

# 丁腈橡胶 NBR2907 检验中配合剂评价方法的建立

惠 进

(兰州石化公司质检部,甘肃 兰州 730000)

**摘 要:**《SH/T 1611-2004 丙烯腈-丁二烯橡胶(NBR)评价方法》规定了丁腈橡胶基础检验配方应使用炭黑、硫磺、硬脂酸、氧化锌、硫化促进剂 TBBS 5种配合剂。通过考察不同炭黑处理方式和不同厂家配合剂对丁腈橡胶 NBR2907 定伸应力、拉伸强度、扯断伸长率力学性能和硫变性能的影响,建立了以配合剂对力学性能影响程度大小逐一排除法作为丁腈橡胶 NBR2907 检验中配合剂的评价方法。

**关键词:**丁腈橡胶;配合剂;评价方法

**中图分类号:**TQ330.7

目前,兰州石化公司丁腈橡胶装置主要生产高门尼黏度、中低丙烯腈含量的 NBR29 系列丁腈橡胶和低门尼黏度、中低丙烯腈含量的 NBR33 系列丁腈橡胶。其产品力学性能检验执行行业标准《SH/T 1611-2004 丙烯腈-丁二烯橡胶(NBR)评价方法》,标准规定了炭黑、硫磺、硬脂酸、氧化锌、促进剂 TBBS(N-叔丁基-2-苯并噻唑次磺酰胺)5种配合剂作为基础检验配方中的材料。由于不同厂家生产的配合剂使用条件和内在质量会有差别,导致丁腈橡胶 NBR2907 质量不稳定、降等或不合格,所以建立丁腈橡胶检验配合剂评价方法是十分必要和具有现实意义的。重点考察了检验配方中使用的5种配合剂对丁腈橡胶 NBR2907 定伸应力、拉伸强度、扯断伸长率力学性能及硫变性能的影响,建立了以配合剂对力学性能影响程度大小逐一排序排除法作为配合剂的评价方法,并将该方法应用于丁腈橡胶质量检验过程中,以避免由于检验环节造成产品质量波动、降等或不合格,最大程度减少产品检验造成的企业经济损失。

## 1 实验部分

### 1.1 材料试剂

丁腈橡胶 NBR2907,兰州石化合成橡胶厂生产;炭黑,ASTM7号炭黑。不同生产厂家配合剂见表1。

### 1.2 仪器设备

XK-150型开炼机,广东湛江机械厂生产;MDR 2000型硫变仪、T-2000型电子拉力机,美国阿尔法技术公司生产;RCM-100型平板硫化机,美国RCM公司生产。

表1 不同生产厂家配合剂

配合剂	a厂家	b厂家
硫磺	兰州金龙天威公司	阳泉五彩化工有限公司
硬脂酸	天津科密欧试剂厂	国药集团化学试剂公司
氧化锌	天津科密欧试剂厂	黄沙锌品有限公司
硫化促进剂 TBBS	比利时富莱克斯公司	日本瑞翁株式会社

### 1.3 实验方法

以丁腈橡胶 NBR2907 生胶作为基础胶,按照 SH/T 1611-2004《丙烯腈-丁二烯橡胶(NBR)评价方法》规定的基础检验配方进行实验,见表2。

表2 基础检验配方配合剂

材料	质量份
丁腈橡胶	100.00
氧化锌	3.00
硫磺	1.50
硬脂酸	1.00
炭黑	40.00
TBBS	0.70
合计	146.20

根据四倍基础检验配方规定的配合剂质量,抽取同一批次、不同包号 NBR2907,通过混炼硫化、物性测试对炭黑、硫磺、硬脂酸、氧化锌、硫化促进剂 TBBS 进行对比实验。混炼时辊温控制在(50±5)℃,将混炼胶在 RCM-100 型平板硫化机上按 GB/T 6038-93 硫化条件(145℃、35min)进行硫化。

### 1.4 性能测试

**力学性能测试。**将硫化胶样按照 GB/T 9865.1-1996 裁成标准哑铃型试样,在 T-2000 型电子拉力机上按照 GB/T 528-1998 测试其 300% 定伸强度、拉伸强度和断裂伸长率。

**硫变性能测试。**将混炼胶样在 MDR-2000 型

无转子硫变仪上按照 GB/T 16584 - 1996 进行硫变性能测试。

## 2 结果与讨论

### 2.1 不同炭黑处理方式对丁腈橡胶 NBR2907 力学性能及硫变性能的影响

a 法处理炭黑:将炭黑放在敞口容器中,其厚度为 10mm,在 125 ± 3℃ 的烘箱中烘干 1h,然后将炭黑放在密闭容器中冷却至室温备用。

b 法处理炭黑:将炭黑放在敞口容器中,其厚度为 10mm,放入 105 ± 5℃ 烘箱中烘干 2h 后,将烘箱关闭,放在烘箱中自然冷却备用。

由表 3 可见,两种不同炭黑处理方式对丁腈橡胶 NBR2907 力学性能的影响较大。依据《SH/T

表 3 两种不同炭黑处理方式对丁腈橡胶 NBR2907 力学性能的影响

所用配方	拉伸强度 (MPa)	扯断伸长率 (%)	300% 定伸应力 (MPa)
a 法处理炭黑	24.6	465	14.3
b 法处理炭黑	21.5	412	14.2
r (绝对差) ≤	2.2	38	1.8
实际绝对差	2.9	54	0.1

由图 1 和表 4 可见,两种不同炭黑处理方式对丁腈橡胶 NBR2907 硫变性能也有一定的影响。 $S'_{max}$  表征胶料的交联密度,按 a 法处理炭黑与按 b 法处理炭黑其  $\Delta S'_{max}$  为 1.30dNm,与使用 a 法处理炭黑拉伸强度较大结论一致。 $S'_{min}$  表示胶料的流动性,其值越低,流动性越好,与胶料门尼值有关<sup>[1-4]</sup>,

表 4 两种不同炭黑处理方式对丁腈橡胶 NBR2907 硫变性能的影响

所用配方	$S'_{max}$ , dNm	$S'_{min}$ , dNm	TC10, min	TC50, min	TC90, min	TS2, min
a 法处理炭黑	14.63	1.85	3.22	4.17	9.03	3.31
b 法处理炭黑	13.33	1.98	3.24	4.28	10.01	3.36
$\Delta$ 绝对差 dNm	1.30	-0.13	-0.02	-0.11	-0.98	-0.05

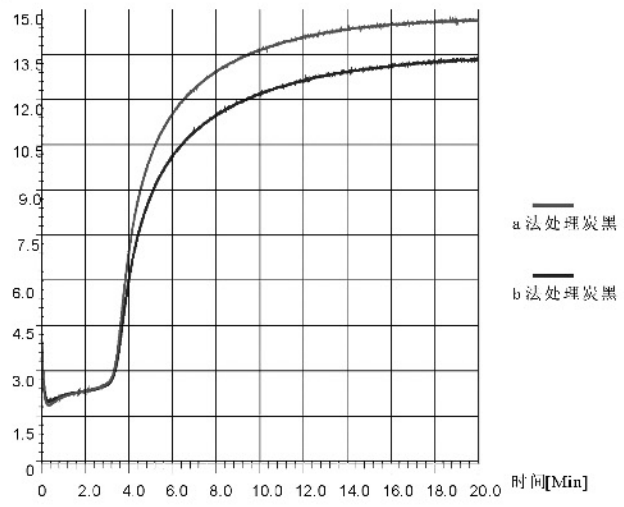


图 1 a、b 法处理炭黑丁腈橡胶 NBR2907 硫变比较

1611 - 2004 丙烯腈—丁二烯橡胶 (NBR) 评价方法》中对于应力应变精密度的要求,在同一实验室内拉伸强度绝对差  $r \leq 2.2 \text{ MPa}$ ,而实际绝对差为 2.9MPa,扯断伸长率绝对差  $r \leq 38$ ,实际绝对差为 54,两个力学性能数据都超过精密度的要求。其原因是,炭黑中水份含量不同会引起炭黑的基本性质变化,测试结果会有差异。更重要的是,由于采用方法 b 炭黑烘干的过程中未打开顶部排风盖,烘箱内热空气循环差,炭黑加热温度分布不均匀,烘箱内部的余热会继续加热炭黑,引起部分炭黑的本身的“碳化”,哑铃片形成无规则杂质断裂点,而非正常的应力集中点。测试中五个哑铃片散差大,比使用方法 a 的炭黑提前断裂,导致同一样品测试结果其扯断伸长率降低,拉伸强度也随之而降低。

通过数据比较发现,两者差异很小。而 TC90 没有明显差异,可见二者硫化速度相当。TS2 焦烧时间表征胶料的操作安全性,通过比较发现方法 a 与方法 b 差异很小。可见,不同的炭黑处理方法主要对同一胶料的  $S'_{max}$  交联密度有较大影响。

### 2.2 不同厂家配合剂对丁腈橡胶 NBR2907 力学性能及硫变性能的影响

针对基础检验配方中不同厂家配合剂进行对比试验,取 NBR2907 同一批次胶料进行混炼硫化、物性测试和硫变试验,比较配合剂对力学性能和硫变性能的影响,见表 5。

从表 5 中可以看出,对于不同厂家的硫磺,丁腈橡胶 NBR2907 的焦烧时间、TC50 和 TC90 相近。最大扭矩  $S'_{max}$  有较大的差别,这是由于硫磺本身的质量和其中杂质含量不同导致<sup>[5-8]</sup>。另外由于硫黄在混炼过程中相容性差,难分散,必须特别注意加料方式和速度,严格要求割刀次数和辊距,保证硫磺在混炼胶中分散均匀。对于不同厂家的硬脂酸进行数据对比发现,其拉伸强度、扯断伸长率、300% 定伸应

表 5 配合剂对丁腈橡胶 NBR2907 力学性能及硫化性能的影响

所用 配方	拉伸强度 (MPa)	扯断伸 长率(%)	300%定伸 应力(MPa)	$S'_{max}$ , dNm	$S'_{min}$ , dNm	TC10 (min)	TC90 (min)	TC50 (min)	TS2 (min)
a 硫磺	22.5	420	13.5	14.62	1.58	3.32	4.78	9.06	3.31
b 硫磺	20.7	402	13.8	13.33	1.68	3.38	4.58	9.10	3.36
a 硬脂酸	22.7	439	13.3	14.68	1.58	3.35	4.78	9.85	3.38
b 硬脂酸	22.3	413	13.5	14.58	1.42	3.40	4.45	9.45	3.32
a 氧化锌	21.5	420	13.4	13.85	1.50	3.52	4.45	9.06	3.48
b 氧化锌	20.7	402	13.8	13.22	1.54	3.25	4.56	9.13	3.36
a TBBS	21.2	400	14.2	13.70	1.62	3.54	4.78	9.25	3.52
b TBBS	22.1	412	14.5	14.38	1.51	3.36	4.58	9.32	3.50

力无明显差异,硫化性能也无明显差异,这是由于硬脂酸具有软化增塑作用,帮助炭黑的混合分散,在同一配方中其作用无明显差别。比较 a、b 两个厂家的氧化锌对 NBR2907 力学性能,其拉伸强度有 0.8MPa 的差值,扯断伸长率、300%定伸应力无明显差异,这是因为氧化锌质量指标能够达到 GB/T3185,且贮存方式相同的情况下,并不会对拉伸应力应变产生较大影响,都可以提高促进剂活性,提高硫化速度。对比两个厂家的 TBBS,都有加快硫化反应速度,缩短硫化时间,降低硫化温度和减少硫化剂用量的作用。但其拉伸强度有 0.9MPa 的差值,最大扭矩  $S'_{max}$  相差 0.68dNm。这是由于不同厂家的促进剂 TBBS (N-叔丁基-2-苯并噻唑次磺酰胺),其规格会略有差异,但应满足熔点不小于 103℃,水份不大于 0.5%,灰份不大于 0.5%,乙醚或乙醇不溶物应小于 0.3% 的基本要求。另外值得注意的是,按照 SH/T 1611-2004《丙烯腈-丁二烯橡胶(NBR)评价方法》规定,TBBS 在室温下于密闭容器中贮存,每 6 个月检查一次乙醚或乙醇不溶物,若超过 0.75%,应重结晶或弃去。

### 3 结论

1)两种不同炭黑处理方式会导致丁腈橡胶 NBR2907 的力学性能有较大差异,所以在炭黑处理方法上,应将炭黑放在密闭容器中冷却至室温备用。

2)对不同厂家配合剂进行评价,硫磺和促进剂 TBBS 两种配合剂对丁腈橡胶 NBR2907 力学性能及硫化性能影响较大,硬脂酸和氧化锌较小,故在 NBR2907 检验异常情况下,按照影响程度由大到小进行逐一排除。

3)在实际的生产检验中,以配合剂对 NBR2907 力学性能影响程度大小逐一排除法是一种简单易行的评价方法,避免了产品质量检验环节给企业带来的经济损失。

### 参考文献:

- [1] 李克友,张菊华. 高分子合成原理及工艺学[M]. 北京:科学出版社,1999:184.
- [2] 肖超渤,胡运华. 合成橡胶工业知识[M]. 武汉:武汉大学出版社,1998:12-80.
- [3] 赵旭涛,刘大华. 合成橡胶工业手册[M]. (第2版). 北京:化学工业出版社,2006:709-759.
- [4] 陈耀庭. 橡胶加工工艺[M]. 北京:化学工业出版社,1982:11-101.
- [5] 杨伟燕. 国内外 NBR 性能对比[J]. 橡胶工业,2004(5).
- [6] 丁腈橡胶的合成与应用[J]. 世界橡胶工业,2000(1): 42-43.
- [7] 约翰 S 迪克. 橡胶技术:配合与性能测试[J]. 游长江,贾德民译. 北京:化学工业出版社,2004:11-30.
- [8] 王贵恒. 高分子材料成型加工原理[M]. 化学工业出版社,2004:224-229.