

连续回转式多功能联体机的设计关键

侯高强

(杭州中亚机械股份有限公司, 杭州 310011)

摘要: **目的** 对目前应用较广的, 集瓶子消毒或清洗、灌装、封口为一体的连续回转式多功能灌装机械设计关键进行分析和总结。**方法** 通过对其基本工艺流程进行分析, 指出消毒或清洗、灌装、封口为一体的连续回转式多功能机的使用条件、相关参数和要求, 明确灌装主体部分灌装工位数、工作转速和生产能力之间的关系; 设计出瓶子运行路径, 并对首、末两级转盘的夹瓶结构进行分析, 指出其结构特点。**结果** 设计的输送传递机构避免了对瓶子频繁的翻转, 可以减少翻转次数 1~2 次; 延长倒瓶消毒或清洗时间 1.2~1.5 倍, 提高了产品质量。**结论** 研发的连续回转式多功能灌装机, 夹瓶稳定、运行平稳, 为其系列化设计及技术改造提供了参考。

关键词: 连续回转; 瓶夹; 传送装置; 星轮转盘

中图分类号: TB486⁺.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2016)21-0169-04

Critical Design of Continuous Rotary Multifunction Combi Machine

HOU Gao-qiang

(Hangzhou Zhongya Machinery Co., Ltd., Hangzhou 310011, China)

ABSTRACT: The work aims to analyze and summarize the initial factors in designing the widely applied continuous rotary machine with multi-functions of bottle cleaning, sterilizing, filling and sealing. By analyzing the basic technological process, the conditions, parameters and restrictions of using the continuous rotary machine with multi-functions of bottle cleaning, sterilizing, filling and sealing were pointed out. The dependence of filling workstation number, rotational speed and productivity were also specified. The moving path of bottle was designed. The bottle clamping structure for the first and last turntable layers was analyzed and its features were pointed out. The upgraded conveying and transferring mechanism was able to reduce the frequency of bottle rolling over by 1~2 times. The duration of cleaning and sterilizing processes was extended to 1.2 ~ 1.5 times than before, which helped in improving product quality. In conclusion, the newly developed continuous rotary filling machine is able to grip bottle stably and smoothly, which provides a reference for serialized design and technology updating.

KEY WORDS: continuous rotation; bottle clamping; transfer device; star-wheel disk

包装机械是包装工业的基础, 其发展水平决定了整个包装工业的发展水平, 包装机械已在向高速、智能、高效化方向发展。灌装机作为包装机械的核心设备, 近年来也得到迅速发展, 尤其在瓶装液体灌装生产线中, 因对瓶子的清洗、灌装、封盖这 3

个工序在一台机器上完成, 所以通常被称为三位一体机或联体机^[1-2]。联体机结构紧凑, 瓶输送过程的污染环节少, 目前使用比较广泛^[3]。

由于受到所灌装物料特性及瓶子本身特点的制约, 联体机要实现的工艺流程比较复杂。相比传

统的三位一体灌装设备的工作流程^[4],该设计机型的主要结构特点是对瓶子的倒瓶杀菌或清洗、沥干(或烘干)所设计的传递输送装置,能最大化地延长杀菌或清洗时间,并且可以根据用户对产品的要求增加沥干甚至烘干等功能,减小杀菌或清洗转盘的回转直径,有利于保证产品质量,降低设备制造成本。在该项目的研发中,灌装主体部分重要参数的确定、瓶子运行路径、传输星轮转盘的夹瓶结构、灌装阀与封盖头结构等成为此类设备研发的重点课题。文中将探讨上述重点课题的设计关键。

1 工艺分析

通过研究分析,集瓶子消毒或清洗、灌装、封口为一体的连续回转式多功能灌装机基本工艺流程如下:瓶子送入,即待洁净空瓶从生产线的输瓶带上不断地被送进,瓶口朝上;分开间距,即瓶子被分隔机构按一定的间距分隔,送入第1级星轮转盘上;翻转倒立,即由匀速回转的星轮转盘上的夹瓶机构将瓶子翻转倒立,瓶口朝下;洁净消毒,即按照洁净工艺要求,向瓶内喷射消毒剂或清洗剂进行杀菌或清洗、烘干或沥干处理^[5];瓶子正立,即洁净工艺完成后,由下一级匀速回转的星轮转盘的夹瓶机构将瓶子逐渐翻转成正立状态,瓶口朝上;输出作业,即洁净的瓶子再被传输送至灌装、封盖作业,最后由出瓶装置将实瓶送出该机构,进入生产线的下一工序。

2 设计关键

设计时要了解设备使用条件,明确相关参数及要求,如生产能力要求的范围,瓶子规格范围,消毒或清洗所用的介质及其特点,生产线上瓶子运行路线及布局特点^[6-8],初步拟定实施方案,确定关键部分的尺寸等。

2.1 灌装主体部分重要参数的确定

若灌装机的灌装工位数为 j ,工作转速为 n ,则生产能力 Q 与其工位数、工作转速的计算公式^[9]为: $Q=60jn$ 。其中 Q 为灌装机的生产能力(瓶/h); j 为灌装阀工位数,即灌装头数; n 为灌装机转盘的工作转速(r/min)。3个参数可以根据类比法、经验法或试验法确定其中的2个,计算或核算修正出

第3个。

随着灌装机生产能力的提高,其转速越大,灌装阀的数量也会越多。灌装阀工位数的增加,会导致灌装机的外形体积庞大,同时也对包装线上其他设备的安装、布置有一定的影响,而且还要保证瓶子在自由状态时,不会因为离心力过大而沿运动的切线方向被抛出^[10-11]。合理确定灌装主体部分转盘的工作转速非常关键。

2.2 瓶子传送装置的结构设计

2.2.1 瓶子运行路径设计

瓶子运行路径以计算机辅助设计软件Pro/E应用为主,采取三维建模手段、机构优化设计等方法^[12-13],设计星轮转盘作为转动输送机构,见图1。依次排列的三级星轮转盘A、B、C以及星轮转盘D为进入该装置前的输送机构,星轮转盘E为该装置的输送机构。各星轮转盘上沿着转动方向均匀设置有一定工位数量的瓶夹,转盘A和C上的瓶夹有翻转功能,转盘B上的瓶夹不需要翻转。

工作时,第1级星轮转盘A上的瓶夹接受来自于星轮转盘D上的瓶子,该瓶子由生产线上的输送装置传送过来,且瓶口朝上。此时,瓶夹伸出夹持瓶口外侧,随着星轮转盘A的转动,瓶夹翻转180°,瓶口朝下呈倒立状态,处于星轮转盘A的外侧与第2级星轮转盘B上的瓶夹交接,转盘B上的瓶夹夹持瓶子后,不再翻转,保持瓶子倒立状态,在星轮转盘外侧被传递输送,直至瓶子被清洗和消毒完毕。转盘B上的瓶夹无需翻转,可以利用其圆弧运动的距离及其回转输送时间,对瓶子进行充分的消毒、清洗等处理,这使得传输空间得到有效利用,并提高瓶子的洁净质量。第3级星轮转盘C上的瓶夹,从瓶子下方伸出夹持瓶口外侧,瓶夹翻转180°,将瓶子翻转至瓶口朝上,即可实施灌装、封口等后序作业。

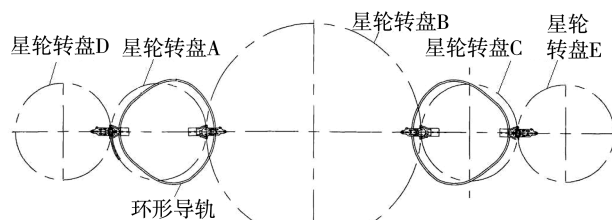


图1 瓶子的传送
Fig.1 Bottle conveying

2.2.2 第 1 级转盘的夹瓶结构设计

瓶子在星轮转盘 A 上的夹持与翻转见图 2，A1 为星轮转盘 A 上的瓶夹，B1 为星轮转盘 B 上的瓶夹，D1 为星轮转盘 D 上的瓶夹。瓶夹 A1 的结构见图 3。设有可转动的左钳臂和右钳臂，左钳臂和右钳臂对称布置在推杆的两侧，推杆与左、右钳臂之间分别通过可转动的左连杆和右连杆进行连接，左、右钳臂的夹瓶部位为夹持位 A 和夹

持位 B，它们的形状与瓶口外侧吻合，钳口中心线与推杆滑动方向一致。初始状态下，转轴处于或接近钳口的正上方。关键零件如环形导轨、翻转架、滑块及滑动轴可实现瓶夹 A1 翻转 180°，翻转动作靠与环形导轨配合的滑块来实现。为了保证运行平稳灵活，设计环形导轨的横截面呈圆形，滑块的弧形面与其配合，弹簧 A 将滑块顶紧在环形导轨上。

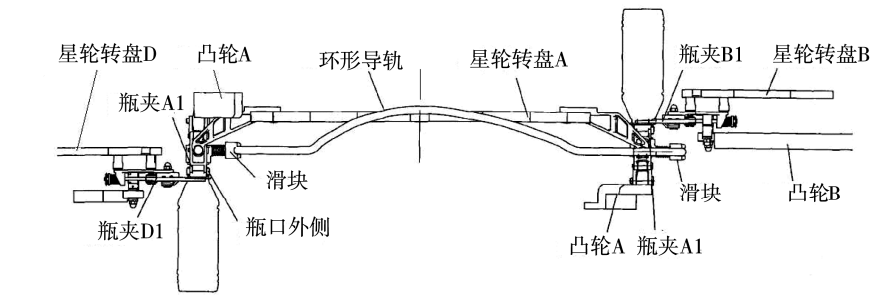


图 2 瓶子的夹持与翻转
Fig.2 Bottle clamping and rolling over

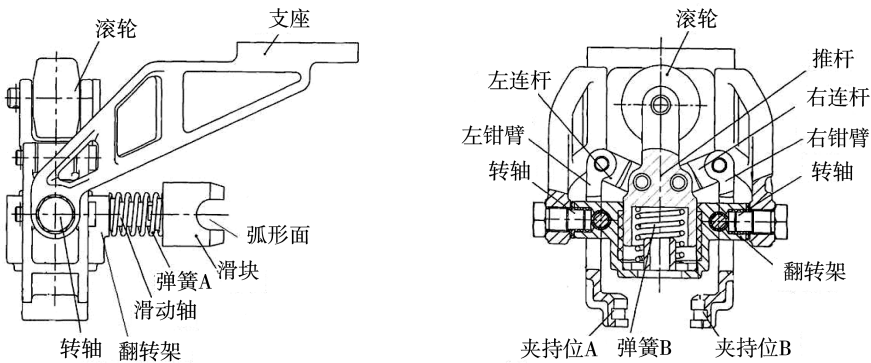


图 3 瓶夹 A1 结构
Fig.3 Structure sketch of bottle clamping A1

瓶夹的打开和关闭为机械控制方式，凸轮 A 推动滚轮，控制推杆的进退，带动左连杆和右连杆转动，使得左钳臂和右钳臂同时转动，以实现瓶夹钳口张开或闭合。该设计开合稳定协调，夹紧后不易发生松动。设置有 2 个凸轮，分别位于星轮转盘 A 接纳和移出瓶子的 2 个转接位。

2.2.3 第 2 级转盘的夹瓶结构设计

夹瓶 B1 的原理见图 4。结构设计主要零件包括控制推杆、左夹臂、右夹臂、连接件和弹簧等。左夹臂和右夹臂对称设置在控制推杆的两侧，可以分别绕 O_1 、 O_2 点转动，控制推杆的动作由图 2 中的凸轮控制。当控制推杆向左运动时，推动左、右夹臂的右端，使夹臂绕支点转动实现夹紧；当控制推杆向右运动时，弹簧提供的拉力使左右夹臂松开。 P_1 ，

P_2 为定位弧面，弹簧的力量应适当，否则不利于夹臂松开。控制推杆的驱动力 F_1 与夹紧力 F_2 ，与左右夹臂的杆臂长度 l_1 ， l_2 以及控制推杆的角度 α 有关。

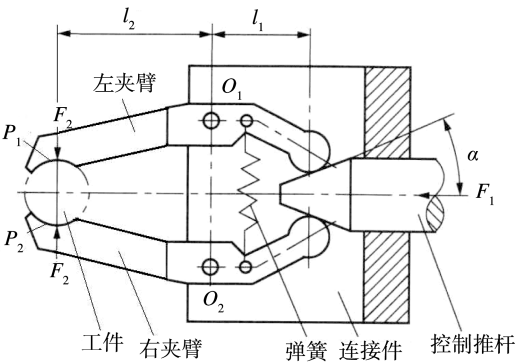


图 4 瓶夹 B1 的原理
Fig.4 Schematic diagram of bottle clamping B1

设计中采用 Pro/E 行为建模技术,对部分机械零部件进行优化^[14],如控制推杆、凸轮、环形导轨等。

需说明的是,如果该多功能机在设计时改变工艺流程,即对瓶子的洁净工艺程序要求更多,还可以考虑在第 2 级星轮转盘 B 和第 3 级星轮转盘 C 之间增设一级或多级星轮转盘,而这些增设的星轮转盘及其瓶夹,均可采用与星轮转盘 B 及瓶夹 B1 相同的结构。另外,该机构还设计有诸如灌装阀、封盖头等核心部件^[15],不再赘述。

3 结 语

该设计方案与传统的单个冲瓶杀菌回转盘相比,具有延长倒瓶消毒或清洗的时间、提高生产效率的优点,方便整机方案制定,特别是产能更大的设备,它可将大的冲瓶消毒(或清洗)回转盘分成几个能够方便加工的小的冲瓶杀菌回转盘,并能有效地实现倒瓶消毒或清洗、沥干(或烘干)多种功能,对于无菌型和超洁净型灌装设备的设计应用优势尤为显著。

笔者于 2008 年着手研发该机,设备陆续交付用户使用,多年来,运行状态平稳,客户反映良好,取得了一定的效益。实践证明,该设计是合理可靠的。在此,将设计过程中的经验进行总结分享,目的在于提高集消毒清洗、灌装、封口为一体的连续回转式多功能灌装机的设计水平和质量,希望对此类设备的技术改造、更新、优化以及系列化设计有一定的参考价值。

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] 冯中来,何卫冰.PET瓶灌装机旋盖系统的技术改造[J].轻工机械,2013,31(2):92—94.
FENG Zhong-lai, HE Wei-bing. Technical Innovation on the Capper of the PET Bottle Filler[J]. Light Machinery, 2013, 31(2): 92—94.
- [3] 张有良,徐强,常晓煜,等.冲瓶称重灌装旋盖一体机的设计[J].包装与食品机械,2011,29(2):22—24.
ZHANG You-liang, XU Qiang, CHANG Xiao-yu, et al. The Design for the Washing Bottle Weighting Filling Cap AIO[J]. Packing and Food Machinery, 2011, 29(2): 22—24.
- [4] 张秋容,杨伟,龙淑滨.洗灌旋三合一灌装设备的结构设计[J].机械工程与自动化,2014(4):91—92.
ZHANG Qiu-rong, YANG Wei, LONG Shu-bin. Structural Design of Filling Equipment of Three-in-one in Washing-Filling-Screw[J]. Mechanical Engineering & Automation, 2014(4): 91—92.
- [5] 周文玲,刘安静.灌装线设备安装与维护[M].北京:机械工业出版社,2011.
ZHOU Wen-ling, LIU An-jing. Installation and Maintenance of Filling Line Equipment[M]. Beijing: Machinery Industry Publishing House, 2011.
- [6] 赵淮.包装机械选用手册[M].北京:化学工业出版社,2001.
ZHAO Huai. Choose Handbook of Packaging Machinery [M]. Beijing: Chemical Industry Publishing House, 2001.
- [7] 刘海丰.饮料灌装用冲瓶机的标准化设计[J].包装与食品机械,2014,32(3):57—59.
LIU Hai-feng. Standardized Design of Rinser in Beverage Filling Machine[J]. Packing and Food Machinery, 2014, 32(3): 57—59.
- [8] 周文玲,刘安静.啤酒包装线的布局及单机的选配[J].包装工程,2007,28(5):62—64.
ZHOU Wen-ling, LIU An-jing. Layout of Beer Filling Line and Selection of Single Unit[J]. Packaging Engineering, 2007, 28(5): 62—64.
- [9] 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.
- [10] 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.
- [11] 戚长政.自动机与生产线[M].北京:科学出版社,2012.
QI Chang-zheng. Automata and the Production Line[M]. Beijing: Science Publishing House, 2012.
- [12] 周律,蔡超杰.包装机械设计中计算机辅助设计软件的联合应用研究[J].包装工程,2016,36(11):123—126.
ZHOU Lv, CAI Chao-jie. The United Application Research of CAD Software in Packaging Machinery Design [J]. Packaging Engineering, 2016, 36(11): 123—126.
- [13] 孙靖民.机械优化设计[M].北京:机械工业出版社,1999.
SUN Jing-min. Mechanical Optimization Design[M]. Beijing: Machinery Industry Publishing House, 1999.
- [14] 张洪军,尚润琪.基于Pro/E行为建模技术的包装机械零部件优化[J].包装工程,2015,36(9):95—97.
ZHANG Hong-jun, SHANG Run-qi. Optimization of Packaging Machinery Spare Parts Based on the Pro/E Behavior Modeling Technology[J]. Packaging Engineering, 2015, 36(9): 95—97.
- [15] 王剑峰,张有良,段移丽,等.铝箔防盗盖旋盖机的设计与研究[J].包装与食品机械,2013,31(5):32—35.
WANG Jian-feng, ZHANG You-liang, DUAN Yi-li, et al. Design Research of the Aluminum Foil Cover Screw Cover Machine[J]. Packing and Food Machinery, 2013, 31(5): 32—35.