

# 低锌硫化活性剂DH78在轮胎胎面胶中的应用研究

戴近禹

(朝阳好优达橡塑助剂有限公司, 辽宁 朝阳 122099)

**摘要:** 研究锌离子络合物低锌硫化活性剂DH78(简称DH78)在轮胎胎面胶中的应用。结果表明:DH78的硫化活性作用明显优于氧化锌,但不能完全取代氧化锌的模量增强作用;与只添加氧化锌的胶料相比,DH78替代50%~60%氧化锌胶料的300%定伸应力、拉伸强度、撕裂强度、耐磨性能总体提高;由于氧化锌减量,胶料密度减小,胶料成本有所降低;由于DH78的硫化活性作用较强,胶料焦烧时间缩短,必要时可添加适量防焦剂。

**关键词:** 低锌硫化活性剂;氧化锌;锌含量;胎面胶;密度;耐磨性能

**中图分类号:** TQ330.38<sup>+</sup>5

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1006-8171(2023)04-0215-07

**DOI:** 10.12135/j.issn.1006-8171.2023.04.0215



OSID开放科学标识码  
(扫码与作者交流)

在硫化反应中,由于氧化锌对胶料硫化交联键的形成速度和密度至关重要,因此一直以来被认为是橡胶硫化反应过程中重要的活性剂。但欧洲经长期跟踪检测,2003年确定氧化锌对环境有污染危害,并将其在欧盟2003/105/EC法规有害物质清单中划分为N类,即对环境有害的物质,危险级为R50/53,即“对水生生物非常有害,可对水生生态系统产生长期的不良影响”。为了减少或除去橡胶制品中的氧化锌,“生态锌”项目在欧盟支持下启动,其全名为“为保护环境减小橡胶制品的锌用量”<sup>[1]</sup>。2016年美国加利福尼亚州也提出法案SB1260,建议限制在轮胎中使用锌或氧化锌,同时禁止销售高于一定锌含量的轮胎产品,该法案引起氧化锌和轮胎生产企业的高度重视,也使人们认识到橡胶工业减锌低锌已成必然之势。

低锌硫化活性剂DH78(简称DH78)是一种替代氧化锌的锌离子有机配合物或络合物。本工作进行DH78在轮胎胎面胶中的应用研究,为替代或减少氧化锌提供参考。

## 1 实验

### 1.1 主要原材料

天然橡胶(NR),马来西亚产品;氧化锌(含锌

**作者简介:** 戴近禹(1955—),男,辽宁朝阳人,朝阳好优达橡塑助剂有限公司总经理,学士,主要从事橡胶助剂研发工作。

**E-mail:** daive2009@163.com

量99.7%),大连金石氧化锌厂产品;DH78,朝阳好优达橡塑助剂有限公司产品。

### 1.2 试验配方

基本配方(用量/份):NR 100,氧化锌变量,DH78 变量,硬脂酸 2,炭黑N234 20,炭黑N330 35,操作油 5.5,硫黄 1.3,促进剂TBBS 1.1,防护蜡 1,防老剂RD 2。

### 1.3 主要设备和仪器

XKR-150型开炼机,上海橡胶机械厂有限公司产品;XLB-0.5MN400×400型平板硫化机,青岛市鲁泰机械制造有限公司产品;MR-C3型无转子硫化仪,北京环峰化工机械实验厂产品;WDW-5型万能电子拉力机,长春科新实验仪器有限公司产品;WML-76型磨耗试验机,江苏江都市新真威试验机械有限公司产品;MDJ-300A型全自动电子密度计,深圳市森宇仪器设备有限公司产品。

### 1.4 混炼工艺

胶料混炼在开炼机上进行,辊距调至0.5 mm,将生胶薄通4次;辊距调至2 mm,加入混有操作油的炭黑,打卷5次;辊距调至0.5 mm再薄通5次,然后加入其他小料,混炼均匀后,打卷5次再薄通5次;最后辊距调至2 mm,压片备用。

### 1.5 性能测试

胶料所有性能均按照相应的国家标准进行测试。

## 2 结果与讨论

### 2.1 DH78的作用机理

在橡胶硫化过程中,氧化锌的作用机理一直受到人们的关注,虽还没有统一的定论,但普遍认为,硫化过程中氧化锌首先与硬脂酸反应生成可溶性锌盐,可溶性锌盐与多硫化氢自由基( $\text{HS}_x\cdot$ )反应,生成硫化锌和双基硫( $\cdot\text{S}-\text{S}\cdot$ ),然后双基硫再与橡胶大分子进行交联<sup>[2]</sup>。但实际上,氧化锌与硬脂酸反应生成可溶性锌盐的同时也产生了二价锌离子,锌离子与裂解的促进剂反应生成高活性的锌-促进剂化合物,在硫化过程中,活化的链状双基硫很容易插入锌-促进剂化合物中,生成多硫的羧基配位的锌-促进剂配合物(见图1)。但此配合物不稳定,在有给电子的胺类物质存在时,会生成具有胺基、羧基、巯基配位的锌离子络合物(见图2)。此络合物由于胺基和羧基的给电子作用,削弱了硫-锌之间的键合力,进而生成更多含硫活性体和双基活性硫,提高了胶料活性体的浓度,促使橡胶硫化网状结构反应加速<sup>[3-4]</sup>。

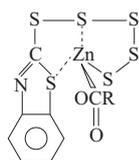


图1 多硫的羧基配位的锌-促进剂配合物分子结构

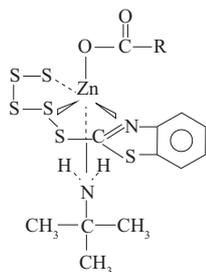


图2 含胺类物质的锌离子络合物分子结构

锌是一种很有特点的过渡金属,高温下在空气中可被氧化成氧化锌,所以锌本身是一个给电子的强还原剂,但当锌失去电子而成为离子时,电子层外层会杂化生成 $\text{sp}^3$ 杂化轨道,该杂化轨道是4个等能量的空轨道,此时的锌离子是电子对接受体,所以又是路易斯酸,可接纳4个带有孤电子对、呈路易斯碱性的相同或不同的物体配位,进而生成以锌离子为中心的具有特殊功能与作用的络合

物。在硫化过程中,胶料中呈孤电子对的活性体主要有S8开环后生成的 $\text{HS}_x\cdot$ ,次磺酰胺类促进剂,如促进剂TBBS,裂解后生成的苯并噻唑巯基活性体和胺基叔丁基活性体,以及硬脂酸失去一个氢离子后的硬脂酸根活性体等。硫化时, $\text{sp}^3$ 杂化后的锌离子接纳了具有孤电子对的4种活性体,形成锌离子络合物(见图3)。

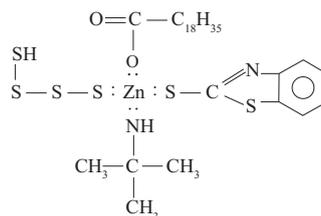


图3 锌离子络合物的路易斯结构

图3为橡胶硫化时氧化锌对促进剂和硫黄活化反应瞬间的示意图。根据此机理,本工作制成了橡胶硫化活性剂DH78这一锌离子络合物。

由于DH78在橡胶硫化过程中具备如下两大先进作用机理,因此推断此络合物在具有良好的硫化活性功能的同时更有利于改善硫化胶的物理性能。机理一,DH78在硫化条件下被激活并分离出活性体,使胶料中活性能量增多,从而加剧促进剂裂解和S8环断裂,促使硫化网络中单硫键和双硫键的比例增大;机理二,DH78活化作用下的橡胶硫化交联网络密度趋于均一。T.SUZUKI等<sup>[5-6]</sup>利用小角中子散射技术对硫化胶的交联网络结构做了大量且系统的研究,得知以氧化锌与硬脂酸作为活性剂的硫化胶的交联密度存在A和B两相结构。氧化锌与硬脂酸反应生成的可溶性锌盐,直接活化促进剂、硫黄并与橡胶大分子发生交联反应,这种交联反应的密度是一种低网链密度,称为A相。氧化锌与硬脂酸作用同时还游离出锌离子,来自锌离子方面活化促进剂、硫黄并与橡胶大分子发生交联反应,其交联反应密度为高网链密度,称为B相。交联网络不均匀的两相结构直接导致硫化胶在性能上的损失。DH78络合物在活化硫化反应过程中,没有可溶性锌盐方面的干扰,因此其网链密度均一,硫化胶的性能稳定,物理性能也更好。

### 2.2 理化性质

DH78和氧化锌的理化性质见表1。

表1 DH78和氧化锌的理化性质

项 目	DH78		氧化锌	
	淡黄色粒状物	白色粉状物		
外观	淡黄色粒状物	白色粉状物		
氧化锌质量分数/%	20	99.7		
密度/(Mg·m <sup>-3</sup> )	1.14			
滴落点/℃	95			
灰分质量分数(750℃×2h)/%	20.63	99.82		
铅质量分数/%	0	0.0014		
铜质量分数/%	0	0.0001		
锰质量分数/%	0	0.00003		
镉质量分数/%	0	0.0001		
铁质量分数/%	0	0.0005		

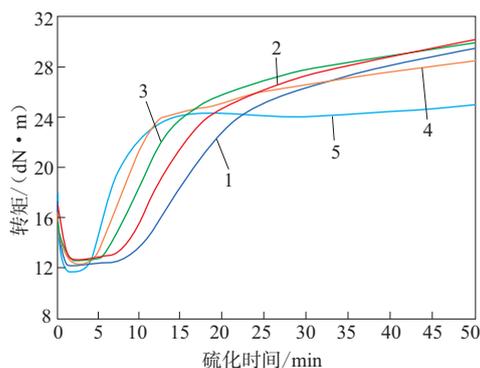
从表1可以看出,与氧化锌相比,DH78的锌含量明显减小,灰分和重金属质量分数也都很小。

## 2.3 在胶料中的应用性能

### 2.3.1 DH78替代氧化锌的可行性

先考察DH78替代氧化锌的可行性(DH78和氧化锌的总用量为4份,分别为变量)。替代可行性试验胶料的硫化曲线见图4,物理性能见表2。

从图4和表2可以看出:与只添加4份氧化锌的



DH78/氧化锌用量比:1—0/4;2—1/3;3—2/2;4—3/1;5—4/0。

图4 替代可行性试验胶料的硫化曲线

表2 替代可行性试验胶料的物理性能

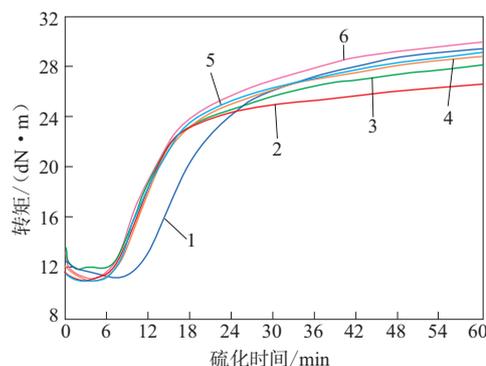
项 目	DH78/氧化锌用量比/(份/份)				
	0/4	1/3	2/2	3/1	4/0
硫化仪数据(150℃)					
$F_L$ /(dN·m)	10.8	11.4	11.0	10.4	10.0
$F_{max}$ /(dN·m)	28.3	29.5	29.2	27.5	24.4
$t_{10}$ /min	12.0	9.9	8.1	6.0	4.5
$t_{50}$ /min	18.5	15.9	13.4	9.9	6.9
$t_{90}$ /min	38.0	36.7	35.4	38.5	16.6
硫化胶性能(150℃×40min)					
邵尔A型硬度/度	66	67	67	66	65
300%定伸应力/MPa	9.1	9.2	10.1	8.9	7.7
拉伸强度/MPa	25.4	26.1	26.9	26.6	26.8
拉断伸长率/%	496	553	575	576	698

生产配方胶料相比,添加DH78胶料的硫化活性作用非常明显,并随着用量增大硫化反应起步加快;DH78用量超过3份以后,胶料的 $F_{max}$ 明显减小;当DH78全部取代氧化锌时,胶料的 $F_{max}$ 在硫化反应初期即较小;随着DH78用量增大,胶料的拉伸强度总体提高;DH78/氧化锌用量比为2/2时,胶料的300%定伸应力和拉伸强度最大;当DH78全部取代氧化锌时,胶料的300%定伸应力最低。

总的来看,DH78的硫化活性好于氧化锌,但模量增强作用不如氧化锌;当硫化活性剂总用量为4份时,DH78/氧化锌用量比为(1~2)/2时,胶料综合性能较好,DH78部分替代氧化锌可行。

### 2.3.2 DH78替代氧化锌的用量

考察DH78替代氧化锌的用量(DH78用量为1.5份,氧化锌用量为1~2份)对胶料性能的影响。DH78替代氧化锌用量试验胶料的硫化曲线见图5,物理性能见表3。



DH78/氧化锌用量比:1—0/4;2—1.5/1;3—1.5/1.25;4—1.5/1.5;5—1.5/1.75;6—1.5/2。

图5 DH78替代氧化锌用量试验胶料的硫化曲线

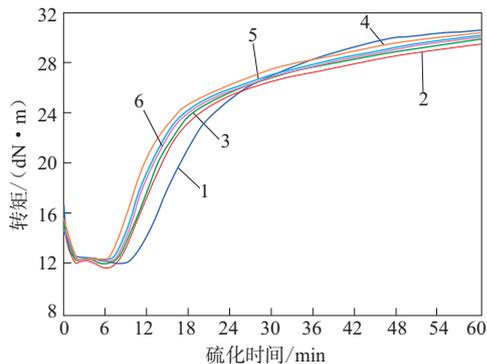
从图5和表3可以看出:与只添加4份氧化锌的生产配方胶料相比,添加DH78胶料的硫化活性作用较明显,拉伸强度较高且呈稳定态势;DH78/氧化锌用量比为1.5/1.75的胶料的300%定伸应力最大。总的来看,DH78/氧化锌用量比为1.5/(1.5~2)的胶料综合性能较好,即DH78可取代50%~60%的氧化锌。

### 2.3.3 DH78适宜用量范围

考察DH78适宜用量范围(氧化锌用量为1.5份,DH78用量为1~2份)。DH78适宜用量范围试验胶料的硫化曲线见图6,物理性能见表4。

表3 DH78替代氧化锌用量试验胶料的物理性能

项 目	DH78/氧化锌用量比/(份/份)					
	0/4(生产配方)	1.5/1	1.5/1.25	1.5/1.5	1.5/1.75	1.5/2
硫化仪数据(150℃)						
$F_L$ /(dN·m)	10.8	10.8	11.6	11.1	11.0	11.2
$F_{max}$ /(dN·m)	29.9	27.1	28.7	29.3	29.3	30.4
$t_{10}$ /min	11.9	7.5	8.4	8.6	8.5	8.4
$t_{50}$ /min	18.2	11.9	13.2	13.7	13.8	13.5
$t_{90}$ /min	38.9	33.4	38.9	37.3	36.8	38.0
硫化胶性能(150℃×40 min)						
邵尔A型硬度/度	66	65	66	67	67	67
300%定伸应力/MPa	9.9	9.2	9.9	10.3	10.8	10.6
拉伸强度/MPa	25.2	25.8	26.1	26.8	26.7	26.8
拉断伸长率/%	546	571	549	571	534	533



DH78/氧化锌用量比:1—0/4;2—1/1.5;3—1.25/1.5;  
4—1.5/1.5;5—1.75/1.5;6—2/1.5。

图6 DH78适宜用量范围试验胶料的硫化曲线

从图6和表4可以看出:与只添加4份氧化锌的生产配方胶料相比,添加DH78胶料的硫化活性作用较明显;DH78/氧化锌用量比为(1.25~2)/1.5的胶料的拉伸强度、撕裂强度和耐磨性能提高。

总的来看,氧化锌用量为1.5份时,DH78用量为1.25~2份比较适宜。

## 2.4 DH78在轮胎中的应用

### 2.4.1 DH78在全钢子午线轮胎中的应用

DH78在全钢子午线轮胎中的应用性能见表5。

从表5可以看出,对于全钢子午线轮胎胎冠胶(主体材料为全NR),与只添加4份氧化锌的生产配方胶料相比,由于NR具有高温硫化返原性,1.5份DH78替代2份氧化锌并配合0.2份防焦剂CTP的试验配方胶料的焦烧时间相当,密度减小,300%定伸应力、拉伸强度、拉断伸长率、撕裂强度和耐磨性能均提高。

对于全钢子午线轮胎胎面胶(主体材料为NR/BR/SBR三胶并用),与只添加4份氧化锌的生产配方胶料相比,1.5份DH78替代2.5份氧化锌的试验配方胶料的焦烧时间缩短,密度减小,300%定

表4 DH78适宜用量范围试验胶料的物理性能

项 目	DH78/氧化锌用量比/(份/份)					
	0/4(生产配方)	1/1.5	1.25/1.5	1.5/1.5	1.75/1.5	2/1.5
硫化仪数据(150℃)						
$F_L$ /(dN·m)	11.7	11.4	11.7	11.9	11.6	11.6
$F_{max}$ /(dN·m)	30.7	29.5	30.1	30.7	30.3	30.5
$t_{10}$ /min	11.8	9.9	9.1	8.6	8.3	7.7
$t_{50}$ /min	18.5	15.9	14.4	13.9	13.4	12.6
$t_{90}$ /min	39.5	38.9	40.0	40.3	40.1	38.7
硫化胶性能(150℃×40 min)						
邵尔A型硬度/度	66	64	66	65	65	65
300%定伸应力/MPa	10.2	10.2	11.0	10.6	10.1	10.8
拉伸强度/MPa	25.4	26.1	26.9	27.6	27.9	27.4
拉断伸长率/%	496	553	575	576	551	547
撕裂强度/(kN·m <sup>-1</sup> )	74	73	83	84	86	84
阿克隆磨耗量/cm <sup>3</sup>	0.136	0.125	0.075	0.085	0.071	0.089

表5 DH78在全钢子午线轮胎中的应用性能

项 目	胎冠胶				胎面胶			
	试验配方		生产配方		试验配方		生产配方	
原材料用量/份								
NR	100		100		50		50	
顺丁橡胶(BR)	0		0		30		30	
丁苯橡胶(SBR) 1500	0		0		20		20	
氧化锌	2		4		1.5		4	
DH78	1.5		0		1.5		0	
硬脂酸	2		2		2		2	
炭黑N234	43		43		53		53	
白炭黑	15		15		0		0	
偶联剂Si69	1.5		1.5		0		0	
芳烃油	1		1		1.5		1.5	
分散剂F703	2		2		0		0	
微晶蜡	2		2		2		2	
防老剂4020	2		2		2		2	
防老剂HPG	1		1		1		1	
硫黄	1.1		1.1		1.2		1.2	
促进剂TBBS	1.8		1.8		1.7		1.7	
防焦剂CTP	0.2		0		0		0	
合计	176.1		176.4		167.4		168.4	
门尼焦烧时间 $t_{s2}$ (125 °C)/min	28.7		28.4		24.5		29.1	
硫化仪数据(150 °C)								
$F_L$ /(dN·m)	7.5		7		8.9		8.8	
$F_{max}$ /(dN·m)	25.8		25.7		28.2		27.9	
$t_{s2}$ /min	4.6		4.8		4.9		5.4	
$t_{10}$ /min	4.6		4.7		4.9		5.4	
$t_{50}$ /min	5.8		6.1		6.4		6.9	
$t_{90}$ /min	7.9		8.8		14.1		14.2	
硫化时间(150 °C)/min	30	40	30	40	30	40	30	40
密度/(Mg·m <sup>-3</sup> )	1.069	1.065	1.071	1.075	1.038	1.031	1.042	1.053
邵尔A型硬度/度	68	68	67	68	65	65	65	65
300%定伸应力/MPa	13.8	14.6	13.3	14.2	10.8	11.2	10.6	10.8
拉伸强度/MPa	23.7	23.3	21.4	22.5	24.1	23.6	22.2	22.0
拉断伸长率/%	456	452	434	432	512	487	508	496
撕裂强度/(kN·m <sup>-1</sup> )	96	90	87	87	64	64	59	52
阿克隆磨耗量/cm <sup>3</sup>	0.424	0.367	0.596	0.501	0.257	0.268	0.328	0.345

伸应力、拉伸强度、拉断伸长率(硫化时间40 min时除外)、撕裂强度和耐磨性能均提高。

#### 2.4.2 DH78在半钢子午线轮胎中的应用

DH78在半钢子午线轮胎胎面胶中的应用性能见表6。

从表6可以看出:对于轻型载重子午线轮胎胎面胶,与只添加4份氧化锌的生产配方胶料相比,1.5份DH78替代2.5份氧化锌的试验配方胶料的焦烧时间缩短,密度减小;300%定伸应力、拉伸强度、拉断伸长率、撕裂强度和耐磨性能均提高。

对于轿车子午线轮胎胎面胶,与只添加3.5份氧化锌的生产配方胶料相比,1.25份DH78替代2

份氧化锌的试验配方胶料的焦烧时间缩短,密度减小,拉伸强度、撕裂强度和耐磨性能提高,300%定伸应力和拉断伸长率相当。

### 3 结论

(1)DH78的硫化活性作用明显优于氧化锌,但不能完全取代氧化锌的模量增强作用。

(2)与只添加氧化锌的胶料相比,DH78替代50%~60%氧化锌的胶料300%定伸应力、拉伸强度、撕裂强度、耐磨性能总体提高。

(3)由于氧化锌减量,胶料密度也减小,因此配方整体成本也有所降低。

表6 DH78在半钢子午线轮胎中的应用性能

项 目	轻型载重子午线轮胎胎面胶				轿车子午线轮胎胎面胶			
	试验配方		生产配方		试验配方		生产配方	
原材料用量/份								
NR	70		70		0		0	
BR	20		20		30		30	
SBR	10		10		70		70	
氧化锌	1.5		4		1.5		3.5	
DH78	1.5		0		1.25		0	
硬脂酸	2.5		2.5		1.5		1.5	
炭黑N115	40		40		0		0	
炭黑N234	0		0		68		68	
炭黑N330	15		15		0		0	
白炭黑	12		12		0		0	
偶联剂Si69	0.7		0.7		0		0	
芳烃油	5.5		5.5		25		25	
微晶蜡	1		1		2		2	
防老剂4020NA	2		2		1.5		1.5	
防老剂HPG	1		1		1		1	
硫黄	1.5		1.5		1.7		1.7	
促进剂TBBS	1.2		1.2		1.65		1.65	
促进剂TMTD	0.1		0.1		0.1		0.1	
合计	185.5		186.5		204.95		205.95	
门尼焦烧时间 $t_{s2}$ (125 °C)/min	20.5		26.4		21.2		25.9	
硫化仪数据(150 °C)								
$F_L$ /(dN·m)	9.4		9.2		8.9		9	
$F_{max}$ /(dN·m)	26.7		26.8		31.2		30	
$t_{s2}$ /min	2.1		2.8		2.4		3.1	
$t_{10}$ /min	2.4		2.8		2.5		3.1	
$t_{50}$ /min	3.3		4		3.5		4.3	
$t_{90}$ /min	6.3		7		14.2		13.8	
硫化时间(160 °C)/min	15	20	15	20	15	20	15	20
密度/(Mg·m <sup>-3</sup> )	1.038	1.037	1.049	1.051	1.058	1.054	1.076	1.071
邵尔A型硬度/度	64	64	64	64	64	64	63	63
300%定伸应力/MPa	9.8	9.4	9.0	9.5	12.7	12.7	12.6	12.1
拉伸强度/MPa	19.7	19.0	16.8	17.7	19.5	19.2	18.2	18
拉断伸长率/%	517	516	480	483	408	421	426	415
撕裂强度/(kN·m <sup>-1</sup> )	83	86	71	69	42	42	39	39
阿克隆磨耗量/cm <sup>3</sup>	0.473	0.487	0.608	0.637	0.245	0.221	0.307	0.284

(4) 由于DH78的硫化活性作用较强,胶料焦烧时间缩短,但通常都在安全生产范围内,必要时可适量添加防焦剂。

#### 参考文献:

- [1] 雷远,林庆奇,周海生,等. 氧化锌减量试验与锌皂类增塑剂ZD-2的应用[J]. 轮胎工业,2009,29(8):485-489.
- [2] 邓本诚,纪奎江. 橡胶工艺原理[M]. 北京:化学工业出版社. 1984:34.
- [3] 张刚刚,赵素合,张立群. 橡胶硫黄硫化体系低锌/无锌技术研究进

展[J]. 橡胶工业,2017,64(8):503-508.

- [4] 张涛,陆洪华. 硫化活性剂Z-311在胶料中的应用[J]. 橡胶工业,2005,52(7):410-417.
- [5] SUZUKI T, OSAKA N, ENDO H, et al. Nonuniformity in cross-linked natural rubber as revealed by contrast-variation small-angle neutron scattering[J]. Macromolecules,2010,43(3):1556-1563.
- [6] YASUDA Y, MINODA S, OHASHI T, et al. Two-phase network formation in sulfur crosslinking reaction of Isoprene rubber[J]. Macromolecular Chemistry and Physics,2014,215(10):971-977.

收稿日期:2023-02-16

## Study on Application of Low Zinc Vulcanization Activator DH78 in Tread Compound of Tire

DAI Jinyu

(Chaoyang Haoyouda Rubber & Plastic Auxiliary Co., Ltd, Chaoyang 122099, China)

**Abstract:** The application of the zinc ion complex, low zinc vulcanization activator DH78 (DH78 for short) in tread compound of tire was studied. The results showed that the vulcanization activity of DH78 was significantly better than that of zinc oxide, but it could not fully replace the modulus enhancement of zinc oxide. Compared to the compounds filled only with zinc oxide, compounds filled with 50% to 60% zinc oxide replaced by DH78 could improve the modulus at 300% elongation, tensile strength, tear strength and wear resistance. Due to the reduction of zinc oxide amount, the density and cost of the compound decreased. The strong vulcanization activity of DH78 shortened the scorch time of compound, and an appropriate amount of anti-scorching agent could be added if necessary.

**Key words:** low zinc vulcanization activator; zinc oxide; zinc content; tread compound; density; wear resistance

### 浦林成山6项成果通过评审

日前,浦林成山(山东)轮胎有限公司牵头完成的6项科技成果通过了中国橡胶工业协会组织的科技成果评价。

这6项科技成果分别为“全钢多鼓成型机的研发与开发”“绿色轮胎循环再制造移动服务平台技术开发”“新能源汽车专用涂敷式自愈合HEALTECK技术轮胎开发”“轮胎磨损机理研究及偏磨预测技术开发与应用”“高续航舒适型电动汽车专用轮胎开发”和“高性能275/80R22.5低滚阻轮胎配套产品设计开发”项目。

“全钢多鼓成型机的研发与开发”项目的联合开发单位是天津赛象科技股份有限公司及联亚智能科技(苏州)有限公司。该项目采用全钢轮胎胎面智能柔性热贴生产技术,通过胎面胶条柔性热贴系统的理论分析及建模,实现了胎面参数的智能控制并建立了高速成型技术。

“绿色轮胎循环再制造移动服务平台技术开发”项目的联合开发单位为青岛软控机电工程有限公司。该项目将整套轮胎翻新设备集成在一个国际标准集装箱内作业,实现了从轮胎翻新工厂到轮胎使用现场的可移动性,轮胎移动翻新平台

的实时跟踪、数据汇总、技术支持等远程控制,以及轮胎打磨轨迹及胶料厚度控制可视化。

(摘自《中国化工报》,2023-02-27)

### 一种特种用途不锈钢纤维混纺纱线及其生产方法

由潍坊四棉纺织有限公司申请的专利(公布号 CN 114657667A,公布日期 2022-06-24)“一种特种用途不锈钢纤维混纺纱线及其生产方法”,公开了一种特种用途不锈钢纤维混纺纱线的生产方法,包括聚酯纤维制纱工序和聚酯纤维与金属纤维混纺制纱工序。聚酯纤维制纱工序包括开清棉工序、梳棉工序、预并条工序;聚酯纤维与金属纤维混纺制纱工序包括条混工序、粗纱工序、细纱工序、络筒工序。生产的特种用途不锈钢纤维混纺纱线的成纱质量好、粗细均匀、棉结少,具有高强度、高耐磨、导电的特性,耐高温、耐酸碱腐蚀性好,能够应用在高档轮胎中,具有传导轮胎应用性能参数的作用。由本发明特种用途不锈钢纤维混纺纱线制成的屏蔽电磁辐射面料抗静电,耐电磁辐射性能好。

(本刊编辑部 马 晓)