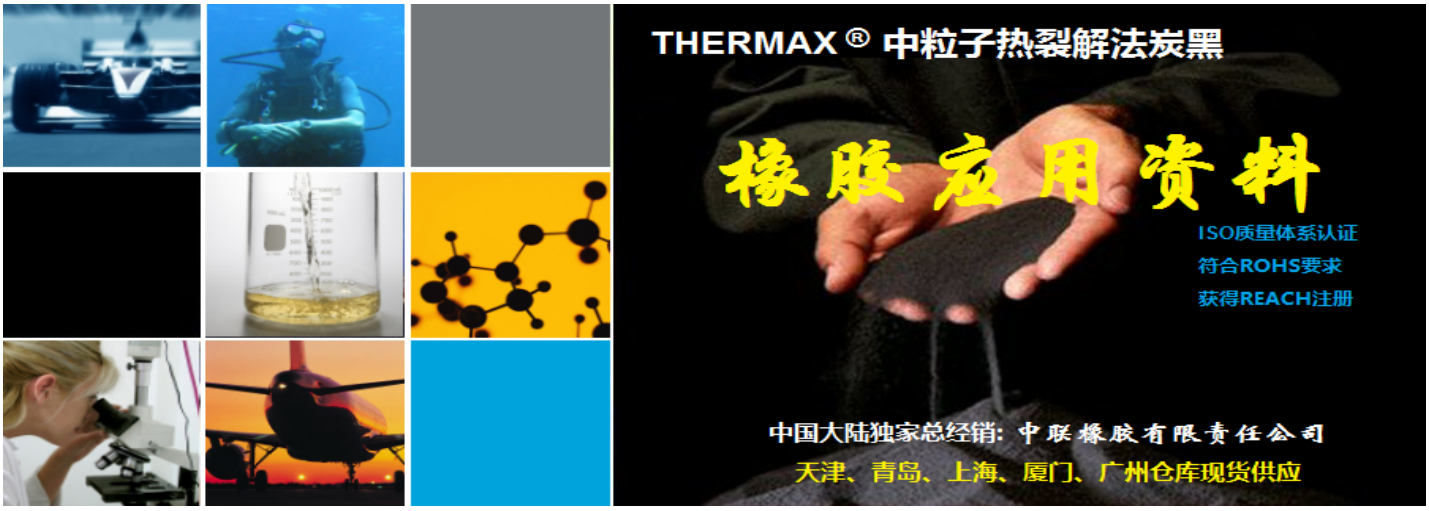


为橡胶工业、塑料工业、硬质合金、耐火材料、工程陶瓷和其他先进材料工业服务

橡胶应用资料目录（一）

THERMAX® N990/N991 炭黑在聚氨酯屋顶材料共混物中的应用

THERMAX®热裂解炭黑在低压电线和绝缘电缆类的应用

THERMAX®中粒子热裂解炭黑在天然胶发动机支座上的应用

THERMAX®中粒子热裂解法炭黑与N660 在卤化丁基轮胎气密层中的并用

THERMAX®中粒子热裂解法炭黑N990 在轮胎硫化胶囊上的应用

THERMAX®中粒子热裂解法炭黑N990 在风挡雨刮条中的应用

THERMAX®中粒子热裂解法炭黑N990 在EPDM轮胎垫带中的应用

THERMAX®中粒子热裂解炭黑在氯醚橡胶中的应用

THERMAX® N990 中粒子热裂解炭黑在氯丁橡胶中的应用

THERMAX®中粒子热裂解炭黑N990 在轮胎气密层中的应用

填充THERMAX®热裂解法炭黑的EPDM发动机支座的性能研究

THERMAX®中粒子热裂解法炭黑N990 在HNBR中的应用

THERMAX®热裂解法碳黑N990 在SBR胎圈钢丝包覆胶料中的应用

THERMAX®热裂解法炭黑N990 在EXXON BIMS轮胎气密层胶料中的应用

THERMAX® N990/N991 炭黑在聚氨酯屋顶材料共混物中的应用

THERMAX® N990 和 N991 炭黑都可以应用于聚氨酯屋顶共混物中。

聚氨酯屋顶材料混炼胶有两份溶液：一份溶液包含聚氨酯预聚物，另一份添加剂，填料和固化剂。将两种溶液屋顶混合到一起然后在屋顶铺开。溶液根据配方的不同在 1-5 个小时内固化。

THERMAX®炭黑的添加比例可以在 10-30%之间（重量份数）。THERMAX®在材料中起到惰性填料作用的同时增强材料的拉伸强度和耐撕裂强度。另外还能增强材料的拉伸伸长率和降低材料的硬度

THERMAX®粉状炭黑通常用于确保在低剪切力可以充分分散的混合液体体系中。如果使用 N990 炭黑，在混合过程前需要进行打碎炭黑粒子和分散两个步骤。

一个典型的配方可能包括下列成分：

溶液 A：甲苯二异氰酸酯（TDI）

粘度：8,000 厘泊

溶液 B：N990 或者 N991

CaCO3

MgSiO3

Talc

DOP(邻苯二甲酸二辛酯)

PPG(丙二醇)

粘度：20,000 厘泊

THERMAX®和矿质填料用于提高硫化后的混炼胶物理性能。对于这种需要可以浇注的液体来说，低粘度是十分重要。THERMAX®炭黑具有的低结构、大粒径和表面化学惰性的特点，使其加入不会大幅度增加硫化混合物的粘度。补强和半补强炭黑因为它们具有高结构、小粒径和表面化学性能，会明显影响溶液粘度和有可能影响硫化效果从而不能使用。

THERMAX®热裂解炭黑在低压电线和绝缘电缆类的应用

热裂解炭黑（美国 ASTM 指定的 N990）是低压电缆和绝缘电缆的功能性填充料，虽然在电缆中有多种填料可以应用，但是热裂解炭黑由于其独特性带来的功能收益使其成为最专业的填充料。

加拿大肯卡伯公司拥有多种热裂解炭黑产品，并冠予‘THERMAX®’品牌。生产的热烈炭黑包括，颗粒状、粉末状、超纯型、无污染级等等。THERMAX®系列产品是由天然气通过热裂解工艺制得，其粒径在 100-600 纳米之间。

虽然大多数炭黑是半导电的，中粒子热裂解炭黑是在所有炭黑产品里具有最高电阻率的炭黑。炭黑的三大基本性质，被认为是影响橡胶或塑料化合物的导电性的根本。它们是：粒径（表面积），结构等级，和粒子间空隙。小粒径的炉法炭黑，由于其本身的高聚集度和小粒径间隙，使得比热裂解炭黑的导电率要高。更高的结构减少了分子或聚集物间的距离，从而使得电子流更容易在分子链间通过。热裂解炭黑具有粒径大、分子间隙大的特点，使其具有低聚集度。因此，表面积和结构度与电阻率成反比。

作为参考，下表中将 THERMAX®与其他通用导电炭黑做出了对比。

炭黑类型	粒径 nm	表面积㎡/g	结构，氮吸附值 cc/100g
THERMAX®N990	280	9.5	38
Conductex SC	20	220	115
Vulcan XC-72	30	254	178
Black Pearls 2000	15	1475	330
HI-Black 40B1	19	153	130
Ketjenblack EC	30	950	360
Acetylene Black	40	60	320

其他的因素也影响了导电性，但是其影响力远不如上述三项，比如挥发组分的种类和含量、水份和可抽提物，所有这些都可能抑制或者破坏电子流。

除了炭黑以外，其他的填料也会影响到弹性体固有的电性能，影响其电性能的程度用以下一个表格来表示在天然胶配方中的应用。

灰色绉片胶	100
硬脂酸	2
氧化锌	5
硫磺	3
ALTAX 促进剂	1
Methy zimate 促进剂	0.1
	111.1
测试状态：时间：15 分钟@温度 143°C（华氏 290°）	

不同填料对体积比电阻率的影响（在天胶胶料里）

Ohm.cm

填充	浸入	体积电阻
无填料	0 7	$4.4x10^{16}$ $3.3x10^{16}$

	14	$1.4x10^{16}$
迪克西陶土 50phr	0 7 14	$3.6x10^{15}$ $2.2x10^{14}$ $1.7x10^{14}$
煅烧陶土 50phr	0 7 14	$4.3x10^{15}$ $2.1x10^{14}$ $2.1x10^{14}$
碳酸钙 50phr	0 7 14	$8.4x10^{15}$ $1.9x10^{15}$ $1.4x10^{15}$
THERMAX® N990 25phr	0 7 14	$1.5x10^{16}$ $1.9x10^{16}$ $1.1x10^{16}$
THERMAX® N990 50phr	0 7 14	$2.5x10^{10}$ $3.7x10^{12}$ $4.1x10^{12}$
半补强炭黑 N765 25phr	0 7 14	$9.1x10^{10}$ $3.6x10^{13}$ $9.5x10^{13}$

THERMAX®是所有炭黑里结构最低、粒径最大的产品。这些特性综合在一起，使该种炭黑是用在聚合物中最不可能导电的。实际上 THERMAX®的独立球形个体，使得聚合物链包围在碳的周围并且绝缘。热裂解炭黑的表面化学惰性大大限制了的热裂解炭黑粒子和聚合物链之间可能的交联，从而消除了在聚合物体系潜在的电化学通路。

THERMAX®的应用和优势

THERMAX®广泛地应用在低压交联聚乙烯、氯丁橡胶、聚氯乙烯、三元乙丙橡胶、丁苯橡胶、氯磺化聚乙烯和天然橡胶的胶料中。应用包括绝缘材料、绝缘护套、柔性电缆护套、UL 级别 25 类高负荷电缆护套等。最常见的应用是交联树脂绝缘体，如 PE，EVA 或 EEA。THERMAX®应用的优势如下：

a) 高体积电阻率：

热裂解炭黑可以被填充进聚合物中，并不会降低聚合物本身具有的高体积电阻率。由于电阻率可能会受到金属和其他微量杂质元素的影响，所以高纯、低筛余物的 THERMAX®成为了首选。

b) 阻燃性

作为阻燃剂，在合成过程中按照安全规程要求要有一个最小值。热裂炭黑提高了胶料的起火温度，减少了对价格昂贵的阻燃剂的需求。据报道，在含有 16%热裂解炭黑的乙烯硅烷共聚物合成的胶管外壳中，其阻燃性就已经完全符合 UL44 的水平燃烧要求指标了。

c) 紫外线防护性

紫外线有足够的能量打破聚乙烯的交联，从而破坏了胶料。填充足够高水平的热裂解炭黑，可以提供紫外线的防护，因为碳粒子能吸收紫外线，并以热的形式放出。

d) 胶料混炼

热裂解炭黑缓解了聚合物的分子链，从而改善了混炼和加工性能。加入中粒子热裂炭黑不会使得聚合物的粘度大大增加。低结构、大粒径的热裂解炭黑，很容易分散并且生热低，并提供良好的挤出性能。

e) 交联性

具有非酸性化学表面的热裂解炭黑不与拥有自由基的交联必需的过氧化物发生反应。与其他的炭黑相比，热裂解炭黑的水分含量也非常低，从而抑制了过早的交联。

f) 成本效益

大量填充的热裂解炭黑（含量 25%-35%）在一些低压电缆的胶料提供了一定程度的扩充，并消除或者减少了对价格高昂的阻燃剂的需要。在低温硫化的三元乙丙橡胶护套胶料中，通常可以含有高达 50 份的 N990 和多达 100 份的炉法炭黑。

g) 外观表面

THERMAX®系列炭黑的筛余物数量非常的少（THERMAX® Floform N990 的指标是 325 目筛余物为 15ppm）。而较少的筛余物，可以有效地消除污点和其它瑕疵，从而很好地改善产品表面外观。

h) 补强性

尽管在大多数的弹性体应用中不具有补强性，THERMAX®在填充到足够高水平的情况下可以一定程度上提供一些补强功能。THERMAX®可以用于地下填埋布线（URD）系统中交联聚乙烯电缆的不同程度的补强作用。

一般来说，每 100 份的聚合物里可以填充 20 到 50 份的热裂解炭黑。在低填充阶段，填充热裂解炭黑后和未填充的胶料的机械性能基本相同。 根据有关经验，通过辐射或过氧化物（DCP）交联的聚乙烯经常可以填充更多量甚至多到 75%的热裂解炭黑，而不会破坏聚合物的物理性能。

附件一

交联聚乙烯低压（600-1500 伏）电线电缆绝缘护套配方

成分	描述	百分比
聚乙烯乙烯共聚物	含 9-17%VA 的 EVA	68-72
热裂解法炭黑 N990	造粒的热裂解法炭黑	26-30
树脂 agerite resin D	氧化喹啉类防老剂，稳定剂	可变
硬脂酸	脂肪酸，隔离剂，加工助剂	可变
过氧化物	交联剂	可变

热裂解法炭黑 N990 可以起到经济扩充胶料的作用。同时它能降低胶料的回缩，提供紫外线防护，耐燃性和保持胶料良好的绝缘性能。

附件二

交联聚乙烯绝缘护套胶料配方

聚乙烯	100	
Agerite MA	0.5	抗氧剂
热裂解法炭黑 N990	60	中粒子热裂解法炭黑
Varox DCP-40KE	7	过氧交联组分
总量	**167.5**	
硫化机硫化 20 分 @171℃(340℉)		
100%定伸强度 Mpa	11.0(1600psi)	
拉伸强度 Mpa	16.1(2330psi)	
断裂伸长量 %	310	

在 127℃,550kPa 的空气加热加压罐中老化 20 小时		
保留拉伸强度　%	97	
保留断裂伸长量　%	94	
在 80℃，2.1Mpa 氧压的氧化加压罐中老化 168 小时		
保留拉伸强度　%	97	
保留断裂伸长量　%	80	

资料来源：Vanderbilt Rubber handbook, 13 版，第 726 页

THERMAX®中粒子热裂解炭黑在天然胶发动机支座上的应用

THERMAX® N990 系列中粒子热裂解炭黑，是由 CANCARB 公司生产，具有大粒径、低结构的特点。该产品广泛应用于要求优异动态性能的各种用途，比如发动机支座。由于大粒径（低表面积）、低结构，使得其具有高回弹性和低压缩永久变形的特点从而保持了橡胶胶料的固有性能。

根据报道，THERMAX®与一种表面积小、结构低的炭黑（Sterling 1120）在减震器方面的应用进行了对比，该炭黑，被认为是 N990 的替代品之一，物理性质如下：

	THERMAX®　N990*	Sterling 1120
表面积 m^2/g	9.7	25
吸碘值 cc/100g	38	35
PH 值	10	8.7
灰分含量%	0.1	0.49
325 目筛余物	8	425
细粉%	4	8.4
10 目颗粒粉碎	20	55

*指标典型值

在发动机支座的天然胶料和低硬度典型胶料的配方里，对上述两种炭黑进行了对比。使用有效硫化体系，来防止返硫并能提供更好的耐热性能。

配方/性能

胶料编号	1	2	3	4
SMR 5	100.0	100.0	100.0	100.0
Kadox 920(氧化锌)	3.0	3.0	3.0	3.0
硬脂酸	1.0	1.0	1.0	1.0
Vulkanox HS/LG	1.0	1.0	1.0	1.0
N762 炭黑	15.0	15.0	15.0	15.0
THERMAX®　N990	45.0	70.0	-	-
Sterling 1120	-	-	45.0	70.0
Sundex 790	15.0	15.0	15.0	15.0
Vulkacit Thiuram	0.5	0.5	0.5	0.5
Vulkacit CZ/EG/C	3.0	3.0	3.0	3.0

硫磺	0.5	0.5	0.5	0.5
总计	**184**	**209**	**184**	**209**
比重	**1.16**	**1.22**	**1.16**	**1.22**
胶料性质				
胶料粘度	19.2	29.6	22.8	30.8
（ML 1+4’@100°C）				
门尼焦烧时间				
t5 min@121°C	30.0	-	27.0	-
t35 min@121°C	30.0	-	29.0	-
孟山都硫变@160°C 范围 50 1.7hz				
MH	26.81	29.71	25.74	29.64
ML	3.41	3.87	3.12	4.24
Delta Torque	23.40	25.84	22.62	25.41
Ts1	3.60	3.26	3.38	2.60
Ts2	3.86	3.49	3.63	2.81
T50	4.55	4.13	4.23	3.38
T90	5.72	5.29	5.35	4.59

胶料	**1**	**2**	**3**	**4**
N762 炭黑	15.0	15.0	15.0	15.0
THERMAX® N990	45.0	75.0	-	-
Sterling 1120	-	-	45.0	70.0
硫化性能				
硫化时间@160°C	11	10	11	10
邵氏硬度	43	49	46	53
定伸应力@50%（MPa）	0.78	0.9	0.74	0.9
定伸应力@100%（MPa）	1.3	1.6	1.2	1.5
定伸应力@200%（MPa）	3.3	4.2	2.7	3.7
定伸应力@300%（MPa）	6.3	8.2	5.3	7.3
定伸应力@400%（MPa）	10.9	13.3	9.4	12.0
定伸应力@500%（MPa）	17.2	-	15.5	-
拉伸强度（MPa）	20.6	17.8	22.6	19.0
断裂伸长率（%）	535	480	580	530
撕裂强度，dieC(kNm)	42	-	45.7	-
回弹性（%）-t90+20min				
@0°C	55.9	-	52.9	-
@23°C	65.5	-	62.1	-
@100°C	72.2	-	69.7	-

压缩（%）	42	41	44	48
（70h@100°c）				
DeMattia Flex 龟裂扩展				
Kc to 300%龟裂扩展	78	21	93	16
Kc to 600%龟裂扩展	225	53	250	39
硫化性能变量				
硬度	0		-1	
定伸应力@50%（MPa）	-9		-3	
定伸应力@100%（MPa）	-8		8	
定伸应力@300%（MPa）	6		17	
拉伸强度（%）	-26		-17	
断裂伸长率（%）	-13		-6	

胶料	**1**	**2**	**3**	**4**
N762 炭黑	15.0	15.0	15.0	15.0
N990	45.0	70.0	-	-
Sterling 1120	-	-	45.0	70.0
动态性能				
动态性能测试-MER1100 @20Hz				
Tan delta 相位角正切				
@0°C	0.057	0.151	0.149	0.189
@25°C	0.084	0.027	0.103	0.118
@100°C	0.046	0.064	0.068	0.112
E* 复合模量				
@0°C	2.872	5.008	4.450	7.674
@25°C	3.114	3.973	3.770	5.031
@100°C	2.934	3.803	3.095	4.388
E’ 储存弹性模量				
@0°C	2.867	4.962	4.401	7.541
@25°C	3.103	3.972	3.750	4.996
@100°C	2.931	3.795	3.088	4.361
E” 损耗模量				
@0°C	0.163	0.748	0.656	1.425
@25°C	0.261	0.107	0.386	0.590
@100°C	0.135	0.243	0.210	0.488
动态静态刚度比@RT				
动态刚性（kg/mm）	2.395	3.056	2.900	3.870
静态刚性(kg/mm)	5.305	4.991	4.566	4.654

动/静态刚性比	0.451	0.612	0.635	0.832

胶料性能

这两种炭黑在胶料性能中有着微小的差别，THERMAX®提供了更好的加工安全性，但 1120 在这方面就足够，胶料的粘度和硫化性能基本都相同。

硫化性能

THERMAX®的胶料#1#2 与 1120 的相比，具有高的定伸应力，而硬度和扯断强度比 1120（#3#4）略低。撕裂强度、和裂纹扩展也有轻微的差别，这两种炭黑都能在天然胶产品中带来良好的效果。

动态性能

对于发动机支座来说，最好是让动态刚性、动态力学损耗因子和传递率的数值越低越好。试验结果表明 N990 具有显著的优越性，使得产品具有优越的动态性能。THERMAX®对胶料固有的聚合物弹性影响最小，所以广泛应用在下列用途，如减震部件、发动机和消音器支座、铁路和桥梁工程橡胶减震垫等。除了在以上报告的胶料品种中，**THERMAX®系列炭黑在所有的填料中，可以保持最优的动态性能，记录的动态力学损耗因子、动态模量、传递率和动态/静态刚度比率数据都是最低的。**

结论

在同等的填充水平，两种炭黑 THERMAX® N990 和 Sterling 1120，在大多数情况下有相近的性能，而使用 THERMAX®则可以获得较低的硬度。Sterling 1120 使得产品具有略好的裂口增长测试性能。**但是 THERMAX®提供了永恒优越的动态性能，而恰恰在发动机支座用途中这点也是最为重要的。**

CANCARB 建议上述合成物#1 为作为天然橡胶在发动机支座的**基础配方**。正如 E’，E”和动态/静态刚度比率所显示的，这个配方胶料具有最低的刚性，并且同时也裂口增长性能有很好

THERMAX®中粒子热裂解法炭黑与 N660

在卤化丁基轮胎气密层中的并用

THERMAX®中粒子热裂解法炭黑 N990 是天然气热裂解而生成。热裂解工艺使得炭黑具有粒径大和结构低的特点。THERMAX®炭黑可在卤化丁基橡胶（BIIR，CIIR）轮胎气密层的应用中与通用炉黑并用。使用 N990 炭黑可获得如下性能优势：

--相比单独使用通用炉黑，在卤化丁基气密层中的填充度更高
--炭黑填充量高的情况下，降低气密层的透气性
--通过提高炭黑填充量来降低胶料成本
--可降低气密层厚度来节约成本

以下数据是 THERMAX® N990 作为 BIIR 轮胎气密层胶料的填充料的应用。

配　方

	对照样品	#2	#3	#4
Polysar 溴化丁基 2030	100.0	100.0	100.0	100.0
N660 炭黑	60	-	20.0	30.0
THERMAX® N990 炭黑	-	110.0	90.0	80.0
硬脂酸	1.0	1.0	1.0	1.0
Pentalyn A, Hercules 增粘剂	4.0	4.0	4.0	4.0
Sunpar 2280 石蜡油	7.0	7.0	7.0	7.0
MBTS（Vulkacit DM/C）	1.3	1.3	1.3	1.3
氧化锌	3.0	3.0	3.0	3.0
硫磺	0.5	0.5	0.5	0.5
总计	176.8	226.8	226.8	226.8

	对照样品	#2	#3	#4
THERMAX® N990	--	110.0	90.0	80.0
N660 炭黑	60	--	20	30
胶料性能				
胶料粘度	67.5	55.1	64	67.9
（ML + 4@100℃）				
门尼焦烧时间				
（t5@138℃）	12.0	11.8	9.0	8.4
（t35@138℃）	18.7	24.1	22.5	21.1
Monsanto 硫变仪 @166℃（1° 弧度，50 极限）				
MH(dN.m)	19.61	15.52	18.78	20.29
ML	7.13	5.72	6.75	7.18
Delta torque	12.48	9.6	12.03	13.11
tc50(min)	4.95	6.13	5.77	5.53
Tc90(min)	9.05	16.87	10.95	9.97
Ts1(min)	2.89	3.85	3.01	2.74
硫化前强度				
Stress@100% elong(MPa)	0.335	0.238	0.289	0.303
Stress@300% elong(MPa)	0.192	0.136	0.171	0.165
Stress@500% elong(MPa)	-	0.093	0.109	0.104
Peak Stress (MPa)	0.359	0.284	0.328	0.349
Ultimate tensile (MPa)	0.076	0.152	0.155	0.158
Ultimate elongation(%)	466	1078	1136	1134

硫化后性能				
硫化 30 分钟@166℃				
硬度, Shore A2	64	71	68	70
Modulus@100%elong(MPa)	1.5	1.2	1.4	1.6
Modulus@300%elong(MPa)	4.9	2.0	3.3	3.9
Modulus@500%elong(MPa)	8.0	2.4	4.2	4.7
Tensile strength (MPa)	9.9	4.7	5.9	6.5
Ultimate elongation(%)	710	860	780	745
DeMattia 裂口扩展 –老化 168h@120℃ Kc to 600% 扩展	>250	25	>250	>250
透气性@65℃(Q x log8)	2.9	2.5	2.4	2.4
Pirelli 粘接@100℃ –恒定容积模具（对典型 NR 胎体胶 –kNm）	10.3	9.6	8.3	10.9

胶料性能

使用 110 份 THERMAX® N990 的胶料粘度降低，但在 80/30 并用 N990/N660 时等同于仅使用 N660 的对照胶料。与对照胶料样品相比，使用 N660 在 138℃的焦烧时间略有缩短，但时间 35 点上升，并且在 166℃时 ts1 是有利的。

确实，单独使用 N990 生胶强度低。这是因为低结构/大粒径炭黑的非补强特性。引入 N660 可将填充 N990 胶料的生胶强度提高到适当水平，基本上介于 N990 胶料和对照胶料之间。

硫化性能

与对照胶料相比，使用 110 份 N990 的胶料硬度高 7 点，使用 80/30 比例并用 N990/N660 的胶料高 7 点。

作为填充 N990 胶料的典型效果，定伸和拉伸强度都低。尽管提高 N660 的用量后有提升，但仍低于对照胶料。然而，该胶料提供的拉伸强度水平，完全可以满足轮胎气密层防止帘布突破的要求。

在 Pirelli 粘接测试中，所有胶料的胎体粘接性能相似。

透气性

炭黑是不透气的，所以为减少透气的橡胶的体积份数，应在气密层胶料中填充尽可能高的炭黑。卤化丁基橡胶用在轮胎气密层中提供最大的气密性、屈挠寿命和耐热性能。由于热裂解法炭黑的非补强性能， 它可以比其它炭黑填充度更高，所以可以提高卤化丁基气密层的不透气性。使用 110 份 N990 炭黑的胶料显示可以比使用 60 份 N660 的对照胶料提高气密性大约 14%。

成本降低

110 份炭黑的高填充度是为了降低胶料中聚合物的体积份数。由于 BIIR 和其它卤化丁基橡胶的成本比热裂解法炭黑要高许多，轮胎生产厂商通过提高炭黑的填充度可以显著节约成本。

因为提高炭黑填充度可以改善气密性，那么炭黑填充度高，就可以在不牺牲气密性的前提下将气密层厚度降低。假设所有的炭黑具有相似的透气性能，填充 110 分炭黑的胶料可在气密层厚度变薄时获得相同的气密性。最终结果是气密层更薄加上高填充度的炭黑，可以使轮胎重量降低。尽管大多数乘用胎厂商已经“最薄化”，其它较厚的卡车/巴士轮胎也可以通过降低厚度，减少成本高昂

的聚合物含量来达到显著节约成本的效果。

总结

在 BIIR 轮胎气密层胶料中高容量填充炭黑的评测显示，并用 80 份 N990 和 30 份 N660 将获得必要的物理性能，同时可显著提高气密层的不透气性能。非补强、大粒径和低结构的 THERMAX® 热裂解法炭黑 N990，在胶料中填充替代聚合物而有显著节约成本的效果，并且还可降低气密层的厚度来进一步节约成本。

THERMAX®中粒子热裂解法炭黑 N990 在轮胎硫化胶囊上的应用

背景:

肯卡伯公司曾介绍,热裂解炭黑在轮胎卤化丁基橡胶内衬层中添加量很高。这一特点在理论上还可以应用于其他相似的产品，比如硫化胶囊、内胎和体育用球类内胆等。这篇技术报告提供了肯卡伯公司关于 N990 应用在轮胎用丁基硫化胶囊中的评估结果。

轮胎硫化胶囊：基本信息

轮胎硫化胶囊（膜）是硫化加工时，在生胎内部充气膨胀、发挥密封作用的弹性橡胶袋。它是橡胶在耐高温和抗屈挠方面最重要的应用之一。胶囊的材料像所有橡胶材料一样要满足一些最苛刻和最严格的要求，概括的说有以下几点：

1. 容易混合，并且加工简单
2. 充模性好
3. 具有好的物理性能
4. 耐老化性能好
5. 抗屈挠性和撕裂性好
6. 拉伸永久变形低
7. 出色的耐水蒸气老化性能
8. 热传导性好

标准硫化胶囊配方

丁基硫化胶囊的典型配方中，添加的是 50 或 55 份的 N330（高耐磨炉黑）。和通用炉黑和快压出炉黑相比，高耐磨炉黑能给胶料提供更好的撕裂强度，并已被广范应用。下面是一份典型配方：

丁基橡胶 268	100 份	EXXON
通用氯丁橡胶 WRT	5 份	DuPont*
高耐磨炉黑 N330	50 份	
蓖麻油	5 份	
氧化锌	5 份	
活性酚醛树脂	10 份	丁基交联树脂，标号 SP1045

*5 份氯丁橡胶添加在丁基交联树脂胶料中，卤素的作用是活化树脂的交联反应。

为了得到胶囊的最佳外观，关键是控制好氯丁橡胶、炭黑、氧化锌和交联树脂的分散。

基于以上的配方，按照下面所列出的炭黑添加种类、份数构成不同的胶料样品，在美国俄亥俄州布莱克斯韦尔的 BF 古特里奇实验室作了测试。(该实验室是被 A2LA 正式认可并通过了 ISO9001 认证的。)

胶料样品 #1—50 份 N330 高耐磨炉黑（对照胶料）
胶料样品 #2—110 份 N990
胶料样品 #3—90 份 N990，20 份 N660 通用炉黑
胶料样品 #4—80 份 N990，30 份 N330
胶料样品 #5—90 份 N990，20 份 N330
胶料样品 #6—40 份 N990，40 份 N330
胶料样品 #7—50 份 N990，40 份 N330
胶料样品 #8—60 份 N990，40 份 N330
胶料样品 #9—90 份 N990 超纯*，20 份 N330

除了使用了超纯的 N990 以外，#9 样品和 #5 样品的配方是一致的；这样能够观察到低 PH 值的热裂解炭黑对硫化时间的影响。超纯 THERMAX® N990 炭黑特征 PH 值为 6，而标准 N990 的 PH 值是 10。

结果如表 1 所示。

分析：

所有的结论是在橡胶胶料中使用了热裂解炭黑后典型效果的体现。由于 N990 的大粒径和低结构，总的来说它是一种非补强性炭黑，同时它提高了胶料的动态性能；它并没有像炉黑那样给胶料提供强度和补强性。

2# 样品添加了 110 份 N990，与预期的一样，得到了最低的粘度。并且它得到了与对照胶料相似的定伸强度，这一点可能会令一些胶囊制品厂家感兴趣。

5#，6# 和 8# 样品和对照橡胶胶料很相似。5# 样品除了需要长一点的硫化时间以外，其他加工性能和对照胶料大致一样。这一结论在添加了 N990 的其他样品中也得到了证明，因为和其他炭黑相比，N990 能够提供给胶料更好的焦烧安全性。这一点在 9# 配方中得到了证实。9# 配方是添加了 90 份低 PH 值的超纯 Thremax N990 热裂解炭黑。

在拉伸性能（老化前、老化后、高温应用）上，添加 N990 的胶料样品比对照胶料一般要低，但认为足够满足应用要求；扯断伸长率却明显比对照胶料低，这一点需要关注。6# 应该具有足够的扯断伸长率。

5# 样品的撕裂强度也明显低于对照胶料。但是和添加 40 份 N330 和 60 份 N990 的 8# 具有相当的撕裂强度。

在所有测试的胶料样品中，炭黑添加份数的提高改进了热传导性（即提高了热传导率）。8# 样品显示了预期的结果。这是炭黑高填充份数带来的性能；高填充量是热裂解炭黑的最显著特征，甚至比性能特性更吸引人。高的热传导率在胶囊材料上是个优点，因为热量传递加快可以得到硫化时间的缩短。估计每条轮胎的硫化时间可以减少 10—20 秒。

包括对照胶料在内的所有配方胶料样品 DeMattia 龟裂增长测试结果都不好，显示出抗龟裂增长性不足。通过这个实验我们发现，为了得到更有效、真实的抗龟裂增长性测试结果，应该为实验准备两个以上样品。

含有热裂解炭黑的样品硫化速率比对照胶料的低，对此一个可能的解释是热裂解炭黑表面的活性问题，或者是热裂炭黑的高 PH 值（10）阻碍了树脂在丁基橡胶中的交联。用 PH 值低的 9# 胶料样品测得的 T95 证实了这一点，它的硫化时间在添加热裂解炭黑的样品中是最短的。在配方中添加更多的氯丁橡胶或者氯化亚锡可以提高硫化速率。

成本优势分析：

节约成本的计算理论上包括原材料成本、轮胎硫化时间、被迫停机检修时间和由于总产量的变化而引起的任何生产率的提高（或者降低）。

针对原材料成本，表格 2 显示，估算在每条硫化胶囊上可以节省大约 0.94 美元。这是由于使用了热裂解炭黑替代了高成本的丁基橡胶。

结论：

6# 和 8# 样品和对照胶料相比拥有最好的综合物理性能。至今看到的最主要的优越性应该是热传导率的提高和成本的降低。从以上的结果得出最终结论，很显然是延长了胶囊的寿命。

补充解释：

热传导率是根据 ASTM C 518-91，Vol. 04.06 测得的。Q 是指测试时通过大约 13 毫米（0.51 英寸）厚的橡胶片的热量。K 是热传导率，用 BTU • 英寸/（$ft.^2$ • hr. • °F）表示。一般用开尔文温度。mV 是热流输出表的毫伏数。这个数值并不转变成温度。为了便于理解，这些结果是以对照胶料为基准演变出来的。BF 古特里奇实验室使用了动态快速-k 仪和 Haskris 循环制冷装置。

为了得到进一步的信息，请联系肯卡伯公司 @ 传真:1-403-529-6093，网页www.cancarb.com

表 1：硫化胶囊数据

胶料样品#	对照胶料 #1	N990 #2	MT-GPF #3	MT-HAF #4	MT-HAF #5	MT-HAF #6	MT-HAF #7	MT-HAF #8	MT-HAF #9
N330 HAF	50			30	20	40	40	40	20
N660 GPF			20						
N990 THERMAX®		110	90	80	90	40	50	60	
N990UP THERMAX®									90
胶料样品性能（ASTM D 1646-96a）									
门尼粘度 ML（1+4）@ 100 ℃	66	59	65	76	69	76	75	77	70
门尼焦烧 @ 137.8 ℃（ASTM D1646-96a）									
最小值	49	40	45	58	52	59	58	60	53
Tmin.+5，分钟	24.5	32.8	37.8	26.8	35.8	14.3	14	15.8	17.4
孟山都 R100 振荡磁盘硫变仪 @ 190 ℃，1°arc（ASTM D 2084-95）									
ML dNm	9.9	7.6	8.7	10.2	9.9	11.9	11.3	11.5	10.2
MH dNm	34.4	36.7	38.5	40.7	40.2	38	39.4	38.7	38.6

T (2) min.	3.2	3.5	3.7	3.2	3.3	3.1	2.8	3	2.6
T (90) min.	29.2	36.5	40.7	37.1	37.6	33.6	34.5	34.9	30.7
T (95) min.	36.9	45.5	48.9	45.2	46.3	42.8	43.5	43.2	40.1
应力—应变，原始的 @ 室温，硫化时间 T95 @ 190 ℃（ASTM D 412-97）									
100%定伸定伸强度 Mpa	1.8	2.2	2.4	2.2	2.8	2.3	2.3	3.1	2.6
300%定伸强度 Mpa	5.5	5.5	5.7	6.5	7.9	7.2	7.6	8.9	7.9
拉伸强度 Mpa	15	6.5	6.7	7.9	8.9	11.2	10.5	10	8.9
扯断伸长率 %	647	414	403	425	415	490	450	420	400
邵氏 A 硬度	66	70	70	71	74	69	71	73	72
应力-应变，原始的 @ 100 ℃, 硫化时间 T95 @ 190 ℃（ASTM D 412-97）									
100%定伸强度 Mpa	1.9	1.9	1.7	1.9	2.3	2.1	2.4	2.3	2.2
300%定伸强度 Mpa	5.6	4.2	3.8	5.2	6.3	6.1	7.1	6.5	--
拉伸强度 Mpa	9.1	4.3	4	5.7	6.3	6.7	7.1	6.7	6
扯断伸长率 %	460	315	325	335	305	330	310	310	290
应力-应变，烘箱老化 48 小时 @ 170 ℃ 硫化时间 T95 @ 190 ℃（ASTM D 412-97）									
100%定伸强度 Mpa	4.6	4.4	4.8	5	4.9	4.6	5.3	5.1	5.2
200%定伸强度 Mpa	7.6	6.8	7.6	8.2	8.1	7.7	8.8	8.2	8.3
拉伸强度 Mpa	10.3	7.5	8.1	8.7	9.1	9.4	6.9	8.9	8.3
扯断伸长率 %	280	240	215	205	230	255	155	220	200
邵氏 A 硬度	90	96	94	94	93	90	90	93	91
撕裂强度，Die C （ASTM D624-96），室温									
KN / m	38.9	34.0	33.6	35.1	33.1	34.5	33.9	40.7	32.3
拉伸永久变形测试，100%伸长率，@ 200 ℃-保持 10 分钟（ASTM D 412-97）									
% 拉伸永久变形	13.4	25.0	27.4	25.9	20.5	24.1	26.6	29.3	26.1
DeMattia 龟裂增长：23 ℃，老化 7 天 @ 100 ℃；平均两个试样，英寸（ASTM D813-95）									
5,000 圈	2.5	5.0	6.0	7.0	3.5	3.5	6.5	5.5	5.5
10,000 圈	2.5	5.5	6.5	7.5	4.5	5.5	6.5	6.5	6.5

15,000 圈	3.5	6.5	7.5	8.5	5.5	6.5	7.5	7.0	7.5
25,000 圈	5.0	8.0	9.0	10.0	7.0	7.5	9.0	7.5	10+
热传导率，100 ℃（ASTM C 518-91）									
Q: 热流量，毫伏	3.610	3.953	4.153	4.200	4.157	4.095	4.282	4.440	4.420
K: 热传导率									
BTU in/(hr.sq.ft ^{o}F)	0.786	0.844	0.892	0.900	0.891	0.856	0.885	0.910	0.917
索引	100	110	115	116	115	113	118	120	122

THERMAX®中粒子热裂解法炭黑 N990 在风挡雨刮条中的应用

THERMAX® N990 中粒子热裂解法炭黑，由 Cancarb Limited 制造，具有大粒径、低结构的特征。THERMAX®广泛应用于需要优异动态性能和高质量的制品表面的橡胶制品如汽车风挡雨刮片。其大粒径和低结构的特点使其具有高伸长率和高回弹性的的性能，因此保证了橡胶混炼胶固有的弹性性能。THERMAX® N990 有高纯度天然气制成，就有较低的筛余物含量和硬粒，从而避免这些因素可能造成的雨刮片表面不光整。

THERMAX® **N990 的典型性能如下：**

	THERMAX® N990
氮吸附表面积 m2/g	9.7
DBP 吸收值 ml/100g	38
PH	10
灰分含量 %	01
325 目网筛余物含量 ppm	8
细分含量%	4

在这份报告中，THERMAX®在天然橡胶和氯丁橡胶雨刮片中的应用被阐述。

天然橡胶雨刮片配方及性能

配方	
SMR CV60	100
THERMAX® N990 炭黑	30
半补强炭黑 N762	40
石蜡油	2
Vanfre AP-2	2

Flectol H	1
Sunproof Wax	1
UOP 688	2
硬脂酸	1
氧化锌	5
硫	1
硫化剂 R	1.2
促进剂 MBTS	0.6
促进剂 TMTM	0.2
Santocure NS	0.65
Santoguard PVI	0.3
性能	
门尼粘度	
（ML 1+4@100℃）	
初始读数	63.2
最小粘度	50.9
硫变仪数据（ASTM D 2084-92）	
Monsanto Rheometer @150℃	
最大转矩 MH N•m	8.46
最小扭矩 ML N•m	1.39
焦烧时间 Ts2，分钟	4.17
硫化时间，Tc90%，分钟	8.21
物理性能	
ASTM D412-87，D 2240-90	
绍尔硬度 A	67
100%定伸模量 MPa	3.4
200%定伸模量 MPa	8.83
300%定伸模量 MPa	14.48
400%定伸模量 MPa	19.65
拉伸强度 MPa	23.24
极限伸长率%	470
抗撕裂性 ASTM D 624-91	
N•m	50.5
湿强度	
极限伸长率%	650
拉伸强度 MPa	1.2

氯丁橡胶雨刮条配方

氯丁橡胶由于具有良好的耐候性、耐氧化性、耐热和耐低温性能从而被应用于雨刮条中。以下是一份氯丁胶的应用配方。

Skyprene B-5	100
THERMAX® N990 炭黑	50
MgO	4
硬脂酸	1
蜡	0.5
防老剂 Octamin-F	1
防老剂 4010NA	1
Napthenic Oil	10
促进剂 ETU	1
促进剂 TMTD	1
总计	169.5

THERMAX®中粒子热裂解法炭黑 N990 在 EPDM 轮胎垫带中的应用

THERMAX®热裂解法炭黑 N990 是天然气热裂解生成。热裂解工艺使得炭黑具有粒径大和结构低的特点。THERMAX® N990 中粒子热裂解法炭黑具有粒径大和粒子聚集度低的特点。THERMAX®广泛用于要求优秀动态性能的用途中。大粒径（低表面积）和低结构可以获得低压缩永久变形、高回弹性和低滞后损失，因而能保留橡胶胶料自身原有的聚合物性能。作为非补强炭黑，热裂解法炭黑经常在胶料中与炉法炭黑和/或矿物填料并用，来降低成本和获得具体物理性能。

本技术公告提供了 THERMAX®在 EPDM 轮胎垫带中不同填充度的测试结果。在该用途中使用 THERMAX®可获得如下性能：

--与仅使用炉法炭黑相比，轮胎垫带可提高填充度；
--由于炭黑填充度高而降低胶料成本；
--保持低硬度，防止内胎边缘撕裂；
--优秀的回弹性能、低压缩永久变形、低生热

以下数据显示 THERMAX® N990 作为填料用在 EPDM 轮胎垫带胶料的用途。填充度放到最大以降低胶料成本。

BAYER 配方

	垫带 1	垫带 2	垫带 3	垫带 4
BAYER 5439	160.0	160.0	160.0	160.0
BAYER 345	20.0	20.0	20.0	20.0
THERMAX® N990	180.0	180.0	150.0	125.0
Sunpar 2280	90.0	90.0	75.0	75.0
Zinc Oxide	5.0	5.0	5.0	5.0

硬脂酸	1.0	1.0	1.0	1.0
Thiuram M	0.75	0.75	0.75	0.6
Butyl Zimate	0.75	0.75	0.75	2.0
MBT	0.75	0.75	0.75	--
Sulfasan R	--	--	--	--
Thiuram E	0.75	0.75	0.75	0.6
Sulphur	1.0	1.0	1.0	0.5
总计	610.0	660.0	565.0	540.7

胶料性能

震荡盘式硫变仪, ASTM D2084-95,160℃				
Min, dNm	10.8	10.5	8.1	6.0
Max,dNm	29.7	29.1	28.5	23.7
Ts2, dNm	13.3	13.1	10.4	8.4
Tc 90%,minutes	13.88	14.63	14.30	14.31
Tc 95%,minutes	17.41	18.51	18.06	17.45
Cure Rate Index	9.22	8.52	8.84	9.95
应力-应变, ASTM D412-92, RT, 硫化条件 T95 X160℃				
Hardness, Shore A	66	68	65	56
Elongation(%)	257	231	403	644
Tensile (MPa)	7.8	7.6	8.1	7.4
100% Modulus, MPa	3.5	3.7	2.8	1.7
200% Modulus, MPa	6.7	6.8	5.7	3.7
400% Modulus, MPa	--	--	8.2	5.6
应力-应变, 老化 24 小时@121℃, ASTM D412-95, 硫化条件 T95 X 160℃				
Hardness, Shore A	71	72	70	60
Elongation(%)	200	165	276	450
Tensile (MPa)	8.7	8.1	9.0	8.1
100% Modulus, MPa	4.8	5.3	4.1	2.4
200% Modulus, MPa	8.7	--	7.5	5.1
400% Modulus, MPa	--	--	--	7.7

NORDEL 配方

	垫带 5	垫带 6
NORDEL 1660	100.00	100.00
SRF N774	200.0	--
GPF N660	--	180.0
THERMAX® N990	100.00	150.0
Sunpar 2280	150.0	150.0

Zinc Oxide	5.0	5.0
硬脂酸	1.0	1.0
Thiuram M	0.6	0.6
Butyl Zimate	2.0	2.0
Sulfasan R	1.0	1.0
Sulphur	0.5	0.5
Thiuram E	0.6	0.6
总计	560.7	590.7

胶料性能

震荡盘式硫变仪, ASTM D2084-95,160℃		
Min, dNm	4.4	5.2
Max,dNm	16.4	20.1
Ts2, dNm	6.9	7.6
Tc 90%,minutes	12.72	16.76
Tc 95%,minutes	14.89	19.54
Cure Rate Index	13.26	8.64
应力-应变, ASTM D412-92, RT, 硫化条件 T95 X160℃		
Hardness, Shore A	57	61
Elongation(%)	575	474
Tensile (MPa)	4.65	6.0
100% Modulus, MPa	1.1	1.5
200% Modulus, MPa	2.2	3.5
300% Modulus, MPa	3.36	4.9
400% Modulus, MPa	4.03	5.7
应力-应变, 老化 24 小时@121℃, ASTM D412-95, 硫化条件 T95 X 160℃		
Hardness, Shore A	66	69
Elongation(%)	392	255
Tensile (MPa)	6.3	7.6
100% Modulus, MPa	1.7	3.1
200% Modulus, MPa	4.0	6.6
300% Modulus, MPa	5.7	--
400% Modulus, MPa	6.3	--

以下由 DUPONT DOW ELASTOMERS 提供的 NORDEL 配方和数据供参考.

NORDEL 1660	100.0
SRF 炭黑	250.0
THERMAX® MT N990	100.0
Sunpar 2280	150.0

Whiting	100.0
Zinc Oxide	5.0
硬脂酸	1.0
Thiuram M	0.6
Butyl Zimate	2.0
Sulfasan R	1.0
Sulphur	0.5
Thiuram E	0.6
总计	710.7
物理性能—原始样品	
硫化 15’@160℃	
Tensile Strength	925 psi
Elongation (%)	260
Hardness	78

THERMAX®中粒子热裂解炭黑在氯醚橡胶中的应用

THERMAX®中粒子热裂解炭黑 N990 是由天然气直接热裂解生成。 独特的生产工艺使得THERMAX®炭黑具有大粒径、低结构的特征。THERMAX®广泛被应用还由于它能提供给产品优越的动态性能。大粒径、低结构的炭黑使得产品具有降低压缩形变、高回弹性、低滞后的性能，从而保持橡胶胶料自身固有的弹性体性能。作为非补强性炭黑，热裂解炭黑经常与炉法炭黑或者和其他矿物填料并用以降低成本和达到特定物理性能。

THERMAX®可以用在大多数的橡胶胶种中和新的价格昂贵的橡胶品种中，比如，氯醚橡胶（CO，ECO，GECO）。大量填充 THERMAX®是可行的，同时可以保持低压缩变形和高回弹性能。从而使生产厂家可以有效地降低产品成本。THERMAX® N990 和氯醚橡胶和的结合使得产品具有了非常好的耐溶剂性和耐油性、低压缩形变、高弹性、良好的臭氧耐性和耐极限温度等性能。这些优势可在以下应用中体现：

--密封件，油封，O 型圈。
--软管，泵配件
--油田钻井的应用，隔膜
--胶辊

下面是炭黑等量填充在 hydrin 共聚胶料（Hydrin 200, 由瑞翁化工生产）中效果的比较。

配方

Hydrin copolymer(Hydrin 200) 100

炭黑	60
硬脂酸锌	1.0
四氧化三铅	5.0
NBC(二丁基二硫代氨基酸镍)	1.0
ETU(乙烯硫脲)	1.5

炭黑类型	高耐磨炉黑	快压出炉黑	全用炉黑	半补强炉黑	中粒子热裂炭黑
填充，phr	60	60	60	60	60
门尼焦烧，121°C					
ML,最小值	128	173	176	122	79
ML,5 分钟	5.3	5.0	4.8	122	6.3
100%定伸应力，MPa	9.8	11.9	11.3	7.5	3.4
300%定伸应力，Mpa	-	-	-	-	9.5
拉伸强度，MPa	19.5	18.4	17.2	14.9	9.5
扯断伸长率（%）	200	190	200	220	300
邵氏硬度，pts	85	84	83	77	69
撕裂强度，KN/cm	49.0	40.3	47.3	35.0	26.3
压缩变形，%，22 小时@100°C	16	17	14	13	14
回弹性能 %	35	40	43	57	60
DeMattia 屈挠测试，未穿孔，未硫化，达到 0.8”屈挠次数					
	970	400	200	2400	12800

数据源：瑞翁化工

上述结果表明了 N990 在弹性体中的典型数值，高回弹性，低压缩永久变形和高延展性是很显然的。因此，在要求低硬度，动态性能好的产品中需要使用到 N990 炭黑，低粘度可以使得产品在填充过程中可以顺利的通过复杂的模具，尤其有利于注射成型。

作为非补强性炭黑，THERMAX® N990 系列经常与其他炭黑混合使用以达到一些特殊需求的性能，比如更高的拉伸性，和获得更高的撕裂强度。

在高性能弹性体比如 FKM,ECO,GECO 和 HNBR 中，THERMAX® N990 的填充度能够多达 200 份。

THERMAX® N990 中粒子热裂解炭黑在氯丁橡胶中的应用

THERMAX®中粒子热裂解炭黑是由天然气通过热裂解法制得。热裂解生产工艺使得 N990 具有粒径大、结构低的独特性质。THERMAX®系列产品由于其可以使产品具有很好的动态性能和抗化学性而被广泛地应用。粒径大、结构低使得产品具有低的压缩形变性、高回弹性、低滞后性，因此保持了胶料的固有特性。作为非补强炭黑，在合成橡胶的应用中，THERMAX®系列产品在胶料中

经常与炉法炭黑和/或矿质填料并用以达到降低成本和获得特定物理性能的作用。THERMAX®的典型性质请参考表 1。

表 1：THERMAX® N990 的典型性能

	THERMAX® N990
氮吸附表面积 m^2/g	9.8
炭黑吸油值测定，cc/100g	38
PH 值	9.5
灰分 %	0.1
325 目筛余物 ppm	5
325 目磁性筛余物 ppm	0
细粉含量 %	4.0
倾注密度 g/l	640
颗粒硬度	20
加热减量 （%）	0.0

炭黑和其他填料对于氯丁橡胶的加工和硫化性能的影响，通常相似于对其他弹性体的影响。像在天然橡胶和其他结晶化倾向明显的聚合物中，氯丁橡胶本身具有高拉伸性。由于补强性能的需要，因此，需求量要比丁苯橡胶，丁基橡胶，丁腈橡胶少。相对于非补强炭黑，硫化过程主要使产品更软。热裂解炭黑更具经济效应主要是因为，他们可以比用于补强的填料填充得更多。表 2 对比了在相同硬度需求下，N990 和其他炭黑的对比。

表 2：在相同硬度要求下 THERMAX® N990 与其他炭黑的对比

胶料	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Neoprene W	100	100	100	100	100
Vanfre AP-2	2	2	2	2	2
硬脂酸	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
氧化镁	4	4	4	4	4
抗氧化剂	2	2	2	2	2
plastogen	5	5	5	5	5
氧化锌	5	5	5	5	5
Vanax NP 促进剂	1	1	1	1	1
THERMAX® N990 热裂解炭黑	50				
半补强炭黑 N770		25			
通用炉黑 N660			25		
快压出炉黑 N550				25	
高耐磨炉黑 N330					25
总量	**169.5**	**144.5**	**144.5**	**144.5**	**144.5**
硫化机硫化@153°C，20 分钟					

200%定伸强度 MPa	2.28	2.00	3.17	3.52	3.10
拉伸强度，MPa	14.41	16.07	16.69	17.17	18.83
扯断伸长率（%）	700	610	550	550	530
硬度	52	47	51	53	52
压缩形变（%）	29	33	32	31	30
门尼焦烧@121°C，t5,分	9	11	12	12	8

THERMAX® N990 可以广泛地应用于氯丁橡胶的填充中。，以下数据显示了使用上述的配方在 Neoprene W 的不同填充度的效果。这些数据可以从范德比尔特橡胶手册中查到。

表 3 在 Neoprene W 中不同填充度的效果

THERMAX® N990(份)	25	50	75	100	125
300%定伸强度，MPa	1.4	2.3	3.4	5.9	8.2
拉伸强度 MPa	14.6	14.4	12.7	12.4	11.9
扯断伸长率（%）	780	700	530	430	330
邵氏硬度	45	52	57	62	71
抗撕裂强度 KN/m	51.9	55.4	51.0	43.0	37.8
压缩形变（%）	27	29	31	30	30
门尼焦烧 121°C,t5/ML	11/30	9/39	9/44	8/55	6/67

在 Neoprene W 中添加 50 份的 THERMAX® N990

下面提供的数据是 Neoprene W 中填充 50 份 THERMAX® N990 后的物理性质。该数据是基于表 2 的配方，正如范德比尔特手册中第 469 页记载的，由美国俄亥俄州阿克伦的 BFGoodrich 实验室得出的实验结果。

混炼过程

该胶料的混炼过程分为两个步骤，第一步是在 BR 范围 内的 banbury 中混炼，第二步是在 lab mill 里混炼并且加入了氧化性和 VanaxCPA。

试样品在标准的实验室环境下进行混炼和硫化过程。胶片硫化条件在 20 分钟@150°C, 胶块硫化条件在 25 分钟 150°C.

性能	**50 份**
	THERMAX® N990
门尼焦烧 t5 (分钟)	18.75
振荡盘式硫变仪 150°C	
T 最小(N/m)	0.62
T 最大(N/m)	2.83
Ts1(min)	4.61
Tc50(min)	10.63
Tc90(min)	22.71
硫化速率指数	5.53

撕裂强度，Die B (kgf/cm)	65.8
拉伸性能-原始	
300%定伸强度（MPa）	7.21
拉伸强度（MPa）	18.32
扯断伸长率（%）	594
邵氏硬度	56
拉伸性能- @100°c 48 小时后	
300%定伸强度（MPa）	8.77
拉伸强度（MPa）	17.29
扯断伸长率（%）	540
邵氏硬度	60
拉伸性能，RT 条件下 水环境 7 天	
300%定伸强度（MPa）	7.6
拉伸强度（MPa）	18.69
扯断伸长率（%）	582
邵氏硬度	57
拉伸性能，RT 条件下 盐水环境 7 天	
300%定伸强度（MPa）	7.37
拉伸强度（MPa）	18.23
扯断伸长率（%）	577
邵氏硬度	57
压缩形变，方法 B	
22 小时@100°C（%）	39.4

Baypren 氯丁橡胶 在相同硬度 50 条件下

	热裂炭黑 N990	半补强炭黑 N770	快压出炉黑 N550	高耐磨炉黑 N330	中超耐磨炉黑 N220
邵氏硬度	50	50	50	50	50
炭黑，pbw	25	14	12	10	11
密度 g/cm^3	1.280	1.320	1.325	1.340	1.315
硫化性能，硫化过程@150°C，30 分钟 4mm 每 DIN53 504					
拉伸强度, MPa	13	16	18	19	18.5
扯断伸长率(%)	710	650	620	665	635
300% 定伸强度, MPa	3	4.2	4.3	3.2	3.5

500% 定伸强度, MPa	8.5	10.6	11.8	10.3	11.3
回弹性 (%)	53	55	55	53	52
抗撕裂强度, N	8	10	9	8	8
断裂 1 分钟后变形. (%)	9	8	6	6	6
DIN 磨耗损失 mm3	130	118	95	82	96
压缩形变，ASTM 方法 B					
22 小时 @ 70°C	15	16	16	15	14
70 小时 @ 100°C	36	34	38	37	37

配方

Baypren 210	100
氧化镁	4 Maglite D
硬脂酸	1
Vulkanox PAN – 防老化剂	2 (Vulkanox OCD)
石蜡	0.6
炭黑	50
活性氧化锌	5
Vulkacit NPV/C	0.6 (Rhenogran ETU – 80)

在此项研究中没有使用增塑剂以突出炭黑的效果。

数据来源：Bayer 技术信息技术公告，橡胶业务集团，KA-FK-0170e,1997

Baypren 氯丁橡胶 相同硬度 80 条件下					
	热裂解炭黑 N990	半补强炭黑 N774	快压出炉黑 N550	高耐磨炉黑 N330	中高耐磨炉黑 N220
邵氏硬度	80	80	80	80	80
炭黑, pbw	135	68	56	52	50
密度 g/cm3	1.560	1.440	1.425	1.430	1.420
硫化性能，硫化过程@150°C，30 分钟 4mm 每 DIN53 504					
拉伸强度, MPa	14	18.5	20	20	22
扯断伸长率 (%)	230	210	200	215	230
300% 定伸强度 MPa	-	-	-	-	-
500% 定伸强度 MPa	-	-	-	-	-

回弹性 (%)	32	37	36	33	31
抗撕裂力, N	14	18	15	14	18
断裂 1 分钟后变形 (%)	3	4	3	4	5
DIN 磨耗损失 mm3	183	87	66	67	72
压缩形变，ASTM 方法 B					
22 小时 @ 70°C	16	17	14	15	16
70 小时 @ 100°C	37	36	39	37	35

配方

Baypren 210	100
氧化镁	4 Maglite D
硬脂酸	1
Vulkanox PAN – 防老化剂	2 (Vulkanox OCD)
石蜡	0.6
炭黑	50
活性氧化锌	5
Vulkacit NPV/C	0.6 (Rhenogran ETU – 80)

在此项研究中没有使用增塑剂以突出炭黑的效果。

数据来源：Bayer 技术信息技术公告，橡胶业务集团，KA-FK-0170e,1997

THERMAX®中粒子热裂解炭黑 N990 在轮胎气密层中的应用

这份报告提供了关于 THERMAX® N990 和 MFT 炭黑在溴化丁基轮胎气密层中的应用结果。

胶料的制备是，由位于美国俄亥俄州阿克隆城的 BF GOODRICH 实验室在 1998 年秋天完成的。除了低温刚度测试在阿克隆橡胶开发实验室进行，气密性测试在阿克隆聚合物实验室进行，其它所有的测试由 BFGOODRICH 完成。

基本配方来自于 CANCARB 原先在轮胎气密层的研究。对于炭黑方面，在 3 种新的测试胶料中进行了调整并予注明。这 4 种胶料被按照 ABCD 的顺序进行了标识。D 胶料使用了一种处于开发阶段的“中细粒子热裂解”的热裂解炭黑。

测试配方

	对照样品A60	B8030-N990	C9030-N990	DMFT9030
Bromobutyl 2030	100.0	100.0	100.0	100.0

GPF N660	60	30	30	30
THERMAX® N990	-	80	90	-
Cancarb MFT	-	-	-	90
硬脂酸	1.0	1.0	1.0	1.0
增粘剂	4.0	4.0	4.0	4.0
石蜡油	7.0	7.0	7.0	7.0
MBTS	1.3	1.3	1.3	1.3
氧化锌	3.0	3.0	3.0	3.0
硫磺	0.5	0.5	0.5	0.5

	A60	B8030	C9030	DMFT
Thermax® N990 炭黑	-	80	90	-
Cancarb MFT 炭黑	-	-	-	90
GPF N660 炭黑	60	30	30	30

物理性能

门尼粘度, 100°C, ASTM D 1646 – 96a				
ML (1 + 4)	67.59	76.31	78.10	75.23
门尼焦烧, 137°C, ASTM D 1646 – 96a				
最小转矩	44.63	53.4	55.52	52.70
ts1	8.75	6.58	6.67	6.08
ts5	13.67	12.42	12.00	11.83
ts10	15.75	15.75	15.25	15.25
ts35	18.33	19.42	18.92	18.83
MONSANTO R100振荡盘式硫变仪 @ 166°C, 1° arc, ASTM D 2084 - 95				
ML dNm	8.7	9.5	9.8	9.0
MH dNm	19.0	22.7	22.8	21.9

Tc (50) min	5.2	5.5	5.3	5.2
Tc (90) min	9.4	10.5	11.1	10.1
Tc (95) min	13.4	19.8	21.8	21.0
应力-应变, 室温,30分钟166°C硫化, ASTM D 412 - 97				
100% 定伸应力, MPa	1.1	1.6	1.7	1.4
300% 定伸应力, MPa	4.6	5.5	5.6	5.1
拉伸强度, MPa	10.3	6.9	6.7	6.6
扯断伸长率 (%)	757	573	561	570
邵氏硬度	60	67	69	70
DeMattia 裂纹扩展, 原始条件下 @ RT, Pierced, Average of 2, mm, ASTM D 813 – 95				
1,000 cycles	2.50	2.50	2.50	2.50
50,000 cycles	2.50	5.00	5.00	3.75
75,000 cycles	2.50	5.00	5.00	5.00
125,000 cycles	5.00	8.75	10.00	7.50
200,000 cycles	6.25	12.50	15.00	12.50
250,000 cycles	7.50	15.00	17.50	15.00
抗撕裂性, Monsanto Tensometer 10, Die C, RT, ASTM D 624 - 91				
kN/m	39.6	36.9	34.0	40.0
橡胶剥离测试 – 50 mm/min., Instron 1122, 硫化条件 35分钟 @ 166°C, 粘接到标准子午胎胎体, 平均安装, 2个样本的平均值				
kN 英寸（宽）	0.346	0.645	0.562	0.55
(测试每英寸的剥离力（宽度）)				

在使用了热裂解炭黑的胶料中粘度是明显较高。这与 CANCARB 早期研究中使用热裂解炭黑的胶料粘度与对照胶料相近的结果形成对比。

这 4 种胶料显示了相似的焦烧性能，ts10 到 ts35 证明了这一点。这与以前的报告也形成对比，早先报告显示使用了热裂解炭黑的胶料具有更好的焦烧安全性（但热裂解炭黑的用量不同）。到硫

化开始的时间也与以前的实验相似（约 18-19 分钟）

硫变仪的数据显示了 tc50 和 tc90 的类似扭矩性能。Tc95 的时候使用了热裂解炭黑的胶料大大延长了硫化时间。这将预示着将会有更高的炭黑填充度，可减缓硫化过程。这些可以通过使用更高量的促进剂来进行调节。

应力-应变特性，虽然不是真正的直接与气密层的应用相关，使用热裂解炭黑的胶料拉伸强度较低也是典型性能。而使用热裂解炭黑的胶料的相对较低的扯断伸长率和比较高的硬度，可能是由于炭黑的高填充造成的。

裂纹增长（美国 ASTM D813）和抗撕裂性（美国）是测量疲劳性能的实验，在下一步的介绍中，耐疲劳性是气密层应用中最关键的性能。DeMattia 裂纹增长实验表明，对照样品周期次数的增加抗裂纹扩展性也较高。中细粒子热裂解炭黑的胶料与对照样品具有同样的抗撕裂性，而使用 N990 的胶料的抗撕裂性略低。关键是使用热裂解炭黑的胶料是否具有**足够**的耐疲劳性能，这将需要轮胎工业的判定。

使用 BFGoodrich 方法进行的粘接测量实验，使用的是 Instron1122 系统，并没有美国 ASTM 的标准测试，但是 BFG 的方法是整个轮胎工业理解和认可的。简而言之，一片气密层样品夹在两个压延好的标准聚酯胎体材料中，然后测试每个样品宽度的剥离力，更大的用力意味着更好的附着力。对照样品显示出“不平衡的撕裂”与附着力差，而使用热裂解炭黑的样品表现出较好的粘合性和光滑的剥离。使用了 80 份 N990 和 30 份 N660 的胶料能体现出最好的性能。

透气性能

BFGoodrich 没有测试气密性能的能力，所以委托在阿克隆的高分子实验室（APL）进行透气性实验。APL 按照美国 ASTM 标准 D1434，方法 V 进行了这项测试，使用气体在 48psi @35 度。针对 4 种不同的测量提供了报告，每个胶料取 3 个样品然后使用平均值报告。不幸的是实验结果不相一致，APL 与 BGF 对此也表示担心。

然而，在平均值的基础上，有两个一致性的结果，首先是，CANCARB 的中粒子热裂解炭黑的胶料（热裂解炭黑 90 份，N660 30 份添加）显示的渗透量最少。也就是说，其在所有 4 个值的平均渗透量是最少，第 2 个是使用了 60 份的 N660 的对照样品，数据表明其渗透量最大。因此，检验报告可以支持热裂解炭黑可以有更好的气密性能，当然需谨慎对待检验结果。在表中提供了两个报告的数值：

阿克隆高分子实验室-空气渗透结果：48psi 35°C（3 样本平均值）

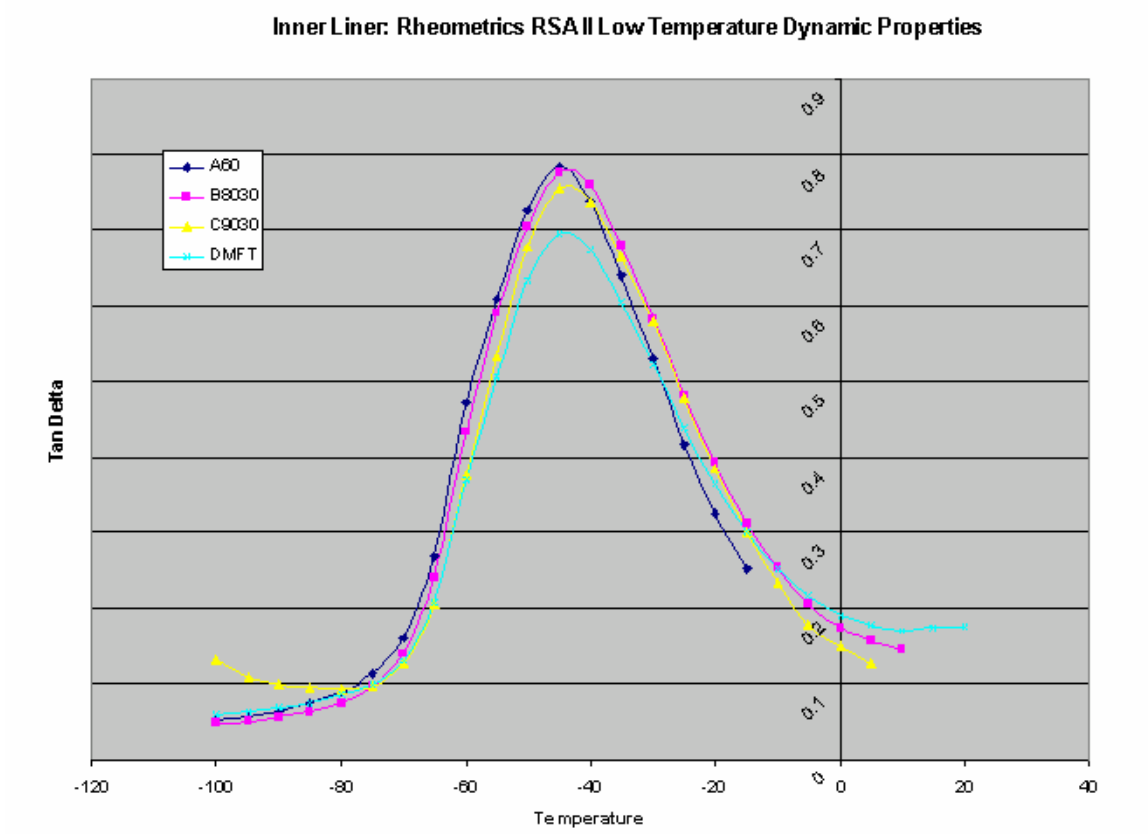
样品	cm3.cm/cm2.sec.atm	cm3.mm/m2.day.atm
A60	1.67E-08	144.2
B8030	1.21E-08	104.9
C9030	1.47E-08	126.7
DMFT 9030	8.17E-09	70.6

低温刚性

这里进行了两个测试以衡量应用在轮胎气密层中的胶料的低温刚性。第一个是动态性能的评估，即动态力学损耗因子，在-100°C 至 20°C 的温度变化条件下，使用工业标准的 Rheometrics 固体分析仪 RSA II 测试。这个试验是参照 ASTM D5279 标准下进行的。第二个测试是低温下变硬的标准方法：使用柔性聚合物以及涂层纤维，参照标准 ASTM D1053-92 方法 A。这个测试通常被称为 Gehman 扭力测试，是由固特异公司的 Gehman 博士设计的。这些测试都是在低于正常温度的条件下测量橡胶变硬的。

Rheometrics 固体分析仪测试在很大范围的变化温度中的动态力学损耗因子数值。与其他测试橡胶动态性能的实验一样，较低的动态力学损耗因子数值表明产品具有较好的柔软性和弹性。下表中显示了实验数据：

气密层：Rheometrics RSAII 低温动态性能



在不同温度下对 4 个样品的动态力学损耗因子数值呈现一种相似的趋势。对于对照样品，温度在-10° C 左右时扭矩就降为零，而使用了热裂解炭黑的样品一直维持到 10° C 的时候。动态力学损耗因子值最低的为 MFT 胶料，其次是 90/30 的 N990 胶料。这两个样品中热裂解炭黑的填充量都是最高的。

“Gehman 扭矩”低温刚性实验是在阿克隆的高分子实验室中按照 ASTM D 1053-92a 的标准进行的。这个实验证明了在低温条件下橡胶的刚性。具体的实验方法是，把样品固定在一头，扭曲旋转 180°，然后长时间的暴露在低温的条件下，一定间隔测量值，记录温度，时间，和角度的变化。t2 记载了两倍于室温下的硬度，t100 是 100 倍于室温的硬度。

相对模量温度，° C

	A60	B8030	C9030	DMFT
T2	-18.0	-15.0	-19.0	-10
T5	-37.0	-35.0	-34.5	-33.0
T10	-43.0	-41.0	-41.5	-39.5

T100	-56.0	-59.5	-55.0	-54.5

按照美国 ASTM 标准，胶料的温度控制使得产品具有玻璃化，或者胶化状态。从总体上看，使用了热裂解炭黑的胶料具有更好的低温抗性。样品 C9030 相对于 B8030 相似，都具有 t100 温度。由于上述结果，并且从动态性能和低温度数据动态力学损耗因子看出，一般的结论可能是热裂解炭黑不使得低温性能显著提高。但是，它最起码能保持相同数值切不会损坏原胶料的物理性质。因此，通过降低成本而替代比较昂贵的卤化丁基橡胶，而其更好的气密性是在气密层应用的主要原因。

填充 THERMAX®热裂解法炭黑的 EPDM 发动机支座的性能研究

摘要

汽车发动机盖下日益恶化的环境，使得汽车发动机支座的材料由原来的天然橡胶替换为 EPDM（三元乙丙）橡胶。热裂解法炭黑（N990），由于其相比其他炭黑而言可以提供优异的动态性能，在天然橡胶减震用途的制品中广泛使用。它在许多用途的制品中也能提供更好的耐热性能。本报告旨在向发动机支座生产厂家生产新一代 EPDM 发动机胶料中炭黑不同品种和填充量的调测提供参考。

背景

发动机的体积越来越小，排放控制要求越来越严格，导致许多汽车发动机支座的环境温度越来越高。在许多情况下，温度超过了天然相交能够正常使用的条件。

天然橡胶在发动机支座等减震用途制品中广泛使用，主要是由于其优良的强度、耐疲劳性能高回弹性和低应变灵敏度。对于绝大多数涉及到高应力和周期性屈挠的用途来说，天然橡胶是首选材料。但是，它同时还有缺点，耐氧和臭氧老化性能差，耐烃类溶剂性能差，耐热性能差。所以，在要求长时间温度超过 100℃或接触油类和溶剂类物质的条件下，天然橡胶并不适用。

三元乙丙橡胶（EPDM），相比较而言，具有优良的耐热性能、耐氧和臭氧性能，以及耐油和包括乙二醇在内的化学介质。使用适当的硫化体系和填充物，可以达到良好的压缩变形性能，但 EPDM 并不具有天然橡胶同样的回弹性和耐动态疲劳性能。

尽管如此，EPDM 是在汽车发动机支座应用中替代天然橡胶的首选。不断提高的发动机舱的温度和液压发动机支座（要求耐乙二醇的性能）的应用，驱使全世界都在考虑使用 EPDM。EPDM 生产厂家也进行了实际评估。高分子量的充油 EPDM 已经在这种用途中商业化使用。

然而，关于 EPDM 的动态性能和胶料配方设计，包括填充体系，依然有很多问题。由于需要高温稳定性能，一般推荐使用过氧化物硫化体系，但这会牺牲回弹性能并且比硫磺硫化体系的胶料成本更高。EPDM 因没有极性功能团或带高电子密度的功能团，它很难与金属黏结。使用含油量高的 EPDM 也会给黏结带来负面作用。所以，对 EPDM 的先天不足一直存有疑问。

THERMAX®中粒子热裂解法炭黑（N990），因其能改善动态性能，在诸如发动机支座等的减震应用中的使用已广为人知。作为一种非补强炭黑，其特点就是高粒径和低聚集度。它广泛用于要求高回弹、低滞后和低动态力学损耗的用途中。N990 的平均粒径 250nm, 是所有炭黑中粒径最大的炭黑。加上低粒子结构（典型 DBP：39ml/100g），即使是填充量高的时候，热裂解炭黑可以让橡胶也保持其自身的聚合物特性。

实验

基础配方是一个由 DSM Co-Polymer 公司提供的参考胶料配方（#1）。在设定的目标硬度邵氏 A50 度的条件下，对以下填充体系进行了评测：

1．N990/N550 并用不同份数
2．N990 混炼配方
3．N990/N358 并用（N358 是高结构、超易混炉黑）
4．N990/N326 并用（N326 是低结构、高耐磨炉黑）

胶料准备、混炼和分析在美国俄亥俄州 BRECSVILL 的 BF GOODRICH 实验室进行。动态测试在俄亥俄州 AKRON 的 EXPERIMENTAL SERVICES 公司进行。黏结测试在 LORD 公司进行。

填充料的填充体系，以考虑到以下发动机支座和其它减震制品的基本要求：

1．低动态到静态回弹率，低动态力学损耗
2．目标硬度邵氏 A50 度
3．允许的高温和老化性能
4．良好的胶料混炼性能
5．允许的胶料成本

本次评测使用的是 DSM 公司的 DE304，是专为发动机支座应用开发的超快速硫化充油 EPDM。其他厂商推荐的可用于该用途的类似牌号包括 BUNA T5459， JSR EP98， ROYALENE 645，VISTALON 3666 和 NORDEL 1470（注：选择适当牌号应咨询相关生产厂商）。为获得优化的高温性能，选择使用过氧化物硫化体系，采用 AKZO NOBEL 生产的 PERKADOX 14/40，a’双（叔丁基过氧异丙基）二异丙基苯，40%活性。还使用了小量的硫磺来改善耐疲劳性能。

胶料性能/结果

硫变仪数据显示加工性能接近，填充炭黑（3，4，5 和 9）高的胶料硫化时间稍长。门尼黏度和焦烧数据受到低比表面积/化学活性低的热裂解炭黑的影响。在#5 胶料中填充 147 份 N990， 在#8 胶料中填充 55 份 N990 和低结构 N326，数据证明其门尼黏度最低。结果是应用热裂解炭黑胶料的典型状况，即由于炭黑粒子表面化学活性低、比表面积低和结构低而致使门尼黏度低、焦烧时间较长。

应力拉伸结果反映不同炭黑和不同填充量的性能。硬度结果从 21/40 并用 N990/N358 的 47.9 度到单用 147 份 N990 的 51.9 度。并用低结构的 N326/N990 的胶料，其拉伸强度低又是明证。在老化前和老化后的测试中，填充高结构的 N358 和填充较少的补强炭黑的胶料，其抗撕裂性能低。需提到的是，填充 147 份 N990 的胶料抗撕裂性能最好。

为评估耐高温性能，将试样置于 120℃条件下 28 天进行老化。#5 和#8 胶料在 100%定伸上的变化最小，并且，填充了 147 份 N990 的#5 胶料在拉伸强度上没有变化。硬度在老化后增加%-8%，反映出 EPDM 良好的耐高温性能。

压缩永久变形，并用 52 份 N990 和 32 份 N358 的胶料降低 5.5%，并用 100 份 N990 和 16 份 N358 的#9 胶料降低 8.5%。回弹性能类似，所有加料老化后数值是其老化前的 66%左右。

动态性能

动态性能测试使用 MTS MODEL 831，测试条件是 23℃，100℃和 125℃。在所有三个温度测试中，动态力学损耗因子（K”/K’）值和动态刚性率基本相同。在高填充度的胶料和填充高结构 N358 的胶料中，均未见动态性能的损失。所有胶料在回弹、阻尼系数或刚性度比率上均未有明显变化。高温老化使得阻尼系数值大幅下降，刚性度比率（Kd/Ks）轻微下降。然而，所有的胶料都显示了上述倾向。

黏接测试

胶料#	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
EPDM DE 304	175	175	175	175	175	175	175	175	175	175
N550	62	50	40	20	20	-	-	-	-	-
THERMAX® N990	-	28	52	100	147	52	21	55	100	84
N358	-	-	-	-	-	32	40	-	16	20
N326	-	-	-	-	-	-	-	40	-	-
SUNPAR 2280	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
硬脂酸	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
TEA	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
ZnO	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
S-80	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
PERKADOX 14/40	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
总份数	258.4	274.4	288.4	316.4	343.4	280.4	257.4	291.4	312.4	300.4
硫变仪 （ASTM D2084-91），1°弧度，175℃（340°F）										
Min. Torque, dNm	12.3	12.8	12.4	12.7	12.5	12.4	12.1	11.9	12.1	11.8
Max. Torque dNm	30.5	31	31.3	32.5	33.3	31.9	30.3	30.6	32.3	31.6
Ts2, minutes	1.46	1.46	1.39	1.3	1.27	1.41	1.52	1.32	1.34	1.42
Tc50,minutes	3.05	3.11	3.13	3.08	3.08	3.1	3.16	2.92	3.07	3.1
Tc95,minutes	14.04	14.41	15.09	15.37	15.43	14.27	14.27	13.97	14.74	14.43
CRI	10.81	10.47	10.15	9.43	9.48	10.54	10.63	11.1	10.15	10.31
门尼粘度/焦烧，140℃（275°F）										
Min. Torque, M. units	69.92	70.36	69.38	67.43	67.32	69.22	69.06	67.76	67.65	66.73
S5, minutes	6.92	7.5	6	5.75	4.17	7.92	7.75	6.75	6.5	7.17
S35,minutes	13.17	14.17	13.33	13.58	15.08	15.25	14.42	16.83	14.67	15.25
S35-S5,minutes	6.25	6.67	7.33	7.83	9.41	7.33	6.67	10.08	8.17	8.08
门尼粘度/焦烧，100℃（212°F）										

Torque@4 minutes	84.28	82.6	80.54	77.07	75.72	80.92	82.16	75.34	77.51	77.51
应力-应变（ASTM D412-92）										
100% Modulus，MPa	1.2	1.3	1.3	1.4	1.6	1.3	1.1	1.3	1.4	1.3
300% Modulus, Mpa	6.8	7	6.9	6.4	6	7.2	6.3	6	6.7	6.5
Tensile, Mpa	12.6	11.6	13	11.6	11.5	11.2	10.4	7.8	11	11.3
Elongation(%)	424	404	446	463	510	392	404	363	419	431
Shore A Hardness	48.5	48.9	48.9	50.1	51.9	49.2	47.9	48	50.2	50.4
应力-应变（ASTM D412-92），28 天@120℃老化后										
100% Modulus, MPa	1.45	1.47	1.61	1.69	1.77	1.51	1.32	1.42	1.55	1.67
(% retained)	(121)	(113)	(124)	(121)	(110)	(116)	(120)	109)	(111)	(128)
300% Modulus, MPa	7.25	7.05	7.35	7.23	6.75	7.53	6.62	6.02	6.81	7.25
(% retained)	(107)	(101)	(107)	(113)	(113)	(105)	(105)	(100)	(102)	(112)
Tensile, MPa	14.1	12.32	13.13	12.33	11.5	12.59	11.98	8.83	11.63	11.87
(% retained)	(112)	(106)	(101)	(106)	(100)	(112)	(115)	(113)	(107)	(105)
Elongation (%)	434	419	435	441	458	410	422	384	442	424
(% retained)	(102)	(104)	(98)	(95)	(90)	(105)	(104)	(106)	(105)	(98)
Shore A Hardness	51.6	51.9	51.7	53.7	55.6	52.4	50.8	52	53.2	52.3
(% retained)	(106)	(106)	(105)	(107)	(107)	(106)	(106)	(108)	(105)	(103)
DIE “C”试片撕裂（ASTM D624-91）										
抗撕裂，kN/m	24.3	24.3	22.4	22.7	258.9	20.7	21.7	21.7	21.4	22.4
DIE “C”试片撕裂（ASTM D624-91）, 28 天@120℃老化后										
抗撕裂，kN/m	21.3	23.4	21.7	21.6	22.4	19.1	17.8	19.7	18.8	18.4
(% retained)	(88)	(96)	(97)	(95)	(86)	(92)	(82)	(91)	(88)	(92)
压缩永久变形（ASTM D385-89）， 方法 B， 24 小时@120℃										
(% Set)	6	6.6	6.4	6	6.1	5.5	6.6	6.6	8.5	7.9
ZWICK 回弹										

（% Rebound）	66.3	64.4	66.4	65.5	65.7	66.4	67.1	66.2	67.4	66.9
动态性能，23℃										
Static Rate, N/mm	194.6	208.1	215.8	226.3	246	222.4	204.8	202.7	231.5	221.5
K*(100Hz),N/mm	348.1	375.5	381.5	403.4	433	388.2	358.2	350.5	401.4	384.3
Loss Tan(100Hz)	0.1315	0.1309	0.129	0.1276	0.1285	0.1272	0.1248	0.121	0.1241	0.1224
Kd/Ks	1.79	1.8	1.77	1.79	1.76	1.75	1.75	1.73	1.74	1.74
动态性能， 100℃										
Static Rate, N/mm	213.8	230.7	232.5	249.4	275.7	244.5	227.2	220.9	262.8	247.5
K*(100Hz),N/mm	329.9	359.5	370.7	391.1	419.8	372.2	346.9	338.2	393.3	374.2
Loss Tan(100Hz)	0.0765	0.078	0.079	0.0807	0.0819	0.0735	0.0714	0.0703	0.0742	0.0725
Kd/Ks	1.55	1.56	1.6	1.57	1.53	1.53	1.53	1.54	1.5	1.52
动态性能， 125℃										
Static Rate, N/mm	230	237.8	240.7	248	272.5	243.6	230.6	228.2	271	255.2
K*(100Hz),N/mm	356.2	370.8	382.2	407.2	433.2	388	361.2	351.9	410.2	387.6
Loss Tan(100Hz)	0.0635	0.067	0.0664	0.0692	0.071	0.0642	0.0619	0.0618	0.0654	0.064
Kd/Ks	1.55	1.56	1.59	1.64	1.59	1.6	1.57	1.55	1.52	1.52
粘接性能（对锌磷化钢），ASTM D429B， 45°角剥离，室温										
CH207/CH259,N/mm	10.2	14.2	13.7	15.2	16.4	10.6	9.6	11.8	13.6	11.5
	95R 5RC	100RC	100RC	100RC	100RC	100RC	100RC	100RC	100RC	100RC
CH205/CH252X, N/mm	11.2	13.2	14.1	13.5	15.6	10.5	9.9	12.3	12.4	14.2
	100RC	100RC	100RC	100RC	100RC	100RC	95R 5RC	100RC	100RC	100RC
CH8007/CH8560, N/mm	9.3	12	11	12.9	14.4	9.7	8.4	12.7	10.8	10.3
	70R 30RC	65R 35RC	25R 75RC	95R 5RC	100RC	100RC	90R 10RC	80RC 20RC	90R 10RC	100RC

粘接性能（对锌磷化钢），ASTM D429B， 45° 角剥离，120℃										
CH207/CH259,N/mm	1.9	1.9	2	2.4	2	1.8	1.5	1.9	1.8	1.7
	100RC	100RC	100RC	100RC	100RC	100RC	100RC	100RC	100RC	100RC
CH205/CH252X, N/mm	2	1.8	1.8	1.8	2.1	1.8	1.8	1.8	1.8	1.9
	100RC	100RC	100RC	100RC	100RC	100RC	100RC	100RC	100RC	100RC
CH8007/CH8560, N/mm	1.9	1.5	1.6	1.7	2.2	1.7	1.4	1.5	1.7	1.8
	100RC	100RC	100RC	100RC	100RC	100RC	100RC	100RC	100RC	100RC

黏接测试在 LORD 公司按照 ASTM D429B 标准进行。测试选择了三个不同体系（CHEMLOK 207/259 和 CHEMLOK 205/252X 溶剂性胶粘体系和 CHEMLOK 8007/8560 水性胶粘体系）。值得注意的是，随着 N990 的用量增加，粘合力值也在提高。例如，#5 胶料在所有三个评测的粘接体系中粘接力值最高。#9 和#10 胶料，分别填充 100 份和 84 份，也有很高的粘接力值。这是使用 N990 的典型效果，与其表面化学惰性有关。

结论

热裂解炭黑填充量高的胶料，可以获得低粘度、焦烧安全以及增强老化性能。填充热裂解炭黑的胶料，具有良好的压缩永久变形、良好的回弹性和动态性能。高容量填充热裂解法炭黑显示可以显著提高与金属粘接的性能。

热裂解炭黑是 EPDM 发动机支座胶料配方中填料体系的最优选择。

THERMAX®中粒子热裂解法炭黑 N990 在 HNBR 中的应用

THERMAX®中粒子热裂解炭黑通过天然气热裂解制造。热裂解工艺使 N990 成为具有大粒径低结构等独特性能的炭黑。THERMAX®炭黑广泛应用于需要优异的耐老化和动态性能的制品中。大粒径（低比表面面积）和低结构使得制品具有低压缩永久变形率、高回弹性和低滞后性，保证了混炼胶固有的弹性性能。作为一种非补强炭黑，热裂解法炭黑经常与炉法炭黑和（或）矿质填料混合从而达到降低成本并保证橡胶混炼胶的指定性能。

THERMAX®可以广泛应用于各种高成本的高分子材料如 HNBR，ACM 和 ECO。大量填充 THERMAX® N990 可以在保证胶料低压缩永久变形性、高回弹性的同时可以降低胶料的成本。THERMAX® N990 和 HNBR 混合使用可以提供具有优异耐油、耐化学、耐热和耐低温性能。填充了 THERMAX® N990 的 HNBR 混炼胶可以有以下这些应用：

- 密封圈、油封、O 型圈

- 软管、油管、泵浦零件、胶带
- 油田和钻井应用、隔膜
- 胶辊

以下是填充了相同份数不同炭黑 HNBR 混炼胶的性能对比（Zetpol 2010，瑞翁化工生产）

配方：

HNBR（Zetpol 2010）	100
炭黑	75
氧化锌	5
硬脂酸	0.5
塑化剂 Plasthall TOTM	5
防老剂 Naugard 445	1.5
防老剂 Vanox ZMTI	1
硫化剂 Vulcup 40KE Peroxide	8

炭黑类型	N330	N660	N774	N990	Austin Black
填充量(份数)	75	75	75	75	75
门尼粘度，ML 1+4@100° C					
	144.9	117.9	107.4	86.6	117.4
门尼烧焦时间，MS1+30,125° C					
粘度，（最小值）	106.2	77.0	69.4	52.6	74.2
t5,分钟	23.1	21.6	24.5	29.3	22.0
t35，分钟（最小值）	30	30	30	30	30
硫变仪，Microdie, 100 cpm, 3° arc @ 170° C					
ML，dN.m	22.9	18.8	18.2	15.9	21.5
MH, dN.m	94.8	96.5	91.3	91.3	88.2
ts2,分钟	1.1	1.3	1.3	1.8	1.7
t90,分钟	12.7	13.6	12.9	15.4	14.2
100%定伸模量 Mpa	11.3	10.3	9.5	4.6	5.6
300%定伸模量 Mpa	0	0	0	16.4	8.7
拉伸强度 Mpa	34.9	28.2	27.7	16.6	8.7
扯断伸长率%	224	237	259	345	450
硬度，绍尔 A	82	79	78	69	77
撕裂强度，磨具 C，23° C，kN/cm	38.4	37.7	35	30.8	30.5

压缩永久变形率,B,%,70 小时，150° C	26.9	16.5	16.6	15.6	25.7
回复力					
回弹性%	22	28	27	94	28
老化性能，热空气箱，70 小时，150° C					
硬度，改变量	8	6	6	5	4
拉伸强度，改变量%	-10	-1	-14	-3	-12
扯断伸长率,改变量%	-19	-16	-35	-29	-35
动态性能，动态分析仪 用力 4.768 公斤力/cm2, 温度扫描，3℃/分钟					
注：所有胶料的炭黑填充度都是 50 份					
虚模量 Mpa，-50° C	126.5	57.13	58.6	76.2	63.3
实模量 Mpa	2539	2864	2773	2495	2032
损耗因子	0.05	0.02	0.021	0.116	0.031
虚模量 Mpa，175° C	1.032	0.8075	0.7146	0.4902	0.6565
实模量 Mpa	9.847	8.48	8.141	6.312	8.828
损耗因子	0.105	0.095	0.088	0.078	0.074

(来源：瑞翁化工：“过氧化物硫化 ZETPOL 氢化丁腈橡胶中炭黑研究”，1994 年 1 月)

上述实验结果表明 N990 在弹性体中的典型性质。混有 N990 炭黑的混炼胶具有最低的粘度，使得胶料更容易被加工，也更容易填入造型复杂的模具中。这点尤其适用于注射成型。混有 N990 的混炼胶的硫化时间 t90 是几种胶料里最长的，使胶料具有更好的焦烧安全性。

低模量、低拉伸强度和高扯断伸长率验证了 N990 炭黑低结构、大粒径的独特性能。作为一种非补强炭黑，N990 炭黑经常与其他种类炭黑或者矿质填料混合以达到特殊的性能，如高拉伸强度。混有 N990 的胶料由于炭黑对于分子链缺少补强作用，导致胶料撕裂强度也很低。

混有 N990 的胶料具有最低的压缩永久变形率，因此，经常用于密封圈，油封和 O 型圈。N990 混炼胶具有最高的回弹性使得胶料具有优异的动态性能。N990 即使在较高的温度下还能保证胶料的低滞后性。

以下是参考配方：

HNBR	100.00
活性氧化锌	2.00
膏状氧化镁	2.00
防老剂 SDPA	1.00
防老剂 ZMB 2	0.4
THERMAX® N990 炭黑	100.00
顺丁烯二酰亚胺	1.5
过氧化二异丙苯 40%	7.5

硫化性能

绍尔硬度 A	72
拉伸强度 MPa	16.9
扯断伸长率%	325
100%定伸模量，MPa	4.7

THERMAX® N990 炭黑在高性能橡胶如 HNBR 中通常可以填充 200 份以上。
（来源:拜尔： 技术信息， 氢化丁腈， 性能和最近应用开发趋势 ）

THERMAX®热裂解法碳黑 N990 在 SBR 胎圈钢丝包覆胶料中的应用

THERMAX® N990 中粒子热裂解法碳黑具有粒径大和粒子聚集度低的特点。THERMAX®广泛用于要求优秀动态性能和耐热性能的用途中。大粒径（低表面积）和低结构可以获得高回弹性、低动态力学损耗和低滞后损失，因而能保留橡胶胶料自身原有的聚合物性能。由于其表面化学惰性可以防止胎圈钢丝与橡胶包覆胶粘接部的降解，THERMAX® N990 碳黑可用于胎圈钢丝包覆胶类似的用途。

表一：在 SBR 胶料中碳黑粒径的效用

粒径 吸碘值，g/kg	N110 145	N220 121	N339 90	N351 68	N550 43	N660 36	N762 27	N990 9
物理性能								
300% Modulus, MPa	13.4	12.9	15.7	14.3	12.4	9.9	7.8	3.6
Tensile Strength, MPa	27.4	27.5	25.6	25.6	20.2	21.4	22.5	12.6
Elongation(%)	500	530	440	470	480	540	630	730
Hardness, Shore A	60	61	60	59	57	53	50	44
动态测试								
Rebound，Zwick(%)	44	46	50	53	58	60	61	63
Heat Build-up,C, Firestone	137	134	116	117	112	107	108	104
E’, MPa	9.8	8.7	8.2	7.8	6.6	5.8	5.2	4.4
E”, MPa	2.4	2.1	1.7	1.4	1.1	0.9	0.8	0.6
Loss Factor, tan delta	0.25	0.24	0.2	0.19	0.17	0.15	0.15	0.14

胶料配方：Plioflex 1500C SBR -100; 碳黑- 50；油- 10；氧化锌 - 3；硬脂酸 - 2； 硫磺 - 2； Agerite Stalite S-1; Vana NS-1

资料来源：Concarb Division of Witco Corporation, D.T. Norman, Chapter 3, The Vanderbilt Handbook, Volume 13, 1990

THERMAX® N990 碳黑在 SBR 胎圈钢丝包覆胶料中的评测，填充量分别为 40 份和 70 份。

配方

SBR 1712	100.00
THERMAX® N990 碳黑	40/70
N660 通用炉黑	35.00
Rheogen E	10.00
TMQ	0.75
GUM ROSIN N	5.00
ROSIN OIL	5.00
硫磺	6.00
MBTS	1.75

性能		
THERMAX® N990 填充量	40 份	70 份
门尼粘度，100℃		
ML，Initial	36.78	40.81
ML + 4minutes	22.01	27.13
门尼焦烧，ASTM D1646-96，125℃，ML		
Minimum Torque	14.93	16.29
Ts1,minutes	22.92	12.08
Ts5,minutes	28.42	27.08
Ts10,minutes	30.58	31.08
Ts35,minutes	35.25	36.17
ODR, Monsanto R100, ASTM D2084-95		
Minimum, dN-m	2.6	3.1
Maximum, dN-m	33.2	35.6
Tc50%, minutes	9.23	9.38
Tc90%,minutes	21.39	21.93
拉伸强度，MPa	10.91	11.42
Hardness	62	68
100% Modulus, MPa	3.38	4.72
200% Modulus, MPa	7.73	9.82
Elongation at Break(%)	306	260
BF GOODRICH FLEXOMETER Model II, ASTM D623-93, 100℃，运行时间 25 分钟		
Flexing Compression Set (%)	2.1	4.0
Static Compression Set(%)	22.3	19.0

THERMAX®热裂解法炭黑 N990 在

EXXON BIMS 轮胎气密层胶料中的应用

THERMAX® 中粒子热裂解法炭黑 N990 是通过天然气热裂解生产出来的。热裂解工艺使得炭黑具有粒径大和结构低的特点。

THERMAX®炭黑可在卤化丁基橡胶（BIIR，CIIR）轮胎气密层的应用中与通用炉黑并用。使用 N990 炭黑可获得如下性能优势：
--相比单独使用通用炉黑，在卤化丁基气密层中的填充度更高
--炭黑填充量高的情况下，降低气密层的透气性
--通过提高炭黑填充量来降低胶料成本
--可降低气密层厚度来节约成本

在本报告中，将 CANCARB 的 N990 热裂解法炭黑应用在使用 EXXON 公司新的 BIMS 弹性体（溴化异丁烯与对甲基苯乙烯的共聚物）生产轮胎气密层的胶料配方中评测。BIMS 弹性体具有与丁基橡胶一样的抗气体渗透性能，但其热稳定性要好许多。因为他们在主链上没有不饱和部分，所以可以抵御氧和臭氧的侵蚀。这些性能使 BIMS 弹性体成为耐热和屈挠极端条件或要求更长使用寿命的产品用途的理想材料。

BIMS 气密层测试配方见表一。N990 的填充量计算在提供与对照胶料配方相同硬度的水平上。

表一：测试配方

对照编号	#1	#2	#3	#4
EXXPRO 89-4	100	100	100	100
N660	60	45	30	15
THERMAX® N990	--	30	60	90
NAPHT.OIL	8	8	8	8
SP1068 增粘剂	2	2	2	2
ESCOREZ 1102 树脂	2	2	2	2
STRUKTOL 40 MS	7	7	7	7
硬脂酸	2	2	2	2
氧化锌	3	3	3	3
MBTS	1.5	1.5	1.5	1.5
硫磺	0.5	0.5	0.5	0.5

重要结果：
- 使用 90 份 N990 的胶料相对于对照胶料配方的疲劳寿命周期提高了 23%
- 在 500，000 次以内所有的胶料龟裂扩展都是一样的。在 100 万次时，对照胶料的龟裂扩展是使用 60 份和 90 份 N990 的胶料的 2 倍长。
- 在 GOODRICH 屈挠测试中，从-100℃到 50℃的范围内所有动态力学损耗值都很接近
- 填充 60 份和 90 份热裂解炭黑的测试胶料，其对胎体胶料的粘接性能有大幅提高

- 相对于对照配方胶料，可以提高 7%到 23.5%的气密性
- 尽管硬度保持一致，在降低 N660 的填充量和提高 N990 的填充量同时，胶料的拉伸强度在降低。

详细胶料测试结果参见以下的表 2。

表 2：胶料数据

胶料编号	#1	#2	#3	#4
EXXPRO 89-4	100	100	100	100
N660	60	45	30	15
THERMAX® N990	--	30	60	90
ODR, ASTM 2084-95, 320° F, 1° Arc				
Tmin, in-lb	6.3	6.6	6.6	6.8
Tmax,in-lb	13	13.5	13.4	13.9
Ts1,minutes	5.9	6	6.7	6.9
Ts2,minutes	7.5	7.5	8.4	8.1
Tc50%,minutes	9	9.1	9.9	9.8
Tc90%,minutes	13.3	13.3	14.6	13.9
Tc95%,minutes	15.7	15	16.3	15.7
门尼焦烧，ASTM D1656-96， 125℃， ML				
Minimum Torque	50.59	50.64	48.91	48.74
Ts1, minutes	13.58	13.42	14.08	14.33
Ts5,minutes	25.5	25.58	27.08	27.67
Ts10,minutes	31.33	31.58	34.08	34.75
Ts35,minutes	38.33	38	41.42	41.92
Ts35– s5,minutes	12.83	12.42	14.34	14.25
原始样品，硫化 17’@160℃, ASTM D412-99				
100% Modulus, MPa	1.08	1.19	1.23	1.23
300% Modulus, MPa	3.14	3.6	3.61	3.54
Tensile Strength, MPa	9.09	7.91	6.96	5.7
Elongation at break(%)	937	891	842	735
Hardness, Shore A	48.8	47.3	47.8	48.4
硫化 17’@160℃, 老化 7 天@150℃				
100% Modulus, MPa	3.1	3.12	3.29	3.29
300% Modulus, MPa	8.77	8.52	6.89	7.08
Tensile Strength, MPa	10.77	9.32	7.96	7.11
Elongation at break(%)	487	438	408	392
疲劳破坏试验, 23℃, 原始样品，拉伸周期 X100，ASTM D4482-99				
平均 6	7342	4356	6072	9019

龟裂扩展，穿孔样品，23℃，ASTM D813-95				
1= 无扩展　2=2 X 原龟裂				
300,000 周期	1	1	1	1
500,000 周期	1	1	1	1
800,000 周期	1.5	2	1	1
1,000,000 周期	2	2	1	1
BF GOODRICH 屈挠测试仪 动态力学损耗因子， 1Hz				
－100℃	0.04617	0.04709	0.04868	0.04306
－50℃	0.59637	0.61134	0.60539	0.60074
0 ℃	0.39256	0.3844	0.42234	0.4225
23℃	0.15768	0.14084	0.15685	0.15618
50℃	0.11329	0.10393	0.11421	0.11117
粘接，对胎体帘布层胶料，INSTRON 4465，RT				
平均剥离强度， lbs/in	107	117	129	127
平均剥离强度 = 平均全部拉力/测试厚度				
EXXON 气体渗透性				
Ft.3 – 0.001”/Ft2-day-psi X 1000	1.53	1.37	1.17	1.42
与#1 胶料相比 %变化	0	-10%	-23.5%	-7.1%