

活化胶粉在汽车轮胎中的应用研究

车岩国 任 帆

(沈阳和平轮胎有限公司研究所 110025)

摘要 采用现生产配方并稍作调整,研究在汽车轮胎胎面胶中应用 40 目活化胶粉、胎侧和胎体帘布胶中应用 40 和 60 目活化胶粉对胶料性能的影响。结果表明,汽车轮胎胎面、胎侧和胎体帘布胶中少量(5~10 份)应用 40 和 60 目活化胶粉,胶料抗屈挠龟裂、生热、耐磨性及胶线粘合强度等综合性能有所改善或提高,强伸性能有所下降,工艺性能较好;成品胎(9.00-20)耐久性能达到国家 A 级品标准,行驶里程较高,高速性能试验(11.00-20)通过 100 km·h⁻¹,试验后各部件粘合强度也较高。过量或不适当地使用活化胶粉,会导致胶料物理性能的大幅度下降和工艺性能的劣化,并且导致轮胎胎面耐刺扎性能的降低。

关键词 活化胶粉,汽车轮胎,动态性能,耐久性,强伸性能

活化胶粉是一种新型的“功能型”填料。在许多发达的西方国家,胶粉的生产与应用已经成熟且行之有效。近年来,国内许多轮胎生产厂也在逐步扩大活化胶粉的应用范围。我们用了几年的时间,分步骤地对 40 和 60 目活化胶粉进行了大量的应用研究,对胶粉的性能有了较深刻的认识,并以此为基础确定了不同细度胶粉的不同用途与用量。现在在汽车轮胎胎面胶中应用 40 目活化胶粉、在胎侧及胎体帘布胶中应用 40 和 60 目活化胶粉进行的一系列试验介绍如下。

1 实验

1.1 原材料

40 和 60 目活化胶粉,沈阳东北再生胶总厂产品;其它为生产用材料。

1.2 试验设备与测试方法

试验设备:Φ150 mm 开炼机, Monsanto R-100S 硫化仪, MTS 860-40 耐久性试验机, T-10 电子拉力试验机。

测试方法:所有胶料性能均按相应的国家标准进行测试。

1.3 试验配方

采用我厂生产配方,并稍做调整,分别在胎面胶中应用 40 目活化胶粉,在胎侧、胎体帘布胶中应用 40 和 60 目活化胶粉进行变量试验。基本配方为:

(1)胎面胶:橡胶 100;硫黄 1.0;促进剂 0.9;氧化锌 4.0;硬脂酸 3.0;防老剂 4.7;炭黑 53;软化剂 6.5;防焦剂 0.15,总计 181.25。硫化条件:143 × 40 min。

(2)胎体帘布胶:橡胶 100;硫黄 2.2;促进剂 1.11;氧化锌 5;硬脂酸 2.5;防老剂 2.5;炭黑 35;软化剂 7.0,总计 160.31。硫化条件:138 × 25 min。

(3)胎侧胶:橡胶 100;硫黄 1.3;促进剂 0.93;氧化锌 10;硬脂酸 2.5;防老剂 4.7;炭黑 45;防焦剂 0.1;软化剂 6.0,总计 170.53。硫化条件:143 × 40 min。

1.4 成品试验

采用胎面胶应用 8 份 40 目活化胶粉、胎体帘布胶应用 5 份 60 目活化胶粉试制 9.00-20 轮胎,进行室内成品试验和里程试验。

采用胎面胶应用 8 份 40 目活化胶粉,胎

侧、胎体帘布胶均应用 5 份 60 目活化胶粉试制 11.00 - 20 轮胎,应用新的高速性能试验方法进行试验。

2 结果与讨论

2.1 活化胶粉理化性能分析

40 和 60 目活化胶粉的理化性能检测结果如表 1 所示。

表 1 活化胶粉的理化性能

项 目	40 目	60 目	标准
灰分质量分数/ %	4. 43	4. 12	≤10. 00
丙酮抽出物			
质量分数/ %	10. 88	8. 97	≤20. 00
拉伸强度/ MPa	14. 7	16. 2	≥14. 00
扯断伸长率/ %	630	575	≥500

注:鉴定配方:进口 1 # 标准胶 100;活化胶粉 50;硫黄 2. 5;氧化锌 5. 0;硬脂酸 1. 0;促进剂 M 1. 0;促进剂 D 0. 5,合计 160. 0。

2.2 小配合试验

胎面胶应用 40 目活化胶粉,胎侧、胎体帘布胶应用 40 和 60 目活化胶粉的小配合试验结果分别如表 2 ~ 4 所示。

从表 2 ~ 4 可以看出,加入活化胶粉之胶料,其强伸性能有所下降(40 目的下降幅度比 60 目大),且随着用量的增大,强伸性能下降幅度增大;胶料的动态抗屈挠龟裂、生热、耐磨性能有改善的趋势,胶与帘线的粘合强度也较高。由此可见,活化胶粉是一种“功能性”材料,而不是单单造成胶料物理性能下降的“填料”。

未硫化胶和硫化胶在结构和物理、化学性质方面差别很大,当其共混时,就会在两者之间产生界面层。活化胶粉在配方中的掺用量一般为 10 份以下,用量较少,可看成“分散相”,而橡胶用量多,可看成分散介质,即“连续相”。当胶粉与橡胶共混后,每个分散相在

表 2 40 目活化胶粉用量对胎面胶性能的影响

项 目	配方 活化胶粉用量/ 份				配方 活化胶粉用量/ 份			
	0	5	8	10	0	5	8	10
硫化仪数据(143)								
t_{sl}/min	7	8. 5	7. 5	7. 5	8. 5	8. 5	9	9
t_{90}/min	24. 5	24	24. 5	24. 5	24. 5	24	24	23. 5
拉伸强度/ MPa	20. 2	18. 7	17. 9	17. 7	21. 5	18. 5	17. 6	17. 3
扯断伸长率/ %	585	565	565	555	500	520	545	510
邵尔 A 型硬度/ 度	60	60	60	60	60	59	60	59
扯断永久变形/ %	14	16	16	16	14	14	14	14
300 %定伸应力/ MPa	8. 0	7. 0	6. 9	7. 0	8. 3	7. 8	7. 7	7. 1
撕裂强度/ (kN · m ⁻¹)	111	110	108	106	118	106	108	104
屈挠龟裂								
屈挠次数	16 万	32 万	36 万	36 万	23 万	36 万	36 万	35. 5 万
裂口/ mm	11. 3	10. 1	9. 3	9. 7	12. 0	10. 3	8. 3	11. 3
压缩温升(15 min)/	44	39	39	43	49	40	42	41
磨耗量/ [cm ³ · (1. 61 km) ⁻¹]	0. 17	0. 10	0. 11	0. 13	0. 09	0. 08	0. 08	0. 07
回弹值/ %	37. 5	36. 8	35. 5	38. 5	36. 8	35. 8	35. 3	36. 5
100 ×24 h 老化后								
拉伸强度变化率/ %	- 6. 3	- 7. 5	- 9. 9	- 7. 2	- 7. 1	- 10. 6	- 8. 4	- 8. 0
扯断伸长率								
变化率/ %	- 20	- 7	- 19	- 17	- 15	- 15	- 17	- 12
撕裂强度/ (kN · m ⁻¹)	105	111	102	102	103	96	102	99

注:配方 和 所用炭黑品种不同。

表 3 胎体帘布胶应用 40 和 60 目活化胶粉的性能对比

项 目	活化胶粉用量/ 份				
	0	5(40 目)	10(40 目)	5(60 目)	10(60 目)
硫化仪数据(138)					
t_{st}/min	12.5	11.5	10.5	10.5	11.0
t_{90}/min	23.5	24.5	22	20.5	21.5
拉伸强度/ MPa	24.2	20.5	18.9	22.8	22.0
扯断伸长率/ %	585	550	543	570	583
300 %定伸应力/ MPa	7.4	8.7	8.0	9.7	8.4
邵尔 A 型硬度/ 度	55	56	55	56	55
扯断永久变形/ %	26	22	20	26	23
撕裂强度/ (kN·m ⁻¹)	101	99	112	123	97
H 抽出力/ N	149	152	148.5	166.4	150.8
压缩温升(25 min)/	17	16	16	16	15
回弹值/ %	48.5	48.0	46.0	47.0	46.0
100 ×24 h 老化后					
拉伸强度变化率/ %	- 9.1	- 20.3	- 10.3	- 21.8	- 19.0
扯断伸长率变化率/ %	- 12	- 26	- 13	- 22	- 21
300 %定伸应力/ MPa	6.7	6.9	7.2	7.6	6.8
撕裂强度/ (kN·m ⁻¹)	0.80	0.59	0.78	0.61	0.64

表 4 胎侧胶应用 40 和 60 目活化胶粉的性能对比

项 目	活化胶粉用量/ 份		
	0	5(40 目)	5(60 目)
硫化仪数据(143)			
t_{st}/min	8.5	9.5	9.5
t_{90}/min	20	21	19
拉伸强度/ MPa	25.1	18.1	19.7
300 %定伸应力/ MPa	8.8	7.9	7.7
扯断伸长率/ %	630	520	555
邵尔 A 型硬度/ 度	56	58	57
扯断永久变形/ %	22	12	16
撕裂强度/ (kN·m ⁻¹)	94	83	96
屈挠疲劳寿命/ 万次	19.3	20.3	23.7
100 ×24 h 老化后性能变化率/ %			
拉伸强度	- 22.2	- 14.5	- 7.2
扯断伸长率	- 28	- 17	- 17

连续相中,周围都将形成一层低交联度的界面。经过硫化剂的扩散,热反应结束后,胶粉与新硫化胶之间形成交联度较低的界面层。在受外力作用时,低交联度部分的硫化胶可以防止应力集中并加速应力松弛过程,即低交联度的界面层可起到缓冲应力-应变、降低生热的作用,从而使共混胶料表现出良好的动态抗疲劳性能和耐磨性能等。

2.3 工艺性能

活化胶粉与生胶一同加入密炼机进行分段混炼,其混炼工艺正常。胎面挤出半成品尺寸稳定,表面呈粗糙状,似焦烧状麻面,但硫化后成品表面光滑,麻面消失。

2.4 室内成品试验

试制的 9.00 - 20 轮胎室内成品试验结果如 5 和 6 所示,11.00 - 20 轮胎高速性能试验结果如表 7 所示。从表 5 ~ 7 中可以看出,应用活化胶粉的成品胎室内耐久性能超过国家 A 级品水平,高速性能试验通过

表 5 成品解剖物理性能

项 目	胎面	胎侧
拉伸强度/ MPa	17. 4	19. 5
扯断伸长率/ %	495	525
邵尔 A 型硬度/ 度	64	62
扯断永久变形/ %	12	14
300 %定伸应力/ MPa	8. 4	8. 5
磨耗量/ [cm ³ ·(1. 61 km) ⁻¹]	0. 05	—
密度/ (Mg·m ⁻³)	1. 105	
层间粘合强度/ (kN·m ⁻¹)		
胎冠-缓冲层	11. 8	
胎侧-帘布层	12. 2	
帘布层间	7. 7	

表 6 耐久性试验及试验后性能

项 目	耐久性试验	高速试验
耐久时间/h		
55 km·h ⁻¹	103.9	—
90 km·h ⁻¹	2	6.67
损坏情况	胎肩脱层	胎肩脱层
	100 mm×300 mm	200 mm×150 mm
试验结束后胎面表面温度/		
冠	69	73
沟	90	77
侧	62	67
试验后层间粘合强度/(kN·m ⁻¹)		
胎侧-缓冲层	9.0	11.2
帘布层间	5.7	6.4

注:气压 770 kPa,负荷 25 235 N。

表 7 高速性能试验结果

项 目	结 果
行驶时间/min	
55 km·h ⁻¹	300
60 km·h ⁻¹	120
70 km·h ⁻¹	120
80 km·h ⁻¹	120
90 km·h ⁻¹	120
100 km·h ⁻¹	120
110 km·h ⁻¹	1
损坏情况	胎肩脱层(100 mm×100 mm)
试验后轮胎表面温度/	
冠	69
沟	85
侧	45
试验后层间粘合强度/(kN·m ⁻¹)	
胎冠-缓冲层	8.0
胎侧-帘布层	13.0
帘布层间	5.9

注:气压 810 kPa,负荷 32 000 N。

100 km·h⁻¹,试验后各部件间粘合强度也较高。

2.5 里程试验

试制的 9.00 - 20 轮胎送丹东和广州地区进行里程试验,结果分别见表 8 和 9。从表 8 和 9 可以看出,加活化胶粉的试验胎耐磨性能较正常胎提高约 15%;但胶粉用量过大,成品胎在使用过程中的耐刺扎性能下降。

表 8 丹东地区装车里程试验结果(2 辆车)

项 目	正常胎	胎面用 5 份活化胶粉胎
累计行驶里程/km	97 360	110 480
单位磨耗/(km·mm ⁻¹)	6 624	7 782
外观	正常	磨面光滑

表 9 广州地区装车里程试验结果(1 辆车)

项 目	正常胎	胎面用 5 份活化胶粉胎
累计行驶里程/km	81 450	101 188
单位磨耗/(km·mm ⁻¹)	5 366	6 641
外观	正常	正常,个别胎刺洞多

2.6 应用活化胶粉的不足之处

虽然动态性能的优劣决定了轮胎的内在整体质量,而实验室测定胶料拉伸性能的条件与轮胎实际使用的条件有很大的差异,但是应用活化胶粉后的胶料强伸性能下降也是不容忽视的。实践也充分证明,胶粉用量过大,成品耐刺扎性能下降。因此,对于活化胶粉在汽车轮胎中的应用,应采取慎重的科学态度,并应进一步进行探索和研究。

3 结论

(1) 40 和 60 目活化胶粉少量(5~10 份)应用于汽车轮胎胎面、胎体中,胶料抗屈挠龟裂、生热、耐磨性及胶与帘线粘合力等综合性能有改善的趋势或有所提高;成品性能超过国家标准,行驶里程较高。

(2) 应用活化胶粉,胶料强伸性能有所下降;过量或不适当地使用活化胶粉,会导致胶料物理性能大幅度降低及工艺性能的劣化,并且会导致轮胎胎面耐刺扎性能的降低。

(3) 应用适量活化胶粉,胶料工艺性能较好,可以降低收缩率,改善流动性,对保证半成品尺寸稳定性有一定的作用。

(4) 由于活化胶粉生产能耗低,污染轻,价格廉,应用后可以大大降低轮胎成本,因此,活化胶粉的应用具有较大的经济效益,而且可以“变废为宝”,具有较好的社会效益。

Study on Application of Activated Rubber Crumb to Truck Tire

Che Yanguo and Ren Fan
(Shenyang Heping Tire Corp. Ltd. 110025)

Abstract The influence of the addition of 40 mesh activated rubber crumb to the tread compound and 40 or 60 mesh activated rubber crumb to the sidewall and carcass ply compounds on the properties of the compounds was investigated on the basis of the existing production formula. The results showed that when 5 ~ 10 phr of 40 or 60 mesh activated rubber crumb was added to the tread, sidewall and carcass ply compounds, the flexibility, heat build-up, wear resistance, adhesion to cord and processibility of the compounds improved, but the tensile strength decreased; the endurance life of the 9.00 - 20 finished tire met the national requirements for A grade of tire, the 11.00 - 20 tire passed the high speed test at $100 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$, and the better adhesion between different parts of tire was retained after the test. When the too high level of activated rubber crumb was added, the physical properties and processibility of the compound would decrease significantly resulting in the low puncture resistance of tire tread.

Keywords activated rubber crumb, tire, dynamic property, endurance, tensile strength

进口波音飞机将装配国产航空轮胎

广西桂林曙光橡胶工业研究院研制的航空轮胎已经达到国外同类产品水平,使我国继法、日之后,成为少数几个取得美国联邦航空局颁发的航空轮胎《技术标准规定项目批准书》的国家,从而为我国航空轮胎进入美国乃至世界市场打下了良好的基础。

经中国民航总局与波音公司协商,波音公司将在我国航空公司订购的波音飞机上装配我国自产的航空轮胎,试飞成功后将颁发装机批准书。这显示出我国航空轮胎产业具有广阔的市场前景。

在国内航空轮胎市场上,虽然国产航空轮胎只占少部分,但国产航空轮胎价格相对便宜,货源有保证,翻新可就近解决,资金决算简单,不受国际市场和关税波动等因素的影响。专家认为,国产航空轮胎将因此受到

国内航空公司的青睐,市场扩展容量非常巨大。

航空轮胎是飞机上消耗最快的配件。目前,我国是世界上最具潜力的航空市场之一,世界航空轮胎巨头纷纷挤占我国航空轮胎市场,使国内航空轮胎业面临着巨大的压力。有关专家建议,现在是加快我国航空轮胎国产化进程的关键时候,国家有关部门应该在科研经费、税收及金融等政策上给予大力支持,使我国这一高新技术产业得以发展壮大,尽快建成拥有国际一流水平的航空轮胎生产基地。

据了解,桂林曙光橡胶工业研究院目前已开发成功波音系列 9 个机种共 19 个规格的大型航空轮胎,使我国成为继美、英、法、日等之后能生产大型航空轮胎的国家。

(摘自《中国化工报》,1997-07-17)