

标准与检测

轮胎动平衡测试原理与影响因素分析及其对策

刘清永, 刘 锟, 王 荣, 刘 勇, 杨亚旭, 将碧波, 杨 飞

(重庆佳通轮胎有限公司, 重庆 400052)

摘要: 介绍了轮胎动平衡的原理和数学模型, 并针对影响轮胎动平衡的因素进行综合分析, 提出具体的预防性实施、对策和预防性设备维护维修及其改造措施, 并对设备精度进行定期检测和校正, 从而对提高轮胎的动平衡合格率, 提升轮胎产品质量具有重要意义。

关键词: 轮胎动平衡; 胎圈夹持器; 成型鼓贴合定位精度; 机械手对中度; 水平度

21 世纪, 随着我国物流业的快速发展和高速公路基础设施的不断建设, 同时也推动了我国轮胎工业的飞速发展, 从而也促使轮胎生产的质量不断升级。轮胎产品升级的质量指标之一——轮胎动平衡测试参数指标, 必须达到国家或国际标准要求。轮胎的动平衡不仅导致机车轮轴的持续振动和影响人身安全, 还影响乘坐的平稳性、舒适性等。因此, 轮胎动平衡测试合格率指标也是轮胎生产企业控制的质量指标之一。为全面提升我公司轮胎动平衡测试合格率的指标, 我们针对其具体的影响因素进行了综合分析并实施对策, 进行设备改造和对设备进行预防性维护维修以及对设备精度进行定期检测和校正, 取得了较好的效果。

1 轮胎动平衡原理和数学模型

1.1 轮胎动平衡原理

根据机械运动学原理, 对于高速运转的轮胎, 由于其内部材料组织的不均匀性, 外形尺寸的误差, 成型装配尺寸的偏差以及其结构形状的复杂性等原因, 将导致通过轮胎重心的主惯性轴线与旋转轴线不重合现象, 因而轮胎旋转时会产生不平衡的离心力。高速运转的轮胎, 即使有较小的偏心力矩也会产生很大的不平衡, 从而导致机车轮轴的持续振动和影响人身安全, 还影响乘坐的平稳性、舒适性等。因此, 轮胎的平衡对于车辆来说, 是非常重要的, 半钢、全钢子午线轮胎在出厂

时都要进行动平衡测试。

1.2 轮胎动平衡数学模型

轮胎动平衡机的工作转速较低, 频率大大低于支承架的固有频率, 从而可以将标准的校验转子视为旋转钢体。应用静力学平衡原理, 则被测试的轮胎在主轴上均匀转动时将产生上、下面离心力分别为 F_u 、 F_d (u ——up, d ——down), 通过动平衡机的二组传感器受力 N_u 、 N_d 反映出来。当标准校验转子处于动平衡时, 应满足方程:

$$\sum F = 0, \sum M = 0$$

因此, 可得:

$$F_u = [bN_u + (b+c)N_d] / a \quad (1)$$

$$F_d = -[(a+b)N_u + (a+b+c)N_d] / a \quad (2)$$

式中: F_u —— 轮辋上校正面所受的力;

F_d —— 轮辋下校正面所受的力;

N_u —— 上传感器 1 所受的力;

N_d —— 下传感器 2 所受的力;

a —— 轮辋上、下校正面之间的距离 (宽度);

b —— 轮辋下校正面至上传感器 1 之间的距离;

c —— 上传感器 1 至下传感器 2 之间的距离。

从而, 可通过对传感器 1、2 的测试值, 由上述数学模型计算出上、下校正面的不平衡量。

我公司轮胎动平衡机型号为: FTBDB-6142, 日本国际计测株式会社 KOKUSAI 产品。该设备采用多级测试轮辋, 加上轮胎外形尺寸测量装

置,可实现不同轮辋宽度的自动调整,从而实现对多种不同规格轮胎的混装测试工作。主要检测项目包括:

- 1. 轮胎上平面动不平衡量 F_u 及其角度 α_u ;
- 2. 轮胎下平面动不平衡量 F_d 及其角度 α_d ;
- 3. 合成静不平衡量 F 及其角度 α ;
- 4. 力偶不平衡量 M 及其角度 β ;
- 5. 上、下面不平衡量之和 ΣF 等参数。

2 影响轮胎动平衡的因素分析及其对策

轮胎是由多材料、多部件组合而成的结构形状复杂的组合体,须经多道工序制造而成。因而,影响轮胎动静平衡的因素较多,各个工序均有,其中炼胶和预备工序易产生(静)力不平衡,成型和硫化工序易产生偶不平衡。下面对各个工序的影响因素进行详细分析。

2.1 炼胶工序

炼胶工序是将轮胎所需各种原辅材料,即:高分子弹性材料,促进、防老、补强填充材料和化工原料进行组合塑炼和混炼的工序,影响轮胎动平衡的因素及对策见表 1。

表 1 炼胶工序影响轮胎动平衡的因素及对策

序号	影响因素分析	对策方案
1	混炼胶料密度的均匀性	各种混炼胶料的密度应均匀,并应符合相应混炼胶料密度标准要求

表 2 炼胶工序影响轮胎动平衡的因素及对策

序号	影响因素分析	对策方案
1	钢丝圈缠绕成型外形尺寸与重量公差超标	严格控制各规格钢丝圈的外形尺寸与重量公差,使之符合施工工艺标准要求
2	钢丝圈三角填充胶料挤出的外形尺寸和重量公差超标、不均匀	控制钢丝圈三角填充胶料挤出时的供料量,挤出、牵引速度,控制外形尺寸和重量公差,使之符合施工工艺标准要求
3	钢丝圈包布贴合的均匀性不统一、不规则	钢丝圈包布时应均匀、规则,精度应达标
4	子午线轮胎内衬层(气密层)压延的外形尺寸和重量公差超标	控制内衬层(气密层)压延的外形尺寸和重量公差,随时检测厚度、宽度是否均匀一致,使之符合施工工艺标准要求
5	胎体帘布帘线压延的厚度不均且公差超标,裁断时宽度公差超标,接头处接合不规范	控制覆胶厚度,裁断宽度公差,接头时接合应规范,使之符合施工工艺标准要求,不出角、不超差
6	带束层帘布帘线压延的厚度不均且公差超标,裁断时宽度公差超标,接头处接合不规范	控制覆胶厚度,裁断宽度公差,接头时接合应规范,使之符合施工工艺标准要求,不出角、不超差
7	缓冲层帘布帘线压延的厚度不均且公差超标,裁断时宽度公差超标,接头处接合不规范	控制覆胶厚度,裁断宽度公差,接头时接合应规范,使之符合施工工艺标准要求,不出角、不超差
8	0°带束层钢丝帘线挤出的厚度不均且公差超标	控制 0°带束层挤出时的供料量,挤出、牵引速度,控制外形尺寸和重量公差,使之符合工艺标准要求
9	两侧胎肩垫胶挤出的外形尺寸和重量公差超标、不均匀一致	控制两侧胎肩垫胶挤出时的供料量,挤出、牵引速度,随时检测两侧厚度、宽度是否均匀一致,即:控制外形尺寸和重量公差,使之符合施工工艺标准要求
10	上、下胎侧胶料挤出的外形尺寸和重量公差超标、不均匀	控制上、下胎侧胶料挤出时的供料量,挤出、牵引速度,随时检测其厚度、宽度是否均匀一致,即:控制外形尺寸和重量公差,使之符合施工工艺标准要求
11	胎冠胎面胶料挤出的外形尺寸和重量公差超标、不均匀	控制胎冠胎面胶料复合挤出时的供料量,挤出、牵引速度,随时检测其厚度、宽度是否均匀一致,即:控制外形尺寸和重量公差,使之符合施工工艺标准要求

2.2 预备工序

轮胎各部件制造的均匀性是影响轮胎动平衡的决定性因素,这就要求预备工序对各部件的制造应有较高的过程控制能力和检测能力。具体情况及对策见表 2。

2.3 成型工序

成型工序是将预备工序所制作的各轮胎零部件按照施工工艺标准要求组合而成轮胎胎胚的工序,即:组装工序,这就要求成型员工应精细制作、精心操作,制造出优良的轮胎产品。而影响轮胎动平衡的因素除了与操作有关外,主要还与成型设备精度要求有关。具体情况及对策见表 3。

2.4 硫化工序

硫化工序是将轮胎胎胚在一定的温度、压力 and 时间内硫化成轮胎成品的主要工序,该工序影响轮胎动平衡的因素(主要是易引起偶不平衡)包括三个方面,即:机械手装胎定中系统、轮胎定型系统、活络模伸缩系统。具体情况及对策见表 4。

2.5 其它方面

其它方面主要是指轮胎胎胚的运输和存放,具体情况见表 5。

表 3 成型工序影响轮胎动平衡的因素及对策

序号	影响因素分析	对策方案
1	成型操作不规范	成型操作应规范,做到精细制作、精心操作,每组装一个部件做到精、准。
2	成型工艺过程不合理	制定科学合理的成型工艺过程;成型鼓在打压、贴合、旋转过程中,其尾端定中顶推器不允许脱开,否则旋转时影响精度
3	成型主鼓、辅鼓、贴合鼓(半钢)在工作位的对称精度要求不达标	定期对其对称精度进行校正并记录
4	成型胶囊鼓贴合中心标线定位精度要求不达标	应定期对成型胶囊鼓贴合中心线标定定位精度进行校正并记录
5	成型机胎肩垫胶、胎侧胶上鼓贴合时两胎侧长度不一,不符合施工标准	做到胎肩垫胶、胎侧胶上鼓贴合时两胎侧长度一致,符合施工标准
6	帘布贴合定位时的中心光标线与成型胶囊鼓中心线偏差以及其它贴合定位精度超标	定期检查并校正两线的偏差及其它贴合定位精度,使之符合施工标准、设备精度
7	两胎圈夹持器的同一平面度、两平面平行度超标,影响平面宽度	定期检查并校正两胎圈夹持器的同一平面度、两平面平行度,使之符合施工标准
8	成型机的传递环与主鼓和辅鼓的胎面中心线的定中精度要求不达标	定期检查成型机的传递环与主鼓和辅鼓的胎面中心线的定中精度,并进行精度校正,使之符合施工标准

表 4 硫化工序影响轮胎动平衡的因素及对策

序号	影响因素分析	对策方案
1	机械手装胎定中系统	对装胎定中系统定期进行精度调整、校正
	(1)机械手装胎定中时的刚性(稳定性)差	对机械手装胎定中时的刚性(稳定性)装置进行改造,使之装胎时不晃动,稳定
	(2)机械手装胎定中时的对中度差	对机械手装胎时的定中装置进行改造,并调整对中度,使之符合施工标准
	(3)机械手装胎定中时的水平度差	定期调整机械手装胎定中时的水平度,使之符合施工标准
2	轮胎定型系统	检查轮胎定型系统,具体内容如下:
	(1)定型高度不符合施工标准	检查并调整定型高度,使之符合工艺制造标准
	(2)定型时间太长	检查并调整一、二次定型时间,使之符合工艺制造标准
	(3)硫化机中心机构泄漏严重	定期检查中心机构是否泄漏,并进行维修
	(4)一、二次定型压力是否过高或过低。产生定型压力偏大的因素有:	检查一、二次定型压力是否符合工艺制造标准要求
	a. 一、二次定型调压阀或精度不高	检查一、二次定型调压阀及其精度,对坏的定型调压阀进行更换
	b. 一、二次定型电磁阀或没有切换	检查一、二次定型电磁阀是否切换,对坏的定型电磁阀进行更换
	c. 定型平衡阀阀芯坏,引起泄漏等	检查定型平衡阀阀芯是否坏,对坏的阀芯进行更换或维修,并对已坏的过滤器过滤网进行清洗或更换等
3	活络模伸缩系统:轮胎活络模没有完全伸出来或伸出来而没有力。影响因素主要有	检查活络模伸缩系统的异常情况进行定期全面检查,具体如下:
	a. 左右活络模伸电磁阀坏或没有切换	更换已坏的活络模伸电磁阀
	b. 左右活络模伸气动切断阀的膜片或阀芯坏	更换已坏的活络模伸气动切断阀的膜片或阀芯
	c. 左右活络模伸缩系统的管路泄漏或堵塞	对活络模伸缩系统的管路泄漏或堵塞情况进行检修
	d. 左右活络模伸缩水缸的密封圈(皮碗或 Y 型密封圈)坏而引起水缸窜水	更换已坏的活络模伸缩水缸的密封圈(皮碗或 Y 型密封圈);
	e. 左右活络模伸缩系统的平衡式安全卸压(溢流)阀坏或背压气源不足而引起泄漏动力水	对活络模伸缩系统的平衡式安全卸压(溢流)阀进行检修并调节背压气源压力使之符合要求;
	f. 动力水供回手动阀未完全开启等	对动力水供回手动阀完全打开。

表 5 其它方面影响轮胎动平衡的因素及对策

序号	影响因素分析	对策方案
1	胎胚在运输车上放置时间过长,上部易变形,上小下大现象,影响轮胎定型效果和质量	胎胚在运输车上放置时间不宜过长,及早将胎胚进行硫化。
2	胎胚在存胎盘(器)放置时间过长,上子口易变形,影响轮胎定型效果和质量,尤其是大规格的胎胚	胎胚在存胎盘(器)上放置时间不宜过长,应及早将胎胚进行硫化;对于大规格的轮胎胎胚,采用中间具有定中支架的存胎盘(器)存放。

仍然在使用直接热空气加热的烘箱法进行测定。烘箱法虽然简单易行,但缺点是测量结果准确性差、重复性差。使用烘箱法,由于样品受热的不均匀性,或者温度始终没有到达设定值,或者可能在瞬间超过设定值。这样在测定比较高的温度下的稳定性时,经常会出现反常的结果——温度越高,相对稳定性反而越好。

富莱克斯公司介绍了 105℃高温稳定性检测方法。该方法不算很复杂,而且测量的精确度高,重复性好。但该方法的适用温度范围在 105~110℃比较好,更高的温度会导致测量精度和数据重现性的下降,使得不同样品间的可比性下降。

4 便捷的检测手段——橡胶助剂质量检测箱的应用

目前,市场上的助剂产品质量参差不齐,甚至有不少是假冒伪劣产品,既扰乱了市场秩序,也给用户带来了不小的损失。针对我国橡胶行业中小型企业多,检测手段不够完善,不具备采用气相色谱、液相色谱这类大型仪器条件的实际情况,北京橡胶工业研究设计院物化检测实验室研发出了便于生产企业不受场地限制,可灵活使用的橡胶助剂质量检测箱。它利用了薄层色谱法具有很高的灵敏度及分辨率、分离快速且可以同时分离多个样品,并获得多项分析结果,以及设备简单、操作方便等特点。对不同企业生产的同品种助剂,产品质量上存在的差异,可在薄层色谱图上反映出来,由此可鉴别橡胶助剂有效含量的高低,判别产

品质量的好坏。薄层色谱法检测直观、简单、快捷又十分经济,是帮助企业检验橡胶助剂质量,杜绝伪劣产品的有力手段。

培训中展示了橡胶助剂质量检测箱在轮胎胶料中未知助剂剖析、橡胶制品以及胶料的剖析、防老剂 RD 有效含量半定量测定、橡胶原材料质量检验、橡胶表面喷霜物检测及配方调整等方面的实践效果,激发了学员的浓厚兴趣。

5 结语

橡胶助剂虽然在橡胶产品中用量小而且品种多,但是它具有不可替代的作用。不论是生产企业还是使用单位都应重视助剂材料检测工作,促进产品质量的提高。而作为检验分析工作者,不能局限于现有的标准中,还应了解哪些是关键性指标,现行标准中对助剂产品质量控制有何不足之处,如何采取适当方法进行弥补。积极研究国内外检测方法的差异,取长补短,争取早日建立与国际接轨的产品检测和监督管理体系。随着新型材料的不断出现,许多老的测定方法已经适应不了新品种发展的现状,也需要根据新材料的特点找出更有效地表征和监控其质量的测试方法和控制手段。总之,在橡胶助剂材料检测工作中还有很多问题有待继续研究探讨和解决,这些都需要橡胶行业的广大质量管理人员加强交流、共同努力。

(致谢:文中部分内容摘自首届全国橡胶助剂测试评价技术培训班讲义,在此对讲义作者表示感谢!)

(上接第 22 页)

3 结语

轮胎是由多材料、多部件组合而成的结构形状复杂的工业产品,须经多工序制造而成,这就要求各部门各工序之间相互配合、相互协作,要求各工序员工必须精细制作、精心操作,组装每一部件均做到精和准,才能制造出优异的产品质量。同时,也要求对预备和成型工序应有较高的过程控制能力和检测手段。通过对成型工艺过程,即:成型鼓在打压、贴合、旋转过程中,

其尾端定中顶推器不允许脱开工艺进行了调整;对轮胎定型硫化机的机械手装胎定中系统的刚性(稳定性)装置进行了改造;对机械手装胎时的定中装置进行了改造,并定期调整其中度等工作,经过生产运行一段时间后,使我公司全钢丝子午线轮胎的动、静平衡的合格率很快得到了提升,同时轮胎其它方面的品质也相应得到了提高,取得了较好的效果。

参考文献:略