



东风汽车公司技术中心
DONGFENG MOTOR CORPORATION TECHNICAL CENTER

东风汽车轻量化技术策略

2019-12-04





一. 轻量化背景

二. 技术发展趋势

三. 轻量化技术规划

四. 轻量化应用规划

五. 轻量化工作进展



一. 轻量化背景



➤ 节能减排的需求

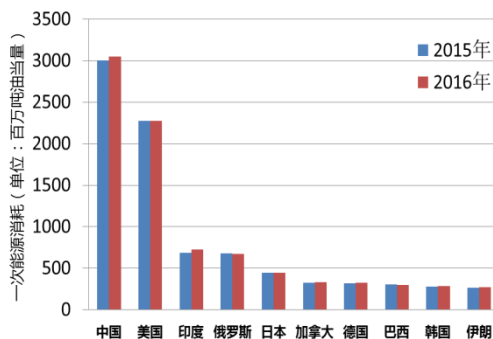
汽车市场环境

- 2018年，我国汽车销量超过**2,808万辆**，全球占比约30%，目前我国千人汽车保有量**140辆**，整体处于普及阶段
- 预计我国汽车产销量峰值在**4000万辆**左右，保有量峰值**5亿辆**左右

能源挑战

- 自2009年起，我国是一次能源最大的消费国
- 我国石油**对外依存度** 2015年**60.6%**，2016年**65.4%**，据预测2030年，我国石油**80%**需要进口

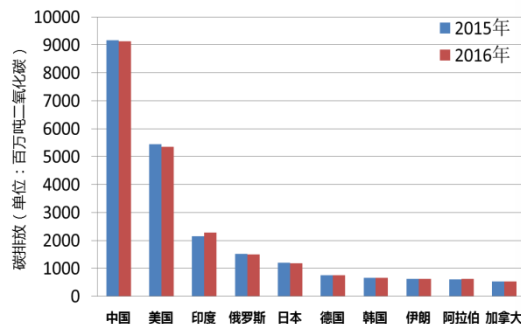
一次能源消耗全球前十



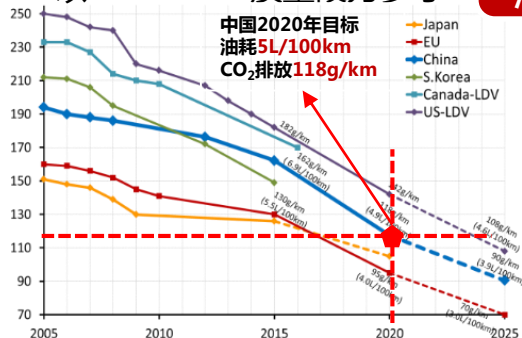
环境挑战

- 汽车尾气碳排放是大气主要污染源之一，我国是**碳排放最高的国家**
- 欧盟、美国、中国均制定了**强约束的排放法规**

碳排放全球前十



各国油耗法规的演变 以1205-1320质量段为参考



标准法规

- GB 27999-2014 《企业平均燃油消耗量目标值》
- GB 19578-2014 《乘用车燃料消耗量限值》

企业平均燃料消耗量：

$$CAFC = \frac{\sum_{i=1}^N FC_i \times V_i}{\sum_{i=1}^N V_i \times W_i}$$

(FC_i 表示第i个车型燃料消耗量)

降低油耗有利于降低企业“CAFC”值

关于乘用车燃料消耗量及对应的CO₂排放的标准、法规日趋严格。

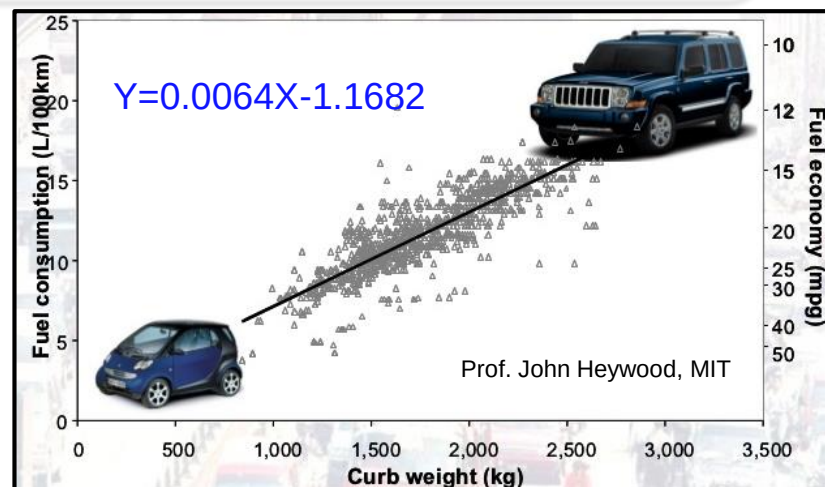
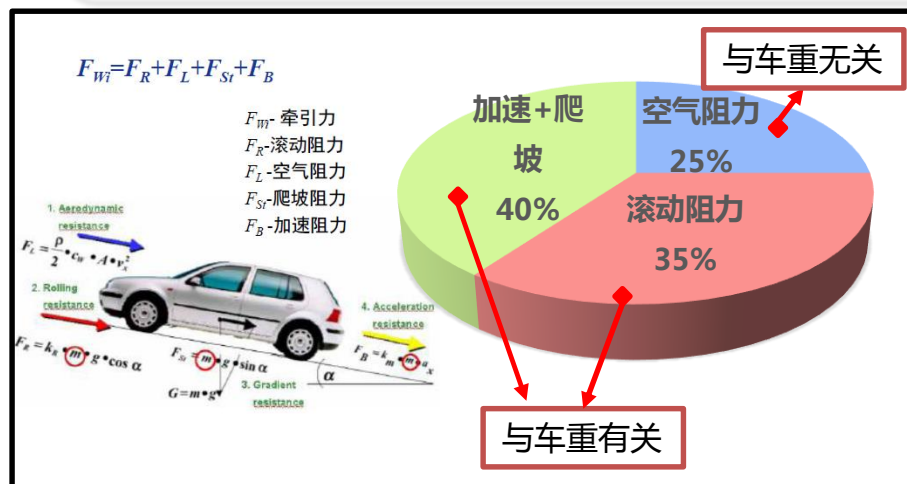
一. 轻量化背景



➤ 燃油车轻量化的必要性

降低油耗的途径

- 改善发动机性能，提高燃烧效率
- 提升汽车的空气动力学性能，降低滚动阻力
- 提高动力传动效率，减小功或动力传递损失
- 开发新能源汽车
- 减轻汽车自重，进行轻量化设计**



减重对整车性能的提升

整车减重 10%	燃油消耗：	降低6%-8%	制动距离：	减少5%
	排放：	降低4%	转向力：	减少6%
			百公里加速：	提升8%

汽车轻量化是实现节能减排的有效方法之一，也能提升整车的操纵性和动力性



一.轻量化背景



➤ 电动车轻量化的必要性

根据GB/T18386-2005《电动汽车能量消耗率和续航里程试验方法》和汽车功率平衡方程式，计算电动汽车行驶时消耗的功率P和续航里程S

$$P = \frac{C_D A u_a^3}{76140} + \frac{m g f u_a}{3600} + \frac{m g i u_a}{3600} + \frac{\delta m u_a}{3600} \times \frac{du}{dt}$$



空气阻力



滚动阻力

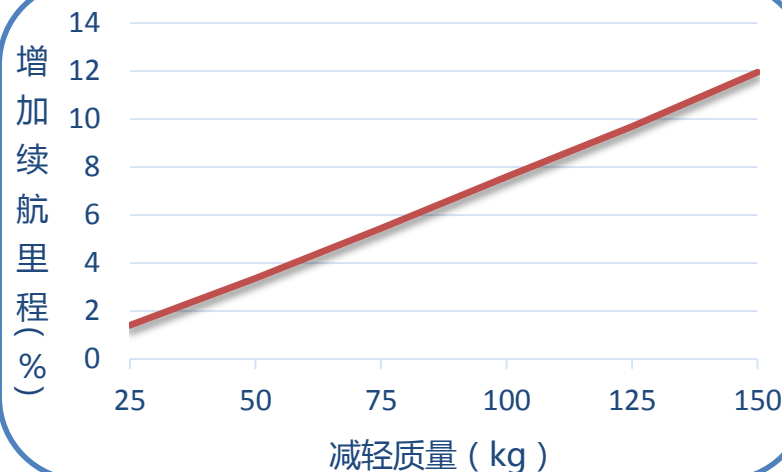


爬坡阻力



加速

$$S = \frac{W_0 \eta_{DOD} \eta_q \eta_T \eta_{mc} u_a}{P}$$



增大电池容量

- 受限于电池技术瓶颈
- 电池价格较高

增加续航里程

减小电耗

- 减小风阻系数
- **轻量化**

汽车轻量化是提高电动车续航里程的有效途径之一

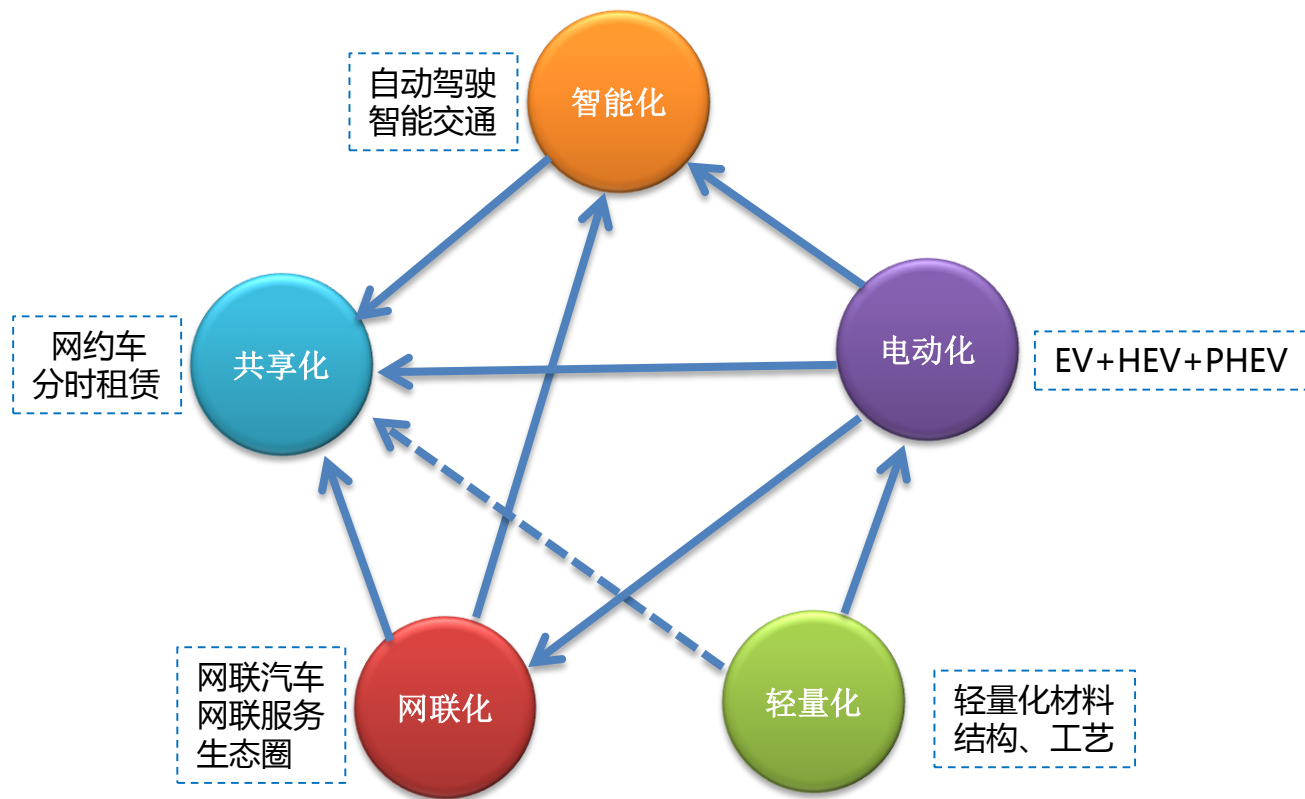


一. 轻量化背景



➤ 东风公司五化战略

- 汽车“五化”不仅趋势更加明显，而且呈相互融合之势
- “五化”的叠加效应不仅带来汽车产品和技术的变革，而且将带来产业格局的调整和生态体系的深刻变化



一. 轻量化背景



➤ 东风公司五化战略成果



- 2019.9月获得武汉市第一张自动驾驶汽车路测牌照的东风RoboTaxi自动驾驶出租车
- 2019.9.23, L4级东风RoboTaxi自动驾驶汽车首秀东风总部至东风公司技术中心14.1公里无人驾驶直播
- 东风Robo taxi: L4级高度自动驾驶汽车, 自动驾驶系统承担所有驾驶任务, 解放驾驶员的手、脚、眼睛, 可以完成城市和高架路况下复杂公共道路点到点全自动驾驶, 包括动态交通环境识别, 信号灯识别, 避障、应急停车、自动掉头及自主泊车等, 高架车速可达70km/h, 地面可达50km/h
- 东风公司完成了L4级东风RoboTaxi、东风Sharing-VAN及L3级的东风风神奕炫自动驾驶汽车道路实测



一. 轻量化背景



➤ 东风公司五化战略成果



东风Sharing-VAN移动出行服务平台



新能源车东风出行平台

1. 自动驾驶技术研发:东风公司先后推出2013版A60智能化样车、2017版AX7自动驾驶2.0样车、东风5G远程驾驶样车、东风猛士无人驾驶越野样车等,并完成自动泊车、智能辅助驾驶等新技术的工程化、产业化。

2. 智慧出行领域:已经布局**东风出行**、联友出行、易微享和**T3出行**等产品,截止2019年10月,东风出行和T3出行注册用户都已突破60万,在武汉、南京、襄阳、十堰等地开城运营。

3. 智能网联领域:与襄阳市政府、华为携手签署“智行隆中”项目;与腾讯签署战略合作协议,共建“汽车产业互联网生态”,引领汽车行业数字化转型。





➤ 高强钢应用

- 高强钢的应用仍然是低成本实现汽车轻量化的最重要手段之一，高强、高韧、低密度是未来发展方向
- 世界各国基于自身工业体系，形成了有特点的高强钢开发和应用体系，例如：欧美以热成形、辊压成形为主；日本加强了对冷成形技术的开发
- 高强钢回弹性、延迟断裂等技术难题的研究不断取得新进展，将为高强钢的应用开拓更大空间
- 先进整车企业的高强钢应用比例普遍达到50%-60%，部分车型 $\geq 70\%$





➤ 铝合金应用

- 底盘、乘用车发动机采用铝合金已经非常高，5XXX和6XXX铝合金在车身覆盖件的应用已经较为成熟，部分车型车身覆盖件开始采用7XXX铝合金，7XXX铝合金挤压型材正在被越来越多的用于防撞零件，例如保险杠防撞梁和车门防撞杆等
- 性能更加优异的板材、锻材、挤压型材和铸材不断出现，为实现车身结构件和底盘件的铝合金化提供了更多解决方案
- 新的成形工艺技术不断出现，并得到应用，例如低成本高效连铸连轧技术、HFQ固溶处理热冲压冷模具淬火技术、均屈挤压技术等，目的是有效控制材料性能波动的影响，精确控制零件加工精度，尤其是薄壁零件
- 基于先进的材料X射线分检和分选、除Fe技术，已可实现材料的分类回收，铝合金的应用价值进一步得以实现



二. 轻量化技术发展趋势—轻量化材料技术



➤ 镁合金应用

- 到目前为止，汽车上共有60多个零部件可以采用镁合金，欧美国家单车镁合金用量已达到20公斤左右，未来的趋势是：开发高强度镁合金材料应用于轮毂等受力件；开发耐高温镁合金材料应用于变速箱壳体、发动机支架、减震塔等部件
- 耐蚀性仍然是限制镁合金在外观件应用的关键因素，为解决这一问题，出现了两条并行的技术路线，一是加强镁合金涂层技术研发与应用，二是从基体层面解决镁合金腐蚀问题
- 低成本的材料制备及成形工艺开发受到高度重视，随着更多新技术的出现，我们有理由对镁合金应用的扩大保持乐观

应用零部件	重量变化	成本变化
方向盘骨架	↓35%	↑30%
仪表板骨架	↓50%	↑40%
座椅骨架	前排座椅↓15% 后排座椅↓40%	↑60%
轮毂	↓30%	↑100%



二. 轻量化技术发展趋势—轻量化材料技术



➤ 塑料及复合材料应用

- 塑料及复合材料应用种类不断扩大，更具高的比强度、比刚度和轻量化；长玻纤增强塑料、低密度及薄壁化塑料、化学发泡和物理发泡成型、高性能工程塑料、蜂窝夹芯复合材料、连续纤维增强热塑性塑料、碳纤维增强复合材料、玄武岩纤维增强复合材料等
- 在整车上的应用范围不断扩大，由装饰件、车身覆盖件扩大至结构件和功能件，例如：前端模块、门模块、塑料后背门、座椅骨架、仪表板骨架、油底壳、传动轴等等
- 未来碳纤维复材将是汽车主流材料之一，低成本、快速成型工艺以及可回收利用的碳纤维复合材料急需开发
- 电机、电池（电池壳体、电极、高耐热薄膜、锂电池隔膜、绝缘树脂、质子交换膜）、储氢罐等新能源车三电系统成为先进塑料及其复合材料开发的驱动力



塑料悬置支架



连续纤维增强有机板
材+长玻纤增强塑料



铝合金管梁+热塑性复材



铝管+热塑性复材



二. 轻量化技术发展趋势—轻量化材料技术



➤ 碳纤维复合材料应用

国家产业政策

《节能与新能源汽车产业技术路线图》			
新能源汽车销量占比7%	新能源汽车销量占比15%	新能源汽车销量占比40%	
整备质量降低10%	整备质量降低20%	整备质量降低30%	
开始使用碳纤维	每车碳纤维使用 $\geq 2\%$	每车碳纤维使用 $\geq 5\%$	
碳纤维产量：1万吨/年	大丝束碳纤维产量：4万吨/年	大丝束碳纤维产量：10万吨/年	
碳纤维价格：100-150元/kg	碳纤维价格：80-120元/kg	碳纤维价格：65元/Kg	
2015	2020	2025	2030



二. 轻量化技术发展趋势—轻量化材料技术



➤ 碳纤维复合材料应用

碳纤维在量产汽车上应用的里程碑



- 全碳纤维车身，重量151公斤，由34个零部件胶接
- 产业链合作（BMW+SGL+化学+设备+复合材料），8年研发
- 建立了碳纤维在汽车上应用的技术体系和产业链



二. 轻量化技术发展趋势—轻量化材料技术



➤ 碳纤维复合材料应用

北极星Polestar 1 碳纤维车身



二. 轻量化技术发展趋势—轻量化材料技术



➤ 碳纤维复合材料应用

碳纤维传动轴



帕杰罗Pajero 1999年上市



宝马M240i



Nissan GT-R 2007年上市



二. 轻量化技术发展趋势—轻量化材料技术



➤ 碳纤维复合材料应用

前途K50

- 29个碳纤维复合材料外覆盖件
- 总质量46.7Kg
- 相比传统钢材减重40%
- 比铝合金材料减重20%



蔚来ES6

- 碳纤维后地板
- 2m²的碳纤维结构件
- 碳纤维及高强度钢混合架构
- 湿法模压成型



二. 轻量化技术发展趋势—轻量化材料技术



➤ 碳纤维复合材料应用

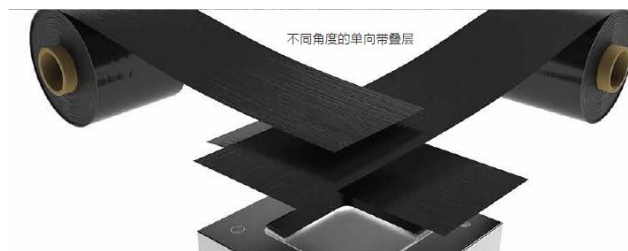
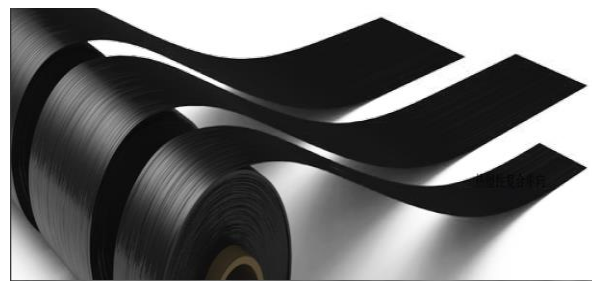
1. 大丝束碳纤维、高性能树脂的开发与应用

- 碳纤维过高的价格，无法在普通车型上大规模应用
- 快速固化树脂体系是碳纤维复合材料在汽车上应用的关键
- 门槛值：5分钟； --- 目标值：2-3分钟； --- 理想值：1分钟

2. 热塑性基体碳纤维单向带量产与应用

- 帝人碳纤维增强热塑性预浸料
用于大批量生产通用汽车

- 科思创的连续碳纤维增强热塑性
复合材料单向带和片材



二. 轻量化技术发展趋势—轻量化设计



- 模块化、平台化开发成为趋势，能够实现更高水平的跨级别车型和零部件高度共享
- 尺寸优化、形状优化、拓扑优化、多目标优化、集成化等技术在设计中被广泛应用

尺寸优化

以满足不同工况下的刚度、强度、振动、吸能等为约束条件，以结构质量最小为目标构建优化模型

形状优化

改变结构的整体或局部外形，使得结构受力更加均匀，从而充分利用材料

拓扑优化

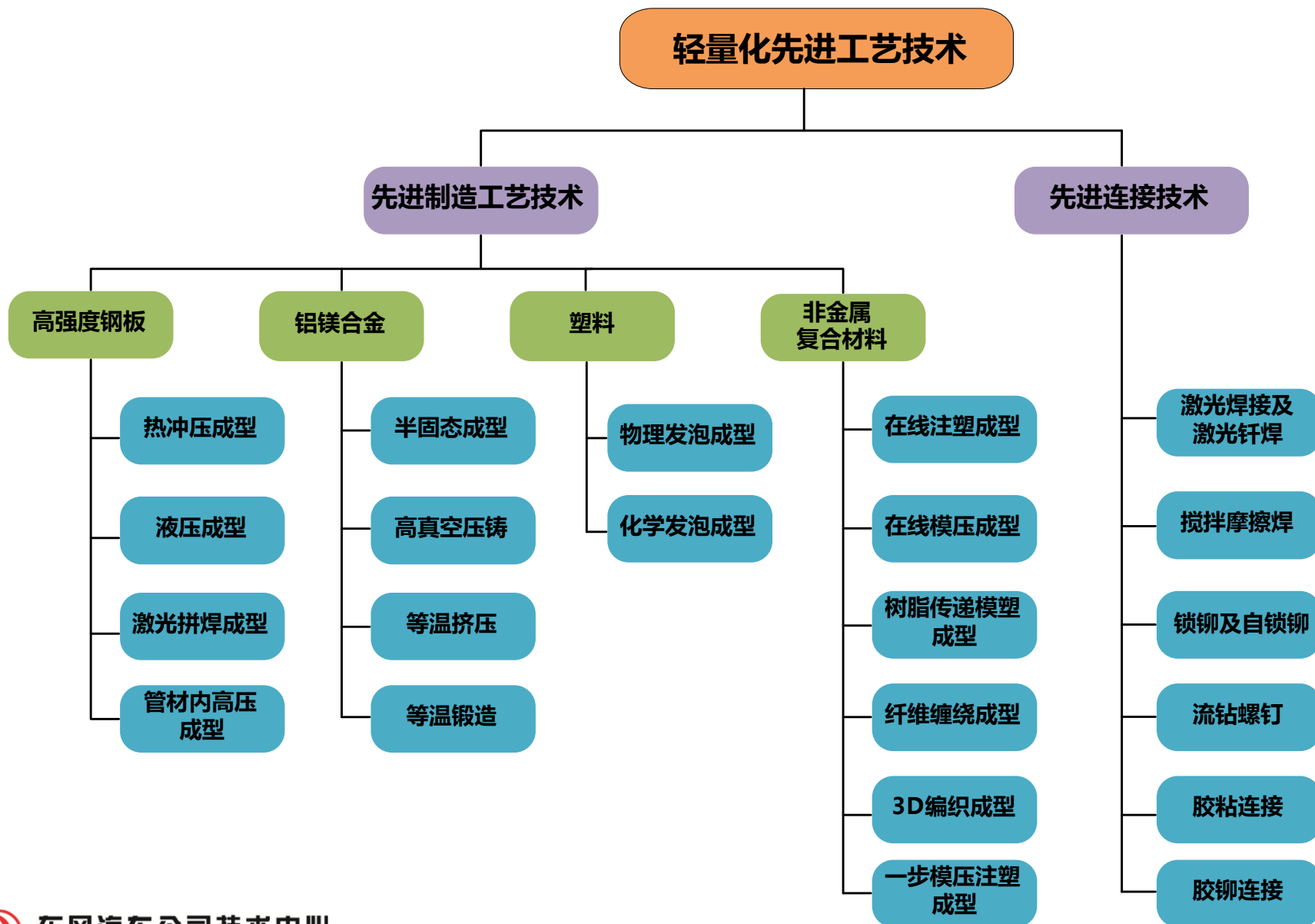
通过改变结构的拓扑关系重新定义材料在零件上的分配，使得新设计的零件满足某种或多种性能指标

多学科设计优化

从单一准则减重优化，发展到综合考虑结构强度、刚度、耐冲击、NVH性能和耐久性，实现汽车零部件的多学科、多目标优化设计



二. 轻量化技术发展趋势—轻量化先进工艺技术



三. 东风公司轻量化技术规划



➤ 轻量化总目标

轻量化愿景：

- ✓2020年，轻量化技术掌握及应用达到自主品牌领先水平
- ✓2025年，轻量化技术掌握及应用达到国内领先水平
- ✓2030年，轻量化技术掌握及应用达到国际先进水平

轻量化目标：

- ✓ 2025年实现整车减重260Kg；整车名义密度：2020→118,2025→116,2030→114；车身轻量化系数：2020→3.20,2025→2.94

2016—2020年

- 高强钢应用超过50%，铝合金应用达190kg
- 重点研究钢+铝混合应用技术，预研镁和碳纤维应用技术

减重12%, 150Kg

2021—2025年

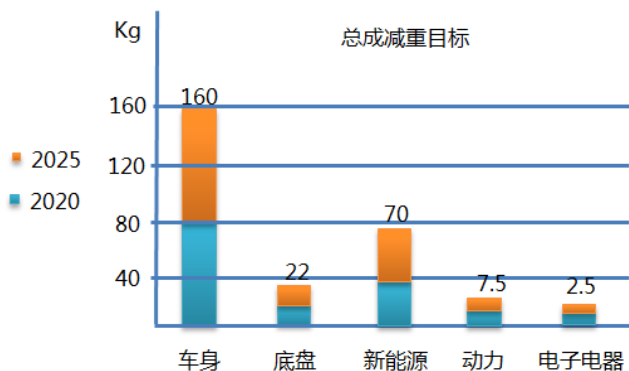
- 第三代高强钢应用达30%，重点发展铝合金，应用量达250Kg，镁合金用量25Kg，碳纤维用量2%以上
- 重点研究铝+镁+钢多材料混合应用技术

减重20%, 260Kg

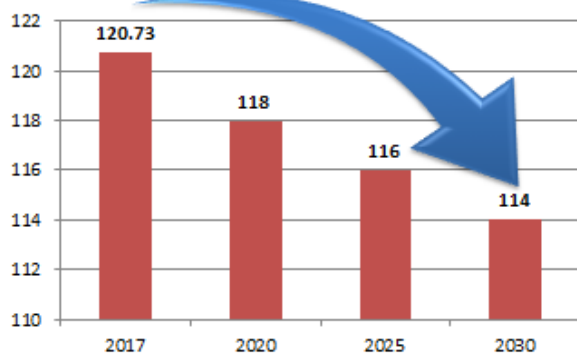
2026—2030年

- 2000MPa以上钢有一定应用，重点发展碳纤维，碳纤维用量5%以上
- 重点研究碳纤维+铝+镁+钢多材料混合应用技术

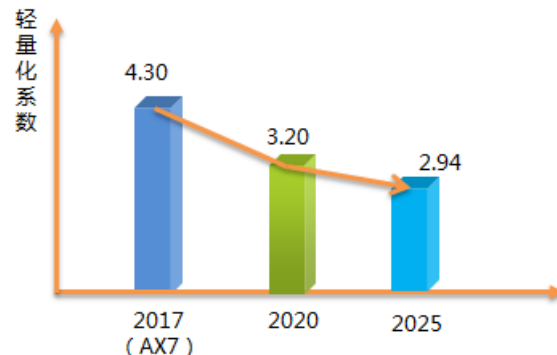
减重近30%



名义密度



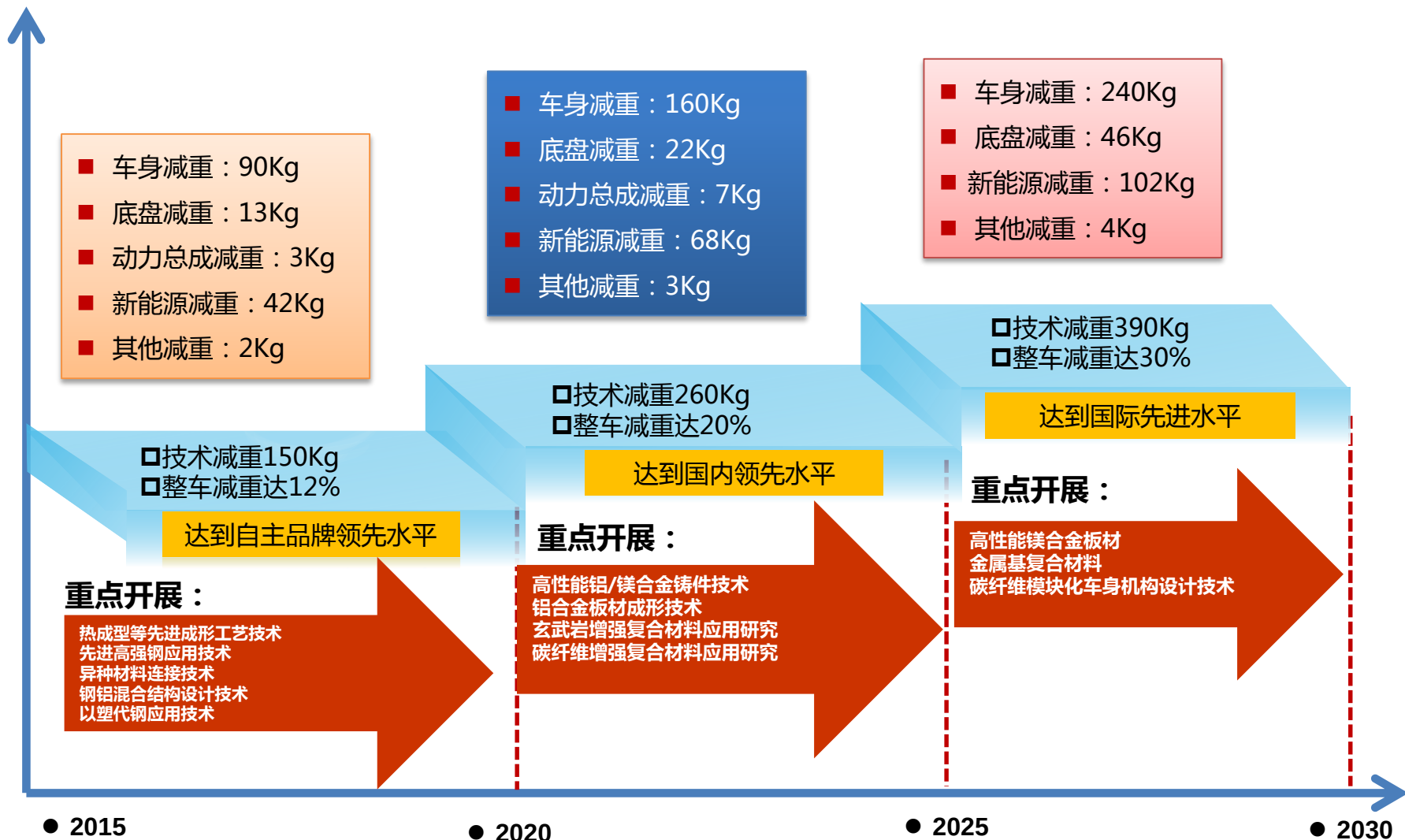
轻量化系数目标



三. 东风公司轻量化技术规划



➤ 各系统轻量化目标

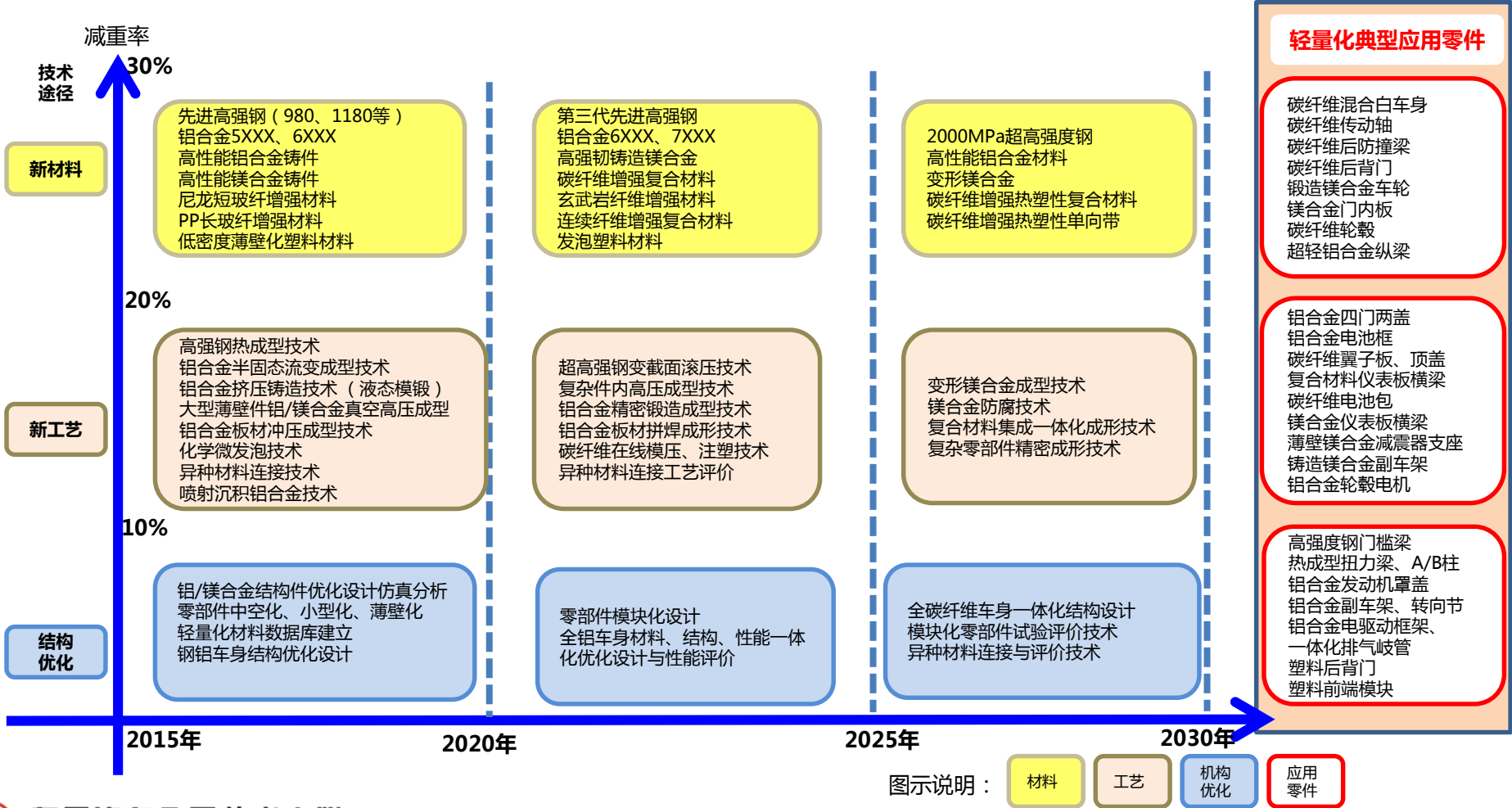


三. 东风公司轻量化技术规划



➤ 轻量化技术路线

- 技术规划目标：通过新材料、新工艺及设计优化提高整车轻量化水平
- 技术规划年限：2015~2030，分三阶段逐年实施



三. 东风公司轻量化技术规划



➤ 轻量化关键技术规划

技术方向	子课题	研究项目	子课题研究内容	关键技术 (38项)
先进高强钢	4	980-2000MPa低密度高强钢	1) 研究冲压回弹抑制工艺参数及失效模式; 2) 微观组织对成形性能回弹的影响; 2) 研究电阻点焊及激光点焊焊接工艺参数; 3) 静动态焊点性能评价; 焊点失效模式评估; 4) 焊点防腐技术研究;	先进高强钢成形回弹控制技术; 高强钢材料质量控制技术; 低密度高强钢材料控制技术、成形工艺参数研究及连接性能评价; 先进高强连接性能评价技术
铝/镁轻质金属	26	铝合金板材 铝合金型材 铝合金铸件 镁合金铸件	1) 高性能材料成分控制研究; 2) 轻质金属结构件优化设计研究; 3) 制造工艺参数技术研究; 4) 工艺模拟技术研究; 5) 组织性能控制研究; 6) 缺陷控制研究; 6) 防腐蚀技术研究;	铝合金铸件零件设计、材料质量控制及评价技术; 铝合金板材在大型覆盖件上的应用技术; 铝合金型材材料技术及拉弯成型工艺技术; 铝合金锻造材料技术及成形控制技术 镁合金板材在大型覆盖件上的应用技术 耐蚀高强韧抗蠕变镁合金材料技术 耐蚀高强韧抗蠕变镁合金材料技术.....
非金属及复合材料	22	高性能工程塑料 低密度薄壁化塑料 热塑性橡胶 碳纤维复材 玄武岩纤维复材 连续纤维增强材料	1) 材料选择技术; 成分配方对性能的影响; 2) 工艺参数的设计; 3) 碳纤维复合材料零件设计成型制造技术、性能指标控制技术;	碳纤维材料开发及集成设计应用技术; 陶瓷颗粒增强铝基复合材料应用技术; 石墨烯增强树脂基复合材料开发及应用技术; 喷涂阻尼片材料及工艺技术应用技术 薄壁化及低密度材料材料技术及工艺控制技术 高性能PP长玻纤材料技术及成形控制技术.....
先进工艺技术	9	热成型 内高压成型 挤压铸造 半固态 异种材料连接工艺 塑料发泡注塑成型工艺	1) 先进成形工艺技术参数控制; 2) 组织与性能的控制研究; 3) 异种连接参数研究; 4) 连接性能评价; 5) 连接工艺参数对接头力学性能的影响;	热成型零件设计、质量控制及评价技术 等厚不等强高强钢热成型技术 复杂零件内高压成型工艺控制及质量评价技术 不等截面钢管内高压成形技术 铝合金喷射沉积工艺控制及质量控制技术 轻量化3D打印应用技术.....
结构优化设计	3	拓扑优化	1) 模块化集成设计研究; 2) 结构优化设计方法研究;	零件集成优化设计技术 碳纤维车身和铝合金车架一体化集成设计技术 材料结构性能一体化设计、试验与性能评价技术 镁合金零件防护及性能评价技术 多材料连接及性能评价技术 MuCell® 微发泡注塑工艺应用技术.....
合计	64			



三.东风公司轻量化技术规划—技术课题规划



- 64项技术课题，内容包括先进高强钢、轻质金属、非金属及其复合材料、先进工艺技术、结构集成优化设计技术

2014~2017

- 铝合金转向节开发与应用
- 铝合金三角臂开发与应用
- 980MPa超高强钢开发
- PP长玻纤发动机装饰罩盖的开发
- 热塑性弹性体进气胶管开发及应用
- 铝机罩开发
- 碳纤维顶盖应用研究
- ◆ 异种材料连接技术研究
- ◆ 热冲压成型高强度车身结构件
- ◆ 热成型扭力梁开发
- ◆ 钢铝零件无铆和冲铆连接技术
- ◆ 军车铝合金半固态技术开发应用
- 转向柱集成设计及高压压铸技术开发
- 保险杠薄壁化的应用
- 铝合金电池框集成设计及应用开发
- 一体化排气管应用开发（缸盖、排气管集成）

.....

2018~2020

- 铝合金副车架开发应用
- 碳纤维传动轴开发应用
- 碳纤维电池框应用研究
- 碳纤维发动机罩盖开发
- 泡沫铝合金材料开发应用
- 镁合金仪表板技术开发
- 镁合金前座椅骨架技术开发
- 粉末冶金连杆应用开发
- GMT备胎舱的开发及应用
- 锻造铝合金车轮开发与应用
- ◆ 液压成型封闭腔车身结构件
- ◆ 缸体等离子喷涂技术应用研究
- ◆ 车身开启件铝合金冲压技术
- ◆ 微发泡技术开发及应用
- 水冷铝合金电池框集成设计应用研究
- 钢铝混合车身优化设计及应用
- 少扇板轻量化曲轴应用开发

.....

2021~2025

- 复合材料铝合金活塞应用开发
- 过共晶铝合金缸套应用开发
- 锻造镁合金车轮开发与应用
- 碳纤维复合材料在座椅骨架应用
- 碳纤维车轮应用研究
- 塑料玻璃应用
- 一体化碳纤维车身设计及开发

.....

- 材料
- ◆ 工艺
- 结构



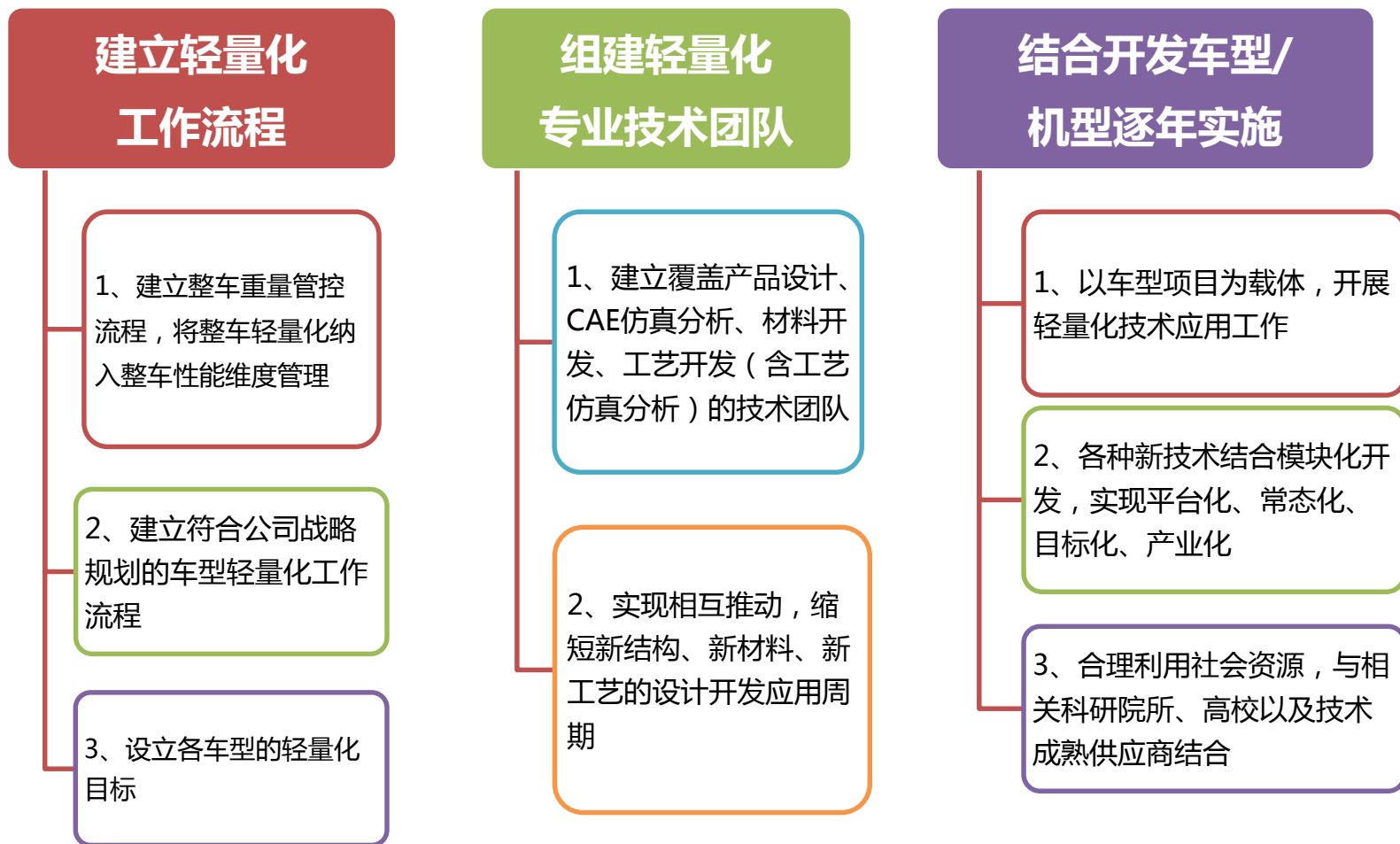
四. 东风公司轻量化应用规划—车型轻量化技术应用原则



- 车型轻量化技术应用综合考虑法规、性能、成本、工艺、技术成熟度等因素，寻求各项指标的最佳平衡点
- 针对不同车型的产品定位，应用轻量化材料，用材所长，因材施教



四. 东风公司轻量化应用规划—工作思路



- ## 轻量化管控流程
-
- ### 乘用车重量管控流程
- 形成整车重量管控、轻量化工作流程
- The diagram illustrates the vehicle weight control and lightweighting process flow, structured into five main stages: 产品策划 (Product Planning), 概念开发 (Concept Development), 工程设计 (Engineering Design), 产品验证 (Product Verification), and 生产准备 (Production Preparation). A central horizontal bar represents the '整车轻量化开发' (Vehicle Lightweighting Development) process, which includes '关键系统、总成轻量化开发' (Key systems,总成 lightweighting development) and '子系统轻量化开发' (Subsystem lightweighting development). The process is supported by '轻量化设计' (Lightweighting design) and '轻量化验证' (Lightweighting verification) activities. The final output is '轻量化设计' (Lightweighting design) and '轻量化验证' (Lightweighting verification). The diagram also includes a section for '应用方法' (Application methods) which lists: ● QFD分析; ● Benchmark研究; ● CAE分析; ●
- ## 车型材料数据库
-
- ### 汽车材料(AMS)
- ### 汽车材料库
- The screenshot shows the DFM 汽车材料数据管理系统 (AMS) interface. The main menu includes: 功能菜单 (Function Menu), 材料MDS车型/总成管理 (Material MDS Vehicle/Assembly Management), 材料MDS综合查询 (Material MDS Comprehensive Query), and 材料MDS统计分析 (Material MDS Statistical Analysis). The '工作提醒' (Work Reminder) section displays a '最新公告' (Latest Announcement) titled '1 系统正式启用通知' (System Officially Launched Notice). The '材料MDS车型/总成管理' section lists '整车/总成材料分析' (Vehicle/Assembly Material Analysis).
- ## 竞品数据库
-
- ### 竞品数据(BMS)
-
- 引入国际主流竞品数据库A2MAC1
共享拆解分析数据
- The diagram shows a 'CENTRAL INTRANET' containing two data sources: 'A2MAC1 DATA' and 'CLIENT DATA'. The 'CLIENT DATA' source is represented by a server icon with a lock symbol.
- The diagram illustrates the data flow cycle for the A2MAC1 database. It shows a circular process with four main steps: Search, View, Analyse, and Export. The cycle is supported by 'Share' and 'Export' actions. The central element is 'INTRANET or INTERNET CLIENT', which is connected to the cycle.

2022年

四. 东风公司轻量化应用规划—平台建设



- 在保证性能的前提下，通过结构优化设计、先进工艺和轻质材料的集成应用，同时兼顾性能、重量和成本因素，建立轻量化技术平台



五. 东风公司轻量化工作进展



□ 2015~2018年计划36项技术课题，实际开展了44项（碳纤维课题提前及国家项目增加），结项26项

车型	高强钢用量 传统高强钢/300MPa AHSS/600MPa AHSS	铝合金用量	镁合金用量
E70 	107.4/97.8/38.2(Kg) 600MPa以上AHSS占比：35.6%	121.6Kg	0.67Kg
AX5 	245.1/162.7/90.3(Kg) 600MPa以上AHSS占比：36.8%	135.9Kg	0.89Kg
AX7 	242.3/173.9/130.9(Kg) 600MPa以上AHSS占比： 54.1%	150.9Kg	0.84kg

	2016-2020年规划目标
高强钢	强度600MPa以上的AHSS钢应用达到50%
铝合金	单车用量190Kg
镁合金	单车用量15Kg
碳纤维增强复合材料	碳纤维有一定使用量,成本比2015年降低50%
整车目标	整车技术减重12%，减重150Kg；重点研究钢+铝混合应用技术，预研镁和碳纤维应用技术



[illegible]

五. 东风公司轻量化工作进展



- 已经完成**37种**零部件研究工作，并形成了技术储备
- 截止2018年底，已实现技术减重：**123.1Kg**



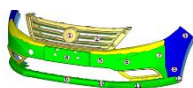
碳纤维顶盖：-4.8Kg



塑料后背门：-5.9Kg



铝机罩：-6Kg



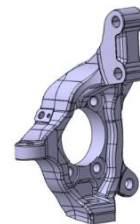
薄壁化保险杠



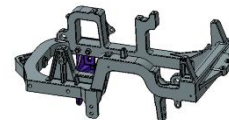
铝合金上横臂



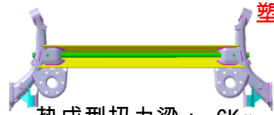
三角臂：0.5Kg



转向节



电机框架



热成型扭力梁：-6Kg



GMT活动隔板



980MPa门槛梁



铝合金防撞梁



1500热成型B柱



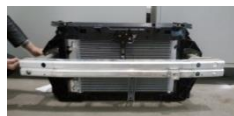
QP980激光拼焊板B柱



铝合金电池箱体



主减壳



塑料前端模块



行李箱地毯



U形梁



PP长玻纤装饰罩



弹性体进气管



塑料电池托架



塑料悬置支架：-0.4Kg



集成排气管缸盖



曲轴：-1.52Kg



主轴承盖：-0.14Kg



气室支架



抗扭连杆



左中支架



右下轴承抗扭支架

-0.0239Kg



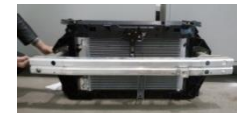
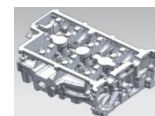
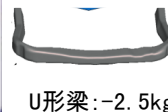
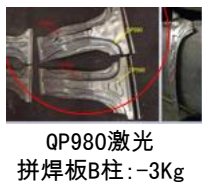
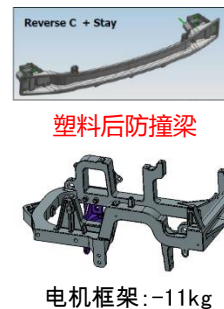
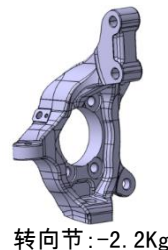
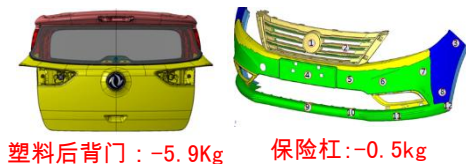
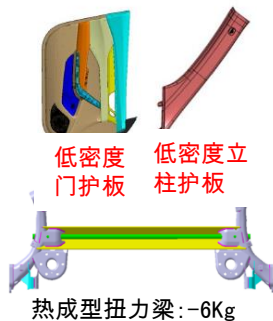
铝合金卡钳体



五. 东风公司轻量化工作进展



- 轻量化技术实际应用零件种类：**25种**
- 截止到2018年底，已得到应用的零件实现减重：**102.2Kg**



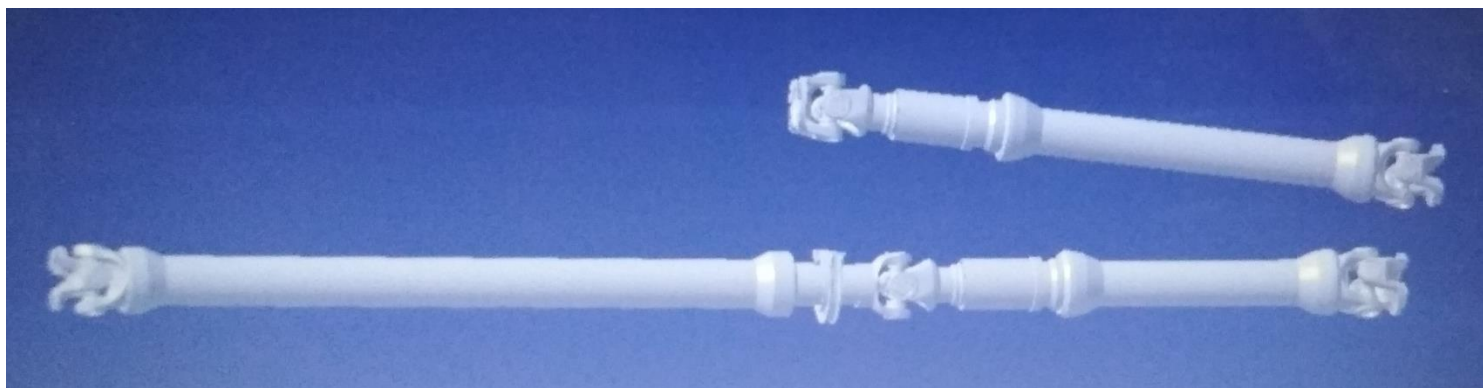
五. 东风公司轻量化工作进展



□ 碳纤维复合材料应用研究—传动轴开发

➤ 研究目标

- 1) 碳纤传动轴减重目标： $\geq 10\text{kg}$
- 2) 静扭破坏扭矩 $\geq 8500\text{Nm}$
- 3) 弯曲模态大于 150Hz
- 4) 临界转速大于 7000rpm



➤ 技术难点

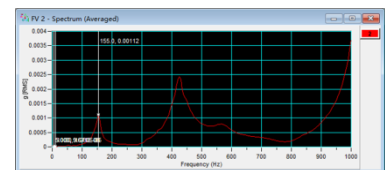
- 1) 动力性强，扭矩大
- 2) 底盘布置空间有限，要求轴管外径 $< 95\text{mm}$
- 3) 使用环境温度高， $\geq 200^\circ\text{C}$
- 4) 碳纤维轴管与金属连接件的连接强度不低于轴管本体强度




```

graph LR
    A[材料选型] --> B[结构设计及仿真]
    B --> C[工艺试制]
    C --> D[试验验证]
  
```

- 产品功能和性能验证
- 整车搭载道路试验

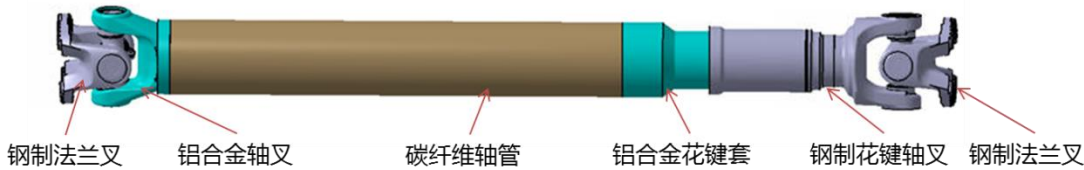


五. 东风公司轻量化工作进展



碳纤维复合材料应用研究—传动轴开发

材料构成



轴管					连接件主体	十字键
树脂信息		碳纤维		复合材料	铝合金	钢
材质	环氧树脂	碳纤维	碳纤维	树脂+碳纤维	铝合金	合金钢
牌号	HY277	T700SC-12K	SYT49S-12K	/	6082-T6	20CrMnTi
拉伸强度	71MPa	4900MPa	4900MPa	2048MPa	≥360MPa	≥1080 MPa
拉伸模量	2710MPa	230GPa	230GPa	156GPa	69GPa	212GPa

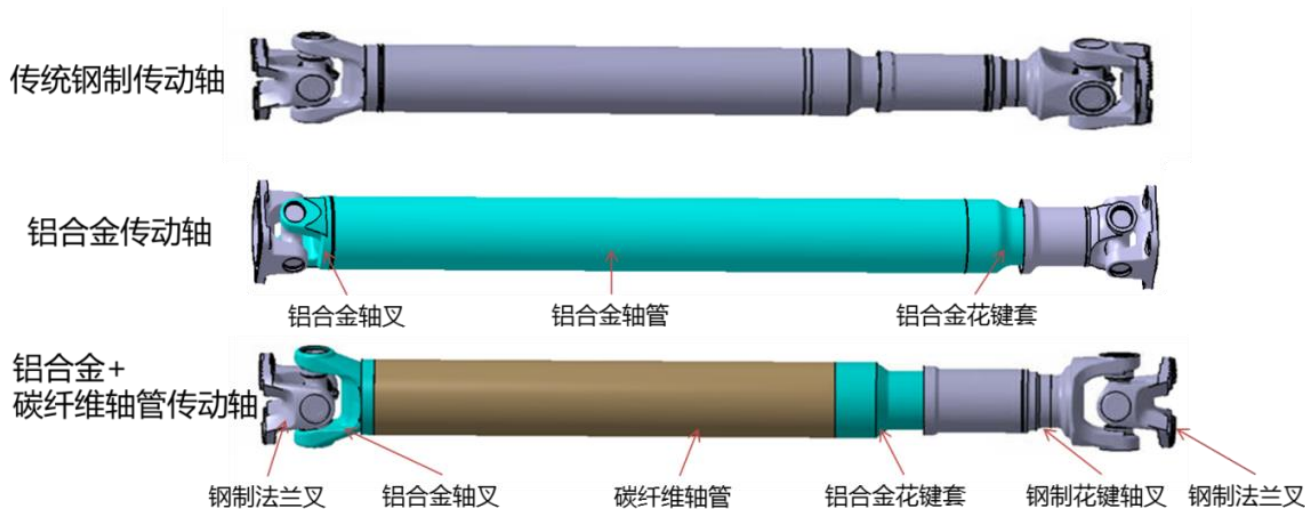
五. 东风公司轻量化工作进展



碳纤维复合材料应用研究—传动轴开发

减重效果

钢制连接件+碳纤维轴管传动轴 → 铝合金连接件+碳纤维轴管传动轴



传动轴种类	总重量/Kg	减重/Kg	减重比例/%
钢制传动轴	70	--	--
铝合金传动轴	47	23	33%
碳纤维轴管+铝合金连接件	44	26	37%



五. 东风公司轻量化工作进展



碳纤维复合材料应用研究—传动轴开发

产品性能验证项目

试验项目	测试条件	技术要求
静扭破坏扭矩	按一定方向施加扭矩进行试验，用检测装置自动记录扭矩及其相应的扭角（或逐级加载并记录扭矩及其相应的扭角），直到传动轴最薄弱部位损坏为止，绘制扭转曲线图。	大于8500Nm
最高车速对应传动轴转速	将传动轴安装在试验装置上，使其旋转或激振，测量临界转速	大于5000 rpm
传动轴静态跳动量	将传动轴安装在试验装置上，用手或其他方法慢速旋转，测量其相对旋转轴心跳动量	轴管中部小于0.5mm 传动轴全长范围内测量的最大径向跳动 $\leq 1\text{mm}$
传动轴剩余不平衡量	将传动轴安装在试验装置上，按规定的转速旋转，测量其剩余不平衡量。	初校400mgxm@ 2500rpm 复校600mgxm@ 2500rpm
传动轴一阶弯曲频率	/	$\geq 150\text{Hz}$
传动轴疲劳寿命	用传动轴的基准面按标准状态在试验台上。试验采用非对称循环，按规定施加交变扭矩，进行试验直到传动轴中某个最薄弱零件疲劳损坏或达到客户指定要求为止。试验结果记录在记录纸上。	加载 2500 Mmax/ 750 Mmin的交变扭矩，要求 ≥ 25 万次循环
道路试验	搭载整车	所有子零件均无失效
落锤冲击	按照JB 3741，负荷1200N，高度1.25m	传动轴无损坏现象，再次进行扭矩试验，扭矩保持80%以上
碎石冲击	1.速度: 80km/h，100g磨圆石子 2.小石头，质量22克，速度120km/h，飞石取球形，直径25mm 3.大石头，质量194克，速度40km/h，飞石取球形，直径52mm	传动轴无损坏现象，再次进行扭矩试验，扭矩保持80%以上
高低温试验	EQCT-1133，10×BF	传动轴无损坏现象，再次进行扭矩试验，扭矩保持80%以上
电化学腐蚀	中性盐雾试验	大于500小时



五. 东风公司轻量化工作进展



□ 碳纤维复合材料应用研究—电池包开发

➤ 研究目标

① 减重目标：

电池箱体材质	全钢	SMC+铝合金	碳纤维复材
电池箱体质量, Kg	86	47	≤30

目前主流方案：SMC+铝合金

② 性能目标：

满足GB/T 31467.3-2015 《电动汽车用锂离子动力蓄电池包和系统》

第3部分：安全性要求与测试方法

挤压、振动、机械冲击、跌落、翻转、外部火烧、海水浸泡、模拟碰撞、
温度冲击、湿热循环、盐雾试验等**16项安全性能测试**



五. 东风公司轻量化工作进展



□ 碳纤维复合材料应用研究—电池包开发

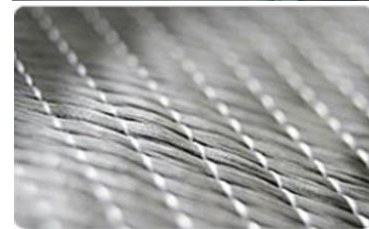
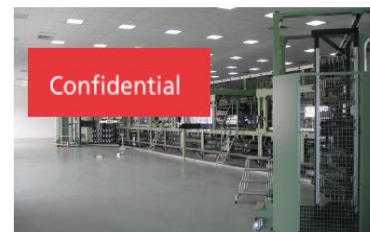
➤ 材料选型—碳纤维

---碳纤维ZA50XC-12K

---碳纤维织物：KU-1-300单轴向经编织物

规格型号	拉伸强度	拉伸模量	线密度	体积密度	成本	供货周期
ZA50XC-12K	5670 MPa	228 GPa	799 g/Km	1.79 g/cm ³	150元/kg	20天
T700SC-12K	4900 MPa	230 GPa	800 g/Km	1.80 g/cm ³	220元/kg	60天

织物规格	面密度	单层厚度	组织形式	性能
KU-1-300	300gsm	0.334 mm	单轴向经编织物	满足结构设计及成型工艺
KB-14-300	300gsm	0.334 mm	双轴向经编织物	工艺铺覆性较差
KW-400P-11	400gsm	0.424 mm	平纹机织物	织物较厚，与设计性能不匹配



五. 东风公司轻量化工作进展



□ 碳纤维复合材料应用研究—电池包开发

➤ 材料选型—树脂

原则：VARI工艺；**阻燃等级UL94-V0级**

规格型号	树脂基体/固化剂类型	配比	固化制度	玻璃化转变温度, Tg	操作时间,min	混合粘度,mPa·s
WANEFLE X655/ WANNATE 82655	多元醇//异氰酸酯	100:75-100	80°C*90min	105°C	25°C 20±5	25°C 100-200
EL307A/B	环氧树脂//胺类固化剂	100:10-25	50°C*120min+120°C*180min	≥95°C	25°C ≥70	25°C 200-320
FST40004/ 05	多元醇//异氰酸酯	100:10-25	120°C*7min+180°C*120min	209°C	25°C ≥600	30°C 150-200
GT-807A1/B1	环氧树脂//胺类固化剂	100:15-35	25°C*24h+90°C*3h	≥80°C	25°C 50-80	25°C 350-550
EPIKOTE 05546/ EPIKURE 05476	环氧树脂//胺类固化剂	100:15-35	90°C*2.5h+135°C*5h	110°C	25°C 190±20	25°C 940±250



五. 东风公司轻量化工作进展



□ 碳纤维复合材料应用研究—电池包开发

➤ 材料选型—胶粘剂

粘接对象：CFRP+CFRP，电泳钢+CFRP

胶层厚度：0.5mm，剪切强度>7MPa

参考值				实测值			
牌号	初固时间	混合比	操作时间	剪切强度	拉伸强度	弹性模量	断裂延伸率
TS845 A/B	80°C*90min	2:1	35 min	9.0 MPa (复材-复材) 10.1 MPa (复材-电泳钢)	9.30 MPa	30.8 MPa	61%
TS850 A/B	23°C*80-120 min	1:1	60-80 min	8.90 MPa (复材-复材) 10.2 MPa (复材-电泳钢)	17.6 MPa	47.9 MPa	27%
2817V/2816S	23°C*60-100 min	1:1	8-10 min	7.25 MPa (复材-复材) 6.08MPa (复材-电泳钢)	9.59 MPa	10.4 MPa	220%
2850L A/B	23°C*24h	1:1	30-35min	8.59 MPa (复材-复材) 8.24MPa (复材-电泳钢) 基材均涂激活剂和底涂	6.56 MPa	40.1 MPa	130%

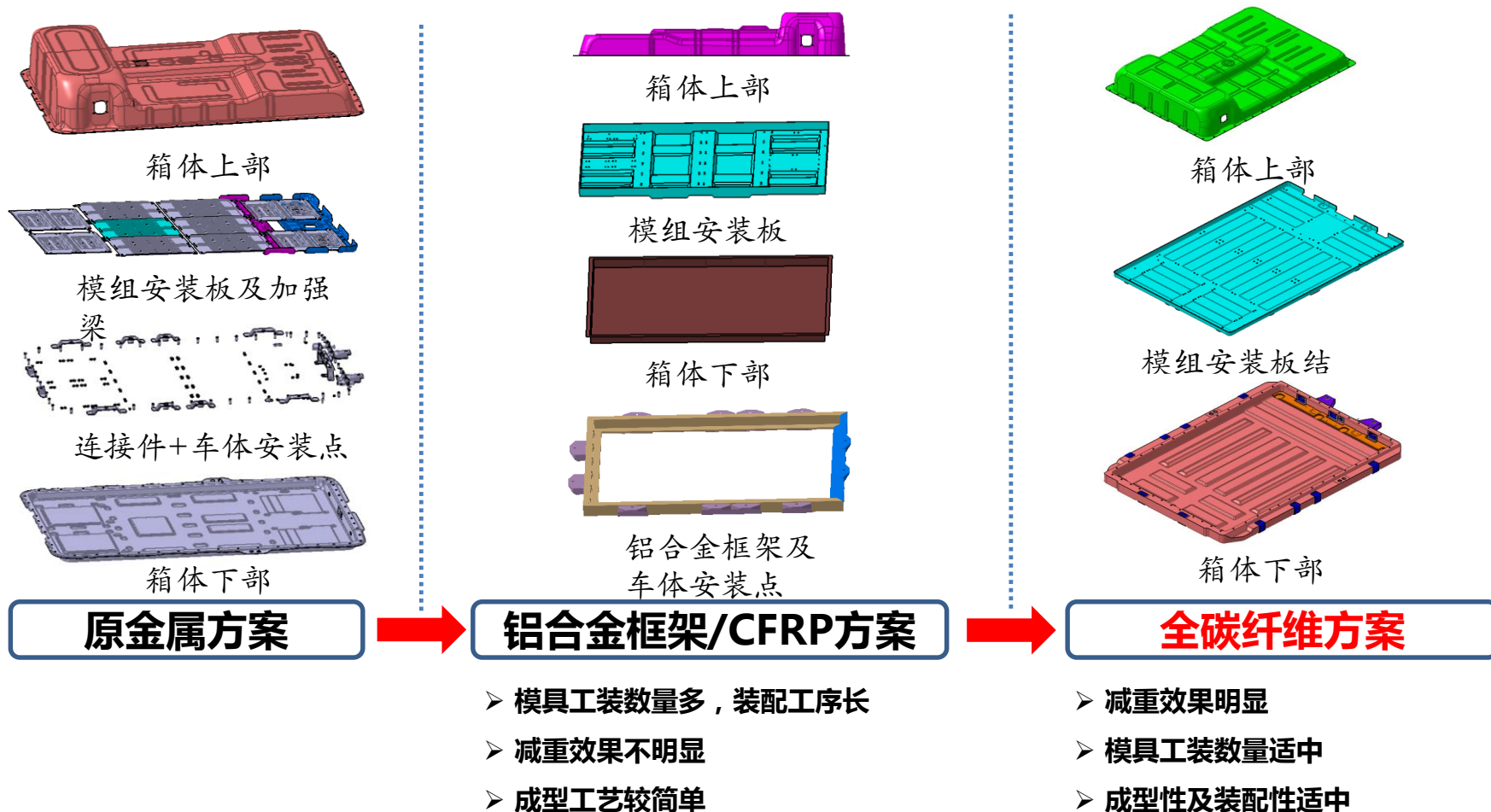


五. 东风公司轻量化工作进展



碳纤维复合材料应用研究—电池包开发

结构设计方案

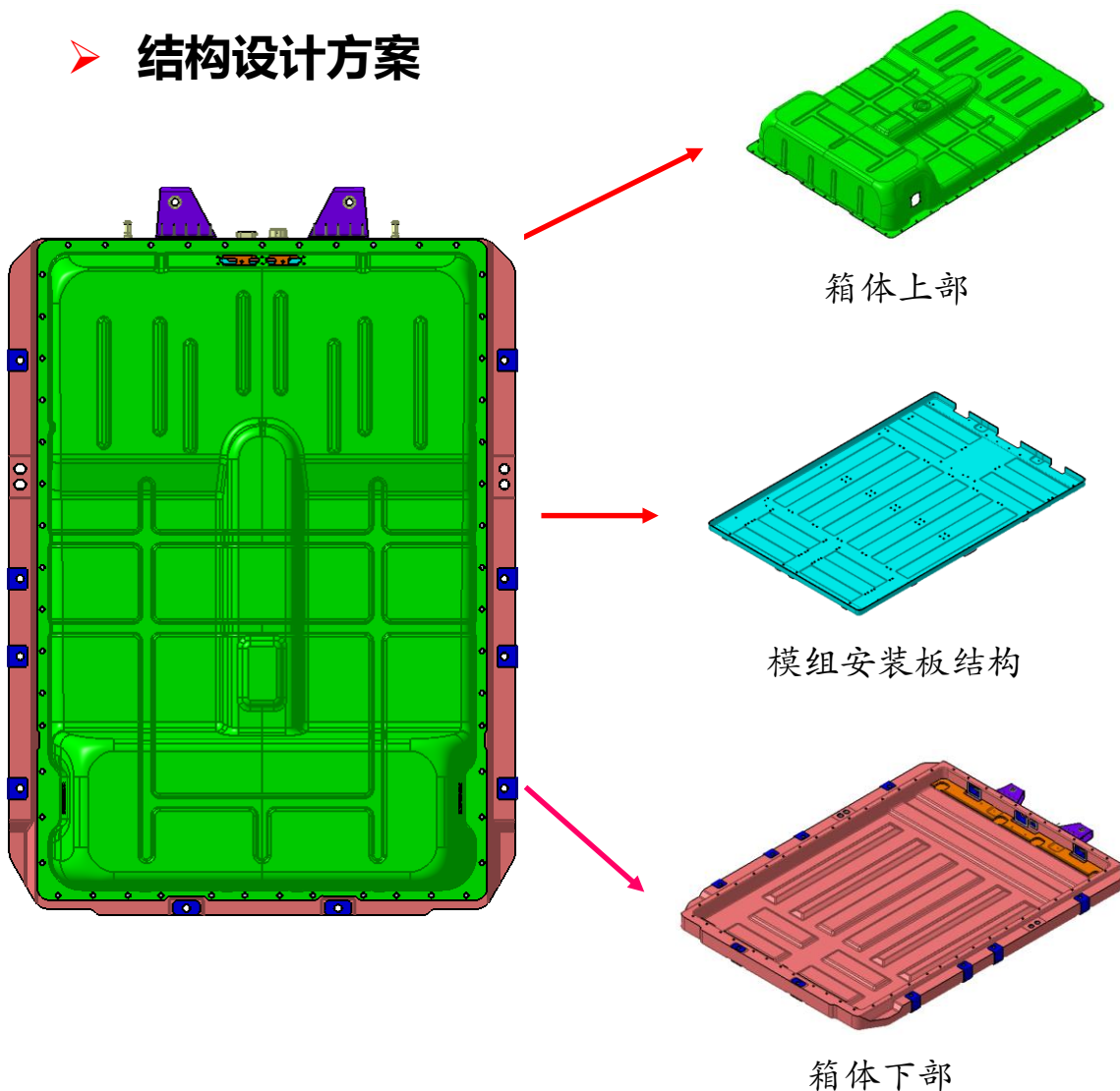


五. 东风公司轻量化工作进展



碳纤维复合材料应用研究—电池包开发

➤ 结构设计方案



箱体上部

模组安装板结构

箱体下部

碳纤维	300gsm , T700级
树脂	环氧树脂
铺层	(0/90/0)
厚度	1mm
重量	3.508kg

碳纤维	300gsm , T700级
树脂	环氧树脂
铺层	(0/90/0/90/90/0/90/0) 前后区域 (0/90/0/90/0/90/0/90/0/90/0)
厚度	2.5mm , 局部3.6mm
重量	7.109kg

碳纤维	300gsm , T700级
树脂	环氧树脂
铺层	内部结构(0/90/0/90/0) 两侧梁 (0/90/0/90/0/90/0/90/0/90/0/90/0) 前后梁：45/- 45/0/90/0/90/0/90/0/90/0/90/0/90/0 /-45/45
厚度	内部结构1.5mm 车体安装点4mm、5.6mm
重量	17.108kg



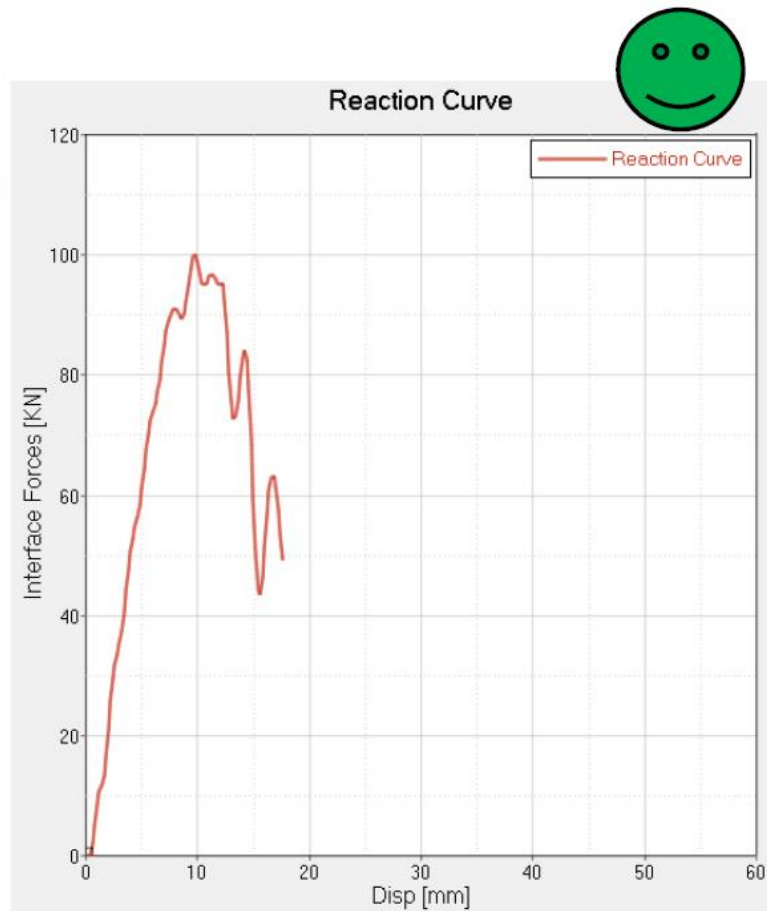
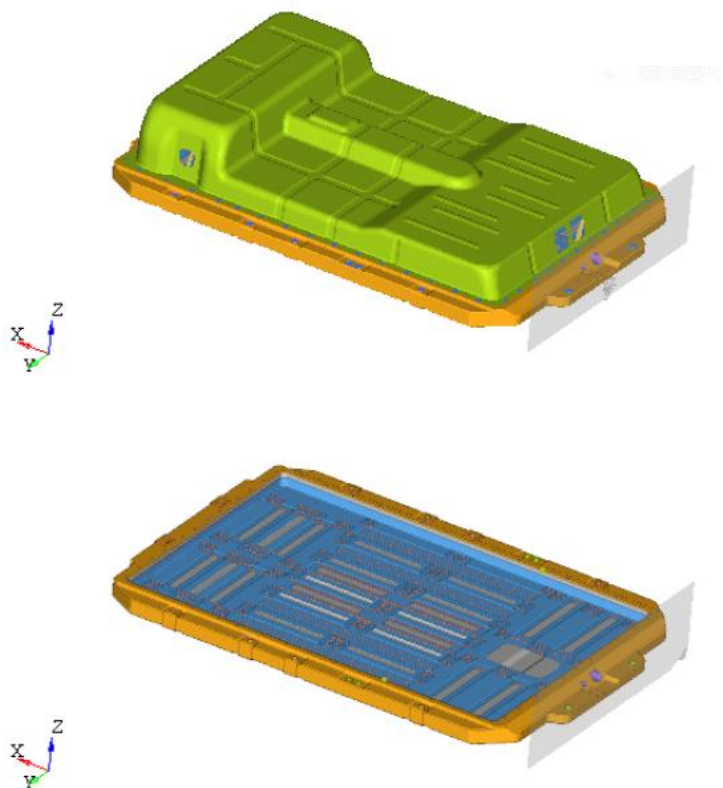
五. 东风公司轻量化工作进展



□ 碳纤维复合材料应用研究—电池包开发

➤ CAE分析—挤压工况

● 分析结果-X方向挤压



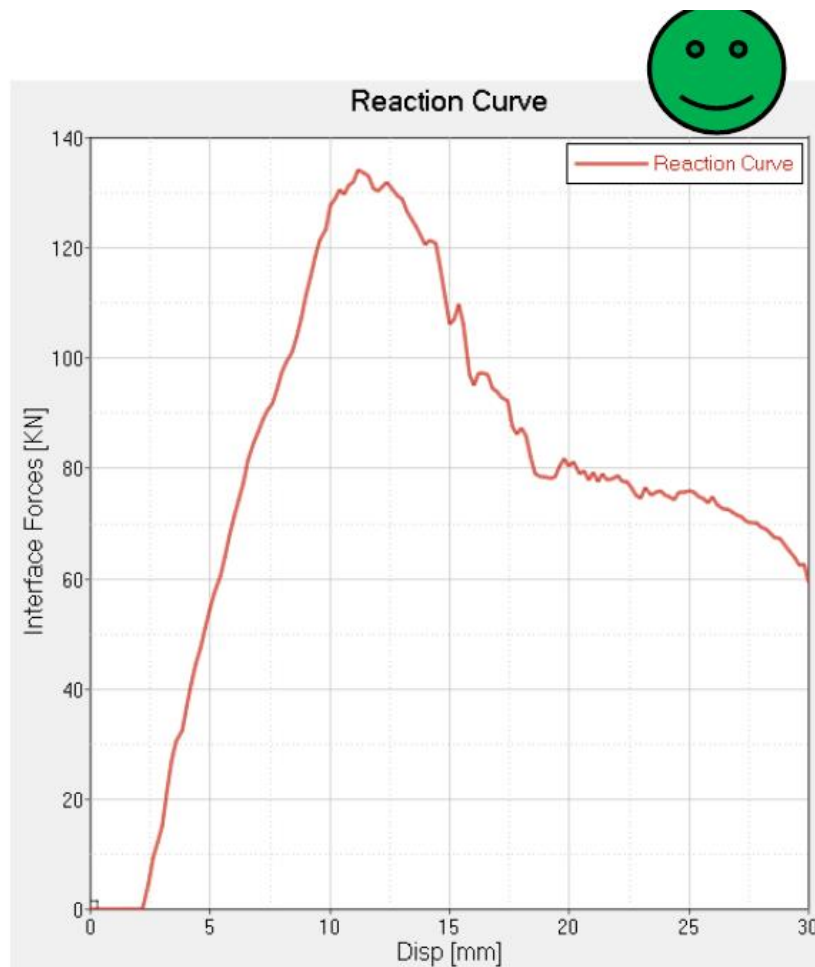
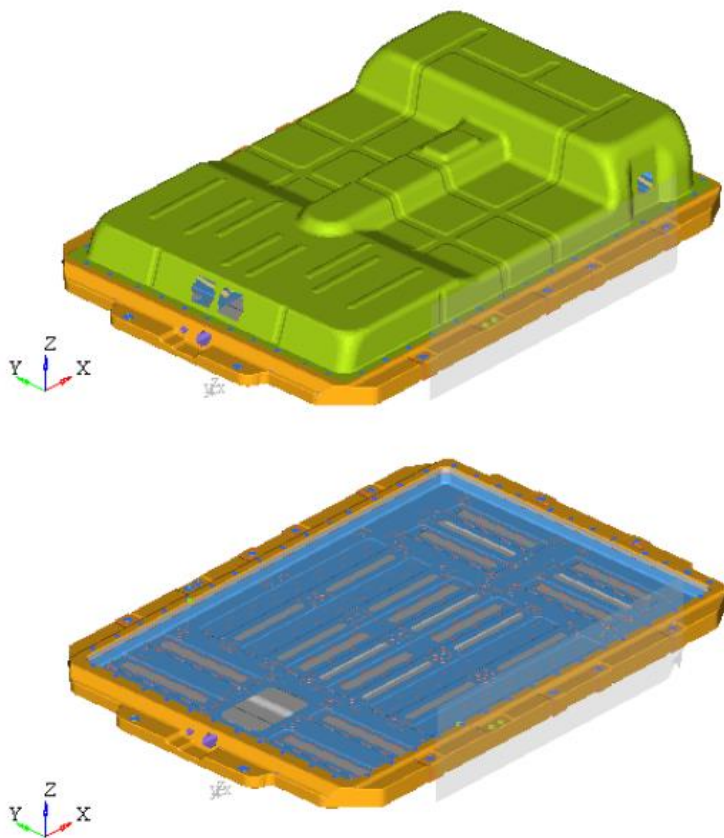
五. 东风公司轻量化工作进展



□ 碳纤维复合材料应用研究—电池包开发

➤ CAE分析—挤压工况

● 分析结果-Y方向挤压



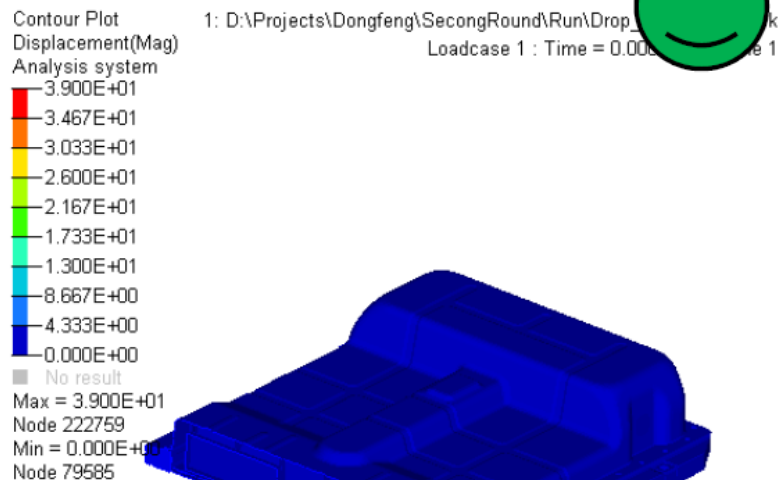
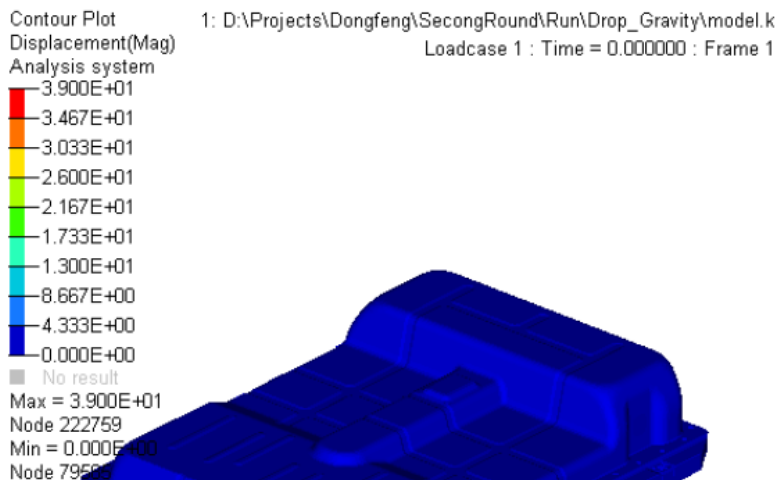
五. 东风公司轻量化工作进展



碳纤维复合材料应用研究—电池包开发

CAE分析—跌落工况

● 分析结果-跌落动图





国家十四五到来之际

国家产业政策

《新能源汽车关键材料重点保障计划》
《节能与新能源汽车技术路线图2.0》
《新能源汽车产业发展规划（2021~2035）》
《乘用车企业双积分管理办法》

国家法规

国六/国七排放法规
燃油消耗法规

汽车行业发展趋势

新能源
自动驾驶
智能互联
人工智能

轻量化技术发展趋势

低密度、高强度、高性能材料
模块化、平台化设计技术
先进成型工艺

东风乘用车轻量化技术

总结十三五轻量化技术成果
编制和实施十四五技术规划



专业意识

责任意识

用户意识

现场意识

成本意识

现场意识

创造·快乐

感谢聆听

现场意识

用户意识

责任意识

成本意识