

# 2024年云南省科学技术奖励提名公示

## 一、项目名称

激光表面制造过程形性调控机理

## 二、提名者

昆明理工大学

## 三、提名类别及等级

自然科学二等奖

## 四、主要完成人情况

姓名	工作单位	职称	职务
方金祥	昆明理工大学	副教授	无
王玉江	中国人民解放军陆军装甲兵学院	副研究员	无
何鹏	哈尔滨工业大学	教授	无
董世运	中国人民解放军陆军装甲兵学院	教授	无
舒风远	哈尔滨工业大学	副教授	无

## 五、项目简介

激光表面制造采用高能激光束作为热源，基于非平衡微区冶金过程，可实现机械构件表面冶金结合特殊功能涂层的构筑；通过多层叠加的方式，还可实现体积损伤机械构件的高可靠修复，实现服役或误加工损伤机械零部件的再制造。激光表面制造与激光增材制造同属基于非平衡微区冶金的逐点堆积制造过程，但激光表面制造过程具有构件约束刚度更大、异质界面反应复杂、热致基体损伤严重、成形层组织缺陷调控困难等问题，较激光增材制造过程存在特有的科学和技术问题。项目主要依托国家自然科学基金，针对激光表面制造过程残余应力有效调控策略缺乏、复杂热输入条件下异质界面演化机理不明、复杂热-应力/应变下组织

性能调控机制不清等问题，围绕应力演化与调控机理、界面形成与演化机制、缺陷及组织性能调控方法等基础问题开展研究，主要科学发现如下：

1、揭示了复杂力热条件下短时循环固态相变行为与机制，阐明了激光表面制造过程中固态相变诱导应力松弛行为与机理，构建了相变耦合的应力演化宏观模型，提出了基于固态相变时间/位置调控的残余应力控制方法，解决了铁基材料激光表面制造控形难题。

2、揭示了激光脉冲调制对激光表面制造热演化及基体热损伤的影响机制，发展了基于激光脉冲调制及后热处理的界面损伤调控方法；研究了非平衡凝固+短时循环热力条件下的缺陷与组织演化行为，提出了高熵化、非晶化及原位析出等缺陷及组织调控策略，为非平衡凝固组织性能调控提供方法，为激光表面制造过程性能控制难题的解决提供理论和技术支撑。

该项目发表 SCI、EI 论文多篇，其中 8 篇代表性论文总计被 *Acta Materialia*、*Journal of manufacturing process* 等期刊 WOS 核心合集 SCI 他引 300 余次，产生了良好的国内及国际学术影响力，多位国内外著名学者广泛应用和高度评价了项目组提出的机理与方法。项目授权专利多项，基础理论成果及其衍生技术已经在高铁车轴、大型离心式压缩机叶轮、盾构机主驱动等关重件的表面强化及修复再制造中得到应用，为我国机械构件再制造技术的创新发展和质量提升提供了有力支撑。

## 六、代表性论文（专著）目录

代表性论文 (专著)目录	论文 1: J.X. Fang*, G.Z. Ma*, H.L. Tian, S.B. Li, H.S. Huang, Y. Liu, Y.L. Jiang, B. Liu, Transformation-induced strain of a low transformation temperature alloy with high hardness during laser metal deposition, <i>J. Manuf. Process.</i> 68 (2021) 1585–1595. doi:10.1016/j.jmapro.2021.06.066. 第一作者：方金祥；通讯作者：方金祥；马国政 署名单位无国外单位
	论文 2: J.X.Fang*; S.B. Li; S. Y. Dong; Y.J. Wang; H.S. Huang; Effects of phase transition temperature and preheating on residual stress in multi-pass & multi-layer laser metal deposition, <i>J. Alloys Compd.</i> 792 (2019) 928–937. doi:10.1016/J.JALLCOM.2019.04.104. 第一作者：方金祥 通讯作者：李少波；董世运 署名单位无国外单位

	<p>论文 3: J.X. Fang*; S.Y. Dong; S.B. Li; Y.J. Wang; B.S. Xu; J. Li; B. Liu; Y.L. Jiang; Direct laser deposition as repair technology for a low transformation temperature alloy Microstructure, residual stress, and properties, Mater. Sci. Eng. A. 748 (2019) 119–127. doi:10.1016/J.MSEA.2019.01.072.</p> <p>第一作者: 方金祥 通讯作者: 方金祥; 王玉江</p> <p>署名单位无国外单位</p>
	<p>论文 4: J.X. Fang, S.Y. Dong, Y.J. Wang, B.S. Xu, Z.H. Zhang, D. Xia, P. He*. The effects of solid-state phase transformation upon stress evolution in LMPD. Mater. Des. 87 (2015) 807–814.</p> <p>第一作者: 方金祥 通讯作者: 何鹏</p> <p>署名单位无国外单位</p>
	<p>论文 5: F.Y. Shu, S. Liu, H.Y. Zhao, W.X. He, S.H. Sui, J. Zhang, P. He, B.S. Xu, Structure and high-temperature property of amorphous composite coating synthesized by laser cladding FeCrCoNiSiB high-entropy alloy powder, J. Alloys Compd. 731 (2018) 662–666. doi:10.1016/J.JALLCOM.2017.08.248.</p> <p>第一作者: 舒风远 通讯作者: 赵洪运</p> <p>署名单位无国外单位</p>
	<p>论文 6: Z. Zhang, S. Dong, Y. Wang, B. Xu, J. Fang, P. He, Microstructure characteristics of thick aluminum alloy plate joints welded by fiber laser, Mater. Des. 84 (2015) 173–177. doi:10.1016/J.MATDES.2015.06.087.</p> <p>第一作者: 张智慧 通讯作者: 何鹏</p> <p>署名单位无国外单位</p>
	<p>论文 7: Binshi XU, Jinxiang FANG, Shiyun DONG, Xiaoting LIU, Shixing YAN, Chaoqun SONG, Dan XIA. HEAT-AFFECTED ZONE MICROSTRUCTURE EVOLU- TION AND ITS EFFECTS ON MECHANICAL PROPERTIES FOR LASER CLADDING FV520B STAINLESS STEEL[J]. Acta Metall Sin, 2016, 52(1): 1-9.</p> <p>第一作者: 徐滨士 通讯作者: 董世运</p> <p>署名单位无国外单位</p>
	<p>论文 8: J.X. Fang*, S.Y. Dong*, Y.J. Wang, B.S. Xu, Z.H. Zhang, D. Xia, W.B. Ren, P. He. Microstructure and properties of an as-deposited and heat treated martensitic stainless steel fabricated by direct laser deposition. J. Manuf. Process. 25 (2017) 402–410.</p> <p>第一作者: 方金祥 通讯作者: 董世运</p> <p>署名单位无国外单位</p>

---