类与命名	015	三、典型合成纤维的结构	063
第二节 各类常用纤维简介	018	思考题	068
一、植物类纤维	018	第三章 纤维形态的表征	070
二、动物类纤维	023	第一节 纤维的长度及其分布	070
三、再生纤维	026	一、纤维长度指标的基本表达	070
四、普通合成纤维	030	二、纤维长度分布的基本测量	072
五、差别化纤维	033	三、纤维长度分布及其相互关系	076
六、功能性纤维	035	四、典型纤维的长度表达	077
七、高性能纤维	040	第二节 纤维的细度及其分布	079
第三节 纤维的成形加工	044	一、纤维的细度表征	079
一、化学纤维制造概述	045	二、纤维细度不匀指标	080
二、静电纺丝和自生长纤维	046	三、纤维细度及分布的测量方法	082
第四节 纤维的应用与未来	047	四、纤维细度及其不匀表征的意义	085
一、纤维的应用	047	第三节 纤维的卷曲或转曲	087
二、纤维的未来	047	一、纤维的卷曲形式及表征	087
思考题	049	二、纤维的转曲及表征	091
第二章 纤维的结构特征	050	第四节 纤维的截面形状及表征	092
第一节 纤维基本结构的构成	050	一、异形纤维的基本概念	092
一、纤维的形态	050	二、截面异形的表征	092
二、纤维的聚集态结构	051	三、截面空心与复合的表征	093
三、纤维的分子结构	053	思考题	095

第四章 纤维的吸湿性·····	096	第六章 纤维的表面性质·····	127
第一节 纤维的吸湿及吸湿机理·····	096	第一节 纤维表面的内涵·····	127
一、纤维的吸湿与吸湿指标·····	096	一、表面的基本概念·····	127
二、吸湿的等温与等湿线·····	097	二、纤维表面涉及的内容·····	128
三、吸湿机理与理论·····	098	第二节 纤维的表面特征·····	132
四、吸湿滞后性·····	099	一、天然纤维的表面特征·····	132
五、影响纤维吸湿的因素·····	101	二、化学纤维的表面特征·····	133
第二节 吸湿性的测量·····	102	三、表面改性和高性能纤维表面特征·····	134
一、直接测量法·····	102	第三节 纤维的摩擦性质·····	135
二、间接测量法·····	103	一、纤维摩擦中的基本现象·····	135
第三节 吸湿对纤维形性的影响·····	104	二、摩擦机理与测量·····	138
一、吸湿对纤维重量和密度的影响·····	104	第四节 纤维的浸润性与芯吸·····	140
二、吸湿对纤维体积膨胀的影响·····	104	一、纤维浸润现象·····	140
三、吸湿对纤维力学性能的影响·····	105	二、纤维浸润性测量·····	143
四、吸湿对电学性能的影响·····	105	三、纤维芯吸与表征·····	144
五、吸湿对热学性能的影响·····	105	思考题·····	145
六、吸湿对光学性能的影响·····	106	第七章 纤维的热学、光学和电学性质·····	147
思考题·····	107	第一节 纤维的热学性质·····	147
第五章 纤维的力学性质·····	108	一、比热容·····	147
第一节 纤维的拉伸性质·····	108	二、导热系数·····	149
一、纤维的拉伸曲线与性能指标·····	108	三、常用保暖性指标·····	151
二、常见纤维的拉伸曲线·····	110	四、热作用时的纤维性状·····	151
三、纤维拉伸性质的测量·····	111	五、纤维的耐热性和热稳定性·····	154
四、拉伸断裂机理及影响因素·····	112	六、纤维的燃烧性能·····	156
五、束纤维的拉伸性质·····	115	第二节 纤维的光学性质·····	157
第二节 力学性能对时间依赖性·····	115	一、光在纤维中的反射与折射现象·····	157
一、应力松弛和蠕变·····	115	二、光泽·····	158
二、纤维的弹性·····	117	三、光的双折射·····	159
三、纤维的动态力学性质·····	118	四、耐光性及光照稳定性·····	161
四、基本力学模型·····	119	五、光致发光·····	163
五、纤维的疲劳·····	121	第三节 纤维的电学性质·····	163
第三节 纤维的弯曲、扭转与压缩·····	122	一、导电性质·····	163
一、纤维的弯曲·····	122	二、介电性质·····	165
二、纤维的扭转·····	124	三、介电损耗·····	166
三、纤维的压缩·····	125	四、纺织纤维的静电·····	167
思考题·····	126	思考题·····	168

第八章 纤维的初加工性·····	170	二、纱线加工的进展·····	214
第一节 天然纤维的初加工性·····	170	第三节 纱线的结构特征·····	218
一、棉的初加工性·····	170	一、纱线的基本结构特征·····	218
二、毛的初加工性·····	174	二、常用纱线的结构特征·····	218
三、丝的初加工性·····	177	思考题·····	220
四、麻的初加工性·····	180		
第二节 化学纤维的初加工性·····	184	第十一章 纱线的基本特征参数·····	221
一、形态及形态稳定的可加工性·····	184	第一节 纱线的细度与不匀·····	221
二、纤维溶解与劈裂的可加工性·····	186	一、纱线的细度·····	221
三、回用纤维的加工及方法·····	186	二、纱线的细度不匀·····	224
四、化纤的整理与卷装·····	187	三、纱条细度不匀的构成及测量影响·····	226
第三节 纤维的损伤与清洁化加工·····	188	第二节 纱线的捻度与捻缩·····	228
一、初加工中的纤维损伤·····	188	一、纱线加捻的特征指标·····	228
二、清洁化的初加工·····	189	二、纱线的捻缩·····	230
思考题·····	190	三、加捻对纱线性能的影响·····	231
		第三节 纱线的毛羽与特征·····	232
第九章 纤维的鉴别与品质评定·····	192	一、毛羽的形成与基本形态·····	232
第一节 纤维的鉴别·····	192	二、毛羽的特征指标·····	233
一、手感目测法·····	192	三、毛羽的测量方法·····	234
二、显微镜观察法·····	193	四、毛羽的控制·····	234
三、化学方法·····	197	第四节 纱中纤维的转移与分布·····	235
四、物理方法·····	198	一、纤维在纱中的转移·····	235
五、近代物理技术鉴别法·····	199	二、纤维在纱截面中的径向分布·····	236
六、特征识别与系统鉴别·····	200	思考题·····	237
第二节 纤维的质量要素与评定·····	202		
一、纤维的质量要素·····	202	第十二章 纱线的力学性质·····	238
二、纤维的质量检验与评定·····	202	第一节 纱线的拉伸性能·····	238
思考题·····	209	一、纱线的一次拉伸断裂特性·····	238
		二、纱线的弹性·····	239
第十章 纱线的分类与结构特征·····	210	第二节 纱线的断裂机理·····	240
第一节 纱线的分类与命名·····	210	一、纱线的断裂过程·····	240
一、按纱线的体系分类·····	210	二、长丝纱条的初始模量和断裂强度·····	241
二、按纤维组成分类·····	212	三、短纤维纱的强力分析·····	242
三、按纱线的用途分类·····	212	四、影响短纤维纱强伸度的因素·····	243
四、其他分类·····	213	五、混纺纱的拉伸性质·····	245
第二节 纱线的加工与发展·····	213	第三节 纱线的弯曲、扭转与压缩	
一、纱线加工的基本原理·····	213	性质·····	247

一、纱线的弯曲特性	247	二、三维纺织加工	282
二、纱线的扭转特性	247	思考题	284
三、纱线的压缩特性	249		
第四节 纱线的耐久性能	249	第十五章 织物结构与基本组织	285
一、纱线的拉伸疲劳	249	第一节 机织物的结构与组织	285
二、纱线的弯曲疲劳	250	一、机织物的基本结构	285
三、纱线的磨损性	251	二、织物组织参数	289
思考题	252	三、基本组织	290
		第二节 针织物结构与组织	292
第十三章 纱线可加工性与品质评定	253	一、针织物的规格与结构参数	292
第一节 纱线的可加工性	253	二、纬编针织物的基本组织	294
一、纱线的可加工性的概念	253	三、经编针织物的基本组织	296
二、影响短纤纱可纺性的因素	253	四、针织物的性能	297
三、影响长丝纱可变形性的因素	255	第三节 非织造布的结构	299
四、影响线成形性的因素	257	一、非织造布的主结构	299
第二节 纱线的识别及方法	257	二、非织造布的加固结构	299
一、纱线的识别依据	257	三、非织造布的结构特征指标	301
二、纱线鉴别常用的方法	258	第四节 编织物和间隔织物的结构	302
第三节 纱线的品质要素与评定	259	一、平面编织物的编织角	302
一、纱线的品质要素	259	二、绳缆的螺旋角	302
二、纱线的品质评定	260	三、间隔织物的间隔纱线织造角	303
思考题	267	思考题	303
第十四章 织物及其分类	268	第十六章 织物的基本力学性质	304
第一节 织物的概念、分类及应用	268	第一节 织物的拉伸性质	304
一、织物的基本概念	268	一、拉伸性质的测定方法和指标	304
二、织物的基本分类	269	二、织物的拉伸断裂机理	306
三、织物的应用	271	三、织物断裂强力的估算	308
第二节 一般织物及名称	273	四、影响织物拉伸性质的因素	308
一、机织物	273	第二节 织物的撕裂性质	312
二、针织物	276	一、撕裂强力的测试方法	312
三、非织造布	276	二、撕裂破坏机理	313
第三节 特种织物	278	三、织物的撕裂曲线及强度指标	314
一、平面型结构织物	278	四、影响织物撕裂强度的因素	314
二、立体型(3D)结构织物	279	五、织物的疵裂	316
第四节 织物加工及其发展	280	第三节 织物的顶破性质	317
一、二维纺织加工	280	一、测试方法与指标	317

二、织物的顶裂破坏机理	318	第十九章 织物的舒适性	349
三、影响织物顶破性质的因素	318	第一节 织物的透通性	349
第四节 织物的弯曲性质	318	一、织物的透气性	349
一、织物弯曲刚度及测量方法和指标	319	二、织物的透湿汽性	351
二、影响织物刚柔性的因素	320	三、织物的透水性	352
思考题	321	四、织物的透光性	354
第十七章 织物的耐久性	322	第二节 织物的热湿舒适性	355
第一节 织物的力学耐久性	322	一、织物热湿舒适性内涵	355
一、织物的耐疲劳性	322	二、织物热湿舒适性的评价	355
二、织物的耐磨损性	324	三、影响织物热湿舒适性因素	358
三、织物的耐勾丝性	329	四、织物热湿舒适性的应用	358
四、织物的耐刺割性	330	第三节 织物的刺痒作用	358
第二节 织物的耐老化性	332	一、织物刺痒性及产生机制	358
一、织物老化现象及作用	332	二、影响织物刺痒性的因素	359
二、单一作用的老化	332	三、刺痒感的测量方法	359
三、复合作用的老化	333	四、刺痒感的消除方法	361
思考题	334	第四节 织物的静电与湿冷刺激	361
第十八章 织物的保形性与色牢度	336	一、静电刺激	361
第一节 抗皱性与褶裥保持性	336	二、湿冷刺激	362
一、织物的抗皱性	336	思考题	363
二、织物的褶裥保持性	338	第二十章 织物的风格与评价	364
三、抗皱性与褶裥保持性的相互关系	338	第一节 织物风格概念与分类	364
第二节 织物的悬垂性	339	一、织物风格的定义与构成	364
一、静态悬垂性	339	二、织物风格的分类与要求	364
二、动态悬垂性	342	第二节 织物手感风格	365
第三节 织物的起毛与起球性	342	一、织物手感的定义与内涵	365
一、起毛和起球机理	342	二、织物手感评定	365
二、起毛与起球的测量及评定方法	344	三、织物手感风格的仪器评定	367
三、起毛起球的影响因素及消除方法	345	第三节 织物光泽与视觉风格	375
第四节 织物尺寸和色泽稳定性	346	一、织物的颜色与光泽感	375
一、织物的缩水与湿膨胀性	346	二、织物纹理与组织的视觉效应	378
二、织物色牢度	347	第四节 织物风格与加工成衣性	378
三、织物成形中的收缩不匀与畸变	347	一、织物加工成衣性概述	378
思考题	348	二、织物成形性的基本指标	379
		三、影响织物成形性的因素	380
		思考题	381

第二十一章 织物的防护功能及安全性···	383	第一节 织物的去污与防污·····	403
第一节 织物的防火与阻燃功能·····	383	一、织物上的污垢·····	403
一、织物防火和阻燃功能的必要性···	383	二、污垢与织物结合的形式·····	404
二、防火织物·····	384	三、织物的去污·····	405
三、阻燃织物·····	385	四、织物的防污·····	409
四、织物的抗熔孔性与抗熔滴性···	386	第二节 织物的防霉与防蛀·····	410
第二节 织物的生化防护作用·····	387	一、织物的防霉·····	410
一、常见生物防护·····	387	二、织物的防蛀·····	411
二、危化品防护及防生化服·····	390	第三节 纺织品其他保养处理·····	412
第三节 织物的物理防护作用·····	392	一、纺织品的柔软及外形保养·····	412
一、热防护·····	392	二、纺织品的收存与保管·····	412
二、光辐射防护·····	393	三、常见纺织品的基本保管·····	413
三、电磁辐射防护·····	394	第四节 织物的鉴别·····	413
四、高能辐射的织物防护·····	396	一、鉴别要素与层次分类·····	414
五、隔声吸音去噪纺织品·····	397	二、织物的识别·····	414
第四节 织物的可靠性与安全性·····	398	第五节 织物的品质评定·····	416
一、可靠性和安全性的定义·····	398	一、织物品质评定的内容·····	416
二、纤维增强结构材料的可靠性···	398	二、品质评定的基本方法·····	417
三、纺织结构材料的功能可靠性···	398	三、常用织物品质评定举例·····	418
四、医用纺织结构材料的安全性···	399	思考题·····	421
第五节 织物的智能防护作用·····	400	附录一 几种常用纺织纤维性能汇总表···	423
一、智能纺织材料的基本概念·····	400	附录二 名词中英文对照索引·····	428
二、典型智能防护·····	400	附录三 各章参考书目号索引·····	445
思考题·····	401	参考文献·····	447
第二十二章 织物使用保养与品质评定·····	403		

绪 论

这部分主要阐述三个问题，何谓纺织材料？为何纺织材料学发展缓慢？如何丰富和掌握该知识体系？

一、纺织材料的属性与内容

1. 现有定义

纺织材料是指纤维及纤维制品，具体表现为纤维、纱线、织物及其复合物，即两种定义。

定义一：“纤维与纤维制品”。其表明了纺织材料既是一种原料、用于纺织加工的对象，又是一种产品、乃通过纺织加工而成的纤维集合体。不知对象则会盲目加以采用，低水平、高能耗地加工；不了解纤维则无从下手，则会伤及纤维，且会低估纤维的能力。不知产品则不明用途，就会出现使用不当的情况，也会限制应用范围；不了解纤维制品——广义的纺织品，则可能只知华丽、漂亮、得体、舒适的服用纺织品，而无法使其用途变得广泛、性能变得特殊、功能变得多样和智能。

定义二：“纤维、纱线、织物及其复合物”。其描述了纺织材料的形成过程，可以顺序进行，也可以跳跃完成；表达了从单一、分散、微小的纤维变为聚集排列、相互依存、互为作用的纤维集合体，乃至复合物的加工成形。前者“形成过程”说明纺织材料存在多种变体，存在从对象到产品的多级转换；后者“加工成形”意味着纺织材料结构的复杂与多变及纤维作用的奇妙和有趣。

2. 纺织材料的属性

由上述两类描述可以看出，纺织材料涉及材料科学中的基本内容、材料归属及材料特征。但称呼“纺织”材料，又带上了加工色彩。材料科学中有高分子材料、金属材料、有机材料、

无机材料、生物材料等，这是以材料的组成属性来命名的学科；或工程材料、建筑材料、组织工程材料等，这是以材料的应用属性命名的学科。依此，纺织材料应该命名为“纤维材料”，但这变成了以形态属性命名的材料，似乎是现在高分子、金属、有机、无机、生物材料的次级分类。或可以改为“纺织工程材料”，这又变为应用属性，涉及纺织工程领域中的非纤维的加工器材，还会引起歧义和误解。

应该清楚，纺织材料最关键和本质性的内容是以表面作用及排列组合为主要特征，以微小个体——纤维来构造（fabricate）的纤维集合体，这是组成属性和应用属性难以涵盖的材料命名。依据物质组成属性（即“质”属性）的，是将材料本身作为整体以实现材料结构、形态、性质及其变化的；依据应用属性的，也是将材料看作为一个整体或形态尺寸宏大的各单元拼接成的整体，来实现应用中的结构、功能和寿命的。

纺织材料则是以微小的纤维单个体为特征，通过人工方法利用纤维的性状，将纤维排列、构造成具有实用结构、性质和形状的材料。这种人工行为可以实施到细长微小、形态和性质多变的单根纤维。这是两类经典材料学所不具备的特征表述，因为前者是宏观调控微观，故大多为均匀结构的讨论；后者是宏观的性状和宏观拼接，非微尺度。

当今，以物质的形态尺度和功能作用来划分材料，变得日益明显。典型的代表是纳米材料和表面功能材料，这是趋势，是科学和准确的。因为材料本身所包含的三大属性：“质”“形”和“性”属性，正变得清晰和完整。

“质”属性：即物质组成属性。其包括物质的构成、含量和物态（气液固态）。这是人

们善于选择并实现的特征属性,也是现有材料学中,人们较多关注的对象。如纺织材料的纤维的化学组成与组分含量比、纱线的纤维组成与混合比、织物的纤维和纱线组成及其均质或混纺和交织比,以及复合物所用纤维材料与黏结及成型材料的组成与复合比。

“形”属性:即广义的形态属性。其包括物体的形态与表面、尺度与维数、内部构造与排列。这些都是人们常见并可以调整改善的特征属性,但“形”作为材料的本质属性却往往被轻视和忽视。事实上,“形”包含四要素:形态、尺度、表面和结构。形是人们在材料学中常说的“性状”特征中的“状”,其在以往多指外表形态和内部结构,而忽略尺度和相互作用,造成认知的偏颇和缺陷。不仅如此,甚至只关注材料的性(性能)质(组成),即只有“质”和“性”的分类,而无“状”即“形”之概念。因此,材料应该有“形”属性的分类,这也是纺织材料、纳米材料、高分子材料在材料领域中的“性状”特征分类的基础与地位,见图1。

形态 (morphology):指物体的轮廓所构成的几何形状。对纤维及纤维集合体来说,诸如纤维的长度、截面形状、转曲、卷曲、分叉、表观形态等,纱线的表观形态及毛羽等,织物的厚度、细观表观和竖绒及毛羽、毛球等。

尺度 (scale and dimension):指纤维几何形态大小所在的尺度及其范围与维数及其范围。对纺织材料主要包括纤维的粗细、长短、卷曲、分叉结构等的尺度,可用纳米、微米、毫米等长度尺度;长径比、中腔比比比例尺度;以及维数和分形维数(Fractal dimension)来表达。

表面 (surface):指纤维及纤维集合体的表面微观形态和表面作用,即粗糙度、纳微尺度的有序周期排列表面、棘齿形表面和表面能等。

结构 (structure):指纺织材料中的基本单元的堆砌密度、排列形式和其间的相互作用这三个基本要素。这是材料学中人们所熟知的密度、排列和相互作用三要素。如单位体积中的基本单元(分子、纳米颗粒、原纤、纤维、纱线等)的个数或质量,为密度;基本单元的

几何排列形式(取向、随机、网状、多维等)和组、复合构造排列,为排列;基本单元间的黏附、接触、摩擦等物理、化学作用,为相互作用。

“性”属性:即性能(performance)和功能(function)属性。“性”也常用性质(property)一词来表达,因为人们认为质决定性、性因质生而浑然一体,甚至觉得只有组成决定性质。性属性包括物质的物理性质、化学性质和生物性质,本书较多地关注物理性质。

显然,“形”和“质”是物质的两个独立的基本属性,是决定材料性能和功能的本质属性。即“形”和“质”可分别决定材料的“性”,而材料的“性”是其“形”和“质”的综合表达。最经典观点是:结构决定性质,而性质是结构的外在表现。只是化学性质较多地反映“质”属性,而物理性质较多地反映“形”属性。

由此可知,以形态特征命名的纤维及其集合体的纺织材料,物质组成不是其主特征,而“形”才是其最本质和重要的特征,即纺织材料是以“形”属性分类命名的材料,如图1所示的归类。其实,人们可以找到众多实例证明其“形”属性,如刚硬的钢丝或硬脆的碳纤维,却能制成柔韧的线绳;纤细柔软的纤维相互黏结,可成坚韧的竹子和紫檀木。遗憾的是,纺织材料学科出现至今,人们还是习惯于以“质”为主体,以“质”论性能,而把“形”作为一种附属或学术上的参量。故对纤维材料形的把握与缔造,是其发展的唯一途径。

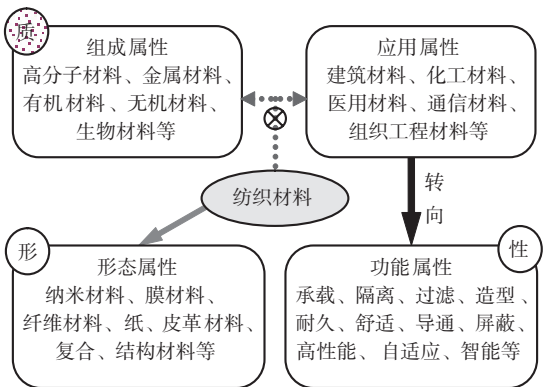


图1 纺织材料依“形”属性的归类