中国一汽

第一汽车 第一品牌

镁合金车身结构及动力总成产品技术开发

单位：一汽铸造有限公司

2022年04月

目录

中国一汽

一 背景及目标

二 技术方案

三 创新点

四 效果及横展

背景及目标

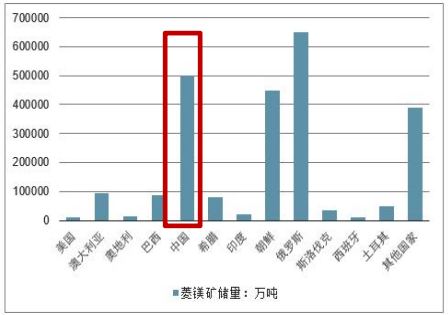
中国一汽

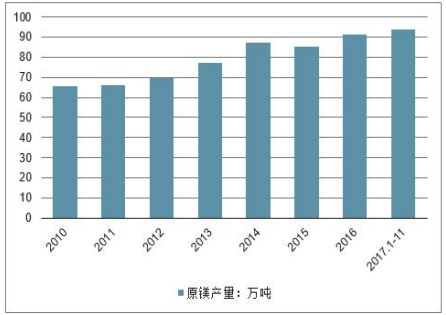
1.1 镁合金材料应用优势

- 随着全球汽车技术“低碳化”发展方向确立，汽车轻量化成为当前的大趋势；
- 对于燃油车汽车整车质量降低10%，燃油效率可提高6%-8%，其整车质量每减少100kg，百公里油耗可降低0.7%；对于电动车，纯电动汽车整车重量每降低10%，平均续航里程将增加5-8%，其整车重量每降低100kg，总续航里程可增加10km；
- 材料轻量化作为最主要的发展方向，镁合金是最轻结构金属材料，是汽车轻量化材料未来发展方向，可最大程度的实现产品极致轻量化。

镁合金资源优势

- 中国镁资源种类：**菱镁矿**、**白云石矿**、盐湖
- 菱镁矿储量**50亿吨**（占全球储量**21%**），位居全球**第二位**；含镁白云石矿储量**40亿吨**
- 吉林省**优质**白云石矿产资源丰富，保有储量**1.4亿吨**，全国前列，能产出镁合金**1400万吨**，足够装备**3.5亿辆车以上**





镁合金性能优势

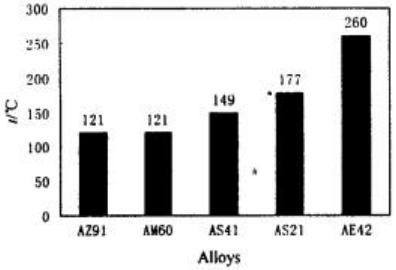
- **密度小**，钢密度的**1/4**、铝密度的**2/3**
- 比强度、比刚度高
- **压铸成型性优良，生产效率高**，高于铝合金**25%**
- 降低噪音
- 电磁屏蔽性好
- 减震性好，阻尼性优于铸铁
- 散热性好
- **易于切削加工**，切削力为铝和软钢**1/2**
- 可100%循环利用

背景及目标

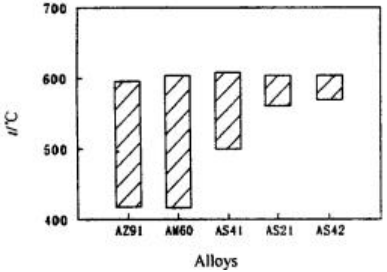
中国一汽

1.2 镁合金材料应用现状及存在的难点问题

- 当前车用镁合金产品主要集中在内饰轻量化等领域，对于承受较大动载荷和疲劳载荷的的车身、底盘轻及动力系统轻量化领域应用较少；
- 传统压铸AZ91D、AM60B等商业镁合金无法满足大型结构件的长流程、高强塑性、耐腐蚀、阻燃性等工艺要求，材料性能与铸造性能之间存在矛盾，不可兼得；
- 结构件类及动力总成类产品具有尺寸大、薄壁、结构复杂等特点，要求产品具备高强韧性、可连接性、可表面处理以及高致密性，现有压铸工艺不适合结构件类镁合金铸件生产；
- 结构件类产品工况复杂防腐要求高，现有的单一防护工艺无法满足车身结构件和动力总成件的防腐要求；
- 加工成本高、技术工艺尚不成熟，现有制备技术导致量产较低，产业化应用受限。



几种压铸镁合金的抗蠕变温度



压铸镁合金的凝固温度范围

镁合金压铸过程中出现欠铸问题

亟需攻克镁合金材料高性能、镁合金产品防腐及镁合金高压铸造工艺等卡脖子技术，实现镁合金在车身结构件及动力总成等产品上的开发应用，拓宽镁合金材料市场，推进镁合金材料在汽车上的应用。

背景及目标

中国一汽

1.3 项目目标

	研究内容	指标名称	技术指标	行业现状	验证方法
关键技术指标	轻量化减震塔关键制造技术	轻量化	镁合金：减重≥30%，~3.53 kg	铝合金：5.3 kg	产品验证
		产品性能	非热处理： 抗拉强度≥220MPa 屈服强度≥130MPa 延伸率≥10%	T7热处理： 抗拉强度≥180MPa 屈服强度≥120MPa 延伸率≥10%	性能检测
		耐蚀性能	480h中性盐雾，无红锈	480h中性盐雾，无红锈	盐雾试验
	轻量化乘用车变速箱壳体关键制造技术	轻量化	镁合金：减重≥30%，~9 kg	铝合金：13.44 kg	产品验证
		产品性能	非热处理： 抗拉强度≥240MPa 屈服强度≥160MPa 延伸率≥3%	T7热处理： 抗拉强度≥240MPa 屈服强度≥140MPa 延伸率≥1%	性能检测
		耐蚀性能	120h中性盐雾，无红锈	无表面防护	盐雾试验
	轻量化商用车变速箱壳体关键制造技术	轻量化	镁合金：减重≥30%，~12.3 kg	铝合金：18.56 kg	产品验证
		产品性能	非热处理： 抗拉强度≥240MPa 屈服强度≥160MPa 延伸率≥3%	T7热处理： 抗拉强度≥240MPa 屈服强度≥140MPa 延伸率≥1%	性能检测
		耐蚀性能	120h中性盐雾，无红锈	无表面防护	盐雾试验

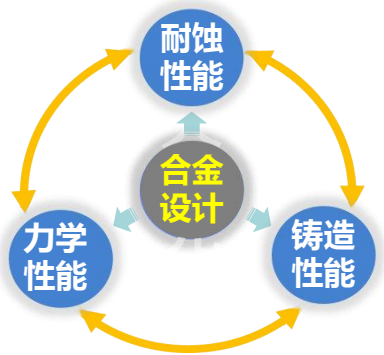
技术方案

中国一汽

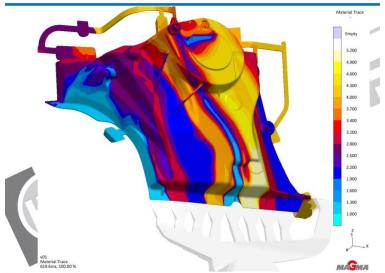
镁合金结构件及动力总成件技术方案

- 以红旗减震塔、DCT400变速箱前壳以及解放12TA变速箱后壳产品为载体，从材料-铸造工艺-模拟仿真-加工/装配-表面防护等技术入手，掌握镁合金结构件及动力总成产品生产全流程核心技术；
- 对镁合金减震塔、DCT400变速箱前壳及12TA变速箱后壳等产品样件进行力学性能以及中性盐雾试验检测及分析。

镁合金压铸材料优化 → 镁合金压铸工艺开发 → 铸造仿真模拟分析 → 镁合金高真空铸造 → 加工装配 → 表面处理 → 性能验证



合金成分优化



结构设计及铸造仿真模拟分析

4500T高真空压铸机

五轴加工中心

创新点

镁合金车身结构及动力总成产品技术创新点

本项目通过对减震塔、DCT400变速箱前壳以及12TA变速箱后壳等产品的**镁合金材料优化-铸造工艺特性-铸造模拟仿真-样件试制验证-表面防护**等核心技术的研究，对红旗车型镁合金减震塔、DCT400变速箱前壳以及解放12TA变速箱后壳进行关键技术开发及产业化研究，建立镁合金车身结构件、动力总成件镁合金产业化关键技术开发平台，形成产业化示范线，为红旗车型镁合金车身结构件及动力总成件的应用提供有力支撑。

关键技术创新点体现在：

- **创新点1：**基于多元微合金化设计、孕育变质调控与多级时效精准控制，优化新型高性能镁合金材料；
- **创新点2：**通过材料性能-产品结构-铸造工艺-表面防护之间的匹配协同，最大限度发挥出镁合金材料性能，解决高性能镁合金在薄壁结构件以及动力总成件的应用问题；
- **创新点3：**通过镁合金材料技术，实现减震塔、DCT400变速箱壳体以及12TA变速箱壳体较铝合金产品减重30%以上；
- **创新点4：**通过对镁合金铸件模具预变形、温度场、流场及真空度控制技术研究，建立适用于镁合金减震塔、DCT400变速箱壳体以及12TA变速箱壳体工艺开发规范；
- **创新点5：**突破大型压铸件的生产制造、质量控制与检测技术难点；
- **创新点6：**突破镁合金产品表面防护难题。

效果及横展

中国一汽

效果及横展

社会效益

- 大幅降低汽车结构件及动力总成件产品重量，减震塔、DCT400以及12TA变速箱壳体，实现降重30%提高燃油利用率及电池续航里程，助力国家碳达峰和碳中和目标；
- 突破镁合金高压铸造工艺、高性能材料技术以及镁合金产品防护技术等卡脖子技术难题，助力汽车产业可持续发展；
- 打造镁合金汽车结构件产品产业化示范技术平台，并可推广应用到其他汽车产品，产生示范效应，培养汽车镁合金产品领域人才队伍。

经济效益

- 镁合金产品集成化、轻量化，大幅度减少生产（冲压、焊接等）工序、设备投资、产品重量及成本，与铝合金材料同等重量下，产品产量可提升~30%，提升产品尺寸精度、生产效率及环保效果
- 在新能源轻量化鼓励政策下，预计减震塔、DCT400变速箱壳体以及12TA变速箱壳体分别需求40万件/年，产值超过5亿元/年；
- 进一步推广应用到汽车车身减震塔以及一体化车身地板，形成批量化生产格局。