

六、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： 红外热波检测、光热光声及光电诊断技术

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、 3D红外热波成像检测基础理论与应用研究
- 先进复合材料、功能材料及复合结构广泛应用于航空航天及核工业领域，材料及结构在制造与使用过程中不可避免产生各种缺陷及损伤，严重影响材料及结构件的使用性能与寿命，甚至威胁飞行器及设备的运行安全。新型红外热波成像检测与诊断方法越来越受到广泛关注，3D结合光学成像与红外热波层析成像能够实现曲面结构内部缺陷表征，快速确定缺陷位置及尺寸，为航空航天及核工业用先进材料及结构的质量监控提供了新方法与技术。
- 1) 脉冲压缩激励方法、信号滤波及时频域特性分析
- 2) 红外热波层析成像检测基础理论与仿真；
- 3) 热波层析成像与3D光学成像的数据融合理论与方法；
- 4) 3D红外热波成像检测的缺陷识别与工程应用。
- 2、硅太阳能电池微缺陷热波源行为及精准DLIT层析表征技术
- 硅太阳能电池脆性大且生产过程十分复杂，在工业化生产、制造、组装及安装过程中易产生微观尺度和宏观尺度的缺陷或污染，严重限制了太阳能电池光电转化效率的稳定与提高。为了有效节约成本、改善或提高电池效率，利用先进检测手段及时发现缺陷及污染位置显得尤为重要。太阳能电池性能检测与评价的手段丰富多样，其中基于成像的检测与评价方法由于具有快速、直观等优势已成为太阳能电池在线生产检测和性能评价方法中最为有效和不可或缺的重要技术手段。发展一种能够对太阳能电池深度方向微缺陷及性能进行检测的方法或技术对优化太阳能电池性能设计和改进制造工艺，提高其光伏转化效率具有十分重要的科学理论意义和实际应用价值。
- 1) 硅基太阳能电池局部微缺陷非辐射复合热耗散机制及其热波行为
- 2) 深度分辨（Dark lock-in thermography）DLIT成像方法与试验
- 3) 新型太阳能电池局部性能DLIT精准层析表征与定量评价方法

3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

国家自然科学基金

2019年招生计划

六、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： 增材制造、增/减材混合制造

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、金属增材制造成形质量无损检测与控制技术

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及装备，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的制造技术水平具有重要意义。

- 1) 金属增材制造成形冶金缺陷在线无损检测方法（包括红外光热成像/光学层析成像）；
- 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材料及结构性能/功能之间的关联性。

2、表面功能结构/微结构增材制造新技术及应用

近年来，结合了数字化设计、制造技术、先进材料技术及激光、电子束等高能束流工艺的增材制造技术（3-D打印）在工业界倍受青睐，得到广泛重视，并被认为是改变制造领域的一次技术革命。采用增材制造技术制造金属及陶瓷零部件，可实现柔性化制造和有效提高效率，为工业技术相关应用和推广提供强技术保障。增材制造逐点烧结或熔化金属粉或陶瓷粉的叠加原理制造结构可靠、性能稳定的零件，利用工艺方法控制零部件表面结构及性能。以一种朴素的思想解决了工业制造领域材料、表面及内部结构性能的难题。增材制造技术具有高柔性、工艺性稳定、精度高、可大规模加工等优点，将是未来制造领域、科技领域的发展方向。开展3-D打印表面微结构制造及材料性能研究，可解决工程上“设计而不可制造”的困境，有效发挥科学理论在实际中的应用。

- 1) 激光作用颗粒的熔化—流动—凝固耦合热动力学模型及仿真技术；
- 2) 表面功能结构/微结构激光选区熔化增材制造工艺技术；
- 3) 激光选区熔化增材制造表面功能结构/微结构的性能及功能分析技术。

3、复杂结构增/减材混合制造成形技术

复杂结构增/减材混合制造成形技术是采用一体化结构创新性设计，并将高效数控去除加工与增材制造进行有机统一，取长补短，兼具工艺灵活和柔性化加工等优点。特别对解决结构复杂、加工精度高的航空航天、舰船、核工业反应堆冷却部件及汽车发动机关键零部件的制造难题提供了新技术与新方法，为进一步提升我国先进制造装备行业的国际竞争力和复杂结构件的制造技术水平具有重要意义。

- 1) 金属材料增/减材混合制造成形结构的机械力学性能与结合界面性能；
- 2) 一体化结构整体/分解局部的加工性评价模型及局部分解结构的制造工艺；
- 3) 复杂结构增/减材混合制造成形设备及制造工艺数据库

3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

国家自然科学基金与省重大应用开发项目