

双列旋转式灌装机设计

庆波, 李东波, 何非

(南京理工大学, 南京 210094)

摘要: **目的** 设计具有高产能的新型双列旋转式灌装机。**方法** 通过对市场上现有灌装机的需求及技术分析,指出了传统灌装机对提高产能所存在的不足,提出了新型双列旋转式灌装机的设计方案;对新型双列旋转式灌装机进行运动分析,得到其主要结构的运动轨迹;分析了新型双列旋转式灌装机需要解决的主要技术难题是进瓶装置的设计,对进瓶装置进行了创新设计。**结果** 设计的新型双列旋转式灌装机能够满足灌装的工作要求,相比于传统灌装机,其产能提高了0.8~1倍。**结论** 新型双列旋转式灌装机为自主创新设计,其主要设计难点在于进瓶装置的设计,设计的进瓶装置虽然结构复杂,但能巧妙地实现所需的运动要求。

关键词: 双列灌装机; 生产能力; 进瓶装置

中图分类号: TB486 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2014)19-0069-04

Design of Double-row Rotary Filling Machine

QING Bo, LI Dong-bo, HE Fei

(Nanjing University of Science and Technology, Nanjing 210094, China)

ABSTRACT: Objective To design a new type of double-row rotary filling machine with high production capacity. **Methods** By analyzing the demand and technology of the existing filling machines available on the market, the shortcomings of traditional filling machines in increasing production capacity were pointed out, and the design scheme of the new double-row rotary filling machine was then proposed. The motion of the new double-row rotary filling machine was analyzed to get the trajectory of the main structure. The technical problems of the new double-row rotary filling machine needed to be addressed were pointed out. Finally, a new bottle feeding unit was designed to overcome this technical problem. **Results** The new double-row rotary filling machine could meet the operation requirements of filling, and the capacity of the new filling machine was improved by 0.8 to 1 times compared to the traditional filling machine. **Conclusion** The new double-row rotary filling machine was a self-designed innovative product, and the difficulty of its designing lied in the design of the bottle feeding unit. Although the bottle feeding unit designed was complicated in structure, it could meet the demand of the required motion.

KEY WORDS: double-row filling machine; production capacity; bottle feeding unit

包装机械是包装工业的基础和制高点,其发展水平决定了整个包装工业的发展水平^[1]。国外智能化、高效化、高资源利用化的包装机械产品不断涌现,运用超声波等先进技术^[2],使包装机械的自动化程度更

高、产能更大^[3]。目前,我国液体灌装机如果要满足包装行业快速发展需求,并参与国际竞争,还需要对包装机械行业进行深层次分析,采用先进技术和大力支持自主创新^[4],打破“小而散”的行业态势,在“高精尖”

收稿日期: 2014-05-05

作者简介: 庆波(1990—),男,安徽马鞍山人,南京理工大学硕士研究生,主攻机械结构设计及优化。

方向上不断努力。

1 设计分析

现如今,人们对包装产品的需求量日益增多,现有的包装生产线已渐渐无法承受市场需求增加的负担。包装机械已经向高速、高生产能力方向发展。据相关研究统计分析,全球包装机械需求正在高速增长^[5]。灌装机作为包装机械的核心设备,如何提高其生产能力成为产品供应商急需解决的问题。

目前,市场上常用灌装机的参数见表1,可以看出,随着灌装机生产能力的提高,其转速越大,灌装阀的数量也越多。灌装阀头数的增加,会导致灌装机的体积变得庞大,这对灌装机工作环境的要求也高,同时也对包装线上其他设备的安装、布置有一定的影响,而且还需保证瓶子在自由状态时,不会因为离心力过大而被沿运动的切线方向抛出^[6]。灌装机主轴转速的变大,一方面对元件的材质可靠性、性能及寿命会产生影响^[2],另一方面需要保证在有限的时间顺利完成灌装过程。

表1 灌装机技术参数

Tab.1 Technical parameters of the filling machine

生产能力/(瓶·h ⁻¹)	灌装阀数量/个	节圆直径/mm	节距/mm
20 000	84	2520	94.2
36 000	126	3780	94.2
40 000	144	4320	94.2
48 000	156	4680	94.2

由上述分析可知,通过改进灌装阀来减少灌装时间,提高灌装流速^[7],以及增加灌装阀的头数等传统措施,对灌装机产能提高效果并不显著,同时,还会增加灌装机整体的精度控制要求。为此,提出双列旋转式灌装机,它区别于传统灌装机的设计格局,采用双列灌装阀同时进行灌装,对生产能力有显著提高。其工作示意图见图1。

2 设计原理

2.1 运动轨迹

新型双列旋转式灌装机由于需要保证2列瓶子同时进入灌装机,相比传统灌装机其运动过程更加复杂

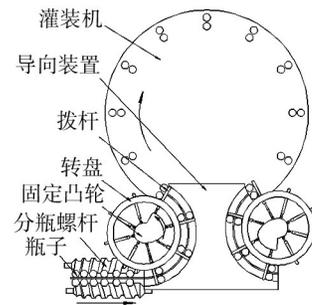


图1 双列旋转式灌装机工作示意

Fig.1 Working schematic of the double-row rotary filling machine

^[8-9]。灌装机上瓶子的运动轨迹见图2,正常工作时,瓶A和瓶B由进瓶螺杆沿速度 V 的方向送进进瓶装置中,在进瓶装置拨杆的作用下沿轨迹4和轨迹5运动。当进入灌装机后,灌装机将瓶子托起,让其随灌装机一起旋转,随后瓶A和瓶B分别沿轨迹1和轨迹2运动,最后沿出瓶装置送出。

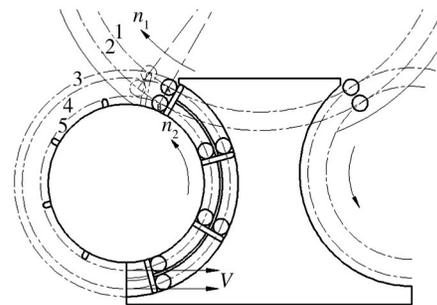


图2 瓶子的运动轨迹

Fig.2 The trajectory of the bottle

从图2中可以看出,如果在2个瓶子进入灌装机后,拨杆端点继续沿轨迹3运动,那么拨杆将会与瓶A、瓶B的运动轨迹发生干涉,从而影响正常的灌装,见图2的虚线所示。拨杆过短,无法保证2列瓶子的同步进给,过长则会影响轨迹2上瓶子的运动,因此,新型双列旋转式灌装机首要解决的问题就是如何顺利进瓶,确保灌装过程的顺利完成。

2.2 运动位移线图

从图2可以直观地看出,因拨杆与瓶子的运动轨迹存在交点,导致两者的运动发生干扰,因此只要保证在瓶子进入灌装机后与进瓶装置运动轨迹不存在交点就不会出现干涉。即在图2中,只要拨杆顶端的运动轨迹变成轨迹5或在轨迹5以内,就不会影响正常的灌装过程。同样,在瓶子由分瓶螺杆送进至进瓶

装置时,也要保证彼此的运动不发生干涉。

根据图2可分析出,拨杆顶端应满足的运动轨迹为:在瓶子进入进瓶装置时,拨杆顶端的运动轨迹要由轨迹5突变至轨迹3才能保证2列瓶子顺利的进给;在进瓶时,拨杆顶端沿轨迹3运动,当将瓶子送进灌装机后,拨杆顶端的运动轨迹要由轨迹3突变为轨迹5。

由此,可以总结出拨杆顶端相对于转动中心的位移图见图3。图3中 ab,ea 段为拨杆的非工作区,拨杆顶端沿轨迹5运动; cd 段为进瓶区,拨杆顶端沿轨迹3运动。

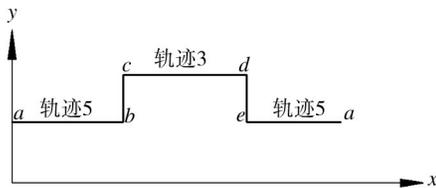


图3 拨杆顶端的运动位移

Fig.3 The motion displacement of the lever top

3 主要技术创新

3.1 进瓶装置

进瓶装置的设计能够实现图3中运动的变化。传统的拨轮进瓶装置适用于连续灌装,且不易出现碎瓶、缺瓶等现象^[10]。新型双列旋转式灌装机的进瓶装置采用与其相似的原理,但结构有所不同,主要由转盘、固定凸轮、长度可变的拨杆组成,其结构见图4。

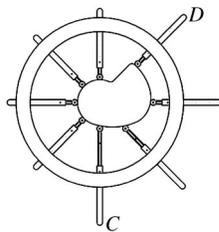


图4 进瓶装置

Fig.4 Bottle feeding unit

1) 转盘的主要作用是带动拨杆随其一起转动,但在转盘的径向方向,拨杆的运动不受转盘的约束。

2) 为满足图3的运动位移要求,这里采用凸轮结构,但有别于实际意义上的凸轮,此凸轮固定不动,其目的是让拨杆能够在径向方向发生位移变化,且为了实现图3中 de 段位移的变化,此凸轮的回程角度为零

度^[11-14]。由于凸轮无法利用 90° 的升程角来实现 bc 段位移的变化,因此利用拨杆自身长度的变化来互减因升程而增加的长度,从而保证进瓶时拨杆顶端到转盘中心的长度不变。需要指出的是,为了保证在运动过程中,拨杆始终与固定凸轮相接触,在凸轮的接触表面镶着一层磁铁。

3) 拨杆自身长度的变化是依靠与内外杆相连接的弹簧来实现的。拨杆最大长度时的结构图见图5。

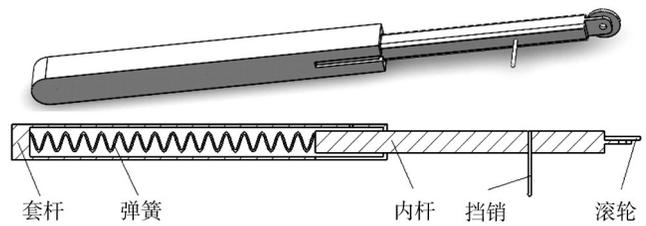


图5 拨杆结构

Fig.5 Lever structure

进瓶装置各结构运动、变化过程为:在图4中,当拨杆由 C 位置向 D 位置运动时,凸轮处于升程区,此时拨杆的套杆一端与导向装置相接触,并在导向装置的约束下压缩弹簧,使拨杆的端点与转盘的中心相对位移保持不变,但拨杆自身长度在不断变短;当拨杆运动到凸轮的最远端时,此时拨杆自身长度最短,拨杆上的挡销将套杆与内杆的相对位置固定,使拨杆处于最短状态;在拨杆由 D 位置向 C 位置运动的过程中,拨杆保持最短长度的状态不变,拨杆处于凸轮的近端;当达到 C 位置,即凸轮的升程点时,挡销松开,拨杆回到最大长度。

3.2 产能计算与比较

对新型双列旋转式灌装机进行产能计算,首先确定灌装机上灌装阀的头数 j 。

$$2\pi(R-2r-\Delta p)=j\Delta l \quad (1)$$

式中: R 为灌装机节圆半径; r 为瓶的半径; Δp 为瓶间距; Δl 为灌装阀节距; j 为灌装阀头数。

选取灌装机的节圆直径为4320 mm,瓶间距为21 mm,主轴转速4 r/min,由式(1)可得内层灌装阀的头数为138个,灌装机的总灌装阀头数为276个。由此可知,新型双列灌装机的生产能力为^[15]: $Q=60nj=66\ 240$ 瓶/小时,满足设计要求。

如果以市场现有灌装机的结构而言,灌装机上最多只能安装144个灌装阀,其产能只有34 560瓶/小

时。因此,新型双列旋转式灌装机的产能是传统灌装机的1.92倍,更易实现厂商的需求。

4 结语

阐述的双列旋转式灌装机为自主创新设计,其主要设计难点在于进瓶装置的设计。设计的进瓶装置虽然结构复杂,但能巧妙地实现所需的运动要求。出瓶装置的设计与进瓶装置相似,没有赘述。灌装机的其他装置,例如,升降装置及灌装阀没有过多的改变,对于升降装置,只需将其中的托瓶台设计成能够同时托起2个瓶子的大小即可;对于灌装阀,传统的灌装阀即可实现新型灌装机的灌装工艺要求,只要灌装阀的数量确定以后,其分配与安装也迎刃而解。如果要设计一种新的灌装阀,为了防止2列瓶子中有漏瓶,建议灌装阀不要设计为同开同关即可。

参考文献:

- [1] 戴宏民,戴佩燕,周均. 中国包装机械发展的成就及问题[J]. 包装学报,2012,4(1):61—65.
DAI Hong-min, DAI Pei-yan, ZHOU Jun. The Development Achievements and Problems of China Packaging Machinery[J]. Packaging Journal, 2012, 4(1): 61—65.
- [2] 戴宏民. 包装机械技术发展趋势及我国的应对[J]. 轻工机械,2003(4):1—4.
DAI Hong-min. Developing Trend of Package Mechanism and Countermeasures of Our Country[J]. Light Industry Machinery, 2003(4): 1—4.
- [3] 黄站立. 从世界包装机械发展趋势谈我国的对策[J]. 机电信息,2008(11):38—40.
HUANG Zhan-li. Talk about Our Country Measures from the Development of World Packaging Machinery[J]. Mechanical and Electrical Information, 2008(11): 38—40.
- [4] 李树江. 我国包装机械行业现状及产品技术升级探索[J]. 中国机械,2014(2):
LI Shu-jiang. The Present Situation of Our Country Packaging Machinery Industry and Explore the Technological Upgrading of Products[J]. Machine China, 2014(2):
- [5] 屈能胜. 中国食品包装机械发展综述[J]. 中外食品,2004(9):16—20.
QU Neng-sheng. Development of Packaging Machine in China [J]. Global Food Industry, 2004(9): 16—20.
- [6] 高德. 包装机械设计[M]. 北京:化学工业出版社,2005.
GAO De. Packaging Machinery Design[M]. Beijing: Chemical Industry Publishing House, 2005.
- [7] 刘丁丁,谭保辉,冯志华,等. 等压及常压灌装阀灌装时间的分析计算[J]. 苏州大学学报,2012,32(4):33—39.
LIU Ding-ding, TAN Bao-hui, FENG Zhi-hua, et al. Analysis and Calculation of the Filling Time under the Isobaric Filling and Gravity Filling[J]. Journal of Soochow University Engineering Science Edition, 2012, 32(4): 33—39.
- [8] 刘安静,周文玲. 高生产能力含汽液体灌装封盖机传动系统的设计[J]. 包装工程,2006,27(3):90—91.
LIU An-jing, ZHOU Wen-ling. Design of Transmission System for High Production Capability Vapor Liquid Filling and Capping Machine[J]. Packaging Engineering, 2006, 27(3): 90—91.
- [9] 黄颖为. 包装机械结构与设计[M]. 北京:化学工业出版社,2007.
HUANG Ying-wei. Structure and Design of Packaging Machinery[M]. Beijing: Chemical Industry Publishing House, 2007.
- [10] 高玉莹. 灌装机进瓶方式的探讨[J]. 机电信息,2006(29):35—38.
GAO Yu-ying. Explore the Way of into the Bottle of Filling Machine[J]. Mechanical and Electrical Information, 2006(29): 35—38.
- [11] 郭卫东. 机械原理[M]. 北京:科学出版社,2013.
GUO Wei-dong. Mechanical Principle[M]. Beijing: Science Press, 2013.
- [12] 于靖军. 机械原理[M]. 北京:机械工业出版社,2013.
YU Jing-jun. Mechanical Principle[M]. Beijing: Machinery Industry Publishing House, 2013.
- [13] 黄尚兵,金光,安源,等. 滚子摆动从动件盘形凸轮的设计及优化[J]. 工程设计学报,2012,19(6):449—453.
HUANG Shang-bing, JIN Guang, AN Yuan, et al. Design and Optimization of Oscillating Roller Follower Cam[J]. Chinese Journal of Engineering Design, 2012, 19(6): 449—453.
- [14] 胡首立,刘鸣,吴琼. 基于摩擦学的凸轮设计方法论[J]. 机床与液压,2008,36(5):195—297.
HU Shou-li, LIU Ming, WU Qiong. The Cam Design Methodology Based on the Tribology[J]. Machine Tool & Hydraulics, 2008, 36(5): 195—297.
- [15] 刘筱霞. 包装机械[M]. 北京:化学工业出版社,2007.
LIU Xiao-xia. Packaging Machinery[M]. Beijing: Chemical Industry Publishing House, 2007.