

# 天津市科学技术奖提名项目公示信息

项目名称	镁合金大型汽车件制备和绝缘连接关键技术与应用		
提名奖项	天津市科学技术进步奖/自然科学奖	提名等级	二等奖
主要完成单位	天津理工大学, 东北大学, 一汽铸造有限公司, 东莞宜安科技有限公司, 天津东义镁制品有限公司		
主要完成人	陈民芳, 铁镝, 刘海峰, 李卫荣, 李伟, 穆锦瑶, 吕绍元, 李春华		
提名者	天津理工大学		
项目简介	<p>车辆自重每减少 100Kg, 燃油车百公里油耗及二氧化碳排放分别减少 0.3-0.5 升和 800-1100g; 而新能源车续航里程可增加 10-11%, 电池和日常损耗减少 20%。因此, “双碳”背景下汽车轻量化是顺应《中国制造 2025》战略要求、提升品牌竞争力, 促进汽车工业可持续发展的重大举措。镁合金的比强度显著高于钢铁及铝合金, 制造汽车零部件减重效果好, 为此中国汽车轻量化路线图明确了 2030 年单车用镁量 40Kg 的目标。但, 目前镁合金汽车件多以单体替代传统部件, 减重量有限, 单车用镁量仅 3-5Kg, 远低于汽车制造强国。其瓶颈主要是缺乏适用大型镁合金铸件成形的高性能镁合金与制备技术, 及其与车体连接的接触腐蚀控制技术。为此, 团队研发了两种新型高强韧镁合金、开发了镁合金制备与成形新工艺和大型镁合金汽车件的绝缘冷连接技术。主要技术创新为: (1) 发明了一种稀土镁合金及其制备方法, 以此制备的 1067×310×318mm 的大型 AZ91-0.5wt%RE 汽车中通道框架, 抗拉强度和延伸率相比压铸 AZ91 分别提高 30.9%和 74.7%。用于红旗 HS7 乘用车, 相比钢板冲焊加工件减重约 35%。</p> <p>(2) 发明了熔体高剪切搅拌镁合金熔炼新工艺, 开发的 AZ91-0.7wt%CaO 合金晶粒显著细化, 抗拉强度和断裂伸长率分别为 279.6MPa 和 16.7%, 强韧性与耐蚀性与 AZ91-1wt%RE 合金相当, 但成本显著降低。(3) 发明了低碳钢表面微弧氧化(MAO)用电解液配方, 可在汽车冷连接件表面形成 <math>\alpha</math>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 绝缘涂层, 避免了镁合金汽车件与商用镀锌连接件间接触腐蚀倾向, 实现了其与车体的绝缘冷连接。团队开发的大型镁合金汽车件成形与绝缘连接关键技术, 成功用于红旗 HS7 乘用车批量生产, 为其轻量化和装配技术</p>		

升级提供了关键支撑，新增产值 207 万元；用于首辆“天津号”纯太阳能车的制造，解决了减重最后 10%的瓶颈问题。技术已在天津、广东、长春、辽宁及河北等 5 省市的镁合金制品及汽产企业实施应用，直接经济效益 17.47 亿元。项目授权国际专利 2 项，发明专利共 11 项。其中 2 项专利实现转化入股新材料公司。发表学术论文 26 篇参与制订国家标准 1 项、企业标准 2 项。第三方评价技术整体达到国际领先水平，可推动相关领域技术进步。

**创新点**

(1) 大尺寸薄壁镁合金集成件的流变压铸凝固技术，及其尺寸为 1067×310×318mm 的 AZ91-0.5wt%RE 镁合金汽车中通道框架与应用。

(2) 镁合金熔体强制浸润、高速剪切搅拌熔炼新工艺，及其由此开发的新型高强韧 AZ91-CaO 镁合金与“天津号”仪表板管架和轮毂的应用。

(3) 含 B 低碳钢表面微弧氧化 (MAO) 处理及其冲铆螺钉绝缘冷连接技术的开发。

**四、主要技术支撑材料**

(一) 知识产权和标准规范 (不超过 10 项)

附件编号	知识产权(标准)类别	知识产权(标准)具体名称	国家(地区)	授权号(标准编号)	授权(标准发布)日期	证书编号(标准批准发布部门)	权利人(标准起草单位)	发明人(标准起草人)	有效状态
1	发明专利	一种压铸用 Mg-Al-Zn-Ce 合金及其制备方法	中国	ZL201810581823.6	2020.4.14	第 3752515 号	东北大学	钱通,李兆山,雷仁国,张博斌,任浩博,蔡志辉	有效
2	发明专利	一种 BaCl <sub>2</sub> /BaCl <sub>2</sub> 混合气溶胶及其制备镁基金属半固态材料的方法	中国	ZL20201200483.5	2021.7.16	第 4550075 号	辽宁福欣新材料有限公司	钱通,刘海峰,陈民芳,张博斌,付豪,李卫军,金刚,马志超	有效
3	发明专利	用于制备镁合金半固态材料 MgO 溶胶及其用法	中国	ZL202010200901.0	2022.4.1	第 5045152 号	辽宁福欣新材料有限公司	钱通,陈民芳,刘海峰,李卫军,金刚,孙久,孙雨霏,顾超飞	有效
4	发明专利	原位自生 MgO 增强 Mg-Zn-Ca 合金的制备方法	中国	ZL201910515518.1	2020.5.22	第 3807712 号	天津市康世源新材料有限公司(天津理工大学转化)	陈民芳,禹富鑫,田臣	有效
5	发明专利	一种纳米颗粒增强镁基金属材料的制备方法	中国	ZL201410096634.1	2015.10.21	第 1519027 号	天津理工大学	刘德宝,宋融,刘一颢,陈民芳	有效
6	发明专利	一种含硼低硫铜氧化膜层及其制备方法	中国	ZL201810281232.7	2019.6.25	第 3430681 号	天津理工大学	陈民芳,李炎坤,田臣,刘海峰	有效
7	发明专利	Boron-containing Low-carbon Steel Oxide film and preparation method	美国	US1089910B2	2021.1.12		Tianjin University of Technology	Minfang Chen, Yankun Li, Chen You, Haifeng Liu	有效

  

8	发明专利	自保护可降解 MgO/Mg-Zn-Ca 生物复合材料	中国	ZL201610307112.0	2017.11.28	第 2715126 号	天津市康世源新材料有限公司(天津理工大学转化)	陈民芳,刘冬冬,田臣,刘德宝	有效
9	企业标准	《ZK312630 镁合金挤压棒材》	中国	Q/12WQ 5321-2015	2016.5.15		天津东义镁制品股份有限公司	吴瑞勇,崔娟,陈利江,穆德璋,陈民芳	有效
10	企业标准	《ZK312630 镁合金挤压板型材》	中国	Q/12WQ 5322-2015	2016.5.15		天津东义镁制品股份有限公司	吴瑞勇,崔娟,陈利江,穆德璋,陈民芳	有效

(二) 代表性论文(专著)(不超过 8 篇)

附件编号	论文(专著)名称/刊名/作者	影响因子	年份/页码	发表时间	通讯作者	第一作者	国内作者	他引次数	检索数据库	署名是否含国际单位
11	Preparation, characteristics and corrosion properties of α-Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> coatings on 10B21 carbon steel by micro-arc oxidation. Surface & Coatings Technology/ Surface & Coatings Technology/ Yankun Li, Minfang Chen, Wei Li, Qi Wang, Yansong Wang, Chen You	4.865	358 (2019) 637-645	2019.1	陈民芳	李炎坤	李炎坤,陈民芳,李伟,王琪,王若松,田臣	17	Scopus, 谷歌学术	否
12	Comparative study of the effects of CaO and Ce-La misch metal on the microstructure and properties of AZ91 alloy/ Journal of Materials Research and Technology/ Zhang M., Li W., Zhao, J., Chen MF.	6.267	2020.9 (3): 5194-5203	2020.3	陈民芳	张敏	张敏,李伟,赵佳,陈民芳	16	Scopus, 谷歌学术	否

**主要技术支撑材料**

13	Effect of $\alpha$ -Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> additive on the microstructure and properties of MAO coatings prepared on Low Carbon Steel/Journal of Materials Research and Technology/Zhan Zhao, <b>Minfang Chen*</b> , Chen You*, Wei Li, Di Tie, Haifeng Liu.	6.267	2020.9 (3) ; 3875-3884	2020.3.	陈民芳, 由臣	赵子涵	赵子涵, 陈民芳, 由臣, 李伟, 铁楠, 刘海峰	13	Letpub. 谷歌学术	否
14	Effect of Calcium Oxide Particle Size on Microstructure and Properties of AZ91 Mg alloy/Journal of Alloys and Compounds/JiaZhao, Chen You , <b>MinfangChen*</b> , ShaoyuanLyu, DiTie , HaifengLiu	6.371	2021, 886 (15): 160970	2021.8.	陈民芳	赵佳	赵佳, 由臣, 陈民芳, 吕绍元, 铁楠, 刘海峰	11	Letpub. 谷歌学术	否
15	The Evolution of Microstructure, Mechanical Properties and Fracture Behavior with Increasing Lanthanum Content in AZ91 Alloy/ Metals/ <b>Di Tie*</b> , Yi Jiang, Renguo Guan, Minfang Chen, Jufu Jiang, Fei Gao, Xiaopeng Lu and Zhanyong Zhao.	2.9	2020, 10: 1256	2020.5.	铁楠	铁楠	铁楠, 蒋毅, 管仁国, 陈民芳, 蒋巨富, 高飞, 陆小朋, 赵战豪	3	Letpub. 谷歌学术	否
16	The first principle research of CaO and MgO particulate heterogeneous nucleation in Mg alloys/Applied Surface Science/ Guangxin Shen, Shaoyuan Lyu*, Yun Zhao , Chen You, Xuewei Wang, <b>Minfang Chen*</b>	7.392	593 (2022) 153224	2022.3.	陈民芳, 吕绍元	申广鑫	申广鑫, 吕绍元, 赵云, 由臣, 王学伟, 陈民芳	3	Letpub. 谷歌学术	否
17	The Influence of Negative Voltage on Corrosion Behavior of Ceramic Coatings Prepared by MAO Treatment on Steel/ coatings/Mingzhe Xiang , Tianlu Li , Yun Zhao* and <b>Minfang Chen*</b> ;	3.236	2022, 12, 710;	2022.12.	陈民芳, 赵云	向明哲	向明哲, 李天璐, 赵云, 陈民芳	2	Letpub. 谷歌学术	否
18	Elevating the mechanical properties and corrosion resistance of AZ91 alloy by adding CaO and Al element/ Journal of Materials Science/ Lu Zhang, <b>Shaoyuan Lyu</b> , Chen You, Jia Zhao, <b>Minfang Chen</b>	4.682	57 (2022)20017-20032.	2022.10.	陈民芳, 吕绍元	张露	张露, 吕绍元, 由臣, 赵佳, 陈民芳	0	Letpub. 谷歌学术	否