

文章编号:2095-6002(2013)01-0074-03

引用格式:徐广谦,智秀娟,仝其根. 基于 Pro/E 的真空式搅拌-粉碎机的结构设计. 食品科学技术学报,2013,31(1):74-76.
XU Guang-qian,ZHI Xiu-juan,TONG Qi-gen. Construction Design of Vacuum Mixer/Pulverizer Based on Pro/E. Journal of Food Science and Technology, 2013,31(1):74-76.

基于 Pro/E 的真空式搅拌-粉碎机的结构设计

徐广谦, 智秀娟, 仝其根

(北京农学院 食品科学与工程学院, 北京 102206)

摘要: 利用 Pro/E 作为设计工具,将真空技术与粉碎技术相结合,设计了真空式搅拌-粉碎机. 通过设计计算,获得了主要结构参数.

关键词: 真空; 搅拌机; 粉碎机; 结构设计; Pro/E

中图分类号: TS210.3

文献标志码: A

在食品和中草药加工过程中,常将物料粉碎或搅拌均匀. 由于水和空气的存在,物料会出现不希望发生的现象. 一方面,搅拌或粉碎液态物料时,高剪切力会将空气卷入物料中,从而产生很多的小气泡,对生产工艺提出更高的要求^[1]. 另一方面,在搅拌或粉碎物料时,其与空气的接触面积大大增加,对于易氧化的物料来说,加剧了氧化程度^[2]. 本文提出在粉碎或搅拌过程中将物料置于真空环境中,设计一款真空式搅拌-粉碎机.

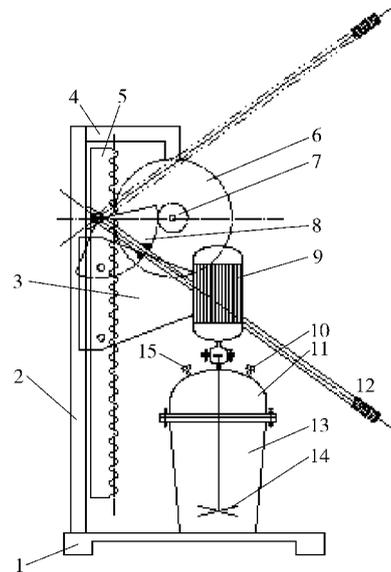
使用软件 Pro/E (Pro/Engineer wildfire 5.0) 可以加快设计进度,降低成本. Pro/E 直接采用三维设计,使设计者能够了解产品的每一个细节,并利用其参数化设计思想,使零件的设计、修改变得简单易行^[3]. 同时,还可以完成产品的系列化设计.

1 整体设计

真空式搅拌-粉碎机由底座、立柱、下物料桶、上物料盖、启盖机构、刀杆、刀具、真空泵、电机等组成,用 AutoCAD 软件绘制该机结构图^[4],见图 1.

2 工作原理

使用时,向上抬起摇臂 12,齿扇 8 随之逆转,和其啮合的齿轮 7 顺时针转动,齿轮 6 和齿轮 7 同轴固连,齿轮 6 也顺时针转动,齿条 5 向上移动,带动固连其上的三角形支架 3 向上移动,电机和上物料盖也向上移动. 当刀具高于下物料桶上表面时,可向



1. 底座; 2. 立柱; 3. 支架; 4. 横梁; 5. 齿条Ⅳ; 6. 齿轮Ⅲ; 7. 齿轮Ⅱ; 8. 齿扇Ⅰ; 9. 电机; 10. 抽真空孔; 11. 上物料桶; 12. 摇臂; 13. 下物料桶; 14. 刀具; 15. 进气孔

图 1 真空式搅拌-粉碎机结构示意图

Fig. 1 Structure of vacuum mixer/pulverizer

下物料桶中加入原料. 为便于操作,在底座中设计了定位槽,可将下物料桶从底座定位槽里取出加料.

将加完料的下物料桶复位,放下摇臂,上物料桶盖和下物料桶用螺栓连接密封. 打开真空泵,通过抽真空孔将物料桶里的空气抽出. 到预定真空度时,启动电机 9 进行搅拌-粉碎操作. 搅拌-粉碎完成后,停止电机 9,停止真空泵,打开进气阀,让空气

从进气孔 15 进入物料桶,等内外压强一致时,方可打开上、下物料桶之间的螺栓进行开盖、卸料操作。

3 主要零部件的设计

3.1 底座

底座要有一定的重量,以防电机运转时震动和偏移,采用铸铁件。底座上开圆形凹槽,用来定位下物料桶。使用 Pro/E 为设计工具^[5],绘制底座的结构图,如图 2。

3.2 立柱与横梁

立柱在上物料桶启闭过程中要有导向作用,对导向面的光洁度要求高,并考虑要承载电机和上物料盖的重量,采用合金钢,如图 3。

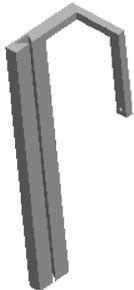
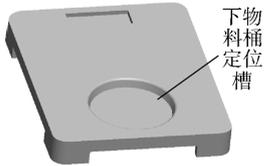


图 2 底座结构

图 3 立柱和横梁结构示意图

Fig.2 Structure of base

Fig.3 Structure of vertical pole and crossbeam

3.3 下物料桶

下物料桶和上物料桶用来盛放物料,与物料直接接触,采用食品级不锈钢,在二者结合面上开凹槽,放置密封圈。

初定本设备在实验室中使用,取下物料桶容积为 $V=5\text{ L}$ 。为便于操作和造型美观,将其轮廓设计为抛物线。考虑计算方便,用圆台模型代替,如图 4。

设上口内径为 D ,下底内径为 d ,取 $\frac{d}{D}=0.8$,取桶高 $h=1.4D$ 。



图 4 下物料桶结构示意图

Fig.4 Structure of material barrel

依据圆台体积计算公式 $V = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{4} \pi D^2 + \right.$

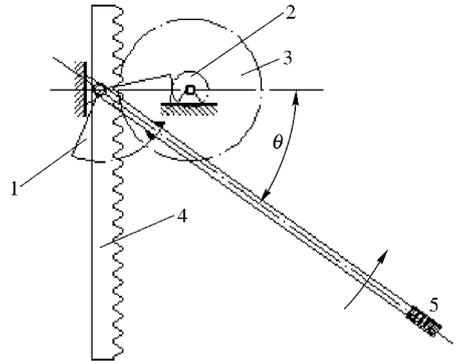
$\left. \frac{1}{4} \pi d^2 \right) \cdot h$,可计算下物料桶的各部分尺寸如下:

$D=177\text{ mm}, d=141.6\text{ mm}, h=247.8\text{ mm}$,圆整后,取 $D=180\text{ mm}, d=150\text{ mm}, h=250\text{ mm}$ 。

因密封时需要将其压紧,要有一定的强度和刚度。故厚度取 $\delta=2\text{ mm}$ 。

3.4 启盖机构

启盖机构采用齿轮齿条机构^[6],如图 5。



1. 齿扇 I; 2. 齿轮 II; 3. 齿轮 III; 4. 齿条 IV; 5. 摇臂

图 5 启盖机构原理示意

Fig.5 Principle scheme of cover opening mechanism

下物料桶 $h=250\text{ mm}$,为使下物料桶能取出,并考虑刀具的影响,上盖的行程 $s \geq 300\text{ mm}$ 。考虑人手臂的运动范围^[7],取摇臂手柄处的运动距离为 400 mm ,摇臂长度 $l=450\text{ mm}$,则摇臂的摆动角度 $\theta = \arcsin \frac{200}{450} = 26.4^\circ$,取 $\theta = 30^\circ$ 。

取齿数比 $\frac{z_I}{z_{II}}=2, \frac{z_{III}}{z_{II}}=2$,则手柄运动时,齿条运动位移用 $s = \frac{z_{III}}{z_{II}} \times \frac{2\theta}{360} \times \pi \times 2l \times \frac{d_I/2}{l}$ 计算,求得 $d_I \geq 286.4\text{ mm}$ 。取齿轮模数为 $m=1.5$,齿数 $z_I=200$,则 $d_I = mz = 300\text{ mm}$ 。考虑齿轮 I 是固连在摇臂上并随之运动的,摇臂只在一定角度范围内摆动,所以将齿轮 I 设计成齿扇,取齿扇角 120° ,则齿轮 I 的实际齿数为 $z_I = 200 \times \frac{120}{360} = 66.7$,圆整后取 $z_I = 68$ 。

综上所述可以确定其他齿轮的参数,见表 1。

表 1 齿轮参数
Tab.1 Parameters of gears

	齿轮 I	齿轮 II	齿轮 III	齿条 IV
齿数 z	68	100	200	100
分度圆直径 d/mm	300	150	300	—
模数 m	1.5	1.5	1.5	1.5

3.5 刀具和刀杆

刀具和刀杆的连接必须可靠,并便于拆卸.通过更换不同的刀具,不仅可以加工不同的物料,而且可以实现搅拌和粉碎功能的转换,使得本设备有良好的通用性^[8].刀具和刀杆的连接方式如图6.



图6 刀杆的连接方式
Fig. 6 Connection mode of cutter arbor

4 主要技术参数

整机尺寸(长×宽×高):450 mm×500 mm×1 150 mm. 单次最大装料量:4 L. 电动机:选用Y型全封闭鼠笼型三相异步电动机^[9],型号Y132S1-2,功率4 kW. 真空泵:选用WLW系列无油立式真空泵^[10],型号WLW-50B,抽气速率180 m³/h,极限压力2.0 kPa.

5 结论与展望

1) 三维设计软件Pro/E可大大提高设计的质量和速度,明显提高企业的生产率和竞争力.随着计算机和先进制造技术的高速发展,已经可以直接实现三维设计和加工制造,使得三维数字化设计技术成为产品设计和加工制造的核心内容.2) 将搅拌或粉碎过程中易起泡或易氧化的物料置于一定真空度下,可有效改善物料的起泡和氧化现象.

本设计需要完善和改进的地方有:1) 增加摇臂的锁定机构.设计棘轮机构,使电机和上物料桶可停留在任何位置,以使装卸料时操作者不必一直抬着摇臂,同时可避免操作者在启盖时万一没抓住手柄造成刀具撞击底座事故发生.2) 控制电路^[11].设计一个控制电路,以达到先启动真空泵电机,到预定真空度时再启动粉碎机的电机的目的,以简化操作.3) 电机与上物料桶之间的连接和密封结构^[12].

因刀杆较长,如对心不好则在旋转时将产生很大的摆动,会造成整机的震动和噪声,所以电机主轴和刀杆的连接结构需认真设计.刀杆和上物料桶的密封结构位于物料桶的上面,因加工的物料是食品或药品,为避免污染不能使用传统的油(或脂)润滑和密封结构,所以密封结构需重新设计.

需进一步研究的内容:在主体设计的基础上,做出样品,小试,确定电机的转速和功率对搅拌-粉碎效果的影响;设计适用于不同场合的刀具结构;将本设计定型、产品化、系列化.

参考文献:

- [1] 孙月娜. 食品用消泡剂[J]. 食品科学,1983(10):35-38.
- [2] 肖远金. 推介几种农副产品加工机械[J]. 农村新技术,2003(1):18-19.
- [3] 肖念新,康维民,文赫岩,等. 基于Pro/E螺旋榨汁机的设计[J]. 农机化研究,2006(11):138-140.
- [4] 李长林. 中文版AutoCAD 2006完全学习手册[M]. 北京:电子工业出版社,2005:51-114.
- [5] 林清安. Pro/ENGINEER Wildfire 零件设计基础篇[M]. 北京:中国铁道出版社,2004:187-335.
- [6] 杨可桢,程光蕴,李仲生. 机械设计基础[M]. 5版. 北京:高等教育出版社,2006:72-80.
- [7] 刘刚田. 人机工程学[M]. 北京:北京大学出版社,2012:33-89.
- [8] 二代龙震工作室. Pro 机构/运动/结构/热力分析[M]. 北京:电子工业出版社,2006:41-46.
- [9] 成大先. 机械设计手册(减速器与变速器)[M]. 北京:化学工业出版社,2004:102-105.
- [10] 上海飞鲁真空泵厂有限公司. WLW系列无油立式真空泵[EB/OL]. (2012-06-20) [2012-12-07] <http://www.flvpw.com/products302.html>.
- [11] 张南. 电工学[M]. 3版. 北京:高等教育出版社,2007:144-153.
- [12] 徐灏. 机械设计手册[M]. 2版. 北京:机械工业出版社,2000:149-152.

Construction Design of Vacuum Mixer/Pulverizer Based on Pro/E

XU Guang-qian, ZHI Xiu-juan, TONG Qi-gen

(College of Food Science and Engineering, Beijing University of Agriculture, Beijing 102206, China)

Abstract: Using Pro/E (Pro/Engineer wildfire 5.0) as a design tool, the new mixer/pulverizer were designed combining the vacuum technology and grinding technology. The main structure parameters were obtained by careful calculation.

Key words: vacuum; mixer; pulverizer; construction design; Pro/E

(责任编辑:檀彩莲)