

# 陕西省科学技术进步奖提名公示材料

(2025年度)

## 一、项目基本情况

项目名称	面向车路云一体化的车载网联感知与协同控制关键技术及应用
主要完成人	惠飞、景首才、于宏全、马素刚、穆柯楠、程梁柱、魏诚、刘见振、刘大鹏、靳少杰
主要完成单位	长安大学、西安中兴新软件有限责任公司、西安邮电大学、东风悦享科技有限公司、北京交科公路勘察设计研究院有限公司、陕西智能网联汽车研究院有限公司

## 二、提名意见（适用于单位提名）

提 名 者	陕西省教育厅	提名等级	<input type="checkbox"/> 一等奖 <input checked="" type="checkbox"/> 二等奖 <input type="checkbox"/> 三等奖
提名意见：  长安大学及合作单位在国家自然科学基金、陕西省重点研发计划重点产业链等项目的支持下，面向车路云一体化智能车载发展的迫切需求，研发了多源数据融合的智能车载高精度感知与连续追踪技术和面向车-车/车-路网联的安全可靠传输与处理技术，突破了面向行车安全与效能的智能协同控制关键技术难题，构建了智能网联汽车运行监控云服务平台。  项目成果形成发明专利 13 项、软件著作权 5 项，发表高水平学术论文 28 篇，制定地方/团体标准 4 项，开发的产品获得国内权威测试认证 3 项，研发了车载感知与协同控制、智能车载网联传输和智能网联汽车运行监控云平台的 3 种类型系列产品，取得了显著的经济和社会效益。该成果被陕西省教育厅认定为陕西高等学校科学技术研究优秀成果特等，项目技术创新突出、产业化效果好，符合陕西省科学技术进步奖二等奖提名条件。  提名该项目为陕西省科学技术进步奖二等奖。			
说明：省科学技术进步奖一、二、三等奖项目，实行按等级标准提名、独立评审表决的机制。提名单者应严格依据省科学技术奖的标准条件，说明提名项目的贡献程度及等级建议。“提名一等奖”评审落选项目不再降格参评二等奖，“提名二等奖”的评审落选项目不再降格参评三等奖。项目组与提名单位沟通后，做出提名等级意见；提名项目正式提交后，提名等级建议不得变更。请在相应栏打“√”进行选择。 软科学标准计量科普类项目请勾选“二等奖”或者“三等奖”。			

### 三、项目简介

智能车路云一体化感知与协同控制技术是当今国际智能交通领域的前沿技术和必然发展趋势，是提高交通安全和效率重要手段。随着道路交通基础设施数字化、智能化、信息化系统建设的不断深入与智能网联车辆群体的大量融入和频繁交互，传统交通环境将衍变为由数量众多、不同等级的数字交通基础设施和智能网联车辆构成的混合异构交通环境，智能交通系统高动态控制需求与车载感知融合不充分、交互资源匹配不均衡、协同控制水平不足等实际情况的冲突普遍存在。因此，本项目围绕车路云一体化核心关键问题，针对智能网联车载的高精度感知与连续追踪、车-车/车-路网联的安全可靠信息传输与处理、面向行车安全与效能的智能协同控制、智能网联汽车运行监控云服务平台等关键共性技术难题，开展了近 8 年的系统研究和技术攻关，项目在智能网联车载系统的智能感知、可靠通信、协同控制、监控平台等四个方面取得了重要突破，主要创新成果如下：

1.研发了多源数据融合的智能车载高精度感知与连续追踪技术。提出了基于贝叶斯博弈的车载多源感知数据协同融合感知方法，构建了非均匀 B 样条曲线模型匹配的车道线检测模型，实现了智能车载系统车道线稳定、连续的识别与跟踪；针对复杂危险交通场景难检测、目标跟踪易丢失的问题，发明了基于深度学习的行车视线阻挡危险场景检测方法，设计了一种轻量级空间注意力机制和连通域模板更新策略，提出了多深度残差网络与密集卷积网络特征互补的多目标跟踪方法，实现了复杂交通场景下智能车载的高精度感知与连续稳定跟踪。

2.研发了面向车-车/车-路网联的安全可靠传输与处理技术。建立了车路协同通信安全实体关系模型，设计了统一和非统一根证书机构的 PKI 架构，提出了由交通业务特征、安全机制构建、通信系统实现、交通功能应用四个层面构成的多模式多交通主体的交通信息可信交互策略，形成了车-车/车-路网联的信息可靠传输架构；针对车-车/车-路信息交互的安全需求，优化了椭圆曲线加密的标量乘计算方法，提高了安全通信中签名验签效率，保证了各个交通实体之间的安全通信；针对密集交通场景中数据包碰撞问题，提出一种应用重要度分类的车辆自主资源调度算法，建立了 5G-V-Cell 和 5G-V-Direct 分类传输方案。研发了场景驱动的自主可控 V2X 通信协议栈和车规级 5G-V2X 车载通信模组及终端，实现了不同场景下的不同交通业务、

交通应用的数据安全可靠传输，并通过由 IMT-2020（5G）推进组 C-V2X 工作组主办的“四跨”协议一致性测试。

3.突破了面向行车安全与效能的智能协同控制关键技术难题。构建了多车感知信息融合的车辆稳定跟驰模型、多元耦合安全距离模型和贝叶斯动态变道安全决策模型，发明了融合强化学习机制的车辆变道轨迹规划方法，提出了多车纵横向协同合作博弈控制方法和融合安全势场的多车纵横向协同轨迹跟踪控制方法，研发了车辆队列稳定跟驰、纵横向协同换道控制系统；建立了异构车辆主体可信交互协同仿真机制，搭建了渗透率 0%-100%动态可调的异构车辆协同控制仿真系统。

4.构建了智能网联汽车运行监控云服务平台。针对智能网联汽车运行异常行为识别难和预测准确率低的问题，建立了不同行为数据表征与微观短时事件切分模型，提出了融合自注意力机制的深度残差网络异常车辆行为识别方法，构建了基于社交张量池的车辆行为预测长短时记忆网络模型，设计了人工势场的在线碰撞风险预警策略，有效的解决了智能网联汽车运行异常行为难以识别的问题；设计了智能网联汽车管控数据交换与服务接口规范，研制了云一网一端立体化多维智能网联运营监测与管控设备，研发了智能网联车辆监控与服务云平台，实现了测试车辆状态的实时辨识和。

项目成果形成发明专利 13 项、软件著作权 5 项，发表高水平学术论文 28 篇，制定地方/团体标准 4 项，开发的产品获得国内权威测试认证 3 项，研发了车载感知与协同控制、智能车载网联传输和智能网联汽车运行监控云平台的 3 种类型系列产品，取得了显著的经济和社会效益。

## 四、客观评价

2023 年 5 月 30 日陕西省科技厅组织有关专家对长安大学牵头，西安中兴新软件有限责任公司、西安邮电大学参与的陕西省重点研发创新产业链项目进行了验收，项目验收结论为：

项目研究了面向泛在交通信息服务与车辆行为协同控制架构体系，开发了车辆网模组和自主协议栈系统、异构网络融合以及差异化业务系统集成开发与测试验证技术等关键技术，研制出具有自主知识产权的车规级终端及路侧产品，项目验收委员会一致同意通过项目验收。

## 五、应用情况

### 1. 应用情况

项目“面向车路云一体化的车载网联感知与协同控制关键技术及应用”系列成果已在西安中兴新软件有限责任公司、东风悦享科技有限公司、北京交科公路勘察设计研究院有限公司、陕西智能网联汽车研究院有限公司得到应用。

主要应用单位情况

序号	单位名称	应用起止时间		
1	西安中兴新软件有限责任公司	2019年1月~至今		
2	东风悦享科技有限公司	2022年1月~ 2024年12月		
3	北京交科公路勘察设计研究院有限公司	2022年1月~ 2024年12月		
4	陕西智能网联汽车研究院有限公司	2020年1月~至今		

## 六、主要知识产权和标准规范等目录（限 10 条）

序号	知识产权类别	知识产权具体名称	国家（地区）	授权号	授权日期	证书编号	权利人	发明人
1	发明专利	车辆换道行为预测模型构建、预测预警方法及系统	中国	ZL202110702854.4	2022.12.13	第 5640575 号	长安大学	惠飞；魏诚等；
2	发明专利	一种针对行车视线阻挡危险场景的检测方法与系统	中国	ZL202211414462.9	2023.11.10	第 6470817 号	长安大学	惠飞；靳少杰等
3	发明专利	一种车辆异常驾驶行为的检测方法	中国	ZL201810500886.4	2022.03.01	第 4966783 号	长安大学	惠飞；景首才等
4	发明专利	一种匝道合流区车辆速度管控系统及方法	中国	ZL201810508927.4	2020.10.16	第 4031248 号	长安大学	惠飞；景首才等
5	发明专利	车联网环境下跟驰交通流特性建模方法	中国	ZL201710359383.5	2020.03.10	第 3713064 号	长安大学	惠飞等
6	发明专利	一种基于深度残差网络特征的视觉目标跟踪方法	中国	ZL201910095621.5	2021.07.16	第 4552228 号	长安大学、西安邮电大学	马素刚；惠飞等
7	发明专利	一种基于计算机视觉的疲劳驾驶检测方法	中国	ZL201910701129.8	2022.10.14	第 5512438 号	长安大学、西安邮电大学	马素刚；惠飞等

8	发明专利	基于成像模型约束非均匀 B 样条曲线拟合车道线检测方法	中国	ZL201811427546. X	2022. 07. 26	第 5332604 号	长安大学	穆柯楠；惠飞；景首才等
9	发明专利	一种自动驾驶车辆换道轨迹规划方法及系统	中国	ZL202210706690. 7	2024. 09. 23	第 7584815 号	长安大学	景首才；惠飞等
10	发明专利	一种基于密集卷积网络特征的视觉目标跟踪方法	中国	ZL201910947630. 2	2022. 08. 12	第 5375469 号	长安大学、西安邮电大学	马素刚；惠飞等



## 七、主要完成人情况表

姓 名	惠 飞	排 名	1
行政职务	副院长		
技术职称	教授		
工作单位	长安大学		
完成单位	长安大学		
对本项目主要学术贡献： 对创新点 1，2，3，4 做出实质性贡献。(1)牵头制定项目实施的整体技术路线，设计了车辆换道行为预测模型构建、预测预警方法及系统。(2)提出了融合自注意力机制的深度残差网络车辆异常驾驶行为的检测方法。(3)发明了车联网环境下跟驰交通流特性建模方法。(4)主持研发了车辆队列控制系统和异构车辆主被动协同控制仿真系统。(5)主持研发了 V2X 通信协议栈系统和车载网联终端系统。(6)进行项目成果的推广应用和产业化。			
姓 名	景首才	排 名	2
行政职务	专业实验室副主任		
技术职称	副教授		
工作单位	长安大学		
完成单位	长安大学		
对本项目主要学术贡献： 对创新点 1，2，4 做出实质性贡献。(1)提出了多车纵横向协同合作博弈控制和协同轨迹跟踪控制方法，研发了车辆纵横向协同换道控制系统。(2)参与研究了车辆异常驾驶行为的检测方法。(3)发明了一种自动驾驶车辆换道轨迹规划方法及系统。			
姓 名	于宏全	排 名	3
行政职务	副主任		
技术职称	正高级工程师		
工作单位	西安中兴新软件有限责任公司		
完成单位	西安中兴新软件有限责任公司		

<p>对本项目主要学术贡献：</p> <p>对创新点 2 做出实质性贡献。(1)负责研发了车载 5G-V2X 终端与车载通信产品。(2)进行了 5G-V2X 通信模组和车载通信终端的推广和应用。</p>			
姓 名	马素刚	排 名	4
行政职务	学院党委副书记		
技术职称	高级工程师		
工作单位	西安邮电大学		
完成单位	西安邮电大学		
<p>对本项目主要学术贡献：</p> <p>对创新点 1 做出实质性贡献。(1)提出了轻量级空间注意力机制和连通域模板更新方法，发明了多深度残差网络特征互补的多目标跟踪方法。(2)发明了一种基于视觉的疲劳驾驶检测方法。</p>			
姓 名	穆柯楠	排 名	5
行政职务	实验室副主任		
技术职称	高级工程师		
工作单位	长安大学		
完成单位	长安大学		
<p>对本项目主要学术贡献：</p> <p>对创新点 1 做出实质性贡献。(1)发明了基于成像模型约束非均匀 B 样条曲线拟合的车道线检测方法。</p>			
姓 名	程梁柱	排 名	6
行政职务	副总经理		
技术职称	高级工程师		
工作单位	东风悦享科技有限公司		
完成单位	东风悦享科技有限公司		

<p>对本项目主要学术贡献：</p> <p>对创新点 3 做出实质性贡献。(1)参与研发了车辆纵横向控制系统，进行了智能驾驶系统的产业化和推广应用。</p>			
姓 名	魏 诚	排 名	7
行政职务	无		
技术职称	讲师		
工作单位	长安大学		
完成单位	长安大学		
<p>对本项目主要学术贡献：</p> <p>对创新点 4 做出实质性贡献。(1)开发了融合自注意力机制的深度残差网络异常车辆行为识别方法和预测模型。</p>			
姓 名	刘见振	排 名	8
行政职务	分院院长		
技术职称	正高级工程师		
工作单位	北京交科公路勘察设计研究院有限公司		
完成单位	北京交科公路勘察设计研究院有限公司		
<p>对本项目主要学术贡献：</p> <p>对创新点 4 做出实质性贡献。(1)设计了基于云控平台的多车协同管控策略。(2)进行了车路云一体化管控云平台的推广和应用。</p>			
姓 名	刘大鹏	排 名	9
行政职务	董事长		
技术职称	正高级工程师		
工作单位	陕西智能网联汽车研究院有限公司		
完成单位	陕西智能网联汽车研究院有限公司		

<p>对本项目主要学术贡献：</p> <p>对创新点 4 做出实质性贡献。(1)负责了智能网联监控云平台的方案设计和研发。(2)进行了智能网联汽车监控云服务平台的推广和应用。</p>			
姓 名	靳少杰	排 名	10
行政职务	无		
技术职称	讲师		
工作单位	长安大学		
完成单位	长安大学		
<p>对本项目主要学术贡献：</p> <p>对创新点 1 做出实质性贡献。(1)参与发明了针对行车视线阻挡危险场景的检测方法，并开发了危险场景检测系统。</p>			

## 八、主要完成单位情况表

单位名称	长安大学
<p>对本项目科技创新和应用推广情况的贡献：</p> <p>牵头组织了面向车路云一体化的车载网联感知与协同控制关键技术及应用项目的研究工作，制定了项目总体技术路线，设计了车辆换道行为预测模型构建、预测预警方法及系统，提出了融合自注意力机制的深度残差网络车辆异常驾驶行为的检测方法，发明了车联网环境下跟驰交通流特性建模方法。研发了车辆队列控制、异构车辆主被动协同控制仿真等系统。对项目成果进行了产业化和推广应用。</p>	
单位名称	西安中兴新软件有限责任公司
<p>对本项目科技创新和应用推广情况的贡献：</p> <p>公司参与了面向车路云一体化的车载网联感知与协同控制关键技术及应用项目的研究工作，制定了车-车/车-路网联的可靠传输与处理技术研究路线，研发了 V2X 协议栈及系列 5G-V2X 模组与车载终端，开发的车载终端与车载通用移动互联通信产品，销售全球多个国家和地区。</p>	
单位名称	西安邮电大学
<p>对本项目科技创新和应用推广情况的贡献：</p> <p>本单位马素刚高级工程师参与了面向车路云一体化的车载网联感知与协同控制关键技术及应用项目的研究工作，负责制定了智能车载感知与追踪技术的研究路线，提出了轻量级空间注意力机制和连通域模板更新方法，发明了多深度残差网络特征互补的多目标跟踪方法和基于视觉的疲劳驾驶检测方法。</p>	
单位名称	东风悦享科技有限公司

<p>对本项目科技创新和应用推广情况的贡献：</p> <p>公司参与了面向车路云一体化的车载网联感知与协同控制关键技术及应用项目的研究工作，依托项目研究成果，开发了车载智能感知、多级碰撞预警等面向车路云一体化的自动驾驶智能感知与控制系统，研发了 L4 级自动驾驶车型，产生了良好的经济与社会效益。</p>	
单位名称	北京交科公路勘察设计研究院有限公司
<p>对本项目科技创新和应用推广情况的贡献：</p> <p>公司参与了面向车路云一体化的车载网联感知与协同控制关键技术及应用项目的研究工作，依托项目研究成果，参与设计了基于云控平台的多车协同管控策略，构建了面向车路云一体化的高速公路协同调度与智慧管控云平台，并对本项目技术成果进行推广应用。</p>	
单位名称	陕西智能网联汽车研究院有限公司
<p>对本项目科技创新和应用推广情况的贡献：</p> <p>公司参与了面向车路云一体化的车载网联感知与协同控制关键技术及应用项目的研究工作，依托项目研究成果，研发了智能网联监控云平台，并对项目成果进行了推广应用。</p>	

## 九、完成人合作关系说明

序号	合作方式	合作者/项目排名	合作起始时间	合作完成时间	合作成果	证明材料
1	共同知识产权	惠飞、魏诚 /1、7	2017 年 8 月	至今	发明专利：车辆换道行为预测模型构建、预测预警方法及系统	必备附件 1
2	共同知识产权	惠飞、靳少杰/1、10	2019 年 9 月	至今	发明专利：一种针对行车视线阻挡危险场景的检测方法与系统	必备附件 2
3	共同知识产权	惠飞、景首才/1、2	2015 年 9 月	至今	发明专利：一种车辆异常驾驶行为的检测方法	必备附件 3
4	共同知识产权	惠飞、景首才/1、2	2015 年 9 月	至今	发明专利：一种匝道合流区车辆速度管控系统及方法	其它附件 2
5	共同知识产权	惠飞、景首才/1、2	2015 年 9 月	至今	发明专利：车联网环境下跟驰交通流特性建模方法	其它附件 3
6	共同知识产权	惠飞、马素刚/1、4	2018 年 9 月	至今	发明专利：一种基于深度残差网络特征的视觉目标跟踪方法	其它附件 4
7	共同知识产权	惠飞、马素刚/1、4	2018 年 9 月	至今	发明专利：一种基于计算机视觉的疲劳驾驶检测方法	其它附件 5
8	共同知识产权	惠飞、景首才、穆柯楠 /1、2、5	2013 年 9 月	至今	发明专利：基于成像模型约束非均匀 B 样条曲线拟合车道线检测方法	其它附件 6
9	共同知识产权	惠飞、景首才/1、2	2015 年 9 月	至今	发明专利：一种自动驾驶车辆换道轨迹规划方法及系统	其它附件 7
10	共同知识产权	惠飞、马素刚/1、4	2018 年 9 月	至今	发明专利：一种基于密集卷积网络特征的视觉目标跟踪方法	其它附件 8
11	共同获奖	惠飞、于宏全/1、3	2020 年 9 月	至今	陕西高等学校科学技术研究优秀成果特等	其它附件 12
12	科研项目合作	惠飞、程梁柱/1、6	2021 年 1 月	2024 年 12 月	共同立项：国家重点研发计划课题“基于数字孪生的自动驾驶整车交通在环测试技术”	其它附件 13
13	科研项目合作	惠飞、刘见振/1、8	2020 年 1 月	2021 年 12 月	共同立项：科技冬奥专项“冬奥会智慧高速公路关键技术研究”	其它附件 14
14	科研项目合作	惠飞、魏诚、刘大鹏 /1、7、9	2019 年 6 月	至今	共同立项：西安市自动驾驶与车路协同云监控平台项目	其它附件 15