

文章编号: 1000-5013(2013)01-0005-05

# 名优茶鲜叶智能养护机的设计

杨凯<sup>1</sup>, 李钟慎<sup>1</sup>, 黄春池<sup>2</sup>

(1. 华侨大学 机电及自动化学院, 福建 厦门 361021;  
2. 杭州祥友机械有限公司, 浙江 杭州 311307)

**摘要:** 根据名优茶鲜叶养护过程,设计一种智能养护机. 系统在单片机的控制下可实现智能化,风机和旋转筛架转速可连续调节,键盘可进行多段时间和温度的设定,并提供友好的人机界面. 测试结果表明:原料为含水率 89.3% 的龙井茶鲜叶,养护后鲜叶含水率为 70.0%;在单位面积摊叶量为  $(1.5 \pm 0.3) \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$  时,其生产率为  $12.5 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$ ,耗电率为  $0.0933 \text{ kW} \cdot \text{h} \cdot \text{kg}^{-1}$ ,单位有效摊叶面积生产率为  $1.25 \text{ kg} \cdot (\text{m}^2 \cdot \text{h})^{-1}$ .

**关键词:** 名优茶鲜叶; 智能养护机; 单片机; 时间; 温度

**中图分类号:** TS 272.3

**文献标志码:** A

在当今的制茶技术中,鲜叶的养护越来越受到人们的重视. 然而,目前很多茶农的养护方法是采用风扇和鼓风机对鲜叶进行吹风,以加快鲜叶周边的空气流通. 这种方式只是单纯地把鲜叶上的水分去掉,没有从根本上提升鲜叶的品质,经常出现养护时间长、除湿不均匀,若遇到阴雨天气,问题更加突出. 同时,人工作业量大,并要经常观察鲜叶养护程度是否达到做茶要求,导致效率低,鲜叶养护质量不好,使得加工出的茶叶在颜色、香气、味道等方面都较难达到理想要求. 这不仅严重影响了名优茶的出茶品质,减少了茶农的经济收入,而且从某种意义上来说,也制约着茶产业的发展<sup>[1-3]</sup>. 本文设计了一种结构合理、空气流通快、控制智能化的名优茶鲜叶智能养护机.

## 1 主要机械结构及工作原理

### 1.1 机械结构设计

名优茶鲜叶智能养护机主要由箱体、风道、风轮、加热装置、旋转筛架、移动机构、控制系统等部件构成,如图 1 所示. 其主要技术参数:外形尺寸(长×宽×高)为  $1\,180 \text{ mm} \times 1\,100 \text{ mm} \times 2\,100 \text{ mm}$ ;整机质量为 240 kg;加热元件为电热管,功率为 3 kW;风机的功率为 550 W,额定转速为  $1\,400 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ ,额定电压为 220 V;旋转减速电动机的功率为 25 W,额定转速为  $10 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ ,额定电压为 220 V;总有效养护面积为  $10 \text{ m}^2$ ;养护层数为 16 层;生产率  $\geq 12 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$ ,耗电率  $\leq 0.20 \text{ kW} \cdot \text{h} \cdot \text{kg}^{-1}$ .

箱体上的机门通过蝴蝶合页与箱体连接,并通过门扣与箱体扣合,密封条对箱内空间起到密封保温作用,箱体内设有的旋转筛架可以安放多层筛盘. 箱体内的下部的减速电动机通过中心轴带动筛架旋转,箱体的正面上部分安装有智能控制系统,箱体顶部设有抽湿口和进风口. 在箱体的上部设有风轮、风道和电热管. 翅片式电热管安装在风道中,扩大了散热面积,使冷风更快地变暖;箱体上部的电机带动风轮转动,对电热管进行吹风<sup>[4-5]</sup>. 在循环风道里,采用箱内全循环暖风养护,箱体边上的隔风板没有直接把进风口和抽湿口全部隔开,这样可以回收一部分暖风,以便加快空气的流通速度.

### 1.2 养护机的工作原理

机箱体内部流通的空气与外界空气稍有不同. 外界空气从进风口进入养护机,在风轮的带动下进入风道,而冷风经过电热管预热后变成一股暖风,经挡风板均匀地进入到箱体内各个方位. 流动均匀的暖

收稿日期: 2011-12-29

通信作者: 李钟慎(1971-),男,教授,主要从事先进控制理论与控制工程的研究. E-mail: lzscyw@hqu.edu.cn.

基金项目: 中央高校基本科研业务费,国务院侨办科研基金资助项目(JB-ZR1107);福建省泉州市科技计划项目(2010Z52)

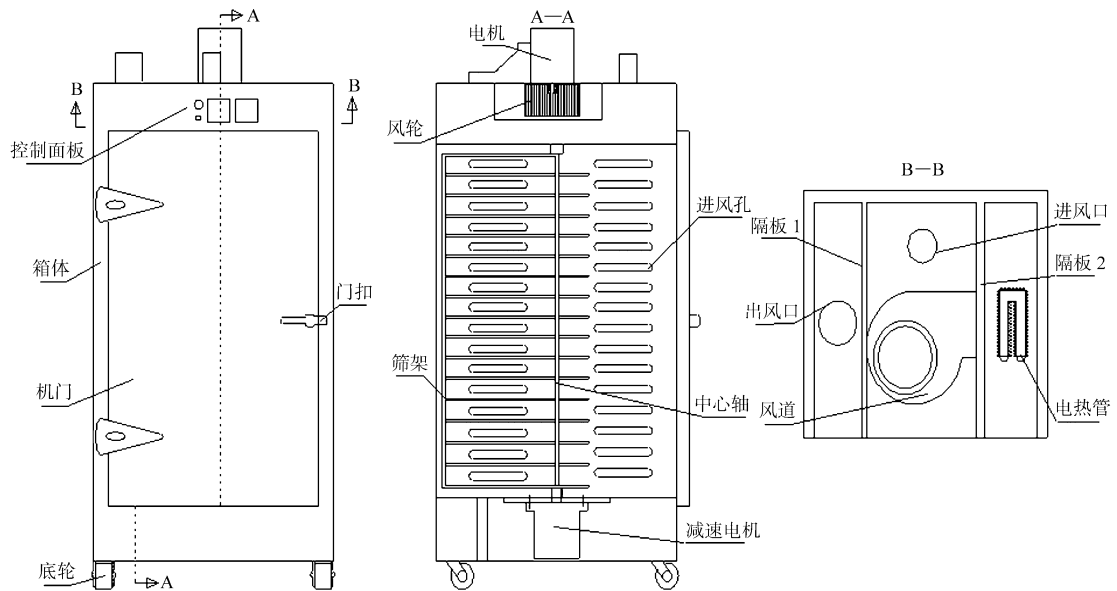


图 1 智能养护机结构示意图

Fig. 1 Schematic diagram of the intelligent maintenance machine

风使鲜叶适度失水,增强酶的活性,引起鲜叶内含物生化变化,并适度破坏叶绿素,散发香气,为制茶后续各工序创造良好条件,对茶叶良好的色、香、味的形成起到重要作用.鲜叶经过暖风后产生的湿气和青草味通过机身右侧的风道从出风口排出.

智能控制系统可以使得箱体内温度控制在 25~60 ℃ 之间,还可以控制减速电动机带动筛架旋转,使筛盘里各个方位的鲜叶能够更加均匀地得到养护.控制系统设有智能定时器,可设定多个温度段的时间,系统自动运行,当总时间到达后,机器自动报警,停止养护工作,实现整机全智能化运行.

## 2 控制系统的设计

### 2.1 控制方案

养护机控制系统主要由微控制器、键盘模块、时间模块、液晶显示模块、温度和湿度控制模块、电机控制模块、电源模块等部分组成,结构框图如图 2 所示.微控制器采用 STC89C51 单片机,该控制器内带 4 kB FLASH 存储器、512 B 数据存储器、2 kB E<sup>2</sup>PROM,具有丰富的内部资源<sup>[6]</sup>.系统工作时可以选择 6 时钟/机器周期工作模式,这样定时器的计数速度会加倍,相应的 12 时钟/机器周期模式下的串口波特率也会加倍.因此,单片机使用的最高的波特率可以提高一倍,当晶振为 12 MHz 时,就相当于普通 8051 单片机的 24 MHz 的晶振频率.单片机内部的 2 kB E<sup>2</sup>PROM 可用于系统掉电保护时数据的快速保存.

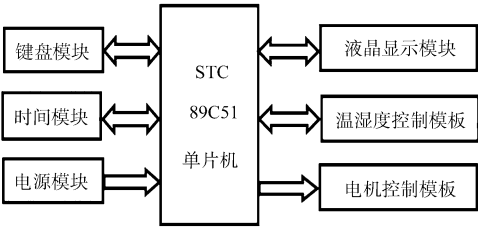


图 2 控制系统的结构框图

Fig. 2 Structure block diagram of the control system

系统开机后,用户根据液晶显示屏上的提示,通过键盘可以设定名优茶鲜叶养护的温度和时间,单片机控制 A/D 转换器读取温度和湿度传感器检测的温度和湿度值,并与设定值进行比较,控制电热管启动是否加热.养护机的风机和筛架的旋转也是通过单片机来控制,暖风流动速度、筛架转速均可以连续地调节.这样可以进一步确保整个筛架上鲜叶的周边温度和湿度都能达到理想的养护环境.

### 2.2 键盘与液晶显示模块

键盘、液晶显示电路模块及其控制程序流程图,如图 3、4 所示.系统采用 4×4 的矩阵式键盘,包括 0~9 数字键、开键、关键、时间键、温度键、湿度键和确认键.键盘采用中断的方式访问,列线上的信号通过一个 4 输入端与门 74LS21 相与后,由引脚 1Y 输出到单片机的外部中断 1 输入口,产生键盘中断;然

后,单片机采用行列扫描的方式扫描,通过一系列软件算法确认具体的按键,并转换成 key 值并存储。显示方式为液晶显示,在程序中首先对液晶显示屏 SMG12864 进行初始化,清屏后,控制 RS=0,R/W=0;然后,写入控制字 0CH 来设定 LCD 的显示状态;最后,写入控制字 30H 来设定 LCD 的功能<sup>[7-8]</sup>,并显示缓冲区的数据。

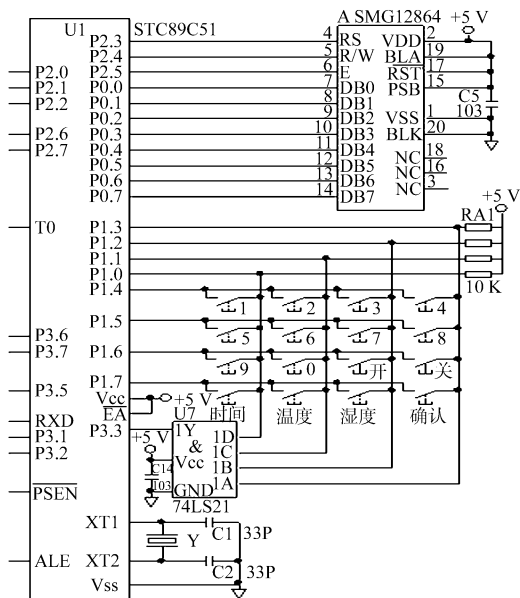


图 3 键盘与液晶显示模块电路图

Fig. 3 Circuit diagram of keyboard and LCD

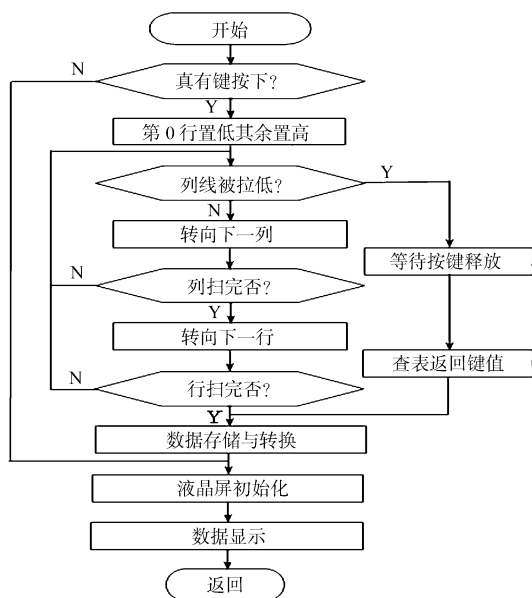


图 4 键盘与液晶显示程序流程图

Fig. 4 Program flow chart of keyboard and LCD

### 2.3 温度和湿度控制模块

温度和湿度控制电路及其控制程序流程图,如图 5.6 所示.温度传感器选用 Pt100 铂热电阻,湿度传感器型号为 HTS2230,传感器检测的模拟信号进入到多路 A/D 转换器 ADC0809.当温度和湿度值在 A/D 转换器转换结束后,ADC0809 向单片机申请中断,开始读取数据.进入中断程序后,首先关闭 STC 单片机外部中断 1,禁止 A/D 转换中断;然后,将中断标志位 F0 清零,中断返回后,可以消除主程序始终死等中断处理.在 A/D 转换任务比较多、中断也比较频繁的情况下,可以极大地提高中断的可靠性,确保数据有效性.在温度和湿度控制程序中,将读取的数据与设定值进行比较,控制加热装置的启停,以保证名优茶鲜叶养护环境的稳定,并实时显示温度和湿度值.

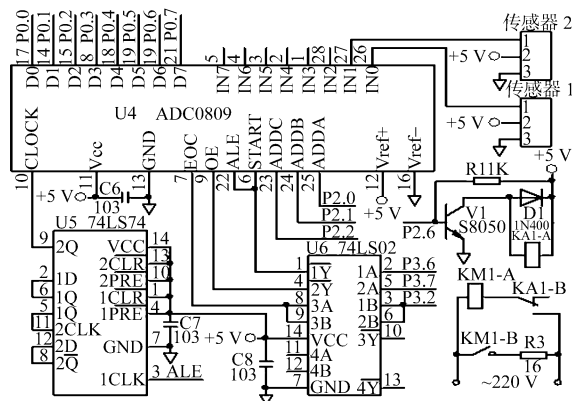


图 5 温度和湿度控制模块电路图

Fig. 5 Circuit diagram of temperature and humidity control module

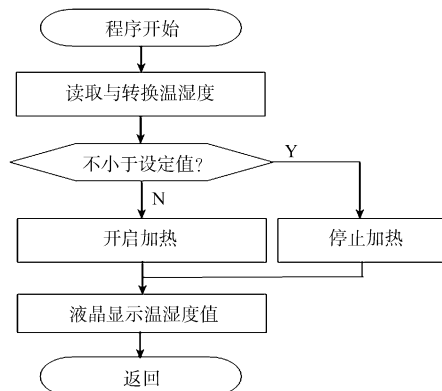


图 6 温度和湿度控制程序流程图

Fig. 6 Program flow chart of temperature and humidity control

## 2.4 电机控制模块

图7为电机控制电路图.用户通过键盘上的开关按键控制风机和旋转架的启停,鲜叶周边的暖风主要是通过风机带动风轮对电热管的吹风产生.图7中的BT136和BT134均为双向可控硅,通态平均电

流为 4 A,通态不重复浪涌电流分别为 40,25 A. 调节 RP2 和 RP3 旋钮,使得可控硅的触发电压达到 5 V. 通过改变可控硅的导通角,可以改变可控硅两端的分压,从而调整风机和减速电动机两端的电压,实现电动机的转速调节. 风机转速可以在  $0\sim1\,400\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$  范围内可调,而旋转架是连接到减速电动机上的,其转速可以在  $0\sim10\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$  范围内可调. 系统控制部分的供电采用 +5 V 电源,是由 220 V 交流工频电经由变压器、桥式整流块、集成稳压电路和滤波等单元得到的.

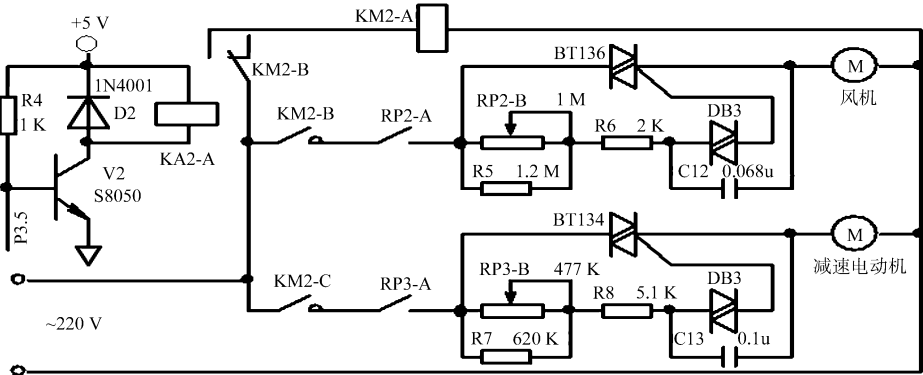


图 7 电机控制电路图  
Fig. 7 Circuit diagram of motor control

2.5 时间模块

时间模块电路及其控制程序流程图,如图 8,9 所示. 采用美国 Dallas 公司开发的一款专用实时时钟芯片 DS12C887. 该芯片集成了晶振、可充电锂电池、写保护电路等模块,可构成一个完整的子系统,充足一次电后可供芯片正常运行长达半年之久,并可确保时钟数据 10 a 内不丢失. 芯片内部有 128 B 的 RAM,其中的 11 B 作时钟、闹钟、日历、世纪寄存器使用,4 B 用作控制和状态寄存器,113 B 作通用 RAM 使用<sup>[9]</sup>. 养护机用户可以通过键盘设置时间,并实时显示设置的多段定时时间和年月日等时钟信息. 当某一温度定时到达后,切换到下一时间段的温度控制,最后到达总定时时间的时候关闭加热装置,延时 5 分钟后停止风机和旋转架的转动,结束鲜叶养护作业.

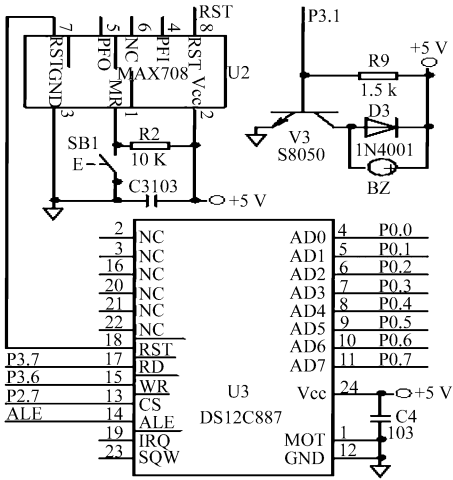


图 8 时间模块电路图  
Fig. 8 Circuit diagram of time module

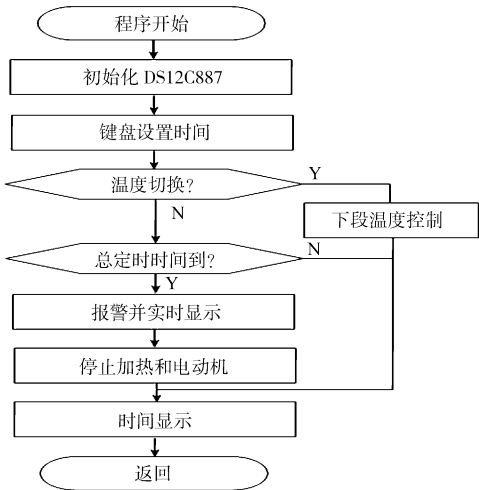


图 9 时间模块程序流程图  
Fig. 9 Program flow chart of time module

3 整机性能测试

将设计的名优茶鲜叶智能养护机在浙江杭州祥友机械有限公司小批量生产,并通过安徽省农机试验鉴定站的性能测试. 结果表明:整机符合名优茶叶加工的卫生要求,在设定  $38\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,环境温度为  $26\text{ }^{\circ}\text{C}$  情况下,工作空间温度稳定度为  $3.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,温度均匀度为最高工作温度的  $8.62\%$ ,升温时间为 5 min.

以含水率 89.3% 的龙井茶鲜叶作原料进行养护实验. 结果表明:养护后鲜叶的含水率为 70.0%,

在单位面积摊叶量为 $(1.5\pm0.3)\text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ 条件下,养护机的生产率为 $12.5\text{ kg}\cdot\text{h}^{-1}$ ,耗电率为 $0.093\text{ 3 kW}\cdot\text{h}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,单位有效摊叶面积生产率为 $1.25\text{ kg}\cdot(\text{m}^2\cdot\text{h})^{-1}$ .

## 4 结束语

根据名优茶鲜叶养护过程中鲜叶失水规律,以及酶促水解的过程和芳香物质的生化变化等规律,设计了一种结构合理、空气流通快、控制智能化的名优茶鲜叶智能养护机.从生产白茶、龙井、铁观音等名优茶用户的鲜叶养护情况来看,该智能养护机不仅取得了比较理想的效果,大大节省了劳动力,而且鲜叶养护时间缩短一倍以上.此外,它克服了阴雨天气对鲜叶养护带来的不良影响,提高了名优茶鲜叶养护的品质和效率,具有广阔的市场推广前景.

### 参考文献:

[1] GHOBAKE H M,GOSWAMI T K,CHAKRAVERTY A. Mathematical modeling of withering characteristics of tea leaves[J]. Drying Technology,2006,24(2):159-164.

[2] 丁勇,周坚,罗仲兴. 茶产业的发展现状、需求及趋向[J]. 广东茶业,2011(Z1):8-12.

[3] 郑祖江,田开凤. 浅谈茶叶生产管理机械对茶叶生产的影响作用[J]. 农业开发与装备,2010(2):42-43.

[4] 黄少明. 5H-I 型茶叶烘干机技术应用[J]. 农机科技推广,2008(10):52.

[5] 殷涌光. 食品机械与设备[M]. 北京:化学工业出版社,2007.

[6] 李蒙. 基于 STC89 单片机的实验教学系统[D]. 天津:天津大学,2008.

[7] 匡安元,刘湘云. SMG12864 液晶模块在中文人机界面设计中的应用[J]. 中国科技信息,2008(19):8-12.

[8] 张勇,梁宝全,侯玉文,等. 采用 RFID 技术和 U 盘存储的抄表器设计[J]. 华侨大学学报:自然科学版,2010,31(5):507-510.

[9] 张永安,王睿. 基于 DS12C887 的数字时钟的实现[J]. 内蒙古农业大学学报:自然科学版,2010,31(3):263-266.

## Design of Intelligent Maintenance Machine for Famous Fresh Tea Leaves

YANG Kai<sup>1</sup>, LI Zhong-shen<sup>1</sup>, HUANG Chun-chi<sup>2</sup>

(1. College of Mechanical Engineering and Automation, Huaqiao University, Xiamen 361021, China;  
2. Hangzhou Xiangyou Machinery Ltd., Hangzhou 311307, China)

**Abstract:** According to the maintaining process of famous fresh tea leaves, an intelligent maintenance machine is designed. The system becomes intelligent under the control of microcontroller unit (MCU). The speed of fan and rotating screen frame can be adjusted continuously. Multi-stage time and temperature of the system can be set by keyboard. At the same time, a friendly HMI is provided. The test results show as follows: for the raw materials of Longjing fresh tea leaves with 89.3% moisture content, the moisture content of them becomes 70.0% after maintaining. When the amount of spread leaves per unit area is  $(1.5\pm0.3)\text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ , the productivity of this machine is  $12.5\text{ kg}\cdot\text{h}^{-1}$ , its power consumption rate is  $0.093\text{ 3 kW}\cdot\text{h}\cdot\text{kg}^{-1}$ , and the productivity of effective spread leaves per unit area is  $1.25\text{ kg}\cdot(\text{m}^2\cdot\text{h})^{-1}$ .

**Keywords:** famous fresh tea leaf; intelligent maintenance machine; microcontroller unit; time; temperature

(责任编辑: 黄晓楠      英文审校: 杨建红)