

智能气调包装系统

孙智慧, 傅小华, 晏祖根, 谷吉海, 智慧

(哈尔滨商业大学, 哈尔滨 150028)

摘要: 针对我国气调保鲜包装技术及应用的落后状况, 采用 Mix9001 气体混合器、CMV-2 气体比例分析仪、DQB-700N 气调包装机及 PLC 控制器, 构建了基于气体在线检测与比例控制的智能气调包装系统。利用气体比例分析仪监控气体组分, PLC 控制气体混合器和气调包装机, 实现包装容器保鲜气体的比例混合和充气包装。实验表明, 该系统可自动实现包装袋保鲜气体的比例混合和充气包装, 减少了保鲜气体的耗气量, 提高了工作效率, 同时省却了传统气调包装的真空气室。

关键词: 气调包装; 气体比例混合; 在线检测

中图分类号: TB485.2; TP273.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2011)05-0007-04

Intelligent Modified Atmosphere Packaging System

SUN Zhi-hui, FU Xiao-hua, YAN Zu-gen, GU Ji-hai, ZHI Hui

(Harbin University of Commerce, Harbin 150028, China)

Abstract: In allusion to the backward state of technology and applications of modified atmosphere packaging (MAP) in our country, an intelligent MAP system based on reliable measurement and control of gas concentration in packaging was constructed, which included Mix9001 gas mixer, CMV-2 gas analyzer, DQB-700N vacuum packaging machine, and PLC controller, to realize gases blending proportion in container and gas-filled package. The experiment results showed that this system not only obviates the traditional vacuum chamber, but also reduces gas consumption and improves working efficiency with automatic gases blending proportion and gas-filled package.

Key words: MAP; gas proportioning mix; online detection

气调保鲜包装(MAP)利用保鲜气体置换包装容器内空气, 改变容器内气体环境, 抑制细菌等微生物生长, 以保持食品新鲜色泽、减缓食品新陈代谢速度^[1]。气调包装可以有效解决真空包装食品的品质劣化问题, 延长食品货架期, 降低食品流通成本。随着人们消费意识的改变, 气调包装技术以其优越的安全保鲜功能, 越来越受到消费者认可和欢迎。

英国零售新鲜肉气调包装的应用(1980年), 极大地推动了国际气调包装先进技术与装备的研究与应用^[2]。20世纪90年代后期, 我国开始研发食品气调包装工艺与设备。上海肉类加工企业引进国外气调包装设备、开发新鲜猪肉气调包装市场, 为我国食品气调包装的市场应用打下了基础^[2]。目前, 我国的气调包装技术及装备与国际先进水平相比, 还存在较

大差距, 主要表现在设备精度不高、稳定性差、自动化程度低。对于易氧化食品, 包装容器内含氧率的增高, 容易导致食品氧化变质和需氧菌迅速繁殖, 缩短食品货架期^[3-4]。如何控制易氧化食品包装容器的含氧率, 提高生产率和自动化程度, 降低包装成本, 已成为目前亟需解决的一项气调保鲜包装技术难题。

1 系统工作原理

对于易氧化食品的气调包装, 由于食品种类和量不同, 以及包装容器材质和容器大小的不同, 必须严格控制包装容器内保鲜气体的组分和浓度, 以确保新鲜食品的保鲜效果; 同时, 提高易氧化食品气调包装的自动化程度, 提高生产效率, 节省保鲜气体消耗量,

收稿日期: 2010-12-29

作者简介: 孙智慧(1962—), 男, 辽宁人, 哈尔滨商业大学教授、博士生导师, 主要研究方向为食品包装技术与包装机械智能化。

以节约成本^[5]。

针对易氧化食品的保鲜包装,构建一个智能气调包装系统,见图1。首先,将已充填食品的包装袋在

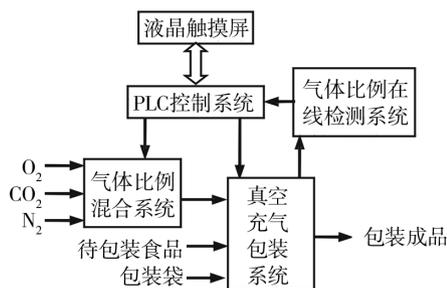


图1 智能气调包装系统工作原理

Fig.1 Schematic diagram of intelligent MAP system

真空充气包装系统的密封环境下,对包装袋抽真空;然后,PLC通过在线气体比例检测系统检测包装袋内保鲜气体的浓度,通过气体比例混合系统,控制充入包装袋的 O_2 、 CO_2 、 N_2 气体的组分和充气量,实现包装袋保鲜气体组分和浓度的精确控制;最后,真空充气包装系统完成包装袋封口,输出包装成品,实现食品的抽真空、充气、封合的自动包装。液晶触摸屏实现包装质量、数量的监控和控制参数的修改。

2 系统组成

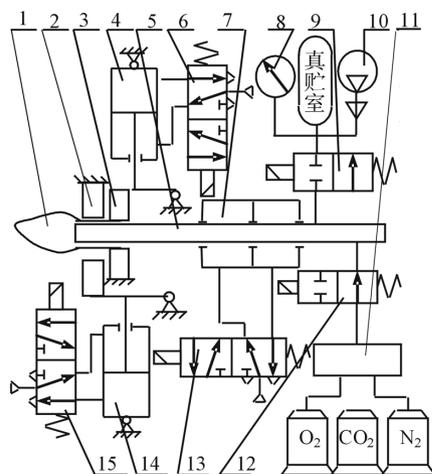
智能气调包装系统主要由真空充气包装系统、气体比例混合系统、在线气体比例检测系统、PLC控制器、液晶触摸屏等组成。系统的设计主要包括重要元件的计算与选用、系统的总体集成、控制流程的设计、控制时序设计等。

2.1 真空充气包装系统

预制袋自动充气包装机多采用气流式气调包装方式,无需抽真空,生产效率高,但包装残氧率高达5%,不适于易氧化食品的包装。预制袋外抽式半自动真空充气包装机,采用真空补偿式气调包装方式,包装残氧率可低于1%,常用于易氧化食品的气调包装^[1,6]。

根据易氧化食品气调包装的技术要求和实验室实际情况,选用DQB-700N呼吸式气调包装机。DQN-700N气调包装机是一种外抽式真空充气包装机,主要技术参数:气体置换率为90%~98%;包装能力为1~2包/次,180次/h;充气压力为0.06~0.16 MPa;封口尺寸为700 mm×12 mm。

DQB-700N气调包装机是一种无真空室、能直接对包装袋抽真空、充气 and 热封的手动式气调包装机,由密封部件、热封部件、气嘴伸缩部件、真空发生部件、气动系统以及机架、气源等组成,工作原理见图2,工作流程:包装袋准备→压紧袋口→气嘴抽真空→



1—包装袋;2—密封头;3—热封头;4—热封气缸;5—气嘴伸缩杆;6—热封电磁阀 V_8 ;7—气嘴伸缩气缸;8—真空表;9—真空电磁阀 V_9 ;10—真空泵;11—气体混合器;12—充气电磁阀 V_{10} ;13—气嘴伸缩电磁阀 V_{11} ;14—密封气缸;15—密封电磁阀 V_{12}

图2 DQB-700N气调包装机工作原理

Fig.2 Schematic diagram of DQB-700N MAP device

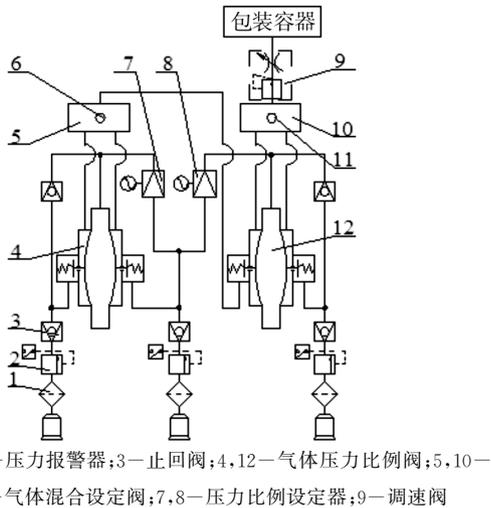
充气(CO_2 、 O_2 、 N_2)→二次压紧袋口→气嘴缩回→包装袋热封→气嘴复位。包装机控制系统控制电磁气动阀的通断,实现包装工作流程的自动实现。

2.2 气体比例混合系统

气体比例混合系统是气调保鲜包装系统中的核心,保证按预定的最佳比例将2种或3种保鲜气体混合。气体比例混合有等容法、等压法、定容定压法、时间法和节流法5种^[6]。等容法、等压法、定容定压法比较准确,但不能连续配气;时间法装置最简单,准确度较差;节流法比较简单,如果各气体钢瓶的出口压力恒定,调整各出口节流阀的开度,即可得到与预定配比相近的混合气体。

选用丹麦PBI-Dansensor公司的Mix9001型气体比例混合器,采用节流法控制各保鲜气体组分的流量,得到预定配比的混合气体。主要技术参数:入口压力0.85~1 MPa;出口最大压力0.58 MPa;气体流速为100~400 L/min;配气范围为0~100%;配比精度为2%。气体混合在常温下进行,并且各气体及混合气体的压力不大,这时可将混合气体当成理想气体进行混合,以保证气体混合的精度。

Mix9001 型气体比例混合器采用膜片式压力比例调节阀,应用气体压力比例阀差压式调节原理,使膜片两侧的气体压力相等,控制气体混合室的各气体入口截面积,实现保鲜气体在混合室精确混合。其工作原理见图 3, O_2 、 N_2 和 CO_2 经过过滤器 1、减压阀



1—过滤器;2—压力报警器;3—止回阀;4,12—气体压力比例阀;5,10—混合室;6,11—气体混合设定阀;7,8—压力比例设定器;9—调速阀

图 3 Mix9001 气体比例混合器工作原理

Fig. 3 Schematic diagram of Mix9001 gas mixer

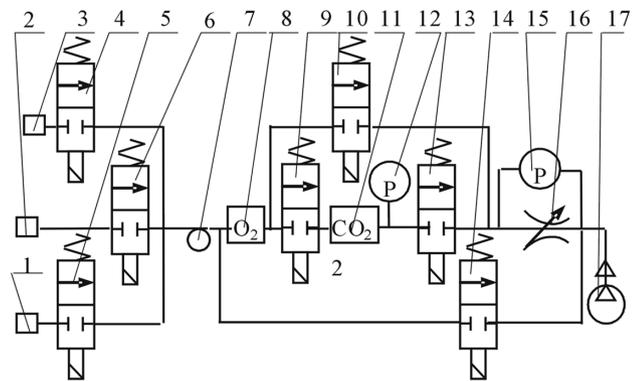
2、止回阀 3 后, O_2 和 N_2 进入气体压力比例调节阀 4 的两侧,在压差作用下使气体比例调节阀 4 两侧 O_2 和 N_2 输出等压气体,通过小孔进入混合室 5,氮氧混合气体和 CO_2 以同样的方式进入压力比例调节阀 12 和混合室 10 进行混合,其中 N_2 还通过压力比例设定器 7 进入气体压力比例阀的膜片中作为启动气体;小孔孔径可根据用户在气体混合设定阀 6 和 11 的设定值变动,控制 O_2 、 CO_2 和 N_2 3 种气体的流量比例;再通过调速阀 9,将混合气体以一定的流速充入真空充气包装机。

2.3 气体比例在线检测系统

气体比例检测仪是气调包装系统的重要配套检测仪器。目前,食品气调包装的气体组分检测和监控主要采用 2 种方法^[1]:一种是在生产过程中,利用便携式气体检测仪定时随机抽检,这种方法操作烦琐、检测滞后,适于单机检测;另一种是在线检测,使用气体在线检测仪,对未封口包装袋内的气体含量进行连续在线检测,实时反馈给控制系统,控制系统根据检测结果进行全程质量监控,同时记录检测数据。如配以 PLC 等控制器和补偿执行机构,可实现气体比例的自动调整。这种方法能及时发发现气体混合比例中出现的误差,节省人力和时间,提高生产率。

选用丹麦 PBI-Dansensor 公司的 CMV-2 气体在线分析仪,主要技术参数:测量精度 O_2 为 $\pm 1\%$, CO_2 为 $\pm 2\%$;测量所需样品气体量为 2 mL;测量时间 < 1 s。包装袋封口前,CMV-2 进行非破坏性的保鲜气体浓度的检测,以确保每个包装都具有统一的包装质量。如 O_2 或 CO_2 浓度超出用户定义值,则发生报警并将信息反馈给控制系统。

CMV-2 工作原理见图 4,气体测量包括 4 个过



1—样品气体入口;2—混合器气体入口;3—空气/校准气入口;4—电磁阀 V_2 ;5—电磁阀 V_1 ;6—电磁阀 V_5 ;7—样品环路;8— O_2 传感器;9—电磁阀 V_6 ;10—电磁阀 V_7 ;11— CO_2 传感器;12—压力传感器 P_1 ;13—电磁阀 V_3 ;14—电磁阀 V_4 ;15—压力传感器 P_2 ;16—节流阀;17—真空泵

图 4 CMV-2 气体在线分析仪工作原理

Fig. 4 Schematic diagram of CMV-2 gas analyzer

程:抽气过程,真空包装机抽真空的同时,对 CMV-2 抽真空,清除 CMV-2 前一次测量的残余气体;充气过程,包装袋充入混合气体,同时小部分气体进入 CMV-2;均压过程,即 CMV-2 内混合气体压力与大气压力相等;测量过程,通过 O_2 传感器、 CO_2 传感器,分别测量出 O_2 、 CO_2 浓度。 O_2 传感器采用固态氧化锆传感器, CO_2 传感器采用红外吸收型 CO_2 传感器。

控制器控制各电磁阀的启闭,阀门启闭的工作循环见图 5。如果充气时间非常短,则延迟关闭阀 V_1 、 V_4 和 V_7 ,即延长采样周期(C),使气体能在延长的采样周期时进入系统。同时延迟打开阀 V_2 ,即阀响应延迟(R),防止空气渗透通过气嘴进入包装袋内,避免影响气体比例含量。由于 CO_2 传感器响应较慢,应使气体测量时间(M_1)延长至红外延迟(M_2),即在下一个抽气/充气过程中测量出 CO_2 含量,此时阀 V_2 、 V_3 、 V_6 关闭,传感器仍然保存待测气体。阀 V_6 、 V_7 可避免较大的压力变化损坏 CO_2 传感器。

2.4 实验系统

采用 Mix9001 型气体比例混合器、CMV-2 气体

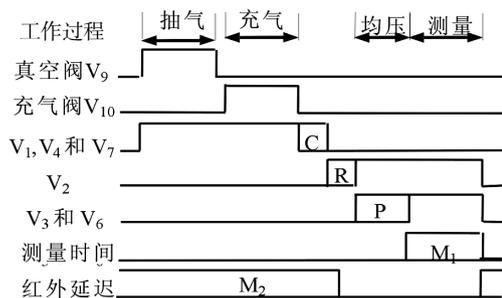


图 5 CMV-2 阀门开闭工作循环图

Fig. 5 Cycling of CMV-2 valve control mechanism

在线分析仪和 DQB-700N 呼吸式气调包装机, 构建智能气调包装系统实验平台。将该系统应用于大米气调保鲜包装试验, 实验表明混合气体中 CO_2 体积百分比的平均误差为 0.486%, 标准偏差为 0.130 2, CO_2 配气精度为 0.486% \pm 0.130 2%; 包装袋中 CO_2 体积百分比的平均误差为 0.682%, 标准偏差为 0.454 4%, CO_2 混合精度为 0.682% \pm 0.454 4%; 气体置换率为 94.65% \pm 2.904%。检测数据表明, 气调包装系统的总配气精度 $<1\%$, 包装精度 $<1\%$, 气体残氧率 $<5\%$, 气体置换率 $>90\%$ 。气体比例检测结果与 Pac Check325 O_2/CO_2 便携式气体比例分析仪基本一致, 达到了预期的保鲜效果。对 DQB-700N 呼吸式气调包装机的 PLC 控制器及液晶触摸屏进行了二次开发, 集成了智能气调包装控制系统, 有效降低了控制系统成本。

通过二次开发, 在 PLC 中设置了正常工作和在线检测工作方式的切换软开关。智能气调包装系统正常工作时, 不检测包装袋内气体成分。在线检测时, 包装机按程序自动进行包装, 同时进行气体成分的检测。智能气调包装系统在线检测时的工作流程见图 6, 系统的顺序工作由 PLC 根据工作流程图控制各电磁阀的启闭来实现。

3 结语

针对我国气调保鲜包装技术及应用的落后状况, 开展了基于气体在线检测与比例控制的智能气调包装系统的研究, 利用气体比例分析仪监控气体组分, 通过 PLC 控制气体混合器和气调包装机, 实现了包装容器保鲜气体的比例混合和充气包装。实验结果表明, 研究的智能气调包装系统可自动实现包装袋保鲜气体的比例混合与充气包装, 减少保鲜气体的耗气

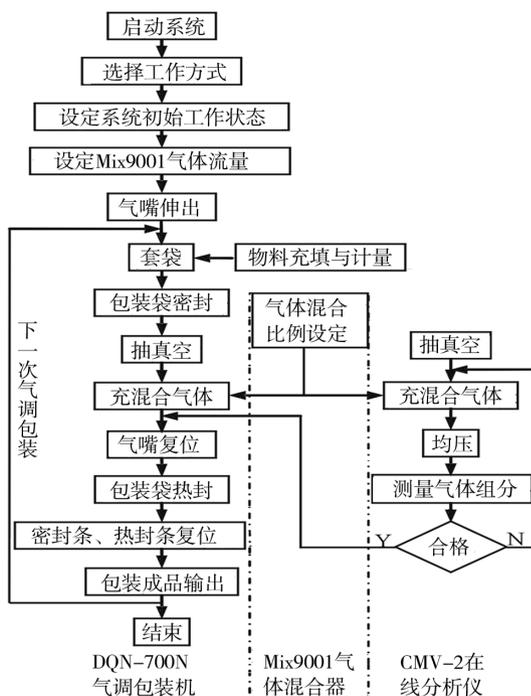


图 6 智能气调包装系统工作流程

Fig. 6 Flow chart of intelligent MAP system

量, 提高工作效率, 同时省却了传统气调包装的真空室, 降低了系统成本。

系统采用手动调节气调包装气体的组分, 未能实现气体比例的自动调节。今后应在此方面进行深入研究, 利用 PLC 采集 CMV-2 分析仪的信息, 自动调节气体组分, 提高智能气调包装系统的自动化程度。

参考文献:

- [1] 徐文达. 食品软包装新技术——气调包装、活性包装和智能包装[M]. 北京: 上海科学技术出版社, 2009.
- [2] 吴瑞平, 林泽安. 食品气调保鲜包装技术及设备发展状况[J]. 包装与食品机械, 2005, 23(6): 41-47.
- [3] RODRIGUEZ-GUILERA R, OLIVERIRA J C. Review of Design Engineering Methods and Applications of Active and Modified Atmosphere Packaging Systems[J]. International Journal of Food Engineering, 2009, 1(1): 66-83.
- [4] 黄俊彦, 韩春阳, 姜浩. 气调保鲜包装技术的应用[J]. 包装工程, 2007, 28(1): 44-48.
- [5] 卢金言. 如何选购复合气调保鲜包装机[J]. 食品与机械, 2005(1): 78-79.
- [6] 徐文达. 国内外食品气调包装的方式和机械[J]. 包装与食品机械, 1994, 12(4): 15-19.
- [7] 傅志红. 充气包装中的气体比例混合原理和方法[J]. 包装世界, 1996(1): 27.