



高等学校规划教材

GAODENG XUEXIAO GUIHUA JIAOCAI



天然纺织纤维 加工化学

TIANRAN FANGZHI XIANWEI
JIAGONG HUAXUE

邓一民 主编

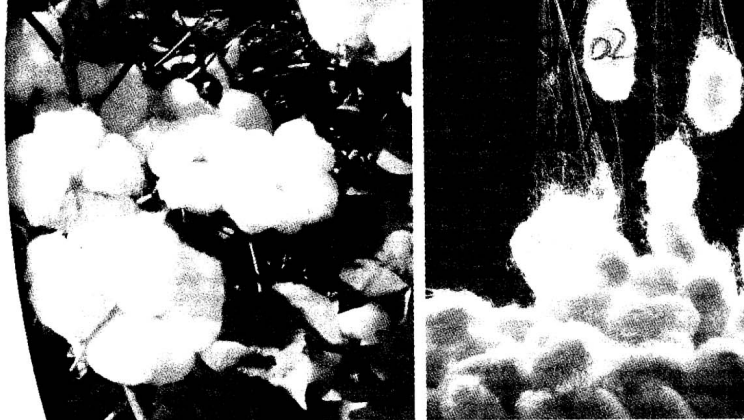


西南师范大学出版社

国家一级出版社 全国百佳图书出版单位



高等学校规划教材
GAODENG XUEXIAO GUIHUA JIAOCAI



天然纺织纤维 加工化学

TIANRAN FANGZHI XIANWEI JIAGONG HUAXUE

主 编 邓一民
副主编 田保中 胡凤霞
参 编 张同华 王 浩 张袁松
汤 华 卢 明



西南师范大学出版社
国家一级出版社 全国百佳图书出版单位

图书在版编目(CIP)数据

天然纺织纤维加工化学/邓一民主编. —重庆:
西南师范大学出版社, 2010. 8

ISBN 978-7-5621-5022-0

I. ①天… II. ①邓… III. ①天然纤维—化学加工—
高等学校—教材 IV. ①TS102

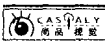
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 164456 号

天然纺织纤维加工化学

主 编 邓一民

副主编 田保中 胡凤霞

责任编辑:杨光明

封面设计: 周 娟 钟 琛

出版发行:西南师范大学出版社

(重庆·北碚 邮编:400715)

网 址:www.xscbs.com

印 刷:重庆荟文印务有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:15

字 数:380 千字

版 次:2010 年 9 月第 1 版

印 次:2010 年 9 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 978-7-5621-5022-0

定 价:28.00 元

前言 QIAN YAN

纺织加工化学是纺织工程的专业基础课程之一,由于专业的发展,课程体系的改进,原纺织加工化学的部分内容已成为独立的课程,如《纺织浆料学》等,但天然纺织纤维化学加工依然是其重要研究内容,为适应新形势和新的教学需要,特编写本教材《天然纺织纤维加工化学》。

本书以麻、蚕丝、羊毛、羽毛纤维四种主要天然纤维为例,重点介绍了这四种天然纺织纤维原料及其杂质的性质,论述了其脱胶除杂的主要化学加工过程、化学加工的理论基础、化学加工原理和工艺。同时,本书在第一、二、三章介绍了天然纺织纤维化学加工所必备的基础理论、加工用水及其排污水的处理、助剂基础知识及其选用。天然纺织纤维加工工艺过程和工艺条件会因许多因素而变化,如原料来源、工厂条件、下游工序要求等等,只有在掌握了各种天然纺织纤维加工化学的基本原理,了解其加工的共性、个性及其相互间的关系,学会分析问题、解决问题的方法,才能达到触类旁通并在实际工作中灵活应用的目的。

本书每章开头的“内容提要”,有助于快速了解该章的内容;每章结尾有3个实验可供学生实验选用,以帮助加深对理论知识的理解和实验技能的训练拓展;每章后的“习题”,可帮助学生进一步加深对知识点的理解和思考。天然纺织纤维化学加工综合应用了基础化学的知识,在学习天然纺织纤维加工化学前应该具有相关化学知识,如普通化学、有机化学、天然高聚物化学、分析化学、仪器化学等等,才能更好地理解、掌握本书的内容,并达到举一反三的效果。

本书编写过程中参考了很多前辈、同仁的文献资料,由于篇幅的限制,有些引用文献并没有在参考文献中一一列出。同时,本书的出版得到了西南大学的资助和西南师范大学出版社的大力支持。在此,特向所有给予我们帮助和支持的同志表示衷心的感谢!

本书编写时间紧迫,加之作者水平有限,错误和不妥之处,敬请批评指正!

编者
2010年7月

目 录 MU LU

第一章 天然纺织纤维及其理化性能	1
第一节 天然纺织纤维及其初加工概述	1
第二节 几种天然纺织纤维的生物学特征及纤维品质	2
第三节 天然纺织纤维的物理机械性能及电化学性质	10
第四节 天然纤维素纤维的结构组成及其理化性质	13
第五节 纤维素伴生物及其性质	24
第六节 天然蛋白纤维及其性能	30
本章实验	40
第二章 纺织工业用水及其处理	46
第一节 纺织工业生产用水	46
第二节 印染废水的特征及排放标准	48
第三节 印染废水处理的基本方法	55
第四节 各类天然纺织物印染废水处理技术	74
本章实验	81
第三章 纺织助剂	88
第一节 概述	88
第二节 表面活性剂	91
第三节 前处理助剂	94
第四节 印染助剂	107
第五节 后整理助剂	115
本章实验	122
第四章 麻纤维的脱胶与除杂	129
第一节 麻的胶质特性	129
第二节 麻纤维的化学脱胶	132
第三节 麻的生物脱胶	147
本章实验	153

第五章 毛纤维加工化学	159
第一节 纺织用毛类纤维概述	159
第二节 洗毛	162
第三节 炭化	173
第四节 新型洗毛方法	179
本章实验	182
第六章 蚕丝脱胶及除杂	187
第一节 丝类原料及其杂质	187
第二节 化学脱胶及除油	196
第三节 酶脱胶	202
第四节 绢纺原料精练	204
本章实验	209
第七章 羽毛纤维	214
第一节 羽毛纤维的形态和结构	215
第二节 羽毛纤维的物理化学性能	219
第三节 羽毛纤维的漂白	224
本章实验	229





第一章 天然纺织纤维及其理化性能

内容提要:本章首先介绍了天然纺织纤维的种类及主要特征,然后分别简要介绍了天然纤维如棉、麻、丝、毛和羽毛纤维的初加工特点,天然纤维的生物学特征和品种特征。重点对天然动植物纤维的组成、理化性能和电化学性能进行了阐述。

第一节 天然纺织纤维及其初加工概述

一、天然纺织纤维

天然纺织纤维是自然存在和生长的具有纺织价值的纤维。世界上天然纤维的产量不断增加,成为纺织产业的重要原料。20 世纪中叶以来,随着合成纤维产量的迅速增长,纺织原料的构成发生了很大变化,天然纤维在纺织纤维中所占的比例有所下降,但仍占有相当的比例。表 1-1 中列举了主要的天然纤维及其分类与名称。

表 1-1 主要天然纤维的来源分类与名称

分类	定义	组成物质	纤维来源
植物纤维	取自于植物种子、茎、韧皮、叶或果实上获得的纤维	主要组成物质为纤维素	①种子纤维:棉;②韧皮纤维:苧麻,亚麻,大麻,黄麻,红麻,罗布麻,苘麻等;③叶纤维:剑麻,蕉麻,菠萝叶纤维,香蕉茎纤维等;④果实纤维:木棉,椰子纤维;⑤竹纤维:竹子纤维
动物纤维	取自于动物的毛发或分泌的纤维	主要组成物质为蛋白质	①毛纤维:绵羊毛,山羊毛,骆驼毛,驼羊毛,兔毛,牦牛毛,马海毛,羽绒,野生骆马毛,变性羊毛,细化羊毛等;②丝纤维:桑蚕丝,柞蚕丝,蓖麻蚕丝,木薯蚕丝,天蚕丝,柳蚕丝,蜘蛛丝等
矿物纤维	从纤维状结构的矿物岩石获得的纤维	二氧化硅、氧化铝、氧化铁、氧化镁等	各类石棉,如温石棉、青石棉、蛇纹石棉等

二、天然纺织纤维的初加工概述

天然纤维的初步加工在于对纤维的提取加工,将非纤维类物质去除而制取出可用于纺织品加工的纤维,下面简述几种纺织上常用的动植物纤维的初加工过程。

(一)棉纤维的除糖加工

部分棉纤维、进口棉(如苏丹棉)和国产棉(如少数新疆棉)中有较多的糖分,称为含糖棉。其原因在于:棉花生长过程中虫子的糖性分泌物残留在纤维上;喷洒的农药中含有黏性物质;由于品种、气候的关系,多缩戊糖、果胶物质等高分子糖类物质转化为纤维



素的生物化学过程不完善;外来糖类物质的污染等。当棉纤维含较多黏性糖分含糖0.3%以上,纺纱易缠绕加工部件,使生产难以顺利进行,成纱质量下降,必须进行适当处理。在实际生产中的脱糖处理有物理方法、化学方法、物理化学方法、微生物学方法等。

(二)麻类纤维的初加工

麻类纤维的初加工包括剥皮、刮麻、脱胶。脱胶在于除掉原麻中的胶质,如半纤维素、果胶、木质素、水溶物、脂、蜡质、灰分等,有化学、生物脱胶两种方法。化学脱胶是根据原麻中纤维素和胶质成分对碱、无机酸和氧化剂作用的稳定性不同来除去胶质,以碱煮为主。生物脱胶是利用微生物来分解胶质。

(三)毛纤维的初加工

羊毛纤维的原毛中含有大量的杂质,如羊毛脂、羊汗、砂土、粪尿、草叶、草秆及蛋白质污染层(PCL)等,纤维在进入纺纱工序之前必须除杂,即除掉非纤维类物质和不适于纺纱的纤维。该初加工过程为:原毛→选毛→开毛→洗毛→烘干→洗净毛。

(四)蚕丝的初加工

蚕丝中含有丝素、丝胶、油脂、蜡质、灰分等。为了除去绢纺原料上的大部分丝胶和油脂,使纤维间胶着点分开,并去除黏附在原料上的尘土等杂质,制成洁净蓬松的精干绵。蚕丝的精练,一般有化学精练和生物化学精练。化学精练主要是利用化学药剂的作用去除丝胶和油脂、灰分等,生物化学精练是利用微生物或酶制剂使丝胶油脂和丝胶水解。

(五)羽毛、羽绒的初加工

从家禽或野禽上采集下的羽毛、羽绒中往往混有大量的硬毛片、长毛片、未成熟毛(血管毛)、杂质(灰沙、皮屑、小血管及其他杂物)以及大量的细菌、病毒等微生物。为保证使用中的安全性和舒适性,需要除掉其中的“无用成分”,并进行灭菌、消毒处理。其初加工过程一般为:原料毛→粗分→除灰→精分→打包→成品(规格毛)。在未经水洗的羽毛、羽绒类的规格毛中仍含有大量细菌、病菌等微生物,仍不能作为羽毛、羽绒制品。原料仍需进一步加工。经水洗的羽毛、羽绒的初加工过程一般为:规格毛→清洗→脱水→烘干→冷却→打包,这样处理过的羽毛、羽绒便成为纺织品加工的原料。

第二节 几种天然纺织纤维的生物学特征及纤维品质

一、麻纤维

麻纤维是人类最早用做衣着的纺织原料。我国现存的新石器时代的纺织品有江苏吴县草鞋山公元前3600年的原始绞纱葛织物,浙江吴兴钱山漾公元前2700年的绢片、丝带和麻布。湖南省长沙马王堆汉墓中也有精细的苎麻布。《诗经》中也曾用“东门之池,可以沤苎”描述麻纤维的制取。可见,人类对麻纤维的应用已有很长的历史。

麻纤维是从各种麻类植物的茎、叶片、叶鞘中获得的纤维,包括一年生或多年生草本双子叶植物皮层的韧皮纤维和单子叶植物的叶纤维。在纺织工业中,采用较多的麻纤维有苎麻、亚麻(胡麻)、黄麻、洋麻(槿麻)、大麻、苘麻、罗布麻、剑麻、蕉麻等。从一些双子



叶植物茎皮层中提取获得的纤维称为韧皮纤维,如苧麻、亚麻、黄麻、洋麻(槿麻)、大麻、苘麻、罗布麻等,这类纤维在世界各地分布较广。在韧皮纤维中,黄麻、洋麻纤维含有较多的木质素,其质地较粗硬,称为木质纤维,适于制作麻袋、凉席、绳索等。而苧麻、亚麻、大麻、罗布麻纤维中木质素含量少,质地较柔软,称为非木质纤维,是理想的纺织原料。叶纤维是从草本单子叶植物叶片或叶鞘中提取获得的纤维,如剑麻、蕉麻等,这类纤维大多分布在热带或亚热带地区,又称热带麻,纤维粗硬、坚韧、变形小、强力高、湿强更高、耐海水和酸碱腐蚀,主要用于制作绳索、渔网等。表 1-2 列出了各种麻纤维主要的物理机械性能。

表 1-2 各种麻纤维主要的物理机械性能

麻 别	苧麻	亚麻	黄麻	洋麻	苘麻	大麻	罗布麻	剑麻	蕉麻
密度/ $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$	1.54~1.55	1.46	1.21	1.27	1.62	1.49		1.25	1.45
工艺纤维长度/cm		45~75		100~350	100~350	100~200		60~120	150~250
工艺纤维细度/tex	0.45~0.91	1.25~2.5	2.2~5	4~6.7	5.6~14.3				
工艺纤维强度/ $\text{kg} \cdot \text{g}^{-1}$		2~6	30~40		40~50	75~93		80~94	127
单纤维长度/mm	20~250			2~6	1.5~6	15~25	20~25	1.5~4	3~12
单纤维细度/ μm	40	12~17	15~18	14~33	15~33	15~30	17~23	20~30	16~32
单纤维强度/ $\text{cN} \cdot \text{tex}^{-1}$	61.6~70.4	52.8~61.6	3~4.3		26~36	58~68	56.8~74.5		48~63

(一) 苧麻及其纤维特性

苧麻,荨麻科,苧麻属,为多年生宿根性草本植物,宿根年限可达 10~30 年以上。苧麻是中国的国宝,我国的苧麻产量约占全世界苧麻产量的 90% 以上,在国际上称为“中国草”。苧麻纤维具有良好的纺纱性能及服用、使用性能,是重要的纺织原料之一。苧麻适宜在温带及亚热带地区生长。我国主要产地分布在北纬 $19^{\circ} \sim 39^{\circ}$ 之间,南起海南省、北至陕西省均有种植苧麻的历史,长江流域产麻区是我国的主要产麻区,其栽培面积及产量占全国总栽培面积和总产量的 90% 以上。

苧麻生长周期约为 50~90 d,随气候条件不同而异。我国华南地区一般年收 3~4 次。华中地区一般年收 3 次,生长期头麻 90 d 左右,二麻 50~60 d,三麻 70~80 d。就纤维品质而言,一般头麻最好,二、三麻次之。

苧麻纤维中间有沟状空腔,管壁多孔隙,并且细长、坚韧、质地轻、吸湿散湿快,其透气性比棉纤维高 3 倍左右。同时,苧麻纤维还有一定的卫生保健功能,其纺织制品有良好的穿着服用性能。苧麻织物具有粗犷、挺括、典雅、轻盈、凉爽、透气、抗菌等特点,其优越性与独特风格是别的纤维无法比拟的。

(二) 亚麻

亚麻,亦称鸦麻、胡麻,学名 *Hibiscus Cannabinus*, L.。系亚麻科亚麻属草本植物。亚麻属植物达百余种,一年生或多年生。纺织工业应用的亚麻品种均为一年生。

亚麻分纤维用、油用和油纤兼用三种。前者通称亚麻,亚麻茎细而高,一般不分枝,纤维细长,质量好,是优良的纺织纤维。后两者一般称胡麻,油用亚麻茎粗短,分枝多,主要是取种子供榨油用,纤维粗短,质量差。油纤兼用亚麻的特点介于亚麻和油用亚麻之



间,既收取种子也收取纤维,可用于纺织。亚麻在北纬 $48^{\circ}\sim 55^{\circ}$ 之间的地区最适宜种植。世界上种植亚麻的国家主要在东、西欧。我国种植纤维用亚麻主要在黑龙江省,其次为吉林省。种植油用亚麻的地区主要有内蒙古、西北和华北等。

亚麻纤维柔软,光泽好,耐磨性好,吸湿性好,是优质纺织原料。可纺高支纱,织成的衣料平滑整洁,也可织制各种粗细的帆布。亚麻织物较棉织物穿着舒适、卫生,有优异的服用性能。亚麻主要用于织造亚麻衣料,或与苧麻、棉花和化学纤维混纺,织造各种服用和装饰用织物,如抽绣布、窗帘、台布、沙发套、餐巾、男女各式绣衣、床上用品等。此外,亚麻纤维吸水后,横截面胀大,能使水龙带等防水织物的布眼挤胀堵塞,达到不漏水的效果,在工业上主要用于织制水龙带和帆布等。

(三)黄麻

黄麻,又名络麻、绿麻、莢头麻,椴树科黄麻属一年生草本韧皮纤维作物,是亚热带植物。黄麻有两大品系,圆果种黄麻(*Corchorus Capsularis* L.),俗称络麻、绿麻、台湾麻、火麻、幼麻等,纤维束色泽洁白,又称为白麻;长果种黄麻(*Corchorus Olitorius* L.),俗称黄头麻、络麻、莢头麻,纤维束呈浅棕色,又称红麻,也称土沙。

黄麻是最廉价的天然纤维之一,种植量和用途的广泛性都仅次于棉花。它和洋麻、大麻、亚麻、苧麻等同样属于韧皮纤维(从植物内皮或外皮提取的纤维)。纤维的颜色从白色到褐色,长 $1\sim 4$ m。黄麻主要分布在热带和亚热带地区。我国黄麻主要产于浙江、安徽、广西、广东、湖北、四川等地。黄麻纤维成熟期一般为 $100\sim 140$ d,而从出苗到种子成熟则需 $140\sim 210$ d。

黄麻成熟纤维收获后要进行脱胶加工,常用微生物方法进行脱胶。俗称沤麻或精洗,多在产地进行。经脱胶、晒干后的麻通称熟麻,即黄麻纺织厂的原料。

黄麻单纤维长度为 $2\sim 4$ mm,比较柔软且有一定光泽,束纤维可以织成高强度的粗糙的纱线,有多种用途。可用于原棉打包的包装,制成袋子或粗布,还可以织成窗帘、椅套、地毯、粗麻布和油布的衬背等。

(四)洋麻

洋麻,学名 *Hibiscus Cannabinus* L.,又称槿麻、红麻、印度络麻、野麻等。属锦葵科木槿属一年生草本植物,我国各地均有栽培,是重要的麻类植物。

洋麻是我国主要麻类资源之一,其单纤维长度为 $2\sim 6$ mm,比黄麻粗硬,束纤维大量用于制作包装用麻袋和麻布等,也可用于家用和工农业用粗织物。

(五)大麻

大麻,又称火麻、汉麻、魁麻、线麻、寒麻、杭州麻等,学名 *Cannabis Sativa* L.,大麻科(或桑科)大麻属一年生草本植物的韧皮纤维。大麻是世界上最早栽培利用的纤维作物之一。大麻有早熟、晚熟两类,早熟纤维品质优良,晚熟纤维粗硬。目前大麻主要产地是中国、印度和苏联地区,我国以山东、黑龙江两省生产最多,安徽、山西、甘肃、河北等省也有生产。

大麻纤维单纤长 $15\sim 25$ mm,细度 $15\sim 30$ μm 。纤维柔软,其纺织品没有刺痒感和粗糙感。大麻纤维中心有细长的空腔,并与纤维表面纵向分布的许多裂纹和小孔相连,吸放湿能力较强,大麻织物夏季穿着凉爽。大麻纤维的截面呈不规则的三角、多边、腰圆等形状,对光波、音波具有良好的消散作用,一般的大麻织物,无需特别的处理即可屏蔽



95%的紫外线。大麻纤维是热的不良导体,其抗电击穿能力比棉纤维高30%~90%,是良好的绝缘材料。同时,大麻纤维还具有抗霉杀菌的功效。

(六)罗布麻

罗布麻,又称红野麻、夹竹桃麻、茶叶花、茶棵子。学名 *Apocynum Venetum* L.,为夹竹桃科罗布麻属多年生宿根草本植物,有红麻和白麻两种,生长于河岸、山沟、山坡的砂质地。罗布麻适合于低温、盐碱、干旱沙荒地区种植。主要分布在新疆、东北及黄河流域地区。

罗布麻纤维是一种野生的高级纺织原料,其纤维细度和强力等比棉花大5~6倍,素有“纤维之王”的称号。纤维耐腐蚀,可做高级衣料、渔网线、皮革线、雨衣及高级纸张,可与棉、毛、丝混纺,制作高档纺织品。

(七)剑麻

剑麻,又称西沙麻、龙舌兰麻、香麻等,学名 *Agave Rigical* M.。剑麻具有喜高温、耐干旱的特点,适于生长的年平均气温为21℃~37℃。剑麻大多分布于南北纬30°间热带、亚热带地区。我国剑麻栽培主要集中在广东、广西、福建及海南等地。

剑麻叶的硬质纤维具有拉力强、耐海水浸、耐摩擦、富有弹性等特性,可作渔业、航海、工矿、运输用绳索、帆布、防水布等原料。此外,生产过程中产生的短纤维,可制成一般用的绳索、鞋垫、缆绳及手提袋等日常用品,也可用作家具的填充物,还可与塑料混合压成硬板,制成家具。

二、棉纤维

棉纤维,是棉花种子上被覆的纤维。棉花属锦葵科棉属,是一年生植物。从棉株上摘下的成熟的棉花称为籽棉。籽棉经过轧花机初步加工将棉籽与棉纤维分离,籽棉除去棉籽后剩下的含有杂质的棉纤维称为皮棉,又称原棉。棉纤维是纺织工业中使用量最大,与人类生活最密切的天然纺织原料。

世界原棉产区主要分布在南纬30°和北纬42°之间的热带、亚热带和温带广大地区。中国、美国、印度、乌兹别克斯坦、埃及等国产量较大,中国的单产量最大。我国的产棉区分布很广,主要产地多集中在长江和黄河流域一带。

棉纤维是由胚珠(以后发育成棉籽)的表皮细胞经过伸长和加厚而形成的。正常成熟的棉纤维,横截面呈不规则的腰圆形,内有空腔,纵向呈不规则且沿长度方向上不断改变转向的螺旋形扭曲,称天然转曲。空腔的大小及纤维细胞壁的厚薄视棉花的品种及成熟度而定。未成熟的棉纤维形态干瘪,胞壁很薄,空腔宽大,横截面扁平,纵向呈薄带状,没有或很少有天然转曲,纤维强度低。过成熟的纤维形态丰满,空腔细小,胞壁厚实,横截面呈圆形,纵向呈棒状,无天然转曲,纺纱性能低。因此,当纤维成熟到一定程度时必须及时收摘,过早、过迟对纤维品质都是不利的。

棉纤维在生长过程中,纤维素的含量随生长天数的增加而增加,其他成分如多缩戊糖、蛋白质、脂肪蜡质、灰分等,特别是水溶物含量则随生长天数的增加而下降。水溶物基本上由可溶性果胶物质构成,在纤维生长过程中,果胶物质可能通过一系列的氧化还原反应,最后形成纤维素。有些研究者认为,果胶物质和多缩戊糖是构成棉纤维素的基

础物质,随着植物的生长,这些物质逐步转变为纤维素。

目前,世界各国栽种的棉花主要有细绒棉(又称陆地棉)、粗绒棉和长绒棉(又称海岛



棉)三个品种,其中以长绒棉的品质及纺纱性能最好,用以制织高档织物,或纺制特种用纱线,织制特种织物。根据皮棉的制取加工方法不同,棉纤维又分为皮辊棉和锯齿棉两种。

棉织物具有吸湿和透湿性好,柔软、保暖性和服用性好的特点,因而棉纤维的机织物、针织物大量地用于人们的衣着。

三、毛纤维

(一)绵羊毛

羊毛,是人类最早利用的天然纺织纤维之一。绵羊毛在纺织原料中占有相当大的比重,世界上绵羊毛产量较大的国家有澳大利亚、前苏联、新西兰、阿根廷、中国等。羊毛纤维的品质特征不仅决定于绵羊的品种、性别,还决定于外界因素,如饲养、看护及管理。绵羊毛的长度、细度和均匀度对羊毛的质量具有重要意义,成为评定羊毛品质的主要因素之一。

羊毛的分类:

1. 按羊毛组织结构分类

(1)细绒毛:纤维细度在 $30\text{ }\mu\text{m}$ 以下,无髓质层、卷曲多。

(2)粗绒毛:较细绒毛粗,直径在 $30\sim 52.5\text{ }\mu\text{m}$ 之间,一般无髓质层,卷曲较细,绒毛少。

(3)粗毛:有髓质层,直径在 $52.5\sim 75\text{ }\mu\text{m}$ 之间,卷曲很少。

(4)发毛:有髓质层,直径大于 $75\text{ }\mu\text{m}$ 。纤维细长,无卷曲,在毛丛中常形成毛辫。

(5)腔毛:在改良毛、土种毛和 60 以上支数毛中,在 500 倍显微投影仪下观察,髓腔长达 25 mm 以上,宽为纤维直径 $1/3$ 以上的羊毛纤维,称为腔毛。

(6)两型毛:一根毛纤维有的粗细不匀,兼有绒毛和粗毛的特征,有断续的髓质层的,称为两型毛。

(7)死毛:除鳞片层外,几乎全是髓质层,称为死毛。纤维脆弱易断,呈枯白色,无纺织价值。

2. 按纤维类型分类

(1)同质毛:在同一毛被上的羊毛纤维如果属于同一类型,称为同质毛。同质毛按细度又可分为:

细毛——品质支数在 60 支及 60 支以上的羊毛(平均细度在 $25\text{ }\mu\text{m}$ 以下),称为细毛。

半细毛——品质支数在 46~58 支(平均细度 $25.1\sim 37\text{ }\mu\text{m}$)之间的羊毛称为半细毛。

粗长毛——品质支数 46 支以下(平均细度在 $37\text{ }\mu\text{m}$ 以上),长度在 10 cm 以上的羊毛,称为粗长毛。实际上粗长毛包括半粗毛(平均细度为 $37\sim 62\text{ }\mu\text{m}$)和粗毛(平均细度为 $62\text{ }\mu\text{m}$ 以上)两类。

(2)异质毛:假如同毛被上的羊毛纤维不属于同一类型,同时含有细毛、两型毛、粗毛、死毛不同类型的羊毛,称为异质毛。我国改良毛基本上属同质毛,而土种毛则系异质毛。

羊毛具有弹性好、吸湿性强、保暖性好等优点,大量用于高档纺织品的制作。采用好羊毛生产的非织造布,仅限于针刺造纸毛毯、高级针刺毡等不多的一些高级工业用布。



一般采用的是羊毛加工中的短毛、粗毛,通过针刺、缝编等方法生产地毯的托垫布、针刺地毯的夹心层、绝热保温材料等产品。

(二)特种动物纤维

1. 山羊绒

山羊绒是山羊的绒毛,通过抓、梳获得,称抓毛。山羊绒又叫“开士米”或克什米尔(Cashmere)。山羊绒颜色有白、紫、青色,在我国紫色较多。山羊绒无髓质,强伸性、弹性都优于相同细度的绵羊毛。

2. 马海毛

马海毛是土耳其安哥拉山羊毛的音译商品名称。南非、土耳其和美国为马海毛的三大产地。马海毛的世界年产量约3万t。马海毛是异质毛,其细度约 $10\sim 90\mu\text{m}$,长度约 $12\sim 26\text{cm}$ 。马海毛的特点是直、长、有丝光。

3. 兔毛

用于纺织的兔毛主要为普通兔毛和安哥拉兔毛。安哥拉兔毛为长毛兔毛,有不同品系。兔毛有 $5\sim 30\mu\text{m}$ 的绒毛(约占90%)与 $30\sim 100\mu\text{m}$ 的粗毛(10%)两类纤维,绒毛的平均直径约 $11.5\sim 15.9\mu\text{m}$ 。绒毛与粗毛都有发达的髓腔,光泽强,比重轻,吸湿性好,但强度低。兔毛密度小,纤维细软,制品蓬松,质轻。兔毛表面比羊毛光滑、卷曲少,鳞片厚度较低,摩擦系数小,抱合力差,纺纱性能差,织物服用中易脱毛。

4. 骆驼绒

骆驼绒是从骆驼身上自然脱落或梳绒采集获得。骆驼身上的外层毛粗而坚韧,称为骆驼毛,在外层粗毛之下有细短柔软的绒毛,称为骆驼绒。

5. 绵羊绒

绵羊绒是土种粗绵羊毛(包括裘用绵羊)异质毛被中的底层绒毛。

6. 牦牛绒与牦牛毛

牦牛绒(毛)多为黑色、褐色,有少量白色。牦牛毛有粗毛和绒毛,绒毛纺织价值高。其纤维由鳞片层与皮质层组成,髓质层少。牦牛毛有无规则卷曲,缩绒性与抱合力较小。牦牛绒的断裂强力高于山羊绒、驼绒、兔毛。

7. 羊驼毛

羊驼毛表面的鳞片贴伏且边缘光滑,卷曲少,卷曲率低,摩擦系数较羊毛小。羊驼毛富有光泽,有丝光感,抱合力小,防毡缩性较羊毛好。羊驼毛的洗净率高达90%以上,不需洗毛直接应用。羊驼毛强力较高,断裂伸长率大,加工中断头率低,不适合纺高支纱。

四、丝纤维

(一)蚕丝

蚕丝是熟蚕结茧时分泌的丝液凝固而成的连续长纤维,是人类最早利用的天然动物纤维之一。从单个蚕茧抽得的丝条称为茧丝,它由两根单纤维借丝胶黏合包覆而成。将几个蚕茧的茧丝抽出,借丝胶黏合包裹而成的丝条,统称为蚕丝。除去丝胶的蚕丝,叫做精练丝,是制作各种高档纺织品的理想原料。

1. 蚕的分类及产地

蚕作为一种具有分泌丝质物和吐丝结茧本能的昆虫,有家蚕和野蚕之分。根据食物不同,蚕可以分为桑蚕、柞蚕、蓖麻蚕、木薯蚕、柳蚕和天蚕等。



(1) 桑蚕

又称家蚕,是以桑叶为主食的吐丝结茧的经济昆虫之一。属鳞翅目,蚕蛾科,学名 *Bombyx Mori Linnaeus*。桑蚕起源于中国,主要分布在温带、亚热带和热带地区,桑叶是家蚕最适合的天然食料。桑蚕结的茧可以缫丝,家蚕丝是优良的纺织纤维。

(2) 柞蚕

以柞树叶为主食,学名 *Antherea Pernyi Guerin-Meneville*。原产中国,主要分布在中国,在朝鲜、韩国、俄罗斯、乌克兰、印度和日本等国亦有少量分布。柞蚕茧可缫丝,柞蚕丝是柞绸的原料。

(3) 蓖麻蚕

以蓖麻蚕叶为主食,学名 *Philosamia Cynthiaricini Boisduval*。原产印度东北部,中国、美国、斯里兰卡、马耳他、意大利、菲律宾、埃及、日本和朝鲜等国都有饲养。蓖麻蚕茧不能缫丝,只能作绢纺原料,纺制蓖麻绢丝,也有与桑蚕废丝、柞蚕废丝、苧麻、化纤等混纺的蓖麻混纺绢丝。蓖麻蚕以木薯为饲料时,生产上俗称木薯蚕;蓖麻蚕以马桑叶为饲料时,生产上俗称马桑蚕,在我国的湖南、湖北、贵州、四川、广西、甘肃、陕西等省都有饲养。

(4) 天蚕

天蚕是自然界中一个十分珍稀的物种,是可以缫制翠绿丝野蚕,宁安是我国为数很少的天蚕产地之一,天蚕茧色为绿色,能缫丝,丝质优美、轻柔,不需要染色而能保持天然绿色,并具有独特的光泽,被称为赛过黄金的绿色软宝石。织成丝绸色泽艳丽、美观,是高级的丝织品。

2. 蚕茧

蚕茧是蚕成熟以后,从茧头部的喷丝嘴挤出黏液,经过丝表层的胶质而使丝迅速硬化而形成的。桑蚕茧由茧衣、茧层、蛹衬、蛹体等构成。茧衣在茧的最外层,含胶量多,丝细、疏松而凌乱,它不能缫丝,但可作绢纺原料。蚕内外层的蚕丝都可以缫丝,约10%茧量的丝被缫成生丝。蛹衬的丝细而紊乱,含胶量少,强力差,是制作汰头的原料。

桑蚕茧的颜色主要有白色、黄色及绿色。茧的颜色主要来源于所食饲料,但又与蚕的品种有关。色素一般存在于丝胶中,可随胶质的脱除而去除。淡绿色茧是由叶绿素进入蚕体后重新合成的,这种色素在丝胶与丝素里都有,难以除去。蚕茧的厚薄影响制成率的多少,茧层愈厚,制成率愈高。

3. 绢纺原料

绢纺是指把养蚕、制丝、丝织中产生的疵茧、废丝加工成纱线的纺纱工艺过程。原料来自蚕农、收茧、缫丝厂、织绸厂中的屑丝、下茧、次茧以及副产品。又可分为桑蚕原料、柞蚕原料和蓖麻蚕原料。根据蚕丝纤维性能不同,精练工艺有差异。

(1) 桑蚕原料

桑蚕原料有茧类和丝类两种。茧类原料来自蚕茧站的叫收购下脚茧,一般未剥去茧衣,称为毛茧,分类不清。来自缫丝厂的称为选剥次茧和下茧,茧衣已剥除,称为光茧,分类清楚。丝类原料都来自缫丝厂、绸厂的次品和副产品。

茧类原料按部标分为六类,即双宫茧,口类茧,黄斑茧、柴印茧、蛆孔茧,汤茧,薄皮茧和血茧。丝类原料分为长吐、短吐、汰头、毛丝等。

(2) 柞蚕原料



这类原料种类繁多,精练不易掌握,有破损茧、天然破口茧、印痕茧、污染茧、不良茧、大挽手、二挽手和扯挽手。

(3) 蓖麻蚕原料

有含蛹茧、剪口茧、蛾口茧及烂茧。

(二) 蜘蛛丝

蜘蛛与蚕一样,属于节肢动物,蜘蛛是八条腿的蛛形纲成虫。蜘蛛丝呈金黄色、透明,它的横截面呈圆形。蜘蛛丝的平均直径为 $6.9\ \mu\text{m}$,大约是蚕丝的一半,是典型的超细、高性能天然纤维,与其他天然纤维和化学纤维的对比见表 1-3。

表 1-3 蜘蛛丝与部分纤维的性能对比

纤维	密度/ $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$	GPa	强度/GPa	韧度/ $\text{MJ} \cdot \text{m}^{-3}$	断裂伸长率/%
蜘蛛丝	1.3	10	1.1	160	27
锦纶 66	1.1	5	0.95	80	18
Kevlar49	1.4	130	3.6	50	3
蚕丝	1.3	7	0.6	70	18
羊毛	1.3	0.5	0.2	60	50
钢丝	7.8	200	1.5	6	1

五、羽毛纤维

羽毛、羽绒是禽类皮肤的衍生物,分布在禽类的全身。羽毛、羽绒纤维以采集的家禽和野禽的羽毛为主。家禽有鸡、鸭、鹅,野禽有山鸡、大雁、野鸭等。羽毛的产量为活重的 7%~9%。羽毛、羽绒在纺织产业的应用越来越广泛,可用于服装及寝具的填充料,还可作为体育用品、工艺品。近年来,随着纺织加工技术的不断进步,研究人员相继开发生产出羽绒纱线、羽绒织物等,因此其经济价值日渐突出。我国是羽绒、羽毛及其制品的生产和贸易大国,羽绒、羽毛资源非常丰富,年产量达 60 多万吨,占世界总产量的 60%。

羽毛按其形态、功能可分为正羽、绒羽和纤羽。

羽毛纤维的长度和直径波动范围很大(表 1-4),它们与羽片大小、家禽种类以及羽毛的生长状况都有直接关系,这种不均匀性导致纤维强度不稳定,加工困难。此外,羽毛的质量比电阻较高,在纺织加工过程中容易产生静电现象,影响纺织加工的顺利进行。

表 1-4 羽毛纤维与其他纤维的主要物理性能比较

指标	羽毛纤维	羊毛	棉纤维
长度/mm	10~60	25~160	23~33
直径/ μm	20~105	10~80	18~20
密度/ $(\text{g} \cdot \text{m}^{-3})$	0.97~0.99	1.32	1.54
耐热性/ $^{\circ}\text{C}$	160	140	15
质量比电阻($\lg\Omega\text{m}$)	8.5	8.1	6.8
吸湿性(RH)/%	13~14	15~16	8.5
导热系数/ $(\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot ^{\circ}\text{C}^{-1})$	0.024	0.052~0.055	0.071~0.073

注:1. 耐热性是用纤维开始变黄时对应的温度来表征的。

2. 吸湿性测定时的环境条件为标准大气压, $20\ ^{\circ}\text{C}$, 相对湿度 65%。

羽毛纤维作为一种新型的绿色纤维材料具有很多独特的优点。羽毛纤维吸湿性高,纤维柔软而有弹性,羽毛的密度比羊毛和棉纤维都小,其导热系数很低,具有很好的隔热保暖性能。



第三节 天然纺织纤维的物理机械性能及电化学性质

天然纺织纤维的物理机械性能是反映其品质的重要指标,是衡量其纺织品加工性能的参考依据。纤维的物理机械性能表现在多个方面:就化学加工而言,纤维的物理机械性能受加工条件的影响极大;对天然纤维来讲,脱胶、洗毛、精练以及羽毛的净洗工艺会对纤维性能产生直接的影响,工艺条件不同对纤维性能产生的影响不同。因此,选择合适的加工条件对保证纺织工艺过程的正常进行及纺织品的质量有重要的意义。

本节从纤维加工的角度出发,简要介绍化学(或微生物)加工对天然纺织纤维的物理机械性能的影响。

一、化学(或微生物)加工对纤维色泽的影响

天然纤维都有其固有的色泽。成熟的棉纤维呈白色或乳白色,不能正常发育的成熟度差,纤维呈黄白色。棉纤维在潮湿的情况下容易滋生微生物,分泌出纤维素酶和酸,使纤维变成灰白色。苧麻纤维光泽强,原麻呈白、青、黄、棕等深浅不同的颜色,一般呈青白色或黄白色,淹过水的苧麻,纤维略带红色。经过脱胶漂白的苧麻纤维,色纯白,脱胶过度的苧麻颜色变深,光泽差,强度亦降低。因此从纤维的色泽亦能间接判断纤维物理性能的好坏,光泽好而且颜色纯白的苧麻,纤维强度高。亚麻纤维的色泽是决定纤维用途的重要标志,一般以银白色、淡黄色或灰色最佳,以暗褐色、赤色为最差。黄麻、洋麻纤维的色泽与麻纤维的本色及脱胶程度有关。在纺织应用中,把光泽分为富有光泽、有光泽、光泽稍差、光泽暗淡四级,评定时分别对各等麻纤维中各级光泽的组合比例作出规定。羊毛和蚕丝纤维有乳白、微黄色等,有的本身就是有色纤维,化学加工同样会影响纤维的色泽。

为了保证纤维加工(或提取)后保留其原有的光泽,在处理过程中都需要控制加工工艺条件,这也是判断纤维的纯净程度和化学或微生物加工工艺的优劣的依据。

二、化学(或微生物)加工对纤维强度、伸长性能的影响

强度和伸长度是纺织纤维最重要的力学性能之一。强度和伸长度是纤维固有的性质,但化学加工以及微生物加工对纤维强度的影响极大,如麻纤维脱胶处理失当、洗毛工艺处理过度、绢纺原料精练处理不良,都将损坏纤维的强度,破坏其固有的伸长性能,降低其可纺性能。研究表明,纤维素纤维经过碱煮脱胶后,纤维的强度有不同程度的降低,而断裂伸长变大,而且碱的浓度对其影响最大,甚至能破坏纤维,而生物脱胶对纤维的力学性能影响相对较弱。因此,在脱胶过程中必须控制好加工工艺,不使纤维受到较大的损伤。

三、化学(或微生物)加工对纤维线密度(细度)的影响

线密度是反映纺织纤维粗细的性能指标,各种纤维的线密度不同,相同线密度的纤维粗细程度有一定差异。在纺织纤维中,有的是单纤维(如苧麻、棉、毛、丝),有的则是工艺纤维(如亚麻、黄麻、洋麻),因此,不同的纤维在表示线密度时都有一定的基本概念及

适用范围。

天然纺织纤维化学及微生物学加工对其线密度影响较大,尤其是脱胶过程对麻纤维线密度的影响更大。例如,苧麻精干麻的脱胶程度越高,其线密度就越小,反之越大。麻纤维的工艺纤维脱胶不足时纤维线密度大,纤维较粗硬,可纺性能降低。但脱胶过度,纤维间容易解体,工艺纤维减短,可纺性能同样降低,不利于纺织加工。

四、化学(或微生物)加工对纤维长度的影响

纤维长度是纤维固有的性质,也是衡量纤维纺织应用的重要指标之一。对于蚕丝来讲,精练工艺过程对其纤维的长度影响不大,而对于单纤维较短的麻纤维如亚麻、黄麻及洋麻来说,化学及微生物脱胶加工对其工艺纤维的长度影响很大。脱胶过度,工艺纤维解体,长度缩短,降低可纺性能;但若脱胶不足,工艺纤维长度虽可增加,但其线密度过大,可纺性能同样降低。如脱胶过程中经碱液处理后,亚麻纤维的主体纤维比例增大,伸长性提高,并产生大量卷曲,但平均长度减小。

五、化学(或微生物)加工对纤维体积质量和比热容的影响

纤维素纤维的体积质量为 $1.50 \sim 1.56 \text{ g/cm}^3$,比热容为 $1.34 \sim 1.38 \text{ J/(g} \cdot \text{k)}$ 。蛋白质纤维的体积质量为 $1.28 \sim 1.45 \text{ g/cm}^3$,比热容为 $1.38 \text{ J/(g} \cdot \text{k)}$ 左右。纤维的体积质量和比热容与纤维本身的纯净程度和含杂多少有关,这表明纤维的体积质量和比热容受化学加工工艺的影响。

六、化学(或微生物)加工对纤维体初始模量的影响

