

2021年7月28日 15:00-16:00

# 探究一种应用于八大橡胶的 新型前沿添加剂

# 目录

- 1 TUBALL™ 单壁碳纳米管：新一代导电增强剂
- 2 单壁碳纳米管在八大橡胶中的应用优势
- 3 OCSiAI公司简介
- 4 问答环节

# OCSiAI的核心产品

## TUBALL™单壁碳纳米管



Diameter 直径

1.5–2.0 nm

Length 长度

> 5  $\mu\text{m}$

Amount in 1g 壁厚

$10^{15}$  pcs

# TUBALL™ 单壁碳纳米管：新一代导电增强剂



TUBALL™分散在材料基质中  
200 nm

**高电导率和电流密度**

优异的导体

**强度为钢铁的100倍**

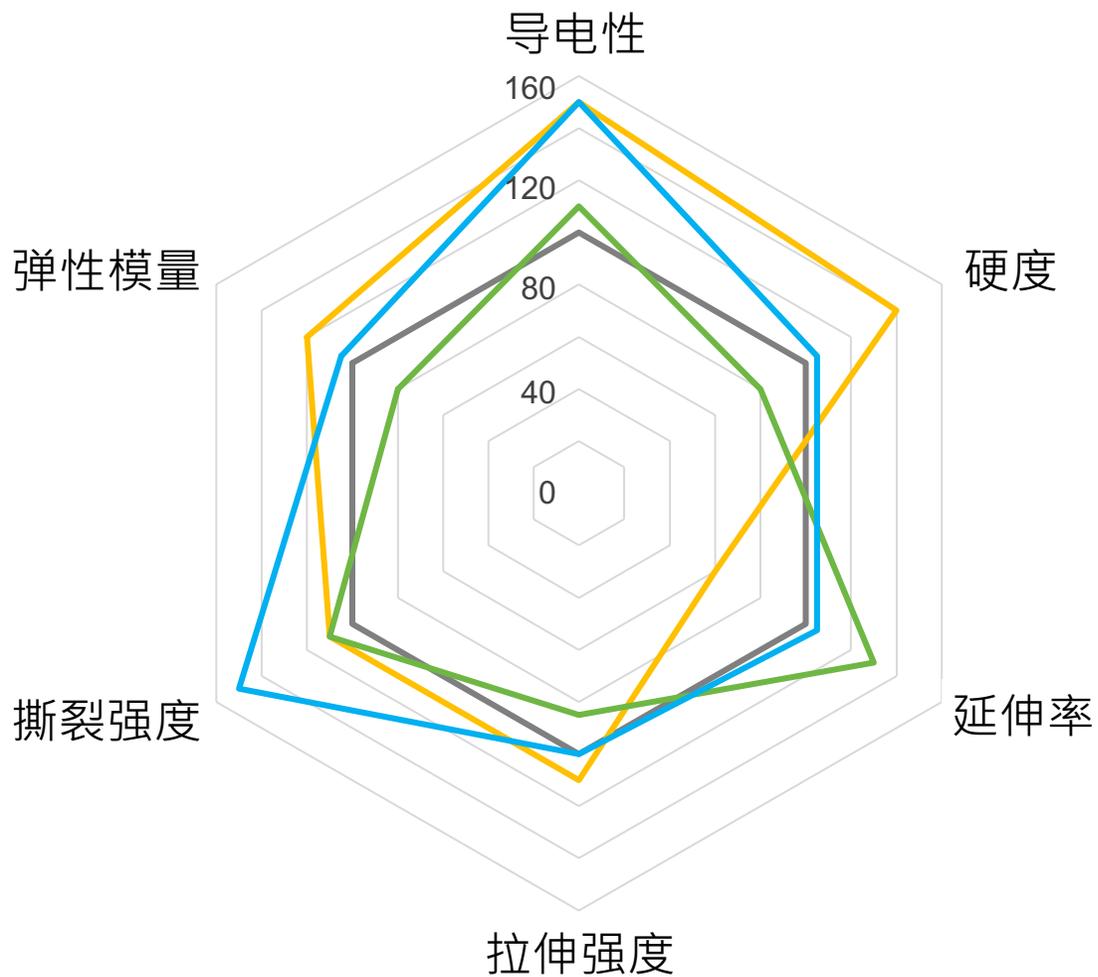
目前发现的最坚固、最坚硬的材料之一

**其他影响小**

超低工作剂量  
0.02 wt.% 到  
0.05 wt.%

TUBALL™ 单壁碳纳米管形成三维导电网络结构，提升材料性能，从而改变了橡胶应用的游戏规则。

# 单壁碳纳米管\*优于标准添加剂



— 其他补强填料的空白配方  
— 10-40% 炭黑

— 6-20% 导电增塑剂  
— 0.01-0.5% GNT

- 用于防静电、静电耗散和导电应用
- 极低用量的 TUBALL™仍可保留关键特性
- 保持包括柔软度在内的机械性能
- 保持未固化化合物的流变性
- 标准加工与混合设备
- 实现彩色 ESD 混炼胶

\*单壁碳纳米管

# TUBALL™ MATRIX 600 系列产品的橡胶应用

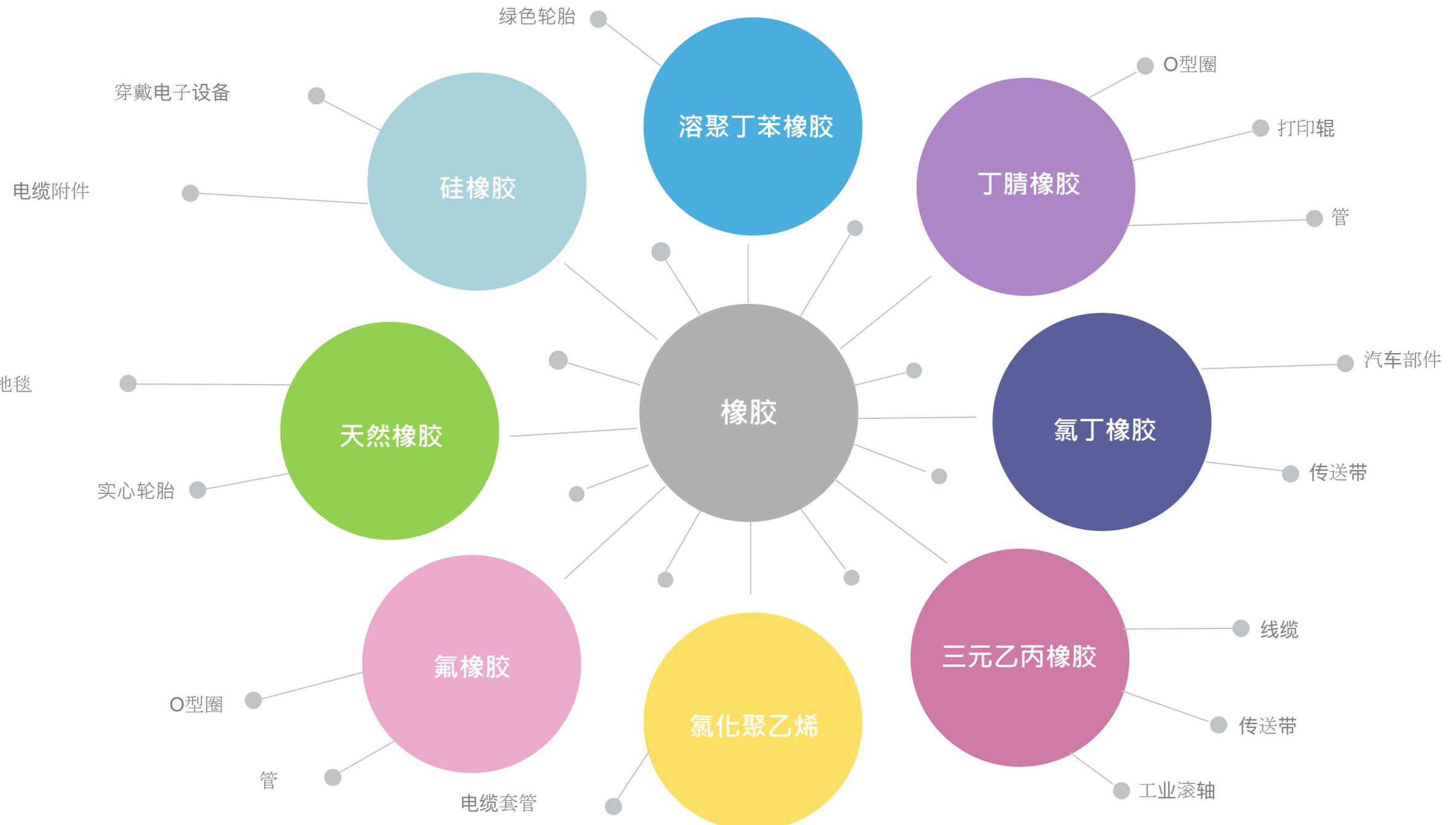
产品型号	MATRIX 603	MATRIX 604 beta	MATRIX 608 beta	MATRIX 610	MATRIX 615 beta	MATRIX 618 beta	MATRIX 619 beta	MATRIX 620 beta	MATRIX 621 beta	MATRIX 622 beta	MATRIX 623 beta
载体介质	TDAE油	癸二酸二辛酯脂肪酸酯	氟橡胶	聚合物、石蜡油	聚合物、TDAE油、烃类树脂	合成酯增塑剂	聚合物、邻苯二甲酸二丁酯	聚合物、TDAE油	氟橡胶	氟橡胶	聚合物、极性溶剂
天然橡胶	●					○		○			
丁苯橡胶	●				○						○
异戊橡胶	●										
顺丁橡胶	●					○		○			
三元乙丙橡胶		○		●							
丁腈橡胶、氢化丁腈橡胶		○					○				○
氟橡胶			○						○	○	
聚氯乙烯		○									

● 可用产品

○ 可用性验证中

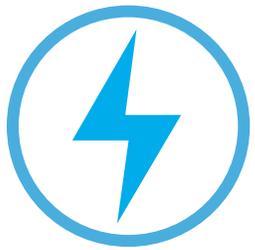
# 目录

- 1 TUBALL™单壁碳纳米管：新一代导电增强剂
- 2 单壁碳纳米管在八大橡胶中的应用优势
- 3 OCSiAl公司简介
- 4 问答环节



# 硅橡胶

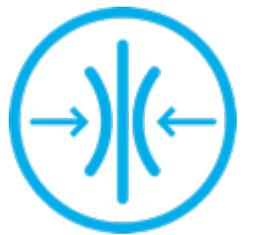
# LSR, RTV和HCR有机硅化合物中 添加TUBALL™ 单壁碳纳米管



永久且均匀的导电性



大幅度提高撕裂强度、  
同时保持拉伸强度

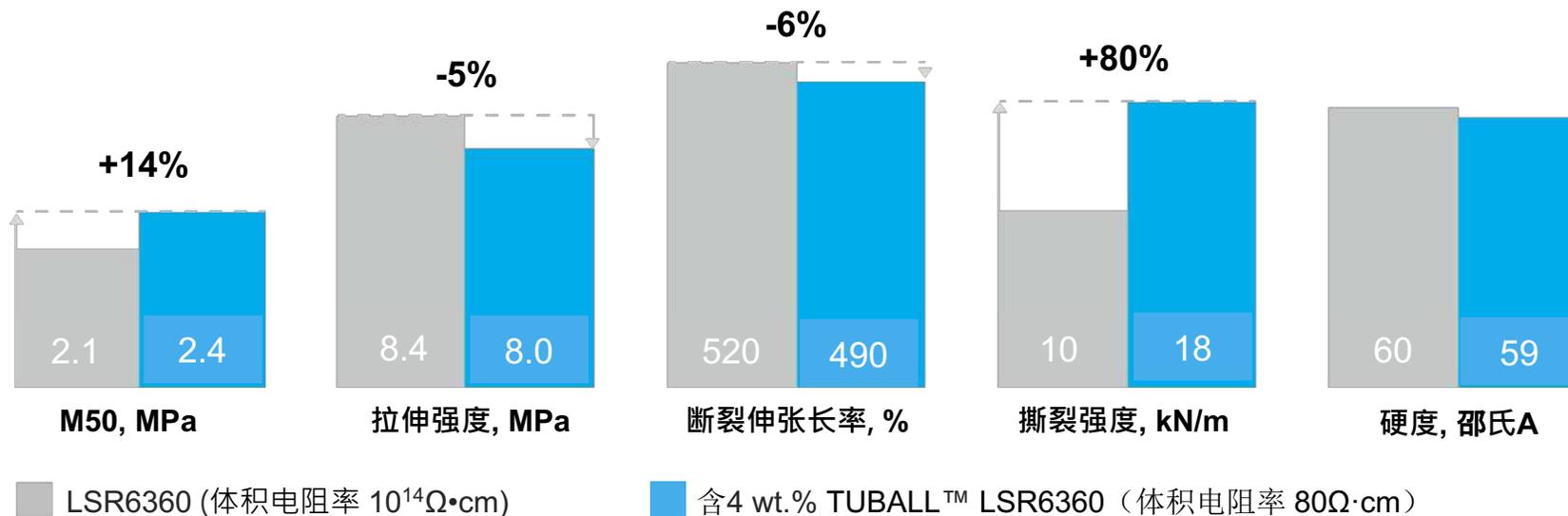


保留弹性参数（硬度、延伸率）

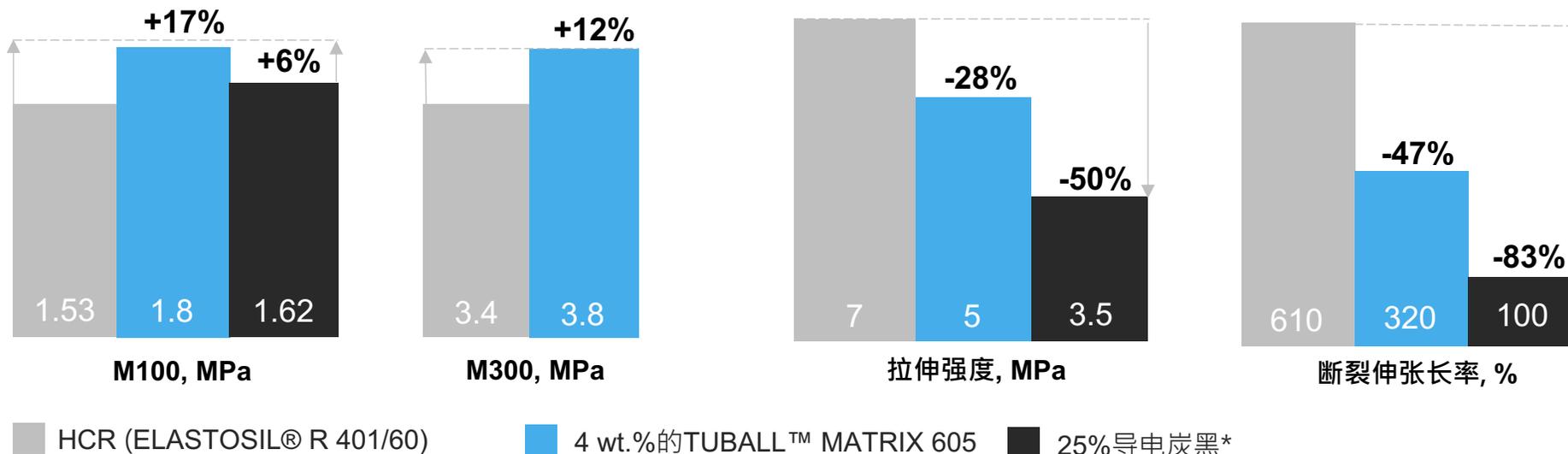
单壁碳纳米管添加量的重量百分比仅需  
**0.1%**

# 机械性能改善

LSR\*



HCR\*\*



\*在LSR 6360 (蓝星硅酮) 中测试

\*\*在HCR ELASTOSIL®R 401/60中测试。这项研究是由Cabot用导电炭黑VULCAN®XC72R进行的。

# 电缆连接套管

## 产品

内层连接电缆套管

## 要求

体积电阻率 $<100\Omega\cdot\text{cm}$

## TUBALL™解决方案

20–50% 的炭黑被替换为

用于 LSR的5 wt.% TUBALL™ MATRIX 601 或

用于 HCR的5 wt.% TUBALL™ MATRIX 605

## 主要优势

- 与高炭黑用量相比更易加工
- 低粘度化合物
- 对弹性无影响
- 由于更好的机械性能，循环寿命更长
- 即使变形后电阻率也恒定 $<100\Omega\cdot\text{cm}$





# 三元乙丙橡胶

# 三元乙丙橡胶中 TUBALL™ 单壁碳纳米管



永久且均匀的导电性



提升了拉伸模量和撕裂强度等力学性能



表面无碳释放



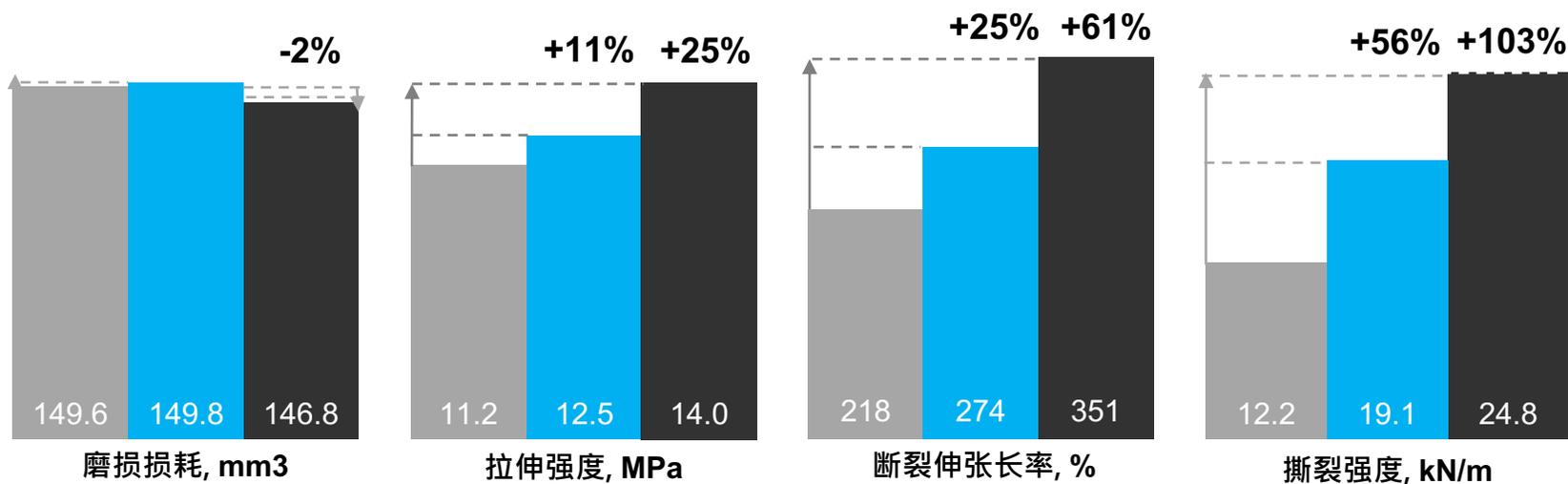
低硬度和低粘度



颜色可调整

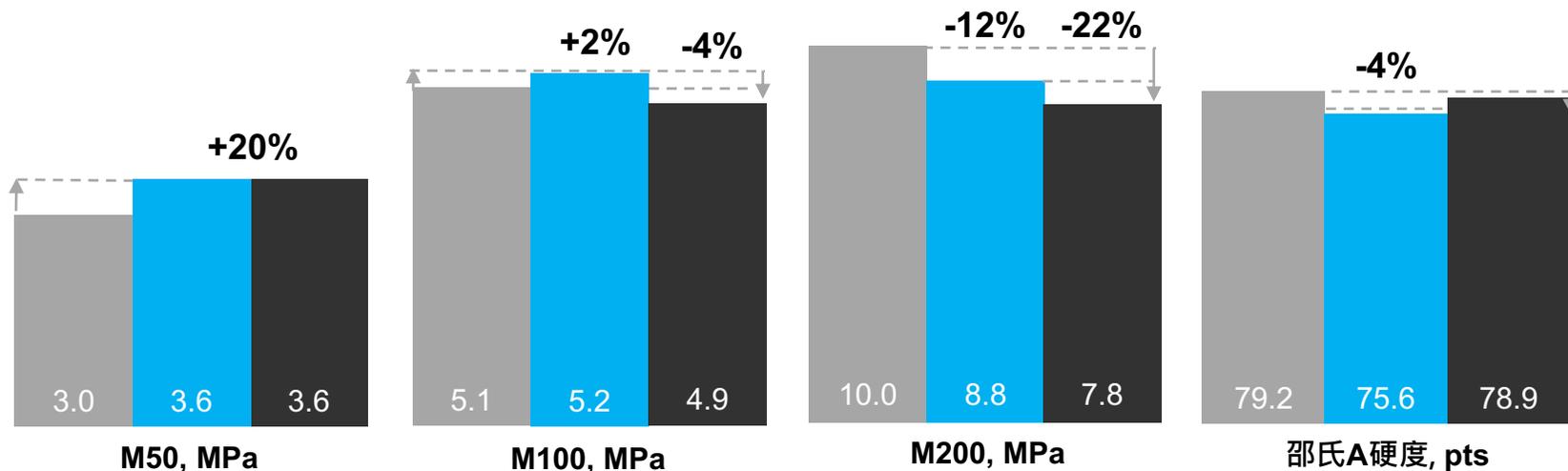
单壁碳纳米管添加量的重量百分比仅  
需**0.15%**

# 机械性能的提高



Medium Mooney三元乙丙橡胶 (46) – Keltan 4450

- 化合物
- 重量百分比为3%的TUBALL™ MATRIX 610
- 重量百分比为6%的TUBALL™ MATRIX 610



- 拉伸参数 – ASTM D412
- 撕裂强度 – ASTM D624
- 邵氏A硬度 – ASTM D2240
- 耐磨性 – ASTM D5963

含有 6%的TUBALL™ MATRIX 610 的硫化后三元乙丙胶橡胶片



无颜料



添加绿色颜料

表面电阻率： $10^5 \Omega/\text{sq}$

# 彩色防静电三元乙丙橡胶化合物中的 TUBALL™单壁碳纳米管

## 产品

胶辊、成型件、板材、传送带

## 要求

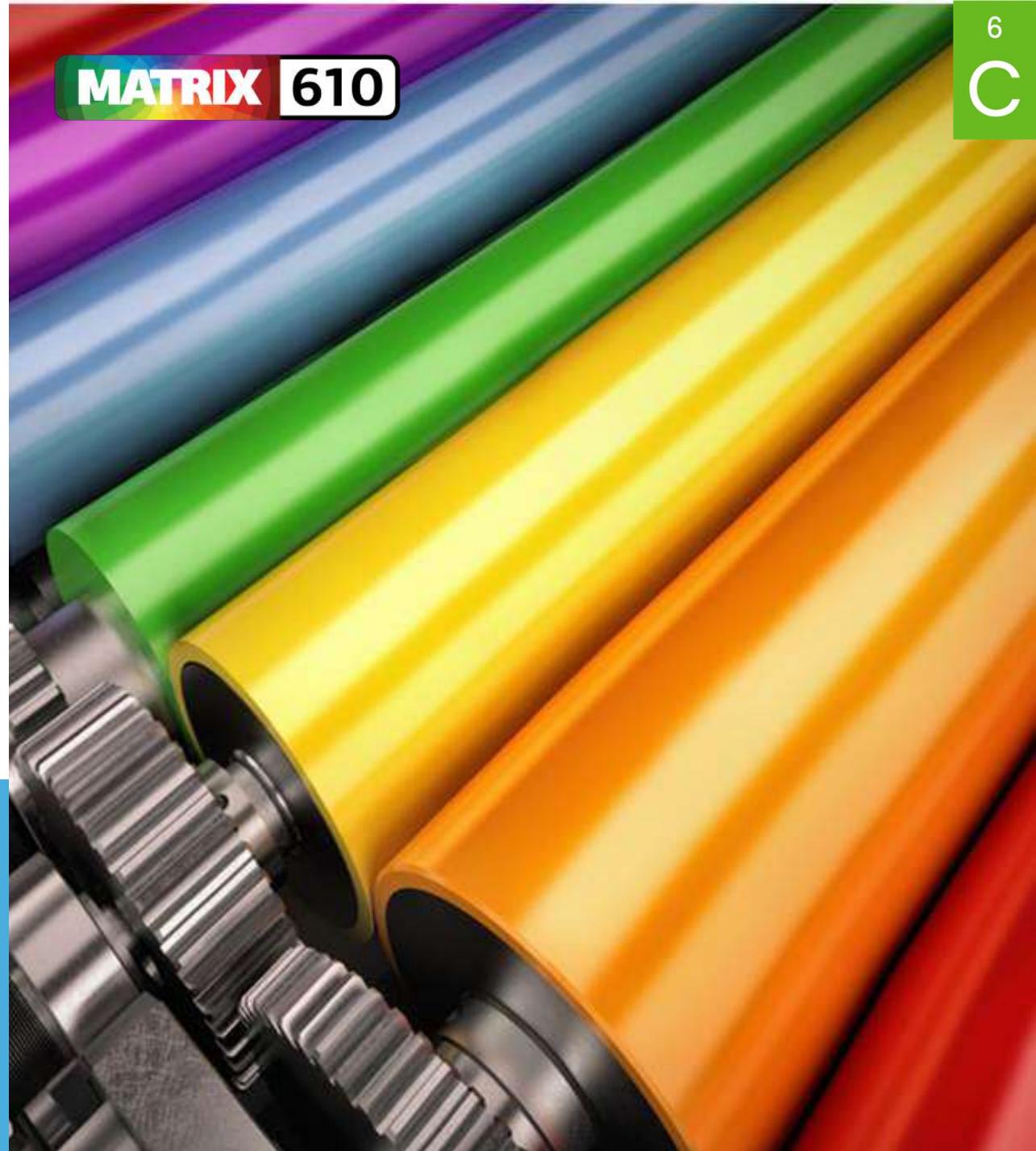
- EPDM有色化合物的电阻率为 $10^6$ – $10^9\Omega\cdot\text{cm}$
- 提高耐磨性

## TUBALL™解决方案

3–6重量百分比的基于石蜡矿物油和聚合物的  
TUBALL™ MATRIX 610

## 主要优势

- $10^6$ – $10^9\Omega\cdot\text{cm}$  范围内的永久电阻率
- 保持机械性能
- 撕裂强度提高 25–100%
- 强度模量增加 20–70%
- 耐磨性提高至 20%
- 实现着色





# 丁腈橡胶

# 丁腈橡胶中

## TUBALL™ 单壁碳纳米管



永久且均匀的导电性



提升了拉伸模量和撕裂强度等力学性能



表面无碳释放



低硬度和低粘度



颜色调整可行性

单壁碳纳米管添加量的重量百分比仅  
需 **0.15%**

# 白炭黑补强体系的力学和电性能



— 参考      — 3 wt.%的TUBALL™ MATRIX 619 beta

体积电阻率： **$3 \cdot 10^5 \Omega \cdot \text{cm}$**   
 表面电阻率： **$10^7 \Omega / \text{sq}$**

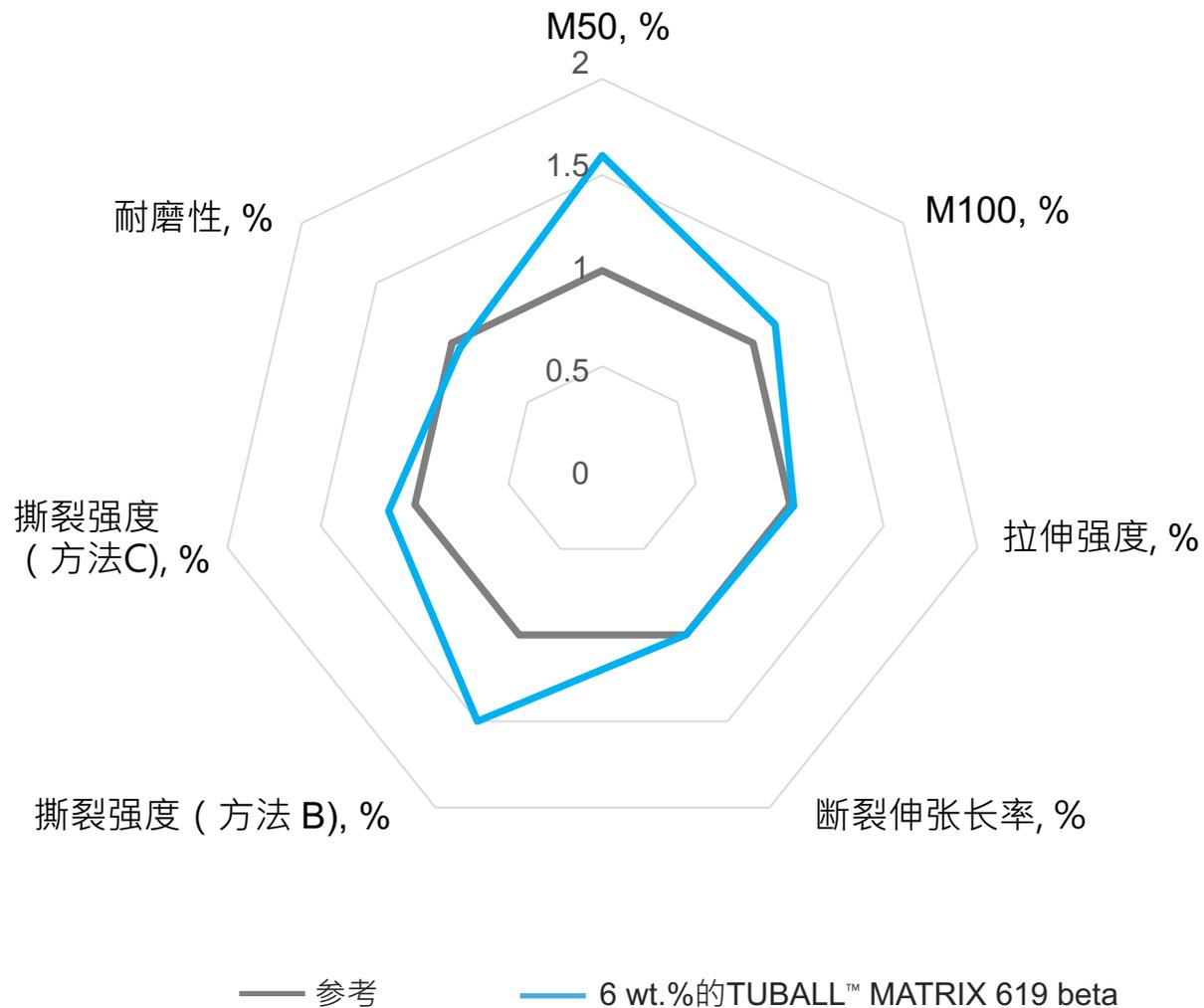


— 参考      — 4 wt.%的TUBALL™ MATRIX 623 beta

体积电阻率： **$5 \cdot 10^4 \Omega \cdot \text{cm}$**   
 表面电阻率： **$2 \cdot 10^6 \Omega / \text{sq}$**

体积电阻率 – ASTM D991. 表面电阻率 – SIMCO ST-4 (手持设备). 拉伸参数 – ASTM D412. 撕裂强度 – ASTM D624 (方法C).

# 炭黑补强体系的力学性能



- 将M50提高了60%
- 将M100提高了15%
- 将撕裂强度提高了54%
- 对拉伸强度和断裂伸长率无明显影响

拉伸参数 – ASTM D412

撕裂强度 – ASTM D624 (模具C)

撕裂强度 – ISO 34-1 (在样品上开槽的模具B)

耐磨性 – ASTM D5963

# 可实现色彩

含有 3% 的TUBALL™ MATRIX 619 beta 的硫化后的 NBR 橡胶片



无颜料



添加蓝颜料 (无 TiO<sub>2</sub>)

# 丁腈橡胶输送带

## 产品

NBR 输送带用于配备传感器、印刷和工业滚筒的工厂

## 要求

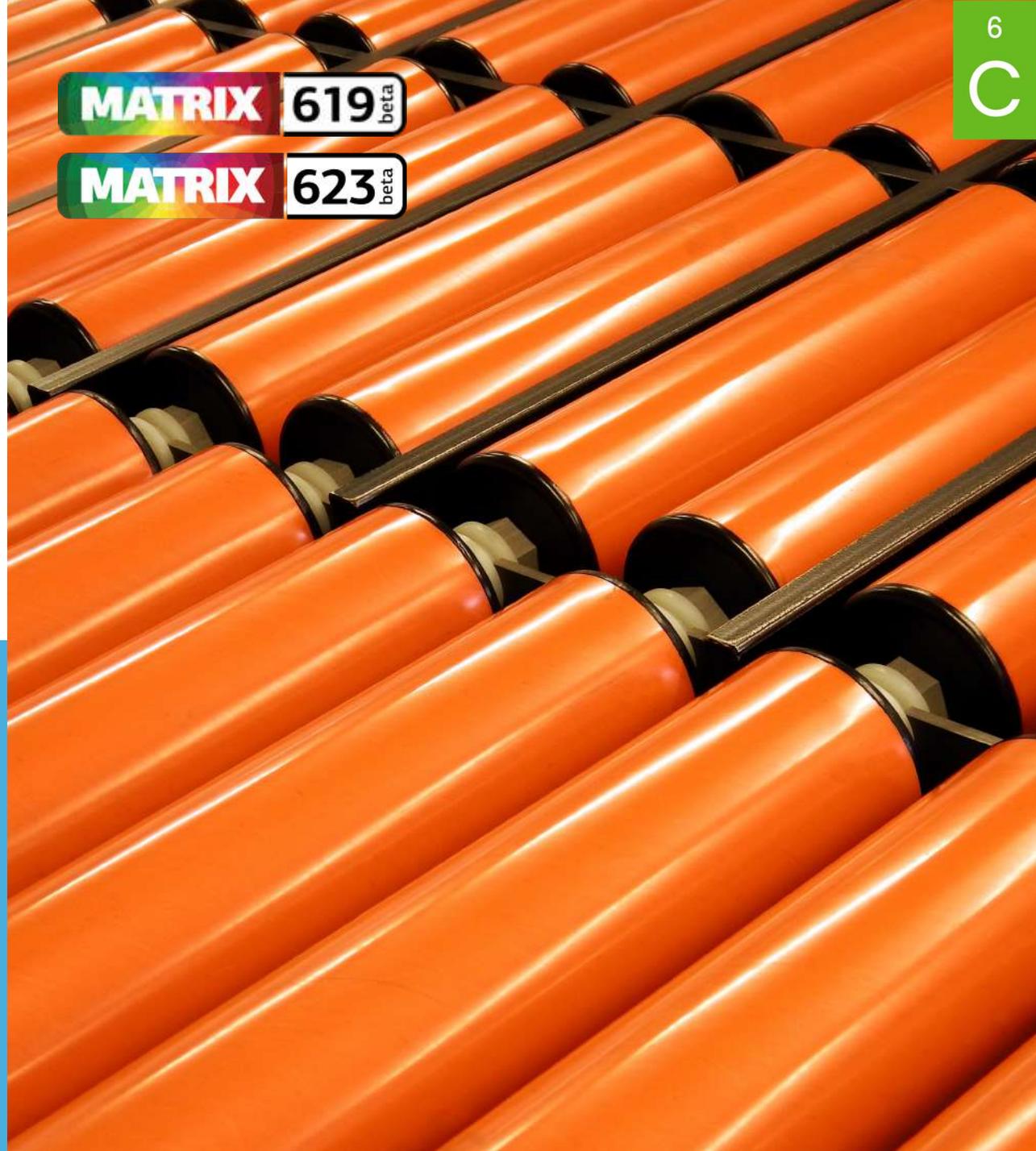
- 稳定导电性
- 对机械性能无负面影响

## TUBALL™解决方案

3 wt.%的TUBALL™ MATRIX 619 beta或 623 beta

## 主要优势

- 永久且均匀的导电性
- 表面无碳释放
- M50提升67%
- M100提升50%
- M200提升30%
- M300提升20%
- 撕裂强度提高35%
- 反弹弹性下降22%

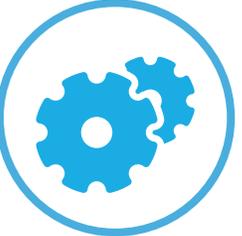


# 天然橡胶 实心轮胎

# 天然橡胶实心轮胎中 TUBALL™ 单壁碳纳米管



永久导电



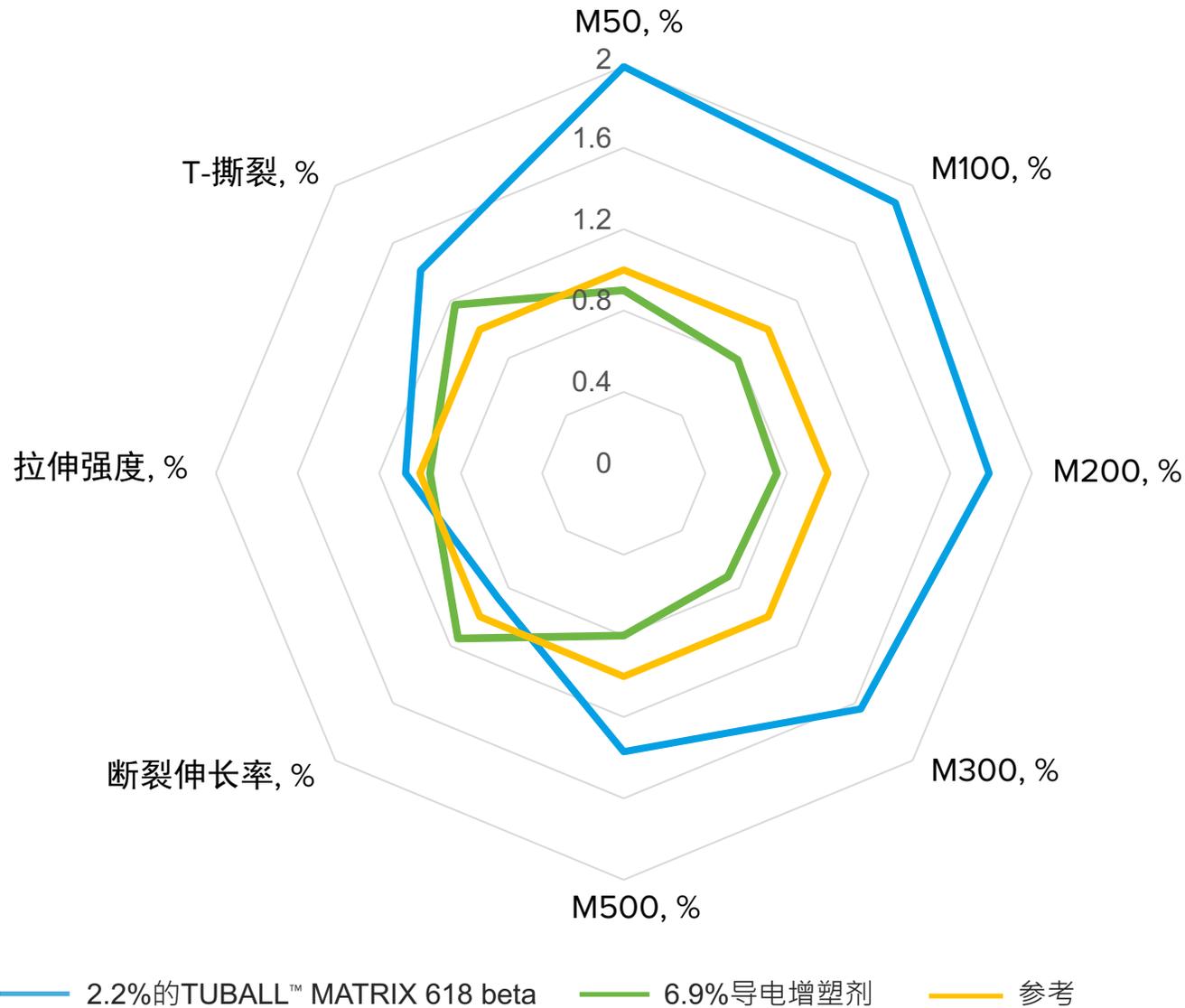
改善或保持机械性能



浅色且地面无痕迹

单壁碳纳米管添加量的重量百分比仅需  
**0.2%**

# 对比：最常用的抗静电增塑剂和 TUBALL™



**导电增塑剂**  
SR 10<sup>10</sup> Ω/sq

**TUBALL™ MATRIX 618 beta**  
SR 10<sup>7</sup> Ω/sq

体积电阻率 – ASTM D257  
 表面电阻率 – Track Model 100 (手持设备)  
 拉伸参数 – ASTM D412  
 撕裂强度 – ASTM D624  
 热老化 – ASTM D573

# 含6.5 wt.%的TUBALL™ MATRIX 620 beta轮胎性能



轮胎表面电阻  
(EN 1755, EN60079)  
 $7 \times 10^4 \Omega$



轮胎空载电阻  
(GB/T 26277)  
 $1.7 \times 10^5 \Omega$

# 添加TUBALL™ MATRIX 实现色彩

L\*数值：  
4.4 wt.%的TUBALL™ MATRIX  
+ 1.5%的 TiO<sub>2</sub>: 25.59

L\*数值：  
6.5 wt.%的TUBALL™ MATRIX  
+ 7%的TiO<sub>2</sub>: 47.36

# 天然橡胶/顺丁橡胶无痕实心轮胎

## 产品

符合ATEX、EN和ISO法规的无标记实心轮胎

## 要求

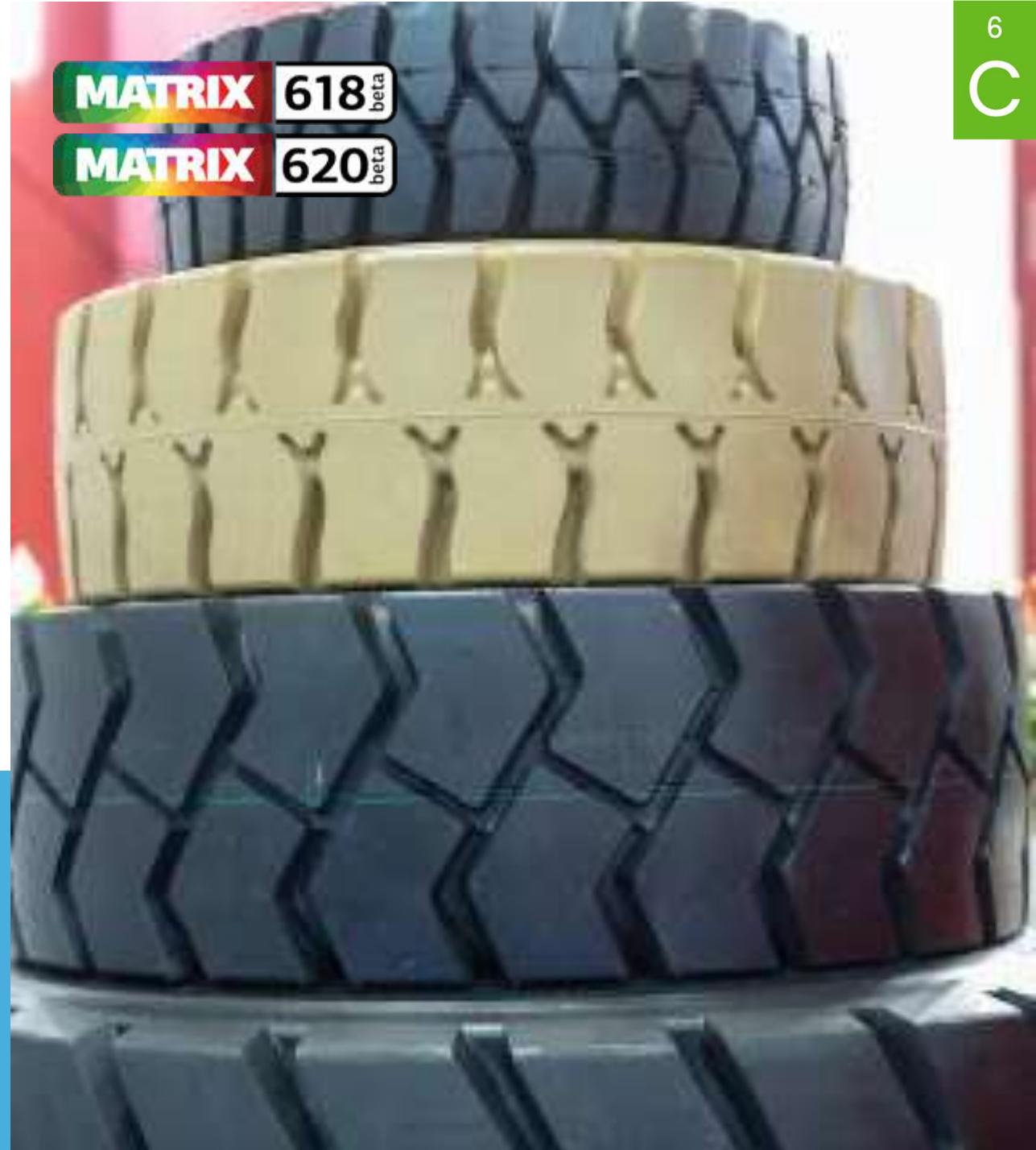
- 电阻 $<10^7\Omega$ （符合EN 1755, ISO 16392）
- 轮胎电阻  $<10^6\Omega$ （符合GB/T 26277）
- 机械性能无缺陷
- 彩色轮胎和无标记

## TUBALL™解决方案

TUBALL™ MATRIX 618 beta或620 beta

## 主要优势

- 有色且无痕
- 不影响机械性能或硬度
- 根据EN、ISO和GB/T标准，稳定的电阻范围为 $10^4-10^7\Omega$
- 标准制造工艺



# 溶聚丁苯橡胶 绿色轮胎

## 总结:

与空白F1比较	F15 (7 wt.%的TUBALL MATRIX™ 619 beta)	F18 (5.8% BR Matrix) – 10 phr silica	F25 (80 phr CB)	F26 (40phr CB + 40phr silica)
导电性	++	++	++	++
拉伸强度	+	○	+	○
断裂伸长率	+	+	+	○
模数	+	○	○	○
撕裂强度	++	++	○	○
硬度	○	○	-	-
磨损损耗	○	+	-	-
滚动摩擦	+	+	-	-

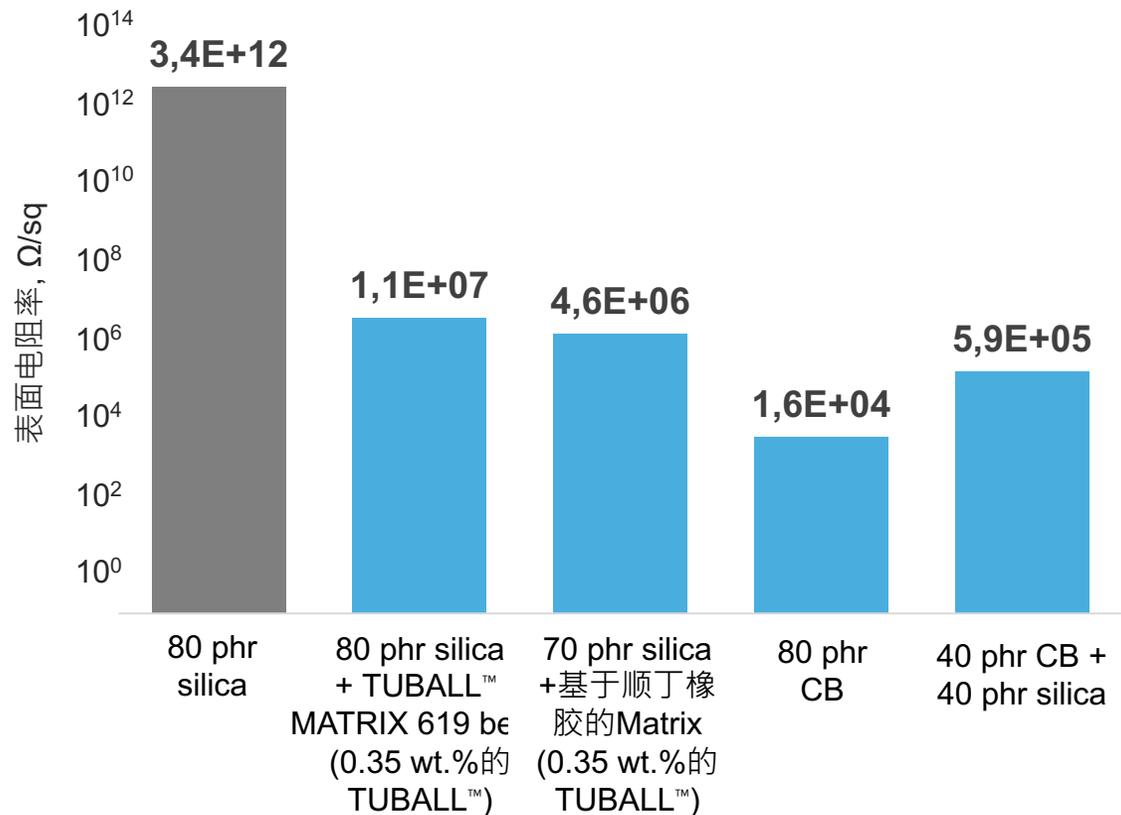
+ 优    ○ 保持    - 差

## 下一步:

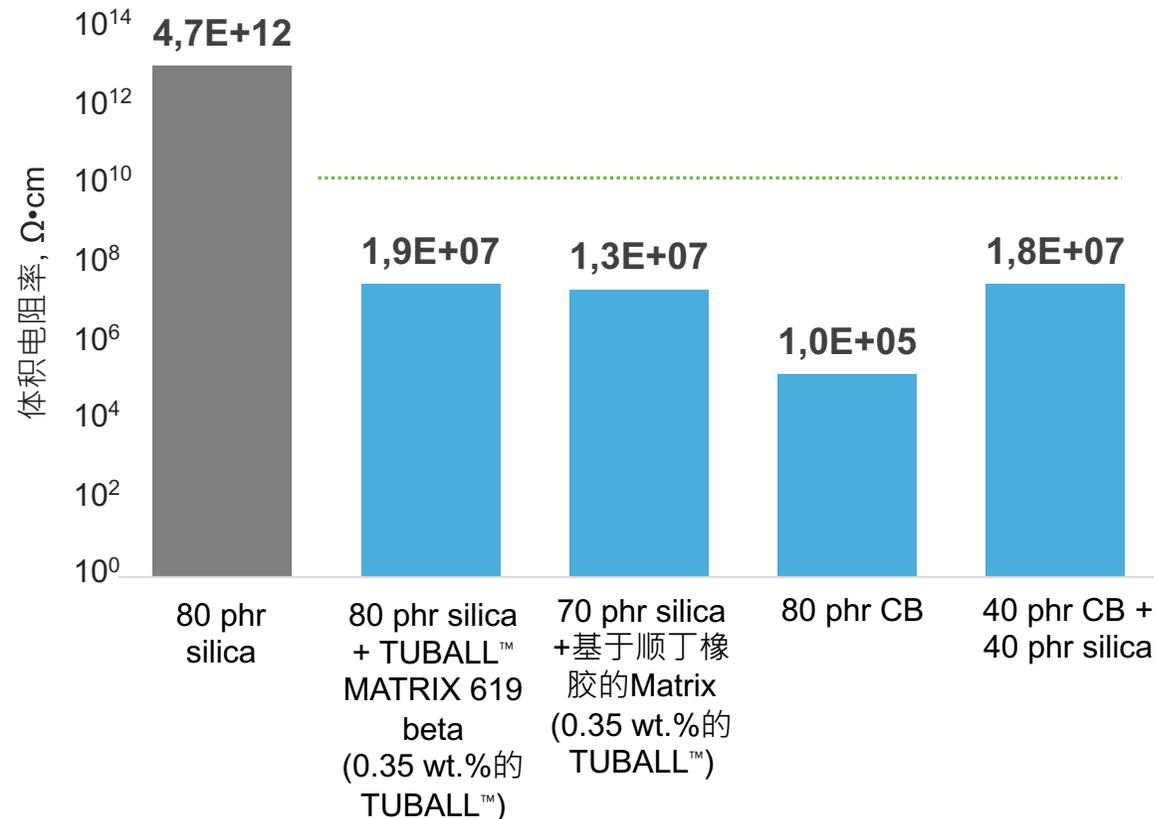
Tan delta @ 0°C将在DMA中进行测试。

# 导电性提升

ASTM D257-SR

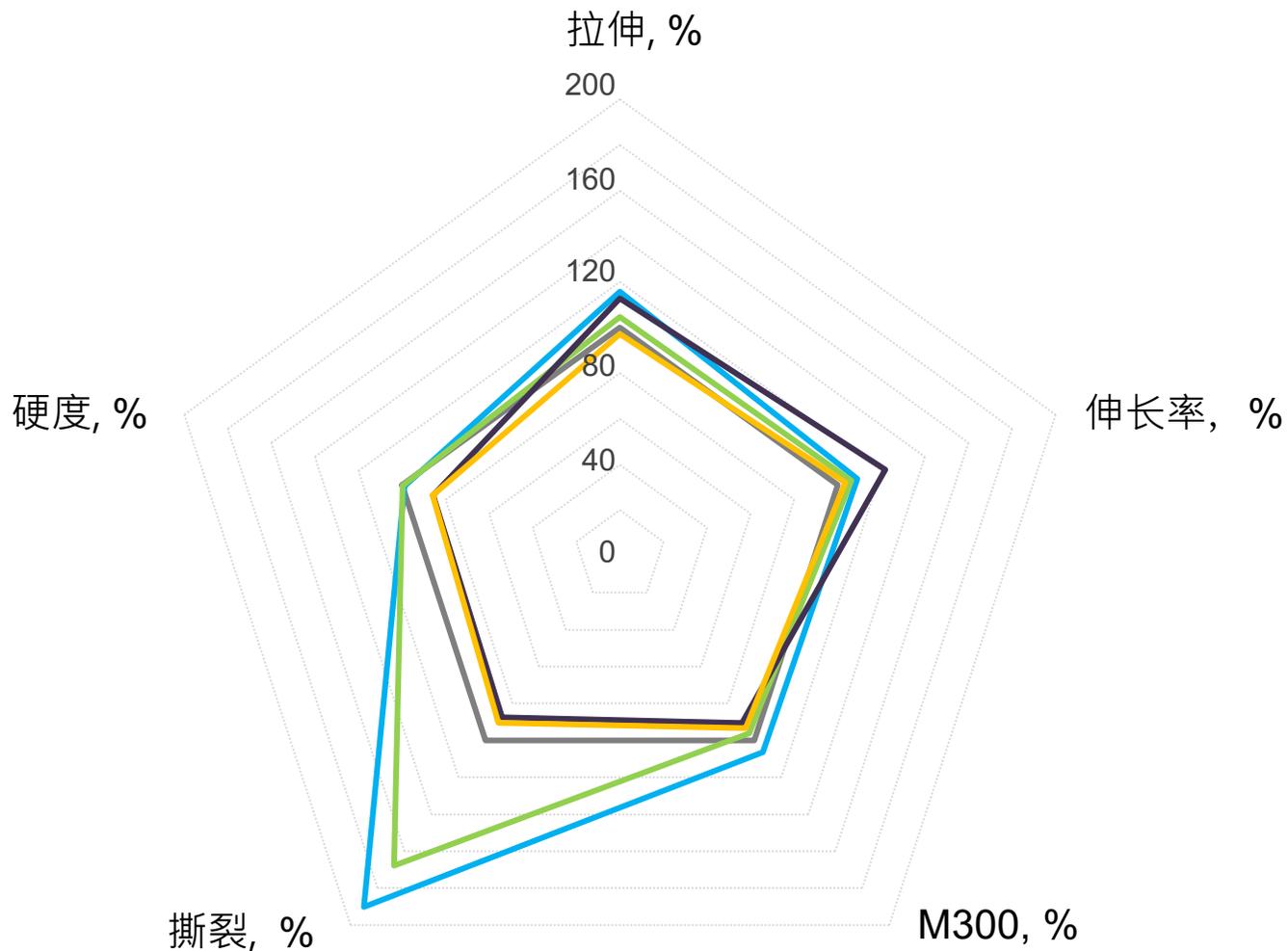


ASTM D257-VR



根据ASTM D257测试标准，添加MATRIX后，表面电阻率和体积电阻率均得到明显改善

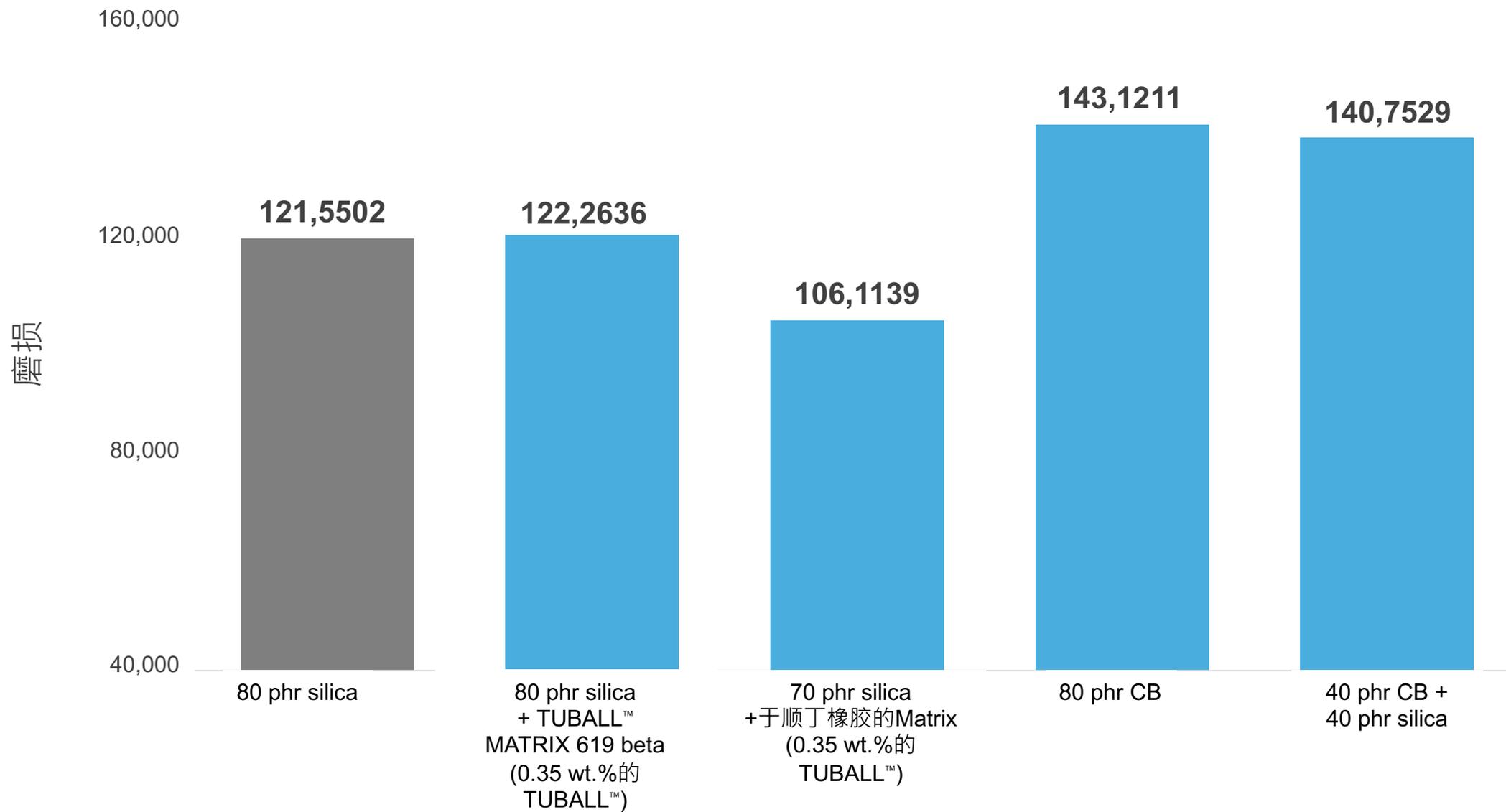
# 撕裂强度提升



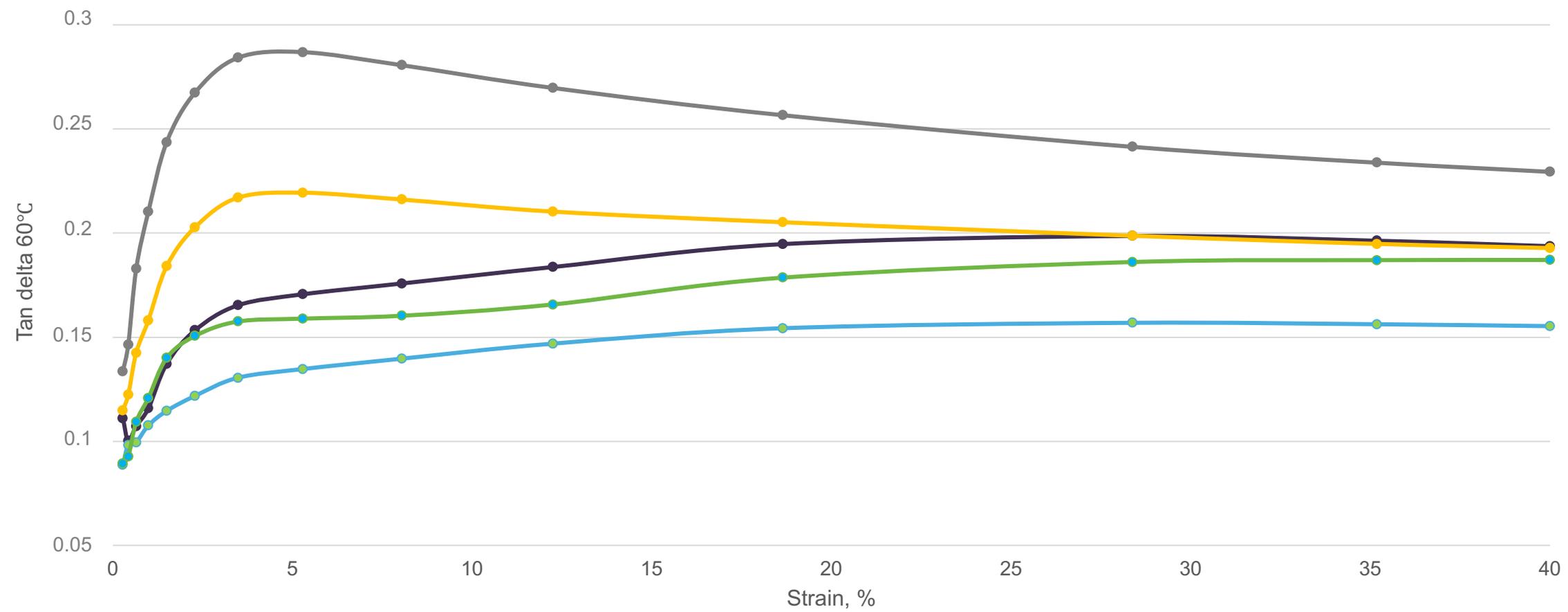
- 80 phr silica
- 80 phr CB
- 80 phr silica + TUBALL™ MATRIX 619 beta (0.35 wt.%的TUBALL™)
- 40 phr CB + 40 phr silica
- 70 phr silica + 基于顺丁橡胶的(0.35 wt.%的TUBALL™)

添加MATRIX后，撕裂强度显著提升。与对比组相比，其他性能不受影响。和碳黑相比优势明显。

# 磨损改善



# 滚动摩擦力减小



- 80 phr silica
- 80 phr silica + TUBALL™ MATRIX 619 beta (0.35 wt.%的TUBALL™)
- 70 phr silica + 基于顺丁橡胶的Matrix (0.35 wt.%的TUBALL™)
- 80 phr CB
- 40 phr CB + 40 phr silica

\*Measured by GOODTECHWILL RPA8000



# 氟橡胶

# 高耐久性氟橡胶导电化合物 提高热稳定性和耐溶剂稳定性



在高温和耐溶剂老化后显着提高机械性能稳定性



常温及老化后弹性性能无下降

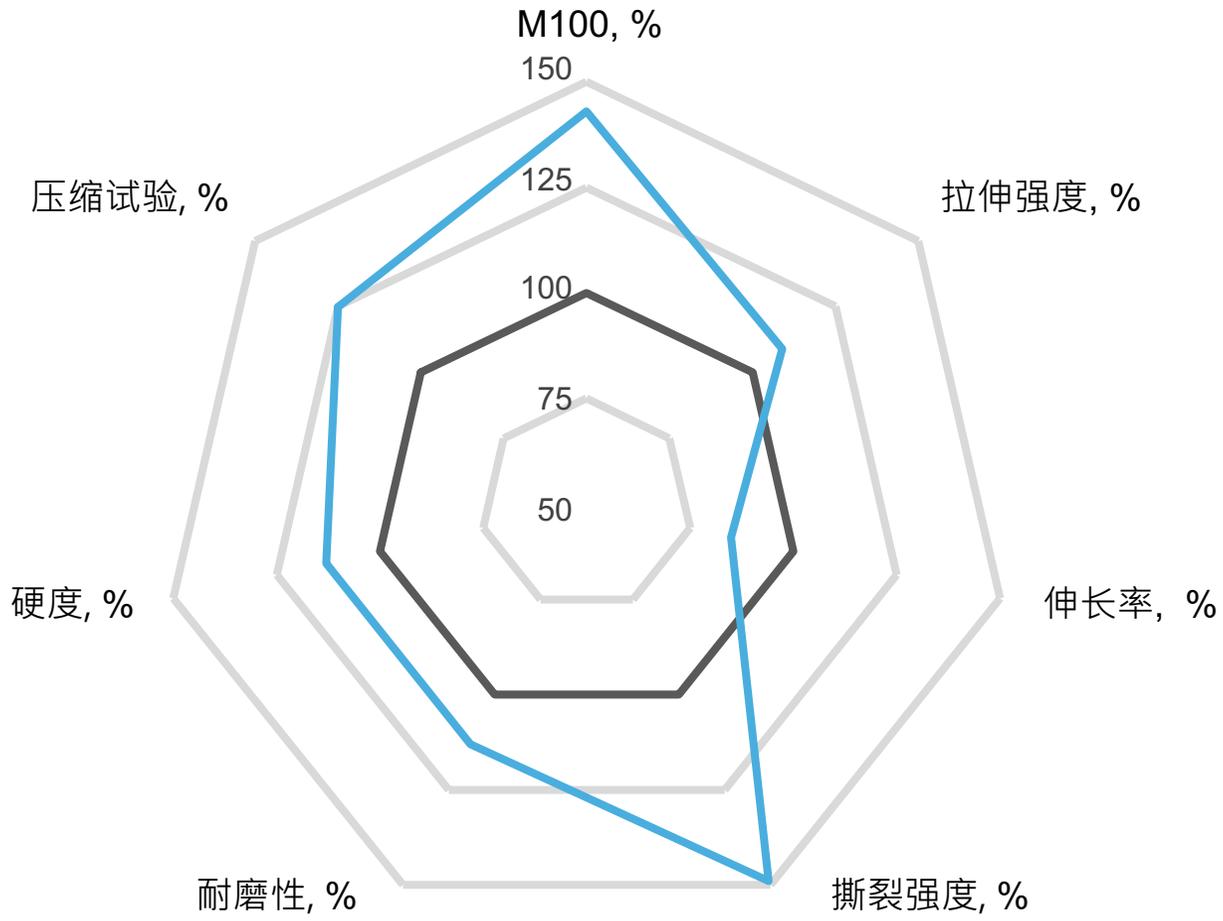


保持高导电性应用的硬度



# 白炭黑补强的配方

## 机械性能和导电性的提升



— 参考      — 在第二混合阶段添加3 wt.%的TUBALL™ MATRIX 622 beta

体积电阻率  
**7 Ω·cm**

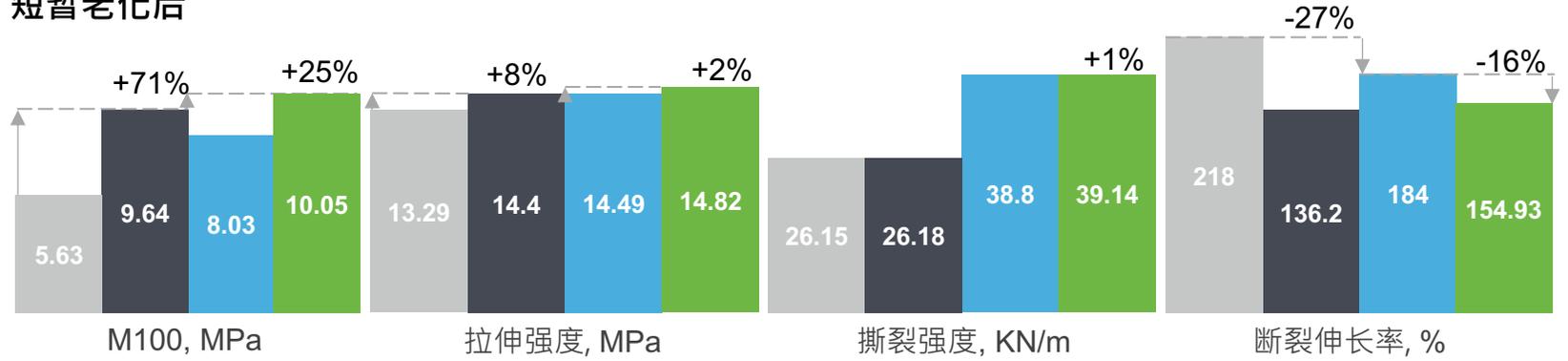
表面电阻率  
**10<sup>3</sup> Ω/sq**

后固化后 (230°C, 24小时)

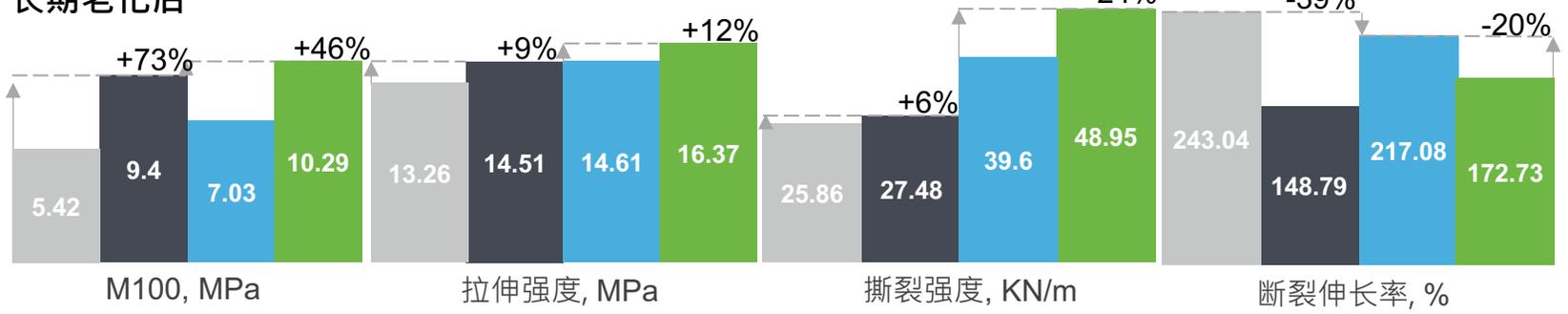
- 体积电阻率 – ASTM D 991
- 表面电阻率 – ISO 14309
- 拉伸参数 – ASTM D412
- 撕裂强度 – ASTM D624
- 耐磨性 – ASTM D5963
- 压缩永久变形 – ASTM D 395

# 白炭黑补强的配方 机械性能提升

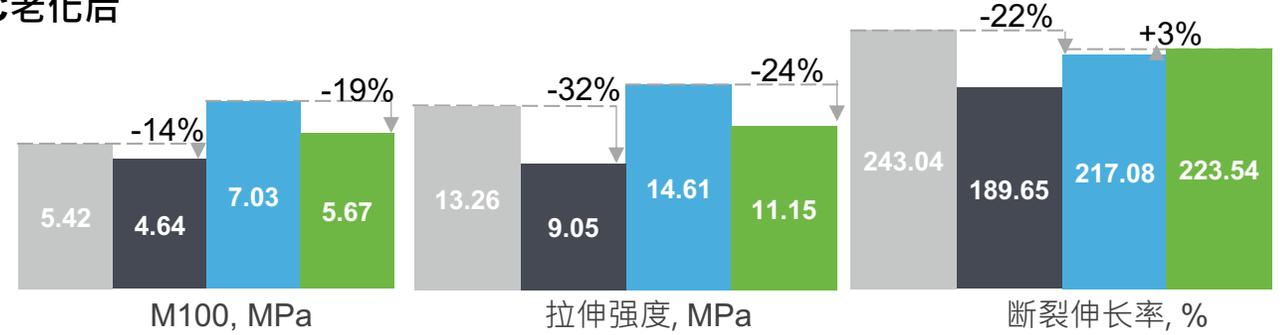
短暂老化后



长期老化后



燃料C老化后

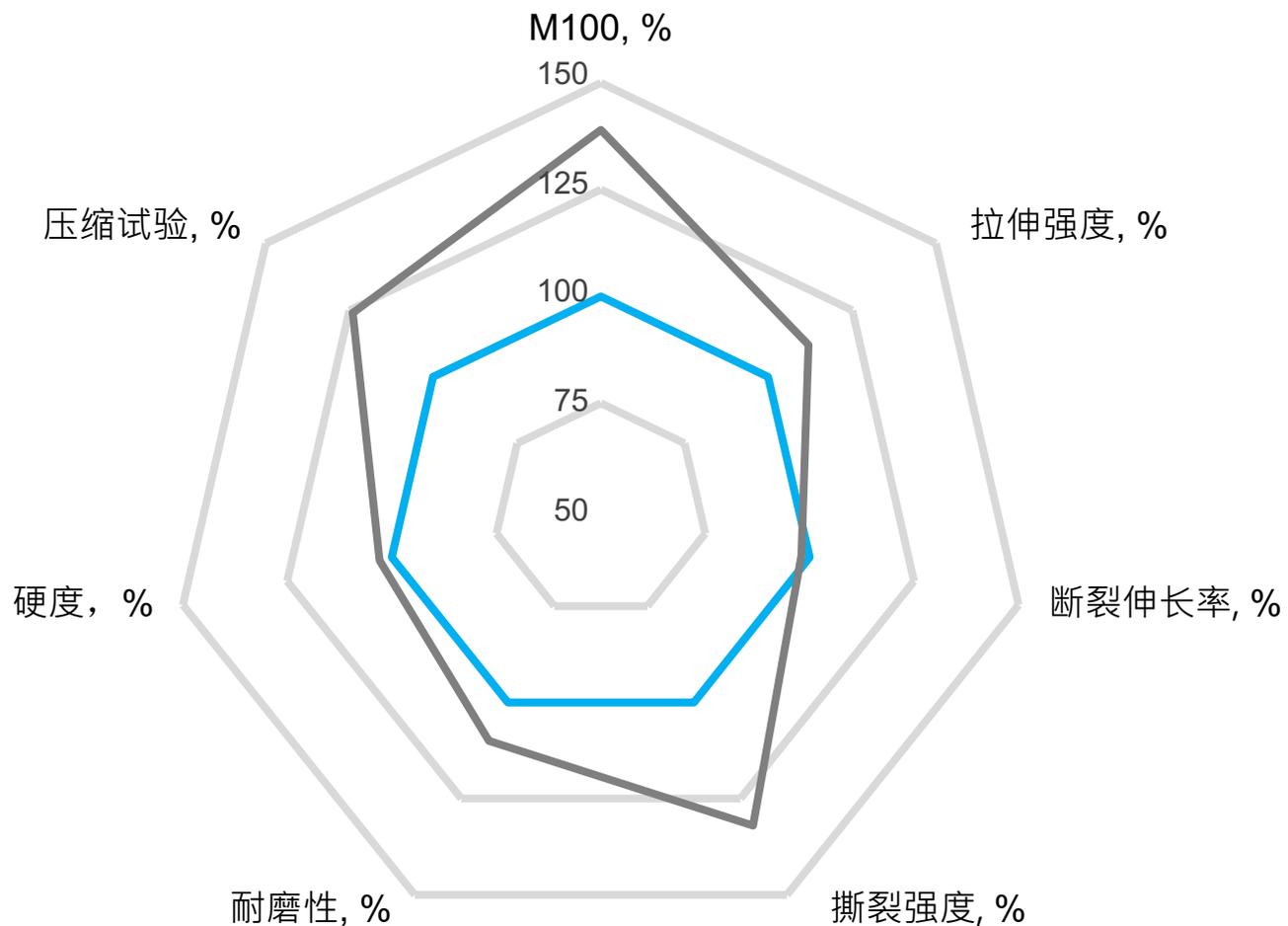


短暂老化 (250° C, 72小时)。  
ASTM D573 – 在空气烤箱中变质  
长期老化 (230° C, 168小时)。  
ASTM D573 – 在空气烘箱中变质。  
拉伸参数 – ASTM D412。  
撕裂强度 – ASTM D624  
燃料 C 老化 (23° C, 168小时)。  
ASTM D471-16a – 液体的影响。  
拉伸参数 – ASTM D412

- 老化//燃料C前参考
- 老化//燃料C后参考
- 老化//燃料C前3 wt.%的TUBALL™
- 老化//燃料C后3 wt.%的TUBALL™ MATRIX

# 炭黑补强的配方

## 机械性能和导电性提升



— 参考

— 在第二混合阶段添加3 wt.%的TUBALL™ MATRIX 622 beta

体积电阻率  
**2 Ω·cm**

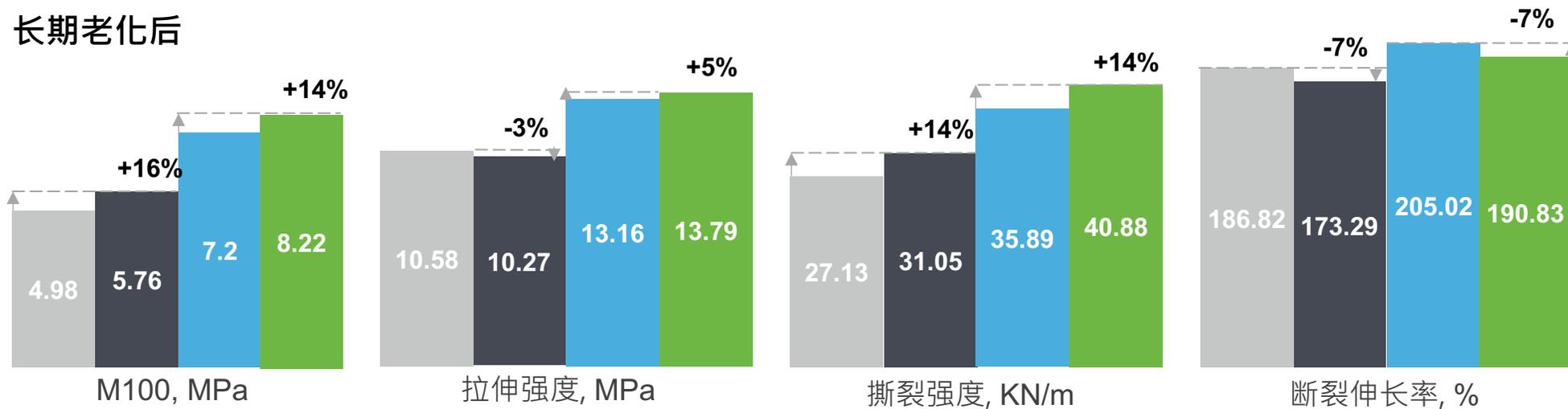
表面电阻率  
**<10<sup>3</sup> Ω/sq**

后固化后 (230°C, 24小时)

体积电阻率 – ASTM D 991  
 表面电阻率 – ISO 14309  
 拉伸参数 – ASTM D412  
 撕裂强度 – ASTM D624  
 耐磨性 – ASTM D5963  
 压缩永久变形 – ASTM D 395

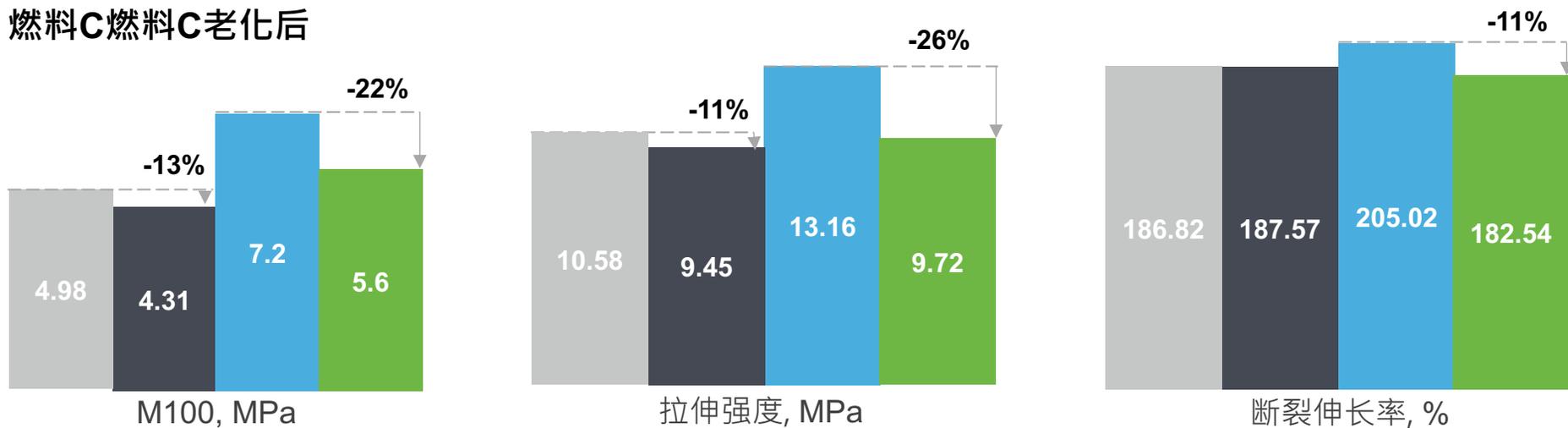
# 炭黑补强的配方 机械性能的改善

长期老化后



热老化 (230° C, 168 小时)。  
ASTM D573-空气烘箱中的变质。  
拉伸参数-ASTM D412。  
撕裂强度-ASTM D624

燃料C老化后



燃料C老化 (23° C, 168小时)。  
ASTM D471-16a-液体效应。  
拉伸参数-ASTM D412

■ 老化/燃料C前参考    ■ 老化/燃料C后参考    ■ 老化/燃料C前3 wt.%的TUBALL™ MATRIX    ■ 老化/燃料C后3 wt.%的TUBALL™ MATRIX

# 氟橡胶件

## 产品

密封件、O形圈、软管、护套、耐热绳索和板

## 要求

- 热老化和燃料老化后保持机械性能
- 对弹性和硬度无影响
- 稳定的导电性
- 良好的加工性能

## TUBALL™解决方案

3 wt.%的TUBALL™ MATRIX 608/621/622 beta

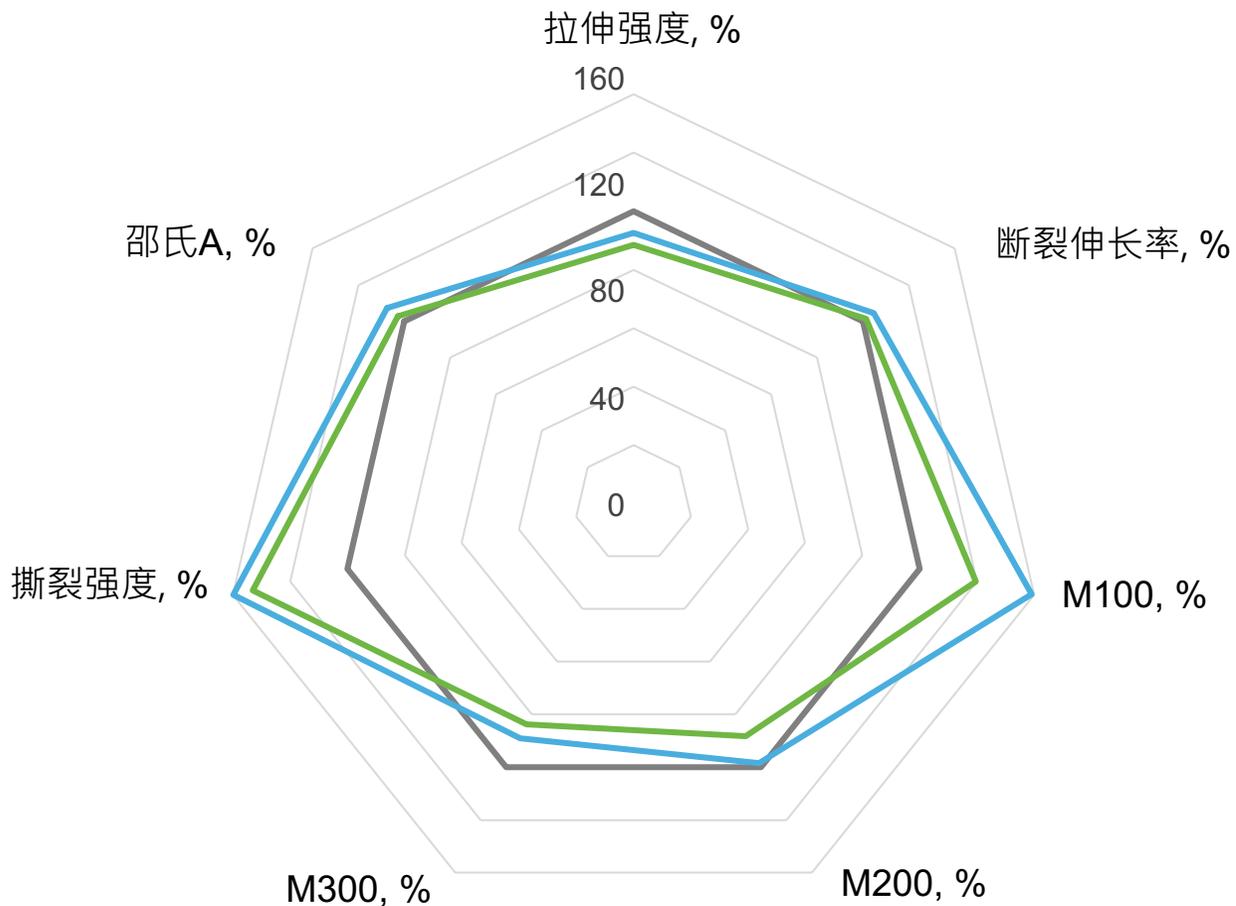
## 主要优势

- 永久均匀导电性
- 载体与配方相容，可交联，不向表面迁移
- 保持流变性
- 耐磨性提高10–12%
- 撕裂强度提高28–45%
- 拉伸强度提高14–36%
- M100提高25–35%



# 氯丁橡胶

# 机械性能提升



- 参考
- 4 wt.%的TUBALL™ MATRIX 619 beta
- 4 wt.%的TUBALL™ MATRIX 610

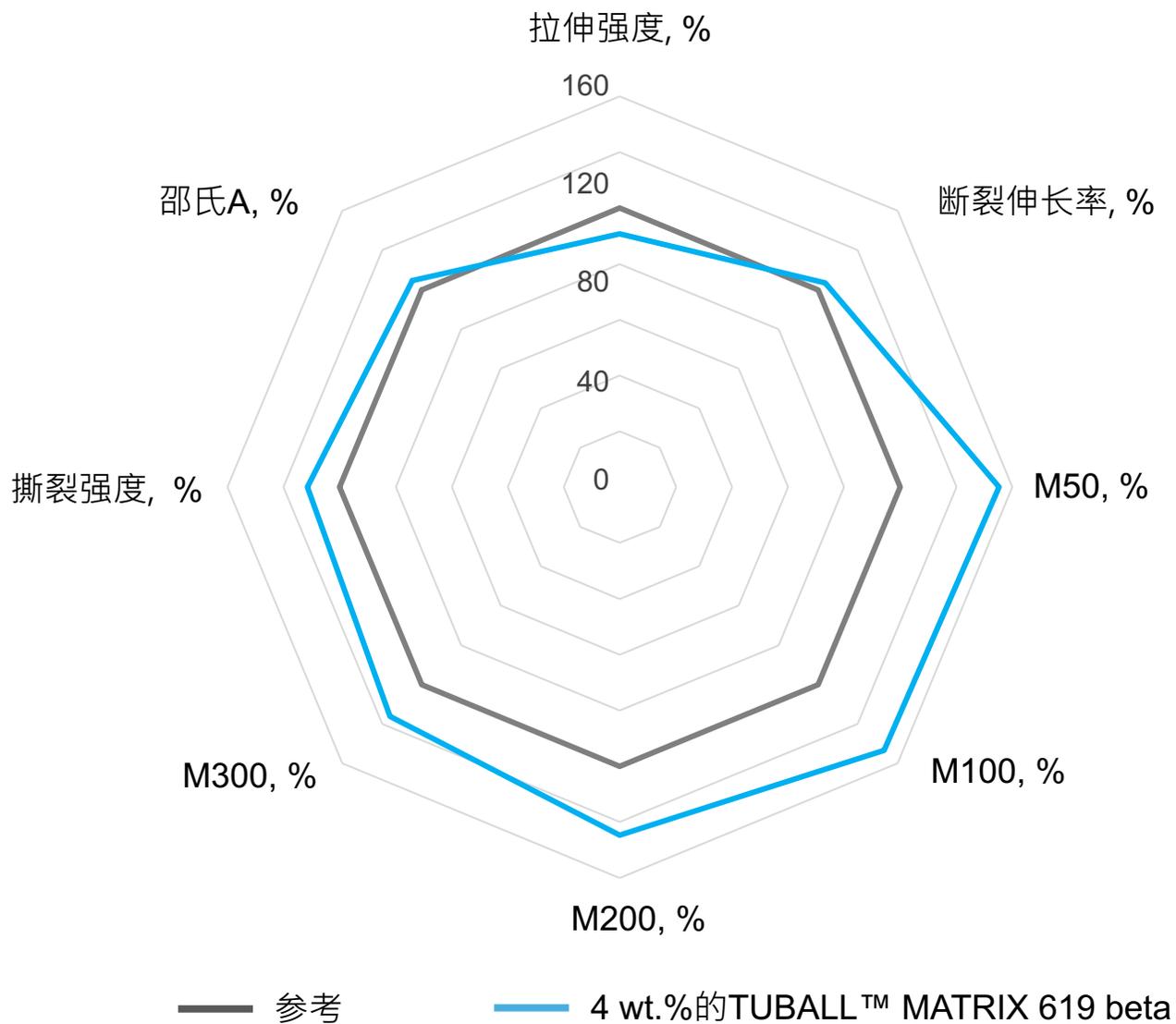
**目标属性**  
撕裂强度、磨损、压缩永久变形

## 潜在应用领域

- 防尘罩
- 挡风玻璃雨刷
- 潜水装
- 传送带等

# 氯化聚乙烯

# 机械性能提升



目标属性  
抗静电性能

## 潜在应用领域

- 胶辊
- 电缆等。

# 目录

- 1 TUBALL™单壁碳纳米管：新一代导电增强剂
- 2 单壁碳纳米管在八大橡胶中的应用优势
- 3 OCSiAI公司简介
- 4 问答环节

# OCSiAI: 成立于2010年, 总部设在卢森堡, 超420名员工遍布20个国家



# TUBALL技术和研发中心 上海



TUBALL™ CENTER 成立于  
NOBOSIBIRSK 2013年



TUBALL™ CENTER | 成立于  
LUXEMBOURG 2020年

6

C



锂离子电池

弹性体

涂层

复合材料

热塑性塑料

品质管控

## 第二个TUBALL中心 于2019年12月 在上海开业

占地1260平方米，拥有12个实验室和150多台独特的设备。

该中心的主要目标是根据 OCSiAI 主要市场——亚洲的合作伙伴的要求，提供基于 TUBALL™ 的技术支持和完善解决方案。在上海开发的突破性产品构成了使用单壁碳纳米管的专利技术的基础。

由于中国是该领域无可争议的世界领先者，因此该中心特别关注锂离子电池的发展。OCSiAI 的实验室配备了最先进的设备，便于为业内最大的中国制造商提供服务。

获取样品请联系

[china@ocsial.com](mailto:china@ocsial.com)

或 牟经理 158 0650 3679



关注微信公众号，获取更  
多单壁碳纳米管资讯

[ocsial.com](http://ocsial.com)  
[tuball.com](http://tuball.com)