

## 应用实践

## 植物油循环充氮工艺研究

胡前,曾轶

(国粮武汉科学研究设计院有限公司,武汉 430079)

**摘要:**油脂的氧化酸败速度与溶于油脂中的氧量有关,油脂的吸氧量可达其体积的15%~150%或质量的0.02%~0.2%,利用溶气泵的高强度气液混合特性,将99.99%的氮气在氮气压力0.05~0.15 MPa、流量5.0~150.0 L/min条件下,与植物油进行充分循环混合12~24 h,强行替换、排出油脂中吸收的氧气,以提高植物油的储存稳定性,并有效防止PET包装瓶的瘪瓶现象。

**关键词:**植物油;氧化酸败;氮气;循环充氮;溶气泵

中图分类号:TS225.1;TS205

文献标识码:B

文章编号:1003-7969(2018)01-0155-03

## Cyclic nitrogen - filling process for vegetable oil

HU Qian, ZENG Yi

(China Grain Wuhan Scientific Research &amp; Design Institute Co., Ltd., Wuhan 430079, China)

**Abstract:** The oxygen dissolved amount in oil associated with oxidative rancidity speed of oil, and oxygen absorbed by oil could reach 15% - 150% of its volume or 0.02% - 0.2% of its mass. Using the high strength characteristics of gas - liquid mixed pump 99.99% of nitrogen gas under the conditions of pressure 0.05 - 0.15 MPa and flow rate 5.0 - 150.0 L/min were fully mixed with vegetable oil for 12 - 24 h, forcing the replacement and dischargement of oxygen absorption in oil, in order to improve the storage stability of vegetable oil, and effectively prevent the phenomenon of flat bottle of PET bottles.

**Key words:** vegetable oil; oxidative rancidity; nitrogen; cycle nitrogen - filling; gas - liquid mixed pump

我国是世界上人口最多和油脂消费量最大的国家,对食用植物油有着强烈的刚性需求。国家粮油信息中心数据显示,2015年我国食用植物油的消费量为3 295万t。市场上必须存放一定数量的食用植物油以保证正常供应周转,延长包装食用植物油的贮存时间,防止油脂氧化酸败是各油脂生产企业的重要目标。油脂的氧化速度与溶于油脂中的氧量有关,利用氮气置换储油瓶(罐)内空间的氧,可以提高油脂的储存稳定性<sup>[1]</sup>。

### 1 油脂氧化酸败

油脂在氧作用下的劣变被称为氧化酸败,其起始步骤是氧加在一个脂肪酸链的双键上或靠近双键的部位,形成不稳定化合物,即通常所说的过氧化物。油脂氧化主要包括自动氧化、光氧化(光氧合作用)和酶促氧化。油脂的自动氧化是一种自由基

链式反应,包括引发、传播和终止3个步骤。油脂氧化产生挥发性和非挥发性的化合物,导致油脂的风味和气味发生劣变,直到发生聚合和降解,油脂黏度增加。油脂的吸氧量可达其体积的15%~150%或质量的0.02%~0.2%<sup>[2]</sup>。在温度22~23℃时氧在大豆油中的溶解度较高(2.1 mL/100 mL),假如完全反应,溶解的氧足以使油脂的过氧化值达到18 meq/kg<sup>[3]</sup>。

### 2 充氮延缓油脂劣变的机理

油脂的氧化酸败速度与溶解于油脂中的氧含量及分压有关,还与密闭容器内空间的氧含量、空气所占比例和空气中氧的分压有关<sup>[4]</sup>。因此,降低油脂中的氧含量、容器内气体空间氧的分压,即可控制油脂氧化的程度。氮气作为一种惰性气体,性质稳定、容易制作,可以有效减少油脂与氧气的接触,从而延缓油脂的氧化酸败,提高油脂稳定性,延长油脂的保质期<sup>[5]</sup>。本工艺利用溶气泵的特性,在植物油灌装前通过溶气泵将油脂与99.99%的高纯度氮气进行充分循环混合一定的时间,强行替换、排出油脂中吸收的氧

收稿日期:2017-06-09;修回日期:2017-07-03

作者简介:胡前(1979),男,工程师,主要从事油脂科研、设计及安装调试工作(E-mail)55832024@qq.com。

气,同时充入油中的氮气也会慢慢溢出,并逐步替换油罐、包装瓶上部剩余空间的空气,使罐顶、包装瓶内空气中的氧分压、含量降低,从而抑制油脂氧化、提高油脂的稳定性、防止 PET 包装瓶的瘪瓶现象。

### 3 充氮工艺

#### 3.1 充氮工艺流程示意图

充氮工艺流程示意图如图 1 所示。

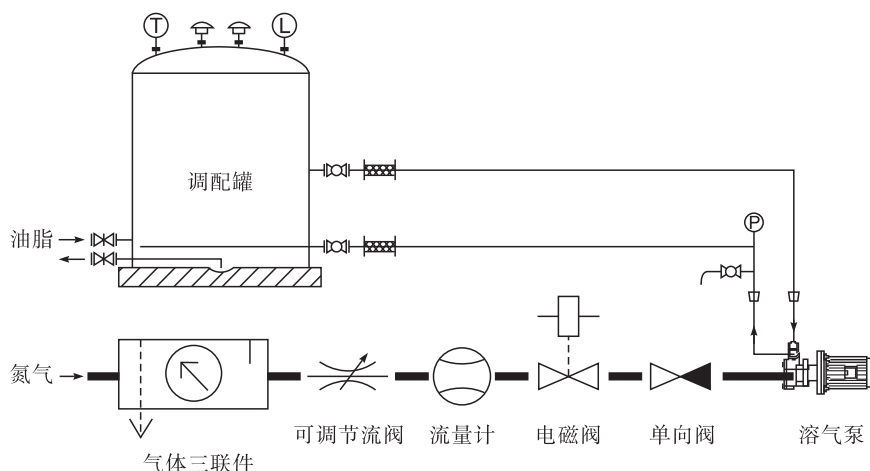


图 1 充氮工艺流程示意图

#### 3.2 工艺流程说明

##### 3.2.1 调配罐

调配罐为标准或非标的立式圆筒形钢制焊接储罐,容量 50、100、200、500 t 等皆可,设有呼吸阀、雷达液位计、测温计、人孔、透光孔等。底部进油、底部出油;在距底板 300~400 mm 高处设十字或米字形循环管(根据罐容量大小确定管径及分布数量),在管的斜 45° 方向上钻 5~8 mm 的孔,循环管的出口(溶气泵的进油口)在罐壁距罐底 1/3 处。

##### 3.2.2 溶气泵

溶气泵也叫气液混合泵,利用高速旋转的泵叶轮边吸植物油边吸氮气,并在泵内加压混合,产生的微细气泡直径为 20~30 μm,气体与液体充分溶解,溶解效率可达 80%~100%。溶气泵工作原理如图 2 所示。

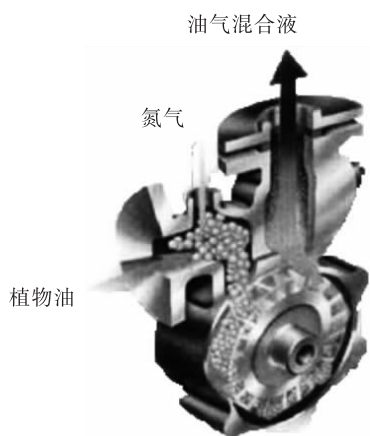


图 2 溶气泵工作原理

##### 3.2.3 操作说明

首先调配罐内送入植物油,到达所需液位后启动溶气泵;溶气泵启动运转后信号反馈给电磁阀,电磁阀打开,99.99% 的高纯度氮气通过气体三联件的过滤调压、流量调节后经进气接管进入溶气泵腔体;植物油从调配罐侧边出口被溶气泵进油口吸入,在泵腔体内被加压混合,通过泵出口、罐内循环管均匀排到调配罐内底部,空气、氮气被释放,穿透过油层到达罐顶气体空间,从呼吸阀中排出,如此反复循环将调配罐内的植物油进行循环充氮气,植物油中的氧逐渐被替换排出,同时调配罐的顶部剩余空间的空气也被氮气替换而排出。

##### 3.2.4 工艺参数

氮气压力:0.05~0.15 MPa;氮气流量:5.0~150.0 L/min;充氮时间:12~24 h;溶气泵流量:5.0~50.0 m<sup>3</sup>/h。

#### 3.3 工艺特点

目前工厂大多使用的充氮工艺主要有罐体氮封(包括单罐、多罐系统),在线灌装充氮(包括灌装前、灌装中、灌装后)两种。

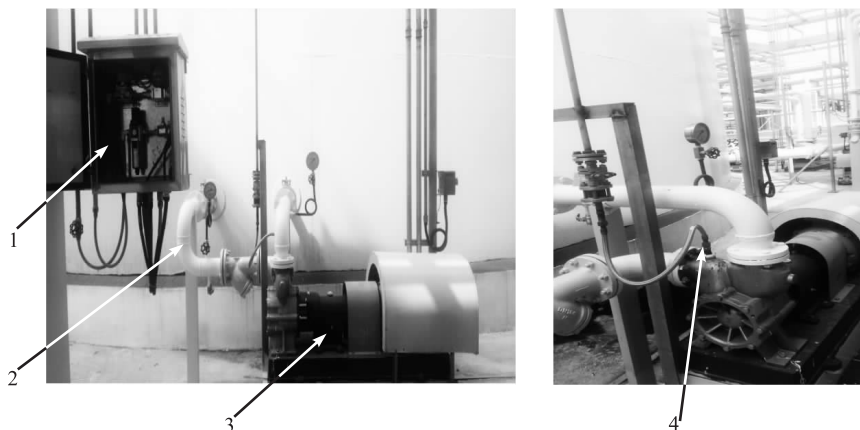
罐体氮封为油罐顶部充氮气,根据气压自动补充氮气,仅将罐体内的油与顶部的空气隔离,减少油脂与空气接触,起到延缓油脂氧化的作用。

在线灌装充氮(包括灌装前、灌装后)也是将 PET 油瓶内的空气或顶部的空气替换,起到隔绝接触,提高 PET 油瓶内的压力,减少瘪瓶现象的作用。灌装中在线充氮是在输油管道上充入一定量的氮气,接触时间短,混合效果不太理想,氮气与油品迅速分离,也主要起到隔绝接触,提高 PET 油瓶内的

压力,减少瘪瓶现象的作用。

图3为本工艺的现场使用情况。该工艺经过12~24 h溶气泵的高强度混合,既能将油中溶解的

氧气替换出去,又能因氮气饱和而逸出将油罐、PET油瓶顶部的空气排出,从内、外两方面减少油脂与氧气的接触,从而抑制油脂氧化,提高油脂的稳定性。



注: 1.计量控制系统; 2.溶气泵进出管道; 3.溶气泵; 4.氮气吸气管。

图3 现场使用照片

#### 4 结束语

罐体氮封工艺适合储备库等需要中长期储存毛油、四级油的情况;在线灌装充氮在一定程度上减少了氧含量、提高油脂稳定性,但在生产安全中存在一定的隐患,因为包装车间为洁净封闭区间,灌装前、灌装后充氮提高了洁净区内氮气的浓度、减少空气中的氧,不利于操作人员的身体健康。植物油循环充氮工艺安装投入不大、操作简单、效果明显,值得推广使用。

#### 参考文献:

(上接第154页)

#### 参考文献:

- [1] 程宏, 隗合贵, 李庆鹏, 等. 油脂充氮储藏技术的研究[J]. 食品科技, 2010, 35(3):161-163.
- [2] SHAHIDI F. 贝雷:油脂化学与工艺学[M]. 王兴国, 金青哲, 译. 6版. 北京:中国轻工业出版社, 2016.
- [3] 黄秀娟. 食用植物油的储存及品质变化[J]. 四川粮油科技, 2001(2):52-53.
- [4] 邹小雨, 宋鹏, 李万振, 等. 大豆油充氮储藏技术的研究[J]. 食品工业科技, 2012, 33(24):366-368.
- [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.
- [6] 周晔, 裴东. 核桃油品质及贮藏稳定性的影响因素探讨[J]. 中国油脂, 2016, 41(1):60-63.
- [7] 韩淑琴, 杜玉兰, 李志锐. 天然抗氧化剂在食用油中的应用与研究[J]. 保鲜与加工, 2016, 16(3):71-74.
- [8] BODOIRA R M, PENCI M C, RIBOTTA P D, et al. Chia (*Salvia hispanica* L.) oil stability: study of the effect of natural antioxidants[J]. LWT - Food Sci Technol, 2017, 75:107-113.
- [9] 梁云. 几种天然抗氧化剂抗氧化性能比较研究[D]. 江苏 无锡:江南大学, 2008.
- [10] HARMAN D. Aging: a theory based on free radical and radiation chemistry[J]. J Gerontol, 1956, 11(3):298-300.
- [11] 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.
- [12] 孙建明, 李昭. 抗氧化包装设备中除氧系统设计研究[J]. 包装工程, 2014, 35(7):6-10.
- [13] 潘松年. 包装工艺学[M]. 北京:印刷工业出版社, 2013:200-208.
- [14] 孙智慧, 晏祖根. 包装机械概论[M]. 北京:印刷工业出版社, 2012:42-92.
- [15] 郑素霞, 吴龙奇. 菜籽油无氧包装研究[J]. 食品与机械, 2013, 29(1):177-179.