

小型多功能绞肉机的机械原理与设计制作

王梦

(盐城天合国能光伏科技有限公司 江苏 盐城 224007)

摘要: 本文研究了一种集绞肉、切肉及灌肠等功能于一体的小型绞肉机,对其结构、功能和刀片参数进行了较为深入的研究并进行了改进。

关键词: 多功能; 小型; 绞肉机; 机械原理; 设计制作

1 多功能小型绞肉机的方案设计

1.1 设计需求

对目前市场上的绞肉机设备展开大规模的市场信息收集与调研后发现,以绞肉机为代表的肉制品加工机械设备在经历几年来的高速数量增加后,市场竞争力已开始显现出衰退的态势,主要表现在绞肉机的品质低下、机械构造简单、技术含量较低、功能简单和操作繁琐等。近年来,人民生活水平日益提高,对肉类食物的消耗量也大幅增加,从而导致对肉类加工机械设备品种和质量的要求也越来越高。因此,设计一款能够实现绞肉、切肉和灌肠等功能多合一,且能够控制绞肉粗细、切肉厚薄度的多功能绞肉机,有着巨大的市场需求和发展潜力^[1]。

1.2 设计原理

本次设计的多功能绞肉机想要实现绞肉、切肉及灌肠等多功能需求,主要是通过驱动电动机带动减速电动机,依靠减速电动机驱动绞肉机构和切肉机构的运转,并实现转速快慢的控制,获得所需的理想肉丝、肉糊或肉片。为了相比于市场上的现有绞肉机设备具有较大的优越性,选择将绞肉机构和切肉机构,甚至灌肠等操作全部依靠减速电动机来进行驱动,并实现一料多用、厚度及粗细可控的效果^[2]。

1.3 总体结构及外观研究

根据目前市场状况和设计要求,本文设计的多功能绞肉机主要包括驱动机构、给料机构、切肉机构和绞肉机构,以及用于灌肠的配套附件^[3]。

驱动机构为整个绞肉机设备提供动力,其主要包括驱动电动机和减速电动机两部分,送料机构即为

绞肉机构和切肉机构提供肉类物料的机构,类似于漏斗形状,可以盛放一定数量的肉在其中。该送料机构由于长期与工作人员直接接触,需要将其四周打磨光滑,避免刮伤,另外使用PP材质的透明塑料,壁厚为5mm,既便于观察送料机构内的下料情况,也具有一定的强度,并且价格相对比较便宜。送料机构位于绞肉机构和切肉机构的中间位置,下端与绞肉机构和切肉机构相连接,并分别设有阀门来控制通往绞肉机构和切肉机构的管路通闭状态。切肉机构主要是对来自于送料机构的肉类进行切割,通过刀片来实现。绞肉机构采用螺旋的方式,将送料机构中的肉类不断地往前挤推输送,从而被绞刀绞碎成所需的大小。

驱动电动机为整个装置的主动动力装置,并采用V型皮带将驱动电动机一侧的小带轮和减速器机侧的大带轮相连接,将电动机动力传递到减速电动机,实现一级减速。然后随着大带轮转动,动力被传递到减速机内部齿轮,内部齿轮经过二次变速后驱动绞刀所在的刀轴旋转,绞刀和刀轴旋转的同时,还会对绞筒内的肉料产生挤推、绞切和搅拌的作用,最终肉料变得越来越碎。端盖通过螺栓实现固定与空间封闭,当肉料由送料机构放入后,会由绞刀的相对端出来,而绞刀则通过端螺栓紧固于绞肉机的肉料出口端上(图1)。

从外观上来看,该多功能绞肉机整体占地面积较小,结构紧凑,表面涂有涂层以达到抗氧化、耐磨损且寿命长等效果。其整体尺寸为长53.5cm、宽32cm、高68cm,质量为37kg以内,送料机构的入口直径为15cm,加工能力最高能达到500kg/h,该多功能绞肉机下表面为平面,便于放置和固定。

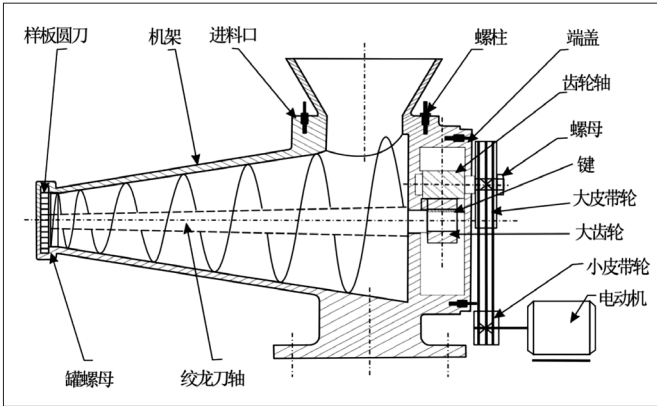


图 1 总体传动结构原理简图

2 多功能小型绞肉机的结构设计

2.1 驱动机构设计

2.1.1 驱动电动机选型

驱动电动机在工作状态下满足公式：

$$N = \frac{G \cdot W}{\eta} = 4(\text{kW})$$

式中： G —绞肉机生产能力，1000kg/h；
 W —随孔径 d 值增大而减小，取 $W=0.003$ kW·h/kg；
 η —传动效率，取 0.75。

2.1.2 皮带轮和齿轮的选型

考虑到皮带轮的工作要求、工作条件和成本等因素，所以选用了灰铸铁为带轮材质，记为 HT200。此次工程设计中采用了 Z 型 V 带， $n_1=1500\text{r/min}$ ，V 带的根数 $Z=2$ ，主动轮基础口径 =30mm，从动轮基础口径 =80mm，传动比 $i=2.67$ 。减速器中的大齿轮传动设计，传动齿轮通常采用直齿或圆柱齿轮的型式，取其压力角 $\alpha=20^\circ$ 。由于速度不高，可以选取 8 级齿轮精度。两齿轮间的主要参数如表 1 所示。

2.2 绞肉机构设计

绞肉机构一般分为绞筒、绞笼、绞刀、挤肉样板和端盖几部分零部件。肉料从上方料斗进入绞肉机构中，由于绞筒对空间的锁定，且绞笼和绞刀在不停地旋转，肉料被不断地往挤肉样板和端盖处的出口挤推，并且在挤推的过程中受到切割、搅拌的作用，

表 1 齿轮设计主要参数

齿 轮	分度圆 直径 d	齿根圆 直径 d_f	齿顶圆直 径 d_a	模数 m	齿数 Z	压力 角 α	齿宽 b	中心 距 a	材料
Z1	26	24	28	2	13	20°	35	33	45 钢， 220HBS

最后从挤肉样板处被挤出。当想要获得更细或者更粗的肉丝甚至肉糊时，只需要旋下端盖，换上对应孔径的挤肉样板即可，也可以通过旋下端盖，换上灌肠用的长管，来实现灌肠的操作需求。

绞笼是通过特殊表面处理方式所获得的，其叶片的面型能够随着所输送材料的不同进行调整。此外，原本设计中可能通过止推轴承和定位销的方式，来作为绞笼机构的固定装置，以提高设备的运行可靠性。绞笼的材质选为 1Cr18Ni9，通过产品要求和实际需要调整直径 $D=100\text{mm}$ ，并根据原有统计得绞笼速度为 $n=320\text{r/min}$ ，其实体面型螺丝的最大节距 $t=D$ 。

关于绞筒的产品设计，由于材料在绞筒内遭到绞笼的搅动从而被挤出，因而会形成反推动力使材料有向后流动的趋势，在产品设计绞筒时必须在其内部设计止推槽，以避免材料的倒流现象。在绞筒内部共设计了 8 条止推槽，沿圆周运动而且均衡布置。绞笼与绞筒内部要有合理的间距，通常可取范围为 3 ~ 5mm。如果间距过小，绞笼与绞筒内部很容易产生冲击，而间距过大会使材料倒流。设计绞筒的标准材料一般采用 1Cr18Ni9，最终工程设计的绞筒结构如图 2 所示。

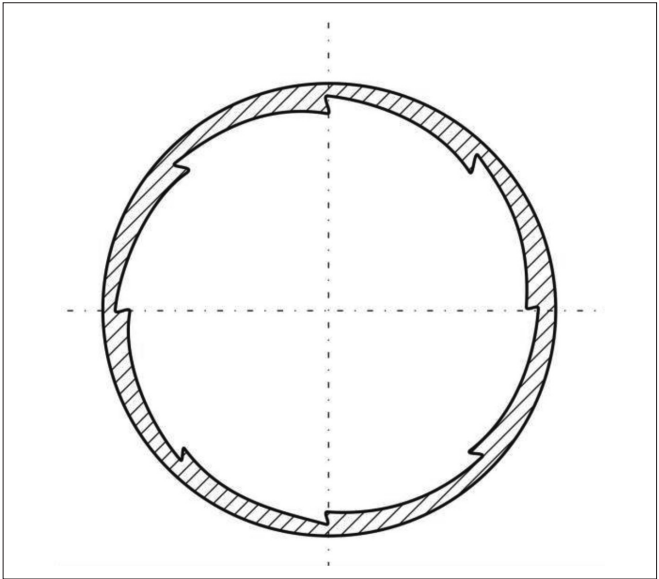


图 2 绞筒结构示意图

绞刀的主要功能在于把物品加以分割，通常设计的绞肉机中，其绞刀通常是紧固安装在绞肉机绞笼前部的零点五方形轴上，并用螺栓和螺母紧固以防其轴向的移动，随绞笼进行回转。但需要指出的是，绞刀口一定要和绞笼同方向回转，否则无法实现分

割肉的效果,还应该按照具体情况的应用条件,选用安装绞刀的刃口数量。圆刀片用 3Cr13 材质制成,并均进行了淬火使硬度高达 HRC55 ~ 60 以上,刃口要尖锐、平滑,才不会形成太大的摩擦阻力而妨碍切削。并由此设计制作的圆刀片结构示意图(图 3)。在整个绞肉的过程中,绞刀主要承受冲击和压力的作用,因此绞刀的材料选择 40Cr 合金钢。绞笼刀具和轴与绞刀片均呈现锥形,绞刀为螺旋状的设计结构。绞笼刀轴的螺距为 45mm、小锥面直径为 24mm,大锥面直径为 75mm,其锥度和料筒的锥度保持一致,均为 $10^{\circ} \pm (1^{\circ} \sim 2^{\circ})$,锥面圆跳动 $0.04 \sim 1.0$ 。

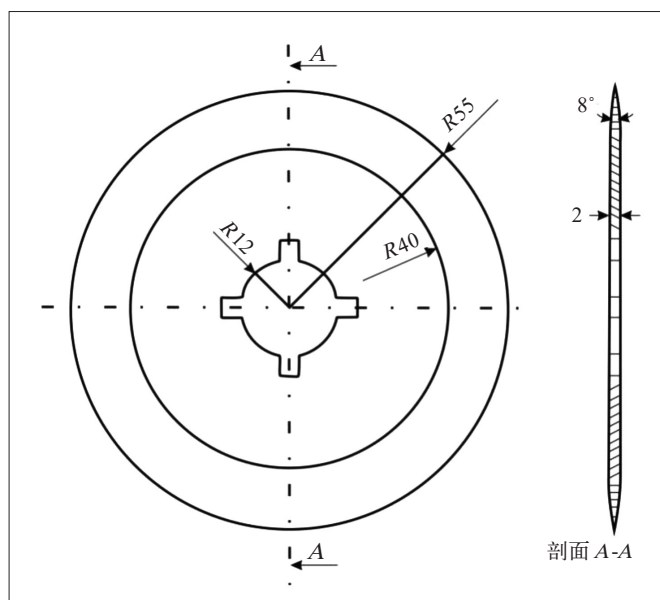


图3 圆刀片结构示意图

2.3 切肉机构设计

切肉机构主要是由两个等距离排列的小圆刀片所构成,可以对各种厚度的肉块进行切片和切肉条。圆刀片安装在两个辊轴上,形成两组切割刀具,随着所需肉片的厚度不断增大,只需将两组辊轴上的刀具间隙进行调整,当刀具间隙达到一定长度,就会通过切割得到肉条。这里重点要讨论圆刀片刃形及几何参数,由于刀具主要靠刀刃进行切割,因此,只有设计合理的刃形和适当的几何参数,才能保证绞刀拥有较高的切割率、好的切口表面质量、较大的切割力和较小的能耗。

通过对肉类进行分析可以发现,肉类组织是由许多肌肉纤维组成的,而在肌肉中含有大量的水分(72% ~ 75%),同时动物纤维具有较大的韧性(肌

肉的弹性模量为 $26 \times 10^5 \text{Pa}$)。因此,通常情况下对肉类切割刀具的刀刃角 β 要求比较小,但是由于刀刃角 β 小了,因此很容易磨损变钝,甚至扭曲或崩刃。所以根据不同的切割机构,刀刃应设置合理的几何参数(图 4)。

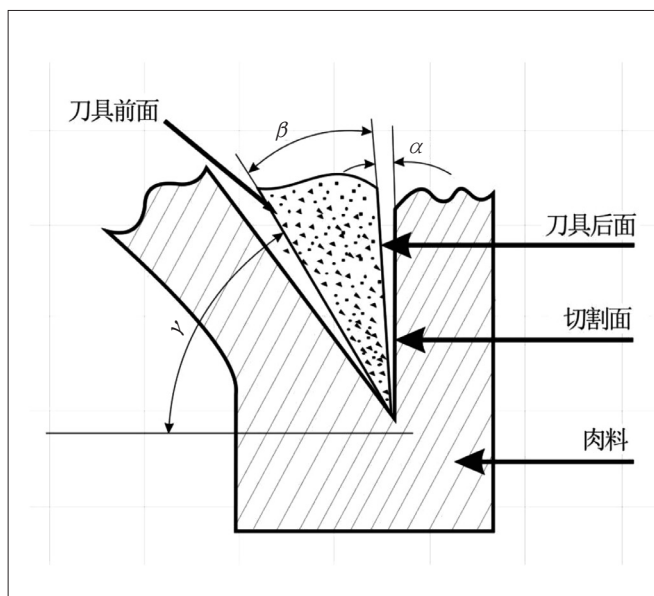


图4 刀具切割参数示意图

图中: $\alpha + \beta + \gamma = 60^{\circ}$; γ 为前角,在垂直于刀刃的截面上度量,是刀前面角与垂直于切割面的平面的夹角; β 指磨制的刃口角,为刀前部和后部的夹角,其大小也从垂直于刃口的横截面上测量。前刀面与后刀面共同构成刃口,在理论上为一条直线,但在实际的磨制过程中,在刃口上总是存在着一个曲率半径极小的圆曲面, β 角度越小,这个曲率半径也就越小,刀刃就愈锋利。 α 为后角,在垂直于刀刃方向的界面中,指刀具后面与切割平面的夹角。

当 α 一定, γ 为正值时,则 γ 越大, β 就越小,刃口的曲率半径也就越小,由于刀刃锋利,切割能力强,所以切削轻快,挤压力也降低,所挤出的肉汁较少,肉的质量和外观都较好。反之, γ 过大,将影响刀片的硬度和刀片的耐磨性。后角 α 将刀具后面与肉料分开,从而降低了刀与肉料之间的摩擦力,而 α 越大,摩擦力也就越小,但当 α 过大时, β 会降低,也会影响刀刃的强度。

绞肉机刀具最合理的几何参数推荐为: $\gamma = 15^{\circ} \sim 25^{\circ}$, $\alpha = 8^{\circ} \sim 10^{\circ}$, $\beta = 55^{\circ}$ 。根据切割力和能量消耗的大小,一般切割肥肉的片刀,最合理的

刀刃角是 $12^{\circ} \sim 18^{\circ}$; $\beta \leq 12^{\circ}$ 时, 切割阻力增加, 导致刀刃磨钝加快, 甚至被压碎; 当 $\beta > 18^{\circ}$ 时, 刀具比较耐磨, 使用寿命延长, 但产品的变形增加, 切割质量变差。

3 结语

本文设计的多功能绞肉机集绞肉、切肉及灌肠等功能于一身, 具有体积小、安全性较高、功能较大和使用寿命较长等特点, 能满足不同人群的需求, 具有广阔的市场应用前景。

参考文献:

- [1] 游文明, 李业龙. 机械设计基础课程设计 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2011.
- [2] 朱佳传, 余欢乐, 田翔, 等. 一种家用型自动正反转绞肉机的改进设计 [J]. 南方农机, 2017(6):10-11.
- [3] 高威威, 程京都, 陈芳英, 等. 新型切肉机设计 [J]. 硅谷, 2014(24):169+172.

作者简介: 王梦 (1995.08-), 男, 汉族, 江苏淮安人, 硕士研究生, 工程师, 研究方向: 破碎设备开发与设计。

