

轮胎欠佳硫化工艺条件的重新制定

平龙太¹,徐明会¹,常晓军¹,焦荣会¹,石治荀¹,傅彦杰²

(1. 洛阳海虹轮胎有限公司,河南 洛阳 471009;2. 北京橡胶工业研究设计院,北京 100039)

摘要:以双模定型硫化机硫化 9.00 - 20 斜交轮胎为试验对象,测定了其硫化程度,发现存在着严重的过硫化。通过对缩短硫化时间的轮胎进行成品解剖、物理性能和机床耐久试验,以及关键部位游离硫含量的测定,制定了比原硫化时间缩短 10 min 的新硫化条件,这既提高了轮胎质量又创造了可观的经济效益。

关键词:轮胎;硫化条件;硫化程度;游离硫

中图分类号: TQ336.1 **文献标识码:** B **文章编号:** 1006-8171(2001)05-0294-04

通常,轮胎硫化条件是根据轮胎所用胶料的正硫化时间、胎体厚度和成品的物理性能等进行综合分析,再结合设计者的生产经验而确定的。由于缺乏直接的技术依据,对其硫化程度只能采取宁过勿欠的原则,这必然使生产的轮胎存在着一定程度的过硫化现象,不仅影响了轮胎质量,也造成了能耗的增大、人工和机台时数的浪费。

本工作以双模定型硫化机硫化的 9.00 - 20 斜交轮胎为对象,应用北京橡胶工业研究设计院研制的 ZLW-16 型智能硫化测温仪,在原硫化工艺条件下进行轮胎硫化程度的实际测定,获得了轮胎存在着严重过硫化的量化试验结果。为重新制定一个合理的轮胎硫化工艺条件,在其它条件不变的前提下,进行缩短轮胎硫化时间的硫化试验及成品解剖、物理性能测试和机床耐久性试验,并对其关键部位胶料中可表征其硫化程度的游离硫含量进行了测定。

1 实验

1.1 试验轮胎与硫化工艺条件

以 1 400 mm 双模定型硫化机硫化的 9.00 - 20 斜交轮胎为试验对象,除硫化时间按试验要求有所不同外,其整体结构、整体用胶配合及

制造工艺完全一样。

试验硫化工艺条件见表 1。

表 1 试验硫化工艺条件

项	目			
内压				
定型		略	略	略
一次水压力/ MPa		≥2.3	≥2.3	≥2.3
一次水时间/ min		2	2	2
循环水时间[(165 ±5)]/ min		63	53	49
冷却水时间/ min		3	3	3
排余压时间/ min		4	4	4
合计时间/ min		72	62	58
外压				
闭气时间/ min		7	5	5
升温时间[(165 ±5)]/ min		8	6	6
保持时间[(146 ±2)]/ min		50	44	40
排余压时间/ min		7	7	7
合计时间/ min		72	62	58

注: 为原生产硫化工艺条件,后充气略。

1.2 测温轮胎的埋线成型与硫化程度的测定

ZLW-16 型智能硫化测温仪具有 16 条测温通道,在实际测温过程中除可按时打印出 16 个点的真实温度外,还能自动给出按温度因数 2 和阿累尼乌斯方程式两种方式计算的等效硫化时间。

为准确全面地测定轮胎各部位的硫化程度,此次测温选择了 13 个测温点,现选其中 5 点加以说明,见图 1。

成型过程中,将 1.5 m 的测温热电偶埋入选定位置并作好标记。测温试验中将测温热电

作者简介:平龙太(1965-),男,河南平顶山人,洛阳海虹轮胎有限公司工程师,学士,主要从事轮胎生产的工艺管理工作。

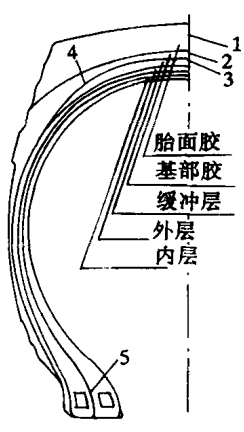


图 1 测温点位置示意图

1—胎冠中心;2—基部和胎冠之间;3—缓冲层与胎面间;4—肩部缓冲胶与胎面间;5—双钢丝圈之间

偶引出模具和机台,经 10 m 长的补偿导线电缆与 ZLW-16 测温仪相连,硫化开始后,按给定的时间间隔逐次打印出各测温点的硫化温度和两种方法计算的等效硫化时间。后充气时继续测定,直至温度降至 80 以下为止。

硫化工艺条件采用 。

1.3 游离硫含量的测定

对硫化轮胎不同部位胶料进行游离硫含量的测定,是在成型时先在预测部位取下部分胶料,经一定处理后再置于原取样位置,同时在该位置另取下一定量的胶料。前者经轮胎硫化后在解剖时取出进行游离硫含量测定,后者经实验室平板硫化机正硫化后再进行游离硫测定。

检测点选在轮胎最厚部位,即轮胎硫化程度最低部位的 3 个点测定胶料在不同硫化条件下的游离硫含量和物理性能。检测部位如图 2 所示。

3 条轮胎分别按表 1 所示的硫化条件进行硫化。

2 结果与讨论

2.1 轮胎硫化温度分布及硫化程度

硫化中轮胎不同部位的温度分布见图 3。从图 3 可知,轮胎在硫化过程中由于橡胶的导热性差使其内部存在着明显的温度梯度,即轮

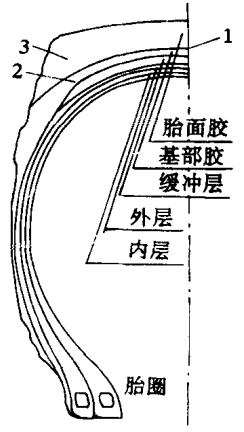


图 2 游离硫含量测定位置示意图

1—冠部中心的基部胶;2—胎肩基部胶;3—胎肩部

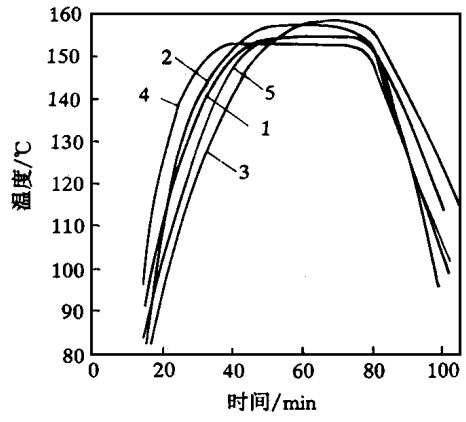


图 3 硫化轮胎温度分布

注同图 1

胎硫化是一非等温硫化过程,且硫化结束后后充气的硫化效应较为明显。

硫化结束后各种胶料所获得的相对于 143 的等效硫化时间以及过硫化程度见表 2。

表 2 胶料的过硫化程度

项 目	t_{90}/min	等效硫化时间/	过硫化程度/
		min	%
胎面胶(与模具接触面)	36.7	110	200
胎面基部胶(与胎面接触面)	25.5	113	343
缓冲层(与基部胶接触面)	11.8	104	781
三角胶	13.3	112	742
钢丝覆胶	12.9	116	799

注:过硫化程度 = (等效硫化时间 - t_{90}) / t_{90} × 100 %。

由表 2 可知,按原硫化条件硫化的轮胎存在着严重的过硫化现象。在此基础上进行了硫化时间缩短 14 min 的试验,发现仍然存在相当的过硫化程度。

2.2 轮胎中的游离硫含量

众所周知,配合胶料在正硫化过程中,随硫化程度的加深,其游离硫的含量呈规律性的递减,因而一般认为胶料中游离硫的含量与其硫化程度具有良好的相关性。为此,进行了游离硫含量测定,以对测温结果进行验证。

表 3 示出了对成型时从胎面中取出的胶料经平板硫化机硫化制成试样做游离硫含量测定的结果。

表 4 示出了从按硫化条件 , 和 硫化的轮胎中取出各部位预埋胶料做游离硫含量测定的结果。

表 3 和 4 表明,将原硫化时间缩短 10 min (条件)或 14 min(条件)后,轮胎被测部位胶料的游离硫含量仍远低于正硫化试样游离硫的含量。这充分说明原硫化条件下轮胎过硫化程度的严重性,同时证明了测温仪测定结果的正确性。

2.3 轮胎的成品性能

不同硫化条件所得 3 条轮胎解剖试验结果见表 5 和 6。

表 3 正硫化试样的游离硫质量分数 $\times 10^2$

项 目	硫化条件	
	143 $\times 30$ min	143 $\times 25$ min
基部胶试样	0.006 1	0.027 0
胎面胶试样	0.021 0	0.024 0

注:基部胶正硫化条件为 143 $\times 25$ min,冠部胶正硫化条件为 143 $\times 30$ min。

表 4 不同硫化条件的轮胎各部位的
游离硫质量分数 $\times 10^2$

项 目	硫化条件		
	143 $\times 30$ min	143 $\times 25$ min	143 $\times 14$ min
冠部的基部胶	0.008 1	0.009 1	0.015 0
肩部的基部胶	0.008 2	0.009 1	0.009 1
肩部的胎面胶	0.018 0	0.021 0	0.022 0

表 5 不同硫化条件的轮胎物理性能测试结果

项 目	胎 面			胎侧
	上层	中层	下层	
拉伸强度/ MPa	17.5	18.0	18.1	16.0
	17.4	17.3	18.0	16.4
	17.2	16.9	18.0	16.3
扯断伸长率/ %	505	500	530	640
	515	480	515	645
	512	490	505	630
300 %定伸应力/ MPa	8.8	9.8	9.1	6.1
	8.2	8.8	7.2	5.1
	7.9	8.8	8.3	6.1
扯断永久变形(3 min)/ %	10	10	11	13
	11	11	12	14
	12	12	13	14
邵尔 A 型硬度/ 度	59	59	59	50
	58	58	58	50
	58	58	59	51
阿克隆磨耗量/ cm^3	0.127	—	—	—
	0.123	—	—	—
	0.112	—	—	—
老化后(70 $\times 24$ h) 拉伸强度变化率/ %	6.3			7.1
	4.2			5.5
	3.6			4.1

表 5 和 6 表明,将轮胎的原硫化时间缩短 14 min 后,其成品性能并无明显变化,只有耐磨耗性能和耐老化性能尚有一定程度的提高。这再次表明缩短硫化时间的必要性和可行性,同时也再次证明测温仪测试结果的正确性。

2.4 硫化时间的重新确定

轮胎硫化状态的改善可通过轮胎整体配方硫化速率的最佳匹配获得,但这需大量的配方试验;也可通过调节硫化条件来实现。其中最简便的是,在所有条件不变的前提下缩短轮胎的硫化时间。考虑到留有必要的保险因数,又进行了硫化时间缩短 10 min 的外胎硫化试验,并对所得轮胎进行耐久性测试,发现其耐久性有所提高。

综合各方面因素,将双模定型硫化机硫化 9.00 - 20 轮胎的硫化时间由 72 min 缩短了 10 min。以现有的 10 台硫化机在新条件下进行

表 6 不同硫化条件轮胎胎体粘合强度测试结果

kN · m⁻¹

硫化条件	胎面-缓冲层间	缓冲层间	胎侧胶-帘布层间	5-6 层	4-5 层	3-4 层	2-3 层
	12.5	10.0	8.6	7.2	6.4	6.0	5.5
	12.4	11.0	8.3	7.6	6.5	5.8	5.3
	12.5	11.1	8.2	7.4	6.4	5.7	5.4

9.00 - 20 轮胎硫化计算,可年增产值约 400 万元,经济效益十分明显。

3 结论

(1) 用 ZLW-16 型智能测温仪对轮胎硫化程度进行测定,并通过游离硫含量的测定和成品轮胎物理性能试验,验证了测温仪测试结果

的正确性。

(2) 在原硫化条件下,轮胎的各部位普遍存在着过硫化现象,在原结构设计和配方体系不作调整的情况下,只将硫化时间缩短 10 min,得到新的硫化条件。这既提高了轮胎质量,又创造了可观的经济效益。

收稿日期:2000-12-07

(上接第 287 页)

表 2 防老剂 DF-989 和防老剂 4010NA 对胶料性能的影响

项 目	配方编号	
	1	2
防老剂用量/份		
防老剂 RD	1.5	1.5
防老剂 4010NA	1.5	0
防老剂 DF-989	0	1.2
门尼焦烧(120)/min	> 60	> 60
硫化仪数据(153)		
t ₁₀ /min	6.5	7.0
t ₉₀ /min	14.7	17.6
硫化胶性能(155 ×25 min)		
邵尔 A 型硬度/度	63	62
拉伸强度/MPa	19.6	20.0
300 %定伸应力/MPa	8.6	8.2
扯断伸长率/ %	562	578
扯断永久变形/ %	16	16
撕裂强度/(kN · m ⁻¹)	101	111
回弹值/ %	37.8	40.0
屈挠龟裂等级(30 万次)	0,0,0	0,1,1
压缩疲劳温升*/	27	26
阿克隆磨耗量/cm ³	0.096	0.117
100 ×24 h 老化后		
邵尔 A 型硬度/度	66	65
拉伸强度/MPa	18.9	18.7
300 %定伸应力/MPa	11.6	12.3
扯断伸长率/ %	426	405
扯断永久变形/ %	10	10

注: * 试验负荷为 0.437 MPa,冲程为 5.72 mm,温度为 55 ,时间为 25 min。

方胶料长 3 min,其它物理性能变化不明显。

2.3 胶料颜色

由于防老剂 4010NA 和 4020 对胶料性能

的影响基本相同,且防老剂 4020 的耐日光变色性能优于防老剂 4010NA,因此,采用防老剂 4020 进行日光曝晒试验,结果见表 3。

从表 3 可以看出,采用 1 号配方胶料经日光曝晒试验后不变色;与 3 号配方胶料比较,2 号配方胶料外观变色出现相对较晚,变色较轻。试验表明,复合酯类防老剂 DF-989 具有不喷霜、不污染的特点。

表 3 不同防老剂对胶料颜色变化的影响

项 目	配方编号		
	1	2	3
防老剂用量/份			
防老剂 RD	1.5	1.5	1.5
防老剂 4020	0	0.8	1.5
防老剂 DF-989	1.5	0.7	0
颜色变化情况			
日晒 7 d	无变化	无变化	开始轻微变色
日晒 15 d	无变化	开始轻微变色	有少量浅褐色 喷出物
日晒 30 d	无明显变 色	有少量浅褐色 喷出物(稍轻)	有少量浅褐色 喷出物(稍重)

3 结论

(1) 以 1.2 份防老剂 DF-989 代替 1.5 份防老剂 4010NA 用于轮胎胎面胶,胶料的物理性能无明显变化。

(2) 通过胶料试样日光曝晒试验证明,防老剂 DF-989 具有不喷霜、不污染的特点。

致谢:本试验工作得到总工程师魏翊德的大力支持,在此表示感谢!

收稿日期:2000-11-07