

# 轻质炭黑AB325在子午线轮胎气密层胶中的应用

李华峰<sup>1</sup>, 傅泉<sup>2</sup>

(1. 山东振泰轮胎股份有限公司, 山东 潍坊 261000; 2. 大连天宝化学工业有限公司, 辽宁 大连 116300)

**摘要:** 介绍轻质炭黑AB325在子午线轮胎气密层胶中的应用。结果表明, 炭黑AB325含有的17%的低挥发性沥青质起增塑剂和助分散剂的作用, 在缩短胶料混炼时间的同时不影响其它配合剂的分散, 大大降低混炼能耗; 炭黑AB325用量为10份时, 胶料的综合物理性能较佳, 气密性改进效果较好; 胶料成本降低3%。

**关键词:** 轻质炭黑AB325; 子午线轮胎; 气密层

子午线轮胎气密层是影响轮胎使用寿命的重要因素。目前, 大多数轮胎厂的气密层胶都采用溴化丁基橡胶(BIIR)或氯化丁基橡胶(CIIR), 但这2种材料需要进口, 价格昂贵, 成本较高。很多轮胎厂通过添加丁基再生橡胶和碳酸钙降低含胶率来节约成本, 但是胶料物理性能不够理想。而轻质炭黑AB325(以下简称炭黑AB325)能有效解决这一问题。炭黑AB325产品技术来源于美国CFI公司, 它是一种干燥精细的粉末, 主要化学成分为碳系改性黑色矿物填料, 密度约为 $1.1 \text{ Mg} \cdot \text{m}^{-3}$ , 而普通炭黑的密度约为 $1.8 \text{ Mg} \cdot \text{m}^{-3}$ , 矿物填料的密度为 $2.6 \sim 2.8 \text{ Mg} \cdot \text{m}^{-3}$ , 可见炭黑AB325大大轻于传统炭黑和填料; 炭黑AB325不会吸收水分, 能改善空气和橡胶化合物中的水分的渗透性能, 使胶料具有较好的气密性; 炭黑AB325的价格比传统炭黑低30%, 有助于降低气密层胶成本。本工作探讨轻质炭黑AB325在轿车子午线轮胎气密层胶中的应用。

## 1 实验

### 1.1 原材料

天然橡胶(NR), 马来西亚产品; CIIR, 牌号1240, 德国朗盛公司产品; 炭黑AB325, 嘉兴天晨化工有限公司产品; 炭黑N660, 太原三强炭黑有限公司产品; 其它均为橡胶常用原材料。

### 1.2 配方

配方1<sup>#</sup>(生产配方): NR, 20; CIIR1240, 70; SBR1712, 13.75; 炭黑N660, 60; 活性碳酸钙, 40; 氧化锌, 3; 硬脂酸, 1; 辛基酚醛增粘树脂/均匀剂, 10; 操作油, 5; 硫黄和促进剂, 2.66。

试验配方: 炭黑AB325, 变量(配方2<sup>#</sup>, 5; 配方3<sup>#</sup>, 10; 配方4<sup>#</sup>, 15; 配方5<sup>#</sup>, 20); 其他组分与生产配方相同。

### 1.3 主要设备及测试仪器

1.7 L本伯里密炼机; XK-160开放式炼胶机; XLB-400×400平板硫化机; F270和F370型密炼机; 双工位高速/耐久试验机; 阿尔法门尼粘度仪; 阿尔法无转子硫化仪; 全自动比表面积分析仪; 电子式拉力机; 气密性测试仪。

### 1.4 试样制备

小配合试验胶料分2段进行混炼。一段混炼在1.7 L本伯里密炼机中进行, 加料顺序为: 生胶→硬脂酸、树脂等小料→炭黑AB325、炭黑N660→操作油→薄通下片。停放4 h后, 在开炼机上进行二段混炼, 加料顺序为: 一段混炼胶→氧化锌→硫黄→促进剂→薄通下片。

大配合试验胶料分2段进行混炼。一段混炼在F370型密炼机中进行生产, 加料顺序为: 生胶→硬脂酸、树脂等小料→炭黑AB325→炭黑N660→操作

油→下片。停放4 h后,在F270型密炼机上进行二段混炼,加料顺序为:一段混炼胶→氧化锌→硫黄→促进剂→下片。

### 1.5 性能测试

胶料拉伸性能按GB/T 528在常温下进行测试,成品轮胎性能按GB 7036.1进行测试。

气密性(气体阻隔性能)根据ISO 2782自制的自动化气密性测试仪进行测试。测试原理为保持薄膜两侧压差恒定,检测单位时间透过气体的体积;采用氮气作为测试气体,测试压力0.57 MPa,测试温度40℃,试验前用乙醇对薄膜表面进行清洗,然后放入干燥器中干燥24 h,所用气体分析装置为气相色谱分析仪。

## 2 结果与讨论

### 2.1 理化分析

炭黑AB325的理化分析结果见表1。可以看出:炭黑AB325的理化分析结果符合企业技术指标要求。

### 2.2 小配合试验

小配合试验胶料的性能结果见表2和图1。可以看出,随着炭黑AB325用量增大,胶料的抗焦烧性能略有下降,硫化速度变化不大,门尼粘度降低,

表1 炭黑AB325的理化分析结果

项 目	实测值	企业技术指标
密度/( $\text{Mg} \cdot \text{m}^{-3}$ )	1.10	$1.10 \pm 0.03$
pH 值	7.2	7.0~9.0
挥发分含量/%	13.6	$\leq 20.0$
加热减量/%	0.81	$\leq 2$
45 $\mu\text{m}$ 筛余物含量/%	0.01	$\leq 0.10$
BET 比表面积/( $\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ )	8.97	8~10

可见使用炭黑AB325有利于胶料分散;胶料密度逐渐减小;胶料的拉伸强度逐渐下降,炭黑AB325用量超过15份时下降幅度较大;炭黑AB325用量为10份时胶料的气体渗透因数明显下降,即胶料气密性提高17%,炭黑AB325用量超过10份后胶料的气体渗透系数下降趋缓,炭黑AB325用量为20份时,胶料的气密性提高20%。

从图1可以进一步看出炭黑AB325用量对胶料气密性的影响。随着炭黑AB325用量增大,胶料的气密性逐渐提高,这正是气密层胶所追求的关键目标。

### 2.3 二次配合试验

从小配合试验结果可以看出:使用10份炭黑AB325的胶料的综合物理性能较好,但与生产配方胶料相比仍略有下降,因此对试验配方进行适当调

表2 小配合试验胶料性能

项 目	1#配方	2#配方	3#配方	4#配方	5#配方
门尼粘度[ML(1+4)100℃]	51	50	49	49	49
门尼焦烧时间(127℃)/min	26.53	26.24	26.23	24.31	22.18
硫化仪数据(160℃)					
$M_L$ /(dN·m)	1.32	1.32	1.29	1.30	1.34
$M_H$ /(dN·m)	6.52	6.51	6.57	6.60	6.70
$t_{10}$ /min	2.35	2.33	2.30	2.28	2.26
$t_{90}$ /min	19.95	20.09	20.10	20.12	20.20
硫化胶性能(160℃×20 min)					
邵尔 A 型硬度/度	55	55	57	58	59
300%定伸应力/MPa	3.6	3.6	3.7	3.8	4.0
拉伸强度/MPa	8.5	8.4	8.3	8.0	7.8
拉伸伸长率/%	530	525	520	510	500
回弹值/%	9	9	9	9	9
撕裂强度/( $\text{kN} \cdot \text{m}^{-1}$ )	37	37	36	35	32
相对气体渗透因数	1.00	0.93	0.83	0.82	0.80
密度/( $\text{Mg} \cdot \text{m}^{-3}$ )	1.147	1.146	1.141	1.137	1.132

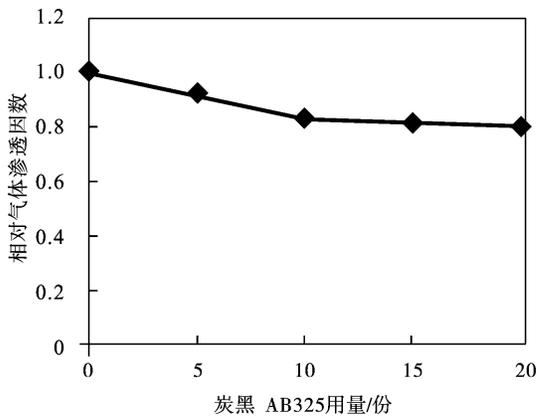


图1 炭黑AB325对胶料气密性的影响

整,调整后配方(6#配方)如下:氧化锌,3.5;硬脂酸,1.2;炭黑N660,58;炭黑AB325,10;硫磺和促进剂,2.86;其它不变。

调整试验配方胶料的物理性能见表3。可以看出,6#试验配方胶料的硫化速度、门尼焦烧时间与生产配方胶料基本一致,门尼粘度下降,拉伸性能略有下降,相对气体渗透因数降低,气密性提高。

## 2.4 大配合试验

为了进一步验证试验结果,选用6#配方进行车间大配合试验,结果见表4。

可以看出:车间大配合试验结果与实验室小

表3 调整试验配方胶料性能

项 目	1#配方	6#配方
门尼粘度[ML(1+4)100℃]	51	49
门尼焦烧时间(127℃)/min	26.53	26.43
硫化仪数据(160℃)		
$M_L/(dN \cdot m)$	1.32	1.29
$M_H/(dN \cdot m)$	6.58	6.57
$t_{10}/min$	2.40	2.36
$t_{90}/min$	19.98	20.02
硫化胶性能(160℃×20min)		
邵尔A型硬度/度	55	56
300%定伸应力/MPa	3.6	3.7
拉伸强度/MPa	8.7	8.5
拉断伸长率/%	530	525
回弹值/%	9	9
撕裂强度/(kN·m <sup>-1</sup> )	37	37
相对气体渗透因数	1.00	0.83
密度/(Mg·m <sup>-3</sup> )	1.147	1.140

表4 大配合试验胶料性能

项 目	1#配方	6#配方	6-1#配方
门尼粘度[ML(1+4)100℃]	51	48	49
门尼焦烧时间(127℃)/min	24.53	24.43	24.40
硫化仪数据(160℃)			
$M_L/(dN \cdot m)$	1.32	1.30	1.34
$M_H/(dN \cdot m)$	6.59	6.57	6.60
$t_{10}/min$	2.40	2.36	2.35
$t_{90}/min$	20.08	20.10	20.09
硫化胶性能(160℃×20min)			
邵尔A型硬度/度	57	58	58
300%定伸应力/MPa	3.6	3.7	3.8
拉伸强度/MPa	8.2	8.0	8.1
拉断伸长率/%	510	505	500
撕裂强度/(kN·m <sup>-1</sup> )	34	33	34
回弹值/%	8	8	8
密度/(Mg·m <sup>-3</sup> )	1.147	1.140	1.140
相对气体渗透因数	0.95	0.80	0.80

注:6#配方为正常混炼时间,6-1#配方缩短混炼时间。

配合试验结果表现出良好的重现性,试验配方胶料的硫化速度、门尼焦烧时间与生产配方胶料基本一致,门尼粘度下降;拉伸性能略有下降;相对气体渗透因数降低,气密性提高;混炼时间缩短,胶料性能可以满足生产要求。

## 2.5 工艺性能

(1) 试验配方胶料的混炼工艺性能明显改善,无粘辊现象。每车胶料的混炼时间平均缩短40s,能耗降低18kW·h。这是因为炭黑AB325中含有17%的低挥发性沥青质,该沥青质起增塑剂和助分散剂的作用,有利于其它配合剂的分散,缩短胶料混炼时间。

(2) 挤出压延时,试验配方胶料不粘辊,复合强度高,收缩率与隔离层一致,无复合气泡产生,胶料回车量大大降低。

## 2.6 成品试验

用试验气密层配方胶料试制了175/70R14轿车子午线轮胎,与正常生产配方轮胎进行高速性能和耐久性能对比,结果见表5。可以看出:试验轮胎与正常生产轮胎高速性能和耐久性能基本一致,无明显差别。

表5 175/70R14轿车轮胎的高速性能和耐久性能

项 目	试验轮胎	正常轮胎
耐久性能 <sup>1)</sup>		
试验速度/(km·h <sup>-1</sup> )	80	80
累计行驶时间/h	230	230
累计行驶里程/km	18460	18460
试验结束时轮胎状况	未损坏	胎圈裂口
高速性能 <sup>2)</sup>		
最高速度/(km·h <sup>-1</sup> )	230	230
累计行驶时间/min	96	96
试验结束时轮胎状况	未损坏	未损坏

注：1) 按照GB/T 4502进行试验，试验温度为(38±3℃)，完成国家标准实验步骤后，每10 h负荷率提高10%，累计行驶时间达到230 h后停止试验；2) 按照GB/T 4502进行试验，试验温度为(38±3℃)，初始速度为140 km·h<sup>-1</sup>，每10 min速度提高10 km·h<sup>-1</sup>，当轮胎行驶速度达到230 km·h<sup>-1</sup>时轮胎未损坏，停止试验。

### 3 经济效益分析

炭黑AB325不仅性能良好，而且价格便宜，

每吨价格仅为5000元。在气密层胶中添加10份炭黑AB325，可使胶料成本降低3%（即降低0.65元·kg<sup>-1</sup>）；每车胶料混炼时间平均缩短40 s，能耗降低18 kW·h，每车胶料混炼费用降低9元。

### 4 结论

(1) 炭黑AB325含有17%的低挥发性沥青质，该沥青质起增塑剂和助分散剂的作用，在缩短混炼时间的同时又不影响其它配合剂的分散，大大降低混炼能耗。

(2) 在气密层胶中使用10份炭黑AB325，可明显降低胶料的门尼粘度，胶料的综合物理性能最佳。

(3) 使用炭黑AB325能较好地改善混炼和挤出工艺，胶料不粘辊，复合强度高，收缩率与隔离层一致，无复合气泡产生，胶料回车量大大降低。

(4) 使用炭黑AB325可减小胶料的气体渗透因数，降低透气性，明显提高胶料的气密性。

(5) 炭黑AB325的密度约为1.1 Mg·m<sup>-3</sup>，明显低于普通炭黑的密度1.8 Mg·m<sup>-3</sup>，且价格低廉，可显著降低胶料成本，经济效益可观。

## Application of Austin Black AB325 in the Inner Liner of Radial Tire

Li Huafeng<sup>1</sup>, Fu Quan<sup>2</sup>

(1. Shangdong Zhentai Tyre Co., Ltd., Weifang 261000, China; 2. Dalian Tianbao Chemical Industry Co., Ltd., DaLian 116300, China)

**Abstract:** This paper introduces the application of Austin black AB325 in the inner liner of radial tire. The addition levels of AB325 were 5, 10, 15 and 20 phr. The results showed that the best physical properties of the rubber compound were obtained with 10 parts of AB325. The 17% volatile matter in AB325 contains inherent oils that act as an internal plasticizer and dispersing aid, which reduce mixing time without causing agglomeration or sacrificing the dispersion of other ingredients and significantly reduce the energy consumption. AB325 has a pH value of 7.0, has no influence on the curing rate, can absorb the gas generated during curing process and addition of as little as 20 parts AB325 will eliminate the disagreeable odor of peroxide cure system. Its chemical and ultraviolet resistance should enhance the properties of compounds. It can also improve the air tightness of rubber compounds. Most rubber compounds can be diluted with AB325 without impairing the physical properties. This may reduce the compound cost by about 3%.

**Keywords:** Austin black AB325; radial tire; inner liner