

附件1

全国创新争先奖推荐书

(推荐科技工作者个人用)(样表)

候 选 人 : 彭晓

所 在 单 位 : 南昌航空大学

推 荐 渠 道 : 中国科协先进材料学会联合体

推 荐 领 域 : 疫情防控
脱贫攻坚
基础研究和前沿探索
重大装备和工程攻关
成果转化和创新创业
社会服务

中国科协先进材料学会联合体

2020年4月

一、基本信息

推荐人 选	姓名	彭晓	性别	男		
	民族	汉	出生年月	1967-09		
	国籍	中国	政治面貌	中共党员		
	最高学历	研究生	最高学位	博士		
	行政级别	正处	专业技术 职务	教授（二级）		
	工作单位 及职务	南昌航空大学/材料科学与工程学院院长				
	学科领域	材料科学与工程	专业专长	腐蚀与防护		
	证件类型		证件号码			
	工作单位 性质	事业单位	工作单位 行政区划	江西省		
	办公电话		手机		电子邮箱	
	通讯地址				邮编	
联系 人	办公电话		手机		电子邮箱	
	通讯地址				邮编	
推荐 领域	疫情防控	<input type="checkbox"/> 疫情防控				
	脱贫攻坚	<input type="checkbox"/> 脱贫攻坚				
	基础研究和前沿探索	<input type="checkbox"/> 理科 <input checked="" type="checkbox"/> 工科 <input type="checkbox"/> 农科 <input type="checkbox"/> 医科				
	重大装备和工程攻关	<input type="checkbox"/> 重大工程与装备 <input type="checkbox"/> 关键核心技术 <input type="checkbox"/> 高超技艺技能				
	成果转化和创新创业	<input type="checkbox"/> 成果转化 <input type="checkbox"/> 创新创业				
	社会服务	<input type="checkbox"/> 科学普及 <input type="checkbox"/> 科技决策咨询 <input type="checkbox"/> 国际民间科技交 流与合作 <input type="checkbox"/> 科技志愿服务 <input type="checkbox"/> 其他				

二、学习经历（从大学或职业教育填起，6项以内）

起止年月	校（院）及系名称	专业	学位
1985/09-1989/07	南昌航空工业学院	腐蚀与防护	学士
1989/09-1992/07	中国科学院金属腐蚀与防护研究所	腐蚀与防护	硕士
1992/09-1996/01	中国科学院金属腐蚀与防护研究所	腐蚀与防护	博士

三、主要工作经历（6项以内）

起止年月	工作单位	职务/职称
1996/10-1997/09	中国科学院金属腐蚀与防护	助理研究员
1998/05-1999/09	美国加州大学圣巴巴拉分校	博士后访问学者
1999/10-2001/10	美国西肯塔基大学	访问科学家
2001/12-2016/12	中国科学院金属研究所	研究员
2017/01-迄今	南昌航空大学	教授
2019/06-迄今	南昌航空大学	教授/院长

四、国内外重要社会任（兼）职（6项以内）

起止年月	名称	职务/职称
2018/06-迄今	中国腐蚀与防护学会	常务理事
2018/10-迄今	中国腐蚀与防护学会高温专业委员	副主任委员
2016/09-2020/09	全国激光修复技术标准化技术委员	委员
2016/2-2021/2	中国再生资源产业技术创新战略联	委员
2019/10-迄今	《表面技术》期刊第6届编辑委员	副主任委员
2012/10-迄今	《中国腐蚀与防护学报》辑委员会	委员

五、主要成绩和突出贡献摘要

(应准确、客观、凝练地填写近 3 年内，在疫情防控、脱贫攻坚、基础研究和前沿探索、重大装备和工程攻关、成果转化和创新创业、社会服务等方面所作出的主要成绩和突出贡献的摘要。限 500 字以内)

中科院“百人计划”入选者，江西省“航空宇航科学与技术一流学科”航空材料表面科学与工程方向带头人，多年致力于腐蚀与防护研究，近 3 年来在金属高温氧化机理、高温涂层成分/结构优化设计与涂层技术、激光增材制造合金钢等研究方面卓有成效地开展了工作，主要成绩与突出学术贡献如下：1) 提出了 O 亚点阵具有 hcp 结构的金属氧化物催化 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 热生长的新理论，为通过特定金属氧化物改性进一步提高 Al_2O_3 膜生长型 M-Al 金属间化合物结构材料/涂层的抗高温氧化性能奠定了理论基础；2) 提出了 MCrAl 型高温涂层选择性氧化的结构设计理论，开辟了双电沉积一体化“智能”制备高温涂层新方法；3) 提出金属纳米晶化对氧化力学行为的影响规律；4) 发现激光增材制造合金钢中气孔产生的原因及抑制气孔产生的成分改性机理，为激光 3D 打印高质量结构材料/涂层提供了理论与实验指导。承担科技部国家重大科学研究计划项目课题 1 项，国家自然科学基金 2 项以及其他省部级课题多项。在国内外学术期刊发表论文 20 余篇，作国际国内会议邀请报告 12 次。申请或获授权国家发明专利 9 项，钢坯抗氧化烧损技术在宝武集团上海梅山钢厂一热轧生产线推广。本人带领的团队获中国腐蚀与防护学会 2019 年度“优秀科技团队贡献奖”。

六、主要成绩和突出贡献

(本栏目是评价候选人的重要依据,应详实、准确、客观地填写近3年内,在疫情防控、脱贫攻坚、基础研究和前沿探索、重大装备和工程攻关、成果转化和创新创业、社会服务等方面所作出的主要成绩和突出贡献。限1500字以内)

金属结构材料在高温环境下不可避免地发生氧化,这是服役于航空航天、电力石化等热端部构件失效乃至引发事故的重要原因,它多是飞行器失控坠毁、石化厂发电厂爆炸的事故源头。因此,探索如何降低金属结构材料氧化速度以保障金属热端部构件的高温性能,关系相关整装设备能否能够安全、可靠、稳定与长周期运行服役。数十年来,人们一直致力于金属氧化理论与防护技术研究以求解决这一问题。

本人多年来一直从事金属材料高温氧化与防护研究,近3年来在金属高温氧化机理、高温涂层成分/结构优化设计与涂层技术、激光增材制造合金钢等研究方面卓有成效地开展了工作,主要成绩与突出学术贡献如下:

提出了 O 亚点阵具有密堆六方结构 (hcp) 的金属氧化物催化 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 热生长的新理论。 Al_2O_3 膜生长型 M-Al 金属间化合物结构材料/涂层在高温使用环境下一般优先形成亚稳态的 $\theta\text{-Al}_2\text{O}_3$ 膜,它不仅生长速度快且向稳态 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 相转变会因体积收缩而致使氧化膜开裂,因而促进更致密保护性更佳的 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 膜生长一直是人们的研究目标。本人发现在 MAI (M=Ni、Co、Fe) 金属间化合物表面或内部弥散与 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 具有相同 hcp 结构的 Cr_2O_3 , 可促进 Al_2O_3 的 $\theta\text{-}\alpha$ 相转变乃至直接催化 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 生长,进而发现具有四面体结构的 TiO_2 同样具有类似功效,基于原子尺度结构分析与第一性原理计算提出了本理论模型,它为通过特定金属氧化物改性进一步提高的抗高温氧化性能奠定了理论基础。日本学者根据此模型进一步用于电子束增材制造 Ti 合金氧化层多层结构的解释 [Additive Manufacturing, 31(2020)100971]。

提出了 MCrAl 型高温涂层选择性氧化的结构设计理论及双电沉积制备技术新途径。MCrAl 型是典型的第二代高温涂层,广泛用作热端结构件高温防护及第三代防护涂层热障涂层 (TBC) 的粘结层,目前高性能 MCrAl 型一般由物理气相沉积等方法制备,技术投资大、制备环境要求高、难以在复杂部构件表面作业。基于对金属选择性氧化理论的深入理解,提出了有利于 MCrAl 型涂层 Cr、Al 选择性氧化的纳米结构化模型,指明这种特殊结构的涂层可由简单易产业化的纳米复合电沉积结合电泳技术来制备,开辟了双电沉积一体化“智能”制备高温涂层的新方法。

提出了 金属纳米晶化对氧化力学行为的影响规律。金属纳米晶化能够促进氧化膜形成,这一认识已被广泛用于促进合金的选择性氧化。但是金属纳米晶热稳定性差,

高温下晶粒长大会增大氧化膜下金属的张应力进而提升氧化膜中压应力水平，这会影影响氧化膜的力学行为。通过一面为纳米晶一面为粗晶 Ni 的双面弯曲氧化实验，提出了 Ni 纳米晶化影响氧化的力学行为，进而提出纳米晶中弥散热稳定性高的稀土氧化物纳米颗粒如 CeO_2 ，可通过改善纳米晶热稳定性及其氧化行为来进一步提高其抗高温氧化性能，研究填补了相关研究空白。

提出了激光增材制造合金钢中气孔成因及抑制气孔产生的成分改性机理。在利用商用合金钢粉体激光 3D 打印合金钢的工作中发现，合金钢难免产生孔洞，通过分析，指出它们是粉体中的残 O 与钢种的 C 在激光熔池中反应生成的 CO/CO₂ 气孔逃逸而产生的气孔，提出了相应氧化物热稳定性高于 CO/CO₂ 的金属元素如 Cr 可以避免合金钢在激光 3D 打印过程中产生气孔，这一成果为合金钢及其涂层一体化激光增材制造提供了理论与实验指导。国际期刊《J.Alloys Comp.》，808 (2019)151160] 综述性文章对相关成果进行了评述。

降低钢厂氧化烧损理论及其应用。钢坯热成型经过连铸、加热、除鳞、热轧、冷轧、卷取等过程，氧化烧损是不可避免的过程，其中加热炉中氧化是钢材损耗的重要原因。我国是全球产钢大国，氧化烧损造成的经济损失十分可观。由 2019 年全国粗钢产量 8 亿吨计算，如果氧化烧损降低 0.5%，则以每吨钢市场价计算年可止损近 200 亿元。本人发现加热炉条件下钢的氧化与传统 Fe 的氧化规律明显不同，氧化烧损可由氧化与还原气氛的调控来降低，相关技术已在宝武集团梅山钢铁股份有限公司 1422 热轧生产线上应用。

七、重要成果列表

(根据推荐领域，分别填写候选人获得的重要科技奖项，发明专利，代表性论文和著作，重大装备和工程相关重要成果，转化创业成果，重大科技类社会化公共服务产品等，按照上述顺序填写，总计不超过 15 项。)

序号	基本信息	本人作用和主要贡献 (限 100 字)
1.	学术论文: TiO ₂ nanoparticles assisted α -Al ₂ O ₃ direct thermal growth on nickel aluminide intermetallics: Template effect of the oxide with the hexagonal oxygen sublattice, 2019, 排名 2, 主要合作者博士生黄渊超与陈星秋研究员, 国际期刊《 <i>Corrosion Science</i> 》	学术思想主要贡献者及通讯作者, 提出了 O 亚点阵具有 hcp 结构的氧化物催化 NiAl 金属间化合物稳态 α -Al ₂ O ₃ 热生长 (即避免亚稳态相出现) 的新机制。日本学者根据此模型用电子束增材制造 Ti 合金并解释其氧化层的多层结构《 <i>Additive Manufacturing</i> 》, 31(2020)100971]。
2.	学术论文: Effect of Cr ₂ O ₃ nanoparticle dispersions on oxidation kinetics and phase transformation of thermally grown alumina on a nickel aluminide coating, 2019, 排名 4, 主要合作者博士生 Azim Kham、黄渊超国际期刊《 <i>Corrosion Science</i> 》	学术思想主要贡献者及通讯作者, 提出了一种弥散 Cr ₂ O ₃ 纳米颗粒来促进镍铝涂层高温氧化时保护性好的 α -Al ₂ O ₃ 膜快速形成 (避免保护性差的亚稳态 θ -Al ₂ O ₃ 的快速生长) 的方法和理论。
3.	学术论文 A new approach to manufacture oxidation-resistant NiCrAl overlay coatings by electrodeposition, 2019, 排名 2, 主要合作者博士生甄会娟, 国际期刊《 <i>Corrosion Science</i> 》	本文用电沉积制备抗高温氧化 NiCrAl 包覆涂层的思想提出者与通讯作者, 研究成果为用简单的电沉积复合电泳技术制备高性能抗氧化涂层提供了理论和实验指导。
4.	学术论文: Thermal growth of exclusive alumina scale on a TiAl based alloy: shot peening effect, 2018, 排名 2, 主要合作者博士生黄渊超, 国际期刊《 <i>Corrosion Science</i> 》	学术思想主要贡献者及通讯作者。首次发现 γ -TiAl 基合金表面喷丸处理可促使保护性 α -Al ₂ O ₃ 膜生长, 提出了这一技术的作用机制, 为不抗氧化的 γ -TiAl 提高抗氧化性开辟新方法奠定理论基础。国际期刊《 <i>J.Mater. Sci.</i> 》, 55(2020)6330 引用并正向评述了本工作。
5.	学术论文: Development of growth and thermal stresses in NiO scale on pure Ni: The metal nano-crystallization effect, 2017, 排名 2, 主要合作者博士生魏星, 国际期刊《 <i>Corrosion Science</i> 》	学术思想主要贡献者及通讯作者。金属纳米晶化能促进氧化膜形成, 但纳米晶在高温氧化过程中的热稳定性如何影响氧化力学行为还未有报道, 本文获得了 Ni 纳米晶化对氧化膜生长应力和热应力影响规律并提出相关作用机制。

6.	学术论文: Development of growth and thermal stresses in NiO scale on nanocrystalline Ni without and with dispersion of CeO ₂ nanoparticles, 2017, 排名2, 主要合作者博士生魏星, 国际期刊《 <i>Corrosion Science</i> 》	学术思想主要贡献者及通讯作者。金属纳米晶化能促进氧化膜形成,但纳米晶在高温氧化过程中的热稳定性如何影响氧化力学行为还未有报道,本文获得了 Ni 纳米晶化对氧化膜生长应力和热应力影响规律并提出相关作用机制。
7.	学术论文: Effect of powder oxygen content on microstructure and mechanical properties of a laser additively-manufactured 12CrNi2 alloy steel, 2019, 排名5, 主要合作者董志宏博士, 博士生亢宏伟等, 国际期刊《 <i>Materials Letters</i> 》	学术思想主要贡献者及通讯作者,获得了合金钢粉 O 含量影响激光增材制造合金钢组织结构的新发现,解释了它对力学性能的影响。国际期刊《 <i>J.Alloys Comp.</i> 》, 808 (2019)151160]综述性文章对本文 O 对激光增材制造材料的力学性能影响进行了评述。
8.	学术论文: Laser melting deposition of a porosity-free alloy steel by application of high oxygen-containing powders mixed with Cr particles, 2019, 排名5, 主要合作者博士生亢宏伟、董志宏博士等, 国际期刊《 <i>Vacuum</i> 》	学术思想主要贡献者及通讯作者,提出激光增材制造合金钢中气孔产生的原因及添加适量 Cr 可比抑制气孔产生及其机理,为激光 3D 打印高质量合金钢提供了元素改性的技术及理论基础。
9.	学术论文: Oxidation-resistant CoCrAl coatings fabricated by electro-deposition in combination with electrophoretic deposition, 2017, 排名2, 2018, 排名2, 主要合作者博士生甄会娟, 国际期刊《 <i>Surface & Coatings Technology</i> 》	学术思想主要贡献者及通讯作者,提出了 CoCrAl 型高温涂层的“电泳+纳米复合电沉积”技术及其高温机理,开辟了用“双电”沉积新电沉积制备抗高温氧化涂层的方向及并奠定相关理论基础。
10.	学术论文: Corrosion resistance of chromised and aluminised coatings in wet CO ₂ gas at 650 °C, 2017, 排名3, 主要合作者澳大利亚新南威尔士大学博士生 Ngufen TD、Zhang JQ 博士及 Young DJ 教授等, 国际期刊《 <i>Surface & Coatings Technology</i> 》	国际合作研究的发起者之一,本研究涉及的新型稀土氧化物弥散的渗 Cr 与渗 Al 涂层的设计与研制者,并参与了本论文的结果分析与讨论。
11.	学术论文: Dual effects of co-electrodeposition of CeO ₂ nanoparticles on the grain growth of nano-crystalline Ni matrix, 2017, 排名3, 主要合作者郑良福博士、博士生甄会娟, 国际期刊《 <i>Journal of Materials Research</i> 》	学术思想主要贡献者及通讯作者,首次发现 CeO ₂ 纳米颗粒影响纳米晶 Ni 热稳定性的两重性,即低温促进纳米晶反常晶粒长大及较高温度下抑制晶粒长大,丰富了热稳定性好的稀土氧化物在抑制金属纳米晶长大中所起的作用。
12.	学术论文: “镍铝涂层晶粒细化与金属氧化物掺杂改性研究”(邀请	主要作者,评述了本人带领的团队近年

	论文), 2019, 排名 1, 《航空制造技术》	来在以镍铝涂层为代表的高温涂层组成与结构改性方面所取得创新性成果。
13.	发明专利: 一种在 M-Al 金属间化合物上直接热生长 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 的方法及应用, 2019 年授权, 专利号 ZL201610136253.0, 彭晓 (排名 1), 合作者黄渊超	M-Al 金属间化合物材料高温环境下一般优先生长保护性欠佳的亚稳态 $\theta\text{-Al}_2\text{O}_3$, 本发明提供一种表面预处理方法, 使该材料高温氧化时绕开 $\theta\text{-Al}_2\text{O}_3$ 生长 — 直接生长最佳保护性的 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 。本人提出了这一创新思想并指导博士生完成了此项发明。
14.	发明专利: 一种耐熔金属材料表面 Zr 基陶瓷涂层的防护方法, 2017 年授权, 专利号 ZL201510009907, 彭晓 (排名 2), 合作者董志宏等	在本人的学术指导下, 团队成员董志宏博士完成了该发明, 即在耐溶合金表面通过激光熔覆技术制备 Zr 基陶瓷涂层, 这有效解决高速飞行器等用耐溶金属结构材料在超高温 ($\geq 2000^\circ\text{C}$) 环境下的烧蚀问题, 有重要国防等应用意义。
15.	科技奖励: 基于材料腐蚀过程纳米结构效应的抗高温耐腐蚀纳米晶涂层, 中国腐蚀与防护学会, 技术发明 1 等奖, 排名 3, 2017 年, 主要合作者王福会教授、朱圣龙研究员。	对项目第 1 至 3 项科学发现做出创造性贡献, 提出纳米尺度分布 Cr、Al 颗粒的纳米晶金属基涂层具有发生选择性氧化的“纳米效应”的学术思想, 据此研制了纳米复合涂层系列, 开辟了从结构改变角度设计高温涂层的新途径。