

温室大棚温湿度检测系统模糊解耦算法设计

陈慕君¹, 张剑锋²

(1. 河南理工大学, 河南 焦作 454000; 2. 河南农业职业学院, 河南 郑州 451450)

摘 要:针对控制系统中温度、湿度的耦合特点, 从最简单的解耦算法入手进行分析, 得出温室大棚温湿度控制系统中温湿度耦合问题的解决方案。

关键词:温室大棚; 温湿度检测; 模糊控制; 解耦算法

中图分类号: TP273.4 **文献标志码:** A

温室大棚的温湿度控制系统是一个多变量的控制系统, 它们之间相互影响并且动态特性差异较大。由于温度和湿度的相关性很强, 容易产生耦合现象^[1]。因此, 必须对系统的温度和湿度进行解耦控制。解耦控制的方法有串级控制和分程控制 2 种。温湿度控制系统是一个非线性、滞后的时变的复杂控制系统^[2], 在控制过程中, 温度的控制会引起湿度的变化, 湿度的控制同样也会引起温度的变化。在该控制系统中, 温度、湿度二者之间的耦合关系见图 1。

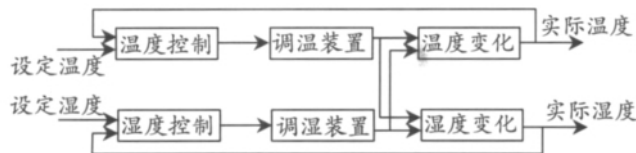


图1 温湿度耦合示意图

1 预估解耦

基于空气中焓动态平衡思想, 在平衡状态下, 假设该温湿度控制系统只进行温度的单变量的调节, 温室大棚内空气中的水分不变, 则温室大棚内温度 T 的变化对温室大棚内相对湿度的影响如下:

$$RH_2 = RH_1 \times Pq_{b1} / Pq_{b2}, \quad (1)$$

式中, RH_2 为预估参与运算的相对湿度; RH_1 为实际测量的相对湿度; Pq_{b1} 为温度 T_1 下的饱和水蒸气压力 (Pa); Pq_{b2} 为温度 T_2 下的饱和水蒸气压力 (Pa)。

该种解耦算法, 必须假定该控制系统中只对温度单个变量进行调节, 空气中的水分不作为前提条件, 即在系统平衡之前, 前提条件不完全存在。该方法解耦只是近似解耦, 只有在系统趋于平衡时

才能使用^[3]。

2 通过解耦环实现控制解耦

在该控制系统中, 如果采用二维模糊控制器, 通过解耦, 控制器的真实输出见图 2^[4]。

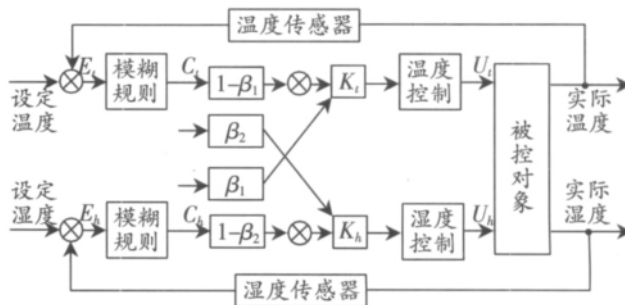


图2 模糊控制解耦原理图

由图 2 可知, 在该图中,

$$U_t = K_i [(1-A_1) \times C_t + A_1 \times C_h] \quad (A_1=0 \sim 1), \quad (2)$$

$$U_h = K_h [(1-A_2) \times C_h + A_2 \times C_t] \quad (A_2=0 \sim 1). \quad (3)$$

式中, U_t 为温度控制器的实际输出; K_i 为温度模糊控制器的比例因子; C_t 为温度模糊控制器的输出; A_1 为温度与湿度之间的解耦系数; C_h 为湿度模糊控制器的输出; U_h 为湿度控制器的实际输出; K_h 为湿度模糊控制器的比例因子; A_2 为湿度与温度之间的解耦系数。

当 $A_1=0$ 且 $A_2=0$ 时, $U_t=K_i \times C_t$, $U_h=K_h \times C_h$, 此时相当于两个单回路控制, 没有去耦作用。

当 $A_1=1$ 且 $A_2=1$ 时, $U_t=K_i \times C_h$, $U_h=K_h \times C_t$, 这时为极限耦合的情况。实际情况下, A_1 , A_2 的值应在 0~1 之间, 可以通过实验确定。

该种解耦方法的缺点是解耦系数确定之后, 就不再改变, 缺乏自适应能力, 不能达到较好的解耦

收稿日期: 2011-03-30; 修回日期: 2011-04-30

作者简介: 陈慕君 (1980-), 女, 河南周口人, 讲师, 主要从事自动化研究, E-mail: cmj800602@163.com。

效果^[5]。

3 动态解耦

温湿度控制系统为时变系统, 由于由静态增益导出的解耦参数, 在静态时能够全部消除耦合现象, 在时变系统下, 则不能完全消除耦合现象。为在温度和湿度控制过程中, 尽量减小耦合现象造成的影响, 可以在传统的静态解耦的基础上, 增加一个修正耦合系数的环节, 通过不断的修正耦合系数, 以达到最佳的控制效果^[6]。修正耦合系数示意图见图 3。

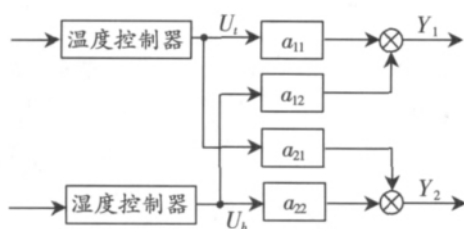


图 3 修正耦合系数示意图

经过该系统修正耦合系数后, 系统的输出为

$$\begin{pmatrix} \Delta Y_1 \\ \Delta Y_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u_t \\ u_h \end{pmatrix}. \quad (4)$$

式中, ΔY_1 为温度控制器输出增量; ΔY_2 为湿度控制器输出增量; a_{11} , a_{12} , a_{21} , a_{22} 为修正耦合系数; u_t 为温度控制器的输出; u_h 为湿度控制器的输出。

根据式 (4) 可以计算出第 $n-1$ 时刻和第 n 时刻的输出增量为

$$\Delta Y_1(n) = a_{11}u_t(n-1) + a_{12}u_h(n-1), \quad (5)$$

$$\Delta Y_2(n) = a_{21}u_t(n-1) + a_{22}u_h(n-1). \quad (6)$$

第 $n-2$ 时刻和第 $n-1$ 时刻的输出增量为

$$\Delta Y_1(n-1) = a_{11}u_t(n-2) + a_{12}u_h(n-2), \quad (7)$$

$$\Delta Y_2(n-1) = a_{21}u_t(n-2) + a_{22}u_h(n-2). \quad (8)$$

由式 (2) 和式 (4) 联合可以求出

$$a_{12} = \frac{\Delta Y_1(n-1)u_t(n-1) - \Delta Y_1(n)u_t(n-2)}{u_h(n-2)u_t(n-1) - u_h(n-1)u_t(n-2)}. \quad (9)$$

由式 (6) 和式 (8) 联合可以求出:

$$a_{21} = \frac{\Delta Y_2(n-1)u_h(n-1) - \Delta Y_2(n)u_h(n-2)}{u_h(n-2)u_t(n-1) - u_h(n-1)u_t(n-2)}. \quad (10)$$

要想消除湿度控制对温度控制的影响, 只需要 $a_{12}=0$ 即可。如果 a_{12} 偏离了零点, 说明目前该控制系统所采用的耦合系数不合适, 需要从新修订耦合系数, 系数的增多或者减小由 a_{12} 的符号来决定, 修正的大小由 a_{12} 的绝对值的大小来决定^[5]。同理, 也可以按照同样的方法来修订 a_{21} 。此时将修正系数 a_{12} 和 a_{21} 作为一维模糊控制器的输入。

4 采用多变量模糊控制方法将耦合融入到多变量控制中

我们可以利用计算机强大的数据处理和计算能力, 从现场采样的数据中提取优化的人工经验, 并利用模糊控制规则 “if...and...and...then” 表示出来。系统的模糊控制模型就是由这些模糊控制集合形成的, 从而实现系统的自动控制效果^[1]。

5 结束语

温度、湿度是温室大棚温湿度控制系统中的两个重要的环境因子, 并存在严重的耦合现象。针对该控制系统中温度、湿度的耦合特点, 从最简单的解耦算法入手, 进行一步步分析, 最终得出温室大棚温湿度控制系统中温湿度耦合问题的解决方案。

参考文献:

- [1] 易继锴, 候媛彬. 智能控制技术[M]. 北京: 北京工业大学出版社, 1999.
- [2] 王万良, 赵燕伟, 吴启迪, 等. 电脑孵化机多变量模糊专家控制[J]. 农业机械学报, 1998, 29(3): 84-89.
- [3] 刘向杰, 周孝信, 柴天佑. 模糊控制研究的现状与新发展[J]. 信息与控制, 1999, 28(4): 283-292.
- [4] 余永权, 曾碧. 单片机模糊逻辑控制[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2005.
- [5] 李士勇. 模糊控制和智能控制理论与应用[M]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 2000.
- [6] 王立新. 模糊系统: 挑战与机遇并存——十年研究之感悟[J]. 自动化学报, 2001, 29(4): 585-591.

(实习编辑 高 腾)

Design of Fuzzy Invertible Decoupling Algorithm of System of Temperature and Humidity Monitoring in Greenhouse

Chen Mu-jun¹, Zhang Jian-feng²

(1. Henan Polytechnic University, Jiaozuo 454000 China;

2. Henan Vocational College of Agriculture, Zhengzhou 451450 China)

Abstract: Aiming at coupling of temperature and humidity in control system, the author analyzed features from invertible decoupling algorithm, and got solutions of coupling of temperature and humidity in control system.

Key words: greenhouse; temperature and humidity monitoring; fuzzy control; invertible decoupling algorithm