

# 绿茶杀青叶温控制系统的研究

蒋有光

(安徽工学院)

**提 要** 在绿茶杀青工艺参数研究的基础上,用控制加热介质温度的方法来达到控制叶温度变化,建立了一套计算机控制系统,为今后茶叶生产自动化提供了基础。

**关键词** 绿茶 杀青 计算机 控制系统

## Study on the System Controlled by the Computer for Destroying Enzyme of Green Tea

Jiang You-guang

(Anhui Institute of Technology, Hefei)

**Abstract** A system controlled by computer for destroying enzyme of green tea was studied in the paper. On the study basis of parameters of destroying enzyme, the method of controlling medium temperature was used to control the change of tea temperature. The computer controlling offers an automation basis for green tea processing.

**Key words** Green tea Destroying enzyme Computer Controlling system

提高绿茶品质,降低能源消耗,增加茶农收入,寻求茶叶生产的自动控制是近几年来制茶工程亟待解决的问题。杀青是绿茶加工的第一道工序。杀青叶质量好坏对绿茶品质具有决定性影响。因此,改进绿茶杀青系统,提高杀青工艺的自动化程度,对提高绿茶品质具有决定性的意义。

### 1 影响绿茶杀青质量的因素分析

#### 1.1 影响因素的分析

鲜叶在杀青阶段的宏观物理特征主要表现为:叶温变化、失水和体积收缩。杀青时,鲜叶与干燥器壁间存在着温度梯度,主要通过对流和传导方式产生热能转移,叶片吸收能量,叶温升高。在叶温升高过程中,叶片的水分发生转移,首先是物理吸附水分蒸发殆尽,进而叶内失水。故影响杀青质量的因素主要有温度、时间、投叶量及鲜叶质量。其中,温度是杀青的主要影响因素,它对叶含水量变化影响是显著的。温度高时(其它因素一定),叶内部分水分散失得多;温度低时,水分散失少,叶含水量大。这主要是因为鲜叶通过对流、传导和辐射等方

收稿日期:1996-03-11 1996-07-16修订

蒋有光,讲师,合肥市六安路 安徽工学院食品工程系农机教研室,230069

式产生热能转移,叶表的吸附水蒸发和叶内间隙水蒸发,叶温高时,这种作用强烈。另外,温度对酶有双重作用,在最适宜温度之前,它提高酶的活性,促进酶促反应;超过最适温度后,酶活性受到限制,继续升温,达到临界温度,酶活性被破坏,抑制了酶促反应。但是,温度过高,叶绿素被破坏,较嫩的叶子会被杀焦,影响杀青叶质量。

此外,影响杀青叶质量的因素还有机器的运行参数、控制参数、鲜叶质量等。

### 1.2 各影响因素关系的试验分析

影响绿茶杀青质量的因素很多,为了解各因素间的关系,采用正交试验设计的方法,对主要因素进行了试验分析。试验台如图1所示。

冷空气经离心风机2吹入加热器,加热到调定温度后送入杀青圆筒11与圆筒内的鲜叶进行热交换,圆筒内的搅手在电动机带动下转动,从而翻动鲜叶并推向出口,使鲜叶通过圆筒达到杀青的目的,空气的流量通过调节风机的风口大小和阀5的开度进行调节控制,加热温度由计算机控制系统控制,圆筒内搅手转速由调速电机调节,鲜叶喂入量由鲜叶喂入量控制器来调节。

对于同一批鲜叶,由于试验台的圆筒直径、工作长度和鲜叶在其内的流程时间已定,故只将热空气流量、鲜叶喂入量和热空气初始温度作为设计变量,其余因素作为设计常量,各设计变量取值范围拟定如下<sup>[2]</sup>:

- 4 4 A 7.9 (m<sup>3</sup>/h)
- 14 B 17 (kg/h)
- 170 C 210 ( )

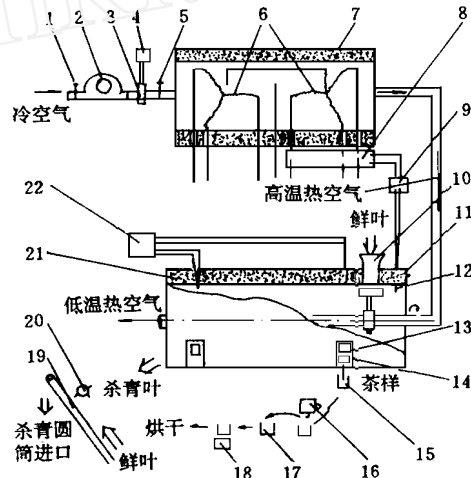
对设计变量进行编码以后,热空气流量A,鲜叶喂入量B,热空气初始温度C对叶温的回归问题就化为编码X<sub>1</sub>,X<sub>2</sub>,X<sub>3</sub>对叶温的回归问题,经过对试验数据的处理,叶温与热空气流量X<sub>1</sub>,鲜叶喂入量X<sub>2</sub>,热空气初始温度X<sub>3</sub>的关系为<sup>[1]</sup>

$$T = 66.54 + 6.125X_1 + 2.96X_2 + 1.7X_1X_2 + 1.79X_3 + 2.54X_1X_3 + 3.71X_2X_3 + 4.625X_1X_2X_3 \quad (1)$$

## 2 绿茶杀青计算机控制系统的研究

### 2.1 系统的任务与要求

控制绿茶杀青过程主要是控制杀青叶温度的变化,叶温与加热介质温度、杀青叶的流量等因素。计算机控制杀青工艺就是根据鲜叶喂入量、鲜叶老嫩等因素,调整加热元件的加热温度,来改变加热介质温度,从而使叶温符合杀青工艺的要求。因此计算机控制系统的主要



- 1. 风机进口开度调节板 2. 离心风机 3. 孔板节流器
- 4. 流量计 5. 闸阀 6. 电炉丝 7. 加热器
- 8. 交流接触器 9. 计算机控制系统 10. 鲜叶进口
- 11. 杀青圆筒 12. 热电偶 13. 收茶样口 14. 收茶样门
- 15. 收样杯 16. 红外测温仪 17. 样品盒 18. 电子天平
- 19. 输叶器 20. 鲜叶喂入量控制器 21. 铂电阻温度
- 22. 十点温度巡测仪

图1 圆筒式热空气杀青工艺试验台及流程图

任务与要求是: 1) 实现加热介质的温度曲线变化; 2) 有一个温度控制范围; 3) 有一个要求的控制精度; 4) 实现加热介质温度的数字显示以及记录加热介质的温度变化过程。

### 2.2 系统的硬件开发

用51系列单片机<sup>[2]</sup>为核心组成一个控制系统。所选MCS-51系列单片机主芯片采用 Inter8031, 它属中高档8位单片机, 是一种独立的高性能芯片, 适用于需要较强单片功能或较复杂的实时应用场合。它集成了CPU, 两个可编程的计算器/定时器, 4个8位的并行 I/O 口, 5个中断源。选用 EPROM 2732A 作为外部程序存储器, 外围接口芯片选用 Inter8155, 它是一种多功能的可编程常用外围接口芯片, 其在片资源

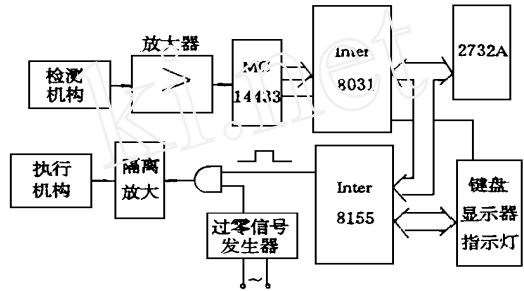


图2 绿茶杀青计算机控制系统结构图

包括: 256×8位静态RAM, 2个8位, 1个6位并行 I/O 端口以及1个14位定时器/计数器。整个控制系统由单一的5V电源供电, 功耗不超过1W。其系统结构如图2所示。

考虑到系统数据采集和相应处理任务并不繁重, 单片机可以分时完成键盘的管理和显示器的显示控制, 并兼顾系统美观性, 选用非编码的仪用键盘和由软件控制的LED显示器, 在键盘的设计与选择上, 采取两项措施, 以减小键盘尺寸, 满足系统功能: 1) 尽量定义双功能键; 2) 用数字加1、减1键取代0~9十个数字键, 在6位数字显示器的配合下, 方便地完成若干行(每行4位十进制数)参数的设定与随机修改, 以及若干待显示参数的显示。所用的键盘一共有4个键: 1) 设定进入/换行键; 2) 数字加1、减1键; 3) 数字换位/换显示器键; 4) 启动、停止键。用6个8段LED显示器用于杀青介质温度显示、给定温度显示、恒温时间以及支持键盘进行系统参数设定。

杀青介质温度是由热敏电阻感应, 经过中间转换器, 转换为统一的0~10mA直流电流信息, 直流电流信息经过I/V变换后再经过放大器放大, 送至MC14433 A/D转换器, 由A/D转换器转换为相应的数字信息送入计算机主芯片 Inter8031。MC14433 A/D转换器是一种 $3\frac{1}{2}$ 位(BCD)的双斜积分式A/D转换器, 具有功耗低、抗干扰能力强等优点, 但速度慢。由于茶叶杀青环境比较差, 温度变化比较平缓, 所以MC14433 A/D转换器完全能满足要求。

系统执行机构采用可控硅调功器, 可控硅串接在加热电阻丝与电源之间, 只要改变给定周期内可控硅开关的通电时间与断电时间之比, 就能达到调节可控硅调功器的输出功率, 实现控制杀青介质温度的目的。因此, 系统输出通道中没有设D/A转换器, 仅有一条I/O线, 通过软件支持, 在I/O线上输出一个宽度随调节值而改变的脉冲信号, 以达到调节杀青介质温度的目的。

### 2.3 系统的软件开发

影响绿茶杀青叶温的主要因素为鲜叶喂入量、热空气初始温度、热空气流量。如前所述, 为使系统能更适应生产实际, 更具有推广性, 将热空气流量作为一个定量。在生产中, 杀青时

一般都是定时定量喂入鲜叶,即使今后研究开发连续杀青系统,鲜叶喂入量总是可以用一个相对稳定的常量来表示。在杀青前,我们可以预先设定鲜叶喂入量。因此,鲜叶喂入量也可以作为常量处理。故杀青叶温的变化主要受热空气温度的影响,而热空气温度又和加热电阻的通电时间与断电时间的比值有关,该比值可用系统控制下可控硅执行机构来控制。因此,式(1)可以简化为

$$T = A + B X_3 \tag{2}$$

式中  $A、B$  均为常量;其它符号同上。

由制茶工艺学<sup>[4]</sup>可知,绿茶杀青主要是破坏茶叶酶的活性,茶叶酶的活性必须在高温下才能得到破坏,因此,绿茶杀青需在开始时叶温升到一定高度,破坏茶叶酶的活性,然后保温一段时间,以便使鲜叶做到杀透、杀匀,然后降温,以防止茶叶杀焦。故系统必须有恒温与程序升温(降温)功能。为此,系统采用了相应的两个算法,即常量控制算法与变量控制算法,分别用于恒温与程序升温(降温)控制。

常量控制算法的公式为

$$MV = K_p (\Delta PV + \frac{1}{T_i \cdot SV} e + \frac{T_d \cdot SV}{1 + T_d / K_d \cdot SV} \cdot PV) \tag{3}$$

变量控制算法的公式为

$$MV = K_p (e + \frac{1}{T_i \cdot SV} e + \frac{T_d \cdot SV}{1 + T_d / K_d \cdot SV} \cdot PV) \tag{4}$$

式中  $MV$  —— 输出值, ;  $PV$  —— 测量值, ;  $SV$  —— 设定值, ;  $e$  —— 偏差值, ;  $K_p, T_i, T_d$  —— 比例系数、积分时间、微分时间;  $K_d$  —— 微分增益。

对于绿茶杀青过程中鲜叶喂入量、热空气流量、鲜叶老嫩程度等因素的影响都包含在设定值  $SV$  中,系统软件开发的主要任务为:键盘、显示器管理,温度检测,数字滤波,线性化处理,温度超越、断偶判断与报警处理,调节运算,输出控制,程序升温过程控制。

根据任务的轻重缓急及相互之间的逻辑关系,把键盘、显示器管理放在主程序中,让它处于最低优先级;把温度检测,数字滤波,线性化处理,越限及断偶报警处理放在  $A/D$  转换中断( $NT1$ 中断)中,为较高优先级;调节运算,程序升温过程控制放在定时器0中断中,定时器0选为方式1,优先级最高;输出控制置于定时器1中断中,定时器1选方式1,优先级与  $A/D$  中断相同(图3)。

### 2.4 系统的应用

将试验台运到舒城茶厂与该厂的滚筒杀青机进行对比试验。试验分高、中、低档三组,考察杀青叶的杀焦率、杀匀性及闷黄程度三项指标,试验中将两种杀青机具加工的杀青叶分别送到相同的后续茶叶加工机具进行加工。试验结果如下:1)该系统加工的杀青叶的三项指标均优于滚筒杀青机;2)对中、低档茶叶,系统能显著提高成品茶质量,平均提高0.5~1级,

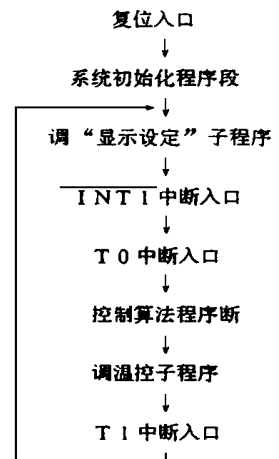


图3 本系统软件主程序的流程简图

但对高档茶质量的提高效果不明显; 3) 系统不适合六安瓜片等特种名茶的加工。

#### 4 结 论

1) 应用单片机作为计算机控制系统的核心部件, 它具有体积小、价格低、使用方便等优点, 便于推广应用。

2) 采用控制绿茶杀青过程中的加热介质温度以控制叶温变化, 使得该系统更符合生产实际情况, 应用范围更广泛。

3) 系统将输入参数存放在8155的RAM中, 它虽然具有可随机修改的灵活性, 但每次上机均需重新输入, 给使用带来不便, 如果固化在EPROM中, 参数固化后, 又失去随机修改的灵活性。因此, 今后应改进使用EPROM。

#### 参 考 文 献

- 1 蒋有光 叶温与绿茶杀青工艺各影响参数关系的研究 茶业通报, 1988(1): 14~ 18
- 2 蒋有光 叶含水量与绿茶杀青工艺各影响参数关系的研究 茶叶, 1989(1): 38~ 40
- 3 宋宏远, 杨天怡编著 单片微型计算机原理及应用 重庆大学出版社, 1990. 112~ 158
- 4 安徽农学院编 制茶学 北京: 农业出版社, 1979. 57~ 89