

国内轮胎原材料及成品性能测试技术进展

涂永杰

[上海轮胎橡胶(集团)股份有限公司 双钱载重轮胎公司,上海 200245]

摘要:介绍轮胎生产用原材料、半成品及成品检测方面新的技术和测试项目。原材料测试仪器有动态粘弹谱仪、华莱氏塑性计、自动 DBP 吸收值测定仪等;半成品检测包括热重分析法以及 RPA2000 橡胶加工分析仪和激光在线半成品检测系统的应用;轮胎成品检测包括激光全息相位剪切照相轮胎无损检测、轮胎平衡/均匀性测试、透气性试验和噪声测试等。

关键词:轮胎;原材料;半成品;成品;检测技术

中图分类号:TQ330.4+92;TQ336.1 **文献标识码:**B **文章编号:**1006-8171(2005)04-0199-04

近年来,我国汽车工业得到长足发展,轮胎作为汽车的重要配套产品,产量也迅速增长,质量不断提高。随着高速公路网的延伸,子午线轮胎生产发展更加迅猛。因此,国内轮胎的测试技术与检验水平也相应提高,特别是子午线轮胎,在原材料测试、半成品和成品性能检测等方面的水平都有很大提高。

1 原材料测试

随着计算机在分析仪器领域应用范围的扩大,原材料分析仪器向自动化、高效化和准确化的方向迅速发展。

1.1 动态粘弹谱仪(DMA)

DMA 可测试从 $-150\sim+600\text{ }^{\circ}\text{C}$ 温度范围内胶料的动态力学性能,包括各种生胶的损耗因子($\tan\delta$)。

对低滚动阻力轮胎来说,要求胶料在 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右具有较高的 $\tan\delta$,这样可具有较大的湿牵引力;在 $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ 左右具有较低的 $\tan\delta$,这样可具有较低的滚动阻力^[1]。填充剂能提供较好的滞后损失平衡——低温下较高的 $\tan\delta$ 和高温下较低的 $\tan\delta$,并提高耐磨性。因此胶料的动态力学性能测试对于开发耐低温轮胎或雪地轮胎有重要意义。

作者简介:涂永杰(1971-),男,湖北汉川人,上海轮胎橡胶(集团)股份有限公司工程师,硕士,主要从事轮胎工艺及测试技术研究工作。

1.2 原子吸收法

钢丝帘线镀层成分是影响其与橡胶粘合性能的关键因素之一。以前,国内轮胎企业一般采用化学法测定帘线镀层中的铜含量。此方法虽然费用少,但需用剧毒化学药品,且测试精度较差,测定结果与操作人员的技能和经验有很大的相关性。

随着电子化程度的加深和单独火焰炉原子吸收仪的推出,适宜于轮胎行业的原子吸收仪大幅降价。原子吸收法测定帘线镀层中的铜含量精度高,重复性好,比对性强,测试结果可追溯,同时避免了有毒药品的使用。

运用原子吸收法还可对氧化锌、氧化镁等物质中的金属杂质含量进行测定,防止其对胶料性能产生不利影响。

1.3 华莱氏塑性计(WALLACE)

WALLACE 快速塑性计是测试未硫化橡胶塑性值的一种通用仪器。它与华莱氏老化箱配合,可用于 NR 塑性指数的测定,可直接反映生胶的热稳定性和加工性能。该测试方法简便、快速。

近几年,国内生胶,特别是 NR 价格飞涨,货源紧张且质量不稳定。为保证胶料的加工性能和轮胎质量的稳定,国内有实力的轮胎企业逐步开始此项目的检测。

1.4 氮吸附法

氮吸附法可用于测试炭黑、氧化锌等粉末类原材料的比表面积,测试结果准确,且可同时测定

3 个样品,效率高。待测样品的粒径越小,方法的优势越明显。

1.5 红外光谱法

红外光谱法特征性好,是对橡胶、树脂等高聚物定性表征的有效手段。通过与 PC 机结合,红外光谱不但可用于定性鉴别,而且可在一定范围内进行定量分析。同时,由于制样技术的进步,红外光谱也可用于微量物质的分析,如胶料表面的析出物或轮胎胎侧的渗出物等。

1.6 自动 DBP 吸收值测定仪

与手工测定方法相比,使用自动 DBP 吸收值测定仪测定炭黑的 DBP 吸收值,不但提高了测定结果的精度,而且省时、省力。

2 半成品检测

2.1 热重分析法(TGA)

TGA 是在设定的升温程序中,测定样品的质量随温度或时间变化的一种精密检测方法。TGA 在橡胶行业中一般用于胶料组分的定性或定量分析。随着 TGA 方法的改进,其在橡胶行业中的应用范围不断扩展,已经成为橡胶行业中一种常规测试和基础研究手段。

由于胶料中各组分的挥发性和热稳定性不同,TGA 可通过设定的升温程序和改变样品周围的气氛,分别测定胶料中有机挥发物、主要胶种、炭黑以及无机填料和残余物的配比。

红外光谱法由于其灵敏度和分辨率的局限,当并用胶用量小于 10 份时,红外光谱很难测定。例如 NR/BR 并用体系,BR 用量较小时,红外光谱无法显示,而应用 TGA,由于 NR 的 DTG(质量保持率对时间的一阶微分)峰在 $387\sim 390\text{ }^{\circ}\text{C}$ 之间,而 BR 的 DTG 峰在 $481\sim 488\text{ }^{\circ}\text{C}$ 之间,因此并用胶的 DTG 曲线明显出现两个峰。不同并用比的 NR/BR 并用胶的 TGA 和 DTG 曲线有明显区别。只并用 5 份 BR 的 NR/BR 胶料仍有明显的 DTG 双峰^[2]。

TGA 还可测试不同炭黑的活性。活性高的炭黑燃烧反应的温度较低,通过 TGA 测试炭黑的 DTG 峰温和最大质量损失速率,可确定其粒径。

除以上用途外,TGA 在橡胶热稳定性分析、

裂解机理的研究和抗氧化剂的评估等方面均有重要应用。特别是 TGA 与红外光谱、质谱等分析仪器的联用,更加拓展了 TGA 在高聚物分析领域的应用范围。

2.2 RPA2000 橡胶加工分析仪

硫化是轮胎生产过程中的重要步骤。对于轮胎这种多胶种、多部件的橡胶制品,了解各部件的硫化历程非常重要。在配方设计时,除了考虑各部位胶料的使用性能,还要考虑胶料的硫化速度是否匹配。

目前,国内常用的硫化工艺控制手段是用测温元件测量轮胎各部位的实际温度变化,然后利用胶料的活化能和阿累尼乌斯公式计算胶料在不同时刻的等效硫化时间,即“埋点式硫化测温法”。这种方法以阿累尼乌斯公式为基础,因此在胶料的活化能计算和温度因数的选取上不是很切合实际。同时,利用该公式所做的测温试验,不同时刻的等效硫化时间是一个积分值,如果某一时刻测温元件出现故障,所测的温度值不准确,该时刻之后的所有等效硫化时间都会受影响。这样的测温结果不能完全表征实际的硫化情况。

在硫化过程中,随着胶料硫化程度的加深,其物理性能也随之提高;但超过正硫化点后,若继续进行硫化,胶料的物理性能会呈下降趋势,这就是胶料的热降解。从胶料硫化仪试验的弹性转矩曲线可以很明显地观察到这一现象。RPA2000 橡胶加工分析仪具有变温测试功能,它可实现对轮胎硫化情况的模拟,效果直观、明显和有效;依据 RPA2000 橡胶加工分析仪的测试结果对硫化工艺进行调整,减少轮胎在局部胶料欠硫的同时另一部分胶料过硫的情况^[3]。

2.3 激光在线半成品检测系统

以前,轮胎生产的半成品控制主要靠传统的手工测量与人工评估。随着科技的发展以及计算机应用的深入,为了提高产品的竞争力,国内大的轮胎企业都应安装可提高半成品质量和工艺控制水平的在线检测系统。例如,对钢丝帘布进行在线检测具有如下优点:①能够及时发现问题;②保持较均匀的附胶率;③随时提供质量保证和工艺控制的检测数据;④提供统计和分析检测数据。我公司胎面和内衬层的激光在线断面扫描检测系

统也已投入使用。

3 成品轮胎检测

3.1 激光全息技术

激光全息轮胎检测法是以激光剪切照像为基础的轮胎无损检测系统。其主要特点是多个电子剪切摄像头同步工作,使检测时间大大缩短,是一种检测效率高、速度较快的轮胎无损检测系统。

激光全息法可以检测轮胎内部的微小气泡和胎体脱层等典型缺陷,并可确定缺陷的断面位置。

当轮胎周围的大气压发生变化时,轮胎内部的缺陷会发生异常变形。一般压力下降几千帕时,缺陷产生的异常变形使照射在其上的激光光程产生微米数量级(光波长的几分之一)的变化。如此微小的光程差借助高灵敏的激光全息相位剪切照相(相位错位散斑)技术才能识别。

激光全息相位剪切照相轮胎无损检测系统的特点如下:①全息检测系统的图像能够直观地显示出轮胎的内部缺陷,且易于判断;②操作简便,无需感光材料及显影、定影,直接测量的不是表面变形而是变形的一阶导数;③检测周期短,每条轮胎的检测周期仅约4 min;④能够检测胎肩、胎圈、胎冠和胎侧,检测范围更全面,不受规格和部位限制;⑤分辨率高,激光波长为532 nm,可检测出的最小缺陷范围为1 mm;⑥对胎体脱层的检测具有突出效果;⑦减少了人为因素的影响。

3.2 轮胎平衡性能及均匀性测试

轮胎的不平衡包括静不平衡和动不平衡两种。对轮胎厂家来讲,关键是轮胎的静平衡性能。

静平衡性能与轮胎的成型和硫化等工艺控制有直接关系,会影响到轮胎高速行驶时的舒适性、车辆操纵性和燃油性。静不平衡位置对装胎有直接指导意义。

为了提高轮胎的高速性能及舒适性,轮胎的均匀性检测是必要的。随着国内高速客运的迅速发展,用在高速客车上的全钢载重子午线轮胎也需要做均匀性测试。

轮胎的均匀性测试项目包括径向力变量(RFV)、径向力偏差一次谐波(RFH1)、侧向力变量(LFV)、侧向力偏差一次谐波(LFH1)、锥度效

应(CONY)、侧向力偏移(LFD)、跑偏(PLYS)和中心效应值(LSFT)。RFV主要反映胎面的跳动力,过大会使汽车在高速行驶时颠簸、乘坐舒适性差,影响操纵性能;LFV反映轮胎的摆动性,过大会使汽车在行驶过程中摇摆不定;CONY和LFD主要反映轮胎两边肩部受力的差异,过大会使汽车行驶时轮胎左右摆动,汽车有被拉住的感觉,在高速行驶时容易发生事故;PLYS主要反映带束层的结构设计问题。一般均匀性试验控制项目包括RFV, LFV, CONY和LFD^[4]。

轮胎均匀性表征一个轮胎企业的制造工艺水平、装备自动化程度和精度、管理水平等多种因素的综合能力。

3.3 透气性试验

一般胶料的透气性测试有恒压法和恒容法两种。轮胎的透气性试验采用封闭式充气压力:开始测试前,给轮胎充入所需的压力,此时轮胎温度与测试环境温度相同。测试过程中用气门嘴、帽或其它密封物将轮胎中的空气密封,从而获得封闭式充气压力。

3.4 滚动阻力测试

轮胎滚动阻力是轮胎沿水平路面滚动时所引起的各项阻力的总称,是汽车总行驶阻力的一部分。由轮胎滚动阻力造成的汽车燃料消耗约占20%,滚动阻力降低20%,燃料消耗将减少4%~5%,因此研究低滚动阻力轮胎已成为当今世界轮胎行业的热门课题。

目前轮胎滚动阻力测试方法主要有4种:①测力法:测量轮胎旋转轴的反作用力;②测扭矩法:测量试验机的输入扭矩;③测减速度法:测量试验转鼓和轮胎总成的减速度;④测功率法:测量试验机的输入功率^[6]。

此外,还有通过测量材料的 $\tan\delta$ 确定轮胎滚动阻力的间接测量法。

3.5 噪声综合评判

在轮胎的设计、生产和使用过程中,噪声综合评判越来越得到重视。国际上有美国某测试中心提出的轮胎低噪声容许M标准线和西欧某测试中心提出的三段频区标准。我国也进行了这方面的研究,提出相应的评判方法并开发出适用的噪

声测试仪器^[7]。

4 结语

综上所述,国内轮胎原材料、半成品和成品性能检测技术都得到了长足的发展,但与国际上相关的测试技术相比仍有不小的差距,尤其是成品轮胎在试验场的模拟测试。轮胎在试验场的测试结果与实际使用性能有良好的相关性。建立轮胎试验场的投资较大,可与国家相关主管部门配合,逐步建立轮胎模拟试验场,这样才能开始轮胎的防滑性、操纵性等试验方法的研究,进一步提高与轮胎实际使用性能相关的测试技术。

参考文献:

- [1] 刘其林,董长征.降低轮胎滚动阻力方法的初步探讨[J].轮胎工业,1999,19(3):131-136.
- [2] 谭亮红,欧阳振中,周淑华,等. TG 在胶料组分分析中的应用[J]. 橡胶工业,2004,51(4):233-235.
- [3] 雍 武,周天明,刘恒武.应用 RPA2000 橡胶加工分析仪进行胶料硫化模拟[J]. 轮胎工业,2004,24(3):174-177.
- [4] 马金林.提高子午线轮胎均匀性的新途径[J]. 轮胎工业,1997,17(10):579-582.
- [5] 佚 名.载重车和大客车轮胎滚动阻力测试方法[J]. 董秀玲译.轮胎工业,2001,21(12):739-745.
- [6] 陈理君,阳玉平,李晓辉,等.便携式轮胎花纹噪声智能测量分析仪[J]. 轮胎工业,2004,24(7):387-391.

收稿日期:2004-12-01

双喜全钢子午线轮胎项目再度上马

中图分类号:F27 文献标识码:D

2005 年 2 月 1 日,备受关注的中车双喜轮胎有限公司年产 180 万套全钢载重子午线轮胎项目的一期年产 30 万套全钢载重子午线轮胎工程,在山西省太原市清徐县举行了奠基仪式,标志着这一停滞 10 余年的项目终于再度启动。

据介绍,该项目整体规划规模确定为年产 180 万套全钢载重子午线轮胎,项目完成后年可实现销售收入 32 亿元。其中一期工程为年产 30 万套全钢载重子午线轮胎,建设周期为 18 个月,投产后可实现销售收入 4 亿元。

该项目建设具有工艺技术成熟、能源低廉、销售网络广泛、生产规模较大、工人技术熟练及劳动力成本低等诸多优势。该项目的建成投产将改写山西省作为公路运输大省却不能生产子午线轮胎的历史。

(摘自《中国化工报》,2005-02-04)

固特异登录普在德国生产跑气保用轮胎

中图分类号:TQ336.1 文献标识码:D

英国《轮胎与配件》2005 年 1 期 57 页报道:2004 年 11 月中旬,固特异登录普轮胎公司为在德国哈瑙的新跑气保用轮胎生产厂举行了落成典礼。自 2001 年以来,该公司为其在德国的各家工厂投资了约 2.5 亿欧元,而该公司在德国的员工共有 7 000 人。固特异登录普是在德国轮胎厂最多的轮胎公司。

固特异登录普的目标之一是加强在日益增长的抗瘪塌轮胎市场上的领导地位。该公司的欧洲轿车轮胎研发中心设于哈瑙。轮胎公司成功与否要看它在汽车公司设计的样板车中被选用的轮胎数量。仅 2004 年 1~9 月登录普被汽车公司认可的轮胎数量就比上一年度全年总量增加 14%。

20 世纪 90 年代,登录普投入很大精力开发 DSST(登录普自支撑技术)跑气保用轮胎。

据预测,欧洲跑气保用轮胎的总量还将大幅度增长,未来 3 年销量将达到目前的 5 倍。这些轮胎中约有 60% 将在德国销售。高性能轮胎销量的增长幅度约为 45%,而欧洲轮胎总销量增长约 5%。采用 DSST 技术的传统品牌可能对这一时期销量的增长起着举足轻重的作用。

固特异登录普专门为生产跑气保用轮胎所需的复杂制造工艺设计了一种机器。该技术使用既能制造不同规格跑气保用轮胎,又能制造普通高性能轮胎的所谓“灵活制造装置”(FMS)。FMS 更换所生产轮胎品种所需的时间仅为普通机械的 10%~20%。这使该公司可以生产规格繁多的轮胎。登录普已有 3 条新生产线,每条生产线每天可以生产轮胎 1 000 条,但其产量尚未达到顶峰。

富尔达是登录普生产跑气保用轮胎的第 2 家工厂,它使固特异登录普成为欧洲最大的跑气保用轮胎生产公司。2004 年该公司销售了 130 多万条登录普和固特异商标的跑气保用轮胎,其中包括高机动性技术(EMT)跑气保用轮胎。

(涂学忠摘译)