

国产在线式轮胎动平衡试验机简介

李顺锋,程文平,张晓光,刘世江

(山东玲珑橡胶有限公司,山东 招远 265400)

摘要:介绍国产第1代轮胎动平衡试验机 YLH-DJ2001 和 QLYP-1216A 样机的组成及特点,并且对其测量精度进行对比。YLH-DJ2001 样机由胎圈润滑工位、规格识别工位、测量工位、打标工位、分级工位以及测控系统组成;QLYP-1216A 样机由轮胎分隔工位、胎圈润滑工位、等待工位、测量工位、打标工位、分级工位以及测控系统组成。YLH-DJ2001 和 QLYP-1216A 样机的测量精度均较高。

关键词:轮胎;动平衡试验机;测控系统;测量精度

中图分类号:TQ330.4⁺92;U463.341 **文献标识码:**B **文章编号:**1006-8171(2005)09-0515-09

质量分布不均的轮胎在高速旋转时,由于不平衡的离心力作用会引起车体振动,产生径向力变量(RFV)和侧向力变量(LFV),影响汽车的操控性能、安全性能及乘坐舒适性,增大噪声。因此,轮胎生产企业一般采用轮胎试验机对成品轮胎进行测试,将其不平衡量控制在一定范围内,以提高轮胎成品的质量。随着国家标准 GB/T 18505—2001“汽车轮胎动平衡试验方法”的实施,子午线轮胎在出厂前,加强动平衡检测,控制轮胎的不平衡量,越来越受到轮胎生产企业及轮胎用户的重视。本文介绍国产在线式轮胎动平衡试验机的构造与功能。

1 国内动平衡试验机的应用与开发

目前,国内大多数轮胎生产企业对轮胎进行在线式动平衡检测所使用的设备是由日本国际计测株式会社开发的 FPLDB-6142T 系列轿车及轻载轮胎动平衡测量机、FTBDB-6142T 系列全钢载重轮胎动平衡测量机以及于 1998 年推出的 FLSUB-6142T 和 FHSUB-6142T 系列全自动轮胎均匀性及动平衡测试一体机。

该类型试验机是 20 世纪 70 年代左右发展起来的一种在线式弹性支承双面立式轮胎动平衡试验机。该类试验机采取测量轮胎旋转时的不平衡

离心力和力矩的方式获得轮胎的不平衡量及重点或轻点位置角。工艺流程为:对硫化工序流转过来的轮胎进行自动定位,通过激光非接触式传感器自动测量轮胎的内外直径及断面宽,自动识别轮胎的规格型号,自动进行轮辋宽度的调整;为了使轮胎与轮辋紧密接触,试验机自动在轮胎胎圈部位涂抹润滑液,然后将轮胎送入测量工位;上下轮辋夹持锁定后充入工艺要求的气体,轮胎旋转,测量其上下面的不平衡量,内容包括轮胎上下面的不平衡量及角度、静合成不平衡量及角度、偶不平衡量及角度;通过上位机对测试数据进行判级、打标记及分级。所有动作均自动完成,其测量时间因轮胎规格的不同而不一,一般为 25 s 左右。该类试验机因测量精度高、效率高及测试范围广等优点,受到轮胎用户及轮胎生产企业的好评。

轮胎动平衡试验机是技术含量极高的自动化设备,涵盖了计算机软硬件、自动化控制、传感器、机械、电子、模拟/数字信号处理、理论力学和数据库等多门技术。其测控系统的技术核心是:

- 理论模型的建立及相关数学算法的推导;
- 不平衡量标定及主轴偏心补偿算法推导及软件的实现;
- 上下轮辋 0° 偏移校正算法推导及软件的实现;
- 多级轮辋转换算法的推导及软件的实现;
- 传感器信号的采集、数字信号的处理以及数字滤波的处理。

长期以来,此类设备一直依赖进口,价格不菲。国内曾有数家科研单位计划开发该设备,但最终均由于外方对其测控系统的软硬件采取双重加密及封锁,无法研究其内部核心系统而失败。

北京航空制造工程研究所在 1996 年左右成功开发出实验室用轮胎平衡试验机,在其基础上于 2003 年 5 月开发出国内第 1 台在线式轮胎动平衡试验机 YLH-DJ2001 样机;青岛高校软控股份有限公司在 2002 年年初计划开发该设备,到 2003 年 10 月研制出 QLYP-1216A 型在线式轮胎动平衡试验机样机,在 2004 年开发出更新版 QLYP-1216B 样机。

YLH-DJ2001 和 QLYP-1216A 系列样机的出现,打破了发达国家在高尖端轮胎测试设备领域的垄断,为我国橡胶工业的发展做出了巨大贡献。

2 国产在线式轮胎动平衡试验机

近几年来,山东玲珑橡胶有限公司轿车及轻载子午线轮胎生产高速发展,规模逐渐扩大,品种不断更新,公司领导对研发国产化橡胶测试设备大力支持,先后为 YLH-DJ2001 样机和 QLYP-1216A 样机提供试验基地,为更加先进和完善的轮胎测试设备投产打下了坚实基础。

2.1 设备组成

(1) YLH-DJ2001 样机

YLH-DJ2001 样机由胎圈润滑工位、规格识别工位、测量工位、打标工位、分级工位以及测控系统组成(如图 1 所示)。

(2) QLYP-1216A 样机

QLYP-1216A 样机由轮胎分隔工位、胎圈润滑工位、等待工位、测量工位、打标工位、分级工位以及测控系统组成(如图 2 所示)。

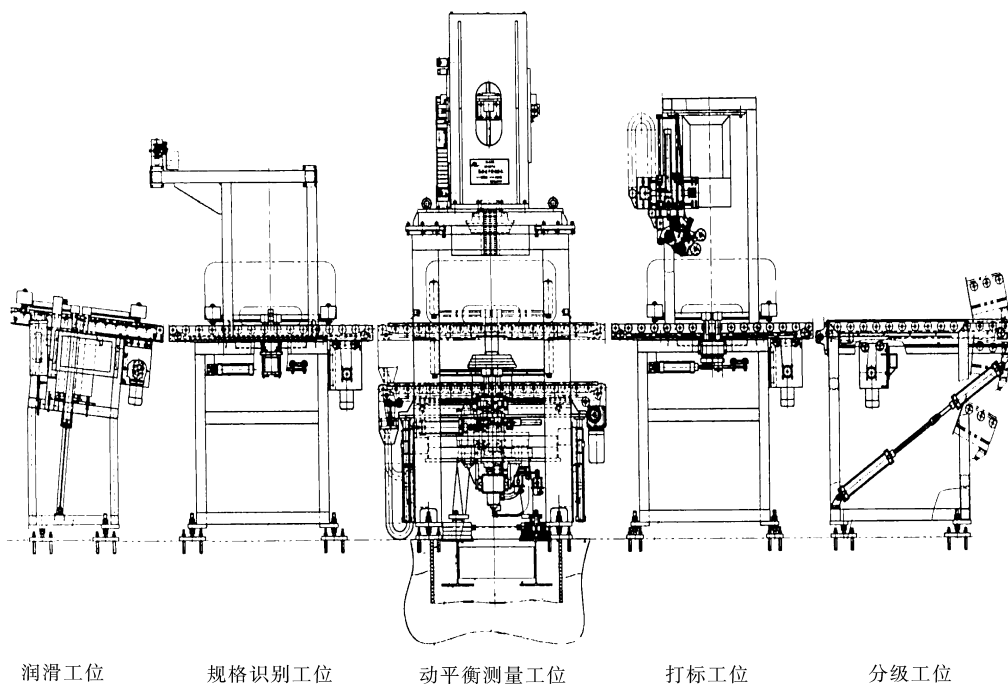


图 1 YLH-DJ2001 样机组成示意

2.2 设备特点

(1) YLH-DJ2001 样机

- 电气控制采用西门子 SIMATIC WINAC 技术,数据采集及分析处理、控制、操作和监控完全集成于一台工业计算机中。

- 主轴系统的驱动采用被动摩擦驱动,驱动力来源于伺服电机通过同步带轮带动的航空轮胎。在测量过程中,主轴系统与驱动装置脱开,消除了传动皮带的张力对主轴振动系统的干扰;采用专门设计的速度衰减补偿算法,提高了测量

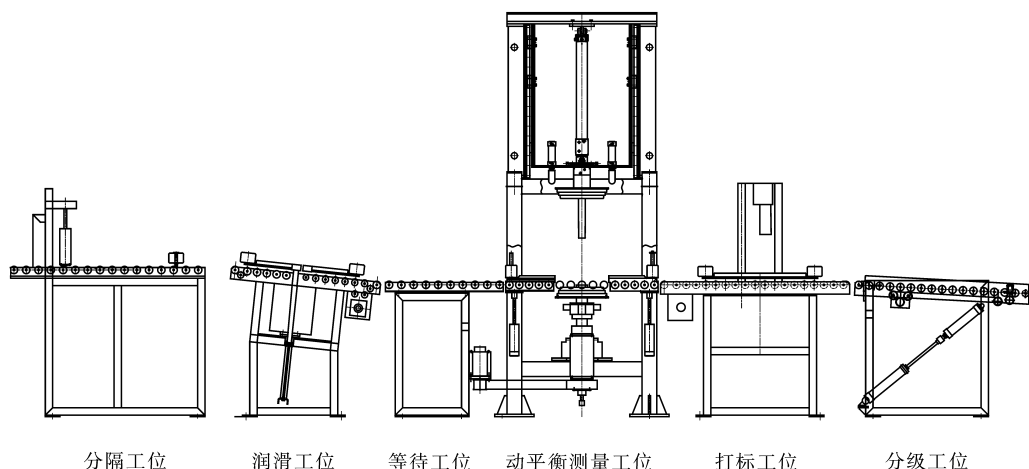


图2 QLYP-1216A 样机组成示意

的精度。

- 通过外接的编码器对主轴转速及转角进行监控。
- 采用了不带轮胎一次不平衡量及偏心校正方法,选用两个 80 g 校正砝码,所有校正工作均自动完成。
- 上位机测量软件及人机界面运行平台是 Windows NT 4.0,界面友好,功能强大。
- 采用 DAO 数据库编程技术处理各种参数及测量数据,可输出各种统计报表,以条状图或饼状图的直观形式显示数据,并可按照 EXCEL 电子表格形式输出测量数据,方便用户追溯。

(2)QLYP-1216A 样机

- DPH-1 V1.0 测控系统通过安装在轮胎旋转轴上的一对电压输出力传感器测试轮胎在匀速旋转时上下不平衡的离心力,再经软件转换成上下不平衡量显示以及完成轮胎的判级。
- 采用伺服电机通过多楔带直接驱动主轴系统旋转,传动平稳。在测量过程中,通过低通滤波器消除正交力(皮带的张力)对主轴振动系统的干扰,保证测量的准确性和精度。
- 通过与主轴尾部直接相联的编码器对主轴转速、转角以及轮胎不平衡量进行监控,提高了打标角度定位的准确性。
- 采用带轮胎不平衡量及偏心校正方法,选用一个 50 g 校正砝码,所有校正工作均自动完成。

• 在校正模块中,增加了零校正模块,通过 0~100 g 质量不等的砝码,方便有效地检验测量传感器的线性及精度。

• DPH-1 V1.0 测控系统具有对主轴系统的偏心以及系统的不平衡量自我补偿的能力,提高了数据的真实性和测量的精度。

• 在自动测量状态,当轮胎判级为不合格时,测控系统自动启动“复测模块”进入复测状态,其结果作为最终判级的依据,提高了生产效率及合格率。

• 具有轮胎条形码接口以及功能强大的数据库处理各种测量数据,可显示、打印各种统计报表,能以条状图或饼状图的直观形式进行轮胎质量的统计,并可按照 EXCEL 电子表格形式输出测量数据,以便厂家明确产品的质量,及时采取有效的工艺控制措施。

2.3 测控系统

测控系统为动平衡试验机的核心,YLH-DJ2001 和 QLYP-1216A 样机的测控系统硬件都由电子测量系统、数据采集分析系统和自动控制系统三大部分构成;软件由上位机测量软件和 PLC 控制软件构成,上位机测量软件由人机界面程序模块、数字信号处理模块和数据库组成,PLC 控制软件包括设备顺序控制模块、伺服定位模块以及主轴转速和角度监控模块。YLH-DJ2001 和 QLYP-1216A 样机的测量系统都选用 PCB 公司 208C03 型电压输出力传感器和 442A101 型电荷

放大器。208C03 型电压输出力传感器相关参数如下：

(1)动态特性

测量范围 0~2.224 kN
最大受力

受压 22.24 kN
受拉 3.336 kN

分辨率 $\leq 4.44\text{ N}$

灵敏度 $(22.48 \pm 2.25)\text{ mV} \cdot \text{kN}^{-1}$

激发时间 $\leq 10\text{ }\mu\text{s}$

放电时间常数 2 000 s

低频响应 $\geq 0.000\text{ 3 Hz}$

非线性度 $\leq 1\% \text{ F.S}$

(2)环境温度

温度范围 $-54 \sim +121\text{ }^{\circ}\text{C}$

温度系数 $\leq 0.054\text{ \%} \cdot ^{\circ}\text{C}^{-1}$

(3)电气参数

满量程输出 $\pm 5\text{ V}$

输出阻抗 $\leq 100\text{ }\Omega$
输出偏移 8~14 V
激励

电压 24~27 V DC

电流 2~20 mA

极性 受压 正

(4)机械参数

尺寸 15.88 mm×15.88 mm

质量 26 g

壳体 不锈钢

封装形式 密封

2.4 人机界面

人机界面程序及数据库模块主要进行轮胎规格及分级参数的输入、存储、删除及打印等操作，实现对测量数据的显示、存储、统计、打印、报表的输出以及数据的导出等功能，YLH-DJ2001 和 QLYP-1216A 样机的人机界面程序模块中部分界面如图 3~9 所示。



图 3 YLH-DJ2001 样机主界面



图 4 QLYP-1216A 样机主界面

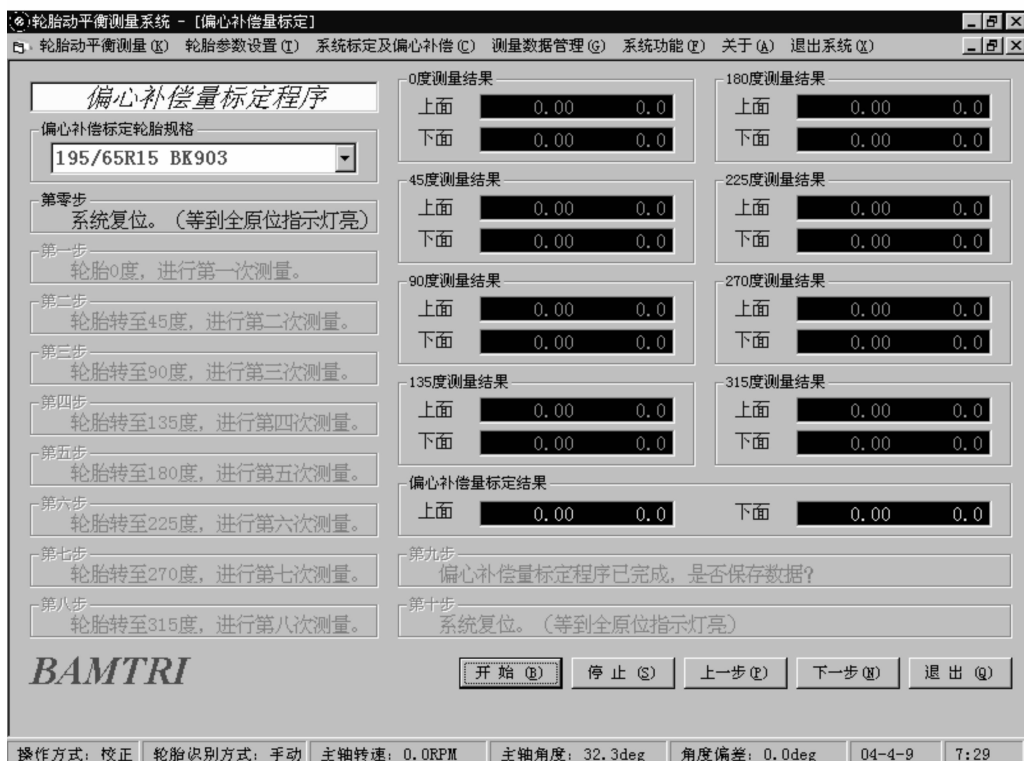


图 5 YLH-DJ2001 样机校正界面



图 6 QLYP-1216A 样机零校正界面

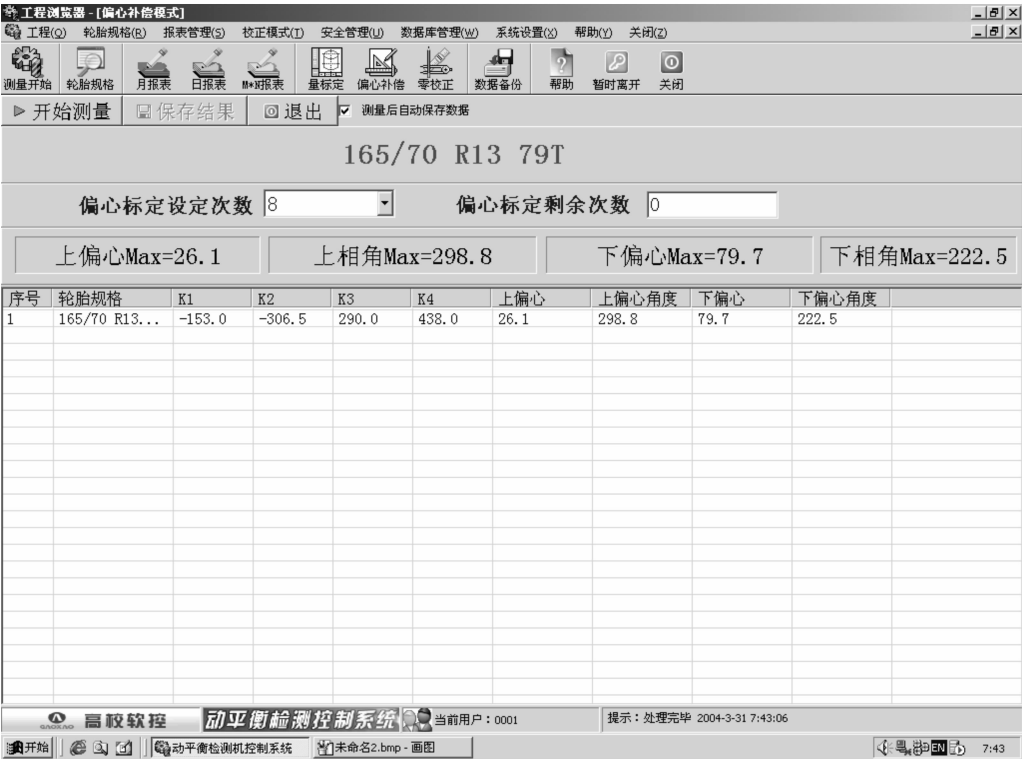


图 7 QLYP-1216A 样机校正界面



图 8 YLH-DJ2001 样机测量数据管理界面

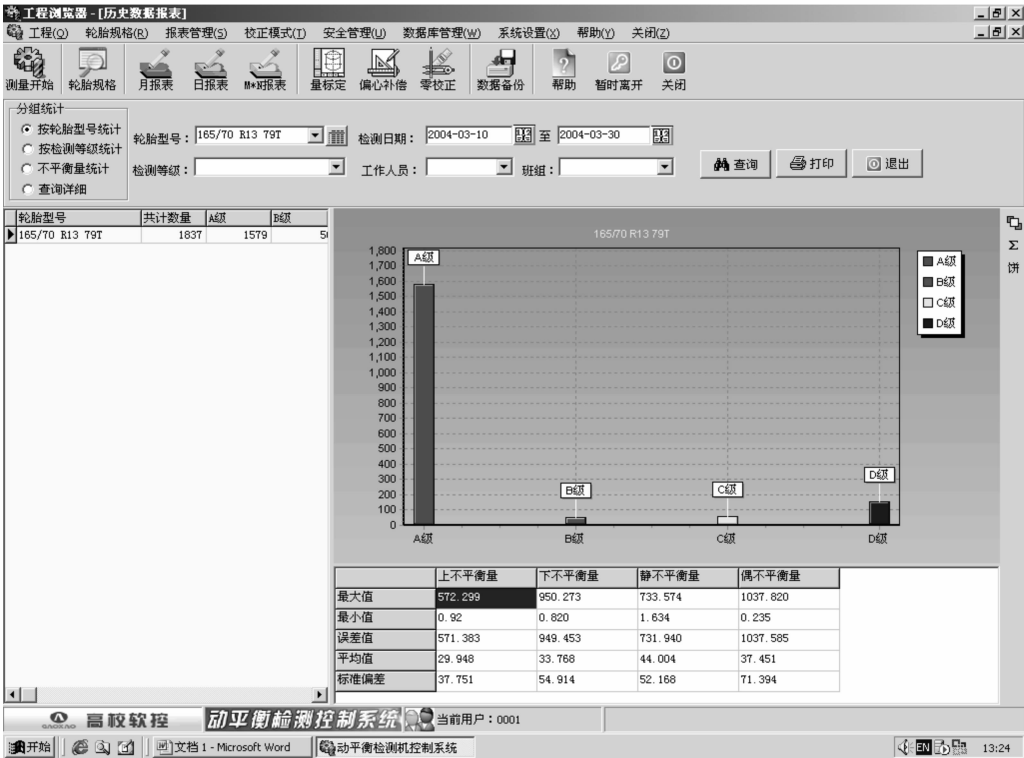


图 9 QLYP-1216A 样机测量数据管理界面

2.5 精度测试

采用 185/60R14 82H 轮胎,按 GB/T 18505—2001 进行轮胎动平衡试验。轮胎工艺参数如下。

轮辋直径	355.6 mm
轮辋宽度	139.7 mm
断面宽度	189 mm
轮胎充气外直径	578 mm
试验气压	0.2 MPa
胎圈密封高压	0.4 MPa

测试前先用 185/60R14 82H 轮胎分别对 YLH-DJ2001 和 QLYP-1216A 样机进行量校正和

偏心校正,然后进行手动模式 1×10 测试,即选用同一条轮胎在手动状态不排气连续测量 10 次,检验其测量系统的稳定性及精度。YLH-DJ2001 和 QLYP-1216A 样机测试的数据及精度如表 1 和 2 所示。

从表 1 和 2 可以看出,两台试验机的测量精度均较高,QLYP-1216A 样机的精度略高于 YLH-DJ2001 样机。

3 结语

国产全自动充气式轮胎动平衡试验机的研发工作已经迈出了坚实的一步,取得了可喜的成绩。

表 1 YLH-DJ2001 样机测试的数据

g

序 号	上面不平衡量	下面不平衡量	静合成不平衡量	偶不平衡量
1	13.84(308.6)	16.50(75.1)	13.86(18.3)	13.56(280.2)
2	15.51(305.9)	18.70(71.9)	15.79(19.3)	15.25(276.3)
3	15.65(311.2)	17.23(78.2)	14.47(19.9)	14.78(282.9)
4	14.00(304.6)	17.57(67.2)	15.48(17.6)	13.87(272.3)
5	17.07(307.0)	19.49(83.5)	13.73(25.7)	16.98(283.7)
6	18.87(309.0)	18.29(79.8)	15.48(13.4)	16.90(284.8)
7	15.89(308.0)	18.08(72.5)	15.94(17.3)	15.04(278.3)
8	14.57(306.8)	17.25(70.5)	15.20(17.6)	14.04(276.1)
9	15.00(308.3)	17.09(72.5)	15.14(17.4)	14.19(278.4)
10	15.60(306.8)	20.66(78.3)	15.59(28.8)	16.65(281.6)
平均值	15.60(307.5)	13.84(74.9)	15.06(19.5)	15.12(279.7)
最大值	18.87(311.2)	20.66(83.5)	13.73(28.8)	16.65(283.7)
最小值	13.84(304.6)	16.50(67.2)	15.94(13.4)	13.56(272.3)
差值 ¹⁾	5.03(6.6)	4.16(6.3)	2.21(15.4)	3.09(11.4)

注:1)差值=最大值-最小值;括号内为角度数据,单位为(°)。

表 2 QLYP-1216A 样机测试的数据

g

序 号	上面不平衡量	下面不平衡量	静合成不平衡量	偶不平衡量
1	20.6(349.0)	22.7(105.4)	22.9(52)	18.4(315)
2	20.9(348.5)	21.5(106.1)	22.0(49)	18.1(317)
3	20.9(349.0)	22.2(104.9)	22.9(50)	18.3(316)
4	20.2(350.4)	21.9(105.5)	22.6(52)	17.8(316)
5	21.0(352.7)	21.7(108.1)	22.8(52)	18.0(320)
6	20.2(351.7)	21.6(107.2)	22.3(52)	17.8(318)
7	19.9(352.4)	21.8(107.0)	22.6(54)	17.6(318)
8	19.3(348.8)	22.5(108.7)	21.1(56)	18.1(316)
9	19.4(349.5)	21.8(107.8)	22.4(54)	17.0(318)
10	20.1(353.2)	21.3(106.5)	22.8(52)	17.3(319)
平均值	20.3(350.5)	21.9(106.7)	22.4(52.3)	17.8(317)
最大值	21.1(353.2)	22.9(108.7)	22.9(56)	18.4(320)
最小值	19.3(348.5)	11.3(104.9)	21.1(49)	17.0(315)
差值 ¹⁾	1.8(4.7)	1.6(3.8)	1.8(7)	1.4(5)

注:同表 1。

据悉,北京航空制造工程研究所和青岛高校软控股份有限公司都计划在今后的几年内,研发国产第 1 代轮胎均匀性试验机。但是,要想在发达国

家垄断的高技术含量测试设备行业中占领一席之地,还需要广大科技人员长期艰苦地探索。

第 13 届全国轮胎技术研讨会论文

成型机后压辊滚压轨迹设计

中图分类号:TQ330.4⁺6 文献标识码:B

成型机成型过程中出现的褶子极大地影响成型质量和成型效率。这些褶子大多是由后压辊滚压产生的,因此后压辊设计的关键就是确保工作时滚压轨迹合适。理想的滚压轨迹可以减小滚压对胎体骨架材料分布的不良影响。

后压辊工作时,有图 1 所示的几个动作。

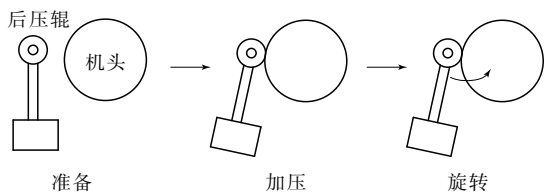


图 1 后压辊动作示意

对于准备和加压动作,后压辊能很容易完成,且压辊滚合点位置和滚压角度对轮胎成型质量影响不大。而后压辊沿机头向内旋转时的滚压轨迹非常关键。

如图 2 所示,当后压辊加压接触机头时,压辊随机头同向旋转。压辊接触点被机头带动,沿机头切线方向产生速度 v_1 。当后压辊向内旋转压合时,压辊与机头接触点产生两个速度 v_1 和 v_2 。速度 v_1 沿机头切线方向,速度 v_2 沿机头鼓肩向内。 v_2 的旋转平面位置直接影响滚压效果,理想位置的旋转平面应经过机头中心线,如图 3 所示,此时滚压后的胎体帘布均匀平整地向内翻折。

若压辊旋转平面位置过高, v_2 可分解为两个速度 v_3 和 v_4 , v_4 指向机头中心线,将胎体帘布向

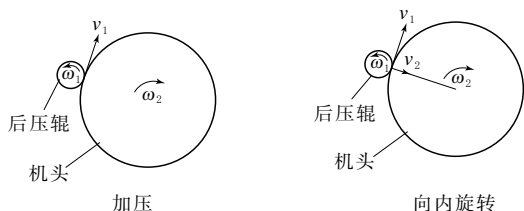


图 2 后压辊压合时的速度分析

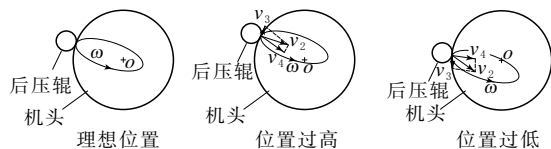


图 3 后压辊旋转滚压时的速度分析

机头内翻折, v_3 指向上方,将胎体帘布向上翻折,形成向上的褶子,此种状况下后压辊滚压后会形成斜向上的褶子。若压辊旋转平面位置过低, v_2 可分解为 v_3 和 v_4 , v_4 指向机头中心线,将胎体帘布向机头内翻折, v_3 指向下方,将胎体帘布向下翻折,形成向下的褶子,后压辊滚压后会形成斜向下的褶子,这些情况均会影响轮胎成型质量。

若把压辊旋转平面看作圆锥底面,压辊辊臂看作是圆锥斜边,只需找到圆锥顶点,计算出当圆锥底面经过机头中心线时圆锥斜边(也就是压辊辊臂)的长度和倾斜角度,就可以很容易地设计出理想状态下后压辊的运动轨迹。通常,圆锥的顶点就是旋转蜗轮箱的中心,如图 4 所示。

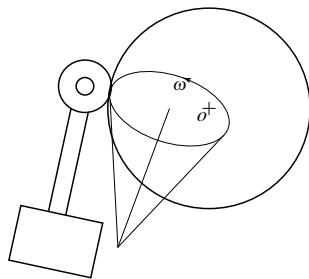


图 4 后压辊理想位置示意

将辊臂长度和倾斜角度作为两个变量,若需要辊臂长度是定值,可以很容易地求出倾斜角度。同理,若需要辊臂倾斜角度是定值,也可以很容易地求出辊臂长度。

通过以上分析可以看出,设计后压辊的运动轨迹并不困难,只需选好压辊辊臂的长度和倾斜角度,找到压辊辊臂旋转的圆锥顶点,就可以设计出滚压的理想位置。

(北京橡胶工业研究设计院 王乐滨供稿)