

# 闭路循环式呼吸室 计算机控制系统的设计<sup>①</sup>

江运志<sup>②</sup> 朱一轨 梅建德  
(计算中心) (电子电力工程学院) (计算中心)

**摘要** 设计了一套闭路循环式呼吸室计算机控制系统。该系统由小动物生存单元、传感器单元、信号调节器单元、采样单元、执行单元、历史数据管理单元和计算机子系统组成,硬件采用积木式结构,软件用C语言编制,在PC兼容机上调试通过,可实现呼吸测热过程的自动测量、自动记录和自动控制。

**关键词** 呼吸室; 顺序逻辑控制; 过程调节; 数据处理; 测控系统

**中图分类号** S273.2;R65

## Research and Design of a Computer Control System for Closed Circuit Respiration Apparatus

Jiang Yunzhi<sup>1)</sup> Zhu Yigui<sup>2)</sup> Mei Jiande<sup>1)</sup>

(1 Computer Center, CAU 2 College of Electronic and Electric Power Engineering, CAU)

**Abstract** A computer control system of closed circuit respirator is developed, which consists of animal living unit, sensor unit, signal regulator unit, sampler unit, execution management unit, history data unit and computer subsystem. The hardware is built up in a modular structure pattern. Application software is programmed by C language. Automatic measurement, data recording and control of respiration heat are realized in respirator.

**Key words** respirator; sequence logical control; procedure regulation; data processing; measurement and control system

呼吸测热室是研究与测定动物能量代谢规律、能量代谢需要、饲养或食物能量转化和能量价值评定的必要设备<sup>[1]</sup>。畜牧科学发达的国家都有不少自己的呼吸测热室,而且呼吸测热室正在向自动控制、自动测量和自动分析的方向发展。由于技术难度大,我国在呼吸测热研究方面几乎还是空白,过去用面具法测定动物的能量代谢情况,误差大,受环境的影响大,而且费工费

收稿日期:1995-06-22

①国家自然科学基金资助项目

②江运志,北京清华东路17号中国农业大学(东校区)68信箱,100083

时,因此大量的参数只得借用国外的或间接推算,特别是适合于小型动物能量代谢的呼吸测热室的研究在国内尚未见报道。

测定家畜能量代谢的方法<sup>[2]</sup>概括起来有直接测热法和间接测热法2种。直接测热法是直接测定动物在能量代谢过程中释放出的全部热量;间接测热法是测定动物在代谢过程中的代谢产物和氧耗,间接计算出动物在能量代谢过程中释放出的全部热量。间接测热法又有开路和闭路2种形式。笔者与他人合作研制了闭路循环式呼吸测热室,本文中介绍该测热室的计算机控制系统。

## 1 系统硬件组成

系统由小动物生存单元、传感器单元、信号调节单元、采样单元、微处理机单元、执行单元及历史数据管理单元组成(如图1)。系统采用目前比较流行的PC总线,这一方面是由于PC机上软件相当丰富,通用性也比较强;另一方面市场上有大量基于PC总线的高精度高可靠性模板可供选用。本测控系统的实现过程见图2。

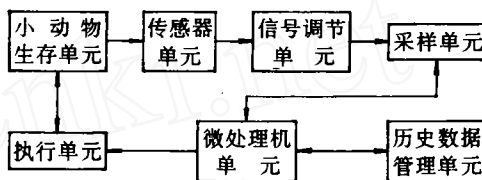


图1 系统设计模型

小动物生存单元为实验动物构成一个生存环境,它实际是一个密闭的与外界环境隔离的测热箱,箱体长79 cm,宽60 cm,高100 cm,箱体内部容积为0.203 m<sup>3</sup>。箱体内部有加热、冷却系统,温度、湿度探头及气体进出通道,箱体四周有水槽。

### 1.2 传感器单元

传感器单元的主要作用是将密闭室内的温度、湿度、二氧化碳含量、氧含量等物理量转换成电信号。

### 1.3 信号调节器单元

由于采用的传感器不同,传感器

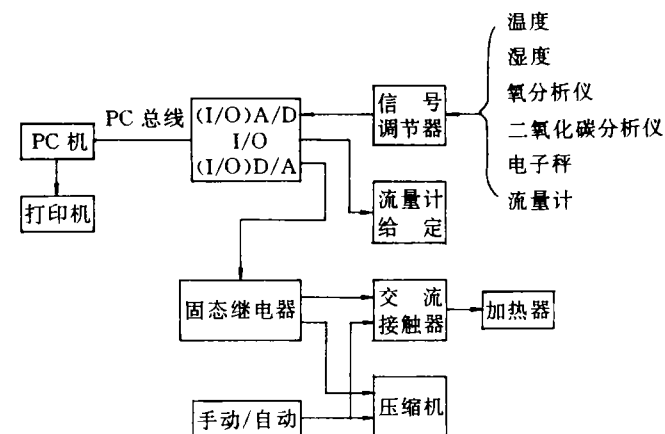


图2 测控系统逻辑图

输出的信号大小及等级差别也不一样。信号调节器单元负责把这些大小不同的信号调节为0~5 V的标准信号。

调节器由对微小信号进行放大的各种放大器、阻抗变换器及抑制干扰信号的各种滤波器等组成。图3为氧分析仪信号调节器的工作原理图,其他信号调节器的原理与此基本类似。

### 1.4 历史数据管理单元

用微处理机系统代替常规的仪器仪表系统的突出优点是可以将过去的所有数据信息保存下来,供管理和检查时使用,特别是系统发生故障时,这些数据极为有用。

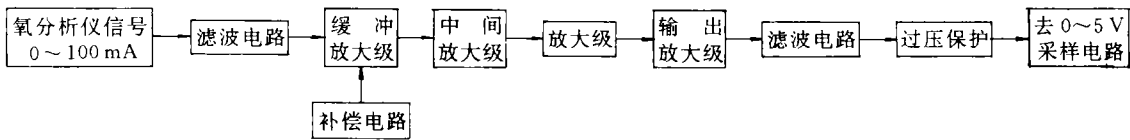


图3 氧分析仪信号调节器调制电路原理图

## 1.5 微处理机单元

微处理机单元是整个系统的核心,负责应用程序的执行、算法实现、顺序控制与调节、数据处理、参数控制、数据存储与打印等。

## 2 软件设计

### 2.1 用户接口界面

本系统采用的是单显 IBM PC 兼容机,只有 2 个 360 KB 的软盘驱动器,640 KB 内存;显示方式为窗口菜单式汉字显示。为了节省 PC 机的外存和减少汉字系统内存,在 DOS3.3 下用 TURBO C 语言读取汉字库的方法来显示汉字,效果很好。首先在 286 微机专门编制了一个读取 UC DOS 字库字模的程序,从字库 CCLIB.DAT 中读取所需要显示汉字的字模,以二进制数据文件的形式保存起来,即生成小字库,然后把这个专用字库拷贝到 PC 机上,由 PC 机用 C 语言读取小字库,同时用图形显示函数把汉字显示出来,这样就节省了大量的外存空间和内存,同时也解决了 TURBO C 与汉字 DOS 不兼容的问题,使得用户界面更加友好。

本系统采用西文操作系统下的窗口式、弹出式菜单,兼顾了美观和可靠操作。本菜单需要键入的信息很少,只要用光标移动选择色棒,然后回车即可。

在汉字显示子程序中,首先对专用小字库读取 1 个字节,判断其每一位是否为 1,以确定是否在屏幕上画点(用 Putpixel() 函数)。判断时采取字节右移的办法,将被判断位移到字节最低位后再与“1”作“与”运算从而屏蔽掉其他 7 位,由所得字节的值是否为 1 就可知道该位是否为 1。此外,每个汉字的起始位置、颜色,汉字之间的间隔均可自行改变。这样一来,就可以彻底摆脱只有在汉字系统下显示汉字的一切束缚,可以根据需要来使用字库中所有的汉字。

### 2.2 软件组成

由于本系统软件规模很大,因此划分为 6 个进程(如图 4 所示),每一个进程由 1 个主函数和若干个子函数组成。进程间的通讯采用大通信中的文件传递方式,即父进程打开创建一个文件,把要传递信息写入,然后关闭,等待子进程打开、读出。这种通信方式简单,易行,可靠,特别适合对速度要求不高的系统。

#### 2.2.1 预处理进程

呼吸测热室的室内温度要求稳定在一定范围之内(本系统最大误差为  $\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ )。如果

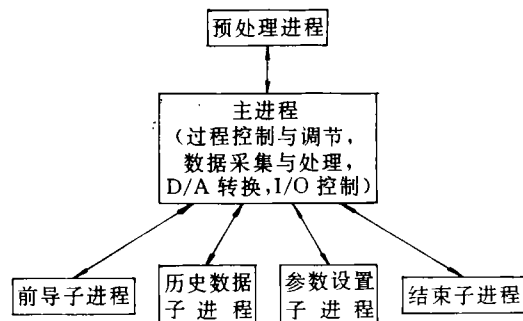


图4 测控系统软件模块图

要求的室内温度与环境温度相差比较大,那么温度调节需要一定时间。为了节约不必要的费用开销,如化学试剂和氧的供应等,先不把实验动物放进呼吸室,待达到控制条件之后再放入实验动物。此外由于电子秤漂移比较大,对电子秤的代数公式作了处理。

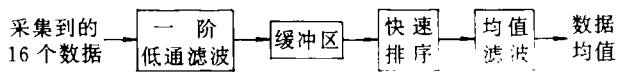


图5 数据处理功能框图

功能如图5所示。在内存中开一个缓冲区(可以存放16个数据),采集的数据经滤波后直接送到缓冲区,再经过快速排序,去掉最大的和最小的各3个数据,最后求均值。

### 2.2.3 参数设置进程

该进程负责接受用户输入的动态参数及相应窗口菜单提示信息,把输入参数(如实验动物的体重、编号和性别,室外温度、要求的呼吸室温度和温度的误差系数,以及流量计的速率等)写入文件供其他进程使用。输入参数时不需要敲键盘,移动光标进行选择即可。

其余3个进程中,前导进程负责显示实验之前的一些前导信息,结束进程负责显示并打印整个系统运行结束时的信息,历史数据管理进程负责对历史数据的管理。

## 3 运行情况

影响呼吸测热准确性的因素主要有3个:呼吸室的密闭性、气体分析仪器的准确性和呼吸室容积的准确性。

检验密闭性和气体分析仪准确性的通用方法是进行燃烧模拟动物呼吸试验。将不同剂量燃烧剂(一般用甲醇或乙醇)在不同温度下进行燃烧得到的 $\text{CO}_2$ 产生量和 $\text{O}_2$ 消耗量的实际测定值与理论值相比较,计算出二者的相关系数及每一剂量在不同温度下的呼吸商,从而检验呼吸室的准确性。笔者用喷灯进行了燃烧乙醇的试验,由结果得知,每一剂量下所得到的R、Q值都很接近,但各种剂量下 $\text{CO}_2$ 产生量和 $\text{O}_2$ 消耗量的实际测定值均稍低于理论计算值,这主要是由于国产喷灯不能使乙醇完全燃烧。各剂量下的R、Q值(0.60~0.70)与理论值(0.67)很相近。

## 4 小 结

1)在广泛调查研究国内外呼吸测热室应用状况及发展趋势的基础上,以微型计算机系统为核心,采用PC总线和积木式结构构成硬件系统,采用顺序逻辑控制与过程调节结合的算法用C语言编制程序,研制出闭路循环式呼吸室计算机控制系统,在PC机上调试通过且运行正常。

2)整个仪器装置造价低廉,性能稳定,基本上实现了呼吸测热过程的自动控制、自动测量和自动记录,实验数据具有很好的通用性,达到了原设计要求,可以替代进口的同类观测仪器,具有较好的经济价值。

### 2.2.2 主进程

它是整个应用软件系统的核心进程,负责调度控制其他进程的产生、消亡及通信,同时完成测控系统的主要功能。主进程中的数据处理

3)该系统用户界面友好,用户不需要输入太多信息,根据中文提示操作光标和回车键即可。

### 参 考 文 献

- 1 梅建德,洪 嵘,江运志.“小动物闭路循环式能量代谢箱”自动采控系统设计. 计算机农业应用,1994(增刊):175~179
- 2 Blaxter K L. The Energy Metabolism of Ruminants. London:Hutchinson & Co (Publishers) Ltd,1962. 38~68

www.cnki.net