

DOI: 10.13652/j.issn.1003-5788.2019.01.020

基于 Fluent 下超细制浆粉碎刀头的流场分析

Flow field analysis on ultra-fine pulping and pulverizing cutter head by Fluent

张 雄^{1,2} 戴 宁^{1,2} 朱海清^{1,2} 张裕中^{1,2}

ZHANG Xiong^{1,2} DAI Ning^{1,2} ZHU Hai-qing^{1,2} ZHANG Yu-zhong^{1,2}

(1. 江南大学机械工程学院, 江苏 无锡 214122; 2. 江苏省食品先进制造装备技术重点实验室, 江苏 无锡 214122)

(1. College of Mechanical Engineering, Jiangnan University, Wuxi, Jiangsu 214122, China; 2. Jiangsu Key Laboratory of Advanced Food Manufacturing Equipment & Technology, Wuxi, Jiangsu 214122, China)

摘要:结合超细粉碎技术原理,设计出了 2 种齿型式粉碎刀头,并使用 Fluent 仿真软件分析了在转速分别为 6 000, 9 000, 12 000 r/min 时 2 种粉碎刀头内部压力、速度的变化规律,然后通过物料粉碎试验验证了 2 种刀头的粉碎效果,同时对 2 种刀头的能耗进行了对比分析。结果表明:中心结构为四叶刀片的齿型粉碎刀头,粉碎 50 g 大豆所花的时间大约为 2 min,粉碎后大豆的平均粒径值大约为 4 μm ,并且能耗比中心结构为三叶轮的刀头消耗更少,在 6 000, 9 000, 12 000 r/min 转速下粉碎 5 min 能耗分别为 0.007 25, 0.022 49, 0.059 43 kW · h。

关键词:超细粉碎;流场分析;粒径;能耗

Abstract: Two kinds of tooth type pulverizing cutter heads are designed based on the principle of superfine pulverization technology, and two kinds of pulverizing knives are analyzed using Fluent simulation software at the speeds of 6 000 r/min, 9 000 r/min and 12 000 r/min. The variation of pressure and speed inside the head was studied. Then the pulverization effect of the two cutter heads was verified by the material pulverization experiment. At the same time, the energy consumption of the two cutter heads was compared and analyzed. Results: The central structure was a four-blade blade tooth-crushing cutter head. The time spent smashing 50 g of soybean was about 2 min. The average particle size of soybean after pulverization is about 4 μm , and the energy consumption ratio was consumed. The center structure had less tip consumption for the three impellers. The energy consumption for crushing for 5 min at 6 000 r/min, 9 000 r/min, 12 000 r/min were approximately 0.007 25 kW · h,

0.022 49 kW · h, 0.059 43 kW · h, respectively, which had good practical application significance.

Keywords: ultrafine pulverization; flow field analysis; particle size; energy consumption

随着家用制浆设备市场的快速增长^[1],各大品牌企业不断研究开发新技术,尤其是制浆刀头的更新换代,使制浆粉碎效果越来越好。由于制浆粉碎刀头会直接影响物料粉碎后是否剩有残渣、浆料的稳定性以及饮用口感,研究^[2-4]表明物料粉碎后的残渣中含有大量对人体有益的成分,近几年出现的超细粉碎技术^[5],使物料粉碎后的全利用效果有了质的飞跃。经市场调研发现,超细粉碎技术主要应用于大中型制浆设备中,在家用型制浆设备中并未涉及,而当前市售家用制浆设备的粉碎刀头大多为刀片式刀头,这种刀头在制浆过程中存在能耗高、粉碎粒度不均匀、残渣多等问题^[6-7]。为了解决这些问题,本研究拟结合超细粉碎技术设计出 2 种家用制浆超细粉碎刀头,并在不同的转速情况下对其结构内部流场进行数值模拟,得到 2 种刀头在粉碎物料过程中的压力场、速度场、剪切率等分布规律,分析粉碎能耗,通过物料粉碎粒径对比验证粉碎效果。

1 研究对象

本研究基于超细粉碎原理,在传统的齿型式粉碎头结构上进行改进,并结合了市售家用制浆机、料理机的结构特点,设计出 2 种超细粉碎刀头结构,如图 1 所示。刀头 a 粉碎刀头主要参数:外层定子外径为 84 mm、外层定子内径为 74 mm、外层定子缝隙偏角为 2°、内层定子外径为 63 mm、内层定子内径为 50 mm、外层转子外径为 73 mm、外层转子内径为 64 mm、内层转子外径为 49 mm、内层转子内径为 36 mm、定转子间隙为 0.5 mm、三叶轮直径为 35 mm、刀头高度为 29 mm;刀头 b 粉碎刀

基金项目:国家重点研发计划资助(编号:2017 YFD 0400401)

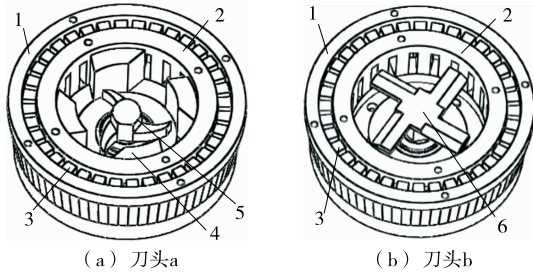
作者简介:张雄,男,江南大学在读硕士研究生。

通信作者:戴宁(1974—),女,江南大学副教授,硕士。

E-mail: sytudaining@126.com

收稿日期:2018-09-04

头的主要参数:外层定子、外层定子缝隙偏角、内层定子、外层转子、刀头高度的参数都相同,四叶刀片距底盘距离 16 mm、四叶刀片直径 18 mm、刀片厚度为 2 mm、四叶刀头角度为 30°。以 6 000,9 000,12 000 r/min 3 个转速为计算算例,分析不同转速对 2 种刀头结构内部流场的影响。

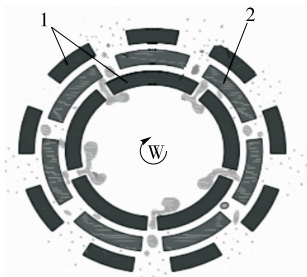


1. 外层定子 2. 内层定子 3. 外层转子 4. 内层转子 5. 三叶轮 6. 四叶刀片

图 1 粉碎刀头三维模型

Figure 1 Three-dimensional model of the crushing cutter head

这 2 种齿型式超细粉碎刀头都是依据高速旋转的转子以及定转子之间的配合产生强烈的剪切速率来完成物料粉碎工作的,工作原理简图见图 2。



1. 定子 2. 转子

图 2 齿型式超细粉碎刀头工作原理图

Figure 2 Schematic diagram of the tooth type superfine grinding head

由图 2 可以看出,粉碎刀头工作原理是利用一对或几对相互交错配合的定转子的剪切作用进行粉碎,当齿型式超细粉碎刀头工作时,刀头会在高速旋转转子的作用下,在粉碎区产生强大的负压场,物料会被吸入到负压区域,随后物料会在离心力的作用下向四周扩散,在扩散的过程中产生物料与物料、物料与转子和定子相互碰撞、摩擦、剪切等行为使物料粉碎。

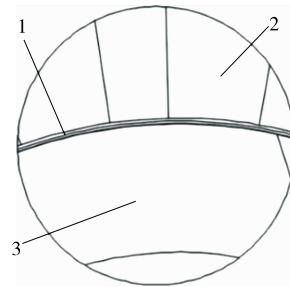
由于齿型式超细粉碎刀头对物料粉碎的效果主要受限于刀头结构参数和操作参数的变化^[8-10],如定子的数量、定子排列半径、定子开槽偏转角、定转子的间隙、速度、流场强度、时间等这些会直接影响刀头对物料的切

割,目前很多学者^[11]研究过并有明确公式表示结构参数和操作参数的变化与物料切割深度的关系。

而本研究是对图 1 的 2 种刀头进行流场分析与试验研究,拟比较 2 种刀头在不同转速下的性能,以寻求能达到快速超细制浆要求的最佳刀头结构。

2 建模求解

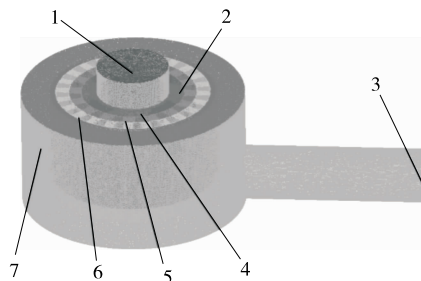
本研究采用 Fluent 分析软件对刀头流场进行分析^[12],首先,建立刀头的模型,需要对刀头进行简化,以刀头 a(刀头 b 模型步骤与刀头 a 相同)为例,使用三维软件 SolidWorks 对刀头简化建模,输出为 Parasolid(*.x_t)文件^[13]。导入网格软件 ICEM 中对模型流体区域进行前处理和网格划分,由于模型比较复杂,选择非结构网格划分,划分网格时将定转子以 interface 分开,并建立 body 分别划分定子和转子区域,如图 3,每一次 body 区域划分完网格都需要保存,最后进行网格合并,并对边界进行设置,输出为 mesh 网格文件,如图 4。其次,用 Fluent 自带求解器求解,将网格文件导入 fluent 中,设置单位,光顺网格并检查网格是否都为正体积。时间设置是稳态(Steady),选择 RNG k-e 计算模型,设置材料黏度和密度。然后进行边界条件设置,进口处设置边界条件 Type 为 velocity-inlet(速度入口),出口处 Type 设置为 outflow(未知压力出口),湍流参数选择 Turbulence 和 Hydraulic Diameter,采用 Fluent 默认的无滑移固壁条件,并选择多



1. interface 2. 定子 3. 转子

图 3 I 放大二维图

Figure 3 Two-dimensional map of I magnified



1. 进口 2. I 3. 出口 4. body1 5. body2 6. body3 7. body4

图 4 刀头流场网格模型图

Figure 4 Flow field grid model of the cutter head

参考系,以原点(0,0,1)为旋转中心,分别设置定转子的区域,转子区域设置转速 12 000 r/min,定子区域设置转速为 0 r/min,最后,设置求解参数、流场初始化、计算步骤等进行迭代运算。

3 结果分析

本研究主要分析在 6 000,9 000,12 000 r/min 转速下刀头内部流场分布情况,由于在不同转速下刀头内部压力分布规律相似,所以本研究以 12 000 r/min 转速为例。因为仿真模型为对称模型,所以选取 $X=0$ 切面为流场分析对象,并且 2 个刀头的中心区域结构不同,为了更好地研究两刀头不同中心结构对粉碎过程的影响,取 $X=0$ 切面上 $Z=12$ mm 处作为研究对象(此位置是两刀头中心结构相同区域)见图 5。

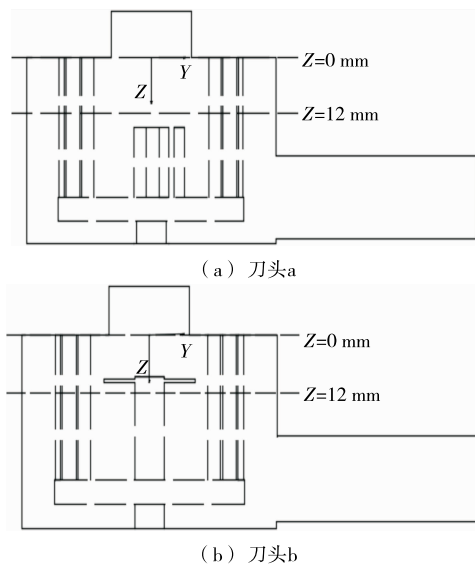


图 5 不同刀头 $X=0$ 切面上 Z 距离位置
Figure 5 Z distance position of different cutter head $X=0$

3.1 压力云图的分析

图 6(a)为刀头 a 的压力云图,可以清晰地看到进口处有很大的负压产生,负压是由于三叶轮在高速旋转的作用下产生的,物料可以在强大负压作用下自动向下进给,而在定转子区域处静压压力变成很大的正压。图 6 (b)为刀头 b 内部流场压力云图,与图 6(a)的静压云图相似,进口处同样有很大的负压,这是由带有角度的四叶刀片在高速旋转的作用下产生的,与三叶轮能起到相同的作用,所以从两刀头压力分析可知 2 种刀头中心结构的变化对物料的前期进给有相同的作用。

由图 7 可知,两刀头在 $Z=12$ mm 处静压分布比较均匀、对称,并且在动区域和静区域处静压有明显的转折点。由于两刀头结构不同,静压分布也有很大的差异,相同位置下,刀头 a 正静压明显大于刀头 b 的,并且刀头 a

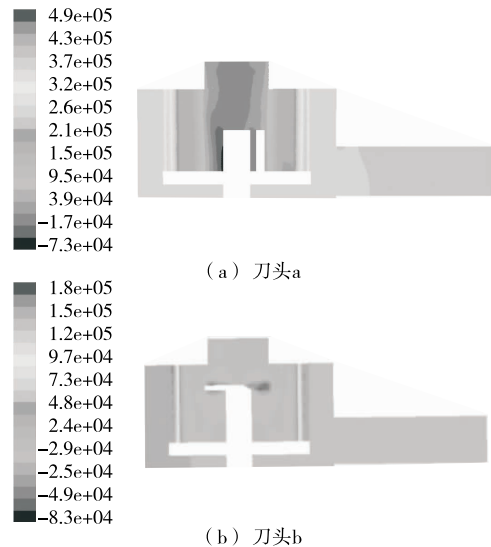


图 6 YZ 切面静压分布云图

Figure 6 YZ cut surface static pressure distribution cloud map

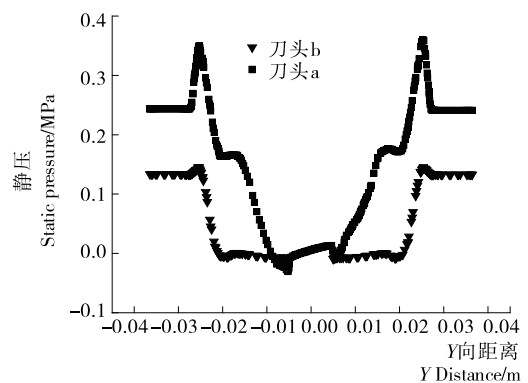


图 7 两刀头在 $Z=12$ mm 处静压分布图

Figure 7 Static pressure distribution diagram of two cutter heads at $Z=12$ mm

的正静压在最外层定子区域处静压远大于正常大气压,而刀头 b 的正静压只是略大于标准大气压,可能是三叶轮和四叶刀片结构的不同引起的(正静压的大小对粉碎过程的影响有多大目前还没有具体理论研究)。观察负静压可以发现两刀头的最大负压相差并不大,但是刀头 b 的负压区域要大于刀头 a 的,这会使刀头 b 对物料的泵吸区域要好于刀头 a。

3.2 速度云图分析

从图 8 可以发现,两刀头内速度变化基本相同。图 8 (a)为刀头 a 的速度矢量图,从速度矢量方向可以发现物料从入口处会在三叶轮的作用下被吸入,然后沿着三叶轮的渐开线方向被甩到定转子区域。物料从进口到定转子区域粉碎前没有任何粉碎行为,三叶轮只起到了泵吸和甩出的作用,以减少外界对物料的推送作用,降低能耗,并且速度变化较大的是在动区域处。图 8(b)为刀头

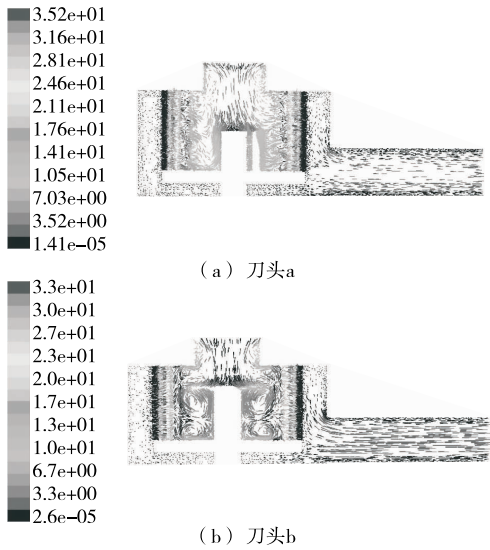


图 8 X=0 切面速度云图

Figure 8 X=0 cut surface speed cloud

b 的速度矢量图,可以发现四叶刀片将进口处的物料吸入到腔体内,同时将经过四叶刀片的物料提前粗粉碎。由于四叶刀片带有角度,高速旋转的四叶刀片在流体中会产生涡流现象,物料在涡流的作用下被四叶刀头吸附循环粉碎,这与刀头 a 的粉碎过程有很大的区别。从速度矢量图分析可以得到刀头 b 中的四叶刀头比刀头 a 中三叶轮和四叶齿式组合更容易粗粉碎物料,从而更容易被最外层齿型刀头细粉碎。

剪切速率可以表征刀头对物料的剪切效果(剪切速率越大,刀头对物料的剪切效果越好)。图 9 为两刀头在 Z=12 mm 处的剪切速率分布图。由图 9 可知,刀头 b 在最外层转子处的剪切速率比刀头 a 的剪切速率要大,在内层转子处两刀头的剪切速率基本相等。而本研究 2 种刀头对物料的粉碎效果取决于最外层定转子区域的剪切率。所以可以得出刀头 b 的粉碎效果要好于刀头 a 的。

综合压力和速度的分析可以得到刀头 b 的粉碎效果

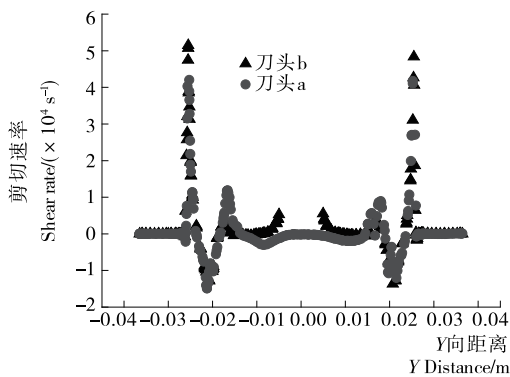


图 9 两刀头在 Z=12 mm 处的剪切速率分布

Figure 9 Shear rate distribution of two cutter heads at Z=12 mm

好于刀头 a 的。

4 粉碎试验

4.1 材料与方法

4.1.1 材料

大豆:烤熟的大豆,平均粒径为 4.2 mm,黑龙江绥化。

4.1.2 仪器

家用超细粉碎制浆机:WQ 型,江南大学和无锡轻大食品装备有限公司共同研制(试验转速 12 000 r/min);

电子天平:c-144 型,海友声衡器有限公司;

激光粒度仪:Mastersizer2000 型,英国马尔文仪器公司。

4.1.3 试验方法 称取大豆 50 g,与水以 1:13 (g/mL) 的比例混合倒入 2 种不同刀头的机器腔容中进行 1~5 min 粉碎试验,取样后进行粒度分析,比较粉碎后物料粒径的大小。

4.2 结果与分析

如图 10 是 2 种刀头在 12 000 r/min 转速下粉碎物料 1~5 min 后的物料粒径分布图。由图 10(a)可以发现,刀头 a 分别在粉碎物料 1~5 min 后,物料的粒径分布在 1~1 000 μm,范围很广,特别是在 1,2,3 min 时,物料的粒径分布出现了多个峰值,并随着粉碎时间的延长,物料粒径分布峰值趋于单一。从图 10(b)可以发现,刀头 b 与刀头 a 在相同粉碎条件下,物料粉碎后的粒径分布基本在 1~10 μm,范围很窄,并且每次粉碎后粒径分布都只有一个峰值。所以通过分析对比可知,刀头 b 比刀头 a 粉碎效果好。

如表 1 所示是 2 种不同刀头在 12 000 r/min 转速下粉碎物料 1~5 min 后物料粒径值。从表 1 中可以分析出 2 种刀头的粉碎效果以刀头 a 粉碎物料的粒径最大,其次是刀头 b。如图 11 以平均粒径 $d_{0.5}$ 为指标,可以看出刀头 b 在粉碎 1~2 min 左右就得到相当满意的粉碎效果,粉碎的粒径大概为 4 μm,并随着时间的延长粉碎效果没有明显的波动,所以中心结构是四叶刀片的齿型式刀头

表 1 2 种不同刀头粉碎物料后的粒径值

Table 1 Particle size after smashing materials by two different cutter heads

时间/ min	$d_{0.1}/\mu\text{m}$		$d_{0.5}/\mu\text{m}$		$d_{0.9}/\mu\text{m}$	
	刀头 a	刀头 b	刀头 a	刀头 b	刀头 a	刀头 b
1	4.543	2.089	64.374	3.168	340.670	7.095
2	6.882	1.933	55.834	2.890	322.999	6.272
3	6.747	2.002	49.765	3.029	312.999	6.656
4	6.732	2.165	45.063	3.262	217.670	7.259
5	7.015	2.335	46.063	3.804	211.438	8.699

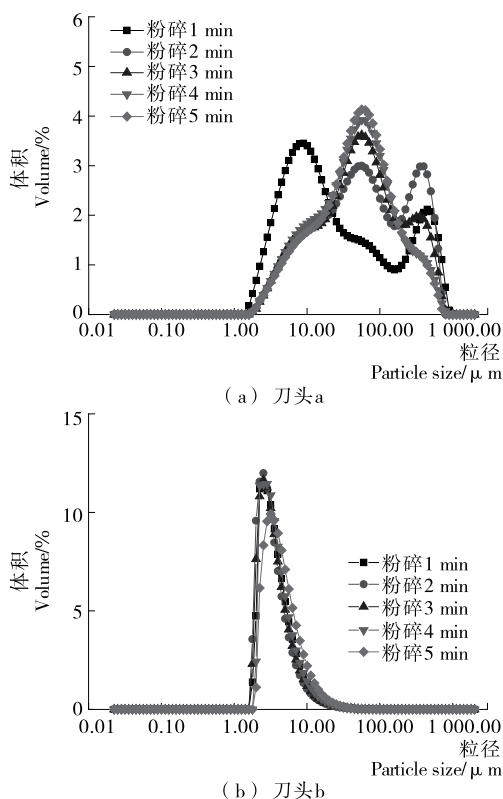


图 10 不同刀头粉碎物料粒径分布图

Figure 10 Particle size distribution of different cutter head crushing materials

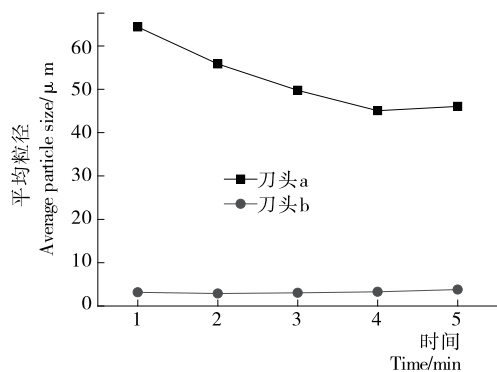


图 11 2 种刀头粉碎后平均粒度对比图

Figure 11 Comparison of average particle size after comminution of two cutter heads

粉碎效果更好,这与流场模拟分析的结果一致,相比刀头 a 粉碎物料花费时间更短。

5 能耗分析

根据雷廷格表面积假说适用于精细粉碎,可以清楚地解释超细粉碎技术对物料粉碎过程中的能耗问题。一般来说刀头的能耗主要是由三部分组成:刀头对物料的粉碎 E ;刀头对浆料的搅拌 P ;刀头粉碎过程中设备自身的能耗损失 Q ,但是因为刀头粉碎过程中主要的工况是

粉碎和搅拌,设备自身的能耗损失相对粉碎和搅拌可以忽略不计,所以设备整个能耗可以表示为 $W = E + P$ 。而刀头对物料的粉碎 E 和刀头对浆料的搅拌 P 可用式(1)、(2)来表示^[14]:

$$E = MK_R \left(\frac{1}{D_0} - \frac{1}{D_1} \right), \tag{1}$$

式中:

D_0, D_1 ——物料粉碎后的粒径、物料粉碎前的颗粒平均粒度, μm ;

M ——粉碎的物料质量, kg ;

K_R ——雷廷格常数, $\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{m})$ ^[15]。

$$P = \varphi \rho n^3 d^5 \left(\frac{n^2 d}{g} \right)^{\frac{a-lgRe}{\beta}} t, \tag{2}$$

式中:

φ ——功率准数;

a, β ——系数;

Re ——雷诺数;

d ——粉碎头直径, m ;

n ——转速, rad/min ;

g ——重力加速度, m/s^2 ;

t ——运行时间(通过图 11 大体确定), s 。

所以整个设备能耗可以写成:

$$W = MK_R \left(\frac{1}{D_0} - \frac{1}{D_1} \right) + \varphi \rho n^3 d^5 \left(\frac{n^2 d}{g} \right)^{\frac{a-lgRe}{\beta}} t. \tag{3}$$

实际能耗计算公式:

$$Q = 2\pi iMN, \tag{4}$$

式中:

Q ——实际计算能耗, $\text{kW} \cdot \text{h}$;

M ——力矩, $\text{N} \cdot \text{m}$;

N ——转速, r/s 。

式(4)是理论设备内部能耗分析,由于设备粉碎时间较短,所以可以通过仿真软件导出整个粉碎过程的力矩,通过式(4)计算整个设备在粉碎物料过程中的能耗,由表 2 可知,刀头 b 的能耗低于刀头 a 的,所以刀头 b 的可行性更好。

表 2 刀头 a、b 的实际能耗

Table 2 Figure 1 Actual energy consumption of the cutter heads a and b

转速/ ($\text{r} \cdot \text{min}^{-1}$)	能耗/($\text{kW} \cdot \text{h}$)	
	刀头 a	刀头 b
6 000	0.010 07	0.007 25
9 000	0.032 10	0.022 49
12 000	0.084 20	0.059 44

6 结论

本研究对改进的 2 种刀头结构的工作原理以及在 Fluent 模拟软件中的流场情况进行了分析,通过理论研究结合试验,对比了 2 种刀头的粉碎效果,结果表明,刀头结构的变化对物料粉碎的效果有着很大的影响,两种刀头对比研究可以发现,中心结构是四叶刀片的齿型式粉碎刀头在粉碎物料(大豆)后的物料粒径、粉碎所需时间和所需能耗都比中心结构是三叶轮的齿型式粉碎刀头的效果好,并且在很短的时间内两刀头的效果就可以体现出来,为当前市场的超细粉碎刀头的进一步优化提供了支持。但是本研究也存在不足之处,比如未对超细粉碎刀头中四叶刀片及其刀片个数、安装高度、半径、叶片的空间角度,以及三叶轮角度、高度等方面进行研究,下一步可以从这些方面来研究。

参考文献

- [1] 王立慧,丁慧,张裕中. 双刀片豆浆机流场分析[J]. 食品与机械, 2013, 29(5): 115-119.
- [2] 王春霞,高鹏,王晓梅,等. 调配型大豆植物蛋白饮料的稳定性研究[J]. 中国食品添加剂, 2014(8): 17.
- [3] 杨新俊,崔政伟,张裕中,等. 湿法超细粉碎制备全豆豆浆关键技术研究[J]. 食品与机械, 2017, 33(10): 158-162.
- [4] MESSINA M, HILAKIVI C L. Early in take appears to be the key to the proposed protective effectiveness of soy intake against breast cancer[J]. Nutrition and Cancer, 2009, 61(2):

- 792-798.
- [5] URSCHEL J R. Machine and method of comminuting a product; USA, 3251389[P]. 1966-05-17.
- [6] 承子微. 燃料乙醇生产用玉米秸秆等超大量湿法粉碎技术研究[D]. 无锡: 江南大学, 2008: 1-19.
- [7] 戴宁,张茂龙,张裕中. 农产品湿法超细粉碎技术与大豆全利用产品开发[J]. 食品科学, 2011, 32(S1): 91-96.
- [8] 顾笑笑,张茂龙,赵龙,等. 全谷物冲调粉高效加工技术研究[J]. 食品与机械, 2013, 29(6): 207-210.
- [9] 张茂龙,陈锡春,高青令,等. 高速切割技术及其在鲜湿豆渣超细粉碎中的应用[J]. 食品与机械, 2010, 26(5): 105-108, 154.
- [10] 杨满盈,张裕中. 剪切技术在鲢鱼加工副产物超细制浆中的应用研究[J]. 食品工业科技, 2012, 33(16): 302-305.
- [11] 杨满盈. 鱼副产品超细粉碎技术与装备研究[D]. 无锡: 江南大学, 2013: 23-29.
- [12] 张凯,王瑞金,王刚. FLUENT 技术基础与应用实例[M]. 北京: 清华大学出版社, 2010: 68-175.
- [13] 丁欣硕,焦楠. 14.5 流体仿真计算从入门到精通[M]. 北京: 清华大学出版社, 2013: 53-85.
- [14] 张裕中,臧其梅. 食品加工技术装备[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1999: 118-120.
- [15] SHARMA P, CHAKKARAVARTHI A, SINGH V, et al. Grinding characteristic and batter quality of rice in different wet grinding systems [J]. Journal of Food Engineering, 2008, 88(4): 499-596.

(上接第 14 页)

收录,分类管理,使普通食品、保健食品和药品(中药材)在各自层面互不干扰,有序发展,使产品监管做到无缝衔接。统筹考虑注册备案同种植养殖、生产许可、日常监管工作的有效衔接,做好顶层设计,实现事前、事中、事后全过程监管,监管“乱象”得到根治。

食品药品监管系统以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导,围绕十九大提出的“实施健康中国战略”等重大部署,正在逐步完善中国保健食品的原料管理工作,其中政府部门主要汇集各方力量积极建立科学定位、科学评价、科学共识、科学发展的目录管理体系,企业作为第一责任人统筹原料标准、产品标准、技术规范的制修订,做好相关对接工作,同时政府和企业利用新的管理理念,对中国保健食品原料的管理工作注入新的科学内涵,从而更好地服务于中国保健食品行业的发展。

参考文献

- [1] 国务院办公厅. 中华人民共和国食品安全法[S/OL]. (2015-04-24) [2018-02-01]. <http://www.sda.gov.cn/WS01/CL1975/215611.html>.
- [2] 国务院. 国务院关于印发“十三五”国家食品安全规划和“十

- 三五”国家药品安全规划的通知(国发[2017]12号)[EB/OL]. (2017-02-14) [2018-02-02]. http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-02/21/content_5169755.htm
- [3] 国务院办公厅. 国务院办公厅关于贯彻落实中共中央国务院关于深入推进农业供给侧结构性改革加快培育农业农村发展新动能的若干意见有关政策措施分工的通知(国办函[2017]15号)[EB/OL]. [2018-02-02]. http://www.gov.cn/zhengce/2017-02/05/content_5165626.htm.
- [4] 国务院.“健康中国 2030”规划纲要[EB/OL]. (2016-10-25) [2018-02-01]. http://www.gov.cn/zhengce/2016-10/25/content_5124174.htm
- [5] 刘霖,白鸿. 我国保健食品注册管理制度的演变与安全监管[J]. 癌变·畸变·突变, 2012, 24(4): 321-324.
- [6] 国家食品药品监督管理总局. 局第 22 号令保健食品注册与备案管理办法[S/OL]. (2012-02-26) [2018-02-01]. <http://www.sda.gov.cn/WS01/CL0053/145380.html>.
- [7] 卫生部. 卫生部关于进一步规范保健食品原料管理的通知(卫法监发[2002]51号)[EB/OL]. (2002-03-11) [2018-02-01]. <http://www.nhfp.gov.cn/sps/s3593/200810/bc239ea3d226449b86379f645dfd881d.shtml>.
- [8] 张李伟,赵洪静,白鸿,等. 中国保健食品法律法规体系发展与现状研究[J]. 中国食品卫生杂志, 2008, 20(3): 232-235.