

纺织新技术书库 62

ZHUXIANWEIJIQI  
CHANPINJIAGONG  
JISHU

# 竹纤维及其

张世源◎ 主编 周湘祁◎ 副主编

## 产品加工技术



中国纺织出版社



中国轻工业  
教育出版社  
CHINA LIGHT  
INDUSTRY  
EDUCATION  
PUBLISHING  
HOUSE

# 竹纤维及其

中国轻工业出版社 中国轻工业出版社

# 产品加工技术



中国轻工业出版社

TS102.2  
1243  
2

纺织新技术书库⑥2

---

*Zhu Xian Wei*

# 竹纤维及其产品加工技术

---

张世源 主 编

周湘祁 副主编



中国纺织出版社

## 内 容 提 要

本书较系统地介绍了竹纤维即竹原纤维、竹浆纤维、竹炭纤维的制取,竹纤维的微观结构、物理性能、生化性能以及竹原纤维、竹浆纤维、竹炭纤维的纺纱、织造和染整加工。并用较大的篇幅介绍了竹原纤维、竹浆纤维在苧麻纺工艺、棉纺工艺上纯纺纱、混纺纱的工艺实践以及竹原纤维纱线和竹浆纤维纱线的机织物、针织物的工艺实践,为纺织企业进行竹纤维产品研发提供了新的思路和较成熟的工艺技术。

本书可供纺织材料和纺织专业的大专院校师生、纺织企业的工程技术人员及研发人员参考、阅读。

## 图书在版编目(CIP)数据

竹纤维及其产品加工技术/张世源主编. —北京:中国纺织出版社,2008.1

(纺织新技术书库②)

ISBN 978-7-5064-4675-4

I. 竹… II. 张… III. 竹材—纺织纤维—纺织工艺 IV. TS102.2  
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 162028 号

---

策划编辑:秦丹红 冯 静 责任编辑:王文仙 责任校对:陈 红  
责任设计:李 然 责任印制:何 艳

---

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

邮购电话:010—64168110 传真:010—64168231

<http://www.c-textilep.com>

E-mail: [faxing@c-textilep.com](mailto:faxing@c-textilep.com)

中国纺织出版社印刷厂印刷 三河市永成装订厂装订

各地新华书店经销

2008年1月第1版第1次印刷

开本:880×1230 1/32 印张:11.25

字数:223千字 定价:36.00元

---

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社市场营销部调换

## 前 言

近年来,我国纺织科技工作者自主研发了新型的纺织纤维——竹纤维。目前,竹纤维主要有竹原纤维、竹浆纤维和竹炭纤维三大类。它们不但具有吸放湿快、透气性好的特性,而且具有抗菌、抑菌、防异味、抗紫外线等特殊功能,国内生产厂家已开发出机织、针织面料,深受国内外消费者欢迎。

《竹纤维及其产品加工技术》是编者在广泛阅读一些专家、学者的专著和论文的基础上,通过分析、研究、精选、整理编辑而成的。全书共分八章,系统地介绍了竹资源的开发与利用;竹纤维的制取与特性;竹纤维纺纱、机织、针织技术分析;竹纤维纯纺纱、混纺纱、机织面料、针织面料加工的工艺技术;竹纤维纱线、织物的标准等内容。特别是针对竹原纤维、竹浆纤维纱线毛羽多而长的特点,在细纱和浆纱工序,对如何减少毛羽做了专题分析,并给出了相应的技术措施,还详细论述了温湿度对竹原纤维纺纱工艺的影响与调控,这对纺织企业开发生产竹纤维产品具有实际的指导意义。

通读此书后,可较全面地了解竹纤维的物理机械、生物化学等普通性能,还会较深地了解竹纤维吸湿、放

湿快和透气性好的特性及抗菌、抑菌、防异味、抗紫外线的特殊功能。利用这些特性与功能,可将竹原纤维、竹浆纤维、竹炭纤维纯纺或与动物纤维、植物纤维、再生纤维素纤维、蛋白质纤维、合成纤维等混纺,开发出品种繁多的高技术含量、高附加值的竹纤维纺织品,为纺织企业带来丰厚的经济效益。

此书在编写过程中得到湖南省纺织产品检测中心的配合,做了竹纤维有关性能的测试;湖南华升株洲雪松麻业公司产品开发部配合做了大量工艺性试验;东华大学等高校、院所提供了大量资料与指导,在此一并表示衷心感谢。此书编写过程中参考了一些文献和资料,在此,对参考文献的作者、提供资料的单位及帮助编辑、出版的同志表示诚挚的谢意。

竹纤维及竹纤维纺织品研发与生产刚刚起步,资料来源受到一定限制。特别是竹纤维的天然性、原料(竹原纤维、竹浆纤维)的成分构成、竹原纤维鉴别、竹原纤维是否以单纤维形态存在、竹浆纤维是否具有抗菌性能等内容,以我认识的程度和现阶段研究的成果,在书中虽已做了介绍,但还有待进一步研究与探讨。此书仅供院校、企业纺织工程技术人员参阅。

由于时间不裕,经验不足,作者学识水平有限,不妥之处在所难免,敬望同仁及读者多多指正。

湖南省纺织工程学会 张世源

2007年9月于长沙

# 目 录

|                  |    |
|------------------|----|
| 第一章 绪论           | 1  |
| 第一节 竹资源概述        | 1  |
| 一、竹资源分布概况        | 1  |
| 二、竹子的种类          | 2  |
| 三、竹材在人类生活中的实用价值  | 2  |
| 第二节 竹纤维开发及其经济价值  | 4  |
| 一、竹纤维研发过程及前景     | 4  |
| 二、制取竹纤维的竹材概况     | 6  |
| 三、开发竹纤维的经济价值     | 7  |
| 第二章 竹纤维的分类、结构与性能 | 10 |
| 第一节 竹纤维分类及其特点    | 10 |
| 一、竹纤维分类          | 10 |
| 二、竹纤维的特点         | 12 |
| 第二节 竹纤维的结构       | 14 |
| 一、竹纤维的细胞构成       | 14 |
| 二、竹纤维的形态结构       | 16 |
| 三、竹纤维的宏观结构       | 18 |
| 四、竹纤维的超分子结构      | 23 |
| 第三节 竹纤维的物理性能     | 31 |

|                            |           |
|----------------------------|-----------|
| 一、竹纤维的吸湿性能、放湿性能 .....      | 32        |
| 二、竹纤维的力学性能 .....           | 43        |
| 三、竹纤维的热学性能 .....           | 54        |
| 四、竹纤维的光学性能 .....           | 58        |
| 五、竹纤维的电学性能 .....           | 61        |
| 第四节 竹纤维的生化性能 .....         | 66        |
| 一、竹纤维的耐酸、耐碱性能 .....        | 66        |
| 二、竹纤维的抗菌性能 .....           | 68        |
| 三、竹纤维的防臭性能 .....           | 72        |
| 四、竹纤维的生态性 .....            | 73        |
| <b>第三章 竹纤维的制取与鉴别 .....</b> | <b>76</b> |
| 第一节 竹原纤维的制取 .....          | 76        |
| 一、竹原纤维的制取工艺 .....          | 76        |
| 二、竹原纤维制取中的技术要点 .....       | 77        |
| 第二节 竹浆短纤维的制造 .....         | 78        |
| 一、竹浆短纤维的制造工艺 .....         | 78        |
| 二、竹浆短纤维制造中的技术要点 .....      | 79        |
| 三、竹浆短纤维纺丝技术的关键 .....       | 82        |
| 第三节 竹浆纤维长丝的制造 .....        | 83        |
| 一、竹浆纤维长丝的制造工艺 .....        | 83        |
| 二、竹浆纤维长丝制造中的技术要点 .....     | 85        |
| 第四节 竹炭纤维的制造 .....          | 88        |
| 一、竹炭纤维的制造工艺 .....          | 88        |
| 二、竹炭纤维制造中的技术要点 .....       | 90        |

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 第五节 竹纤维的鉴别 .....      | 91  |
| 一、燃烧法 .....           | 91  |
| 二、显微镜观察法 .....        | 93  |
| 三、药品着色法 .....         | 97  |
| 四、溶解法 .....           | 98  |
| 五、密度梯度法 .....         | 99  |
| 六、木质素含量分析法 .....      | 100 |
| 七、红外光谱分析法 .....       | 101 |
| 八、纤维 X 射线衍射图分析法 ..... | 103 |

#### 第四章 竹原纤维纺纱工艺与实践..... 106

|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| 第一节 竹原纤维纺纱工艺.....             | 106 |
| 一、竹原纤维原料质量 .....              | 106 |
| 二、竹原纤维纺纱工艺技术分析 .....          | 107 |
| 三、纺纱工序减少纱线毛羽的工艺技术<br>措施 ..... | 111 |
| 四、络筒工序减少纱线毛羽的工艺技术<br>措施 ..... | 120 |
| 五、温湿度的影响及调控 .....             | 122 |
| 第二节 竹原纤维纯纺纱工艺实践.....          | 125 |
| 一、竹原纤维采用苎麻纺工艺实践 .....         | 125 |
| 二、竹原纤维棉纺工艺实践 .....            | 131 |
| 三、竹原纤维纯纺纱工艺技术要点 .....         | 134 |
| 第三节 竹原纤维混纺纱工艺实践.....          | 135 |
| 一、竹原纤维苎麻纺工艺实践 .....           | 135 |

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| 二、竹原纤维棉纺工艺实践 .....             | 141 |
| <b>第五章 竹浆纤维纺纱工艺与实践</b> .....   | 160 |
| 第一节 竹浆纤维纺纱工艺技术 .....           | 160 |
| 一、竹浆纤维纺纱工艺技术分析 .....           | 160 |
| 二、温湿度的影响及调控 .....              | 162 |
| 第二节 竹浆纤维纯纺纱工艺实践 .....          | 163 |
| 一、竹浆纤维苎麻纺工艺纯纺纱实践 .....         | 163 |
| 二、竹浆纤维采用棉纺工艺实践 .....           | 167 |
| 第三节 竹浆纤维混纺纱工艺实践 .....          | 180 |
| 一、竹浆纤维采用苎麻纺工艺实践 .....          | 180 |
| 二、竹浆纤维采用棉纺工艺实践 .....           | 183 |
| <b>第六章 竹纤维机织物织造工艺与实践</b> ..... | 208 |
| 第一节 竹原纤维机织物与苎麻机织物服用            |     |
| 性能的比较 .....                    | 208 |
| 一、织物的透气性能 .....                | 209 |
| 二、织物的透湿性能 .....                | 209 |
| 三、织物的折皱回复性能 .....              | 210 |
| 四、织物的耐磨性能 .....                | 211 |
| 第二节 竹纤维机织物织造工艺技术               |     |
| 分析 .....                       | 212 |
| 一、竹纤维机织物织造技术综合分析 .....         | 212 |
| 二、竹原纤维机织物织造技术分析 .....          | 216 |
| 三、竹浆纤维机织物织造技术分析 .....          | 217 |

|                                    |     |
|------------------------------------|-----|
| 第三节 竹纤维纱线浆纱工艺实践 .....              | 219 |
| 一、浆料的主要性能 .....                    | 219 |
| 二、竹原纤维纱线浆纱工艺实践 .....               | 222 |
| 三、竹浆纤维纱线浆纱工艺实践 .....               | 226 |
| 第四节 竹原纤维机织物织造工艺实践 .....            | 228 |
| 一、竹原纤维纯纺纱织造工艺实践 .....              | 228 |
| 二、竹原纤维混纺纱织造工艺实践 .....              | 237 |
| 第五节 竹浆纤维机织物织造工艺实践 .....            | 243 |
| 一、竹浆纤维纯纺纱织造工艺实践 .....              | 243 |
| 二、竹浆纤维混纺纱织造工艺实践 .....              | 251 |
| 三、浆纱工序减少纱线毛羽的技术措施 .....            | 259 |
| <br>第七章 竹纤维针织物编织工艺技术实践 .....       | 266 |
| 第一节 竹纤维针织物的性能 .....                | 266 |
| 一、竹纤维针织物的物理机械性能 .....              | 266 |
| 二、竹纤维针织物的服用性能 .....                | 268 |
| 第二节 竹纤维针织物编织工艺技术分析 .....           | 272 |
| 一、针织物用纱的要求 .....                   | 272 |
| 二、竹纤维针织物编织工艺技术综合分析 .....           | 274 |
| 三、竹纤维针织物品质指标 .....                 | 283 |
| 第三节 竹纤维针织物编织工艺与实践 .....            | 284 |
| 一、竹纤维等多组分纤维混纺纱针织<br>面料编织工艺实践 ..... | 284 |
| 二、竹浆纤维针织面料编织工艺实践 .....             | 289 |
| 三、竹炭粘胶纤维针织面料编织工艺<br>实践 .....       | 300 |

|                 |                   |     |
|-----------------|-------------------|-----|
| 第四节             | 竹纤维纬编针织物主要疵病及其防治  | 304 |
| 一、三大主要缺陷的产生及其防治 |                   | 304 |
| 二、其他疵病及其消除方法    |                   | 306 |
| 第八章             | 竹纤维织物染整加工技术       | 312 |
| 第一节             | 竹纤维织物的染色机理及染料选用   | 312 |
| 一、竹纤维织物的染色机理    |                   | 312 |
| 二、竹纤维织物染色染料的选用  |                   | 312 |
| 第二节             | 竹纤维织物染色工艺与技术要求    | 316 |
| 一、竹纤维织物染色工艺流程   |                   | 316 |
| 二、竹纤维织物染色技术要求   |                   | 316 |
| 三、竹纤维织物染整加工注意事项 |                   | 320 |
| 附录              |                   | 321 |
| 附录一             | 竹原纤维主要物理性能指标      | 321 |
| 附录二             | 竹纤维物理、化学性能指标检测项目  | 321 |
| 附录三             | 竹材化学成分及浆粕质量指标检测项目 | 324 |
| 附录四             | 竹纤维纱线浆纱质量指标检测项目   | 325 |
| 附录五             | 竹纤维用先进测试仪器发展趋势    | 326 |
| 附录六             | 有关产品的质量指标         | 327 |

|                         |            |
|-------------------------|------------|
| 一、竹材粘胶短纤维质量标准           |            |
| (FZ/T 52006—2006) ..... | 327        |
| 二、竹绢丝质量标准               |            |
| (FZ/T 42008—2005) ..... | 329        |
| 三、竹原纤维本色纱质量标准           |            |
| (Q/CASN 003—2003) ..... | 332        |
| 四、竹原纤维本色布质量标准           |            |
| (Q/CASN 002—2003) ..... | 335        |
| 五、竹原纤维印染布质量标准           |            |
| (Q/CASN 004—2003) ..... | 337        |
| <b>参考文献</b> .....       | <b>342</b> |

# 第一章 绪 论

## 第一节 竹资源概述

### 一、竹资源分布概况

中国是世界竹类植物的起源地和分布中心之一,是竹资源最丰富的国家,被誉为“竹子王国”。

世界竹林主要分布在亚洲东南季风区域。在我国北纬  $23^{\circ}30'$  ~  $30^{\circ}20'$ ,东经  $104^{\circ}30'$  ~  $122^{\circ}00'$ ,北起河南桐柏山的南端和大别山的北坡;西自四川盆地南缘和云南东部;东迄浙江、福建沿海,台湾西部低山丘陵,自然分布范围极广。大面积的竹林分布在我国东西南 20 多个省,主要是福建、湖南、江西、浙江、安徽、广东、广西、贵州、湖北、江苏、四川等省(自治区)。这些省生长竹林的平原、盆地、山地、丘陵、高原(海拔 800m)等地域带,其土质均呈微酸性,pH 值为 4.5 ~ 7.0。其气候温暖,多雨湿润,土壤适宜。竹子生长正需要“也宜阴雨也宜晴”的气候,所以我国东西南地区最适宜栽培和生长竹类植物。

目前,全国自然竹林面积约 500 多万公顷,每年可砍伐的毛竹达 5 亿 ~ 6 亿根,年产各类中径、小径竹材 450 多万吨,为我国工农业生产和文化事业的发展提供了大量的原料。其中,毛竹林面积约占全国竹林总面积的 60%,福建、湖南、江西、浙江四省的毛竹林面积约占全国毛竹林面积的 80%。

我国各省(自治区)毛竹林面积见表 1-1。

表 1-1 我国各省(自治区)毛竹林面积

| 省 份 | 1980 年<br>(万亩) | 2005 年<br>(万亩) | 省 份 | 1980 年<br>(万亩) | 2005 年<br>(万亩) |
|-----|----------------|----------------|-----|----------------|----------------|
| 福建  | 850.6          | 1366           | 广西  | 129            | 207            |
| 江西  | 873.0          | 1402           | 贵州  | 36             | 58             |
| 湖南  | 799.5          | 1332           | 江苏  | 27             | 43             |
| 浙江  | 678            | 1089           | 四川  | 24             | 39             |
| 安徽  | 229.5          | 368            | 台湾  | 7.5            | 12             |
| 广东  | 169            | 267            | 河南  | 4.4            | 7.1            |
| 湖北  | 129            | 207            | 云南  | 4.5            | 7.2            |

注 1. 此资料来自《中国植物志》2002 年第五卷。

2. 根据毛竹林自然新增生长率的 2.4% 计算出的面积。计算公式:  $S_{25} = S_0 \times (1 + 2.4\%)^{25}$ , 即 1980 年到 2005 年 25 年间。

3.  $1\text{hm}^2 = 15$  亩, 公顷为法定计量单位。

## 二、竹子的种类

竹子是速生丰产植物, 人们形容竹子生长速度有“昨秀一夜萧萧雨, 新竹青枝与屋齐”的诗句。我国竹资源丰富, 竹子种类繁多, 有属 500 多种。其中, 经济栽培竹有 50 余属, 主要有刚竹属、酸竹属、大节竹属、业平竹属、异枝竹属、铁竹属、短穗竹属, 还有箭竹属、玉山竹属、沧竹属、筱竹属等。仅刚竹属就有 50 余种, 大节竹属有 80 余种。常见的竹种有: 毛竹、刚竹、桂竹、洪竹、慈竹、青竹、斑竹、箭竹、甜竹、紫竹、方竹、箬竹、金竹、水竹、筠竹、苦竹、石绿竹、铁竹等。我国长期栽培和开发利用的竹种主要是毛竹、刚竹、桂竹、洪竹、慈竹等散生竹林。

## 三、竹材在人类生活中的实用价值

竹材自古以来是我国人们生产、生活和文化领域的重要资源。竹

子取材方便,易于加工,应用广泛,它是建筑材料、造纸材料、农业用品、家庭生活用品、体育文化用品和工艺制品等的优质材料。竹笋味甘,鲜脆,是我国传统的美食佳肴。所以,竹林为广大劳动者的衣、食、住、行和文化生活提供了宝贵的资源。

竹子很早就是建筑用材。据资料记载,我国以竹建房已有 2000 多年的历史。竹子在现代建筑方面的用途更加广泛,如家庭装饰材料中的竹地板。竹林之乡的老百姓仍然用竹材建造住房。园林里用竹材建成楼台亭阁等休闲场所,使园林更加古朴,具有原生态的情调。

竹子在我国南方农村极大地方便了广大农民,成为农业用具、渔业用具的最好材料。农民自己伐竹编制用具,简易适用,经济实惠。如农村常用的箩筐、晒垫、瓜草棚架,过河渡客和水上运输的竹筏,晒鱼、晒棉花、晒烟叶等用途的栅垫等,很多都是用竹子制作的。

竹制品在家庭生活用品中到处可见,如竹筷、竹篮、竹凉席、竹桌、竹凳、竹椅、竹床,竹柜、竹箱子,连扫地扫把也离不开竹子。世人常说:家有能工巧匠,竹器应有尽有。

华夏竹文化上下几千年,在中华文化中有着悠远渊长的历史,渗透到中华民族物质生活和精神生活的方方面面。以竹子为题成为历代文人墨客描绘人们精神和时代感触的绝作。竹子又是体育文化用品和工艺品的常用材料。早在 1700 多年前,已用嫩竹造纸,结束“竹简”文书的时代,在我国文化艺术史上具有独特的地位。竹子形态挺秀、神韵潇洒、风雅宜人,具有“一半绿花一半玉”的丽质与品质。从远古到现代,画家们以竹为题画出绚丽多姿的竹景竹意,含义隽永;作家与诗人以竹为题咏竹:刚直端庄、高风劲节,骨气挺坚,人品无瑕,屹立傲然的情操。民间艺人用竹材雕刻成琳琅满目、栩栩如生的各种工艺品深受人们喜爱,远销国外。用竹子制成的民乐器,如笛、箫、芦笙、京

胡、双簧管、葫芦丝等,不仅丰富了民间文化生活,而且使祖国竹文化艺术更加灿烂辉煌。

当今,湖南益阳、江西高安等竹乡人们利用竹资源优势 and 竹文化底蕴,举办“竹文化节”,搭建招商引资平台,促进了当地经济发展。

竹林是经济作物林,它不仅具有巨大的经济效益、文化效益,而且在调节气候、保持水土、净化空气、美化环境等维护生态良性循环方面,有着重要的生态效益和社会效益。

## 第二节 竹纤维开发及其经济价值

### 一、竹纤维研发过程及前景

生态纤维是当今全球服装面料发展的一大趋势,目前,国内外研究开发竹纤维<sup>①</sup>正在兴起。20世纪80年代初,杨之礼、蒋听培、王庆瑞、郭国铭等专家就提出“多年生的竹、芦苇及一年生的麦秆、甘蔗渣、高粱秆、玉米秆、棉秆等,可用作制造粘胶纤维的原料。”可是没有启动利用竹料开发竹纤维。20世纪末,日本三信整热工业株式会社(San-shin Thermal Insulation Company and ASK Corpration)开发了一种竹纤维提取系统。该系统包括以下工序:用碾压机沿竹子生长方向辗碎竹子;然后用有一专门机构的锤磨型研磨机使辗碎了的竹子纤维化;再以纤维中分离出混合在其中的竹内薄皮部分。1998年,日本的Toyo press公司开发了一种可有效地将竹子分裂成纤维的系统,生产的竹纤维可替代玻璃纤维用于纤维增强整形材料。Deshpande AP介绍了

---

① 目前,对竹纤维的开发、应用仍处于发展阶段,对其结构、性能的认识也还有待完善。本书的出版希望给关注竹纤维的读者提供参考。——出版者注