教学型洗瓶机的设计

刘安静，周文玲
（广东轻工职业技术学院，广州 510300）

摘要：目的 以工业生产用的洗瓶机为基础，设计出适合机电设备类、包装类专业教学实践用的洗瓶机。**方法** 生产中用的洗瓶机生产能力高，但工艺流程复杂，结构庞大。通过分析工业用大型洗瓶机的基本工艺流程及结构，重点掌握教学应用型洗瓶机的瓶子运行路线、进出瓶装置、重要控制点以及其他必要的结构，明确在工业用洗瓶机的基础上改进设计教学型洗瓶机的关键点。**结果** 改进后的洗瓶机重点结构突出，生产能力为 600 瓶/h，占地尺寸（长×宽）为 4100 mm×1800 mm，适合教学使用。**结论** 改进设计生产实践中所使用的大型设备，将其转化成教学型设备，具有生产与教学实践相结合的重要意义。

关键词： 洗瓶机；进出瓶；教学应用
中图分类号： TB486^{+}.1 **文献标识码：** A **文章编号：** 1001-3563(2016)23-0215-05

Design on Bottle Washing Machine for Teaching Purpose

LIU An-jing, ZHOU Wen-ling
(Guangdong Industry Polytechnic, Guangzhou 510300, China)

ABSTRACT: The work aims to work out the bottle washing machine suitable for electromechanical and packaging specialties for the purpose of professional teaching practice, based on a bottle washer used in industry. With high productivity, the bottle washing machine used in industry has complicated technological process and huge structure. By analyzing the basic technological process and structure of large-scaled industrial bottle washing machine, the bottle moving path, installation of bottle in-and-out, important control points and other necessary structures of industrial bottle washing machine for teaching were specifically mastered and the key points to improve the design of bottle washer for teaching based on industrial bottle washing machine were clarified. With highlighted key structures, the improved bottle washing machine was 4100 mm in length and 1800 mm in width with the productivity of 600 bottles per hour, which was applicable for teaching. It is meaningful to improve the design of large-scaled equipment used in productive practices and convert them into those for teaching purpose, as it is a combination of production and teaching practice.

KEY WORDS: bottle washing machine; bottle in-and-out; teaching application

洗瓶是瓶装液体包装生产线中第 1 道主要工序，就是对新瓶或回收玻璃瓶进行洗涤，其目的是把瓶子内外清洗干净，为下一工序提供符合卫生使用要求的容器[1]。目前，生产中用的洗瓶机生产能力一般在 2 万瓶/h 以上，其工艺流程环节多，进出瓶装置结构复杂，集连杆机构、凸轮机构、组合机构、控制系统为一体，机构设计巧妙，对学生综合能力的训练很有帮助。将其引进在机电、包装设备

收稿日期： 2016-06-16
作者简介： 刘安静（1965—），男，陕西富平人，广东轻工职业技术学院高级工程师，主要研究方向为机电工程、包装及印刷设备技术。

类专业教学中很有价值，但是，购买企业现有的大型洗瓶机价格高、占用空间大，既没有必要，也不现实，将其转换成学校实训设备，实现生产应用与专业教学实践的紧密结合很有现实意义。以工业洗瓶机为基础，根据教学要求，对洗瓶机进行微型化设计很有必要。

1　生产用洗瓶机的工艺及结构

生产中使用的公称能力为 2 万瓶/h 洗瓶机的工艺流程见图 1，流程可被归纳为“进瓶—预浸泡—浸泡—除标—喷淋及喷冲—出瓶—下一循环进瓶[2]”。完成洗瓶工艺的主要结构有主体机架、主传动系统、进瓶装置、出瓶装置、浸泡槽、除标装置、加热系统、喷淋系统、管路系统、瓶盒装置、排气装置、人梯附件等。其占地尺寸（长×宽）一般为 12 000 mm×5000 mm 以上。

2　教学型洗瓶机的设计

2.1　工艺流程及教学要求

工艺流程设计要按照总体设计的思路，纵览全局，要求设计者熟悉生产用洗瓶机的结构，主要从洗瓶机进出瓶装置、洗涤槽的布置、传动系统的改进分析入手。

1）进出瓶装置是洗瓶机的重要及核心部分，直接安装在机身主体机架的端部，这部分结构集连杆机构、凸轮机构及其组合机构为一体，其运动精度要求高，接瓶、送瓶、推瓶动作复杂，难度大，但对学生学习理解机械机构方面的知识作用很大，因此，这部分结构在改造为教学型设备时应该保留。

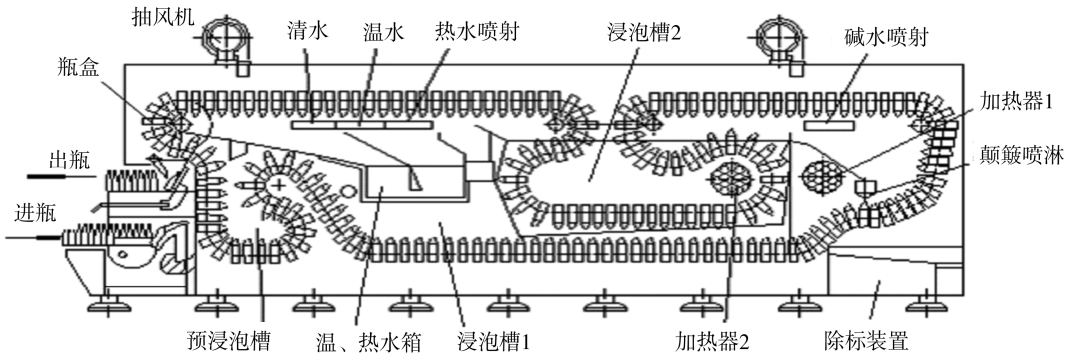


图 1　公称能力为 2 万瓶/h 洗瓶机的工艺流程

Fig.1 Technical process schematic of nominal capacity on 20,000 bottles per hour bottle washing machine

2）洗瓶工艺包括预浸泡、浸泡等环节，相应地必须设计洗涤液的储存空间，而浸泡槽是洗涤液的储存空间，这部分结构按照模块化设计思路保留一部分，可以删减瓶盒运行较长的轨迹部分，保留图 1 中的预浸泡槽和浸泡槽 1，浸泡槽 2 和碱水、热水、温水箱以及加热器都可以删掉，保留几处管道安装点。

3）传动系统由主电机传至 3 个位置，即瓶盒运动，喷射装置运动，进出瓶装置运动。这 3 部分运动均由主电机带动套筒滚子链，驱动万向联轴节传动到蜗轮减速箱或齿轮减速器、安全离合器，它们必须保持一定的同步运动关系[3]。这部分是供学生了解和学习传动元器件的很好实例，这些结构都应尽可能地保留。

基于以上分析，改进后的教学型洗瓶机工艺流程结构见图 2，其占地尺寸（长×宽）分别为 4100 mm×1800 mm，高度与工业生产用洗瓶机相同。

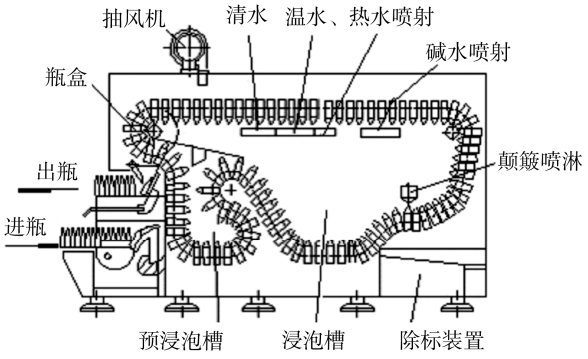


图 2　教学型洗瓶机工艺流程

Fig.2 Technical process schematic of bottle washing machine for teaching use

2.2　进出瓶装置

洗瓶机进出瓶装置和机身瓶盒的运动关系见图 3。进瓶装置的功能是将待洗的瓶子由生产线输

送带送入瓶盒，通过对进瓶装置的比较研究，对进瓶导轨曲线进行分析，得出进瓶的基本要求是动作平稳，能满足慢起快进送瓶、快速退回原位，瓶子被推进瓶盒的同时，瓶子能与瓶盒同步向下运动一段距离，保证瓶子能顺利进入瓶盒，洗瓶机推瓶杆的进瓶运动轨迹满足慢进快退的动作要求[4—6]。

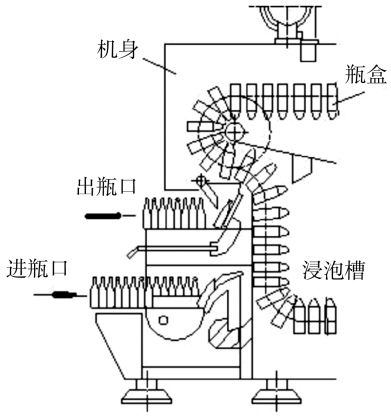
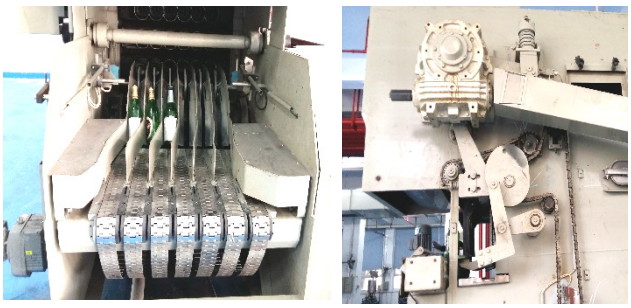


图 3　进出瓶与机身布置

Fig.3 Schematic of arrangement plan bottle in-and-out & fuselage

对于教学型机的设计，也必须满足这一要求，设计时通过计算机辅助设计作图分析，采取仿真模拟手段[7—9]，将进瓶通道数目减少，按照结构强度以及安装尺寸方面的要求，进瓶通道由生产实际中的 30 排减至 6 排。同样，基于对生产用洗瓶机出瓶装置的分析，按照优化设计方法[10—11]，出瓶通道数也减至 6 排，设计思路相同，这样设备宽度尺寸大大缩小。设计的教学型洗瓶机进瓶装置和出瓶传动系统见图 4。



a 进瓶输送　　b 出瓶传动

图 4　教学型洗瓶机进出瓶装置

Fig.4 Equipment bottle out of bottle washing machine for teaching use

2.3　关键控制点

生产中用的洗瓶机工艺因素多，电气控制系统设计复杂，控制系统的硬件有变频器、伺服电机、碱浓度变送器、温度控制模块等，控制系统的软件设计包括 PLC 逻辑控制程序、伺服控制程序、触摸屏程序等[12—13]。教学型洗瓶机设计时既要考虑学生对电气控制系统基本原理与知识的掌握，又要考虑学校实训室现场的实际因素，很难把洗瓶机的全部控制点设计呈现出来，但必须保留关键的控制点设计，以便学生学习 PLC 控制方面的知识。该教学型洗瓶机对主传动处蜗轮平衡故障点及其进出瓶装置的故障控制点都予以保留，当遇到进瓶倒瓶、进瓶处受到碎瓶渣等异物卡住、出瓶输送带因瓶子输送不畅而堆积导致出瓶栏杆推离工作位置等干扰时，通过对现场控制系统的演示与分析，学生能较快且直观地掌握控制技术。

加热、喷淋、管路系统包括洗涤液（碱水、热水、温水）输送及清水输送，液体由水泵输送，循环使用。清水管的作用是给各槽提供必要的水源，包括各个浸泡槽、热水槽、温水槽，给清水喷射提供压力水源。在清水管上装有隔膜阀与电磁阀，隔膜阀用来调节水压，电磁阀用来控制清水喷射，停机时进行间歇喷射，具有节约水和调节温热水槽温度的功能[14]。关于洗涤液的温度和浓度，都设置有相应的温度传感器、浓度检测等元件，这些检测位置须保留，以便教学中观察学习。

2.4　除标装置

洗瓶机工作时，洗涤液中会产生大量的废标残渣，需尽快清理，因此必须设置除残标装置。不同的浸泡槽中都要设置除残标装置，其结构原理基本相同，但对其运动的控制要求不同。常用除标装置一般采用网带链回转式机构，由驱动电机、环形网带、链条及鼓风机等组成。当大量的洗涤液通过网带时，脱落在洗涤液中的商标及污物被阻隔在网带上，随网带运动被带出机外，鼓风机给 2 条风管送风，风管分为上风管和下风管，上风管吹掉网带上的洗涤液，下风管吹掉附着在网带上的商标及赃物，污物由收集框或收集车盛装，定期清理。

教学型洗瓶机不可能进行大量的通水工作，因此，对这部分的详细结构可以减去，但是有几个重要零部件如风机安装、滤网等，可以设置在合适的部位，以便教学现场分析讲授，因此，保留部分除标装置是很有必要的。

2.5 瓶盒装置

瓶盒装置是洗瓶机运送瓶子的载体，瓶盒安装在有特制节距的带耳套筒滚子链及其组件上，目前我国生产上常用的带耳套筒滚子链的节距为 155 mm。瓶盒有多种不同的类型，盒身材料为低碳钢冲制，瓶盒嘴材料为聚丙烯塑料注成。对于瓶盒装置，除了洗瓶机内必须安装的零件外，还可以单独提供一些零配件，方便学习者在机外进一步观察学习。

传动链上安装的带动瓶子运行的瓶盒，在运行一段时间后就会松弛，若不及时张紧会影响机器的运动状况，甚至出现卡瓶等故障，考虑到对洗瓶机的维护保养[15—16]，设置瓶盒的张紧装置十分必要。对张紧装置改造设计时，在进出瓶端大链条运行的转弯处可以按照生产用洗瓶机方式，但在机后部位，就要按照教学型洗瓶机的工艺来设置主链张紧装置，方便操作，是学生学习张紧机构、螺旋机构的很好例证。另外，还应保留几个必要的观测窗口，以便给学习者提供设计启发和借鉴。

3 结语

洗瓶机属于非标设备，在学校实训室建设过程中，对设备采购规模化程度不高，相关院校可以通过对生产实际中企业产能较低的设备进行合理化改造及创新设计，使之转化为教学所用，加强与企业的合作，锻炼提升专业教师的科研能力。

在国家示范性高等职业院校重点专业建设期间，笔者就结合专业实际，与实习基地展开合作，全新设计的教学型洗瓶机已经投入使用，每年为机电、包装类专业课程进行实训、毕业设计、机构分析等教学提供指导，同时用于精品课程、资源共享课程、项目化课程的教学。实践证明，对工业生产中的设备进行创新改造设计，使其为专业教学服务很有必要，希望该模式能为同行提供参考和借鉴。

参考文献：

[1] 赵淮. 包装机械选用手册[M]. 北京: 化学工业出版社, 2001.
ZHAO Huai. Selection Guide for Packaging Machinery[M]. Beijing: Chemical Industry Publishing House, 2001.

[2] 周文玲. 灌装线设备安装与维护[M]. 北京: 机械工业出版社, 2011.
ZHOU Wen-ling. Installation and Maintenance of Filling Line Equipment[M]. Beijing: Machinery Industry Publishing House, 2011.

[3] 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.

[4] 刘安静, 周文玲. 洗瓶机进瓶机构的设计分析[J]. 轻工机械, 2005(1): 38—40.
LIU An-jing, ZHOU Wen-ling. Design and Analysis is on Mechanism of Push Bottles ahead of Washing Machine[J]. Light Industry Machinery, 2005(1): 38—40.

[5] 周文玲, 刘安静. 浸冲式洗瓶机进瓶装置的比较研究[J]. 包装与食品机械, 2007, 25(3): 9—11.
ZHOU Wen-ling, LIU An-jing. Compared and Research on Mechanism of Push Bottles Ahead of Washing Machine[J]. Packing and Food Machinery, 2007, 25(3): 9—11.

[6] 韩少雄, 赵美宁. 基于 Matlab 的洗瓶机进瓶导轨曲线分析[J]. 包装工程, 2012, 33(12): 93—96.
HAN Shao-xiong, ZHAO Mei-ning. Analysis of Infeeding Guide-rail Curve of Bottle Waster Based on Matlab[J]. Packaging Engineering, 2012, 33(12): 93—96.

[7] 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, 37(11): 123—126.
ZHOU Lv, CAI Chao-jie. The United Application Research of CAD Software in Packaging Machinery Design[J]. Packaging Engineering, 2016, 37(11): 123—126.

[8] 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.

[9] 肖杰, 吴小平. 基于ADAMS的洗瓶机机构设计与仿真分析[J]. 重庆文理学院学报, 2012, 31(8): 27—29.
XIAO Jie, WU Xiao-ping. The Design and Simulation of Bottle Washing Machine Mechanism Based on ADAMS[J]. Journal of Chongqing University of Arts and Sciences, 2012, 31(8): 27—29.

[10] 周文玲, 刘安静. 洗瓶机出瓶机构的设计分析[J]. 食品与机械, 2007, 23(2): 80—82.
ZHOU Wen-ling, LIU An-jing. Design and Analysis on Mechanism of Push Bottles out of Washing Machine[J]. Food and Machinery, 2007, 23(2): 80—82.

[11] 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.

[12] 陈立定, 王军会. 洗瓶机控制系统分析与设计[J]. 食品工业, 2010(1): 97—99.
Chen Li-ding, WANG Jun-hui. Analysis and Design of the Control System of Bottle-washer Machine[J]. Food Industry, 2010(1): 97—99.

[13] 王教领, 宋卫东, 王明友, 等. 洗瓶机触摸屏系统设计[J]. 安徽农业科学, 2015, 43(23): 342—343.
WANG Jiao-ling, SONG Wei-dong, WANG Ming-you, et al. Bottle Washing Machine Touch Screen System Design[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2015, 43(23): 342—343.

[14] 罗杰, 张克军. 洗瓶机的点滴改造[J]. 啤酒科技, 2014(3): 49—49.
LUO Jie, ZHANG Ke-jun. Improvements in Bottle Washing Machine[J]. Beer Science and Technology, 2014(3): 49—49.

[15] 吴文林. 浅谈洗瓶机的维护保养[J]. 啤酒科技, 2015(10): 44—47.
WU Wen-lin. Elementary Introduction of Bottle Washing Machine Maintenance[J]. Beer Science and Technology, 2015(10): 44—47.

[16] 施增辉. 新型双端洗瓶机的改进设计[J]. 包装与食品机械, 2009, 27(4): 64—66.
SHI Zeng-hui. The Improvable Design of the New Type Double-end Bottle Washing Machine[J]. Packing and Food Machinery, 2009, 27(4): 64—66.