

LK 型木材干燥过程电子智能控制系统

李荣俊

摘要 本文简要介绍一种应用计算机技术,采用系统集成方法组成的木材干燥过程控制系统,综合了继电器控制、仪表控制以及计算机控制的优点。该系统投资少,操作维护简单。生产运行结果表明,该系统控制精度达 $\pm 1^{\circ}\text{C}$,其优越的性能价格比,得到了用户的好评,现已供应市场数十台套。

关键词 木材干燥; 控制系统

LK Intelligent Electronic Control System of Wood Drying Process

Li Rongjun

(Research Institute of Wood Industry, CAF, Beijing 100091)

Abstract This paper describes a new intelligent electronic control system. It integrated advantages of relay control, instrument control and computer control. The system is less invested, easy to operate and to maintenance. The control accuracy could reach $\pm 1^{\circ}\text{C}$. Tens of the system have been operated at present.

Keywords Wood drying; Control system

1 概述

在木材干燥过程中,控制干燥条件(主要指干燥窑内干燥介质的温度和湿度)对保证干燥质量和降低干燥成本都是至关重要的。

木材在周期式强制循环干燥窑中干燥时,干燥速度的快慢取决于木材中的含水率梯度和温度梯度的大小。在强制循环的风速一定时,人为改变干燥介质的温度和湿度,便能间接改变木材的温度梯度和含水率梯度,从而满足干燥工艺的要求,干燥出合格的产品。因此,干燥窑内干燥介质的温度和湿度成为木材干燥过程控制的主要对象。

目前,以湿热空气作为干燥介质,以蒸汽、热水、热油作为热源的常规干燥设备使用最普遍,约占干燥机总量的 85%。这类干燥设备通常用控制蒸汽(热水、热油)的流量使干燥介质的温度为一定值;采用向干燥窑里喷蒸汽或喷水,以增加相对湿度,或打开干燥设备的排气窗,将过湿的介质空气排出窑外,并吸入窑外的干燥空气以控制介质的湿度。

控制设备,按其自动化程度可分为手动、半自动、全自动控制;按构成结构系统的电器设备主体的不同,则可分为手动开关、仪表调节、计算机控制。上述

各类控制设备,因其成本价格、控制精度、维修难易以及对操作人员的技术要求不同而各具优缺点,并各有应用场合。在大中城市和大中型企业的木材干燥系统,则以计算机控制较为适合,因为它要求操作人员和设备维修人员有相应的知识和技术水平,相对而言,设备投资也较大。

为适应我国广大的小型企业,特别是边远林区的木材干燥企业的需要,笔者所在公司研制了 LK 型木材干燥过程电子智能控制系统。该系统投资小,操作维修更为简单,自投放市场以来,受到用户的好评。

2 LK 型木材干燥过程电子智能控制系统的原理和组成

控制系统的原理如图 1 所示。

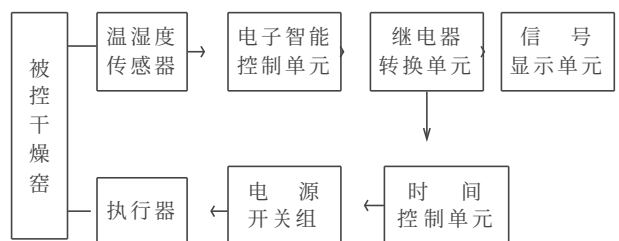


图 1 电子智能控制系统原理框图

Fig. 1 Intelligent electronic control system sketch

由图 1 所示,该控制系统由温、湿度传感器、电子智能控制单元、继电器转换单元、信号显示单元、时间控制单元、电源开关组以及执行器等七部分组成。控制系统采用功能单元集成的方法,即将各自具有特定功能的独立的电器单元,按照控制系统所需控制功能的要求进行组合,不同的组合可以得到不同的控制功能,不但增加了灵活性、多样性,并且相同功能的电器控制单元可以优选后批量生产,从而提高该单元的电器可靠性,也就提高了整个控制系统的可靠性。LK 电子智能控制系统,采取通用的继电器转换电路将有关的电器单元进行电气连接,组成控制器,使维护工作变得极为简便。

图 1 还显示,温、湿度传感器检测出的电信号传输到带微处理器的电子智能控制单元,与干燥工艺所要求的设定值进行比较计算,然后输出控制信号到继电器转换单元进行再处理,控制信号一路送到显示单元驱动发光二极管作信号显示;另一路送到时间控制单元,经电源开关组再控制执行器(加热阀、喷蒸阀、排湿窗),对干燥窑内的温、湿度进行有效控制。

2.1 温、湿度传感器

温、湿度传感器的种类很多,相应的处理电路已经成熟定型。目前准确测量干燥窑内的温度已不成问题,关键是测量窑内干燥介质(湿热空气)的湿度。检测湿度的核心依然是传感器的选择问题。测量湿度的传感器有:干、湿球温度计,毛发湿度计,电阻式高分子薄膜传感器,电容式湿度传感器等。毛发湿度计,因其精度不够、变异性大已被淘汰;高分子薄膜湿度传感器的性能差异大,稳定性还有待改进;电容式湿度计的成本价格太高,直接测量干燥窑内的平衡含水率法,其精度又不够,而干、湿球温度计因其成本低、技术成熟可靠,是一种广泛使用的方法。我国现行的锯材窑干工艺规程也是以干燥窑内的温度和干、湿球温度差为控制依据。因此,在设计时采用铂电阻作为温度传感器,用干、湿球温度计来测量干燥窑内的温度和湿度。

2.2 电子智能控制单元

电子智能控制单元,具有计算机微处理器功能,其核心部件是日本 NEC 公司的 64 脚专用微处理器芯片。整个控制系统,具有自整定智能 PID 调节,高亮度双三位数字显示,传感器温度补偿、断线指示,上下限越限报警等功能。电子智能控制单元的面板图如图 2 所示。

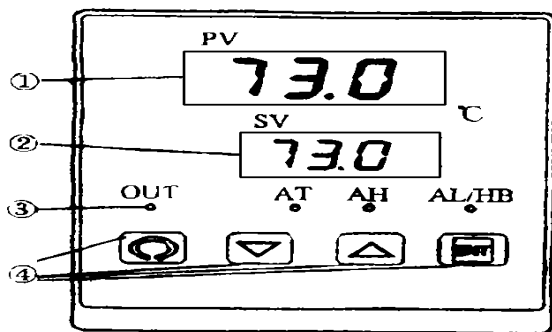


图 2 电子智能控制单元面板

Fig. 2 Display of intelligent electronic control panel

1. PV 显示窗:四位红色数码显示测量值,并显示参数名称、测量回路异常、初始上电指示等; 2. SV 显示窗:绿色数码显示设定值,并显示参数的具体数字等; 3. 电子智能控制单元输出指示; 4. 电子智能控制单元专用功能按键。

电子智能控制单元的主要功能如下:

(1)输入类型 可任选热电阻、热电偶或 0~10V 直流电压、4~20mA 直流电流;并能对热电偶进行冷端补偿,对传感器或仪表的标定计量误差以及温度传感器因安装位置不同而引起的误差进行读数显示值的修正,从而大大简化了温度传感器现场补偿校对工作,提高了测温的精度。

(2)输出类型 可以用继电器接点输出,或是用 0~15 V、4~20 mA DC 输出。

由于输入、输出类型繁多可供选择,控制器能接收多种输入信号,也能提供多种输出控制信号,从而也为老控制系统的更新改造提供了方便。

(3)控制系统 PID 参数的自整定 当蒸汽加热阀选用连续转动的电动阀时,窑温控制接成闭环系统,这时需要进行最佳 PID 调节,而 PID 的数值是影响窑温调节的重要参数。由于控制单元采用了无超调、无欠调的专家 PID 算法,从而提供自整定的智能 PID,这样,无需对 PID 参数进行预置,只需按动面板上的按钮,选择 AT“ON”,便起动 PID 自整定功能,控制器将自动计算选取最佳 PID 参数进行调节。其自整定 PID 示意图如图 3 所示。

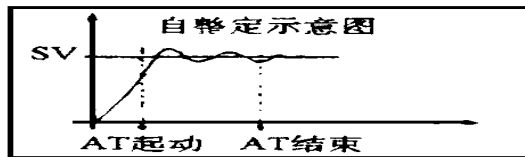


图 3 PID 自整定调节示意图

Fig. 3 PID auto tuning

(4)越限报警功能 本控制单元有上下限报警信号输出接点,能够提供上下限绝对值报警和上下限偏差值报警。偏差值报警的报警动作点是测量值和设定值的偏差,是跟踪设定值的。本控制器选用偏差值报警(如图4),进行位式调节时,用来限定时间比例调节的工作区间,以提高调节精度。

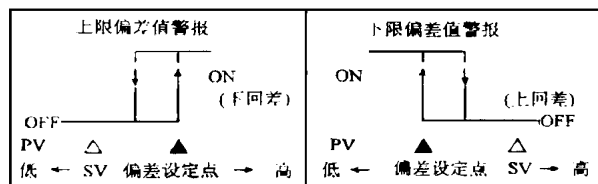


图4 上下限偏差值报警示意图

Fig. 4 Display of alarm of higher/ lower limit deviation

实测报警回差(报警动作灵敏度)为 0.2°C ,仅为满量程 100°C 的 0.2% ,能满足干燥窑温、湿度调节精度的要求。

(5)计算机自动控制系统 如需要,电子智能控制单元可直接配上通讯接口,再配上光电隔离RS232/RS422通讯转换器,XF-2000中文视窗系统软件 and 上位计算机及其配套设备,组成一个完整的集散型计算机控制系统,可对多台干燥窑进行生产过程的实时监控、实时记录。控制系统示意图见图5。

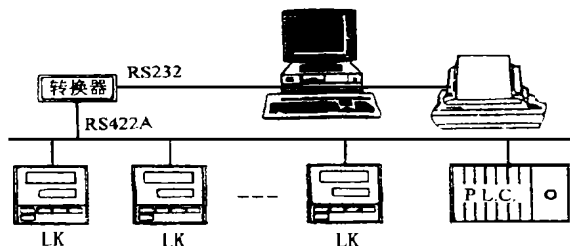


图5 由LK电子智能控制系统组成的计算机控制系统

Fig. 5 Diagram of computer control with LK intelligent electronic system

2.3 继电器转换单元

继电器转换单元由多个小型中间继电器构成的继电控制线路,可将电子智能控制单元输出的多个信号进行转换,然后驱动显示单元和时间控制单元。

2.4 信号显示单元

为便于操作人员清楚地看到控制系统输出的监控信号,在控制系统操作面板上安装了六个大尺寸高亮度发光二极管,作为控制动作的显示,得到现场操作人员的好评。电原理图如图6所示。

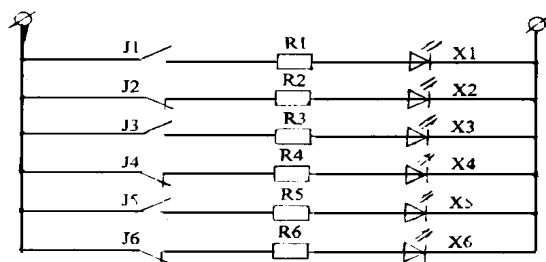


图6 显示单元电原理图

Fig. 6 Principle of display unit circuit

注: J1~J6—继电器; 1J~6J 的输出控制接点; R1~R6—限流电阻; X1~X6—大尺寸高亮度发光二极管。

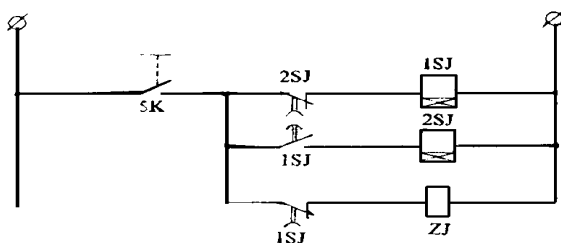


图7 时间控制单元电原理图

Fig. 7 Principle of time control unit circuit

注: 5K—电源开关; 1SJ、2SJ—时间继电器; ZJ—中间继电器。

2.5 时间控制单元

时间控制单元的电原理图如图7所示。

时间控制单元的设置是为了提高在干燥过程中保温、保湿阶段的调节精度。由于干燥窑的容积大,因而其热惰性也大,在采用两位式通断调节时,特别是在调节的平衡点附近,极易引起大的波动,采用时间控制单元,在控制的平衡点附近可进行时间比例调节,这不但提高了温、湿度的调节精度,而且还减少了继电器的通断次数,延长了继电器的使用寿命。

2.6 电源开关组和执行器

电源开关组设有五个独立的电源开关,分别给相关单元和执行器供电。这样,不但为安装、调试、检查、维修提供了方便,还减少了供电电路相互间的干扰,增强了人工干预的能力。

根据干燥窑温度、湿度控制的需要,选取三个执行机构,分别控制蒸汽的进汽量、喷蒸或喷水量、排气窗的排湿量。在蒸汽管道上的调节阀位置见图8。

3 结论及使用效果

通过十多台套 LK 型木材干燥过程电子智能控制系统的现场实测,结果归纳如下:

3.1 LK 型木材干燥过程电子智能控制系统控制精

(下转第18页)

构板作墙体材料或进行内装修能大大降低建筑物的传热量,可起到较好的保温作用,达到良好的节能效果。

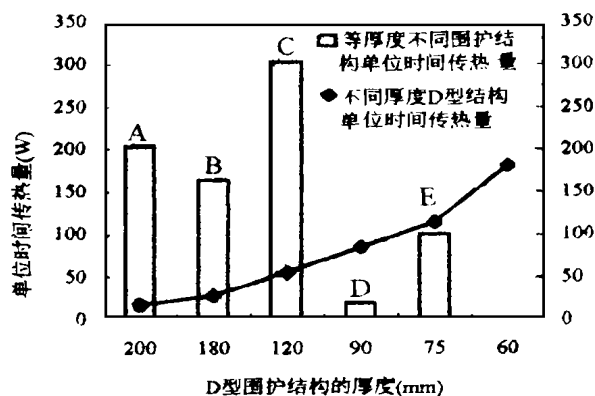


图 6 不同围护结构及不同厚度 D 型结构的单位时间传热量

Fig. 6 Unit thermal conductance of different D-type wall structure with different thickness

3 结论

3.1 定向结构板的密度及含水率是影响其热物理特性(热导率、热扩散率、比热容)的重要因素。除了密度对比热容的影响不明显外,其它指标均显著受密度及含水率的影响。

3.2 定向结构板密度增加,热导率呈线性增长,热扩散率呈下降趋势,但当密度降至 450 kg/m^3 左右时,热扩散率反而有所增加。比热容基本不受密度影响。

随着板材含水率的增加,热导率亦呈线性增长,比热容有所增加。含水率对热扩散率的影响比较复杂,其变化规律主要取决于热导率及比热容的增长速率。

3.3 定向结构板的热导率、热扩散率远小于其它材料。围护结构的传热量主要取决于材料的热导率及厚度,在厚度相同的情况下,材料热导率越小,围护结构的单位时间传热量越少,建筑物采暖能耗也越低。对比几种不同围护结构的单位时间传热量,定向结构板与玻璃棉板组合结构单位时间传热量仅为传统砖墙的 $1/10$,对于同一结构的砖墙,内表面用定向结构板装饰后的单位时间传热量只为未装饰的 $1/2$ 。

4 参考文献

- 1 Thomas C. Marcin. The Outlook for the Use of Wood Products in New Housing in the 21st Century. F. P. J., 1987, 37(7/8): 55~61
- 2 沈颢元等编著. 建筑材料热物理性能. 中国建筑工业出版社, 1981
- 3 成俊卿主编. 木材学. 中国林业出版社, 1985
- 4 陈启高编著. 建筑热物理基础. 中国建筑工业出版社, 1991
- 5 Frederick A. Kamka. Effects of Wood-based Panel Characteristics on Thermal Conductivity. F. P. J., 1989, 39(5): 19~24
- 6 关野 登等. 温度及含水率对木质板传热特性值的影响. 岩手大学农学部报告, 1990 19(4): 307~315
- 7 [日] 山田雅士著, 景贵琴译. 建筑绝热. 中国建筑工业出版社, 1987
- 8 [美] M. N. 奥齐西克著, 俞昌铭译. 热传导. 高等教育出版社, 1984
- 9 中国建筑工业出版社主编. 采暖通风工程师常用规范选. 中国建筑工业出版社, 1994
- 10 叶歆编著. 建筑热环境. 清华大学出版社, 1996

(上接第 36 页)

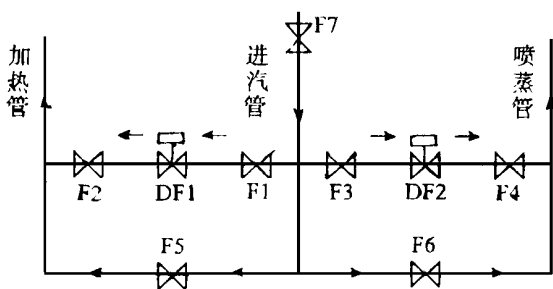


图 8 喷蒸、加热调节阀位置

Fig. 8 The position of steaming and heating control valve
注: F1~F7—手动阀; DF1、DF2—电动执行器。

度可达到: 干球温度 $\pm 1^\circ\text{C}$, 湿球温度 $\pm 0.5^\circ\text{C}$, 完全满足木材干燥工艺的要求。

3.2 整个控制系统采用单元集成的办法构成, 安装、调校较方便可靠, 维修简单。

3.3 用常规继电器电路, 将执行器动作与指示灯指示信号分开, 人工监控方便。

3.4 由于系统有一组电源开关, 将控制器的主要功能部件分别供电, 其特点是: (1) 供电电源互不干扰, 调试维修方便; (2) 可将时间控制单元按需要投入或退出在线运行, 调节效果较好。

3.5 用电子智能控制单元的报警功能控制时间单元的工作区间, 只有在保温保湿的干燥阶段, 时间单元才能工作, 进行时间比例调节, 其通断周期可人工设定, 减少了被控对象因热惰性大而引起的波动。

4 参考文献

- 1 成俊卿主编. 木材学. 中国林业出版社, 1985
- 2 朱政贤主编. 木材干燥. 中国林业出版社, 1994, 3
- 3 南京林产工业学院主编. 木材干燥. 中国林业出版社, 1981
- 4 何伟仁主编. 传感器新技术. 中国计量出版社, 1992
- 5 中国林学会木材工业分会论文集(14). 第六次全国木材干燥学术讨论会论文集, 1997, 12
- 6 中国林学会木材工业分会论文集(6). 木材干燥学术讨论会论文集. 林产工业编辑部, 1991, 1