

2023 年山东省科技进步奖申报项目情况公示

项目名称：多模态大数据驱动的城市交通流组控动态协同优化关键技术及应用

申报奖种及等级：山东省科学技术进步奖（二等奖）

提名者及提名意见：山东省教育厅

针对城市高峰时段的道路非均衡过饱和拥堵问题，在国家重点研发计划、国家自然科学基金和山东省重点研发计划等项目支持下，该项目团队产学研结合，联合攻关城市道路交通流组织与控制动态协同优化技术十余年，揭示了路网交通拥堵的全时空演化规律，发明了基于多模态大数据的交通拥堵态势预测与诊断技术；研发了面向高强度出行的路网多尺度交通拥堵主动控制技术；创新形成了城市道路交通流组控动态协同优化理论及关键技术体系，突破了静态交通组织与动态信号控制协同优化技术难题。项目制定团体标准 1 项，授权发明专利 32 项，软件著作权 8 件，发表相关学术论文 35 篇，出版专著 2 部。核心技术在青岛海信、浙大中控、上海骏码等多家智能交通领域的领军企业进行了产业化，开发的智能交通控制系统及解决方案已经在北京、济南、青岛、福州等 83 个大中型城市的 14000 余个交叉口应用，实现了城市交通拥堵显著缓解与居民出行品质稳定提升；近两年累计直接经济效益 26.42 亿元，新增利润 3.97 亿元，间接经济效益数百亿元，经济效益和社会效益显著。该项目创新了智能交通管控模式，推动了行业科学技术的进步，对“交通强国”尤其是“山东示范区”建设具有良好的支撑作用。

我单位认真审阅了该项目推荐书及其附件材料，确认真实有效，相关栏目符合填写要求。

按照要求，我单位及完成人所在单位均进行了公示，确认完成人、完成单位排序无异议。特提名该项目申报山东省科技进步奖二等奖。

项目简介：

城市交通拥堵是亟待解决的社会难题，《国家交通强国建设纲要》和《城市道路文明畅通提升行动计划》均提出“构建精准高效的智慧交通管理体系，挖掘道路时空资源潜力，以缓解城市交通拥堵”。目前的交通管理手段主要依赖动态信号控制，存在过饱和拥堵态势感知不清、控制方式被动以及管理手段单一等不足，导致路网局部拥堵引发了大范围拥堵、流向拥堵引发了全方位拥堵，严重影响了路网整体运行效率。

为此，该项目历时十余年，在国家重点研发计划、国家自然科学基金等课题资助下，突破了静态交通组织与动态信号控制协同优化技术难题，构建了一个“拥堵态势感知-拥堵主动控制-组控协同优化”技术体系，主要创新点如下：

1. 基于多模态大数据的交通拥堵态势预测与诊断技术。融合视频卡口、地磁、浮动车等多模态大数据，创建了车道级交通流参数实时提取方法和流程，实现了交通流状态的精准刻画；基于深度学习算法提取路网交通拥堵全时空规律，开发了路网多尺度、多模式的交通拥堵态势预测技术，精度达到 91.5%；基于区间标签数据提取并修复个体出行轨迹，发明了基于密度聚类算法的车辆出行特征解析技术，实现了过饱和拥堵区域和非均衡拥堵流向的精准溯源，有效解决了过饱和拥堵态势预测不准和致因不清的难题。

2. 面向高强度出行的路网多尺度交通拥堵主动控制技术。针对路口过饱和拥堵，深入剖析车流释放特征并发明了基于动态饱和流率的信号控制优化技术，延误减少 12.7%；针对干线过饱和拥堵，通过上下游路口相位关联及路段承载度测算，开发了短连线瓶颈双向防溢流控制技术，使干线溢流排队减少 15.4%；针对区域过饱和拥堵，深入解析了交通流参数的演变模式及内在机理，发明了路径内外双层平衡的背压式信号控制技术，使控制效率提升 15.7%，实现了路网多尺度过饱和拥堵的主动预防和精准控制。

3. 非均衡过饱和状态下交通流组控动态协同优化技术。针对交通控制无法应对非均衡过饱和拥堵的问题，提出了静态交通组织与动态信号控制的协同优化策略，通过元胞仿真揭示了非均衡过饱和拥堵的形成和消散机理，确定了多模式协同优化的控制边界；建立了基于潜在变量的驾驶员可变车道选择模型，精准描述了多因素影响下的可变车道运行效率；分别研发了基于多目标优化的交叉口可变车道与信号协同优化技术、路段潮汐车道与信号协同优化技术，使高峰拥堵时间缩短 9.7%，实现了路网时空资源的动态最优配置。

项目制定团体标准 1 项，授权发明专利 32 项，软件著作权 8 件，发表相关学术论文 35 篇，出版专著 2 部。核心技术在青岛海信、浙大中控、上海骏码等多家智能交通领域的领军企业进行了产业化，推动了交通控制相关产业的科技进步。依托项目技术开发的智能交通控制系统及解决方案已经在北京、济南、青岛、福州等 83 个大中型城市的 14000 余个交叉口应用，近两年累计直接经济效益 26.42 亿元，间接经济效益数百亿元，实现了城市交通拥堵显著缓解与居民出行品质稳定提升，对“交通强国”尤其是“山东示范区”建设具有良好的支撑作用。

主要知识产权及标准规范等目录:

知识产权(标准)类别	知识产权(标准)具体名称	国家(地区)	授权号(标准编号)	授权(标准发布)日期	证书编号(标准批准发布部门)	权利人(标准起草单位)	发明人(标准起草人)	发明专利(标准)有效状态
发明专利权	一种设置逆向可变车道的交叉口信号配时方法	中国	ZL201710560911.3	2019-07-19	证书号第3460893号(国家知识产权局)	山东理工大学	孙锋;焦方通;赵菲;曹辉;张倩;赵金宝;苏文恒;刘玮轩;朱新远	有效
发明专利权	一种基于多源数据的逆向可变车道智能控制方法	中国	ZL201710561276.0	2019-07-19	证书号第3460894号(国家知识产权局)	山东理工大学	孙锋;焦方通;赵菲;刘玮轩;王晓原;郭栋;苏文恒;曹辉;朱新远	有效
团体标准	城市道路交叉口逆向可变导向车道设置及信号控制规则	中国	T/CITSA 06-2020	2020-11-16	中国智能交通协会	青岛海信网络科技股份有限公司,鹏城实验室,山东理工大学,浙江大学	马晓龙;孙锋;马东方;邱景飞;袁锦宇;马万经;阎冰;韩云晓;陈嫣然;聂增国;高翔;林飞;王玲	有效
发明专利权	基于多因素空间选择深度学习算法的短时交通流预测方法	中国	ZL201910432795.6	2019-05-23	证书号第4778766号(国家知识产权局)	浙江大学	马东方;盛博文	有效

发明专利权	一种基于转移矩阵的交叉口各流向流量值动态预测方法	中国	ZL201611238843.0	2017-08-29	证书号第2600926号（国家知识产权局）	山东理工大学	孙锋;焦方通;赵菲;孙立;赵金宝;曹辉;苏文恒;刘玮轩	有效
发明专利权	一种基于微波地磁数据的交叉口最大排队长度计算方法	中国	ZL201611238813.X	2018-01-19	证书号第2786809号（国家知识产权局）	山东理工大学	孙锋;焦方通;赵菲;孙立;李庆印;刘玮轩;苏文恒;曹辉	有效
发明专利权	基于动态饱和流率的交叉口信号配时优化方法	中国	ZL202010812530.1	2022-06-17	证书号第5236898号（国家知识产权局）	山东理工大学;山东纳斯特交通科技有限公司	孙锋;许阳;李大龙;李波;张荣基;孙猛;林飞;王晓琳;宋子文	有效
发明专利权	一种大型Y型交叉口三维绿波协调控制方法	中国	ZL201710822032.3	2019-12-27	证书号第5236898号（国家知识产权局）	山东理工大学	孙锋;曹辉;焦方通;宇仁德;郭栋;赵菲;刘玮轩;苏文恒;朱新远	有效
发明专利权	一种面向单点瓶颈的下游区域信号优化方法	中国	ZL201610053830.X	2016-01-26	证书号第2830708号（国家知识产权局）	浙江大学	马东方;龚成宇;王殿海;金盛;祁宏生	有效
发明专利权	设置逆向可变车道交叉口左转通行能力计算方法	中国	ZL201910938556.8	2022-01-07	证书号第4883662号（国家知识产权局）	山东理工大学	孙锋;林飞;李大龙;魏健洛;魏福禄;郭栋;朱新远;张荣基;王晓琳;宋子文;李衬衬	有效

全部完成人情况:

姓名	排名	技术职称	工作单位	对本项目贡献
孙锋	1	副教授	山东理工大学	该项目负责人和总体技术思路提出者,对创新点1、2、3项均有贡献。创新点1基于多模态大数据的交通拥堵态势预测与诊断技术、创新点3非均衡过饱和状态下交通流组控动态协同优化技术的核心完成人,旁证材料包括:一种基于转移矩阵的交叉口各流向流量值动态预测方法、一种基于多源数据的逆向可变车道智能控制方法、一种设置逆向可变车道的交叉口信号配时方法等核心发明专利。负责了团标《城市道路交叉口逆向可变导向车道设置及信号控制规则》的编制,组织了项目成果在青岛海信、上海骏码、滴滴、山东星志等智能交通企业的产业化,以及北京、福州、青岛、淄博等城市的应用示范工程。
马东方	2	教授	浙江大学	该项目核心完成人之一,是创新点1基于多模态大数据的交通拥堵态势预测与诊断技术和创新点2面向高强度出行的路网多尺度交通拥堵主动控制技术的核心完成人,旁证材料主要包括:基于多因素空间选择深度学习算法的短时交通流预测方法、一种面向单点瓶颈的下游区域信号优化方法等核心发明专利。负责了团体标准《城市道路交叉口逆向可变导向车道设置及信号控制规则》的内容编制,组织了项目成果在青岛海信、浙江浙大中控以及北京、杭州、石家庄等地的实施应用和推广。
焦方通	3	讲师	山东理工大学	该项目主要完成人之一,是山东省重点研发计划项目“基于多源异构大数据的城市级交通拥堵控制关键技术与系统开发”的主要完成人,是创新点1基于多模态大数据的交通拥堵态势预测与诊断技术、创新点3非均衡过饱和状态下交通流组控动态协同优化技术的主要完成人,旁证材料主要包括:一种基于转移矩阵的交叉口各流向流量值动态预测方法、一种设置逆向可变车道的交叉口信号配时方法、一种基于多源数据的逆向可变车道智能控制方法等核心发明专利。
李大龙	4	讲师	山东理工大学	该项目主要完成人之一,是山东省重点研发计划项目“基于多源异构大数据的城市级交通拥堵控制关键技术与系统开发”的主要完成人,是创新点2中基于动态饱和流率的交叉口信号控制优化技术的核心完成人,旁证材料主要包括:基于动态饱和流

				率的交叉口信号配时优化方法、设置逆向可变车道交叉口左转通行能力计算方法等核心发明专利。负责了“基于电警卡口数据的城市路网 OD 智能分析及管理系统 V1.0”的开发工作并获得软件著作权。
阎凡兵	5	高级工程师	长沙海信智能系统研究院有限公司	该项目主要完成人之一，是创新点 2 中城市交通信号控制系统开发的核心完成人，组织了项目成果在长沙海信智能系统研究院有限公司的产业化，并在贵阳、长沙、济南等城市进行了项目产品的实施应用和推广。
马晟刚	6	高级工程师	山东星志智能交通科技股份有限公司	该项目主要完成人之一，是山东省重点研发计划项目“基于多源异构大数据的城市级交通拥堵控制关键技术与系统开发”的主要完成人，组织了项目成果在山东星志智能交通科技股份有限公司的产业化，并在德州、衡水、喀什、黄岛等 25 个城市进行了项目产品的实施应用和推广。
郭栋	7	教授	山东理工大学	该项目主要完成人之一，是创新点 3 中逆向可变车道智能控制方法的核心完成人，旁证材料主要包括：一种基于多源数据的逆向可变车道智能控制方法等核心发明专利。负责了“基于大数据的道路交通设施及勤务智能管理系统 V1.0”的开发工作并获得软件著作权，编写了专著《城市交通网络机动车排放测算方法及减排策略分析》，组织了项目成果在山东东泰工程咨询有限公司于济南、淄博等地的实施应用和推广。
姚荣涵	8	教授	山东理工大学	该项目主要完成人之一，是创新点 1 中的交通拥堵态势预测技术和创新点 3 中交叉口组控协同优化模型的核心完成人，旁证材料主要包括：《基于生成对抗网络的交通流参数实时估计模型》《Optimal location of the U-turn at a signalized intersection with double left-turn lanes》等核心论文。参与了项目成果在山东东泰工程咨询有限公司和山东纳斯特交通科技有限公司于济南、淄博等地的实施应用和推广。

孙立	9	无	山东理工大学	该项目主要完成人之一，是山东省重点研发计划项目“基于多源异构大数据的城市级交通拥堵控制关键技术与系统开发”的主要完成人，是创新点1中多源数据驱动的交通拥堵态势感知与核心参数预测技术的主要完成人，旁证材料主要包括：一种基于转移矩阵的交叉口各流向流量值动态预测方法、一种基于微波地磁数据的交叉口最大排队长度计算方法等核心发明专利。
刘本兴	10	无	山东理工大学	该项目主要完成人之一，是淄博市重点研发计划项目“基于大数据深度学习的城市交通运行态势分析研判系统”的主要完成人，参与了“基于电警卡口数据的城市路网OD智能分析及管理系统V1.0”和“基于大数据的道路交通设施及勤务智能管理系统V1.0”的开发工作并获得软件著作权。参与了项目成果在山东纳斯特交通科技有限公司于淄博的实施应用和推广。

主要完成单位情况：

单位名称	排名	对本项目科技创新和应用推广情况的贡献
山东理工大学	1	<p>山东理工大学是国家国防科技工业局与山东省及淄博市共建高校，是山东省重点建设的以理工为主的多科性大学，为首批国家级“卓越工程师教育培养计划”实施高校、教育部高等学校科技成果转化和技术转移基地、山东省一流学科和山东省应用型人才培养特色名校立项建设单位。学校交通专业是山东省最早的交通工程本科专业，拥有交通信息工程及控制省级重点学科，依托的交通运输工程一级学科是山东省首批交通运输类硕士学位授予点，并获批山东省博士点精准培育学科。山东理工大学在该项目科技创新和应用推广方面做出了如下贡献：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 组织进行了车道级交通流参数实时提取方法、高负荷交叉口拥堵主动控制技术、短连线瓶颈双向防溢流控制技术和交通流组控制协同优化技术的研发；2. 完成了专业化研究团队的组建工作，包括教授 2 人、副教授 4 人，培养了硕士研究生 30 余人；3. 发表论文 27 篇，获得发明专利授权 15 项，出版专著 2 部，撰写团体标准 1 项；4. 协助青岛海信、上海骏码、滴滴、山东星志、山东东泰等公司完成了交通控制系统开发、试运行环境搭建以及 40 余个城市的应用示范工程，实现了城市交通智能控制系统的产业化。
浙江大学	2	<p>浙江大学是一所特色鲜明、在海内外有较大影响的综合型、研究型、创新型大学。在国家公布的“双一流”建设名单中，学校入选一流大学建设高校（A 类），18 个学科入选一流建设学科，居全国高校第三。浙江大学在该项目的技术创新和推广应用方面做出了如下贡献：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 组织进行了基于深度学习算法的交通拥堵态势预测技术、基于双层背压均衡的区域信号分布式优化技术的预研工作，参与了交叉口逆向可变车道与信号协同优化算法的研发；2. 完成了专业化研究团队的组建工作，包括教授 3 人、副教授 7 人，培养了博士、硕士研究生 20 余人；3. 开发了区域交通动态优化仿真平台，实现了项目算法的软件仿真测试；4. 协助青岛海信和浙大中控完成了交通控制系统开发、试运行环境搭建以及 20 余个城市的应用示范工程，实现了城市交通智能控制系统的产业化。

长沙海信智能系统研究院有限公司	3	<p>长沙海信智能系统研究院有限公司旨在实现人工智能应用、智慧交通产品研发和推广应用，在本项目系统开发和推广应用方面做出了重要贡献：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 完成了城市道路交通控制系统研发的专业化研究团队的组建工作； 2. 基于本项目的关键技术组织开发了城市交通信号智能控制系统； 3. 基于青岛、武汉、赣州和济南等城市的实际项目进行了技术和产品试运行环境搭建。
山东星志智能交通科技股份有限公司	4	<p>山东星志智能交通科技股份有限公司旨在实现智能交通相关技术的研发和应用推广，在本项目创新和推广应用方面做出了重要贡献：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 完成了城市道路交通控制系统研发的专业化研究团队的组建工作； 2. 全力组织了各级、各类优秀技术和产品的评优； 3. 组织进行了面向高强度出行的路网多尺度交通拥堵主动控制技术的预研工作； 4. 基于淄博市张店区和周村区的实际项目进行了技术和产品试运行环境搭建； 5. 在德州、衡水、喀什、黄岛等 25 个城市进行了项目产品的实施应用和推广。
山东纳斯特交通科技有限公司	5	<p>山东纳斯特交通科技有限公司是山东理工大学科技园的入驻企业，山东理工大学科技园在 2019 年被认定为省级大学科技园，旨在推动山东理工大学科技成果转化、创新创业人才培养与高新技术企业孵化，服务行业和地方经济社会发展。该公司旨在实现智能交通相关技术的研发和应用推广，在本项目创新和推广应用方面做出了重要贡献：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 完成了城市道路交通控制技术研发与软件开发团队的组建工作； 2. 组织进行了车道级交通流参数实时提取方法、基于动态饱和流率的高负荷交叉口控制优化技术、短连线瓶颈双向防溢流控制技术、交叉口变向交通与信号控制协同优化技术的预研工作； 4. 基于淄博市张店区和周村区的实际项目进行了技术和产品测试。