

# 薄皮核桃机械分级与破壳特征提取研究

## Study on feature extraction of shell breaking and machine grading of thin shell walnut

栗文 张宏 唐玉荣 胡芸莎

LI Wen ZHANG Hong TANG Yu-rong HU Yun-sha

兰海鹏 刘扬 沈柳杨

LAN Hai-peng LIU Yang SHEN Liu-yang

(塔里木大学机械电气化工程学院, 新疆 阿拉尔 843300)

(College of Mechanic and Electrical, Tarim University, Alaer, Xinjiang 843300, China)

**摘要:**为提取不同品种薄皮核桃的机械分级与破壳共性特征,扩展薄皮核桃分级与破壳取仁工艺适应性,以产于新疆和云南的 4 种薄皮核桃为研究对象,通过基础参数测量和力学压缩特性试验研究薄皮核桃的尺寸、质量和压缩力学特性的差异和共性规律。结果表明:不同品种样品核桃的结构特性和压缩力学特性呈现的变化规律相似,基于试验参数内任意种核桃设计的机械破壳设备,对薄皮核桃分级与破壳均具有较好的适应性。为不同品种的薄皮核桃筛选分级、破壳取仁工艺和相关破壳机械设计提供了参考依据。

**关键词:**核桃;分级;压缩;力学特性;共性;差异

**Abstract:** In order to extract the common features about machine grading and shell breaking of different walnut, and extend the adaptability of thin skinned walnut for classification and shell breaking, for kinds of walnuts were chosen as the research objects, including 185 walnut of Xinjiang (W185), xixiang walnut of Baoshan Yunnan (XX), Yangbipao walnut of Dali (YBP), Dayao three Tai walnut of Chuxiong (DYST). Studied the differences and commonness of size, mass and compressive mechanical properties of thin walnut by basic parameter measurement and mechanical compression test. Using Excel software and Origin software to deal with the test data, the results of the study showed that: The change rule of structural characteristics and compressive mechanical properties of different walnut varieties were similar; The mechanical crushing equipment based on any kind of walnut design in the test parameters had good adaptability to the classification and crushing of the walnut walnut.

**基金项目:**国家自然科学基金资助项目(编号:31660475,31160196);兵团科技攻关计划项目(编号:2014BA014,2015AB039)

**作者简介:**栗文,男,塔里木大学在读硕士研究生。

**通信作者:**张宏(1975—),男,塔里木大学教授,博士。

E-mail:zhghog@163.com

**收稿日期:**2017-03-07

The test results can provide references for different varieties of thin-skinned walnut screening and shell breaking extraction process and related crust mechanical design.

**Keywords:** walnut; grading; compress; mechanical property; commonness; difference

核桃破壳取仁是核桃加工环节的一大难题。传统核桃破壳方式是人工砸取破壳,生产效率低,破壳质量亦无法保证;机械破壳可针对不同的核桃采取相应的破壳方式,已经成为核桃产业发展趋势<sup>[1-2]</sup>。核桃壳的结构和力学特性是机械破壳设备设计的基本依据,不同地区不同品种核桃力学特性存在差异,但结构相似、壳厚度接近的品种间力学特性又存在较多的共性<sup>[3-6]</sup>。中国学者围绕这一课题做了诸多研究,李军政等<sup>[7-8]</sup>通过对山核桃的尺寸、压缩式机械破壳的临界压力、压缩量、压缩速度等研究,发现压缩峰值力与压缩量的大小直接影响机械破壳的性能;史建新等<sup>[9-10]</sup>采用有限元分析法分别建立了核桃的几何模型与核桃破壳的有限元模型,通过对核桃脱壳的应力分布规律的分析,发现核桃壳变形量不大,且产生局部裂纹点多、裂纹点易扩展的最佳施加方式;何义川等<sup>[11-12]</sup>通过有限元分析法建立了新疆薄皮核桃的力学模型,研究了核桃不同的受压部位产生的应力差异;本课题组<sup>[13]</sup>前期用不同的加载速度和加载方向对不同含水率的温 185 核桃进行压缩破壳试验,分析了各个力学参数对核桃压缩破壳的影响。新疆和云南是中国薄皮核桃的两大主产区,两地区不同品种核桃结构与力学特性存在一定的共性和差异,关于不同品种薄皮核桃间机械分级与破壳共性特征提取方面的研究中国尚未见报道。

本研究拟选取两地区最具代表性且厚度接近的薄皮核桃[新疆温 185 核桃(W185)、云南保山细香核桃(XX)、大理

漾濞泡核桃(YBP)和楚雄大姚三台核桃(DYST)],研究其结构特性与压缩力学特性的差异和共性规律,旨在为薄皮核桃机械破壳取仁工艺及设备的参数设计和校正提供参考依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 材料与仪器

#### 1.1.1 试验材料

温 185 核桃:产自新疆阿拉尔市;

细香核桃:产自云南保山市;

漾濞泡核桃:产自云南大理市;

大姚三台核桃:产自云南楚雄市。

#### 1.1.2 仪器设备

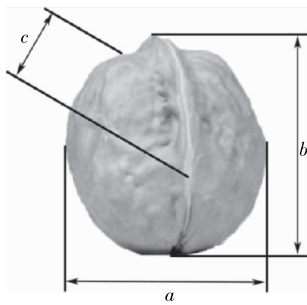
游标卡尺:0~150 mm,测量精度 0.01 mm,上海安亭科学仪器厂;

电子天平:FA1104 型,测量精度 0.001 g,上海安亭科学仪器厂;

万能材料试验机:WD-D3-7 型,上海卓技仪器设备有限公司。

### 1.2 方 法

1.2.1 核桃结构特征测量方法 对 4 个品种核桃进行筛选,剔除有病害、畸形、已破壳的核桃,每个品种随机挑选 90 个作为试验样品。使用游标卡尺按图 1 所示方法分别测量各个试验样品的横向、缝向、纵向尺寸,同时使用电子天平称取其质量。



a. 横向尺寸 b. 纵向尺寸 c. 缝向尺寸

图 1 核桃尺寸测量方法

Figure 1 The method of measure walnut size

根据文献[14~15],采用近似球度公式表示核桃的外观特征,核桃的三维尺寸与球度的关系可表示为:

$$Q = \frac{D_{\text{近似}}}{D_{\text{最大}}} = \frac{\sqrt[3]{abc}}{D_{\text{最大}}}, \quad (1)$$

式中:

Q——球度;

$D_{\text{近似}}$ ——球体近似直径,mm;

$D_{\text{最大}}$ ——最大直径,mm;

a——横向尺寸即核桃沿着短轴方向的最大尺寸,mm;

b——纵向尺寸即核桃沿着长轴方向的最大尺寸,mm;

c——缝向尺寸即核桃沿着缝合线短轴方向的最大尺寸,mm。

1.2.2 核桃压缩力学特性试验方法 将每个品种的试验样品随机分为 3 组,每组 30 个,并标记编号;压缩破壳试验用万能材料试验机,采用单因素试验设计方法。万能材料试验

机的加载速度 200 mm/min,预加载量 50 mm/min,试验数据每间隔 0.02 s 记录一次<sup>[13]</sup>;利用平板压头分别从横向、缝向、纵向 3 个方向进行压缩破壳试验,并记录试验数据。

1.2.3 数据处理方法 试验数据处理用 Excel 软件和 Origin 8.0 软件。

## 2 结果与分析

### 2.1 结构特征分析

2.1.1 表面特征分析 每个品种核桃表面均有不规则的网格脉络,但是 W185 核桃表面光洁,网格脉络无明显突出和凹陷,触手光滑细腻,果仁饱满,但壳仁间缝隙大;而 XX、YBP、DYST 核桃表面粗糙,网格脉络的凸点和凹陷明显且较多,果仁较饱满,壳仁间缝隙较小,见图 2。

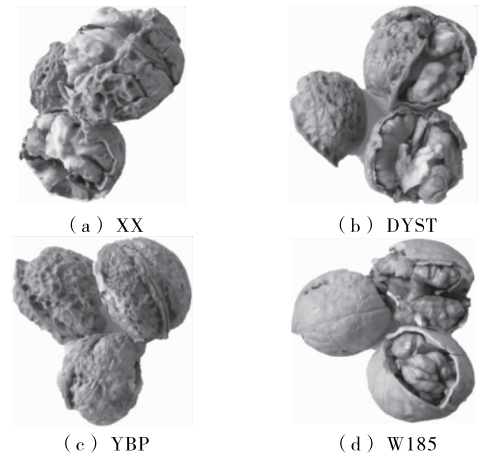


图 2 4 个品种核桃

Figure 2 Walnut about 4 varieties

2.1.2 尺寸与质量分析 由图 3 可知;W185、XX 的三维尺寸较大,YBP、DYST 的三维尺寸较小;各品种核桃的横向尺寸相差不大,主要分布在 35~38 mm,DYST 的横向尺寸偏小;各品种缝向尺寸的差异尤为突出,W185 的缝向尺寸较大,主要分布在 35~37 mm,其他 3 个品种核桃的缝向尺寸主要分布在 31~33 mm;W185、XX 的纵向尺寸主要分布在 40~43 mm,YBP、DYST 的纵向尺寸分布较广,大致范围分别在 39~42,36~41 mm;W185、XX 的质量主要分布在 12~14 g,YBP、DYST 的质量分布较广,大致范围在 10~14 g;DYST 的三维尺寸和质量均较小。

由表 1 可知,同一品种核桃的三维尺寸相差较大,其中以纵向尺寸最大、横向尺寸次之、缝向尺寸最小;比较各品种三维尺寸和质量值的平均值表明,W185、XX 和 YBP 对应的三维尺寸值和质量值相近,DYST 对应的三维尺寸值和质量值较小;各品种核桃的平均球度相差无几并且都比较大,其中 W185 最大。

4 个品种核桃的结构特征变化规律一致,尺寸和质量无明显差异。试验参数范围内样品核桃的最大尺寸为 46.8 mm(XX),最小尺寸为 24.76 mm(DYST),设置核桃筛选分级机构的参数(20~50 mm)可以达到用一种分选机构对不同品种的核桃进行筛选分级的目的。

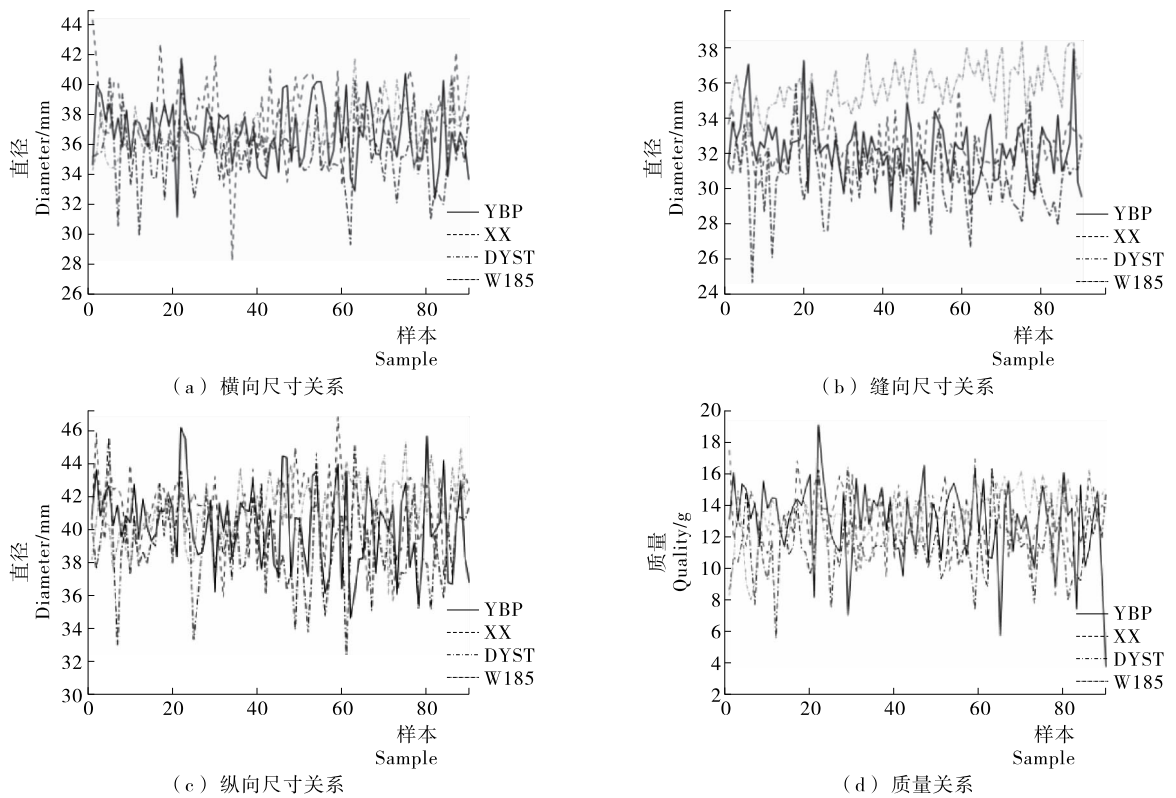


图 3 尺寸、质量关系图

Figure 3 The relationships of size and quality

表 1 各品种三维尺寸和质量的最大值、最小值、平均值及平均球度

Table 1 The maximum, minimum, average and average of sphericity three about dimensions and mass

品种	横向尺寸/mm			缝向尺寸/mm			纵向尺寸/mm			质量/g			平均球度
	最大值	最小值	平均值	最大值	最小值	平均值	最大值	最小值	平均值	最大值	最小值	平均值	
W185	41.77	34.24	37.00	38.28	32.75	35.70	45.29	36.05	41.27	16.33	8.01	13.41	0.918
XX	44.29	28.24	37.59	35.51	28.41	32.24	46.80	35.72	41.17	17.50	8.34	13.11	0.893
YBP	41.74	31.13	36.78	37.85	28.68	32.25	46.15	34.68	40.26	19.11	3.80	12.98	0.900
DYST	40.56	29.29	35.37	35.90	24.76	30.57	45.58	32.47	38.96	16.44	5.56	11.56	0.891

2.2 压缩力学特性的试验

由图 4 可知:核桃压缩破壳的受力过程大致可以分为 3 个阶段:线性阶段、屈服阶段和壳仁共同受力阶段。核桃压缩破壳的线性阶段,4 个品种核桃的变化差异显著,破壳压力随形变量的增大而呈较大的线性变化,破壳压力与形变量的变化规律大致符合一元一次函数;核桃压缩破壳时,刚度的大小与核桃的球度直径呈负相关<sup>[1]</sup>,不同地区核桃首次屈服所需施加加载力变化从大到小依次为:DYST>W185>XX>YBP(除横向压缩时,W185 与 DYST 顺序颠倒之外);屈服阶段与壳仁共同受力阶段核桃所受到的压缩力随着形变量的增大呈逐渐上升的趋势,DYST、W185 所需的加载力大于 XX、YBP 的。

由表 2 可知,样品首次屈服的最大压力为 198.26 N (DYST),最小压力为 66.19 N(YBP),不同品种的核桃,相同方向的加载方式,YBP 首次屈服所需加载的破壳力最小,XX 次之、W185 第三、DYST 需要的加载力最大(横向压缩除外);同一品种的核桃,采用不同方向加载方式,首次屈服所

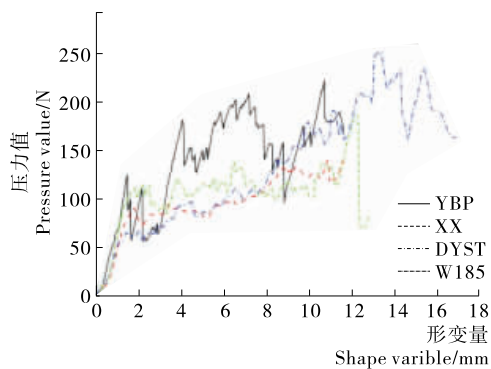
需加载的破壳力大小依次为:纵向压缩、缝向压缩、横向压缩(YBP 缝向压缩大于其纵向压缩的破壳力),与李勇等<sup>[13]</sup>研究温 185 核桃压缩力学特性结果一致。合理设计核桃机械破壳的参数,亦可以实现用一种破壳机对不同品种的核桃进行破壳取仁的目的。

表 2 各品种不同加载方向压缩试验数据统计<sup>†</sup>

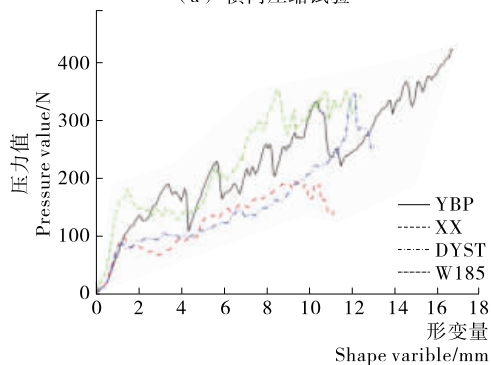
Table 2 Statistical data of compression test for different loading directions and varieties

品种	横向压缩		缝向压缩		纵向压缩	
	S/mm	F/N	S/mm	F/N	S/mm	F/N
XX	1.81	92.73	1.32	100.55	1.99	124.98
YBP	1.99	69.94	1.97	96.03	1.40	66.19
DYST	1.83	114.16	1.23	170.29	2.30	198.26
W185	1.45	127.56	2.07	139.02	1.49	147.69

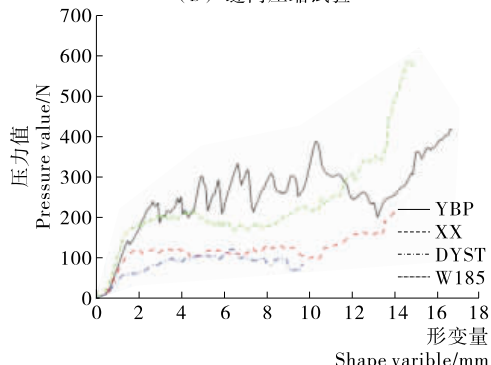
† S 表示首次屈服形变量;F 表示首次屈服压力值。



(a) 横向压缩试验



(b) 缝向压缩试验



(c) 纵向压缩试验

图4 同一加载方式不同品种核桃对比图

Figure 4 Comparison about same loading mode of different varieties

### 3 结论

表面结构方面, W185与XX、YBP、DYST存在较大的差异;在尺寸和质量2个方面呈现相同的变化规律,即大小顺序依次为W185、XX、YBP、DYST;在不同方向力学加载下,各品种核桃的压缩力学特性变化规律基本相似。本研究着眼于讨论核桃不同品种间的结构特性和压缩力学特性的共性和差异,为实现同一种破壳机械对不同品种薄皮核桃进行破壳取仁提供了试验依据。本试验暂未对不同品种核桃破壳的破壳率、高露仁率和碎仁率的比较研究。

#### 参考文献

- [1] 韩本勇, 陈朝银, 杨薇. 核桃破壳取仁机械的研发动态[J]. 农业机械, 2011(2): 151-155.
- [2] 张林泉, 龚丽. 剥壳机具的现状及效果改进方法的探讨[J]. 食品与机械, 2006, 22(4): 72-74.

- [3] 沈柳杨, 张宏, 唐玉荣, 等. 自分级挤压式核桃破壳机的设计与试验[J]. 食品与机械, 2016, 32(7): 80-85.
- [4] 郑甲红, 吴东泽, 梁金生. 基于Workbench的青核桃力学特性分析[J]. 食品与机械, 2015, 31(5): 86-88, 131.
- [5] 高警, 郑甲红, 安碾粮. 偏心击打式核桃破壳机的设计与试验[J]. 食品与机械, 2014, 30(5): 133-136.
- [6] 杨忠强, 李忠新, 杨莉玲, 等. 核桃脱青皮技术及其装备研究[J]. 食品与机械, 2013, 29(6): 121-124, 142.
- [7] 李军政, 孙松林, 谢方平, 等. 山核桃脱壳试验研究[J]. 农机化研究, 2010(12): 125-128.
- [8] 曹成茂, 朱德泉, 江家伍, 等. 手剥山核桃破壳机的设计与研究[J]. 农机化研究, 2011, 33(11): 114-117.
- [9] 史建新, 赵海军, 辛动军. 基于有限元分析的核桃脱壳技术研究[J]. 农业工程学报, 2005(3): 185-188.
- [10] 王斌, 刘德华, 张淑娟. 核桃物理力学特性参数的试验研究[J]. 农机化研究, 2017(8): 165-169.
- [11] 何义川, 史建新. 核桃壳力学特性分析与试验[J]. 新疆农业大学学报, 2009(6): 70-75.
- [12] 高警, 郑甲红, 闫茹, 等. 对影响核桃破壳力大小因素的探究[J]. 农机化研究, 2014(9): 186-189.
- [13] 李勇, 张宏, 王萍, 等. 温185核桃压缩力学特性研究[J]. 食品与机械, 2016, 32(4): 57-60, 166.
- [14] 吴子岳. 绵核桃剥壳取仁机械的研究[J]. 农业工程学报, 1995, 11(4): 164-169.
- [15] 吴子岳. 核桃剥壳的力学分析[J]. 南京农业大学学报, 1995, 18(3): 116-123.

#### 信息窗

## 美 FSIS 指令: 肉类及禽类产品中微生物致死性及稳定性验证程序

2017年6月22日, 美国农业部食品安全检验局发布FSIS指令: 肉类及禽类产品中微生物致死性及稳定性验证程序。该指令为检验计划人员(IPP)提供了验证即食(RTE)肉类和禽类产品微生物致死率及稳定性的说明。它还涵盖了非即食(NRTE)热处理、未完全熟化的肉类和禽类产品生产的验证程序, 包括但不限于部分煮熟和炭烤肉饼和部分熟食的家禽早餐。给指令取代了1989和1999年发布的致死性和稳定性指令(即: FSIS Directive 7110.3, FSIS Directive 7111.1)。该指令将两个旧版指令组合在一起以简化信息, 并做了更新和修订, 使其符合IPP执行的检查任务。更新和修订内容包括澄清发酵/酸化、盐固化和干燥以及加热和冷却期间微生物的致死性和稳定性程序等内容。

(来源: www.foodmate.net)