

新式压榨制油机构的设计与试验

刘印志¹, 阮海健², 任嘉嘉², 李少华¹, 牟仁生²

(1. 中国农业机械化科学研究院, 北京 100083; 2. 中机康元粮油装备(北京)有限公司, 北京 100083)

摘要:针对目前国内液压榨油机自动化程度低、操作烦琐等情况, 研制了一种压榨制油结束后可自动复位的液压压榨制油机构。阐述了压榨制油机构的总体结构和工作原理, 设计了独特的 U 型隔板结构以实现压榨结束后自动复位, 确定了出油缝截面为倒漏斗下插板以减少压榨制油前的预榨或包饼工序。该液压压榨装置通过现场试验表明, 在保压压力 22 MPa、保压时间 35 min 时, 饼残油率为 11.33%、油样含杂率为 0.77%, 满足设计要求。该新式压榨制油机构的设计为液压榨油机的自动化提供了借鉴和基础。

关键词:压榨制油机构; 结构设计; U 型隔板; 液压榨油机

中图分类号: TS223; TQ643

文献标识码: A

文章编号: 1003-7969(2018)12-0152-04

Design and experiment of novel oil pressing mechanism

LIU Yinzi¹, RUAN Haijian², REN Jiajia², LI Shaohua¹, MU Rensheng²

(1. Chinese Academy of Agricultural Mechanization Sciences, Beijing 100083, China;

2. China Machinery Kangyuan Cereals and Oils Equipment (Beijing) Co., Ltd., Beijing 100083, China)

Abstract: At present, the domestic hydraulic oil press has disadvantages of low degree of automation and cumbersome to operate. A kind of oil pressing mechanism that could automatically reset after pressing was development. The overall structure and working principle of the oil pressing mechanism were described, unique U-shaped partition structure for automatic reset after pressing was designed, and the cross section of the oil outlet slot was confirmed as inverted funnel insert plate for reducing the pre-pressing or cake making process before pressing oil. The field experiment of the oil pressing mechanism was performed. The results showed that under the conditions of holding pressure 22 MPa and holding time 35 min, the residue oil rate of cake was 11.33%, and impurity rate of oil sample was 0.77%, which could meet the design requirement. The novel oil pressing mechanism provided reference and foundation for the design of automation of hydraulic oil press.

Key words: oil pressing mechanism; structural design; U-shaped partition; hydraulic oil press

压榨制油是通过机械作用将植物细胞破碎, 使油脂从油料中分离出来, 属于传统制油方法。用于压榨制油的核心机械设备有两种形式: 螺旋榨油机与液压榨油机。螺旋榨油机具有结构简单、投资较少的特点, 但存在油中热敏性物质损失严重及压榨核桃、芝麻等高含油油料出现“打滑”等问题。目前使用的液压榨油机具有结构简单、压榨饼品质好、容

易操作等特点, 但是传统液压榨油机榨油中需间断停机、手工操作, 工作效率低、操作烦杂, 劳动强度大、费力费时^[1]。此外, 卧式液压榨油机使用中还存在需包饼或预榨、卸饼困难、油路长、出油率低等问题^[2]。近年来, 有学者围绕液压榨油机开展了一些研究, 如王刚^[3]通过拉杆与顶、底板的精密配合和顶、底板增加加强筋提高了卧式榨油机的承压能力, 提高了出油率。秦代信^[4]利用单片机 PC 与集成控制阀解决了人工补压的问题, 实现了及时补压, 压力均匀, 出油率提高。赵玉曙^[5]采用伸缩式榨圈和双面导油隔板的配合解决了卧式液压榨油机压榨中需要包饼、掉渣和出油速度慢的问题, 通过榨筒周围的滑动防护罩保证了榨出的油不被二次污染, 提高了出油的品质。

收稿日期: 2018-03-13; 修回日期: 2018-07-26

基金项目: “十三五”国家重点研发计划(2016YFD0400305-1)

作者简介: 刘印志(1990), 男, 硕士研究生, 研究方向为油脂工艺及设备开发(E-mail)895757692@qq.com。

通信作者: 牟仁生, 研究员(E-mail)853513792@qq.com。

樊祜运^[6]在榨筒出料口端上方设计了一垂直运动的油缸控制出料口的开合,配合压榨油缸使用,可实现卸饼的自动化,解决了卸饼劳动量大的问题。

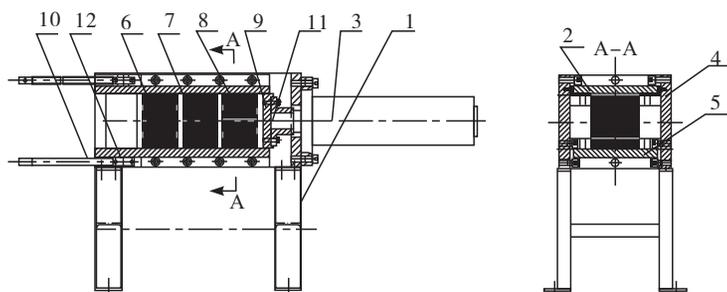
基于上述学者研究基础,本文借鉴传统压榨制油设备工作原理以及实际工程经验^[7],设计了新式压榨制油机构,以饼粕残油率和油样含杂率为考核指标,对新式压榨制油机构进行研究,为实际生产及液

压榨油机自动化提供参考。

1 总体结构和工作原理

1.1 结构组成

本文研制液压榨油机压榨机构主要由 U 型隔板,上、下插板,框架,动力系统部分组成。压榨制油机构的总体结构如图 1 所示。主要技术参数如表 1 所示。



注:1. 机架;2. 上插板;3. 液压缸;4. 框架;5. 下插板;6. 1号 U 型隔板;7. 2号 U 型隔板;8. 3号 U 型隔板;9. 连接板;10. 螺杆;11. 连接法兰;12. 横拉撑。

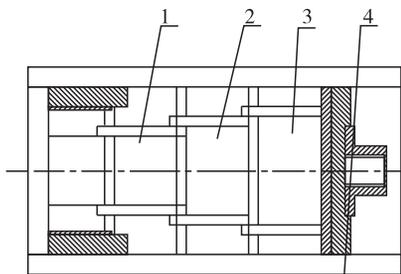
图 1 压榨制油机构的总体结构

表 1 压榨机构主要技术参数

项目	参数
每次处理量/kg	5~10
饼粕残油率/%	≤12
油样含杂率/%	≤1

1.2 工作原理

根据渗流模型的研究^[8],结合压榨制油理论^[9],本文研制的卧式液压压榨机构借助独特的机械结构来实现压榨、复位工作,工作原理如图 2 所示。



注:1. 1号 U 型隔板;2. 2号 U 型隔板;3. 3号 U 型隔板;4. 框架。

图 2 工作原理图

由图 2 可知,压榨结构主要由 3 个大小不等、相互衔接的 U 型隔板组成,3 号 U 型隔板上依靠导向块可在 2 号 U 型隔板上的导向槽内沿轴向(即压榨活塞的运动方向)做往复运动,同时 U 型隔板上的支撑板在框架内壁上的导向槽内同向运动,实现对榨腔(即由两个 U 型隔板形成)内油料的压榨、复位等操作。该机构既保证了压榨制油、复位卸饼操作的自动实现,又结构简单、便于维护。

2 主要部件设计

2.1 U 型隔板的设计

现有各种液压榨油机的压榨机构,榨腔内部或者不分层,或者是简单用圆形钢板把油料等分为几份,这种传统压榨机构虽能实现较高的出油率,但是存在给料需要包饼或预榨、压榨后难以自动复位等问题^[10]。为解决这些问题,分析研究了外部导向复位压榨机构,即 U 型隔板组合。

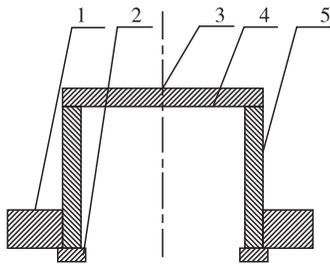
外部导向复位压榨机构,即 U 型隔板组合,主要由 3 个大小相互衔接的 U 型隔板组成。导向槽分布于 U 型隔板左、右侧的中部,支撑板紧靠支撑槽且可沿框架的支撑槽运动,保证压榨制油中 U 型隔板不变形,支撑板的厚度和导向槽的长度与压缩比有关,导向槽的长度越长且支撑板越薄,压缩比越大,越利于出油,但是支撑板太薄难以支撑 U 型隔板压榨中不变形,结合生产实际及芝麻、花生仁等常见油料的实际压缩比参考值(见表 2),取每个 U 型隔板形成的榨腔厚度为 100 mm,支撑板厚度为 20 mm,理论压缩比可达到 5,大于等于芝麻、花生仁等高含油物料的实际压缩比。

表 2 常见油料实际压缩比参考值^[11]

油料	压缩比参考值
芝麻	5.0
葵花籽仁	4.8
花生仁	4.1
油菜籽	3.2
大豆	3.2

对于3节U型隔板组成的压榨机构,可以看作是3个小的压榨机构,前一个U型隔板的底部轴向应力作为后一个U型隔板的端部轴向应力,为保证每节压榨机构的出油效果最好,液压缸推动方向应该由大的一节U型隔板推向小的一节U型隔板。这是由于当油料高度为定值时,轴向应力的损耗随半径的增大而减少^[12]。

U型隔板是压榨机构的关键部件,主要由隔板、侧板、支撑板、导向块、滤网等组成,如图3所示。



注:1. 支撑板;2. 导向块;3. 隔板;4. 滤网;5. 侧板。

图3 U型隔板

对于传统的液压榨油机,料层厚度相对于径向半径较大,径向出油阻力小于轴向出油阻力且在结构上其端部无出油孔,因此其出油方式主要是沿径向流动,最后由榨腔轴向出油槽流出。

本文设计的压榨机构通过U型隔板将油料分为多层,料层较薄且U型隔板端部有流油槽,径向出油阻力大于轴向出油阻力,且U型隔板与上插板所形成的榨腔壁上无出油孔,在下插板均布有出油槽,U型隔板侧壁上开有出油孔,因此部分油脂将沿着轴向运动到达隔板,最后沿隔板油道向下流出。

结合轴向出油模型,可知榨腔的半径或者是矩形榨腔的长宽对出油速率、出油量无影响,即当油料层足够薄且隔板开有出油槽的情况下(保持轴向出油畅通),即使上插板无出油孔也不会影响出油速率(榨油周期不会变长)和出油总量(单机生产能力不会降低),因此经济效益不会降低。

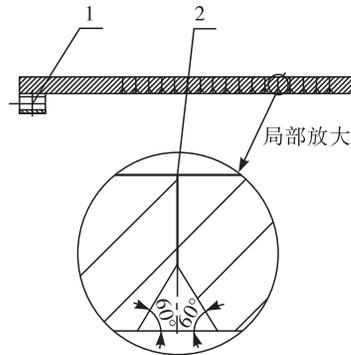
侧板上开有出油孔,出油孔只开在靠近隔板的一端,这是由于在开始压榨阶段,油料只发生形状的改变,并不会液态油脂流出。由于孔深度比较大且孔径比较小,压榨制油过程中不会有油料被挤出。

隔板上开有V型槽,正、反面上的V型槽错位分布,可保证隔板挤压中不变形。V型槽的大小应能满足轴向流出的油在此不集聚,且V型的开口不宜过大,过大易造成油料进入,形成堵塞。V型槽上覆盖有滤网,一方面可以防止压榨中油料进入V型槽,造成堵塞,影响出油效果,另一方面可以对压榨得到的毛油起到初步过滤的作用,减少油样中杂质

的含量,减少后续操作工艺。

2.2 上、下插板的设计

上、下插板与U型隔板共同组成密闭的榨腔,是压榨机构的重要组成部分。下插板不仅是密闭榨腔的组成部分,而且是出油机构,主要由下插板主体、螺纹块、螺纹杆等组成,如图4所示。



注:1. 螺纹块;2. 排油缝隙。

图4 下插板

传统液压榨油机压榨机构出油孔隙较浅,为防止油料在压榨中漏料,多采取包饼或预榨工序。文中通过加深出油缝隙深度,借鉴过滤分离机械的滤饼过滤原理,在压榨初始阶段,油料会有部分进入或在缝隙上形成“搭桥”,形成一层类似传统压榨机构中“布袋”或“稻草”的结构,起到既能保证液体油脂流出,又不会出现漏料的现象。出油缝隙的方向选择为与液压缸运动方向垂直,这样利于油料在缝隙的浅层形成“搭桥”,而不出现“漏料”。根据不同油料的不同物质特性,设计了宽度为0.5 mm的缝隙。每条出油缝隙的截面呈倒漏斗形,这样既可以保证出油缝隙深浅合适,即保证压榨中液体油脂在缝隙中流动阻力较小,又可保证压榨时下插板受侧向压力不变形。

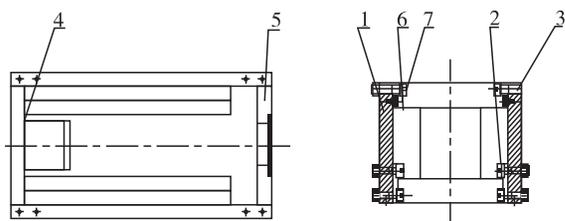
压榨结束后,侧向应力导致榨饼与下插板之间摩擦力较大,难以直接手动推开下插板,因此设计了螺杆传动机构,可轻易推开下插板,完成卸饼。同时,螺杆机构还可以阻止压榨中因油料与下插板的摩擦力而带动下插板同时沿轴向运动。

2.3 框架结构的设计

框架结构是压榨机构的承压部分,主要由前、后侧板,左侧板焊接,液压缸固定板,撑条及L型板组成,如图5所示。

压榨中,为保证压榨制油效果,最后一节U型隔板底部的轴向应力应足够大,同时,侧向应力会通过U型隔板的支撑板传递到框架结构,因此整个框架机构需要有较大的承压能力。这就要求前、后侧板,左侧板焊接及液压缸固定板间需通过焊接固定,

组成闭合框架结构。



注:1.后侧板;2.撑条(一);3.前侧板;4.左侧板焊接;5.液压缸固定板;6.L型板;7.撑条(二)。

图5 框架结构

固定于前后侧板上的撑条主要用于上下插板的限位及支撑,厚度过小则难以承受榨腔内产生的侧向应力,导致上、下插板变形甚至破坏整个压榨机构;厚度过大则会增大与上下插板间的摩擦力,甚至造成压榨结束后,上下插板难以滑动打开。参考立式液压榨油机的设计,设计的撑条厚度为25 mm。

L型板用于遮挡U型隔板与榨膛间所形成的孔隙。这样能避免油料不落入空隙内而阻碍U型隔板顺利伸缩压榨,同时提高整个压榨机构的美感。

3 压榨制油试验

压榨时间、保压压力是影响饼残油率及油样含杂率的重要工艺参数。结合液压压榨制油实际经验,以保压时间35 min、保压压力22 MPa为压榨工艺参数,用本文设计的液压压榨装置对由滕州市鑫溢食品加工有限公司提供的山东临沂系列品种的花生(含油率为45.2%)进行试验。

文中设计的压榨机构分3个榨腔,每个榨腔由于内径等的不同可能会出现残油率不一致,为综合衡量整个压榨机构榨油中的饼残油率,取样中要保证每个榨腔分别取样,然后混合均匀。饼残油率按照GB/T 5512—2008进行测定,油样含杂率按照GB/T 5529—1985进行测定。每组试验重复3次,取平均值,结果如表3所示。

表3 压榨制油试验结果 %

试验号	饼残油率	油样含杂率
1	11.46	0.75
2	11.13	0.74
3	11.39	0.83
平均值	11.33	0.77

由表3可知,饼残油率和油样含杂率的平均值

分别为11.33%和0.77%,实际生产中可以满足生产要求。

4 结论

研制的液压压榨制油机构与目前市场上的液压榨油机比较,实现了压榨后自动复位、无需包饼或预榨等操作,操作简单、单机效率高、性能稳定可靠。压榨制油试验表明,通过本文设计的压榨制油机构在保压时间35 min、保压压力22 MPa条件下得到饼残油率11.33%、油样含杂率0.77%,达到了设计要求。由于本文设计的压榨制油机构可实现压榨后自动复位,为自动液压榨油机的设计奠定了基础,为液压榨油机提供了大型化、自动化、现代化的发展方向。

参考文献:

- [1] 邢朝宏. 油茶籽干燥、储藏及压榨制油工艺研究[D]. 江苏 无锡: 江南大学, 2012.
- [2] 王致凯. 我国农用榨油机械发展概况[J]. 中国油脂, 1992, 17(增刊): 96-103.
- [3] 王刚. 一种拉杆和顶、底板精密配合的卧式榨油机: CN203805348U [P]. 2014-09-03.
- [4] 秦代信. 一种全自动卧式液压榨油机: CN103817969A [P]. 2014-05-28.
- [5] 赵玉曙. 一种新型卧式全封闭液压榨油机: CN205467490U [P]. 2016-08-17.
- [6] 樊祐运. 一种卧式立体榨油机: CN204036895U [P]. 2014-12-24.
- [7] 李诗龙, 张永林, 杨银初. SZX12×2型双螺杆榨油机的研制[J]. 中国油脂, 2010, 35(12): 52-56.
- [8] 刘汝宽, 柯佳见, 肖志红, 等. 油料冷态预榨过程的油脂径向渗流模型及验证[J]. 农业工程学报, 2016, 32(19): 274-279.
- [9] GUYOMARD P. Study of the use of a twin screw extruder in preessing-extrusion of oleagineous seeds [D]. France Compiègne: Universite Technologique de Compiègne, 1994.
- [10] 郑晓. 油料压榨理论与试验研究[D]. 武汉: 武汉理工大学, 2005.
- [11] 倪培德. 压榨法取油及有关理论问题[J]. 油脂科技, 1982, 7(1): 27-42.
- [12] 刘汝宽, 杨星星, 肖志红, 等. 蓖麻籽冷态压榨制油过程中油料散体固相力学模型及其参数求解[J]. 中南林业科技大学学报, 2016, 36(5): 133-137.