

小型多用捣碎机的设计

Design of small multi-functional stamp mill

张文斌

ZHANG Wen-bin

(红河学院工学院, 云南 蒙自 661199)

(College of Engineering, Honghe University, Mengzi, Yunnan 661199, China)

摘要:针对目前市场上干辣椒机捣碎的干辣椒缺乏传统手工捣碎的口感问题,模仿手工捣碎过程,设计一种新型的小型多用捣碎机。该机采用电机驱动传动轴,带动槽轮转动牵引绳子提升捣锤,依靠捣锤的自重将干物料捣碎,同时采用缸钵旋转的方式增加物料均匀捣碎的机会,捣锤的分体设计可以根据不同的物料更换捣锤头,扩大了机器的适应性和灵活性。测试结果表明,该机模仿传统人工捣碎方式,保留了手工捣碎的口感,而且消耗的动力少,弥补了现有技术的不足。

关键词:多用捣碎机;小型;捣锤;槽轮;缸钵

Abstract: Focusing on the current red chill powder made by the stamp mill lacks the traditional taste, a new small multi-functional stamp mill is designed. This machine uses the motor to drive the transmission shaft, then drive the sheave to elevate the tamper, so the red chill will be stamp crushing by the weight of the tamper. At the same time, rotating of the cylinder barrel increases the chance for stamp crushing. And the split design of the tamper adds the flexibility and adjustability. The practical testing results show that this machine could keep the traditional taste by imitating the traditional stamping way, and it will consume less energy and compensate for current shortage.

Keywords: multi-functional stamp mill; small; tamper; sheave; cylinder barrel

为捣碎花椒辣椒之类的食物,已经出现了各种类型的粉碎机、碾碎机。这些机具虽然能很快粉碎物料,但粉碎后的食物口感却不尽如人意,总是找不到传统手工捣碎的那种味道。于是又研发出了粉碎原理与传统石臼相类似的电动捣碎机,现有的捣碎机的结构,一种是靠凸轮机构来提升捣锤^[1],这种捣碎机在减速机的输出轴上安装有凸轮,在机架

一侧前后位置横向安装有转动轴,在转动轴上向外连接固定有捣锤杆,在转动轴上还固定安装有拨动杆,依靠凸轮与拨动杆相互作用,使安装在捣锤杆头部的捣锤不断落入和离开捣锤下方的捣臼,从而实现辣椒的捣碎。另一种是靠连杆机构来提升捣锤^[2],这种捣碎机利用曲柄连杆原理,将电机的转动转化为捣碎杆的上下往复运动,从而实现辣椒的捣碎。但两者的噪音均较大,需要提供的动力较大,且用途单一,而且在捣碎过程中缸钵是固定不动的,致使物料捣碎的效果较差,粗细不均匀,必须依靠人工进行搅拌。

本设计拟在分析现有捣碎机不足的基础上,提出设计一种动力消耗少,缸钵可以自动转动,捣碎效果更好,效率更高的小型多用捣碎机,以弥补现有技术的不在,满足人们对食物口感上更高的追求。

1 系统方案拟定

为了能更好地设计捣碎机的各部分功能,对捣碎机的功能进行功能树^[3]分析,见图 1。

根据机械系统设计的相关原理,建立能完成以上所列各个功能的形态学矩阵^[3],见表 1。

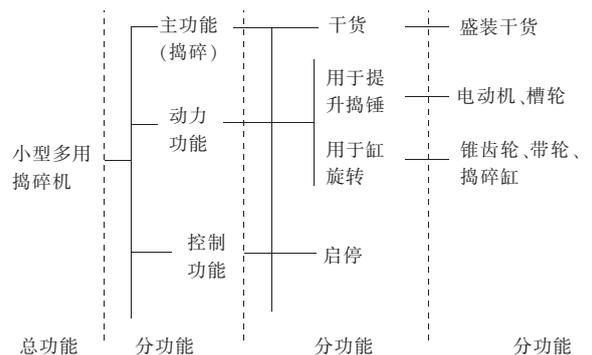


图 1 捣碎机的功能树

Figure 1 Function tree of stamp mill

基金项目: 云南省中青年学术带头人后备人才项目(编号:2014HB026);红河学院中青年学术带头人后备人才项目(编号:2014HB0205)

作者简介: 张文斌(1981—),男,红河学院副教授,博士。

E-mail: georgezwb@sohu.com

收稿日期: 2014-11-27

表1 多用捣碎机的形态学矩阵

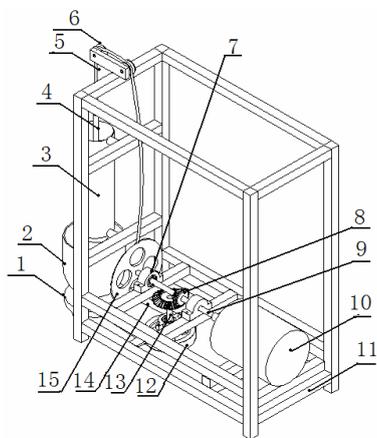
Table 1 Morphological matrix of multi-functional stamp mill

分功能	A 盛装干货	B 提升捣锤	C 旋转缸	D 启停
1	铝桶	转动杆	带传动	人工手控
2	塑料桶	槽轮	链传动	机械定时
3	陶瓷桶	连杆	齿轮传动	电脑自控

根据形态学矩阵理论上可以有 $3 \times 3 \times 3 \times 3 = 81$ 种方案。考虑到捣碎机的整体装配、经济成本和环保要求等各方面,确定最佳方案为 A1+B2+C1+D1。

2 整机结构及工作原理

本设计的小型多用捣碎机,拟包含机架、安装在机架上的电机、捣锤、缸钵、绳子、槽轮、滑轮、联轴器、传动轴等零部件,其特征在于传动轴上安装有槽轮,电机驱动传动轴转动,绳子经过滑轮,绳子两端分别系在槽轮和捣锤上,槽轮上有滑脱槽,绳子绕槽轮不到一周处自动打滑,捣锤在缸钵内作周期性自由落体运动,其具体结构见图2^[4]。



1. 缸钵座 2. 缸钵 3. 简罩 4. 捣锤 5. 绳子 6. 滑轮 7. 轴承 8. 锥齿轮 9. 传动轴 10. 电机 11. 机架 12. 带轮 13. 竖轴 14. 皮带 15. 槽轮

图2 整机结构图

Figure 2 Structure diagram of the machine

工作原理:当电机工作时,带动槽轮转动,绳子端头固定在槽轮滑槽的切线方向,当槽轮的系点从最低处往上转动时,绳子就开始绕上轮子,捣锤随之被提升起来,当绳子绕到快接近系点处时,槽轮上的打滑口将绳子从轮子上拨出,绳子快速从轮子上滑脱,捣锤作自由落体运动,将缸钵内的物料砸碎,随着系点周而复始的运动,捣锤就作周期性的自由落体运动,物料就被捣碎到所需的细度。在捣碎过程中,当用皮带将竖轴上的带轮和缸钵座上的带轮连接起来时,缸钵就跟着转动,物料就有更多被捣碎的平等机会,使最终被捣碎物料粗细一致,捣碎效率更高。如果不需要缸钵转动,只需将皮带撤去即可,这样可以使被捣物料粗细要求不严格的场合进行自由选择,增加机器的灵活性。

3 系统关键零部件详细设计

3.1 电机的选择

为了使捣碎机能适应更多的工作环境,本设计采用的电机为交流电机,电压为 220 V。电机的输出轴通过联轴器与传动轴相连接,根据各传动部分所需要的动力,计算得知电机所需要的功率约为 10 W,由于摩擦等因素实际中消耗的功率必定要更大,根据市场上实际销售的电机类型,选用 25 W 的电机作为动力源,其具体性能参数^[5]为:电机型号 YN80-25W,输出功率 25 W,输出转速 75 r/min,扭矩 12 kg/cm,输出电压 220 V,搭配电容 1.8 μ F。

3.2 提升机构的设计

3.2.1 槽轮的设计 根据表1确定的提升捣锤方式,采用钢丝绳和槽轮相配合使用,钢绳的一端固定在槽轮上,另一端连接捣锤,中间加有两个定滑轮,这样就能保证钢绳在运动过程中的摩擦最小,有效地节约了能量。定滑轮安装在水平固定于机架上的支撑杆两端。钢绳通过槽轮、定滑轮将槽轮的圆周运动通过打滑转化为捣锤的自由落体运动。

根据捣锤的具体工作条件可知,捣锤下降距离为 20 cm,人工捣碎周期约为 1 s,要实现高效率必定要比人工捣碎节约时间,选取捣锤的周期为 0.8 s。则捣锤下降 20 cm 所需要的时间为 0.2 s,而捣锤上升需要 0.6 s。捣锤与钢绳连接,而钢绳则连接在槽轮上通过槽轮上的打滑点打滑实现上下运动,由于捣锤下降所用时间为上升所用时间的 1/3,就说明打滑点应该设置在槽轮的 1/4 圆弧处,则可计算出 1 min 内槽轮的转数为 75。进而可计算出槽轮半径为 4.25 cm。

为了计算方便设槽轮半径为 4.2 cm,设槽轮槽边高为 0.3 cm,则最终槽轮的半径为 4.5 cm。为了减轻槽轮的重量,在槽轮上加工 4 个半径为 1 cm 的孔,在槽轮中心加工一个半径为 1 cm 的孔并加工一个键槽来和轴装配。所设计的槽轮的结构见图3。

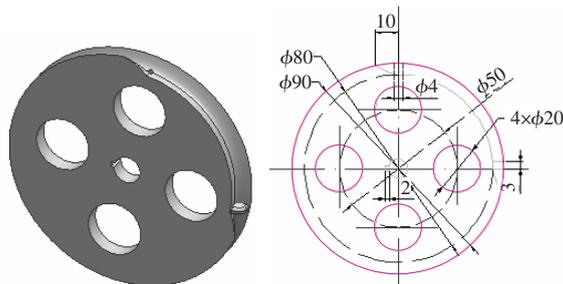


图3 槽轮结构图

Figure 3 Size chart of sheave

3.2.2 打滑点的设计 如上所述,要使钢绳在 1/4 处能够脱离槽轮的轨道让捣锤靠自身重力自由下落,就必须在此处设置一个能让钢绳打滑的装置,可以是一个杠杆,每当钢绳到达此处杠杆就把钢绳撬起来使之脱离轨道,也可以在此处焊接一个圆弧状的铁块,相比之下焊接铁块更方便也更可靠。所以在此处焊上一个半圆形铁块就能达到打滑的效果。

3.3 多用捣锤的设计

本设计把捣锤设计为可换捣锤,这样不仅可以捣药也可以捣蒜、捣辣椒等,能满足人们的不同需要。思路来源于电灯泡的安装,把捣锤分为捣锤柄和捣锤头两部分,但考虑到实物制作的复杂性,把捣锤头和捣锤柄的连接设计成销连接,锤头、锤柄都加工有孔,安装时只要插上销就能装配起来。锤头的尺寸见图 4。捣锤头可根据捣不同的物品而设计不同形状,比如捣辣椒的锤头上有螺纹形状以加大其摩擦力能更好的捣碎辣椒,而捣花椒的锤头是光滑的,就不会使花椒夹在缝隙间。可根据捣碎的食物种类选择相应的锤头。

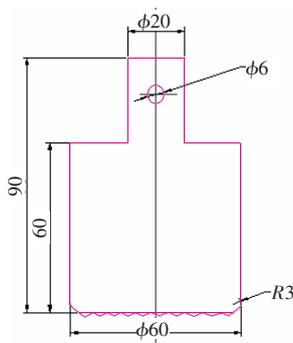


图 4 多用捣锤尺寸图

Figure 4 Size chart of multi-functional tamper

3.4 旋转缸的设计

为了节约成本、加强整机机构的协调采用一个电机,要使捣碎缸旋转必然要改变传动方向,所以使用锥齿轮。在传动轴上安装一个锥齿轮然后在另一个锥齿轮的相配轴上安装带轮,通过皮带使小带轮和捣碎缸相连接,这样通过带传动就能让捣碎缸旋转起来,所以捣碎缸也称为旋转缸。旋转缸的尺寸见图 5。

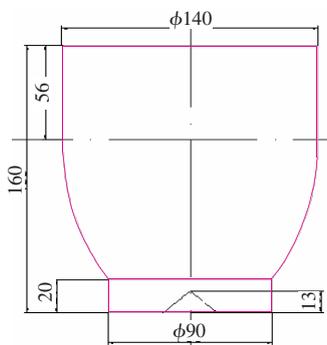


图 5 旋转缸尺寸图

Figure 5 Size chart of rotating cylinder

由实践得知,捣锤每捣 4 下捣碎缸旋转 1 周就能够使捣碎更加均匀,能有效地节约时间。为了加工方便使用传动比为 2 的锥齿轮,直齿锥齿轮传动是以大端参数为标准值的。在强度计算时,则以齿宽中点处的当量齿轮作为计算的依据^[6]。本设计中的直齿锥齿轮轴交角为 90° , $u=2$,小齿轮转速为 75 r/min。假设单班制工作,使用寿命为 10 年。

锥齿轮的传动比为 2,要满足条件则带传动的传动比应

为 2。在锥齿轮的轴上一端安装一个小带轮,把旋转缸当做大带轮。使用普通平带,大带轮即是捣碎缸的外缸,为了加工的便捷和节省材料,捣碎缸采用木质材料制作,在其缸底外侧加工一道凹槽即可防止皮带脱落。

4 实物及动作过程

根据上述对各部件进行的详细计算得出的尺寸进行材料加工和成品购买,最终完成了小型多用捣碎机的实物制作,见图 6。插上电源,电机开始转动并带动联轴器,联轴器把动力传给传动轴,带动槽轮做圆周运动,绳子随着槽轮的圆周运动在竖直方向进行运动并带动捣锤进行捣碎;传动轴的转动使锥齿轮运动,并把动力传给带轮,通过皮带带动捣碎缸作旋转运动。



图 6 小型多用捣碎机实物图

Figure 6 Physical map of small multi-functional tamper stamp mill

5 结束语

本设计完成了一种新型的小型多用捣碎机的结构设计,并完成了相应的实物制作和实际干物料捣碎测试,实际测试过程中,将 0.1 kg 干辣椒(即满满一捣碎缸)捣碎成辣椒面仅需 3 min 左右,可见所设计的捣碎机的效率还是比较高的,基本能满足家庭需求,该设计同时获得了国家专利授权(专利号:ZL201320335029.6)。本设计的捣碎机结构简单,较之凸轮机构和连杆机构均节省材料,制造成本低大约 20%~30%,故障率更低,动力消耗更少,更适合中小商贩及家庭使用。

参考文献

- 1 黄俊民. 辣椒捣碎机:中国,200720090383.1[P]. 2008-02-20.
- 2 中国民俗摄影协会. 捣辣椒面的机器[EB/OL]. (2012-09-16) [2014-07-13]. <http://bbs.icfpa.cn/forum.php?mod=viewthread&tid=117550.html>.
- 3 赵韩,黄康,陈科. 机械系统设计[M]. 北京:高等教育出版社,2005.
- 4 张文斌,罗鸿佳,普亚松,等. 小型多用捣碎机:中国,201320335029.6[P]. 2013-11-20.
- 5 东莞市志恒机电有限公司. 减速电机 YN80-25W[EB/OL]. (2012-02-03) [2014-07-13]. <http://detail.cn.china.cn/provide/2682164055.html>.
- 6 吴宗泽,罗圣国. 机械设计课程设计手册[M]. 北京:高等教育出版社,2006.