

KDY-5000型橡胶压延自动测厚及控制系统在S型四辊压延机上的应用

王明江¹,牛金澜²

(1. 河南轮胎股份有限公司,河南 焦作 454003;2. 北京科地亚金创电子技术研究所,北京 100086)

摘要:介绍了 KD Y-5000 型橡胶压延自动测厚及控制系统在 S 型四辊压延机上的应用情况。该系统共采用 7 台 KD Y-3010 型智能厚度仪,计算机控制系统采用威控可视组态软件,信号采样系统可实现压延速度、帘布长度和宽度、辊筒温度、压延张力及辊缝限位的自动检测、显示及打印,显示监控系统共设计了厚度趋势画面和控制报警画面等 10 个显示画面。采用该控制系统可提高胶帘布的压延精度,节省原材料,减轻工人劳动强度。

关键词: S 型四辊压延机;质量厚度;控制;威控可视组态

中图分类号: TQ330.4⁺4;TQ330.4⁺93 **文献标识码:** B **文章编号:** 1006-8171(2000)09-0541-06

S 型四辊压延机是轮胎企业生产的关键设备,主要用于轮胎帘布挂胶。压延机在工作时,四辊的运转方向如图 1 所示。由于辊筒的运转方向不同,胶料通过辊筒被压成了上胶片和下胶片,并分别被挤压在帘布的两面,成为有一定宽度和厚度的覆胶帘布。其中 1# 辊和 2# 辊挤出上胶片,3# 辊和 4# 辊挤出下胶片,帘布经过 2# 辊和 3# 辊自左向右运动。1# 辊、2# 辊和 4# 辊轴心可动,3# 辊为定轴转动。胶片厚度的调节通过调距电机来实现。为了克服辊筒中高度的问题,S 型四辊压延机还具备了轴交叉控制。四辊中除 3# 辊外其余 3 只辊筒的两端分别各用一台三相交流三速感应电机来实现调距。由于压延过程中不可测因素较多,且压延过程十分复杂,至今国内大部分压延机的调厚操作为手动式。这不仅影响产品质量,而且浪费胶料。1995 年北京科地亚金创电子技术研究所开发了在 S 型四辊压延机上应用的控制系统。由于 S 型四辊压延机的结构相对简单,该系统在 S 型四辊压延机上应用得十分成功,但一直未能在 S 型四辊压延机上使用。1998 年我公司

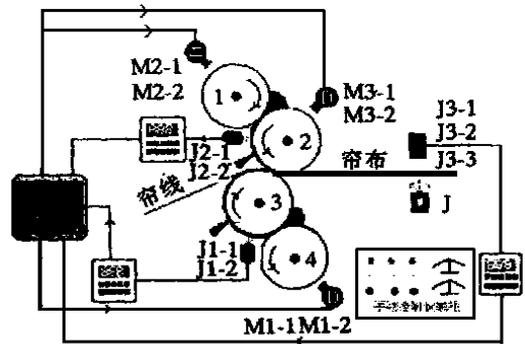


图 1 压延工艺图

J1-1 J1-2 —下胶片厚度测量仪;J2-1 J2-2 —上胶片厚度测量仪;J3-1 J3-2 J3-3 —胶帘布总厚度测量仪;M1-1、M1-2 —下胶片调距电机;M2-1、M2-2 —上胶片调距电机;M3-1、M3-2 —胶帘布总厚度调距电机

与北京科地亚金创电子技术研究所联合开发了 KD Y-5000 型橡胶压延自动测厚及控制系统,并成功地应用于 S 型四辊压延机上,取得了较好效果。现将有关情况介绍如下。

1 系统完成的总目标及控制系统结构

1.1 总目标

(1) 实现对压延上、下胶片及帘布总厚度的自动检测,并对压延机进行厚度自动控制,以达

作者简介:王明江(1963-),男,河南焦作人,河南轮胎股份有限公司高级工程师,学士,从事橡胶设备及电气控制方面的研究工作。

到节省原材料,提高轮胎产品质量的目的;

(2) 实现压延速度、帘布长度和宽度、辊缝限位自动检测及显示、打印;

(3) 实现压延张力、辊筒温度等的采样显示及打印。

1.1.1 整机功能

(1) 上、下胶片两端的厚度测量及自动控制。

(2) 胶帘布两端及中间处的总厚度测量。

(3) 计算机对帘布长度和宽度的检测及显示。

(4) 压延辊筒线速度的检测及显示。

(5) 实现辊筒温度、压延张力的计算机显示、打印。

(6) 完成计算机帘布压延管理工艺报表、打印及显示。

(7) 实现辊缝限位检测、显示及保护。

1.1.2 控制精度及周期

胶片厚度误差 $-0.02 \sim +0.02$ mm; 总

厚度误差 $-0.03 \sim +0.03$ mm; 控制周期可调。

1.1.3 显示

系统共设计了 10 个显示画面,包括压延过程中的所有内容,可随时通过设定热键观察压延机的生产情况。这 10 个画面是:控制流程图画面(F1 键)、工艺流程画面(F2 键)、厚度趋势画面(F3 键)、控制报警画面(F4 键)、单卷参数画面(F5 键)、定时打印画面(F6 键)、参数设定画面(F7 键)、历史趋势画面(F8 键)、主画面(F9 键)和生产结束画面(F10 键)。

1.2 控制系统结构

由于本控制系统采样点及输出控制回路较多,且压延工艺复杂,因此我们对整个自动检测系统及计算机控制系统的方案进行了现场调研及论证。为了保证不影响生产,在计算机控制系统中采用了与现场“手控”完全独立的控制方案。其控制系统结构如图 2 所示。

自动测厚在本控制系统中是一个技术难

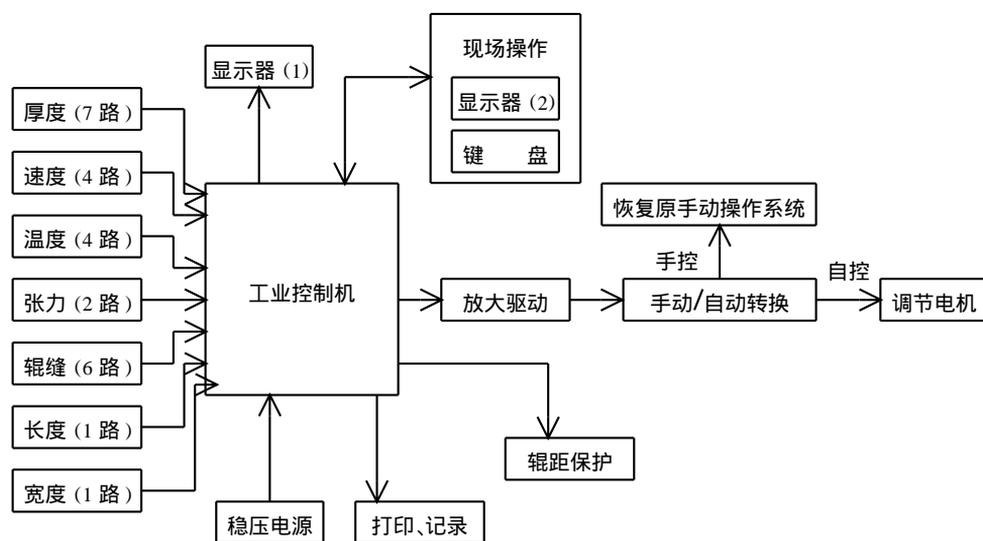


图 2 控制系统结构图

点,也是一个技术关键,其测量精度直接影响计算机的控制精度。为了保证测量的稳定性及可靠性,自动测厚的探头及转换器部分均采用现场固定方式,同时冷却介质采用风冷。本系统共采用 7 台智能测厚仪,均选用北京科地亚金创电子技术研究所的定型改进产品 KD Y-3010 型智能厚度仪。

(1) KD Y-3010 型智能反射式厚度仪

反射式厚度仪原理如图 3 所示。当放射源发出的射线射到反射体(辊筒)后,有一部分射线被反射,经覆盖层后被探测器吸收,接收的射线强度和反射体上的被测物厚度有如下关系:

$$d = \ln[(I_1 - I_2)/(I_2 - I_0)] / K$$

式中 ρ —— 被测物密度;

- d ——被测物几何厚度;
- d ——被测物质量厚度;
- I_0 ——放射源放射强度;
- I_1 ——反射体饱和强度;
- I_2 ——被测物饱和强度;
- K ——质量吸收因数。

因此,通过测定射线反散射强度就能测出被测物质量厚度,经转换器处理和厚度标定后,就可直接以质量厚度值读出。

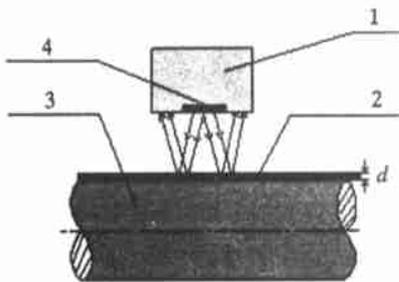


图 3 反射式厚度仪原理图

1—电离室;2—被测胶片;3—反射体辊筒;4—射源

(2) KD Y-3010 型智能透射式厚度仪

透射式厚度仪原理如图 4 所示。当放射源发出的射线穿过被测物时,其射线的损失量与被测物质量厚度近似地成指数衰减关系,即 $I = I_0 e^{-Kd}$ 。

因此,通过测定被吸收后的射线强度就能测出被测物的厚度,经厚度标定后,直接以质量厚度值读出。

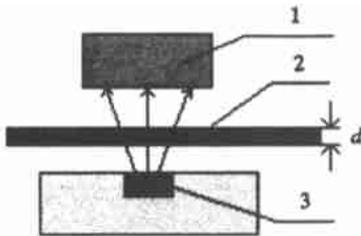


图 4 透射式厚度仪原理图

1—电离室;2—被测胶帘布;3—射源

无论是反射式还是透射式厚度仪,其电原理基本相同。当射线进入探测器(电离室)后,使电离室内气体电离,由于电离室外壳接高压,电离室输出电流经前置放大器放大后,转变为电压信号,送给主放大器放大,经辐射校零单元校正后,由微机系统处理,直接显示,同时给出

标准化信号由计算机实现运算处理。由于现场情况十分复杂,且厚度的变化差随压延机而变化,因此必须通过软件来对被测物厚度进行线性处理,以便使测到的厚度更接近真实值。

2 计算机系统控制原理

当厚度仪将上下胶片及帘布的质量厚度以标准电压信号送入计算机后,由计算机与厚度要求值(设定值)进行比较、运算、处理并计算出调距电机的动作时间,输出到相应的通道即可实现厚度自动调节。

由于现场环境恶劣,计算机选用了目前非常流行且适用于工业现场的 PC 工业机(台湾研华产 IPC586),实现自动测厚、调厚、测长、测宽、测速、测温及张力信号的采样,同时可实现显示监控、打印及与上位管理机的联网。

在压延系统中,由于系统的时变性及生产过程的不连续性,材料种类、加工温度、压延机速度以及辊筒间胶料积压量等对胶片厚度影响也较大,因此采用常规的 PID 控制就不能较好地解决问题。根据该系统的特点,我们采用了专家式控制器的原理结合威控可视组态软件的模式,以便克服随机干扰,适应系统的动态特性。

下面对威控可视组态软件做一简要介绍。

(1) 威控可视组态的结构

威控可视组态由动态数据库(动态变量公共内存)、界面及用户程序 3 个部分组成,其结构如图 5 所示。



图 5 威控可视组态结构图

(2) 威控可视组态的运行机理

系统运行后,循环执行各个模块。这些模块是用户程序模块(每一个用户程序模块对应一个用户函数调用)和各界面中动画元素模块。

系统循环周期可由用户设定(在 Windows 环境下,以每秒 10 次,即步长 0.1 s 较为合适)。如果在规定的步长内不能循环一周,系统仍继续运行,但循环周期大于用户希望值。

(3) 威控可视组态的基本用法

对于一般的应用系统,用户需要完成以下两个基本功能:(1)如何与外部进行数据交换,如 A/D, D/A, DI 和 DO 串并口通讯,以及一些硬件驱动等。这是沟通计算机内部与外部的重要部分。一般用户希望通过一定的硬件将外部数据输入计算机中,以备计算机计算、显示等,同时希望将计算机中的数据通过一定的硬件输出到外部去。(2)如何形成用户期望的界面,以实现数据显示及操作。这是人机对话的重要部分。通过界面的信息显示,以及界面上的操作部件,用户可以了解系统的运行状态,并可对系统进行相应的操作。

在威控可视组态系统中能够完成上述两项基本功能的重要部分是动态数据库。实际上动态数据库是一块连续的内存,长度为 20 000 × 8 (即可存放 20 000 个双精度数据)。所有用户程序的函数调用均可得到该数据库的指针。有了这个指针,用户就可在自己的程序中像引用数据一样进行相应的读写。一般情况下,用户主要在用户程序中通过调用威控可视组态系统提供的库函数,即调用相应的驱动程序,把外部数据读入到数据库中的某一位置,或将数据库中的数据通过调用驱动函数,送往计算机外部,从而实现计算机与外部的数据交换。另一方面,用户可在用户程序中实现自己的特定算法,即对数据库进行运算加工,所有这些工作都属非界面操作。用户除了能够实现数据 I/O、数据运算等基本功能外,更重要的是能够将数据库中的数据以一定的方式显示出来,同时,用户能够通过界面上的相应操作,将数据或状态传入到数据库中。为此,在威控可视组态系统中提供了界面模块。进入界面模块后,用户可调入各种动画元素,如数字显示、直方图、按钮开关等。对所有动画元素,用户均可设置其大小、颜色、位置等参数。重要的是每一个动画元素都要与特定的数据相联系。为此,在动画元素

的参数对话框中,用户可指定任一数据与之相对应,以实现数据库数据驱动界面中的动画元素或接收动画元素(如按钮开关、数据输入等)的状态或数据输入。

3 压延机理描述

一般情况下压延机压延胶片的厚度主要取决于两辊之间的距离。压延力的影响也较大,压延机加工的产品越薄,压延力就越大。加工材料的压延力特性如图 6 中的曲线 a 。由图 6 可以看出,曲线 a 随着工艺条件的变化而变化,因此压延力 F 可以看成是加工温度、压延速度 v 、材料种类 R 及产品加工厚度 h 的函数,即: $F = F(h, v, R)$ 。

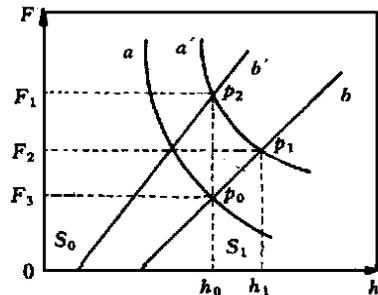


图 6 压延特性曲线图

当加工条件恒定时,压延力 F 可看成是产品厚度 h 的函数,即 $F = F(h)$ 。包含压延机各种机理特性的直线 b 与曲线 a 的交点 p_0 是加工状态的工作点,当工艺条件改变时,如降低加工温度,则曲线 a 变成 a' ,工作点 p_0 移到 p_1 ,产品增厚 h 。只要对作为操作量的辊筒间隙 S 进行调节,使直线 b 移到 b' ,工作点移到 p_2 ,就可使产品厚度达到所需要的目标厚度。

由于我公司是采用双面贴压延工艺,即将上、下胶片压贴在帘布上,因此在调节时将上、下胶片同时调节,帘布总厚度的调节则需要操作工适当调整压力。在压延过程中应采取以下的控制模式。

(1) 采取上胶片加热端、上胶片传动端、下胶片加热端及下胶片传动端各自独立调节、互不影响的方法,当发现测量值超大(或超小)时,由计算机与厚度要求值(设定值)进行比较、运算、处理后计算出调距电机的动作时间,输出到

相应的调薄(或调厚)通道,驱动调距电机正转(或反转)即可实现厚度自动调节。

无论是双面贴生产工艺还是压力贴生产工艺,其控制顺序及原理都相同,不同之处是双面贴生产工艺主要控制上、下胶片厚度,而压力贴生产工艺则主要控制下胶片厚度和帘布总厚度,其主要原因是防止脱胶和劈线。

(2)采用软件与硬件相结合的方法,定时对计算机自检,在非正常情况下进行工作区数据自动恢复或系统自启动,指示报警由操作工进行手动操作。

(3)在非线性情况下,压延过程会出现强非线性,使预测值远离设定值。在此情况下,软件设计了几种界限,当超出界限时,就把该值取消或取界限的极值。

4 信号采样系统

4.1 压延速度自动检测

压延速度检测是根据交流测速电机的信号进行采样,通过AC/DC转换变为标准电压信号,输入到计算机进行A/D转换,并通过软件进行线性化处理后,参与压延数据分析及控制。速度转换电路如图7所示。

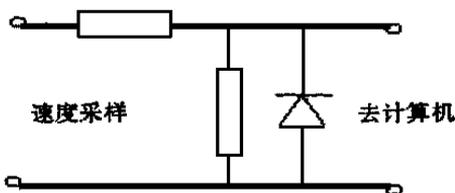


图7 速度转换电路图

4.2 帘布长度自动检测

帘布长度检测是通过现场测长仪信号采样,并进行光电隔离后得到的,通过计算机运算即可实现长度测量。长度转换电路如图8所示。

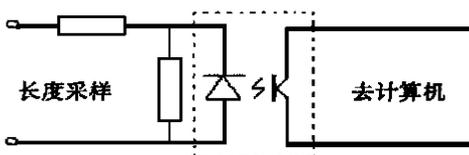


图8 长度转换电路图

4.3 帘布宽度自动检测

宽度检测是通过冷却后的帘布进行宽度测量,该测宽仪是通过CCD扫描传感器来实现测宽的。由于压延帘布较宽,为保证测量精度,共选用了2套传感器。两边的传感器各自检测帘布的变化量并以数字信号传送给主机。由主机对两边的变化量进行叠加,再加上宽度基准值即可获得总宽度值。

4.4 辊筒温度自动检测

辊筒温度检测是采用对现场原有的4个辊温传感器信号进行标准化处理后得到,通过计算机运算即可实现辊温显示及打印等。

4.5 压延张力信号采样

压延张力信号均来自现场的信号,本系统只需对其进行信号标准化即可输入到计算机中,实现显示及打印等。

4.6 辊缝自动检测

辊缝检测是对现场原设备上安装的辊缝检测仪的信号进行标准化处理后输入计算机中进行显示、打印,并参与控制分析。

5 画面显示监控

为了方便用户使用和操作,本控制系统共设计了10个显示画面,其中以厚度趋势画面和控制报警画面为主,它们是操作本系统的常用画面。

通过厚度趋势画面用户可直接观察到上下胶片厚度、帘布总厚度的控制情况和趋势,是超厚还是超薄,用户一目了然,同时还可观察到如速度、长度、温度、张力、宽度等值,以便随时了解设备运行情况。

通过控制报警画面用户可直接观察到上下胶片厚度、帘布总厚度的控制情况,是超厚还是超薄,并同时观察到各控制点的状态,是正常还是有超差。可声光报警,以便采取紧急措施。

本控制系统中,除了上述主画面外,还设计了8个画面,以使用户实时监控、设定、修改、调节等。

6 管理报表打印

为便于用户进行科学管理、质量追溯等,本

控制系统中配备有打印机,可随时或定时打印出各类工艺参数值,并以报表形式存档。同时,技术人员可根据报表分析各类数据,及时调整工艺参数。

(1)打印内容:所有检测到的工艺参数及统计数据报表、数据记录。

(2)打印方式:定时或随机申请打印两种方式并用。

7 结语

该控制系统自1999年8月投入运行后,即

进行了跟踪抽查,结果表明,胶帘布厚度变化减小,特别是产量大的品种,厚度波动小。同时,胶帘布两边厚度与中间厚度差范围也减小,因此在控制设定时,可设定在允许公差的下偏差生产。按下偏差设定减小0.01 mm计算,每卷(按180 m计)可节胶约3 kg。按每日生产160卷计,则每天可节约胶480 kg,1年可节胶约150 t,约合150万元。同时,还大大提高了轮胎产品质量,减轻了工人的劳动强度。

收稿日期:2000-03-21