

## 含水率对温 185 核桃静压力学性能的影响

沈柳杨<sup>1,2</sup>,张 宏<sup>1,2\*</sup>,范修文<sup>1</sup>

李 勇<sup>1</sup>,郭文松<sup>1</sup>,唐玉荣<sup>1,2</sup>,刘 扬<sup>1</sup>

1. 塔里木大学 机械电气化工程学院, 新疆 阿拉尔 843300

2. 新疆维吾尔自治区教育厅普通高等学校现代农业工程重点实验室, 新疆 阿拉尔 843300

**摘要:** 为给核桃破壳机械设计提供依据,以温 185 核桃为研究对象,利用质构仪对不同干燥处理的核桃进行静压力学试验,运用 Matlab 和 Origin 软件进行数据处理,研究含水率对其力学性能的影响。结果表明:在干燥 8 h 后核桃含水率基本趋于稳定;在相同加载条件下,核桃在不同加载方向上所产生的载荷-变形曲线形态是相似的,除纵向外曲线上没有明显的生物屈服点,外壳在受力破坏时呈现出一定的脆性,没有延展性;核桃的初次破裂力、压缩变形量均随含水率的增加而增加。在含水率为 3.24%、缝向上加载时初次破裂力和压缩变形量最小,最小值分别为 52.41 N、0.39 mm;在含水率为 12.99%、横向上加载时初次破裂力和压缩变形量最大,最大值分别为 200.19 N、1.42 mm;通过对核桃含水率与应变能的关系分析得出,从缝向上进行加载时核桃破壳较容易。试验结果可为核桃破壳机械的研发提供参数依据。

**关键词:** 温 185 核桃;静压试验;力学性能;含水率

**中图分类号:** TS255.6

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1000-2324(2016)03-0332-06

## Effect of Moisture Content on Mechanical Properties of Wen-185 Walnut under Static Pressure

SHEN Liu-yang<sup>1,2</sup>, ZHANG Hong<sup>1,2\*</sup>, FAN Xiu-wen<sup>1</sup>, LI Yong<sup>1</sup>, GUO Wen-song<sup>1</sup>,  
TANG Yu-rong<sup>1,2</sup>, LIU Yang<sup>1</sup>

1. College of Mechanic and Electrical/Tarim University, Alar 843300, China

2. The Key Laboratory of Modern Agriculture Engineering of Colleges & Universities under the Department of Education of Xinjiang Uygur Autonomous Region, Alar 843300, China

**Abstract:** To provide basic data for mechanical design of walnut cracking machine, Wen-185 walnuts were selected as research samples, the static compression test of walnut was carried out with the texture analyzer under the different drying treatments. In order to study the effect of moisture content on the mechanical properties of walnut, the data were analyzed by Matlab and Origin software. The results showed that moisture content of walnut was basically stable after drying 8 h; At the same loading conditions, the load-deformation curve shape of walnut was similar under the different loading direction. There was no obvious biological yield point on the curve except for the longitudinal direction. When the shell was forced to damage, it exhibited a certain brittleness and no extension. The initial rupture force and compression deformation of walnut both increased with the increase in the moisture content. The initial rupture force and compression deformation were minimum when the force was loaded on the suture line of the sample with moisture content of 3.24%, and the minimum initial rupture force and compression deformation was 52.41 N and 0.39 mm, respectively. The initial rupture force and compression deformation were maximum when the force was loaded on the dot being transverse direction of the sample with the moisture content of 12.99%, and the maximum initial rupture force and compression deformation was 200.19 N and 1.42 mm, respectively. By analyzing the relationship between the moisture content and the strain energy during the deformation, it could be obtained that the walnut shell easily cracked from the sutured direction to load. The results could provide the practical knowledge for developing the walnut cracking machinery.

**Keywords:** Wen-185 walnut; compression test; mechanical properties; moisture content

温 185 核桃是新疆薄皮核桃的典型品种之一,具有很高的营养与食用价值<sup>[1]</sup>。然而,目前新疆核桃加工率仅为 2%,几乎全部以原果形式出售,依靠人工破壳已经无法适应核桃的产业化发展需求<sup>[2]</sup>,利用机械破壳是解决这一问题的有效途径。由于核桃外壳较仁坚硬,破壳取仁难度较大,其力学性能对破壳具有重大影响,因此对温 185 核桃的力学性能进行研究是十分必要的。

**收稿日期:** 2015-11-05

**修回日期:** 2016-02-12

**基金项目:** 国家自然科学基金项目(31160196);兵团工业攻关项目(2014BA014);塔大研究生科研创新项目(TDGRI201516)

**作者简介:** 沈柳杨(1989-),男,硕士研究生,研究方向为新型农业机械装备设计。E-mail:feiyanghero@163.com

**\*通讯作者:** Author for correspondence. E-mail:zhghog@163.com

国内外关于核桃破壳的研究,前人做过大量的研究工作并取得了有益的成果。吴子岳、Braga 等<sup>[3-6]</sup>对核桃的物理机械特性进行了测定和分析,结果表明:减少破壳所需的果壳变形量可以改善破壳的效果。刘奎、Koyuncu 等<sup>[7-9]</sup>通过力学试验对核桃的破壳力学特性进行了研究,结果表明:不同加载速度、不同加载方向、不同品种的核桃在机械破壳过程中对核桃仁破损的影响比较显著。Liu、闫茹等<sup>[10-14]</sup>利用有限元方法对核桃破壳取仁进行了力学分析,得出了最佳的破壳方式。张宏、涂灿等<sup>[15-17]</sup>对核桃的破壳取仁工艺参数进行了优化研究。但是,目前针对南疆温 185 核桃破壳力学性能这一问题所做的研究工作还较少。

本文以温 185 核桃为研究对象,通过对其进行不同的干燥处理,然后在质构仪上从不同方向进行静态压缩力学试验,研究含水率对温 185 核桃力学性能的影响规律,为核桃破壳设备的设计与研发提供参数依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 试验材料

试验用温 185 核桃购置于新疆阿拉尔市九团农贸市场,其外形近似球形,以缝合线为特征线,温 185 核桃可划分为 3 个方向:横向(核桃缝合线垂直方向)、缝向(核桃缝合线短轴方向)、纵向(核桃缝合线长轴方向),如图 1 所示。对购置的核桃进行筛选,剔除壳体有裂缝、畸形的核桃,利用电子天平(FA1104,上海市安亭电子仪器厂)和游标卡尺(申工 0~150 mm,精度 0.02 mm,上海申韩量具有限公司)进行称重和尺寸测量;利用电热鼓风干燥箱(GZX-9140MBE,上海博迅实业有限公司医疗设备厂)在干燥温度为 50 °C 的条件下,采用烘箱法测定核桃的含水率。本试验选用的核桃平均重量约为 14.76 g,平均直径约为 36.43 mm,平均初始含水率为 17.68%。

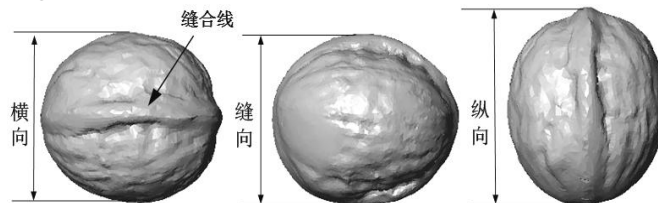


图 1 温 185 核桃三维模型

Fig.1 Three-dimensional model of Wen-185 walnut

### 1.2 试验设计与方法

1.2.1 核桃的干燥处理及含水率测定 温 185 核桃的干燥处理采用恒温烘烤法和称重法<sup>[18]</sup>。将筛选出的 75 枚核桃依次进行编号,并对其进行随机分组,将核桃分为 5 组(记为 A、B、C、D、E 组),然后统一放置在温度设定为 50 °C 的电热鼓风干燥箱中分别进行 1 h (A 组)、3 h (B 组)、5 h (C 组)、8 h (D 组)、10 h (E 组)的干燥处理。每隔相应的干燥时间后,从干燥箱中快速取出对应组的核桃,进行称重并记录数据,然后在质构仪(TMS-PRO,精度 0.015%,美国 Food Technology Corporation 公司)上进行核桃的静态压缩力学试验,压缩力学试验结束后再将该组核桃继续放入干燥箱中干燥至恒重,最后再对核桃壳、仁分别进行称重,计算不同干燥处理所对应的核桃含水率。

核桃含水率(湿基含水率)的测定和计算方法参照 GB5009.3-2010 进行,即利用干燥箱在恒温条件下进行烘烤,而后称量核桃的绝干重量,通过干燥前后重量的差值计算核桃的湿基含水率,其湿基含水率的计算公式如下<sup>[19]</sup>:

$$M_c = \frac{W_0 - W_1}{W_0} \times 100\% \quad (1)$$

式中,  $M_c$  为湿基含水率, %;  $W_0$  为初始重量, g;  $W_1$  为绝干重量, g。

1.2.2 核桃的静态压缩力学试验 将每组干燥处理的 15 枚核桃,再随机分为 3 组利用质构仪分别从横向、缝向、纵向进行压缩力学试验,每个方向重复 5 次,试验结果取平均值。试验采用准静态的加载方式,压缩力学试验的控制参数为:底面直径 70 mm、厚度 10 mm 的圆柱形平板钢制压缩头,加载速度 60 mm/min,上限载荷 480 N,上限位移 30 mm,起始加载力为 0.5 N。试验过程中,质构仪

可以对核桃破壳力、变形量等相关参数进行自动采集并记录。试验结束后，所有试验数据会自动保存在与质构仪连接的计算机中，可以直接调出数据进行分析。静态压缩力学试验，如图 2 所示。

1.2.3 试验因素与指标 以含水率和加载方向为试验因素，其中选取 5 个含水率水平，即 12.99%、8.66%、5.72%、3.50%、3.24%，分别从横向、缝向、纵向进行静态压缩力学试验。以核桃受载时的初次破裂力（核桃从受载到第一次达到压力波峰时所对应的破壳力）、压缩变形量（初次破裂力对应的变形量）、应变能为试验指标。其中，从数学的角度进行分析，应变能是核桃破壳力-变形量曲线所围成的面积，如图 3 所示。其大小反映了壳体在外载荷作用下破裂的难易程度<sup>[20]</sup>，是评价核桃力学性能的一项重要指标，可用下式进行计算。

$$E = \int_0^x Fd\delta \tag{2}$$

式中， $E$  为应变能，mJ； $F$  为破壳力，N； $\delta$  为变形量，mm。

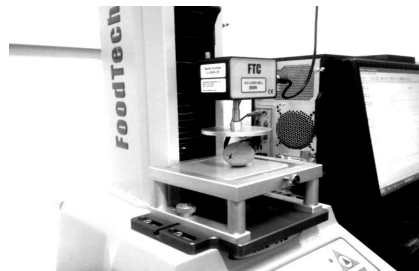


图 2 核桃静态压缩力学试验

Fig.2 Static compression mechanical test of walnut

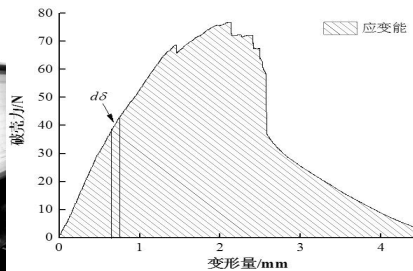


图 3 破壳力-变形量曲线

Fig.3 Curve of rupture force-deformation

### 1.3 数据处理

运用 Origin 9.0 软件进行数据分析和绘图，利用 Matlab R2010b 软件进行线性多项式拟合分析。

## 2 结果与分析

### 2.1 温 185 核桃含水率的变化规律

对不同干燥处理的核桃重量测定结果进行单因素方差分析，如表 1 所示。由表可知， $F=11.337 > F_{0.01}(8,126)$ ，表明干燥时间对核桃重量有显著影响。利用公式（1）计算出不同干燥时间所对应的核桃含水率，其含水率变化曲线如图 4 所示。由图 4 可知，在干燥 8 h 之前核桃含水率的下降速率较快，而在干燥 8 h 后其下降速率随时间逐渐减小，且在干燥 40 h 后核桃的含水率基本不再变化，这表明在干燥 8 h 后核桃含水率不会随干燥时间的增加而发生较大的波动。

表 1 随干燥时间核桃重量的方差分析

Table 1 Variance analysis of walnut weight with drying time

变异来源	平方和	自由度	均方	F 值	显著性
Source of difference	Sum of square	Degree of freedom	Mean square	F	Significance
处理间	135.370	8	16.921	11.337	**
处理内	188.060	126	1.493		
总变异	323.430	134			

注： $F_{0.05}(8,126)=2.013$ ， $F_{0.01}(8,126)=2.655$ ；“\*”表示显著，“\*\*”表示极显著，下同。

Note:  $F_{0.05}(8,126)=2.013$ ， $F_{0.01}(8,126)=2.655$ ；“\*” means significant，“\*\*” means very significant, the same as follows.

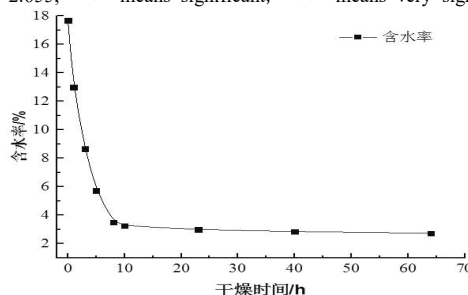


图 4 温 185 核桃的含水率变化曲线

Fig.4 Variation curve of moisture content in Wen-185 walnut

### 2.2 温 185 核桃压缩力学试验结果的方差分析

对温 185 核桃在不同含水率和不同方向加载时的初次破裂力、压缩变形量分别进行双因素方差分析, 结果见表 2 和表 3。从表中可知, 加载方向和含水率对核桃初次破裂力和压缩变形量均有极显著影响, 其交互作用对初次破裂力影响显著, 对压缩变形量影响极显著。

表 2 核桃压缩时初次破裂力的方差分析

Table 2 Variance analysis of initial rupture force of walnut under compression

变异来源	平方和	自由度	均方	F 值	P 值	显著性
Source of difference	Sum of square	Degree of freedom	Mean square	F	P	Significance
加载方向	160733.861	2	80366.93	2381.162	0.000	**
含水率	19010.522	4	4752.631	140.814	0.000	**
交互作用	717.058	8	89.632	2.656	0.015	*
误差	2025.069	60	33.751			
总变异	182486.51	74				

表 3 核桃压缩时压缩变形量的方差分析

Table 3 Variance analysis of compression deformation of walnut under compression

变异来源	平方和	自由度	均方	F 值	P 值	显著性
Source of difference	Sum of square	Degree of freedom	Mean square	F	P	Significance
加载方向	4.563	2	2.281	614.556	0.000	**
含水率	1.847	4	0.462	124.358	0.000	**
交互作用	0.172	8	0.022	5.799	0.000	**
误差	0.223	60	0.004			
总变异	6.804	74				

### 2.3 温 185 核桃破壳过程受力分析

通过试验发现, 在相同的加载条件下, 温 185 核桃在不同加载方向上所产生的载荷-变形曲线形态是相似的, 其典型的载荷-变形曲线形态如图 5 所示。由图 5 可知, 温 185 核桃在压缩过程中纵向上存在着较为明显的生物屈服点 S 和破裂点 B, 而在横向和缝向上没有明显的生物屈服点出现。生物屈服点 S 对应着微观结构的破坏, 破裂点 B 对应着宏观结构的破坏。在静态压缩试验初始阶段, 破壳力和变形量均逐渐增大, 当壳体受力达到波峰(初次破裂力)后, 即到达破裂点时, 壳体的宏观结构在载荷的作用下发生破坏, 随后变形量虽然继续增加, 但是载荷却急剧减小。因此, 温 185 核桃在破壳过程中, 呈现出一定的脆性, 没有延展性。

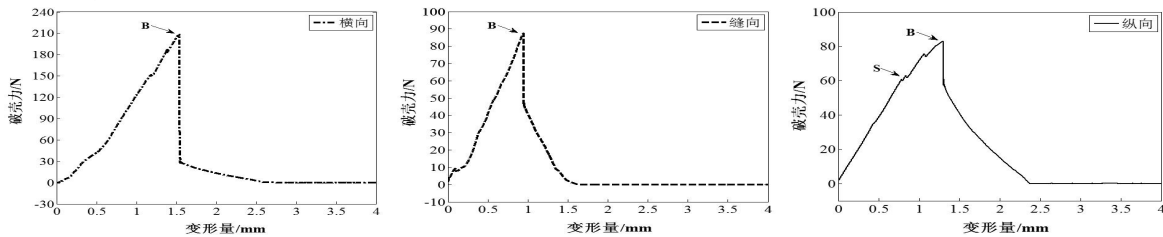
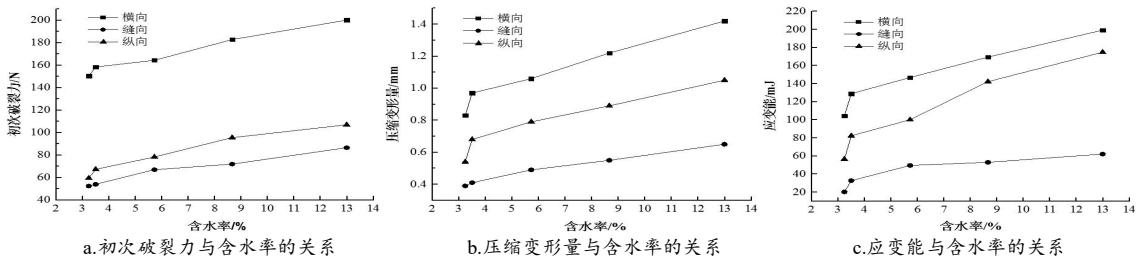


图 5 典型干燥 5 h 温 185 核桃不同加载方向上的载荷-变形曲线

Fig.5 Typical load-deformation curve of Wen-185 walnut at drying 5 h under different loading directions

### 2.4 温 185 核桃破壳力学性能分析

利用 Origin 软件对温 185 核桃静态压缩力学试验数据进行处理, 得出含水率对破壳力学性能的影响规律, 如图 6 所示。



a. Relationship between initial rupture force and moisture content b. Relationship between compression deformation and moisture content c. Relationship between strain energy and moisture content

图 6 含水率对破壳力学性能的影响

Fig.6 Effect of moisture content on mechanical properties of cracking shell

2.4.1 初次破裂力及其变化规律 初次破裂力及其变化规律,如图 6a 所示。由图可知,不同方向上温 185 核桃初次破裂力均随含水率的增加而增加。在含水率为 3.24%、缝向上加载时初次破裂力最小,最小值为 52.41 N;在含水率为 12.99%、横向上加载时初次破裂力最大,最大峰值为 200.19 N。在同一含水率下,加载方向对初次破裂力的影响程度依次为横向>纵向>缝向,即横向上抗压能力最强,缝向抗压能力最弱。因此,对温 185 核桃进行破壳时,可从缝向上进行加载,这样可以减小破壳力。

通过 Matlab 软件分别拟合出温 185 核桃在横向、缝向、纵向上受载时,含水率与初次破裂力的函数关系式为:

$$F_{\text{横}} = -0.08676X^2 + 6.266X + 133.7 \quad (3)$$

$$F_{\text{缝}} = -0.1221X^2 + 5.346X + 37.21 \quad (4)$$

$$F_{\text{纵}} = -0.3346X^2 + 10.05X + 32.96 \quad (5)$$

式中,  $F_{\text{横}}$ 、 $F_{\text{缝}}$ 、 $F_{\text{纵}}$  分别为横向、缝向、纵向上的初次破裂力, N;  $X$  为含水率, %。

由式(3)~(5)可知,温 185 核桃初次破裂力与含水率的关系近似为二次函数。其中,横向受载时的相关系数为  $R^2=0.9823$ ,缝向受载时的相关系数为  $R^2=0.9783$ ,纵向受载时的相关系数为  $R^2=0.9876$ ,关系拟合良好。由于(3)~(5)式为抛物线方程,因而存在一定的局限性,式(3)的应用条件为  $X \in (0, 89.45]$ ,式(4)的应用条件为  $X \in (0, 49.89]$ ,式(5)的应用条件为  $X \in (0, 33.01]$ 。

2.4.2 压缩变形量及其变化规律 压缩变形量及其变化规律,如图 6b 所示。由图可知,温 185 核桃在不同方向上的压缩变形量均随含水率的增加而增加。在含水率为 3.24%、缝向上加载时压缩变形量最小,最小值为 0.39 mm;在含水率为 12.99%、横向上加载时压缩变形量最大,最大值为 1.42 mm。在同一含水率下,加载方向对压缩变形量的影响程度依次为横向>纵向>缝向,即横向上抗变形能力最强,缝向抗变形能力最弱。

利用 Matlab 软件分别拟合出温 185 核桃在横向、缝向、纵向上受载时,含水率与压缩变形量的函数关系式为:

$$\delta_{\text{横}} = 0.0005703X^3 - 0.01563X^2 + 0.1826X + 0.435 \quad (6)$$

$$\delta_{\text{缝}} = 0.0004126X^3 - 0.01086X^2 + 0.1113X + 0.1322 \quad (7)$$

$$\delta_{\text{纵}} = 0.001269X^3 - 0.03329X^2 + 0.3068X - 0.09902 \quad (8)$$

式中,  $\delta_{\text{横}}$ 、 $\delta_{\text{缝}}$ 、 $\delta_{\text{纵}}$  分别为横向、缝向、纵向上的压缩变形量, mm;  $X$  为含水率, %。

由式(6)~(8)可知,温 185 核桃压缩变形量与含水率的关系近似为三次函数。其中,横向受载时的相关系数为  $R^2=0.9668$ ,缝向受载时的相关系数为  $R^2=0.9995$ ,纵向受载时的相关系数为  $R^2=0.9604$ ,关系拟合良好。

2.4.3 应变能及其变化规律 含水率对应变能的影响如图 6c 所示。从图中可知,温 185 核桃在不同方向上的应变能也随含水率的增加而增加。在横向和纵向的应变能变化最为明显,其大小随含水率的增加在快速增加,而缝向上的应变能变化较为平缓。在含水率为 3.24%、缝向上加载时应变能最小,最小值为 20.29 mJ;在含水率为 12.99%、横向上加载时应变能最大,最大值为 199.28 mJ。在同一含水率下,加载方向对应变能的影响程度依次为横向>纵向>缝向,即横向上壳体破裂较困难,缝向壳体破裂较容易。因此对温 185 核桃进行破壳时,从缝向上进行加载时破壳相对较容易。

运用 Matlab 软件分别拟合出温 185 核桃在横向、缝向、纵向上受载时,含水率与应变能的函数关系式为:

$$E_{\text{横}} = 0.163X^3 - 4.373X^2 + 43.76X + 11.71 \quad (9)$$

$$E_{\text{缝}} = 0.2109X^3 - 5.569X^2 + 47.63X - 79.15 \quad (10)$$

$$E_{\text{纵}} = -0.04025X^3 + 0.3835X^2 + 13.82X + 19 \quad (11)$$

式中,  $E_{\text{横}}$ 、 $E_{\text{缝}}$ 、 $E_{\text{纵}}$  分别为横向、缝向、纵向上的应变能, mJ;  $X$  为含水率, %。

由式(9)~(11)可知,温 185 核桃应变能与含水率的关系近似为三次函数。其中,横向受载时的相关系数为  $R^2=0.963$ ,缝向受载时的相关系数为  $R^2=0.9709$ ,纵向受载时的相关系数为  $R^2=0.9718$ ,

关系拟合良好。

### 3 结论

通过温 185 核桃的静态压缩力学试验与结果分析, 探明了含水率对其在不同加载方向下静压力学性能参数的影响及规律, 并建立了初次破裂力、压缩变形量以及应变能与含水率的函数关系, 具体结论如下:

(1) 温 185 核桃在干燥 8 h 后含水率基本趋于稳定; 在相同的加载条件下, 沿不同方向进行加载时, 所产生的载荷-变形曲线形态是相似的; 在破壳过程中, 核桃壳体呈现出一定的脆性, 没有延展性, 这与张宏等<sup>[21]</sup>的研究结果一致;

(2) 温 185 核桃的初次破裂力和压缩变形量均随含水率的增加而增加。在含水率为 3.24%、缝向上加载时破裂力和变形量最小, 最小值分别为 52.41 N、0.39 mm; 在含水率为 12.99%、横向上加载时破裂力和变形量最大, 最大值分别为 200.19 N、1.42 mm; 在同一含水率下, 加载方向对初次破裂力、压缩变形量的影响程度依次为横向>纵向>缝向;

(3) 温 185 核桃在不同方向上的应变能也随含水率的增加而增加。在含水率为 3.24%、缝向上加载时应变能最小, 最小值为 20.29 mJ; 在含水率为 12.99%、横向上加载时应变能最大, 最大值为 199.28 mJ; 在同一含水率下, 加载方向对应变能的影响程度依次为横向>纵向>缝向, 因此对温 185 核桃进行破壳时, 从缝向上进行加载时破壳相对较容易。

### 参考文献

- [1] 孙树杰,王兆华,宋康,等.核桃营养价值及功能活性研究进展[J].中国食物与营养,2013,19(5):72-74
- [2] 田慧平.“砸”核桃实现机械化,新疆成功研制核桃自动加工设备[EB/OL].<http://www.xjxmw.gov.cn/zx/snkx/tp-kx/04/1459395.shtml>,2015-04-27
- [3] 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
- [4] Tang GP, Liang T, Munchmeyer FA. A variable deformation macadamia nut cracker[J].Transactions of the ASAE, 1982,25(6):1506-1511
- [5] 赵超.山核桃破壳力学分析[J].西南大学学报:自然科学版,2012,34(9):123-127
- [6] Braga GC, Couto SM, Hara T, et al. Mechanical behavior of macadamia nut under compression loading[J]. Journal of Agricultural Engineering Research, 1999,72(3):239-245
- [7] 刘奎,李忠新,杨莉玲,等.机械破壳时核桃仁损伤特征研究[J].农产品加工(学刊),2014(16):41-44
- [8] 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
- [9] Koyuncu MA, Ekinci K, Savran E. Cracking characteristics of walnut[J]. Biosystems Engineering, 2004,87(3):305-311
- [10] Liu R, Wang CH, Bathgate RG. Fracture analysis of cracked macadamia nutshells under contact load between two rigid plates[J]. Journal of Agricultural Engineering Research, 1999,74(3):243-250
- [11] 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,2005,21(3):185-188
- [12] 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,2009,32(6):70-75
- [13] 周军,史建新.气爆式核桃破壳有限元力学分析[J].农机化研究,2014(12):65-69
- [14] 闫茹,高警,郑甲红,等.基于 Workbench 的核桃破壳力学特性分析[J].农机化研究,2014(10):38-41
- [15] 张宏,马岩,兰海鹏,等.温 185 核桃破壳取仁工艺试验研究[J].安徽农业科学,2014,42(21):7187-7190
- [16] 李勇,张宏,郝忠诚.温 185 薄壳核桃破壳取仁试验研究[J].农机化研究,2014(7):174-177
- [17] 涂灿,杨薇,尹青剑,等.澳洲坚果破壳工艺参数优化及压缩特性的有限元分析[J].农业工程学报,2015,31(16):272-277
- [18] 马秋成,卢安舸,高连兴,等.莲子物料空气动力学特性与壳仁分离装置试验[J].农业工程学报,2015,31(6):297-303
- [19] 马志远,张黎骅,夏磊,等.麻风果种子力学特性的试验[J].西南大学学报:自然科学版,2012,34(3):131-137
- [20] 丁为民,邓丽君,李毅念,等.不同成熟度芡实的力学性能试验分析[J].农业工程学报,2012,28(19):241-247
- [21] 张宏,马岩,张兆国,等.温 185 核桃壳断面口形貌的研究[J].中南林业科技大学学报,2013,33(9):103-106