

附件 3

成果编号					学科代码		初评结果	网评结果	复评结果	终评结果
					5	1				

辽宁省自然科学学术成果奖

申报书

成果名称：Epitaxial growth and oxidation behavior of an overlay coating on a Ni-base single-crystal superalloy by laser cladding

成果发表时间：2019 年

成果完成人：梁静静、李金国、周亦胄、孙晓峰

申报人单位：中国科学院金属研究所

申报人单位类别：高校科研院所 非高校科研院所

辽宁省自然科学学术成果奖评审委员会印制

2023 年 10 月

申 报 人 简 介	姓名	梁静静	性别	女	出生年月	1982.01	身份证号	
	学历	研究生	学位	博士	毕业学校	中国科学院研究生院		
	专业	材料学	职称	研究员	职务	无	手机号	
	工作单位	中国科学院金属研究所			地址/邮编	沈阳市沈河区文化路 72 号		
	本人获得科技奖励、学术成果及参与技术研发、工程项目情况简介							
<p>一、科技奖励</p> <p>2018年 沈阳市高层次人才-拔尖人才</p> <p>二、学术成果</p> <p>(1) 代表性学术论文</p> <p>[1] Li Q L, Chen T C, Liang J J*, et al., Manufacturing of ceramic cores: From hot injection to 3D printing, J. Mater. Sci. Technol., 2023, 134: 95-105. (封面论文)</p> <p>[2] Li Q L, Pan Z X, Liang J J*, et al., Ceramic composites toughened by vat photopolymerization 3D printing technology, J. Mater. Sci. Technol., 2023, 146: 42-48.</p> <p>[3] Li Q L, Qiu Y X, Hou W Q, Liang J J*, et al., Slurry flow characteristics control of 3D printed ceramic core layered structure: Experiment and simulation, J. Mater. Sci. Technol., 2023, 164: 215-228.</p> <p>[4] Wu B, Liang J J*, Zhou Y Z, et al., Influence of laser power on microstructure and tensile property of a new nickel-based superalloy designed for additive manufacturing, Transactions of Nonferrous Metals Society of China, 2023, 33(4): 1124-1143.</p> <p>[5] Wu B, Liang J J*, Zhou Y Z, et al., Investigation on tensile deformation and fracture behavior of a Ni-based superalloy specially designed for additive manufacturing, Materialia, 2023, 30: 101828</p> <p>[6] An X L, Liang J J*, Li J G*, et al., Sample selection for models to represent ceramic cores fabricated by stereolithography three-dimensional printing, J. Mater. Sci. Technol., 121 (2022) 117-123.</p> <p>[7] An X L*, Mu Y H, Liang J J*, et al., Stereolithography 3D printing of ceramic cores for hollow aeroengine turbine blades, J. Mater. Sci. Technol., 127 (2022) 177-182</p> <p>[8] Li Q L, Meng X T, Zhang X C, Liang J J*, et al., Enhanced 3D printed Al₂O₃ core via in-situ mullite, Addit. Manuf., 2022, 55: 102826.</p> <p>[9] Li Q L, An X L, Liang J J*, et al., Balancing flexural strength and porosity in DLP-3D printing Al₂O₃ cores for hollow turbine blades, J. Mater. Sci. Technol., 2022, 104: 19-32. (高被引论文)</p> <p>[10] Li Q L, Liang J J*, Zhan Y L, et al., Fused silica ceramic core based on network-structured zircon</p>								

- design via 3D printing, *Scripta Mater.*, 2022, 208: 114342.
- [11] Li Q L , Hou W Q , **Liang J J***, et al., Controlling the anisotropy behaviour of 3D printed ceramic cores: From intralayer particle distribution to interlayer pore evolution, *Addit. Manuf.*, 2022, 58 103055.
- [12] Wu B, **Liang J J***, Zhou Y Z, et al., Effect of heat treatment on the microstructure and tensile properties of a new superalloy designed for additive manufacturing, *Materials Science and Engineering: A*, 2022, 856: 144023.
- [13] Tan K J, **Liang J J***, Wang X G, et al., Oxidation Performance and Interdiffusion Behavior of two MCrAlY Coatings on a fourth-generation single crystal superalloy, *Acta Metall. Sin.*, 2022, 35: 679-692
- [14] Wu B, **Liang J J***, Yang Y H, et al., Phase constitutes, microstructure and mechanical properties of a Ni-based superalloy specially designed for additive manufacturing, *China Foundry*, 2021, 18(04): 397-408.
- [15] Ci S W, **Liang J J***, Li J G, et al., Prediction of Primary Dendrite Arm Spacing in Pulsed Laser Surface Melted Single Crystal Superalloy. *Acta Metallurgica Sinica (English Letters)*, 2021, 34(4): 485-494
- [16] Ci S W, **Liang J J***, Li J G, et al., Microstructure and stress-rupture property of DD32 nickel-based single crystal superalloy fabricated by additive manufacturing. *Journal of Alloys and Compounds*, 2021, 854: 157180
- [17] Ci S W, **Liang J J***, Li J G, et al., Microstructure and tensile properties of DD32 single crystal Ni-base superalloy repaired by laser metal forming. *J. Mater. Sci. Technol.*, 2020, 45: 23-34
- [18] Tang L, **Liang J J***, Cui C Y, et al., Influence of Co content on the microstructures and mechanical properties of a Ni–Co base superalloy made by specific additive manufacturing process. *Materials Science and Engineering: A*, 2020, 786: 139438
- [19] Tang L, **Liang J J***, Cui C Y, et al., Precipitation and phase transformation mechanism of additive manufactured Ni-Co base superalloy. *Materials Characterization*, 2019, 151: 252-259
- [20] **Liang J J**, Liu Y S, Li J G*, et al., Epitaxial growth and oxidation behavior of an overlay coating on a Ni-base single-crystal superalloy by laser cladding. *J. Mater. Sci. Technol.*, 2019, 35(2): 344-350
- [21] Wang G W, **Liang J J**, Zhou Y Z, et al., Variation of crystal orientation during epitaxial growth of dendrites by laser deposition. *J. Mater. Sci. Technol.*, 2018, 34(4): 732-735
- [22] Wang G W, **Liang J J***, Yang Y H, et al., Effects of scanning speed on microstructure in laser surface-melted single crystal superalloy and theoretical analysis. *J. Mater. Sci. Technol.* 2018, 34(8): 1315-1324
- [23] Wang G W, **Liang J J**, Zhou Y Z, et al., Prediction of dendrite orientation and stray grain distribution in laser surface-melted single crystal superalloy. *J. Mater. Sci. Technol.*, 2017, 33(5): 499-506
- [24] **Liang J J***, Lin Q H, Zhang X, et al., Effects of alumina on cristobalite crystallization and

- properties of silica-based ceramic cores. J. Mater. Sci. Technol., 2017, 33(2): 204-209
- [25] Wang G W, **Liang J J**, Zhou Y Z, et al., Effects of substrate crystallographic orientations on microstructure in laser surface-melted single-crystal superalloy: theoretical analysis. Acta Metallurgica Sinica (English Letters), 2016, 29(8): 763-773
- [26] **Liang J J**, Wei H, Zhu Y L, et al., Phase stabilities in a NiCrAlYRe coating alloy, Surf. Coat. Technol., 2012, 206:2746-2750
- [27] **Liang J J**, Matsumoto K, Kawagishi K, Morphological evolution of thermal barrier coatings with EQ and NiCoCrAlY bond coats during thermal cycling, Surf. Coat. Technol., 2012, 207: 413-420
- [28] **Liang J J**, Wei H, Zhu Y L, et al., Influence of Co addition on constituent phases and performance of a NiCrAlYRe alloy system, Surf. Coat. Technol., 2011, 205: 4968-4979
- [29] **Liang J J**, Wei H, Zhu Y L, et al., Phase constituents and thermal expansion behavior of a NiCrAlYRe coating alloy, J. Mater. Sci., 2011, 46: 500-508
- [30] **Liang J J**, Wei H, Zhu Y L, et al., Influence of Re on properties of a NiCoCrAlY coating alloy. J. Mater. Sci. Technol., 2011, 27: 408-414
- [31] **Liang J J**, Wei H, Zhu Y L, et al., Thermal stability of phases in a NiCoCrAlY coating alloy, J. Mater. Res., 2008, 23: 2264-2274

(2) 代表性国家专利（第一发明人专利）

- [1] **梁静静**、周亦胄、李金国、孙晓峰，一种镍基高温合金及其设计方法，专利号：ZL 202110394588.3，授权日：2022.5.24
- [2] **梁静静**、慈世伟、李金国、周亦胄、孙晓峰，面向脉冲激光 3D 打印的 G 代码生成方法，专利号：ZL 202010753319.7，授权日：2022.4.1
- [3] **梁静静**、李乔磊、李金国、周亦胄、孙晓峰，一种掺金属氧化物的光固化 3D 打印金属件及其制备方法，专利号：ZL 202110042698.3，授权日：2022.5.10
- [4] **梁静静**、慈世伟、李金国、周亦胄、孙晓峰、张宏伟、郑璇，脉冲激光 3D 打印单晶高温合金工艺参数的优选方法，专利号：ZL 202010750272.9，授权日：2022.3.8
- [5] **梁静静**、李乔磊、李金国、周亦胄、孙晓峰，一种光固化 3D 打印金属-陶瓷复合材料件及其制备方法，202110042794.8，授权日：2022.3.8
- [6] **梁静静**、周亦胄、王猛、杨彦红、金涛、孙晓峰等，一种高通量扩散偶的激光成形方法，专利号：ZL 201710026426.8，授权日：2020.1.3，
- [7] **梁静静**、杨彦红、周亦胄、金涛、孙晓峰，单晶高温合金基体上单晶 MCrAlY 涂层的激光熔覆成形方法，专利号：ZL 201710045831.4，授权日：2020.5.15
- [8] **梁静静**、周亦胄、金涛、孙晓峰，一种裂纹敏感性低、低密度、高强度镍基高温合金，专利号：ZL 201710306642.8，授权日：2020.9.18
- [9] **梁静静**、安晓龙、李金国、周亦胄、孙晓峰、张朝威，一种熔模铸造用陶瓷材料性能表征装置，ZL 201921976394.9，授权日：2020.8.21
- [10] **梁静静**、安晓龙、李金国、周亦胄、孙晓峰，熔模铸造用硅基陶瓷试样溶失性检测装置，ZL 202020101731.6，授权日：2020.10.16

[11] 梁静静、王国伟、李金国、周亦胄、孙晓峰、张宏伟，一种激光送粉 3D 打印过程中的加热装置，ZL 201820084839.1，授权日：2018.10.23

(3) 学术兼职

2023-至今 中国有色金属学会增材制造技术专业委员会，委员

三、代表性项目

主要从事先进高温结构材料激光制造与增材制造成分设计、工艺优化和服役行为研究。在该领域，作为负责人，主持了国家自然科学基金（2项）、国家科技重大专项课题、两机科学中心国际合作项目（重点）、国防技术领域基金、国家部委基础科研、辽宁省重点研发计划等国家/省部级项目10余项，获批科研经费共计3000 余万元。部分主持项目列表如下：

- [1] 高温合金增材制造过程中组织调控机理，国防技术领域基金，2022-2024，150 万，在研，主持
- [2] 面向 1000°C以上服役的增材制造高温合金成分设计与粉体优化，两机科学中心国际合作项目，2022-2024，200 万，在研，主持
- [3] 增材制造用高端智能装备开发与产业化，辽宁省重点研发计划，2020-2021，100 万，结题，主持
- [4] 基于固溶元素作用的 3D 打印专用单晶高温合金成分设计，国家自然科学基金-面上项目，2018-2021，60 万，结题，主持
- [5] 激光熔覆制备单晶涂层微结构调控及高温氧化行为研究，国家自然科学基金-青年项目，2015-2017，26 万，结题，主持

其他完成人	排序	姓名	身份证号	工作单位	职务	手机号
	第二作者	李金国		中国科学院金属研究所		
	第三作者	周亦胄		中国科学院金属研究所		
	第四作者	孙晓峰		中国科学院金属研究所		
	第五作者					

代表性作品简介（500 字以内，中文）

激光送粉熔覆技术是增材制造技术中的一种，其熔覆过程中所涉及的凝固行为与其他制备技术不同，是非常小的液相熔池在相对非常大的固态基体上以外延生长为主的凝固过程，凝固速率较快，属于非平衡快速凝固。在这种条件下，凝固过程中的热传输、溶质传输发生较大变化，使熔覆层易于遗传基体晶体取向，形成具有一定晶体取向的柱状晶，且显微组织明显细化。细小的柱状晶有利于提高合金的服役性能。然而，如果采用与合金基体不同成分的材料进行熔覆，比如

<p>果 简 介</p>	<p>合金基体为 SRR99，熔覆层材料为 MCrAlY，熔覆层是否会依然遗传基体取向进行外延生长。探明该问题，有利于推动我国激光熔覆技术在航空发动机涡轮叶片修复再制造以及高温合金构件增材制造方面的研究进程。</p> <p>本文以 SRR99 单晶高温合金为基体，MCrAlY 涂层为熔覆材料，进行了激光外延生长。在分析 MCrAlY 熔覆层成分与相组成对 SRR99 单晶高温合金激光熔覆过程中枝晶外延生长影响作用的基础上，明确了熔覆层的相组成是影响枝晶外延生长的关键因素。当熔覆层中相组成只有与单晶高温合金基体晶体结构和晶格常数类似的 L12 结构的 γ'-Ni₃Al 或 FCC 结构 γ-Ni 时，熔覆层极易外延生长，生成与单晶基体晶体取向一致的熔覆层。该熔覆层具有优良的抗高温氧化性能。</p>
	<p style="text-align: center;">其他支撑材料（论文、著作、专利、项目）与代表性作品的支撑关系</p> <p>论文 1: Wang G W, Liang J J, Zhou Y Z, et al. Prediction of dendrite orientation and stray grain distribution in laser surface-melted single crystal superalloy. Journal of Materials Science & Technology, 2017, 33(5): 499-506</p> <p>支撑关系：本文在理论计算激光熔池温度场的基础上，提出了一种预测激光熔池中枝晶取向和杂晶分布的方法，为本成果中枝晶外延生长的控制提供了基础理论。</p> <p>论文 2: Wang G W, Liang J J, Zhou Y Z, et al. Variation of crystal orientation during epitaxial growth of dendrites by laser deposition. Journal of Materials Science & Technology, 2018, 34(4): 732-735</p> <p>支撑关系：本文分析了激光熔覆外延生长过程中枝晶的迎流生长行为，这种迎流生长容易导致枝晶发生偏转，产生大角度晶界，破坏外延生长，同时提出了控制枝晶迎流生长的策略，为本成果中枝晶外延生长提供了技术指导。</p> <p>论文 3: Wang G W, Liang J J*, Yang Y H, et al. Effects of scanning speed on microstructure in laser surface-melted single crystal superalloy and theoretical analysis. Journal of Materials Science & Technology, 2018, 34(8): 1315-1324</p> <p>支撑关系：本文探讨了激光扫描速度对熔覆过程中枝晶生长行为和微观组织的影响规律及作用机制，为本成果中激光熔覆工艺参数的优化提供了思路。</p> <p>论文 4: Ci S W, Liang J J*, Li J G, et al. Microstructure and tensile properties of DD32 single crystal Ni-base superalloy repaired by laser metal forming. Journal of Materials Science & Technology, 2020, 45: 23-34</p> <p>支撑关系：本文采用了激光熔覆技术在 DD32 单晶高温合金基体上外延生长了 DD32 熔覆层，分析了该熔覆层的微观组织和拉伸行为，明确了同种成分下激光外延生长可以制备组织性能优良的样品，深化了对激光外延生长的组织性能的认识。</p> <p>论文 5: Ci S W, Liang J J*, Li J G, et al. Microstructure and stress-rupture property of DD32 nickel-based single crystal superalloy fabricated by additive manufacturing. Journal of Alloys and</p>

Compounds, 2021, 854: 157180

支撑关系：本文分析了激光外延生长的 DD32 熔覆层的高温持久行为，明确了激光外延生长获得的微细柱晶组织具有优良的高温性能，为本成果的推广应用提供了理论支撑。

与该代表性作品相关的其他学术价值、成果转化及经济效益、社会效益简介

本成果以国家重大技术需求为导向，以解决航空领域对激光熔覆再制造的技术需求为目标，符合辽宁航空产业发展建设要求，具有重要的研究意义。本成果揭示的激光熔覆过程中枝晶外延生长影响机制，得到了国内外激光制造与增材制造以及涂层制备领域学者的认可和引用，为航空发动机高温合金构件激光修复再制造提供了理论基础与技术指导。同时，本成果也适用于其他合金材料的激光制造与再制造。基于该成果，申报人已经掌握了高温合金构件激光熔覆修复技术，修复的一些构件已经通过了相应的验证考核，推动并提升了我国激光再制造技术在航空航天领域的发展水平。

代表性作品证明材料表

(需附相关证明, 且盖相关部门或申报人所在单位科技部门公章方为有效)

代 表 性 成 果 相 关 证 明 材 料	<p>论文:</p> <p>1. 发表刊物名称: <u>JOURNAL OF MATERIALS SCIENCE & TECHNOLOGY</u></p> <p>2. 发表时间: <u>2019</u></p> <p>3. 刊物影响因子: <u>10.9</u></p> <p>4. 检索收录情况: <u>A</u></p> <p style="margin-left: 20px;">A. SCI/HSCI/SSCI/EI/ISTP</p> <p style="margin-left: 20px;">B. Medline/Scifinder/Biosis preview 等国际检索工具</p> <p style="margin-left: 20px;">C. CSCD/CSSCI/CSTPCD</p> <p>5. 被引用次数 (排除本人及本机构引用次数): <u>38</u></p> <p>6. 论文类型: <u>A</u></p> <p style="margin-left: 20px;">A. 指南、标准、研究性原始论文</p> <p style="margin-left: 20px;">B. 综述性文献、讲座</p> <p style="margin-left: 20px;">C. 短篇报道</p> <p>著作:</p> <p>1. 出版社名称: _____</p> <p>2. 出版时间: _____</p> <p>3. 出版数量: _____册</p> <p>4. 著作类型: _____</p> <p style="margin-left: 20px;">A. 专著</p> <p style="margin-left: 20px;">B. 编著</p> <p style="margin-left: 20px;">C. 译著</p> <p>5. 被引用次数 (排除本人及本机构引用次数): _____</p> <p>6. 图书馆收藏或学术机构使用证明 (可用该机构网页证明): _____</p> <p style="margin-left: 20px;">A. 5 家或 5 家机构以上</p> <p style="margin-left: 20px;">B. 3-4 家机构</p> <p style="margin-left: 20px;">C. 1-2 家机构</p>
---	---

其他支撑材料相关证明材料表

(需附相关证明, 且盖相关部门或申报人所在单位科技部门公章方为有效)

代 表 性 成 果 相 关 证 明 材 料	<p>其他相关证明:</p> <p>1. 相关系列成果: <u> A </u>项</p> <p> A. 有 5 篇 (含) 以上中 (外) 文相关论文</p> <p> B. 有相关专利, 或有 3 篇以上中 (外) 文相关论文, 或市级政府采用项目证明</p> <p> C. 有 2 篇中文相关论文和其他支撑材料</p> <p> D. 有 1 篇中文相关论文和其他支撑材料</p> <p> E. 其他</p> <p>2. 产生该成果的项目名称: <u>激光熔覆制备单晶 MCrAlY 涂层微结构调控及高温氧化行为研究</u></p> <p>3. 项目级别: <u> C </u></p> <p> A. 国家级重大项目</p> <p> B. 国家级重点项目</p> <p> C. 国家级一般项目</p> <p> D. 省部级重点项目</p> <p> E. 省部级一般项目</p> <p> F. 其他</p> <p>4. 自主创新情况: <u> C </u></p> <p> A. 原始创新</p> <p> B. 集成创新</p> <p> C. 引进消化吸收再创新</p> <p>5. 专利名称: _____</p> <p>6. 专利类型: _____</p> <p> A. 发明专利</p> <p> B. 实用新型专利</p> <p> C. 外观设计专利</p> <p>7. 专利获得时间: _____</p> <p>8. 专利应用证明: _____</p> <p>9. 产值或经济效益: _____</p>
---	---

学术诚信承诺书

本人郑重承诺不会出现以下学术失范和学术不端行为：

一、学术失范行为

(一) 弄虚作假。捏造、伪造、篡改引用资料或其他研究成果等。

(二) 抄袭和剽窃。将他人的作品或作品的片段据为己有：照抄或变相照抄别人已发表或未发表的成果；将合作成果作为自己成果发表/出版；将他人著作篡改后出版；窃取他人著作的实质性内容和结论部分作为自己著作的主体；窃取他人的数据作为自己著作的数据等。

(三) 替写论文或著作。请他人代替自己撰写论文或著作的主要章节。

二、学术不端行为

(一) 引注文献不端行为。

1. 使用、引用他人的观点、论据、资料调查、统计数据、防案和构架等不注明出处；或对他人的上述原用语作了修改，但基本观点不变、论据未变而不注明出处的。

2. 将多个他人观点混在一起，作为自己的论点，不注明出处。

3. 将他人论点、论据与自己论点、论据混在一起，不明确区分标注。

4. 转引他人著作中的引文、注释，不注明出处。

5. 使用他人未发表的成果不注明出处或从外文书刊中摘译的部分，不注明出处。

6. 包含或引用本人已用于其它的理论、调研数据、学术论文获成果，但不加注释或说明。

7. 未引用他人文献而作虚假引注。

(二) 不当署名。未参加相关社会调查等活动而在别人发表的成果上署名，或未经他人同意，签署他人姓名。

我保证提交申报成果是我自己完成的成果，我承诺没有学术失范和学术不端行为。

签 名： 

2023年10月24日

注：申报人仅填写以上表格。

作者单位（科技部门）意见

盖 章
年 月 日

推荐单位（省级学会、市科协或高校科协）意见

初评评语：

盖 章
年 月 日

网评评语及评审等级

学科：

年 月 日

复评评语及评审等级

组别:

年 月 日

评委会终评意见

年 月 日

填报说明

- 1.成果名称为申报人代表性作品（论文或著作）名称。
- 2.成果发表时间为代表性作品（论文或著作）发表时间。
- 3.成果完成人按成果贡献顺序填写，申报人为第一作者或通讯作者，成果完成人不超过5人。
- 4.申报人单位亦为成果完成单位，且在我省。
- 5.申报人单位类别：在对应□内打√。高校科研院所单位申报成果的支撑材料为5篇（部）以上（含）与该代表性作品相关的论文（或著作），其中至少1篇（部）为中国境内发表（或出版）；非高校科研院所单位申报成果的支撑材料为5项以上（含）与该代表性作品相关的研究证明，可以是论文（或著作），也可以是已获得的专利或者已获批的项目等。未发表论文或未获批的项目不在申报范围。
- 6.学科代码务必填写（见附件1）。
- 7.申报人简介务必认真填写，不得涂改，不得空项。
- 8.其他完成人须对成果奖申报工作知情且同意，并且将不允许作为其他成果申报人同时申报。
- 9.代表性作品简介只填写代表性作品（论文或著作）情况，英文论文（著作）请将简介译成中文。
- 10.其他支撑材料与代表性作品的支撑关系填写5项支撑材料简介，并说明与代表性作品之间的关系。
- 11.《学术诚信承诺书》请务必认真阅读并签字扫描上传，严禁学术失范和学术不端行为。
- 12.作者单位（科技部门）意见盖章单位与封皮申报人单位一致，盖章表示单位同意申报，单位需要5个工作日公示。
- 13.推荐单位（省级学会、市科协或高校科协）初评意见可选填，盖章表示同意推荐。推荐单位需在省科协网站成果奖申报系统中同步操作确认，并对初评结果进行5个工作日公示。
- 14.网评、复评、终评意见由辽宁省自然科学学术成果奖评委会办公室（省科协学会部）组织实施。
- 14.本申报书仅作为预申报使用，可按标准自行制作，由作者本人填写并打印，由推荐单位把握填报格式规范。
- 15.申报第三阶段（网上填报）结束后，申报人将所有签字、盖章完整的申报书和证明材料双面打印、装订成册，交由推荐单位报送省科协。
- 16.成果编号由系统自动生成，也可由推荐单位统一填写。前三位为推荐单位代码（见附件2），后两位为推荐单位初评排序。