

油脂抗氧化灌装机设计

王小芳, 李昭, 孙建明, 谢颖佳
(河南科技大学, 洛阳 471023)

摘要: **目的** 阻隔油脂在灌装过程中与氧气的接触, 使封口后的容器瓶内氧含量尽量少, 实现延长油脂货架期的目的。**方法** 在对油脂抗氧化存储技术现状进行分析比较的基础上, 通过抗氧化灌装工艺设计、结构优化设计等实现油脂在灌装-转运-封塞工位的抗氧化保护。**结果** 文中设计的油脂抗氧化工艺可实现油脂在灌装、转运及封塞整个过程中除氧/阻氧保护, 避免了传统工艺中只进行单一工位抗氧化保护不足的缺点, 同时文中重点对灌装阀结构、转运保护机构结构及封塞机构结构进行了设计, 以保证新型油脂抗氧化工艺的顺利实施。**结论** 文中所设计的油脂抗氧化灌装机抗氧化保护效果全面, 实用性高, 具有较大的推广价值。

关键词: 油脂; 抗氧化; 灌装机

中图分类号: TB486 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2017)11-0134-04

Design of Antioxidative Oil Filling Machine

WANG Xiao-fang, LI Zhao, SUN Jian-ming, XIE Ying-jia
(Henan University of Science and Technology, Luoyang 471023, China)

ABSTRACT: The work aims to prevent oil from contacting with oxygen during filling process and minimize the oxygen in container after sealing, so as to prolong the shelf life of oil. Based on the analytical comparison of the present situation of the oil antioxidation storage technology, the oil antioxidation protection in filling-transfer-sealing station was achieved through the antioxidative filling process design and structural optimization design. Oil antioxidation technology designed in this paper could realize the deoxygenizing/oxygen-barrier protection in filling, transferring and sealing process, to avoid the shortcomings of single station antioxidation protection in the traditional process. To ensure the smooth implementation of this new antioxidative oil filling technology, the structural design of filling valve, transferring protection mechanism and sealing mechanism was emphasized in the paper. The antioxidation protection effect of antioxidative oil filling machine designed in this paper is comprehensive and practical, and has great promotion value.

KEY WORDS: oil; antioxidation; filling machine

油脂作为人类的主要营养物质及食物之一, 也是一种重要的工业原料^[1-3], 但油脂极易发生氧化, 发生氧化反应后的油脂脂肪酸含量降低, 其他营养素如胡萝卜素、维生素和生育酚等也遭到破坏, 从而降低油脂的营养价值。同时, 油脂氧化会生成不稳定的过氧化物, 容易分解形成多种化合物, 其中一些在浓度超标时会对人体产生一定的危害, 因此, 油脂的抗氧化保护就显得尤为重要, 文中主要针对油脂在灌装过程中的抗氧化保护进行研究。

1 现状分析

目前生产中常用的油脂抗氧化保护方法主要有

低温储油、真空储油、化学储油及充氮储油 4 种^[4-8]。

1) 低温储油。油脂在储藏过程中温度每升高 10 °C, 油脂氧化速度会增加 1 倍, 低温储油是指将油脂储存于低温环境以实现减缓油脂氧化速度的技术手段, 此方法不能从根本上解决油脂氧化的问题, 同时低温储油成本相对较大。

2) 真空储油。真空储油是指在真空环境下保存油脂, 理论上可使油脂得到最大程度的抗氧化保护效果, 但单纯使用此方法在油脂灌装过程中技术要求较高同时投资较大, 保护效果也受所能实现真空度水平的影响。

3) 化学储油。化学储油是指在油脂灌装过程中

收稿日期: 2017-01-04

基金项目: 河南省重大科技专项项目 (141100210300); 河南科技大学大学生科研训练计划 (2016077)

作者简介: 王小芳 (1981—), 女, 硕士, 河南科技大学讲师, 主要研究方向为印刷包装机械结构及优化仿真设计等。

添加油脂抗氧化剂,以达到油脂抗氧化目的。目前市场中流通的抗氧化剂有 BHT, PG, TBHQ, TDPA 等多种,但是其中大多数抗氧化剂没有经过严格的毒理学研究,使用剂量以及自身性能对人体食用存在一定的安全隐患。

4) 充氮储油。充氮储油方法是指用氮气置换瓶内空气,利用阻隔介质隔绝空气与油脂接触以实现油脂抗氧化保护的目的。充氮储油是目前应用比较广泛的物理油脂抗氧化保护技术,如莱阳鲁花花生油有限公司采用“抽气-充氮-补充氮”的方法储藏葵花籽油,使充氮油罐内的油脂氧化速度仅为常规储藏的 1/3,效果明显。不过,虽然氮气置换空气的方法在灌装过程中得以应用,但是在灌装完成至封盖过程中没有进行相关防护,容易引起氧气二次污染。

综上所述,当前油脂抗氧化保护方法多以单一工艺为主且只考虑单个工位的保护,不能实现油脂由灌装到封盖整个流程的抗氧化保护。文中针对这一现状,设计一个相对隔氧的灌装-封塞环境,使油脂在灌装过程中尽可能阻隔氧气的进入,以延长油脂的货架期。文中以 750 mL 玻璃瓶装油为研究对象,不限制油脂品种。

2 工艺设计

为防止氧气侵入包装容器内,主要应完成 3 个工位的除氧/阻氧保护:灌装工位、转运工位、封塞工位,其工艺流程见图 1。

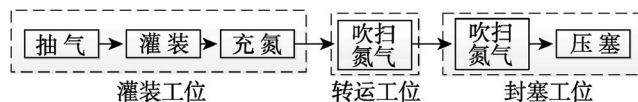


图 1 抗氧化灌装工艺流程

Fig.1 The process flow of antioxidant filling

该工艺采用旋转型灌装机^[9-11],灌装瓶被运送至灌装工位后,首先抽真空,除去瓶中空气;在油脂灌装过程中,采用灌装瓶升降,灌装阀高度不变来实现油脂的灌装;同时,为避免灌装瓶脱离灌装阀后外界空气渗入,灌装结束后对灌装瓶顶隙部分充氮,充填顶隙负压空间并形成隔离保护层;充氮工艺完成后,灌装瓶被运送至转运工位。转运工位主要通过氮气吹扫形成氮气幕,以此形成一个相对密闭空间,防止灌装瓶在转运过程中由于顶隙氮气的流出而导致外界空气的进入。转运工位应与灌装工位以及封塞工位无缝连接,保证阻氧过程连续。转运工位形成了一个与外界相对隔绝的环境,灌装瓶瓶口在转运过程中沿转运工位中央部移动,远离与外界空气交换率较高的边界处,保证隔绝效果,并且应保证氮气具有一定的流通性。封塞工位完成压塞,在压塞过程中同样使用氮气吹扫。压塞完成后可认为油脂抗氧化灌装工艺完成,后续可再进行旋封。

3 灌装结构设计

为实现抗氧化灌装工艺,需要对相应的灌装结构进行改进^[12-15],文中设计的抗氧化灌装结构主要包括 3 部分:灌装阀设计、转位保护机构设计、封塞机构设计,其整体结构见图 2。

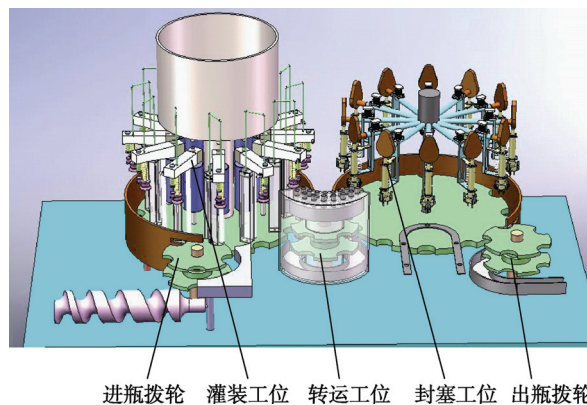


图 2 整体结构

Fig.2 Schematic diagram of the overall structure

待灌装瓶由进瓶拨轮进入灌装工位,完成抽真空—灌装—充氮流程,紧接着灌装瓶被运送至转运工位,经过氮气保护机构转运至封塞工位,封塞工位也设计有氮气保护机构(图 2 中未表示),完成压塞后的灌装瓶由出瓶拨轮送入下一工位。

3.1 灌装阀设计

油脂经储液箱由灌装阀分配完成灌装,作为灌装机最主要的结构,灌装阀主要包括气路部分和液路部分,其结构见图 3。

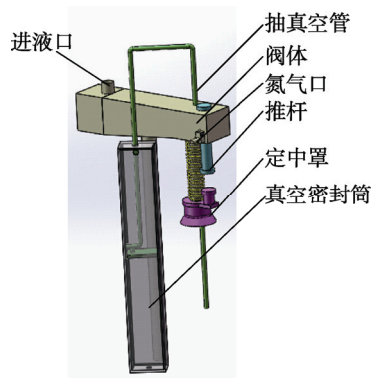


图 3 灌装阀结构

Fig.3 Schematic diagram of filling valve structure

3.1.1 气路设计

1) 抽真空气路。抽真空装置结构见图 4,灌装开始前,活塞位于密封筒 3 顶部。当抽真空工艺开始后,孔 3 抽气,孔 1 进气,活塞带动真空管向下移动,直到活塞与密封筒底部接触,此时真空管管口与孔 2 接通,同时灌装头内真空管也随之下降至灌装瓶底部,孔 2 连接气泵开始工作完成抽真空。抽真空结束

后,孔3进气,孔1抽气,活塞及真空管上升,当上升至密封筒顶部时,灌装头内的抽真空管也上升至初始位置,完成一个工作循环。

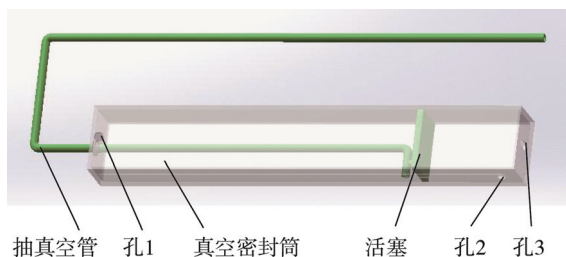


图4 抽真空装置

Fig.4 Schematic diagram of vacuum pumping unit

2) 充氮气路。灌装阀内设计有2条气路,一条气路用于对灌装瓶进行抽真空,另一条气路对已完成灌装的灌装瓶充氮,其结构见图5。氮气气路与抽真空气路均位于灌装头内,氮气气路与外部供氮装置相连,通过气阀来控制氮气通路的启闭。

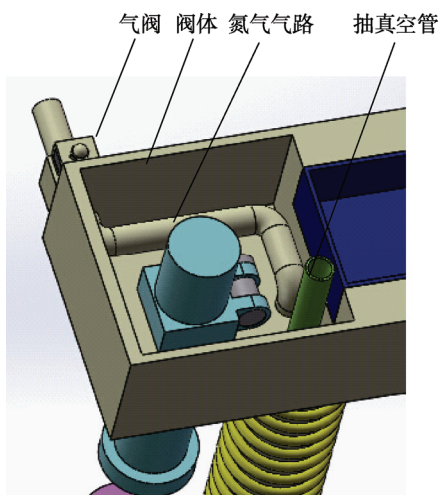


图5 充氮气路

Fig.5 Schematic diagram of nitrogen filling path

3.1.2 液路设计

液路设计见图6,进液口通过胶管连通储液箱,首先定量与进液口相连完成进液,当灌装瓶送至灌装工位后,在托瓶台(图6中未表示)以及定中罩的作用下,灌装瓶上升与密封圈接触,托瓶台带动灌装瓶继续上升,当定中罩左侧凸台与推杆接触时,灌装瓶完成密封。此时抽真空管下降对灌装瓶抽真空,抽真空完成后抽真空管上升,托瓶台带动灌装瓶二次上升,定中罩带动推杆上升,由于连杆的作用,推杆上升的过程中会带动灌装启闭滑块向右运动,滑块运动至和挡板接触并压缩弹簧,此时进液口被切断,灌装通路被打开,已定量好的油脂在灌装瓶真空吸力和柱塞推杆的双重作用下流入灌装瓶完成灌装。灌装完成后,灌装瓶随托瓶台下降,压缩弹簧释放,使推杆和定中罩下降,带动灌装启闭滑块向左运动,共同恢复

至灌装前状态。进液完成后进行充氮,完成最终灌装。

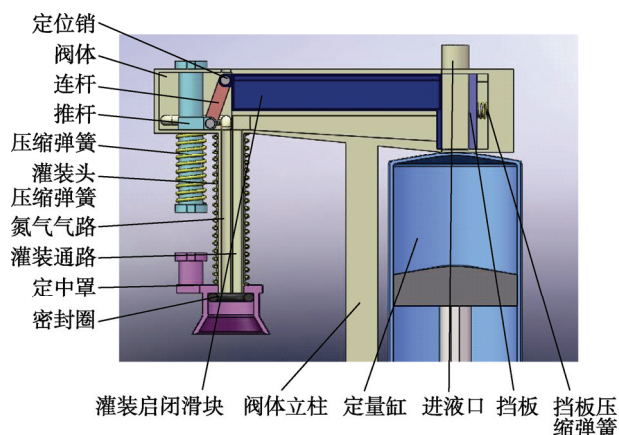


图6 液路示意

Fig.6 Schematic diagram of liquid path

3.2 转位保护机构设计

转运工位设计成弧形,便于连接灌装工位及封塞工位,其结构见图7。进气孔连接外部供氮装置,将氮气送入气幕室形成气幕,继而整个氮气保护装置充满氮气,形成隔离氧气空间。当灌装瓶完成灌装后,随转运拨瓶轮通过氮气保护装置,在轨道和定位挡板的三重定位下,灌装瓶被送至下一工位。

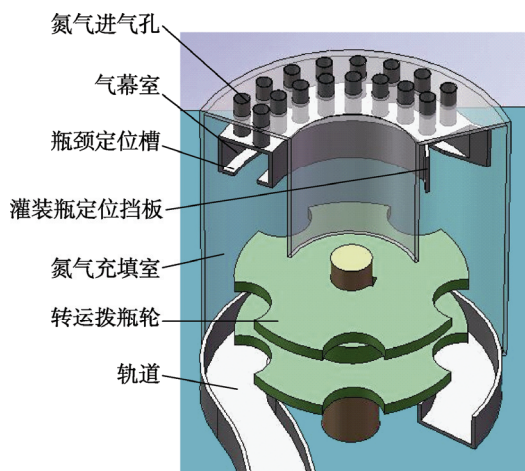


图7 氮气保护装置

Fig.7 Schematic diagram of nitrogen protection device

3.3 封塞机构设计

封塞工位主要完成灌装瓶的压塞,分取塞和压塞2个工艺,其结构见图8。取塞和封塞的运动基本一致,电机控制凸轮转动,封塞升降杆向下运动,同时弹簧被压缩,夹塞爪下降完成取塞工艺后,凸轮回程,压缩弹簧释放弹力,夹塞爪带动木塞上升,准备进行压塞工艺。压塞时,夹塞爪持续下降过程中木塞会将夹爪撑开,当夹塞爪下降至木塞与灌装瓶接触时,木塞靠夹塞爪内定位槽的压力被压入瓶口,完成封塞,夹塞爪结构见图9。

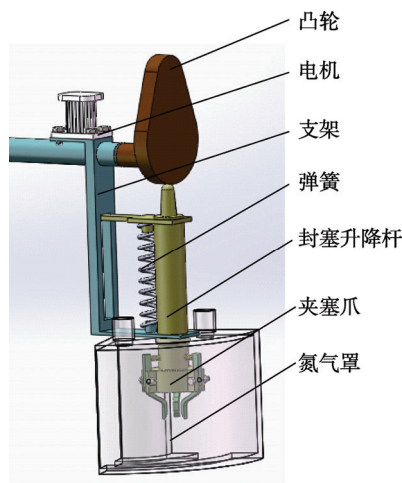


图8 封塞升降机构

Fig.8 Schematic diagram of plug lifting mechanism

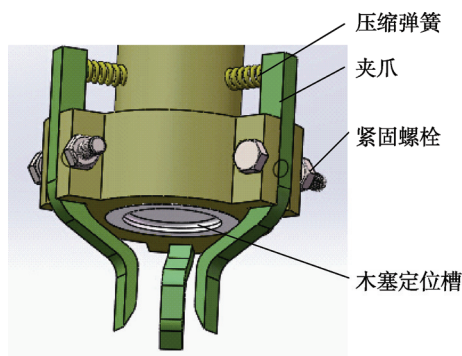


图9 夹塞爪结构

Fig.9 Schematic diagram of the clamping jaw structure

4 结语

目前针对油脂抗氧化保护的研究多集中在添加天然抗氧化剂方面,对采用物理工艺除氧方面的研究发展缓慢,而天然抗氧化剂本身对人体有益,这种以牺牲天然抗氧化剂来起到保护油脂目的的工艺存在很大的缺陷。随着人们认识的不断深入,物理工艺除氧将会是以后油脂抗氧化研究的发展方向。文中在现有油脂抗氧化灌装方法的基础上设计了一种新型的油脂抗氧化灌装工艺,将灌装开始直至封塞定义为抗氧化保护过程,实现了对整个过程的抗氧化保护,并设计出相关执行结构。以油脂抗氧化保护为目的,所设计的油脂抗氧化灌装机及工艺对油脂抗氧化设备的发展具有一定的意义。

参考文献

- [1] 左青. 油脂包装工艺和设备探讨[J]. 中国油脂, 2014, 39(11): 94—97.
- ZUO Qing. Discussion on Packaging Technology and Equipment of Oils[J]. China Oils and Fats, 2014, 39(11): 94—97.
- [2] 徐芳, 卢立新. 油脂氧化机理及含油脂食品抗氧化包装研究进展[J]. 包装工程, 2008, 29(6): 23—26.
- XU Fang, LU Li-xin. Research Progress on the Oil An-

- ti-oxidation Mechanism and Anti-oxidation Packaging of Fatty Food[J]. Packaging Engineering, 2008, 29(6): 23—26.
- [3] GÓMEZ-ESTACA J, LÓPEZ-DE-DICASTILLO C, HERNÁNDEZ-MUÑOZ P, et al. Advances in Anti-oxidant Active Food Packaging[J]. Trends in Food Science and Technology, 2014, 35(1): 42—51.
- [4] OUZHAN Y P. Combine Effects of Essential Oils and Packaging on Smoked Rainbow Trout Stored 4 °C[J]. Packaging Technology and Science, 2015, 28(12): 987—997.
- [5] 胡智佑, 陆峰, 库勇, 等. 植物油脂充氮气调储藏试验研究[J]. 中国油脂, 2012, 37(10): 81—83.
- HU Zhi-you, LU Feng, KU Yong, et al. Storage Technology of Vegetable Oils with N₂[J]. China Oils and Fats, 2012, 37(10): 81—83.
- [6] MEXIS S F, RIGANAKOS K A, KONTOMINAS M G. Effect of Irradiation, Active and Modified Atmosphere Packaging, Container Oxygen Barrier and Storage Conditions on the Physicochemical and Sensory Properties of Raw Unpeeled Almond Kernels (*Prunus Dulcis*)[J]. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2011, 91(4): 634—649.
- [7] 李世科, 李春阳, 曾晓雄. 复合抗氧化剂对油茶籽油的氧化稳定性研究[J]. 中国粮油学报, 2016, 31(2): 81—86.
- LI Shi-ke, LI Chun-yang, ZENG Xiao-xiong. Lipid Oxidative-Controlling Effects of Mutiple Antioxidants on Camellia Oleifera Seed Oil[J]. Journal of the Chinese Cereals and Oils Association, 2016, 31(2): 81—86.
- [8] 郑素霞, 吴龙奇. 菜籽油无氧包装研究[J]. 食品与机械, 2013(1): 177—179.
- ZHENG Su-xia, WU Long-qi. Study on Oxygen-free Packaging for Rapeseed Oil[J]. Food and Machinery, 2013(1): 177—179.
- [9] 吕帅, 张裕中. 高粘稠物料在灌装阀体内的流动状态分析[J]. 包装工程, 2012, 33(15): 10—15.
- LYU Shuai, ZHANG Yu-zhong. CFD Analysis of High Viscous Material in Filling Piston[J]. Packaging Engineering, 2012, 33(15): 10—15.
- [10] 张晶. 食用油灌装机械的发展和现状[J]. 农业机械, 2013, 20(9): 63—66.
- ZHANG Jing. Development and Present Situation of Edible Oil Filling Machine[J]. Farm Machinery, 2013, 20(9): 63—66.
- [11] RAHAMAN M F, BARI S, VEALE D. Flow Investigation of the Product Fill Valve of Filling Machine for Packaging Liquid Products[J]. Journal of Food Engineering, 2008, 85(2): 252—258.
- [12] 孙智慧, 晏祖根. 包装机械概论[M]. 北京: 印刷工业出版社, 2012.
- SUN Zhi-hui, YAN Zu-gen. Introduction of Packaging Machinery[M]. Beijing: Printing Industry Press, 2012.
- [13] 李连进. 包装机械选型设计手册[M]. 北京: 化学工业出版社, 2013.
- LI Lian-jin. Packaging Machinery Selection and Design Manual[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2013.
- [14] BARI S, VEALE D. Improvement of BIB Packaging Product Filling Valve CIP Performance and Efficiency[J]. Food and Bioproducts Processing Transactions of the Institution of Chemical Engineers, Part C, 2012, 90(4): 849—857.
- [15] 孙建明, 李昭, 吴龙奇. 抗氧化包装之无氧包装设计研究[J]. 包装工程, 2014, 35(9): 41—46.
- SUN Jian-ming, LI Zhao, WU Long-qi. Study on No-oxygen Packaging Design of Antioxidant Packaging[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(9): 41—46.