

胎肩压辊机构建模与机械动力学特征研究

邓 杰

(北京贝特里戴瑞科技发展有限公司, 北京 100024)

摘要:为准确分析胎肩滚压轨迹,建立了胎肩压辊机构的运动模型,推导出精确描述滚压轨迹的参数方程,为胎肩压辊机构的设计和运动控制提供了理论依据。利用有限元刚柔耦合计算技术,准确计算出由于构件的微小变形引起的滚压轨迹误差,为补偿轨迹误差提供了数据。

关键词:胎肩压辊;滚压轨迹;五杆机构;刚柔耦合技术

中图分类号:TQ330.4⁺6 **文献标志码:**B **文章编号:**1006-8171(2016)06-0354-03

在现有橡胶轮胎的制备工艺中,胎坯在成型鼓上完成反包成型前需采用胎肩压辊机构针对胎面、胎肩等部位进行压合操作,以实现多层带束层与胎面、胎体筒部件的贴合,排除其中的多余空气。胎坯滚压质量将直接影响到后续硫化工艺的优劣与轮胎使用性能^[1]。

在轮胎滚压过程中,如果胎肩压辊因滚压轨迹或滚压压力等条件设置匹配不合理,很容易产生胎肩气泡,不但影响轮胎的外观和X光检测合格率,同时影响轮胎的高速和耐久性能,导致轮胎在实际使用过程中易发生胎肩脱空现象^[2-3]。因此,胎肩压辊的滚压轨迹对胎肩压合质量至关重要。

本工作主要分析胎肩压辊机构的参数化模型,根据轮胎胎面及胎肩的包络曲线,在几何约束条件下求解胎肩压辊的精确滚压轨迹。利用有限元柔固耦合技术得出胎肩滚压轨迹的微误差。

1 胎肩压辊机构的结构及工作原理

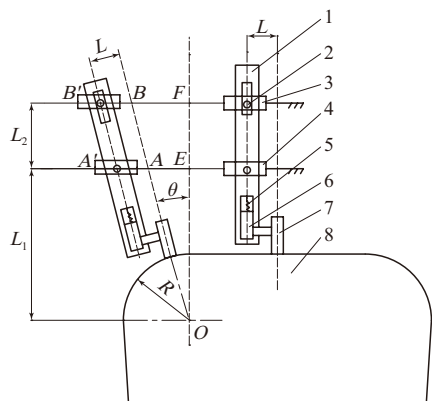
胎肩压辊机构前后进给装置由交流伺服电动机控制滚珠丝杠带动滑架沿底座上的导轨前后移动;左右开合装置由两台伺服电动机分别驱动两根平行的左右旋丝杠,通过滑块带动溜板的前后两点实现滚压轮的左右平移和摆转运动;终端胎肩压辊采用气缸推动式浮动压辊实现胎肩滚压^[4-5]。

在轮胎超定型的过程中,胎面传递环将带束层/胎面组件移至成型鼓,对中后将带束层/胎面

组件放到膨胀的胎体筒上。随后中心压辊压合胎面,两侧胎肩压辊由胎冠中心向两侧边分开滚压,并随同胎面胎肩曲线轮廓摆转,直至滚压到0°带束层边缘。

2 胎肩压辊机构数学解析计算

为了深入分析胎肩压辊机构的运动特性,该运动机构结构如图1所示。其中上径向滑块与连杆具有滑动副连接并且与上轴向滑块具有转动副连接,下径向滑块在弹簧(实际为气缸,用弹簧表示)的推动作用可以向胎肩面靠近,从而实现滚压轮始终在一定压力作用下压紧胎面。连杆主要完成滚压轮在滚压胎肩圆弧(R)时滚压轮的摆角(θ)转动运动,使滚压轮的滚压面法线方向在圆弧任意位置都指向圆弧中心(O),滚压轮和下径向滑



1—连杆;2—上径向滑块;3—上轴向滑块;4—下轴向滑块;5—弹簧;6—下径向滑块;7—滚压轮;8—轮胎。

图1 胎肩压辊机构结构示意图

作者简介:邓杰(1984—),女,黑龙江虎林人,北京贝特里戴瑞科技发展有限公司工程师,硕士,主要从事轮胎成型机构设计。

块在分析摆角研究对象时可以看作局部运动,因此压辊机构运动分析可以不考虑这两个构件的运动和自由度。

滚压轮在滚压胎面时,为了保证滚压面的法线方向始终指向胎肩圆角的中心,必须准确计算出滚压轮在胎肩圆弧上任意位置时上轴向滑块与下轴向滑块的位置。如图1所示,选取胎肩圆弧的圆心为坐标原点,点 F 和 E 分别为上轴向滑块和下轴向滑块在滚压圆弧时的初始位置,任意摆角为 θ , $B'F$ 和 $A'E$ 分别是上轴向滑块和下轴向滑块在摆角为 θ 时所在的坐标位置, L 为滚压轮宽度中心线与两转动副 $B'A'$ 连线间的距离。 $B'F$ 和 $A'E$ 与各参数的关系如下。

$$\begin{aligned} L_3 &= L_1 + L_2 \\ BF &= L_3 \tan \theta \\ AE &= L_1 \tan \theta \\ B'F &= \frac{L}{\cos \theta} + L_3 \tan \theta \\ A'E &= \frac{L}{\cos \theta} + L_1 \tan \theta \end{aligned}$$

在求得 $B'F$ 和 $A'E$ 的数学解析式后,把胎肩压辊机构的实际结构尺寸带入式中就可以得到上轴向滑块和下轴向滑块的坐标位置与摆角 θ 的数学关系,例如当 $L=147$, $L_1=380$, $L_2=130$,摆角 θ 取值范围 $0 \sim 45^\circ$ 时,两轴向滑块位置与滚压轮摆角的关系如图2所示。从图2可以看出,除坐标原点位置外,滚压轮在任意 θ 处,都具备 $B'F > A'E$ 的数学关系,当 $\theta < 20^\circ$ 时, $B'F$, $A'E$ 与摆角 θ 具有较高的线性关系,当 $\theta > 20^\circ$ 时, $B'F$, $A'E$ 与摆角 θ 具有显著的非线性关系,随着 θ 的增大非线性度也越来越高。

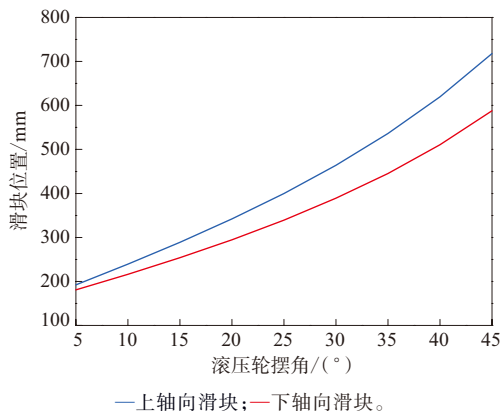


图2 滑块位置与滚压轮摆角的关系曲线

3 机械动力学刚柔耦合仿真计算

在分析机构的运动时,通常把机构中的运动杆件看作不可变形的刚性体,这种计算方式简单高效,能够得到机构中各杆件的运动参数,但是不能够获得杆件由于受力而产生的弹性变形和应力分布状态。实际上所有的机构都不是理想的绝对不变形刚性件,而是具有弹性的柔性件。当机构的刚性不够强而产生弹性变形时再把机构当做完全刚性体处理,进行机械动力学计算,会产生较大的误差。为了提高计算精度,必须把构件的柔性微小变形纳入考虑范围。

利用有限元的刚柔耦合计算技术,不但可以分析滚压胎肩过程中压辊机构的运动,而且可以计算杆件的柔性变形,得到考虑柔性变形在内的准确计算结果。根据压辊机构的结构特性和受力特点,把上轴向滑块、下轴向滑块和机架看作完全不变形的刚性体,把连杆和滚压轮看作可产生弹性变形的柔性体。连杆应力分布如图3所示。

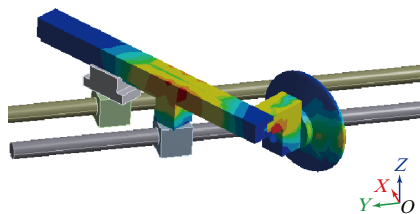


图3 连杆应力分布

从图3可以看出,连杆与下轴向滑块连接部位承受的应力比其他部位承受的应力高。滚压轮与胎肩的接触滚压点由于连杆的柔性变形而产生的位置误差如图4所示。

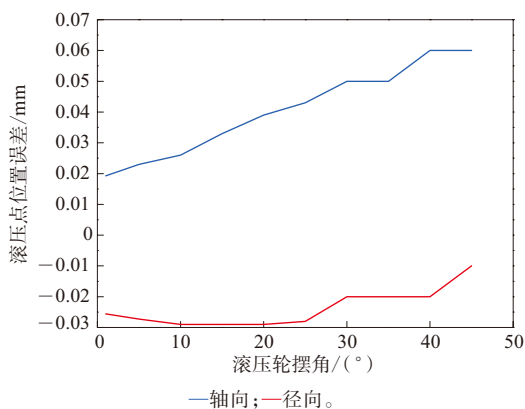


图4 滚压点位置误差

从图4可以看出,滚压点轴向的误差随着滚压轮摆角的增大而增大,当摆角 $30^{\circ} < \theta < 45^{\circ}$ 时,轴向的误差呈现出平滑→上升→平滑的现象;滚压点径向的误差呈现出平滑→减小的现象,整体上看,径向的误差小于轴向的误差。在得出滚压点位置误差数据后,就可以根据误差数据对滚压点进行误差补偿,精确控制滚压点位置轨迹。

4 结语

(1) 根据胎肩压辊机构的结构形式和传动原理,对胎肩压辊机构的运动原理进行分析,为深入分析机构运动奠定了基础。

(2) 为确保滚压轮的滚压面法线方向始终指向胎肩圆弧的圆心,建立了滑块位置数学解析计算模型,推导出了滑块位置参数方程,总结出准确

计算胎肩压辊摆转轨迹的方法。

(3) 利用有限元刚柔耦合技术,深入分析了滚压点由于柔性变形产生的微小误差,为精确控制滚压点的位置提供了误差补偿数据。

参考文献:

- [1] 张春生. 全钢载重子午线轮胎胎肩气泡的原因分析及解决措施[J]. 轮胎工业, 2008, 28(5): 308-309.
- [2] 马浩, 周云祥. 全钢载重汽车子午线轮胎胎肩气泡问题的解决措施[J]. 橡胶科技, 2009, 7(10): 101-103.
- [3] 陈华, 姜盈丰, 柴德龙. 无内胎全钢载重子午线轮胎胎圈气泡的解决措施[J]. 轮胎工业, 2010, 30(8): 502-504.
- [4] 王立华, 王思文, 周天明. 全钢子午线轮胎成型机胎冠组合压辊改造[J]. 轮胎工业, 2007, 27(6): 369-371.
- [5] 李保奎. 全钢子午线轮胎成型机新胎面滚压机构的平移摆转控制[J]. 橡塑技术与装备, 2015, 41(1): 54-57.

收稿日期: 2015-12-20

风神工程机械轮胎挺进欧洲主流市场

中图分类号: TQ336.1; U463.341⁺5 文献标志码: D

2016年4月11—17日, 全球工程机械界最大盛会——2016宝马展暨第31届国际工程机械、工程车辆、建筑机械、矿山机械、零部件博览会在德国慕尼黑举行。风神轮胎股份有限公司自主研发的性能优异、技术先进、质量一流的工程机械轮胎产品亮相于展馆内多个展位, 成为了多家参展的机械设备厂商选用的配套轮胎, 此举标志着风神品牌已经强势挺进欧洲主流市场。

目前, 风神18R22.5-AGP23型号已成为M. I. 和M. O. 等欧洲主流机械设备供应商的配套产品, 同时, 在整个宝马展内外场展馆, 随处可见风神产品配装在各参展厂商的展示产品之上, 更成为了S. H. 与R. H. 共同推出的新型“动力拖车轮系统”POWERED AXLE技术所选用的展示用轮胎, 这标志着风神品牌的技术水平、产品质量与知名度已经在欧洲的主流市场乃至于新技术领域都已占有了一席之地。

风神轮胎海外营销总部副总经理陈磊说: “中国制造以往在欧美主流市场上往往被贴上低端、低价位、低技术含量的标签, 但今天, 我们的产品在技术水平、产品质量、配套服务等方面已经达到

或接近了国际一流的水平, 而从性价比上来看, 我们的产品对相当一部分客户的吸引力甚至超过了传统的一线品牌。”

[摘自《信息早报》(化工专刊), 2016-04-26]

一种轮胎内胎用橡胶复合材料及其制备方法

中图分类号: TQ336.1⁺2 文献标志码: D

由安徽世界村新材料有限公司申请的专利(公开号 CN 105462013A, 公开日期 2016-04-06) “一种轮胎内胎用橡胶复合材料及其制备方法”, 涉及的轮胎内胎用橡胶复合材料配方为: 再生胶 60~80, 聚氨酯树脂 5~10, 松香甘油酯 2~4, 煤矸石粉 10~15, 蒙脱土 20~30, 松香 6~8, 丙烯酸丁酯 2~4, 过硫酸钾 0.15~0.25, 羟乙基纤维素 1~2, 十二烷基硫酸钠 0.15~0.25, 硬脂酸锌 1~2, 石油磺酸钠 1~2, 复合助剂 5~10, 硫黄 1~2。该橡胶复合材料具有良好的力学性能和加工性能, 且耐老化、抗压和抗冲击性能得到改善, 使用寿命长, 安全性能好, 适用于轮胎内胎的生产。

(本刊编辑部 马 晓)