# 2021年度重庆市科学技术奖提名公示

**一、项目名称**

新型高性能镁合金及表面功能涂层制备技术与应用

**二、提名者及提名等级**

提名者：李贺军，西北工业大学，中国工程院院士，材料科学与工程专业

提名等级：重庆市科技进步一等奖

**三、项目简介**

轻量化和功能化对我国深空探测、载人航天、导航系统、武器装备、交通运输等行业发展有极其重要的意义。镁合金资源丰富、比强度高、功能特性好，是目前最轻的金属结构材料，潜力极大，是我国重要的关键基础材料。制约镁合金应用的主要技术瓶颈在于：（1）弹性模量低；（2）室温塑性差；（3）绝对强度偏低；（4）耐腐蚀性差。针对上述问题，本项目在国家重点研发计划项目、装备预研项目、国防基础科研项目和国际科技合作项目等支持下，经过十余年努力，取得如下创新性研究成果：

1、发展了新型高模量相的设计准则和调控技术，揭示了高模量相、固溶原子和强化相对镁合金力学性能的作用机制，提出“基于高模量相和固溶原子/强化相协同调控弹性模量和塑性/强度”的合金设计新思路，发明了高模量高塑性镁合金和高模量高强镁合金，在星载雷达缝隙波导天线、弹载雷达天线稳定平台和高铁侧墙等构件上获得应用。

2、搭建了多元镁合金热/动力学数据库及相图，阐明了热塑性变形过程中纳米强化相的动态析出规律、强化相与位错、孪晶、晶界的交互作用，发现了多元微合金化在热塑性变形过程中促进动态再结晶和阻碍晶粒长大的机理，形成了镁合金强度和塑性协同提升的微合金化设计准则，研发了低成本高强高韧镁合金，实现在弹载结构仪器舱、卫星姿控件和地铁纵横梁等产品上的应用。

3、阐明了镁合金基体第二相对导电镀层影响机理，利用特种阴离子协同定向渗透特性，在镁合金表面构建“类蜂窝”纳米三维结构，揭示了“络合剂弱腐蚀-镀覆速率”双效控制机制，实现了低应力、低孔隙率及微晶化镀层制备，显著提高了导电镀层结合强度和耐蚀性能。

4、揭示了功能组分前躯体改性掺杂机理，提出了功能组分前躯体定向反应高发射率组元及均匀弥散分布的方法，实现等离子体阳极氧化涂层高发射率的热控功能；利用电场模拟仿真分析，提出一种调控复杂构型零件电场分布的方法，实现大尺寸、深腔、超窄间隙等零件表面均匀热控涂层的制备。

本项目获权国家发明专利23件，制订国际标准2项、国家标准2项，获批3个国家标准合金牌号，出版镁合金著作1部，发表高水平论文72篇、他引1400余次。项目技术难度大、复杂程度高，研究成果具有重要创新，项目实现的主要技术指标高于国外同类技术先进水平。研究成果在北京、合肥、重庆、山西等地的多家重点企业推广应用，成功用于航空航天、武器装备、交通等重要领域的关键构件上，产生了显著的经济和社会效益，推动了我国镁合金产业的技术发展。

**四、主要知识产权证明目录**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 知识产权类别 | 知识产权具体名称 | 国家（地区） | 授权号 | 授权日期 | 权利人 | 发明人 |
| 发明专利 | 一种高模量镁合金及其制备方法 | 中国 | ZL201811409122.0 | 2020年6月30日 | 重庆大学 | 陈先华，赵娣，涂腾，潘复生 |
| 发明专利 | 一种高塑性镁合金及其制备方法 | 中国 | ZL201710039520.7 | 2018年5月4日 | 重庆大学 | 陈先华，陈娇，潘复生 |
| 发明专利 | 一种低稀土高强度变形镁合金及其制备方法 | 中国 | ZL201610081996.2 | 2017年4月19日 | 重庆大学 | 陈先华，潘复生，刘莉滋 |
| 发明专利 | 一种低成本高强度Mg-Zn-Y-Ce-Ca镁合金及其制备方法 | 中国 | ZL201810890921.8 | 2020年6月23日 | 重庆大学 | 陈先华,刘晓芳,潘复生 |
| 发明专利 | 一种高强度高塑性Mg-Zn-Al-Sn镁合金 | 中国 | ZL201410704554.X | 2016年6月15日 | 重庆大学 | 陈先华，王博，潘复生 |
| 发明专利 | 一种低成本高塑性变形镁合金及其制备方法 | 中国 | ZL201310258233.7 | 2015年10月7日 | 重庆大学 | 潘复生，佘加，汤爱涛，彭建，陈先华 |
| 发明专利 | 一种镁锂合金高耐蚀化学镀镍层的制备方法 | 中国 | ZL201510762337.0 | 2017年11月28日 | 北京卫星制造厂有限公司 | 冯立，崔庆新，白晶莹，姜文武，李家峰，关宏伟，王旭光，杨铁山，李思振，曹克宁 |
| 发明专利 | 一种镁锂合金微弧氧化黑色热控膜层的制备方法 | 中国 | ZL201418008500.0 | 2017年8月15日 | 北京卫星制造厂有限公司 | 李思振，白晶莹，冯立，张立功，王景润，崔庆新，李力，姜文武 |
| 发明专利 | AZ40M镁合金低吸收高发射微弧氧化热控膜层的制备方法 | 中国 | ZL201418008107.1 | 2017年8月15日 | 北京卫星制造厂有限公司 | 李思振、白晶莹、冯立、张立功、姜文武、赵贵梅、崔庆新 |
| 发明专利 | 一种镁锂合金高吸收高发射阳极氧化膜层的制备方法 | 中国 | ZL201218002758.0 | 2014年7月9日 | 北京卫星制造厂有限公司 | 刘云彦，白晶莹，崔庆新，李思振，曹克宁，王景润，李家峰，苗伟，赵贵梅 |

**五、主要完成人**

陈先华、冯立、潘复生、文陈、佘加、王国超、张家强、范洪涛、李建波、白晶莹、陈奇海、刘婷婷、杨鸿、刘涛、马亮

**六、主要完成单位**

重庆大学、北京卫星制造厂有限公司、中国电子科技集团公司第三十八研究所、西南大学、山西银光华盛镁业股份有限公司、重庆昱华新材料科技有限公司