

“数学和应用研究”重点专项 2023 年度 “揭榜挂帅”榜单

为深入贯彻落实国家科技创新有关部署安排，切实加强创新链和产业链对接，“数学和应用研究”重点专项聚焦国家高质量发展亟需、应用导向鲜明、最终用户明确的重大攻关需求，凝练形成 2023 年度“揭榜挂帅”榜单，现将榜单任务及有关要求予以发布。

一、申报说明

本批榜单围绕智能汽车研发中的仿真计算、5G 基站系统非线性识别与回归、石油开采中二氧化碳驱油与埋存数值模拟、汽车自动驾驶的决策控制等重大应用场景，力争在解决制约技术发展的深层次数学问题方面取得突破，拟安排国拨经费不超过 3000 万元。除特殊说明外，每个榜单任务拟支持项目数为 1 项。项目下设课题数不超过 5 个，项目参与单位总数不超过 10 家。项目设 1 名负责人，每个课题设 1 名负责人。企业牵头申报的项目，配套经费与国拨经费比例不低于 2:1。

榜单申报“不设门槛”，项目牵头申报和参与单位无注册时间要求，项目（课题）负责人无年龄、学历和职称要求。申报团队数量不多于拟支持项目数量的榜单任务方向，仍按程序进行项目评审立项。明确榜单任务资助额度，简化预算编制，经费管理探

索实行“负面清单”。

二、攻关和考核要求

揭榜立项后，揭榜团队须签署“军令状”，对“里程碑”考核要求、经费拨付方式、奖惩措施和成果归属等进行具体约定，并将榜单任务目标摆在突出位置，集中优势资源，全力开展限时攻关。项目（课题）负责人在揭榜攻关期间，原则上不得调离或辞去工作职位。

项目实施过程中，将最终用户意见作为重要考量，通过实地勘察、仿真评测、应用环境检测等方式开展“里程碑”考核，并视考核情况分阶段拨付经费，实施不力的将及时叫停。

项目验收将通过现场验收、用户和第三方测评等方式，在真实应用场景下开展，并充分发挥最终用户作用，以成败论英雄。由于主观不努力等因素导致攻关失败的，将按照有关规定严肃追责，并依规纳入诚信记录。

三、榜单任务

1. 面向智能汽车研发需求的科学计算与模拟仿真软件

需求目标：基于智能汽车研发中对数学的需求，研究具有自主知识产权的国产科学计算与模拟仿真软件：设计数学与工程物理模型的通用科学计算语言，解决大规模稠密及稀疏矩阵分解、降维等问题；实现具有微分代数系统高精度且高效的求解方法，针对智能汽车研发中的刚性、非线性、多域物理等复杂模拟仿真场景，研发其关键求解技术；实现交互式集成开发环境。

具体需求目标如下:

(1) 实现可替换对标 MATLAB 及 Simulink (R2022b 版) 的科学计算与模拟仿真软件, 可兼容 MATLAB 及 Simulink (R2022b 版) 的模型文件与数据文件格式, 具备完善的底层语言与数值计算能力, 支持 40000×40000 的稠密矩阵及千万非零元的稀疏矩阵分解、降维计算; (2) 软件核心功能的运算效率不低于 MATLAB 及 Simulink (R2022b 版) 的 80%, 智能汽车研发中关键仿真模型的计算精度相对 MATLAB 及 Simulink (R2022b 版) 提升 30%, 适配智能汽车研发仿真计算场景比例不低于 60%, 并在智能汽车研发实际场景中获得实验验证与应用。

榜单金额: 不超过 1330 万元, 其中重庆长安汽车股份有限公司 (用户代表单位) 配套经费 330 万元。

关键词: 智能汽车、科学计算、大规模矩阵计算、模拟仿真、数学模型

时间节点: 研发时限为 3 年, 立项 18 个月后开展“里程碑”考核。

2. 用于 5G 基站射频系统的非线性系统辨识与回归问题

需求目标: 针对 5G 基站系统中射频电路特别是功率放大器产生的非线性成分, 研究射频电路的非线性系统识别与回归问题, 寻找高精度的非线性模型表达方法; 研究高维复杂非线性模型的降阶方法与特征提取技术; 研究射频电路非线性模型解算的适定性与泛化性方法。

具体需求目标如下：

基于实际电路输入输出数据（包含训练集和验证集），完成非线性系统建模（基于指定训练集），建模精度（建模误差） $\mathcal{E}(f) < 10^{-5}$ （基于指定验证集），模型复杂度 < 1000 实数乘法器，同时满足泛化性要求，即将训练集获取的系数用于验证集误差性能恶化小于 1dB。

榜单金额：不超过 940 万元，其中华为技术有限公司（用户代表单位）配套经费 240 万元。

关键词：功率放大器、系统辨识、模型降阶、特征提取

时间节点：研发时限为 3 年，立项 18 个月后开展“里程碑”考核。

3. 石油开采中二氧化碳驱油与埋存数值模拟

需求目标：针对二氧化碳驱油与埋存中的数学问题，研究能精细描述油气藏二氧化碳复杂渗流过程、评估注入二氧化碳提高油气采收率与二氧化碳埋存潜力的并行数值模拟技术，并研制相关软件。

具体需求目标如下：

（1）建立协同考虑二氧化碳驱油与埋存的精细数学模型；
（2）研发出二氧化碳驱油与埋存新型数值方法；设计和研发出二氧化碳驱油与埋存大规模可扩展并行求解方法；研制面向国产高性能计算平台的专用求解器，可扩展至十亿量级网格，以十万核为基准，扩展到千万核时并行效率达到 30% 以上；（3）研制出一

套可快速、精准评估注二氧化碳提高油气采收率和二氧化碳埋存潜力的并行数值模拟软件；将该软件应用于2个以上大型油田进行实际效果评估，单井动态拟合率 $\geq 85\%$ 。

榜单金额：不超过1130万元，其中中国石油天然气股份有限公司（用户代表单位）配套经费280万元。

关键词：二氧化碳驱油、二氧化碳埋存、多组分渗流模拟、异构并行求解器

时间节点：研发时限为3年，立项18个月后开展“里程碑”考核。

4. 基于智能优化的自动驾驶决策控制方法

需求目标：针对复杂交通场景中汽车自动驾驶的决策控制环节，研究高动态、多约束的交通参与者行为轨迹预测算法，建立最优控制模型；在有限算力车载计算平台下，研究模型与数据深度融合的快速智能求解机制，设计基于人工智能方法的自适应全局优化算法；开发满足安全性、合规性、高效性、舒适性的决策控制算法软件，进行系统集成，在典型复杂交通场景下开展实车验证。

具体需求目标如下：

（1）研发交通参与者行为轨迹预测算法。要求在0~5秒的决策控制时间区间内，典型交通参与者轨迹预测的横向误差 ≤ 0.6 米，纵向误差 ≤ 3 米；（2）研发自动驾驶决策控制算法。要求在128TOPS算力车载平台下，单步决策控制指令平均计算时间 ≤ 60

毫秒，单次安全性校验平均计算时间 ≤ 10 毫秒；（3）进行系统集成，开展实车验证。要求在中等密度车流下的多车道、匝道、路口、环岛交通场景下，实车验证决策控制算法通过率 $\geq 93\%$ 。

榜单金额：不超过 1350 万元，其中揭榜单位配套经费不低于 900 万元。

关键词：自动驾驶、决策控制、智能优化

时间节点：研发时限为 3 年，立项 18 个月后开展“里程碑”考核。

有关说明：本榜单任务由企业牵头申报。其中，至少一个课题由高校数学院系或数学科研单位牵头。