

[制造·使用·改进]

DOI:10.3969/j.issn.1005-2895.2018.04.017

传统饮料热灌装系统的灌装控制改进和结构优化

韦毅, 吴金标, 杨林, 刘凤臣

(杭州娃哈哈集团有限公司 机电研究院, 浙江 杭州 310018)

摘要:第1代PET塑料瓶饮料热灌装存在灌装控制系统简易、工艺不稳定、易发生料液渗漏的问题,使得产品质量不稳定,存在一定风险。笔者提出一种基于传统热灌装系统的新控制系统和灌装通路优化方法:通过对灌装阀组设计增加新的卫生级气动控制模块,实现灌装工艺的时间变量控制;同时通过优化分配器和排气管路结构,提高了灌装过程中排气通道的可靠性,消除了冷凝水回流对产品的污染。该改进方法实现了以少量的改造投入,有效提高了工艺稳定性,提高了产品的灌装质量。

关键词:饮料灌装设备;热灌装;灌装阀组;分配器;排气通道

中图分类号:TS272.3 文献标志码:A 文章编号:1005-2895(2018)04-0081-04

Improvement of Filling Control and Structure Optimization of Traditional Hot Beverage Filling System

WEI Yi, WU Jinbiao, YANG Lin, LIU Fengchen

(Institute of Mechanical and Electrical, Hangzhou Wahaha Group Co., Ltd., Hangzhou 310018, China)

Abstract: There are some weaknesses of first generation PET plastic bottle beverage hot irrigation machine, such as simple filling control system, instability of filling process, product leakage, which causes risk of product quality. A new filling path optimization method and a new control system based on conventional hot filling system were proposed. By Adding a new pneumatic control module to the design of filling valve set, the time variable control of filling process was realized. At the same time, the structure of distributor and exhaust pipe was optimized to improve the reliability of the exhaust passage in the filling process which could eliminate the product pollution caused by condensation returns. The methods improved stability of filling process and product quality with less investment.

Keywords: beverage filling equipment; hot filling; filling valve set; distributor; air exhausting passage

2000年前后本公司从欧洲进口的热灌装设备,其配置和工艺为1台旋转灌装-压盖联合机配备60套灌装阀组,生产速度为20000瓶/h,灌装方法为常压法灌装,灌装阀组是比较简单的端面式单移阀,阀端为短管结构,以中心管在瓶内的深度控制料液装量,由瓶托机构启闭阀门^[1]。产品灌装无其他计量、计时及配套控制装置,灌装过程控制比较简单;而瓶托机构的升降受控于固定在灌装转塔周圈的凸轮导轨,灌装区是一个固定的角度区域。灌装区以角度来固定,意味着灌装过程所需时间随设备运行的实际速度而变化,存在装量不可控的风险。另外,受限于当初的设计理念及设备生产时的加工条件,被改造设备存在排气通路冷

凝回流,增加了产品受污染的风险;同时,生产时料液容易泄露造成的生产环境卫生等级差,限制了延长持续生产周期的可能。因此,迫切需要对设备进行升级改造,以适应现有饮料更为严格的生产要求。

1 存在问题的剖析

一方面民众对于饮料产品内在品质及外观要求的提高,对企业生产提出了更高标准;另一方面饮料市场竞争日益激烈,成本管控要求也在不断提升。而之前引进的灌装设备存在的问题,限制了产品生产降低消耗、提升品质的空间。结合实际生产过程,将设备存在的主要问题具体剖析如下:

1) 如图1所示,灌装主机转塔分为瓶子进出交接

收稿日期:2018-01-18;修回日期:2018-03-25

第一作者简介:韦毅(1978),男,浙江杭州人,工程师,主要研究方向为饮料灌装设备。E-mail:yi.wei@wahaha.com.cn

及灌装 2 个区域。以圆周机械凸轮进行位置划分,其中灌装区域角度约为 240°;在灌装区域中,灌装阀处于常开状态,高位槽料液通过管路,灌装主机与瓶子保持连通。热灌装的生产工艺与冷灌装不同,为了保证灌装后的料液能够对瓶子和盖子进行杀菌,灌装时料液的温度需要加热到 90°左右^[2-3];固定的灌装区域角度在不同的生产速度时对应的灌装时间不同,低速生产或设备故障临时停机时,PET 瓶子处于灌装区域的时间要远大于正常生产状态。虽然通过材料选择、工艺优化及仓储条件改善,能够生产出耐热的 PET 瓶用于饮料热灌装生产^[4-5],但是,过长时间的高温及持续的料压,仍会加大 PET 瓶的瓶身涨大、瓶底凸出及瓶口变形等缺陷的风险。

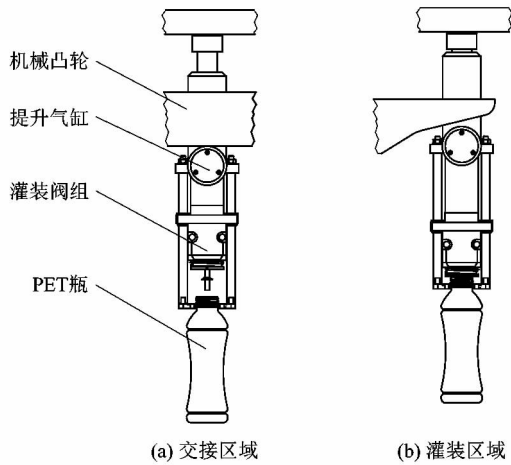


图 1 交接、灌装 PET 瓶子状态
Figure 1 PET status of transfer and filling

2) 灌装阀组件只有单纯的机械运动控制阀的开关,空瓶在提升气缸的带动下,瓶口上升顶开灌装阀组机械阀门,即开始料液灌装;瓶子随提升气缸运动下降脱离灌装阀组后,阀门关闭停止灌装。在灌装过程中,阀组均为被动动作,无主动控制,各个阀组在生产过程中出现问题时无法单独调整,会产出批量性问题产品;同时,阀组的密封方式在开关过程容易产生料液的渗漏。生产中饮料在交接和罐装时阀组状态如图 2 所示。

3) 在灌装过程中,随着料液进入瓶子,瓶子内的空气从排气通道排出。从图 3 可知,排气通道包含芯杆通道、排气环管、上分配器及连接管路,其中芯杆通道贯穿了提升气缸。瓶子排出的空气中包含 90 °C 料液产生的混合蒸气,混合蒸气遇冷凝结于芯杆通道、排气环管等位置,会在重力作用下回流至瓶子内部。而排气通道的加工精度不高,特别是排气环管内部非常

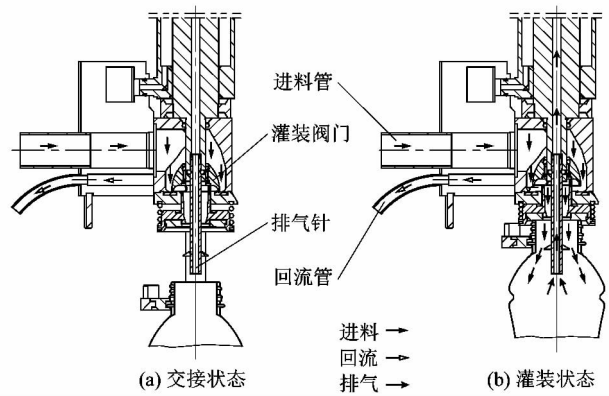


图 2 交接、灌装阀组状态
Figure 2 Valve's status of transfer and filling

粗糙,清洗难度大,冷凝物的回流对产品存在较大质量隐患。

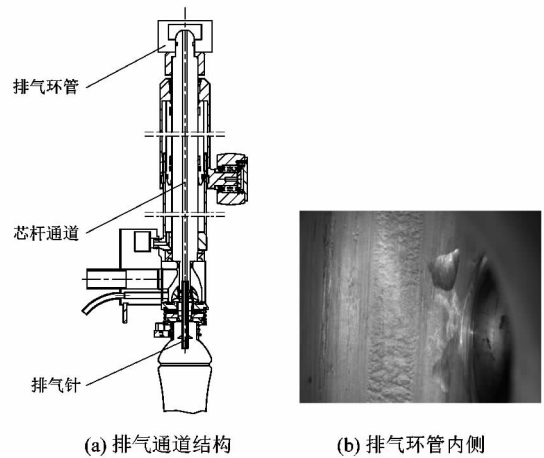


图 3 排气通道
Figure 3 Exhaust passage

4) 灌装主机有上、下 2 个分配器组件。生产时,上分配器组件功能为汇总排出瓶子的空气及通入提升气缸所需的低压空气;下分配器组件功能为灌装料液的进入及回流。图 4 为下分配器组件图,旋转的外套管与固定的内套管通过 U 型圈密封;远离固定端的密封位置仅以导向环辅助定位,分配器组件对中性差,密封易损坏造成产品泄漏。

以上缺陷的存在,使得在生产过程中,涨瓶、凸底等不合格产品数量较多,加上泄露等问题,生产损耗较大。装量控制的不稳定也极易使料液溢出,造成瓶口螺纹部位料液残留污染;瓶口料液残留霉变是产品主要的质量投诉问题之一。因此,这批设备目前只能安排生产一些低风险、低附加值的产品,设备使用效率不高。

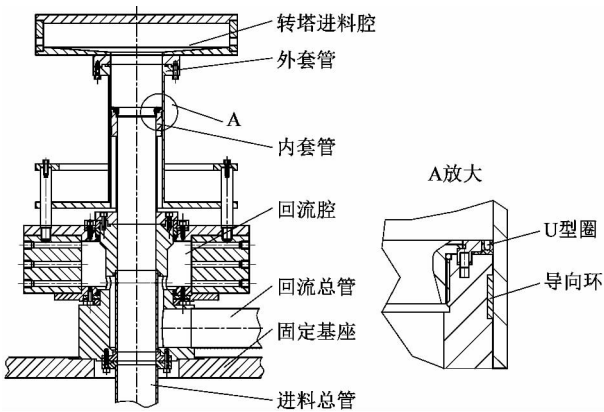


图4 下分配器组件

Figure 4 Assembly of bottom distributor

2 改进方案及内容

针对上述存在的问题,以满足生产安全和食品安全的技术要求为前提^[6],结合现有先进灌装设备结构优点,对设备进行了改进。

2.1 灌装阀组件的改进

通过分析、测试,对原先的灌装阀组改进如下:

1) 在灌装阀组件料液输送模块中增加一个控制阀,对原有常通的料液通道做开关控制。该控制阀的使用,使灌装阀组可在原有机械灌装开关控制上,增加时间变量控制,装量控制稳定性得以提升;也可以根据需要临时关闭某一单独阀组的灌装功能。

2) 阀组原来的排气通道阻断,改由回流管集中排放,消除冷凝回流的质量风险。

3) 阀组控制阀及原运动部件的动密封改成波纹管型式,消除动密封产生的产品泄露问题。

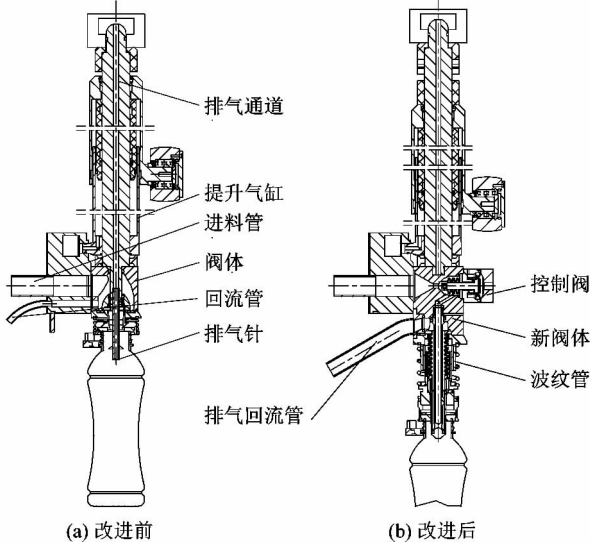


图5 灌装阀组对比

Figure 5 Comparison of filling valves

2.2 水气分离环的应用

灌装阀组件改进后,排气和回流的料液使用同一个通道流出阀体。此时,水气混合液只能通过下部的分配器管路泵送回低位槽,这将大大增加回流泵的工作压力;同时,水气混合液也会对叶轮及管路内的管阀件产生不利的振动冲击。因此,在回流管道中间,增加一个水气分离环,如图6所示。气体在分离环腔体中通过上部管路汇总至上分配器排出,液体在分离环腔体中通过下部管路汇总至下分配器再泵送回低位槽。水气分离环的应用,解决了水气混合带来的新问题。

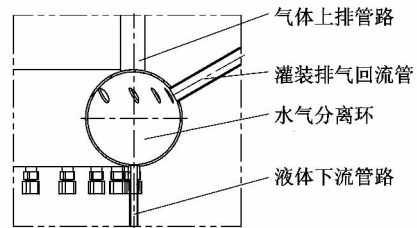


图6 水气分离环

Figure 6 Separating ring of water and gas

2.3 分配器的改进

1) 灌装阀组增加控制阀后,需要在灌装转塔内安装电气控制阀岛做相应的控制;阀岛所需的电源、低压气及信号通信由上分配器进行输送。原有的上分配器仅有排气通路及低压气输送功能,通过改造并加装导电滑环进行功能扩展。

2) 将原有分配器密封件由普通的U型密封圈升级为成对的星型密封圈,每对密封圈内包含润滑及冷却用的食品级油脂,极大地增加密封圈及对应金属表面镀层的使用寿命。

3) 下分配器密封方式进行了与上分配器相同的升级改造,同时增加了轴承的位置,提升定位稳定性。

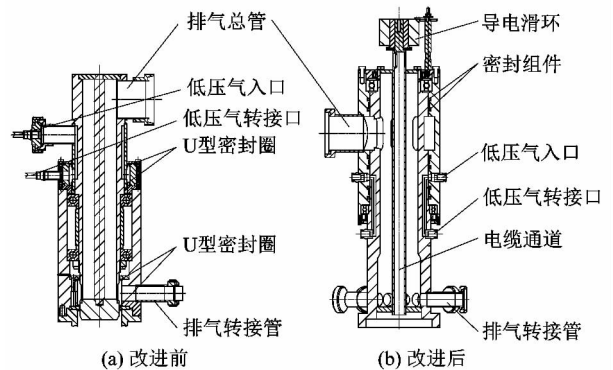


图7 上分配器改进对比

Figure 7 Comparison of top distributor

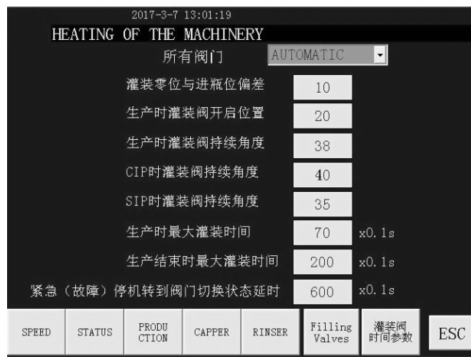
2.4 控制系统升级^[7-10]

机械结构改造完成,为了实现灌装阀组灌装时间的整体设置及单独调整,实现在线实时、精确调整,需通过触摸屏与 PLC 的综合应用,对控制系统进行升级改造。

1) 通过新增加通信模块,实现阀岛单元与主机的实时通信。

2) 原设备 CPU 由 315-2PD 升级成 317-2PD 型号,运算能力及速度提升得以满足新的需求。

3) 程序上实现灌装阀组整体及独立灌装时间的设置和调整,可以在操作屏幕上实时修订及监控。新增控制界面如图 8 所示。



(a) 灌装参数界面



(b) 灌装阀监控界面

图 8 新增控制界面

Figure 8 New control interfaces diagram

2.5 改造后效果测试

改造完成后测试情况如下:

1) 灌装阀组、分配器等部件动作、功能满足设计需求。

2) 设备在以 20 000 瓶/h 的速度运行时,转塔最大灌装角度对应的时间为 7.2 s;而新阀组灌装 500 g 产品所需时间为 6 s,相比最高速度下的最小灌装时间下限,仍有一定的控制调整余量,生产小瓶装产品时调整余量将更大。

3) 原设备仅能以最大灌装角度控制阀门料液通

道的通断,而不同的生产速度下,最大灌装角度对应的时间差异也比较大,如设备运行速度下降到 10 000 瓶/h 时,最大灌装角度对应的时间提升到 14.4 s;而新灌装阀组与控制系统的配合调试,以不受设备运行速度影响的控制阀开启时间来控制料液的通断,消除了不同速度条件下对灌装量的影响,产品回流量也更少且可控。罐装角度时间如图 9 所示。

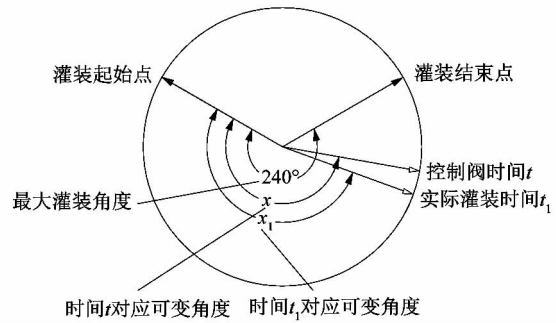


图 9 灌装角度时间图

Figure 9 Filling angle and time

3 结语

改造后,灌装阀组灌装时间既可整体设置,也可以根据每个灌装阀的运行状态在控制屏上即时单独调整;若在线装量检测联网实时反馈,将可以实现灌装装量控制系统的智能调整。灌装排气方式的改进、阀组及分配器新密封方式的应用,减少了渗漏,消除了冷凝水回流,改善了设备卫生状况,极大地降低了原设备运行存在的质量风险。生产的产品可尝试由高酸性系列扩展至偏中性系列,实现品种系列多样化。

参考文献:

- [1] 许林成. 包装机械原理与设计[M]. 上海:上海科学技术出版社, 1988:395-442.
- [2] 孔祥国. 热灌装与无菌冷灌装的技术工艺及设备[J]. 科技情报开发与经济, 2006, 16(24): 288-289.
- [3] 王长军, 边玉鸾, 梦福祥. 塑胶瓶装凉茶饮料生产技术[J]. 包装与食品机械, 2006, 24(3): 39-41.
- [4] 赵志恒. PET 瓶生产技术[J]. 包装与食品机械, 2004, 22(4): 20-24.
- [5] 郑仁德. PET 瓶在热灌装饮料中的应用[J]. 包装工程, 2007, 28(3): 39-43.
- [6] 王国扣. 食品机械安全卫生设计的研究[J]. 包装与食品机械, 2006, 24(3): 33-37.
- [7] 李疆. PLC、触摸屏在灌装机定量调整控制系统中的应用[J]. 包装与食品机械, 2007, 25(3): 44-46.
- [8] 崔坚, 李佳. 西门子工业网络通信指南[M]. 北京:机械工业出版社, 2005:365-408.
- [9] 柴瑞娟, 陈海霞. 西门子 PLC 编程技术及工程应用[M]. 北京:机械工业出版社, 2006:293-325.
- [10] 屠春晖, 倪敬, 金永涛, 等. 基于 PLC 的空气干燥器性能自动检测系统研究[J]. 机电工程, 2016, 33(1): 57-62.