



北京化工大学

先进弹性体材料研究中心

Center of Advanced Elastomer Materials, Beijing University of Chemical Technology

新能源汽车空气悬架用 弹性元件开发

汇报人：韩冬礼
2022/8/11



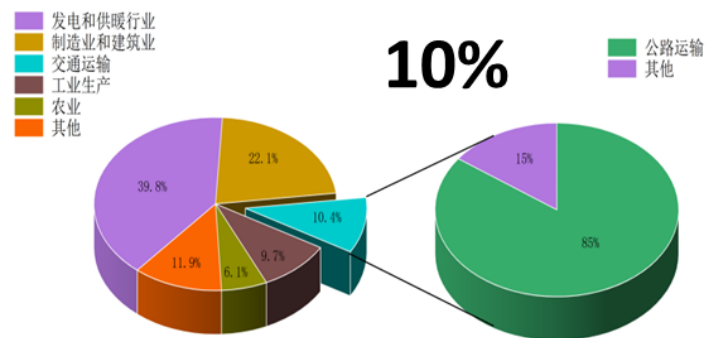
目录

CONTENTS

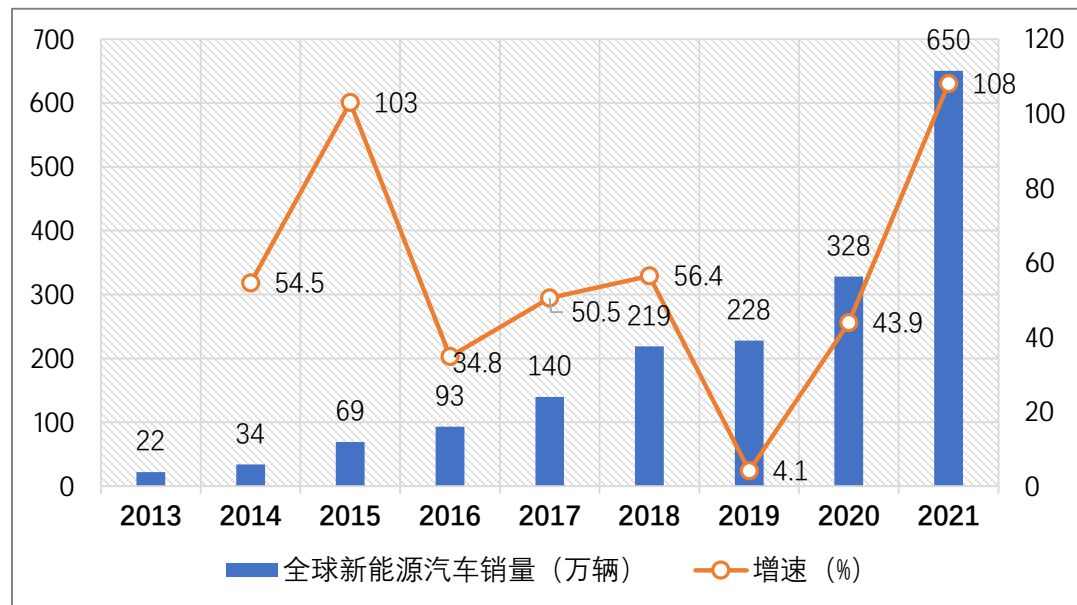
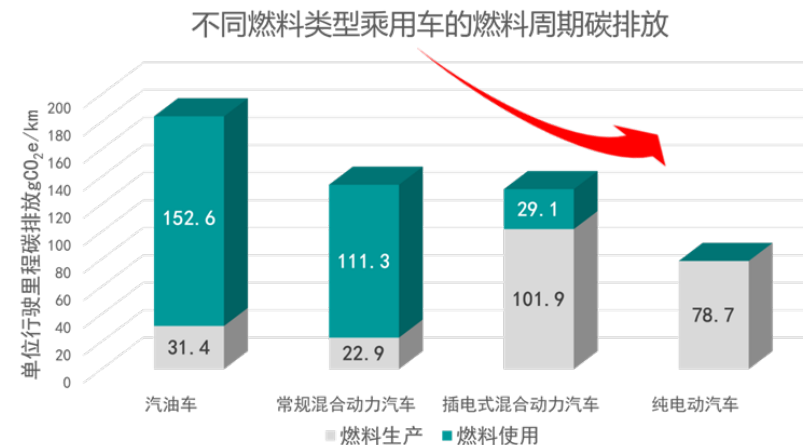
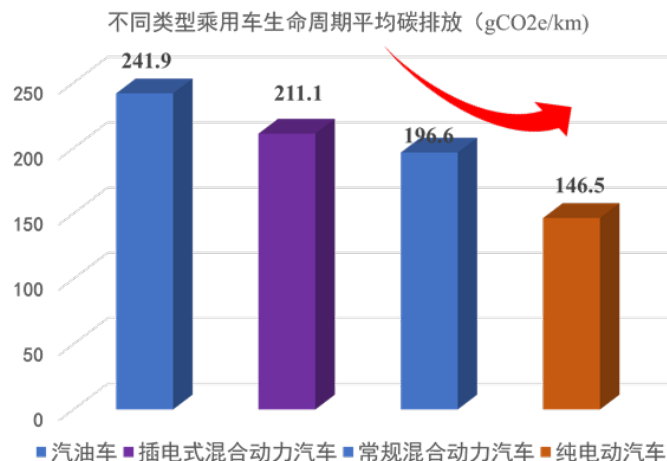
01 - 研发背景

02 - 研发团队及成果

03 - 产品定位及未来市场



交通运输业的碳排放比较



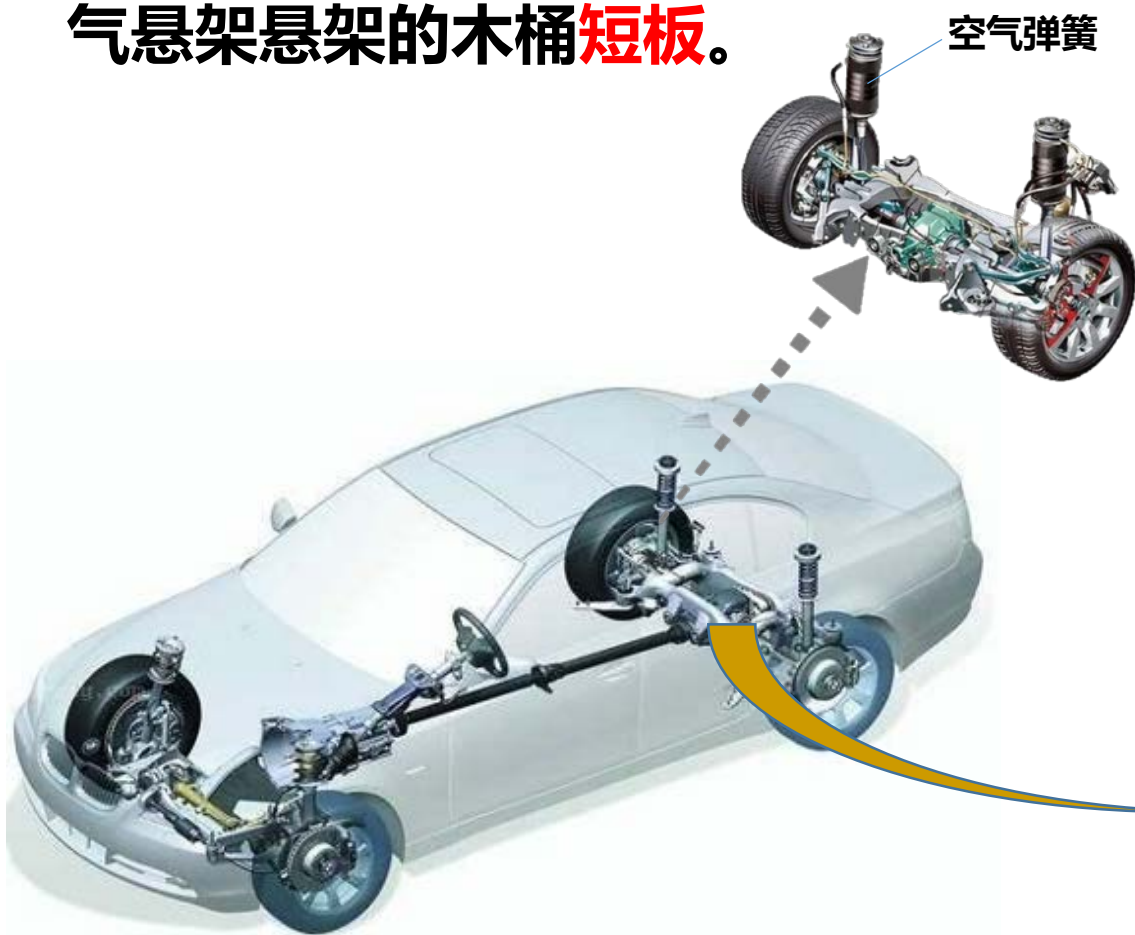
2013-2021年全球新能源汽车销量 (万辆)

- 全球新能源汽车市场2021年总销量650万辆，较去年同期增长108%；
- 基于3060双碳约束及政策的大力支持，我国新能源汽车发展已进入快速发展通道，2021年新能源车销量达到350万辆，同比增长157.8%。

在“双碳”目标践行和换电商业模式的双重推动下重卡、客车等商用汽车也逐渐成为新能源汽车的发展方向。

一辆高端乘用车空气悬架需要4个空气弹簧、30余件橡胶铰链，属于易损件，也是空气悬架悬架的木桶**短板**。

4个空气弹簧，30个以上弹性铰链



空气悬架橡胶铰链分布

空气弹簧及铰链的作用：缓冲、隔振、降噪、传力

机械悬架



空气悬架底盘



根据路况调整车身高低 (节能)

空气悬架



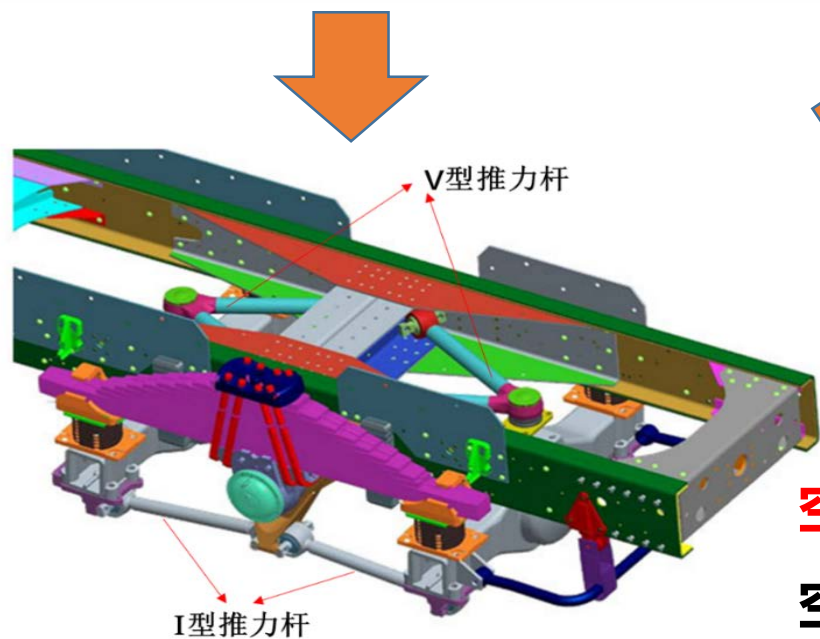
过滤路面震动 (舒适性)

提高操控性能 (安全性)



空气悬架

新能源商用汽车



空气弹簧及球铰作用：

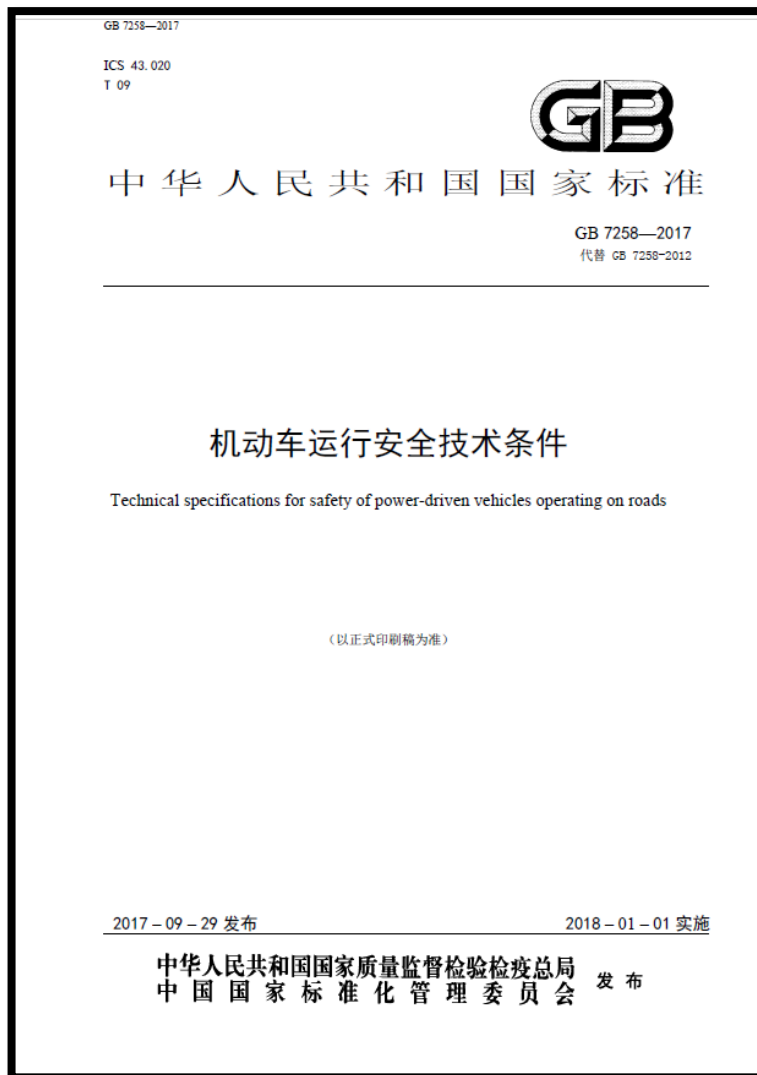
空气弹簧：隔振、降噪、提高平顺性、防止超载、保护路面

球铰：隔振、缓冲、降噪、保持车身稳定

商用汽车超载严重破坏道路，并且是造成重大桥梁等侧翻事故的元凶！



- ◆ 两起事故均是货车严重超载引起的，超载程度为标准承重的4倍。
- ◆ 超载严重危害道路及人身安全



9.3 悬架系统

- 9.3.1 悬架系统各球关节的密封件不应有切口或裂纹，稳定杆应连接可靠，结构件不应有残损或变形。
- 9.3.2 钢板弹簧不应有裂纹和断片现象，同一轴上的弹簧形式和规格应相同，其弹簧形式和规格应符合产品使用说明书中的规定。中心螺栓和 U 形螺栓应紧固、无裂纹且不应拼焊。钢板弹簧卡箍不应拼焊或残损。
- 9.3.3 空气弹簧应无裂损、漏气及变形，控制系统应齐全有效。
- 9.3.4 减振器应齐全有效，减振器不应有滴漏油现象。

9.4 空气悬架

总质量大于等于12000kg的危险货物运输货车的后轴，所有危险货物运输半挂车，以及三轴栏板式、仓栅式半挂车应装备空气悬架。

9.5 其他要求

- 9.5.1 车架不应有裂纹及变形、锈蚀，螺栓和铆钉不应缺少或松动。
- 9.5.2 前、后桥不应有裂纹及变形。
- 9.5.3 车桥与悬架之间的各种拉杆和导杆不应有变形，各接头和衬套不应松旷或移位。
- 9.5.4 三轴公路客车的随动轴应具有随动转向或主动转向的功能。

国家政策法规的持续加严（GB 7258-2017机动车运行安全技术条件/）提出了强制性要求，可以有效控制商用车的改装超载问题，维护道路安全。

种类	品牌	成本/元	售价/元	利润率/%	备注
商用车底盘空气弹簧	外资	300	500	40%	
	国产	250	330	25%	
商用车驾驶室空气弹簧	外资	150	260	42%	
	国产	110	160	31%	
乘用车空气弹簧	外资	200	1200	83%	前悬1800，后悬700，折中价格
	国产	——	——	——	目前供应主机厂的还没有，售后市场价格超低

- 目前国内空气弹簧行业利润率普遍在25-35%之间，外资空气弹簧的利润率在40%以上；
- 外资品牌空气弹簧的采购成本较高，拉高了主机厂的整体成本，不利于空气弹簧国内市场的发展。因此主机厂普遍存在国产替代的需求意愿。



目录

CONTENTS

01 - 研发背景

02 - 研发团队及成果

03 - 产品定位及未来市场



学术带头人

张立群

中国工程院院士，弹性体研究领域的泰斗。北京化工大学常委、副校长。

曾获得国家技术发明二等奖2项、国家科技进步二等奖1项。获得美国化学会橡胶分会Sparks-Thomas科技奖（每届全球评选1名），日本化学工学会SCEJ亚洲研究奖（每届亚洲评选2名），国际橡胶会议组织奖章IRCO Medal（每届全球评选1名），在国际专业领域内享有极高的声誉。



刘力

教授，博导，国家973首席科学家，北京市科技新星、教育部新世纪人才获得者。承担国家973、863、国家自然科学基金重点和面上项目等十余项。获北京市科学技术奖以及中国石油和化学工业联合会技术发明一等、二等奖等科技奖励共5项。



张继川

副教授，蒲公英橡胶产业技术创新战略联盟副秘书长，杜仲资源高值化利用产业技术创新联盟副秘书长，主要从事杜仲胶、蒲公英橡胶等第二天然橡胶产业化前期的基础研究工作。



韩冬礼 (材料)

硕士，长期从事高性能橡胶纳米复合材料制备关键技术研究，承担的技术转化项目中有两项通过省部级单位技术鉴定，已发表相关学术论文10余篇，申请及授权专利10余项



李凡珠 (结构)

博士，长期从事弹性体复合材料及其制品的仿真模拟及应用研究，作为项目负责人承担了多项国家重点研发计划子课题、国家自然科学基金青年科学基金项目、中央高校基本科研业务项目，已发表相关学术论文30余篇，软件著作权10余项。



李雪峰 (工艺)

天津大学化学工程博士，曾任广西航空轮胎结构与材料重点实验室副主任，获得2020年江苏省双创人才荣誉以及2021年如皋市五一劳动奖章

团队综合优势：

- 1.国宝级中国工程院院士领衔，国家、省部级资源扶持；
- 2.涵盖橡胶基体、纳米填料、复合材料等多个材料领域的研究工作；
- 3.材料研发团队+结构设计团队+工艺生产团队，分工明确，搭配合理
- 4.老中青三代研发人员相互结合。

铰链损坏及失效情况



空气弹簧损坏及失效情况



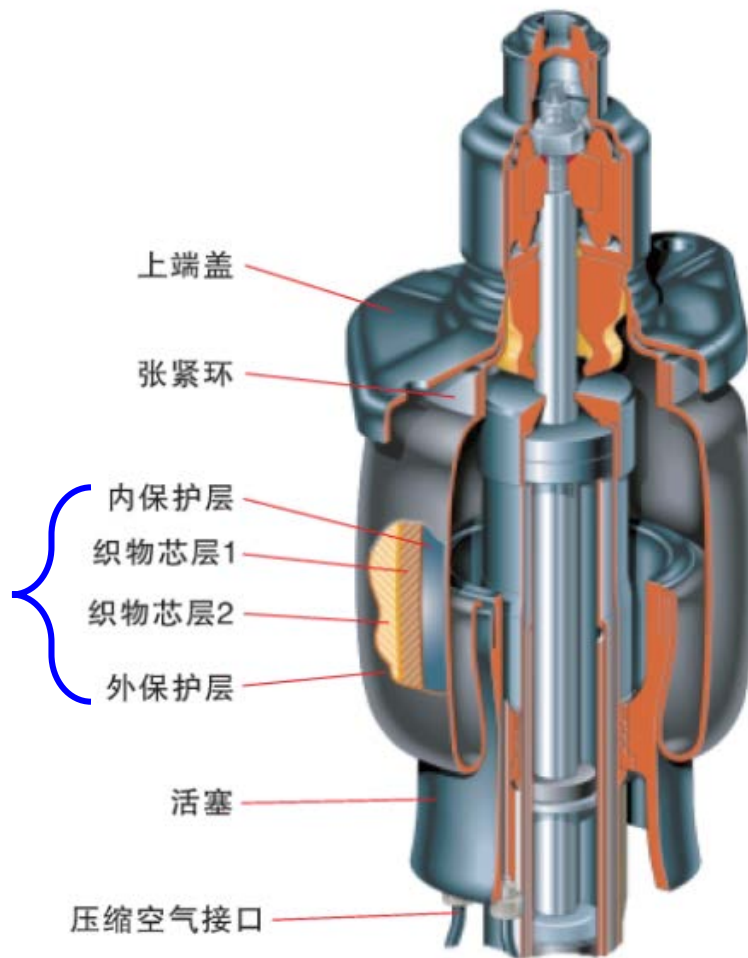
失效原因:

- 普通橡胶材料**强度不够、温升过高、疲劳性能差、与金属粘接性能差;**
- **结构设计存在缺陷**造成了构件的损坏和失效。

空气弹簧故障



橡胶气囊



空气弹簧黄内部结构图



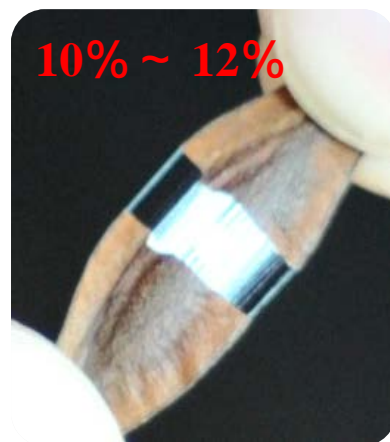
汽车悬架弹性构件要求：高强度、高刚度、优异疲劳性能、优异的与金属粘接性能。

双碳战略下的全生命周期概念！

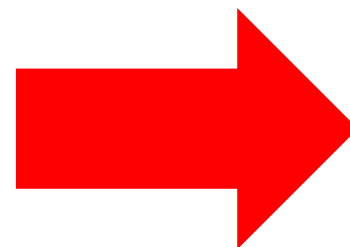
方案：原生态天然橡胶+杜仲胶



原生态天然橡胶



杜仲胶

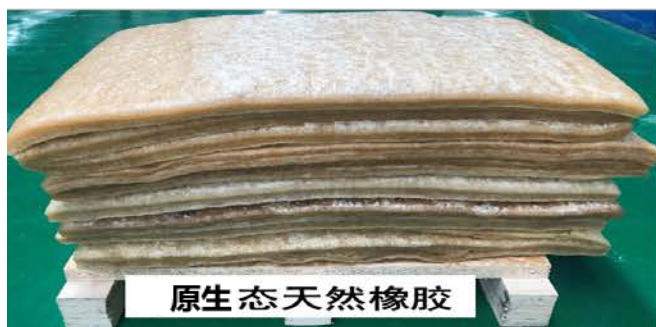
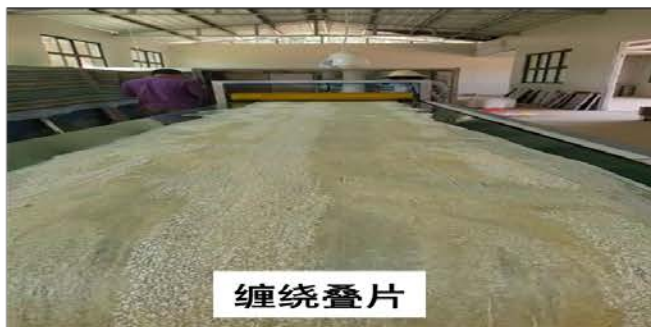
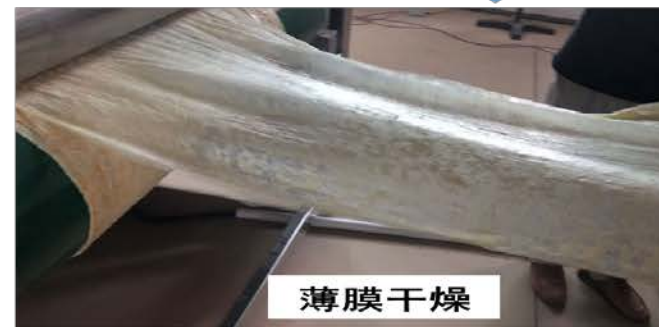


长寿命铰链及空气弹簧



5千吨/年原生态天然橡胶生产线

原生



无废水、低温、微剪切

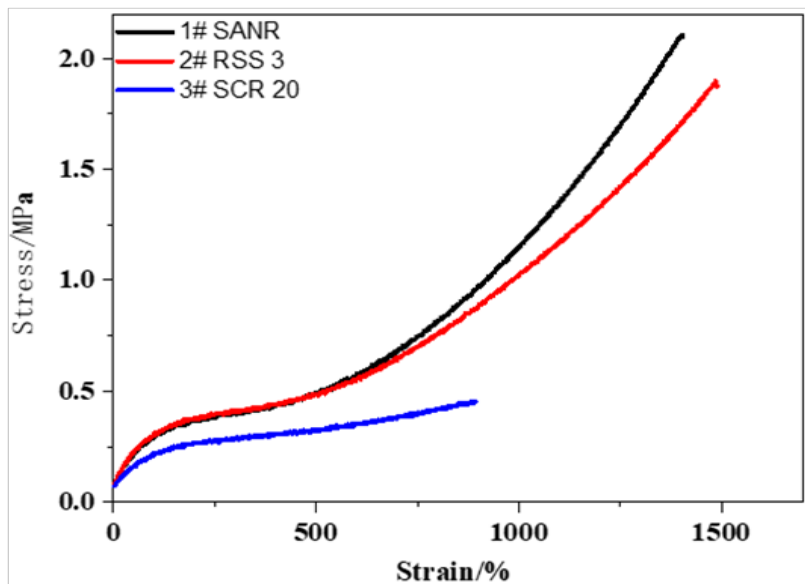


专利技术:

ZL2013105362080; ZL2017100264959;

ZL2017101650617; ZL2017101653028

超聚态天然橡胶性能优势 (降本增效)



类别		RSS 3	SANR-60
硬度, Shore A		61	63
拉伸强度, MPa		27.64	26.2
拉断伸长率, %		489	490
回弹性, %		58	65
无割口直角撕裂强度, kN/m		65	91
屈挠性能	不出现龟裂/千周	12	24
	6级屈挠/千周	161	246
DMA拉伸模式 -70~70°C 静态1% 动态0.1%	23°C阻尼因子	0.11	0.105
	60°C阻尼因子	0.098	0.088



北京橡胶橡胶轮胎检测技术服务有限公司 检验报告

序号	检验项目名称及单位	检验结果	检验标准
16	门尼粘度 120°C	16min1.3s	GB/T1233-2008
17	硫化特性 150°C	ML: 0.920 MH: 2.830	GB/T16584-1996
18	邵尔 A 硬度	72	GB/T531.1-2008
19	拉伸伸长率, %	557	
20	拉伸强度, MPa	26.1	
21	100%定伸应力, MPa	3.99	GB/T528-2009
22	200%定伸应力, MPa	13.3	
23	拉断永久变形, %	21	
24	撕裂强度, kN/m	117.5	GB/T529-2008
25	回弹性, %	45	GB/T1681-2009
26	压缩永久变形, %	3.7	GB/T1681.3-2014
26	热稳定性	1.2	

与RSS 1性能相当

李寿生会长批示文件：对于颠覆性的创新技术，更应该给予关注和支持！

中国石油和化学工业联合会请示报告单

紧急: 密级: 秘密 □ 机密 □ 绝密 □

标题: 关于超聚态天然橡胶技术的报告

综合办: 收 号 主送: 李彬副会并寿生会长

年 月 日 批示:

主办部门编号: 同志李彬副会李会长, 请科技部协助该技术的攻关和转化的推广工作, 对于颠覆性的创新技术, 我们协会应该给予关注和扶持。

主办部门领导签发: 李彬

日期: 2021.6.21

汇报人: 王翔昆 电话: 84885223

日期: 2021.6.21

综合办公室领导审核意见: 请李彬副会批示, 请寿生会长阅示。

李彬 7.1

王翔昆 2/6 李



无三废排放，绿色环保，可以提取中药、树脂、杜仲胶、蒲公英橡胶

废气：电做能源，提取过程溶剂密闭回收，基本无废气排放！

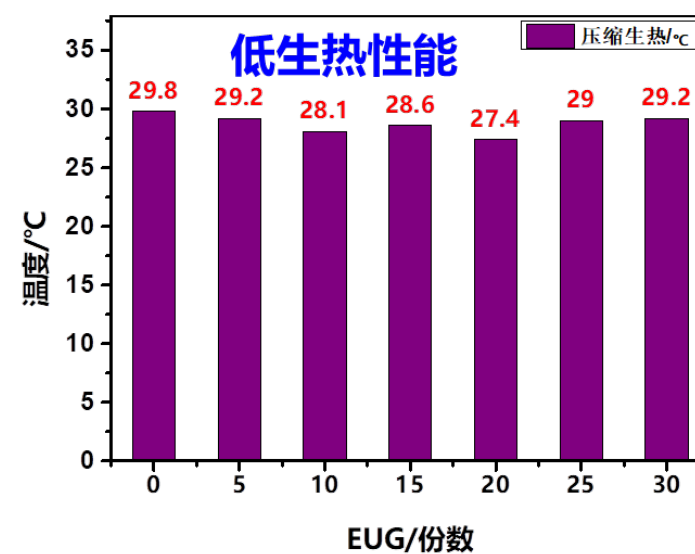
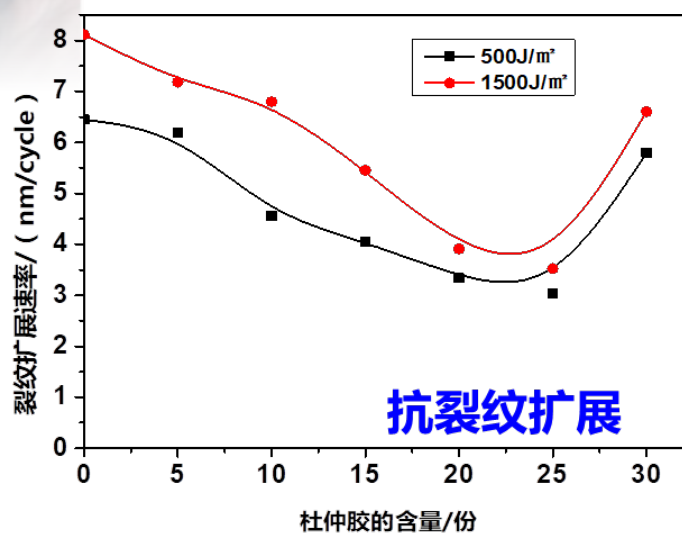
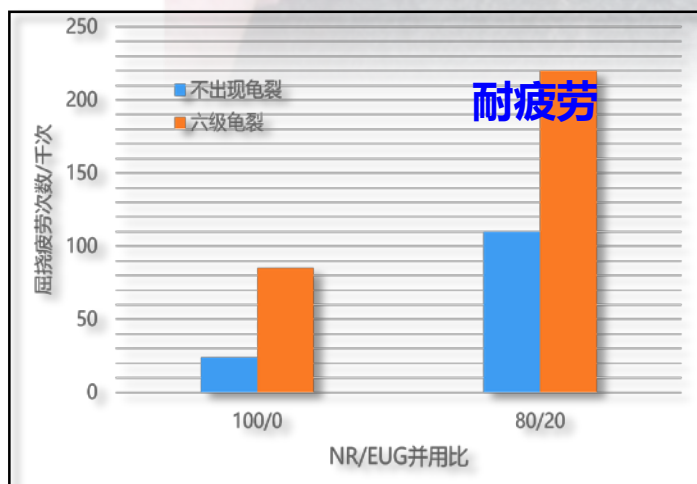
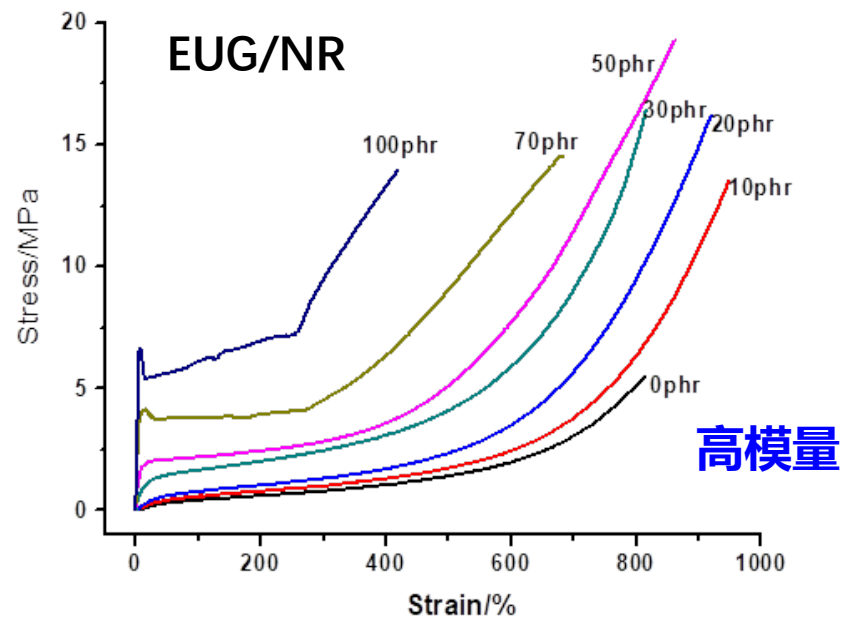
废水：提取过程的工业用水循环利用，基本没有废水排放！

废渣：提胶过程会剩余50%左右的生物质残渣（木质纤维素），在目前没有进一步生物质转化平台的基础上，可以直接堆肥还田。因此也基本没有废渣排放。

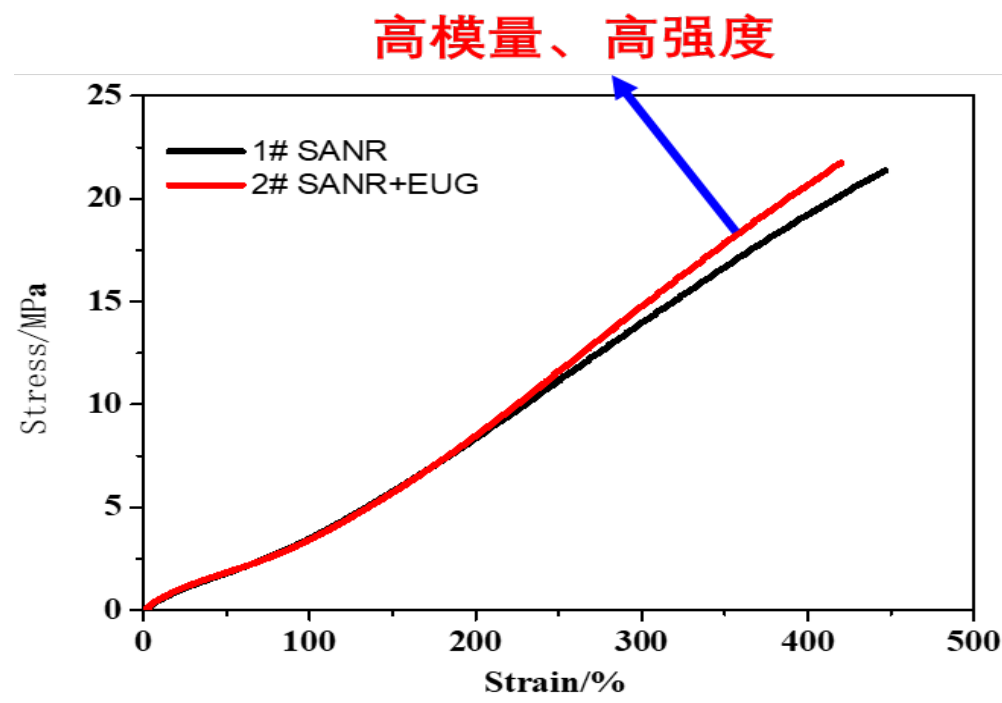
山东半岛的丘陵地带

即可种植。

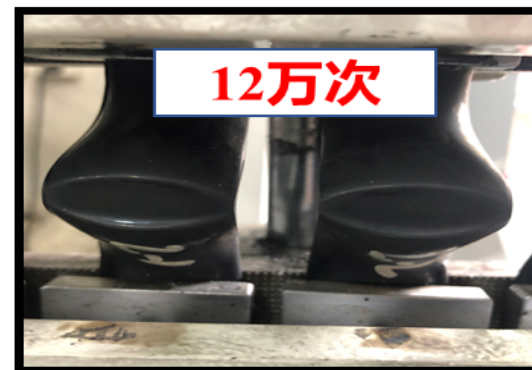
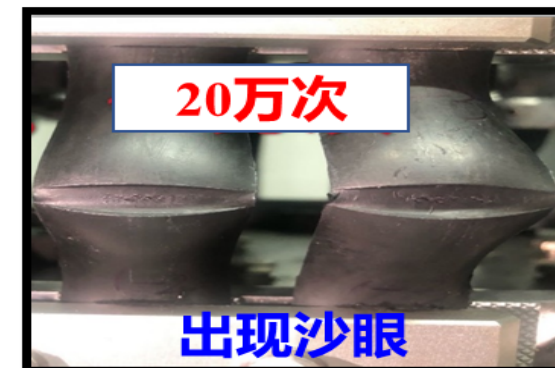
- 一种从蒲公英想胶草中连续高效循环提取蒲公英橡胶和菊糖的方法 ZL201310311989.3
- 一种提取分离装置及系统和提取分离方法。201710710610.4
- 一种提取分离装置及系统（新型）。ZL201721036270.3
- 一种用于破碎含天然橡胶植物组织的设备及系统。ZL2019224272133



超聚态天然橡胶



应力-应变曲线



超聚态天然橡胶+杜仲橡胶

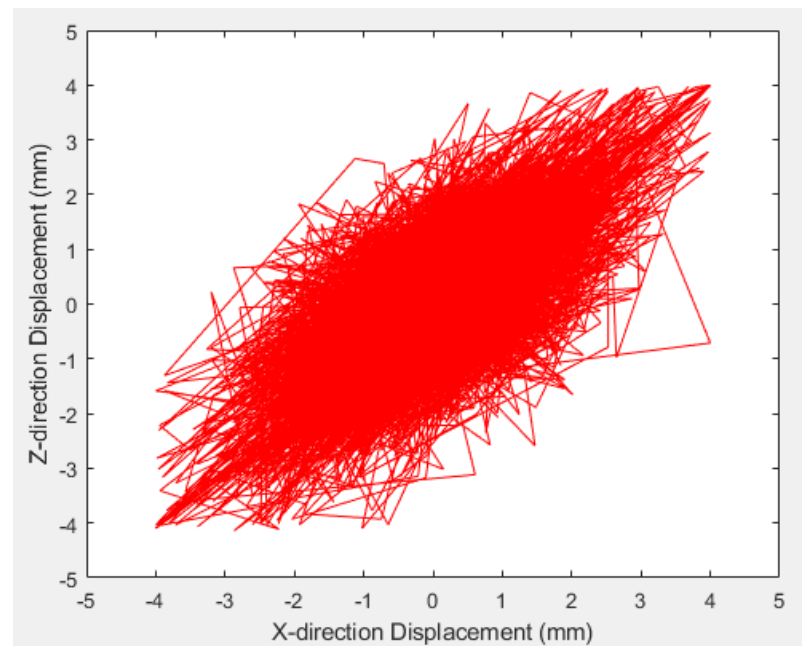
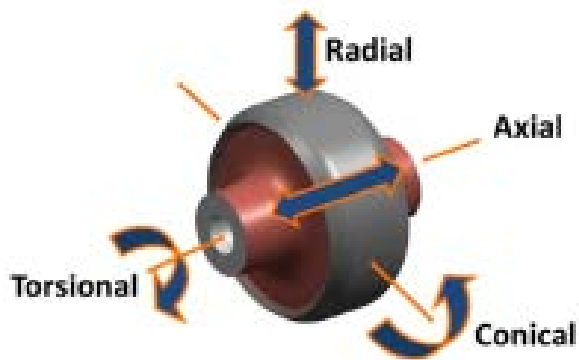
- 橡胶纳米复合材料模量及构件刚度与寿命关系研究；
- 橡胶纳米复合材料动态生热机理、疲劳机理与寿命关系研究；



✓ 打通长寿命铰链制备关键技术

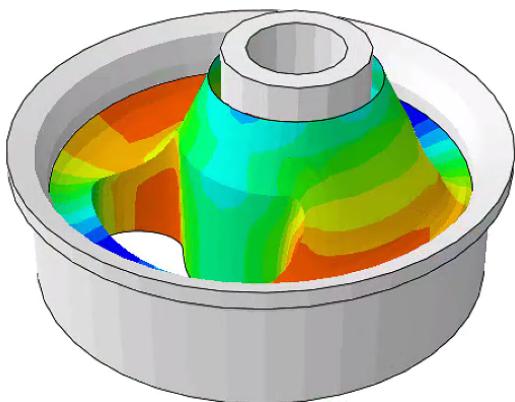
长寿命球铰技术路线示意

复杂疲劳问题
真实服役工况
多轴随机载荷



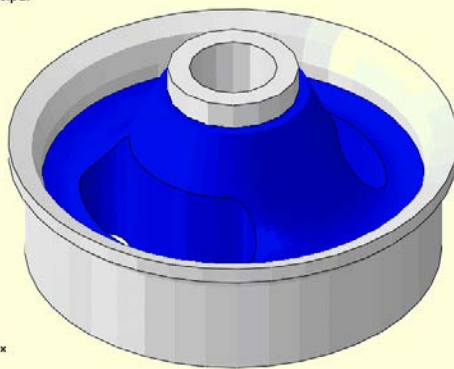
Fatigue Life-1
(Avg: 75%)

Blue	+2.347e+10
Light Blue	+4.887e+09
Light Green	+1.017e+09
Green	+2.118e+08
Yellow-Green	+4.408e+07
Yellow	+9.177e+06
Orange	+1.910e+06
Red-Orange	+3.977e+05
Red	+8.279e+04
Dark Red	+1.724e+04
Dark Orange	+3.588e+03
Dark Red	+7.489e+02
Dark Red	+1.555e+02



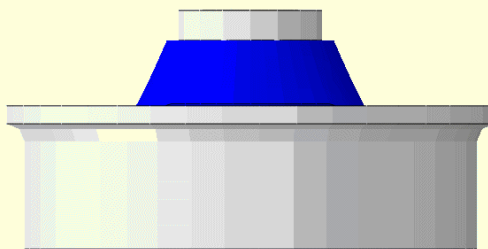
NE, Max. Principal
(Avg: 75%)

Blue	0.0000
Light Blue	0.0000
Light Green	0.0000
Green	0.0000
Yellow-Green	0.0000
Yellow	0.0000
Orange	0.0000
Red-Orange	0.0000
Red	0.0000
Dark Red	0.0000
Dark Orange	0.0000
Dark Red	0.0000



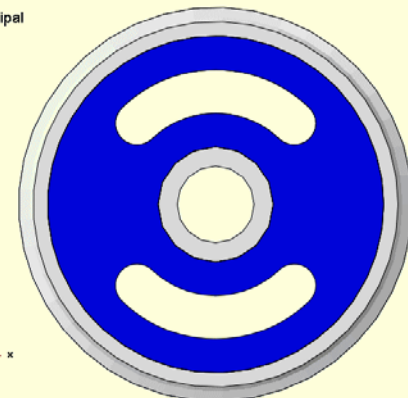
NE, Max. Principal
(Avg: 75%)

Blue	0.0000
Light Blue	0.0000
Light Green	0.0000
Green	0.0000
Yellow-Green	0.0000
Yellow	0.0000
Orange	0.0000
Red-Orange	0.0000
Red	0.0000
Dark Red	0.0000
Dark Orange	0.0000
Dark Red	0.0000



NE, Max. Principal
(Avg: 75%)

Blue	0.0000
Light Blue	0.0000
Light Green	0.0000
Green	0.0000
Yellow-Green	0.0000
Yellow	0.0000
Orange	0.0000
Red-Orange	0.0000
Red	0.0000
Dark Red	0.0000
Dark Orange	0.0000
Dark Red	0.0000



我方研发的新型
纳米复合材料疲劳
性能达1000万次
以上

我发开发产品		
检测项目	检测方法	检测值
拉伸强度, MPa	GB/T 528-2009	16.9
扯断伸长率, %	GB/T 528-2009	627
扯断永久变形, %	GB/T 528-2009	16
邵尔 A 硬度, 度	GB/T 531.1-2008	52
脆性温度, °C	GB/T 1682-2014	-55 无破坏
屈挠龟裂 (1000.8 万次), 级	GB/T 13934-2006	0、0、0
老化后扯断伸长率变化 70°C×96h, %	GB/T 3512-2014	-2.9
老化后拉伸强度变化 70°C×96h, %	GB/T 3512-2014	7.7
老化后硬度变化 70°C×96h, %	GB/T 3512-2014	3
检测结论: /		
签发日期: 2020年07月21日 (盖章)		
备注	批准: 饶娟 审核: 廖国瑞 主检: 江礼子	

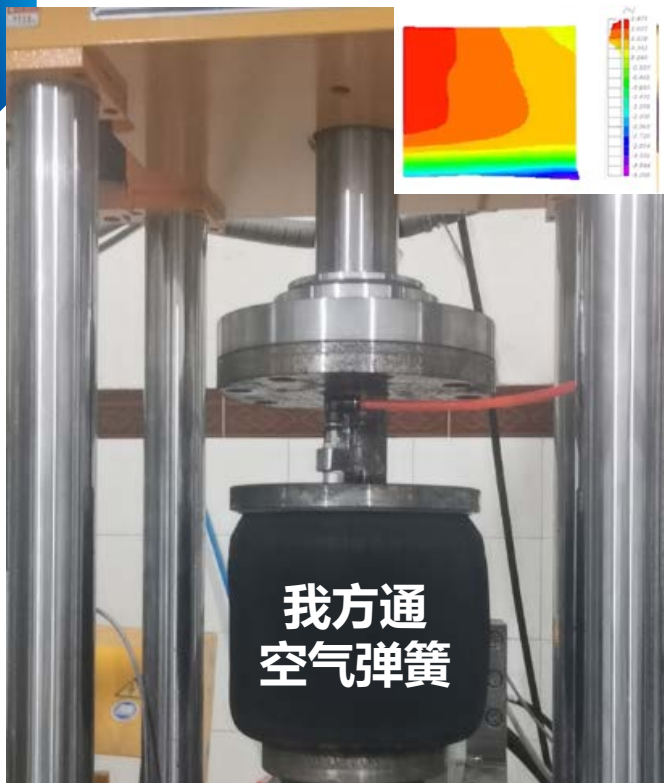
某外资竞品		
检测项目	检测方法	检测值
拉伸强度, MPa	GB/T 528-2009	17.9
扯断伸长率, %	GB/T 528-2009	617
扯断永久变形, %	GB/T 528-2009	24
邵尔 A 硬度, 度	GB/T 531.1-2008	55
脆性温度, °C	GB/T 1682-2014	-55 无破坏
屈挠龟裂 (86.4 万次), 级	GB/T 13934-2006	1、1、1
老化后扯断伸长率变化 70°C×96h, %	GB/T 3512-2014	-6.2
老化后拉伸强度变化 70°C×96h, %	GB/T 3512-2014	8.9
老化后硬度变化 70°C×96h, %	GB/T 3512-2014	5
检测结论: /		
签发日期: 2020年07月21日 (盖章)		
备注	批准: 饶娟 审核: 廖国瑞 主检: 江礼子	

层间剥离强度

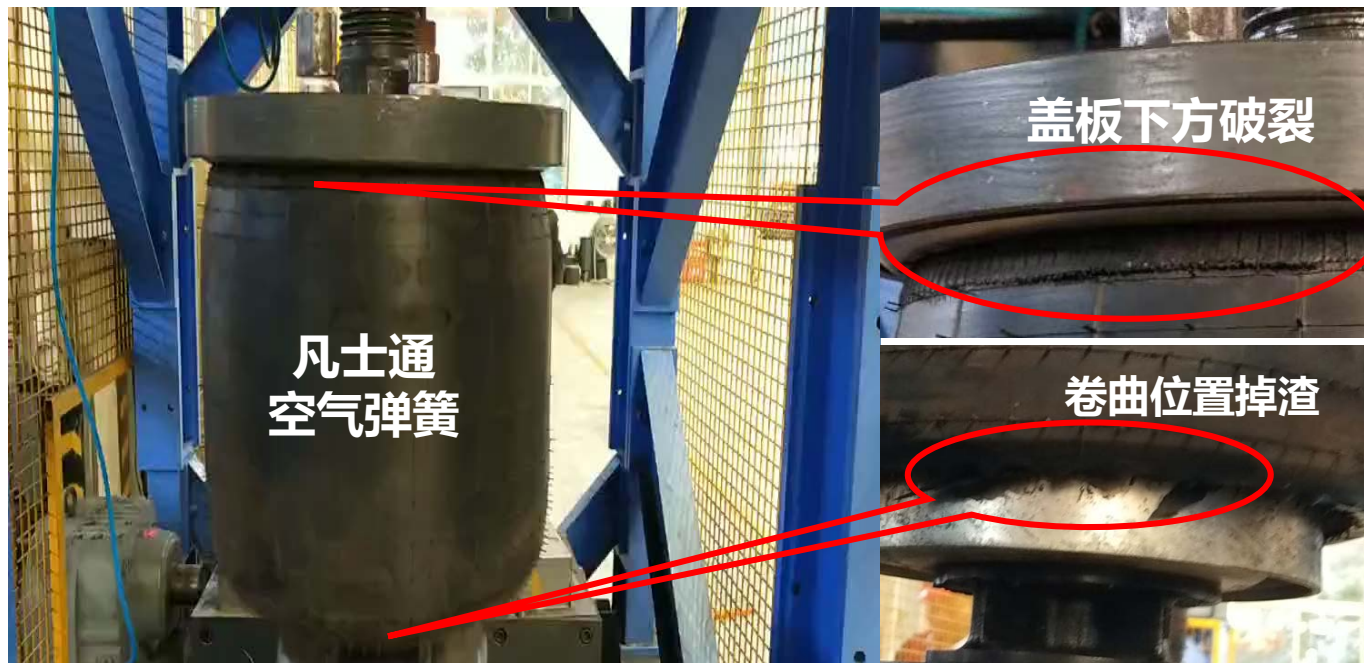
我发开发产品		
检测项目	检测方法	检测值
帘布层间剥离强度, kN/m	GB/T 532-2008	6.23
检测结论: /		
签发日期: 2020年07月21日 (盖章)		
备注	批准: 饶娟 审核: 廖国瑞 主检: 江礼子	

某外资竞品		
检测项目	检测方法	检测值
帘布层间剥离强度, kN/m	GB/T 532-2008	4.7
检测结论: /		
签发日期: 2020年07月21日 (盖章)		
备注	批准: 饶娟 审核: 廖国瑞 主检: 江礼子	

我方研发的新型纳米
复合材料弹性构件性
能达到了进口一线品
牌的水平



我方通
空气弹簧

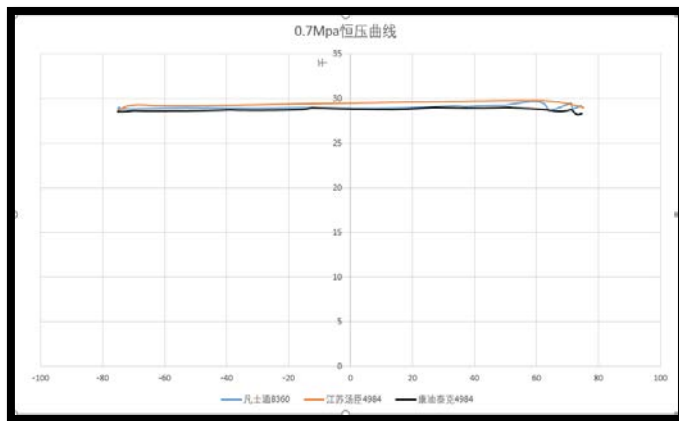


凡士通
空气弹簧

盖板下方破裂

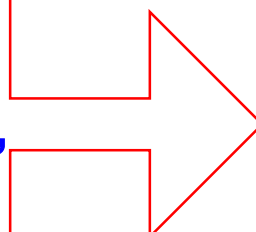
卷曲位置掉渣

9bar 条件下
运行267万次
疲劳实验已
经损坏



➤ 我方研发的空气弹簧在9bar条件下疲劳次数已经超过400万次，远超国标GB/T13061-2017要求7bar条件下的300万次和主机厂要求的9bar条件下200万次，具有优异的疲劳性能和承载性能，完全满足8气囊空气悬架载重需求。

分别对4984和4982两个空气弹簧进行
爆破试验， 4984爆破压力为25.49bar，
4982爆破压力为25.21bar



- 我方研发的空气弹簧爆破压力超过25bar，远高国标GB/T 13061-2017要求的21bar（正常使用压力7bar的3倍），完全满足抗冲击爆破性能要求

样品	凡士通大气囊	康迪泰克大气囊	我方大气囊 4984	凡士通小气囊	康迪泰克小气囊	我方小气囊 4982
爆破压力/bar	25.83	25.69	25.49	25.31	25.26	25.21

◆ 福田戴姆勒公司检测结果（用户测试）



FOTON DAIMLER 福田戴姆勒汽车		结构强度实验室		记录编号	F-TS-034-A0	
				报告编号		
空气弹簧疲劳试验结果						
项目类别		委托试验				
样品信息	样品名称	空气弹簧	样品图号	凡士通	<p style="text-align: center;">结果描述</p> <p>试验运行至 1570638 次，空气弹簧上端橡胶纵横纹理交界处有起泡现象，未见橡胶开裂、漏气等失效现象；</p> <p>试验运行至 3000000 次，起泡位置无明显变化，未见橡胶开裂、漏气等失效现象；</p> <p>具体参见图 4</p>	
	样品数量	2 件	供应商			
	送样人	李希刚	接收人			
	样品接收时间	2020. 5. 12	试验开始时间			
设备信息	设备名称	液压作动器	设备编号			
试验标准 《GB/T13061-2017 商用车空气悬架用空气弹簧技术规范》 将空气弹簧调整至标准高度 278mm 和 0.70MPa 气压，±50mm，频率 2.5Hz，冷却方式为风冷。						
试验要求 空气弹簧达到规定的振动次数 3000000 次时，样件未的内压降达到 0.10Mpa 或者出现气囊表面帘线外露，即认试验并以此时的累积振动次数作为空气弹簧的台架疲劳寿						
批准: 781121 审核: 刘江平 校对: 2020.7.28						
批准日期: 2020. 7. 28						
备注: 本数据结果仅对所检样件有效; 本数据结果仅作为内部试验结果通知, 不作为最终结果以正式报告为准。 本数据结果仅对来样负责, 对样品的来源、资料及相关信息的真实性不承担任何相关责任。						
试验结果	样品图号	结果描述			判定	备注
	凡士通: W01-M58-8360	试验运行至 1570638 次, 空气弹簧上端橡胶纵横纹理交界处有起泡现象, 未见橡胶开裂、漏气等失效现象; 试验运行至 3000000 次, 起泡位置无明显变化, 未见橡胶开裂、漏气等失效现象; 具体参见图 4			合格	/
我方产品	试验运行至 3000000 次, 未见橡胶开裂、漏气等失效现象; 试验运行至 4000000 次, 未见橡胶开裂、漏气等失效现象。 具体参见图 5			合格	/	

我方产品性能达到国际先进水平



目录

CONTENTS

01 - 研发背景

02 - 研发团队及成果

03 - 产品定位及未来市场

空气弹簧 产品:

卡车空气弹簧及配套悬架



客车空气弹簧及配套悬架



驾驶室空气弹簧



商用车空气弹簧

乘用车空气弹簧



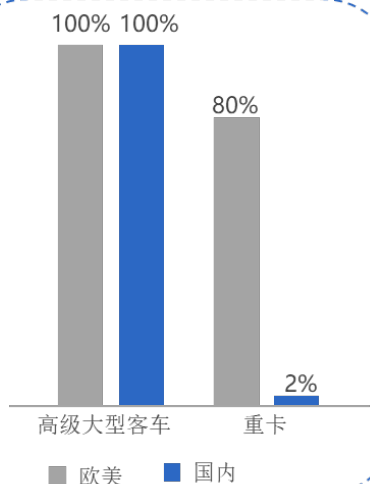
铰链产品:



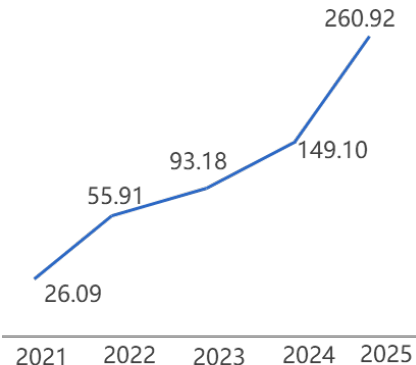
提供安全性, 舒适性和成本效率的最佳解决方案

竞品	Continental 	Firestone 	我方产品
定位	高端	中高端	中高端
主要产品	底盘空气弹簧 驾驶室气囊囊皮、乘用车空气弹簧	底盘空气弹簧、乘用车空气弹簧	驾驶室空气弹 底盘空气弹簧、乘用车空气弹簧；弹性铰链
优势	<ul style="list-style-type: none">• 国际品牌• 全球非轮胎橡胶领域佼佼者• 已导入国内所有主机市场	<ul style="list-style-type: none">• 最先发明空气弹簧的公司• 行业标杆• 二级市场占有较高份额	<ul style="list-style-type: none">• 具有成熟工艺包，产品性能比肩一线品牌• 定向研发，拥有强大的技术团队支撑• 替代进口化是未来趋势
劣势	<ul style="list-style-type: none">• 主机厂倡导进口替代• 进口件采购周期长• 产品价格高	<ul style="list-style-type: none">• 主机厂倡导进口替代• 进口件采购周期长• 产品价格高	<ul style="list-style-type: none">• 一级市场导入周期长• 相对于进口品牌企业前期规模较小，前期产品线不够完整；

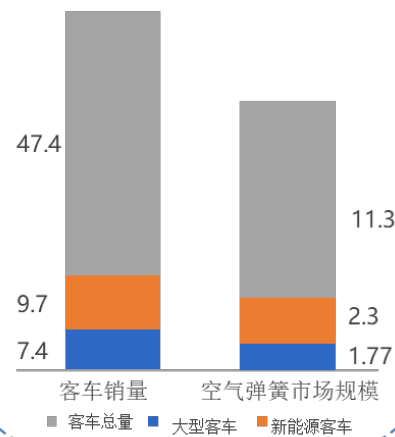
商用车空气弹簧



商用车空气弹簧渗透率



2025年重卡空气弹簧市场规模将达300 (亿元) 客车销量及其市场规模 (辆, 亿元)



乘用车空气弹簧

图：配备空气悬挂的车型及售价

品牌	车型	起售价/万元	品牌	车型	起售价/万元
特斯拉	Model S/X(标配)	94	长城	长城X炮	未上市
奥迪	奥迪Q7 (选配)	70		坦克700	未上市
	奥迪A8 (标配)	86		坦克800	未上市
宝马	宝马7系 (标配)	83	上汽大众	辉昂 (选配)	34
奔驰	奔驰S级(标配)	92	高合	高合HiPhi X	57
	奔驰GL级 (标配)	104	林肯	林肯Aviator	51
	奔驰V级	48	领克	领克09 (选配)	27
路虎	路虎揽胜 (标配)	123	大众	途锐 (标配)	59
东风岚图	岚图FREE (选配)	31	吉普	大切诺基 (标配)	36
蔚来	蔚来EC6 (选配)	37	丰田	普拉多	37
	蔚来ES6 (选配)	36	雷克萨斯	LX 570	97
	蔚来ET7 (标配)	45	保时捷	卡宴	91
	蔚来ES8 (标配)	47		帕拉梅拉	97
红旗	E-HS9 (选配)	51	沃尔沃	XC90 (选配)	64
	H9 (选配)	31	极氪	极氪001(选配)	30

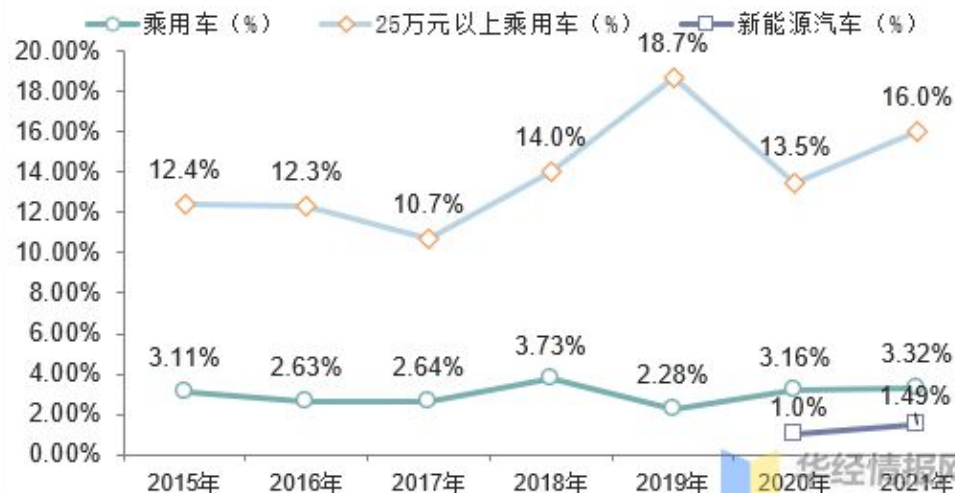
➢国内空高端大巴的空气弹簧渗透率接近100%，与欧美平齐；欧美重卡空气弹簧渗透率达到80%，国内重卡底盘空气弹簧渗透率低，是未来主要增长市场。

➢高端空气弹簧市场被国外厂家垄断，国内空气弹簧制造企业处于产品引进和仿制阶段；

➢主要供应售后市场，一级配套市场较少；

➢升配依赖进口，悬架成本平均提升4-6万；

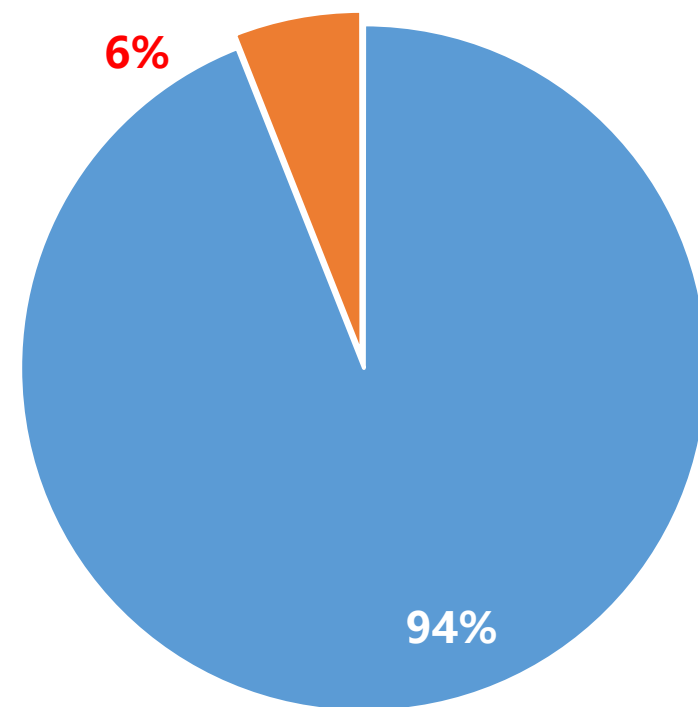
2015-2021年中国空气悬架渗透率分类型走势图



制图：华经产业研究院 (www.huaon.com)

国内橡胶铰链产品市场渗透率极低

2020年全球汽车突破15亿辆，汽车售后市场规模超1万亿元，其中**橡胶铰链**市场规模超**600亿元**。中国企业占比**不足5%**。



■ 汽车售后市场规模 ■ 橡胶铰链市场规模

- 市场空间大;
- 高端市场被国外厂商垄断;



根据【新能源汽车发展规划（2021~2035）】所指定的2025年新能源汽车销售目标，如果2025年整体汽车销售数量达3000万台，预计新能源汽车整体占比达20%，销售数量为600万台。其中，新能源乘用车为480万台，商用车120万台。



十四五期间，国内经济预计将运行稳定，全球经济将逐渐恢复利好产品出口，制造业投资将成为拉动投资增长的主力，“预计十四五期间商用车市场稳定在每年430万辆左右，其中重卡市场年需求在120万辆附近波动。



北京化工大学

先进弹性体材料研究中心

Center of Advanced Elastomer Materials, Beijing University of Chemical Technology

请各位专家指正!

谢谢!