

# 青岛纺织工程与管理

QingDao Textile Engineering and Administration

2009年 第1期

青岛市纺织工程学会 主办

## 创 刊 辞

改革使我国的经济跨入了迅猛发展的快车道，开放让我们的企业融入了国际大市场，而与时俱进的使命，则赋予了我们纺织工程技术与管理更大的历史责任。

要变纺织加工大国为纺织科技强国，要成为在国际市场上拥有“话语权”的主导经营者，就必须尽快的提升我们纺织行业的“核心竞争力”。要使纺织行业具备超强的“核心竞争力”，就必须具备完善的自主研发能力、自主创新能力、现代化管理机制、高素质员工队伍……，而科研、技术、管理、操作等专业技术人才则是“核心竞争力”的载体。“科技是第一生产力”的内涵和要求即为此也。

在新的历史时期，青岛纺织工程学会将继续发挥自己历史辉煌、行业齐全、人才济济、辐射面广的优势，秉承“组织广大工程技术和管理人员，深入研究纺织技术，围绕新兴学科、边缘学科、交叉学科等开展学术研讨和交流活动，塑造学术交流品牌，提高技术和管理水平，推动纺织行业技术进步。”的宗旨，开展学会的工作，为青岛乃至全国纺织行业的发展再作新贡献。

为了更好地开展学术研讨和交流活动，学会创办了学术刊物《青岛纺织工程与管理》。但愿这一方平台能给广大工程技术人员的学习与交流提供点滴的方便，也相信这一方园地一定会盛开灿烂芬芳的科技之花和结出丰美甜蜜的科研硕果。

让我们都来关心并呵护《青岛纺织工程与管理》的成长。

编辑部

2009年01月

## 【学会动态】

### 山东省纺织工程学会 2008 年论文评选揭晓

青岛学会向省学会推荐了 26 篇论文,其中 3 篇论文获一等奖, 9 篇论文获二等奖。

2008 年, 根据省纺织工程学会“调动广大工程技术人员深入研究纺织技术, 提高技术水平, 推动我省纺织行业技术进步”的要求, 省纺织工程学会举办了第十二届第一次论文评选活动。青岛学会向省学会推荐了 26 篇论文,其中 3 篇论文获一等奖, 9 篇论文获二等奖。

《青岛纺织工程》将陆续刊载获奖论文。

#### 一等奖论文

1	原棉技术品级评价模型与应用	青岛纺联控股集团 山东大海集团 东营市宏远纺织有限公司	邱兆宝 何秀珍 闫承兰
2	喷气涡流纺 (MVS) 自由端纺纱特征的研究	青岛大学 青岛市纺织总公司	邢明杰 戴受柏
3	纺织品甲醛含量测试方法的差异比较	青岛大学 青岛市纺织纤维检验所	刘妍于璐 姜少华 崔宁

#### 二等奖论文

1	竹炭纤维/棉混纺纱线拉伸性能研究	青岛大学	王先锋 潘福奎 辛玉军
2	论混合原棉几项品质的计算	青岛市纺织总公司 青岛市纺织纤维检验所	戴受柏 宋钧才
3	论棉花色特征的综合评定 (兼论棉花色特征图)	青岛市纺织纤维检验所	宋钧才
4	聚乳酸纤维混纺纱强伸性与混纺比之间的关系	青岛大学 青岛纺联控股集团	杨庆斌 于洪珍
5	前处理对腈/棉交织物性能的影响	青岛大学纺织服装学院 山东省纤维检验局 青岛大学纺织服装学院	刘正芹 于丽华 刘洋洋
6	棉纱疵点对针织产品的影响	青岛华金集团	杨之青
7	羊毛纤维 KOH 正丁醇溶液细化工艺的研究	青岛大学	王洪燕 潘福奎 赵晓东
8	竹原纤维的热稳定性分析	青岛大学	杨庆斌 孙亚宁
9	关于供水系统泵站选泵及节能运行的一种方法	青岛联创股份有限公司	陈宪刚

# 青岛市纺织工程学会 2008 年工作总结及 2009 年工作要点

十二届学会理事会自 2007 年 12 月 21 日选举产生以来,在青岛市科学技术协会领导下,第

在代管单位青岛市纺织总公司和各团体会员单位的大力支持下,学会围绕中心工作开展学术交流、技术协作等工作,较好的完成了预定的工作任务。

## 一、2008 年工作总结

2008 年,学会组织开展了各种学术活动 10 次,参加人数达 300 余人。

### 1. 组织实施了《纺织企业现代配棉技术规范》项目,并通过验收

由青岛纺联控股集团公司申报,青岛市纺织工程学会组织实施的国家发改委下达的《纺织企业现代配棉技术规范》科研项目,于 2008 年 9 月 21 日通过了专家验收。该项目以原棉管理为基础,配棉成本控制为核心,成纱质量预测为手段,综合运用系统工程的思想和方法,遵循配棉技术原则,对 HVI 数据配棉进行智能化高度概括,将棉纺学、运筹学、模糊数学、技术经济学以及计算机技术融为一体,定量化地描述配棉全过程的规律,并以此形成了以棉纤维和纱线质量检测为主体的在线网络化棉纺质量工艺专家指导基础系统。该项目具有较强的创新性:①运用模糊数学等方法对原棉品质进行了综合分析,实现了细绒棉与长绒棉的配棉技术品级的划分及其连续性;②运用系统工程的思想和方法,建立了包括接批棉在内的完整的配棉数学模型,并从理论与实践的结合上对模型的求解进行了独具特色的分析;③运用动态权方法创立了动态成纱质量预测模型,该方法实用有效;④发挥程序设计语言与办公自动化软件的优势,搭建了各类数据交换平台,实现了配棉软件与 HVI 等测试仪的在线网络一体化。专家组一致认为,该项目技术成果达到国内领先水平,具有广泛的推广应用前景和显著的经济社会效益。

### 2. 推荐第十届陈维稷优秀论文

根据中国纺织工程学会第十届陈维稷优秀论文征文的通知精神,学会于今年 2 月召开论文工作会议,重点布置陈维稷优秀论文征文事宜,各单位经过认真准备,共征集到论文 13 篇,其中有 6 篇论文获得二等奖和三等奖。

### 3. 参与组织纺织专项的验收工作

受青岛市经贸委的委托，学会组织专家分别对青岛市承担的六个国家级纺织专项进行验收，现已圆满完成。

### 4. 组织撰写科学家传略

青岛作为中国早期的纺织工业发祥地，曾经涌现出一批在全国有影响力的纺织科学家，为了彰显他们的先进事迹，激励后人，学会组织撰写了顾鼎祥和万程之的传略，入选第三期中国科学家传略（纺织卷），现已正式出版。

### 5. 推荐优秀论文参加省学会论文评选活动

根据省纺织工程学会“调动广大工程技术人员深入研究纺织技术，提高技术水平，推动我省纺织行业技术进步”的要求，省纺织工程学会举办了第十二届第一次论文评选活动。在各团体单位广大工程技术人员的大力支持下，学会向省学会推荐了 26 篇论文，其中 3 篇论文获一等奖，9 篇论文获二等奖。

### 6. 纺纱专业委员会组织钢领与钢丝圈的专题讨论会

5 月 21 日纺纱专业委员会在青岛纺联集团六棉有限公司邀请了学会资深专家丁启靖做了《钢领与钢丝圈》的报告，纺纱专业委员会的全体成员、纺机专业委员会的代表、织造专业委员会的代表和有关专业人员参加了会议。

### 7. 组织有关人员参加针织面料纱疵分析研讨会

9 月 8~9 日，由中国棉纺织行业协会、中国针织工业协会、山东纺织工程学会主办的针织面料纱疵分析研讨会在青岛大学国际学术交流中心举办，应三方邀请我学会参与了会议的组织准备工作，并安排了 3 位本学会专家做了大会发言。

### 8. 协助山东纺织工程学会举办梳棉针布技术交流会暨梳棉工艺技术讲座

11 月 23 日在青岛大学国际学术交流中心举办日本金井梳棉针布技术交流会暨梳棉工艺技术讲座，学会参与了讲座的组织工作，组织青岛会员 20 多人参加了会议。

### 9. 参加全国十三城市纺织工程学会第二十五次工作研讨会

全国十三城市纺织工程学会第二十五次工作研讨会于 10 月 25 日~26 日在武汉市举行，学会秘书长邱兆宝参加了会议。

## 二、2009 年工作要点

着力塑造学术交流品牌，进一步增强学术活动的吸引力和凝聚力；重点围绕新兴学科、交叉学科等开展学术交流活动。

- 1、举办全国性《纺织企业现代配棉技术规范》应用培训班。
- 2、承接全国十三城市纺织工程学会第二十六次工作研讨会。
- 3、出版《青岛纺织工程》(电子版)。
- 4、征集论文参加全国及各有关方面论文评选活动。
- 5、参加市、省和国家各级学会(协会)举办的专业活动。
- 6、为企业提供各种技术咨询服务，协助企业进行技术攻关。

## 【科技创新】

### 青岛云龙纺织机械有限公司 FC300 型长纤维并条机项目通过专家鉴定

2008 年 12 月 27 日，由青岛云龙纺织机械有限公司完成的“FC300 型长纤维并条机”科技成果通过鉴定会。该成果主要创新点是：

- 1 · 适应长纤维的纺制，适纺纤维长度达 80~120mm；
- 2 · 圈条盘采用全新的螺旋式结构；
- 3 · 全机采用同步带传动，平稳性好，提高了传动精度，降低了噪音；
- 4 · 采用组装式摇架；
- 5 · 应用 PLC 可编程序控制器，提高电气部件可靠性，维修方便快捷；采用变频器控制，

解决了开关车粗细节问题，节能降耗效果显著。

该成果实际使用中，运行平稳、性能可靠、调整方便，能够满足长纤维纺纱的质量要求。

## 原棉技术品级评价模型与应用

邱兆宝<sup>1</sup>, 何秀珍<sup>2</sup>, 闫承兰<sup>3</sup>

(1.青岛纺联控股集团有限公司, 山东 青岛 266011; 2.山东大海集团, 山东 东营 257336;

3.东营市宏远纺织有限公司, 山东 东营 257500)

**摘 要** 生产实践迫切需要一种简便可靠的原棉品质综合技术指标, 以指导配棉技术管理工作。经分析, 棉纤维上半部长度、整齐度指数、断裂比强度、马克隆值为棉纤维品质的主要内在指标, 确定其分级特征值后, 运用模糊数学中的模糊分等和隶属度的概念, 可以计算出原棉的综合评价指数, 这一评价指数称为原棉技术品级。原棉技术品级以原棉的内在质量为主, 并辅以外观质量, 有机地将原棉品质统一在具体指标内, 可以综合反映原棉的主要特性, 对加强原棉分类组批管理, 制订配棉技术标准和配棉实施方案, 有着积极的技术经济意义。

**关键词** 技术品级; 色特征级; 定量分析; 模糊数学; 评价模型

**中图分类号:** TS102.2+11; O159      **文献标识码:** A

## The Evaluating Model of Raw Cotton Technical Grade and its Application

Qiu Zhaobao<sup>1</sup>, He Xiuzhen<sup>2</sup>, Yan Chenglan<sup>3</sup>

(1.Qingdao Textile Holding Group CO., Ltd, Qingdao, Shandong, 266011; 2. Shandong Dahai Group, Dongying, Shandong, 257336; 3. Dongying Hongyuan Textile CO., Ltd, Dongying, Shandong, 257500)

**Abstract** To guide the technical management of assorting cotton, it is urgent to have a simple and reliable quality of integrated technical indicator for raw cotton in production practice. Been analyzed, the first half of cotton fiber length, uniformity index, breaking strength, micronaire are the main internal indexes of cotton quality, and after its grading eigenvalue been determined, we can make use of the concept of fuzzy classification and membership degree in fuzzy mathematics to calculate comprehensive evaluation index of raw cotton, called technical grade of raw cotton. This index, based on the internal quality of raw cotton, supplemented by appearance quality, unifying the cotton quality in a specific index organically, and reflecting the main characteristics of raw cotton comprehensively, has positive technical and economic significance to strengthen the management of category-grouping, and establish technical standers and program implementation of raw cotton.

**Key Words** Technical grade; Cotton Color Grade; Quantitative Analysis; Fuzzy Mathematics; Evaluation Model

国家棉花新标准规定, 根据棉花的成熟程度、色泽特征、轧工质量, 细绒棉品级分为 7 个级, 长绒棉品级分为 5 个级。棉花质量标识按棉花类型、主体品级、长度级、主体马克隆值级顺序标示。细绒棉标准

**基金项目:** 国家“纺织行业加快结构调整转变增长方式”资助项目(财政部、国家发改委文件: 财企[2006]418号)

**作者简介:** 邱兆宝(1949—), 男, 经济师。主要研究领域为纺织管理工程。E-mail: qzb1949@sina.com 13808973131

对长度、马克隆值、断裂比强度、长度整齐度指数进行了分级或分档, 棉花按色特征分为白棉、淡黄染棉、黄染棉 3 种类型, 共 13 个色特征级。长绒棉对长度、马克隆值、断裂比强度进行了分级, 无色特征级。

国家棉花新标准的实施，必将对棉纺织企业的配棉技术产生深刻的变革。研究 HVI（棉纤维大容量测试仪）检验指标在纺纱工艺中的作用和对纺织产品性能价值的影响，正确使用 HVI 指标并直接用于纺织生产，改变相对落后的按感官检验结果配棉的方式，对促进棉纺织企业技术进步以及利用信息化改造传统行业，改进和完善棉纺织企业合理购棉、科学配棉、稳定生产，降低成本，提高产品质量有着重要的技术经济意义。

## 1. 原棉品质的综合评价

### 1.1 原棉品质指标的相关分析

棉花对纺织企业而言，称之为原棉。原棉HVI指标众多，包括：上半部长度、整齐度指数、断裂比强度、马克隆值、伸长率、反射率、黄色深度、成熟度比等，这些指标从不同角度反映了原棉的物理性能。

表 1 为新疆细绒棉 30 组统计表。

表 1 新疆细绒棉统计表

Tab.1 The statistics of medium cotton in Xinjiang

序号	上半部长度 (mm)	整齐度指数 (%)	断裂比强度 (gf/tex)	马克隆值	伸长率 (%)	反射率 (%)	黄度	成熟度比
1	26.74	82.10	28.60	4.20	8.70	84.70	8.10	0.84
2	27.44	82.80	29.70	4.20	8.20	84.70	7.80	0.85
3	28.03	82.10	27.10	4.23	6.90	85.50	7.70	0.85
4	28.47	82.60	28.00	4.40	7.70	84.80	8.20	0.85
5	28.48	81.80	27.60	3.98	6.60	85.50	7.60	0.85
6	28.48	82.70	27.80	4.50	8.10	84.70	7.60	0.85
7	28.52	83.40	27.50	5.00	6.90	83.70	9.50	0.86
8	28.82	81.80	27.90	3.60	7.50	83.80	8.60	0.84
9	29.13	83.30	28.40	4.90	7.90	83.20	9.70	0.86
10	29.31	83.30	27.90	3.65	6.80	83.60	7.50	0.84
11	29.34	83.10	29.10	4.00	6.40	83.40	8.10	0.86
12	29.35	81.60	29.60	3.50	6.90	84.50	8.10	0.84
13	29.43	83.30	25.30	3.93	7.60	83.20	7.80	0.85
14	29.43	83.60	27.30	4.00	6.80	80.50	8.00	0.84
15	29.50	83.00	27.30	3.90	7.00	85.10	7.60	0.85
16	29.55	81.80	30.60	3.90	7.50	85.50	7.60	0.84
17	29.58	83.80	28.30	4.70	8.50	85.80	8.10	0.86
18	30.00	83.80	28.90	4.60	8.90	85.00	7.70	0.85
19	30.01	84.20	27.00	4.30	7.50	81.10	7.90	0.85
20	30.05	82.70	30.30	4.10	6.90	84.60	8.30	0.85
21	30.12	85.50	28.70	4.35	7.90	81.90	7.60	0.85
22	30.16	82.20	29.30	3.20	6.90	84.10	8.00	0.83
23	30.18	82.50	29.70	4.10	6.80	84.50	7.80	0.85
24	30.31	83.90	27.50	3.65	7.60	85.20	7.60	0.84
25	30.32	83.50	30.10	3.95	6.50	83.20	7.80	0.84
26	30.35	83.60	30.80	3.96	6.30	82.90	8.10	0.85
27	30.36	83.90	27.20	4.10	7.80	80.90	7.70	0.84
28	30.72	83.00	34.10	3.80	5.80	82.10	8.80	0.86
29	31.14	83.30	34.50	3.30	6.60	82.70	9.50	0.84
30	31.36	83.60	37.30	3.10	6.60	83.50	7.60	0.84

实践中，原棉的各项品质指标的优劣很难协调统一，致使在分析时往往顾此失彼。因此，生产实践迫切需要一种简便可靠的原棉品质的综合技术指标，以指导配棉工作。

以往，人们在研究原棉品质时，往往孤立地分析某一项指标，而忽略其整体性和系统性。实际上，原棉的各项指标是相互依存的，从一批观测数据计算得到的两个变量之间的相关系数往往不能正确地说明这两个变量之间的真正关系，要真正表示这两个变量之间的相关关系，必须在除去其它变量影响的情况下，



计算它们的相关关系，这种相关系数称为偏相关系数。

由于变量之间的错综复杂的关系，偏相关系数与简单相关系数在数值上可能相差很大，甚至有时符号都可以相反。只有偏相关系数才真正反应两个变量的本质联系，而简单相关系数则可能由于其它因素的影响而反映的仅是表面的非本质的联系，甚至可能完全是假象。

根据表 1，分别选取各个指标作为控制变量可得出不同的偏相关系数表，如表 2 偏相关系数的控制变量为黄度（其它略）。表 3 为新疆细绒棉偏相关系数绝对贡献值汇总分析表。

**表 2 新疆细绒棉偏相关系数**

**Tab.2 The partial correlation coefficient of medium cotton in Xinjiang**

项目	上半部长度	整齐度指数	断裂比强度	马克隆值	伸长率	反射率	成熟度比
上半部长度	1.000	0.468*	0.539**	-0.459*	-0.434*	-0.412*	-0.179
整齐度指数	0.468*	1.000	0.009	0.267	0.145	-0.572**	0.247
断裂比强度	0.539**	0.009	1.000	-0.565**	-0.396*	-0.038	-0.211
马克隆值	-0.459*	0.267	-0.565**	1.000	0.566**	0.137	0.687**
伸长率	-0.434*	0.145	-0.396*	0.566**	1.000	0.241	0.092
反射率	-0.412*	-0.572**	-0.038	0.137	0.241	1.000	0.153
成熟度比	-0.179	0.247	-0.211	0.687**	0.092	0.153	1.000
<b>绝对贡献值</b>	2.491	1.708	1.757	2.681	1.874	1.553	1.569

\*.在 0.05 水平上显著相关；\*\*.在 0.01 水平上显著相关。控制变量：黄度

**表 3 新疆细绒棉偏相关系数绝对贡献值汇总分析表**

**Tab.3 The total analysis of absolute contribution value to partial correlation coefficient of medium cotton in Xinjiang**

项目	上半部长度	整齐度指数	断裂比强度	马克隆值	伸长率	反射率	黄度	成熟度比
上半部长度		2.187	1.367	2.401	1.389	1.070	1.278	1.492
整齐度指数	2.382		1.961	2.861	2.059	1.506	1.280	1.710
断裂比强度	1.731	1.817		2.106	1.176	1.549	1.181	1.542
马克隆值	2.122	1.591	1.555		1.625	1.558	1.435	1.489
伸长率	1.861	1.723	1.173	2.064		1.290	1.113	1.714
反射率	1.899	1.594	1.815	2.752	1.773		1.175	1.653
黄度	2.491	1.708	1.757	2.681	1.874	1.553		1.569
成熟度比	2.431	1.542	1.887	1.963	2.122	1.618	0.935	
<b>绝对贡献值</b>	14.917	12.162	11.515	16.828	12.018	10.144	8.397	11.169

根据表 3 分析，棉纤维的各项指标对棉纤维品质的总体贡献顺序依次是：马克隆值、上半部长度、整齐度、伸长率、断裂比强度、成熟度比、反射率、黄度。

按上述办法，经对多组细绒棉、长绒棉分析（过程略），考虑到各自的绝对贡献值以及相互关系和与纺纱工艺的紧密程度，确定棉纤维上半部长度、整齐度指数、断裂比强度、马克隆值为棉纤维品质的主要内在指标。

### 1.2 原棉的主要品质指标分析

(1) 上半部长度。长度是原棉最重要的内在质量指标之一。棉纤维长度长，纤维间接触机会多，纤维间抱合力增加，成纱强力高，特别是在纺细特纱时，纤维长度对成纱的强力影响更显著。

(2) 整齐度指数。纤维长度整齐度指数表示纤维长度分布均匀或整齐的程度，对纱线的条干有重要影响，同时对纱线的强度和原棉的制成率也有影响。

(3) 断裂比强度。当棉纤维断裂比强度大时，必然是纤维密度小或强力高，对成纱强力有利，同时因纤维不易断裂，落棉少，制成率高，有利于降低用棉量。

(4) 马克隆值。马克隆值对成纱质量的影响实际上是纤维细度与成熟度对成纱质量的综合影响。对同一原棉品种，马克隆值过高时，纤维过成熟，纤维天然转曲较少，纺同样号纱时，纱线截面内纤维根数减

少，纤维抱合力较差，成纱强力较低。马克隆值过低的棉纤维容易产生有害疵点，染色性差，断头率高，成纱强力同样较低。

## 2. 原棉技术品级

棉花品级是感官检验，是对照品级实物标准结合品级三条件即棉花的成熟程度、色泽特征、轧工质量进行综合评定。

原棉技术品级是棉纺织企业独有的综合评价原棉内在与外观质量的综合技术指标，该指标可以综合反映原棉的品质，其特点是简明、全面、实用、方便。

### 2.1 技术品级评定因素

原棉技术品级的确定所采用的方法是模糊综合评价。所谓对原棉品质进行模糊综合评价，就是采用模糊数学中的模糊分等和隶属度的概念，对原棉主要品质指标进行总的评价的定量计算方法。它可以计算出原棉的综合评价指数，并可根据数值的大小，得到所有原棉优劣排列顺序。此外，还可对各种原棉品质优劣的原因进行分析。这样，原棉品质的各项指标便统一于评价指数之中了。这一评价指数称为原棉技术品级。

技术品级反映了原棉的综合特性，对加强原棉分类组批管理，制订配棉技术标准和配棉实施方案，提高配棉精度，有着积极的技术经济意义。

### 2.2 技术品级分级特征值

对于原棉内在品质优劣评定这一问题，其主要影响因素有上半部平均长度、整齐度指数、断裂比强度和马克隆值。评定时先对每一个具体的影响因素评定等级，然后利用加权平均法进行综合。

根据各个评定因素对原棉评定等级，首先应规定各个评定因素的分级特征值。分级特征值是参照有关标准制定的，可按长绒棉、细绒棉单独制订，也可按长绒棉、细绒棉混合制订。

表4为长绒棉、细绒棉混合分级特征值表，评定因素中的一级、二级为长绒棉，范围区间为 $[\geq 1.0; < 2.0]$ ；评定因素中的三级、四级、五级为细绒棉，范围区间为 $[> 2.0; \leq 5.0]$ 。

表4 长绒棉细绒棉混合评定因素的分级特征值

Tab.4 The grade eigenvalue of blending long-staple cotton and medium cotton accessing factors

项目	长绒棉		细绒棉		
	一级	二级	三级	四级	五级
上半部长度 (mm)	$\geq 36.0$	$\geq 33.0; < 36.0$	$\geq 29.0; < 33.0$	$\geq 26.0; < 29.0$	$< 26.0$
马克隆值	$\geq 3.65; < 4.25$	$\geq 3.45; < 3.65$	$\geq 4.25; < 4.95$	$< 3.45$	$\geq 4.95$
断裂比强度 (cN/tex)	$\geq 38.0$	$\geq 36.0; < 38.0$	$\geq 32.0; < 36.0$	$\geq 28.0; < 32.0$	$< 28.0$
整齐度指数 (%)	$\geq 85.0$	$\geq 83.0; < 85.0$	$\geq 80.0; < 83.0$	$\geq 77.0; < 80.0$	$< 77.0$

利用模糊分等的方法可以将"0-1"度量法推广到"[0, 1]"度量法，也就是用0-1之间的一个实数去度量它，这个数就叫"隶属度"。因为"隶属度"是随条件而改变的，当用函数来表示隶属度的变化规律时，就叫它隶属函数。

在实际问题中，用模糊数学去处理模糊概念时，选择适当的隶属函数是很重要的。对于原棉上半部长度、整齐度指数、断裂比强度的评定等级，用"[0, 1]"度量法，选用正向指标的线性隶属函数。

正向指标的隶属函数为：

$$u(x) = \begin{cases} 1 & (0 \leq X \leq a_1) \\ (a_2 - X)/(a_2 - a_1) & (a_1 < X \leq a_2) \\ 0 & (a_2 < X) \end{cases}$$

这样，对于某一批原棉，将不再是仅能属于某一等级，而是可能以不同的隶属度归属于不同的等级。马克隆值为非线性，可用"0-1"度量法分段处理。

## 2.3 原棉技术品级评价

### 2.3.1 原棉技术品级内在质量评价

原棉技术品级内在质量评价模型如下：

$$P_k = \sum_{j=1}^n d_j \sum_{i=1}^n r_{ij} / n$$

式中：

$P_k$  —— 第  $k$  组原棉的技术品级

$d_j$  —— 原棉标准等级数（一级~五级）， $j=1,2,3,4,5$

$r_{ij}$  —— 原棉第  $i$  项品质指标对于第  $j$  个等级的隶属度， $i=1,2,3,4$

技术品级的物理意义为各原棉品质的模糊等级值。显然，技术品级数值愈小，则该原棉的品质越好。

### 2.3.2 原棉技术品级外观质量评价

原棉技术品级外观质量评价为棉花的颜色指标。颜色指标如下：

（1）反射率：表示棉花样品反射光的明暗程度，以  $R_d$  表示。

（2）黄色深度：表示棉花黄色色调的深浅程度，以  $+b$  表示。

（3）色特征级：依据棉花色特征划分的级别。棉花样品的反射率（ $R_d$ ）和黄色深度（ $+b$ ）测试值在棉花色特征图上的位置所确定的级别。

HVI 快速棉花测试仪测出棉花样品的反射率（ $R_d$ ）和黄色深度（ $+b$ ）的测试值，在棉花色特征图上的位置所对应的色特征级，即为该棉花样品的色特征级。即（ $R_d$ ， $+b$ ）值落在色特征图上的位置，就可以确定该样品的色特征级。

（1）色特征级的划分。棉花按色特征分为 3 种类型 13 个级。色特征级用两位数字表示，第一位是级别，第二位是类型。类型分白棉、淡黄染棉、黄染棉。白棉分 6 级，代号分别为：11、21、31、41、51、61；淡黄染棉分 4 级，代号分别为：12、22、32、42；黄染棉分 3 级，代号分别为：13、23、33；31 为色特征标准级。

（2）色特征图。色特征级的分布和范围由色特征图（略）表示，各分布范围有各自的一组方程式（略）。

### 2.3.3 原棉技术品级评价实例

棉花的品级与色特征级的评定都要考虑棉花的颜色，这两项指标主要反映棉花的外观特征，但两者的检验方法、含义及其各自在标准的质量指标体系中所占的权重等方面都存在很大差异。棉花品级是感官检验，而棉花的色特征级是通过 HVI 测试棉花的反射率（ $R_d$ ）、黄色深度（ $+b$ ）及其在色特征图上的位置来确定的，它仅根据棉花表面的颜色特性确定。

棉花品级不分类型，而色特征级将棉花分白棉、淡黄染棉、黄染棉三个类型，因此棉花的品级与色特征级二者之间不可能一一对应，也无法进行转换。同一品级的棉花，色特征级不一定相同；同一色特征级的棉花品级不一定相同；色特征值相同，品级不一定相同。色特征级高的棉花外观上不一定比色特征级低的棉花好，品级高的棉花的  $R_d$ 、 $+b$  不一定比品级低的棉花好。从总体上说，色特征级高的棉花品级也高，色特征级低的棉花品级也低。色特征级高的棉花，品级没有太低的；色特征级低的棉花，品级没有太高的。

表 5 是部分细绒棉和长绒棉的技术品级，可以看出，技术品级能全面反映原棉的内在质量。

表 5 原棉技术品级表

Tab.5 The technical grade of raw cotton

序号	棉花商业等级代号	产地	原棉主要指标				技术品级	
			上半部长度	整齐度指数	断裂比强度	马克隆值	内在质量	外观质量(色特征级)
1	137A	新疆	36.56	87.70	39.80	4.10	1.00	白棉 21
2	137B2	新疆	35.97	86.40	42.70	4.40	1.75	白棉 31
4	137B2	新疆	35.85	85.50	41.50	4.50	1.76	白棉 21
3	137B2	新疆	35.47	85.80	42.30	4.40	1.80	白棉 21
7	130A	新疆	30.36	83.90	27.20	4.10	3.05	白棉 31
6	329A	新疆	30.31	83.90	27.50	3.65	3.06	白棉 11
5	231C1	新疆	32.13	83.60	37.30	3.10	3.07	白棉 11
10	230B2	新疆	30.12	85.50	28.70	4.35	3.15	白棉 21
9	329A	山东	28.88	82.50	27.80	4.10	3.30	白棉 21
8	328A	美棉	27.89	81.40	30.30	3.69	3.34	白棉 21
12	328A	美棉	27.84	80.20	29.40	3.70	3.49	白棉 11
15	329B1	新疆	29.69	82.20	26.40	3.60	3.53	白棉 21
17	230B2	新疆	30.01	84.20	27.00	4.30	3.54	白棉 21
11	328B2	美棉	28.11	81.30	34.80	4.73	3.54	白棉 41
13	329B2	印度	29.59	83.60	29.20	4.30	3.56	白棉 21
16	329B2	山东	29.46	83.60	28.60	4.40	3.62	白棉 11
18	329B2	山东	29.54	83.40	28.70	4.40	3.64	白棉 11
14	231C1	新疆	31.14	83.30	31.00	3.30	3.65	白棉 11
19	328B1	美棉	28.37	81.00	28.60	3.52	3.68	白棉 21
20	329B2	新疆	29.13	83.30	28.40	4.90	3.68	白棉 11
23	329B2	印度	29.94	82.80	27.10	4.60	3.76	白棉 31
21	329B2	印度	29.40	82.30	28.40	4.40	3.76	白棉 31
22	329B2	新疆	28.30	82.90	28.60	4.30	3.78	白棉 11
24	329B2	山东	28.83	82.50	28.30	4.30	3.80	白棉 21
25	329B2	新疆	28.68	82.00	28.70	4.80	3.83	白棉 11
26	328B2	美棉	27.49	80.60	30.40	4.44	3.93	白棉 21
27	328B2	美棉	28.04	80.70	29.10	4.44	3.97	白棉 21
28	328B2	美棉	27.25	80.90	29.30	4.45	4.00	白棉 31
29	328C2	美棉	27.76	80.20	30.90	5.01	4.42	白棉 31
30	328C2	美棉	27.82	80.20	28.80	5.20	4.53	白棉 21

注：长绒棉无色特征级标准，可用细绒棉的白棉级别替代。

### 3. 原棉技术品级的应用

#### 3.1 原棉分类组批管理

用棉花的质量标识（棉花类型、主体品级、长度级、主体马克隆值）对棉包进行管理，有着重要的商业意义，但对配棉技术管理工作的指导尚欠“精确”。传统的原棉分类按照产地、品级、长度级的管理方式，这种方式依赖于商业管理模式。新的棉花标准实施后，企业应对这一管理方式进行变革，即从技术角度出发，对按批或逐包检验的商业原棉赋予新的涵义，进行实质意义上的技术评价，原则上，要以产地、原棉内在质量和外观质量进行归类管理。

表 6 是根据表 5 按照表 4 分级的大类原则组批的，原 30 批原棉经分类分级，形成 16 组。分类分级组批可根据实际情况进行粗分或细分。

**表 6 原棉分类组批统计表**

**Tab.6 The statistics of raw cotton category-grouping**

序号	分级分类	批数	包数	库存吨数	平均包重 (kg)	每吨价格 (元)	价值总额 (元)
1	美棉 四级 / 白棉 11	1	90	20.46	227.33	14610	298921
2	美棉 四级 / 白棉 21	4	435	99.75	229.31	14620	1461287
3	美棉 四级 / 白棉 31	1	60	13.22	220.33	14550	192351
4	美棉 四级 / 白棉 41	1	150	33.96	226.40	14750	500910
5	美棉 五级 / 白棉 21	1	90	20.78	230.89	14650	304427
6	美棉 五级 / 白棉 31	1	120	27.56	229.67	14650	403754
7	山东 四级 / 白棉 11	2	230	52.12	226.61	13130	682164
8	山东 四级 / 白棉 21	2	190	43.41	228.47	13150	569950
9	新疆 一级 / 白棉 21	1	185	16.38	88.54	19241	315168
10	新疆 二级 / 白棉 21	2	207	47.89	231.35	19439	925881
11	新疆 二级 / 白棉 31	1	129	29.50	228.68	20706	610827
12	新疆 四级 / 白棉 11	6	865	136.13	157.38	13400	2109566
13	新疆 四级 / 白棉 21	3	346	76.07	219.86	14182	1105662
14	新疆 四级 / 白棉 31	1	100	22.80	228.00	14207	323920
15	印度 四级 / 白棉 21	1	150	24.00	160.00	14400	345600
16	印度 四级 / 白棉 31	2	300	46.00	153.33	14400	662400
合计		30	3647	710.03	194.69	15229	10812788

运用技术品级指标对原棉进行管理，可以降低并简化仓储分类，控制主要 HVI 指标，控制原棉库存，提供采购信息，有利于保持棉纤维指标的连续一致。

### 3.2 制订配棉技术标准

配棉技术标准是棉纺工艺管理的基础，内容包括配棉类别、品种规格、技术品级、用棉量定额等。配棉技术标准要以原棉管理为基础，成纱质量成本为核心，过程控制为手段。

### 3.3 制订配棉方案

原棉的主要物理性质，随棉花生长条件的不同而存在着较大的差异。原棉的这些性质与纺纱工艺、成纱质量有着密切的联系，为了充分发挥和合理利用不同原棉的特性，一般不采用单唛头纺纱，而是把几种原棉搭配组成混合棉使用，这种多种原棉搭配使用的方法称为配棉。

配棉是一项技术性、经济性、实践性很强的工作，它涉及的因素众多而复杂。配棉目的是：保持生产过程半成品、成品质量的相对稳定；满足成品品种和用途的实际需要；节约用棉，合理降低配棉成本。完整的配棉方案应包括接批棉和质量成本预测。

表 7 是配棉成份分类排队表（含接批棉）。表 8 是本期混棉平均指标与质量成本预测表。

技术品级指标是配棉成份的重要信息，特别是断批棉与接批棉的技术品级，原则上应控制在 0.5 之内，色特征级应一致或相邻。

**表 7 配棉成份分类排队表 (简表)**

**Tab.7 The category-queuing of assorting cotton components (summary)**

C14.6tex (细绒棉)

队号	技术品级	产地	混棉比 (%)	混用包数	使用天数	用棉进度										上半部长度 (mm)
						01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	
1	3.2	新疆	34.92	8	7	_____										30.31
	3.5	新疆		8	24	_____										29.13
2	3.5	新疆	22.27	5	13	_____										30.12
	3.7	新疆		5	25	_____										30.01
3	3.4	新疆	14.54	9	17	_____										31.14
4	3.2	山东	11.31	7	27	_____										28.88
5	2.8	新疆	8.15	5	31	_____										32.13
6	3.0	新疆	8.81	2	31	_____										30.36

**表 8 本期混棉平均指标与质量成本预测表 (简表)**

**Tab.8 The forecast of cotton blending with average index and quality cost (summary)**

接批序号	技术品级	原 棉 特 性			成纱质量与配棉成本预测		
		上半部长度 (mm)	整齐度 (%)	色特征级	条干 (CV%)	断裂强度 (cN/tex)	配棉成本 (元/T)
0	3.2	30.38	83.99	白棉 11	15.79	14.26	16210
1	3.4	29.97	83.78	白棉 11	15.80	14.20	16733
2	3.4	29.94	83.48	白棉 11	15.81	14.18	16731
平均	3.3	30.16	83.83	白棉 11	15.80	14.22	16489

#### 4. 结语

1) 原棉技术品级有别于棉花品级。原棉技术品级是定量指标, 棉花品级是定性指标。

2) 原棉技术品级以原棉的内在质量为主, 并辅以外观质量, 有机地将原棉品质统一在具体指标内, 可以综合反映原棉的特性, 其特点是全面、实用、简明、方便。

3) 原棉技术品级对加强原棉分类组批管理, 制订配棉技术标准和配棉实施方案, 有着积极的技术经济意义。

注: 本文为《纺织企业现代配棉技术规范》课题研究报告中的部分内容。文中涉及的有关数据由自行研发的配棉软件计算。

#### 参考文献:

- [1] 国家标准.GB1103—2007《棉花 细绒棉》[S].北京: 中国标准出版社, 2007.  
National Standards.GB1103—2007.Cotton/Medium Cotton[S].Beijing: China Standards Press, 2007.
- [2] 国家标准.GB19635—2005《棉花 长绒棉》[S].北京: 中国标准出版社, 2005.  
National Standards.GB19635—2005.Cotton/Long Staple Cotton[S].Beijing: China Standards Press, 2005.
- [3] 《棉花 仪器化检验》(草案) 起草小组.棉花品级与色特征级的辩证关系[J].中国纤检, 2005 (5): 5-7.  
Draft Group of Cotton-Instrumental Test (Draft). Dialectical Relationship between Cotton Grade and Cotton Color Grade [J].China Fiber Test, 2005(5):5-7.
- [4] 张丽娟, 陈兵林, 薛晓萍, 熊宗伟, 周治国.棉花成纱品质质量模型的评价[J].纺织学报, 2005, 26 (6): 133-135.  
ZHANG Lijuan, CHEN Binglin, XUE Xiaoping, XIONG Zongwei, ZHOU Zhiguo. Evaluation of the Model of Cotton Yarn Quality [J].Journal of Textile Research, 2005, 26 (6):133-135.
- [5] 顾双平, 常晓阳.棉花纤维品质性状的相关剖析[J].江西农业学报, 2002, 14 (2): 24-28.  
GU Shuangping, CHANG Xiaoyang. Correlation Analysis of Fiber Quality Characters of Cotton [J]. Acta Agriculture Jiangxi, 2002, 14 (2):24-28.
- [6] 叶义成, 柯丽华, 黄德育.系统综合评价技术及其应用[M].北京: 冶金工业出版社, 2006.  
YE Yicheng, KE Lihua, HUANG Deyu. Technology of Comprehensive Assessment System and Its Application [M].Beijing: Metallurgical Industry Press, 2006.

# 喷气涡流纺（MVS）自由端纺纱特征的研究

邢明杰（青岛大学，青岛，266071；戴受柏（青岛市纺织总公司，青岛，266011）

**摘要：**本文首先对喷气包缠纺和喷气涡流纺的加捻过程进行了描述，加捻过程的描述是成纱机理研究的基础。然后对喷气涡流纺成纱机理的自由端特征进行了分析，并利用 PHOENICS 软件对喷嘴中气流的运动进行了模拟，以及利用高速摄影对纤维加捻过程进行了拍摄，同时，结合成纱结构进一步说明了成纱机理。认为喷气涡流纺具有明显的自由端纺纱特征，但中心仍有未断裂的一定量的连续纤维。喷气涡流纺可以看成是部分自由端纺纱、半自由端纺纱或亚自由端纺纱。

**关键词：**喷气涡流纺 纺纱机理 自由端纺纱 MVS

喷气纺纱是利用高速旋转气流进行纺纱的新型纺纱技术，自问世以来，作为一种新型纺纱方法的优势已被广为认可。喷气包缠纺纱(传统喷气纺)的成纱机理，适宜于纺制涤/棉及 51mm 以下的化纤，不适合纺纯棉等短纤维纱，进一步提高纯棉及其他短纤维喷气包缠纺纱的强力是很困难的。喷气涡流纺是在喷气包缠纺纱基础上发展起来的一种纺纱技术，其从机理上有了较大的改变，可以纺纯棉等短纤维纱。

## 1· 喷气涡流纺（MVS）的成纱机理分析

目前，自由端纺纱中自由端的形成主要是采用分梳辊分梳，纵向分离纤维须条的方法，这种方法会对纤维损伤和分离后成纱中纤维伸直平行度差，减小了成纱中纤维的有效长度，使纱的强力减小。

喷气涡流纺改变了喷气包缠纺的成纱机理，要使单纤维相互结合成具有一定强力的纱线，纤维间必须有两种作用，一是径向凝聚，它使纤维不脱离纱线表面；二是轴向凝聚，使纱线获得一定强力。喷嘴作为喷气纺纱设备的关键部件，其结构对成纱结构和质量有着重要的影响。因此要对纱线加上真捻，就要合理利用空气动力学技术，对喷嘴结构进行合理的改变，使高速旋转涡流和喷嘴内部的结构相互配合，使得涡流对须条产生径向和轴向的作用，即气流在三维空间中对纤维产生作用。在喷嘴内气流的膨胀作用下，纤维须条径向分离出尾端自由纤维，形成自由端（或一定状态下的自由端），使须条纤维相互分离，保证了不使须条在喂入端至加捻区域内产生反向捻回。在旋转的气流作用下，尾端自由纤维对内层纤维产生相对角位移，完成对纤维须条的加捻而成纱。如图 1 所示。

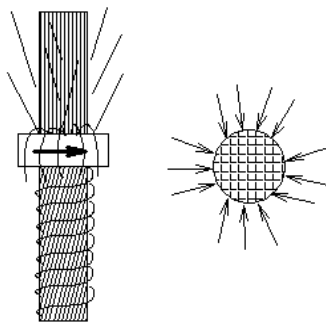


图 1 喷气涡流纺纱的三维加捻

喷嘴的主要功能是产生轴向吸力、径向分离和切向加捻，轴向吸力吸引纤维进入喷嘴使得纤维在喷嘴内得到加速，纤维伸直，靠旋转涡流对纤维加上捻度以成纱。

在喷气涡流纺纱中，将条子直接喂给牵伸装置，被牵伸的纤维通过喷嘴和空心管（引纱管、），由此可纺成纱线，如图而所示，

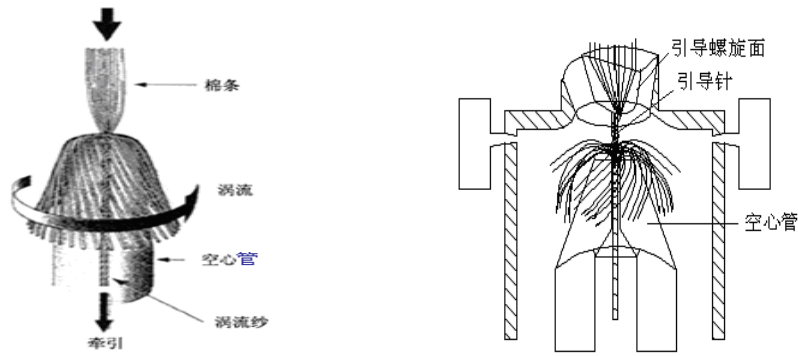


图2 喷气涡流纺纱 ( MVS ) 成纱分析

从前罗拉出来的纤维束，通过纺纱喷嘴的轴向流的作用被吸引。通过喷嘴入口的最窄部分后，到达突然扩大的喷嘴室（涡流室）内，纤维束的外层纤维受纺纱喷嘴的旋转气流的径向作用力而膨胀扩大。然后，在引导面前部伸出引导针的前端，再次收缩，防止向有捻纱条的上游传播。纤维束开始接受旋转气流的影响，脱离前罗拉钳口点的纤维，其后端开始反转。该反转纤维被拉入空心管时，在芯纤维的四周按一定方向（旋转气流方向）缠绕，完成纱线的加捻。实际上，引导针的一个重要作用是引导纤维头端进入空心管中，纤维头端进入空心管后，尾端膨胀，并被气流加捻成纱。

## 2· 喷气涡流纺 ( MVS ) 成纱机理的进一步分析

喷气涡流纺 ( MVS ) 具有一定的自由端纺纱的特征:分解纤维、凝聚、剥取、加捻等过程，分析如下:

### 2.1 分解纤维 ( 断裂 )

从前罗拉出来的纤维束，通过纺纱喷嘴的轴向流的作用被吸引，进入加捻器（涡流室），在引导针的作用下，纤维前端进入空心管的中孔，如此同时，纤维的后端脱离了前罗拉的控制，通过喷管的最窄部位后，到达突然扩大的喷嘴室内，纤维束的外层纤维受纺纱喷嘴的旋转气流的径向作用力而膨胀扩大，脱离了纤维束的主体，呈现了断裂状态。需要指出的是，引导面、引导针及其气流共同的作用，形成了纤维在进入涡流室初期，即在引导针附近的断裂状态。

### 2.2 凝聚 ( 自由端的形成 )

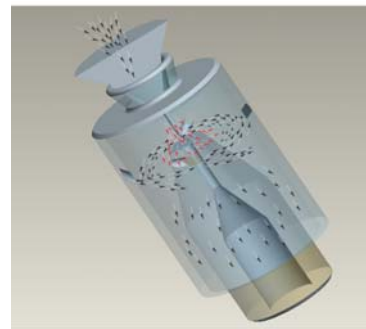
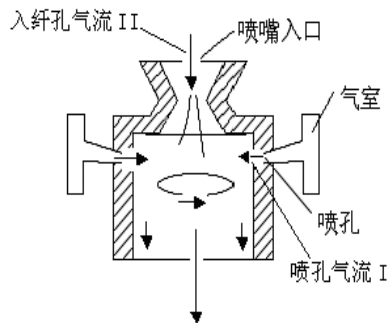


图3 喷嘴室内气流的流动

进入涡流室的气流有喷孔气流 I、入纤孔气流 II，两股气流在涡流室内形成一个较为复杂的流场，气流通过空心管的中孔及四周孔隙排出。

从喷孔进入的气流 I，以空间螺旋状运动，可分成三个方向运动：切向分量  $W_{I\tau}$ 、轴向分量  $W_{In}$ 、径向分量  $W_{Ir}$ 。气流 I 的旋转流量为：

$$W_I = \sqrt{W_{I\tau}^2 + W_{In}^2 + W_{Ir}^2} \quad (1)$$

切向分量  $W_{I\tau}$  形成旋转涡流，并对须条进行加捻；轴向分量  $W_{In}$  从空心管四周排走和进入空心管（引纱孔）；径向分量  $W_{Ir}$  向中心运动的同时，由于空心管顶端（圆锥面）的摩擦作用，使气流逐渐减少，一部分进入空心管，另一部分沿锥面又回流到空心管的四周而排走。

入纤孔气流 II 从入纤孔经引导曲面进入喷嘴室（涡流室），进入喷嘴室后，空间突然增大，使气流产生扩散，最后，进入空心管和空心管的四周而排走。

值得指出的是，这些气流流动过程中相互影响，共同完成纺纱过程。



凝聚是指在加捻器中形成新的纤维须条，纤维随着纤维流进入喷嘴室，在引导针的作用下，前端并未脱离纱体而进入引纱孔（空心管中孔），纤维后端在脱离前罗拉的钳口握持后，由于气流的扩散和引导面的作用，使外层纤维脱离了须条主体，因此，在喷嘴室内，以空心管顶孔为输出点，在其后部形成了类似于菊花开放形状（图 5）或火箭尾部喷射气流形状的纤维体，为喷气涡流纺的自由端纱尾。由于气流从空心管四周流出，因而部分纤维覆盖在空心管的锥形顶部。

实际上，中心部分仍有连接的纤维，本文认为，这部分纤维也是必要的，它可以更好的引导纤维进入空心管中孔。可以看出，引导针的作用之一是引导纤维进入空心管中孔，引导曲面的作用除作为纤维的通道、引导纤维进入喷嘴室外，还能更好地分离与断裂纤维。由于仍有未断裂的一定量的芯纤维，因此，喷气涡流纺可以看成是部分自由端纺纱、半自由端纺纱或亚自由端纺纱。

### 2.3 剥取

种子纱由空心管中孔进入喷嘴室后（借助于接头器），与入纤孔进入纤维的前端搭接，然后被引出，并在末端形成半自由端纱尾，该纱尾连续不断地被引出，并连续不断地有纤维进入喷嘴室形成新的半自由端纱尾，实现了连续纺纱。

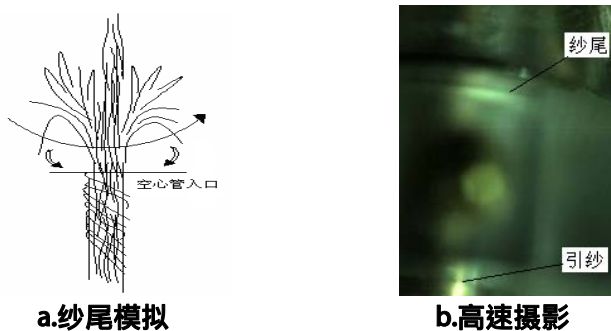


图 4 亚自由端纱尾（凝聚）

### 2.4 加捻

引纱尾在被引出的同时，由于旋转气流的作用，四周扩展出来的纤维，在中心纤维（将成为纱的芯纤维）的四周按一定方向（旋转气流方向）缠绕，从而完成纱线的加捻。纺成的纱则由导出罗拉以一定速度输出，经卷绕机构绕成筒子纱。值得指出，这种尾端纤维包缠加捻方式不同于纱体整体旋转加捻方式。

由上述分析可以看出，喷气涡流纺有明显的自由端纺纱特征，尾端自由状态纤维的数量决定了加捻的程度，且仍有芯纤维存在，该芯纤维可以引导纤维更好地与前端输出纱条搭接。合理的涡流室结构和气流流动，可以增加尾端自由状态纤维的数量，增加加捻程度。

## 3· 喷气涡流纺纺纱机理的实验分析

### 3.1 PHOENICS 流场模拟

喷嘴中，利用了气流的旋转对纱条进行加捻，利用 PHOENICS 软件可以对喷嘴中气流的运动进行模拟，得出一个直观的结果。图 5、图 6 所示是对喷嘴的气流模拟结果，模拟条件包括压力、速度的设置，都是按照实际纺纱的参数。

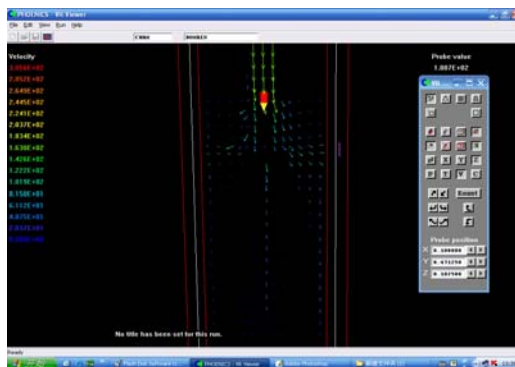
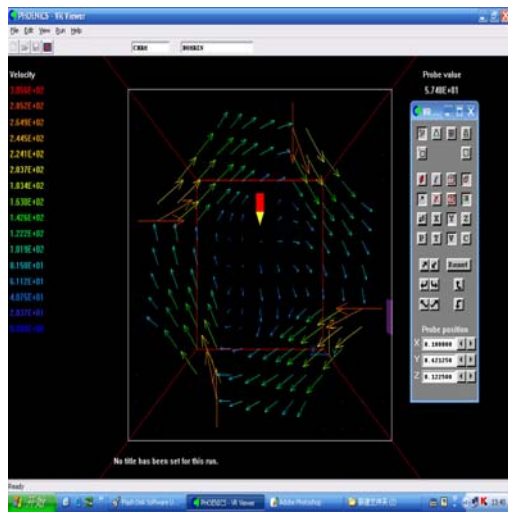
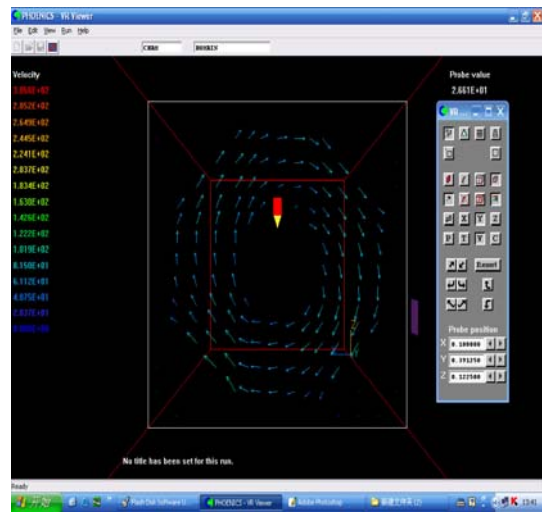


图 5 喷嘴内纵向截面气流（轴向）



a.喷孔处截面气流



b.喷孔上端截面气流

图 6 喷嘴室内截面气流（切向）

由图 5 可以看出气流从纤维入口进入喷嘴室后，产生扩散，向四周流动，气流的这种流动特征利于纤维尾端在脱离罗拉握持进入喷嘴室后，形成自由状态，但是气流的中心始终是竖直方向，在该中心流动中，存在纤维，可以认为，中心有一部分的纤维没有形成自由端，在成纱过程中形成了纱芯。在沿圆周均布的喷口处（四孔），气流进入喷嘴（图 6a）的速度是很高的，然后速度有所下降，气流在此截面上形成回转。中心速度最小，越向外层速度越大，但是靠近内壁处由于阻尼作用，速度下降。而在喷口入口上方（图 6b），回转气流均匀，速度相差不大，可以认为，纤维在此处被回转包缠而成纱。

### 3.2 纺纱过程的高速摄影

为了直观地观察喷嘴中纤维的加捻情况，本文采用了 MotionPro™ 高速 CMOS PCI 摄像机来完成纤维运动图像的捕捉。MotionPro 拥有 1280×1024 像素的全帧分辨率，记录速度达每秒 10,000 帧，电子快门的曝光时间从 2 μ 秒开始以 2 μ 秒递增至 1/帧速度，帧储存容量最大可达 6GB。

为了能够观察到喷嘴内的纤维运动和加捻运动情况，用透明的有机玻璃材料制作了喷嘴。同样由于单纤维太细，只有 20 μ m 左右，在高速摄影中很难捕捉到清晰的图像，该实验研究的目的是观察纤维在喷嘴中运动的形态，在实验中用纤维束代替单纤维。

高速摄影图像中，观察到了开放状的尾端自由状态纤维（如图 4b 所示）。

由于涡流室内直径很小，且喷嘴入口处有一定的轴向速度，当纤维进入纤维纱道后，在喷嘴入口处受到轴向速度的作用，因此，一开始纤维保持平直的形状，使边纤维主要以平行于喷嘴轴向的形态进入喷嘴。压缩空气进入加捻区经过环形收缩通道到达空心管四周环隙，由于通道截面越来越小，气流逐步加速。当纤维的头端到达喷孔后，纤维束受到气流强烈的经向速度和轴向速度的作用。由于纤维的初始位置尾端已经伸出到纤维须条的外部，在经向速度和轴向速度的作用下向外分离，渐渐地离开纤维须条的主体，形成尾端自由状态纤维。图 7 是对一根边纤维在喷嘴中运动状况的模拟，即尾端自由状纤维的形成过程。

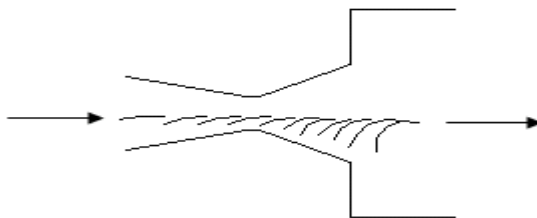


图 7 尾端自由状纤维在喷嘴中的形成过程

边纤维在形成自由状尾端的同时受到了切向速度的作用包缠在纱体上，从而在喷嘴中完成包缠运动，使得尾端自由纤维以螺旋的状态包缠在纱体上。尾端自由纤维就是通过这样的包缠运动包覆在纱体上，而使喷气涡流纱获得强力。

### 3.3 成纱结构与成纱机理

从喷气涡流纱结构分析也可以验证上述机理分析。图 8、图 9 为通过显微拍照、示踪纤维纺纱等获得的喷气涡流纱结构照片。可以看出，喷气涡流纱由芯纤维和外层的加捻纤维组成，进一步分析外层纤维占到

70%，外层纤维有明显的螺旋加捻特征，不同于喷气包缠纺纱的包缠特征，只有处于一端自由状态的纤维加捻成纱时，才能成为这样的状态。此外，外层纤维的捻缠有明显的方向性，而只有纤维尾端脱离纱的主体，加捻后，才能形成这样的方向。

因此，从最终成纱中纤维的排列状态也可以验证前述机理的分析，说明喷气涡流纺是一定程度的自由端纺纱，而且是尾端自由端纺纱。

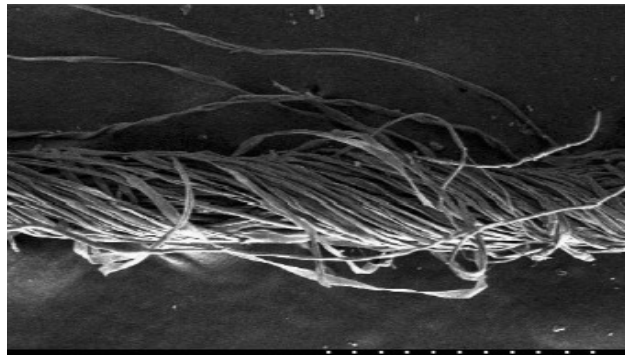


图 8 MVS 纱线结构图

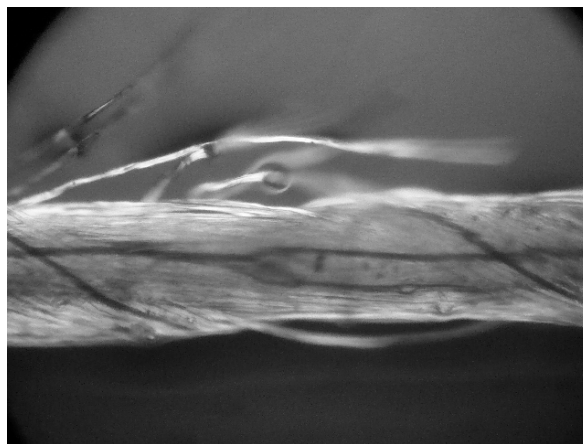


图 9 示踪纤维在纱中的排列

#### 4· 结论

通过对涡流室内气流流动的模拟与分析，借助高速摄影，得出喷气涡流纺是靠气流完成分解、凝聚、剥取、加捻等作用，具有明显的自由端纺纱的特征。由于中心部分仍有部分连续的纤维，这部分纤维又是正常成纱所必需的，因此，喷气涡流纺可以看成是部分自由端纺纱、半自由端纺纱或亚自由端纺纱。

#### 参考文献

- [1] 张文赓.纺织气流问题[M].北京：纺织工业出版社，1989
- [2] 于伟东，储才元.纺织物理[M].上海：东华大学出版社，2001
- [3] Mingjie Xing, Chongwen YU.Study on the Principle of Air Vortex Spinning.The Textile Institute 83rd World Conference, Shanghai, China 2004.5

作者简介：邢明杰（1964-），男，教授，工学博士。主要研究方向为纺织新技术、新工艺与新设备。  
xmjqdu@126.com

# 纺织品甲醛含量测试方法的差异比较

刘妍<sup>1</sup> 姜少华<sup>2</sup> 于璐<sup>1</sup> 崔宁<sup>1</sup>

1. 青岛大学 2. 青岛市纺织纤维检验所 (266071)

**摘要** 本文通过分析纺织品甲醛含量的美国 AATCC 标准、日本 JIS 标准及中国国家标准的测试方法,研究它们之间测试原理及方法的相关性,得出相关方程,并对试验中产生的误差进行了理论分析。

**叙词:** 纺织品甲醛含量 测试方法 AATCC JIS GB

**中图分类号:** TS

## 1 前言

近年来,各国对进、出口纺织品的“生态性”检验日趋严格<sup>[1]</sup>,织物布面上的甲醛不仅会刺激呼吸道粘膜和皮肤,而且会诱发癌症。

为了更好地控制纺织品甲醛含量,首先必须对甲醛进行检测,但测试所反映出的纺织品甲醛含量是由测试方法决定的,目前美国、日本、欧洲及中国国内对纺织品的甲醛含量检测采用不同的方法<sup>[2]</sup>,其原理、测试方法及测试结果不同,容易混淆,给纺织品的生产、进出口及销售造成很多困难<sup>[3][4][5]</sup>,对使用这些不同测试方法所得的结果之间的相关性分析是非常必要的。

## 2 测试方法

### 2.1 测试方法的差异

表 1 各种测试方法的差异

测试方法	试剂	试样	备注
AATCC 112-2003	乙酸铵、乙酸、乙酰丙酮 甲醛浓度 37%	1g	放入(49±1)℃的烘箱 20h,取出试样冷却(30±5)min, 试管放入(58±1)℃水浴 6min 后,冷却,分光光度计 412nm 的吸收波长。
	乙酸铵、乙酸、乙酰丙酮 甲醛浓度 37%		烘箱(65±1)℃加热 4h.
JIS-L 1041-1994	乙酰丙酮 甲醛浓度 37%	1g	放入(40±2)℃的水浴加热 30 Min 后,再取出 放置 30 Min.分光光度计 415nm 的吸收波长。
GB/T 2912.1,2-1998	乙酰丙酮 甲醛浓度 37%	1g 或 2.5g	放入(40±2)℃ 水浴加热(60±5)min, 每 5 Min 摇一次.分光光度计 412nm 的吸收波长。
	乙酰丙酮 甲醛浓度 37%	1g	放入(49±2)℃ 的烘箱 20h±15min,取出试样 冷却(30±5) min 分光光度计 412nm 的吸收波 长。

### 2.2 试验

对于同一试样分别用以上测试方法测试甲醛含量,求得不同测试方法测试值之间的相关方程及相关系数,测试在标准条件下进行,每一种试样测试 10 块取平均值。

### 3 结果与讨论

#### 3.1 国标游离甲醛与国标释放甲醛之间的关系

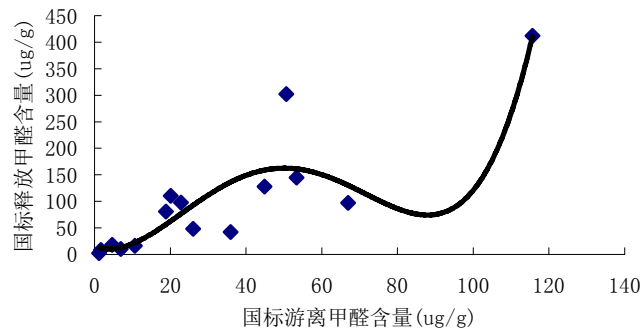


图 1 国标游离甲醛与国标释放甲醛含量的关系

相关方程 $Y=4E-0.5X^4-0.0071X^3+0.3714X^2-2.5235X+15.071$ , 相关系数 $R^2=0.8062$ ,因为测试释放甲醛与游离甲醛的操作步骤有所差别<sup>[6]</sup>,两者的测试结果之间有很大的差异,这是由于释放甲醛是在高温高湿的条件下长时间放置,这样促进了甲醛的释放,而游离甲醛仅在室温下振荡1小时<sup>[7]</sup>,甲醛不能完全释放;由于释放甲醛等于游离甲醛加上结合甲醛的含量,从而,同一块试样游离甲醛的测试结果要低于释放甲醛。

#### 3.2 国标游离甲醛与日本 JIS 游离甲醛含量的关系

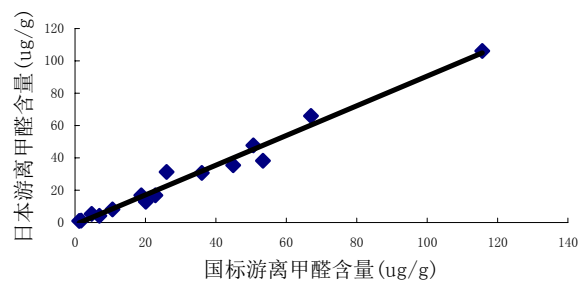


图 2 国标游离甲醛与日本游离甲醛含量的比较

由图2中可以看出日本标准与国标之间呈线性关系, 相关方程 $Y=0.9188X-1.2911$ , $R^2=0.9772$ ,从中可以看出,日本标准比国标测试值要低,其主要原因是由于国标在操作中在萃取甲醛时是在水浴锅中放置1小时并且每5分钟震荡一次,而日本JIS法是在水浴锅中放置半小时,在1小时内震荡两次<sup>[8][9][10]</sup>。在一小时内震荡的次数不一样,及放置时间不同会使试样的浸润程度有所差异,震荡可以加速试样的浸润以及甲醛在水中的溶解,从而会导致同一试样测出的值有所不同。在使用分光光度计时,所使用的波长也有所不同,对显色后的测试结果也有一定的影响。

#### 3.3 国标与 AATCC 甲醛含量测试值的比较

由于释放甲醛=游离甲醛+结合甲醛,温度的不同会导致织物中结合甲醛的不同,结合甲醛十分的复杂,这样就会导致释放甲醛与游离甲醛构成非线性关系。AATCC释放甲醛含量的测试一般采用将密闭试样瓶放入 $(49\pm 1)^\circ\text{C}$ 的烘箱加热 20h, 或放入  $(65\pm 1)^\circ\text{C}$ 的烘箱加热 4h<sup>[11]</sup>。

##### 3.3.1 国标游离与AATCC释放(20h)甲醛含量的关系

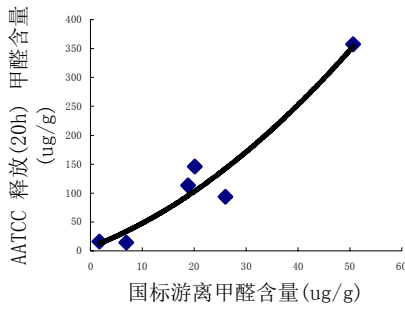


图 3 国标游离甲醛与AATCC 释放（20h） 甲醛含量的比较

相关方程: $Y=0.0665X^2+3.4954X+6.3406, R^2=0.9384$ , 由于释放甲醛是在高温高湿的条件下长时间放置,这样促进了甲醛的释放,而游离甲醛仅在室温下振荡 1h, 甲醛不能完全释放,由于释放甲醛等于游离甲醛加上结合甲醛的含量,同一块试样游离甲醛的测试结果要低于释放甲醛,两者为非线性关系。

### 3.3.2 国标游离与AATCC释放（4h） 甲醛含量的关系

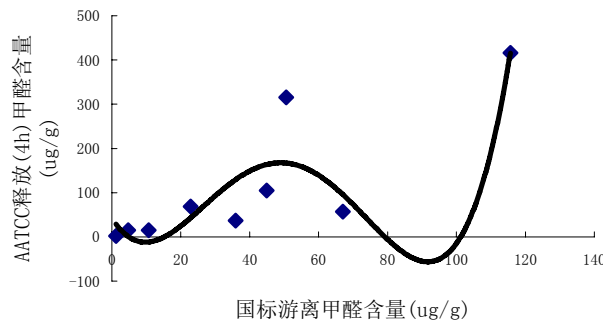


图 4 国标游离甲醛与AATCC 释放（4h） 甲醛含量的比较

相关方程:  $Y=7E-05X^4-0.0143X^3+0.8347X^2-12.438X+42.5, R^2=0.7837$ , 由于释放甲醛是在高温高湿的条件下长时间放置,这样促进了甲醛的释放,而游离甲醛仅在室温下振荡1h, 甲醛不能完全释放,再者,由于温度的不同导致了织物中结合甲醛的含量有所变化,这个变化是个很复杂的过程,从而,同一块试样游离甲醛的测试结果要低于释放甲醛,并且两者之间呈现一种非线性关系。

### 3.3.3 国标释放甲醛与AATCC 释放（20h） 甲醛含量间的关系

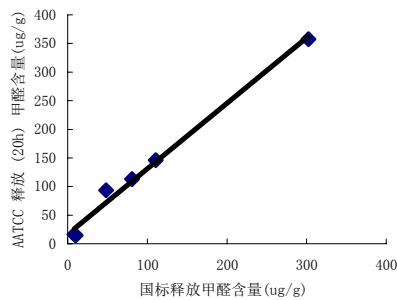


图 5 国标释放甲醛与AATCC 释放（20h） 甲醛含量的比较

相关方程: $Y=1.1434X+16.78, R^2=0.9897$ ,由数值上可以看出,AATCC的测试值要明显大于国标的测试值。国标在显色时水浴锅温度为  $(40 \pm 2) ^\circ C, (30 \pm 5) \text{ min}$ ,而AATCC是在  $(58 \pm 1) ^\circ C$  水浴6min,显色时温度有差异,对纳氏试剂的显色有影响,AATCC标准

在对试样的处理上与国标没有差别,这样对甲醛的释放上影响不是特别的显著,而显色时的温度存在了很大的差异,对测试结果就会产生影响。由图中可以看出国标释放与AATCC释放(20h)之间呈线性关系。

### 3.3.4 国标释放甲醛与AATCC 释放(4h) 甲醛含量间的关系

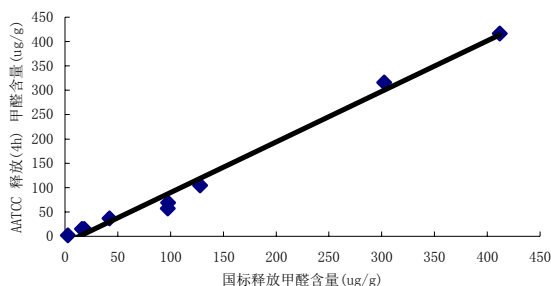


图 6 国标释放甲醛与AATCC 释放(4h) 甲醛含量的比较

相关方程:  $Y=1.0393X-14.18, R^2=0.9875$ , 由图6中可以看出国标所测出的结果要大于AATCC(4h)的结果, 由于国标采用的是在烘箱中放置20h, 而AATCC是在烘箱中放置4h, 虽然AATCC的烘箱温度为  $65 \pm 1^\circ\text{C}$ , 但由于时间作用短, 使试样中的甲醛并没有很完全的释放, 这样就导致了AATCC的测试结果要小于国标的。由于都是测试的是释放甲醛的含量, 可以不考虑结合甲醛的影响, 因此, 国标释放与AATCC之间为线性关系。

### 3.3.5 AATCC释放4h与AATCC释放20h甲醛含量间的关系

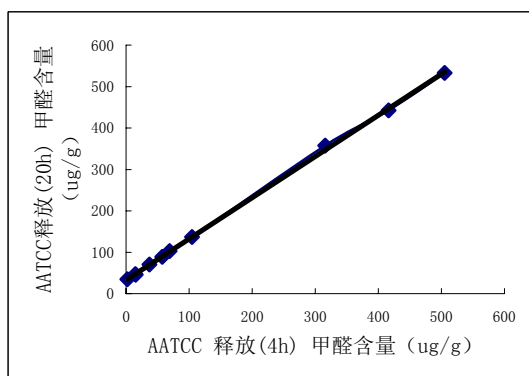


图 7 AATCC释放(4h)与AATCC 释放(20h)甲醛含量的比较

相关方程:  $Y=0.9943X+33.041, R^2=0.9995$ , 由数值上可以看出, AATCC释放20h与AATCC释放4h测试值呈线性关系, AATCC释放20h要明显大于国标的测试值, 虽然加热温度和加热时间都影响释放甲醛的测试值, 但加热时间相差大的情况下, 加热时间越长, 试样的甲醛释放量越大。

## 4 误差分析

- 4.1 对于同一试样, 甲醛含量的差异主要是由于测试方法的不同造成的;
- 4.2 因为甲醛具有挥发性, 试样应该密封储存, 存放时间长短, 会对试样的甲醛含量有影响;
- 4.3 在试验中, 要将试样放置在一定的温度下加热到一定的时间, 放置时间的长短以及烘箱温度的设定精度, 对试样中甲醛的释放有较大影响;
- 4.4 萃取液在显色后需要放置一段时间冷却, 由于冷却时间的不同对试样的显色会造成影响从而造成试验数据有所偏差。

## 5 结论

- 5.1 对于同一测试样品, 同样都是测试释放甲醛含量, AATCC与GB有差别, AATCC(20h)的测试值要明显大于国标的测试

值,AATCC (4h) 要小于国标,同样都是测试游离甲醛含量,GB与JIS有差别;日本标准比国标测试值要低;

5.2 对于同一测试样品,游离甲醛测试和释放甲醛测试所得出的结论有着很大的区别,释放甲醛的含量要大于游离甲醛含量,两者测试的甲醛是不同意义上的值,游离甲醛测的是样品浸润到水中所游离出的甲醛,而释放甲醛测试的是样品在一定时间内释放出的甲醛的量;

5.3 对于一样品,释放甲醛与游离甲醛含量呈非线性关系;

5.4 AATCC释放甲醛(20h)与(4h)测试值呈线性关系。

在试验过程中,操作方法的正确与否以及操作中对各种试验步骤是否严格,都对测试结果造成误差,例如烘箱温度以及显色时水浴温度的控制,都对测试结果有所影响。中国在检测纺织品时主要检测方法是水萃取法(游离甲醛),而其他国家在检测时主要使用的是密封瓶法(释放甲醛),即测释放甲醛,这样两者之间的差异就会很大,这样就会在贸易中经常产生摩擦,采用同一种测试方法进行检测才有可比性。

## 参考文献

- [1] 王为诺.生态纺织品主要检测项目介绍[J].中国纤检,2005,9:14-15
- [2] 胡正明,滕玮,付玮琼,徐玲玲.由甲醛含量测试结果分析引出的思考[J].中国纤检,2003,7:14-15,20
- [3] 尹世平,姜秀溪.发展生态纺织品推动企业拓展国际市场[J].四川丝绸,2005,3:25-28
- [4] 段杏元.浅谈我国生态纺织品发展中的有关问题[J].国际纺织导报,2005,7:4-4,6-7
- [5] 李济群,杜敏,於涛.世界主要生态纺织品标签研究[J]. 纺织导报,2005,4:77-80
- [6] 霍金花.纺织品游离甲醛的测试[J].中国纤检,2005,10:17-21
- [7] 尹继先,何耀明,区瑞明.有关 GB/T2912.1—1998《纺织品甲醛的测定》具体操作的探讨[J].检验检疫科学,2006,1:30-32
- [8] JIS L 1041-1994[S]
- [9] GB/T 2912.1-1998[S]
- [10] GB/T 2912.2-1998[S]
- [11] AATCC Test Method 112-2003[S]

---

青岛市纺织工程学会

电话: (0532) 82800708

E-mail:qzb1949@sina.com