附件：

大学生主题创新区创新项目发布

## 一、主题创新区介绍

**飞机改装设计与适航审定主题创新区**是南京航空航天大学民航学院工程系为进一步促进科研反哺教学，加强大学生的创新教育的培养，依托自身的学科优势与条件，整合现有的师资和实验室资源，构建的以“飞机改装设计与适航审定”为主的大学生科技创新综合实践平台。作为适航与维修类人才培养科技创新体系的重要组成部分，创新基地建设旨在深化科研反哺教学改革，促进大学生科研创新能力，以“飞机改装设计与适航审定”为载体，重点着眼于促进一些科研成果及时更新、反映在课程教学中，在常规课程认知实验的基础上，通过探究性实验激发本科生的创新思维，拓宽学生思维方式，培养学生运用所学知识发现问题、分析问题和解决问题的能力。以此为基础提升教师科研反哺教学、学生科研创新的能力，建立起培养“高水平科研支撑拔尖人才培养”的平台。

## 二、课题介绍（仅供参考，表格格式可修改）

|  |  |
| --- | --- |
| **课题一** | |
| 指导教师： | 于平超 |
| 项目名称： | 基于“熔断阻尼支承”的转子系统安全性设计方法 |
| 项目来源： | 教师自选 |
| 项目简介： | 航空发动机在叶片丢失等恶劣工况下，如何保证其转子稳定运转及轴承结构的完整性是安全设计和适航审定的关键内容。对支承结构进行“主动失效”是当前工程界普遍采用的设计思路，本项目拟探索设计一种“熔断阻尼支承”结构，并建立力学模型研究其对转子动力学特性影响，提出其关键参数的设计方法，形成基于“熔断阻尼支承”的转子安全性设计方法。主要内容如下：   1. 完成“熔断阻尼支承”的结构设计，并进行显示动力学仿真其熔断失效过程； 2. 建立含“熔断阻尼支承”结构的转子动力学模型； 3. 分析“熔断阻尼支承”对转子瞬态/稳态振动的影响； 4. 提出“熔断阻尼支承”结构的关键参数确定方法。 |
| 学生要求： | 1. 3~4名； 2. 具备一定的数学和力学基础； 3. 熟悉MATLAB编程语言，具有一定的CAD基础或有浓厚兴趣学习有关建模软件； 4. 学生学习科研态度积极主动，对航空发动机和适航感兴趣。 |

|  |  |
| --- | --- |
| **课题二** | |
| 指导教师： | 于平超 |
| 项目名称： | 典型碰摩形式下双转子系统弯扭耦合动力学建模与振动特性分析 |
| 项目来源： | 教师自选 |
| 项目简介： | 叶片丢失等恶劣工况下，转静子不可避免的发生碰摩，严重危害发动机安全运转。本项目拟研究典型碰摩形式双转子系统弯扭耦合动力学建模，分析其振动特性，研究工作对于指导发动机适航与安全设计具有重要意义。主要内容如下：   1. 基于解析法或有限元法，建立典型航空发动机双转子弯扭耦合动力学模型； 2. 针对局部碰摩、全周碰摩等典型碰摩形式，建立其碰摩力学模型； 3. 研究适用于多自由度强非线性系统的显示-隐式联合求解数值方法； 4. 仿真分析典型碰摩形式下转子横向弯曲和扭转振动响应特征。 |
| 学生要求： | 1. 3~4名； 2. 具备一定的数学和力学基础； 3. 熟悉MATLAB编程语言，具有浓厚兴趣学习有关CAD、CAE建模分析软件； 4. 学生学习科研态度积极主动，对航空发动机和适航感兴趣。 |

|  |  |
| --- | --- |
| **课题三** | |
| 指导教师： | 于平超 |
| 项目名称： | 基于LS-DYNA的叶片丢失双转子系统动力学建模与仿真研究 |
| 项目来源： | 教师自选 |
| 项目简介： | 叶片丢失是航空发动机全寿命周期内可能遭遇的一种典型恶劣工况，其将会对转子及整机产生复杂影响。本项目基于LS-DYNA显示动力学分析程序，建立双转子系统叶片丢失模拟数值方法，研究其弯曲、扭转振动位移、振动能量等数据提取方法，分析叶片丢失下转子弯扭振动响应以及冲击能量在结构中的传播特征。主要内容如下：   1. 基于有限元法建立双转子三维实体有限元模型； 2. 研究叶片丢失载荷模拟技术以及振动位移、振动能量提取方法，建立叶片丢失下双转子动力学模拟技术； 3. 分析叶片丢失对转子弯曲/扭转振动响应的影响； 4. 分析叶片丢失冲击能量在双转子结构中的传播特征。 |
| 学生要求： | 1. 3~4名； 2. 具备一定的数学和力学基础； 3. 具有浓厚兴趣学习有关CAD、CAE建模分析软件； 4. 学生学习科研态度积极主动，对航空发动机和适航感兴趣。 |

|  |  |
| --- | --- |
| **课题四** | |
| 指导教师： | 于平超 |
| 项目名称： | 套齿连接转子动力学建模与振动特性分析 |
| 项目来源： | 教师自选 |
| 项目简介： | 套齿连接是航空发动机转子中普遍采用的一种连接结构。连接的刚度损失和摩擦阻尼对转子动力学特性有着极为复杂的影响，本项目拟建立套齿连接转子动力学模型，研究套齿连接非线性对转子动力学特性的影响，主要内容如下：   1. 建立套齿连接结构的数值仿真模型，仿真其刚度和阻尼特性；以数值仿真结果为基础，构建套齿连接结构刚度/阻尼的代理模型。 2. 将套齿连接刚度/阻尼的代理模型引入到转子有限元模型中，建立考虑套齿连接非线性的转子系统动力学模型。 3. 研究适用于多自由度强非线性系统的显示-隐式联合求解数值方法； 4. 仿真套齿连接非线性影响下转子动力学特性，揭示套齿连接转子的非线性振动机理。 |
| 学生要求： | 1. 3~4名； 2. 具备一定的数学和力学基础； 3. 熟悉MATLAB编程语言，具有浓厚兴趣学习有关CAD、CAE建模分析软件； 4. 学生学习科研态度积极主动，对航空发动机和适航感兴趣。 |

|  |  |
| --- | --- |
| **课题五** | |
| 指导教师： | 黄天翔 |
| 项目名称： | 结构健康监测技术的经济效益评估方法研究 |
| 项目来源： | 教师纵向科研项目 |
| 项目简介： | 结构健康监测技术是从机载传感器获取和分析数据以确定结构健康状况的过程，该技术的实施具有提高操作安全性和降低维修负担等优势。经过多年的发展，结构健康监测在保障安全性、提高经济性方面的意义在业界被认可，但目前在服役直升机中的应用不够广泛，且该技术的经济性没有被量化表征。定量研究结构健康监测的经济效益，对推进该技术的应用具有重要意义。  近年来，随着信息价值（Value of information）在多个领域的应用，部分学者开始注意到信息价值是一个可以量化结构健康监测经济性的有效工具。信息价值可简单定义为实施结构健康监测的预后验效用与不实施该技术的前验效用之间的差值。以可靠性为基础，预测结构健康监测对部件后验失效概率曲线的影响，量化信息价值，可实施对结构健康监测经济效益的定量化探究。  为实现上述研究目的，本项目的主要研究内容如下：  （1）调研结构健康监测的经济效益及其描述方法；  （2）研究结构损伤扩展的可靠性模型及其与结构健康监测的关系；  （3）研究结构健康监测技术信息价值的表征方法。 |
| 学生要求： | （1）具有求真务实、主动、探索精神；  （2）具备力学、概率论与数理统计、可靠性原理相关知识；  （3）熟练使用MATLAB软件。 |

|  |  |
| --- | --- |
| **课题六** | |
| 指导教师： | 黄天翔 |
| 项目名称： | 基于机器学习的直升机桨叶变形重构方法 |
| 项目来源： | 教师纵向科研项目 |
| 项目简介： | 直升机桨叶在服役过程中受到复杂气动载荷的作用，会导致桨叶的挥舞、摆振、扭转变形等运动。此类运动会影响直升机的气动性能，也会导致桨叶叶片的损伤萌生和扩展，从而引发重大事故和无法挽回的人员和经济损失。因此，实时获取直升机桨叶在运行过程中的变形，对保障直升机安全性、提高经济性具有重要意义。  经过多年的发展，基于应变的结构变形检测方法得到广泛的研究。采用电阻应变片或光纤布拉格光栅传感器具有重量轻、体积小等特点，可以布置在结构表面，实时测量结构表面的应变。变形重构算法是连接应变与变形的桥梁，可靠、通用的变形重构算法是实现对结构变形在线监测的关键。  近年来，随着人工智能、机器学习的发展，不少学者开始关注机器学习方法在变形重构方面的应用。作为数据驱动技术，这些方法根据历史数据训练数据模型，能在没有物理模型的情况下实现变形重构。因此，本项目拟采用基于机器学习的变形重构算法，针对直升机桨叶结构开展研究。 |
| 学生要求： | （1）具有求真务实、主动、探索精神；  （2）具备力学、机器学习相关知识；  （3）熟练使用Abaqus、MATLAB软件。 |

|  |  |
| --- | --- |
| **课题七** | |
| 指导教师： | 蔡景 |
| 项目名称： | 发动机控制系统PSS（压力感压系统）的设计改装和适航验证 |
| 项目来源： | 614所横向项目:宽体客机发动机燃油控制系统架构与需求分析研究 |
| 项目简介： | 航空发动机控制系统中压力感压系统存在低温结冰问题，需定期除冰，否则将严重影响压力传感器工作。对现有发动机PSS系统进行设计改装和适航验证，使得低温下传感器系统不易结冰，保证控制系统正常工作，减轻航线维护压力。 |
| 学生要求： | 1. 对适航验证有基本的了解，了解相应适航规章； 2. 熟悉发动机控制系统的原理与结构，了解温度传感器基本原理； 3. 对硬件设计感兴趣，有较强的动手能力。 |

|  |  |
| --- | --- |
| **课题八** | |
| 指导教师： | 蔡景 |
| 项目名称： | 发动机健康管理系统的样机设计与安全性分析 |
| 项目来源： | 606所横向项目: 发动机健康管理系统需求分析与指标映射方法研究及流程平台开发 |
| 项目简介： | 以发动机为对象，设计其健康管理系统基本架构，开发机载模块的硬件部分，实现数据采集、处理和传输功能，开发数据显示的客户端和平台，具备人机交互能力。对开发样机的机载模块进行安全性分析，对设计方案进行迭代验证。 |
| 学生要求： | 1. 对发动机原理和健康管理系统有基本的了解； 2. 熟悉数据采集与处理的基本方法，熟悉至少一种编程语言； 3. 对硬件设计感兴趣，有较强的动手能力。 |

|  |  |
| --- | --- |
| **课题九** | |
| 指导教师： | 陈嘉宇 |
| 项目名称： | 基于飞行记录数据的飞机系统可靠性监控方法研究 |
| 项目来源： | 教师横向项目 |
| 项目简介： | 为实施及时准确确定飞机运行状态，设计研究基于飞行记录数据的可靠性监控方法，掌握飞机健康状态，实施基于状态的维修，是飞机持续适航的关键技术。 |
| 学生要求： | 具备飞机可靠性、维修性和安全性相关知识基础，能够应用matlab等软件进行计算。 |

## 三、报名组队事宜

联系方式如下：

|  |  |
| --- | --- |
| 姓名 | 邮箱 |
| 于平超 | [yupingchao@nuaa.edu.cn](mailto:yupingchao@nuaa.edu.cn) |
| 黄天翔 | tianxiang.huang@nuaa.edu.cn |
| 蔡景 | caijing@nuaa.edu.cn |
| 陈嘉宇 | jiayu\_chen@nuaa.edu.cn |

欢迎各学院学生个人或组队申报相关题目，特别鼓励对机械、力学和航空发动机及适航感兴趣的同学参加。有意申报主题创新区创新项目同学，请通过邮件报名，并请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。

报名截止时间2022年1月12日。