

子午线轮胎成型机胎侧自动纠偏装置设计

段全心,解瑞玲

(软控股份有限公司,山东 青岛 266042)

摘要:设计了一种子午线轮胎成型机上使用的新型胎侧自动纠偏装置。该装置主要由直线步进电动机、线光源传感器和纠偏辊组成,采用可编程逻辑控制器(PLC)的比例、积分、微分(PID)控制,减小胎侧在上料过程中的跑偏量,确保胎侧在复合前的位置精度,提高轮胎的均匀性和动平衡性。

关键词:子午线轮胎;成型机;自动纠偏装置;胎侧;PID控制

中图分类号:TQ330.4⁺93

文献标志码:A

文章编号:2095-5448(2019)00-0000-03

DOI:10.12137/j.issn.2095-5448.2019.00.0000

轮胎胎侧处于胎肩与胎圈之间,横截面(见图1)形状不均匀,具有良好的弹性和耐屈挠性能,主要作用是保护胎体。在轮胎成型过程中,胎侧贴合定位准确性是影响轮胎质量的关键因素之一^[1-3]。胎侧在上料过程中纠偏分为机械纠偏和自动纠偏两种^[4-5]。本工作介绍一种新型胎侧自动纠偏装置。



图1 胎侧横截面示意

1 胎侧机械纠偏

机械纠偏装置(见图2)主要包括两个定中挡板和调整机构,上料前根据轮胎规格和胎侧宽度调整挡板位置和间距。胎侧位于两个定中挡板之间,采用机械硬限位进行纠偏。由于胎侧为两条,左右对称,这里仅说明一侧。机械纠偏装置结构简单,容易操作,生产周期短,制造成本低。由于内部没

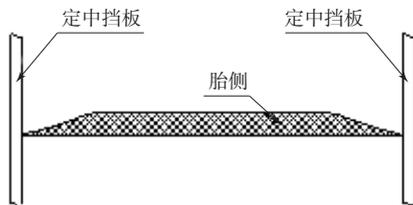


图2 机械纠偏装置示意

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。

E-mail:dqx007@163.com

有钢丝,胎侧比较柔软,且横截面形状为中间厚、边缘薄(见图1),在输送过程中边缘容易翘曲,造成胎侧跑偏(见图3),从而影响轮胎成型。

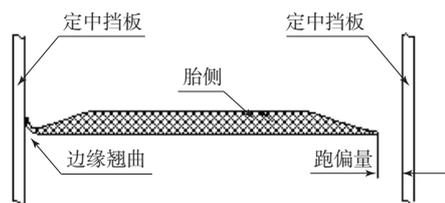


图3 胎侧跑偏示意

2 胎侧自动纠偏

2.1 自动纠偏装置

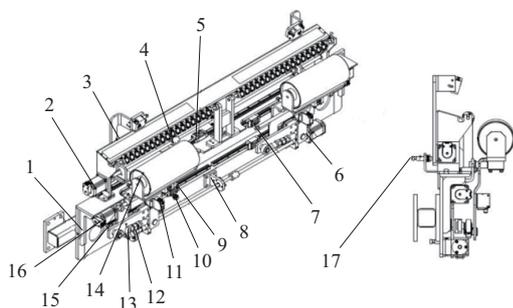
为解决机械纠偏装置存在的问题,根据胎侧的结构特点设计一种自动纠偏装置(见图4),主要包括架体、直线步进电动机、线光源传感器组件、纠偏辊组件、纠偏移动架、移动座、导轨、调整组件、接近开关、光电开关和双向轴承组件。上料时,胎侧位于纠偏辊上(见图5),胎侧两边无约束,不存在翘边现象。

2.2 自动纠偏原理

线光源传感器通过对胎侧的边缘识别、扫描和反光镜反馈判断胎侧是否跑偏,若跑偏,向直线步进电动机发送指令,直线步进电动机根据指令运转带动纠偏辊摆动,从而对胎侧进行自动纠偏。

2.3 自动纠偏实现方式

由于胎侧自动纠偏装置为左右两侧对称分布,因此只说明左侧实现纠偏的方式,右侧与左侧



1—架体;2—直线步进电动机a(含左右旋丝杠螺母);3—线光源传感器组件(含反光纸);4—双向轴承组件;5—导轨a;6—直线步进电动机c(含左右旋丝杠螺母);7—导轨b;8—轴承组件;9—导轨c;10—接近开关a;11—光电开关;12—调整组件;13—移动座;14—纠偏辊组件;15—纠偏移动架;16—直线步进电动机b(含丝杠螺母);17—接近开关b。

图4 自动纠偏装置示意

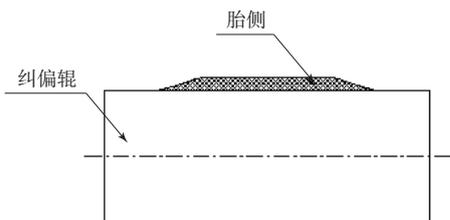


图5 自动纠偏中胎侧位置示意

实现方式相同。上料前,根据轮胎规格和胎侧宽度,外置的可编程逻辑控制器(PLC)控制直线步进电动机a通过丝杠螺母机构带动线光源传感器组件移动到胎侧外边缘位置,直线步进电动机b和直线步进电动机c通过丝杠螺母机构同时将纠偏辊组件移动到合适位置,确保胎侧位于纠偏辊中心。

线光源传感器通过紧密排列的光束检测胎侧边缘灰度差别,并将此差别信号传送到PLC,PLC对此信号进行计算并判断胎侧是否跑偏及跑偏方向,若向左跑偏则向直线步进电动机b发送指令,直线步进电动机b根据指令运转带动纠偏移动架向右移动,纠偏辊组件带动胎侧向右移动到合适位置。若胎侧向右跑偏,则动作与上述相反。

2.4 自动纠偏的PID控制

胎侧自动纠偏实施方式主要靠PLC控制完成。PLC的可靠性高,通用性强,抗干扰能力强,编程直观简单,并且PLC接口功能完善,能方便地与

计算机及外部控制设备连接。胎侧自动纠偏控制使用PID算法,PID是比例(P)、积分(I)和微分(D)3个控制作用的组合,控制规律如下。

$$u(t) = K_p \left[e(t) + \frac{1}{T_i} \int_0^t e(t) dt + \frac{T_D}{dt} \frac{de(t)}{dt} \right] \quad (1)$$

式中, $u(t)$ 为控制器的输出值; $e(t)$ 为输入偏差值,为给定值和被控对象输出值的偏差; K_p 为控制器的比例系数; T_i 为控制器的积分系数; T_D 为控制器的微分系数。PLC控制为采样控制,只能根据采样时刻的偏差计算控制量,因此式(1)需进行离散化,如式(2)所示。

$$u(k) = K_p e(k) + K_i \sum_{j=0}^k e(j) +$$

$$K_D [e(k) - e(k-1)] + u(s) \quad (2)$$

式中, $u(k)$ 为第 k 次采样时刻的输出值; $e(k)$ 为第 k 次采样时刻输入的偏差值; $e(k-1)$ 为第 $(k-1)$ 次采样时刻输入的偏差值; K_i 为积分系数, $K_i = K_p T / T_i$; K_D 为微分系数, $K_D = K_p K_D / T$, T 为采样周期; $u(s)$ 为开始进行PID控制时的原始值。

2.5 自动纠偏效果

通过实践验证,胎侧在与内衬层复合前,位置精度完全满足轮胎制造工艺标准,彻底解决了胎侧在成型上料过程中出现的翘边、跑偏等问题。

3 结论

根据胎侧结构特点设计了一种胎侧自动纠偏装置,采用PLC的PID算法,彻底解决了胎侧上料过程中出现的翘边和跑偏等问题,确保胎侧在复合前的位置精度,提高了轮胎的均匀性和动平衡性,从而提高了轮胎质量。

参考文献:

- [1] 俞洪. 子午线轮胎结构设计与制造技术[M]. 北京:化学工业出版社,2006:314-338.
- [2] 翁国文. 轮胎加工技术[M]. 北京:化学工业出版社,2005:10-55.
- [3] 谭剑,杭柏林. 轮胎成型机机械和半成品部件定位精度对轮胎均匀性的影响[J]. 橡胶工业,2018,65(9):1061-1065.
- [4] 张强,吴红星,谢宗武. 基于单片机的电动机控制技术[M]. 北京:中国电力出版社,2008:1-16.
- [5] 杨世凤,刘帆,樊祺. 轮胎成型机实时监控系统的研究[J]. 橡胶工业,2014,61(1):40-44.

收稿日期:2018-11-26

Design of Automatic Centering Device for Sidewall of Radial Tire Building Machine

DUAN Quanxin, XIE Ruiling

(MESNAC Co., Ltd., Qingdao 266042, China)

Abstract: A new type of automatic centering device for sidewall of radial tire building machine was designed. It mainly consisted of linear actuator stepper motor, line light sensor and centering roller. Through Proportional-Integral-Derivative (PID) control of Programmable Logic Controller (PLC), the device could reduce the deviation of the sidewall in the feeding process, ensure the position accuracy of sidewall for pre-assembly, and improve the uniformity and dynamic balance of the tire.

Key words: radial tire; building machine; automatic centering device; sidewall; PID control