

王吉亮, 卢勇涛, 杨怀君, 等. 脱绒棉种精选技术现状[J]. 江苏农业科学, 2014, 42(9): 5-7.

# 脱绒棉种精选技术现状

王吉亮<sup>1</sup>, 卢勇涛<sup>1</sup>, 杨怀君<sup>1</sup>, 高振江<sup>2</sup>, 刘韶军<sup>2</sup>

(1. 新疆农垦科学院机械装备研究所, 新疆石河子 832000; 2. 中国农业大学, 北京 100083)

**摘要:**结合新疆地区棉花精量播种技术的发展要求, 阐述脱绒棉种处理在棉花生产中的重要作用。重点对脱绒棉种激化处理、静电选、色选及机器视觉等方法进行总结, 阐述其分选机理和研究现状, 分析不同处理方法的原理及特点; 结合国内外种子精选技术的发展现状, 探讨新疆地区脱绒棉种精选的发展趋势, 以为脱绒棉种精选研究提供参考。

**关键词:**脱绒棉种, 精选, 现状

**中图分类号:** S226.5   **文献标志码:** A   **文章编号:** 1002-1302(2014)09-0005-03

棉种作为重要的农业生产资料, 是棉花生产的基础, 其质量直接关系棉花产量及品质。棉种生产受气候、田间管理及其扩繁速度等诸多因素影响, 棉花虽可正常开花、收获, 但种子成熟度难以保证, 尤其是后期收获的棉种毛籽中红种含量可达20%~30%<sup>[1]</sup>。红种很难发芽, 它的存在严重影响了棉种质量, 导致棉种发芽率低, 影响棉花生产安全。同时, 棉种生产加工过程中须经过摩擦滚筒、提升机、离心机等设备的多道处理工序, 导致部分棉种破碎、损伤, 影响棉种的发芽率和发芽势。

随着新疆地区棉花精密播种技术的推广, 现代化农业对棉种的发芽率、发芽势等性能指标提出更高要求。受清选原理的限制, 人工分选及传统的机械分选技术, 如利用种子的空气动力学特性、几何特征、密度特性选种及复合选种等方法, 难以保证选出的种子发芽率高、发芽势强<sup>[2]</sup>。随着科学发展和技术进步, 更多的新原理和新方法被应用到脱绒棉种的处理和精选上, 并取得一定效果。本文介绍了棉种激化处理、介电分选、色选及机器视觉识别等脱绒棉种处理与分选方法, 旨在为开发实用型脱绒棉种精选设备提供参考。

## 1 棉种激化处理

棉种激化处理就是利用外界物理因素(静电场、强磁场等)激活棉种的生物酶, 提高棉种在萌发期的生物酶活性。修瑞贵等研究表明, 适宜的静电场处理种子, 可提高种子发芽势、发芽率及活力指数, 同时可降低棉种电导率, 提高棉种萌发过程中的异柠檬酸裂解酶(ICL)活性, 最终提高棉种活力<sup>[3]</sup>。朱文萃等研究表明, 棉种经电场处理后, 可以提高其出苗率, 减少死苗率, 增强棉株抗逆能力, 增加干物质积累, 减少蕾铃脱落, 提高成铃率, 提早生育进程, 增加产量, 提高效益<sup>[4-5]</sup>。夏建英等研究表明, 经过电场处理的棉种发芽率和抗病能力都有显著提高<sup>[6]</sup>。郭克婷等研究表明, 选择适当电场强度及处理时间可大大提高种子活力, 静电场对生物的影响

存在阈值<sup>[7]</sup>。王玉莲发现, 经过连续3年电场处理, 小区棉花产量比对照高10%以上<sup>[8]</sup>。

综上, 适当的棉种激化处理不仅可以提高棉种发芽质量, 也有利于棉花产量提高。对于不具有发芽能力的红种和破碎种, 激化处理却难有效果, 既不能提高其发芽质量, 又不能将其清选出来。因此, 该处理方式更适用于精选后的优质棉种, 对清选前的脱绒棉种作用不明显。

## 2 介电分选

种子介电分选是利用种子的导电特性、摩擦特性及介电常数的差异, 使静电力、重力、离心力等有效作用在种子上而实现分选的一种筛选方式<sup>[9]</sup>。

国外对种子介电分选技术的研究较早, Hihbard于1928年提出电导法测定种子活力; Perry等于1967年证明了种子生活力与电导率呈负相关; Tarushkin等在20世纪60年代提出种子介电分选思想; Nelson通过大量试验分析得出, 影响种子介电性质的主要因素是种子含水率和电场频率, 介电常数随种子含水率的增加而提高, 随电场频率的增加而降低<sup>[10-12]</sup>。目前, 丹麦、德国、奥地利、美国等国家的种子介电分选技术处于世界领先地位, 相应的分选设备已用于生产。

国内对介电式种子分选机的研究始于20世纪80年代, 曾试制出介电分选设备, 但未在生产中应用。目前对介电式种子分选机的研究主要集中在3个方面: 种子电场效应研究、种子介电分选机理研究、介电分选设备研制。齐新等研究带绒棉籽的分选加工, 使健籽率提高10%以上, 为带绒棉籽丸粒化处理、实现机械精量播种提供了先进实用技术<sup>[9]</sup>。米双山等进行了分选电压的单因素试验, 结果表明分选电压、棉种含绒率是影响分选效果的主要因素, 棉种经介电式带绒棉种分选机分选后, 其健籽率得到很大提高<sup>[13]</sup>。张晓海等研究表明, 经过介电分选后的种子发芽率明显提高, 种子活性取决于其含水率、活性酶含量、存贮时间等因素, 具体外在反映指标是介电常数<sup>[14]</sup>。王丽红等对介电分选后种子活性进行分析, 确定介电分选出的棉种有较好的活性特点<sup>[15]</sup>。陆长民对电场及介电分选复合处理对棉花种子活力的影响进行研究, 分别对棉种进行介电分选、高压静电分选及介电分选与高压静电复合处理, 测定相应的发芽率和发芽势, 根据幼苗田间试验测定全长、苗高、茎粗等生长指标和田间出苗率, 确定经过介电分选和电场

收稿日期: 2013-11-18

基金项目: 国家科技支疆计划(编号: 2012AB006)。

作者简介: 王吉亮(1966—), 男, 新疆石河子人, 硕士, 副研究员, 主要从事农业机械及农业物料学研究。

通信作者: 卢勇涛, 硕士, 助理研究员, 从事农业机械设计研究。

E-mail: nkylt@163.com。

处理的种子活力均提高,且以复合处理效果更佳<sup>[16]</sup>。

介电分选具有棉种千粒质量和活性的综合分选特性,分选出的棉种综合质量较高。然而,由于棉种的不均匀性和各向异性,即便同一棉种之间也存在介电性质的差别,再加上电极结构、工作环境等诸多因素的影响,该分选方法未能在生产中推广应用。

### 3 棉种色选

色选技术是指利用特殊识别镜头捕捉物料表面像元素信号,采集物料透光率信号或用红外、紫外等方法测定物料水分及其他成分信息,并利用可编程逻辑控制器(PLC)控制及 CPU 处理,实现光电信号互换,并与标准信号对比分析物料品质,再利用压缩空气剔除劣质物料的集光、电、气、机于一体的高科技综合技术<sup>[17]</sup>。目前国内色选机主要被应用于碾米精加工行业,而国外色选机已被广泛应用在须要对固体颗粒物料进行色彩选择的加工工业,如食品、农产品、化学品及矿产品加工工业等领域<sup>[18]</sup>。美国于 2004 年研制出棉种色选机,解决了人工粒选棉种中的红种、白种、黄种及破损种的问题,对提高种子质量效果十分显著<sup>[19]</sup>。张若宇采用单变量线性回归和逐步回归分析方法,探讨红绿蓝(RGB)颜色模型下脱绒棉种颜色特征与发芽势、发芽率之间的相关性,揭示了 RGB 颜色模型下脱绒棉种颜色特征参数与发芽势、发芽率之间均存在显著相关性,证实脱绒棉种质量与表面颜色特征具有相关性<sup>[20]</sup>,为脱绒棉种基于 RGB 颜色模型进行颜色分选提供了理论依据。张俊雄等设计出 1 套基于机器视觉的脱绒棉种在线分选系统,采用棉种平抛和气吹分离的方式实现新疆地区红棕色棉种与黑色棉种的自动分选,研究了无序状态下的种子图像采集方法,并通过区域细分方式解决了无序种子与气流喷嘴的对应关系,提出了种子位置跟踪和分离的算法,实现对棉种图像处理结果的延时分离操作<sup>[21]</sup>。

脱绒棉种色选可将与合格棉种色差明显的红种和杂质分选出来,从而提高棉种质量,在新疆地区应用发现,与人工方法相比,该方法生产率和分选效果得到提高。然而,色选机受光电工作原理的制约,工作稳定性、色选效果与物料中异色粒含量、异色粒种类等有很大关系<sup>[22]</sup>。在同样的物料流量和色差阈值下,随着物料中异色粒含量增加,选别率会逐渐下降。同时色选装置对环境的要求较高,要求避免强光和阳光直射,并保证安装位置不能振动等。

### 4 机器视觉识别

机器视觉(machine vision)又称计算机视觉,是指利用计算机实现人的视觉功能,是采用计算机模拟生物外显或宏观视觉功能的科学和技术,是一门涉及数学、光学、人工智能、神经生物学、心理物理学、计算机科学、图像处理、图像理解、模式识别等多个领域的交叉学科<sup>[23]</sup>。机器视觉技术在农业上的应用研究始于 20 世纪 70 年代末,主要是进行植物种类鉴别、农产品品质检测和分级等<sup>[24-25]</sup>。目前国内对该技术在水果品质检测分级中的研究较多<sup>[26-39]</sup>,并逐步向棉种精选领域扩展。陈涛等提出了基于 RGB 颜色模型检测黑色、红棕色棉种的方法,指出基于 R 通道使用迭代最优阈值方法能有效去除图像中种子上的短绒,颜色特征参数 $(R - G - B) / (R + G)$

及 $(R - G) / (R + G + B)$ 能有效区分黑色与红棕色棉花种子,并对无序排列离散物料的视觉检测与控制进行了分析,实现了基于数字信号处理器(DSP)系统控制的方法<sup>[40]</sup>。李景彬等基于脱绒棉种外观特性对红种、破碎棉种进行分选,搭建了脱绒棉种外观质量检测的硬件装置,并基于 Visual C++ 6.0 开发了检测软件系统,提取了颜色、圆弧度、粒型等适合脱绒棉种分级的关键特征参数,基于误差反向传播算法(BP)神经网络实现了脱绒棉种的分级<sup>[41]</sup>。张若宇基于 RGB 颜色模型开发出脱绒棉种分选控制系统,基本能满足脱绒棉种颜色分选需要<sup>[42]</sup>。刘韶军研究了基于机器视觉理论的棉种在线自动检测方法,针对不同类型的棉种样本和不同颜色背景之间的直方图分布规律,确定将红白黄棉种、白绒棉种、破损棉种同时剔除的背景颜色,设计出 $H_{mean} / S_{mean}$  Fisher 线性分类器,8 输入的 BP 神经网络分类器,归一化的均值和方差输入的 BP 神经网络分类器,基于 PCA 变量的 4 输入 BP 神经网络分类器,提出基于链码的边缘检测方法和基于 $n \times n$ 的正方形检测窗内目标像素面积的统计参数方法,完成红棉种和破损棉种的嵌入式代码编制,开发出基于 VC++ 和基于 TI TMS320DM642 的棉种检测系统<sup>[43]</sup>。李伟等以中棉 350 棉花种为对象,应用图像处理技术提出了基于形态学的破损识别方法,通过链码算子获取轮廓信息,运用傅里叶算子达到轮廓平滑,并根据曲率特征定位轮廓尖端点,通过轮廓的对称性识别局部破损棉种,同时基于统计思想,根据大小和形状特征识别严重破损棉种<sup>[44]</sup>。李景彬等针对新疆地区破碎棉种问题,搭建了破碎棉种检测系统,通过对脱绒棉种图像进行分析和预处理,提取出脱绒棉种的特征参数(面积、周长、圆弧度、长短轴等),并对特征参数进行分析,确定圆弧度作为检测破碎棉种的特征,经检验检测精度达 87.5%<sup>[45]</sup>。陈兵旗等提出了 1 种基于图像处理的棉种精选算法,精选作业前先设定种子通道工位;精选过程中,使用首帧差分阈值分割的方式提取种子区域的二值图像,然后在原图像的种子区域计算红色像素数并判断红色种子,通过分析二值图像判断破壳种子,最后对种子图像进行微分处理并去除边缘像素判断裂纹种子,试验表明,该算法能够很好地判断出缺陷棉种,速度快、准确率高<sup>[46]</sup>。候天星研制出基于机器视觉的棉种在线自动筛选系统,设计和搭建了棉种在线筛选系统平台,选用 TI 公司 TMS320DM642 DSP 作为主处理器,现场可编程门阵列(FPGA)作为协处理器,选用具有 IEEE1394 接口的高速摄像机作为图像采集设备对高速下滑棉种进行图像采集和处理,实现对红棉种和破损棉种的在线识别和筛选<sup>[47]</sup>。

棉种视觉识别作为新兴的技术领域,可根据棉种的尺寸、形状、颜色、表面缺陷等特点进行更为全面的分选。由于棉种视觉系统是对获取的棉种图像进行分析、判断、执行的过程,不同棉种特征难以用单独的技术进行识别和判断,再者受现有技术和条件的限制,该技术尚处于试验研究阶段,距推广应用还有诸多工作要做。

### 5 展望

脱绒棉种精选技术涉及棉种的物料特性、分选理论及机构、控制技术等多门学科,随着研究人员的不断努力,新技术、新原理、新设备将更多地应用于脱绒棉种的处理和精选,有效

提高脱绒棉种精选设备的工作稳定性和抗干扰能力,保证棉种的精选质量和分选效率。综合国内外种子精选的发展现状,脱绒棉种色选技术及机器视觉分选技术将更加熟化,逐步在脱绒棉种精选中占主导地位,并向智能化、高精度、通用化、标准化和低成本方向发展,为生产中脱绒棉种的精选提供技术支持和设备支撑。

#### 参考文献:

- [1]坎 杂,李景斌,江英兰,等. 5MZX-96 脱绒棉种色选机的设计研究[J]. 石河子大学学报:自然科学版,2005(6):749-751.
- [2]朱江丽,李景斌,坎 杂,等. 新疆兵团脱绒棉种分选现状及发展趋势[J]. 农机化研究,2008(1):216-219.
- [3]修瑞贵,王云莉. 静电处理对棉花种子活力的影响[J]. 山东建筑工程学院学报,1995,6(2):46-48.
- [4]朱文苹,熊建喜,汪明胜,等. 电场处理棉种对棉花生长的影响[J]. 石河子科技,1999(1):3-4.
- [5]朱文苹,熊建喜,汪明胜,等. 电场处理棉种对棉花生长发育的影响[J]. 中国棉花,1999(7):35.
- [6]夏建英,黄江华. 电场处理棉种对提高出苗率和苗期抗病能力初探[J]. 中国棉花加工,2004(2):26.
- [7]郭克婷,蔡兴旺. 高压静电场处理对棉种发芽的影响[J]. 中国棉花,2004,31(10):23-24.
- [8]王玉莲. 电场处理技术对棉花产量的影响[J]. 安徽农学通报,2008,14(3):65.
- [9]齐 新,米双山,王继宁,等. 带绒棉籽介电分选机理的研究[J]. 河北农业大学学报,1998(1):8-10.
- [10]Sokhansanj S, Nelson S O. Transient dielectric - properties of wheat associated with nonequilibrium kernel moisture conditions [J]. Transactions of the ASAE,1988,31(4):1251-1254.
- [11]Nelson S O, Krazewski A W. Dielectric properties of materials and measurement techniques[J]. Drying Technology,1990,8(5):1123-1142.
- [12]Nelson, O S. A system for measuring dielectric properties at frequencies from 8.2 Hz to 12.4 GHz[J]. Transactions of the ASAE,1972,15(6):1094-1098.
- [13]米双山,曹崇文. 带绒棉种介电分选的试验研究[J]. 中国农业大学学报,2000,5(6):47-52.
- [14]张晓海,坎 杂,田学艳. 脱绒棉种介电选种机的实验研究[J]. 新疆农机化,2003(6):47,50.
- [15]王丽红,坎 杂,张晓海,等. 介电分选后种子活力的试验分析[J]. 农业机械学报,2005(9):169-170.
- [16]陆长民. 电场及介电分选复合处理对棉花种子活力的影响[D]. 泰安:山东农业大学,2010.
- [17]范 平. 浅析色选技术在中国的发展过程[J]. 粮食科技与经济,2005,30(4):46-47.
- [18]秦 锋,阮竞兰. 谷物色选机国内外现状及发展趋势[J]. 粮食加工,2011,36(2):51-53.
- [19]李彦林. 棉种色选机在棉种加工中的应用[J]. 新疆农机化,2005(3):25-25.
- [20]张若宇. 基于RGB颜色模型脱绒棉种分选控制系统设计研究[D]. 石河子:石河子大学,2007.
- [21]张俊雄,陈 涛,于振东,等. 基于计算机视觉的新疆棉种颜色分选系统设计[J]. 农业机械学报,2009(10):161-164.
- [22]李素梅. 如何正确认识白米色选机[J]. 粮食与饲料工业,2002(7):12-14.
- [23]刘传才. 图像处理与计算机视觉[M]. 厦门:厦门大学出版社,2002.
- [24]赵晓霞. 计算机视觉技术在农业中的应用[J]. 科技情报开发与经济,2004,14(4):124-126.
- [25]熊利荣,陈 红,丁幼春. 机器视觉技术在农产品破损检测上的应用[J]. 农机化研究,2005(5):210-211.
- [26]应义斌,付 峰. 水果品质机器视觉检测中的图像颜色变换模型[J]. 农业机械学报,2004,35(1):85-89.
- [27]王 建,黎绍发. 基于苹果着色面积的计算机视觉分级技术研究[J]. 计算机工程与设计,2008,29(14):3813-3814,3817.
- [28]冯 斌,汪懋华. 基于计算机视觉的水果大小检测方法[J]. 农业机械学报,2003,34(1):73-75.
- [29]冯 斌. 计算机视觉信息处理方法与水果分级检测技术研究[D]. 北京:中国农业大学,2002.
- [30]康晴晴. 基于机器视觉的苹果检测分级方法研究[D]. 北京:中国农业大学,2007.
- [31]赵杰文,刘文彬,邹小波. 基于三摄像系统的苹果缺陷快速判别[J]. 江苏大学学报:自然科学版,2006,27(4):287-290.
- [32]Miller B K, Delwiche M J. A color vision system for peach grading [J]. Trans of the ASAE,1989,32(4):1484-1490.
- [33]Kleynen O, Leemans V, Destain M F. Development of a multi-spectral vision system for the detection of defects on apples [J]. Journal of Food Engineering,2005,69(1):41-49.
- [34]Blasco J, Alexios N, Gómez-Sanchís J, et al. Recognition and classification of external skin damage in citrus fruits using multispectral data and morphological features[J]. Biosystems Engineering,2009,103(10):137-145.
- [35]李 甦,谭永龙,杨美英. 水果分级与表面缺陷检测研究[J]. 计算机工程与设计,2008,29(15):3954-3957.
- [36]李秀智. 基于机器视觉的苹果形状分级系统研究[D]. 南京:南京农业大学,2003.
- [37]应义斌,桂江生,饶秀勤. 基于Zernike矩的水果形状分类[J]. 江苏大学学报:自然科学版,2007,28(1):1-3,67.
- [38]张俊雄. 柑橘机器视觉分级中运动模糊图像恢复研究[D]. 北京:中国农业大学,2007.
- [39]吕小莲,张祖立,吕小荣. 机器视觉识别田间成熟番茄的研究[J]. 安徽农业科学,2008,36(4):1322-1323.
- [40]陈 涛,徐小波,乐忠宇,等. 棉花种子颜色分选自动化系统研究[C]//农业机械化与新农村建设——中国农业机械学会2006年学术年会论文集:上册. 北京:中国农业机械学会,2006.
- [41]李景彬,坎 杂,江英兰,等. 基于机器视觉的脱绒棉种外观质量检测装置的研究[J]. 石河子大学学报:自然科学版,2006(6):761-764.
- [42]张若宇. 基于RGB颜色模型脱绒棉种分选控制系统设计研究[D]. 石河子:石河子大学,2007.
- [43]刘韶军. 基于机器视觉理论的棉种在线自动检测方法研究[D]. 北京:中国农业大学,2009.
- [44]李 伟,于振东,陈 涛,等. 基于形态学的棉花种子破损检测[J]. 农业机械学报,2009,40(4):169-172.
- [45]李景彬,坎 杂,张若宇,等. 基于机器视觉的脱绒棉种“破碎”特征检测技术[J]. 农机化研究,2010,32(8):170-172,177.
- [46]陈兵旗,高振江,宋同珍,等. 棉种图像精选方案与算法研究[J]. 农业机械学报,2010,41(1):167-171,187.
- [47]候天星. 基于机器视觉的棉种在线自动筛选系统的设计与实现[D]. 北京:中国农业大学,2011.