

中国电子学会科学技术 奖励公告

(二〇二一年)

中国电子学会

根据《中国电子学会科学技术奖管理办法》，经中国电子学会科学技术奖评审委员会评审、评审结果公示、中国电子学会理事长批准，2021 中国电子学会科学技术奖一等奖授奖项目 36 项，其中：自然科学 9 项，技术发明 13 项，科技进步 14 项；二等奖授奖项目 66 项，其中：自然科学 15 项，技术发明 11 项，科技进步 40 项；三等奖授奖项目 46 项，其中：自然科学 7 项，技术发明 5 项，科技进步 34 项；中国电子学会科学技术奖创新团队奖 2 项。

创新团队奖：2 项

团队名称	带头人	团队成员	主要支持单位	提名者
北京邮电大学未来网络创新团队	刘韵洁	黄韬, 谢人超, 刘江, 张娇, 潘恬, 汪硕, 杨帆, 朱海龙, 魏亮, 张晨, 石鸿伟, 陶高峰	北京邮电大学, 网络通信与安全紫金山实验室, 江苏省未来网络创新研究院	李国杰 段宝岩 张平
中车 IGBT 技术研发与产业化创新团队	刘国友 丁荣军 罗海辉	王彦刚, 肖强, 黄建伟, 覃荣震, 朱利恒, 李想, 李孔竞, 潘昭海, 姚尧, 戴小平	株洲中车时代电气股份有限公司	李树深 郝跃 罗安

一等奖：36 项

自然科学一等奖：9 项

序号	项目名称	主要完成人(所在单位)	提名者
1	不确定杂波瞬变姿态目标成像理论与方法	李亚超(西安电子科技大学) 左磊(西安电子科技大学) 张磊(中山大学) 邢孟道(西安电子科技大学)	西安电子科技大学
2	基于网络信息论的多维可视信号渐进编码传输理论与方法	熊红凯(上海交通大学) 刘光灿(南京信息工程大学) 戴文睿(上海交通大学) 李成林(上海交通大学) 王嘉(上海交通大学)	上海交通大学
3	超低功耗自旋信息调控机理及原型器件	赵巍胜(北京航空航天大学) 于海明(北京航空航天大学) 王昭昊(北京航空航天大学) 彭守仲(北京航空航天大学) 王梦醒(北京航空航天大学)	北京航空航天大学
4	钙钛矿基发光二极管	黄维(南京工业大学) 王建浦(南京工业大学) 王娜娜(南京工业大学) 李仁志(南京工业大学) 曹雨(南京工业大学)	南京工业大学
5	有限码长下高可靠极化编码理论与方法	牛凯(北京邮电大学) 张平(北京邮电大学) 戴金晟(北京邮电大学) 司中威(北京邮电大学) 董超(北京邮电大学)	北京邮电大学

2021 中国电子学会科学技术奖

序号	项目名称	主要完成人(所在单位)	提名者
6	基于互联网群体行为的资源动态分配理论方法	童咏昕(北京航空航天大学) 吕卫锋(北京航空航天大学) 徐毅(北京航空航天大学) 杨强(香港科技大学) 许可(北京航空航天大学)	北京航空航天大学
7	监督信息不完备条件下的视觉目标感知理论与方法	叶齐祥(中国科学院大学) 季向阳(清华大学) 焦建彬(中国科学院大学) 万方(中国科学院大学) 张宝昌(北京航空航天大学)	中国科学院大学
8	无线协作通信理论与方法	宋令阳(北京大学) 程翔(北京大学) 边凯归(北京大学) 邸博雅(北京大学) 张泓亮(美国普林斯顿大学)	北京大学
9	空基高维时变信道下阵列宽带传输理论与方法	肖振宇(北京航空航天大学) 高镇(北京理工大学) 王昭诚(清华大学) 朱立鹏(北京航空航天大学)	北京航空航天大学

技术发明一等奖：13 项

序号	项目名称	主要完成人	主要完成单位	提名者
1	移动通信用新型氮化物异质结构及电子器件	张进成, 张雅超, 毛维, 赵胜雷, 张苇杭, 刘志宏	西安电子科技大学	西安电子科技大学
2	多模态高鲁棒细微情感分析关键技术与系统	陶建华, 傅小兰, 刘斌, 雷震, 连政, 范音	中国科学院自动化研究所, 中国科学院心理研究所, 北京奇艺世纪科技有限公司	中国科学院自动化研究所
3	无栅格动态调制变速率光传送网关键技术与应用	忻向军, 刘博, 王光全, 常天海, 张琦, 孔凡华	北京邮电大学, 中国联合网络通信集团有限公司, 华为技术有限公司	北京邮电大学
4	CMOS 毫米波芯片与大规模集成相控阵技术与应用	尤肖虎, 赵涤燹, 由镭, 陈智慧, 杨之诚, 黄永明	东南大学, 中国航空技术国际控股有限公司, 网络通信与安全紫金山实验室, 深南电路股份有限公司, 成都天锐星通科技有限公司	东南大学

序号	项目名称	主要完成人	主要完成单位	提名者
5	时空谱编码耦合与深度网络解耦超限成像技术	石光明,高大化,牛毅,董伟生,钟晓明,包敏	西安电子科技大学,北京空间机电研究所	西安电子科技大学
6	粘贴型微型电流传感器关键技术研究及应用	李鹏,何金良,李立涅,田兵,胡军,王志明	南方电网数字电网研究院有限公司,清华大学,中国南方电网有限责任公司,南方电网科学研究院有限责任公司	南方电网数字电网研究院有限公司
7	卫星隐蔽通信关键技术及重大工程应用	安建平,王帅,李龙,陈超,蒙艳松,吴玉清	北京理工大学,中央军委联合参谋部第五十五研究所,北京电子技术应用研究所,西安空间无线电技术研究所,上海航天电子有限公司	北京理工大学
8	软件定义密码芯片关键技术及应用	刘雷波,朱敏,朱建峰,邓辰辰,魏少军,尹首一	清华大学,无锡沐创集成电路设计有限公司	清华大学
9	可重构高速高分辨率阵列采样技术及应用	曾浩,杨扩军,王厚军,黄武煌,张沁川,钱磊	电子科技大学	电子科技大学
10	网联化航空可视引导技术与装备	朱衍波,王志鹏,侯亚峰,杨林,唐晔旸,方堃	北京航空航天大学,民航数据通信有限责任公司,天津七一二通信广播股份有限公司,中国航空工业集团公司成都飞机设计研究所	北京航空航天大学
11	“声纹+”可信身份认证关键技术及应用	郑方,邬晓钧,徐明星,金磐石,李蓝天,肖永明	清华大学,北京得意音通技术有限责任公司,中国建设银行股份有限公司	清华大学
12	电磁辐射体模式耦合表征调控技术及应用	吴琦,苏东林,王晓明,孙宏涛,林赟,张栋梁	北京航空航天大学,中国电子科技集团公司第十研究所,中国航空工业集团公司成都飞机设计研究所	中国电子学会电磁兼容分会
13	中高轨航天器高动态高灵敏导航与中继测控关键技术及应用	陶然,邹浩,王猛,王西夺,李昂,董启甲	北京理工大学,航天恒星科技有限公司,中国电子科技集团公司第五十四研究所	北京理工大学

2021 中国电子学会科学技术奖

科技进步一等奖：14 项

序号	项目名称	主要完成人	主要完成单位	提名者
1	微小卫星用轻质、高可靠、耐辐照光纤陀螺	宋凝芳, 金靖, 陈小娟, 王爱民, 高福宇, 杜城, 潘雄, 王晓伟, 马坤, 张祖琛, 王功, 滕飞, 彭志强, 贺纪亮, 张浩石	北京航空航天大学, 北京控制工程研究所, 湖北三江航天红峰控制有限公司, 锐光信通科技有限公司, 北京世维通科技股份有限公司	北京航空航天大学
2	新型氧化物半导体显示技术研发及产业化应用	袁广才, 董学, 高文宝, 王章涛, 陈健, 宁策, 喻志农, 韩德栋, 陈小川, 马睿, 郑皓亮, 黄中浩, 胡合合, 王东方, 姚念琦	京东方科技集团股份有限公司, 合肥鑫晟光电科技有限公司, 北京理工大学, 重庆京东方光电科技有限公司, 北京大学	欧阳钟灿 甘子钊 刘云圻
3	非均匀介质电磁散射建模平台、关键技术及在国家重大工程中的应用	胡俊, 阙肖峰, 孙向阳, 宗显政, 管国云, 陈涌频, 聂在平, 陈伟, 顾庆水, 贾平昊, 李先进, 赵华鹏, 江明, 田蜜	电子科技大学	电子科技大学
4	卫星通信频轨资源综合管控技术及应用	何元智, 程粉红, 胡向晖, 张弛, 李伟, 张杰, 刘亚南, 李嘉颖, 金凤林, 和欣, 张周, 王利利, 林云, 赵洪华	军事科学院系统工程研究院网络信息研究所, 中国卫通集团股份有限公司, 国家无线电监测中心, 中国电子科技集团公司第二十二研究所, 中国人民解放军陆军工程大学	军事科学院
5	超大规模高性能图神经网络计算平台及其应用	吴飞, 杨红霞, 周靖人, 李玺, 赵洲, 吴超, 况琨, 林伟, 汤斯亮, 黄正行, 李英明, 周畅, 张健伟, 李永, 艾宝乐	浙江大学, 阿里巴巴达摩院(杭州)科技有限公司, 阿里云计算有限公司	浙江大学
6	千万核异构超级计算机并行优化方法及应用支撑技术	杨广文, 付昊桓, 薛巍, 陈德训, 刘鑫, 王兰宁, 刘卫国, 甘霖, 汪方, 王国蕾, 张伟, 黄震春, 刘钊, 赵文来, 李芳	清华大学, 国家超级计算无锡中心, 北京师范大学, 山东大学, 国家气候中心, 远景能源有限公司, 南方科技大学	清华大学

序号	项目名称	主要完成人	主要完成单位	提名者
7	应急管理现场指挥通信保障系统关键技术及应用	王莉, 费爱国, 沈渊, 杨继星, 徐连明, 孙鹏飞, 黄艳, 范晨, 陈尚义, 李靓, 马艳军, 张志龙, 马辉, 尉志青, 付玮琦	北京邮电大学, 应急管理部通信信息中心, 北京百度网讯科技有限公司, 清华大学, 海能达通信股份有限公司, 成都鼎桥通信技术有限公司	北京邮电大学
8	百瓦级紫外皮秒/纳秒激光器关键技术及系列智能制造装备	阮双琛, 吕启涛, 陈伟, 吴旭, 杜晨林, 欧阳德钦, 郭丽, 陈秋华, 曹洪涛, 钟木荣, 韩雨来, 何柏林, 谢圣君, 李少荣, 廖文	深圳大学, 大族激光科技产业集团股份有限公司, 深圳技术大学, 福建福晶科技股份有限公司	深圳市电子学会
9	工业互联网安全检测与防御关键技术及应用	王滨, 刘松, 张峰, 周少鹏, 万里, 王星, 林克章, 毕志城, 陈加栋, 吴昊, 何承润, 陈达, 饶伟康, 王国云, 斯鲁杰	杭州海康威视数字技术股份有限公司	中国电子科技集团有限公司
10	基于移动通话的新媒体平台关键技术及应用	廖建新, 李琳, 沈奇威, 崔芳, 郝红霞, 胡苏, 张磊, 苏毅, 徐童, 张犁, 崔兴宇, 董庆军, 石峰, 王耀兴, 吴康华	北京邮电大学, 咪咕文化科技有限公司, 华为技术有限公司, 杭州东信北邮信息技术有限公司, 中国移动通信集团终端有限公司	北京邮电大学
11	全国智慧法院体系工程关键技术及重大应用	许建峰, 孙福辉, 陈振宇, 刘江, 浦世亮, 孙明东, 葛季栋, 郑建国, 艾中良, 刘振宇, 潘嘉, 张鑫, 商成林, 郑昕, 王晓燕	人民法院信息技术服务中心, 南京大学, 科大讯飞股份有限公司, 杭州海康威视数字技术股份有限公司, 北京华宇信息技术有限公司, 南京通达海科技股份有限公司, 中国司法大数据研究院有限公司, 深圳市腾讯计算机系统有限公司, 浪潮软件集团有限公司, 中国政法大学	潘云鹤 杨小牛 王永良

2021 中国电子学会科学技术奖

序号	项目名称	主要完成人	主要完成单位	提名者
12	复杂服务计算关键技术研究与应用	尹建伟, 邓水光, 计光, 范径武, 陈伟, 朱志峰, 杨宏旭, 周峰, 黄李伟, 李莹, 尚永衡, 朱家鑫, 郭红波, 杨皓淳, 智晨	浙江大学, 新华三技术有限公司, 恒生电子股份有限公司, 中国科学院软件研究所, 浙江核新同花顺网络信息股份有限公司, 八维通科技有限公司	浙江大学
13	大容量移动视频智能传输关键技术及应用	江涛, 华新海, 高鹏, 李勇, 尹芹, 王德勇, 张冬晨, 屈代明, 徐灵敏, 韩东, 颜欢, 陈达, 李行政, 刘光华, 赵学义	华中科技大学, 中兴通讯股份有限公司, 中国移动通信集团设计院有限公司, 清华大学, 新疆联海创智信息科技有限公司	华中科技大学
14	国产打印机核心 SoC 芯片系列化自主研发及规模化应用	黄凯, 汪栋杰, 尹爱国, 严晓浪, 易尧华, 郜超军, 丁励, 郑丹丹, 刘智力, 侯广乾, 袁延庆, 蒋小文, 陈泽福, 陈亮, 冯炯	浙江大学, 珠海艾派克微电子有限公司, 珠海奔图电子有限公司, 郑州大学, 武汉大学, 杭州朔天科技有限公司	浙江大学

二等奖：66 项

自然科学二等奖：15 项

序号	项目名称	主要完成人 (所在单位)	提名者
1	一维结构半导体材料生长机制、缺陷物理和特性应用	唐江 (华中科技大学) 陈时友 (复旦大学) 陈超 (华中科技大学) 宋海胜 (华中科技大学) 王亮 (华中科技大学)	杨德仁 龚新高 褚君浩
2	电力物联网安全低功耗资源调度	肖亮 (厦门大学) 吴迪 (中山大学) 赵成成 (浙江大学) 程鹏 (浙江大学)	厦门大学
3	高精度环境传感器创新设计理论与方法	赵剑 (大连理工大学) 黄辉 (大连理工大学) 刘蓬勃 (大连理工大学)	大连理工大学
4	高效协作安全通信和合法监听理论与方法	陈晓明 (浙江大学) 钟财军 (浙江大学) 张朝阳 (浙江大学)	浙江大学

序号	项目名称	主要完成人(所在单位)	提名者
5	广义正交、非正交编码信号设计理论与方法	马 征(西南交通大学) 范平志(西南交通大学) 包金晨(中国电子科技集团公司第二十九研究所) 章正权(西南交通大学) 彭代渊(西南交通大学)	西南交通大学
6	机器学习中的稀疏表示、求解与评价	张长水(清华大学) 孙仕亮(华东师范大学) 龚平华(清华大学) 刘 壮(加州大学伯克利分校) 盖 坤(清华大学)	清华大学
7	基于纠缠的量子通信及噪声处理理论与方法	盛宇波(南京邮电大学) 周 澜(南京邮电大学) 邓富国(北京师范大学) 丁冬生(中国科学技术大学) 史保森(中国科学技术大学)	南京邮电大学
8	极化 SAR 目标散射表征与信息提取方法研究	粟 毅(中国人民解放军国防科技大学) 全斯农(中国人民解放军国防科技大学) 王 威(中国人民解放军国防科技大学) 项德良(中国人民解放军国防科技大学) 李永祯(中国人民解放军国防科技大学)	中国人民解放军国防科技大学
9	纳米电子传感器件的研制及其在肿瘤早期诊断中的应用研究	汪联辉(南京邮电大学) 苏 邵(南京邮电大学) 宇文力辉(南京邮电大学) 晁 洁(南京邮电大学) 张 颖(南京邮电大学)	南京邮电大学
10	软件定义网络系统的可扩展拓扑结构和控制平面理论	郭得科(中国人民解放军国防科技大学) 罗来龙(中国人民解放军国防科技大学) 谢俊杰(中国人民解放军国防科技大学) 沈玉龙(西安电子科技大学) 陈 涛(中国人民解放军国防科技大学)	中国人民解放军国防科技大学
11	时频混叠信号精确电子侦察理论与应用	刘章孟(中国人民解放军国防科技大学) 黄知涛(中国人民解放军国防科技大学) 郭福成(中国人民解放军国防科技大学) 张 敏(中国人民解放军国防科技大学) 王 翔(中国人民解放军国防科技大学)	中国人民解放军国防科技大学
12	碳基纳米材料的结构调控和特异电子学性能研究	张亚非(上海交通大学) 苏言杰(上海交通大学) 杨 志(上海交通大学) 胡南滔(上海交通大学) 张耀中(上海交通大学)	上海交通大学

2021 中国电子学会科学技术奖

序号	项目名称	主要完成人(所在单位)	提名者
13	微纳气湿敏传感材料与器件构筑及其敏感机理研究	张冬至(中国石油大学(华东)) 薛庆忠(中国石油大学(华东)) 王东岳(中国石油大学(华东)) 姜传星(中国石油大学(华东))	中国石油大学(华东)
14	云外包数据安全基础理论与方法	向涛(重庆大学) 廖晓峰(重庆大学) 李洪伟(电子科技大学) 胡春强(重庆大学) 陈飞(深圳大学)	重庆市电子学会
15	互联网舆情传播演化的分析、建模与预测	刘云(北京交通大学) 熊菲(北京交通大学) 冀振燕(北京交通大学) 武志昊(北京交通大学) 沈波(北京交通大学)	北京交通大学

技术发明二等奖：11 项

序号	项目名称	主要完成人	主要完成单位	提名者
1	安全自组织无线接入技术	李建东, 苏郁, 盛敏, 刘俊宇, 黄振海, 马剑	西安电子科技大学, 中移(成都)信息通信科技有限公司, 西安西电捷通无线网络通信股份有限公司, 华为技术有限公司	西安电子科技大学
2	高速高精度 ADC/DAC 关键技术	刘新宇, 武锦, 吴旦昱, 周磊, 郭轩, 郑旭强	中国科学院微电子研究所, 苏州迅芯微电子有限公司	中国科学院微电子研究所
3	EISCAT_3D 雷达天线子阵技术	方佳, 金谋平, 江涛, 陶蕾, 刘颂阳, 吕丽红	中国电子科技集团公司第三十八研究所	中国电子科技集团有限公司
4	复杂干扰环境下的航天测控链路实时监测技术	姬红兵, 刘友永, 李林, 臧博, 赵大恒, 张文博	西安电子科技大学, 中国电子科技集团公司第五十四研究所	西安电子科技大学
5	复杂环境下海面目标感知处理技术及应用	史建涛, 王宁, 周明, 侯颖妮, 孟晋丽, 王亚峰	中国电子科技集团公司第十四研究所	中国电子科技集团有限公司
6	航空装备一体化仿真建模关键技术、模型体系及应用	王志乐, 孙忠云, 王念伟, 齐越, 许路航, 孙文柱	中国人民解放军海军航空大学青岛校区, 中国航空无线电电子研究所, 北京航空航天大学青岛研究院	中国人民解放军海军航空大学青岛校区

序号	项目名称	主要完成人	主要完成单位	提名者
7	化学气相沉积工艺及成套装备	方海生, 刘胜, 甘志银, 刘俊龙, 马远, 马千里	华中科技大学, 武汉大学, 广东众元半导体科技有限公司, 湖北菲利华石英玻璃股份有限公司, 中电化合物半导体有限公司	华中科技大学
8	异构计算服务器的资源池化和调度关键技术及应用	李仁刚, 王恩东, 赵雅倩, 王彦伟, 吴韶华, 刘涛	浪潮电子信息产业股份有限公司, 浪潮(北京)电子信息产业有限公司	浪潮电子信息产业股份有限公司
9	用于精密制造检测的微焦点X射线源关键技术及应用	刘骏, 王刘成, 张伟, 阴生毅, 吴懿平	无锡日联科技股份有限公司, 中国科学院空天信息创新研究院, 华中科技大学	江苏省电子学会
10	有机发光二极管制造技术	廖良生, 武启飞, 黄稳, 祝晓钊, 王照奎, 冯敏强	苏州大学, 江苏集萃有机光电技术研究所有限公司, 苏州方昇光电股份有限公司	李述汤, 祝世宁, 江风益
11	自主可控宽带硅基射频前端芯片及应用	段宗明, 李智群, 黄志祥, 王研, 吴博文, 戴跃飞	中国电子科技集团公司第三十八研究所, 东南大学, 安徽大学	中国电子科技集团有限公司

科技进步二等奖：40 项

序号	项目名称	主要完成人	主要完成单位	提名者
1	面向跨语言搜索引擎的新型机器翻译关键技术及应用	孙茂松, 刘洋, 许静芳, 张嘉成, 张檬, 戴磊, 王小川, 丁延卓, 鲁涛, 米尔阿迪力江·麦麦提	清华大学, 北京搜狗科技发展有限公司	清华大学
2	单片式高性能车载电容触摸屏关键技术研发及大规模产业化应用	沈奕, 姚若河, 王双喜, 詹前贤, 吴锡淳, 王江涌, 朱世健, 张汉焱, 刘余东, 姜华	汕头超声显示器技术有限公司, 华南理工大学, 汕头大学, 广东汕头超声电子股份有限公司, 苏州睿仟科技有限公司, 汕头超声显示器(二厂)有限公司, 汕头超声显示器有限公司	广东省电子学会
3	智能边缘网络关键技术及产业应用	赵海涛, 张晖, 张晗, 倪艺洋, 夏文超, 蔡艳, 王琴, 闫新成, 陆平, 邵澄	南京邮电大学, 中兴通讯股份有限公司	南京邮电大学

2021 中国电子学会科学技术奖

序号	项目名称	主要完成人	主要完成单位	提名者
4	自主可控输入输出设备关键技术及系统	王泉, 万波, 刘锦辉, 刘刚, 杨鹏飞, 王义峰, 田玉敏, 吴自力, 潘蓉, 罗楠	西安电子科技大学	西安电子科技大学
5	500kV 及以下交联聚乙烯绝缘光纤复合海底电缆系统及产业化	胡明, 赵囿林, 王丽媛, 张洪亮, 张华, 叶成, 张小龙, 王俊勇, 金星宇, 刘磊	中天科技海缆股份有限公司	中天科技海缆股份有限公司
6	5G 多模多频协同组网基站系统及大规模应用	傅强, 马红兵, 苗守野, 迟永生, 李福昌, 谭胜斌, 张亮, 张涛, 曹亘, 王权	中国联合网络通信有限公司, 华为技术有限公司, 中兴通讯股份有限公司, 大唐移动通信设备有限公司	中国联合网络通信有限公司
7	5G 高性能基带关键技术及应用	郭丹丹, 毕文仲, 邹伟松, 朱瑜, 廖俊锋, 程伟森, 王立平, 庞辉, 王玺, 钟小武	中兴通讯股份有限公司	中兴通讯股份有限公司
8	5G 终端用射频前端关键技术	钱峰, 张健, 魏鸿基, 蔡文必, 蒋东铭, 狄然, 李晓鹏, 林志东, 李亚军, 林义书	中国电子科技集团公司第五十五研究所, 南京国博电子股份有限公司, 厦门三安集成电路有限公司, 南京新芯电子科技有限公司	中国电子科技集团有限公司
9	X/Ku/Ka 波段硅基全集成四通道 TR 芯片关键技术及应用	张浩, 孙磊, 万川川, 汪粲星, 吴俊杰, 邓青, 徐宏林, 王科平, 赵远, 董佳宇	中国电子科技集团公司第十四研究所, 南京美辰微电子有限公司, 天津大学	中国电子科技集团公司第十四研究所
10	靶场目标弹道精密测量与辨识技术	王展, 李双勋, 邓彬, 楼生强, 杨琪, 辛勤, 罗成高, 曾旻, 刘康, 罗胜	中国人民解放军国防科技大学	中国人民解放军国防科技大学
11	边端协同技术及其在安保指挥通信系统中的应用	范文浩, 蒋叶林, 唐碧华, 连全斌, 刘凯明, 王可, 明悦, 鲁志兵, 谢刚, 吴帆	北京邮电大学, 海能达通信股份有限公司	北京邮电大学
12	超高清显示驱动系列化芯片开发及应用	姜建德, 刘卫东, 于岗, 余横, 马柯, 蒋铮, 李锋, 杨青, 肖龙光, 司派发	海信视像科技股份有限公司, 青岛信芯微电子科技有限公司, 上海顺久电子科技有限公司, 宏祐图像科技(上海)有限公司	海信集团控股股份有限公司

序号	项目名称	主要完成人	主要完成单位	提名者
13	电力通信网络弹性管控关键技术及应用	郭少勇, 刘川, 公备, 鞠卫国, 陆继钊, 李文萃, 陶静, 邱雪松, 刘世栋, 卜宪德	全球能源互联网研究院有限公司, 北京邮电大学, 中通服咨询设计研究院有限公司, 北京工业大学, 国网河南省电力公司信息通信公司	全球能源互联网研究院有限公司
14	多频共口径大容量基站天线关键技术与应用	薛泉, 车文荃, 赖展军, 杨琬琛, 王强, 廖绍伟, 冯文杰, 贾飞飞, 陈海东, 黄立文	华南理工大学, 京信通信技术(广州)有限公司, 南京理工大学	华南理工大学
15	复杂体系仿真实验与评估关键技术及应用	李妮, 黄晓冬, 宋晓, 肖路昊, 马耀飞, 苑海涛, 杨森, 龚光红, 李玉红, 侯彦丞	北京航空航天大学, 中国人民解放军海军航空大学航空作战勤务学院, 北京创奇视界科技有限公司	北京航空航天大学
16	高含水含气原油高频调制双频高压智能控制电脱装备应用	刘新福, 刘春花, 刘峰, 郝忠献, 王优强, 郝爱刚, 王建峰, 王德祥	中国石油大学(华东), 青岛理工大学, 中国石油天然气股份有限公司勘探开发研究院, 胜利油田鲁胜石油开发有限责任公司五分公司	中国石油大学(华东)
17	高精度复杂轻质复合材料天线一体化集成设计及制造技术	薛伟锋, 许春停, 韦生文, 白晶莹, 洪肇斌, 陈明, 刘云彦, 张辉, 冯立, 周海峰	中国电子科技集团公司第三十八研究所, 北京卫星制造厂有限公司	中国电子科技集团有限公司
18	高性能集成电路用陶瓷外壳关键技术	高岭, 张峻君, 毕大鹏, 路聪阁, 王杰, 吴亚光, 李含, 彭博, 李彩然, 杨德明	中国电子科技集团公司第十三研究所	中国电子科技集团公司第十三研究所
19	工业级高性能数字多道能谱分析器研发与应用	龚亚林, 肖宪东, 于海明, 张伟, 李岩峰, 宋青锋, 陈月红, 吴志强, 魏晓云, 张永君	丹东东方测控技术股份有限公司	丹东东方测控技术股份有限公司
20	海量存储阵列核心芯片与应用装备研发及产业化	骆建军, 刘海奎, 周迪, 武国胜, 樊凌雁, 夏莹杰, 徐晓玉, 冯春阳, 白晓, 吕立强	杭州电子科技大学, 杭州华澜微电子股份有限公司, 浙江宇视科技有限公司, 成都纳能微电子有限公司, 杭州远眺科技有限公司	浙江省电子学会

2021 中国电子学会科学技术奖

序号	项目名称	主要完成人	主要完成单位	提名者
21	海上非合作目标属性和任务综合辨识技术及应用	贺文娇,王成刚,王侃,李思奇,崔国龙,代翔,黄细凤,张海瀛,王明阳,易伟	中国电子科技集团公司第十研究所,电子科技大学	中国电子科技集团有限公司
22	航天高精度测控大规模阵列综合处理技术	陈颖,唐洪军,邵永杰,吴江,刘盛利,朱道山,唐宇,张波,仇三山,张晓波	中国电子科技集团公司第十研究所	中国电子科技集团有限公司
23	基于 GaN 器件的超宽带 T/R 组件	周丽,吴昌勇,余雷,揭海,张文锋,王超杰,王安劳,季兴桥,姚瑞林,杜立新	中国电子科技集团公司第二十九研究所	中国电子科技集团有限公司
24	基于电力物联网的感知芯片与终端技术及产业化应用	祝恩国,刘宣,卢继哲,阿辽沙·叶,赵兵,林繁涛,唐晓柯,张海龙,李然,任毅	中国电力科学研究院有限公司,北京智芯微电子科技有限公司,国网湖北省电力有限公司营销服务中心(计量中心),青岛鼎信通讯股份有限公司,国网冀北电力有限公司计量中心	中国电力科学研究院有限公司
25	基于多模态身份识别的智能金融终端及跨域云服务平台	黄跃珍,张文生,金连文,彭龙,魏东,金晓峰,梁添才,赖松轩,朱翔昱,刘晓东	广州广电运通金融电子股份有限公司,中国科学院自动化研究所,华南理工大学,中国人民解放军国防科技大学	廖湘科,魏正耀,王秋良
26	基于铜芯数模复合基板的宽带微波组件技术	林玉敏,廖翱,边方胜,舒攀林,戴广乾,陶霞,董东,笪余生,龚小林,陈丽丽	中国电子科技集团公司第二十九研究所	中国电子科技集团有限公司
27	加速器高频系统关键技术及应用	魏世东,王志宇,姜勇,余才军,高岷民,李艳东,刘宇,邵炫,付浩然,郭际	中国航天科工集团第二研究院二十三所	中国航天科工集团第二研究院二十三所
28	空调器微气候智慧舒适调节系列关键技术及产业化	吴剑,李喜武,王飞,刘聚科,许文明,许国景,周枢,刘海波,刘丙磊,袁俊军	青岛海高设计制造有限公司,青岛海尔空调器有限总公司	海尔集团技术研发中心

序号	项目名称	主要完成人	主要完成单位	提名者
29	面向城市路网的交通决策支持与智能管控关键技术及应用	张俊,程健,郭唐仪,张继锋,朱昂,郝建根,江超阳,晁晓宁,徐永能,付安民	南京莱斯信息技术股份有限公司,中国电子科技集团公司第二十八研究所,南京理工大学	中国电子科技集团有限公司
30	面向工业场景的5G专网技术创新、设备研制和应用	唐雄燕,王友祥,黄蓉,郭丽萍,荆雷,李红五,周旭,肖耿,范斌,王立文	中国联合网络通信有限公司,北京东土科技股份有限公司,中兴通讯股份有限公司,中国科学院计算机网络信息中心	中国联合网络通信有限公司
31	面向铁区一体化管控的工业互联网融合创新关键技术及产业化应用	肖学文,祝守宇,孙小东,郑屹,裴斌,谢皓,邢镇,王刚,张辉,杨博	中冶赛迪重庆信息技术有限公司,重庆工业大数据创新中心有限公司	中冶赛迪重庆信息技术有限公司
32	民用航空GNSS地基增强系统(GBAS)	耿永超,任小伟,郑金华,胡耀坤,杨明,程松,褚映红,李宏肖,王晓旺,翟建勇	中电科西北集团有限公司	中国电子科技集团有限公司
33	数字化工作环境WE研发与产业推广	杨军,钟晨,石元兵,付杰,余新胜,刘淮松,吕翊,张超,陈科,钱宝生	中国电子科技集团公司第十五研究所,北京太极信息系统技术有限公司,成都卫士通信息安全技术有限公司,中国电子科技集团公司第三十二研究所,北京慧点科技有限公司,中电科技(北京)有限公司,北京人大金仓信息技术股份有限公司	中国电子科技集团公司第十五研究所
34	天基任务优化决策和精准控制关键技术及应用	陈韬亦,谷宏志,颜博,陈勇,刘晓丽,马英哲,张超,白晶,杨纪伟,郝建波	中国电子科技集团公司第五十四研究所	中国电子科技集团有限公司
35	透明电极薄膜绿色制造关键技术及应用	周小红,陈林森,浦东林,魏国军,姚益明,基亮亮,方宗豹,黄文彬	苏州苏大维格科技集团股份有限公司,苏州维业达触控科技有限公司	江苏省电子学会

2021 中国电子学会科学技术奖

序号	项目名称	主要完成人	主要完成单位	提名者
36	网络化测试技术及应用	许川佩, 张海庆, 牛军浩, 李智, 胡聪, 邹芳宁, 王盘伟, 谈恩民, 朱爱军, 陈涛	桂林电子科技大学, 中电科思仪科技股份有限公司, 桂林航天工业学院	桂林电子科技大学
37	星地一体通信网络监测识别技术及应用	王勇, 马涛, 傅好华, 王磊, 马春来, 王忠华, 骆盛, 黄郡, 赵青松, 左磊	中国人民解放军国防科技大学, 中国人民解放军 32802 部队, 中国电子科技集团公司第三十八研究所, 成都德辰博睿科技有限公司	中国人民解放军国防科技大学
38	疫情防控与复工复产大数据平台关键技术及应用	林晖, 刘弋锋, 王鹏达, 吕相文, 郭轲, 王亚坤, 韩国权, 焦秀珍, 尚健, 周彦果	中国电子科技集团公司电子科学研究院, 电科云(北京)科技有限公司, 太极计算机股份有限公司	中国电子科技集团有限公司
39	云计算系统安全关键技术与应用	邹德清, 徐鹏, 袁斌, 杨天若, 羌卫中, 代炜琦, 李珍, 马晓静, 张云鹤, 梅松	华中科技大学, 武汉天喻信息产业股份有限公司, 曙光信息产业股份有限公司	华中科技大学
40	自主可控高性能计算机系统关键技术与应用	贡维, 公维锋, 李岩, 张峰, 赵坤, 吕东波, 许泗强, 李文方, 王晓宇, 荣世立	浪潮电子信息产业股份有限公司	山东电子学会

三等奖：46 项

自然科学三等奖：7 项

序号	项目名称	主要完成人(所在单位)	提名者
1	高性能气体传感器及其特性气敏机制研究	马建民(湖南大学) 王 磊(湖南大学)	湖南大学
2	硅栅控发光器件的结构设计、性能调控与光电应用	徐开凯(电子科技大学) 于 奇(电子科技大学) 张正元(中国电子科技集团公司第二十四研究所) 赵建明(电子科技大学) 刘海涛(重庆大学)	四川省电子学会

序号	项目名称	主要完成人(所在单位)	提名者
3	基于电磁散射机理的SAR目标识别方法	文贡坚(中国人民解放军国防科技大学) 丁柏圆(中国人民解放军国防科技大学) 何思远(武汉大学) 闫 华(北京环境特性研究所) 黄小红(中国人民解放军国防科技大学)	中国人民解放军国防科技大学
4	基于二维材料的纳电子器件研究	雷 鸣(北京邮电大学) 吕 劲(北京大学) 屈贺如歌(北京邮电大学) 高政祥(北京大学)	郭万林,张跃, 刘云圻
5	铁性材料的结构优化设计、性能调控及其内在机制研究	魏 杰(西安交通大学) 王大威(西安交通大学) 吴春芳(西安工业大学)	西安交通大学
6	通感融合服务的智慧专网高效传输与资源管控理论和方法	黄 东(贵州大学) 徐勇军(重庆邮电大学) 黄海松(贵州大学) 秦小林(中科院成都信息技术股份有限公司) 陈前斌(重庆邮电大学)	贵州大学
7	信道编码纠错新机理	马 啸(中山大学) 白宝明(西安电子科技大学) 赵山程(暨南大学) 蔡穗华(中山大学)	中山大学

技术发明三等奖：5项

序号	项目名称	主要完成人	主要完成单位	提名者
1	超大尺度复杂电磁环境快速预测	石丹,刘晓勇,付松, 周晓雅,周龙建	北京邮电大学,国家无线电监测中心检测中心,中国电子科技集团公司第十研究所	中国电子学会电磁兼容分会
2	高精度微型复合离子源质谱检测技术及应用	唐彬,罗宗昌,梁沁沁, 韩方源,李海洋,朱立平	广西电网有限责任公司电力科学研究院,中国科学院大连化学物理研究所,广西电网有限责任公司南宁供电局	广西电网有限责任公司
3	基于硅基微流道的宽带射频异构集成热管理技术	向伟玮,张剑,卢茜, 陈显才,李阳阳,刘江洪	中国电子科技集团公司第二十九研究所	中国电子科技集团有限公司

2021 中国电子学会科学技术奖

序号	项目名称	主要完成人	主要完成单位	提名者
4	室内通信网络设计及智能排障关键技术与应用	赵培, 高峰, 越海涛, 黄海艳, 唐建中, 韦再雪	中国移动通信集团设计院有限公司, 深圳市名通科技股份有限公司, 武汉虹信技术服务有限责任公司	中国移动通信集团有限公司
5	云计算环境下的恶意行为检测、响应与取证技术研究	丁丽萍, 刘雪花, 刘文懋, 杨卫军, 裘晓峰, 王连海	中国科学院软件研究所, 绿盟科技集团股份有限公司, 公安部第一研究所	中国电子学会计算机取证专家委员会

科技进步三等奖：34 项

序号	项目名称	主要完成人	主要完成单位	提名者
1	5G 通信光模块物理参数测试关键技术及应用	尹炳琪, 徐玉华, 徐桂城, 张一琪, 刘志明	中电科思仪科技股份有限公司	中国电子科技集团有限公司
2	5G 通信用 GaN 器件及芯片关键技术研究及产业化	郑远, 陈志勇, 马晓华, 王冲, 李大伟	南京国博电子股份有限公司, 中国电子科技集团公司第五十五研究所, 西安电子科技大学	中国电子科技集团有限公司
3	5G 通讯测试仪器用 YIG 磁调谐器件技术	冯辉煜, 尹春燕, 游斌, 蓝江河, 杨陆	西南应用磁学研究所 (中国电子科技集团公司第九研究所)	中国电子科技集团有限公司
4	5G 通用模组技术方案研究与应用	丁海煜, 宋丹, 丁源, 胡臻平, 陆松鹤	中国移动通信有限公司, 中移物联网有限公司, 上海移远通信技术股份有限公司	中国移动通信集团有限公司
5	5G 用高性能 FDA 基片	杨菲, 廖杨, 任仕晶, 袁红兰, 罗建成	西南应用磁学研究所 (中国电子科技集团公司第九研究所)	中国电子科技集团有限公司
6	促进清洁能源消纳的跨省区现货市场关键技术及应用	戴赛, 郑晓雨, 丁强, 关立, 许丹	中国电力科学研究院有限公司, 清华大学	中国电力科学研究院有限公司
7	大尺寸高端显示新面板及新技术研发与产业化	白航空, 冯文林, 杨晓占, 冯明明, 杨朝龙	重庆惠科金渝光电科技有限公司, 重庆理工大学	重庆市电子学会
8	大规模 MIMO 信道仿真测试平台	陈应兵, 卜涛, 吴恒奎, 周生奎, 朱勇锋	中电科思仪科技股份有限公司	中国电子科技集团有限公司

序号	项目名称	主要完成人	主要完成单位	提名者
9	大数据服务器套板的核心技术攻关及产业化	黎钦源, 郑李娟, 曾红, 彭镜辉, 陈世荣	广州广合科技股份有限公司, 广东工业大学	广州广合科技股份有限公司
10	单芯片高集成智能功率模块关键芯片技术研究及应用	张翊, 刘利书, 兰昊, 魏调兴, 苏宇泉	广东美的制冷设备有限公司	广东美的制冷设备有限公司
11	氮化镓基紫外发光和探测器器件关键技术与应用	谢峰, 杨国锋, 王俊, 谢志坚, 胡洋	中国电子科技集团公司第三十八研究所, 江南大学, 江苏新广联科技股份有限公司	中国电子科技集团有限公司
12	低温接收机关键部件设计、制造、检验系列标准制定	纪斌, 张同升, 贾黎, 杜彬, 曹华	中国电子科技集团公司第十六研究所	中国电子科技集团有限公司
13	电子信息系统健康管理通用平台及关键技术	吕永乐, 于文震, 宋小安, 杜舒明, 黄璐	中国电子科技集团公司第十四研究所, 中国人民解放军战略支援部队航天工程研究所	中国电子科技集团有限公司
14	多芯单模光纤扩束连接技术及其应用	王芳, 林传峰, 黄骏, 张磊, 吕姣姣	中国电子科技集团公司第二十三研究所	中国电子科技集团有限公司
15	高可靠低碳化城市配电网运行控制关键技术及工程应用	鲍海波, 梁浚杰, 龚仁喜, 郭小璇, 丁石川	广西电网有限责任公司南宁供电局, 广西电网有限责任公司电力科学研究院, 安徽大学	广西电网有限责任公司
16	高可靠微波固态系统技术与应用	张越成, 谢潇, 徐达, 翟玉卫, 张魁	中国电子科技集团公司第十三研究所	中国电子科技集团公司第十三研究所
17	高可信智能电能表物联网关键技术及产业化应用	杨舟, 蒋雯倩, 肖勇, 李彦夫, 赵云	广西电网有限责任公司, 清华大学, 南方电网科学研究院有限责任公司	广西电网有限责任公司
18	工业组态系统信息安全漏洞挖掘平台	刘杰, 李丹, 云雷, 金先涛, 吴波	工业和信息化部电子第五研究所	工业和信息化部电子第五研究所
19	基于广域量测的规模化新能源电网稳定分析及量化评估技术	刘凯, 蔡国伟, 崔岱, 刘钺, 贾新民	国网辽宁省电力有限公司, 东北电力大学, 北京四方继保工程技术有限公司	国网辽宁省电力有限公司
20	基于数字孪生的电能表质量基础优化关键技术及产业化应用	郑安刚, 李文文, 刘兴奇, 刘丽娜, 袁瑞铭	中国电力科学研究院有限公司, 国网冀北电力有限公司计量中心, 国网四川省电力公司营销服务中心	中国电力科学研究院有限公司

2021 中国电子学会科学技术奖

序号	项目名称	主要完成人	主要完成单位	提名者
21	基于原位封装的薄膜混合基板制造技术	李浩, 朱建军, 纪乐, 张静波, 王越飞	中国电子科技集团公司第十四研究所	中国电子学会电子制造与封装技术分会
22	面向复杂场景的多层云与云簇架构关键技术与应用	万海, 温武少, 温木奇, 孙文龙, 陈志峰	中山大学, 广州云暉信息科技有限公司, 中国电子技术标准化研究院	中山大学
23	面向复杂社会系统推演的社会计算研究与应用	曾大军, 张丽, 刘春阳, 毛文吉, 张旭	中国科学院自动化研究所, 国家计算机网络与信息安全管理中心	中国科学院自动化研究所
24	面向交直流混联大电网的新一代云架构联合应急演练关键技术与应用	王磊, 齐晓琳, 邱成建, 万雄, 韩映	中国电力科学研究院有限公司	中国电力科学研究院有限公司
25	面向能源互联网的多能信息智能感知关键技术、设备研制及应用	赖国书, 夏桃芳, 高琛, 陈顺飞, 丁忠安	国网福建省电力有限公司营销服务中心, 中国电力科学研究院有限公司, 武汉盛帆电子股份有限公司	国网福建省电力有限公司
26	面向探月工程航天任务的虚拟仿真支撑平台	孙守迁, 唐敏, 顾征, 陈丽平, 张克俊	浙江大学	浙江大学
27	面向智能公交的5G + 北斗精准定位关键技术研究及应用	于洪涛, 张顶林, 孙中亮, 张伟, 梁佳祥	深圳华大北斗科技有限公司	中国电子信息产业集团有限公司
28	融合安全预警的车-云数据交互协同的电池控制关键技术与应用	刘轶鑫, 于春洋, 张颀, 王书洋, 李雪	中国第一汽车股份有限公司	中国第一汽车集团有限公司
29	天翼云存储网络OOS及规模应用	江峰, 董昌坤, 余尔东, 魏玮, 林叶	天翼云科技有限公司	中国电信集团有限公司
30	无纸化智能辅助办案系统	万玉晴, 衣永刚, 王霄, 聂耀鑫, 张娟	太极计算机股份有限公司	太极计算机股份有限公司
31	长城新一代国产化计算机安全可信技术创新及规模应用	刘全仲, 林俊, 陈明, 杨鼎, 张思栋	中国长城科技集团股份有限公司	中国电子信息产业集团有限公司
32	智慧矫正一体化平台与装备	吴卫荣, 郭彦义, 王燕, 刘丽钦, 汤希娟	中国电子科技集团公司第十五研究所	中国电子科技集团公司第十五研究所

序号	项目名称	主要完成人	主要完成单位	提名者
33	智能化运动控制系统关键技术研究及产业化	奚志林, 邱静, 李康, 李澍, 张雨	连云港杰瑞电子有限公司, 中国船舶重工集团公司第七一六研究所	中国船舶重工集团公司第七一六研究所
34	主动式 E 波段毫米波成像与检测识别技术	李元吉, 辛乐, 李光锐, 李思明, 成立	中国电子科技集团公司第十四研究所, 中国电子科技集团公司第十三研究所, 河北雄安太芯电子科技有限公司	中国电子科技集团有限公司

（团队）介绍
获奖项目

目录

CONTENTS

中国电子学会科学技术奖

创新团队奖

北京邮电大学未来网络创新团队.....	30
中车 IGBT 技术研发与产业化创新团队.....	32

一等奖 (自然科学)

不确定杂波瞬变姿态目标成像理论与方法.....	34
基于网络信息论的多维可视信号渐进编码传输理论与方法.....	36
超低功耗自旋信息调控机理及原型器件.....	38
钙钛矿基发光二极管.....	40
有限码长下高可靠极化编码理论与方法.....	42
基于互联网群体行为的资源动态分配理论方法.....	44
监督信息不完备条件下的视觉目标感知理论与方法.....	46
无线协作通信理论与方法.....	48
空基高维时变信道下阵列宽带传输理论与方法.....	50

一等奖 (技术发明)

移动通信用新型氮化物异质结构及电子器件.....	52
多模态高鲁棒细微情感分析关键技术与系统.....	54
无栅格动态调制变速率光传送网关键技术与应用.....	56
CMOS 毫米波芯片与大规模集成相控阵技术与应用.....	58
时空谱编码耦合与深度网络解耦超限成像技术.....	60
粘贴型微型电流传感器关键技术研究及应用.....	62
卫星隐蔽通信关键技术及重大工程应用.....	64
软件定义密码芯片关键技术及应用.....	66

目录

CONTENTS

中国电子学会科学技术奖

可重构高速高分辨率阵列采样技术及应用.....	68
网联化航空可视引导技术与装备.....	70
“声纹+”可信身份认证关键技术及应用.....	72
电磁辐射体模式耦合表征调控技术及应用.....	74
中高轨航天器高动态高灵敏导航与中继测控关键技术及应用.....	76

一等奖 (科技进步)

微小卫星用轻质、高可靠、耐辐照光纤陀螺.....	78
新型氧化物半导体显示技术研发及产业化应用.....	80
非均匀介质电磁散射建模平台、关键技术及在国家重大工程中的应用.....	82
卫星通信频轨资源综合管控技术及应用.....	84
超大规模高性能图神经网络计算平台及其应用.....	86
千万核异构超级计算机并行优化方法及应用支撑技术.....	88
应急管理现场指挥通信保障系统关键技术及应用.....	90
百瓦级紫外皮秒 / 纳秒激光器关键技术及系列智能制造装备.....	92
工业互联网安全检测与防御关键技术及应用.....	94
基于移动通话的新媒体平台关键技术及应用.....	96
全国智慧法院体系工程关键技术及重大应用.....	98
复杂服务计算关键技术研究与应用.....	100
大容量移动视频智能传输关键技术及应用.....	102
国产打印机核心 SoC 芯片系列化自主研发及规模化应用.....	104

二等奖 (自然科学)

一维结构半导体材料生长机制、缺陷物理和特性应用.....	106
电力物联网安全低功耗资源调度.....	107

目录

CONTENTS

中国电子学会科学技术奖

高精度环境传感器创新设计理论与方法.....	108
高效协作安全通信和合法监听理论与方法.....	109
广义正交、非正交编码信号设计理论与方法.....	110
机器学习中的稀疏表示、求解与评价.....	111
基于纠缠的量子通信及噪声处理理论与方法.....	112
极化 SAR 目标散射表征与信息提取方法研究	113
纳米电子传感器件的研制及其在肿瘤早期诊断中的应用研究.....	114
软件定义网络系统的可扩展拓扑结构和控制平面理论.....	115
时频混叠信号精确电子侦察理论与应用.....	116
碳基纳米材料的结构调控和特异电子学性能研究.....	117
微纳气湿敏传感材料与器件构筑及其敏感机理研究.....	118
云外包数据安全基础理论与方法.....	119
互联网舆情传播演化的分析、建模与预测.....	120

二等奖 (技术发明)

安全自组织无线接入技术.....	121
高速高精度 ADC/DAC 关键技术	122
EISCAT_3D 雷达天线子阵技术.....	123
复杂干扰环境下的航天测控链路实时监测技术.....	124
复杂环境下海面目标感知处理技术及应用.....	125
航空装备一体化仿真建模关键技术、模型体系及应用.....	126
化学气相沉积工艺及成套装备.....	127
异构计算服务器的资源池化和调度关键技术及应用.....	128
用于精密制造检测的微焦点 X 射线源关键技术及应用	129
有机发光二极管制造技术.....	130

自主可控宽带硅基射频前端芯片及应用.....	131
------------------------	-----

二等奖 (科技进步)

面向跨语言搜索引擎的新型机器翻译关键技术及应用.....	132
单片式高性能车载电容触摸屏关键技术研发及大规模产业化应用.....	133
智能边缘网络关键技术及产业应用.....	134
自主可控输入输出设备关键技术及系统.....	135
500kV 及以下交联聚乙烯绝缘光纤复合海底电缆系统及产业化.....	136
5G 多模多频协同组网基站系统及大规模应用.....	137
5G 高性能基带关键技术及应用.....	138
5G 终端用射频前端关键技术.....	139
X/Ku/Ka 波段硅基全集成四通道 TR 芯片关键技术及应用.....	140
靶场目标弹道精密测量与辨识技术.....	141
边端协同技术及其在安保指挥通信系统中的应用.....	142
超高清显示驱动系列化芯片开发及应用.....	143
电力通信网络弹性管控关键技术及应用.....	144
多频共口径大容量基站天线关键技术与应用.....	145
复杂体系仿真实验与评估关键技术及应用.....	146
高含水含气原油高频调制双频高压智能控制电脱装备应用.....	147
高精度复杂轻质复合材料天线一体化集成设计及制造技术.....	148
高性能集成电路用陶瓷外壳关键技术.....	149
工业级高性能数字多道能谱分析器研发与应用.....	150
海量存储阵列核心芯片与应用装备研发及产业化.....	151
海上非合作目标属性和任务综合辨识技术及应用.....	152
航天高精度测控大规模阵列综合处理技术.....	153

目录

CONTENTS

中国电子学会科学技术奖

基于 GaN 器件的超宽带 T/R 组件.....	154
基于电力物联网的感知芯片与终端技术及产业化应用.....	155
基于多模态身份识别的智能金融终端及跨域云服务平台.....	156
基于铜芯数模复合基板的宽带微波组件技术.....	157
加速器高频系统关键技术及应用.....	158
空调器微气候智慧舒适调节系列关键技术及产业化.....	159
面向城市路网的交通决策支持与智能管控关键技术及应用.....	160
面向工业场景的 5G 专网技术创新、设备研制和应用.....	161
面向铁区一体化管控的工业互联网融合创新关键技术及产业化应用.....	162
民用航空 GNSS 地基增强系统 (GBAS)	163
数字化工作环境 WE 研发与产业推广	164
天基任务优化决策和精准控制关键技术及应用.....	165
透明电极薄膜绿色制造关键技术及应用.....	166
网络化测试技术及应用.....	167
星地一体通信网络监测识别技术及应用.....	168
疫情防控与复工复产大数据平台关键技术及应用.....	169
云计算系统安全关键技术与应用.....	170
自主可控高性能计算机系统关键技术与应用.....	171

三等奖 (自然科学)

高性能气体传感器及其特性气敏机制研究.....	172
硅栅控发光器件的结构设计、性能调控与光电应用.....	173
基于电磁散射机理的 SAR 目标识别方法	174
基于二维材料的纳电子器件研究.....	175
铁性材料的结构优化设计、性能调控及其内在机制研究.....	176

目录

CONTENTS

中国电子学会科学技术奖

通感融合服务的智慧专网高效传输与资源管控理论和方法..... 177

信道编码纠错新机理..... 178

三等奖 (技术发明)

超大尺度复杂电磁环境快速预测..... 179

高精度微型复合离子源质谱检测技术及应用..... 180

基于硅基微流道的宽带射频异构集成热管理技术..... 181

室内通信网络设计及智能排障关键技术及应用..... 182

云计算环境下的恶意行为检测、响应与取证技术研究..... 183

三等奖 (科技进步)

5G 通信光模块物理参数测试关键技术及应用..... 184

5G 通信用 GaN 器件及芯片关键技术研究及产业化..... 185

5G 通讯测试仪器用 YIG 磁调谐器件技术..... 186

5G 通用模组技术方案研究与应用..... 187

5G 用高性能 FDA 基片..... 188

促进清洁能源消纳的跨省区现货市场关键技术及应用..... 189

大规模 MIMO 信道仿真测试平台..... 190

大数据服务器套板的核心技术攻关及产业化..... 191

单芯片高集成智能功率模块关键芯片技术研究及应用..... 192

氮化镓基紫外发光和探测器件关键技术及应用..... 193

低温接收机关键部件设计、制造、检验系列标准制定..... 194

电子信息系统健康管理通用平台及关键技术..... 195

多芯单模光纤扩束连接技术及其应用..... 196

高可靠低碳化城市配电网运行控制关键技术及工程应用..... 197

目录

CONTENTS

中国电子学会科学技术奖

高可靠微波固态系统技术与应用.....	198
高可信智能电能表物联网关键技术及产业化应用.....	199
工业组态系统信息安全漏洞挖掘平台.....	200
基于广域量测的规模化新能源电网稳定分析及量化评估技术.....	201
基于数字孪生的电能表质量基础优化关键技术及产业化应用.....	202
面向复杂场景的多层云与云簇架构关键技术与应用.....	203
面向复杂社会系统推演的社会计算研究与应用.....	204
面向交直流混联大电网的新一代云架构联合应急演练关键技术与应用.....	205
面向能源互联网的多能信息智能感知关键技术、设备研制及应用.....	206
面向探月工程航天任务的虚拟仿真支撑平台.....	207
面向智能公交的 5G + 北斗精准定位关键技术研究及应用.....	208
融合安全预警的车 - 云数据交互协同的电池控制关键技术与应用.....	209
天翼云存储网络 OOS 及规模应用.....	210
无纸化智能辅助办案系统.....	211
长城新一代国产化计算机安全可信技术创新及规模应用.....	212
智慧矫正一体化平台与装备.....	213
智能化运动控制系统关键技术研究及产业化.....	214
主动式 E 波段毫米波成像与检测识别技术.....	215

北京邮电大学未来网络创新团队

项目简介：

北京邮电大学未来网络创新团队依托“网络与交换技术”国家重点实验室、“信息与通信工程”双一流学科组建成立，团队带头人为刘韵洁院士，团队核心成员有院士 1 名，教授 3 名，副教授 2 名，讲师 3 名，博士后 2 名。团队长期致力于未来网络体系架构、软件定义网络、网络操作系统、云网融合、工业互联网、卫星互联网等方向攻关突破，具有非常强的创新和理论技术攻关能力。

从 2007 年开始，团队紧密结合国家重大战略需求和行业瓶颈问题，经过 10 余年持续探索，团队先后承担了国家首个信息网络领域大科学装置——未来网络试验设施（CENI）重大项目、以及国家 973、国家 863、国家重点研发计划、工信部工业互联网创新发展程等重大项目，在国际上率先提出“服务定制网络”思想，设计了服务定制新型网络体系架构，引领了未来网络相关趋势的发展；在大网级网络操作系统、大规模确定性广域网基础理论、异构云网融合平台等实现重大突破，科研成果获世界互联网领先科技成果等多项科技奖励，并已应用至运营商网络、工业互联网、专用场景网络、卫星互联网等重大场景。

团队主要成员：

刘韵洁，中国工程院院士，网络通信与安全紫金山实验室主任，江苏省未来网络创新研究院院长，国家重大科技基础设施“未来网络试验设施”项目负责人；

黄 韬，北京邮电大学教授、博士生导师，江苏省未来网络创新研究院副院长，国家万人计划青年拔尖人才，国家重大科技基础设施“未来网络试验设施”项目总工程师；

谢人超，北京邮电大学教授、博士生导师；

刘 江，北京邮电大学教授、博士生导师；

张 娇，北京邮电大学副教授、博士生导师；

潘 恬，北京邮电大学副教授、博士生导师；

汪 硕，北京邮电大学讲师、硕士生导师；

杨 帆，北京邮电大学讲师、硕士生导师；

朱海龙，北京邮电大学讲师；

魏 亮，江苏省未来网络创新研究院团队总监；

张 晨，紫金山实验室未来网络中心副主任；

石鸿伟，紫金山实验室未来网络中心课题负责人；

陶高峰，紫金山实验室未来网络中心课题负责人。



图1 创新团队成员

面向服务定制的未来网络架构与试验环境



图2 面向服务的未来网络架构与试验环境

自主可控大网级网络操作系统

The image shows a screenshot of the Network Operating System interface, displaying a network topology and various monitoring metrics. To the right, there are three key sections:

- 三大特性 (Three Major Characteristics):**
 - 自主可控: 自主研发, 自主知识产权, 自主可控
 - 安全可靠: 安全可靠, 安全可靠, 安全可靠
 - 开放兼容: 开放兼容, 开放兼容, 开放兼容
- 三大功能 (Three Major Functions):**
 - 网络管理: 网络管理, 网络管理, 网络管理
 - 网络控制: 网络控制, 网络控制, 网络控制
 - 网络应用: 网络应用, 网络应用, 网络应用
- 五大应用场景 (Five Major Application Scenarios):**
 - 网络管理
 - 网络控制
 - 网络应用
 - 网络控制
 - 网络应用

At the bottom right, a box titled **中国信通院测试报告 (China Communications Test Report)** lists the following achievements:

- 业务开通时间小于1分钟
- 单链路故障监测时间500毫秒以内
- TB级网络状态容量

该成果成功入选2019南京市十大创新成果

图3 自主可控大网级网络操作系统

可编程交换设备操作系统UniNOS

UniNOS系统架构

全场景适配

The diagram shows the UniNOS system architecture, which is designed for full-scenario adaptation. It includes the following key features:

- 科研试验场景: CENI网络** (Research and Test Scenario: CENI Network)
- 基于Intel芯片 (可编程能力)** (Based on Intel chips (programmable capability))
- 数据中心场景: PML无损数据中心** (Data Center Scenario: PML lossless data center)
- 基于Mellanox (低时延)、盛科 (国产化)、Intel (可编程)** (Based on Mellanox (low latency), Sincore (domestic production), Intel (programmable))
- 城域网骨干网场景: PML长三角网络** (Metropolitan Area Network Backbone Scenario: PML Yangtze River Delta Network)
- 基于博通芯片 (高性能)、支持500万条路由表条目, 11级SR标签栈深度** (Based on Broadcom chips (high performance), supporting 5 million routing table entries, 11-level SR label stack depth)

UniNOS创新特色:

- 支持多芯片兼容适配:** 利用数据面统一抽象模型, 支持运营商级SAI接口, 兼容盛科, Broadcom, Intel, Mellanox等多种交换芯片;
- 支持骨干网协议功能:** MPLS-SR, BPG-LS, BGP VPN, Telemetry等;
- 第三方功能按需添加:** 利用容器架构, 开放设备定制能力, 实现功能按需加载;

图4 可编程交换设备操作系统UniNOS

中车 IGBT 技术研发与产业化创新团队

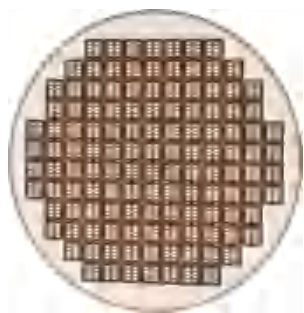
项目简介：

IGBT 技术研发与产业化创新团队以丁荣军院士为核心、刘国友博士和罗海辉博士为团队带头人，团队始创于 2010 年 10 月，是适应轨道牵引交流传动、高铁技术跨越发展大背景下，在中车时代电气功率半导体研发中心基础上逐步成长壮大起来的。

中车 IGBT 技术研发与产业化创新团队是一个具有国际视野、国家使命担当的技术创新团队，依托中车时代电气公司，从海外功率半导体研发中心起步到新型功率半导体器件国家重点实验室创立，以解决交通与能源领域“卡脖子”技术为已任，不懈地追求 IGBT 技术突破、创新与产业化，探索出了一条通过人才培养、技术突破、产业化的独特道路。

团队组建 10 年来成果斐然，在技术研究、创新与产业化等方面都取得了骄人业绩，突破了 IGBT 芯片和封装领域的一系列关键技术，形成了自主知识产权的 IGBT 芯片设计—制造工艺—封测应用的完整技术体系，自主设计并建成了全球首条 8 英寸高压 IGBT 芯片生产线，首创了基于高能质子注入和激光退火的低温缓冲层技术，设计开发了具有国际先进水平的高铁、智能电网和汽车 IGBT 系统芯片，支撑了国家交通与能源产业技术创新与可持续发展，点亮了我国电力电子产业几代人的梦想，实现 IGBT 技术自主可控，产品从无到有、由弱到强，打破了国外技术封锁与市场垄断，推动了我国功率半导体技术进步与轨道交通、智能电网、新能源装备与电动汽车等高端装备健康发展。

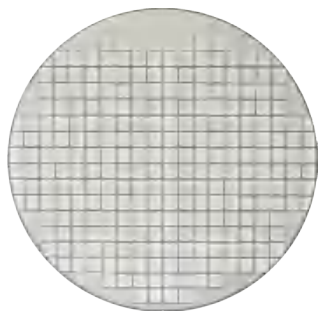
中车 IGBT 创新团队是国内专业人才最全、影响力最大、业绩最突出的国家重点领域创新团队，先后获得国家技术发明奖二等奖 1 项，省部级奖励 8 项，在国内外知名学术期刊上发表研究论文 150 余篇，其中 SCI、EI 检索 50 余篇，申请专利 220 余项，包括 10 余项国际专利，已获授权专利 150 余项。2015 年获评株洲市、湖南省企业重点创新团队，2016 年晋升为国家重点领域创新团队。以 IGBT 创新团队为核心，时代电气于 2015 年成功申报“新型功率半导体器件国家重点实验室”，承担 IGBT 和 SiC 相关领域的基础技术研究与产品设计开发工作，取得了诸多原创性成果，为 IGBT 和 SiC 技术优化提升打下了扎实的理论和实践基础。



高速列车用 IGBT 芯片



轨道交通用 3300V IGBT 模块



新能源用IGBT芯片



新能源汽车用750V S3+ IGBT 模块

团队主要成员：

刘国友，团队负责人，博士是中车科学家，长期从事功率半导体技术研究、产品开发与产业化工作，实现自主 IGBT 从设计、制造到应用完全自主化，在轨道交通、新能源汽车、柔性直流输电等高端装备制造领域获得广泛应用。

丁荣军，中国工程院院士，作为中车 IGBT 技术研发与产业化创新团队的核心，对团队组建、资源保障、工作目标与产业化建设等方面做出了重大贡献。

罗海辉，带领团队在自主 8 英寸 IGBT 与配套 FRD 芯片技术研发、工艺平台搭建、产品平台建设和产业化等方面做出重要贡献。

王彦刚，全面参与团队技术开发与创新，掌握功率半导体模块封装设计、制造、测试、应用及可靠性，是团队内功率模块方面技术专家，对团队的技术积累和进步起到了引领作用。

肖强，负责协调 8 英寸线工艺拉通，助力首批自主 8 英寸 IGBT 成功下线；与团队一起完成列高压高功率密度 IGBT 及其配套 FRD 研制。

黄建伟，参与高压 IGBT 芯片设计，负责 IGBT 芯片关键工艺技术研究、工艺流程的整合与优化等工作。

覃荣震，负责 IGBT 芯片技术研究和设计，攻克了元胞设计、终端设计及载流子注入效率控制关键技术，解决了 IGBT 芯片高耐压、低损耗、高鲁棒性和高可靠性等难题。

朱利恒，进行逆导 IGBT 技术开发，突破了逆导 IGBT 关键工艺、设计技术及测试技术，研制出首款逆导 IGBT 产品并建立相应的产品平台。

李想，自加入团队以来、在理论研究和前沿技术方面做出贡献。

李孔竞，研发拥有自主知识产权的新型功率半导体模块封装关键工艺，press-fit pin 免焊接压接端子。

潘昭海，负责 IGBT 产业化建设设备技术方案与生产线设备采购规范；参与设备招标采购，负责设备技术条款确认；负责组织 IGBT 产业化建设项目的工艺设备原厂验收、设备搬运、安装调试以及协调工艺验收。

姚尧，负责第六代精细沟槽 IGBT 芯片的设计、工艺及制程整合等工作，搭建了精细沟槽的技术平台、产品平台及制造平台，极大地拓展了新能源汽车 IGBT 市场规模，并将成果转移至工业及新能源发电领域。

戴小平，协调芯片封装测试，负责模块应用推进工作。

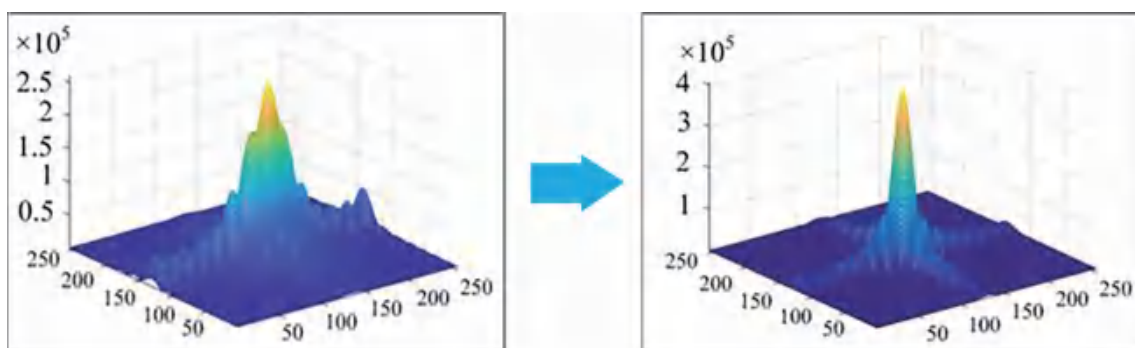
不确定杂波瞬变姿态目标成像理论与方法

项目简介：

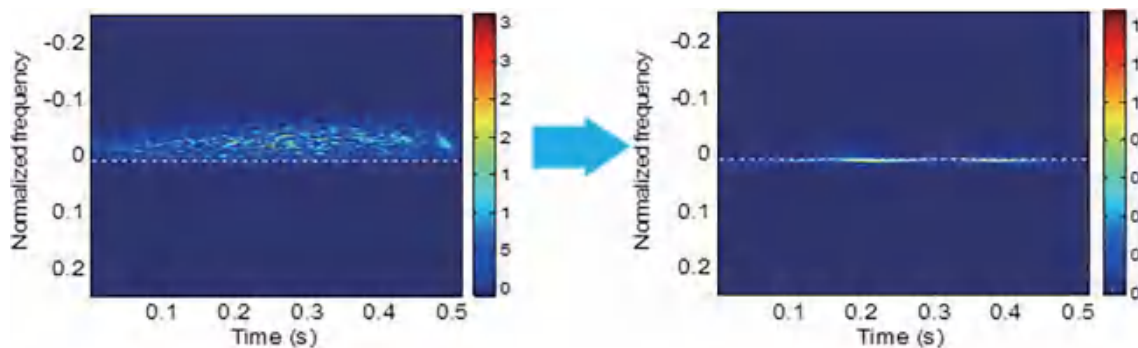
属于信号检测、图像处理学科领域，创新点如下：

1，针对不确定杂波姿态瞬变目标成像建模近似程度和应用边界不明确问题，构建了高阶高维空变的理论模型，模型误差降低 2 个数量级；

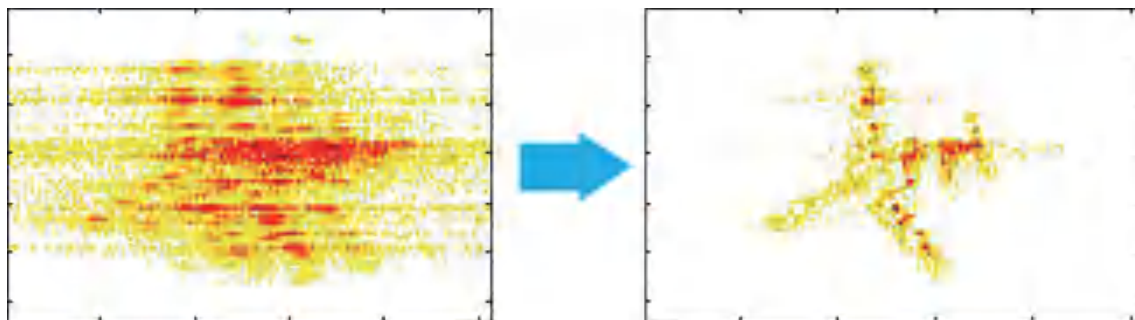
2，针对确定杂波模型的滤波方法失效问题，建立了高分辨时频域信号分解理论，杂波抑制效果提升 9dB；



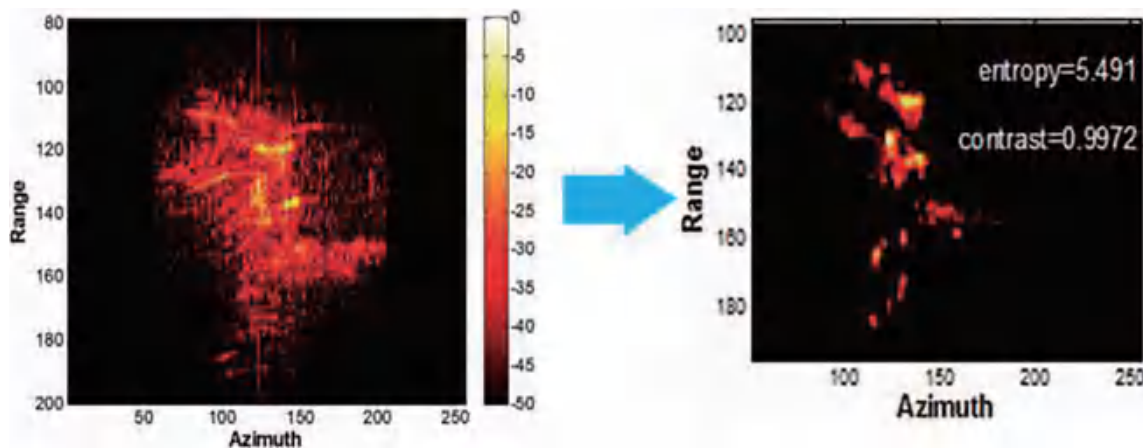
3，针对全采样成像方法面对时频缺损数据失效，提出基于稀疏信号理论的时频缺损成像方法，成像模糊抑制比改善 20dB 以上；



4，针对非空变聚焦成像方法失效问题，建立了高阶非线性空变信号分解重建成像理论，分辨率改善 60% 以上。



8篇代表性作, SCI他引407次, 他引总次数577次, 受到IEEE fellow Tat soon Yeo、吴一戎院士、何友院士等权威专家的高度评价; 相关研究成果已成功应用于湖北航天技术研究院, 海军第三试验靶场、中国兵器206所等单位的雷达, 受到应用单位嘉奖。相关理论研究推动了非平稳信号处理和高机动目标成像技术的成熟, 为国民经济和国防建设做出了重要贡献。



主要完成人:

第一完成人: **李亚超**, 西安电子科技大学领军教授、国家万人计划青年拔尖人才。在瞬变姿态目标成像方面具有突出贡献, 在 IEEE Trans. on GRS 等期刊发表论文 120 余篇。

第二完成人: **左磊**, 西安电子科技大学菁英教授, 获中国电子教育学会优秀博士论文提名奖。长期从事不确定杂波抑制方面的研究。在 IEEE Trans. On SP 等期刊发表论文 50 余篇。

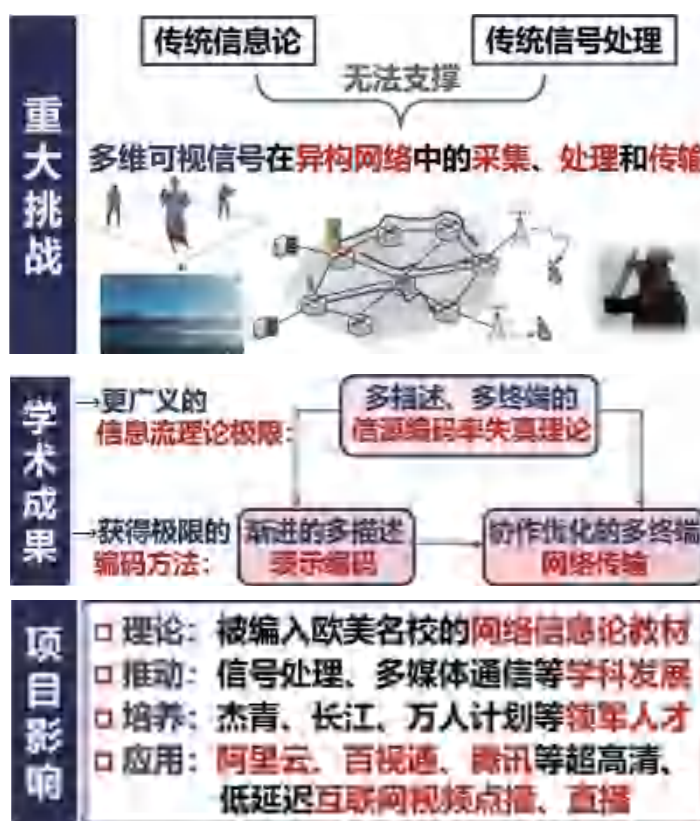
第三完成人: **张磊**, 中山大学教授, 获陕西省优秀博士论文奖。主要从事雷达成像识别领域的研究。在 IEEE Trans. on GRS 等期刊发表论文 100 余篇。

第四完成人: **邢孟道**, 西安电子科技大学领军教授、入选 IEEE GRSS AdCom 委员、IEEE Fellow、中国电子学会会士, 获国家自然科学基金杰出青年科学基金。担任 IEEE TGRS 副主编, 连续五年入选 Elsevier 电子和电气工程领域“中国高被引学者榜单”。

基于网络信息论的多维可视信号渐进编码传输理论与方法

项目简介:

针对传统的信号处理、传输框架无法支撑多维可视信号在异构网络环境下的采集、处理和传输这一重大挑战，本项目在通用率失真理论的约束下，致力于研究基于多维特征结构的信号处理及适应复杂时变网络的优化传输问题。从多终端、多描述信源编码的率失真理论出发，优化并发展了结构化信号表示与协同网络传输理论，研究了更为广义的理论区域边界和优化条件，提出了多维可视信号的结构化表示与编码、分布式及协作优化传输理论与方法，取得了一系列理论创新成果：



1) 多终端多描述信源编码率失真理论：通过半正定规划求解了多终端编码率失真区域的内外边界，获得了精确刻画多终端编码率失真区域的新理论工具；统一了多描述编码率失真区域的理论边界，建立了多级渐进编码的紧致边界理论模型，阐明了细化层对率失真性能的影响。包括 Shannon 奖得主 El Gamal 教授在内的知名学者，认为项目组在多终端编码率失真区域理论边界方面的研究，能够提供更为一般化的最优化条件，逼近理论上界。

2) 多维可视信号的结构化表示与编码：基于结构化稀疏表示约束，形成了信号渐进细化的率失真区域；提出了结构化集合的预测与变换统一表示理论模型，实现了基于结构化子空间的信号低秩

表示，并提出了渐进字典学习的分级预测方法。包括英国皇家工程院院士 Josef Kittler 教授在内的知名学者，认为项目组成果能够形成基于结构化的低秩和鲁棒表示，提升包括信号检测、重建和编码方面的性能。

3) 多维可视信号的渐进、分布式及协作优化传输：建立了视频多码率传输的速率、路由多维参数渐进及分布式优化的理论与方法；为提升网络容量，构造了用户间的协作通信模型，通过联合网络资源的博弈均衡分配，实现了资源的可重用性。包括加拿大工程院院士 Azzedine Boukerche 教授在内的知名学者，认为项目组成果突破了视频流媒体传输的性能极限，是非合作博弈解决无线资源分配的代表性工作。

项目的 8 篇代表性论文 SCI 他引 1398 次，WoS 他引 2110 次；相关技术形成国际和国家标准，应用于互联网电视、云视频等领域。



超低功耗自旋信息调控机理及原型器件

项目简介:

自旋存储芯片 (MRAM) 具有非易失存储、高速读写、低功耗和抗辐照等优势, 是“后摩尔时代”集成电路领域的关键技术。本项目从数据存储、数据写入和数据传输三方面探索超低功耗自旋信息调控机理及原型器件 (图 1), 取得以下重要科学发现。

1. 提出利用单原子钨插入层获得超强隧穿磁阻效应 (图 2), 可大幅提高信息存储密度, 成为业界标准, 相关论文发表在 Nat. Commun., 入选 ESI 高被引论文、热点论文及 2018 年中国百篇最具影响国际学术论文。



图1 研究思路

2. 理论预测并实验验证了自旋协同矩效应 (图 3), 显著降低数据写入功耗, 相关论文发表在 Nat. Electron. 并获编辑重点评论, 该方案被集成电路领军企业英特尔、格罗方德等列入未来发展技术路线图。

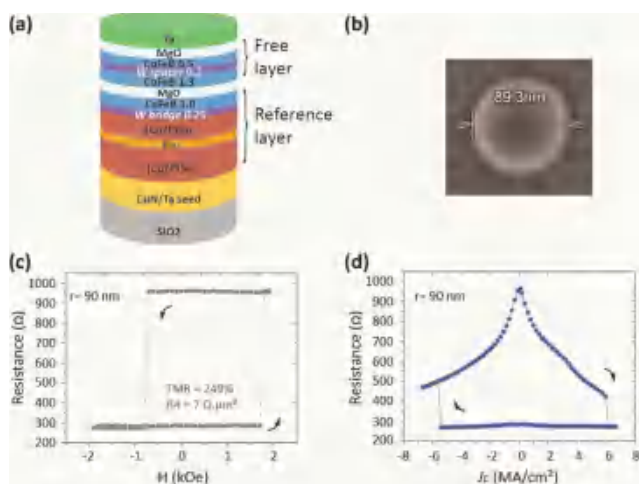


图2 高可靠存储研究

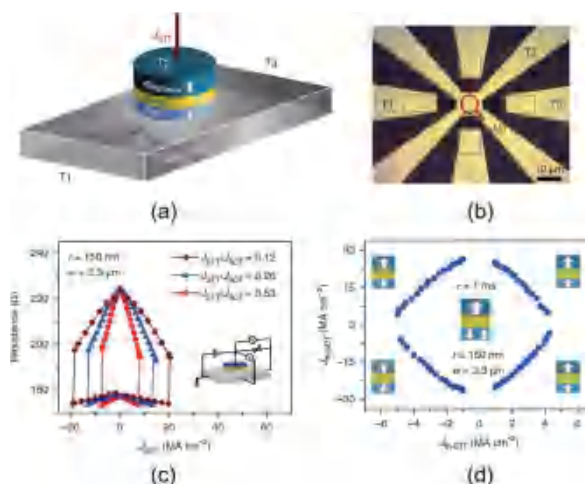


图3 低功耗写入研究

3. 提出并实验验证了超短波长自旋波激发方式, 揭示了全电控自旋波调控机理, 实现了自旋波电子学和传统电路器件中电流调控的结合 (图 4), 相关工作发表在 Nat. Commun. 和 Nature Nanotech., 入选封面论文。

相关工作获得了包括多位 IEEE/APS Fellow 在内的国际知名专家的正面评价，被 Nature Electron. 及 Nature Rev. Mater. 等期刊多次正面引用。通过与集成电路领军企业深度合作，上述成果在高可靠性读取和低功耗写入等方向已逐步实现了转化和应用，为我国自旋芯片产业的发展提供了有力支撑。

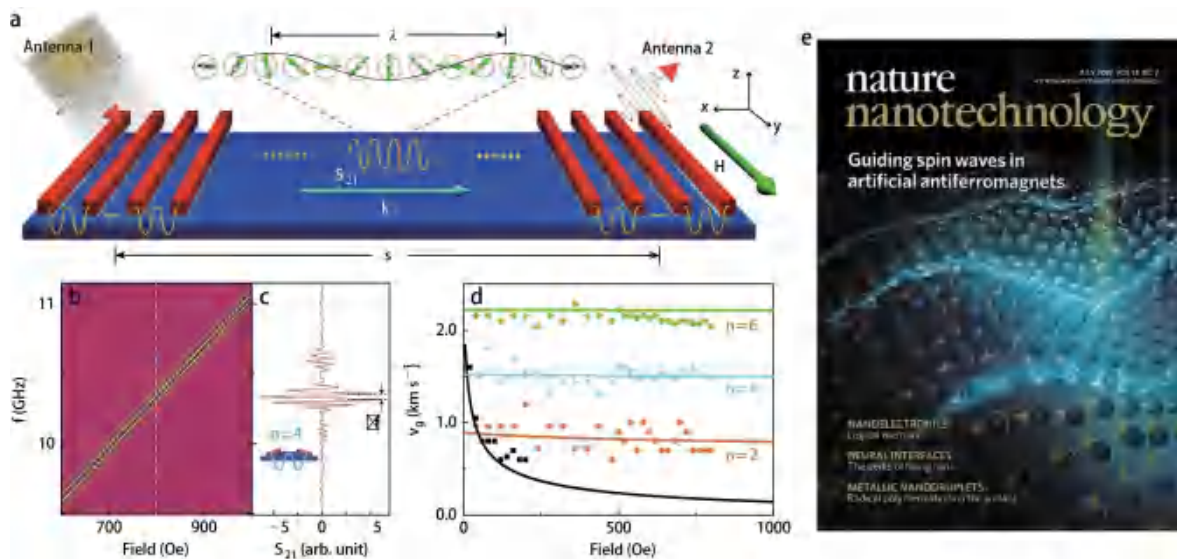


图4 高效传输研究

主要完成人：

赵巍胜，教授，IEEE Fellow，教育部长江学者，北航研究生院常务副院长，中国科协第十届全国委员会常务委员会委员，第八届教育部科技委委员，“空天信自旋电子技术”工信部重点实验室主任，北航-华为集成电路联合实验室主任，集成电路领域国际旗舰期刊 IEEE TCAS-I 总主编。

于海明，教授，国家级青年特聘专家，北航集成电路科学与工程学院。

王昭昊，副教授，北航集成电路科学与工程学院院长助理。

彭守仲，副教授，中国科协青年人才托举工程入选者，北航集成电路科学与工程学院院长助理。

王梦醒，讲师，北航仪器科学与光电工程学院。

钙钛矿基发光二极管

项目简介：

新型显示与半导体照明是能够改变全球相关产业格局的国家战略性新兴产业之一，具有极强的产业带动力和辐射力，其核心是发展高效、稳定、低成本的发光二极管（LED）器件。近年来兴起的新型有机-无机杂化钙钛矿材料来源丰富，兼具无机和有机发光材料的诸多优点，如可溶液法大面积制备、带隙易调控、载流子迁移率高、荧光量子效率高等，有望突破传统半导体光电材料技术瓶颈，被认为最有潜力实现低成本、高亮度、大面积、可柔性的下一代发光与显示。本项目提出钙钛矿维度调控实现高效发光的新策略，研制出一系列高效、稳定的新型钙钛矿材料；提出自组装亚微米结构钙钛矿实现高效发光的学术思想，使钙钛矿 LED 外量子效率达到 20.7%，实现钙钛矿 LED 领域的重大突破，被 Nature 当期新闻评论为“钙钛矿 LED 发展的里程碑”、“标志着基于钙钛矿半导体的新 LED 系列的诞生”；揭示钙钛矿 LED 效率滚降的物理机制，阐明钙钛矿材料降解过程，为实现高效、稳定的钙钛矿 LED 器件提供重要的理论支撑。

该项目解决了若干制约钙钛矿 LED 发展的关键瓶颈问题，取得了国际领先的研究成果，对新型发光与显示技术的设计应用具有重要指导意义。相关成果发表在 Nature 等国际顶级学术期刊，8 篇代表性论文被 SCI 总他引 1196 次，3 篇论文入选 ESI 热点论文和高被引论文。

主要完成人：

黄 维，南京工业大学，院士，总体负责；

王建浦，南京工业大学，教授，提出钙钛矿发光器件的设计思路；

王娜娜，南京工业大学，教授，构筑高效稳定钙钛矿材料；

李仁志，南京工业大学，教授，揭示钙钛矿 LED 效率滚降的机制；

曹 雨，南京工业大学，教授，研制亚微米结构钙钛矿。



图1 增大量子阱宽抑制俄歇复合

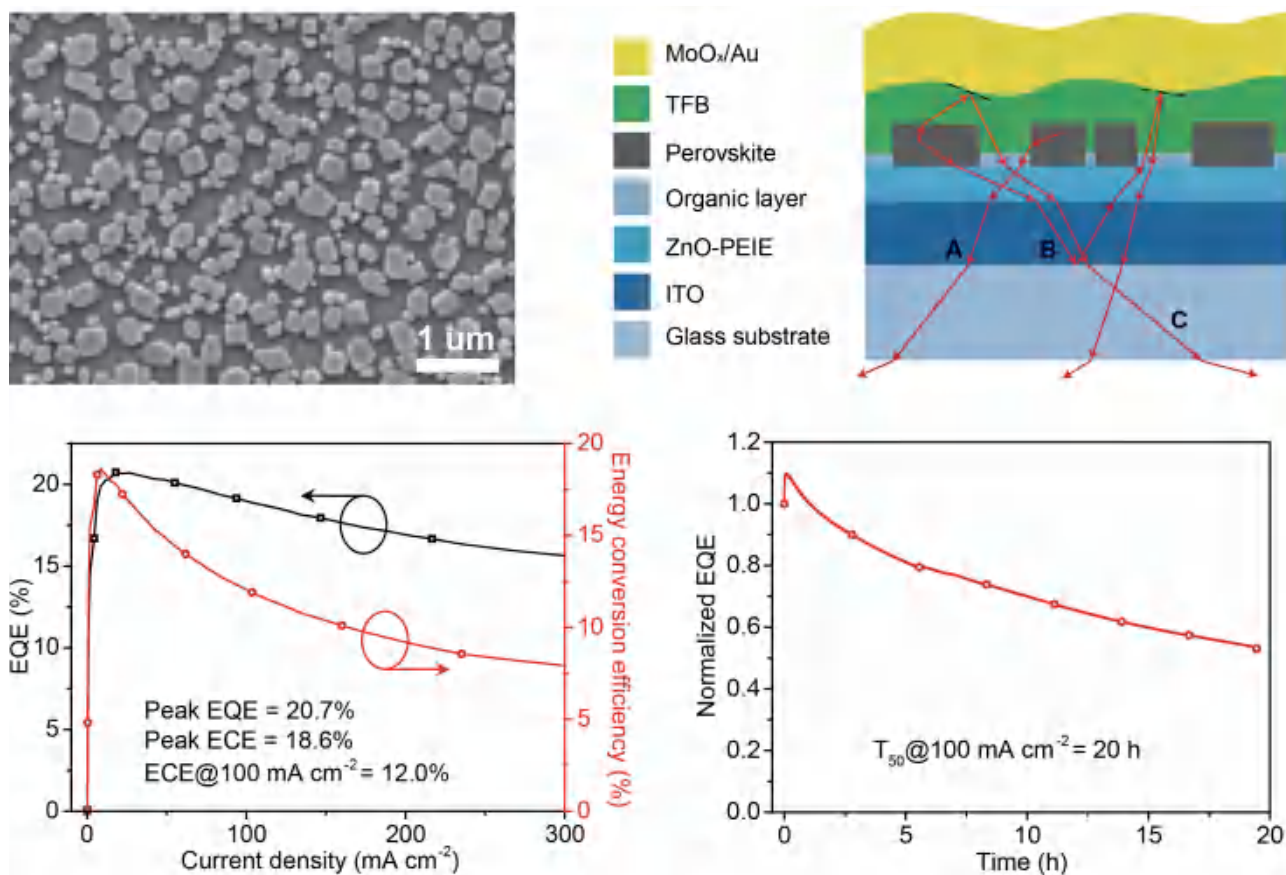


图2 亚微米结构钙钛矿实现高效稳定发光二极管

有限码长下高可靠极化编码理论与方法

项目简介：

信道编码是逼近香农信道容量的有效手段，是历代移动通信的核心技术。3G-5G 移动通信的数据传输，码长要求越来越短，可靠性指标越来越高。短码长与高可靠性成为一对难以调和的固有矛盾，构造有限码长高可靠信道编码是 5G 必须解决的重大挑战。

项目组依托国家项目，历经十年持续研究，丰富发展了有限码长极化编码理论与方法体系，为极化码工程化应用奠定了坚实基础。主要科学发现如下：

(1) 提出高可靠极化编码构造理论与方法，CRC-Polar 级联编码结构与准均匀 (QUP) 凿孔的速率适配方案，被华为等众多企业极化码提案引用，成为 5G 信道编码标准的基本方案。

(2) 构建高性能极化码译码算法理论体系，特别是 CRC 辅助 SCS/SCL 译码算法，与 4G Turbo 码相比，误块率降低 2 个量级，可靠度达到 99.999% 以上，满足 5G 高可靠传输要求。

(3) 提出高谱效极化编码信号传输机理与方法，建立了广义极化变换的传输理论框架，极化码非正交多址传输方案显著提升多址接入系统容量。

本项目八篇代表性论文 Google 学术统计总被引 1454 次，SCI 总引用 466 次 / 他引 411 次。CRC-Polar 级联编译码论文入选 ESI 高被引论文。

本项目的研究成果解决了有限码长下高可靠极化编译码设计问题，推动了 5G 极化码的国际标准化工作，打破了欧美长期以来在信道编码领域的技术垄断，达到了国际领先水平。

主要完成人：

牛 凯，北京邮电大学，教授，总体负责，奠定三项科学发现的核心理论；

张 平，北京邮电大学，中国工程院院士，布局与构建高性能极化码译码理论；

戴金晟，北京邮电大学，副研究员，负责极化码编码构造与高谱效信号传输机理；

司中威，北京邮电大学，副教授，负责高谱效极化编码信号传输机理与方法；

董 超，北京邮电大学，副教授，负责高谱效极化编码信号传输机理与方法；

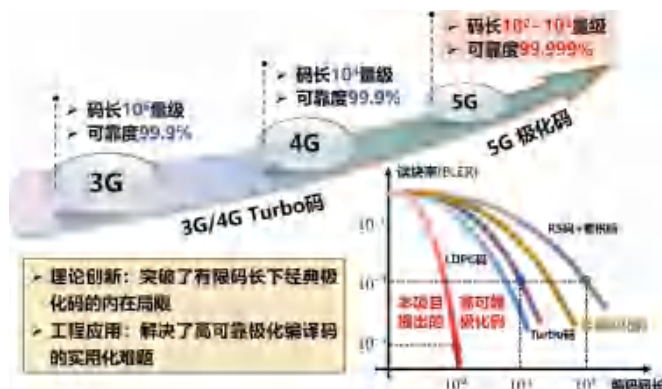


图1 3G-5G移动通信中的编码码长与可靠性对比

有限码长极化编译码优化理论

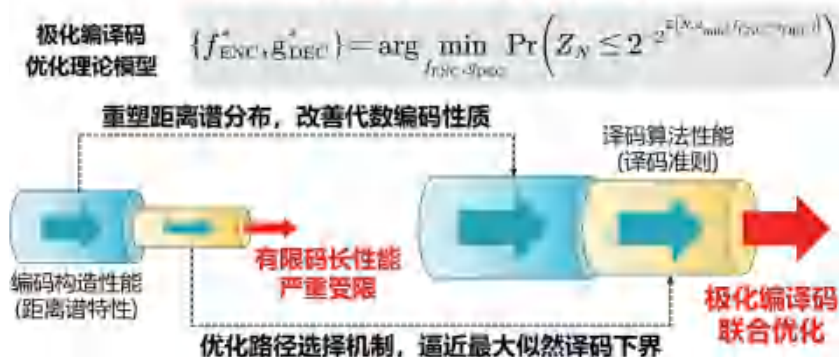


图2 有限码长极化编译码理论体系

广义极化编码传输理论

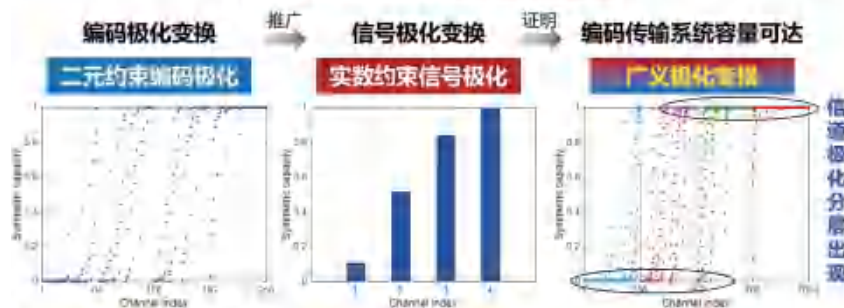


图3 广义极化编码传输理论



图4 代表性成果

基于互联网群体行为的资源动态分配理论方法

项目简介：

该项目属于软件领域。在互联网经济模式快速发展的背景下，如何将线下服务资源有效地分配给线上大规模用户是提升互联网经济效率的核心计算问题之一。其本质是一个由有限的资源供给与大规模用户需求之间矛盾形成的复杂问题。传统理论方法受限于资源静态分配假设，导致分配低效、固化。如何突破静态资源分配的局限，揭示用户行为的群体规律，发现供需平衡的引导机理，建立资源动态分配理论方法，是长期困扰学术界和产业界的一个基础性难题。

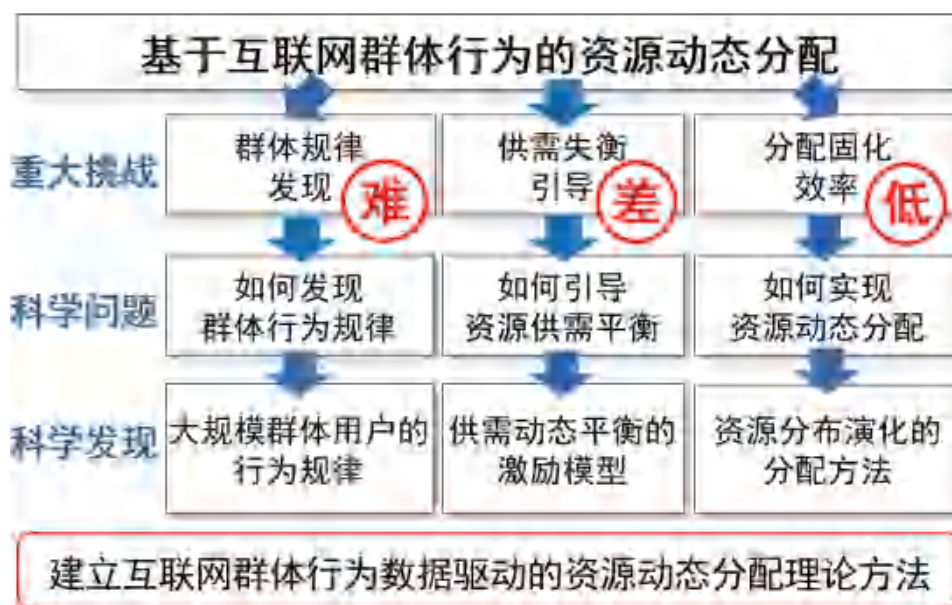


图 1 重大挑战与科学发现

针对上述挑战，项目组历经十余年的研究探索，揭示了大规模互联网群体用户的行为规律，发现了引导供需平衡的动态激励机制，建立了资源分布演化的动态分配理论方法。为发展面向互联网经济的服务资源分配理论做出了创造性贡献。主要发现点如下：

科学发现 1：发现了大规模互联网群体用户行为的时空分布符合指数分布规律，建立了基于群体用户行为与联邦学习的资源供需预测理论模型，实现了面向资源供需的群体用户行为分析从规则描述到定量建模的突破；

科学发现 2：揭示了用户行为偏好是构建群体激励机制的内在因素，建立了基于群体移动行为的大规模偏好度量模型，实现了群体资源供需分布的动态平衡；

科学发现 3：揭示了资源动态分配的时空演化规律，建立了基于双边在线二分图的自适应匹配模型并给出了理论界上界，提出了基于时空演化规律的效率优化算法，实现了算法时间复杂度从立方降至线性的跨越。

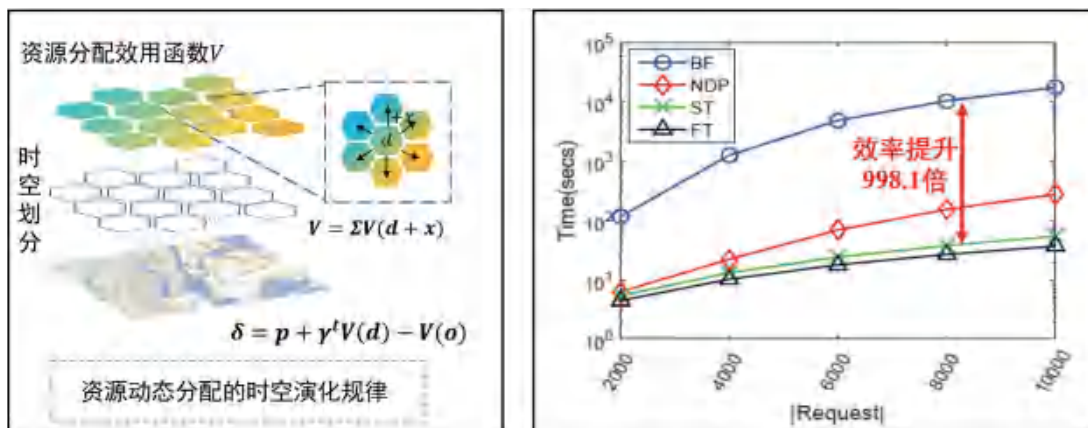


图 2 资源动态分配的时空演化规律与算法效率优化

项目的 8 篇代表性论文总他引 2561 次，SCI 他引 638 次，得到了百余位院士和 ACM/IEEE Fellow 的正面评价，所建立的资源动态分配方法获国际数据挖掘领域顶级竞赛 KDD Cup 2020 全球冠军。项目建立了基于大规模互联网群体行为的资源动态分配新理论，开辟了面向互联网经济的资源供需分配新途径。项目相关成果被交通技术管理部门和共享交通与智慧物流服务等领域的互联网平台广泛应用，累计用户规模过亿。

主要完成人：



童咏昕

北京航空航天大学教授
主持国家自然科学基金优秀青年基金
主持国家自然科学基金联合基金重点项目



吕卫锋

北京航空航天大学教授
入选教育部“长江学者特聘教授”
入选“万人计划领军人才”



徐毅

北京航空航天大学助理研究员
获国际数据挖掘竞赛 KDD Cup 冠军
获 ICDE(CCFA 类) 2019 优秀论文奖



杨强

香港科技大学教授
入选加拿大皇家科学院 / 工程院院士
ACM/IEEE/AAAI/AAAS Fellow



许可

北京航空航天大学教授
入选教育部“新世纪优秀人才”
获全国百篇优秀博士论文奖

监督信息不完备条件下的视觉目标感知理论与方法

项目简介:

深度学习的突破促进了计算机视觉的发展，显著提升了计算机从图像与视频信息中感知目标的能力。但是，现有方法对复杂视觉场景的目标建模严重依赖大数据驱动的监督学习模式，导致了视觉表示模型的不完备及感知认知之间的巨大鸿沟。爆炸增长的数据规模与监督信息缺失、分布不均的图像视频内容严重制约了深度学习模型的应用部署。（1）如何突破全监督的建模方式，建立弱监督视觉感知的新范式？（2）如何构建机器自主学习的计算模型，保证模型对于未知应用场景的适应性？（3）如何在数据标注不完备、先验信息缺失条件下获得完备的图像特征表示？成为了国际前沿科学问题。

本项目涉及“弱监督”、“自学习”、“表示模型泛化”等视觉感知建模方法（图 1），研究内容是改变图像信息处理传统模式、驱动视觉感知建模从全监督模式向弱监督、自学习模式转换的关键，对于特征表示的可泛化性与感知模型的场景适应性具有重要科学意义。项目组自 2015 年起进行联合攻关，解决了“弱监督视觉模型非凸性”、“目标样本生成 / 挖掘的稳健性”、“目标表示尺度 - 方向完备性”前沿科学问题（图 2），所取得的重要科学发现点所示，并总结如下：

（1）揭示了非凸性造成弱监督目标检测模型定位随机性的机理，提出连续优化方法解决了弱监督视觉建模过程中的非凸优化问题。所提出的连续优化方法将一个复杂的非凸优化难题分解为一组近似凸优化问题，对于视觉建模中的一系列非凸优化问题的解决具有理论价值。提出了一种纵向 - 横向置信度耦合传播方法，实现了弱监督模型训练过程中不完备目标位置信息的自适应补充。以置信度耦合传播方法为基础，提出了峰值响应网络模型，最大限度利用视觉目标的统计关联信息，实现了弱监督信息条件下的鲁棒性、高精度目标感知。

（2）定义了一种给定初始模型下无监督样本挖掘与自主模型进化的稳健性条件。在该稳定性条件指导下，提出迭代最小熵隐变量模型、输出转换约束贝叶斯优化方法与循环对抗样本生成方法，保证了未知应用场景中深度学习模型的适应性与自主学习能力。

（3）提出了最大互补性特征线性扩张理论，解决了目标特征表示模型不完备、泛化能力弱的问题。在特征线性扩张理论的指导下，定义了旋转滤波与尺度扩张卷积运算，保证了多层级卷积特征的泛化能力，为弱监督与自主学习中方向与尺度先验信息缺失条件下的完备特征表示构建奠定了理论基础。



图1 本项目主要研究内容

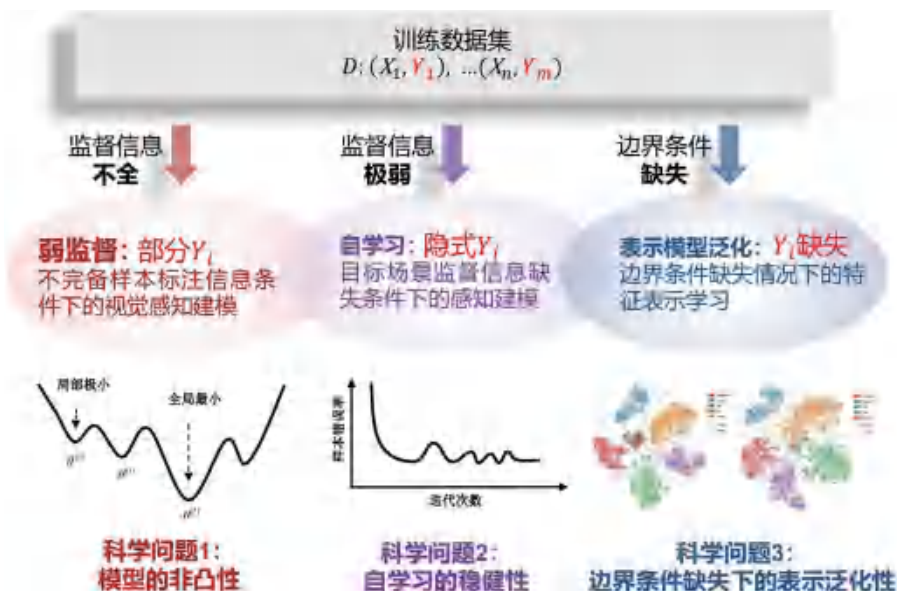


图2 本项目主要研究内容与科学问题

项目期间发表 IEEE 汇刊和 CCF-A 会议论文 50 余篇。五年内，8 篇代表性论文发表在一流国际期刊 IEEE Trans. PAMI (SCI 因子 16.389)、IEEE Trans. SMC (SCI 因子 13.451) 与 CCF-A 类国际会议 IEEE CVPR、ICCV。监督信息不完备条件下的视觉建模被评价为“提出新颖方法”、“取得了非凡进展”；弱监督目标检测方法被多个研究组作为科学探索的基线。取得了国内国外计算机视觉顶级赛事的冠军，关键技术和华为公司、中云智慧、解放军某部队、中国火箭运载技术研究院获得应用，产生了显著经济与军事效益。

主要完成人:

叶齐祥，教授，卢嘉锡青年人才奖获得者，中国科学院大学；

季向阳，教授，国家杰出青年基金获得者，清华大学；

焦建彬，教授，中科院百人计划获得者，中国科学院大学；

张宝昌，教授，2020 年爱思唯尔高被引学者，北京航空航天大学；

万 方，助理教授，中科院百篇优秀博士学位论文获得者，中国科学院大学。

无线协作通信理论与方法

项目简介：

蜂窝移动通信网络是建设社会主义现代化强国的重要信息基础设施。随着移动互联网飞速发展，蜂窝通信面临热点区域数据业务容量需求急剧增长的挑战。由于传统蜂窝缺乏小区间、终端间相互协作，无法有效解决频谱资源受限下的基站密集部署与终端海量接入造成的严重干扰问题，导致网络容量增长趋于瓶颈。然而，如何创建协作通信理论与方法、有效降低用户间干扰、突破蜂窝容量瓶颈，是困扰国内外学术界、制约蜂窝移动通信发展的一个根本难题。

针对大规模终端接入导致的蜂窝容量瓶颈问题，本项目揭示了协作通信的网络容量提升机理和干扰优化理论，构建了基于动态散射体密度的三维协作信道模型，提出了协作中继编码传输方法，实现了网络编码增益与中继链路数量的平衡，研制了终端协作通信系统原型，为推动蜂窝通信发展提供了重要理论技术支撑。本项目主要科学发现点如图 1 所示。

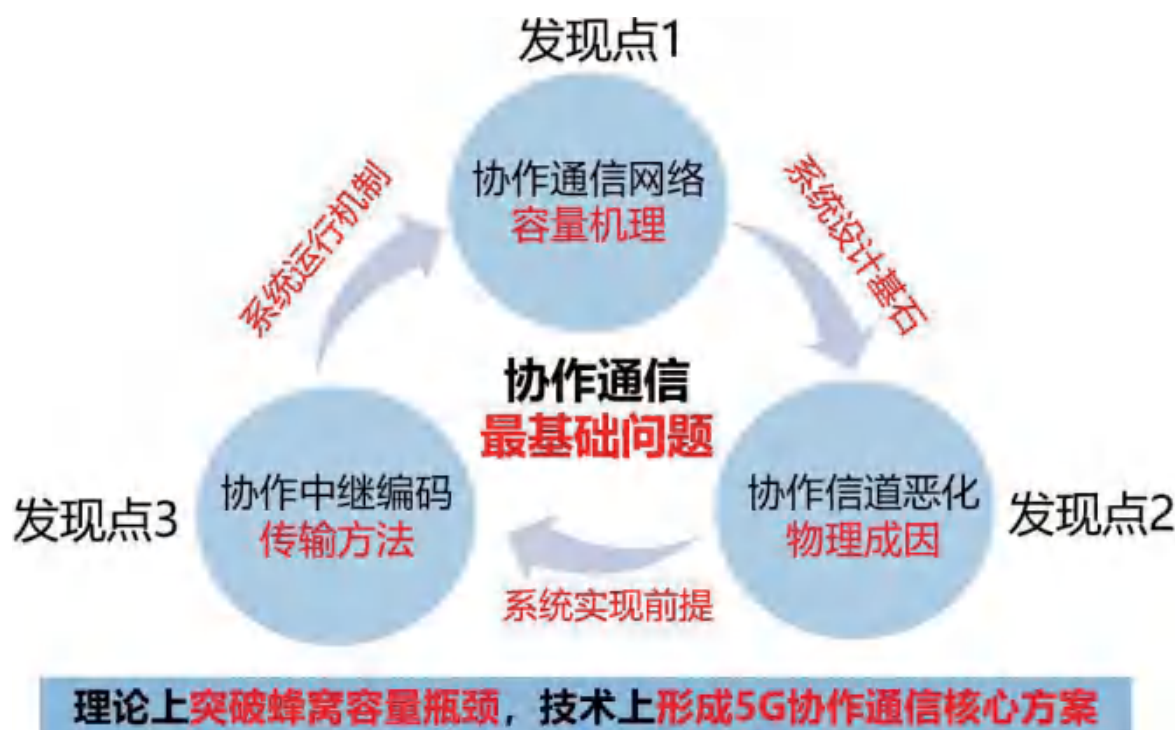


图1 本项目主要科学发现点之间的关系图

本项目 8 篇代表作 SCI 他引 738 次，全部入选 ESI 高被引论文，一篇代表作同时入选 ESI 热点论文，并获得 2021 年 IEEE Communications Society Heinrich Hertz Award（通常在近三年发表的所有 IEEE Commun. Lett. 和 IEEE Wireless Commun. Lett. 论文中遴选一篇获奖论文）。项目 38 项技术提案被 5G 国际标准采纳，主导了 TDD 抗干扰标准系列，成为协作传输标准的核心方案。中外专家评价“该成果在网络容量、架构机理和信道建模方面达到国际领先水平，引领了该领域研究”。

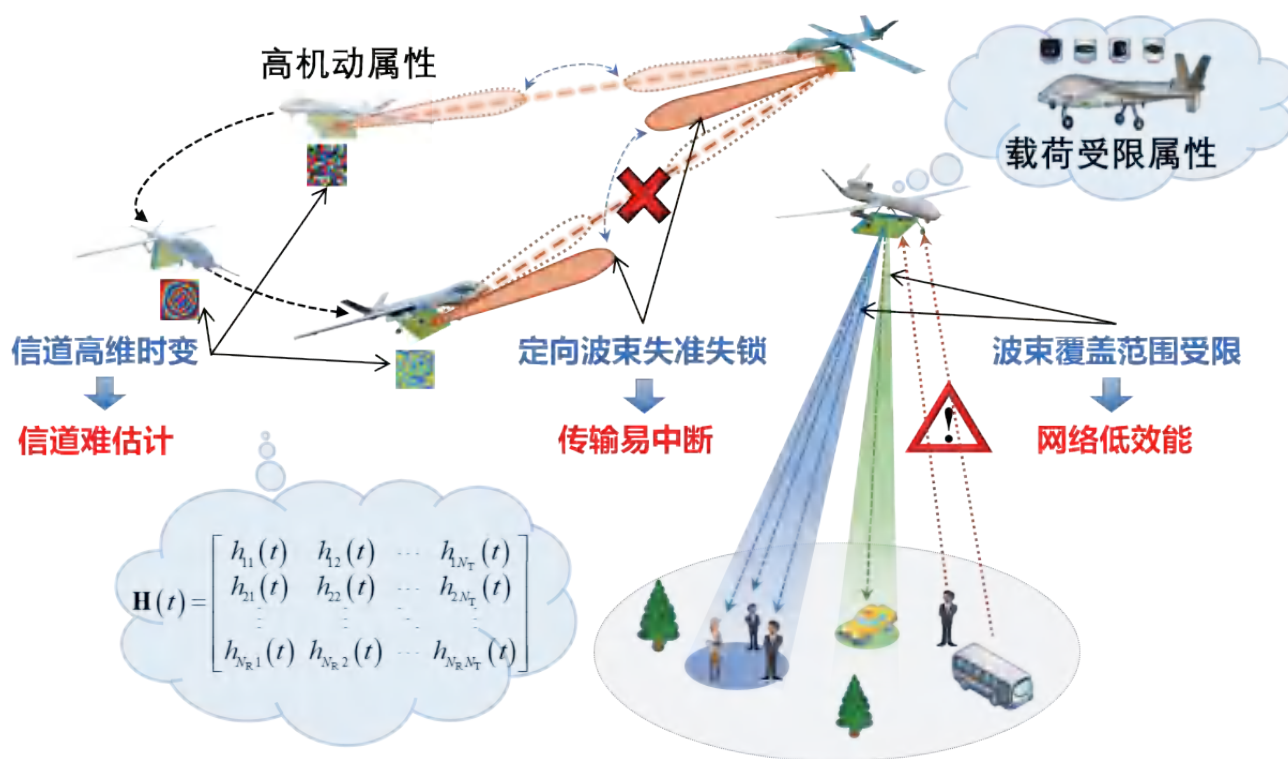
主要完成人：

本项目第一完成人因在“无线协作通信”领域的贡献入选国家杰青、IEEE Fellow 和科睿唯安 (Clarivate Analytics) 高被引科学家；第二完成人入选国家杰青；第三完成人入选国家高层次青年人才计划；第四完成人为北京大学助理教授；第五完成人为美国普林斯顿大学博士后研究员。第一、第二和第三完成人获 IEEE Communications Society Asia-Pacific Outstanding Young Researcher Award, 入选 IEEE Distinguished Lecturer, 获 IEEE N2WOMEN 十大女性新星奖 (第四完成人)。五位完成人共同在 IEEE ICC/Globecom 等国际会议累计完成 Tutorial 报告 17 次。

空基高维时变信道下阵列宽带传输理论与方法

项目简介:

随着航空飞行器平台能力的快速提升，空基数据传输带宽和传输距离的需求日益增长。在空基平台功率与尺寸的强约束下，传统低频段通信难以满足大带宽、远距离通信需求，探索高频段阵列通信理论与方法是解决带宽与距离问题的重要途径之一。



核心问题

信道难估计

信道估计

研究发现

高维信道表征与估计

信道状态信息

传输易中断

可靠传输

鲁棒建链与容量逼近

单通道容量可达机理

网络低效能

并行接入

协同机理与性能解析

本项目从高维信道快速变化难估计、阵列传输定向链路中断和空基网络用户接入低效能三方面难题入手，针对高维度时变信道共性表征与估计理论、高机动定向传输鲁棒建链与容量逼近以及多用户网络接入协同机理与性能解析等核心内容开展研究，揭示了空基大规模阵列信道的共性稀疏特征，形成了高维时变信道快速估计与追踪理论；发现了空间波束的角度域可延展及平移不变特性，形成了高机动定向传输分层波束对准与波束域容量快速逼近方法；发现了模拟波束的可分割性和多用户并行传输的理论容量界，提出了容量可达的多波束网络协同接入方法。为有效解决空基阵列宽带传输瓶颈难题、发展基础理论做出了创造性贡献。

项目 8 篇代表性论文 WOS 他引 1006 次，SCI 他引 779 次，包括最佳论文 1 篇，ESI 热点论文 2 篇，ESI 高被引论文 5 篇；受到 20 余位院士、100 余位 IEEE Fellow 的正面他引；核心理论与方法应用于运十二气象飞机空中监测等多个空基专用宽带通信系统，解决了复杂机动环境下空基大容量信息的远距传输难题。于全院士、樊邦奎院士、刘永坚院士、张平院士等鉴定会专家评价本项目：“研究水平达到国际先进，高维度时变信道共性表征与估计理论方法居国际领先”。

主要完成人：

肖振宇，北京航空航天大学教授，教育部青年长江学者、爱思唯尔 2020 中国高被引学者，提出项目核心思想和技术方案，科学发现二和三的主要完成人之一；

高 镇，北京理工大学副研究员，入选中国科协青年人才托举工程，爱思唯尔 2020 中国高被引学者，科学发现一和科学发现三的主要完成人之一；

王昭诚，清华大学教授，IEEE Fellow、IET Fellow、科睿唯安 2020 全球高被引学者，科学发现一和科学发现三的主要完成人之一；

朱立鹏，北京航空航天大学博士，科学发现三的主要完成人之一。

移动通信用新型氮化物异质结构及电子器件

西安电子科技大学完成

项目简介:

该项目属于微电子技术领域。GaN 射频器件是支撑 5G 移动通信基站的核心电子元器件，也是目前各国在微电子信息领域的竞争制高点。Si 基 GaN 由于具备低成本、大尺寸及与 Si 集成电路工艺兼容性强等优势，成为通信用高性价比 GaN 射频器件发展最有潜力的技术路线。但是，Si 基 GaN 射频技术开发难度大，存在器件射频损耗高、线性度差、高偏压下性能恶化等国际难题，致使其长期无法达到移动通信应用需求。

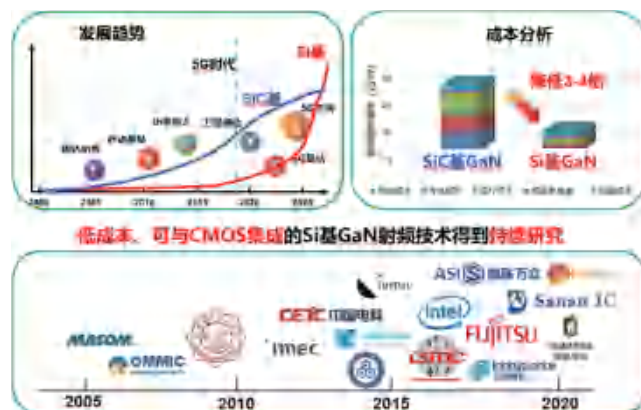


图1 Si基GaN射频技术优势

该项目针对 Si 基 GaN 射频技术难题，发明了低射频损耗 Si 基 GaN 外延生长技术、高线性度 U 型栅阱复合沟道异质结构、ALD/PECVD 叠层钝化方法等核心关键技术，全面突破了 5G 移动通信用 Si 基 GaN 射频技术的核心瓶颈问题，实现了高质量低射频损耗 Si 基 GaN 外延材料、高性能 Si 基 GaN 微波毫米波器件及 MMIC 芯片，成果整体技术达到国际先进水平，其中射频损耗、线性度等关键技术指标达到国际领先水平，使氮化物电子材料及射频器件成为我国自主创新和突破卡脖子问题的一面旗帜。

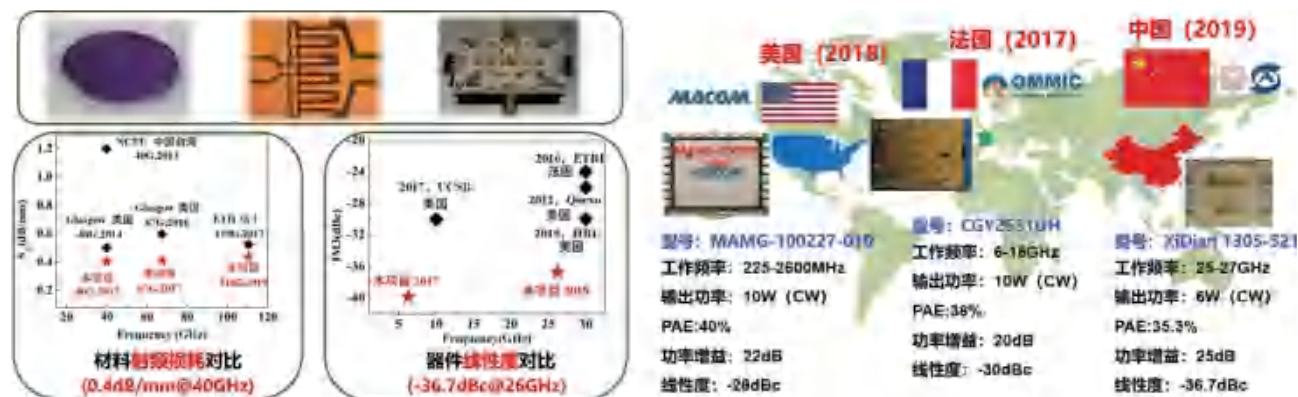


图2 项目研制的国际先进水平Si基GaN外延材料、微波功率器件、MMIC芯片

该成果已在华为、中兴等国内移动通信龙头企业的 5G 通信系统中得到应用，并在三安集成、中国电科 13 所控股子公司国联万众等 GaN 微波毫米波器件研制骨干企业实现了技术转移与产业化，为我国自主可控的高性价比 5G 移动通信微波毫米波系统的发展奠定了重要的基础，提升了我国移动通信产品的供应链安全保障能力和国际竞争力，产生了显著的经济效益及社会效益。

中国电子学会组织的鉴定委员会（包含 3 位信息领域院士）认为：“该成果创新性强，技术复杂度高，研制难度大，整体技术达到国际先进水平，关键指标达到国际领先水平，使我国 5G 移动通信用低成本高性能 Si 基 GaN 微波功率器件技术实现了重要跨越”。

主要完成人：



张进成

西安电子科技大学教授
教育部长江学者特聘教授
国家杰出青年基金项目获得者
科技部中青年科技创新领军人才



张雅超

西安电子科技大学副教授
华山菁英副教授



毛 维

西安电子科技大学教授



赵胜雷

西安电子科技大学副教授
华山学者菁英人才



张苇杭

西安电子科技大学华山菁英教授



刘志宏

西安电子科技大学教授
入选陕西省高层次人才引进计划

多模态高鲁棒细微情感分析关键技术与系统

中国科学院自动化研究所等单位完成

项目简介：

情感分析在健康医疗和社会安全等领域中有着重要应用。传统情感分析技术主要侧重于离散情感分类，对照人的真实情感状态容易出现较大偏差，因而导致实际应用受限。该项目针对多模态高鲁棒细微情感分析关键技术开展持续深入研究，在细微情感表征、鲁棒情感识别和情感理解等关键难题上取得重要突破，为健康医疗、社会安全等国家重大需求铺平了道路。

在情感表征方面，在国际上开拓了多尺度细微情感表征研究方向，攻克了情感细微量化和高精度建模的关键难题，使得模型对情感的描述方式更接近于人类自然的情感状态；在情感识别方面，创新性实现了多模态融合的高鲁棒细微情感识别方法，解决了情感分析在应用过程中因环境干扰和人物非协作等情况下识别精度不高的关键难题。在情感理解方面，创建了融合语义和领域知识的情感理解新模式，解决了对情感异常性或抑制性细微变化含义准确理解的困难。突破了情感分析系统在医疗健康、社会安全等重大需求中规模化应用的关键技术瓶颈。



图1 项目主要挑战与创新点

项目成果在医疗、金融、媒体、安全、交互等领域实现了规模化应用，社会经济效益显著。研发的基于情感分析的精神状态检测系统作为常规工具应用在 20 多家医院和部队进行早期筛查、术后情感状态康复跟踪与辅助诊断，筛查出近千名抑郁状态高危人群；实现了基于情感分析的个性化音视频推送和广告推送，付费会员率先突破 1 亿，日均付费浏览量超过两千万次，改善了视频娱乐的质量；作为公安部唯一采用的基于情感分析的非接触式测谎装置，性能显著优于传统测谎仪，极大的提升了侦查效率。



图2 非接触式测谎装置

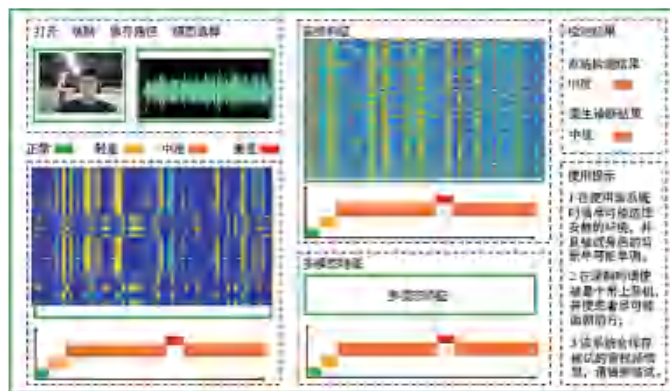


图3 基于情感分析的精神状态检测系统

由清华大学戴琼海院士任组长，樊邦奎院士和王恩东院士分别任副组长的鉴定会认为：“项目研究难度大，成果创新性和实用性强，拥有自主知识产权，形成了国际和国内标准，引领了情感计算的发展，在多尺度细微情感建模、融合语义和领域知识的情感理解方面达到国际领先水平。经济社会效益显著，推广应用前景广阔。”

主要完成人：



第一完成人，**陶建华**

中国科学院自动化研究所研究员，国家杰出青年基金获得者，国家万人计划领军人才，国务院政府特殊津贴



第二完成人，**傅小兰**

中国科学院心理研究所研究员



第三完成人，**刘斌**

中国科学院自动化研究所副研究员



第四完成人，**雷震**

中国科学院自动化研究所研究员，IAPR Fellow



第五完成人，**连政**

中国科学院自动化研究所助理研究员



第六完成人，**范音**

北京奇艺世纪科技有限公司助理研究员

3. 提出了细颗粒度无栅格波道光子成形方法和光标记调顶的柔性光互联方法，提升了光交换维度和多颗粒度业务的识别能力，研制了柔性光交叉连接设备，解决了高维度光交换节点多粒度波道的任意交换与适配难题，实现了高维度动态可重构的无阻塞光交换。

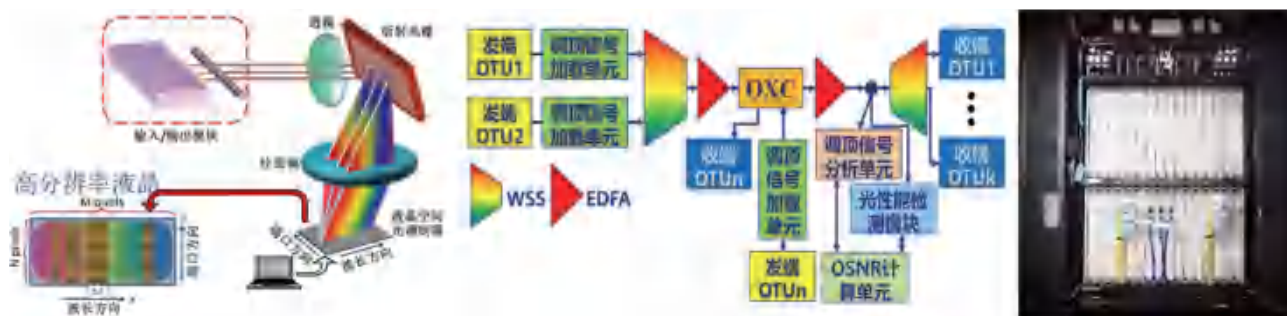


图3 无栅格无阻塞光交换方法与设备

本项目成功研制出了无栅格动态调制变速率光传送网设备，已经在国内外多家运营商网络和国内专网中进行了应用，显著提高现有光传送网的使用效率，为我国网络强国建设和新基建提供了技术和手段支撑。

主要完成人：

忻向军，刘博，王光全，常天海，张琦，孔凡华。其中，忻向军、刘博、张琦（北邮）负责项目的整体规划和关键技术研究，王光全（联通）负责了本项目的现网测试及示范应用相关工作，推动了项目成果的国际标准化，常天海、孔凡华（华为）领导团队负责了光传送设备的总体设计和研制工作。

CMOS 毫米波芯片与大规模集成相控阵 技术与应用

东南大学等单位完成

项目简介:

毫米波以其带宽资源丰富的显著优势，正成为宽带卫星及地面移动通信系统的“黄金”频段。毫米波频段电波传播衰减较大，大规模相控阵技术是扩展其传输距离的主要技术手段，是宽带卫星、5G 及未来 6G 移动通信领域的核心关键技术。传统相控阵大多基于砷化镓工艺的收发组件，其集成度低、价格昂贵，仅适用于军事通信等专用领域，不利于毫米波通信技术全面普及。先进 CMOS 工艺特征频率已超过 300GHz，在理论上完全可适用于毫米波芯片研制，其技术突破将带来行业新变革，把大规模相控阵变成一种小型化、极低成本、便于部署的组件。相比其它工艺，CMOS 在集成度、成品率和成本方面优势巨大，但输出功率较低、器件寄生效应较大。

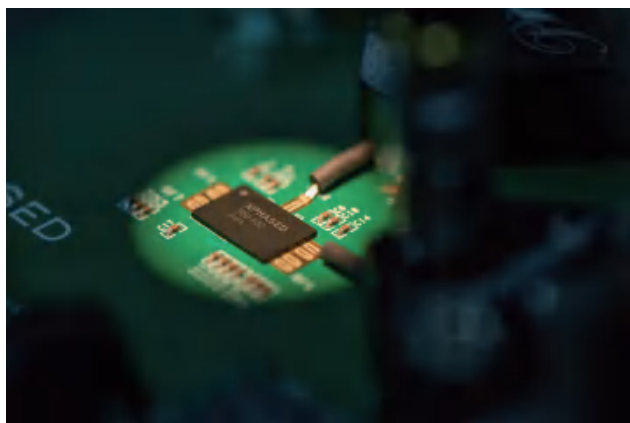


图1 Ka频段毫米波芯片测试验证板

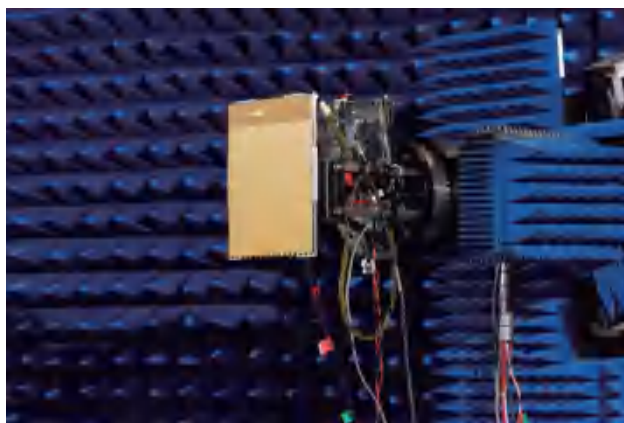


图2 Ka频段集成相控阵天线与暗室测试环境

本项目突破 CMOS 器件固有瓶颈，成功探索出低成本 CMOS 毫米波大规模集成相控阵技术路线，通过低噪声、高效率、高低温环境自适应的硅基 CMOS 器件性能提升技术；全集成、精确幅相调控、通道高隔离度的 CMOS 相控阵芯片技术以及混压大规模集成阵面工艺和架构、高隔离宽带天线及高效量产测试技术等主要技术发明，成功实现我国在卫星通信领域从芯片、阵列天线到终端整机的全面自主可控。

本项目研制出的低成本高性能 CMOS 毫米波相控阵芯片和大规模集成相控阵，多维度全产业链解决了 CMOS 毫米波通信技术走向大规模推广应用的核心环节，项目成果通过了中国电子学会组织的科技成果现场鉴定，在“卡脖子”技术上取得关键突破，多项关键指标遥遥领先于国际同类研究。形成授权发明专利 17 项，多项创新成果论文发表于 JSSC 等顶级 IEEE 期刊，并作为封面论文发表于中文期刊《中国科学：信息技术》。相关成果入选 2020 年高等学校十大科技进展、2020 年中国

光学领域十大影响力事件以及国家“十三五”科技创新成就展。项目成果已经在应急救援保障、抗灾指挥管理、高速宽带通信、卫星信号监测等应用领域的车载、船载、无人机载等平台实现了规模化推广应用。



图3 宽带卫星通信系列整机终端



图4 Ka频段车载卫星动中通全国跑车试验

主要完成人：

尤肖虎教授是本项目的负责人、总体技术框架以及技术路线的拟定者，是多项发明专利的第一发明人和主要发明人，并着力推动本项目产业化。尤肖虎任东南大学移动通信国家重点实验室主任、长江学者计划特聘教授、紫金山实验室副主任。曾获国家技术发明一等奖和国家科技进步二等奖。先后任国家 863 计划 3G、4G 及 5G 重大项目专家组组长、宽带通信与新型网络国家重点研发计划专家组组长、宽带无线移动通信网国家重大科技专项副总师等。

时空谱编码耦合与深度网络解耦超限成像技术

西安电子科技大学等单位完成

项目简介：

技术发明一等奖项目《时空谱编码耦合与深度网络解耦超限成像技术》属于光学、信号与信息处理、人工智能等交叉领域。

超高分辨成像在我国航天遥感领域具有重大战略需求，十五年前出现的压缩感知理论突破了传统采样理论限制，使得超高分辨率成像不再受限于传感器性能成为可能。但该理论不仅要求以随机感知、目标先验已知作为成像前提，还需线下长时间优化计算。这使得压缩感知理论在航天遥感快速高分辨成像应用仅仅是理想，如何将这一颠覆性理论真正应用于实际航空遥感快速成像，是摆在人们面前的重大挑战。

项目组围绕高维超高分辨成像核心技术历经十多年攻关，建立了时空谱关联编码优化模型，发明了时空谱关联编码调制与耦合传感技术，攻克了雷达凝视高分辨率成像和时空高分辨率光谱成像难题；发明了在线先验学习解耦成像技术，解决了先验获取困难问题；创建了基于贝叶斯估计的轻量化深度网络学习模型，发明了知识引导的深度网络图像重建技术，实现了在线快速图像重建；突破了压缩感知理论在实际应用中的瓶颈，建立了时空谱编码耦合与深度网络解耦超限成像系统，使得低性能传感器也可实现高维高分辨率成像。

本项目获得授权发明专利 47 项，其中美国专利 1 项，发表论文 36 篇，其中 SCI 他引 1122 次。该项技术真正突破了传统成像模式以及传感器性能，技术水平达到国际领先水平。作为核心关键技术成功应用于多个国家“高、精、尖”应用领域、重点型号与飞行试验，对我国国防安全具有重大意义。

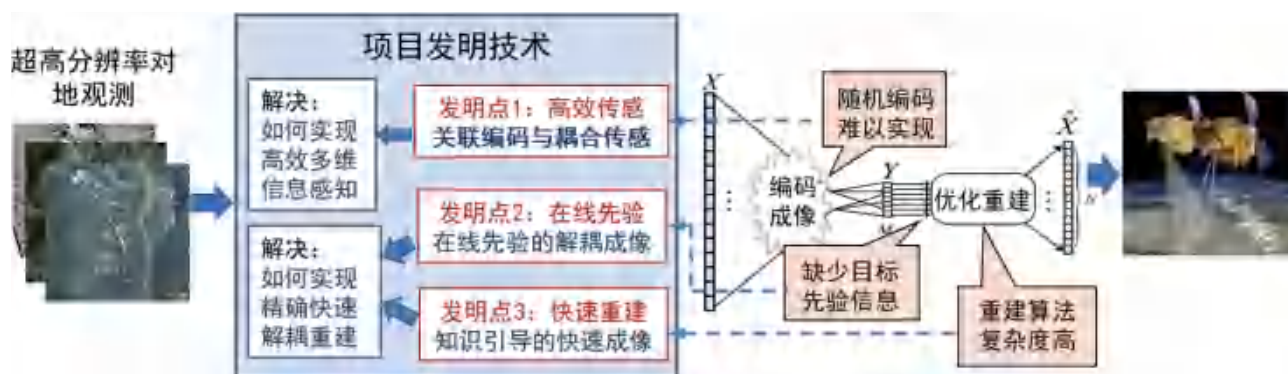


图1 时空谱编码耦合与深度网络解耦超限成像系统

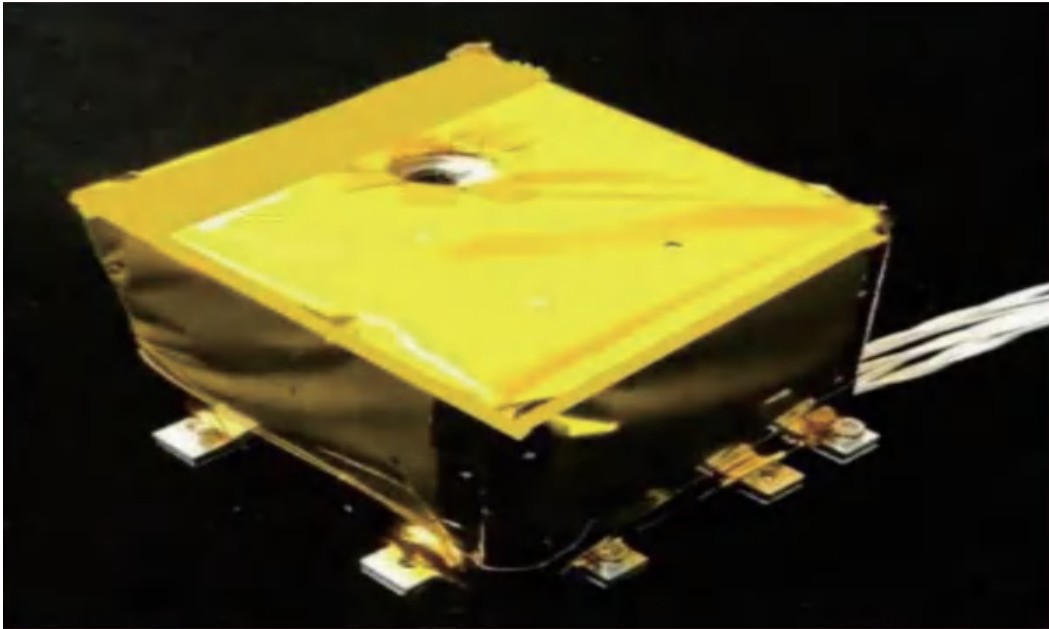


图2 新型计算光谱相机

主要完成人：

石光明，西安电子科技大学教授，项目总体负责人；

高大化，西安电子科技大学教授，负责时空谱编码耦合与高分辨率计算光谱成像技术；

牛毅，西安电子科技大学教授，负责光谱视频相机设计及并行重构算法实现；

董伟生，西安电子科技大学教授，负责基于知识引导的深度学习图像实时重建技术；

钟晓明，北京空间机电研究所高级工程师，负责时空谱压缩编码方法实现；

包敏，西安电子科技大学副教授，负责空时关联编码微波超分辨成像技术。

粘贴型微型电流传感器关键技术研究及应用

南方电网数字电网研究院有限公司等单位完成

项目简介：

传感器作为工业控制系统的神经末梢，为电力系统的监测、控制、分析和决策提供基础数据。针对传统的互感器 + 测控装置方案存在体积大、成本高、有线连接、安装运维需停电等不足，难以满足电网数字化转型中对具有高精度、宽频域、宽量程、自取能、成本低、体积小和即贴即用等适合海量部署特性传感器的需求。项目首创基于磁电阻效应的粘贴型电流测量技术路线，突破了基于磁电阻技术的电流传感理论与方法，自主设计了宽频大量程的磁电阻芯片，攻克了宽范围能量调理、宽量程高精度测量和高效集成等核心技术，形成授权 PCT 专利 1 项、发明专利 30 项，研制出国际首套基于磁电阻技术的全电压等级高精度、自取能粘贴型微型电流传感器，颠覆了传统电流采集技术，开创了芯片化、数字化电流测量的新方向。



- 等电位技术架构：自取能、无线通信、本地数字化
- 微型化：敏感元件芯片化，取能、采集、转换、计算、通信高度集成（从米级到厘米级）

图1 基于磁电阻的等电位电流传感技术架构

粘贴型微型电流传感器及配套装置已在全国范围内实现了规模化应用，实现了电力微型智能传感技术领域的国际领先，有力支撑了电力行业数字化转型，践行数字中国战略，助力能源行业绿色低碳发展。未来，将进一步在新型电力系统的输配电、新能源发电等多种场景下实现海量推广应用。

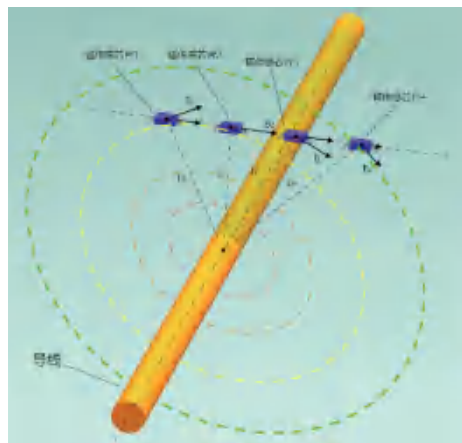


图2 多测点协同误差平衡的电流信号高精度提取方法



图3 微型电流传感器产品



图4 产品现场应用效果



图5 产品现场应用效果

主要完成人：

李 鹏，南方电网数字电网研究院，正高级工程师，负责总体技术研究和方案设计；

何金良，清华大学，教授，负责宽频大量程磁电阻芯片研究与设计；

李立程，中国南方电网公司，中国工程院院士，提出小微智能电流传感器概念和核心技术路线；

田 兵，南方电网数字电网研究院，高级工程师，负责基于磁电阻技术的电流测量方法优化研究和微型电流传感器样机研发；

胡 军，清华大学，研究员，负责宽频大量程磁电阻芯片优化设计与研制；

王志明，南方电网数字电网研究院，高级工程师，负责基于磁电阻技术的电流测量方法和能量收集方法研究。

卫星隐蔽通信关键技术及重大工程应用

北京理工大学等单位完成

项目简介：

卫星隐蔽通信是近年来隐蔽通信领域的学术研究热点，主要用于提升卫星通信系统在无线开放信道条件下的安全性，以防止被非法用户定位、窃听、截获，是进一步强化国家空间信息基础设施对抗能力的关键技术领域之一。本项目立足于卫星隐蔽通信国家重大需求，在多个国家重大工程的支持下，历时十六年，提出了新体制和新方法，突破了系列关键技术，研制了多型星载 / 地面系统装置，取得了以下创新成果：

1. 发明了复杂对抗场景下多维域弥散的低零溯源卫星通信体制，制定了多个国家重大型号标准；
2. 发明了多维域精准能量聚合的全相干接收方法，解决了高时空不确定性、低信噪比、大多普勒下的隐蔽信号处理难题，达到了国际先进水平；
3. 提出了卫星隐蔽通信体系架构，发明了我国首颗专用处理芯片，研制了系列星上载荷 / 地面系统装置，实现了成功应用。

该项目共申请国家和国防发明专利80项，授权70项，获得软件著作权15项，发表学术论文49篇；研制了3个重大型号17颗卫星的星上载荷 / 地面系统装置；提出并验证实现了北斗三代短报文信号体制，目前已在轨运行；相关系统在历次国家重大任务中表现优异、保障有力，得到了相关部门的高度认可，取得了显著社会经济效益。

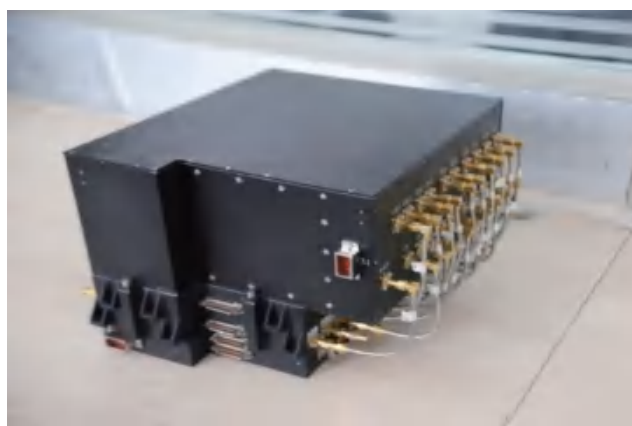


图1 卫星柔性星载相控阵与载荷处理机
(左：天线阵面；右：信号处理组合)

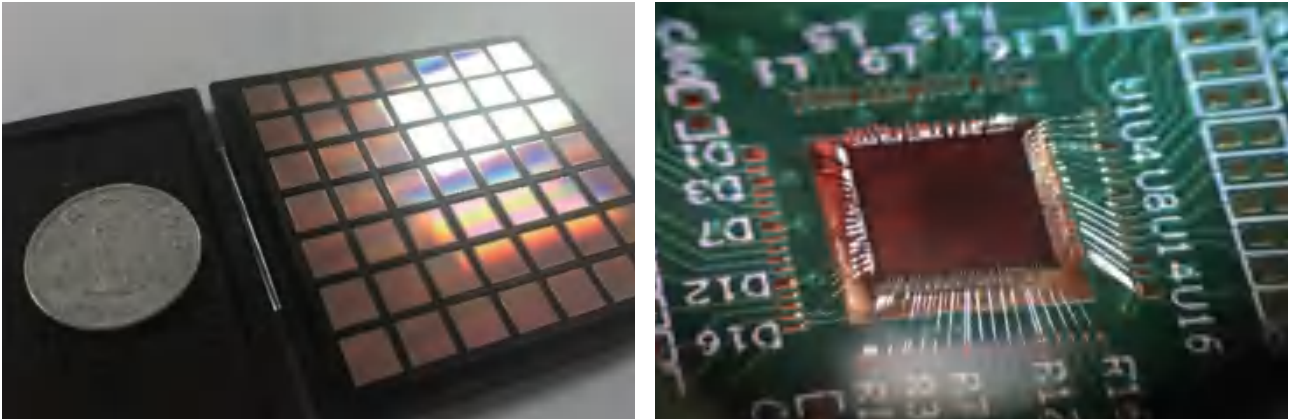


图2 卫星隐蔽通信专用信号处理芯片
(左：裸片实物；右：显微镜下的实物)

主要完成人：

安建平，王帅，李龙，陈超，蒙艳松，吴玉清

第一完成人安建平教授，三十年来始终致力于推动我国空天通信与网络领域的技术进步，攻克了多项技术难题，牵头获得国家技术发明奖二等奖 1 项、国家科技进步奖三等奖 1 项、中国电子学会技术发明奖一等奖及其他部级科技进步奖 7 项；在本领域权威期刊发表高水平学术论文百余篇，授权国家 / 国防发明专利八十余项；作为项目负责人承担国家重点研发计划项目、基础加强计划重点基础研究项目、载人航天国家重大专项、国家自然科学基金仪器专项、国家自然科学基金国际合作重点项目等 60 多项重要课题，为我国空天通信与网络事业的创新发展做出了突出贡献。

软件定义密码芯片关键技术及应用

清华大学等单位完成

项目简介：

密码事关政治、经济、国防和信息安全，是保护党和国家根本利益的国之重器，密码芯片是密码算法与协议实现的物质载体，是密码技术与应用的核心基础。然而，密码芯片的三大核心技术指标物理安全性、能效（即速度功耗比）和灵活性（含可编程性）相互制约，一个指标的提升往往以牺牲另两个指标为代价，如何兼顾它们一直是国际学术界和工业界公认的难题。

本项目凭借在可重构硬件架构、动态模板映射方法和主动安全防御机制等方面的创新，突破了“功能随算法变、配置随需求变、防御随攻击变”的软件定义密码芯片技术（如图 1），建立起一套不依赖先进制造工艺的密码芯片设计方法，在大幅提升芯片物理安全性的前提下，确保其满足能效与灵活性的应用需求。

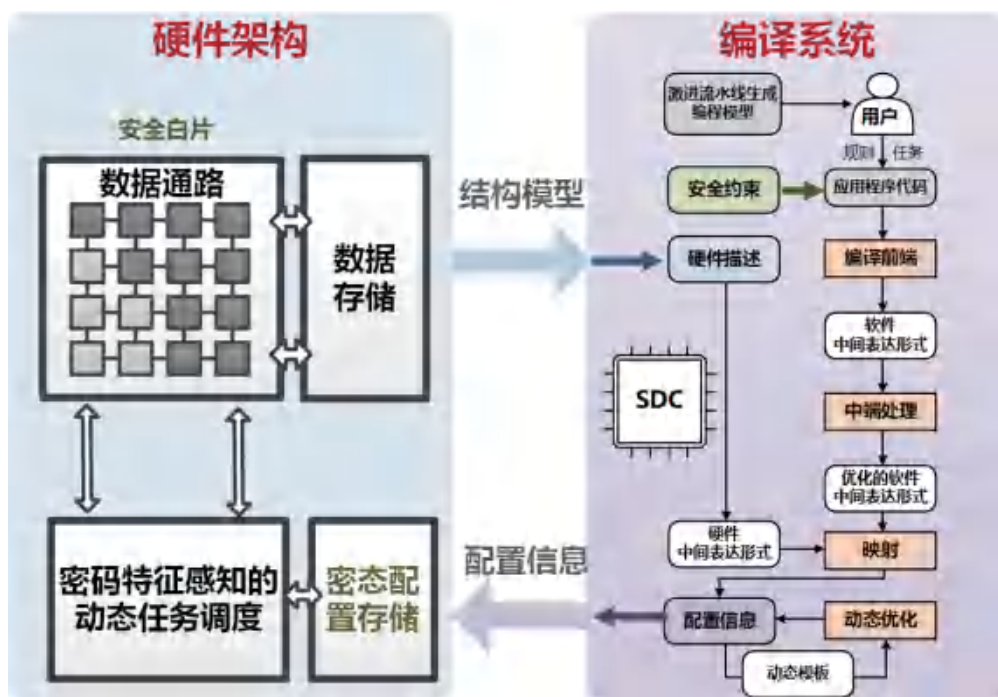


图1 软件定义密码芯片技术

本项目共有三项主要技术发明：

(1) 发明了支持密码算法敏捷配置与弹性任务调度的动态可重构硬件架构，解决了重构配置开销大、多任务执行硬件利用率低的难题，实现了纳秒级功能重构，相比公开发表的同类最新成果，重构时间缩短 72.5%，能效提升 6.5 倍。纳秒级的电路功能切换，是提高芯片安全性的硬件基础。

(2) 发明了支持敏感功能随机部署的激进流水线生成与在线动态模板映射技术，解决了传统静态映射无法支持多模态运行、难以根据需求自动改变配置的问题，相比经典动态二进制翻译方法，动态映射效率提升了 3~5 倍。密码程序片段的运行时映射，是提高芯片安全性的软件支撑。

(3) 发明了基于动态局部重构与内建安全白片技术的物理攻击主动防御机制，通过随机改变电路的实现策略，主动隐藏敏感电路和数据的时空位置，大幅提升抗侧信道攻击能力，并能有效抵御管芯逆向和配置反编译等攻击手段。

基于项目技术研发的多款密码芯片产品已应用于近 30 家密码安全企业，产生了显著的社会与经济效益。

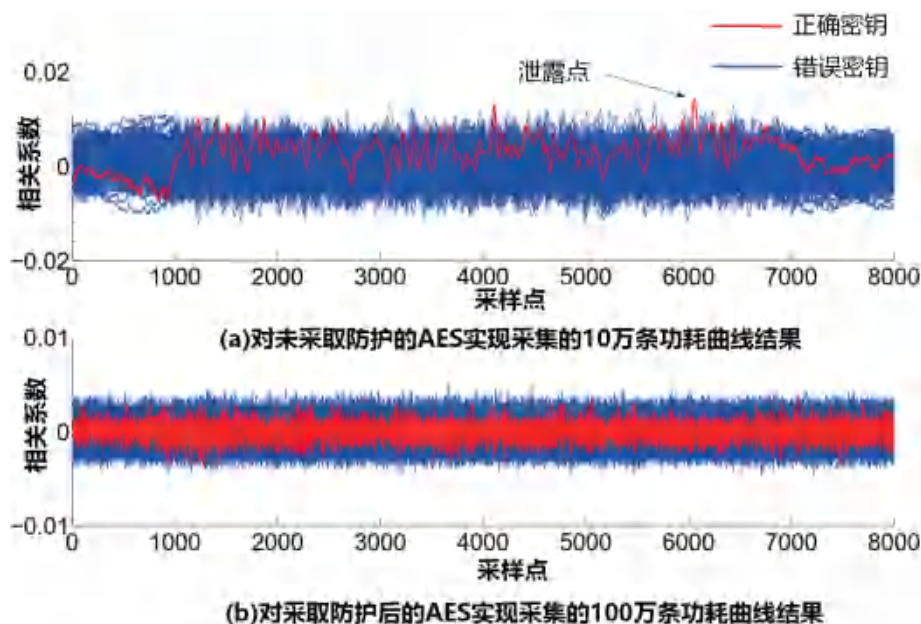


图2 项目技术大幅提升芯片的物理安全性



图3 基于项目技术研发的高性能密码芯片产品

主要完成人：

刘雷波，清华大学教授，负责总体技术方案制定；

朱敏，无锡沐创集成电路设计有限公司总经理，负责技术产业化及应用推广；

朱建峰，清华大学高级工程师，负责硬件架构和编译技术攻关；

邓辰辰，清华大学助理研究员，负责物理攻击防御技术攻关；

魏少军，清华大学教授，参与硬件架构设计；

尹首一，清华大学教授，参与编译工具设计。

可重构高速高分辨率阵列采样技术及应用

电子科技大学完成

项目简介:

高速高分辨率数字化技术是科学仪器领域最核心的共性基础技术。西方国家在该技术领域长期占据主导地位，相关产品和技术对我国实行严格的禁运和封锁，严重制约着我国测试仪器整体水平的提升。

课题组从 2006 年开始，致力于可重构高速高分辨率阵列测试技术研究，通过四类技术创新，形成了自主可控的知识产权技术体系，主要创新如下：

(1) 提出了基于时间交替和时间同步的混合采样方法，采用采样率分辨率动态可重构阵列采样架构，实现了系统采样率和分辨率的双重、成倍提升。国内首次推出 40GSPS、12 位分辨率动态可重构的数字示波器，指标达到国际最高性能产品的相同量级；

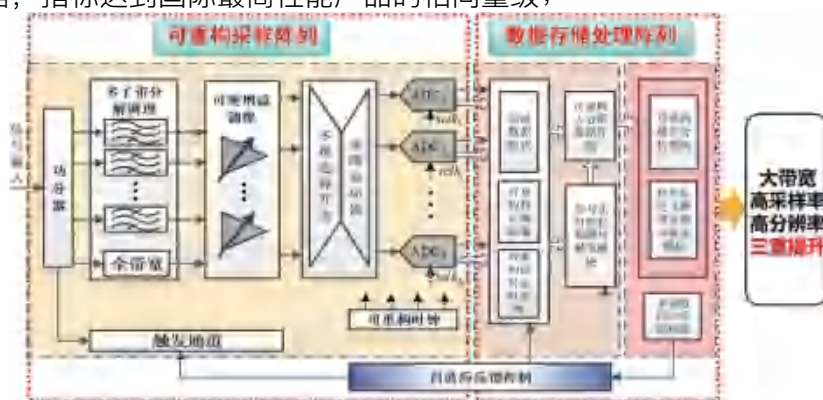


图1 可重构阵列采样技术整体架构

(2) 提出了超宽带低噪声信号调理及频域交织技术，解决了带宽和动态范围之间的矛盾，将模拟带宽指标从 1GHz 提升到 4GHz，本底噪声降低至 150 μ V，达到目前国际最高性能产品的水平。



图2 频域交织技术实现原理

(3) 提出了多矩阵协同下的极高波形捕获与实时分析技术，采用基于奇异谱熵、功率谱熵等信息融合的分析方法，解决了信息实时呈现难题，在 40G 采样率下实现了 300 万幅每秒的波形捕获率，达到国际领先水平；

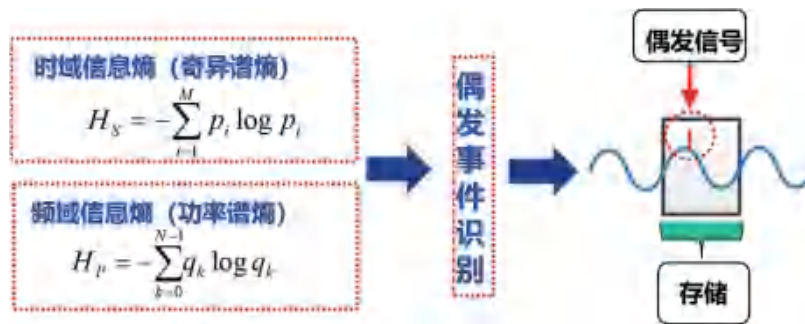


图3 基于信息熵的极高波形捕获技术原理

(4) 提出了主从树型结构的系统同步架构，采用基于最优特征搜索的多通道精密同步技术，解决了不同环境温度下系统采样同步误差大、稳定性差的难题，同步精度达到 $\pm 5\text{ps}$ ，与国际最高水平相当。

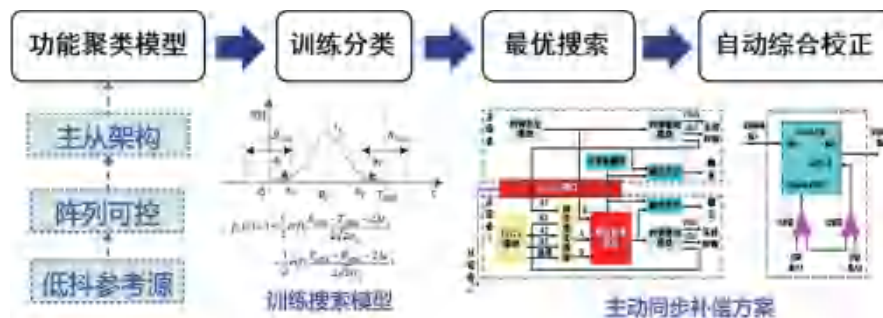


图4 基于最优特征搜索的多通道精密同步技术

授权国内外发明专利 60 项（其中美国专利 4 项）；制定国标 1 项，国军标 1 项；发表 SCI/EI 收录论文 110 篇；出版专著 1 部。成功研制出高性能数字示波器、航空无线电测试仪等通用和专用测试仪器，经优利德、华为、中电 24 所等多家单位进行成果转化，近三年新增销售 1.6 亿元，新增利润 4000 余万元。另外，因本成果的成功应用，优利德公司在上交所科创板上市，成为电子测试仪器领域首家上市的企业。

本成果利用国产核心器件实现了高端数据采集类设备，弥补了我国高端集成电路滞后对整机的影响，改变了我国在高端数字示波器等采集类基础仪器上长期受制于人的局面，推动了仪器行业的技术进步和产业升级。

主要完成人：

曾 浩，研究员，项目总体负责；

杨扩军，研究员，超宽带低噪声信号调理及频域交织技术主要完成人；

王厚军，教授，采样率分辨率动态可重构的阵列采样技术主要完成人；

黄武煌，副研究员，多通道精密同步技术主要完成人；

张沁川，副研究员，多矩阵协同下的极高波形捕获与分析技术主要完成人；

钱 磊，博士研究生，完成了频域交织技术的理论推导和算法仿真。

联系方式：13880261716 zenghao@uestc.edu.cn

网联化航空可视引导技术与装备

北京航空航天大学等单位完成

项目简介：

瞄准我国军民航自主安全高精度引导的重大需求，项目发明了大气异常的自适应建模与空地协同监测方法，建立了卫星导航误差的精准包络和完好性可信评估验判模型，研制了大气异常协同监测与导航性能可信验判设备，解决了大气异常环境下导航信号的高可信监测难题，包络裕度降低了27%；发明了北斗新体制信号干扰容限建模与精细链路预算方法，突破了多源位姿信息风险按需分配和优化滤波等关键技术，解决了不同运行条件下高完好性位姿信息的精细获取难题；发明了空基气象感知与网联过点时间预测方法，突破了基于空地数据链的多机通行优化和航径优化引导等关键技术，研制了“多图合一”的可视化引导设备，解决了复杂气象条件下机载引导服务不可靠的难题，与传统引导手段的效果相比，航径点引导时间误差从2分钟缩短至30秒。

项目成果已广泛应用于多型有人无人作战飞机和民机，在保障复杂空战场的军机快速起降和飞行密集终端区的民机连续引导方面发挥了不可替代的作用，有效提升了作战效能，大幅提高了民航运行效率，军事社会经济效益显著，在航路导航、终端区起降引导、机场场面引导等方面的推广应用前景广阔。

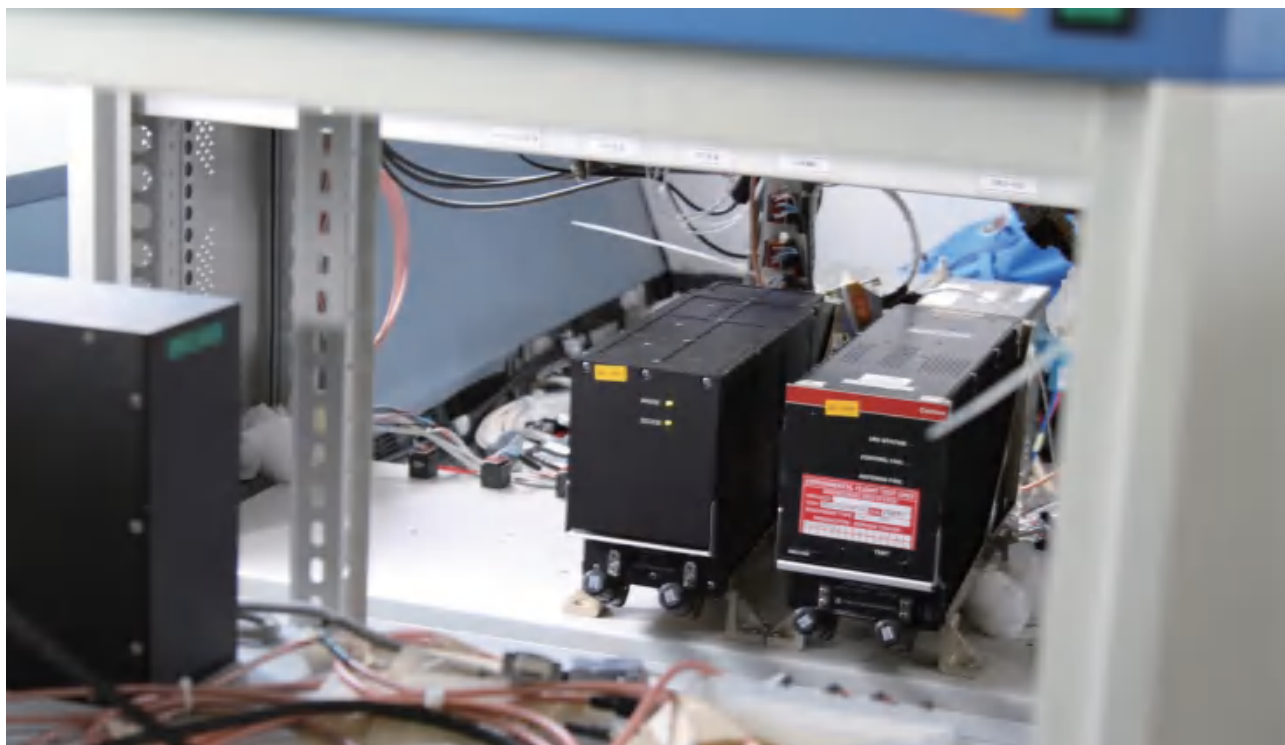


图1 机载多模式导航接收机 (MMR)



图2 可视引导技术的典型应用

主要完成人：

朱衍波，民航数据通信有限责任公司副总经理，研究员，北京航空航天大学兼职博导，民航协同空管技术与应用重点实验室主任，指挥与控制学会空管专业和指控网络专业委员会委员，航空学会航电与空管分会委员。长期从事航空通信导航监视和空中交通管理等方面技术研究。获国家技术发明和科技进步一等奖各 1 项，国家科技进步二等奖 4 项，获第十一届中国青年科技奖，享受国务院政府特殊津贴，入选国家百千万人才工程，获何梁何利基金科学与技术创新奖。所带领的科研团队入选交通运输行业优秀科技创新团队和民航局民航科技重点领域创新团队。

“声纹 +” 可信身份认证关键技术与应用

清华大学等单位完成

项目简介：

“声纹 +”可信身份认证，是以声纹识别技术为核心，深度融合语音识别技术、语言理解技术、音频鉴伪技术、音频情感识别和微表情识别技术、多模态生物特征识别技术等，面向解决数字经济时代的身份认证难题而构建的高安全、弱隐私、真意图、低成本的新一代可信身份认证技术体系。

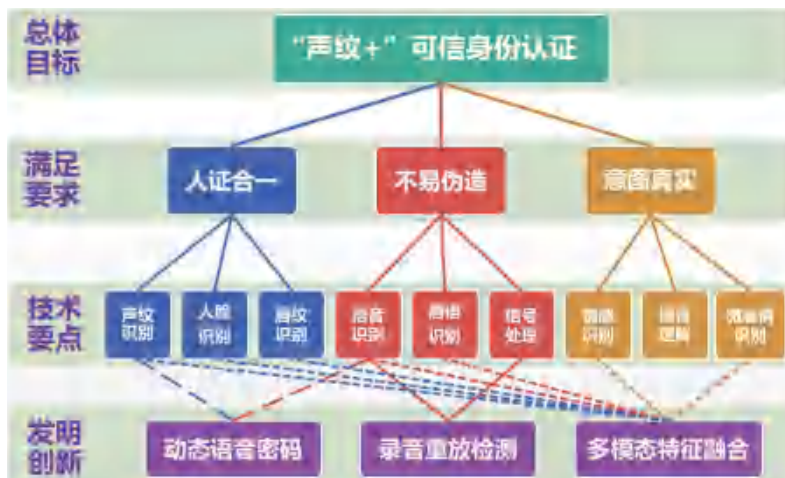


图1 “声纹+”可信身份认证技术架构图

该项目由清华大学牵头，与得意音通公司、中国建设银行“产学研用”密切合作完成，实现了对声纹特征的快速采集、准确识别、安全管理，开发了可支持大规模应用的“声纹 +”产品生态。共获得代表性国内外发明专利授权 10 项、实审中发明专利 9 项、软件著作权 11 项等。

2018 年，该项目的阶段性成果被专家组评价为“整体技术达到国际领先水平”；2021 年，该项目的最新成果被专家组评价为“技术与应用达到国际领先水平”。



图2 “声纹+”专利情况

该项目主要实现了以下三大创新：

1. 发明了克服人类生理制约的时变鲁棒说话人特征提取方法；
2. 发明了基于动态密码语音的身份确认系统及方法；
3. 发明了基于信号域、特征域和模型域的多层录音重放检测方法。

项目成果已在金融、政务、公安、社保等领域得到广泛应用，本成果主导起草了截至目前声纹识别领域所有的国家标准和行业标准，社会效益和经济效益显著，展现出了广阔的应用前景。

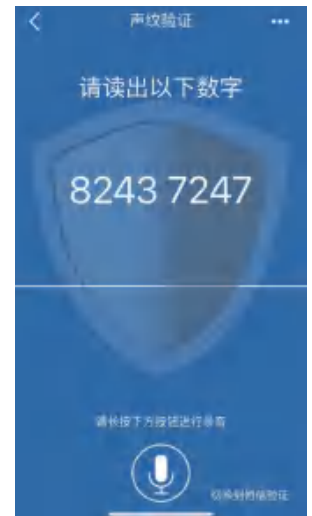


图3 典型应用案例：建设银行手机银行登录、转账、支付、取款的声纹身份认证

主要完成人：

郑方，清华大学人工智能研究院听觉智能研究中心主任，负责“声纹+”可信身份认证系统总体架构设计、关键技术思路构想、应用推广的标准化及部署。负责声纹及其相关语音语言处理等核心技术算法的提出，负责组织和领导声纹相关的标准制修订及对算法进行研究、实现、验证和应用。

金磐石，建设银行首席信息官，牵头“声纹+”可信身份认证在建设银行手机银行应用的总体技术方案的设计工作，推进场景创新，完成手机银行应用的产品、服务设计等工作，打造了首款金融级应用产品。主导完成了我国金融领域首个生物特征识别应用技术标准的编制工作。



图4 主要完成人合影：金磐石(左)、郑方(右)

电磁辐射体模式耦合表征调控技术及应用

北京航空航天大学等单位完成

项目简介:

未来战争是强电磁博弈的体系化对抗。空天装备安装天线多、布局密，射频兼容性问题突出。天线孔径综合将不同频段和功能的多个天线（阵）封装在一个孔径，可大幅减少天线数量（典型案例见图1）。综合天线孔径内部布局紧凑、结构复杂，带来天线近场耦合、带外耦合等新问题，“拉开天线距离、利用机体遮挡”等传统方法不再适用，需要在基础理论和方法上取得突破。

主要技术发明:

本成果面向空天装备受限空间条件下多电磁辐射体高度集成的迫切需求，历经十年产学研联合攻关，提出了模式耦合表征理论方法，揭示了飞机平台模式对机载天线的耦合规律，突破了宽频带电磁耦合解耦、超低耦合天线设计、低剖面天线设计等多项关键技术，研制了覆盖 V/U/L/S/C 等波段的多型孔径综合天线。

成果主要发明点如下:

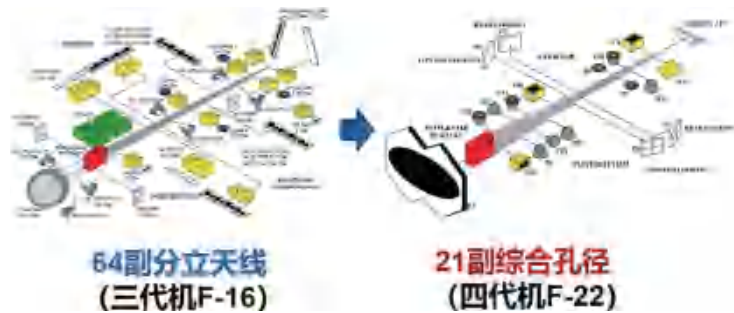


图1 据文献报道，通过天线孔径综合，美国三代机（F-16）的64付天线（阵）缩减为四代机（F-22）的21付综合孔径天线

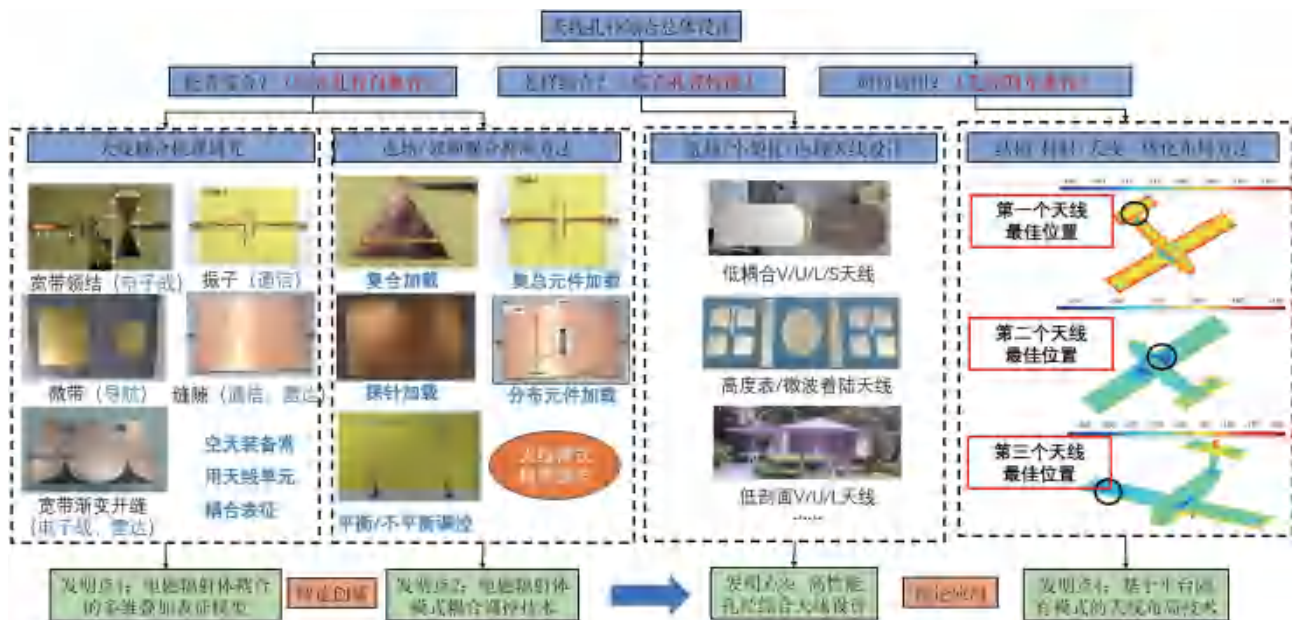


图2 技术发明总体思路

1. 建立了电磁辐射体耦合的多维叠加表征模型，揭示了多辐射体耦合系数的可分解性，发现了模式耦合的正交完备性规律，为多电磁辐射体高度集成提供了新途径。
2. 发明了电磁辐射体功能和非功能模式对耦合贡献度的计算方法，提出了集总加载、分布加载、复合加载等电磁辐射体模式调控技术，提升紧密布局辐射体隔离度 10–20dB。
3. 建立了多种基本天线单元的耦合模式集，提出复合超宽频带去耦合方法，发明了覆盖 V/U/L/S/C 五波段高性能孔径综合天线，可将某型隐身飞机相关孔径数量由 5 个减为 2 个。
4. 建立了空天飞行器整机结构、材料与天线一体的电磁耦合分布模型，研制了保证射频兼容性的天线总体布局与优化设计平台，解决了大规模固有模式宽频带协同分析难题。

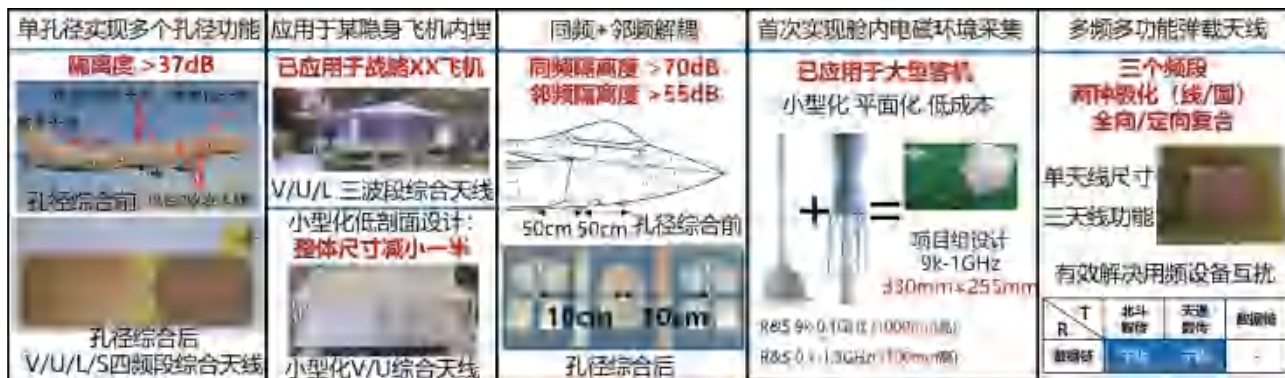


图3 面向先进空天装备的高性能孔径综合天线

应用及科技水平：

成果已应用于军机、民机和地面装备研制。确定了某四代机 L 波段、L/S 波段天线的最佳布局；为某战略飞机研制了共形 V/U/L 三综合天线并完成深化验证；解决了某相控阵雷达单元宽带耦合问题，提升雷达整体辐射效率约 10%。

成果为国产大飞机的研制提供了重要的技术支撑。应用于某两栖飞机的天线布局设计，解决了船体结构下天线安装位置受限导致的天线干扰问题，天线相关研制成本节省 10% 以上；研制的有源/无源综合天线成功试飞，实现了飞行状态下机舱内部电磁环境实时采集。

项目成果将进一步推广应用到战斗机、无人机、导弹装备、载人航天等先进空天装备的研制。

主要完成人：

序号	姓名	性别	技术职称	工作单位	对成果创造性贡献
1	吴琦	男	教授	北京航空航天大学	提出天线耦合模式理论与模式调控方法，发明了低剖面高度表 / 微波着陆综合等天线
2	苏东林	女	院士	北京航空航天大学	提出了基于飞机平台特征模的天线布局方法
3	王晓明	男	高工	中国电子科技集团公司第十研究所	发明了低剖面 V/U/L 三综合天线
4	孙宏涛	男	高工	中国航空工业集团公司成都飞机设计研究所	提出了无人机平台孔径综合天线布局技术
5	林赟	男	研究员	中国航空工业集团公司成都飞机设计研究所	突破了低 RCS 前襟综合化天线孔径设计技术
6	张栋梁	男	无	北京航空航天大学	发明了低剖面卫星通信 / 数据链三综合天线

中高轨航天器高动态高灵敏导航与中继测控关键技术及应用

北京理工大学等单位完成

项目简介:

轨道高度超过 3000km 的区域超出了传统定义的空间服务域，工作在该空间段中的飞行器只能接收地球背面漏导航卫星信号，面临极低信噪比条件下高动态卫星导航信号的接收处理技术挑战。

传统天链中继测控面临测控链路防护能力弱、易受干扰入侵的难题性。基于非协作中继卫星的隐蔽转发为飞行器可靠测控提供了技术手段，面临极低信噪比条件下高动态测控通信信号的接收处理挑战。

本项目针对高动态高灵敏扩频体制接收信号处理共性技术的挑战，在国家自然科学基金创新研究群体、原军口 863 等支持下，①发明了类噪声 Chirp 基抗干扰扩频波形导航与中继测控新体制，缩短深度扩频场景下的建链缩短至毫秒级，运算量减至百分之一；②发明了直扩信号长时间稀疏相关积累检测与估计方法，捕获时间达到秒级，仅为国际同类型产品的 1/4；③发明了基于多普勒高阶信息辅助的载波跟踪方法，解决了环路动态应力与跟踪精度的矛盾，与 NASA 同类型产品相比，跟踪精度由 3cm 提高到 2cm。

本项目获授权发明专利 45 项，发表论文 52 篇，成果已成功应用于嫦娥五号飞行器、高轨侦察 / 遥感卫星以及某型战略飞行器等 16 型国家重大工程中，累计经济效益超 6 亿元。本项目技术复杂，研究难度大，创新性强，关键技术自主可控，新体制导航与中继测控技术国际领先，整体技术达到国内领先、国际先进水平。

类噪声Chirp抗干扰扩频信号波形设计

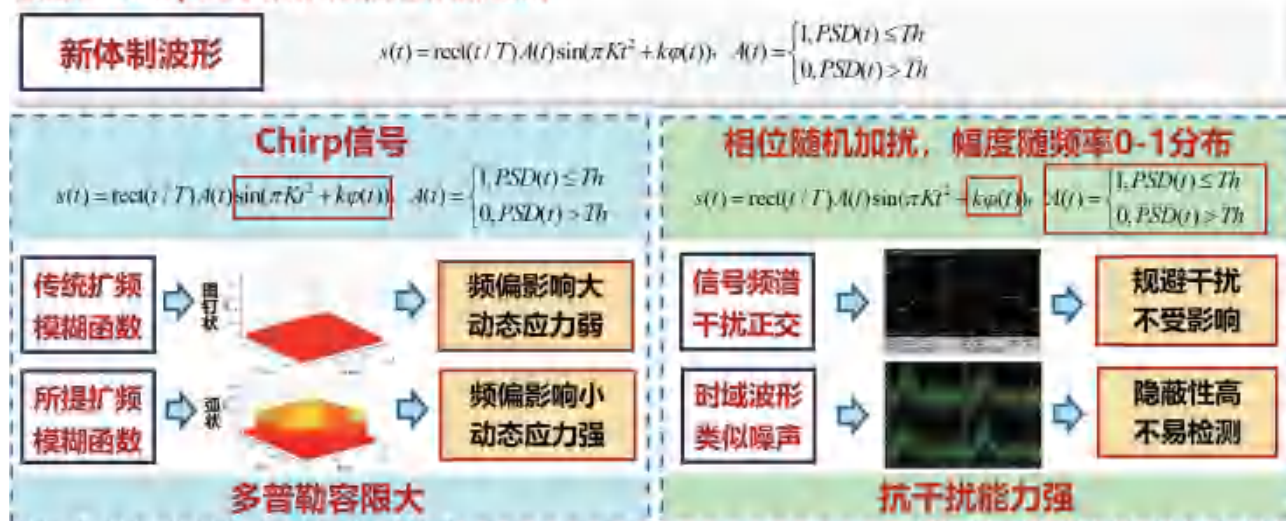


图1

基于稀疏相干积累的高灵敏度捕获方法

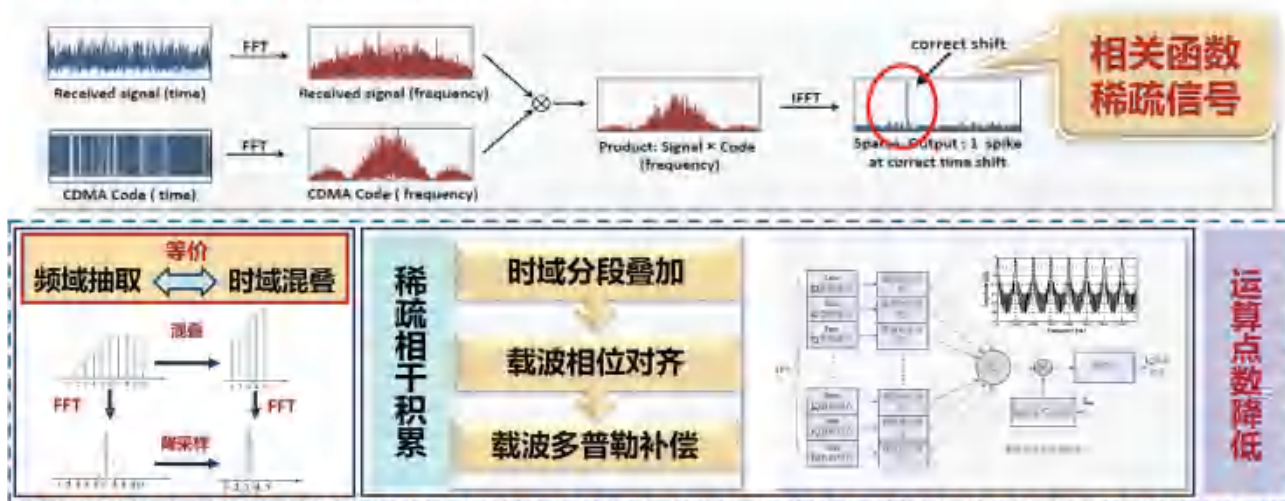


图2

导航接收机



图3

测控应答机



图4

主要完成人：

陶然，北京理工大学教授、博士生导师，教育部长江学者和国家自然科学基金委杰出青年基金获得者，中国电子学会会士，完成了本项目系统方案设计，核心发明专利的主要发明人。

郇浩，北京理工大学副教授，完成三项发明点的关键技术突破，核心发明专利的发明人。

王猛，航天恒星科技有限公司研究员，完成第一、二技术发明点的方法实现。

王西夺，中国电子科技集团第五十四所高级工程师，完成第二技术发明点的方法实现。

李昂，北京理工大学博士生，完成第三技术发明点的方法实现。

董启甲，航天恒星科技有限公司高级工程师，完成第二技术发明点的方法实现。

微小卫星用轻质、高可靠、耐辐照光纤陀螺

北京航空航天大学等单位完成

项目简介：

光纤陀螺是基于 Sagnac 效应的光纤角速度传感器，具有理论精度高、可靠性高、寿命长等优点，是极具发展潜力与竞争力的陀螺仪，已成为卫星和航天器惯性导航和姿控系统的主选器件。微小卫星具有重量轻、体积小、成本低、效费比高的特点，要求光纤陀螺在具备较高精度、耐辐照、良好可靠性与寿命的基础上做到轻、小。

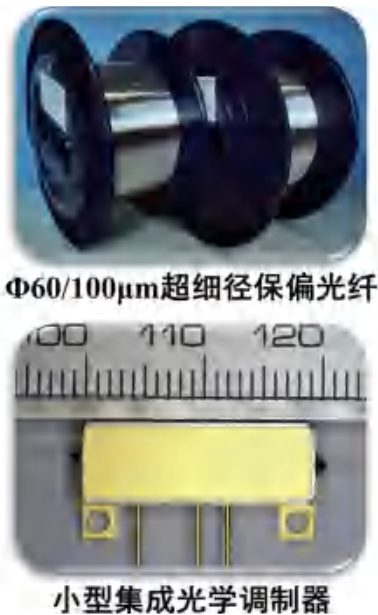
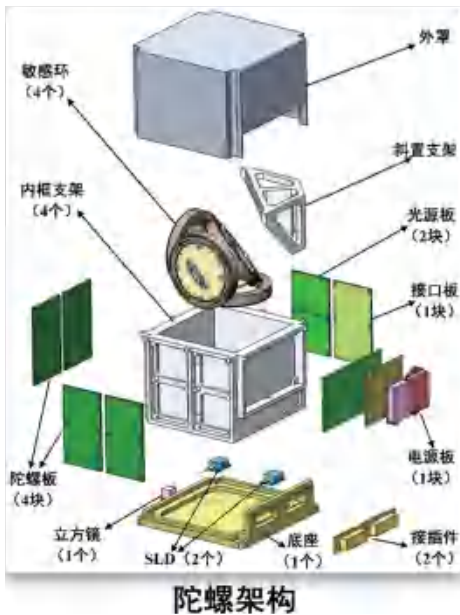
自 2006 年起，在国家 863、高分专项、火星探测、探月工程等国家重大计划的支持和卫星总体的牵引下，北京航空航天大学联合北京控制工程研究所、湖北三江航天红峰控制有限公司、锐光信通科技有限公司、北京世维通科技股份有限公司，建立了完善的轻小型光纤陀螺技术体系、器件体系和工艺体系，形成了精度范围 $0.1\sim 0.01^\circ/\text{h}$ 、重量范围 $0.2\text{kg}\sim 2\text{kg}$ 的标准化系列化产品谱系。



成果应用于“快舟”、“KX 星座”、探月工程“鹊桥中继卫星”等八十多颗卫星和航天器，在轨零故障，最长工作时间超过 5 年。2021 年 5 月，两套光纤陀螺产品用于“天问一号”火星探测任务的着陆器和火星车，提供高精度、高可靠的位置和姿态信息保障，助力我国首次火星探测任务圆满成功。本项目实现了核心器件全国产化，细径光纤、小型集成光学调制器已成为业内通用器件，社会和经济效益显著。自本项目实施以来，累计交付 200 余套产品，用户单位超过 20 家。

项目技术创新点：


1. 突破超细径光纤的低损耗光路技术，提出最简无单点的高可靠多轴陀螺架构。创新构建了结构共用、功能复用、关键器件冗余的陀螺光路，解决了陀螺尺寸与精度、可靠性难以兼顾的矛盾。
2. 提出 $\Phi 60/100\mu\text{m}$ 超细径保偏光纤构型与集成光学调制器芯片衬底一体化设计方法，突破预制棒掺杂浓度精密调控技术，实现光学器件小型化。



3. 提出T网络反馈和直流偏置伺服结合的高增益、大带宽差分放大电路拓扑结构，解决小型化电路交叉串扰大问题。实现探测宽而稳。


4. 提出恒定小张力的超细径光纤多极正交高对称缠绕工艺方法，研制新型全自动绕环装备，实现了超细径光纤微型化精密成环。

主要完成人：



第一完成人: 宋凝芳

北京航空航天大学“长江学者”特聘教授，“万人计划”科技领军人才。主持973、863、高分专项及重大工程等星载/天基光纤陀螺研究项目。主持轻小型光纤陀螺规划论证与关键技术攻关；系统性提出陀螺总体架构、器件小型化、光纤环微型化等技术路线。



第二完成人: 金晶

北京航空航天大学教授。开展基于性能预测、参数余度设计、故障诊断的多层次高可靠技术研究，发明了随机调制技术、随机游走故障诊断方法和陀螺输出信号附加零偏的抑制方法。



第三完成人: 陈小娟

北京控制工程研究所研究员、惯性敏感器产品总工。结合空间应用需求，完成技术指标论证，完成数字化陀螺电路设计、接口兼容的模块化设计和可靠性验证，规划项目成果应用与推广。

新型氧化物半导体显示技术研发及产业化应用

京东方科技集团股份有限公司等单位完成

项目简介：

项目完成了新型氧化物半导体显示技术研发及产业化应用开发，形成四大核心创新：

- 1、创新提出具有自主产权钼铌铜叠层布线氧化物新型堆叠结构，打破了国外相关技术壁垒，实现技术卡控。
- 2、率先提出氮氧平衡理论和界面修复理论，实现了氧化物特性和良率可控，解决量产稳定性瓶颈。
- 3、创新提出具有自主产权氧化物栅极驱动电路集成架构，全球率先实现大尺寸GOA产品量产。

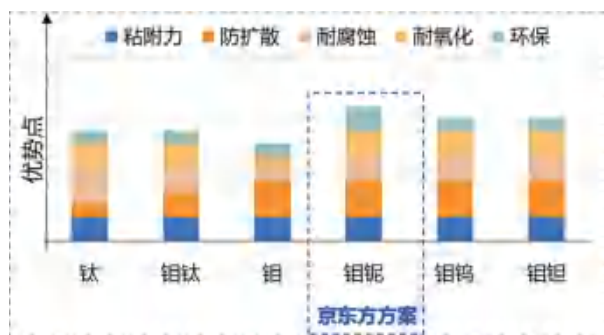


图1 钼铌铜叠层布线方案

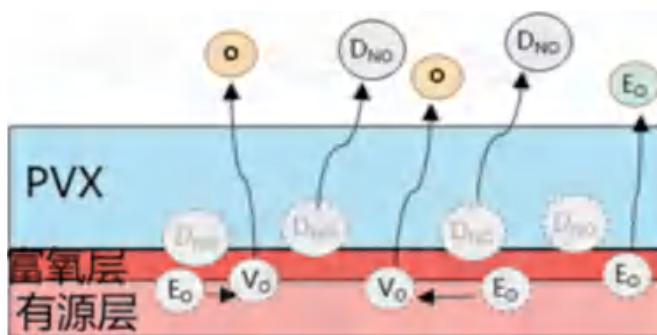


图2 氮氧平衡理论示意图



京东方新型氧化物GOA架构，去噪方案优化及散热能力提升，
功耗降低15%，大尺寸GOA寿命提升一倍

图3 GOA架构优势



图4 京东方代表性氧化物产品

4、从无到有，自主开发氧化物显示集成技术，逐步占领高刷新高分辨率高端市场。

项目于 2013 年建成中国首条氧化物面板生产线，总投资 285 亿元。截至 2019 年，京东方已建成 6 条氧化物面板生产线，总投资达 1209 亿元，成为国内唯一实现氧化物技术量产的公司，也是目前全球氧化物半导体显示产品出货量最大的公司。本项目获得授权发明专利 417 件，发表论文 43 篇，截止 2021 年 8 月实现了超 140 亿的销售总额，提升了我国半导体显示行业的全球竞争力和市场地位。京东方 2021 年实现营收超 2100 亿，同比增长约 60%。未来京东方将扩大氧化物新技术的应用，提升产品附加值，推进产业革命。氧化物技术低功耗优势，为国家碳达峰战略规划目标的达成提出半导体显示行业的执行方案。

主要完成人：

- 袁广才，京东方，项目整体负责；
- 董学，京东方，产品方案和技术落地方案；
- 高文宝，京东方，核心技术目标和整体资源确保；
- 王章涛，京东方，产品开发和产业化导入；
- 陈健，京东方，氧化物技术生产及良率提升；
- 宁策，京东方，氧化物器件特性开发和量产推进；
- 喻志农，北京理工大学，铜配线材料技术开发；
- 韩德栋，北京大学，氧化物功能层机理研究；
- 陈小川，京东方，电学设计及触控方案开发；
- 马睿，京东方，产品设计规则完善；
- 郑皓亮，京东方，GOA 架构开发；
- 黄中浩，京东方，量产标准工艺和良率提升；
- 胡合合，京东方，新型堆叠结构技术开发；
- 王东方，京东方，GOA TFT 性能提升；
- 姚念琦，京东方，氧化物特性优化理论建立。

非均匀介质电磁散射建模平台、关键技术 及在国家重大工程中的应用

电子科技大学完成

项目简介：

项目基于电磁散射学科前沿，针对“天上”飞行器设计、“地下”石油电测井两类国家重大装备研制中基础电磁分析工具缺失的突出问题，开展极复杂非均匀介质电磁散射建模关键技术攻关，首创多种全波高效计算方法，自主研发电磁建模平台 UEST，为装备研制提供了可靠的电磁分析工具和关键技术支撑。主要创新成果有：(1) 构建非均匀介质电磁散射新模型与新方法，为电磁建模平台研发奠定理论基础；(2) 攻克非均匀介质电磁散射高效计算瓶颈，实现电大、多尺度目标一体化仿真，研发 UEST 电磁建模平台；(3) 基于 UEST 建模平台，完成电测井仪器地层模型一体化仿真设计，突破低频电磁探测关键技术，应用于多款新型测井仪器。

项目成果已在中航工业、航天科技、航天科工、中国电科、中海油、中石油等系统的核心单位或企业获得推广应用：作为主要分析工具，在多型重大装备的全机隐身与部件设计中推动了方案迭代优化，有力支撑了具有国家战略背景的任务研制；在我国四海及陆地、中东、北美、东南亚等地的油气资源勘探中实现了规模化应用，获经济效益逾 10 亿元。

项目共发表国内外期刊论文 60 余篇，授权中国 / 美国发明专利 27 项，核心技术具有完全自主知识产权，整体达到国际先进水平。项目为提升我国重大装备的工程研发能力做出了重要贡献。

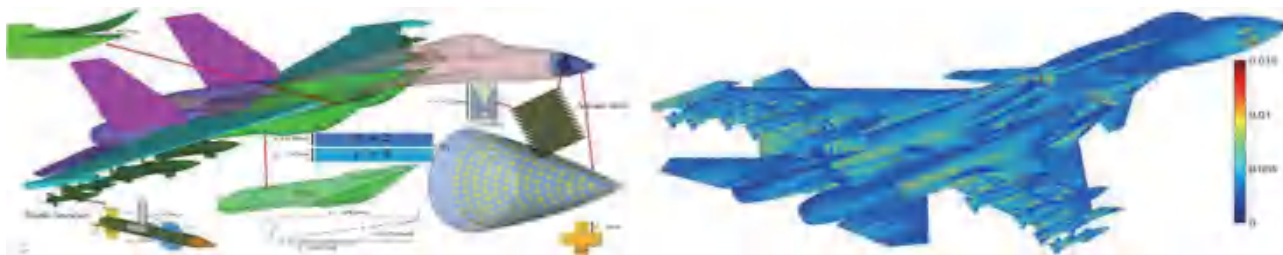


图1 含天线阵、天线罩等部件的整机一体化建模



图2 新型电测井仪器

主要完成人：



胡俊教授

项目第一完成人胡俊教授，博导，现任电子科技大学副校长。他是国家杰出青年基金获得者，教育部长江特聘教授，国家自然科学基金委创新研究群体学术带头人。国内率先突破并独立研发出基于快速多极子和多层快速多极子方法的数值软件并获实际工程应用。先后荣获 2002 年国家科技进步二等奖、2004 年国防科技二等奖、2005 年教育部科技进步一等奖、2009 年国防科技二等奖、2012 年军队科技进步一等奖、第五届中国电子学会十佳优秀科技工作者、2018 年 IEEEAPS 谢昆诺夫论文奖、2019 年四川省科技进步一等奖、2019 年中国电子学会自然科学二等奖、2021 年中国电子学会科技进步一等奖等多项奖励。主要从事计算电磁学、目标特性、电磁辐射与散射等研究。



阎肖峰 副教授



孙向阳 副教授



宗显政 副教授



**管国云
高级工程师**



**陈涌频 教授
国家青年人才
计划入选者**



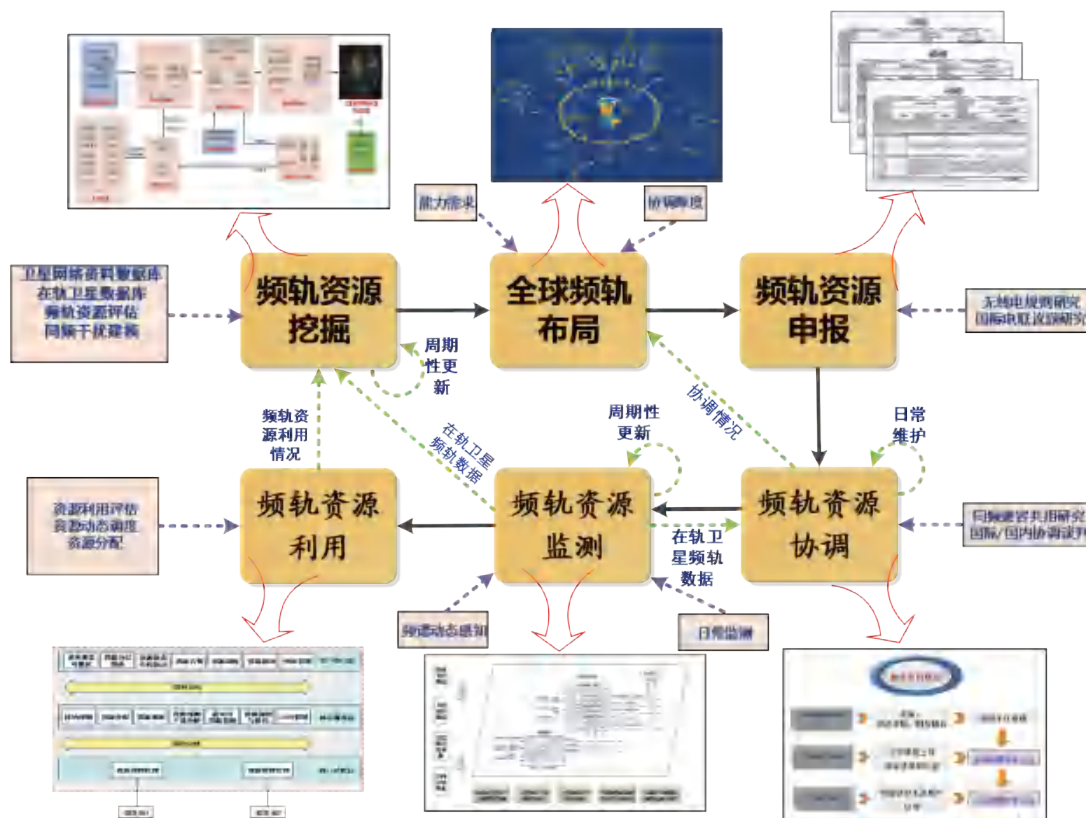
**聂在平 教授
IEEE Fellow**

卫星通信频轨资源综合管控技术及应用

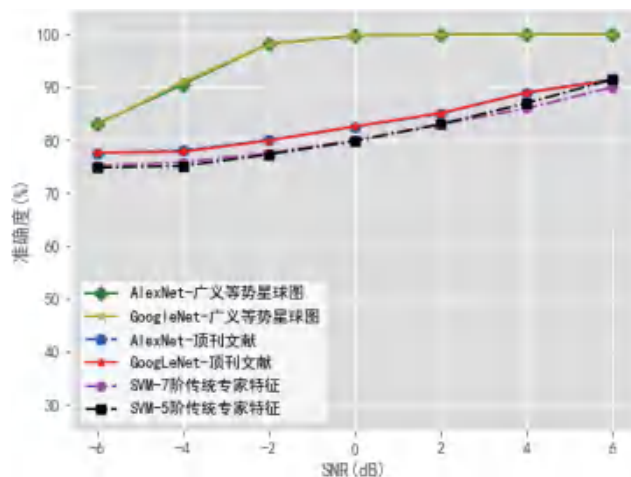
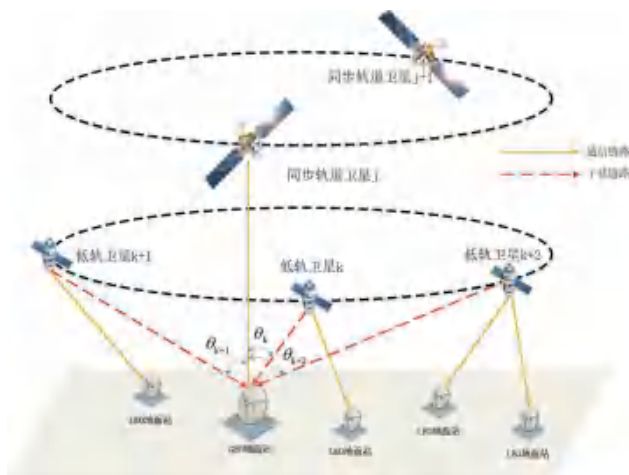
军事科学院系统工程研究院网络信息研究所等单位完成

项目简介：

项目着眼我国空间频轨资源战略储备、重大工程建设急需，针对我国卫星通信频轨可用资源少、布局难，在轨资源监测能力弱、利用率低等制约卫星通信系统快速发展的重大难题，在国家重大专项任务支持下，课题组十余年持续攻关，创新提出跨轨道、跨星、跨频段的全任务周期管控架构，建立基于任务流程和数据映射的卫星频轨资源管控体系；提出基于分布式星群的空间信息网络设计方法，建立卫星通信业务需求预测模型和复杂多场景干扰分析模型，攻克了多约束条件下全球频轨资源优化布局的关键技术；提出基于广义等势星座图的电磁信号识别方法，突破分布式协同干扰源精准定位、多源异构频谱监测数据融合处理等关键技术，支持复杂电磁环境下高低轨卫星频轨资源的动态监测分析；提出多维异构卫星频轨资源分类多目标优化模型和资源动态调度方法，实现了卫星通信频轨资源的动态规划和高效利用。



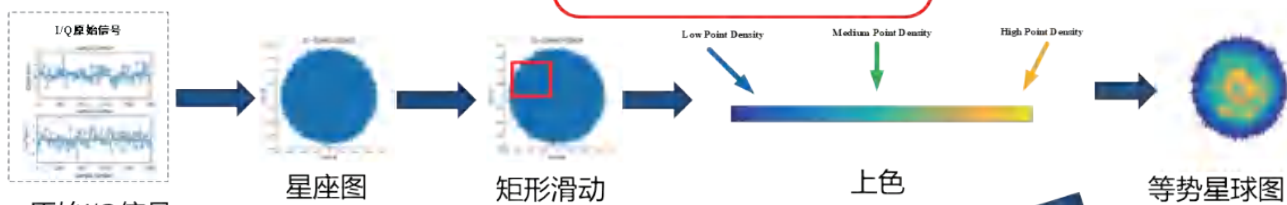
项目成果已应用于世界无线电大会决议及国际电联规则修改，捍卫了我国空间资源使用权益；已用于国际电联卫星网络申报授权，增强了我国卫星通信频轨资源战略储备；已用于支撑我国 GEO 通信卫星立项研制和在轨稳定运行，确保了我国重大空间基础设施建设和持续发展；为捍卫我国国际空间主权、加快卫星通信系统发展、提高空间频轨资源利用率做出了重要贡献。



广义等势星座图

$$\rho(i, j) = \frac{\sum_{l=x_1}^{x_2} \sum_{m=y_1}^{y_2} dots(i, j)}{\sum_{x_1=H_0}^{W_1} \sum_{y_1=H_0}^{x_2} \sum_{i=x_1}^{x_2} \sum_{j=y_1}^{y_2} dots(i, j)}$$

点密度计算公式



卷积神经网络:



主要完成人:

何元智, 程粉红, 胡向晖, 张弛, 李伟, 张杰, 刘亚男, 李嘉颖, 金凤林, 和欣, 张周, 王利利, 林云, 赵洪华

超大规模高性能图神经网络计算平台及其应用

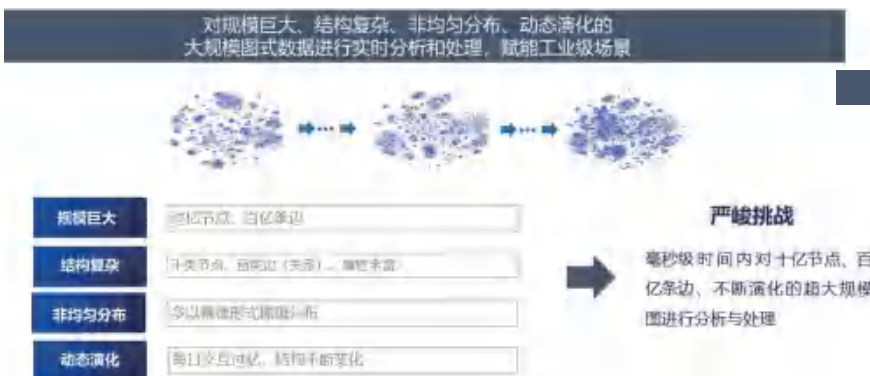
浙江大学等单位完成

项目简介：

不同类型数据通过复杂链接模式所构成的图结构刻画了个体-个体、个体-群体、群体-群体以及部分-整体之间的显性关联和隐式交互，在工业制造、在线经济、物质合成和智能教育等领域具有重大意义。洞悉由亿级节点、百亿级边以及众多属性描述所构成超大规模图的结构模式及动力学内禀（如节点和边的涌现与消逝等）、从而析取大数据中所蕴含知识、支撑决策行为，需要解决自适应存储、稀疏优化、协同加速和在线推理服务等巨大挑战，从而建立起“图式数据表达、机器学习优化、云上服务赋能”新型计算基础架构，“图数据+图式数据+神经网络计算及其技术链已被认为是人工智能下一阶段战略高点”。



遵循“图式优化、开源开放、云上服务”的技术思路，项目组提出了结构与属性相对分离存储、跨模态随机游走神经网络以及软硬件结合优化等算法和系统联合创新，突破了超大规模图储存与采样、高性能图神经网络学习以及分布式软硬件协同加速优化等难点，研制了首个分布式云上图神经网络计算平台，与主流方法相比，平台构造超大规模异构图所需时间从数小时缩短为分钟级、提升图神经网络学习精度 4.12%–17.19%、分布式深度学习优化引擎可支持上千机器并发训练、弹性高可用在线推理应对大吞吐量并发实时服务。项目研究成果于 2019 年和 2021 年两次分别荣获世界人工智能大会最高奖“卓越人工智能引领者奖”。



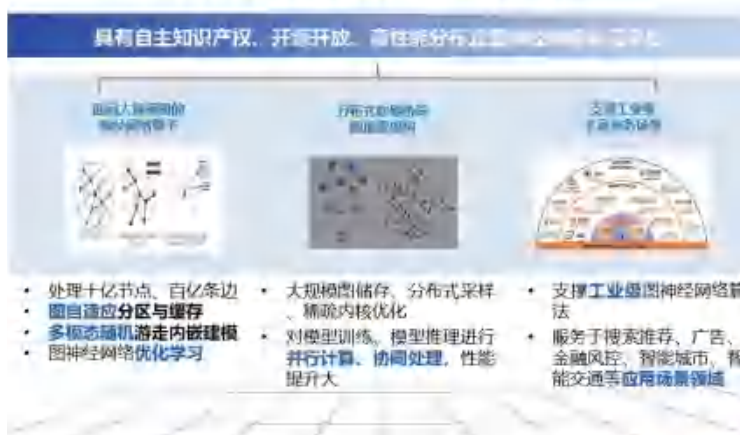
超大规模高性能图神经网络计算平台：整体框架

一体化平台：算法、模型、系统与应用



AliGraph：首个工业级云上分布式图神经网络系统

存储架构、计算框架、算法设计及应用系统集成于一体



在工业级图式数据处理场景下，所研制平台支持主流图神经网络算法自主设计、优化执行、智能管理和自动调优，支撑每日数千次亿在线调度（最高调用峰值 4300 亿次）和数亿互联网用户实时在线需求，成果在信息搜索、在线推荐和风险防控等方面取得了显著经济和社会效益。

目前，浙江大学、阿里巴巴达摩院（杭州）科技有限公司和阿里云计算有限公司正在探索大小模型端云协同进化模型方法与协同机制，将超大规模图神经网络模型通过高精度压缩，化繁为简为终端可用的小模型，小模型的实践向大模型汇聚累积起来，又不断提升云端大模型的认知推理能力，支撑大小模型协同进化的“洛犀”平台即将发布。“洛犀”一名取自宇宙中大小星体间永恒的洛希吸引力，并含强大、坚韧之意，寓意大小模型珠联璧合。

主要完成人：

吴飞，杨红霞，周靖人，李玺，赵洲，吴超，况琨，林伟，汤斯亮，黄正行，李英明，周畅，张健伟，李永，艾宝乐

千万核异构超级计算机并行优化方法 及应用支撑技术

清华大学等单位完成

项目简介:

近年来，作为国家战略高技术信息基础设施的超级计算机迎来飞速发展，“神威”、“天河”等国产系统已连续十次蝉联世界第一。但是，与超级计算机峰值性能的快速增长相比，大规模并行应用软件的发展仍明显滞后。为将新型异构众核超级计算机的算力有效转化为科学及工程领域的创新能力，本项目面向千万核异构众核超算，在并行与优化方法、应用开发工具以及领域应用平台等方面进行深入研究并取得一系列突破性成果。

- 提出融合多并行维度的千万核可扩展新型并行算法和多层次任务划分与优化映射方法，有效解决多类型科学计算应用在十亿亿次及以上异构众核超算上的高效扩展问题。

- 提出异构众核系统的程序性能模型及自动参数寻优方法，实现程序性能的量化分析与精确优化；提出基于实时压缩的创新混合精度计算方法，大幅提升应用的计算性能和规模。

- 研发大规模并行程序快速开发优化工具集，形成天气/气候、先进制造等领域应用支撑平台，支持并行软件的高效开发、优化和部署。

基于上述方法和工具，项目成功研发了非线性地震模拟、面向异构众核的公共大气模式等千万核规模应用软件。其中非线性地震模拟获得2017年国际高性能计算应用领域最高奖“戈登·贝尔奖”。大气模式CAM的异构众核版本入围2017年“戈登·贝尔奖”（全球仅3项）。项目成果还成功支撑了22项千万核并行规模应用和百余项百万核并行规模应用，协助完成国家气候中心汛期预测、远景能源有限公司风电场全生命周期设计管理等关键计算任务，填补了多项国内空白。由徐冠华院士担任主任，陈左宁院士、廖湘科院士担任副主任，高性能计算及相关应用领



图1 主要技术创新内容

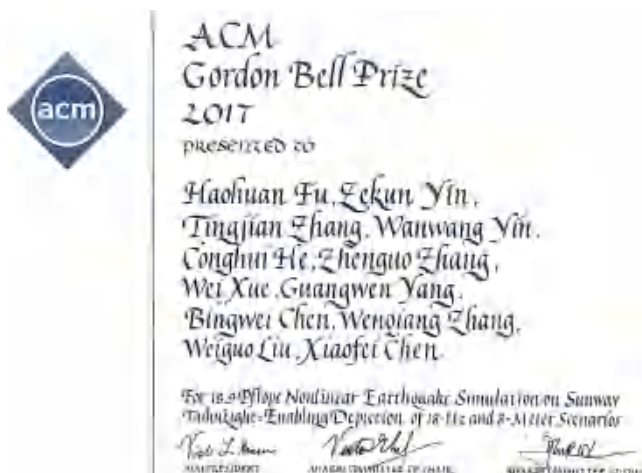


图2 2017年戈登·贝尔奖

域的 8 位院士及 3 位知名专家组成的鉴定委员会在鉴定结论中指出，该项目“推动了我国高性能计算应用技术的跨越式发展，促进了国产超级计算机在国家重大科学与工程领域的广泛应用。项目整体技术处于国际领先水平。”

主要完成人：

项目第一完成人杨广文，清华大学计算机系教授，国家超级计算无锡中心主任、清华大学地球系统数值模拟教育部重点实验室主任。研究领域为大规模并行计算、超级计算机研制与应用。获国家科技进步奖 2 项，2016 中国科学十大新闻人物。

项目完成人还有：清华大学地学系付昊桓教授，清华大学计算机系薛巍副教授，国家超算无锡中心副主任陈德训研究员，国家超算无锡中心刘鑫研究员，北京师范大学王兰宁教授，山东大学软件学院副院长刘卫国教授，清华大学计算机系甘霖副研究员，国家气候中心汪方研究员，远景能源有限公司王国蕾博士，南方科技大学地球与空间科学系副主任张伟教授，清华大学计算机系黄震春副研究员，国家超算无锡中心刘钊高级工程师，清华大学计算机系赵文来助理研究员，国家超算无锡中心李芳副研究员。

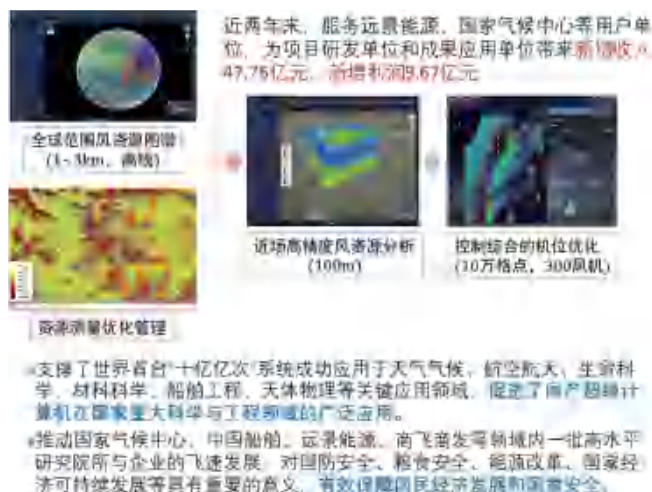


图3 主要经济与社会效益

应急管理现场指挥通信保障系统 关键技术及应用

北京邮电大学等单位完成

项目简介：

该项目属于网络和通信领域。应急指挥通信是实施精准灾害救援与高效事故处置的前提和关键，“十四五”规划和 2035 年远景目标纲要指出要“加强极端条件应急救援通信保障能力建设”。应急现场需快速构建应急网络，为现场救援提供通信、定位、感知、指挥调度与辅助决策服务。然而应急现场存在救援人员规模大、指挥协同高机动、信号传播环境复杂、携行装备受限等挑战，导致通信“传不出”、定位“定不稳”、感知“认不准”等问题，严重制约我国应急指挥通信保障能力的发展。



图1 应急管理现场指挥通信保障系统关键技术及应用体系架构图

北邮、应急部通信信息中心、百度、清华、海能达、鼎桥等 6 家单位经过十余年的联合攻关，研发了应急管理现场指挥通信保障系统，在“三断”（断网、断电、断路）恶劣环境下，基于便携装备快速构建应急专网，同时实现“通信、定位、感知”三个功能。主要科技创新点包括：面向现场应急指挥的快速组网与业务自适应可靠通信、卫星拒止弱连接应急网络环境下的稳定低延时协作定位、灾情态势感知数据增强与边端决策模型轻量化。

项目获得 50 项授权发明专利，15 项软件著作权，出版 1 部专著，发表高水平论文 48 篇，研制了应急指挥通信保障系列设备，编制形成 2 项应急管理部标准规范，其中应急指挥通信保障能力建设规范，作为各级应急管理部门应急指挥通信保障能力建设的标准和依据，建立了我国首个现场应急管理通信指挥调度的技术体系。

项目成果已在自然灾害救援、安全事故处置等 20 多个行业广泛应用，显著提高了我国应急管理现场指挥通信服务保障能力和自主创新能力，相关产品还出口至 150 多个国家或地区，社会经济效益显著，推广应用前景广阔。



图2 应用推广情况图

中国电子学会组织的鉴定委员会（包含 3 位信息领域院士）认为“该项目整体技术达到国际先进水平，其中面向应急管理现场指挥通信的多链路频谱复用快速匹配方法的在线应用和低质数据质量增强技术达到国际领先”。

主要完成人：



王莉
北京邮电大学
教授 / “万人计划”
青年拔尖人才



费爱国
北京邮电大学
中国工程院院士



沈渊
清华大学
教授 / 国家青年
海外高层次人才



杨继星
应急部通信信息
中心
高工



徐连明
北京邮电大学
讲师

百瓦级紫外皮秒 / 纳秒激光器关键技术 及系列智能制造装备

深圳大学等单位完成

项目简介:

工业紫外激光器及其制造装备是消费电子产品和半导体产业精密加工的核心利器，其性能直接影响高端电子和芯片产品的品质。由于国外技术封锁，紫外激光器及其制造装备关键技术一直被“卡脖子”。历经 16 年自主研发和技术攻关，突破了紫外激光器功率和寿命的技术瓶颈，研发了系列激光智能装备，取得主要创新如下：

(1) **首创了国际上百瓦级系列工业紫外激光器**。揭示了 LBO 晶体紫外光损伤机理，发明了非布儒斯特切角晶体三倍频技术，突破了工业紫外激光器功率和寿命的国际技术瓶颈，使晶体单点工作寿命一举突破 8000 小时；攻克了紫外激光器工程化及工艺难题，提出了混合放大技术，获得了国际最高 105W 系列皮秒 / 纳秒紫外激光器。



图1 系列紫外激光器

(2) **研发了国际首台多轴高精度紫外激光金属镀层去除装备**。针对智能手机通讯信号被金属中框镀层屏蔽的工程技术难题，提出了紫外激光去除金属镀层的新工艺；提出了高分辨率视觉自校正和多轴插补运算控制新方法，实现了高速、高重复定位精度金属镀层激光去除，综合精度达 $\pm 0.01\text{mm}$ 。



图2 多轴高精度紫外激光金属镀层去除装备

(3) 研发了国际首台紫外激光电路板多层异形加工装备。发明了激光动态变焦多层及分层切割新方法，攻克了新一代 SiP 封装技术难题，突破了 SiP 封装电路板超厚 0-5mm 加工；采用了多相机同步快速定位、大范围运动平台精度补偿校正技术，实现了大幅面多层三维异形封装电路板切割，综合精度达 $\pm 0.005\text{mm}$ 。

该项目获发明专利 20 项、其他知识产权 37 项，开发了 50 多款激光装备累计销售收入 47.96 亿元，新增利润 18.22 亿元，利税 6.18 亿元，产品畅销国内外，被华为、苹果、三星等著名企业广泛应用。经同行专家鉴定：“该成果属于当前智能制造领域的关键核心技术，拥有自主知识产权，整体达到国际先进水平，部分国际领先”。成果的实施显著提高了激光精密制造行业的科技进步，提升了激光制造技术国际竞争力。



图3 紫外激光电路板多层异形加工装备

主要完成人：

阮双琛，深圳大学 / 深圳技术大学，教授，系列紫外激光器研发；

吕启涛，大族激光科技产业集团股份有限公司，教授级高工，激光器及其装备工程化及产业化；

陈伟，福建福晶科技股份有限公司，高级工程师，激光晶体研发。

工业互联网安全检测与防御关键技术及应用

杭州海康威视数字技术股份有限公司完成

项目简介：

随着全球新一轮科技革命和产业变革的兴起，工业互联网在全球范围内快速发展，正成为繁荣数字经济的新基石、创新网络国际治理的新途径和统筹强国建设的新引擎，权威机构预测到 2025 年全球工业互联网产业规模将达到 1.2 万亿美元。但是，当前工业互联网新漏洞和攻击方法层出不穷，且攻击方法往往掌握在“攻击者”手里，防御者为了更好地保护信息资产，需要尽可能全面的收集威胁情报，并基于这些威胁情报建立完整的网络攻击检测和威胁防御体系。

工业互联网由于终端海量异构、网络泛在互联、业务多元个性等特点，导致了在进行安全防护时面临“威胁情报全域探知”、“网络攻击深度检测”和“安全威胁联动防御”等难题。项目组经多年深入探索与实践，攻克了网络环境下威胁情报聚合分析、网络攻击智能检测、安全威胁联动防御等关键技术，多项主要技术指标填补国内外行业空白。

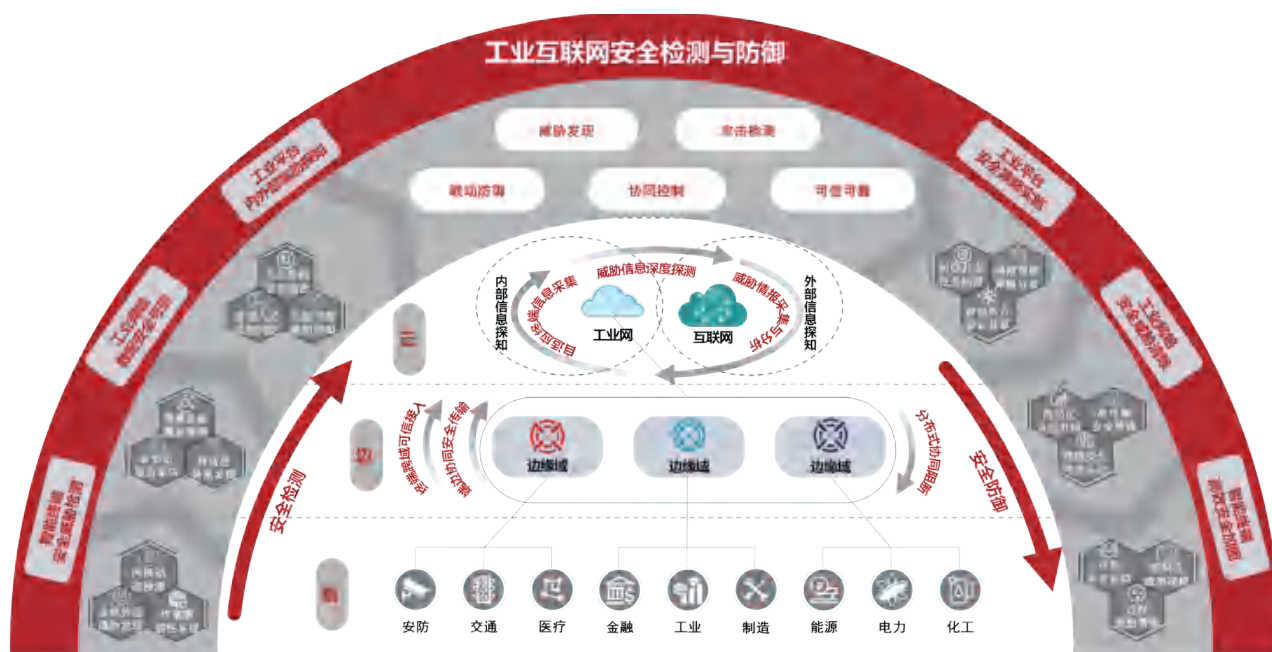


图1 项目总体技术架构

创新点一：针对工业互联网威胁来源广泛多样、威胁信息隐蔽分散、威胁数据海量异构等特点，研究了庞杂松散多源对抗条件下的威胁情报收集与分析问题，突破了大规模威胁情报可编排采集与深度探测和无感式终端风险判定与威胁发现等关键技术，实现了工业互联网全域网络海量威胁情报时空数据的自适应泛在融合智能分析。

创新点二：针对工业互联网具有终端泛在异构、网络多模共存、业务多元个性的特点，研究了高维复杂系统开放条件下的网络攻击检测与处理问题，突破了基于内核数据安全模型的终端威胁检

测、控制数据威胁建模与多模匹配攻击检测、低侵扰终端病毒检测处理等关键技术，实现了对内核数据、控制数据和业务数据的多维度安全威胁智能检测。

创新点三：针对工业互联网层次架构离散、网络边缘模糊、运行环境开放和管理模式复杂等特点，研究了非可信多域自治条件下的安全威胁纵深联动防御问题，突破了基于国产密码算法的多方协同认证、端边安全策略同步下发、基于多维原生语义判定引擎的低代码分布式协同阻断等关键技术，实现了工业互联网各层次纵深联动防御。

本项目研发的近百种相关产品通过了国家密码管理局商用密码检测中心、公安部安全与警用电子产品质量检测中心等国内外权威机构的检测与认证。项目成果已经在能源、金融、公安、交通等行业中广泛应用，产生了重大的社会和经济效益，引领了全球工业互联网安全技术的发展。



图2 项目研发产品成果

主要完成人：

王滨，刘松，张峰，周少鹏，万里，王星，林克章，毕志城，陈加栋，吴昊，何承润，陈达，饶伟康，王国云，斯鲁杰

基于移动通话的新媒体平台关键技术及应用

北京邮电大学等单位完成

项目简介：

移动通话是最重要的基础通信业务，但长期以来仅提供单一的通话功能；如何在移动通话业务中挖掘通话功能之外的巨大潜在价值是电信行业高度关注和思考的问题。项目首次提出构建移动通话新媒体平台，在通话全过程中创建全新的媒体通道，在通话的前、中、后各阶段，向主 / 被叫呈现场景化的视频内容，可由业务方定制，还可引入互联网内容。项目率先实现了以下重大创新：

1. 项目首次提出呼叫过程中状态无关的三层控制分离模型，使得通话连接的建立、媒体的协商和分发以及媒体内容的锚定实现了分离，在不影响原有呼叫连接稳定性基础上，引入新的媒体通道。

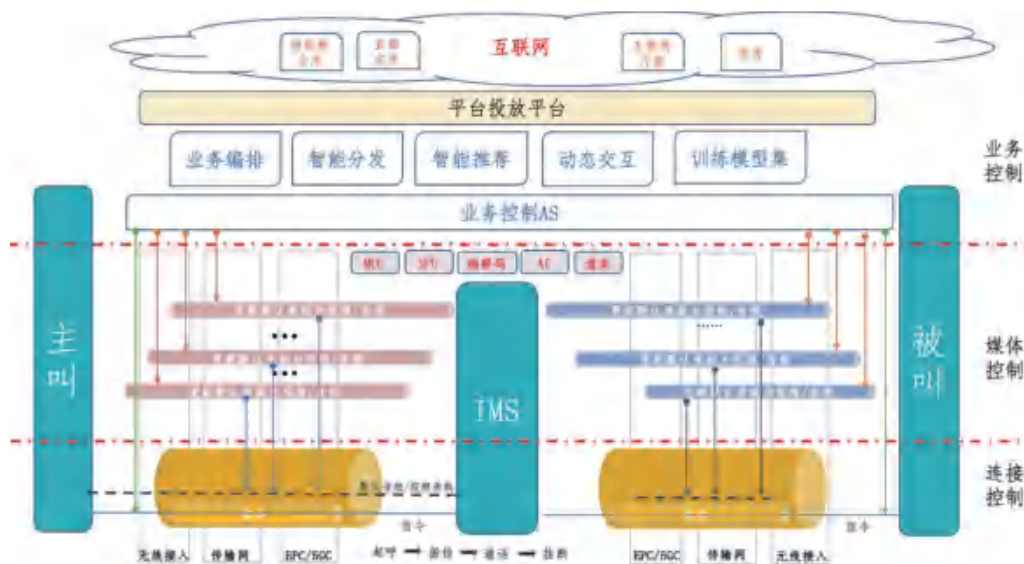


图 1 状态无关的控制分离模型

2. 项目构建了分段控制的跨域适配机制，对多类型的媒体资源与受 QoS 约束的连接能力进行实时智能协商和适配，实现了通话新媒体业务的低时延高吞吐。

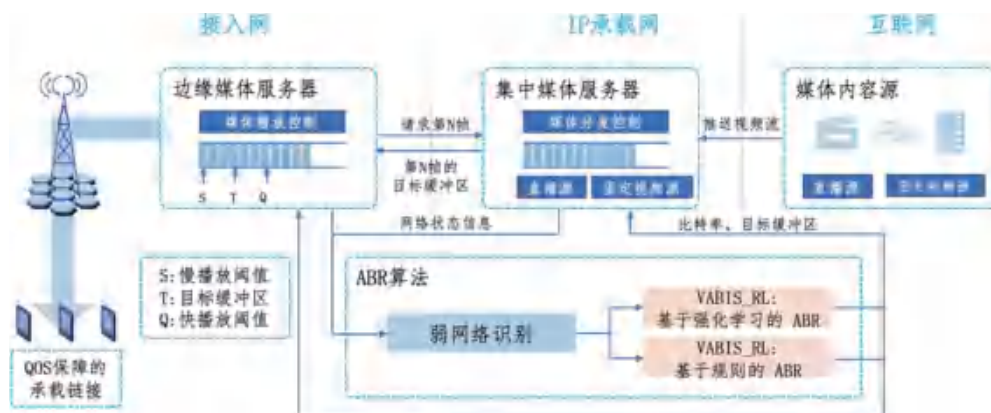


图 2 网络带宽需求自适应

3. 项目设计了智能匹配的内容投放方法，实现了分段控制的端到端媒体通道中媒体内容的智能匹配。

项目率先建成了全国性的移动通话新媒体平台。取得 11 项授权发明专利，发表 37 篇高水平学术论文，形成了通话新媒体平台的首批系列国际标准（4 项）。同时，项目率先推出了多个“杀手级”的新业务，其中，视频彩铃已成为全球首个大规模商用的 5G 业务（2.3 亿用户），广泛应用于公益宣传及自媒体、企业宣传。项目为项目单位带来逾 310 亿元的经济效益和显著的社会效益，其成果已经成长为全新的“国家级新媒体力量”。

主要完成人：

廖建新，北京邮电大学教授，主持设计了移动通话新媒体平台，提出了项目的技术路线、研究方法和指导思想，参与项目国际国内规范的制订。两次获得国家科技进步二等奖。

李琳，咪咕文化技术服务事业群 VP，共同主持设计了移动通话新媒体平台，担任 5MII 联盟秘书处秘书长，主持和参与项目国际国内标准的制订，多方面推动了项目相关产业的发展。

沈奇威，北京邮电大学讲师，参与设计了移动通话新媒体平台，负责了项目的指导实施。曾获得国家科技进步二等奖。

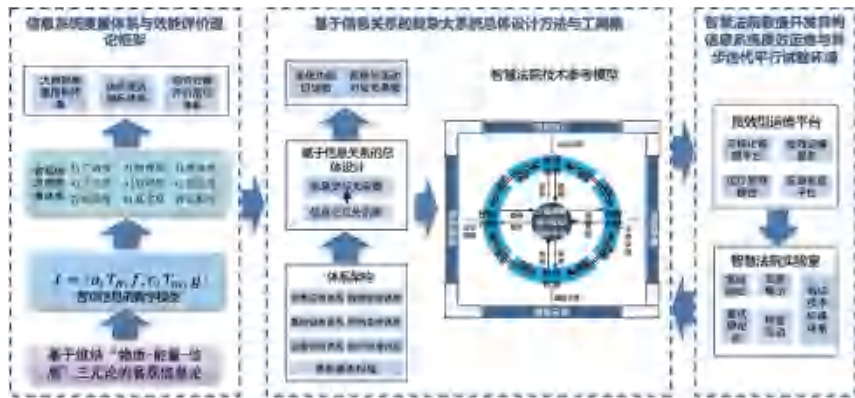
全国智慧法院体系工程关键技术及重大应用

人民法院信息技术服务中心等单位完成

项目简介：

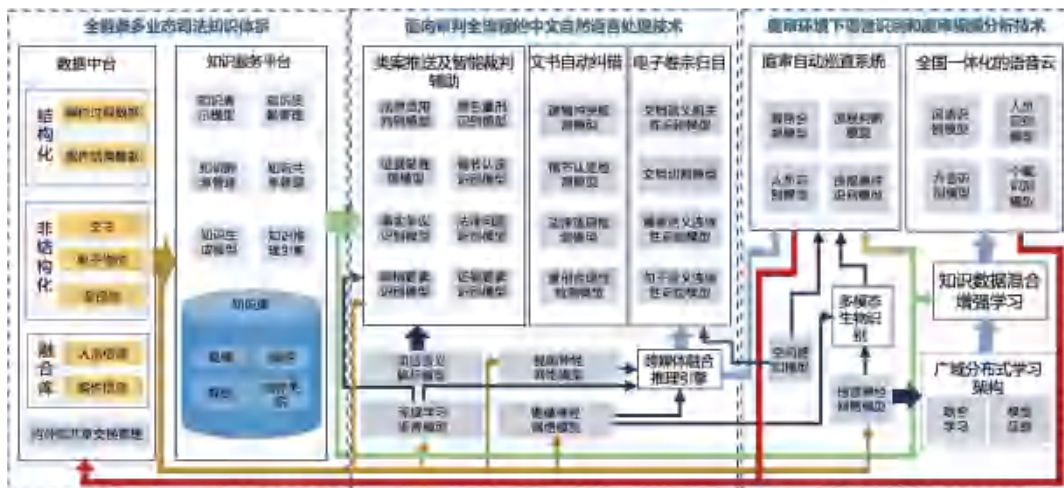
“全国智慧法院体系工程关键技术及重大应用”项目属于系统工程方法与大数据、人工智能等信息技术的交叉领域。本项目在国家发改委“天平工程”、科技部国家重点研发计划、财政部专项等 12.29 亿元资金支持下，通过理论创新、技术攻关、集成应用，解决了全国智慧法院建设所面临的系统规模巨大、空间分布广阔、任务目标各异、存续时间参差、技术体制异构、部门协同不畅、信息孤岛严重、智能应用粗浅等八方面工程技术难题，全面支持了“十三五”时期总投资 218 亿元的全国智慧法院体系工程建设和应用。

本项目的主要科技创新为：
一是创建了一种高效的面向超大规模复杂信息系统的智慧法院体系工程开发范式，支持全国四级法院 13466 个各类信息系统开发，实现了全国法院各类信息系统跨业务、跨网系、跨层级、跨部门综合集成；二是构建了一种基于司法知识表达的多模态知识处理引擎，解决了类案推荐、庭

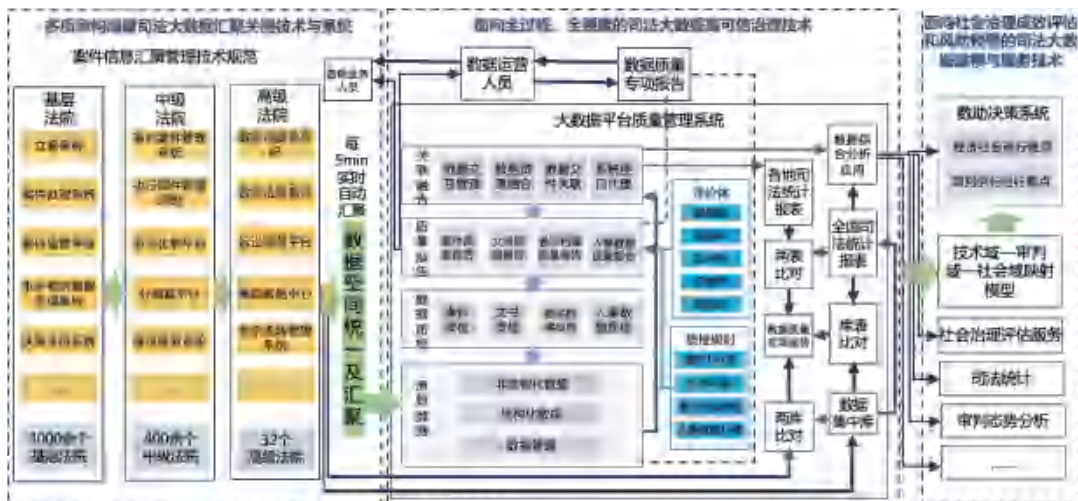


创新点一：面向超大规模复杂系统的智慧法院体系工程敏捷开发范式

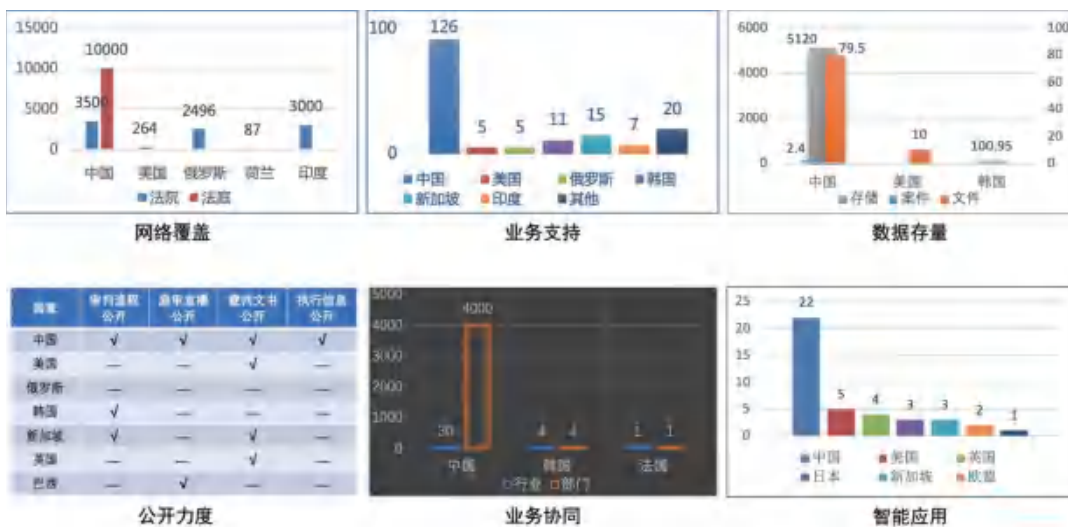
审语音识别等一系列智能应用难题，降低法官事务性工作达 30% 以上，显著提升了审判质效；三是提出了一种面向司法的多源异构海量数据汇聚、治理和服务方法，建成了包含全球最大的司法审判信息资源库，司法大数据置信度长期保持 99% 以上，为司法大数据有效服务经济社会治理提供了新手段。



创新点二：基于司法知识表达的多模态知识处理引擎技术



创新点三：面向司法的多源异构海量数据汇聚、治理和服务方法



国内外法院信息化建设情况外对比

中国电子学会组织的技术鉴定委员会认为，本项目技术复杂、难度很大、创新性强，达到国际领先水平。本项目的实施，有力推动我国建成世界领先的智慧法院信息化体系，根本重塑法院工作模式、大幅减轻群众诉累，显著提升了审判质效，推动了司法公平正义，社会经济效益显著，应用前景广阔。

主要完成人：

本项目第一完成人许建峰同志，现任人民法院信息技术服务中心主任。许建峰长期从事国防重大信息系统总体工作，他首创提出的信息度量数学模型和信息系统动力学理论体系，以及基于信息关系的复杂信息系统体系总体设计方法，突破传统理论瓶颈，对在相对较短时间内建成全国智慧法院信息系统体系发挥了重要的支撑引领作用，并可应用于指导各类大规模信息系统工程的设计、集成、测试、评价等环节。

复杂服务计算关键技术研究与应用

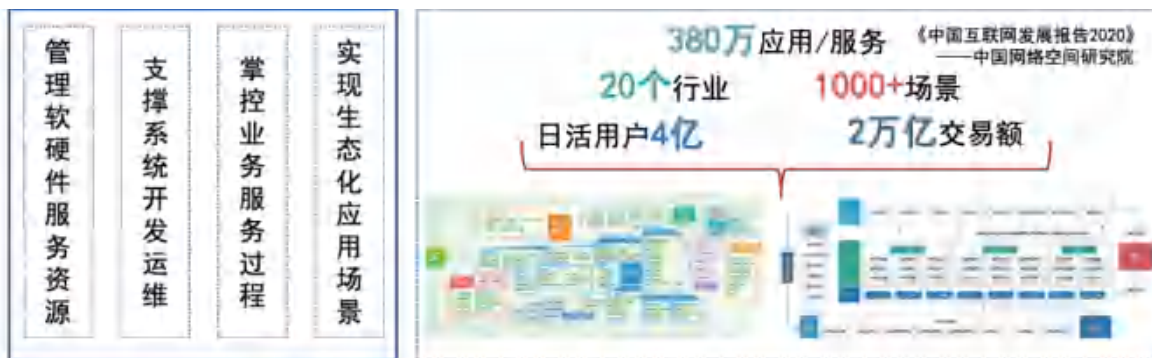
浙江大学等单位完成

项目简介:

加快发展现代服务业是我国一项长期战略任务，复杂服务计算是构建大型服务平台软件的基础性、共性关键技术，是现代服务业各类数字化场景落地和实施的重要支撑。数字化技术的广泛应用以及数字化场景不断丰富，大型服务平台软件呈现出复杂化、生态化、泛在化的显著特点，给复杂服务计算提出了诸多挑战：服务平台侧要求实现异构资源的智能化高效管理，服务供应侧要求支撑服务动态优化的交付过程，服务消费侧要求满足用户多目标个性化的服务消费需求。

项目在多个国家重大科技项目的支持下，针对上述挑战，展开关键技术研究、服务平台研制和行业应用推广。在异构资源的智能高效管理、服务供应的动态交付、个性化服务消费满足，三个方面取得多项技术创新，获得国家发明专利授权 18 项、软著 12 项，发表高水平学术论文 23 篇，其中 3 篇获得领域顶刊 / 顶会的杰出论文奖和最佳论文奖。

应用上述技术创新，项目组研制了 1 个复杂服务计算共性技术平台和 3 个行业应用平台参考实现，为我国复杂服务系统的构建和运维、为替代国外同类产品，提供了重要的可选技术方案。上述平台在新基建、数字政务、现代金融、智慧交通等多个领域实现了产业化推广，服务数亿用户，典型用户包括中海油、中国外汇交易中心、上海期货交易所、中国资源卫星应用中心、航天云网、云集、信雅达等头部企业，取得良好经济效益。



大型服务平台软件—现代服务业数字化场景不可或缺的基础设施

复杂化	生态化	泛在化
百万级 服务/组件/接口 千万级 复杂连接	万级业务 千级应用场景 跨界融合、持续演变	泛连接 多终端、多载体 亿级用户



主要完成人:

项目第一完成人，尹建伟，浙江大学求是特聘教授，任浙江大学软件学院常务副院长、计算机科学与技术学院副院长、浙江省现代服务业电子服务工程技术中心主任。国家杰出青年基金项目获得者、国家重点研发计划及国家重大专项项目负责人、科技部“文化科技与现代服务业”重点研发计划专家组专家，入选中组部国家万人计划领军人才，任中国计算机学会服务计算专委会主任委员、工信部服务型制造联盟专家委员会副主任委员。尹建伟长期从事现代服务业平台软件与服务系统等方面的研究工作，7次获得领域 Top 会议最佳论文、最佳学生论文，近年来获得 1 项国家科技进步二等奖及 5 项省部级科学技术一等奖。

邓水光，计光，范径武，陈伟，朱志峰，杨宏旭，周峰，黄李伟，李莹，尚永衡，朱家鑫，郭红波，杨皓淳，智晨

大容量移动视频智能传输关键技术及应用

华中科技大学等单位完成

项目简介：

大容量是移动视频规模化之后新一轮重大技术革新，大容量移动视频传输有力支撑着智慧城市等重大产业的发展命脉，其最大挑战是带宽受限。受频谱总量有限和独占式分配双重约束，以经典通信理论为基础的大容量移动视频传输技术遭遇性能瓶颈。因此，引入用户行为提升通信网络性能极限是实现大容量移动视频智能传输的必要途径，但受限于用户的复杂社会特性，一直难有实质性突破。迫切需要颠覆性理论突破与科技创新，满足国家重大战略需求。

项目成果：

在国家计划资助下，项目组攻克了大容量移动视频智能传输关键技术难题，形成一批国际前沿水平的研究成果。主要科技创新点如下：

1、实现多类型业务融合传输，解决了移动用户多类型业务内容重复泛化的难题，内容命中率提升超 50%，延时降低超 88%。

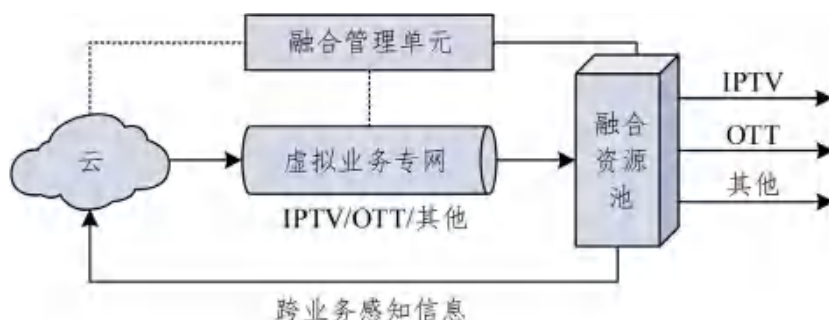


图1 内容融合共享机制

2、实现多网协同均衡承载，解决了多制式网络资源供需极端差异化的难题，干扰定位精准度 100%，承载量提升 152%。

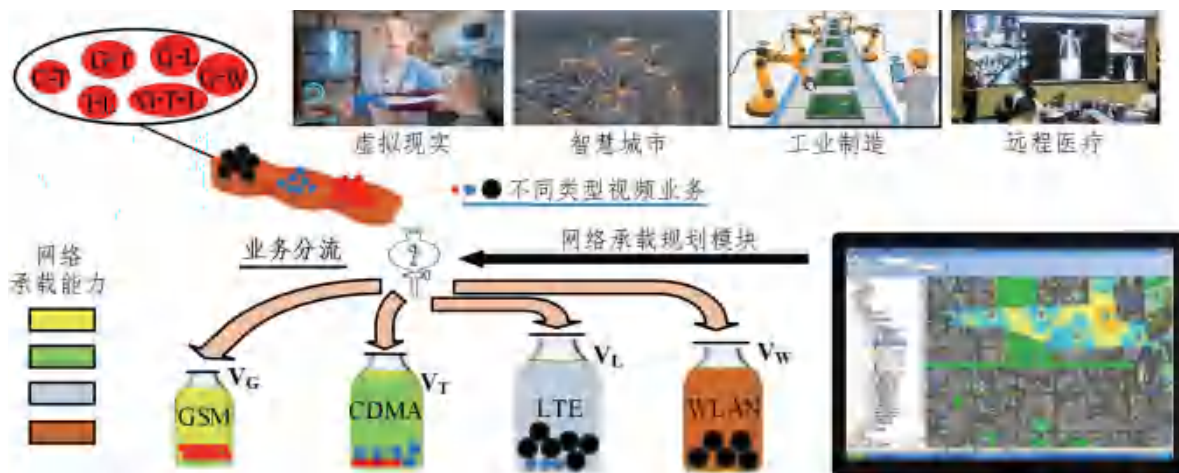


图2 多制式网络协同均衡承载

3、实现动态精准码率适配，解决了高动态移动信道下视频码率适配粗放化的难题，可容忍丢包率达 40%，视频清晰度提升 12 倍。

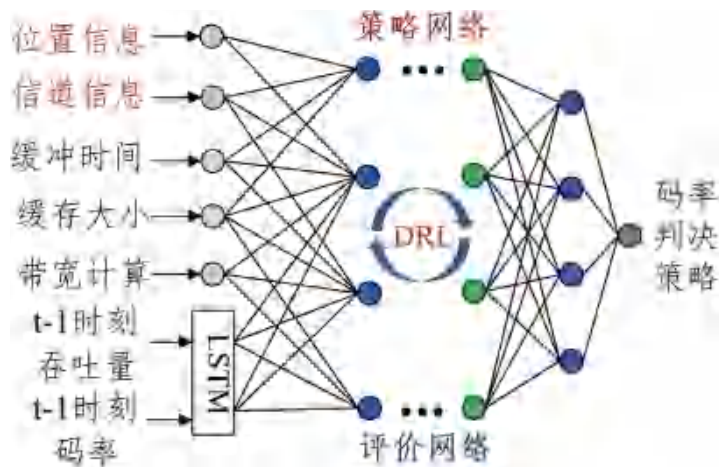


图3 动态精准码率判决方法

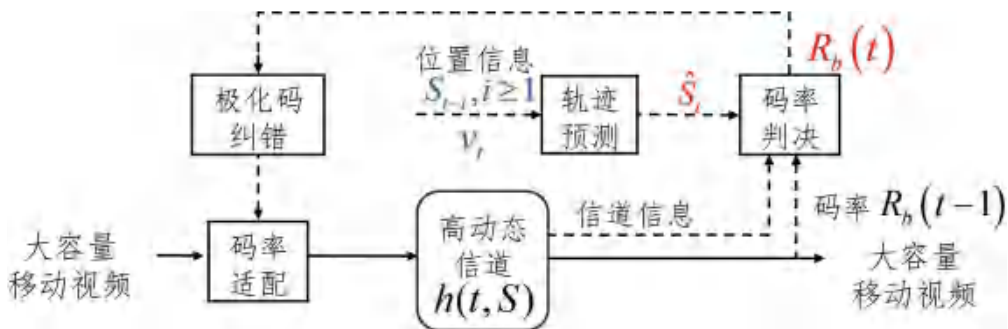


图4 预测-判决-纠错一体化的反馈传输机制

由樊邦奎院士、戴琼海院士、张宏科院士和龙腾院士等专家组成的鉴定委员会评价：“该项目研究难度大、创新性强，在跨制式融合与动态码率适配技术等方面处于国际先进水平”。

项目效益：

项目研制的主要产品近 2 年直接经济效益 68.8 亿元，其中融合 CDN 市场占有率超 50%，居国内第一，出口 30 多个国家，国际市场占有率超 20%，居全球第一，推动了我国移动视频传输相关产业跨越式发展。

主要完成人：

江 涛，华中科技大学教授、博导，IEEE Fellow，长江学者特聘教授，国家杰青，项目总体学术思想的提出者，项目总体工作开展的组织者。

华新海，中兴通讯股份有限公司产品总经理，牵头组织完成大容量移动视频智能传输系统的融合 CDN 模块的研制。

高 鹏，中国移动通信集团设计院有限公司副院长兼总工程师，负责了网络规划产品的综合应用，推动软件开发、性能仿真、原型系统设计等环节。

国产打印机核心 SoC 芯片系列化 自主研制及规模化应用

浙江大学等单位完成

项目简介：

打印机是办公网络和办公自动化的重要计算机外设，更是办公网络信息安全的關鍵设备。然而作为打印机核心技术的 SoC 芯片，却长期牢牢被极少数美日芯片设计巨头垄断，这严重威胁我国办公网络的信息安全，也制约我国打印机产业的发展。面向国家办公网络信息安全和打印机产业需求，自 2012 年以来，项目组团队坚持自主研发道路，围绕安全、高效的打印机核心 SoC 芯片关键技术开展创新研制工作。形成的创新技术包括：1) 打印机专用异构多核并发架构技术；2) 基于处理器单元阵列簇的影印图像处理子系统架构技术；3) 精准高效的激光打印扫描闭环控制体系架构技术；4) 打印机 SoC 内嵌式高防护等级安全子系统技术；5) 灵活可配置的打印机 SoC 接口控制器技术。

项目团队基于国产 CPU 等 IP 核，采用全境内工艺制程及封装技术，成功研制了打印机核心 SoC 系列芯片产品。该成果具有自主知识产权，打破了国外技术垄断，整体技术达到了国际领先水平。项目成果芯片已批量应用于国产奔图打印机及 7 家国际主流品牌耗材中，产生了显著的经济社会效益。截至 2021 年 6 月底，该成果芯片累计出货超 5 亿颗，累计实现产值近 32 亿元。该成果获得了国家高度肯定，荣获三届“中国芯”最佳市场表现奖和两次国家集成电路产业投资基金，支撑奔图打印机国内市占率第一，支撑艾派克耗材芯片市占率第一。打印机核心 SoC 芯片的成功研制以及国产激光打印机整机装载量产化应用，可进一步完善现有办公网络安全体系，实现打印产品的自主安全可控，消除我国政企单位打印泄密的隐患，极大提升和保障了国家打印信息安全。

主要完成人：

黄凯，浙江大学，超大规模集成电路设计研究所所长、教授、博士生导师，承担打印机核心 SoC 芯片设计总负责及应用技术指导。

汪栋杰，珠海艾派克微电子有限公司，总经理，负责产品规模化应用规划。

尹爱国，珠海奔图电子有限公司，副总经理，承担打印机研制负责及应用指导。



国产打印机核心SoC芯片系列化自主研制及规模化应用科技成果鉴定会

HSP3110T	HSP3120T	HSP2210	HSP2220	HSP2230
低端 喷墨特种打印机	中端 喷墨特种打印机	低端 黑白单功能打印机	中高端 黑白多功能打印机	高端 多功能打印机
75603 SFP SoC (~100万门)	75601 SFP SoC (~200万门)	1700 SFP SoC (~800万门)	2700 MFP SoC (~3000万门)	2800 MFP SoC (~8000万门)
<ul style="list-style-type: none"> 一颗CPU内核 (CK803) 主频在110MHz 内嵌eFlash 引擎控制模块 内嵌PUF及运算模块 55nm工艺 	<ul style="list-style-type: none"> 两颗CPU内核 (2xCK803) 主频在700MHz 内嵌eFlash 引擎控制模块 内嵌PUF及运算模块 55nm工艺 	<ul style="list-style-type: none"> 两颗CPU内核 (CK810, CK803) 主频在600MHz 海量图像处理单元 极低成本 支持SDR SIP 40nm工艺 	<ul style="list-style-type: none"> 四颗CPU内核 (CK810, 2xCK803, CK802) 主频在600/800MHz 复杂图像处理单元 打印扫描复印多功能 内置安全模块 40nm工艺 	<ul style="list-style-type: none"> 七颗CPU内核 (2xCK860, 2xCK810, 2xCK803, CK802) 主频在600MHz以上 扫描彩色图像处理单元 打印扫描复印多功能 内嵌安全模块 40nm工艺

图1 打印机主控SoC系列芯片

国产奔图原装和非国产打印机通用墨盒、硒鼓等耗材

50XX系列、HN50X系列耗材SoC芯片

<ul style="list-style-type: none"> 一颗CPU内核 (CK803或CK802或CK801) 	<ul style="list-style-type: none"> 主频在48MHz~120MHz 内嵌eFlash 	<ul style="list-style-type: none"> 内嵌国密SM算法 抗攻击和反向模块 	<ul style="list-style-type: none"> 工艺: 110nm
---	---	--	---

UM5013

UM5019

UM5020

UM5021

HN501

HM502

HM503

HM504

HM505

HM506

HN507

HN508

图2 打印机耗材SoC系列芯片



图3 基于本项目成果的系列打印机及耗材设备

一维结构半导体材料生长机制、缺陷物理和特性应用

项目简介:

本项目立足于光电子功能器件应用需求，在传统三维半导体材料和当前广泛研究的二维半导体材料之外，率先开展一维结构半导体物性理解和器件应用研究，开创了一维结构半导体新材料研究体系。主要发现以硒化锑为代表的—维结构半导体：1) 区别于传统的层状和岛状生长，具有独特的“链状”和“棒状”薄膜生长特性；2) 薄膜取向合适时其晶界本征惰性，不存在悬挂键；3) 反常的缺陷物理如可形成两个硒原子代替一个锑原子的反位缺陷 2SeSb ；4) 高形变容忍，具有高柔性优势。在一维结构半导体研究中发表 *Nat. Photonics*, *Nat. Energy* 等文章，8 篇代表作被引用 1296 次，研究成果被评价为“significant milestones”，入选 2 篇电子学会优秀博士学位论文，在国际上引领硒化锑薄膜光伏发展。此外，一维结构半导体因其独特性质有望在全环绕栅极晶体管、高分辨探测面阵、柔性电子器件等方面实现应用。

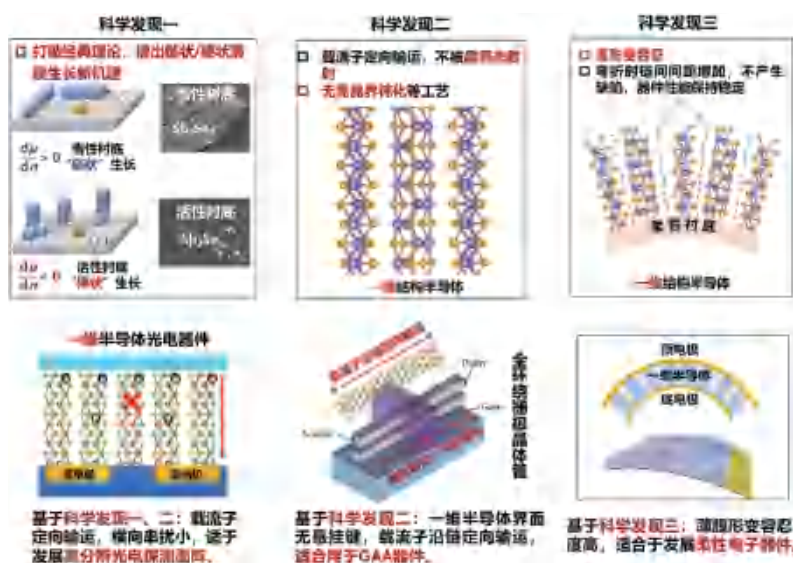


图1 一维结构半导体材料定义及其载流子传输特性

主要完成人:

唐江，华中科技大学光学与电子信息学院院长，基金委杰出青年基金获得者。研究方向为异质集成光电子器件，具体包括量子点红外探测芯片、锑基薄膜太阳能电池、钙钛矿射线探测器等。发表文章 200 余篇，总被引 18700 余次；研究成果两次入选中国光学年度十大进展。

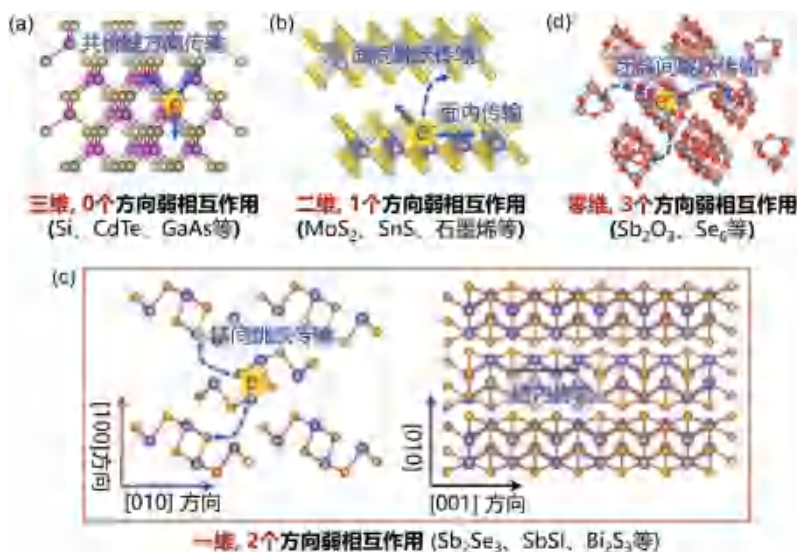


图2 本研究主要发现和—维结构半导体的器件应用展望

电力物联网安全低功耗资源调度

项目简介:

本研究团队在国家重点研发计划和国家自然科学基金等项目资助下，围绕电力物联网安全节能这条主线，针对资源调度攻击模型刻画难、电力控制安全差和资源调度能耗高等本质困难，从基础理论、基本原理和关键方法三个层面出发，研究电力物联网安全低功耗资源调度理论，在安全感知攻防博弈模型、电力控制隐蔽威胁规律和资源调度安全节能方法三个瓶颈问题上取得创新发现。成果荣获6个国际会议优秀论文奖和中国电子学会优秀博士学位论文奖等7个国内论文奖。8篇代表作包含3篇ESI高被引论文和2篇IEEE期刊热点论文，总他引591次，SCI他引482次，中科院和英国皇家工程院等多位院士引用。

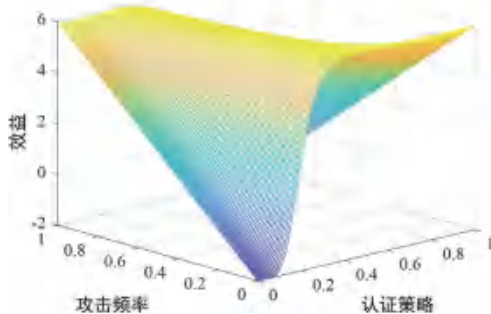


图1 电网电子欺骗检测博弈效益模型

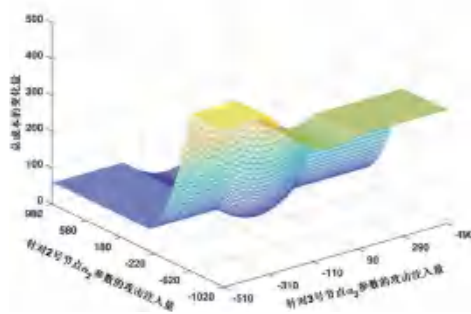


图2 电网数据注入攻击对成本的影响机理

主要完成人:

肖亮，厦门大学科技处副处长，信息学院教授，青年长江学者；

吴迪，中山大学计算机学院副院长、教授，国家重点研发计划项目首席；

赵成成，浙江大学控制科学与工程学院副研究员；

程鹏，浙江大学控制科学与工程学院副院长、教授，长江学者特聘教授。

高精度环境传感器创新设计理论与方法

项目简介：

高灵敏度传感器系统对于构建有效的环境异常监测与预警系统意义重大。针对现有传感器设计存在的“尺度—灵敏度—适用性”制约难题，本项目在环境传感器敏感机理、高灵敏度设计方法、抗环境干扰及制备工艺等方面取得系列成果：

- 科学发现一：基于多稳态分岔的谐振式极高灵敏度微质量传感器设计方法
- 科学发现二：基于压电结构与调谐电路协同的传感器优化设计方法
- 科学发现三：基于光程倍增技术的高精度液体环境传感器设计
- 科学发现四：基于氮化镓纳米线的高精度气体传感器设计

在本领域权威期刊等发表 SCI 论文 26 篇，获授权发明专利 16 项，得到了包括中国工程院院士、英国皇家学会院士、奥地利科学院院士、美国医学与生物工程院院士、英国皇家工程院院士、印度三院院士、IEEE Fellow、ASME Fellow、APS Fellow、OSA Fellow、AAAS Fellow 等专家的正面引用。

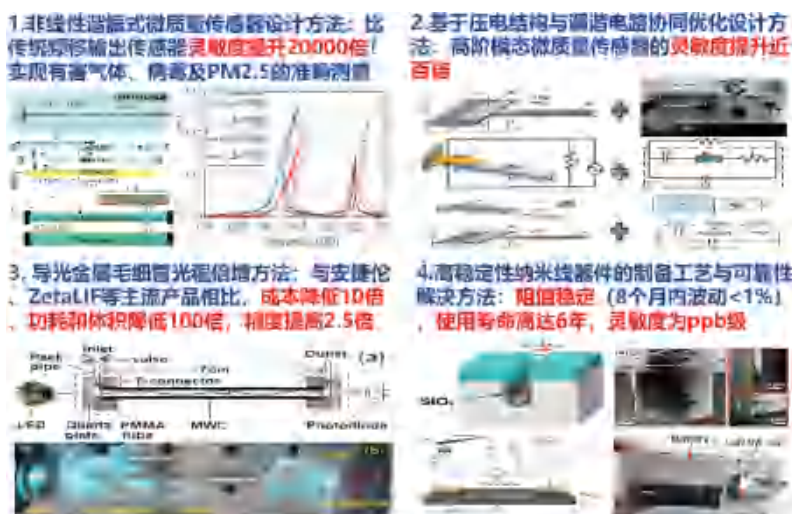


图1 高精度环境传感器创新设计理论与方法

主要完成人：

赵 剑，教授、博士生导师，大连理工大学汽车工程学院院长，兼任中国汽车工程学会理事，主要贡献为高精度微质量传感器设计与非线性原理研究，承担自然科学基金项目等 20 余项，获省部级科技奖励 4 次，获国际会议最佳论文奖 2 次，发表 SCI 论文 50 余篇，获发明专利 23 项。

黄 辉，大连理工大学教授、博士生导师。主要贡献为基于光学和纳米材料的环境传感器新技术研究。发表 SCI 论文 40 余篇，获发明专利 20 多项。

刘蓬勃，大连理工大学高级工程师，主要贡献为光学环境传感器新技术研究。发表 SCI 论文 10 余篇，获发明专利 10 多项。

高效协作安全通信和合法监听理论与方法

项目简介：

本项目面向国家在网络空间安全领域的重大战略需求，在国家 863 计划和自然科学基金等项目支持下，经过十多年不懈努力和奋力攻关，探索了基于无线信道固有特性的无线网络安全通信和合法监听理论与方法，阐明了无线网络安全通信和合法监听的容量和性能限，提出了基于多天线和多节点协作的安全通信技术和合法监听技术，显著增强了无线网络的安全性，取得了系列原创性成果和突破性进展。为保障网络空间安全提供了新思路、新技术和新方法，对网络空间安全方向具有重要推动作用。

本项目 8 篇代表性论文均发表于国内外重要期刊，被 Web of Science 他引 679 次，4 篇入选 ESI 高被引论文。研究成果得到了两院院士和众多 IEEE Fellow 的正面评价，获 ICC2018、ICC2019、WCSP2020 和 GLOBECOM2020 等国际会议最佳论文奖。项目组成员入选 2017 年国家杰青、2019 年国家优青、2020 年中国高被引学者、2019 和 2020 年中国电子学会优秀科技工作者。培养的学生获 2017 和 2018 年中国电子学会优秀硕士学位论文。研究成果已应用于浙江大华公司工业互联网产品的安全管理系统，取得较好的经济社会效益。



图1 网络空间安全

主要完成人：

陈晓明，浙江大学信息与电子工程学院研究员，德国洪堡学者，日本学术振兴会特邀研究员，研究领域为天地一体的万物互连网络，研究成果获弗里德里希·威廉·贝塞尔奖，担任 IEEE Transactions on Communications 等国内外期刊的编委。

钟财军，浙江大学信息与电子工程学院教授，国家优秀青年科学基金获得者，研究领域为大规模 MIMO、智能反射面和 AI 辅助通信，研究成果获教育部自然科学奖和国际会议最佳论文奖，担任 IEEE Transactions on Wireless Communications 等国内外期刊的编委。

张朝阳，浙江大学信息与电子工程学院教授，国家杰出青年科学基金获得者，研究领域为新一代无线通信和智能网络、无线 AI 架构与分布式学习算法和智能协同感知、通信与计算，研究成果获教育部、浙江省和信产部科学技术奖，担任 IEEE Transactions on Wireless Communications 等国内外期刊的编委。

广义正交、非正交编码信号设计理论与方法

项目简介：

广义正交和非正交信号存在难于构造、难于分离、难于分析三大难题。项目团队从信息理论基础出发，以信息编码技术为核心，创新了广义正交和非正交信号的构造理论和设计方法、检测理论与方法以及性能分析方法，解决了广义正交及非正交的信号构造、信号分离、理论性能精确刻画科学问题，形成了从理论基础到关键技术的完整成果体系。

国际学术界一致认为项目成果开辟了广义正交信号设计的新领域，并使用完成人姓氏命名所设计的最优非正交码本。

项目成果已在业界产生重要影响：基于零相关区理论构造的编码序列广泛应用于多个无线通信国际标准，如 CDMA2000、4G 蜂窝通信和 DVB-T2 数字视频广播国际标准 (ETSI-TS-102-992)。非正交编码多址接入信号设计理论及性能分析也有力促进了中国企业在 5G/B5G 的推标工作。

主要完成人：

马征、范平志为西南交通大学教授 (e-mail: zma, pzf@swjtu.edu.cn)。

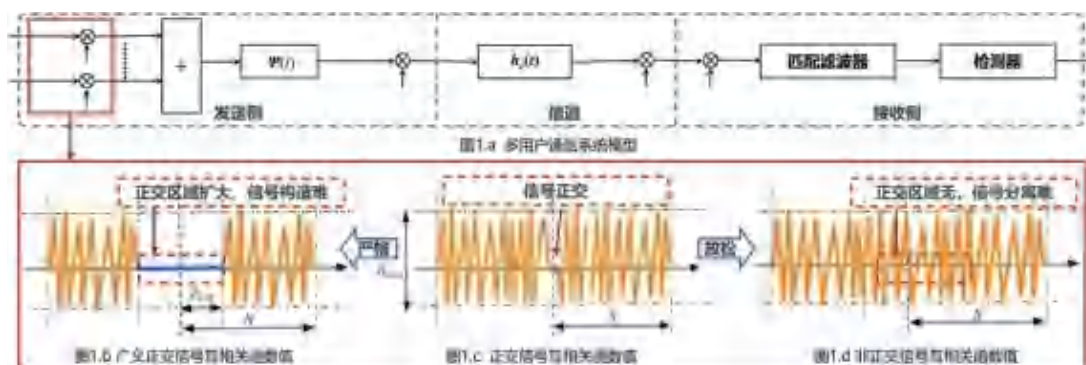


图1

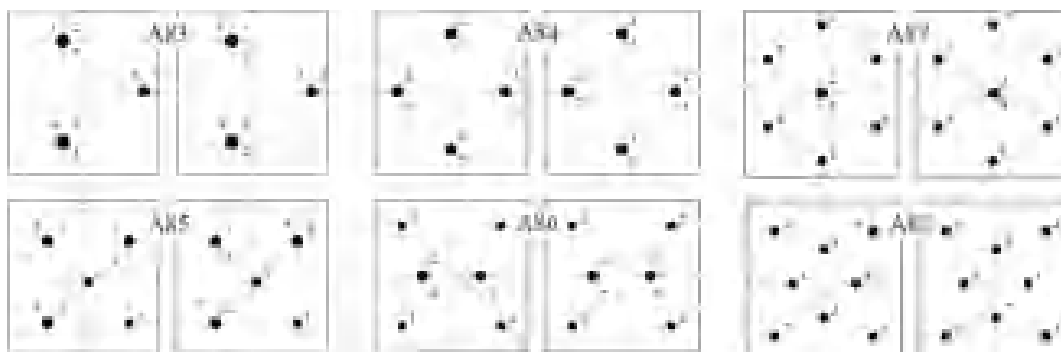


图2 构造的低投影2维8进制复星座码本

机器学习中的稀疏表示、求解与评价

项目简介：

项目围绕“稀疏性的表示、稀疏模型的求解、求解方法的评价”开展研究，取得多项创新成果，进一步解决了一般情况下的稀疏学习和求解的挑战性难题，展示了稀疏知识表达和求解的多样性，被中国两院院士、美国工程院院士、英国皇家工程院院士等知名学者团队广泛引用和高度评价。

项目主要科学发现包括：

- (1) 对于常用的一大类非凸惩罚函数，提出了更优的求解大规模非凸优化问题的方法——迭代收缩阈值化算法；
- (2) 提出了异常任务存在下鲁棒的多任务特征学习算法，并提出一种加速梯度下降法求解该学习问题；
- (3) 运用图像梯度的稀疏性等隐含知识，构建了图像盲分离算法，解决了复杂运动叠加图像的分解难题；
- (4) 提出了依赖多输出高斯过程动态系统，利用稀疏潜表示解决时序数据在时间和空间上的依赖性，实现了多维时序数据的高质量生成和预测；
- (5) 利用卷积神经网络批规范化层尺度参数衡量卷积通道的重要程度，提出实现网络结构稀疏化的训练方法。

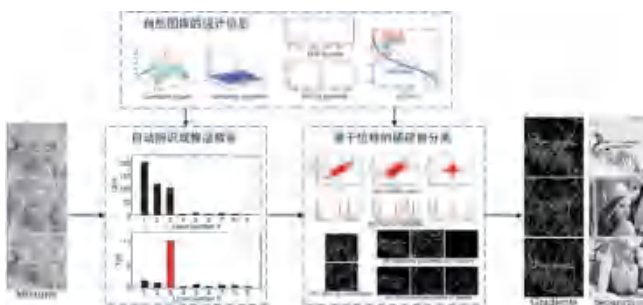


图1 运动叠加图像的稀疏盲分离过程

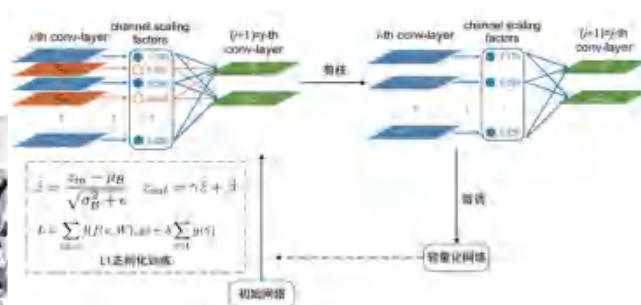


图2 卷积神经网络的轻量化算法架构

主要完成人：

张长水，清华大学教授，项目负责人，email: zcs@mail.tsinghua.edu.cn；

孙仕亮，华东师范大学教授，负责多输出概率依赖关系的稀疏潜表示建模；

龚平华，清华大学博士毕业生，负责通用稀疏表达下的优化求解与鲁棒的稀疏特征学习；

刘 壮，清华大学本科毕业生，负责卷积神经网络的结构稀疏化；

盖 坤，清华大学博士毕业生，负责运动叠加图像分离。

基于纠缠的量子通信及噪声处理理论与方法

项目简介：

量子科技是国家重大战略。量子通信能够感知窃听，能够为国家信息安全提供保障。本项目围绕量子安全直接通信理论的实验验证，长距离量子通信的噪声问题等尚未解决的关键科学问题展开研究，取得了三项创新性成果。

一、利用冷原子量子存储器，率先在国际上实验验证了基于纠缠的量子安全直接通信理论，为量子安全直接通信的实用化奠定了坚实的实验基础。

二、利用空间、频率和时间片段纠缠的鲁棒性，提出了一步快速确定极化纠缠纯化方案，为量子中继提供了简单、高效的纠缠纯化方法；设计了具有确定纠缠提纯功能的双服务器盲量子计算方案，为双服务器盲量子计算在噪声下快速工作提供了解决途径。

三、建立了单光子辅助的简单、高效的纠缠浓缩理论，提出了任意粒子 W 态浓缩方案，为 W 态、Cluster 态、x 态、超纠缠、各种固体纠缠浓缩提供了一条全新的思路，引领了纠缠浓缩的研究，被后续 10 个课题组 40 多篇论文广泛采用。

8 篇代表论文发表在国际权威期刊 Phys. Rev. Lett. 以及国内优秀期刊 Sci. China Phys. Mech. Astron. 等期刊上。有 2 篇论文入选 ESI 高被引论文。论文被莱布尼茨奖、费列兹伦敦奖、兰姆奖、菲涅尔奖等国际重要奖项获得者，17 位中、美、德、英等国科学院、工程院院士，39 位 IEEE、APS、OSA、AAAS 等著名学会的会士他引 1084 次。这些创新成果对量子通信实用化、量子中继理论的优化与发展提供了重要的理论和实验支持，部分研究成果引领了该方向的研究。

主要完成人：

盛宇波，南京邮电大学教授，中组部万人计划青年拔尖人才，爱思唯尔中国高被引学者。本项目学术负责人，提出了可实验实现的量子安全直接通信方案；提出了确定的纠缠纯化的思想并设计了方案；提出了单光子辅助纠缠浓缩的思想和方案。

周 澜，南京邮电大学副教授。在本项目中，分析了量子安全直接通信的实验数据；提出了利用时间片段纠缠纯化极化纠缠的纯化以及盲量子计算的纯化；构造了单光子辅助纠缠浓缩的方案并计算了浓缩效率。

邓富国，北京师范大学教授，爱思唯尔中国高被引学者。在本项目中，提出了确定性纠缠纯化的物理思想和和分级纠缠浓缩的方案。

丁冬生，中国科学技术大学教授，国家优青，科技部重点研发计划青年项目负责人。在本项目中，设计并实验完成了基于量子存储的量子安全直接通信实验。

史保森，中国科学技术大学教授，国家杰青。在本项目中，组织和领导了基于冷原子存储的量子安全直接通信实验的总体规划 and 实施等工作。

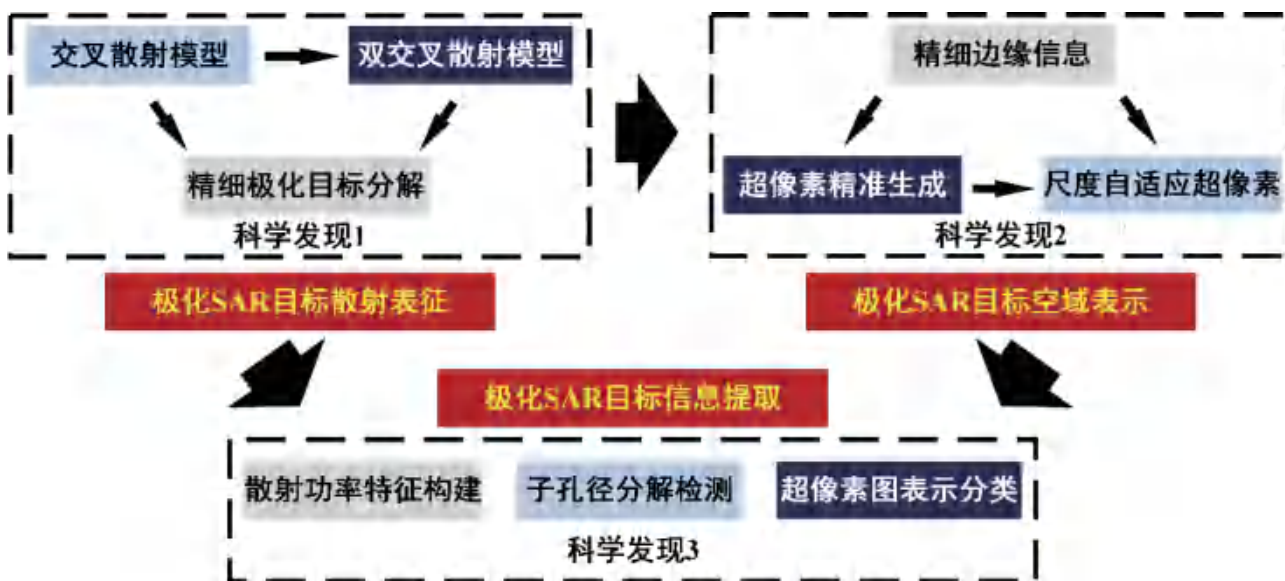
极化 SAR 目标散射表征与信息提取方法研究

项目简介:

该项目属于雷达极化信息处理领域，面向战场环境侦察与民用微波遥感等重大需求，深入开展了极化 SAR 目标散射表征与信息提取方法研究，取得的主要科学发现与技术进步包括：1) 揭示了方位角自适应融合和二维相干叠加拓展的散射行为，实现了局部几何结构散射的精细刻画，改善了经典理论中散射机理“认不清”的现象；2) 提出了场景自适应的多维度空域极化信息提取方法，解决了极化 SAR 图像中内在信息“用不全”的问题；3) 建立了多层次显著特征目标检测器和极化-空域特性综合利用的目标分类框架，克服了人造目标判读和解译中“辨不准”的问题。该项目相关技术指标处于国内领先水平，研究成果获国内外同行广泛引用和高度评价。

主要完成人:

栗毅，国防科技大学电子科学学院教授，是研究团队学术带头人和本成果科学发现的主要提出者，研究方向包括信号处理、雷达目标特性、超宽带雷达系统和遥感信息处理等，获军队科技进步一等奖 1 项，国防科工委科技进步二等奖 3 项。



项目研究框图

纳米电子传感器件的研制及其在肿瘤早期诊断中的应用研究

项目简介:

针对肿瘤早期诊断中存在的“卡脖子”问题，以构建可高效获取生物信息的电化学传感器为目标，突破二维电极材料可控制备、电子传输效率低等瓶颈，解决生物分子在传感界面上无序堆积、识别效率低等问题，实现复杂体系中痕量肿瘤生物标志物高灵敏、高特异性的检测。取得如下创新：

- 1、发展二维纳米电极材料可控制备方法学
- 2、提出纳米生物界面的高效协同构筑与精确调控策略
- 3、构建高灵敏、高特异性的电化学生物传感器

项目在 Advanced Materials 等高质量学术期刊上发表论文 61 篇，8 篇代表性论文 SCI 他引 924 次，获授权中国发明专利 5 件，出版中文专著 3 部，项目整体达到国内领先水平。项目的检测方法与器件已获得临床样本验证，并与多家企业合作开展转化。

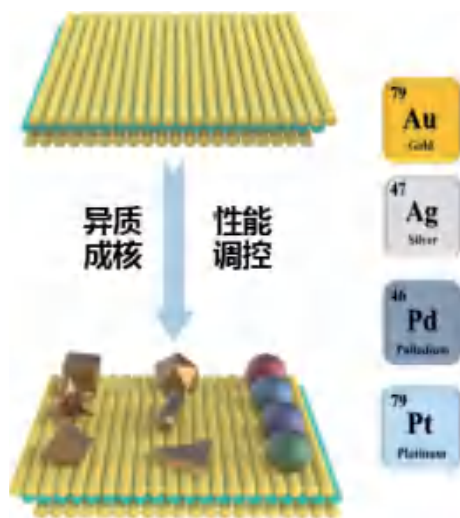


图1 二维纳米材料的可控制备与性能调控

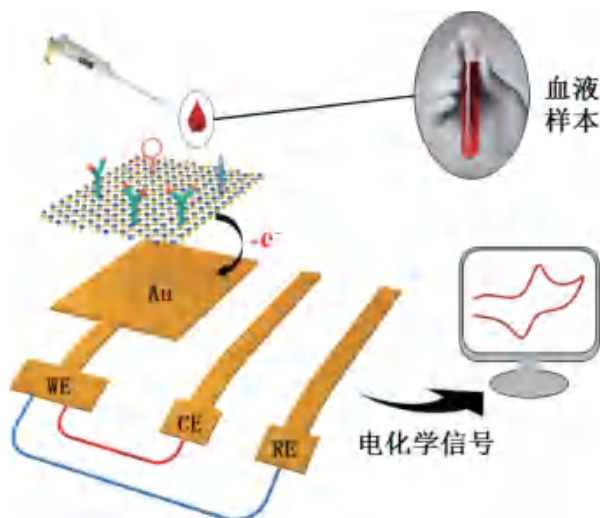


图2 纳米电子传感器件在肿瘤早期检测中的应用研究

主要完成人:

汪联辉，南京邮电大学，教授，总体负责。

苏 邵，南京邮电大学，教授，负责电子传感器件的研制。

宇文力辉，南京邮电大学，副教授，负责二维纳米材料的可控制备。

晁 洁，南京邮电大学，教授，负责传感界面的可控构筑与性能评估。

张 颖，南京邮电大学，副教授，负责传感器件的肿瘤检测应用研究

软件定义网络系统的可扩展拓扑结构 和控制平面理论

项目简介:

软件定义网络系统是国家和军队的重要信息基础设施，面临非常复杂的基础理论挑战，其中可扩展的拓扑结构和控制平面设计是重中之重。为此，项目组长期开展软件定义网络系统的可扩展拓扑结构和控制平面的基础研究，重点从可扩展拓扑结构设计及优化、可扩展控制平面的负载均衡和鲁棒性验证、可扩展控制平面的高效态势同步 3 个方面做出了多个重要的理论发现，形成了系统性的设计方法体系，在国际开源领域、国防数据中心体系布局等领域的应用成效显著。8 篇代表性论文中有 1 篇



《软件学报》论文、6 篇中国计算机学会推荐的 A 类期刊 / 会议论文，1 篇影响因子高达 25.249 高影响力期刊论文。8 篇代表性论文 CNKI/SCOPUS 总引为 407 次，总他引 361 次，引用者包括中、美、澳、加、欧、日、韩等 10 多位院士以及 25 多位 IEEE/ACM Fellow。项目负责人郭得科教授为国家优青、万人青拔、军队学科拔尖人才、科技创新 2030-“国家网络空间安全”重大项目专家。

主要完成人:



郭得科，国防科技大学教授、博士生导师，国家优青、万人拔尖人才、军队高层次人才、“科技创新2030-国家网络空间安全”重大项目专家、湖南省杰青。从事软件定义网络系统设计与传输优化研究，是本项目三个科学发现的主要完成人，首次提出了支持任意网络规模的平衡Kautz树和Kautz环结构，并将其用于网络系统拓扑结构设计。



沈玉龙，西安电子科技大学教授、博士生导师，教育部“长江学者”特聘教授、陕西省杰出青年基金获得者、陕西青年科技奖获得者、三秦学者、西电计算机科学与技术学院副院长。从事可扩展控制平面的负载均衡和鲁棒性验证研究，是科学发现2的主要完成人。创新设计了基于控制器负载感知和响应时延感知的两种主动选择方法，实现控制器之间的主动负载均衡。



罗来龙，国防科技大学讲师，从事软件定义网络系统设计与优化研究，是本项目科学发现1和3的主要完成人。



谢健杰，军事科学院助理研究员，从事软件定义网络控制平面设计及优化研究，是本项目科学发现2的主要完成人。



陈涛，国防科技大学副研究员，从事网络系统结构设计与优化研究，是本项目科学发现1的主要完成人。

时频混叠信号精确电子侦察理论与应用

项目简介：

时频混叠信号广泛存在于各种民用、军用电磁环境中，是电子侦察和电磁态势感知等应用中的重难点问题，在航天、航空领域尤其如此。

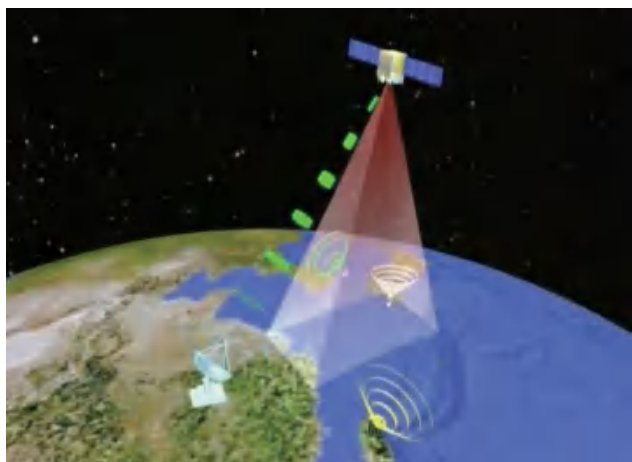


图1



图2

针对传统时频混叠信号处理方法普遍存在的参数估计精度低、信号分离能力弱等不足，本项目深入挖掘和充分利用电磁信号在高维流形空间中的特征属性和解耦合特性，系统研究了时频混叠信号精确电子侦察测向、定位和信号分离等理论与方法，突破了民用微型无人机监控的理论和技術瓶颈。研究成果受到 CCTV 一套、七套、十三套和北京卫视、解放军报等多家权威媒体报道，项目组获批湖南省创新研究群体，多人获军队级、省级人才计划支持。

主要完成人：

- 刘章孟，国防科技大学研究员，总体负责；
- 黄知涛，国防科技大学教授，负责阵列测向等技术；
- 郭福成，国防科技大学教授，负责无人机监控应用；
- 张敏，国防科技大学副教授，负责无源定位技术；
- 王翔，国防科技大学副教授，负责盲源分离技术。

碳基纳米材料的结构调控和特异电子学性能研究

项目简介：

该项目围绕碳纳米电子结构调制与新型纳米器件模型构建这一关键科学问题开展了系统深入研究，取得如下科学发现：1) 建立了基于碳纳米管电极阵列电通量收敛效应的极化带理论，创建了基于碳纳米管薄膜的体声波谐振器新型气体传感器件模型。2) 阐明了石墨烯与气体相互作用规律和电荷转移室温响应机制，提出了石墨烯传感器件模型和敏感材料结构策略。3) 阐明了碳纳米结构的诱导形成和结构微扰调控机制。8 篇代表性论文被，被 Chem. Rev.、Chem. Soc. Rev. 等 SCI 期刊他引 605 次。主编创办的 SCI 期刊《Nano-Micro Letters》(JCR 收录 Q1 区, IF: 16.419) 已成为信息技术领域重要的国际学术平台，提升了该项目的国际学术影响力并推动了相关学科的发展。

主要完成人：

第一完成人张亚非，亚太材料科学院院士，长江学者特聘教授，SCI 期刊《Nano-Micro Letters》主编，优秀留学回国人员，国家百篇优秀博士论文导师，享受国务院政府特殊津贴。作为项目负责人，是整体学术思想的主要提出者，全面负责课题的规划，把握项目整体发展方向。

苏言杰、杨志、胡南滔、张耀中

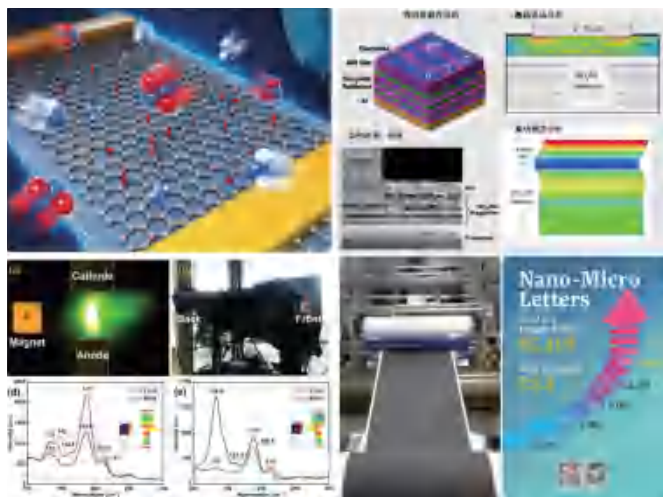


图1 项目主要研究成果



图2 项目研究团队

微纳气湿敏传感材料与器件构筑 及其敏感机理研究

项目简介：

微纳气湿敏传感器在环境监测、农业生产、矿业安全及快速医学诊断等领域具有巨大的应用价值。针对气湿敏传感器存在的瓶颈问题，该项目提出了金属氧化物异质结构界面调控机制，揭示了微纳结构界面增强其气湿敏性能的调控机制，提出纳米修饰、有序组装、原位聚合和掺杂改性策略增强了气湿敏感性能，创建了一系列高增敏微纳传感材料和高性能微纳传感器，为微纳敏感薄膜与器件设计奠定了重要的理论基础。发展了微纳传感器薄膜与器件集成及阵列构筑方法，提出传感阵列信息融合方法为复杂背景下多组分气体智能检测提供了理论支持，取得了一系列创新性研究成果。项目研究成果发表 SCI 论文百余篇，授权发明专利 20 余项，8 篇代表性论文他引 1468 次，单篇最高他引 318 次，得到欧洲科学院院士 Paolo Samorì 教授、英国皇家工程院院士 Julian Gardner 教授等学者高度评价。

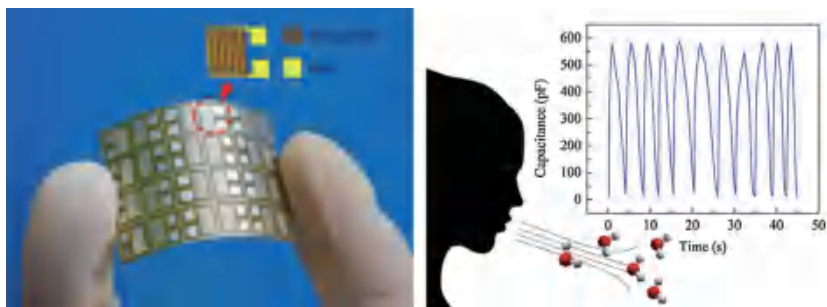


图1 微纳敏感薄膜器件及其气湿敏效应



图2 高性能微纳气湿敏传感器研发测试

主要完成人：

张冬至，中国石油大学（华东）；

薛庆忠，中国石油大学（华东）；

王东岳，中国石油大学（华东）；

姜传星，中国石油大学（华东）。

云外包数据安全基础理论与方法

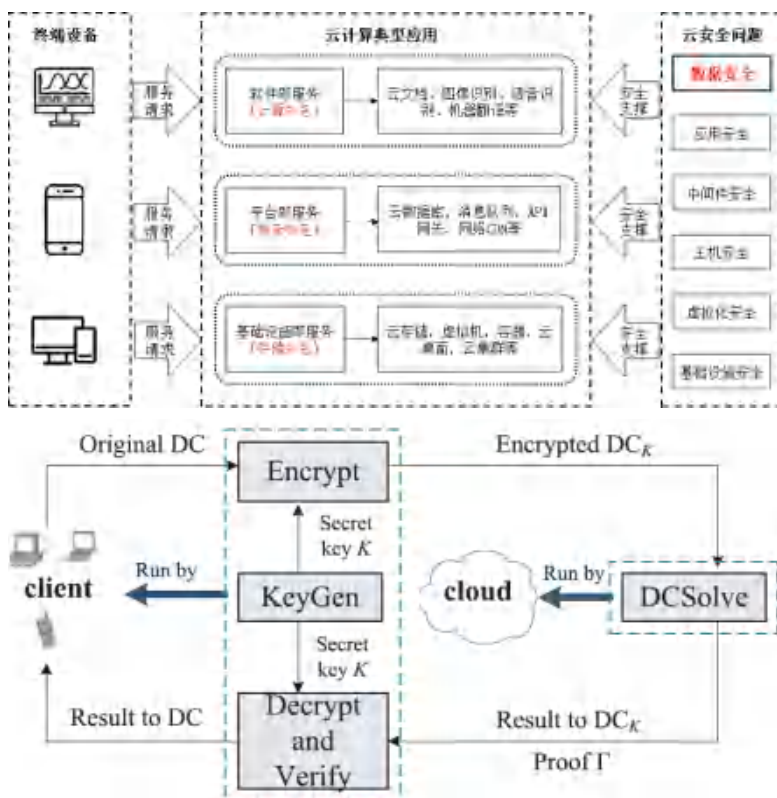
项目简介:

完成人团队针对云计算环境下的数据安全问题，开展了云外包安全的理论和方法研究。重点针对云外包的数据安全和隐私保护问题，从底层外包数据安全存储、外包密文数据搜索，以及其所支撑的上层外包数据安全计算，进行了系统性的研究。构建了云外包数据安全存储和搜索基础理论，提出了云外包数据安全计算方法。

完成人团队在国际顶级会议和期刊上发表数据安全相关论文 200 余篇，SCI 他引 2900 余次，谷歌学术引用 5800 余次，出版学术专著 1 部。相关工作得到了包括工程院院士、科学院院士、国家杰青、长江学者、IEEE/ACM Fellow 等诸多国际知名学者的高度评价。第一完成人入选教育部新世纪优秀人才，重庆市杰出青年基金；第二完成人入选 IEEE Fellow，教育部长江学者特聘教授，连续 7 年入选爱思唯尔中国计算机学科高被引学者；第三完成人入选教育部长江学者特聘教授，2020 年爱思唯尔中国计算机学科高被引学者。

主要完成人:

- 向 涛，重庆大学，研究方案与技术路线的制定；
- 廖晓峰，重庆大学，云外包计算安全理论构建；
- 李洪伟，电子科技大学，云外包搜索安全理论构建；
- 胡春强，重庆大学，云外包存储与计算安全研究；
- 陈 飞，深圳大学，云外包搜索安全研究。



互联网舆情传播演化的分析、建模与预测

北京交通大学完成

项目简介:

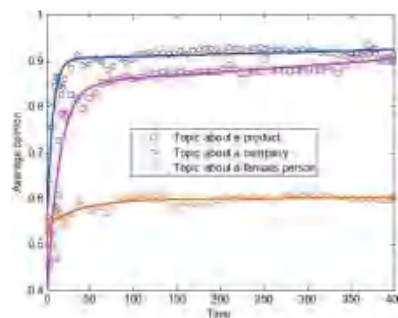
项目属于复杂网络、网络内容安全领域的国际前沿性、基础性研究方向，对网络舆论演化、网络信息传播、用户数据挖掘进行了研究，主要科学发现点包括：

1) 针对网络舆论演化中复杂交互行为难以描述及舆论研究缺乏实证的问题，提出了观点合作过程的演化博弈模型及用户行为驱动的网络舆论演化模型，解决了网络舆论真实描述及演进方向预测的问题；

2) 针对社交网络信息传播多样性、竞争性和突发性强的特点，建模了异构用户行为及拓扑等特征与信息传播的作用关系，发现了影响信息传播范围的关键因素；

3) 针对网络用户行为、群体结构数据的耦合性及动态性，提出基于自组织复杂系统的用户偏好预测方法，建立涌现的网络几何生成模型，显著提升了算法的性能及可解释性。

代表性论文他引 700 次，ESI 高被引 1 篇，论文被 Nature 等期刊引用。



主要完成人:

刘云，教授，总体负责；

熊菲，教授，负责舆论演化过程建模；

冀振燕，副教授，负责用户数据挖掘；

武志昊，副教授，负责网络结构分析；

沈波，教授，负责信息传播分析。

安全自组织无线接入技术

西安电子科技大学等单位完成

项目简介：

本发明解决了多跳无线接入系统的大容量高可靠安全接入问题，形成了业界领先的安全自组织无线接入整体方案。获中国授权技术发明专利 48 项；发表论文 63 篇；形成 10 项核心提案和标准，提升了我国相关领域的国际标准主导力。研发了面向重点行业的安全接入系统（DBS3900/5900 系列接入产品），可在保障 3 信道连通时拓扑变化收敛时间小于 10s，安全接入的终端密度提升一个量级，系统可靠性达 99.999%，获得工信部入网许可及产品质量监督检验中心认证。已在陕西、青海、新疆及广东等地的中国移动、中国联通以及南方电网等规模商用。近二年累计直接经济效益 4.15 亿元。相关技术已应用于政府、工业互联网、智能电网及智慧医疗等国家重点行业，有效解决了跨区域数据多跳接入过程中发生的盗用、泄露等安全痛点，取得了良好的社会和经济效益。

主要完成人：

李建东、苏郁、盛敏、刘俊宇、黄振海、马剑

高速高精度 ADC/DAC 关键技术

中国科学院微电子研究所等单位完成

项目简介:

高速高精度 ADC/DAC 是宽带移动通信、光通信、高端仪器设备、大科学装置和数字雷达中的核心关键芯片，是世界大国和强国战略必争的研究方向。

本项目由中国科学院微电子研究所与苏州迅芯微电子有限公司联合攻

关，针对高速高精度 ADC/DAC 面临的采样速度、转换精度和精准同步三大挑战，发明了 3 倍折叠、6 级流水线级联的折叠内插流水线拓扑架构，突破了电流模传输线、双边沿采样、部分不交叠时钟等低时钟抖动技术，成功研制了 3GSps 12bit ADC、1.25GSps 14bit ADC、8GSps 14bit DAC 和 10GSps 12bit DAC 等系列芯片，将我国 ADC/DAC 大幅提升到 3GSps 12bit 和 8GSps 14bit，指标达到国内领先、国际先进的水平。技术发明点如下：

- 1: 高采样率系统架构、时钟设计、带宽扩展技术创新与集成
- 2: 数字域高速高精度转换器校准技术
- 3: 基于复位时刻定位、转换时间定相及延迟变化消除的精准同步机制

主要完成人:

- 刘新宇**，中国科学院微电子研究所，项目技术方案制定，项目组织实施；
武 锦，苏州迅芯微电子有限公司，ADC/DAC 量产技术开发与应用推广；
吴旦昱，中国科学院微电子研究所，系列化 ADC 芯片技术攻关；
周 磊，苏州迅芯微电子有限公司，系列化 DAC 芯片技术攻关；
郭 轩，中国科学院微电子研究所，3GSps 12BIT ADC 芯片技术攻关；
郑旭强，中国科学院微电子研究所，高速串行接口 IP 核技术攻关。

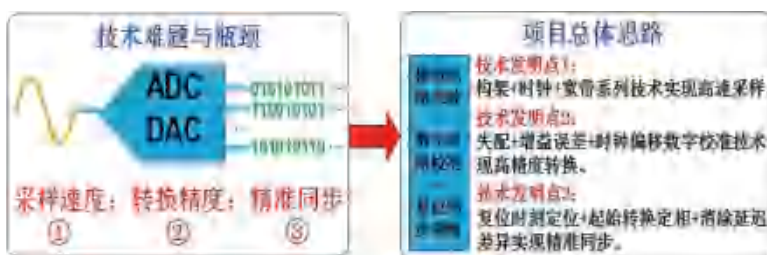


图1 本项目总体思路

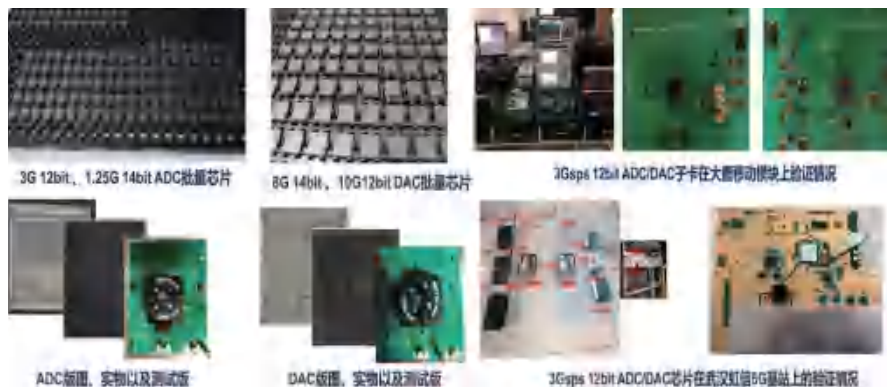


图2 项目成果应用验证

EISCAT_3D 雷达天线子阵技术

中国电子科技集团公司第三十八研究所完成

项目简介:

EISCAT_3D 雷达系统是由欧洲非相干散射科学协会 (EISCAT 协会) 建设的新一代非相干散射雷达, 用于研究北极地区的大气和近地空间环境, 以及支撑太阳系和射电天文研究的国际大科学工程。雷达系统由位于芬兰、挪威和瑞典的五个 9919 单元的相控阵天线场组成。



该项目针对新一代欧洲非相干散射雷达的需求, 攻克了高精度模块化子阵拼接设计、高可靠性大扫描角双极化单元设计、高承载高反射率反射网设计等关键技术, 研制了双极化、大扫描角、低有源回波损耗、高环境适应性的天线子阵样机, 满足了 EISCAT_3D 雷达系统的研制要求, 推动了 VHF 天线技术和超大规模阵列技术的发展。



EISCAT_3D 雷达系统是全球首个基于子阵拼接扩充的非相干散射雷达系统。EISCAT_3D 雷达天线组合是中国中标的首个欧美大型相控阵天线, 已经交付的首套子阵也是首个中国设计和架设在北极圈的天线阵列, 展示了中国的科技前沿水平, 推动了“一带一路”的建设。

主要完成人:



方佳, 博士
研究员级高工
项目负责人



金谋平, 博士
研究员级高工
技术指导



江涛, 硕士
高级工程师
结构设计

复杂干扰环境下的航天测控链路实时监测技术

西安电子科技大学等单位完成

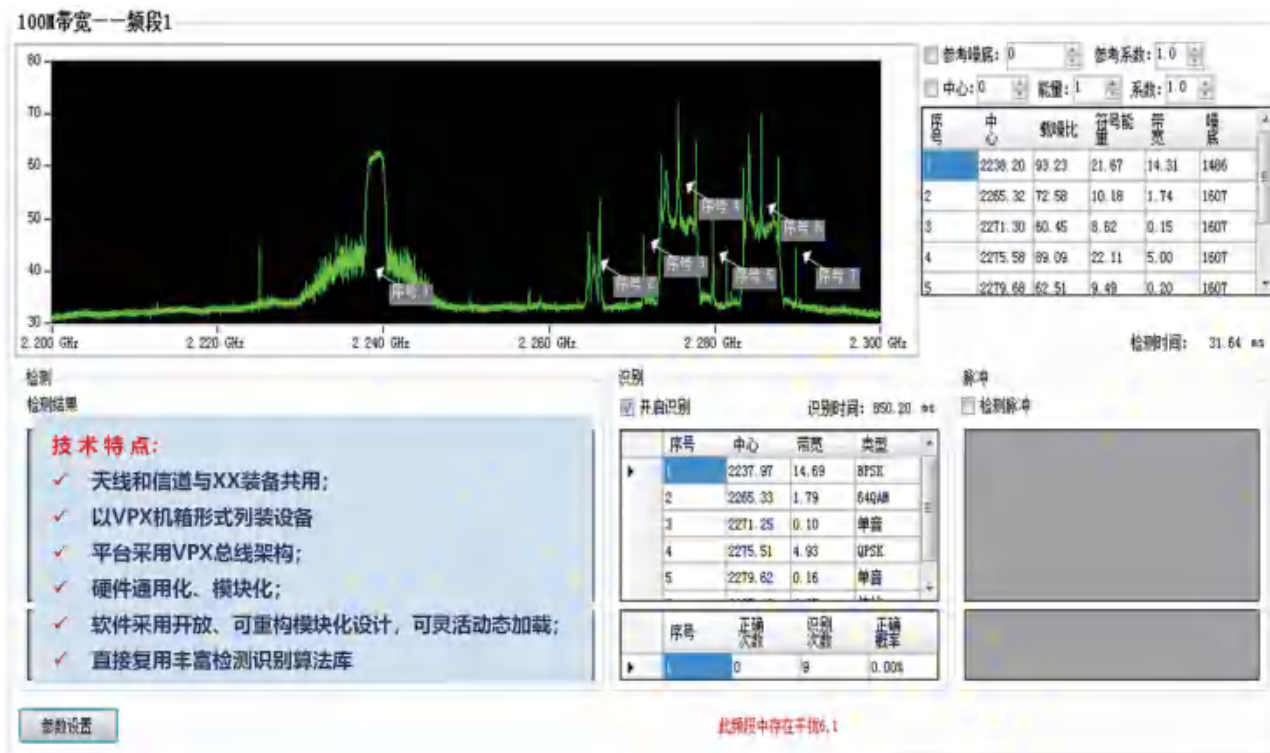
项目简介：

航天测控技术是航天事业快速发展的重要保障。本项目旨在解决复杂电磁环境中航天测控链路干扰感知问题，为实现系统主动抗干扰提供技术支撑，主要包含 4 个技术发明点：（1）航天测控链路中的复杂干扰快速检测技术；（2）低信噪比下的航天测控信号检测与参数估计技术；（3）测控系统中的外场辐射源信号识别技术；（4）面向远距离、超宽带、衰落信道下的阵列天线设计技术。

项目组从 2011 年起开展航天测控链路实时监测技术研究，并形成型号产品，累积合同额近 5 亿元；公开授权 24 项发明专利、1 项实用新型专利，以及数十项国防专利。相关核心技术在航天测控领域取得了广泛的应用，有效地保障了航天测控链路安全，提升了航天器的抗干扰和生存能力。

主要完成人：

- 姬红兵，西安电子科技大学，教授；
- 刘友永，中国电科 54 所，研究员；
- 李林，西安电子科技大学，副教授；
- 臧博，西安电子科技大学，副教授；
- 赵大恒，中国电科 54 所，高工；
- 张文博，西安电子科技大学，副教授。

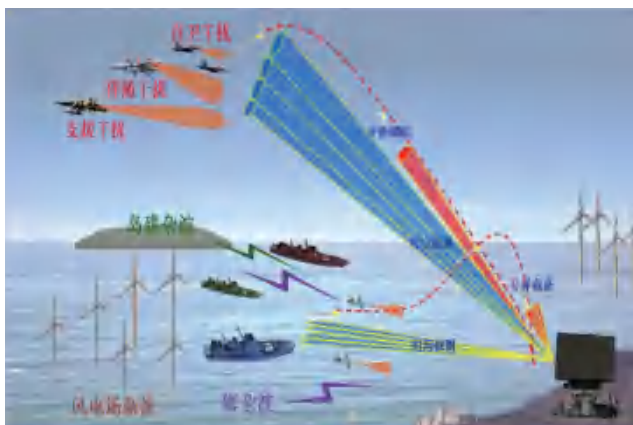


复杂环境下海面目标感知处理技术及应用

中国电子科技集团公司第十四研究所完成

项目简介:

本项目突破了海上风电场宽谱杂波抑制、干扰智能感知、海面目标高精度成像与识别等关键技术，构建了涵盖海杂波抑制、干扰对抗、目标识别的一体化系统，已完成基于实装雷达的实验验证和部分成果的装备应用。项目整体技术达到国际先进水平，部分技术达到了国际领先水平。共完成发明专利 20 余项，发表学术论文 30 余篇，创造经济效益超过 2 亿元，具有显著的军事、经济和社会效益。



海面目标感知场景

	一体化解决方案 构建了复杂海面目标探测感知一体化解决方案，涵盖杂波抑制、干扰对抗、目标检测、目标识别全流程
	4大核心技术 • 突破海杂波精确感知抑制、海上风电场杂波抑制、电磁干扰认知对抗、海面目标成像识别等4项核心技术创新
	4型装备应用 • 实现在舰载、直升机载、航管等4型雷达试验验证和装备应用

项目主要贡献

主要完成人:

史建涛，教授，南京工业大学 / 中国电科十四所，总体负责；

王宁，研究员，中国电科十四所，算法设计；

周明，高级工程师，中国电科十四所，算法设计；

侯颖妮，研究员，中国电科十四所，实验验证；

孟晋丽，研究员，中国电科十四所，数据分析；

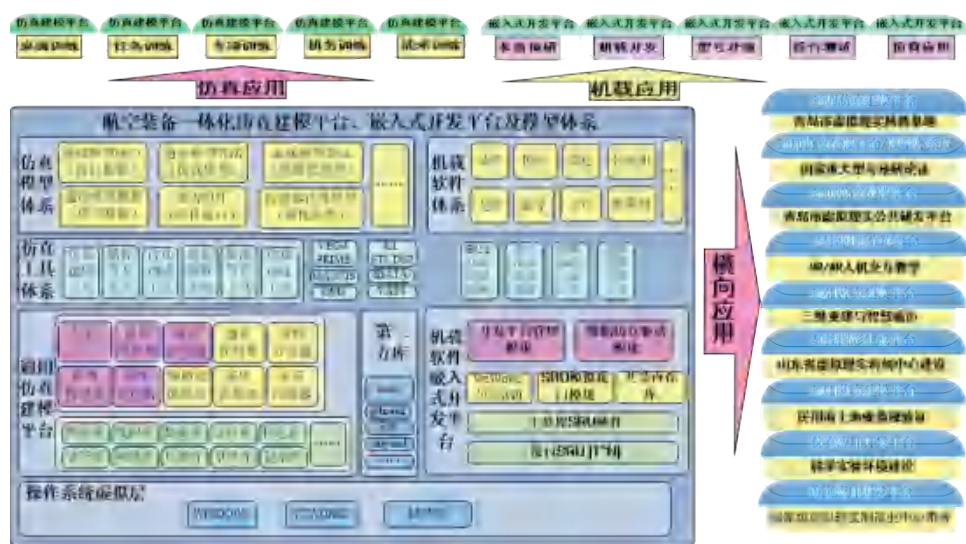
王亚峰，高级工程师，中国电科十四所，实验验证。

航空装备一体化仿真建模关键技术、模型体系及应用

中国人民解放军海军航空大学青岛校区等单位完成

项目简介：

通过综合运用设计模式、系统仿真建模理论以及人机交互、深度学习等技术，攻克了机载与仿真一体化建模关键技术。发明了通用仿真建模平台，解决了仿真模型通用化设计、一体化开发、标准化应用和规范性重用问题；建立了层次化、等级化航空装备系统仿真模型体系，突破了跨平台、可重构、可共享、可扩展功能；发明了一系列用于开发、调试、运行的仿真工具库及测试系统。基于 IMA 架构和虚拟系统开发技术研制了机载嵌入式软件开发平台，发明了 VxWorks 操作系统跨平台移植技术和 API 重载策略、SRU 驱动接口模拟技术、LRU 仿真开发技术以及航电系统数据激励自动生成技术。发明了基于结构信息的 RGBD 三维场景重建技术、虚实遮挡处理技术，开创了虚实融合模拟训练的高逼真度时代。该系列成果实现了仿真建模技术与机载软件模型的统一开发与集成验证，广泛应用于模拟训练、仿真论证、装备预研等领域，对航空领域的技术创新起到了重要的推动作用。



主要完成人：

王志乐，男，1983.11，海军航空大学青岛校区副教授。项目负责人，发明了一体化仿真建模平台、座舱图形生成平台等，提出了仿真工厂模式架构的总体通用建模方法。

孙忠云，男，1974.04，海军航空大学青岛校区副教授。主持平台软件架构设计、模型体系建设理论研究，发明了工厂 - 实体 - 设备三层仿真体系抽象建模方法。

王念伟，男，1976.09，中国航空无线电电子研究所研究员，发明了航电任务软件嵌入式开发平台。

齐越，男，1969.02，北京航空航天大学教授，发明了基于结构信息的 RGBD 三维场景重建方法，虚实遮挡处理方法等。

许路航，女，1983.09，中国电子科技集团公司第四十一研究所工程师，发明了虚拟仪表在线动态测试环境。

化学气相沉积工艺及成套装备

华中科技大学等单位完成

项目简介:

半导体材料沉积工艺是现代电子信息产业的基础，广泛应用于氮化镓、碳化硅、特种石英玻璃等行业。本项目组历经 16 年“产学研用”联合攻关，发明了针对化学气相沉积设备的多场联合设计理论和方法；发明了基于环境和过程特征识别的红外温度在线监测反馈系统；发明了流场重构补偿式化学气相沉积反应腔及高均匀喷淋技术，成功研发出高均匀低扰动先进化学气相沉积装备，用于生产集成电路级别的氮化镓、碳化硅和高纯石英玻璃。以上关键技术和装备突破了国际上相关技术的专利垄断，对于推动我国半导体核心制造装备国产化有着重要意义。

主要完成人:

方海生，华中科技大学，教授，总体负责；

刘 胜，武汉大学，教授，负责理论发展与多区加热器设计；

甘志银，华中科技大学，教授，负责温度控制系统与反应腔体设计；

刘俊龙，湖北菲利华石英玻璃股份有限公司，副总经理，负责石英玻璃化学气相沉积系统研制；

马 远，中电化合物半导体有限公司，首席专家，负责碳化硅同质外延薄膜材料研发；

马千里，华中科技大学，博士后，负责多场建模与沉积炉结构优化。

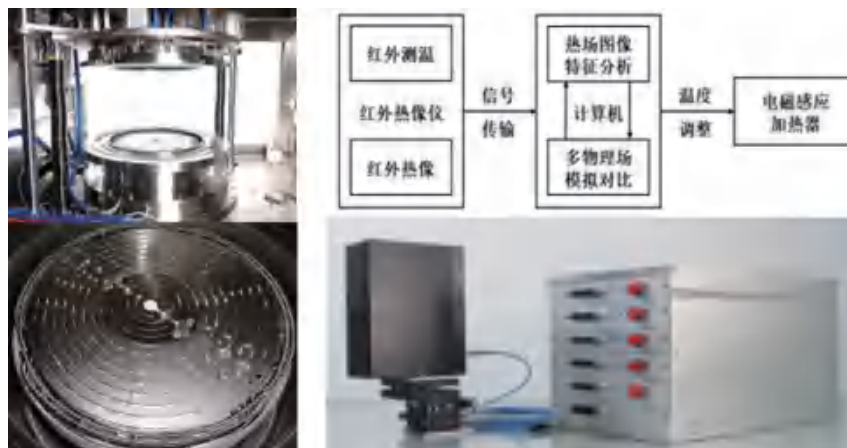


图1 混合式三区加热器及温度在线监测反馈系统



图2 新型37×2英寸化学气相沉积炉

异构计算服务器的资源池化和调度 关键技术及应用

浪潮电子信息产业股份有限公司等单位完成

项目简介：

在国家 863 计划等课题支持下，本项目取得多项具有自主知识产权的重大科技成果，主要技术发明如下：

1、高可靠可扩展异构服务器体系结构技术，解决了大规模异构计算服务器扩展难题，单服务器系统规模可达千核级。2、软硬件协同优化的异构资源池化技术，打破了 MLPerf 模型训练 4 项性能记录。3、面向人工智能的异构资源调度和全栈优化技术，构建了面向人工智能的并行加速平台，打破了 MLPerf 模型推理 18 项性能记录。

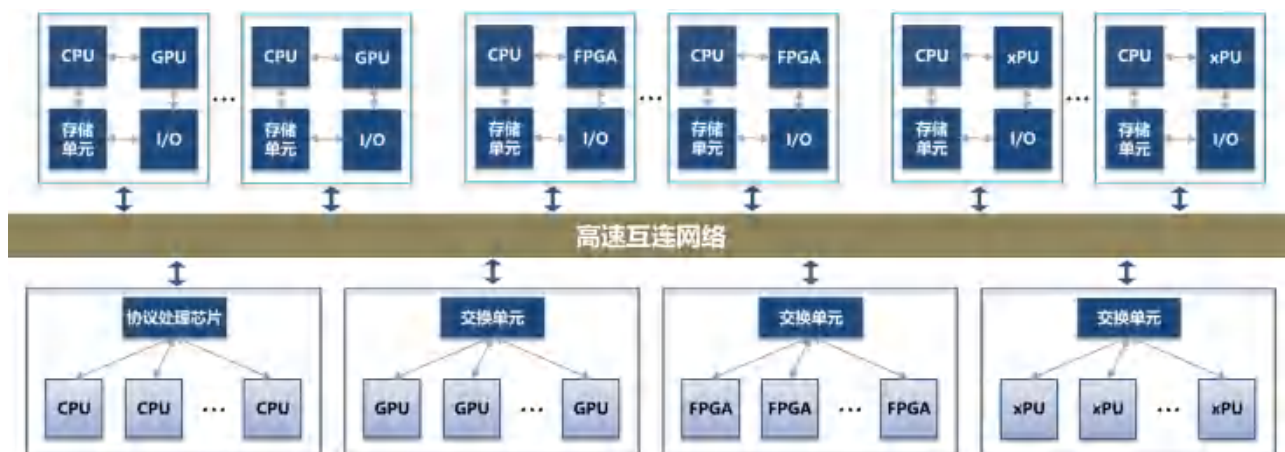
项目获工信部优胜揭榜项目、CVPR2020 VizWiz-VQA 世界冠军、GAIC 全球人工智能技术创新大赛世界冠军。成果应用在浪潮人工智能服务器系列产品，在 Intel、百度、寒武纪等国内外知名企业取得大规模应用，2020 年全球市场占有率 16.4%，超过戴尔、惠普等厂商，世界第一，直接经济效益 120.2 亿元。



浪潮人工智能服务器

主要完成人：

- 李仁刚，浪潮信息研发总监；
- 王恩东，浪潮集团首席科学家；
- 赵雅倩，体系结构研究部总经理；
- 王彦伟，高级研发经理；
- 吴韶华，人工智能软件部总经理；
- 刘 涛，硬件研发部总经理。



异构计算服务器体系结构图

用于精密制造检测的微焦点 X 射线源 关键技术及应用

无锡日联科技股份有限公司等单位完成

项目简介：

本项目为满足集成电路、锂电新能源、国防军工等高技术精密制造产业高精度检测要求，采用产学研用协同攻关模式，历时近十年，攻克了微焦点聚焦、微尖阴极制备和射源稳定性等重大技术难题，成功研制出焦点尺寸 $5\mu\text{m}$ 的微焦点 X 射线源。经国家计量院、赛宝实验室、SGS 等机构比对检测，其性能指标已超越同款进口产品，打破了美国、日本企业在微焦点 X 射线源领域的垄断，实现我国微焦点 X 射线源研发与生产零的突破。2018 年，该项目由国家工信部电子科学技术情报研究所组织专家评审认为：“达到了国际先进、国内领先的水平”；2020 年，获得中国商业联合会科学技术特等奖。产品已在比亚迪半导体、宏微半导体、宁德时代、力神电池等国家重点战略产业的核心骨干企业和单位应用，完全实现进口替代。



主要完成人：

刘 骏，项目骨干；

王刘成，项目研究骨干；

张 伟，项目主要承担者；

阴生毅，项目骨干研究成员；

吴懿平，项目主要参研成员。

有机发光二极管制造技术

苏州大学等单位完成

项目简介：

有机发光二极管（OLED）技术已在全球显示和照明领域形成上万亿元的市场规模。但我国现有超 3000 亿元的数十条 OLED 生产线装备，全部进口。真空蒸镀机作为 OLED 生产线的“心脏”，是我国的“卡脖子”技术之一。为完善我国 OLED 自主制造技术，本项目自主设计制造了性能达到国际先进水平的首条国产 2.5 代 OLED 生产线，打破了国外 OLED 装备垄断，填补了 OLED 生产线国产化空白，实现了 OLED 器件的自主制造。

与国外同类蒸镀机相比，本项目的 OLED 生产线具有如下优势：

- (1) 蒸镀速率显示精度提高到 5 倍；
- (2) 蒸发源的镀膜均匀宽度比提高到 2 倍；
- (3) 蒸镀掩膜板回传距离缩短到 1/10。



图1 OLED装备示意图和实景图

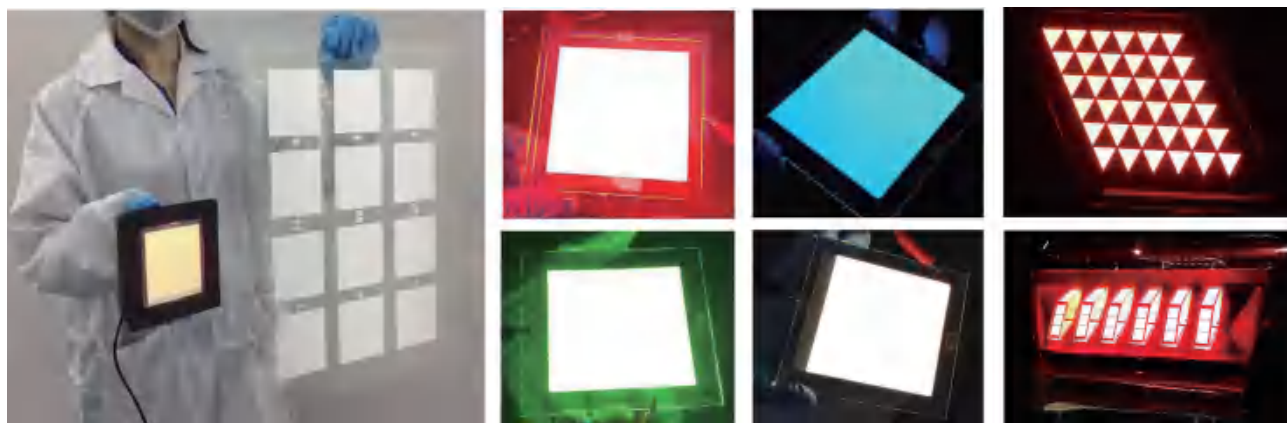


图2 OLED照明面板和汽车尾灯

主要完成人：

廖良生（苏州大学，教授）：项目总体负责；武启飞（苏州方昇光电股份有限公司，工程师）、黄稳和祝晓钊（江苏集萃有机光电技术研究所有限公司，工程师）、王照奎和冯敏强（苏州大学，教授）：装备设计、制造、组装和调试。

自主可控宽带硅基射频前端芯片及应用

中国电子科技集团公司第三十八研究所等单位完成

项目简介：

该发明突破了基于硅基工艺的射频电路设计的多项关键技术，弥补了硅基工艺在射频噪声性能不足、器件性能受温度影响显著、插入损耗较大的问题。基于自主可控硅基工艺，开发三款射频前端芯片，取得了显著的社会经济效益。

发明的芯片是国内首个批量应用于大型相控阵的 CMOS 射频前端芯片。该发明作为安徽省集成电路代表性创新成果收藏于安徽省创新馆，2020 年习近平总书记参观时展出。本发明支撑了我国多型重大装备的建设，应用本发明的装备在 70 周年国庆阅兵、珠海航展等重大场合多次亮相。

主要完成人：

段宗明，高级工程师，项目负责人，带领项目团队完成芯片研发攻关，突破了 CMOS 电路中宽带匹配、噪声抑制、宽温工作增益补偿等多项关键技术。

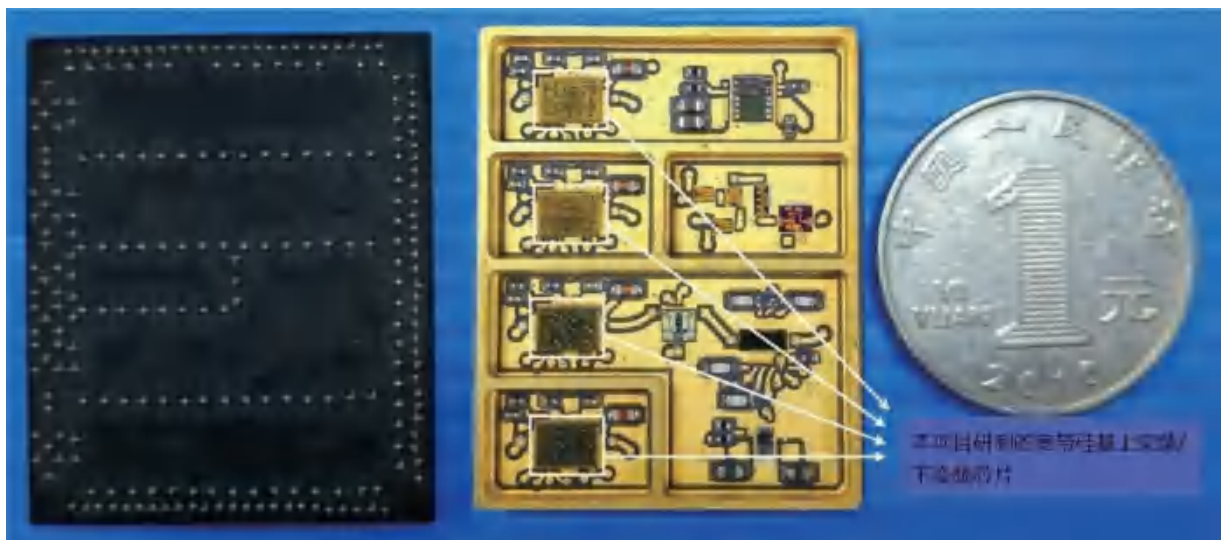
李智群，教授，东南大学博士生导师，指导制定了低功耗低成本芯片设计方案，指导确定了芯片设计工艺和系统架构，指导芯片设计团队攻克设计难题。

黄志祥，教授，安徽大学博士生导师，提出低成本、小型化、易量产的封装方案，完成基于系统级封装的射频组件多项技术攻关。

王 研，中电科 38 所工程师，芯片设计团队成员，负责芯片可靠性试验及芯片量产工作，保障芯片顺利批量应用。

吴博文，中电科 38 所工程师，完成片上带隙基准等模拟电路设计，参与芯片可靠性试验及芯片量产测试工作。

戴跃飞，研究员级高级工程师，项目技术指导，把关项目论证、研发、应用的各个阶段，保障项目高质量完成。



面向跨语言搜索引擎的新型机器翻译 关键技术及应用

清华大学等单位完成

项目简介：

面对互联网多语言信息持续急剧增长的态势，综合利用搜索引擎与机器翻译技术贯通多语言信息孤岛，实现全球范围内多语言信息的高效获取与准确理解，对服务“一带一路”、信息安全等国家重大战略及促进对外经贸和文化交流具有重要意义，势在必行。本项目围绕面向跨语言搜索引擎的新型机器翻译关键技术体系进行攻关，在资源构建、模型训练和模型推理上做出显著技术创新，其中若干关键技术达到了国际领先水平，并通过应用创新填补了我国在高质量跨语言搜索与翻译一体化系统及服务方面的空白，提升了我国相关自主创新和竞争能力。项目成果构成了搜狗翻译、跨语言搜索等产品的核心技术模块，用户覆盖 200 多个国家和地区，日均翻译量 75 亿字符，翻译软件被出厂预置在全球销售的约 1.91 亿台智能终端设备中。项目成果在语言翻译、智能硬件、信息服务等行业得到推广应用，直接经济效益 23.67 亿元，并在国家信息安全方面为政府部门提供了有力技术支撑。

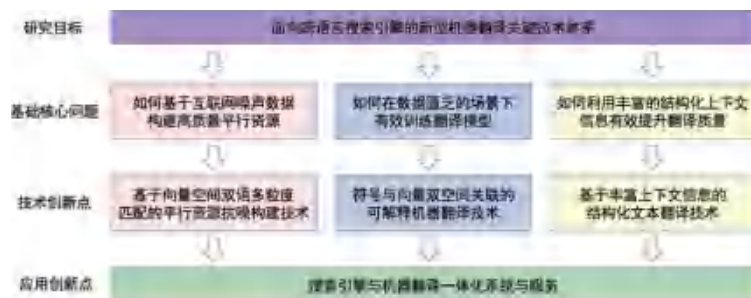


图1 项目总体研究思路与主要成果创新点



图2 搜狗搜索引擎与机器翻译一体化系统与服务

主要完成人：

孙茂松，清华大学教授、博导，欧洲科学院外籍院士，清华大学人工智能研究院常务副院长，本项目总负责人。

刘洋，清华大学教授、博导，清华大学智能产业研究院副院长，负责面向跨语言搜索引擎的新型机器翻译关键技术攻关。

许静芳，北京搜狗科技发展有限公司高级副总裁，负责项目成果在搜狗主营产品集成与对外推广应用。

单片式高性能车载电容触摸屏关键技术研发 及大规模产业化应用

汕头超声显示器技术有限公司等单位完成

项目简介：

汽车工业是大国先进制造业的典型代表，智能化是全球汽车产业的发展方向。没有人机交互就没有汽车的智能化，触摸屏是汽车人机交互的关键部件。

随着汽车智能化发展，汽车对车载触摸屏的精准度、灵敏度、可靠性、安全性提出更高的要求。汕头超声显示器技术有限公司联合华南理工、汕头大学等单位，针对普通电容触摸屏应用到智能座舱的技术瓶颈，自主研发了单片式结构，独创精密刻蚀显影材料，产品关键性能技术指标达到国际领先水平，实现了材料和装备的国产化替代，为我国汽车产业供应链的自主可控提供保障；通过大规模产业化应用，填补国内相关空白，带动本企业及中国触摸屏行业的全面转型升级，开创了公司产品引领国际汽车电子零部件的先河。

主要完成人：

沈奕，汕头超声显示器技术有限公司，教授级高级工程师，负责总体方案规划与落实；

姚若河，华南理工大学，教授，负责器件原理研发；

王双喜，汕头大学，教授，负责视觉检测装备研制。

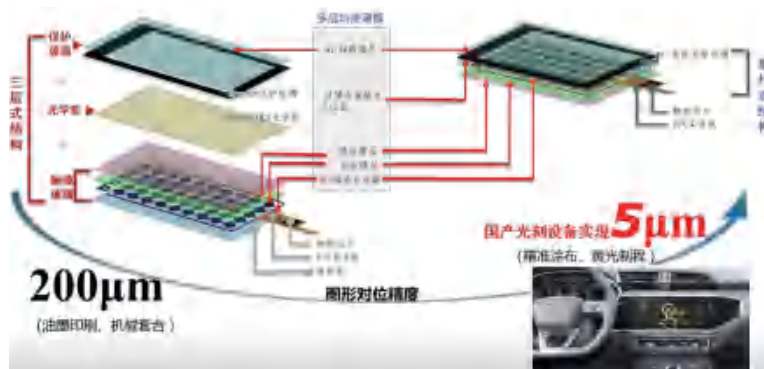


图1



图2

智能边缘网络关键技术及产业应用

南京邮电大学等单位完成

项目简介:

针对传统通信网络无法确定性地保障泛在多样的产业服务需求的重大难题，南京邮电大学联合中兴通讯股份有限公司在国家科技重大专项等项目资助下，历经8年率先构建了智能边缘服务网络技术体系（如图1所示），实现了网络边缘侧环境认知、按需接入、资源协同和智能处理的理论创新与技术突破，多项技术指标处于国际领先地位，成功研制了端-边-云一体化产品体系10余种（如图2所示），在全球90个国家的140个城市进行了规模化部署，形成了南京滨江智能制造基地、智慧城市2.0银川模式、雄安新区智能交通先行示范案例、南非MTN IoT案例等，极大促进了国家新基建战略和一带一路战略的实施落地。

主要完成人:

赵海涛，南京邮电大学，教授 / 博导，项目总体负责；

张 晖，南京邮电大学，教授 / 博导，关键技术研发；

张 晗，中兴通讯股份有限公司，产品总监，产品研制与应用。

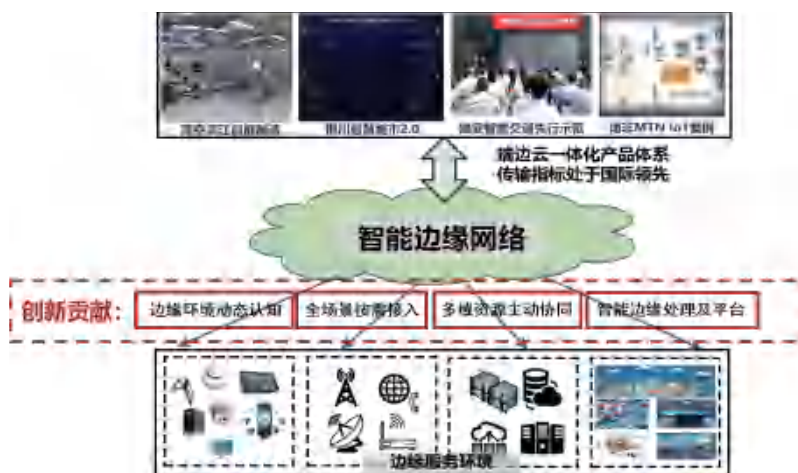


图1 成果体系



图2 研发设备

自主可控输入输出设备关键技术及系统

西安电子科技大学完成

项目简介:

该项目围绕自主可控输入输出设备关键技术及系统，提出了一种安全、高性能、自主可控的输入输出设备通用体系结构，为高性能自主可控输入输出设备研制和产业化提供统一解决途径和方案；提出了输入输出设备全系统多维度安全增强体系，提升设备的安全能力；设计了一系列高性能可复用的输入输出专用硬件加速 IP，实现计算任务的高效处理。技术成果已应用于多家企业的系列产品，产生了巨大的经济效益；同时为党政军等重要部门的信息系统安全提供解决方案，产生了显著的社会效益。



图1 自主可控输入输出设备样机及自主可控SoC

主要完成人:



王 泉，博士，教授，西安电子科技大学副校长。主要研究方向为嵌入式计算与系统、新型人机交互、人工智能 + 教育等。全面主持团队科研攻关工作，提出了高性能输入输出设备异构可配置 SoC 架构和多维度安全增强体系，设计了一系列高性能可复用的数据处理硬件加速 IP。主持国家基金、重点研发计划、国防预研等项目，为国家和行业的重大应用提供关键技术支撑，获省部级科研教学奖励奖十余项。

500kV 及以下交联聚乙烯绝缘光纤复合海底电缆系统及产业化

中天科技海缆股份有限公司完成

项目简介：

超高压海底光电复合缆技术复杂，一度被国外少数制造商技术和市场垄断。中天科技 500kV 及以下交联聚乙烯绝缘海底电缆研发成功，有助于国家海洋资源开发利用和海洋经济发展。



中天科技不断研发创新，首家实现了 XLPE 绝缘海底光电缆从 110kV 到 220kV 再到 500kV 电压等级的跨越，攻克生产过程中超高电压绝缘大长度连续稳定挤出难题与 500kV 及以下超高压海缆软接头技术瓶颈，最终实现了 XLPE 绝缘海底光电缆系统的全国产业化。



公司成功交付国网浙江舟山 500kV 联网输变电工程，销售收入 3.5 亿元；此为，本项目成功交付数十个 220kV 及以下具有典型意义的示范性工程。

本项目产品采用电力和通信传输“二合一”方式，节约海洋路由，降低工程成本，改善了岛屿低效发电污染环境、浪费能源现状，减少碳排放，满足海上能源和通信市场需求。项目的成功研发打破国际垄断，填补国内空白，提升了我国在海洋装备技术上的国际竞争力，带动并促进了我国海缆上下游产业的发展，促进海底电缆产业技术进步和产业化升级。

本产品由总经理胡明先生带队开发，团队现有 10 余位集管理能力与专业技术能力于一身的资深设计研发人员，未来，项目团队将不忘初心，再次砥砺前行。

5G 多模多频协同组网基站系统及大规模应用

中国联合网络通信有限公司等单位完成

项目简介:

该项目针对 5G 大规模组网基站设备能力不足、网络智能化程度不高、设备能耗大等难题，开展多模多频协同组网基站系统研发与技术创新。促进了 5G 技术发展、网络建设和应用，仅在国内 5G 网络建设中，近两年累计经济效益达 307 亿元，助力国家实现 5G 全面领先，社会和经济效益显著。

该项目成果具有很强的创新性和实用价值，技术水平处于国际第一方阵。创新性提出了 5G TDD 与 FDD 融合组网、多频协同组网和宏微协同组网技术；首次实现了 5G FDD 50MHz 大带宽和 TDD +FDD 载波聚合能力；实现了无线资源智能编排和 AAU 设备智能感知的智能化基站系统；首创 FDD Massive MIMO 和 TDD 室内分布式 Massive MIMO 技术方案，实现小区容量提升 3~4 倍；提出了“深度休眠”和智能化节能技术，实现了 5G 闲时能耗降低 60%、综合能耗降低 30%。

主要完成人:

主要完成人包括傅强、马红兵、苗守野、迟永生、李福昌、谭胜斌、张亮、张涛、曹亘、王权。牵头项目总体规划与实施，完成多模多频协同组网技术攻关、基站系统研发及商用化测试，制定相关 3GPP 国际标准与行业标准。

创新研发10款多频多模基站设备，满足5G差异化场景应用需求



牵头全球首个5G FDD 2.1GHz 50MHz大带宽3GPP国际标准立项，制定载波聚合国际标准，为全球5G FDD大带宽设备研发应用提供国际标准依据。



5G 高性能基带关键技术及应用

中兴通讯股份有限公司完成

项目简介：

5G 是我国新基建的核心组成部分，是国家产业创新的一张标签。但是 5G 面临诸多技术挑战：

1. 5G 通信网络制式空前复杂，2~5G 网络长期共存；
2. 基带算力需求和数据传输交换能力需求急剧增加；
3. CU、DU 分离和 RAN 云化部署，网络切片对网络架构带来新的挑战；
4. 垂直行业带来多样化复杂挑战。

本项目通过基带处理核心技术攻关、软件硬件架构和技术平台创新、灵活切分的基带处理架构、高精度同步技术等创新，实现了基带单元关键技术指标全面领先，支撑了我国 5G 的商用领先。

截止 2021 年 6 月，本项目已在国内外 55 家电信运营商规模商用，累计发货超过 38 万套；至 2020 年底本项目已经实现收入 77.8 亿元，利润 9 亿元，创造了巨大的经济效益。并完成全运会、国庆、建党 100 周年等重大活动的通讯项目保障。

主要完成人：

郭丹丹，中兴通讯股份有限公司，系统架构首席专家；

毕文仲，邹伟松，朱瑜，廖俊锋，程伟森，王立平，庞辉，王玺，钟小武，（均为中兴通讯股份有限公司）。



图1 中兴通讯ZX-RAN V9200基带单元



图2 中兴通讯建设的珠峰站点

5G 终端用射频前端关键技术

中国电子科技集团公司第五十五研究所等单位完成

项目简介：

项目针对 6GHz 以下频段 5G 终端用射频前端芯片自主可控的重大战略需求，突破了功率放大器芯片动态效率补偿和线性补偿技术，GaAs HBT 器件高一致性干法蚀刻技术，倒装（Flip Chip）工艺一体化模块集成设计等关键技术。形成了 5G 终端功率放大器芯片、射频开关芯片、一体化模块等系列化产品，整体指标达到国内领先、国际同类产品技术水平。

基于项目完成的高线性 HBT 器件制备工艺，为二十多家客户提供了 4G/5G 终端 GaAs 芯片代工服务，为国家 5G 终端砷化镓芯片的国产化提供了有力保障。基于项目突破的关键技术，形成了功率放大器芯片、开关芯片、一体化功放模块等系列产品，广泛应用于 5G 通信设备中。2017-2020 年期间，科技成果产生的直接经济效益达到 3.26 亿元。

项目的研制成果提升了我国射频芯片研发及产业化的能力，促进了 5G 移动通信系统产业结构的升级，社会、经济效益显著。

主要完成人：

钱 峰，负责 5G 终端用射频器件技术发展方向研究及关键问题技术攻关。

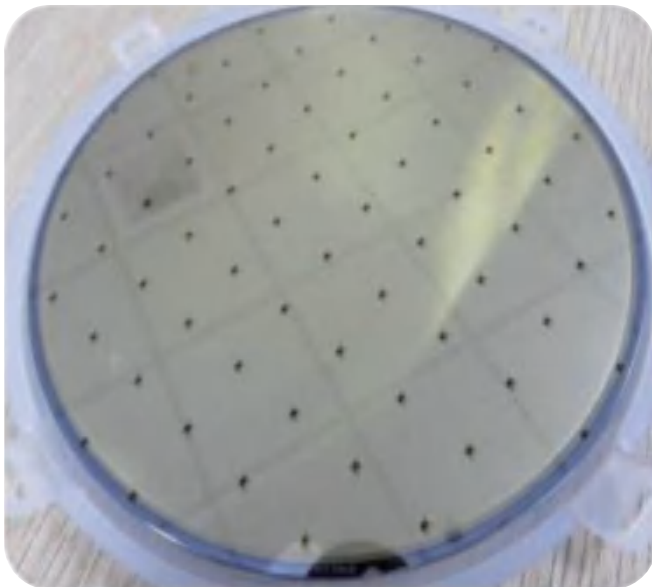


图1 GaAs HBT晶圆



图2 5G终端射频前端模块

X/Ku/Ka 波段硅基全集成四通道 TR 芯片 关键技术及应用

中国电子科技集团公司第十四研究所等单位完成

项目简介：

本项目针对相控阵雷达系统和通信系统中对自主可控的高集成度高性能收发芯片的需求，研发了 X 波段、Ku 波段、Ka 波段三款系列化的全集成四通道 TR 芯片，实现幅相控制、温度检测、工作模式控制、监测校正和健康管理等功能，具有高功率、高精度、高集成、低成本等优势。

成果主要创新点包括：

(1) 提出了低寄生阵列式布局布线功率合成方法，设计了高效率、高功率的硅基宽带微波功率放大器，使输出功率和效率得到明显提升。

(2) 突破了 T 型电感并联峰化和 L 型电感耦合级间匹配技术，扩展了低噪放电路的工作带宽，设计了超低功耗宽带低噪声放大器，使宽带噪声系数明显减小。

(3) 采用低成本硅基工艺，研制了系列化高性能微波全集成收发芯片，在显著提高 TR 组件前端集成度的同时，使成本显著降低。

该项目技术创新明显，达到国内领先、国际先进水平。芯片在微波毫米波相控阵雷达和通信领域应用广泛，2019 年至今共创造约 30000 万元经济效益。

主要完成人：

张 浩，项目负责人，正高级工程师，完成实施方案论证、芯片指标规划和核心电路构架设计，多次获得省部级以上科技奖励。

孙 磊，正高级工程师，完成芯片的整体指标规划、关键技术攻关和芯片应用验证，多次获得省部级以上科技奖励。

万川川，高级工程师，完成高功率放大器和宽带低噪声放大器等关键电路模块的设计。

汪彗星，高级工程师，完成关键电路模块设计和芯片的测试验证。

吴俊杰，高级工程师，完成数字电路的设计工作。

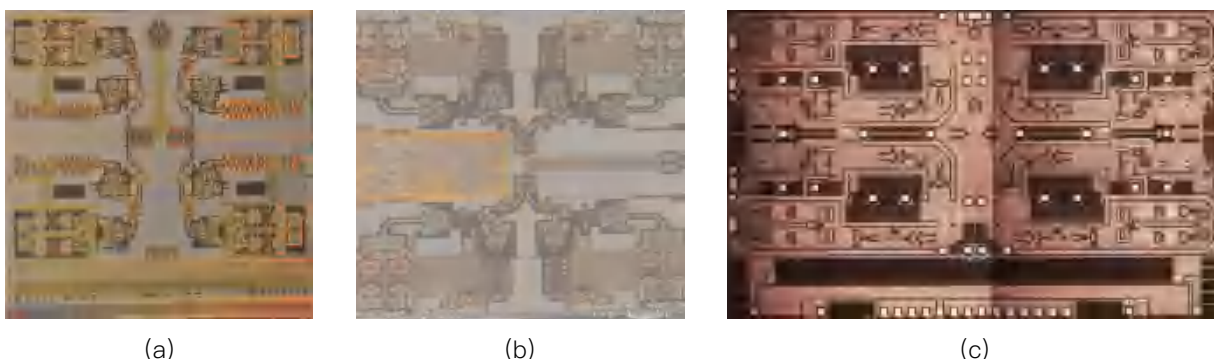


图1 (a) X波段、(b) Ku波段和 (c) Ka波段硅基全集成四通道TR芯片实物照片

靶场目标弹道精密测量与辨识技术

中国人民解放军国防科技大学完成

项目简介:

弹道精密测量与辨识是弹道导弹、远程火箭弹等杀手锏武器系统试验鉴定的核心技术。新型武器系统大射程、高动态、多弹头等特点对精密测量提出了极大的技术挑战。具体表现在：远距离捕获难、大机动跟踪难、低仰角测量难、多目标分辨难。

项目组重点突破了连续波雷达目标弹道精密测量、精细辨识、精确标校等三大关键技术，主要技术指标远优于我军引进的 Weibel 系列雷达。成果已应用于 12 型共 23 套雷达系统的研制与列装，有力支撑了我国战略及常规武器试验、作战演习等重大试验任务。研究成果在学科建设、人才培养等方面发挥了重要效益。

主要完成人:

王展，国防科技大学教授，提出了项目研究的核心思想，合作提出一系列靶场目标弹道精密测量与辨识技术。

李双勋，国防科技大学副研究员，合作提出一系列靶场目标弹道精密测量技术，主持研制了多型号信号处理系统。

邓彬，国防科技大学副研究员，合作提出了复杂目标远距离捕获、跟踪测量等靶场目标弹道精密测量与辨识技术。

难点

- 精密测量雷达
- 弹箭分离
- 机弹分离
- 诱饵释放
- 多弹头分离

新型武器系统试验鉴定 → **复杂多目标精细辨识与跟踪测量** → **实时捕获**、**选择跟踪**、**连续测量**

创新点与应用

- 创新点一** 针对连续波雷达弹道精密测量难题，提出了**差频组合测距、目标加速度盲估计及多径角修正**方法。
- 创新点二** 针对连续波雷达弹道精细辨识难题，提出了**速度库聚类关联、微动参数估计及局部最优函数**方法。
- 创新点三** 针对连续波雷达快速精确标校问题，提出了**多通道自标校、多频率距离标校**等技术。

型号	用户单位	数量
××型×频段连续波测距雷达	原总装二十试验基地	2套
××型电雷一体化测距系统	原总装三十一试验训练基地	4套
××型连续波弹道测量雷达	原总装三十一试验训练基地	2套
××型常规靶场初速测量雷达	原总装三十一试验训练基地	2套
××型常规靶场初速测量雷达	原总装三十二试验训练基地	2套
雷达目标模拟测试系统	原总装三十一试验训练基地	1套
××型弹箭运动雷达测试仪	北京理工大学	1套
××型弹道参数测试仪	西安昆仑工业(集团)有限公司	1套
××型俯仰自动跟踪测速雷达	原总装三十一试验训练基地	1套
××型初速测量雷达	原总装三十一试验训练基地	2套
××型初速测量雷达	泸州北方化学工业有限公司	1套
初速测速雷达维修	陆军试验训练基地二区	2套
××型单兵武器弹道测量系统	陆军试验训练基地一区	2套

边端协同技术及其在安保指挥通信系统中的应用

北京邮电大学等单位完成

项目简介:

公共安全、重大活动保障、灾难救援等是国家重大需求。安保指挥通信系统作为公共安全保障中的核心，关系到公共安全管理体的完备性和高效性，对维护国家安全、社会发展、地区稳定具有重大意义。

本项目提出了边端协同安保指挥通信新系统架构，形成了边端传输、边缘管理、多边协同的分布式安保指挥通信新成果体系，研制了边缘网关与终端、边缘综合安保指挥管理设备等产品系列，建立了大区域联动安保指挥平台，解决了安保指挥终端传输速度慢、分类业务处理时延大、实时数据分析信息冗等问题。

成果获授权发明专利 25 项，发表论文 35 篇，相关内容支撑了国家和行业标准发布，在多个国家级重大活动、国际重大体育赛事、灾害救援等多个安保指挥通信中发挥了关键作用，相关产品在国内 20 余个省市自治区的公安、消防、政府、企事业用户单位中得到广泛应用，并推广至海外 10 余个国家。

主要完成人:

范文浩¹，副教授，项目创新的主要提出者和项目工作的主要完成人，联系邮箱：whfan@bupt.edu.cn；蒋叶林²，研发总工；唐碧华¹，教授；连全斌²，项目研发总监；刘凯明¹，副教授；王可²，项目研发总监；明悦¹，副教授；鲁志兵²，项目研发总监；谢刚¹，副教授；吴帆¹，副教授。

注：¹：北京邮电大学，²：海能达通信股份有限公司

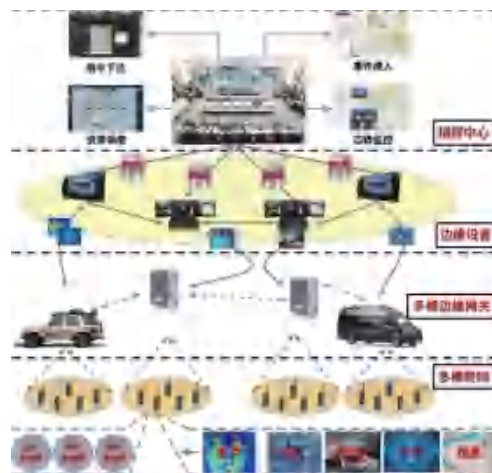


图1 边端协同安保指挥通信系统架构

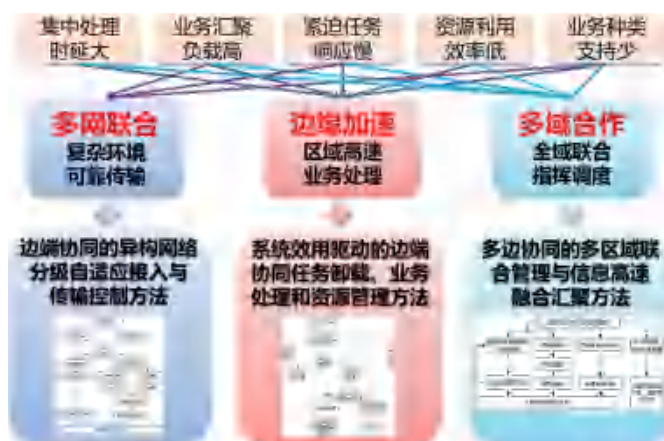


图2 项目主要创新工作简介

超高清显示驱动系列化芯片开发及应用

海信视像科技股份有限公司等单位完成

项目简介：

项目属集成电路设计技术领域。项目主要科技创新成果如下：

- 1、改善屏幕非均匀性显示的 LOD (Line Over Driver) 驱动技术。
- 2、Demura 技术。通过自研算法实现光学抽取式外部补偿，解决等液晶显示问题，提高大屏幕超高清显示的稳定性、一致性。
- 3、多达 40000 分区的超多分区背光控制技术。是业界支持分区数量最多的单芯片解决方案。
- 4、高速信号传输 Serdes (串行传输) 技术。大幅提高超高清显示时的高速传输稳定性，实现比竞品功耗降低 50%。
- 5、Dithering (抖动显示) 显示处理技术。
- 6、基于对象重构的超解析度提升处理技术。

该项目申请发明专利 28 项，其中授权发明专利 10 项，软件著作权 4 项。

项目的研发过程历经高清、全高清、超高清显示等主要阶段，已经形成全系列芯片产品并在全市场出货应用，系列化芯片产品年出货量突破 3000 万颗。近两年来，该项目产生销售收入 12.92 亿元。实现了液晶显示控制芯片的全自主化设计，有效缓解芯片产品国外垄断的被动局面，推动了液晶面板和相关芯片产业链的国产化进程，推动我国电视广播产业全面迈入高质量发展的新时代。

主要完成人：

项目第一位完成人姜建德，作为项目带头人，在项目开发过程中负责项目立项、研发和项目过程管理及最终产品的推广。负责关键算法实现，IP 模块设计及实现；负责芯片架构设计，构建芯片验证系统。

项目第二位完成人刘卫东，在项目开发过程中负责项目立项、研发和项目过程管理及最终产品的推广。负责芯片架构设计，芯片验证，背光模组的主导开发，芯片整机应用与推广。

项目第三位完成人于岗，在项目中负责芯片规划，集成验证工作，包括系统顶层设计，系统测试实现，参与 SoC 系统功能仿真验证等开发工作、芯片内部模块的设计开发任务，并完成算法在 FPGA 平台的验证及算法迭代改进。芯片回片之后的调试及问题解决，先后组织解决 VBO 接口多个重点问题，保障芯片顺利进入量产阶段，联合基台测试人员改进基台测试方法，提升测试覆盖率并减少测试时间，提升测试效率。



图1 成果芯片HS3710



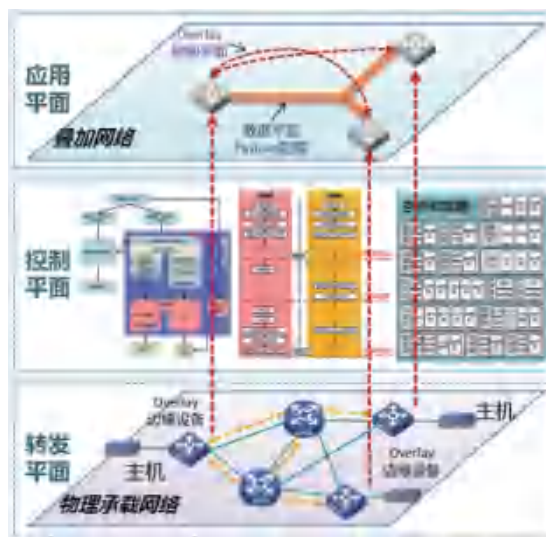
图2 成果芯片HS3720

电力通信网络弹性管控关键技术及应用

全球能源互联网研究院有限公司等单位完成

项目简介:

项目针对电力通信“架构难柔性适配、资源难联合优化、运维难自主感知”管控难题，提出了复杂异构电力通信网弹性调控模型，构建了电力时延敏感业务的网络资源弹性保障方法，建立了多层次主动感知的网络敏捷运维机制，研发的电力通信网专用软件定义设备及管控系统在国网 30 个省级单位进行了规模化应用，全面提升提升了电力通信网的柔性适配和弹性保障能力。近两年产生直接经济效益 9.84 亿元，成果已推广至电信、交通、航天等领域，提升了工业网络与综合通信网络基础设施的建设水平，增强了企业核心竞争力和国际影响力，经济和社会效益显著。



主要完成人:

郭少勇，项目第一完成人，北京邮电大学副教授 / 博导，主要从事工业与能源互联网信息通信应用技术研究。

刘川，项目第二完成人，全球能源互联网研究院有限公司高级工程师，主要从事电力信息通信、能源业务数字化技术研究。

公备，项目第三完成人，北京工业大学教授 / 博导，主要从事物联网和可信计算理论及关键技术应用研究。



多频共口径大容量基站天线关键技术与应用

华南理工大学等单位完成

项目简介:

针对移动通信基站天线共站址应用难题，提出多模调控理论、新型共口径、波束控制等关键技术，显著提升基站天线多频兼容和大容量支撑能力。授权发明专利 29 项（含广东专利金奖 1 项），发表学术论文 33 篇。创新技术整体达到国际先进水平，多频共口径单元及阵列去耦技术、多频天线波束控制技术达到国际领先水平。成果应用于华为、京信等公司多款产品中，并销往百余个国家和地区，显著提升我国基站天线的竞争力。2019-2020 年新增销售额 28.6 亿元，新增利润 2.9 亿元。

主要完成人:

第一完成人薛泉教授，海外高层次人才专家，IEEE Fellow，华南理工大学电子与信息学院 / 微电子学院院长。负责总体方案规划及关键技术研发。

第二完成人车文荃教授，国家杰青，IEEE Fellow，华南理工大学电子与信息学院教授。协助制定总体方案，聚焦理论方法创新。

第三完成人赖展军高工，京信通信技术（广州）有限公司。推进校企联合，积极转化成果，推动产业化应用。



图1 本项目的总体创新思路



图2 本项目成果大规模产业化应用的代表性产品系列

复杂体系仿真实验与评估关键技术及应用

北京航空航天大学等单位完成

项目简介：

项目紧密结合体系作战能力验证与评估需求，自主研发仿真支撑技术架构和工具软件（图1），创新点包括：

1. 在仿真云架构中实现复杂装备多学科耦合实时仿真，突破装备模型解算逼真度和运行性能权衡的仿真难题。

2. 建立统一文本描述方法、多粒度仿真模型库和作战领域知识图谱，解决军事概念模型与仿真模型的多层级语义匹配和快速组合建模。

3. 提出体系作战效能快速预测模型和指标逆向优化方法，弥补基于仿真正向提升体系效能方法迭代效率较低的短板。

4. 提出基于数独分组和自适应多目标优化算法的新型试验设计方法，解决复杂体系仿真系统高维实验因子、任意混合水平下的高质量样本空间快速生成。

成果有力支撑武器装备体系顶层设计、重大装备战技指标验证、作战方案推演和决策指挥训练（图2），社会、军事效益显著。



图1 复杂体系仿真实验与评估总体技术架构

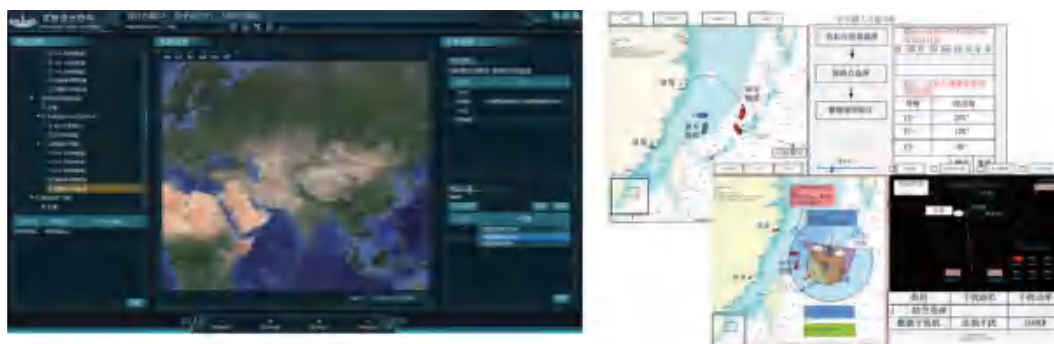


图2 典型应用场景

主要完成人：

第一完成人李妮，北京航空航天大学教授 / 博导，中国仿真学会常务理事、秘书长，多次获省部级科技进步奖。

高含水含气原油高频调制双频高压智能控制电脱装备应用

中国石油大学（华东）等单位完成

项目简介：

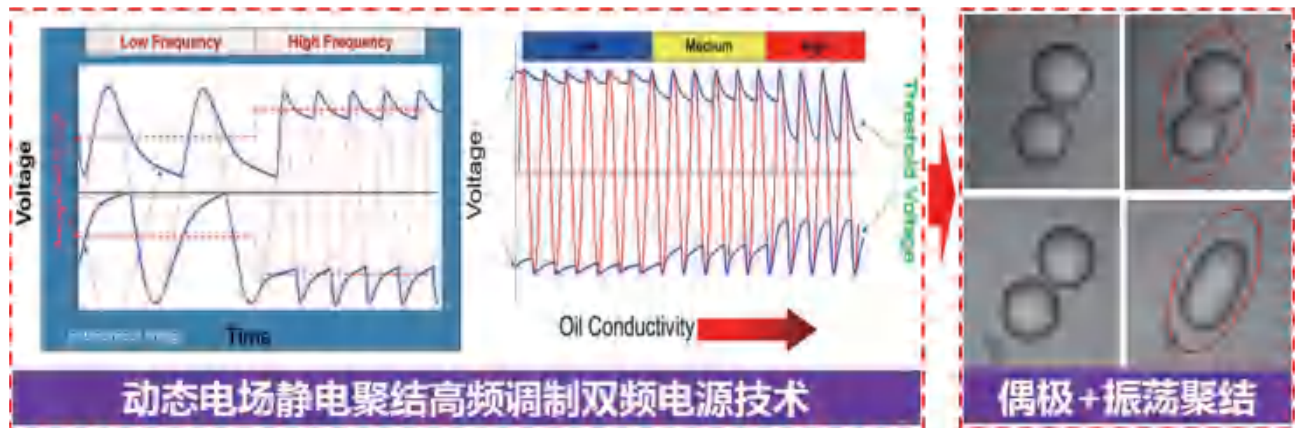
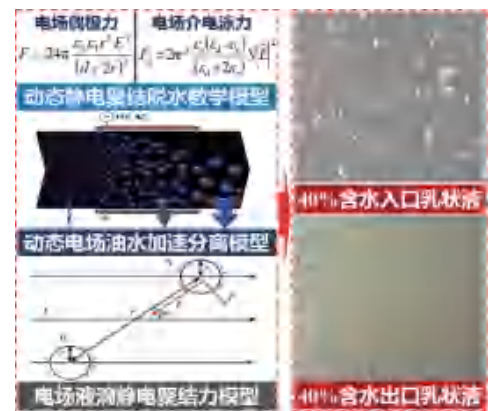
解决当前高端油气和海洋装备严重依赖进口现状，突破海洋油气开采和海工装备及其核心高效分离行业发展中存在的共性和关键“卡脖子”难题。

技术创新点(一)：高频调制和双频高压智能电脱系统集成新技术和技术瓶颈。

技术创新点(二)：超低耗分离电脱动态模型以及静电聚结高含水原油快速分离和轴流式高效脱气新方法。

技术创新点(三)：超低耗分离电脱科学本源问题以及多相分离和大界面波动智能控制技术体系。

项目多点专利布局，授权日本、欧盟等国内外发明专利 64 件，实用新型 22 件，专利技术以许可、合作等途径转化 12 件，并通过中石化、中海油、中石油等主力油气田运营实现产业化，经济效益和社会效益显著。发表 SCI 收录和 EI 收录三类高质量论文 55 篇，获青岛市科技进步一等奖、山东省高等学校科学技术一等奖等。



主要完成人：

刘新福，教授，博士生导师，海洋油气工程省级创新团队负责人，山东省高校优秀青创人才，本项目总负责人。

刘春花，副教授，本项目负责技术研发和产业化应用工作。

刘 峰，教授，本项目负责技术研发和产业化应用工作。

高精密复杂轻质复合材料天线一体化集成设计及制造技术

中国电子科技集团公司第三十八研究所等单位完成

项目简介：

为满足星载宽温环境应用对通信等有效载荷系统轻量化、空间环境指标稳定性的工程需求，本项目以典型复杂构形的腔体天线为研究对象，针对轻量化腔体天线所面临的集成设计要求高、复杂特征零件成型难、复杂腔体表面改性难等多项技术瓶颈，开展技术创新研究，并突破解决复杂口径轻质复合材料天线机电热耦合集成设计、超窄间隙结构特征下高韧性金属层的设计及制备、微小特征腔体精确成型等关键技术，取得多项发明专利授权。完成基于空间力热环境适应性和可靠性试验的考核，实现了典型产品应用，经济效益、社会效益显著。



图1 典型应用零件

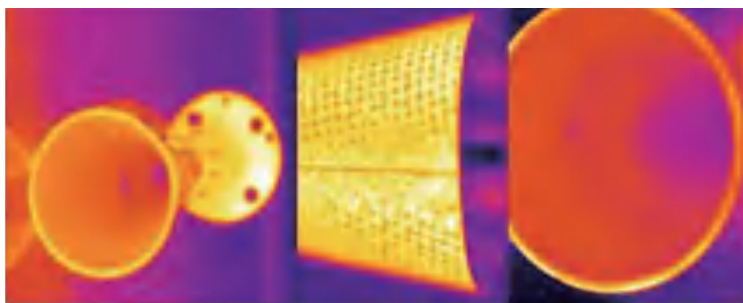


图2 典型应用零件性能检测

主要完成人：

薛伟锋，中国电科三十八所高级工程师，负责项目总体方案、技术路线的论证与实施。

许春停，中国电科三十八所高级工程师，负责项目应用需求与专业技术对接，推动工程化应用。

韦生文，中国电科三十八所高级工程师，负责复杂结构天线复合材料成型工艺技术及应用研究。

高性能集成电路用陶瓷外壳关键技术

中国电子科技集团公司第十三研究所完成

项目简介:

本项目为满足集成电路高可靠、高性能封装需要，针对陶瓷外壳材料体系、集成度、信号传输速率等方面进行重点攻关，研发了新型低介电常数陶瓷材料体系，研制出 2000 引出端级陶瓷封装外壳，器件应用频率由 5Gbps 提升到 10.3Gbps，满足了多家用户对高速信号陶瓷封装外壳的迫切需求。

项目成果形成多篇论文、专利及标准，并于 FPGA 等各类高端电路中获得应用，取得了显著社会效益和经济效益。

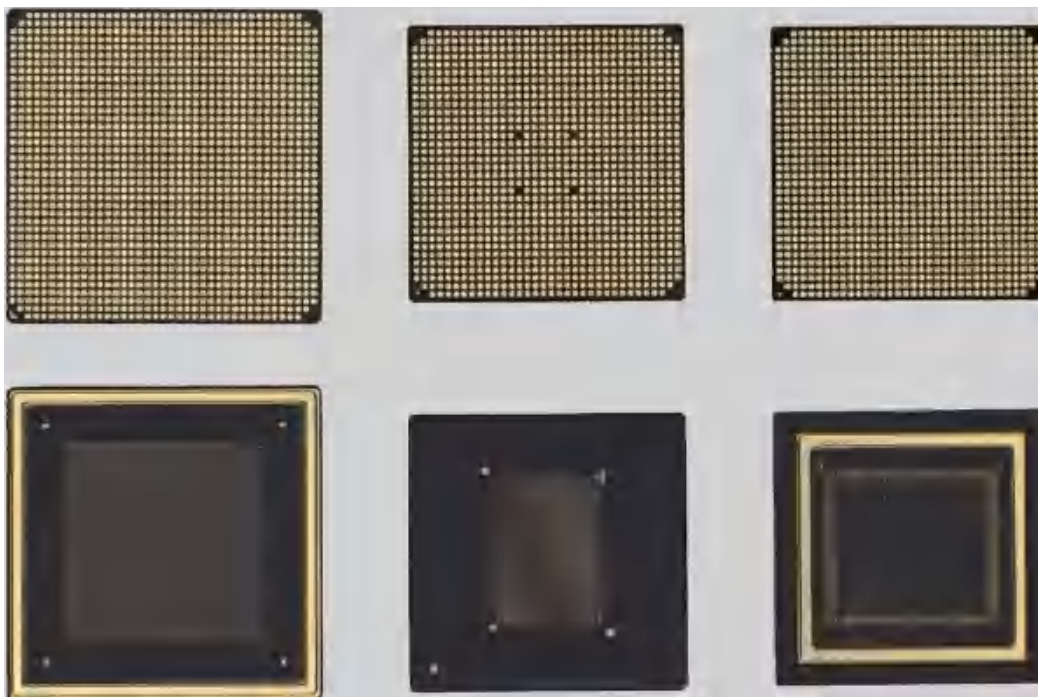


图1 高密度集成电路封装外壳

主要完成人:

高岭，中电国基北方副总经理，中电十三所副总工程师，第七专业部主任，元器件封装技术创新中心专家委员会委员。从事高可靠陶瓷封装外壳技术研究二十余年，获得多项省部级科技奖励。总体负责本项目，制定总体研究方向及方案，并参与全过程研究。

张峻君、毕大鹏、路聪阁、王杰、吴亚光、李含、彭博、李彩然、杨德明。

工业级高性能数字多道能谱分析器研发与应用

丹东东方测控技术股份有限公司完成

项目简介:

该项目面向重大工业领域工厂智能化、提高产品质量和节能减排的重大需求，针对射线能谱采集和元素分析问题开展了一系列原创性研究。提出了针对核脉冲信号的可调系数卷积成形算法，提升了元素检测精度；发明了“一种高计数率下的随机脉冲幅度分析器”，突破了高计数率下系统堆积判断不准的难题；发明了“一种适用于中子活化元素分析的能谱处理方法”，提升了元素的检测范围。

目前，产品累计销售超过 500 套，销售业绩超过 10 亿元人民币。产品的快速推广，提高了水泥企业的生产指标和合格率，特别是特种水泥的指标提升。互联网和大数据环境下，国产仪表的推广与应用，可以降低行业生产大数据泄露的风险，提高行业生产数据的信息安全，具有重要的战略意义。

主要完成人:

龚亚林，丹东东方测控技术股份有限公司，正高级工程师，项目总负责人；

肖宪东，丹东东方测控技术股份有限公司，正高级工程师，可靠性设计负责人；

于海明，丹东东方测控技术股份有限公司，高级工程师，技术研发负责人。

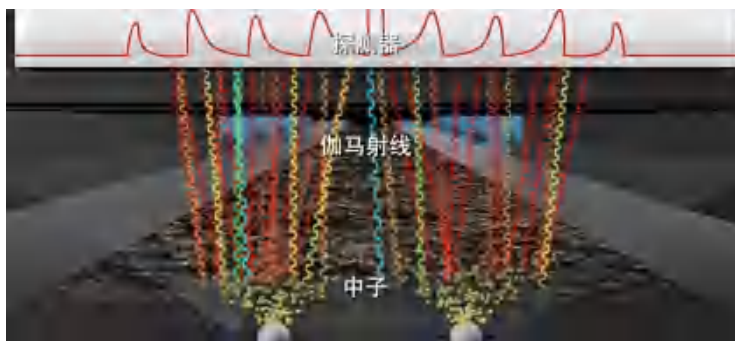


图1

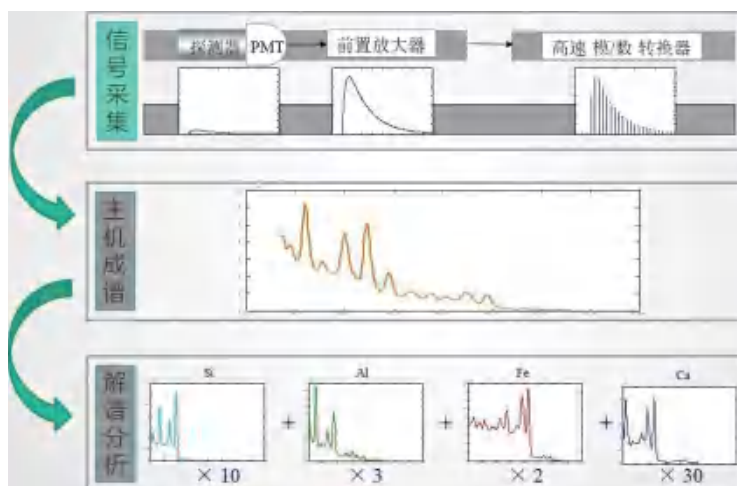


图2

海量存储阵列核心芯片与应用装备 研发及产业化

杭州电子科技大学等单位完成

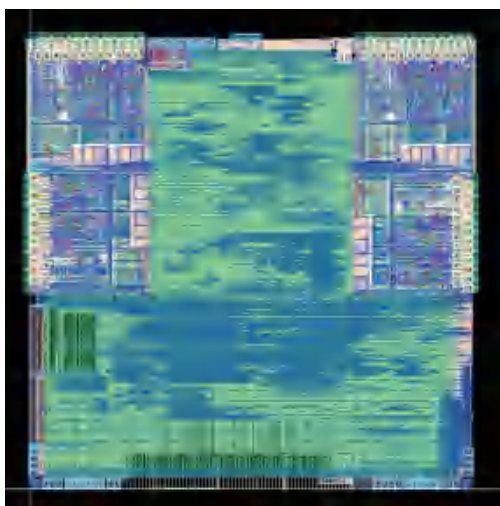
项目简介：

全球安防服务行业近年来呈现快速的发展趋势，从 2015 年 2182 亿美元增长到 2020 年 3150 亿美元。存储阵列是安防系统硬件的核心组成部分，当前数据存储阵列设备中 SATA 是重要的高速接口，数据存储系统的主机系统通常都有 SATA 接口。SATA 硬盘由于其成本低、应用成熟，使用量非常庞大。在主机系统上有限的 SATA 端口上实现数据存储容量的拓展的一种关键技术——硬盘存储阵列核心控制器，其核心控制器被海外垄断。

基于视频云存储阵列的实际需求，本项目将集成电路设计技术、嵌入式 CPU 技术、安全算法、固件 (Firmware) 技术和软件 (Software) 技术融合在一起，成功开发出海量存储阵列核心控制器芯片，解决我国大陆多端口控制器“无芯”困局，提高了数据安全性。基于此阵列芯片，针对安防领域的超高清视频大吞吐量高速存储和海量物联网节点多尺寸图片随机读写的特点，设计了数据源到云存储设备的端到端直存的系统方案。

主要完成人：

骆建军，刘海奎，周迪，武国胜，樊凌雁，夏莹杰，徐晓玉，冯春阳，白晓，吕立强



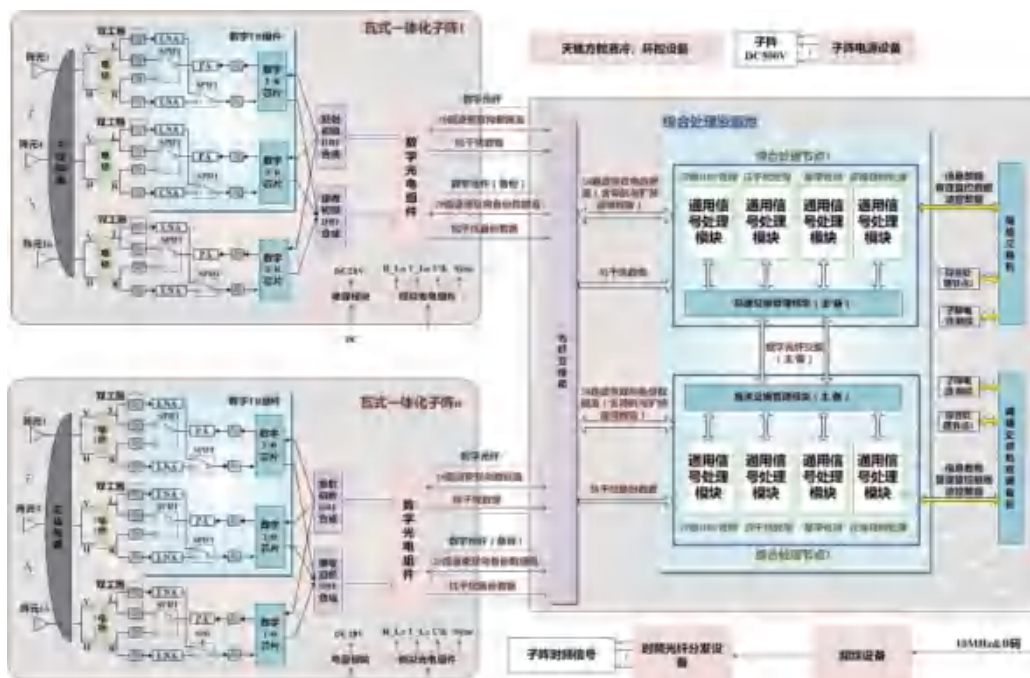
航天高精度测控大规模阵列综合处理技术

中国电子科技集团公司第十研究所完成

项目简介:

随着商业航天兴起，航天飞行器数量将突飞猛进。为满足全空域同时多目标测控需求。“航天高精度测控大规模阵列综合处理技术”提出了可伸缩的高速多通道数据分发流控模型和大规模阵列综合处理技术统一架构，根据通道规模大小调整阵列处理层级将万通道级规模的阵列由传统六级压缩至四级。全系统处理模块种类缩减至三种，实现了软硬件 100% 自主可控。主要技术指标如下：

1) 具备导航、卫星测控、调频遥测接收三种工作模式；2) 实时导航目标数：20 个；3) 支持双网冗余备份，节点规模 644 个，节点速率 2880Gbps，协议支持 Aurora、204B、万兆以太网，具备全平台自主远程更新功能。



系统架构框图

该技术已应用于多个重点型号项目，2018 年~2020 年直接经济产值 1.46 亿。授权专利 6 项、受理专利 23 项。后续可推广到通信、侦查等领域预期在未来几年可支撑数十亿元产值。

主要完成人:

陈颖，中国电科 10 所，集团首席专家，研究员，技术领域负责人；

唐洪军，中国电科 10 所，集团专家，高级工程师，项目总体负责人；

邵永杰，中国电科 10 所，所级专家，高级工程师，项目软件构架负责人；

吴江，中国电科 10 所，工程师，项目硬件平台主任设计师；

刘盛利，中国电科 10 所，工程师，项目采集预处理系统主任设计师。

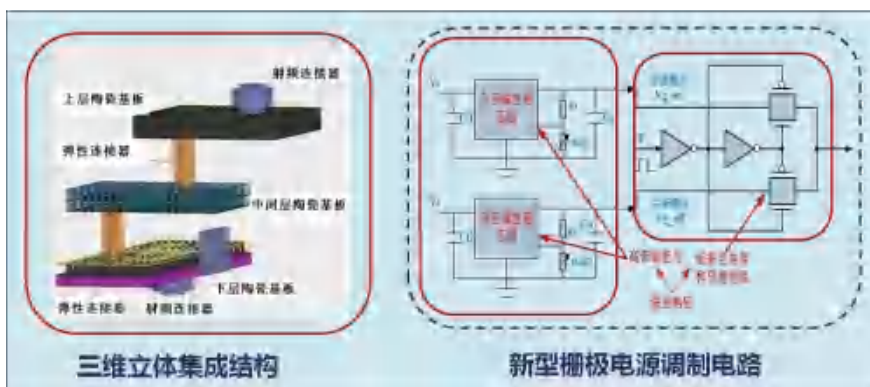
基于 GaN 器件的超宽带 T/R 组件

中国电子科技集团公司第二十九研究所完成

项目简介:

围绕新一代电子装备对相控阵 T/R 组件提出的超宽带、大功率、高集成、快速收发等要求，开展了超宽带 GaN T/R 组件技术研究，突破宽带大功率高密度集成设计、宽带高增益链路电磁兼容设计、高压高速控制等关键技术。

主要创新点：1) 发明了多层陶瓷基板和弹性连接器垂直传输的三维立体集成方法，解决了三维立体集成损耗大的难题；2) 提出了频段可重构的低插损、高承受功率、超宽带功放谐波抑制电路拓扑结构，解决了带内谐波抑制难题；3) 提出了高速高驱动能力栅极电源调制方法，解决了 GaN 功放高压电源调制速度慢的难题。



针对不同应用需求，构建了超宽带、多频段、多通道 GaN T/R 组件谱系，覆盖 P~Ku 频段，功率 1~40W。直接经济效益超 5 亿元，提升了我电子装备能力，显著增强了国防实力。



主要完成人:

- 周 丽，高级工程师，负责总体技术方案研究及架构规划；
- 吴昌勇，高级工程师，负责宽带大功率集成等关键技术攻关及产品实现；
- 余 雷，高级工程师，负责三维片式集成技术攻关及产品实现。

基于多模态身份识别的智能金融终端及跨域云服务平台

广州广电运通金融电子股份有限公司等单位完成

项目简介：

针对智慧金融领域身份识别的准确性、自主可控和跨域可信等共性技术难题，从算法、终端、平台层面开展关键技术攻关。项目突破了金融跨终端安全身份识别技术、自主可控的一体化GRG-AI智能金融终端技术，构建出跨域多终端金融身份识别 aiCore 云服务平台，助力企业从金融科技向城市智能拓展。项目整体成果达到国内领先水平，进入国际领先行列。



产品广泛应用于国内外金融机构、行业相关企业，2019年1月-2021年6月累计实现销售收入34.54亿元，其中创汇7.93亿元，实现净利润4.56亿元，缴税1.20亿元。项目响应国家“普惠金融”与“信息惠民”的号召，实现了智慧银行设备的安全可控，带动了金融产业的智能化发展。

主要完成人：

- 黄跃珍，广州无线电集团有限公司，总经理，项目总负责人；
- 张文生，中国科学院自动化研究所，研究员，负责人脸识别算法研究；
- 金连文，华南理工大学，教授，负责手写签名身份认证算法研究；
- 彭龙，国防科技大学，助理研究员，负责操作系统内核结构的研究。

基于多模态身份识别的智能金融终端及跨域云服务平台



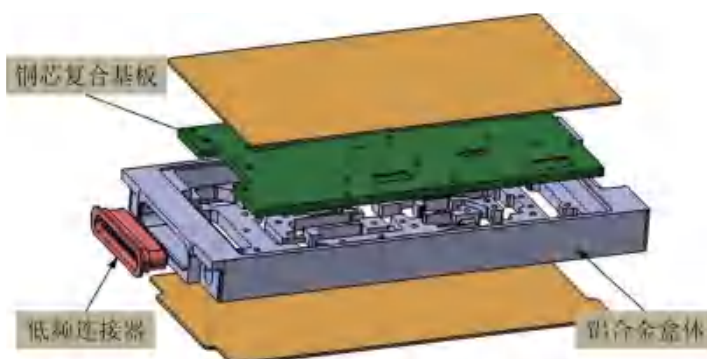
基于铜芯数模复合基板的宽带微波组件技术

中国电子科技集团公司第二十九研究所完成

项目简介:

本项目提出了一种基于铜芯数模复合基板的宽带微波组件的设计和集成方法，攻克了超宽带微波信号传输技术、微波裸芯片板上系统集成技术和轻量化高可靠气密封装等关键技术，解决了宽带电子信息装备体积重量大、微波数字一体化集成难、裸芯片散热效率低等难题。

整体技术达到国际先进水平，其中 DC-40GHz 类同轴结构垂直信号传输技术达到国际领先水平。研制出的宽带微波组件产品有力推动了电子信息装备的小型化，多通道隔离度 $\geq 80\text{dB}$ ，组件厚度 $\leq 10\text{mm}$ ，体积较上一代产品降低 50% 以上，近三年直接经济效益 11.3 亿元，间接经济效益 46 亿元，该成果可广泛应用于 5G 通讯、汽车电子、航空航天等领域。



基于铜芯数模复合基板的宽带微波组件结构爆炸图



宽带微波组件芯片安装部位局部放大图

主要完成人:

- 林玉敏，中国电科 29 所，高级工程师，总体技术负责；
- 廖 翱，中国电科 29 所，高级工程师，宽带微波组件设计仿真；
- 边方胜，中国电科 29 所，高级工程师，铜芯数模复合基板制造工艺。

加速器高频系统关键技术及应用

中国航天科工集团第二研究院二十三所完成

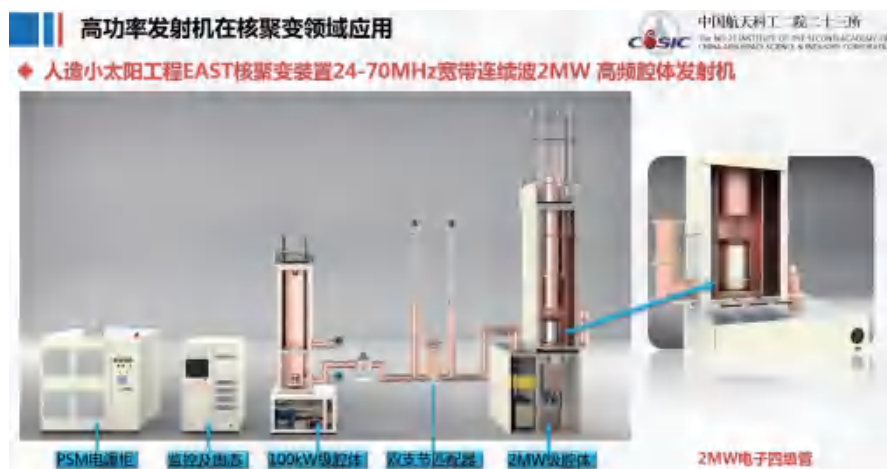
项目简介：

本项目依托于中国散裂中子源、微型脉冲强子源、兰州重离子加速器、北京放射性核束加速器、基于同步加速器质子放疗系统、受控核聚变托卡马克等大科学装置的建设，为加速器高频系统进行研制和配套。较完善地对整套加速器高频系统关键技术进行了探索、研究及应用。主要包括高频功率源技术、低电平控制系统技术、铁氧体加载同轴谐振腔技术、高压电源技术五大类加速器关键技术。

主要完成人：

魏世东、王志宇、姜勇、余才军、高岷民等。

第一完成人魏世东研究员，1988年毕业于北京航空航天大学，就职于中国航天科工集团二院二十三所，现任北京航天广通科技有限公司总工，负责本项目的组织实施、研究思路和方案制定，对电子管功率源和大功率腔放技术领域有较深入的研究，作为第一发明人，设计了多种宽带高功率电子管放大器谐振腔，成功研制了多型号电子管功率源设备，获核心发明专利七项，相关论文著作十余篇，并编制了国内首个粒子加速器高频功率源设计制造企业标准。



空调器微气候智慧舒适调节系列 关键技术及产业化

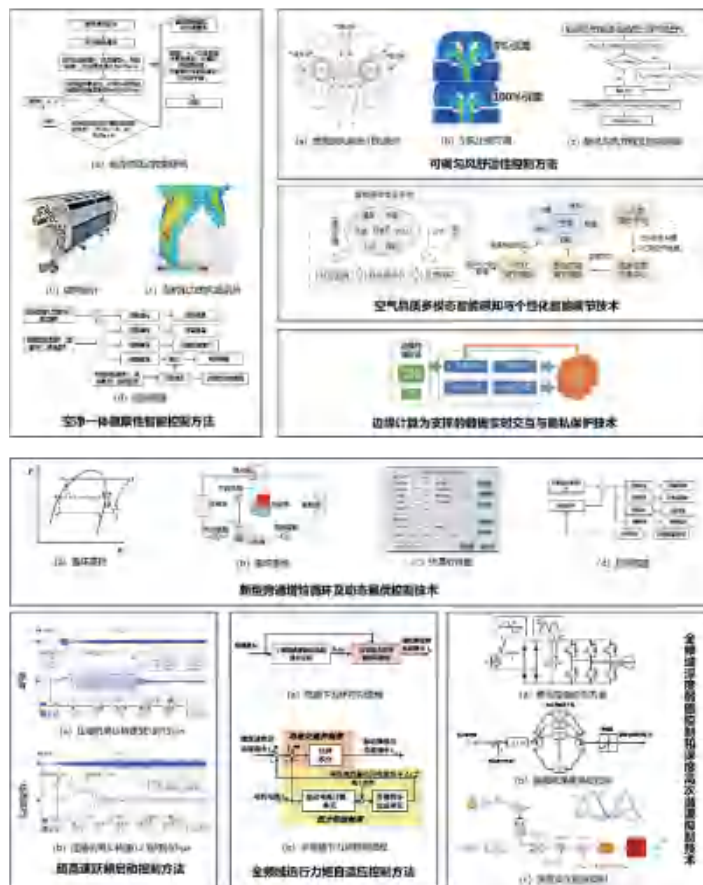
青岛海高设计制造有限公司等单位完成

项目简介：

该项目围绕全空间、全维度健康空气智慧调节的瓶颈难题，构建了面向空调系统宽温域、宽频域的系列控制策略，攻克了面向空气个性化调节的多模态融合智能交互技术，率先提出了系统增焓循环、跃频启动、全频域弱磁控制及高次谐波抑制技术，行业首创了可调匀风、温冷感知及智能控制、空净一体技术，研发了满足个性化需求的智能安全交互技术，形成了国际领先的“空气品质智慧+”技术体系，并实现了全球市场化应用，满足了用户对优质室内空气环境的个性化调节需求。该项目产品出口至欧盟、俄罗斯、沙特等 70 多个国家和地区，已累计新增销售收入超 120 亿元，其中出口创汇 4.3 亿美元。

主要完成人：

吴 剑，高级工程师，山东省泰山产业领军人才，项目负责人，牵头了“空气品质智慧+”系列产品的技术研发与产品上市，主持设计开发了 7 个系列 42 种型号的智能空调，创收经济效益超 120 亿元，使海尔空调连续 3 年位居“全球第一的互联空调（包括智能空调）品牌”。



面向城市路网的交通决策支持与智能管控关键技术及应用

南京莱斯信息技术股份有限公司等单位完成

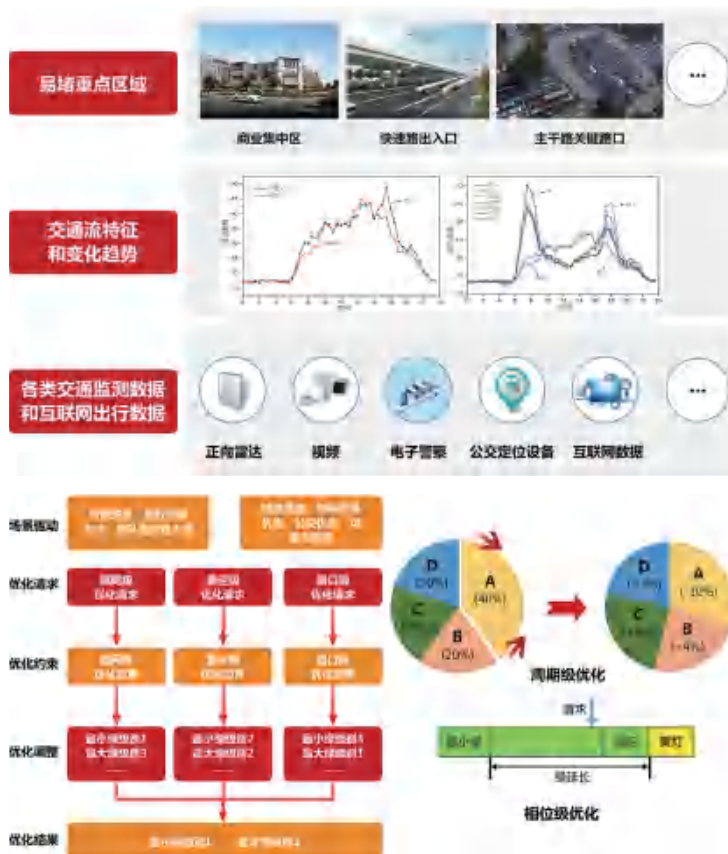
项目简介：

为缓解城市交通拥堵问题，项目创新突破了云边端协同的智能管控体系、多源异构动态交通数据信息融合研判、基于成因诊断的交通决策支持、面向场景的路网级智能控制优化等关键技术，综合考虑具有稳定性特征和随机性特征的交通运行状态，实现了复合交通场景下的智能控制，并为宏观控制策略的制定提供决策支持，有效缓解了交通拥堵，提高出行效率。

项目授权发明专利 11 项，软件著作权 14 项，发表论文 14 篇，参编标准 2 部。成果覆盖全国 160 余个城市，近两年项目成果新增直接经济效益 8.74 亿元。研究成果受到中央电视台、江苏卫视、江苏公共新闻等媒体报道，在业内广受好评。

主要完成人：

张俊，作为南京莱斯信息技术股份有限公司信号控制研发科室主任，牵头由程健、郭唐仪、张继锋、朱昂、郝建根、江超阳、晁晓宁、徐永能、付安民等组成的研究团队，围绕“1 个体系 3 类方法”，共突破了 10 项关键技术。



面向工业场景的 5G 专网技术创新、 设备研制和应用

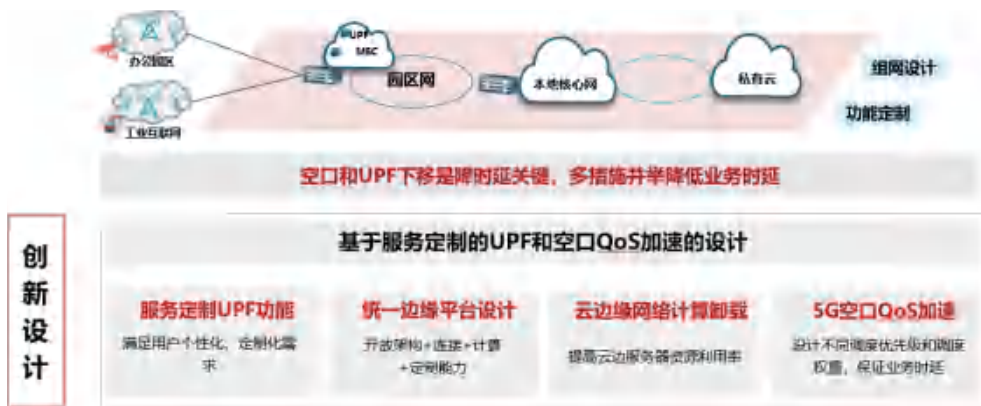
中国联合网络通信有限公司等单位完成

项目简介：

项目设计了面向工业场景的 5G 专网方案，提出了 5G 云化 PLC 系统，研制了 5G 工业网关，实现网络定制、数据隔离的 5G 工业互联网整体解决方案。

项目提出了基于服务定制 UPF 和空口 QoS 加速的时延最优 5G 工业专网技术方案，研制了服务定制 UPF 设备，设计开发了支持基站、UPF 和 MEC 功能的开放容器共平台系统，设计了 5G QoS 和快速调度的空口加速方案，多措并举降低业务时延。项目自主开发了实时虚拟化工业操作系统，实现内核国产化率达 100%，基于该操作系统提出了基于软件定义的网络化工业控制架构，将传统工业控制三层架构简化为两层，并基于该操作系统研制了云化 PLC，实现了 IT 与 OT 的融合。研制了高实时、虚拟化、多协议的 5G 工业网关，自主研发了支持 IPv6 的工业通信高速控制总线 AUTOBUS，能够实现数据采集、加密传输、协议转换、数据处理等功能。

项目成果获授权国家发明专利 48 项，计算机软件著作权登记 3 项，牵头 ITU 国际标准 2 项、国家标准 1 项和行业标准 4 项。牵头完成工信部重大科技研发专项一项。



主要完成人：



唐雄燕，工学博士，教授级高工，中国联通研究院副院长、首席科学家，“新世纪百千万人才工程”国家级人选。兼任北京邮电大学兼职教授、博士生导师，工业和信息化部通信科技委委员，中国通信学会信息通信网络技术委员会副主任，中国通信标准化协会物联网技术委员会副主席，中国光学工程学会光通信与信息网络专家委员会主任，中国互联网协会标准工作委员会副主任。主要专业领域为宽带通信、互联网 / 物联网、新一代网络等。主持了企业许多重大技术工作，还担任过多个国家级科研课题的负责人。

面向铁区一体化管控的工业互联网融合创新 关键技术及产业化应用

中冶赛迪重庆信息技术有限公司等单位完成

项目简介：

钢铁是我国国民经济的支柱性产业，却面临高能耗、高排放、多危险源等问题。铁区是钢铁全流程的成本、能耗、排放中心，多年来一直受困于工序协同性差、生产模式僵化、安全环境恶劣、生产效率提升难等问题。

本项目通过工业互联网平台、铁区一体化管控、远距离大规模集控等重大创新，建成全球首个钢铁智慧中心，实现生产模式从“危险、分散、低效”到“安全、集约、高效”的颠覆式转变，树立了钢铁智能制造的典范。



图1 中国宝武韶钢智慧中心现场

项目主要创新点包括：

- 1) 首次研发覆盖“铁-烧-焦-料”铁区全工序的工业互联网平台
- 2) 首次研发基于大数据的铁区一体化生产智能管控系统
- 3) 首次研发基于人工智能的跨工序、跨系统远距离大规模集控技术体系
- 4) 首次提出铁区管控流程解析优化模型

成果已在中国宝武、南京钢铁、印度 JSW 等国内外多个大型钢铁项目中应用，获得第二届中国工业互联网大赛全国第一名，入选“2020 年世界钢铁工业十大技术要闻”，并由中国金属学会鉴定为国际领先水平。

主要完成人：

肖学文，中冶赛迪集团有限公司董事长，教授级高工，项目总设计师，构建了铁区一体化管控的总体技术架构，提出了物联网、大数据、人工智能与钢铁工业融合的技术路线。

民用航空 GNSS 地基增强系统 (GBAS)

中电科西北集团有限公司完成

项目简介:

“民用航空 GNSS 地基增强系统 (GBAS)”项目属于空中交通管制导航系统领域。中电科西北集团有限公司 (简称: 电科西北) GBAS 项目团队, 经过 16 年的刻苦攻关, 创新性提出距离域完好性监测、位置域电离层监测告警、多维高置信度测试验证技术, 攻克卫星导航信号的完好性风险监测、电离层异常导致的完好性风险监测、完好性指标验证评估三大国际难题, 研制了我国首套具有自主知识产权的 GBAS, 形成中国民航完整的 GBAS 技术体制和标准体系。超越美国 Honeywell 率先获得中国民航首张 GBAS 使用许可, 实现中国民航国产精密进近导航系统零的突破, 打破国外垄断, 树立了我国民航强国建设典范。权威专家评价该项目总体处于国际先进水平, 其中用于 I 类精密进近的位置域电离层监测告警技术, 达到国际领先水平。按 2019 年中国民航起降架次数据测算, 装备 GBAS 每年可为航空公司节省运营成本 57.8 亿元, 减少碳排放 198.9 万吨; “十四五”期间国内外市场约有 45 套需求, 市场规模预计达到 13.5 亿元, 具备显著的社会和经济效益。



图1 民用航空GNSS地基增强系统 (GBAS)



图2 系列化产品

主要完成人:

- 耿永超, 48 岁, 电科集团公司导航领域首席专家, 项目总师;
- 任小伟, 45 岁, 中电博微电子科技有限公司副总经理, 项目总体设计;
- 郑金华, 42 岁, 电科西北产业部副主任, 地面系统设计及核心算法研究;
- 胡耀坤, 37 岁, 任职电科西北, 关键差分算法设计研究;
- 杨明, 43 岁, 任职电科西北, 体系架构设计;
- 程松, 34 岁, 任职电科西北, 软件设计及核心算法实现;
- 褚映红, 43 岁, 任职电科西北, 软件设计总师;
- 李宏肖, 33 岁, 任职电科西北, 硬件架构设计、调试与测试;
- 王晓旺, 40 岁, 任职电科西北, 核心算法研究;
- 翟建勇, 44 岁, 任职电科西北, GNSS 接收机研制。

数字化工作环境 WE 研发与产业推广

中国电子科技集团公司第十五研究所等单位完成

项目简介：

WE (Working Environment, 工作环境) 是中国电科提出的数字化系统，面向国家信创工程，提出跨代升级云架构、强化智能办公系统架构等新技术思路，突破知识驱动的全栈透视与整体优化、微服务范式的多目标自适应平台、自然感知交互的智能办公增强、基于安全基因内嵌 CPU 的原生移动安全等技术，研制数字化工作系统、微服务应用支撑平台、专用服务器、系列基础软件、内嵌安全 IP 核与网络安全系列产品，构建自主可控信息技术体系，整体水平达到国内领先。截止 2020 年底，已申报专利 100 余项，授权超 20 项，经济产值超过 90 亿元，党政信创领域国内领先。在大规模复杂、技术先进的信息系统的替代与跨代升级方面形成了实施经验和示范案例，有力牵引我国信创产品产业生态，具有广泛应用前景。



图1 项目产品栈

主要完成人：

杨 军，中国电科集团公司首席专家，总设计师；

钟 晨，中国电科十五所总体部主任，副总设计师；

石元兵，成都卫士通信息安全技术有限公司总经理助理，安全体系总设计师。

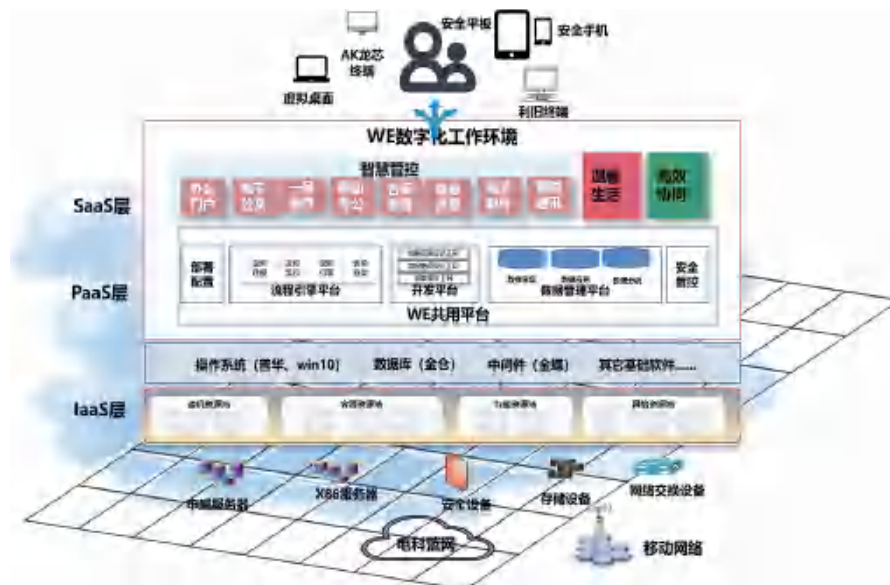


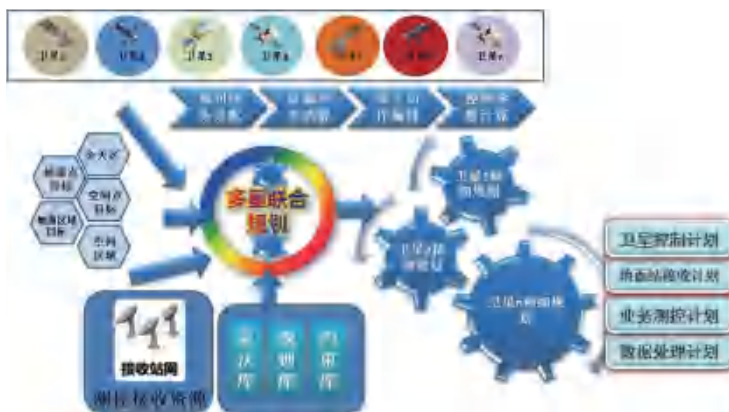
图2 项目系统架构

天基任务优化决策和精准控制关键技术及应用

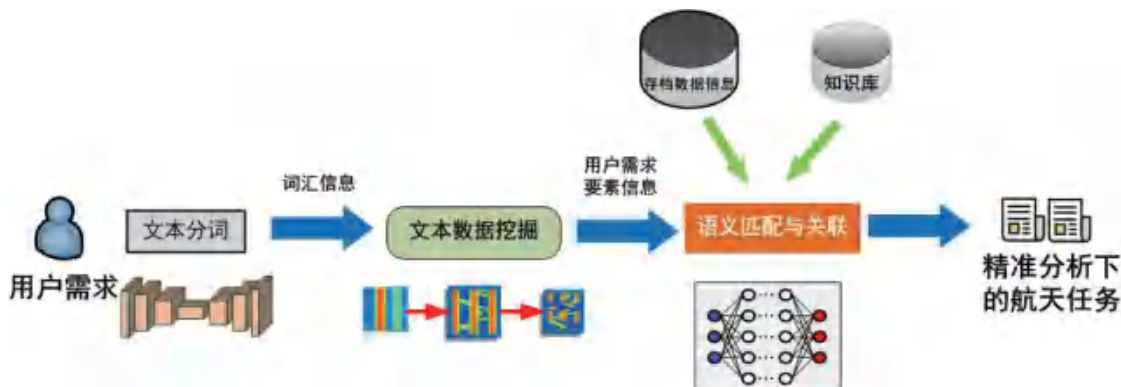
中国电子科技集团公司第五十四研究所完成

项目简介：

项目依托中国科学院空间科学先导专项、珠海一号等重大项目，攻克了卫星任务可行性快速精准分析、多策略星地任务优化决策、多元用户需求敏捷服务、海量数据高可靠性遥控遥测等关键技术，构建了高效航天任务管理与控制系统。项目技术创新性强、研制难度大。项目成果经两院院士等专家鉴定，达到“整体国际先进，部分国际领先水平”，“开创了我国空间科学卫星地面支撑体系，填补了我国首个完全商业化运营的卫星地面任务管控系统空白”。



技术成果在国家多个民商卫星重大工程项目推广应用，近两年来合计产生经济效益 13.19 亿元人民币。项目获得授权发明专利 14 项，登记软件著作权 19 项，公开发表高水平论文 16 篇，形成了完整的自主知识产权体系。项目丰富了空间信息应用技术体系，提升了系统服务保障能力，促进了我国空间信息应用高速优质发展。



主要完成人：

陈韬亦，中国电科 54 所，正高级工程师，系统总体设计；

谷宏志，中国电科 54 所，正高级工程师，负责多策略星地任务优化决策研究；

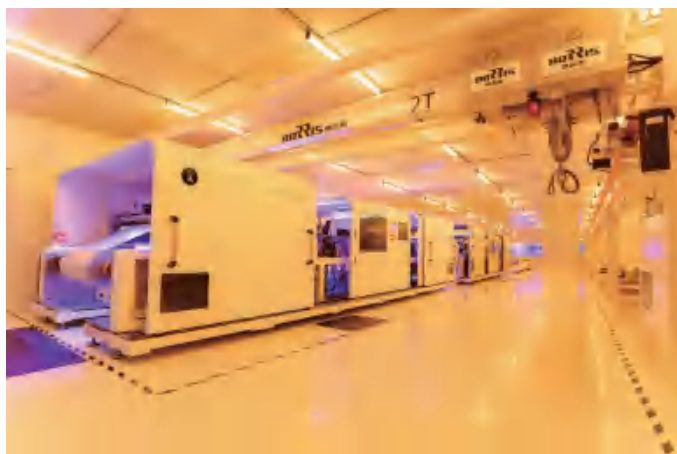
颜博，中国电科 54 所，正高级工程师，负责卫星任务可行性快速精准分析研究。

透明电极薄膜绿色制造关键技术及应用

苏州苏大维格科技集团股份有限公司等单位完成

项目简介：

本项目提出采用物理加法工艺，通过“微纳光刻+纳米压印”的创新工艺路径，摒弃传统“曝光+蚀刻”减法工艺，全流程无排放，实现了精密透明电路绿色制造，是柔性电子领域颠覆性技术。团队攻克了大面积柔性衬底上电极的可控化技术瓶颈，实现了大尺寸透明导电薄膜的高效自动批量化生产，实现了柔性功能材料与光电子器件的绿色制造，为柔性电子产业的“碳达峰、碳中和”转型升级提供变革性技术支撑。项目技术为智能手机、智慧大屏、可穿戴设备、5G 透明天线、汽车电子、太阳能等领域，提供更精细、兼顾高导电性和高透明度、大尺寸且可折叠等的电极电路，推动行业技术进步！



主要完成人：

项目第一完成人周小红，主要负责项目整体技术创新方案及组织实施，主持（或主要参与）863 计划、国家重大仪器设备专项、国家自然科学基金重大研究计划、国家国际科技合作计划等项目。曾获国家科技进步奖二等奖 2 项、江苏省科学技术一等奖 3 项，教育部科技进步二等奖 2 项等多项奖项。

网络化测试技术及应用

桂林电子科技大学等单位完成

项目简介:

项目创新性地提出一种基于片上网络的测试体系架构，通过设计高效的独立双通道高速路由器，突破路由延迟技术，率先研制出集网络化微型化于一体的片上网络高速测试平台。依托平台研制了高并发通道、大数据带宽、高密度、网络化的自动测试系统核心设备之信号采集、激励发生、复合测控等，支撑完成系列高性能网络化通用化测试系统的研制与应用，实现了从片上网络测控体系架构向自动测试系统通用化体系架构的拓展。

成果可广泛用于航空、航天、通信、导航等国防军工和电子信息领域，为测控设备的网络化、微型化、自动化设计拓展了新途径，研制的系列测试系统已用于舰船、北斗导航、风云卫星、探月工程、水下航行器等多项国家重大工程或装备的测试保障，提升了装备生产、维护和保障效率，累计销售网络化测试系统 400 余台套，经济效益超过 15 亿元，近 3 年经济效益超过 6.63 亿元。

主要完成人:

许川佩，总体及主要技术负责人；

张海庆，通用化测试技术及应用负责人。



图1 项目主要研究内容框架



图2 多通道微波光收发组件测试系统

星地一体通信网络监测识别技术及应用

中国人民解放军国防科技大学等单位完成

项目简介：

成果突破了星地一体监测识别与应用系列关键技术，在星地联合分布式高效监测技术架构与系统设计、通信网络多层流量特征深度挖掘、目标网台特征星地多源数据融合识别、星地监测识别系统优化支撑与试验等技术取得创新，率先研制出星地一体战场通信网络侦察识别系统，实现了“体系监测、深层识别、融合处理”。成果所包含的天线波束合成、扫描技术、反射面设计技术达到国际领先水平，无线网络主动探测、非解密识别技术居国际先进水平，调制编码识别、跳频信号解析等技术指标国内领先。



星地一体相控阵天线

主要完成人：

成果由国防科技大学电子对抗学院王勇、马涛教授牵头，联合军事科学院，中电科技第三十八研究所和成都德辰博睿科技有限公司共同完成。授权发明专利 27 项，出版专著 6 部，发表论文 120 篇，研制新型监测天线、系统、装置及识别软件产品 10 余种，已在军队、无线电管理部门、军工企业取得广泛应用，近两年产生经济效益 14 亿元，社会、经济、军事效益显著。

疫情防控与复工复产大数据平台 关键技术及应用

中国电子科技集团公司电子科学研究院等单位完成

项目简介：

疫情防控与复工复产大数据平台关键技术及应用项目是在中国电子科技集团公司的统筹领导下，由中国电子科技集团公司电子科学研究院、电科云（北京）科技有限公司和太极计算机股份有限公司三家单位，在疫情爆发的第一时间组建中国电科疫情防控大数据攻关团队，进行抗疫工作，通过大数据技术手段，实现对新冠疫情的趋势预测、疫情防控和民生服务。

项目主要实现了以下关键技术突破：一是攻克了新冠疫情趋势精准预测难题，创建了国内外领先的疫情趋势预测模型，实现高精度预测，支撑了党中央、国务院国家公共卫生重大决策。二是首次提出了新冠病毒传播扩散风险定量分析方法，攻克了病毒传播风险定量分析难题，为疫情期间铁路、民航隔座不隔排售票提供了决策参考。三是开创了大数据流行病学先河，提出了基于大数据的病毒溯源与人际关系图谱算法体系，首次基于疫情传递熵权重、疫情感染力与感染者关系，创建了新冠疫情传播链模型，计算分析并第一时间向全国下发 80 万到访武汉海鲜市场人员名单，是全国有效控制第一波疫情扩散的核心关键。四是创造性建立了国家个人健康信息码体系，累计覆盖 9 亿中国公民，提供超过 400 亿次服务，覆盖 31 个省市、271 个地市政府、460 万人滴滴司机，270 万送外卖小哥、数千万航旅纵横用户。全面助力国家有序复工复产、经济复苏，为新冠疫情防控做出了突出贡献。因在疫情防控中发挥的突出作用，项目团队被党中央、国务院、中央军委授予“全国抗击新冠肺炎疫情先进集体”。



主要完成人：

林晖，刘弋锋，王鹏达，吕相文，郭轲，王亚坤，韩国权，焦秀珍，尚健，周彦果

云计算系统安全关键技术与应用

华中科技大学等单位完成

项目简介:

本项目围绕云系统、云服务、云数据等方面的云计算关键安全问题，突破云安全设备细粒度回滚、基于深度学习的软件安全漏洞智能检测、细粒度基于身份的广播代理重加密等关键技术，取得系列创新，获得国际授权发明专利 6 项、国家授权发明专利 38 项、软件著作权 3 项，发表论文 112 篇。项目为云计算安全行业培养了五十余名博 / 硕士高素质人才。项目成果通过天喻信息、曙光信息等多家企业向市场推广，相关产品近两年销售 12.84 亿元，利润 4.59 亿元；应用到水利水电云、电力调度云、武汉市桥口区政务云等云服务平台中，为“互联网 +”云应用保驾护航。



图1 云计算系统安全关键技术与应用总体研究思路

主要完成人:

邹德清，教授，国家网络安全优秀教师，教育部新世纪优秀人才；项目总负责人，主持技术方案制定、关键技术研发、成果推广应用等工作。

徐鹏，教授，高校计算机专业优秀教师，武汉黄鹤英才；负责云数据安全的技术原理攻关及原型系统开发。

袁斌，副教授，武汉黄鹤英才；负责面向云服务安全可靠的网络防护技术原理攻关及原型系统研发。

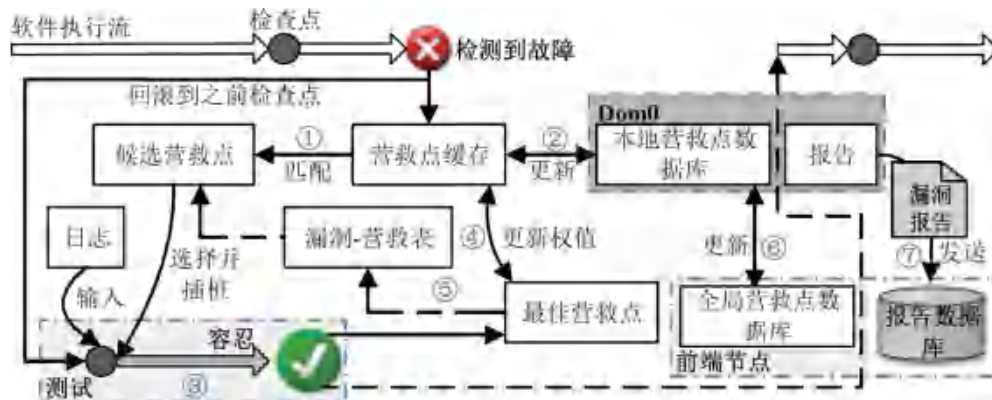


图2 云服务故障容忍系统

自主可控高性能计算机系统 关键技术与应用

浪潮电子信息产业股份有限公司完成

项目简介：

本项目研制的基于国产处理器自主可控计算机系统，具有优秀的软硬件生态环境，主要包括如下几方面的创新：

1、提出一套自主可控的软硬件自修复系统架构，克服国产芯片自身缺陷，让国产计算系统真正好用。2、提出一种多层次内存数据访存技术，提升服务器数据读取性能和信息安全。3、创新性构建了一种无状态计算国产硬件架构，解决了硬



图1 自主可控高性能计算机系统

件木马对信息安全威胁问题。4、自主设计一套可重构、高内聚、安全可靠的系统管理固件代码，实现了计算系统固件自主可控。5、提出一种基于国产平台的混合模型高速仿真技术及实验设计分析方法，有效解决国产平台仿真模型不统一的问题。

项目产品浪潮 NF2180M3&CE3000 是自主可控高性能计算机系统，带动了我国高端芯片设计、自主计算硬件平台、自主固件、数据库、中间件和关键行业应用的技术水平提升和产业发展，目前已广泛应用于党政、金融、能源交通、移动通信、互联网等业务领域。

主要完成人：

贡 维，浪潮信息产品研发总监；

公维锋，浪潮信息副总经理；

李 岩，产品研发部副总经理；

张 峰，产品研发部高级经理。

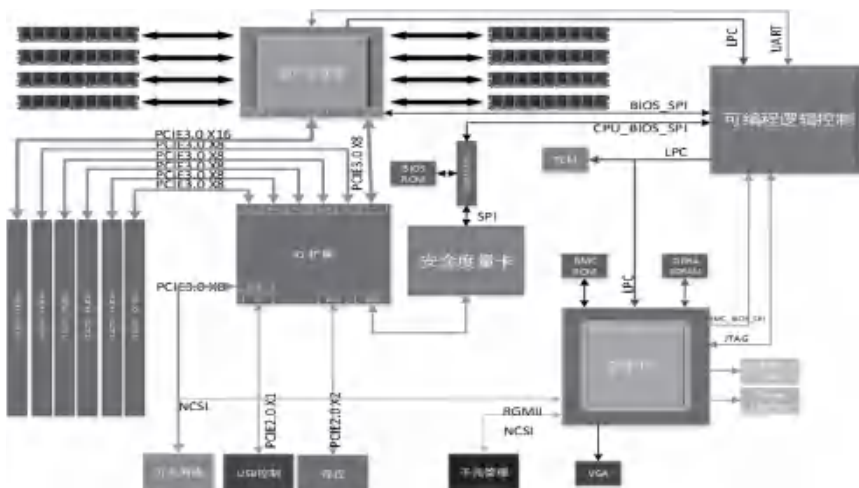


图2 自主可控高性能计算机系统架构图

高性能气体传感器及其特性气敏机制研究

项目简介:

本项目完成人针对高性能气体传感器及其特性气敏机制的研究，有如下发现：

发现一：气体传感器灵敏度增加机制：通过半导体金属氧化物的定向调控，大幅提高气体传感器的灵敏度，建立了灵敏度增加机制，实现具有超高灵敏度的气体传感器的研发。

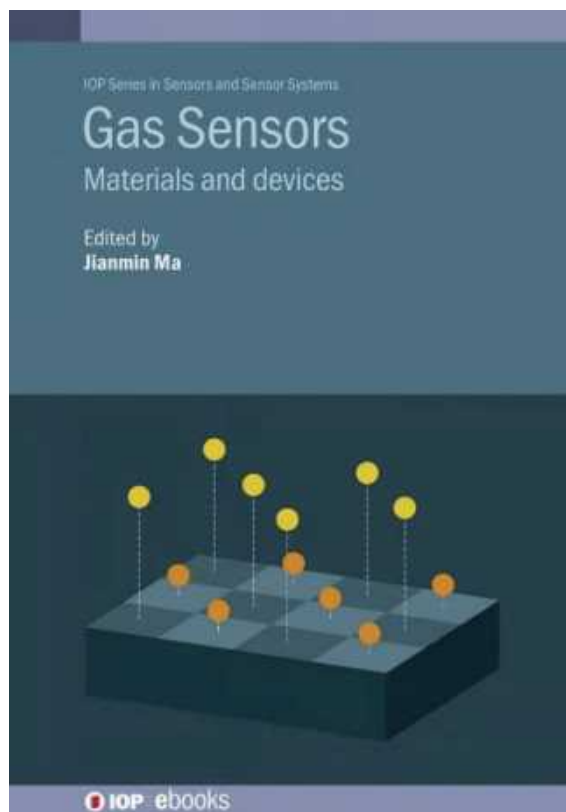
发现二：超快响应气体传感器的开发及机理研究：基于半导体金属氧化物（结构和组成）优化，检测气体响应时间，加快气体吸脱附 / 反应，建立了超快响应机制，为新一代超快响应气体传感器的开发提供理论指导。

发现三：气体传感器选择性增强机制：优选半导体金属氧化物，对目标气体实时检测，建立了待检气体的选择机制，实现超高选择性的气体传感器的开发及目标气体的实时痕迹检测。论文的重要科学观点被 SCI 期刊他引频次共计 586 次，单篇最高 SCI 他引频次 106 次。

主要完成人:



马建民，英国皇家化学会会士，电子科技大学教授，博士生导师，累计发表 SCI 期刊发表 200 余篇论文，授权发明专利 15 项。



硅栅控发光器件的结构设计、性能调控与光电应用

项目简介：

硅光电集成具有高性能、高集成度、低功耗、低成本、高可靠等优势，是构建未来信息社会的基石。但是硅光电集成因硅光源实现困难而进展缓慢。由于硅是间接带隙能带结构，作为光源并不理想，存在发光强度弱、电光开关速度低的核心关键技术问题。基于此，本项目提出栅控硅发光器件新结构，实现了可单片集成的 MOS 栅控结构硅光源。建立和发展了可同时进行发光强度提升和高速电光调制的“MOS 栅控全硅微纳光电器件及集成技术”，并应用于光采样 ADC 的研发，提升了光电探测器响应度等关键参数的特性，改善了 CMOS 模拟工艺能力平台对器件的兼容性。围绕 3 个科学发现点的 3 篇核心代表性论文均入选了 ESI Top 1% 热点。实现的发光器件成果具有原理创新、技术突破、应用导向明确等特点，符合以自主创新能力提升为重点的国家战略需求，将促进我国硅光电半导体器件单片集成技术的高质量发展。

主要完成人：

徐开凯、于奇、张正元、赵建明、刘海涛

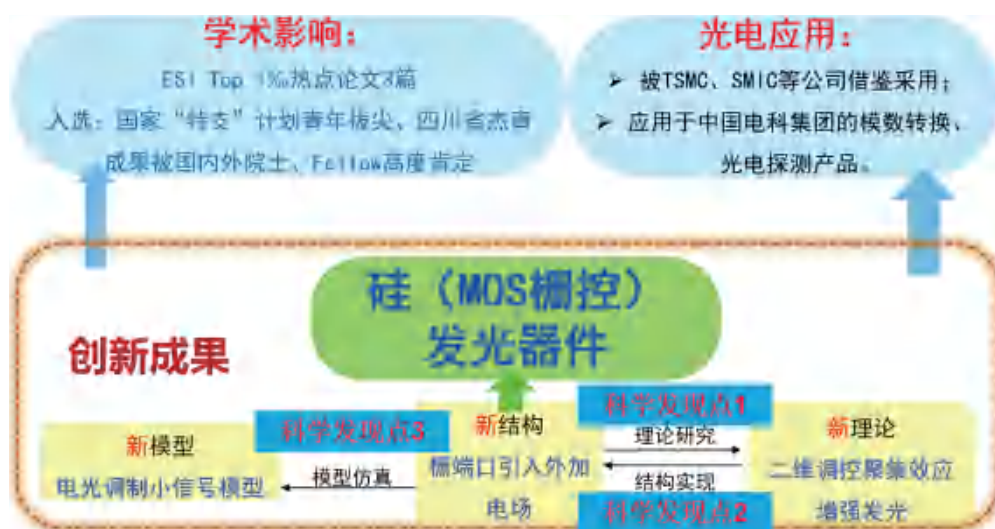


图1 主要科学技术成就和贡献总览

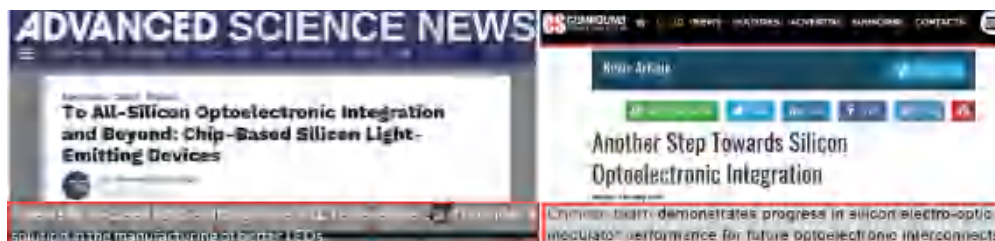


图2 代表性学术媒体报道

基于电磁散射机理的 SAR 目标识别方法

项目简介:

针对 SAR 图像解译难题，从电磁散射机理出发，提出了耦合散射机理参数化表征理论，建立了 10 种典型散射部件三维参数化模型；首次提出了目标三维电磁散射模型正向构建方法，模型散射机理、物理意义清晰，而且与结构之间有良好的对应关系；提出了仅依靠目标三维电磁散射模型驱动的

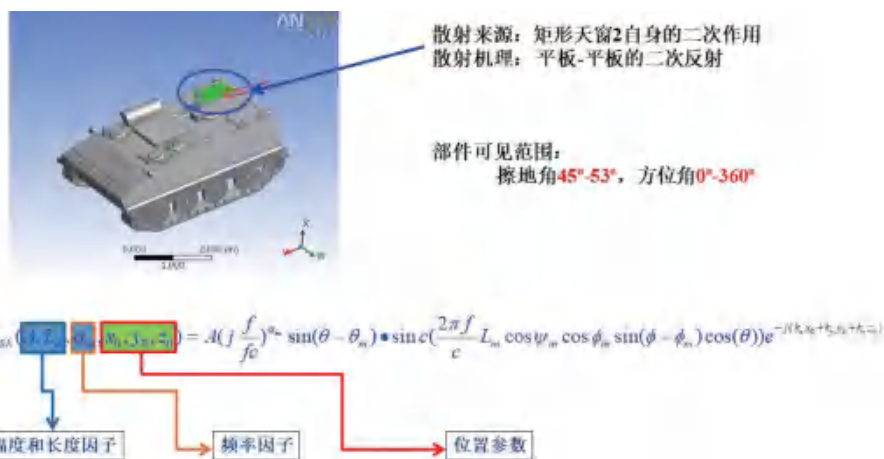


图1 目标正向参数化模型示意图

复杂场景下 SAR 目标识别方法，提供了一种全新的物理可解释性强的 SAR 目标识别方案。

8 篇本领域权威期刊论文，总影响因子 39.30。7 篇论文 SCIE 他引次数 186 次，1 篇论文 CSCD 他引次数 22 次，入选雷达学报 2017 年度 10 大高引论文。项目成果得到国内顶级雷达专家和院士等国内同行的高度评价，同时也获得美国俄亥俄州立大学等国际同行的高度认可。

主要完成人:

文贡坚，正向电磁模型驱动的目标识别；

丁柏圆，扩展操作条件下目标识别；

何思远，正向电磁模型建模；

闫华，散射机理建模；

黄小红，识别与验证。

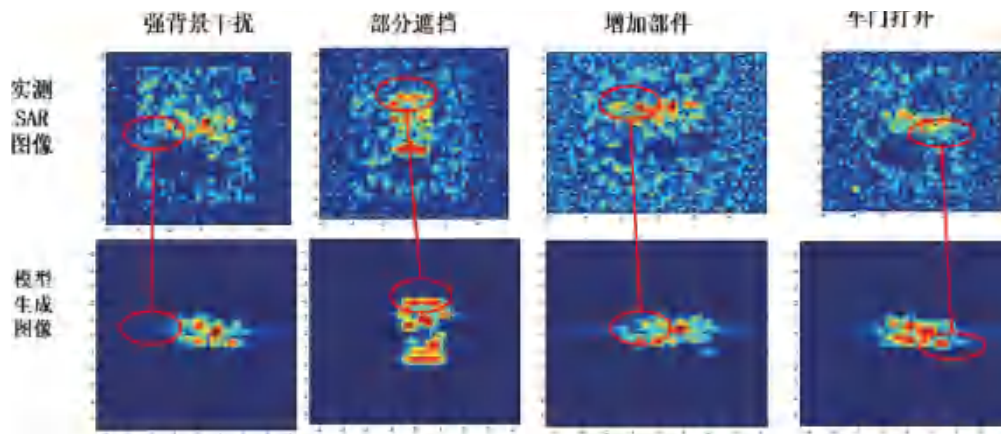


图2 不同扩展操作条件实测图像与模型生成图像比较图

基于二维材料的纳电子器件研究

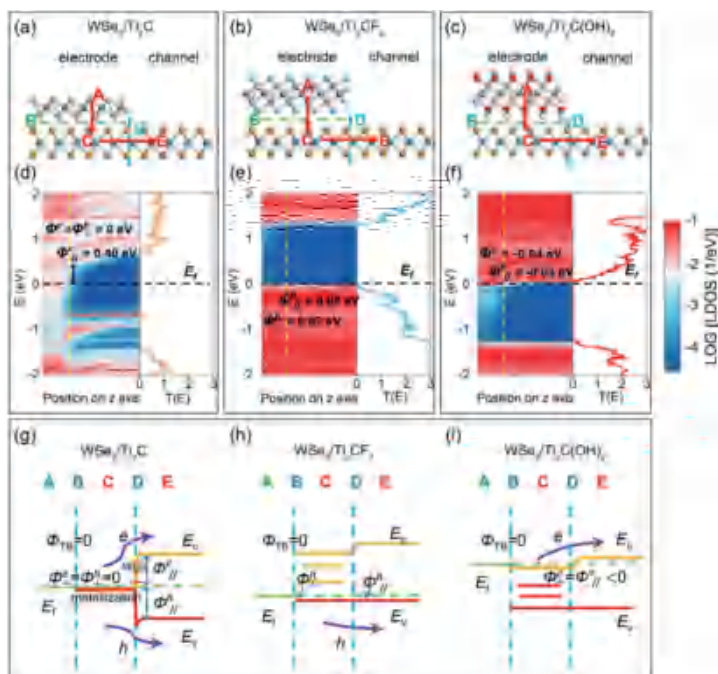
项目简介:

二维材料由于其原子层级的厚度、光滑的表面带来的良好的门控能力和高迁移率等优势，是目前最引人注目的一类电子材料，在后硅时代具有广阔应用前景。如何全面发挥二维材料的优势、实现高性能二维纳电子器件是二维材料走向实际应用亟需解决的问题。团队基于多年来在材料设计、量子输运理论等方面的研究积累，从仿真设计角度着手开展了相关的研究工作，从而对二维纳电子器件实现了低成本、高精度的设计评估。

项目提出了石墨烯的能隙无损调控方案，确定了二维褶皱材料结构的形变响应机制；建立了在器件构型下通过量子输运计算方法对界面进行研究的理论范式，并揭示了二维范德华型金属接触对基于二维材料的电子器件的门控效果增强作用及原理；基于第一性原理计算发展了一套无需经验参数的二维电子器件评估方法。

8篇代表作合计 SCI 他引 462 次，最高单篇他引 174 余次，1 篇论文入选 ESI 高被引论文。同行引文发表在影响因子高于 10 的顶级期刊 43 篇次。

主要完成人:



雷鸣，北京邮电大学，教授，总体负责；

吕劲，北京大学，研究员，负责器件模拟方法的发展；

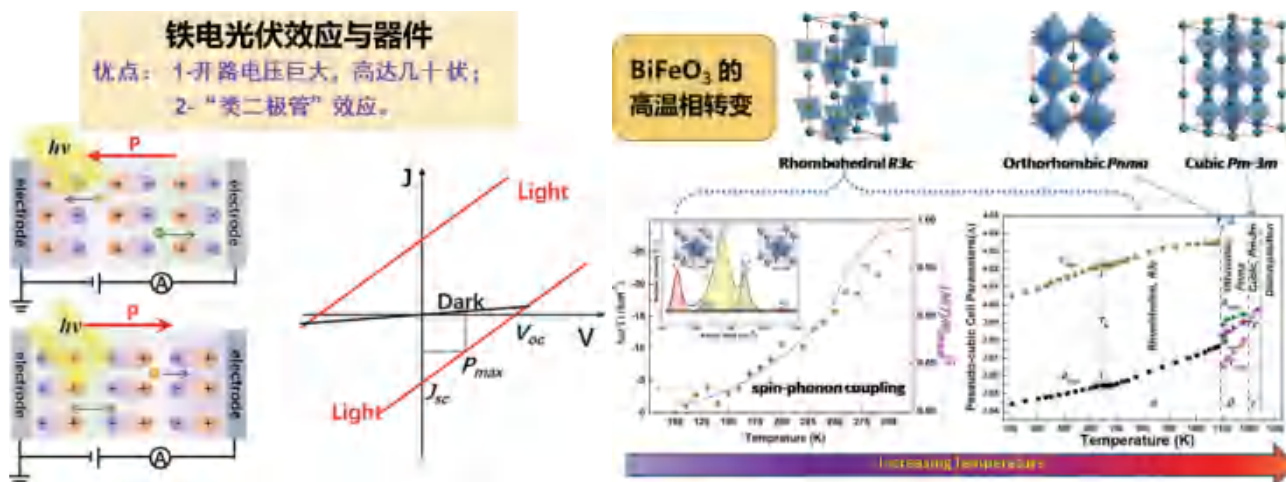
屈贺如歌，北京邮电大学，副教授，负责材料计算、界面研究；

高政祥，北京大学，教授，负责电子结构调控研究。

铁性材料的结构优化设计、性能调控及其内在机制研究

项目简介:

本项目主要围绕“铁性材料的结构优化设计、性能调控及其内在机制”进行了深入地研究，解决了在铁性材料研究领域存在的一些关键性科学难题，如：弛豫铁电体 Fano 共振现象的来源机制、多铁性材料的磁电耦合机制、温度驱动的相转变行为与机制、铁电光伏效应及其来源机制，等。累计发表了 50 余篇 SCI 收录的高水平科研论文，被引用 1000 余次；主持完成了 3 项国家级项目、1 项省部级项目和 1 项企业合作项目。这些研究成果为未来发展基于铁性材料的新型光电子器件、新能源材料等应用提供了科学的数据参考和理论支持。



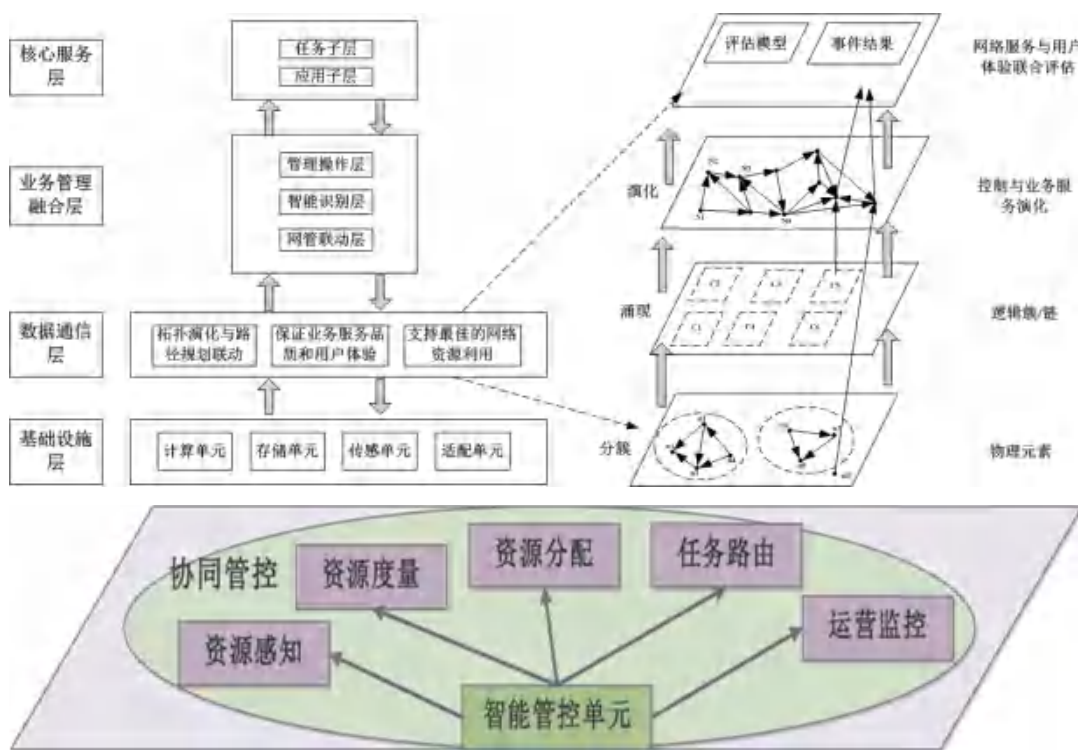
主要完成人:

- 魏 杰，西安交通大学，负责项目的总体规划与设计；
- 王大威，西安交通大学，主要负责“铁性材料的理论模拟研究”；
- 吴春芳，西安工业大学，主要负责“铁性材料性能调控及其应用”。

通感融合服务的智慧专网高效传输与资源管控理论和方法

项目简介:

本成果在国家重点研发计划和国家自然科学基金支持下，来战智慧网络技术相关研究，构建了面向场景变迁和用户体验的功能 / 资源 / 能力的融合网络架构，提出了通信与感知融合的智能资源协作与管理架构，如图 1 所示，设计了面向业务承载与用户需求适配分离的服务模型，创建了面向空间域能力和时间域能力贯通的全局资源调度策略，建立了低代价全局资源调度与高敏捷局部能力调度自适应切换模型，如图 2 所示，解决了由场景异化、需求不确定、能力非可控导致的跨域重构控制难、资源贯通难以以及多场景共生 / 共存能力弱等难题。



研究成果发表 IEEE 系列等 SCI 期刊论文 39 篇，其中 5 篇论文发表于 IEEE COMMUNICATIONS SURVEYS and TUTORIALS (IF: 25.249)，且 8 篇代表性引文 (平均 IF: 18.04) 中 5 篇为该期刊论文；发现点的多个支撑关键技术的理论研究成果获欧洲科学院院士 Hikmet Sari、英国皇家工程院院士 Lajos Hanzo 等多名国际知名专家的正面导向性评价，对多场景共生 / 共存下的通感融合服务传输理论探索具有重要意义。

主要完成人:

黄东, 徐勇军, 黄海松, 秦小林, 陈前斌

信道编码纠错新机理

项目简介：

随着信息技术的发展，通信的手段越来越灵活，通信的需求越来越多元，通信的应用越来越智能。对于不同的应用场景，缺少统一的理论指导与普适的编码方法。本项目深入地开展了普适信道编码的构造与分析研究，提出了“小结构、大随机”的编码思想，开辟了基于重复-叠加的信道编码构造新途径，获得了以下重要科学发现：

- (1) 揭示了重复和叠加两种基本操作在信道编码理论中的作用机理；
- (2) 提出了普适信道编码构造方法以及两类新颖的编码构造方案；

(3) 提出了一套面向瀑布区性能和错误平层区分析编码调制系统性能的方法。

项目发表论文 40 余篇，授权发明专利 11 件。研究成果获得国内外同行的多次引用和好评。

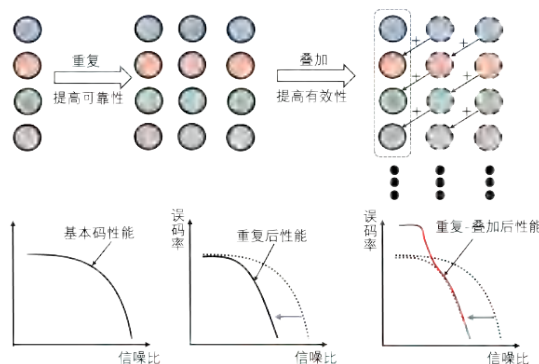


图1 重复-叠加编码机理



图2 项目研究路线

主要完成人：

马 啸，中山大学，教授，全面主持项目的研究工作；

白宝明，西安电子科技大学，教授，负责指导编码方案的设计与应用拓展；

赵山程，暨南大学，研究员，负责部分编码方案的实现与分析；

蔡穗华，中山大学，博士后，负责部分编码方案的实现与分析。

超大尺度复杂电磁环境快速预测

北京邮电大学等单位完成

项目简介:

项目围绕复杂电磁环境“精准”建模和实时预测展开研究，取得以下主要成果：

- 发现电磁辐射源具有唯一可识别的空间特征，建立了高效准确的辐射源智能识别方法。
- 提出了高精度的双参数和双极化现场介电常数测量方法，为复杂电磁环境计算提供了准确的材料参数。
- 提出了动态射线发射和自适应网格剖分加速算法，推导了射线追踪反射次数上限阈值理论公式，建立了经验模型与射线弹跳算法的混合模型，实现了超大尺度复杂电磁环境的秒级计算。

项目组自主研发了国产化电磁仿真软件 CEMS，实现了超大尺度电磁环境秒级计算，已应用于运营商基站电磁环境分析、战场电磁态势预测、无线电安全保障等领域。

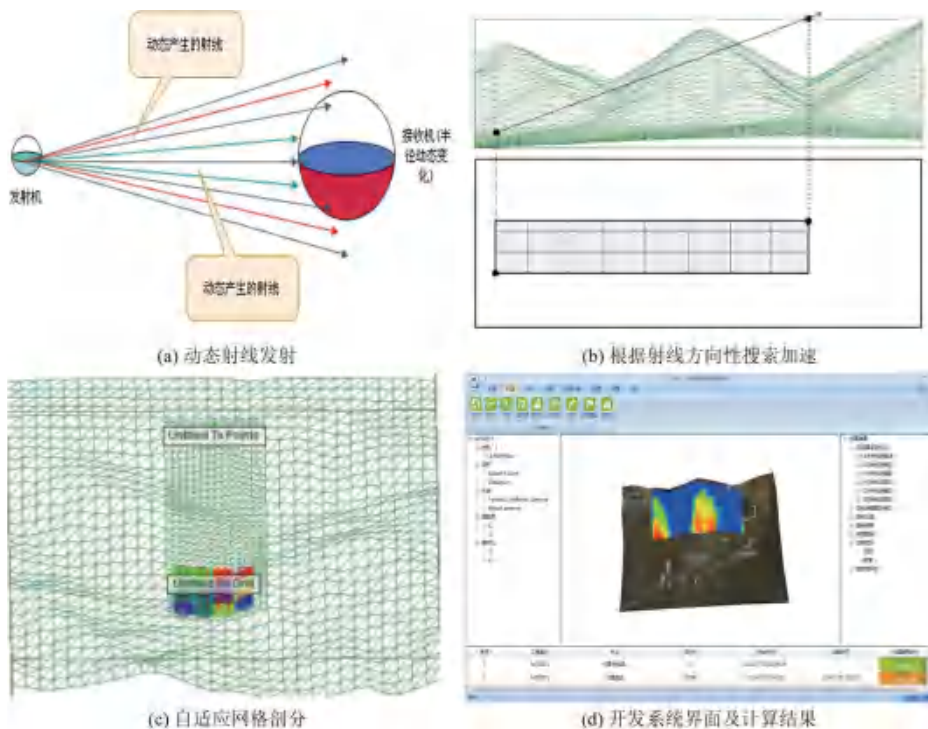


图1 系统实现方法与效果

主要完成人:

石丹，北京邮电大学，教授，完成复杂电磁环境场景建模与实时计算；

刘晓勇，国家无线电监测中心检测中心，完成电磁辐射源测试；

付松，中国电子科技集团公司第十研究所，完成电磁辐射源测试；

周晓雅，北京邮电大学，负责真实场景还原与构建，完成电磁辐射源识别；

周龙建，中国电子科技集团公司第十研究所，完成电磁辐射源测试。

高精度微型复合离子源质谱检测技术及应用

广西电网有限责任公司电力科学研究院等单位完成

项目简介：

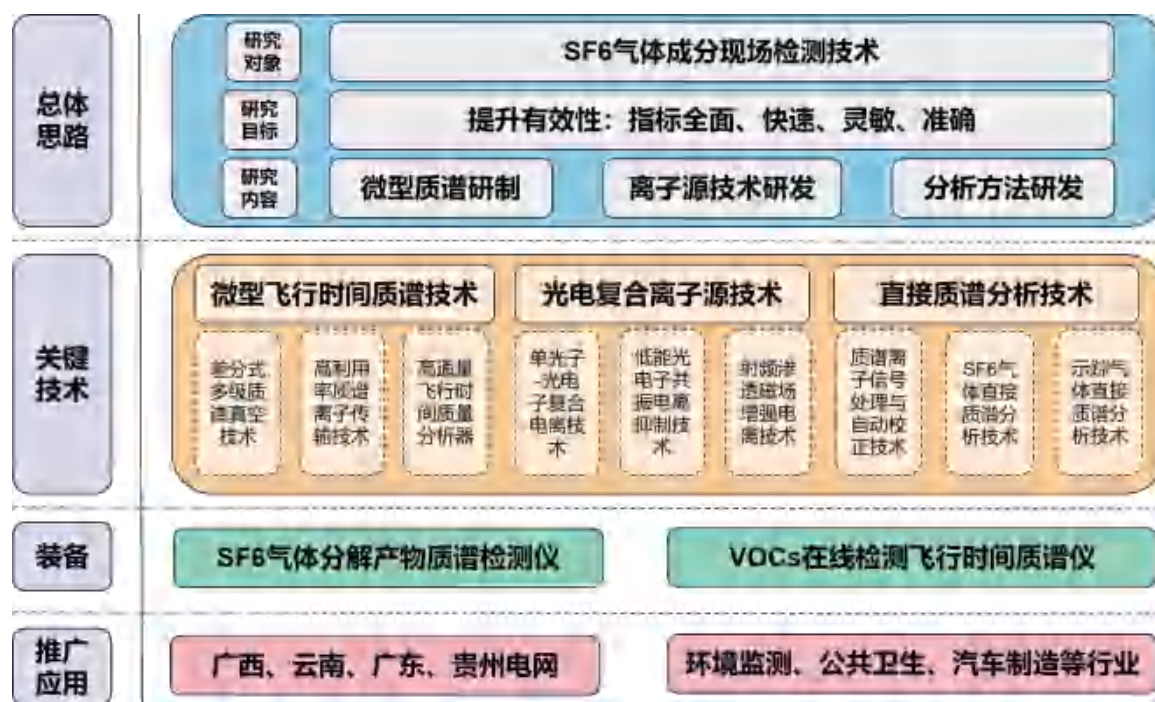
本成果属于实验分析仪器制造领域。

项目主要创新：

1) 研制了业内首套适用于 SF6 气体成分现场检测的微型质谱仪，实现 2 分钟内完成 10 种关键成分的检测，检测限达到 10ppb，其检测成分、灵敏度、检测速度等关键技术参数显著高于国内外行业标准同类技术；

2) 发明了光电离 - 光电子电离的质谱复合离子源技术，实现了在高浓度 SF6 气体背景、常温下多微量成分的高效电离，解决了传统离子源抗氧化和抗干扰能力弱的难题；

3) 提出了特征气体直接质谱分析技术，实现了检测时间由数十分钟降低至 101 秒，解决了传统质谱技术依赖色谱分离、耗时长的问题。



项目形成的质谱核心技术经鉴定达到国际领先水平，为相关行业的智能化检测需求提供了高效的技术装备和解决方案，对于推动我国行业技术进步和高端精密仪器国产替代都具有十分重要的作用。

主要完成人：

主要完成人包括广西电网有限责任公司电力科学研究院的唐彬，罗宗昌，梁沁沁，韩方源，朱立平，中国科学院大连化学物理研究所的李海洋研究员。

基于硅基微流道的宽带射频异构集成热管理技术

中国电子科技集团公司第二十九研究所完成

项目简介:

针对 GaN 芯片高效散热需求, 提出一种多级多尺度热管理结构, 解决了阵列收发组件中热传导链路复杂、芯片散热困难、多材料结构异构集成工艺兼容性差等问题, 为电子装备提供了高效散热和高密度一体化集成方案。

主要发明点:

(1) 发明了变截面硅基微流道散热器结构及其制造方法, 实现了 $600\text{W}/\text{cm}^2$ (芯片温升 $\leq 50^\circ\text{C}$)、 $1100\text{W}/\text{cm}^2$ (芯片温升 $\leq 100^\circ\text{C}$) 的流体非接触超高密度散热能力。

(2) 发明了芯片 - 组件 - 系统跨尺度协同热管理技术, 建立了硅基微流道在 GaN 收发组件中的异构集成方法。

(3) 发明了微流体散热性能高精度原位测试技术, 实现了对 kW/cm^2 以上大功率发热的高精度原位实时测温。

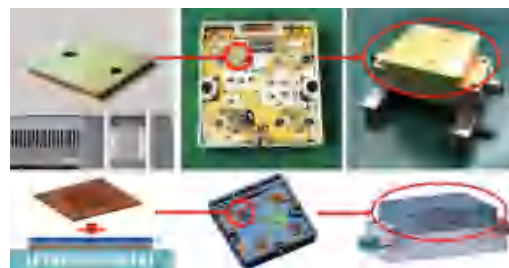


图1 芯片-组件-系统多尺度热管理结构

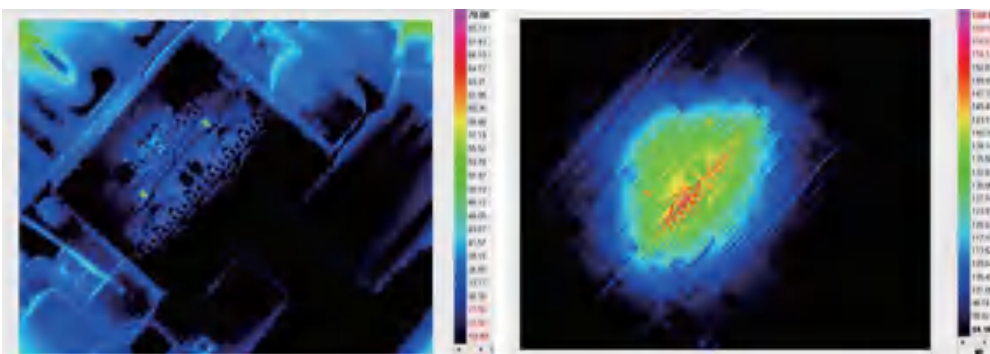


图2 宽带大功率GaN芯片散热效果比较:

(左) 液冷, 结温 72.6°C , 热平衡; (右) 无液冷, 结温 161.6°C , 温度持续升高

主要完成人:

向伟玮, 高工, 总体负责;

张 剑, 高工, 负责异构集成工艺;

卢 茜, 高工, 负责硅基微流道工艺;

陈显才, 高工, 负责结构和散热系统设计;

李阳阳, 工程师, 负责微流体散热性能测试;

刘江洪, 研究员, 负责宽带微波组件设计。

室内通信网络设计及智能排障关键技术与应用

中国移动通信集团设计院有限公司等单位完成

项目简介：

围绕室内无线通信质量的提质增效，从网络设计软件国产化、网络故障排查精准化、网络位置能力开放化等角度开展技术创新。①研发不依赖于国外平台的室内网络设计软件，降低国外工业设计垄断平台的“卡脖子”风险，提出建筑物墙体识别技术提升设计效率；②针对室内网络难以监控故障和定界问题的情况，基于机器学习提出精准聚类楼宇用户技术，实现问题的精准识别和定界；③针对室内设备定位难、速率盲点多和天线点位广，创新借助蓝牙等提升精度的方案，并提出基于数字信号特征的阵子故障监控技术。核心技术已融入多项软硬件平台，并在多运营商多制式网络中应用。

主要完成人：

赵培，中国移动设计院网优产品部技术总监，工学博士，教授级高工。中国通信学会天线专委会委员、中国电子学会高级会员、中国仿真学会高级会员、5G 精准定位联盟专家组成员。

高峰，中国移动设计院网优产品部总经理，工学博士，教授级高工；中国通信学会会士、中国通信学会天线专委会委员。多项国家重大专项牵头单位负责人，获得海外及中国专利授权多项。

越海涛，桂林电子工业学院硕士，曾任中兴通讯信令监测产品研发部长。深圳名通联合创始人及首席技术官。

黄晓艳，高级工程师，武汉虹信技术服务有限责任公司研发部总经理。主要从事移动通信网络、室内定位等领域研究。

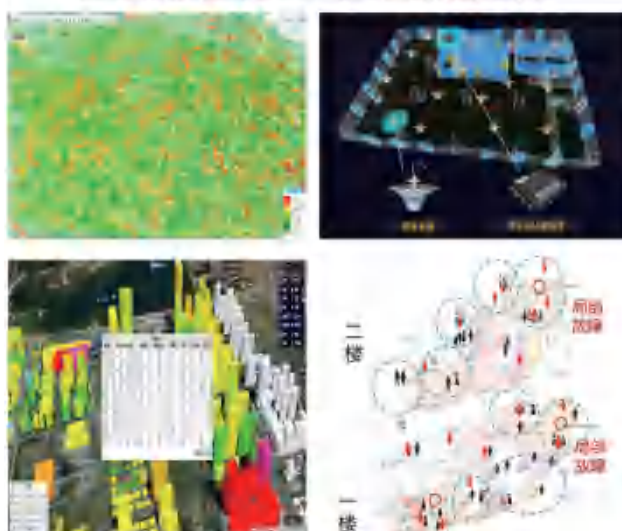
唐建中，中南大学硕士，曾任中兴通讯信令监测产品经理。深圳名通联合创始人，任公司技术委员会专家。

韦再雪，北京邮电大学硕士生导师，博士。主要研究移动信道建模、无线定位技术等。发表 SCI 论文 10 余篇。

室内无线网络设计软件国产化



室内无线网络智能排障及能力开放



5G 通信光模块物理参数测试关键技术及应用

中电科思仪科技股份有限公司完成

项目简介：

5G 通信光模块物理参数测试关键技术及系列化产品应用于光模块、光纤放大器、光分路器、光复用器、光纤陀螺、光电探测器和光收发组件等零部件的研制和生产测试等领域。项目拥有自主知识产权，采用低偏置电流多级 T 型网络放大技术、零点温度补偿技术，采用细分宽波段光功率测试技术、全波段光功率自动校准技术，采用小型化光衰减单元设计方案、滤光片高分辨率精确定位技术，采用自动相干控制技术，实现光信号测量由“单参数测试”向“复合参数测试”、“分立测试”向“组网测试”、“小动态范围”向“大动态范围”的跨越。实现国产高端光波测试仪器自主可控，已经广泛应用于相关领域，具有很好的推广应用价值。该项目提升了 5G 通信光模块物理参数测试仪的核心竞争力，保障了光通信产业的高速发展，社会效益和经济效益显著。



5G通信光模块物理参数测试仪

主要完成人：

- 尹炳琪，中电科思仪科技股份有限公司，工程师，总体负责；
- 徐玉华，中电科思仪科技股份有限公司，高级工程师，硬件总体负责；
- 徐桂城，中电科思仪科技股份有限公司，工程师，软件总体开发；
- 张一琪，中电科思仪科技股份有限公司，工程师，模块总体研发；
- 刘志明，中电科思仪科技股份有限公司，研究员，算法总体开发。

5G 通信用 GaN 器件及芯片 关键技术与产业化

南京国博电子股份有限公司等单位完成

项目简介：

本课题基于国家重大科技专项项目 01 专项、依托中国电子科技集团公司第 55 研究所的 GaN 工艺开发研制出满足基站应用的 Sub-6GHz Doherty 集成功率放大器、微基站用功率放大器、基站用毫米波收发前端芯片等产品系列，对推动我国移动通信技术自主发展意义重大。

主要完成单位：

序号	单位名称	单位属性	备注
1	南京国博电子股份有限公司	国有企业	第一完成单位
2	中国电子科技集团公司第 55 研究所	科研单位	第二完成单位
3	西安电子科技大学	大专院校	第三完成单位
4	中国科学院微电子研究所	科研单位	第四完成单位

主要完成人：

序号	姓名	学位	工作单位
1	郑远	博士	南京国博电子股份有限公司
2	陈志勇	硕士	南京国博电子股份有限公司
3	马晓华	博士	西安电子科技大学
4	王冲	博士	南京国博电子股份有限公司
5	李大伟	硕士	南京国博电子股份有限公司
6	潘云龙	博士	南京国博电子股份有限公司
7	张吕	硕士	南京国博电子股份有限公司
8	沈宏昌	硕士	南京国博电子股份有限公司
9	卢阳	博士	西安电子科技大学
10	罗卫军	博士	中国科学院微电子研究所
11	陈晓娟	硕士	中国科学院微电子研究所
12	杨凌	博士	西安电子科技大学
13	魏珂	博士	中国科学院微电子研究所
14	宓珉翰	博士	西安电子科技大学
15	刘新宇	博士	中国科学院微电子研究所

5G 通讯测试仪器用 YIG 磁调谐器件技术

西南应用磁学研究所（中国电子科技集团公司第九研究所）完成

项目简介：

5G 通讯测试仪器用 YIG 磁调谐器件技术经过电科九所磁调谐器件团队攻关，研制出 4 个型号 YIG 磁调谐器件，实现了 2.75 ~ 50GHz 范围连续可调，已广泛应用于微波测量仪器 and 综合电子对抗系统等领域，在系统中主要起到作为宽带信号源、频率预选、杂波抑制的作用，提高了通讯测试仪器系统的接收灵敏度、动态范围和数据传输速度等，为我国高端微波测量仪器等系统提供了关键核心部件。

项目在小线宽铁氧体单晶材料的温度稳定性控制、高线性及复合磁路结构等方面取得重大技术突破与创新，拥有多项自主知识产权，实现了从核心材料到器件的自主可控，整体水平达国际先进水平。系列产品取代国外同类产品并打破禁运，近二年创产值近 6000 万元，具有良好的社会、经济效益，应用前景广阔。

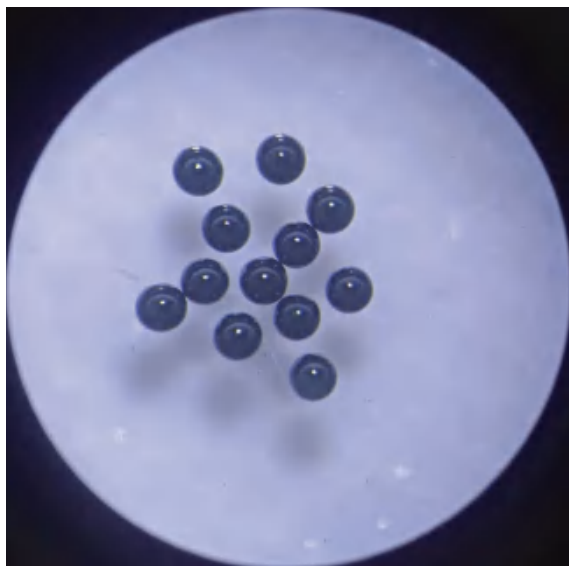


图1 YIG单晶小球样品



图2 4~50GHz YIG滤波器样品

主要完成人：

冯辉煌，研究员，从事微波铁氧体器件技术研究，实现了 S-U 波段的超宽扫频技术覆盖，曾荣获中国电科科技进步 1 等奖。

5G 通用模组技术方案研究与应用

中国移动通信有限公司等单位完成

项目简介:

针对垂直行业对通信能力需求分散，缺少 5G 融入行业的有效方案，原创提出“5G 通用模组”概念及“基础型”、“智能型”、“全能型”三种 5G 通用模组技术方案，并在关键技术方案、功能优化、测试方法等方面予以创新，获授权专利 46 项，在申专利 28 项。5G 通用模组技术已在 4 家芯片厂商、10 余家模组厂商、国内运营商及国际主流运营商应用，累计销售额约 8.01 亿元人民币，利润约 1.28 亿元人民币，并在中国移动 5G 通用模组集采（集采总额 40 万片，价值约 4.4 亿元人民币）中商用，功能性能表现良好。



主要完成人:

丁海煜，中国移动通信有限公司研究院，副院长，总负责，牵头总体研发及总体方案设计工作。

宋丹，中国移动通信有限公司研究院，博士，主导提出“5G 通用模组”概念及三种类型的技术方案。

丁源，中移物联网有限公司，智能模组部总经理，参与标准撰写，打造并量产 4 款 5G 通用模组产品。

胡臻平，中国移动通信有限公司，博士，牵头总体技术策略制定工作。

陆松鹤，中国移动通信有限公司研究院，高级工程师，主导完成多本 5G 通用模组相关行标的撰写及发布。

联系人:

宋丹，13811795483 songdan@chinamobile.com

5G 用高性能 FDA 基片

西南应用磁学研究所（中国电子科技集团公司第九研究所）完成

项目简介：

该项目通过材料配方设计与工艺优化工作，突破了微波铁氧体材料性能提升及批产一致性控制技术、精密匹配加工、薄壁微波介质陶瓷管无变形制备、FDA 基片产业化重构、微波铁氧体-介质陶瓷高温嵌套基体制备等关键技术，实现了 5G 通信用低损耗旋磁铁氧体材料性能提升，解决了高性能 FDA 基片的批产稳定性、一致性、自动化、规模化难题，形成了系列化的 FDA 产品体系和技术标准；建成了全球最大的 FDA 基片生产平台，使我国 FDA 基片技术和产能达到当前国际领先水平，为 5G 通信的发展与建设起到了强有力的支撑。

该项目产品经济效益显著，在全球 5G 用 FDA 基片市场占有率达到 40%。2018 至 2020 年，累计销售产品超过 1.4 亿件，产生经济效益近 1.5 亿元。预计未来 5 年内，该系列材料销售收入可达到 5 亿元。

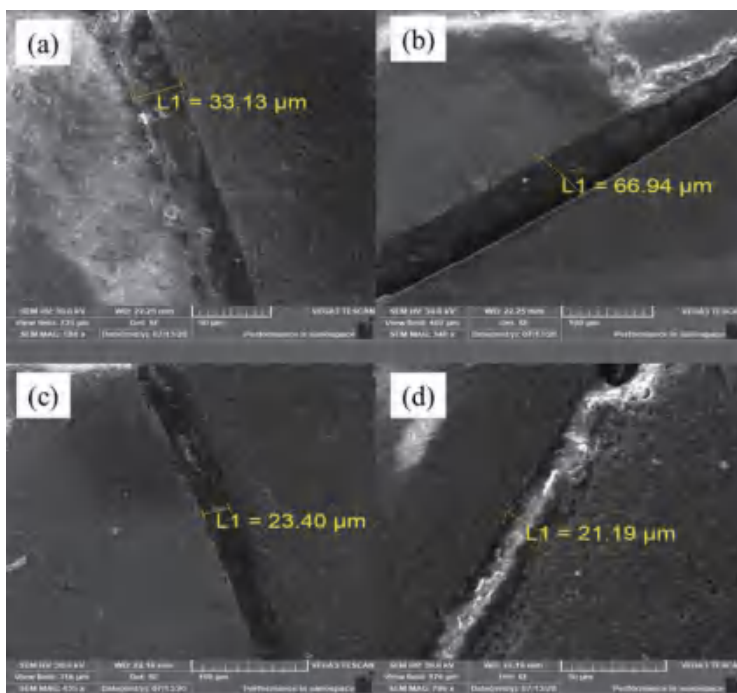


图1 基片粘接处SEM图片
(a)、(b)普通加工工艺；(c)、(d)精密加工工艺



图2 不同型号FDA基片

主要完成人：

杨菲，高级工程师，主要从事微波铁氧体材料研究，实现了低损耗与高居里温度协同控制，极大提高了材料的实用化程度。曾荣获国防科技进步三等奖。

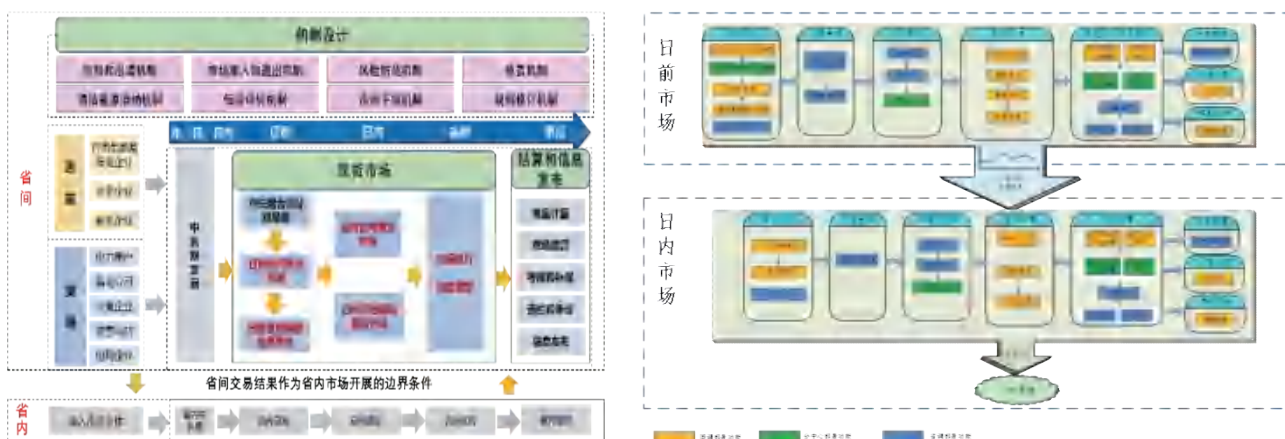
促进清洁能源消纳的跨省区现货市场 关键技术及应用

中国电力科学研究院有限公司等单位完成

项目简介：

为进一步发挥跨省区电网大范围配置资源的优势，项目对清洁能源跨省区外送交易模式进行了认真研究，提出了跨省区可再生能源现货市场整体方案，设计了跨省区现货市场运营机制，构建了跨省区现货市场超大规模出清模型及高效求解算法，研发了技术支持系统，已在国网公司范围内全面应用，显著促进了可再生能源大范围消纳和高效利用。

项目取得了多项拥有自主知识产权的创新性成果，整体达到国际领先水平。依托项目成果建成了国内首家跨省区电力现货市场交易平台，覆盖了国家电网公司经营范围内所有省份，显著提高了全网资源优化配置和清洁能源消纳能力。项目成果产生了显著的经济和社会效益显著，对促进国家电力体制改革和电力科技进步具有重大意义。



跨区省间现货市场框架示意图

主要完成人：

戴 赛，中国电力科学研究院有限公司，副所长，负责项目的总体组织和管理；

郑晓雨，国家电网公司，高级工程师，负责项目的建设模式及方案设计；

丁 强，中国电力科学研究院有限公司，高级工程师，负责项目整体框架设计；

关 立，国家电网公司，高级工程师，负责项目的系统建设；

许 丹，中国电力科学研究院有限公司，高级工程师，参与项目的系统建设。

大规模 MIMO 信道仿真测试平台

中电科思仪科技股份有限公司完成

项目简介：

本项目属于电子与科学仪器技术领域。针对未来移动通信数据流量高速增长的发展趋势，突破了基于 mesh 网络的高速数据传输交互、高线性低噪声大动态范围收发、高稳定度同步时钟发生等关键技术，解决了大规模 MIMO 信道仿真、多通道大带宽射频双向收发、多通道高精度时频同步等技术难题，实现了最大 32×32 的 MIMO 信道仿真，收发隔离度优于 100dB、通道一致性相位同步精度优于 3°。该项目拥有自主知识产权，形成了 MIMO 信道仿真测试平台、无线信道仿真器等系列化产品。综合性能达到国际同类先进水平。已在中电科 29 所、中船重工 722 所等多家单位成功应用，涉及通信、航空、航天等领域，服务于科研、生产、测试、维修保障和计量等环节，实现仿真测试平台的自主可控，经济、社会效益显著。

主要完成人：

该项目主要完成人为中电科思仪科技股份有限公司陈应兵及其项目团队。陈应兵作为项目设计总师，完成总体实施方案设计，实现技术创新突破，形成系列化产品，取得显著效益。



图1 大规模MIMO信道仿真测试平台

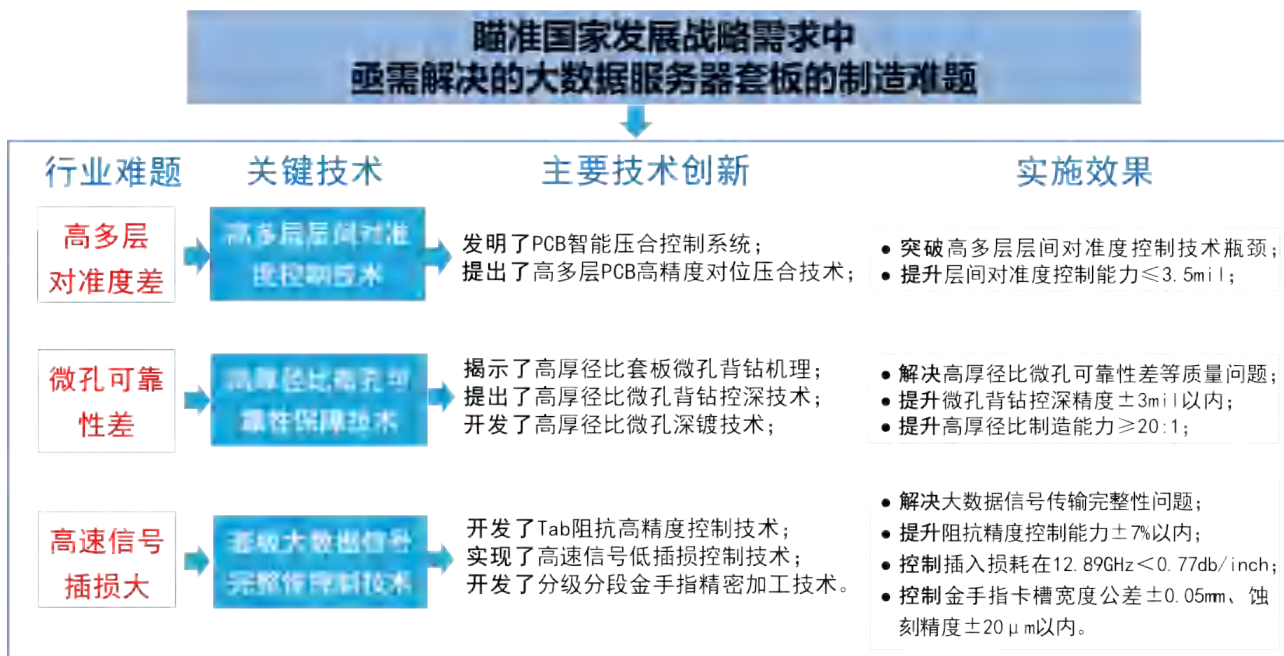
大数据服务器套板的核心技术攻关及产业化

广州广合科技股份有限公司等单位完成

项目简介:

广州广合科技股份有限公司“大数据服务器系统套板的核心技术攻关及产业化”项目经过多年产学研协同创新，突破了高多层板层间压合对准度控制、高厚径比微孔钻削和镀铜、高速信号损耗及高精度 Tab 阻抗控制等关键技术，获得大数据服务器系统套板的稳定的工艺技术，保障了大数据传输及处理海量高速信号的质量、稳定性及可靠性，提升了大数据服务器的整体性能，促进了高端服务器制造国产化进程。

项目经同行权威专家鉴定，技术水平达国内领先。项目授权发明专利 8 项、实用新型专利 15 项；起草制定行业标准 3 项；发表了行业核心期刊发表论文 10 篇；成果主要应用在浪潮、戴尔、联想等全球知名服务器厂商，近两年大数据服务器系统套板产品销售达 19.2 亿元，新增利润 2.3 亿元。



主要完成人:

黎钦源，广州广合科技股份有限公司，高级工程师；

曾红，广州广合科技股份有限公司，高级工程师；

陈世荣，广东工业大学，副教授。

单芯片高集成智能功率模块关键芯片 技术研究及应用

广东美的制冷设备有限公司完成

项目简介：

随着人们对舒适生活环境需求的日益增长，空调系统的节能化和小型化已成为大势所趋，因此对变频系统的关键“心脏”-智能功率模块在高端智能驱动技术、故障检测及保护技术等核心设计等方面提出了更严苛的要求。为此，本项目在高压集成电路保护功能设计、可靠性设计和功率芯片设计三个方面取得重大突破，解决智能功率模块抗干扰能力不足，保护环节缺失等问题，实现功率模块及空调产品可靠性提升，解决了芯片的“卡脖子”技术，推动集成创新及产业化，有力推动功率半导体产业高质量发展。项目整体技术达到国际领先水平，同时项目累计申请专利 83 项，其中发明专利 57 项，获授权专利 31 项，其中发明专利 5 项。发表论文 2 篇。产品上市两年来，新增产值上亿元，有力推动功率半导体产品在空调产业的应用。

主要完成人：

张 翹，毕业于北京航空航天大学，现为美的集团功率半导体公司总经理。为本项目负责人，推动了技术转化应用及产品产业化。

刘利书，博士毕业于中科院，香港中文大学博士后。负责项目中的高压集成电路 HVIC 设计、功率器件 IGBT 设计。

兰 昊，博士，负责项目中的高压集成电路 HVIC 设计。

魏调兴，博士，负责产品流片工艺的对接与沟通，推动产品产业化。

苏宇泉，博士，负责产品的性能测试，推动产品产业化。

刘东子，博士，负责产品的封装工艺研究，推动产品产业化。



图1 芯片的模块封装效果图



图2 芯片的模块封装实物图

氮化镓基紫外发光和探测器件关键技术与应用

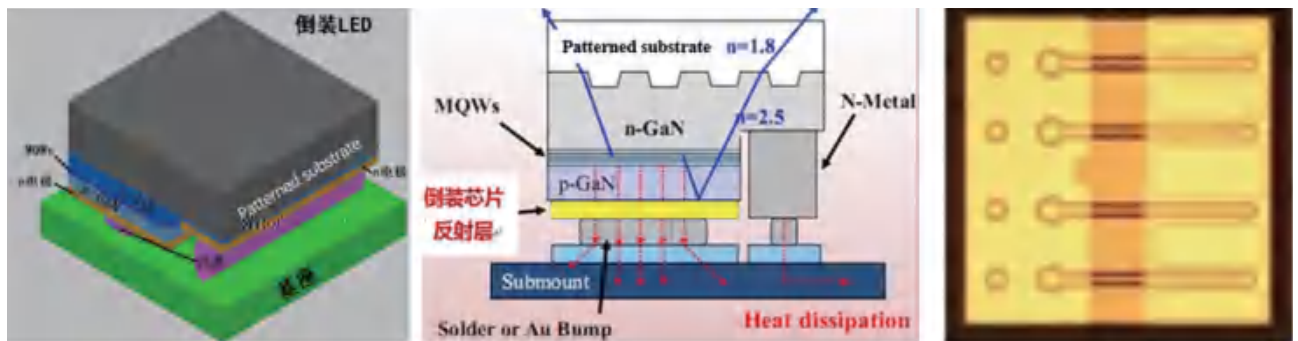
中国电子科技集团公司第三十八研究所等单位完成

项目简介：

本项目由中国电子科技集团公司第三十八研究所、江南大学和江苏新广联科技股份有限公司相关团队联合研发完成。项目通过 GaN 基图形化衬底制备关键技术的研发，结合选择外延生长技术和新型光电器件结构设计，改进材料制备技术和发展新的器件加工工艺，实现在 GaN 基紫外 LED 芯片和紫外光电探测器领域的自主创新，成功应用于紫外 LED 固化光源模组和高精度太阳紫外辐射监测系统。项目实施过程中已取得多项创新性成果，已授权核心发明专利 6 件，解决了 III 族氮化物材料在光电器件应用中存在的关键瓶颈问题，为高性能的 GaN 基紫外发光和光电探测器件的大规模、低成本、高质量开发和生产提供了重要技术支持，对提升我国宽禁带半导体光电器件产业的整体竞争水平有着重要的现实意义和社会效益。

主要完成人：

谢峰、杨国锋和王俊作为项目的负责人和主要参见人员，对项目的整体实施方案，实施计划、关键技术攻关及具体应用等方面做出了大量卓有成效的工作。



低温接收机关键部件设计、制造、 检验系列标准制定

中国电子科技集团公司第十六研究所完成

项目简介：

中国电子科技集团公司第十六研究所在低温接收机产品标准化工作中，以解决探月工程用低温接收机关键部件缺少相关技术标准的现状为创新出发点，通过标准制定项目的实施，应用成熟的技术积累，对相关工程经验进行总结，规范了超导滤波器、低温低噪声放大器等低温微波器件的设计、测试与试验方法，形成电子行业标准，建立健全低温接收机产品标准体系，保证了产品质量水平，促进了低温电子与超导电子先进技术的推广应用。



图1 项目团队



图2 中国电子科技集团公司第十六研究所

主要完成人：

纪 斌，正高级工程师，从事低温电子与超导电子产品标准化工作，组织申报并完成了《低温接收机关键部件设计、制造、检验系列标准制定》项目，曾获国防科学技术进步奖三等奖 1 项，中国电子科技集团公司科学技术奖二等奖 2 项、三等奖 1 项。

电子信息系统健康管理通用平台及关键技术

中国电子科技集团公司第十四研究所等单位完成

项目简介:

本项目瞄准以雷达为代表的复杂电子信息系统智能化健康管理需求，提出高内聚、低耦合嵌入式健康管理软件通用平台架构，研制了全功能要素健康管理集成开发平台，实现与装备产品的一体化协同设计。发明了一种基于有向图的故障传递模型构建方法、基于边界扫描测试的数字电路故障在线诊断技术以及数据驱动的健康信息实时处理技术，实现了雷达关键件的健康数据精确特征提取、故障动态诊断、在线精确隔离和性能自适应预测。

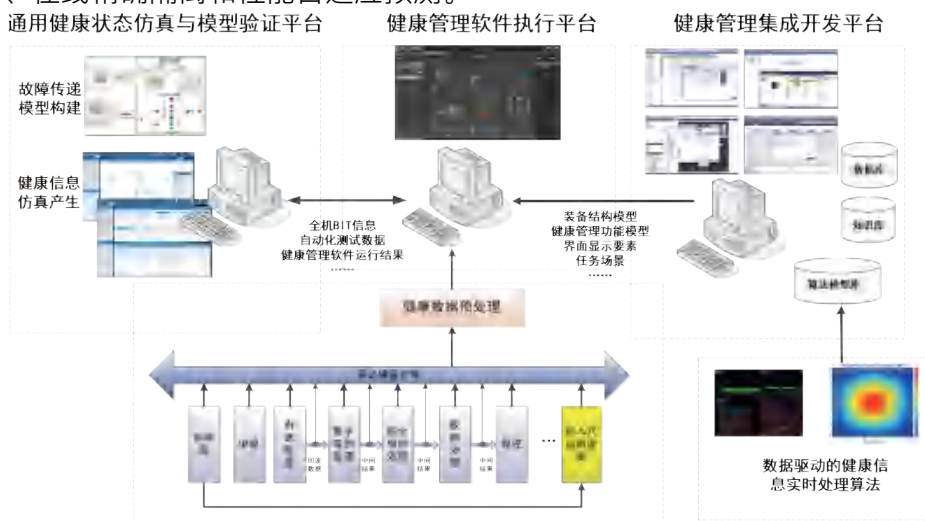


图1 项目研究体系

本项目整体技术水平国内领先、国际先进。项目成果应用于军民用多领域雷达产品的健康管理。部署于大兴国际机场相控阵天气雷达，实现了全天候高可靠运行，保障了民航安全。

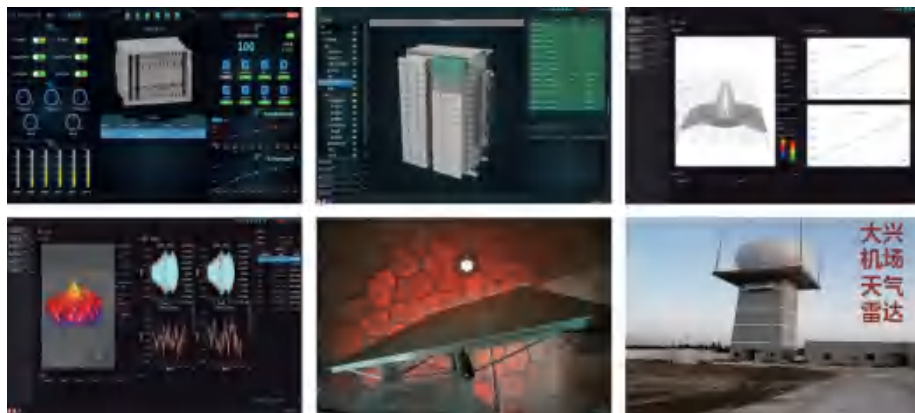


图2 成果应用情况

主要完成人:

吕永乐，博士学历，中国电子科技集团公司高级专家、测试与健康管理工作专业技术领军人，集团和电子科技大学硕士研究生导师。

多芯单模光纤扩束连接技术及其应用

中国电子科技集团公司第二十三研究所完成

项目简介:

该项目针对多芯单模光纤快速连接、旋转连接、耐灰尘连接的难题，在二维光纤准直器阵列、精密准直光路封装、柔性浮动行星齿轮传动、光纤扩束连接结构及加固方式等方面取得了突破，应用于扩束连接器和旋转连接器等。该项目已获发明专利 3 项，实用新型专利 6 项，论文 2 篇，电子行业标准 3 篇，国家军用标准 4 篇，该项目达到国际先进水平，完全自主可控。该项目已应用于各光网络、通信车、指挥车、雷达车、系留浮空平台、收放绞车等领域，取得显著的经济效益。该项目产生了显著的军事和社会效益，推动了光电子器件（光无源器件）行业的进步，改变了核心技术和器件受制于国外的状况。

主要完成人:

王芳，总体负责和二维光纤准直器阵列技术，邮箱:84883738@qq.com, 电话:15800537421;

林传峰，精密准直光路封装技术;

黄骏，柔性浮动行星齿轮技术;

张磊，光纤连接器加固;

吕姣姣，光纤扩束连接器技术。



图1 多芯单模光纤扩束旋转接头及应用



图2 多芯单模光纤扩束连接器及应用

高可靠低碳化城市配电网运行控制 关键技术与工程应用

广西电网有限责任公司南宁供电局等单位完成

项目简介：

本项目以城市配电网运行的高可靠、低碳化、优调控为目标，攻克了配网拓扑架构与自愈、多异质能源并网与协同、配网智能运检与调控三大关键核心技术。提出了“双环网+主干配”的三层双环城市配电网架构及其保护控制技术，发明了城市配电网多能耦合系统的协同控制技术，提出了关键节点全状态信息感知的配网智能监测与全景调控技术。

项目研究成果成功应用于广西自由贸易试验区智能电网建设，所研发设备和平台成功推广至多个地区电网，新增销售 2.48 亿余元、利润 0.22 亿余元，为我国“双碳”达标、广西自贸区实现高速发展提供有力支撑。

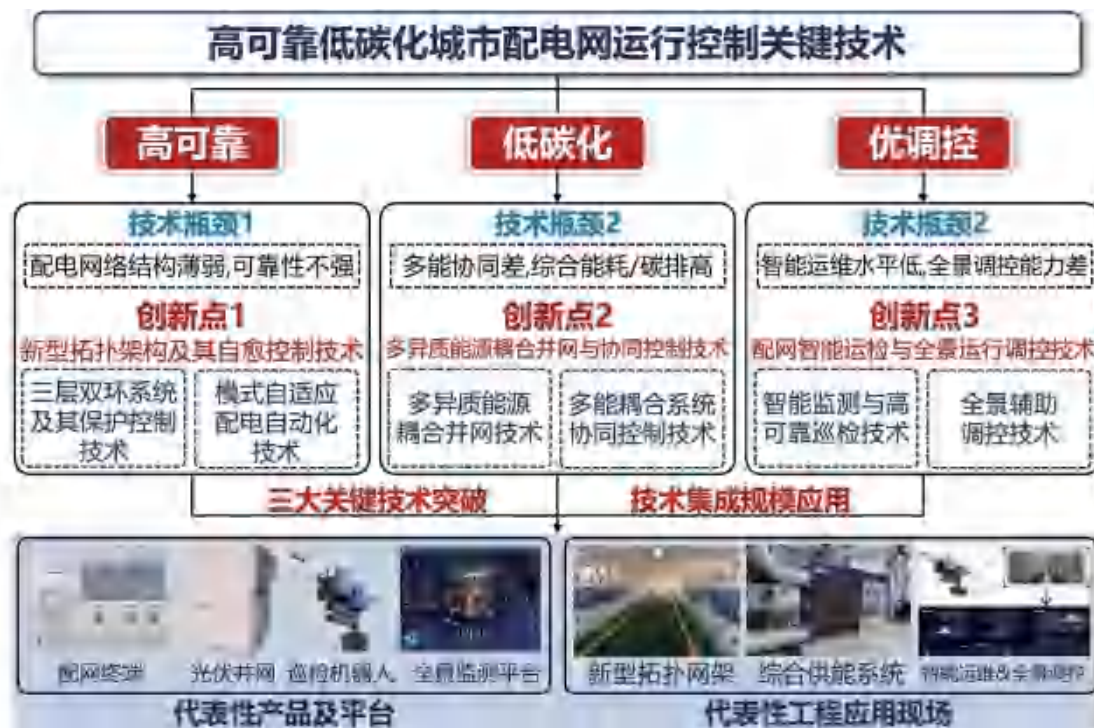


图1 项目技术路线图

主要完成人：

鲍海波，男，1988 年出生，工学博士，高级工程师。研究方向是电力系统电压稳定、最优潮流等。主持或参与科技项目 20 余项；发表论文 50 余篇，SCI/EI 检索 30 余篇；申请专利 40 余项，已授权 20 余项；以第一完成人获得省部级科技奖励多项；担任 10 余个国内外重要期刊审稿人。

高可靠微波固态系统技术与应用

中国电子科技集团公司第十三研究所完成

项目简介:

高可靠微波固态系统主要应用在空间站交汇对接、深空探测、火星探测、航天测控等领域。项目提出了一种超宽带固态微波系统集成技术，采用 BGA 植球工艺实现了宽带微波垂直同轴互联，研制出 0.38–40GHz 超宽带微波系统；采用激光焊接熔深精准控制技术和新型软钎焊技术实现了大尺寸组件级封装产品气密封， $200 \times 200 \times 25 \text{mm}^3$ 箱体密封性 $\leq 1.013 \times 10^{-3} \text{Pa} \cdot \text{cm}^3/\text{s}$ 。研制出微波固态系统温度分布检测用显微红外热像仪校准用靶标，把微波系统显微红外热像测量不确定度降低至 $U_{\text{rel}}=0.8\%$ ($k=2$)。

项目共形成已授权发明专利 2 项、实用新型专利 1 项，软件著作权登记 3 项，发表论文 10 篇。相关产品已成功应用于宇航、机载等重点工程中，数量 3300 余套，产值 4.58 亿元，产生了良好的社会和经济效益。

项目主要完成单位是中国电子科技集团公司第十三研究所，制定了项目研究路线、研究方案、研究计划，为项目研究提供全面保障。主要完成人是张越成，提出了高可靠超宽带固态微波集成系统设计思路，组织开展可靠性设计与验证工作，突破多项关键技术。

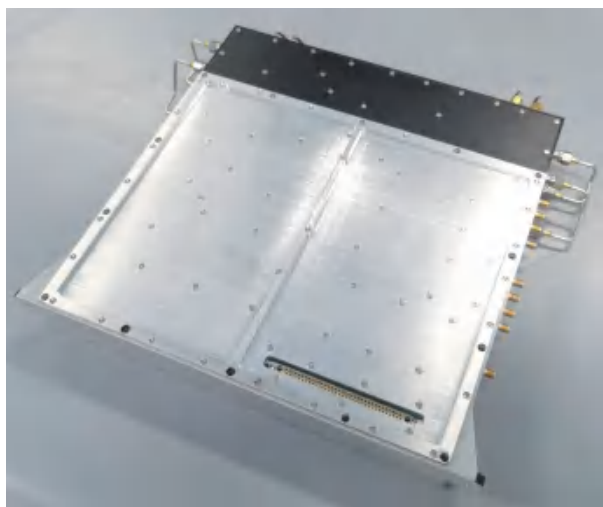


图1 星用高可靠Ka波段收发系统



图2 高可靠超宽带微波固态系统

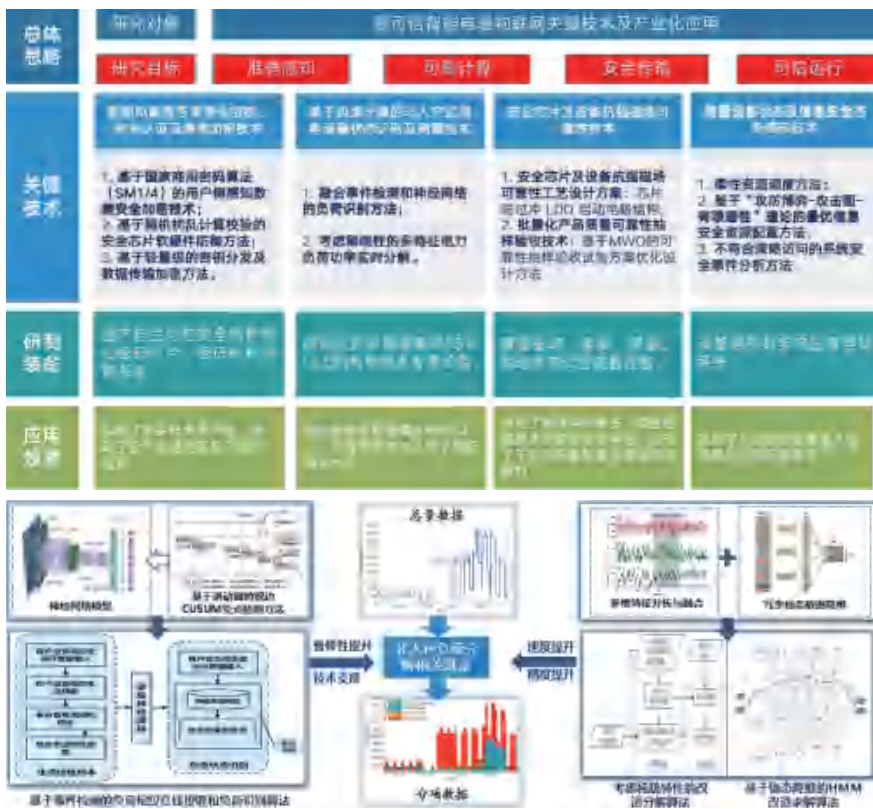
高可信智能电能表物联网 关键技术及产业化应用

广西电网有限责任公司等单位完成

项目简介：

针对智能电能表物联网存在终端信息安全保护缺乏、设备可靠性不高、边缘计算能力不足的问题。团队经过多年攻关，以“安全、可靠、准确”为目标，突破芯片化保护技术、深度感知技术、设备高可靠技术以及设备状态感知技术，研制了成套设备及系统，建立从电能表、终端、通讯到系统的体系化保障，实现用户状态可信感知、计量装置安全可靠、数据安全认证受控以及信息系统稳定安全。

成果产业化显著，开创了新型装备品类，带动上下游生产企业产品升级迭代，同时为优化营商环境和政府精准施策提供了技术支撑，社会效益显著。



主要完成人：

- 杨舟，广西电网有限责任公司，高级工程师，总体负责，负责安全芯片及计量设备可靠性技术；
- 蒋雯倩，广西电网有限责任公司，高级工程师，负责用电设备深度感知技术；
- 肖勇，南方电网科学研究院有限责任公司，教授级高工，负责安全芯片加密技术；
- 李彦夫，清华大学，教授，负责海量设备健康状态及信息安全态势感知技术。

工业组态系统信息安全漏洞挖掘平台

工业和信息化部电子第五研究所完成

项目简介：

该平台可适配 Modbus 等现场总线协议，并能支持其它常见总线协议及私有工业控制现场总线协议的模糊测试，有效解决了漏洞挖掘工具适配单一现场总线的局限性问题，在漏洞挖掘工具的协议适配覆盖面方面，具有显著的先进性。通过引入遗传算法优化模糊测试数据生成，该平台除了可挖掘传统的溢出类错误外，还有效支持挖掘后门漏洞以及访问控制绕过等逻辑错误，并能准确发现多条件触发漏洞，强化了测试的针对性及测试代码的覆盖率和深度，有效提升畸形输入数据覆盖所有分支代码的检测能力，成果经鉴定为国际先进水平。

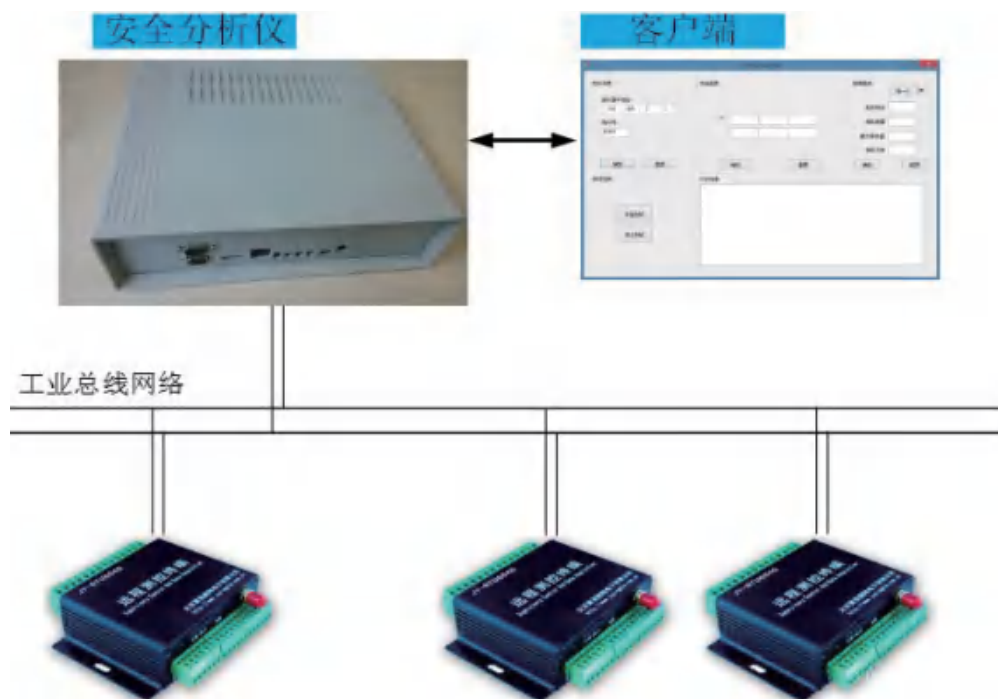


图1 工业组态系统安全测试设备

主要完成人：

工业组态信息安全漏洞挖掘平台第一完成人为刘杰，团队成员包括：李丹，云雷，金先涛，吴波等，该团队研制了工业组态系统漏洞挖掘平台，设计了工业组态系统模糊测试用例生成方法，采用智能算法提高模糊测试效率，将遗传算法应用在测试用例生成中，包括测试用例的编码方法，遗传算法在测试用例生成中的选择、交叉、变异三个基本算子，测试用例评价指标和计算方法等，解决了现有模糊测试方法在生成测试数据阶段具有较大的随机性，在测试针对性、测试代码覆盖率和测试代码深度等方面存在的不足。

基于广域量测的规模化新能源电网稳定分析及量化评估技术

国网辽宁省电力有限公司等单位完成

项目简介：

该项目由国网辽宁省电力有限公司研发团队牵头，东北电力大学、北京四方继保工程技术有限公司等单位共同参与，形成了良好的产学研用一体化成果研发及转化机制。

该项目针对大规模新能源电源并网带来的电网运行特性复杂化、特征失典型化、低频振荡风险升高、次同步振荡易发等问题，研究了不依赖于模型参数的电网暂态稳定、低频振荡及次同步振荡在线监测分析技术，提出了基于动势能转换原理的电网稳定及振荡分析方法，研制了基于广域量测的电网稳定监控平台，攻克了能量函数法工程应用、多机信息互证等关键难题，实现了电网稳定控制由离线决策向在线决策的转变，提高了电网资源利用率。经中国电子学会鉴定认为：“项目成果整体技术达到国际先进水平，在广域量测数据同步及稳定分析与在线评估应用技术方面达到国际领先水平”。

主要完成人：

该项目主要完成人刘凯、蔡国伟、崔岱等均为各自单位的学术带头人，整个研发团队由国网辽宁省电力有限公司牵头，团队在大电网运行管控能力及风险辨识能力，保障火电机组稳定调峰及新能源机组可靠发电，服务地区经济发展、促进新能源消纳方面完成了多项重要理论成果及应用转化。

基于数字孪生的电能表质量基础优化 关键技术及产业化应用

中国电力科学研究院有限公司等单位完成

项目简介：

智能电能表是电力交易的核心装备，其质量关乎交易双方切实利益。本项目针对电能表质量提升问题，以全行业协同模式开展基于数字孪生的电能表质量基础优化关键技术研究，全面布局电能表“设计—制造—检验检测—现场运行”等关键生命周期节点的技术革新，以数字孪生技术为基础，优化电能表功能与性能，创新性提出基于数字孪生技术的电能表质量一致性评价方法和多目标质量稳健性设计方法；研制了支持停电上报、远程校时等优化功能的电能表，设计了面向现场故障分析的多因素故障激励方法及系统，涵盖静电损伤检测、上下电性能检测及综合性能评价测试；提出基于数据监测的智能电表现场误差异常的识别方法，建立了智能化现场作业管理系统及电能表典型故障分析与处置系统，全面实现了电能表的功能升级与质量提升，经济和社会效益显著。

项目授权发明专利 16 项，发表高水平论文 12 篇，制定标准 3 项，出版专著 3 部。经中国仪器仪表学会组织鉴定，项目成果达到国际领先水平。成果已在十余家电能表制造企业推广应用，直接经济效益超 7.3 亿元，实现利润约 1.8 亿元；多家省市电力公司应用项目成果对辖内电能表开展质量监测与运行评价，有效减少电能表运行故障，降低现场运维成本，产生间接经济效益达 1260 万元。

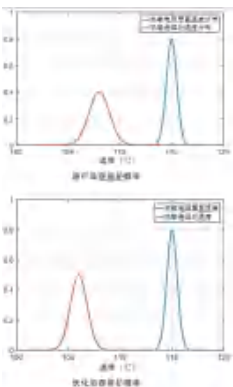


图1 电能表数字孪生模型及优前后化后指标

图2 新型智能电能表

图3 电能表多因素故障激励检测

主要完成人：

郑安刚，中国电力科学研究院有限公司院高级技术专家，教授级高级工程师，项目负责人；

李文文，国网冀北电力有限公司营销服务中心，高级工程师，负责电能表质量一致性评价关键技术研究；

刘兴奇，中国电力科学研究院有限公司研发工程师，高级工程师，负责电能表检验检测及数据分析技术研究。

面向复杂场景的多层云与云簇架构 关键技术与应用

中山大学等单位完成

项目简介：

本项目着眼于目前云计算技术所要面对的复杂场景与现实困难，运用人工智能知识工程技术，解决一系列核心关键问题。针对多样性垂直领域的需求，研发新型面向多样性垂直领域的基于软件定义与容器多层云架构。针对效率敏感领域的需求，发明了面向效率敏感领域的基于云簇分布式云服务架构。本项目研制了以“云暉”为品牌的新产品 5 项，具体包括分布式云系统、融合计算平台、云资源调度平台、云实验管理平台、云桌面网关接入系统。实现了面向多样性垂直领域应用、面向效率敏感领域应用、面向疫情防控特殊场景的整体应用。本项目主要完成单位的相关产品与服务新增销售额 22068.73 万元，新增利润 1997.87 万元。本项目成果获授代表性国家发明专利 8 项，全部已获授权国家发明专利共 13 项。获授代表性软件著作权 2 项，全部获授软件著作权共 12 项。发表代表性论文专著 5 篇，发表全部高水平论文共 25 项。参与制定国家标准 4 项、行业标准 1 项，以上 5 项标准都已发布实施。出版教材和专著 3 部。

主要完成人：

万海，中山大学计算机学院博导、副教授。长期坚持人工智能基础理论和形式化方法研究，取得系统性研究成果。不断拓展软件工程、自然语言处理等研究领域，取得代表性成果。近五年以第一作者发表 CCF-A 类论文 8 篇，以通讯作者发表 CCF-A 类 7 篇，教学论文 2 篇。获国家发明专利 5 项、公开 12 项。参与制定国家行业标准 4 项。主持国家自然科学基金（面上）2 项，国防项目 3 项（国防重点项目 1 项，任首席科学家），省前沿与关键技术项目 2 项，国家重点研发子课题 1 项，省、市基金各 1 项。近五年科研经费 3474 万。IEEE、ACM、中国计算机学会、中国电子学会、中国人工智能学会、广东省计算机学会高级会员。担任任中国计算机学会人工智能与模式识别、形式化方法、理论计算机等三个专委会执行委员，中国中文信息学会知识图谱与计算专委会执行委员。担任多个 CCF-A 国际期刊与会议的高级评审人。

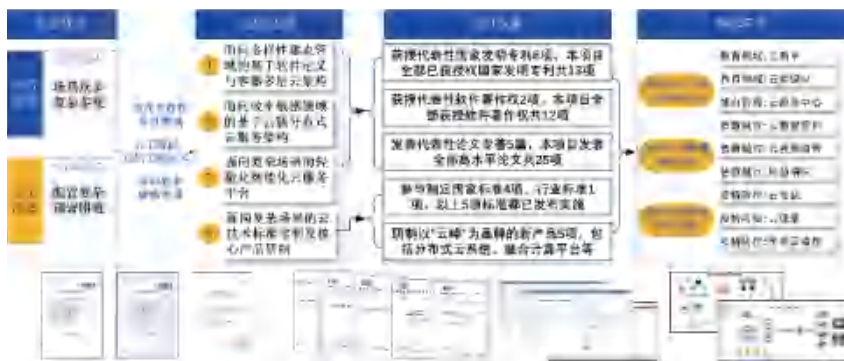


图1 面向复杂场景的多层云与云簇架构关键技术与应用

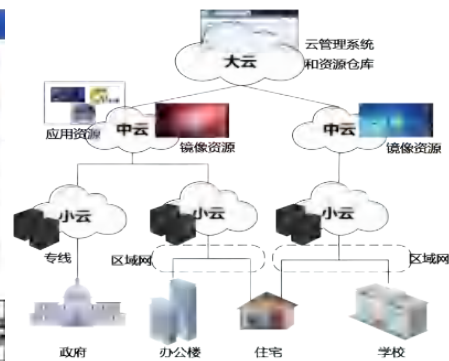


图2

面向复杂社会系统推演的社会计算研究与应用

中国科学院自动化研究所等单位完成

项目简介：

大数据和人工智能技术的突破，为复杂社会系统治理研究与实践提供了新的视角、理论范式和技术手段。面向国家在社会治理方面的重大需求，项目研发了“基于内容与结构融合分析的认知理解技术”、“主题深度分析技术”和“复杂社会场景自主推演方法与平台”三大技术体系和应用平台（见图1），在全国“两会”和新冠疫情期间，对社会关注度高的政策文件、专项工作的网络舆情反映进行推演预判，为政策出台和工作推进的响应工作、舆情应对提供了科学依据，为营造平稳良好网络环境提供了有力支撑。

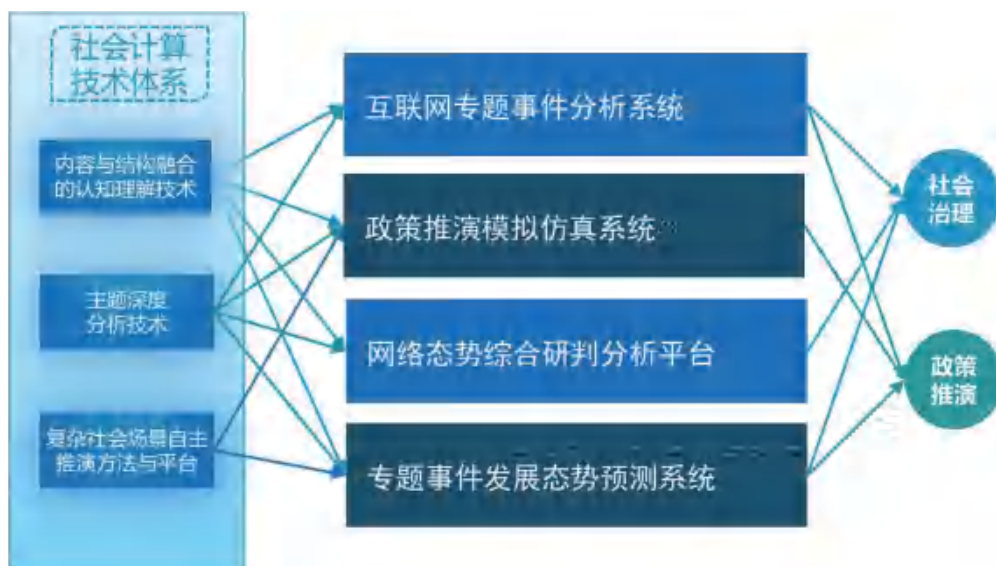


图1 项目构建的社会计算体系及应用方向

主要完成人：

曾大军，男，中国科学院自动化研究所副所长，研究员，主要研究领域包括安全信息学、社会计算和传染病信息学；

张丽，女，国家计算机网络与信息安全管理中心副研究员；

刘春阳，男，国家计算机网络与信息安全管理中心高级工程师。

面向交直流混联大电网的新一代云架构联合 应急演习关键技术与应用

中国电力科学研究院有限公司完成

项目简介：

项目提出了基于云架构的多级电网调控联合应急演习系统的整体方案，提高了联合演习的经济性和高效性；提出了适用于多级电网调控联合演习的时空模型管理技术，大幅度提升了联合演习模型的时效性和一致性；研发了首套基于云架构、时空模型快速精准应急演习系统，提升了联合演习的快速性和智能性。经院士鉴定，该系统整体技术已达到国际领先水平。

项目成果已成功应用于福建、天津、冀北等多家单位，成功支撑了国庆 70 周年保电、极端天气保电、迎峰度夏等上千次联合演习，极大提升了电网调控人员应对突发故障的联合处置能力，有效缩短了停电时间，保障了大电网安全稳定运行。十四五期间项目成果将在省级及以上电网统一推广，由各级电网独立建设转为集中建设模式，预计可节约建设费用 18 亿左右。



图1 系统整体架构



图2 系统首页

主要完成人：

王磊，中国电力科学研究院优秀技术专家，长期从事调度自动化系统和高级应用软件研发。

面向能源互联网的多能信息智能感知 关键技术、设备研制及应用

国网福建省电力有限公司营销服务中心等单位完成

项目简介：

该项目突破能源互联网的多能信息智能感知关键技术，在网络层、平台层、应用层方面取得重大突破并实现规模化应用，创新形成高速低功耗无线通信技术、率先研发电力线宽带载波盲区通信技术、首次提出客户侧能源量测领域基于面向对象的应用数据交换协议、发明客户侧能源互联网高效用能关键技术，攻克了现有系统在通信、感知、数据挖掘等方面难以满足新形势下各类业务需求的难题，实现多种感知设备高效、灵活接入，并形成安全、可靠、经济的高效用能管理体系。项目成果有很强的技术创新性与工程实用性，已成功应用于电力公司、水务公司、高等院校、医疗机构、地产公司、设备厂商等，近三年，新增销售额 71.05 亿元，新增利润 10.72 亿元，经济和社会效益十分显著。



图1 集群型混合网络



图2 组件化协议库架构

主要完成人：

赖国书作为本项目总负责人，负责项目管理工作，组织实施项目研究，提出基于面向对象的应用数据交换协议，指导基于 LoRa 无线技术的集群组网、宽带载波盲区通信和客户侧高效用能关键技术研究。夏桃芳、高琛、陈顺飞、丁忠安作为主要负责人，负责整体协调、管理、研究工作。

面向探月工程航天任务的虚拟仿真支撑平台

浙江大学完成

项目简介:

本项目围绕我国探月工程的研制需求，构建了一个地外天体虚拟仿真平台，该平台提供了几何建模、物理仿真、GPU 计算加速、实时绘制等功能模块，其主要特点包括：架构灵活、易于集成、提供基于星历的天体环境构建、适用于月面及在轨虚拟环境的建模、仿真与绘制，月面探测器关键部件的机构运动仿真模拟、基于 GPU 加速的碰撞检测、基于 3D 视觉的全景图自动拼接、相机成像分析、外部 CAD 模型导入与轻量化等。

基于上述技术研发的“相机视景仿真分析平台”、“在轨探测效果仿真分析系统”、“天体成像目标搜索及仿真系统”、“探测器飞行全过程任务数学仿真模块”和“嫦娥五号月面全景图生成系统”已经成功应用于探月工程三期地月高速再入返回飞行任务(2014年10月)、嫦娥五号月面自动采样返回任务(2020年12月)，实现了航天器在轨成像效果的1:1仿真，完成了嫦娥五号着陆器和上升器的月面全景图生成，填补了国内相关领域的技术空白。

主要完成人:

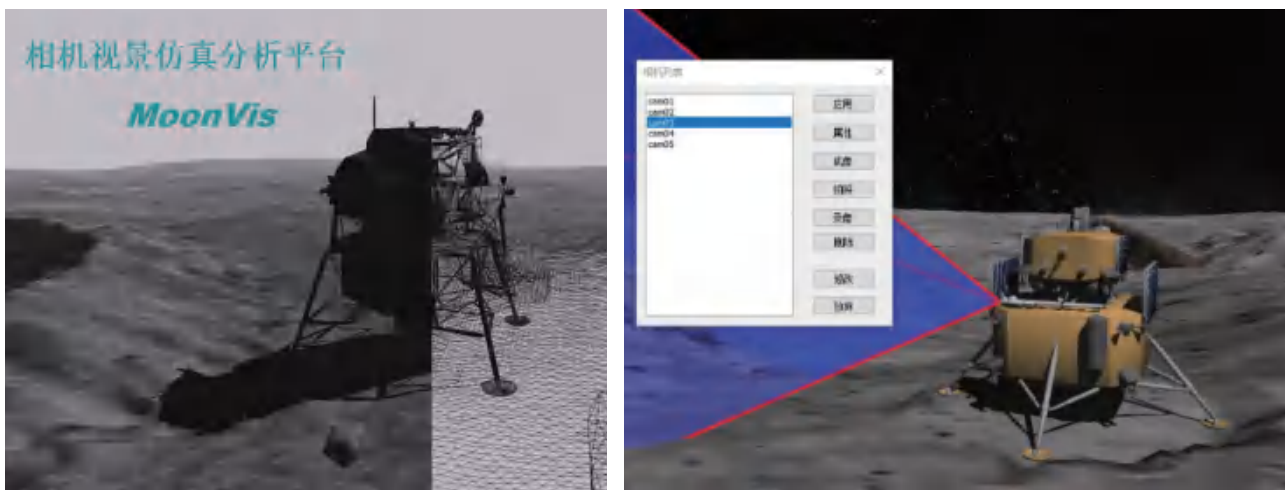
孙守迁，浙江大学，教授，项目总体负责人；

唐敏，浙江大学，教授，负责系统的总体技术研发；

顾征，北京空间飞行器总体设计部，研究员，负责技术设计及应用示范。

联系人:

张克俊，浙江大学，教授，负责月面自拍全景图生成技术研发。



面向智能公交的 5G + 北斗精准定位 关键技术研究及应用

深圳华大北斗科技有限公司完成

项目简介：

本项目创新性的研发了一种低成本、小型化、低功耗北斗 + 5G 解决方案，通过试点实现了深圳巴士集团全场景覆盖的高精度定位应用。本项目公交车载 5G+ 北斗精准定位终端设备采用华大北斗自主研发的全系统多频低功耗 GNSS 芯片，支持北斗三号卫星信号体制，高精度定位以及卫惯导融合技术，在 SoC 芯片关键技术、算法及实践中均有创新性的研发和应用成果。特别是其创新性的开发了单 GNSS 芯片双频 RTD + 惯导紧组合定位算法，极大地提升了定位精度。

同时，5G + 北斗高精度定位的创新性应用更进一步推动了深圳巴士集团管理规范化、运行监管自动化，提高了公交运输服务与安全管理水平，提升了交通及安全智能查控能力。

本项目芯片级产品解决方案主要应用在深圳巴士集团公交车辆的高精度定位设备中，在试点应用阶段，计划装车 90 台，形成的经济效益达 200 万元。深圳巴士集团生产运营车辆约 1.9 万辆，将通过本次试点在全集团开展应用，预期经济效益将达 4.2 亿元。同时项目将为深圳巴士集团节约运营成本过亿元。项目后续规模化应用后，预计每年可形成上亿元的直接产值，年销售收入过亿元，年税收过千万，可给辖区政府增加大量财政收入，为提高当地经济总量做出贡献。

北斗精准定位技术的应用，极大地推动了公交领域新型服务能力的建设和完善，减少了交通事故的发生，助力了智慧城市的建设。

主要完成人：

本项目中于洪涛为项目负责人，负责该项目总体研发设计方案及策划；张顶林主要负责对北斗高精度定位服务应用市场的前期需求调研分析、项目应用推广等工作；孙中亮负责本项目 5G+ 北斗精准定位终端总体规划、方案设计及关键节点把控；张伟在本项目中主要负责完成 CORS 站数据在芯片中的解码和使用，实现 RTD 定位；梁佳祥负责项目前期市场需求调研分析，参与项目方案制定及芯片可行性方案评估，应用方案设计及测试。



融合安全预警的车 - 云数据交互协同的电池控制关键技术与应用

中国第一汽车股份有限公司完成

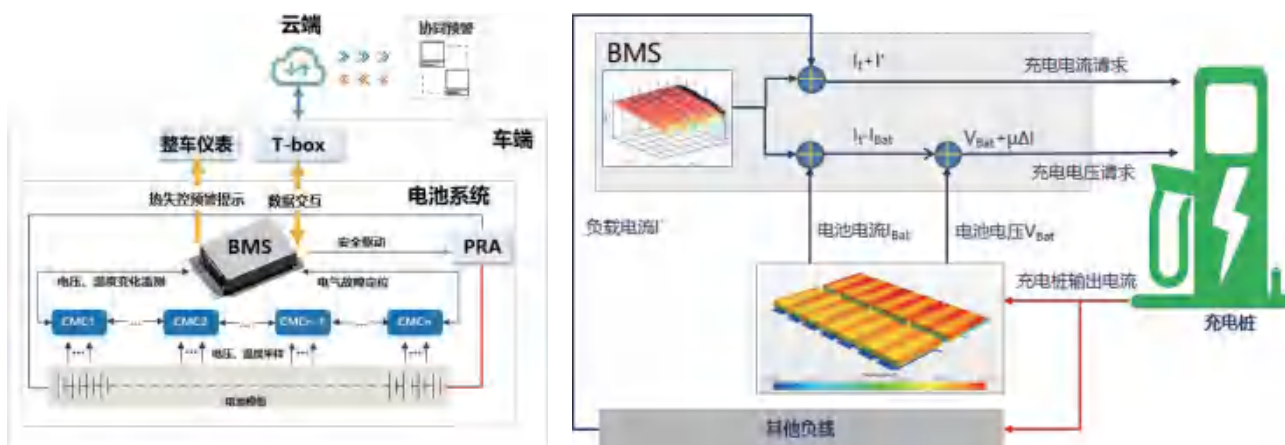
项目简介：

项目在国家 863 计划和一汽重点产品项目与技术创新项目的支持下，攻克了车 - 云协同、高效充电与热管理、安全预警等电控关键技术难题，主要创新内容包括：

- 1) 创新地开发了面向用户需求的车 - 云数据交互协同的电池管理技术，提升了控制功能的可靠性、模块的可扩展性，实现了电池全生命周期全工况下电池容量的精准估计。
- 2) 全温度范围充电及热管理系统最大利用率的控制技术，提升了在全工作温度范围内的电池温度预测精度及能量利用率，实现充电系统与热管理系统效率最优。
- 3) 系统性发明了融合梯度故障诊断与异常产热特征参数的车 - 云安全预警技术，解决了单一处理措施存在限制不足导致电池性能衰减，或控制过度导致影响用户体验甚至运行安全的问题，提升了热失控预警的可靠性及场景覆盖度。

主要完成人：

刘轶鑫，一汽电池管理系统开发主任，项目负责人，负责本项目电池管理系统核心算法开发、电池安全预警功能设计及车 - 云交互功能总体方案设计。



天翼云存储网络 OOS 及规模应用

天翼云科技有限公司完成

项目简介：

“天翼云存储网络 OOS”由天翼云科技有限公司自主研发，是不基于任何开源存储的云存储服务。本项目结合中国电信丰富网络资源优势，将全国各省的资源池连接成网，形成支持就近读写的高性能存储网络。其设计特点在于：

- 1、读写延时极低，同时保证强一致性；
- 2、全局统一管理，无需维护对象与资源池的映射关系，极大降低了上层应用开发难度；
- 3、充分整合并利用分散、空闲的存储资源，降低运营成本；

本项目已服务超万家企业用户，覆盖全国各省份，行业包含政府、建设、医疗、媒体、安防、教育等，单容器实存数据规模 EB 级，可用性连续 2 年以上超 99.995%/ 周水平。

本项目创新点：

- (1) 业内首次提出并实现了内容存储网络
- (2) 提出并实现了全局共享的元数据环技术
- (3) 提出并实现了元数据热备技术
- (4) 提出并实现了具有“异地多活”特性的高可用数据存储模型
- (5) 提出并实现了可适配用户需求的数据交付模型
- (6) 提出并实现了支持 SMR 的文件系统
- (7) 提出并实现了磁盘全生命周期管理模型
- (8) 自创了冗余存储数据持久性计算理论模型

主要完成人：

江 峰，中国电信集团有限公司云计算首席专家，提出并实现内容存储网络，系统整体架构设计；

董昌坤，提出并实现可适配用户需求的数据交付模型；

余尔东，提出并实现磁盘全生命周期管理模型；

魏 玮，负责系统设计以及质量控制；

林 叶，负责系统环境及网络架构设计以及运行维护质量保障；

赵文韬，负责 SMR 的文件系统 KVDisker 的设计与开发。



天翼云存储网络OOS

无纸化智能辅助办案系统

太极计算机股份有限公司完成

项目简介:

该项目属于大数据与人工智能领域。

系统在全类型案件要素体系构建和文书智能等方面进行了大量研究和技术创新，贯穿于案件立案、案件审理合议、案件执行、案件结案、案件归档等整个办案流程中，形成以智能服务为核心，以一体化的数据资源体系为基石，通过电子卷宗系统、多元化纠纷系统、鹰眼查控系统全面打通民事、刑事、行政诉讼等各类案件立案、审判和执行全流程，通过创新的要素式无纸化司法办案模式，显著提高司法效率和司法质量，有力保障司法的公平与公正，取得很好的社会和经济效益。

系统自 2019 年 7 月起在最高人民法院、深圳中院及下辖基层法院等地市进行了深入应用，在全国率先实现了一次扫描、全办案流程共享的卷宗共享新模式，对智慧法院的建设起到了引领性先行示范效应。

主要完成人:

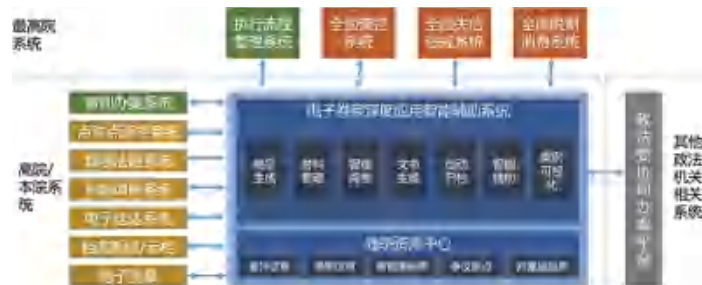
万玉晴，高工，项目总体负责；

衣永刚，负责系统的微服务架构设计及法院云资源管理技术；

王 霄，负责案件要素体系构建及提取模型的攻关；

聂耀鑫，高工，负责全流程裁判文书辅助生成技术攻关；

张 娟，负责智能判案模型的构建。



与各类外部系统开放对接，实现案件信息、卷宗信息实时同步。

图1 系统总体图

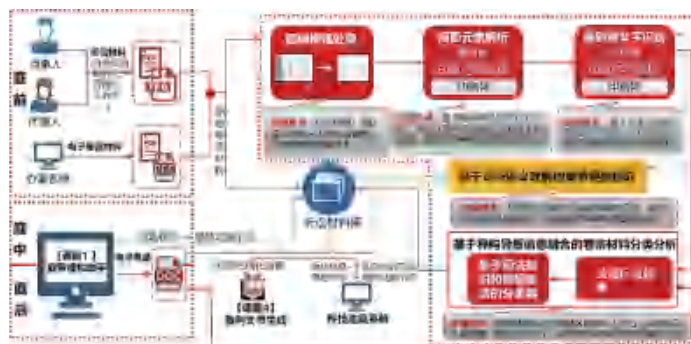


图2 卷宗要素信息提取技术路线图

长城新一代国产化计算机安全可信技术创新及规模应用

中国长城科技集团股份有限公司完成

项目简介：

自主安全计算机技术及产品是保障国内网络信息系统“本质安全”的必由之路，中国长城科技集团股份有限公司基于 PKS 技术体系（国产飞腾 CPU，麒麟 OS）研发的《长城新一代国产化计算机安全可信技术创新及规模应用》项目，是以维护国家网络信息安全为使命，全力打造我国数字经济的“安全底座”。

创新技术主要包括：提出了一种具有内置可信的计算机系统架构，进行了可信固件设计及安全内存机制设计；提出了一种适应飞腾平台的硬盘加密技术，设计了 BIOS 解密技术、硬盘安全擦除技术及防盗自毁技术；设计了飞腾平台的人脸、指纹及指静脉等生物综合识别技术及快速开机技术；设计了飞腾平台的固件冗余、通用接口的总线协议调试及电池最大容量满足度检测技术等，提升了计算机系统稳定性和可用性。

主要完成人：

刘全仲，中国长城科技集团股份有限公司，正高级工程师，总负责人；

林俊，中国长城科技集团股份有限公司，高级工程师，产品负责人；

陈明，中国长城科技集团股份有限公司，工程师，产品规划；

杨鼎，中国长城科技集团股份有限公司，工程师，技术开发；

张思栋，中国长城科技集团股份有限公司，高级工程师，技术负责人。



图1 PKS整机技术架构及攻防安全效果



图2 项目主要产品

智慧矫正一体化平台与装备

中国电子科技集团公司第十五研究所完成

项目简介:

项目属于司法社区矫正业务领域，充分应用大数据和人工智能技术，历经7年研究和项目实施，在“智慧矫正信息化体系架构、多生物特征融合比对识别和行为追溯方法、法律文书智能识别和自动组卷方法、关键数据存证和治理方法”等4个方面取得重大技术创新，总体技术达到国内领先和国际先进水平。

项目总投资额2419万元，近三年经济效益总额近1.6亿元。未来五年，全国智慧矫正领域具有百亿级市场规模，依托项目形成智慧矫正一体化平台和4大装备，面临广阔的市场空间。

主要完成人介绍

项目第一完成人吴卫荣，中国电子科技集团公司第十五研究所研究员，长期从事信息化顶层设计、信息系统分析与设计工作，司法领域业务专家，科技部国家重点研发计划公共安全方向专家。

本项目中担任总设计师职务，负责系统总体架构设计，开展技术管理。带领项目团队站在了行业制高点上，助推全国智慧矫正信息化体系建设。



“智慧矫正一体化平台与装备”科技创新成果

主要完成人:



吴卫荣，硕士，研究员，中国电科十五所系统部副主任，司法领域专家、科技部专家，重大项目总设计师。

智能化运动控制系统关键技术研究及产业化

连云港杰瑞电子有限公司等单位完成

项目简介:

智能化运动控制系统是运动伺服领域核心技术，长期以来，高端运动控制系统核心器件基本被国外垄断。

本项目采用图 2 所示 3 项创新技术攻克了控制系统智能化程度低、控制精度差、跟踪速率低等关键技术难题，技术水平达到国际先进水平。

项目成果广泛应用于机器人、航空、航天、地面车辆、舰船、数字加工机床等多个领域，近两年累计新增销售收入 55324 万元，新增利润 7772 万元。该项目打破了高端运动控制系统核心器件的国外垄断，实现了运动控制系统核心器件、芯片的完全自主可控，为提高国内运动控制产业自主开发能力提供了有力的技术支撑。

主要完成人:

奚志林，项目负责人。实现了位置传感器的高精度、高可靠性，解决高端反馈传感器“卡脖子”问题

邱 静，主要负责产品总体设计、软件设计，伺服驱动器子项目负责人；

李 康，负责电路详细设计和仿真。



图1 运动控制系统组成

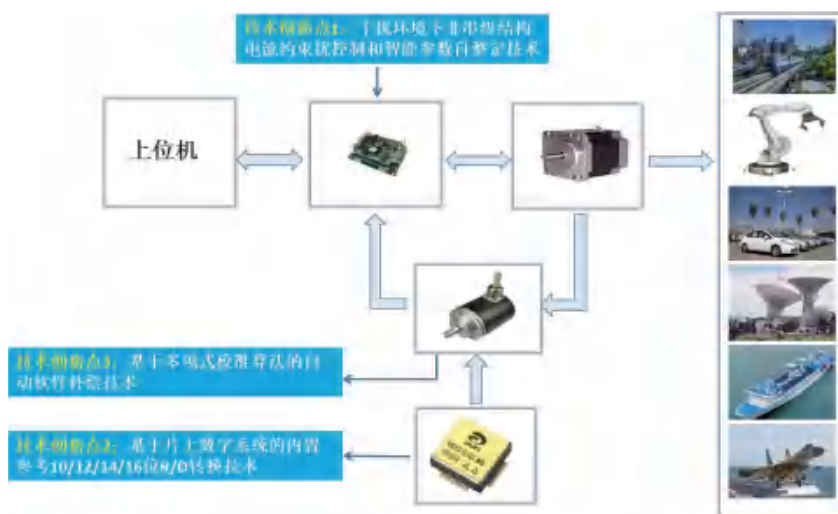


图2 智能化运动控制系统核心器件及关键技术

主动式 E 波段毫米波成像与检测识别技术

中国电子科技集团公司第十四研究所等单位完成

项目简介:

本项目针对公共场所人体安全检查的工作模式迫切需要向更高效、更便捷、更智能发展的需求，开展 E 波段毫米波主动式成像与检测识别技术研究，突破了系统、天线、芯片、算法等领域的多项关键技术，研制了国内首套 E 波段线阵扫描型主动式人体安全成像检查系统，图像分辨率达到 3mm，可有效识别金属、陶瓷、液体等多种材质物品，实现了可视化、高精度、全自动、无接触的人体安全检查。

该成果技术复杂度高，研制难度大，技术创新性强，项目整体技术水平达到国内领先、国际先进。其中，部分关键技术达到国际领先水平，技术自主可控。

项目成果已在民航机场、政府机构和企事业单位等多个领域取得应用，且核心技术成果已在我国多款重点军用雷达装备上部署，军事、社会、经济效益显著。

项目团队成员均具有国内知名高校博士硕士学历，致力于研发国内雷达行业智能化、高端化探测设备，独立自主完成所有关键核心技术的开发，为国民安全和公共安全提供有力保障。

主要完成人:

- 李元吉，中电科 14 所，高工，总体负责；
- 辛 乐，中电科 14 所，高工，图像处理；
- 李光锐，中电科 14 所，高工，成像识别；
- 李思明，中电科 14 所，工程师，系统标校；
- 成 立，中电科 14 所，高工，天线设计。

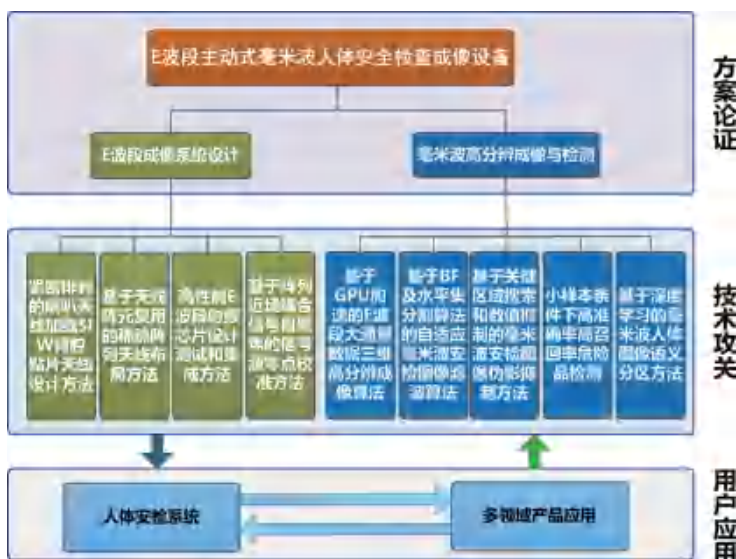


图1 总体方案



图2 E波段毫米波主动式人体安检仪

中国电子学会科学技术奖简介

经国家科学技术奖励工作办公室批准，中国电子学会科学技术奖（下称电子科技奖）于2002年设立，主要奖励在电子信息领域科学研究、技术创新与开发、科技成果推广应用和实现产业化方面取得显著成绩或者做出突出贡献的集体和个人。

电子科技奖设立评审委员会和奖励工作办公室。评审委员会由中国电子学会评审专家信息库中的专家组成，设主任委员1名，副主任委员1至3人，均由两院院士担任。委员由来自科研机构、高校和产业界的专家构成。奖励工作办公室主任由学会秘书长兼任，成员由学会总部现职人员组成。

电子科技奖每年评选一次，设成果奖和团队奖。其中成果奖包括自然科学奖、技术发明奖和科技进步奖，并分别设一等、二等和三等3个奖励等级，一等奖中研究成果达到国际领先水平，对科技进步和产业发展具有特殊重要的推动作用，并取得重大社会效益或经济效益的项目，可视情况评为特等奖。创新团队奖不分等级。评审结果经公示后报学会理事长批准。

电子科技奖历经19年的评审，共评出获奖项目1125项，其中特等奖5项，一等奖208项，二等奖363项，三等奖549项。电子科技奖的一等奖及以上项目，可经由中国电子学会提名参加国家科学技术奖的评选。截止目前，共有8个项目获国家科技奖一等奖，48个项目获国家科技奖二等奖。在2019-2020年连续2年唯一的国家技术发明一等奖获得者（通用项目），均来自中国电子学会提名。

中国电子学会科学技术奖，充分调动和激发了电子信息领域科技工作者科技创新的积极性和创造性，有力推动了我国电子信息科学技术的创新步伐和产业发展。

中国电子学会简介

中国电子学会于 1962 年在北京成立，是 5A 级全国学术类社会团体。拥有个人会员 10 万余人，团体会员 600 多个，设立专业分会 47 个，专家委员会 17 个，工作委员会 9 个，主办期刊 13 个，并在 27 个省、自治区、直辖市设有电子学会组织。中国电子学会总部是工业和信息化部直属事业单位，在职人员近 150 人。

中国电子学会的 47 个专业分会覆盖了半导体、计算机、通信、雷达、导航、微波、广播电视、电子测量、信号处理、电磁兼容、电子元件、电子材料等电子信息科学技术的所有领域。

中国电子学会的主要工作是开展国内外学术、技术交流；开展继续教育和技术培训；普及电子信息科学技术知识，推广电子信息技术应用；编辑出版电子信息科技书刊；开展决策、技术咨询，举办科技展览；组织研究制定和应用推广电子信息技术标准；接受委托评审电子信息专业人才技术人员技术资格，鉴定和评估电子信息科技成果；发现、培养和举荐人才；奖励优秀电子信息科技工作者。

中国电子学会是国际信息处理联合会 (IFIP)、国际无线电科学联盟 (URSI)、国际污染控制学会联盟 (ICCCS) 的成员单位；发起成立了亚洲智能机器人联盟、中德智能制造联盟；世界工程组织联合会 (WFEO) 创新专委会秘书处、联合国咨商工作信息通讯技术专业委员会秘书处、世界机器人大会秘书处设在中国电子学会。中国电子学会与电气电子工程师学会 (IEEE)、英国工程技术学会 (IET)、日本应用物理学会 (JSAP) 等建立了会籍关系。



扫码关注中国电子学会



扫码加入中国电子学会会员