

# 气调包装微机控制动态配气系统的研制

刘东红, 应铁进, 王小寒

(浙江大学)

**摘 要:** 气调(MA)储藏包装技术中需将比例配制的气体充入包装中,用于配制MA混合气体的配气装置有动态和静态2种形式,动态配气系统更能适应生产和实验室的需要。介绍了自行研制的微机控制全自动配气系统,该系统以质量流量为配气控制参量,不受环境参数的影响,具有更高的配气精度。同时采用动态配气的形式,更能适应实际生产的需要。

**关键词:** 气调包装; 动态配气系统; 质量流量控制

**中图分类号:** TB485.2

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1002-26819(2002)03-0005-02

气调(MA)包装技术,即充入混合气体的保鲜包装技术,目前广泛应用于方便食品和新鲜食品(果蔬、肉类、鱼类)的保鲜包装<sup>[1]</sup>。MA包装的混合气体由CO<sub>2</sub>与N<sub>2</sub>或O<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>以不同的体积混合比例组成,称为混合气体的配比。混合气体的组成和配比须根据食品品种、保藏要求和包装材料来恰当选择,是MA包装的技术关键。

混合气体的配制从原理看有静态配气法和动态配气法。静态配气法是将原料气按质量或体积逐个送入某个容器里混合后再使用,目前国内多用此法进行MA包装,如上海水产大学研制的GM21型气体比例混合装置是根据压力法进行静态配气<sup>[2]</sup>,四川工学院的DQ2200A型和江苏工学院的HQ2250型气调包装机则是根据体积法进行静态配气。静态配气法的特点是比较简单,具有一定的可靠性。但这类方法理论上一般需要两倍于配气总量的容器,设备占地面积大,而且最大的弊端是不能实现连续配气,对于包装生产难以实现连续供气的要求。同时对于需要配制不同种类的混合气体场合,往往需要一次配气使用完毕后才能进行另一种混合气体的配制。因此,为了适应连续配气和配制不同比例混合气体的生产和实验室的需要,研制了基于质量流量的微机控制动态配气系统。

## 1 质量流量控制法配气的方法和原理

动态配气法能迅速将各种原料气按一定比例随配随用,与静态配气法相比,对测量仪器和控制元器件的精度和准确度要求更高,测量仪表计量和控制的精度和准确性将直接影响配气比例的精度和准确

性。

质量流量控制法是以质量流量的形式对每一路原料气进行单独控制<sup>[3]</sup>,每一路气体的质量流量根据配气比例计算而来。由于质量流量是指标准状态(0℃,101.325 kPa)下的流量,因此压强及温度等环境参数的变化不会对气体流量和配气比例产生影响,不会因压力控制精度影响气体流量的控制。

质量流量的检测采用毛细管传热温差量热法进行<sup>[4]</sup>,其检测原理是加热绕组将通过传感器管的气体温度升高,无气体流动时,上、下游传感器温度相等;当气体流动时,上下游传感器绕组间产生温差,温差大小与质量流量成正比。不同气体在流过测量管段时所带走的热量不同,从而得到不同的电信号,将传感器加热电桥测得的流量信号送入放大器放大,并与标准信号比较,然后控制执行元器件对流量进行调节控制。

## 2 MA全自动配气系统的组成与控制过程

1) 系统组成 MA全自动配气系统由气路和控制电路2部分组成。

气路主要是以一定的压力产生的平稳气流,并在气体混合器中混合,产生所需的混合气体。由气源、减压阀、稳压阀、电磁阀、干燥器、过滤器和混合器组成。对气体的要求是无尘、干燥,因此可以根据需要选择干燥器和过滤器。减压阀和稳压阀控制输出气体的压力,产生平稳气流。

控制电路用来检测和按比例控制气体的流量。控制电路由电磁阀、质量流量计、A/D、D/A(数值输出)、SSR(固态继电器)和PC组成。质量流量计测量气体的质量流量,输出流量检测电压信号;A/D以一定的频率扫描,采集流量的电压信号,并把模拟量信号转换成数字量传输给计算机;D/A把微机的

收稿日期: 2001-07-23

作者简介: 刘东红, 硕士, 讲师, 杭州市凯旋路268号 浙江大学农业工程与食品科学学院, 310029。E-mail: dhliao@zju.edu.cn

数字量控制信号转换成微电流; SSR 则用以放大 A/D 数据采集卡的微电流, 控制电磁阀的工作; 计算机处理质量流量数据, 计算各种气体的体积, 来判断配气的工作过程, 并且管理整个系统。

系统结构如图 1 所示, 其中虚线为控制电路, 实线为气路。

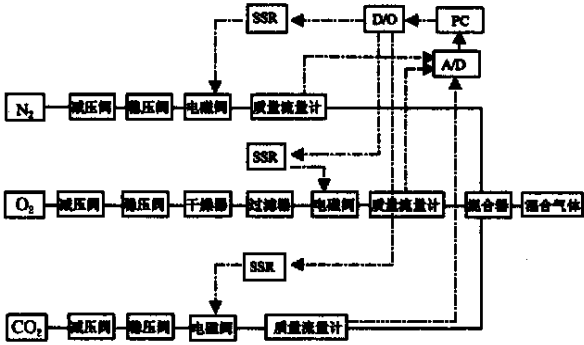


图 1 质量流量配气法结构示意图

Fig 1 Framework scheme of gas mixing method in mass flow

2) 控制过程 开机后, 首先设定配气比例, 计算机根据换算关系将比例换算为质量流量。由于质量流量控制单元一般以  $N_2$  为基准进行校正, 因此不同性质的气体应乘以相应的修正系数  $C_{fx} = Q_x / Q_{N_2}$ , 式中  $C_{fx}$  为某种气体的修正系数,  $Q_x$  为某种气体的流量;  $Q_{N_2}$  为氮气的流量。修正系数取决于气体的密度、定压比热及气体常数, MA 常用混合气体的有关参数见表 1 所示。然后根据输入气体的质量流量控制各电磁阀开启, 使气体按比例混合输出; 微机根据质量流量计反馈的各气体质量流量进行配气总量的累加和控制, 整个系统的控制流程图如图 2 所示。

表 1 常用 MA 气体的有关参数表

Table 1 Some parameters of modifier atmosphere gas				
气体	密度 $Q$ $\text{ökg} \cdot \text{m}^{-3}$	定压比热 $C_p$ $\text{öJ} \cdot (\text{mol} \cdot ^\circ\text{C})^{-1}$	气体常数 $N$	修正系数 $C_f$
CO <sub>2</sub>	1.977	1.620	0.919	0.74
O <sub>2</sub>	1.429	1.315	0.989	0.98
N <sub>2</sub>	1.250	1.302	0.998	1.00

3 软件系统

软件系统用以实现配气系统的数据处理及系统管理功能, 同时也给用户提供了友好的操作界面。系统采用 C++ Builder 语言编制。其主要功能有:

- 1) 能够连续配置一定比例的气体, 以实现在气调包装中连续的生产。
- 2) 能够连续配气的同时, 也能在一次配气中控

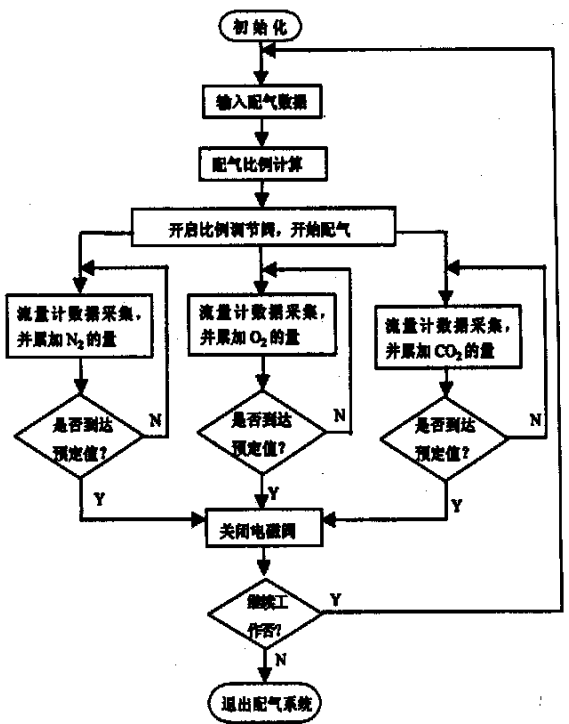


图 2 全自动配气系统控制流程图

Fig 2 Controlling flow chart of automatic gas mixer

制所配气体的总体积。

3) 能够通过输入气体参数, 减少误差, 如气体的纯度等。

4) 能够实现对软件自身的管理, 能够设置权限和自动记录使用时间, 使用者和气体使用的量。

5) 提供帮助: 在系统出现问题时, 用户可以从帮助中得到比较全面的解答; 能够提供各种系统参数, 如系统能够达到的精度和实验数据; 可提供一些注意事项。

软件系统的操作界面如图 3 所示。

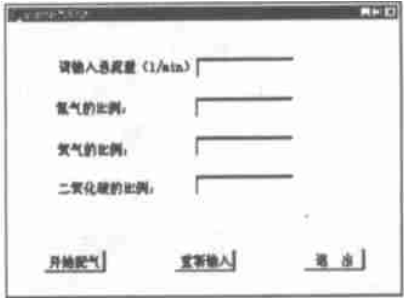


图 3 软件操作界面

Fig 3 Operation interface of the software

4 配气精度及检测

配气精度是指所配混合气体中各气体组分所占体积百分比的准确程度。在系统中, 由于测量元器件和电子元器件都有一定的精度和响应时间<sup>[5]</sup>, 如: 质

量流量计的准确度为  $\pm 1\%$  , 电磁阀的响应时间为 2 m s, 同时气体在瞬间混合不很均匀, 因此, 应对系统的配气精度进行检测。

精度检测采用奥氏气体分析仪进行, 它是用化学吸收的方式检测混合气体中的气体成分, 其中  $\text{CO}_2$  气体用 KOH 溶液吸收,  $\text{O}_2$  用碱性焦性没食子酸溶液吸收, 操作方法可参阅有关化学分析资料。测试结果如表 2 所示。

表 2 配气精度测试结果

Table 2 Measured results of gas mixing precision

%

配气次数	第 1 次			第 2 次			第 3 次			第 4 次		
$\text{CO}_2$ 配气比例	5			5			10			10		
$\text{CO}_2$ 实测比例	4.80	4.56	4.60	4.80	4.82	5.10	9.40	9.50	9.55	9.40	9.50	9.60
配气精度	0.20	0.44	0.40	0.20	0.18	0.10	0.60	0.50	0.45	0.60	0.50	0.40
$\text{O}_2$ 配气比例	10			10			5			10		
$\text{O}_2$ 实测比例	9.65	9.67	9.35	9.72	9.78	9.60	4.65	4.59	4.70	9.70	9.60	9.50
配气精度	0.35	0.33	0.65	0.28	0.22	0.40	0.35	0.41	0.30	0.30	0.40	0.50

表 2 表明  $\text{CO}_2$  体积百分比的平均误差为 0.381%, 标准偏差为 0.191, 配气精度为  $0.381\% \pm 0.191\%$ ;  $\text{O}_2$  体积百分比的平均误差 0.374%, 标准偏差为 0.165, 配气精度  $0.374\% \pm 0.165\%$ 。检测数据表明, 系统的总配气精度  $< 1\%$ , 与丹麦 Dansen2 sor 公司的气体混合器相当。

4) 用计算机进行数据处理, 提高了计算的精度, 同时也使得系统具有更强大的管理功能。

5) 完善与充气包装机械接口, 可实现气调包装的自动化; 与机械气调库相结合, 可组成全自动的机械气调储藏库。

5 结 论

[参 考 文 献]

1) 采用了质量流量控制法进行混合气体比例配制, 具有温度压力自动补偿特性, 从而减少了环境因素对系统的影响, 使系统具有较高的配气精度。

2) 采用了计算机进行控制, 使得系统的操作界面很友好, 使用方便。

3) 采用了动态连续配气和按体积一次配气 2 种方式, 不仅满足了连续生产的需要, 也为一些配气量不大的特殊情况提供了便捷的途径。

[1] 王兰菊, 胡 莎 猕猴桃低乙烯气调库的性能和贮藏效果[J] 农业工程学报 1998, 14(1): 218~ 221.

[2] 徐文达, 周颖越 气体比例混合装置的研究[J] 包装与食品机械 1995, 13(3): 3~ 5

[3] 刘文斌, 蔡 群 质量流量控制法配气系统的研究[J] 武汉城市建设学院学报 1999, 16(3): 29~ 32

[4] 杨厚俊, 张公敬 高精度气体流量测控系统设计[J] 青岛大学学报 1996, 9(3): 83~ 88

[5] 李晓峰 质量流量计流量误差分析 微电子学[J] 1997, 27(2): 102~ 106

Development of Computer-Controlled Gas Mixer  
for Modified-Atmosphere Packaging

Liu Donghong, Ying Tiejin, Wang Xiaohan

(College of Agricultural Engineering and Food Science, Zhejiang University, Hangzhou 310029, China)

**Abstract:** Gas mixer is important for modified atmosphere packaging. There are two kinds of gas mixing equipment, one is based on static principle and the other is dynamic. The dynamic gas mixing system is more suitable to production and laboratory research. The paper introduces a computer-controlled automatic gas mixer which consists of mass flow meter, proportional control valve and A/D transfer, etc. The unit is based on dynamic flow mixing and not influenced by temperature, which uses mass flow as control parameter, and it is more precise than others. The test results show that the main parameters are as follows: adjusting range for  $\text{N}_2$ ,  $\text{O}_2$  and  $\text{CO}_2$ : 0~ 100.00%, mixing precision:  $(0.381 \pm 0.191)\%$  for  $\text{CO}_2$  and  $(0.374 \pm 0.165)\%$  for  $\text{O}_2$ .

**Key words:** modified atmosphere packaging; dynamic gas mixer; mass flow control