

单片微处理器在气体比例混合装置中的应用

骆解民

(上海水产大学人文与基础学院, 200090)

胡光民

(上海水产大学信息中心, 200090)

徐文达

(上海水产大学食品学院, 200090)

摘要 新开发的 GM-A、GM-B 气体比例混合器, 使用单片微处理器, 实现了按任意设定的二或三种气体的体积百分比, 控制各气体充气电磁阀, 达到了获取预定比例的混合气体的目的。该装置具有系统稳定性好、精度高、易于满足不同的供气量等优点, 目前已应用于气调包装实际生产过程中。文章介绍了该装置中系统程序的控制原理、硬件结构和配气精度测试结果。

关键词 单片微处理器, 气体比例混合, 气调包装

中图分类号 ST203

气调包装是目前广泛应用的一项对新鲜食品、熟食品及烘烤食品保鲜的新技术。气体比例混合装置是进行气调包装的重要部件, 其作用是根据保鲜对象, 向真空充气包装机提供足量的一定比例的两种气体(CO_2 、 N_2)或三种气体(CO_2 、 N_2 、 O_2)的混合气体。

目前气体比例混合方法有压力法和流量法两种。流量法采用二、三只气体流量阀或转子流量计控制二或三种气体的流量比例连续进行气体混合, 该法对流量阀的节流精度要求相当高, 配气精度难控制, 误差较大。压力法通过控制混合气体各气体分压的比例达到气体的体积比例混合, 灵敏度较高, 配气精度较易控制[徐文达和周颖越 1995], 但不能连续进行气体混合。

本文介绍的气体比例混合装置根据压力法气体比例混合原理, 使用单片微处理器组成微机控制系统, 实现了按任意设定的二或三种气体的体积百分比, 控制各气体充气电磁阀, 达到获取预定比例的混合气体的目的。并通过增加一个贮气桶, 将混合气体储存于贮气桶内, 使用户能连续用气, 弥补了两种方法存在的精度不高或不能连续供气的缺陷。目前 GM-A、GM-B 两种型号已用于食品气调包装生产。

1 系统功能及用户界面

(1)混合气体总压力值上、下限。本装置为气调包装机的附件, 不同的食品气调包装机要求

有不同的供气量。通过提高微机控制的混合气体总压力上限值来满足不同的供气量要求。GM-A 和 GM-B 是不同供气量的两种气体比例混合器，其混合气体总压力上、下限值也不同。

(2)能分别选择二或三种气体，按任意百分比体积进行精确混合。

(3)气体体积混合比及抽真空值(-kPa)设定后，装置能自动、连续进行充气、供气的循环。

(4)安全停机装置。避免一定时间内包装机不用气而使电磁阀过热引起的设备故障。

(5)气体(如:CO₂、N₂、O₂)供气压力不足自动报警。

(6)数码显示屏显示当前压力值(kPa)、各种气体体积百分比设定值、抽真空值。

(7)运行、各气体充气阀及混合气放气阀指示灯。

(8)用户面板按钮。启动/暂停、气体百分比体积设置选择、数值增/减、抽真空、系统复位。用户操作时，在控制箱面板上通过“选择键”，依次选择抽真空值设定、各气体体积百分比值设定等功能，使用“增”、“减”键，改变具体的设定值，以达到二种或三种气体体积百分比混合比例值。面板显示屏在设定参数时显示相应的抽真空值或气体的体积百分比值，在自动运行时显示当前气体混合桶内压力值(kPa)。按自动键后装置在微机控制下，按用户设定值依次排除混合桶内空气，向混合桶内充入各气体。混合桶内达到规定的总压力值后(如378kPa)，放气电磁阀开启将混合气体送出。混合桶内压力降至下限压力值(如180kPa)时，放气电磁阀关闭而各气电阀再次开启，向桶内充入气体与桶内剩余混合气体叠加，直至达到总压力上限值，放气电磁阀重新开启向贮气桶供气。

2 程序控制原理与结构

系统控制程序主要由以下程序模块组成：系统时钟中断程序、气体压力采样中断程序、按键处理程序、显示处理程序、采样数据处理程序、阀门及指示控制程序、气体比例计算程序和一些计算、转换程序。系统控制程序是无穷循环过程，除非关闭系统电源程序才停止运行，其相互关系见程序流程图(图1)。

各模块的功能为：

(1)时钟中断程序负责定时读取按键状态，进行按键延时、扫描显示缓冲区、安全自动停机计时等。

(2)采样中断程序对压力传感器经 A/D 转换而来的压力数据(电压值)进行处理，并在取得完整数据后置位“允许数据处理”标志。系统在得到“允许数据处理”标志后，首先根据用户

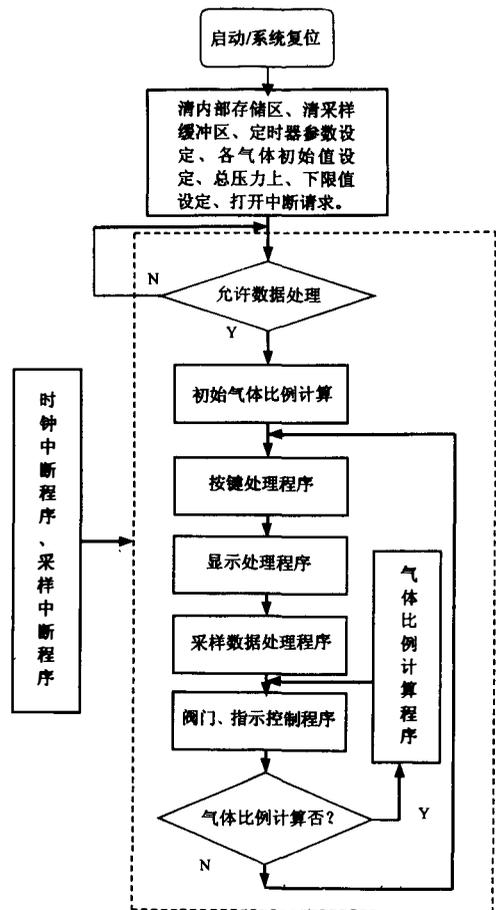


图1 程序流程图

Fig.1 The program flow chart

设定的各气体体积百分比值,分别算出各气体对应的初始压力值。以后进入按键处理程序到阀门/指示控制程序的自动循环过程。

(3)按键处理程序采用定时扫描方式查询按键缓冲区和“按键标志”。当有键按下时,程序首先从按键缓冲区取得键代码,依据键代码识别出键的功能并转向对应的程序段,完成功能选择、数值增/减、启动/暂停、四个电磁阀的开闭等功能。

(4)显示处理程序根据功能选择键确定的功能号,取出相应气体百分比值或当前压力值,判别符号位的正负和将二进制数转换成BCD码,逐位输出到显示缓冲区。

(5)采样数据处理程序首先判断“允许数据处理标志”,若已置位则将采样到的传感器电压值由BCD码转换成十六进制数,然后通过用该数乘以系数K将电压值映射成压力值并将结果存入系统数据区。这里K为气体传感器输出的电压值与对应的压力值(kPa)之间的线性回归系数。

(6)阀门、指示控制程序是实现系统自动充气、放气并接通相应指示灯的程序。它首先判断“运行标志”,若标志置位,则根据计算出的各气体压力值依次打开/关闭气体充气电磁阀,进行气体充气、叠加。当达到规定的混合气体总压力值时,自动打开放气阀。当混合桶内的压力值达到规定的下限时,程序关闭放气阀,调用气体比例计算程序,计算出在压力上、下限间各气体组分应取的分压力值,重复充气、放气、计算的过程。

(7)气体比例计算程序依据压力法气体比例混合原理,按用户设定的各气体百分比值计算出二或三种气体组分的分压力值。计算过程是针对初始气体比例计算和放气后气体比例计算两种情况分别进行的。其具体算法如下:

在初始情况中,设 P 、 P_2 、 P_A 、 P_B 、 P_C 分别为混合气体总压力值、真空压力值(绝对值)和A、B、C三种气体组分的分压力值, V_A 、 V_B 、 V_C 为A、B、C三种气体的分体积百分比值。依据一定容积的容器内,气体混合物的总压力一定时,各气体组份的分压力与总压力比值等于分体积与总体积的比值的原理[徐文达和周颖越 1995]。可得:

$$P_{A,B,C} = V_{A,B,C} \times (P + P_2) / 100$$

放气后的算法为,设 P_H 、 P_L 分别为混合气体压力上、下限值,则

$$P_{A,B,C} = V_{A,B,C} \times (P_H - P_L) / 100$$

在阀门控制程序中引用上述计算结果,采用叠加法依次完成各气体的配气。

3 系统硬件结构

该系统硬件结构主要是由压力传感器、线性放大器、A/D(模数)信号转换器、单片机、面板控制及显示装置和输出控制器组成。其结构框图如图2所示。

3.1 压力传感器

压力传感器的作用是将气体的压力转换为可处理的电信号。由于本装置要求抽真空(具有负值)。因此采用了具有负压感应的压力传感

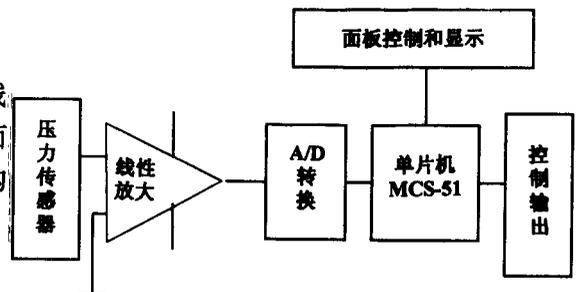


图2 系统硬件原理图

Fig. 2 The schematic diagram of the system hardware

器。测量范围为 $-1000\sim 1000\text{kPa}$ ，当供电电压为 5V 时，其输出信号电压为 $200\mu\text{V/kPa}$ ，该传感器的正负压感应灵敏度有所差异，当正压时，灵敏度要高，负压时，灵敏度低。压力传感器的输出特性曲线在正、负压区间的斜率是不同的[张云龙等 1989]。为解决正负压时的临界拐点（线性不一致），本装置在软件中采用数字化校正方法来解决这一问题。传感器的驱动电源采用恒流源驱动。这样可以减少温度对传感器的影响。如图3所示， Q 、 R_1 、 R_2 为恒流源电路。

3.2 线性放大器

由于传感器输出信号为毫伏级，不利于直接进行A/D转换，所以需进行信号放大，这里采用的是AD620精密测量放大器，见图3。AD620具有高输入阻抗、低失调电流、高共模抑制比和增益调整范围大的优点(Analog Devices Corp 1992)。而且各增益参数在其内部已进行了补偿，因而无需外接精密电阻，使电路可靠性提高和安装调试更方便。图3中 W_2 为零位调整， W_1 为增益调整。

3.3 A/D 模拟数字转换器

A/D 模拟数字转换器的作用是将线性放大的模拟信号转换为数字信号。本装置为满足气体压力范围 $-100\sim 400\text{kPa}$ ，采用了3位半双积分A/D转换器MC14433，其精度高，抗干扰强[徐君毅等 1988，李 华 1993]转换速度亦能满足本装置要求。

3.4 单片机

单片机是系统控制的核心部件。这里采用的是MCS-51系列。为了系统程序的保密，本装置采用的是该系列中的8751单片机。8751内部具有4K的EPROM，不仅能编入应用程序，还可编入加密程序[顾士良和林匡定 1989]，起到保密作用。

4 混气精度测定结果

(1)检测原理。根据混合气体各气体的分压力与总压力之比等于各气体分体积与总体积之比的原理，采用直接检测混合气体分压力与总压力之比来确定。

(2)检测条件。检测对象为GM-B型气体比例混合器。基本状态为气体叠加混合时压力值 100kPa ，气体混合后终压值 254kPa ，压力绝对值 154kPa 。

(3)检测方法。任意设定二种或三种气体比例值，当气体比例混合器处于叠加压力值(100kPa)时，从显示屏读取每种气体分压值，将分压值除以压力绝对值(154kPa)即为分压与

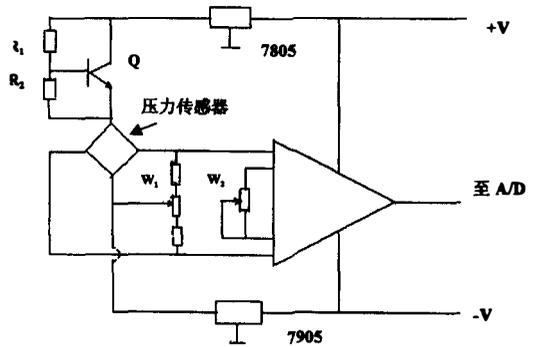


图3 线性放大器及恒流源
Fig. 3 The linear amplifier and the constant current source

总压的气体分压力比例值。每种混合气体的气体分压值读数三次并取平均值,计算误差平均值 $\bar{x}(\%)$ 和标准差 S 。

(4)检测结果。二种气体(CO_2 、 N_2)混合精度为 0.36 ± 0.3 。三种气体(O_2 、 CO_2 、 N_2)混气精度为 0.46 ± 0.5 。

(5)GM 气体比例混合器的混气精度。二种或三种气体在0~100%范围内的混气精度为 $< \pm 1\%$ 。

本产品1998年3月荣获第五届上海市“四新”产品博览会金奖。

参 考 文 献

- 李 华. 1993. MCS—51系列单片机实用接口技术. 北京:北京航空大学出版社. 437~441, 292~295.
张云龙,朱锡义,黄美起编译. 1989. 传感器电路设计手册. 北京:中国计量出版社. 284~287.
顾士良,林匡定译. 1989. 常用单片微计算机手册. 上海:上海科学普及出版社. 286~296.
徐文达,周颖越. 1995. 气体比例混合装置的研究. 包装与食品机械, 13(3):1~5.
徐君毅,张友德,余宝洪等. 1988. 单片微型机计算机原理与应用. 上海:上海科学技术出版社. 337~338.

THE APPLICATION OF THE SINGLE CHIP MICROPROCESSOR IN THE GAS MIXTURE RATIO EQUIPMENT

LUO Jie-Min

(College of the Humanities & Basic Science, SFU, 200090)

HU Guang-Min

(Information Center, SFU, 200090)

XU Wen-Da

(College of Food Science, SFU, 200090)

ABSTRACT Applying the single chip microprocessor in the process of controlling gas proportion mixing has several advantages such as good systematic stability, high precision, flexibility to supply different amount of gas, and being used in the practical production process of modified atmosphere packaging. This introduced controlling principle, hardware structure and precision of the equipment that is newly developed GM—A, GM—B gas proportion mixer's system with the single chip microprocessor, which realizes the any stipulated two or three gases' volume percentage, controlling all gases' magnetic valves, fulfilling the purpose of obtaining prestipulated proportional mixed gas.

KEYWORDS single chip microprocessor, gas mixture ratio, modified atmosphere packaging