

2025 年工学院本科毕业论文题目推荐（部分选题示例）

1. 段慧玲（力学与工程科学学院）

教师邮箱: hlduan@pku.edu.cn

题目（实际立项可以修改）: 仿生飞鱼跨介质航行器推进系统设计与实验验证(后续可修改)

题目简介: (1) 分析自然界飞鱼出入水过程推进系统设计原理。(2) 制备出不同摆动频率和不同尺寸的摆尾推进器,并测试其推进效率。(3) 通过 PIV 实验分析摆尾周围流场的演化特性,分析推进效率与涡结构演化之间的关系。

对学生的要求: 具有一定的流体力学研究基础

2. 陈正（力学与工程科学学院）

教师邮箱: cz@pku.edu.cn

题目: 极端燃烧机理研究（具体名称后续商定）

题目简介: 采用数值模拟,研究极端燃烧过程（近可燃极限、高超声速、爆轰等中选一种）,揭示化学反应与流动的耦合机理,发展极端燃烧调控方法。

对学生的要求: 热爱科研,自驱力强

3. 濮国梁（力学与工程科学学院）

教师邮箱: pgl@pku.edu.cn

题目（实际立项可以修改）: 受发射窗口约束的多无人机多目标无冲突航路规划算法

题目简介: 研究期望解决的问题: 希望为多架无人机批量地规划出无冲突路径,使无人机从多个机场出发,能够在指定时段内到达指定的临空区域。研究难点: (1) 每个出发机场都存在最大发射窗口约束,并非可以随时起飞; (2) 同一机场内的相邻起飞之间存在最小时间间隔约束; (3) 由于必须在指定时段内到达临空区域,因此起飞时间、飞行时间和临空时间都需与路径规划结果相耦合,这使路径规划问题变得更为复杂。

对学生的要求: 熟悉计算机数据结构与算法,对机器人运行环境的表征方法、路径规划算法、行动规划算法等有一定了解,有数值优化课程基础者更佳。

4. 王海洋（力学与工程科学学院）

教师邮箱: haiyangw@pku.edu.cn

题目（实际立项可以修改）: (1) 柔性含能材料机器人

(2) 长航程氢动力飞行器

(3) 金属液滴的破碎机制实验和数值模拟研究

题目简介: (1) 柔性含能材料机器人

利用压电聚合物 PVDF 作为基础材料,添加含能金属颗粒,构成复合含能材料体系。利用 3D 打印等增材制造技术一体化制造柔性机器人,实现物质和能量的转移。

(2) 长航程氢动力飞行器

通过固体储氢产氢的方式,制造长航程氢动力飞行器。

(3) 金属液滴的破碎机制实验和数值模拟研究

通过复合含能材料设计原位可控产生的金属液滴，通过点源爆炸波对金属液滴的作用机制展开实验和数值模拟研究。

对学生的要求：(1) 对所选课题感兴趣；

(2) 时间上需要投入；

(3) 有一定动手能力。

5. 沈在意（力学与工程科学学院）

教师邮箱：zaiyi.shen@pku.edu.cn

题目（实际立项可以修改）：(1) 微塑料颗粒在血管中的输运；(2) 活性颗粒对两相流体界面的调控；(3) 向列相流体在管道中的流动

题目简介：在复杂流体体系中，颗粒输运、界面调控与有序取向是非平衡软物质的重要问题。这些过程不仅关乎基础流体力学的前沿探索，也直接关联环境健康、材料制造与功能流体工程等应用场景。

(1) 微塑料颗粒在血管中的输运

随着微塑料污染的加剧，其在人体循环系统中的行为逐渐成为健康风险研究的前沿。血管中的复杂流场、红细胞变形运动以及血管壁的相互作用，使得微塑料的输运机理远非单纯的被动对流扩散。

微塑料颗粒如何在剪切流和脉动流中迁移？它们与红细胞聚集、血管壁黏附的耦合效应如何改变局部血流动力学和物质交换？通过格子玻尔兹曼模拟与微流控实验，可以揭示颗粒-细胞-血管壁的多尺度相互作用规律。揭示微塑料对人体微循环的潜在损伤机制，为医学诊断和环境健康风险评估提供依据。

(2) 活性颗粒对两相流体界面的调控

活性颗粒（如自驱动胶体、磁响应微粒）能够在界面附近产生局部流动和非平衡应力场，从而对两相流体界面产生显著调控作用。这为乳液稳定、界面自组装和智能材料设计提供了新思路。

活性颗粒如何在界面附近自组织？它们通过何种流体力学机制改变界面波动、润湿性和乳化行为？利用数值模拟（如多相 LBM、相场法）研究活性颗粒在液-液界面或液-气界面附近的动力学，分析其对界面张力与波动谱的调控作用。为设计高稳定性乳液体系、可控自愈界面、以及新型软物质材料提供理论基础。

(3) 向列相流体在管道中的流动

向列相液晶兼具流体连续性与分子有序性，其在受限几何下的流动表现出复杂的取向-流动耦合现象。这不仅对液晶物理研究重要，也与高分子纤维制备、功能流体输运相关。流动场如何与向列相取向场相互作用？缺陷的生成、迁移与湮灭如何影响整体流变？基于 Beris-Edwards 方程和 Landau-de Gennes 自由能，建立数值模型，研究不同管道几何与边界锚定条件下的液晶流动。揭示向列相液晶在受限空间的流变规律，为碳纤维纺丝、液晶微流控器件和先进制造中的取向控制提供物理支撑。

对学生的要求：学过流体力学相关课程

6. 李国洋（力学与工程科学学院）

教师邮箱: lgy@pku.edu.cn

题目（实际立项可以修改）:《基于算法和声波超材料的颅骨成像关键波动力学问题》
《基于深度学习的超声辐射力优化调控方法研究》

《基于深度学习的无损脑机接口信息解码》

题目简介: 利用力学、声学 and 深度学习等工具, 开展基于超声成像和超声神经调控的无损脑机接口相关研究。课题组老师将定期和学生讨论课题进展, 并提供充足的计算和实验资源。

对学生的要求: 对科学研究和交叉学科具有较高的热情

7. 陈帜（力学与工程科学学院）

教师邮箱: chen_zhi@pku.edu.cn

题目（实际立项可以修改）:《基于深度学习代理模型的针栓喷雾快速预测》;

《喷注器关键几何参数对针栓发动机燃烧特性敏感性研究》

题目简介: 运用先进试验与数值模拟技术并融合人工智能创新方法, 对火箭发动机喷注器的喷雾与燃烧特性展开研究, 智能化革新其设计流程, 以缩短研发周期、提升设计效率, 助力深度变推力可复用液体火箭发动机的优化设计。

对学生的要求: 成绩: $GPA \geq 3.3$; 态度: 具备团队合作精神, 主动反馈、快速迭代。优先条件: 参与过科研课题或相关竞赛、掌握至少一种 AI 框架、掌握至少一种编程能力、具备机械设计制图能力、了解火箭发动机基本原理或工程设计方法。

8. 张玺（先进制造与机器人学院）

教师邮箱: xi.zhang@pku.edu.cn

题目（实际立项可以修改）: 基于物理信息高斯过程的偏微分方程数值求解方法探索

题目简介: 偏微分方程在科学与工程众多领域发挥着核心作用, 其数值求解一直是计算科学的重点研究方向。有限元、有限差分等传统数值方法虽较为成熟, 但在应对复杂几何、高维或非线性 PDEs 时, 存在网格生成复杂、计算效率低等问题。随着机器学习与计算物理的融合, 物理信息神经网络 (PINNs) 等方法为 PDEs 求解带来新途径, 然而这些方法在解的可解释性方面存在不足, 难以清晰解释模型如何利用物理信息得到结果。物理信息高斯过程 (PIGPs) 方法结合了高斯过程与物理信息, 为 PDEs 近似求解提供了新可能, 且具备良好的可解释性潜力。但 PIGPs 的实用化进程受限于推断复杂度过高的核心问题, 本课题聚焦于融入物理约束的高效参数推断算法研究。

对学生的要求: 掌握偏微分方程的基础理论知识, 了解相关数值求解方法的基本原理。具备一定的编程能力, 能够运用 Python 等编程语言实现算法。

9. 谢广明（先进制造与机器人学院）

教师邮箱: xiegm@pku.edu.cn

题目（实际立项可以修改）: (1) 基于模态分解与学习方法的人工侧线数据可解释性分析;

(2) 基于生物感知机制的仿生感知算法;

(3) 集群游动中的节能博弈问题;

- (4) 基于人工智能的肺部听诊声闻识别;
- (5) 基于传感器物联网的吸入药物辅助监测装置

题目简介: (1) 仿生水下机器鱼在游动时能够采集体表的压强信息, 我们收集了单鱼自由游动、多鱼游动时压强信息, 想要基于模态分解方法或者学习方法深入分析压强数据的特性, 解决相关感知问题、传感器最优分布问题等;

(2) 通过在算法中融合生物感知机理(神经模型、决策模型等), 提升感知效果的同时, 从仿生的角度对于物理模型进行一定的解释;

(3) 以游动时的能耗作为收益函数, 通过设计相关博弈策略, 使得机器鱼能够在集群游动中实现集体最优的节能模式

(4) 针对呼吸道疾病检测与监测的人工智能应用;

(5) 针对呼吸道疾病的药物使用与病情监测

对学生的要求: (1) 对于研究有兴趣, 有编程能力, 乐于探索。(2) 熟悉人工智能算法与音频信息处理, 能够进行系统编程。(3) 熟悉 mcu 电路系统开发与编程以及物联网架构。

10. 国萌(先进制造与机器人学院)

教师邮箱: meng.guo@pku.edu.cn

题目(实际立项可以修改): 多智能体系统的可验证学习规划方法

题目简介: 多智能体系统的规划问题在智能体数量、任务数量及规划时域方面通常呈现高度的组合复杂性。传统的基于模型的搜索方法具有通用性, 能够在理论上生成质量可靠的解, 并在复杂任务分解与约束处理上表现出优势, 但其计算开销巨大, 难以满足动态环境中的实时性需求。相较之下, 基于神经网络的规划器具备快速推理和良好的泛化能力, 能够在新颖任务和多变环境中高效提供可行解, 但往往缺乏长期性能与安全性的保证。本课题拟研究一种融合形式方法与学习方法的可验证学习规划框架: 在高层任务层面, 利用偏序分析实现高效的任務分解与分配; 在低层运动层面, 通过对可泛化任务分布的离线学习获取鲁棒的策略集。在线执行过程中, 学习规划器的预测结果将通过形式化验证以确保安全, 并在必要时进行修正, 从而在加速规划的同时保持解的正确性与稳定性。同时结合三个典型案例进行分析, 包括多智能体联盟形成、混合优化以及动态任务分配, 展示方法在保障安全性、提升计算效率与适应复杂场景方面的潜力。

对学生的要求: 对算法、机器人、优化感兴趣。

11. 张智琅(先进制造与机器人学院)

教师邮箱: zlzhang@pku.edu.cn

题目(实际立项可以修改): (1) 基于 AI 代理模型的金属粉末增材制造熔池重构; (2) 等离子体刻蚀工艺多物理场仿真

题目简介: (1) AI 超分辨率重建代理模型构建: 设计一个融合注意力机制的生成对抗网络(如 SRGAN、ESRGAN 的变体)。该模型以低分辨率的熔池仿真数据为输入, 输出高分辨率的熔池形态和温度场分布。同时, 将工艺参数作为条件输入网络, 以增强模型在不同工况下的泛化能力。

(2) 使用 COMSOL Multiphysics 建立感应耦合等离子体(ICP)反应腔室的精确二维轴对称或三维模型, 进行复杂网格划分, 仿真等离子体刻蚀过程。

对学生的要求: 有相关的力学背景以及初步的编程经验。

12. 孙铭阳（先进制造与机器人学院）

教师邮箱: smy@pku.edu.cn

题目（实际立项可以修改）:（1）基于 LLM 的电网优化问题自建模理论与方法研究

（2）基于混合多智能体的优化问题分解技术研究

（3）基于 Code-LLM 的优化问题求解技术与应用研究

题目简介:（1）针对传统电网优化建模依赖专家经验、多场景适应性差、动态约束响应滞后等问题,开展基于大语言模型（LLM）与电网领域知识融合的自建模理论与方法研究。通过构建“语言”-建模“的电网优化自建模理论框架与方法体系,实现电网优化建模的自动化、智能化与场景适应性提升,为复杂电网运行优化提供理论支撑与技术路径。

（2）针对大规模优化问题分解时子问题协同差、难适配动态场景的问题,开展基于混合多智能体的优化分解技术研究。通过分析问题特征、划分智能体功能、设计协同规则,构建混合多智能体优化分解框架,实现大规模优化问题分解更高效、能适配动态场景,为调度、规划等领域的优化问题求解提供支持。

（3）针对传统运筹优化问题求解中手动编写求解代码效率低、对使用者编程与优化理论双背景要求高,且跨场景求解代码复用性差的问题,开展基于 Code-LLM（代码大语言模型）与优化领域知识融合的优化问题求解技术与应用研究。通过整理多领域优化问题案例库与求解代码库、对 Code-LLM 进行优化任务对齐微调、设计“问题描述 - 代码生成 - 求解验证 - 迭代优化”端到端流程、构建领域知识引导的代码生成约束机制。

对学生的要求:（1）学生要有积极主动的学习态度,

（2）有充足的时间投入到研究中

（3）学生初步掌握 python 语言代码编写

（4）学生对大语言模型较为熟悉,对 LLM 的理论有初步了解,对 LLM 应用有使用经验

13. 邵元龙（材料科学与技术学院）

教师邮箱: shaoyuanlong@pku.edu.cn

题目（实际立项可以修改）:（1）面向高功率芯片热管理的碳纳米管纤维以及导热垫片研究

（2）光激发离子相应凝胶纤维及仿人工视觉应用研究

（3）高能量密度纤维电池及可穿戴储能应用

题目简介: 研究内容主要聚焦高性能纤维材料开发以及热管理,智能器件领域应用

对学生的要求: 材料,化学,物理等背景

14. 彭丽聪（材料科学与技术学院）

教师邮箱: licong.peng@pku.edu.cn

题目（实际立项可以修改）: 微磁学模拟拓扑磁结构及调控机理

题目简介: 主要聚焦于拓扑磁 skyrmion 等磁结构研究

对学生的要求: 会模拟编程,偏材料物理些

15. 王永刚（材料科学与技术学院）

教师邮箱：ygw@pku.edu.cn

题目：高压下的亚稳材料结构搜寻

题目简介：材料在高压下平均会发生 5-10 次相变；高压条件下可能形成常压下得不到的亚稳物相或新奇化合物。本课题拟采用理论计算预测的方法，在特定体系中搜寻潜在的亚稳物相，为进一步的实验制备提供参考。

对学生的要求：无

16. 黄泽寰（材料科学与技术学院）

教师邮箱：zehuan@pku.edu.cn

题目：有机互锁结构支撑的超分子聚合物网络的构筑与机械性能研究

题目简介：该课题拟开发一类机械性能良好的有机互锁结构支撑的超分子聚合物网络，对具有三维拓扑的有机互锁交织结构进行修饰从而在构筑超分子网络过程中引入高分子互锁交联点，提升聚合物材料的力学性能，进而研究其在宏观尺度下的机械性能与智能响应行为。通过变量调控与优化以及分子动力学模拟，尝试建立拓扑结构与宏观性能之间的构效关系网络。最终将其应用于生物医学、军事军工等诸多领域。

对学生的要求：（1）熟悉有机互锁结构的制备原理及掌握其合成路线，合成出 2-3 种具有不同拓扑结构的有机分子结

（2）完成对超分子聚合物的构筑，将有机互锁结构作为三维交联点引入至材料中

（3）通过对超分子网络结构的调控，优化聚合材料潜在的力学性能，探索二者间的构效关系

17. 傅晓阳（材料科学与技术学院）

教师邮箱：fuxy@pku.edu.cn

题目：（1）单原子修饰铂基电催化甘油选择性氧化的设计与性能研究

（2）石墨烯基材料的插层制备及电磁性质调控

题目简介：（1）甘油作为生物柴油工业的主要副产物，可经催化转化制备多种具有高附加价值的 C3/C2 化学品。在众多技术路线中，电催化氧化法具有独特优势：无需额外氧化剂，并可通过调控阳极电位调控产物选择性，并耦合阴极析氢反应，同步实现节能制氢。目前电催化甘油氧化主要受限于催化剂的活性，选择性和稳定性。因此，本研究将聚焦开发新型单原子修饰铂基电催化剂，实现甘油电氧化反应的活性与特定产物选择性（>80%）的协同优化。

（2）石墨烯因其独特的二维结构和优异的物理化学性质，在电磁功能材料领域展现出巨大潜力，然而其规模化制备与结构和性质的精准调控仍面临挑战，尤其，传统的化学氧化法存在环境污染重，制备成本高的缺点。本研究拟发展低成本、绿色环保的电化学插层制备工艺，实现石墨烯基粉体材料的结构、组成与电磁性质调控，为宏量制备奠定基础，并探索石墨烯基粉体材料的“制备工艺-微纳结构-电磁性质”之间的构效关系，最终为石墨烯基电磁功能材料的设计与可控制备提供理论基础和技术支撑。

对学生的要求：对纳米材料与电化学感兴趣，并具有相关的课程基础。

18. 张兰英（材料科学与技术学院）

教师邮箱: zhanglanying@pku.edu.cn

题目: 二元共混液晶的制备及相结构

题目简介: 本研究聚焦二元共混液晶体系, 通过化学合成制备手性液晶化合物; 探究不同组分比例、分子结构差异对共混物相行为的影响; 研究二元共混物的基本光学性能, 制备功能性薄膜。通过偏光显微镜、差示扫描量热仪等表征手段, 分析相转变规律及微观织构演变, 揭示组分间相互作用与宏观液晶性能的关联, 为功能液晶材料的组分设计与性能调控提供基础数据支撑。

对学生的要求: 对化学合成有一定的兴趣, 细心, 能吃苦耐劳。

19. 王江涛（材料科学与技术学院）

教师邮箱: wangjt@pku.edu.cn

题目: (1) 碳纳米管芯片材料可控制备;

(2) 石墨烯分离膜材料的原子级精确制造;

(3) 低维量子材料的可控制备与表征;

(4) 人工智能辅助材料合成与优化;

(5) 电控化学气相沉积机理研究

题目简介: (1) 碳纳米管芯片材料可控制备

半导体性单壁碳纳米管因其优异的电学特性, 在高效能数字集成电路领域展现出超越硅基材料的战略优势。相比传统硅基器件, 碳纳米管场效应晶体管可实现高开态电流与低漏电电流的平衡, 同时表现出超低亚阈值摆幅和超短门信号延迟, 计算能耗可降低 10 倍。然而, 当前高纯度半导体性碳纳米管的溶液法制备面临着均匀性和洁净度的挑战, 难以满足碳纳米管集成电路的发展需求。本课题将深入研究静电催化诱导的半导体性碳纳米管生长机理, 利用多场耦合的精确生长控制, 直接生长洁净的超高纯度半导体性碳纳米管阵列, 并通过开发转移、集成技术制备高性能场效应晶体管, 评估碳纳米管生长质量, 推动碳纳米管在高效能数字集成电路领域的实用化发展。

(2) 石墨烯分离膜材料的原子级精确制造

原子薄层离子交换膜因其原子级厚度与潜在的亚纳米离子筛分能力, 被认为是下一代分离技术与能源转化的核心材料。然而, 其在孔径精度控制、机械韧性和规模化制备方面存在重大瓶颈, 严重限制了其高性能应用。本课题拟利用级联压缩原理结合电场调控新方法, 突破石墨烯纳米孔孔径分布的对数正态限制, 实现亚埃米级精度的孔径分布控制, 从而满足离子对分离所需的超高选择性, 形成兼具高导通性、高选择性与高韧性的原子层分离膜, 为液流电池、燃料电池、氢能制储与聚变同位素分离等产业重大需求提供原子级精度的制造解决方案。

(3) 低维量子材料的可控制备与表征

低维量子材料(如石墨烯、过渡金属硫族化合物、拓扑绝缘体等)因其在维度限制下产生的奇异物理现象(如量子霍尔效应、超导、莫特绝缘体等), 已成为凝聚态物理和材料科学前沿的研究热点。这些材料在下一代电子学、光电子学、自旋电子学和量子信息处理等领域展现出巨大的应用潜力。然而, 实现其实际应用的核心瓶颈在于如何实现高质量、大尺寸、层数可控的制备, 并建立精准、高效的物性表征方法, 从而深入理解并调控其量子行为。本课题旨在攻克低维量子材料的大规模制备、集成以及表征中的关键科学技术问题, 为开发新型量子器件奠定材料与物理基础。

(4) 人工智能辅助材料合成与优化

新材料是推动能源、环境、信息技术、生物医学等领域技术革命的关键。然而，传统的材料研发模式严重依赖“试错法”，存在研发周期长、成本高、成功率低等瓶颈。人工智能技术，特别是机器学习和深度学习，在处理高维、非线性问题方面展现出巨大优势。本课题旨在建立一个集成的 AI 驱动平台，通过智能体控制和数据驱动的方法，加速新材料的发现、合成路径的优化以及性能预测，从而将材料研发从“经验导向”转变为“数据与模型驱动”与“按需设计”，显著提升研发效率，降低研发成本。

（5）电控化学气相沉积机理研究

低维材料（如碳纳米管、石墨烯、2D 半导体）因其卓越的物理化学性质，在纳米技术、集成电路、量子信息等领域展现出革命性的应用潜力。由于原子排布的细微差异往往会导致截然不同的物理特性，实现这些“杀手级”应用的关键在于原子结构精确可控的材料制备。然而，具有特定结构的低维材料的精确合成长期以来都是一个亟待攻克的技术瓶颈。本课题拟深入探索电控化学气相沉积机理和技术，并结合人工智能辅助的材料自主合成方法，以期实现对低维材料在相结构、掺杂、缺陷等方面的精确调控，解决集成电路、量子信息、传感、离子分子筛分、储能等领域的关键材料学难题。

对学生的要求：热爱科研，动手能力强