

特种成形

沙柳颗粒致密成型过程中的颗粒运动及能量分析

李震, 于今, 于跃, 万涛, 郝宇超

(内蒙古科技大学机械工程学院, 内蒙古包头 014010)

摘要: 为了研究沙柳致密成型过程中颗粒运动及能量变化的规律, 运用离散元颗粒流软件 PFC3D 建立了长径比为 5 : 1 的颗粒模型。按照应力-应变曲线的特点, 将沙柳致密成型过程划分为 3 个阶段: 松散阶段、压密阶段和塑性阶段, 从 3 个阶段中各选取一个时间点, 对颗粒速度变化、位移变化、受力分量的变化以及能量变化进行细致分析。结果表明: 颗粒速度及位移变化的主要影响因素为压力, 在压力传递过程中, 颗粒间接触力和墙体的反作用力不断变化, 沿 X 轴、 Y 轴方向的速度分量和位移分量渐渐增多; 从松散阶段到压密阶段, 颗粒位置重新排列, 间隙不断改变, 动能呈现波动性变化; 在塑性阶段时, 压力克服颗粒间作用力的最大值, 颗粒变形产生塑性流动, 间隙不断减小, 动能逐渐增大。在整个压缩过程中, 粘结能增长趋势放缓, 其他耗散能所占的比重逐渐增加, 为了减少能量的损耗, 应把应变值控制在较小的范围内。

关键词: 沙柳颗粒; 致密成型; 压力; 动能; 粘结能

DOI: 10.13330/j.issn.1000-3940.2022.05.021

中图分类号: TK6

文献标志码: A

文章编号: 1000-3940 (2022) 05-0135-09

Analysis on particle movement and energy in dense molding process of salix particles

Li Zhen, Yu Jin, Yu Yue, Wan Tao, Hao Yuchao

(School of Mechanical Engineering, Inner Mongolia University of Science and Technology, Baotou 014010, China)

Abstract: In order to study the laws of particle movement and energy change in the dense molding process of salix, a particle model with aspect ratio of 5 : 1 was established by discrete element particle flow software PFC3D. Then, according to the characteristics of stress-strain curve, the dense molding process of salix particles was divided into three stages, such as loose stage, compaction stage and plastic stage. Furthermore, from each of the three stages, a time point was selected to detailed analyze the changes of particle velocity, displacement, force component and energy. The results show that the main influencing factor of particle velocity and displacement changes is pressure. During the process of pressure transmission, the contact force between particles and the reaction force of wall change continuously, and the velocity component and displacement component along the X -axis and Y -axis direction gradually increase. From the loose stage to the compaction stage, the particle position is rearranged and the gap changes continuously, and the kinetic energy shows fluctuating changes. In the plastic stage, the pressure overcomes the maximum force between particles, the particle deformation produces plastic flow, the gap decreases continuously, and the kinetic energy increases gradually. In the whole compression process, the growth trend of bond energy slows down, and the proportion of other dissipated energy gradually increases. Thus, in order to reduce the loss of energy, the strain value should be controlled within a small range.

Key words: salix particles; dense molding; pressure; kinetic energy; bond energy

近年来, 石油等价格不断上涨, 化石能源越来越

少, 逐渐枯竭, 能源短缺已经成为全球亟待解决的问题。能源关乎着国家的发展, 影响着社会中的各个行业, 发展可再生能源势在必行^[1]。生物质能作为一种战略能源, 具有清洁、低碳、可再生等突出特点。随着科技的发展, 我国生物质资源开发潜力巨大, 对能源的需求也越来越大, 因此, 促进生物质能源的开发与利用至关重要。这不仅能降低环境污染, 而且还能实现生物质资源的良性循环利用^[2]。利用生物质致密成型技术是将生物质原料先

收稿日期: 2021-03-31; 修订日期: 2021-07-03

基金项目: 内蒙古自治区自然科学基金资助项目 (2020LH05020);
国家自然科学基金资助项目 (51666016)

作者简介: 李震 (1973-), 男, 博士, 教授

E-mail: lizhen_730106@126.com

通信作者: 于今 (1992-), 男, 硕士

E-mail: 570844146@qq.com

粉碎到一定粒度,然后利用压缩成型机将原料挤压成一定的形状。压力、温度和含水率等为影响生物质颗粒燃料成型的重要因素,国内外的学者经过反复的研究,已经取得了一些成果,为生物质致密成型技术的高效节能提供了理论和实验依据。Adapa P K 等^[3]发现,在其他条件一定的情况下,增加压力能够提高大麦等颗粒的成型密度;Poddar S 等^[4]发现,在温度、含水率相同的条件下施加不同的压力,颗粒间的间隙和空隙为木屑成型的主要影响因素;王功亮等^[5]发现压力和含水率对玉米秸秆成型的影响最大;闫石^[6]进行了不同压力下的单因素玉米秸秆压缩实验,得出了在特定条件下的最佳成型压力;李安心^[7]在含水率、粒径、温度一定的条件下,进行了关于压力的单因素压缩实验,得出了水稻秸秆最佳成型的压力范围。上述研究更加侧重于压力对燃料成型的影响,未对生物质致密成型过程中压力对颗粒的影响进行细致的探究。

本文将运用颗粒离散元 PFC3D 软件,编写相应

的程序,进行沙柳颗粒单轴压缩仿真实验,通过对颗粒运动的速度、位移、合力分量以及能量变化规律进行分析,对颗粒的力与运动的关系和能量变化进行简略分析,为沙柳颗粒致密成型实验以及模拟仿真提供一定的参考。

1 粘结模型的选取

PFC3D 软件中常见的颗粒接触模型有线性模型、线性接触粘结模型和平行粘结模型等。在研究颗粒间粘结力学行为时,平行粘结模型可以在不同颗粒间传递力和力矩,其他两种模型只能传递力,所以,本文选取平行粘结模型。平行粘结模型^[8-9]主要由 3 部分组成:阻尼原件、弹簧原件和粘结原件。图 1 中, g_s 、 σ_c 为阻尼系数, k_n 、 k_s 、 \bar{k}_n 、 \bar{k}_s 为弹簧系数, μ 为滑动器, \bar{C} 为粘结强度, $\bar{\Phi}$ 为摩擦角。

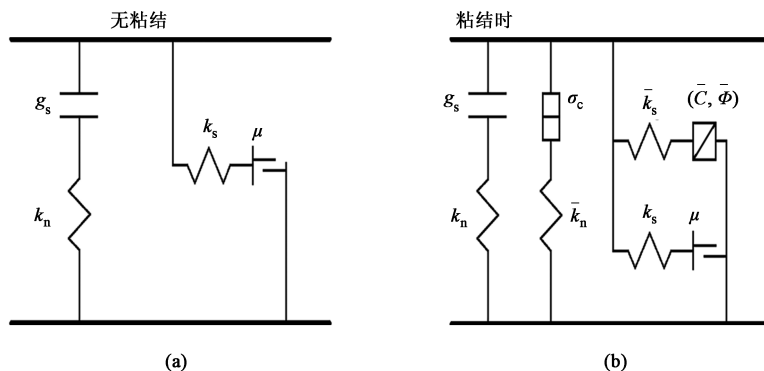


图 1 线性模型 (a) 和平行粘结模型 (b)

Fig. 1 Linear model (a) and linearbond model (b)

2 模型参数的设置

根据已有的文献 [10]~文献 [11],结合离散元仿真中沙柳以及相关生物质的参数,确定密度等相关力学参数^[12]。材料参数和接触参数分别如表 1 和表 2 所示。

表 1 材料参数

Table 1 Material parameters

参数	泊松比	密度/ ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$)	孔隙率	法向刚度系数/ ($\text{N} \cdot \text{m}^{-1}$)	切向刚度系数/ ($\text{N} \cdot \text{m}^{-1}$)
颗粒	0.4	390	0.36	1.0×10^6	3.0×10^6
模具	0.3	8000	—	1.0×10^8	1.0×10^8

3 离散元仿真

沙柳颗粒大致分为类球状、针状和片状 3 种形状,从文献 [11] 的成型燃料端面照片可以发现,沙柳颗粒呈针状,同时,单个簇中颗粒间的叠加量需要小一些,否则会释放能量导致计算结果不准确,根据这些特点,设计了柔性簇颗粒模型,使仿真更加贴近实际。使用 FISH 语言进行编程,生成长径比为 5:1 的模具以及顶部和底部两面墙体,模型尺寸为 $\Phi 50 \text{ mm} \times 250 \text{ mm}$,在模具内生成 5661 个粒径为 $\Phi 5 \sim \Phi 8 \text{ mm}$ 的颗粒,用 Delete 命令删除模具外的颗粒,而后删除模具,最终生成圆柱状的“颗粒模型”,只需顶部墙体对颗粒施加压力即可进行压缩。

表 2 接触参数
Table 2 Contact parameters

参数	平行粘结法向强度/ MPa	平行粘结切向强度/ MPa	平行粘结法向刚度/ (N·m ⁻¹)	平行粘结切向刚度/ (N·m ⁻¹)	静摩擦因数	滑动摩擦因数
颗粒与颗粒	5	5	0.5×10 ⁶	2.5×10 ⁶	0.6	0.03
颗粒与模具	-	-	-	-	0.5	0.03

在压缩过程中，求解以牛顿第二定律和力-位移定律为基础，不断更新颗粒与颗粒、颗粒与墙体之间的接触力信息、位置信息和接触关系，最后达到平衡。柔性簇模型和颗粒压缩仿真模型分别如如图 2 和图 3 所示。

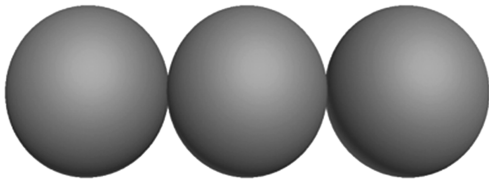


图 2 柔性簇模型
Fig. 2 Model of flexible cluster

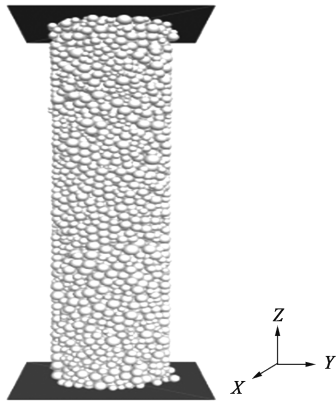


图 3 颗粒压缩仿真模型
Fig. 3 Simulation model of particle compression

4 单轴数值仿真结果分析

4.1 强度特征分析

仿真压缩过程中颗粒单轴压缩应力-应变曲线如图 4 所示。根据文献 [13]~文献 [14] 及单轴压缩应力-应变曲线的特点，本文将颗粒压缩过程分为 3 个阶段：松散阶段、压密阶段和塑性阶段。

松散阶段（应变为 0.000~1.978×10⁻³）：在顶部墙体的压力下，颗粒的空间位置发生改变，颗粒间开始接触、交错、啮合，该阶段应力与应变呈线

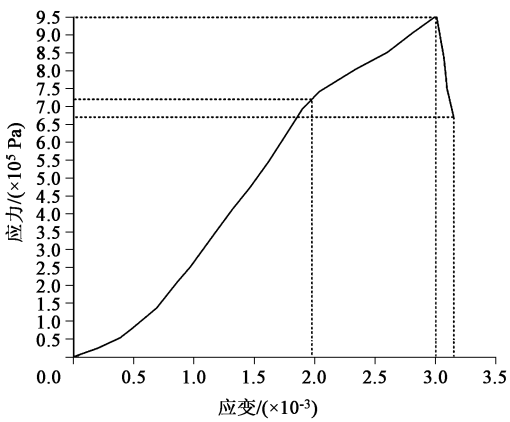


图 4 单轴压缩应力-应变曲线
Fig. 4 Curves of stress-strain for uniaxial compression

性关系。
压密阶段（应变为 1.978×10⁻³~3.007×10⁻³）：颗粒间接触频繁，作用力和接触面积逐渐增大、间隙减小，该阶段应力与应变呈线性关系。
塑性阶段（应变为 3.007×10⁻³~3.152×10⁻³）：产生应力松弛现象（影响因素为生物质种类、压力等），待压力增大至一定值时，克服了颗粒间的最大作用力（9.503×10⁵ Pa），颗粒变形并产生塑性流动，间隙几乎为 0，变形产生的能量将会增强粘结力并留在颗粒内^[15]。该阶段应力和应变呈线性关系。经过一段时间后，燃料基本成型。

4.2 颗粒速度分析

不同阶段的颗粒状态存在明显差异，从各个阶段选取的时间点 1、2、3 的应变分别为 1.407×10⁻³、3.007×10⁻³ 以及 3.152×10⁻³，颗粒速度和速度分量如图 5 所示。

在松散阶段的时间点 1，依据图 5a 可知，速度方向整体向下与压力方向一致；依据图 5b 和图 5c 可知，颗粒沿 X、Y 轴即周向方向的速度分量几乎为 0；将图 5d 与图 5b 和图 5c 进行比较，速度方向与压力方向一致。

在压密阶段的时间点 2，与图 5a 中松散阶段的速度进行比较，颗粒速度沿 X、Y 轴方向逐渐增多；

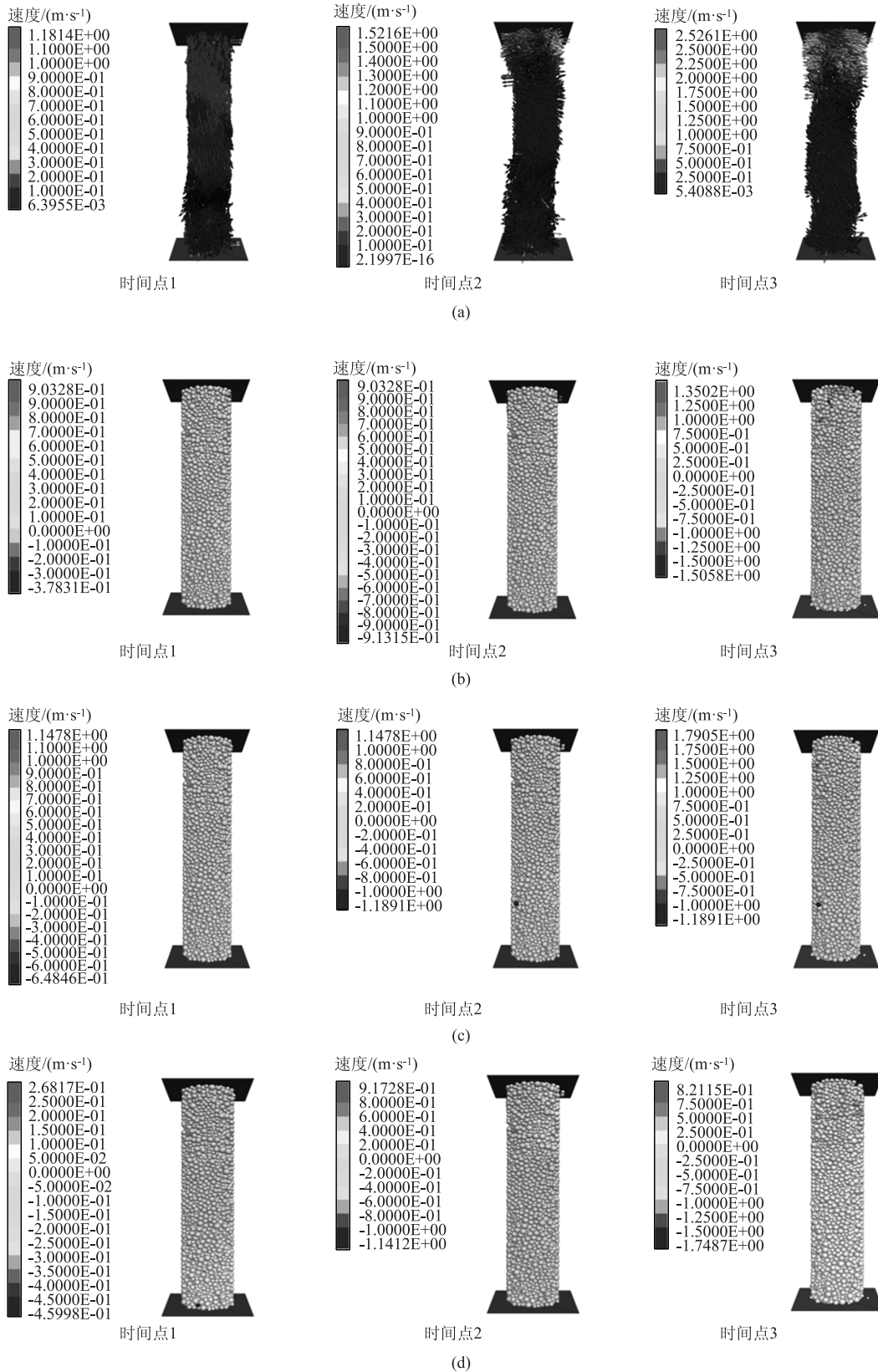


图 5 颗粒速度云图

(a) 颗粒速度 (b) 沿 X 轴方向的速度分量 (c) 沿 Y 轴方向的速度分量 (d) 沿 Z 轴方向的速度分量

Fig. 5 Cloud maps of velocity for particles

(a) Particle velocity (b) Velocity component along X-axis (c) Velocity component along Y-axis (d) Velocity component along Z-axis

与图 5b 和图 5c 中松散阶段的速度分量进行比较,颗粒沿 X 、 Y 轴方向的速度分量变大,这是因为:模具对颗粒产生了 X 、 Y 轴方向的作用力;与图 5d 中松散阶段的速度分量进行比较,颗粒沿 Z 轴即纵向方向的速度分量变化不明显。

在塑性阶段的时间点 3,依据图 5a 可知,颗粒速度方向发生较大改变;与图 5b、图 5c 和图 5d 中压密阶段的速度分量进行比较,颗粒沿 X 、 Y 轴方向的速度分量变大,底部部分颗粒沿 Z 轴负方向的速度分量变大。从速度方向可看出力的走向,颗粒的 X 、 Y 轴方向速度变化达到最大值^[16]。

4.3 颗粒位移分析

不同时间点的颗粒位移和位移分量如图 6 所示。将图 6 和图 5 对比后发现,颗粒位移和位移分量的变化规律与颗粒速度以及速度分量的变化规律基本一致。

在松散阶段的时间点 1,依据图 6a 可知,颗粒位移方向为 Z 轴负方向,依据图 6b、图 6c 和图 6d 可知,颗粒大多沿 X 、 Y 轴方向,沿 Z 轴方向的位移分量可以暂时忽略;在压密阶段的时间点 2,依据图 6a 可知,颗粒沿 Z 轴方向的位移分量变大;依据图 6b、图 6c 和图 6d 可知,颗粒沿 Z 轴方向的位移分量变大;在塑性阶段的时间点 3,依据图 6a 可知,颗粒沿 X 、 Y 轴方向的位移明显增多,沿各个方向的位移分量均有所增大,仿真实验结束,底部部分颗粒位移方向为 Z 轴正方向^[16]。

4.4 颗粒受力分析

在单轴压缩仿真过程中,颗粒主要受到墙体的挤压力和颗粒间的挤压力以及摩擦力的作用,将这些力统称为合力。不同时间点的颗粒的合力分量分布如图 7 所示。

在压缩过程中,颗粒受到顶部墙体的挤压开始移动,随着时间的增长,剩余空间和间隙渐渐减小、接触增多,颗粒间的作用力逐渐增大。依据图 7a 和图 7b 所示,从松散阶段的时间点 1 过渡到塑性阶段的时间点 3 后,颗粒沿 X 、 Y 轴方向的速度和位移的增大,即 X 、 Y 轴方向方向的接触力逐渐增大。依据图 7c 所示,从松散阶段的时间点 1 过渡到塑性阶段的时间点 3 后,大部分顶部颗粒的接触力方向向下;随着时间的增长,底部墙体对底部颗粒的作用力不断变大,与压力方向相反,表现为图 5d 沿 Z 轴方向的速度分量。

4.5 动能变化分析

所有颗粒的动能变化曲线如图 8 所示。随着顶

部墙体挤压力的变大,颗粒活动剩余空间以及间隙不断减小,动能先增大后减小;随着时间的增长,颗粒重新排列,间隙进一步减小,导致动能呈现波动性减小趋势;在应变为 3.007×10^{-3} 时,压力增大到一定值,大于颗粒间作用力的最大值 (9.503×10^5 Pa) 时,颗粒变形且发生塑性流动,间隙几乎没有剩余,动能增大且达到最大值 $8.2 \text{ N} \cdot \text{m}$,随后动能有所下降,模型达到平衡。

4.6 粘结能与边界能变化分析

编写 History 命令追踪顶部墙体以及颗粒间粘结的能量,边界能为顶部墙体做功,粘结能为颗粒间用于粘结的能量。为了观测在压缩过程中粘结能在边界能中的占比趋势,将其做比并绘制曲线。边界能和粘结能的能量曲线和比值曲线分别如图 9 和图 10 所示。

依据图 9 所示,边界能持续增长;粘结能在松散阶段和压密阶段缓慢增长,而在塑性阶段时直线下降。边界能最终能量为 $791 \text{ N} \cdot \text{m}$,动能在边界能中的占比几乎为零,可以忽略不计。依据图 10 所示,随着时间的增长,在松散阶段,粘结能与边界能的比值直线下降后有所上升再趋于平缓;在压密阶段,比值呈平缓下降的趋势;在塑性阶段,比值呈直线减小趋势,较松散阶段的下降趋势大。在整个压缩过程中,粘结能与边界能的比值总体呈现减小趋势,这说明粘结能增长趋势放缓,其他能量所占比逐渐增加,比如摩擦能、热能等耗散能,应变变量越多,耗散的能量越多。查阅文献 [16] ~ 文献 [17],可以发现应变变量越大能耗越高,因此,为了保证燃料品质以及减少能量的损耗,应将应变值控制在合理的范围内,至于具体的范围,还需要进一步的理论和实验验证。

5 结论

(1) 颗粒的速度和位移主要影响因素为压力,从速度和位移的变化可以看出力的走向。在松散阶段,沿 Z 轴方向的速度分量方向和位移分量方向与压力方向相一致,沿 Z 轴方向的合力分量向下;在压密阶段,颗粒沿 X 、 Y 轴方向上的速度和位移分量增大,沿 X 、 Y 轴方向的合力分量明显增大;在塑性阶段,与压密阶段相比,颗粒沿 X 、 Y 轴方向上的速度和位移分量明显增大,顶部颗粒沿 Z 轴方向上的速度和位移分量与沿 Z 轴方向的合力分量在方向上相一致,方向向下,底部颗粒由于受到底部

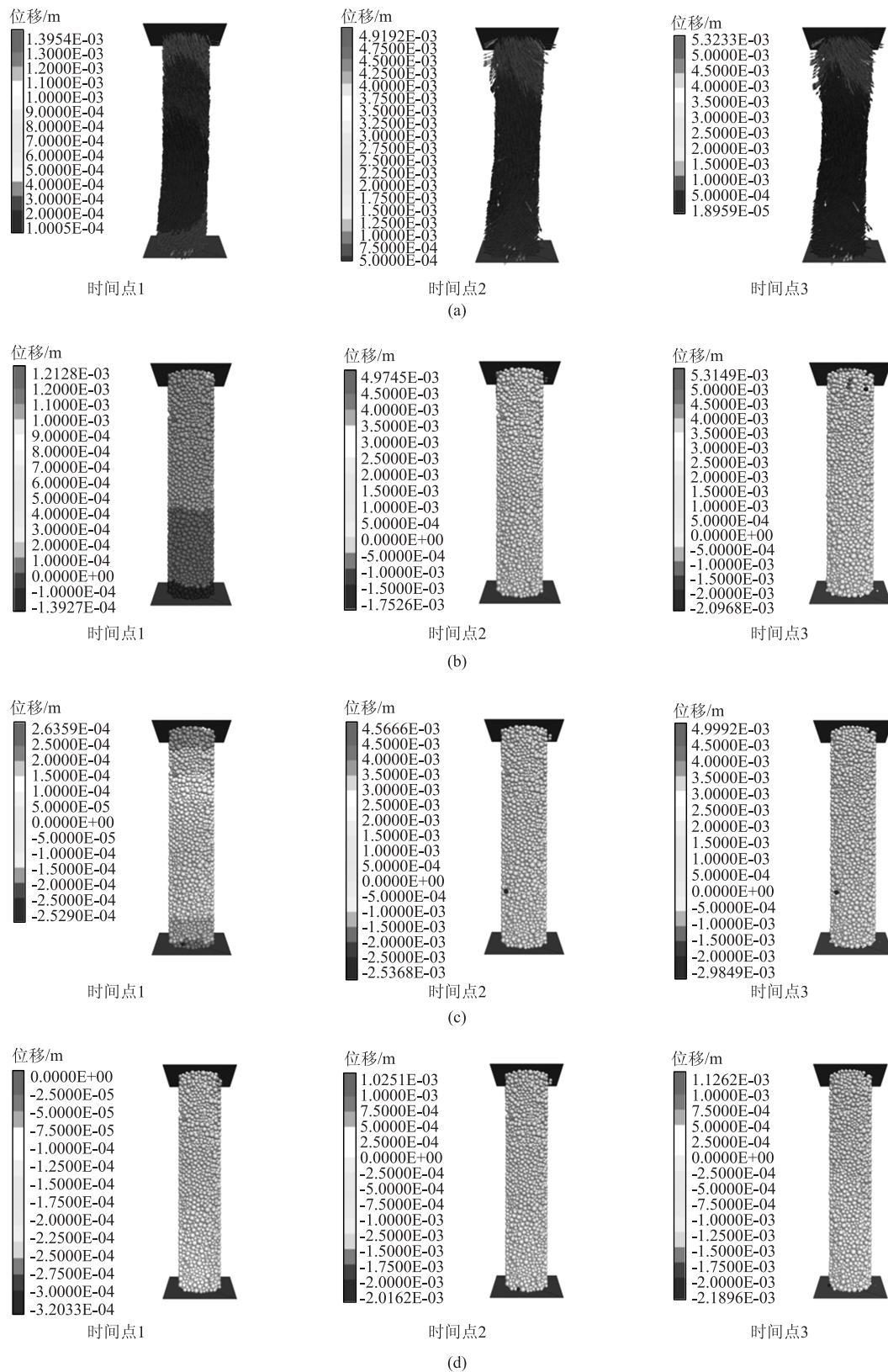


图 6 颗粒位移云图

(a) 颗粒位移 (b) 沿 X 轴方向的位移分量 (c) 沿 Y 轴方向的位移分量 (d) 沿 Z 轴方向的位移分量

Fig. 6 Cloud maps of displacement for particles

(a) Particle displacement (b) Displacement component along X-axis (c) Displacement component along Y-axis (d) Displacement component along Z-axis

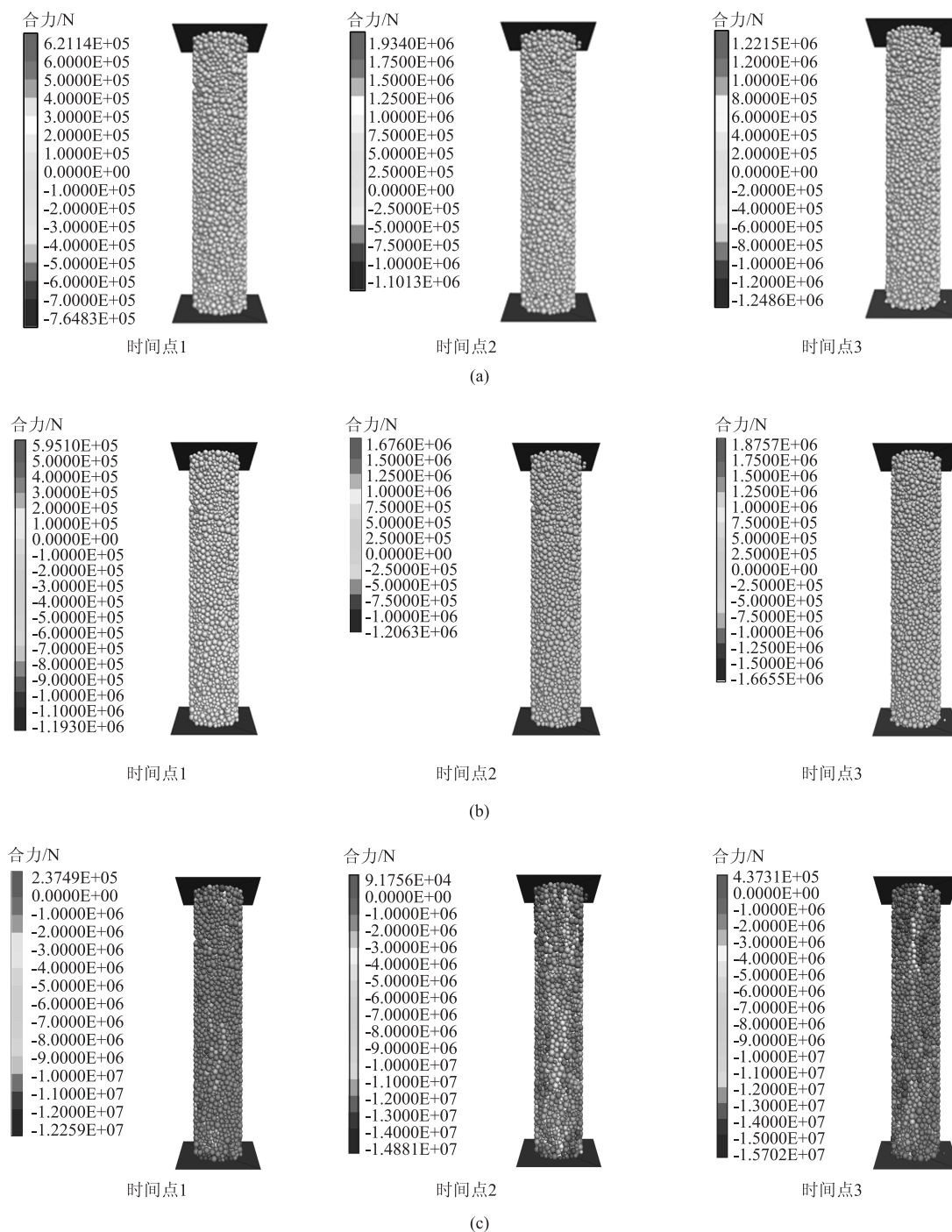


图7 颗粒合力分布云图

(a) 沿 X 轴方向的合力分量 (b) 沿 Y 轴方向的合力分量 (c) 沿 Z 轴方向的合力分量

Fig. 7 Distribution cloud maps of resultant force for particles

(a) Resultant force component along X-axis (b) Resultant force component along Y-axis

(c) Resultant force component along Z-axis

墙体的反作用力,沿 Z 轴方向上的速度分量与沿 Z 轴方向的合力分量在方向上相一致,方向向上。

(2) 动能的变化与颗粒间的间隙和压力有关,与整体颗粒的应变呈线性关系。从松散阶段到压密阶段,颗粒在压力的作用下位置不断重新排列,间

隙不断减小,动能呈现波动性减小变化,颗粒未发生明显的变形;在塑性阶段时,压力克服颗粒间作用力的最大值 ($9.503 \times 10^5 \text{ Pa}$) 时,颗粒开始形变,产生塑性流动,发生应力松弛现象,间隙渐渐消除,动能呈直线上升,达到最大值 $8.2 \text{ N} \cdot \text{m}$,随后动能

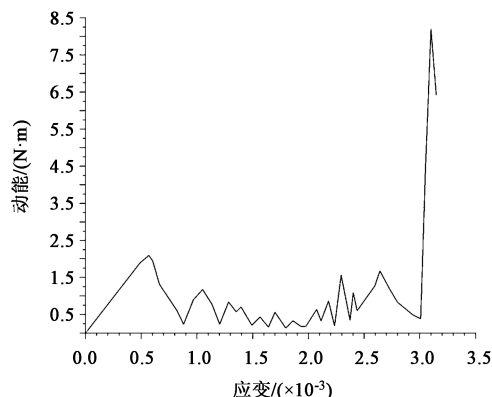


图 8 动能变化曲线

Fig. 8 Change curve of kinetic energy

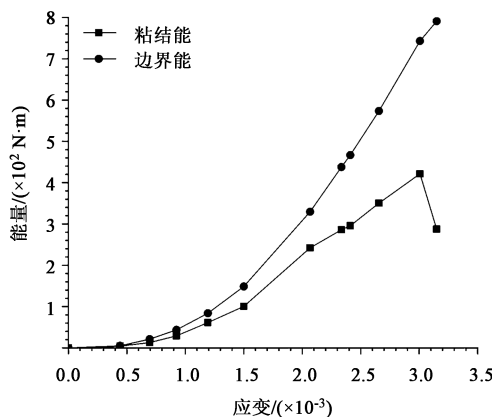


图 9 能量变化曲线

Fig. 9 Change curves of energy

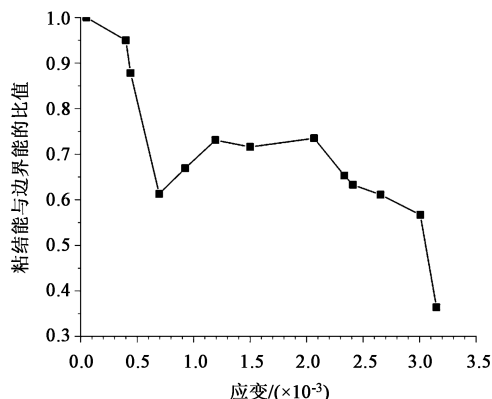


图 10 粘能与边界能的比值曲线

Fig. 10 Ratio curve of bond energy to boundary energy

有所下降，模型达到平衡。

(3) 沙柳模型单轴压缩能量演化特征：对于整个能量体系而言，动能可以忽略不计；随着应变量的逐渐增长，粘能与边界能的比值总体呈减小趋势，说明粘能增长趋势放缓，其他能量

所占比重逐渐增加，比如摩擦能、热能等耗散能。为了减少能量的损耗，应把应变值控制在一个较小的范围内。

(4) 颗粒运动轨迹分析：在松散阶段，速度和位移与压力方向一致，颗粒近似垂直向下运动，运动轨迹呈准直线状；在压密阶段，颗粒沿 X 轴和 Y 轴方向的速度分量和位移分量渐渐增多，周向运动增多，运动轨迹发生一定的倾斜，可能会有些许旋转。

参考文献：

- [1] Jaghargh M J P, Mashhadi H R. An analytical approach to estimate structural and behavioral impact of renewable energy power plants on LMP [J]. Renewable Energy, 2021, 163: 1012–1022.
- [2] 曹磊. 秸秆转化为生物质能源的利用策略研究 [J]. 农业技术与装备, 2020, 371 (11): 91–92.
Cao L. Study on utilization strategy of straw transforming into biomass energy [J]. Agricultural Technology & Equipment, 2020, 371 (11): 91–92.
- [3] Adapa P K, Tabil L G, Schoenau G J. Compression characteristics of selected ground agricultural biomass [J]. Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal, 2009, 11 (6): 1–19.
- [4] Poddar S, Kamruzzaman M, Sujun S M A, et al. Effect of compression pressure on lignocellulosic biomass pellet to improve fuel properties: Higher heating value [J]. Fuel, 2014, 131: 43–48.
- [5] 王功亮, 姜洋, 李伟振, 等. 基于响应面法的玉米秸秆成型工艺优化 [J]. 农业工程学报, 2016, 32 (13): 223–227.
Wang G L, Jiang Y, Li W Z, et al. Process optimization of corn stover compression molding experiments based on response surface method [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2016, 32 (13): 223–227.
- [6] 闫石. 生物质燃料压缩成型技术与燃烧特性研究 [D]. 石家庄: 河北科技大学, 2013.
Yan S. Study on the Compression Molding Technology and the Combustion Characteristics of Biomass Fuel [D]. Shijiazhuang: Hebei University of Science & Technology, 2013.
- [7] 李安心. 水稻秸秆热压成型及其成型燃料热重试验研究 [D]. 马鞍山: 安徽工业大学, 2016.
Li A X. The Research on Rice Straw Hot Press Mold Experiment and Thermogravimetric Experiment of Pellets [D]. Ma'an Shan: Anhui University of Technology, 2016.
- [8] 王煜, 付建新, 汪杰. 单裂隙岩石力学特性的单轴加载速率效应及破裂微观机理研究 [J]. 矿业研究与开发, 2020, 40 (8): 66–74.
Wang Y, Fu J X, Wang J. Study on uniaxial loading rate effect and fracture mesoscopic mechanism of mechanical properties of single fractured rock [J]. Mining Research and Development, 2020,

- 40 (8): 66-74.
- [9] 李运. 颗粒的相互作用与宏观力学性质的关系研究 [D]. 西安: 西安理工大学, 2017.
- Li Y. Study on the Relationship Between Particle Interaction and Macro Mechanical Properties [D]. Xi'an: Xi'an University of Technology, 2017.
- [10] 李震, 王宏强, 高雨航, 等. 沙柳生物质颗粒致密成型特性的离散元仿真 [J]. 锻压技术, 2020, 45 (3): 152-158.
- Li Z, Wang H Q, Gao Y H, et al. Discrete element simulation on dense forming characteristics for Salix biomass particles [J]. Forging & Stamping Technology, 2020, 45 (3): 152-158.
- [11] 李震, 高雨航, 刘彭, 等. 沙柳细枝颗粒致密成型过程中力链演变的离散元研究 [J]. 太阳能学报, 2019, 40 (11): 3186-3195.
- Li Z, Gao Y H, Liu P, et al. Discrete element study on evolution of force-chain during salix grains dense molding [J]. Acta Ener-giae Solaris Sinica, 2019, 40 (11): 3186-3195.
- [12] 肖文波, 胡林, 武玉琴. 颗粒物质中滑动摩擦力的变化规律 [J]. 应用力学学报, 2005, 22 (4): 643-646, 683.
- Xiao W B, Hu L, Wu Y Q. Law of sliding friction force in granu-lar materials [J]. Chinese Journal of Applied Mechanics, 2005, 22 (4): 643-646, 683.
- [13] 唐立新. 生物质致密成型温度场分布模拟研究 [D]. 包头: 内蒙古科技大学, 2020.
- Tang L X. Simulation Study on Temperature Distribution of Bio-mass Compact Forming [D]. Baotou: Inner Mongolia University of Science & Technolog, 2020.
- [14] 毕继红, 王晖. 工程弹塑性力学 [M]. 天津: 天津大学出版社, 2008.
- Bi J H, Wang H. Engineering Elasto-plastic Mechanics [M]. Tianjin: Tianjin University Press, 2008.
- [15] 周益春. 材料固体力学 [M]. 北京: 科学出版社, 2005.
- Zhou Y C. Solid Mechanics in Materials [M]. Beijing: Science Press, 2005.
- [16] 于今. 水份对沙生灌木颗粒致密成型影响的研究 [D]. 包头: 内蒙古科技大学, 2021.
- Yu J. Research on the Influence of Moisture Content on the Densi-fication of Sand Shrubs Particles [D]. Baotou: Inner Mongolia University of Science & Technology, 2021.
- [17] 霍丽丽, 赵立欣, 田宜水, 等. 生物质颗粒燃料成型的黏弹性本构模型 [J]. 农业工程学报, 2013, 29 (9): 200-206.
- Huo L L, Zhao L X, Tian Y S, et al. Viscoelastic constitutive model of biomass pellet [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2013, 29 (9): 200-206.

欢迎订阅《塑性工程学报》杂志



欢迎关注微信公众号

《塑性工程学报》(Journal of Plasticity Engineering)创刊于1994年,是由中国科学技术协会主管、中国机械工程学会主办的学术刊物。《塑性工程学报》为全国中文核心期刊,被众多知名数据库收录:中文核心期刊要目总览(北大)、中国科学引文数据库(CSCD)来源期刊(核心库)、中国科技期刊引证报告统计源核心期刊、中国科技核心期刊(中国科技论文统计源期刊)、中国学术期刊文摘数据库(核心版,CSAD-C)、中国学术期刊综合评价数据库、美国化学文摘CA、美国剑桥科学文摘材料信息(CSA:MI)、Scopus数据库、日本科学技术振兴机构中国文献数据库等。本刊主要报道与塑性成形领域及其交叉学科相关的前沿性、创新性的基础理论研究及工程技术应用等优秀科研成果。

本刊宗旨:

活跃本专业技术思想,提高本专业技术理论,强化本专业技术交流,为不断提高我国塑性工程基础水平,确立我国塑性工程界在世界科技阵容中的地位而服务。

读者对象:

本刊适用于从事与材料塑性成形理论研究、科研、生产、设计等相关的高校师生、科研人员及专业技术人员阅读。

本刊订阅方式

1. 全国各地邮局均可直接订阅
本刊为月刊,大16开本,每月末出版
邮发代号: 80-353
国际标准刊号: ISSN 1007-2012
国内统一刊号: CN 11-3449/TG
国内定价: 40.00元/册
2. 逾期未定上者,可与编辑部联系订阅
汇款地址: 北京市海淀区学清路18号
收款人: 《塑性工程学报》编辑部
联系人: 薛老师
联系电话/传真: 010-62912592
电子邮箱: sxgxcb@263.net

欢迎投稿, 网址: <http://sxgc.cbpt.cnki.net/>