

上海汽车工业科技发展基金会

产学研课题招标指南

2021 年 4 月 28 日

招标课题：基于 V2X 智联能量管理优化的新能源车辆数据孪生平台研究

提出课题单位：上海捷能汽车技术有限公司

要求课题完成时间：2021 年 9 月-2023 年 7 月

一、总体目标：

V2X 智能网联技术的快速发展给汽车的电动化、智能化带来了新的发展方向，而复杂的交通信息耦合也给功率分流型的混合动力系统能量管理带来新的挑战。这些挑战主要是传统基于规则或者优化理论的能量管理方法难以应对复杂交通的多维数据处理，对于传统控制策略的优化标定方法，其处理网联交通信息下交通场景时存在规则复杂和实验工作量大的问题。本项目将针对这些问题提出独特的解决思路，为智能网联场景下的车辆能量管理优化引入一种数据驱动的深度强化学习算法（DRL），通过这种方法可以应对多个维度的交通信息输入，实现车路协同的高效能量管理控制。同时为了给深度强化学习算法提供真实交通场景下的测试分析平台，本项目将研究开发基于交通场景数据孪生的新能源车辆仿真分析平台，开展基于虚拟仿真的控制策略验证测试。

二、阶段目标：

1. 2021 年 9 月～2021 年 12 月：研究在智能网联技术下的新能源车辆能量管理策略和测试手段；开展基于数据孪生的新能源车辆能量管理分析平台总体方案设计和功能定义。
2. 2022 年 1 月～2022 年 3 月：开展基于真实交通场景的数据孪生仿真系统搭建，可以生成多维度的网联交通信息，同时设计插电式混合动力车辆动力系

统模型和车辆控制系统模型，用于运行能量管理策略并输出控制参数，在交通模拟仿真系统中完成目标车辆的实时操控。

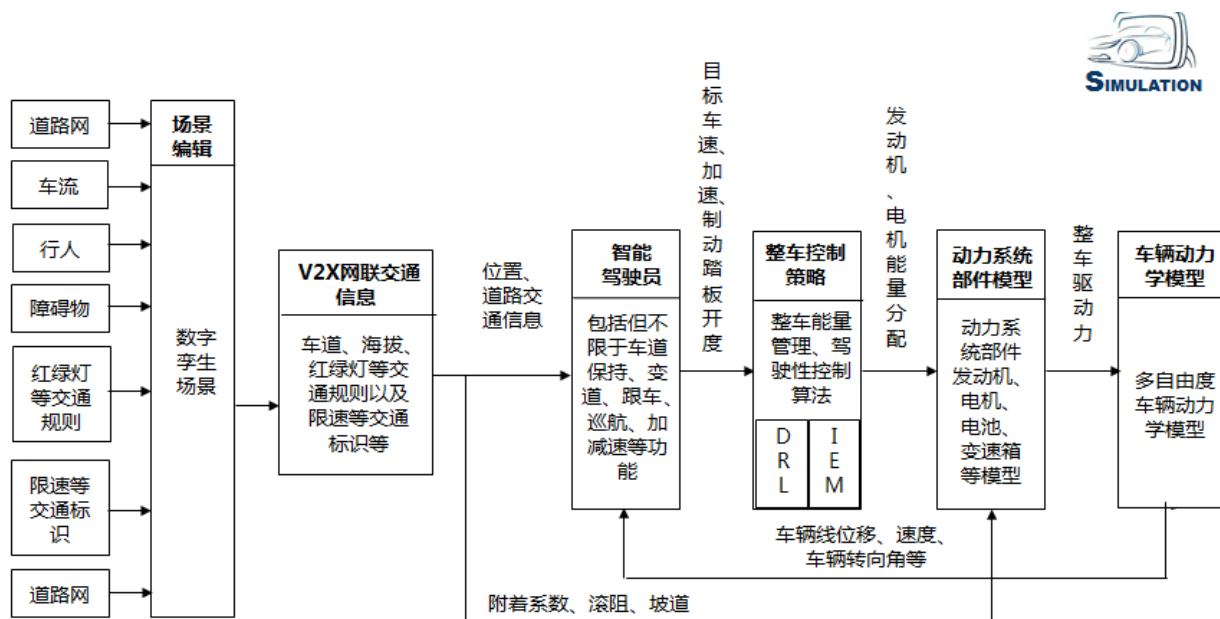
3. 2022 年 4 月～2022 年 7 月：研究设计智能型驾驶员操控模型，具备基于网联交通信息自主生成车道保持、跟车、巡航等多模式的驾驶行为；同时基于数据训练体现不同驾驶风格，研究不同驾驶模式和不同交通场景设定下，相应能量管理的算法设计对车辆动力性和经济性影响。
4. 2022 年 8 月～2022 年 11 月：针对车辆的连续性能量管理控制要求，开展基于深度强化学习的智能体设计；通过混合动力系统的模型分析，设计深度强化学习核心算法并用于混合动力系统的时间连续性动力输出控制和能量管理优化。
5. 2022 年 12 月～2023 年 2 月：研究引入多目标优化的能量管理评价方法，在强化学习的迭代计算中加入更多约束，从经济性、动力性、时间成本等奖励维度立体评价；基于目标新能源车辆和典型交通场景的数字孪生在环仿真联合测试，分析深度强化学习在不同输入维度下的控制优化效果。
6. 2023 年 3 月～2023 年 5 月：重点关注在不同交通场景下，基于深度强化学习的能量管理算法在全局最优或局部最优下的性能结果，通过评价指标对比分析不同类型能量管理算法的优势和劣势，为算法的实车应用和控制参数优化提供依据。基于实车测试进行优化算法和整车控制算法对比分析。
7. 2023 年 6 月～2023 年 7 月：梳理项目研究成果形成知识产权，总结提交完成的系统模型、技术方案和分析报告；

三、研究内容：

1. 开展新能源车辆能量管理策略和分析方法在智能网联技术下的发展趋势调研；完成基于数据孪生的新能源车辆能量管理分析平台总体方案设计和功能

定义；针对插电式混合动力目标车辆构建能量管理抽象数学模型。

2. 基于真实交通场景的数据信息，开展数据孪生仿真系统搭建，可以模拟真实道路网络，包含车道、海拔、红绿灯等交通规则以及限速等交通标识等，同时具备相应的车辆交通流模拟能力；在仿真系统中针对目标混合动力车辆，完成车辆动力系统模型和车辆控制系统模型，实现能量管理策略的搭载运行。同时开发基于 Prescan、Vissim、AMESim、AVLCruise 等同类软件的仿真系统和全 Matlab/Simulink 环境的数字孪生仿真系统。
3. 基于复杂交通场景下的目标车辆控制需要，研究设计参数化的驾驶员操控模型，其通过所获取的交通环境信息生成自动化驾驶行为，包括车道保持、变道、跟车、巡航、加减速等功能；基于驾驶模型参数化调制实现不同驾驶风格，研究在真实交通流下相应的能量管理算法对车辆动力性和经济性影响。
4. 针对混合动力车辆的能量管理要求，开展基于深度强化学习的能量管理智能算法设计，重点探索基于深度确定性策略梯度（DDPG）算法的混合动力系统时间连续性能量管理优化；设计基于发动机和电机系统的油电混合动力系统模型，确定强化学习的状态变量及动作变量，构建相应的状态空间及动作空间，针对系统优化目标设定强化学习算法的奖励函数。
5. 建立面向混合动力车辆行驶的燃油经济性、使用成本和时间成本、行驶舒适性和动力性等多目标参数的优化评价方法，分析深度强化学习在不同输入维度下的控制优化效果。基于数字孪生仿真平台，开展基于目标新能源车辆和典型交通场景的数据孪生在环仿真联合测试。仿真系统示意图见下图。



6. 通过数据孪生的仿真实验平台开展不同能量管理算法的效能对比，包括基于规则的管理算法和基于优化理论的管理算法，重点开展基于深度强化学习的控制算法在复杂交通场景下的性能对比，寻找算法参数设置和不同场景优化的内在联系。基于实车测试进行优化算法和整车控制算法对比分析。

企业配合高效所承担的相应工作：

上海捷能汽车技术有限公司：参与插电式混合动力目标车辆能量管理抽象数学模型开发，协助高校确定基本混动模式及模式切换边界条件；参与开发数据孪生仿真系统，协助选择混动动力车辆常用运行道路工况；参与实车测试优化算法和整车控制算法对比分析，协助试验车辆改制。

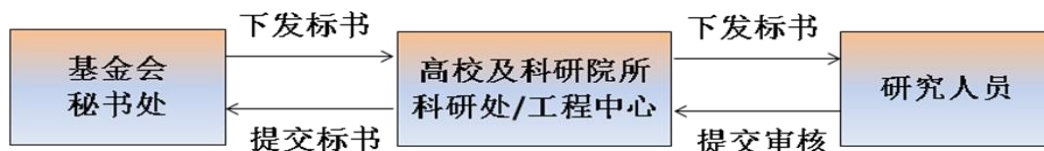
四、资助金额：

人民币 50 万元（资助款直接支付给高校或科研院所，若费用不够，由企业补充+高校或科研院所自筹。）

五、其它：

- 1、招投标材料含《招投标指南》、《资质认定表》、《标书（项目可行性方案）》。
- 2、竞标团队应通过高校/科研院所科研主管部门统一在 2021 年 5 月 31 日

前向上汽科技基金会秘书处提交书面《资质认定表》一份，书面《标书》一式十份，同时通过邮件提交上述材料电子文档，过期不候。《资质认定表》和《标书》中需盖章处应加盖高校/科研院所、或其科研主管部门印章，否则视作无效标书（不能盖高校所属院系、科研院所所属部门印章）。



3、高校/科研院所应标团队应事先在各自高校/科研院所科研主管部门备案，同一所高校/科研院所只允许一个团队参与同一个课题竞标，如遇两个及以上团队参与同一个课题应标，由科研主管部门协调推荐，否则，基金会秘书处有权优先选择在科研主管部门备案的团队参与后续招投标评审答辩工作，仅在同一个课题只有一所高校/科研院所、且有多个团队应标的情况下，才允许同校/同所的不同团队同台竞标。

4、应标团队所有成员不得同期参与两个及以上课题应标，在基金会已有课题且未结题验收的课题中所有团队成员也不得参与应标，凡发现有重名现象的课题，均被视为无效标书。

5、竞标团队负责人应具有副教授及以上职称或博士毕业及以上学历，担任院系及学校领导职务的人员不宜担任应标团队负责人；应标团队每个成员必须要有相应的研制任务，杜绝“沾亲带故”，“徒有虚名”现象，如果在后续实施过程中发现有长期不参加项目研制工作人员的情况，比如，秘书处每三个月召集一次课题研制工作例会，连续两次不参加课题研制工作例会的成员，基金会秘书处有权向应标团队及其所在高校/科研院所科研主管部门发出“除名”告示，如果涉及的是课题负责人，必须由课题负责人出具书面承诺（保证按要求参加后续基金会秘书处召集的季度研制工作例会，且本人亲笔签名）、并经其所在高

校/科研院所担保（盖章）方可，否则，基金会秘书处有权直接向课题组以及所属高校/科研院所科研主管部门发出“中止课题研制工作”的告示。

6、竞标单位在编制标书期间，可通过基金会秘书处协助，与课题申请单位进行适当的技术交流。

7、由基金会秘书处对竞标团队负责人资质进行认定，符合竞标条件的团队，由基金会秘书处通过邮件告知其进入后续评标答辩环节；**答辩时间将安排在 6 月 15 日~30 日期间**，采用腾讯视频会议方式举行。在答辩期间内如有特殊情况（比如 6 月 15 日~18 日有出国计划、6 月 21 日下午有课，等等），请提前告知，以便基金会秘书处酌情（避让）安排。

8、答辩前应标团队须提前通过邮件提交 PPT 版电子文档，PPT 介绍材料应根据标书（可行性方案）章节顺序及其内容编制。

9、评标结果（指经领导审批）由基金会秘书处通过邮件告知参与该课题应标的所有团队负责人及其所在高校/科研院所科技主管部门，如有异议，应标团队负责人可通过所在高校/科研院所科技主管部门与基金会秘书处沟通，基金会秘书处不接待个人质询。

10、上汽科技基金会秘书处联系方式：

地 址：上海市静安区威海路 489 号上汽大厦 2103 室 邮编：200041

联系人：孙代豫 王燕文

电 话： 22011226 22011216

Email : sundaiyu@saicmotor.com wangyanwen@saicmotor.com

上海汽车工业科技发展基金会

秘书处

2021 年 4 月 28 日