

# 硫化剂DTDC-80在工程机械轮胎胎体胶中的应用

刘 娟, 孙宝兴, 姜在胜, 黄艳军, 周 勇

(三角轮胎股份有限公司, 山东 威海 264200)

**摘要:** 研究硫化剂DTDC-80在工程机械轮胎胎体胶中的应用。结果表明: 在胎体胶中以硫化剂DTDC-80等量替代硫化剂DTDM-80, 胶料的 $t_{10}$ 和 $t_{90}$ 缩短, 工艺性能良好; 硫化胶的物理性能变化不大, 耐老化性能提高; 成品轮胎的物理性能和耐老化性能优良, 可减少环境污染。

**关键词:** 硫化剂; 工程机械轮胎; 胎体胶

**中图分类号:** TQ330.38<sup>+</sup>5; U463.341<sup>+</sup>.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1006-8171(2015)11-0675-03

随着人们生活水平和文化水平的不断提高, 对环境及健康的要求水准也不断提升, 但经济的发展对生态环境和人类健康的破坏却日趋严重, 在橡胶工业中仍然存在使用含有毒有害物质的情况, 除了在次磺酰胺类橡胶促进剂含亚硝胺毒性产品的替代和含萘胺类毒性防老剂产品的替代已取得预期成果外, 仍然需要继续开展有毒有害橡胶助剂产品的替代工作。

目前我国橡胶助剂行业替代有毒有害橡胶助剂产品的研发新动向集中在橡胶塑解剂、秋兰姆类促进剂和硫化剂, 具体需要替代的秋兰姆类硫化剂是DTDM(二硫化二吗啉)。硫化剂DTDM因含仲胺结构, 反应生成亚硝胺而属于有毒有害化学品。硫化剂DTDC-80是质量分数为0.8的N,N'-二硫代双己内酰胺和质量分数为0.2的聚合物基分散剂的混合物, 在硫化过程中不会产生致癌的亚硝胺, 并可赋予硫化胶优良的物理性能和耐老化性能。

本工作主要研究硫化剂DTDC-80等量替代硫化剂DTDM-80在工程机械轮胎胎体胶中的应用。

## 1 实验

### 1.1 主要原材料

天然橡胶(NR), SMR20, 马来西亚产品; 顺丁橡胶(BR), 牌号9000, 中国石化北京燕山分公司产

**作者简介:** 刘娟(1983—), 女, 山东威海人, 三角轮胎股份有限公司工程师, 学士, 主要从事橡胶配方设计、工艺管理及新材料应用工作。

品; 丁苯橡胶(SBR), 牌号1502, 中国石油天然气股份有限公司产品; 炭黑N330, 山西志信化工有限公司产品; 硫化剂DTDC-80, 亚特曼化工有限公司产品。

### 1.2 配方

生产配方: NR 80, BR 10, SBR 10, 炭黑N330 45, 环保油 5, 硫黄 1.15, 不溶性硫黄HDOT20 1.4, 硫化剂DTDM-80 0.63, 其他 21。

试验配方中以硫化剂DTDC-80等量替代硫化剂DTDM-80, 其余均同生产配方。

### 1.3 主要设备和仪器

XK-160型开炼机, 上海橡胶机械厂产品; GK1.5N(切向转子系统)型密炼机, 益阳橡胶塑料机械集团有限公司产品; XLB-Q 400×400×2型平板硫化机, 上海第一橡胶机械厂产品; T2000型拉力试验机和MDR2000型硫化仪, 美国阿尔法科技有限公司产品。

### 1.4 试样制备

小配合试验胶料采用两段混炼工艺, 且均在GK1.5N型密炼机中进行混炼, 转子转速为 $45 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$ , 一段混炼工艺为: 生胶、小料→压压砣 $\xrightarrow{30 \text{ s}}$ 炭黑→压压砣 $\xrightarrow{90 \text{ s}}$ 环保油→压压砣 $\xrightarrow{90 \text{ s}}$ 排胶(115 °C); 二段混炼工艺为: 一段混炼胶、促进剂、硫黄、不溶性硫黄和硫化剂 $\xrightarrow{30 \text{ s}}$ 压压砣 $\xrightarrow{90 \text{ s}}$ 压压砣→排胶。

大配合试验胶料采用两段混炼工艺, 一段

混炼在GK400N型密炼机中进行,转子转速为50 r·min<sup>-1</sup>,混炼工艺为:生胶、小料→压压砣→提压砣→炭黑→压压砣 $\xrightarrow{40\text{ s}}$ 提压砣→环保油→压压砣 $\xrightarrow{40\text{ s}}$ 提压砣→压压砣→排胶(160℃);二段混炼在GK255N型密炼机中进行,转子转速为25 r·min<sup>-1</sup>,混炼工艺为:一段混炼胶、硫黄、不溶性硫黄、硫化剂和促进剂→压压砣 $\xrightarrow{30\text{ s}}$ 提压砣→压压砣 $\xrightarrow{30\text{ s}}$ 提压砣→压压砣→排胶(105℃)。

### 1.5 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

硫化剂DTDC-80的理化分析结果如表1所示。从表1可以看出,硫化剂DTDC-80的各项理化性能均达到企业标准要求。

表1 硫化剂DTDC-80的理化分析结果

项 目	实测值	企业标准
外观	灰白色固体	灰白色固体
密度/(Mg·m <sup>-3</sup> )	1.13	1.05~1.25
硫质量分数	0.173 2	0.155~0.215

### 2.2 小配合试验

小配合试验结果如表2所示。

从表2可以看出:与生产配方胶料相比,试验配方胶料的门尼焦烧时间、 $t_{10}$ 和 $t_{90}$ 缩短,硫化速度加快,转矩相当;当硫化40 min时,硫化胶的拉伸强度、撕裂强度和H抽出力减小,拉断伸长率相当,总体来看物理性能基本相当。

### 2.3 大配合试验

为进一步验证硫化剂DTDC-80的实际使用效果,又进行了大配合试验,试验结果如表3所示。

从表3可以看出:与生产配方胶料相比,试验配方胶料的 $t_{10}$ 和 $t_{90}$ 缩短,硫化速度加快,转矩相当;硫化胶的拉伸强度和拉断伸长率增大,300%定伸应力相当,撕裂强度和H抽出力减小,老化后300%定伸应力、拉伸强度和拉断伸长率增大,总体来看物理性能基本相当。

### 2.4 工艺性能

采用试验配方胶料和生产配方胶料同时在车间进行帘布压延。帘布压延采用意大利鲁道夫公

表2 小配合试验结果

项 目	试验配方			生产配方		
门尼焦烧时间(121℃)/min	31.47			34.33		
硫化仪数据(145℃)						
$M_L$ /(dN·m)	10.14			10.46		
$M_H$ /(dN·m)	52.37			52.64		
$t_{10}$ /min	8.28			9.51		
$t_{90}$ /min	14.01			15.38		
硫化时间(148℃)/min	30	40	60	30	40	60
邵尔A型硬度/度	64	64	63	62	62	63
300%定伸应力/MPa	12.1	11.6	11.5	12.3	12.4	11.9
拉伸强度/MPa	18.5	18.4	20.6	21.1	21.1	18.3
拉断伸长率/%	414	423	470	436	459	411
拉断永久变形/%	16	16	16	18	18	12
撕裂强度/(kN·m <sup>-1</sup> )	46			49		
H抽出力 <sup>1)</sup> /N	221.8			228.4		
100℃×48 h老化后						
邵尔A型硬度/度	66			66		
300%定伸应力/MPa	13.9			15.2		
拉伸强度/MPa	14.1			15.4		
拉断伸长率/%	283			300		
拉断永久变形/%	10			8		

注:1)帘线规格为1400dtex/3V。

表3 大配合试验结果

项 目	试验配方			生产配方		
门尼焦烧时间(121℃)/min	32.18			31.70		
硫化仪数据(145℃)						
$M_L$ /(dN·m)	6.89			7.30		
$M_H$ /(dN·m)	51.04			50.99		
$t_{10}$ /min	8.80			8.95		
$t_{90}$ /min	15.08			16.18		
硫化时间(148℃)/min	30	40	60	30	40	60
邵尔A型硬度/度	63	63	62	63	63	63
300%定伸应力/MPa	13.6	13.3	12.4	13.2	13.6	13.7
拉伸强度/MPa	22.6	21.5	21.0	21.5	20.3	18.8
拉断伸长率/%	454	437	448	438	412	381
拉断永久变形/%	18	18	14	18	14	12
撕裂强度/(kN·m <sup>-1</sup> )	50			52		
H抽出力 <sup>1)</sup> /N	239			240		
100℃×48 h老化后						
邵尔A型硬度/度	68			68		
300%定伸应力/MPa	15.7			11.2		
拉伸强度/MPa	16.6			12.6		
拉断伸长率/%	318			242		
拉断永久变形/%	12			8		

注:同表2。

司生产的四辊压延机,辊筒采用热水自动温度控制系统,保证辊筒的温度稳定。该机配有轴交叉及辊弯曲装置,同时带有自动控制系统,可以进行帘布厚度测量,并自动进行厚度调节。试验配方

胶料在压延过程中未出现粘辊、坏胶、扒皮及厚度不符合标准的情况,与生产配方胶料压延同样无异常。

## 2.5 成品试验

采用试验配方胎体胶生产23.5-25 16PR工程机械轮胎,成品轮胎的物理性能如表4所示。

从表4可以看出,与生产轮胎相比,试验轮胎

表4 成品轮胎的物理性能

项 目	试验轮胎		生产轮胎	
	中部	下部	中部	下部
邵尔A型硬度/度	63	63	62	62
300%定伸应力/MPa	7.4	6.7	7.4	6.8
拉伸强度/MPa	17.9	17.6	17.8	17.6
拉伸伸长率/%	586	578	576	578
70℃×24h老化后				
拉伸强度/MPa	18.7	18.2	17.7	17.2
拉伸伸长率/%	583	589	580	582
粘合强度/(kN·m <sup>-1</sup> )				
胎面胶-缓冲层	16.1		15.8	
缓冲层-胎体帘布层	12.4		12.1	
胎侧胶-帘布层	14.8		14.3	

的硬度、拉伸强度和拉伸伸长率增大,同时老化后的拉伸性能和粘合性能提高。

## 2.6 成本分析

采用硫化剂DTDM-80时,胎体胶的价格为7.730 3元·kg<sup>-1</sup>,采用硫化剂DTDC-80等量替代后,胶料的价格为8.132 3元·kg<sup>-1</sup>,胶料成本增加0.402元·kg<sup>-1</sup>,年成本增加33万元。虽然经济成本有所增加,但是减少了对环境的污染。

## 3 结论

(1) 在工程机械轮胎胎体胶中以硫化剂DTDC-80等量替代硫化剂DTDM-80,胶料的 $t_{10}$ 和 $t_{90}$ 缩短,硫化速度加快,门尼焦烧时间和转矩变化不大,工艺性能良好;硫化胶的物理性能变化不大,但耐老化性能提高。

(2) 硫化剂DTDC-80在硫化过程中不会产生致癌的亚硝胺,以其等量替代硫化剂DTDM-80符合现代轮胎加工企业绿色、环保的要求。

收稿日期:2015-07-13

# Application of Curing Agent DTDC-80 in Carcass Ply Compound of Off-The-Road Tire

LIU Juan, SUN Bao-xing, JIANG Zai-sheng, HUANG Yan-jun, ZHOU Yong

(Triangle Tire Co., Ltd., Weihai 264200, China)

**Abstract:** The application of curing agent DTDC-80 in the carcass ply compound of off-the-road tire was investigated. The results showed that, by using curing agent DTDC-80 to replace equal weight of curing agent DTDM-80 in the carcass ply compound, the  $t_{10}$  and  $t_{90}$  were shortened, and the processability was improved. The physical properties of vulcanizates changed little, and aging resistance was improved. The physical properties and aging resistance of the finished tire were better, and environmental pollution could be reduced.

**Key words:** curing agent; off-the-road tire; carcass ply compound

## 生产全钢载重子午线轮胎气密层的配方及工艺方法

中图分类号:U463.341<sup>+</sup>.3;TQ336.1 文献标志码:D

由风神轮胎股份有限公司申请的专利(公开号 CN 104761769A,公开日期 2015-07-08)“生产全钢载重子午线轮胎气密层的配方及工艺方法”,涉及一种在保持轮胎气密性的基础上,降低成本生产全钢载重子午线轮胎的气密层配方及工

艺方法。涉及的气密层配方为:天然橡胶 5~20,丁苯橡胶/蒙脱土纳米复合材料 160~180,氧化锌 2~5,增粘树脂 6~8,化学防老剂 2~3,物理防老剂 8~10,硫黄 1~1.5,促进剂 0.8~1。涉及的工艺可以解决使用该配方胶料制备轮胎气密层时,传统混炼工艺无法制备出外观良好、性能一致的产品的问题。

(本刊编辑部 马晓)