

电阻炉干制香菇微机监控系统的设计*

郭文川, 朱新华, 王转卫

(西北农林科技大学 机械与工程学院, 陕西 杨陵 712100)

[摘要] 为提高香菇的加工质量,降低能耗与成本,设计了一套采用PC机控制香菇干制的监控系统。该系统软件用Turbo C语言编程。经试验表明,该控制系统能稳定、正常地工作,不但可将烘干关键阶段的温度控制在 ± 1 ,且还具有自动跟踪温度变化曲线以及自动显示、打印和报警的功能。

[关键词] 香菇;干制;微机监控系统;PD算法

[中图分类号] S646.1+209+.2;S126

[文献标识码] A [文章编号] 1000-2782(2002)04-0083-04

微机监控已是现代化农业设备和农业生产自动化系统的关键技术。在农产品加工方面,它主要用于粮食加工、饲料加工配料系统的自动检控,以及粮、棉、种子、果蔬及其他农副产品的干燥与贮藏过程中的自动检测和控制^[1,2]。由于新鲜香菇不耐储存,因此,其产品主要是干制品。影响干菇品质的主要因素是烘干过程中的温度和湿度。香菇在干制的过程中,烘房温度过高,湿度过大,是香菇在烘烤时变黑的主要原因。而急剧的温度变化也会使香菇表面发生皱缩、烧焦、菌褶倒伏等不良现象。因此,要提高香菇的干制品质,首先要保证香菇烘房内的温度和湿度按照一定的规律变化。目前,国内香菇的人工干制方法主要是烘房烘干和机器烘干等。在这几种方法中,干制过程中温度和湿度的控制皆不够精确。香菇作为我国重要的出口产品,对其干制过程的严格控制具有重要的经济意义。为此,作者进行了香菇干制微机监控系统的设计和试验。

1 香菇干制工艺流程

香菇干制是将含水率为900 g/kg的鲜香菇烘干至含水率在130 g/kg以下。香菇在烘干期升温应缓慢,一般1 h内不超过5。烘房内最高温度不应超过65。

目前,香菇烘房干制普遍采用的烘干工艺如图1所示^[3]。该干制工艺由4个阶段组成:(1)自然升温段,即0~ t_1 时段。此时,对烘房的升温速度没有控制。(2)保温阶段,图中 t_1 ~ t_2 , t_3 ~ t_4 , t_5 ~ t_6 , t_7 ~ t_8 , t_9 ~ t_{10} 。此时,要求温度分别保持在35,40,45,55和

60,保温的时间分别是2,2,3,8和1 h。(3)恒速升温阶段,图中 t_2 ~ t_3 , t_4 ~ t_5 , t_6 ~ t_7 , t_8 ~ t_9 。此时,要求温度的上升速度为2/h。(4)自然降温段,即图中的 t_{10} ~ t_{11} 。此时不要求对干燥室进行控制。

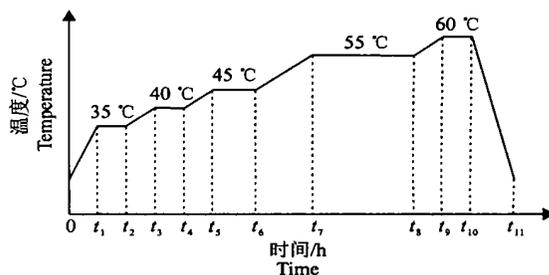


图1 香菇干制温度变化曲线

Fig. 1 The temperature's changing curve in Xianggu's drying period

湿度的控制主要通过控制排气口的大小来实现,在某一阶段,排气口的大小是一定的。因此,本试验未对湿度加以控制。

2 监控系统的硬件组成

根据对监控系统的要求,本设计选用直接数字控制(DDC),系统的组成框图如图2所示。图2表明,电阻炉属于一阶或带纯滞后的一阶对象^[4]。利用动态特性曲线求得试验所用的电阻炉的主要特性参数为:时间常数 $T = 46.5$ min,纯滞后时间 $\theta = 3$ min,静态增益 $K = 27.09$,故其传递函数为:

$$W(s) = \frac{K e^{-\theta s}}{TS + 1} = \frac{27.09 e^{-3s}}{46.5s + 1}$$

* [收稿日期] 2001-12-11

[作者简介] 郭文川(1969-),女,陕西临潼人,讲师,在职博士,主要从事农产品加工及其检测的研究。

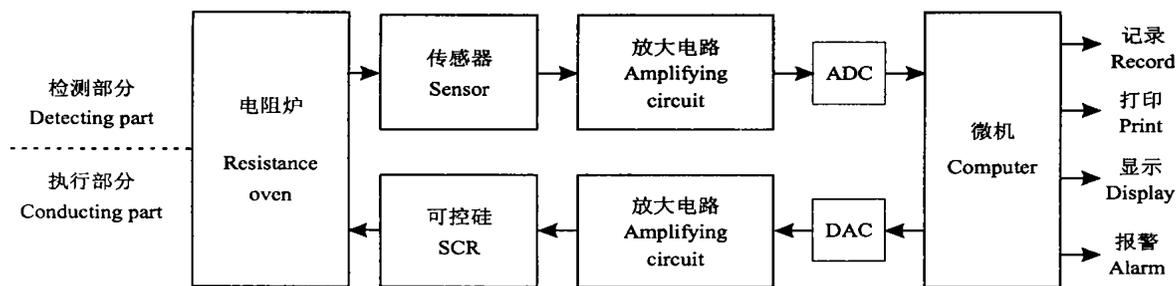


图 2 监控系统组成示意图

Fig 2 The sketch map of the monitorcontrol system's constitution

传感器是保证控制精度的关键部分。为了满足香菇干制控制温度精度的要求,本设计选用适合于生物温度场控制的 BTS_[222]型柱式硅 PN 结温度传感器。其测温范围为- 55~ 155 ,灵敏度为- 2 mV / ,响应时间为 0.2~ 2 s。试验测得其正向压降和温度关系的拟合直线方程为 $U_i(V) = 0.736 - 0.001913T_i$, 拟合直线的均方差为 $\sigma = 0.0042$ 。

设计的硬件系统由信号采集电路、过零触发电路和驱动功放电路 3 部分组成。温度控制的原理是把温度传感器输出的电信号,经信号采集电路放大

后,通过 A/D 转换为数字信号后送入计算机。计算机依据通断比控制调功即过零触发调功的原理^[5],在以时间 T 为一个工作周期内,发出 T_1 时间的高电平和 T_2 时间的低电平。 T_1 时间内使 SCR 导通, T_2 时间内使 SCR 关断,从而可以改变负载上获得的电功率。 T_1 和 T_2 的大小由采样值与被控制的温度值的差值决定。系统中,A/D 和 D/A 转换采用 HY-1232 A/D,D/A 转换板,微机是 80386。采用带光电隔离的过零触发型双向可控硅 AC-SSR (S-204Z)。图 3 即此系统的硬件电路组成图^[6]。

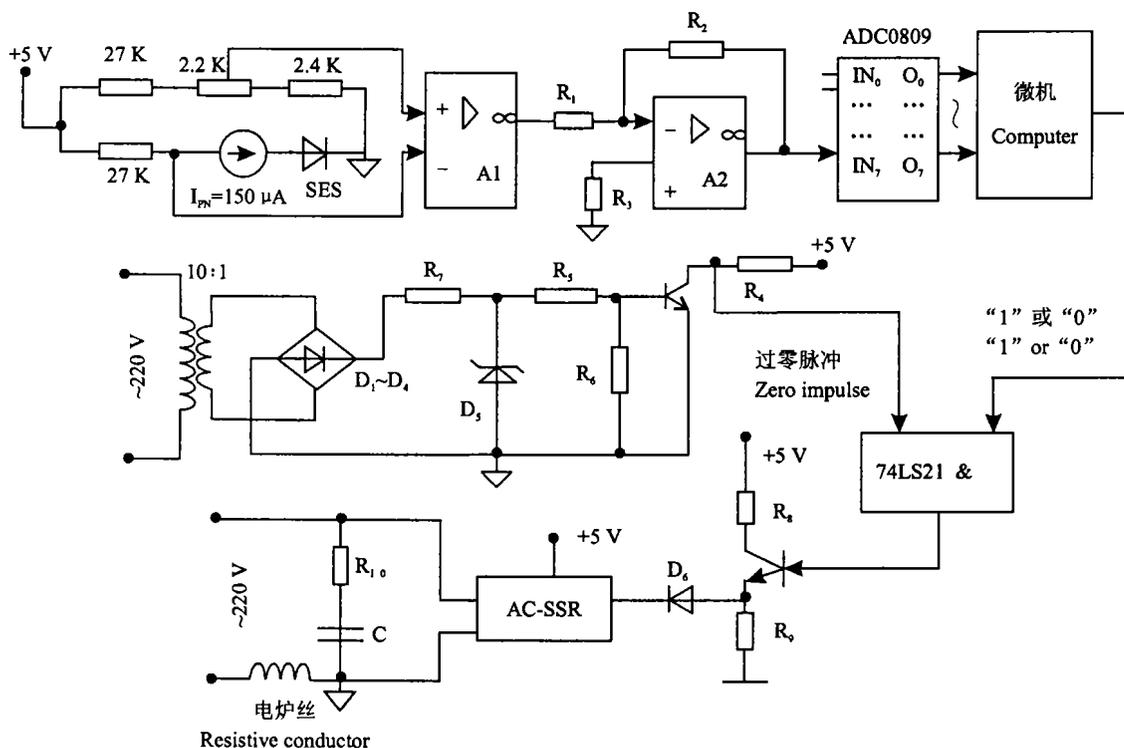


图 3 系统的硬件结构组成图

Fig 3 The constitution figure of the system's hardware

3 软件设计

采用面向硬件的 Turbo. C 语言^[7]编程,整个温

控系统是在程序的控制下工作的。对系统进行控制之前,首先确定控制算法。在 PI, PD, PD 以及 Dahlin 等众多的控制算法中,对适用性强、应用范

围广的 Dahlin 算法和 PD 控制算法进行了仿真, 仿真结果是 PD 稍优于 Dahlin 算法。因此根据电阻炉的特性参数, 在选取采样周期 $T_s = 20\text{ s}$ 的情况下, 得 PD 的差分方程为^[4]:

$$q_n = q_{n-1} + 0.6866[e_n - e_{n-1} + 0.0556e_n + 4.5(e_{n-2} - 2e_{n-1} + e_{n-2})]$$

式中, q_n, q_{n-1} 为 $n, n-1$ 时刻的控制输出量; e_n, e_{n-1}, e_{n-2} 分别为 $n, n-1, n-2$ 时刻的偏差值。

根据控制的要求, 所设计的软件系统由主函数(图 4)、实时测量(采样)子函数(图 5)、实时决策(PD 控制算法)子函数、实时控制(调功)子函数以及超限报警子函数和程序结束报警子函数等部分组成。控制系统工作由实时测量(采样)、实时决策和实时控制(调功)3 部分组成。其中, 实时采样和实时决策子函数是整个程序的主要组成部分。

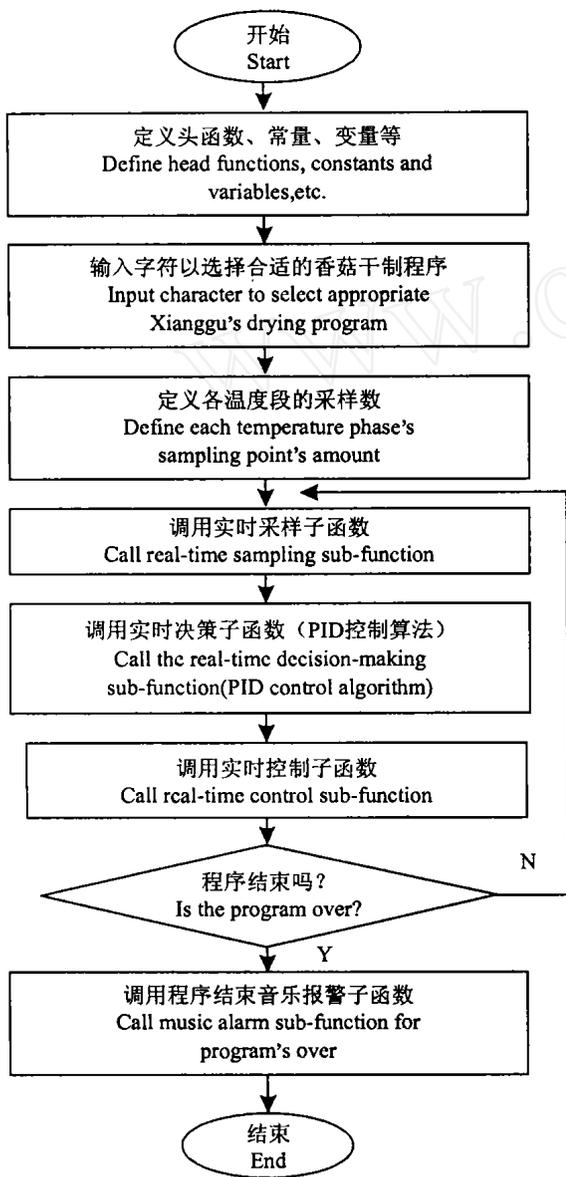


图 4 程序主函数流程图

Fig 4 The flow chart of the program's main function

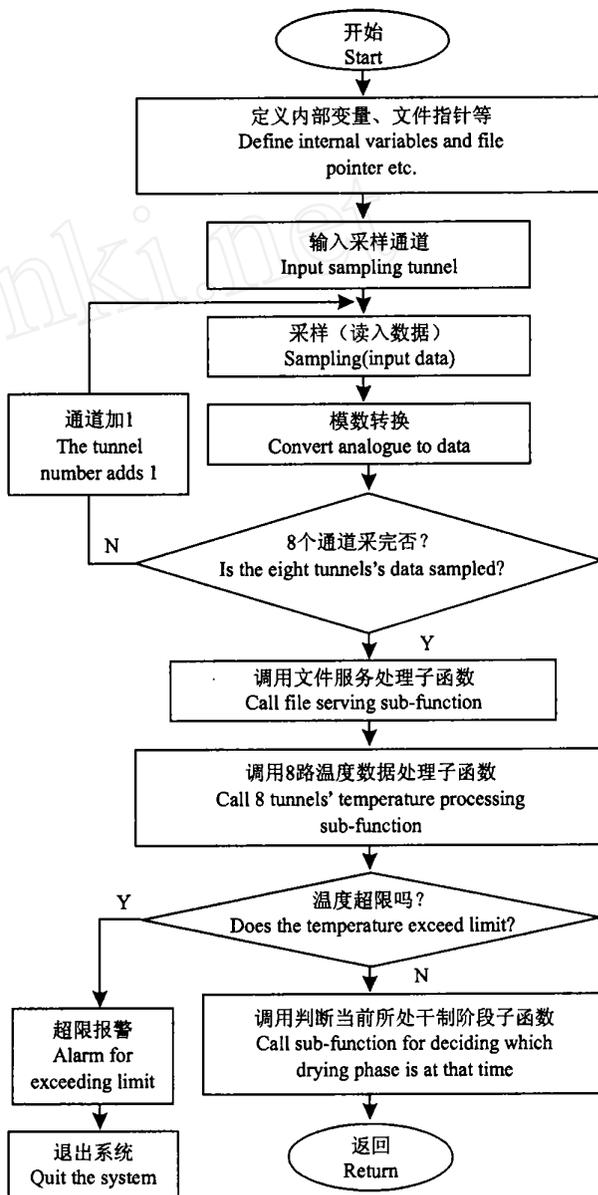


图 5 实时采样子函数流程图

Fig 5 The flow chart of the real-time sampling sub-function

4 系统的主要功能

该系统可以依据香菇的大小选择不同的干制程

序, 因而可以在确保香菇的干制品质的同时节约能源。同时, 该系统可以实时采样 8 路温度, 实时显示和打印传感器所在位置的环境参数值, 并能以曲线

图的形式显示温度的变化过程。在故障处理方面,当实测的任一路温度超出预设的范围时,系统可进行超限报警。当干制过程结束时,也可进行音乐报警。

为了使该系统能应用于其他农产品的干制或其他设施内的温度等参数的监控,软件的设计利用了模块化的思想,以便修改。

5 试验应用

试验装置为远红外干燥箱。干燥箱的温度可从

室温升高到 88 。试验选用杨陵市场上的新鲜香菇。在系统运行前,先根据平均朵重选择不同的干制程序。如果大小不均匀,可将大的置于近热源处。根据要求,通过改变排气口的大小来实现排湿。

系统运行结果表明,该系统能很好地跟踪所给定的香菇干制温度曲线,且干制香菇的品质较好。系统的测量温度误差 < 0.5 ,控制温度误差 < 1 。

[参考文献]

- [1] 卢贤继,张书慧,徐龙一,等.红参干燥室计算机控制系统的研究[J].农业工程学报,1995,11(2):156-160
- [2] 阎忠文,包长春,马淑英,等.粮库温湿度检测系统的研制[J].农业工程学报,2001,17(4):148-150
- [3] 陈士瑜.菇菌生产技术全书[M].北京:中国农业出版社,1999
- [4] 王显正.自动控制理论基础[M].北京:国防工业出版社,1980
- [5] 李朝青.单片机原理及接口技术[M].北京:北京航空航天大学出版社,1994
- [6] 秦曾煌.电工学[M].北京:高等教育出版社,1999
- [7] 谭浩强.C程序设计[M].北京:清华大学出版社,1999

The computer monitoring and controlling system's design for drying Xianggu (*Lentinus edodes*) in resistance oven

GUO Wen-chuan, ZHU Xin-hua, WANG Zhuan-wei

(College of Mechanical and Electronics Engineering, Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: A software and hardware monitoring and controlling system by PC computer for Xianggu's drying was designed in order to improve dried Xianggu's quality and decrease energy consumption. Turbo. C language was used in programming the system's software. The test showed that this system could automatically trace the best temperature change curve, and could work steadily and normally. It could control temperature's variation in ± 1 in key phase of drying. At the same time, the system also has the function of displaying, printing and alarming.

Key words: Xianggu (*Lentinus edodes*); drying; computer monitoring and controlling system; PD algorithm