

## 工艺与技术

# 内胎胶配方及混炼工艺优化

罗承华<sup>1</sup>, 马玉宏<sup>1</sup>, 辛浩波<sup>2</sup>

(1. 贵州轮胎股份有限公司, 贵州 贵阳 550008; 2. 青岛科技大学, 山东 青岛 266042)

**摘要:**通过增大精细再生胶用量、调整生胶体系和补强体系优化内胎胶配方, 并通过提高一段混炼排胶温度及将二段开炼改为密炼优化胶料混炼工艺。结果表明, 与生产配方相比, 采用优化混炼工艺的优化配方胶料拉伸强度、拉伸伸长率、撕裂强度以及耐热老化性能提高, 工艺性能良好, 成品内胎性能改善, 胶料成本降低 0.48 元·kg<sup>-1</sup>。

**关键词:**内胎; 再生胶; 天然橡胶; 配方优化; 混炼工艺

提质降耗一直是各轮胎生产企业对产品设计和生产工艺制定的主要要求之一。我公司生产的天然橡胶(NR)/丁苯橡胶(SBR)内胎成本较高, 以 9.00—20 内胎为例, 我公司该产品的生产成本相当于市场上某些品牌产品的卖价, 同时有质量问题发生。我公司 NR/SBR 内胎胶生产成本较高的原因是胶料含胶率高; 出现质量问题的原因是炼胶工艺不合理, 即一段密炼的排胶温度仅为 130 ℃左右, 混炼效果差, 二段开炼加硫黄导致硫黄分散性较差, 未分散的硫黄颗粒经过硫化后在成品中产生微小气孔, 造成内胎慢漏气。为此, 我公司进行该内胎胶的配方及混炼工艺优化。

## 1 实验

### 1.1 原材料

精细再生胶, 昆明凤凰橡胶有限公司产品; 其它为轮胎生产常用原材料。

### 1.2 设备和仪器

GK270 型密炼机, XM-140 型密炼机, XK-160 型开炼机, 120 t 平板硫化机, C2000E 型无转子硫化仪, MH-74 型磨耗试验机, XQ-250 型橡胶强力试验机。

### 1.3 配方

内胎胶优化配方和生产配方见表 1, 含胶率分别为 43.2% 和 51.3%。

表 1 内胎胶优化配方和生产配方 份

组 成	优化配方	生产配方
NR	100	70
SBR	0	30
精细再生胶	62.5	10
炭黑 N220	37.5	0
炭黑 N330	0	30
半补强炭黑	0	10
活性碳酸钙	0	15
其它	31.4	29.82
合计	231.4	194.8

## 1.4 混炼工艺

含再生胶较多的胶料密炼时要求密炼机填充率较大、排胶温度不低于 155 ℃ 才能保证有较好的混炼效果, 此外为提高二段混炼中硫黄的分散性, 鉴于内胎滤胶机已改造为可调速及可控温的有利条件, 决定将二段混炼改为密炼, 即优化配方胶料生产工艺流程由生产配方的一段密炼→热炼→过滤→称量→二段开炼(加硫黄)→冷却→热炼→挤出改为一段密炼→二段密炼(加硫黄)→热炼→过滤→挤出。

本研究直接进行大配合试验。优化配方胶料的一段密炼在 GK270 型密炼机中进行, 混炼工艺为: 生胶和小料→炭黑→芳烃油→排胶(160 ℃); 二段密炼(加硫黄)在 XM-140 型密炼机中进行。

## 1.5 性能测试

各项性能均按相应国家标准进行测试。

## 2 结果与讨论

### 2.1 胶料物理性能

大配合试验胶料物理性能见表2。从表2可以看出,与生产配方胶料相比,采用精细再生胶50份、将胶料含胶率降低至43.2%、适当调整生胶体系和补强体系并采用优化混炼工艺的优化配

方胶料拉伸强度、拉断伸长率和撕裂强度有较大幅度提高,硬度和定伸应力减小,拉断永久变形和热拉伸变形增大,耐热老化性能提高。优化配方胶料的物理性能满足内胎胶性能要求。

### 2.2 成品内胎物理性能

优化配方胶料的成品内胎物理性能见表3。

表2 大配合试验胶料物理性能

项 目	优化配方				生产配方	
硫化特性(145℃)						
$M_L/(N \cdot m)$	0.85				0.78	
$M_H/(N \cdot m)$	2.79				3.65	
$t_{10}/min$	8.28				12.62	
$t_{90}/min$	15.18				18.95	
硫化时间(145℃)/min	20	30	40	20	30	40
邵尔 A 型硬度/度	57	57	57	62	62	62
100%定伸应力/MPa	1.7	1.6	1.6	2.2	2.2	2.3
300%定伸应力/MPa	5.5	5.4	5.3	7.2	7.2	7.4
拉伸强度/MPa	22.7	22.2	22.1	18.2	18.2	17.6
拉断伸长率/%	692	694	686	540	533	516
撕裂强度/( $kN \cdot m^{-1}$ )	77	81	80	35	33	33
拉断永久变形/%	33	30	27	20	18	17
热拉伸变形 <sup>1)</sup> /%	20.0	18.0	17.6	15.2	13.6	12.0
90℃×24h热老化后						
拉伸强度/MPa	22.1	21.1	20.8	15.7	15.1	14.4
拉断伸长率/%	606	605	611	422	419	417
撕裂强度/( $kN \cdot m^{-1}$ )	83	80	80	35	33	33

注:1)试验条件 105℃×5h。

表3 成品内胎物理性能

项 目	优化配方				项 目	优化配方			
	1#内胎 <sup>1)</sup>	2#内胎 <sup>2)</sup>	3#内胎 <sup>3)</sup>	生产配方 <sup>1)</sup>		1#内胎 <sup>1)</sup>	2#内胎 <sup>2)</sup>	3#内胎 <sup>3)</sup>	生产配方 <sup>1)</sup>
邵尔 A 型硬度/度					撕裂强度/( $kN \cdot m^{-1}$ )				
上模	54	55	52	50	上模	78	32	34	—
下模	52	54	52	51	下模	72	43	30	—
拉伸强度/MPa					拉断永久变形/%				
上模	19.2	17.9	16.7	15.4	上模	24	22	18	18
下模	20.3	17.3	17.3	16.7	下模	24	24	22	20
拉断伸长率/%					热拉伸变形 <sup>4)</sup> /%	24.0	24.0	24.0	14.8
上模	659	659	655	653	老化后				
下模	639	670	669	658	拉伸强度/MPa				
接头强度/MPa					上模	19.4	17.9	15.6	13.6
上模	15.3	16.3	12.9	14.5	下模	19.9	18.3	16.3	15.0
下模	16.0	15.0	12.7	14.1	拉断伸长率/%				
冠部	19.2	14.9	14.2	15.6	上模	549	568	576	538
基部	18.6	11.9	15.3	14.6	下模	557	582	572	547

注:1)9.00-20内胎;2)20.5-25内胎;3)23.5-25内胎;4)试验条件 105℃×5h。

从表 3 可以看出,优化配方内胎的物理性能符合国家标准要求,生产配方内胎老化后拉伸强度下降率不合格。

### 2.3 成品内胎耐久性能

将优化配方胶料和生产配方胶料制作的 9.00—20 内胎与外胎配套,在里程试验机上进行耐久性能,试验结果见表 4。从表 4 可以看出,使

用优化配方内胎的轮胎行驶时间比使用生产配方内胎的轮胎长 3 h,试验结束后优化配方内胎炭化龟裂现象比生产配方内胎严重。分析认为,这是由于外胎肩空后温度急剧升高造成的,但在相等行驶里程下,优化配方内胎炭化龟裂现象不会比生产配方内胎严重,否则会很快泄气,造成外胎损坏,不能多行驶 3 h。

表 4 成品轮胎的耐久性能试验

项 目	优化配方	生产配方
行驶时间/h	89	86
试验中内胎状况	无漏气等异常现象	无漏气等异常现象
试验结束时外胎状况	肩空	肩空
试验结束时内胎状况	外胎冠部部位对应的内胎裂成碎片并落入外胎中	外胎肩空部位对应的内胎已炭化龟裂,但未裂成碎片

注:行驶速度为 65 km · h<sup>-1</sup>。

### 3 结语

采用优化配方及混炼工艺进行了内胎的试制及扩大试生产,内胎的生产工艺过程较顺利,优化配方内胎的综合性能优于生产配方内胎,胶料生产成本降低 0.48 元 · kg<sup>-1</sup>。优化配方

小规格汽车轮胎内胎和 23.5 以下工程机械轮胎内胎接头未出现问题,冬季生产时胶料能满足滤胶、挤出焦化安全性要求,但特大规格内胎接头仍有困难。因此,优化配方胶料可用于小规格汽车轮胎内胎和部分工程机械轮胎内胎的生产。

## 巴陵石化公司沥青改性用 TPE 新品填补国内空白

巴陵石化公司合成橡胶事业部的沥青改性用热塑性弹性体(TPE)新产品苯乙烯类热塑性弹性体 SIBS 开发项目于 2010 年 3 月通过省级技术鉴定。专家认为该产品整体工艺技术达到国际先进水平,建议进一步开发产品的应用领域。

巴陵石化公司合成橡胶事业部依据活性阴离子聚合原理,通过分子设计,合成了沥青改性用 TPE 新品。在年产 300 t 的中试装置上对设计技术进行验证和进一步优化,并在年产 10 万 t 装置上对设计技术进行了工业化试生产,表明项目聚合、凝聚、干燥等工艺控制平稳,生产过程符合国家环保要求,可进行批量生产。产品经湖南省基本有机原料产品质量监督检验授权站检测,符合企业质量标准要求。经用户应用表明,产品能有效提高改性沥青的延度、高温储存稳定性及施工

性能。

据了解,苯乙烯类弹性体改性沥青是提高道路沥青综合性能的重要手段,这类弹性体主要包括 SBS、SIS 和 SEBS 等,其中以 SBS 改性沥青最为普及。

针对 SBS 改性沥青和 SIS 改性沥青的使用特点,为开发兼具 SBS 和 SIS 优点、可应用于改性沥青的新产品,满足市场对道路改性沥青的高要求,巴陵石化公司于 2007 年立项开展沥青改性用 TPE 新产品的开发。在小试及中试基础上,巴陵石化公司合成橡胶事业部为充分利用原料资源,降低生产成本,提高产品质量,2008 年在年产 10 万 t 工业装置上进行 3 次工业化试生产,生产出性能优越的 SIBS 产品 2248 t,生产过程符合国家环境保护要求。

钱伯章