大学生主题创新区创新项目发布

## 一、主题创新区介绍

随着航空发动机高推重比的需求越来越高，包括陶瓷基和金属基为代表的先进复合材料在航空发动机冷端和热端部件上得到越来越广泛的应用。然而在服役环境下，高温、复杂载荷、氧化等因素对材料性能的影响越来越显著。因此，本课题拟针对陶瓷基和金属基复合材料在金服役环境下的组成、结构与性能进行全方位表征，探究高温、氧化对材料微观结构的影响，揭示复杂载荷下材料的细观失效机制，建立微观结构与宏观性能之间的定量联系。

## 二、课题介绍（仅供参考，表格格式可修改）

|  |  |
| --- | --- |
| **课题一** | |
| 指导教师： | 孙志刚教授 |
| 项目名称： | 高温—原子结构变化的动力来源 |
| 项目来源： | 两机项目 |
| 项目简介： | SiC/SiC复合材料服役环境的温度较高，而在高温环境下，SiC/SiC复合材料热解碳界面的原子结构及力学性能会发生变化，因此探究高温下界面的变化对SiC/SiC复合材料整体性能的影响具有重要的意义。本项目拟采用试验与模拟相结合的方式来探究高温下SiC/SiC复合材料界面的原子结构与性能变化及其对整个材料力学性能的影响。 |
| 学生要求： | 1熟练掌握Matlab  2有一定公式推导能力  3具有较强的文献阅读能力  4有英文写作基础 |

|  |  |
| --- | --- |
| **课题二** | |
| 指导教师： | 孙志刚 教授 |
| 项目名称： | 基于分子动力学的碳化硅纤维氧化行为研究 |
| 项目来源： | 两机项目 |
| 项目简介： | 运用分子动力学研究第二代碳化硅纤维在水氧耦合气氛下的氧化行为，分析水蒸气含量对纤维氧化速率及活化能的影响，探究水蒸气促进纤维氧化的机理。 |
| 学生要求： | 1. 具有探索精神，对科研工作充满热情； 2. 具有一定分子动力学研究基础； 3. 具有较强的动手能力；   写作能力较强。 |

|  |  |
| --- | --- |
| **课题三** | |
| 指导教师： | 孙志刚教授 |
| 项目名称： | 金属基复合材料复杂应力状态界面力学行为研究 |
| 项目来源： | 硕士课题 |
| 项目简介： | 研究金属基复合材料SiC/Ti6Al4V在各种应力状态下的渐进失效行为，并且关注材料纤维-基体界面的损伤情况。项目中会使用到纳米压痕仪、SEM扫描电镜等高端科学仪器。 |
| 学生要求： | 1. 有较好的材料力学基础，对材料应力状态和屈服等概念有较好了解。 2. 熟悉ABAQUS等有限元软件的使用。 3. 自主动手能力强，有一定动手能力进行试验究。   4、 具有写报告的能力。 |

|  |  |
| --- | --- |
| **课题四** | |
| 指导教师： | 孙志刚 |
| 项目名称： | 金属基复合材料在轴向拉伸力学性能研究 |
| 项目来源： | 硕士课题 |
| 项目简介： | 研究金属基复合材料轴向拉伸力学性能，利用纳米压痕仪、MTS试验机、SEM扫描电镜研究复合材料轴向拉伸失效机理，并建立相应的拉伸强度预测模型。 |
| 学生要求： | 1. 自主动手能力强 2. 力学基础知识扎实   具有撰写英文报告的能力 |

|  |  |
| --- | --- |
| **课题五** | |
| 指导教师： | 牛序铭 |
| 项目名称： | 基于XCT的陶瓷基复合材料内部氧化通道表征 |
| 项目来源： | 两机陶瓷基高温燃气环境下CMCs细观失效模型项目 |
| 项目简介： | 陶瓷基复合材料（CMCs）具有耐高温、低密度、高比强度、高模量等优良性能，是航空发动机热端部件的理想结构材料。但是陶瓷基复合材料高温下发生氧化导致的力学性能下降仍是限制其应用的重要原因。由于制备工艺和组分热膨胀系数不匹配的原因，陶瓷基复合材料内部含有孔隙、微裂纹等，这些微观结构缺陷给氧化性气体提供了扩散通道，导致了材料高温下发生氧化反应。断层扫描成像(XCT)技术是一种热门的材料无损检测技术，材料密度不同导致XCT图像衬度的区别，对XCT图像的处理可以研究材料的均匀性、孔隙率等。本项目对陶瓷基复合材料进行XCT扫描，对获得的图像进行分割、识别，提取材料的孔隙、裂纹的三维分布，表征材料内部氧化性气体的扩散通道，为陶瓷基复合材料高温氧化行为和力学性能研究打下基础。 |
| 学生要求： | 掌握文献检索方法、具备自主学习能力 |

|  |  |
| --- | --- |
| **课题六** | |
| 指导教师： | 江荣 |
| 项目名称： | 单晶涡轮叶片气膜孔优化分析 |
| 项目来源： | 自由探索课题 |
| 项目简介： | 单晶涡轮叶片被称为“现代航空工业皇冠上的明珠”，是航空发动机的关键部件，运行在发动机复杂工况下，承受离心力、温度载荷、气动载荷等复杂载荷，导致疲劳及耐久性问题广泛存在。现代高性能发动机涡轮前温度高，涡轮叶片采用在单晶高温材料基础上设计多腔内冷结构，叶身表面排布呈众多空间分布的气膜孔。由于冷却设计的需要，特定的开孔位置以及角度往往会在涡轮叶片表面形成尖角、锐边等应力集中结构，因此，气膜冷却在提高涡轮叶片承温能力的同时，也破坏了叶片的结构完整性，影响了涡轮叶片的结构强度和疲劳寿命。本项目拟通过对涡轮叶片气膜孔参数化建模，采用有限元方法分析气膜孔孔边温度分布和应力应变状态，并采用数字图像相关方法测量气膜孔孔边的应力应变分布，对有限元模拟结果进行验证。基于实验和有限元数值模拟的结果，对气膜孔进行优化设计分析。 |
| 学生要求： | 对航空发动机感兴趣，具备基本的材料学、力学、传热学知识，知道如何使用UG、Abaqus、Matlab、Isight等软件。 |

## 三、报名组队事宜

项目团队老师联系方式：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 姓名 | 邮箱 |  |
| 孙志刚 | szg\_mail@nuaa.edu.cn |  |
| 牛序铭 | xumingniu@nuaa.edu.cn |  |
| 江荣 | 17826026721 | 项目可大体分为涡轮叶片气膜孔参数化建模，温度和应力应变场分析，气膜孔边全场应变测量以及气膜孔优化分析，建议感兴趣的同学组队报名。 |

有意申报主题创新区创新项目的同学，请通过邮件报名，并在邮件中写明自己的联系方式（手机号），自我介绍（包括绩点、特长等），申报理由等信息。

报名截止日期：2021年1月10日