

高等纺织院校教材

FANGZHI
CAILIAO
XUE

纺织 材料学

(第二版)



中国纺织出版社

内 容 提 要

本书介绍了棉、麻、毛、丝、化学纤维及纯纺、混纺纱线、织物(机织物、针织物等)的结构和形态,以及它们的吸湿、热、光、电学等性能和织物服用性能,各种性能的测试原理、基本指标和影响因素。

本书可供高等纺织院校纺织工程(棉纺织、毛纺织、麻纺织、绢纺织)、丝绸工程、针织工程、非织造布等专业作为教科书,也可供其他专业师生、纺织企业和科研单位的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

纺织材料学/姚穆等编. —2版. —北京:中国纺织出版社, 2000.1

高等纺织院校教材

ISBN 7-5064-0083-9/TS·0083

I. 纺… II. 姚… III. 纺织纤维—高等学校—教材 IV. TS102

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 69415 号

责任编辑:缪光荣 责任印制:刘 强

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 电话:010-64168226

迪鑫印刷厂印刷 各地新华书店经销

1980年2月第一版第一次印刷 1990年6月第二版

2000年1月第二版第十一次印刷

开本:850×1168 1/32 印张:20.625

字数:531千字 印数:158101-161100 定价:28.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

前 言

《纺织材料学》(第二版)是在第一版基础上考虑到纺织材料科学近年来的发展和纺织工程、针织工程专业的需要进行修订的。由于纺织材料学是专业基础性质的课程,以基本理论、基本知识(结合实验同时培养基本技能)为主,所以在结构上未作太大的改动。只是为了教学的方便,将原第四章第一节分到绪论和第一、二、三章中。在修订中,删去了一些陈旧的指标、试验方法和提法。考虑到丝绸工程、非织造布专业的可能需要,增加了有关内容。但各专业本身专业内容所需的更深入的知识,要由各专业分别进行补充。考虑到各院校不同专业的不同需要,本教材各章节选材内容的繁简不尽相同,使用中可根据不同要求摘选部分章节或增补有关内容。

本书由西北纺织工学院姚穆,中国纺织大学周锦芳、范德焯,天津纺织工学院安瑞凤、黄淑珍,大连轻工业学院邵礼宏编写。修订工作,绪论及第四、七章由姚穆执笔,第一、三章由周锦芳执笔,第二章由黄淑珍执笔,第五、八章由安瑞凤执笔,第六章由邵礼宏执笔,第九、十章由范德焯执笔。全书由姚穆修改定稿。修订稿曾油印寄各纺织院校征求意见,并在部分院校对各有关章节试用。最后修订中吸取了这些试用的意见,在此向各院校的纺织材料学教师们表示衷心的感谢!

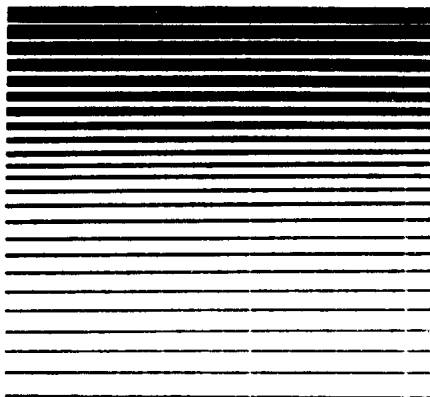
由于编者水平教学经验和专业范围有限,教材会存在一些缺点和错误,热忱欢迎批评指正。

编 者

1988年8月

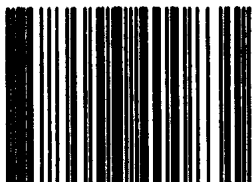
(第二版)

纺织材料学



封面设计：理想

ISBN 7-5064-0083-9



9 787506 400831 > 定价：28.00 元

目 录

绪论	(1)
第一章 天然纤维素纤维	(19)
第一节 原棉	(19)
一、棉纺厂常用原棉的种类与品质	(19)
二、棉纤维的生长发育与形态特征	(21)
三、棉纤维的化学组成与化学性质	(27)
四、我国棉花生产与品质评定	(31)
五、原棉性能与检验	(33)
(一) 长度	(33)
(二) 细度	(40)
(三) 成熟度	(49)
(四) 强度	(56)
(五) 天然转曲	(58)
(六) 原棉的水分、杂质与疵点	(61)
(七) 原棉纺纱性能的综合检验	(63)
第二节 麻纤维	(64)
一、麻纤维的分类与品质特征	(64)
二、苎麻纤维的品质与检验	(66)
三、亚麻纤维的品质与检验	(76)
四、黄麻与洋麻的品质与检验	(80)
五、剑麻与蕉麻的品质特征	(89)
第二章 天然蛋白质纤维	(92)
第一节 毛	(92)
一、羊毛的分子结构	(93)
二、羊毛的形态结构及其类型	(99)

三、国内和国外的绵羊毛·····	(104)
四、羊毛的剪收和绵羊毛质量分布情况·····	(109)
五、羊毛的品质特征·····	(111)
(一) 化学性质·····	(111)
(二) 细度·····	(115)
(三) 长度·····	(125)
(四) 卷曲·····	(130)
(五) 摩擦性能与缩绒性·····	(132)
(六) 羊毛纤维的定形·····	(135)
(七) 羊毛的脂汗和杂质·····	(137)
六、羊毛的品质评定·····	(142)
七、用于毛纺工业的其它动物毛·····	(143)
第二节 天然丝·····	(146)
一、蚕丝的分子结构·····	(146)
二、蚕丝的形成和形态结构·····	(147)
(一) 桑蚕丝·····	(147)
(二) 柞蚕丝·····	(149)
三、茧的工艺加工·····	(151)
四、绢纺原料·····	(152)
五、蚕丝的性能·····	(156)
(一) 化学性质·····	(156)
(二) 生丝的外观结构·····	(157)
(三) 细度和均匀度·····	(158)
(四) 机械性质·····	(160)
(五) 颞节及茸毛·····	(162)
(六) 其它性质·····	(165)
六、生丝的品质评定·····	(166)
第三章 化学纤维·····	(169)
第一节 化学纤维的分类与命名·····	(169)

第二节	化学纤维的制造与化纤品质特征	·····	(177)
一、	化学纤维制造概述	·····	(177)
二、	粘胶纤维的制造与品质特征	·····	(188)
三、	聚酯纤维的制造与品质特征	·····	(194)
四、	其它几种合成纤维的品质特征	·····	(202)
第三节	化学纤维的形态尺寸与检验	·····	(209)
一、	化学纤维长度和细度的选择	·····	(209)
二、	化学纤维的长度指标与检验	·····	(210)
三、	化学纤维的细度指标与检验	·····	(213)
四、	化学纤维的密度与密度测定方法	·····	(217)
五、	化学纤维的卷曲	·····	(220)
六、	化纤长丝的形态尺寸与检验	·····	(222)
第四节	化学纤维的品质评定	·····	(225)
一、	化学短纤维的品质评定	·····	(225)
二、	化纤长丝的品质评定	·····	(226)
第五节	纺织纤维的鉴别	·····	(227)
第四章	纺织纤维的内部结构	·····	(253)
第一节	几种纺织纤维微观结构概述	·····	(253)
一、	纤维素纤维的微观结构	·····	(253)
二、	蛋白质纤维的微观结构	·····	(257)
三、	合成纤维的微观结构概述	·····	(260)
第二节	研究纤维结构的几种测试原理简介	·····	(263)
一、	电子显微镜	·····	(263)
二、	X射线衍射仪	·····	(267)
三、	红外和紫外光谱仪	·····	(269)
第五章	纱线的几何性质和品质评定	·····	(273)
第一节	纱线的细度	·····	(273)
一、	纱线的回潮率与重量换算	·····	(273)
二、	纱线的细度指标	·····	(274)

三、纱线细度指标间的关系	(279)
四、重量偏差	(281)
第二节 纱线的细度不匀	(282)
一、不匀率指标及测定方法	(282)
二、变异长度曲线	(284)
三、波长谱图	(286)
第三节 纱线的捻度与纤维在纱中的配置	(293)
一、纱中纤维的排列形态及径向分布	(294)
(一) 纱中纤维的排列形态	(294)
(二) 在混纺纱中纤维的径向分布	(302)
(三) 纱的毛羽	(306)
二、捻度与捻系数	(308)
三、捻度的测定	(314)
四、加捻作用对纱线的影响	(315)
五、股线	(317)
第四节 纱线的品质评定	(319)
一、纱线的强度	(319)
二、纱线的品质评定	(320)
第六章 纺织材料的吸湿性	(322)
第一节 吸湿指标与吸湿机理	(322)
一、吸湿指标	(322)
二、纤维材料的吸湿机理	(326)
第二节 大气条件与纤维吸湿	(331)
一、吸湿平衡与平衡回潮率	(332)
二、温度一定时相对湿度与平衡回潮率的关系	(333)
三、吸湿滞后性	(336)
四、相对湿度一定时温度与平衡回潮率的关系	(338)
第三节 吸湿性对纺织材料性能的影响	(340)
一、对重量的影响	(340)

二、对长度和横截面积的影响	(340)
三、对密度和体积的影响	(341)
四、对机械性质的影响	(343)
五、对热学性质的影响	(344)
六、对电学性质的影响	(346)
七、对光学性质的影响	(347)
第四节 吸湿性的测试方法	(347)
一、直接测定法	(347)
二、间接测定法	(351)
第七章 纤维和纱线的机械性质	(355)
第一节 纤维和纱线的拉伸性质	(355)
一、纤维和纱线拉伸断裂性能的基本指标	(355)
(一) 拉伸断裂强力	(355)
(二) 相对强度	(356)
(三) 断裂伸长	(359)
(四) 拉伸变形曲线和有关指标	(359)
二、纤维和纱线的断裂机理	(363)
(一) 纺织纤维的断裂机理	(364)
(二) 影响纺织纤维拉伸断裂强度的主要因素	(365)
(三) 纱线拉伸断裂机理	(372)
(四) 影响纱线拉伸断裂强度的主要因素	(376)
第二节 纤维和纱线的蠕变、松弛和疲劳	(380)
一、纤维和纱线蠕变、松弛的基本概念	(380)
二、纤维和纱线的疲劳	(390)
三、拉伸试验仪器概述	(397)
第三节 纤维和纱线的弯曲、扭转和压缩	(401)
一、纤维和纱线的弯曲	(401)
二、纤维和纱线的扭转	(410)
三、纤维和纱线的压缩	(417)

第四节 纤维和纱线的摩擦与抱合	(422)
一、纤维和纱线摩擦与抱合的指标.....	(422)
二、纤维间的抱合力及其影响因素.....	(423)
三、切向阻抗系数及其影响因素.....	(425)
四、纤维和纱线的磨损.....	(429)
五、纤维和纱线摩擦、磨损的试验方法简介.....	(432)
第八章 纺织材料的热学、光学和电学性质	(436)
第一节 热学性质	(436)
一、比热.....	(436)
二、导热.....	(437)
三、热对纺织材料的影响.....	(439)
(一) 玻璃化温度、流动温度、熔融与分解.....	(439)
(二) 耐热性.....	(443)
(三) 合成纤维的热收缩与热定形.....	(445)
(四) 纺织材料的燃烧性能.....	(448)
(五) 纺织材料的熔孔性.....	(452)
第二节 光学性质	(456)
一、反射与光泽.....	(456)
二、折射与双折射.....	(458)
三、耐光性.....	(463)
第三节 电学性质	(468)
一、介电系数.....	(468)
二、介电损耗.....	(471)
三、电阻.....	(473)
四、静电.....	(478)
第九章 织物的基本结构	(484)
第一节 织物的分类	(484)
一、机织物.....	(484)
二、针织物.....	(485)

三、非织造布·····	(486)
第二节 机织物的基本结构 ·····	(488)
一、机织物的组织·····	(488)
二、经纬纱特(支)数·····	(490)
三、密度与紧度·····	(491)
四、机织物的厚度、平方米重和体积重量·····	(496)
五、机织物中纱线的屈曲波高·····	(500)
第三节 针织物的基本结构与特性 ·····	(501)
一、针织物的线圈结构与线圈长度·····	(501)
二、针织物的组织结构·····	(504)
三、针织物的密度与未充满系数·····	(509)
四、针织物的单位面积重量·····	(511)
五、针织用纱·····	(513)
六、针织物的特性·····	(515)
第十章 织物的基本性能与品质评定 ·····	(518)
第一节 织物的拉伸性能、撕裂和顶破 ·····	(518)
一、拉伸性能·····	(518)
(一) 拉伸试验的测定方法和指标·····	(519)
(二) 影响织物拉伸强度的因素·····	(526)
二、撕裂(撕破)·····	(532)
(一) 撕裂强度的试验方法·····	(532)
(二) 织物撕裂的特征与影响撕裂强度的因素·····	(535)
三、顶破(顶裂)·····	(540)
第二节 织物的耐磨性 ·····	(543)
一、耐磨性的测试方法·····	(543)
二、织物的磨损过程·····	(549)
三、影响织物耐磨性的因素·····	(552)
第三节 织物的弯曲性能与手感 ·····	(567)
一、刚柔性与悬垂性·····	(567)

二、抗皱性与免烫性·····	(576)
三、起拱变形·····	(586)
四、手感与风格·····	(587)
第四节 机织物与针织物的起毛、起球与钩丝·····	(596)
一、起毛、起球·····	(596)
二、钩丝·····	(608)
第五节 织物服用性能与纤维性能的关系·····	(610)
一、化学纤维品种的影响·····	(611)
二、混纺比的影响·····	(614)
三、纤维长度、细度与卷曲度的影响·····	(619)
四、不同拉伸特性纤维的影响·····	(624)
五、不同收缩纤维的影响·····	(627)
第六节 织物穿着舒适性与透通性·····	(629)
一、热湿平衡性与穿着舒适性·····	(629)
二、服装材料的物理特性与穿着舒适性·····	(630)
三、不同纤维材料与穿着舒适性·····	(639)
第七节 机织物与针织物的品质评定·····	(641)
一、机织物和针织物的品质要求和评定方法·····	(641)
二、纺织品标准化·····	(642)

绪 论

一、本课程的内容

纺织工业是国民经济的重要部门之一。首先，它是人民生活必需品的生产部门，我国历年统计，人民生活总支出中约有五分之一用于服装和家用纺织品的消费。其次，它为工业和其他行业的生产提供重要原材料，满足诸如电工材料工业、电子工业以及航空、冶金、机械、建筑、水利等工业部门及医疗卫生、宇航与航天、牧业、渔业等方面对纺织品的需求。再次，国防装备的许多方面也都离不开纺织品。此外，纺织工业历来是国民经济纯收入中重要来源，三十多年来它为我们社会主义祖国建设资金的积累作出了重大贡献，并将在今后现代化建设中继续发挥重要作用。同时，纺织品贸易的外汇收入占我国外汇收入的近四分之一。而且纺织工业职工也是一支力量雄厚的卓有素养的宏大队伍。有关情况可参看表1。

纺织工业所使用的纤维原料（纺织纤维）及其加工制造的半成品（条子、粗纱等）、制品（纱线、织物包括机织物或梭织物、针织物、编结物、毡品、非织造布等）统称为纺织纤维材料，简称纺织材料。“纺织材料学”是研究纺织纤维、纱线、织物及其半成品的结构、性能，结构与性能的关系，及其与纺织加工工艺的关系等方面知识、规律和技能的一门科学。

人类从远古以来，逐渐积累了相当丰富的关于纺织纤维及其产品结构与性能的知识，近百年来逐渐整理发展，到本世纪中叶获得迅速发展，并与其他学科互相联系、渗透，形成了比较完整的学科体系和理论基础，成为一门独立的分支学科。从目前发展的阶段看，纺织纤维材料科学的研究内容主要包括下述部分：

表1

我国纺织工业

年份	原棉 产量 (t × 10 ⁴)	羊毛 产量 (t × 10 ⁴)	生丝 产量 (t × 10 ⁴)	苧麻、黄 麻、亚麻产 量 (t × 10 ⁴)	化学纤 维产量 (t × 10 ⁴)	棉布产量 (m × 10 ⁸)
1949			0.18		—	18.9
1952	130.3	3.63	0.56	34.6	—	38.3
1957	164.0	4.32	0.99	35.4	0.02	50.5
1965	209.8	7.49	0.91	30.9	5.01	62.8
1978	216.7	13.82	2.97	111.4	28.46	110.3
1980	270.7	15.92	3.54	113.6	45.03	134.8
1984	625.8	14.08	3.76	154.2	73.49	136.9

发展情况一览表

毛线 产量 (t × 10 ⁴)	呢 绒 产 量 (m × 10 ⁴)	苧麻布、 亚麻布 产 量 (m × 10 ⁴)	丝织品 产 量 (m × 10 ⁴)	纺织工 业总产 值 (亿元)	纺织工 业总产 值占全 国工业 总产值 (%)	纺织 工业 提供 税利 占全 国财 政收 入 (%)	纺织 商品 零售 总额 占全 国消 费品 零售 总额 (%)	纺织品 出口总 额占全 国出口 总额 (%)	纺织工 业职工 总数 (万人)
0.18	0.05	18	0.50					74.50	
0.20	0.04	68	0.65	94.3	27.5	3.8	19.3	5.2	99.89
0.57	0.18	2524	1.45	143.6	20.4	5.7	18.7	17.7	200.17
1.10	0.42	2711	3.42	220.7	15.5	9.8	19.1	20.3	155.04
3.78	0.89	2551	6.11	529.1	11.2	9.8	22.0	22.1	311.21
5.73	1.01	4062	7.59	735.5	13.4	14.5	23.1	17.7	386.03
11.00	1.80	6460	11.78	1082.9	11.1	7.2	19.8	15.4	426.05

1. 自然界存在的天然纺织纤维和人工制造的纺织纤维的分类及其特征；

2. 各类天然纤维和人造纤维（化学纤维）的结构，包括组成成分、分子构型与构象、分子排列与堆砌形式、纤维形态特征，及其间的鉴别；

3. 纤维的形态参数、物理机械性质、化学性质及其表达指标、测试原理与方法；

4. 纤维结构与性能之间的关系与影响规律，各种性能在纺织工艺加工中的表现及对生活、工业、国防应用的影响与规律；

5. 纱线、织物的结构、形态、工艺性能、物理机械性能及其间的关系；

6. 纺织纤维、纱线、织物品质评定的考核指标、测试方法、仪器设备的结构和性能、评价方法及其标准化；

7. 纺织最终产品的组成、结构、物理机械性能、化学性能以及这些性能在人体穿着中所构成的“人、服装、环境”系统中及其他最终应用中的反映、影响和规律。

本课程作为纺织工程专业、针织工程专业的一门基础课程，将提供有关纺织纤维、纱线、织物的结构、性能和测试方面的基本理论、基本知识和基本技能。其中一部分内容（如纺织纤维的结构、性能等）是纺织工艺理论分析、设备设计和纺织工艺设计的理论基础，纺纱、织造、针织等工艺参数设计、纺织机器设备的工艺参数设计、适用的纺织产品的结构设计和原料选配等，均需以纤维性能为依据。其中另一部分内容（如纱线和织物的结构和性能等），其理论知识是产品品质评定和控制的基本依据。还有一些内容（如纤维、纱线、织物的品质评定和测试技术，纱线和织物的结构、性能与测试等）则是有关专业毕业生工作中实际应用的专业知识和专业技能。本课程理论教学与实验教学要求密切结合，重视实验教学并分配较多实验教学时数以保证理论联系实际和培养必要的操作技能。

尤其在不断出现新原料，需要制订相适应的加工工艺技术措施时，以及在社会提出新型要求的产品（如工业用、国防用的新型织物）生产而需要合理选择原料、设计纱线和织物的结构、加工设备、加工工艺与技术措施时，将较多地用到纺织材料学的知识。

当前，我国纺织纤维原料有了迅猛的增加，原棉、蚕茧蚕丝、苧麻、山羊绒等的产量均进入世界最前列，兔毛、羊毛、化学纤维等的产量也占世界总产量中很大的比例。在此情况下，如何更好充分利用纤维原料资源，开发纺织各类产品，及其在服装用布、铺饰用布（如窗帘、椅套、壁挂、床罩、地毯及其他装饰）、工业用布（从包装、蓬盖、过滤、运输、容贮、建筑、道路、堤护到冶金、航空、航天、机械等）、国防用布（从飞机翼布、降落伞、大型气球、炮衣到各种伪装网和居住护卫条件等）、科学用布（从电子直线加速器到宇航服等）等各方面的应用，需要纺织生产者熟悉各类纺织纤维的性能、特点及其与纺织产品性能的关系，以及对纺织工艺加工的要求；需要纺织生产者掌握纤维工艺加工与纺织产品性能的规律、恰当的纺织加工工艺措施，纺织产品的性能指标、品质评定方法和标准。这些都需要纺织材料学的基本理论、知识和技能。在进一步探索纺织纤维材料和纺织加工工艺的新课题时，也必须具备纺织材料科学的理论、知识和技能。因此，纺织工程专业、针织工程专业的学生应该认真学习纺织材料学的理论课和实验课。对纺织类其他专业的学生，这门学科的知识也是不可缺少的。

二、纺织纤维及其制品的分类

从生产实用角度看，凡是直径数微米到数十微米或略粗些，长度比直径大许多倍（上千倍甚至更多）的物体，一般都称作纤维。其中长度达到数十毫米以上，具有一定的强度、一定的可挠曲性和互相纠缠抱合性能和其他服用性能而可以生产纺织制品（如纱线、绳带、机织物、针织物等）的，叫做纺织纤维。