

烟叶初烤计算机控制系统

庞全 杨翠容

(杭州电子工业学院)

提 要 根据烟叶初烤的工艺要求与特点,采用单片计算机与模糊控制技术,研制成烟叶初烤自动检测、控制与管理的计算机控制系统,取得良好效果与推广应用。

关键词 烟叶 初烤 控制 计算机

Computer Control System of Tobacco Baking

Pang Quan Yang Cui-rong

(Hangzhou Institute of Electronic Engineering, Hangzhou)

Abstract A computer control system for automatic test, control and management of tobacco baking has been developed by using single chip computer and fuzzy control technique. It meets the technical requirements of tobacco baking, and possesses of fairly good effectiveness and application.

Key words Tobacco Baking Control Computer

烟叶初烤是使新鲜绿色叶片变成鲜黄、干燥和具有良好组织、弹性、光泽、油份和香气的叶片。要实现这一目标,须遵守较为严格和复杂的烘烤工艺。大体分为三个阶段:即变黄期、定色期和干筋期。每个阶段对温度与湿度都有较严格的要求。目前我国大部分地区仍靠人工烤烟,很难达到这一要求,从而极大影响了我国的卷烟生产质量^[1,2]。

近年来,不少研究将常规自动控制引入烟叶初烤的温、湿度控制。但由于烟叶初烤是一惯性大、温湿度变化交叉耦合严重的复杂过程,很难建立数学模型,使常规控制难以奏效。此外我国烟叶产地分布广泛,不同地区的烟叶特性不同,初烤工艺也不尽相同。为适应生产发展,提高烟叶初烤质量,我们研制了基于模糊解耦的烟叶初烤计算机控制系统。不仅解决了初烤过程温、湿度的自动控制,而且能根据不同产地烟叶的不同特性,设置不同烘烤工艺,具有良好的推广应用价值。

1 控制系统构成

初烤系统是在目前使用较多的自然通风式烤房基础上改造而成的,由装烟室、热风炉、通风排湿、温湿度检测等构成,如图1所示。火炉产生的烟气,经水平安装的烟管流动后,从烟管尾端流入烟囱排走。风机将外界空气和一部分回风压入炉膛,与烟管接触产生热交换后

收稿日期:1997-05-29

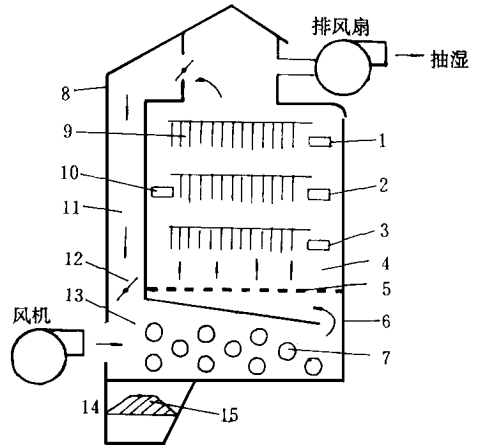
庞全,副教授,所长,杭州市文一路65号 杭州电子工业学院自动化研究所49信箱,310037

变为热风,再经分风板进入装烟室。装烟室内,热风与挂烟平行,利于热气流上升,使烟叶水分排出。室内的湿气,由烤房顶部的排风扇抽排。采用三个温度传感器(Cu100 铜电阻)分别检测上、中、下三排烟叶附近的温度;湿度传感器采用中科院上海硅酸盐研究所的MSC-1 型湿敏电阻(其由新型陶瓷功能材料制成),置于烤房中间位置。

计算机控制系统以 8098 单片机为基础而构成,如图 2 所示。3 路温度与 1 路湿度信号通过前置放大处理后进入 8098 的四路 A/D 转换器。采用 8098 的好处是功能强,硬件结构简单。其四路 A/D 为 10 位,精度已足够。2 路输出通过光耦驱动可控硅,以提高系统安全性。2764 为系统程序,6264 储存中间数据,2816A 为 5 伏电可改写存储器,用于存储设置的初烤工艺曲线、控制误差和关联系数等固定参数。这些数据可通过键盘操作进行设置或修改,且掉电后不会丢失。显示与按键开关电路是仪器与操作者的人机界面。

2 控制原理

由图 1、图 2 构成的烟叶初烤系统,是一双输入双输出系统,且输入输出之间存在交叉耦合现象。此外,该系统是一惯性大、非线性与时变特性严重的复杂系统。为此研究模糊去耦控制方法,如图 3 所示。图中 X_t 、 X_h 为烘烤工艺要求的温、湿度



1. 温度传感器 1 2 温度传感器 2 3. 温度传感器 3
4 装烟室 5 分风板 6. 隔板 7. 烟管 8 烤房
9 烟叶 10. 湿度传感器 11. 回风道 12. 调节板
13 热风炉 14. 火炉 15. 燃料

图 1 烘烤系统简图

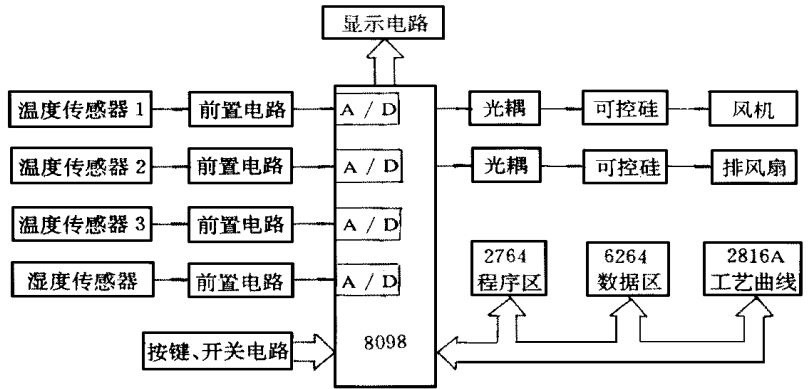


图 2 计算机控制系统

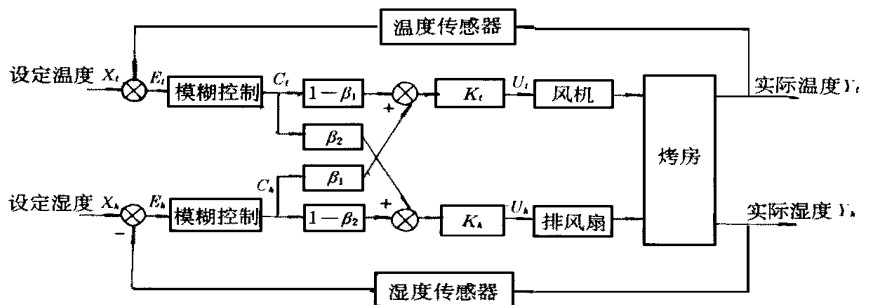


图 3 去耦模糊控制原理

值, 它们随时间变化, 由计算机从 2816A 读出。\$Y_w, Y_h\$ 为实际测到的温、湿度值。\$E_w, E_h\$ 即为烤房温、湿度的控制误差。

模糊控制的特点是借助人的经验总结出一种经验性的控制规则, 通过模糊推理运算关系, 确定出理想的控制来。以温度控制为例, \$E_t\$ 为温度偏差, \$E_t'\$ 为偏差随时间的变化率, \$C_t\$ 为控制输出(热风炉风机开启时间占空比)。设以 PB、PM、PS、0、NS、NM、NB 分别表示上述这些量为正大、正中、正小、零、负小、负中、负大, 以 P0、N0 表示比零稍大、比零稍小, 则由烤房温度控制的特点与经验, 可归纳总结出经验性的模糊控制规则, 如表 1 所示。

表 1 烘烤温度模糊控制规则表

\$E_t'\$	\$C_t\$	\$E_t\$	NB	NM	NS	N0	P0	PS	PM	PB
	NB		PB	PB	PB	PM	PM	PS	PS	0
	NM		PB	PB	PM	PM	PS	PS	0	NS
	NS		PB	PB	PM	PS	PS	0	NS	NM
	0		PB	PM	PS	0	0	NS	NM	NB
	PS		PM	PS	0	NS	NS	NM	NB	NB
	PM		PS	0	NS	NS	NM	NM	NB	NB
	PB		0	NS	NS	NM	NM	NB	NB	NB

实际系统的输入输出都是连续的精确量, 因此模糊控制器的设计过程是先把 \$E_w, E_t\$ 和 \$C_t\$ 模糊化为一定的模糊子集, 给定其论域, 确定各模糊变量对应论域的隶属度, 然后采用离线模糊推理合成算法计算出相应的模糊控制表。实际控制时, 只要从模糊控制表查取相应的控制即可。对本系统, 规定 \$E_w, E_t\$ 和 \$C_t\$ 的模糊子集为:

$$\begin{aligned} \{E_t\} &= \{NB, NM, NS, N0, P0, PS, PM, PB\} \\ \{E_t'\} &= \{NB, NM, NS, 0, PS, PM, PB\} \\ \{C_t\} &= \{NB, NM, NS, 0, PS, PM, PB\} \end{aligned}$$

论域为:

$$\begin{aligned} E_t &= \{-6, -5, -4, -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6\} \\ E_t' &= \{-6, -5, -4, -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6\} \\ C_t &= \{-7, -6, -5, -4, -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\} \end{aligned}$$

采用正态分布描述模糊变量对论域的隶属度。由模糊控制的计算规则, 先求模糊关系矩阵:

$$R = \begin{matrix} & k \\ & r_1 & r_2 & \dots & r_k \end{matrix} \quad (k = i \cdot j)$$

式中

$$r_l = E_t(i) \times E_t'(j) \times C_t(i, j) \quad (i = 1 \sim 8, j = 1 \sim 7, l = 1 \sim i \cdot j)$$

式中, \$E_t(i), E_t'(j), C_t(i, j)\$ 由正态分布描述的模糊变量隶属度赋值表得到^[3], \$\times\$ 为迪式积算符。然后即可计算模糊控制:

$$C_t = (E_t \times E_t') \cdot R$$

对所有 \$E_t(i), E_t'(j)\$ 计算出相应的 \$C_t(i, j)\$, 再由加权平均判决将转换成精确量, 即得模糊控制表, 如表 2 所示。将表 2 事先装入 EEPROM (2816A) 中, 计算机控制时, 只要根据 \$E_w, E_t\$

E_i 值即可由表 2 查取相应的控制 C_i 。

表 2 烟叶初烤模糊控制表

E_i	C_i	E_i	- 6	- 5	- 4	- 3	- 2	- 1	- 0	0	1	2	3	4	5	6
- 6		7	7	7	7	6	4	4	3	3	2	2	0	0	0	
- 5		7	7	7	7	6	4	4	3	3	2	2	0	0	0	
- 4		7	7	7	7	6	4	3	3	2	1	1	0	0	0	
- 3		7	7	7	7	6	4	3	3	2	1	0	- 1	- 2	- 4	
- 2		7	7	7	6	4	3	3	2	1	0	- 1	- 3	- 4	- 4	
- 1		7	7	6	4	4	3	2	1	0	- 1	- 3	- 4	- 4	- 4	
0		7	6	4	4	3	1	0	0	- 1	- 2	- 4	- 4	- 6	- 7	
1		4	4	4	3	1	0	- 1	- 2	- 3	- 4	- 4	- 6	- 7	- 7	
2		4	4	3	1	0	- 1	- 2	- 3	- 3	- 4	- 6	- 7	- 7	- 7	
3		4	2	1	0	- 1	- 2	- 3	- 3	- 4	- 6	- 7	- 7	- 7	- 7	
4		0	0	0	- 1	- 1	- 2	- 3	- 3	- 4	- 6	- 7	- 7	- 7	- 7	
5		0	0	0	- 2	- 2	- 3	- 3	- 4	- 4	- 6	- 7	- 7	- 7	- 7	
6		0	0	0	- 2	- 2	- 3	- 3	- 4	- 4	- 6	- 7	- 7	- 7	- 7	

如前所述, 烤房的温、湿度控制存在交叉耦合。因此, 由上面计算出的控制还要进行去耦。这里引入关联环节 β_1 、 β_2 (如图 3 所示), 则 U_w 、 U_h 分别为:

$$U_w = K_w [(1 - \beta_1) \times C_w + \beta_1 \times C_h] \quad (\beta_1 = 0 \sim 1)$$

$$U_h = K_h [(1 - \beta_2) \times C_h + \beta_2 \times C_w] \quad (\beta_2 = 0 \sim 1)$$

当 β_1 、 β_2 为 0 时, $U_w = C_w$, $U_h = C_h$, 这时相当于两个单回路控制器, 没有去耦作用; 当 β_1 、 β_2 为 1 时, 则 $U_w = C_h$, $U_h = C_w$, 对应于极限耦合情况。实际的 β_1 、 β_2 值在 0~ 1 之间, 通过对烤房的一定烘烤试验确定, 然后通过按键操作写入控制系统内的 2816A 中^[4]。

3 系统软件

整个软件由主控模块、手控模块和参数设置模块三大模块组成。上电后、或运行过程中的任何时候, 都可通过按键操作, 分别切换进入各个模块。

主控模块实现对烟叶初烤过程温、湿度的自动检测、控制和超限报警等功能。运行时, 计算机从 2816A 循环读取预设的烘烤工艺, 同时采集温度与湿度传感器信号, 与工艺值进行比较, 其差值 E_w 、 E_h 分别送模糊控制模块与报警模块。模糊控制按表 2 查取, 最后驱动风机或排风扇进行控制。报警模块通过指示灯提醒操作者当前温、湿度的超限情况, 以便采取措施。

手控模块实现特殊情况下的人工控制。烟叶初烤中, 烟叶的颜色也是一重要指标。初烤工艺规定的变黄期时间有一定变化范围, 实际烘烤中, 还要严密监视烟叶的颜色变化。当颜色已达要求, 而设置的变黄期尚未结束, 可通过按键操作切断主控模块, 进入手动模块, 通过手控操作强行中断变黄期, 进入定色期。

参数设置模块用于设置初烤工艺规程 (即温、湿度曲线)、允许的误差限及关联系数等。由于各地气候差异造成烟叶的状态不同, 各地初烤工艺也有所不同, 这时可通过键盘将经验

曲线设置入 2816A, 或进行局部修改。设置或修改后的曲线能长久保存, 不会丢失。

4 结束语

本文介绍的烟叶初烤计算机控制系统, 在河南省的部分植烟地区进行了试验, 取得良好效果。采用当地烟草研究机构提供的烟叶初烤工艺, 设置入计算机后, 即可对烘烤过程进行自动检测与控制。试验结果, 温度误差不大于 ± 2.4 , 相对湿度误差不大于 $\pm 5\%$ RH, 满足初烤工艺要求。由于采用计算机控制后, 烤房内的温、湿度能较好地遵循工艺变化要求, 由此烤出的烟叶, 无论在颜色、含水量、弹性以及香气等方面, 都大大超过人工烘烤的烟叶质量。

参 考 文 献

- 1 杨熟申 烟叶烘烤实用技术 郑州: 河南科技出版社, 1989 51~ 194
- 2 余茂勋 烟叶烘烤 北京: 轻工业出版社, 1983 250p
- 3 李人厚 智能控制理论和方法 西安: 西安交通大学出版社, 1994 134~ 165
- 4 金以慧 过程控制 北京: 清华大学出版社, 1993 150~ 179

节水农业新技术、新设备研讨展示会

时 间: 1997 年 10 月 21~ 25 日

地 点: 北京 中国农科院

会议概况: 会议由中国农业工程学会情报信息专业委员会发起并与中国农业技术推广协会农机化专业委员会、中国农业大学灌排新技术研究所联合主办。会议得到农业部有关部门、中国农业大学、中国人民解放军总后军需部的大力支持。出席会议的有 100 余位代表, 除来自全国 26 个省、市、自治区和直辖市的农机、农业和水利等有关教学、科研、生产、推广部门的负责同志及工程技术人员外, 还有来自中国人民解放军总后军需部、海军后勤部、国防科工委后勤部及有关农场的领导和农技推广人员, 以及世界信息报、中央人民广播电台、中国农机化报、农业机械杂志社、中国农业大学校报等单位的记者。

会议期间专家们分别介绍了国内节水灌溉发展概况及趋势、国外农业高用水的研究、应用及发展趋势和行走式节水灌溉技术和配套机具、微灌技术与设备、我国机械化旱作农业技术发展概况与设备、我国节水农业发展模式等新技术、新方法、新思路、新设备。

会议采取专家讲授、代表研讨和现场参观相结

合的形式穿插进行。除组织参观了全国农业博览会外, 还组织参观了地处顺义县的水利部节水灌溉示范基地、国家农业综合开发示范区平谷县镇罗营乡官上村燕山滴灌示范区和中国农业大学东区水利部节水灌溉新设备新技术示范基地。这些示范区与基地所用的技术与设备有投资少, 适用于贫困缺水山区农户的滴灌系统, 也有适用于农场和大田作物的大型机具, 还有适用于温室种植蔬菜、花卉的滴灌设备。既有我国科技人员自行设计制造的产品, 也有进口的成套设备。有早已定型的成熟技术, 也有新一代更适合我国国情的设备。有的机具还进行了演示。现场进行的咨询和研讨, 场面十分活跃和热烈。与会代表一致反映此次会议不仅开阔了眼界、拓展了思路, 也了解了国内外节水灌溉概况及趋势, 亲眼目睹了我国节水农业机具进展的情况, 很受鼓舞。

节水农业新技术、新设备研讨展示会参会代表之广泛、牵动面之大是少有的。我们认为作为民间组织的学会, 组织活动应配合农业部当前的重点工作, 有的放矢, 才能达到预期的效果。

(学会秘书处)