

农产品粒形识别研究进展及其在工程中应用现状

任宪忠^{1,2}, 马小愚²

(1. 黑龙江八一农垦大学工程学院, 大庆 163319; 2. 东北农业大学工程学院, 哈尔滨 150030)

摘要: 农产品籽粒形状对农产品的品质有很大的影响, 同时也是农产品检测分级的重要参数。为了充分利用国内外的研究成果, 促进中国在该领域的研究与应用, 从农产品粒形与农产品品质(产量、专用品种、加工品质、种子活性)、粒形与农业机械的设计及使用、粒形影响因素、粒形测量技术等几方面对国内外的研究进展进行了综述, 以供有关研究人员参考。

关键词: 农产品; 粒形; 识别; 研究进展

中图分类号: S126

文献标识码: A

文章编号: 1002-6819(2004)03-0276-05

0 引言

经过几十年的不懈努力, 中国农业和农村经济发生了巨大变化, 主要农产品总产量已位居世界首位, 人均占有量超过世界平均水平, 进入了农产品供求基本平衡、丰年有余的新阶段。目前, 一方面中国农产品大量积压, 另一方面又进口大量的农产品, 出现了农产品相对过剩现象。出现这种现象的主要原因之一是中国农产品品质低下, 不能满足人们对农产品优质化的要求。目前, 中国农业生产正从以单一高产为目标向优质、高产、高效方向转变。谷物粒形是影响谷物产量、品质的重要指标之一, 同时也是进行谷物检测分级的重要参数之一, 因而越来越引起人们的重视。

1 粒形与农产品品质的关系

1.1 粒形与种子品质及产量的关系

种子的发芽率、发芽势、发芽速度, 及其形成的植株营养体强弱, 对其产量影响较大。李娘辉(1997年)^[1]、刘万代(1998年)^[2]、唐仁华(1997年)^[3]、Yantai Gan(1992)^[4]、Mian M. A. R. (1992)^[5]等分别对花生、小麦、甜瓜、冬小麦等种子粒形对产量的影响进行了研究。研究表明, 对于不同的农产品, 种子大小与质量对发芽率、发芽势、发芽速度等因子的影响是不同的, 有的是正相关关系, 有的无关。无论发芽速度快慢, 大粒种子形成的植株营养体强壮, 能为开花受精、结实储存较多的养料。W. J. Bond(1999年)^[6]等指出大粒种子最大的出苗深度大于小粒种子的最大出苗深度, 这说明大粒种子对播种深度的一致性要求相对较低, 因而其产量高于中粒及小粒种子的产量。

在无破损情况下, 种子的粒形和饱满程度是影响产量的重要因素, 尺寸越大越饱满的种子对提高其产量越有利。籽粒的大小、形状与饱满程度间的关系如何, 在饱满程度相同条件下, 籽粒的大小、形状与产量间的关系如何, 尚未见到有关的报道。

1.2 粒形与组分及专用品种

加工业中常常要求作为原料的农产品有某种专门

的品质, 大力发展中国农产品加工业急需解决的问题之一一是专用加工原料问题, 要求有专门的品种和稳定的规模化、专业化的原料基地, 才能保证加工产品的质量。有研究表明农产品的结构、组成与其粒形有密切的关系。工业用稻米要求高的直链淀粉含量, 饲料用稻米要求高的蛋白含量, 食用优质稻米要求较低的直链淀粉含量。稻米粒长与蛋白质含量、赖氨酸, 粒宽及长宽比与胶稠度等性状间的表现协方差和遗传协方差已达到显著或极显著水平^[7]。根据其用途大麦可分为3种类型, 即加工饲料用、酿造啤酒用和食用。3种类型的大麦对籽粒粒形有不同要求: 啤酒用大麦要求籽粒“长宽比”较小且大而圆; 饲料用和食用大麦虽没有啤酒用大麦那样严格, 但如果种子太长, 长宽比太大, 会增加种子皮壳率的含量, 降低胚和胚乳的含量, 影响其饲料用和食用品质^[8,9]。

1.3 粒形与机械性能及其加工品质

由于稻米的商品价值与米粒形状、整精米率都有密切的关系, 因此对稻米粒形与加工品质的研究较多。稻粒在收获、干燥、加工和储运等过程中, 受到挤压等机械外力作用时, 会产生破裂, 其价格降低、不易保存, 这样的稻粒作为种子, 其生命力降低。对其它谷物的粒形与加工品质关系的研究较少。

M. S. Uchoudhury(1987年)^[10]对大米籽粒粒形与其抗张强度进行了研究, 研究表明在相同加工条件下, 根据形状、抗张强度可将大米分为两组, 长宽比大于3.8的为一组, 其籽粒的抗张强度与大米长宽比呈负相关; 长宽比小于3.8的为另一组, 其籽粒的抗张强度与大米长宽比呈正相关。也可根据抗张强度、宽厚比对大米进行分类, 根据宽厚比大于、小于1.43将大米分为两组, 抗张强度与宽厚比呈正相关。若根据大米粒形进行检测分级, 将提高其整精米率。

大量研究^[11-18]表明粒长、长宽比与糙米率、精米率、整精米率呈显著负相关。粒宽与糙米率、精米率、整精米率呈显著正相关。粒长对整精米率的影响很大, 粒长增大整精米率下降。也有的研究^[19]指出, 经过观察, 非整精米大都在胚部断裂, 之所以出现粒长与整精米率呈负相关的现象, 主要是由于中国的稻米大都是中长粒形, 细长粒形只占5.88%。因而国内碾米机不利于对过

收稿日期: 2002-12-30 修订日期: 2004-04-05

作者简介: 任宪忠, 博士生, 副教授, 大庆市 黑龙江八一农垦大学工程学院, 163319。Email: renxianzhong2000@163.com

于细长的稻谷进行加工,过长的稻米易断、碎,而中长粒形稻谷比较适应,因而整精米率较高。加工时针对细长粒形稻谷的特点,适当调整加工技术,能够解决细长粒形稻米加工时易碎的问题。

1.4 粒形与谷物储存期间的活性

种子的发芽率对于农业生产是至关重要的,种子粒形影响发芽率。E. Moreno-Martinez E (1998年)^[20]等研究了粒形对玉米储存期活性的影响。试验将扁、圆两种形状各3种尺寸的杂交玉米B-15储存在相对湿度为75%,温度为25℃条件下(该条件与通常的热带储存条件相同),储存时间为120d。当种子含水率为13.6%~13.8%时,扁平形状大中小尺寸种子的发芽率分别为85%,75%,80%,圆形大中小种子的发芽率为59%、31%、28%。含水率为15.3%~15.6%储存30d以后,扁平形状大中小种子为93%、86%、84%,圆形大中小种子的发芽率为86%、57%、48%。由此可见扁平大粒玉米种子比圆形小粒种子在储存期间保持了较高的活性。同时可见粒形相同时尺寸大的种子活性较高,尺寸相同时扁平种子的活性大于圆形种子的活力。

2 粒形与农业机械的设计及应用

籽粒的移动能力、运动形式(例如,滑动、滚动)以及与此有关的物理性质(如比重、惯性、摩擦系数)是籽粒尺寸、形状的函数;在静、动载荷下,空气动力学特性(如投影面积、悬浮速度)也与籽粒尺寸、形状有关。这些条件是设计农业机械必不可少的前提条件。

物料尺寸、形状同时也影响着农业机械的正确选择。周祖镔^[21]进行种子尺寸分选特性的研究表明,在清选和分级时,如果种子的三维尺寸之间具有正相关的关系,则无论用窝眼筒、圆孔筛、长孔筛中任何一种均可得到饱满种子,而不必同时使用3种方法分选。对于具有负相关的种子,在选择分选方法时要慎重,必须根据种子的生物学特性以及有关尺寸的相关性来选择适当的轴向尺寸进行清选分级。而对于无线性相关的种子,必须同时使用窝眼筒、圆孔筛、长孔筛,才能得到饱满的种子。

3 粒形的影响因素

许多研究报道了在作物生长过程中影响农产品粒形的各种因素有:遗传因素和环境因素(包括气象因素中的温度、光照和土壤因素中的水分、养分等)。

许如根^[9]等进行了大麦籽粒大小的差异性及相关性分析试验,符福鸿^[22]进行了杂交水稻谷粒性状的遗传分析研究,试验都表明粒形主要受基因与生长环境影响。以水稻为例,谷粒长度、宽度、长宽比和千粒重等4个性状均为加性基因效应起主要作用。谷粒的长宽比主要受母本(不育系)的影响,父本(恢复系)影响极小,粒长、粒宽和千粒重都有很高的广义遗传力,其狭义遗传力也较高,分别为78.7%、89.53%和6.46%。A. M. Li^[23]等进行了幼苗期温度对甜椒果实形状大小的影响进行了研究。研究结果表明,35℃高温处理后的甜椒秧

苗所结果实的心室数显著增加,高温处理可改善灯笼形甜椒的果实形状和大小。18℃低温处理后的甜椒秧苗所结果实虽稍增加其心室数,但大多数果实短小,商品性差。赫德里克试验表明土壤湿度越大,苹果果实越大^[24]。奥尔德里奇认为,土壤水分低时水果果实小但含糖量高^[24]。

粒形不但受到遗传因素和环境因素的影响,收获后的籽粒形状也受其含水率的影响。很多文献^[25-32]报道了物料的千粒重、体积、休止角、密度、孔隙度、悬浮速度、摩擦系数、投影面积等参数随含水率而变化。体积、投影面积随含水率变化则意味着物料的尺寸也将随含水率变化。但是还有一些问题要得以解决:粒形随含水率变化的趋势、速度,三维尺寸间的比值是否随含水率变化,如何变化。

为使农产品具有较为理想的品质,在种子选择时应兼顾其它性状的同时选择较为理想的粒形。在农产品生长期间,根据生长环境因子对粒形的影响规律,制定相应的种植、管理计划或人为控制其生长环境,以便得到具有较为理想粒形的农产品。

4 粒形研究方法及测量技术现状

4.1 样品选用及处理

目前,有关粒形测量所用物料的温度、含水率、储存时间没有统一的标准,大多数试验所用物料经清选、去除杂质及破碎籽粒,烘干后装入密封的塑料袋中。根据试验所需含水率向塑料袋中加入适量的蒸馏水,在温度为5℃左右的冰箱中储存至少一星期,试验前取出适量物料,置于试验环境中,待其温度达到试验室温度即可用于试验。采用这种处理方法,水分在物料籽粒内分布不够均匀,但是对粒形研究影响不大。另一种方法是,利用化学药品将器皿中空气的相对湿度控制在物料指定平衡含水率相应的水平上,物料放入器皿中一定时间,即可达到所需含水率,且水分分布均匀,不破坏物料的性质,这种处理方法更加科学。目前,样品制备无标准可依,导致各试验间的试验数据可比性较差,减弱了试验结果对实际生产的指导作用。

4.2 粒形描述方法及其应用

常用谷物籽粒三维尺寸及尺寸间的相互关系描述粒形。周祖镔^[21]指出大部分种子的3个轴向尺寸之间具有确定的线性关系。对于三维尺寸间具有线性相关的种子,长度和宽度间相关系数较大的居多数,宽度和厚度间相关系数较大的次之;而长度和厚度间相关系数较大的为最少。种子三轴尺寸间一般具有正相关的关系,即3个轴向尺寸同时增大或同时减少,但个别种子在某些尺寸间具有负相关的关系。

农业物料形状极其复杂,影响因素很多,对其进行精确描述难度很大,必须提取谷物粒形的主要特征,建立粒形模型,选用适当的参数进行表达。这种方法比仅用三维尺寸的关系描述粒形精度要高,效果更好一些。目前,描述粒形所采用的参数根据所测籽粒的形状特征

及研究目的确定,有些研究^[33,34]只要求了解物料某个或某些点处的形状特征,这时所采用的方法是先确定物料的轮廓线,并对该曲线进行斜率、最大值分析,确定特殊点,如物料柄部和花鄂的部位,对形状进行描述。有些研究^[35,36]则要求对物料的整体形状特征进行描述,以便找到能将该品种与其它品种区分开来或与自身某些特殊性状相关的形状参数。这时期常用面积、偏矩、紧密度、延伸率、惯性中心、长宽比、宽厚比、球度、圆度、傅立叶描述子等参数对物料的参数进行描述。马小愚^[37]等研究小麦、大豆粒形,选取4个小麦形状修正系数——描述品种的差异,并研究粒形对力学性质的影响,分别得到了小麦、大豆籽粒的挤压方程及粒形对挤压参数的影响。

喻擎苍^[38]等进行了稻种模糊识别的研究,为消除稻种摆放方向差异的影响,以最大中心距线段为参考,以中心点至轮廓线上12个点的距离为基本参数,勾画出对象轮廓的外形,利用对象元素 u 与模糊子集 A_i 均值样板 u_i 之间的距离 $d_i(u, u_i)$ (欧几里德距离、周长比差距离(自定)、标准差比距离(自定))作为特征参数对浙852、Z94-35、广陆矮4号等稻种进行识别,正确识别率分别达到79.89%、89.63%和93.27%。

黄星奕等^[39]采用面积(米粒投影图像的像素之和)、周长(米粒投影上外形轮廓线长度)、圆形度(米粒边界接近圆的程度,圆形度= $4\pi \times$ 面积/周长)、长方形度(米粒边界接近长方形的程度,长方形度=面积/(长径 \times 短径))等特征参数进行了大米形状描述,以这4个参数作为神经网络的输入,对大米进行分类,平均准确率达93.1%。

为了提高检测分级的精度,必须对粒形描述提出更高的要求,找到能够准确表达物料粒形特征的参数,还需进行较深入地研究。

4.3 粒形测量方法

测量物料尺寸、形状的方法有手工测量、筛分分组、机器视觉技术等方法。

以前,测量物料的尺寸时手工测量方法应用较多。采用手工测量方法时,测量方法及仪器精度对结果有显著影响,且对不同作物种子影响的程度是不同的。卡尺测量时用力过大或用力大小难以掌握,当所测量的数量较大时,这种测量方法费力、不精确、效率低。由于种子品种不一、形状复杂,难以得到较为准确的尺寸及形状特征,只能根据少量样本的测量结果来估算物体的总体参数,而面积及其它复杂形状参数只能推算或近似计算,误差较大,因而难以为工程设计提供可靠的原始数据。

筛分分组测量操作简单、效率高但精度低。

目前,对粒形的测量,已经采用了机器视觉技术,因其速度快、信息量大、功能多、能排除人的主观因素的干扰的特点,是粒形参数测量较为理想的方法。机器视觉技术常与各种计算机软件(如与人工神经网络)相结合,对物料进行品质判定、分级。采用计算机视觉技术测量

物料粒形时,摄像图的失真,是影响粒形测量精度的主要原因之一。另外CCD面阵摄像机,X、Y方向的比例系数的不确定,也必须进行修正^[40]。光照强度不合适、摄像机及光源电压波动、背景颜色的RGB值与物料表面颜色RGB值的差值很小、物料表面颜色不均匀,都将导致轮廓线提取困难或提取出的轮廓线失真。从而使测量结果不准确^[41]。

计算机图像分析的理论研究与技术在工程、医学等领域中的应用广泛,取得了众多成果。而在农产品粒形识别及测量领域中起步较晚,由于粒形复杂,影响粒形的因素多,目前尚无成熟、完整的粒形描述理论,在选择参数对粒形进行描述时没有标准可依,粒形描述参数之间的关系如何,各参数对粒形的影响程度如何,这些都是将来所要研究的课题。

5 中国农产品粒形识别研究展望

中国进行粒形研究起步较晚,而且研究大多集中在水果果形研究上,对谷物粒形研究相对较少,应加大谷物粒形研究力度。

粒形描述模型的提出,大都是满足特定的分选要求而提出的,高精度的粒形描述模型及参数的研究还有很多工作要做。

所进行的研究都是在物料处于静止状态,针对单个籽粒进行的,未见到在运动状态下对多个籽粒同时进行粒形分析的报道,而后者是进行籽粒实时检测的必备基础,应该加强运动状态下对多个籽粒同时进行粒形分析的研究。

目前急需对各种农产品建立形状描述的标准,提高中国农产品的质量管理水平,进一步加大粒形研究力度,将对中国农业发展、农民收入的提高做出积极贡献。

[参 考 文 献]

- [1] 李娘辉,花生种子大小和重量对生长和产量的影响[J]. 中国油料,1997,19(3):38-40
- [2] 刘万代,等. 种子大小对冬小麦繁殖体产量影响[J]. 种子,1998,(2):11-13
- [3] 唐仁华,等. 甜瓜种子大小对发芽势、发芽率及幼苗质量的影响[J]. 种子,1997,(6):57-60
- [4] Gan Yantai, et al. Relative date of wheat seedling emergence and its impact on grain yield [J]. Crop Sci, 1992, (32): 1275- 1281.
- [5] Mian M A R, et al. Seed size effects on emergence, head number, and grain yield of winter wheat [J]. JProd Agric, 1992, (5): 215- 268
- [6] Bond W J, et al. Seed size and seedling emergence: an allometric relationship and some ecological implications [J]. Oecologia, 1999, (120): 132- 136
- [7] 戴小枫,等. 中国主要农产品品质与国外的差距比较[J]. 农业科技管理,1999,(1):9-11
- [8] 许如根,等. 大麦籽粒大小的差异性及相关分析[J]. 种子,1999,(1):64-66
- [9] 何南杨,等. 啤酒大麦稳定性研究[A]. 中国大麦文集[C], 1986:114-117.

- [10] Choudhury M S U. Relationship of grain and mass to tensile strength of rice[J]. *Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America*, 1987, 18(1): 51- 56
- [11] 杨联松, 等. 谷粒形状与稻米品质相关性研究[J]. *杂交水稻*, 2001, 16(4): 48- 54
- [12] 石春海. 水稻粒形与优质米育种[J]. *中国农学通报*, 1994, 10(1): 41- 45
- [13] 陈能, 等. 优质食用稻米品质的遗传相关性分析[J]. *中国水稻科学*, 1997, 11(2): 70- 76
- [14] 石春海, 等. 水稻植株农艺性状与稻米研磨品质的遗传相关性分析[J]. *浙江农业大学学报*, 1997, 23(3): 331- 337
- [15] 武小金. 稻米蒸煮品质性状的遗传研究[J]. *湖南农学院学报*, 1989, 15(4): 6- 9
- [16] 李成全, 等. 杂交粳稻品质性状的遗传研究[J]. *杂交水稻*, 1988, (3): 32- 35
- [17] Jun B T, et al. Studies on the inheritance of grain size and shape in rice[J]. *Crop*, 1985, (2): 1- 27
- [18] 石春海, 等. 早籼粒形的遗传和改良[J]. *中国水稻科学*, 1995, 9(1): 27- 32
- [19] 张林清, 等. 杂交水稻谷粒形状和米粒形状相关分析[J]. *福建稻麦科技*, 2000, 18(3): 4- 6
- [20] E Moreno-Martinez E, Vazquez-badillo M E, Rivera A, et al. Effect of seed shape and size on germination of corn (*Zea mays L.*) stored under adverse conditions[J]. *Seed Sci & Technol*, 1998, (26): 439- 448
- [21] 周祖铎, 等. 种子尺寸分选特性的研究[J]. *北京农业工程大学学报*, 1988, 18(1): 61- 72
- [22] 符福鸿, 等. 杂交水稻谷粒性状的遗传分析[J]. *作物学报*, 1994, 20(1): 39- 44
- [23] Ali A M, et al. Effect of pre-anthesis temperature on the size and shape of sweet pepper (*Capsicum annuum L.*) fruit[J]. *Scientia Horticulturae*, 1993, (54): 97- 105
- [24] 张有山. 土肥水对农产品品质的综合效应及提高品质的农业措施[J]. *北京农业科学*, 1996, 14(2): 35- 38
- [25] Suthar S H, et al. Some physical properties of karingda [*Citrullus Lanatus* (Thunb) Mansf.] seeds[J]. *J Agric Engng Res*, 1996, (65): 15- 22
- [26] Dutta S K, et al. Physical properties of grain [J]. *J Agric Engng Res*, 1988, (39): 259- 268
- [27] Gupta R K, et al. Physical properties of sunflower seeds [J]. *J Agric Engng Res*, 1997, (66): 1- 8
- [28] Visvanathan R, et al. Physical properties of neem nut [J]. *J Agric Engng Res*, 1996, (63): 19- 26
- [29] Oje K, et al. Some physical properties of oilbean seed [J]. *J Agric Engng Res*, 1991, (50): 305- 313
- [30] Ogut H. Some physical properties of white lupin [J]. *J Agric Engng Res*, 1998, (69): 273- 277
- [31] Joshi D C, et al. Physical properties of pumpkin seeds [J]. *J Agric Engng Res*, 1993, (54): 219- 229
- [32] Caman K. Some physical properties of lentil seeds[J]. *J Agric Engng Res*, 1996, (63): 87- 92
- [33] J W Van Eck, et al. Accurate measurement of size and shape of cucumber fruits with image analysis [J]. *J Agric Engng Res*, 1998, (70): 335- 343
- [34] Mattlew, et al. Computer vision determination of the stem/root joint on processing carrots[J]. *J Agric Engng Res*, 1989, (43): 259- 269
- [35] Heinemann P H, et al. Grading of mushrooms using a machine vision system [J]. *Transactions of the ASAE*, 1994, 37(5): 1671- 1677
- [36] 王丰元, 周一鸣. 种子形状参数检测的计算机图像处理技术[J]. *农业机械学报*, 1995, 26(2): 52- 57
- [37] 马小愚, 等. 东北地区大豆与小麦籽粒的力学一流变学性质研究[J]. *农业工程学报*, 1999, 15(3): 70- 75
- [38] 喻擎苍, 严红滨. 一种基于图像轮廓线的稻种模糊识别方法[J]. *农业工程学报*, 2002, 18(1): 150- 153
- [39] 黄星奕, 等. 遗传神经网络在稻米垩白度检测中的应用研究[J]. *农业工程学报*, 2003, 19(3): 137- 139
- [40] 郑南宁, 著. 计算机视觉与模式识别[M]. 北京: 国防工业出版社, 1998, 14- 45
- [41] Ng H F, et al. Machine vision color calibration in assessing corn kernel damage [J]. *Transactions of the ASAE*, 1998, 41(3): 727- 732
- [42] 侯彩云, 等. 3维图像处理系统在稻米品质检测中的应用研究[J]. *农业工程学报*, 2001, 17(3): 92- 95
- [43] 孙明, 等. 在MATLAB环境中基于计算机视觉技术的大米垩白检测[J]. *农业工程学报*, 2002, 18(4): 146- 149
- [44] 吕飞杰, 等. 中国农产品加工业的发展方向[J]. *农业工程学报*, 1999, 15(1): 9- 16
- [45] 许俐, 钱敏娟, 等. 大米加工精度的图像识别方法[J]. *农业工程学报*, 1996, 12(3): 172- 175
- [46] 宋韬, 曾德超. 基于人工神经网络的玉米粒形态识别方法的研究[J]. *农业工程学报*, 1996, 12(1): 177- 181
- [47] 方如明, 等. 计算机图像处理与玉米的品质检测[J]. *农业工程学报*, 1992, 8(3): 104- 112
- [48] 赵静, 何东健. 果实形状的计算机识别方法研究[J]. *农业工程学报*, 2001, 17(2): 165- 167
- [49] Ding K, et al. Shape feature extraction and classification of food material using computer vision [J]. *Transactions of the ASAE*, 1994, 37(5): 1537- 1545
- [50] Steinmetz V, et al. Sorting cut roses with machine vision [J]. *Transactions of the ASAE*, 1994, 37(4): 1374- 1353
- [51] 郑文刚, 等. 玉米叶片几何造型研究[J]. *农业工程学报*, 2004, 20(1): 152- 154
- [52] 应义斌, 等. 用计算机视觉进行黄花梨果梗识别的新方法[J]. *农业工程学报*, 1998, 14(2): 221- 225
- [53] 王丰元, 周一鸣. 一种圆形颗粒检测的图像处理技术[J]. *农业工程学报*, 1998, 14(3): 206- 209
- [54] Gunasekaran S, et al. Evaluating quality factor of corn and soybeans using a computer vision system [J]. *Transactions of the ASAE*, 1988, 31(4): 1264- 1271
- [55] Cheng Z, et al. Machine vision techniques for somatic coffee embryo morphological feature extraction [J]. *Transaction of the ASAE*, 1994, 37(5): 1663- 1669
- [56] 成芳, 应义斌, 等. 机器视觉技术在农作物种子质量检验中的应用研究进展[J]. *农业工程学报*, 2001, 17(6): 175- 179

- [57] 纪寿文, 等 应用计算机图像处理技术识别玉米苗期田间杂草的研究[J]. 农业工程学报, 2001, 17(2): 154- 156
- [58] 何东健, 等 农业自动化领域中计算机视觉技术的应用[J]. 农业工程学报, 2002, 18(2): 171- 175
- [59] 饶秀勤, 等 基于机器视觉的水果尺寸检测误差分析[J]. 农业工程学报, 2003, 19(1): 121- 123
- [60] Okamura N K, et al Raisin grading by machine vision [J]. Transactions of the A S A E, 1993, 36(2): 485- 492
- [61] Simonton W, et al Automatic plant feature identification on geranium cuttings using machine vision [J]. Transactions of the A S A E, 1990, 33 (6): 2067 - 2071
- [62] Goodrum J W, et al Machine vision for crack detection in rotating eggs[J]. Transactions of the A S A E, 1992, 35 (4): 1323- 1328
- [63] Guyer D E, et al Application of machine vision to shape analysis in leaf and plant identification[J]. Transactions of the A S A E, 1993, 36(1): 163- 171
- [64] Wang D, et al Single wheat kernel color classification using neural networks[J]. Transactions of the A S A E, 1999, 42(1): 233- 240
- [65] So J D, et al Computer vision applied to detection of oyster hinge lines[J]. Transactions of the A S A E, 1996, 39(4): 1557- 1566
- [66] Ng H F, et al Machine vision evaluation of corn kernel mechanical and mold damage [J]. Transactions of the A S A E, 1998, 41(2): 415- 420
- [67] Lacroix R, et al Effects of data preprocessing on the performance of artificial neural networks for dairy yield prediction and cow culling classification[J]. Transactions of the A S A E, 1997, 40(3): 839- 846
- [68] Singh N, et al Machine vision methods for defect sorting stonefruit[J]. Transactions of the A S A E, 1994, 37(6): 1989- 1997
- [69] Shimizu H, et al Computer-vision-based system for plant growth analysis [J]. Transactions of the A S A E, 1995, 38(3): 959- 964
- [70] Zhang N, et al Effective criteria for weed identification in wheat fields using machine vision[J]. Transactions of the A S A E, 1995, 38(3): 965- 974

Research advances of agricultural product grain shape identification and current situation of its application in the engineering field

Ren Xianzhong¹, Ma Xiaoyu²

(1. Engineering College, Heilongjiang August First Land Reclamation University, Daqing 163319, China;

2. Engineering College, Northeast Agricultural University, Harbin 150030, China)

Abstract: Grain shape of agricultural product affects the quality of agricultural product greatly. In the meantime, grain shape is an important parameter for the agricultural product inspection and grading. In order to utilize the foreign and native research findings, improve its research and application and give reference to researchers in this field in China, the research development was summarized from the following aspects: grain shape and quality (yield, special variety, processing quality, seed vitality) of agricultural product; grain shape and devising and using of agricultural machinery; influencing factors of grain shape; measuring technique of grain shape.

Key words: agricultural product; grain shape; identification; research advance