**一、项目名称**

汽车机电零部件再制造关键技术及产业化

**二、提名意见**

我会认真审阅了推荐书材料，确认全部材料真实有效，相关栏目均符合填写要求。该项目按要求在我会和项目主要完成人单位进行了公示，公示无异议。

项目针对量大面广的废旧汽车循环再利用问题，以汽车高附加值机电零部件为典型对象，通过对传统再制造关键技术进行创新，研发了再制造产业急需核心设备，打破了国外在再制造技术装备方面的垄断。针对纳米电刷镀技术、高速电弧喷涂技术和激光熔覆技术开展自动化再制造技术研究，重点完成了再制造用新型材料研发、成形工艺设计和优化、涂（镀、覆）层性能检测等内容；研发了连杆自动化纳米电刷镀系统、缸体自动化高速电弧喷涂系统、曲轴自动化激光熔覆系统、自动变速箱测试系统、电控单元检测系统等再制造核心设备；构建了完善的面向产品全生命周期系统的再制造技术标准体系。通过研究，提升了我国汽车机电零部件的旧件利用率，形成了成熟的转化设备和技术成果，先后在多家国家发改委和工信部的再制造示范试点企业进行了技术推广和产业示范。该项目的成功开发和应用推广，满足了国内汽车机电零部件再制造关键技术及材料的急需，填补了国内空白，推动了汽车再制造产业健康、有序、快速发展，提升了我国汽车行业循环经济发展水平，具有重大经济社会效益。对照国家科学技术进步奖授奖条件，推荐该项目申报2019年度国家科技进步二等奖。

**三、项目简介**

再制造是循环经济再利用高级技术形式，已列入国家循环经济促进法和国家战略性新兴产业。项目针对量大面广的废旧汽车循环再利用问题，以汽车高附加值机电零部件为典型对象，通过对传统再制造关键技术进行创新，研发了再制造产业急需核心设备，打破了国外在再制造技术装备方面的垄断。通过研究，提升了我国汽车核心机电零部件的旧件利用率，形成了成熟的转化设备和技术成果，推动汽车再制造产业健康、有序、快速发展。主要技术内容包括：

**1、再制造共性关键技术研发。**瞄准汽车零部件的再制造企业缺乏核心技术和关键设备的问题，提出了无损拆解、绿色清洗、自动化再制造和不低于新品质量检测标准的再制造流程，针对纳米电刷镀技术、高速电弧喷涂技术和激光熔覆技术开展自动化再制造技术研究，重点完成了再制造用新型材料研发、成形工艺设计和优化、涂（镀、覆）层性能检测等内容，为自动化设备研制提供了技术基础。

**2、再制造核心设备研制。**针对汽车发动机、自动变速箱、转向器、起动机、发电机、电控单元等高附加值机电零部件的再制造需求，采用模块化设计思想，将表面工程技术与机器人、自动控制、质量检测等技术进行集成，研发了连杆自动化纳米电刷镀系统、缸体自动化高速电弧喷涂系统、曲轴自动化激光熔覆系统、自动变速箱测试系统、电控单元检测系统等再制造核心设备，完成了汽车核心机电零部件再制造体系设备的研制。

**3、再制造产品质量标准体系建设。**构建了完善的面向产品全生命周期系统的再制造技术标准体系，编制了《机械产品再制造通用技术要求》等基础标准、《再制造企业技术规范》等管理标准、《再制造机械加工技术规范》等共性技术标准以及《汽车零部件再制造出厂检验》等产品标准，这些标准的制定和实施对规范再制造企业生产、保证再制造产品质量发挥了重要的技术支撑。

**申报国家发明专利15项，美国发明专利1项，实用新型专利6项，制订国家标准5项、团体标准1项，出版图书5部，发表高水平学术论文100余篇。**

研究成果为我国汽车零部件再制造产业提供了有力的技术支撑，先后在十余家国家发改委和工信部的再制造示范试点企业进行了技术推广和产业示范，促进了以尺寸恢复和性能提升为核心的中国特色再制造产业发展。

**四、客观评价**

**（1）技术先进，工艺稳定。**柔性摩擦辅助电沉积技术，研究揭示了电沉积过程中周期性摩擦力作用下基质金属的离子加速传质机理、原子被动扩散机理和镀层断续生长机理等科学问题，制备出性能优异、结构可控的层状结构的纳米晶镀层，采用多种分析表征手段揭示了摩擦行为对镀层质量的影响，并阐明了柔性摩擦辅助电沉积层状镀层的形成机制和纳米晶形成机理；高速电弧喷涂技术，实现了高速电弧喷涂工艺弧区冶金物理场、雾化速度场、沉积温度场等关键过程因素的监控方法，建立了喷涂层残余应力分布等关键质量因素的预测模型，提出了改善涂层性能的质量控制方法，进而发明了异质双丝喷涂及热处理制备金属间化合物复合涂层技术，攻克了涂层成形过程中残余应力大、变形严重和结合强度低等关键工艺技术难题。

**（2）设备独创，适用性强。**国外再制造一般采用尺寸修理法（也就是做减法），中国倡导的是以先进表面工程技术为支撑的尺寸恢复和性能提升的再制造工程理念，所研发的设备均具有自主知识产权。通过对国内外公开文献的检索和综合对比分析，除项目组发表的文献和申请的专利外，未见与本查新项目技术特征和实现技术相同的公开报道。

**（3）材料新颖，绿色环保。**再制造材料体系设计符合可循环、绿色环保的理念和要求，对环境无不良影响。研发了成份简单、性能优异、价格低廉的镍、镍钴合金、纳米氧化铝镍钴复合三种新型溶液，成份组元较传统镀液减少了50%以上，成本降低了30%；关于铝基、铁基、镍基非晶纳米晶以及高熵涂层的4 个查新点均未见相同的国内外文献报道，项目技术特征具有国内外新颖性。熔覆粉末为报废零件制成，属于废物利用、绿色环保。

自2012年以来，项目组承担了十余项国家发改委、工信部等部委的涉及汽车零部件再制造的课题，均顺利通过验收。国务院出台的《关于印发循环经济发展战略及近期行动计划的通知》，提出我国循环经济发展取得的主要成效：**我国汽车零部件再制造技术已达到国际领先水平。**

**五、应用情况**

项目成果关键技术与标准规范应用于中国重汽集团济南复强动力有限公司、北京柴发动力技术有限公司、广州市花都全球自动变速箱有限公司、柏科智能（厦门）科技有限公司、上海新孚美变速箱技术服务有限公司、广州市跨越汽车零部件工贸有限公司、河北长立汽车配件有限公司等多家国家发展和改革委员会、工业和信息化部的再制造示范试点企业进行技术推广和产业示范，解决了汽车发动机、自动变速箱、汽车电控单元、转向器、发电机、起动机等核心机电零部件的的再制造难题，实现了再制造零件的尺寸恢复及性能升级，延长了使用寿命，资源节约效果显著，取得了重大的经济和社会效益。近三年为企业新增产值近17亿元，显示了本项目在先进制造与再制造领域共性技术的支撑作用。

主要应用单位情况表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 应用单位名称 | 应用技术 | 应用的起止时间 | 应用单位联系人/电话 | 经济、社会效益 |
| 中国重汽集团济南复强动力有限公司 | 再制造技术及设备 | 2015年1月—2017年12月 | 刘欢：15820012042 | 近三年共完成4200根曲轴、5800个缸体和23000根连杆的再制造，为企业新增产值7200万元。经统计，再制造零件的成本仅为新品的20%左右，材料消耗不到新品重量的10%，节能、节材及环保效果非常显著。 |
| 北京柴发动力技术有限公司 | 再制造技术及设备 | 2015年1月—2017年12月 | 王景恒：13901358980 | 现共完成1.8万件发动机零件的再制造，为企业新增产值3000多万元。 |
| 广州市花都全球自动变速箱有限公司 | 再制造技术及设备 | 2015年1月—2017年12月 | 周正兵  13697492527 | 近三年累计再制造自动变速箱6.16万台，新增销售49185.2万元，新增利润3210.58万元，新增税收1442万元，提供就业150余人，节能、节材及环保效果显著。 |
| 上海新孚美变速箱技术服务有限公司 | 再制造技术及设备 | 2015年1月—2017年12月 | 周海  13901601471 | 近三年累计再制造自动变速箱3.63万台，新增销售49831万元，新增利润2604万元，新增税收854万元，提供就业120人，节能、节材及环保效果显著。 |
| 柏科智能（厦门）科技有限公司 | 再制造技术及设备 | 2015年1月—2017年12月 | 沈顺孝  15105966285 | 近三年累计再制造汽车电控单元2.96万套，新增销售3705.4万元，新增利润224.2万元，新增税收79.66万元，实现了电控单元自主再制造，摆脱了国外公司的技术垄断。 |
| 广州市跨越汽车零部件工贸有限公司 | 再制造技术及设备 | 2015年1月—2017年12月 | 童平  13928908626 | 近三年累计再制造转向器17.01万台、助力泵11.5万台，新增销售16200万元，新增利润1227万元，新增税收451万元，节能、节材及环保效果显著。 |
| 河北长立汽车配件有限公司 | 再制造技术及设备 | 2015年1月—2017年12月 | 槐志鹏  18630700770 | 近三年累计再制造发电机、起动机229.92万台，新增销售36503万元，新增利润3971万元，新增税收2124万元，提供就业320余人，节能、节材及环保效果显著。 |

**六、主要知识产权和标准规范等目录**

| **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）** | **发明专利（标准）有效状态** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 发明专利 | 一种高速电弧喷涂制备Al-Ni-Mm-Co非晶纳米晶复合涂层的粉芯丝材 | 中国 | ZL201310260182.1 | 2015年07月22日 | 第1731248号 | 装甲兵工程学院、北京戎鲁机械产品再制造技术有限公司 | 梁秀兵;徐滨士;张志彬;陈永雄;胡振峰;蔡志海;乔玉林 | 有效 |
| 发明专利 | 一种高速电弧喷涂镍基非晶纳米晶减摩涂层的粉芯丝材 | 中国 | ZL201210135102.5 | 2014年10月22日 | 第1499971号 | 装甲兵工程学院 | 梁秀兵;徐滨士;郭永明;陈永雄;张志彬;商俊超 | 有效 |
| 发明专利 | 一种用于高度电弧喷涂制备NiCrBMoSiFe-Ni/C非晶纳米晶自润滑减摩涂层的粉芯丝材 | 中国 | ZL201310260106.0 | 2015年07月22日 | 第1731144号 | 装甲兵工程学院  北京戎鲁机械产品再制造技术有限公司 | 梁秀兵;徐滨士;郭永明;陈永雄;商俊超;胡振峰;蔡志海;乔玉林 | 有效 |
| 发明专利 | ELECTRICAL BRUSH PLATING SYSTEM AND METHOD FOR METAL PARTS | 美国 | US 10,053,790 B2 | Aug. 21, 2018 |  | People’s Liberation Army Acedemy of Armored Forces Engineering;  Beijing Ronglu Mechanical Product Remanufacturing Technology Limited Company | Zhenfeng Hu, Binshi Xu, Xiaohe Wang, Biao Lv, Xubing Liang, Peijing Shi, Yongxiong Chen, ZhihaiCai | 有效 |
| 发明专利 | 一种Ni-Co-X代铬电刷镀液 | 中国 | ZL201310435897.6 | 2016年03月09日 | 第1977916号 | 装甲兵工程学院  北京戎鲁机械产品再制造技术有限公司 | 胡振峰, 徐滨士, 吕镖, 汪笑鹤, 梁秀兵, 史佩京,陈永雄,蔡志海 | 有效 |
| 发明专利 | 异质双丝喷涂及热处理制备金属间化合物复合涂层的方法 | 中国 | ZL201310575278.7 | 2016年03月02日 | 第1967323号 | 装甲兵工程学院  北京戎鲁机械产品再制造技术有限公司 | 陈永雄，梁秀兵，徐滨士，胡振峰，蔡志海，乔玉林，张平，张志彬，商俊超 | 有效 |
| 发明专利 | 一种自动化双丝电弧喷涂发动机机体再制造方法 | 中国 | ZL201310575265.X |  | 第1892105号 | 装甲兵工程学院  北京戎鲁机械产品再制造技术有限公司 | 陈永雄，梁秀兵，徐滨士，蔡志海，胡振峰，乔玉林，张平，张志彬，商俊超 | 有效 |
| 发明专利 | 一种硬盘隐藏区的解除方法、装置和系统 | 中国 | ZL201210582938.X | 2016年01月20日 | 第1891549号 | 厦门市美亚柏科信息股份有限公司 | 沈顺孝、吴神培、郭文琼、陈大铍 | 有效 |
| 国家标准 | 再制造机械产品检验技术导则 | 中国 | GB/T 35978-2018 | 2018年02月06日 | 国家质量监督检验检疫总局  中国国家标准化管理委员会 | 装备再制造技术国防科技重点实验室；  中国重汽济南复强动力有限公司；  广州市花都全球自动变速箱有限公司；等 | 项目组人员：史佩京、蔡志海、黄志勇 | 有效 |
| 论文 | Influence of ceramic particles and processs parameters on residual of flame-sprayed Fe-based coatings | 英国 |  | 30 August 2018 |  | National Innovation Institute of Defense Technology | X.B. Liang; J.C. Shang； Y.X. Chen； Z.D. Zhou； Z.B. Zhang；  B.S. Xu |  |

**七、主要完成人情况**

| **姓名** | **排名** | **技术**  **职称** | **工作单位** | **创造性贡献** | **曾获国家科技奖励情况** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 梁秀兵 | 1 | 研究员 | 军事科学院国防科技创新研究院 | 项目总体负责人，负责政府科研项目的立项和组织研究，对第1-3项技术创新点做出了创造性贡献，研发了大功率高脉冲激光清洗技术与装备，开展了高速电弧喷涂枪的设计与改进。 | “面向再制造的表面工程技术基础”获国家自然科学二等奖（2013年，排名5），“装备零件快速智能电弧喷涂抢修技术及其应用” 获国家科技进步二等奖（2011，排名1），“高效能超音速等离子喷涂技术开发与应用” 获国家科技进步二等奖（2003年，排名9） |
| 胡振峰 | 2 | 副研究员 | 军事科学院国防科技创新研究院 | 对第1-3项技术创新点做出了创造性贡献，提出了柔性摩擦辅助电沉积的方法，形成了层状纳米晶材料成形过程控制关键技术。 | 无 |
| 陈永雄 | 3 | 副研究员 | 军事科学院国防科技创新研究院 | 对第1-3项技术创新点做出了创造性贡献，提出了高速燃气/电弧复合喷涂制备亚稳态涂层材料的方法，形成了高速电弧喷涂非晶纳米晶材料成形过程控制关键技术。 | “装备零件快速智能电弧喷涂抢修技术及其应用”，获国家科技进步二等奖（2011，排名4） |
| 史佩京 | 4 | 副研究员 | 陆军装甲兵学院 | 对第1-3项技术创新点做出了创造性贡献，负责再制造共性技术标准制定、再制造产业示范推广。 | 无 |
| 乔玉林 | 5 | 研究员 | 陆军装甲兵学院 | 对第1-3项技术创新点做出了创造性贡献，负责激光清洗设备研发、再制造产业示范应用。 | 无 |
| 蔡志海 | 6 | 副研究员 | 陆军装甲兵学院 | 对第1-3项技术创新点做出了创造性贡献，提出了三步激光熔覆的方法，形成了激光熔敷高性能合金材料过程控制关键技术。 | 无 |
| 张志彬 | 7 | 高级工程师 | 军事科学院国防科技创新研究院 | 对第1-3项技术创新点做出了创造性贡献，提出了高速燃气/电弧复合喷涂制备亚稳态涂层材料的方法，形成了高速电弧喷涂非晶纳米晶材料成形过程控制关键技术。 | 无 |
| 王德前 | 8 | 高级工程师 | 中国重汽集团济南复强动力有限公司 | 负责发动机零部件再制造的产业化。 | 无 |
| 黄志勇 | 9 | 高级工程师 | 广州市花都全球自动变速箱有限公司 | 负责自动变速箱再制造的产业化。 | 无 |
| 吴神培 | 10 | 高级工程师 | 厦门市美亚柏科信息股份有限公司 | 负责汽车电控单元再制造的产业化。 | 无 |

**八、主要完成单位及创新推广贡献**

| **单位名称** | **排名** | **法定代表人** | **单位联系人/电话** | **创新推广贡献** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 军事科学院国防科技创新研究院 | 1 | 卢周来 | 郭书铨  13910066755 | 作为牵头单位，联合陆军装甲兵学院以及中国重汽集团济南复强动力有限公司等企业，共同组织实施并凝练了相关成果。 |
| 陆军装甲兵学院 | 2 | 徐航 | 纪伯公  13910133595 | 在项目论证开题过程中，院科学技术委员会对项目组提出的总体方案和研究内容等进行了审查，并就自动化设备研制等方面提出了具体修改意见，为项目的执行奠定了基础。 |
| 中国重汽集团济南复强动力有限公司 | 3 | 王德前 | 刘欢：15820012042 | 完成了发动机零部件再制造生产线建设和产业化工作。 |
| 广州市花都全球自动变速箱有限公司 | 4 | 黄志勇 | 周正兵  13697492527 | 完成自动变速箱再制造生产线建设和产业化工作。 |
| 厦门市美亚柏科信息股份有限公司 | 5 | 吴神培 | 沈顺孝  15105966285 | 完成汽车电控单元再制造生产线建设和产业化工作。 |

**九、完成人合作关系说明**

第一完成人梁秀兵，与胡振峰、陈永雄、史佩京、乔玉林、蔡志海、张志彬共6同志长期在一个研究团队工作，共同申请科研项目和科研成果，2018年1月份，与胡振峰、陈永雄从陆军装甲兵学院调入军事科学院国防科技创新研究院，但团队人员之间的合作依然保持。

中国重汽集团济南复强动力有限公司的王德前、广州市花都全球自动变速箱有限公司的黄志勇、厦门市美亚柏科信息股份有限公司吴神培是长期从事再制造技术应用的产业化的公司领导，与装甲兵工程学院保持密切的技术合作，在申报科研项目、国家标准方面有过深入的合作。

证明材料详见附件。

**完成人合作关系情况汇总表**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 合作方式 | 合作者 | 合作时间 | 合作成果 | 证明材料 | 备注 |
| 1 | 共同知识产权 | 梁秀兵，胡振峰，陈永雄，史佩京，乔玉林、蔡志海，张志彬 | 2005-2018 | 发明专利，学术论文 | 附件 |  |
| 2 | 共同知识产权 | 梁秀兵，史佩京，王德前，黄志勇，吴神培 | 2005-2018 | 国家标准 | 附件 |  |