

纺织工业清洗技术

◎ 魏竹波 康保安 编



化学工业出版社

纺织工业清洗技术

魏竹波 康保安 编

化学工业出版社

·北京·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

纺织工业清洗技术/魏竹波, 康保安编. —北京: 化学工业出版社, 2003.7
ISBN 7-5025-4598-0

I. 纺… II. ①魏…②康… III. 洗涤 IV. TS192.54

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 049734 号

纺织工业清洗技术
魏竹波 康保安 编
责任编辑: 路金辉
文字编辑: 焦欣渝
责任校对: 郑捷
封面设计: 于兵

*

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)
发行电话: (010) 64982530
<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销
北京管庄永胜印刷厂印刷
三河市宇新装订厂装订

开本 850 毫米×1168 毫米 1/32 印张 9½ 字数 234 千字
2003 年 8 月第 1 版 2003 年 8 月北京第 1 次印刷
ISBN 7-5025-4598-0/TQ·1752
定 价: 26.00 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

清洗技术不仅在日常生活中有着重要意义，而且在工业领域有广泛的应用，随着工业的发展，工业清洗技术显得越来越重要。在有关工业清洗技术的书籍中，大多为工业清洗技术的综合性介绍，而单独就纺织工业清洗技术的介绍很少，为此，作者参考了国内外最新资料编写了这本书。在书中除了介绍纺织工业清洗方法外，着重介绍纺织工业清洗剂（即前处理剂），并用一定篇幅介绍了纺织工业清洗剂研制方法的有关知识。本书可作为有关工程技术人员的参考书及从事专业清洗的工作人员的培训参考教材。

本书第一章、第二章第二、三、四节、第四章第二、三、四节、第五章、第六章由魏竹波编写；第二章第一节、第三章、第四章第一节由康保安编写；全书由魏竹波负责整理统稿。

由于编者的水平和时间所限，文中难免存在错漏，恳请读者指正和原谅。

编 者

2003 年 5 月

目 录

第一章 概论	1
第一节 纺织纤维	1
一、纺织纤维的基本概念	2
二、棉纤维	3
三、麻类	6
四、毛纤维	6
五、蚕丝	7
六、再生纤维	8
七、合成纤维	10
八、各种纤维的耐酸、碱性和溶解性能	12
九、常用纤维鉴别法	14
第二节 污垢	15
一、根据污垢存在的形状分类	16
二、根据化学组成分类	16
三、根据亲水性和亲油性分类	16
四、根据在物体表面存在的形态分类	16
五、混合污垢	18
第三节 表面活性剂	21
一、表面（界面）张力与表面活性剂	21
二、表面活性剂的两亲结构	22
三、表面活性剂的基本性质和作用	25
四、表面活性剂的种类	33
五、表面活性剂的化学结构与性质的关系	36
六、使用表面活性剂应注意的问题	41
第四节 纺织工业清洗概况	42
一、棉布的清洗加工	43

二、羊毛的清洗	46
三、丝绸的精练清洗	48
四、羽绒的清洗	50
五、合成纤维的清洗	52
六、纺织用油剂的清洗	53
第二章 纺织工业各工序的清洗	54
第一节 棉纺织工业	54
一、退浆工序	54
二、精练工序	77
三、漂白	82
第二节 毛纺织工业	107
一、洗毛	107
二、复洗	119
三、洗呢	120
四、缩呢或缩绒	124
第三节 丝织业	125
一、丝织物精练	125
二、含丝复合纤维织物的练漂	129
第四节 麻织业	139
一、苧麻化学脱胶	140
二、亚麻与棉混纺织物练漂工艺	141
第三章 纤维清洗过程原理	142
第一节 清洗作用的基本过程	142
一、污垢	142
二、清洗过程	144
第二节 清洗作用机理	145
一、油性污垢	145
二、固体污垢	149
三、混合污垢	151
第三节 表面活性剂的性质及其清洗作用	151

一、表面活性剂在界面上的吸附及其清洗作用	152
二、表面活性剂溶液的胶束化及其清洗作用	159
三、表面活性剂的其他性质及其清洗作用	169
第四节 纤维和清洗液的相互作用及影响清洗效果的其他因素	177
一、清洗过程中纤维和清洗液的相互作用	177
二、影响清洗效果的其他因素	179
第四章 纺织工业清洗剂研制方法	182
第一节 棉纺织精练剂	182
一、表面活性剂的作用	182
二、复配技术的研究	186
三、研制方法的确定	195
四、测试方法	196
五、棉纤维高效精练剂举例	210
第二节 洗毛剂	214
一、羊毛清洗剂	214
二、羊绒净洗剂	218
三、新型无磷漂毛剂	223
第三节 丝绸精练剂	225
一、快速高效丝绸精练剂	225
二、复合型丝绸精练剂	239
第四节 纺织机械清洗剂及其他助剂	244
一、轧光机染垢清洗液	244
二、新型泡丝剂	247
第五章 纺织工业清洗剂配方	252
第一节 棉纺织工业	252
一、棉织物煮练液配方	252
二、棉织物退浆液配方	252
三、棉织物漂白液配方	253
四、前处理一步法处理液配方	254
五、高效精练剂配方	254

第二节 毛纺织工业	256
一、洗毛剂	256
二、洗呢用洗呢剂配方	256
三、缩呢剂	258
第三节 丝织业	259
一、丝织物精练药剂配方	259
二、含丝复合纤维织物练漂药剂配方	260
第六章 纺织工业前处理剂的发展趋势	262
第一节 棉纺织前处理剂	262
一、我国前处理助剂与世界先进水平的差距	262
二、前处理助剂应用进展	263
三、短流程前处理剂	266
四、生物技术的应用	268
第二节 毛纺织前处理剂	269
一、洗毛剂	269
二、原毛洗涤剂中的络合剂	271
三、复洗	272
四、坯呢洗涤	273
五、缩绒	273
六、羊毛前处理助剂的选用进展	273
第三节 丝织前处理剂	281
一、各种丝绸精练剂的进展	281
二、酶前处理剂	286
三、丝绸精练剂研制的方向	286
主要参考文献	288

第一章 概 论

在纺织工业的纤维材料加工过程中常要用到清洗操作，如不通过清洗除去杂质，很难进行下一步的加工，因此在纺织材料的加工过程中清洗是一个不可缺少的工艺。

本章主要讨论关于纺织工业清洗对象、污垢、表面活性剂的基础知识及纺织工业清洗概况。

第一节 纺 织 纤 维

纺织纤维根据原料来源分为天然纤维与化学纤维两大类。

天然纤维主要包括植物纤维和动物纤维。植物纤维的主要化学成分是纤维素，所以又称纤维素纤维，它主要包括棉、麻两大类。动物纤维的化学成分是蛋白质，所以又称为蛋白质纤维，它主要包括从动物身上得到的毛纤维（如绵羊毛、山羊绒、骆驼绒、兔毛等）和从桑蚕、柞蚕等得到的蚕丝，也包括从奶酪和花生提炼得到的酪素纤维、蛋白纤维等。

化学纤维包括再生纤维和合成纤维两大类，以天然高分子物质为原料经过化学处理得到的化学纤维叫再生纤维，如把蔗渣、木材等天然纤维素材料经化学加工得到的黏胶纤维、铜氨纤维称为再生纤维素纤维。而把以煤、石油产品为原料经过化学合成形成的高分子纤维材料称为合成纤维。合成纤维又根据高分子主链结构而分为碳链纤维和杂链纤维两大类，如聚丙烯腈纤维、聚丙烯纤维、聚乙烯醇缩醛纤维属于碳链纤维，而聚酯纤维、聚酰胺纤维、聚氨酯纤维则属于杂链纤维。

一、纺织纤维的基本概念

1. 纤维

纤维是一种细而长较为柔韧的物质。供纺织应用的纤维长度与直径之比一般大于 $1000:1$ 。典型的纺织纤维的直径为几微米至几十微米，长度大于 25mm 。对于纺织纤维要有较大的断裂伸长率，典型断裂伸长率一般在 $10\%\sim 15\%$ 范围内，而且在大的形变下有适当的回复。

2. 长丝

在化纤制造中，纺丝流体（熔体）从喷丝孔挤出，经冷却或在凝固液中凝固形成连续的丝条。如将各纺丝部位上形成的丝条分别进行卷绕并经拉等后加工，这样得到长度以千米计的光滑的丝称为长丝。长丝包括单丝和复丝：单丝是一根单纤维的连续丝条；复丝是由数十根单纤维组成的丝条。

3. 短纤维

在化纤生产中，由纺丝得到的连续丝束，经过切断工序切成几厘米至十几厘米长的短段，这种短段的纤维称为短纤维。涤纶短纤维与棉在一起混纺得到的织物称涤棉织物，与毛混纺得到的织物称毛涤织物等等。

4. 丝束

在短丝生产中把各个纺丝部位的丝条集束在一起成为由几万根到百万根单丝汇成一束称为丝束，这种丝束通常根据需要切成短纤维或短绒毛（用于静电植绒）。

5. 复合纤维

复合纤维又称双组分纤维，它是将两种或两种以上成纤高聚物的熔体或浓缩液，利用组分、配比、黏度或品种的不同，分别输入同一个纺丝组件，在组件中的适当部位汇合，在同一纺丝孔中喷出而成一根纤维。这种在一根纤维上存在着两种或两种以上的聚合物，称为复合纤维。如涤锦复合纤维是目前生产桃皮绒、麂皮绒等

高档织物的原料。

6. 变形丝

变形丝包括所有经过加工的丝，如弹力丝、空变丝等。弹力丝即变形长丝，可分高弹和低弹两种。弹力丝的伸缩性、膨松性好。涤纶弹力丝多数用于衣着，其织物在厚度、不透明度、覆盖度和外观特征方面接近毛织物。锦纶弹力丝宜于制造袜子，丙纶弹力丝则多用于装饰织物及地毯。

7. 纤度

表示纤维的粗细程度的指标简称“纤度”，包括粗度和细度。常用的有以下三种表示方法。

(1) 公支（支数） 单位质量（以克计）的纤维所具有的长度（以米计）称为公支或支数，如质量为 1g 的纤维长 100m 称 100 支。

(2) 旦尼尔（简称旦，符号为 D） 每 9000m 长的纤维所具有的质量（以克计）称为旦，如 9000m 长的纤维质量为 1g 为 1D。

(3) 特（tex）或分特（dtex） 1000m 长纤维的质量以克计称为特，1000m 长纤维的质量以分克计（0.1g）则称为分特。

用特或分特来表示纤维的纤度已为国际单位推荐，为棉、毛、化纤通用单位。我国已采用了国际单位制。

二、棉纤维

棉纤维是天然纤维素纤维中最重要的一种。纤维素是一种天然的高分子化合物，常用 $(C_6H_{10}O_5)_n$ 表示其化学分子式。纤维素在酸或酶的作用下可被水解，最终产物是葡萄糖，因此纤维素可看成是以葡萄糖为基本单元的多缩聚合物。不同来源的纤维素分子中含葡萄糖基本单元数目不同，比如麻纤维素分子含葡萄糖基本单元数就比棉纤维素多。纤维素是长链直线形结构分子，具有纤维所要求的各种特性。

棉花中含有的纤维素量居各种植物纤维之冠，可说是最高级的

纤维素原料。棉纤维的化学成分一般为：纤维素 91.0%、果胶质 0.6%、油脂和蜡 0.5%、灰分 0.2%、蛋白质 0.35%、其他 7.35%。

在人类目前使用的纤维材料总量中，棉纤维约占一半以上，这是由其优良的物理和化学性质决定的。成熟的棉纤维，手感富有弹性，呈乳白色，富有光泽，纤维长度和粗细因产地而异，但大致长度为 4cm，直径为 $20\mu\text{m}$ 。棉纤维在干态和湿态（水中浸泡）都有比较高的断裂强度，这很适合洗涤用途的需要。它的回潮率和耐热性都很好，作为衣料能吸汗，这是很可贵的性质，受热时不会软化熔融。这都是大多数合成纤维所不具备的性质。表 1-1 中列有棉花与其他各种天然纤维的力学性质的比较。

表 1-1 天然纤维的力学性质

纤维性质	棉	苧麻	蚕丝	绵羊毛
断裂强度/(N/tex)				
干态	0.26~0.48	0.49~0.57	0.30~0.35	0.09~0.15
湿态	0.29~0.56	0.51~0.68	0.18~0.25	0.067~0.14
断裂伸长率/%				
干态	3~7	1.5~2.3	15~25	25~35
湿态	—	2.0~2.4	27~33	25~50
相对打结强度/%	90~100	—	80~85	85
初始模量/(cN/tex)	59.8~81.8	176~220	44~88	9.7~22
弹性恢复率/%	74 45	48	54~55	99 63
(测量时伸长率/%)	(2) (5)	(2)	(8)	(2) (20)
相对密度	1.54	1.54~1.55	1.33~1.45	1.32
回潮率/%				
20℃, 65%相对湿度	7	—	9	18
20℃, 95%相对湿度	24~27	13	36~37(100%)	22
耐热性	不软化, 不熔融, 120℃下 5h 发黄, 150℃分解	200℃分解	235℃分解, 270 ~ 465℃燃烧	100℃开始变黄, 130℃分解, 300℃炭化

注：表中单位“tex”是我国法定计量单位，纺织纤维的细度的表示方法。 $1\text{tex}=1\text{g/km}$ 。

棉纤维的化学性质主要表现在以下几方面。

1. 与水作用

棉纤维在水中能膨化但不溶解，膨化后其横截面积增大(40%~50%)，长度稍有增加(1%~2%)，脱脂后的棉纤维吸水性增强。棉纤维只有在酸或酶的作用下，或在高温加热情况下才会发生水解作用，此时强度下降，长时间水解作用后棉纤维最终会变成葡萄糖。

2. 与酸作用

硫酸、盐酸和硝酸等无机强酸对棉纤维有较强的腐蚀作用，即热稀酸和冷浓酸都能促进棉纤维水解，但醋酸、甲酸等有机酸对棉纤维作用较弱。棉纤维具有不耐酸的化学特性，因此使用棉布衣物应尽量避免与酸接触。

3. 与碱作用

常温下棉纤维对氢氧化钠、氨水等稀碱的作用是稳定的。通常在碱性条件下洗涤棉织物既可取得较好的去污效果，也不会损伤棉纤维。

可是在用氢氧化钠(18%)处理棉纤维时，它会发生膨润、溶胀，失去天然扭曲性，长度收缩，同时横截面直径加大，表面呈现凝胶状态。此时如果用机械方法对其施以张力，其表面就呈半透明状且平滑发光，再经水洗干燥后，棉纤维表面就会得到一种光滑的、透明性增加的独特外观和风格。这时的棉纤维的外观有点像丝绸，所以纺织工业中把这种处理方法称为丝光处理。在与浓碱作用时，棉纤维与碱生成一种叫碱纤维素的分子间化合物，使棉纤维吸水性增强，化学反应力提高。

4. 与其他物质作用

棉纤维不溶于一般有机溶剂，因此可用有机溶剂溶解去除棉织物表面的污垢和杂质而不损伤棉纤维。

棉纤维对次氯酸钠、双氧水等氧化剂有一定耐受能力，但如果

处理不当也会造成棉纤维分解。在含水率大于9%，处于相对湿度大于75%以上环境时，棉纤维易被微生物分解，受霉菌作用较剧烈，因此防霉变对棉织物很重要。

麻纤维的性能使其完全适应纺织工业生产的需要。

三、麻类

麻类是另一种重要的纤维素纤维。麻类和兽毛是人类最早使用的纤维材料。大约在一万年以前，人类已把麻类和兽毛等纤维用手工纺成纱线，再织成布。四千年前，埃及的麻织技术已相当完善。麻纤维可分为两大类：一类是从双子叶植物的茎部剥离下来的韧皮纤维，这类纤维质地柔软，适于纺织，属于这类的有苧麻、大麻、亚麻、黄麻、红麻、青麻、罗布麻等；另一类是从单子叶植物的叶和叶梢上得到的叶脉纤维，这类纤维质地粗硬，较适于制绳，属于这类的麻有剑麻、马尼拉麻、菠萝麻等。

我国的麻类资源丰富，用途广泛。如：苧麻纤维细而长，拉力大，抗霉性好，绝缘性好，可用作夏布、帆布及各种工业用布；苧麻布具有吸湿、透气的特性，而且硬挺、贴身和凉爽；亚麻纤维伸缩性小，耐折皱，吸水后的湿强度反而增加，适合作夏季衣料、军用帐篷、水龙带、防雨布等。

苧麻纤维的力学性质已列在表1-1中，由于其与棉纤维的主要化学成分都是纤维素，因此具有类似的化学性质。

四、毛纤维

毛纤维是重要的动物纤维，它的主要化学成分是蛋白质。毛纤维中最重要的是绵羊毛，其他还有山羊绒（又称开司米）、马海毛（原产于土耳其安哥拉省的一种山羊毛）、骆驼毛和兔毛。牦牛绒是我国的特产，近年来开发出多种牦牛绒纺织新品种。羊毛纤维的长度和细度根据羊的品种、产地及生长在羊身上的部位不同而在很大范围内变动，大致羊毛纤维长度在25~300mm，细度在10~40 μ m之间。

羊毛纤维细长而卷曲的结构使它手感柔软细腻，保温性好。而且羊毛纤维表面具有鳞片结构，这是其他纤维所不具有的特点。这种鳞片结构使得羊毛在湿热条件下，在水溶液中经机械外力作用后，纤维集合体会逐渐收缩紧密，并相互穿插纠缠，以致最后纤维间不能发生相对运动而交织毡化。这种性能称为羊毛的缩绒性。这就是毛织物不适于水洗而需用有机溶剂进行干洗的原因。

羊毛等毛纤维的力学性质如表 1-1 中所列，其特殊的理化特性使其具有以下优、缺点。

1. 羊毛等毛纤维的优点

(1) 吸湿性大 羊毛是吸湿性较强的纤维，在通常情况下，含水量为 8%~14%，但它可吸收高达 40% 的水分，而且此时手感仍不觉得潮湿。这是由于毛纤维的蛋白质纤维结构中存在氨基、羧基这些极性基团，易于通过氢键与水分子结合而吸潮。

(2) 弹性好 这是毛织服装与毛料服装经长时间穿着不易发生折皱或变形，羊毛地毯经得起长期踩踏的主要原因。

(3) 耐酸性好 羊毛能在低温的强酸溶液中保持稳定。这就是羊毛中所含有的植物性杂质可用酸进行处理去除以及羊毛可在酸性溶液中染色的原因。

2. 羊毛等纤维的缺点

(1) 不耐碱 羊毛在碱性条件下易发生水解，强度下降，特别是高温强碱浓溶液长时间作用下破坏很快，所以毛织物不宜在强碱液体中洗涤。

(2) 易发生毡缩 羊毛表面的鳞片组织使毛织物在水溶液中受热和机械作用时，毛纤维间作相对滑动，由于顺、逆鳞片方向运动的摩擦因数差别很大，易于发生单向运动，结果造成毛纤维缠结。

(3) 不耐虫蛀 在保存毛料服装时应特别注意这点。

五、蚕丝

蚕丝也是一种重要的天然蛋白质纤维。丝绸是我国重要的纺织

产品，我国丝绸生产有着悠久的历史。

蚕丝的力学性质也已列在表 1-1 中。它的主要特性使它作为一种重要纺织材料具有以下优、缺点。

1. 蚕丝的优点

(1) 吸湿性好 蚕丝含水量可达 10%~12%，最高可达 30%，而此时手感仍不觉得润湿。由于吸湿性高，丝绸衣物能迅速吸收汗液和散发水分，所以夏季穿着感到十分凉爽。

(2) 光泽好，透气性好，手感柔软 因此丝绸一直是做高档服装的面料。

(3) 绝缘性好 蚕丝是电的不良导体，而且耐热性好，当温度升至 120℃，也只渐渐失去水分而无明显变化。

2. 蚕丝的主要缺点

(1) 不耐酸碱 无机强酸的浓溶液，即使在不加热的条件下也能使蚕丝受到损伤，失去光泽，手感变差。蚕丝受到强酸作用时间稍长会被水解，而在加热条件下水解得更迅速。蚕丝又很不耐碱，在 $\text{pH} > 10$ 的碱液中它就会发生显著水解作用而受到损伤。

(2) 不耐氧化 蚕丝和羊毛均会被含氯的氧化剂破坏，因此蚕丝和羊毛都不能用含氯的氧化剂进行漂白。

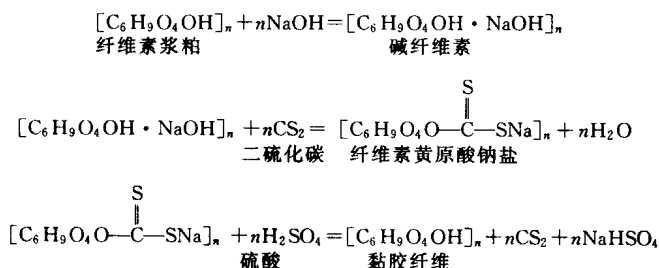
(3) 不耐光照 蚕丝经长时间日光照射会发脆，强度下降。因此在洗涤丝绸织物时要注意避免使用碱性洗涤液，并且不要在日光下长时间曝晒晾干。

六、再生纤维

根据原料不同，再生纤维可分为再生纤维素纤维和再生蛋白质纤维两类。但实用价值较大的是再生纤维素纤维中的黏胶纤维和醋酸纤维。

黏胶纤维的原料主要来自木材，木材中含有大约 50% 的纤维素，工业上把木材中的非纤维素成分去掉后得到的纤维素可用于造纸，也可以制造再生纤维素纤维。

黏胶纤维是把纤维素浸渍在质量分数为 18% 的浓氢氧化钠溶液中制成碱纤维素，再与二硫化碳作用生成纤维素黄原酸钠盐，然后把变种盐溶于氢氧化钠溶液中就得到黄褐色的黏胶溶液。如果把这种黏液经过细孔压入稀硫酸中，纤维素就从黄原酸盐中分解出来并生成丝状纤维，这就是黏胶纤维的简要生产过程。整个化学反应如下：



黏胶纤维用途广泛，常用作衣料、内衫，也可以与其他纤维混纺。黏胶纤维的吸湿性、透气性均好，可染成鲜艳颜色，原料来源广泛，成本低，各种性能接近天然纤维素纤维。

还有一种再生纤维素纤维叫做铜氨纤维。它是由上等木材（或棉短绒）作原料，溶在铜氨溶液中形成纤维素铜氨络合物溶液，然后使它在酸浴中分解就得到丝状再生纤维素纤维。由于这种铜氨纤维素溶液对氧气很敏感，很容易被氧化分解，因此铜氨纤维的生产过程都必须在隔绝空气的条件下进行，对设备的要求比较高。由于生产成本较高，目前已很少生产。

另一种重要的再生纤维素纤维是以木材或短棉绒为纤维素原料与醋酸酐或醋酸混合，在浓硫酸的催化作用下通过化学反应得到纤维素三醋酸酯。它溶解在有机溶剂中可通过细孔喷出得到醋酸酯纤维。

由于这种醋酸酯再生纤维是由天然纤维素原料与醋酸发生酯化反应得到的，它已不是原来的天然高分子化合物而是一种半合成的高