

2024 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方法
提名单位	武汉科技大学
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>针对激光粉末床熔融过程质量与性能一致性控制问题，开展了羽流、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等基础性研究，取得成果：</p> <p>（1）发现了激光粉末床熔融过程羽流和飞溅信号与粉末熔融状态的映射关系，阐明了羽流和飞溅产生的原因及其高精度提取和分类方法。</p> <p>（2）发现了熔池在不同熔化状态下的运动机理，明晰了能够准确描述激光粉末床熔融过程状态的熔池运动特征。</p> <p>（3）发现了激光粉末床熔融过程中声学原理，揭示了声学动态特征与熔融状态间的映射关系。</p> <p>（4）阐明了金属增材制造过程信号在线监测与质量分类的理论方法，开发了面向数据的过程监控方法。</p> <p>该成果 5 篇代表性论文他引 316 次，成果被 Additive Manufacturing、Journal of Manufacturing Processes 和 Journal of Manufacturing Systems 等期刊发表论文的专家高度评价，其中包括近 10 位国内外院士和 IEEE Fellow 等知名学者。</p> <p>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撑。</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 2024 年度湖北省自然科学奖 <u>一</u> 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，攻克支撑我国制造业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、中国科学院人才计划项目和国家自然科学基金面上项目的支持下，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）发现了激光粉末床熔融过程羽流和飞溅信号与粉末熔融状态的映射关系，阐明了羽流和飞溅产生的原因，建立了</p>

羽流和飞溅的强光信号特征高精度提取和分类方法，实现了不同能量密度下的金属激光增材制造过程粉末熔化状态准确识别。

(2) 发现了熔池在不同熔化状态下的运动机理，明晰了能够准确描述激光粉末床熔融过程状态的熔池运动特征，为零部件成形过程缺陷的早期消除，最终实现加工过程的实时控制奠定了坚实理论基础。

(3) 发现了激光粉末床熔融过程中声学原理，揭示了声学动态特征与熔融状态间的映射关系。为将过程监测到的声学动态特征与最终成形质量建立联系、实现优化工艺提供重要基础。

(4) 阐明了金属增材制造过程信号在线监测与质量分类的理论方法，开发了面向数据的过程监控方法，为提高增材制造质量和工艺稳定性提供了可靠依据，奠定了增材制造自动化与控制的技术基础。

该成果 5 篇代表性论文他引 316 次(3 篇英文在 WOS 数据库被引用 301 次、2 篇中文在中国知网被引用 15 次)，引文作者包括 45 个国家 500 多个单位的学者，成果被 Additive Manufacturing、Journal of Manufacturing Processes 和 Journal of Manufacturing Systems 等期刊发表论文的专家高度评价，其中包括近 10 位国内外院士和 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, IEEE-TMECH 等领域国际期刊编委编委 10 人次，并在 IEEE-TII 上做智能制造中的数据分析专题，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撑。

**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、武汉科技大学）、林昕（武汉科技大学）、段现银（武汉科技大学）、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, Jerry YingHsi 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 / 朱锟鹏, 王齐胜, 林昕*, 傅盈西	2021 年 27 卷 3403-3415 页	2021 年 6 月 22 日	林昕	朱锟鹏	朱锟鹏、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, Kunpeng 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、朱锟鹏、傅盈西
4	Metal-based additive manufacturing condition monitoring methods From measurement to control / ISA Transactions / Xin Lin, Kunpeng Zhu*, JerryYingHsi Fuh, Xianyin Duan	2022 年 120 卷 147-166 页	2021 年 3 月 5 日	朱锟鹏	林昕	林昕、朱锟鹏、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, 朱锟鹏*, 蒋国璋	2021 年 27 卷 403-411 页	2021 年 2 月 15 日	朱锟鹏	段现银	段现银、陈昕悦、向峰、朱锟鹏、蒋国璋