

# Development of Lint Opening Mechanism of Foreign Fiber Measuring System

Lili Liang<sup>1</sup>, Jinxing Wang<sup>2,3\*</sup>, Ying Wang<sup>3</sup>, Hailong Chen<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Feicheng Agricultural Machinery Administration, Feicheng Shandong

<sup>2</sup>Shandong Provincial Key Laboratory of Horticultural Machinery and Equipment, Shandong Agricultural University, Taian Shandong

<sup>3</sup>College of Mechanical and Electronic Engineering, Shandong Agricultural University, Taian Shandong

<sup>4</sup>Shandong Qingzhou Cigarette Factory, Qingzhou Shandong

Email: fclili123@163.com, \*jinxingw@163.com

Received: Mar. 10<sup>th</sup>, 2018; accepted: Mar. 21<sup>st</sup>, 2018; published: Mar. 28<sup>th</sup>, 2018

## Abstract

In order to detect the content of heterosexual fiber in lint accurately, a lint opening mechanism is proposed in this paper. The mechanism is a new lint opening device, whose shell with the upper opening of the lint-tensioning hook opening by piercing spike belt, round trip opening roller teeth loose staple lint blow open, the opening roller and the bottom case lint rub barrier structure opening. The device has good opening effect, small damage to the cotton fiber, low breakage rate of the heterosexual fiber, and most of the heterosexual fiber can be exposed on the surface of the cotton to meet the requirements of the subsequent detection system for the detection, identification and measurement of the heterosexual fiber in the lint.

## Keywords

Heterosexual Fibers, Spike Nails Conveyor Belt, Open Roller, Lint Opening Mechanism

# 异纤计量系统皮棉开松机构的研制

梁丽丽<sup>1</sup>, 王金星<sup>2,3\*</sup>, 王莹<sup>3</sup>, 陈海龙<sup>4</sup>

<sup>1</sup>肥城市农业机械管理局, 山东 肥城

<sup>2</sup>山东农业大学, 山东省园艺机械与设备重点实验室, 山东 泰安

<sup>3</sup>山东农业大学机械与电子工程学院, 山东 泰安

<sup>4</sup>山东青州卷烟厂, 山东 青州

Email: fclili123@163.com, \*jinxingw@163.com

\*通讯作者。

收稿日期：2018年3月10日；录用日期：2018年3月21日；发布日期：2018年3月28日

## 摘要

为精确检测皮棉中异性纤维的含量，本文提出一种皮棉开松机构，该机构包括皮棉传送装置和皮棉开松装置两大部分。该机构是一种通过刺钉传送带与上开松壳对皮棉钩拉预开松，开松辊尖圆头齿钉对皮棉击打开松，开松辊与栅栏结构底壳对皮棉搓擦开松的新型皮棉开松设备。该设备开松效果良好，棉纤维损伤小，异性纤维破碎率低，可使异性纤维绝大部分暴露在棉花表面，满足后续检测系统对皮棉中的异性纤维进行检测、识别和计量的要求。

## 关键词

异性纤维，刺钉传送带，开松辊，皮棉开松机构

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

中国目前是世界上最大的棉花生产国、消费国和进口国，也是最大的棉纺织品出口国[1]。由于生产水平发展原因，我国棉花采摘方式不同于发达国家，普遍使用人工方式采摘，但在摘拾、运输、晾晒、加工过程中，塑料编织袋、动物毛等异性纤维容易混入棉花，使棉包质量较差，影响了棉花的正常使用，造成棉花资源的浪费[2]尽管大部分异性纤维会在轧花过程中行被清除，但是仍有许多异性纤维残存在皮棉中，尽管含量很少，但对纺织品的质量产生严重影响，一旦混入并参与纺织将影响纱线强度，且在染色时影响着色，会对棉纺厂造成巨大经济损失[3]。原棉中混入异性纤维危害巨大，可直接影响棉纺织品质量并最终影响棉纺织品的价格和企业的经济效益[4]。

异性纤维在轧花厂很难被彻底清除，残余异性纤维会随皮棉一起被打包压缩在400 kg的立方体中[5]。快速、方便、准确的测定棉花中异性纤维的含量，给销售的皮棉分等定级，并按等级定价。这样就可以使皮棉销售厂家自觉的更加严格的降低皮棉中异纤的含量[6]。目前国内对这种含有异性纤维棉包的处理方式，一般采用平带水平喂入，前压辊压棉匀棉，配合开松辊撕扯开松的形式[7]。开松辊齿钉形状有羊角钉式、锯齿式、针钉式，此类装置皮棉开松效率低且量小，在开松辊高速旋转时棉纤维损伤率高且易将大块异性纤维拉断或分梳成更短、更细的纤维，严重影响检测计量的结果[8]。为解决上述问题，满足异性纤维检测的精度要求，设计出一种刺钉传送机构与开松辊相互配合、多次分阶段开松的新型皮棉开松设备。

## 2. 结构工作原理及构成

### 2.1. 机构工作原理

工作时考虑棉花为打包压缩状态，且异性纤维被包裹在压缩的棉包中，需要将打包皮棉充分开松，使夹杂在棉包中的异性纤维充分的暴露在棉流表面，以便于后续检测、计量设备的检测与计量[9]。因此需从以下步骤对打包皮棉进行处理。第一步启动开松辊，待开松辊空转一段时间后启动传送带。此启动

顺序, 可将开松装置内部残存的非本次检验所需的皮棉彻底清除。第二步将打包皮棉分块投放在传送带上, 传送带携带皮棉上行至开松装置进料口处, 传送带刺钉与刮棉匀料板对大块皮棉进行抹平、钩拉, 使大块皮棉得到预开松。此过程中若预开松效果不理想, 可通过刮棉匀料板上的限位孔继续调节限位间隙, 直至预开松效果达到最佳。第三步预开松后的皮棉随传送带进入开松装置内部, 开松辊高速旋转, 开松辊上的尖圆头齿钉对皮棉进行击打开松。此过程中开松辊顺时针旋转, 传送带主动辊逆时针旋转, 在击打点处两辊的线速度方向相同, 有效避免了对皮棉的撕扯损伤。同时若开松后的皮棉出现打卷或开松度不够的现象, 可通过变频器调节开松辊线速度, 从而调整开松辊齿钉的击打力度, 最终改善皮棉的开松效果。第四步, 经过击打开松后的皮棉随旋转的开松辊到达开松壳底部, 开松齿钉与栅栏结构底壳对其进行搓擦形成第三次开松[10] [11] [12] [13] [14]。此过程中再次调节栅栏结构底壳与开松辊的间隙, 使开松后的皮棉蓬松均匀更易于后续异性纤维检测装置的检测。经三次开松后的皮棉呈蓬松雪花状, 棉纤维性状良好, 异性纤维充分暴露在棉流表面。第五步, 夹杂着异性纤维的开松皮棉, 在开松辊齿钉的拨动下沿开松底壳多段弧轨迹上行, 到达剥刀刮料板下方的抛料口时, 在离心力与剥刀刮料板的共同作用下, 开松皮棉被抛入抛料弯道[15] [16]。调节抛料弯道上方的网眼补风口直径, 使开松皮棉被顺利吸走, 完成开松过程。皮棉开松设备实物如图 1 所示。

## 2.2. 机构的组成

本设备主要由棉料提升装置、开松辊、上开松壳、栅栏结构底壳、抛料弯道、动力及调速装置、间隙调节装置组成。其结构示意图如图 2 所示。

## 2.3. 主要性能指标和技术参数

确定皮棉开松机构主要技术指标如表 1 所示。

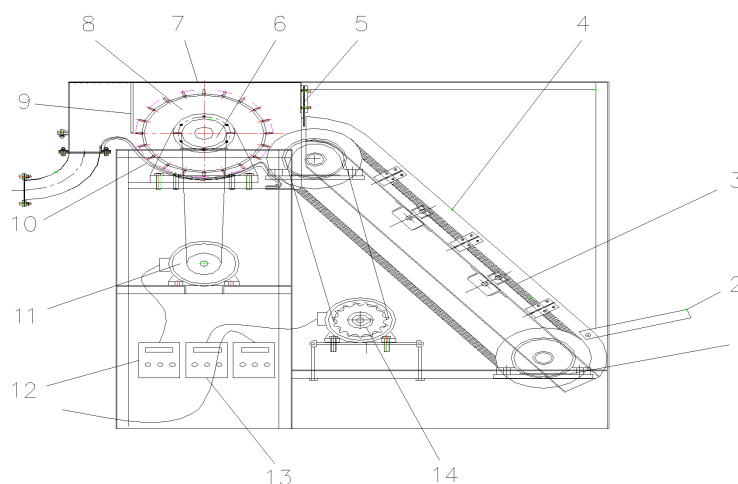
## 3. 关键工作部件的设计

### 3.1. 棉料传送装置

棉料提升装置如图 3 所示, 由刺钉传送带和动力承托机构组成。其主要功能是对皮棉进行预开松以



Figure 1. Lint-opening equipment in kind  
图 1. 皮棉开松设备实物



1.传送带张紧及防跑偏装置 2.进料槽 3.刺钉传送带 4.挡料板 5.可调式刮棉匀料板  
6.开松辊横向调节机构 7.上开松壳 8.开松辊 9.剥刀刮料板 10.栅栏结构底壳  
11. 开松辊驱动电机 12.开松辊速度调节装置 13.传送带速度调节装置 14.传送带驱动电机

**Figure 2.** Linton open the whole picture of the device

**图 2.** 皮棉开松设备整体示意图

**Table 1.** Main performance indicators

**表 1.** 主要性能指标

性能指标	技术参数
整机效率	每小时处理皮棉 20 kg
传送带速度(m/s)	0.2~0.4
传送带宽度(mm)	400
传送带电机功率(kw)	0.8
减速机速比	1:23
开松辊转速(r/min)	1500~1700
开松辊尺寸(mm)	直径 300, 长 400
开松辊电机功率(kw)	1.5
系统供电(V)	380
总体尺寸(长×宽×高)(mm)	2680 × 1350 × 2200
整机质量(t)	0.6

及将预开松后的皮棉送入皮棉开松装置。刺钉传送带为适应本套实验平台的要求而设计，带宽 400 mm，周长 2400 mm。钉尖距离带的表面为 15 mm，钉与钉之间的距离为 15 mm，两排钉之间的距离为 15 mm。钉的直径为 3 mm，钉与带的表面角度为 60°。为得到开松效果良好的皮棉，需多次调整传送带的速度，选用变频电机提供动力。为保证预开松的效果达到最佳，经多次试验整个装置与竖直面呈 30°角时效果最好，为保证第二次开松效果齿钉辊齿尖与传送带钉尖的距离必须控制在 1~5 mm，经多次试验沿传送带方向斜线与开松辊轴线的垂线所成夹角为 60°时效果最佳。权衡利弊，最终将提升装置与松辊轴垂线所成夹角定为 45°。

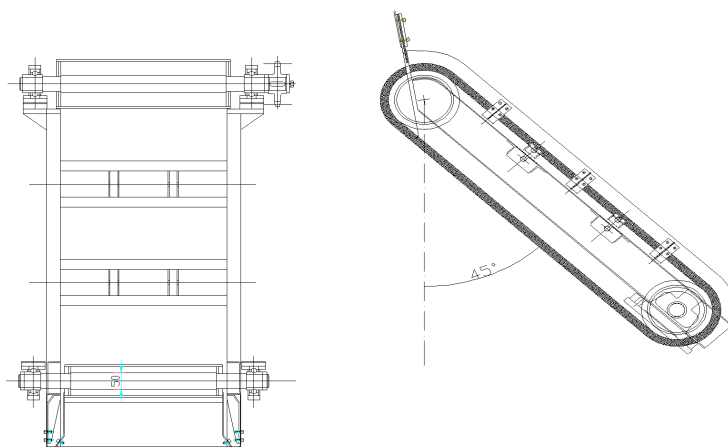


Figure 3. Cotton lifting gear mechanism  
图3. 棉料提升装置机构

### 3.2. 开松辊的设计

所述的开松辊分为圆柱状分内外两层，如图4所示。内层辊为钢质管状，表面紧密镶嵌多块弧形木质齿钉板，木质板表面镶有呈一定规律排列的齿钉[17]。内层辊环圆形表面设有三圈螺孔，可保证外层刺钉木板镶嵌，管状腔中间及两侧均设有加强辐板，两侧辐板表面均有两对称弧形槽，弧形槽装有滑块，可保证开松辊整体的稳定性以及在高速旋转下的动平衡调节。每块木质板都为弧形，板身打有沉头螺孔，表面镶有呈一定规律排列的齿钉，可使刺钉板无缝镶嵌于内层钢辊表面，且螺钉沉头避免开松过程中有刮花。开松齿钉，齿身为短圆柱状，齿端为尖圆头状，整体呈子弹状与开松辊表面呈 $90^\circ$ 角，齿钉在开松辊表面整体呈螺旋状排列，效避了对皮棉的撕扯，降低了棉纤维损伤和异性纤维的拉断率[18] [19] [20] [21]。

开松辊和动力电机之间为带传动，通过各自变频器控制传送带动力电机、开松辊动力电机的速度。通过大量的试验调试得出，开松辊线速度控制在 $18\sim 32\text{ m/s}$ 之间。低于 $18\text{ m/s}$ 时，打击力度不足，开松效果差，同时会因挂棉不净造成回棉的现象，高于 $32\text{ m/s}$ 时，则会使较大异性纤维破碎，影响后续的检测。

### 3.3. 开松壳的设计

上开松壳整体外形为方壳，内部安置有右侧刮棉匀料板和左侧剥刀刮料板。刮棉匀料板由橡胶板制成长方形，刀身打有多排纵向孔，由外侧小压板通过调节螺栓联接在上开松壳进料处。可通过调节螺栓与纵向孔的不同组合来调节进料口的大小，实现对刺钉传送带运来的棉花进行刮抹，匀料的功能。剥刀刮料板，刀身由钢板制成，长方形，单刀刃且向有开松辊侧倾斜，刀刃与开松辊呈一定间隙[22]。此设计可使附着的残余皮棉被剥下，防止回棉。刀刃与下开松壳的栅栏结构底壳呈一定间隙，可保证被离心力甩出的皮棉沿特定方向运动。同时还可防止进入装置的皮棉从装置的顶部被吸走。

下开松壳由方形罩壳和栅栏结构底壳构成。栅栏结构底壳由多段半径不同的弧形铁板组成，底端最大半径弧形铁板处设有栅栏结构[23]。可使开松后的皮棉更加流畅的沿离心运动方向甩出，同时栅栏结构与开松辊齿钉相互搓擦对皮棉进行充分开松。

开松壳整体示意图如图5所示。

## 4. 试验结果及分析

样机试制完成后，实验组对棉花异性纤维检测设备的开松机部分进行了试验。试验选取轧花厂打包压缩后的新疆长绒棉作为实验对象，随机选取9个样本，每个样本质量为 $10\text{ kg}$ ，并每个样本中均匀混入

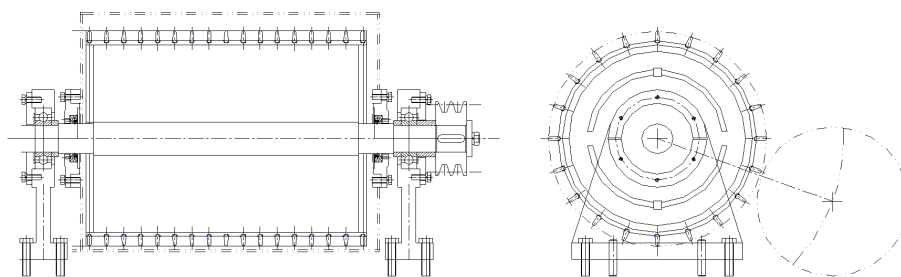


Figure 4. Open roller schematic  
图 4. 开松辊示意图

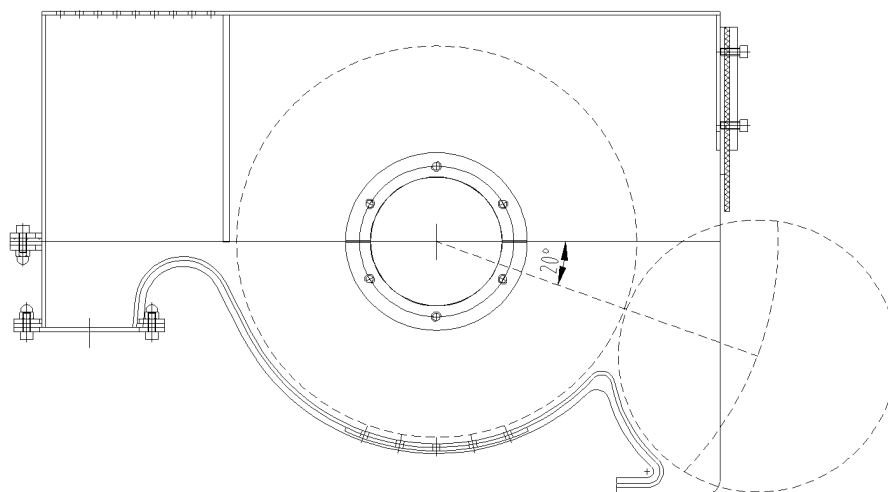


Figure 5. Open the whole schematic view of the shell  
图 5. 开松壳整体示意图

等长度、等宽度、同品质的红色纸条 10 条，等长度、等宽度、同品质的黑色地膜条 10 条。

试验时每个样本都由试验人员等质量均匀喂入。试验主要测试样机开松效果及对异性纤维的损伤情况，从而得到开松辊速度与传送带速度的最佳匹配，开松效果如图 6 所示。

现将开松辊与传送带不同匹配下的速度划分范围，试验结果如表 2 所示。

其中，皮棉开松效果是根据轧花厂工人经验判定。

从上述试验结果可知，

1) 传送带速度确定，开松辊线速度小于 18 m/s 时，开松辊齿钉对皮棉打击力度不够，皮棉开松效果较差。当开松辊线速度大于 32 m/s 时，皮棉开松效果良好，但纸条、地膜等韧度较低的异性纤维易被开松辊齿钉击碎。故开松辊线速度应保持在 18~32 m/s 之间。

2) 开松辊线速度选取 18~32 m/s 之间某个数值，当传送带速度小于 0.15 m/s 时，虽然开松效果良好，异性纤维的损伤率也小，但传送带的输棉量达不到与后续检测、计量设备匹配的检测量 20 kg/h。由于开松辊齿钉在击打皮棉时方向为顺传送带运动方向及齿钉倾斜方向，当传送带速度大于 0.4 m/s 时，开松辊转速相对于击打处皮棉的速度将大幅减小，造成齿钉打击力度不足，开松效果不佳。最终传送带速度应保持在 0.15~0.4 m/s 之间。

3) 当传送带速度大于 0.4 m/s，开松辊线速度大于 32 m/s 时，虽然皮棉开松效果满足要求，但开松齿对棉纤维的损伤较大，柔性异性纤维损伤率较高。故此组速度匹配也应舍去。



Figure 6. Opening effect  
图 6. 开松效果

Table 2. Conveyor belt and opening roller at different speeds match the opening effect and the number of intact fibers  
表 2. 传送带与开松辊在不同速度匹配下的开松效果与完整异性纤维数量

序号	传送带速度 m/s	开松辊速度 m/s	皮棉开松效果	开松后完整纸条数量(条)	开松后完整地膜条数量(条)
1	0~0.15	0~18	差	10	10
2	0~0.15	18~32	良好	9	9
3	0~0.15	>32	良好	4	2
4	0.15~0.4	0~18	差	10	10
5	0.15~0.4	18~32	良好	10	10
6	0.15~0.4	>32	良好	3	1
7	>0.4	0~18	差	10	9
8	>0.4	18~32	差	10	9
9	>0.4	>32	良好	7	3

4) 当传送带速度为 0.15~0.4 m/s, 开松辊速度为 18~32 m/s 时, 传送带与开松辊达到最佳速度匹配。在最佳速度匹配下, 经该设备的开松的皮棉蓬松度好, 呈雪花状, 异性纤维拉断率低且大部分暴露在皮棉表面, 满足后续检测、计量设备对皮棉的要求[24]。

## 5. 结论

本设备采用一种刺钉传送带倾斜喂入皮棉, 传送刺钉带与上开松壳对皮棉进行钩拉预开松, 开松辊尖圆头齿钉对皮棉击打开松, 开松辊与栅栏结构底壳对皮棉搓擦开松的新型皮棉开松方式。在开松辊与传送带合适的速度匹配下, 该设备开松效果良好, 棉纤维损伤小, 异性纤维破碎率低, 可使异性纤维绝大部分暴露在棉花表面, 满足后续检测系统对皮棉中的异性纤维进行检测、识别和计量的要求。

## 基金项目

国家自然科学基金资助项目(30971693)、农业科学技术成果转化基金、山东科学技术发展计划、山东

现代农业技术体系棉花创新团队项目资助。

## 参考文献

- [1] 王永娥. 如何提高我国的棉花产量[J]. 商品与质量: 学术观察, 2012(5): 322.
- [2] 李福才, 赵国苓, 都占元. 推行棉花机械采摘势在必行[J]. 中国纤检, 2011(23): 30-31.
- [3] 孟雅丽. “三丝”多与少, 数字来说话[J]. 中国纺织, 2005(8): 72-73.
- [4] 罗良国, 任爱荣. 异性纤维: 困扰纺织企业最突出的棉花质量问题——对我国纺织企业面对的棉花质量问题调查[J]. 调研世界, 2006(6): 224-228.
- [5] 王钦祥. 基于气流传送的棉花异性纤维快速检测系统研究[M]. 泰安: 山东农业大学, 2013.
- [6] 杨文柱, 李道亮, 魏新华, 康玉国, 李付堂. 基于自动视觉检测的棉花异性纤维分类系统[J]. 农业机械学报, 2009, 40(12): 177-227.
- [7] 敬兴无. 棉花异性纤维的危害和预防[J]. 中国棉花加工, 2011(6): 42-43.
- [8] 郭俊先, 应义斌. 皮棉中杂质检测技术与检出装备的研究进展[J]. 农业机械学报, 2008.
- [9] 李碧丹, 丁天怀, 郑东耀. 皮棉异性纤维剔除系统设计[J]. 农业机械学报, 2006, 37(2): 107-110.
- [10] 罗得坡, 朱邦太, 李勋. 紫外线荧光效应及其在棉花异性纤维分拣系统中的应用[J]. 河南科技大学学报(自然科学版), 2007, 28(2): 63-67.
- [11] 尚敏娟. 基于机器视觉的异性纤维检测与清除系统研究[D]: [硕士学位论文]. 洛阳: 河南科技大学, 2008.
- [12] 杨宏君. 异纤分拣机检测的特点分析[J]. 纺织器材, 2011, 38(s1): 44-47.
- [13] 张馨, 李道亮, 杨文柱, 王金星, 刘双喜. 高分辨率棉花异性纤维彩色图像的快速分割方法[J]. 农业机械学报, 2011, 42(1): 159-164.
- [14] 郑文秀, 王金星, 刘双喜, 康玉国, 李付堂. 棉花异性纤维的动态识别技术研究[J]. 仪器仪表学报, 30(10): 2203-2207.
- [15] 朱仲堂. 解决棉花中异性纤维的建议[J]. 中国纤检, 2007(6): 42-43.
- [16] 华才健, 苏真伟, 乔丽, 史晋芳. 基于线激光的棉花中白色异性纤维检测[J]. 农业机械学报, 2012, 43(2): 181-185.
- [17] Yang, C., Chao, K. and Chen, Y. (2005) Development of Multispectral Image Processing Algorithms for Identification of Wholesome, Septicemic, and Inflammatory Process Chickens. *Journal of Food Engineering*, **69**, 225-234. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2004.07.021>
- [18] Roland, K., Catherine, C. and Francois, P. (2007) Numerical Simulation of Mass Transfer in a Liquid-Liquid Membrane Contactor for laminar Flow Conditions. *Computers and Chemical Engineering*, **32**, 1325-1333.
- [19] Aleixos, N., Blasco, J. and Navarrón, F. (2002) Multispectral Inspection of Citrus in Real-Time using Machine Vision and Digital Signal Processors. *Computers and Electronics in Agriculture*, **33**, 121-137. [https://doi.org/10.1016/S0168-1699\(02\)00002-9](https://doi.org/10.1016/S0168-1699(02)00002-9)
- [20] Yang, W., Li, D., Zhu, L., Kang, Y. and Li, F. (2009) A New Approach for Image Processing in Foreign Fiber Detection. *Computers and Electronic in Agriculture*, **68**, 68-77. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2009.04.005>
- [21] Aart, K., Magnus, L., Iris, M., et al. (2008) Statistical Analysis of Coastal Morphological Data Sets over Seasonal to Decadal Time Scales. *Coastal Engineering*, **55**, 581-600.
- [22] Ajay, P., Hamed, S.-S. and Hequet Eric, F. (2009) Recognition of Cotton Contamination via X-Ray Micro-Tomographic Image Analysis. *IEEE Transactions on Industry Applications*, **40**, 77-85.
- [23] Pichel, J.C., Singh, D.E. and Rivera, F.F. (2006) Image Segmentation Based on Merging of Sub-Optimal Segmentations. *Pattern Recognition Letters*, **27**, 1105-1116. <https://doi.org/10.1016/j.patrec.2005.12.012>
- [24] Rieci, S., Dallai, A. and Boni, E. (2008) Embedded System for Real-Time Digital Processing of Medical Ultrasound Doppler Signals EURASIP. *Journal on Advances in Signal Processing*, **2008**, Article ID: 418235.



**知网检索的两种方式：**

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>  
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2164-5507，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>  
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：[hjas@hanspub.org](mailto:hjas@hanspub.org)