



“十三五”普通高等教育本科部委级规划教材

毛纺工艺与设备



MAOFANG GONGYI
YU SHEBEI

季 萍 王春霞 主 编
陆振乾 宋晓蕾 副主编



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

毛纺工艺与设备

季 萍 王春霞 主 编

陆振乾 宋晓蕾 副主编

 中国纺织出版社

内 容 提 要

本书系统介绍了毛纺工艺及设备,主要包括毛纺原料、毛纺产品及毛纺纺纱系统、羊毛初步加工、精梳毛纺、粗梳毛纺、绒线生产等。其中精梳毛纺分精纺毛条制造、精纺前纺、精纺后纺等三项内容。同时以毛纺生产各工序的“目的、设备、工艺原则及质量要求”作为主线对毛纺加工系统进行介绍。

本书可用于高等院校纺织类的专业课教材,也可供纺织企业有关人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

毛纺工艺与设备/季萍主编. —北京:中国纺织出版社, 2018. 1

“十三五”普通高等教育本科部委级规划教材

ISBN 978 - 7 - 5180 - 4261 - 6

I. ①毛… II. ①季… III. ①毛纺织—生产工艺—高等学校—教材 ②毛纺织—设备—高等学校—教材 IV. ①TS13

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 310718 号

责任编辑:王军锋 责任校对:武风余
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

2018 年 1 月第 1 版第 1 印刷

开本: 787 × 1092 1/16 印张: 13

字数: 265 千字 定价: 52.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社图书营销中心调换

前言

纺织纤维的种类繁多,如棉、麻、丝、毛等天然纤维、人造纤维及化学纤维等,纤维的长度、细度、内部结构、表面形态都有很大差别,不能用同一种加工系统来纺纱。产品用途不同的相同原料也不能用同一种加工系统来纺纱,纺纱设备的组合必须适合加工纤维的特征和成纱的要求,本书介绍了针对毛纤维加工的纺纱系统。

本书从介绍毛纺原料的特点、精梳毛纺产品及粗梳毛纺产品两大类产品的特点,展开羊毛初步加工、精梳毛纺、粗梳毛纺、绒线生产等毛纺加工系统的介绍,精梳毛纺包括精纺毛条制造、精纺前纺、精纺后纺等三个部分。重点介绍毛纺各工序的目的、设备、工艺原则及质量要求。

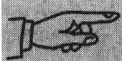
本书可用于高等院校纺织类的专业课教材,也可供纺织企业有关人员参考。

本书由盐城工学院教材出版基金资助,由盐城工学院纺织服装学院教师编写,编写人员共同参与本书的策划和编写大纲的确定,全书最后由季萍修改定稿。具体分工为:第一章毛纺原料及产品——王春霞、季萍;第二章羊毛初步加工——季萍、王春霞;第三章精纺毛条制造——季萍、陆振乾;第四章精纺前纺——季萍、陆振乾;第五章精纺后纺——季萍、宋晓蕾;第六章粗梳毛纺——季萍、宋晓蕾;第七章绒线生产——季萍、王春霞。

除了上述执笔人员外,南通大学季涛为本书编辑提供了宝贵的资料和指导性建议,盐城工学院纺织服装学院林洪芹、刘丽、马志鹏、吕景春、王玮玲、张伟、贾高鹏、刘国亮、崔红、高大伟、郭岭岭等提供了有关资料和建议,袁淑军、吕立斌、毕红军、宋孝浜、秦卫兵等对本书提供了不少宝贵意见,在此一并致以谢意。

限于编者水平有限,本书内容可能有不够确切、完整之处,恳请读者指正。书中参考了其他教材和专业资料,在此谨表示感谢。

编著者
2017年9月



课程设置指导

课程名称：毛纺工艺与设备

适用专业：纺织工程专业

总学时：32

理论教学时数：32

课程性质：本课程为纺织工程本科专业的专业选修课。它与天然纤维初加工化学、纺织材料学、纺纱工程、染整技术等课程有密切的关系。

课程目的：

1. 掌握毛纺原料、毛纺产品及毛纺纺纱系统。
2. 掌握羊毛初步加工、精梳毛纺、粗梳毛纺及绒线生产中各工序的目的、设备、工艺原则及质量要求。

课程教学的基本要求：

教学环节包括理论教学、作业和期末考核。通过各教学环节，使学生掌握毛纺工艺与设备的基本知识，提高学生分析问题、解决问题的能力。

1. 理论教学：32学时。教师按教学目的与要求进行授课，对教学的重点和难点进行充分研究，并运用一定的多媒体手段辅助教学。

2. 作业：每个章节教学完成后布置作业，作业尽量系统反映该章的知识点，要求学生按时完成作业，老师及时批改和讲评。

3. 考核：该课程是考查课程，期末考核形式为大作业或小论文，评分标准为：平时（出勤、课堂、作业）30%~40%，期末60%~70%。

教学学时分配

章 数	讲 授 内 容	学时分配
第一章	毛纺原料及产品	4
第二章	羊毛初步加工	4
第三章	精纺毛条制造	6
第四章	精纺前纺	5
第五章	精纺后纺	5
第六章	粗梳毛纺	6
第七章	绒线生产	2
合计		32

目录

第一章 毛纺原料及产品	1
第一节 毛纺原料	1
一、羊毛纤维	1
二、特种动物纤维	8
三、化学纤维	10
四、其他动植物纤维及回用原料	11
第二节 毛纺产品及毛纺纺纱系统	12
一、毛纺产品	12
二、毛纺纺纱系统	25
习题	28
第二章 羊毛初步加工	29
第一节 选毛	29
一、选毛的目的	29
二、选毛的要求	30
三、选毛的依据	32
四、选毛的质量要求	34
第二节 洗毛	35
一、洗毛的目的	35
二、洗毛的原理	35
三、洗毛的设备	37
四、洗毛的工艺	41
五、洗毛的质量要求	46
第三节 炭化	47
一、炭化的目的	47
二、炭化的原理	47
三、炭化的设备	48
四、炭化的工艺	49
五、炭化的质量要求	51
习题	52

第三章 精纺毛条制造	53
第一节 梳条配毛及和毛加油	53
一、梳条配毛	53
二、和毛加油	55
第二节 精纺梳毛	60
一、精纺梳毛的目的	60
二、精纺梳毛的设备	60
三、精纺梳毛的工艺	71
四、精纺梳毛的质量要求	73
第三节 针梳	73
一、针梳的目的	73
二、针梳的设备	74
三、针梳的工艺	79
四、针梳的质量要求	81
第四节 复洗	82
一、复洗的目的	82
二、复洗的设备	82
三、复洗的工艺	85
第五节 精梳	85
一、精梳的目的	85
二、精梳的设备	86
三、精梳的工艺	89
四、精梳的质量要求	91
习题	92
第四章 精纺前纺	94
第一节 条染复精梳	94
一、条染复精梳的目的	94
二、条染复精梳的设备	94
三、条染复精梳的质量要求	96
第二节 混条	96
一、混条的目的	96
二、混条的设备	96
三、混条的工艺	97
第三节 前纺针梳	101
一、前纺针梳的目的	101

二、前纺针梳的设备	101
三、前纺针梳的工艺	102
第四节 粗纱	103
一、粗纱的目的	103
二、粗纱的设备	103
三、粗纱的工艺	111
四、粗纱的质量要求	113
习题	114
第五章 精纺后纺	115
第一节 精纺细纱	115
一、精纺细纱的目的	115
二、精纺细纱的设备	115
三、精纺细纱的工艺	126
四、细纱张力及断头控制	127
五、精纺细纱的质量要求	130
六、精纺细纱的新型纺纱技术	132
第二节 精纺后加工	138
一、并线	138
二、捻线	140
三、蒸纱	147
四、络筒	151
习题	154
第六章 粗梳毛纺	156
第一节 粗纺配毛及和毛加油	156
一、粗纺配毛	156
二、粗纺和毛加油	159
第二节 粗纺梳毛	164
一、粗纺梳毛的目的	164
二、粗纺梳毛的设备及工艺	164
三、粗纺梳毛的质量要求	179
第三节 粗纺细纱	181
一、粗纺细纱的目的	181
二、粗纺细纱的设备	181
习题	188

第七章 绒线生产	190
第一节 绒线生产的工艺流程与设备	190
一、绒线生产的工艺流程	190
二、绒线生产的设备	191
第二节 绒线生产的工艺	193
一、成品规格	193
二、坯线设计	194
三、前纺工艺	194
四、细纱工艺	195
五、后加工工艺	195
第三节 绒线的质量要求	196
一、绒线的外观质量	196
二、绒线的物理性能	196
三、绒线的服用性能	197
习题	198
参考文献	199

第一章 毛纺原料及产品

本章知识点

1. 羊毛纤维的分类、形态结构、物理及力学性能。
2. 用于毛纺生产的特种动物纤维、化学纤维、其他动植物纤维及回用原料的性能。
3. 精梳毛纺产品、粗梳毛纺产品及绒线的分类。
4. 呢绒、毛毯、长毛绒及绒线的品名编号。
5. 精梳毛纺系统、粗梳毛纺系统及半精梳毛纺系统。

用于毛纺生产的主要是羊毛纤维，还有特种动物纤维、化学纤维、其他动植物纤维及回用原料，生产中要根据产品用途、加工系统等进行原料的选择，才能做到优毛优用，提高效率。

毛纺产品分为精纺毛织物和粗纺毛织物两大类，这两类产品分别在精梳毛纺系统和粗梳毛纺系统上进行生产，毛纺生产有“多品种、少批量”的特点，为便于生产和交易，对毛纺产品要进行系统的分类和命名。

第一节 毛纺原料

毛纺常用原料按其来源可分为天然纤维和化学纤维两大类，毛纺常用原料见表1-1。

一、羊毛纤维

(一) 羊毛纤维的分类

羊毛的品种很多，主要有以下几种分类方法。

1. 按羊种分类

(1) 土种毛。我国原有羊种所生产的羊毛称为土种毛，由于羊种、产地和饲养条件不同，土种毛的品质有很大的差异。

(2) 改良毛。引进的优良羊种（或国内已改良好的优良羊种）与土种羊杂交培育成为改良羊种所生产的羊毛，改良毛因羊种代数不同，质量也不相同，一般代数越高，质量越好。

(3) 外毛。常用的外毛有澳毛、南美毛、新西兰毛和南非毛等。

2. 按羊毛产地分类 全世界有名的羊种有三百多种。我国绵羊的主要品种有新疆改良细羊毛、青海改良半细羊毛、蒙古毛、寒羊毛、同羊毛、湖羊毛、滩羊毛、藏羊毛、哈萨克羊毛等九大品种。

表 1-1 毛纺常用原料

天然纤维	动物纤维	兽毛纤维：绵羊毛、特种动物纤维
		丝纤维：桑蚕丝、柞蚕丝和木薯蚕丝等
	植物纤维	种子纤维：棉花和木棉等
		韧皮纤维：苎麻、亚麻、黄麻、罗布麻、大麻和苧麻等
		叶脉纤维：剑麻、蕉麻、菠萝麻和香蕉茎纤维等
		果实纤维：椰子纤维等
		竹原纤维
	矿物纤维	石棉纤维等
化学纤维	再生纤维	纤维素纤维：粘胶纤维、富强纤维、强力粘胶纤维、铜氨纤维、竹浆纤维、莱赛尔纤维、莫代尔纤维、Vilafit 纤维、Richcel 纤维和 Formotex 纤维等
		纤维素脂纤维：二醋酸纤维、三醋酸纤维等
		蛋白质纤维：牛奶蛋白纤维、大豆蛋白纤维、花生蛋白纤维和玉米蛋白纤维等
	合成纤维	锦纶（聚酰胺纤维）、涤纶（聚对苯二甲酸乙二酯纤维或聚酯纤维）、腈纶（聚丙烯腈纤维）、氯纶（聚氯乙稀纤维）、氨纶（聚氨基甲酸酯纤维）、丙纶（聚丙烯纤维）、维纶（聚乙烯醇缩醛纤维）、芳纶（芳香族聚酰胺纤维）、芳腈纶（聚苯砒对二苯二甲酯胺纤维）等
	无机纤维	玻璃纤维、陶瓷纤维、金属纤维、碳纤维等

3. 按羊毛组织结构分类

(1) 细绒毛。毛纤维由鳞片层及皮质层组成，无髓质层，鳞片密度较大，纤维直径在 30μm 以下，卷曲多，光泽柔和。

(2) 粗绒毛。直径较细绒毛粗，在 30~52.5μm 之间，一般无髓质层，卷曲较细绒毛少。

(3) 粗毛。有连续髓质层，直径在 52.5~75μm 之间，外形粗长，卷曲很少，光泽强。

(4) 发毛。有髓质层，直径大于 75μm，纤维粗长，无卷曲，在毛丛中常形成毛辫。

(5) 腔毛。髓腔长达 25mm 以上、宽为纤维直径三分之一的羊毛称为腔毛。

粗毛、发毛和腔毛统称为粗腔毛。

(6) 两型毛。有显著的粗细不匀，兼有绒毛和粗毛的特征，有断续髓质层的羊毛称为两型毛。

(7) 死毛。除鳞片层外，几乎全是髓质层的羊毛称为死毛。其髓质层色呆白，纤维脆弱易断，无纺织价值。

4. 按纤维类型分类

(1) 同质毛。同一毛被上的羊毛都属同一类型的毛纤维称为同质毛。同质毛又根据细度

不同分为以下几种。

①细毛。品质支数为 60 支及以上的羊毛（平均直径在 $25\mu\text{m}$ 以下），称为细毛。

②半细毛。品质支数在 46 ~ 58 支（平均直径在 $25.1 \sim 37\mu\text{m}$ ）之间的羊毛，称为半细毛。

③粗长毛。品质支数在 46 支以下（平均直径在 $67\mu\text{m}$ 以上）、长度在 100mm 以上的羊毛，称为粗长毛。

(2) 异质毛。同一毛被上的羊毛不属于同一类型的毛纤维，同时含有细毛、两型毛、粗毛、死毛等，称为异质毛。

5. 按剪毛季节分类 土种毛一年剪两次，分别为春毛和秋毛。

(1) 春毛。春季剪的羊毛为春毛。春毛生长时间较长，经过冬季，纤维较长，底绒较厚，经寒风侵蚀，毛尖较粗糙，含土杂也较多，净毛率较低。

(2) 秋毛。秋季剪的羊毛称为秋毛。春季剪毛后到秋季，羊毛生长时间短，纤维较短，夏季水草丰盛，羊只营养好，细度比较均匀，羊毛洁净，光泽好，但夏季光照强颜色较黄。

改良毛每年剪一次，一般不分春秋毛。有些地方夏季还剪一次毛，称为伏毛，伏毛纤维短，品质差。

(二) 羊毛纤维的形态结构

羊毛覆盖在羊皮的表面，呈簇状密集在一起。在每一小簇毛中，有一根直径较粗、毛囊较深的导向毛，其他较细的羊毛围绕着导向毛生长，形成毛丛。毛丛中的纤维形态相同，长度、细度接近，生长密度大，又有较多的汗脂使纤维相互粘连，形成上、下基本一致的形状，从外部看毛丛整齐，这样的羊毛品质较好。毛丛中粗细混杂，外观呈扭结辫状的羊毛品质较差。

羊毛是由包覆在外部的鳞片层、组成羊毛实体的皮质层、位于毛干中心不透明的髓质层三部分组成，髓质层只存在于粗羊毛中，细羊毛中没有。图 1-1 为细羊毛结构图。

1. 鳞片层 鳞片层是纤维的外壳，由片状角质细胞组成，薄而透明，是表面细胞经过变形后失去细胞组织（原生质）而形成的角状薄片。鳞片在毛干外覆盖形状可分为环状覆盖、瓦状覆盖、龟裂状覆盖。

细羊毛多呈环状覆盖，羊毛细、重叠多，光泽柔和，照射在细羊毛纤维的光线被不均匀的反射回来，呈“漫反射现象”，反射光散乱，所以光泽柔和暗淡。粗羊毛多呈瓦状或龟裂状覆盖，瓦状覆盖相互重叠覆盖较小，龟裂状覆盖鳞片之间相接不重叠，表面呈不规则网纹。这两类的鳞

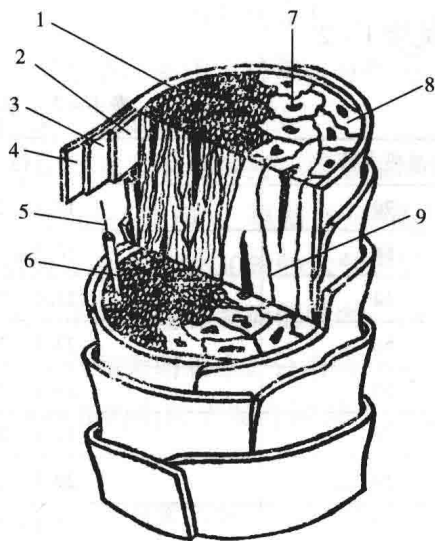


图 1-1 细羊毛结构图

1—正皮质 2—内表皮层 3—次外表皮层
4—鳞片外表皮层 5—基原纤 6—原纤

7—细胞核残余 8—偏皮质 9—细胞膜和胞间物质

片面积较大、光滑，光线照射其上能被较均匀的反射，所以粗毛光泽比细毛明亮。

2. 皮质层 皮质层在鳞片层的里面，是羊毛的主体部分，也是决定羊毛物理化学性质的基本物质，主要决定羊毛的强力、弹性、伸长、吸湿等性质。

3. 髓质层 髓质层是有髓毛的中腔，由松散的、不规则形状的角朊细胞所组成，细胞间充满空气，连接不牢固。含髓质层多的羊毛强度、弹性、伸长等性能下降，脆而易折断，不易染色，纺纱价值低。

(三) 羊毛纤维的物理性能及力学性能

1. 羊毛纤维的细度 纤维的细度表示它的粗细程度，细度是确定纤维品质和使用价值的一个重要指标。细度可用截面积表示，但测量麻烦，常用间接指标来表示，一般有公制支数和特数两种。羊毛通常用品质支数表示其细度特征，一般称×支毛。

品质支数是毛纺织生产活动中长期沿用下来的一个指标。一定的品质支数，反映羊毛的细度在某一直径范围内。在早期（18 世纪），羊毛的品质是用感观法评定的，根据当时纺纱设备、纺纱技术水平及毛纱品质要求，把各种细度的羊毛实际可能纺得的支数称品质支数。随着科学技术的发展，纺纱方法的改进，对纺织品品质要求的不断提高和纤维性能研究工作的进展，羊毛品质支数已逐渐失去它原来的意义。现在羊毛的品质支数仅表示直径在某一范围内的羊毛细度，不过在毛纺产品的交易、原毛的分级及毛纺工艺的制订中仍以品质支数作为重要依据。

羊毛纤维的细度对纱线和毛纺产品的品质影响很大。同一粗细的毛纱，所用的羊毛越细，毛纱截面中的纤维根数越多，纱线的断裂强度越好。一般精纺毛纱截面内应保持 30 ~ 40 根羊毛纤维，粗纺毛纱截面内应保持 120 ~ 134 根羊毛纤维，如果纤维根数过少，会增加断头率，影响纱的条干，但羊毛过细，纺纱时较易产生疵点，成本增加。羊毛品质支数和平均直径的关系见表 1-2。

表 1-2 羊毛品质支数和平均直径的关系

品质支数	平均直径（μm）	一般可纺毛纱线密度 [tex（公支）]
70	18.1 ~ 20.0	15.6（64 以上）
66	20.1 ~ 21.5	16.7 ~ 19.2（52 ~ 60）
64	21.6 ~ 23.0	19.2 ~ 22.2（45 ~ 52）
60	23.1 ~ 25.0	19.2 ~ 22.2（45 ~ 52）
58	25.1 ~ 27.0	22.2 ~ 27.8（36 ~ 45）
56	27.1 ~ 29.0	29.4 ~ 31.3（32 ~ 34）
50	29.1 ~ 31.0	31.3 ~ 35.7（28 ~ 32）
48	31.1 ~ 34.0	
46	34.1 ~ 37.0	
44	37.1 ~ 40.0	
40	40.1 ~ 43.0	
36	43.1 ~ 55.0	
32	55.1 ~ 67.0	

2. 羊毛纤维的长度 羊毛纤维由于自然卷曲的存在，它的长度可分为自然卷曲长度和伸直后长度。自然卷曲长度为毛丛长度，它是毛丛两端间的垂直距离，以毫米（mm）或厘米（cm）表示。我国主要羊种的毛丛长度见表 1-3。毛丛长度在牧业和羊毛交易时，常作为分等定价的依据。伸直长度常作为纺纱时选毛和配毛的重要技术条件。

表 1-3 我国主要羊种的毛丛长度

羊毛种类	毛丛长度（cm）	羊毛种类	毛丛长度（cm）
新疆改良细羊毛	7.5~9.0	内蒙古细羊毛	5.5~7.0
新疆细羊毛	5.5~7.5	山东细羊毛	5.5~7.0
东北改良细羊毛	7.5~9.0	河南细羊毛	5.0~6.0
东北细羊毛	6.5~8.0		

羊毛长度在工艺上的重要性仅次于细度，它不仅影响毛纺产品和纱线的品质，还影响纺纱加工系统和工艺参数的选择。羊毛长度越长，可纺支数和毛纱强力越高，断头率越低。在毛纺工艺中，3cm 以下的短纤维含量是影响条干的一个重要因素。

3. 羊毛纤维的卷曲度 羊毛纤维沿其长度方向，存在着自然的周期性弯曲。一般以 1cm 的卷曲数来表示羊毛卷曲的程度，称为卷曲度。卷曲度和卷曲的形状与羊毛的品种、细度有关，同时也随着羊毛生长部位而不同。

卷曲是羊毛的重要工艺特性之一。羊毛卷曲排列越整齐，毛被越容易形成紧密的毛丛结构，更能预防外来杂质和气候等影响，羊毛的品质越好。羊毛卷曲对毛纺工艺和成品的品质有较大的影响，卷曲少的羊毛，成网、成条比较困难，落毛多。卷曲度和卷曲的形态与毛纱的柔软性及弹性等有关，正常卷曲的纤维纺制的毛纱表面光洁，多用于精纺，有些呈空间卷曲形态，如螺旋形弯曲的羊毛，缩绒性差，成品手感松散，质量较差。

4. 羊毛纤维的吸湿性 羊毛纤维在空气中吸收水分，并有长时期保持一定数量水分子的现象，称为羊毛的吸湿。羊毛大分子上的极性基团如羧基（—COOH）、氨基（—NH₂）等都是亲水基团，与水分子结合的能力较大，所以吸湿性很强。羊毛吸收 30% 的水分子后，羊毛纤维的表面仍感觉到不潮湿。羊毛纤维除了直接吸收水分子外，还有表面的吸附作用，吸附的水分可以超过羊毛自身重量的好几倍，这种吸水现象一般称为附着水。还有极少量的水分子可以进入羊毛的结晶区，成为结晶水的一部分。吸湿性能的指标主要有回潮率、含水率、标准大气下的回潮率、公定回潮率等。

羊毛的重量是随着回潮率的变化而变化的。在交易和生产中要折算到公定回潮率下的标准重量。各种纤维及制品的公定回潮率见表 1-4。

(1) 羊毛纤维的吸湿性对羊毛外形变化的影响。羊毛吸湿对羊毛外形变化的影响主要为羊毛吸湿后羊毛的体积增大，其中羊毛横截面积的增加大于纤维径向的增长。羊毛在不同的大气条件下，纤维的直径是不相等的，测量羊毛细度时温度为（20±3）℃、相对湿度为（65±5）%。

表 1-4 各种纤维及制品公定回潮率

纤维种类	公定回潮率 (%)	纤维种类	公定回潮率 (%)
洗净毛 (同质)	16	毛条 (干)	18.25
洗净毛 (异质)	15	毛条 (油)	19
炭化毛	16	毛纱 (精梳)	16
兔毛	15	毛纱 (粗梳)	15
粘胶纤维	13	内销绒线	10
维纶	5	外销绒线	15
绵纶	4.5	针织绒	15
腈纶	2	呢绒织品	14
涤纶	0.4	毡、工业呢	14
丙纶	0	长毛绒 (羊毛)	16
氯纶	0	驼绒 (羊毛)	14
山羊绒	15		

(2) 羊毛纤维的吸湿性对羊毛力学性能的影响。羊毛纤维的强度是随着回潮率的增加而下降的，羊毛的伸长变形却随回潮率的增加而增加，羊毛纤维的表面摩擦系数随着回潮率增加而变大，在湿润状态下的羊毛摩擦效应比干羊毛大得多。羊毛的回潮率过小，在纺纱加工中易产生静电而出现羊毛缠绕在机件上，甚至难于梳理和牵伸。羊毛纤维吸湿后，由于水分子进入羊毛的内部，使羊毛小分子链间的内部联结力减小，同时会削弱盐式键间的吸引力，羊毛吸湿后不可避免地会改变羊毛纤维的力学性能和降低抗伸能力。

(3) 羊毛纤维的吸湿性对羊毛热学和电学性质的影响。空气中的水分子被羊毛纤维大分子上的极性基团吸引，使羊毛纤维的分子动能降低，产生能量的转换，纤维的吸湿过程也是放热的过程。羊毛的吸湿放热性质会影响羊毛储存，储存处潮湿、通风不良，可使羊毛发霉，甚至引起自燃。

羊毛在干燥时的电阻比较大，摩擦产生静电后不易消除。由于水分子是良好的导电体，羊毛吸湿后电阻会下降，导电性增强，静电易于消除，所以生产中需要对羊毛进行加油给湿。

5. 羊毛纤维的密度 羊毛纤维的密度指纤维所占体积中的单位重量。密度的单位用 g/cm^3 表示。纤维的密度小，可使产品重量轻且蓬松暖和。

6. 羊毛纤维的拉伸性质 在外力作用下使羊毛纤维断裂时所需的力称为羊毛纤维的强度，简称强力。其单位用 cN 表示，也有用克力表示。

影响羊毛纤维强度的因素主要有细度和温湿度。同质毛在相同的条件下，纤维越粗，强力越大；纤维吸湿越多，强力越低，断裂伸长越大。

7. 羊毛纤维的缩绒性 羊毛在热水、缩剂和机械力的作用下，会产生缩绒现象，使羊毛紧密结合成毡状体，这种现象称为羊毛的缩绒性。粗纺呢绒、毛毯和毛毡等产品，都是利用

羊毛具有缩绒的特性加工的。如粗纺呢绒通过缩绒,可使织物紧密、绒面丰满、手感柔软,并使织物达到一定的单位重量,以增加织物的耐用性和保暖性。

羊毛表面的鳞片是羊毛产生缩绒性的重要原因。当羊毛互相接触时,在外力的作用下,羊毛相互交叉移动,锯齿形的鳞片相互啮合,加上纤维自然卷曲的作用,纤维相互纠缠,使羊毛紧缩毡合。羊毛缩绒性能的大小和羊毛的品种有密切的关系,一般细羊毛比粗羊毛容易产生毡缩。

影响羊毛缩绒性的因素主要有温度、缩绒时间和缩剂。温度是羊毛缩绒的重要工艺条件,缩绒的程度是随温度上升而提高。羊毛缩绒的紧密度是随缩绒时间的增加而增加,即缩绒时间越长,体积越小。缩剂的作用主要是增加羊毛的缩绒效果,不同的缩剂有不同的缩绒效果和缩绒手感。

8. 羊毛纤维的电学性质 洁净的干羊毛是电的不良导体,具有较大的比电阻。在羊毛加工过程中,羊毛与金属以及羊毛与羊毛之间,不断地产生摩擦,引起羊毛的带电现象,造成加工困难,甚至引起火灾等事故。在羊毛中加入一定量的和毛油或提高车间的相对湿度,可以增加羊毛的导电性。

9. 羊毛纤维的色泽和光泽 羊毛洗净后的自然色泽应呈白色或乳白色。在许多羊毛中夹杂着少量有色羊毛,色毛的形成主要是由于皮质细胞上含有天然色素,这些色素可以存在于整根纤维,也可存在于某些部分,这与绵羊的遗传基因有关。

羊毛光泽是指羊毛纤维表面反射光强弱的一种物理性质。羊毛的光泽与绵羊的品种,特别是羊毛纤维的鳞片形状有着直接关系。若鳞片平坦,表面光滑,反光就强,羊毛的光泽也就好。

(四) 羊毛纤维的化学性能

羊毛角朊是由多种 α 氨基酸缩合而成的链状大分子。羊毛角朊经水解作用,被分解成各种不同的氨基酸。氨基酸分子中含有氨基($-\text{NH}_2$)和羧基($-\text{COOH}$),羧基在水溶液中能电离出 H^+ 而显酸性,氨基和酸(H^+)结合显示碱性,所以角朊是一个两性化合物。

1. 水的作用 羊毛角朊不溶解于冷水,将羊毛纤维浸于低温水中,由于水分子进入纤维内部,使纤维发生膨化,长度增加 $0 \sim 1\%$,直径增加 $15\% \sim 17\%$,体积约增加 10% ,纤维的强度稍有下降,断裂伸长增加,但干燥后即可复原。羊毛在甘油或无水酒精中(室温)不起变化。当水温提高到 $80 \sim 110^\circ\text{C}$ 时,羊毛角朊开始水解;如水温超过 110°C ,羊毛就会被破坏;加热到 200°C 时,几乎全部溶解,这种现象在热水中比在水蒸气中更为激烈。

2. 热的作用 羊毛纤维在 $100 \sim 105^\circ\text{C}$ 的温度下烘干时,由于纤维失去水分变得粗糙,而强度及弹性受到损失。干燥的羊毛纤维再置于潮湿空气中,将迅速重新吸收水分而恢复其柔软性和强度。但是长时间在 $100 \sim 105^\circ\text{C}$ 或更高温度下加热,会引起羊毛纤维的破坏,并放出 H_2S 和 NH_3 。因此,羊毛纤维在燃烧时,有焦臭气味。

3. 日光的作用 羊毛纤维受到持久的日光照射,能引起性质的变化,特别是减少纤维尖端的鳞片,使纤维尖端变得粗硬。日光照射还能使羊毛角朊中的胱氨酸分解,羊毛受到损伤,

纤维容易膨化和溶解，并降低对染料的亲和力。

4. 酸的作用 羊毛角朊对无机酸稀溶液的作用有一定的稳定性，在一般情况下，弱酸或低浓度的强酸对羊毛纤维无显著的破坏作用，而高浓度的强酸在高温下，就有显著的破坏作用，其破坏程度与溶液的 pH 有关。当 $\text{pH} < 4$ 时，就开始有较明显的破坏；当 $\text{pH} < 3$ 时，破坏作用更明显。

5. 碱的作用 碱对羊毛纤维的作用剧烈而又复杂。可破坏角朊主键和支键的某些氨基酸，尤其是破坏胱氨酸使其分裂形成新键，在 pH 大于 10 时，羊毛受损伤较重。羊毛受到碱损伤后，纤维颜色发黄，强度下降，手感粗糙。

6. 氧化剂的作用 氧化剂对羊毛纤维的影响比较显著，其损伤程度取决于氧化剂溶液的浓度、温度及 pH。氧化剂的水溶液使角朊中的胱氨酸键水解并继续氧化，其中的二硫化物基团 ($-\text{S}-\text{S}-$) 不能使其恢复原状，使羊毛纤维强度下降、重量损失、手感发糙、缺乏弹性，但氧化剂浓度不高时，对羊毛损伤较少，可以用来漂白羊毛。

7. 还原剂的作用 还原剂的作用类似氧化剂，主要破坏角朊的胱氨酸键，其破坏程度与还原剂溶液的 pH 密切相关。如 pH 大于 10 时，纤维膨胀，胱氨酸键中的二硫化物基团受到破坏，羊毛纤维受到损伤。

8. 卤素的作用 卤素对羊毛有特殊的影响，能使羊毛纤维变粗糙并发黄，增强光泽失去其缩绒性，增加染色时的上染速率。

二、特种动物纤维

特种动物纤维泛指除了绵羊毛以外的，可供纺织加工使用的其他动物的毛发纤维，主要包括山羊、毛兔、牦牛、骆驼、羊驼、骆马、原驼、库必那驼和秘鲁羊等动物所产的毛或绒。由于这些原料的产量与绵羊毛相比较数量少得多，所以有的称其为“稀有动物纤维”。

我国毛纺工业常用的特种动物纤维主要有山羊绒、兔毛、牦牛绒（毛）、驼绒（毛）和马海毛等种类。

（一）山羊绒

山羊绒在国际市场上也被称为“开司米”，是绒肉兼用的绒山羊所产的纤维，经一系列加工，去除杂质和粗毛以后所得到的细绒毛，平均细度大多在 $14 \sim 15\mu\text{m}$ 。纤维手感柔软、滑糯、光泽好，所加工的产品美观、高雅、柔软、舒适。山羊绒被誉为“纤维之王”和“软黄金”。

中国是世界上产山羊绒最多的国家，约占世界山羊绒总产量的 60%，其次是蒙古、伊朗、阿富汗等国。此外，印度、巴基斯坦和土耳其等国也有少量生产。我国山羊绒除产量最高外，质量也居首位。

山羊绒有白绒、紫绒、青绒和红绒之分，其中白绒和紫绒最多。山羊绒由较发达的皮质层和较薄的鳞片层组成，鳞片呈方形，以环状围绕毛干一周。每个鳞片的上缘紧贴于毛干，翘角小，鳞片边缘棱脊较薄且光滑。山羊绒的细度和长度随羊种、生长地区和饲养条件等不同而不同，内蒙古地区山羊绒较细，直径多在 $13.5 \sim 16\mu\text{m}$ ；西北、华北地区平均直径为