

三通道刨花干燥机刨花干燥过程 自动控制系统初探

王志同

(中国林科院木材工业研究所 北京 100091)

摘要 文中对三通道刨花干燥机刨花干燥过程中被控对象的特性、过程控制的方法、检测仪表、调节控制器与调速系统进行了探索与研究。干燥机的热效率高,刨花终含水率均匀、形态好。

关键词 刨花干燥;能耗;热效率;自动控制;检测;调控

刨花干燥是刨花板生产过程中的重要工序之一,刨花干燥所消耗的热能约占刨花板生产所消耗的总热能的60%~70%。干燥后,刨花含水率的高低和均匀程度不仅影响刨花板热压时间,而且影响刨花板的质量和工厂的经济效益。因此对刨花干燥过程自动控制系统的研究是很必要的。

目前国内刨花板工厂(或车间)所使用的刨花干燥机大部分是仿制50年代引进的蒸汽加热滚筒式干燥机。这种干燥机的热效率经实测为29%左右。干燥时间长,干燥机的制造、安装和维修比较复杂,成本较高、故障多,影响生产线的正常运行。干燥工序成为生产中的薄弱环节。近年仿制的蒸汽转子式干燥机比蒸汽滚筒式干燥机前进了一步,但它并未能解决蒸汽滚筒式干燥机的主要缺点。以上两种干燥机因干燥时间长,生产能力低,所以干燥过程都是以人工手动调控为主。

改变热介质、提高热效率和强化刨花干燥过程是刨花干燥机的发展方向。国外已广泛使用燃烧油料或天然气产生的热烟气作为热介质的直火式通道滚筒式干燥机或螺旋喷气式固定干燥机。这类干燥机每小时蒸发水量为8~17t,干刨花产量5.4~24.7t。第一代这类干燥机是以排气温度来调控进入机内的热空气温度。近年来由于刨花含水率检测仪表在量程、测量精度、检测速度等方面取得了巨大进展,能较好地满足生产流水线连续检测的要求,所以新一代这类刨花干燥机则以刨花初含水率调控进入干燥机的热空气温度,以刨花终含水率调控刨花在干燥机内停留的时间。

收稿日期 1992-07-15

依据我国以煤为主要能源的国情和我国刨花干燥机的使用经验与生产实际,新研制的三通道刨花干燥机是以煤为燃料,以热空气作为干燥介质,以三通道滚筒作为干燥机主体,用高速气流作为运输动力的刨花干燥机。

1 三通道刨花干燥机简介

三通道刨花干燥机的工作原理如图1所示。煤燃烧后的高温热烟气流经铸造的高温金属换热器外表面时,将流经换热器内的冷空气加热成300~400℃的热空气。热空气进入三通道干燥机的内筒与均匀进入的湿刨花混合。这时的热空气温度最高,流速最大,刨花含水率最高,但刨花呈悬浮状态流动,刨花处于加热干燥阶段。在中筒与外筒,由于容积扩大,热空气的温度和流速逐渐降低,刨花在自重、热空气流和干燥滚筒的合力作用下作不规则的螺旋运动,刨花处于等速和减速干燥阶段。离开干燥机的刨花,在引风机的作用下,通过旋风分离器时干燥刨花与热空气分离。干刨花流经排料阀和刨花终含水率测定仪后,由皮带输送机送往干刨花料仓。热空气经除尘器后排出^{〔3〕}。

年产5000m³刨花板三通道刨花干燥机中试样机经过鉴定,它显示出下列优点:(1)热效率高,高达50%。(2)干燥能力强,干燥后的刨花质量好。刨花终含水率的最大值和最小值一般不超过平均值的1.5%。刨花破碎率很低。不污染刨花表面。热空气中不含火星,不易发生火灾。(3)整个干燥系统结构简单,制造、安装和维修方便,故障很少,经济效益显著。中试样机已用于工业生

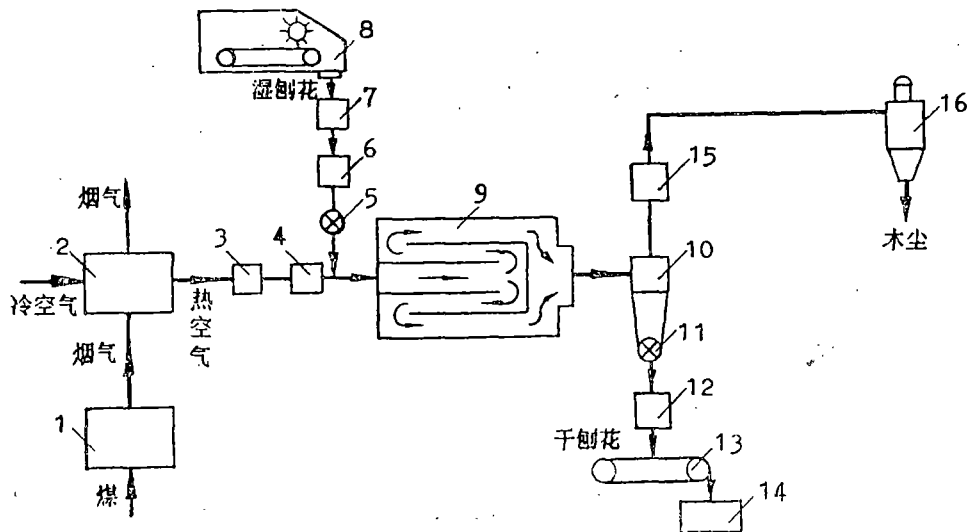


图1 三通道刨花干燥机工作原理

1.燃烧室 2.换热器 3.热空气压力测量 4.热空气温度测量 5.旋转进料阀 6.冲量流量计 7.刨花初含水率测定仪 8.湿刨花料仓 9.三通道干燥滚筒 10.旋风分离器 11.旋转排料阀 12.刨花终含水率测定仪 13.皮带运输机 14.干刨花料仓 15.排气温度测量 16.除尘器

产,以干燥刨花或锯屑。

2 干燥机干燥过程被控对象的特性

刨花干燥过程中,干燥介质热空气的温度、湿刨花的进料量和刨花在干燥机内停留的时间是影响刨花干燥的主要因素。

2.1 干燥介质热空气温度

调控热烟气的温度是以油或天然气为燃料的干燥机调控刨花干燥过程的最简单、方便、有效的方法,也是最常用的方法^[2]。但三通道刨花干燥机不能采用此方法。其原因是:(1)改变煤的燃烧状态需要较长的时间。(2)金属铸造换热器的热惯性较大。(3)刨花在干燥机内停留的时间较短。在中试样机进行的热空气升温与降温试验证实了这一情况。在其它因子不变的情况下,当干燥机进口处的热空气温度为335℃时,停止向燃烧室加煤和送风,5分钟后的进口热空气温度仅下降10℃,为325℃,15分钟后再下降25℃,为300℃,此时送风并加煤,20分钟后热空气温度才升高10℃,达到310℃。实测各种形态的刨花在干燥机内停留的时间在30秒至200秒之间;以冷空气与热空气按不同比例混合的方法来调控进入干燥机的热空气温度,则受到湿刨花进入干燥机处的热空气压力应与大气压相同或略低的要求限制而难于采用。

2.2 刨花进料量

当刨花初含水率变化时,可以采用改变刨花进料量以达到在保持干燥机处于最高效率的情况下使刨花终含水率为所要求值。Plumb O.A.提出了一种适用于颗粒状木质碎料干燥的数学模型,并以此模型分析了工业用刨花干燥机的工作情况。数学模型表明,改变刨花进料量是一种有效的调控方法。应用试验结果也显示出:在影响干燥机效率的各种因素中,刨花进料量是最重要的因素。合理地调节刨花的进料量,可使干燥机运行在最高效率^[4]。中试样机的试验结果亦证实了这一结论。

调节螺旋运输机的转速只能调节进料的容积而不是调控进料的重量。因为树种、刀具锋利度变化和刨花含水率的变化均影响刨花的形态,从而使容积密度变化。如果初含水率不变,干燥机的负载将随刨花的容积密度而变化。例如当其它因子不变,实测刨花容积密度从每立方米161公斤变为241公斤时,干燥机的蒸发负荷增加50%。故不能以旋转进料阀的转速的变化来调控刨花进料量^[1]。本系统选用螺旋直径较小、转速较快的螺旋运输机或具有较高带速而较小带宽的皮带运输机配合冲量流量计进行刨花进料量的重量调控。

2.3 刨花在干燥机内的停留时间。

刨花终含水率与刨花在干燥机内停留的时间和干燥机干燥滚筒的转速有关。刨花初含水率变化后,当改变刨花进料量仍然不能得到所要求的终含

水率的刨花时,可通过调控干燥机干燥滚筒的转速来调控刨花在干燥机内停留的时间使干燥后的刨花终含水率达到所要求值。前者作为粗调、后者作为细调。中试试验验证了这一调控方法的有效性。

3 干燥机干燥过程的控制原理

刨花干燥过程的控制实质是刨花水分蒸发的控制。对一台干燥机的进、出口热空气温度,必有一个干燥机处于最高效率下水分蒸发量的确定值相对应。湿刨花初含水率和湿刨花进料重量的乘积就是湿刨花的含水量 G_w 。干燥后刨花终含水率与干刨花重量的乘积是干燥后刨花的含水量 G_d 。 G_w 与 G_d 之差值就是刨花干燥过程所需要蒸发的水量。

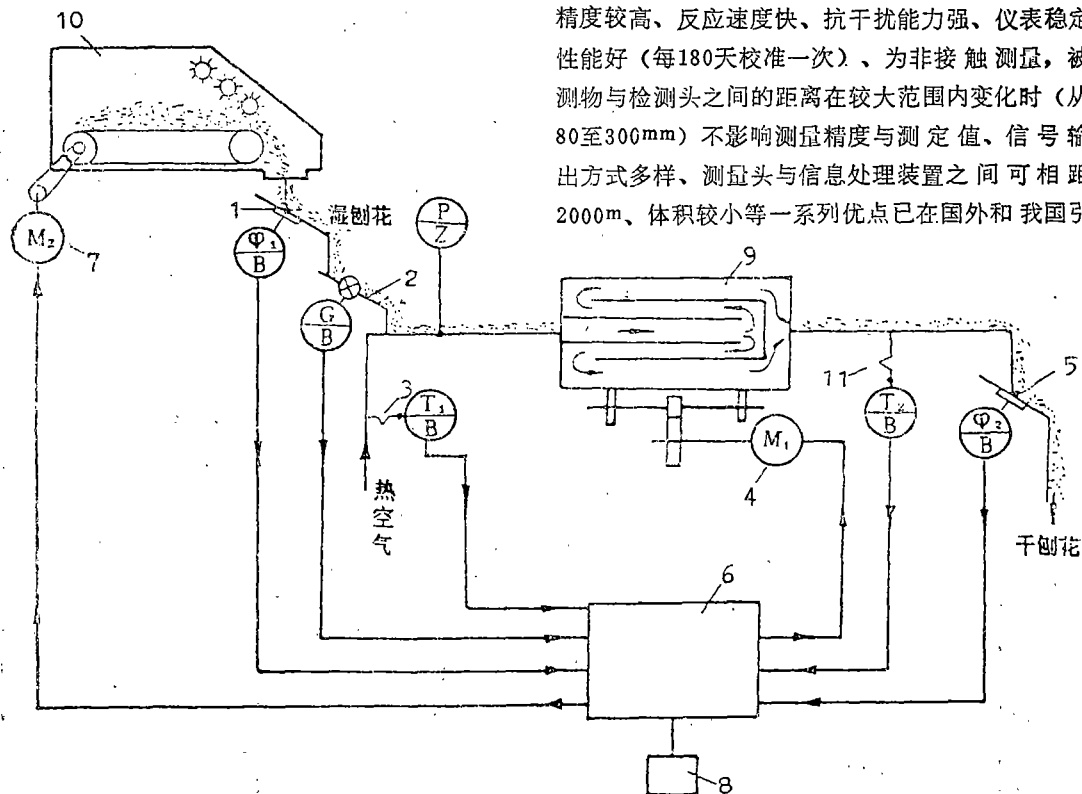


图2 三通道干燥机干燥过程控制原理图

- 1.刨花初含水率测定仪, 2.冲量流量计, 3.进口热风温度计, 4.干燥滚筒调速电机, 5.刨花终含水率测定仪,
- 6.计算机, 7.送料皮带调速电机, 8.打印机, 9.干燥机干燥滚筒, 10.湿刨花料仓, 11.出口热风温度测量。

进项目中广泛选用。我国亦已有此类仪表生产,故选用红外水分测定仪作为刨花初含水率和终含水率测定仪。终含水率在10%以下时测量精度为 $\pm 0.2\%$;初含水率为30%~100%时测量精度为 $\pm 2\%$ 。

湿刨花进料量选用冲量流量计。因为它具有在密封条件下对粉粒状物质进行较精确连续测量又不因物料粘附在检测板上引起零点漂移和因物料落点

三通道刨花干燥机刨花干燥过程控制原理见图2。刨花初含水率测定仪1;湿刨花重量冲量流量计2;进、出干燥机热风温度的铂电阻温度计3及11将实测数据输入计算机6。计算机对这些信号运算处理后输出相应信号去控制湿刨花料仓内的送料皮带驱动电机7的转速来调控湿刨花的进料量。刨花终含水率测定仪5将其信号输入计算机6,计算机将此信号与设定值比较之后经运算处理将输出相应信号调控干燥滚筒驱动电机4的转速来调控刨花在干燥机内停留的时间。所有数据均可打印。

4 检测仪表的选择

红外水分测定仪具有检测范围较宽、连续测量精度较高、反应速度快、抗干扰能力强、仪表稳定性性能好(每180天校准一次)、为非接触测量,被测物与检测头之间的距离在较大范围内变化时(从80至300mm)不影响测量精度与测定值、信号输出方式多样、测量头与信息处理装置之间可相距2000m、体积较小等一系列优点已在外国和我国引

沿检测板轴向变化时引起测量误差的优点。测量范围为1~25t/h,精度和变差为 $\pm 1\%$ 。本系统称量范围为1.8~3.4t,选用LFD型冲量流量计^[5,6]。

选用测量精度高、稳定性强,互换性好、结构简单、性能可靠的铂热电阻,以测定400℃以下进、出干燥机的热风温度。配用DBW-200型温度变送器将热空气温度转换为0~10mA的直流信号。

所有测量信号均将转换为0~5V信号后输入计算机接口电路。

5 调节控制器的选择

由于电子技术的飞速发展,一台单板机的价格低于一台电动调节器,但其功能与灵活性已远远超过了电动调节器。考虑到在工业生产现场运行时的抗干扰能力及在控制系统中联接与日常维修的方便等因素选用通用型MCS—51系列单片微型计算机作为调控器。它是美国INTEL公司在80年代MCS—48系列单片机的基础上发展起来的新产品。集成度高,结构简单,芯片内部采用模块式结构,易于向外部扩展;可靠性高,属于工业品,能在常温下工作;单片机总线大多在芯片内部,不易受干扰,单片机应用系统体积小,容易采取屏蔽等保护措施;处理功能强,速度高,CPU时钟高达12MHz,指令系统中具有加、减、乘、除指令及各种逻辑运算和转移指令,具有位操作功能^[7]。

本干燥机控制系统选用由MCS—8051系列单片机构成的52A4—STD总线微机。它是由8031单片机芯片作处理机,按STD总线方式构成模板,它本身就组成了一个单独、完整和功能比较齐全的小系

统。模板本身元器件的连接采用内部总线。模板与外界资源的联接采用STD总线。STD总线系统总线根数少、有明确的定义、通用性强、高度模块化、模块丰富、使用灵活和结构紧凑。模板采用标准的小板结构,在可靠性、可制作性和可维修性方面都优于其它型号。

MCS—8051系列单片机52A4—STD总线微机系统框图和接口如图3所示^[8]。

I/O接口:刨花初、终含水率;干燥机进、出口热空气温度;湿刨花进料重量由 8×8 A/D转换器输入计算机。湿刨花料仓送料皮带驱动电机与干燥滚筒的驱动电机的转速控制信号则由 2×8 D/A转换器输出。串行口用于与终端或IBM—PC/XT通讯,以用PC机调试本系统中存储器中的程序。8路并口与6路接口则与微型智能打印机连接^[9]。

微机电源选用电子工业部21所的GD型高抗干扰工业控制微机电源。电源是按STD总线方式设计的,可以很方便地与52A4模板组成一个系统。具体型号为STD CKD—21A。

干燥机的刨花进料量和刨花在干燥机内停留时间的控制用单片机进行PID控制。控制输出量 $y(t)$,与各参数变量间的关系是:

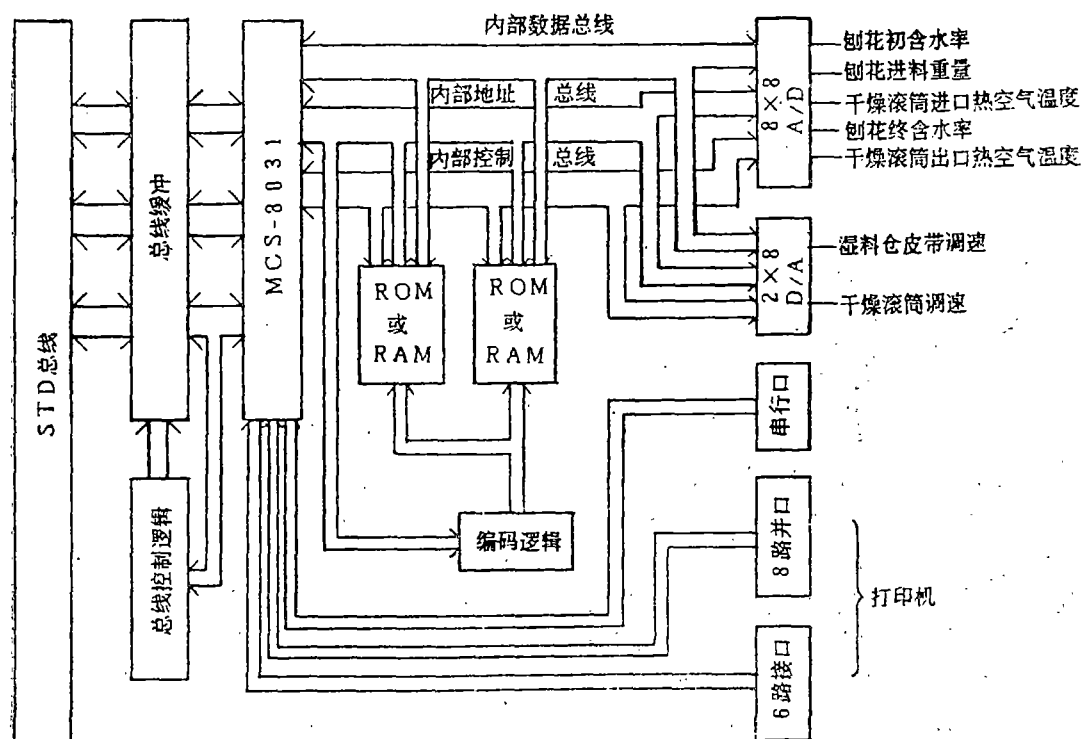


图3 52A4系统结构框图

$$y(t) = P(e(t)) + \frac{1}{T_I} \int_0^t e(t) dt + T_D \frac{de(t)}{dt}$$

P 为比例带, T_I 为积分动作参数; T_D 为微分动作参数; $e(t)$ 为设定值与测定值之偏差, 若对上式所表示的控制输出量 $y(t)$ 进行抽样, 而且其抽样间隔 Δt 足够小, 那么前一时刻的采样值 $y(t)$ 与后一时刻的采样值 $y(t+\Delta t)$ 之差为 $\Delta y(t)$ 。由微分方程可得

$$\Delta y(t) = P(\Delta e + \frac{\Delta t}{T_I} e + T_D \Delta t^{-1} \Delta^2 e), \text{ 亦}$$

即 $\Delta y(t) = P(\Delta e + I_e \Delta e + D \Delta^2 e)$, 即为该时刻控制输出量应有的增量。(e为该时刻设定值与测定值之偏差; Δe 为该时刻偏差之增量; $\Delta^2 e$ 为偏差增量之增量)。

干燥机干燥过程计算机控制流程如图4所示。初值包括设定控制开机的蒸发量起点值 y_0 及终含水率起点值 X_0 ; 蒸发量控制的 P 、 I 、 D 值及终含水率控制的 P' 、 I' 、 D' 值及所要求的终含水率值 h 。预置 e_0 、 Δe_0 、 e'_0 和 $\Delta e'_0$ 。设定值 N 则可根据生产经验由需要来确定^[10]。

6 调速电机与调速系统的选择

干燥滚筒与湿刨花料仓送料皮带驱动调速电动机工作在潮湿而又有一定量的木粉尘环境中, 要求这两台电机能均匀无级调速, 调速范围不超过1:10。电动机经多级减速机构驱动负载机械, 减速机构的传动比较大。故选用电磁调速异步电动机。

为了消除由分立元件组成的可控硅触发电路的可靠性差及故障多的缺点, 电磁调速异步电动机的调速控制器选用KC—05型单片集成可控硅触发器。其电气原理如图5所示。该触发器的锯齿波线性好, 移相范围宽, 控制方式简单, 输出电流大, 并且有失交保护性能。即当输入移相电压大于最大额定值8V后达到或超过8.5V, 移相电压与锯齿波失交时, 可控硅仍然保持全导通性能。这一特性有利于控制回路的保护。

7 参考文献

- 1 Maloney T M. Modern particleboard and dry-process fiberboard Manufacturing. 1977, Miller Freeman publications Inc.
- 2 Kossatz G. The use of computers for chip drier control. Grecon International Symposium on Measurement Techniques '82 Lahnstein, 1983

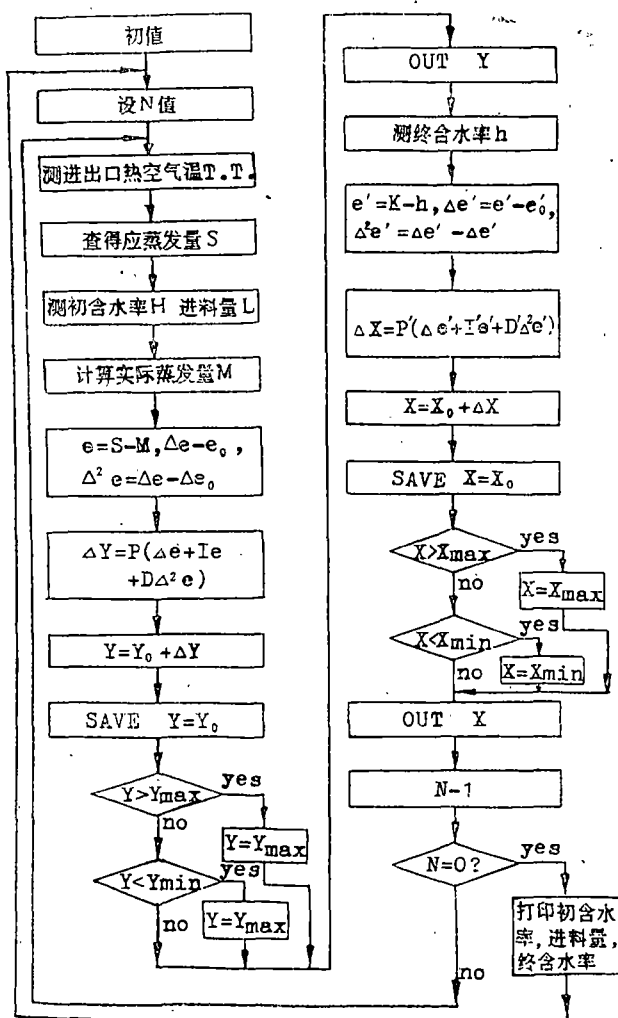


图4 干燥机干燥刨花过程计算机控制流程图

- 3 夏元洲. 三通道刨花干燥机工艺研究报告. 生产能力为年产5000m³刨花板三通道干燥机中试样机鉴定会文件之一, 1986
- 4 Plumb O A, Malte P C, Cox R W. A numerical study of optimum operating conditions for convective wood particle dryers. Proceedings of 12th Symposium on Particleboard, 1978, 151~174
- 5 中国林业科学院木材工业研究所. 人造板生产机械化、自动化及表面装饰加工技术考察报告, 1984
- 6 上海自动化仪表十一厂. LFD 冲量流量计说明书
- 7 孙涵芳, 徐爱卿. MCS—51/96 系列单片机原理及应用. 北京航空学院出版社, 1988
- 8 航天部502所. MDS—8051系列单片机52A2—STD 总线微机系统模板用户手册, 1988
- 9 赵依均, 胡戒. 单片微型计算机接口技术. 人民邮电出版社, 1989

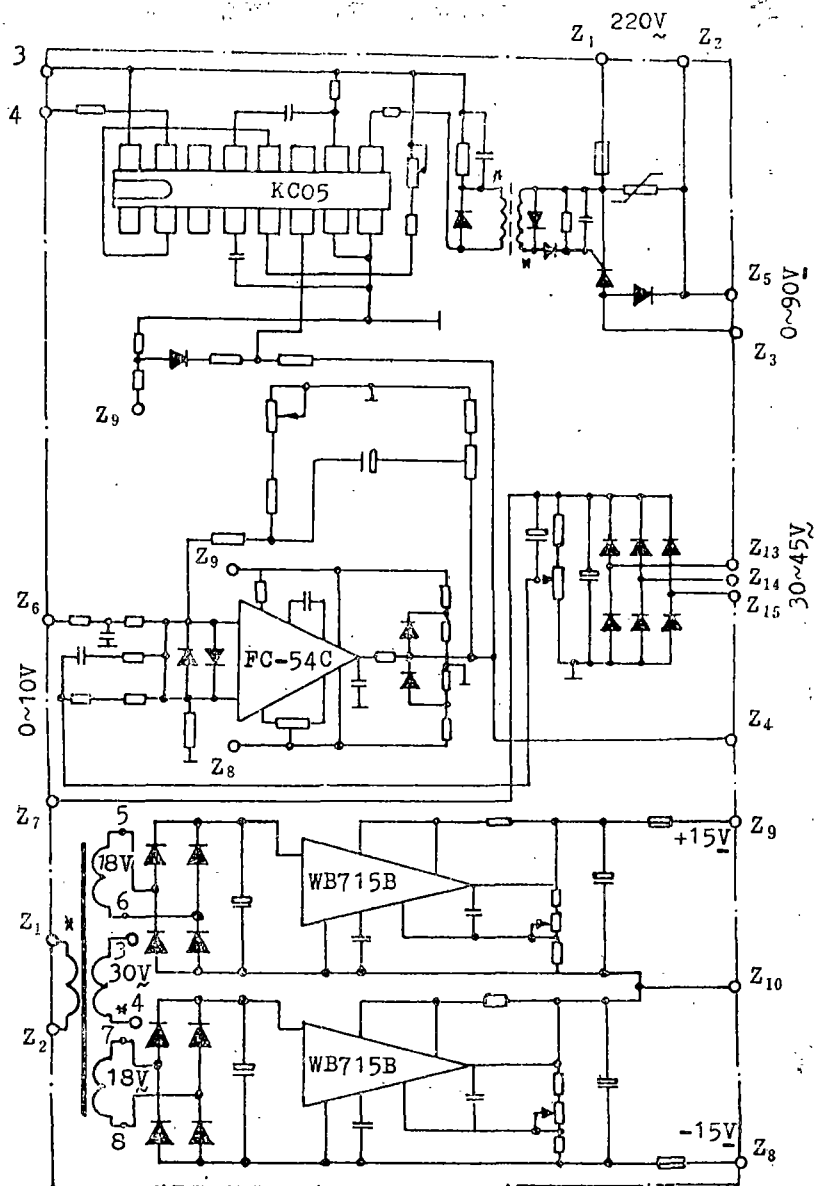


图5 电磁调速异步电动机控制装置电气原理图

10 杜宗躬. 用微处理器进行PID控制. 北京大学无线电系, 1983

11 上海电器科学研究所. KC系列可控硅触发电器使用说明书, 1987

A study on the automatic control and regulation system of drying process of the Three-pass Dryers for wood chip

Wang Zhitong

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

Abstract This report describes the research and exploration of characteristics of controlled objects, methods of process control, equipment and instruments for monitoring and measuring, process controller and regulator and system in

(下转第50页)

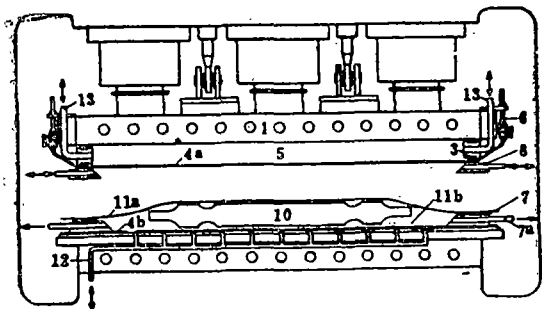


图6 双面压机加压工艺

出工件和薄膜间的残存空气。两膜片预先由上下热板直接接触加热,然后在管路13上的上膜片和管路12上的下膜片压向工件。为了使胶很好地交联,将由电加热的压缩空气通过特殊蜗轮循环,以保持胶的持续加热。

7 膜片、胶和贴面材料

设备的质量、采用的工艺和膜片压机的多用途、经济性等是柔性加压技术的支柱。所使用的膜片、胶和贴面材料的种类、性质和质量等对于最终产品具有同样重要的意义。使用的胶是无溶剂交联系统,它不仅要满足胶合后的热强度,同时也要满足环境保护的要求。胶中含水会使粗的纤维束膨胀和使切剖面上纤维末端移位,特别是在贴单色和高光饰面材料时,这些变化可以透过饰面材料显示出来。另一个问题是涂胶后容易形成橘皮反应,原因是胶的线状大分子容易结团。改变涂胶量和涂胶工艺这种现象可以减轻,但不能完全避免。

上述问题曾试用胶膜或在饰面材料背面预先覆上胶层等方法可部分地得到解决,但产品外观不良,且不能达到所要求的热强度。装胶膜时由于静电引起皱纹是又一个未能解决的问题,饰面材料背面覆上胶层时,在工件上胶层会产生脱落,脱落的胶层污染设备,阻塞真空系统。

对于膜片的材料,天然橡胶经济实惠,但它

只能耐120℃的持续高温,使用寿命有限,有时可使PVC贴面变黄。硅橡胶很贵,但使用寿命较长,裂纹容易修理,能耐受大约180℃的持续高温。

如果工件表面光滑或没有缺陷则无膜片方式是可取的。使用的饰面材料越薄越软,产品表面越能显示所有细微结构,这也是不希望出现的。这种加工方式推广的前提是必须使贴面薄膜不开裂,而这只有在加工不复杂的型面时才有可能。因此膜片在柔性加压技术中是不会消失的,相反,它的重要性在2MPa高压的新的加工领域内将更加突出。

PVC是除PE之外大量使用的塑料,在柔性加压中,PVC薄膜是使用最多的饰面材料。PVC的组分中大约57%来自食盐,只有43%来自石油,它是资源丰富、无污染、价格便宜的塑料,目前受到人们的青睐。在柔性加压中专门使用硬质PVC薄膜,大量的的是由E-PVC生产的。与软质PVC相比,硬质PVC有较高的耐候性,耐污性,较好的热强度和化学稳定性。PVC薄膜生产时根据性能要求加入了各种各样的化学物质。除了使用纯的PVC聚合物之外,还使用性质类似的各种异分子共聚物,它由稳定剂、颜料、改良剂、润滑剂、各种助剂和消光剂等混合而成。此外,产品质量还受不同的压光系统和工艺的影响。目前生产厂正致力于开发多种类型和要求的饰面材料,以求在将来能生产出无卤素的薄膜,则透明性可望首次得到解决。

总之,膜片压机设备和柔性加压工艺仍在研究改进中,同时这种压机的市场销售前景也有待进一步分析。1991年接触和对流加热膜片压机的投入使用使柔性加压技术向前迈了一步。目前正在制造一种视频内窥设备,以观察加压过程中膜片的变化和复杂工件卸压时膜片剥离的情况。1992年柔性加压技术可望有较大进展。

摘译自Lemgo R H. Membranpressen(1),

(2). Holz-und Mobelindustrie, 1992, (1),

(2). 译稿经韩桐恩、陈士英先生校阅,特此致谢。

(上接第28页)

drying process of the Three-pass Dryers. The Three-pass Dryers is provided with higher thermal efficiency and wood chip of uniform final moisture content and better shape is produced.

Keywords Drying of wood chip; Consumption of energy; Thermal efficiency; Automatic control; Monitoring and measuring; Control and regulation