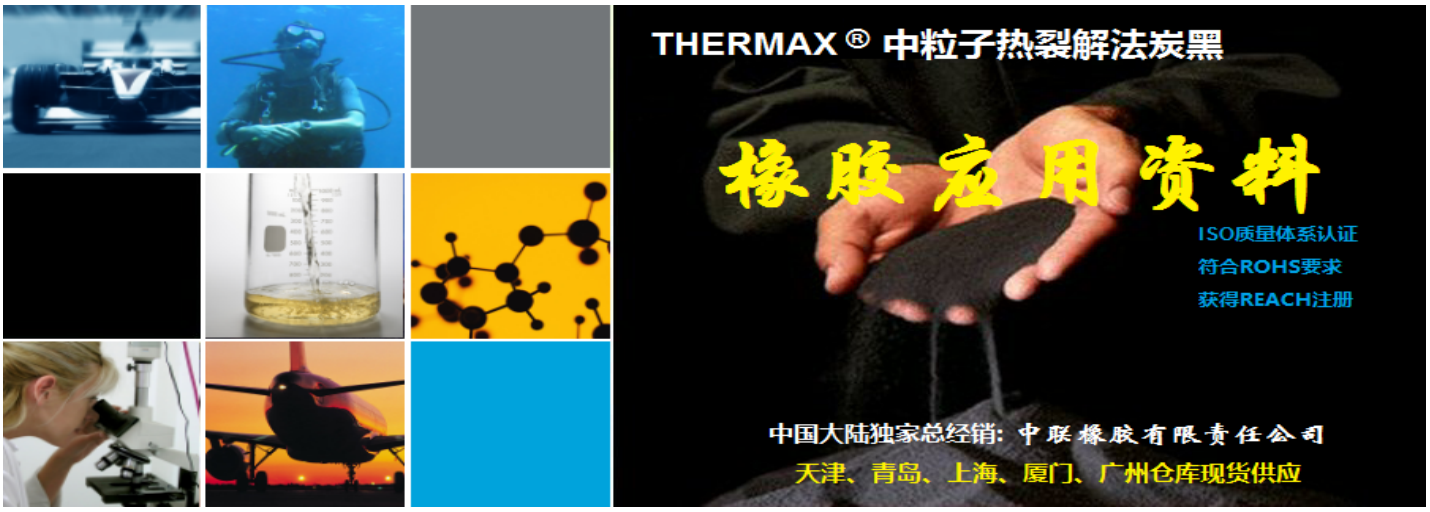
cancarb



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（二）

THERMAX® 热裂解法炭黑在丁基橡胶中的应用

丁基橡胶与热裂解法炭黑混炼案例研究：丁基橡胶电容器封装材料

THERMAX® N990 在聚丙烯酸酯橡胶中的应用

THERMAX® N990 在EPDM混炼胶中的应用

使用 THERMAX® N990 炭黑改善丁腈橡胶的耐燃料和油老化性能

THERMAX® N990 在氟橡胶方面的应用

THERMAX® N990 热裂解法炭黑在EPDM门窗密封条中的应用简介

THERMAX®中粒子热裂解法炭黑N990 在减震件中的应用

THERMAX® N990 炭黑在丁腈橡胶中的应用

THERMAX®中粒子热裂解炭黑与炉法炭黑并用在氯丁橡胶中的应用

THERMAX®中粒子热裂解法炭黑N990 在NBR/PVC橡胶混炼中的应用

THERMAX中粒子热裂解法炭黑N990 在氢化丁腈橡胶混炼胶中的应用

THERMAX® N990 炭黑在氯磺化聚乙烯CSM的应用

THERMAX® N990 在橡胶工业中的应用及优势

甲醇燃料汽车试行对橡胶部件业的挑战

THERMAX® 热裂解法炭黑在塑料工业上的应用

使用 THERMAX® N990 中粒子热裂解法碳黑降低天然橡胶胶料成本

THERMAX®热裂解法炭黑在丁基橡胶中的应用

THERMAX®中粒子热烈解法炭黑通过天然气热裂解制造。其热裂解的工艺使 N990 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。热裂解法炭黑经常混入需要具有高拉伸性能的混有炉法炭黑的胶料中，使胶料具有更好的回弹性和较低生热性。

丁基橡胶由于具有较好气密性、热稳定性、耐臭氧耐候性，振动衰减、更高的摩擦系数、更高的耐化学及水分性能而被人所知。对于多数用于橡胶工业中的丁基橡胶混炼胶，补强填料要使硫化以后的橡胶具有良好的表面光滑性，高模量和强度。填充了热裂解法炭黑的丁基橡胶可以应用于支架、电容器封装材料、油封、油箱衬里、胶辊、硫化胶囊、电缆和胶管。

选择合适的炭黑对于获得合适性能的混炼胶来说是非常重要的。举例来说，具有高比表面积的填料不宜用于流体接触，因为这类物质倾向于吸收包括高聚物的化学品。吸湿填料应该避免与水、盐溶液或弱酸混合物挤出。填充大粒径的填料有助于增强胶料的压缩永久变形率。

丁基橡胶广泛应用于要求具有良好气密性的制品中，如硫化胶囊和球内胆。因为填料的粒子不可穿越，胶料的透过性与填料的填充量成反比。填充了 60 份的 SRF 炭黑使胶料的透过性能降低了 33%。但是，相对于其他炭黑，热裂解法炭黑可以被填充更多，由于其是一种非补强炭黑具有大粒径低结构的性能。因此通过大量填充热裂解法炭黑可以保证胶料的密封性能。

在下表 1 中，阐述了 N990 炭黑对于丁基橡胶的增强作用。测试胶料和细节如下：

丁基橡胶配方：	
Exxon Butyl 268	100.00
炭黑	见表
Vanfre AP-2	2.00
硬脂酸	1
氧化锌	5

硫	2
Methyl Tuads	1
Captax	0.5

混炼胶在 171℃硫化 20 分钟，撕裂强度通过 Die A 样品测试，压缩永久变形性在 70℃22 小时后测量，门尼粘度在 132℃测量。

表 1：在丁基橡胶中增加填充 N990 炭黑

THERMAX® N990	25	50	75	100	125
Mooney，t5/ML	18/46	16/48	14/52	12/58	11/63
硬度	40	48	54	62	66
300%定伸模量，MPa	2.1	2.9	3.6	3.9	3.9
扯断伸长率%	420	530	540	490	460
拉伸强度，MPa	4.0	6.1	5.4	4.4	4.2
撕裂强度，kN/m	9.7	15.8	16.7	20.2	19.4
永久压缩变形率%	15	16	17	18	18

THERMAX® N990 超纯型

对于需要耐高温、气密性和耐水蒸气等性能的制品来说，丁基橡胶通常使用聚羟甲基苯酚硫化体系硫化。在这种情况下，由于混炼胶和性质，低含硫量和低 pH 值炭黑更适用。THERMAX® N990 超纯型具有较低的灰分含量、pH 值在 5 左右、通常含硫量为 3ppm。表 2 显示的是 THERMAX® N990 和 N990UP 的典型性质。

表 2

性质	THERMAX® N990	THERMAX® N990UP
比表面积 m2/g	9.5	9.5
DBP 吸收值 ml/100g	38	38
硫含量 ppm	100	3
pH	9.5	5
灰分含量%	0.1	0.01

将 THERMAX® N990 和 N990UP 与 N330 炭黑混合应用于树脂固化丁基硫化胶囊混炼胶胶料中，表 3 中显示的是由于两种炭黑具有不同的化学性质造成胶料加工性能的差异。

表 3 THERMAX® N990 与 N990UP 在丁基硫化胶囊混炼胶中的应用对比

	THERMAX® N990	THERMAX® N990UP
THERMAX® 填充量，phr	90	90
N330 填充量，phr	20	20
门尼焦烧测试@137℃，ASTM D1646		
最小值	52	53
tmin+5minutes	35.8	17.4

ODR@190℃，1°arc		
T90,minutes	37.6	30.7
T95,minutes	46.3	40.1
硬度	74	72
拉伸强度，Mpa	8.9	8.9
撕裂强度,kN/m	33.1	32.3

混有 N990UP 的混炼胶具有较短的 t5 焦烧时间和较快的 t90 硫化时间，可能适用于特定的制品或者加工条件。

案例研究：丁基橡胶电容器封装材料

电容器封装材料要求制品具有以下性质：

--良好的动态性能使得电解液可以更好的扩展

--高密封性和气密性防止电解液露出

--低硫和氯含量，防止化学反应

--高绝缘值

Exxon Butyl 268 通常用于需要具有高耐化学性和气密性的制品。ThermaxN990 用于丁基橡胶通常与 N762 或者 N550 炭黑混合使用。

在这个案例的研究中，对比三组含有不同含量 SRF 和 N990 炭黑的胶料。控制组配方取自 Exxon 丁基橡胶应用手册，填料填充度按照胶料绍尔硬度 A 达到 70 为基准。

测试配方

	控制组	#2	#3
Exxon Butyl 268	100	100	100
THERMAX® N990	20	95	66
SRF N762	45	-	20
Translink #37	90	90	90
硬脂酸	1	1	1
氧化锌	3	3	3
SP 1045 树脂	20	20	20

胶料数据

加工性能			
胶料	控制组	#2	#3
炭黑填充量 N990/N762	20/45	95/0	66/20
比重	1.3955	1.4367	1.4236
门尼粘度，100℃			
初始值	100.47	97.65	101.07
@4 分钟	79.43	78.94	81.22

门尼焦烧，ML,125℃			
最小转矩	59.15	58.29	59.10
Ts1，min	14.25	12.00	13.25
Ts5，min	37.75	33.25	34.00
Ts10，min	68.00	59.00	60.00
Ts，min	147.75	139.00	140.00

尽管#2、#3 组混炼胶含有更多的炭黑，以上三组混炼胶粘度基本相似。如下表所示，硫变仪是说明三组胶料的加工性能的不同。

硫变仪，ASTM D 2084,1°arc，190℃			
最小值，dN-m	6.3	5.9	6.2
最大值，dN-m	31.3	32.4	32.0
Tc50	18.9	19.2	19.1
Tc90	28.8	29.7	29.5

硫化性能，ASTM D 412，原始值			
炭黑 N990/N762	20/45	95/0	66/20
硬度	69	71	71
100%定伸模量，MPa	3.52	3.58	3.70
200%定伸模量，MPa	5.31	5.07	5.35
300%定伸模量，MPa	6.26	5.31	5.78
拉伸强度，MPa	6.65	5.02	5.60
拉伸伸长率%	426	485	442

填料的填充量根据要求使得胶料的绍尔硬度 A 达到 70 而设计的。除去拉伸强度，混炼胶性能基本相同，在获得相同硬度的胶料的同时，可以比控制组多填充 46%，从而大大降低成本。混有 N990 的炭黑通常具有低拉伸强度，这是由于 N990 是一种大粒径、低结构的非补强炭黑而造成的。

老化性能, 168 小时 @ 125°C			
硬度	74 (+7.2%)	77 (+8.4%)	76 (+7.0%)
100% 定伸模量, MPa	4.19 (+19%)	3.87 (+8.1%)	4.17 (+12.7%)
200% 定伸模量, MPa	5.38 (+1.3%)	4.13 (-18.5%)	ND
300% 定伸模量, MPa	ND	ND	ND
拉伸强度, MPa	5.44 (-18.1%)	4.68 (-6.7%)	5.02 (-10.3%)

扯断伸长率 (%)	209 (-51%)	197 (-59%)	181 (-59%)

压缩永久变形率, ASTM D 395, Method B, 25% 压缩, 70 小时 @ 125°C			
压缩永久变形率 (%)	24.1	24.8	24.5

垂直回弹性, ASTM D 2632, @ 23°C			
回弹率 (%)	5	5	4

橡胶回弹性, DIN 53512 (Zwick Rebound Tester) @ 23°C			
回弹率 (%)	6.5	6.5	6.4

通过表格可以看出，虽然#2,#3组炭黑有较高的炭黑填充量，胶料的动态性能仍得以保持。

体积电阻率, ASTM D 257, 100 VDC, @ 23°C			
直流电阻, Ohms,	2.26 x 10^n，n=8	3.20 x 10^n, n=10	2.16 x 10^n, n=9
*体积电阻率 (ohms-cm)	7.61 x 10^n, n=9	1.12 x 10^n, n=12	7.55 x 10^n, n=10

体积电阻率 (ohms-cm) = 电极面积/样品厚度 (cm) x 体积电阻 (Ohms)

混炼胶的绝缘性对于制品来说是极其重要的性能，由于N990炭黑粒子的低聚集度，基本上具有较高电阻率的胶料只能通过混入N990炭黑获得。这项性能的增加通常要相应的增加N990炭黑的填充量。

炭黑中硫和氯的含量通常被电容器封装材料的生产厂商所看重。THERMAX® N990 硫和氯的含量在 100ppm 和 30ppm 左右。而 N990UP 炭黑的硫和氯的含量则降低至 3ppm。

总结：

使用 THERMAX® N990 炭黑可以使胶料中填料的含量大概增加 45%左右的同时，保证胶料的硬度，压缩永久变形率和动态性能。同时达到替代高聚物以降低成本的目的。制品具有高等级的体积电阻率，同时也可以增强制品的气密性。

丁基橡胶与热裂解法炭黑混炼

案例研究：丁基橡胶电容器封装材料

THERMAX®中粒子热裂解法炭黑 N990 是天然气热裂解而成。热裂解工艺使得炭黑具有粒径大和结构低的特点。THERMAX®炭黑广泛用于要求优秀耐热、耐油和耐化学性能以及优异的动态性能的各种用途制品中。大粒径（低表面积）和低结构可以带来压缩永久变形低、高回弹和低滞后损失，使橡胶胶料能保持聚合物原有的性能。这些独特特点还有助于保持低粘度、提供优良的分散性并降低在混炼中的生热。THERMAX®的填充度可以很高，同时还可保持低粘度、低压缩永久变形和高回弹性，从而允许生产厂商降低胶料成本。作为非补强炭黑，热裂解炭黑在橡胶胶料中通常与炉法炭黑和/或矿物填料并用来降低成本和保持物理性能。热裂解法炭黑常在拉伸强度高的胶料中与炉法炭黑并用，以取得高回弹性和低生热性能。

丁基橡胶的特殊性能已为人所知，包括透气性率低、热稳定性、耐臭氧和气候老化性、震动吸收和摩擦系数高、耐化学和潮湿。对于绝大多数橡胶工业中使用的丁基胶料来说，通常使用补强填料来获得硫化胶料的顺滑加工性、较高模量和强度方面的性能。炭黑，加上适量的操作油，可以在加工中以及硫化胶料的物理性能提供最好的性能平衡。使用热裂解炭黑填充丁基橡胶的用途包括车身底盘防震胶垫、电容器封装材料、油封、罐槽衬里、胶辊外层胶、硫化胶囊、电缆和软管。

本技术公告提供了 CANCARB 公司在丁基电容器封装材料中使用 THERMAX® N990 的评测结果。目的是提高填充度以节约成本，同时保持或改善有关物理性能。电容器封装材料是苛刻要求的用途并要求以下性能：

--动态性能良好，经受得起电解质的膨胀
--密封性能和气密性能高，防止电解质的泄露
--硫和氯含量低，防止化学反应
--绝缘性能高

EXXON 丁基 268 由于其耐化学性能和气密性能好，在本用途中应用。对照配方来自 EXXON 丁基橡胶、混炼和应用手册（见尾注）。

测试配方

	对照配方	测试#2	测试#3
EXXON 丁基 268	100	100	100
THERMAX® N990	20	95	66
SRF N762	45	--	20
Translink #37	90	90	90
硬脂酸	1	1	1
氧化锌	3	3	3
SP1045 树脂	20	20	20

填料填充度计算依据是 70 邵氏硬度。

混炼胶料数据

加工性能			
胶料	对照	#2	#3
炭黑填充 N990/N762	20/45	95/0	66/20
比重	1.3955	1.4367	1.4236

门尼粘度，100℃			
Initial	100.47	97.65	101.07
@4 minutes	79.43	78.94	81.22
门尼焦烧，ML，125℃			
Minimum Torque	59.15	58.29	59.10
Ts1,minutes	14.25	12.00	13.25
Ts5,minutes	37.75	33.25	34.00
Ts10,minutes	68.00	59.00	60.00
Ts35,minutes	147.75	139.00	140.00

尽管在测试配方胶料#2 和#3 中的炭黑填充度高，三个胶料的门尼粘度基本接近。硫变仪的测试数据显示加工性能的差异很小。

ODR，ASTM D2084，1° 弧度，190℃			
Minimum, dN-m	6.3	5.9	6.2
Maximum,dN-m	31.3	32.4	32.0
Tc50	18.9	19.2	19.1
Tc90	28.8	29.7	29.5
硫化胶性能，ASTM D412 原始胶样			
炭黑 N990/SRF	20/45	95/0	66/20
硬度	69	71	71
100%Modulus, MPa	3.52	3.58	3.70
200%Modulus, MPa	5.31	5.07	5.35
300%Modulus, MPa	6.26	5.31	5.78
Tensile Strength, MPa	6.65	5.02	5.60
Elongation(%)	426	485	442

填料填充度设计为邵氏 70 度，已经达到。胶料性能基本一致，并且显示出在相同硬度下，可比对照胶料配方的炭黑填充度提高 46%。这将大大节约成本。填充热裂解炭黑的胶料通常拉伸强度略低，这是由于大粒径和低结构炭黑的非补强性能引起的。

老化性能，168 小时@125℃			
硬度	74（+7.2%）	77(+8.4%)	76(+7.0%)
100%Modulus, MPa	4.19(+19%)	3.87(+8.1%)	4.17(+12.7%)
200%Modulus, MPa	5.38(+1.3%)	4.13(-18.5%)	ND
300%Modulus, MPa	ND	ND	ND
Tensile Strength, MPa	5.44(-18.1%)	4.68(-6.7%)	5.02(-10.3%)
Elongation(%)	209(-51%)	197(-59%)	181(-59%)
压缩永久变形，ASTM D395，方法 B，25% 压缩，70 小时@125℃			
Compression set(%)	24.1	24.8	24.5

垂直回弹弹性，ASTM D2632，@23℃			
Rebound（%）	5	5	4
橡胶的抗回弹性，DIN53512（Zwick 回弹测试仪），@23℃			
Rebound Resistance（%）	6.5	6.5	6.4

尽管#2 和#3 胶料中的炭黑填充度高，其动态性能得到保持。

体积电阻率，ASTM D257，100VDC，@23℃			
DC Resistance, Ohms, average of 3	$2.26x10^n$，n=8	$3.20x10^n$,n=10	$2.16x10^n$,n=9
*Volume Resistivity (ohms-cm), average of 3	$7.61x10^n$, n=9	$1.12x10^n$,n=12	$7.55x10^n$,n=10

本用途对胶料的绝缘性能要求严格。由于 N990 的炭黑粒子聚集度低， 在只使用热裂解炭黑的胶料可获得体积电阻率。随着 N990 的填充度提高，电阻率也相应按比例提高。

炭黑中含有的硫和氯是令电容器封装材料厂家关注的物质。THERMAX® N990 的硫含量典型值是 100ppm，氯含量典型值为 30ppm。在 THERMAX® N990 超纯级产品中硫和氯的含量平均水平降到 3ppm。

总结

当使用 THERMAX® N990 作为唯一填料时，填充度可以比对照胶料配方提高大约 45%，同时可以保持同等硬度、压缩永久变形和动态性能。由于填料替代昂贵的聚合物，这将大幅降低成本。还可获得显著提高的体积电阻率。由于类似炭黑的填料通常具有不透气性，填充度较高的胶料还可增强气密性。

THERMAX® N990 在聚丙烯酸酯橡胶中的应用

THERMAX®中粒子热烈积分炭黑通过天然气热裂解制造。在热裂解的过程中使 N990 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 与聚丙烯酸酯橡胶的混合应用可以是制品具有优异的耐油、耐热性。非结晶性弹性体如聚丙烯酸酯橡胶需要填充高结构炭黑以增强其撕裂强度和耐磨性。对于像发动机油封、胶管等制品，N990 炭黑可以和炉法炭黑混合从而保证胶料的压缩永久变形率和动态性能。大

量填充 N990 可以极大改进耐油耐热性能。填充了 THERMAX®产品 ACM 混炼胶可以应用于如发动机油封、密封、刹车和汽车油管等制品。

下列数据显示了在TOHPE ACRON AR-825 混炼胶中增加THERMAX® N990 填充量对于混炼胶性能的影响。通过测试表征含有不同比例 N990 和 N550 获得绍尔硬度 A 为 70 的混炼胶的性能的不同。

AR-825 是透杯公司生产的一种容易加工的聚丙烯酸酯橡胶，用于生产汽车油管和衬里等制品。其在-40——170℃之间具有卤代硫化点。硫化体系采用硬酯酸钠/硬酯酸钾/硫体系。

	对照组	1	2	3	4	5
AR-825	100	100	100	100	100	100
N550 炭黑	75	0	60	45	30	15
N990 炭黑	0	175	35	70	105	140
硬酯酸	1	1	1	1	1	1
润滑剂 Struktol WB-212	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
防老剂 Naugard #445*	2	2	2	2	2	2
塑化剂 TP-759	6	6	6	6	6	6
硫化促进剂 NS Soap	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
硫磺	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
硫化促进剂 Nonserl SK 1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
总计	188.4	288.4	208.4	228.4	248.4	268.4
总计炭黑填充量	75	175	95	115	135	155
硬度(加压硫化)	69	74	69	71	72	73
硬度(加压和烘箱)	73	77	73	72	73	75
比重	1.332	1.486	1.380	1.411	1.438	1.470

硫化性能, ODR @ 177°C	控制组	1	2	3	4	5
ML, pts	12.0	11.0	12.0	12.0	12.0	11.0
ts2, minutes	2.00	1.40	1.95	1.80	1.70	1.50
MH @ 12 minutes, pts	39.5	54.0	43.0	48.0	51.5	55.5
Del Torque, pts	27.5	43.0	31.0	36.0	39.5	44.5
MDR @ 177°C						

ML, pts	3.49	3.95	5.15	4.27	3.69	3.76
MI, pts	3.72	3.86	5.20	4.06	3.63	3.62
MH @ 12 minutes, pts	8.76	11.09	10.45	10.50	9.81	10.10
Tc50, minutes	3.74	2.15	3.64	3.30	2.74	2.56
Tc90, minutes	9.01	6.09	9.14	8.82	7.90	7.34
Ts2, minutes	2.83	1.36	2.82	2.22	1.89	1.71
Del Torque, pts	5.27	7.14	5.30	6.23	6.12	6.34
门尼焦烧测试 @ 121°C						
ML, pts	53	42	53	54	48	47
M (1 + 10), pts	63	48	60	63	49	49
t5, minutes	8.2	9.6	9.2	8.7	9.8	9.4
t5, seconds	492	576	552	522	588	564

粘弹性扭矩数值体现了胶料的交联密度或者说硫化体系硫化的效果。含有 N990 的混炼胶与混有 N550 的控制组相比具有更高的交联密度。MDR 和 ODR 曲线都说明含有 N990 的混炼胶具有更高的硫化速率。聚丙烯酸酯橡胶对于炭黑的表面积，灰分和 pH 至敏感。高比表面积炭黑通常减缓混炼胶的硫化速率。pH 值升高，硫化速率升高明显。

初始性能	控制组	1	2	3	4	5
Thermax® N990	0	175	35	70	105	140
FEF N550	75	0	60	45	30	15
加压硫化 10 minutes @ 180°C, 烘箱硫化 3 hours @ 180°C						
50%定伸模量, MPa	2.85	4.46	3.33	3.24	3.63	4.20
100%定伸模量, MPa	5.97	6.69	6.88	6.42	6.52	7.02
极限拉伸伸长率%	192	93	177	154	139	126
拉伸强度, MPa	8.83	6.47	8.75	7.91	7.30	7.30
Die C 撕裂强度, kN/m	24.0	16.5	22.2	20.6	18.6	18.9

胶料的物理性质反映了 N550 炭黑与非补强热裂解炭黑的比例。尤其通过对比高拉伸性能的含有 75phrN550 的控制组与含有 175phr 的具有低拉伸性能和低撕裂强度的 1 组两组混炼胶说明了胶料补强与降低成本的关系。

老化性能	控制组	1	2	3	4	5
Thermax® N990	0	175	35	70	105	140
FEF N550	75	0	60	45	30	15
热老化, 70 hours @ 150°C						
硬度, pts 改变量	4	2	4	4	3	2
极限拉伸伸长率, % 改变量	-9%	6%	-17%	-11%	-1%	1%
拉伸强度, % 改变量	5%	11%	-1%	-5%	5%	1%
热老化, 70 hours @ 162°C						
硬度, pts 改变量	4	2	5	3	4	1
极限拉伸伸长率, % 改变量	-17%	9%	-14%	-1%	8%	8%
拉伸强度, % 改变量	-2%	7%	-11%	-7%	2%	2%

Texaco Dextron III, 70 hours @ 175°C						
硬度, pts 改变量	-8	-7	-10	-10	-8	-10
极限拉伸伸长率, % 改变量	-8%	30%	-20%	-8%	-13%	-6%
拉伸强度, % 改变量	12%	17%	8%	13%	9%	14%
体积改变量	9%	5%	8%	9%	8%	7%
重量改变量	0.04	0.85	0.75	0.21	0.29	0.41
Havoline 5W30, 70 hours @ 150°C						
硬度, pts 改变量	0	-2	-7	-4	-3	-5
极限拉伸伸长率, % 改变量	-23%	-4%	-29%	2%	-16%	-10%
拉伸强度, % 改变量	6%	7%	-8%	-3%	9%	0%
体积改变量	0.92%	0.89%	2.95%	1.80%	0.74%	1.23%

含有 60phr N990 和 35phr 的 N550 的 2 组混炼胶与控制组相比具有相似的性质，证明胶料有潜力节省 20phr 的炭黑。N990 降低胶料硬度的同时提升胶料耐热耐油性，从而达到节约成本的目的。像 2 组一样 N550 和 N990 混合使用，也许是一种理想填料选项。

以上研究，上述各种胶料都达到了 G6260M 润滑油冷却管指标。同时要说明胶料的低温性能并未在实验中测试。

THERMAX® N990 在 EPDM 混炼胶中的应用

THERMAX® 中粒子热裂解法炭黑 N990 通过天然气热裂解制造。热裂解工艺使 N990 具有大粒径低结构的独特的性能。THERMAX®广泛应用于需要良好分散、耐热、耐油和耐化学性、具有良好动态性能的制品中。大粒径和低结构在保证橡胶固有的弹性的同时，降低其压缩永久变形、粘度，提高回弹性。作为一种非补强炭黑，其通常与炉法炭黑和/或矿质填料混合使用达到降低成本和提升橡胶特定性能的目的。

THERMAX®可以被用于所有的高聚物中，通常应用于 FKM、CR、NR、IIR、NBR、EPDM、HNBR、ACM 和 ECO 胶料中。大量填充 THERMAX®炭黑可以使胶料得到低粘度和例如低压缩永久变形等物理性能，从而帮助生产厂家降低成本。

THERMAX® N990 独特的物理性能和表面化学惰性使其与 EPDM 有优异的化学相容性，使得其在 EPDM 可以大量填充并且分散好，EPDM 挤出制品有良好的表面性能。 THERMAX®N990 炭黑为 EPDM 提供良好的耐油耐化学性能，从而改善胶料的耐老化性能。

THERMAX® N990 应用在EPDM中的优势

胶料增容——节约成本并改善老化性能
优异的制成品表面——源自于最少的硬粒子和良好的分散性
低粘度胶料——有利于模压接角和复杂形状的制品成型
哑光表面——来自于甲烷气原料和热裂解工艺
低压缩永久变形率和优异的动态性能
优异的分散性保证挤出和均匀硫化过程中的连续热传导

应用

填充了 THERMAX® N990 的 EPDM 可以应用在以下制品中：
－挤出门窗密封条－海绵和实芯密封条
－胶管、软管
－隔膜，汽车防尘罩，模压制品，止水带
—发动机支座、减震件
—屋顶材料
—胶辊
—电缆绝缘层

不同种类炭黑对相同硬度EPDM影响

下表说明相同硬度的 EPDM 胶料填充进四种不同的标准炭黑的效果。如表所示，THERMAX® N990 炭黑可以比 N550 炭黑填充多一倍以上，同时还可以保证胶料较低的门尼粘度。

表1：不同种类炭黑对相同硬度EPDM胶料的影响
(20 phr paraffinic oil)

Type of Carbon Black	MT – N990	SRF – N774	FEF – N550	HAF – N330
phr	130	85	60	50
门尼粘度, ML, 1 + 4 @ 100°C	76	80	84	84
硬度	66	67	65	62
300%定伸模量, MPa	3.4	8.4	9.3	9.1
拉伸模量, MPa	5.3	11.2	13.8	19.3
拉伸伸长率 (%)	520	420	430	460
撕裂强度, Die B, kN/m	19	29	32	28

来源: Dupont Dow, Cured 20 minutes @ 160°C,配方: Nordel 1070 – 100, Zinc Oxide –5, Stearic Acid – 1, Paraffinic Oil – 20, MBT – 0.5, TMTM – 1.5, Sulphur – 1.5

高填充EPDM胶料

下表说明增加填充N990对EPDM胶料的影响

表 2： 填充Thermax® N990对EPDM影响 (40 phr oil)

Formulation					
Nordel 1070	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Thermax® N990	80.0	100.0	150.0	200.0	250.0
Stearic Acid	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Zinc Oxide	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Circosol 4240	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0
TMTM	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
MBT	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Sulphur	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
胶料性质					

粘度, ML 1 + 4 @ 100°C	46	48	61	74	90
门尼焦烧时间, t5 @ 121°C	>30	>30	29	26	24
硫变性, 166°C, 3°C arc, 1.7 Hz, 0 预热					
MH	52.0	54.0	61.9	69.2	77.0
ML	9.0	9.4	11.2	13.0	15.1
Tc50	7.2	6.8	6.3	5.8	5.6
Tc90	13.3	12.8	12.6	12.3	12.2
Ts1	3.6	3.4	3.0	2.8	2.6
硫化性能					
硫化时间, tc90 + 5 minutes @ 166°C	18	18	18	17	17
硬度	51	52	61	69	70
100% 定伸模量, MPa	1.2	1.3	2.1	3.0	4.3
200% 定伸模量, MPa	2.0	2.2	3.5	4.6	5.6
300% 定伸模量, MPa	2.7	3.0	4.2	5.0	-
拉伸强度, MPa	6.2	7.4	7.6	5.7	5.3
极限拉伸伸长率 (%)	610	640	620	515	285
撕裂强度, Die C, kN/m	15.5	19.0	24.8	30.4	27.3
永久压缩形变, Method B, 70 hours @ 100°C, cured + 15 minutes					
永久压缩形变 (%)	12.5	12.1	11.2	12.8	11.3
Zwick Rebound, 硫化 + 20 minutes, % 回弹					
@ 0°C	56	53	48	40	33
@ RT	63	60	52	46	39
@ 100°C	68	67	62	59	54
Aged in Air, 168 hours @ 150°C					
硬度, pts 变化量	14	23	26	22	25
拉伸强度, % 变化量	18	3	8	65	83
拉伸伸长率, % 变化量	-61	-69	-85	-89	-88
动态性能, MER 1100, 5% 静态形变, 2% 动态形变					
Tan Delta @ 0°C	0.146	0.172	0.219	0.267	0.329
Tan Delta @ 25°C	0.122	0.141	0.186	0.245	0.293
Tan Delta @ 100°C	0.080	0.099	0.129	0.167	0.209

THERMAX® N990在EPDM中的导电性

THERMAX® N990具有大粒径和粒子低聚集度性质。这些独特的性质导致N990炭黑具有最低的导电性。因此N990用于需要体积电阻率高的制品，如散热器软管、门窗密封条和油封。表3显示4中炭黑的干燥电导率。

表 3: 炭黑电阻 (ohms), 已修正, 3个样品平均值

Grams	N990	N762	N650	N550
10,000	1.1393	.2881	.5371	.3987
15,000	.8170	.2197	.4010	.2848
20,000	.6347	.1692	.3230	.2248

25,000	.5257	.1367	.2550	.1962
30,000	.4541	.1106	.2197	.1683

相比于其他炭黑，N990炭黑表现出更高的干燥电阻率。这是由于其粒子的低聚集度防止电子在粒子之间传导。N650和N550的电阻率明显低于N990这是因为这些炭黑的高结构导致粒子聚集成链状结构。而N762的电导率最低尽管它的粒子聚集度低于N650和N550，这是不正常的现象。
应该说明这里炭黑的干燥而不是体积电阻率。因此结果炭黑电阻率的层级说明炭黑填充弹性体后的性能。需要注意橡胶胶料中炭黑的性能取决于胶料胶种和硫化性能，分散度，油含量和其他因素对最终电导率的影响。

EPDM胶料体积电阻率评测

测试含有N990、N762、N650和N550的EPDM胶料。Royalene 525被选为实验胶种，该橡胶通常应用于汽车挤出制品。配方为EPDM测试标准配方，具体如下：

EPDM 测试配方
Royalene 525 100.00
Zinc Oxide 5.00
Stearic Acid 1.00
ASTM Type 103 oil 50.00
Carbon Black 50.00 (
Accelerator MBT 0.50
Accelerator TMTD 1.00
Sulphur 1.50
Total 209.00

对于N990炭黑，填充量被设定为75phr，而其他三种炭黑则被设定为50phr。这是因为N990的高填充性和非补强性。这是对比N990与小粒径炭黑的性质通常的测试。（ASTM3192 推荐用75phrN990和50phr其他炭黑对天然胶进行测试）

胶料性能

混有不同种类炭黑的性能见表4。含有N990炭黑和N762炭黑的两组胶料具有低粘度，低强度和拉伸强度。N650和N550则具有高粘度，硬度和拉伸强度。

表 4: 胶料性质

	N990 – 75 phr	N762	N650	N550
门尼粘度				
初始值	32.0	26.0	35.8	37.5
粘度 @ 4 minutes	19.3	15.3	21.1	16.9
硫化时间, t90, minutes	14.13	11.67	10.96	11.79
门尼焦烧时间, t5, minutes	29.64	28.46	25.80	25.47

硬度	46	48	54	54
拉伸强度, MPa	3.9	3.65	8.2	5.86
100% 定伸模量, MPa	1.0	1.37	2.0	2.06
扯断伸长率 (%)	429	230	346	260

胶料体积电阻测试

ASTM D991是测量橡胶性质的标准方法。体积电导率和抗静电产品。但是混有N990的胶料由于N990炭黑电阻不能采取这种方法。体积电导因此采用ASTM D257直流电阻或绝缘材料导电性的测量方法。含有炉法炭黑的胶料虽然可以被ASTM D991方法测量电阻，但也采用D257方法测量。

表 5: 胶料电阻

Compound ID	电压, VDC	Current, Amperes	电阻, ohm.cm
N990 – 75 phr	501.1	3.27×10^{n}，n=-11	4.05×10^{n}，n=15
N762	500.1	1.83×10^{n}，n=-4	7.14×10^{n}，n=8
N650	500.0	2.31×10^{n}，n=-3	5.62×10^{n}，n=7
N550	7.55*	1.99×10^{n}，n=-3	9.75×10^{n}，n=5

*由于N550的电阻低，最佳电压从ASTM D257中规定的500VDC降低到7.55VDC。

如表5所示，含有75phr的胶料具有最高的体积电阻率。含有N550的胶料由于炭黑粒径小结构高而具有最低的体积电阻率。参考混有N990和N650的胶料的数值，含有N762胶料的数值也是正常的。结果说明大量填充的大粒径低结构的炭黑可以节约成本和补强同时保证电阻率。在通常应用中，N990 常常与补强炭黑混合使用从而使制品同时获得综合优化的补强和电阻性能。

高填充EPDM密封条胶料

热裂解法炭黑不能明显补强EPDM，因此可以被大量填充从而达到降低成本和提高耐老化性的作用。下表是大量填充N990的EPDM密封条的举例：

Vistalon 3708	100.00
Thermax® N990	100.00
N550 FEF Carbon Black	100.00
N774 SRF Carbon Black	30.00
Flexon 580 Oil	115.00
Paraffin Wax	3.00
Zinc Oxide	5.00
Stearic Acid	1.00
Sulphur	1.50
MBT	1.50
TMTD	4.00
总计	461.00
比重	1.23

门尼粘度, ML 1 + 8 @ 100°C	32
门尼焦烧时间, t3 @ 132°C	13
硫化性质, 30 minutes @ 160°C	
硬度, Shore A	72
100%定伸模量, MPa	4.5
拉伸强度, MPa	10.3
极限拉伸伸长率 (%)	330
永久压缩变形率, Method B, 22 hours @ 66°C, 硫化35 minutes	
(%)	22

使用 THERMAX® **N990** 炭黑改善丁腈橡胶的耐燃料和油老化性能

THERMAX® N990 中粒子热裂解炭黑是通过热裂解天然气的方法制得的。热裂解工艺使得炭黑具有独特的粒径大、结构低的特点。THERMAX® N990 被广泛应用是由于它能使产品耐热、耐油、耐化学腐蚀，同时还有良好的动态性能。大粒径和低结构使得它具有很高的填充性。低压缩变形率、高回弹性和低滞后等特点使得能够橡胶弹性体保持其固有的复合性能。作为一种非补强性炭黑，在橡胶制品的应用中经常与炉法炭黑和/或矿物填料并用以达到降低成本和获得特定物理性能的效果。

THERMAX® N990 可用于所有聚合物，常用于丁腈橡胶、氢化丁腈橡胶、氯磺化聚乙烯、三元乙丙橡胶、氟橡胶的产品中。在这些聚合物当中，THERMAX® N990 具有很高的填充性，同时保证了产品的低粘度，从而有可能改善老化性能和降低胶料成本。

大量填充使用炭黑的，有助于改善产品的耐热性、耐油性和耐其它苛性液体性，在橡胶工业中已为人所知。一般来说，炭黑的填充度越高，胶料的耐热、耐油和燃料的性能越好（同时也基本不会损失拉伸强度和其它关键性能）。填料的填充量的提高也有助于降低胶料成本。所以炭黑填料的填充度很重要，并且取决于具体牌号及其性能，即粒径和结构。

丁腈橡胶是高分子量的无定形 1,3 丁二烯和丙烯晴无规则共聚物，丙烯腈的含量可能会有所不同，由 15%到 50%不等。随着丙烯腈含量的增加，硬度、拉伸强度、耐燃料和油性能以及气密性能都随之提高。但是由于丙烯腈含量的增多，材料的性质变得更脆（更高的玻璃化温度）。这将导致压缩永久变形性能变差，硬度更高和模量更高。与此同时，丙烯腈含量高的丁腈橡胶牌号通常比低/中丙烯腈含量的牌号贵 20-50%。

由于其独特的性能，THERMAX® N990 被广泛应用于丁腈橡胶产品中有以下几个原因，包括降低成本、低压缩形变性能和改善耐油和燃料性能（减低体积溶涨）。它也被用于增强标准丙烯腈含量的丁腈橡胶的耐老化性能使之等同于高丙烯腈含量的丁腈橡胶，以及改善高丙烯腈含量的丁腈橡胶的动态性能使之具有和低丙烯腈含量的丁腈橡胶相同的动态性能。

THERMAX® N990 与丁腈橡胶的结合，使得产品具有优异的耐油和耐化学性以及优异的高温性能。填充 N990 的丁腈橡胶主要用于：

- 密封件，油封，O 型圈，封装材料
- 胶管，软管，胶带
- 胶辊覆层胶，罐内衬

本报告中，将使用了 N990 的标准丙烯腈含量的丁腈橡胶和使用了 N650 炉法炭黑的高丙烯腈含量的丁腈橡胶输油管进行了比较。

第一部分：丁腈橡胶油管的研究

低渗透丁腈橡胶油管的配方是从拜耳公司获得。这个配方需要 Krynac4560（丙烯腈含量 45%）和 80 份的 N650 炉法炭黑。Krynac3370 是拜耳公司的标准丙烯腈含量的丁腈橡胶。THERMAX® N990 炭黑对 krynac3370 进行了高低两种填充度的评估。实验结果如表一所示。炭黑填充量如表 2 所示。炭黑的填充量是按照产品硬度相同的情况下计算的。

表 1 丁腈橡胶油管配方

成分	份数	供应商
Krynac 4560 or 3370	100.0	加拿大拜耳
Hi-Sil 233	20	PPG
Merrol 4221	18.0	Harwick Standard
Plasticizer SCB	12.0	Harwick Standard
Zinc Oxide	5.0	Zo Chem
Coumin 100	5.0	St. Lawrence Resins
Wingstay 29	2.5	固特异化学
TMQ	1.5	Uniroyal/Compton
Sunproof Canadian Wax	2.0	Uniroyal/Compton
Sulphur H15	0.5	L.V. Lomas
TMTD	1.0	Uniroyal/Compton
MBS	1.5	Uniroyal/Compton
DTDM	1.5	Uniroyal/Compton
炭黑	As Shown	Cancarb/Cabot

表 2：丁腈橡胶和炭黑填充测试配方

胶料	高丙烯腈#1	标准丙烯腈 #2	标准丙烯腈 #3
Krynac 4560	100.0	-	-
Krynac 3370	-	100.0	100.0
Thermax® N990	-	75	150
N650	80.0	60	35

结果在以下的表格中会有所介绍，包括有关评论：

表 3：胶料数据

	高丙烯腈含量#1	标准丙烯腈含量#2	标准丙烯腈含量#3
门尼粘度, ML 1 + 4 @ 100°C	20.5	48.1	50.2

门尼焦烧, t5 @ 121°C	26.7	26.5	25.8
硫变测定 @ 160°C			
最小扭矩, lbs. – in.	2.6	7.91	7.68
最大扭矩, lbs. – in.	61.81	91.19	97.07
t2, minutes	2.4	2.5	2.6
t90, minutes	6.1	6.4	7.3

这两种不同类型的丁腈橡胶主要是胶料门尼粘度不同，是由于 Krynac4560 和 Krynac3370 本身的粘度就不同的原因。但是在 t5 条件下，焦烧时间大致相等。硫变性能显示有一个很大的扭矩读数差异，尽管炭黑的填充量不同，但是在标准丙烯腈含量的丁腈橡胶中不同点是非常不明显的。数据很明显地证明了 THERMAX® N990 的惰性和非补强性，以及在不影响加工性能的情况下提高填充性的潜力。

表 4：抗老化性，硫化 15 分钟，166° C

	高丙烯腈含量 #1	标准丙烯腈含量 #2	标准丙烯腈含量 #3
硬度	71	71	74
100% 定伸应力, MPa	4.69	4.93	5.93
200% 定伸应力, MPa	10.82	11.13	10.58
拉伸力, MPa	12.27	12.24	10.72
扯断伸长率(%)	260	230	205
压缩型变, 70 小时 @ 125°C			
压缩形变率(%)	27.8	21.8	23.9

基本上硬度是相等的，高填充的标准丙烯腈含量的丁腈橡胶的硬度要稍高一些，这再次证明了与其他炭黑相比，THERMAXN990 具有更好的填充性能。拉伸强度随着炭黑的增加而有所降低，这是由于胶料的饱和度造成的。高丙烯腈含量的胶料的高压缩性变率是显而易见的。在 150/30 的填充条件下压缩变形率几乎是没有变化的，为了节约成本提高填充量而使得拉伸强度略有损失是可以接受的。在对比了 1 号样品与 2 号 3 号样品之后，综合来看，2 号 3 号样品（标准丙烯腈含量的丁腈橡胶）具有更好的物理性能，主要体现在拉伸强度和低压缩形变的方面，计算的标准是硬度相等的前提下。

表 5：老化试验，70 小时 125° c条件下

Compound ID	高丙烯腈含量 #1	标准丙烯腈含量 #2	标准丙烯腈含量#3
Krynac 4560	100.0	-	-
Krynac 3370	-	100.0	100.0
Thermax® N990	-	75	150
N650	80.0	60	35
硬度	91	88	90
变化点	+20	+17	+16
100% 定伸应力, MPa	11.07	10.93	10.3

% 变率	+136.0	+121.7	+73.6
拉伸强度, MPa	14.24	12.86	11.31
%变率	+16.0	+5.1	+5.5
扯断伸长率 (%)	155	135	125
% 变率	-40.4	-41.3	-39.0

在老化试验当中，在标准丙烯腈含量的丁腈橡胶中 N990 与 N650 并用的情况，从原始基础上的百分比变化来衡量，样品体现了极好的耐老化性能。

表 6：油老化测试，70 小时 125°C条件 ASTM D471 标准

	高丙烯腈含量 #1	标准丙烯腈含量 #2	标准丙烯腈含量 #3
硬度	79	71	75
变化点	+7	0	+1
100%定伸应力, MPa	7.17	5.65	6.83
% 变率	+52.9	+14.7	+15.1
拉伸强度, MPa	13.34	12.31	10.82
% 变数	+8.8	+0.6	+1.0
扯断伸长率 (%)	190	195	175
% 变数	-26.9	-15.2	-14.6
体积溶胀(%)	-5.4	-1.6	-2.1

标准丙烯腈含量的丁腈橡胶胶料体现出了更好的耐油老化性。高丙烯腈含量的丁腈橡胶胶料的硬度显然有大幅度变高。而标准丙烯腈含量的丁腈橡胶的定伸应力和拉伸强度却有很小的变动。另外，两种标准丙烯腈含量的丁腈橡胶胶料由于大量填充了炭黑使得体积膨胀率变化不大。非常值得注意的一点是耐油老化性并不是由丙烯腈的含量高低而决定的。

表 7：耐燃料性，48 小时@RT ASTM D 471 标准

	高丙烯腈含量 #1	标准丙烯腈含量 #2	标准丙烯腈含量 #3
硬度	55	59	62
变化点	-16	-12	-12
100% 定伸应力, MPa	3.41	4.52	4.55
% 变率	-27.2	-8.4	-23.3
拉伸强度, MPa	8.55	8.41	8.45
% 变率	-30.3	-31.3	-21.2
扯断伸长率 (%)	185	165	175
%变率	-28.8	-28.3	-14.6
体积膨胀(%)	+23.5	+25.8	+22.4

对于耐燃料老化测试，整体来看填充了大量的 THERMAX® N990 的标准丙烯腈含量的丁腈橡胶产品具有非常好的抗老化性。与高丙烯腈含量的丁腈橡胶样品比较，硬度几乎没有变化，定伸

应力也几乎没有变化，体积膨胀率也大致相等，最大程度的填充了炭黑的样品体积膨胀率才有很小的变化。而更值得注意的是，大量填充了 THERMAX® N990 的样品则体现出了更好的老化后的扯断伸长率和拉伸强度。

表 8：燃油老化试验/甲醇（85/15）,48 小时 RT，ASTM D 471 标准

	高丙烯腈含量 #1	标准丙烯腈含量 #2	标准丙烯腈含量 #3
硬度	53	56	62
变数	-18	-15	-12
100% 定伸应力, MPa	3.41	3.93	4.55
% 变率	-27.2	-20.2	-23.3
拉伸强度, MPa	8.83	6.48	7.62
% 变数	-28.1	-46.9	-28.9
扯断伸长率 (%)	195	140	152
% 变数	-25.0	-39.1	-25.9
体积膨胀率 (%)	+33.5	+39.9	+33.1

这次测试的数据很明显的反应了问题。尽管结果有些变化，但是综合来看，大量填充了 N990 的样品具有最好的性能，具体体现在硬度和体积膨胀率上。大量填充 N990 的样品和高丙烯腈含量的样品都体现出了比 2 号样品好的抗老化性能。

总结

结果表明， N990 炭黑和 N650 并用，大量填充在标准丙烯腈含量的丁腈橡胶样品，可与高丙烯腈含量的丁腈橡胶匹敌，在技术上具有很大优势。填充 N990 加强了 3370 丁腈橡胶的抗老化性。

第 2 部分：ASTM标准胶料

为了给上述的结果提供支持和验证，增加了更多的样品按照 ASTM D 3848 标准《丁腈橡胶与炭黑混合的评测》准备。这是一个没有其他填料和增塑剂、相对简单的配方，为了能更好的独立显现聚合物和炭黑一起混合的影响。

该配方中使用的 ASTM D 3848 标准样品如表 9 所示。炭黑的填充量按相同硬度设计，以显示与 N650 并用时使用高和低填充量的 THERMAX® N990 的效果。

表 9：测试配方

	高丙烯腈含量 #1	标准丙烯腈含量 #2	标准丙烯腈含量#3
Krynac 3370	-	100.0	100.0
Krynac 4560	100.0	-	-
N650	40.0	25.0	12.5
Thermax® N990	-	57.0	86.0
氧化锌	3.0	3.0	3.0
硫磺	1.5	1.5	1.5
硬脂酸	1.0	1.0	1.0

促进剂TBBS	0.7	0.7	0.7
总量	146.2	188.2	204.7

表 10：硫变仪数据，ASTM D 2084 160°C 1°arc, 1.7Hz

	高丙烯腈含量 #1	标准丙烯腈含量 #2	标准丙烯腈含量#3
最大值, MH, dN.m	30.1	50.4	52.1
最小值, ML, dN.m	6.2	14.1	14.3
焦烧时间, Ts1, 分钟	2.6	1.8	1.9
硫化时间, t50, 分钟	4.9	2.8	2.9
硫花时间, t90, 分钟	18.8	13.9	13.5

表 11：门尼粘度，ASTM D1646, ML 1+4 在 100°C条件下

	高丙烯腈含量 #1	标准丙烯腈含量 #2	标准丙烯腈含量#3
初始扭矩, MU	80.8	95.2	93.3
粘度	49.6	65.8	67.0

从软管的胶料可以看出，硫变仪的扭矩，焦烧时间，硫化时间，还有门尼粘度都是有些不同的。值得注意的是尽管在标准丙烯腈含量的丁腈橡胶 3 号样品中大量填充了炭黑，2 号样品和 3 号样品只有很少的差别。这主要是由于 THERMAX® N990 具有低表面积而且是惰性添加剂的原因。

胶料在 145°C 硫化 50 分钟。

表 12：原始物理性能，ASTM D2240 标准

	高丙烯腈含量 #1	标准丙烯腈含量 #2	标准丙烯腈含量#3
硬度	75	76	76
拉伸强度, MPa	23.9	20.4	17.0
100% 定伸应力, MPa	3.3	4.5	4.3
300% 定伸应力, MPa	13.9	18.0	15.9
扯断伸长率 (%)	540	400	390

在三种样品设定的目标硬度是 75。在这里有一些不明的原因导致结果有些差异。比如像 2 号样品里 300%定伸应力的时候。很明显，这是丁腈橡胶在填充物达到饱和状态下的时候的结果，如拉伸强度的损失就是证明。

表 13：热老化，ASTM D573 标准 70 小时 120°c 气压罐条件下

	高丙烯腈含量 #1	标准丙烯腈含量 #2	标准丙烯腈含量#3
硬度	82	89	89
变数	+7	+13	+13
拉伸强度, MPa	15.8	3.3	3.3
%变数	-33.9	-83.8	-80.6
扯断伸长率 (%)	150	30	30
% 变数	-72.3	-93.8	-93.0

含丙烯腈更高的胶料具有更好的抗热老化性，炭黑的高填充并不能使得其结果有何不同。由于热老化造成的拉伸强度的大幅变化，说明需要使用更高性能的聚合物比如 ACM 或 ECO 来获得在高热方面应用的效果。

表 14：压缩形变实验，ASTM D 395 老化试验 70 小时 @125° C 25%的偏转率。30 分钟一周期

	高丙烯腈含量 #1	标准丙烯腈含量 #2	标准丙烯腈含量#3
压缩变形 (%)	87.3	74.2	75.0

高丙烯腈含量的丁腈橡胶产品的压缩形变性能较差，炭黑的大量填充并会导致压缩性变性能变差，这是由于 THERMAX® N990 是属于非补强性的。

液体浸泡性能测试 ASTM D471

	高丙烯腈含量 #1	标准丙烯腈含量 #2	标准丙烯腈含量#3
Krynac 3370	-	100.0	100.0
Krynac 4560	100.0	-	-
N650	40.0	25.0	12.5
Thermax® N990	-	57.0	86.0

表 15：70 小时@ 125° C 在 IRM 903 油中

	高丙烯腈含量 #1	标准丙烯腈含量 #2	标准丙烯腈含量#3
硬度	70	65	65
变数	-5	-11	-11
拉伸强度, MPa	23.7	20.5	17.7
% 变率	-0.8	+0.5	+4.1
扯断伸长率能(%)	370	310	290
% 变数	-32.2	-22.4	-25.5
体积膨胀 (%)	+5.7	+15.9	+15.0

在上述的结果中表明了高丙烯腈含量的丁腈橡胶的优势。2 号样品的结果在某些地方和和压缩

变形实验的结果相同。

表 16: 48 小时 @23°C ASTM 燃油C

	高丙烯腈含量#1	标准丙烯腈含量#2	标准丙烯腈含量#3
硬度	51	52	52
变数	-24	-24	-24
拉伸应力, MPa	12.2	10.0	10.2
%变率	-49.0	-51.0	-40.0
扯断伸长率(%)	300	180	210
% 变率	-43.9	-54.4	-45.5
体积膨胀率 (%)	+40.0	+56.1	+53.9

表 17: 48 小时@23°C 85%ASTM 燃油C 15%甲醇

	高丙烯腈含量#1	标准丙烯腈含量 #2	标准丙烯腈含量#3
硬度	40	49	49
变数	-35	-27	-27
拉伸强度, MPa	6.4	8.3	8.0
% 变数	-73.2	-59.4	-52.9
扯断伸长率(%)	160	140	140
% 变数	-69.7	-63.9	-62.6
体积变化率(%)	+80.2	+89.9	+85.9

表 16 17 表明了高丙烯腈含量的丁腈橡胶应用提供比较好的燃料腐蚀防护，在某些情况通过填充更多的炭黑可以提供更好的耐燃料性能。这一点尤其体现在对硬度的控制中。ASTM 的配方能够更好地独立显示丙烯腈含量和炭黑种类、填充度的影响。较高的炭黑填充度在某些应用中可以提供比高丙烯腈含量更好的耐燃料性。

THERMAX® N990 在氟橡胶方面的应用

THERMAX® N990 中粒子热裂解炭黑是通过热裂解天然气的方法制得的。热裂解工艺使得炭黑具有独特的粒径大、结构低的特点。THERMAX® N990 被广泛应用是由于它能使产品耐热、耐油、耐化学腐蚀性以及良好的动态性能。大粒径和低结构使得它具有很高的填充性。低压缩变形率、高回弹性和低滞后等特点使得胶料能够保持橡胶固有的弹性体性能。作为一种非补强性炭黑，在胶料中使用 THERMAX 热裂解法炭黑经常用来达到降低成本和获得特定物理性能的效果。

THERMAX® N990 可用于所有聚合物，常用于丁腈橡胶、氢化丁腈橡胶、氯磺化聚乙烯、三元乙丙橡胶和氟橡胶的产品中。在这些聚合物当中，THERMAX® N990 具有很高的填充性，同时获得了产品的低粘度和诸如压缩变形低的物理性能，从而可以降低胶料成本。

中粒子热裂解炭黑是在氟橡胶（FKM）中最广泛的填料。在氟橡胶胶料中使用 N990 显示出比使用其它任何品种炭黑更好的加工和产品性能的综合平衡。这些良好的性能在产品应用在不同填充量、不同硬度的需求中也比其他的炭黑稳定。THERMAX® N990 在氟橡胶的应用中，特别是在高填充的条件下，是一种经济高效的填料。

本技术手册提供了关于 CANCARB 的 THERMAX® N990 的两个填充样本，30 份填充，和 60 份填充，用于高档的氟橡胶混炼胶的基本数据。氟橡胶的配方如表 1 所示：

表 1：氟橡胶测试

	THERMAX® N990 30份	THERMAX® N990 60份
Dyneon FE-5642	100.00	100.00
Maglite DE	3.00	3.00
Calcium Hydroxide HP	6.00	6.00
Carnauba Wax	1.00	1.00
总份数	140.00	170.00

基本弹性体 FE-5642 是 3M-Dyneon 的产品， 称为“A”级或者 66%含氟类的氟橡胶，使用二苯酚硫化体系。该橡胶通常用于模压制品以及橡胶与金属粘结的应用。

两种样品胶料在冷却的 Farrel BR 密炼机中混炼，13”实验室用开炼机压片并采用风冷式冷却。这种顺序颠倒的混炼过程应用于这两个胶料，并反复这个过程 24 小时以使材料完全扩散，每种胶料都是双通混炼。

加工性能测试包括在 121°C 的门尼粘度，150°C 的硫变性能（ODR），204°C 的硫变性能（MDR）。物理性能测试使用 3x6 规格的平板硫化机硫化的胶片，硫化 10 分钟@177°C, 和在相同条件下进行的胶片并且在烘箱后硫化 16 小时@232°C。加工性能数据表示如表 2

表 2：胶料数据

	N990 30份	N990 60份
门尼粘度 ML @ 121°C (1 + 10)		
MI, pts	124	154
10 分钟	74	110
硫变测量, ODR @ 177°C		
MH, pts	100	116
MH-ML, pts	85	95
MI, pts	15	18
ML, pts	15	21
Tc50, 分钟	5.4	6.1
Tc90, 分钟	7.4	9.3
Ts2, 分钟	2.8	2.6
CRI	21.5	14.9
MDR @ 204°C		
MH, pts	16.0	19.6
MH-ML, pts	13.6	15.6

MI, pts	6.2	8.1
ML, pts	2.5	4.1
Tc50, 分钟	1.3	1.6
Tc90, 分钟	2.0	2.9
Ts2, 分钟	1.0	0.9
CRI	96.2	49.5

物理性能

	N990 30份	N990 60份
硫化10分钟 177° C 无过硫化		
邵氏硬度	70	85
比重	1.832	1.837
定伸应力 @ 25%, MPa	1.53	3.33
定伸应力 @ 50%, MPa	2.17	4.74
定伸应力 @ 100%, MPa	3.82	7.42
定伸应力 @ 200%, MPa	7.90	9.70
断裂伸长率 (%)	318	279
拉伸强度, MPa	10.5	10.2
硫化10 分钟 @ 177°C, 后硫化 16 小时 @ 232°C		
邵氏硬度	75	90
比重	1.85	1.853
定伸应力 @ 25%, MPa	1.68	4.73
定伸应力 @ 50%, MPa	2.55	6.79
定伸应力 @ 100%, MPa	5.57	12.31
定伸应力 @ 200%, MPa	16.41	-
断裂伸长率 (%)	203	144
拉伸强度, MPa	16.71	17.37

从硫变测试结果和物理性能的数据可以明显的看出，增加 30 份的填充的样品产生的性能差异很小。这是由中粒子热裂解炭黑的非补强性、化学惰性和粒径大、结构低的特性决定的。

用于氟橡胶硫化的二苯酚硫化体系最敏感的是各种组分的 PH 值。添加 PH 值低的材料或者酸性添加剂会减缓硫化速度，而较高 PH 值或基本的材料将加速硫化。CANCARB 的 THERMAX® N990 的 PH 值范围为 9-11。在要求酸性 PH 值的用途和成型条件下，CANCARB 的 N990UP（超纯型）可以达到 4-6 的典型 PH 值范围。

THERMAX® N990 中粒子热裂解法炭黑

在 EPDM 门窗密封条中的应用简介

THERMAX®中粒子热裂解法炭黑 N990 是一种通过天然气裂解法生产的，具有大粒径（低比表面积）、低结构的独特的炭黑。THERMAX®产品在赋予产品良好的耐油、耐热和耐化学性能同时，也赋予了产品的优异的动态性能。THERMAX®产品大粒径低结构特点可以使混炼胶产品具有低的压缩形变、高回弹性和低的滞后阻力这些橡胶固有的特性。THERMAX®可以被用于所有的高聚物中，通常应用于 FKM、CR、NR、IIR、NBR、EPDM、HNBR、ACM 和 ECO 混炼胶中。

众所周知，大量填充物可以改善 EPDM 挤出物的性能。可以使产品表面更加平整，使产品可以获得理想的最终产品表面性能，更锋利的边缘，更好的取向稳定性并提升了产品的湿强度。

以下研究，是有印度橡胶制造协会受加拿大肯卡伯公司委托，说明了通过使用 THERMAX® 炭黑部分替代炉法炭黑在帮正橡胶加工和硫化性能的同时提高橡胶的填充量。除此以外,由于 THERMAX®优异的分散性能和较低的硬粒子含量，用户可以获得一流的产品表面。

实验

在挤出制品中，也是 EPDM 的主要应用，两种不同粒径和结构的炉法炭黑经常混合使用以平衡胶料的加工性能和硫化性能。实验研究绍尔硬度 A 分别为 50、60 和 70 的胶料，通过放入 N550 和 N774 炭黑对胶料硬度进行控制。实验用混炼胶用 2 份 THERMAX® N990 代替一份 N774 以获得相同的硬度。

混炼胶配方：

	Hardness 50 SH		Hardness 60 SH		Hardness 70 SH	
	A1	A2	B1	B2	C1	C2
EPDM Keltan 512	100	100	100	100	100	100
N550	60	60	80	80	120	120
N774	40	-	50	-	50	-
Thermax®N990	-	80	-	100	-	100
Paraffinic Oil	90	90	90	90	90	90
ZnO	5	5	5	5	5	5
Stearic Acid	1	1	1	1	1	1
ZDBC	2	2	2	2	2	2
TMTD	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
MBT	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Sulphur	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2

硫化性能

混炼胶	A1	A2	B1	B2	C1	C2
硬度 (Shore A)	49	50	58	58	69	68
300% 定伸强度(MPa)	6.2	6.5	7.8	8.3	-NA--	-NA--
拉伸强度 (MPa)	8.4	8.8	9.4	8.9	8.2	8.0
断裂伸长率 (%)	405	415	370	320	205	240
撕裂强度 (kN/m)	22.6	22.6	25.9	24.5	24.9	22.8
压缩永久变形率 (%) ASTM D 395 Method B	16	19	17	23	21	24

(@100°C/22hrs/25%)						

热老化性能

性能改变量在以下空气中 @ 100°c/ 168 hrs.						
混炼胶	A1	A2	B1	B2	C1	C2
硬度改变量 , points	+8	+9	+9	+10	+9	+10
拉伸强度 %	+5.2	+4.5	+5.2	+3.3	+10.7	+4.9
断裂伸长率改变量%	-39.5	-44	-47.3	-39	-31.7	-37.5

讨论

尽管 THERMAX®炭黑在硬度为 50 的胶料中填充 40phr 和硬度 60、70 的胶料中填充 50phr，对于各组胶料，门尼粘度、门尼焦烧时间和硫化时间仍保持在相近的数量上。胶料的硫化性能也没有受到炭黑填充量增加的影响。胶料压缩永久变形率随着炭黑总填充量的增加而增大。然而 THERMAX® N990 是各种炭黑中对胶料压缩永久变形性能影响最小的炭黑。含有 N990 的胶料的耐热老化也有所增强。

茂金属催化EPDM橡胶

通过溶液悬浮聚合茂金属催化的 EPDM 橡胶与传统 EPDM 相比具有更高的分子量。因此具有更好的机械性能，但是企业更难进行加工。在茂金属催化 EPDM 中使用 THERMAX® N990 部分代替炉法炭黑，可以更加明显的提升也更适合茂金属催化 EPDM 橡胶的加工。

THERMAX®中粒子热裂解法炭黑 N990 在减震件中的应用

与其他材料相比，橡胶具有机械形变的独特性能，具有非常高的拉伸伸长率。天然橡胶在拉伸到 1000%后仍然可以回复到原先长度。除了弹性，橡胶同时具有变为粘性液体吸收能量的性质。这两种性能结合时橡胶成为一种独特的材料。其粘弹性在吸收能量的同时，在连续形变后，回复初始形状。

以发动机支架为例，橡胶的弹性使支架储存和抵消了发动机工作时发出的高频率震动产生的能量，降低车舱内震动的感觉。另一方面，其具有的粘性可以降低发动机空转时产生的低频率的震动。这种震动的频率类似于系统的自然震动，容易产生共振，会增加震动幅度。同样对于汽车其他部件的也起到减震器的作用。

填料对于橡胶的动态性能来说起到了十分重要的性能。N990 具有的大粒径、低结构的特点使胶料具有高回弹性和低滞后性，因此可以保持橡胶固有的弹性。N990 炭黑被广泛应用于天然胶和 EPDM 橡胶制的汽车减震件。

THERMAX®应用在EPDM和天然橡胶中对动态性能的影响

以下研究，由CANCARB LIMITED公司委托印度THANE的印度橡胶加工厂商研究协会进行。实验研究了绍尔硬度A分别为50, 60，70的EPDM和天然胶。对于EPDM胶料控制组使用N550炭黑和N774炭黑共混，而天然胶控制组只使用N550炭黑。实验组使用N990炭黑替代上述碳黑。

动态性能通过Metvavib RDS Viscoanalzer VA4000进行测试。A到C栏为EPDM动弹性能的数据， D到F栏为天然胶的动态性能数据。动态力学损耗因子是减震件的一个重要数据，动态力学损耗因子值大说明了胶料可以有效减轻发动机的震动，实验发现混有MT N990炭黑改善了胶料的此项数据。

EPDM 测试胶料

	Hardness 50 SH		Hardness 60 SH		Hardness 70 SH	
	A1	A2	B1	B2	C1	C2
EPDM Keltan 512	100	100	100	100	100	100
N550 (FEF)	60	60	80	80	120	120
N774 (SRF)	40	-	50	-	50	-
Thermax® N990 (MT)	-	80	-	100	-	100
Paraffinic Oil	90	90	90	90	90	90
ZnO	5	5	5	5	5	5
Stearic Acid	1	1	1	1	1	1
ZDBC	2	2	2	2	2	2
TMTD	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
MBT	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Sulphur	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2

EPDM 混炼胶性能

胶料	A1	A2	B1	B2	C1	C2
粘度 ML (1+4)@100°c (MU)	14.5	15	19	18	29	30
门尼焦烧时间 t5 @125°c (min.)	13.33	11	11.33	9.26	7.48	8.11
硫变性能@ 160°c						
ML(lbf.inch)	2.51	2.6	2.43	2.62	3.76	3.71
MH(lbf.inch)	35.32	35	37.18	38.94	47.62	41.79
TS2(minutes)	3.15	2.8	2.73	2.4	2.27	2.44
T90(minutes)	22.91	18	20.56	23.18	20.73	19.91

EPDM动态性能

50 to 100Hz, 每组间隔10 Hz , 0.1 %动态激励, 0.5% 静电 @室温
使用仪器：Metravib RDS Viscoanalyzer VA 4000
测试样品厚度 2 ± 0.2 mm, 宽度 5 ± 0.2 mm,长度 30 ± 0.2 mm cured at 160°C @ t90 minutes

Table A: 实模量, E′ (Pa)						
频率	A1	A2	B1	B2	C1	C2
50	5.85X10 n, n=6	6.68X10 n, n=6	1.56X10 n, n=7	1.34X10 n, n=7	3.25X10 n, n=7	2.91X10 n, n=7
60	5.90X10 n, n=6	6.83X10 n, n=6	1.61X10 n, n=7	1.47X10 n, n=7	3.35X10 n, n=7	3.02X10 n, n=7
70	5.83X10 n, n=6	6.94X10 n, n=6	1.65X10 n, n=7	1.44X10 n, n=7	3.42X10 n, n=7	3.10X10 n, n=7
80	5.91X10 n, n=6	7.01X10 n, n=6	1.67X10 n, n=7	1.43X10 n, n=7	3.42X10 n, n=7	3.11X10 n, n=7
90	5.92X10 n, n=6	7.10X10 n, n=6	1.67X10 n, n=7	1.45X10 n, n=7	3.42X10 n, n=7	3.10X10 n, n=7
100	5.88X10 n, n=6	7.05X10 n, n=6	1.67X10 n, n=7	1.49X10 n, n=7	3.50X10 n, n=7	3.16X10 n, n=7

Table B: 虚模量, E″ (Pa)						
频率	A1	A2	B1	B2	C1	C2
50	1.12X10 n, n=6	1.37X10 n, n=6	2.54X10 n, n=6	2.47X10 n, n=6	5.57X10 n, n=6	5.23X10 n, n=6
60	1.15X10 n, n=6	1.38X10 n, n=6	2.56X10 n, n=6	2.57X10 n, n=6	5.57X10 n, n=6	5.29X10 n, n=6
70	1.20X10 n, n=6	1.42X10 n, n=6	2.57X10 n, n=6	2.47X10 n, n=6	5.62X10 n, n=6	5.33X10 n, n=6
80	1.20X10 n, n=6	1.47X10 n, n=6	2.60X10 n, n=6	2.53X10 n, n=6	5.70X10 n, n=6	5.50X10 n, n=6
90	1.21X10 n, n=6	1.49X10 n, n=6	2.65X10 n, n=6	2.54X10 n, n=6	5.85X10 n, n=6	5.65X10 n, n=6
100	1.23X10 n, n=6	1.50X10 n, n=6	2.61X10 n, n=6	2.51X10 n, n=6	5.62X10 n, n=6	5.55X10 n, n=6

Table C: 损耗因子 E″/E′						
频率	A1	A2	B1	B2	C1	C2
50	1.91X10 n, n=-1	2.05X10 n, n=-1	1.63X10 n, n=-1	1.84X10 n, n=-1	1.71X10 n, n=-1	1.79X10 n, n=-1
60	1.96X10 n, n=-1	2.02X10 n, n=-1	1.59X10 n, n=-1	1.75X10 n, n=-1	1.66X10 n, n=-1	1.75X10 n, n=-1
70	2.05X10 n, n=-1	2.05X10 n, n=-1	1.56X10 n, n=-1	1.72X10- n, n=1	1.64X10 n, n=-1	1.72X10 n, n=-1
80	2.04X10 n, n=-1	2.10X10 n, n=-1	1.56X10 n, n=-1	1.77X10 n, n=-1	1.67X10 n, n=-1	1.77X10 n, n=-1
90	2.04X10 n, n=-1	2.10X10 n, n=-1	1.59X10 n, n=-1	1.76X10 n, n=-1	1.71X10 n, n=-1	1.82X10 n, n=-1
100	2.10X10 n, n=-1	2.13X10 n, n=-1	1.56X10 n, n=-1	1.69X10 n, n=-1	1.61X10 n, n=-1	1.76X10 n, n=-1

天然胶测试胶料

	Hardness 50 SH		Hardness 60 SH		Hardness 70 SH	
	A1	A2	B1	B2	C1	C2
NR (RSS I X)	100	100	100	100	100	100
N550 (FEF)	25	-	50	40	70	50
Thermax® N990 (MT)	-	50	-	25	-	50
Napthenic Oil	3	3	5	5	5	5
ZnO	5	5	5	5	5	5
Stearic Acid	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Sulphur	2	2	2	2	2	2
CBS	1	1	1	1	1	1
TMTD	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
A.O. 4020	1	1	1	1	1	1
Batch weight	138.6	163.6	165.6	180.6	185.6	215.6

天然胶料动态性能

5 to 25 Hz, 每组间隔5 Hz, 0.1% 动态激励, 0.5% 静电 @ 室温
使用仪器 Metravib RDS Viscoanalyzer VA 4000
样品厚度2 ± 0.2 mm, 宽度 5 ± 0.2 mm, 长度 30 ± 0.2 mm 160°C硫化 @ t90 minutes

Table D: 实模量, E' (Pa)						
频率	A1	A2	B1	B2	C1	C2
5	$1.95X10^{n}$, n=6	$2.49X10^{n}$, n=6	$7.89X10^{n}$, n=6	$7.28X10^{n}$, n=6	$1.27X10^{n}$, n=7	$1.88X10^{n}$, n=7
10	$1.97X10^{n}$, n=6	$2.54X10^{n}$, n=6	$8.73X10^{n}$, n=6	$7.68X10^{n}$, n=6	$1.32X10^{n}$, n=7	$1.98X10^{n}$, n=7
15	$1.98X10^{n}$, n=6	$2.54X10^{n}$, n=6	$8.24X10^{n}$, n=6	$7.61X10^{n}$, n=6	$1.34X10^{n}$, n=7	$2.02X10^{n}$, n=7
20	$2.01X10^{n}$, n=6	$2.57X10^{n}$, n=6	$8.36X10^{n}$, n=6	$7.68X10^{n}$, n=6	$1.36X10^{n}$, n=7	$2.14X10^{n}$, n=7
25	$2.06X10^{n}$, n=6	$2.62X10^{n}$, n=6	$9.21X10^{n}$, n=6	$7.88X10^{n}$, n=6	$1.37X10^{n}$, n=7	$2.00X10^{n}$, n=7

Table E: 虚模量, E" (Pa)						
频率	A1	A2	B1	B2	C1	C2
5	$4.43X10^{n}$, n=4	$6.97X10^{n}$, n=4	$5.88X10^{n}$, n=5	$5.40X10^{n}$, n=5	$1.07X10^{n}$, n=6	$1.86X10^{n}$, n=6
10	5.29	8.12	6.50X10	6.29X10	1.11X10	1.86X10

	X10^{n}, n=4	X10^{n}, n=4	^{n}，n=5	^{n}，n=5	^{n}，n=6	^{n}，n=6
15	6.11 X10^{n}, n=4	9.57 X10^{n}, n=4	6.58X10^{n}，n=5	6.21X10^{n}，n=5	1.15X10^{n}，n=6	1.90X10^{n}，n=6
20	6.29 X10^{n}, n=4	1.00 X10^{n}, n=4	6.82X10^{n}，n=5	6.47X10^{n}，n=5	1.19X10^{n}，n=6	2.12X10^{n}，n=6
25	3.06 X10^{n}, n=4	6.87 X10^{n}, n=4	6.60X10^{n}，n=5	6.13X10^{n}，n=5	1.21X10^{n}，n=6	2.24X10^{n}，n=6

Table F: 动态力学损耗因子 E″/E′						
频率	A1	A2	B1	B2	C1	C2
5	2.27X10^{n}，n=-2	2.79X10^{n}，n=-2	7.45X10^{n}，n=-2	7.41X10^{n}，n=-2	8.40X10^{n}，n=-2	9.90X10^{n}，n=-2
10	2.69X10^{n}，n=-2	3.20X10^{n}，n=-2	7.45X10^{n}，n=-2	8.18X10^{n}，n=-2	8.41X10^{n}，n=-2	9.39X10^{n}，n=-2
15	3.08X10^{n}，n=-2	3.76X10^{n}，n=-2	7.99X10^{n}，n=-2	8.16X10^{n}，n=-2	8.58X10^{n}，n=-2	9.41X10^{n}，n=-2
20	3.13X10^{n}，n=-2	3.90X10^{n}，n=-2	8.15X10^{n}，n=-2	8.43X10^{n}，n=-2	8.75X10^{n}，n=-2	9.95X10^{n}，n=-2
25	1.49X10^{n}，n=-2	2.62X10^{n}，n=-2	7.16X10^{n}，n=-2	7.79X10^{n}，n=-2	8.84X10^{n}，n=-2	11.20X10^{n}，n=-2

THERMAX® N990 炭黑在丁腈橡胶中的应用

THERMAX®中粒子热裂解法炭黑 N990 是一种通过天然气裂解法生产的，具有大粒径（低比表面积）、低结构的独特的炭黑。Thermax 产品在赋予产品良好的耐油、耐热和耐化学性能同时，也赋予了产品的优异的动态性能。THERMAX®产品大粒径、低结构特点可以使混炼胶产品具有低压缩形变、高回弹性和低滞后阻力这些橡胶固有的特性。THERMAX® 可以被用于所有的高聚物中，通常应用于 FKM、CR、NR、IIR、NBR、EPDM、HNBR、ACM 和 ECO 混炼胶中。

热裂解法炭黑是一种非补强炭黑，经常与炉法炭黑和（或）矿质填料混合以达到降低成本和提升混炼胶指定性能的作用。当它们用在丁腈橡胶和聚氯乙烯的混炼胶中时，人们发现热裂解法炭黑可以改善产品的压缩永久变形的性能，从而改善产品的密封性能。

以下研究，由印度橡胶制造研究协会受加拿大 Cancarb 公司委托进行的，实验展示了用 N990 代替全部或者部分快速挤出 N550 炭黑对于三种不同绍尔 A 硬度（60、70 和 80）丁腈橡胶混炼胶的影响。

配方 (phr)	Hardness 60 SH	Hardness 70 SH	Hardness 80 SH	Hardness 70

							SH(High ACN)
Compound	A1	A2	B1	B2	C1	C2	D
*NBR (JSR230SL)	100	100	100	100	100	100	--
**NBR(JSR N 220S)	--	--	--	--	--	--	100
MC sulpur	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Stearic acid	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Zinc Oxide	5	5	5	5	5	5	5
N 550	45	30	65	40	90	60	60
N990	--	35	--	55	--	65	--
DOP	10	10	10	10	20	20	10
TDQ	1	1	1	1	1	1	1
CBS	2	2	2	2	2	2	2
TMTD	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

胶料	A1	A2	B1	B2	C1	C2	D
粘度 ML(1+4) @ 100° C	31	34	38	41	49	53	58
门尼焦烧时间 t5 @ 125° C(min)	8.09	8.02	6.28	5.35	4.38	4.32	6.11
硫变性能 @ 160° C							
ML(lbf.inch)	4.4	4.88	5.31	5.61	7.14	6.08	6.08
MH(lbf.inch)	62.96	73.7	70.39	86	78.5	81.04	79.93
tS2(min)	2.5	2.37	2.12	1.86	1.69	1.76	1.99
t90(min)	12.2	19.93	11.4	15.62	4.74	5.86	16.76

对于各种硬度的混炼胶，混炼胶粘度有轻微增长同时门尼烧焦时间减少，炭黑的填充量分别增长 20,30,35 份。

胶料	A1	A2	B1	B2	C1	C2	D
硫化性能- 使用硫化仪160° C 硫化 t90 minutes							
Shore A 硬度	62	61	70	71	80	79	71
100%定伸模量(Kg/cm2)	33	27	46	41	77	55	49
200%定伸模量 (Kg/cm2)	75	68	121	115	168	157	129
300%定伸模量(Kg/cm2)	140	132	186	174	212	_	205
拉伸强度(Kg/cm2)	191	232	227	182	220	187	233
断裂伸长率%	480	540	400	380	310	260	390
撕裂强度 (Kg/cm)	43	43	49	45	45	45	57

压缩永久变形率 % ASTM Method B, 22 hrs/ 100° C / 25% 挠度	**33**	**24**	**38**	**27**	**29**	**32**	**33**
% 胶料@ 100° C 70 hours. 空气老化后物理性能改变量							
硬度 改变量,(points)	+13	+15	+13	+13	+6	+7	+11
100 % 定伸模量, 改变量 %	+21	+22	+46	+49	+25	+76	+33
200 % 定伸模量 改变量 %	+38	+37	+45	+46	+25	_	+39
300 % 定伸模量 改变量 %	+34	+34	_	_	_	_	+25
拉伸强度 改变量 %	+8	+6	+8	+9	+4	+4	+5
断裂伸长率, 改变量 %	-25	-24	-30	-31	-26	-27	-25
%胶料@ 100° C 70 hours. ASTM oil No.3老化后物理性能改变量							
体积膨胀率(70 hrs / 100°C)%	+4.37	+3.34	+0.91	+2.93	-1	-2.54	-1.68
硬度 改变量, points	-2	-2	0	0	0	0	0
100 % 定伸模量, 改变量 %	-6	-7	-2	0	+14	+48	-2
200 % 定伸模量, 改变量 %	+10	+11	+13	+14	+15	_	+7
300 % 定伸模量, 改变量 %	+14	+15	+16	14	_	_	+10
拉伸强度, 改变量 %	-7	-6	+9	+14	-5	-4	-6
断裂伸长率, 改变量 %	-21	-22	-15	-16	-23	-19	-20

%胶料@ 40° C 70 hours. Fuel B老化后物理性能改变量							
体积膨胀率(70 hrs / 40°C)%	+22.90	+23.37	+19.10	+19.55	+13.95	+11.10	+14.96
硬度 改变量, points	-8	-10	-14	-14	-12	-11	-15
100 %定伸模量, 改变量 %	-21	-20	-15	-14	-21	-16	-24
200 %定伸模量, 改变量 %	-5	-1	-5	-4	-4	-6	-18
300 % 定伸模量, 改变量 %	-12	-13	_	_	_	_	-14
拉伸强度, 改变量 %	-38	-38	-23	-18	-14	-13	-24
断裂伸长率, 改变量 %	-31	-33	-30	-31	-19	-15	-25

总体上说，抗拉伸强度和抗撕裂强度受 THERMAX®影响很小，THERMAX®加入仍能使混炼胶的这两项性能得到一个可以接受的结果。并能使产品的压缩永久变形性能得到极大提高（除去硬度为 80 的混炼胶性质提升不高，这是因为填料相结合导致性能只有稍微增加）

高丙烯晴NBR和中等含量丙烯腈的NBR

以上研究发现，与相似硬度高丙烯腈含量 NBR（混炼胶 D）相比，含有 THERMAX® N990 的中等含量的丙烯腈 NBR（混炼胶 B2）压缩永久变形优异。这两种混炼胶展现出相似的耐油性，含有 THERMAX®的混炼胶展现略高的体积膨胀率。另外，含有 THERMAX®的混炼胶更低成本由于中等含量丙烯腈的 NBR 具有更低的价格。

THERMAX®的优势

通过使用 THERMAX® N990 部分替代炉法炭黑，使产品的压缩永久变形率的性能有了显著提高，使产品更加适用于 O 型圈、密封圈、油封和胶管，这些都是 NBR 的主要应用范围。除此以外，混入 THERMAX® N990 可以作为一种降低混炼胶成本的方法。

最后 THERMAX® N990 由于其独特的大粒径、低结构的特性，使产品在加工过程中具有生热更低（例如挤出），尤其是对于高硬度的混炼胶（绍尔硬度 A 高于 80），因此提升加工的安全性是非常必要的。

THERMAX®中粒子热裂解炭黑与炉法炭黑并用在氯丁橡胶中的应用

THERMAX®中粒子热裂解炭黑是一种具有粒径大、结构低特点的独特的炭黑，由天然气热裂解制成。THERMAX®系列产品被广泛应用于需要具有优良的耐热、耐油化学性和卓越动态性能的产品中。粒径大、结构低使得胶料具有低压缩形变性、高回弹性和低滞后性，从而使胶料可以保持固有的弹性体性能。THERMAX®系列被广泛的应用于氟橡胶、天然橡胶、丁基橡胶、丁腈橡胶、三元乙丙橡胶、氢化丁腈橡胶、丙烯酸酯橡胶和氯醚橡胶等。

热裂解炭黑作为非补强性炭黑，经常与炉法炭黑和/或其他填料并用以达到降低成本和获得特殊物理性能的作用。氯丁橡胶是一种应变结晶的、化学结构和拉伸强度都与天然橡胶相近的产品。鉴于这些在天然胶和氯丁橡胶产品的加工和硫化性能相似，炭黑在过程中起到的作用也基本相同。与补强性炭黑相比，THERMAX®可以在同样的硬度在氯丁胶料加工过程中填充更多，而同时保持良好的拉伸性能。高填充度可以有效地节约胶料成本。

在下面的研究中，由印度橡胶制造研究协会受加拿大 Cancarb 公司委托进行的，实验展示了用 N990 全部或者部分代替 N550 炭黑对于三种不同邵氏 A 硬度（50、60 和 70）氯丁橡胶混炼胶的影响。

胶料配方

配方（份数）	硬度50		硬度60		硬度70	
	A1	A2	B1	B2	C1	C2
CR - Skyprene B-30	100	100	100	100	100	100
氧化镁	4	4	4	4	4	4
Thermax® N990	-	40	-	20	-	40
FEF N550	20	-	40	30	60	40
硬脂酸	1	1	1	1	1	1
芳烃油	15	15	15	15	15	15
氧化锌	5	5	5	5	5	5
NA 22	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
防老化剂TDQ	1	1	1	1	1	1
总份数	146.5	166.5	166.5	171.5	186.5	206.5

氯丁橡胶胶料测试性能

胶料	A1	A2	B1	B2	C1	C2
门尼粘度 ML(1+4) @ 100°C	19.0	24.0	38.5	38.0	60.0	58.0

(MU)						
门尼焦烧t5 @ 125° C(min)	6.00	5.10	4.70	4.80	4.00	3.90
硫变测试性能 @ 160° C						
ML (lbf.inch)	3.80	4.14	5.60	5.45	8.44	8.33
MH(lbf.inch)	51.00	55.60	66.60	66.55	78.10	79.16
tS2(min)	2.00	1.91	1.64	1.66	1.52	1.53
t90(min)	20.00	17.60	30.90	25.50	35.85	34.56
硫化性能						
硬度(邵氏 A)	48	50	59	60	69	69
300% 定伸应力 (Kg/cm2)	25	52	144	145	n/a	n/a
拉伸强度 (Kg/cm2)	150	162	186	187	183	176
断裂伸长率%	615	550	365	360	255	250
撕裂强度(Kg/cm)	23	26	35	35	39	33
压缩形变率 % (ASTM D 395, 标准 B, 22 hrs/100°C/25% deflection)	11	14	10	11	8	9
% 在空气中老化的变数@ 100°C 70 小时.						
硬度变化 (点数)	+1	+1	+3	+2	+2	+3
300% 定伸应力 (变数)	+16	+27	+10.5	+16.5	n/a	n/a
拉伸强度 (变数)	+2	-0/5	-0.5	Nil	+1	+1
断裂伸长率(变数)	-7	-7	-8	-7	-10	-8
% 在空气中老化的变数 @ 100° C 70 小时 在 ASTM 标准油No.1						
体积膨胀率 (70hrs/100°C)	+3.6	+3.8	+2.6	+2.7	+2.5	+2.1

在用 THERMAX® N990 完全替代 FEF N550，硬度为 50 度的胶料依然保持优秀的拉伸强度和撕裂强度。在 ASTM 1 号油里的体积膨胀率、压缩变形和空气老化性能都保持在令人满意的水平。然而，胶料粘度略有增加，同时断裂伸长率有小幅下降。

在较高硬度的胶料中，60 和 70 邵氏 A 硬度，用 THERMAX® N990 按 1：2 比例代替 FEF N550，硫化性能和非硫化性能都没有明显的变化。

THERMAX®的优势

从持续供应性和氯丁橡胶的日益昂贵中看出，不影响固有性能的前提下降低成本是最主要的问题。THERMAX® N990 可以很好地解决这个问题。THERMAX® N990 可以使胶料中填充更高比例的炭黑，无需消耗更多昂贵的聚合物而形成更大的胶料体积。降低成本的效果取决于产品的具体配方和当地的原材料成本。

进一步降低成本，可以通过 THERMAX 热裂解炭黑以更高的比例替代快压出炉黑，但同时会有一些应力-应变性能的损失。

在高度竞争的全球氯丁橡胶市场中，THERMAX®中粒子热裂解炭黑是可以降低成本并保持固有优良动态性能的理想填料。

THERMAX®热裂解法炭黑 N990 在 NBR/PVC 橡胶混炼中的应用

THERMAX®中粒子热裂解法炭黑 N990 是一种通过天然气裂解法生产的，具有大粒径（低比表面积）、低结构的独特的炭黑。THERMAX®产品在赋予产品良好的耐油、耐热和耐化学性能同时，也赋予了产品的优异的动态性能。THERMAX®产品大粒径、低结构特点可以使混炼胶产品具有低压缩形变、高回弹性和低滞后阻力这些橡胶固有的特性。THERMAX®可以被用于所有的高聚物中，通常应用于 FKM、CR、NR、IIR、NBR、EPDM、HNBR、ACM 和 ECO 混炼胶中。

热裂解法炭黑是一种非补强炭黑经常与炉法炭黑和（或）矿质填料混合已达到降低成本和提升混炼胶指定性能的作用。当它们用在丁腈橡胶和聚氯乙烯的混炼胶中时，人们发现热裂解法炭黑可以改善产品的压缩永久变形的性能，从而改善产品的密封性能。

以下研究，由印度橡胶制造研究协会受加拿大 Cancarb 公司委托进行的，实验展示了用 N990 代替全部或者部分 N550 炭黑对于三种不同绍尔 A 硬度（60、70 和 80）丁腈橡胶和聚氯乙烯混炼胶的影响。

配方 (phr)	Hardness 60 SH		Hardness 70 SH		Hardness 80 SH	
	A1	A2	B1	B2	C1	C2
*NBR/PVC (70:30)	100	100	100	100	100	100
MC Sulphur	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Stearic acid	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Zinc Oxide	5	5	5	5	5	5
FEF N550	40	--	60	30	80	40
THERMAX® N990	--	90	--	70	--	90
DOP	25	25	25	25	25	25
TDQ	1	1	1	1	1	1
CBS	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
TMT	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

<u>测试胶料性能</u>

胶料	A1	A2	B1	B2	C1	C2
粘度 ML(1+4) @ 100°C	27	28	44	44	61	61
门尼焦烧时间t5 @ 125°C (min)	4.1	3.3	3.6	3.4	3.3	3.1
硫变性能 @160°C						
ML (lbf.inch)	3.84	4.48	6.15	5.94	7.99	6.87
MH (lbf.inch)	44.94	47.54	58.29	58.98	63.16	67.35

tS2 (min)	1.54	1.27	1.39	1.28	1.26	1.19
t90 (min)	24.51	21.03	23.54	28.62	30.13	32.75
硫化性能　使用硫化仪160°C 硫化 90 minutes						
硬度 (Shore A)	62	63	72	73	81	82
100% 定伸模量 (Kg/cm2)	36	33	48	52	68	70
200% 定伸模量 (Kg/cm2)	70	66	112	116	142	144
300% 定伸模量 (Kg/cm2)	117	99	--	--	--	--
拉伸强度 (Kg/cm2)	191	140	170	154	164	167
断裂伸长率 (%)	520	530	320	280	250	250
撕裂强度 (Kg/cm)	42	44	45	46	38	39
压缩永久变形率 % (ASTM Method B, 70 hrs / 70°C / 25% 挠度)	59	62	52	48	50	47

对于各种硬度混炼胶，其粘度甚至在填充了更多的 N990 时仍保持不变。即使在相对较高的填充度，THERMAX®也会影响混炼胶的门尼烧焦和硫化性能。

除去绍尔硬度 A 为 60 的胶料外，THERMAX® N990 改善了所有填充的胶料的压缩永久变形性能。这种性能改善对要求良好的密封性能的用途是非常有益的，如密封件、油封和胶管（更好的夹持连接件），都是 NBR/PVC 共混胶的主要使用范围。

胶料	A1	A2	B1	B2	C1	C2
% 胶料@ 100° C 70 hours. 空气中老化后物理性能改变量						
硬度 改变量 (points)	+ 7	+ 8	+ 7	+ 9	+ 5	+ 5
100% 定伸模量 改变量 (%)	+ 6	+ 15	+ 25	+ 31	+ 28	+ 47
200% 定伸模量 改变量 (%)	+ 33	+ 34	+ 34	+ 35	--	--
300% 定伸模量 改变量 (%)	+ 29	+ 30	--	--	--	--
拉伸强度 改变量 (%)	-4	-4	+ 4	+ 2	NIL	+ 4
断裂伸长率 改变量 (%)	-27	-28	-22	-23	-28	-28
% 胶料@ 100° C 70 hours. IRM 903中**老化后物理性能改变量**						
体积膨胀率 (%)	-12	-11	-10	-8	-9	-8
硬度 改变量, points	+ 13	+ 13	+ 12	+ 12	+ 10	+ 10
100% 定伸模量 改变量 (%)	+ 56	+ 55	+ 68	+ 62	+ 81	+ 69
200% 定伸模量 改变量 (%)	+ 80	+ 76	-	--	--	--
300% 定伸模量 改变量 (%)	+ 54	+ 41	--	--	--	--
拉伸强度 改变量 (%)	-1	NIL	+ 6	+ 5	+ 4	NIL
断裂伸长率 改变量 (%)	-35	-34	-31	-31	-36	-36
胶料@23° C 48 hours. 在燃料 B中**老化后物理性能改变量**						
体积膨胀率 (%)	+ 4	+ 4	+ 11	+ 11	+ 9	+ 8

硬度改变量 (points)	-5	-4	-6	-5	-11	-10
100%定伸模量改变量 (%)	-25	-20	-27	-26	-24	-22
200%定伸模量 改变量 (%)	-15	-15	-19	-18	-15	-16
300%定伸模量改变量 (%)	-18	-18	--	--	--	--
拉伸强度改变量 (%)	-35	-27	-31	-26	-25	-25
断裂伸长率改变量 (%)	-23	-19	-22	-18	-16	-12

只填充 N990 炭黑的胶料的应力应变性能基本保持不变(除去绍尔硬度 A 为 60 一组的拉伸强度有小幅下降)。混炼胶硬度也保持不变。

THERMAX®优势

NBR/PVC 由于具有良好的耐油、耐燃料性能和优异的耐候性能，从而适用于如密封圈、油封和油管等密封制品中。THERMAX® N990 对于这些胶料来说是一种优异的填料。THERMAX® N990 炭黑可以填充更多而不改变胶料的自身性能。

THERMAX®由于独特的大粒径、低结构的性能，使胶料在加工时减少生热量从而减少焦烧的风险，更大程度地提供了安全保证。尤其是对于超过绍尔硬度 80 以上的高硬度胶料，这一点至关重要。

THERMAX® N990 炭黑由 Cancarb 公司生产，使胶料获得理想性能的同时，可以降低焦烧的风险。

THERMAX®中粒子热裂解法炭黑 N990

在氢化丁腈橡胶混炼胶中的应用

THERMAX®中粒子热裂解法炭黑 N990 是一种通过天然气裂解法生产的，具有大粒径（低比表面积）、低结构特性的炭黑。THERMAX®产品在赋予产品良好的耐油、耐热和耐化学性能同时，也赋予了产品的优异的动态性能。THERMAX®产品大粒径低结构特点可以使混炼胶产品具有低的压缩形变、高回弹性和低的滞后阻力这些橡胶固有的特性。Thermax 可以被用于所有的高聚物中，通常应用于 FKM、CR、NR、IIR、NBR、EPDM、HNBR、ACM 和 ECO 混炼胶中。

THERMAX®炭黑是一种非补强炭黑，使之经常与炉法炭黑还有矿质填料混合使用已达到降低成本并且提升橡胶混炼胶性能的目的。氢化丁腈橡胶具有优异的粘接和拉伸性能，使其可以通过填充大量的中粒子热裂解法炭黑已获得良好的机械性能。

以下研究，由印度橡胶制造研究协会受加拿大 Cancarb 公司委托进行的，实验展示了用 N990 代替全部或者部分 N550 炭黑对于三种不同邵氏 A 硬度（60、70 和 80）氢化丁腈橡胶混炼胶的影响。

胶料配方

配方 (phr)	Hardness 60 SH		Hardness 70 SH		Hardness 80 SH	
	A1	A2	B1	B2	C1	C2
HNBR*	100	100	100	100	100	100

Stearic acid	1	1	1	1	1	1
Zinc Oxide	5	5	5	5	5	5
FEF N550	20	--	35	--	65	25
Thermax® N990	--	40	--	75	--	75
Plasticizer TOTM	5	5	5	5	5	5
Akrochem VC 40K	10	10	10	10	10	10
Co-agent TAIC	3	3	3	3	3	3
Naugard 445	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
Vulkanox ZMB2	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4

*Therban A3406 (由朗盛德国公司生产)，完全氢化丁腈橡胶，CAN含量34±1%，门尼粘度ML1±4 @100 ℃ 为63±7

测试胶料性能

胶料	A1	A2	B1	B2	C1	C2
粘度 ML(1+4) @ 100°C	51	55	62	69	96	89
门尼焦烧时间 t5 @ 125°C (min)	33	32	29	24	18	15
硫变性能 @160°C						
ML (lbf.inch)	15.08	15.94	17.14	18.99	22.36	20.97
MH (lbf.inch)	113.50	122.38	122.73	136.32	147.60	152.32
tS2 (min)	1.49	1.38	1.33	1.27	1.19	1.16
t90 (min)	14.52	15.45	13.96	17.42	15.31	17.90
硫化性能 使用硫化仪160°C 硫化 90 minutes						
硬度 (Shore A)	59	59	67	68	79	78
100% 定伸模量 (Kg/cm2)	22	23	31	33	67	59
200% 定伸模量 (Kg/cm2)	65	71	120	121	267	227
300% 定伸模量 (Kg/cm2)	159	163	225	199	--	--
拉伸强度 (Kg/cm2)	238	234	239	207	293	251
扯断伸长率 (%)	380	400	320	350	210	210
撕裂强度 (Kg/cm)	35	35	43	46	43	43
压缩永久变形率 % (@150°C/70hr/25% 挠度)	25	23	17	16	22	18

邵氏硬度 A 为 60 和 70 的混炼胶粘度没有改变，邵氏硬度 A 为 80 的混炼胶的粘度得到改善，

使得混炼胶对成型工艺的要求得到改善。在填充与 N550 等量甚至更多的 THERMAX® N990 时，也不影响胶料的门尼焦烧时间和硫化性能。

使用 THERMAX®另外一个值得注意的原因是其可以改善产品压缩形变性能。这很适合要求具有很好密封性能的制品，如密封圈、油封、O 型圈和油管，这些都是氢化丁腈橡胶的典型应用领域。

胶料	A1	A2	B1	B2	C1	C2
% 胶料@ 150° C 72 hours. 空气中老化后物理性能改变量						
硬度 改变量 (points)	+4	+4	+3	+3	+5	+4
100% 定伸模量 改变量 (%)	+18	+13	+29	+15	+49	+30
200% 定伸模量 改变量 (%)	+23	+14	+20	+21	--	+5
300% 定伸模量 改变量 (%)	+4	+0.6	--	--	--	--
拉伸强度 改变量 (%)	-14	-17	+0.8	-5	-2	-2
扯断伸长率 改变量 (%)	-8	-15	-6	-14	-9	0
% 胶料@ 150° C 72 hours. IRM 903老化后物理性能改变量						
体积膨胀率 (%)	+19.60	+17.78	+19.12	+15.72	+15.04	+15.19

三个级别的混炼胶在 150℃下 72 小时的硫化性能的得到了很好的保持，只是邵氏硬度 A 为 60 和 70 的混炼胶的拉伸强度有微弱的降低，但是仍然处于一个可接受的范围内。另外，混炼胶的强度没有有变化。

邵氏硬度 A 为 60 和 70 的混炼胶的体积溶胀也得到增强。虽然因为炭黑的大量填充导致高聚物与填料的相互作用降低，邵氏硬度 A 为 80 的的混炼胶的体积溶胀得到保持，这使得这个硬度范围内很难加工混炼胶的加工性能得到改善。

THERMAX®产品的优势

氢化丁腈橡胶由于具有良好的耐油性和在高温下的耐化学性，同时在低温情况下也具有优异的性能从而成为一种在密封行业里被广泛应用的胶种。THERMAX® N990 中粒子热裂解法炭黑源于加拿大 Cancarb 公司，N990 炭黑由于可以大量填充到混炼胶中并且不降低混炼胶的性能从而成为一种优选的填料。同时由于其具有独特的大粒径、低结构的特征可以降低混炼胶成型时胶料被焦烧的危险，改善产品加工性能，降低产品的成本的同时获得理想的产品。

THERMAX® **N990** 炭黑在氯磺化聚乙烯 **CSM** 的应用

THERMAX®中粒子热裂解法炭黑 N990 是一种通过天然气裂解法生产的，具有大粒径、低结构的独特的炭黑。THERMAX®产品在赋予产品良好的分散性、耐油、耐热和耐化学性能。THERMAX®产品大粒径（低比表面积）、低结构特点可以使混炼胶产品具有低压缩形变、高回弹

性和低黏度，保持了橡胶固有的弹性。热裂解法炭黑是一种非补强炭黑，经常与炉法炭黑和（或）矿质填料混合以达到降低成本和提升混炼胶指定性能的作用。

THERMAX®可以被用于所有的高聚物中，通常应用于 NR、NBR、EPDM、HNBR、ACM、FKM 和 ECO 混炼胶中。使用 THERMAX®可以实现高填充，同时能保持低粘度和低压缩变形，因此能减少成本。

以下研究，由印度橡胶制造研究协会受加拿大 Cancarb 公司委托进行的，实验展示了用 N990 代替快压出炉法炭黑 N550 对于三种不同邵尔硬度（60、70 和 80）ACM 混炼胶的影响。

配方（phr）	60 shore A		70 shore A		80 shore A	
	60A	60B	70A	70B	80A	80B
CSPE TS530	100	100	100	100	100	100
MgO	10	10	10	10	10	10
FEF black N550	20	\	40	20	60	20
THERMAX® **N990**	\	**40**	\	**40**	\	**80**
Aromatic Oil	10	10	10	10	10	10
Paraffin Wax	3	3	3	3	3	3
NBC(Antioxidant)	1	1	1	1	1	1
Ultralube 220	2	2	2	2	2	2
DPTT	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
MBTS	1	1	1	1	1	1
Total (phr)	148.5	168.5	168.5	188.5	188.5	228.5

* CSPE-氯磺化聚乙烯-TS530：氯含量 35%，硫含量 1.0%，门尼粘度：56 ML1+4@100℃

** MgO: Konoshima Chemical Co.Ltd-starmag 150

对于邵尔硬度 60 和 70 的混合胶，粘度仍然保持不变。硬度为 80 的粘度会降低，这对高硬度的胶料在加工过程中是有益的。即使三个样品中的炭黑分别增加 20，30，40 份，门尼焦烧时间仍然能够保持。

每份被测试的样品中，填料的增加，都会对硫化和硫变性能有最低影响。基于 N990 的胶料其压缩变形会得到保持和稍微改善。

胶料	60A	60B	70A	70B	80A	80B	测试方法
N550	20		40	20	60	20	
N990		40		40		80	
粘度 ML(1+4)@100℃	50	50	65	65	91	86	IS-11720(Pt.3)

门尼焦烧时间 t5@125℃分	12	12	9	9	7	7	IS-3660(pt.7)
硫变性能@160℃							
M_H(lbf.inch)	70.76	74.09	86.36	91.03	101.55	97.62	ASTM D2084
M_L(lbf.inch)	7.12	6.96	9.91	9.27	13.36	11.37	ASTM D2084
T_S2(min)	2.3	2.43	1.88	1.91	1.74	1.79	ASTM D2084
T90(min)	16.43	23.36	13.61	16.97	14.18	14.98	ASTM D2084
硫化性能							
硬度（邵氏硬度 A）	57	58	69	70	79	78	IS-3400（Pt.23）
100%定伸模量（Kg/cm^2）	19	17	50	46	85	78	IS-3400（Pt.1）
300%定伸模量（Kg/cm^2）	104	89	185	176	-NA-	-NA-	IS-3400（Pt.1）
拉伸强度（Kg/cm^2）	218	202	212	191	202	176	IS-3400（Pt.1）
断裂伸长（%）	530	580	380	360	230	230	IS-3400（Pt.1）
压缩形变率							
70℃@25%deflection，22 小时	30	30	31	28	32	32	IS-3400（Pt.10）

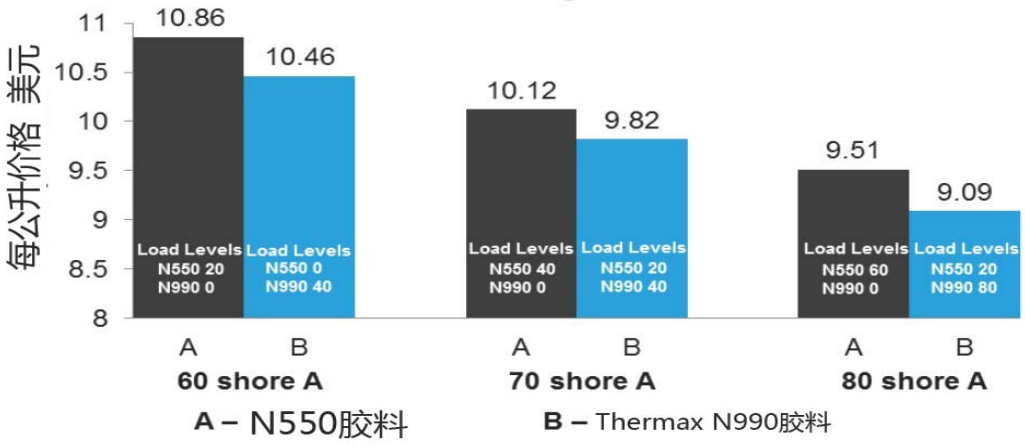
一般而言， 对照胶料样品和测试胶料样品的老化后物理性能的差异比较小，所有THERMAX®胶料样品与对照样品比较相对接近。相对于测试胶料样品与对照胶料样品相比增加了总的碳黑填充份数，其效果更具意义。

老化后物理性质的变化@121℃，70hrs							
配方	60A	60B	70A	70B	80A	80B	测试方法
FEFN550（份）	20		40	20	60	20	
THERMAX® N990（份）		40		40		80	
硬度变化	+3	+2	+3	+1	+2	+2	IS-3400(Pt.23&4)
100%定伸模量变化	+74	+53	+30	+35	+40	+37	IS-3400(Pt.1&4)
300%定伸模量变化	+24	+39	+10	+8	-NA-	-NA-	IS-3400(Pt.1&4)
拉伸强度变化	+1	+1	-2	+1	+6	+5	IS-3400(Pt.1&4)
断裂伸张率变化（%）	-9	-10	-18	-8	-9	-4	IS-3400(Pt.1&4)
油老化后物理性质变化@121℃，70hrs（ASTM 1 号油）							
体积膨胀（%）	-3.0	-2.0	-3.5	-2.5	-3.5	-2.5	ASTM D471
硬度变化	0	0	0	0	+1	+2	IS-3400(Pt.23&6)
100%定伸模量变化	+32	+29	+38	+52	+58	+41	IS-3400(Pt.1&6)
300%定伸模量变化	+34	+53	-NA-	-NA-	-NA-	-NA-	IS-3400(Pt.1&6)
拉伸强度变化	+2	-4	+5	+13	+8	+13	IS-3400(Pt.1&6)
断裂伸张（%）	-13	-22	-21	-22	-26	-13	IS-3400(Pt.1&6)
油老化后物理性质变化@121℃，70hrs（ASTM 2 号油）							
体积膨胀（%）	+26.5	+25.0	+23.5	+22.0	+18.0	+18.5	ASTM D471
硬度变化	-12	-12	-13	-13	-12	-12	IS-3400(Pt.23&6)
100%定伸模量变化	0	-18	-20	-9	+5	-10	IS-3400(Pt.1&6)
300%定伸模量变化	+9	+17	-NA-	-NA-	-NA-	-NA-	IS-3400(Pt.1&6)

拉伸强度变化	-18	-8	-7	+1	+1	+7	IS-3400(Pt.1&6)
断裂伸张（%）	-19	-17	-21	-17	-22	-9	IS-3400(Pt.1&6)
剪切强度（Kg/cm）	56.0	55.0	63.5	61.0	65.5	52.0	IS-3400(Pt.17)
介电强度（KV/mm）	8	11	4	5	1	3	IS-2584-cl.7.1

THERMAX®的优势

如上表所示，THERMAX® N990可以在CSM中填充比N550更多的量，而对CSM的性质没有明显的负面影响。填充更多的N990后，CSM的用量减少，因此混炼厂家的胶料总成本就会降低。这就是N990降低成本的一个优势（见附录A）。



THERMAX® N990独特的大粒径和低结构性质，允许试样能填充更多的填料，而且不影响胶料的性能。如上图所示，高填充性可以减少4.4%的价格。

在保持原有的硬度情况下，THERMAX® N990降低了胶料粘性，提高了加工性能，使得胶料有非常好的混合性，焦烧安全，改善了挤出和模压成型的性能。

附录A

邵尔硬度60， N550胶料						
成份	分数	价格（美元/Kg）	比重	体积（L）	价格（美元/升）	总价格（美元）
CSPE TS530	100.0	10.35	1.65	60.61	17.08	1035.00
MgO	10.0	2.63	0.60	16.67	1.58	26.30

FEF N550	20	1.69	1.8	11.11	3.04	33.80
THERMAX® N990	0	2.69	1.8	0	4.84	0
芳香油	10.0	1.15	0.99	10.10	1.14	11.50
石蜡	3.0	1.97	0.9	3.33	1.77	5.91
NBC	1.0	15.67	1.18	0.85	18.49	15.67
Ultralube 220	2.0	5.37	0.95	2.11	5.10	10.74
DPTT	1.5	8.5	1.5	1.00	12.75	12.75
MBTS	1.0	4.61	1.5	0.67	6.92	4.61
TOTAL	148.5			106.44		1156.28
胶料比重 1.395				胶料价格（美元/升） 10.86		

邵尔硬度60， N990胶料						
成份	分数	价格（美元/Kg0	比重	体积（L）	价格（美元/升）	总价格（美元）
CSPE TS530	100.0	10.35	1.65	60.61	17.08	1035.00
MgO	10.0	2.63	0.60	16.67	1.58	26.30
FEF N550	0	1.69	1.8	0	3.04	0
THERMAX® N990	40	2.69	1.8	22.22	4.84	107.60
芳香油	10.0	1.15	0.99	10.10	1.14	11.50
石蜡	3.0	1.97	0.9	3.33	1.77	5.91
NBC	1.0	15.67	1.18	0.85	18.49	15.67
Ultralube 220	2.0	5.37	0.95	2.11	5.10	10.74

DPTT	1.5	8.5	1.5	1.00	12.75	12.75
MBTS	1.0	4.61	1.5	0.67	6.92	4.61
TOTAL	168.5			117.55		1230.08
胶料比重 1.433			胶料价格（美元/升） 10.46			

上表可以看出，试样中填充更多的N990每升可以节约成本0.4美元，N990比N550填充的份数要多。

邵尔硬度70， N550胶料						
成份	分数	价格（美元/Kg0	比重	体积（L）	价格（美元/升）	总价格（美元）
CSPE TS530	100.0	10.35	1.65	60.61	17.08	1035.00
MgO	10.0	2.63	0.60	16.67	1.58	26.30
FEF N550	40	1.69	1.8	22.22	3.04	67.60
THERMAX® N990	0	2.69	1.8	0	4.84	0
芳香油	10.0	1.15	0.99	10.10	1.14	11.50
石蜡	3.0	1.97	0.9	3.33	1.77	5.91
NBC	1.0	15.67	1.18	0.85	18.49	15.67
Ultralube 220	2.0	5.37	0.95	2.11	5.10	10.74
DPTT	1.5	8.5	1.5	1.00	12.75	12.75
MBTS	1.0	4.61	1.5	0.67	6.92	4.61
TOTAL	168.5			117.55		1190.08
胶料比重 1.433			胶料价格（美元/升） 10.12			

邵尔硬度70， N990胶料						
成份	分数	价格（美元/Kg0	比重	体积（L）	价格（美元/升）	总价格（美元）
CSPE TS530	100.0	10.35	1.65	60.61	17.08	1035.00
MgO	10.0	2.63	0.60	16.67	1.58	26.30
FEF N550	20	1.69	1.8	11.11	3.04	33.80
THERMAX® N990	40	2.69	1.8	22.22	4.84	107.60
芳香油	10.0	1.15	0.99	10.10	1.14	11.50
石蜡	3.0	1.97	0.9	3.33	1.77	5.91
NBC	1.0	15.67	1.18	0.85	18.49	15.67
Ultralube 220	2.0	5.37	0.95	2.11	5.10	10.74
DPTT	1.5	8.5	1.5	1.00	12.75	12.75
MBTS	1.0	4.61	1.5	0.67	6.92	4.61
TOTAL	188.5			128.66		1263.88
胶料比重 1.465			胶料价格（美元/升） 9.82			

N990 40 份和 N550 20 份并用，从上表看出，试样每升节约成本 0.3 美元

邵尔硬度80， N550胶料						
成份	分数	价格（美元/Kg0	比重	体积（L）	价格（美元/升）	总价格（美元）
CSPE TS530	100.0	10.35	1.65	60.61	17.08	1035.00
MgO	10.0	2.63	0.60	16.67	1.58	26.30
FEF N550	60	1.69	1.8	33.33	3.04	101.4

THERMAX® N990	0	2.69	1.8	0	4.84	0
芳香油	10.0	1.15	0.99	10.10	1.14	11.50
石蜡	3.0	1.97	0.9	3.33	1.77	5.91
NBC	1.0	15.67	1.18	0.85	18.49	15.67
Ultralube 220	2.0	5.37	0.95	2.11	5.10	10.74
DPTT	1.5	8.5	1.5	1.00	12.75	12.75
MBTS	1.0	4.61	1.5	0.67	6.92	4.61
TOTAL	188.5			128.66		1223.88
胶料比重 1.465			胶料价格（美元/升） 9.51			

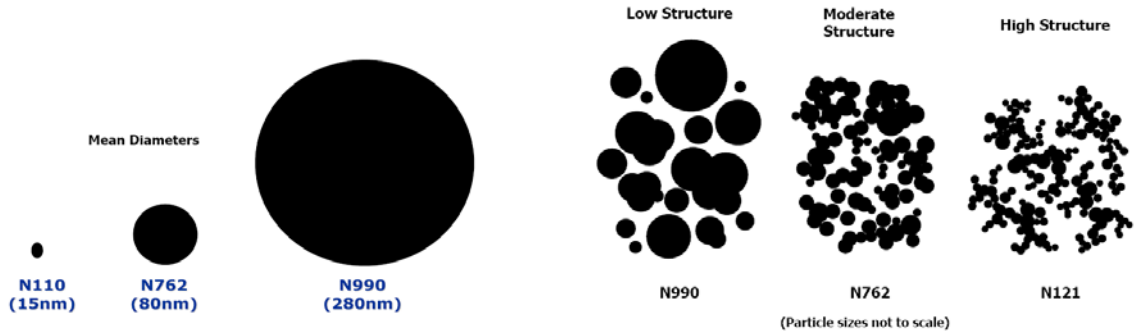
邵尔硬度80， N990胶料						
成份	分数	价格（美元/Kg0	比重	体积（L）	价格（美元/升）	总价格（美元）
CSPE TS530	100.0	10.35	1.65	60.61	17.08	1035.00
MgO	10.0	2.63	0.60	16.67	1.58	26.30
FEF N550	20	1.69	1.8	11.11	3.04	33.80
THERMAX® N990	80	2.69	1.8	44.44	4.84	215.2
芳香油	10.0	1.15	0.99	10.10	1.14	11.50
石蜡	3.0	1.97	0.9	3.33	1.77	5.91
NBC	1.0	15.67	1.18	0.85	18.49	15.67
Ultralube 220	2.0	5.37	0.95	2.11	5.10	10.74
DPTT	1.5	8.5	1.5	1.00	12.75	12.75

MBTS	1.0	4.61	1.5	0.67	6.92	4.61
TOTAL	228.5			150.88		1371.48
胶料比重 1.514			胶料价格（美元/升） 9.09			

N990 80 份和 N550 20 份混用，从上表中可以看出，试样每升节约成本 0.42 美元。

THERMAX® N990 在橡胶工业中的应用及优势

THERMAX®**中粒子热裂解法炭黑 N990** 是天然气在高温下热裂解生成的。热裂解工艺使 N990 具有大粒径、低结构的独特性能。热裂解炭黑在炭黑中具有最大的粒径（平均直径为 240-320nm），其比表面积最低，仅为 7-12 ㎡/g,而炉法炭黑平均直径为 15-80nm,比表面积为 27-135 ㎡/g。热裂解炭黑粒径是炉法炭黑粒径的 3-20 倍。



THERMAX®中粒子热裂解法炭黑广泛应用于需要良好分散、耐热、耐油和耐化学性、具有良好动态性能的制品中。大粒径和低结构在保证橡胶自身固有弹性的同时，可以降低压缩永久变形、粘度，提高回弹性。作为一种非补强炭黑，其通常与炉法炭黑和/或矿质填料混合使用达到降低成本和获得橡胶特定性能的目的。

1. 与热裂解法炭黑的混合

热裂解法炭黑的独特形态和化学性能使它在加入胶料中，可形成独特的胶料特性。热裂解法炭黑曾一度被广泛用于低成本橡胶胶料的添加剂以降低单位成本。如今热裂解法炭黑多用作橡胶产品的功能性填充剂，以使这些产品达到更加理想的使用性能。不仅如此，热裂解法炭黑也具有很突出的加工特性。

⑴混炼时间短

热裂解法炭黑的粒子大，比表面积小，可使其很快与聚合物原料混合。在许多低粘高弹体中，广泛应用粉状热裂解法炭黑 N991 和 N908，就是因为它们混炼容易。

⑵加工温度低

热裂解法炭黑粒子与高弹体分子之间相互作用力较小，生热量小，因而使胶料温度较低。

⑶减少聚合物断裂

热裂解法炭黑减少了聚合物的回缩性,且不会大幅度增加其粘度。又因剪切力较低,更不可能破坏长链状分子的结构。

⑷动力消耗低

由于热裂解法炭黑不会增加混合物的粘度,混炼时就会减少能量的消耗。

⑸增加混炼机的寿命

使用热裂解法炭黑的胶料在混炼中,由于动力消耗少,以及可降低混炼机内部温度,因此比用炉法炭黑更能延长密炼机的寿命。热裂解法炭黑的石墨层平面表面并不具有磨蚀性,而炉法炭黑相比之下则被认为具有磨蚀性。

⑹流动性

含热裂解法炭黑的胶料由于其粘度低,容易流入比较复杂的模具中。

⑺优异的挤出性能

热裂解法炭黑用在挤出胶料中,由于其低补强特性,使其具有较快的挤出率、低口型膨胀率,以及良好的尺寸控制性能。

2.产品性能

⑴透气性低

由于热裂解法炭黑在所有炭黑中拥有最宽广的粒子分布(80--550nm),粒子多为球形,因此使得在高填充量下,热裂解法炭黑可将胶料中的空隙减至最小。结果是在高填充量时,气体分子渗透行程更长、更曲折。这使热裂解法炭黑成为制造胶管、轮胎内胎和子午线轮胎气密层的理想材料。

⑵抗化学性及抗热性

热裂解法炭黑表面稳定、比表面积低,可以防止或减少与油、燃料、燃料添加剂、石油钻井化学物等发生化学反应。热裂解法炭黑具有极佳的抗热性。许多性能优异的弹性体胶料可以与热裂解法炭黑相混合,而性能并不降低,形成的胶料亦能承受更苛刻的环境条件。

⑶电绝缘性

热裂解法炭黑具有极佳的介电性质。用作填充剂时,可以使各种弹性体保持高体积电阻率。它的大粒径和低结构并不会影响半导性的传导机理,也就是电子隧道效应。丁苯橡胶绝缘胶料、氯丁橡胶汽车电线胶料和电插头中都应用热裂解法炭黑。

⑷高填充性

因热裂解法炭黑不会对橡胶胶料的原有性能有较大的影响,通常可以在胶料中有很高的填充量。高填充量的作法,能减低整个胶料的成本。由氯丁胶制成的机械用橡胶制品经常在每百份生胶中加入 100-200 份热裂解法炭黑。

⑸动态性能

同热裂解法炭黑相混合的弹性体显示出良好动态性能。因此热裂解法炭黑非常适于需要高回弹性及低滞后损失的胶料中。即使热裂解法炭黑填充量很高时,仍可保持制品的高回弹性和低生热性能。

甲醇燃料汽车试行对橡胶部件业的挑战

我国开展甲醇汽车研发及应用推广已近 30 年时间,一些省市曾相继开展了甲醇汽车应用推广工作。在考虑具有甲醇资源、具备较强技术条件、较好的配套基础设施、对甲醇汽车发展高度关注和重视的基础上，2012 年 2 月底，国家工业和信息化部决定在山西省、上海市和陕西省开展甲醇汽车试点工作。 这是我国从能源安全战略角度出发第一次确定国家层面的替代能源推广试点。

我国开展甲醇汽车研发和应用始于上世纪 80 年代，我国有关省、市及企业积极参与，取得了大量的技术成果和宝贵经验，形成了一定的规模。“十一五”以来，甲醇作为车用替代燃料逐步发展，《车用甲醇汽油（M85）》和《车用燃料甲醇》两项国家标准颁布实施，甲醇汽车开发、试验等活动取得积极成果，特别是在柴油机上实现了技术突破，为甲醇燃料代替柴油提供了可能。

制造使用甲醇燃料的汽车, 与现有使用汽油和柴油作为燃料的汽车相比, 关键需要解决零部件耐腐蚀、溶涨、润滑等问题。醇类燃料对于橡胶部件（包括密封和油管等），通常会产生严重的溶涨，从而导致产品失效，使用寿命缩短。对于高醇含量燃料（M85 或 M100）的车辆来说，需要使用专门生产的橡胶部件来应对，而使用低醇含量燃料（比如 M15 与汽油混合燃料, 中国目前还没有标准）的车辆来说，则可以在原有橡胶配件配方中略加改进，就可以直接使用。甲醇替代燃料车辆的发展，如果国家给予足够的支持和重视，并从能源安全角度协调有关利益集团的立场，将会在一定时期内得到健康规范发展并最终获得市场规模的认可，反过来与传统汽油柴油燃料技术的汽车市场规模形成新的平衡。对于汽车橡胶零部件产品，将是挑战和机遇并存。

在橡胶零部件中，过去多年的国内外应用和试点经验中，有关机构已找到可以适应甲醇燃料的橡胶品种。就性能和成本等综合考虑,通常使用改性氟橡胶来生产用于低甲醇含量燃料(M15,M10 等，汽油含量高）的橡胶配件，而使用改性丁腈橡胶生产用于高甲醇含量燃料（M85,M100 等）的橡胶配件。在氟橡胶和丁腈橡胶中填充 THERMAX®热裂解法炭黑 N990，可以改善橡胶部件产品的耐溶涨性能,以及压缩永久变形、抗渗透性能和动态性能。同时，使用 THERMAX®热裂解法炭黑，可以改善氟橡胶的加工性能，对于挤出加工为主的改性丁腈橡胶燃料管路，焦烧安全性能和胶料流动性都可以提高。

THERMAX® 中粒子热裂解法炭黑 N990 是天然气在 1400℃高温下热裂解生成的。热裂解工艺使 N990 具有最大粒径、低结构和高纯度的独特性能。THERMAX® 中粒子热裂解法炭黑广泛应用于需要良好分散、耐热、耐油和耐化学性、具有良好动态性能的制品中。大粒径和低结构在保证橡胶自身固有弹性的同时，可以降低压缩永久变形、粘度，提高回弹性。作为一种非补强炭黑，其通常可与炉法炭黑和/或矿质填料混合使用达到降低成本和获得橡胶特定性能的目的。

（于海元）

THERMAX®热裂解法炭黑在塑料工业上的应用

THERMAX®热裂解法炭黑因其纯度高，质量好以及良好的技术支持能力而著称。其生产原料是最纯净的矿物燃料－天然气。这不但可以确保最终产品的纯度和生产的连续性，而且最终产品的性能可以满足工业生产的要求。加拿大肯卡伯公司的 ISO 体系保证其产品时刻是在控制下生产的。

炭黑在塑料行业上的应用

炭黑在塑料行业中是一种十分重要且应用十分广泛添加剂。炭黑的作用在于为塑料制品着色，使其不透明，提高抗紫外线和电阻性。THERMAX®热裂解法炭黑在所有的炭黑品种中是独一无二的，它可以赋予塑料低粘度聚集性和非常低的导电性。

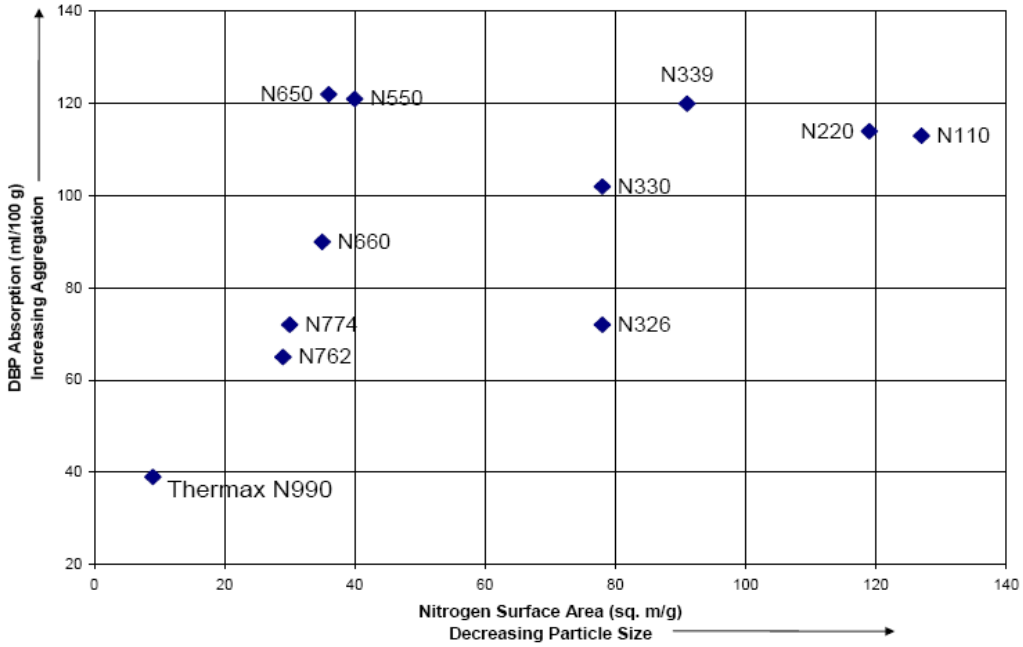
特性：

炭黑在塑料中的应用取决于两个方面：

粒子尺寸（利用氮表面积法测得）

粒子永久聚集度或结构（利用 DBP 吸收值法测得）

如下的图表显示了各种系列炭黑粒子尺寸和结构的对比情况。很明显地看到，THERMAX®热裂解法炭黑在所有炭黑品种中粒子尺寸最大，结构最低。



解释：

纵坐标为 DBP 吸收值（数值增加表示炭黑粒子的聚集度增加）

横坐标为氮表面积值（数值增加表示粒子尺寸减小）

炭黑的粒子尺寸和结构影响着很多塑料制品的性能。下表解释了在加入相同数量的炭黑后产生的影响。

粒子尺寸/性能

大粒径炭黑		小粒径炭黑
浅－－－	黑度	－－－深
低－－－	着色强度	－－－高
少－－－	抗紫外线性	－－－多
低－－－	导电性	－－－高
低－－－	粘度	－－－高
好－－－	分散性	－－－差

结构/性能

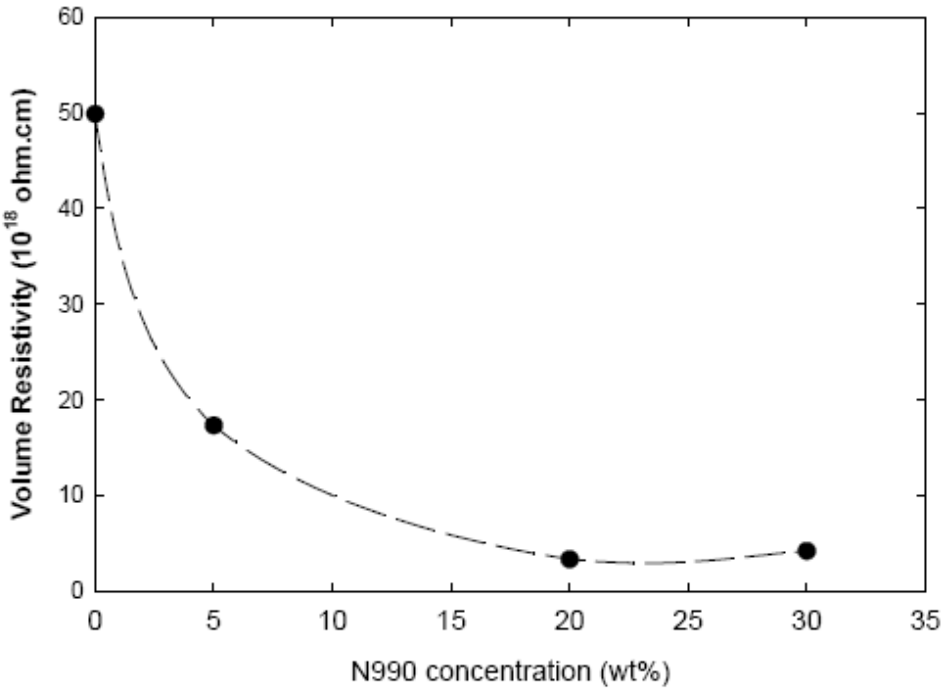
低结构炭黑		高结构炭黑

深－－－	黑度	－－－浅
高－－－	着色强度	－－－低
低－－－	导电性	－－－高
低－－－	粘度	－－－高
差－－－	分散性	－－－好

对于低导电率黑色塑料和低粘度易加工塑料， 使用 THERMAX®热裂解法炭黑效果是最好的。

电性能

THERMAX®热裂解法炭黑的粒子尺寸是最大的，结构是最低的，在塑料中使用 THERMAX®热裂解法炭黑，对比其它炭黑，产品的导电率是最低的。左图显示了这种情况



解释：

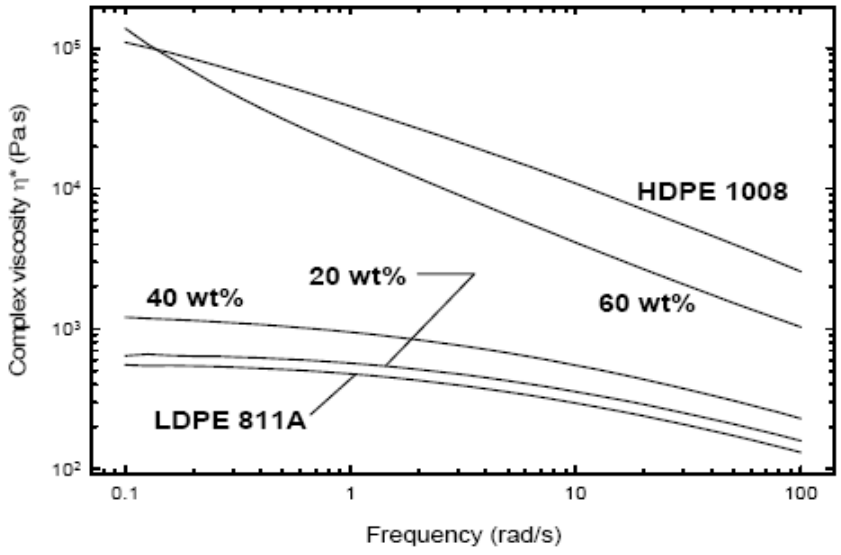
纵坐标：体积电阻率（数值增加表示体积电阻率增加）

横坐标：热裂解法炭黑 THERMAX/N990 在塑料中的重量比例（数值增加表示重量比增加）

（随着重量比例增加，体积电阻率增加。当达到 20%时，体积电阻率达到最高）

硫变性能/加工优势

在不同的加工工艺情况下，THERMAX®热裂解法炭黑的分散性都十分好。具有大粒径和低结构的 THERMAX®热裂解法炭黑可赋予黑色塑料较低的粘度。在部分替代高色素炭黑后，在不增加资金投入的情况下，由于提高了生产量，从而提高了生产力。另外，加工过程中用电成本将减少。替代量只取决于颜色深浅，要求较深时，少用。较浅时，多用。



解释：
纵坐标：复数粘度
横坐标：频率
（剪切力提高，含 20%和 40% THERMAX®热裂解法炭黑的材料粘度变化不大）

使用 THERMAX® N990 中粒子热裂解法炭黑降低天然橡胶胶料成本

通常来说，确定填料种类和填充度主要基于满足在加工的粘弹性能条件要求之内，达到具体的目标硬度和应力应变性能。有时往往忽略了提高填料的填充度也是节约成本战略的潜在手段，因为如果不相应改变填料种类，其结果就是技术性能达不到或加工性能较差。

THERMAX® N990 可以让碳黑填充度提高成为可能，有效降低昂贵的天然橡胶在混炼胶料成品中的含量。依据配料成本，这将大幅节约成本。THERMAX® N990 可以让胶料在不损失技术性能和加工性能的条件下获得这些降低成本的好处。

以下研究，由 CANCARB LIMITED 公司委托印度 THANE 的印度橡胶加工厂商研究协会进行。该研究显示了在不同邵氏硬度（50，60 和 70）的天然橡胶胶料中，使用 THERMAX® N990 替代快压出炉黑 N550 的效果。

胶料配方

胶料配方	50 Shore A		60 Shore A		70 Shore A	
	A1	A2	B1	B2	C1	C2
天然胶(RSS IX)	100	100	100	100	100	100
快压出炉黑– N550	25	--	50	40	70	50
THERMAX® N990	--	50	--	25	--	50

环烷油	3	3	5	5	5	5
ZnO	5	5	5	5	5	5
硬脂酸	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
硫磺	2	2	2	2	2	2
CBS	1	1	1	1	1	1
TMTD	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
防老剂 4020	1	1	1	1	1	1
总计	138.6	163.6	165.6	180.6	185.6	215.6

测试样品性能

性能	A1	A2	B1	B2	C1	C2
胶料粘度 ML (1+4)@100℃(MU)	23.0	25.0	48.0	55.0	58.0	66.0
门尼焦烧时间 T5 @125℃(minutes)	19.0	15.0	9.6	9.9	8.0	9.0
粘弹性能@150℃						
ML(lbf.inch)	4.81	4.93	10.36	10.60	12.42	14.36
MH(lbf.inch)	59.40	65.74	71.43	73.58	78.13	81.93
Ts2(minutes)	6.69	5.31	3.80	3.83	2.93	2.98
T90(minutes)	9.47	7.96	6.06	5.97	6.42	5.96
硫化性能						
硬度-on button (Shore A)	49	52	60	61	68	71
100%定伸强度（kg/cm2）	14	20	27	31	43	50
300%定伸强度（kg/cm2）	47	79	129	146	177	176
拉伸强度（kg/cm2）	272	253	245	230	222	205
扯断伸长率（%）	620	580	490	475	395	390
撕裂强度（kg/cm）	33	38	49	57	71	51
压缩永久变形（%） At70℃/22hrs - ASTM D395 方法 B	21	22	22	23	30	29
70℃/168 小时老化后性能变化						
硬度变化（points）	3	5	3	4	6	6
100%定伸强度，%变化	29	25	26	32	19	30
300%定伸强度，%变化	40	39	27	24	N/A	N/A
拉伸强度，%变化	-0.5	-10	-2.5	-11	-10	-5
扯断伸长率,%变化	-8	-13	-13	-23	-26.5	-31

RPA研究—应变变化

温度=50℃，频率=60cpm

应变度	**A1**	**A2**	**B1**	**B2**	**C1**	**C2**
	G'(kPa)	**G'(kPa)**	**G'(kPa)**	**G'(kPa)**	**G'(kPa)**	**G'(kPa)**
0.02	228.42	323.60	1230.8	1084.9	2501.00	4651.50
0.05	215.89	299.72	1148.90	1007.60	255.40	3929.00
0.1	191.70	303.79	1064.00	946.2	2140.30	3398.3

0.2	184.27	300.20	1016.20	890.63	1876.50	2850.7
0.5	184.84	288.52	850.30	761.62	1477.80	2163.80
1	185.01	278.05	706.36	639.28	1149.80	1632.50
3	157.62	208.08	422.49	384.94	599.07	780.07
5	129.00	155.16	283.20	260.00	387.57	477.72
10	77.93	82.25	137.67	125.88	197.81	230.83
20	34.06	35.99	60.57	57.41	98.87	113.79
30	19.91	21.05	34.12	34.08	59.48	74.17

G'=贮能模量

RPA研究 – 温度变化

应变=0.5degree, 频率=60cpm

温度℃	A1	A2	B1	B2	C1	C2
	G'(kPa)	G'(kPa)	G'(kPa)	G'(kPa)	G'(kPa)	G'(kPa)
40	507.07	563.81	764.67	786.12	1073.50	1070.40
50	520.38	574.55	774.41	793.80	1086.70	1080.4
60	528.80	584.42	765.47	791.58	1065.90	1063.70
70	535.08	589.70	750.73	773.41	1038.40	1030.70
80	537.76	588.88	734.72	761.10	1017.30	999.54
90	547.42	599.80	741.06	771.52	1023.00	1005.40
100	562.48	617.13	755.78	788.95	1033.00	1022.10

G'=贮能模量

动态测试

5 到 25Hz@5Hz 间隔，0.1%动态应变和 0.5%静态应变@RT, 使用 METRAVIB RDS 粘弹谱仪 VA 4000

贮能—杨氏模量 E'(Pa)						
频率	A1	A2	B1	B2	C1	C2
5	1.95x10^{n}, n=6	2.49x10^{n}, n=6	7.89x10^{n}, n=6	7.28x10^{n}, n=6	1.27x10^{n}, n=7	1.88x10^{n}, n=7
10	1.97x10^{n}, n=6	2.54x10^{n}, n=6	8.73x10^{n}, n=6	7.68x10^{n}, n=6	1.32x10^{n}, n=7	1.98x10^{n}, n=7
15	1.98x10^{n}, n=6	2.54x10^{n}, n=6	8.24x10^{n}, n=6	7.61x10^{n}, n=6	1.34x10^{n}, n=7	2.02x10^{n}, n=7
20	2.01x10^{n}, n=6	2.57x10^{n}, n=6	8.36x10^{n}, n=6	7.68x10^{n}, n=6	1.36x10^{n}, n=7	2.14x10^{n}, n=7
25	2.06x10^{n}, n=6	2.62x10^{n}, n=6	9.21x10^{n}, n=6	7.88x10^{n}, n=6	1.37x10^{n}, n=7	2.00x10^{n}, n=7
杨氏损耗摸量						
频率	A1	A2	B1	B2	C1	C2
5	4.43x10^{n}, n=4	6.97x10^{n}, n=4	5.88x10^{n}, n=5	5.40x10^{n}, n=5	1.07x10^{n}, n=6	1.86x10^{n}, n=6

10	5.29x10^{n}，n=4	8.12x10^{n}，n=4	6.50x10^{n}，n=5	6.29x10^{n}，n=5	1.11x10^{n}，n=6	1.86x10^{n}，n=6
15	6.11x10^{n}，n=4	9.57x10^{n}，n=4	6.58x10^{n}，n=5	6.21x10^{n}，n=5	1.15x10^{n}，n=6	1.90x10^{n}，n=6
20	6.29x10^{n}，n=4	1.00x10^{n}，n=4	6.82x10^{n}，n=5	6.47x10^{n}，n=5	1.19x10^{n}，n=6	2.12x10^{n}，n=6
25	2.06x10^{n}，n=4	6.87x10^{n}，n=4	6.60x10^{n}，n=5	6.13x10^{n}，n=5	1.21x10^{n}，n=6	2.24x10^{n}，n=6
损耗因子						
频率	**A1**	**A2**	**B1**	**B2**	**C1**	**C2**
5	2.27x10^{n}，n=-2	2.79x10^{n}，n=-2	7.45x10^{n}，n=-2	7.41x10^{n}，n=-2	8.40x10^{n}，n=-2	9.90x10^{n}，n=-2
10	2.69x10^{n}，n=-2	3.20x10^{n}，n=-2	7.45x10^{n}，n=-2	8.18x10^{n}，n=-2	8.41x10^{n}，n=-2	9.39x10^{n}，n=-2
15	3.08x10^{n}，n=-2	3.76x10^{n}，n=-2	7.99x10^{n}，n=-2	8.16x10^{n}，n=-2	8.58x10^{n}，n=-2	9.41x10^{n}，n=-2
20	3.13x10^{n}，n=-2	3.90x10^{n}，n=-2	8.15x10^{n}，n=-2	8.43x10^{n}，n=-2	8.75x10^{n}，n=-2	9.95x10^{n}，n=-2
25	1.49x10^{n}，n=-2	2.62x10^{n}，n=-2	7.16x10^{n}，n=-2	7.79x10^{n}，n=-2	8.84x10^{n}，n=-2	11.20x10^{n}，n=-2

有关 THERMAX®应用在天然橡胶和合成橡胶胶料中的优势，请访问网站 www.cancarb.com（英文）或 www.chrubber.com（中文）。