

陕西省科学技术进步奖公示材料

(2026年度)

一、项目名称

无人飞行器智能制导与评估关键技术研究

二、提名者及提名意见

1. 提名者

中共陕西省委军民融合发展委员会办公室

2. 提名意见

提名该项目为陕西省科学技术进步奖二等奖

三、项目简介

飞行器规划与精确制导是提升复杂环境下飞行器任务执行能力的核心技术，直接关系到飞行器在不确定环境中的生存能力和任务完成精度。随着飞行器任务场景日趋复杂，传统基于离线规划和理想运动学假设的制导方法面临三大挑战：在线轨迹规划引起的随机大偏差条件下落点预测精度与实时性难以兼顾；强对抗环境下机动规避与精确制导存在固有矛盾；多飞行器协同场景下态势感知、目标分配与协同制导各环节缺乏全链路一体化协同。本项目针对上述瓶颈，系统开展飞行器在线轨迹规划、智能制导决策与多飞行器协同制导关键技术研究。

四、客观评价

成果针对传统制导理论与方法在在线轨迹规划偏差抑制、机动规避与制导精度平衡、多飞行器协同制导等方面逐渐显现出技术瓶颈，突破了在

线轨迹规划与精确制导、智能机动规避/制导一体化决策、多飞行器态势融合等关键技术，对提升飞行器复杂工况下的制导精度、机动规避生存能力具有重要的理论价值与工程应用意义，可为我国新一代智能制导飞行器的研发提供核心技术支撑。

1.知识产权及学术成果情况

成果形成了一系列创新性方法和技术，在飞行器轨迹规划、随机大偏差智能制导、机动规避/制导一体化智能决策、飞行器协同制导等方面，授权发明专利 7 项，其中一篇关于“智能机动规避/制导一体化决策”的论文获 2025 年度《Chinese Journal of Aeronautics》最具传播力文章，一篇关于“特征提取”论文入选“领跑者 5000—中国精品科技期刊顶尖学术论文”。

2.科技查新评价

经西安近代化学研究所（国防一级科技查新咨询单位）对国内外相关技术文献进行全面检索查新，在飞行器轨迹规划、随机大偏差智能制导、机动规避/制导一体化智能决策、制导律设计等方面，除项目组成员前期发表成果外，未见有与项目技术特征完全相同的文献报道，佐证了项目的新颖性。

3.同行专家独立评价

本成果“无人飞行器智能制导与评估关键技术研究”经空军工程大学，北京航空航天大学，西北工业大学，航天科技集团第四研究院，航天科工集团第三研究院等同行专家评审，一致认为成果瞄准无人飞行器制导领域共性技术难题开展系统性攻关，形成覆盖在线轨迹规划、高精度末制导、

智能机动规避决策、多飞行器协同制导的完整技术体系，整体技术达到国内领先水平，创新性突出，工程应用与学术推广价值显著。

五、应用情况

该成果已在军工科研院所、重点高校、行业科技企业等单位实现推广应用，广泛服务于飞行器制导算法研发、攻防对抗效能评估、科研教学实践等场景，技术落地深度与应用广度成效突出。在科研院所推广应用中，聚焦飞行器制导系统工程化验证、型号预研论证等核心场景，实现核心算法的嵌入式落地，为装备技术迭代提供关键支撑；在高校相关学院落地应用中，主要服务于智能制导领域的基础机理研究、科研课题攻关、研究生培养与教学实践，完善了相关学科的技术研究体系与试验验证条件；成果在多家行业科技企业实现产业化落地，赋能企业技术产品升级，提升市场竞争力。

应用表明，成果核心技术自主可控，核心性能指标达行业先进水平，适配装备研制、基础研究、产业转化三类差异化需求，同步实现技术支撑、科研赋能与产业增效的应用价值，推广应用前景广阔。

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	一种无人飞行器的徘徊航迹规划方法及相关设备	中国	202310726004.7	2025.5.16	7940977	中国人民解放军火箭军工程大学	张大巧;李冰;李少朋;李邦杰;任乐亮;刘振宇;马得草
2	发明专利	网络节点的重要性识别方法、装置、计算机设备和介质	中国	202410971060.1	2025.9.19	8276912	中国人民解放军火箭军工程大学	张大巧;李邦杰;李冰;潘乐飞;朱宏伟;舒健生;郑晓龙;

								陈正生
3	发明专利	一种图的特征选择方法及系统	中国	202010679163.2	2023.9.29	6367250	中国人民解放军火箭军工程大学	何芳;贾维敏;张峰干;伍宗伟;沈晓卫;赵建伟;胡豪杰;金伟;何佑明;朱玉杰
4	发明专利	基于人工势场理论的轨迹规划方法及装置	中国	202311236263.8	2025.11.14	8475021	中国人民解放军火箭军工程大学	雷刚;李云舒;鲜勇;李少朋;常燕;舒健生;管冬冬;王顺宏;郑晓龙
5	发明专利	基于 BP 神经网络的空间飞行器标准轨迹初始诸元计算方法	中国	202211148655.4	2025.9.19	8277685	中国人民解放军火箭军工程大学	鲜勇;潘晨辉;郭玮林;蔡涵钰;苏娟;李少朋;任乐亮
6	发明专利	一种高光谱遥感图像分类方法及系统	中国	202010678850.2	2024.7.12	7189032	中国人民解放军火箭军工程大学	何芳;贾维敏;张峰干;伍宗伟;沈晓卫;赵建伟;胡豪杰;金伟;何佑明;朱玉杰
7	发明专利	一种基于多目标粒子群算法的武器-目标分配解决方法	中国	201910710202.8	2024.4.23	6931910	中国人民解放军火箭军工程大学	张大巧;王超;李邦杰;鲜勇;振晓龙;赵久奋;雷刚;张卓
8	论文	Deep reinforcement learning-based integrated evasion and impact hierarchical intelligent policy of exoatmospheric vehicles	中国	2025, 38(1):103-193.	2024.4.17	Chinese Journal of Aeronautics	中国人民解放军火箭军工程大学	任乐亮;郭玮林;鲜勇;刘振宇;张大巧;李少朋
9	论文	Maneuvering target interception via deep reinforcement learning	中国	10.1016/j.engappai.2025.110523	2025.3.5	Engineering Applications of Artificial Intelligence	中国人民解放军火箭军工程大学	任乐亮;鲜勇;刘振宇;李少朋;张大巧;郭玮林

		guidance using only line-ofsight rate measurement						
10	论文	机动发射条件下电子干扰策略快速计算方法	中国	2024,46(11):3648-3567	2024.6.7	系统工程与电子技术	中国人民解放军火箭军工程大学	雷刚;赖灿辉;李云舒;罗炜

七、主要完成人情况

1. 第 1 完成人

姓名：张大巧

技术职务：副教授

工作单位：中国人民解放军火箭军工程大学

完成单位：中国人民解放军火箭军工程大学

对本项目贡献：项目组长，负责项目总体技术方案的论证、研究、设计和审定，重点牵头了飞行器在线轨迹规划与精确制导、智能机动规避/制导一体化决策技术攻关以及博弈仿真系统的研制，对项目创新点 1、2、3 有贡献。

2. 第 2 完成人

姓名：李少朋

技术职务：副教授

工作单位：中国人民解放军火箭军工程大学

完成单位：中国人民解放军火箭军工程大学

对本项目贡献：项目技术骨干，参与飞行器在线轨迹规划与精确制导、机动规避/制导一体化智能决策，对项目创新点 1、2、3 有贡献。

3. 第 3 完成人

姓名：任乐亮

技术职务：讲师

工作单位：中国人民解放军火箭军工程大学

完成单位：中国人民解放军火箭军工程大学

对本项目贡献：重点参与了飞行器在线轨迹规划与精确制导、智能机动规避/制导一体化决策技术攻关以及博弈仿真系统的研制。对项目创新点 1、2 有贡献。

4. 第 4 完成人

姓名：何芳

技术职务：讲师

工作单位：中国人民解放军火箭军工程大学

完成单位：中国人民解放军火箭军工程大学

对本项目贡献：重点参与了多飞行器协同制导的研究，对创新点 3 有贡献。

5. 第 5 完成人

姓名：李冰

技术职务：讲师

工作单位：中国人民解放军火箭军工程大学

完成单位：中国人民解放军火箭军工程大学

对本项目贡献：参与项目总体方案的论证、设计和审定工作，参与飞行器在线轨迹规划与精确制导、机动规避/制导一体化智能决策，对项目创新点 1、2 有贡献。

6. 第 6 完成人

姓名：雷刚

技术职务：副教授

工作单位：中国人民解放军火箭军工程大学

完成单位：中国人民解放军火箭军工程大学

对本项目贡献：重点参与了飞行器在线轨迹规划与精确制导、智能机动规避/制导一体化决策技术攻关以及博弈仿真系统的研制。对项目创新点 1、3 有贡献。

7. 第 7 完成人

姓名：常燕

技术职务：副教授

工作单位：中国人民解放军火箭军工程大学

完成单位：中国人民解放军火箭军工程大学

对本项目贡献：重点参与了项目的总体方案论证以及飞行器在线轨迹规划与精确制导技术攻关。对项目创新点 1 有贡献。

8. 第 8 完成人

姓名：马得草

技术职务：讲师

工作单位：中国人民解放军火箭军工程大学

完成单位：中国人民解放军火箭军工程大学

对本项目贡献：参与项目总体方案的论证、设计和审定工作，参与了飞行器在线轨迹规划与精确制导，对项目创新点 1 有贡献。

9. 第 9 完成人

姓名： 郑晓龙

技术职务： 副教授

工作单位： 中国人民解放军火箭军工程大学

完成单位： 中国人民解放军火箭军工程大学

对本项目贡献： 重点参与了项目总体论证，参与飞行器在线轨迹规划与精确制导、智能机动规避/制导一体化决策技术攻关以及博弈仿真系统的研制，对项目创新点 2 有贡献。

10. 第 10 完成人

姓名： 赖灿辉

技术职务： 助理工程师（博士生）

工作单位： 火箭军工程大学

完成单位： 火箭军工程大学

对本项目贡献： 重点参与了项目总体论证，攻防博弈仿真系统的研制。对项目创新点 2 有贡献。

八、主要完成单位及创新推广贡献

完成单位 1： 中国人民解放军火箭军工程大学

对本项目贡献： 火箭军工程大学作为本项目的总体负责单位，组织项目完成了立项综合论证、总体技术方案评审、产品质量监管和综合验证试验、验收评审等工作；在项目研究中提供了必要的软件和硬件条件支撑；在项目研究成果的推广应用方面发挥了积极作用。

九、完成人合作关系说明

1. 张大巧（1）与李少朋（2）、任乐亮（3）、何芳（4）、李冰（5）

合作完成国家自然科学基金项目“基于学习特征的红外/可见光异源图像可形变配准方法”研究，共同完成项目研究报告《基于学习特征的红外/可见光异源图像可形变配准方法》1份。（62103432）

2. 张大巧（1）与李少朋（2）、雷刚（6）：合作完成陕西省科协青年人才托举计划项目“基于强化学习的导弹在线博弈突防技术研究”，共同完成项目研究报告《基于强化学习的导弹在线博弈突防技术研究》1份。（20210108）

3. 李少朋（2）与雷刚（6）、常燕（7）、郑晓龙（9）合作完成“基于人工势场理论的轨迹规划方法及装置”发明专利。

4. 张大巧（1）与李冰（5）、郑晓龙（9）合作完成“网络节点的重要性识别方法、装置、计算机设备和介质”发明专利。

5. 张大巧（1）与李少朋（2）、任乐亮（3）、李冰（5）、马得草（8）合作完成“一种无人飞行器的徘徊航迹规划方法及相关设备”发明专利。

6. 张大巧（1）与雷刚（6）、郑晓龙（9）合作完成“一种基于多目标粒子群算法的武器-目标分配解决方法”发明专利。

7. 任乐亮（3）与李少朋（2）、张大巧（1）合著论文《Deep reinforcement learning-based integrated evasion and impact hierarchical intelligent policy of exo-atmospheric vehicles》、《Maneuvering target interception via deep reinforcement learning guidance using only line-of-sight rate measurement》分别发表于《Chinese Journal of Aeronautics》、《Engineering Applications of

Artificial Intelligence》。

8. 任乐亮（3）与李少朋（2）、张大巧（1）、李冰（5）合著论文《Learning-based multi-level impact point prediction method for long-rang vehicles under the influence of the disturbing gravity field》发表于《Astrodynamics》。

9. 雷刚（6）与赖灿辉（10）合著论文《机动发射条件下电子干扰策略快速计算方法》发表于《系统工程与电子技术》。

10. 何芳（4）与李冰（5）合作申报并荣获火箭军工程大学 2025 年度科技进展奖。