

高分散无凝胶白炭黑在轮胎胎面胶中的应用

俞华英, 刘 蓉

(中橡集团曙光橡胶工业研究设计院, 广西 桂林 541004)

摘要:研究高分散无凝胶白炭黑在轮胎胎面胶中的应用,并与普通沉淀法白炭黑进行对比。结果表明,高分散无凝胶白炭黑在胶料中的分散性明显好于普通白炭黑;与使用普通白炭黑的胶料相比,使用高分散无凝胶白炭黑的胶料耐磨性能明显提高,耐屈挠性能有所提高,耐热氧化性能稍好;采用高分散无凝胶白炭黑部分替代炭黑,胶料生热和滚动阻力明显降低,耐屈挠性能明显提高,回弹值稍大,其余性能相差不大。

关键词:高分散无凝胶白炭黑;轮胎;胎面胶

中图分类号:TQ330.38⁺3;TQ336.1 **文献标识码:**B **文章编号:**1006-8171(2006)01-0032-04

由于人们环保和节能意识日益提高,对滚动阻力较低、节约燃料的子午线轮胎和滚动阻力更低的“绿色轮胎”需求量不断增大,因此轮胎行业白炭黑的消耗量正在快速增加。

补强填充剂是影响轮胎使用性能的重要因素。在子午线轮胎中用白炭黑替代炭黑可以降低轮胎的滚动阻力,减少燃料消耗,提高抗湿滑性和安全性。但由于普通沉淀法白炭黑在胶料中难以分散,导致轮胎耐磨性能下降,限制了白炭黑在胎面胶中的应用。使用高分散无凝胶白炭黑可在降低滚动阻力和生热、提高抗湿滑性的同时,不降低胎面胶的其它性能。本工作研究高分散无凝胶白炭黑在轮胎胎面胶中的应用,并与普通沉淀法白炭黑进行对比。

1 实验

1.1 主要原材料

高分散无凝胶白炭黑,牌号 JC sil 150,上海久琛精细化工有限公司产品;普通沉淀法白炭黑,市售工业品。

1.2 主要设备和仪器

Φ160 mm×320 mm 开炼机,广东湛江机械厂产品;45 t 平板硫化机,上海第一橡胶机械厂产品;YS-25 型压缩试验机,上海非金属试验机厂产

品;PL-140 型疲劳试验机和 MH-74 型阿克隆磨耗试验机,上海中艺机械厂产品;T-10 电子拉力机和 R-100S 型硫化仪,美国孟山都公司产品;RCD-Ⅱ型橡胶炭黑分散度测定仪和 RPL-Ⅱ型橡胶旋转功率损耗仪,北京万汇一方科技发展有限公司产品。

1.3 性能测试

采用橡胶旋转功率损耗仪测定胶料的旋转功率损耗值,旋转速度为 $800 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$,负荷为 30 kg,时间为 15 min。采用橡胶炭黑分散度测定仪测定胶料中填料的分散度。胶料其余各项性能均按相应国家标准进行测试。

2 结果与讨论

2.1 理化分析

白炭黑理化分析结果如表 1 所示。

2.2 白炭黑品种对胎面胶性能的影响

白炭黑品种对胎面胶性能的影响如表 2 所示。

从表 2 可以看出,与使用普通白炭黑的胶料相比,使用高分散无凝胶白炭黑的胶料正硫化时间较短,硫化速度较快,有利于缩短轮胎的硫化时间,提高生产效率;使用高分散无凝胶白炭黑的胶料阿克隆磨耗量明显减小,耐屈挠性能有所提高,耐热氧化性能稍好。胎面胶耐磨性能直接影响轮胎的行驶里程,胎面胶的耐磨性能越好,轮胎使用寿命越长。纵向花纹的斜交轮胎很容易在花纹

作者简介:俞华英(1956-),女,浙江嘉兴人,中橡集团曙光橡胶工业研究设计院教授级高级工程师,主要从事轮胎配方设计和生产工艺管理工作。

表 1 白炭黑理化分析结果

项 目	高分散无凝胶	普通白炭黑	指标 ¹⁾
	白炭黑		
外观	合格	合格	白色粉末或颗粒
二氧化硅质量分数	0.95	0.95	0.93~0.95
硫酸盐质量分数(以硫酸钠计)×10 ²	0.1	0.7	≤0.5
铁质量分数×10 ⁴	2.00	3.18	≤5.00
铜质量分数×10 ⁴	0	0	≤0.1
锰质量分数×10 ⁴	0.02	0.13	≤0.10
白度/%	96	96	≥93
45 μm 筛余物			
质量分数×10 ²	0.01		≤0.2
加热减量[(105±2℃)×1.5 h]/%	4.5	6.3	4.0~8.0
灼烧减量[(1 000±25)℃]/%	4.5	3.7	≤7.0
pH 值	7.0	6.7	5.0~8.0
DBP 吸收值×10 ⁵ /(m ³ ·kg ⁻¹)	254	217	200~350
比表面积/(m ² ·g ⁻¹)	151	136	

注:1)相关行业标准。

沟底出现裂纹,胎面胶的耐屈挠性能好,有利于减少花纹沟裂现象。由于普通白炭黑中锰含量较大,而锰对橡胶的氧化反应具有催化作用,因此使用普通白炭黑的胶料耐热氧化性能稍差。

白炭黑在胶料中的分散情况如表 3 所示。

从表 3 可以看出,高分散无凝胶白炭黑在胶料中的分散性明显好于普通白炭黑;分散剂可以提高普通白炭黑在胶料中的分散性,而高分散无凝胶白炭黑无需使用分散剂即可达到良好的分散效果。

填料的分散性直接关系到聚合物与填料的接触面积,即关系到聚合物与填料间的相互作用,而橡胶的耐磨性能主要取决于填料的形态和聚合物与填料间的相互作用^[1]。良好的分散性正是使用高分散无凝胶白炭黑的胶料具有优异耐磨性能的主要原因。

2.3 白炭黑/炭黑与全炭黑补强体系性能比较

补强体系对胎面胶性能的影响如表 4 所示。

表 2 白炭黑品种对胎面胶性能的影响

项 目	配方编号					
	1 [#]			2 [#]		
高分散无凝胶白炭黑用量/份		20			0	
普通白炭黑用量/份		0			20	
门尼焦烧时间(120℃)/min		62			64	
硫化仪数据(138℃)						
t ₁₀ /min		16.5			17.0	
t ₉₀ /min		30.0			32.3	
硫化时间(138℃)/min	40	80	100	40	80	100
邵尔 A 型硬度/度	67	67	68	65	66	67
300%定伸应力/MPa	11.3	11.9	12.4	10.7	11.9	12.5
拉伸强度/MPa	25.1	26.0	25.1	25.4	25.7	26.3
拉断伸长率/%	543	534	515	574	544	523
拉断永久变形/%	32	28	28	32	32	30
撕裂强度/(kN·m ⁻¹)	153			153		
回弹值/%	34.5			33.5		
阿克隆磨耗量/cm ³	0.163			0.198		
压缩疲劳温升 ¹⁾ /℃	22			23		
屈挠龟裂等级(30 万次)	3,3,4			5,5,5		
100℃×24 h 热空气老化后						
邵尔 A 型硬度/度	70			70		
300%定伸应力/MPa	15.3			14.7		
拉伸强度/MPa	24.5			24.1		
拉断伸长率/%	473			467		
拉断永久变形/%	30			32		

注:1)试验条件为冲程 5.71 mm,负荷 0.437 MPa,温度 55℃,时间 25 min;基本配方为 NR 100,炭黑 33,活性剂 6,硫化剂 3.6,防老剂 3.3,硅烷偶联剂 2.5,分散剂 1.5,其它 4.8。

表 3 白炭黑在胶料中的分散情况 级

配方编号	分散度	配方编号	分散度
1#	8.5	3#	8.5
2#	8.0	4#	7.0

注:3# 和 4# 配方除无分散剂外,其余组分均分别与 1# 和 2# 配方相同。

从表 4 可以看出,采用高分散无凝胶白炭黑部分替代炭黑,胶料表面粘性较好,焦烧时间和正硫化时间有所延长,加工安全性提高。这是由于白炭黑表面的硅氧烷和硅烷醇基团对硫化有副作用,导致使用白炭黑的胶料硫化速度较慢。

从表 4 还可以看出,与采用全炭黑补强的硫化胶相比,采用高分散无凝胶白炭黑/炭黑补强的胶料生热和旋转功率损耗明显降低,耐屈挠性能明显提高,回弹值稍大,其余性能相差不大。普通白炭黑中存在硅酸凝胶,会使产品表面产生容易破裂的斑点,且由于凝胶的强烈聚集作用使白炭

黑在胶料中分散不佳,降低胶料的耐磨性能,而高分散无凝胶白炭黑克服了普通白炭黑存在的弊病。

对于航空轮胎,胶料具有较低的生热非常重要。由于航空轮胎在飞机停机时单胎负荷高达数十吨,起飞和着陆速度高达 360 km·h⁻¹ 以上,轮胎需要承受巨大的离心力和冲击力,在高速旋转和高频率形变的情况下,轮胎内部温度会急剧升高,胶料性能快速下降,很容易出现甩胎面、掉块等现象,因此航空轮胎胎面胶及其它部件胶料必须具有较低的生热,以保证轮胎在苛刻的使用条件下不出现鼓包、掉块、脱层、甩胎面等致命的质量问题,从而保证飞行安全。同样,对于汽车斜交轮胎,胎面胶生热降低,可减少轮胎使用中脱层、鼓包、肩空等质量问题的发生,延长轮胎使用寿命。

表 4 补强体系对胎面胶性能的影响

项 目	配方编号					
	5#			6#		
高分散无凝胶白炭黑用量/份		20			0	
炭黑用量/份		33			53	
硅烷偶联剂用量/份		2.5			0	
胶料表面粘性		好			较差	
门尼焦烧时间(120℃)/min		66			57	
硫化仪数据(138℃)						
t ₁₀ /min		14.5			13.0	
t ₉₀ /min		28.0			24.5	
硫化时间(138℃)/min	40	80	100	40	80	100
邵尔 A 型硬度/度	67	69	69	70	68	68
300%定伸应力/MPa	12.2	13.7	14.6	14.5	14.1	14.3
拉伸强度/MPa	26.2	26.2	25.6	25.9	25.4	24.6
拉断伸长率/%	523	504	477	484	477	472
拉断永久变形/%	32	30	26	30	26	24
撕裂强度/(kN·m ⁻¹)	152			153		
回弹值/%	34.5			31.0		
阿克隆磨耗量/cm ³	0.160			0.164		
压缩疲劳温升 ¹⁾ /℃	23			29		
屈挠龟裂等级(30 万次)	2			6		
旋转功率损耗值	0.89			1.14		
100℃×24 h 热空气老化后						
邵尔 A 型硬度/度	72			74		
300%定伸应力/MPa	16.2			18.5		
拉伸强度/MPa	25.8			24.9		
拉断伸长率/%	460			413		
拉断永久变形/%	28			24		

注:1)同表 2 注 1);基本配方为 NR 100,活性剂 6,硫化剂 3.6,防老剂 3.3,分散剂 1.5,其它 4.8。

对于汽车轮胎,轮胎的滚动阻力降低 20%,可以节省约 5%的燃料,减少废气排放,有益于环保。胶料的滚动阻力可以用旋转功率损耗值来表征。在胶料中使用高分散无凝胶白炭黑部分替代炭黑可大幅度降低滚动阻力。

- 3 结论
- (1)高分散无凝胶白炭黑在胶料中的分散性明显好于普通白炭黑。
- (2)与使用普通白炭黑的胶料相比,使用高分散无凝胶白炭黑的胶料耐磨性能明显提高,耐屈挠性能有所提高,耐热氧化性能稍好。
- (3)采用高分散无凝胶白炭黑部分替代炭黑,胶料生热和滚动阻力明显降低,耐屈挠性能明显提高,回弹值稍大,其余性能相差不大。
- 参考文献:
- [1] 王梦蛟,张平,Khaled Mahmud,等. 轮胎用新补强材料的发展[J]. 涂学忠译. 轮胎工业,2004,24(8):482-488.
- 收稿日期:2005-07-24

Application of high dispersive gel-free silica in tread compound

YU Hua-ying ,LIU Rong

(Shuguang Research and Design Institute of Rubber Industry,Guilin 541004,China)

Abstract: The application of the high dispersive gel-free silica in the tread compound was investigated and compared to the conventional precipitated silica. The results showed that the dispersity of high dispersive gel-free silica in tread compound was much better than that of conventional silica;the abrasion resistance of high dispersive gel-free silica compound increased significantly,the flexibility improved and the heat oxidative aging property was somewhat better;and the heat build-up and rolling resistance of rubber compound decreased significantly,the flexibility improved remarkably,the elastic resilience increased a little without any adverse effect on other properties by using high dispersive gel-free silica partly instead of carbon black.

Keywords: high dispersive gel-free silica;tire;tread

2005 年红河杯全国汽车场地锦标赛落幕

中图分类号:F27 文献标识码:D

2005 年对米其林来说是精彩激烈并不断收获喜悦的一个赛季。在力助雷诺车队摘取 F1 年度车队和车手双料总冠军两周之后,米其林集团再接再厉,力助北京海淀驾校及其车手王少峰夺得了“2005 年红河杯全国汽车场地锦标赛”年度车队及车手总冠军,再次证明了米其林集团在赛车运动领域的地位。

2005 年 10 月 30 日,全国汽车场地锦标赛最后一站在北京金港赛车公园落下帷幕。在米其林和其它赞助商的努力下,北京海淀驾校车队最后取得了车队年度总冠军,而王少峰早在北京收官战之前就已获得车手年度冠军。这是继 2004 年米其林合作车队区氏威豪车队夺冠之后,米其林

合作车队再次获得全年总冠军。

在 2005 年 10 月 30 日的比赛上,米其林的合作车队——龙华车队率先取得了 2 000 mL 组冠军。这是米其林跟龙华车队合作一年以来车队第一次取得冠军,使得米其林赛事部上下振奋起来。在接下来的 1 600 mL 组比赛中,上海大众 333 车队夺得了冠军。

全国汽车场地锦标赛是 2004 年中国汽车联合会打造的一个全新的赛车比赛,米其林在比赛之初就加入其中,成为赛事轮胎供应商。在比赛中,米其林将其领先的赛车理念带到了中国,并帮助合作伙伴车队迅速成长。通过两年的比赛,米其林在场地锦标赛中积累了丰富的经验,并为 2006 年的比赛做好了充分准备。

(本刊编辑部 吴秀兰供稿)