

集预冷杀菌多功能气调包装机的设计

彭群英¹, 李保国¹, 顾小杰²

(1. 上海理工大学 制冷与低温工程研究所, 上海 200093; 2. 上海大宇阀门有限公司, 上海 201201)

摘要: 在集成预冷、杀菌、气调包装三功能基础上, 对当前气调保鲜包装机一般为补偿式气调而置换率较低, 基于压力配气方式而气体混合精度差, 半自动化而生产效率低, 冷却不到位并存在二次污染等问题进行了改进, 设计了一种集预冷、杀菌、气调包装一体化的全自动设备。此外, 就不同包装盒及不同产品所需冷量的不同, 设计了 2 种预冷系统模式: 将半导体制冷技术应用于预冷预置气体, 适用于小型冷量的包装产品, 并可相应地提高其配气精度; 采用制冷压缩机真空预冷系统, 适用于需较大冷量的包装产品。同时对制冷模式的选择及所需冷量进行了简单的理论计算和分析。

关键词: 气调包装设备; 杀菌; 半导体制冷技术; 真空预冷

中图分类号: TB486⁺.02 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2012)13-0022-04

Design of Multifunctional MAP Equipment Adding Pre-cooling and Sterilization Functions

PENG Qun-ying¹, LI Bao-guo¹, GU Xiao-jie²

(1. University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China; 2. Shanghai Dayu Valve Produce Co., Ltd., Shanghai 201201, China)

Abstract: Current MAP equipment has the deficiencies of low replacement rate caused by compensation style, low gas mixing precision caused by pressure regulation, low efficiency caused by half automation, not enough cooling and sterilization, and secondary pollution. Fully automatic MAP equipment with the functions of pre-cooling, sterilization, and modified atmosphere was designed to solve the above deficiencies. Besides, two pre-cooling system modes were designed for different packaging boxes and products requirements, which were semiconductor refrigeration technology applicable to small cold quantity packaging products and refrigeration compressor vacuum pre-cooling system applied in larger cold quantity. Refrigeration mode selection and theoretical calculation and analysis methods were also introduced.

Key words: MAP; sterilization; semiconductor refrigeration technology; vacuum pre-cooling

近年来,食品冷冻冷藏及气调保鲜包装设备行业发展迅速,食品经预冷和气调保鲜包装能显著延长其货架期,保证食品质量与安全。气调包装是根据食品的生化特性,在包装中置换入不同比例气体以达保鲜目的。气调包装不仅可保证食品清洁卫生,还能保持食品的新鲜和原有风味,显著延长保鲜期。气调包装技术以其优越的保鲜功能,应用越来越广泛。英国鲜肉气调包装的应用,极大地推动了国际气调包装技术

与装备的研究^[1]。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,为我国气调包装市场应用打下了基础^[2]。目前,我国气调包装技术及装备与国际先进水平相比,还存在差距,主要表现在设备精度不高、稳定性较差、自动化程度以及生产效率低^[3-6]。文中对现有的气调包装机进行了改进和创新,可为相关企业提供参考。

收稿日期: 2012-02-28

基金项目: 上海市重点学科建设项目(S30503);上海市联盟计划项目;上海市农业成果转化项目(113919N0400);宝山区科学技术委员会产学研合作项目

作者简介: 彭群英(1987—),女,江西人,上海理工大学硕士生,主攻食品冷藏保鲜技术及装置。

好地保存食品。

冷却气调包装机半导体制冷器设计过程如下^[9]。

3.1.1.1 设计参数确定

环境温度(空气温度) t_a 、预制气体初始温度 t_0 、预制气体冷却终温 t_i 、包装盒内产品初始温度 t_1 、产品需冷却的最终温度 t_2 、直流电压 U 、赛贝克系数 $\alpha_p = \alpha_n$ 、电导率 $\sigma_p = \sigma_n$ 、优值系数 Z 、制冷器外表面积 A_0 、输送管路壁面的传热系数 K 。

3.1.1.2 半导体制冷器大小的设计计算

1) 工况的选择。在最大制冷量工况($Q_{\max}$)下,制冷量是设计时优先考虑的因素,经济性次之。在最大制冷系数($\epsilon_{\max}$)工况下,电能最有效地产生冷量,热电对在 $Q_{\max}$ 工况下和 $\epsilon_{\max}$ 工况下, η 与 $\Delta T = T_h - T_c$ 冷热端温差关系有下面的结论,当 $\Delta T = 40$ K,2种工况非常接近, $\Delta T > 40$ K时宜选用最大制冷量工况,在 $\Delta T < 40$ K时,最大制冷系数工况常是优先考虑的工况,而对于气调保鲜包装机产品预冷的 $\Delta T = T_h - T_c < 40$ K,故按最大制冷系数工况设计。

2) 计算理论所需冷量。

$$Q_0 = Q_1 - Q_2 \quad (Q_1 = kA\Delta t)$$

式中: Q_1 为单位时间内由输送管路传入预制气体的热量; Q_2 为预制气体冷却由 t_0 至 t_i 所需的冷量。 K 为输送管路壁面的传热系数; A 为输送管路壁面面积; Δt 为预制气体冷却由 t_0 至 t_i 温度差。

3) 冷端温度 T_c 和热端温度 T_h ,热端用散热片进行冷却,冷端与预制气体接触,令冷端与预制气体之温差 ΔT_c ,则:

$$T_c = T_h - \Delta T_c \quad (T_h = 273 + t_0)$$

4) 性能系数 M :

$$M = \sqrt{1 + Z(T_h + T_c)/s}$$

制冷系数:

$$\Sigma_{\max} = (T_c/\Delta T)(M - T_h/T_c)/(M - 1)$$

输入功率:

$$P = Q_0 / \Sigma_{\max}$$

每一个热电对输入电压:

$$U_{\epsilon_{\max}} = \partial_{pn} \Delta TM / (M - 1)$$

制冷器包含的热电对数 N (热电对串联):

$$N = U / U_{\epsilon_{\max}}$$

每一热电对电阻 R :

$$R = \partial_{pn} \Delta T / [(M - 1)I_{\epsilon_{\max}}]$$

5) 热电对臂尺寸,取热电对2条臂的长度和截面积相等。

$R = l_p / \sigma_p A_p + l_n / \sigma_n A_n = 2l / \sigma A$,即可选择出合适的半导体制冷器。

3.1.2 设计真空预冷系统

对于需要较大冷量且带走食品内部热量的气调包装机,配置一个制冷压缩机的真空预冷系统,详见图3。在包装机背边配置捕水器及制冷机组。包装产品种类和量不同,以及包装容器材质和容器大小的不同促使所需要的冷量也不一样,即最大预冷量确定因素分成2个部分:包装盒的尺寸大小、包装量;所需要包装的物品种类,如果蔬菜;修正系数。

以气调包装杨梅为例,根据上述涉及到冷量的因素计算所需的最大预冷量,根据最大预冷量来设计并匹配本实用新型的真空预冷装置部分。

真空室内容积 0.006 m^3 ,采用 380 V 。估算制冷量:

$$q = C_p m (t_x - t_z)$$

式中: t_x 为包装前杨梅的温度,设为 300 K ; t_z 为经包装后杨梅的温度,设为 273 K 。

包装量 m 取 500 g 计算,杨梅的 C_p 小于水的 C_p 值,估算取水的 C_p 值 $4.2 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ 计算,以双工位包装计算,全置换气调包装每小时包装 400 盒计算。所得每小时制冷量为: $Q = 10\,206 \text{ kJ}$,即约于 4 HP ,因此,预冷装置装机功率选取冷凝机组 4 HP ,此外,真空泵抽气能力及蒸发器捕水能力需要匹配一致,蒸发温度为 -5°C ,极限真空度可达到 100 Pa ,采用 R134a 制冷剂。捕水器置于真空室侧边或背后。

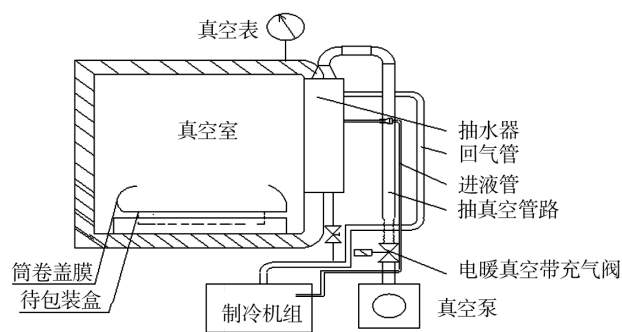


图3 加入制冷压缩机的预冷系统

Fig. 3 Schematic diagram of compressor refrigeration

3.2 小型臭氧杀菌装置

由于热封膜卷在实际生产过程中有可能需几天才能用完,容易被细菌污染,因此热封卷膜置于封闭环境中利用臭氧杀菌。将臭氧生成器用气囊装载置于真空密闭室外,配置一小型的贮存臭氧的储气罐,

出气管连接真空室,在配气时段和抽真空时间段臭氧生成器产出臭氧贮存,当导入膜及配送保鲜气体完成后,释放臭氧进行膜及包装盒杀菌,加入此装置可起到2个作用。首先,臭氧可对导入膜及包装盒杀菌,可有效地防止食品在包装过程中的二次污染,又因臭氧比空气重,其附在包装好的产品表面,形成一层膜在输送出真空室后可隔离空气及细菌的污染;其次,在输出包装产品后,不需要对真空室放入空气而消耗时间,释放出臭氧便可回压可便于开启腔室。

3.3 加入全球眼视频监控装置

食品气调包装过程与全球同步监管,保证气调包装过程食品安全无隐患,并可远程操作指导和方便维修翻检。

4 结语

低温无疑在食品保鲜贮存过程中极其重要,在每一环节最好在低温条件下处理,在包装过程中也要让食品低温环境中进行包装,文中不仅对我国气调保鲜包装设备进行改进,提高其置换率、气体混合精度及其自动化程度,同时还加入了预冷系统和臭氧杀菌装置,最大限能地实现在源头上贮存食品,延长其保鲜期,满足食品气调包装发展需要。

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]. 上海:上海科学技术出版社,2009.
XU Wen-da. Food Flexible Packaging New Technologies——the Modified Atmosphere, Active and Intelligent Packaging[M]. Shanghai:Shanghai Science and Technology Press,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.
WU Rui-ping, LIN Ze-an. Food Modified Atmosphere Packaging Technology and Equipment Development Situation[J]. Packaging and Food Machinery,2005,23(6):41—47.
- [3] 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.
HUANG Jun-yan, HAN Chun-yang, JIANG Hao. Modified Atmosphere Packaging Technology Application[J]. Packaging Engineering,2007,28(1):44—48.
- [4] 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.
XU Wen-da. Domestic and Overseas Food Modified Atmosphere Packing Methods and Machinery [J]. Packaging and Food Machinery,1994,12(4):15—19.
- [5] 张聪. 硬塑盒气调保鲜包装机的设计[J]. 包装工程,2003,24(5):21—24.
ZHANG Cong. Hard Plastic Box of Modified Atmosphere Packaging Machine Design[J]. Packaging Engineering, 2003, 16 (5): 21—24.
- [6] YAN T Y, CHUNG J H. Development and Performance Evaluation of an Automatic Vacuum Packer of the Continuous Type[J]. Biosystems Engineering,2004,89(2):151—158.
- [7] Rennie T J, Tavoularis S. Perforation-mediated Modified Atmosphere Packaging Part I. Development of a Mathematical Model [J]. Post harvest Biology and Technology, 2009(51):1—9.
- [8] Kazuo Konishi. Sealing and Packaging Device for Cover Film on Tray[P]. US:US2006/0048480A1,2006-03-09.
- [9] 吴业正. 小型制冷装置设计指导[M]. 北京:机械工业出版社,1997.
WU Ye-zheng. Small Cooling Device Design Guide[M]. Beijing:Mechanical Industry Press,1997.