

自然资源科学技术奖项目公示内容

(科技进步奖)

一、成果基本情况

1. 项目名称:

面向动态集群的北斗时空协同与抗干扰关键技术及重大工程应用

2. 主要完成单位:

中国科学院合肥物质科学研究院、安徽中科宇疆科技有限公司、安徽省（水利部淮河水利委员会）水利科学研究院（安徽省水利工程质量检测中心站）、合肥工业大学、中水三立数据技术股份有限公司、安徽大学、北京空间智联科技发展有限公司

3. 主要完成人:

孟宪伟，贾琳，张海滨，王春林，孙燕实，李兵，黄志祥，李刚，王昕，张曦，陈晓明，常仁凯，潘琼玉，孙秀烽，李同奇

二、成果简介及客观评价

动态集群协同是推动国家与国防信息化从“单点控制”向“群体智能”跨越的关键支撑。美国国防部正加速推进“AI+集群系统”深度融合，将复杂环境下集群感知时空与协同确立为核心攻关方向。但长期以来，该领域仍面临三大挑战：复杂干扰下单体自主时空感知可靠性差、多因素耦合条件下时空计算鲁棒性弱、大规模集群时空协同自愈能力不足；导致动态集群易陷入“单体抗干扰能力弱、时空精确配准机制缺失、集群时空恢复和预测能力弱”的困境。

中国科学院合肥院与中科宇疆联合安徽省水利科学研究院等单位，依托国家发改委、科技部、工信部等重大专项和重大工程，历时14年持续攻关，突破了复杂干扰下单体自主感知与稳定抑制、多因素

耦合下高精度时空配准与动态补偿、大规模集群下协同恢复与智能预测 3 大关键技术，研制了全国产化抗干扰模块、高精度定位 SoC 芯片、时空协同算法等系列成果，实现了规模化应用。主要技术创新如下：

1. 针对复杂环境下单体无人系统抗干扰能力弱的问题，提出了 AIRM 黎曼几何超分辨干扰感知与 BFMB-SFAP 复球面流形约束的空频干扰抑制方法，率先研制出阵元间距小于 $1/3$ 波长、单干优于 109dB 的小型化、国产化抗干扰射频基带一体化模块，实现了复杂干扰的自主精准感知与稳定抑制，保障了单体通导链路连续可靠，提升了大规模动态集群节点的自主抗扰能力。

2. 针对多因素强耦合下时空精准配准失准的问题，提出 MLP 多源误差分层解耦的载波相位畸变矫正与动态补偿技术，成功研制了抗干扰高精度射频基带一体化模块，实现三方向并发强干扰下优于 4mm 的实时动态差分定位和 0.83ns 相干时间同步，解决了干扰特征变化、载体运动与卫星几何等多因素叠加引起的时空配准精度下降问题，提升了时空配准的鲁棒性与精准性。

3. 针对大规模动态集群时空恢复和预测能力弱的问题，提出 MNT-TNN 群体低秩耦合时空恢复方法，构建了“群体状态恢复、ReNF 边缘轻量自治、TimeCapsule 中心全局预测”的分层协同自愈机制，实现了高缺失条件下集群时空自愈与智能预测，计算开销降低 94%，预测准确率优于 95%，提升了复杂环境下大规模动态集群的协同生存与任务重构能力。

项目先后获得上海科学技术特等奖、安徽省科学技术一等奖等省部级奖项 5 项，牵头制定国家标准 5 部，授权发明专利 54 项。相关

成果已在国防军工、低空智联和深海探测领域中规模化应用：在国防军工领域，支撑 500 架无人机蜂群协同演训与 J-XX 等多型装备编队协同；在低空智联领域，支撑全国首个“北斗+低空”重大工程落地，保障 5000 余万架次无人机群安全飞行；在深海探测领域，支撑 1000 余套“海翼”水下潜器协同海底探测与交互；并服务于 50000 余艘渔船协同时空管控、长江干线时空基准构建与龙滩水电站安全监测等重大应用。近 3 年新增销售额超 42 亿元，利润 4.4 亿元。以北斗系统总设计师杨元喜院士为主任的评价委员会认为：项目产生了显著的经济效益和重大的社会效益，在动态集群协同和智能抗干扰方面达到国际领先水平。

三、推荐单位及推荐意见

1. 推荐单位

中国测绘学会位置服务工作委员会

2. 推荐意见

“面向动态集群的北斗时空协同与抗干扰关键技术及重大工程应用”项目面向复杂干扰、多因素强耦合和节点状态缺失条件下“单体抗干扰能力弱、时空精确配准机制缺失、集群时空恢复和预测能力弱”三大难题。项目提出 AIRM 黎曼几何超分辨干扰感知与 BFMB-SFAP 复球面流形约束空频抑制方法，研制阵元间距小于 $1/3$ 波长、单干优于 109dB 的小型化国产抗干扰模块，实现复杂干扰精准感知与稳定抑制；提出 MLP 多源误差分层解耦的载波相位畸变矫正与动态补偿技术，研制北斗高精度定位 SoC 芯片与抗干扰协同 PNT 模块，实现三方并发强干扰下优于 4mm 的实时动态差分定位和 0.83ns 相干时间同步；提出 MNT-TNN 群体低秩耦合时空恢复方法，构建“群体状态恢复

—边缘轻量自治—中心全局预测”分层协同机制，实现高缺失条件下集群时空恢复与智能预测，计算开销降低 94%，预测准确率优于 95%。项目动态集群协同与智能抗干扰技术达到国际领先水平。

项目成果已在蜂群协同、低空智联、测绘地理信息时空服务、水下集群作业、长江经济带时空基准建设、北斗高精度定位等领域实现了规模化应用，近三年产生经济效益超 42 亿元。项目主编国家标准 5 部、行业与地方标准 6 部，授权发明专利 54 项，发表高水平论文 36 篇，对推动北斗高精度定位、测绘地理信息智能化、自然资源监测监管与时空信息基础设施建设发挥了重要支撑作用，并在服务国家重大工程建设中发挥了引领示范作用。

推荐该项目申报自然资源科学技术奖一等奖。

四、主要知识产权和标准规范等目录

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）	知识产权（标准）类别
发明专利	一种小型化高性能卫星导航智能抗干扰方法	中国	ZL2025106390.7	2025-12-26	8605334	中国科学院合肥物质科学研究院	孟宪伟, 贾琳, 潘琼玉	发明专利
发明专利	一种深度学习辅助子空间的平面阵列 DOA 估计方法	中国	ZL202510828365.1	2026-2-3	8682637	中国科学院合肥物质科学研究院	孟宪伟, 贾琳, 潘琼玉, 鲁一行	发明专利
发明专利	一种基于深度学习的 GNSS 抗干扰闭环相位自校正方法	中国	ZL202610018723.7	2026-3-24	8799831	中国科学院合肥物质科学研究院, 安徽中科宇疆科技有限公司	贾琳, 孟宪伟, 潘琼玉, 张海滨, 王四建, 汪浩东, 龙婷玉, 唐佳琪	发明专利
发明专利	一种基于单北斗差分定位的无人机厘米级悬停控制系统	中国	ZL202511324142.8	2025-11-28	8524602	安徽中科宇疆科技有限公司	孙秀烽, 孟宪伟, 张海滨, 王四建, 贾琳	发明专利
发明专利	一种基于变换诱导低秩	中国	ZL2024109068	2024-9-13	7370045	中国科学院合肥物质科	孟宪伟, 鲁一行, 贾琳	发明专利

	张量的北斗时空交通数据恢复方法		95.9			学研究院		
发明专利	一种基于神经网络深度变换低秩张量恢复的北斗时空数据填补方法		ZL202510639091.1	2026-2-3	8685285	中国科学院合肥物质科学研究院	孟宪伟, 鲁一行, 贾琳	发明专利
发明专利	基于自注意力机制和循环图卷积网络的交通流预测方法	中国	ZL202211706583.0	2023-8-29	6278485	中国科学院合肥物质科学研究院	孟宪伟, 鲁一行, 贾琳	发明专利
发明专利	一种基于相干转发的区域无线定位系统时间同步方法	中国	ZL202410475313.6	2026-8-7	9172101	中国科学院合肥物质科学研究院	裴晓辉, 贾琳, 孟宪伟	发明专利
国家标准	北斗射频与基带一体化模块性能要求及测试方法	中国	GB/T46459-2025	2025-10-5	国家市场监督管理总局、国家标准化管理委员会	四创电子股份有限公司、中国电子技术标准化研究院、中国科学技术大学、长沙金、维集成电路股份有限公司、和芯星通科技(北京)有限公司、杭州中科微电子有限公司、泰斗微电子科技有限公司、中国科学院合肥物质科学研究院、桂林电子科技大学、中国电力科学研究院有限公司	孟宪伟, 贾琳, 陈倩, 陈恩红, 易炯, 曹雪勇, 袁玺, 吴钊锋, 孙怡宁, 王伟, 黄伦文, 孙希延, 何倩, 李劲松, 刘彦	国家标准
国家标准	北斗导航综合监测系统工程技术标准	中国	GB/T51469-2025	2025-10-30	中华人民共和国住房和城乡建设部	四创电子股份有限公司、贵州省交通规划勘察设计研究	孟宪伟, 姜卫平, 黄伦文, 杨建, 孙龙, 王春丽, 杜宝强, 熊寻安, 蔚保国,	国家标准

					院股份有限公司、中国电子技术标准化研究院、国家卫星定位系统工程技术研究中心、中国科学院合肥物质科学研究院、卫星导航系统与装备技术国家重点实验室、深圳市水务规划设计院股份有限公司、中国测绘学会、北京六分科技有限公司、长江通信管理局、中山大学、合肥工业大学、安徽宇疆科技有限公司、上海华测导航技术股份有限公司、湖北交投智能检测股份有限公司、千寻位置网络（浙江）有限公司、四川九洲北斗导航与位置服务有限公司、安徽图联科技有限公司、贵州中建建筑科研设计院有限公司、安徽省地勘局第二水文工程地质勘察院、广州精研智联 高	杜辉，李宏祥，潘佩瑶，李阳，余峰，裴晓辉，王晓艳，王伟，贾琳，张海滨，孙鹏，朱祥维，陶庭叶，秦悠，桂翔，李福平、安玉琴、席瑞杰、龙万学、王静、邢波、席茂、陈渊璋，唐旭，曾伟，曹凤英，姚艳霞，高启学	
--	--	--	--	--	---	---	--

						科有限公司、江西应用技术职业学院、武汉北斗产业创新中心有限公司、郑州吉奥地理信息技术有限公司、河南省测绘地理信息技术中心、北京空间智联科技发展有限公司		
--	--	--	--	--	--	---	--	--