

亚麻

YAMA

纤维及应用

XIANWEI JI YINGYONG

贾丽华 陈朝晖 高洁 编著



化学工业出版社

本书介绍了亚麻纤维的结构、组成、性能和脱胶、后整理工艺及其应用。包括亚麻纤维的化学组成、物理性质、力学性能、化学性质, 亚麻纤维中纤维素共生物的结构及对亚麻性质的影响, 各种脱胶、染色、防皱整理、柔软整理、生物整理工艺、特点及对亚麻纤维性能的影响。介绍了亚麻纤维的应用、国际流行趋势和我国发展亚麻织物的优势和意义。

本书可作为大学有关专业本科生和研究生教材。可供从事亚麻纤维研究、生产和应用的专业技术人员阅读参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

亚麻纤维及应用/贾丽华, 陈朝晖, 高洁编著. —北京:
化学工业出版社, 2006. 9
ISBN 7-5025-9299-7

I. 亚… II. ①贾… ②陈… ③高… III. 亚麻-纺织
纤维 IV. TS102. 2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 110837 号

亚麻纤维及应用

贾丽华 陈朝晖 高洁 编著

责任编辑: 靳星瑞 杨立新

文字编辑: 陈雨

责任校对: 陈静 宋夏

封面设计: 北京水长流文化发展有限公司

*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询: (010)64982530

(010)64918013

购书传真: (010)64982630

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷

三河市前程装订厂装订

开本 720mm×1000mm 1/16 印张 15 $\frac{3}{4}$ 字数 316 千字

2007 年 1 月第 1 版 2007 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-9299-7

定 价: 30.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

前 言

21 世纪是“绿色”的世纪，“绿色产品”将是主导世界纺织品和服饰消费的新潮流，崇尚外在形象优美和内在保健的双重功能是服饰消费的新趋势。

亚麻纤维作为主要的高级麻纺原料，素有“纤维皇后”的美称，亚麻的特殊风格是“既挺括又柔韧，具有光滑外表和爽快的内质，视之有明亮光泽而不闪烁耀眼，触之有翩翩之感而不觉轻浮，给人以坚韧纯洁，柔和自然，明亮美观，端庄大方的特殊感觉”。

亚麻纺织品是 21 世纪最具发展潜质的功能性纺织“绿色产品”。亚麻纺织品以其天然的本质和独特的功能，在“返璞归真、舒适健康”的潮流中一直备受青睐。随着全球环境意识的加强和“绿色工程”的兴起，科技工作者对亚麻纤维结构、性能和后整理工艺研究的深入，功能性产品的开发和消费者对亚麻纺织品的重新认识，亚麻纺织品的国内外市场将会有有一个较大的发展。

亚麻纤维的结构、组成和整理工艺对亚麻纤维的质量起着重要作用。近些年来，虽然我国亚麻纤维的研究开发、生产及应用已经有了长足进步，但和发达国家相比，仍有很大差距。我国的亚麻纤维无论从品种，还是从质量上均低于发达国家，应用技术也难以满足人们日益提高的生活和生产需求，为此，如何生产多品种高质量的亚麻纤维是科研和技术人员迫切需要解决的问题。本书介绍了亚麻纤维的结构、组成、性能和脱胶、后整理工艺及其应用。

本书由贾丽华编著第 4、7、8 章，陈朝晖编著第 1、3、5、6 章，高洁编著第 2 章，全书由贾丽华负责整理。薛旭婷为本书的编写出版查阅了大量资料，在此表示诚挚的谢意。本书得到了国家科技部重大基础研究前期研究专项项目“亚麻纤维微观结构、强伸性能、抗皱机理及相关性能研究”（2002CCC01200）的大力支持，一并表示感谢。

由于作者水平有限、经验不足和内容涉及面较广，书中不妥之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

编者

2006 年 8 月

目 录

1 概述	1
1.1 亚麻的种类和历史	1
1.1.1 麻的种类	1
1.1.2 亚麻的起源和应用	3
1.2 亚麻的存在及特点	5
1.2.1 亚麻的种类	5
1.2.2 亚麻的分布	5
1.2.3 亚麻的特点	6
1.3 亚麻纤维的国内外研究及生产状况	8
1.3.1 亚麻纤维的结构研究	8
1.3.2 亚麻纤维的性质研究	10
1.3.3 亚麻纤维的生产状况	10
1.3.4 亚麻纤维研究开发的应用前景	16
参考文献	18
 2 亚麻纤维的物理化学性质及结构	 19
2.1 概述	19
2.2 一般的物理性质	20
2.2.1 色泽	20
2.2.2 长度	21
2.2.3 体积质量和比热容	23
2.3 亚麻纤维的形态结构及化学组成	23
2.3.1 形态结构	23
2.3.2 化学组成	27
2.4 亚麻纤维大分子的化学结构	28
2.4.1 亚麻纤维大分子的化学结构	28
2.4.2 亚麻纤维大分子的结构特点	28
2.4.3 亚麻纤维大分子的化学结构对亚麻纤维性能的影响	29

2.5 亚麻的化学性质	30
2.5.1 亚麻纤维进行化学反应的特征	30
2.5.2 吸湿和溶胀	31
2.5.3 亚麻的降解反应	34
2.5.4 亚麻纤维的接枝改性	42
2.6 亚麻纤维中纤维素的共生物	46
2.6.1 半纤维素	46
2.6.2 果胶	48
2.6.3 木质素	49
2.6.4 含氮物质	49
2.6.5 色素与灰分	51
2.6.6 脂蜡质	51
参考文献	52
 3 亚麻的脱胶	 54
3.1 概述	54
3.2 亚麻脱胶的原理和工艺	56
3.2.1 脱胶的基本原理	56
3.2.2 亚麻纤维理化性质与脱胶工艺的关系	57
3.2.3 胶质中果胶以外成分与脱胶的关系	58
3.2.4 化学脱胶工艺	60
3.2.5 生物脱胶工艺	69
参考文献	73
 4 亚麻织物的染色	 75
4.1 概述	75
4.2 染色理论	75
4.2.1 染料	75
4.2.2 染色理论	76
4.2.3 染色方法和染色设备	80
4.3 漂白	84
4.3.1 漂白的基本原理	85
4.3.2 漂白的工艺选择	94
4.3.3 漂白助剂	97

4.3.4 织物漂白注意事项	101
4.4 亚麻织物的染色	105
4.4.1 染色技术	105
4.4.2 染色工艺	106
4.4.3 主要染料	108
4.4.4 染色助剂	113
4.4.5 影响织物染色的主要因素	115
4.5 改善亚麻纤维染色性能的途径	119
4.5.1 碱法改性	119
4.5.2 等离子体化学处理	119
4.5.3 化学改性法	119
参考文献	124
5 亚麻织物的防皱整理	126
5.1 概述	126
5.1.1 纤维素纤维织物产生折皱的原因	126
5.1.2 纤维素纤维织物的防皱整理	127
5.2 防皱整理剂	128
5.2.1 概述	128
5.2.2 防皱整理剂的结构特点	128
5.2.3 防皱整理剂的分类	129
5.2.4 防皱整理催化剂	140
5.3 防皱整理的基本原理	142
5.3.1 概述	142
5.3.2 N-羟甲基类树脂的作用机理	143
5.3.3 无醛防皱整理机理	143
5.4 亚麻织物无醛防皱整理剂	147
5.4.1 亚麻织物无醛防皱整理剂种类、整理工艺及效果	147
5.4.2 无醛防皱整理剂的发展趋势	163
5.5 亚麻织物防皱性能的评价	165
5.5.1 纺织品防皱整理中甲醛的测定	165
5.5.2 防皱整理剂的测定	166
5.5.3 织物折皱回复角和白度的测定	168
5.5.4 织物物理力学性能的测定	168

5.5.5 防皱整理后织物风格	169
参考文献	170
6 亚麻织物的柔软整理	172
6.1 概述	172
6.2 柔软整理的基本原理	175
6.2.1 表面活性剂类柔软剂的界面吸附	175
6.2.2 柔软剂对纤维表面的润滑性能、降低摩擦系数的改善	175
6.2.3 氨基聚硅氧烷柔软整理机理	177
6.3 柔软整理剂的结构和特性	177
6.3.1 非表面活性剂类	178
6.3.2 表面活性剂类	178
6.3.3 反应型柔软剂	181
6.3.4 高分子聚合物乳液	183
6.4 亚麻织物用柔软整理剂	188
6.4.1 表面活性剂类	188
6.4.2 有机硅柔软剂	189
6.5 亚麻织物柔软性能的评价	193
参考文献	195
7 亚麻纤维的生物整理和等离子体整理	197
7.1 概述	197
7.1.1 生物整理	197
7.1.2 等离子体整理	198
7.2 亚麻纤维的生物整理	199
7.2.1 纤维素酶	200
7.2.2 生物整理原理	202
7.2.3 生物整理的方法与工艺	207
7.2.4 生物整理对纤维性能的影响	211
7.3 亚麻纤维的等离子体整理	213
7.3.1 等离子体概述	214
7.3.2 等离子体整理原理	220
7.3.3 等离子体整理方法与工艺	227
7.3.4 等离子体整理对纤维性能的影响	228

参考文献.....	235
8 亚麻织物的应用	237
8.1 亚麻织物的种类	237
8.1.1 亚麻细布	237
8.1.2 亚麻帆布	240
8.1.3 工业用亚麻纺织品	241
8.2 亚麻织物的国际流行趋势	241
8.3 我国发展亚麻织物的优势和意义	243
参考文献.....	244

1 概 述

1.1 亚麻的种类和历史

1.1.1 麻的种类

麻类纤维是人类最早栽培利用的纤维作物。据传说，公元前五世纪，埃及王阿玛西斯曾送给希腊雅典女神一个绣着金光灿烂的棉花图案的亚麻胸甲，从此，亚麻开始风行欧洲，成为达官贵人身份的象征。时至今日，亚麻织物仍是西方乃至世界社会时尚的选择。麻类纤维可广泛应用于轻工业、重工业、建筑业等各行各业中。我国麻类资源丰富，麻种类繁多，适于纺织，基本上能满足各行各业需求以及人民生活的要求。

麻类作物可以分为韧皮纤维作物和叶纤维作物两类。韧皮纤维作物多属双子叶植物，主要利用植物茎部的韧皮层取得纤维；叶纤维作物多属单子叶植物，主要利用叶片或叶鞘的纤维素纤维。叶纤维麻类适合于热带栽培，因此也称为热带麻。韧皮纤维大多数比较柔软，属于软质纤维。叶纤维大多数脆硬，属于硬质纤维。分布在我国韧皮纤维麻类主要有苧麻、亚麻、黄麻、大麻、红麻、青麻、罗布麻等；叶纤维麻类有剑麻、番麻、狭叶番麻、假菠萝麻等。

苧麻属于荨麻科苧麻属，是多年生宿根性草本植物，是我国的特产。我国的苧麻产量居世界第一位，苧麻在世界上素有“中国草”的美誉。在我国苧麻的种植主要分布在北纬 $21^{\circ}\sim 30^{\circ}$ 之间，其中以湖南、湖北、四川、广西、贵州等省最多。苧麻是麻类纤维中品质最优良的一种，它的纤维洁白细长，富于韧性，拉力强，吸收、散发水分快，适于纺织夏季高级衣料和工业用织物。苧麻织物具有强力高、吸湿散湿快、透气性好、穿着凉爽等特点，但因纤维结晶度高，刚性大、抱合力小，致使苧麻织物手感粗糙，易起皱并有较强的刺痒感，因而使苧麻织物的服用性能受到影响。

大麻又名线麻、汉麻、魁麻，属大麻科，是一年生草本植物。我国的大麻产量

居世界第二位，在全国普遍种植，其中以河北、山西、山东、安徽等省以及东北各省最多。大麻纤维长而坚韧，耐用性和耐腐蚀性强，人们常用它制成渔网、绳索、麻线等。目前，由于大麻化学脱胶技术获得成功，提高了其纤维度和可纺性能，使大麻纺织技术取得了突破性进展，为大麻产品进入服装、装饰织物领域提供了一个广阔前景。

黄麻别名印度麻，属于田麻科，一年生草本植物。在我国，黄麻的栽培面积仅次于印度和孟加拉国，居世界第三位，主要种植在长江流域及以南的温暖地区，以广东、浙江、福建、湖南、湖北、江西、四川等省种植面积最大。黄麻用途比较广泛，由于它具有很大的吸湿性能和较好的散湿性能，并具有一定的张力、弹性和抗腐蚀性，因此，使它成为最好的麻袋纺织工业原料。黄麻纤维容易染色，常用以制造地毯、粗帆布等制品。它还可以编制绳索、麻线或电线包皮布、导火索等。近年来，通过黄麻改性处理和化学精练的工艺，又开发出一批黄麻装饰织物和与化纤混纺交织成的装饰织物、服装原料、沙发布等。

红麻又名洋麻，青麻又名苘麻，均属锦葵科一年生草本植物。在世界上栽培红麻最多的国家是印度及俄罗斯等国。红麻是我国主要的纺织纤维原料之一，主要分布在河南、河北、山东、四川、广东、广西、浙江等省。我国青麻产量居世界第一位，主要分布在辽宁、河南、河北、山东等省。红麻具有吸湿性强的特点，但纤维比较粗硬，因此一般适宜与黄麻混纺，用于织造麻袋、麻布，以供包装之用。它还可以用来纺制粗麻绳、细麻绳、粗帆布、窗帘、地毯等。此外，还用于制造高级纸张。青麻纤维较粗糙脆硬，容易磨损，因此多和黄麻红麻混纺交织，制成麻布、麻袋。青麻纤维适于制作多种绳索、麻线，由于它耐湿性强，也适合于制作渔网及船舶用的绳索。

罗布麻是一种野生多年生宿根性草本植物。罗布麻耐旱、耐寒、耐碱。在我国，罗布麻主要种植在西北部。罗布麻的纤维在野生纤维中最优良，其纤维柔软细长，有光泽，耐磨、耐湿性能优良，罗布麻的纤维可与其他纤维混纺交织成高级衣料、床上用品、室内装饰品。

剑麻属石蒜科，龙舌兰属，是多年生草本植物。主要分布于非洲、亚洲、拉丁美洲热带地区的十多个国家。目前，东非为世界最大产地。我国栽培剑麻的历史仅八十多年，但是近年来发展较快，主要分布在海南、广东、广西、福建、台湾等省（区）。剑麻产量在硬质纤维中占一半左右。剑麻纤维色泽光白，质地比较坚韧、粗硬，拉力强，在浸湿情况下拉力更强。它耐海水腐蚀、耐摩擦，在海水中耐磨性更好。因此，它在重工业、国防建设、交通运输、航海、远洋捕捞、森林工业上的用途很大。它与软质纤维混纺还可以制成服装布料、地毯和装饰用品等。

亚麻别名胡麻，属亚麻科，亚麻属，为一年生草本植物。亚麻的原产地至今说法不一，有主张原产地在黑海或里海一带，也有主张在高加索或波斯湾沿岸及中国。

表 1-1 为几种麻纤维的化学组成和结构。

表 1-1 几种麻纤维的化学组成和结构

纤维	纤维素 (质量分数)/%	细胞长度 /mm	螺旋角 /度	单纤维素 /%	果胶质 /%	木质素 /%	蜡状物 /%	含水量 /%
黄麻	61.0	2.3	8.0	20.4	0.2	13.0	0.5	12.6
亚麻	71.0	20.0	10.0	18.6	2.3	2.2	1.7	10.0
大麻	74.4	23.0	6.2	17.9	0.9	3.7	0.8	10.8
苧麻	68.6	154.0	7.5	13.1	1.9	0.6	0.3	8.0
剑麻	78.0	2.2	20.0	10.0	—	8.0	2.0	11.0
椰麻	43.0	0.8	45.0	0.3	4.0	45.0	—	8.0

1.1.2 亚麻的起源和应用

1.1.2.1 亚麻的起源

亚麻 (linen) 纤维来源于亚麻 (flax) 这种植物。亚麻植物是最宝贵的生态资源之一，它是一种可再生的资源，处处都是宝，并且亚麻在种植过程中无须使用除草剂和杀虫剂，可以说是一种绿色环保纤维。亚麻纤维是世界上最古老的纺织纤维，古埃及人早在 8000 年前就使用了亚麻，是亚麻发展的起点。我国在 4700 年前首先使用了苧麻，后来又用到了亚麻。

据说，一两万年前，古埃及人就开始在尼罗河谷种植亚麻。从现代考古的发现可以推断，亚麻织物最迟出现在公元前五千至四千年，而且那时已经出现了织布机。对埃及法老墓的研究表明：那时亚麻布的织制水平已经很高了，法老们已经开始使用亚麻布。古埃及男子们无论地位高低皆袒胸露臂，下身包缠着的围裙就是以亚麻制成的，叫做“罗因·克罗斯” (loin cloth)，法语称这种亚麻缠腰布为“闲提” (shenti)。而女子以紧身高腰直筒亚麻裙为主，称为“丘尼卡”，并用背带吊在肩上或用腰带系住，其款式多样，由于当时亚麻染色较难，埃及服装以白色调为多见。新石器时代，埃及人就将亚麻引进了地中海沿岸国家，到古罗马帝国兴盛时期，亚麻在欧洲各地更加普遍，在古希腊、保加利亚的鲁赛布、格鲁吉亚等地都有公元前几世纪的亚麻遗迹。中世纪以来，亚麻又从瑞士传到法国、英国、比利时等国家。到 10 世纪初，亚麻纤维即开始作为商品在市场上流通。公元 1760 年，俄罗斯发明家罗季昂·格林科夫发明了亚麻梳麻机，使亚麻纺织工业进入了新时代。随后，在盛产亚麻的法国，拿破仑为了解决当时的衣着问题，发布命令悬赏 100 万法郎奖励发明出可以生产更好的亚麻纺织品纺纱机的人，1810 年，法国人菲利普·热拉尔发明了湿纺细纱机，从此人类纺织史上出现了亚麻纺织业的第一次兴盛时期。亚麻制品以更为广阔的用途进入人们的生活领域。

亚麻纤维制成的织物用途很广泛，可以用作服装面料、装饰织物、桌布、床上用品和汽车用品等产业用品。随着新品种、新技术、新纺纱方法、新织造方法及新的整理工艺的出现，亚麻制品产业的发展势头越来越好。目前，亚麻制品的主要生

产地是法国、比利时、荷兰等地，中国亚麻的种植面积虽然较高，但亚麻纤维的产量仅排在世界第六位。

亚麻纤维是人类最早用于纺织的天然可再生资源之一，是生长在北纬 $45^{\circ}\sim 55^{\circ}$ 的一年生草本植物。一般来说，亚麻在三月播种，七月收获。最近，法国的亚麻种植者组成的合作组织 Terre de Lin 开发出了于当年六月种植，来年六月收获的新品种——冬季亚麻，该品种能生长在温度为 -10°C 的环境中。收割亚麻时，须将整个植物连根拔起，以便获得完整的纤维长度，这样还能防止纤维变色。近年来，我国的亚麻纺织工业有了很大的发展，正逐渐取代俄罗斯而成为世界第一亚麻工业大国。

亚麻茎光洁平滑，株高 $0.75\sim 1.20\text{m}$ 。茎秆横截面呈圆形，灰绿色。亚麻纤维处在茎秆的韧皮部，属于韧皮纤维。亚麻纤维外形呈纺锤形，横截面呈多边形，纤长 $10\sim 26\text{mm}$ ，最长可达 130mm 。

1.1.2.2 亚麻的处理

获取亚麻纤维的第一个工序是除籽，接着就是沤麻，即将其他物质同纤维分离。沤麻的方法主要有两种：露水沤麻和水池沤麻。露水沤麻的方法就是将亚麻散铺在地面上，通过露水、雨水、阳光以及一些细菌的作用，将亚麻外部的表皮腐蚀和溶解；水池沤麻的方法是将亚麻浸泡到水中，经过 $6\sim 20$ 天，通过细菌的作用使亚麻表皮溶解，但这个过程与露水沤麻比起来成本较高。亚麻纤维的这两个加工阶段实际上也是我们常说的脱胶过程，由于亚麻纤维是一种多细胞的韧皮纤维，在基于韧皮与木质部之间的果胶层是以束状态的方式生长，亚麻单纤维靠果胶质轴向搭接或侧向转接形成纤维束，纤维之间，韧皮与木质部之间都靠果胶质相连。亚麻脱胶的目的主要是破坏纤维束与周围组织的黏结程度，使得韧皮与木质部易于分离，同时又较少破坏连接单纤维之间的胶质。除了传统的露水浸渍和水池沤麻之外，还有酶处理、化学处理及物理处理方法，其中传统的露水浸渍沤麻的纤维分离度最小，化学处理的纤维分离度最大，但对亚麻纤维的损伤也要大一些。第三个工序是打麻，以使木质素分离，将麻纤维从受潮湿腐烂的原茎中抽取，打麻过程将亚麻原茎分成细长纤维的打成麻、短纤维及木质性杂质。打成麻通过节梳工序制成麻条，发往亚麻纺纱厂。

亚麻纺纱可采用干法纺纱或者湿法纺纱。亚麻短纤维也可用于非织造布生产，如纸张；同时也可用来生产产业用纺织品，如绝缘材料。亚麻的下脚料可用来制作一些工业制品。目前，亚麻的一个新用途是作为汽车内部装饰，欧洲著名汽车公司如宝马、奥迪、SAAB 在汽车内已采用由亚麻与涤纶混合的非织造布。

1.1.2.3 亚麻的应用

亚麻纤维作为主要的高级麻纺原料，素有“纤维皇后”的美称，这是将亚麻风格，抽象为人物形象的具有深刻而广泛含义的表达。亚麻的特殊风格是“既挺括又柔韧，具有光滑外表又爽快的内质，视之有明亮光泽而不闪烁耀眼，触之有翩翩之

感而不觉轻浮，给人以坚韧纯洁，柔和自然，明亮美观，端庄大方的特殊感觉。”如今，防皱、免烫亚麻制品的诞生和混纺产品的出现，使亚麻产品的市场进一步拓展了。由于亚麻织物具有上述特点和风格，近年来在国际市场上，随着人们崇尚自然，崇尚绿色理念的发展，亚麻纺织品被视为人类文明的象征，广泛用于服装、装饰和其他领域。

1.2 亚麻的存在及特点

1.2.1 亚麻的种类

亚麻科亚麻属植物，是浩瀚的植物界成员之一。亚麻属植物达百余种，有一年生和多年生。纺织工业应用的品种不多，均为一年生草本植物，分纤维用、油用和油纤兼用三种。亚麻茎细而高，蒴果少，一般不分枝，纤维细长质量好，是优良的纺织纤维。油用亚麻茎粗短，蒴果多，分枝多，主要是利用其种子供榨油用，纤维粗短而且质量差。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。

在我国，习惯上对纤维用亚麻叫亚麻，而对油用和油纤兼用亚麻则叫胡麻，二者同属被子植物门、双子叶植物纲、牛苗儿目、亚麻科、亚麻属和栽培种亚麻。在亚麻属内有 200 多种植物，包括一年生或多年生草本植物，甚至灌木型植物，大部分是野生的，栽培种极少。栽培种亚麻的经济价值最高，广泛用作纺织原料和油料作物。按种内植物分类法，栽培的亚麻分为种、变种等类型。根据亚麻的生物学、形态学和经济特性将变种又分为纤维用亚麻、油纤兼用亚麻、油用亚麻、大粒种亚麻、半冬性匍匐茎亚麻 5 类。

1.2.2 亚麻的分布

麻类作物在世界上除南、北极外均有分布，是世界植物中分布最广泛的作物之一。而亚麻纤维从来就是一种珍贵稀少的纺织资源纤维用亚麻属亚寒带作物。农学家们认为，北纬 47° 左右是其适宜的种植区，虽然其他地区也能种植，但是纤维的产量和质量较差。纤维用亚麻由于生物学特性、起源以及人们穿着习俗等原因，栽培地域较窄，主要分布在欧洲。在地理上属于温带和寒温带，多集中在北纬 $45^{\circ} \sim 65^{\circ}$ 范围内。现有的统计资料表明，世界亚麻种植面积，由于世界人口增长，与粮食争地，从 1950 年的 $313 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 逐步减少，1960 年为 $303 \times 10^4 \text{ hm}^2$ ，1970 年为 $234 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。1980 年以来，仅维持在 $150 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 到 $200 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 之间。亚麻产量如下。第二次世界大战结束时 $36.6 \times 10^4 \text{ t}$ 。战后，亚麻纤维产量迅速恢复和增加，而且由于农业科学的进步，总产量从 1950 年的 $46.6 \times 10^4 \text{ t}$ ，到 1970 年达到 $62.7 \times 10^4 \text{ t}$ ，1978 年仅前苏联一国的产量就达到 $44.9 \times 10^4 \text{ t}$ ，到目前增加到 $70 \sim$

80×10⁴t。但这些亚麻纤维仅占世界纤维总量的 2% 左右，只及羊毛纤维产量的一半，远远不能满足人们的需要。特别重要的是，受自然条件的影响，这些纤维总量中，可以用来生产高档纺织品的优质纤维，只产于西欧的法国、荷兰、比利时等局部地区，产量只有总量的 10%。

目前，世界上纤维用亚麻种植面积约为 (1.4~1.6)×10⁶hm²。油用亚麻一般种植在热带和亚热带地区，以俄罗斯、美国、阿根廷、印度等国为主要产地。油用和油纤兼用亚麻分布地域很广，温带和亚热带栽培较多，主要有俄罗斯、波兰、捷克、斯洛伐克、罗马尼亚、匈牙利、法国、比利时、德国、荷兰和中国等。

中国是世界产麻大国，产麻地区横跨寒、温、热三带，麻区之大，麻的种类之多，麻的产量之高，在世界上是少见的。1988 年，中国纤维用亚麻栽培面积为 1.5×10⁵hm²，占世界纤维亚麻种植面积的 9%，主要产区分布在黑龙江、吉林两省，近年又发展到新疆、内蒙古、辽宁、宁夏、甘肃等省和自治区。中国油用和油纤兼用亚麻主要分布在华北、西北等地的高寒、干旱地区，近年来栽培面积为 66×10⁴hm² 左右，占世界该作物总面积的 12%，其中以内蒙古、甘肃、新疆、山西、河北、宁夏最多，其次为青海、陕西等省（区），西藏也有零星种植。具体分布如表 1-2 所示。

表 1-2 中国主要亚麻生产省的亚麻种植状况

产区	种植面积/10 ⁵ m ²	纤维用量/(10 ⁴ t/a)	产区	种植面积/10 ⁵ m ²	纤维用量/(10 ⁴ t/a)
黑龙江	8.00~10.00	5.000~6.000	新疆	0.50	0.250
吉林	0.70	0.250	内蒙古	0.35	0.150
辽宁	0.07	0.250			

胡麻主要分布在西北和华北的高纬度地区，栽培面积约为 6×10⁵hm²，其中以内蒙古自治区、甘肃省、新疆维吾尔自治区、山西省、河北省和宁夏回族自治区为最多。

中国种植纤维用亚麻主要在黑龙江省，其次为吉林省。黑龙江省大量种植亚麻始于 20 世纪 30 年代初，原料加工工业基本上也是在这时出现的。1949 年中国亚麻原茎的产量为 4.99×10⁴t、亚麻纤维的产量约为 0.75×10⁴t。1980 年亚麻纤维产量达到 2.6×10⁴t，其中黑龙江省约占中国总产量的 95% 以上。中国种植油用亚麻的地区主要是内蒙古、西北和华北等地。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。亚麻织物属于高档纺织品。亚麻在工业上主要用于织制水龙带和帆布等。

1.2.3 亚麻的特点

亚麻纺织品具有 10 个特点和 5 种风格。10 个特点是：①吸湿优良；②静电小；③导热良好；④保暖性强；⑤抗拉力高；⑥抗腐耐热；⑦平直光洁；⑧光泽柔和；⑨纤细柔软；⑩循环波浪。

5种风格是：①光明圣洁；②端庄大方；③卫生宜人；④刚正坚韧；⑤节奏自然。

其优良的卫生功能是源于以下原因。

① 亚麻纤维惊人的吸湿散湿能力，是其卫生功能第一基础。为什么夏季穿着亚麻衣料舒服、凉爽，冬季觉得温暖？为什么亚麻装饰能调节环境？主要是因为亚麻纤维特有的运输水分的能力。亚麻是一种一年生的草本植物，优良的纤维用亚麻，茎径不到2mm，而茎长可以在1m以上。为了维持它的生命，需在生长期內吸收和运送大量的水分，亚麻纤维是在麻茎的皮层，占有20%位置，是运送水分的主要组成部分。由于又细又长的亚麻有极大的比表面积，水分的需要量很大。前苏联的试验数据为，每生长1kg亚麻植物要提供470kg水，而且要在短短的30~40天的生长期內完成。为了与自然斗争取得生存资格，亚麻纤维得天独厚地具有比其他纤维大几倍的吸湿和运送水的能力。

② 亚麻纤维特有的低静电、低磁场效应是给予其纺织品优良卫生功能的又一项基本品质。最近中国纺织科学研究所和北京市劳动保护科学研究所也在一项试验中发现，毛、麻、棉纤维在空气中摩擦产生的静电量，以亚麻最低，其在空气中摩擦产生的静电量约为棉纤维产生的静电量的1/8。

③ 亚麻纤维平直光洁，在50倍以上的放大投影中，它像一节节竹子，没有棉、毛纤维等的扭曲现象。这个特点，虽然使它失去了纤维产品的弹性和易于起皱，但却以它的平直，光洁的纤维结构，使一些难免会堆积上细微尘埃或污物的纺织品（如平面铺设的垫、罩等），也因尘埃找不到藏身之处而易于清除。在卫生性能上作为低静电的补充。

④ 纤维的表面光泽。由于亚麻纤维的横断面呈五角形，而且具有自然的光泽。这使它能够适应生长环境，既能在阳光过于猛烈时减少辐射热的伤害，又能适当地获取阳光热量。这种表面自然光泽特性，使它成为衣着时，既可以保护皮肤，又能帮助人体调节环境影响。

⑤ 亚麻纤维本质引起的工艺特征。由于亚麻纤维细度高达4500~7500公支，（现存的文献记载9000公支）比苧麻（1500~2000公支）细，而且比棉花还细，但是由于平均长度只有20mm左右，因此必须以束纤维纺纱，并出现了独特的湿法纺纱工艺，获得了高密度的湿纺纱或相对疏松的干纺纱。这就可以根据不同需要，制造出更适应人体卫生条件的产品。虽然亚麻纤维本身的热导率与其他纤维一样，但是却可以依赖不同的工艺生产方式，制造紧密的有金属丝感觉的湿纺细纱，使织物更具凉爽感。也可以用相对疏松的干纺纱产品作为外衣织物，以增加保暖感。

⑥ 由第一条基础条件引出的纤维在吸湿条件下的发热功能（称润湿热）。人们从纺织材料的热学特性中知道，亚麻吸湿热能力比棉纤维高18%，比苧麻纤维高17%。在生产过程中，喷水加湿的纤维堆，立即发热，如通风不良甚至可引起自燃。根据计算，1kg亚麻衣服从冬季室内18℃、相对湿度45%，走到室外5℃、相

对湿度 95% 的寒冷处，约可以放热 60000cal (1cal=4.184J)，相当于身上带着一个 70W 的电热器。

1.3 亚麻纤维的国内外研究及生产状况

1.3.1 亚麻纤维的结构研究

1.3.1.1 亚麻纤维的结构

亚麻纤维存在于亚麻植物茎部的韧皮组织中。韧皮纤维结构复杂、独特，从外表看，典型的韧皮纤维是由若干根纤维黏合而成的，因此其纤维横截面形状不规则。见图 1-1。

单纤维为初生韧皮纤维细胞，一个细胞就是一根单纤维。在麻茎截面中，每 30~50 根单纤维被胶质黏结在一起组成一个纤维束，见图 1-2。纤维互相搭接、在韧皮组织中形成一种网状结构。其结构示意图见图 1-3。

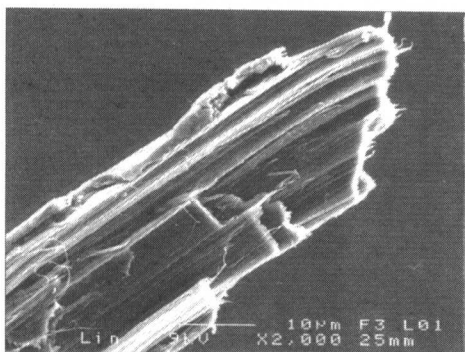


图 1-1 黏合的亚麻韧皮纤维 (×2000)

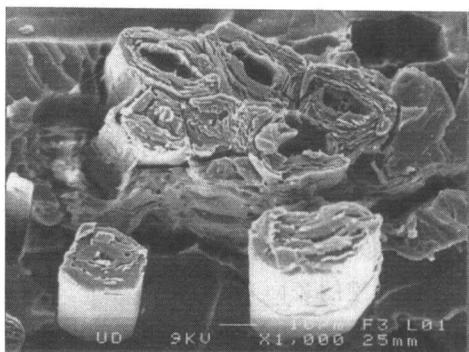


图 1-2 亚麻纤维束的横截面 (×1000)

亚麻单纤维是细长、具有中腔的两端封闭呈尖状的细胞，平均长度为 17~25mm，最大长度为 130mm，表面有裂节（见图 1-4），裂节是鉴别麻类纤维的重要特征之一。亚麻纤维的横截面为五角形或六角形，细胞壁厚约 7μm 左右，平均宽度为 12~17μm，单纤维支数约为公制 3500 支。亚麻纤维横截面细胞壁中有层状轮纹形结构，轮纹由原纤层构成，厚度平均为 0.4μm 左右。原纤层由许多平行排列的原纤以螺旋状缠绕而成，原纤直径 0.2~0.3μm，初生壁原纤螺旋角为 10°，次生壁外层原纤螺旋角为 5°，倾斜方向为 Z 向，取向度达 74%~90%，接近于苧麻，而高于棉。亚麻纤维的双折射率为 0.062~0.068，结晶度在天然植物纤维中也是比较高的，单纤维强度和刚性都远大于棉纤维，手感粗硬，但比苧麻纤维柔软，断裂伸长率约 3.0% 左右，接近苧麻纤维。因此，亚麻织物有挺括、滑爽、弹性差、易折皱的特点。

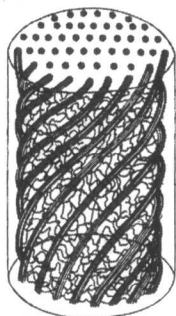


图 1-3 亚麻纤维束结构模型

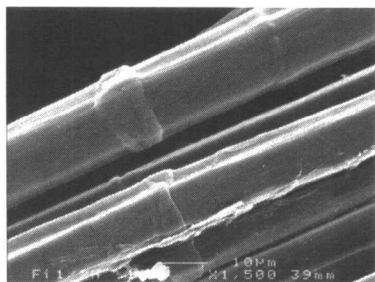


图 1-4 亚麻纤维的裂节

1.3.1.2 亚麻纤维结构的研究方法

亚麻的结构研究中经常要进行化学成分分析、纤维细度测量、纤维强伸性能测量（纤维束比强度、断裂伸长率、断裂比功）、纤维聚合度测量、纤维取向度和结晶度测量、纤维形态观察、吸湿膨胀率测试，运用的测试手段大体上包括以下内容。

(1) 化学成分分析

按 GB 5889—86 测试，给出各成分含量百分比 X_i (%)。

(2) 纤维细度测量

几种测量亚麻、大麻的典型方法有：重量法、气流法、截面图像分析法和 OF-DA 测定法。

(3) 纤维强伸性能测量

采用 TENSOR 束强仪测量纤维束比强度 Q (cN/dtex)、断裂伸长率 e (%)、断裂比功 J (cN/dtex) 及其相对应的变异系数 CVQ 、 CVe 、 CVJ 。

(4) 纤维聚合度测量

按 GB 5888—86 测试，给出黏度值。

(5) 纤维取向度和结晶度测量

采用 D/max-BX 射线衍射仪（日本理学公司）测试。

(6) 纤维形态观察

用 GAMSCAN Stero-4 扫描电子显微镜观察和拍摄特征图像，加速电压 5~10kV，电流 180mA。单纤维直径用台式投影仪放大 100 倍后测量，长度则直接量出，试样数各为 600。

(7) 吸湿膨胀率测试

在 $20^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ ， $65\% \pm 3\% \text{RH}$ 条件下，测量干态和湿态纤维的形态尺寸，干态纤维在标准大气条件平衡 24h 后测量，湿态纤维为经 25°C 温水浸渍 24h 后取出，去除滴水，随即进行测量。纵向测量试样数为 100，径向测量试样数为 20。