

可自动进出料的油水分离式商用油炸机设计

Design of oil-water separation commercial frying machine with automatic feed-in and feed-out device

杨桂府^{1,2}

YANG Gui-fu^{1,2}

(1. 常州信息职业技术学院, 江苏 常州 213164; 2. 常州市大型塑料件智能化制造重点实验室, 江苏 常州 213164)

(1. Changzhou College of Information Technology, Changzhou, Jiangsu 213164, China;

2. Changzhou Key Laboratory Plastic Parts Intelligence Manufacturing, Changzhou, Jiangsu 213164, China)

摘要:结合机械设计与自动化技术,对商用多功能自动油炸机进行改造,旨在实现被炸物料的自动进出,以及油水分离的节油模式。提出了总体解决方案、机械部分和电器控制部分设计,对油水分离水位自动控制装置、减速箱、链轮链条机构、主动轴联轴器和轴承座、抓手结构等进行详细介绍。该机可有效节省人力、控制炸制食物的温度和时间等,还可以降低油品消耗,具有很好的应用前景。

关键词:油炸机;机械结构;油水分离;电器控制

Abstract: This article states the reform of the commercial automatic-multifunction frying machine with both machine design and automation technology, which aims to achieve the frying foods being fed in and out automatically as well as the oil-water separation for oil saving. It proposes the overall solution and the general design of both mechanical part and electrical control section, and elaborates on the automatic control device of water for oil-water separation, reduction gearbox, mechanism of chain and chain wheel, driving shaft coupler and bearing block, claw structure for catching fried food. This reformed device will have bright application prospect for it can economize on manpower efficiently, control the temperature and time when frying the food, and reduce oil consumption.

Keywords: frying machine; mechanical structure; oil-water separation; control of electric device

目前市场上主要销售的商用自动油炸机种类较多、规格各异,主要是以电、煤或天然气为加热能源,这类设备虽然解决了传统油炸设备油温不可控的弊端,但是总体上来说还是需要人工操作,既增加了劳动强度,又存在操作安全问题,且油炸温度及时间不能准确控制。针对以上问题,设计了一款多功能自动油炸机^[1],在炸制食物时可以达到炸制食品自动

抓取、翻转与传输、收集,采用油水分离技术实现节油及油的品质控制等技术要求;它既能提高炸制品的品质、降低工人的劳动强度,又符合环保要求,还可以降低劳动力成本,而且占地面积小,适于现场油炸与售卖操作。

1 多功能自动油炸机总体设计

1.1 设计目标

设计多功能自动油炸机时考察了现有市场上销售的电炸锅,并以此为基础设计从炸制食物的抓取—炸制—运送—收集全过程的自动化^[2],能有效节省人力,通过油水分离设计使油温稳定,又不会变色变焦糊,以此保证炸制食物的质量,降低油品消耗,增加油品的反复使用次数。本设计在结构上有以下的特点:

① 以现有市场上销售的电炸锅为依托来设计产品,提高产品设计、生产效率和投放市场的速度;

② 动力驱动采用交流电机和无级调速器,安全可靠;

③ 整体机械结构布局紧凑合理,占地面积小;

④ 全部机构材料为 304 不锈钢和铜制品,满足食品卫生需要;

⑤ 采用油水分离设计技术使油温稳定,无变色变焦现象,保证炸制食物的品质,降低油品消耗;

⑥ 机械抓手可以很方便更换,从而可以炸制诸如油条、麻花、麻团、馒头、油果等大小形状各异的食物,一机多用,设备利用率高。

1.2 结构与工作原理

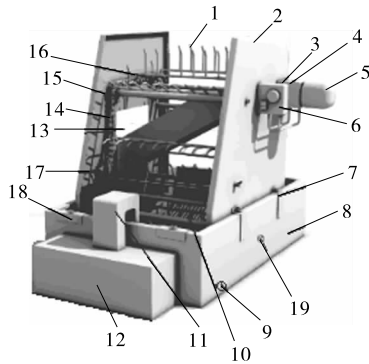
多功能自动油炸机结构如图 1 所示,由经改造的市场购买的可控油温电炸锅和自行设计制造的机械及电器总成两部分组成。机械、电器部分作为一个整体通过放置在两侧支撑板下方的卡箍以及重力作用固定在电炸锅锅沿上,其横向部分通过固定在炸锅里的卡块定位,防止炸锅移位影响使用。为了保证油在炸制时不变质、变色,采用油水一体化结

作者简介:杨桂府(1968—),男,常州信息职业技术学院高级实验师/高级工程师。E-mail: ygf8319@sina.com

收稿日期:2015-11-05

构:上层放油,下层放水^[3],油炸过程中产生的残渣全部沉入水中,不会烧焦,下层水分又不断产生水蒸气给高温的炸油补充微量水分,以保证炸油不变黑,从而延长换油周期,节约用油,下层的水还可以过滤油中的杂质。所炸食物不但色、香、味俱佳,外观干净美观,且提高了产品品质,延长了货架期,无致癌物质,有利于健康。因为是食品类机械产品,所选机械部分材质为 304 不锈钢做结构件,轴承中的滑动轴承用青铜制造,卫生安全。

多功能自动油炸机固定在左右两块支撑板 2 上,由卡箍 7 和卡块 18 固定位置,整体坐落于可控油温的市售电炸锅 8 中,电炸锅 8 油温可以在室温至 230 ℃ 之间调节,根据炸制品种选好温度后,通过测温装置 11 自动控制电加热的通断状况,以保证恒温,降低能耗。驱动电机 5 产生的旋转力矩经变速箱 4 带动联轴器 3 传递到主动轴 16 产生低速转动,驱动电机 5 转动由调速装置 6 手动无极调速,运动由主动链轮 16、从动链轮 15、链条 14 实现长距离动力传输,由张紧轮 17 来调节松紧;安装在链条 14 上的抓手 1 可实现油炸食品的抓取并卷进油锅中,用压油盘 10 使食物在炸制时始终位于油层下方,食物经过油锅加热炸制后经漏斗口 13 传送至收集箱中,完成炸制过程。抓手的类型也可以更换以适应不同食物的炸制需要,通过控制电机的转速来控制食物的炸制程度,避免焦糊或炸不透。出水阀 9 和进水阀(图中未示出)是为了油水分离而设计的,安装在电炸锅 8 的锅底附近,在电炸锅的锅体侧面设有油水观测口 19。



1. 抓手 2. 支撑板 3. 联轴器 4. 变速箱 5. 驱动电机 6. 调速装置 7. 卡箍 8. 电炸锅 9. 出水阀 10. 压油盘 11. 测温装置 12. 油水分离控制装置 13. 漏斗口 14. 链条 15. 从动链轮 16. 主动轴(链轮) 17. 张紧轮 18. 卡块 19. 油水观测口

图 1 多功能自动油炸机总体及机械部分示意图
Figure 1 Overall and mechanical part of the diagram of automatic-multifunction frying machine

2 多功能油炸机主要单元设计

2.1 电器控制部分

对于驱动电机,可选择直流电机与交流电机,直流电机具有响应快速、较大的起动转矩、从零转速至额定转速具备可提供额定转矩的性能;交流电机没有碳刷及整流子,免维护、坚固、应用广,但特性上若要达到相当于直流电机的性能须用复杂控制技术才能实现。考虑到成本和实际控制情况,

本设计对转速精确度和响应速度以及电功率均无特殊要求,采用交流电机驱动,实际工况为低速轻载,选用电机功率 25 W。用 220 V 单相交流电机的电子调速器,采用常见的双向可控硅调压方式调节交流电机的工作电压。电路原理图见图 2^[4],电路中的电感、电容 C_1 和 C_3 、电阻 R_2 共同组成干扰抑制电路。 $C_1=C_2=0.022\text{ }\mu\text{F}$, $C_3=100\text{ pF}$, $R_1=10\text{ k}\Omega$, $R_2=62\text{ }\Omega$, W 为 470 k Ω 电位器,2CTS 为双向触发二极管,3CTS 为双向可控硅,型号可根据工作电流选取电感用高频磁芯绕制,线径视工作电流而定。

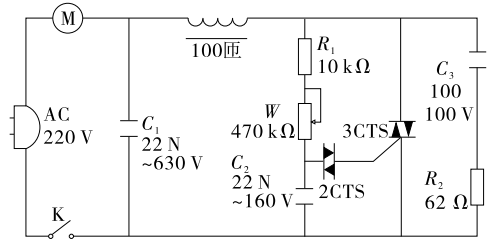


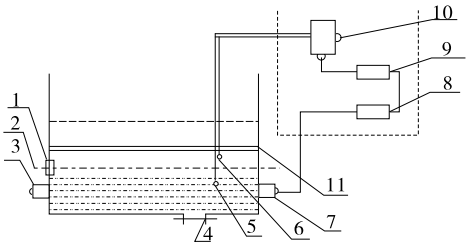
图 2 交流电机调速电路原理图
Figure 2 Ac motor speed control circuit principle diagram

2.2 油水分离机构

如图 3 所示,电加热油炸锅的下层是水层^[5],上层是油层,环形加热装置 11 置于油层上离油水分离线 10 cm 左右处,在油水分离处设置了油水观测口 1,两端分别设有进水阀 3 和出水阀 7,两个上下高温测头 5 和 6 分别置于油和水的介质中,两个端点连接有电极保护器 10。由于油和水的导电性能差异很大,可以建立上下高温测头的电位差,当水位上升至水面漫过上高温测头时,水的导电性将电信号传递给液位控制器 9,单片机 8 处理后控制出水阀 7 放出多余的水;当水位因油炸过程中消耗过多而下降至下高温测头时,油的弱导电性信号经单片机处理后控制进水阀 3 进水,从而保持油水的混合比例。操作者也可通过油水观测口 1 监测油水混合的实时状况。出渣口 4 设置在电炸锅锅底的下方,清理方便快捷。

2.3 减速箱参数

根据工作状态,选取减速箱型号规格见表 1。减速箱外壳采用高强度合金压铸成型,减速箱外壳与轴承室压铸成一体式,齿轮由合金结构钢锻压加工,齿面经过硬化处理,采



1. 油水观测口 2. 油水分离线 3. 进水阀 4. 出渣口 5. 下高温测量头 6. 上高温测量头 7. 出水阀 8. 单片机 9. 液位控制器 10. 电极保护器 11. 环形加热装置

图 3 油水分离水位自动控制装置原理图
Figure 3 The principle diagram of the automatic control device of water level for oil-water separation

表 1 减速箱规格型号

Table 1 Specifications and model of gearbox

减速箱形式	减速比	输出轴转速/ (r·min ⁻¹)	允许力矩/ (N·m)
4GN 25K	6	6~60	3.94

用高精度螺旋斜齿啮齿传动,提高了齿轮抗冲击能力和耐磨性能,增加啮合长度,有效降低传动噪音,提高工作稳定性。

2.4 链轮链条机构设计

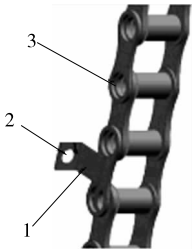
链轮链条是本设计采用较多的机构^[6],取传递功率 $P=25\text{ W}$,主动链轮的最高转速 $n_1=60\text{ r/min}$,传动比 $i=1.36$,载荷平稳,两链轮中心距最高取 $a=400\text{ mm}$,中心距可调,工况为滴油供油,主动链轮孔径为 12 mm ,选择单排链条,则其额定功率按式(1)计算:

$$P_0 = \frac{K_A P}{K_z K_L K_n}$$
 (1)

式中:

- P_0 ——单排链条额定功率,W;
- P ——链轮链条传递功率,W;
- K_A ——工作情况系数,取 1.0;
- K_z ——小链轮齿数系数,取 0.74;
- K_L ——链长系数,取 0.90;
- K_n ——多排链排数系数,取 1.0。

由式(1)求得, $P_0 \approx 37.5\text{ W}$;根据 $n_1=60\text{ r/min}$,考虑到整体结构的尺寸以及市场供应情况,选取 TG127 链轮,节距 12.7 mm 。链条节数与链条长度可根据需要截取,传动松紧程度可用张紧轮调节。设计中将多节链条上留有供与食物抓手固定的连接片和安装孔(见图 4),这样可以简化整体结构。

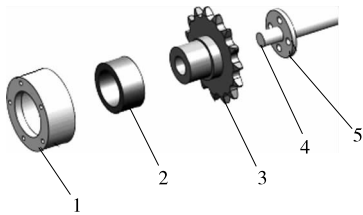


1. 抓手连接片 2. 抓手安装孔 3. 链条
图 4 食物抓手连接片

Figure 4 Connector of claw structure for catching fried food

2.5 主动轴联轴器设计

为了使主动轴结构简单,方便制造,设计主动轴结构见图 5^[7]。主动轴与连接端盖通过焊接连接,连接端盖通过 4 个螺钉与主动轴链轮连接,将从减速箱传递的转动传到主动轴链轮上。考虑到整体机构都是坐落在两边的侧板上,为了整体结构的紧凑以及传动的平稳性要求,主运动的传递支承采用卸荷机构设计。轴承套固定在支撑板上,滑动轴承与轴承套采用过盈配合,主动轴与链轮通过端盖连接,链轮轴颈与滑动轴承采用间隙配合,链轮轴颈尺寸为 24.3 mm ,滑



1. 轴承套 2. 滑动轴承 3. 链轮 4. 主动轴 5. 端盖

图 5 主动轴联轴器

Figure 5 Driving shaft coupler

动轴承基本额定负荷为 $17\,900\text{ N}$ 。

3 结论

由于多功能自动油炸机是以现有市场上销售的电炸锅为基础,辅以可靠控制的温控器,可以有效节省人力;采用油水分离设计技术使油温稳定,无变色变焦现象,可以提高炸制食物的质量,降低油品消耗,增加油品的反复使用次数;机械抓手易于更换,可以炸制诸如油条、麻花、麻团、馓子、油果等大小形状各异的食物,设备利用率高;各零部件取材容易,加工难度小,一般小型企业即可生产,一部分外购标准件采购也很方便,具有很好的开发前景。

参考文献

[1] 孙大鹏. 一种连续油炸机: 中国, ZL 201210395623. 4[P]. 2012-10-17.
[2] 郑立平. 油炸机: 中国, ZL 201230519136. 5[P]. 2012-10-29.
[3] 蒋乐书. 煎炸油循环净化食品油炸机[J]. 食品与机械, 2005, 21(2): 49-50.
[4] 秦曾煌. 电工学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2009: 220-222.
[5] 安进. 油水混合式油炸机结构的优化设计[J]. 食品与机械, 2008, 24(6): 96-97.
[6] 范顺成. 机械设计基础[M]. 北京: 机械工业出版社, 2001: 111-122.
[7] 成大先. 机械设计手册[M]. 5 版. 北京: 化学工业出版社, 2010: 99-102.

(上接第 15 页)

[11] 郭向明, 崔清亮, 李斐, 等. 基于响应面的黄花菜冷冻干燥工艺参数优化[J]. 农机化研究, 2013(12): 120-124.
[12] 张光杰, 付亮, 李园园. 二次回归正交设计优化鸡蛋壳制备柠檬酸——苹果酸钙工艺研究[J]. 中国食品添加剂, 2014(1): 111-115.
[13] 姚智华, 张华, 易克传. 胡萝卜冷冻干燥能耗和生产率的多目标优化[J]. 食品与机械, 2013, 29(1): 213-215.
[14] 罗瑞明. 畜产品冷冻干燥工艺优化及产品复水性研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2007: 51-80.
[15] 宋凯, 徐仰丽, 郭远明, 等. 真空冷冻干燥技术在食品加工应用中的关键问题[J]. 食品与机械, 2013, 29(6): 232-235.
[16] 刘利娟, 郭玉明. 关于农产品冷冻干燥加工能耗影响因素的研究[J]. 金陵科技学院学报, 2009, 25(2): 10-14.