

旋盖机旋盖失效分析

郑涛, 康利梅, 梁萍

(贵州大学, 贵阳 550003)

摘要: 通过对回转式旋盖机结构及螺纹旋合式包装容器封口机理的分析, 总结出了旋盖机旋盖失效的表现形式, 并结合试验找到了导致回转式旋盖机产生旋盖失效的原因。提出了具有一定柔性适应能力且带有反馈能力的解决方案, 从而使旋盖机旋盖失效率大大降低。

关键词: 旋盖机; 旋盖失效; 失效分析; 旋盖头; 螺纹封口

中图分类号: TB486 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2011)19-0008-03

Capping Failure Analysis of Capping Machine

ZHENG Tao, KANG Li-mei, LIANG Ping

(Guizhou University, Guiyang 550003, China)

Abstract: The structure of rotary capping machine and the sealing mechanism of screwed packing container were analyzed. The capping failure forms of capping machine were summarized. The cause of capping failure was found through tests. The solution of making cap with certain flexible adaptability and feedback ability was proposed. It was proved that solution is effective to reduce the capping failure rate of capping machine.

Key words: capping machine; capping failure; failure analysis; capping head; thread sealing

螺纹封口包装容器主要用于食品、医药等重要领域的产品包装, 该类包装容器具有密封安全性好、开启方便以及开启后又可以重新封好等特点^[1]。用于螺纹盖封口的回转式旋盖设备具有生产效率高、速度快以及自动化程度高等特点, 但是目前国内自主研发的旋盖机存在可靠性低、稳定性差、旋盖质量低、返工率高等问题, 影响了生产线整体的生产效率和生产质量, 因此分析旋盖机旋盖的失效原因, 对提高螺旋式封口包装瓶的适应性及可靠性有着十分重要的意义。

1 旋盖机工作原理与结构特点

1.1 工作原理^[2]

回转式旋盖机的工作原理见图 1, 装满物料的瓶子依次经过链输送装置、供瓶螺杆、进瓶拨轮后进入中心拨轮。当瓶子完全进入中心拨轮时, 拨盖星轮已将盖子送至取盖工位, 此时, 旋盖头正好转至瓶盖正上方; 旋盖头迅速下降并通过气动抓持装置夹住瓶盖, 旋盖头继续下降并与瓶子进行对准, 随着旋盖头

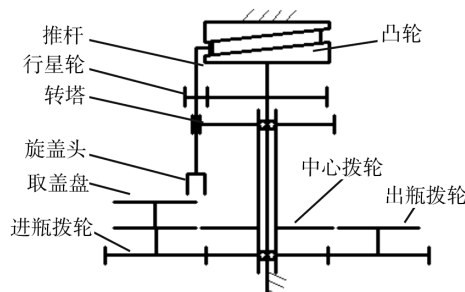


图 1 旋盖机的工作原理

Fig. 1 Capping machine working principle diagram

下降, 开始自转旋盖, 旋盖头自转 2 圈后, 瓶口就完全封好了; 此后, 瓶盖夹紧装置松开, 旋盖头开始上升, 待旋盖头完全脱离瓶子后, 瓶子刚好运动到出瓶拨轮工位处, 由拨瓶星轮将瓶子拨出, 旋盖头短暂停顿后进入下一个工作循环。

1.2 旋盖头的结构

旋盖头是旋盖机中非常重要的部件, 直接影响旋盖的效率和质量, 旋盖头拾盖的方式主要有套取拾盖、抓取拾盖和真空吸盖等方式^[3]。由于气动技术在

收稿日期: 2011-08-09

作者简介: 郑涛(1985—), 男, 湖北人, 贵州大学硕士生, 主攻先进制造模式及信息系统。

可靠性、适应性、安全性以及卫生等方面有明显优势,因此,旋盖头普遍采用了气动夹持技术,其结构见图2,主要有活塞、压块、硅圈、保持圈、喷气盘等部件组成^[4]。

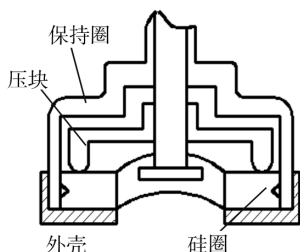


图2 旋盖头的结构

Fig. 2 Capping head structure

成^[4]。工作时通过高压气启动活塞,压迫硅圈变形来抓持瓶盖,当旋盖完成旋盖后,开启阀门放掉高压气体即可完全松开硅圈对瓶盖的夹持。

2 旋合式封口原理

2.1 螺纹式封口包装容器结构特点

螺纹式封口包装容器瓶的螺纹结构有很多种,在此只对容易发生旋盖失效的螺纹结构进行分析。容易发生旋盖失效的螺纹式封口容器为旋开式广口玻璃瓶、瓶盖为多头螺纹形式,见图3。瓶口的封口结

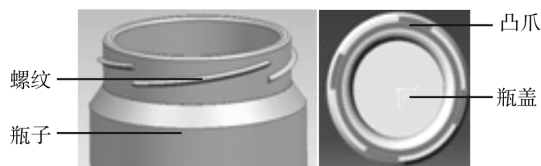


图3 螺纹式封口容器的局部结构

Fig. 3 Local structure of the packing container

合部位有4段导程较大的螺纹,每道螺纹段长度约为其整圈螺纹长度的 $1/4$ ^[4]。瓶盖上有与瓶子封口螺纹道数相对应的凸爪,是螺纹性连接螺纹的一部分,封口盖上衬垫有弹性密封胶圈。

2.2 旋合机理

进行旋盖封口时,盖上的凸爪沿瓶子封口螺纹道旋进,随着封口旋进的进行,盖上的凸爪进入封口螺纹的距离增大,进到螺旋底部时,将挤压盖与瓶口端部间的弹性衬垫胶圈,产生接触挤压变形,保证封口连接的密封性能。连接螺纹的机构自锁性保证连接不松脱,弹性衬垫胶圈的变形也有防松作用。

瓶盖旋合过程中,封口盖与瓶口间的运动是螺旋运动,相互间既有周向转动,也有轴移动。一般情形下瓶与盖间的相对运动有3种方式:瓶固定不动,盖既做转动也做轴向运动;盖固定不动,瓶既转动又轴向运动;瓶转动,盖向瓶做轴向运动。

旋合封口时,要求确保封口有足够的密封强度,同时又不产生过度预紧,以免瓶盖或瓶被挤破。一般旋盖机为保证不产生过度预紧,其旋盖头在旋紧后均会打滑。

2.3 正确旋合条件

螺纹式封口包装容器所用瓶子的封口结合部位有3道或4道连接用的螺纹段,盖子上有与瓶口上螺纹旋合用的凸爪,因此,瓶子与瓶盖进行旋合封口其实质为多头螺纹旋合。由螺纹旋合原理可以得出,要使瓶子能够与瓶盖正确旋合,必须使二者在旋合之前保证同轴;另外,由于盖子上与瓶口螺纹相旋合的部位是凸爪而不是螺纹,因此,在保证同轴度的前提下,为了使盖子上凸爪能够正确平稳地进入瓶口上的引导螺纹,还必须保证凸爪与螺纹初始相对位置正确;由于包装容器及旋盖机械都是刚性体,因此,旋盖头必须按照瓶口螺纹变化规律运动,才能保证包装容器不被损坏。

3 失效分析

3.1 旋盖失效表现形式

旋盖失效一般表现为瓶盖的4个凸爪在与瓶子的4段螺纹线配合时,产生其中几个凸爪已经与螺纹线旋合,而有1~3个凸爪仍未与螺纹线旋合所造成的瓶盖斜翘;或者仅有1个凸爪未能旋合,但在旋盖机压力下,强行与螺纹段扣合,而导致凸爪变形。

3.2 旋盖失效原因分析

通过对旋盖机结构以及螺旋式封口容器结构特点和其旋合机理的研究与分析可以得出,瓶盖失效的原因主要在于瓶盖的轴线与瓶子螺纹轴线不同轴,以至于瓶盖的凸爪不能正常置于瓶口的引导螺纹上而造成,而寻找造成此不同轴的原因则是最为关键的,为此进行了大量的实验,并对实验结果进行了分析,找到了造成不同轴的原因,主要是以下几种。

1) 该类型包装容器都是采用模具进行生产,尽管同一模具下的产品的尺寸及形状误差不会太大,但是通过对大量包装容器的测量,发现同批包装容器中

存在几个瓶子误差不在允许范围内,这主要是由于冷却收缩不均匀等因素造成了螺纹分度误差、瓶口端面相对于瓶子轴线的垂直度误差,通过分析发现这2个误差正是导致了旋盖失效的一种原因。

2) 对瓶子端面垂直度误差以及螺纹分度误差在允许范围内的包装容器进行旋盖试验,发现导致旋盖失效的原因是旋盖头气动压力不稳定而引起的颤动现象,导致盖子的初始位置不正确。当气动压力稳定时,硅圈作用在瓶盖径向的力,按照作用效果可以分解为作用在同一平面内的无数对大小相等方向相反的平衡力,其中一对平衡力 F 和 F' 见图 4,所以瓶盖



图 4 硅圈作用在瓶盖径向的平衡力

Fig. 4 Balance force of silicon rubber in radius direction

不会发生倾斜;当气动压力不稳定时,硅圈作用在瓶盖径向的力可以分解为无数对空间力偶,其中一对空间力偶(F, F')见图 5,该力偶对空间任意一点 O 的矩

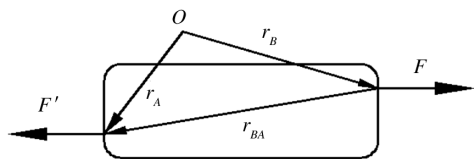


图 5 硅圈作用在瓶盖径向的空间力偶

Fig. 5 Space couple force of silicon rubber in radius direction

矢为 $M_O(F, F')$, 则有: $M_O(F, F') = M_O(F) + M_O(F') = r_B \times F + r_A \times F'$, 由于 $F' = -F$, 故 $M_O(F, F') = (r_B - r_A) \times F = r_{BA} \times F$

由以上计算分析可知,作用在瓶盖上的任意力偶 $M_O(F, F')$ 是不等于零的,故作用在瓶盖上空间分布的力偶的合力偶 $M = M_1 + M_1 + \dots + M_n = \sum_1^n M_i$ 是不等于零的,所以,瓶盖在该空间力偶 M 作用下会发生偏置倾斜,从而导致瓶盖的初始位置不正确;另外,瓶子夹持机构传动不稳定等偶然因素,引起夹持机构中心轴线与旋盖头不同轴,以及与瓶口端面不水平,导致瓶子放置位置存在误差。

3) 由于瓶子、瓶盖从不同的方向进给,旋盖头在

行星轮的同步作用下,使瓶盖在交汇处与瓶子接触,因此瓶子与瓶盖在交汇处的误差也是导致旋盖失效的原因。

通过对回转式旋盖机结构进行分析以及实验,可得出旋盖失效原因主要是由于旋盖机工作的不稳定性及瓶子误差所导致。

4 解决方案

通过对现有旋盖机的试验和分析得知,旋盖过程中由于装备本身结构欠合理、结构精度不高等因素,容易导致旋盖不紧、错位、翘盖,甚至出现压坏瓶子和瓶盖等旋盖失效现象,对生产线整体的生产效率产生严重影响。以往在解决这一问题上更多地是通过机械结构的改进来实现对这一问题的改进,但是结构上的改进不仅控制效果很难达到理想状态,而且复杂的机构也会增加成本。

为此,采用具有一定柔性适应能力且带有反馈的系统来解决上述问题。将先进的反馈控制技术引入到生产线中的旋盖环节,能使自动化包装的生产线整体技术水平得到保证,生产效率得到提高。通过自动检测技术,可以确定瓶身、瓶盖的初始位置是否符合旋盖标准,进而调节瓶子、瓶盖的初始位置至合理位置,从而实现准确的旋盖过程,该方案工艺路线见图 6。该工艺路线的特点在于,改变一般多头回转式旋

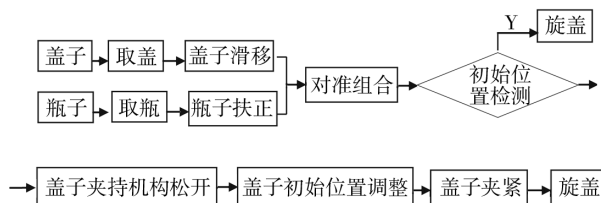


图 6 旋盖过程的工艺路线

Fig. 6 Diagram of capping process

盖机抓瓶、抓盖后各自处于刚性状态,瓶子、瓶盖的位置不能再作调整的缺陷,增加柔性调整环节,提高旋盖合格率。

5 结论

目前使用的回转式旋盖机存在的旋盖失效问题,

(下转第 17 页)

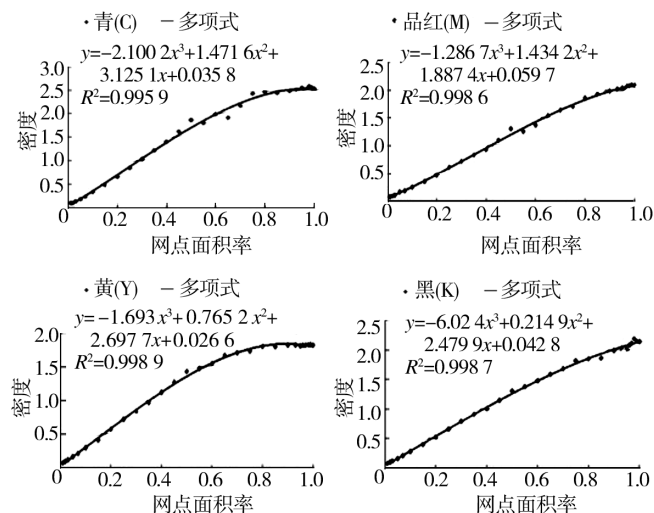


图6 单通道网点面积率与密度的关系

Fig. 6 Relation between dot area coverage and density of four single channels

2) 对单通道墨量进行控制后,密度与网点面积率基本成递增关系,网点面积达到最大时,密度也基本达到饱和密度,说明单通道墨量的得到了较好的控制,找到了墨量的最大值。

4 结论

在实验过程中以饱和密度对应的网点面积率作为墨量的最大值,从单通道油墨密度与网点面积率的关系中发现,黄色油墨在墨量控制后仍有饱和密度出

现,可能是由于人为测量引起误差而导致的结果,与研究方法的可行性无关。研究方法表明:在喷墨打印输出设备进行线性化时,可以通过密度准确地对油墨量进行调节控制,达到以最少墨量产生最佳印刷效果的目的。

参考文献:

- [1] 汪丽霞,叶辉. 基于 EFI+Colorproof+XF+40 的数码打样色彩管理[J]. 广东印刷,2010(2):24-28.
- [2] 田洪港. EFI Colorproof 数字打样系统定标及色彩校正流程[J]. 印刷杂志,2006(2):52-55.
- [3] 胡蕾,王金乐. 数字打印机基础线性化参数设置分析[J]. 今日印刷,2007(8):45-47.
- [4] 张岩. 基于 EFI Colorproof XF3.0 的数码打样色彩管理实施方法[J]. 印刷世界,2008(8):19-22.
- [5] 李小东,龚修端,陈路. 喷墨打印机参数设定及质量控制分析[J]. 数码印刷,2009(9):63-65.
- [6] 郑允,宋兵. 包装印刷墨层厚度与密度的关系[J]. 包装工程,2004,25(3):161-163.
- [7] 任立娟,成刚虎. 油墨量对油墨密度的影响[J]. 今日印刷,2004(12):80-82.
- [8] 王学美,唐万有,陈婧. 墨层厚度与实地密度关系的研究[J]. 包装工程,2009,30(3):93-95.
- [9] 李茂,张海燕. 墨层厚度与实地密度关系数学建模[J]. 包装工程,2007,28(10):121-131.
- [10] 孙向军. 数码打样工艺参数研究[D]. 西安:西安理工大学,2008.

(上接第10页)

一直是影响包装质量和效率的重大问题,笔者通过理论与实验相结合的方法,对旋盖失效问题进行了分析,提出了解决旋盖失效问题的创新性方案,可以通过此方案来解决以往单一机械半自动化装置控制精度不高,操作性不好,经济性差的缺陷,最终实现高可靠性、强适应性地旋盖。该方案已经在企业得以实现与应用,并取得了很好的技术与经济效益,因此,此方案对解决旋盖失效问题以及旋盖机的创新设计有着重要的意义。

参考文献:

- [1] 李诗龙. XF12 型旋盖机的设计[J]. 包装工程,2000,21(3):24-26.

- [2] 侯成仁,崔海徽,梁庆华. 基于运动约束的高速旋盖机设计及其凸轮分析[J]. 机械制造,2004,42(7):35-37.
- [3] 刘守谦. 连续回转式柠盖机的创新设计[J]. 包装与食品机械,2011,32(1):47-50.
- [4] 郭敬孙,刘同年. 包装机械应用技术[M]. 上海:上海市包装技术协会,1987.
- [5] 哈尔滨工业大学理论力学教研室. 理论力学(1)[M]. 北京:高等教育出版社,2002.
- [6] 张聪. 自动化食品包装机[M]. 广州:广东科技出版社,2003.
- [7] 高德. 包装机械设计[M]. 北京:化工工业出版社,2005.
- [8] 王毅. 小瓶旋盖机扭盖失效原因分析[J]. 中国设备工程,2002(10):47.