

陕西省科学技术进步奖公示信息

(2026年度)

一、项目基本情况

项目名称	注射成形高强轻质钢精密零件全流程协同关键技术及应用
主要完成人	刘世锋、陈刚、王岩、秦明礼、魏瑛康、张亮亮、邬均文、段满堂、王昌东、于永亮、张怀龙、王建勇、左鹏军、吕永卫、王云平
主要完成单位	西安建筑科技大学、北京科技大学、西安交通大学、江苏精研科技股份有限公司、上海富驰科技股份有限公司、山东鲁银新材料科技有限公司、嘉兴精科科技有限公司、陕西科技控股集团有限责任公司，陕西省机械研究院有限公司

三、项目简介

Fe-Mn-Al-C 高强轻质钢的比强度高，其密度较传统钢铁材料低 20%，在消费电子、航空航天、轨道交通等高新技术领域具有重要的应用。当前，高端装备呈现出轻量化、小型化、高性能化的发展趋势，对于复杂形状小型精密高强轻质钢零件的需求十分迫切。然而，由于变形抗力大、加工性差，复杂形状高强轻质钢零件的制备极为困难、成本高，限制了该类材料的应用拓展及高端装备的发展。

粉末注射成形是一项先进的近终形制造技术，在复杂精密难加工材料零件的低成本批量化制备方面具有独特的优势。然而，采用粉末注射成形技术制备 **Fe-Mn-Al-C** 高强轻质钢时，存在合金成分与烧结工艺不匹配、粘结剂残留、微小零件尺寸精度控制难的技术瓶颈，开展注射成形高强轻质钢精密零件全流程协同关键技术及应用的研究，对于满足高技术装备的需求具有重要意义。为此，项目组经十余年的技术攻关，提出了可烧结成分设计、低残留粘结剂设计以及尺寸精度控制关键技术，形成了高强轻质钢注射成形精密控制的原理与方法，实现了高强轻质钢精密零件的产业化应用，取得的主要创新成果如下：

(1) 设计出可烧结 Fe-Mn-Al-C 高强轻质钢成分。传统铸锻 **Fe-Mn-Al-C** 钢通过热变形和 κ -碳化物沉淀耦合强化获得高强度。然而，粉末无压烧结无法实现热变形，只能通过析出大量 κ -碳化物沉淀强化来实现高强度。针对以上问题，基于成分-层错能-相稳定性的内在关联，提出了多强化协同的成分设计思路，揭示了 **Fe-Mn-Al-C** 合金钢多元素耦合浓度梯度及 κ -碳化物析出对密度的影响规律，构建了可烧结 **Fe-Mn-Al-C** 合金钢的成分设计准则，开发了针对粉末冶金固相烧结的高 Mn 高 Al 高强轻质合金成分。

(2) 开发出适用于高强轻质钢粉末注射成形的低裂解温度粘结剂。传统不锈钢体系所用粘结剂的裂解温度高，将其用于高活性高强轻质钢时容易发生粘结剂残留，致使合金受到杂质污染。基于聚合物功能基团的粘结剂设计原理，提出了流动组元-骨架组元-功能组元的多组元粘结剂设计思路，研制出适用于高强轻质钢的低残留粘结剂。建立了催化脱脂与热脱脂相结合的脱脂工艺，并开发惰性气氛保护捏合、负压流动气氛脱脂和烧结气氛控制的方法，实现了杂质含量的有效控制。

(3) 发展了高强轻质钢致密化及组织性能精确调控理论和工艺。基于强化烧结原理，实现了无压真空烧结的全致密化；揭示了烧结及热处理工艺对于合金显微组

织与力学性能的影响规律，突破了粉末高强轻质钢组织尺寸精度控制技术。开发出支撑辅助、控温烧结及模具整形的一体化尺寸精度控制技术。

本项目形成了具有完全自主产权的核心技术，开发了系列高品质高强轻质钢产品，已批量应用于华为 **Mate Xs 2** 折叠屏手机铰链及华为 **MateBook Fold** 电脑转轴，经济效益显著。同时带动高端金属粉末、注射成形精密制造等产业链协同发展，对提升关键零件轻量化制造水平，降低对传统不锈钢的依赖、促进绿色制造和保障高端精密零件自主供应具有显著经济和社会效益。

本项目推动了高强轻质注射成形产品在消费电子、航空航天、轨道交通等高新技术领域精密零件的应用，为高端装备的发展提供了支撑。基于此，项目第一完成人入选 2024 年国家高层次人才，2022 年陕西省创新人才攀登工程“中青年科技创新领军人才”，获“第十一届中国金属学会冶金青年科技奖”、“第二届陕西冶金青年科技奖”等荣誉。项目打通了“成分设计-粉末制备-喂料制备-注射成形-脱脂烧结-精密零件应用”的全流程技术链，提升了我国高强轻质钢粉末注射成形的精密制造能力。

四、客观评价

1、查新报告

项目委托冶金工业信息标准研究院对“注射成形高强轻质钢精密零件全流程协同关键技术及应用”项目创新点和技术指标进行科技查新（报告编号：2026YJZX-1717）。通过查新得出如下结论：“在所查国内外文献中，可以看到项目所在单位技术人员发表了与本项目相关的文献，未见其它与所述‘注射成形高强轻质钢精密零件全流程协同关键技术及应用’内容相同的报道。”项目围绕注射成形高强轻质钢精密零件粉末注射成形中的材料设计、粉末制备、喂料制备、注射成形、脱脂烧结、尺寸控制和工程应用等关键环节开展系统攻关，完成了任务书规定的研究内容和考核指标。项目突破了 **Fe-Mn-Al-C** 系高强轻质钢成分设计、微细粉末稳定制备、低残留粘结剂设计、杂质协同控制、烧结致密化和零件尺寸精度控制等关键技术，形成了从粉末原料到精密零件应用的完整技术链。

2、科技成果评价

中国金属学会组织召开了科技成果评价会，由孙宝德院士为组长的 9 位专家组对本项目进行了科技成果评价。评价委员会专家形成如下评价意见：该项目针对注射成形高强轻质钢合金成分与烧结工艺不匹配、粉末杂质含量高、粘结剂残留、烧结致密化困难、微小零件尺寸精度控制难等技术难题，突破了成分设计、微细粉末制备、粘结剂设计、烧结致密化和尺寸精度控制关键技术，形成了高强轻质钢注射成形精密控制的原理与方法，实现了高强轻质钢精密零件的产业化应用。创新点如下：（1）通过调控 **Mn**、**Al**、**C** 含量，发明了针对粉末冶金固相烧结的高 **Mn** 高 **Al** 高强轻质合金成分（32 % **Mn**, 12% **Al**, 0.5% **C**, 1.5% **Ti**），密度为 6.18 g/cm³，其屈服强度为 1054 MPa，断裂延伸率为 6.5%。（2）发明了低裂解温度的粘结剂：聚甲醛(POM9520)-聚乙烯(LDPE6201RQ)-聚丙烯(PPT30S)-硬脂酸(SA1801)；并开发出惰性气氛保护捏合、负压流动气氛脱脂和烧结气氛控制的方法，实现了粘结剂的低残留及杂质含量的有效控制。（3）开发出支撑辅助、控温烧结及模具整形的一体化尺寸精度控制技术，解决了注射成形高强轻质钢的尺寸精度控制难题，实现了尺寸精度为±0.1%以内。该项目获得授权发明专利 25 件，发表论文 10 篇。该技术研发难度大，创新性强，项目成果在消费电子、新能源汽车等领域的多家企业成功应用，经济效益和社会效益显著。评价委员会认为项目成果总体达到国际先进水平，其中高强轻质钢

成分设计和尺寸精度控制技术达到国际领先水平。

3、检测报告

项目组委托机械工业通用零部件产品质量监督检测中心（中国机械科学研究总院集团有限公司零部件质量检测中心）、国合通测（国标（北京）检验认证有限公司/国家有色金属及电子材料分析测试中心）、深圳市计量质量检测研究院、上海华测品标检测技术有限公司、对高强轻质钢的注射成形高强轻质钢标准件尺寸精度、高强轻质钢粉末粒径、高强轻质钢粉末氧含量、高强轻质钢粉末密度、高强轻质钢粉末松装密度、注射成形高强轻质钢密度、注射成形高强轻质钢力学性能进行了系统检测，发现本项目开发的注射成形高强轻质钢在尺寸精度、密度、强韧性等指标方面均优于国外先进水平。

五、应用情况

1. 应用情况

本项目紧密围绕成分设计、粉末稳定制备、低残留粘结剂、杂质控制、尺寸精度控制和零件强韧化等关键环节的技术难题，西安建筑科技大学联合西安建筑科技大学、北京科技大学、西安交通大学、江苏精研科技股份有限公司、上海富驰科技股份有限公司、山东鲁银新材料科技有限公司、嘉兴精科科技有限公司、陕西科技控股集团有限责任公司，陕西省机械研究院有限公司开展了多年的联合攻关工作，攻克了轻质-高强-高精度的多元成分协同设计、混料、模具、注射成形、脱脂烧结及后处理的关键技术，开发出系列注射成形高强轻质钢粉末和制品，填补国内空白，在消费电子、航空航天、轨道交通领域实现重大应用突破。本项目具体应用示范及推广情况如下：

项目组开发的系列高强轻质钢产品在山东鲁银新材料科技有限公司、上海富驰科技股份有限公司、江苏精研科技股份有限公司、嘉兴精科科技有限公司和陕西华夏粉末冶金有限责任公司单位进行了量产推广，主要应用情况如表 1 所示。

表 1 主要应用单位情况

应用单位名称	应用技术	应用对象及规模	应用起止时间
江苏精研科技股份有限公司	高强轻质钢精微零件制备技术	转轴类产品	2023 年-2026 年
上海富驰科技股份有限公司	高强轻质钢精微零件制备技术	华为折叠屏智能手机铰链、华为折叠屏电脑转轴	2023 年-2025 年
山东鲁银新材料科技有限公司	高品质雾化高强轻质钢粉末	高品质雾化高强轻质钢粉末	2023 年-2026 年
嘉兴精科科技有限公司	高强轻质钢精微零件制备技术	折叠屏手机转轴零件	2023 年-2026 年
陕西华夏粉末冶金有限责任公司	金属粉末注射成形高强轻质钢精密零件制备技术	注射成形高强轻质钢精密零件	2022 年-2026 年

六、主要知识产权和标准规范等目录（限 10 条）

序号	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	证书编号	权利人	发明人
1	发明专利	一种 3C 产品用轻质高强轻质钢球形粉末的制备方法	中国	ZL202210986668.2	2023-08-25	6268441	西安建筑科技大学	王岩, 田丰硕, 刘世锋, 魏瑛康, 王建勇, 张亮亮
2	发明专利	一种粉末冶金注射成型方法	中国	ZL202211593164.0	2022-12-13	7405189	山东鲁银新材料科技有限公司	于永亮, 李文杰, 吴爱杰, 李鑫, 刘墨焜, 吕宝锋, 李红刚, 朱斌, 王彦康, 白溪
3	发明专利	一种轻质、高强度及高耐蚀性 Fe-Mn-Al-C-Cr 钢及其制备方法	中国	ZL202110374699.8	2022-05-17	5155754	上海富驰科技股份有限公司	朱美玲, 段满堂, 邓忠勇
4	发明专利	一种增材制造高致密度 Fe-Mn-Al-C 轻质高强钢的方法	中国	ZL202211384266.1	2023-11-21	6497934	西安建筑科技大学	王岩, 田丰硕, 刘世锋, 魏瑛康, 王建勇, 张亮亮
5	发明专利	一种低成本高强度耐热耐蚀不锈钢材料及应用其生产的精密零件的制备方法	中国	ZL202111679910.3	2022-10-28	5540440	嘉兴精科科技有限公司	张怀龙
6	发明专利	一种高锰无磁钢粉的制备方法	中国	ZL202011601794.9	2021-04-20	4373934	山东鲁银新材料科技有限公司	于永亮, 李普明, 吴爱杰, 袁勇, 刘增林, 张德金, 韩帅, 仇朋, 刘墨焜
7	论文	Low-temperature deformation mechanisms and fracture behavior of Fe-Mn-Al-C lightweight steels with varying Al content	中国	10.1007/s11661-025-08007-9	2025-10-23	Metallurgical and Materials Transactions A	西安建筑科技大学	Shiyuan Duan, Shifeng Liu, Yan Wang, Changjun Wang, Chunxu Wang
8	论文	Effect of Al content on microstructure, deformation mechanisms, and strength-ductility in lightweight Fe-24Mn-xAl-0.85 C steels	中国	10.1007/s11665-025-12658-5	2025-11-05	Journal of Materials Engineering and Performance	西安建筑科技大学	Haowen Peng, Yan Wang, Shifeng Liu, Changjun Wang, Chunxu Wang

9	论文	热处理对注射成形 Fe-32%Mn-12.5%A1-0.9%C 低密度钢组织及力学性能的影响	中国	10.13228/j.boyuan.issn0449-749x.20240625	2025-02-04	钢铁	西安建筑科技大学	刘世锋，黄睿，万莹，王岩，钟伟，段满堂
10	论文	时效温度对 Fe-30Mn-12Al-0.9C 轻质高强高强轻质钢组织和硬度的影响	中国	10.13228/j.boyuan.issn0449-749x.20240625	2024-11-01	热加工工艺	西安建筑科技大学	刘世锋，黄睿，魏瑛康，王建勇，张亮亮，贾文鹏，王岩

七、主要完成人情况表

姓 名	刘世锋	排 名	1
行政职务	科学技术研究院副院长		
技术职称	教授		
工作单位	西安建筑科技大学		
完成单位	西安建筑科技大学		
对本项目技术创造性贡献： 本项目的学术带头人，是项目研究总体思路的提出者，负责研究计划的制定和实验工作的指导，基于成分-层错能-相稳定性的内在关联，提出了多强化协同的成分设计思路，揭示了 Fe-Mn-Al-C 合金钢多元素耦合浓度梯度及κ-碳化物析出对密度的影响规律，开发了针对粉末冶金固相烧结的高 Mn 高 Al 高强轻质合金成分。对创新点 1、2、3 做出主要贡献。			

姓 名	陈刚	排 名	2
行政职务	无		
技术职称	研究员		
工作单位	北京科技大学		
完成单位	北京科技大学		
对本项目技术创造性贡献： 基于聚合物功能基团的粘结剂设计原理，提出了多组元粘结剂设计思路，研制出适用于高强轻质钢的低残留粘结剂。开发了惰性气氛保护捏合、负压流动气氛脱脂和烧结气氛控制的方法，实现了杂质含量的有效控制。对创新点 2、3 做出主要贡献。			

姓 名	王岩	排 名	3
行政职务	无		
技术职称	副教授		
工作单位	西安交通大学		
完成单位	西安交通大学		

对本项目技术创造性贡献：	
建立成分-层错能的合金成分设计方法。通过 Thermo-Calc 热力学与相图模拟，引入中间相调控及多元成分协同调控机制，揭示了 κ -碳化物析出对密度的影响规律，建立了兼顾密度和烧结组织稳定性的轻质高强钢成分设计方法，构建适用于粉末烧结和注射成形的高强轻质钢组分窗口。对创新点 1、2 做出主要贡献。	

姓 名	秦明礼	排 名	4
行政职务	新材料技术研究院院长		
技术职称	教授		
工作单位	北京科技大学		
完成单位	北京科技大学		

对本项目技术创造性贡献：	
创新了低残留粘结剂体系及氧、碳、氮等杂质协同控制技术，研制出高熔点聚合物为主体、骨架组元和功能组元协同作用的多组元粘结剂体系，实现了杂质含量的有效控制。开发了从粉末特性、喂料体系、注射成形、脱脂烧结到后处理的全流程尺寸控制与组织性能协同调控技术。对创新点 2、3 做出主要贡献。	

姓 名	魏瑛康	排 名	5
行政职务	无		
技术职称	副教授		
工作单位	西安建筑科技大学		
完成单位	西安建筑科技大学		

对本项目技术创造性贡献：	
提出 Ti 微合金化辅助低密度设计思路。通过 Ti 与 C 原位反应形成细小 TiC 颗粒，利用固溶+时效处理调控元素偏聚和析出相分布，发挥晶界钉扎、细晶强化和析出强化作用，抑制晶粒长大并改善组织稳定性，实现强塑性的协同提升。研制的注射成形高强轻质钢实现了低密度和高强度的匹配。对创新点 1、2 做出主要贡献。	

姓 名	张亮亮	排 名	6
行政职务	无		
技术职称	副教授		
工作单位	西安建筑科技大学		

完成单位	西安建筑科技大学
对本项目技术创造性贡献： 开发了适用于注射成形的低氧微细球形粉末稳定制备技术。研究雾化参数对熔体破碎-球化-凝固的影响规律，建立了雾化参数与粉末粒度、松装密度、氧含量之间的协同调控关系。对创新点 1 做出主要贡献。	

姓 名	邬均文	排 名	7
行政职务	副总裁		
技术职称	高级工程师		
工作单位	江苏精研科技股份有限公司		
完成单位	江苏精研科技股份有限公司		
对本项目技术创造性贡献： 突破粉末高强轻质钢的尺寸精度控制技术。通过固溶+时效处理调控元素偏聚和析出相分布，在保障强塑性的同时提升制品的尺寸精度。对创新点 2、3 做出主要贡献。			

姓 名	段满堂	排 名	8
行政职务	副院长		
技术职称	中级工程师		
工作单位	上海富驰高科技股份有限公司		
完成单位	上海富驰高科技股份有限公司		
对本项目技术创造性贡献： 开发了高强轻质钢的产品精度在线监测与控制技术，实现了高强轻质钢制品的批量稳定生产和产业化推广。对创新点 2、3 做出主要贡献。			

姓 名	王昌东	排 名	9
行政职务	党委书记、董事长		
技术职称	高级工程师		

工作单位	山东鲁银新材料科技有限公司
完成单位	山东鲁银新材料科技有限公司
对本项目技术创造性贡献： 开发了球形微细高强轻质钢粉末可控雾化技术和粉末雾化多参数动态调控技术，实现了注射成形高强轻质钢粉末产业化制备与应用。对创新点 1 做出主要贡献。	

姓 名	于永亮	排 名	10
行政职务	副总经理		
技术职称	高级工程师		
工作单位	山东鲁银新材料科技有限公司		
完成单位	山东鲁银新材料科技有限公司		
对本项目技术创造性贡献： 攻关了微细高强轻质钢粉末杂质去除技术，实现了高强轻质球形钢粉末的量产及应用推广。 对创新点 1 做出主要贡献。			

姓 名	张怀龙	排 名	11
行政职务	常务副总/总工		
技术职称	高级工程师		
工作单位	嘉兴精科科技有限公司		
完成单位	嘉兴精科科技有限公司		
对本项目技术创造性贡献： 优化了高强轻质合金钢成分，调控金属粉末注射成形技术制备高强钢材料的工艺参数，确定高强轻质钢材料性能系统测试方案，注射成形高强轻质钢产品开发及推广应用。对创新点 1、3 做出主要贡献。			

姓 名	王建勇	排 名	12
-----	-----	-----	----

行政职务	无
技术职称	讲师
工作单位	西安建筑科技大学
完成单位	西安建筑科技大学
对本项目技术创造性贡献： 开发了新型雾化制粉技术，调控雾化多流程参数实现微细球形高强轻质钢粉末稳定制备，建立了氧含量于球形微细粉末的构效关系。对创新点 1 做出主要贡献。	

姓 名	左鹏军	排 名	13
行政职务	副总经理		
技术职称	正高级工程师		
工作单位	陕西省机械研究院		
完成单位	陕西省机械研究院		
对本项目技术创造性贡献： 调控了高强轻质钢注射成形技术制备高强钢材料的全流程参数，开发了高强轻质钢后处理工艺技术。对创新点 1、3 做出主要贡献。			

姓 名	吕永卫	排 名	14
行政职务	副总经理		
技术职称	高级工程师		
工作单位	陕西科技控股集团有限责任公司		
完成单位	陕西科技控股集团有限责任公司		
对本项目技术创造性贡献： 开发了轻质高强高纯熔体技术，开发了高强轻质钢的后处理工艺，研制了成套高强轻质钢精密零件尺寸精确控制技术。对创新点 1、3 做出主要贡献。			

姓 名	王云平	排 名	15
行政职务	董事长		
技术职称	正高级会计师		
工作单位	陕西省机械研究院		
完成单位	陕西省机械研究院		
对本项目技术创造性贡献： 建立了针对注射成形高强轻质钢精密零件的全流程检测体系，开发了注射成形高强轻质钢精密零件性能评估准则，实现了注射成形高强轻质钢精密零件的批量稳定生产。对创新点 3 做出主要贡献。			

八、主要完成单位情况表

单位名称	西安建筑科技大学
对本项目科技创新和应用推广情况的贡献： 作为项目牵头完成单位，西安建筑科技大学承担了注射成形高强轻质钢精密零件全流程协同关键技术及应用项目总体研究方案的制定以及基础理论研究工作。实现了注射成形高强轻质钢精密零件全流程协同关键技术及应用。对创新点 1、2、3 均有重要贡献。	
单位名称	北京科技大学
对本项目科技创新和应用推广情况的贡献： 作为项目主要完成单位，北京科技大学承担了注射成形高强轻质钢精密零件全流程协同关键技术的基础理论研究及关键技术工程化联合攻关研究工作。对创新点 2、3 有重要贡献。	
单位名称	西安交通大学
对本项目科技创新和应用推广情况的贡献： 作为项目主要完成单位，西安交通大学承担了注射成形高强轻质钢精密零件全流程协同关键技术及应用基础理论研究和关键技术开发工作。对创新点 1、2 有重要贡献。	
单位名称	江苏精研科技股份有限公司
对本项目科技创新和应用推广情况的贡献： 作为项目主要完成单位，江苏精研科技股份有限公司承担了注射成形高强轻质钢精密零件关键技术的工业化生产、应用于关键技术工程化试验研究工作。对创新点 2、3 有重要贡献。	
单位名称	上海富驰高科技股份有限公司
对本项目科技创新和应用推广情况的贡献： 作为项目主要完成单位，上海富驰高科技股份有限公司承担了高强轻质钢精密零件注射成形技术和工业化生产线开发，开发了高强轻质钢精密零件制备技术，产品成功应用于华为折叠屏智能手机铰链、华为折叠屏电脑转轴。对创新点 2、3 有重要贡献。	

单位名称	山东鲁银新材料科技有限公司
对本项目科技创新和应用推广情况的贡献： 作为项目主要完成单位，山东鲁银新材料科技有限公司承担了高品质气雾化高强轻质钢粉末的开发和工业化生产，开发了适用于注射成形的低氧微细球形粉末稳定制备技术。对创新点 1 有重要贡献。	

单位名称	嘉兴精科科技有限公司
对本项目科技创新和应用推广情况的贡献： 作为项目主要完成单位，嘉兴精科科技有限公司承担了注射成形高强轻质钢精密零件的开发和产业化应用。对创新点 1、3 有重要贡献。	

单位名称	陕西科技控股集团有限责任公司
对本项目科技创新和应用推广情况的贡献： 作为项目主要完成单位，陕西科技控股集团有限责任公司承担了高强轻质钢精密零件的工业化产业化应用。对创新点 3 有重要贡献。	

单位名称	陕西省机械研究院
对本项目科技创新和应用推广情况的贡献： 作为项目主要完成单位，陕西省机械研究院承担了注射成形高强轻质钢精密零件工业化生产。对创新点 3 有重要贡献。	

完成人合作关系说明

项目完成人包括刘世锋、陈刚、王岩、秦明礼、魏瑛康、张亮亮、邬均文、段满堂、王昌东、于永亮、张怀龙、王建勇、左鹏军、吕永卫、王云平。

项目第一完成人刘世锋与第三完成人王岩、第五完成人魏瑛康、第六完成人张亮亮、第十二完成人王建勇通过共同知识产权方式合作。

项目第一完成人刘世锋与第二完成人陈刚、第四完成人秦明礼、第七完成人邬均文通过共同立项方式合作。

项目第一完成人刘世锋与第三完成人王岩、第八完成人段满堂通过论文合著方式合作。

项目第一完成人刘世锋与第九完成人王昌东、第十完成人于永亮通过产业合作方式合作。

项目第一完成人刘世锋与第十一完成人张怀龙通过产业合作方式合作。

项目第一完成人刘世锋与第十三完成人左鹏军、第十四完成人吕永卫、第十五完成人王云平通过产业合作方式合作。

完成人合作关系情况汇总表

序号	合作方式	合作者/项目排名	合作起始时间	合作完成时间	合作成果	证明材料
1	共 同 知 识 产 权	刘世锋 1/ 王岩 3/ 魏瑛康 5/ 王建勇 12/ 张亮亮 6	2022 年	2023 年	一种 3C 产品用轻质高强钢球形粉末的制备方法	其他附件
2	共 同 立 项	刘世锋 1/ 陈刚 2/ 秦明礼 4/ 邬均文 7	2021 年	2025 年	高强轻质金属结构材料精密注射成形技术	其他附件
3	论 文 合 著	刘世锋 1/ 王岩 3/ 段满堂 8	2025 年	2025 年	热处理对注射成形 Fe-32%Mn-12.5%Al-0.9%C 低密度钢组织及力学性能的影响	其他附件
4	产 业 合 作	刘世锋 1/ 王昌东 9/ 于永亮 10	2022 年	2025 年	注射成形高强轻质钢微细粉末技术开发	其他附件
5	产 业 合 作	刘世锋 1/ 张怀龙 11	2021 年	2025 年	注射成形高强轻质钢精密零件开发及推广	其他附件
6	产 业 合 作	刘世锋 1/ 左鹏军 13/ 吕永卫 14/ 王云平 15	2022 年	2025 年	注射成形高强轻质钢精密零件技术开发及推广	其他附件