

短纤维增强橡胶在轮胎中的应用

N aohiko Kikuchi 著 王晓冬编译 黄家明校

摘要 短纤维增强橡胶(SFRR)是在胶料中混入短纤维并使之取向,以提高胶料在指定方向上的模量。减轻轮胎重量和降低滚动阻力是节省汽车燃料的重要因素,但也可使轮胎的刚性降低。本文介绍了如何通过向在轮胎不同部件中应用 SFRR 来克服这一缺点。

目前,减轻轮胎重量和降低滚动阻力已成为提高轮胎性能的最重要因素之一,这与节省汽车燃料一样,对改善全球环境是十分必要的。

轮胎中有一些涂覆橡胶的复合材料部件,如胎体由聚酯、人造丝和芳纶等化学纤维织物涂覆胶料制成,带束层由镀铜钢丝帘线涂覆胶料制成,而其它部件是由炭黑补强的 NR、SBR 和 BR 胶料制成。

减轻轮胎重量和降低滚动阻力有很多方法,例如,可通过改变所用生胶品种或减少胶料中炭黑用量来减少胶料的能量损失,从而降低轮胎的滚动阻力;也可通过减少胎体帘布层数和减小胶层厚度来减轻轮胎重量。

但是,采用这些方法的同时也伴随胎面胶的抓着力和轮胎所必要的刚性降低,且会对轮胎安全行驶所必需的操纵稳定性产生不利影响。

为解决抓着力下降的问题,人们试图通过开发溶聚 SBR 等,妥善解决低滚动阻力和胎面胶抓着力之间的关系。而轮胎刚性下降的问题,至今仍没找到能使之与降低滚动阻力和减轻轮胎重量相协调的有效方法。

这就是说,如为提高胶料模量而增大炭黑用量,胶料能量损失就会增大,从而导致轮胎滚动阻力降低。而采用其它方法提高胶料模量,轮胎在各个方向上的刚性均会提高,从而对轮胎乘坐舒适性等其它性能产生不利影响。

如果对胶料中的短纤维进行取向,胶料

将具有各向异性,结果就可能仅在短纤维取向方向提高胶料模量。另外,与采用炭黑等补强剂提高胶料模量有所不同的是没有增加胶料的能量损失。

所以,通过试验来确定采用仅在短纤维取向方向提高模量的 SFRR 是否可以减轻轮胎重量、降低滚动阻力。结果表明,SFRR 是非常有效的轮胎补强材料。

1 实验

尼龙短纤维作为试验用短纤维,直径 0.2~0.3 μm ,长度 100~200 μm 。将短纤维混入 NR 中制成母炼胶,在混炼过程中加入偶联剂,促使短纤维与 NR 结合。

采用压延辊或普通橡胶制品加工通常所用的挤出机,可使短纤维在胶料中沿挤出方向进行取向。SFRR 的复合模量(E^*)及能量损耗($\text{tg}\delta$)的测试结果见图 1。从图 1 可以看出, E^* 在短纤维取向方向随短纤维用量增大而提高,而 $\text{tg}\delta$ 则在两个方向均减小。

采用了 SFRR 的试验轮胎规格是 185/65 R 14,分别测试了以下几个项目:

- (1) 轮胎重量、厚度等;
- (2) 轮胎滚动阻力;
- (3) 试验场装车操纵稳定性。

1.1 SFRR 在胎面胶中的应用

对轮胎中最大部件胎面胶的胶料配方进行了改进,以验证是否有可能改善轮胎滚动阻力和其它性能。

在试制试验胎时,用短纤维部分替代胎

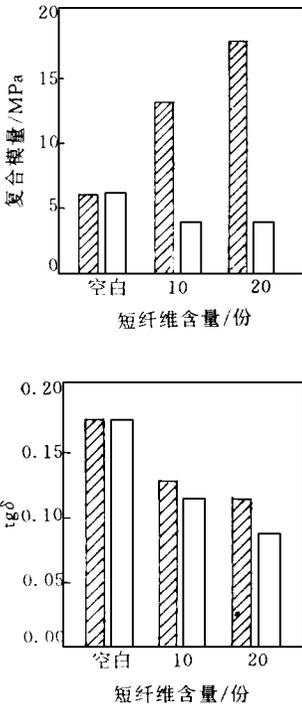


图1 短纤维用量对SFRR的E*及tgδ的影响
注：▨—平行于压延方向；□—垂直于压延方向

面胶料中的炭黑，并使之分别在轮胎周向、径向和垂直方向取向。

试验结果表明，在每种取向情况下，轮胎的滚动阻力均降低约10%。至于轮胎的操纵稳定性，短纤维沿轮胎径向取向，其横向刚性提高，从而改善了驾驶响应性。但是，炭黑填充量减小，使轮胎的绝对抓着力降低，特别是在轮胎的实际使用中，其湿抓着力非常小。

为解决这一问题，试验胎胎面采用顶层/底层结构，胎面顶层采用普通胎面胶料配方，而胎面底层由SFRR构成，其中的短纤维沿径向取向。结果轮胎的滚动阻力降低，驾驶响应性和抓着力提高。

1.2 SFRR在胎侧胶中的应用

与SFRR在胎面胶中的应用一样，在胎侧胶中用短纤维部分替代炭黑，并使之沿轮胎的周向和径向取向，试制成试验胎并进行检测。

第1条试验胎的胎侧厚度不变。测试结

果表明，轮胎刚性对轮胎操纵稳定性起着很大作用，短纤维沿周向取向的轮胎，其刚性有很大提高，驾驶响应性也有明显改善。反之，轮胎的乘坐舒适性则有所降低。

第2条试验胎的胎侧厚度减小，以利于改善轮胎的乘坐舒适性和减轻轮胎重量。结果表明，这使轮胎兼顾了驾驶响应性和乘坐舒适性，另外，使胎侧胶重量减轻了约40%。

1.3 SFRR在胎圈胶中的应用

三角胶对轮胎的刚性起着非常大的作用，其硬质可固定胎体，所以胶料配方不同于胎面胶及胎侧胶配方。为此，短纤维不再是替代炭黑，而是作为另一种配合剂加入到原始三角胶胶料中，以获得高硬度的胶料，而且短纤维沿轮胎周向和径向取向。结果表明，短纤维沿轮胎径向取向的试验胎，其刚性得到提高，从而改善了轮胎的驾驶响应性，但相对于轮胎行驶振动的乘坐舒适性等性能却有所下降。

因此，人们试图通过减小三角胶的体积来调整轮胎的刚性，使轮胎的驾驶响应性和乘坐舒适性得到兼顾，并且由于三角胶的体积减小，使轮胎的重量减轻。

1.4 小结

根据上述测试结果得出，各部件使用SFRR的轮胎具有优异的性能。轮胎中各SFRR部件、轮廓及所用短纤维的取向方向见图2。

图3(略)测试结果表明，各部件用SFRR的试验胎重量减轻，滚动阻力降低，且轮胎的驾驶响应性非常优异。

2 结论

(1) SFRR只能提高短纤维取向方向的胶料模量。

(2) 如果SFRR在轮胎部件中应用，可只增加轮胎在指定方向的刚性，并可通过改变胎侧厚度等来减轻轮胎重量及保证轮胎适当的刚性。

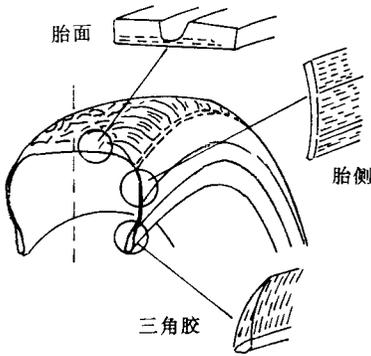


图 2 轮胎结构图

温度 50 ; 频率 10Hz, 应变 1%

胎面基部胶: 短纤维沿轮胎径向取向; 胎侧胶: 短纤维沿周向取向, 胎面减薄; 三角胶: 短纤维沿径向取向, 体积减小

(3) 与使用炭黑补强不同, SFRR 是在不增加轮胎能量损耗的基础上提高胶料模量的。

(4) 利用能量损耗低这一特性, 使轮胎具有低滚动阻力。

如果选择适宜的短纤维取向方向, 而且在轮胎不同部件中使用 SFRR, 那么就能在要求的方向上控制轮胎的刚性, 从而可使轮胎的重量减轻, 滚动阻力降低; 尽管驾驶响应性通常被认为与减轻轮胎重量和降低滚动阻力相抵触, 但可使轮胎的生产安全、舒适和操纵稳定性特别是驾驶响应性非常优异。

译自《95 神户国际橡胶会议论文集》, P237~ 240

化工部监督检查轮胎标准实施情况

为了贯彻落实第二次全国化工技术监督工作会议精神, 推动企业按标准组织生产, 消灭无标产品, 化工部轮胎标准实施监督工作组于 1996 年 10 月 14 日~ 12 月 3 日对全国轮胎生产企业中的标准实施情况进行了监督检查。

检查结果表明, 从总体上看, 企业的标准收集渠道畅通, 标准的覆盖率达到 98% 以上, 其中 12 个企业达到了 100%。多数企业能严格按照标准组织生产和检测, 进厂的原材料按标准进行检验, 产品设计图纸和说明书通过标准化审查。但也有部分企业的标准化工作处于无组织、无计划、无检查的“三无”状态, 主要原材料进厂不检验, 半成品和成品检测仪器设备不完善或未按要求进行检验。

化工部技术监督司希望各企业针对存在的问题进行整改, 进一步完善企业标准化工作, 严格企业内部的标准实施监督。

轮胎标准实施监督检查结果

企业名称 检查评分 检查结果

上海轮胎橡胶(集团)股份有限公司正泰橡胶厂	96	优秀
上海轮胎橡胶(集团)股份有限公司大中华橡胶厂	95.5	优秀
上海轮胎橡胶(集团)股份有限公司载重轮胎厂	95.5	优秀
上海轮胎橡胶(集团)股份有限公司乘用车轮胎厂	92	优秀
北京轮胎厂	87.5	良好
沈阳第三橡胶厂	86.5	良好
安徽开元轮胎有限责任公司	82	良好
安徽佳安轮胎有限公司	81.5	良好
天津轮胎橡胶工业有限公司	81	良好
湖南橡胶厂	81	良好
重庆中策轮胎有限公司	80.5	良好
天津国际联合轮胎橡胶有限公司	80.2	良好
江西橡胶厂	80	良好
吉化江城化工有限责任		
公司轮胎厂	75.5	及格
四川橡胶厂	74	及格
东风轮胎厂黄石分厂	73	及格
江西轮胎厂	72	及格
河北唐山橡胶厂	71	及格
北京良乡轮胎厂	70.5	及格
韩泰轮胎(淮阴)有限公司	68.5	及格
呼和浩特橡胶厂	65	及格
山东环日集团公司		
莱州市环日橡胶厂	64	及格

(摘自《中国化工报》, 1997, 2, 27)