

一种具有自检功能的卸胎机械手

叶奕风

(天津赛象科技股份有限公司, 天津 300384)

摘要: 目前轮胎成型机的卸胎器工作时, 一般需要使用机械手对胎胚进行托举, 由于成型阶段的胎胚未进行硫化等后续操作, 故将会产生形变, 并影响轮胎的最终形状。本文介绍一种具有自检功能的卸胎机械手, 其利用卸胎运输时间进行自旋转保证胎胚形状, 并通过位移传感器分实时检测胎胚内部形状变化, 以达到量化分析。

关键词: 机械手; 胎胚; 形变量; 检测

中图分类号: TQ330.493

文献标识码: B

文章编号: 1009-797X(2025)03-0019-04

DOI: 10.13520/j.cnki.rpte.2025.03.005

随着市场对汽车质量要求的日益增高, 轮胎质量这个一直作为汽车质量显著标准之一的课题进一步被用户、车厂和轮胎厂重视。而轮胎形状作为轮胎质量的重要标准之一, 一直是各方关注的焦点。本文以轮胎成型机上的卸胎器为研究对象, 通过相关背景技术的研究、相关方案的说明和通俗易懂的数据计算, 介绍一种具有自检功能的卸胎机械手, 将成型过程中胎胚产生的形变以量化方式进行呈现和分析, 并对此加以优化, 以达到提升轮胎整体质量的目标。

1 背景技术介绍

目前的成型机卸胎器进行卸胎时, 需通过机械手, 将在成型部件(例如传递环、卸胎环)上已经完成辊压的胎胚取出, 并运输到指定位置^[1]。由于成型阶段的胎胚尚未进行后续工序的处理(例如硫化), 形状尚较软, 且内部钢丝对其的支撑作用相对较弱, 胎胚易发生变形。而卸胎过程中, 传统机械手仅能对胎胚提供基本的定位功能, 无法解决此问题。此现象在半钢轮胎成型机中尤为明显(因半钢胎胚内部钢丝较少, 胶料更多), 且严重程度随卸胎动作时间增长而变大。

针对此问题, 目前国内轮胎厂采取的措施一般为: 当卸胎器运输到操作工取胎位时, 操作工通过机械手内置的照明灯进行人工查验。但轮胎成型机的出胎频率较高, 操作工一个班的工作时间多为 12 h, 查验难免出现遗漏和不到位。且人工查验无法做到对胎胚形变量进行精确的量化分析, 更无法通过现有的形变量来优化设备运动, 从而控制胎胚变形。

2 方案介绍

本设计除对传统卸胎机械手的机械结构进行改造外, 还新增有支持轮胎旋转的电动辊筒, 以及支持计算和分析功能的集成模组。结构参考图 1。

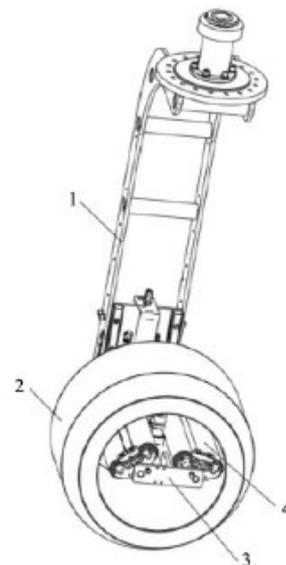


图 1 整体结构示意图

如图 1 所示, 连接支架 1 用于连接各部件, 胎胚本体 2 为本设计方案的胎胚参考(便于对胎胚变形、受力和运动情况进行说明), 定向支架 3 在为胎胚本体提供支撑基础的同时, 也为其上安装的各组件提供安装平台^[2], 同时限定了胎胚本体的摆放方向, 以及操

作者简介: 叶奕风(1996.10-), 男, 机械工程师, 主要从事机械设计工作。

作业的取胎方向，辊轴组件 4 安装在定向支架上，主要为胎胚本体提供支撑。

因该方案中主要结构与动力均分布在定向支架和辊轴组件上，故下文将重点介绍该部分。

如图 2 所示，为稳定支撑图 1 中的胎胚本体，定向支架 3 上安装有两组辊轴组件 4，共计 4 个辊筒。本设计方案中，图 2 上所指的该辊筒为外接电动马达的电动辊筒，用于保证整个卸胎过程中胎胚本体的旋转状态（其余 3 个辊筒为从动辊筒），集成模组 5 安装在定向支架上，主要作用为检测处于旋转状态的胎胚本体的形状变化。

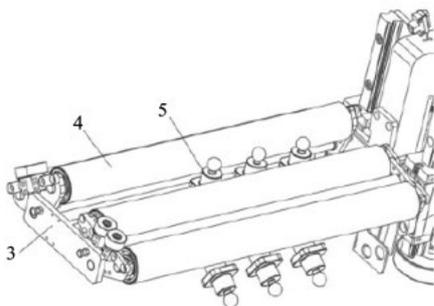


图 2 主要结构示意图

此组件中的电动辊筒结构如图 3 所示，电动马达 6 安装在辊筒 7 上，机械手工作时，向电动马达供电，驱动辊筒旋转，从而达到旋转胎胚本体的效果。

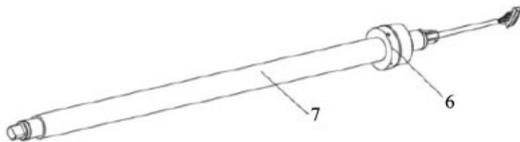


图 3 电动辊筒示意

3 运作过程及原理

本部分分为两小部分：第一部分重点介绍本方案的机械动作过程及原理；第二部分重点介绍本方案自检系统的基本运作方式及原理。

3.1 机械动作过程及原理

如图 4 所示，传统卸胎机械手在执行卸胎动作时，尚未进行后续处理的胎胚静置在机械手上，受到重力 G 和只来自机械手的，局部的支持力 F_1 影响，会产生局部下坠的现象，导致整体产生变形。采用本方案时，辊筒组件 4 接收到来自成型组件的胎胚后，机械手开始工作，驱动胎胚进行旋转，直到被操作工取走为止。此过程因胎胚处于旋转状态，机械手会因自转而在胎胚上产生一个加速度 a ，和一个施加在旋转切线方向

的力 F_2 ，这两个物理量会分化一部分胎胚重力 G 以及局部支持力 F_1 的影响，进而减轻胎胚整体的下坠趋势，达到控制变形的效果。

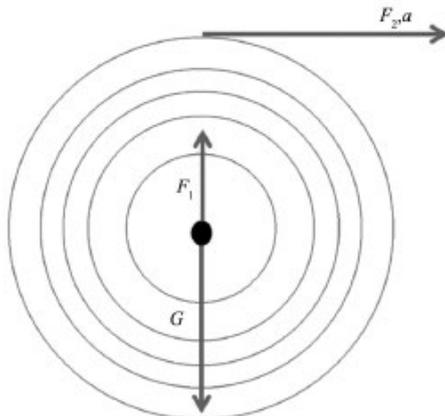


图 4 胎胚状态示意

3.2 自检系统运作方式及原理

如图 5 所示，集成模组安装在定向支架 3 上，其设置有位移传感器 9 和电动推杆 10，位移传感器和电动推杆各三组，其中位移传感器安装在电动推杆的输出端位置上，此外，胎胚本体 2 的外部还安装有摄像头 8，用于实时监测胎胚的情况。其中，摄像头、位移传感器、电动推杆以及前文提及的电动辊筒结构，共同组成该卸胎机械手的自检系统。三组电动推杆和位移传感器沿胎胚本体 2 的圆心点呈环形阵列设置，设置方向分别为竖直向上位、左下位和右下位。需要注意的是，设置部件位置时需交错放置，否则在后期进行数据分析会产生误差，且不能最大程度收集胎胚的形变情况。

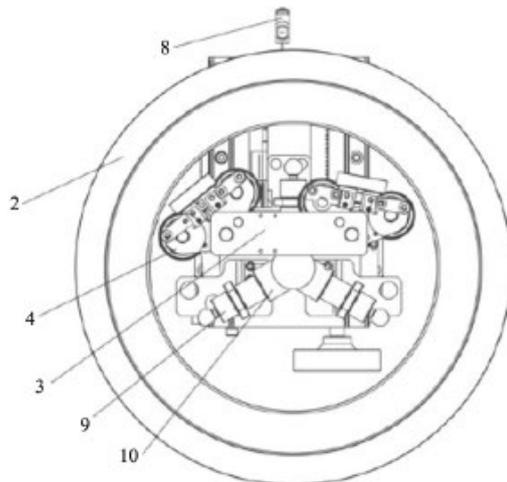


图 5 相关组件示意

除包含以上部件外,自检系统还包括参数录入单元、动作动态分析单元和集成分析单元。下文将对这三种单元的工作过程、参数设置和计算方式进行说明。

参数录入单元用于收集旋转动作中的基础参数、通过位移传感器获得的检测参数和图像数据,并将基础参数和检测参数发送到动作动态分析单元中,其中,基础参数为位移传感器上的初始数值(可以简单理解为基准数值),检测参数为胎胚本体在旋转时在位移传感器上的显示数值,图像数据为摄像头所录入的信息,用于辅助自检系统进行数据处理和相关调试人员直观地进行观察。本方案中,我们将基础参数设置为 L_0 ,将检测参数设置为 $L_t^{[3]}$ 。

动作动态分析单元以基础参数和检测参数进行区域性形变分析动作,区域性形变分析动作以检测参数作为参照依据得到形变初值,并将通过三组电动推杆和位移传感器获得的形变初值发送到集成分析单元中,其中,区域性形变分析动作中形变初值的计算方式为: $M=(L_t-L_0)/L_0$,其中 M 用于表示形变初值^[3]。

完成上述两步之后,自检系统可根据目前所得数据进行初步逻辑判断。判断方式如下:

当 $M=0, L_t=L_0$ 时,胎胚处于无任何形变缺陷状态;

当 $L_t>L_0, M>0$ 时,胎胚部分区域处于内缩形变的异常状态;

当 $L_t<L_0, M<0$ 时,胎胚部分区域处于外胀形变的异常状态。

集成分析单元用于对三组形变初值进行二次优化分析动作,该动作结合图像数据和形变初值,通过目前通信领域中比较常见的三点分析方式(即通过三个信息接收端,通过三角形分布,来达到最大)进行环形形变计算,进一步得到形变系数。因本方案中该自检系统拥有三组位移传感器,故自检系统会在一次自检中得到至少三组形变系数,现场调试人员进行调试时,需根据三组形变系数之间的相互关系,以及摄像头所拍摄的图像数据,综合判断当前胎胚的整体形变状态。

4 自检系统其他注意事项

目前,成型机上针对轮胎和胶料(例如内衬层、帘布等)的检测多为使用一个检测头捕捉数据,并传输到计算分析模块的形式。但随着轮胎成型机调试完成,进入大批量生产阶段时,轮胎厂为了保证产量,通常会尽可能加快生产进度,缩短单胎的生产时间。

其中,一般只会给卸胎步骤预留3~5 s时间,即便生产较小寸极(例如19")的轮胎,若该部分的检测仍然沿用传统的检测手段,胎胚至少需要旋转360°,才能确保检测探头扫过一个圆周,也容易出现因胎胚旋转速度过快而数据失真或丢失的情况。

针对此现象,本方案所采用的三组电动推杆和位移传感器除了能以三点分析方式,最大程度地保证数据的覆盖面之外,也可改善上述问题。因本方案的三组电动推杆和传感器为120°均布的摆放,所以胎胚放置在机械手上之后,只需旋转120°,即可使探头完成扫描胎胚一周的任务,并将数据传输到参数录入单元,进行后续处理。

同时,为保证参数录入单元获取数据的准确性,参数录入单元工作时,胎胚应处于同向匀速转动的状态,并确保位移传感器的探头接触到胎胚内表面获取数据的同时,不会因接触力度过大而对胎胚本身造成额外的变形(该项需在设备调试、试做胎阶段进行确认,以便应对后期大批量生产)。此外,自检系统中摄像头所摄录的图像信息除了传输到参数录入单元,为调试人员判断做辅助参考之外,该部分图像信息还将发送到自检系统内嵌的图像处理结构中,利用视觉分析原理检测局部是否出现例如褶皱等异常现象,关于此方面,本文仅做介绍,不进行深入探讨。

5 附加功能

因轮胎成型机的出胎频率较高,本方案除增加单次胎胚的检测之外,也增加了应对大批量生产的附加功能,例如对检测路线的自优化功能,下文将对此功能进行简要介绍。

前文已提到过,本方案的自检系统仅需使胎胚旋转120°,即可完成一次检测。但考虑到轮胎厂需应对不同大小的车辆,生产轮胎时会对寸极切换有要求。而根据线速度、半径和角速度之间的关系可以得知,角速度一定时,半径越大,线速度就会越大。也就是说,当寸极越大时,本方案的三组探头扫掠胎胚内部的线速度就会越快,越有可能导致数据失真或丢失。

针对此现象,本方案的集成分析单元除对动作动态分析单元输入的数据进行处理外,也会根据寸极的不同,自动优化检测速度和路径。例如:当胎胚寸极变大时,集成分析单元将在不影响卸胎时间的前提下,对电动马达发出指令,适当减慢旋转的速度,留给探头和摄像头更多的时间来收集数据,确保检测结果准

确性；当胎胚寸极变小时，集成分析单元则会适当加快马达旋转速度，确保数据的获取速度。

此外，集成分析单元内部还内嵌存储功能，通过分析保存在其内部的一定数量的，经过处理后的形变数据，不断匹配、优化胎胚检测方案，使其更加适应当前的工况。而自检系统不断优化检测方案的同时，也会不断优化旋转电动马达的转速，这一动作在影响胎胚旋转速度的同时，也会在物理层面同时优化胎胚的受力情况，达到一定程度提升轮胎质量的目的。

6 结束语

随着大众对同等价格汽车质量要求的不断提升，

轮胎的质量也越来越广泛地被关注。而本方案所提供的这种具备自检功能的机械手，除可进行检测外，也可通过技术手段优化胎胚形状，从而有助于轮胎质量的整体提升。除满足轮胎厂的需求之外，也将对汽车整体质量的提升有所帮助。

参考文献：

- [1] 胡俊宏, 杨振巍. 一种自动卸胎机械手的设计 [J]. 机械制造, 2006,44(11):42-43.
- [2] 刘玉勉. 浅析一种新型卸胎装置 [J]. 橡塑技术与装备, 2020,46(11):12-15.
- [3] 叶奕风, 周强, 白新宇, 等. 一种具有形变量自检功能的卸胎机械手:CN202410441626.X[P].2024-05-14.

A tire unloading manipulator with self inspection function

Ye Yifeng

(Tianjin Saixiang Technology Co. LTD., 300384,Tianjin, China)

Abstract: When the tire unloader of the current tire building machine is working, it usually needs to lift the tire blank with the help of a manipulator. However, because the tire blank in the molding stage has not been vulcanized and other subsequent treatment, it is easy to deform, thus affecting the final shape of the tire. This paper introduces a tire unloading manipulator with self checking function. The manipulator uses the time of tire unloading transportation to self rotate to ensure the stability of embryo shape, and uses displacement sensors to monitor the shape change inside the embryo in real time, so as to achieve quantitative analysis.

Key words: manipulator; tire blank; deformable variables; testing

(R-03)

大连齐化 8 万 t 电子级环氧树脂项目即将启动

Dalian Qihua's 80,000-ton electronic grade epoxy resin project is set to commence

2025 年 2 月 8 日, 大连市发布通告, 2025 年全年将谋划实施 520 个重大项目, 聚焦石油化工等 5 大优势产业, 促进“齐化环氧树脂扩产项目”尽早开工。

2024 年 3 月 25 日, 康达新材公告, 公司控股子公司大连齐化新材料有限公司拟投资建设年产 8 万 t 电子级环氧树脂扩建项目, 总投资预计 4 亿元。

公告显示, 该项目总投资预计达 4 亿元, 其中建设投资约为 2.98 亿元, 流动资金为 1.02 亿元。最终投资金额将依据项目建设实际投入进行调整。项目所生产的环氧树脂主要应用于电子材料、涂料、复合材料、功能涂料和胶粘剂等方面。

大连齐化成立于 2001 年, 主营环氧树脂, 特种树脂新材料, 目前产品主要分为双酚 A 型环氧树脂、耐热型环氧树脂和特种环氧树脂三大系列。其中高纯、电子级、通用型环氧树脂被广泛应用于新能源、覆铜板、电子封装、航空航天、轨道交通、涂料及地坪等诸多领域。

摘编自“中国科学院兰州化物所”

(R-03)