

炭黑分散程度对以天然橡胶为主的 载重轮胎胎面硫化胶性能的影响

J. G. Abednego et al. 李静萍译 曾泽新校

摘要 天然橡胶暴露于温度约 15℃ 时,出现结晶或“冷冻”,当温度达到零度以下时这种变化加速。尽管该过程是可逆的,胶料没有任何质量和加工性能的劣化,但是许多工厂不具有充足的“热贮存”设施以对长期处于低温(如运输过程中)的天然橡胶进行“解冷”。因此,天然橡胶可能半冷冻条件下使用,随之带来加工性能的恶化。本文说明了胶料这种加工性能的恶化是如何导致炭黑分散不良,从而致使某些硫化胶性能降低的。

1 前言

本文试图确定在一系列 NR/BR 胎面胶料中使用半冷冻天然橡胶导致的炭黑分散差对胶料的哪些物理性能影响最大。检验的物理性能为炭黑分散速率、拉伸强度、硬度、回弹性、疲劳、耐磨性及生热等。

2 试验

根据表 1 给出的配方,以不同比例(100/0~40/60)的 NR/BR 并用胶在 Farrel Bridge BR 本伯里密炼机中制备两组胶料,A 组使用半冷冻天然橡胶,B 组使用非冷冻天然橡胶。

表 1 NR/BR 胎面胶料配方 份

配方	A 组				B 组			
NR SMR5 ^a	100	80	60	40	—	—	—	—
NR SMR 5 ^b	—	—	—	—	100	80	60	40
BR ^c	—	20	40	60	—	20	40	60
中超耐磨炭黑 N220	55	55	55	55	55	55	55	55
加工油 ^d	15	15	15	15	15	15	15	15
氧化锌	5	5	5	5	5	5	5	5
硬脂酸	2	2	2	2	2	2	2	2
防老剂 ^e	2	2	2	2	2	2	2	2
防老剂 ^f	1	1	1	1	1	1	1	1
硫黄	2	2	2	2	2	2	2	2
促进剂 Santocure Ns ^g	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
防焦剂 Santogard PVI	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

a—部分冷冻,未塑炼;b—预塑炼到 V_R70;c—Euro-prene 顺式(ANIC,意大利);d—Dutrex 729(壳牌公司);e—2,2,4-三甲基-1,2-二氢化喹啉,Flectol H(孟山都);f—N-(1,3-二甲基丁基)-N'-苯基对苯二胺,Santoflex 13(孟山都);g—N-叔丁基-苯并噻唑次磺酰胺。

3 结果与讨论

表 2 示出了混炼胶性能,表 3 为相应的硫化胶性能。

在本研究范围内,所有胶料的卡博特等级不可能存在很大区别。甚至对 100%NR 或 40/60NR/BR 并用胶使用半冷冻橡胶或缩短混炼周期,卡博特等级也不会降低很大。在工厂生产范围内,这些胶料的卡博特等级都很好,且胶料性能没有大的变化。

因此,评价将在很大程度上限定在 80/20 和 60/40 并用胶内。这两种并用胶料使用半冷冻天然橡胶,炭黑分散都很差,这在某些性能上有所反映。

扯断伸长率大幅度降低,而 A 组胶料的定伸应力较高。这种现象与 Boonstra 和 Medalia^[1]的试验结果及 Aris,Tinker 和 Bristow^[2]的一致。Boonstra 和 Medalia 概括其研究如下:通过测定混炼胶中团状物对硫化胶性能的影响,研究炭黑与橡胶的混合机制,混炼开始时形成松软团块,团块所含有的聚合物和炭黑二者的比例与由吸油值确定的空隙比近似。接着,团块被撕裂,尺寸越来越小,最后分散均匀。人们发现在混炼初期形成的团块在较短混炼周期内遗留下来时,对与团块破裂有关的机械性能有明显的劣化影响。

Aris,Tinker 和 Bristow 指出,定伸应力随炭黑分散的改善而降低,拉伸强度和疲劳寿命明显受分散差的影响,撕裂强度稍受影响。

尽管 DIN 磨耗只受轻微的影响,但是分散差对阿克隆磨耗的影响却相当显著。对这两种类型磨耗的影响不同可能是由于两个试验的苛刻程度不同。

表 2 混炼胶性能

NR/BR	A 组				B 组			
	100/0	80/20	60/40	40/60	100/0	80/20	60/40	40/60
门尼粘度 $ML(1+4)100^{\circ}C$	57	54	48	56	55	53	55	56
门尼焦烧 $t_5(120^{\circ}C)$, min	31	37	41	46	34	39	43	49
孟山都流变仪(1 弧度, $150^{\circ}C$)								
M_L , 扭矩单位*	6.4	6.4	5.7	7.1	6.2	6.4	6.6	7.2
M_{HR} , 扭矩单位	32.3	36.5	37.9	36.5	34.1	34.9	34.9	35.6
$M_{HR}-M_L$, 扭矩单位	25.9	30.1	32.2	29.4	27.9	28.2	28.3	28.4
t_2 , min	4.6	4.8	5.3	5.8	4.7	5.3	5.7	6.3
t_{95} , min	13	13.5	14.5	17.5	13	14	15	17.5
t_{max} , min	19	20	22	26	19	20	22	26
卡博特分级	B1-3	G1-4	H1-6	C1-4	A1-2	B1-2	B1-2	B1-4

a. 1 扭矩单位 = $0.1N \cdot m$.

表 3 试样于 $150^{\circ}C$ 硫化到 t_{max} 的硫化胶性能

NR/BR	A 组				B 组			
	100/0	80/20	60/40	40/60	100/0	80/20	60/40	40/60
邵尔 A 型硬度, 度	68	69	70	67	72	70	68	68
拉伸强度, MPa	26.5	21.0	20.0	23.1	25.9	25.6	24.2	21.6
100% 定伸应力, MPa	2.39	2.74	2.83	1.95	2.58	2.29	2.09	1.95
300% 定伸应力, MPa	11.5	11.8	11.9	8.33	11.5	11.0	8.65	8.01
扯断伸长率, %	580	474	442	616	570	592	614	606
回弹值(登录普), %	55.0	60.4	64.2	58.4	54.8	59.4	60.1	59.8
撕裂强度, N/mm								
新月形试样	129	97	70	86	119	109	89	77
裤形试样	36	23	15	18	28	25	25	18
耐磨指数								
德国工业标准	80	86	103	140	91	96	104	150
阿克隆磨损	128	88	59	206	122	148	162	189
环状试片疲劳寿命(0~100%应变, 中间), kc	180	70	38	160	184	205	226	170
固特里奇屈挠仪(静态应力 1MPa, 行程 5.715mm, 频率 30Hz, 初始温度 $23^{\circ}C$)								
30min 后温升, $^{\circ}C$	77	76	96	107	103	98	96	93
永久变形*, %	17.5	15.7	F	F	F	F	F	F

a. F 代表破坏。

4 结 论

尽管胶料的实验室性能仅能象征性地表示实际使用性能,但是这里的结果也清楚地说明了炭黑分散差的不利影响。这尤其与天然橡胶相关,天然橡胶的拉伸性能在许多应用领域都很重要。已证明炭黑的分散对阿克

隆磨损、疲劳寿命和拉伸性能影响很大,所有这些性能在轮胎工业中都很重要。

结果清楚地表明,使用天然橡胶的工厂需要具有适当的热贮存设施。

参考文献(略)

译自《Rubber Development》,
45[4], 82~84(1992)