

1

沈在意

题目（实际立项可以修改）：

1. 有限雷诺数下旋转颗粒在管道流中的运动； 2. 受限微游泳者的流体力学相互作用

题目简介：

使用基于格子玻尔兹曼法的流体动力学数值模拟，研究活性颗粒在受限域中的动力学特性

对学生的要求：

学过流体力学课程

2

陈正

题目（实际立项可以修改）：

金属颗粒燃烧特性研究

题目简介：

相对于常规燃料，金属颗粒具有非常高的体积能量密度、绝热燃烧温度以及燃烧速率，在先进发动机动力技术方面具有广泛的应用前景。虽然金属颗粒燃烧获得了广泛的关注，但关于金属颗粒燃烧机理尚不明确，金属颗粒燃烧理论尚不完善，亟需开展金属颗粒燃烧方面的基础研究。本课题以金属（铝、铁或镁）颗粒燃烧为研究对象，对金属颗粒在先进发动机技术方面的应用前景和金属颗粒燃烧基础进展开展文献调研，通过分子动力学模拟研究金属（铝、铁或镁）颗粒表明氧化和燃烧过程，揭示来流速度、热力学状态等因素对金属颗粒燃烧的影响规律。

对学生的要求：

无

3

李国洋

题目（实际立项可以修改）：

1. 软材料活体 3D/4D 打印相关的力学模型与实验研究；
2. 高韧水凝胶超高频剪切波动力学理论与实验研究；
3. 活细胞布里渊显微成像的力学模型与仿真研究；

题目简介：

论文主要基于软物质波动力学和光/声成像技术等，探究活性软材料等的多尺度力学理论和实验方法，发展多尺度力学成像与调控技术、活体增材制造等技术。

对学生的要求：

无

4

赵皓

题目（实际立项可以修改）：

1. 面向空天发动机的超临界燃烧计算；
2. 等离子体催化合成氨仿真与调控；

3. 等离子体催化合成生物甲醇仿真与调控;
4. 锂离子电池电解液氧化实验与组分诊断

题目简介:

1. SpaceX 近期发射的星舰火箭发动机中,利用了 300-700 大气压的液态甲烷超临界燃烧技术。发动机超临界燃烧具有高热力学效率、低污染物排放的特性,是研发先进内燃机、燃气轮机的推动性技术,尤其在空天、海运领域具有重大应用价值。然而,区别与传统低压燃烧,超临界燃烧存在特殊的热物性、动力学特性,存在显著的非理想气体效应。该项目从超临界反应流理论计算和反应动力学实验两个方面研究超临界流体的燃烧仿真特性与高压氧化实验特性。

2&3 传统化工产品合成存在着合成速率缓慢、高压设备昂贵、能量消耗巨大等问题,等离子体催化合成技术是利用新型非平衡态方法合成化工产品的低碳/零碳技术,利用高压放电激发惰性分子,降低化学反应能垒,实现常压、低温、高效、分布式的物质合成。该项目面向低碳零碳重大需求,从仿真与等离子体实验两方面发展等离子体催化技术。

4. 高镍低钴锂离子电池由于较高的能量密度与可循环性受到广泛关注,但同时存在更高的热不稳定性与易失火特性。该项目研究锂离子电池电解液热分解以及与电极材料相互作用,通过原位测量锂电池热失控过程组分与温压特性,研究揭示并发展锂离子电池热失控化学反应机理,提供防火指引。

对学生的要求:

无

5

国萌

题目 (实际立项可以修改):

2D 和 3D 未知场景下在线导航势场快速生成; 多目标在线估计和长期规划算法

题目简介:

1. 导航势场提供了快速稳定的机器人导航算法,现有方法运算复杂度高且需要完整的地图信息,无法应用在未知场景。本项目聚焦 2D 和 3D 未知场景下在线导航势场快速生成算法,为机器人安全导航提供技术保障。

2. 多目标定位在环境保护、搜索救援等领域有广泛的应用,现有方法常关注短期的目标轨迹估计,忽略了长期持续的估计需求。本项目聚焦用少量无人机长期估计大规模目标场景,设计实时动态的任务规划和轨迹控制算法。

对学生的要求:

无

6

刘才山

题目 (实际立项可以修改):

1. 紧固连接系统正向设计力学理论
2. 高机动自稳定无人双轮越野平台研究
3. 非合作目标近地轨道航天器编队研究

题目简介:

1. 针对受固定连接结构影响的飞行器整体结构振动响应问题，为具有多连接件耦合的固定连接结构研究复杂接触界面群在动态装配、多维振动等复杂载荷下的动力学行为，突破对精细螺纹连接结构多维刚度的等效建模方法，解决飞行器整体振动响应预测不准确且低可信度的难题，发展螺栓连接界面模型和辨识方法。在此基础上，研究小子样测试数据与整体模型的数据融合方法，突破不确定性飞行器动力学系统的高可信度结构振动建模和评估方法，通过典型实验验证模型的有效性，达到多维外部载荷下的指标。

2. 以无人摩托车在越野环境的高机动自稳定行驶为目标，针对无人摩托在高速行驶与转弯、复杂路面接触激励、车轮离地跳跃等野外路况下极易行驶失稳的问题，通过揭示摩托车直行、转弯和跳跃自稳定的动力学机理，构建“基体-悬架-车轮-地面”耦合的无人摩托车完备多体动力学建模框架，发展拟人行为的摩托车自稳定控制策略，并开展基于动力学模型的摩托车构型和参数优化设计，完成无人摩托车原理样机的搭建与控制系统的集成测试，实现无人摩托车在多种地形和各种行驶模式下的高机动自稳定行驶和轨迹跟踪控制能力

3. 构建近地轨道航天器编队非合作博弈决策系统，突破信息不完全和环境不确定下基于多航天器编队的高效信息屏蔽和高精度目标锁定技术，实现硬件限制下的敌方信息情报系统破坏和地面重要目标侦察，提升航天器编队辅助下的天地协同察打一体化作战成功率，支撑未来天地战场多维联合作战体系

对学生的要求：

无

7

喻俊志

题目（实际立项可以修改）：

1. 仿生四足 SLAM 研究；2. 水下机器人-作业手系统动态目标抓取控制策略；3. 一种基于强化学习的游戏对战算法；4. 一种基于非欧式空间的组合优化算法。

题目简介：

1. 仿生四足 SLAM 研究

基于仿生四足机器人，利用其搭载的高清摄像头与激光雷达获取多模态环境感知数据，并通过数据融合方法对障碍物实现辨识与定位，最终实现避障运动。

2. 水下机器人-作业手系统动态目标抓取控制策略

基于水下机器人作业平台，研究视觉动态目标高速检测方法，并探究水下机器人-作业手系统动态目标抓取控制策略，最终实现高效精准的水下动态目标抓取。

3. 一种基于强化学习的游戏对战算法

强化学习在各领域的兴起，如在金融、自然语言处理、游戏等领域，特别是 AlphaStar 的提出及相关算法的应用（如魔兽争霸、英雄联盟等）。本题目旨在熟悉现有游戏对战系统算法框架的基础上，针对新游戏场景，通过优化现有强化学习算法，提高优化算法优化效率，并运用到新的游戏智能对战系统。

4. 一种基于非欧式空间的组合优化算法

目前很多组合优化算法聚焦与欧式空间下数据，但是对于更为复杂的非欧式空间下数据，如图（graph），现有的方法难以适用，或没有充分挖掘非欧式空间下的数据信息。本题目旨在了解现有组合优化求解算法的基础上，设计一种可适用于图数据的方法，可解决基于图的组合优化问题算法。

对学生的要求：

熟悉 python (pytorch)；对机器人研究感兴趣，具有单片机、传感器、驱动器等机器人系统开

发动手实践经验，或愿意花时间主动学习相关知识。

8

王雪峰

题目（实际立项可以修改）：

1. 夜视下人体姿态检测的轻量化模型；2. 多视角相机的多人姿态检测与跟踪算法；3. 装配机器人的机械臂自主定位控制；4. 机械臂辅助的肝脏力学模型原位标定方法；5. 下肢康复训练机器人。

题目简介：

1. 在夜视下实现人体的目标和姿态检测，需要使用轻量化神经网络模型，在低算力嵌入式系统实现。2. 多视角相机监控下，对多人的三维运动姿态进行检测，同时实现每个人的多视角匹配和跟踪。3. 对钢结构装配机器人的螺栓安装机械臂，开发螺栓孔三维识别和定位方法，实现自主安装控制。4. 在机械臂辅助下，实现小鼠肝脏在体的原位力学模型参数标定。5. 对直腿抬高康复训练，开发个性化可控制训练等级的康复训练机器人设备。

对学生的要求：

1,2: 了解神经网络模型。3: 了解 ROS。4: 学过材料力学。5: 了解力学建模和机器人控制。

9

郭少军

题目（实际立项可以修改）：

低贵金属催化材料设计与电解水制绿氢应用研究

题目简介：

拟发展新方法构筑三维低铂多金属催化材料来显著提升氧析出和膜电极的催化效率和长期服役行为。探索低成本、批量化的制备技术，实现基于跨尺度三维催化材料的膜电极的高催化活性和长期服役行为。

对学生的要求：

有化学课程的基础

10

骆明川（材料学院教师 m.luo@pku.edu.cn）

题目（实际立项可以修改）：

高熵合金电催化材料应用于新能源转换

题目简介：

本课题将设计和制备形貌可控（如一维纳米线、二维纳米片等）的高熵合金纳米材料，并应用于电催化新能源转换的应用中，如电解水、燃料电池、二氧化碳还原产乙醇等。

对学生的要求：

无

11

王健平

题目（实际立项可以修改）：

连续爆轰发动机燃烧室高效冷却方法研究

题目简介：

连续爆轰发动机具有自维持、自增压、热效率高等优势，有望成为下一代先进空天飞行器动力系统，受到国内外学者的广泛关注和跟踪研究。由于连续爆轰燃烧室内存在一个或多个沿圆周方向高速旋转传播的高温高压爆轰波，燃烧室内外壁面尤其是爆轰波头部区域受到很高的热载荷冲击，严重时会导致燃烧室结构失效，传统冷却方法已不再适用此复杂多变的流场环境。因此，连续爆轰燃烧室的高效冷却方法是一项重要且关键的科学难题，亟需提出创新性的解决方案。

对学生的要求：

掌握连续爆轰发动机的基本原理和特性。

12

杨莹

题目（实际立项可以修改）：

- 一、面向工业生产过程的检测与优化系统设计与实现
- 二、基于 Django 框架的工业产线协同调控系统设计与实现

题目简介：

- 一、面向工业生产过程的监测和优化系统设计与实现

任务：

- 1、使用 JavaScript、CSS、HTML 语言实现系统前端界面开发
- 2、建立产线模型并实现产品的质量与性能监测
- 3、使用 Python 和 MATLAB 语言实现系统的仿真运行

- 二、基于 Django 框架的工业产线协同调控系统设计与实现

任务：

- 1、在 Django web 框架下使用 Python、MATLAB 语言实现原型的开发
- 2、建立产线模型并针对生产工艺参数进行优化
- 3、集成 MySQL 数据库实现原型系统的在线运行

对学生的要求：

无

13

杨延涛

题目（实际立项可以修改）：

双扩散对流湍流中施密特数影响的直接数值模拟研究

题目简介：

由温度和盐度驱动的双扩散对流湍流是海洋湍流混合过程的重要形式。由于海洋实际观测十分困难，数值模拟研究已经成为非常重要的研究方法。但是由于盐度场具有非常小的分子扩散率，即非常大的施密特数，现有大多数数值模拟研究往往采用较小的施密特数替代真实海洋物

性参数。本论文课题计划系统研究不同施密特数对海洋温盐双扩散湍流的影响，采用组内开发的直接数值模拟程序开展不同施密特数条件下的直接数值模拟，分析流动结构和传输特性的变化。

对学生的要求：

修过流体力学或工程流体力学课程，有编程和并行计算概念的优先。

14

丁陈森

题目（实际立项可以修改）：

1. 机器学习自适应序列采样和扩增方法研究
2. 嵌入物理知识的数据驱动技术研究

题目简介：

1. 针对当前机器学习方法所需海量数据、难以适应于实际大规模复杂工程应用等困境，进行数据高效自适应采样和扩增技术的拓展和开发研究。
2. 针对传统数据驱动方法仅从数据统计角度进行表征和挖掘，无法充分利用所分析问题特有的先验物理知识、约束等信息，研究全阶段的机器学习嵌入领域知识算法和技术。

对学生的要求：

强烈的兴趣和自主能动性；
踏实勤恳的学习科研态度；
基本的（计算）力学、数据统计和人工智能等知识；
良好的英语阅读写作能力。

15

陈光

题目（实际立项可以修改）：

1. 锂离子电池隔膜的结构优化设计；
2. 靶向药物递送与缓释；
3. 纳流离子通道的输运与调控。

题目简介：

以聚合物分子构成的带电“软界面”在极性溶液中具有刺激响应型的微观形貌与物理化学性质。聚电解质刷即是这样的带电“软界面”，它由密集接枝于表界面的带电高分子链构成，在先进制造、生物制药和生命科学领域中都十分普遍和重要。例如修饰于电池隔膜以调节其离子传输特性，在药物递送中提高药物囊泡的稳定性、靶向性和可控性，以及在面向脑机接口技术中实现对纳流离子输运的选择性调控。基于课题组对聚电解质刷的理论研究基础，结合具体的应用背景，结合理论、模拟、实验的研究方法开展一系列课题。

对学生的要求：

掌握基本的常微分方程求解方法，欢迎约时间面谈了解课题。

16

张珏

题目（实际立项可以修改）：

1. 血管结构的生物物理模型仿真
2. 基于非线性动力学的微弱信号检测

题目简介：

1. 对人体血管结构进行生物物理模型仿真
2. 利用非线性动力学策略以及 AI 进行微弱信号检测仿真

对学生的要求：

Matlab 或 Python