载重轮胎胎体钢丝帘线粘合性能的测试研究

陈水良，高丽萍，蒋志强，毛建清，毛建生
（杭州朝阳橡胶有限公司，浙江 杭州　310018）

摘要：对成品轮胎胎体钢丝帘线与橡胶的粘合性能无法论证的问题进行研究。选取成品轮胎屈挠变形最严重的胎侧和胎肩部位进行制样，在拉力机上测定每根钢丝帘线沿轴向从胶料中抽出所需要的力。本测试方法找到了成品轮胎与混炼胶之间的粘合性能差距，并对使用不当造成早期损坏的轮胎进行对比，以弥补现有成品轮胎测试技术的不足。

关键词：载重轮胎；胎体；钢丝帘线；粘合性能
中图分类号：U463.341^{+}.3；TQ330.38^{+}9　　**文献标志码**：B　　**文章编号**：1006-8171(2018)00-0000-03

载重子午线轮胎具有行驶安全、滚动阻力小、节油和耐磨等优点，可降低运输成本，其经济价值和社会效益十分显著，因此在世界各国发展迅速。有计划地大力发展子午线轮胎，是我国轮胎工业的产业政策。随着汽车工业中新技术和新材料的应用以及汽车各项性能日趋完善，对轮胎的稳定性、安全性和操控性等性能要求也越来越高。企业对各批次原材料检测抽试指标也在不断修改。实际成品轮胎随着配方、混炼胶工艺指标、过程控制、硫化体系变化而造成粘合性能数据波动，尤其是轮胎使用到中期及中后期胎体钢丝帘线的粘合性能因没有相关的国家标准规定制样方法而无法论证，常见问题如下。

(1)新产品开发：企业新产品试制后需要测试轮胎的静态性能（充气后测量轮胎主要尺寸、接地压力分布、刚性）和动态性能（室内轮胎滚动阻力、高速和耐久性能），对于轮胎胎体钢丝帘线与橡胶粘合性能的测试没有相关标准。

(2)原材料替换：目前轮胎胎体钢丝帘线结构种类繁多，各钢帘线企业不断地开发新型钢丝帘线。不同结构的不同抗拉强力和不同镀层厚度（镀铜/镀锌）对于粘合胶硫化成品后是否达到预期的效果无法论证。

(3)工艺调整：实际生产中企业不断地调整配方来缩短硫化时间，为企业增效。硫化工艺调整后对成品轮胎骨架材料粘合性能的影响是否达到预期的效果无法论证。

(4)三包轮胎：企业通常将市场上出现早期问题及使用不当的轮胎召回后就损坏处切割断面以及各部件胶料的物理性能进行分析，实际上部分轮胎肩部脱层问题与粘合体系有着密切关系。

本工作针对现有的技术不足，就成品轮胎胎体钢丝帘线与橡胶的粘合性能无法论证的问题进行研究。

1　实验

1.1　试验原理和目的

取成品轮胎屈挠变形严重部位进行制样，在拉力机上测定每根钢丝帘线沿轴向从胶料中抽出所需要的力。找到成品轮胎与混炼胶之间的粘合性能差距，并对使用不当造成早期损坏的轮胎进行测试数据对比，以弥补现有成品轮胎测试技术的不足。

1.2　试样制备

为了研究硫化后胎体钢丝帘线与橡胶的粘合性能变化，选取轮胎使用中屈挠变形最严重的胎侧和胎肩部位，并按要求切割断面。

(1)将轮胎沿着行驶方向切割成300 mm的断面，在断面的待制样部位用记号笔进行标注，用解剖刀去掉胎面胶和带束层钢丝帘线操作过程中不能损伤记号区域内的橡胶，按规定尺寸制备试样。

(2)为了避免试样在制备过程中产生不同程

作者简介：陈水良（1977—），男，浙江常山人，主要从事成品轮胎的检测工作。
E-mail：chenshuiliang@126.com

度的损伤，在测试位置上端预留12 mm胶料，待检测时去掉预留部分。

(3)试样制备以10根钢丝帘线为一组，测试钢丝帘线间隔13 mm，然后进行胶料分开，剔除钢丝帘线上的附胶及预留的12 mm余胶。所测试的钢丝帘线必须清理干净并且不能损伤钢丝帘线表面。试样示意如图1所示。

(4)待检测的胎肩和胎侧部位的试样如图2和3所示。

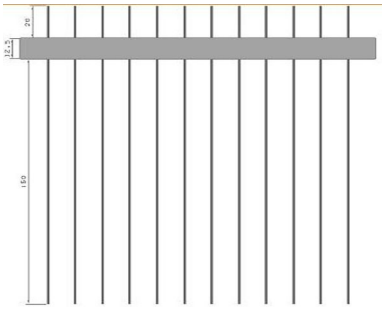

图1 试样示意

图2 胎肩部位的试样

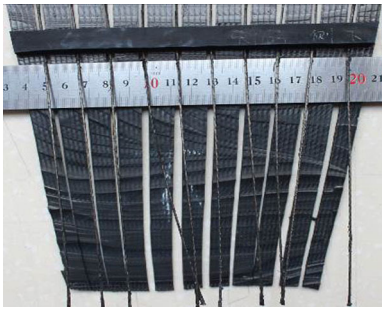

图3 胎侧部位的试样

(5)试样按照GB/T 2941—2006《橡胶物理试验方法试样制备和调节通用程序》进行调节。

1.3 测试设备和条件

测试设备：GT-AT-3000型电子拉力机，高铁检测仪器有限公司产品；CT-2220型体视显微镜，潮州市华仑电子工具有限公司产品。

测试条件：拉力机传感器 5 000 N，拉伸速率 100 mm·min^{-1}，气动夹具气压 4.5 kPa，上下夹具间距 100 mm。由于轮胎内侧偏薄，测试时偏薄的一侧需要相应的胶条支撑，以免测试过程中钢丝帘线偏移。

2 结果与讨论

2.1 微观形貌分析

通过体视显微镜发现，附胶量越大，粘合力越大，附胶沿垂直于抽出方向呈波纹状越明显，波纹距离越小，波纹越均匀，粘合力越大，如图4所示。试样受到高温老化后胶料变硬，物理性能下降，抗变形能力变差。热空气老化后试样的波纹距离明显大于未老化试样，如图5和6所示。

2.2 粘合性能

采用上述方法制备6组试样，并与3组混炼胶试样进行对比。混炼胶、胎肩部位和胎侧部位3个试样为一个对比方案，分别进行老化前和热空气老化后胎体钢丝帘线抽出力测试对比，试验结果如表1所示。

放大10倍。

图4 老化前样品的微观形貌

注同图4。

图5 100 ℃×24 h老化后样品的微观形貌

注同图4。

图6　100 ℃×48 h老化后样品的微观形貌

由于本方法制样中避免了打磨环节，因此胎肩和胎侧部位试样的抽出力与混炼胶硫化后试样相比较为稳定，10个试样的抽出力差值（最大值与最小值之差）均在200 N以内。3组试样受到不同程度老化后，混炼胶的抽出力变化很小，但抽出力差值很大，成品试样因胶料发硬，抽出力有所减小。胎肩部位试样老化24和48 h后的抽出力比老化前分别下降了5. 76%和23. 46%，胎侧部位试样老化24和48 h后的抽出力比老化前分别下降了8. 08%和26. 32%。

表1　胎体钢丝帘线抽出力测试结果　　N

序号	混炼胶			胎肩部位			胎侧部位		
	老化前	老化24 h后	老化48 h后	老化前	老化24 h后	老化48 h后	老化前	老化24 h后	老化48 h后
1	410	453	427	415	474	397	565	483	378
2	318	466	466	543	523	395	519	495	385
3	480	449	438	492	537	439	504	473	390
4	554	397	298	510	493	389	568	522	384
5	582	468	592	537	465	401	559	462	393
6	438	414	510	570	450	444	543	511	425
7	390	574	623	568	476	371	567	537	432
8	442	520	594	584	487	396	487	520	359
9	492	516	470	478	461	369	560	404	396
10	592	497	364	499	533	374	449	486	380
平均值	470	475	478	520	490	398	532	489	392
差值	274	177	325	169	87	75	119	133	73

3　结论

采用本测试方法可对成品轮胎胎体钢丝帘线的粘合性能进行有效评价，同时也解决了硫化体系调整对钢丝帘线与橡胶粘合性能影响的评价，配方粘合体系调整对钢丝帘线与橡胶粘合性能的影响评价，更换胎体钢丝帘线结构的钢丝帘线与橡胶的粘合性能及轮胎使用到中期和后期的钢丝帘线与橡胶的粘合性能评价。通过上述数据，本次针对钢丝帘线与橡胶粘合性能的评价效果显著，尤其是利用不同老化条件进行模拟推测轮胎实际使用到中期及中后期钢丝帘线与橡胶粘合性能的评价效果非常明显。随着老化时间的延长，钢丝帘线抽出力明显减小实际反映了钢丝帘线与橡胶粘合性能的变化。

收稿日期：2017-08-02

英文题目：Test Study on Adhesion of Steel Cord in Carcass of Truck Tire

英文作者：CHEN Shuiliang，GAO Liping，JIANG Zhiqiang，MAO Jianqing，MAO Jiansheng