

轮胎成型机导开过程控制

段全心,解瑞玲

(软控股份有限公司,山东 青岛 266042)

摘要:建立数学模型并编写程序计算轮胎成型机导开储料兜的最优高度,使用激光测距装置实时监测储料兜的高度和衬布卷半径,控制导开电动机的运转,确保导开速度与输送速度匹配,可以有效减小胶料的拉伸,提高轮胎的均匀性和动平衡性,从而提高轮胎的质量。

关键词:轮胎;成型机;导开;储料兜;激光测距;衬布;悬链线

中图分类号:TQ330.6⁺6

文献标志码:B

文章编号:1006-8171(2019)12-0746-03

DOI:10.12135/j.issn.1006-8171.2019.12.0746



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

轮胎的动平衡直接影响驾驶的舒适性及油耗,轮胎胶料在成型导开过程中的拉伸会直接影响轮胎的动平衡^[1]。在导开过程中引起胶料拉伸的主要因素为:(1)输送速度和导开速度不匹配;(2)储料兜过大,胶料自身质量造成拉伸。

轮胎成型工序中,各胶料如帘布胶、内衬层胶、胎侧胶、带束层、胎面胶等分别卷曲在工字轮上,胶料用衬布隔开^[2]。胶料导开时,电动机带动衬布卷轴转动,衬布卷轴缠绕衬布而带动剥离装置中的辊筒和胶料工字轮转动,胶料与衬布在剥离装置中分离,胶料进入储料区。导开停止时,导开电动机停止转动,胶料工字轮在刹车作用下停止转动。

帘布导开装置示意图1。

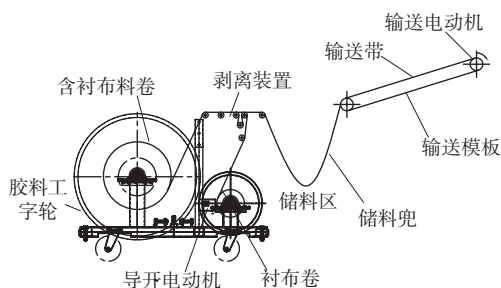


图1 帘布导开装置示意

作者简介:段全心(1979—),男,河南南阳人,软控股份有限公司高级工程师,硕士,主要从事半钢子午线轮胎成型机结构设计与研究工作。

E-mail:dqx007@163.com

1 激光测距在胶料导开系统中的应用

激光测距技术目前比较成熟,与其他光学测距技术相比,激光测距方法具有系统简单、操作方便、精度高、抗干扰能力强、昼夜均能使用等优点,同时具有较好的方向性,在测量模板时很少受到干扰。

胶料导开系统中使用的激光测距主要用于测量储料兜的高度和衬布卷的半径,激光测距系统组成单元为发射单元、接收单元、光学准直与聚焦单元和距离计算单元^[3],如图2所示。导开系统工作时,激光由发射单元发射,以光速达到目标后反射回来由接收单元接收,通过距离计算得到目标距离。

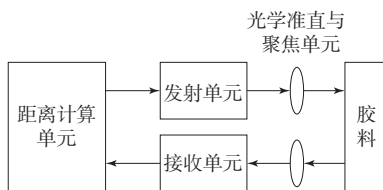


图2 导开系统所用激光测距原理

2 储料兜高度的逻辑控制

为了实现自动控制,即导开装置根据输送模板上输送带的运行情况自动切换运行状态,在导开装置与输送模板之间设一个储料区域,使用激光测距测量储料兜高度。

储料兜高度(H)示意图3。

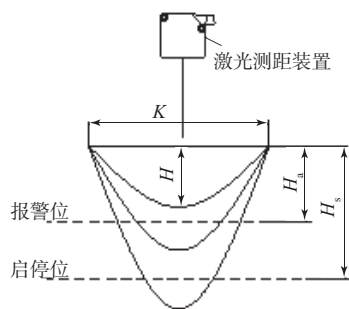


图3 储料兜高度示意

图3中 K 为导开装置的剥离装置到输送模板的距离, H_a 为报警位高度, H_s 为启停位高度,则导开电动机的转动速度与输送模板电动机转动速度匹配关系如下:

(1) 当输送带开始向前输送,此时导开电动机处于停止状态,储料兜的最低位置慢慢升高,当升高到启停位上方时,激光测距测到 $H < H_s$,通过控制器给导开电动机发送启动指令,导开电动机启动;

(2) 胶料输送过程中,若导开速度与输送速度相匹配, H 稳定,此时 $H_a < H < H_s$,导开电动机保持运行状态,胶料不停地向前输送;

(3) 当输送停止,此时导开电动机处于运行状态, H 变大,激光测距检测到 $H > H_s$,通过控制器向导开电动机发出停止指令,导开电动机停止工作;

(4) 当导开电动机运行速度过低,即导开速度与输送速度不匹配,此时 H 变小,激光测距检测到 $H < H_a$,说明此时导开故障,为防止胶料拉伸,通过控制器向导开电动机和输送电动机发送停止指令,并输出报警信息。

导开电动机控制原理如图4所示。该控制系统能够有效保证导开速度与输送速度匹配,从而

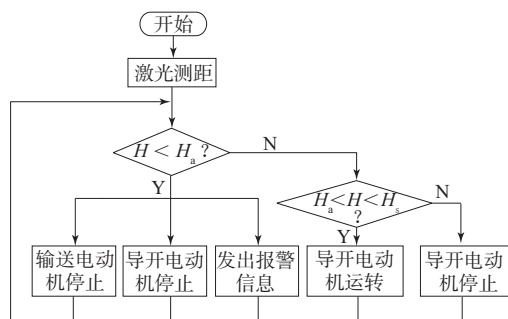


图4 导开电动机控制原理

控制胶料不被拉伸,并能在设备运行故障时智能报警。

3 导开速度控制

为了使导开速度与输送速度相匹配, H 应稳定,高度范围为 $H_a < H < H_s$,导开电动机保持运行状态,胶料不停地向前输送,此时料卷半径不断减小,衬布卷半径不断增大,因此电动机转速实时变化。为了控制电动机的转速,在导开装置上安装激光测距(见图5),实时检测衬布卷半径(R)。

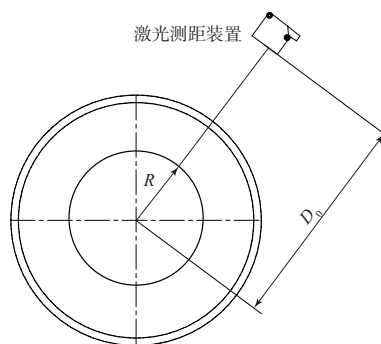


图5 衬布卷半径实时监测

激光测距装置到衬布卷中心距离为 D_0 ,则 R 满足

$$R = D_0 - D_s \quad (1)$$

式中, D_s 为激光测距装置与衬布卷外表面的距离。

为了保证导开速度与模板输送速度匹配,衬布卷瞬时线速度(v)应与模板输送速度(v_m)一致,即有

$$v = \frac{\pi R n i}{30} = v_m \quad (2)$$

式中, n 为导开电动机的转速, i 为导开电动机的减速比。

由式(1)和(2)得到:

$$n = \frac{30 v_m}{\pi (D_0 - D_s) i} \quad (3)$$

4 H 最优值的确定

由于胶料储料兜产生的重力会使得胶料拉伸, H 增大或减小都会使胶料受到较大的拉伸,因此 H 存在一个最优值。

储料兜的形状为悬链线,以储料兜最低点为原点,以水平方向为 x 轴建立直角坐标系(见图6)。图中 $f(x)$ 为储料兜悬链线方程^[4-5]。

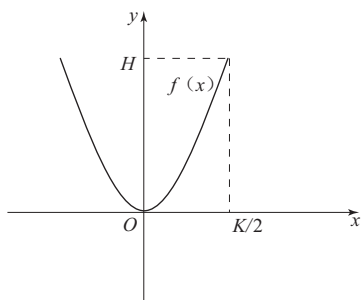


图6 储料兜数学模型

H 最优值计算公式如下:

$$f(x) = a \left(ch \frac{x}{a} \right) + C \quad (4)$$

式中, $a > 0$, a 和 C 待定, chx 为双曲余弦函数。

由于悬链线通过点 $(0, 0)$ 和 $(K/2, H)$, 因此由

$$\begin{cases} f(0) = 0 \\ f(K/2) = H \end{cases} \quad \text{有} \quad \begin{cases} a + C = 0 \\ a \left(ch \frac{K}{2a} \right) + C = H \end{cases} \quad (5)$$

设胶料宽度和厚度一定, 胶料单位长度的质量为 m , 储料兜长度为 L , 则储料兜重力 (G) 为

$$G = mgL \quad (6)$$

$$L = 2 \int_0^{K/2} \sqrt{1 + f'^2(x)} dx \quad (7)$$

储料兜受力分析如图7所示。

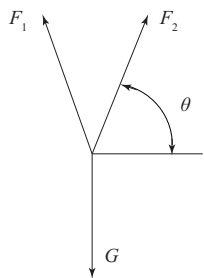


图7 储料兜受力分析

$$F_1 \sin \theta + F_2 \sin \theta - G = 0 \quad (8)$$

式中, F_1 和 F_2 为储料兜所受的两个拉力, θ 为过储料兜最低点与悬链线相切的直线与 x 轴的夹角。

θ 值由下式计算:

$$\tan \theta = f' \left(\frac{K}{2} \right) \quad (9)$$

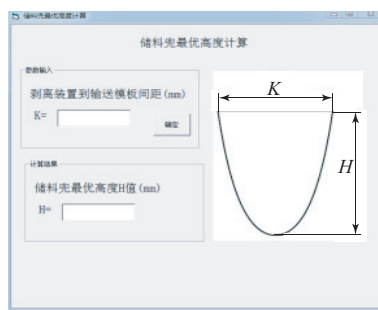
胶料受到的拉力 (F) 如下:

$$F = F_1 = F_2 \quad (10)$$

由式 (4) — (10) 可计算 F 取最小值 $F_{\min}$ 时对应的 H 值, 即 H 的最优值。

由于悬链线函数是超越函数, 采用计算机编程能够计算出 H 的最优值, 在胶料导开调试过程中使用。

使用 VB 语言编写的 H 最优值计算程序截图见图8^[6]。调试人员使用本程序可快速获取 H 的最优值, 根据 H 值定出 H_a 和 H_s , 从而缩短调试时间, 提高调试效率。

图8 H 最优值计算程序

5 结论

通过建立数学模型并编写计算程序来计算轮胎成型机导开储料兜的最优高度, 调试人员可以快速获取储料兜的最优高度, 从而根据最优高度定出报警位高度和启停位高度, 缩短调试时间, 提高调试效率。

使用激光测距装置实时监测储料兜的高度和衬布卷半径, 实时控制导开电动机的运转, 确保导开速度与输送速度匹配, 可以有效减小胶料的拉伸, 提高轮胎的均匀性和动平衡性, 从而提高轮胎的质量。

参考文献:

- [1] 翁国文. 轮胎加工技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2005.
- [2] 邓德. 针对轮胎成型机半部件导开位置绞料、堆料的研究[J]. 中国新技术新产品, 2013(8): 173.
- [3] 赵大龙, 秦来贵. 脉冲激光测距接收技术的研究[J]. 光电技术应用, 2005, 20(3): 19-40.
- [4] 罗桂生. 索道的悬链线算法研究[J]. 福建林学院学报, 1998(3): 219-223.
- [5] 同济大学应用数学系. 高等数学[M]. 北京: 高等教育出版社, 2001.
- [6] 张数兵, 戴红, 陈哲. Visual Basic 6.0 中文从入门到提高[M]. 北京: 清华大学出版社, 1999.

收稿日期: 2019-07-05