

2025 年度湖北省科学技术奖公示表（自然科学）

项目名称、提名者及提名意见、项目简介、代表性论文专著目录、主要完成人（完成单位）

项目名称	高性能激光粉末床熔融成形质量智能控制理论及方法
提名单位	湖北省教育厅
提名意见	<p>（不超过 600 字，根据项目创造性特点，科学技术水平和应用情况并参照相应奖类条件写明提名理由和结论性意见，并填写提名意见和提名等级。）</p> <p>该项目面向航空航天极端环境长期安全服役国家重大需求，围绕激光粉末床熔融增材制造复杂零部件成形过程中激光能量密度诱导的缺陷发生机制、多源信号的质量预测理论、智能缺陷调控模型与理论三个关键科学问题，团队开展了大量基础理论和实验研究，取得了突破性、系统性理论创新成果：</p> <p>（1）发现了激光熔化过程中熔道表面不稳定性的声学特征，揭示了激光能量密度变化产生气相、液相和固相之间复杂相互作用下缺陷发生机制，建立了声学信号与粉末熔化状态-成形质量的映射理论。</p> <p>（2）发现了激光与粉末剧烈作用下非平衡熔池运动机理，明晰了熔池运动行为与熔道形貌的内在关系，提出了数据驱动的融合熔池、羽流和飞溅等多源信号的质量预测理论。</p> <p>（3）阐明了激光粉末床熔融过程在线监测数据与信息协同迭代更新、实时优化机制，建立了数字孪生驱动的成形过程的在线监控理论，形成了一套完整的在成形过程中工艺参数优化和缺陷调控系统理论。</p> <p>项目成果 5 篇代表性论文他引 400 余次，成果被 <i>Progress in Materials Science</i>, <i>Additive Manufacturing</i> 和 <i>Journal of Manufacturing Systems</i> 等期刊发表论文的专家高度评价，其中包括 50 余位国内外院士、CIRP Fellow 以及 IEEE Fellow 等知名学者。项目创新成果成功应用于中国空间站、大型运载火箭装备制造等场景，为我国重大装备性能提升提供了基础理论和关键技术支持。</p> <p>我单位认真审阅了该项目推荐书及附件材料，确认全部材料真实有效，完成单位与完成人排名无异议。</p> <p>提名该项目为 2025 年度湖北省自然科学奖 一 等奖。</p>
项目简介	<p>该项目属于机械制造中的金属增材智能制造领域。</p> <p>金属增材制造具有复杂的物理冶金过程，其质量与性能一致性控制是行业面临的难题和制约增材制造工艺与装备发展的技术瓶颈之一。围绕国家航空航天重大需求，坚持自主创新，探索引领未来增材制造技术的发展前沿，攻克支撑我国智能制造质量一致性的共性关键技术，掌握高性能的激光增材制造智能化技术、突破增材制造在复杂精密构件制造上的技术瓶颈是我国装备制造业的奋斗目标之一。</p>

		<p>在国家重点研发计划项目、国家自然科学基金、中国科学院人才计划项目支持下，项目组在激光粉末床熔融加工过程的羽流、飞溅和熔池等熔化状态现象的图像与声音信号的产生机理及特征、激光粉末床熔融的熔池运动学、激光粉末床熔融动态信号与成形质量映射三个方面展开了基础性研究，取得的重要科学发现包括：</p> <p>(1) 发现了激光熔化过程中熔道表面不稳定性的声学特征，揭示了激光能量密度变化产生气相、液相和固相之间复杂相互作用下缺陷发生机制，建立了声学信号与粉末熔化状态-成形质量的映射理论。</p> <p>(2) 发现了激光与粉末剧烈作用下非平衡熔池运动机理，明晰了熔池运动行为与熔道形貌的内在关系，提出了数据驱动的融合熔池、羽流和飞溅等多源信号的质量预测理论。</p> <p>(3) 阐明了激光粉末床熔融过程在线监测数据与信息协同迭代更新、实时优化机制，建立了数字孪生驱动的成形过程的在线监控理论，形成了一套完整的在成形过程中工艺参数优化和缺陷调控系统理论。</p> <p>该成果 5 篇代表性论文他引 425 次(3 篇英文在 WOS 数据库被引用 403 次、2 篇中文在中国知网被引用 22 次)，引文作者包括 47 个国家 500 多个单位的学者，成果被 <i>Progress in Materials Science</i>, <i>Additive Manufacturing</i> 和 <i>Journal of Manufacturing Systems</i> 等期刊发表论文的专家高度评价，其中包括近 50 位国内外院士、CIRP Fellow 以及 IEEE Fellow 等知名学者。项目主要完成人应邀在 IEEE CASE 等国际会议做大会主席、大会/特邀报告 20 余次，担任 IEEE-TASE, VPP 等国际期刊副主编/编委 12 人次，并在 IEEE-TII, JMPT 上做先进制造中的智能数据分析专题，在国内外学术领域产生了广泛影响。该项目创新成果已成功应用于中国空间站、大型运载火箭装备制造等场景，面向国家重大装备、突破海外技术封锁、助力国防战略，为我国重大装备性能提升提供了基础理论和关键技术支持。</p>				
主要完成人 (完成单位)		朱锟鹏（中国科学院合肥物质科学研究院、武汉大学）、林昕（武汉大学）、段现银（武汉大学）、傅盈西（新加坡国立大学苏州研究院）				
序号	论文（专著）名称/刊名/作者	年、卷、页码	发表时间（年月日）	通讯作者（含共同）	第一作者（含共同）	国内作者
1	In situ monitoring of selective laser melting using plume and spatter signatures by deep belief networks / ISA Transactions / Dongsen Ye, JerryYingHsi Fuh, Yingjie Zhang, GeoksSoon Hong, Kunpeng Zhu*	2018 年 81 卷 96-104 页	2018 年 11 月 29 日	朱锟鹏	叶冬森	叶冬森、傅盈西、张英杰、朱锟鹏

2	基于熔池运动特征的选区激光熔融过程状态检测方法/计算机集成制造系统 / 朱锺鹏, 王齐胜, 林昕*, 傅盈西	2021 年 27 卷 3403-3415 页	2021 年 6 月 22 日	林昕	朱锺鹏	朱锺鹏、王齐胜、 林昕、傅盈西
3	Defect detection in selective laser melting technology by acoustic signals with deep belief networks / Int.J.Adv.Manuf.Tech / Dongsen Ye, GeoksSoon Hong, Yingjie Zhang, Kungpeng Zhu, JerryYingHsi Fuh*	2018 年 96 卷 5-8 页	2018 年 12 月 28 日	傅盈西	叶冬森	叶冬森、张英杰、 朱锺鹏、傅盈西
4	Metal-based additive manufacturing condition monitoring methods From measurement to control / ISA Transactions / Xin Lin, Kungpeng Zhu*, JerryYingHsi Fuh, Xianyin Duan	2022 年 120 卷 147-166 页	2021 年 3 月 5 日	朱锺鹏	林昕	林昕、朱锺鹏、傅 盈西、段现银
5	数字孪生驱动的金属选择性激光熔融成形过程在线监控 / 计算机集成制造系统 / 段现银, 陈昕悦, 向峰, 朱锺鹏*, 蒋国璋	2021 年 27 卷 403-411 页	2021 年 2 月 15 日	朱锺鹏	段现银	段现银、陈昕悦、 向峰、朱锺鹏、蒋 国璋