2021年招生计划

三、预计招收博士生的课题研究方向和研究工作简介

1.博士论文研究方向： 光热科学与探测技术、多光谱融合视觉智能检测技术

选题类别：■基础性研究　□应用性研究　□工程技术攻关研究
□新开辟的研究方向　■已有研究方向的继续　□其他

2.博士论文的选题背景及意义和主要研究内容简介

1.刚挠PCB板老化损伤的光/热融合视觉智能检测技术:（1）研究背景及意义：针对航空航天尖端装备电路中的新型刚挠性PCB板在役过程中随极端环境变化出现的老化损伤（如PCB板分层、老化烧蚀等）的快速可靠检测需求，亟需开展刚挠性PCB板老化损伤的在线原位智能检测与诊断技术研究。深入研究刚挠性PCB板极端环境老化损伤机制，揭示其状态及性能演变规律；研究刚挠性PCB板老化损伤的光/热融合视觉检测方法，研制小型自动化光/热融合视觉智能检测系统，建立刚挠性PCB板典型老化损伤的光/热特征图谱；研究基于机器学习与人工智能的老化损伤智能检测与识别技术，建立刚挠性PCB板老化损伤特征的卷积神经网络模型，实现老化伤状态、特性、尺度及位置的的智能识别与判读；开展刚挠性PCB板老化损伤的光/热融合视觉智能诊断应用研究，确定光/热融合视觉检测适应性、局限性、检测能力及性能预测等。光/热融合视觉智能检测技术为极端环境下刚挠性PCB板老化损伤检测、诊断及性能评价提供了重要手段，为进一步提升尖端装备电路板可靠性及质量具有重要研究意义与实际应用价值。（2）研究内容：1）刚挠性PCB板老化损伤机制及性能表征与评价方法；2）刚挠性PCB老化损伤的光/热辐射模型与仿真；3）光/热融合视觉自动化检测系统及典型损伤检测工艺；4）刚挠性PCB板损伤老化特征的智能识别与性能诊断。

2. 覆层结构的热波CT成像/高灵敏激光超声层析融合智能检测新技术：（1）研究背景及意义：基于热波信号分析的主动式红外热波成像技术在航空航天新型材料与复合结构的无损检测及半导体材料与器件的性能诊断等得到应用。通过分析热波传递过程、提取热波信号时频域特征和建立热波特征与内部特性之间的映射关系实现材料内部缺陷与器件故障或性能衰退的无损检测与评价。目前红外热波成像检测技术主要采用二维（2D）成像方式实现对材料或组织结构近表层内部特性检测或器件故障诊断/性能衰退评价。尽管基于动态热层析（瞬态热像）与雷达热波动态扩散特性（类比波动前向传播）的红外热波层析成像方法实现了内部分层缺陷或损伤的断层检测，但其主要是利用热波沿深度方向一维扩散干涉特性实现内部缺陷或损伤的断层检测，并非材料/组织结构内部热特性参量分布的计算断层（CT）成像。如何利用热波扩散传递特性实现材料或组织结构内部状态或缺陷/损伤的三维（3D）高分辨率准确断层成像探测面临重要挑战，也是目前工业无损红外探测与成像研究的最为前沿技术。激光超声探测技术是最近十几年发展起来的前沿技术，特别是基于光吸收生热诱导超声的高灵敏探测为覆层结构内部状态精细成像探测提供了重要手段。将红外热波CT成像与激光超声层析探测进行融合，实现覆层材料或结构内部状态的宏/微精细层析成像检测，具有重要科学意义与实际应用价值。（2）主要研究内容：1）时空调控激光束诱导扩散热波时空演变仿真与特征分布重构；2）热波时/频域特征空间分布反演的热特性参量计算断层（CT）算法；3）脉冲激光诱导声场仿真与超声三维层析重构算法；4）热波CT探测与激光超声层析融合成像系统及特征智能识别技术；5）覆层材料及结构内部状态的热波CT探测与激光超声层析融合智能诊断方法。

3.该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

基础加强计划技术领域基金项目

2021年招生计划

三、预计招收博士生的课题研究方向和研究工作简介

1.博士论文研究方向： 金属3D打印及增/减材复合制造技术、新型工业无损检测与智能诊断技术

选题类别：■基础性研究　■应用性研究　□工程技术攻关研究

□新开辟的研究方向　■已有研究方向的继续　□其他

2.博士论文的选题背景及意义和主要研究内容简介

1. 金属激光3D打印过程在线监控基础与方法研究：（1）研究背景及意义：为了满足金属激光3D打印增材制造质量与性能控制对制造过程在线监控方的迫切需求，开展金属熔化凝固过程辐射光谱学机制与演变特征、熔池状态与演变的在线红外热辐射/光学成像及辐射/诱导光谱等监控方法研究；揭示金属增材制造过程移动熔池冶金行为与状态演变的物理化学机制与辐射光谱学表征的科学实质；突破增材制造的金属熔池状态与演变、形貌在线监控等关键技术；建立金属结构成形质量、微观组织及力学性能与熔池温度、光学形貌、辐射发光谱及诱导光谱等特征融合的映射关系；为复杂金属结构增材制造质量与性能控制提供技术支撑。（2）主要研究内容：1）增材制造熔化与凝固过程辐射光谱学理论及演变特征研究；2）增材制造过程熔池状态的红外热辐射/光学成像在线监控方法；3）增材制造过程熔池演变的辐射发光与诱导光谱在线监控方法；4）增材制造过程的多源数据融合在线智能感知理论与方法；

2. 金属激光3D打印增材制造成形质量新型无损检测与控制技术：（1）研究背景及意义：金属增材制造已由快速原型制造转向真实零件制造，特别在航空航天领域得到应用。金属粉末特性、工艺参数及环境氛围等显著影响金属增材制造成形零部件的质量、性能及加工效率。开发具有相关感知的在线无损检测与评价技术，为保证金属增材制造成形零部件质量的一致性（控形/控性）提供了必要手段，对进一步提升金属复杂零部件激光3D打印增材制造技术水平具有重要意义。(2)主要研究内容：1）金属增材制造成形冶金缺陷在线无损检测方法（包括光热成像/光学层析成像、电磁及激光超声等）；2）激光选区熔化金属增材制造成形的典型冶金缺陷成形机理；3）缺陷尺度特征可探测性及其无损检验特性； 4）金属增材制造过程的在线检测信息与性能/功能之间的关联性。

3.该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

黑龙江省应用技术研究与开发计划项目