



# 江西省科学技术进步奖提名书

(2023年度)

## 一、项目基本情况

专业评审组： 电子与科学仪器专业

代码： 213

奖励类别： 技术开发类

提名号： 20233033030

提名者	江西省教育厅			
项目名称	中文	飞行器发动机关键件微小缺陷与组织性能智能检测与评价技术及应用		
	英文	Technology and application of Intelligent detection and evaluation for small defects and tissue performance of key components in aircraft engine mechanism		
完成人	1、陈昊 2、张聪炫 3、陈曦 4、兰清生 5、郭冠华 6、习小文 7、周笔文 8、罗顺明 9、刘伟 10、黎明 11、张路根 12、葛金锋 13、葛利跃 14、江乐旗 15、黎政秀			
完成单位	1、南昌航空大学 2、首都航天机械有限公司 3、江西省检验检测认证总院特种设备检验检测研究院 4、中国航发动力股份有限公司 5、中国航发南方工业有限公司 6、贵州安大航空锻造有限责任公司			
学科分类名称	1	测试计量仪器	代码	460.4030
	2	自动化仪器仪表与装置	代码	510.8040
	3		代码	
所属国民经济行业	制造业			
科技成果名称	1、高温合金晶粒尺寸识别模型的构建方法及尺寸识别方法		省级成果登记号	1、Y20230739
	2、一种高温合金晶粒尺寸的类型映射超声评价方法			2、Y20230868
	3、一种镍基合金晶粒尺寸的高维超声评价方法			3、Y20230869
任务来源	D、国家自然科学基金计划； k、自然科学基金； r、自选；			

已结题或验收的计划、基金名称及编号						
序号	计划名称	项目名称	项目负责人	编号	起止时间	经费（万元）
1	江西省自然科学基金	航空发动机镍基高温合金组织结构的超声智能评价方法研究	陈昊	20202BAB204036	2020-01-01 至 2022-12-31	6.0000
2	国家自然科学基金	高维多目标进化计算及可视化研究	黎明	61866025	2019-01-01 至 2022-12-31	39.0000
3	航天科学基金	金属与金属/金属与复合材料粘接结构超声检测研究	邬冠华	pb(s)-2015-067	2016-01-01 至 2018-12-31	10.0000
4	国家自然科学基金	基于稀疏表征的航空发动机铸件射线DR超分辨率重建算法研究	邬冠华	61261031	2013-01-01 至 2016-12-31	38.0000
授权发明专利（项）		13		授权的其他知识产权（项）		4
项目起止时间		起始： 2010年01月01日		完成： 2021年12月31日		
是否同意降低奖励等次			是			

二、提名单位意见

提名者	江西省教育厅		
通讯地址	南昌市赣江南大道2888号	邮政编码	330038
联系人	江西省教育厅	联系电话	86765286
电子邮箱	xwb@jxcdu.gov.cn	传 真	86765173

提名意见：

飞行器发动机是高度复杂与精密的热力机械，涡轮盘、压气机机匣、结合环、封严环等关重件的性能与发动机的寿命直接相关，飞行器发动机关重件微小缺陷与组织性能智能检测与评价是航空航天领域的前沿性课题之一。该项目在国家自然科学基金、江西省自然科学基金、航空基金等课题的支持下，历经十余年深入研究，在飞行器发动机关重件表面/近表面微小缺陷智能检测、内部微小缺陷智能检测以及组织结构智能评价等方面取得突破，成功研发出飞行器发动机关重件微小缺陷与组织性能智能检测与评价系统，解决了复杂场景下微小缺陷与组织性能智能检测与评价技术难题。该项目已获得15项国家发明专利授权，其中核心技术专利11项，具有完全自主知识产权。项目成果及相关技术已成功应用于航空航天机械制造、飞行器发动机制造、飞行器合金材料制造、特种设备检验检测等领域的多家企事业单位，产生了显著的社会经济效益。

项目填报内容及候选人情况属实，无任何违反《保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形，符合江西省科学技术进步奖的申报推荐条件。

提名该项目为江西省科学技术进步奖 一等奖。

声明：本单位严格遵守《江西省科学技术奖励办法》及其实施细则的有关规定和省科学技术奖励委员会办公室对提名工作的要求，承诺遵守提名及评审工作纪律，所提供的提名材料真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如有材料虚假或违纪行为，愿意承担相应责任并接受相应处理。如产生争议，将负责核实查证并出具调查核实意见。

法人代表签名：

年 月 日

提名单位（盖章）

年 月 日

3/54

江西省科学技术奖励委员会办公室制

### 三、项目简介

本项目所属科学技术领域、主要科学技术内容、技术经济指标、促进行业科技进步作用及应用推广情况等。科普项目应客观、准确、扼要地介绍科普作品的受众、创新手法、表现形式、传播科学技术知识的内容、发行情况等。（限1页1000字内）

项目属于航空航天装备制造与人工智能交叉领域。发动机是飞机、火箭等飞行器的核心组成部分，其研发水平和制造能力是衡量国家科技实力和综合国力的重要标志。发动机涡轮叶片、压气机导叶、机匣、轴承等关重件是影响其在役安全、运转性能和服役寿命的关键重要部件。关重件的微小缺陷与组织结构变化是引起发动机故障的根本原因，是制约我国航空航天制造技术高质量发展的关键。

项目组开展飞行器发动机关重件微小缺陷与组织性能智能检测与评价研究，构建了从关重件表面/近表面至内部结构、从微小缺陷至微观组织的全区域、全周期智能检测与评价技术体系，并研发了专用检测装备及评价系统，取得了重要创新与突破：

1、发明了基于多尺度注意力光流的表面微小缺陷超分辨率检测新方法，开辟了发动机关重件表面亚像素级微小缺陷检测新途径；集成创新了发动机关重件热障涂层智能检测技术，65~120 $\mu\text{m}$ 热障涂层测量精度>95%；攻克了发动机关重件近表面内窥渗透检测关键技术，尺寸100 $\mu\text{m}$ 内的微小缺陷检测与测量误差<5.5%。

2、提出了基于多特征融合与深度学习的发动机关重件内部微小缺陷识别方法，研发了叶片微裂纹数字射线智能成像检测系统，在a90/95置信水平下线型缺陷可检出的宽度尺寸<25 $\mu\text{m}$ ；发明了发动机关重件多参数智能超声检测新技术，研制了异种金属电子束焊缝超声阵列检测与智能评价系统，实现了薄壁搭接电子束焊接缺陷和下层进入熔深的准确检测，熔深检测精度达到 $\pm 50\mu\text{m}$ 。

3、研发了飞行器发动机关重件组织结构超声智能评价新技术，晶粒度评价误差<0.5级，填补了关重件组织性能量化评价的空白；建立了组织结构虚拟样本生成与优选机制，样本优化率>75%，研制了首款具有组织结构评价功能的检测系统；提出了基于晶粒布局预测与扩散生成模型的金相图智能生成技术，实现了组织结构定量评价到虚拟可视化评价的跨越。

相关成果已授权国家发明专利13项，在国内外权威期刊发表论文40余篇，核心技术转化应用于首都航天机械有限公司、江西省检验检测认证总院、中国航发动力股份有限公司、中国航发南方工业有限公司等多家单位，为涡扇 $\times\times$ 、涡轴 $\times\times$ 、涡喷 $\times\times$ 等飞行器发动机关重件的材料加工、研制生产、检验检测提供了重要技术保障。近三年，为企业新增产值10.89亿元，新增利润2.13亿元，对提高我国航空航天高端装备制造的自主创新能力起到了重要作用。

## 四、主要科技创新

### 1. 研究背景和总体思路

#### 1.1 研究背景

高度复杂和精密的发动机是为飞机、火箭等飞行器提供推力的核心组成部分，被誉为“工业皇冠上的明珠”，在国防工业和国家战略中具有举足轻重的地位。发动机关重件是对发动机性能、安全和寿命具有关键影响的重要部件，据统计：50%以上的飞行事故与飞行器发动机直接相关，而85%以上的发动机故障来源于关重件性能损伤与失效。

关重件的微小缺陷与组织结构变化是发动机故障的根源，**准确地进行关重件微小缺陷检测与组织结构评价是实现发动机全过程数字化质量控制的关键**，也是我国航空航天高质量发展的战略需求。江西省实施航空强省战略，把航空产业作为全省六大优势产业之首优先扶持，在《江西省航空产业链现代化建设行动方案（2023-2026年）》中，重点强化整机、发动机、关键材料和核心部件联动发展，并将中小型航空发动机、工业级智能检测装备等列为关键核心技术。

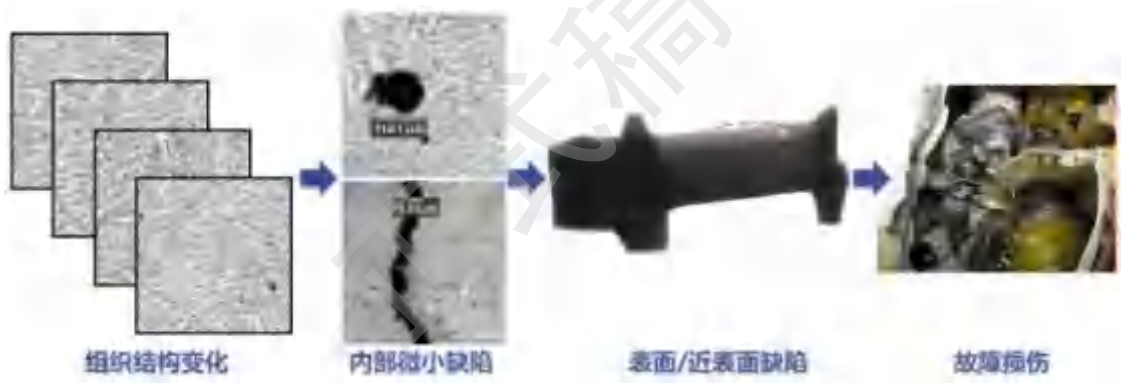


图 1 发动机关重件故障损伤的产生过程

发动机故障通常是由于长期处于高温、高压、高转速的恶劣工作环境，因疲劳导致关重件材料微观组织结构产生变化，并从微小缺陷逐步发展到宏观缺陷，直至故障损伤出现的过程（如图 1 所示）。但现有方法仅能对发动机已出现或即将出现的故障进行发现式检测与预测，针对这一问题，项目在国家自然科学基金、江西省自然科学基金、航天科学基金等项目的支持下，研发飞行器发动机关重件微小缺陷与组织性能智能检测与评价关键技术，构建了从关重件“表面/近表面”至“内部结构”、从“微小缺陷”至“微观组织”的全区域、全周期智能检测与评价技术体系并研制专用装备，取得重要创新与突破。

项目技术成果已成功应用于航空航天机械制造、飞行器发动机制造、飞行器合金材料制造、特种设备检验检测等领域。首都航天机械有限公司、江西省检验检测认证总院、中国航发动力股份有限公司、中国航发南方工业有限公司、贵州安大航空锻造有限责任公司等多家省内外企事业单位已采用本项目相关技术提升产品和装备的科技水平与市场竞争力，为企业生产带来巨大经济效益和社会效益。

## 1.2 总体思路

本项目针对发动机关重件表面/近表面微小缺陷检测效果“差”、内部微观缺陷识别精度“低”以及组织性能评价与质量控制“难”等关键技术难题，以飞行器发动机关重件为主要研究对象，将检测方式革新为质量跟踪与控制、检测位置推进至材料内部、评价时效提前到微观结构变化，覆盖关重件材料加工、研制生产、检验检测的全生命周期，实现飞行器发动机关重件微小缺陷与组织性能智能检测与评价。总体思路如图 2 所示。

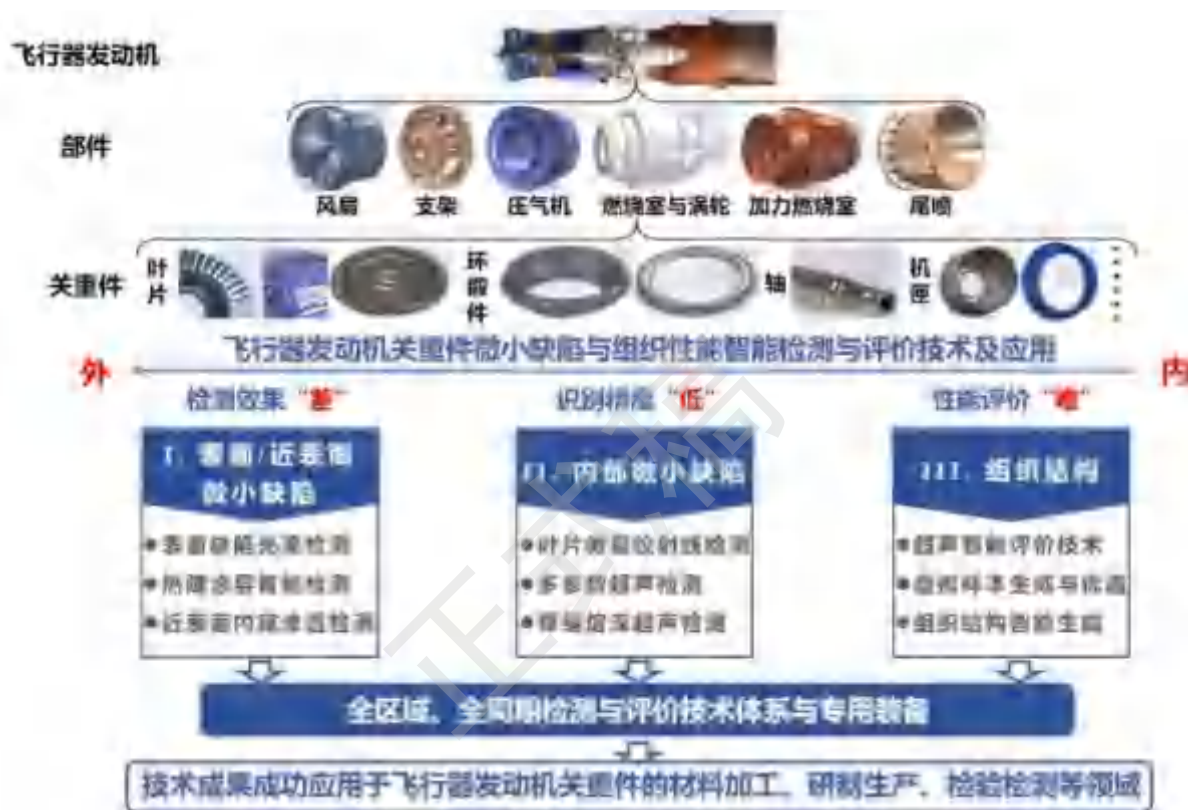


图 2 项目总体思路

项目沿着方法创新、技术突破、产品研发、推广应用的思路逐步实施完成。针对发动机关重件表面/近表面微小缺陷检测效果“差”的问题，研发了基于多尺度注意力光流的表面微小缺陷超分辨率检测新技术，集成创新了发动机关重件热障涂层智能检测技术，攻克了发动机关重件近表面内窥渗透检测关键技术。针对发动机关重件内部微观缺陷识别精度“低”的问题，发明了基于多特征融合与深度学习的发动机关重件内部微小缺陷识别方法，提出了发动机关重件多参数智能超声检测方法，研制了异种金属电子束焊缝超声阵列检测与智能评价系统。针对发动机关重件组织性能评价与质量控制“难”的问题，开发了飞行器发动机关重件组织结构超声智能评价技术，建立组织结构虚拟样本生成与优选机制，实现了关重件微观组织结构的超声评价与智能生成。自主研制了环锻件表面微小缺陷超分辨率检测设备、叶片微裂纹数字射线智能成像检测系统、具备组织结构评价功能的超声检测系统等专用装备，并在高温合金/钛合金制造、航空航天机械制造、飞行器发动机制造、特种设备检验检测等领域进行推广与应用。



## 2. 主要技术创新点及其主要内容

### 2.1 主要内容

**2.1.1 针对发动机关重件表面/近表面微小缺陷检测效果“差”的问题,发明了基于多尺度注意力光流的表面微小缺陷超分辨率检测新方法,开辟了发动机关重件表面亚像素级微小缺陷检测新途径;集成创新了发动机关重件热障涂层智能检测技术,65~120 $\mu\text{m}$ 热障涂层测量精度>95%;攻克了发动机关重件近表面内窥渗透检测关键技术,尺寸100 $\mu\text{m}$ 内的微小缺陷检测与测量误差<5.5%。[旁证材料:知识产权证明(1、一种基于优化语义分割的图像序列光流计算方法,ZL 202010160371.1;2、基于特征变形误差遮挡检测的图像序列光流计算方法,ZL 202010160354.8;3、一种轴承缺陷检测方法及其系统,ZL 201910042646.9;4、一种轴承滚子表面缺陷检测方法、系统及装置,ZL 201810396818.8),其他证明(1、Self-Attention-Based Multiscale Feature Learning Optical Flow With Occlusion Feature Map Prediction, IEEE Transactions on Multimedia;2、基于局部-全局建模与视觉相似引导的光流估计方法,中国科学:信息科学;3、基于图像光流的轴承滚子表面缺陷检测,仪器仪表学报)]**

#### ● 发动机关重件表面亚像素级微小缺陷检测

针对发动机关重件表面微小缺陷检测效率低、误检率高的问题,以及现有机器视觉检测方法存在的不足,提出了表面微小缺陷超分辨率检测新技术。创新地提出根据缺陷区域光流值与其它背景区域的差异性实现缺陷检测的技术思路,充分利用关重件表面规则对称的特点,通过计算相邻图像帧产生的光流来对表面微小缺陷进行检测。

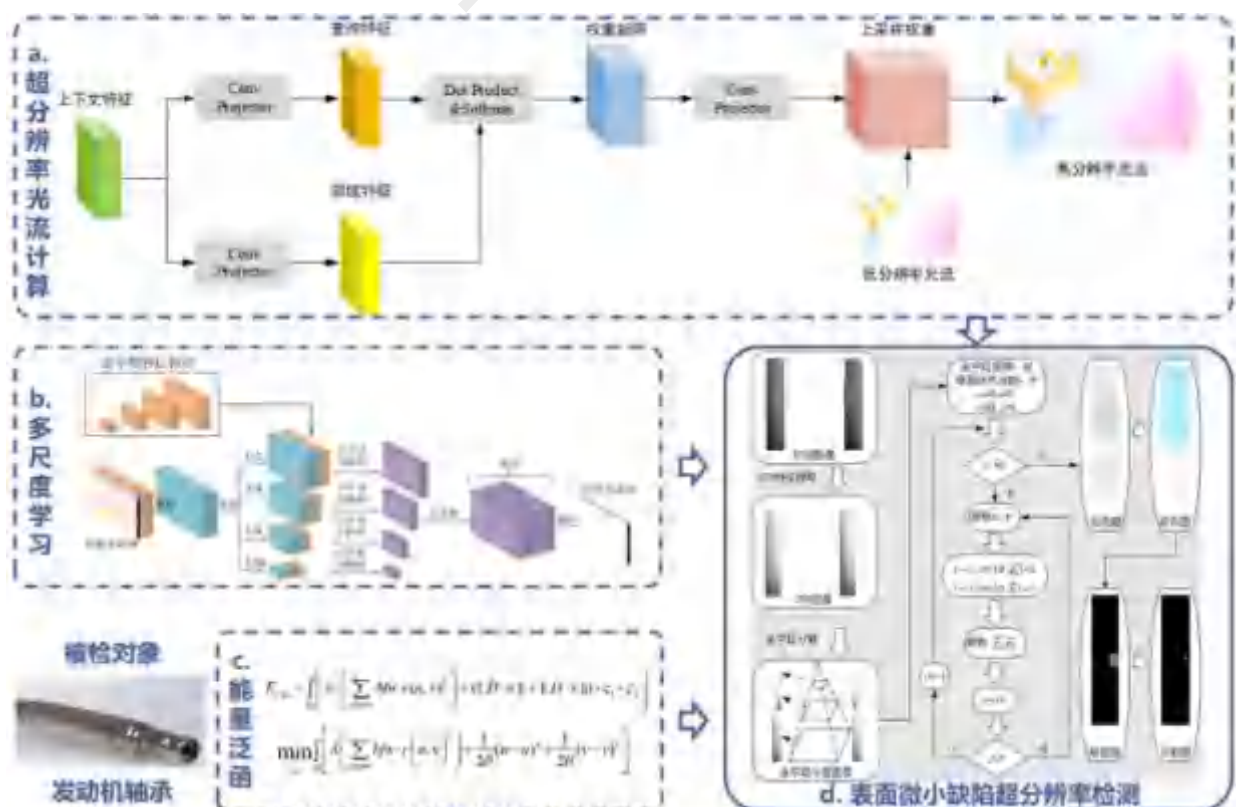


图 3 基于多尺度注意力光流的表面微小缺陷超分辨率检测新技术

开辟了发动机关重件表面亚像素级微小缺陷检测新途径，构建基于视觉相似引导的光流上采样模块，借助物体视觉特征相似与运动相似假设，将特征相似性转化为运动相似性，从而指引光流的上采样过程，解决光流上采样后在运动边缘的模糊问题（图 3.a），并实现亚像素级微小缺陷检测。从图像数据恒定假设、运动平滑正则化、像素点非局部邻域约束以及运动耦合等方面入手，提出基于自注意力机制的多尺度学习模块（图 3.b），通过自注意力机制提取特征金字塔中光流多尺度特征的长范围依赖关系，用于缓解运动边界处的模糊现象。采用局部和全局相结合的平滑策略（图 3.c），提高算法的鲁棒性，根据光流生成的伪彩色图像，完成对缺陷区域的粗略定位，并根据超分辨光流计算结果进行准确识别，构建了面向关重件表面微小缺陷检测场景的多尺度自注意力光流计算方法及系统（图 3.d）。

### ● 发动机关重件热障涂层智能检测

针对发动机叶片热障涂层易出现的裂纹、气孔、涂层与基体间结合面强度弱、涂层厚度不均匀等问题（图 4.a），探索新的适合热障涂层厚度检测的超声无损检测方法。研究并建立超声波在热障涂层内的传播理论模型，超声波首先从水中入射到陶瓷涂层，继而入射到粘结层、基体，由于陶瓷涂层和粘结层厚度  $L_1$ 、 $L_2$  很小（微米级），基体的厚度  $L_3$  远大于  $L_1$ 、 $L_2$ ，因此在超声波从陶瓷涂层、粘结层透射达到基体底部，再从底部反射直至超声探头接收到信号的过程中，超声波在陶瓷涂层以及粘结层中发生多次的反射、透射，直至这些反射、透射信号强度衰减至零（图 4.b）。

在频域内通过对涂层信号与基体信号求反卷积、归一化处理，从多因素影响的综合响应中分离出涂层的特征信号，对涂层的该特征信号求取超声反射系数幅度谱来表征涂层的厚度；在时域内分别利用小波变换模极大值和 Lipschitz 指数检测信号奇异性的优秀特性来检测信号在涂层上下表面的突变时间点。通过自适应加权融合 Lipschitz 指数、WTMM 分析和频谱分析，集成创新了发动机关重件热障涂层智能检测技术，实现  $65\sim 120\mu\text{m}$  热障涂层厚度的准确测量，测量精度  $>95\%$ （图 4.c）。

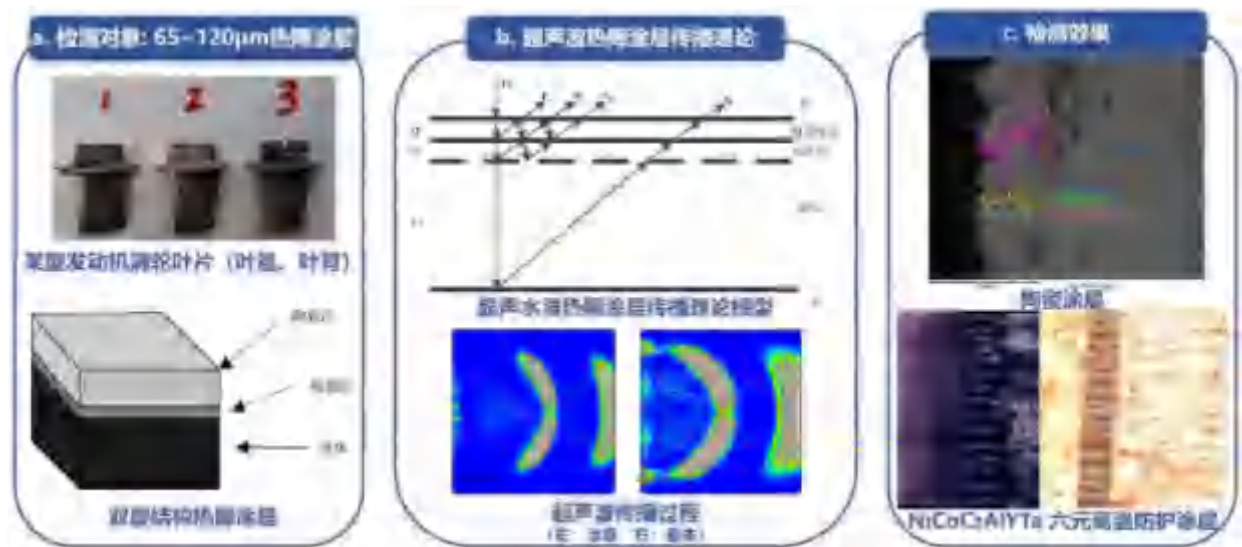


图 4 发动机关重件热障涂层超声传播理论模型



### ● 发动机关重件近表面内窥渗透检测

发动机关闭式叶轮（图 5.a 上）存在接近完全闭合的空间。针对闭合空间表面微小缺陷难以观察与检测的难题，搭建以紫外光发光二极管、H5 内窥镜镜头（直径为 5.5mm，镜头长度为 31mm，图像分辨率为 640\*480）为基础的检测环境，研发内窥图像采集与检测系统，采集荧光渗透检测灵敏度测试片图像。研发并制作探伤标准试片（图 5.a 下），根据工况制订荧光渗透检测工艺（图 5.b）。对双目测量平台进行标定，并引入图像匹配的约束条件（图 5.c），提高匹配效率与匹配精度，利用检测平台对叶轮内近表面缺陷尺寸进行检测与测量，实现尺寸 100 $\mu$ m 内的微小缺陷的检测，且测量误差提高至 5.5% 以内（图 5.d）。



图 5 发动机关重件近表面内窥渗透检测

**2.1.2** 针对发动机关重件内部微观缺陷识别精度“低”的问题，提出了基于多特征融合与深度学习的发动机关重件内部微小缺陷识别方法，研发了叶片微裂纹数字射线智能成像检测系统，在  $\alpha_{90/95}$  置信水平下线型缺陷可检出的宽度尺寸 $<25\mu$ m；发明了发动机关重件多参数智能超声检测新技术，研制了异种金属搭接电子束焊缝超声阵列检测与智能评价系统，实现了氢氧发动机异种金属搭接电子束焊缝焊接缺陷和下层进入熔深的准确检测，熔深检测精度达到 $\pm 50\mu$ m。[旁证材料：知识产权证明（5、一种航空发动机导向叶片微裂纹缺陷检测方法及系统，ZL 202110379197.4；6、一种基于多参数的合金晶粒尺寸的确定方法及确定系统，ZL 201810290114.2；7、基于映射单调性的合金晶粒尺寸的确定方法及确定系统，ZL 201810768923.X；8、一种测量搭接焊中焊缝下层进入熔深的方法及系统，ZL 202111357380.0），其他证明（4、基于改进 CLAHE 的航空发动机导向叶片 DR 图像增强，航空动力学报；5、GH4169 晶粒尺寸的多参数超声评价方法，机械工程学报；6、面向映射单调性的 TC4 初生 $\alpha$ 相晶粒尺寸超声评价方法，航空学报）]

### ● 发动机关重件微裂纹数字射线智能成像检测

针对部分航空发动机叶片 DR 缺陷图像存在对比度较低、细节信息不明显、缺陷区域识别困难等问题，搭建由微焦点 X 射线机、辐射数字探测器、计算机处理单元、机械传动设备、控制单元等组成微焦点 DR 成像系统（图 6.a），基于限制对比度自适应直方图均衡化 CLAHE 理论提出 enhance-CLAHE 方法，通过特征提取网络生成特征映射文件，并使用 RPN 网络获到每个识别目标的候选框对应的特征矩阵，对目标候选区域进行 NMS 算法滤除，进而得到目标检测结果（图 6.b）。

为了进一步提高识别精度，以 YOLOv5 为基准网络，嵌入 CBAM 模块的 CSP1\_X 与 SPP 结构获得充分高质量的特征图像，并提出由 CSP2\_X 结构与 PAN 结构相结合的双塔网络（图 6.c）。研发微焦点 DR 成像检测专用装备（图 6.d），对复杂背景（涡轮叶片）下占比约在 0.04%~3.00%的待检测小目标（等效直径约为 0.05~0.1mm 的（椭）球形气孔和夹渣；宽度约为 0.05~0.1mm 的裂纹）的识别精度达到 98%，在  $\alpha_{90/95}$  置信水平下线型缺陷可检出的宽度尺寸 $<25\mu\text{m}$ 。



图 6 飞行器发动机叶片微裂纹数字射线智能成像检测系统

### ● 发动机关重件多参数智能超声检测

飞行器发动机关重件多采用镍基、铁基高温合金、钛合金、高强度钢等金属材料。由于合金材料组织结构复杂，钨夹杂等高危害性微小缺陷（30~100  $\mu\text{m}$ ）边界模糊，难以检测识别。针对这类问题，对超声检测信号进行经验模态分解/变分模态分解等，与声速、衰减系数等构成超声检测参数空间，依据相关性度量从声速、衰减系数、非线性系数等超声时频域特征参数中优选出若干个有效参数，将检测问题构建成为以平均绝对误差为优化目标并设定目标为最小的优化问题，对其进行求解，建立多参数智能超声检测技术，实现微小难识别缺陷的准确检出。（图 7 上）。

针对上述多特征参数优化，模型求解难度大的问题，对知识表示、提取、进化策略进行研究，通过维度缺失检测与恢复保持种群多样性，提出面向知识发现的协同进化算法，用于求解关键件多参数超声检测问题（图 7 下）。根据最优吸引子理论，定义优化问题的相似性与最简表达式，对分组内的最简表达式进行估计，提出基于云模型的进化知识定量数学表示与提取方法；对种群的维度缺失进行检测，提出基于维度缺失检测与恢复的种群多样性控制策略，构建可以根据知识信息自适应调整探索与利用平衡的协同进化策略；寻找到最佳的映射函数系数及拟合函数系数，最终建立发动机关重件多参数智能超声检测模型，并建立多参数智能超声检测与成像系统，实现了组织噪声干扰的情况下尺寸  $100\mu\text{m}$  以内微小缺陷的有效检出。

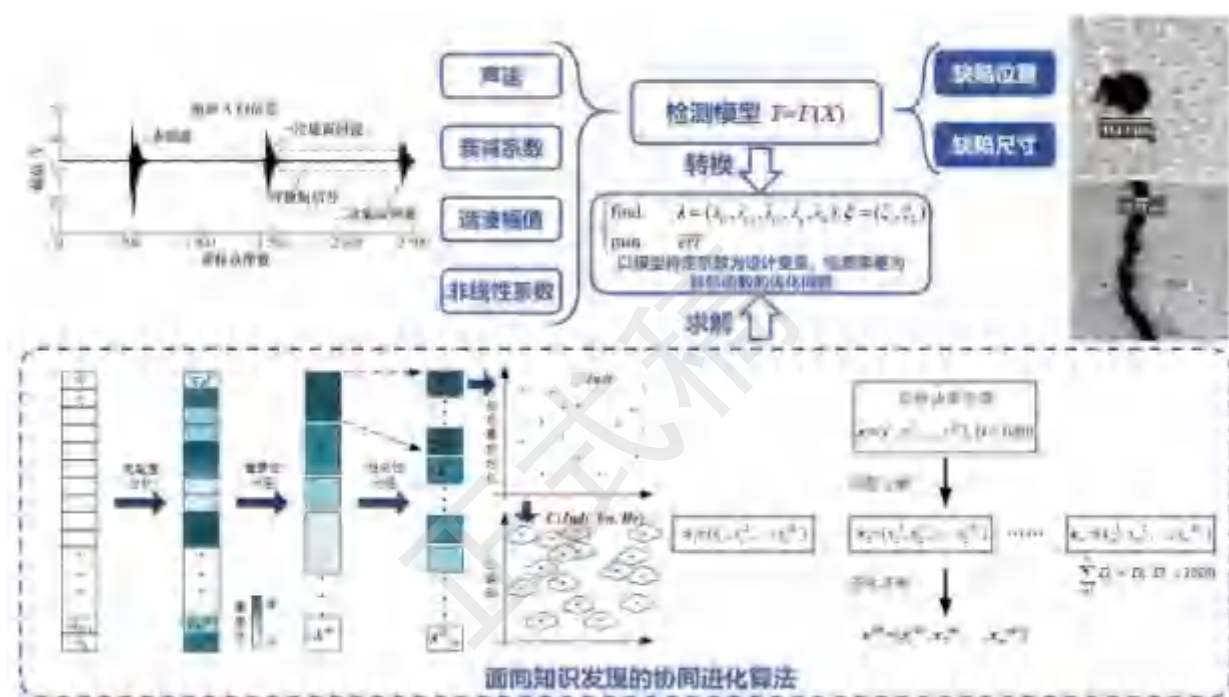


图 7 发动机关重件多参数智能超声检测方法

### ● 异种金属电子束焊缝超声阵列检测与智能评价

掌握氢氧火箭发动机技术是一个国家成为航天强国的标志之一。氢氧发动机制造过程中涉及大量异种合金材料的焊接。异种金属焊缝比重高（高达 76.9%），生产难度大，质量一致性差。异种金属搭接电子束焊缝下层进入熔深不足会引起推力室身部局部渗漏，进而导致型号进度延误，亟需解决异种金属搭接电子束焊缝的缺陷检出与下层进入熔深无损评价问题。

针对这一问题，项目组设计并制造了焊缝下层进入熔深值在  $1.5\text{mm}\sim 3.5\text{mm}$  之间的 GH4169/电铸镍异种金属电子束搭接焊缝标准试块（图 8.a），包含超声检测试块、金相检测试块、金相照片。以异种金属搭接电子束焊缝缺陷和下层进入熔深为检测对象，提出了基于基因表达式编程的下层进入熔深超声智能检测方法，制定了检测工艺规范（图 8.e），研制了异种金属电子束焊缝超声阵列检测与智能评价系统（图 8.b）。实现了薄壁搭接电子束焊接缺陷和下层进入熔深的准确检测，熔深检测精度达到  $\pm 50\mu\text{m}$ 。

围绕型号发动机动力舱球体异种金属粘接结构存在的脱粘、气泡等实际检测需求，设计并研发了三款检测探头（图 8.c），搭载自研的异种金属、金属与复合材料压缩声发射装



置（图 8.d），解决了超声检测粘接结构粘接层介质间声阻抗差异大、多次反射信号易被界面反射信号掩盖的难题，突破了基于脉冲反射波型幅度分析与相位分析的关键技术，制定了球体粘接结构超声检测工艺规范（图 8.e），攻克了上面级动力舱支架检测难题。

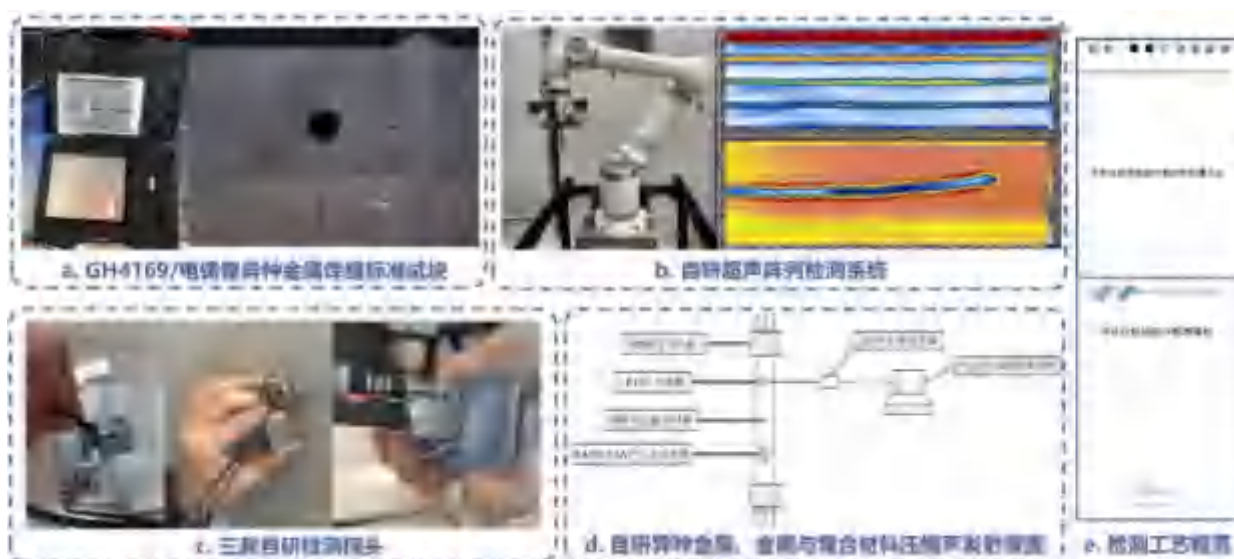


图 8 发动机关重件焊接、粘接区域质量智能检测

**2.1.3 针对发动机关重件组织性能评价与质量控制“难”的问题，研发了飞行器发动机关重件组织结构超声智能评价新技术，晶粒度评价误差<0.5 级，填补了关重件组织性能量化评价的空白；建立了组织结构虚拟样本生成与优选机制，样本优化率>75%，研制了首款具有组织结构评价功能的检测系统；提出了基于晶粒布局预测与扩散生成模型的金相图智能生成技术，将组织结构定量评价革新为虚拟可视化评价。[旁证材料：知识产权证明（9、一种镍基合金晶粒尺寸的高维超声评价方法，ZL 202111032359.3；10、一种高温合金晶粒尺寸类圆映射超声评价方法，ZL 201911296322.4；11、高温合金晶粒尺寸识别模型的构建方法及尺寸识别方法，ZL 202110186836.5；12、一种高维数据可视化聚类分析方法及系统，ZL 201811517242.2；13、一种高维多目标评价方法及系统，ZL 201810472843.X），其他证明（7、Application of High-Dimensional Model Representation in the Ultrasonic Evaluation of Superalloy Grain Size, Journal of Nondestructive Evaluation; 8、A multi-parameter ultrasonic evaluation of mean grain size using optimization, NDT and E International; 9、GH4169 晶粒尺寸的双目标超声评价方法，航空动力学报）]**

### ● 发动机关重件组织结构超声智能评价

金属关重件组织结构均匀性直接影响产品的性能、安全运行与寿命，是制约我国先进航空发动机制造的关键问题之一。工业上主要采用抽样金相检测+整体超声检测的方式进行材料制造质量控制。由于在超声检测中以噪声波高为材料组织结构评定依据、阈值简单，存在大量误判情况，导致废品率高、生产成本低、生产进度缓慢。

针对大、中小型发动机盘件的材料晶粒度无损定量评价和组织均匀性整体评判的生产需求，以镍基高温合金（GH4169、GH738、GH706）、钛合金（TC4、TC25）等发动机关重件材料为研究对象，制备不同热加工工艺参数的试样，并进行金相观察实验与超声纵波检测实验，构建超声检测参数空间与组织结构参数空间，以超声多特征参数和工艺参数为输入变量，以组织结构参数为输出变量，构建了基于高维模型表示方法的结构组织超声定

量评价模型（图 9.a）。发明了基于多参数融合、映射单调性、类圆映射、高维模型表示方法等多种适应不同需求的超声评价方法，并形成专利池，研制了首款具备组织结构评价功能的超声检测系统（图 9.b），成功实现晶粒度无损评价误差<0.5 级（GB/T6394-2017），填补了关重件微观组织结构及材料性能定量评价的空白。提出并建立金属材料组织结构的多参数智能超声检测与评价体系，并研制开发相关的软件、设备及大型自动化扫查系统。

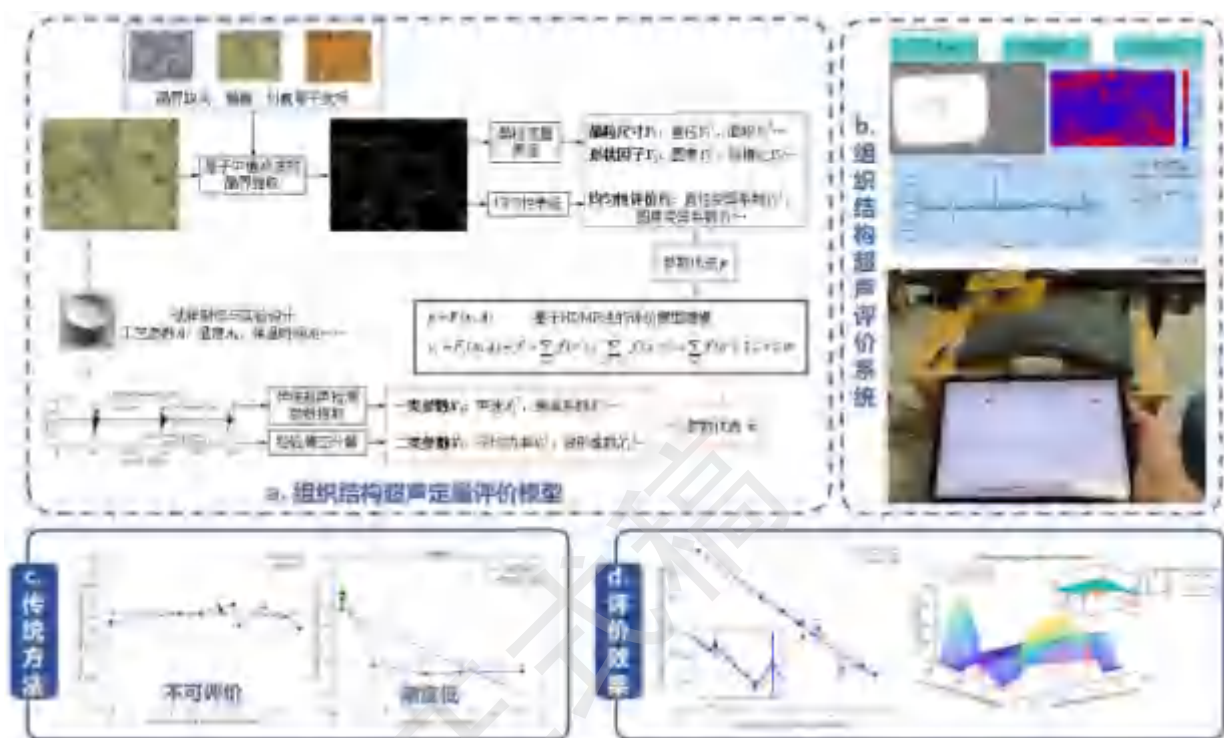


图 9 发动机关重件高温合金、钛合金材料微观结构的超声定量评价模型

### ● 发动机关重件组织结构虚拟样本生成与优选机制

受到材料成本、实验复杂性、时间成本等因素的影响，在进行发动机关重件组织结构的超声评价研究时，通常只能通过高昂的代价获得少量的实验数据，限制了人工智能最新研究成果在该领域的应用与实施。针对这一问题，建立组织结构虚拟样本生成与优选机制，并发明了基于虚拟样本的组织结构超声评价方法，进一步提升了组织结构小样本超声评价的准确性。

提出了基于区域趋势扩散与对抗生成的虚拟样本生成技术（图 10.b、10.c），将噪声扰动与分布估计相结合，利用样本推估平面确定虚拟样本信息的边界，以云模型分布函数对虚拟样本所在局部区域进行泛化估计，进而获得虚拟样本。研究并建立虚拟样本的评价准则，以模型预测精度和提升幅度为依据对虚拟样本进行有效性分析，根据真实样本空间的概率期望定量评价合理性，以泛化误差为目标函数对适用性进行评价。筛选出有效的虚拟样本，并将有效虚拟样本与原始小样本合并，求解最终的组织结构超声评价模型，样本优化率大于 75%（图 10.d）。



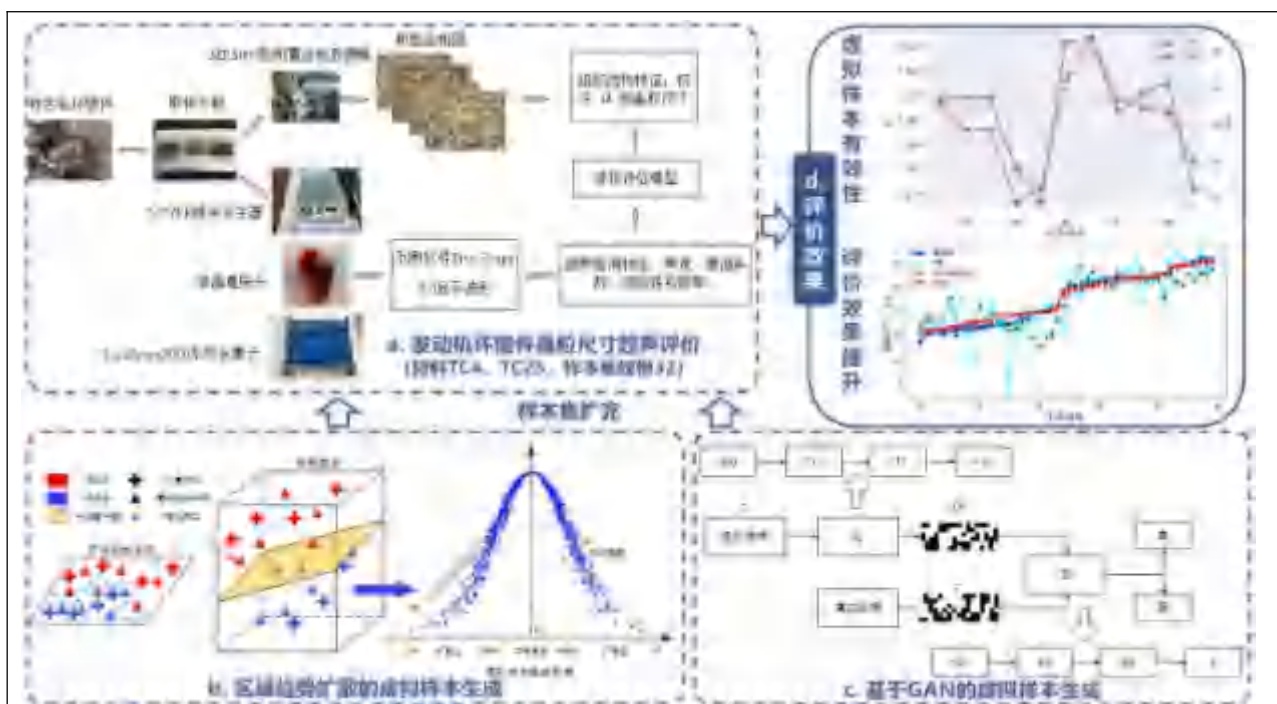


图 10 组织结构虚拟样本生成与优选机制

### ● 发动机关重件组织结构智能生成与虚拟可视化

组织结构评价方法仅能实现对晶粒度等组织结构参数的定量评价，无法全面反映材料微观组织的结构与分布。虽然通过切片金相、X射线衍射、电子背散射衍射等组织结构表征技术，可以对材料微观结构进行微/纳米级准确测量和重建，但存在实验成本昂贵、耗时长、表征空间有限等问题。项目组利用人工智能生成内容领域的最新技术成果，通过无损检测的方法，间接地获得发动机关重件的微观组织结构模型，突破技术壁垒，实现低成本、快速、高可靠性的材料微观形貌智能生成。

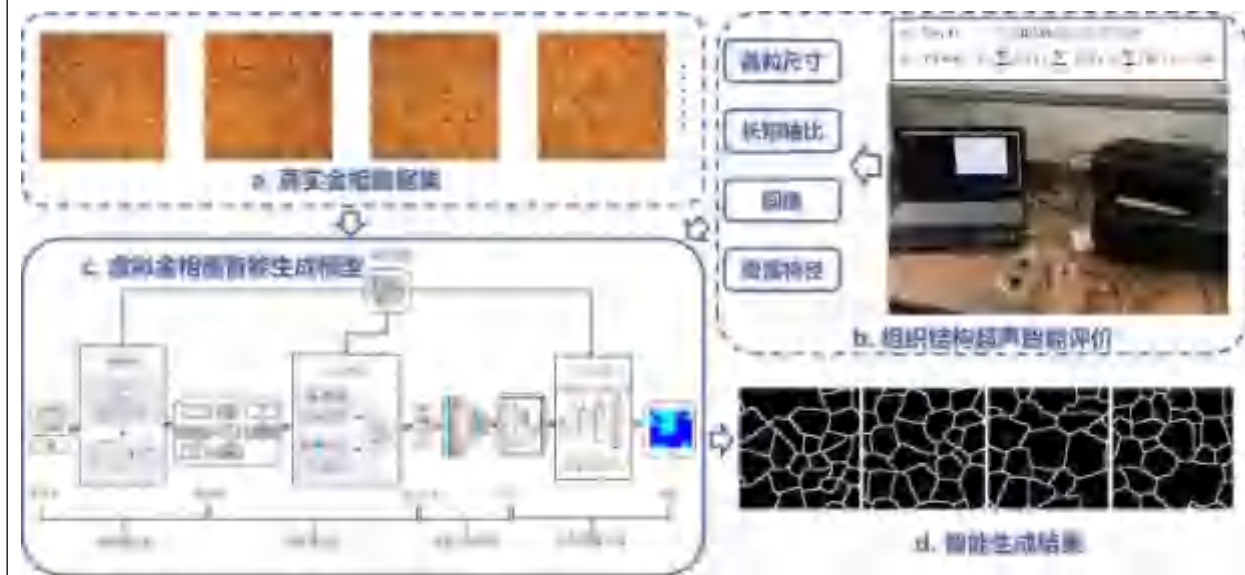


图 11 基于组织结构评价的虚拟金相智能生成技术

通过扩散学习网络对真实金相数据集（图 11.a）中的晶粒分布进行主动学习，并在组织结构超声定量评价的基础上，以超声评价所得的晶粒尺寸、长短轴比等组织结构特征为约束条件（图 11.b），构建的由场景图选择、场景图表示、晶粒布局预测、虚拟图像生成

所构成的虚拟金相图生成网络模型（图 11.c）。晶粒布局预测模块包含边界框预测与掩膜形状预测两部分。边界框预测采用由线性单元与 ReLU 激活函数构成的多层神经网络，由嵌入向量  $e$  获取物体的空间位置；掩膜形状预测拟采用多层上采样层、归一化层、卷积层搭建的 CNN，用以获取规定尺寸的物体形状掩膜；将物体空间布局汇集与堆叠获得场景布局（图 11.d），组织结构可视化图像距离分数（FID） $\leq 5.0$ 、启发式评分（IS） $\leq 150.0$ 。

## 2.2 主要技术创新点

项目组围绕飞行器发动机关重件在材料加工、研制生产、检验检测等全生命周期质量控制过程中的可检测、可评价、可预测的迫切需求，开展了飞行器发动机关重件微小缺陷与组织性能智能检测与评价研究，在发动机关重件表面/近表面微小缺陷检测、内部微观缺陷识别、组织性能评价与质量控制等方面进行研究开发与应用，取得的主要技术创新点有：

### （1）发动机关重件表面/近表面微小缺陷检测技术

创新地提出根据缺陷区域光流值与其它背景区域的差异性进行缺陷检测的新思路，发明了基于光流计算的关重件表面微小缺陷检测技术；构建基于视觉相似引导的光流上采样模块，将图像超分辨率技术与光流计算相融合，开辟了发动机关重件表面亚像素级微小缺陷检测新途径。建立了超声波在热障涂层内传播的理论模型，集成创新了发动机关重件热障涂层智能检测技术，65~120 $\mu\text{m}$  热障涂层测量精度 $>95\%$ 。搭建了闭合空间表面微小缺陷检测环境，研发了内窥图像采集与检测系统，制订了荧光渗透检测工艺，攻克了发动机关重件近表面内窥渗透检测关键技术，尺寸 100 $\mu\text{m}$  内的微小缺陷检测与测量误差 $<5.5\%$ 。

**获得国家发明专利授权：ZL 202010160371.1, ZL 202010160354.8, ZL 201910042646.9, ZL 201810396818.8**

### （2）发动机关重件内部微观缺陷识别与检测技术

提出了基于限制对比度自适应直方图均衡化的特征提取方法，创新了基于多特征融合与深度学习的发动机关重件内部微小缺陷识别方法；搭建了微焦点 DR 成像系统，并研发了叶片微裂纹数字射线智能成像检测系统；复杂背景下占比约在 0.04%~3.00%的待检测小目标的识别精度达到 98%，在 a90/95 置信水平下线型缺陷可检出的宽度尺寸 $<25\mu\text{m}$ 。发明了基于相关性度量的超声特征参数优选方法，提出了发动机关重件多参数智能超声检测新技术；通过维度缺失检测与恢复保持种群多样性，提出面向知识发现的协同进化算法，建立了发动机关重件多参数智能超声检测方法，在材料组织噪声干扰环境下可检出尺寸 100 $\mu\text{m}$  以内的微小缺陷。设计并制造了焊缝下层进入熔深值在 1.5mm~3.5mm 之间的 GH4169/电铸镍异种金属电子束搭接焊缝标准试块；制订了异种金属电子束焊缝超声检测工艺规范，研制了异种金属电子束焊缝超声阵列检测与智能评价系统，实现了异种金属搭接电子束焊缝缺陷和下层进入熔深的准确检测，熔深检测精度达到 $\pm 50\mu\text{m}$ 。

**获得国家发明专利授权：ZL 202110379197.4，ZL 201810290114.2，ZL 201810768923.X, ZL 202111357380.0**

### （3）发动机关重件组织性能评价与质量控制技术

构建了基于高维模型表示方法的组织结构超声定量评价模型，完成了镍基高温合金（GH4169、GH738、GH706）、钛合金（TC4、TC25）等发动机关重件材料的组织性能评价；发明了基于多参数融合、映射单调性、类圆映射、高维模型表示方法等多种适应不同

需求的超声评价方法，并形成专利池；研制了首款具备组织结构评价功能的超声检测系统（晶粒度评价误差<0.5级），填补了关重件组织性能量化评价的空白。提出了基于区域趋势扩散与对抗生成的虚拟样本生成技术，建立了组织结构虚拟样本生成与优选机制；发明了基于虚拟样本的组织结构超声评价方法，进一步提升了组织结构小样本超声评价的准确性，样本优化率>75%。创新了发动机关重件组织结构智能生成技术，实现了低成本、快速、高可靠性的材料微观形貌智能生成，组织结构可视化图像距离分数（FID）≤5.0、启发式评分（IS）≤150.0。

获得国家发明专利授权：ZL 202111032359.3, ZL 201911296322.4, ZL 202110186836.5, ZL 201811517242.2, ZL 201810472843.X

2.3 与国内外同类技术的主要参数对比

本项目以理论创新为先导、技术革新为载体、工程应用为宗旨，研发了飞行器发动机关重件微小缺陷与组织性能智能检测与评价技术，显著提升了表面/近表面微小缺陷的检测与测量精度、内部微观缺陷的检测与识别准确性、组织结构评价的有效性。与现有国内外同类技术相比（表 1），本项目技术不但在测量误差、检测精度等方面优于现有的国内外同类技术，而且显著提升了焊缝熔深检测精度、晶粒度评价误差、虚拟样本优化率、可视化图像距离分数、启发式评分等关键技术指标，此外还具有亚像素级微小缺陷、微观形貌智能生成的能力。

表 1 微小缺陷与组织性能智能检测与评价技术指标对比

技术指标		国内外同类技术	本技术	对比结果
表面/ 近表面	检测分辨率	>1 像素	亚像素	优于
	65~120μm 热障涂层测量精度	>90%	>95%	优于
	<100μm 缺陷测量误差	<5.5%	<5.5%	相同
内部	a <sub>90/95</sub> 下可检出缺陷尺寸	<75μm	<25μm	优于
	缺陷最小占比	2%	0.04%	优于
	焊缝熔深检测精度	±150μm	±50μm	优于
	噪声干扰检出能力	无	有	优于
组织结 构	晶粒度评价误差	1 级	<0.5 级	优于
	虚拟样本优化率	>60%	>75%	优于
	材料微观形貌智能生成	无	有	优于
	可视化图像距离分数	无	≤5.0	优于
	启发式评分	无	≤150.0	优于



### 3. 应用情况

相关技术及装备自 2014 年开始陆续在首都航天机械有限公司、中国航发动力股份有限公司、中国航发南方工业有限公司、航空工业贵州安大航空锻造有限责任公司等企业的型号制造过程中得到成功应用，解决大型航空发动机、航天发动机关键部位的表面微小缺陷难以快速检测识别、复杂形状构件内部微小缺陷难以检出、复杂型面焊缝微观缺陷及熔深难以评价、大型盘件内部组织结构存在粗晶、织构及晶粒不均匀导致后续制造产品变形等问题，为我国航空航天智能检测技术的进步做出了贡献。

相关技术及装备成功实现军转民，在江西省检验检测认证总院特种设备检验检测研究院、厦门韦士肯检测科技有限公司、中电建（南昌）城市建设有限公司、江西华航检测有限公司等民用特种设备检测企事业单位得到成功应用，提高了压力容器、国网、电网等民用设施复杂构件关键部位的快速、高精度无损检测，对我国民用设施制造、运行期间的质量安全保障做出了贡献，近三年新增产值 10.89 亿元，新增利润 2.13 亿元。

#### ● 发动机关重件表面、近表面微缺陷及结构参数的智能检测技术及装备

基于多尺度注意力光流的表面微小缺陷超分辨率检测技术及装备，开辟了发动机关重件表面亚像素级微小缺陷检测新途径，成功应用于中国航发动力股份有限公司、中国航发南方工业有限公司航空发动机叶片表面缺陷检测，并推广应用于厦门韦士肯检测科技有限公司实现了吉利、奇瑞等国产汽车零件生产商的汽车轴承、轴承滚子表面缺陷的在线快速检出。基于双目立体视觉的渗透荧光图像检测技术及装备，攻克了发动机关重件近表面内窥渗透检测关键技术，实现了某型号高、低压离心叶轮内流道面的有效检测与评定，实现了尺寸  $100\mu\text{m}$  内的微小缺陷检测与测量误差  $<5.5\%$ （图 12.a）。双热障涂层厚度的超声评价技术及设备成功应用于中国航发动力股份有限公司、中国航发南方工业有限公司的航空发动机燃烧室叶片、涡轮叶片热障涂层测厚（图 12.b、12.c），实现了  $65\sim 120\mu\text{m}$  热障涂层测量精度  $>95\%$ 。



(a) 封闭式叶轮

(b) 导向叶

(c) 双热障涂层结构

图 12 发动机关重件表面、近表面微缺陷及结构参数的智能检测技术应用

#### ● 基于多特征融合与深度学习的发动机关重件内部微小缺陷、结构参数的智能检测与评价技术及设备

基于数字射线图像超分辨率重建技术，研发了叶片微裂纹数字射线智能成像检测系统，成功应用于中国航发动力股份有限公司、中国航发南方工业有限公司的涡轮叶片气膜孔周微裂纹的检测（图 13），在  $\alpha_{90/95}$  置信水平下线型缺陷可检出的宽度尺寸  $<25\mu\text{m}$ 。基

于多参数融合与深度学习的智能超声检测技术，研制了异种金属搭接电子束焊缝超声阵列检测与智能评价系统，应用于首都航天机械有限公司某型号发动机推力室身部焊缝检测（图 14），实现了薄壁搭接电子束焊接缺陷和下层进入熔深的准确检测，熔深检测精度达到 $\pm 50\mu\text{m}$ 。此项技术成功推广应用至江西省检验检测认证总院特种设备检验检测研究院、厦门韦士肯检测科技有限公司、中电建（南昌）城市建设有限公司、江西华航检测有限公司等企事业单位的检测工作中，实现了超超临界锅炉管焊接接头、电站结构焊缝、超高压变电站绝缘纸板位置等民用设备设施的数字射线检测和超声相控阵检测中，检测效率提高了 20%，检测精度提高 30%。

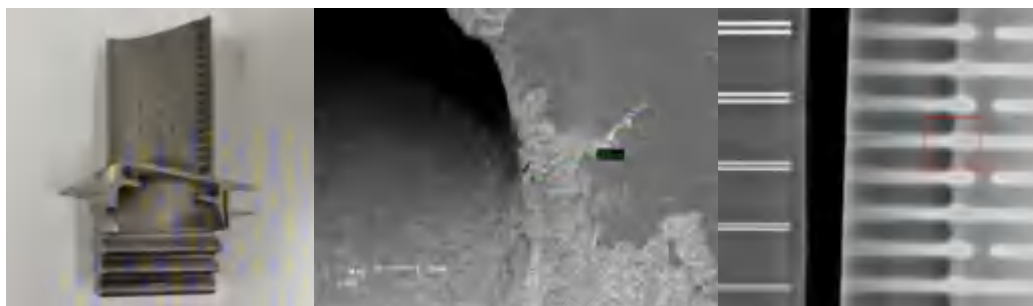


图 13 涡轮叶片气膜孔周裂纹的数字射线检测

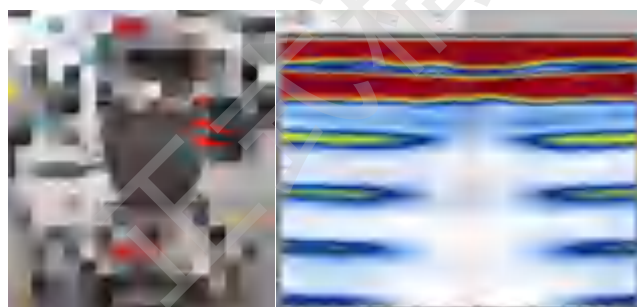


图 14 异种金属搭接电子束焊缝下层进入熔深的超声相控阵检测（注：已脱密处理）

### ● 飞行器发动机关重件组织结构超声智能评价技术、检测软件及装置

成功应用于中国航发动力股份有限公司、中国航发南方工业有限公司、航空工业贵州安大航空锻造有限责任公司等企业大型盘件的超声检测及晶粒度分布评价，成功实现了盘件、环锻件、环轧件、模锻件等发动机关重件晶粒度的 100%超声无损检测与评价（图 15），晶粒度评价误差 $<0.5$  级，填补了关重件组织结构量化评价的空白。此项技术和设备成功推广应用于江西省检验检测认证总院特种设备检验检测研究院的超超临界锅炉炉管及焊接接头材质劣化超声智能检测与评价中，确保了耐热钢压力容器设备的安全稳定运行。

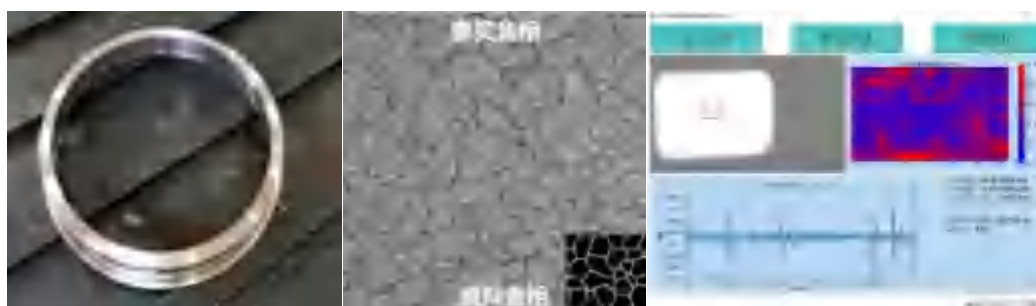


图 15 GH738 环件晶粒度超声智能检测与评价



### 主要应用单位情况表

序号	单位名称	应用的技术	应用对象及规模	应用起止时间	单位联系人/ 电话	附件
1	江西省检验检测认证总院特种设备检验检测研究院	基于多参数融合与深度学习的智能超声检测技术，组织结构超声智能评价技术	超超临界锅炉管焊接检测，超超临界锅炉炉管及焊接接头材质劣化超声智能检测与评价	2010-01-01 至 2022-12-31	刘伟成 13367006007	应用证明1
2	中国航发动力股份有限公司	基于多尺度注意力光流的表面微小缺陷超分辨率检测技术，双热障涂层厚度的超声评价技术，叶片微裂纹数字射线智能成像检测系统	航空发动机叶片表面缺陷检测，航空发动机燃烧室叶片热障涂层测厚，燃烧室叶片叶片气膜孔周微裂纹的检测	2010-01-01 至 2023-12-31	周笔文 17789120737	应用证明2
3	中国航发南方工业有限公司	基于多尺度注意力光流的表面微小缺陷超分辨率检测技术，航空发动机叶片表面缺陷检测，双热障涂层厚度的超声评价技术	航空发动机叶片表面缺陷检测，某型号高、低压离心叶轮内流道面检测，航空发动机涡轮叶片热障涂层测厚	2015-01-01 至 2022-12-31	习小文 13975312636	应用证明3
4	贵州安大航空锻造有限责任公司	组织结构超声智能评价技术	盘件、环锻件、环轧件、模锻件等发动机关键件的超声检测及晶粒度分布评价	2017-01-01 至 2022-12-31	葛金锋 15599191936	应用证明4
5	中电建（南昌）城市建设有限公司	基于多参数融合与深度学习的智能超声检测技术	电站结构焊缝检测	2017-01-01 至 2022-12-31	钟华兵 13576206277	应用证明5
6	江西华航检测有限公司	基于多参数融合与深度学习的智能超声检测技术	超高压变电站绝缘纸板检测	2017-01-01 至 2022-12-31	曹传根 15297916858	应用证明6
7	厦门韦士肯检测科技有限公司	基于多尺度注意力光流的表面微小缺陷超分辨率检测技术	汽车轴承、轴承滚子表面缺陷的在线快速检测	2017-01-01 至 2022-12-31	陈金贵15805922218	应用证明7

4、经济效益				单位：万元（人民币）	
项目总投资额	1200.0000		回收期（年）	1.0	
年份	栏目				
	新增利润	新增税收	创收外汇 万元（美元）	节支总额	
2020	6420.0000	1553.0000	0.0000	0.0000	
2021	7300.0000	1803.0000	0.0000	0.0000	
2022	7580.0000	1895.0000	0.0000	0.0000	
上述三年累计	21300.0000	5251.0000	0.0000	0.0000	
<p>各栏目的计算依据：</p> <p>上表中新增利润、新增税收为江西省检验检测认证总院特种设备检验检测研究院、中国航发动力股份有限公司、中国商发南方工业有限公司、贵州安大航空锻造有限责任公司、中电建（南昌）城市建设有限公司、江西华航检测有限公司、厦门韦士肯检测科技有限公司7家企事业单位提供的数据之和。</p>					
5、社会效益、生态环境效益					
<p>（1）应用在航空发动机叶片的表面缺陷检测技术、热障涂层测厚技术，叶轮的流道面检测技术及设备，实现了关重件表面/近表面微米级缺陷检测测量误差&lt;5.5%，65~120μm热障涂层测量精度&gt;95%，为航空发动机关重件制造工艺改进和高质量发展提供先进智能检测技术，为航空发动机安全运行、避免因部件故障导致严重事故提供技术和设备支持。</p> <p>（2）应用在航空发动机涡轮叶片的气膜孔周微裂纹检测技术及装备、航天发动机推力室身部异种合金搭接电子束焊缝熔深的检测技术及设备，保障了型号产品的质量可靠性以及焊缝检测可靠性、确保型号产品交付进度，对我国发动机关重件制造质量提升起到了支撑作用。</p> <p>（3）应用于航空发动机盘件微观组织结构的超声智能检测技术及装备，推动无损检测技术从宏微观缺陷检测向组织结构均匀性检测发展，为航空发动机制造工艺改进、突破机匣变形等“卡脖子”技术难题，降低生产成本，提供先进无损检测技术支持。</p> <p>（4）本项目将航空航天无损检测技术推广应用至民用制造、特种设备等领域，提高了汽车轴承、变压器、压力容器、管道等关键设备制造质量和安全运行保障，避免因设备故障导致的生产事故和环境污染。</p>					
<p>上述经济效益、社会效益和生态环境效益填写属实。</p> <p>第一完成单位（盖章）</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>					

## 五、客观评价

本项目研究获得国家自然科学基金、江西省自然科学基金、航天科技创新基金等课题资助。江西省自然科学基金的研究工作于 2022 年 12 月经江西省科技厅组织进行答辩验收，**卢黎明教授**任组长的专家组认为：该项目真实有效及完成计划任务书规定的主要研究内容和指标，建立面向知识发现的协同进化算法框架，并用于解决镍基高温合金组织结构超声评价问题。建立面向知识发现的协同进化算法在 GH4169、GH706、GH738 等典型镍基高温合金的应用实例，验证算法的精度与有效性，具有重要的研究意义和应用价值，技术水平达到国际先进、国内领先。[\[旁证材料：技术评价证明（项目验收材料 1）\]](#)

航天科技创新基金的研究工作于 2018 年 12 月经上海航天技术研究院组织进行答辩验收，**李玉权教授**任组长的专家组认为：项目围绕××型号中铝合金球体接结构存在粘接界面上的脱粘、气泡等缺陷检测要求，解决了超声检测粘接结构粘接层介质间声阻抗差异大、脱粘信号微弱、多次反射信号易被界面反射信号拖盖等难题，突破了基于脉冲反射波形幅度分析和相位分析的关键技术，制定了球体粘接结构超声检测工艺规范，成功应用于上面级动力舱产品支架粘接结构检测，并已推广至上海复合材料科技有限公司等多家企业，填补国内技术空白。[\[旁证材料：技术评价证明（项目验收材料 3）\]](#)

(1) 本项目技术申请国家发明专利 17 项，已获授权发明专利 13 项，其中核心专利 11 项，充分体现了项目研究在国内外的创新性。

(2) 江西省科学技术信息研究所对本项目核心技术进行查新检索，检索结果表明“项目‘飞行器发动机机件微小缺陷与组织性能检测与评价技术及应用’，在国内外所检文献中，除了查新课题组成员公开发表的文献外，未见相同技术特征的文献报道。”[\[旁证材料：技术评价证明（查新报告）\]](#)

(3) 本项目在 IEEE Transactions on Multimedia、Journal of Nondestructive Evaluation、NDT and E International、中国科学：信息科学、航空学报、电子学报、机械工程学报、仪器仪表学报、航空动力学报等国内外权威期刊发表相关研究论文 40 余篇。国内外多名专家学者在其发表的论文中引用相关工作并积极评价。

在表面/近表面微小缺陷检测技术方面，美国加州大学计算眼科学实验室首席研究员 **Balasubramanian 博士**认为项目组提出的超分辨率光流计算方法“结合自注意机制来识别长距离特征相关性和遮挡特征的显式估计，有效改进了大位移场景下光流计算的准确性”。四川大学**刘凯教授**认为项目组提出的表面微小缺陷检测方法“采用对原始图像进行奇异值分解的方式消除灰度值异常对光流计算的影响，利用金字塔分层细化方法提高光流计算的准确性，…实现表面缺陷的检测”。[\[旁证材料：其他证明（DDCNet: Deep dilated convolutional neural network for dense prediction, Neurocomputing; 基于改进 L-K 光流法的电缆断裂伸长率测量技术，仪器仪表学报）\]](#)

在内部微观缺陷检测与识别技术方面，西南交通大学**苏燕辰教授**认为项目组提出的多参数智能超声检测方法“增强再融合高频信息实现图像增强，与各经典图像增强算法进行比较后能很好增强的同时过滤图像细微缺陷”。西南石油大学**周兆明教授**认为项目组提出的叶片微裂纹数字射线智能检测方法“根据相关性原则，融合声速、衰减系数、非线性系数等多个超声特征参数，……，相较单一参数的超声评价方法，具有更好的测

量精度及抗干扰能力”。[旁证材料：其他证明（融合 Gamma 变换与 CLAHE 算法的受电弓监控去光照异变方法，激光杂志；钢材微观组织在线无损检测研究进展与展望，电子测量与仪器学报）]

在组织性能评价与质量控制技术方面，韩国汉阳大学 **Chuljin Park 教授**认为项目组提出的高温合金晶粒尺寸智能超声评价方法“成功使用进化算法解决了材料科学里的无损检测问题”。北京科技大学先进设备工程技术研究中心主任**杨荃教授**认为此方法“能够有效对平均晶粒度进行优化控制”。[旁证材料：其他证明（Distribution-Guided Heuristic Search for Nonlinear Parameter Estimation with an Application in Semiconductor Manufacturing, IISE Transactions; A multiparameter surface roughness evaluation model of cold-rolled strips using laser speckle images, Measurement）]

（4）项目的实施成效获得了行业专家的认可和高度评价。

中国航空学会失效分析分会主任、中国航发北京航空材料研究院（621 所）检测中心副主任**刘昌奎研究员**认为本项目“成功研发出飞行器发动机关重件微小缺陷与组织性能智能检测与评价系统……在航空、航发制造的多家企事业单位得到推广应用”。[旁证材料：其他证明（同行专家评价 1）]

长期从事航天型号产品无损检测技术研究的上海航天精密机械研究所（800 所）无损检测专业副总师**危荃**认为本项目解决了复杂场景下微小缺陷与组织性能检测与评价难题，“为航天发展中的质量无损检测提供了技术支持”。[旁证材料：其他证明（同行专家评价 2）]

中国机械工程学会无损检测分会副主任委员、北京航空航天大学**周正干教授**认为本项目“在飞行器发动机关重件表面/近表面微小缺陷智能检测、内部微小缺陷智能检测以及组织结构智能评价等方面取得突破”，曾在“15 届亚太地区无损检测大会（新加坡）、中国机械工程学会无损检测分会年会等国内外学术会议上引起热议”。[旁证材料：其他证明（同行专家评价 3）]

## 六、主要证明目录

1.应用单位目录						
序号	应用单位名称	应用起始时间	应用单位联系人及电话	应用本项目产生的经济效益		已提交应用证明 (√)
				人民币 (万元)	美元 (万元)	
1	江西省检验检测认证总院	2010年01月	刘伟成/13367006007	6400.0000	0.0000	√
2	中国航发动力股份有限公司	2010年01月	周笔文/17789120737	34000.0000	0.0000	√
3	中国航发南方工业有限公司	2015年01月	习小文/13975312636	29500.0000	0.0000	√
4	贵州安大航空锻造有限责任公司	2017年01月	葛金锋/15599191936	29000.0000	0.0000	√
5	厦门韦士肯检测科技有限公司	2017年01月	陈金贵/1580592218	3000.0000	0.0000	√
6	中电建(南昌)城市建设有限公司	2017年01月	钟华兵/13576206277	3600.0000	0.0000	√
7	江西华航检测有限公司	2017年01月	曹传根/15297916858	3400.0000	0.0000	√



2.知识产权证明目录				
序号	授权项目名称	知识产权类别	国（区）别	授权号
1	一种基于优化语义分割的图像序列光流计算方法	发明(实用新型)专利权	中国	ZL 202010160371.1
2	基于特征变形误差遮挡检测的图像序列光流计算方法	发明(实用新型)专利权	中国	ZL 202010160354.8
3	一种轴承缺陷检测方法及系统	发明(实用新型)专利权	中国	ZL 201910042646.9
4	一种轴承滚子表面缺陷检测方法、系统及装置	发明(实用新型)专利权	中国	ZL 201810396818.8
5	一种航空发动机导向叶片微裂纹缺陷检测方法及系统	发明(实用新型)专利权	中国	ZL 202110379197.4
6	一种基于多参数的合金晶粒尺寸的确定方法及确定系统	发明(实用新型)专利权	中国	ZL 201810290114.2
7	基于映射单调性的合金晶粒尺寸的确定方法及确定系统	发明(实用新型)专利权	中国	ZL 201810768923.X
8	一种测量搭接焊中焊缝下层进入熔深的方法及系统	发明(实用新型)专利权	中国	ZL 202111357380.0
9	一种镍基合金晶粒尺寸的高维超声评价方法	发明(实用新型)专利权	中国	ZL 202111032359.3
10	一种高温合金晶粒尺寸的类型映射超声评价方法	发明(实用新型)专利权	中国	ZL 201911296322.4
11	高温合金晶粒尺寸识别模型的构建方法及尺寸识别方法	发明(实用新型)专利权	中国	ZL 202110186836.5
12	一种高维数据可视化聚类分析方法及系统	发明(实用新型)专利权	中国	ZL 201811517242.2
13	一种高维多目标评价方法及系统	发明(实用新型)专利权	中国	ZL 201810472843.X
14	一种齿轮磨削烧伤巴克豪森信号检测扫查装置	发明(实用新型)专利权	中国	ZL 201821730137.2
15	一种齿轮磨削烧伤涡流检测装置	发明(实用新型)专利权	中国	ZL 201821732635.0
16	一种用于磁记忆二维检测的磁传感器装置	发明(实用新型)专利权	中国	ZL 201420807850.8
17	一种渗透剂静电喷涂载物装置	发明(实用新型)专利权	中国	ZL 202121816321.0

3. 技术评价证明及法律法规规定必须取得的行业准入证明文件目录		
序号	类别	名称
1	项目技术鉴定、验收（评价）报告	航空发动机镍基高温合金组织结构的超声智能评价方法研究
2	项目技术鉴定、验收（评价）报告	高维多目标进化计算及可视化研究
3	项目技术鉴定、验收（评价）报告	金属与金属/金属与复合材料粘接结构超声检测研究
4	其他证明	查新报告
5	其他证明	同行专家评价

类别按：1.项目技术鉴定、验收（评价）报告；2.检测报告；3.许可审批文件；4.其他证明顺序填写。

承诺：上述知识产权和标准规范等用于提名2023年度江西省科学技术进步奖的情况，已征得未列入本提名项目完成人的权利人（发明专利指发明人和专利权人）同意（相关知情同意书已按规定上传），且未在省级及以上政府科学技术奖获奖项目和本年度其他提名项目中使用。

第一完成人签名：  
年 月 日

## 七、本项目曾获科技奖励情况

获奖项目名称	奖项名称	获奖时间	奖励等级	授奖部门（单位）
多传感器信息融合三维检测与识别技术研究	中国科技产业化促进会科学技术奖	2018-11-01	一等奖	中国科技产业化促进会
GH706晶粒尺寸的多参数超声评价方法	赣苏湘辽川信息技术专业学术会议优秀论文	2018-10-23	一等奖	赣苏湘辽川航空学会
<p>本表所填科技奖励是指：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 国务院和省、自治区、直辖市政府设立的科技奖励及国务院有关部门设立的科技奖励。</li> <li>2. 经省级以上科技行政部门登记的社会力量设立的科技奖励。</li> <li>3. 国际组织和外国政府授予的科技奖励。</li> </ol>				

正式稿

## 八、完成人情况表

姓名	陈昊	性别	男	排名	1
出生年月	1982-09-19	出生地	山东省青岛市平度市	民族	汉族
身份证号	370283198209192210	党派	中国共产党	国籍	中国
行政职务	副院长	归国人员	是	归国时间	2020-03-15
工作单位	南昌航空大学	所在地	江西南昌	办公电话	13767072457
通讯地址	江西省南昌市丰和南大道696号南昌航空大学信息工程学院			邮政编码	330063
电子信箱	chenhaoshl@nchu.edu.cn			移动电话	13767072457
毕业学校	南京航空航天大学	毕业时间	2011-06-22	文化程度	博士研究生
专业技术职务	教授	专业、专长	测试技术计量及仪器	最高学位	博士
曾获科技奖励情况	1、江西省技术发明奖一等奖，2020年，排名第2； 2、中国航空学会科学技术奖二等奖，2020年，排名第2； 3、中国科技产业化促进会科学技术奖一等奖，2018年，排名第3。				
参加本项目的起止时间	自 2010-01-01 至 2022-12-31				
<b>对本项目主要学术贡献：</b> 1、作为项目负责人，总体规划项目研究方案，全程负责项目的研究与开发。 2、针对第1-3项主要技术创新点，负责飞行器发动机关重件表面/近表面微小缺陷智能检测、内部微小缺陷智能检测以及组织结构智能评价等关键技术攻关。 3、作为第一发明人获授权发明专利ZL201810768923.X、ZL201810290114.2、ZL201910042646.9、ZL201810396818.8、ZL202111032359.3、ZL201911296322.4、ZL202110186836.5。 作为发明人之一获授权发明专利ZL201811517242.2、ZL201810472843.X。					
<b>声明：</b> 本人同意完成人排名，自觉遵守《江西省科学技术奖励办法》及其实施细则的有关规定和省科学技术奖励委员会办公室对提名工作的要求，承诺遵守评审工作纪律，保证所提供的材料真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如有材料虚假或违纪行为，愿意承担相应责任并接受相应处理。如发生争议，保证积极配合调查处理工作。 该项目是本人本年度被提名的唯一项目。				<b>工作单位声明：</b> 本单位已进行公示，对该完成人被提名及排名无异议。	
本人签名：				单位（盖章）	
年    月    日				年    月    日	

注：每位完成人1页，可以复制。

## 八、完成人情况表

姓名	张聪炫	性别	男	排名	2
出生年月	1984-07-21	出生地	河南省焦作市	民族	汉族
身份证号	410802198407210018	党派	中国共产党	国籍	中国
行政职务	副院长	归国人员	是	归国时间	2019-12-25
工作单位	南昌航空大学	所在地	江西南昌	办公电话	13807000636
通讯地址	江西省南昌市丰和南大道696号			邮政编码	330063
电子信箱	zxgdsg@nchu.edu.cn			移动电话	13807000636
毕业学校	南京航空航天大学	毕业时间	2014-06-22	文化程度	博士研究生
专业技术职务	教授	专业、专长	图像检测与智能识别	最高学位	博士
曾获科技奖励情况	1、江西省技术发明奖一等奖，2020年，排名第1； 2、中国航空学会科学技术奖二等奖，2020年，排名第1； 3、中国科技产业化促进会科学技术奖一等奖，2018年，排名第2。				
参加本项目的起止时间	自 2010-01-01 至 2022-12-31				
<b>对本项目主要学术贡献：</b> 1、牵头负责基于光流计算的发动机关重件表面微小缺陷超分辨率检测。 2、对第1、3项主要技术创新点做出贡献，推动项目关键技术的应用和推广。 3、作为第一发明人获授权发明专利ZL202010160371.1、ZL202010160354.8。 作为发明人之一获授权发明专利ZL201810768923.X、ZL201910042646.9、ZL201810396818.8、ZL202111032359.3、ZL201911296322.4、ZL202110186836.5、ZL201811517242.2、ZL201810472843.X。					
<b>声明：</b> 本人同意完成人排名，自觉遵守《江西省科学技术奖励办法》及其实施细则的有关规定和省科学技术奖励委员会办公室对提名工作的要求，承诺遵守评审工作纪律，保证所提供的材料真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如有材料虚假或违纪行为，愿意承担相应责任并接受相应处理。如发生争议，保证积极配合调查处理工作。 该项目是本人本年度被提名的唯一项目。				<b>工作单位声明：</b> 本单位已进行公示，对该完成人被提名及排名无异议。	
本人签名： 年 月 日				单位（盖章） 年 月 日	

注：每位完成人1页，可以复制。



## 八、完成人情况表

姓名	陈曦	性别	女	排名	3
出生年月	1982-10-20	出生地	黑龙江省大庆市	民族	汉族
身份证号	230603198210201726	党派	中国共产党	国籍	中国
行政职务	系副主任	归国人员	否		
工作单位	南昌航空大学	所在地	江西南昌	办公电话	13979143982
通讯地址	江西省南昌市丰和南大道696号			邮政编码	330063
电子信箱	chenxi@nchu.edu.cn			移动电话	13979143982
毕业学校	北京航空航天大学	毕业时间	2019-11-11	文化程度	博士研究生
专业技术职务	副教授	专业、专长	测试计量技术及仪器	最高学位	博士
曾获科技奖励情况	中航工业集团科学技术奖二等奖，2015年，排名第6。				
参加本项目的起止时间	自 2010-01-01 至 2022-12-31				
<p><b>对本项目主要学术贡献：</b></p> <p>1、牵头负责基于多特征融合与深度学习的发动机关重件内部微小缺陷识别。</p> <p>2、对第2、3项主要技术创新点做出贡献，组织研发了异种金属电子束焊缝超声阵列检测与智能评价系统，实现了薄壁搭接电子束焊接缺陷和下层进入熔深的准确检测。</p> <p>3、作为第一发明人获授权发明专利ZL202110379197.4、ZL202111357380.0。</p> <p>作为发明人之一获授权发明专利ZL201810768923.X、ZL201810290114.2、ZL202110186836.5。</p>					
<p><b>声明：</b> 本人同意完成人排名，自觉遵守《江西省科学技术奖励办法》及其实施细则的有关规定和省科学技术奖励委员会办公室对提名工作的要求，承诺遵守评审工作纪律，保证所提供的材料真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如有材料虚假或违纪行为，愿意承担相应责任并接受相应处理。如发生争议，保证积极配合调查处理工作。</p> <p>该项目是本人本年度被提名的唯一项目。</p> <p style="text-align: right;">本人签名：</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>				<p><b>工作单位声明：</b> 本单位已进行公示，对该完成人被提名及排名无异议。</p> <p style="text-align: right;">单位（盖章）</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>	

注：每位完成人1页，可以复制。

## 八、完成人情况表

姓名	兰清生	性别	男	排名	4
出生年月	1967-09-06	出生地	江西赣州	民族	汉族
身份证号	330106196709060439	党派	中国共产党	国籍	中国
行政职务	院长	归国人员	否		
工作单位	江西省检验检测认证总院特种设备检验检测研究院	所在地	江西南昌	办公电话	0791-88308606
通讯地址	江西省南昌市南昌县金沙二路1899号			邮政编码	330000
电子信箱	Lqs4808@163.com			移动电话	17370019196
毕业学校	浙江大学	毕业时间	1989-12-22	文化程度	硕士研究生
专业技术职务	教授级高级工程师	专业、专长	化工机械	最高学位	硕士
曾获科技奖励情况	1.中国职业安全健康协会科学技术奖一等奖； 2.中国特种设备检验协会科学技术奖一等奖。				
参加本项目的起止时间	自 2010-01-01 至 2022-12-31				
<b>对本项目主要学术贡献：</b> 1、作为项目骨干成员，主要负责项目核心技术在江西省检验检测认证总院的产业化应用和推广。 2、参与研发了高精度水浸超声C扫描系统。 3、对第2项主要技术创新点做出贡献。 作为发明人之一获授权实用新型专利ZL201710877745.X。					
<b>声明：</b> 本人同意完成人排名，自觉遵守《江西省科学技术奖励办法》及其实施细则的有关规定和省科学技术奖励委员会办公室对提名工作的要求，承诺遵守评审工作纪律，保证所提供的材料真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如有材料虚假或违纪行为，愿意承担相应责任并接受相应处理。如发生争议，保证积极配合调查处理工作。 该项目是本人本年度被提名的唯一项目。  <div style="text-align: right;">本人签名：</div> <div style="text-align: right;">年    月    日</div>				<b>工作单位声明：</b> 本单位已进行公示，对该完成人被提名及排名无异议。  <div style="text-align: right;">单位（盖章）</div> <div style="text-align: right;">年    月    日</div>	

注：每位完成人1页，可以复制。

## 八、完成人情况表

姓名	鄢冠华	性别	男	排名	5
出生年月	1963-10-12	出生地	江西南昌	民族	汉族
身份证号	360103196310122235	党派	中国共产党	国籍	中国
行政职务	无	归国人员	否		
工作单位	南昌航空大学	所在地	江西南昌	办公电话	13970940474
通讯地址	江西省南昌市丰和南大道696号			邮政编码	330063
电子信箱	wuguanhua@nchu.edu.com			移动电话	13970940474
毕业学校	北京航空航天大学	毕业时间	1986-04-01	文化程度	硕士研究生
专业技术职务	教授	专业、专长	测试计量技术及仪器	最高学位	硕士
曾获科技奖励情况	1.江西省高等学校科技成果奖二等奖“铁磁材料磁记忆检测技术的机理和方法研究”，排名第4。				
参加本项目的起止时间	自 2010-01-01 至 2022-12-31				
<p><b>对本项目主要学术贡献：</b></p> <p>1、牵头负责发动机关重件热障涂层智能检测关键技术研究。</p> <p>2、参与研发异种金属电子束焊缝超声阵列检测与智能评价系统。</p> <p>3、对第1-3项主要技术创新点做出贡献。</p> <p>作为发明人之一获授权发明专利ZL202110379197.4、ZL201810768923.X、ZL201810290114.2、ZL202110186836.5、ZL202111357380.0。</p>					
<p><b>声明：</b> 本人同意完成人排名，自觉遵守《江西省科学技术奖励办法》及其实施细则的有关规定和省科学技术奖励委员会办公室对提名工作的要求，承诺遵守评审工作纪律，保证所提供的材料真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如有材料虚假或违纪行为，愿意承担相应责任并接受相应处理。如发生争议，保证积极配合调查处理工作。</p> <p>该项目是本人本年度被提名的唯一项目。</p> <p style="text-align: right;">本人签名：</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>				<p><b>工作单位声明：</b> 本单位已进行公示，对该完成人被提名及排名无异议。</p> <p style="text-align: right;">单位（盖章）</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>	

注：每位完成人1页，可以复制。

## 八、完成人情况表

姓名	习小文	性别	男	排名	6
出生年月	1990-09-08	出生地	江西省新余市	民族	汉族
身份证号	360521199009086413	党派	中国共产党	国籍	中国
行政职务	无损检验室主任	归国人员	否		
工作单位	中国航发南方工业有限公司	所在地	湖南株洲	办公电话	0731-28559419
通讯地址	湖南省株洲市芦淞区董家墩南方公司			邮政编码	412000
电子信箱	xixiaowen_nchk@163.com			移动电话	18153762636
毕业学校	南昌航空大学	毕业时间	2015-07-01	文化程度	硕士研究生
专业技术职务	高级工程师	专业、专长	无损检测	最高学位	硕士
曾获科技奖励情况	无				
参加本项目的起止时间	自 2017-07-01 至 2022-12-31				
<b>对本项目主要学术贡献：</b> 1、作为项目骨干成员，主要负责项目核心技术在中国航发南方工业有限公司的产业化应用和推广。 2、参与闭式叶轮荧光检测、单晶涡轮工作叶片表面涂层厚度检测等研究。 3、对第1项主要技术创新点做出贡献。					
<b>声明：</b> 本人同意完成人排名，自觉遵守《江西省科学技术奖励办法》及其实施细则的有关规定和省科学技术奖励委员会办公室对提名工作的要求，承诺遵守评审工作纪律，保证所提供的材料真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如有材料虚假或违纪行为，愿意承担相应责任并接受相应处理。如发生争议，保证积极配合调查处理工作。 该项目是本人本年度被提名的唯一项目。  <div style="text-align: right;">本人签名：</div> <div style="text-align: right;">年    月    日</div>				<b>工作单位声明：</b> 本单位已进行公示，对该完成人被提名及排名无异议。  <div style="text-align: right;">单位（盖章）</div> <div style="text-align: right;">年    月    日</div>	

注：每位完成人1页，可以复制。

## 八、完成人情况表

姓名	周笔文	性别	男	排名	7
出生年月	1988-10-26	出生地	江西省吉安市	民族	汉族
身份证号	362422198810268114	党派	中国共产党	国籍	中国
行政职务	室主任	归国人员	否		
工作单位	中国航发动力股份有限公司	所在地	陕西西安	办公电话	02986151686
通讯地址	陕西省西安市未央区徐家湾中国航发动力股份有限公司			邮政编码	710021
电子信箱	348385863@qq.com			移动电话	15829462519
毕业学校	南昌航空大学	毕业时间	2012-07-01	文化程度	硕士研究生
专业技术职务	高级工程师	专业、专长	无损检测	最高学位	硕士
曾获科技奖励情况	无				
参加本项目的起止时间	自 2012-08-01 至 2022-12-31				
<b>对本项目主要学术贡献：</b> 1、作为项目骨干成员，主要负责项目核心技术在中国航发动力股份有限公司的产业化应用和推广。 2、参与涡轮叶片热障涂层超声特征成像检测工艺、发动机盘件晶粒度超声检测与智能评价研究。 3、对第1项主要技术创新点做出贡献。					
<b>声明：</b> 本人同意完成人排名，自觉遵守《江西省科学技术奖励办法》及其实施细则的有关规定和省科学技术奖励委员会办公室对提名工作的要求，承诺遵守评审工作纪律，保证所提供的材料真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如有材料虚假或违纪行为，愿意承担相应责任并接受相应处理。如发生争议，保证积极配合调查处理工作。 该项目是本人本年度被提名的唯一项目。  本人签名：  年 月 日				<b>工作单位声明：</b> 本单位已进行公示，对该完成人被提名及排名无异议。  单位（盖章）  年 月 日	

注：每位完成人1页，可以复制。



## 八、完成人情况表

姓名	罗顺明	性别	男	排名	8
出生年月	1978-11-10	出生地	贵州省毕节市	民族	汉族
身份证号	522401197811101512	党派	中国共产党	国籍	中国
行政职务	副主任	归国人员	否		
工作单位	贵州安大航空锻造有限责任公司	所在地	贵州省安顺市	办公电话	18224687569
通讯地址	贵州省安顺市西秀区黄果树大街东段322号			邮政编码	561005
电子信箱	18985712117@163.com			移动电话	18224687569
毕业学校	南昌航空工业学院	毕业时间	2004-07-01	文化程度	本科生
专业技术职务	高级工程师	专业、专长	无损检测	最高学位	学士
曾获科技奖励情况	无				
参加本项目的起止时间	自 2010-01-01 至 2022-12-31				
<p><b>对本项目主要学术贡献：</b></p> <p>1、作为项目骨干成员，主要负责项目核心技术在贵州安大航空锻造有限责任公司的产业化应用和推广。</p> <p>2、参与压气机整流叶片钎焊检测、TC25钛合金锻件组织均匀性评价等研究。</p> <p>3、对第2、3项主要技术创新点做出贡献。</p>					
<p><b>声明：</b> 本人同意完成人排名，自觉遵守《江西省科学技术奖励办法》及其实施细则的有关规定和省科学技术奖励委员会办公室对提名工作的要求，承诺遵守评审工作纪律，保证所提供的材料真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如有材料虚假或违纪行为，愿意承担相应责任并接受相应处理。如发生争议，保证积极配合调查处理工作。</p> <p>该项目是本人本年度被提名的唯一项目。</p> <p style="text-align: right;">本人签名：</p> <p style="text-align: right;">年    月    日</p>				<p><b>工作单位声明：</b> 本单位已进行公示，对该完成人被提名及排名无异议。</p> <p style="text-align: right;">单位（盖章）</p> <p style="text-align: right;">年    月    日</p>	

注：每位完成人1页，可以复制。

## 八、完成人情况表

姓名	刘伟	性别	男	排名	9
出生年月	1983-01-08	出生地	北京	民族	汉族
身份证号	110106198301083635	党派	中国共产党	国籍	中国
行政职务	无	归国人员	否		
工作单位	首都航天机械有限公司	所在地	北京市丰台区警备东路2号	办公电话	010-68750185
通讯地址	北京市34信箱18分箱			邮政编码	100071
电子信箱	jordad_18@126.com			移动电话	18515624119
毕业学校	南昌航空工业学院	毕业时间	2006-07-01	文化程度	本科生
专业技术职务	高级工程师	专业、专长	无损检测	最高学位	学士
曾获科技奖励情况	中国运载火箭研究院科技改进奖二等奖1项、三等奖1项				
参加本项目的起止时间	自 2020-01-01 至 2022-12-31				
<p><b>对本项目主要学术贡献：</b></p> <p>1、作为项目骨干成员，主要负责项目核心技术在首都航天机械有限公司的产业化应用和推广。</p> <p>2、参与氢氧发动机异种金属电子束搭接焊缝质量的智能检测与评价研究。</p> <p>3、对第2项主要技术创新点做出贡献。</p> <p>4、作为发明人之一获授权发明专利ZL202111357380.0。</p>					
<p><b>声明：</b> 本人同意完成人排名，自觉遵守《江西省科学技术奖励办法》及其实施细则的有关规定和省科学技术奖励委员会办公室对提名工作的要求，承诺遵守评审工作纪律，保证所提供的材料真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如有材料虚假或违纪行为，愿意承担相应责任并接受相应处理。如发生争议，保证积极配合调查处理工作。</p> <p>该项目是本人本年度被提名的唯一项目。</p> <p style="text-align: right;">本人签名：</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>				<p><b>工作单位声明：</b> 本单位已进行公示，对该完成人被提名及排名无异议。</p> <p style="text-align: right;">单位（盖章）</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>	

注：每位完成人1页，可以复制。

## 八、完成人情况表

姓名	黎明	性别	男	排名	10
出生年月	1965-02-12	出生地	江西省樟树市	民族	汉族
身份证号	320103196502122072	党派	中国共产党	国籍	中国
行政职务	主任	归国人员	否		
工作单位	南昌航空大学	所在地	江西省南昌市	办公电话	13970820898
通讯地址	江西省南昌市丰和南大道696号			邮政编码	330063
电子信箱	liming@nchu.edu.cn			移动电话	13970820898
毕业学校	南京航空航天大学	毕业时间	1997-06-01	文化程度	博士研究生
专业技术职务	教授	专业、专长	图像处理与智能计算	最高学位	博士
曾获科技奖励情况	1、江西省技术发明奖一等奖，2020年，排名第6； 2、中国航空学会科学技术奖二等奖，2020年，排名第6； 3、中国科技产业化促进会科学技术奖一等奖，2018年，排名第4； 4、江西省自然科学奖二等奖，2008年，排名第1。				
参加本项目的起止时间	自 2010-01-01 至 2022-12-31				
<b>对本项目主要学术贡献：</b> 1、牵头负责高维多目标评价、高维数据可视化聚类分析等关键技术研究。 2、对第3项主要技术创新点做出贡献，参与发动机关重件组织结构智能评价研究。 3、作为第一发明人获授权发明专利ZL201811517242.2、ZL201810472843.X。 4、作为发明人之一获授权发明专利ZL202010160371.1、ZL202010160354.8、ZL201810768923.X、ZL201910042646.9、ZL201810396818.8、ZL202111032359.3、ZL201911296322.4、ZL202110186836.5。					
<b>声明：</b> 本人同意完成人排名，自觉遵守《江西省科学技术奖励办法》及其实施细则的有关规定和省科学技术奖励委员会办公室对提名工作的要求，承诺遵守评审工作纪律，保证所提供的材料真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如有材料虚假或违纪行为，愿意承担相应责任并接受相应处理。如发生争议，保证积极配合调查处理工作。 该项目是本人本年度被提名的唯一项目。				<b>工作单位声明：</b> 本单位已进行公示，对该完成人被提名及排名无异议。	
本人签名： 年 月 日				单位（盖章） 年 月 日	

注：每位完成人1页，可以复制。

## 八、完成人情况表

姓名	张路根	性别	男	排名	11
出生年月	1965-04-02	出生地	江西省南昌市	民族	汉族
身份证号	360102196504024311	党派	中国共产党	国籍	中国
行政职务	副院长	归国人员	否		
工作单位	江西省检验检测认证总院特种设备检验检测研究院	所在地	南昌市南昌县金沙二路1899号	办公电话	0791-88306518
通讯地址	江西省南昌市南昌县金沙二路1899号			邮政编码	330000
电子信箱	zhanglg@163.com			移动电话	13330082568
毕业学校	南昌航空工业学院	毕业时间	1986-07-01	文化程度	本科生
专业技术职务	教授级高级工程师	专业、专长	无损检测	最高学位	学士
曾获科技奖励情况	获2010、2015年度国家科技进步二等奖2项（作为骨干参与），省部级科技进步三等奖3项，省级教学成果二等奖1项，行业协会科技一等奖2项，省质监局“科技兴检”成果奖一等奖1项、二等奖2项、三等奖1项。				
参加本项目的起止时间	自 2010-01-01 至 2022-12-31				
<b>对本项目主要学术贡献：</b> 1、作为项目骨干成员，参与项目核心技术在江西省检验检测认证总院的产业化应用和推广。 2、对第1项主要技术创新点做出贡献，参与发动机关重件表面微裂纹数字射线智能成像检测研究。 3、作为第一发明人获授权实用新型专利ZL201420807850.8。 4、作为发明人之一获授权实用新型专利ZL201710877745.X。					
<b>声明：</b> 本人同意完成人排名，自觉遵守《江西省科学技术奖励办法》及其实施细则的有关规定和省科学技术奖励委员会办公室对提名工作的要求，承诺遵守评审工作纪律，保证所提供的材料真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如有材料虚假或违纪行为，愿意承担相应责任并接受相应处理。如发生争议，保证积极配合调查处理工作。 该项目是本人本年度被提名的唯一项目。				<b>工作单位声明：</b> 本单位已进行公示，对该完成人被提名及排名无异议。	
本人签名： 年 月 日				单位（盖章） 年 月 日	

注：每位完成人1页，可以复制。

## 八、完成人情况表

姓名	葛金锋	性别	男	排名	12
出生年月	1983-12-28	出生地	山东费县	民族	汉族
身份证号	371325198312285610	党派	中国共产党	国籍	中国
行政职务	技术中心副主任	归国人员	否		
工作单位	贵州安大航空锻造有限责任公司	所在地	贵州安顺	办公电话	0851-33393188
通讯地址	贵州省安顺市西秀区黄果树大街东段322号			邮政编码	561005
电子信箱	15902649817@163.com			移动电话	15902649817
毕业学校	哈尔滨工业大学	毕业时间	2007-07-01	文化程度	本科生
专业技术职务	高级工程师	专业、专长	材料成型	最高学位	学士
曾获科技奖励情况	中国有色金属工业科学技术奖二等奖1项，“高性能Ti2AlNb金属间化合物合金及其锻轧制品工程化制备技术”排名第四				
参加本项目的起止时间	自 2010-01-01 至 2022-12-31				
<b>对本项目主要学术贡献：</b> 1、作为项目骨干成员，参与项目核心技术在贵州安大航空锻造有限责任公司的产业化应用和推广。 2、参与发动机关重件合金材料GH738、GH4169、TC4、TC25组织均匀性评价研究。 3、对第3项主要技术创新点做出贡献。					
<b>声明：</b> 本人同意完成人排名，自觉遵守《江西省科学技术奖励办法》及其实施细则的有关规定和省科学技术奖励委员会办公室对提名工作的要求，承诺遵守评审工作纪律，保证所提供的材料真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如有材料虚假或违纪行为，愿意承担相应责任并接受相应处理。如发生争议，保证积极配合调查处理工作。 该项目是本人本年度被提名的唯一项目。  <div style="text-align: right;">本人签名：</div> <div style="text-align: right;">年    月    日</div>				<b>工作单位声明：</b> 本单位已进行公示，对该完成人被提名及排名无异议。  <div style="text-align: right;">单位（盖章）</div> <div style="text-align: right;">年    月    日</div>	

注：每位完成人1页，可以复制。



## 八、完成人情况表

姓名	葛利跃	性别	男	排名	13
出生年月	1992-10-19	出生地	安徽省蚌埠市	民族	汉族
身份证号	340311199210191218	党派	中国共产党	国籍	中国
行政职务	无	归国人员	否		
工作单位	南昌航空大学	所在地	江西省南昌市	办公电话	13177813129
通讯地址	江西省南昌市丰和南大道696号			邮政编码	330063
电子信箱	lygezx@nchu.edu.cn			移动电话	13177813129
毕业学校	南昌航空大学	毕业时间	2019-06-15	文化程度	硕士研究生
专业技术职务	助理实验师	专业、专长	仪器仪表工程	最高学位	硕士
曾获科技奖励情况	无				
参加本项目的起止时间	自 2014-01-01 至 2022-12-31				
<p><b>对本项目主要学术贡献：</b></p> <p>1、参与了基于优化语义分割的图像序列光流计算、特征变形误差遮挡检测的图像序列光流计算等关键技术研究。</p> <p>2、参与了研发叶片微裂纹数字射线智能成像检测系统。</p> <p>3、对第1、2项主要技术创新点做出贡献。</p>					
<p><b>声明：</b> 本人同意完成人排名，自觉遵守《江西省科学技术奖励办法》及其实施细则的有关规定和省科学技术奖励委员会办公室对提名工作的要求，承诺遵守评审工作纪律，保证所提供的材料真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如有材料虚假或违纪行为，愿意承担相应责任并接受相应处理。如发生争议，保证积极配合调查处理工作。</p> <p>该项目是本人本年度被提名的唯一项目。</p> <p style="text-align: right;">本人签名：</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>				<p><b>工作单位声明：</b> 本单位已进行公示，对该完成人被提名及排名无异议。</p> <p style="text-align: right;">单位（盖章）</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>	

注：每位完成人1页，可以复制。

## 八、完成人情况表

姓名	江乐旗	性别	男	排名	14
出生年月	1991-01-23	出生地	江西省景德镇市	民族	汉族
身份证号	36020319910123351X	党派	群众	国籍	中国
行政职务	无	归国人员	否		
工作单位	南昌航空大学	所在地	江西省南昌市	办公电话	13330089455
通讯地址	江西省南昌市丰和南大道696号			邮政编码	330063
电子信箱	jdz_jlq@nchu.edu.cn			移动电话	13330089455
毕业学校	南京信息工程大学	毕业时间	2020-12-01	文化程度	博士研究生
专业技术职务	讲师(高校)	专业、专长	人工智能	最高学位	博士
曾获科技奖励情况	无				
参加本项目的起止时间	自 2014-01-01 至 2022-12-31				
<b>对本项目主要学术贡献：</b> 1、参与了基于多参数融合的组织结构超声评价、基于类圆映射的高维多目标可视化方法等关键技术研究。 2、参与了研发组织结构评价超声检测系统系统。 3、对第3项主要技术创新点做出贡献。					
<b>声明：</b> 本人同意完成人排名，自觉遵守《江西省科学技术奖励办法》及其实施细则的有关规定和省科学技术奖励委员会办公室对提名工作的要求，承诺遵守评审工作纪律，保证所提供的材料真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如有材料虚假或违纪行为，愿意承担相应责任并接受相应处理。如发生争议，保证积极配合调查处理工作。 该项目是本人本年度被提名的唯一项目。  本人签名： 年 月 日				<b>工作单位声明：</b> 本单位已进行公示，对该完成人被提名及排名无异议。  单位（盖章） 年 月 日	

注：每位完成人1页，可以复制。

## 八、完成人情况表

姓名	黎政秀	性别	男	排名	15
出生年月	1992-04-12	出生地	江西南昌	民族	汉族
身份证号	36010319920412541X	党派	群众	国籍	中国
行政职务	无	归国人员	是	归国时间	2016-10-01
工作单位	南昌航空大学	所在地	江西省南昌市	办公电话	13701460400
通讯地址	江西省南昌市丰和南大道696号			邮政编码	330063
电子信箱	70987@nchu.edu.cn			移动电话	12701460400
毕业学校	伍斯特理工学院	毕业时间	2016-07-01	文化程度	硕士研究生
专业技术职务	助理实验师	专业、专长	计算机科学与技术	最高学位	硕士
曾获科技奖励情况	无				
参加本项目的起止时间	自 2018-01-01 至 2022-12-31				
<b>对本项目主要学术贡献：</b> 1、参与组织结构虚拟样本生成、基于类圆映射的高维多目标可视化方法等关键技术研究。 2、参与研发组织结构评价超声检测系统系统。 3、作为发明人之一获授权发明专利ZL202111032359.3，对第3项主要技术创新点做出贡献。					
<b>声明：</b> 本人同意完成人排名，自觉遵守《江西省科学技术奖励办法》及其实施细则的有关规定和省科学技术奖励委员会办公室对提名工作的要求，承诺遵守评审工作纪律，保证所提供的材料真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如有材料虚假或违纪行为，愿意承担相应责任并接受相应处理。如发生争议，保证积极配合调查处理工作。 该项目是本人本年度被提名的唯一项目。				<b>工作单位声明：</b> 本单位已进行公示，对该完成人被提名及排名无异议。	
本人签名： 年 月 日				单位（盖章） 年 月 日	

注：每位完成人1页，可以复制。

## 九、完成单位情况表

单位名称	南昌航空大学			所在地	江西省南昌市丰和南大道696号
排名	1	单位属性	学校	传真	0791-83863101
联系人	卢超	联系电话	83863688	移动电话	13007217987
通讯地址	江西省南昌市丰和南大道696号			邮政编码	330063
电子信箱	36039@nchu.edu.cn				
统一社会信用代码或组织机构代码	12360000491012291R				
<p>对本项目科技创新和应用推广的贡献：</p> <p>针对发动机关重件表面/近表面微小缺陷检测效果“差”、内部微观缺陷识别精度“低”以及组织性能评价与质量控制“难”等关键技术难题，开展微小缺陷与组织性能智能检测与评价技术攻关，构建从关重件表面/近表面至内部、从微小缺陷至内部组织的全区域、全周期检测与评价技术体系，并研发专用装备对第1、2、3项主要技术创新点做出了突出贡献。</p> <p>作为项目牵头单位，并联合首都航天机械有限公司、江西省检验检测认证总院、中国航发动力股份有限公司、中国航发南方工业有限公司、贵州安大航空锻造有限责任公司等企业进行项目相关技术的研究、推广、应用和产业化，促进了项目相关技术在生产中的应用。</p>					
声 明	<p>本单位同意完成单位排名，严格遵守《江西省科学技术奖励办法》及其实施细则的有关规定和省科学技术奖励委员会办公室对提名工作的要求，承诺遵守评审纪律，保证所提供的有关材料真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如有材料虚假或违纪行为，愿意承担相应责任并接受相应处理。如发生争议，保证积极配合调查处理工作。</p> <p style="text-align: center;">法定代表人签名</p> <p style="text-align: center;">年 月 日</p> <p style="text-align: right;">单位（盖章）</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>				

注：每个完成单位1页，可以复制。

## 九、完成单位情况表

单位名称	首都航天机械有限公司			所在地	北京
排名	2	单位属性	国有企业	传真	010-68750059
联系人	刘伟	联系电话	18515624119	移动电话	18515624119
通讯地址	北京市丰台区南苑警备东路2号			邮政编码	100071
电子信箱	jordad_18@126.com				
统一社会信用代码或组织机构代码	91110106102167020P				
<p>对本项目科技创新和应用推广的贡献：</p> <p>针对某型号发动机异种金属搭接电子束焊缝缺陷及熔深检测等问题，首都航天机械有限公司联合南昌航空大学开展异种金属电子束焊缝超声阵列检测与智能评价系统、薄壁搭接电子束焊接缺陷和下层进入熔深的准确检测等研究工作，对相关关键技术开展了应用性能评价，推进了本项目技术成熟度的提升，对第2项主要技术创新点做出了重要贡献。</p>					
声 明	<p>本单位同意完成单位排名，严格遵守《江西省科学技术奖励办法》及其实施细则的有关规定和省科学技术奖励委员会办公室对提名工作的要求，承诺遵守评审纪律，保证所提供的有关材料真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如有材料虚假或违纪行为，愿意承担相应责任并接受相应处理。如发生争议，保证积极配合调查处理工作。</p> <p>法定代表人签名</p> <p>年 月 日</p> <p>单位（盖章）</p> <p>年 月 日</p>				

注：每个完成单位1页，可以复制。



## 九、完成单位情况表

单位名称	江西省检验检测认证总院特种设备检验检测研究院			所在地	江西省南昌市
排名	3	单位属性	事业单位	传真	0791-88176280
联系人	刘伟成	联系电话	0791-88176280	移动电话	13367006007
通讯地址	江西省南昌市南昌县金沙二路1899号			邮政编码	330000
电子信箱	13367006007@189.cn				
统一社会信用代码或组织机构代码	123600004910028510				
<p>对本项目科技创新和应用推广的贡献：</p> <p>针对压力容器焊缝、超超临界锅炉炉管及焊接接头质量控制等问题，江西省检验检测认证总院联合南昌航空大学开展表面微裂纹数字射线智能成像检测、高精度水浸式超声C扫描系统等研究工作，对相关关键技术开展了应用性能评价，推进了本项目技术成熟度的提升，对第1、2项主要技术创新点做出了重要贡献。</p>					
声明	<p>本单位同意完成单位排名，严格遵守《江西省科学技术奖励办法》及其实施细则的有关规定和省科学技术奖励委员会办公室对提名工作的要求，承诺遵守评审纪律，保证所提供的有关材料真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如有材料虚假或违纪行为，愿意承担相应责任并接受相应处理。如发生争议，保证积极配合调查处理工作。</p> <p style="text-align: center;">法定代表人签名</p> <p style="text-align: center;">年 月 日</p> <p style="text-align: right;">单位（盖章）</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>				

注：每个完成单位1页，可以复制。

## 九、完成单位情况表

单位名称	中国航发动力股份有限公司			所在地	陕西省西安市
排名	4	单位属性	国有企业	传真	86152413
联系人	周笔文	联系电话	17789120737	移动电话	17789120737
通讯地址	陕西省西安市未央区徐家湾			邮政编码	710021
电子信箱	348385863@qq.com				
统一社会信用代码或组织机构代码	91610112243870086Q				
<p>对本项目科技创新和应用推广的贡献：</p> <p>针对涡轮叶片热障涂层微小缺陷检测、发动机机匣 GH4169/TC4/ TC25铸锻件变形控制等问题，中国航发动力股份有限公司联合南昌航空大学开展发动机关重件热障涂层智能检测、飞行器发动机关重件组织结构超声智能评价等研究工作，对相关关键技术开展了应用性能评价，推进了本项目技术成熟度的提升，对第1、3项主要技术创新点做出了重要贡献。</p>					
声明	<p>本单位同意完成单位排名，严格遵守《江西省科学技术奖励办法》及其实施细则的有关规定和省科学技术奖励委员会办公室对提名工作的要求，承诺遵守评审纪律，保证所提供的有关材料真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如有材料虚假或违纪行为，愿意承担相应责任并接受相应处理。如发生争议，保证积极配合调查处理工作。</p> <p>法定代表人签名 _____ 单位（盖章） _____</p> <p>年 月 日 _____ 年 月 日 _____</p>				

注：每个完成单位1页，可以复制。

## 九、完成单位情况表

单位名称	中国航发南方工业有限公司			所在地	湖南省株洲市
排名	5	单位属性	国有企业	传真	0731-28551330
联系人	习小文	联系电话	13975312636	移动电话	13975312636
通讯地址	湖南省株洲市芦淞区董家墩			邮政编码	412000
电子信箱	xixiaowen_nchk@163.com				
统一社会信用代码或组织机构代码	91430200732863741Y				
<p>对本项目科技创新和应用推广的贡献：</p> <p>针对DR9A闭式叶轮表面微小缺陷检测、单晶涡轮叶片表面涂层缺陷检测等问题，中国航发南方工业有限公司联合南昌航空大学开展发动机关重件表面微小缺陷超分辨率检测、发动机关重件表面涂层智能检测等研究工作，对相关关键技术开展了应用性能评价，推进了本项目技术成熟度的提升，对第1项主要技术创新点做出了重要贡献。</p>					
声明	<p>本单位同意完成单位排名，严格遵守《江西省科学技术奖励办法》及其实施细则的有关规定和省科学技术奖励委员会办公室对提名工作的要求，承诺遵守评审纪律，保证所提供的有关材料真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如有材料虚假或违纪行为，愿意承担相应责任并接受相应处理。如发生争议，保证积极配合调查处理工作。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;"> <p>法定代表人签名</p> <p>年 月 日</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>单位（盖章）</p> <p>年 月 日</p> </div> </div>				

注：每个完成单位1页，可以复制。

## 九、完成单位情况表

单位名称	贵州安大航空锻造有限责任公司			所在地	贵州省安顺市
排名	6	单位属性	国有企业	传真	0851-33393260
联系人	葛金锋	联系电话	15599191936	移动电话	15599191936
通讯地址	贵州省安顺市西秀区东关街道东郊			邮政编码	561005
电子信箱	18985712117@163.com				
统一社会信用代码或组织机构代码	91520402215671442L				
<p>对本项目科技创新和应用推广的贡献：</p> <p>针对发动机机匣GH4169、GH738、TC4、TC25铸锻件变形控制等问题，贵州安大航空锻造有限责任公司联合南昌航空大学开展飞行器发动机高温合金、钛合金铸锻件组织结构超声检测与智能评价等研究工作，对相关关键技术开展了应用性能评价，推进了本项目技术成熟度的提升，对第3项主要技术创新点做出了重要贡献。</p>					
声明	<p>本单位同意完成单位排名，严格遵守《江西省科学技术奖励办法》及其实施细则的有关规定和省科学技术奖励委员会办公室对提名工作的要求，承诺遵守评审纪律，保证所提供的有关材料真实有效，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如有材料虚假或违纪行为，愿意承担相应责任并接受相应处理。如发生争议，保证积极配合调查处理工作。</p> <p>法定代表人签名 年 月 日</p> <p>单位（盖章） 年 月 日</p>				

注：每个完成单位1页，可以复制。

## 十、完成人及完成单位合作关系

完成人及完成单位合作关系说明:

### 1、项目第一完成单位: 南昌航空大学

针对发动机关重件表面/近表面微小缺陷检测效果“差”、内部微观缺陷识别精度“低”以及组织性能评价与质量控制“难”等关键技术难题,开展微小缺陷与组织性能智能检测与评价技术攻关,构建从关重件表面/近表面至内部、从微小缺陷至内部组织的全区域、全周期检测与评价技术体系,并研发专用装备对第1、2、3项主要技术创新点做出了突出贡献。

作为项目牵头单位,并联合首都航天机械有限公司、江西省检验检测认证总院、中国航发动力股份有限公司、中国航发南方工业有限公司、贵州安大航空锻造有限责任公司等企业进行项目相关技术的研究、推广、应用和产业化,促进了项目相关技术在生产中的应用。

陈昊、张聪炫、陈曦、邬冠华、黎明、葛利跃、江乐旗、黎政秀等8名完成人为南昌航空大学教师,均为南昌航空大学无损检测技术教育部重点实验室、无损检测与光电传感技术及应用国家地方联合工程实验室的固定成员,进行了长期合作。

第1完成人陈昊:本项目的负责人,7项授权发明专利的第一发明人,2项授权发明专利的主要发明人,在本项目中牵头负责飞行器发动机关重件表面/近表面微小缺陷智能检测、内部微小缺陷智能检测以及组织结构智能评价等关键技术攻关。

第2完成人张聪炫:本项目的主要技术骨干,2项授权发明专利的第一发明人,8项授权发明专利的主要发明人,在本项目中牵头负责基于光流计算的发动机关重件表面微小缺陷超分辨率检测,推动项目关键技术的应用和推广。

第3完成人陈曦:本项目的主要技术骨干,2项授权发明专利的第一发明人,3项授权发明专利的主要发明人,在项目中牵头负责基于多特征融合与深度学习的发动机关重件内部微小缺陷识别,组织研发了异种金属电子束焊缝超声阵列检测与智能评价系统,实现了薄壁搭接电子束焊接缺陷和下层进入熔深的准确检测。

第5完成人邬冠华:本项目的主要技术骨干,5项授权发明专利的主要发明人,在项目中牵头负责发动机关重件热障涂层智能检测关键技术研究,参与了研发异种金属电子束焊缝超声阵列检测与智能评价系统。

第10完成人黎明:本项目的主要技术骨干,2项授权发明专利的第一发明人,8项授权发明专利的主要发明人,牵头负责高维多目标评价、高维数据可视化聚类分析等关键技术研究,参与了发动机关重件组织结构智能评价研究。

第13完成人葛利跃:本项目的技术骨干,参与了基于优化语义分割的图像序列光流计算、特征变形误差遮挡检测的图像序列光流计算等关键技术研究,参与了研发叶片微裂纹数字射线智能成像检测系统。

第14完成人江乐旗:本项目的技术骨干,参与了基于多参数融合的组织结构超声评价、基于类圆映射的高维多目标可视化方法等关键技术研究,参与了研发组织结构评价超声检测系统系统。

第15完成了黎政秀:本项目的技术骨干,参与了组织结构虚拟样本生成、基于类圆映射的高维多目标可视化方法等关键技术研究,参与了研发组织结构评价超声检测系统系统。

### 2、项目第二完成单位: 首都航天机械有限公司

针对氢氧发动机推力室身部焊缝缺陷及熔深检测等问题,首都航天机械有限公司联合南昌航空大学开展异种金属电子束焊缝超声阵列检测与智能评价系统、薄壁搭接电子束焊接缺陷和下层进入熔深的准确检测等研究工作,对相关关键技术开展了应用性能评价,推进了本项目技术成熟度的提升,对第2项主要技术创新点做出了重要贡献。

第9完成人刘伟:本项目的技术骨干,首都航天机械有限公司职工,主要负责项目核心技术在首都航天机械有限公司的产业化应用和推广,参与了氢氧发动机异种金属电子束搭接焊缝质量的智能检测与评价研究。

### 3、项目第三完成单位: 江西省检验检测认证总院特种设备检验检测研究院

针对压力容器焊缝、超超临界锅炉炉管及焊接接头质量控制等问题,江西省检验检测认证总院联合南昌航空大学开展表面微裂纹数字射线智能成像检测、高精度水浸式超声C扫描系统等研究工作,对相关关键技术开展了应用性能评价,推进了本项目技术成熟度的提升,对第1、2项主要技术创新点做出了重要贡献。

第4完成人兰清生:本项目的主要技术骨干,特种设备检验检测研究院职工,1项授权实用新型专利的主要发明人,负责项目核心技术在江西省检验检测认证总院的产业化应用和推广,参与研发了高精度水浸超声C扫描系统。

第11完成人张路根:本项目的技术骨干,特种设备检验检测研究院职工,1项授权实用新型专利的第一发明人,1项授权实用新型专利的主要发明人,参与项目核心技术在江西省检验检测认证总院的产业化应



用和推广，参与发动机关重件表面微裂纹数字射线智能成像检测研究。

4、项目第四完成单位：中国航发动力股份有限公司

针对涡轮叶片热障涂层微小缺陷检测、发动机机匣 GH4169/TC4/ TC25铸锻件变形控制等问题，中国航发动力股份有限公司联合南昌航空大学开展发动机关重件热障涂层智能检测、飞行器发动机关重件组织结构超声智能评价等研究工作，对相关关键技术开展了应用性能评价，推进了本项目技术成熟度的提升，对第1、3项主要技术创新点做出了重要贡献。

第7完成人周笔文：本项目的技术骨干，中国航发动力股份有限公司职工，主要负责项目核心技术在中国航发动力股份有限公司的产业化应用和推广，参与了涡轮叶片热障涂层超声特征成像检测工艺研究、发动机盘件晶粒度超声检测与智能评价研究。与完成人郭冠华合作开展1项企业委托项目，与完成人郭冠华同时参与了123专项发动机机匣变形攻关项目的研究工作。

5、项目第五完成单位：中国航发南方工业有限公司

针对DR9A闭式叶轮表面微小缺陷检测、单晶涡轮叶片表面涂层缺陷检测等问题，中国航发南方工业有限公司联合南昌航空大学开展发动机关重件表面微小缺陷超分辨率检测、发动机关重件表面涂层智能检测等研究工作，对相关关键技术开展了应用性能评价，推进了本项目技术成熟度的提升，对第1项主要技术创新点做出了重要贡献。

第6完成人习小文：本项目的技术骨干，中国航发南方工业有限公司职工，主要负责项目核心技术在中国航发南方工业有限公司的产业化应用和推广，与完成人郭冠华合作开展2项企业委托科研项目，参与闭式叶轮荧光检测、单晶涡轮工作叶片表面涂层厚度检测等研究。

6、项目第六完成单位：贵州安大航空锻造有限责任公司

第8完成人罗顺明：本项目的技术骨干，贵州安大航空锻造有限责任公司职工，主要负责项目核心技术在贵州安大航空锻造有限责任公司的产业化应用和推广，参与了压气机整流叶片钎焊检测、TC25钛合金锻件组织均匀性评价等研究。

第12完成人葛金锋：本项目的技术骨干，贵州安大航空锻造有限责任公司职工，主要参与项目核心技术在贵州安大航空锻造有限责任公司的产业化应用和推广，参与了发动机关重件合金材料GH738、GH4169、TC4、TC25组织均匀性评价研究。

**承诺：** 本人作为项目第一完成人，对本项目完成人、完成单位合作关系及上述内容的真实性负责，特此声明。

第一完成人签名：

年 月 日

## 十、完成人及完成单位合作关系

完成人及完成单位合作关系情况汇总表						
序号	合作方式	合作者	合作时间	合作成果	证明材料	备注
1	共同知识产权	陈昊1；张聪炫2；黎明10	2020.03	一种基于优化语义分割的图像序列光流计算方法	旁证材料：知识产权证明1	ZL20201016037 1.1
2	共同知识产权	张聪炫2；黎明10	2020.03	基于特征变形误差遮挡检测的图像序列光流计算方法	旁证材料：知识产权证明2	ZL20201016035 4.8
3	共同知识产权	陈昊1；张聪炫2；黎明10	2019.01	一种轴承缺陷检测方法及系统	旁证材料：知识产权证明3	ZL20191004264 6.9
4	共同知识产权	陈昊1；张聪炫2；黎明10	2018.04	一种轴承滚子表面缺陷检测方法、系统及装置	旁证材料：知识产权证明4	ZL20181039681 8.8
5	共同知识产权	陈曦2；邬冠华5	2021.04	一种航空发动机导向叶片微裂纹缺陷检测方法	旁证材料：知识产权证明5	ZL20211037919 7.4
6	共同知识产权	陈昊1；陈曦3；邬冠华5；黎明10	2018.04	一种基于多参数的合金晶粒尺寸的确定方法及确定系统	旁证材料：知识产权证明6	ZL20181029011 4.2
7	共同知识产权	陈昊1；张聪炫2；陈曦3；邬冠华5；黎明10	2018.07	基于映射单调性的合金晶粒尺寸的确定方法及确定系统	旁证材料：知识产权证明7	ZL20181076892 3.X
8	共同知识产权	陈曦3；邬冠华5；刘伟9	2021.11	一种测量搭接焊中焊缝下层进入熔深的方法及系统	旁证材料：知识产权证明8	ZL20211135738 0.0
9	共同知识产权	陈昊1；张聪炫2；黎明10；黎政秀15	2021.09	一种镍基合金晶粒尺寸的高维超声评价方法	旁证材料：知识产权证明9	ZL20211103235 9.3
10	共同知识产权	陈昊1；张聪炫2；黎明10	2021.12	一种高温合金晶粒尺寸的类型映射超声评价方法	旁证材料：知识产权证明10	ZL20191129632 2.4

11	共同知识产权	陈昊1；张聪炫2；陈曦3；邬冠华5；黎明10	2021.02	高温合金晶粒尺寸识别模型的构建方法及尺寸识别方法	旁证材料：知识产权证明11	ZL20211018683 6.5
12	共同知识产权	陈昊1；张聪炫2；黎明10	2018.12	一种高维数据可视化聚类分析方法及系统	旁证材料：知识产权证明12	ZL20181151724 2.2
13	共同知识产权	陈昊1；张聪炫2；黎明10	2018.05	一种高维多目标评价方法及系统	旁证材料：知识产权证明13	ZL20181047284 3.X
14	共同知识产权	陈曦3；邬冠华5；周笔文7	2018.10	一种齿轮磨削烧伤巴克豪森信号检测扫查装置	旁证材料：知识产权证明14	ZL20182173013 7.2
15	共同知识产权	陈曦3；邬冠华5；周笔文7	2018.10	一种齿轮磨削烧伤涡流检测装置	旁证材料：知识产权证明15	ZL20182173263 5.0
16	共同知识产权	陈曦3；张路根11	2014.12	一种用于磁记忆二维检测的磁传感器装置	旁证材料：知识产权证明16	ZL20142080785 0.8
17	共同知识产权	邬冠华5；习小文6	2021.08	一种渗透剂静电喷涂载物装置	旁证材料：知识产权证明17	ZL20212181632 1.0
18	合作学术论文	兰清生4；张路根11	2017.09	基于磁记忆检测方法的45钢应力集中评价	旁证材料：其它证明3-论文10	无损检测
19	合作学术论文	张聪炫2；葛利跃13	2023.01	基于多尺度变形卷积的特征金字塔光流计算方法	旁证材料：其它证明3-论文11	自动化学报
20	合作学术论文	陈昊1；黎明10；江乐旗14	2016.11	具有对偶的文化知识	旁证材料：其它证明3-论文12	应用科学学报
21	合作科技项目	陈曦2；罗顺明8	2021.07	高温合金锻件组织均匀性超声波无损评价	旁证材料：其它证明7-合作项目1	企业委托项目
22	合作科技项目	邬冠华5；葛金锋12	2021.07	钛合金β锻产品超声检测结构噪声来源及缺陷检出影响研究	旁证材料：其它证明8-合作项目2	企业委托项目

承诺：本人作为项目第一完成人，对本项目完成人、完成单位合作关系及上述内容的真实性负责，特此声明。

第一完成人签名：

年 月 日

正式稿

## 十一、附件

### 核心技术创新内容

序号	附件名称
1	核心技术创新内容

### 知识产权证明

序号	附件名称
1	一种基于优化语义分割的图像序列光流计算方法
2	基于特征变形误差遮挡检测的图像序列光流计算方法
3	一种轴承缺陷检测方法及系统
4	一种轴承滚子表面缺陷检测方法、系统及装置
5	一种航空发动机导向叶片微裂纹缺陷检测方法及系统
6	一种基于多参数的合金晶粒尺寸的确定方法及确定系统
7	基于映射单调性的合金晶粒尺寸的确定方法及确定系统
8	一种测量搭接焊中焊缝下层进入熔深的方法及系统
9	一种镍基合金晶粒尺寸的高维超声评价方法
10	一种高温合金晶粒尺寸类圆映射超声评价方法
11	高温合金晶粒尺寸识别模型的构建方法及尺寸识别方法
12	一种高维数据可视化聚类分析方法及系统
13	一种高维多目标评价方法及系统
14	一种齿轮磨削烧伤巴克豪森信号检测扫查装置
15	一种齿轮磨削烧伤涡流检测装置
16	一种用于磁记忆二维检测的磁传感器装置
17	一种渗透剂静电喷涂载物装置

### 评价证明及法律法规规定必须取得的行业准入证明文件

序号	附件名称
1	项目验收材料-江西省自然科学基金
2	项目验收材料-国家自然科学基金
3	项目验收材料-航天基金
4	查新报告

### 应用证明

序号	附件名称
1	江西省检验检测认证总院
2	中国航发动力股份有限公司
3	中国航发南方工业有限公司
4	贵州安大航空锻造有限责任公司
5	厦门韦士肯检测科技有限公司
6	中电建（南昌）城市建设有限公司
7	江西华航检测有限公司

#### 其他证明

序号	附件名称
1	论文1-4: IEEE Transactions on Multimedia; 中国科学: 信息科学; 仪器仪表学报; 航空动力学报
2	论文5-8: 机械工程学报; 航空学报; Journal of Nondestructive Evaluation; NDT and E International
3	论文9-12: 航空动力学报; 无损检测; 自动化学报; 应用科学学报
4	他引证明1-Neurocomputing、仪器仪表学报
5	他引证明2-激光杂志、电子测量与仪器学报
6	他引证明3-IIE Transactions、Measurement
7	合作项目1-2
8	同行专家评价1
9	同行专家评价2
10	同行专家评价3