

航空轮胎翻新主要设备及投资建议

王超群, 朱延国

(三角轮胎股份有限公司, 山东 威海 264200)

摘要:介绍航空轮胎翻新主要设备, 并提出投资建议。航空轮胎翻新工艺过程包括进厂检验、打磨、二次检验、喷胶浆、干燥、贴胶缠绕、硫化、成品修剪和检验, 所需主要设备为激光数字错位散斑轮胎无损检测仪、刨磨机、胎面缠绕成型机、自动定型硫化机、X光检测仪、静平衡试验机和动力模拟试验机。建议高起点设计规划、高标准设备投资, 保证高水平翻新轮胎质量, 取得高额投资回报。

关键词:航空轮胎; 翻新设备; 自动化; 投资

中图分类号: TQ330.4; TQ336.1+6 **文献标志码:** B **文章编号:** 1006-8171(2018)00-0000-05

航空轮胎的使用寿命是由飞机起飞和着陆次数决定的。飞机起飞和着陆对轮胎有特殊要求, 轮胎经历剧烈升降温过程, 胎面磨损非常严重, 因此, 翻新轮胎成为行业发展趋势并越来越受到重视。大部分航空轮胎起落次数为250~300次, 翻新4~8次, 一般为5~6次^[1]。

在航空公司运营中, 航空轮胎价格昂贵, 为降低轮胎使用成本, 目前翻新轮胎已经在航空业中成熟应用, 民航业使用的轮胎约有2/3属于翻新轮胎。自2013年, 我国进口翻新航空轮胎以每年50%以上速度递增。翻新航空轮胎较新轮胎可节约60%~70%的能源消耗, 降低45%以上的制造费用, 其售价不到新轮胎的一半, 无论对航空公司还是翻新厂家, 都具有显著的经济效益, 且是一项循环资源再利用的重要举措。随着翻新航空轮胎新材料、新技术、新工艺的发展, 对翻新设备提出了更高的技术要求。

1 航空轮胎翻新工艺简介

航空轮胎翻新工艺过程包括进厂检验、打磨、二次检验、喷胶浆、干燥、贴胶缠绕、硫化、成品修剪和检验^[2]。

进厂检验是必须进行的工作流程, 包括激光数字无损检测、X光检测、气针检测等, 所用主要

设备为轮胎激光数字无损检测仪和X光检测仪, 可检测帘线断裂、扎伤、帘布脱层、气泡、钢丝圈断裂、钢丝圈弯折和胎里裂口等质量缺陷, 判断能否翻新。

打磨工序所用主要设备为刨磨机。经过无损检测合格后, 配置专用刨磨机对翻新轮胎进行精准打磨。喷胶浆和干燥可在刨磨机上进行。

贴胶缠绕工序在翻新胎面缠绕机上进行, 首先将轮胎安装在缠绕机主轴卡盘上, 充气后转动主轴贴中间胶片和帘布增强层, 然后缠绕胎面, 最后贴翻新次数标记。

硫化采用外胎自动定型硫化机, 液压系统控制上模垂直升降、胶囊定位, 采用低温内压热水硫化可保证避免过硫化, 实现多次翻新。

经过修剪后的轮胎需进行外观检查、静平衡试验、气针检查、无内胎气密性试验、激光无损检测和动力模拟试验。所用设备以静平衡试验机、激光数字错位散斑轮胎无损检测仪和动力模拟试验机为主。

2 航空轮胎翻新设备

与汽车轮胎翻新不同, 航空轮胎具有高速、高载、高内压和高变形的特殊性能, 必须从结构设计、胶料配方和生产工艺等方面增大胎面与翻新胎体的粘合强度, 以增加翻新次数和提高翻新质量。为满足生产工艺条件, 要求翻新设备精度及自动化和信息化程度高。

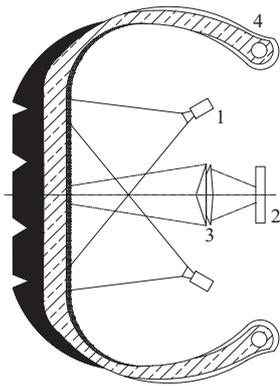
作者简介:王超群(1974—), 男, 安徽颖上人, 三角轮胎股份有限公司工程师, 学士, 从事橡胶设备技术与管理工作。

E-mail: 1410004241@qq.com

2.1 激光数字错位散斑轮胎无损检测仪

激光数字错位散斑无损检测是航空轮胎质量检测最有效的手段,一般航空轮胎翻新企业均配备2台检测仪,一台用于翻新前检测,淘汰内部质量缺陷较严重的轮胎;另一台用于翻新后检测,保证轮胎的翻新质量。

激光数字错位散斑轮胎无损检测原理如图1所示,利用激光错位干涉测量技术,采用真空加载双曝光方法,通过电荷耦合器件图像传感器(CCD)直接记录加载前后的干涉条纹图像,经过数据处理的干涉条纹因轮胎内部存在脱层或气泡等质量缺陷发生畸变,直接显示在显示屏上^[3]。



1—带扩散镜的激光器;2—CCD元件;
3—分光错位装置;4—轮胎。

图1 激光数字错位散斑检测原理示意

激光数字错位散斑轮胎检测仪具有以下技术特点。

(1)作为激光全息照像检测仪数字化升级版产品,其影像处理和显示方法更先进,记录仪为电脑和硬盘。

(2)利用计算机分析软件计算质量缺陷的位置和大小,缺陷深度可以通过计算机设定的质量缺陷模型进行自动判定。

(3)在检测中通过高分辨率的CCD摄像系统和精确的相移技术及相位同步算法,将光电信号转化成数字信号,自动计算畸变的面积并实时显示,可准确检测轮胎内部缺陷并清晰地显示在屏幕上。

(4)集现代激光、散斑干涉、计算机、图像采集和处理及精密测试等技术于一体,对轮胎表面进行无损全场检测,广泛用于航空轮胎生产检测。

目前,激光数字错位散斑轮胎检测技术在国外的推广和应用已非常成熟,德国和美国是此项技术的引领者。在国内,大型轮胎企业在轮胎无损检测应用方面已经普及,对航空轮胎质量缺陷无损检测更是必不可少。

德国施泰勒比西勒公司的INTACT航空轮胎检测机,可进行全范围激光数字错位散斑轮胎无损检测,快速、不接触轮胎表面、没有破坏性。其检测头分单头、双头和多头,可以做垂直、水平、旋转和倾斜4个方位的运动,能一次对整条轮胎进行检测,每条轮胎检测时间仅1~2 min,检测质量缺陷分辨率为1 mm。软控股份有限公司正与该公司合作开发新一代多探头、全自动高效率的激光数字错位散斑轮胎无损检测系统^[4]。

2.2 刨磨机

待翻新航空轮胎表面橡胶层已老化、氧化或硬化,为去除凹凸不平的橡胶层,需要使用专用刨磨机粗刨和磨光,分别采用粗刨刀片、磨光刀片和边界磨轮打磨轮胎不同部位,如图2—4所示。

打磨前,轮胎先在罐内直接使用蒸汽加热[(80~100℃)×20 min],利用锦纶帘线热收缩特性,使轮胎外缘尺寸缩小。然后,将轮胎安装在带卡盘的刨磨机上,给轮胎充气(0.10~0.15 MPa)后进行打磨操作,并用电子测量装置测量轮胎的直径和周长。

目前,航空轮胎翻新已经以自动刨磨控制系

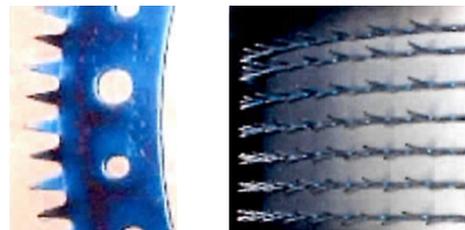


图2 粗刨刀片及磨头

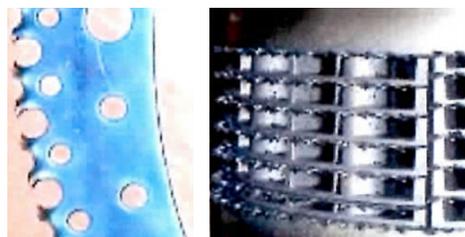


图3 磨光刀片及磨头



图4 边界磨轮

统逐步取代半自动仿形打磨设备。自动化刨磨机采用自动跟踪系统将人工打磨第1条轮胎的程序操作自动记录在电脑内,再次刨磨相同规格轮胎时,能保证刨磨的轮胎外形尺寸一致,从而保证每种规格轮胎翻新质量均匀。

刨磨机自动运行涉及刨磨轮胎轮廓的确定及轮廓数据的存储和读取。上位机将轮胎刨磨的曲线数据(角度和刨磨值)写入PLC数据区,PLC程序根据采集的摆动角度,利用变址技术查询数据库得到刨磨值,进而实现刨磨头按刨磨曲线打磨轮胎表面。磨轮电动机由伺服控制器控制,电动机丝杠带动磨轮左右、前后移动。自动刨磨机实现不同规格轮胎曲线自动寻址,具有保存时间长、稳定可靠、方便直观、自动化控制水平高等优点^[4]。

意大利迈迪公司生产的MaticAvio 1700型自动刨磨机翻新航空轮胎外直径为480~1 700 mm,轮胎宽度不大于600 mm,轮毂直径为254~610 mm(10~24英寸),充气压力为180 kPa,电动机功率为15 kW。刨磨机以轮胎表面速度60 m·min⁻¹高速粗刨,38 m·min⁻¹中速磨刨和19 m·min⁻¹低速边界磨光,全自动寻址计算,确定刨磨曲线,实现自动打磨,每条轮胎刨磨时间3~5 min^[5]。

2.3 胎面缠绕成型机

航空轮胎翻新一般都采用自动翻新胎面缠绕成型机。胶条通过型辊控制缠绕,具有如下优点:压出胶条形状尺寸(见图5)一致性高、无接头、缠绕平衡度好;可连续热贴,保证胎面与胎体粘合牢固,无气泡形成;设备自动化程度提高、劳动强度降低;汽油和胶浆用量小,节约成本。

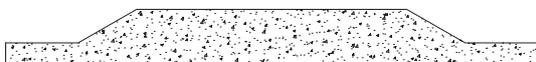


图5 胶条外轮廓示意

新型航空轮胎翻新胎面缠绕机由销钉冷喂料挤出机、缠绕头装置及轮胎主机和卡盘组成,并配备自动化控制系统,其最大优点是操作自动化,缠绕外形和质量准确均匀,密实性好,生产效率高。缠绕成型过程如下。

(1) 自动识别、确定数控翻新缠绕成型机芯轴前移距离。

(2) 根据打磨后的航空轮胎与成品新航空轮胎的参数,计算所缠胎面胶总厚度和总质量,根据计算的胎面胶总质量及胶条的宽度、厚度和密度确定所需缠绕的总圈数。

(3) 确定起始和结束角度后,由自动翻新缠绕成型机在打磨后贴上加强层的胎体上缠绕胎面胶条。

缠绕成型后硫化生产试验轮胎。磨损试验合格并达到新航空轮胎使用标准后才可以安排批量生产。

为适应在起飞和降落过程中的高速(360 km·h⁻¹)要求,在缠绕胎面前先贴1.5 mm中垫胶,再贴2层1.2 mm厚度加强层(航空子午线轮胎贴波纹状防扎层)。缠绕胶条厚度为3.0~3.6 mm,宽度为35~40 mm。缠绕头装置配有压辊(气缸压力为0.05~0.10 MPa),将胶条逐层压实。缠绕速度与挤出速度相匹配,实现联动。生产过程中胎面质量误差控制在1%以内。

意大利马朗贡尼公司生产的高端Ringbuilder系列缠绕成型机属于全自动缠绕成型机的代表产品,可用于翻新缠绕航空轮胎。

2.4 自动定型硫化机

目前,航空轮胎翻新基本采用液压硫化机。液压硫化机机架结构紧凑,受力均匀,上模只作直线运动,保证模具的重复精度和寿命,其主要结构特点如下。

(1) 采用油缸、液压阀等液压元件实现开合模动作,对中精度高,上下模同轴度和重复精度高。

(2) 主机两侧机架采用框架结构,开合模采用直线导轨导向,保证上模垂直升降,开合模动作平稳快速,保证上下蒸锅的平行度和上下模的同心度,提高模具的使用寿命。

(3) 加压调模机构每边由3个加压缸组成,直接全自动调模,满足不同规格模型高度要求,调

模速度快,换模效率提高,取代传统的梯形螺纹调模结构,消除了螺纹配合间隙的影响,提高了轮胎均匀性。

(4) PLC预留以太网接口,用于联网,自动和手动控制可选。控制柜面板和软件界面可按要求配置。

(5) 硫化机有不同加热区(胎圈和胎侧),模型冠部有加热套,可根据翻胎不同要求使用加热区域,对只需硫化胎侧的情况,胎圈加热区可以不开,以免过硫化。

(6) 内压热水温度为 $90\sim 100\text{ }^{\circ}\text{C}$,压力为 $(1.95\pm 0.20)\text{ MPa}$,航空轮胎不能过硫,为了使胎体不受高温作用,采用低温内压水硫化,以实现多次翻新。

2.5 X光检测机

作为激光数字错位散斑无损检测仪的辅助检测设备,X光检测机利用X射线穿透不同物质呈现出不同程度衰减原理,主要检测轮胎内部的金属杂质和钢丝圈的完好情况。由物理原理所决定,X光检测机是检测钢丝圈状况的主要设备,在航空轮胎检测上,与数字错位散斑无损检测仪是相辅相成的关系。目前生产使用的X射线检测设备具有放大系统,有极高的分辨率,也可检测帘线劈缝、气孔及胎圈断裂和变形等质量缺陷。航空轮胎X光检测机应具备全自动轮胎规格识别功能,以便调整优化X光参数,同时检测胎面、胎侧和胎圈,生成图像并显示。

X光检测机的核心技术是X射线发生和图像生成。X光系统可以提供数百瓦功率的射线,以 270° 垂直弧度从全景管中发射,穿过轮胎的量根据轮胎结构和密度而变化,由射线控制器、X射线管、水冷却器和高压发生器组成。成像系统利用数字成像原理,X射线管产生扇形平面X射线进行扫描投影,分别位于胎面和胎侧的探测器将X射线直接转化成数字信号,成像显示与轮胎形状相匹配,检测显示图像几乎不存在变形,轮胎的整个横截面一次成像,转动一周可形成整体轮胎X光图像。

用于航空轮胎翻新的X光检测设备要求技术先进,自动化程度高。

2.6 静平衡试验机和动力模拟试验机

经过翻新硫化后的成品轮胎需要进行修剪,

还要进行外观检验、平衡试验和无损检验等成品检验。高速航空轮胎的静不平衡度如果达不到要求,在高速行驶中会有抖动现象,因此行驶速度在 $200\text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ 以上的航空轮胎都需进行静平衡试验,并在轮胎内贴平衡片,使不平衡度控制在标准范围内。根据航空轮胎的直径选择静平衡试验机的型号。

动力模拟试验结果必须满足适航部门颁布的技术标准要求。航空轮胎动态性能试验是在轮胎鉴定前采取随机抽样方法抽取试样,然后在航空轮胎刹车装置动力模拟试验机上进行动态性能试验。

2.7 其他设备和工装

根据航空轮胎翻新工艺要求,中垫胶采用挤出机挤出;防刺扎加强层使用小型三辊压延机压出,配备小型开炼机;局部打磨采用轮辋式数控打磨机;胶糊采用搅拌机搅拌;检测设备还要配以激光高压充气检测机、红外线或超声波检测机等。

翻新轮胎生产必须配备不同种类轮辋夹具和硫化模型,其相应规格的设计与翻新轮胎断面轮廓、结构参数、生产条件和翻新设备有关。

3 翻新航空轮胎投资建议

与汽车轮胎相比,航空轮胎具有材料优良、使用周期短、设计翻新次数多等特点,更具翻新价值。目前国内民航年更换航空轮胎需求量约为32万条,以单条轮胎为8 000元计,市场规模约达25.6亿元。对于新上航空轮胎翻新项目,提出如下投资建议。

(1) 投资航空轮胎翻新企业应本着高起点设计规划、高标准设备投资、高速度健康发展的原则,一次规划到位,分步建设实施,要有先进的工艺、装备技术,尤其是检测装备。国内在建的航空轮胎翻新工厂将更多地使用自动化程度高的高端先进设备,从而提高生产效率和减少人为失误,并提高翻新航空轮胎的质量。

(2) 重视科技专业人才的培养和作用。航空轮胎翻新是高科技含量产业,应尽快占领航空轮胎市场优势地位,重视科技专业技术人员的作用,建立动态人才激励机制和感情留人、待遇留人、事业留人的人本经营管理。

(3) 要彻底改变民用航空轮胎制造和翻新受外国轮胎企业垄断的局面, 必须自主研发设计, 建立研发中心, 培育和发展民族品牌, 走可持续发展的道路。

(4) 航空子午线轮胎具有节能、安全、耐用、舒适的优越性, 是航空轮胎翻新发展的主流。在投资建设过程中, 应积极做好高端航空子午线轮胎翻新设备选型和工艺设计布局, 只有高性能的制造装备和高标准的工艺检验控制, 才能保证生产高质量的翻新轮胎, 取得高额投资回报。

4 结语

航空轮胎翻新在国际上存在技术和资源封锁, 新上项目需聘用科技专业人才, 在结构设计、胶料配方、翻新工艺、设备选型和工装器具配备等工程技术方面规划布局, 并投入研发资金、建立营

销渠道、实施精细化生产, 走可持续发展的道路。另外, 航空轮胎是关系民航运营安全的部件, 需要完成相应的试验和认证, 取得航空公司的承修资质及中国民航总局颁发的航空轮胎翻新《维修许可证》。

参考文献:

- [1] 王顺益. 航空轮胎翻新概况及投资建议[J]. 橡胶科技市场, 2008, 4(21): 15-18.
- [2] 李汉堂. 航空轮胎翻新技术概况及发展前景[J]. 橡胶科技市场, 2008, 4(4): 1-4.
- [3] 曾启林, 盛保信, 孙旭, 等. 航空轮胎激光无损检测技术[J]. 轮胎工业, 2005, 25(2): 112-116.
- [4] 孙旭, 杭柏林. 错位散斑技术及其在轮胎检测中的应用[J]. 轮胎工业, 2007, 27(7): 441-443.
- [5] 赖小梅, 粟定华. 轮胎削磨机自动削磨的控制研究[J]. 现代橡胶技术, 2012(6): 33-35.

收稿日期: 2017-10-31