中国仿真学会

科学技术奖

2026年奖励公告



中国仿真学会

目 录

中国仿真学会简介 ---------- 02

中国仿真学会科学技术奖简介 ---------- 03

获奖项目名单 ---------- 04

创新技术奖一等奖 ---------- 12

自然科学奖一等奖 ---------- 63

创新技术奖二等奖 ---------- 96

自然科学奖二等奖 ---------- 105

中国仿真学会简介

中国仿真学会 (China Simulation Federation，缩写 CSF)，是全国范围内从事仿真学科的专家、学者、科技工作者及团体单位组成的学术性、群众性社会团体。学会成立于 1989 年 2 月，2015 年 2 月 7 日经民政部批准由中国系统仿真学会更名为中国仿真学会，是中国科协所属的全国性一级学会，登记管理机关为民政部，支撑单位为北京航空航天大学。

学会宗旨是团结和组织广大仿真科技工作者，推动仿真科学和工程学科的繁荣和发展，促进仿真科学技术的普及和推广，促进仿真科技人才的成长和提高，推进仿真领域产学研用深度融合，为仿真科技工作者服务、为创新驱动发展服务、为提高全民科学素质服务、为党和政府科学决策服务。

学会现有个人会员 36000 余人，单位会员 153 个，下设 54 个分支机构（48 个专业委员会，6 个工作委员会）。学会暨分支机构年均组织开展国内外学术交流活动 50 余项，由学会主办的“中国仿真大会”，已经成为国内仿真及相关领域最大规模、综合性和影响力最强的大型综合性学术盛会。学会主办大赛有先进机器人及仿真技术大赛、全国大学生冰壶人工智能挑战赛、复杂系统仿真建模大赛等。

学会设置的“中国仿真学会科学技术奖”，入选国家科学技术奖励工作办公室《社会科技奖励目录》。学会会刊《系统仿真学报》创刊于 1989 年，先后被 EI 工程索引、CSCD 核心、中文核心、中国科技核心、Scopus、INSPEC 等国内外知名数据库收录，是中国仿真技术领域具有权威性、代表性的学术刊物，主要报道我国仿真技术领域具有国际、国内领先水平的科研成果，刊登具有创新性学术见解的研究论文。

中国仿真学会科学技术奖简介

中国仿真学会科学技术奖于 2016 年设立，2019 年入选国家科学技术奖励工作办公室《社会科技奖励目录》（奖励编号为 0318)。奖励对象为在中国仿真领域从事科学技术研究和应用取得突出成绩，并做出重大贡献的科研团队；奖励在仿真科学、技术或工程领域具有重要发现、发明和技术创新，并在相关领域取得一定影响的优秀成果。

中国仿真学会科学技术奖每年评选一次，设自然科学奖和创新技术奖 2 个类别，每个类别分一等奖、二等奖两个等级。学会科学技术奖接受科研院所、高等院校、其他企事业单位推荐。凡在中国境内的研究机构、教育机构、企业及个人均可申报。

中国仿真学会作为设奖单位，非常重视发掘、评价、推广优秀科技成果。历经 10 年评奖，申报项目数量逐年增加，申报项目的水平与质量也在不断提高。10 年中共评出一等奖 106 项、二等奖 114 项。

中国仿真学会科学技术奖在中国仿真大会上举行颁奖仪式并颁发证书。学会科学技术奖自开设以来，申报项目数量逐年递增，项目的水平与质量不断提高，奖励知名度、影响力不断提升。中国仿真学会科学技术奖评选，充分调动和激发了学会会员、仿真领域科技工作者和科研企事业单位科技创新的积极性和创造性，有力促进了我国仿真科学技术的发展。

创新技术一等奖

编号	项目名称	完成人	完成单位
1	多智能体系统干扰建模仿真与控制关键技术及应用	付俊杰，刘智伟，徐龙，万颖，王振宇，房肖，雷旭强，沈涵，陈杨杨，王奎，胡鸿翔，朱俊威，时欣利，牛牧，刘华伟	东南大学，华中科技大学，南京紫垣通信科技有限公司，国网电力科学研究院武汉能效测评有限公司，杭州电子科技大学，浙江工业大学，北京理工大学
2	跨域分布式仿真系统柔性敏捷集成技术及应用	杨凯，唐明南，谢宝娣，张承龙，刘晨，魏长安，陈秋瑞，张毅，陈进才，孟宪国，董国宝，李伟夫，张连怡，任道远，吕建红	北京仿真中心，中国长峰机电技术研究设计院，哈尔滨工业大学，陆军工程大学石家庄校区，华中科技大学
3	具身智能机器人操作系统与仿真平台关键技术及应用	牛建伟，吴永海，李牧，王进，李青锋，徐志军，侯人鸾，谷宁波，高庆，朱可平，刘雪峰，王薇，韩冰，马群，胡剑峰	北京航空航天大学，北京航空航天大学杭州创新研究院，杭州海康机器人股份有限公司，浙江大学
4	面向车辆碰撞安全的虚实融合仿真技术及智能防护应用	王磊，刘志新，朱海涛，杨佳磷，肖月桐，刘伟东，李浩洋，李志，孙振东，韩菲菲，段丙旭，刘灿灿，侯志平，孙佳伟，彭伟强	北京航空航天大学杭州创新研究院，中国汽车技术研究中心有限公司，中汽研汽车检验中心（天津）有限公司，北京航空航天大学
5	面向体系仿真的高效评估技术及应用	李伟，马萍，孙磊，孟丽娜，王松艳，李亚雯，徐筠，晁涛，梅铮，杨明，赵敬远，任宇航，王秉珩，胡潇如，陈庆澳	哈尔滨工业大学，北京仿真中心，黑龙江工程学院
6	复杂开放环境下的智能运载装备可靠性仿真测试与验证技术及应用	杨德真，钱诚，夏权，艾骏，王一全，李娇，姚宏达，吴泽豫，任羿，姜丰，肖依永，刘烨炀，张悦	北京航空航天大学，中兵智能创新研究院有限公司，北京控制与电子技术研究所
7	大规模社会群体流动演化多尺度建模与仿真关键技术及应用	张忠山，姚锋，闫俊刚，艾川，程力，沈大勇，陈彬，王涛，黄山，汤俊，黄静波，常中祥，刘嘉敏，李祯，乔凤才	中国人民解放军国防科技大学系统工程学院，电子科技大学
8	高压直流输电系统高速率高保真多场景数字物理混合仿真技术及应用	王顺亮，刘栋，张芮，高阳，马俊鹏，寇龙泽，刘天琪，闫鹤鸣，方辉，韩林洁，张纯，李超，陈鹏，刘晨，李彬彬	中国电力科学研究院有限公司，四川大学，国网四川省电力公司电力科学研究院，国网重庆市电力公司电力科学研究院，哈尔滨工业大学，国网福建省电力公司电力科学研究院，中电普瑞科技有限公司，许继电气股份有限公司，上海科梁信息科技股份有限公司
9	智能车辆协同驾驶运动行为建模与仿真测试关键技术及应用	李永福，徐勇，吴超，黄鑫，张钊，骆中斌，蒋金，赵杭，李敏，伍雅洁，黄龙旺，文瑶，朱永薪，高子林，周欣	重庆邮电大学，北京理工大学，招商局重庆交通科研设计院有限公司，北京航空航天大学，招商局检测车辆技术研究院有限公司，厦门金龙联合汽车工业有限公司，重庆三峡科技大学

创新技术一等奖

10	复杂综合电子信息系统设计与仿真验证一体化关键技术及应用	肖瑾，周庆，杨帆，刘雷，温和，王玲玲，徐健，刘丽，张秀磊，高鹏飞，曹鑫巍，沈届时，吴双，赵翔宇，贾子翀	北京航空航天大学，中国航空无线电电子研究所，航天科工集团智能科技研究院有限公司，中国航空综合技术研究所，北京无线电计量测试研究所，国网四川省电力公司信息通信公司，湖州三一装载机有限公司，北京航景创新科技有限公司
11	多模态航天发射数字主线建模与仿真关键技术研究与应用	刘秀罗，黄紫藤，吴枫，张鹏，刘鹰，高千峰，岳梦云，黄武宝，苏剑彬，花国良，王佳，雍子豪，毛兰，王敏，张培武	中国人民解放军 63921 部队，银河航天（北京）科技集团股份有限公司，北京宇航系统工程研究所，海南国际商业航天发射有限公司
12	高端电池大批量智能制造高保真数字孪生关键技术及应用	王子赟，王艳，秦宁宁，张天任，朱文光，刘相，施璐，马浩，高伟伟	江南大学，天能电池集团股份有限公司
13	复杂装备智能健康管理技术仿真验证及其应用	郑征，崔朗福，张庆振，石存，向刚，陈娟，韩峰，殷蓓蓓，王津申，李晓	北京航空航天大学，北京航天自动控制研究所
14	空间电推进多场耦合跨尺度全过程精细化仿真关键技术与应用	王伟宗，苗鹏，耿海，贺碧蛟，孙素蓉，张广川，李亦非，陈阳，吴辰宸，于博，王红霞，王海兴，吕浩宇，李沛然，张高裕	北京航空航天大学，上海空间推进研究所，兰州空间技术物理研究所，遨天科技（北京）有限公司
15	远程制导飞行器毁伤仿真与效能优化关键技术及应用	熊芬芬，吴巍，易华辉，李超，刘俊辉，任成坤，张瑞刚，郑晨明，郑宇，孙立桐，张成，毕军民，佘浩平，郑岩，王博民	北京理工大学，中国人民解放军 63850 部队，西安工业大学，重庆大学，国营第七四三厂，南京理工大学
16	面向智能网联汽车的高可信度仿真测试关键技术及应用	赵帅，吴建平，宋世平，陈蘸，毛祖秋，张行，张诚，陈超，郑少将，胡鑫，姚再起，翟洋，张明轩，李冠洲，张艺腾	中汽智能科技（天津）有限公司，中国汽车技术研究中心有限公司，清华大学，万物镜像（北京）计算机系统有限公司，吉利汽车研究院（宁波）有限公司，经纬恒润（天津）研究开发有限公司，中汽研汽车检验中心（天津）有限公司，中汽数据（天津）有限公司，中汽智联技术有限公司，水木东方（深圳）清华大学研究院
17	面向跨中心跨场景的医疗影像数据建模与智能分析关键技术及应用	史颖欢，倪东，林穆清，张剑，薛武峰，邹耀贤，高阳，祁磊，郭金涛，于谦，黄若冰	南京大学，深圳大学，深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司
18	电网互动型源荷系统智能仿真优化与调度关键技术及应用	谭貌，王锐，伍军，何峰，任宇玲，史志超，王雅慧，徐振轩，张宇舟，刘伟华，陈翔，苏永新，李辉，段斌，易灵芝	湘潭大学，中国人民解放军国防科技大学，上海交通大学，威胜集团有限公司，湖南华菱湘潭钢铁有限公司，湖南能源集团新能源投资有限公司
19	高性能并行化作战仿真平台关键技术及应用	唐文杰，朱峰，陈凯，易泰河，姬锋，季玉龙，肖雨豪，胡海，李宁，达凯，黄操，张鑫	国防科技大学、武警部队参谋部作战勤务保障大队、四川大学、中国电子科技集团公司第十五研究所

自然科学一等奖

编号	项目名称	完成人	完成单位
1	多源耦合空间约束下航天器控制理论及仿真应用	刘明，陈力恒，张立宪，段广仁，曹喜滨	哈尔滨工业大学，哈尔滨工程大学
2	自动驾驶等效加速仿真测试理论与方法研究	封硕，王凌	清华大学
3	经济金融系统微观决策仿真与宏观预测预警技术及应用	李雪蓉，董纪昌，王振乾，尚维，贺舟，霍琳，李秀婷，刘颖	中国科学院数学与系统科学研究院，中国科学院大学，北京航空航天大学，北京语言大学
4	对抗条件下异构无人集群智能协同决策控制建模与仿真	化永朝，李晓多，于江龙，潘成伟，冯智，谷海波，董希旺，邵磊，刘玉明	北京航空航天大学，航天科工仿真技术有限责任公司
5	海上无人系统探测 - 通信 - 控制协同机制与仿真	闫敬，关新平，曹文强，杨晛，李喆，江国乾，罗小元，王会娟	燕山大学，上海交通大学，中国运载火箭技术研究院，唐山港集团股份有限公司
6	社会群体智能建模仿真与涌现调控	郑宏威，唐绍婷，刘龙招，王鑫，李卫华，黄瑾，杨雅倩，郑毅，甄义	北京微芯区块链与边缘计算研究院，北京航空航天大学，杭州市北京航空航天大学国际创新研究院（北京航空航天大学国际创新学院）
7	自适应映射的三维几何建模及仿真理论方法	张举勇，郭玉东，刘利刚，鲍虎军	中国科学技术大学

自然科学一等奖

8	动态开放环境下系统时空耦合建模仿真与迁移认知理论及应用	赵春晖，刘凯龙，尚超，秦岩，唐晓鹏，谢锐敏，黄彪，高福荣，柳翔	浙江大学，清华大学，东华大学
9	信息不完备条件下无人集群系统仿真预测与时空协同控制理论	周佳玲，吕跃祖，周艳，都海波，李忠奎，温广辉	北京理工大学，东南大学，北京大学
10	高光谱影像自适应图表征学习空 - 谱协同特征提取仿真方法研究	张志利，丁遥，黄世奇，康伟杰，梁联晖，杨丽娜，赵晓枫，李向阳，王蕊，何芳，王超，王磊，刘轩，王蓓，徐智霞	中国人民解放军火箭军工程大学，广州商学院，广西大学
11	复杂不确定动态系统一体化安全状态感知与仿真调控	赵东，李岳炀，宋晓，滕昊，章健淳，王友清，余翔，乔建忠	北京航空航天大学，济南大学，北京化工大学
12	面向复杂双层优化问题的智能仿真优化理论方法及应用	王勇，黄佩秋，张青富	中南大学
13	惯性基多源融合导航非高斯非线性状态估计与仿真	黄玉龙，文伟松，朱风弛，薛超，王茂松，王国庆，柏明明，张勇刚，李宁	哈尔滨工程大学，香港理工大学，中国人民解放军国防科技大学，中国矿业大学，浙江大学
14	神经机理驱动的生理系统数字物理仿真理论方法及应用	李阳，陈行，郭玉柱，王晓飞，陈慧灵，崔家浩，曹向宇，遇涛，何菊红	北京航空航天大学，温州大学，中国人民解放军总医院第一医学中心，首都医科大学宣武医院，医博士医教科技（深圳）有限公司
15	复杂介质地震波高精度成像建模仿真理论与智能方法	刘前程，张宝昌，魏佳，芦永明	中国科学院地质与地球物理研究所，北京航空航天大学，深圳北理 - 莫斯科大学

创新技术二等奖

编号	项目名称	完成人	完成单位
1	制造业多学科多尺度数字化仿真关键技术与标准体系研发与应用	李君，王昆玉，窦克勤，铁鸣，赖宇阳，陆涵，唐毅强，刘劲松，张霖，付飞	国家工业信息安全发展研究中心，北京航空航天大学，北京临近空间飞行器系统工程研究所，树优（宁波）科技有限公司，杭州市北京航空航天大学国际创新研究院（北京航空航天大学国际创新学院）
2	发射场液体推进剂极端状态发生机理和危害性仿真关键技术及应用	崔村燕，赵继广，段永胜，辛腾达，同江，王琢璞，赵蓓蕾，李巧丽，徐杰，陈景鹏	北京跟踪与通信技术研究所，中国人民解放军军事航天部队航天工程大学，西北工业大学，北京星途探索科技有限公司
3	心脑血管疾病精准介入诊疗全栈仿真体系构建与临床应用	司伟鑫，廖祥云，赵俭辉，袁志勇，吕建平，陈澍，区初斌，钱沛东，肖林霞	深圳理工大学，武汉大学，华南理工大学附属第二医院，华中科技大学同济医学院附属协和医院，深圳市大数据研究院，柏意慧心（杭州）网络科技有限公司，中国科学院深圳先进技术研究院
4	面向智能运维的高端装备关键部件动力学仿真关键技术及应用	陈仲生，鲍翊平，胡雷，刘建华，宋立军，杨定新，盛振文，徐志强	山东协和学院，湖南工业大学，江苏联益友测控技术有限责任公司
5	汽车零部件数智化研发全流程仿真平台与产业应用	李明磊，马小英，高健，孔德才，孟晓贺，方立桥，陈磊，叶芳，邢立宁	中信戴卡股份有限公司，北京树优信息技术有限公司，江苏理工学院
6	航空装备保障建模仿真关键技术与应用	宋岳恒，崔利杰，杨西，何庆杰，任博，王可，司勇，董骁雄，刘京涛，徐恒宇	中国人民解放军 93184 部队，空军工程大学装备管理与无人机工程学院，北京瑞风协同科技股份有限公司
7	多维度多层次飞机系统集成验证及评估	王坚，张博，邓郡，薛龙献，裴譞，马波，任洁，倪静，唐传君，梁琨	中国航空工业集团公司成都飞机设计研究所，北京润科通用技术有限公司
8	新能源汽车气 - 热 - 传动多尺度解析与物理驱动 AI 协同仿真及应用	郑焱，张兰春，汪伟，卞国胜，周杰，王天波，刘若晨，王焱，经伦，张丹	江苏理工学院，北汽重型汽车有限公司，坤泰车辆系统（常州）股份有限公司，南通理工学院，镇江市恒源汽车零部件有限公司，江苏烁源新材料科技有限公司
9	面向生产物流的大规模机器人数智仿真平台关键技术及应用	于晓龙，张驰，徐瑶，徐博，厉圣杰，田新扬，谢晨旭，王琦超，黄尚科，苗达	杭州海康机器人股份有限公司，北京航空航天大学杭州创新研究院，哈尔滨工程大学，北京航空航天大学

创新技术二等奖

10	智能驾驶 AI 生成式仿真测试关键技术及应用	王旭，钱烨强，陈硕，陈韬，王剑飞，汪洋，侯全杉，袁伟，孙琪佳，汤科	中汽研汽车检验中心（武汉）有限公司，中汽智能科技（天津）有限公司，上海交通大学，岚图汽车科技股份有限公司，华东师范大学，中汽智联技术有限公司，中汽数据（天津）有限公司
11	面向民机轮胎爆破防护设计与验证的数字化仿真体系与适航应用	周昌伟，黎先平，王佩艳，陈裕，王兆东，陈学刚，李宝峰，赖小梅，张柯，张居印	中国商用飞机有限责任公司上海飞机设计研究院，西北工业大学，中国化工集团曙光橡胶工业研究设计院有限公司，中国民用航空上海航空器适航审定中心
12	面向群智协同复杂场景的安全仿真系统与关键技术	张川，路明，朱政，张力天，唐菲，徐畅，黎有琦，庞博，刘雷波，张默	北京理工大学，中关村融智企业管理创新推广中心，北京极佳视界科技有限公司，北京邮电大学，浙江长空动力科技有限公司，北京壹点灵动科技有限公司
13	极端干扰场景视觉退化机理建模仿真与鲁棒目标感知关键技术及应用	魏明强，燕雪峰，王永振，李鹏，袁伟伟，李明磊，关东海，熊佳梅，顾立鹏	南京航空航天大学、安徽工业大学
14	主动闭环交通控制仿真关键技术及平台研发与应用	李瑞敏，沈文超，焦朋朋，龙翔，詹仙园，邹亮，徐伟龙，吴泓瑜，李义罡，马文欣	清华大学，广州学塾加软件科技有限公司，北京建筑大学，广州市北二环交通科技有限公司
15	汽车空气动力学数值风洞仿真优化平台关键技术及产业化应用	赖晨光，王佳，冯帅，黄顺巧，何自强，冯锦阳，秦玲，宋洁，谢立稳，万沁林	重庆理工大学，中国汽车工程研究院股份有限公司，北京汽车研究总院有限公司
16	基于 AI 降阶模型与多物理场耦合的发电核心装备智慧仿真平台	张明，鞠凤鸣，关淳，曲晓峰，毛静轩，李伍亮，赵洪羽，杨永明，马俊超，李东	南京天洑软件有限公司，哈电发电设备国家工程研究中心有限公司，哈尔滨电气科学技术有限公司，江苏理工学院
17	面向新能源车大型一体化压铸件结构安全仿真开发关键技术	高翔，王国杰，娄燕山，何恩泽，徐中明，余春丽，张志飞，张德良，冯毅，方正	中国汽车工程研究院股份有限公司，西安交通大学，重庆大学，南方（韶关）智能网联新能源汽车试验检测中心有限公司
18	海洋机器人集群自主作业建模仿真与评估关键技术及应用	王辉兵，付先平，王洁，神和龙，郑凯，姚铭泽，齐临风，崔路岩	大连海事大学
19	石化装置多目标优化与先进控制技术及应用	韩永明，常承林，王孟志，杨中泽，耿志强，胡渲，刘景华，路毅，蔡磊，周文榕	北京化工大学，重庆大学，湖北宜化集团化工机械设备制造安装有限公司，北京嘉博云数科技有限公司，新疆天瑞能化有限公司
20	复杂动态场景机械手多物理场耦合仿真与高精度调控关键技术及应用	黎泽伦，殷雷，赵雪，吕中亮，李太福，郑道勤，尹爱军，杨宝军，余金洋，杨孟涛	重庆科技大学、重庆大学、重庆中科摇橹船信息科技有限公司、重庆华中数控技术有限公司、重庆工业智能技术研究院

自然科学二等奖

编号	项目名称	完成人	完成单位
1	信息物理系统安全估计与主动防御理论	刘皓	武汉工程大学
2	大规模复杂网络系统的协同演化与博弈控制	熊文军，陈姚，陈小杰，黄迟	西南财经大学，电子科技大学
3	非完整与欠驱动系统的抗干扰安全控制理论与仿真应用	张中才，武玉强，张梦华	曲阜师范大学，济南大学
4	面向机械传动系统智能诊断的故障仿真与特征学习方法	邵海东,钟翔,肖一鸣,颜深,何知义,李伟	湖南大学
5	复杂系统的区间估计仿真与优化理论	黄俊，余雷，陈良，章月圆，孙渊，杜一东，侯君怡	苏州大学
6	面向飞行控制品质协同提升的模型降阶与约束重构理论	卜祥伟，刘棕成，陈勇，吴晓燕	中国人民解放军空军工程大学
7	预设性能驱动下无人飞行器全回路事件触发抗干扰控制仿真及应用	邵星灵，张文栋，苏子康	中北大学，南京航空航天大学
8	脑机接口驱动机器人的建模与仿真	费炜杰，魏宇阳，李甲华，张佩瑜，王佳蓉，黄杰，刘东旭，毕路拯，刘莹	北京理工大学，北京恒挚科技有限公司
9	多源异构场景下多主体知识迁移与协同决策仿真优化理论	候亚庆，葛宏伟，郭一楠，冯亮，朱泽轩，江敏	大连理工大学

自然科学二等奖

10	任务与健康驱动的装备保障系统韧性智能仿真优化理论	樊冬明，刘萌，兑红炎，高鋆添，刘淼淼	北京航空航天大学，郑州大学
11	算智融合仿真网格生成理论与方法	郭宇飞，尚菲菲，邵嘉杭，周洪伟，刘剑飞	北京大学,深圳十沣科技有限公司,航天科工集团智能科技研究院有限公司
12	群智学习增强型天地一体仿真建模与规划方法	杜永浩,陈盈果,宋彦杰,吴健,向尚,欧俊威，罗启章，伍国华，陈名，杨青	国防科技大学系统工程学院，中南大学
13	网络化系统的稳定分析与智能控制仿真及应用	杨飞生，肖冰，刘永芳，潘泉	西北工业大学
14	面向非完备数据的类脑智能学习理论与仿真方法	杨楷翔，陈武兴，张宗衍，余志文，张通，施一帆，刘竹琳，冯霜，陈俊龙	华南理工大学，北京大学，华侨大学，北京师范大学珠海校区
15	"GreenLab 青园 " 植物功能结构建模、仿真与应用	康孟珍，马韫韬，王秀娟，华净，王浩宇，赵星，严红平，吴林，张晓鹏，胡包钢	中国科学院自动化研究所，中国农业大学
16	复杂约束条件下多智能体系统协同控制理论及仿真应用	李擎，张浩杰，邹尧，王恒，夏丽娜，赵博，张一	北京科技大学，中国北方车辆研究所
17	面向复杂约束的神经动力学优化理论与软硬件仿真技术	何兴，车杭骏，赵友，李传东，黄廷文	西南大学，深圳理工大学
18	复杂环境下多智能体系统的快速安全协同控制理论与仿真	彭秀辉，公鑫，沈俊，崔磊，王鹏	南京航空航天大学，东南大学，北京科技大学
19	面向复杂化工过程优化运行的智能建模与仿真方法	姜庆超，于健博，范勤勤，颜学峰，钟伟民	华东理工大学，上海海事大学
20	欠驱动起重机系统智能控制方法与仿真技术	陈鹤，钱彧哲，孙宁，杨桐	河北工业大学，南开大学

项目名称：多智能体系统干扰建模仿真与控制关键技术及应用

·东南大学，华中科技大学，南京紫垣通信科技有限公司，
国网电力科学研究院武汉能效测评有限公司，
杭州电子科技大学，浙江工业大学，北京理工大学

‖项目介绍



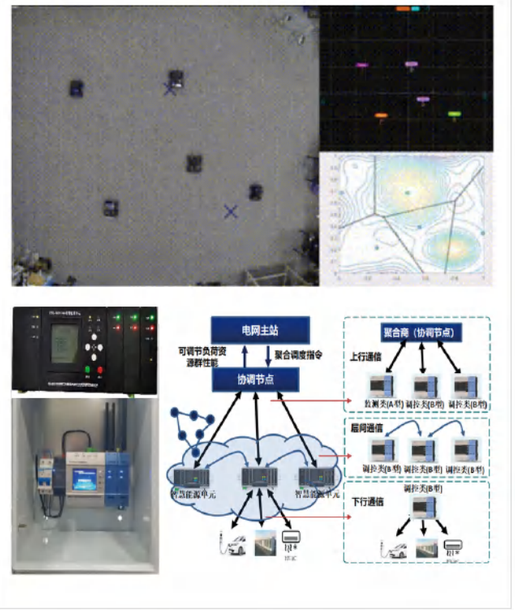
多智能体系统干扰建模仿真与控制技术是实现各类集群系统在复杂环境中安全可靠运行与高效智能协同的关键使能技术，广泛应用于智能无人集群装备研发、智能制造无人工厂、智能微电网调控等国家重大需求领域。本项目紧扣实际多智能体系统应用中面临的各类干扰建模仿真与控制技术瓶颈，针对智能体动力学扰动建模仿真及控制、环境不确定性建模仿真和通信干扰不确定性建模仿真及补偿等关键问题，开展系统性研究，突破了时空耦合扰动建模仿真及控制、环境不确定性非参数化建模仿真、混合通信攻击建模仿真及补偿等关键技术，形成了体系化的多智能体系统干扰建模仿真与控制能力，并在多类集群智能系统研发中实现了技术落地与产业化应用。

本项目授权国家发明专利 42 项，软件著作权 3 项，在 IEEE TAC 等期刊发表代表性论文 10 篇，获全球校园人工智能算法精英大赛一等奖等国内外权威创新竞赛奖 3 项。研制了复杂不确定性环境非参数化建模仿真平台、智能微电网集群负荷自适应调节装置等系统。面向相关国家战略取得了重大应用：1）新域新质集群装备：实现了多型无人艇集群、无人车集群复杂环境下干扰建模仿真及补偿控制，为集群覆盖巡检等任务提供了有力支撑。2）智能制造 2035：实现无人工厂机器人集群时变负载及通信扰动下协同性能稳定保持。3）国家智能电网工程：实现智能微电网变负荷场景分布式协同调节和资源优化管理，为国家电网多个示范工程提供有力支撑。

创新点 1：提出了时空耦合动力学扰动建模仿真及控制技术。设计了非线性时变系统强耦合扰动建模仿真方法、自适应神经网络逼近在线估计方法和融合流形约束的在线补偿控制方法，建立了基于参数自适应的时空耦合扰动多智能体鲁棒控制框架，解决了高动态未知时空参数精确逼近难题，实现了复杂时空环境下多智能体系统鲁棒协同控制。

创新点 2：提出了环境不确定性非参数化在线建模仿真技术。设计了基于稀疏高斯过程、高斯马尔科夫随机场以及混合高斯过程的环境不确定性非参数化在线建模仿真方法，建立了多智能体分布式协同感知建模框架，解决了先验信息缺乏及存在观测噪声情形下环境不确定性的精准快速估计难题，实现了未知环境下多智能体系统精准快速环境感知。

创新点 3：提出了通信干扰不确定性建模仿真及补偿技术。设计了融合信息物理系统框架的混合通信攻击建模仿真方法、自适应混合通信攻击补偿控制方法以及混杂网络化系统在线协同反馈寻优方法，突破了随机干扰下多智能体闭环系统稳定性分析难题，实现了大规模多智能体系统复杂通信攻击环境下的安全控制及自适应优化调度系统在线协同反馈寻优方法，突破了随机干扰下多智能体闭环系统稳定性分析难题，实现了大规模多智能体系统复杂通信攻击环境下的安全控制及自适应优化调度。



‖团队介绍



第一完成人：付俊杰

东南大学青年首席教授，博士生导师。教育部青年长江学者，江苏省杰出青年基金获得者。

- 智能集群装备无人艇、无人车、智能通信节点等
- 智能制造无人工厂集群应用



- 智能微电网示范工程
- 负荷集群自适应调节装置

项目汇聚了东南大学、华中科技大学、南京紫垣通信科技有限公司、国网电力科学研究院武汉能效测评有限公司、杭州电子科技大学等七家单位的研发力量，形成了产、学、研、用紧密结合的协同创新团队。

第一完成人东南大学付俊杰教授，博士生导师，教育部青年长江学者，江苏省杰出青年基金获得者。长期从事受限多智能体分布式协同控制、多智能体安全强化学习等领域研究工作。发表 SCI 期刊论文 60 余篇，包括领域内顶级期刊 Automatica、IEEE 汇刊 30 余篇，出版中文专著 2 部，英文专著章节 1 篇。申请 / 授权国家发明专利 12 项。主持部委项目、教育部联合基金、国家自然科学基金面上及青年项目、江苏省杰出青年基金项目等。

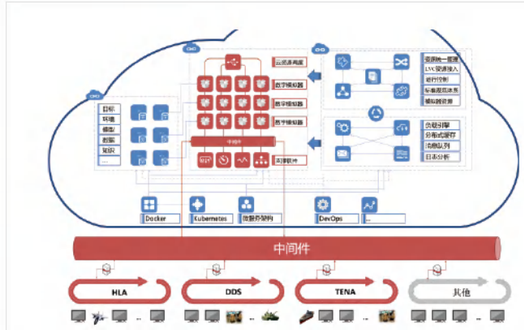
曾获 2023 年亚太神经网络学会青年研究员奖（APNNS Young Researcher Award），2023 年江苏省自动化学会青年科技奖，2022 ICUS 最佳会议论文奖，2022 ICIT 最佳展览奖，2020 ICCSS Zadeh Best Paper Award。

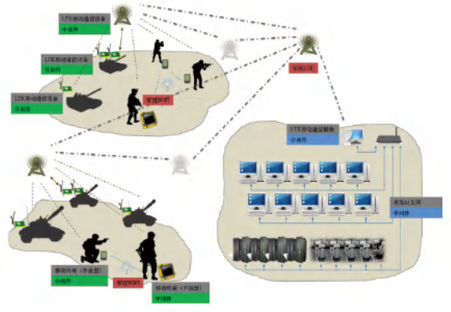
项目组其他完成人包括：华中科技大学刘智伟（教育部青年长江学者），南京紫垣通信科技有限公司徐龙，东南大学万颖（德国洪堡学者）、房肖、雷旭强、沈涵、陈杨杨、时欣利（澳大利亚 DECRA 基金获得者），国网电力科学研究院武汉能效测评有限公司王振宇、王奎，杭州电子科技大学胡鸿翔（浙江省杰出青年基金获得者），浙江工业大学朱俊威，北京理工大学牛牧、刘华伟。

项目名称：跨域分布式仿真系统柔性敏捷集成技术及应用

·北京仿真中心，中国长峰机电技术研究设计院，哈尔滨工业大学，陆军工程大学石家庄校区，华中科技大学

‖项目介绍





当前，新一轮科技革命和产业变革深入发展，仿真技术的发展向极宏观拓展、向极微观深入、向极端条件迈进、向极综合交叉发力，不断突破人类认知边界。跨行业深度协同、异类资源深度共享、跨地域万物互联等现实需求，对异类、异构、异地 LVC 联合分布式仿真支撑技术提出了迫切的发展需求。尤其是在军事应用领域，基于 LVC 联合仿真开展模拟训练、试验评估已成为当前“大国博弈”竞争的重要趋势。

美军 / 北约等已连续十余年开展 LVC 联合仿真试验，其中，美军大规模演习 2023，总兵力约 2.5 万人，集结 25 艘实装舰艇、50 艘虚拟舰艇，地理空间横跨 22 个时区，长期汲取仿真赋能作战红利！

本项目针对分布式联合仿真技术面临的系统规模巨大、资源要素多样、集成效率提升、交互指数增长等巨大挑战，开展柔性化、敏捷化、高性能、可扩展的联合仿真支撑平台技术攻关。

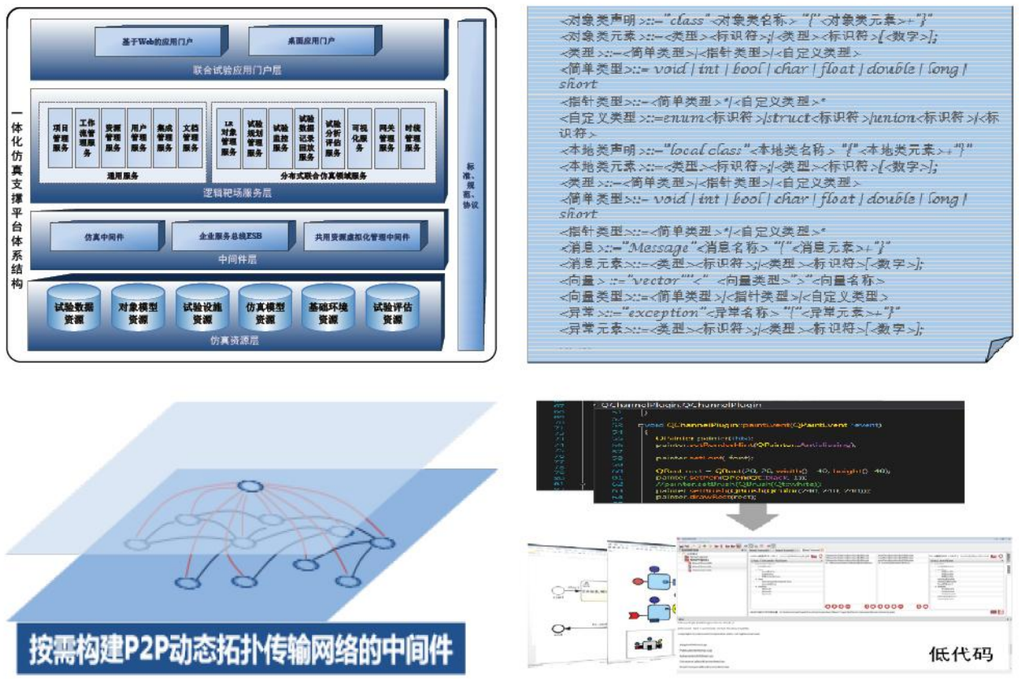
项目拥有自主知识产权、核心技术自主研发，制定了多个国军标，项目成果已应用于军队和工业部门多个体系集成、考核评估、模拟训练等重要任务，取得了显著的经济与社会效益，应用前景广阔。

创新点 1：提出了柔性可扩展的 LVC 联合仿真支撑平台体系架构，突破虚拟化 / 服务化、中间件、异构资源网关等关键技术，开发了国产化联合仿真平台，实现了“实装 - 虚拟 - 构造（LVC）”仿真系统的信息、过程、功能和服务的柔性敏捷集成

创新点 2：提出了面向对象的 LVC 联合仿真接口描述方法，突破了面向领域的通用复杂接口的元模型描述和异常处理等关键技术，提升了 LVC 仿真资源的高效组合与深度重用能力。

创新点 3：提出了轻量高效分布式中间件数据分发方法，突破了按需自动构建中间件网络拓扑以及约束条件下 LVC 实时互操作等关键技术，显著降低了中间件处理延迟，提升了有效带宽利用效率

创新点 4：提出了面向实装数据链的异构资源互联方法，突破了通用网关设计、编码抽象、内容通道描述、消息自动映射等关键技术，实现了基于低代码网关的异构资源接入自动化，显著提升了联合仿真系统的集成效率。



团队介绍





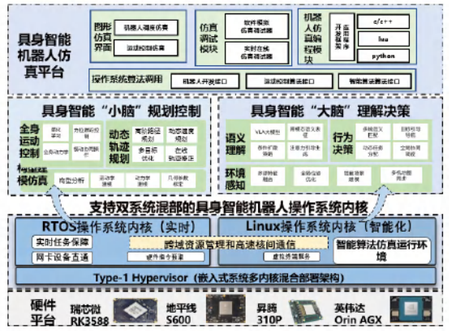
项目团队由北京仿真中心，中国长峰机电技术研究设计院，哈尔滨工业大学，陆军工程大学石家庄校区，华中科技大学 15 名专家教授组成。核心团队在仿真领域已有 40 余年的研究历史，依靠自主创新，引领国内仿真技术的发展，先后获得过国家及省部级多项奖励，近几年先后获得过国家科技进步特等奖、国家一等奖、国防科学进步二等奖、北京市科技进步二等奖等。

项目第一完成人杨凯，研究员，中国系统仿真学会常务理事、基于模型的体系 / 系统设计与仿真专业委员会主任委员。近年来一直从事体系仿真总体技术、仿真支撑平台技术相关研究，获得国防科技进步二等奖 1 项，中国仿真学会科技进步一等奖 2 项。

项目名称：具身智能机器人操作系统与仿真平台

·北京航空航天大学、北京航空航天大学杭州创新研究院、杭州海康机器人股份有限公司、浙江大学

‖项目介绍





基于项目成果研制的具身智能机器人

具身智能机器人操作系统与仿真平台是支撑机器人自主运行、智能决策、仿真验证、虚实迁移和规模化应用的基础软件平台，具有实时性要求高、软硬件耦合强、虚实闭环复杂、应用场景广等特点。针对目前复杂开放场景应用中存在操作系统实时性不足、实时控制与智能计算协同困难、仿真环境与真机场景数据割裂、运动规划与控制精度不足、场景语义理解能力弱、多机调度效率低等问题开展研究，形成了涵盖操作系统内核、具身智能理解决策大脑、具身智能规划控制小脑和机器人集成开发仿真环境的完整技术体系。

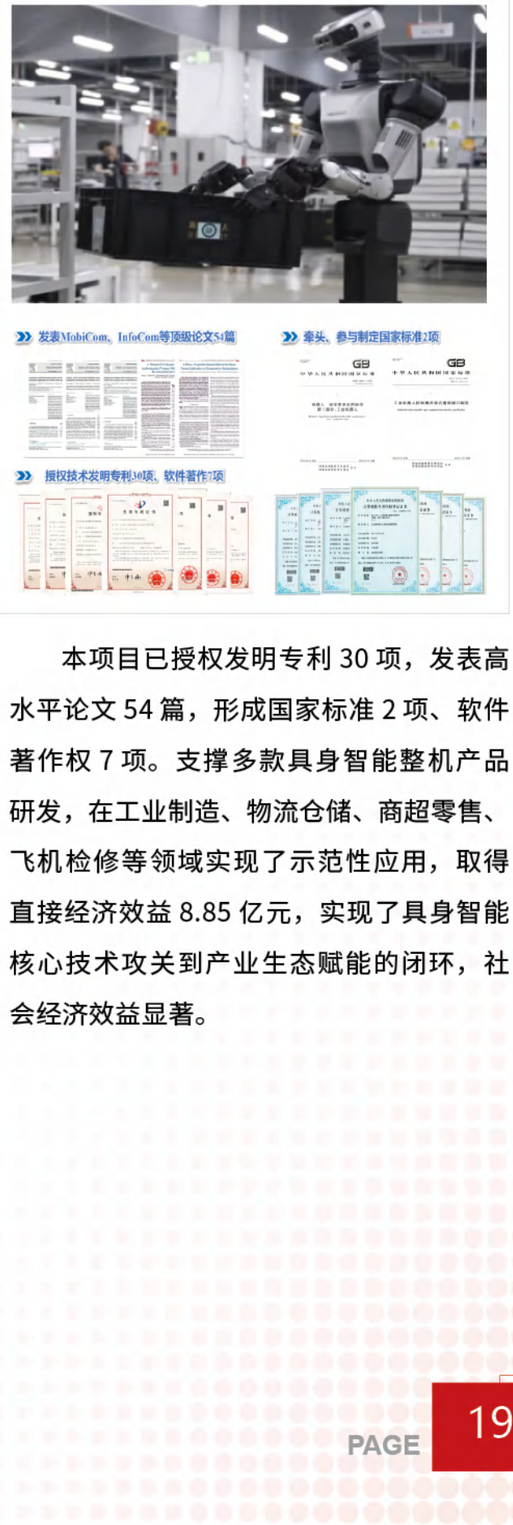
围绕项目成果，构建了移动操作机器人、具身智能机器人等多类型机器人验证与应用平台，建立了覆盖机器人建模、任务规划、运动控制、场景仿真和系统验证的虚实结合研发环境。通过仿真环境中的算法开发、任务推演与性能验证，以及面向真实机器人的模型与控制策略迁移，实现了“虚拟仿真—算法验证—虚实迁移—真机应用”的贯通，有效支撑不同类型机器人快速开发、调试验证和场景部署。

针对目前复杂开放场景应用中存在操作系统实时性不足、实时控制与智能计算协同困难、仿真环境与真机场景数据割裂、运动规划与控制精度不足、场景语义理解能力弱、多机调度效率低等问题开展研究，创新点如下：

创新点 1：提出了支持双系统混部的具身智能机器人操作系统内核关键技术，解决了操作系统中实时控制与高算力智能计算任务相互干扰、异构多核资源调度效率低和智能模型跨平台仿真与部署验证能力不足的问题。

创新点 2：提出了面向具身智能机器人小脑的高精度运动规划与控制仿真关键技术，解决了动态场景下机器人易碰撞、多目标轨迹规划困难、动力学参数摄动和外界干扰导致算法由理论模型仿真至真机迁移后运动控制精度下降的问题。

创新点 3：提出了面向具身智能机器人大脑的多模态语义理解及推理仿真关键技术，解决了复杂动态环境下多源数据融合难、语义理解不足、行为决策效率低和大规模多机器人协同调度推演能力弱的问题。



本项目已授权发明专利 30 项，发表高水平论文 54 篇，形成国家标准 2 项、软件著作权 7 项。支撑多款具身智能整机产品研发，在工业制造、物流仓储、商超零售、飞机检修等领域实现了示范性应用，取得直接经济效益 8.85 亿元，实现了具身智能核心技术攻关到产业生态赋能的闭环，社会经济效益显著。

‖团队介绍



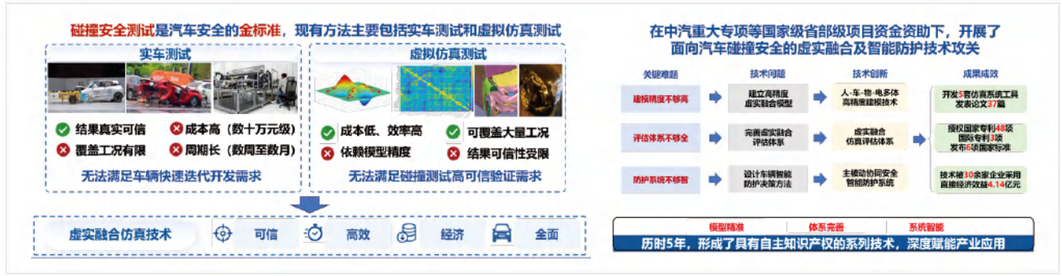
项目团队由北京航空航天大学、北京航空航天大学杭州创新研究院、杭州海康机器人股份有限公司和浙江大学等单位组成。团队长期从事机器人操作系统、具身智能仿真等领域研究，形成了涵盖基础研究、关键技术攻关、系统研发、集成验证和产业化应用的产学研协同创新团队。团队曾荣获国防科技进步奖一等奖 1 项，中国指挥与控制学会科学技术进步奖一等奖 1 项，教育部自然科学奖二等奖 1 项，浙江省科学技术进步奖 2 项。

项目第一完成人牛建伟，北京航空航天大学蓝天杰出二级教授、IEEE Fellow、博士生导师，国家重点研发计划首席科学家、工业互联网产教融合国家级创新平台首席科学家、中关村国家实验室核心专家，浙江省“全省工业大数据与机器人智能系统重点实验室”主任，全球 2% 顶尖科学家。长期从事机器人操作系统及仿真控制等领域研究。发表论文 300 余篇，其中 ESI 高被引论文 10 篇，H-index 68，google 引用 21000 余次。

项目名称：面向车辆碰撞安全的虚实融合仿真技术及智能防护应用

·北京航空航天大学杭州创新研究院，中国汽车技术研究中心有限公司，中汽研汽车检验中心（天津）有限公司，北京航空航天大学

‖项目介绍



面向“交通强国”“制造强国”等国家战略，提升车辆安全技术水平、构建自主可控的安全评价体系至关重要。随着汽车保有量增长及智能化、网联化、自动化发展，交通事故愈发复杂。传统实车碰撞测试真实可靠但成本高、周期长、覆盖有限；虚拟仿真测试低成本、高效率但依赖模型精度、可信度受限，单一手段难以支撑高频次研发需求，亟需“虚实融合”。目前，我国碰撞安全测试仍以实车为主、仿真为辅，迈向虚实融合面临三大瓶颈 人-车-物仿真建模精度不高、多工况虚实融合评估体系不全、复杂场景下安全防护决策系统不智，制约了高可信度虚实融合仿真结果的工程应用。

发展以虚实融合为核心的车辆碰撞仿真与测试评估技术，对降低试验成本、提升研发效率、增强安全设计能力具有重要意义，也是实现我国汽车安全技术自主可控的重要途径。在天津市科技计划项目、中国汽车技术研究中心有限公司科技重大专项和国家自然科学基金面上项目支持下，项目面向车辆碰撞安全虚实融合仿真测试关键技术开展系统研究，重点攻克人 - 车 - 物仿真建模精度不高、多工况虚实融合评估体系不全、复杂场景下安全防护决策系统不智等核心问题。项目历时 5 年，在高精度仿真建模、虚实融合仿真评估及安全协同防护优化三个层面开展研究，构建了“建模 - 评估 - 决策”递进式技术路线，形成从机理建模到控制决策的闭环体系，取得突破性进展，并形成系统完善、结构清晰的自主知识产权体系。

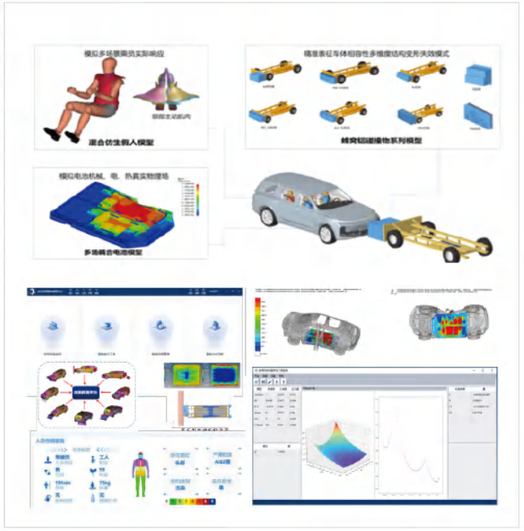
项目主要创新成果如下：

创新点 1：提出了碰撞多主体统一精细化建模方法，突破了人体主被动刻画、车体多物理场一体化耦合、碰撞物跨尺度表征等关键技术，实现了“人－车－物”三主体在统一框架下多机理耦合过程的高精度建模。经过数千余次实车实验，验证整体模型精度达到 90.5%，相比现有模型提升 10.5%。

创新点 2：提出了虚实融合的多工况碰撞量化评估方法，突破了真实场景参数化映射、假人全时域运动轨迹测量与动态解析及量化对标等关键技术，从单一试验向多工况覆盖、虚实闭环的量化安全性评估跨越。新增≥ 6 类事故场景参数化重构，增加 3 个维度的虚实融合量化对标，为损伤评估从定性到定量提供了可量化基准。

创新点 3：提出了车辆主被动一体化安全协同防护方法，突破了非线性条件下碰撞风险预测、主动安全协同决策控制、乘员自适应被动防护优化等关键技术，实现了“感知—决策—防护”全过程的协同优化与具备高避碰率的智能化安全防护，相比于国际同期方法关键防护性能整体提升近 10%。

本项目支撑了 6 项国家标准制定，授权发明专利 48 项、国际专利 3 项，发表科技论文 37 篇，登记软件著作权 9 项。成果已



应用于 30 余家国内外车企，经济效益与社会效益显著，推广应用前景广阔。

本项目成果已实现规模化工程应用。技术嵌入整车安全正向开发体系，用于主被动协同策略设计、复杂事故场景仿真及 C-NCAP 新规工况开发，支撑了车型碰撞风险与乘员损伤前置预测和快速迭代及气囊、安全带等约束系统正向开发，推动了设计由经验驱动向数据驱动转变，替代了部分滑台及实物试验。所构建的虚实融合安全评估服务体系支撑了 50 余款车型安全开发，并实现数字壁障、高精度人体模型等关键仿真装备的批量化交付部署。

团队介绍



王磊
第一完成人

刘志新
第二完成人

朱海涛
第三完成人



项目核心团队由北京航空航天大学杭州创新研究院王磊教授团队、中国汽车技术研究中心有限公司刘志新团队与中汽研汽车检验中心（天津）有限公司朱海涛团队联合组成，长期深耕复杂网络系统控制仿真、汽车碰撞安全测试及碰撞假人技术领域，在跨域运动仿真与汽车安全测试装备方面形成核心技术能力，支撑我国汽车碰撞安全虚实融合仿真试验与主被动安全测评体系自主发展。

项目第一完成人王磊，北京航空航天大学教授、博士生导师，教育部青年长江学者，现任研究生院培养处副处长。获国家级教学成果奖二等奖（排名 2/15），省部级教学奖励 5 项；发表论文 100 余篇，以第一发明人授权发明专利 21 件，以第一起草人编制标准 3 项，参与 17 项国防标准编制；获河南省自然科学奖二等奖、中国仪器仪表学会科技进步奖一等奖等科技奖励 6 项。其团队在集群系统协同控制方面的理论成果为车辆碰撞安全防护决策提供了方法理论基础。

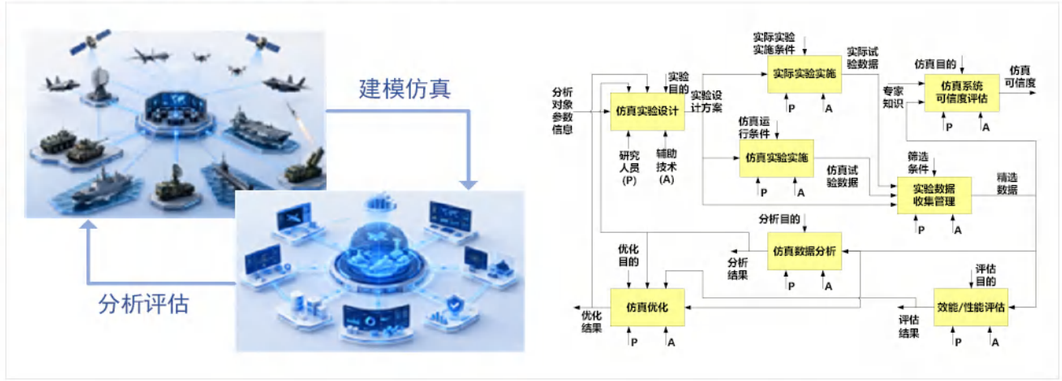
项目第二完成人刘志新，正高级高级工程师，现任中国汽车技术研究中心有限公司中央研究院副院长、资深首席专家。长期从事汽车碰撞安全、碰撞假人技术及测试装备研究，在碰撞假人、碰撞试验测量方法等领域形成系列技术成果，获中国专利优秀奖、天津市专利金奖等 7 项省部级科技奖励，授权发明专利 83 项、国际专利 12 项，参与起草多项国家标准，其团队初步实现碰撞测试假人国产化替代，推动我国汽车碰撞测试假人技术自主化发展。

项目第三完成人朱海涛，中汽研汽车检验中心（天津）有限公司首席专家，正高级高级工程师，汽车被动安全性能试验评价技术领域学科带头人。长期从事汽车碰撞安全测试评价技术研究，发表论文 50 余篇。主持开展汽车安全技术标准规程与碰撞测试技术研究，技术成果覆盖智能安全防护、交通事故工况数据提取、汽车碰撞数字人体模型等前沿方向。

项目名称： 面向体系仿真的高效评估技术及应用

·哈尔滨工业大学、北京仿真中心、黑龙江工程学院

‖项 目 介 绍



体系对抗是现代战争的本质，体系仿真是体系机理研究、战法验证、效能评估优化不可替代的重要技术途径。而装备体系具有组成规模大、关系复杂、任务多样、不确定性强等特点，导致体系仿真评估尤为复杂与困难。在“十二五”、“十三五”预研项目及国家自然科学基金等的支持下，历经十余年持续攻关，提出了面向体系仿真的高效评估技术，研制了仿真试验设计与分析评估支撑平台，广泛应用于航天、航空、电子、船舶等行业，取得了显著的经济和社会效益，具有广阔的应用前景。

本项目重点针对装备体系仿真评估领域面临的评估模型专用性强、仿真试验空间探索效率低、体系仿真可信度量化评估方法缺失等问题开展研究攻关，以满足高效仿真评估应用需求。项目研究成果授权国家发明专利12项、软件著作权4项，发表论文38篇（其中仿真科学与技术领域 T1 期刊 13 篇），应用于北京机电工程研究所、上海机电工程研究所、中国电科集团电科院、中国船舶系统工程研究院、中国航空发动机研究院等单位相关项目研究和系统研制中。项目成果可丰富复杂系统建模仿真理论方法，推动复杂系统仿真技术进步及深入应用。

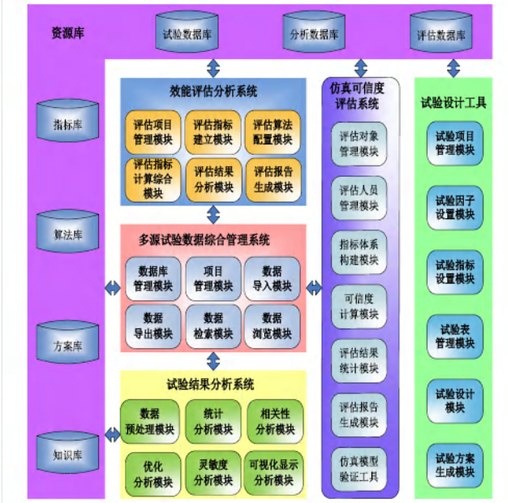
创新点 1：建立了通用完备的体系效能评估模型概念框架及模型体系，突破了参数化可组合的协商评估、一体化效能评估等关键技术，显著提高了体系效能评估的可重用性和效率。

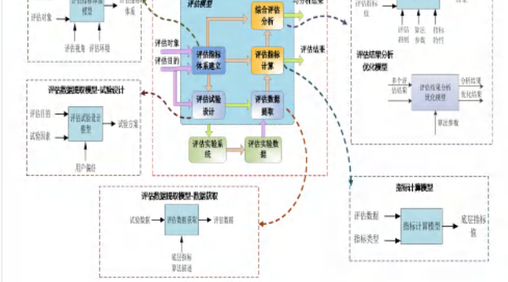
创新点 2：提出了面向体系效能评估的仿真试验设计方法，突破了拉丁超立方采样优化与扩展、混合推理驱动的智能推荐等关键技术，大幅降低了试验规模并提升了试验设计效率。

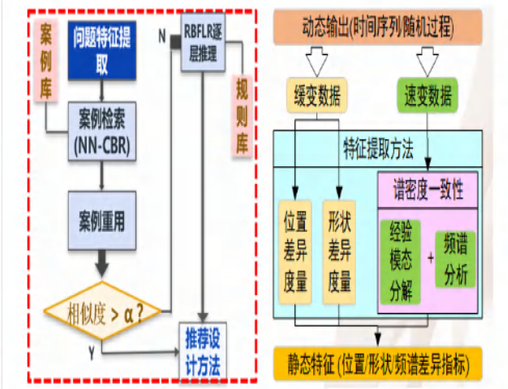
创新点 3：提出了面向多元异类不确定输出的仿真结果验证方法，突破了评估数据特征提取、验证结果综合度量、多元相关输出联合验证等关键技术，显著提高了体系仿真可信度评估效率和精度。

软件成果：研制了仿真试验设计与分析评估支撑平台，实现仿真可信度评估、仿真试验设计、体系效能评估分析等功能，有效提升了体系仿真评估工作的自动化程度及效率。

首次建立了参数化可组合的体系效能评估模型概念框架，首次提出了可统一处理大样本、小样本、专家数据等 3 种情形的复杂仿真结果验证方法，提高了优化拉丁超立方采样试验设计方法的空间填充性指标，并将已有拉丁超立方采样指数倍扩展提升为整数倍扩展及正整数扩展。







‖团队介绍



哈尔滨
工业大学

北京
仿真中心

黑龙江
工程学院

项目汇聚了哈尔滨工业大学、北京仿真中心和黑龙江工程学院等单位的科研力量，依托复杂系统建模与仿真全国重点实验室开展协作攻关。团队在复杂系统建模仿真与评估、分布式仿真、飞行器制导控制等领域持续攻关 30 余年，曾获国家科技进步奖 2 项、省部级科技奖励多项，培养硕博研究生 100 余人，参与制定仿真领域国家标准 1 项、牵头立项中国仿真学会团体标准 2 项。

项目完成人为李伟，马萍，孙磊（北京仿真中心），孟丽娜（黑龙江工程学院），王松艳，李亚雯（北京仿真中心），徐筠（北京仿真中心），晁涛，梅铮（北京仿真中心），杨明，赵敬远，任宇航，王秉珩，胡潇如，陈庆澳。

项目第一完成人李伟，哈尔滨工业大学航天学院控制科学与工程学科教授、博士生导师，控制与仿真中心书记、副主任，复杂系统建模与仿真全国重点实验室副主任，中国仿真学会常务理事，中国仿真学会仿真方法与建模专委会、国际交流工委会、仿真学科建设工委会副主任委员。长期从事复杂仿真评估、仿真实验设计与分析、分布式仿真等方向的教学科研工作，作为负责人承担预研项目、国家自然科学基金、国家重点研发计划课题、973 子课题及协作项目 40 余项，发表学术论文 70 余篇，授权发明专利及软件著作权 20 余项，曾获军队科技进步一等奖、中国航天科技集团有限公司科技进步二等奖、亚洲仿真会议最佳论文奖等。

项目名称：复杂开放环境下的智能运载装备可靠性仿真测试与验证技术及应用

·北京航空航天大学，中兵智能创新研究院有限公司，
北京控制与电子技术研究所

‖项目介绍



智能运载装备作为人工智能与高端装备深度融合的重要载体，具有自主感知、智能决策和闭环执行等特点，广泛应用于智能车辆、无人机、无人系统及其他高端运载装备中，并逐步成为复杂任务自主执行的重要技术基础。然而，智能运载装备在复杂开放环境下运行时，存在智能模型黑箱难解释、具智环高度耦合、任务过程动态演化等多重约束，导致目前可靠性测试与验证普遍存在黑箱模型故障机理难识别、可靠性数字试验场生成质量差以及任务可靠性动态量化评估困难等问题。

创新点 1：提出了“全周期机理—全过程模式—全系统影响”的链式故障识别与分析技术，解决了智能运载装备故障机理难解析、故障模式难辨识及故障影响跨层传播难刻画的问题。

·提出多维数据—机理融合的智能运载装备全周期故障演化解析与根因溯源方法；

·提出基于系统行为边界约束的全过程故障模式识别方法；

·提出机智耦合下基于系统结构图谱与失效链式推演的装备全系统故障级联影响分析方法。

创新点 2：提出了“环智响应—机智交互—异智博弈”的可靠性数字试验场生成技术，解决了极端环境覆盖不足、机智交互行为失真及异智博弈安全边界生成效率低的问题。

·提出一种面向高风险区域与关键失效边界的“风险建模 - 分布变换 - 靶向抽样 - 试验场构建”的链式极端环境试验场靶向构建技术；

·提出一种真实数据先验引导的模仿学习机智交互行为可靠性试验场高保真推演方法；

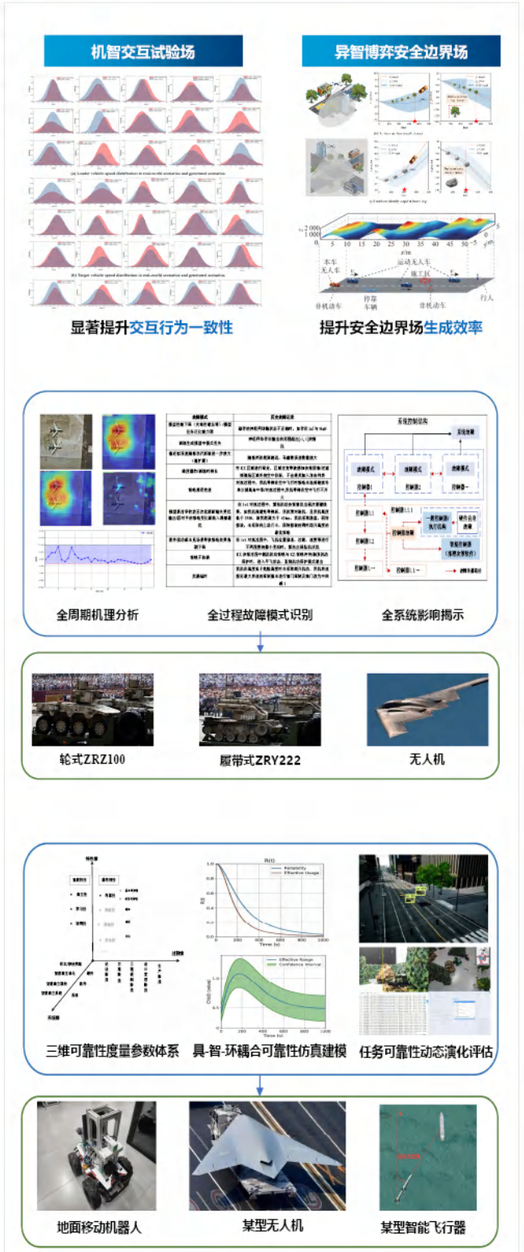
·提出博弈性驱动场景建模与强化学习驱动边界导向策略搜索的异智博弈安全边界场生成技术。

创新点 3：提出了“具智环耦合—动态演化—闭环验证”的可靠性仿真评估与验证技术，解决了复杂环境与不完备数据条件下可靠性建模不准、任务过程动态评估困难及仿真验证效率低的问题。

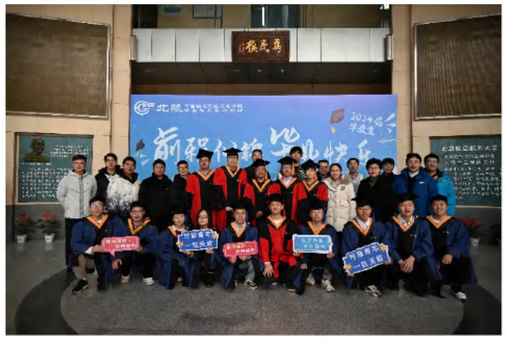
·提出了不完备数据下考虑多应力 - 多源不确定性的具 - 智 - 环耦合的可靠性仿真建模方法；

·研发了以任务为核心、基于层次抽象机（HAM）的分层解耦可靠性仿真引擎；

·提出了时序驱动的任务可靠性动态评估与敏感因素分析的一体化闭环评估方法。



团队介绍





可靠性综合集成团队始终专注可靠性系统工程的前沿理论研究与重大工程实践，创立了可靠性综合集成理论与方法，研发了国际领先的可靠性综合集成平台，已应用于军民领域 160 余家单位二十余个重大重点型号，显著提升了行业可靠性工程能力与产品可靠性水平。团队牵头承担国家重大工程项目 3 项，主持国家 973、共性预研、基础科研、技术基础等重大 / 重点项目和自然科学基金 30 余项；获国家科技进步二等奖 1 项，国防科技创新团队奖 1 项，科技进步一等奖 4 项、二等奖 5 项，自然科学奖 1 项。

杨德真，工学博士，研究员，入选国家级青年人才支持计划，主要从事自主系统可靠性理论方法研究、可靠性综合集成平台研发与工程实践。

中兵创新院无人平台技术部总体团队专注于无人平台体系化设计，承担了某型号装备总体设计及多项渠道预研项目。团队具备无人平台总体设计、系统集成、试验验证等核心能力，以创新驱动发展，以仿真赋能装备，致力于打造国内领先的无人平台总体设计与验证力量。

北京控制与电子技术研究所，是航天科工集团内唯一的控制系统总体所，也是国内唯一一家集精确制导控制与指挥控制于一体的专业研究所，主要负责制导系统、姿态控制系统、定位定向系统等的研制抓总工作。

项目其他完成人：钱诚（小米学者）、夏权、艾骏、王一全、李娇、姚宏达、吴泽豫、任羿（国家级领军人才）、姜丰、肖依永、刘烨炀（入选中国科协博士生专项计划）、张悦（入选博士后创新人才支持计划）。

项目名称：大规模社会群体流动演化多尺度建模与仿真关键技术及应用

·国防科技大学系统工程学院，电子科技大学

‖项目介绍



随着公共安全治理向事前预防转型，突发事件应急管理、聚集人流管控疏散等复杂场景对大规模社会群体流动的精准管控需求日益迫切。大规模社会群体流动蕴含有序与无序流动相互交织的动态特性，如何通过建模仿真实现有序干预与自发性无序行为的动态适配，成为社会计算仿真领域的前沿科学挑战，也是事关国家安全、社会稳定与人民福祉的重大现实课题。然而，群体行为统一建模难、多元主体协同优化难、异构实体高效仿真难等核心挑战，长期制约着该领域的技术发展。项目组在国家自然科学基金等项目支持下，历时 10 余年攻关，构建了大规模社会群体流动演化多尺度建模与仿真关键技术体系，实现了复杂场景下群体流动从被动应对向主动调控的范式转变。

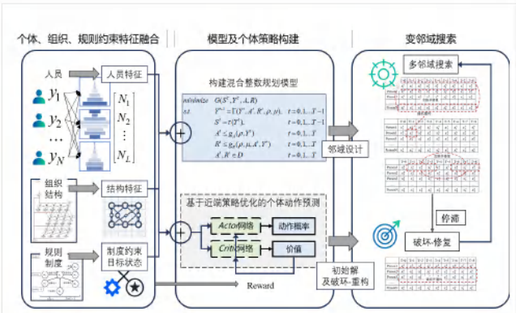
项目成果已在突发事件应急管理、聚集人流管控疏散等多个领域实现规模化应用，取得 10 余份应用证明：支撑新冠抗疫、抗震救灾等重大应急任务，救援力量配置方案生成从数天缩短至小时级，保障救援力量快速有序组织；支撑大型活动、旅游景区人流管控，实现十万级日均吞吐量群体流动精准推演，保障安全事件零发生。

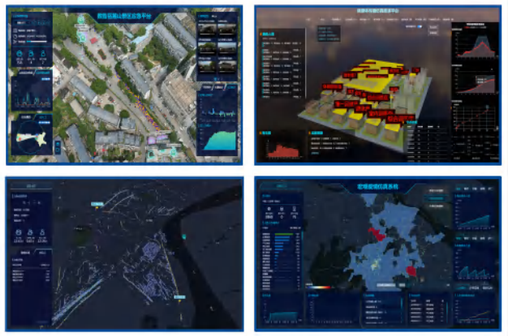
项目累计发表学术论文 30 余篇，授权国家发明专利 36 项，相关成果得到国内外多位专家学者的正面引用与高度评价。

创新点 1：大规模群体流动演化多尺度模型体系。针对群体行为统一建模难题，突破有序无序一体化建模技术。构建以个体、组织、区域为异质节点的统一表征框架，提出多粒度嵌套结构三元组表达，支持百万级节点在群体规模、组织层级、地理区域等不同尺度间灵活缩放与状态映射；建立层次化时空演化网络模型与多尺度状态概率转移方程，实现有序干预行为与无序自发流动的解耦建模与联合表征，完成百万级节点的统一建模训模。

创新点 2：大规模群体流动多层次智能优化方法针对多元主体协同优化难题，构建“宏观 - 中观 - 微观”分层递进的智能优化技术体系，突破学习驱动的智能调度技术。宏观层提出自适应进化优化方法，支持千级单位、两万条流动路径的分钟级优化调度；中观层提出多种群协同进化方法，适配万级岗位、十万条流动路径的多主体协同求解；微观层提出变邻域搜索混合优化方法，可在千级个体、百级约束下快速生成微观行动方案，实现强组织化群体流动的精准有序调度。

创新点 3：大规模群体流动智能仿真方法。针对异构实体高效仿真难题，突破大规模“训练 - 计算 - 推演”集成仿真技术。提出跨尺度时空行为智能建模方法，融合多源时空数据与领域知识，支持百级以上城市 OD 流挖掘；提出生成式计算实验方法，可分钟级生成千级实验方案；提出基于统计迁移图分割的并行推演技术，可在百分钟内完成百万规模群体、24 小时仿真周期的推演计算，实现单次样本性能从“小时级”到“分钟级”的跃迁。





围绕上述创新，研制了自主可控的大规模群体流动演化仿真推演平台，实现了大规模有序无序联合演化的低成本、高精度实验验证。

‖团队介绍



项目团队由国防科技大学系统工程学院和电子科技大学联合组成。

核心团队来自国防科技大学系统工程学院，现有专职教师 15 人（省部级以上青年人才 10 人次）、硕博士研究生 70 余人、软件研发工程师 100 余人，由全国政协委员、任务规划领域专家陈英武教授领衔。团队聚焦复杂系统调度、规划、优化、决策关键科学问题，将运筹优化、人工智能、大数据、大模型等数智系统工程理论与方法落于实践，在智慧人力资源、航天任务规划领域取得了开创性成果。

近五年，获省部级科技奖励一等奖 2 项、二等奖 4 项，国家一级学会科技奖励一等奖 5 项、二等奖 5 项。



项目第一完成人张忠山，国防科技大学系统工程学院副教授、硕士生导师，长期从事社会计算与智能仿真、人力资源优化调度领域研究工作。近五年，发表学术论文 15 篇，出版专著 3 部，授权国家发明专利 39 项（8 项排名 1），获军事科技进步一等奖、湖南省科技进步一等奖、中国仿真学会科技进步一等奖、中国指控学会科技进步二等奖各 1 项。

项目名称：智能车辆协同驾驶运动行为建模与仿真测试关键技术及应用

‖项目介绍

·重庆邮电大学、北京理工大学、招商局重庆交通科研设计院有限公司、北京航空航天大学、招商局检测车辆技术研究院有限公司、厦门金龙联合汽车工业有限公司、重庆三峡科技大学



车辆智能驾驶是推动我国由“汽车大国”迈向“汽车强国”的核心引擎，而协同驾驶是中国道路交通体系提质增效、安全升级的战略支点。本项目针对协同驾驶运动行为建模与仿真测试技术瓶颈，紧扣协同驾驶实际应用场景“车辆要素多维、复杂工况时变、群体行为耦合”的复杂特征，锚定协同驾驶运动行为“认不清”、仿真系统“测不准”、规模化测试“测不快”三大行业痛点，系统开展“强鲁棒车辆行为建模与信息交互”、“高可信协同驾驶仿真”和“大规模协同驾驶测试”核心技术攻坚，推动智能车辆协同驾驶测试从“功能可用性验证”向“应用规模化测试”转变，形成了安全可信的“建模与信息交互 - 协同驾仿真 - 规模化测试”一体化协同驾驶技术体系。

项目成果形成了完整自主知识产权体系，获授权发明专利 48 项、软件著作权 8 项，制定标准 15 项 (其中国标 2 项)，出版专著与教材 4 部，发表 IEEE T-ITS 等高水平论文 22 篇。

项目成果已在中汽研、东风柳汽、庆铃汽车等整车及零部件企业推广应用，支撑招商车研在重庆建成全球首个融合“实物整车 - 动态交通 - 环境模拟”的三位一体智能驾驶实验室和 1800 公里全国首个城市和高速连续测试基地，厦门金龙建成全国首条智慧公交线路，招商交科建成全国首个可为全类型车辆赋能的智能网联汽车示范区，近三年新增经济效益 67.80 亿元，为我国智能网联汽车协同驾驶关键技术自主可控与安全可信规模化应用奠定坚实基础。

主要创新成果包括：

1. 提出了基于载波侦听多路访问 / 冲突避免的协同驾驶运动行为建模与信息交互技术，设计了面向汽车整车信息安全的 V2X 消息管理中间件，研制了基于区块链技术的协同驾驶行为仿真分析系统，解决了协同驾驶车辆运动行为模型适配差和溯源难的问题。

2. 提出了场景构造、情境搜索和母场景库搭建一体化的关键工况识别与生成技术，建立了融合车辆运动行为和 V2X 通信状态的多主体交互博弈协同驾驶性能评价方法，开发了具备场景连续编排的高可信协同驾驶仿真测试系统，攻克了协同驾驶感知盲区、极端环境、通信链路故障等长尾场景泛化差和仿真评价可信度低的难题。

3. 提出了通信、交互和控制一体的场景化多车协同驾驶测试方法，开发了 5G Uu 和 LTE-V PC5 融合的整车级协同驾驶智能测试系统，构建了大规模高覆盖场景下的仿真 - 虚实 - 实地整车级协同驾驶全流程测试平台，解决了协同驾驶场景覆盖度低和测试周期长的痛点。



协同驾驶行为仿真分析系统



协同驾驶仿真测试系统







仿真 - 虚实 - 实地整车级协同驾驶测试平台

团队介绍



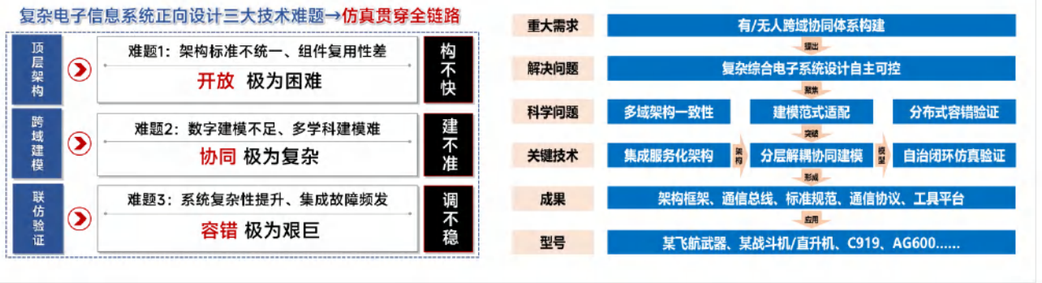
项目团队由重庆邮电大学、北京理工大学、招商局重庆交通科研设计院有限公司、北京航空航天大学、招商局检测车辆技术研究院有限公司、厦门金龙联合汽车工业有限公司、重庆三峡科技大学 15 名专家教授组成。核心团队在智能车辆协同驾驶运动行为建模与仿真测试领域已有十余年研究历史，依靠自主创新，引领国内协同驾驶仿真测试系统与平台的发展。项目获授权发明专利 48 项、软著 8 项，发表论文 22 篇，出版专著 / 教材 4 部，制定国标 / 行标 / 团标 / 地标等 15 项。

项目第一完成人李永福，重庆邮电大学自动化学院院长、博士生导师。近年来一直从事自动驾驶与智能网联汽车相关研究，主持和承担国家自然科学基金、国家重点基础研发计划、重庆市应用开发重点项目、重庆市基础与前沿技术重点项目等科研项目 20 余项，共同承担国际合作项目 3 项，共发表学术论文 100 余篇，授权国家发明专利 20 余项。

项目名称：复杂综合电子信息系统设计与仿真验证一体化关键技术及应用

‖项目介绍

·北京航空航天大学、中国航空无线电电子研究所、航天科工集团智能科技研究院有限公司、中国航空综合技术研究所、北京无线电计量测试研究所、国网四川省电力公司信息通信公司、湖州三一装载机有限公司、北京航景创新科技有限公司



当前，全球大国战略博弈日趋激烈，产业升级进程持续加快，装备体系协同能力已成为衡量国家综合实力的重要标志。军事领域的作战样式由平台中心战加速向以信息系统为支撑的智能化网络中心战、空天一体化演进，民用领域复杂综合电子信息系统的智能化、网联化需求也日益迫切。以航电系统为集中代表的一体化综合电子信息系统是复杂飞行器的大脑和灵魂，亟需提升正向设计和仿真验证水平。传统航电系统在架构体系、建模设计、仿真验证层面存在突出痛点，严重制约了我国空天装备的自主可控与迭代升级。

在国家自然科学基金等项目的支持下，本项目聚焦装备复杂综合电子信息系统正向设计，围绕架构设计、多学科建模、集成验证三大维度，构建完整系统化技术创新体系。本项目自主研发基于模型的体系架构设计与建模仿真验证工具链，有效支撑了重点型号装备论证及研制、预研创新课题，有力保障了复杂综合电子信息系统系统实现面向任务的正向设计科学过程，获批专利成果 56 项，发表学术成果 75 项，相关技术在航空航天、电力、高端装备制造等行业实现规模化推广应用。

创新点 1：提出基于多维模型驱动协同仿真的集成服务化顶层架构。针对架构设计不统一、服务高度耦合、组件复用性差的问题，提出基于多维模型驱动协同仿真的集成服务化顶层架构，以 MBSE 为主线实现了面向服务的开放统一、逻辑 - 行为多维模型驱动与协同推演、Harmony-SE 驱动的多学科协同集成三大核心技术，完成了从需求分析到跨域验证的全链路闭环迭代框架构建。

创新点 2：提出跨域交互驱动的分层解耦子系统协同建模方法。针对电气域、控制域与电磁域等多域模型因建模范式异构而导致的耦合关系描述困难、接口语义不一致等难题，完成跨层级物理域建模，打通多物理场联合仿真链路，实现异构模型标准化封装，进而实现从架构设计到高保真模型构建的知识迁移，建立跨域交互驱动一体化模型构建的新范式。

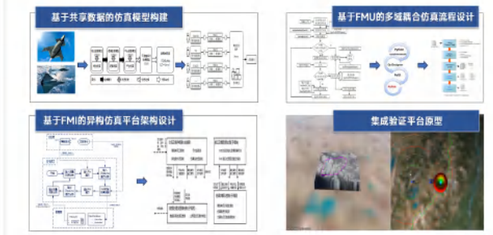
创新点 3：提出复杂综合电子信息系统的自治闭环仿真验证方法。针对系统复杂性提升、分布式仿真故障频发的瓶颈问题，提出复杂综合电子信息系统的自治闭环仿真验证方法，完成面向复杂系统的软硬件深度解耦，构建分布式容错仿真环境，实现多域模型的融合剖面验证。



率先开发出面向服务的机载航电实时平台



航电系统多域仿真集成验证平台





‖团队介绍



项目团队由北京航空航天大学、中国航空无线电电子研究所、航天科工集团智能科技研究院有限公司、中国航空综合技术研究所、北京无线电计量测试研究所、国网四川省电力公司信息通信公司、湖州三一装载机有限公司、北京航景创新科技有限公司的完成人组成。

本团队深耕复杂综合电子信息系统建模仿真与验证领域，坚持自主创新，着力引领装备多域协同仿真与一体化验证技术发展。

项目第一完成人：

肖瑾，北京航空航天大学自动化科学与电气工程学院教授，博士生导师，国家级青年人才，国家科技重大专项首席科学家。作为项目负责人主持国家科技重大专项（亿级项目）、国家自然科学基金、航空科学基金、航天科学技术基金等项目 40 余项。在国际知名期刊、会议等发表论文 110 余篇，授权专利 30 余项。荣获军队科学技术进步奖二等奖、中国仪器仪表学会技术发明奖二等奖等奖励近 30 项。

项目名称：高端电池大批量智能制造高保真数字孪生关键技术及应用

·江南大学，天能电池集团股份有限公司

‖项目介绍



随着新能源汽车和新型储能产业快速发展，高端电池市场需求持续增长，产品对高一致性、高安全性、高可靠性和高稳定性提出了更高要求。特别是在大批量制造条件下，普遍存在物理产线难以低时延高精度映射、大规模 / 多变更制造场景孪生推演可信度低、孪生结果难以及时反馈产线实际决策等问题，制约了高端电池智能制造水平提升。

本项目紧扣国家重大战略，依托国家重点研发计划、国家自然科学基金项目等多个国家级项目，围绕高端电池大批量智能制造高保真数字孪生关键技术及应用开展系统攻关，突破六维动态映射孪生建模、孪生产线动态决策、产线 / 孪生协同管控等关键技术，并在国内 10 余家高端电池制造知名企业形成工程化示范。项目累计授权发明专利 32 项，登记软件著作权 55 项，出版学术专著 1 部，发表高水平期刊论文 43 篇，参与起草团体标准 2 项。经中国仿真学会组织行业专家开展成果技术鉴定，本项目成果技术复杂、研制难度大、创新性强，整体技术达到国际先进水平。

创新点 1：针对高端电池大批量制造中物理产线难以低时延高精度映射、多层级孪生建模困难、动静协同不足以及工艺 - 质量联动滞后等难题，自主研发了六维动态映射驱动的数字孪生建模技术。通过多层级跨尺度融合的物理空间建模，实现厂房、产线、设备、部件、工艺、质量的六维动态关联，创新构建“数据驱动 + 物理机理”组件化虚实引擎，实现了工艺 - 质量关联模型动态孪生映射，电池制造多维要素的孪生建模与生产数据达到秒级同步。

创新点 2：针对高端电池大批量制造中多型号并行、订单变更频繁、工艺方案推演周期长、产线重组响应慢及制造能力实时评估难等难题，项目自主研发了数字孪生驱动的产线动态决策技术，融合孪生体物理信息代理模型与迁移学习，创新研究了自适应惯性权重多目标粒子群优化与孪生事件混合驱动机制，将重组响应周期从数小时压缩至分钟级，搭建三重强化学习分层架构，关键工序一致性指标提升超过 40%。

创新点 3：针对高端电池制造中数据分散、协同不足、云级吞吐量低及产线排程响应滞后等难题，项目自主研发了四层级智能工厂技术，支持 45 种协议接入，紧急响应低于 20ms，千级并发写入吞吐量提升 5.2 倍，工艺参数查询压缩至 200ms 以内；设计了边缘云协同孪生代理与滚动时域排程优化机制，孪生代理状态同步延迟低于 30ms，排程单次计算低于 3.2s，整线设备综合效率提升 20%。



团队介绍


第一完成人


第二完成人


第三完成人



项目团队由江南大学、天能电池集团股份有限公司的 9 名科研人员和技术人员组成。多年来团队围绕高端电池大规模智能制造与孪生管控等问题开展创新性研究，为我国高端电池制造业从规模扩张到质量提升的战略转型提供关键技术支撑与应用示范，取得了良好的社会经济效益。

项目第一完成人王子赟，教授，博士生导师，江南大学自动化与智能科学学院副院长，物联网技术应用教育部工程研究中心副主任。近年来，主持国家重点研发计划课题、子课题，国家自然科学基金区域联合重点、面上、青年项目，江苏省自然科学基金面上、青年项目。作为第一主编，出版学术专著 4 部（CRC Press, Springer Press, Wiley Press, 科学出版社），相关研究成果在 IEEE 汇刊、Automatica 及国内外著名期刊发表学术论文 80 余篇，授权美国及中国发明专利 60 件，登记软件著作权 96 件。研究成果获江苏省科学技术奖一等奖、教育部高等学校科学研究优秀成果奖（科学技术）科技进步一等奖、中国商业联合会科学技术进步特等奖、中国轻工业联合会科学技术进步一等奖等。

项目其他完成人：王艳（江南大学，国家高层次人才工程特聘教授）；秦宁宁、刘相、马浩（江南大学）；张天任、朱文光、施璐、高伟伟（天能电池集团股份有限公司）

项目名称：复杂装备智能健康管理技术仿真验证及其应用

·北京航空航天大学、北京航天自动控制研究所

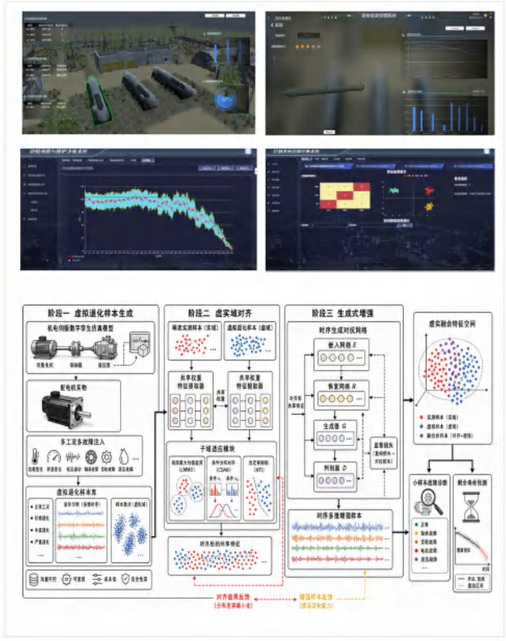
‖项目介绍



当前重大复杂装备呈现多域耦合、高可靠性要求、长周期服役与全生命周期运维特征，传统以“事后维修”为主的保障模式已难以满足安全可控、降本增效和智能化运维的迫切需求。复杂工况下故障样本稀缺、退化机理复杂、模型泛化能力不足，导致健康评估“判不准”、状态演化“推不清”、寿命预测“算不稳”，制约了复杂装备由被动保障向主动预测转型升级。本项目围绕健康管理建模仿真、健康演化数模融合分析、寿命预测方法等方面开展技术攻关，构建了覆盖健康评估、故障预测、故障诊断与剩余寿命预测的综合技术体系，研制形成复杂装备全生命周期健康管理仿真验证平台及系列应用系统，实现了从理论创新、技术突破、系统研发到工程应用的系统跨越。

创新点 1：提出了复杂装备知识和数据双闭环驱动的健康管理建模仿真方法。针对传统知识驱动建模适应性差、数据驱动建模泛化能力不足的双重缺陷，搭建知识与数据双闭环驱动的健康管理建模体系。架构依托装备故障机理与专家经验知识，完成故障模式、故障传播路径的结构化梳理与表征；同时基于装备实时运行多源数据开展模型优化，通过数据反向验证、修正机理知识与模型参数，构建“知识引导、数据优化、动态迭代”的双向闭环建模机制。该技术架构模式有效融合了机理模型的可解释性优势与数据模型的动态拟合优势，显著提升了复杂装备在变工况、变负载、数据稀疏场景下的状态评估精度与模型适配能力。

创新点 2：提出了复杂装备测试准则缺失下健康演化数模融合分析方法。针对复杂装备智能运维系统普遍存在的测试准则缺失、无标准预期输出结果，导致算法难以验证、健康演化趋势无法精准量化的行业瓶颈，构建数模融合的健康演化分析与测试验证技术体系。该架构摒弃了传统依赖标准基准的测试模式，基于装备运维逻辑与故障退化机理构建蜕变约束规则，通过设计多维度测试用例，实现智能运维算法逻辑完备性与运行鲁棒性的自主验证，有效提升系统测试覆盖率与运行可靠性。在此基础上，该架构融合物理退化模型与数据驱动模型，搭建数模混合预测框架，依托数据模型捕捉健康退化的非线性动态特征，通过物理机理模型约束预测偏差、修正拟合误差，实现装备健康状态演化趋势的高精度量化推演，有效提升运维决策的科学性与精准度。



创新点 3：提出了复杂装备小样本条件下虚实增强的寿命预测方法。针对复杂装备服役周期长、故障率低、真实故障样本稀缺，导致传统数据驱动模型训练不充分、预测结果置信度低的问题，搭建虚实增强融合的小样本寿命预测技术体系。架构依托数字孪生仿真技术，结合装备物理退化规律与加速退化试验方案，批量生成多工况、多故障模式的全生命周期虚拟退化样本，弥补真实故障样本匮乏的短板。同时融合迁移学习、生成对抗网络技术，完成稀疏实测样本与虚拟样本的域对齐与特征增强，强化小样本数据的特征表征能力，精准挖掘微弱故障与退化特征。最后通过嵌入物理机理约束的轻量化神经网络模型，实现故障特征精准识别与剩余寿命自适应预测，大幅提升小样本场景下故障诊断与寿命预测的精度及泛化能力。

‖团队介绍


郑征


崔朗福


张庆振


石存


向刚


陈娟


韩峰


殷蓓蓓


王津申


李晓

项目团队由北京航空航天大学、北京航天自动控制研究所等数十名专家、教授及研究人员组成。核心团队在复杂装备智能故障诊断与健康管理、装备智能运维测试与验证、机载智能软件可靠性测试与验证等领域开展了二十余年的深入研究，形成了产、学、研、用紧密结合的协同创新团队。依靠自主创新，获得多个国家级、省部级奖项，引领国内复杂装备智能健康管理仿真验证与测试评估技术的发展。项目研究成果已成功应用于中国航天科工集团、中国航天科技集团、中国航空工业集团等多家的无人机、运载火箭等型号装备，取得了良好的社会效益和经济价值。

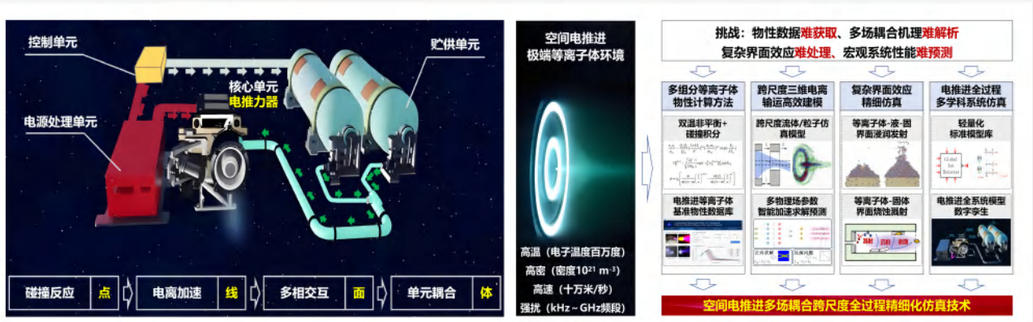
项目第一完成人郑征，北京航空航天大学教授、博士生导师，长期从事机载智能软件可靠性测试与验证、装备智能健康管理等领域的研究工作。近年来主持国家自然科学基金、国防科研课题等多项，担任多个学术组织专业委员会委员及学术期刊编委，作为项目负责人全面负责本项目的总体设计与组织实施，推动多项成果在航空航天型号中的工程应用。

项目其他完成人：崔朗福、张庆振、石存、陈娟、殷蓓蓓、王津申、李晓（北京航空航天大学）；向刚、韩峰（北京航天自动控制研究所）。

项目名称：空间电推进多场耦合跨尺度全过程精细化仿真关键技术与应用

·北京航空航天大学，上海空间推进研究所，兰州空间技术物理研究所，遨天科技（北京）有限公司

‖项目介绍



空间电推进通过电离、加速推进剂工质产生推力，比冲高、可控性强，显著降低推进剂消耗量、提升卫星有效载荷占比，是衡量未来大容量、长寿命航天器先进性的重要标杆。美国 1964 年率先实现电推进在轨飞行并已规模化应用，而我国 2012 年才完成首次在轨飞行，起步相对滞后。要想实现空间电推进的跨越式发展，需摒弃传统依靠国外数据、实验试错、长周期迭代的串行研制模式，以精准认知工作机理与运行规律为前提，构建高效正向设计体系。

空间电推进工作处于高温、高密、高速、强扰的等离子体极端环境，呈现多物理场强耦合、时空多尺度跨越、界面非线性响应、系统全过程关联的典型特征，导致基础物性数据难获取、多场耦合机理难解析、复杂界面效应难处理、宏观系统性能难预测，制约对底层设计方法的深度认知。

本项目在国防科工局基础科研项目、国家自然科学基金项目等课题支持下，经十余年攻关，突破了空间电推进多场耦合跨尺度全过程精细化仿真关键技术，自主计算获取了行业认可的等离子体物性基准数据，提出了精准高效的电离输运机理建模仿真基本方法，攻克了精细可靠的复杂多相界面耦合仿真基源技术，建立了交互智能的全过程综合仿真系统，直接支撑了十余型空间电推进型号产品优化设计与 4 型自主创新产品在轨验证。

项目成果具有完全自主知识产权，共发表高水平期刊学术论文 61 篇，获授权国家发明专利 22 项，登记软件著作权 10 项，出版学术专著 1 部，培养的学生获得北京市、中国宇航学会等各类优秀学位论文 10 余次，产生的 5 项政策咨询建议被上级单位采纳。项目成果鉴定委员会认为：“该成果技术复杂、难度大、创新性强，整体技术达到国际先进水平，其中等离子体复杂界面效应精细化仿真精度、全过程多学科系统级仿真技术等国际领先”，对推动我国空间电推进技术的自主可控与仿真学科发展具有重要意义。

项目主要创新成果如下：

（1）空间电推进多组分等离子体物性高精度计算理论方法

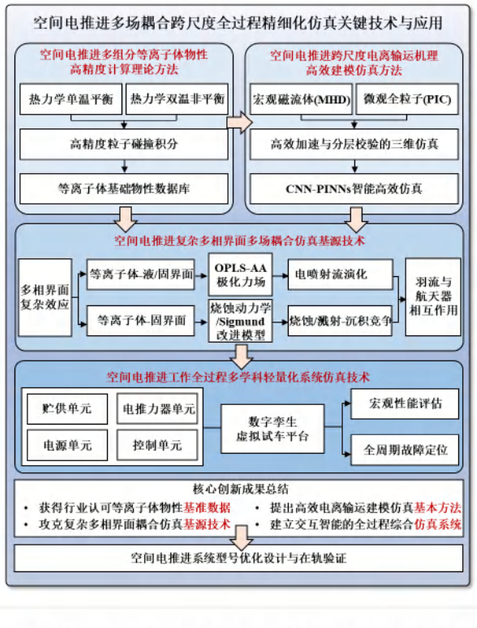
针对传统局域热力学平衡假设适用工况受限、碰撞积分计算精度低等痛点，本技术构建局域热力学平衡态与非平衡双温态多场景等离子体热力学属性和输运系数统一计算体系，引入库伦屏蔽修正和相变平衡关系并优化迭代求解算法，规范多类型粒子配分函数计算流程，差异化匹配粒子碰撞势函数模型，优化碰撞积分自适应更新算法，搭建模块化、自动化计算平台，建成国内首个面向空间电推进的多类型工质等离子体宽工况基准物性数据库。

（2）空间电推进跨尺度电离输运机理高效建模仿真方法

针对电推进等离子体仿真周期长、纯数据驱动模型缺少物理约束、关键参数难反演的行业难题，本技术创新建立数值计算与智能推理协同一体化预示体系，提出多重网格、相似缩尺等加速算法最优组合策略，提出“模块 - 系统 - 实验”分层校验方法，创新发展 CNN-PINNs Vlasov 物理信息智能计算框架，兼顾物理严谨性与快速推理优势，实现电推进等离子体参数正向精准预测与逆向参数反演，有效破解仿真精度与计算效率无法兼顾的核心矛盾。

（3）空间电推进多相界面多场耦合仿真基源技术

针对电推进等离子体 / 液 / 固界面效应作用机制复杂、难以定量评估等难题，本技术创新构建多场耦合界面表征体系，构建极化 OPLS-AA 力场液固界面模型、热力学非平衡适配 / 跨尺度耦合等离子体固体壁面烧蚀模型、引入溅射阈值修正的 Sigmund 改进公式，实现空间电推力器界面溅射、烧蚀效应及衍生扰动的链式模拟和“力 - 热 - 溅射污染 - 电磁”真空羽流效应综合仿真评估。



（4）空间电推进工作全过程多学科轻量化系统仿真技术

针对空间电推进全系统各单元多学科异构模型难集成、耦合不稳定、系统仿真效率低的问题，本技术创新搭建标准化模型库与多学科模型规范接口，采用分层多物理耦合策略平衡仿真精度与运算效率，打通多平台高保真模型数据交互链路，构建系统虚拟仿真试车方法，实现从单机建模到系统级一体化仿真跨越，支撑电推进系统设计优化与在轨运行状态评估。

团队介绍



项目团队成员均来自国内电推进研究优势单位，包括北京航空航天大学、上海空间推进研究所、兰州空间技术物理研究所和遨天科技（北京）有限公司，产学研用协同。

项目技术辐射范围全面覆盖低轨卫星互联网、高轨通信卫星、小天体深空探测、商业太空飞船、亚太空间合作等国家重大航天战略领域，支撑了十多型空间电推进系统正向设计、性能提升、故障归零和在轨运维，保障了天问二号、东方红平台系列卫星、亚太 6E、实践 20 号、千帆星座、迪迩五号空间试验器等多个航天重点工程型号任务。此外，项目成果有力地推动了百瓦量级永磁屏蔽霍尔推进系统 LpHeT-100、自中和容性储电离子液体电喷推进系统 ILT-50、烧蚀 Z 箍缩脉冲等离子体推进系统 AZPPT-5、电磁喷管推进系统 MNT-10 等 4 款自主创新产品实现国际首次在轨应用。

项目第一完成人王伟宗，北京航空航天大学宇航学院院长、教授、博士生导师，全国重点实验室副主任，欧盟“玛丽・居里学者”、国家级人才。长期从事空间电推进技术及其应用研究。担任 J. Phys. D: Appl. Phys.、Space: Science & Technology 等多个国际权威 SCI 期刊顾问委员或编委。主编学术专著 2 部，在国内外权威期刊发表论文 130 余篇，荣获省部级科技进步一等奖、国际发明展览会金奖、发明者协会国际联合会最佳发明奖等奖励。

项目名称：远程制导飞行器毁伤仿真与效能优化关键技术及应用

·北京理工大学，中国人民解放军 63850 部队，西安工业大学，重庆大学，国营第七四三厂，南京理工大学

‖项目介绍



(1) 超视距纵深目标精确打击



(2) 对体系目标协同打击



(3) 复杂环境下的精确制导

图 1 远程制导飞行器

远程制导飞行器是遂行战役战术纵深精确打击的重要装备。近年来，我国远程制导装备的单体性能已实现跨代跃升，但体系化作战运用中，如何将“硬件优势”转化为“高效毁伤”的实战效能，提升飞行器的协同作战效能，仍面临三大核心挑战：毁伤预估“算不准”、火力要素“配不优”、方案生成“筹不快”，制约远程制导飞行器跨弹种联合运用作战效能发挥。

项目在国家自然科学基金面上项目、装备发展部重大项目等资助下，历时近 10 年的系统研究，围绕毁伤效能精细量化、大规模火力筹划和方案敏捷生成开展协同攻关，研制了自主可控的精确毁伤效能评估与火力筹划一体化仿真系统，贯通高保真仿真驱动的效能优化闭环。

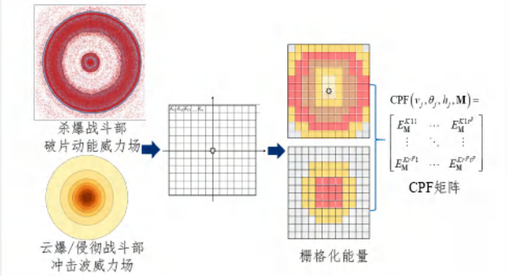
创新点 1：贝叶斯数物融合的毁伤效能精确评估技术。提出多种类威力场能量聚合统一表征与栅格化建模方法，构建几何—结构—功能关联的目标易损性模型，建立小样本试验数据驱动的主动校准方法，推动毁伤效能评估由名义模型修正转向贝叶斯精细量化。效能预估精度不低于 80%，效应试验次数降低 20%。

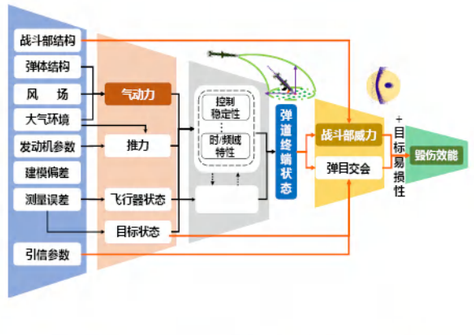
创新点 2：不确定性量化驱动的双层递阶火力筹划优化技术。构建基于高保真毁伤效能评估的双层递阶鲁棒火力筹划模型，提出考虑附带毁伤约束、非饱和打击和多重不确定性的动态火力分配与弹目交会保障方法。相同用弹量下毁伤效能提升 40% 以上，相同毁伤效果下用弹量减少 15%，威力提升 40%。

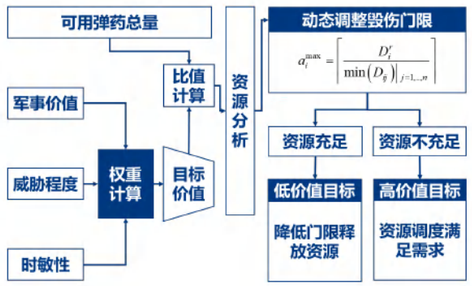
创新点 3：机器学习增强的火力方案敏捷生成技术。提出跨层级稀疏网格不确定性传播、“扩散初值 + 多保真度优化”快速求解和异构仿真任务图编排等方法，研制一体化仿真平台。高保真毁伤评估耗时由数分钟缩短至毫秒级，火力方案生成耗时不超过 1 分钟。

项目研制了毁伤效能评估与火力筹划一体化仿真系统，形成面向火力计划制定、打前预评估、打后效能评估、战斗部设计和制导控制仿真的应用能力。成果已在多弹种联合打击演习、试验鉴定和火力筹划数字化仿真中应用，支撑弹种与用弹量配置、瞄准点优化、引信装订及毁伤效能评估；同时，应用于晋西工业集团、西安现代控制技术研究所、江西星火等装备研制单位，服务战斗部威力建模、引战配合、制导控制虚拟仿真、智能飞行器和模拟训练器系统，有力促进战斗力生成。

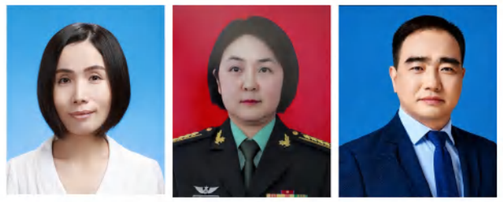
项目形成了完善的知识产权保护与工程化转化体系：获授权发明专利 31 项、受理发明专利 9 项，发表专著 / 论文 41 项，登记软著 4 项。系统与核心算法实现完全自主可控，项目成果总体技术达到国内领先、国际先进水平；已在 10 余项国家重点项目中应用验证，显著提升了远程制导飞行器体系化作战效能，近三年新增产值（节资）逾亿元，产生了显著的军事、经济和社会效益。







‖团队介绍


熊芬芬

吴巍

易华辉


李超


刘俊辉


任成坤

北京理工大学　63850 部队　西安工业大学

重庆大学　国营第七四三厂　南京理工大学

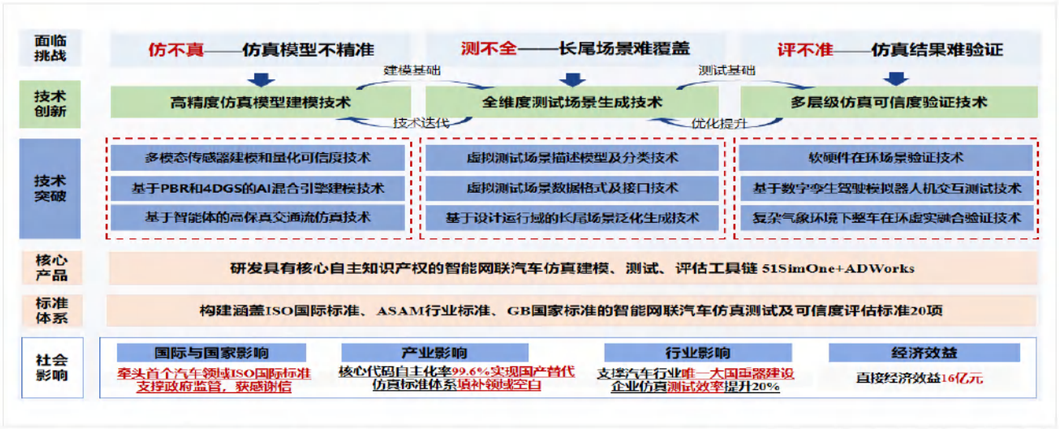
项目汇聚了北京理工大学、解放军 63850 部队、西安工业大学、重庆大学、国营第七四三厂及南京理工大学等研发力量，形成了产、学、研、用紧密结合的协同创新团队。

熊芬芬，北京理工大学副教授、博士生导师，曾获北京市优秀博士论文奖。长期从事复杂系统的不确定性量化和可靠性优化设计、飞行器轨迹优化、多飞行器协同制导及任务规划等研究工作。担任某型大威力火箭弹控制系统副总师，入选 2023 年全球航空航天领域“前 2% 顶尖科学家”，在 IEEE TAES 和 CJA 等国际权威期刊发表 60 余篇论文，出版专著 2 部、教材 2 部，主持国家自然科学基金项目 3 项、军委装备发展部基础研究项目群、国家数值风洞工程基础研究课题、国防基础科研核科学挑战专题等多项国家级科研项目，获中国仿真学会技术创新奖一等奖。

项目名称：面向智能网联汽车的高可信度仿真测试关键技术及应用

‖项目介绍

·中汽智能科技（天津）有限公司、中国汽车技术研究中心有限公司、清华大学、万物镜像（北京）计算机系统有限公司、 吉利汽车研究院（宁波）有限公司、经纬恒润(天津)研究开发有限公司、中汽研汽车检验中心(天津）有限公司、中汽数据（天津）有限公司、中汽智联技术有限公司、水木东方（深圳）清华大学研究院



智能网联汽车是汽车产业发展的战略方向，统筹“发展”与“安全”是智能网联汽车高质量发展的主基调。然而，传统基于行驶里程的安全验证方法已经不再适用智能汽车的测试验证，基于场景覆盖度的虚拟仿真测试是智能汽车安全验证“三支柱法”的核心支柱，但是在智能网联汽车仿真测试面临三大技术难题：“仿不真”、“测不全”、“评不准，导致测试结果无法为智驾产品上路准入提供权威安全背书，严重制约高阶自动驾驶规模化落地。

产业层面，面临自主知识产权工具链缺失导致产业链安全存在风险、仿真测试标准体系缺失导致政府监管缺少标准支撑两大挑战。针对以上难题与挑战，项目组围绕面向智能网联汽车的高可信度仿真测试关键技术，开展系统性技术攻关，形成了具有自主知识产权的智能网联汽车仿真软件并成功上市，构建起涵盖 ISO、ASAM、国标、团标的仿真测试及可信度评估标准，产生直接经济效益 16 亿元，并在国内外产业届产生重大社会效益。

创新点 1：提出了高精度仿真模型建模技术。从多模态传感器建模、混合引擎建模、交通流建模三大核心维度切入，以提升仿真建模精度为核心目标，分别采用多模态传感器建模与可信度量化技术、基于 PBR 与 4DGS 的 AI 混合引擎建模技术、基于智能体的高保真交通流仿真技术，构建了完备的高精度仿真建模能力，并自研打造创新产品 SimOne 智能驾驶仿真平台。

创新点 2：研制了全维度测试场景生成技术。基于 ASAM OpenX 规范实现多源场景格式统一转换，通过拉丁超立方采样完成场景全要素高效泛化扩充；牵头制定 ISO 34501、34505 等国际标准，建立标准化标签体系与多维度场景价值评价机制，实现高价值场景自动筛选，形成覆盖格式统一、批量泛化、规范标注与高效筛选的全流程场景构建能力。

创新点 3：构建了多层级仿真可信度验证技术。提出了 SIL-HIL- 数据回灌 -VIL 多层级软硬件在环场景验证技术、基于数字孪生的驾驶模拟器人机交互测试技术及复杂气象环境整车在环虚实融合验证技术，研发低代码、跨屏交互的软硬件一体化人机交互平台，建成整车级复杂气象模拟测试装置，构建覆盖工具链全生命周期的仿真可信度“四支柱”评估体系，发布全球首张智能网联汽车仿真可信度评估认证。



本项目成果包括主导 4 项 ISO 标准和参与 13 项 ASAM 标准、牵头发布 4 项国家标准及 4 项团体标准；已获授权发明专利 33 项，其中国际专利 1 项，软件著作权 22 项，发表高水平学术论文 22 篇，出版行业专著 3 部。

成果已应用于吉利、比亚迪、一汽等 100 余家智能汽车相关企业提供了相关技术支持与解决方案，同时助力国家及部委 11 项智能网联汽车政策法规及产业发展举措落地，对外牵手 ASAM 标准协会成立 C-ASAM 组织，牵头制定自动驾驶领域国际标准，打破海外标准垄断、填补标准体系空白。

团队介绍





主要完成人 - 赵帅：博士，正高级工程师，中国汽车技术研究中心首席专家，天津市自动驾驶仿真测试重点实验室主任，ISO/TC22/SC33 注册专家，联合国世界车辆法规协调论坛中国专家代表团成员，汽标委国际标准法规协调专家，汽标委车辆动力学分标委委员，中国仿真学会自动驾驶仿真测试专委会委员。

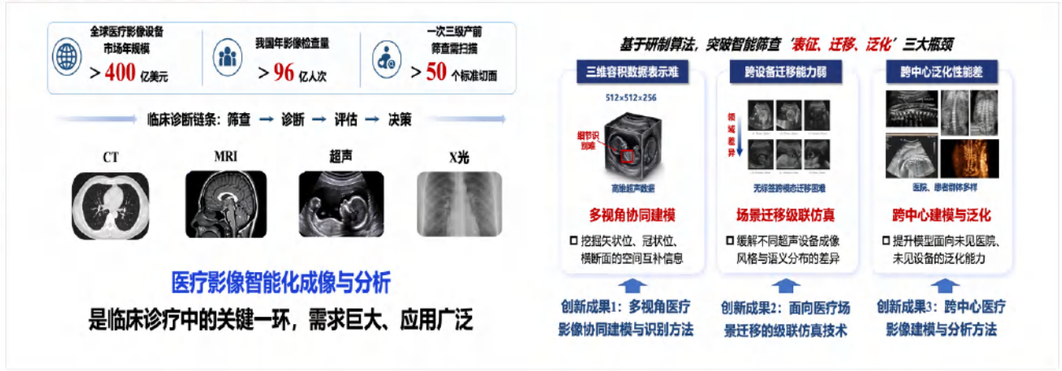
主要完成人 - 吴建平：清华大学教授，博士生导师，中国仿真学会会士、副理事长，俄罗斯工程院外籍院士，清华大学 - 剑桥大学 - 麻省理工学院未来交通研究中心主任，教育部“长江学者”特聘教授，国家级人才计划入选者，深圳清华大学研究院 无人驾驶和智慧交通技术研发中心主任。

本项目由中汽中心牵头，联合多家产学研单位组建研发团队，形成优势互补的攻关体系。中汽智能科技（天津）有限公司统筹项目整体工作，牵头攻克软硬件在环场景验证、复杂气象环境整车在环虚实融合验证、“人 - 车 - 环境”高保真虚实融合测试验证平台等多项核心创新点。中汽智联技术有限公司、中汽数据（天津）有限公司配合开展场景生成与软硬件在环验证相关工作；清华大学牵头多模态传感器建模量化、智能体高保真交通流仿真技术；水木东方、万物镜像（SimOne）负责 AI 混合引擎建模与智能驾驶仿真平台开发；经纬恒润、吉利汽车研究院配合完成复杂气象环境整车虚实融合验证技术研究。团队汇聚汽车检测、仿真建模、智能驾驶、整车研发等领域力量，共同推进高可信度仿真测试关键技术体系建设。

项目名称：面向跨中心跨场景的医疗影像数据建模与智能分析关键技术及应用

·南京大学、深圳大学、深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司

‖项目介绍



医疗影像智能建模与仿真技术是支撑疾病筛查、精准诊断和手术规划的重要基础，也是推动“健康中国 2030”战略实施的关键技术方向。近年来，国产高端医疗影像设备快速发展，部分核心技术已达到国际先进水平。其中，随着人工智能技术与医疗影像深度融合，智能分析能力已成为高端影像设备的核心竞争力。然而，医疗影像数据具有高维、多模态、多中心等复杂特征，现有智能分析方法仍面临全局结构表征能力不足、跨场景迁移能力有限以及跨中心泛化性能不稳定等突出问题，亟需构建真实数据与合成数据协同驱动的智能分析技术体系。

本项目围绕“全局结构建模、跨场景观测仿真、跨中心分布偏移分析”路线，攻克多视角协同建模、结构与语义保持的跨模态级联仿真、多层次数据仿真等关键技术，显著提升医疗影像识别定位精度、场景适应能力和多中心泛化性能。

项目获授权发明专利 50 项、在高水平期刊和会议发表论文 40 余篇、制定国家医药行业标准 1 项、注册医疗器械注册证 2 项。相关技术应用于迈瑞国产高端超声设备，支撑 Nuewa A20 成为国产首个获注册的妇产 AI 超声产品，相关产品已服务国内外 800 余家医疗机构，直接经济效益逾亿元。

主要研究成果包括：

(1) 提出了多视角医疗影像协同建模与识别方法，突破了纵横卷积建模、动态图推理协同学习等技术，显著提升了对于复杂结构的识别定位精度。

(2) 提出了面向医疗场景迁移的级联仿真方法，突破了结构保持与语义保持的跨模态级联建模技术，增强了在跨模态任务场景下的模型适应性。

(3) 提出了跨中心医疗影像建模与分析方法，突破了图像 - 频域 - 特征多层次数据仿真、面向未见数据的仿真与分析等技术，显著提升了对多中心数据分析的鲁棒性与泛化能力。

项目成果在迈瑞 Nuewa R9 及 Nuewa A20 系列高端超声设备上完成全面产品化落地，实现 60 余个标准切面自动识别、200 余个关键解剖结构自动注释，单次检查减少手动操作 300 余次，三级产筛效率提升约 10 分钟。相关产品已在国内外 800 余家医院装机应用，项目取得国产首个妇产超声人工智能医疗器械注册证，推动高端产科超声 AI 从国外主导走向国产自主可控。



‖团队介绍



项目汇聚南京大学、深圳大学和深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司等科研与产业力量，形成基础研究、算法研制、临床验证与产品转化紧密衔接的产学研医协同创新团队。南京大学牵头总体技术路线和三类核心方法研究，深圳大学负责超声影像智能分析算法及多中心临床验证，迈瑞负责 Nuewa 系列高端超声设备的系统集成与规模化推广。

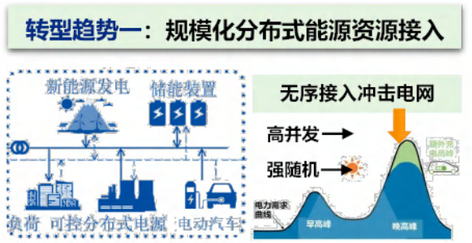
第一完成人史颖欢，南京大学计算机学院院长助理。主持国自然重点项目、优秀青年基金、国家重大科技专项课题等项目。以一作 / 通作在 Nature Machine Intelligence、CCF-A 会议、IEEE/ACM 汇刊等发表论文 90 余篇，引用 1 万余次。入选江苏省科学技术二等奖（序 2）、吴文俊人工智能优秀青年奖、全球前 2% 顶尖科学家等荣誉。

项目其他完成人包括：高阳（中国人工智能学会、中国计算机学会会士）、倪东（国家重点研发计划首席科学家）、以及张剑、郭金涛、祁磊、于谦、薛武峰、黄若冰、林穆清、邹耀贤等青年骨干力量。

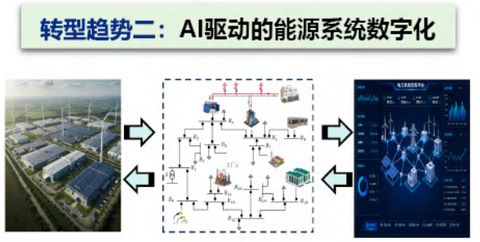
项目名称：电网互动型源荷系统智能仿真优化与调度关键技术及应用

·湘潭大学，中国人民解放军国防科技大学，上海交通大学，威胜集团有限公司，湖南华菱湘潭钢铁有限公司，湖南能源集团新能源投资有限公司

‖项目介绍



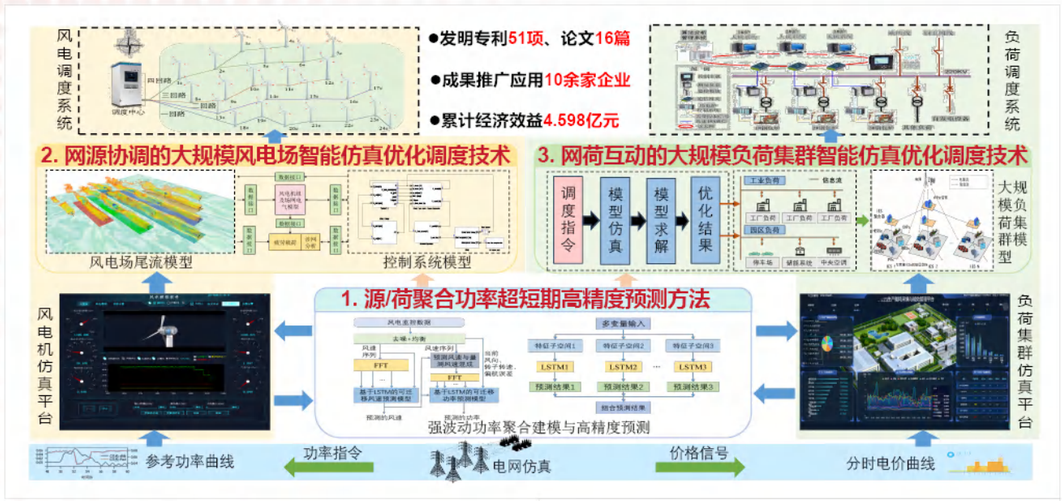
源荷双侧不确定下的资源动态聚合调控难题



高精度数字实时仿真系统建模与优化难题

我国新型电力系统建设持续推进，发电侧新能源大规模接入导致功率随机波动，用户侧规模化工业负荷冲击与分布式负荷随机接入导致用电波动加剧。在此背景下，将源、荷功率聚合为可控整体并参与电网调度，已成为提升电力系统灵活性与稳定性的核心技术路径。为高效消纳新能源并保障电网安全稳定运行，电网对源、荷双侧运行控制提出了极高要求，聚合型源荷系统优化运行面临高精度功率预测、多对象有序调控、功率 - 安全 - 经济多目标协调等复杂挑战，完全依赖物理平台进行研究将面临安全风险高、研发周期长、实施成本高等局限。本项目构建数字仿真环境，并以此为核心开展系统建模、策略寻优与技术试验，开展系统性关键技术攻关及成果应用推广。

项目授权发明专利 51 项，发表高水平论文 16 篇，项目技术衍生的虚拟仿真课程入选国家一流课程 1 门、省一流课程 2 门。中国科学报、科学网、光明网、湖南日报等对项目进行了报道。项目成果在湖南、云南、内蒙古等多地风电场、工业园区及钢铁企业成功应用，近两年累计新增经济效益 4.598 亿元。



主要研究创新如下：

创新点 1：提出了强波动功率聚合建模与高精度预测方法。突破了机理与统计分析融合的多元聚合时序数据分析技术瓶颈，攻克了多源不确定性叠加下的复杂特征提取与大幅值波动下的误差抑制难题。

所研发的预测模型深度集成于仿真平台，融入多场景技术开发及应用，支撑复杂地形区域风电场 15 分钟功率预测误差≤ 7.7%，大型钢厂需量负荷分钟级预测精度达 98% 的新高，从源头为智能调度提供了精准的边界输入，避免了因预测误差导致的系统调控失效。

创新点 2：提出了网源协调的大规模风电场智能仿真优化调度技术。突破了电网友好型风电场高精度建模仿真、电网调度指令约束下大规模机组调度优化等技术，攻克了多时间尺度下功率跟踪、安全保障、维护成本协同优化的技术瓶颈。

技术应用支撑风电场有功功率跟踪电网指令的超调量≤ 2%，调节响应时间≤ 52s，平均弃风率 3.32%。



创新点 3：提出了网荷互动的大规模负荷集群智能仿真优化调度技术。突破了互动响应型可调节负荷集群的动态建模仿真、电网引导信号下大规模负荷集群聚合响应的实时优化等技术，攻克了网荷互动负荷集群协同调度中多时间尺度、多指标冲突、多主体偏好的协调难题。

技术应用支撑合作钢厂需量预测优化响应时间≤ 30s，促进钢厂大幅节降需量电费。

团队介绍



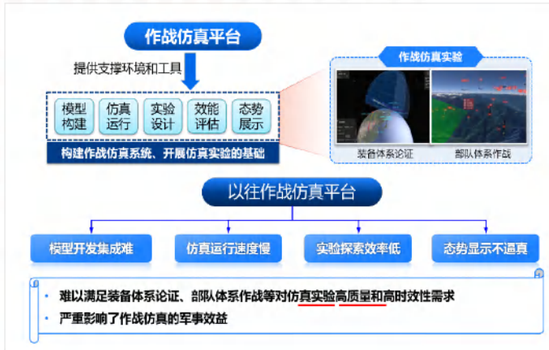
项目团队由湘潭大学、中国人民解放军国防科技大学、上海交通大学、威胜集团有限公司、湖南华菱湘潭钢铁有限公司、湖南能源集团新能源投资有限公司等单位专家技术人员组成，形成了产学研用深度融合的协同创新团队。长期围绕强波动功率聚合建模与高精度预测、风电场智能仿真优化调度、大规模负荷集群协同调度、源荷互动与能源优化管理等领域开展研究。

项目第一完成人谭貌，工学博士，教授，博士生导师，湘潭大学人工智能与统计学院院长。湖南省“芙蓉学者”特聘教授、湖南省“湖湘青年英才”。聚焦可信人工智能、复杂能源电力系统智能调控，主持国家自科基金项目、中央引导地方科技发展专项、湖南省自科重点项目、湖南省重点研发项目、湖南省科技人才专项和产学研合作课题等 30 余项。发表论文 80 余篇，授权发明专利 20 余项。

项目名称：高性能并行化作战仿真平台关键技术及应用

·国防科技大学、武警部队参谋部作战勤务保障大队、四川大学、
中国电子科技集团公司第十五研究所

‖项目介绍





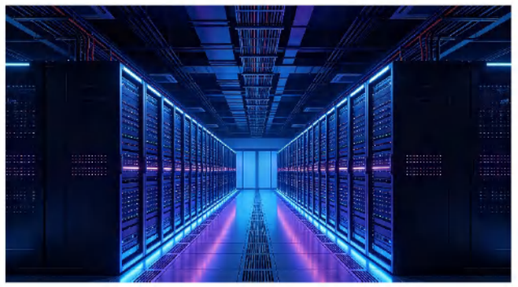
作战仿真平台为模型构建、仿真运行、实验设计等提供支撑环境和工具，是构建作战仿真系统、开展仿真实验的基础。已有仿真平台存在模型开发集成难、仿真运行速度慢、实验探索效率低、实时显示不逼真等问题，难以满足装备体系论证、部队体系作战等对仿真实验高质量和高时效性需求，严重影响作战仿真的军事效益。为此，团队开展高性能并行化作战仿真平台关键技术研究，突破作战仿真可视化建模、样本 - 实体双层并行仿真、闭环实验设计评估、多维协同渲染等关键技术，形成高性能作战仿真平台 HPSIM，为作战仿真提供了一体化平台支撑。

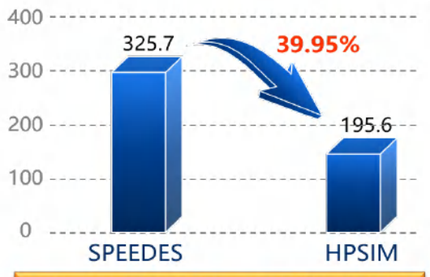
创新点 1：以往并行仿真开发“人工编码”的开发门槛高、行为构建难、应用集成周期长的困难。为此，提出基于“实体 - 行为 - 交互”的作战仿真可视化建模方法，突破了实体图形化建模、智能行为决策建模、并行仿真应用集成等关键算法，实现了并行仿真图形化开发，相比人工编码可节省 50% 以上的时间。

创新点 2：现有基于众核平台的仿真技术存在并行性挖掘不充分、消息通信开销大、计算资源利用率低等问题。为此，提出了“样本 - 实体”双层并行仿真技术，突破了异步并行仿真、并行动态消息过滤、多样本并行调度等关键技术，综合加速比可达百倍以上，运行效率比美国 SPEEDES 并行仿真引擎提升约 40%。



并行代码
自动生成





与美国SPEEDES并行仿真引擎对比测试

创新点 3：面向作战仿真实验因子类型与数量带来的高维组合爆炸问题，提出基于“降维 - 采样 - 评估”闭环的实验设计与评估方法，突破了混合空间填充设计、任务导向自适应设计、风险感知评估等技术，有效支持并行化序贯仿真实验，可在保持精度的同时节省不少于 30% 的样本量。

创新点 4：现有战场态势渲染方法存在多源场景融合建模不足、广域环境连续显绘困难等问题。为此，提出了”实体 - 环境 - 过程”协同渲染技术，能够在保证实时交互性能前提下，有效提升了态势逼真度。

成果获发明专利 10 项，发表仿真科学与技术领域 T1 级期刊论文 10 篇，被《ACM TOMACS》《SIMPAT》《IEEE TSC》 等 顶级期刊引用，获得了仿真领域国际权威期刊主编的正面评价，有力促进了仿真领域的技术发展。签署销售合同 11 个，直接经济效益约 4.4 亿元。在军事科学院、国防大学、空军指挥学院、中部战区等 10 家单位得到了应用，获得军队联合作战实验创客研练一等奖 1 项、二等奖 2 项，支撑各类军队演习演训任务 11 次，为多项装备论证及部队研战研训等提供了高效支撑，产生了显著的军事效益。

‖团队介绍



项目团队由国防科技大学、武警部队参谋部作战勤务保障大队、四川大学、中国电子科技集团公司第十五研究所共 15 名完成人组成。

项目牵头团队所在学院主建的管理科学与工程一级学科是国家“双一流”建设学科，在全国学科评估中位列 A+，拥有数智建模与仿真、信息系统工程、大数据与决策三个国家级重点实验室。团队取得了包括高性能并行仿真支撑环境银河舒跑（SUPE）、并行仿真可视化集成开发环境舒发（SUFA）、银河仿真计算机、实时半实物仿真工作站等在内的多项应用广泛的科研成果，获国家科技进步一等奖 2 项、二等奖 2 项、三等奖 1 项，部委级科技成果一等奖 4 项，二等奖 8 项，三等奖 3 项，发表论文 200 余篇。

项目第一完成人唐文杰，博士、副教授，长期从事复杂系统建模与高性能仿真教学科研工作；主持国家自然科学基金、军委科技委 173 领域基金等项目；担任多项国家和军队重点科研项目副总师 / 主任设计师、《系统仿真学报》青年编委、中国计算机用户协会仿真应用分会理事、SIGSIM-PADS 等国际会议委员；在 ACM TOMACS、 IEEE TPDS、JPDC、SIMULATION 等期刊发表论文 40 余篇；获省部级科技进步一等奖、二等奖各 1 项，国家一级学会科技进步一等奖 2 项；入选军队高层次人才“青年科技英才”、国防科技大学卓越青年人才。

项目名称：多源耦合空间约束下航天器控制理论及仿真应用

·哈尔滨工业大学、哈尔滨工程大学

‖项目介绍



卫星、空间站及深空探测器等在轨航天器是开展空间科学研究与应用拓展的重要平台，在深空探测、近地遥感、导航通信等领域发挥着重要作用。然而，在轨航天器长期运行于多扰动、强耦合的空间环境中，易受到空间扰动、通信受限、任务约束及动力学不确定性等复杂且相互耦合的因素影响，导致航天器各个分系统尤其是姿轨控制分系统出现控制性能下降与闭环系统失稳问题，严重威胁航天器长期在轨运行的安全性与稳定性。

本项目在国家科技重大专项、国家自然科学基金重大项目、国家自然科学基金重点项目、国家自然科学基金面上项目等项目支持下，围绕多源耦合空间约束下航天器控制理论与仿真应用中的关键问题开展了全面深入的研究。

本项目研究成果共发表 SCI 论文 116 篇，包括发表于自动控制领域国际顶级期刊 Automatica 与 IEEE TAC 的论文 24 篇，其他 IEEE 系列汇刊论文 43 篇。研究成果授权国家发明专利 17 项，成功应用于“珠海一号”遥感微纳卫星星座、中国卫通集团“中星”系列卫星、“龙江三号试验卫星”（中国首颗平板式新体制低轨宽带通信卫星）等在轨型号的方案论证、研制开发与在轨运行中，为我国深空探测、遥感星座等工程任务提供了重要的理论技术支撑与工程应用参考。

取得了如下创新性研究成果：

1，面向航天器的多源约束耦合系统鲁棒状态估计方法

揭示了空间多源不确定因素对估计性能的影响机理，突破了异步切换约束下网络化状态估计的理论瓶颈，提出了基于光谱红移测速与星敏测角策略的自适应联邦滤波自主导航方法，构建了面向敏捷卫星姿态估计的滑模鲁棒滤波方法框架，解决了多源约束耦合条件下航天器姿态的高精度估计难题

2，面向航天器的多源约束耦合系统故障诊断与重构方法

解析了多观测器协同迭代学习对故障重构误差收敛性的影响规律，提出了融合状态扩维与滑模观测的航天器故障诊断方法，构建了结合贝叶斯推理与深度时序建模的智能诊断框架，实现了多类故障与复杂扰动的协同解耦与精确重构，解决了高精度、强鲁棒性的航天器无模型故障识别难题

3，面向航天器的多源约束耦合系统抗扰控制理论与方法

构建了“滤波器—观测器—控制器—执行机构”四层级联复合补偿控制策略，提出了网络化鲁棒滑模控制器设计方法以及基于全驱系统理论的集群航天器控制方法，突破了通信受限、元器件故障、空间扰动等多重约束下在轨单颗、集群航天器姿态控制的稳定性与抗干扰性能设计难题；



4，航天器半物理数字仿真测试系统

研制开发了航天器气浮台半物理仿真系统以及卫星管控数字孪生地面仿真系统，打造了航天器控制性能地面测试与验证体系，突破了面向在轨航天器姿轨控制以及自主管控的地面仿真系统搭建以及高保真性能验证的关键技术瓶颈。

团队介绍



项目研究团队由哈尔滨工业大学、哈尔滨工程大学的科研人员组成，本项目研究成果共发表 SCI 论文 116 篇，包括发表于自动控制领域国际顶级期刊 Automatica 与 IEEE TAC 的论文 24 篇，其他 IEEE 系列汇刊论文 43 篇。8 篇代表性论文至今 SCI 总引用 1088 次，其中 SCI 他引 1006 次，单篇最高 SCI 他引 253 次。研究工作获得了 IEEE Fellow 美国德克萨斯大学阿灵顿分校 Frank L. Lewis 教授、欧洲科学院院士 Leszek Rutkowski 教授等 20 余位国内外科学院与工程院院士、50 余位 IEEE/IFAC Fellow 的广泛引用与正面评价。

基于本项目的开展，项目第一完成人刘明入选国家高层次青年人才、Clarivate Analytics 全球高被引学者（2018、2019），获 Wiley（威立）中国开放科学高贡献作者奖（2022、2023）；

项目第二完成人陈力恒入选澳门青年学者、黑龙江省优青；

项目第三完成人张立宪入选国家杰青，当选 IEEE Fellow，获钱学森杰出贡献奖；

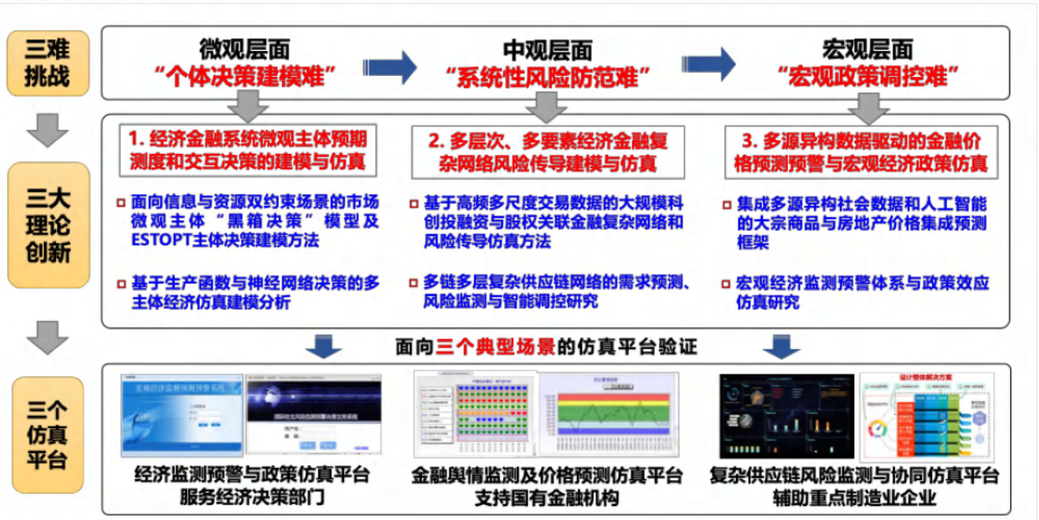
项目第四完成人段广仁当选中国科学院院士、IEEE/IFAC/IET/CAA Fellow；

项目第五完成人曹喜滨当选中国工程院院士，获 2021 年度何梁何利科学与技术进步奖。

项目名称：经济金融系统微观决策仿真与宏观预测预警技术及应用

·中国科学院数学与系统科学研究院，中国科学院大学，北京航空航天大学，北京语言大学

‖项 目 介 绍



经济金融系统作为现代国家体系的核心枢纽，其健康稳定运行直接关系国家经济安全与全球市场稳定。突破复杂经济金融系统建模仿真与预测预警关键技术瓶颈，构建自主可控的智能风控与政策仿真创新体系，对筑牢我国金融安全屏障、增强宏观经济与金融市场调控前瞻性具有重大战略意义。团队针对复杂经济金融系统中存在的经济主体行为建模难、金融主体交互和风险传导非线性程度高、宏观经济与金融系统指标预测预警精度低三个关键问题展开攻关，通过融合深度广度探索学习机制、多层复杂网络、自然语言处理等前沿理论方法，突破了复杂金融系统主体决策行为建模、多尺度多精度经济金融系统仿真、宏观经济预测预警三项关键技术，取得了一系列重要的原创性研究成果。

主要科学发现一：

在有限理性框架下，提出面向信息与资源双约束场景的市场微观主体“黑箱决策”模型及 ESTOPT 主体决策建模方法，自主研发符合 VISA 标准的经济智能多主体仿真模型库与仿真平台 AgentBlock.net。

通过异质微观主体间的交互行为建模，提出经济增长多主体仿真建模方法，对企业经营策略和货币政策影响经济增长进行动态仿真分析，为宏观调控提供政策支持

主要科学发现二：

构建我国风险投资市场共投网络和投融资二分网络，模拟仿真资本损失传导和社会关系（投资者从众行为）传导，设计了风险投资网络传导模型，测度市场（网络）整体稳定性的理论阈值。

系统开展多链多层复杂供应链网络建模、需求预测、风险监测与智能调控研究，开发制造业企业供应链高效协同仿真架构，协同效率提升 50%。

主要科学发现三：

将新闻、政策文本、社媒讨论、图像等多源异构数据构造信息冲击与预期代理变量，提出融入个体预期测度的多源异构数据驱动的金融价格与风险预测预警框架，预测





报送政策报告



经济决策剧场

准确度提升 30%。

提出基于经济景气的全周期宏观经济监测与政策仿真方法，自主研发景气信号灯、先行合成预警指数、动态景气跟踪图、宏观政策和投入产出模拟仿真工具。

‖团队介绍



李雪蓉

科技部重点研发课题、发改委重点课题项目骨干

第一完成人，代表作1、5、6第一作者，代表作3通讯作者



尚维

发改委重点课题项目负责人

代表作7、8通讯作者，对科学发现2和3有创造性贡献



董纪昌

国家高层次人才计划

代表作3通讯作者，对科学发现3有创造性贡献



贺舟

华为合作创新奖，小米青年学者

代表作2，4第一作者，对科学发现1有创造性贡献



王振乾

国家级青年人才项目

关键技术验证

对科学发现2有创造性贡献



霍琳

代表作7第一作者，对科学发现2有重要贡献

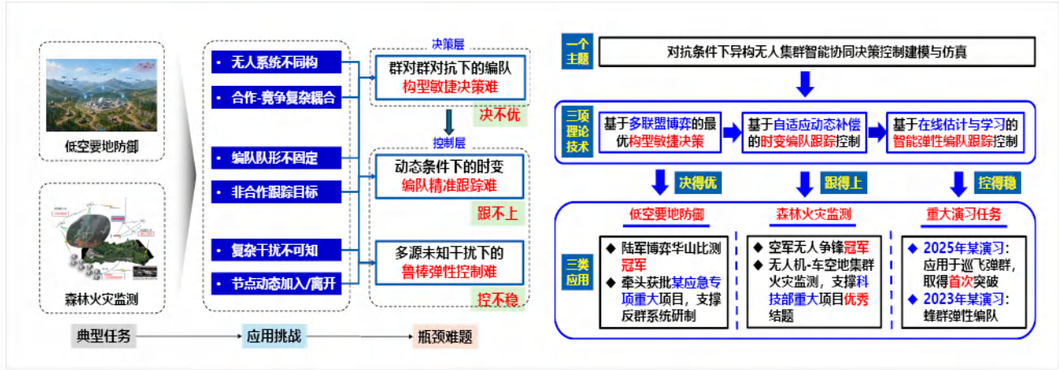
项目组近十年来承担了多项国家级与省部级重要研究项目，包括国家发改委、中国人民银行调查统计司及北京营业管理部、银川中心支行、国家外汇管理局、北京交通大学、国泰君安证券、北京航天自动控制研究所、国网能源研究院等委托的宏观经济预测、政策效应模拟、国际收支风险监测、数据共享与指标预警、多源异构数据价格预测、复杂供应链风险监测以及“电力 - 经济”双向数据挖掘与智能预测等系统研发，时间跨度自 2008 年至今。

相关成果获得多项奖励：如“电力大数据服务经济发展监测与评估关键技术及应用”获国家电网有限公司科学技术进步奖三等奖及中国商业联合会服务业科技创新奖三等奖；“公司‘电力 - 经济’双向数据价值挖掘技术及典型应用研究”获国网能源研究院科学技术进步一等奖；论文获第 10 届信息技术与量化管理国际会议（ITQM 2023）最佳论文奖、2024 年中国管理科学学术年会推荐论文奖、第十六届决策科学学术年会优秀论文奖；团队成员获华为合作创新奖。

项目名称：对抗条件下异构无人集群智能协同决策控制建模与仿真

·北京航空航天大学、航天科工仿真技术有限责任公司

‖项目介绍



异构无人集群系统协同决策控制是当前控制领域与仿真领域广受关注的前沿课题，在低空要地防御、森林火灾监测等任务中均具有重要的应用价值。异构集群跨域协同可以充分发挥无人机、无人车等不同无人系统的优势，以结构耦合和功能互补的方式实现集群智能的倍增。随着对抗性任务及无人系统种类的日益复杂，异构集群协同决策控制面临着无人系统不同构、编队队形不固定、跟踪目标不合作、复杂干扰不可知等关键挑战。因此，依赖封闭环境与理想模型的传统方法已难以满足动态适应性与可靠性需求，亟需开展对抗条件下异构无人集群智能协同决策控制建模与仿真研究。

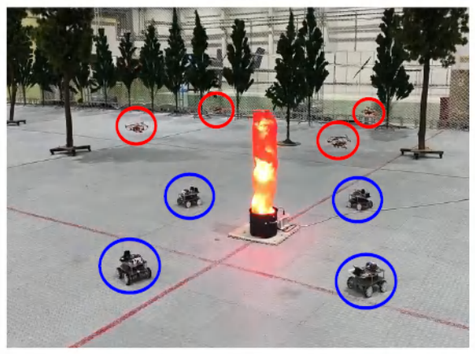
项目组在国家自然科学基金重点、面上、青年，新一代人工智能国家科技重大专项等项目的资助下，在异构集群系统最优构型敏捷决策、自适应时变编队跟踪控制以及智能弹性编队跟踪控制等建模与仿真方面取得了新突破，提出了系列新理论和新方法，并在无人机、无人车等集群上成功进行了应用验证。主要学术贡献如下：

（1）创新了基于多联盟非合作博弈的异构集群最优构型敏捷决策框架，构建了“联盟内合作 - 联盟间竞争”的多联盟博弈决策耦合模型，设计了融合自适应算法和预设时间收敛机制的完全分布式纳什均衡搜索算法，克服了对全局信息的依赖以及算法收

敛速度慢等的局限，为以群反群等复杂对抗任务场景下异构集群的最优构型在线生成提供了新方法，支撑获陆军“博弈华山 -2023”无人机集群反制技术挑战赛第一名。

（2）提出了基于自适应动态补偿的异构集群时变编队跟踪控制新方法，建立了高阶异构集群时变编队跟踪控制模型与框架，给出了融合分布式自适应观测与动态补偿的编队控制器设计算法，揭示了期望编队构型与异构模型约束之间的匹配性关系，克服了现有研究中要求集群系统同构以及领导者无输入的局限性；应用于 2023 年空军无人争锋比赛，支撑多无人机系统实现对多地面运动目标的高精度编队跟踪围捕，获“形影不离”科目冠军。





（3）建立了基于在线估计与自主学习的异构集群智能弹性编队跟踪控制分析及设计体系，通过融合强化学习方法构造了估计 - 学习 - 控制的分布式架构，提出了多种干扰耦合影响下实现弹性编队跟踪的充分条件与设计方法，为开放异构集群弹性协同控制提供了新途径；应用于无人机 - 无人车空地异构集群森林火灾监测等场景，支撑新一代人工智能国家科技重大专项项目以优秀结题。

8 篇代表性论文发表在 IEEE TAC、Automatica 等控制领域顶级期刊，以及 Science China Information Sciences 等仿真科学与技术领域 T1 期刊。论文得到 50 余位院士和 IEEE Fellow 的正面评价，例如，被 Ian R. Petersen 院士评价为“为数不多的有效解决方案”，被 Xinghuo Yu 院士评价为“相当具有挑战性”。相关成果应用于无人机蜂群、无人机 - 无人车空地异构集群等，为 10 余项预研、演示验证及型号任务提供了协同决策控制关键技术支撑。

团队介绍



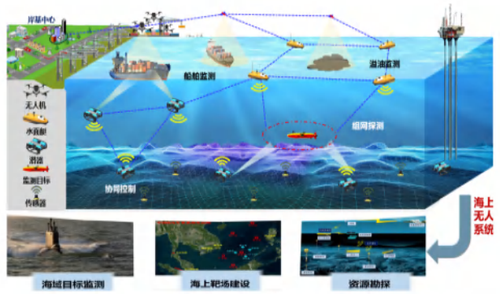
项目团队由北京航空航天大学和航天科工仿真技术有限责任公司的 9 名核心骨干组成。团队一直围绕无人智能协同的国家重大需求，长期从事集群智能与协同控制相关的共性基础理论和核心关键技术研究，提出基于一致共识机制的分布式协同交互 - 感知 - 认知 - 决策 - 控制（IOODA）框架，创新了分布式感知、智能决策规划、时变编队控制、编队跟踪控制、集群仿真评估等智能协同 IOODA 理论和方法，并紧扣需求在无人机集群、导弹集群等中进行了仿真与应用验证，出版英文专著 4 部、中文专著 2 部，发表高水平 SCI 论文 100 余篇，承担科技部、国自然等重大 / 重点类项目，获省部级与一级学会科技奖励 10 余项。

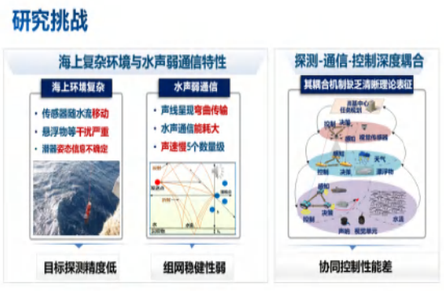
项目第一完成人化永朝，北京航空航天大学，副教授、博士生导师，主要从事异构集群智能决策与协同控制理论及应用研究，主持国自然面上、青年、军科委重点课题等项目，获空军无人争锋冠军、陆军博弈华山第一名等。以第一 / 通讯作者发表 SCI 论文 32 篇，第一作者出版 Taylor & Francis 英文专著 1 部，3 篇论文获 IEEE 和 IFAC 会议最佳论文奖及提名奖，获授权 / 受理发明专利 30 余项，入选中国科协青托、小米青年学者、全球前 2% 顶尖科学家等。

项目名称：海上无人系统探测 - 通信 - 控制协同机制与仿真

·燕山大学，上海交通大学，中国运载火箭技术研究院，唐山港口集团股份有限公司

‖项目介绍





海上无人系统高效运行依赖于探测-通信-控制三者间的有效协同

亟需揭示探测-通信-控制协同机制，通过感传控综合设计提升海上无人系统整体性能

海上无人系统已成为全球海洋竞争的核心领域，不仅关乎国家海洋权益与国防安全，更是各国抢占海洋战略制高点的重要支撑。该系统以海洋为主要作业空间，是由空中、水面及水下无人平台共同构成协同自主系统，其在海域目标检测、海上靶场建设、资源勘探等领域发挥着关键作用，其高效运行依赖于“探测 - 组网 - 控制”三者间的有效协同。

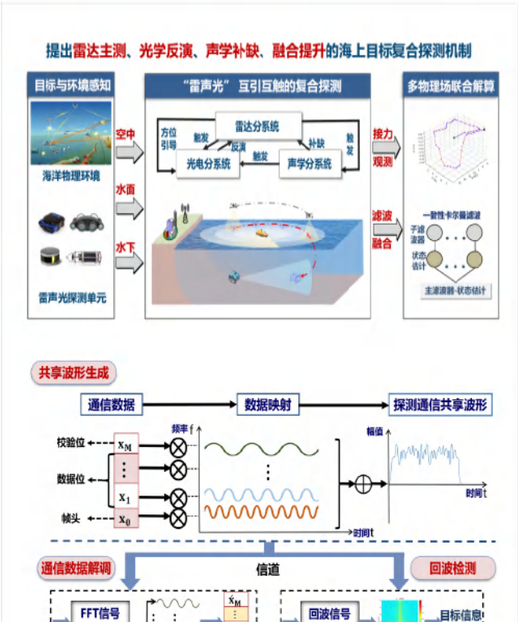
然而，受限于海上复杂环境与水声弱通信特性，仍面临探测精度低、组网稳健性弱、协同控制性能差等难题。此外，探测、组网与控制三者间深度耦合，但其耦合机制尚缺乏清晰的理论表征，导致系统协同效能难以提升，已成为制约海上任务执行能力的关键瓶颈。自 2010 年以来，该项目聚焦“探测 - 通信 - 控制一体化协同机制”这一科学问题。

现有流速场建模存在覆盖范围窄、分辨率低、物理机制不足及数据依赖强等问题。本项目提出模型与数据双驱动的流速场模型，设计雷光声互引互触复合探测机制及融合时空相关性的异步定位方法，通过声线反演、位置补偿和移动预测，提高建模与定位精度，并降低通信能耗、延长网络寿命。

针对水下网络连通性与能效难以兼顾、频谱资源竞争严重的问题，本项目将刚性、边长分别映射为拓扑连通性和通信能耗，并关联水流扰动与拓扑更新，提出水下刚性组网算法；进一步设计通信 - 探测共享波形，提高频谱利用率、降低通信能耗，实现弱通信条件下空海潜无人平台间信息稳健传输。

针对水下“感知不完整、通信不稳定”导致协同控制困难的问题，本项目开展探测 - 通信 - 控制联合设计，提出无人平台自适应协调部署方法，实现异构平台多场景自主规划；构建无人机 - 水面艇 - 潜器跨域协同探测模型，并基于测度理论解析最佳探测模式，实现海上目标有效探测与持续追踪。

基于上述理论成果，项目开发了“海上靶场仿真与复合测量系统”，实现仿真推演、复合测量与实测数据深度融合，将万米级观测范围内“低小快”目标定位精度提高到米级，已应用于重大工程及型号任务；研制“港口水域管控平台”，实现港口数字孪生仿真及虚实互驱的管控决策优化，提升港区智能化管控水平，并已应用于唐山港。 8 篇代表性论文发表于 IEEE TAC、TITS 等权威期刊，其中一篇入选 IEEE TAC 最受欢迎论文，SCI 引用 1173 次。



‖团队介绍



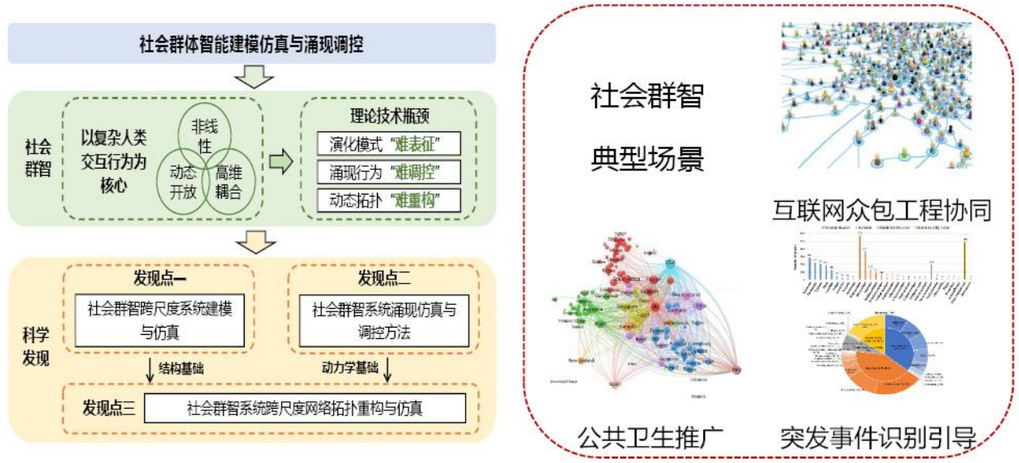
项目第一完成人闫敬，教授，博导，海洋科学与工程研究院副院长，主要从事海上无人系统组网探测与协同控制研究。入选国家优青、海洋强国青年科学家、英国海洋工程与科学学会会士 (IMarEST Fellow)、IEEE 车载技术学会杰出讲师 (VTS Distinguished Lecturer)、河北省杰青 / 燕赵青年科学家 / 优青 / 教育厅青年拔尖人才，中国指挥与控制学会青年科技奖、，第二完成人由于在网络化系统的贡献入选 IEEE Fellow。

项目由燕山大学、上海交通大学、中国运载火箭技术研究院和唐山港口集团股份有限公司联合完成，团队坚持仿真与实测相结合、理论研究与工程应用并重，长期聚焦“探测 - 通信 - 控制一体化协同机制”这一科学问题，围绕海上无人系统探测、通信、控制协同理论与仿真应用开展跨学科协同攻关，形成了从基础理论、算法设计到平台开发和工程验证的完整研究链条。上述成果形成了从物理场建模、稳健组网到跨域协同的完整学术架构，为海上无人系统领域提供了理论基础与技术支撑。

项目名称：社会群体智能建模仿真与涌现调控

·北京微芯区块链与边缘计算研究院，北京航空航天大学，杭州市北京航空航天大学国际创新研究院（北京航空航天大学国际创新学院）

‖项目介绍



以大规模社交平台为基础、以人类复杂交互行为为核心的社会群智，是群体智能不可或缺的重要形态。当前群智所依托的还原论科学方法和统计数理框架，尚不能有效应对由非线性、动态性、耦合性等复杂人类行为诱导的社会群智演化与涌现问题，阻碍了有机聚合、实时反馈、动态适应、高效协同等性能需求的交互融合与共同实现。

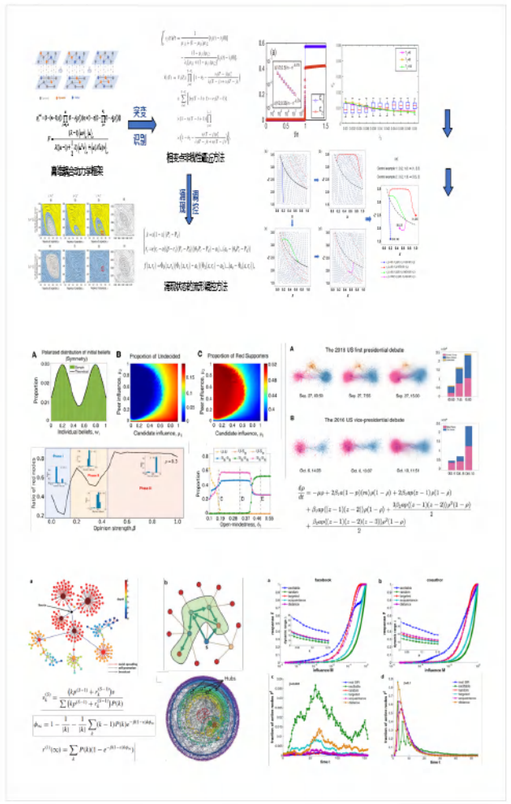
项目组在新一代人工智能国家科技重大专项、国家重点研发计划、国家自然科学基金重大专项、杰青基金等支持下，历经十余年科研攻关，首创兼容数理原理的社会群智建模仿真与涌现调控理论方法，突破社会群智涌现行为“难调控”、演化模式“难表征”、动态拓扑“难重构”等关键瓶颈，驱动系统从“群而有智”向“群而增智”进化。

聚焦社会群体智能系统在演化过程中呈现出的非线性、跨尺度和动态演变特征，针对真实系统涌现“难调控”、机理“难表征”、拓扑“难重构”核心科学挑战，团队将复杂系统理论与仿真计算方法深度融合，在社会群体智能的涌现行为仿真调控、跨尺度动力学仿真建模、动态网络拓扑仿真重构等方面取得了突破性进展，形成了社会群智仿真计算新范式。具体创新点如下：

（1）构建了社会群智系统涌现仿真与调控方法，破解了全局涌现行为“难调控”的科学瓶颈。建立了高维耦合群智系统动力学分析与演化仿真框架，揭示了局部非线性耦合诱导全局爆炸式涌现的突变原理，精确刻画了群体相变的临界条件。

（2）提出了社会群智跨尺度动力学机理与建模仿真方法，攻克了动力学机理“难表征”的核心挑战。团队将个体间微观交互、群体间介观交互，以及网络结构与行为的自适应协同融合于同一数理框架，提出了社会群智演化的自适应动力学建模与仿真分析方法，进一步发现了社会群智系统中传播、同步、博弈等典型过程的非线性动力学机理。

（3）建立了社会群智系统跨尺度网络拓扑重构与仿真方法，突破了复杂动态交互拓扑“难重构”的技术壁垒。团队将微观个体贡献随机隐变量模型、介观时变网络因果推断关系以及宏观传播动力学模型融于同一框架，提出了群智系统跨尺度网络拓扑重构与仿真方法，发现了合作结构与长期影响的稳定耦合规律。



团队介绍



项目团队来自北京微芯区块链与边缘计算研究院，北京航空航天大学，杭州市北京航空航天大学国际创新研究院（北京航空航天大学国际创新学院），项目完成人长期从事复杂系统建模仿真工作，形成了产学研协同的理工学科交叉团队。项目主要完成人包括北京微芯区块链与边缘计算研究院郑宏威、黄瑾，北京航空航天大学唐绍婷、刘龙招、王鑫、李卫华、杨雅倩、郑毅，和北京航空航天大学国际创新研究院甄义。团队经过十余年研发首创兼容数理原理的社会群智建模仿真与涌现调控方法，实现了三层次动力学建模框架，揭示了群体智能作为复杂非线性动力系统的本质属性，填补了社会群体智能系统建模的理论空白。

团队创办了国内首个演化博弈论与人工智能系列国际会议，获央视频、浙江电视台、中国网、凤凰网、人工智能日报、环球科技网等十余家主流媒体报道。

主要完成人郑宏威研究员，博导，北京市海英创新领军人才，国家重点研发项目负责人，近年来一直从事社会群智系统建模仿真工作，并应用系统成果构建了具备高性能、可扩展、自主可控特性的工业互联网服务网络，发表论文 40 余篇，申请发明专利 20 余项，承担国家和省部级科研项目 10 余项。

项目名称：动态开放环境下系统时空耦合建模仿真与迁移认知理论及应用

·浙江大学、清华大学、东华大学

‖项目介绍





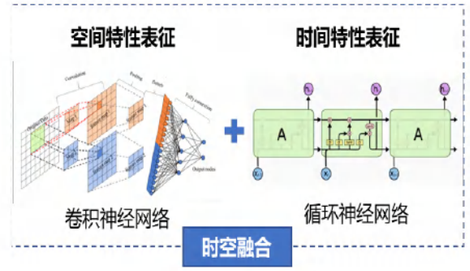
复杂工业过程广泛存在于能源、电力、冶金、化工等国民经济关键领域，其建模与认知水平直接关系重大装备运行的安全性、可靠性与效率。随着生产系统向大型化、集成化和智能化发展，实际运行环境呈现出显著的动态开放特征：(1) 工况深度、频繁切换，系统动态特性随时间持续演化，呈现明显的非平稳运行；(2) 受运行成本、安全约束和试验条件限制，全部工况难以遍历，训练数据无法覆盖未来可能出现的状态，导致未见工况难以认知与预测。因此，亟需研究面向动态开放环境的建模仿真与迁移认知理论，为复杂工业过程的精准表征、智能决策与安全高效运行提供基础支撑。

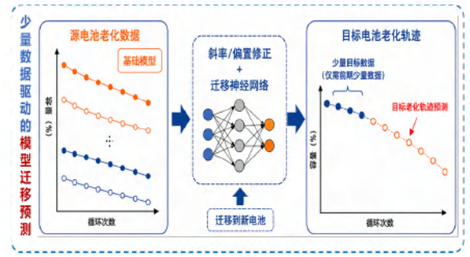
项目简介：动态开放环境下，复杂工业系统普遍面临数据质量不高、工况持续变化、运行状态复杂等问题，传统建模仿真方法难以准确反映系统真实运行规律。本项目面向国家重大装备智能化运行需求，开展系统性攻关研究，揭示了复杂系统时空耦合演化机理与知识迁移规律，建立了涵盖精准建模、动态表征和迁移认知的理论与方法体系，推动建模仿真由理想封闭环境向真实动态开放环境拓展。在此基础上，项目形成了基于国产算力底座的人工智能解决方案，相关成果已应用于百万千瓦级超超临界火电机组、大型储能集群等重大装备，有效提升了系统运行的安全性、可靠性与效率。

创新点 1：揭示了低质数据下变量时空关联与分布演化规律，建立了低质数据驱动的概率时空耦合建模仿真理论，突破了传统仿真对完整高质量数据的强依赖难题。

创新点 2：阐明了时变系统的动静协同与时空解耦的演化机理，建立了时变动态系统自适应时空解耦建模仿真理论，突破了传统稳态建模无法跟踪动态演化的局限。

创新点 3：揭示了系统知识可迁移与未见可预测的内在规律，建立了未见工况跨域迁移认知与泛化仿真理论，攻克了动态开放环境下不断涌现的新工况的精准泛化仿真难题。





项目攻克了动态开放环境下复杂工业系统建模仿真的多项关键科学问题，在低质数据可靠建模、时变动态精准表征和未见工况迁移认知等方面，形成了一系列原创性理论成果与方法突破，相关成果在百万千瓦级超超临界火电机组、大型储能集群等重大装备的智能运维中发挥了重要作用。

项目 8 篇代表性论文发表于 IEEE 权威汇刊和国内核心期刊，其中 7 篇为中科院一区论文。截至 2026 年 5 月，累计 WOS 他引 1196 次、SCI 他引 1003 次，多篇入选 ESI 高被引论文，2 篇入选 ESI 热点论文。成果获多国院士及 IEEE、IFAC Fellow 引用和评价，授权中美发明专利 100 余项；已应用于华为、浙能等企业运维，支撑火电机组和大型储能集群等重大装备的建模仿真、状态监测与工况认知。

‖团队介绍



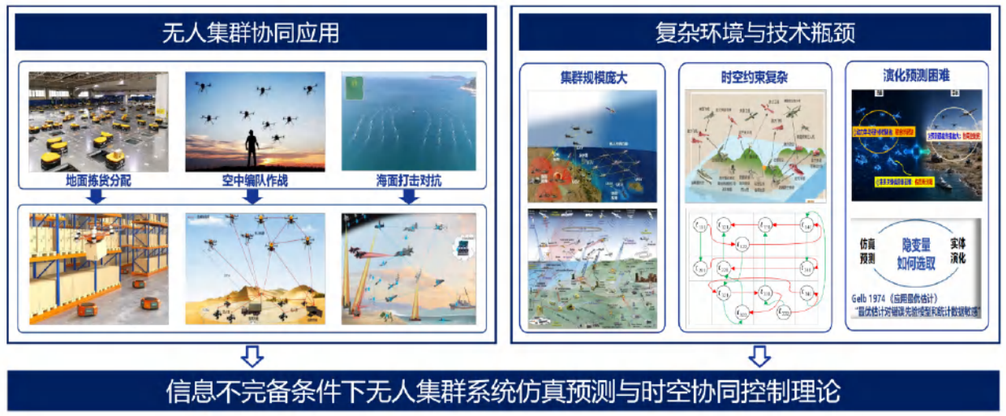
项目第一完成人赵春晖，浙江大学求是特聘教授、博士生导师、国家杰青、中国青年女科学家、中国自动化学会会士、IET Fellow。长期深耕工业人工智能、高端装备智能运维研究，以第一 / 通讯作者发表 SCI 论文 260 余篇，授权发明专利近百项。主持国家重点研发计划、国家自然科学基金杰青 / 重点项目等国家级、省级项目 10 余项，获国家自然科学二等奖（排 3）、教育部技术发明一等奖（排 2）、浙江省自然科学一等奖（排 1）等奖项。连续三届担任 IFAC 期刊 Senior Editor。受邀在 IEEE Women in IES 全球活动中主讲零样本工业故障诊断成果，在《中国科学：信息科学》发表迁移学习综述并入选封面文章。团队相关的混合低质时序数据因果发现研究获华为“火花奖”，并获国家自然科学基金委官网报道。

项目团队由浙江大学、清华大学、东华大学 9 位专家学者组成，包括赵春晖、刘凯龙、尚超、秦岩、唐晓鹏、谢锐敏、黄彪、高福荣、柳翔。黄彪为加拿大皇家科学院及加拿大工程院院士、IEEE Fellow，任 CEP 期刊名誉主编；高福荣为香港科技大学首席教授、美国塑料工程师协会会士，任 JPC 副主编；柳翔为北京大学教授；刘凯龙、秦岩入选国家高层次青年人才；尚超入选国家“万人计划”青年拔尖人才；谢锐敏获上海市科学技术委员会“扬帆计划”人才项目支持；秦岩任 SN Computer Science、JAI 等期刊副编辑；尚超任 ESWA、CEP 等期刊编委；刘凯龙任 IEEE TIE 副编辑。团队长期稳定合作，在低质数据建模、时变系统分析、迁移认知和重大装备应用等方向形成从基础理论到工程验证的完整创新链。

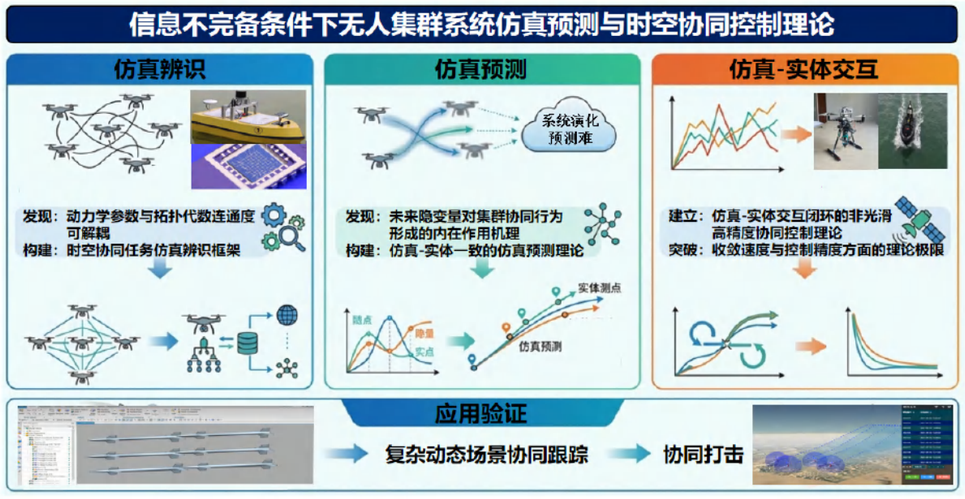
项目名称：信息不完备条件下无人集群系统仿真预测与时空协同控制理论

• 北京理工大学、东南大学、北京大学

‖项目介绍



无人集群系统通过多个自主体在空间与时间维度上的协同，实现编队协同、多弹协同打击等典型时空协同行为，是现代智能化作战与复杂任务执行的重要技术形态。时空协同控制要求集群个体在给定时间约束与空间精度约束下完成协同行为，其性能高度依赖系统未来演化过程的预测精度。然而，实际应用中仿真系统普遍面临动力学参数未知、通信拓扑参数未知、关键未来隐变量不可测等问题，导致仿真信息不完备，严重制约了协同控制方法的落地应用。如何建立仿真预测信息与实体控制行为之间的耦合机理，实现仿真与实体闭环的高精度时空协同控制，成为亟待解决的关键科学问题。项目组面向信息不完备条件下无人集群系统精准时空协同需求，围绕这一核心科学问题，经过十余年系统研究，在仿真辨识、仿真预测与仿真 - 实体交互闭环控制三个方面取得了系统性创新成果。



科学发现点一：未知不确定性无人集群系统仿真辨识理论

发现了无人集群系统在动力学参数与拓扑代数连通度未知条件下的可辨识性规律，构建了面向时空协同任务的仿真辨识理论，提出了未知动力学参数精确逼近与网络拓扑关键参数自适应辨识方法。

科学发现点二：未来隐变量仿真 - 实体一致的仿真预测理论

构建了未来隐变量形式化表达，发现了未来隐变量对无人集群系统协同行为形成的内在作用机理，建立了未来隐变量仿真 - 实体一致的仿真预测框架，提出了状态表变量鲁棒估计机制与未来隐变量精准预测方法。

科学发现点三：仿真 - 实体交互闭环的非光滑高精度协同控制理论

发现了仿真预测误差在实体协同控制中的传播与放大机理，构建了仿真 - 实体交互闭环的时空四维同步协同控制理论，形成了仿真误差抑制与实体控制性能提升统一的高精度时空协同控制方法，突破了传统连续控制在收敛速度与控制精度上的理论极限。

本项目的 8 篇代表性论文发表至领域内的重要期刊，Web of Science 他引 1420 次，成果被国际同行评价为“精妙地设计”、“有用的框架”、“重要的结果”、“卓有成效的算法”等。相关研究推动形成了无人集群系统仿真预测与时空协同控制研究的重要方向，引发了大量后续研究工作。部分成果获 Kimura 最佳论文奖、IEEE SMC 学会 Zadeh 最佳论文奖、IEEE ICUS 会议最佳论文奖等。

团队介绍



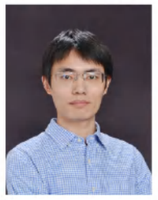
周佳玲

北京理工大学，教授
青拔



都海波

东南大学，教授
青拔



吕跃祖

北京理工大学，教授
青基B类获得者



李忠奎

北京大学，教授
杰青



周艳

东南大学，助理研究员
CICC青托



温广辉

东南大学，教授
杰青

项目团队由北京理工大学、东南大学和北京大学 6 名学者组成，包括国家杰出青年科学基金获得者 2 人（温广辉、李忠奎）、国家自然科学基金青年科学基金项目（B 类），获得者 1 人（吕跃祖）、国家“万人计划”青年拔尖人才 2 人（都海波、周佳玲）、中国指挥与控制学会青年人才托举工程入选者 1 人（周艳）。

项目第一完成人周佳玲，北京理工大学教授、博士生导师，国家“万人计划”青年拔尖人才。长期从事无人集群系统仿真预测与时空协同控制研究，发表论文 80 余篇，出版专著 2 部，授权发明专利 20 余项，主持中央军委科技委某工程项目、某领域基金、国家重点研发项目课题、国家自然科学基金面上项目等。获中国指挥与控制学会科技进步一等奖、中国指挥与控制学会青年科技奖、IEEE ICUS 会议最佳论文奖等。

项目名称：高光谱影像自适应图表征学习空 - 谱协同特征提取仿真方法研究

·中国人民解放军火箭军工程大学，广州商学院，广西大学

‖项 目 介 绍



图 1 总体研究思路和研究成果理论体系

本成果针对高光谱遥感影像处理和实际应用中面临的鲁棒性特征提取机制、轻量化设计规律以及拓展适应性认识三大应用难题，研究高光谱影像图学习空 - 谱特征预处理以及图的构建、滤波器与聚合器鲁棒性设计与自适应融合、智能自学习高光谱影像特征提取和自监督网络训练等仿真方法，旨在实现无标签条件下的高精度、高效率地物识别与分类。

重要科学发现 1：高光谱影像图学习空 - 谱特征预处理以及图的构建仿真方法。针对高光谱影像图学习预处理及图的构建问题，建立了超像素影像预处理、光谱特征自动特征提取、图自适应构建、多源网络融合机制等高光谱影像特征提取的一般性模型，揭示并给出了高光谱影像图学习特征提取和图构建的一般性规律，攻克了有效提取高光谱影像图学习空 - 谱特征的同时降低计算复杂度之间的矛盾难题，有效提高了分类精度，为高光谱影像图学习高精度聚类开辟了道路，推动了算法的实用化进程。

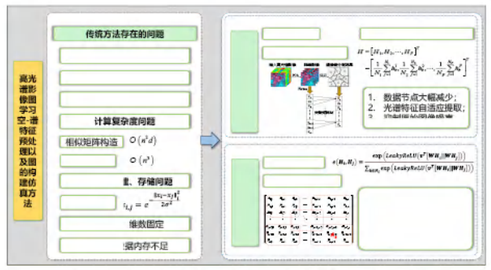


图 2 高光谱影像图学习空 - 谱特征预处理以及图的构建仿真方法

重要科学发现 2：滤波器与聚合器的鲁棒性设计及自适应融合仿真方法。针对滤波器、聚合器鲁棒性设计与自适应融合，提出了自适应滤波器技术、多聚合器融合技术、自适应滤波器和聚合器融合技术的一般性模型，揭示了图学习滤波器和聚合器设计的内在规律，攻克了自适应滤波器和聚合器融合难题，有效简化了计算，提高了图学习的特征提取能力和鲁棒性，推动了图学习基础模型的理论创新，有效提高了高光谱影像图学习分类精度。

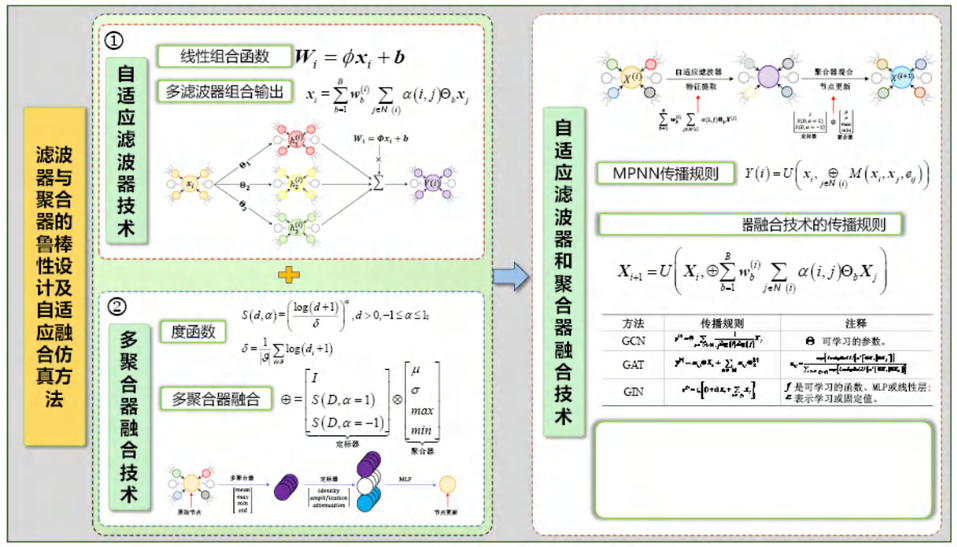


图 3 滤波器与聚合器的鲁棒性设计及自适应融合仿真方法

重要科学发现 3：针对现有高光谱影像分类方法训练标签数据依赖问题，建立了智能自学习特征提取和自监督网络训练的一般性方法，提出了智能自学习特征提取技术和智能自监督网络训练技术并证明了其有效性，实现了算法的自监督学习特征提取和分类，攻克了无标签条件下高光谱影像大规模图像高精度分类难题，为高精度大规模高光谱影像图学习自监督分类仿真方法设计提供了参考，有力推动了高光谱影像分类方法实用性进程。

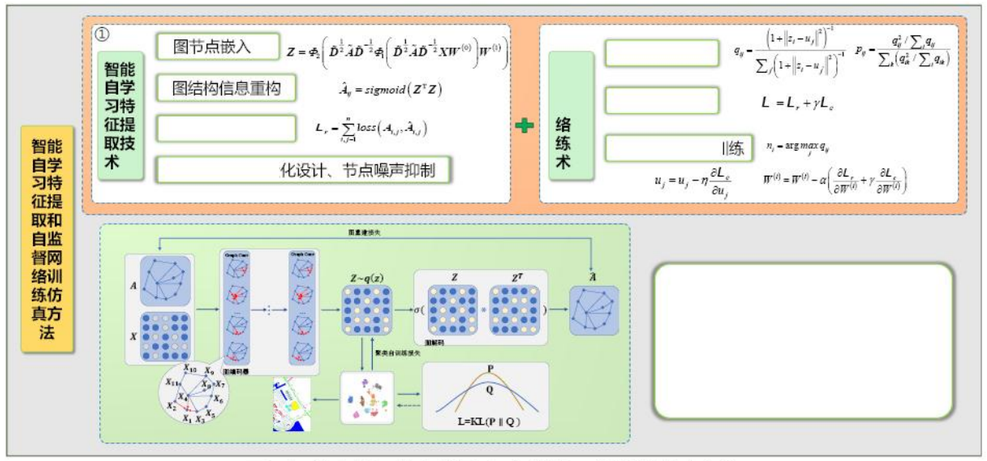


图 4 智能自学习特征提取和自监督网络训练仿真方法

近五年，成果在领域权威期刊发表论文 70 余篇，累计 SCI 他引 2700 余次，25 篇次入选 ESI 高被引论文（其中 4 篇为 ESI 热点论文）。出版中英文专著 7 部，其中代表作是国内系统阐述相关理论的首批著作。成果获 2025 年度陕西高校科学技术优秀成果一等奖，受到包括 20 余位欧美院士及国际学会 Fellow 在内的学者积极评价。授权国家发明专利 10 项，相关技术已应用于西安交通大学、西北工业大学等多所高校，并推广至智能故障诊断等领域。

项目名称：复杂不确定动态系统一体化安全状态感知与仿真调控

·北京航空航天大学、济南大学、北京化工大学

‖项 目 介 绍



无人机编队表演失控坠机
(2026，四川宜宾)

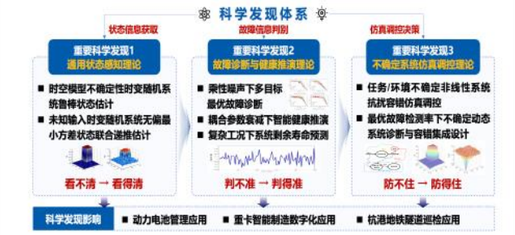
空速管故障，波音737连续2次坠机，共 346 人遇难



包钢板材厂设备故障爆炸
(2026，内蒙古10死84伤)



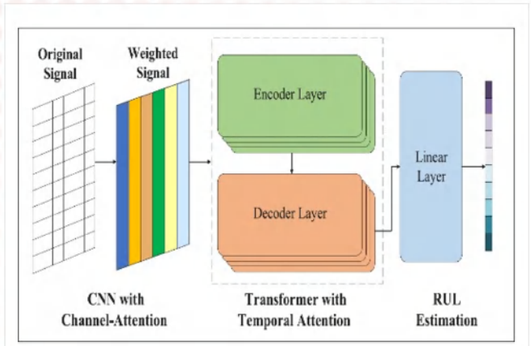
设备故障重大高压气体泄露
(2023，鄂尔多斯10死3伤)



针对复杂设施和系统在安全性、可靠性及智能化方面的迫切需求，国家在《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十五个五年规划的建议》等文件中明确提出：重大产品和重大设施寿命预测技术是提高运行可靠性、安全性、可维护性的关键技术；提升重要基础设施本质安全水平，有效遏制重特大事故。在此背景下，复杂不确定动态系统的安全状态感知与仿真调控技术，作为实现系统智能化运维和高效调控的核心手段，已成为国际仿真和智能等领域的研究前沿和挑战性课题。

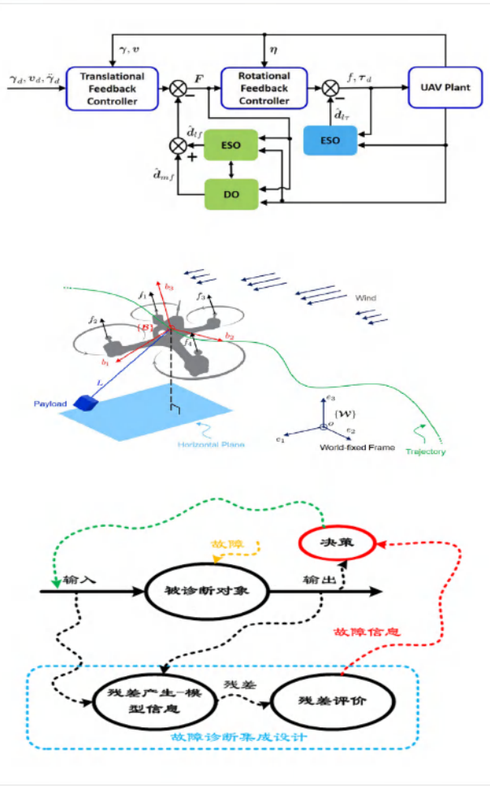
本项目围绕复杂不确定动态系统在安全状态感知与仿真调控中的一系列关键科学问题，提出了系统性、通用性的解决方案，主要科学发现点包括

1. 复杂不确定动态系统通用状态感知理论。提出了面向多维耦合不确定时变系统的通用状态估计方法，系统性的解决了该类系统状态获取中参数在线更新、时空参数耦合、以及仿真数值计算等难题，揭示了随机性与确定性系统最优估计问题内在关系，提出了低保守性优化方法，给出了状态估计器存在的解析条件和设计算法。



2. 复杂不确定动态系统故障诊断与健康推演理论。提出了基于算子的比值型故障诊断指标优化框架、基于“数据 - 模型”双轮驱动的健康状态判别模型，突破了不确定时变系统高维凸优化技术计算量大、实时性差、无法获得参数矩阵解析形式的技术难题，攻克了故障与扰动耦合条件下执行器失效参数估计以及多工况、多故障模式下强化特征与时序的寿命预测难题，实现了面向仿真调控的系统健康状态精准评估。

3. 复杂不确定动态系统仿真调控理论。提出了基于多观测器的复合抗扰方案，建立了不确定系统故障检测率、误报率、检测阈值之间的解析关系，基于不确定动态系统状态感知与故障诊断，实现了对故障和多源异质扰动等不确定性效应的精细靶向抵消，完成了系统主动抗扰与容错的仿真调控决策设计。



本项目 8 篇代表性论文得到了国际学术界的广泛引用和积极评价，8 篇代表作中 5 篇曾是 ESI 高被引论文，施引作者来自全球 42 个国家和地区，受到 30 位国内外院士团队的正面引用和评价。项目组成员获国家领军人才项目、国家青年人才项目、国家自然科学基金项目支持。成果已成功应用于电动汽车用电池、重型卡车制造产线、特种传感器精密制造、无人机巡检等领域，取得了良好的社会经济效益。

团队介绍



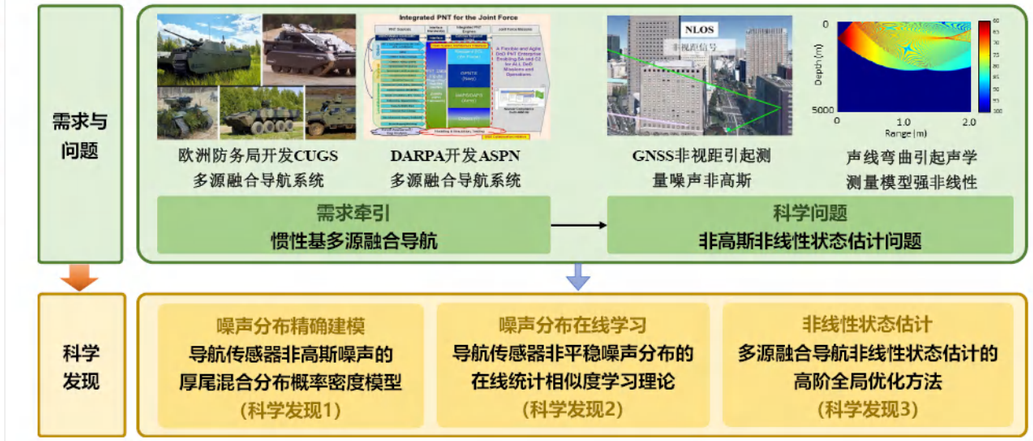
本项目研究团队由北京航空航天大学、济南大学、北京化工大学的科研人员组成。团队围绕复杂不确定动态系统在安全状态感知与仿真调控中的一系列关键科学问题开展了创新研究，取得了开创性成果。项目组团队共 8 人。其中，国家杰出青年科学基金 / 青年基金 A 类项目获得者 3 人、国家优秀青年科学基金项目获得者 2 人、国家优秀青年科学基金项目（海外）获得者 1 人。

项目第一完成人赵东，北京航空航天大学教授、博士生导师，长期从事复杂不确定系统安全领域基础理论与关键系统平台研究工作。发表期刊论文 60 余篇，8 次获国际会议优秀论文奖。主持国家自然科学基金、科技部重点研发课题等国家级项目多项。担任 IEEE TIE、IEEE TII、ESWA 等国际知名期刊编委。

项目名称：惯性基多源融合导航非高斯非线性状态估计与仿真

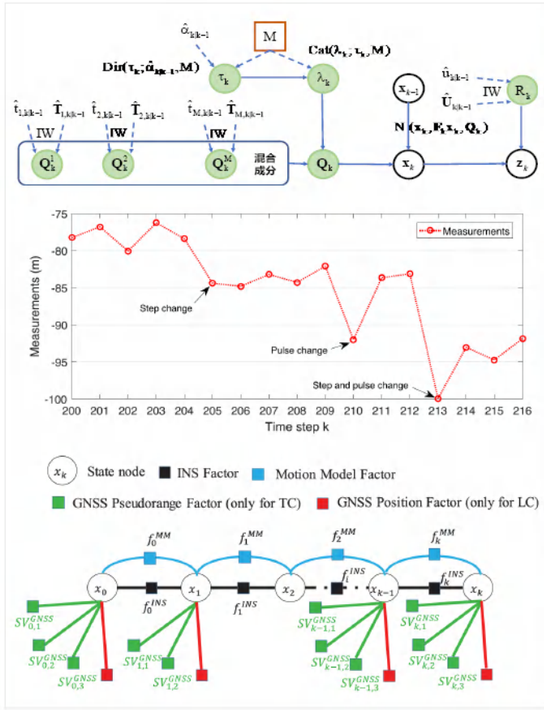
· 哈尔滨工程大学、香港理工大学、中国人民解放军国防科技大学、中国矿业大学、浙江大学

‖项 目 介 绍



惯性基多源融合导航作为海 / 陆 / 空各类运载器主流的导航方式，是运载器安全航行与任务执行的重要保障。惯性基多源融合导航的核心科学问题是“非高斯、非线性”状态估计问题，多位院士、IEEE Life Fellow 及欧洲空间局等权威学者 / 组织公开将其列为前沿挑战与关键难题。工程应用层面，惯性基多源融合导航真实试验成本高、风险大、可重复性差，需针对复杂非高斯非线性场景研制仿真系统，加速算法迭代与性能评估。

依托国自然重点基金与面上项目，本项目针对“非高斯、非线性”状态估计理论难题，围绕噪声分布精确建模、噪声分布在线精确学习、非线性状态估计三个方面，建立了导航传感器非高斯噪声的厚尾混合分布概率密度模型，提出了导航传感器非平稳噪声分布的在线统计相似度学习理论，设计了多源融合导航非线性状态估计的高阶全局优化方法，为提升惯性基多源融合导航在复杂非高斯非线性场景估计性能提供了可靠的解决方案。





本项目核心科学发现如下：

1. 揭示了野值影响规律和噪声分布先验信息提取机理，建立了具有多重非高斯特性建模能力的厚尾混合分布模型，为提升惯性基多源融合导航可靠性提供了精确噪声模型基础；

2. 构造了最大化统计相似度的噪声分布学习准则，建立了非高斯噪声分布的统计相似度学习理论，提升了非高斯噪声干扰下惯性基多源融合导航可信性；

3. 提出了高阶无迹变换与全局迭代优化的线性化截断误差补偿方法，实现了系统非线性特性精确表征与利用，有效提升了模型强非线性条件下惯性基多源融合导航精度。

本项目在 IEEE TAC、IEEE TAES、IEEE TII 等国际期刊和国内期刊《自动化学报》发表 8 篇代表性论文。成果被美、中、英、加、日、德、俄等国 14 位院士、18 位 IEEE Fellow、6 位国际期刊主编等 30 余名专家评价为“新颖的、有效的、优越的”。依托上述成果，本项目搭建了多套海 / 陆 / 空域惯性基多源融合导航仿真系统，项目成果应用于我国多型运载器导航系统，有效提升上述导航系统可靠性、可信性、精确性。

‖团队介绍



黄玉龙

教授，哈尔滨工程大学
国家级青年人才



文伟松

助理教授，香港理工大学
TechConnect 2021 创新奖



朱风弛

博士，哈尔滨工程大学
中科协青培博士生专项



薛超

博士，哈尔滨工程大学
中科协青培博士生专项



王茂松

副教授，国防科技大学
中国惯性技术学会优博



王国庆

副教授，中国矿业大学



柏明明

助理研究员，浙江大学
中国卫星导航定位协会
优博



张勇刚

教授，哈尔滨工程大学
教育部长江学者



李宁

副教授，
哈尔滨工程大学

项目团队由哈尔滨工程大学、香港理工大学、国防科技大学、中国矿业大学、浙江大学的科研人员组成。依托国家自然科学基金重点项目、面上项目，面向惯性基多源融合导航国家重大需求，聚焦非高斯非线性状态估计这一核心科学问题，提出了噪声概率密度新模型、噪声分布学习新理论、非线性状态估计新方法，搭建了多型惯性基多源融合导航仿真系统，有效提升了我国多型运载器导航系统可靠性、可信性、精确性。

项目第一完成人长期开展惯性基多源融合导航研究，以第一或通信作者发表 IEEE 汇刊论文 80 余篇，谷歌引用 7700 余次，入选国家级青年人才，获教育部青年奖、中国自动化学会青年科技奖、吴文俊人工智能优秀青年奖、IEEE Barry Carlton 奖、中国自动化学会优秀博士学位论文奖等，受邀担 任 IEEE TAC、IEEE TAES、IEEE TASE、IEEE TIM、IEEE AESM、IEEE SJ 副 主 编，担任 IEEE/CAA JAS、SANA 等期刊青年编委和《智能系统学报》编委。

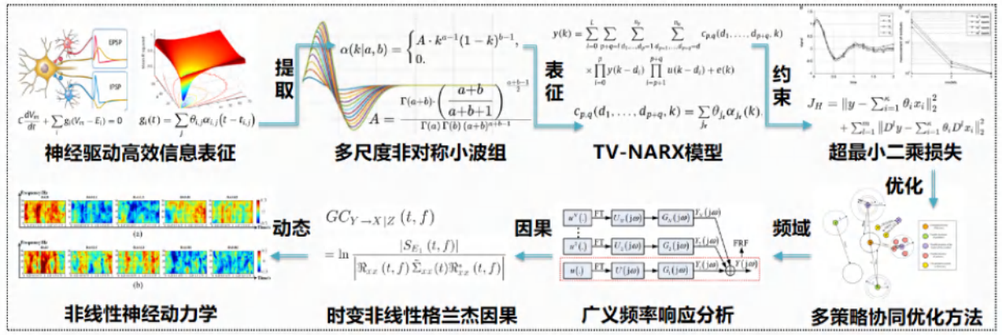
项目名称：神经机理驱动的生理系统数字物理仿真理论方法及应用

·北京航空航天大学、温州大学、中国人民解放军总医院第一医学中心、首都医科大学宣武医院、医博士医教科技（深圳）有限公司

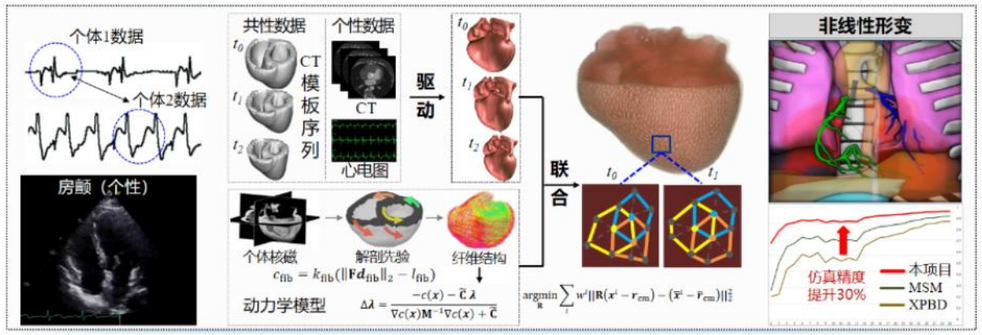
‖项目介绍

随着全球人口老龄化进程加速与慢性疾病负担持续攀升，人体复杂生理病理过程的高保真仿真与动态推演已成为推动现代医学范式变革与原创性科学发现的核心基石，在替代动物实验、战场救治等临床医学及国防卫勤领域发挥重要作用。然而，生理系统固有的强非线性、多器官深度耦合及病理过程的时空异质性，构成了生理仿真技术亟待突破的核心科学瓶颈，制约着国家数字医疗战略进程。为此，本项目在国家自然科学基金重点项目等多项国家级课题的持续支持下，汇聚了一支由国家级领军人才、国家级青年人才、资深临床专家与产业领军人物组成的跨学科科研团队，围绕神经机理驱动的生理系统数字物理仿真，开展了“科学发现—机理揭示—技术突破—产业转化—临床应用—国防保障”全链条研究，取得了一系列具有重大科学价值与国际影响力的突破性科学发现。

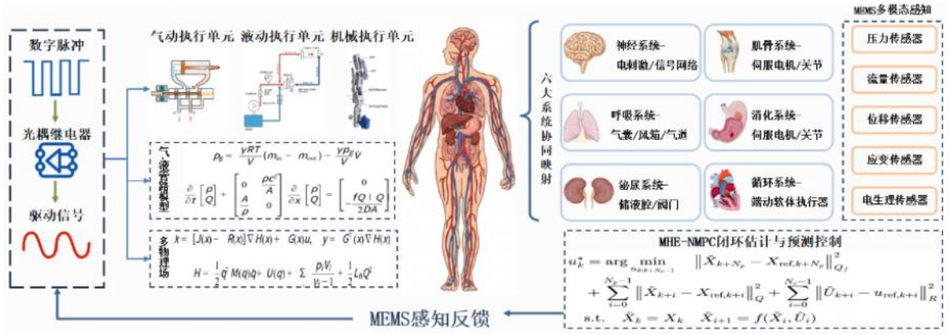
科学发现 1：突破了生理系统的线性静态仿真局限，提出了神经机理启发的时变多尺度非线性系统建模等系列理论，揭示了神经系统高效信息表征与神经动态关系。进一步建立了非线性时变超图脑因果连接理论框架，揭示了多脑区时空动态脑连接规律，实现跨任务识别准确率显著提升。



科学发现 2：揭示了生理生化数据的隐式表征，提出了隐式显式联合跨尺度生理仿真模型，实现了模型尺度区间跨度 3 个数量级提升。进一步提出了多尺度检测约束的个性化器官非线性形变仿真模型，计算效率提升 40%，精度提升 30%，为手术仿真与预演提供了精准高效仿真方案。



科学发现 3：构建了具有非线性动态演化能力的数字模型，打通了从临床多模态生理数据—数字仿真模型—仿真信号通路。进一步提出数字 - 物理双驱动的六大生理系统协同控制方法，实现了从神经信号驱动—数字模型仿真—物理干预反馈闭环通路。



研究成果已完成产业转化，覆盖近 500 家医疗机构与部队单位，累计产值达近 2 亿元。

团队介绍

李 阳



国家杰青；教育部青年长江学者；国家自然科学基金重点项目（2019、2024、2025）、科技部重点研发计划（2023）、中国脑机接口“华瑞学者奖”杰出青年、吴文俊人工智能自然科学奖、中国体视学学会科学技术一等奖（1/6）



陈 行

国家级青年人才、国家优秀留学生奖（1/1）



崔家浩

中国仿真学会创新技术奖一等奖（7/15）



郭玉柱

吴文俊人工智能自然科学三等奖、**中国体视学学会科学技术一等奖（6/6）**



曹向宇

军队医疗成果二等奖（4/7）、中华医学会神经病学分会脑血管病学组青年委员



王晓飞

国家级青年人才、MedTech 科研转化创新奖、中国研究型医院学会神经眼科专委会常务委员



遇 涛

中国抗癫痫协会理事、北京抗癫痫协会常务理事、**河北省医学科技一等奖（3/4）**



陈慧灵

国家级青年人才、吉林省科技进步奖一等奖（4/10）、教育部自然科学二等奖（3/4）



何菊红

中国职教学会卫生教育委员会常务理事、康养康育委员会常务委员

项目团队由北京航空航天大学、温州大学、中国人民解放军总医院第一医学中心、首都医科大学宣武医院、医博士医教科技（深圳）有限公司 9 名专家教授组成。核心团队深耕复杂生理系统仿真领域 20 余年。团队曾荣获教育部自然科学二等奖，中国仿真学会创新技术奖一等奖，中国体视学学会科学技术一等奖，军队医疗成果二等奖，河北省医学科技一等奖，吉林省科技进步奖一等奖。

项目第一完成人李阳，北京航空航天大学教授，博士生导师，国家级领军人才。在智能医学与神经调控等方面开展了具有国际影响的独创性研究，发表学术论文 100 余篇，主持国家级领军人才项目、国家自然科学基金重点项目、国家重点研究专项项目、北京市自然科学基金重点项目及航天院所合作课题等 20 余项资助。

项目名称：心脑血管疾病精准介入诊疗全栈仿真体系构建与临床应用

‖项目介绍

·深圳理工大学、武汉大学、华南理工大学附属第二医院、华中科技大学同济医学院附属协和医院、深圳市大数据研究院、柏意慧心（杭州）网络科技有限公司、中国科学院深圳先进技术研究院

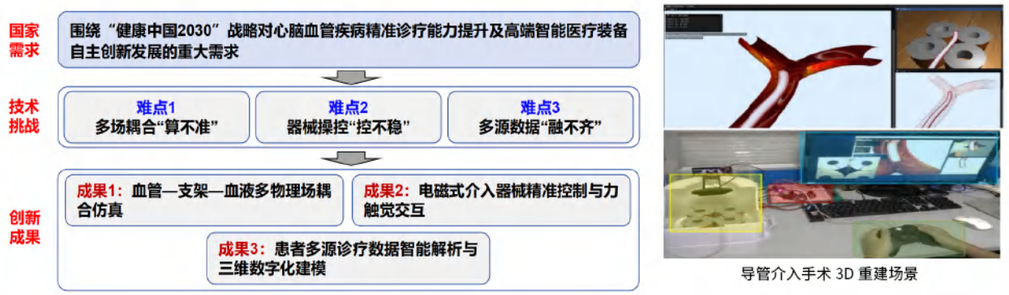
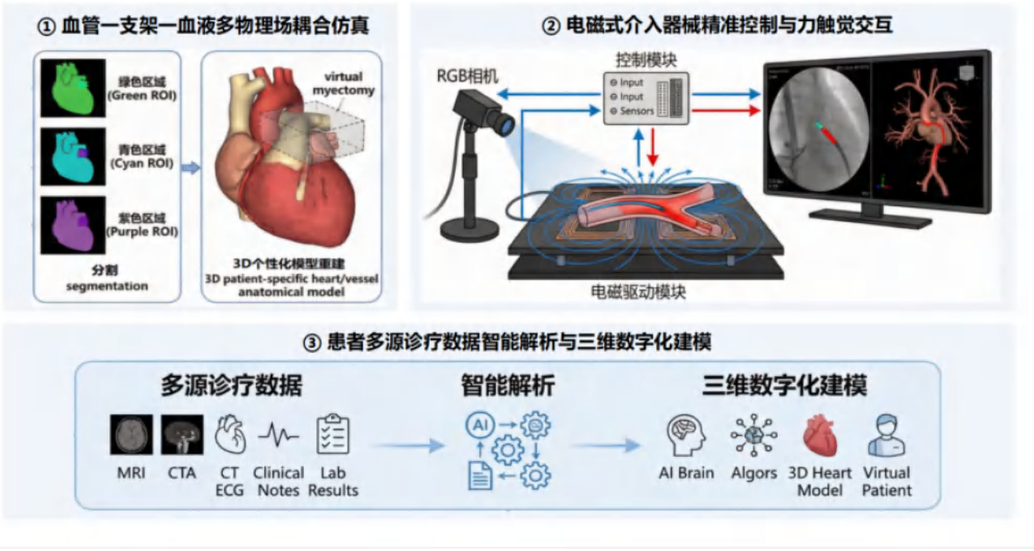


图 1. 心脑血管疾病精准介入诊疗全栈仿真体系构建与临床应用

心脑血管疾病已成为威胁我国居民生命健康的首位疾病类型，具有患病率高、致残致死风险高、疾病机制复杂等特点。随着微创介入技术快速发展，介入治疗已逐渐成为心脑血管疾病诊疗的重要手段。然而，现有临床介入诊疗仍高度依赖医生经验与静态医学影像，缺乏可预测、可交互、可量化的个体化诊疗工具，难以准确刻画复杂血流动力学、介入器械操作行为及患者个体差异，导致术前规划、术中操作与术后评估之间缺乏有效的数字化闭环支撑。因此，突破心脑血管精准介入诊疗中的建模仿真、交互控制与智能分析关键技术，对提升复杂心脑血管疾病诊疗的精准性、安全性和智能化水平具有重要意义。

围绕心脑血管介入诊疗过程中复杂生理环境难以精准模拟、介入器械操作难以真实交互、患者多源数据难以智能解析等挑战性问题，项目组开展心脑血管疾病精准介入诊疗全栈仿真体系构建与临床应用研究。面向心脑血管疾病精准介入治疗，系统开展血管—支架—血液多物理场耦合仿真、电磁式介入器械精准控制与力触觉交互以及患者多源数据智能解析与三维数字化建模的全栈仿真体系研究，研发了贯穿术前、术中与术后的完整技术，研究成果为复杂血管疾病风险评估、个体化介入规划、虚拟手术训练及精准诊疗提供了关键技术支撑，实现了从基础理论突破到临床落地应用的系统创新。



创新点 1：血管—血液—介入器械多尺度多物理场耦合仿真技术。提出了融合计算流体力学、流固耦合与粒子流体动力学的多尺度多物理场建模方法，实现血流动力学、血管壁力学及血液—血管—支架动态交互的高保真模拟；攻克了复杂血管生理环境与介入器械作用过程难以统一建模和定量分析的难题，为术前风险评估与个体化介入规划提供了可量化依据。

创新点 2：介入器械精准控制与力触觉闭环交互技术。提出了融合电磁定位、远程磁控与力触觉反馈的介入器械闭环交互方法，实现导丝、导管及支架等器械的精准追踪与远程操控，以及接触、摩擦和碰撞等操作过程的实时力触觉反馈；攻克了复杂血管环境中介入器械难以精准控制与真实交互的难题，为虚拟手术训练与远程介入操作提供了技术支撑。

创新点 3：多模态医学数据智能解析与患者数字化建模技术。提出了融合 CT、MRI、DSA 及多源生理信号的智能解析与数字化建模方法，实现复杂解剖结构和病灶的自动分割、三维重建及个体化风险预测；攻克了多源异构医学数据难以协同解析与个体化建模的难题，实现从原始医学数据到可计算三维模型的自动化转化，为患者数字孪生建模与精准诊疗提供了数据和模型基础。

研究成果形成了 36 篇高水平论文，发表于 IEEE TVCG、IEEE TMM 等领域顶级期刊，先后获得 MICCAI 2024 Best Paper Award Finalist、Cyberworlds 2025 Best Paper Award、2024 年 VCIBA 年度高影响力文章等奖项，在医学影像、计算生物力学与虚拟手术等领域获得同行持续关注与引用。项目组授权国家发明专利 13 项。多款原型系统已在广州市第一人民医院等单位推广应用，心脑血管精准介入诊疗仿真软件已在 2 家企业与 7 家三甲医院成功落地在提升复杂心脑血管介入手术安全性与效率、推动我国精准外科及智慧医疗技术进步方面效果显著。

‖团队介绍



团队负责人
司伟鑫教授



廖祥云　赵俭辉　袁志勇　吕建平



陈澍　区初斌　钱沛东　肖林霞

团队负责人：司伟鑫 教授

司伟鑫现为深圳理工大学计算机科学与人工智能学院教授、人工智能研究院循证医学与人工智能中心副主任，广东省杰青、深圳市优青，主要从事计算机辅助手术与数字孪生研究。IEEE/CCF 高级会员，近三年以第一 / 通讯作者在 LANCET 子刊 /IEEE Trans/CCF-A 等高水平期刊会议发表文章 20 余篇，入选计算机辅助医学顶会 MICCAI Oral 论文 2 篇，授权国家发明专利 14 项，主持省部级以上科研项目 8 项，获得中国医院协会医院科技创新奖（排名第一），广东医学科技奖一等奖（排名第二）和中国图学学会图学教育优秀成果二等奖（排名第三）。担任中国电子学会智慧医疗专委会常务委员、中国仿真学会医疗仿真专委会秘 书，Biomedical Signal Processing and Control 和 The Visual Computer 等高水平期刊副主编。

心脑血管疾病数字孪生医工交叉团队

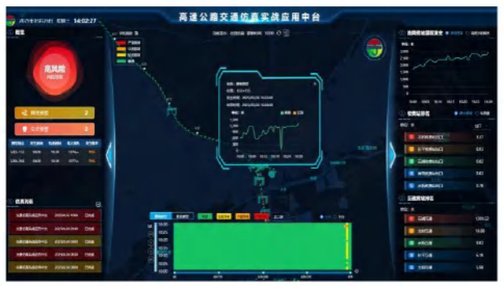
团队由深圳理工大学联合武汉大学、华南理工大学附属第二医院、华中科技大学同济医学院附属协和医院、深圳市大数据研究院、柏意慧心（杭州）网络科技有限公司、中国科学院深圳先进技术研究院共同组建，形成多学科交叉、产学研医协同的数字孪生医工交叉创新团队。团队长期从事心脑血管精准介入诊疗、医学人工智能与数字孪生等研究，获中国医院协会医院科技创新奖、广东医学科技奖一等奖及 MICCAI、Cyberworlds 等国际会议奖项。团队构建了心脑血管精准介入诊疗全栈仿真体系，多款原型系统和仿真软件已在三甲医院及企业推广应用。

项目名称：主动闭环交通控制仿真关键技术及平台研发与应用

· 清华大学、广州学塾加软件科技有限公司、北京建筑大学、广州市北二环交通科技有限公司

‖项目介绍





该项目围绕“主动闭环交通控制”核心目标，针对传统交通仿真精度不足、与实际管控脱节等瓶颈，系统性地构建了一套从精细建模到在线仿真的技术体系，是典型的“数据驱动”新一代交通仿真研究。

项目构建了“数据 - 模型 - 应用”的完整技术闭环，在从数据到模型的理论方面、从模型到应用的落地方面分别形成了关键的创新。在“数据 - 模型”侧，提出了多源数据融合的交通流模型在线优化方法，特别是车辆跟驰、OD 反推、状态估计等基础模型精度的提升，将路网级仿真准确度提升至 70%-90%，是实现高保真数字孪生的关键前提；在“模型 - 应用”侧，研发了参数实时校准与平行仿真评估模块，形成了可实战的仿真中台，有效跨越了从理论模型到决策支持的鸿沟，为闭环控制提供了可靠的“试验场”和“评估器”。

本项目累计发表论文 16 篇，获得授权发明专利 9 项，申请并公开发明专利 1 项，授权软著 22 项，行业标准 1 项，备案企业标准 1 项。本项目成果在厦门、南通、包头、泰州、岳阳、中山等城市智能交通系统建设与改善、以及广州市北二环、广佛高速、杭州市绕城高速等高速公路主动管控项目中获得应用，缓解了交通拥堵，提高了交通运输服务水平，取得了显著的社会效益。

团队介绍



第一完成人：李瑞敏
清华大学长聘教授，博士生导师，交通工程与地球空间信息研究所所长。



广州学塾加软件科技有限公司创始人、总经理沈文超，华南理工大学博士，深圳大学博士后，主要从事智能交通、交通仿真等领域研究



北京建筑大学教授焦朋朋，获中国商业联合会科学技术一等奖、中国物流与采购联合会科学技术一等奖等荣誉



广州市北二环交通科技有限公司扩建主任龙翔，广州市产业急需紧缺人才，越秀区产业发展创新人才

本项目汇聚了清华大学、广州学塾加软件科技有限公司、北京建筑大学、广州市北二环交通科技有限公司等单位的研发力量，形成了产、学、研、用紧密结合的协同创新团队。团队研究方向涵盖智能交通系统、交通信息与控制、交通仿真及大数据分析等多个领域，紧密围绕主动闭环交通控制关键技术开展攻关。

第一完成人清华大学长聘教授、博士生导师，交通工程与地球空间信息研究所所长。长期致力于智能交通系统、城市交通规划与管理、交通信息与控制、交通仿真及大数据分析、智能出行等。担任中国仿真学会交通建模与仿真专业委员会主任委员、国家道路交通管理工程技术研究中心副秘书长、全国城市道路交通文明畅通提升行动计划专家组专家等。荣获国家科技进步二等奖、北京市科学技术奖三等奖、厦门市科学技术进步二等奖、华夏建设科学技术奖三等奖、中国仿真学会优秀科技工作者等荣誉。

其他成员包括：沈文超博士（广州学塾加软件科技有限公司总经理、高级工程师，获中国仿真学会职业教育教学成果一等奖、广东省学校优秀教学成果奖二等奖、广东省应急与安全科技进步奖一等奖、广东省智能交通协会科学技术奖一等奖、广东省科学技术奖二等奖、中国智能交通协会科学技术奖二等奖，发明专利 7 项，实用新型专利 7 项，论文 15 篇），焦朋朋教授（北京建筑大学，获中国商业联合会科学技术一等奖、中国物流与采购联合会科学技术一等奖等荣誉），龙翔（广州市北二环交通科技有限公司扩建主任，广州市产业急需紧缺人才，越秀区产业发展创新人才，获广东省科技进步奖三等奖、广东省安全生产科技进步一等奖等荣誉），以及詹仙园、邹亮、徐伟龙、吴泓瑜、李义罡、马文欣等科研骨干力量。团队成员长期开展产学研紧密合作，在各自专业领域取得丰硕的科研成果与行业荣誉，形成具有强大创新能力和工程实践能力的协同团队。

项目名称：复杂动态场景机械手多物理场耦合仿真与高精度调控关键技术及应用

·重庆科技大学、重庆大学、重庆中科摇槽船信息科技有限公司、重庆华中数控技术有限公司、重庆工业智能技术研究院

项目介绍



高精度机械手是特种作业、高端制造、轨道交通等领域的核心装备，非稳态流体作用、生产线高频振动、极端温变等复杂环境对其随动响应速度、动态测量精度、作业稳定性等核心性能提出巨大挑战，对装备的自主可控性与场景适配能力要求极高，传统硬件优化、静态标定方案无法适配复杂动态干扰特性，亟需开发复杂动态场景下机械手多物理场耦合仿真与高精度调控关键技术。复杂动态场景下的机械手研发主要面临多物理场耦合机理表征缺失、仿真模型动态校准技术空白、多源干扰下调控精度与鲁棒性难以兼顾等重大问题。



本项目在国家和省部级重大研究计划支持下，成功开发了复杂动态场景下机械手多物理场耦合仿真与高精度调控关键技术，成果具有完全自主知识产权，技术辐射至航空航天、轨道交通、新能源汽车等领域，多年来持续带动新增产值增长，先后被多家权威媒体报道，有力推动了高端智能装备的自主可控进程。

‖团队介绍





项目参与单位包括重庆科技大学、重庆大学、重庆中科摇橹船信息科技有限公司、重庆华中数控技术有限公司、重庆工业智能技术研究院，形成了覆盖产学研全流程的闭环。

第一完成人重庆科技大学黎泽伦教授，博士，重庆铜梁人。2008 年 6 月毕业于合肥工业大学精密仪器及机械专业，获博士学位，重庆大学机械传动国家重点实验室博士后，美国伊利诺伊大学芝加哥分校访问学者。近年来主持或主研等国家及省部级科研项目 20 余项，在国内外期刊上发表论文 80 余篇，其中被 SCI/EI 收录 40 余篇，申请专利 90 余项，出版学术著作 1 本、教材 2 本。

项目其他完成人：吕中亮、殷雷、赵雪、李太福、杨孟涛（重庆科技大学）；郑道勤（重庆中科摇槽船信息科技有限公司）；尹爱军（重庆大学）；杨宝军（重庆工业智能技术研究院）；余金洋（重庆华中数控技术有限公司）。

项目名称：石化装置多目标优化与先进控制技术及应用

·北京化工大学，重庆大学，湖北宜化集团化工机械设备制造安装有限公司，北京嘉博云数科技有限公司，新疆天瑞能化有限公司

‖项目介绍



自动化控制在石化生产过程稳定运行和清洁生产中具有不可替代的支撑作用，而自控感知、建模、优化与反馈的智能化建设，是实现超稳控制的核心难点，其基本问题在于：①强噪声、非线性、大动态石化系统中变量关系的识别、实时建模与动态优化；②生产变量高时滞、强耦合条件下最优控制方案的自动决策。因此，智能建模与优化控制技术是提升石化生产效率、安全性和稳定性的关键。

本项目在国家自然科学基金及企事业重大项目支持下，针对上述问题，提出了领域知识与生产数据协同驱动的三层次、时空协同过程模型动态构建方法，实现复杂工况下生产状态、质量及关键指标的高精度表征；建立多点、多层次、多量纲、多尺度输入输出信号的关联关系，提出基于竞争交流膜算法的全局—局部协同产量优化方法；构建线性与非线性状态空间机理模型，提出线性与非线性控制器融合技术，并应用于实际生产。项目已授权专利 35 项、软件著作权 22 项，发表论文 67 篇（SCI 56 篇，其中 34 篇为仿真科学与技术领域高质量科技期刊），SCI 他引 5000 余次。项目培养国家级青年人才 1 人，重庆市学术技术带头人后备人选 1 人，北京市自动化学会优秀研究生 3 人，中国科协青年科技人才培育工程博士生专项获得者 1 人，硕士、博士、博士后 60 余人。成果已应用于 10 余家国有和民营企业，累计创造经济效益 3.11 亿元，取得显著的经济和社会效益。

团队介绍



韩永明，北京化工大学教授 / 博导。国家级青年人才，斯坦福大学发布的全球前 2% 顶尖科学家，主持国家 / 省部级项目 20 余项，获省部级科技进步二等奖 2 项，自然科学奖二等奖 1 项，获国家发明专利、软件著作权 40 余项，发表学术论文 200 余篇。



常承林，重庆大学副教授 / 硕导。重庆市学术技术带头人后备人选，入选重庆市科研顶岗人员培养计划。获省部级二等奖 4 项，发表学术论文 20 余篇。



王孟志，副教授 / 硕导，北京化工大学青年后备人才。主持国家级 / 省部级等科研项目 10 余项，发表高水平论文 20 余篇，获省部级科技进步奖 1 项。



耿志强，北京化工大学教授 / 博导，智能过程系统工程教育部工程研究中心主任。斯坦福大学发布的全球前 2% 顶尖科学家，主持国家 / 省部级项目 30 余项，获省部级科技进步一等奖 2 项、二等奖 4 项。



胡渲，北京化工大学副教授 / 硕导。主持国家自然科学基金青年科学基金项目（C 类），在 IEEE TII 等权威期刊 / 会议发表学术论文 30 余篇，获省部级科技进步奖 3 项。

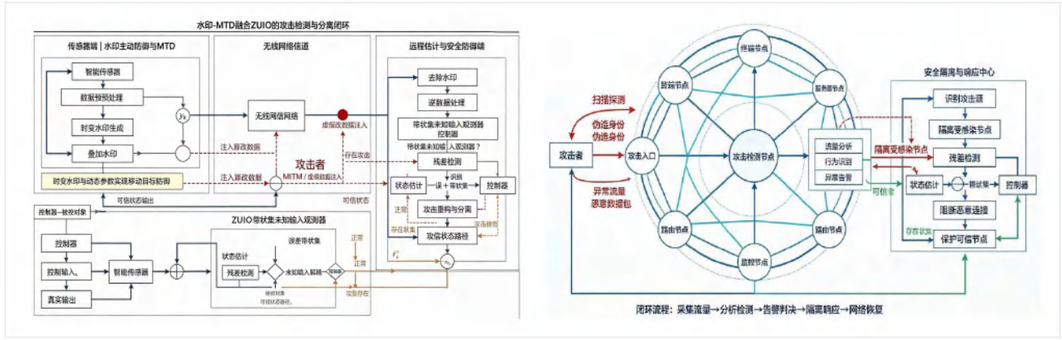


蔡磊，北京化工大学讲师 / 硕导。以第一作者在 Science、Nature Electronics 等国际权威期刊和会议发表论文 10 余篇，主持北京市自然科学基金、国家重点研发计划子课题，获省部级科技进步奖 1 项。

项目名称：信息物理系统安全估计与主动防御理论

· 武汉工程大学

项目介绍



本项目针对信息物理系统在未知有界噪声环境下面临恶意攻击威胁，系统开展了状态估计、安全检测与主动防御的理论与方法研究。提出基于约束多项式全对称多胞形的非凸集表示理论，建立面向非线性离散时间系统的集员状态估计框架，并开发降阶技术降低计算复杂度；构建基于全对称多胞形与未知输入观测器的安全估计方法，实现攻击信号的实时重构与主动隔离；设计融合主动水印、移动目标防御与事件触发机制的混合防御框架，提升隐蔽攻击检测能力；建立分布式共识估计系统的信息论安全分析模型，揭示攻击隐蔽性与估计性能退化间的量化折衷关系；提出不完全信息下 Stackelberg 博弈的功率调度策略，应对拒绝服务攻击中的资源分配难题。为非线性、非高斯、资源受限环境下的信息物理系统安全提供了系统的数学理论与算法支撑。

项目主要科学发现点包括：第一，首次将约束多项式全对称多胞形引入非线性系统状态估计，突破传统凸集表示的局限，实现了对非凸状态演化的精确追踪。第二，揭示了攻击信号、未知有界噪声与状态估计误差之间的耦合机理，界定了攻击识别的“死区”阈值，建立了从状态感知、攻击重构到物理隔离的闭环安全准则。第三，证明了移动目标防御参数未知时攻击者无法构造隐蔽攻击的本质属性，给出了事件触发机制下攻击隐蔽性与破坏性不可兼得的数学条件。第四，采用相对熵作为隐蔽性度量，首次导出分布式估计网络在 ε- 隐蔽攻击下集成均方误差的上界表达式，并发现系统谱半径与估计误差发散临界条件的内在联系。第五，将不完全信息 Stackelberg 博弈引入抗攻击功率分配，利用 KKT 条件与差分进化算法求解攻防双方最优策略。

‖团队介绍



刘皓

武汉工程大学教授，湖北省楚天学者，辽宁省百千万人才工程、沈阳市拔尖人才。现为中国自动化学会高级会员、中国指挥与控制学会高级终身会员、中国自动化学会青年工作委员会委员；担任 Journal of Information Assurance and Security 副主编，《控制工程》期刊的客座编委、美国“Mathematical Reviews”评论员；入选 2024、2025 年全球前 2% 顶尖科学家榜单；荣获中国科技产业化促进会科技创新奖一等奖 1 项、中国腐蚀控制技术协会科技进步二等奖 1 项、中国仿真学会自然科学二等奖 2 项、吴文俊人工智能科学技术奖科技进步奖二等奖 1 项、第二届国际大数据与数据挖掘会议杰出贡献奖 1 项。

项目名称：大规模复杂网络系统的协同演化与博弈控制

· 完成单位名称： 西南财经大学，电子科技大学

‖项目介绍





围绕大规模复杂网络系统的协同演化特征，针对系统时空耦合、资源受限、易遭受网络攻击等核心难题，开展安全学习协同控制与模糊同步控制研究。首次建立注入攻击下离散非线性系统安全判定准则，突破信息缺失与传输时延耦合瓶颈，设计融合信息感知与时延补偿的迭代学习控制方案。面向欺骗与 DoS 多重攻击耦合场景，提出输出估计机制与均方意义安全准则，从概率层面保证系统误差轨迹全局有界；将迭代学习融入多层供应链协同优化，揭示资源受限下学习型协同演化规律。基于 T-S 模糊模型构建变系数反应扩散网络同步控制方法，在模型与控制器隶属函数不一致时引入松弛矩阵补偿不稳定因素，揭示隶属函数边界信息对同步性能的调控机理，扩大同步可行域，降低控制器设计保守性，从时空动力学维度完善复杂网络协同演化理论体系。

聚焦大规模复杂网络系统的博弈控制，针对系统时钟异步、激励缺失、策略僵化等核心难题，开展分布式协同博弈实现机制与激励协同机制研究。提出“部分竞争矩阵”与“本质循环矩阵”两类判定准则，首次建立异步环境下大规模网络博弈控制的可判定理论；将嵌入空间拓展至莫比乌斯环，借助其多重最短路径几何特征增强复杂博弈关系表征能力，从鲁棒实现与关系表示层面破解异步协同博弈瓶颈。进一步揭示网络个体激励策略间的交互协同效应，挖掘随机惩罚与合作弱势策略的协同价值，突破经典博弈困境并形成稳定策略同盟，提升群体协作水平、削减协同防御开销；给出无标度网络分散式激励优化分配方案，厘清群组协同效应与激励分配的定量关联，为资源受限场景下博弈群体协同调控提供理论支撑，丰富网络演化博弈的激励调控体系。

‖团队介绍



熊文军

电子科技大学特聘教授 博导

教育部科技进步一等奖、四川省学术和技术带头人后备人选



陈姚

西南财经大学教授 博导

北京市自然科学二等奖、中国科学院数学与系统科学研究院年度突出科研成果奖



陈小杰

电子科技大学教授 博导

中国系统仿真学会智能物联系统建模与仿真专业委员会委员、四川省学术与技术带头人后备人选



黄迟

西南财经大学教授 博导

本科教育教学指导委员会主任

项目名称：非完整与欠驱动系统的抗干扰安全控制理论与仿真应用

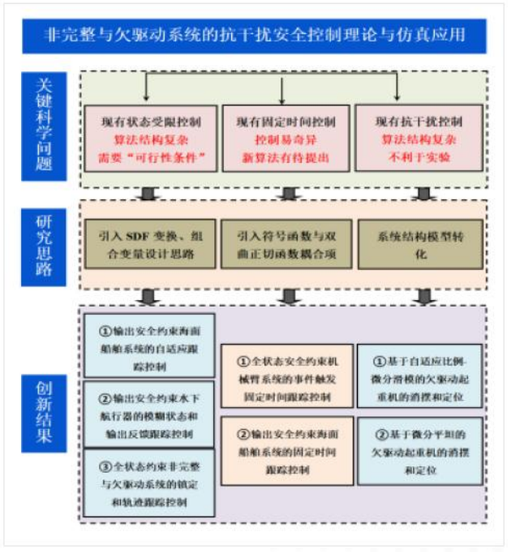
· 曲阜师范大学、济南大学

‖项目介绍



非完整与欠驱动系统普遍存在于实际工程中，其系统的分析与综合是控制学科的前沿难题。随着智能机器人、高技术船舶等战略性新兴产业集群式发展，复杂环境与安全约束条件下的非完整与欠驱动系统控制面临更大的挑战 强非线性、强耦合性、状态约束、外部干扰等，使得传统的控制理论和方法难以直接适用。针对这些挑战，本项目围绕“非完整与欠驱动系统的抗干扰安全控制理论与仿真应用”展开研究，提出了一系列创新的干扰估计与安全控制理论和方法，并在非完整与欠驱动系统实验平台进行了仿真应用，取得了具有一定影响力的原创成果。

创新点 1：针对非完整和欠驱动船舶系统，提出抗干扰安全控制策略，突破现有方法未兼顾约束与干扰、或需可行性条件的局限；解决了固定时间控制中滤波器导致虚拟控制器不可微难题。



创新点 2：针对欠驱动起重机系统，提出了基于微分平坦方法和自适应 PD 滑模控制方法的抗干扰安全定位和消摆控制方法，简化了系统结构，提升了系统瞬态性能。

创新点 3：提出约束实际固定时间稳定性概念及判定定理；针对外部干扰和安全约束下的机械臂、全驱动船舶、水下航行器系统，研究了固定时间控制、自适应控制等问题。

研究成果与科学发现得到了中国工程院 / 科学院院士、IEEE Fellow 在内的国内外著名学者、同行的广泛关注和正面引用，并引发了一系列后续研究工作，产生了很好的学术影响。

‖团队介绍



张中才

曲阜师范大学教授、博士生导师、山东省泰山学者青年专家、山东省高等学校青年创新团队负责人。主要从事非完整系统、欠驱动系统与康复机器人控制及应用等方面的研究工作。主持国家自然科学基金 3 项。



武玉强

曲阜师范大学教授、博士生导师、全国模范教师、山东省泰山学者特聘教授。主要从事非线性系统、非完整系统、欠驱动系统与康复机器人控制及应用等方面的研究工作。主持国家自然科学基金 10 项。



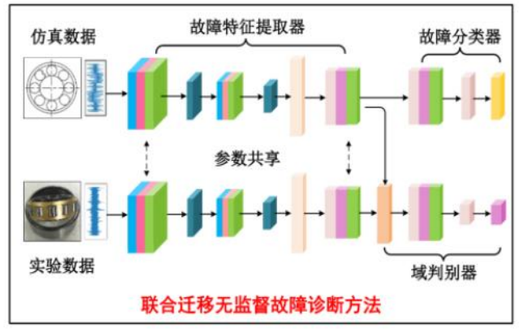
张梦华

济南大学教授、博士生导师、山东省泰山学者青年专家、山东省优秀青年科学基金项目获得者。主要从事非线性系统、欠驱动起重机系统与汽车悬架系统控制及应用等方面的研究工作。主持国家自然科学基金 3 项。

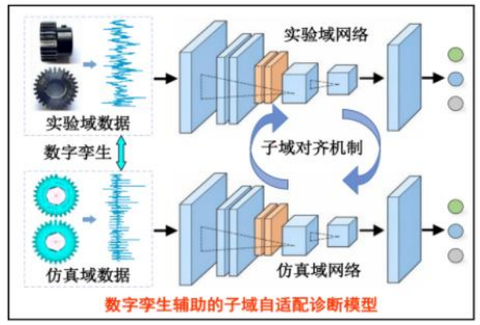
项目名称：面向机械传动系统智能诊断的故障仿真与特征学习方法

· 湖南大学

‖项目介绍



联合迁移无监督故障诊断方法



数字孪生辅助的子域自适配诊断模型

机械传动系统是高端工业装备的核心组成部分，其性能直接决定装备的可靠性、精度与效率。长期运行于高温、高速、重载等工况，机械传动系统的转子、轴承和齿轮等基础部件将产生不同故障模式。

面向机械传动系统长寿命、高可靠、可管理的服役需求，聚焦智能故障诊断“数模联动弱”、“样本质量低”、“知识协同难”的突出难题，在国家自然科学基金等资助下，项目研究了面向机械传动系统智能诊断的故障仿真与特征学习方法，形成贯穿“机理层 - 数据层 - 特征层 - 决策层”逻辑线的创新体系，主要科学发现和创新为：

(1) 创建了仿真引导的数据模型交互诊断新范式。(2) 提出了功能互馈的高质故障样本建模新框架。(3) 发展了特征相融的多域知识协同决策新方法。

项目 8 篇代表作主要发表于《Science China Technological Sciences》、《IEEE Transactions on Industrial Electronics》、《IEEE-ASME Transactions on Mechatronics》、《Mechanical Systems and Signal Processing》等领域权威期刊，他引总数为 1228 次，其中 SCI-E 他引总数 1131 次，单篇最高 SCI-E 他引 264 次；6 篇入选 ESI 高被引论文；中文论文入选机械工程学报高影响力论文。

‖团队介绍





HNU 智能故障诊断团队依托湖南大学机械与运载工程学院，长期致力于工业人工智能与运载装备机电系统的健康管理研究。本项目负责人邵海东副教授入选国家高层次青年人才、科睿唯安全球高被引科学家、爱思唯尔中国高被引学者；现任 IEEE TII、IEEE TSMC、IEEE TITS、ADVEI 等 10 余个 SCI 期刊副主编。获吴文俊人工智能青年科技奖、湖南省自然科学奖二等奖、吴文俊人工智能自然科学奖二等奖、中国振动工程学会科学技术奖二等奖、全国高校教师教学创新大赛二等奖。

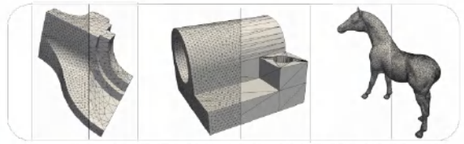
团队由 2 名教授、2 名副教授、3 名讲师和 40 余名博士 / 硕士研究生组成。主持或参与多项国家自然科学基金、国家重点研发计划、国家科技重大专项和研究所委托项目，出版学术专著 3 部，获省部级奖励 10 余项。团队研究生先后入选斯坦福全球前 2% 顶尖科学家榜单、中国科协青年人才托举工程博士生专项计划、获批湖南省自然科学基金青年学生基础研究项目、获中国国际大学生创新大赛湖南省一等奖、“金种子杯”大学生创业大赛银奖、湖南省研究生计算机创新大赛二等奖。

项目名称：算智融合仿真网格生成理论与方法

· 北京大学，深圳十沣科技有限公司，航天科工集团智能科技研究院有限公司

‖项目介绍





球填充法网格生成表面效果图（模型左为生成效果，右为原始结构）



球填充法网格生成内部效果图

仿真计算是工程研发的数字物理引擎，而网格生成是仿真的数字骨架，承担几何模型到数值求解的转换作用。面向超高精度、复杂构型、超大规模现代工程需求，网格生成存在三大痛点：网格质量不足造成数值发散、复杂几何导致算法鲁棒性差、大规模网格生成耗时久，制约研发迭代。本项目以突破底层计算几何算法壁垒、融合人工智能为核心，构建算智融合网格生成体系，同步实现网格质量、鲁棒性、生成效率三项关键突破，形成完整理论与方法体系，主要创新成果如下：

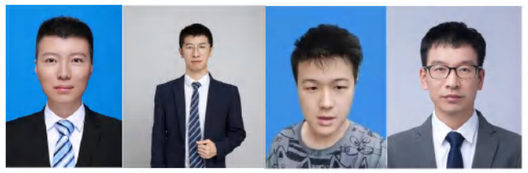
· 基于球填充法的高质量网格生成理论方法：建立尺寸场 - 球填充 - 网格质量耦合模型，搭建高质量网格生成新理论框架。

· 基于空腔重连的高鲁棒网格生成理论方法：首创 “有解必成” 的穷举式空腔重连思路，遍历局部区域全部可行单元离散构型，解决极端几何下网格生成失效难题。

· 基于算智双驱的高效率网格生成理论方法：提出分环节精准适配的算智协同框架，针对性破除各环节效率瓶颈。

项目产出 8 篇代表性论文，发表于 IJNME、AMMOD 等仿真顶刊与 T1 级权威期刊，成果收录于网格生成专著，得到多国院士高度评价。自主研发 AutoMesh3D 网格模块，集成至 SAP84 有限元软件，支撑国内工业软件自主可控。

‖团队介绍



郭宇飞　　尚菲菲　　邵嘉杭　　周洪伟

项目参与单位为北京大学、深圳十沣科技有限公司、航天科工集团智能科技研究院有限公司。

项目核心完成人均为北京大学网格生成课题组成员，梯队配置完善、产学研衔接紧密，各成员分工明确、协同攻关，共同完成本项目算智融合网格生成全套理论、算法体系构建与技术落地应用。其中，刘剑飞为课题组指导导师，长期深耕网格生成核心技术领域，搭建完善的网格生成技术研究体系，全程指导项目技术攻关与理论创新；郭宇飞、尚菲菲、邵嘉杭、周洪伟为课题组不同时期博士研究生，深度参与项目核心研发工作，毕业后持续深耕细分领域，分别推动成果在航天国防、国产工业软件领域产业化落地与迭代升级。

第一完成人郭宇飞，博士，高级工程师，以第一作者或通讯作者发表论文 40 余篇，谷歌学术引用 2500 余次。入选中国科协青年托举人才，获中国地理信息科技进步奖一等奖、中国仿真学会自然科学二等奖、中国图像图形学会自然科学二等奖、航天科工集团科技进步奖二等奖等多项奖项。

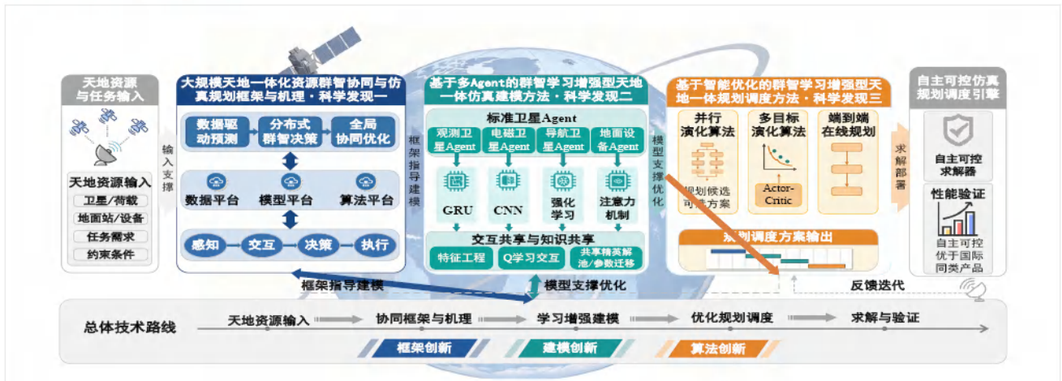
尚菲菲、周洪伟毕业后入职深圳十沣科技有限公司，持续深耕仿真网格生成技术研发与工业软件迭代，将本项目原创的高质量、高鲁棒、高效率网格生成核心技术应用于单位网格生成模块开发。

邵嘉杭为北京大学在读博士研究生，现阶段持续跟随刘剑飞老师攻关 AI 赋能智能网格生成前沿技术，参与多项重点科研项目，持续完善算智融合网格生成理论体系，推动技术持续迭代创新。

项目名称：群智学习增强型天地一体仿真建模与规划方法

· 国防科技大学系统工程学院

‖项目介绍



过去十年，我国卫星数量快速增长，如何实施高效、智能的管理与规划，是国家卫星系统建设与经营太空必须解决的基础性关键问题。本方法以天（卫星及载荷）、地（地面站及设备）资源为输入，构建任务 - 资源高精度仿真及组合优化模型，运用运筹学和计算智能方法，拟制卫星在轨行动计划，消解约束冲突，最大化卫星使用效益。主要科学发现包括：

（1）大规模天地一体化资源群智协同与仿真规划框架与机理；

（2）基于多 Agent 的群智学习增强型天地一体仿真建模方法；

（3）基于智能优化的群智学习增强型天地一体规划调度方法；

（4）自主可控的群智学习增强型天地一体仿真规划与调度引擎。

8 篇代表作被引 602 次，1 篇论文入选 ESI 1%，发表于 Science China (Information Sciences)、IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems、Swarm and Evolutionary Computation 等，获得了中国工程院苏东林院士、国际宇航科学院吴树范院士、加拿大科学院 Witold Pedrycz 院士、国际系统与控制科学院黄廷文院士等顶尖学者引用评价。研究方法支撑骨干卫星运行仿真与任务规划，值班保障国家级重大专项任务，产生重要社会效益。

项目执行期间人才培养效益显著，6 人次入选省部级人才工程。项目组成员入选中国科协青年人才托举工程 2 人次、湖南省杰青 2 人次、湖南省青年人才 1 人次、吴文俊人工智能青年科技奖 1 人次、全球 / 全国高被引学者 2 人次、国防科技大学高层次青年人才 1 人次。

‖团队介绍



第一完成人：

杜永浩，国防科技大学系统工程学院副教授，中国仿真学会资源规划仿真与决策专委会秘书长，入选中国科协青年人才托举工程、湖南省青年人才、全国高被引学者。从事智能优化方法与卫星运行调度研究，主持国自科面上、青年等项目十余项，研制了自主可控的学习增强型组合优化求解器 NOPT，广泛支撑工业、空天领域应用。以第一 / 通信作者在 IEEE TEVC、TSMC、TGRS、自动化学报、电子与信息学报等发文 30 余篇，第一作者出版《航天资源规划调度》系列丛书 3 部。获吴文俊人工智能青年科技奖 (1)、科技进步一等奖 (6)，中国仿真学会科技进步一等奖 (2)、自然科学二等奖 (1)，湖南省自然科学二等奖 (5)、优秀博士学位论文等。

开 源 平 台：https://gitee.com/duyonghao15/NOPT



所在团队介绍：

国防科技大学系统工程学院系统优化与决策研究团队成立于 2000 年，现有专职教师 15 人（省部级以上青年人才 10 人次）、硕博士研究生 70 余人、软件研发工程师 100 余人，由全国政协委员、任务规划领域专家陈英武教授领衔。团队聚焦复杂系统调度、规划、优化、决策关键科学问题，将运筹优化、人工智能、大数据、大模型等数智系统工程理论与方法落于实践，先后承担“高分辨率对地观测系统”“北斗卫星导航系统”等国家重大工程专项。

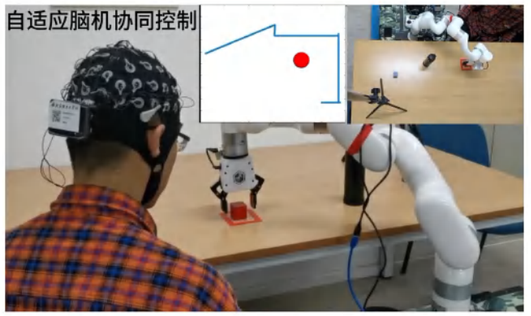
近五年，获省部级科技奖励一等奖 2 项、二等奖 4 项，国家一级学会科技奖励一等奖 5 项、二等奖 5 项。培养学生获中国国际大学生创新大赛银奖等国际、国家级奖励 10 余项，国家奖学金 10 人次，湖南省优秀毕业生 5 人次。培育产出省优秀博士学位论文 5 篇、优秀硕士学位论文 5 篇。毕业生行业认可度高，多数就职于航天、互联网、电网、银行领域校企核心岗位。

招生、招聘方向：复杂系统优化理论与方法、航天任务规划技术。加入我们：

项目名称：脑机接口驱动机器人的建模与仿真

· 北京理工大学、北京恒挚科技有限公司

‖项目介绍



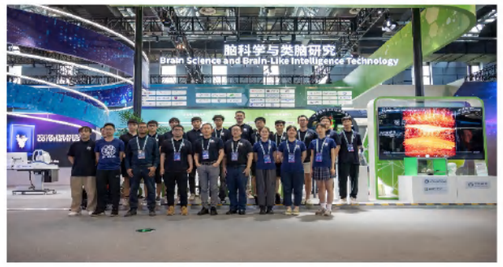


本项目属于系统仿真、人工智能、机器人和脑机接口交叉科学领域的关键基础问题。

脑控机器人已经成为脑机接口领域的国家重大需求，也是世界大国科技竞争的制高点。 然而，在自然应用场景中存在人的状态易变化、环境干扰多、脑机接口性能不稳定、被控对象的动力学特性复杂等一系列问题，导致人在回路脑控机器人难以走向实际应用。为此，亟需解决人在回路脑控机器人的共性基础性难题。项目聚焦“人在回路脑控机器人的脑控机理”、“鲁棒神经解码机制”、“脑机接口与自主智能的调控机理”三大本质科学问题，系统开展脑机接口驱动机器人的建模与仿真研究，具有重要理论意义和应用价值。

项目注重脑机接口驱动机器人的建模与仿真优化理论的源头创新和核心技术突破。70 篇主要论著，包括专著 2 部，IEEE 汇刊 30 篇及其他国内外权威期刊 40 篇，谷歌累计引用 4817 次，WOS 引用 2051 次，单篇最高他引 550 余次，论文进入 ESI 前 1% 高被引论文，IEEE 汇刊亮点论文、IEEE 国际会议最佳论文。成果被 12 位各国院士、20 余位 IEEE Fellow 正面引用和评价。相关成果获授权国家发明专利 15 项，入选《中国 2030 未来产业创新任务揭榜挂帅》、获 2023 年世界机器人大赛十大技术创新成果，已在中国兵器工业集团、中国联合石油有限责任公司、华为技术有限公司、北京宣武医院等企事业单位得到应用与验证，取得了显著的经济效益和社会效益。

‖团队介绍



北京理工大学智能人机系统团队



费炜杰　魏宇阳　李甲华



张佩瑜　王佳蓉　黄杰



刘东旭　毕路拯　刘莹

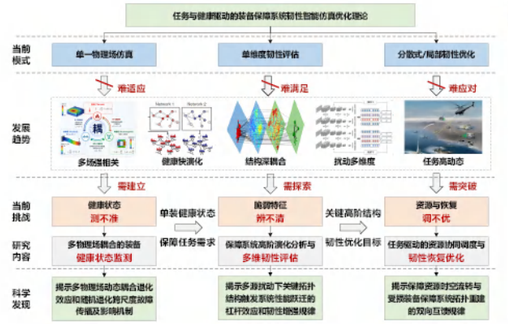
项目研究团队由北京理工大学智能人机系统团队牵头，联合北京恒挚科技有限公司，形成了一支产学研紧密结合、优势互补的高水平科研队伍。

团队由 2 名教授，4 名副教授和 1 名讲师，和 30 余名博士后、博士和硕士研究生组成。团队有近二十年脑机接口、控制和机器人领域的积累。在国际权威期刊等发表期刊会议论文 160 余篇（含约 40 篇 IEEE 汇刊论文），入选 ESI 高被引论文和 2020 欧盟脑机接口计划推荐论文。近年主持国家级项目十余项。获北京市自然科学奖二等奖、中国仿真学会教学成果奖一等奖、教育部自然科学奖二等奖和中国电子学会科技进步奖二等奖等。出版学术专著和教材四部。

项目名称：任务与健康驱动的装备保障系统韧性智能仿真优化理论

· 北京航空航天大学，郑州大学

‖项目介绍



装备保障系统是装备集群与作战效能的“生命线”，直接决定了装备能否“召之即来、来之能战、战之能胜”。党的二十大提出“加快装备系统作战力量建设”，装备集群向高维、异构、网络化加速演进，使得装备保障系统已演化为任务牵引、健康驱动的复杂巨系统。传统保障理论在健康表征、韧性涌现与恢复优化三大核心环节上面临严峻挑战，其根本在于：跨尺度动态耦合下的装备健康状态“测不准”、高阶结构涌现下的耦合网络脆弱特征“辨不清”、时空深度耦合下的资源调度与网络重构“调不优”。

本项目面向复杂装备保障系统开展健康精准表征、韧性脆弱评估与恢复优化调控研究，提升装备集群持续作战能力的现实需求，在科技部重点研发、国家自然科学基金等项目支持下，提出了“任务与健康驱动的装备保障系统韧性智能仿真优化理论”，取得的重要科学发现包括：

1）健康表征：揭示了多物理场动态耦合退化效应和随机退化跨尺度故障传播及影响机制，提出了高精度系统健康状态监测与可靠性评估方法；

2）韧性涌现：揭示了多源扰动下关键拓扑结构触发系统性能跃迁的杠杆效应和韧性增强规律，提出了面向功能恢复过程的高阶演化分析与多维韧性评估方法；

3）恢复互馈：揭示了保障资源时空流转与受损装备保障系统拓扑重建的双向互馈规律，提出了复杂约束下多层级保障资源联合配置与受损网络动态恢复的协同优化方法。

团队介绍



樊冬明
第一完成人
北京市科技新星



兑红炎
郑州大学 河南省杰青
河南省教育厅学术带头人



刘萌
郑州大学 副教授



刘淼淼
北京航空航天大学
河北省智能网联汽车
重点实验室副主任



高鋆添
北京航空航天大学 博士生

项目汇聚了北京航空航天大学、郑州大学等单位的科研力量，团队研究方向涵盖复杂系统通用质量特性、集群控制、韧性调控、智能仿真等多个领域，紧密围绕我国装备保障系统的韧性仿真与优化等关键技术开展攻关。

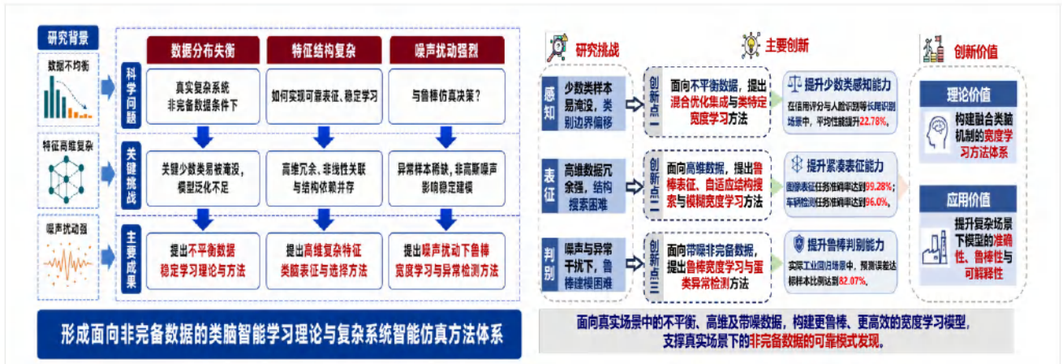
第一完成人北京航空航天大学樊冬明副研究员，北京市科技新星，长期聚焦于复杂集群系统智能仿真与优化、复杂系统效能评估、城市低空交通网络韧性调控。主持国家自然科学基金（面上 / 青年项目）、省部级重点实验室基金、航空基金、雄安新区科技部研发项目等国家级 / 省部级纵向项目 10 余项，参与中科院战略咨询项目、国家自然科学基金重点项目、Europe horizon 等项目 20 余项。担任 IEEE Reliability Society Newsletter 亚洲区负责人、中国工程院院刊 Engineering Measurement 、Complex Engineering System 、系统仿真学报等国内外领域期刊编委，同时担任中国仿真学会数字试验与测试分委会和中国航空学会可靠性分委会委员，发表高水平论文 70 余篇，授权 / 受理专利 40 余项，与撰写专著 2 部，荣获多项国际学会会议最佳论文奖、省部级科技进步奖一等奖、中国交通运输协会科技进步奖二等奖等荣誉。

团队其他完成人包括：兑红炎教授（郑州大学，河南省杰青，河南省教育厅学术带头人，主持国家自然科学基金面上等项目），刘淼淼副教授（北京航空航天大学，河北省智能网联汽车重点实验室副主任，主持国家重点研发计划课题、国家自然科学基金青年项目、省部级重点领域研发计划等项目），以及刘萌、高鋆添等青年骨干力量。团队成员长期合作发表论文、专利与软件著作权，取得了丰富的科研成果和产业化应用成效。

项目名称：面向非完备数据的类脑智能学习理论与仿真方法

· 华南理工大学、北京大学、华侨大学、北京师范大学珠海校区

项目介绍



随着工业互联网、智能制造和复杂感知系统的发展，复杂系统仿真面临多源异构数据不完整、类别分布不平衡、高维特征冗余、噪声干扰和异常样本稀缺等问题，导致仿真模型难以准确表征系统状态、有效学习运行规律并支撑可靠决策。针对复杂系统智能仿真中的数据与模型难题，本项目从仿生学角度出发，借鉴生物神经系统的信息处理机制，以宽度学习系统为核心架构，模拟大脑皮层横向并行扩展机制开展面向非完备数据的类脑智能仿真算法研究。项目围绕数据分布、特征结构和噪声扰动三个层面，提升复杂系统在不平衡、高维和带噪条件下的识别、异常检测与仿真分析能力，为智能制造装备综合分析、工业 4.0 网络入侵检测和多源异构数据综合仿真提供方法支撑。

项目围绕不平衡数据、高维数据和带噪数据三类关键科学问题开展研究，提出混合优化集成、增量加权集成和双核类特定宽度学习方法，提升少数类样本的识别能力；提出自适应可扩展神经结构搜索和模糊宽度学习方法，增强高维数据的特征表达、结构适应与规则解释能力；提出堆叠单类宽度学习和基于量化最小误差熵准则的鲁棒宽度学习方法，提高未知异常检测能力和复杂噪声环境下的模型稳定性。相关成果应用复杂轴承故障诊断、工业 4.0 网络入侵检测和多源异构数据综合仿真等场景。项目共发表论文 15 篇，其中 IEEE Trans 系列期刊论文 7 篇，8 篇代表性论文累计被引用 1114 次，相关成果获得国内外院士、IEEE Fellow 及领域专家的引用与评价。

Ⅱ团队介绍





杨楷翔现为华南理工大学副教授、院长助理，广东省重大人才工程入选者。2019年至2023年，他统筹建立面向多源异构非完备数据的类脑智能仿真理论体系，是项目算法设计的核心执行者。他是IEEE/CCF Senior Member，在IEEE TPAMI/TKDE/TIP/TNNLS、ICML、NeurIPS、KDD、AAAI等国际重要期刊会议发表学术论文100余篇，6篇入选ESI热点/高被引，谷歌引用3000余次，授权发明专利28项，受邀担任《Pattern Recognition》副主编、《自动化与信息工程》青年编委会副主任以及多个国际期刊客座编委。曾获中国仿真学会自然科学二等奖、浙江省科技进步一等奖、CCF自然科学二等奖、吴文俊人工智能科学技术二等奖等科技奖励。

面向非完备数据的类脑智能学习与仿真团队，团队由杨楷翔、陈武兴、张宗衍、余志文、张通、施一帆、刘竹琳、冯霜、陈俊龙组成，成员来自华南理工大学、北京大学、华侨大学和北京师范大学珠海校区。团队长期围绕不平衡学习、高维鲁棒表征、神经结构搜索、工业异常检测、非高斯噪声鲁棒建模和模糊宽度学习开展协同研究，共同支撑三项主要科学发现与8篇代表性成果。团队成员已出版多部学术专著，授权国内外专利多项，发表论文800余篇，其中IEEE Transactions论文400余篇，ESI前1%高被引论文40篇，5篇入选ESI前0.1%热门论文。团队成员主持了包括国家自然科学基金重点项目在内的50余项科研项目，获得国家科学技术进步二等奖1项，教育部自然科学一等奖2项，国家发明展览会金奖2项。