

双螺杆食品挤压机计算机控制系统研究

马成林 吕俊伟 王化民 于海业

(吉林工业大学)

提 要 为了提高双螺杆食品挤压机挤出食品的质量,在对挤压过程进行了分析和研究的基础上,研制了一套计算机控制系统。该系统能够自动控制双螺杆食品挤压机的各区温度和机头压力,能够在计算机屏幕上实时模拟挤压机的工作状态。经现场使用表明,该控制系统工作稳定、可靠,操作方便,省时、省工,确保了双螺杆食品挤压机挤出食品的质量的提高。

关键词 双螺杆 食品挤压 计算机控制系统

Research on Computer Control System of Twin Screw Extrusion Press for Food

Ma Cheng-lin L Üun-wei Wang Hua-min Yu Hai-ye

(Jilin University of Technology, Changchun)

Abstract Based on analyzing and studying the process of twin screw extrusion press for food, a set of computer control system was established, in which the temperature in different area and the pressure in head of machine can be controlled automatically by the computer, the state of the process of twin screw extrusion in real time is simulated on screen. The results of experiments and production show that the system is suitable and practical. The operation of the system is easy, save time, and good quality of food extruded by twin screw extrusion press can be obtained.

Key words Twin screw Food extrusion Computer control system

1 引 言

我国的粮食资源十分丰富,不少富含各种营养素的原粮,过去用传统方法把它们做成食物,很难为人体吸收,而采用双螺杆食品挤压机加工食品,就可以使这一问题的解决得以改善。双螺杆食品挤压机采用一对特殊结构的螺杆在机座钢套内作同向转动,将由喂料口送入的物料向前推送,在推送过程中物料受到螺杆的搅拌、混和、剪切和挤压,同时物料受到缸壁的加热,最后经由模具成型口挤出,由于物料突然失去压力而体积迅速膨胀,生成膨化食品。这种食品有以下优点: 1) 由于原料的膨化是在极短的时间内完成的,因此,粮食中的营养素损失较小; 2) 由于原料的膨化是在高温、高压下进行的,这相当于高压灭菌,因此,这种食品

收稿日期: 1997-07-31

马成林,教授,长春市人民大街 142 号 吉林工业大学农机工程学院,130025

的卫生水平很高; 3) 高温、高压膨化时发生的一系列反应如淀粉糊化、蛋白变性等, 可使原来口感较差的食品(如玉米面)加工成有一定香味的、口感较好的食品。国外很早就开始对双螺杆食品挤压技术进行研究, 但目前还没有发现采用计算机控制的报道。为进一步提高我国膨化食品的质量, 尽快接近国际水平, 本文在对挤压过程进行了分析和研究的基础上, 研制了一套计算机控制系统。该系统能够自动控制双螺杆食品挤压机的各区温度和机头压力, 能够在计算机屏幕上实时模拟挤压机的工作状态。经现场使用表明, 该控制系统工作稳定、可靠, 操作方便, 省时、省工, 确保了双螺杆食品挤压机挤出食品质量的提高。

2 控制系统的工作原理

双螺杆食品挤压机的特点是可控制的变量很多, 例如原料的组分、水分的含量、螺杆和套筒的结构、模头结构、螺杆转速、套筒温度、进料速率和扭矩等, 这样就使得微机控制变得复杂。微机控制主要是在线实时控制, 螺杆和套筒的结构、模头结构, 由双螺杆食品挤压机的初始设计决定, 而且一旦确定, 不易改变。我们所设计的双螺杆食品挤压机, 共有四区, 每一段温度都需要精确控制。双螺杆由一个 37 kW 的主电机拖动; 喂料由一个 0.75 kW 的副电机拖动一个单螺杆实现。理论研究和多次实验结果表明: 机头压力、各区温度(温度为四区), 是影响挤压产品的质量的主要因素。因此, 本文选择这两个参数为被控参数。

2.1 温度控制系统工作原理

加热区共有四个, 其温度分别控制在 60、90、120、150 , 每个加热区放置一个镍铬-康铜热电偶测量温度, 热电偶输出的毫伏电压, 由前置放大器放大后, 经 A/D 转换为相应的数字信号进入计算机(见图 1)。每个加热区都上下两块铝瓦裹住。温度的控制, 通过调节各段铝瓦中的电阻丝中的电压来实现; 另外, 每个加热区下面放置一个风机用来降温。当温度超过设定值一定范围时, 启动风机可实现快速降温。计算机根据采集的热电偶输出信号, 按照一定的控制算法, 给出控制量, 由该控制量可求得一个计数初值。该计数初值通过接口输出给计数器, 计数器的输出端控制一个 SSR(固态继电器), 计数器计数时输出为高电平, SSR 导通, 电阻丝通电; 计数器不计数时, 输出为低电平, SSR 不导通, 电阻丝断电。即: 在一个控制周期内, 电阻丝通电的时间由计数器的初值决定。

设控制周期为 T_s , 计数器计数值为 T_{on} , U_{on} 为计算机计算出的控制量, $U_{on} = T_{on}/T_s$, 即 U_{on} 为电阻丝在一个控制周期内的导通比。计算机通过调节电阻丝在一个控制周期内的导通比, 来精确控制温度。

与四个加热区相对应的四个风机, 采用数字控制, 即从 PCL-830 的数字输出口引出 4 条线通过固态继电器分别控制四个风机的交流接触开关(见图 1。)

2.2 压力控制系统工作原理

在物料从挤出口挤出之前, 机体内应保持一定的压力, 通过在机头位置安装一个压力传感器来采集压力的大小。

压力的控制, 通过调节主电机的转速、喂料量的大小、进水量的多少来实现。

主电机为三相异步交流电机, 其主轴通过一个变速箱拖动双螺杆运动, 其转速随变频调速器输出电压的频率变化而变化。而变频调速器的输出电压频率由计算机中的 D/A 转换器(728)输出的模拟电压来控制(见图 1)。728D/A 转换器输出的模拟电压为 0~5V, 对应变

频调速器输出电压的频率为 0~ 50 Hz, 对应电机转速为 0~ 1 480 r/m in。计算机根据控制算法计算出控制量, 经 D/A 转换成模拟电压, 从而控制电机的转速(见图 1)。

喂料量由喂料电机的转速控制, 喂料电机也为三相异步交流电机, 其控制方法与主电机相同。

由于喂料口送入的是干料, 在喂料口附近需加水, 为了达到最佳的膨化效果, 必须严格控制进水量。对于进水量, 暂时还采用手动控制。

3 控制系统硬件组成

本系统采用台湾生产的研华工业控制机 (ADVANTECH 4100 工控机), 做为主机。它的优点为具有 PC 机的结构, 但具备工业机的标准。另外, 它有一套满足工业控制标准的外围接口板, 使实现容易。更重要的是, 它的性能稳定, 运行可靠。在双螺杆食品挤压机的环境中, 完全能够可靠运行。本系统采用 1 块 PCL-813 数据采集卡、1 块 PCL-789D 多路选择放大卡、1 块 PCL-728D/A 输出卡、1 块 PCL-830 定时输出卡、2 台变频调速器等。控制系统硬件结构如图 1 所示。

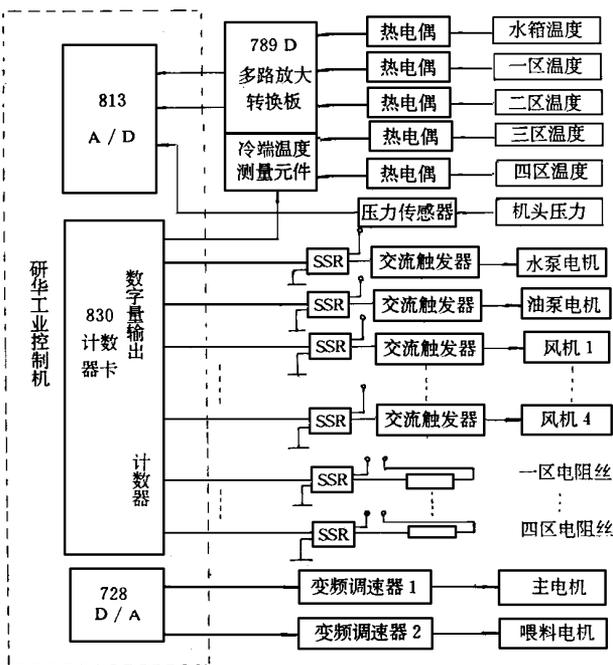


图 1 控制系统结构框图

3.1 热电偶数据采集及温度补偿方法

本系统所用的热电偶为 E 型镍铬-康铜热电偶。采用如下的温度补偿方案: 利用 PCL-789D 的板上冷端温度传感器直接测出冷端温度值, 即环境温度。该冷端传感器的输出为每 24.4 mV 电压值为 1。将冷端温度值用查表的方法转换成电压值。在实际应用中, 往往由于所得到的温度值并不是一个整数, 因此并不能直接进行查表。本文采用的是插值方法, 经过不断的实践, 发现只用二次抛物线插值, 即可得到很好的效果, 插值所得的结果与真值之间的差距只在 0.021 15~ 0.021 2 之间。最终, 针对系统的精度要求采用了二次插值并补上 0.021 2 的差值。

在热电偶采得的电压值加上冷端温度对应的电压值转换成最终热端的温度过程中, 采用最小二乘原理拟合出电压—温度转换的公式。本文所采用的拟合公式为

$$T = \sum_{i=0}^{n=4} a_i e^i$$

其中 $a_0 = 0$; $a_1 = 1.702\ 252\ 5 \times 10$; $a_2 = - 0.220\ 972\ 4$; $a_3 = 5.480\ 931\ 4 \times 10^{-3}$; $a_4 = - 5.766\ 989\ 2 \times 10^{-5}$ 。

3.2 压力的数据采集及线性化处理

本系统采用的压力传感器是一种压力—电阻转换器件,采用张丝式结构,没有一般贴片式传感器基片老化、脱胶等问题,其应变材料采用卡玛丝,电阻率大,电阻温度系数低,相对灵敏度大。对压力传感器传来的信号没有直接进行采集,而是先送到CQ-A S型电流变送器。CQ-A S电流变送器是专为GYZ系列高温熔体压力传感器配置的电流变送器。它将GYZ型压力传感器产生的电阻信号通过电流变送器转换成0~20mA的直流信号。此直流信号再传送到计算机中的PCL-813的通道2,由于电流信号受干扰较小,因此适合较长距离传输,又由于PCL-813只能采集电压信号,为此我们在其输入端处加了一个240 Ω 的精密电阻,以产生0~4.8V的电压信号。

4 控制系统软件

本系统主要特色之一,就是软件功能完善,有丰富的用户界面。本软件采用结构化程序设计方法,主要包括三大模块:安全维护模块、控制模块和应用模块。其中,系统控制模块,是软件的核心,它又包括参数设置模块和主控模块,其主控模块包括温度和压力数据采集模块、温度和压力控制算法模块和运行模拟模块。温度控制采用分离系数的变积分PD控制算法。压力控制采用大林算法。

5 抗干扰措施

1) 选用具有工业控制标准的研华工业控制机,具有较高的抗干扰性能。2) 所有的输入输出接口,全部采用光电隔离接口板,这样就避免了工业现场的干扰信号进入计算机主机系统,提高了系统的抗干扰性能。3) 所有的现场信号线,均采用屏蔽双绞线。

6 结 语

使用表明该系统有以下特点:1) 系统运行稳定可靠,抗干扰性能强。在温度、湿度变化大,粉尘严重的场合下,系统都能稳定可靠的运行。为预防不测,系统另配有一套模拟仪表控制设备。如果计算机系统发生故障,可以无扰动地切换到模拟仪表控制。2) 所挤压的食品膨化度高,口感好,质量高。3) 在系统运行过程中,计算机在显示器上能够动态模拟双螺杆食品挤压机的运行状态,同时,能够以曲线和数据的方式给出挤压机中的各区温度、压力的变化情况。在停机时,计算机能够自动地把所有的曲线和数据打印出来。4) 该计算机系统有非常友好的界面,有一套安全检测系统。对一般工作人员而言,操作简单,省时、省力、省工,但不能进入系统,不能修改任何参数,而仅有技术人员,才能够进入系统,并且能够在线修改参数,调整结构。

参 考 文 献

- 1 伍水顺等 食品机械自动控制 北京:中国轻工业出版社,1994
- 2 顾维忆 SSLP-80型双螺杆膨化机组的研制 农机与食品机械,1997(2):18~19