

纳米氧化锌在轻载子午线轮胎中的应用

邢德萍,于福水,唐 跃,宋荣旭

(山东成山轮胎股份有限公司,山东 荣成 264300)

摘要:研究了纳米氧化锌在轻型载重子午线轮胎胎面胶及钢丝带束层胶料中的应用效果。用纳米氧化锌减量替代间接法氧化锌,胶料的门尼粘度下降,门尼焦烧时间延长,硫化特性基本保持不变;硫化胶的撕裂强度、耐磨性及H抽出力有所提高;试验轮胎的耐久性能及累计平均磨耗里程均较生产轮胎有所提高;可适当降低胶料成本。

关键词:纳米氧化锌;间接法氧化锌;轻载子午线轮胎

中图分类号:TQ330.38⁺3;U463.341⁺.6 **文献标识码:**B **文章编号:**1006-8171(2004)02-0078-03

随着我国橡胶工业和科学技术的发展,一些新型助剂不断涌现。应用新材料、提高产品质量、降低生产成本是各轮胎企业赖以生存和发展的的重要途径。纳米氧化锌作为一种新型橡胶助剂,以其优异的物理、化学性质而被人们所重视。与普通间接法氧化锌相比,纳米氧化锌具有粒径小(平均粒径约为50 nm)、密度小、比表面积大、活性高等特点,能减量替代间接法氧化锌。本工作研究了纳米氧化锌在轻型载重子午线轮胎胎面胶及钢丝带束层胶料中的应用效果。

1 实验

1.1 原材料

NR, 3[#] 烟胶片,泰国产品;SBR(牌号SBR1500)和BR(牌号BR9000),中国石化齐鲁石油化工有限公司产品;纳米氧化锌,陕西中科纳米材料股份有限公司产品;其它原材料均为市售工业品。

1.2 试验配方

(1)胎面胶

试验配方为:NR 50, SBR 25, BR 25, 炭黑 55, 芳烃油 8, 防老剂 4, 硫化体系 3, 纳米氧化锌 3, 其它 5。

原生产配方采用5份间接法氧化锌,其它组

分及用量均同试验配方。

(2)钢丝带束层胶

试验配方为:NR 100, 炭黑 50, 芳烃油 1.5, 防老剂 3, 硫化体系 6, 粘合体系 2.5, 纳米氧化锌 6, 其它 9。

原生产配方采用10份间接法氧化锌,其它组分及用量均同试验配方。

1.3 试验设备与仪器

XK-160型开炼机, GK270型密炼机, 孟山都T10电子拉力试验机, MH-74磨耗试验机, 孟山都R100S硫化仪, M200E型门尼粘度仪。

1.4 性能测试

各项性能均按相应的国家标准进行测试。

2 结果与讨论

2.1 理化分析

纳米氧化锌的理化分析结果见表1。从表1可以看出,纳米氧化锌的理化分析结果符合企业标准。

2.2 小配合试验

小配合试验结果见表2。从表2可以看出,与原生产配方胶料相比,试验配方胶料的门尼粘度略有下降,门尼焦烧时间有所延长,硫化仪数据基本不变。这说明在胶料中减量使用纳米氧化锌,由于其粒子的超细化,降低了胶料的粘度,使胶料的流动性得到改善。氧化锌比表面积增大后,与橡胶的接触面积增大,对硫化体系的活化能力增强,有效地提高了硫化反应程度。

作者简介:邢德萍(1962-),女,黑龙江牡丹江人,山东成山轮胎股份有限公司工程师,学士,主要从事半钢子午线轮胎配方设计及工艺管理工作。

表 1 纳米氧化锌的理化分析结果

项 目	实测值	企业标准 ¹⁾	
		一级品	合格品
外观	微黄色 粉末	微黄色	微黄色
		粉末	粉末
氧化锌质量分数(以干品计)×10 ²	97.24	95~	95~
		98	98
氧化铅质量分数(以铅计)×10 ³	0.3	≤0.1	≤0.5
氧化锰质量分数(以锰计)×10 ⁴	0.03	≤0.1	≤0.3
金属物质量分数(以锌计)	0		
盐酸不溶物质量分数×10 ²	0.03	≤0.02	≤0.05
灼烧减量/%	1.68	≤4	≤4
筛余物(45 μm)质量分数×10 ²	0	≤0.1	≤0.4
水分质量分数×10 ²	0.12	≤0.7	≤0.7

注:1)HG/T 2572—1994。

从表 2 还可以看出,采用试验配方的硫化胶邵尔 A 型硬度、拉伸强度及 300%定伸应力均与原生产配方胶料相近,100℃×48 h 老化后物理性能保持较好;硫化胶的撕裂强度、耐磨性及 H 抽出力均比原生产配方胶料有所提高。这是由于氧化锌的粒子越细,其表面活性越高,从而有效地提高了硫化胶的硫化程度,改善了橡胶与钢丝的粘合性能。从填充剂角度看,粒子越细,对橡胶的补强效果越好。

2.3 车间大料试验

为进一步考察纳米氧化锌的物理性能及工艺性能,在小配合试验的基础上进行了车间大料试验。胎面胶分二段、钢丝带束层胶分三段在密炼

表 2 小配合试验结果

项 目	胎面胶				钢丝带束层胶			
	试验配方		原生产配方		试验配方		原生产配方	
门尼粘度[ML(1+4)100 ℃]	62.6		63.0		84.4		85.2	
门尼焦烧时间 t_5 (120 ℃)/min	52.00		50.00		41.70		40.88	
硫化仪数据(151 ℃)								
M_L /(dN·m)	8.7		8.9		9.5		9.0	
M_H /(dN·m)	43.7		43.2		54.2		54.9	
t_{10} /min	7.80		7.30		4.18		4.00	
t_{90} /min	13.43		13.35		12.00		11.73	
硫化时间(151 ℃)/min	20	30	20	30	20	30	20	30
邵尔 A 型硬度/度	68	69	67	68	74	75	75	76
300%定伸应力/MPa	12.7	13.6	11.7	13.0	17.8	18.9	18.3	18.4
拉伸强度/MPa	23.8	22.8	23.5	23.5	22.5	21.1	21.6	20.3
拉断伸长率/%	528	480	552	520	388	336	360	348
拉断永久变形/%	23	17	21	18	26	19	27	22
撕裂强度/(kN·m ⁻¹)	114.0		112.3		117.0		104.1	
阿克隆磨耗量/cm ³	0.149		0.160					
H 抽出力 ¹⁾ /N					465		460	
100 ℃×48 h 老化后								
邵尔 A 型硬度/度	76		76		83		85	
拉伸强度/MPa	18.6		14.5		15.2		14.2	
拉断伸长率/%	256		236		96		96	
拉断永久变形/%	8		9		2		2	

注:1)抽出试验采用 2+2×0.25 钢丝。

机上进行混炼,试验配方与原生产配方胶料采用相同的混炼工艺。试验结果见表 3。

从表 3 可以看出,车间大料的物理性能试验结果与小配合试验结果基本相符。另外,混炼、胎面挤出及钢丝压延工艺正常。

2.4 成品试验

采用试验配方生产了 6.50R16 8PR 轮胎,并

与正常生产轮胎一起进行室内耐久性和实际里程试验,结果见表 4。

从表 4 可以看出,试验轮胎的耐久性能及累计平均磨耗里程均较正常生产轮胎有所提高。

3 结论

(1)用纳米氧化锌减量替代间接法氧化锌,胶

表 3 车间大料试验结果

项 目	胎面胶				钢丝带束层胶			
	试验配方		原生产配方		试验配方		原生产配方	
门尼粘度[ML(1+4)100 ℃]	59.5		63.4		67.7		68.9	
门尼焦烧时间 t_5 (120 ℃)/min	35.88		35.00		28.50		27.23	
硫化仪数据(151 ℃)								
M_L /(dN • m)	6.7		8.1		8.0		7.6	
M_H /(dN • m)	45.9		42.6		52.2		53.2	
t_{10} /min	5.70		5.00		4.33		4.28	
t_{90} /min	13.72		14.28		11.00		10.73	
硫化时间(151 ℃)/min	20	30	20	30	20	30	20	30
邵尔 A 型硬度/度	71	72	68	68	72	73	73	74
300%定伸应力/MPa	14.3	14.6	12.0	12.6	20.6	20.7	18.7	19.8
拉伸强度/MPa	23.9	23.2	22.8	23.3	24.6	22.3	24.2	23.0
拉断伸长率/%	476	464	536	524	376	332	384	348
拉断永久变形/%	17	13	18	17	21	20	21	17
撕裂强度/(kN • m ⁻¹)	123.1		102.9		106.3		90.0	
阿克隆磨耗量/cm ³	0.140		0.158					
H 抽出力 ¹⁾ /N					482		458	
100 ℃×48 h 老化后								
邵尔 A 型硬度/度					76		79	
拉伸强度/MPa					9.0		7.5	
拉断伸长率/%					104		88	
拉断永久变形/%					2		2	

注:同表 2。

表 4 6.50R16 8PR 成品试验结果

项 目	试验轮胎	原生产轮胎
耐久性能/h	160.67	160.00
累计平均磨耗里程/(km·mm ⁻¹)	10 500	9 800

料的门尼粘度有所下降,门尼焦烧时间略有延长,硫化特性基本保持不变。

(2)用纳米氧化锌减量替代间接法氧化锌,硫化胶的撕裂强度、耐磨性及H抽出力有所改善,

有利于提高子午线轮胎的使用寿命。

(3)采用试验配方生产的 6.50R16 8PR 成品耐久性能及累计平均磨耗里程均较原生产轮胎有所提高。

(4)由于氧化锌的价格较高,减量使用纳米氧化锌可适当降低胶料成本。

致谢:本工作得到了我公司许广成总工程师的指导,在此表示感谢。

第 12 届全国轮胎技术研讨会论文

Application of nano-zinc oxide in LT radial tire

XING De-ping ,YU Fu-shui ,TANG Yue , SONG Rong-xu
(Shandong Chengshan Tire Co. , Ltd,Rongcheng 264300,China)

Abstract: The application of nano-zinc oxide in the tread and steel belt compounds of LT radial tire was investigated. The results showed that the Mooney viscosity of compound decreased,the Mooney scorch time extended and the curing behavior changed little by using nano-zinc oxide in reduced weight instead of indirect zinc oxide;the tear strength,abrasion resistance and H pull-out of vulcanizate increased;the endurance and average tread wear of test tire improved;and the cost of compound decreased.

Keywords: nano-zinc oxide;indirect zinc oxide;LT radial tire