

核磁共振法纵向弛豫时间表征胶料中生胶并用比及白炭黑用量的研究

朱舒东,冯 鸣,周 兵,张丽杰

(山东玲珑轮胎股份有限公司,山东 招远 265400)

摘要:研究用核磁共振(NMR)法纵向弛豫时间(t_1)表征胶料中生胶并用比及白炭黑用量。对不同生胶、白炭黑或炭黑填充的硫化胶和未硫化胶的 t_1 测试和分析得出:不同生胶具有不同的 t_1 ;同种生胶,测试温度越高, t_1 越长;硫化胶的 t_1 与生胶并用比及白炭黑用量有极高的相关性。NMR法测试胶料 t_1 可作为快速定量分析胶料生胶并用比及白炭黑用量的新方法。

关键词:核磁共振法;纵向弛豫时间;生胶并用比;白炭黑;硫化胶

中图分类号:O482.53;TQ330.38⁺3 **文献标志码:**A **文章编号:**2095-5448(2016)08-43-07

白炭黑在橡胶工业中主要用作补强剂,是补强效果仅次于炭黑的一种白色填料^[1]。将白炭黑用于轮胎胶料,可改善轮胎抗湿滑性能、降低滚动阻力、减少燃油消耗^[1]。近年来白炭黑在轮胎中的应用研究层出不穷,白炭黑在轮胎中的用量也越来越大。在当前市场环境下,对橡胶制品及轮胎的生产工艺过程和生产质量管控及其竞争产品分析等,都需要一种快速、高效的方法来测定硫化胶中的生胶并用比及白炭黑用量。

目前轮胎硫化胶生胶并用比常用的分析方法为热重分析(TGA)法、裂解气相色谱-质谱联用(PGC-MS)法和红外光谱(FT-IR)法等^[2-3]。TGA和PGC-MS法测试周期较长,测试效率较低;FT-IR法需要对胶料进行有效组分的抽提或者无机填料的处理等,操作复杂且多用作定性分析,因此一般需要多种方法联用进行生胶并用比的分析。目前硫化胶中白炭黑含量的测定多采用将胶料高温灼烧,取其灰分进行加氢氟酸处理以测定二氧化硅含量^[4],或者对胶样灰分进行一系列化学处理后采用分光光度计测定法^[5-7]进行分析,这些方法均须对胶料进行灼烧等处理,分析过程繁复且具有一定的危险性。

核磁共振(NMR)法(仪器为NMR法交联密度

测试仪)可通过测定弛豫时间的方法实现快速测定胶料中网络结构等。与其他方法相比,NMR法无须对试样进行化学处理,具有操作安全便捷、测试时间短(单次弛豫时间测试仅需30 s)、误差小、结果重现性好等优点^[8]。因此,本工作以NMR法纵向弛豫时间(t_1)分析硫化胶中生胶并用比及白炭黑用量,并拓展了未硫化胶中白炭黑用量的测定等研究。

1 测试原理

NMR法是基于对磁活性原子核,如氢核(^1H)、碳-13核(^{13}C)的磁性能测试。原子核与临近的磁矩相互作用对局部磁场产生影响,通过谱线的位置和分离,自旋系统在热平衡状态被扰动后的弛豫行为表现出来。NMR谱线的位置和分离与物质的化学结构有直接关系,核自旋恢复到热平衡状态的时间(核磁共振弛豫时间)与分子的运动性有关,也因此与分子的物理结构有关^[9]。

在由一个电磁铁、永磁铁或超导磁铁产生的外磁场中, ^1H 的磁能(通常称为磁矩或核自旋),会分裂成量子数分别为 $-1/2$ 和 $+1/2$ 的两个能级,两个能级的能量差与外部磁场强度成正比。核磁法交联密度测试仪通过对 ^1H 施加一个具有共振频率的射频脉冲扰动,然后分析质子磁化强度的弛豫形状和时间来测定聚合物的交联密度。在NMR中,可以观测到几个不同的弛豫过程:纵向弛豫、

作者简介:朱舒东(1980—),男,山东招远人,山东玲珑轮胎股份有限公司工程师,硕士,主要从事橡胶原材料检测和性能研究工作。

横向弛豫和旋转坐标弛豫。

纵向弛豫过程就是在射频脉冲扰动后两个能级的核自旋向平衡状态恢复的过程,核自旋向平衡状态恢复的速度与分子的运动性有关,受与其临近的物理结构影响。对 ^1H 来说,纵向自旋弛豫很明显是由分子自旋偶极-偶极相互作用(分子内相互作用)或其与周围分子之间的自旋相互作用(分子间相互作用)引起的。根据BPP理论, t_1 与各向同性运动的分子旋转相关时间(τ_c)有相应关系, τ_c 与相互磁化作用的原子核的大小、形状和周围环境有关,在交联聚合物中,它与分子结构、交联密度以及填充剂与基体之间的相互作用有关,因此, t_1 可以用来表征物质的这些性质。

本研究采用NMR法交联密度测试仪对胶料进行 ^1H 的 t_1 测试。

2 实验

2.1 主要原材料

天然橡胶(NR),牌号SMR20,马来西亚产品;丁苯橡胶(SBR),牌号1502,中国石化齐鲁石化公司产品;炭黑N330、白炭黑(牌号Rhodia Z1165MP)和偶联剂Si69等均为市售品。

2.2 主要设备与仪器

GK 1.5N型密炼机,德国克虏伯公司产品; $\Phi 160\text{ mm}\times 320\text{ mm}$ 型开炼机和P-200-2PCD型平板硫化机,磐石科技有限公司产品;IIC XLDS-15HT型NMR法交联密度测试仪,德国库恩创新科技公司产品。

2.3 试样配方

填充白炭黑系列(Si系列)和填充炭黑系列(CB系列)胶料试验配方分别如表1和2所示。

2.4 试样制备

胶料混炼分两段进行,一段混炼在密炼机中进行,转子转速 $100\text{ r}\cdot\text{min}^{-1}$,二段混炼在开炼机上进行。

Si系列胶料混炼工艺为:NR $\rightarrow$ 压压砣 $\xrightarrow{40\text{ s}}$ 提压砣 $\rightarrow$ 白炭黑等配合剂 $\rightarrow$ 压压砣 $\rightarrow$ 升温至 160°C $\xrightarrow{1\text{ min}}$ 排胶至开炼机(辊速比1:1.2) $\rightarrow$ 促进剂、硫磺和氧化锌。

CB系列胶料混炼工艺为:NR $\rightarrow$ 压压砣 $\xrightarrow{40\text{ s}}$ 提压砣 $\rightarrow$ 炭黑等配合剂 $\rightarrow$ 压压砣 $\rightarrow$ 升温至 160°C $\xrightarrow{1\text{ min}}$ 排胶至开炼机(辊速比1:1.2) $\rightarrow$ 促进剂、硫磺。

配方编号	组分			
	NR/SBR	白炭黑	偶联剂Si69	促进剂DPG
Si-1	100/0	0	0	0
Si-2	100/0	20	1.6	0.4
Si-3	100/0	50	4	1
Si-4	100/0	80	6.4	1.6
Si-5	80/20	0	0	0
Si-6	80/20	20	1.6	0.4
Si-7	80/20	50	4	1
Si-8	80/20	80	6.4	1.6
Si-9	60/40	0	0	0
Si-10	60/40	20	1.6	0.4
Si-11	60/40	50	4	1
Si-12	60/40	80	6.4	1.6
Si-13	40/60	0	0	0
Si-14	40/60	20	1.6	0.4
Si-15	40/60	50	4	1
Si-16	40/60	80	6.4	1.6
Si-17	20/80	0	0	0
Si-18	20/80	20	1.6	0.4
Si-19	20/80	50	4	1
Si-20	20/80	80	6.4	1.6
Si-21	0/100	0	0	0
Si-22	0/100	20	1.6	0.4
Si-23	0/100	50	4	1
Si-24	0/100	80	6.4	1.6

注:配方中其他组分及用量为氧化锌 3,硬脂酸 1,防老剂TMQ 1,防老剂6PPD 1,硫磺 2,促进剂TBBS 1.6。

配方编号	组分		配方编号	组分	
	NR/SBR	炭黑N330		NR/SBR	炭黑N330
CB-1	100/0	0	CB-13	40/60	0
CB-2	100/0	20	CB-14	40/60	20
CB-3	100/0	50	CB-15	40/60	50
CB-4	100/0	80	CB-16	40/60	80
CB-5	80/20	0	CB-17	20/80	0
CB-6	80/20	20	CB-18	20/80	20
CB-7	80/20	50	CB-19	20/80	50
CB-8	80/20	80	CB-20	20/80	80
CB-9	60/40	0	CB-21	0/100	0
CB-10	60/40	20	CB-22	0/100	20
CB-11	60/40	50	CB-23	0/100	50
CB-12	60/40	80	CB-24	0/100	80

注:配方中其他组分及用量为氧化锌 3,硬脂酸 1,防老剂TMQ 1,防老剂6PPD 1,硫磺 2,促进剂TBBS 2。

$^\circ\text{C}$ $\xrightarrow{1\text{ min}}$ 排胶至开炼机(辊速比1:1.2) $\rightarrow$ 促进剂、硫磺。

将Si系列和CB系列混炼胶在平板硫化机上硫化,制得相应的Si系列和CB系列硫化胶,硫化条件为 $151^\circ\text{C}\times 30\text{ min}$ 。

2.5 t_1 测试

(1) 生胶的 t_1

因NMR谱线与物质的化学结构有直接关系,也与分子的运动性相关,本研究从化学结构及物理条件入手进行试验。不同生胶具有不同的分子链结构,同样的测试条件下, t_1 应有所不同;同时温度也会影响橡胶分子链的热力学运动状态。为确定NMR法测生胶并用比的可行性,特采用NMR法交联密度测试仪考察4种常用生胶[丁基橡胶(IIR), SBR, NR, 顺丁橡胶(BR)]在60和80℃时的 t_1 。

(2) Si系列和CB系列硫化胶的 t_1

在80℃下对Si系列和CB系列硫化胶进行 t_1 测试。

(3) 部分Si系列未硫化胶的 t_1

在80℃下对Si系列中NR/SBR并用比为100/0和0/100的8个未硫化胶样品进行 t_1 测试。

测试条件均为:延迟时间为100 ms,扫描点数为128,扫描次数为2,总测试时间为25.6 s。

3 结果与讨论

3.1 生胶的 t_1 测试分析

从生胶的 t_1 测试曲线(图1)可以看出,不同种类生胶的 t_1 测试曲线完全不同。这是由于 t_1 是纵向磁化强度恢复到平衡状态磁化强度的63.21%时所需的时间,在同样的测试条件下,4种生胶的 t_1 差异较大。从生胶的 t_1 测试结果(图2)可以看出,4种生胶的 t_1 由短到长排序为:IIR, SBR, NR, BR。产生这种现象的原因是4种生胶的化学结构不同(图3^[1]),IIR分子链上具有密集的侧甲基,不饱和度很低,表现出链烷烃的特征,化学性质稳定,H的运动性最差, t_1 最短;SBR和NR都属于链烯烃,但SBR具有弱吸电子的苯基和侧乙烯基,限制了H的运动,所以SBR的 t_1 短于NR;BR与SBR和NR类似,同属碳链不饱和橡胶,具有链烯烃的反应性,同时没有侧基的限制,更易发生 α -H反应,H活动性更高,具有最长的 t_1 。而且随温度升高,同种生胶的 t_1 延长,这是由于高温使H的运动性增强,更难恢复到平衡状态;不同生胶 t_1 延长程度不同,这也是受分子链结构的影响。

以上结果表明:NMR法交联密度测试仪 ^1H 测试的 t_1 可以区分不同种类生胶;在80℃条件下测

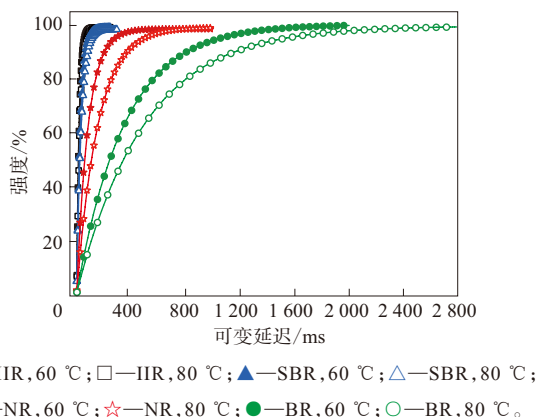


图1 4种生胶的 t_1 测试曲线

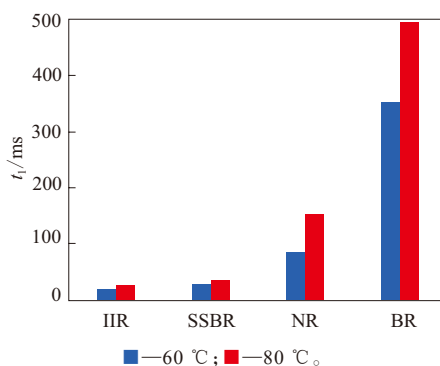


图2 4种生胶的 t_1 测试结果

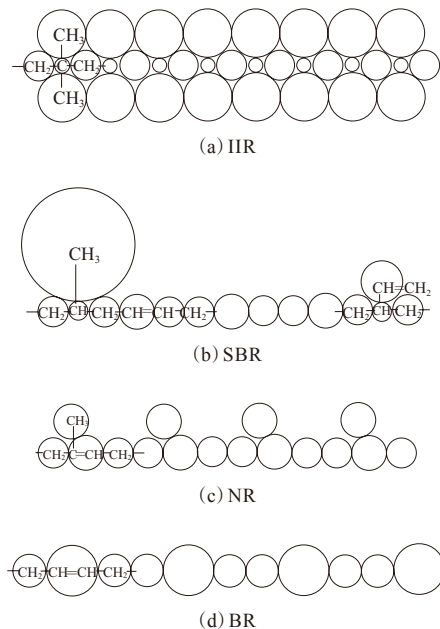


图3 4种生胶的分子链结构示意图

试, t_1 差异更显著。因此,后续试验均在80℃的条件下进行。

3.2 Si系列硫化胶的 t_1 测试分析

3.2.1 t_1 测定硫化胶中白炭黑用量

众所周知,白炭黑表面上存在不饱和键,并形成多种羟基及硅氧烷基(如图4所示)。这些基团使白炭黑在胶料混炼时易趋于二次附聚,吸附水分产生氢键缔合^[1];在硅烷偶联剂存在的条件下,偶联剂中的亲水性基团水解生成硅烷醇与白炭黑表面的羟基进行缩合^[10]。无论白炭黑是表面吸附水分产生氢键缔合还是与偶联剂进行缩合反应,白炭黑表面的H含量及状态都会发生改变,而NMR法交联密度测试仪可以对¹H的磁性能进行测试,以此为理论依据可对试验结果进行分析。

Si-1~4配方硫化胶的 t_1 测试曲线如图5所示。

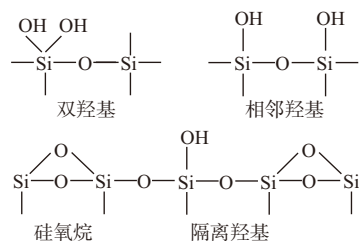
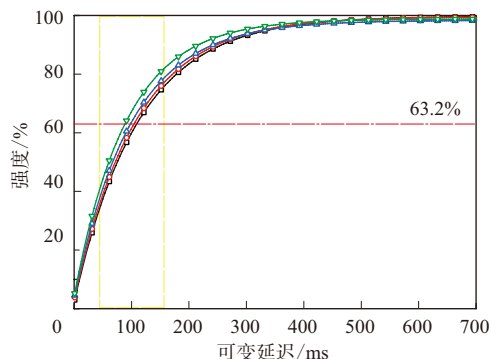
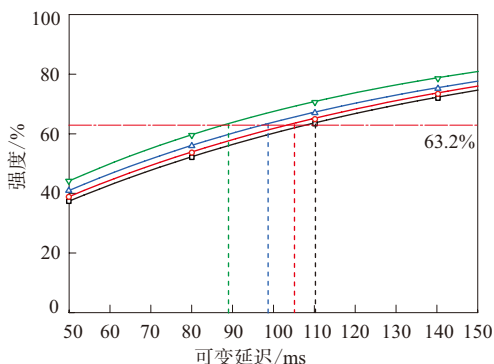


图4 白炭黑表面基团示意



(a) 完整曲线



(b) 局部放大

NR/SBR并用比为100/0,白炭黑用量(份):

□—0; ○—20; △—50; ▽—80。

图5 Si-1~4硫化胶 t_1 测试曲线

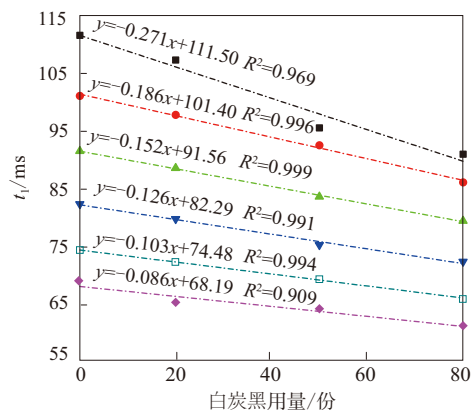
从图5可以看出,4个硫化胶的 t_1 测试曲线能够很好区分,表明试验思路正确。继续对所有Si系列硫化胶进行测试,结果见表3。

表3 Si系列硫化胶的 t_1 测试结果

配方编号	t_1 /ms	配方编号	t_1 /ms
Si-1	111.57	Si-13	82.44
Si-2	107.33	Si-14	79.86
Si-3	95.59	Si-15	75.36
Si-4	91.04	Si-16	72.49
Si-5	101.13	Si-17	74.71
Si-6	97.85	Si-18	72.27
Si-7	92.60	Si-19	68.98
Si-8	86.19	Si-20	66.44
Si-9	91.57	Si-21	69.02
Si-10	88.64	Si-22	65.13
Si-11	83.71	Si-23	64.38
Si-12	79.51	Si-24	61.32

从表3可以看出,随着白炭黑用量增大,硫化胶的 t_1 缩短,这是由于在硅烷偶联剂作用下,白炭黑与橡胶发生硅烷化反应,使一部分H在硅烷化反应时脱除,H的数量减少,同时生成三维网络结构,限制了H的运动,使 t_1 缩短。这也表明用NMR法测试¹H的 t_1 对白炭黑用量变化比较敏感。

为考察 t_1 与白炭黑用量的线性关系,以白炭黑用量为变量对 t_1 作图,结果如图6所示。从图6可以看出:相同生胶并用比、不同白炭黑用量的硫化胶的 t_1 与白炭黑含量有很好的线性相关性, $R^2 \geq 0.90$;其中NR/SBR并用胶的 t_1 与白炭黑用量的线性相关性极佳, $R^2 > 0.99$ 。因此,可将NMR法



NR/SBR并用比: ■—100/0; ●—80/20; ▲—60/40;

▼—40/60; □—20/80; ◆—0/100。

图6 不同白炭黑用量Si系列硫化胶的 t_1

t_1 测试作为硫化胶中白炭黑含量定量分析手段。

从图6还可以看出,随着硫化胶中SBR用量增大, t_1 缩短的程度越小,直线斜率越小,这表明白炭黑更倾向于与NR反应或者说白炭黑与NR的反应程度要高于与SBR的反应程度。

3.2.2 t_1 测定硫化胶中生胶并用比

从表3和图6可以看到硫化胶的 t_1 随着NR用量减小、SBR用量增大呈缩短趋势,这与图2中80℃时生胶的 t_1 测试结果趋势一致。因此,对生胶并用比与 t_1 的关系进行线性相关性分析,结果如图7所示。

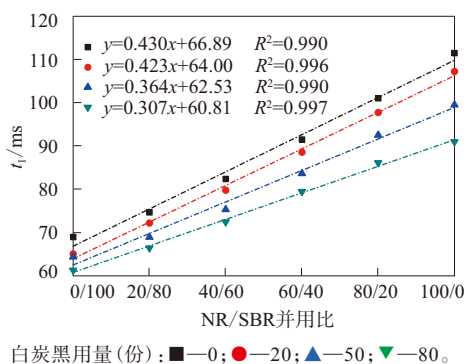


图7 不同生胶并用比Si系列硫化胶的 t_1

从图7可以看出,仅以生胶并用比作为变量时,生胶并用比与 t_1 有极好的相关性, $R^2 > 0.99$,这表明 t_1 对生胶并用比变化有很高的灵敏度。因此可将NMR法 t_1 测试作为硫化胶中生胶并用比定量分析的一种手段。

对测试结果进行综合分析,以生胶并用比及白炭黑用量为双变量对 t_1 作三维图(如图8所示),

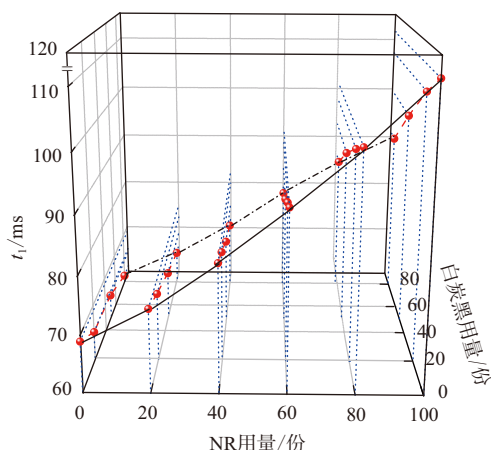


图8 Si系列硫化胶的 t_1 与生胶并用比和白炭黑用量的关系

将图中数据点进行组合,可得到NR-SBR-白炭黑体系硫化胶 t_1 平面图,可对硫化胶中生胶并用比及白炭黑用量定量分析。这将可能成为未来硫化胶组分的一种快速、高效和低成本定量分析的新手段。

3.3 CB系列硫化胶的 t_1 测试分析

炭黑与白炭黑不同,炭黑表面有少量的自由基、羧基、内酯基、醌基和H,并且基团主要在层面边缘^[1]。在橡胶混炼过程中,炭黑的性质会影响胶料的状态。炭黑表面较少的H以及混炼过程中炭黑与橡胶形成结合橡胶(限制分子运动)等,可能导致CB系列胶料 t_1 的测试结果与白炭黑填充的胶料有所区别。参照3.2节对CB系列硫化胶的 t_1 进行分析,结果如表4和图9所示。

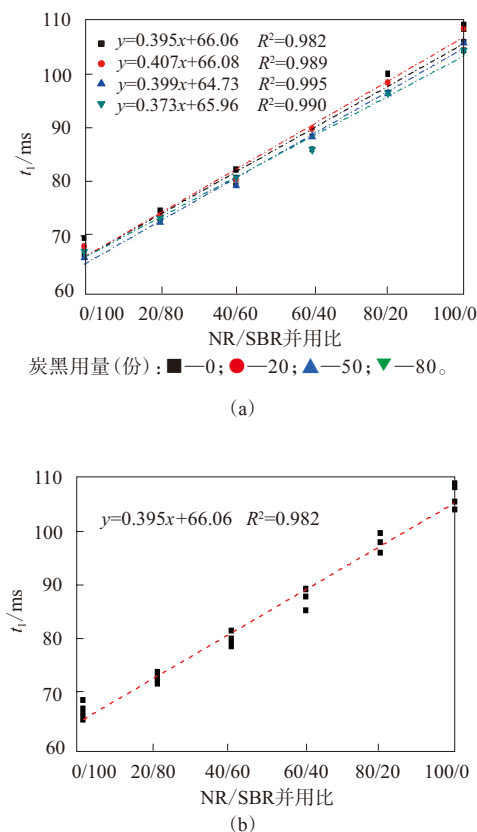
从表4及图9均可以看出:当生胶并用比一定时,炭黑用量改变对硫化胶的 t_1 影响不大, t_1 值的变化都处于测试误差范围之内;随着NR比例减小, t_1 呈缩短趋势,由此可见CB系列硫化胶中 t_1 的变化主要是由生胶并用比改变引起的。图9中将4组数据分别拟合成4条直线和1条曲线,由于相同生胶并用比的4个硫化胶的 t_1 测试结果均在误差范围内,且两种拟合方式得到的线性方程 $R^2 > 0.98$,可统一拟合处理,得到 t_1 与生胶并用比的线性关系,可用作填充炭黑硫化胶的生胶并用比的定量分析。

3.4 部分Si系列未硫化胶的 t_1 测试分析

白炭黑填充的胶料在混炼过程中易出现混炼不均匀、难以分散等状况,因此对部分Si系列未硫化胶进行了 t_1 的测试,以期为未硫化胶的质量管控和科学研究提供新的测试手段。

表4 CB系列硫化胶的 t_1 测试结果

配方编号	t_1 /ms	配方编号	t_1 /ms
CB-1	109.00	CB-13	82.21
CB-2	108.27	CB-14	80.43
CB-3	105.76	CB-15	79.31
CB-4	104.27	CB-16	80.78
CB-5	99.95	CB-17	74.71
CB-6	98.32	CB-18	73.79
CB-7	96.34	CB-19	72.54
CB-8	96.41	CB-20	73.20
CB-9	89.74	CB-21	69.51
CB-10	89.76	CB-22	67.98
CB-11	88.38	CB-23	65.92
CB-12	85.96	CB-24	67.02

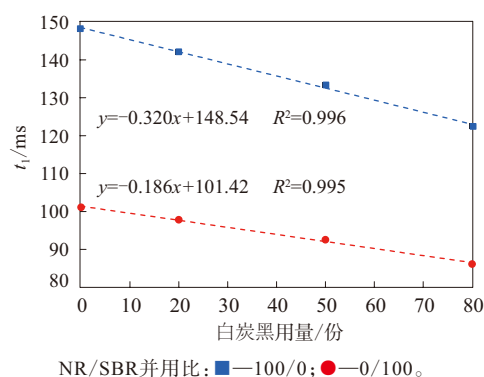
图9 不同生胶并用比CB系列硫化胶的 t_1

对NR/SBR并用比为100/0和0/100两个系列不同白炭黑用量的8个未硫化胶进行测试,结果如表5所示。从表5可以看出:与硫化胶一样,随着白炭黑用量增大,未硫化胶的 t_1 缩短,这也是混炼过程中的硅烷化反应导致的;未填充白炭黑的Si-1未硫化胶的 t_1 与NR生胶相当,而未填充白炭黑的Si-21未硫化胶的 t_1 远大于SBR生胶,这表明在混炼过程中橡胶助剂等辅料对SBR胶料的 t_1 影响较大。

表5 部分Si系列未硫化胶的 t_1 测试结果

配方编号或生胶	NR/SBR并用比	白炭黑用量/份	t_1 /ms
Si-1	100/0	0	148.24
Si-2	100/0	20	142.12
Si-3	100/0	50	133.39
Si-4	100/0	80	122.45
Si-21	0/100	0	90.30
Si-22	0/100	20	83.93
Si-23	0/100	50	77.04
Si-24	0/100	80	74.05
NR生胶			155.58
SBR生胶			33.69

未硫化胶白炭黑用量与 t_1 的线性关系如图10所示。从图10可以看出,两条直线的 R^2 均大于0.99,证明在生胶并用比一定时,未硫化胶中白炭黑用量与 t_1 也具有极好的相关性。这表明通过 t_1 测定白炭黑用量同样适用于未硫化胶。与硫化胶一样,两条直线的斜率表明白炭黑与NR的反应程度更大。

图10 不同白炭黑用量未硫化胶的 t_1

4 结论

(1)4种生胶 t_1 由短到长的排序为:IIR,SBR,NR,BR;同种生胶,测试温度越高, t_1 越长。

(2)NMR法 t_1 的测试对胶料中生胶并用比及白炭黑用量较为敏感且有极高的相关性,且测试时间非常短,可作为生胶并用比和白炭黑用量快速定量分析的新手段。

(3)NMR法 t_1 的测试对生胶的敏感程度大于对白炭黑的敏感程度,远大于对炭黑的敏感程度。

(4)对于白炭黑填充胶料,白炭黑与NR的反应程度大于与SBR的反应程度。

采用NMR法交联密度仪测试胶料的 t_1 ,可对胶料中生胶并用比及白炭黑用量进行测定,为橡胶企业生产质量管控和产品分析等研究提供了一种高效快速的新方法,具有重要的实际意义。

参考文献:

- [1] 杨清芝.实用橡胶工艺学[M].北京:化学工业出版社,2005:17,76-96.
- [2] 邱清华,贾德民,郭宝春.胶粉的分析研究[J].弹性体,2002,12(4):47-49.
- [3] 李卫青,贾德民,傅伟文,等.采用热重和裂解气相色谱-质谱分析方法剖析轮胎硫化胶[J].弹性体,2002,12(1):52-57.

- [4] ASTM D 297-93 (2006), Standard Test Methods for Rubber Products-Chemical Analysis[S].
- [5] 李志澄. 硫酸氢钾重量法测定硫化橡胶中的二氧化硅[J]. 河南化工, 1990, 16(1): 21-23.
- [6] 吴淑华, 李志澄. 橡胶中二氧化硅质量分数的测定[J]. 橡胶工业, 2000, 47(5): 288-291.
- [7] 胡小娜, 李秋荣, 房彩琴, 等. 一种用分光光度计测定橡胶中二氧化硅含量的方法[P]. 中国专利, CN 103674868A: 2014-03-24.
- [8] 朱舒东, 冯鸣, 花曙太, 等. 核磁共振法研究炭黑/白炭黑并用比对胶料交联密度的影响[J]. 橡胶科技, 2015, 13(8): 46-51.
- [9] Winfried Kuhn, Eva Peregi, Zhao Fei, et al. Network Dynamics of Crosslinked Polymers-Crosslinking, Filler and Aging Characterized by NMR[J]. Mater. Res. Soc. Symp. Proc, 1991(8): 258-264.
- [10] Wolff S, Gori U, Wang M J, et al. Silica-based Tread Compounds[J]. European Rubber Journal, 1994, 176(1): 16-17.

收稿日期: 2016-03-22

Analysis of Rubber Blending Ratio and Silica Loading Level of Compound by NMR Longitudinal Relaxation Time

ZHU Shudong, FENG Ming, ZHOU Bing, ZHANG Lijie

(Shandong Linglong Tire Co. Ltd, Zhaoyuan 265400, China)

Abstract: In this study, the longitudinal relaxation time (t_1) in nuclear magnetic resonance (NMR) test of Compound was used to characterize the rubber blending ratio and the silica loading level. The test results of t_1 for different rubber, un-vulcanized or vulcanized rubber filled with different amount of silica or carbon black showed that different rubber possessed different t_1 value; for the same rubber material, t_1 was extended with the increase of test temperature; and the t_1 value of the vulcanized rubber showed strong correlation with the rubber blending ratio and silica loading level. It provided a novel rapid quantitative method to analyze the rubber blending ratio and the silica loading level in the vulcanized rubber.

Key words: nuclear magnetic resonance spectroscopy; longitudinal relaxation time; rubber blending ratio; silica; vulcanized rubber

双星在汝南建设智能化废旧轮胎回收工厂

中图分类号: X783.3; F276 文献标志码: D

日前, 由双星集团有限责任公司投资的双星中原橡胶循环利用项目在河南省汝南县签约, 将在汝南建设国内第1家智能化废旧轮胎回收工厂。项目一期工程规划占地13.3万 m^2 , 投产后每年可处理10万t废旧轮胎。

废旧轮胎被称为“黑色污染”, 如果不能用科学、规范的方法加以处理, 会对环境造成严重损害。双星集团拥有成套的废旧轮胎循环利用技术和工艺以及多年积累的成熟经验。通过对废旧轮胎进行热裂解实现废旧轮胎回收再利用, 符合国家绿色环保节能政策, 市场前景广阔。此外, 双星希望将该项目打造为国内废旧轮胎循环利用的样板项目, 推动我国轮胎行业绿色、环保化进程。

(本刊编辑部)

运动场使用废橡胶颗粒不会危害健康

中图分类号: X783.3 文献标志码: D

美国轮胎工业协会(TIA)日前发表了关于废橡胶颗粒使用的立场声明, 该声明是由TIA的环境咨询委员会(EAC)起草的。

近期, 有媒体报道称废橡胶颗粒可能对人体健康和环境有害, 这对废橡胶回收再利用产业产生了负面影响。因此EAC在美国本土及海外针对废橡胶颗粒对人体健康和环境的影响进行了一次广泛的测试、复查和评估。所有评估都得出了同样结论: 废橡胶颗粒用于人造草坪或运动场地无明显的健康或环境风险。因此, TIA和EAC一致声明支持在人工草坪、运动场和游乐场及其他应用领域继续使用废橡胶颗粒, 并鼓励消费者了解回收废橡胶的相关知识, 欢迎并支持相关企业开展更多的科学研究。

(艾迪)