

密闭式鸡舍环境控制的“虚拟系统”

滕光辉 崔引安

(中国农业大学水利与土木工程学院)

摘要 构造了一个反映密闭式鸡舍—鸡群—周边环境三者之间相互关系的“虚拟系统”算法,由计算机控制模块、通风降温系统模块、鸡舍及鸡的热环境模块和传感器模块4个子系统构成。应用计算机软件编程技术VB,开发了相应的“虚拟”鸡舍环境控制系统软件。

关键词 模糊控制; 密闭式鸡舍; 计算机仿真

分类号 S 818.5

Study on the Environment Control “Virtual” System of Poultry House

Teng Guanghui Cui Yin an

(College of Water Conservancy and Civil Engineering, CAU)

Abstract A “virtual” system algorithm was constructed to reflect interrelations among poultry house, chicken and peripheral environment, making up of computer control black box, aeration cooling black box, poultry house and hot environment black box of poultry’s and sensor black box. By means of the computer program compiling technique VB, one “virtual” environmental control software of poultry house was successfully developed.

Key words fuzzy logical control; confined poultry house; computer simulation

一般来讲,建立一个控制算法依赖于机械系统(包括建筑条件)和已安装的硬件控制设备。鸡舍的环境控制系统是一个非常复杂的多变量系统,为了获得一个控制系统的优化算法,必须对包括建筑条件、通风及加热设备在内的新系统的性能做大量的实验验证,耗时且费用高昂。利用计算机模拟技术构造一个“虚拟系统”,用以验证控制算法,再现控制系统的实际表现,既省时省力,又可通过优化找到最佳方案。为此笔者开发了一个密闭式鸡舍环境控制模拟测试软件——PHECS。

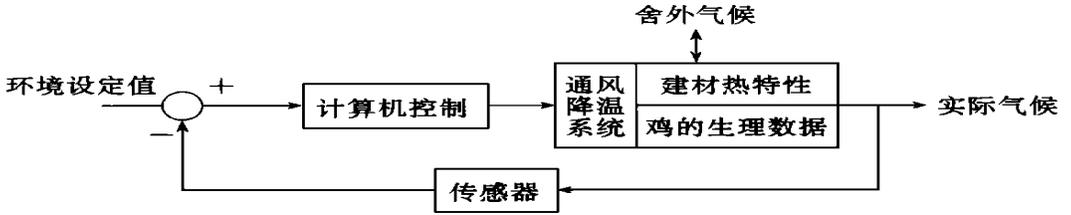
1 “虚拟系统”算法的特点

PHECS 仿真软件研究的重点是构造一个能反映密闭式鸡舍—鸡群—周边环境三者之间相互关系的“虚拟系统”算法(图1(a)),该系统又分为计算机控制算法模块(图1(b))、通风降温算法模块(图1(c))、鸡舍及鸡的热环境算法模块(图1(d))和传感器算法模块(图1(e))4个子系统。

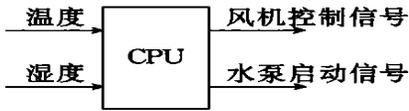
收稿日期: 1999-11-22

国家“九五”重中之重攻关项目

滕光辉,北京清华东路17号 中国农业大学(东校区)195信箱,100083



(a) 封闭式鸡舍—鸡群—周边环境的“虚拟系统”算法示意图



(b) 计算机控制算法模块



(c) 通风设备算法模块



(d) 鸡舍及鸡群的热环境算法模块



(e) 传感器算法模块

图1 PHECS 程序“虚拟系统”算法示意图

1.1 鸡舍内空气状态的模拟

由研究可知^[1,2], 在鸡舍中鸡群的产热、产湿量与舍内温、湿度的变化密切相关, 且互为函数关系; 而温、湿度又是环境控制过程中的参变量, 所以通过调控温、湿度即可表述舍内空气的状态。在程序中, 鸡舍内部温、湿度每分钟更新 1 次。另外, 根据干湿球计算公式, 依次计算舍内空气能量和质量的变化, 给出相应的舍内干球温度、露点温度和相对湿度等环境参数。在模型(图 1(d))中, 鸡舍空气能量、质量的变化, 随通风量变化的鸡群的产热、产湿量等每分钟计算 1 次。

1.2 鸡舍的模拟

通常计算鸡舍由于热传导而产生的热损耗, 需采用偏微分方程组, 但计算过程复杂且耗时。为了便于应用, 模型中假定鸡舍内墙很薄, 在一个非常短的时间间隔内, 墙的每一层都具有相同的温度。此时鸡舍墙面的热损耗 Q 和内墙温度 θ 之间存在以下关系

$$dQ = d\theta \cdot m_w c = \alpha A (\theta - \theta_w) dt$$

$$d\theta = dQ / (m_w c)$$

式中: Q 为墙面热损耗, J; m_w 为内墙总质量, kg; c 为比热容, $J (kg \cdot ^\circ C)^{-1}$; α 为空气层传热系数, $W (m^2 \cdot ^\circ C)^{-1}$; A 为内墙表面积, m^2 ; θ 为鸡舍内温度, $^\circ C$; θ_w 为内墙温度, $^\circ C$ 。这样, 在任意时刻 t , 有公式

$$d\theta = d\theta_w(t)$$

$$\theta_w(t) = d\theta_w + \theta_w(t - dt) = \alpha A [\theta(t - dt) - \theta_w(t - dt)] dt / (m_w + c) + \theta_w(t - dt)$$

成立。

1.3 通风降温设备算法的模拟

在实际鸡舍环境控制系统中, 所有的通风降温设备在工作时都需要一定时间来响应控制信号, 因此在模型中设置了一个过程延迟时间 t_{p0} 。

通风降温设备主要包括低压大流量风机和湿帘水泵等, 其相应的设备参数存储在风机-湿帘模块中。在该模块中, 风机启动的台数、湿帘水泵开启的时间与鸡舍空气流动的速度一一对应, 相应的计算公式有

$$v = \frac{q}{3600bh}, \quad A_f = \frac{q}{3600v}$$

式中: q 为通风量, $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$; b 为鸡舍宽度, m ; h 为鸡舍平均高度, m ; v 为鸡舍平均风速, $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$, 根据鸡舍饲养密度与所在地区的夏季设计温度确定, 一般在 $1.0 \sim 2.5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 之间; A_f 为所需湿帘面积, m^2 。

在实际系统中, 当控制信号由控制器在时刻 t_0, t_1, \dots, t_n 发出时, 过程的实际响应时间要延迟 t_{p0} 。在模拟系统中, 当假设的传感器信号在时刻 t_0, t_1, \dots, t_n 发出时, 过程信号开始于 $t_0 + t_p, t_1 + t_p, \dots, t_n + t_p$ 。设传感器延迟时间为 t_s , 采样时间则为 $t_0 - t_s, t_1 - t_s, \dots, t_n - t_s$ 。

1.4 传感器算法模块

为降低传感器模拟的难度, 假设温度和湿度传感器都具有相同的延迟时间常数 t_s , 且设置为控制循环延迟时间 t_p 的倍数。

2 PHECS 仿真软件设计

程序采用 Visual Basic (简称 VB) 语言编程, 并使用 Matlab 语言模拟模糊控制系统的响应^[3]。利用 VB 语言事件驱动的编程机制和可视化设计工具, 使用 Windows 内部应用程序接口 (API) 函数, 并采用动态链接库 (DLL)、动态数据交换 (DDE)、对象的链接与嵌入 (OLE) 以及开放式数据库访问 (ODBC) 等技术。

2.1 PHECS 程序工作原理

PHECS 程序每小时完成 1 次稳态热湿平衡计算, 并给出“虚拟鸡舍”的温度和相对湿度值, 每满 24 h 给出 1 d 的舍内平均温、湿度, 再依据平均温、湿度计算鸡的生产特性 (增重、料耗比及死亡率等), 作为控制模块的输入及反馈信号, 供计算机控制算法模块分析计算。由控制模块决策输出控制信号, 并传给通风设备模块, 模拟鸡舍控温过程。

2.2 PHECS 程序功能及运行环境

本程序具有参数输入、图形模拟、统计分析、打印和系统管理等多项功能。程序菜单采用流行的下拉式菜单和弹出式菜单。参数输入子菜单可完成鸡舍的热工特性、几何尺寸, 湿帘降温系统风机和水泵的容量和台数, 鸡群的饲养数目、日龄及舍外天气状况等参数的输入、修改和删除。图形模拟子菜单能根据用户的要求, 模拟鸡舍的动态环境状况, 并给出鸡舍的 AWS 图和舍内环境参数值 (舍内温度、相对湿度和光照值及湿帘降温系统的工作状况)。统计分析子菜单可给出风机的占空比、环境参数的报警时间和次数等统计数据。打印子菜单分屏幕打印和选项打印 2 种方式, 可打印输出鸡舍的环境参数、AWS 图、湿帘降温系统的工作状况等。系统管理子菜单主要用于验证控制算法的有效性, 及改变控制参数对鸡舍环境的影响程度。

PHECS 程序的硬件环境: 主机为 486 机型, 内存 16M; 显示适配器为 VGA, TVGA; 可使

用各种型号打印机。

软件环境: 操作系统DOS 6.20 以上版本; 支撑语言为Windows 3.2 中文版、Visual Basic for Windows 和Matlab for Windows。

3 结 论

利用PHECS 仿真软件可模拟不同气候条件下、不同类型鸡舍的环境状态, 进而分析所选择的不同的环境控制系统的性能优劣, 并最终给出优化控制方案。

参 考 文 献

- 1 Cole G W. The application of control systems theory to the analysis of ventilated animal housing environments. Trans of the ASAE, 1980, 23(2): 431~ 436
- 2 Gate R S, Bottcher R W, Zhang S H. Field calibration of a transient model for broiler misting. ASAE Paper, 1991, 91-4561
- 3 滕光辉. 密闭式鸡舍环境模糊控制系统的研究: [学位论文]. 中国农业大学, 1997

www.cnki.net