

附件 2

实验室代码	1991DA105155
批准日期	1991 年 1 月
验收日期	1995 年 10 月
上次评估日期	2012 年 3 月
上次评估成绩	优秀

国家重点实验室五年工作总结报告

实验室名称：移动通信国家重点实验室

实验室主任：尤肖虎

学术委员会主任：邬贺铨

主管部门：教育部

依托单位名称：东南大学

依托单位通讯地址：江苏省南京市江宁区东南大学路 2 号

邮政编码：211189

依托单位联系电话：025-52091176

传真：025-52091140

E-mail 地址：103008784@seu.edu.cn

评估工作联系人：张青

2017 年 05 月 10 日 填报

2017 年 5 月制表

一、简表

实验室名称	移动通信国家重点实验室			
研究方向 (据实增删)	研究方向 1	宽带无线传输理论与多址技术		
	研究方向 2	现代信号处理及其在移动通信中的应用		
	研究方向 3	移动通信网络与系统理论及应用		
	研究方向 4	短距离无线通信与泛在网络		
	研究方向 5	信息理论与编码		
实验室主任	姓名	尤肖虎	出生年月	1962.08.25
	职称	教授	研究方向	宽带移动通信
	任职时间	2013.12.31	依托单位职务	东南大学通信技术研究院院长
实验室副主任	姓名	高西奇	出生年份	1967.03.20
	职称	教授	研究方向	移动通信与信号处理
	任职时间	2014.08.26	依托单位职务	东南大学信息科学与工程学院副院长
	姓名	赵春明	出生年份	1959.11.13
	职称	教授	研究方向	信息理论与编码
	任职时间	2014.08.26	依托单位职务	/
	姓名	陈晓曙	出生年份	1963.06.27
	职称	教授	研究方向	移动通信网络与系统
任职时间	2014.08.26	依托单位职务	东南大学信息科学与工程学院原副院长	
学术委员会主任	姓名	邬贺铨	出生年份	1943.01.16
	职称	院士	研究方向	信息与通信工程
	任职时间	2013.12.31.	所在单位职务	中国工程院原副院长、电信科学技术研究院副院长
实验室经费	经费构成	开放运行费(万元)	基本科研业务费(万元)	仪器设备更新费(万元)
	国家	2255	2760	3107

	部门	479	836	245			
	依托单位	817	356	1769			
	其他	0	0	0			
研究水平与贡献 (50%)	获奖情况	国家自然科学奖	一等奖	0项	二等奖	0项	
		国家技术发明	一等奖	0项	二等奖	0项	
		国家科技进步奖	特等奖	1项	二等奖	0项	
		省、部级科技奖励	一等奖	6项	二等奖	6项	
	论文与专著	发表论文	SCI	496篇	EI	702篇	
		专著	国内出版	10部	国外出版	1部	
	发明专利等成果与成果转化	发明专利	国际	9项	国内	255项	
		数据库开发数	0个	软件著作权		4个	
		标准与规范	国际标准	0个	国家/行业标准	0个	
		成果转化数	7项	转化收入	114万元		
	任务收入	国家级任务	110项		15432万元		
		其他任务	229项		11904万元		
		横向经费	11208万元	纵向经费	16128万元		
队伍建设与人才培养 (30%)	固定人员	64位	流动人员		39位		
	学术社团兼职	国际机构任职	17人次	国内组织任职		14人次	
	评估期内科技人才情况	原有		新增			
		院士	0位	自培养	0位	引进	0位
		百千万人才	2位	自培养	1位	引进	0位
		万人计划	0位	自培养	2位	引进	0位
		长江特聘教授	4位	自培养	1位	引进	0位
		中科院百人计划	0位	自培养	0位	引进	0位
		杰青	2位	自培养	1位	引进	0位
		优青	0位	自培养	2位	引进	0位
		千人计划	3位	长期	0位	短期	0位
		省部级人才计划	19位	自培养	10位	引进	2位
青年千人		0位	新增	1位	/	/	

		创新研究群体	1 个	重点领域创新团队	1 个
	研究生培养	2016.12.31 在读博士	107 位	2016.12.31 在读硕士	354 位
		评估期内毕业博士	55 位	评估期内毕业硕士	573 位
开放交流与运行管理 (20%)	主/承办会议	国际会议	7 场	国内 (100 人以上)	4 场
	开放课题	立项课题数	66 个	经费支出	713 万元
	合作项目	国际	7 个	经费支出	449 万元
		国内	58 个	经费支出	11707 万元
	主管部门 5 年投入经费总额	1292 万元	依托单位 5 年投入经费总额		817 万元

简表填写说明

1. 代表性研究成果按基础研究、应用基础研究和基础性工作分类。代表性研究成果是指评估期内在实验室主要研究方向上，以实验室为基地、实验室固定人员为主产生的系统性重大科研成果，以及通过国内外合作研究取得的重大科研成果。代表性研究成果应是面向科学前沿和国家重大需求所开展的、为促进科学发展或解决关键科技问题以及为国家发展决策等方面所取得的重要科研系列进展，名称表述应明确、具体，而不是某研究方向上关联度不高的成果的汇总和拼盘。

2. “国家级任务”是指 973 计划、863 计划、国家科技重大专项、国家科技支撑计划、国家自然科学基金、科技基础性工作专项、国际科技合作专项、国家重大工程任务（包括与大型企业的合作）、公益性行业科研专项等。

3. 队伍建设与人才培养栏中“国际机构任职”人次指实验室固定人员在国际学术组织和学术刊物任职的人次。评估期内人才情况中仅列院士、入选百千万人才工程、长江特聘教授、万人计划、中科院百人计划、杰青、优青、千人计划、青年千人和省部级人才计划，未尽项目请在后续填报内容中“三、队伍建设与人才培养”择重点列出。“重点领域创新团队”指由科技部批准纳入创新人才推进计划的重点领域创新团队。“创新研究群体”指由国家自然科学基金委员会批准的创新研究群体。

4. 对外开放合作栏中合作项目中“国际”是指实验室参与国际重大科学研

究计划（指双方单位之间正式签订协议书的国际合作科研项目）的项目数；“国内”是指实验室参与国内重大科研研究计划的项目数。

5. 数据收集时间：2012年1月1日 - 2016年12月31日。

二、研究水平与贡献

1. 总体定位和研究方向

简要介绍实验室定位、主要研究方向与目标；客观评价实验室在国内外相关学科领域中的地位 and 影响，在国家科技发展、社会经济发展、国家安全中的作用等。（建议字数不超过 3000 字）

（一）实验室定位

新一代宽带无线移动通信是《国家中长期科学和技术发展规划》中最为优先的发展方向之一，其主要目标是通过十至十五年的努力，在 2020 年之前使我国成为世界无线移动通信技术研发、产业发展和服务与应用的领先国家之一，建成具有自主技术支撑的产业并占据世界市场份额 25% 以上，使我国无线移动信息服务与应用走在世界的前列。

20 余年来，实验室秉承“两个率先”的发展理念——率先为国家重大战略需求做出重要贡献、率先在国际学术前沿取得突破性成果，始终坚持以无线与移动通信为本实验室的研究特色，努力建设本领域国际一流的研究环境与人才队伍，进一步加强国际交流与合作，努力培养具有国际视野的高层次专门人才，强化移动通信理论与技术的超前研究，通过开放合作促进核心技术成果转化，为移动通信产业发展做出贡献。

本评估期内，正值国内外移动通信技术由 4G 向 5G 发展演进的关键时期，国内的科研环境也较以前发生了较大的变化，中国在移动通信领域的研发水平正处于由跟踪到引领的重要转折期，华为、中兴、中国移动等大型企业的科研能力已逐步走在世界的前列。面对新的发展形势，实验室将工作重心放在“更加聚焦科学前沿的探索、更加聚焦基础实验平台的建设、更加注重国际学术影响力的发挥、努力为移动通信技术发展提供源动力”方面，努力抓住移动通信技术由 4G 向 5G 演进这一新的历史性发展机遇期，继续发挥国家重点实验室在国家整个科技发展中不可替代的核心作用，全面开展科学研究、技术研发、平台建设、应用示范、队伍建设、人才培养工作。作为国家“2011”计划无线通信技术协同创新中心的牵头单位和国家 863 计划 5G 重大项目专家组组长所在单位，承担了一大批国家重大、重点科研项目，在分布式无线网络与容量逼近、大规模移动通信系统等方面取得了一批走在世界前列的研究成果，实验室各项工作迈上了一个新的台阶。

（二）主要研究方向与目标

经过实验室学术委员会审定，目前本实验室设立如下五个研究方向：

（1）移动通信网络与系统理论及应用：新型网络体系结构是近年移动通信发展的重要源泉，本研究方向以网络体系结构研究带动和促进学科整体发展，重点致力于新型的分布式网络、自组织网络、大规模网络、感知无线网络与频谱共享技术、以及网络虚拟化与云化的研究。

（2）宽带无线传输与多址技术：宽带无线传输与多址技术是移动通信领域近年来最为重要的研究方向之一，本方向重点研究宽带无线系统所涉及的多载波、多天线宽带无线传输与多址技术，发挥基础理论的创新优势，形成新一代移动通信自主核心技术和知识产权。

（3）现代信号处理及其在移动通信中的应用：移动通信系统中许多关键技术归结为信号处理问题，本方向以基础理论研究为重点，注重源头创新和学科交叉，培育学科新的增长点，力争在多用户、多载波、多天线无线通信系统所涉及的时空信号处理、非线性迭代检测等方面取得突破。

（4）短距离无线通信与泛在网络：短距离无线通信与泛在网络是未来信息化社会的重要组成部分，有极为广阔的应用前景，本方向以需求应用为导向，在低成本无线传输与泛在组网及无线传感器网络技术方面进行创新，注重毫米波、可见光等新型频谱资源的开发利用，注重理论、技术与产业应用的衔接。

（5）信息理论与编码：信息理论是现代通信的基础，信道容量分析、特别是大规模 MIMO 及密集分布式网络信道容量分析为现代移动通信提供了理论指导，本方向结合宽带无线通信新需求，重点在多天线、多用户环境下的容量及编译码理论等方面创新。

本实验室近期总体发展目标为：

（1）围绕 4G 向 5G 演进发展所派生出的重大科学与技术问题，在基础研究方面寻求突破，在若干研究方向上取得源头创新成果，在国际上产生较大的影响；

（2）对解决制约我国移动通信技术发展的瓶颈问题（如大规模移动通信系统设计及测量、毫米波射频芯片等）做出重大贡献，力争若干项技术成果进入国际主流技术标准，形成产业发展所需的核心知识产权；

（3）在技术成果转化方面寻求新的突破，形成若干项代表我国产业发展水

平的标志性应用成果，获得 1-2 项国家级重大科技奖励；

(4) 一批青年学者成为国家重大、重点项目的牵头负责人，逐步成为国际、国内有影响的学术骨干；

(5) 进一步提高博士生培养水平，造就一批适应未来社会发展需要的精英人才。

(三) 在国内外相关学科领域中的地位 and 影响

本实验室是国内高校中最早建立的唯一专门从事移动通信研究开发的国家级重点实验室，也是在国际上较有影响的移动通信研究开发和人才培养基地。本实验室植根于国内久负盛名、曾为国家培养出 12 位两院院士的南京工学院无线电系，秉承止于至善的科学精神，在科学研究、人才培养方面享有深厚的文化底蕴。自 1995 年建成并开放运行以来，为国家输送了大量高端人才，一批杰出人才并逐渐成长为中国移动、华为、中兴以及国内外著名高校等企业的核心技术骨干。目前活跃于国际移动通信学术界的乔治亚工学院李晔教授、斯帝文斯工学院姚育东教授、肯特大学王江舟教授等人，均为本实验室早期的毕业生，他们先后当选 IEEE Fellow。

本实验室为我国移动通信技术历次升级换代均做出了重要贡献，充分发挥了国家重点实验室的不可替代的核心作用。“八五”期间实验室承担 GSM 蜂窝移动通信研究开发，所研制的 GSM 基带处理核心技术转移至华为、大唐、Motorola 等国内外企业，被应用于世界上一百余个国家，服务于全世界广大的用户，获科技部“八五”重大科技成果奖。“九五”和“十五”期间，作为第一承担单位，联合国内 20 余家企业与科研院校，承担了国家第三代移动通信研究开发（C3G）重大专项课题，完成了国内首个 3G 试验系统的研究开发，所独创的多径能量窗 CDMA 接收技术系列技术发明，被转移至国内 8 家大型企业；C3G 项目培养了一支近 3000 人的科研队伍，大大缩短了我国移动通信与国际先进水平的差距，获 2004 年度国家科技进步二等奖（排名第一），为我国移动通信产业后续的腾飞奠定了技术与人才队伍基础。

“十一五”期间，牵头承担了国家 863 计划 FuTURE 重大项目，完成了国内首个面向 4G 移动通信的现场试验系统研究开发，与项目承担单位合作提出的分布式组网技术和自适应 MIMO 技术等成为国际上 4G 移动通信系统最为核心的技术之一。所牵头承担的 FuTURE 重大项目是国际上有重要影响的 B3G 研究计划，被欧盟 ETSI、世界无线论坛（WWRF）出版的白皮书和技术丛书等多次评述。项目验收专家组认为：本项目为启动新一代宽带无线移动通信网重大

专项奠定了技术基础，并为我国全面参与新一代移动通信研究开发的国际竞争打下了坚实基础。牵头完成的宽带移动通信容量逼近技术研究成果获国家技术发明一等奖，这是我国移动通信领域的首个该奖项。相关成果获国际通信领域有重要影响的 IEEE 通信学会莱斯最佳论文奖，这也是大陆学者首次获得该奖项。

“十二五”期间，本实验室牵头创建了国家 2011 计划无线通信技术协同创新中心，联合国内 8 家高校和 4 家大型龙头企业，围绕 4G 向 5G 演进发展所派生出的一系列基础理论与关键技术，展开跨高校、跨校企、跨国际国内的协同创新研究，建成了业界规模最大的大规模天线与分布式处理云处理平台，对相关基础理论与技术进行了相关实验验证，支撑了我国移动通信领域的协同创新发展，在分布式协同组网、波束域大规模天线阵列处理等方面取得重要突破。因在分布式无线组网这一移动通信新兴发展方向上所做出的开拓性贡献，获 2014 年度陈嘉庚科学奖（“信息技术科学奖”子类）。本实验室作为主要参研单位的 LTE 移动通信技术与产业化应用项目荣获 2016 年度国家科技进步特等奖。

本评估期内，积极开展国际交流与合作，逐步树立了实验室的国际学术界的良好形象与学术影响力。作为大会主席所在单位，牵头主办了国际无线移动通信领域旗舰会议 IEEE WCNC 2013 和 IEEE VTC 2016 Spring。作为大会主席所在单位，获准承办 IEEE ICC 2019（上海）国际学术会议。实验室主任尤肖虎教授应邀在国际通信领域最有影响的国际学术会议 IEEE ICC 2016（伦敦）和 IEEE Globecom 2017（新加坡）做大会报告，高西奇、郑军、金石、王家恒、张川等一批中青年学者作为 IEEE 各类期刊的编辑，参与国际上 10 余个相关专辑的组稿与出版工作。本实验室一批青年学者和研究生的研究论文先后 18 次获得 ICC、Globecom、WCSP 等重要国际会议的多个最佳论文奖。上述成果的获得标志着本实验室的研究水平已逐步得到国际学术界较为广泛的认可。

本评估期内，还积极推动了中日、中瑞之间的多个大学之间的大型合作计划，并通过举办国际会议和研讨班的形式，邀请了近 20 位 IEEE Fellow 著名学者来华访问，通过国家 2011 计划的实施，聘任了近 10 位国际知名学者兼职，极大促进了国内移动通信研究开发水平的提升和人才培养模式与国际接轨。

（四）在国家科技发展、社会经济发展、国家安全中的作用等

实验室主任尤肖虎教授是国家中长期科技发展规划“新一代宽带无线移动通信网重大专项”可行性报告的执笔人，并一直担任该专项技术副总师。“十二五”期间，担任科技部国家宽带网重点科技专项专家组组长、国家 863 计划 5G

重大项目专家组组长，并担任国家重点研发计划“宽带通信与新型网络”科技重点专项实施方案起草专家组组长，为推动我国通信技术领域的技术研发做出了应有的贡献。

实验室注重发挥移动通信领域的国家智库作用，联合国内高校、企业和研究机构持续开展我国移动通信发展战略研究，为政府部门提供了持续不断的相关研究与咨询意见。本评估期内先后牵头向科技部、教育部、江苏省人民政府提交了重点科技领域发展热点跟踪研究报告“5G 移动通信”、未来核心信息技术发展报告“网络与通信”、“5G 与新型物联网发展建议”等一系列咨询报告。

本实验室作为主要发起人之一，创建了由国内外 20 余个著名机构和企业共同发起的未来移动论坛，作为秘书长所在单位，先后组织了中英、中瑞、中韩、中日等多个大型国际合作项目及海峡两岸 5G 合作研究项目的研究规划与实施，推动了海内外移动通信技术的深度交融和研究人才的国际化。

本实验室始终以为行业发展输送共性关键技术和高级专门人才为己任。以实验室牵头承担的国家 863 FuTURE 重大研究计划为例，该项目联合国内 10 余家企业与高校于 2006 年组织完成了当时国际上为数不多的规模性 4G 外场实验与测试。科技部组织的项目验收专家组一致认为该项目为“新一代宽带无线移动通信网”重大科技专项的启动与实施奠定了技术与人才基础。本项目提出了天线与基带处理相分离的分布式系统构架并最早付诸于工程实践，成果被欧洲标准化组织 ETSI 丛书收入，目前已成为工业界所广泛接受的移动通信系统基础构架。

本实验室注重发挥对行业关键技术发展的引领作用。牵头承担国家科技重大专项课题“IMT-A 移动通信无线组网技术研究开发”，联合国内 12 家企业、科研院所与大学，向国内外标准化组织提交 200 余项提案，课题中所开展的分布式组网、自组织组网（SON）、中继组网、异构组网等核心技术，均成为重大专项后续的研究热点技术。

本实验室与我军某部建有联合实验室，致力于无线通信技术在军事物联网方面的应用示范。经过 8 年的努力，在“感知装备”研究方向上取得了一系列重要突破，显著提升了部队的作战保障能力，获得 2014 年度军队科技进步一等奖，成果入选抗战 70 周年某重型装备方队的技术示范应用。

2. 承担的主要任务

全面概述实验室评估期内承担科研任务总体情况，重点阐述承担国家重要科研任务的情况和投入、产出情况。

(一) 承担科研任务总体情况

在本评估期内，共承担各类科研项目 339 项，其中：国家 973 计划课题 3 项、国家 863 计划项目 14 项、国家科技重大专项课题 33 项、国家重点研发计划课题 1 项、国家自然科学基金创新群体项目及滚动支持项目各 1 项、国家杰出青年基金项目 1 项、国家自然科学基金优秀青年基金项目 2 项、国家自然科学基金重点项目 2 项、国家自然科学基金重大国际合作项目 1 项、国家自然科学基金面上项目 70 项、国际合作项目 14 项。

本评估期内，实验室入选科技部重点领域创新团队、国家自然科学基金委员会创新群体并获滚动支持、江苏省创新团队。

(二) 重要科研任务的情况和投入、产出情况

实验室围绕 4G 技术向 5G 演进发展研究，牵头承担了一系列国家重大和重要科研任务，如国家自然科学基金委员会创新群体课题“B4G 移动通信基础理论与关键技术研究”、国家 863 计划重大课题“5G 大规模协作无线传输关键技术研发”、国家 863 计划重大课题“xxxx 研究与验证”、国家自然科学基金重点课题“可见光通信系统基础理论与关键技术研究”和“无定形无线覆盖网络理论与关键技术”、“大规模 MIMO 无线通信理论与技术研究”，国家 973 计划课题“超蜂窝网络协作机制与资源优化方法”、“密集立体覆盖移动通信的基础理论与方法”、“宽光谱通信多维资源联合优化研究”。

本评估期内，科研项目总经费达到 27336 万元（其中国家级任务经费 15432 万元），是上个评估期的 1.8 倍。

本评估期内，在国内外重要期刊与学术会议上共发表学术论文 1198 篇，其中学术期刊论文 615 篇，会议论文 583 篇，SCI 收录 496 篇，EI 收录 702 篇；7 篇论文入选 ESI 高被引论文，18 篇论文获 IEEE 国际学术会议最佳论文奖，发表在《中国科学》信息科学上的论文“5G 移动通信发展趋势与若干关键技术”被引用和下载次数均位居该刊近年来的第一位，获《中国科学》2016 年度优秀

论文奖。

本评估期内，共获得授权专利 264 项，其中中国发明专利 255 项，国际发明专利 9 项；出版专著 11 部，其中国外专著 1 部；软件著作权 4 项。部分专利成果被应用于华为技术有限公司、中兴通讯股份有限公司、中国移动通信集团江苏有限公司等企业的产品和系统中。

本实验室科研人员顺利完成了各课题任务，获得了具有重要影响的研究成果。实验室创新成果“新一代宽带移动通信技术及系统”于 2012 年 11 月 10 日获第 14 届中国国际工业博览会金奖，“分布式组网与协作传输理论及应用”获 2014 年度江苏省科学技术奖励一等奖，“宽带移动通信容量逼近传输与分布式组网”成果获 2014 年度陈嘉庚信息技术科学奖，物联网技术应用于国防某型装备智能维修保障，成果获 2014 年度军队科技进步一等奖；作为主要参研单位参与完成的“第四代移动通信系统（TD-LTE）关键技术与应用”获 2016 年度国家科学技术进步奖特等奖、“城市智能交通业务体系创新与规模实践”成果获 2015 年度中国电子学会科学技术奖励二等奖、“宽带无线通信中的多域多点协同传输理论研究”获 2014 年度教育部自然科学奖二等奖、“xxxx（保密项目）”成果获 2015 年度教育部科技进步奖二等奖、“卫星与无线通信融合系统研发及产业化”获 2016 年度江苏省科学技术奖励一等奖、“大规模光载 MIMO 认知通信系统架构及数据传输优化技术”获 2016 年度中国商业联合会科学技术奖一等奖。

通过课题研究任务的完成，共培养博士后 9 名，博士毕业生 55 名、硕士毕业生 573 名，其中 1 名博士生获得全国百篇优秀博士论文、2 名博士生获得省级优秀博士论文称号、3 名硕士生获得省级优秀硕士论文称号、1 名中国通信学会优秀博士论文、1 名中国电子学会优秀博士论文提名奖。

大部分课题任务一批 40 岁左右的青年人才承担，通过课题任务的承担，这批青年科技人才在业务水平、科研管理和教学水平上均有较大程度的提高，已逐渐成为实验室科研教学的主力军。

按照国家任务的定义选择不超过 25 项填写下表:

序号	课题名称	编号	负责人	起止时间	类别	经费 (万元)	经费 来源
1	B4G 移动通信基础理论与关键技术研究	61521061	尤肖虎	2016.1.1-2018.12.31	国家自然科学基金 创新研究群体项目	600	国家自然科学基金 基金委员会
2	基于滑动空间窗的大规模 MIMO 无线传输理论及方法研究	61571125	吴炳洋	2016.1.1-2019.12.31	国家自然科学基金	62.8	国家自然科学基金 基金委员会
3	密集无线网络分布式和鲁棒性传输理论与方法	61571107	王家恒	2016.1.1-2019.12.31	国家自然科学基金	68.1	国家自然科学基金 基金委员会
4	无定形无线覆盖网络理论与关键技术	61531011	金石	2016.1.1-2020.12.31	国家自然科学基金 重点项目	350	国家自然科学基金 基金委员会
5	无线通信 MIMO 传输理论方法研究	61422105	黄永明	2015.1.1-2017.12.31	国家自然科学基金 优秀青年基金	100	国家自然科学基金 基金委员会
6	基于能效的网络体系结构及资源分配方法研究	61471115	衡伟	2015.1.1-2018.12.31	国家自然科学基金	82	国家自然科学基金 基金委员会
7	大规模天线环境下协作复用传输与干扰控制技术	61471114	许威	2015.1.1-2018.12.31	国家自然科学基金	83	国家自然科学基金 基金委员会
8	基于动态导频复用的宽带大规模 MIMO 无线传输方法研究	61471113	仲文	2015.1.1-2018.12.31	国家自然科学基金	80	国家自然科学基金 基金委员会

9	支持大量可拉远天线单元即插即用的智能基站研究	61372106	陈明	2014.1.1-2017.12.31	国家自然科学基金	78	国家自然科学基金委员会
10	认知无线传感网络关键技术研究	61372104	胡静	2014.1.1-2017.12.31	国家自然科学基金	76	国家自然科学基金委员会
11	B4G 移动通信基础理论与关键技术研究	61221002	尤肖虎	2013.1.1-2015.12.31	国家自然科学基金创新群体项目	600	国家自然科学基金委员会
12	大规模 MIMO 无线通信理论与技术研究	61320106003	高西奇	2014.1.1-2018.12.31	国家自然科学基金重大国际合作项目	305	国家自然科学基金委员会
13	可见光通信系统基础理论与关键技术研究	61223001	尤肖虎	2013.1.1-2016.12.31	国家自然科学基金优秀国家重点实验室研究项目	300	国家自然科学基金委员会
14	MIMO 无线通信	61222102	金石	2013.1.1-2015.12.31	国家自然科学基金优秀青年基金	100	国家自然科学基金委员会
15	移动认知无线网络关键技术研究	61271207	宋铁成	2013.1.1-2016.12.31	国家自然科学基金	84	国家自然科学基金委员会
16	通信与信号处理	60924004	高西奇	2010.1.1-2013.12.31	国家自然科学基金杰出青年基金项目	200	国家自然科学基金委员会
17	5G 大规模协作无线传输关键技术研发	2014AA01A704	尤肖虎	2014.6.3-2016.12.31	国家 863 计划重大项目	2834	科技部
18	5G 大规模 MIMO 理论与关键技术研究	2014DFT10300	金石	2014.12.1-2016.11.30	国家国际科技合作专项	138	科技部
19	宽光谱通信多维资源联合优化研究	2013CB329204	赵春明	2013.1-2017.8	国家 973 计划	613	科技部

20	密集立体覆盖移动通信的基础理论与方法	2013CB336600	王东明	2013.1.1-2017.8.31	国家 973 计划	185.68	科技部
21	超蜂窝网络协作机制与资源优化方法	2012CB316004	郑福春	2012.1.1-2016.12.31	国家 973 计划	495	科技部
22	可见光通信系统关键技术与评估方法	2013AA013601	陈明	2013.1.1-2015.12.31	国家 863 计划	365	科技部
23	xxxx 研究与验证	2012AA01A506	高西奇	2012.5-2014.12	国家 863 计划重大项目	2360	科技部
24	绿色网络能效评价体系、标准和评估方法研究	2012AA011401	李万林	2012.1.1-2014.12.31	国家 863 计划	364	科技部
25	高速移动通信自适应资源配置研究	2009DFB10110	王江舟	2009.7.1-2013.6.30	国家国际科技合作专项	345	科技部

注：实验室承担的国家任务指 973 计划、863 计划、国家科技重大专项、国家科技支撑计划、国家自然科学基金、科技基础性工作专项、国际科技合作专项、国家重大工程任务（包括与大型企业的合作）、公益性行业科研专项等。

3. 研究成果总体概述

全面总结实验室在评估期内取得的系统性和原创性成果，围绕重点实验室总体定位和主攻方向的论文、专著、授权发明专利转让和应用情况、实验技术方法创立、专用设备研制和专业领域特色成果等，并简要概述每个研究方向取得的研究成果与进展。（建议不超过 3000 字）

（一）评估期内取得的系统性和原创性成果

评估期内，移动通信领域的 4G 技术迅速普及与不断完善、5G 技术正处在酝酿与研究阶段、物联网技术迅速崛起，实验室针对这一研究现状，抓住了移动通信行业在这一阶段的特殊机遇，获得了很多国家级课题的资助，在移动通信新技术的研究方面取得了一系列的系统性与原创性成果，归纳如下：

（1）针对 5G 热点小区高容量、高频谱效率的需求，创造性提出了密集分布式协作网络架构，以及该架构下的信道信息获取、协作传输、纠错编译码方法，SON 技术实现方法等一系列系统的实现 5G 高容量、高频谱效率传输的理论与技术。评估期内，围绕分布式协作无线通信理论与技术，发表了 SCI 收录论文 63 篇，其中 IEEE 核心期刊论文 41 篇，主要刊登在 IEEE Transactions on Information Theory、IEEE Transactions on Communications、IEEE Transactions on Signal Processing、IEEE Transactions on Wireless Communications、IEEE Journal of Selected Area on Communications、IEEE Transactions on Vehicular Technology 等 IEEE 核心刊物上；获授权国家发明专利 27 项；获 2014 年度陈嘉庚科学奖以及 2014 年度江苏省科学技术一等奖；作为主要参研单位，获 2016 年度国家科技进步特等奖。

（2）针对移动通信领域近年来的核心技术“大规模 MIMO 传输”中存在的的基础性理论与技术问题，展开深入的研究，取得一系列系统性和原创性成果：建立了符合实际情况的波束域统计信道模型，揭示出波束域信道的二维稀疏特性和时频域衰落特性；提出了导频复用大规模 MIMO 信道信息获取理论方法以及相适用的鲁棒收发处理理论方法；利用所建立的波束域信道模型及波束域信道新特性，提出波束分多址（BDMA）传输理论方法，解决了大规模 MIMO 无线通信所涉及的系统实现复杂性及对典型场景、典型频段的适应性问题；突破大规模 MIMO 系统同步与控制信息传输技术，提出全向预编码传输理论方法，在提供大范围全向传输的同时，克服下行导频开销瓶颈。评估期内，围绕大规模 MIMO 无线通信理论与技术研究，发表 SCI 收录论文 67 篇，其中 IEEE

核心期刊论文 48 篇，主要刊登在 IEEE Transactions on Information Theory、IEEE Transactions on Communications、IEEE Transactions on Signal Processing、IEEE Transactions on Wireless Communications 和 IEEE Journal of Selected Area on Communications 等 IEEE 核心刊物上；获授权国家发明专利 23 项，获授权美国发明专利 4 项；相关成果获 2014 年度江苏省科学技术一等奖以及 2014 年度教育部自然科学二等奖。此外，还利用 5G 云平台，构建了大规模 MIMO 试验系统，可支撑典型频段上信道测试和关键技术试验验证。

(3) 针对可见光无线通信这一新的研究热点展开研究，取得系统性与原创性的研究成果：对实际信道响应进行了测量与建模，对可见光信道容量和光信号峰均比进行了理论分析；系统地提出了具有高频谱效率、高功率效率的信号传输、资源分配方法；基于所提出了新的迭代检测算法，提出了可见光 MIMO 收发机设计理论与方法，解决了多光源、多用户场景下的可见光信号传输问题；率先提出了以用户为中心的可见光蜂窝网络构架，建立了无定形可见光蜂窝小区形成机制，提出了多种调度和干扰抑制方法，解决了可见光蜂窝网络基础构架、信号覆盖、光频谱资源最优配置等关键问题。搭建了实时高速可见光通信验证系统，可在 3~4m 的距离内实现 600Mbps 实时传输；评估期内，围绕这一成果发表 SCI 收录论文 42 篇，主要刊登在 Optics Express、IEEE Transactions on Signal Processing、IEEE/OSA Journal of Lightwave Technology 和 IEEE Photonics Journal 等 OSA、IEEE 核心刊物上；申请国家发明专利 61 项，获授权国家发明专利 14 项。

(4) 针对移动物联网中存在的难点技术问题展开研究，取得了如下系统与原创性成果：提出了 D2D、M2M 的无线资源分配优化方法，解决了 D2D 与蜂窝网频谱资源竞争与干扰问题；针对车联网 MAC 层关键技术，建立了 V2I 中信息传输与 RSU 位置的关系模型，设计了车联网安全消息的广播协议；并针对野战场景，开发了具有自主知识产权的军用车载自组织网络协议和可控芯片。该成果获 2014 年军队科技进步一等奖；评估期内，围绕这一成果获授权国家/国防发明专利 29 项，发表 SCI 收录论文 29 篇，其中 IEEE 核心期刊论文 20 篇，主要刊登在 IEEE Transactions on Communications、IEEE Transactions on Signal Processing、IEEE Transactions on Vehicular Technology、IEEE Communications Letters 和 IEEE Wireless Communications Letters 等 IEEE 核心刊物上；其中，2 篇 D2D 文章分别被引用 81 次、53 次，分别位列该领域 3%、1% 高被引论文。

(5) 针对异构融合无线网络理论与技术展开研究，取得系统性与原创性成果如下：提出了异构网络中预编码、波束选择、用户选择、无线资源分配等关

键系统参数的优化配置方法，解决了异构高密度蜂窝系统所涉及的实现复杂性
问题；提出了异构网络中优化能效的波束成型、发射功率、传输速率等关键系
统参数的优化配置方法，解决异构高密度蜂窝系统所涉及的能耗问题；针对异
构网络融合场景中的资源优化算法、组网及中继传输、蜂窝自组网协同通信和
多网络协作定位等技术进行了深入研究，解决了异构网络系统的高效融合及有
效利用问题；开展了卫星与地面无线通信融合系统的研发与产业化应用工作，
解决了卫星通信网、蜂窝网、传感网以及无线局域网之间的互联融合问题。评
估期内，围绕这一成果发表 SCI 收录论文 30 篇，其中 IEEE 核心期刊论文 23
篇，主要刊登在 IEEE Transactions on Communications、IEEE Transactions on
Signal Processing、IEEE Transactions on Wireless Communications 和 IEEE Journal
on Selected Areas in Communications 等 IEEE 核心刊物上，获授权国家发明专利
27 项。在关键技术研究成果基础上，研制实现了多网异构融合的 TD-SCDMA
多模终端、异构网络融合宽带接入与终端设备、多网融合车载通信系统、室内
外多网络协作定位系统、卫星与无线通信融合系统等多项产品，荣获 2016 年江
苏省科技进步一等奖。

（二）论文、专著、授权发明专利转让和应用情况、实验技术方法创立、 专用设备研制和专业领域特色成果

围绕实验室拟定的五个研究方向，在本评估期内开展相关基础理论与技术
研究，共发表论文 1198 篇，其中 SCI 检索论文 496 篇（其中国际权威 IEEE 论
文 277 篇），EI 检索论文 702 篇；专著 11 本。

本评估期内，共获得授权专利 264 项，其中中国发明专利 255 项，国际发
明专利 9 项；软件著作权 4 项。部分专利成果被应用于华为技术有限公司、中
兴通讯股份有限公司、中国移动通信集团江苏有限公司等企业的产品和系统
中。

在本评估期内，实验室以所承担的国家级科研项目及研究成果为支撑，构
建了 4 个通信实验平台，这些实验平台中有不少都是实验室研制的具有提升了
移动通信科研的实验水平与能力：

（1）5G 移动通信实验测试环境。在国内率先建成了面向 5G 未来发展的
1024 天线大规模 MIMO 测试系统、5Tbps 实时处理分布式云计算平台以及相关
测试平台，能够对大规模无线通信系统的物理链路和无线组网性能进行详尽的
测试与分析，极大提升了实验水平与算法验证能力。

（2）宽光谱无线光通信实验测试环境。建立了基于多色 LED 合成白光的

室内无线通信试验系统，总空间接口传输速率为 1GMbps，净数据传输率达 700Mbps，传输距离可达 1~3 米，可以很方便地验证可见光通信信号处理算法的性能以及可行性。

(3) 毫米波芯片与通信系统实验测试环境。建立了涵盖芯片及封装参数互连表征、信号传输测试的毫米波芯片与通信系统实验测试环境，破除了国内毫米波芯片及系统测试设备长期受限的困境，解决了毫米波芯片及通信系统空口测试等 5G 高频段通信研究重要难题。

(4) 国防与保密通信实验测试环境。建设了面向国防的通信实验测试平台，涵盖了 100M 基带信号分析、10GHz 射频信号产生、分析及信道仿真等各个通信关键部分的完整测试仪器，尤其是配置了具有野外现场环境信号产生、分析、测试功能的手持示波器与手持频谱仪，并在实验室所承担的相关国防项目实际科研开发中发挥了重要而积极有效的作用。

(三) 各研究方向研究成果与进展

(1) 研究方向“宽带无线传输理论与多址技术”

主要从两方面开展研究工作。首先，针对 5G 系统中的大规模 MIMO 与分布式协作无线通信理论与技术开展了系统深入的研究工作。其次，针对 4G LTE-Advanced 系统中的增强 MIMO 技术、终端基带芯片工程样片、多模终端基带芯片、多层/多小区协作关键技术、家庭基站及网关技术等开展了研发工作。其中，大规模 MIMO 与分布式协作无线通信为主攻方向，着重介绍如下。

探索大规模 MIMO 信道新特性，证明了各用户信道的空间解相关矩阵趋于一致，推导出信道空间频率相关与信道角度时延功率谱之间的理论关系。利用所建立的大规模 MIMO 波束域信道模型，提出大规模 MIMO 波束分多址 (BDMA) 传输理论方法，低复杂度实现多用户共享空间无线资源。针对密集分布式协作通信系统，建立了导频污染的等效信道模型，提出了频谱效率最大化的导频复用方法，提出了最优协作的信道信息最小二乘校准方法，提出了最大化系统吞吐量、最小化系统发射功率、最大化系统能量效率等准则下的功率分配方法，提出了利用统计信道信息的多用户多接入点配对协作方法。利用联合相关信道模型，研究了发送端仅知统计信道状态信息的多用户 MIMO 下行传输问题，推导出和速率最大化的特征模式空分多址传输理论方法并提出两种特征模式功率分配方法。研究了发送端仅知统计信道状态信息时 MIMO 广播信道发送设计问题，推导出一般化信道条件下最优发送需要满足的条件，提出最大化线性指配加权和速率的梯度下降迭代算法，揭示出一种类似污纸编码的 MIMO

广播信道发送构造方法。

(2)研究方向“现代信号处理及其在移动通信中应用”

针对现代无线移动通信系统中广泛存在的优化信号处理问题开展研究工作。利用所建立的大规模 MIMO 波束域信道模型，证明了当信道功率在角度时延域分布不重叠时用户间导频的可复用性；提出针对大规模 MIMO 信道的导频调度算法，解决导频复用可能引起的额外导频干扰问题；提出适于大规模 MIMO 的全向预编码传输理论方法，在降维的预编码域实施同步与控制信息传输。利用密集分布式协作通信系统在功率域的稀疏性，提出了频谱效率最大化的导频复用方法，提出了低复杂度的基于统计信息的多用户联合接收和联合预编码方法，提出了非理想信道状态信息下最大化互信息与最小化均方误差的协作通信系统鲁棒预编码的设计方法。研究了发送端已知信道协方差信息或信道均值信息的单用户 MIMO 系统的特征模式功率分配问题，提出低复杂度的闭式特征模式功率分配方法。研究了双散射信道下利用统计信道状态信息的单用户 MIMO 信道的最优传输理论方法，证明特征模式传输是容量可达的最优传输方法，提出低复杂度的闭式特征模式功率分配方法，并推广至多用户 MIMO 多址接入信道。

(3)研究方向“移动通信网络与系统理论及应用”

主要从分布式协作网络(SON)、异构融合网络两方面开展研究工作。

在分布式协作网络方面，针对超密集网络特性，建立了保证 QoS 要求的移动负载均衡最优化模型，提出了基于多目标群集智能的保证 QoS 的移动负载均衡方法，提出了超密集异构网络中基于改进粒子群的干扰协调方法，提出了超密集异构网络中用户 QoS 约束下最大化系统吞吐量的功率调整方法，提出最大化速率相关效用函数的小区范围扩展偏置优化算法。

在异构融合网络方面，提出了异构网络中预编码、波束选择、用户选择、无线资源分配等关键系统参数的优化配置方法，提出了异构网络中优化能效的波束成型、发射功率、传输速率等关键系统参数的优化配置方法，提出了异构网络融合场景中的资源优化算法、组网及中继传输、蜂窝自组网协同通信和多网络协作定位等技术，开展了卫星与地面无线通信融合系统的研发与产业化应用工作，综合地面无线通信与卫星通信的优势，解决了卫星通信网等异构网络之间的互联融合问题，已在全国多行业应用，产生重大经济和社会效益。

(4)研究方向“短距离无线通信与泛在网络”

主要从物联网通信、局域网与传感网通信、可见光通信、毫米波通信四方

面开展研究工作。

在物联网通信方面，完成了基于军事物联网的导弹装备智能维修保障系统。针对多种主战装备保障信息互联互通互操作难的问题，研发了具有完全自主知识产权的装备状态智能感知设备。针对野战条件下装备难以动态组网与数据信息难以“动中通”的问题，研发了具有自主知识产权的军用车载自组织网络协议，构建了军用车载自组织网，实现了各级装备保障指控机构与装备末端的无缝链接。针对现有的无线通信系统传输信息容易被窃听和解密的固有问题，研制了具有自主知识产权的可控芯片，研发了基于多天线技术的空间主动安全加密技术，提高了野战环境下的通信保密能力。

在局域网与传感网通信方面，对超高速无线局域网与无线传感器网络领域的关键技术进行了深入研究。针对超高速无线局域网无线接口，提出了多业务调度算法、信道聚合与帧聚合算法、多小区多 AP 切换判决算法、中继链路分配方法、多用户干扰管理算法等。针对传感器网络电磁频谱监测，设计了将 TD-SCDMA 与无线传感器网络相融合进行电磁频谱感知、处理和传输的体制与技术看案；提出了软件定义传感网（SDSN）架构以及相应的寻求全覆盖最优感知半径的方法、功率重配置迭代算法和路由优化机制等；提出了基于模糊数学的分簇协作频谱感知方法，提出了基于网络连通性的频谱混合接入策略，为认知无线传感网络亟需解决的频谱、延时和功耗等问题提供了有效的解决方案。

在可见光通信方面，提出了宽光谱信号在时域、空域、光谱域与电频域等单域/跨域耦合和解耦方法，揭示不同应用场景空间环境差异对宽光谱信号的耦合作用规律，提出了宽光谱无线光通信系统综合利用多维资源的最优资源分配方案，挖掘光信号在不同维度上的表征形式，建立宽光谱无线光传输多维资源协同优化理论与方法，提出了解决时频空域多维传输信道中码间串扰的均衡技术和高级信号检测方法，综合考虑多维子信道在不同时间空间和波长的关联性，提出了时频空域自适应预均衡和后均衡方法。

在毫米波通信方面，针对 WRC-15 选择的 24-86GHz 作为 5G 高频候选频段，在毫米波收发系统架构、低成本硅基毫米波射频收发系统芯片、天线芯片一体化高频封装等方面进行了深入研究，形成了先进可靠的硅基毫米波射频芯片设计方法，解决了硅基毫米波芯片仿真与测试容易出现较大偏差问题，完成 60GHz CMOS 射频收发系统芯片及模块研制，空口传输速率突破 10Gb/s。

(5)研究方向“信息理论与编码”

主要从无线通信系统信息理论分析、新型信道纠错编译码理论方法两方面开展研究工作。

在无线通信系统信息理论分析方面, 针对大规模 MIMO 信道新特性, 推导出遍历和速率容量的确定性等价式, 提出信道容量分析的自由概率确定性等同新方法。针对密集分布式协作通信系统, 推导出密集分布式蜂窝系统的系统级频谱效率的闭式, 推导出上下行传输的系统频谱效率的表达式, 推导出密集无线传输系统的单位面积频谱效率的近似闭式, 推导出配置大规模天线的中继系统用户遍历速率以及信道估计误差和量化反馈误差下容量损失的表达式。研究了双散射信道下利用统计信道状态信息的单用户 MIMO 信道的遍历容量, 推导出信道遍历容量的紧致闭式上界, 并拓展到多用户 MIMO 多址接入信道。推导出带有降阶消息集的 Z 信道的容量区域, 推导出认知 Z 干扰信道的容量上界以及在不受干扰的链接是确定性及可逆时的信道容量, 推导出高斯多址菱形信道的容量上界, 推导出敌方拥有边信息时生物认证系统的欺诈概率的最优指数。

在信道纠错编译码方面, 给出极化码 SC 译码算法的数据流图, 推导出 SC 译码时延理论下界, 推导出 SC 交织译码的理论并行上界, 提出 5G 时变信道环境下普适的自适应 SC List 译码算法, 提出基于通用处理器架构的 SC List 软件设计方法学, 提出普适的预计算、流水线、交织、并行、折叠的极化码硬件设计方法学, 给出普适形式化统一的 BP 译码实现方法学, 给出以极化码为核心的普适、形式化统一的、适用于大规模、稀疏性无线通信系统的多层次实现方法。

4. 代表性研究成果简介（3-5项）（每项成果分开单独填写，表格可复制）

代表性研究成果按基础研究、应用基础研究和基础性工作分类。

代表性研究成果是指评估期内在实验室主要研究方向上，以实验室为基地、实验室固定人员为主产生的系统性重大科研成果，以及通过国内外合作研究取得的重大科研成果。代表性研究成果应是面向科学前沿和国家重大需求所开展的、为促进科学发展或解决关键科技问题以及为国家发展决策等方面所取得的重要科研系列进展，名称表述应明确、具体，而不是某研究方向上关联度不高的成果的汇总和拼盘。

代表性研究成果按基础研究、应用基础研究和基础性工作分类。

（1）代表性研究成果 1：分布式协作无线通信理论与技术

代表性研究成果 1 名称	类别	成果为第一完成单位	本室固定人员参加名单	所属研究方向
分布式协作无线通信理论与技术	应用基础类	是	尤肖虎、潘志文、王东明、郑福春、金石、许威、沈弘、张川	移动通信网络与系统理论及应用
<p>简要介绍代表性研究成果的主要内容、主要的科技创新贡献（包括理论的创新、技术的突破、重要应用或应用前景）、国内外影响的主要证据。建议每项成果介绍不超过 3500 字。</p> <p>体系构架创新是近年来移动通信系统发展的主要驱动力。随着移动网络能源消耗的快速增长和频谱资源的日益紧缺，为了适应移动业务量密集化趋势，需要突破传统的蜂窝移动通信组网技术，从网络架构方面解决所面临的频谱、功率有效性问题。本实验室在国际上率先提出的分布式移动通信网络体系架构已成为我国 IMT-2020（5G）标准化组织所采纳的 5G 候选技术之一。通过密集部署配备多天线的节点，形成分布式无线网络，结合多节点协作、中继节点协</p>				

作以及多用户协作传输，可深度挖掘利用空间维度无线资源。随着基站和节点密集化部署，能耗问题和网络优化管理问题也越来越突出。自组织组网（SON）将自组织、自优化和自配置引入移动通信网络，能够提高网络效率并降低能源消耗，成为 5G 网络系统的关键技术。分布式协作无线通信也为研究者带来了更大的挑战：受限于信道信息获取问题，传统理想信道下的系统容量分析方法将存在一定的局限性；协作传输的复杂性将是其应用的瓶颈问题；分布式组网下 SON 的复杂性问题也是一个具有挑战性的问题。

面向 5G 移动通信，在国家自然科学基金创新群体项目和国家 863 重大项目等多项重要课题的支持下，本实验室突破了分布式协作无线通信系统的容量和能耗效率理论分析，解决了分布式协作系统的协作传输问题，并提出了具有网络自感知、自调整等能力的智能化自组织组网技术，从而形成了较为完整的分布式协作无线通信系统的理论和技术体系。利用 5G 云平台，构建了分布式 MIMO 试验系统，可支撑多节点多用户协作传输的关键技术试验验证。围绕分布式协作无线通信理论与技术研究，发表 SCI 收录论文 63 篇，其中 IEEE 核心期刊论文 41 篇，主要刊登在 IEEE Transactions on Information Theory、IEEE Transactions on Communications、IEEE Transactions on Signal Processing、IEEE Transactions on Wireless Communications、IEEE Journal of Selected Area on Communications、IEEE Transactions on Vehicular Technology 等 IEEE 核心刊物上。获授权国家发明专利 27 项，获 2014 年度陈嘉庚科学奖以及 2014 年度江苏省科学技术一等奖；作为主要参研单位，获 2016 年度国家科技科技进步特等奖。

本项研究成果的主要内容和贡献如下：

（一）突破了分布式协作无线通信系统的容量和能耗效率，理论上证明了其显著的频谱效率和功率效率优势，为其在 5G 中的应用奠定了理论基础。

分布式协作无线通信系统可显著提高系统的平均吞吐量和小区边缘吞吐量，有效抑制小区间干扰，显著改善用户体验。为了适应移动业务量密集化趋势，突破现有蜂窝系统的局限，发展以支持密集分布式协作的无线网络，能够从根本上克服传统蜂窝移动通信系统的局限。密集分布式系统的理论传输极限、网络系统容量和能耗效率是其基础性问题。

针对这一问题，本实验室进行了深入研究，具体成果包括：（1）在理想信道状态信息下，突破了分布式多天线的确定性等同容量分析理论，得到容量的精确计算方法；推导出密集分布式蜂窝系统的系统级频谱效率的闭式，理论上证明了节点大规模增加，分布式系统的容量显著大于集中式系统，进而揭示出

多小区多用户蜂窝系统的极限传输能力。(2) 在非理想信道下, 突破了导频污染下密集无线传输的信息理论, 形成了密集分布式系统能效和谱效的理论分析框架, 具体包括: 考虑接入点天线间相关性, 建立了导频污染的等效信道模型, 推导出上行和下行传输的系统频谱效率的表达式, 并得到其渐近容量; 推导出密集无线传输系统的单位面积频谱效率的近似闭式, 进而推导出能效最优的系统参数配置; 理论证明了存在导频污染和导频资源受限的情况下, 密集多用户移动通信系统的容量趋于饱和, 但是相比传统系统增益显著。(3) 配置大规模天线的中继节点可以进一步提升分布式网络系统的容量, 本实验室推导出用户遍历速率表达式, 分析了网络系统的速率增益, 揭示出遍历可达速率随中继天线个数呈指数增长, 而随用户对个数呈指数下降, 在天线个数趋于无穷大的极限情况下, 研究了网络系统的能量效率, 揭示出在遍历和速率保持不变的情况下系统的功率效率增益。

(二) 在分布式协作传输系统所涉及的信道信息获取、协作传输方法、纠错编译码理论方法等方面取得若干创新研究成果, 提出能够克服系统实现复杂性的信道信息获取技术、节点间协作和中继协作传输方法以及新型的 Polar 码译码算法。

分布式系统的性能增益来源于协作传输。但是, 相比集中式系统, 随着节点数目的增加, 密集分布式系统的信道信息获取更具有挑战性。特别是, 采用 TDD 方式, 信道的互易性获取将不能通过硬件校准, 需要采用空口校准。另一方面, 协作传输的复杂性也随着节点的增加而大幅增加。针对分布式协作传输的信道信息获取及协作传输, 本实验室提出了利用密集分布式系统稀疏性的低复杂度传输方法, 包括: (1) 利用密集分布式系统在功率域的稀疏性, 提出了频谱效率最大化的导频复用方法, 充分利用有限的导频提高系统频谱效率; (2) 突破了密集分布式移动通信系统的信道信息上下行互易性获取理论和方法, 提出了最优协作最小二乘校准方法, 并进一步提出了基于迭代坐标下降的校准方法, 可以较低复杂度逼近理想校准; (3) 提出了低复杂度的基于统计信息的多用户联合接收和联合预编码方法, 该方法具有可扩展性, 复杂度随系统规模仅线性增加, 并通过试验验证平台进行了验证。

在分布式协作网络中, 通过中继协作可以增强系统覆盖并降低系统功率。随着协作中继的深入研究, 如何在非理想信道信息下设计鲁棒的传输方法是其应用的瓶颈问题。针对这一问题, 本实验室系统地研究了非理想信道信息下协作中继传输理论和方法, 具体成果包括: (1) 研究了确定性非理想 CSI 模型下非再生中继 MIMO 系统的鲁棒 MMSE 收发机优化, 理论上证明了在一定条件下最优中继预编码和信宿接收机具有信道对角化结构, 进而提出简化的标量

功率分配算法；(2) 以互信息量和均方误差为优化指标，研究了确定性 CSI 误差下放大转发中继 MIMO 系统的预编码，推导出鲁棒中继预编码的闭合解，证明在确定性 CSI 误差下，特征模式传输仍是最优传输方法；(3) 推导出存在信道估计误差和量化反馈误差下多用户放大转发 MIMO 中继的容量损失的闭合表达式，提出了一种能将系统速率损失控制在有限范围内的有限反馈方法。

在分布式协作传输系统中，由于非理想信道和干扰的影响，采用新型的信道编码，是信息可靠、准确、有效传输的根本保障。本实验室在新型的 Polar 码译码方面取得具有国际影响的成果，相关成果被用于 3GPP 的 5G 标准中信道编码和空口传输方案的制定与推进，并应用于 5G 试验平台，并获得 IEEE ASICON 2015、IEEE DSP 2016、IEEE APCCAS 2016 和 ISIPS 2016 的最佳论文奖。具体成果包括：(1) 建立了极化码 SC 译码算法的数据流图，在此基础上揭示了 SC 译码时延理论下界，以及 SC 交织译码的理论并行上界，进而提出 5G 时变信道环境下普适的自适应 SC List 译码算法；(2) 提出基于通用处理器架构的 SC List 软件设计方法和普适的预计算、流水线、交织、并行、折叠的极化码硬件设计方法，并提出统一实现的 BP 译码方法。

(三) 针对密集分布式组网，提出了能效优先的资源分配方法，并提出了具有自感知、自优化能力的 SON 技术，在满足用户 QoS 需求下，解决了超密集网络的负载均衡、干扰协调及小区范围扩展偏置等问题。

密集分布式协作网络系统为无线资源管理带来崭新的问题。为了提高整个网络无线资源利用率，需要优化调配空时频资源、功率资源、分布式节点以及空分用户组等。利用分布式系统的具体特点，本实验室提出了分布式资源联合调配理论与方法，解决了资源调配的实现复杂性问题。具体成果包括：(1) 针对采用 MIMO-OFDM 的分布式天线系统，设计了三种不同的功率分配设计准则：最大化系统的吞吐量、最小化系统的发射功率和最大化系统的能量效率。在假设信道正交和非正交的情况下，在满足用户相同服务质量的限制下，比较这三种不同的设计准则性能。(2) 针对密集分布式天线系统，提出了利用统计信道信息的低复杂度贪婪算法，解决多用户和多接入点的配对协作传输问题。

超密集网络能够有效提升频谱复用率，拉近用户与服务小区之间的距离，提升系统吞吐量。然而，节点的密集部署会增加网络中的干扰，同时造成小区间负载不均衡，降低用户公平性，从而制约网络性能的提升。因此在超密集网络中研究具有自感知、自调整、自优化能力的 SON 技术具有重要意义。针对超密集网络，本实验室研究了负载均衡、干扰协调及小区范围扩展偏置等 SON 技术，具体包括：(1) 提出了一种基于用户 QoS 的移动负载均衡方法，该方法考虑了两类网络用户的场景，即常速率的用户和尽力而为服务的用户，建立了保

证 QoS 要求的移动负载均衡最优化模型，并对所建立的多目标优化问题，采用多目标群集智能算法，获取问题最优解；（2）完成了超密集异构网络中基于改进粒子群的干扰协调技术研究，提出通过调整小小区的发送功率降低小区间干扰，并提出基于改进粒子群的功率调整算法，获得最优小区发送功率，最大化系统吞吐量；（3）完成了超密集异构网络中用户 QoS 约束下最大化系统吞吐量的功率调整研究，把用户 QoS 考虑在干扰协调问题建模中，同时考虑用户服务质量需求和用户服务小区随功率调整的变化，通过舍弃与服务质量约束冲突的不可行解，利用改进粒子群优化小小区的发送功率；（4）研究了超密集异构网络中的小区范围扩展偏置优化问题，利用吉布斯采样，提出最大化速率相关效用函数的小区范围扩展偏置优化算法，并提出基于吉布斯采样的中心辅助分布式小区范围扩展偏置优化算法降低算法信令开销、计算复杂度及迭代次数。

成果佐证清单

序号	成果类型	成果名称	完成人	刊物、出版社或授权单位名称	年、卷、期、页或专利号
1	论文	Spectral Efficiency of Distributed MIMO Systems	D. Wang, J. Wang, X. You, Y. Wang, M. Chen, X. Hou	IEEE Journal on Selected Areas in Communications	vol.31, pp.2112-2127, October, 2013
2	论文	Energy-Efficient Resource Allocation in OFDM Systems With Distributed Antennas	C. He, G. Y. Li, F. C. Zheng, X. You	IEEE Transactions on Vehicular Technology	Vol.63, no.3, pp.1223-1231, 2014
3	论文	Ergodic rate analysis for multi-pair massive MIMO two-way relay networks	S. Jin, X. Liang, K.-K. Wong, X. Q. Gao, and Q. Zhu	IEEE Transactions on Wireless Communications	vol. 14, no.3, pp. 1480-1491, Mar. 2015
4	论文	Robust Beamforming with Partial Channel State Information for Energy Efficient Networks	Wei Xu, Yuke Cui, Hua Zhang, G. Ye. Li, and Xiaohu You	IEEE Journal on Selected Areas in Communications	vol. 33, no. 2, pp. 2920-2935, Dec. 2015
5	论文	Low-Complexity Power Allocation for Energy Efficiency Maximization in DAS	J. Wu, J. Liu, W. Li, and X. You	IEEE Communications Letters	VOL. 19, NO. 6, PP. 925-928, 2015
6	论文	Robust optimization for amplify-and-forward mimo relaying	Shen, Hong, Wang,	IEEE Transactions on Signal	61(21), pp 5458-5471, 2013

		from a worst-case perspective	Jiaheng, Levy, Bernard C、Zhao, Chunming	Processing	
7	论文	On Forward Channel Estimation for MIMO Precoding in Cooperative Relay Wireless Transmission Systems	Dongrun Qin*, Zhi Ding, and Soura Dasgupta#	IEEE Transaction on Signal Processing	vol. 62,no. 5, pp. 1265-1278, 2014
8	论文	Achievable rate analysis and feedback design for multiuser MIMO relay with imperfect CSI	Peng Zhangjie*, Xu Wei, Wang L.-C.#, Zhao Chunming	IEEE Transactions on Wireless Communications	Vol.13,no. 2,pp.780-793, February,2014
9	论文	Robust transceiver for AF MIMO relaying with direct link: A globally optimal solution	Hong Shen, Wei Xu, Chunming Zhao	IEEE Signal Processing Letters	vol. 21, no. 8, pp. 947–951, 2014
10	论文	Latency analysis and architecture design of simplified SC polar decoders	C. Zhang and K. K. Parhi	IEEE Transactions on Circuits and Systems II: Express Briefs	vol. 61, pp. 115-119, 2014
11	发明专利	移动通信系统分层异构网络中的强化干扰协调方法	潘志文、高瑞芳、刘楠、尤肖虎	国家专利局	ZL201110108026.4
12	发明专利	多小区协作区域内一种机会调度方法	尤肖虎、王浩、蒋慧琳、李知航、潘志文、刘楠	国家专利局	ZL201210046487.8
13	发明专利	移动通信系统中联合负载均衡的切换自优化方法	潘志文、陈啸、刘楠、尤肖虎	国家专利局	ZL201210268503.8
14	发明专利	分类保证不同等级用户服务质量要求的负载均衡优化方法	尤肖虎、王浩、潘志文	国家专利局	ZL201210069725.7
15	发明专利	移动通信系统中考虑用户服务质量要求的负载均衡优化方法	尤肖虎、王浩、潘志文、刘楠、吴平、丁良辉	国家专利局	ZL201110341127.6

注：专著、论文、软件、数据库等研究成果均应标注国家重点实验室名称，授权发明专利、新药、新品种等按国家有关规定办理

(2) 代表性研究成果 2：大规模 MIMO 无线通信理论与技术

代表性研究成果 2 名称	类别	成果为第一完成单位	本室固定人员参加名单	所属研究方向
大规模 MIMO 无线通信理论与技术	应用基础类	是	高西奇、丁峙、王闻今、陈明、江彬、李潇、黄永明、尤力、仲文、张华、巴特尔	现代信号处理及其在移动通信中的应用
<p>简要介绍代表性研究成果的主要内容、主要的科技创新贡献（包括理论的创新、技术的突破、重要应用或应用前景）、国内外影响的主要证据。建议每项成果介绍不超过 3500 字。</p> <p>移动互联网、物联网及工业变革驱动着无线移动通信继续快速发展，实现身临其境、万物互联。面向 2020 年之后无线移动通信应用，主要技术需求体现在两个方面，其一是支撑巨容量的业务承载，系统的速率容量需求将增加千倍乃至万倍以上，其二是支撑巨连接的业务承载，系统的终端连接数将增加百倍以上。因应两个方面的技术需求，探索和构建全频段全场景的大规模无线通信系统，成为未来发展趋势，其基本特征反映在两个方面，其一是采用大规模天线配置，以深度挖掘利用空间维度无线资源，其二是全频谱资源利用，拓展利用包括毫米波和太赫兹在内的高频段无线资源。大规模无线通信涉及大规模 MIMO 技术，是未来新一代移动通信最具潜力的研究方向。在大规模 MIMO 无线通信系统中，基站侧配备大规模天线，在同一时频资源上支持大量用户同时通信，量级或多量级提升频谱效率、功率效率和终端连接数。同时，在毫米波、太赫兹等高频段，需要在收发端均配置大量的天线，以实现大范围覆盖和传输效率的大幅提升。</p> <p>将已有的多用户 MIMO 技术直接应用到大规模 MIMO 场景，基站需要瞬时信道信息，存在着两个方面难以克服的问题。其一是导频开销随用户数、移动速度、载波频率线性增长，信道信息获取存在瓶颈；其二是多用户联合发送/接收涉及矩阵求逆，复杂度立方增长，实现复杂性高；因此，难以适应中高速</p>				

移动场景、FDD 系统、及高频段应用。在国家杰出青年基金项目、国家自然科学基金国际合作重大项目、国家 863 计划项目、国家重大科技专项课题、以及华为等企业合作项目的支持下，本实验室率先系统地开展大规模 MIMO 无线通信理论与技术研究，研究工作涉及大规模 MIMO 信道模型与容量分析、信道信息获取、新型空分多址传输、同步与控制信息传输等四个方面，以期探明符合实际的信道模型、典型约束条件下容量增益，探寻信道信息获取、新型空分多址传输、同步与控制信息传输理论方法，在量级提升系统传输速率、频谱效率、功率效率的同时，解决信道信息获取瓶颈、实现复杂性高、对典型场景和高频段的适应性等问题。

围绕大规模 MIMO 无线通信理论与技术研究，形成系列理论与技术成果。发表 SCI 收录论文 67 篇，其中 IEEE 核心期刊论文 48 篇，主要刊登在 IEEE Transactions on Information Theory、IEEE Transactions on Communications、IEEE Transactions on Signal Processing、IEEE Transactions on Wireless Communications 和 IEEE Journal of Selected Area on Communications 等 IEEE 核心刊物上。获授权国家发明专利 23 项，获授权美国发明专利 4 项。部分相关成果获 2014 年度江苏省科学技术一等奖以及 2014 年度教育部自然科学二等奖。利用 5G 云平台，构建了大规模 MIMO 试验系统，可支撑典型频段上信道测试和关键技术试验验证。所提出的多项技术被集成到无线网络预商用试验系统，通过现场试验，证实了所提技术的可行性和有效性。将大规模 MIMO 技术应用于多波束卫星移动通信系统，使得频谱效率提升 4 倍，同时提出相适应的多载波多址传输技术、以及因子图迭代收发处理技术，解决功率有效性和高效实现问题。

本项研究成果的主要内容和贡献如下：

（一）建立了符合实际的波束域统计信道模型，揭示出波束域信道的二维稀疏特性和时频域衰落特性，特别适用于大范围覆盖场景以及高频段通信场景，进而提出信道容量分析的确定性等同新方法，易于计算，数值精度高，为系统设计提供信道模型和容量分析基础。

信道模型与信道容量分析是系统设计的基础。大规模 MIMO 信道的空间分辨率显著增强，其新特性值得探索。大规模天线配置使得收发端可获得的信道信息严重受限，信道容量分析需综合考虑信道特性和实际约束。为解决基站侧依赖瞬时信道信息所引起的系统设计瓶颈问题，需要探明符合实际的大规模 MIMO 信道的统计模型并突破发送端仅知统计信道信息时信道容量分析。

本实验室在大规模 MIMO 信道新特性、统计建模及信道容量分析方面进行了深入的研究，建立了符合实际的波束域统计信道模型，提出信道容量分析的

确定性等同新理论方法，为系统设计提供信道模型和容量分析基础。具体成果包括：（1）证明了各用户信道的空间解相关矩阵趋于一致，推导出信道空间频率相关与信道角度时延功率谱之间的理论关系；（2）建立了波束域统计信道模型，揭示出波束域信道的二维稀疏特性，且其频率选择性和时间选择性显著弱化；（3）利用大维随机矩阵理论，推导出遍历和速率容量的确定性等价式、容量可达最优发送方向和最优功率分配解；（4）将自由概率确定性等同理论运用到 MIMO 系统，提出信道容量分析的自由概率确定性等同方法，易于计算，数值精度高。

（二）利用所揭示的大规模 MIMO 波束域信道的二维稀疏特性，提出导频复用大规模 MIMO 信道信息获取理论方法以及相适用的鲁棒收发处理理论方法，在典型移动场景下，显著降低导频开销，解决大规模 MIMO 信道信息获取瓶颈问题。

多用户空分多址传输依赖于能够获得的信道状态信息，其导频信号会消耗系统的时频资源。在传统的多用户 MIMO 技术中，基站侧需要知道瞬时信道信息，将其直接应用于大规模 MIMO 系统，导频开销随用户天线总数、时延扩展、移动速度、载波频率等因素线性增长，信道信息获取存在瓶颈问题。在资源受限情况下，能否较为精确地获得所需的信道信息，是实现高性能无线传输的先决条件。

针对这一问题，基于所提出的波束域信道统计模型，本实验室提出导频复用信道信息获取理论方法及相适应的鲁棒收发处理理论方法，解决大规模 MIMO 信道信息获取瓶颈问题。具体成果包括：（1）利用大规模 MIMO 波束域信道的二维稀疏特性，证明了当各用户信道的功率分布在角度时延域不重叠时，用户间导频复用不影响信道估计性能；（2）提出导频复用大规模 MIMO 信道信息获取理论方法及导频调度算法，在典型移动场景下，显著降低导频开销，仅需约 15% 的导频开销；（3）推导出贝叶斯最优的逼近消息传递信道估计理论方法，显著降低信道估计精度；（4）提出鲁棒上行接收和鲁棒下行预编码理论方法，解决导频复用可能引起的额外导频干扰问题。

（三）利用所建立的波束域信道模型及波束域信道新特性，提出波束分多址（BDMA）传输理论方法，并针对高频段应用，提出逐波束同步方法，解决大规模 MIMO 无线通信所涉及的系统实现复杂性及对典型场景、典型频段的适应性问题。

多用户共享空间无线资源是提升大规模 MIMO 无线通信频谱和功率效率的关键所在。传统多用户 MIMO 传输技术直接应用到大规模 MIMO 系统，其

实现复杂度随用户天线总数立方增长，并随多因素线性增长，且难以适用中高速移动场景、FDD 系统、以及高频段应用场景，能否实现低复杂度且对典型频段典型场景具有普适性的大规模 MIMO 无线传输，是大规模 MIMO 技术应用需要解决的核心问题。

针对这一问题，本实验室探讨了发送端仅知统计信道信息大规模 MIMO 传输理论方法，提出波束分多址 (BDMA) 传输理论方法，并针对高频段应用，提出逐波束同步方法，解决大规模 MIMO 无线通信所涉及的实现复杂性及普适性问题。具体成果包括：(1) 利用所建立的大规模 MIMO 波束域信道模型，提出大规模 MIMO 波束分多址(BDMA)传输理论方法，从理论上证明了其最优性，处理复杂度仅随用户数线性增长，且适于中高速移动场景及 FDD 系统；(2) 利用波束域信道的时频选择性随天线个数线性降低特点，提出逐波束同步理论方法，并应用于 BDMA 传输，解决毫米波、太赫兹等高频段无线资源在大覆盖场景应用问题；(3) 利用可达和速率的确定性等同理论分析结果，提出高性能低复杂度的多用户调度理论方法；(4) 提出统计信道信息获取理论方法及基于 QR 分解的低复杂度信号检测方法，有效支撑 BDMA 传输。

(四) 突破大规模 MIMO 系统同步与控制信息传输技术，提出全向预编码传输理论方法，在降维的预编码域实施同步与控制信息传输，从理论上得到预编码矩阵的设计实例，并证明了其渐进最优性，在提供大范围全向传输的同时，克服下行导频开销瓶颈。

同步与公共控制信息传输在移动通信系统中具有重要作用，需要能够实现大范围全向覆盖，以服务小区内所有活跃和非活跃用户。在天线配置较少的现有系统中，典型地采用单天线发送同步信号，采用空时编码进行控制信息传输。将这些技术应用到大规模 MIMO 系统，覆盖范围严重受限，控制信息传输的导频开销随基站天线数线性增长。能否实现全功率利用的大范围全向覆盖，是需要解决的关键问题。

针对这一问题，本实验室开展了全功率利用的全向传输理论方法研究，应用于同步与控制信息传输。具体成果包括：(1) 提出适于大规模 MIMO 的全向预编码传输理论方法，用于同步和控制信息传输，在降维的预编码域实施同步与控制信息传输，在提供大范围全向传输的同时，克服下行导频开销瓶颈；(2) 阐明了预编码矩阵应满足的三个条件，包括全向传输、天线等功率传输和遍历互信息最大化条件；(3) 利用 ZC 序列，得到了全向预编码矩阵的设计实例，并从理论上证明了其渐进最优性，包括可达遍历速率性能、中断概率性能及信号峰均比性能；(4) 进而，将全向预编码传输拓展到多小区和射频通道数受限的

高频段应用场景，并提出联合接收处理理论方法，显著提升系统性能。

成果佐证清单

序号	成果类型	成果名称	完成人	刊物、出版社或授权单位名称	年、卷、期、页或专利号
1	论文	Free deterministic equivalents for the analysis of MIMO multiple access channel	A.-A. Lu, X. Q. Gao, and C. S. Xiao	IEEE Transactions on Information Theory	vol. 62, no. 8, pp. 4604-4629, Aug. 2016.
2	论文	Pilot reuse for massive MIMO transmission over spatially correlated Rayleigh fading channels	L. You, X. Q. Gao, X.-G. Xia, N. Ma, and Y. Peng	IEEE Transactions on Wireless Communications	vol. 14, no. 6, pp. 3352-3366, Jun. 2015.
3	论文	Channel acquisition for massive MIMO-OFDM with adjustable phase shift pilots	L. You, X. Q. Gao, A. L. Swindlehurst, and W. Zhong	IEEE Transactions on Signal Processing	vol. 64, no. 6, pp. 1461-1476, Mar. 2016.
4	论文	QoS guaranteed user scheduling and pilot assignment for large-scale MIMO-OFDM systems	X. Xiong, B. Jiang, X. Q. Gao, and X. H. You	IEEE Transactions on Vehicular Technology	vol. 65, no. 8, pp.6275-6289, Aug. 2016.
5	论文	Beam division multiple access transmission for massive MIMO communications	C. Sun, X. Q. Gao, S. Jin, M. Matthaiou, Z. Ding, and C. S. Xiao	IEEE Transactions on Communications	vol. 63, no. 6, pp. 2170-2184, Jun. 2015.
6	论文	Low complexity polynomial expansion detector with deterministic equivalents of the moments of channel Gram	A. A. Lu, X. Q. Gao, Y. R. Zheng, and C. S. Xiao	IEEE Transactions on Communications	vol. 64, no. 2, pp. 586-600, Feb. 2016.

		matrix for massive MIMO uplink			
7	论文	Robust equalizer for multicell massive MIMO uplink with channel model uncertainty	H. Wu, X. Q. Gao, X. H. You	IEEE Transactions on Vehicular Technology	vol. 65, no. 5, pp. 3231-3242, May 2016.
8	论文	Sum-rate-optimal precoding for multi-cell large-scale MIMO uplink based on statistical CSI	H. Wu, X. Q. Gao, X. D. Wang, and X. H. You	IEEE Transactions on Communications	vol. 63, no.8, pp. 2924-2935, Aug. 2015.
9	论文	Statistical 3-D beamforming for large-scale MIMO downlink systems over Rician fading channels	X. Li, S. Jin, H. A. Suraweera, J. Hou, and X. Q. Gao	IEEE Transactions on Communications	vol. 64, no. 4, pp.1529-1543, Apr. 2016.
10	论文	Three-dimensional beamforming for large-scale FD-MIMO systems exploiting statistical channel state information	X. Li, S. Jin, X. Q. Gao, R. W. Heath	IEEE Transactions on Vehicular Technology	vol. 65, no. 11, pp. 8992-9005, Nov. 2016.
11	论文	Omnidirectional Precoding Based Transmission in Massive MIMO Systems	X. Meng, X. Q. Gao, and X.-G. Xia	IEEE Transactions on Communications	vol. 64, no. 1, pp. 174-186, Jan. 2016.
12	发明专利	利用大规模天线阵列的无线通信方法	高西奇、孙晨、王闻今、金石、江彬、仲文、王东明、巴特尔	国家专利局、美国国家专利局	ZL201210394910.3; US Patent 9462599
13	发明专利	适用于大规模天线阵列的同步信号发射方法	高西奇、孟鑫、江彬、仲文	国家专利局	ZL201210177921.6
14	发明专利	统计特征模式的空分多址传输方法	高西奇、金石、王东明、王珏、尤肖虎、张源	国家专利局、美国国家专利局	ZL201010210394.5; US Patent 8767671
15	发明专利	空分多址多天线	高西奇、	国家专利局、美国	ZL201010184565.

		传输下行链路导频与信道估计方法	江彬、尤肖虎、巴特尔、金石、王珏、王东明、蒋雁翔	国家专利局	1; US Patent 8737347
--	--	-----------------	--------------------------	-------	----------------------

(3) 代表性研究成果 3：光无线通信理论与技术

代表性研究成果 3 名称	类别	成果为第一完成单位	本室固定人员参加名单	所属研究方向
光无线通信理论与技术	应用基础类	是	赵春明、陈明、张在琛、王家恒、张华、姜明、王俊波、党建、吴亮、吴炳洋	短距离无线通信与泛在网络

简要介绍代表性研究成果的主要内容、主要的科技创新贡献（包括理论的创新、技术的突破、重要应用或应用前景）、国内外影响的主要证据。建议每项成果介绍不超过 3500 字。

第五代移动通信系统将能够支持 10Gbps 量级的峰值速率和现有系统千倍以上的容量，并能够支持海量低速用户的并发接入。在此基础上，新一代移动通信系统仍需不断向更高速率、更大容量发展，以满足未来持续快速增长的无线业务需求。目前的技术发展方向有两个：一是在现有通信频段基础上设计能量和频谱效率更高的先进收发机，以逼近香农限为最终技术目标；二是开发利用包括光波在内的更高频段的电磁波，以充分利用其巨量带宽资源。光无线通信就是射频无线通信在光频段的延展，它可利用极宽的光频段资源，并且传播损耗小、电磁兼容性好、实现成本低，是实现未来超高速率、超大容量无线通信的理想途径。

光无线通信通常使用可见光或激光信号传输数据。由于 LED 照明设备的大规模普及，兼顾照明和通信的室内可见光通信是目前光无线通信的主流，受到广泛关注，与 WiFi 对应的短距离可见光通信标准 LiFi 已呼之欲出。光无线通信系统和传统的射频无线通信系统有显著不同，无法完全照搬现有的射频通信技术，面临着以下几个主要挑战：（1）光无线通信的信号传播特性、收发器件、信道模型均和射频通信有明显区别，需要首先在实际测量的基础上进行信道建模，并进一步分析可见光信道容量；（2）与采用相干传输的射频通信不同，可见光通信一般采用强度调制和解调，可见光信号只有强度信息而没有相位信息，

因此基本的调制解调传输机制要重新设计；(3) 室内光通信要兼顾通信和照明，因此光通信收发机设计不仅要考虑速率、误码率、能效等性能指标，还要考虑可控的照明需求；(4) 实际中多光源照明场景十分普遍，因此多光源、多用户、多小区可见光网络将是光无线通信走向实用的关键，如何设计多光源传输机制、可见光蜂窝网络构架、光网络资源配置方法是亟待解决的问题。

面向未来光无线通信，在国家自然科学基金创新群体、国家 973 计划、国家 863 计划等项目的支持下，本实验室深入系统地开展了光无线通信理论与技术研究，解决了光信道测量、建模和容量分析等基础关键问题，建立了较为完善的宽光谱无线光传输理论体系，提出了一系列创新高效的光信号传输技术，突破了多光源、多用户、多小区光通信的技术瓶颈，建立了新型的以用户为中心的光蜂窝网络构架，实现了光网络无线资源的最优配置。本实验室搭建了实时高速可见光通信验证系统，可在 3~4m 的距离内实现 600Mbps 实时传输。研究成果还包括：发表 SCI 收录论文 42 篇，主要刊登在 Optics Express、IEEE Transactions on Signal Processing、IEEE/OSA Journal of Lightwave Technology 和 IEEE Photonics Journal 等 OSA、IEEE 核心刊物上；申请国家发明专利 61 项，获授权国家发明专利 14 项。

本项研究成果的主要内容和贡献如下：

(一) 针对室内可见光通信场景，对实际信道响应进行了测量与建模，并利用所建立的信道模型，对可见光信道容量和光信号峰均比进行了理论分析，为后续高效传输方案及多光源、多用户、多小区光通信研究提供了理论基础。

与其它通信方式类似，光无线通信的信道模型与信道容量分析也是系统设计的基础。但作为新型的短距离通信方式，室内光无线通信的信道具有许多新的、亟待研究的特性，例如，信道冲激响应为实数且为非负数，这对信道容量分析带来了新的挑战；更进一步，信道时频响应不仅与光束传播环境有关，还与光源本身的辐射特性、光电检测器的响应特性乃至驱动电路的结构等多种因素有关，这对信道建模提出了更高的要求。

本实验室利用实验室先进的示波器、网络分析仪等测试仪器，对室内可见光信道进行了大量的测量，并根据测量结果建立了相应的信道模型，然后，利用这些信道模型对可见光信道容量进行了分析，并系统分析了宽光谱可见光信号的峰均比。具体成果包括：(1) 在实测数据的基础上，建立了精确、易用的室内可见光信道模型，将光源及其驱动电路、光传播路径及光电二极管等核心组成部分统一纳入模型；(2) 推导出了多种静态信道模型下的信道容量及其上下边界，所得边界比已有结果更加紧致；(3) 推导出了动态信道模型下的中断

容量，并给出了收发端存在对准误差时的容量解析表达式；(4) 提出了能够最大化可达速率的光无线通信自适应调制方案，所提方案可应用于多种光无线通信系统，且所得可达速率逼近信道容量；(5) 系统分析了各种多载波可见光信号的峰均比，为设计高效宽光谱信号传输技术提供了重要指导。

(二) 根据所建立的信道模型，系统地提出了具有高频谱效率、高功率效率的信号传输、资源分配方法，揭示出了光正交频分复用系统中发送信号的内在结构与自编码特性，在此基础上提出了新的迭代检测算法，信号检测性能得到显著提高。

宽光谱高效传输是光无线通信的关键技术之一，也是实现多用户、多小区通信的基础。在光无线通信中，发送信号受光源限制需进行限幅等非线性操作，此时会产生严重自干扰，而信号中直流偏置大小的选取则直接影响发送功率以及限幅后的有效信息量。如何在这些不利因素影响下设计最优的传输方案面临极大的挑战。由于光无线通信信道的特殊性质，现有射频通信系统的相关传输理论与方法不能直接利用，需要专门研究适用于光无线通信的宽光谱高效传输理论。

针对宽光谱高效信息传输问题，根据信道建模与容量分析的结果，本实验室系统提出了高效调制、编码、直流偏置与子频带功率配置及先进信号检测的理论与技术体系。具体成果包括：(1) 提出了基于可恢复限幅、极性编码、滤波器组多载波等多种新型调制编码方法，提高了频谱利用效率；(2) 针对光信号峰均比高造成检测性能下降的问题，提出了多种抑制光信号峰均比的方法，显著降低了峰均比，提升了接收机的检测性能；(3) 针对直流偏置功率过大会造成发送功率浪费，过小会造成信息损失过多的矛盾，提出了直流偏置功率、子频带功率联合分配的优化理论方法，显著提高了系统的功率效率；(4) 针对现有 ACO-OFDM 系统的信号检测方法在非视距信道下性能较差的问题，完整揭示出经过限幅后的 ACO-OFDM 发送信号的内在结构，指明了该结构中隐含的自编码功能，根据该结构提出了新的迭代信号检测算法，相比已有信号检测方法能够取得高达 10 dB 的性能增益，并成功推广到多种光无线通信系统。

(三) 提出了可见光 MIMO 收发机设计理论与方法，并进一步提出了多用户可见光 MIMO 收发机设计理论与方法，解决了多光源、多用户场景下的可见光信号传输问题，在兼顾照明的同时，显著提升了传输速率和传输可靠性。

在传统射频无线通信中，多天线 MIMO 传输是增强传输速率和可靠性重要方法。在光无线通信中，也可在发送端使用多光源，在接收端使用光电检测器阵列，形成可见光 MIMO 传输，不仅可以提升传输速率和可靠性，还能支持多

个用户同时通信，并为室内定位提供了新的思路。然而，可见光通信采用强度调制，可见光信号缺少相位信息，同时多光源传输还需兼顾照明需求。因此，现有的射频通信中的 MIMO 传输技术不适用于可见光通信，必须设计适用于可见光 MIMO 传输的波束成形、预编码和均衡等关键技术。

针对这一崭新的问题，本实验室开展了多光源可见光 MIMO 传输方面的研究工作，提出了兼顾照明和通信的可见光 MIMO 收发机设计，给出了多光源强度调制和预编码联合优化方法，建立了多用户可见光 MIMO 收发机设计理论与方法，并提出了多光源室内定位方法。具体研究成果包括：（1）提出了兼顾照明和通信的可见光 MIMO 收发机设计，充分发挥了多光源的潜力，在满足室内照明需求的同时，最大限度地提升了可见光 MIMO 的可靠性；（2）将预编码设计和强度调制联合优化，提出了适用于多光源 MIMO 传输的光信号调制方法，有效地提升了传输速率；（3）建立了多用户可见光 MIMO 收发机设计理论，分别针对多种性能指标，提出了高效的优化方法，奠定了多用户可见光通信基础；（4）提出了利用室内多光源进行定位的方法，在兼顾照明和通信功能的同时，实现了室内短距离高精度定位。

（四）率先提出了以用户为中心的可见光蜂窝网络构架，建立了无定形可见光蜂窝小区形成机制，提出了多种调度和干扰抑制方法，解决了可见光蜂窝网络基础构架、信号覆盖、光频谱资源最优配置等关键问题。

可见光通信基于常见的 LED 等照明设备，无处不在的照明设施为搭建低成本、广覆盖的可见光蜂窝网络提供了有力的支持。另一方面，相比传统基于射频的无线网络，可见光网络中基站或接入点的密度更高，接入点和用户之间的距离更近，同时可见光信道与射频无线信道有显著区别。因此，如何针对可见光信道特性和可见光网络的特点，设计合理的可见光网络构架和小区形成机制，并高效地配置可见光网络资源，是实现可见光通信从点到点传输到多小区无缝覆盖的关键问题。

针对上述问题，本实验室系统地开展了可见光蜂窝网络方面的研究，深入分析了可见光无线网络和射频无线网络的异同点，率先提出了以用户为中心的可见光蜂窝网络构架，建立了无定形可见光蜂窝小区形成机制，提出了多种可见光蜂窝网络资源优化方法，解决了可见光蜂窝网络的基础构架和资源最优配置问题。具体研究成果包括：（1）根据可见光信号的传输机理，率先提出了以用户为中心的可见光蜂窝网络构架，建立了无定形可见光蜂窝小区形成机制，较传统以小区为中心的蜂窝网络构架实现了频谱效率数量级的提升；（2）提出了基于图论的可见光网络调度机制，动态地分配和合并光接入点，针对每个用户构成无定形蜂窝小区，实现了光频谱资源的最佳利用；（3）引入了稳定配对

理论，提出了分布式可见光网络调度方法，通过少量几比特信令交互，获得逼近全局最优的网络性能，突破了可见光蜂窝网络信道信息获取瓶颈；（4）提出了适用于可见光蜂窝网络的干扰抑制和干扰协调方法，有效地降低了多小区光信号之间的干扰，显著地提升了频谱效率。

成果佐证清单

序号	成果类型	成果名称	完成人	刊物、出版社或授权单位名称	年、卷、期、页或专利号
1	论文	PAPR Analysis for OFDM Visible Light Communication	J. Wang, Y. Xu, X. Ling, R. Zhang, Z. Ding, and C. Zhao	Optics Express	vol. 24, no. 24, pp. 27457-27474, Nov. 2016
2	论文	Scheduling for Indoor Visible Light Communication Based on Graph Theory	Y. Tao, X. Liang, J. Wang, and C. Zhao	Optics Express	vol. 23, no. 3, pp. 2737-2752, Jan. 2015
3	论文	Distributed User-Centric Scheduling for Visible Light Communication Networks	L. Chen, J. Wang, J. Zhou, D. W. K. Ng, R. Schober, and C. Zhao	Optics Express	vol. 24, no. 14, pp. 15570-15589, Jul. 2016
4	论文	Offset and Power Optimization for DCO-OFDM in Visible Light Communication Systems	X. Ling, J. Wang, X. Liang, Z. Ding, C. Zhao	IEEE Transactions on Signal Processing	vol. 64, no. 2, pp. 349-363, Jan. 2016
5	论文	Tight bounds on channel capacity for dimmable visible light communications	J. B. Wang, Q. Hu, J. Wang, M. Chen, and J. Wang	IEEE/OSA Journal of Lightwave Technology	vol. 31, no. 23, pp. 3771-3779, Dec. 2013
6	论文	Adaptive Modulation Schemes for Visible Light Communications	L. Wu, Z. Zhang, J. Dang, and H. Liu	IEEE/OSA Journal of Lightwave Technology	vol. 33, no. 1, pp. 117-125, Jan. 2015
7	论文	R-OFDM for RGBA-LED-Based Visible Light Communication With Illumination Constraints	L. Kong, W. Xu, H. Zhang, C. Zhao, and X. You	IEEE/OSA Journal of Lightwave Technology	vol. 34, no. 23, pp. 5412-5422, Dec. 2016.
8	论文	Outage Analysis for Relay-Aided Free-Space Optical Communications over Turbulence Channels	J.-Y. Wang, J.-B. Wang, M. Chen, Y. Tang, Y. Zhang	IEEE Photonics Journal	vol. 6, no. 4, pp. 1-15, Aug. 2014

		with Nonzero Boresight Pointing Errors			
9	论文	Frequency-Domain Diversity Combining Receiver for ACO-OFDM System	J. Dang, Z. Zhang, and L. Wu	IEEE Photonics Journal	vol. 7, no. 6, pp. 1-10, Dec. 2015
10	论文	Multiuser MISO Transceiver Design for Indoor Downlink Visible Light Communication Under Per-LED Optical Power Constraints	B. Li, J. Wang, R. Zhang, H. Shen, C. Zhao, and L. Hanzo	IEEE Photonics Journal	vol. 7, no. 4, pp. 1-16, Aug. 2015
11	论文	Rate-maximized zero-forcing beamforming for VLC multiuser MISO downlinks	H. Shen, Y. Deng, W. Xu, and C. Zhao	IEEE Photonics Journal	vol. 8, no. 1, pp. 1-14, Feb. 2016
12	发明专利	一种基于无线接入点的可见光通信系统	张在琛、吴亮、党建、余旭涛	国家专利局	ZL201310354985.3
13	发明专利	室内分布式可见光通信系统中的资源调度方法	赵春明、陶于阳、梁霄、王家恒	国家专利局	ZL201410093494.2
14	发明专利	一种多载波可见光通信系统的直流偏置优化方法	王家恒、凌昕彤、赵春明	国家专利局	ZL201310210377.5
15	发明专利	一种适用于可见光通信的空间调制发射方法	姜明、邱朗、赵春明、梁霄、黄鹤	国家专利局	ZL201410469894.9

(4) 代表性研究成果 4：物联网技术及其军事化应用

代表性研究成果 4 名称	类别	成果为第一完成单位	本室固定人员参加名单	所属研究方向
物联网技术及其军事化应用	应用基础类	是	尤肖虎、沈连丰、郑军、王炎、王家恒、张源、蒋雁翔、郑福春、朱鹏程	短距离无线通信与泛在网络

随着通信、半导体、计算机、传感器、自动化技术的飞速发展，人类社会即将迈入一个全移动与互联社会。为了满足 2020 年及更长远的生活与商业需求，第五代移动通信（5G）系统需要实现身临其境的高速数据传输与万物互联的机器型物联通信，具体包含增强宽带传输、海量设备连接和低延时高可靠通信三个方面。据预测，到 2020 年全世界将有数百亿个设备接入互联网，物联网技术是 5G 移动通信系统的核心技术之一，它将极大地推动移动和自动化工业以及工业进程。与民用物联网技术研究相对应，以解决武器装备数量、状态等实时信息监测的军事物联网技术研究也在国内同步开展。在前期工作基础上，本实验室系统深入地开展了移动物联网技术及军事化应用研究。

在国家宽带无线通信重大专项、国家自然科学基金项目、济南军区装备部合作项目等资助下，本实验室开展了设备与设备（D2D）直连通信、车与车（V2V）通信、车与基础设施（V2I）通信、军事物联网系统研制与标准化、无线通信安全的理论与工程技术研究。针对中国人民解放军北部战区（原济南军区）陆军装备部军械装甲部提出的需求，本实验室承担了“基于军事物联网的某型号导弹装备智能维修保障系统”科研任务中的车载自组织网络系统设计与实现、复杂装备数据采集设计与实现等军事物联网核心的相关理论研究和设备研制。所研发的技术与系统在济南军区“炮兵防空兵部队实弹战术演习”中得到了实战检验，系统的各项技术指标均达到技术要求，实时发现并排除战车故障 15 台次，故障诊断与维修辅助决策方案准确度达 100%，22 发导弹全部命中目标，取得重大的军事、经济效益，并获 2014 年军队科技进步一等奖。

围绕物联网技术及其军事化应用研究，发表 SCI 收录论文 29 篇，其中 IEEE 核心期刊论文 20 篇，主要刊登在 IEEE Transactions on Communications、IEEE Transactions on Signal Processing、IEEE Transactions on Vehicular Technology、IEEE Communications Letters 和 IEEE Wireless Communications Letters 等 IEEE 核心刊物上，其中 2 篇论文入选 ESI 高被引论文，获授权国家/国防发明专利 29 项。

本项研究成果的主要内容和贡献如下：

（一）为了解决 D2D 与蜂窝网频谱资源竞争与干扰问题，提出了 D2D、M2M 的无线资源分配优化方法，降低了直连用户与小区用户之间的干扰。

D2D 通信，也称为终端直通通信，允许相邻的设备利用授权频谱直接通信，而不通过基站中继，能够极大地提升频谱效率、能效，是未来密集蜂窝网络中重要的短距离通信方式。D2D 通信与蜂窝网络共享频谱资源，因此不可避免地造成了资源竞争和相互干扰。如何合理地给 D2D 通信分配无线资源、协调 D2D 用户

和小区用户之间的干扰，是 D2D 通信走向实用必须解决的关键问题。

本实验室是国内最早开展 D2D 通信研究的科研单位之一。针对上述问题，率先提出了多信道 D2D 通信思想，分别给出了蜂窝网中上行和下行 D2D 通信最优资源分配方案，提出了利用 D2D 通信增强蜂窝网络安全的理论与方法，以及 D2D 通信中能效优化方法。研究成果发表后，短时间被多次引用，成为 D2D 通信方面的代表性论文。此外，针对蜂窝机器通信（M2M）系统中周期性数据和突发数据并存的特点，研究了 M2M 的无线资源分配问题。

具体研究成果包括：（1）率先提出了多信道 D2D 通信思想，是的 D2D 通信能够同时共享多个蜂窝信道，显著提升了 D2D 通信网络的频谱效率；（2）分别给出了最优的上行和下行多信道 D2D 资源共享方案，在保障原有蜂窝通信质量的前提下，使得 D2D 通信速率最大化；（3）提出了利用 D2D 通信增强蜂窝网络安全性的思想，并进一步给出了最优的面向安全性的资源分配方法；（4）提出了 D2D 通信能效优化方法，可通过分布式计算，获得最优的能效；（5）针对周期性 M2M 的特点，引入树结构来表征具有不同周期的 M2M 数据流之间是否可以时分复用无线资源的关系，并提出了一种基于该树结构的坚持无线资源分配方法，以将尽可能多的不同周期 M2M 数据流时分复用在同一条信道上。

（二）以车联网 MAC 层关键技术突破为切入点，建立了 V2I 中信息传输与 RSU 位置的关系模型，给出了 V2V 中 EDCA 机制的性能分析，设计了车联网中安全消息的广播协议，保证了安全消息的传输时延和可靠性。

随着汽车在全球范围内的普及、无人驾驶汽车等新技术的出现，汽车安全性问题日益凸显。其中的一个解决方案是车辆联网，因此作为物联网的一个重要组成部分的车联网研究全面展开了。车联网包括 V2V、V2I 之间的通信，其本身是无中心的自组织网络，因此数据传输效率低于有中心控制的蜂窝网。如何提高车联网数据传输能力、降低关键的安全消息传输延时是亟待解决的难题，路边基础设施如何放置以保证通信质量等需要深入研究。

本实验室围绕车联网 MAC 层关键技术开展研究，在面向车联网路侧单元部署、IEEE 802.11p EDCA 机制研究和基于协议序列的安全信息广播机制等方面取得了一定的研究成果。具体研究成果包括：（1）研究和建立了一个描述信息传输时延与路侧单元（RSU）部署间距之间关系的理论分析模型，该模型考虑了稀疏道路场景以及车辆密度、车辆速度、事故概率和 RSU 部署间距，在给定信息传输时延要求的情况下，可以用于估算 RSU 间最大部署间距。（2）研究和建立了一个 IEEE 802.11p 增强分布式信道接入（EDCA）机制的性能分析模型。该模型考虑了所有可能影响 EDCA 机制接入性能的主要因素，包括饱和状态、标准参

数、退避计数器冻结和内部碰撞，能够较准确地分析 EDCA 机制的接入性能。

(3) 提出一种在车联网中利用协议序列来广播安全消息的方法。协议序列是确定性的 0-1 序列，周期性地分配给每个用户，用户以时隙间隔顺次读取其协议序列中的 0、1，在且仅在所分配协议序列值为 1 时才传输数据。该方法为解决高速公路场景车联网中的发送消息碰撞以及实时性提供一种解决方案。

(三) 针对野战条件下导弹装备难以动态组网、传输信息容易被窃听和解密的固有问题，开发了具有自主知识产权的军用车载自组织网络协议和可控芯片，研究了基于多天线的空间主动安全加密技术，取得了关键技术的突破。

现代导弹装备上的传感器数量多，采集的信息量大，后勤保障需要在导弹装备的运动中实现实时状态监测。现有的通信系统无法满足上述需求，因此提出并实现了以车载自组织网络为核心的军事物联网。通过车载自组织网络的节点间对等通信、多跳通信距离扩展、良好的网络可扩展性、容易快速部署等优点，很好地满足了现代导弹装备后勤保障的实时性、高速率、高可靠性需求。

为了应对军事物联网的技术挑战，从物理层、MAC 层、网络层三方面给出了相应的解决方案。首先，提出了一种 MAC 层、物理层跨层波束形成方案，利用北斗导航接收机获得的战车精确位置信息，控制发射波束指向期望的通信节点和降低发射对其它通信节点的干扰。其次，MAC 协议中的数据传输主要采用分布式预约方式，根据节点号分配相应的时隙，数据在这些指定时隙发送，解决了自动组网、网络抗毁和网络路径优化的难题。再次，路由协议采用“基于反向链路连接性的路由方案”，保证在 100ms 内完成对所有节点路由信息的获取并进行实时的更新，保证所有节点都能随时找到一条最优的至中心节点的传输路径。最后，提出了一种保密性更强的空间调制方法。保证在期望方向上发射信号的星座点是正常的星座点，而在其它有可能被窃听的方向上的星座点分布类似于随机噪声。通过该技术，窃听者甚至无法完成物理层的基本信号解调。

具体成果包括：(1) 物理层实现采用逼近信道容量的 Turbo 均衡接收技术；(2) 提出了分布式预约方式的 MAC 层协议；(3) 设计了基于反向链路连接性的路由方案；(4) 提出了利用位置信息的跨层波束形成方法；(5) 提出了一种保密性更强的空间调制方法。

(四) 针对多种主战装备保障信息互联互通互操作难的问题，研发具有完全自主知识产权的装备状态智能感知设备，构建了通信保密能力强的军用车载自组织网，实现了各级装备保障指控机构与装备末端的无缝链接。

在装备状态智能感知设备实现时，采用微传感器、无线射频、装备电子代码、北斗导航等技术，实时获取导弹战车地理位置、导弹、以及发动机、电子组

合、火控单元、战车等 700 多组装备状态数据，自主进行智能感知、预先分析和整理判断。

装备状态智能感知设备量由底盘和上装数据智能感知采集装置组成，其设备量大，采集数据类型繁杂。底盘数据智能感知采集装置主要采集底盘设备的性能参数，上装数据智能感知采集装置主要采集发控、激光、随动、电视、制导等 10 个电子箱的关键性能参数。

智能感知采集装置包括三个部分：FPGA 为核心的车载终端主控系统，车载终端通信系统以及数据采集设备。数据采集设备将采集的信号通过串口传输给 FPGA，经 CPU 处理后通过射频传到中心节点，实现数据采集与传输。

装备状态智能感知设备完成自动实时感知重型反坦克导弹战车运行参数，采集系统的数据采集格式、数据封装与压缩、数据加密格式、通信接口规范、数据存储与分析处理等采用专门针对该复杂装备研究的标准化技术，适用于不同制式的无线通信传输方式，降低了数据冗余，提高了无线传输效率。

具体成果包括：（1）研制了一套具有 24 个节点的车载自组织网络系统；（2）研制了装备状态智能感知设备；（3）制定了适应于各种感知数据的数据处理方法和数据交换格式。

成果佐证清单

序号	成果类型	成果名称	完成人	刊物、出版社或授权单位名称	年、卷、期、页或专利号
1	论文	Performance modeling and analysis of the IEEE 802.11p EDCA mechanism for VANET,	Jun Zheng and Qiong Wu	IEEE Transactions on Vehicular Technology	vol. 65, no. 4, Apr. 2016, pp. 2673-2687
2	论文	Delivery delay analysis for roadside unit deployment in vehicular ad hoc networks with intermittent connectivity	Yu Wang, Jun Zheng, and Nathalie Mitton	IEEE Transactions on Vehicular Technology	vol. 65, no. 10, Oct. 2016, pp. 8591-8602
3	论文	Energy efficient joint resource allocation and power control for D2D communications	Yanxiang Jiang, Qiang Liu, Fuchun Zheng, Xiqi Gao, and Xiaohu You	IEEE Trans. On Vehicular Technol.	vol. 65, no. 8, Aug. 2016, pp. 6119-6127
4	论文	Safety Messages Broadcast in Vehicular Ad Hoc Networks Based on Protocol Sequences.	Yi Wu, Kenneth W. Shum, Wing Shing Wong, and Lianfeng Shen.	IEEE Transactions on Vehicular Technology	MAY 1 2014, 63(3): pp.1467-1479

5	论文	Energy- and Spectral-Efficiency Tradeoff for Distributed Antenna Systems with Proportional Fairness	Chunlong He, Bin Sheng, Pengcheng Zhu, Xiaohu You, Geoffrey Ye Li	IEEE Journal on Selected Areas in Communications	vol.31, no.5, May 2013, pp.894-902
6	论文	Capacity Analysis of Two-Hop Multichannel Relaying With Subchannel Pairing	Dong Qin, Yan Wang	IEEE Communications Letters	vol.19, no. 10, Oct. 2015, pp. 1846-1849
7	论文	Resource Optimization for Cellular Network Assisted Multichannel D2D Communication	Jiaheng Wang, Daohua Zhu, Hua Zhang, Chunming Zhao, James C. F. Li, and Ming Lei	Signal Processing	vol.100, pp. 23-31, Jul. 2014
8	论文	Resource Sharing of Underlying Device-to-Device and Uplink Cellular Communications	Jiaheng Wang, Daohua Wang, and Chunming Zhao	IEEE Communications Letters	vol. 17, no. 6, pp. 1148-1151, 2013
9	论文	Downlink Resource Reuse for Device-to-Device Communications Underlying Cellular Networks	Daohua Zhu, Jiaheng Wang, Chuming Zhao, and A Lee Swindlehurst	IEEE Signal Processing Letters	vol. 21, no. 5, pp. 531-534, May 2014
10	论文	Tree-based resource allocation for periodic cellular M2M communications	Yuan Zhang	IEEE Wireless Communications Letters	vol. 3, no. 6, pp. 621-624, Dec. 2014
11	发明专利	一种保证 XXXXX 的方法	刘福军、刘卫星 刘志远、尤肖虎、王传双、秦东	国家专利局 (国防专利)	ZL201218003556.8
12	发明专利	一种适用于 XXXXX 设计方法	刘卫星、刘志远、刘福军、尤肖虎、王传双、冯宏星	国家专利局 (国防专利)	ZL201110016574.4
13	发明专利	一种基于 XXXXX 方法	王炎、刘卫星、刘志远、尤肖虎、王传双、冯宏星	国家专利局 (国防专利)	ZL201110016573.X
14	发明专利	低复杂度协同中继系统均衡方法	尤肖虎、蒋雁翔、肖俊	国家专利局	ZL201110024770.6
15	发明专利	利用单元天线随机扰动的方向调制方法	王炎、陈卓、尤肖虎	国家专利局	ZL20141000253.9

(5) 代表性研究成果 5：异构融合无线网络理论与技术

代表性研究成果 3 名称	类别	成果为第一完成单位	本室固定人员参加名单	所属研究方向
异构融合无线网络理论与技术	应用基础类	是	沈连丰、宋铁成、张源、金石、黄永明、蒋雁翔、许威、燕锋、胡静、夏玮玮	移动通信网络与系统理论及应用
<p>简要介绍代表性研究成果的主要内容、主要的科技创新贡献(包括理论的创新、技术的突破、重要应用或应用前景)、国内外影响的主要证据。建议每项成果介绍不超过 3500 字。</p> <p>蜂窝移动通信系统的发展趋势体现在两个方面。其一，从蜂窝系统内部看，随着移动互联网、物联网需求的爆发式增长，在传统的由宏基站组成的同构蜂窝系统中开始部署远端射频单元、微基站、家庭基站、中继、无人机基站等形态各异的轻量新型基站，从而产生了异构特征，这些新型基站易于安装，很方便被大量部署，从而产生了高密度特征。其二，从蜂窝系统外部看，为了充分实现优势互补、优化用户体验，应积极与无线传感网、无线局域网、卫星移动通信系统等非蜂窝系统进行异构融合。因此，未来蜂窝系统将是以异构高密度、融合为主要特征的复杂系统。</p> <p>为了构建如此复杂的蜂窝移动通信系统，必须解决三个方面的困难问题。其一是随着系统中网元种类的增加，资源管控复杂度急剧提高；其二是随着系统中网元数量的增加，能耗成本急剧提高；其三是随着有融合需求的无线网络类型增多，多网协同工作难度变大。在国家 973 计划课题、国家重大科技专项课题、国家自然科学基金项目、国家 863 计划项目、江苏省成果转化专项资金、以及企业合作项目的支持下，本实验室系统深入地开展异构融合无线网络理论与技术研究，研究工作涉及异构网络配置优化、高效异构网络、异构网络融合、卫星与无线通信融合等四个方面，以期探明典型约束条件下的性能增益上限，探寻异构无线网络重要参数优化设置、降低异构无线网络能耗、多种无线网络高效融合的理论方法，提升系统容量与能量效率，解决控制实现复杂度的问题，实现高效的绿色无线通信。</p> <p>围绕异构融合无线网络理论与技术研究，形成系列理论与技术成果。发表 SCI 收录论文 30 篇，其中 IEEE 核心期刊论文 23 篇，主要刊登在 IEEE Transactions</p>				

on Communications、IEEE Transactions on Signal Processing、IEEE Transactions on Wireless Communications 和 IEEE Journal on Selected Areas in Communications 等 IEEE 核心刊物上，，获授权国家发明专利 27 项。在关键技术研究成果基础上，研制实现了多网异构融合的 TD-SCDMA 多模终端、异构网络融合宽带接入与终端设备、多网融合车载通信系统、室内外多网络协作定位系统、卫星与无线通信融合系统等多项产品，荣获 2016 年江苏省科技进步一等奖。

本项研究成果的主要内容和贡献如下：

（一）针对异构网络中实时计算系统参数最优取值并自动化配置的需求，提出了异构网络中预编码、波束选择、用户选择、无线资源分配等关键系统参数的优化配置方法，解决异构高密度蜂窝系统所涉及的实现复杂性问题。

蜂窝系统中有大量无线资源相关的参数需要被配置。传统上基于经验或历史数据对参数进行粗略估值，并手工离线配置，其实现复杂度高，且远达不到性能最优化的期望。在异构高密度的蜂窝系统中，必须根据场景实时动态情况不断更新计算参数的最优取值，并自动化在线配置。

针对这一问题，探讨了在蜂窝系统中实时计算参数最优取值的理论方法，提出了针对异构网络的预编码、波束选择、用户选择、无线资源分配等关键系统参数的优化配置方法，解决异构高密度蜂窝系统所涉及的实现复杂性问题。具体成果包括：（1）推导了解码-转发双向中继在有干扰信号存在情况下的中断概率性能，并进行了渐进分析，揭示了在不同干扰影响情况下中断概率性能的变化规律；（2）推导了包含多个多天线放大转发中继的多小区蜂窝系统的上行遍历和速率的解析表达式；（3）推导了基于分布式空时分组码的放大转发无线中继网络的符号差错率性能的上下界以及分集增益性能；（4）提出了考虑信道量化误差与反馈延时影响的最小化均方误差的多天线中继下行预编码的优化配置方法；（5）提出了异构网络中用户信道状态信息共享以及优化选择波束与用户的方法，支持实现宏基站与小基站之间的干扰避免；（6）提出了非完美信道状态信息下频分多址中继网络联合鲁棒优化无线资源分配的优化配置方法。

（二）针对异构网络控制系统能耗的需求，提出了异构网络中优化能效的波束成型、发射功率、传输速率等关键系统参数的优化配置方法，解决异构高密度蜂窝系统所涉及的能耗问题。

蜂窝系统需要消耗大量的能量以维持所有基站设备的正常运行。传统上以最大化用户通信体验为准则对蜂窝系统进行配置，却往往忽略了为达到高质量通信体验在系统能耗方面需付出的代价。在异构高密度蜂窝系统中，必须通盘考虑用户体验与系统能耗，实现绿色无线通信。

针对这一问题,开展了优化能效的异构高密度蜂窝系统理论方法研究,提出了异构网络中优化能效的波束成型、发射功率、传输速率等关键系统参数的优化配置方法,解决异构高密度蜂窝系统所涉及的能耗问题。具体成果包括:(1)提出了优化能效的非完美信道状态信息下多天线中继鲁棒波束成型的优化配置方法,推导出在中继-目的地链路信道增益高、源-中继链路信道增益高、中继-目的地链路信道状态信息误差大等情形下中继发射功率的准确渐进闭式解;(2)针对异构多小区多用户下行,在给定每用户目标传输速率、最大泄露干扰功率、每基站发射功率约束限制下,提出了最大化加权和每小区能量效率的下行波束成型的优化配置方法,该方法将传统的能效优化方法推广至异构网络;(3)针对非完美信道状态信息下的放大转发中继系统,在给定最小系统传输速率、目标数据包中断概率、最大基站发射功率约束限制下,提出了优化能效的自适应调整放大转发中继发射功率与传输速率的优化配置方法。

(三)针对异构网络融合场景中的资源优化算法、组网及中继传输、蜂窝自组网协同通信和多网络协作定位等技术进行了深入研究,解决了异构网络系统的高效融合及有效利用问题。

异构网络融合是扩展无线网络容量、提高无线资源使用率和提供宽带高速低时延通信服务的关键技术,其接入方式多样性、用户移动性、资源和用户需求不确定性等因素,给异构网络的高效融合及有效利用带来很大挑战。因此,研究异构网络资源优化和多网协同工作等关键技术,获取自主知识产权,研制具有国际先进水平和市场竞争力的系列产品并推广应用,对信息通信产业的发展具有重要意义。

对异构网络融合场景中的资源优化算法、组网及中继传输、蜂窝自组网协同通信和多网络协作定位等技术进行了深入研究,研制了异构网络融合宽带接入与终端设备、多网融合车载通信系统以及室内外多网络协作定位系统 3 个系列产品。具体成果包括:(1)提出了基于动态混合接入控制和自适应带宽分配的异构网络资源优化算法,有效解决了异构网络融合场景中多业务资源共享问题,实现了无线资源智能优化管理,显著提高了资源使用效率和服务质量;(2)提出了基于状态机制的多车分簇组网和多跳宽带中继传输等方法,实现了车辆间的异构网络动态接入和宽带通信;(3)提出了蜂窝/Ad hoc 融合网络的动态接入及传输调度算法,实现了网络控制下的移动终端之间的直接通信,有效减小了异构网络间的相互干扰;(4)提出了多维多源的锚节点调度和基于粒子滤波的多网络协作定位算法,设计了室内外多网络协作定位系统,实现了移动作业过程中的精确引导和三维准确定位。

(四)开展了卫星与地面无线通信融合系统的研发与产业化应用工作,综合

地面无线通信高速、低价、大容量与卫星通信可靠性高、不受地域限制的优势，解决了卫星通信网、蜂窝网、传感网以及无线局域网之间的互联融合问题。

卫星通信范围大，可靠性高，不受地域限制，能够进行地面上任意两点之间的通信。在传统的通信方式难以实施的地区或者由于多山、荒漠、雨林等较为极端的地理条件妨碍网络构建和信号传输的情况下，卫星是唯一可靠的通信方式。然而随着信息化进程的加快，通信已经进入了高速、大容量、多业务、海量数据和多网融合的时代，高速、低价、大范围覆盖的网络接入是接入技术发展的必然趋势。卫星通信是功率和带宽较为受限的系统，具有通信时延长、抗空间干扰能力差、发射和测控技术复杂、系统维护和运营成本高等缺点。此外，近年来自然灾害与突发事件的频发对通信保障机动性、灵活性提出更高要求，卫星与地面无线通信融合势在必行。

针对这一问题，开展了卫星与无线通信融合系统的研发与产业化工作，研制了异构网络融合网关、认知传感网移动汇聚网关、卫星信道模块、可扩展地面无线接入模块、全自动快速对星天线模块及多频段天线模块等产品，提供了高可靠和高性价比的应急通信、链路备份和物联网汇聚传输等应用，实现了公众通信网络盲区的语音、视频、数据等多媒体业务的传输。卫星与无线通信融合系统的研制成功和在气象、消防、安监、人防等行业的推广应用，为卫星通信与无线通信两大产业链融合提供了桥梁和纽带，不仅拓展原有产业链的市场空间，催生了融合通信的新兴产业，还推动了计算机网络设备、专用车辆、软件及服务等行业的发展，是产业链的重要环节。具体成果包括：（1）提出了基于动态业务优化和负载均衡的异构网络融合方法，实现了智能路由选择和并行传输等功能，解决了卫星通信网、蜂窝网、传感网以及无线局域网之间的互联融合问题；（2）提出了柔性卫星组网及全 IP 宽带卫星通信方法，实现了以卫星通信为传输通道、IP 为承载平台，数据、视音频为业务手段，满足各种突发事件应急处置的通信平台，解决了不同通信体制中的卫星无法互联以及卫星信道低速率的问题；（3）提出了认知传感网动态接入及自适应移动汇聚算法，实现了物联网动态接入和汇聚传输的功能，解决了传感网连通性低、数据传输性能差的问题；（4）提出了低剖面多频段天线和负载调制型功率放大器设计方法，实现了多频段/宽带高效率前端模块，提高了系统部署的灵活性，解决了多系统融合和能耗大的问题。该项技术成果荣获 2016 年江苏省科技进步一等奖。

成果佐证清单

序号	成果类型	成果名称	完成人	刊物、出版社 或 授权单位名称	年、卷、期、页 或专利号
----	------	------	-----	-----------------------	-----------------

1	论文	Optimized one-way relaying strategy with outdated CSI quantization for spatial multiplexing	Wei Xu, Xiaodai Dong	IEEE Transactions on Signal Processing	vol. 60, no. 8, pp. 4458-4464, Aug. 2012
2	论文	Asymptotic and Non-asymptotic Analysis of Uplink Sum Rate For Relay-assisted MIMO Cellular Systems	Hao Wu, Liming Wang, Xiaodong Wang, Xiaohu You	IEEE Transactions on Signal Processing	vol. 62, no. 6, pp. 1348-1360, Mar. 2014
3	论文	Cooperative performance and diversity gain of wireless relay networks	Shengbo Zhang, Xianggen Xia, Jiangzhou Wang	IEEE Journal on Selected Areas in Communications	vol. 30, no. 9, pp. 1623-1632, Oct. 2012
4	论文	Leakage-aware energy- efficient beamforming for heterogeneous multicell multiuser systems	Shiwen He, Yongming Huang, Haiming Wang, Shi Jin, Luxi Yang	IEEE Journal on Selected Areas in Communications	vol. 32, no. 6, pp. 1268-1281, July 2014
5	论文	Global optimal rate control and scheduling for spectrum-sharing multi-hop networks	Junchao Li, Liping Qian, Yingjun Angela Zhang, Shen Lianfeng	IEEE Transactions on Wireless Communications	vol. 15, no. 9, pp. 6462-6473, Sept. 2016
6	论文	Outage performance for decode-and-forward two-way relay network with multiple interferers and noisy relay	Xuesong Liang, Shi Jin, Xiqi Gao, Kai-Kit Wong	IEEE Transactions on Communications	vol. 61, no.2, pp. 521-531, Feb. 2013
7	论文	Imperfect CSI based Joint Resource Allocation in Multi-Relay OFDMA Networks	Junbo Wang, Qin Su, Jiangzhou Wang, Min Feng, Ming Chen, Bin Jiang, Jinyuan Wang	IEEE Transactions on Vehicular Technology	vol. 63, no. 8, pp. 3806-3817, Oct. 2014

8	论文	Interference control based on beamforming coordination for heterogeneous network with RRH deployment	Yongyu Dai, Shi Jin, Leyuan Pan, Xiqi Gao, Lei Jiang, Ming Lei	IEEE Systems Journal	vol. 9, no. 1, pp. 58-64, Mar. 2015
9	论文	A Low-Complexity Energy-Efficient Power Allocation and Rate Adaptation Scheme for Relay-Assisted Systems	Xiaoming Wang, Fuchun Zheng, Pengcheng Zhu, Xiaohu You	IEEE Communications Letters	vol.19, no.1, pp.94-97, Jan. 2015
10	论文	Energy efficient relaying in multi-antenna two-hop channels with imperfect CSI	Yuke Cui, Wei Xu, Hong Shen, Hua Zhang, Xiaohu You	IEEE Wireless Communications Letters	vol. 5, no. 3, pp. 292-295, June 2016
11	发明专利	一种基于动态负载传递的异构网络融合方法	沈连丰、陈赓、郑军、夏玮玮、胡静、宋铁成	国家专利局	ZL 201110392323.6
12	发明专利	一种基于加权最优二分图匹配的网络选择方法	沈连丰、鲍楠、夏玮玮、陈赓、李俊超、刘诚毅、张瑞	国家专利局	ZL 201310340540.X
13	发明专利	一种基于联合信道和功率分配的同频干扰抑制方法	沈连丰、陈赓、郑军、夏玮玮、李俊超、鲍楠、刘诚毅	国家专利局	ZL201310236414.X
14	发明专利	一种基于合作博弈的认知传感网簇内频谱分配方法	宋铁成、苏倩、沈连丰、胡静、夏玮玮	国家专利局	ZL 201110340011.0
15	发明专利	一种多波束卫星移动通信系统中的无线资源分配方法	张源、杨龙、高西奇	国家专利局	ZL 201310208073.5

5. 合作研究的组织情况与实施效果

总结实验室在评估期内开展合作研究的情况和标志性成果,组织和参与国际重大科学研究计划的情况(指正式签订协议书的国际合作科研项目)及成效。

(一) 实验室在评估期内开展合作研究的情况和标志性成果

本实验室与国内的高校、科研单位、企业有着长期、紧密的合作,长期共同承担国家重大科研任务包括国家 863 计划课题、国家科技重大专项课题,企业委托课题等,长期共同进行战略合作研究,形成了优势互补的产学研用合作关系,部分成果成功进行了产业应用,提高了我国产品的技术水平和网络的运营水平,获得了良好的社会经济效益。在本评估期内,共承担合作研究课题 58 项。主要标志性合作成果包括:

1、牵头建立无线谷和国家 2011 计划“无线通信技术协同创新中心”

本评估周期间,在江苏省人民政府、教育部和科技部的共同支持下,由本实验室牵头,于 2012 年 6 月创建了以建设新一代无线通信与网络创新基地和产业高地为使命的“南京江宁无线谷”。以此为基础,联合清华大学、电子科技大学、北京邮电大学、哈尔滨工业大学、解放军信息工程大学、南京邮电大学、重庆邮电大学等国内优势高校,以及中国移动通信集团、华为、中兴、大唐等大型企业,共同创建了国家 2011 计划“无线通信技术协同创新中心”,于 2014 年 10 月获教育部正式认定。中心的研发核心由 15 个首席科学家负责的跨单位协同创新团队组成。中心已建成建筑面积超过 10 万平方米的“无线谷”科研环境和国际一流水平的科研基础设施,汇聚了近 200 家高新技术企业,目前已在国内外具有较大影响力的无线通信产学研成果转化基地。

在国家 2011 计划的支持下,中心完成了开放性的 5G 移动通信系统试验云平台建设,是目前业内规模最大、技术指标最为先进的试验平台,由射频前端、高速以太网网络、通用服务器集群(超过 1 万个平行处理 CPU 内核)等核心部件构成,与华为、中兴、中国移动及 10 余家高校展开合作,推动了我国 5G 移动通信基础技术的开发与验证。

中心抓住无线通信技术发展的新一轮重大机遇期,紧扣我国 4G 移动通信向 5G 发展演进的脉络与进程,以实施中的国家 5G 移动通信重大研究计划为任务牵引,以中心获取的多元投入为资源整合手段,以开放性的“1+5”技术平台为支撑我国 5G 技术研发的主要承载平台,超前部署,探索跨高校、跨学术界

与企业界的协同创新机制，突破限制我国无线通信产业长远可持续发展的核心技术与应用瓶颈，致力于将中心建设成为国际一流的无线通信学术创新高地、基础新技术和共性新技术的研发基地、领航产业发展的核心知识产权发源地，为我国无线通信技术与产业走向世界最前列并引领未来发展，提供协同创新平台与高端工程人才培养环境。

2、军民融合，物联网技术服务于装备智能维修保障

虽然第三代武器装备已经快速列装，但装备保障仍停留在传统的保障模式和方法上，难以适应信息化作战保障的需求，严重制约装备保障能力的快速生成和提高。为了解决这一难题，2012至2015年间，本实验室与中国人民解放军XX战区XX部组建了军物联网联合实验室和博士后工作站，采用学、研、产、用一体化的运行方式，充分发挥军民融合优势，从战争的实际需求出发，寻求新的理论支撑，成功转化了物联网技术，主要成果如下：1) 针对现有维修保障模式不适应向信息化转型建设的难题，创造性地提出了“军物联网”这一新型军事工程技术体系，出版了《军物联网》专著1部，获国防发明专利7项、软件著作权1项；2) 针对多种主战装备保障信息互联互通互操作难的问题，研发具有完全自主知识产权的信息采集与传输设备；3) 针对野战条件下装备难以动态组网与数据信息难以“动中通”的问题，研发了具有自主知识产权的军用自组织网络协议并构建了军用自组织网，实现了各级装备保障指控机构与装备末端的无缝链接；4) 针对现有的无线通信系统传输信息容易被窃听和解密的固有问题，通过研制的具有自主知识产权的可控芯片，研发了基于多天线技术的空间主动安全加密技术，提高了野战环境下的通信保密能力。

基于上述核心成果的“XXXXX”项目，获2014年军队科技进步一等奖，该系统已先后4次进行了60多天的山地野战环境下作战训练验证，测试时间缩短了96%，平均故障排除时间缩短了80%以上，综合保障效率提高了60%以上，提升了部队装备智能化维修保障水平。在2012、2013年原XX军区某部队“XXXXX实弹战术演习”中得到了实战检验，系统的各项技术指标均达到技术要求，实时发现并排除战车故障15台次，故障诊断与维修辅助决策方案准确度达100%，22发导弹全部命中目标，取得重大的军事、经济效益。该技术已在抗日战争胜利70周年阅兵活动中进行了应用，取得了很好的应用效果，目前该技术已在整建制的推广应用过程中。

3、4G技术合作研究获国家科学技术进步奖特等奖

本实验室与大唐、中兴、华为、工信部电信研究院等经过多年的合作，在第四代移动通信方面取得了一系列国际领先的创新，其中东南大学牵头并参与

了多项 4G 相关的国家科技重大专项，涉及 TD-LTE 研发、TD-LTE 标准化以及 IMT-Advanced 标准化研究，向 IMT-Advanced 技术推进组提交提案 20 余篇，在 TD-LTE 的 MIMO 反馈和波束赋形等关键技术创新点上做出了重要贡献，显著降低了系统反馈开销并提高频谱效率。该成果获得 2016 年度国家科学技术进步奖特等奖。

4、牵头进行 5G 技术合作研究

实验室主任尤肖虎教授牵头，联合国内多所大学及主流设备制造商，共同承担了国家 863 计划重大课题“5G 大规模协作无线传输关键技术研发”。该课题经过三年的研究，解决了 5G 系统涉及的大规模 MIMO 无线传输技术、大规模密集协同组网分布式优化技术、实验验证技术等关键技术难题，攻克了波束域、空间域低复杂度实现技术，提出了基于 BP 算法的 5G 基带处理通用加速器体系构架，建成了 1024 天线的大规模 MIMO 实验系统及分布式云计算平台，部分核心技术已转移至华为、中兴和美国 Intel 公司等。基于上述技术成果的“能源无线互联网”项目获得华为公司优秀合作成果奖。

5、与中国移动通信集团江苏有限公司分布式自组织网络技术合作研究

中国移动通信集团江苏有限公司是从事移动通信运营的大型国有企业，为促进与东南大学移动通信国家重点实验室在分布式及自组织组网方面的研究，双方成立了联合实验室，设立了合作研究课题，并联合承担了多项国家和江苏省的研究课题，在节能技术、网络优化技术方面取得了重要的研究成果，联合申请中国发明专利 4 项。部分成果应用于江苏移动的现有网络，解决了其网络部署和优化方面的多个难题，有效提高了江苏移动网络运行水平，显著降低网络部署和运营成本，忙时总拥塞减少 30%，超忙小区减少 1/4，数据业务 PDCH 分配成功率提高 13.5%，减少了 10%的载波投入，显著提高了网络运营收入。在应用的初期，带来直接经济效益约 2.3 亿元。

（二）组织和参与国际重大科学研究计划的情况及成效

在本评估周期中，实验室积极组织和参与国际（地区）重大合作研究，承担国际（地区）合作项目 7 项，包括国家自然科学基金重大国际合作项目、与 Intel 的长期合作项目等，取得了突出的成果。

1、大规模 MIMO 技术研究

本实验室高西奇教授承担了国家自然科学基金重大国际合作项目“大规模 MIMO 无线通信理论与技术研究”，课题起止日期 2014 年 1 月 1 日至 2018 年

12月31日。在国家自然科学基金国际合作重大项目的支持下，实验室与美国特拉华大学 Xiang-Gen Xia 教授课题组、美国密苏里科技大学 Chengshan Xiao 教授课题组、以及英国伦敦大学学院 Kai-Kit Wong 教授课题组合作，开展大规模 MIMO 无线通信理论与技术研究，在大规模 MIMO 信道模型与容量分析、信道信息获取、新型空分多址传输、同步与控制信息传输等四个方面取得系列源头创新研究成果，解决大规模 MIMO 信道信息获取瓶颈、实现复杂性高、对典型场景和高频段的适应性等问题。具体成果包括：1) 建立了符合实际的波束域统计信道模型，提出信道容量分析的确定性等同新方法，为系统设计提供信道模型和容量分析基础；2) 提出导频复用大规模 MIMO 信道信息获取理论方法以及相适用的鲁棒收发处理理论方法，解决大规模 MIMO 信道信息获取瓶颈问题；3) 提出波束分多址 (BDMA) 传输理论方法，并针对高频段应用，提出逐波束同步方法，解决大规模 MIMO 无线通信所涉及的系统实现复杂性及对典型场景、典型频段的适应性问题；4) 突破大规模 MIMO 系统同步与控制信息传输技术，提出全向预编码传输理论方法，从理论上得到预编码矩阵的设计实例，并证明了其渐进最优性，在提供大范围全向传输的同时，克服下行导频开销瓶颈。理论成果发表在 IEEE 核心期刊和 IEEE 重要学术会议上，其中 IEEE 核心期刊论文 11 篇。多项技术成果被应用到无线网络预商用试验系统，通过现场试验，证实了所提技术的可行性和有效性。

本实验室金石教授承担了科技部支持的与台湾地区中山大学的两岸合作项目。针对 5G 大规模 MIMO 无线通信技术，开展了相关的理论方法和关键技术研究，并对所形成的理论方法进行了必要的试验验证。通过合作研究，揭示出大规模 MIMO 信道的容量增益及各种信道特性对容量的影响；开展了大规模 MIMO 传输的信息理论基础研究，探寻了具有普适性的大规模 MIMO 联合传输理论方法；开展了信道信息获取和隐反馈理论方法研究，解决了大规模 MIMO 面临的导频设计和信道估计的瓶颈问题；开展了联合资源调配理论方法研究，有效地支持大规模 MIMO 联合传输并提高整个网络无线资源利用率；开展了部分关键技术仿真与原型评估验证，实现了大规模 MIMO 原型系统的完整视频传输，为进一步形成完整的大规模 MIMO 传输技术方案和相应的联合资源调配技术方案奠定基础。课题发表 SCI 收录论文 10 篇，多数刊登在 IEEE 核心刊物上，国内期刊特邀论文 2 篇；重要国际学术会议论文 5 篇，获 2 项国际会议最佳论文奖；申请国际/国内发明专利 5 项；完成原型验证系统 1 套，其中关键技术的实现论文获第十五届图形化系统设计征文竞赛最高成就奖。

本实验室承担了国家自然科学基金委-芬兰科学院的合作课题。本课题中方由上海无线通信研究中心牵头，东南大学和电子科技大学为参与单位，芬兰方面包括坦佩雷理工大学、阿尔托大学和芬兰国际技术研究中心。课题紧密围绕

5G 无线系统的传输关键技术，以频谱效率与能耗及用户体验为标准，针对未来 5G 网络对容量及能耗的高要求，课题针对 5G 传输技术展开以下四个方面的研究：提出高能效和高频效的大规模多天线传输机制；提出基于先进波形的多址接入新技术；建立密集异构网络下的干扰协同管理策略；建立 5G 关键传输技术评估机制及试验验证平台。东南大学在该课题中通过合作研究，解决了相关的核心技术问题，获得了一系列创新性的研究成果。申请发明专利 3 项，在国际、国内主要学术期刊和重要学术会议上发表论文 10 篇，其中 SCI 收录 5 篇次，EI 收录 5 篇次。

2、中芬 5G 技术合作研究

课题进行了深入的国际合作交流，取得了重要的合作成果。中芬双方正合作撰写论文多篇。从 2015 年至今中方出访 1 次，芬兰方面来访 3 次，共召开了 4 次技术交流研讨会。2016 年 5 月在东南大学召开了 5G 中芬国际合作项目研讨会，除了本课题的中芬各单位，还邀请了整个中芬合作项目的多个课题单位，包括清华大学，西安交大，北京邮电大学等。研讨会还邀请了佐治亚理工的李焯教授，南安普顿大学的 Hanzo 教授和高通无线通信技术(中国)有限公司的李伊博士做了 5G 相关的主题报告；芬兰国际技术研究中心于 2016 年 11 月派出一位访问人员 Olli Apilo，在东南大学移动通信国家重点实验室进行了为期 1 个月的学术交流。

3、中日合作面向无线自组织网络的协作通信和资源管理研究

本项目研究面向无线自组织网络的协作通信和资源管理技术，包括动态网络路由技术、无线资源管理技术和协作中继通信技术等，针对各种自组织网络场景，提出高效、优化的动态路由算法、无线资源管理方案以及协作通信方法。邀请并资助日方团队 1 名教授和 4 名学生来校访问，双方进行了学术研讨会，交流项目合作与研究成果；发表 SCI 检索期刊论文 4 篇、EI 检索会议论文 8 篇；培养 2 名博士研究生和 4 名硕士研究生。

4、大规模协作无线网络合作研究

本实验室自 2013 年起联合清华大学、中国科学技术大学与英特尔公司共同组成移动网络与计算协同研究院（Intel Collaborative Research Institutes on Mobile Networking and Computing, ICRI-MNC），开始 5G 技术研究。这是英特尔引入企业与无线通信领域的优势高校协同创新模式，在国内成立的第一家 ICRI。作为英特尔全球大学研究网络的重要节点之一，专注于移动网络与计算领域的前瞻性研究，将英特尔与中国学术界的协同创新提升至新的高度。该项目研究重点包括通信基础研究、通信架构与功能研究、移动服务与设备研究。

依托上述合作研究项目，提出了较为完整的大规模协作无线网络体系构架，借助分布式天线及密集网络资源优化、跨域协议优化、网络虚拟化等技术，显著提高频谱利用率和能源效率，降低设备成本、实现节能减排。同时结合 Intel 计算架构，面向 5G 应用的一体化检测、译码等基带算法，研究实现全新超连接、小外形、低功耗、更智能的终端设备等。共发表相关论文 40 余篇，申请、授权专利 30 余项，研发相关原型机 2 套，获 ASICON、DSP、APCCAS 等相关学术会议最佳论文奖 5 项，作大会相关专题报告 3 次，为推动 5G 相关标准确立做出了基础性的贡献。

5、实验室与美国 NI 公司合作开发大规模 MIMO 原型试验平台

实验室与美国 NI（国家仪器，National Instruments）公司经过深入的合作研究，合作开发了大规模 MIMO 原型试验平台。该平台支持最高 120MHz 带宽、128 通道大规模天线阵列、载频从 1.2GHz 至 6GHz 可调，基站每通道发射功率 23dbm，基站侧最高可支持高达 10Gbps 吞吐量，满足 5G/B5G 关键技术验证的需求。

系统架构采用 USRP、Bee7 和服务器级联的云平台架构。系统方案在 USRP 设备完成大规模天线阵列通道校准、同步以及 OFDM 调制解调；在 Bee7 设备完成大规模天线信号处理；在服务器侧完成编码调制等其他基带信号处理以及上层协议处理。该体系架构可以下，可以快速完成大规模 MIMO 关键技术等 5G 关键技术验证，以及 5G 原型试验系统。

基于大规模 MIMO 原型试验平台，东南大学和 NI 等公司合作共同完成波束分多址大规模 MIMO 传输方法、全向预编码传输方法、以及大规模通道校准等多项东南大学移动通信国家重点实验室自主知识产权的 5G 关键技术的技术验证。

列举 3-5 篇代表性合作研究发表的论文：

序号	论文题目	实验室完成人	合作单位与合作者	刊物名称	年、卷、期、页	所属研究方向
1	Free deterministic equivalents for the analysis of MIMO multiple access channel	A.-A. Lu, X. Q. Gao	美国密苏里科技大学 C. S. Xiao	IEEE Transactions on Information Theory	vol. 62, no. 8, pp. 4604-4629, Aug. 2016.	移动通信

2	Low complexity polynomial expansion detector with deterministic equivalents of the moments of channel Gram matrix for massive MIMO uplink	A.-A. Lu, X. Q. Gao	美国密苏里科技大学 Y. R. Zheng and C. S. Xiao	IEEE Transactions on Communications	vol. 64, no. 2, pp. 586-600, Feb. 2016.	移动通信
3	Pilot reuse for massive MIMO transmission over spatially correlated Rayleigh fading channels	L. You, X. Q. Gao	美国特拉华大学 X.-G. Xia	IEEE Transactions on Wireless Communications	vol. 14, no. 6, pp. 3352-3366, Jun. 2015.	移动通信
4	Omnidirectional Precoding Based Transmission in Massive MIMO Systems	X. Meng, X. Q. Gao	美国特拉华大学 X.-G. Xia	IEEE Transactions on Communications,	vol. 64, no. 1, pp. 174-186, Jan. 2016.	移动通信
5	Beam division multiple access transmission for massive MIMO communications	C. Sun, X. Q. Gao, S. Jin	美国加州大学戴维斯分校 Z. Ding、美国密苏里科技大学 C. S. Xiao	IEEE Transactions on Communications	vol. 63, no. 6, pp. 2170-2184, Jun. 2015.	移动通信

注：论文必须标注国家重点实验室名称。

6. 自主研究课题的组织情况与实施效果

阐述自主课题设置的思路,总结评估期内自主课题和实验室内部联合攻关课题的组织情况和实施效果,包括支持研究的重要科学问题、潜在学科生长点及产生的成效;重点支持的人才队伍特别是青年人才队伍的情况及产生的成效,以及下一步计划。

(一) 自主课题设置的思路

实验室自主研究课题经费来源于国家科技部下拨的重点实验室专项管理经费,其设置以实验室重点任务和研究方向为主导,组织团队开展持续深入的系统性研究。

本评估期实验室根据实际情况,兼顾研究重点以及覆盖范围,分别设立自主研究课题和自由探索课题。自主研究课题重点资助实验室重要学术方向,中前期已有较好进展,可望取得重大突破的课题;自由探索课题鼓励青年研究人员开展多学科交叉融合,针对一些重大前沿科学问题开展前瞻性和原创性的联合攻关。

(二) 自主课题和实验室内部联合攻关课题的组织情况和实施效果

本评估期,实验室评估期间共设置自主研究课题共 36 个课题,总经费 2534 万元;自由探索课题共 14 个课题,总经费 226 万元。目前这些课题除了 2016 资助的课题正在执行之中外,其余课题都已全部结题。

本评估期的自主研究课题分别针对实验室的五个研究方向中涉及的一系列科学问题进行了资助。具体来说,针对“移动通信网络与系统理论及应用”研究方向,重点支持了分布式密集分布网络架构的研究、车联网、自组织网等重大科学问题的研究;针对“宽带无线传输与多址技术”方向,设立了跳频技术研究、5G 传输技术研究等课题;针对“现代信号处理及其在移动通信中的应用”研究方向,设立了大规模 MIMO 传输课题、大规模跨频段无线通信技术课题;针对“短距离无线通信与泛在网络”研究方向,设立可见光通信、毫米波通信、物联网技术等方面的研究课题;针对“信息理论与编码”研究方向,设立了编码理论方面的研究课题。

自由探索课题的设立则注重发挥青年学者的研究特长,鼓励他们针对新兴的国际热点研究问题展开研究。具体涉及的研究课题包括 D2D 技术研究、

CMOS 设计、毫米波芯片、传感网、5G 系统核心技术等等。

以下是本评估期内设立的自主研究课题信息：

- [1] 尤肖虎教授，基于分布式天线的绿色移动通信技术研究，42 万元，课题编号 2012A01，执行时间 2012.1-2012.12
- [2] 郑军教授，高能效移动通信网络关键技术研究，42 万元，课题编号 2012A02，执行时间 2012.1-2012.12
- [3] 张在琛教授，短距离无线通信技术研究，42 万元，课题编号 2012A03，执行时间 2012.1-2012.12
- [4] 高西奇教授，大规模 MIMO 无线通信理论方法研究，42 万元，课题编号 2012A04，执行时间 2012.1-2012.12
- [5] 赵春明教授，近香农限的高效编码调制理论和网络编码技术研究，42 万元，课题编号 2012A05，执行时间 2012.1-2012.12
- [6] 高西奇教授，移动通信公共试验平台，114 万元，课题编号 2012C01，执行时间 2012.1-2012.12
- [7] 陈晓曙教授，车路协同自组无线通信网络技术与示范，35 万元，课题编号 2012C02，执行时间 2012.1-2012.12
- [8] 王炎教授，物联网中自组织网络技术研究，35 万元，课题编号 2012C03，执行时间 2012.1-2012.12
- [9] 杜永强教授，高速、宽带跳频电台关键技术研究(1)，35 万元，课题编号 2012C04，执行时间 2012.1-2012.12
- [10] 王向阳副教授，4G 无线传输关键技术与试验系统研究开发，35 万元，课题编号 2012C05，执行时间 2012.1-2012.12
- [11] 尤肖虎教授，基于分布式天线的绿色移动通信技术研究，69 万元，课题编号 2013A01，执行时间 2013.1-2013.12
- [12] 郑军教授，无线自组织网络理论及关键技术研究，52 万元，课题编号 2013A02，执行时间 2013.1-2013.12
- [13] 张在琛教授，短距离无线通信技术研究（二），52 万元，课题编号 2013A03，执行时间 2013.1-2013.12
- [14] 高西奇教授，大规模 MIMO 无线通信理论方法研究（二），52 万元，

课题编号 2013A04, 执行时间 2013.1-2013.12

- [15] 赵春明教授, 近香农限的高效编码调制理论和网络编码技术研究(六), 52 万元, 课题编号 2013A05, 执行时间 2013.1-2013.12
- [16] 高西奇教授, 移动通信公共试验平台(二), 92 万元, 课题编号 2013C01, 执行时间 2013.1-2013.12
- [17] 陈晓曙教授, 无线综合车路协同接入通信技术研究及验证平台建设, 57 万元, 课题编号 2013C02, 执行时间 2013.1-2013.12
- [18] 王炎教授, 物联网中自组织网络技术研究, 57 万元, 课题编号 2013C03, 执行时间 2013.1-2013.12
- [19] 赵春明教授, 无线光通信验证演示平台建设, 57 万元, 课题编号 2013C04, 执行时间 2013.1-2013.12
- [20] 尤肖虎教授, 密集分布式协作无线通信系统研究, 60 万元, 课题编号 2014A01, 执行时间 2014.1-2014.12
- [21] 郑军教授, 5G 移动通信网络理论及关键技术研究, 60 万元, 课题编号 2014A02, 执行时间 2014.1-2014.12
- [22] 张在琛教授, 短距离无线通信与泛在网络研究, 60 万元, 课题编号 2014A03, 执行时间 2014.1-2014.12
- [23] 高西奇教授, 大规模 MIMO 无线通信理论方法研究(三), 60 万元, 课题编号 2014A04, 执行时间 2014.1-2014.12
- [24] 赵春明教授, 近香农限的编码调制理论和网络编码技术研究(七), 60 万元, 课题编号 2014A05, 执行时间 2014.1-2014.12
- [25] 高西奇教授, 移动通信公共试验平台(三), 50 万元, 课题编号 2014C01, 执行时间 2014.1-2014.12
- [26] 陈晓曙教授, 基于标识承载的车路协同无线接入通信网技术研究, 50 万元, 课题编号 2014C02, 执行时间 2014.1-2014.12
- [27] 王炎教授, 物联网中自组织网络技术研究, 50 万元, 课题编号 2014C03, 执行时间 2014.1-2014.12
- [28] 赵春明教授, 无线光通信验证演示平台建设, 50 万元, 课题编号 2014C04, 执行时间 2014.1-2014.12

- [29] 尤肖虎教授, 大规模无线通信试验平台研发, 210 万元, 课题编号 2015C01, 执行时间 2015.01-2015.12
- [30] 高西奇教授, 大规模无线传输理论与技术, 10 万元, 课题编号 2015A01, 执行时间 2015.01-2015.12
- [31] 赵春明教授, 大规模跨频段无线通信技术, 100 万元, 课题编号 2015A02, 执行时间 2015.01-2015.12
- [32] 陈晓曙教授, 大规模无线网络技术, 100 万元, 课题编号 2015A03, 执行时间 2015.01-2015.12
- [33] 尤肖虎教授, 大规模无线通信试验平台研发, 220 万元, 课题编号 2016C01, 执行时间 2016.01-2016.12
- [34] 高西奇教授, 大规模无线传输理论与技术, 100 万元, 课题编号 2016A01, 执行时间 2016.01-2016.12
- [35] 赵春明教授, 大规模跨频段无线通信技术, 100 万元, 课题编号 2016A02, 执行时间 2016.01-2016.12
- [36] 陈晓曙教授, 大规模无线网络技术, 100 万元, 课题编号 2016A03, 执行时间 2016.01-2016.12

本评估期内自由探索类课题信息如下:

- [1] 王家恒副教授, D2D 通信关键技术研究, 12 万元, 课题编号 2012B01, 执行时间 2012.1-2012.12
- [2] 江彬讲师, 大规模 MIMO 无线通信信道信息获取理论方法研究, 12 万元, 课题编号 2012B02, 执行时间 2012.1-2012.12
- [3] 李连鸣副教授, CMOS 毫米波振荡器电路设计研究, 12 万元, 课题编号 2012B03, 执行时间 2012.1-2012.12
- [4] 梁霄讲师, 保障重传质量的发送预编码技术研究, 10 万元, 课题编号 2013B01, 执行时间 2013.1-2013.12
- [5] 王俊波副教授, 可见光通信中的多天线传输技术研究, 20 万元, 课题编号 2014B01, 执行时间 2014.1-2014.12
- [6] 张川副教授, 适用于下一代移动通信的纠错码关键技术研究, 20 万元, 课题编号 2014B02, 执行时间 2014.1-2014.12

- [7] 党建讲师，基于 OFDM 的可见光无线通信关键技术研究及实验系统开发，20 万元，课题编号 2014B03，执行时间 2014.1-2014.12
- [8] 吴亮讲师，多输入多输出可见光通信示范平台的实现以及信道容量的研究，20 万元，课题编号 2014B04，执行时间 2014.1-2014.12
- [9] 黎飞讲师，超高速无线传输用低功耗高速模数转换器（ADC）及前端电路研究，20 万元，课题编号 2014B05，执行时间 2014.1-2014.12
- [10] 王闻今讲师，大规模 MIMO 波束域空分多址传输技术研究，20 万元，课题编号 2015B01，执行时间 2015.01-2016.12
- [11] 沈弘讲师，多用户及中继 MIMO 系统的收发机优化设计，20 万元，课题编号 2015B02，执行时间 2015.01-2016.12
- [12] 李佳珉讲师，大规模 MIMO 系统的关键技术研究，20 万元，课题编号 2015B03，执行时间 2015.01-2016.12
- [13] 赵涤燹副教授，毫米波芯片封装技术的研究，10 万元，课题编号 2016B01，执行时间 2016.01-2017.12
- [14] 燕锋副教授，无线传感器网络覆盖算法研究,10 万元，课题编号 2016B02，执行时间 2016.01-2017.12

本评估期内的自主研究课题以及自由探索课题的设立，取得了丰硕的研究成果。通过这些课题的设立，建立了四个测试环境 1) 未来 5G 宽带移动通信实验测试环境；2) 可见光通信系统测试环境；3) 毫米波通信系统测试环境；4) 国防与保密通信实验测试环境。

此外，通过自主研究课题的设立，解决了大规模 MIMO 系统信道参数获取以及接收复杂度降低等重要科学问题，为大规模 MIMO 的商用进程做出了重要贡献。

在学科增长点方面，通过可见光通信的研究，使得可见光通信的研究成为本实验室的一大研究特色。目前，相关研究人员正积极探索将可见光通信用于室外蜂窝覆盖的可能性，率先开始了“光无线蜂窝系统”关键技术的研究。

（三）重点支持的人才队伍

实验室通过设立自由探索类自主研究课题，为实验室的青年人才提供了研究与发展机会。本评估期内共资助了王家恒等 14 位引进人才，鼓励青年科技人

员对前沿科学问题、特别是业界尚未有共识的超前研究课题进行创新探索。

受到实验室探索类自主研究课题资助的青年人才，在随后的科研工作中，均获得多项省部级科研任务及奖励。其中，王俊波博士获得英国居里夫人科研基金资助，赴英国肯特大学从事访问研究 2 年；大部分人员均获得了后续国家自然科学基金课题的资助。

下一步自主研究课题的实施，将继续以实验室重点任务和研究方向为主导，精选申报课题，优中选优；严格考核及验收指标，对自主研究课题的执行情况进行定期检查，如不能按期完成指标，负责人 2 年内不得再申报重点实验室各类课题；课题执行期限一般为 1-2 年，但有潜力的课题在此时间段和支持力度下很难完成指标，将适当调整课题实施时间，负责人可根据课题实施情况申请延长 1 年验收，或者根据课题进展情况，给予二期或滚动资助，并相应增加支持力度。

三、队伍建设与人才培养

1. 队伍结构与团队建设

简要介绍实验室队伍的总体情况，包括学术带头人（课题组长）人数，队伍结构，特别是 40 岁以下研究骨干比例及作用。评估期内队伍建设、人才培养（包括青年人才、研究生培养）与引进情况，特别是团队组织和凝聚、吸引、培养国内外优秀中青年人才的措施及取得的成绩。各主要方向 40 岁以下研究骨干承担科研任务情况及取得的研究成果情况等。

（一）实验室队伍的总体情况

（1）总体情况

本实验室已建成了一支包括教育部长江学者特聘教授 5 名、国家杰出青年基金获得者 3 名、千人计划特聘专家 3 名、万人计划 2 名、国家 973 计划咨询专家 1 名、国务院学科评议组成员 2 名、国家优秀青年基金获得者 2 名、青年千人 1 名、IEEE Fellow 4 名，以国家“863”计划宽带网科技专项专家组组长，新一代无线宽带移动通信国家科技重大专项副总师，国务院学科评议组成员，教育部科技委委员、信息学部常务副主任尤肖虎教授领衔的国内外有影响的研究队伍，总人数 64 人，其中教授 31 人，博士生导师 25 人，副教授 24 人，讲师 9 人。现有博士后研究人员 25 名。一批院士、国际著名青年学者受聘担任客座教授或研究员。

（2）学术带头人人数、队伍结构、40 岁以下骨干比例及作用

目前，本室学术带头人人数已经达到 15 人左右，已建成一个包括一批优秀青年教师在内的学科梯队，在基础理论研究、实验系统研究开发、高技术成果转化、以及核心课程教学几个方面，均形成了有较强竞争力的教师队伍。

其中，40 岁以下的中青年教师占梯队的 39%，承担了国家 973 计划、国家 863 计划、国家科技重大专项、国家自然科学基金等 100 余项科研课题，在分布式网络技术、大规模 MIMO 技术、高频段芯片技术等方面取得了一批重要的成果，在国际一流学术期刊和学术会议上发表了 1000 余篇论文，是国家科技进步奖特等奖、江苏省科技奖励一等奖等重要科技奖励的主要完成人，部分人员成为了实验室的学术骨干，已逐步成长为在国内移动通信领域较有影响的青年科技工作者，为本实验室长远可持续发展奠定了良好的人才基础。

本评估期内，实验室重点培养的金石教授获得国家自然科学基金优秀青年基金和杰出青年基金资助，黄永明教授获得国家自然科学基金优秀青年基金资助。

本实验室研究人员中多人在本领域具有较大国际、国内影响力，并在国家重要科研决策机构以及国内外学术机构担任重要职务，在国家科技计划的规划咨询中发挥了重要的智库作用。如实验室主任尤肖虎教授担任国家中长期科技发展规划“新一代宽带移动通信网”重大专项副总师，执笔起草了国家中长期科技发展规划“新一代宽带移动通信网”重大专项可行性论证报告、科技部信息领域十二五发展规划、科技部十三五国家重点研发计划“宽带通信与新型网络”重点专项实施方案等，实验室沈连丰教授担任国家 973 计划咨询专家，为 973 计划的实施发挥了重要的作用，实验室主任尤肖虎教授担任 IEEE 中国联合会执委、IEEE 南京分会主席等，并应邀在本领域的顶级学术会议 IEEE ICC 2015 和 IEEE Globecom 2017 上作大会特邀报告，充分体现了实验室在国际、国内移动通信领域的重要影响力。

（二）队伍建设、人才培养与引进情况

（1）队伍建设措施及成绩

科技的竞争归根结底是人才的竞争，本室在该评估期内高度重视一支高水平的、具有国际竞争力的人才队伍的建设。在依托单位东南大学的大力支持下，采取了一系列措施，取得了较好的效果。具体人才凝聚措施如下：

1) 发挥老教师的模范带头作用。实验室所在学科是东南大学的传统优势学科，通过长期的努力，积累了丰富的办学与治学经验。一批早期毕业的老教师在国内通信研究领域有较高的知名度，与国内外学术机构和产业界一直保持密切的联系。他们积极推荐实验室的优秀青年人才参加各级学术组织，鼓励他们牵头承担各类重大、重点科研项目，负责本实验室重点课程的教学工作等，使实验室的青年人才迅速成长。

2) 把青年人才推向科研教学的第一线，在实践中成长。本实验室的大部分重大课题和主干教学课程均由一批 40 岁左右的青年人才承担，较好地发挥了青年科技人员思想进步、业务扎实、学术思想活跃、精力充沛的优势。经过几年的锻炼，这批青年科技人才在业务水平、科研管理和教学水平上均有较大幅度的提高，已逐渐成为实验室科研教学的主力军。

3) 注重发挥团队优势，增强学术队伍的凝聚力。现代信息通信技术的发展离不开科研队伍的协同攻关。近年来，实验室先后组织了几个人数达 50 多人的科研小组，承接有关国家重大科研项目。老中青科研人员相互配合，齐心协

力，较好地完成了所承担的重大科研项目，增强了研究人员的团队合作能力，使实验室逐渐成为一个团结奋斗的集体。

4) 努力营造宽松的学术环境和公平的竞争机制。在老一代学术带头人的积极鼓励和倡导下，实验室内部已形成了一个和谐的学术研究环境。青年人才敢于发表不同的学术见解，勇于在学术上进行创新，产生一批原创性的科研成果。积极创造条件，破格提升在学术研究和科研开发方面取得成绩的青年人才。在政治上充分信任他们，在业务上充分依靠他们，鼓励他们勇挑重担，委以重任。

5) 积极创造条件，不断提高科研人员的学术水平。本重点实验室一直坚持“走出去，请进来”的策略，鼓励实验室的科研人员进行学术交流，了解国内外最新学术进展。近5年来，实验室共派出人员参加国外举行的国际学术通信旗舰会议80余人次，短期进修、访问交流近40人次，邀请境外学者来室讲学123人次，增加了本实验室的国际知名度，提高了本实验室的学术研究水平。

6) 解决科研人员生活上后顾之忧，使之专心地投入所从事的科研教学工作。随着学校安居工程的实施，实验室内已婚青年人才的住房问题已基本得到解决。来室工作的年轻博士，学校提供青年人才研究启动基金。实验室还积极创造条件，向有关企业转让技术，提高科研人员的生活待遇，在较大程度上稳定了中青年科技队伍。

7) 不断改善科研基础设施，努力使之与国际接轨。在国家“211、985、双一流、省优势学科”等经费以及重点实验室设备更新费的支持下，实验室购置了大批移动通信专用测试仪器、仪表，配置了具有国际一流水准的电子设计自动化工具软件和通信系统仿真软件，建成了由200余台高档服务器和吞吐率达5Tbps的以太网交换机组成的内部计算机网络，建设了1024天线的大规模MIMO实验平台、分布式网络云计算平台、毫米波无线通信测试平台等，使实验室的科研基础设施达到与国际领先水平，吸引了一大批国内外高水平科研人才来我室工作。

实验室通过2011计划国家协同创新中心“无线通信技术协同创新中心”平台，引进了景银地、李焱、王承祥、王江舟、夏香根、郑亚虹等国际著名学者，他们为研究生讲授“数字通信中的高级课题”、“信号检测与参数估计”、“无线通信中的空间分集技术”、“数字通信”课程，培养研究生、培养青年教师，牵头省级创新团队，承担中美政府间合作课题，筹备本学科每年举办一次的“无线通信技术国际研讨会”，积极申办有重要国际影响的学术会议如IEEE车载技术年会、IEEE无线通信与网络年会；积极推进建立企业联合创新中心，为实验室的建设作出了重要的贡献。

(2) 人才培养取得的成绩

在人才培养方面，本实验室现有博士后 27 人（含外籍 2 人），博士生 107 人，硕士生 354 人。通过国内外联合培养等多种途径，在过去 5 年中，共培养了博士后 9 名，博士毕业生 55 名、硕士毕业生 573 名，其中 1 名博士生获得全国百篇优秀博士论文，2 名博士生获得省级优秀博士论文称号，3 名硕士生获得省级优秀硕士论文称号，1 名中国通信学会优秀博士论文，1 名中国电子学会优秀博士论文提名奖。

本评估中期中，获 18 项国际重要学术会议的优秀论文奖。通过参与重大科研项目的研究开发，培养研究生从事科研的能力，实施研究生科研鼓励和奖励制度，培育创新研究的氛围。通过制定高于国内高校一般水平的培养目标，促使学生的研究水平逐步与国际先进水平接轨，绝大多数博士研究生均能达到在国际高水平期刊上发表 2 篇论文的水平。本实验室培养的研究生以基础扎实，综合研究素质高，而受到用人单位的广泛欢迎，前期毕业的学生中已有多人任大型企业和著名高校的领导人，有 3 人担任通信领域最高水平的期刊 IEEE Trans. Comm. 的编委。

(3) 人才引进情况

在依托单位的大力支持下，本评估期共从国外引进人才 5 名，他们是赵涤燹教授（国家青年千人）、燕峰副教授（布列塔尼国立高等电信学校博士后）、王闻今副教授（英国雷丁大学博士后）、张川副教授（美国明尼苏达大学双城分校博士）、汪茂（美国高通公司高级研究员）。

上述杰出和优秀人才的引进进一步优化了实验室人员结构，加速了实验室研究工作国际化进程，为实验室长远可持续发展打下了较为坚实的人才基础。

(三) 40 岁以下研究骨干承担科研任务及取得研究成果情况

本室高度重视青年人才的培养，在实验室的五个研究方向上，均培养多名能够独当一面、承担国家重大课题的优秀人才。具体来说：

1) 在“移动通信网络与系统理论及应用”研究方面，王东明、王俊波、沈弘等人是本室 40 岁以下的优秀研究骨干。例如，王东明副教授长期从事移动通信分布式网络架构的研究，承担了国家自然科学基金、国家 863、973 计划、国家科技重大专项等 20 多项科研项目。在国内外权威学术期刊和 IEEE 国际会议上发表论文 90 余篇，其中 SCI 收录近 30 余篇。已申请或授权中国发明专利 16 项，国际 PCT 专利 4 项，向 3GPP LTE、国内 LTE+ 以及 IMT-A 推进组提交提案 20 多篇，被接受 8 项。获 2014 年江苏省科学技术奖一等奖。目前承担国

家 863 重大项目 5G 移动通信试验平台研发。获 2014 年度江苏省科学技术奖励一等奖、2016 年度国家科技进步奖特等奖。

2) 在“宽带无线传输与多址技术”研究方向方面, 40 岁以下的研究骨干有黄永明、赵嘉宁、蒋雁翔、江彬等优秀青年。例如, 其中的黄永明教授长期从事宽带无线传输与多址技术的研究, 取得了丰硕的研究成果, 已主持和承担国家自然科学基金、国家科技重大专项、国家 973 计划和 863 计划等国家级课题 10 余项, 以及省部级和企业项目多项; 发表和录用 SCI/EI 学术论文 160 余篇, 其中 SCI 论文 60 余篇, 多数发表在 IEEE 核心期刊; 已获授权国际和国家发明专利 30 余项, 其中数项发明专利技术在新一代无线通信国际和国家标准得到应用。现为教育部“长江学者奖励计划”青年学者, 国家优秀青年科学基金和江苏省杰出青年基金获得者。2011 年入选教育部新世纪优秀人才支持计划, 2015 年入选江苏省“六大人才高峰”计划, 2015 年被评为东南大学青年特聘教授。2014 年以第 2 完成人获教育部自然科学奖二等奖。

(3) 在“现代信号处理及其在移动通信中的应用”研究方面, 40 以下的研究骨干有张川、朱鹏程、王闻今、李潇等人。其中, 张川副教授主要研究 5G 通信的大规模 MIMO 高效实现研究, 下一代信道编码高速、低功耗解码器研究, 随机计算与译码, 基于化学反应动力学的生物电路研究, 量子通信与量子计算, 芯片安全研究与实现, 大数据与压缩感知, 获得国家自然科学基金青年项目、教育部留学回国人员科研启动基金、科技部中外合作第五代移动通信系统关键技术研究、国家自然科学基金面上项目等项目支持。发表相关论文 10 余篇, 申请、授权专利 10 余项, 研发相关原型机 2 套, 获 ASICON、DSP、APCCAS 等相关学术会议最佳论文奖 5 项。

(4) 在“短距离无线通信与泛在网络”研究方面, 40 以下的研究骨干有赵涤燹、党建、吴亮等人。其中, 赵涤燹教授主要研究面向超高速 5G 通信和高精度雷达系统的全集成收发机芯片设计、功率放大器芯片设计, 2015 年 IEEE 微波理论与技术协会(MTT-S)论文竞赛奖, 2014 年 IEEE 固体电路协会(SSCS)博士成就奖, 2013 年获得国家优秀留学生奖。在行业顶级会议 ISSCC 和期刊 JSSC、T-MTT 共发表论文 9 篇(其中第一作者 7 篇), 总共发表论文 30 余篇, 著作一本, 授权美国专利 3 项。

(5) 在“信息理论与编码”研究方面, 40 以下的研究骨干有许威、刘楠、姜明、王家恒等人。其中, 许威教授作为项目负责人和主要参与者已经主持和承担国家自然科学基金 4 项、国家 973 计划 2 项、国家科技重大专项 4 项、教育部博士点基金 1 项、江苏省创新团队课题 1 项、(外校)国家重点实验室开放课题 2 项, 以及与国际知名通信企业包括爱立信、华为、NEC 等合作研究项目

多项；发表学术论文 100 余篇；申报国家发明专利 23 项，授权 11 项；获 2014 年度江苏省科学技术奖一等奖，2016 年入选江苏省“六大人才高峰”资助计划。

2. 实验室主任和学术带头人简介

依次简要介绍实验室主任、学术带头人和优秀青年骨干的情况，在实验室发挥的作用以及在国家科技计划担任咨询专家情况。

（一）实验室主任

尤肖虎：博士、教授、博士生导师、IEEE Fellow、实验室主任

尤肖虎，男，1962 年 8 月生，1988 年于东南大学信号、电路与系统专业获博士学位。任东南大学移动通信国家重点实验室主任、博士生导师、长江学者计划特聘教授，国务院学位委员会学科评议组成员，教育部科技委委员、信息学部常务副主任，IEEE Nanjing Section 主席和 IEEE Fellow，《中国科学》F 副主编，江苏省科协副主席。国家级有突出贡献的中青年专家、国家教委跨世纪青年专家首批入选者、江苏省青年科学家奖、全国五一劳动奖章获得者、国家万人计划入选者。1998 年获国家杰出青年基金资助。作为课题负责人，承担十余项国家自然科学基金、国家八六三、科技攻关项目等，参与完成了我国第一个 GSM、CDMA 及第三代移动通信系统的开发。1999 年起担任国家第三代移动通信系统研究开发重大专项项目总体组组长，所负责的项目被两院院士评选为 2002 年度中国十大科技进展新闻。创新性地提出了多径能量窗结构 CDMA 接收技术，形成了 3 项美国发明专利和 11 项国家发明系列专利，获得 2003 年度国家科技进步二等奖，排名第一。作为首席负责人承担了国家自然科学基金重大项目“未来移动通信基础理论与技术研究”，在分布式无线组网研究等方面取得了一系列走在世界前列的基础性研究成果。所负责的国家 863 B3G FuTURE 重大研究计划对于推动我国新一代移动通信技术发展做出了重要贡献，产生了较大的国际影响。所主持完成的“宽带移动通信容量逼近传输技术及产业化应用”成果荣获 2011 年度国家技术发明一等奖，“宽带移动通信容量逼近传输与分布式组网”成果获 2014 年度陈嘉庚信息技术科学奖，“分布式组网与协作传输理论及应用”获 2014 年度江苏省科学技术奖励一等奖。目前担任国家八六三计划宽带网科技专项专家组组长、信息领域专家组成员、国家中长期科技规划 03 重大专项副总师等，执笔起草了国家中长期科技发展规划“新一代宽

带 移动通信网”重大专项可行性论证报告、科技部信息领域“十二五”发展规划、科技部“十三五”国家重点研发计划“宽带通信与新型网络”重点专项实施方案等，为我国移动通信发展发挥了重要智库作用。在 IEEE Trans 等各类国际权威杂志上发表论文 100 余篇，2011 年因在移动通信领域的突出贡献当选为 IEEE Fellow。曾担任 IEEE WCSP 2012 大会主席、IEEE WCNC 2013 大会主席、IEEE VTC SPRING 2016 大会主席，IEEE ICC 2015 大会特邀报告人。

高西奇：博士、教授、博士生导师、IEEE Fellow、实验室副主任

高西奇，男，1967 年 3 月生，长江学者特聘教授，东南大学信息科学与工程学院副院长，移动通信国家重点实验室副主任，国务院学位委员会信息与通信学科评议组成员，国家 863 计划重大项目专家组成员，国家自然科学基金会专家评审组成员。

1997 年在东南大学获博士学位，1999 年至 2000 年获华英基金支持在美国麻省理工学院研修，2007 年至 2008 年获洪堡基金支持在德国达姆施达特理工大学研修，2009 年获国家杰出青年基金资助，2012 年被聘为长江学者特聘教授，2013 年入选国家万人计划中青年科技创新领军人才，2015 年入选百千万人才工程国家级人选，2015 年因在宽带无线通信与多速率信号处理领域的贡献当选 IEEE Fellow。

先后担任国际核心期刊 IEEE Transactions on Wireless Communications 编委、IEEE Transactions on Signal Processing 编委、IEEE Transactions on Communications 编委、IEEE 南京分部副主委、江苏省电子学会理事/专委会主任委员。

从事移动通信与信号处理的理论与应用研究工作，先后承担并完成国家自然科学基金项目、国家 863 计划项目、国家 973 计划课题、国家科技重大专项课题、国际合作项目及企业合作项目等课题的研究工作。获国内外授权发明专利 80 余项，在国内外核心期刊和重要学术会议发表论文 300 余篇，获 2011 年度 IEEE 通信理论莱斯最佳论文奖。获国家技术发明一等奖 1 项、教育部科学技术奖励 4 项、江苏省科学技术奖励 1 项、全国百篇优博论文指导教师奖。

赵春明：博士、教授、博士生导师、实验室副主任

赵春明，男，1959 年 11 月生，分别在 82 年和 84 年于南京邮电学院获学士和硕士学位，93 年于西德凯撒斯劳藤大学获博士学位，94 年至 95 年在东南大学无线电工程系从事博士后研究，现为教授、博士生导师。

97 年起承担国家 863 计划重大课题多项、曾负责 CDMA 移动通信九五重

大课题的研究开发，所承担的第三代移动通信系统研究开发项目均以“特优”（Aa）通过专家组验收。承担国际合作项目多项。2000年获国家八六三计划先进个人。2003年获国家科技进步二等奖。2004年获江苏省科技进步一等奖。现为移动通信国家重点实验室副主任，中国通信学会无线与移动委员会委员，教育部2002“跨世纪人才”，2003年入选人事部“新世纪百千万人才工程”，2005遴选为政府特殊津贴专家。2001年起，负责3G手机核心芯片设计工作，研制出符合cdma2000标准，具有自主知识产权的3G手机基带处理核心芯片，并参与完成中国首个3G移动通信试验。2005年起参加我国未来移动通信系统(FuTure计划)的总体设计与联测工作，与B3G课题组完成了我国B3G实验系统，成果于2010年获教育部技术发明一等奖，2011年获国家技术发明一等奖。近年来，承担国家重大科技专项子课题多项，从事LTE终端芯片和LTE-A传输技术的研究开发。现承担973无线光通信课题。发表学术论文100余篇，其中IEEE Trans.等国际权威杂志论文40余篇，申报移动通信方面的国家发明专利30余项，国际发明专利2项，其中20项已获授权。目前主要研究方向为无线光通信、5G移动通信理论和新型信道纠错编译码技术。

陈晓曙：教授、实验室副主任

陈晓曙，男，1963年6月生，东南大学信息科学与工程学院教授，移动通信国家重点实验室副主任，江苏省电子学会理事，江苏省无线协会理事。长期从事无线移动通信系统及网络理论与技术研究、教学工作。作为项目负责人和主要参研人员完成了国家“863计划”、“重大专项”以及部省科技研究项目40多项，曾荣获教育部科技进步一等奖，教育部科技进步二等奖，公安部科技进步二等奖。近年来主要开展面向行业应用的WMN及宽带无线融合接入网技术、无线协作传输技术研究。

（二）学术带头人

丁峙：博士、教授、博士生导师、IEEE Fellow

丁峙，男，1962年12月生，1982年于南京工学院（现东南大学）无线电工程系获学士学位，1987年于加拿大多伦多大学电子工程系获硕士学位，1990年于美国康奈尔大学电子工程学院获博士学位。1990年到1998年期间，丁教授在美国奥本大学电子工程系先后担任助理教授和副教授，1999年至2000年8月期间在美国爱荷华大学电子与计算机工程系任副教授，2000年9月起加入加州大学Davis分校任教授。丁峙教授曾在澳大利亚国立大学信息技术与工程系，香港科技大学电子电气工程系，NASA路易斯研究中心，美国佛罗里达空军武器研究实验室担任访问学者或客座教授。鉴于丁教授在通信和信号处理领

域的突出贡献，东南大学于 2002 年 9 月聘请丁教授担任客座教授。

作为项目负责人，丁教授承担并圆满完成了数十项美国政府、军方和企业的研究项目。研究工作得到了美国政府、美国国家自然科学基金 (NSF)、US Army Research Office (ARO)、US Defense Advanced Research Project Agency (DARPA)，以及工业界的大力资助（包括北电，英特尔，华为等企业）。近年来，丁教授与移动通信国家重点实验室的交流和合作日益深入，参与了实验室的“973”及多项国家自然科学基金重大项目。2007-2010 年为教育部长江学者计划讲座教授。2010 年起任东南大学千人计划特聘教授。

丁峙教授在科研领域十分活跃，发表了 200 多篇学术论文，其中在 IEEE 权威期刊上发表论文 100 多篇；获得三项美国专利。丁教授与拉斯教授合作的《Digital and Analog Communication Systems》(Oxford university Press, 2009) 是一部通信系统内广泛使用的综合教材。和他学生李晔合著的专著《Blind equalization and identification》(New York: Marcel Dekker, 2001)是第一本系统介绍和总结盲信号处理领域研究成果的书籍。丁峙教授一直在国际学术界担任多项重要职务：其中包括 IEEE 信号处理协会信号处理与通信技术委员会委员（1997-2003），IEEE Transaction on Signal Processing（1994-1997，2001-2004）、IEEE Signal Processing Letters(2002-2005)、IEEE Signal Processing Magazine (2001-至今)的副编辑（Associate editor），2005 年 IEEE ICASSP 特邀论题主席，2006 年 IEEE Globecom 技术委员会主席 (Chairman, Technical Program Committee)，2007-2010 年先后任 IEEE Transactions on Wireless Communications 的指导委员会委员、主席。由于其杰出的学术成就，丁教授于 2003 年 1 月被推选为 IEEE Fellow。

李万林：博士、教授、博士生导师

李万林，男，1963 年 1 月生，博士、教授、博士生导师，东南大学移动通信国家重点实验室教授，国家千人计划特聘专家。1991 年获得德国 Technical University of Karlsruhe 信息工程系信息学博士。

在无线接入、移动网络、移动互联网和未来移动技术应用等领域具有丰富经验和独到见解。领导和完成了欧洲唯一的 3G TDD 标准，与中国的 3G 方案融合，实现了全球唯一 3G TDD 标准 TD-SCDMA。同时领导开发完成了全球第一套 TD 商用基站设备，发起成立了 TD-SCDMA 国际论坛并任副主席。领导 Siemens 跨部门创新团队实现的数字城市综合通信平台，获西门子全球 2005 年度唯一的创新一等奖。组织了由 Siemens 牵头，德国及中国 5 所著名大学参与的历时 4 年的 B3G 关键技术研究项目，产生多项专利及 4G 标准方案，并协调

西门子与东南大学联合完成了国家 863 FUTURE 项目。

创立了高新技术公司 Eversino 开发网络测试创新产品及移动通信技术及业务验证平台销售给网络运营商和设备开发商，并领导完成了国家重大专项新一代宽带无线移动通信网-TD-SCDMA 增强技术路测仪研发和产业化，电子信息产业发展基金功能可配制的软件即服务流程与规则引擎项目，863 重点项目基于 TD-SCDMA 的集群通信关键技术和系统。

郑福春：博士、教授、博士生导师

郑福春，男，1963 年 3 月生，东南大学移动通信国家重点实验室国家千人计划特聘教授。当前研究重点是无线系统与算法的低复杂度，已在国际著名期刊及会议发表这方面的论文四十余篇。这些结果已经或正在被国际上其他同事们加强与推广。

曾两次获得英国 EPSRC 的客座研究员项目。四次获得英国电信的短期客座研究员项目，并在 2006 年成为该公司第一位长期客座研究员。曾担任 IEEE Transactions on Wireless Communications 等国际期刊编委。郑福春教授是在 IEEE VTC 2006-S 会议的大会主席，并在 2009 年被 IEEE 车载技术学会在巴塞罗那 IEEE VTC 2009-S 会议上授予了 VTC 主席奖。

王江舟：博士、教授、博士生导师、IEEE FELLOW

王江舟，男，1961 年 11 月生，1990 年以特优成绩获比利时国立根特大学博士学位。1990 年至 1992 年在美国加利福尼亚大学圣地亚哥分校从事博士后研究，研究方向为 CDMA。1992 年至 1995 年任美国 Rockwell 国际公司高级工程师，从事移动通信方向的研发工作，并获一项美国专利。1995 年至 2006 年于香港大学任副教授及通信学科学术带头人，研究领域为第三代及第四代移动通信。现任教育部“长江学者”，博士生导师，英国肯特大学讲座教授，香港大学名誉教授，日本 NTT DoCoMo 访问教授。

王江舟教授在国际学术界十分活跃，发表论文 200 多篇，其中在国际权威期刊 IEEE Transactions 上发表论文 50 多篇，被 SCI 检索 1000 多次。他现任《IEEE Transactions on Communications》编委及《IEEE Journal on Selected Areas in Communications》客座编委，并任大型国际会议学术委员会委员及分组主席 20 余次，任 IEEE WCNC2013 学术委员会主席。出版三本英文专著，其中两本被译成中文，在国内出版发行。

王晓东：博士、教授、博士生导师、IEEE Fellow

王晓东，男，1970 年 3 月生，1998 年于美国普林斯顿大学电子工程系获得

博士学位。2002 年加入美国哥伦比亚大学，任助理教授、副教授、教授；2010 加入东南大学，任“长江学者奖励计划”讲座教授。近年来在无线通信和信号处理领域里开展了广泛而深入的研究，在多用户通信、空时信号处理、蒙特卡罗信号处理、基因组信号处理等方向上取得了丰富的研究成果，获得了包括美国国家科学基金会 CAREER 奖在内的多个奖项。

其研究工作受到美国国家科学基金会、美国海军研究局、Focused Research Group 以及工业界的多个项目的资助。目前已在国际权威期刊上发表论文 200 余篇，在各类国际学术会议上发表论文 200 余篇，主编/合编了 10 余部学术著作。其中在 IEEE Transactions on Communications 上发表的有关 Turbo 多用户检测技术的论文被 IEEE Communications Society 和 IEEE Information Theory Society 共同授予最佳论文奖。专著《Wireless Communication Systems: Advanced Techniques for Signal Reception》于 2003 年由 Prentice Hall 出版公司出版。王晓东教授在国际学术界担任多项重要学术职务，包括 IEEE Transactions on Communications 编委（2001 至今）、IEEE Transactions on Signal Processing 编委（2001-2006）、Transactions on Information Theory 编委（2003-2006）、IEEE Signal Processing Magazine 编委（2007 至今）、IEEE RWS 和 IEEE GENSIPS 等国际学术会议的主席/技术委员会主席。由于其在信号处理和通信领域的杰出学术贡献，王晓东教授当选 IEEE Fellow，并成为 ISI 他引最多的作者之一（ISI Highly-cited Author）。

沈连丰：教授、博士生导师，国家 973 计划咨询专家

沈连丰，男，1952 年 7 月生。东南大学移动通信国家重点实验室教授、博士生导师，国家重点基础研究发展计划（973 计划）第四届信息领域专家咨询组成员。近期研究方向为短距离无线通信与泛在网络、超高速无线局域网、无线传感器网络和物联网等。1979-1982 年在南京工学院无线电通信专业攻读研究生，获硕士学位，毕业后留校任教至今。1991-1993 年在香港生产力促进局做访问学者（2 年），1998-1999 年任香港通讯科技中心高级顾问，1994-2016 期间 10 余次赴香港中文大学、法国巴黎高科电信大学进行中短期合作研究和访问讲学。作为项目负责人先后承担全军重点工程、国家自然科学基金、国家重点科技攻关、国家科技攻关、国家 863 计划、国家 973 计划子课题、国家重大专项课题、教育部科学研究重点项目、江苏省科技成果转化专项资金、江苏省重大科技攻关、江苏省高技术研究、南京市创新创业人才基金和专利成果转化基金等纵向项目以及海内外合作项目数十项。至 2016 年 8 月已获授权发明专利 39 件；获教育部科技进步一等奖 1 项（2006，第 1 完成人）、二等奖 1 项（2011，第 3 完成人），江苏省科技进步一等奖 1 项（2004，第 1 完成人）、二等奖 2 项

(1998, 第 1 完成人; 2012, 第 2 完成人)、三等奖 2 项 (1998、2003, 第 1 完成人)。多年来执教研究生的“信息论与编码”、“现代移动通信技术”、“现代通信网理论与技术”以及本科生“数字通信”等课程, 获江苏省高等教育教学成果一等奖 1 项 (2011, 第 1 完成人)、二等奖 1 项 (2004, 第 2 完成人)。

本人以及和同事、学生共同在学术刊物和国内国际学术会议上发表论文 300 余篇, 其中 SCI/EI 收录 200 多篇; 已出版《短距离无线通信技术及其实验》(科学出版社, 2014)、《物联网技术及其实验》(科学出版社, 2014)、《嵌入式系统及其开发应用》(电子工业出版社, 第 2 版, 2010, 普通高等教育“十一五”国家级规划教材)、《信息理论与编码基础》(科学出版社, 2010, 普通高等教育“十一五”国家级规划教材)、《信息与通信工程理论与实验》(科学出版社, 2007)、《信息论与编码》(科学出版社, 2004)、《通信新技术及其实验》(科学出版社, 2003)、《无线电寻呼和无绳通信》(东南大学出版社, 1996)、《无线电概论》(东南大学出版社, 1992)、《调频技术理论及新进展》(人民邮电出版社, 1988) 等专著和教材 11 部, 译著 8 部 (均为电子工业出版社)。已培养出站博士后 15 人、工学博士 30 人、工学硕士 99 人, 不少学生已颇有建树。任国家无线电标准化委员会 H 分会委员, 中国通信学会物联网委员会委员, 中国电子学会通信学分会委员, 《通信学报》、《电信科学》、《东南大学学报》等刊物编委, 江苏省法院系统知识产权审判技术专家 (江苏省高级人民法院)、人民陪审员, 曾任江苏省领导人才考试测评命题专家 (中共江苏省委组织部)、江苏省通信学会常务理事和江苏省电子学会常务理事等。享受国务院政府特殊津贴。2006 年被评为“全国信息产业科技创新先进工作者” (信息产业部), 2007 年获“江苏创新创业人才奖” (中共江苏省委、江苏省人民政府)。

陈明: 博士、教授、博士生导师

陈明, 男, 1968 年 10 月生, 东南大学移动通信国家重点实验室教授、博士生导师, 2007 年度教育部新世纪优秀人才。1990 年、1993 年和 1996 年于南京大学分别获理学学士、硕士、博士学位。1996 年博士毕业至今, 一直在东南大学移动通信国家重点实验室从事移动通信领域的科研和教学工作。

迄今为止, 作为项目负责人或主要技术负责人完成科研项目 40 余项, 其中国家 863 高技术发展项目 5 项, 自然科学基金项目 4 项, 国际合作项目 6 项, 工信部重大专项 3 项, 华为公司、中国移动集团公司等委托研发项目 25 项。在国内外核心杂志上发表学术论文 250 余篇, 其中被 SCI 收录 150 余篇; 发表国际会议学术论文 100 余篇, 其中被 EI 收录 80 余篇; 获国家发明专利 10 余项、国际发明专利 3 项。

IEEE 会员，2006 年至今担任《电波学报》编委，为国内外多家信息与通信类核心学术刊物的审稿人。

担任本校研究生学位课程《信息与通信工程中的随机过程》以及研究生选修课程《信息与通信工程中的优化方法》、《移动通信系统的计算机仿真原理及方法》的教学工作。编著了研究生教材《信息与通信工程中的随机过程》（科学出版社，2009 年 9 月）。

2011 获江苏省科技进步一等奖，排名 5/11；2007 年 12 月，主持研究的项目“多系统多运营商及天地间频率干扰协调的软件仿真平台研制与应用”获中国移动通信集团公司科技进步二等奖，本人排名第 1；2006 年 12 月，参与起草的“2500-2690MHz 频段的卫星系统与地面 3G 移动通信系统的干扰分析”获得中国通信标准化协会三等奖，本人排名第 2；2007 年，入选教育部“跨世纪人才”；2005 年 10 月，撰写的论文“智能天线技术对 TD-SCDMA 系统的影响”获信息产业部“全国通信信息技术发展”研讨会优秀论文二等奖；2004 年 12 月，获江苏省学位委员会颁发的江苏省教学改革成果奖二等奖，本人排名第 1；2004 年 12 月，获江苏省科学技术进步奖一等奖，本人排名第 9；2004 年 11 月，获东南大学教学成果一等奖，本人排名第 1；2003 年 10 月，本人主讲的《随机过程》被评为江苏省研究生开放课程；2002 年 10 月，获江苏省创新工程优秀研究生课程一等奖。

郑军：博士、教授、博士生导师

郑军，男，1963 年 10 月生，东南大学移动通信国家重点实验室教授，博士生导师。2000 年毕业于香港大学电气与电子工程系，获电气与电子工程专业博士学位。2000 至 2008 年，先后在加拿大女皇大学电气与计算机工程系和渥太华大学信息技术与工程学院工作。IEEE 高级会员。

长期从事通信与网络技术领域的理论与应用研究，研究范围包括通信理论、网络理论、网络构架和算法协议的设计与性能分析等方面。目前的主要研究方向为移动通信网络、车载自组织网络和无线异构网络。近年来，主持过国家自然科学基金课题、国家 863 计划项目子课题、国家科技重大专项子课题、教育部博士点基金项目、江苏省六大人才高峰资助项目等多项国家级和省部级科研项目。作为第一作者，出版过两部英文专著和一部中文专著。在国际主要学术期刊和会议上发表论文 100 余篇，其中 SCI 收录论文近 50 篇。荣获 2014 年 IEEE 国际通信会议（ICC 2014）最佳论文奖。

现担任 EAI Endorsed Transactions on Mobile Communications and Applications 主编、IEEE Communications Magazine 编委和 Springer Wireless

Networks 编委。曾先后担任 IEEE Communications Surveys & Tutorials、IEEE/OSA Journal of Optical Communications and Networking、Wiley Wireless Communications and Mobile Computing、Elsevier Ad Hoc Networks Journal 等国际期刊编委。作为客座主编，为多个主要国际学术刊物编辑过 10 多个专辑，包括 IEEE Communications Magazine、IEEE Network、IEEE Journal on Selected Areas in Communications 等 IEEE 权威期刊。

近年来，应邀先后担任多个国际学术会议的大会主席、分会主席和程序委员会主席，包括 AdHocNets 2009 和 AccessNets 2007 的大会主席、IEEE GLOBECOM 2008/2010/2012 和 ICC 2009/2011/2015 的分会主席、WCSP 2012/2017 程序委员会主席。此外，目前还担任 IEEE 车辆技术学会南京分会主席和 IEEE 通信学会通信交换与路由技术委员会副主席。

宋铁成：博士、教授、博士生导师

宋铁成，男，1967 年 10 月生，江苏省张家港人；分别于 1989 年、1992 年和 2006 年获得东南大学学士、硕士和博士学位；2007 年入选教育部新世纪优秀人才和江苏省“333 高层次人才培养工程”首批中青年科技领军人才；2012 年入选江苏省“333 高层次人才培养工程”中青年科学技术带头人；现为东南大学信息科学与工程学院移动通信国家重点实验室教授、博士生导师，长期从事通信领域的科研和教学工作。

作为项目负责人或主要参加者，先后承担国家自然科学基金项目、国家 863 计划项目、国家重点科技攻关项目以及教育部和江苏省各类项目 20 余项；获授权专利 18 项；发表论文 100 余篇，其中，SCI、EI 和 ISTP 收录 40 余篇。

作为项目负责人，主持教育部、江苏省和东南大学“通信原理”课程教改项目各一项；长期担任信息科学与工程学院教学委员会委员，主讲“通信原理”等课程；参编教材 4 本，改编原版教材 1 本，参加翻译原版教材 4 本。

1998 年、2003 年、2004 年和 2011 年分别获江苏省科技进步二等奖、三等奖、一等奖和二等奖各一项；2016 年获江苏省科学技术奖励一等奖一项；2005 年获教育部提名国家科学技术奖科技进步一等奖一项；2011 年获江苏省教学成果一等奖一项；负责的“通信原理”课程获 2002 年东南大学优秀课程、2006 年东南大学精品课程和 2008 年江苏省精品课程。

潘志文：博士、教授、博士生导师

潘志文，男，1970 年 11 月生，博士，东南大学移动通信国家重点实验室

教授，江苏省中青年科技领军人才，江苏省“六大人才高峰”人才，IEEE 南京分会执委、秘书。曾在瑞士苏黎世高等理工学院、美国加州大学戴维斯分校等国际著名大学任访问学者。

长期从事宽带无线网络和无线传输技术研究和系统开发。先后承担多项国家 863 计划重大项目、国家国际科技战略合作课题、国家重大专项课题、江苏省科技支撑计划课题，中国移动、中兴通讯、韩国电子通信研究院、英特尔公司的委托课题，及与瑞典、芬兰、美国等国多所著名大学的合作课题。主要研究内容包括 3G 关键技术研究 and 评估、CDMA2000 基站系统研究和开发、中国首个 Beyond 3G 无线网络试验系统研究开发、4G、5G 无线网络和无线传输关键技术，并与中国移动合作进行 4G 标准化工作和商用网络优化技术研究。目前的主要研究方向为新型无线网络技术、自组织网络技术、宽带无线传输技术。

近 5 年来，在包括 IEEE Transaction 在内的国际国内主要学术期刊上和国内主要学术会议上发表论文 60 余篇，申请和获得国际国内发明专利 70 余项（包括已授权中国发明专利 36 项、美国发明专利 1 项、韩国发明专利 1 项），并有 8 项标准化提案被企业接受。在宽带无线传输技术、自组织网络技术等方面的系列创新研究成果已成功应用于我国企业的商用移动通信网络设备和商用无线网络，显著提高了我国产品的技术水平和网络运营水平，取得了良好的社会经济效益。

获 2009 年度教育部技术发明奖一等奖、2011 年度国家技术发明奖一等奖、2014 年度江苏省科学技术奖一等奖、2015 年度中国电子学会科学技术奖励二等奖、2015 年度南京市科技进步奖三等奖、2016 年中国节能协会二等奖。

张在琛：博士、教授、博士生导师

张在琛，男，1975 年 1 月生，教授，博士生导师，教育部新世纪优秀人才支持计划、江苏省六大人才高峰计划培养对象，南通大学客座教授，IEEE 高级会员，中国电子学会高级会员，中国电子学会青年科学家俱乐部理事，中国通信学会青年工作委员会委员。1996 年和 1999 年，在东南大学无线电工程系（现信息科学与工程学院）分别获得学士学位和硕士学位，2002 年在香港大学电机电子工程学系获得博士学位。2002 年 11 月至 2004 年 9 月，在东南大学信息科学与工程学院从事博士后研究，2004 年起，历任副研究员、硕士生导师、研究员、教授和博士生导师。发表论文 150 余篇，申请发明专利 50 项（其中已获授权 23 项），牵头承担并完成国家科技重大专项课题、国家 863 计划课题和国家自然科学基金项目等多项。主持研发出我国首套高速超宽带无线通信实验验证系统，经鉴定达到国际先进水平；提出的 DC-OFDM 方案，已进入我国高速超

宽带无线通信技术标准流程；研发出两款脉冲体制高速超宽带无线通信基带系统芯片，其核心技术具有自主知识产权；主持研发出我国首套高速可见光通信实时应用示范系统。现为东南大学信息科学与工程学院“通信原理”课程主讲教师之一，获 2011 年江苏省高等教育教学成果奖一等奖（排名 5）。目前主要研究方向包括无线光通信、量子通信和新一代无线通信系统。

（三）优秀青年骨干

刘楠：博士、教授、博士生导师

刘楠，女，1978 年 12 月生，2001 年于北京邮电大学电子工程系获学士学位，2007 年于美国马里兰大学电机与计算机工程系获博士学位。2007 年至 2008 年期间，在美国斯坦福大学电子工程系无线系统实验室任博士后，2009 年 1 月加入东南大学信息科学与工程学院任教授。

研究方向包括：无线通信理论、网络信息论、未来蜂窝系统节能方法及无线网络自组织自优化算法的设计。正开展的研究内容包括：从网络信息论角度分析无线通信中协作与干扰的影响，以及协作与干扰之间的相互作用；协作对蜂窝系统能耗方面的作用与贡献；无线网络自组织、自优化算法的设计。

目前主持国家自然科学基金面上项目，并参与多项“973”计划课题、国家重大专项课题及国际合作课题。发表 80 多篇学术论文，其中在 IEEE Transactions 论文 17 篇，曾任 PIMRC 2014/VTC Fall 2011/WCSP 2016 等多个国际学术会议的主席，是 IEEE 多个国际著名期刊的审稿人。

金石：博士、教授、博士生导师

金石，男，1974 年 12 月生，现为东南大学教授，博士生导师，国家自然科学基金杰出青年基金、优秀青年科学基金和江苏省杰出青年基金获得者。2007 年获得东南大学通信与信息系统专业博士学位，同年起在东南大学移动通信国家重点实验室工作，2007 年 4 月至 2009 年 10 月赴英国伦敦大学学院电气与电子工程系进行博士后研究。目前主要研究方向为 5G/4G 移动通信理论与关键技术、空时无线通信理论与技术、现代信号处理及其在移动通信中应用。

已在无线通信领域发表论文 200 余篇，其中 IEEE Trans. IT/SP/COMM/WC/VT 以及 IEEE JSAC/JSTSP/COMM MAGZINE 等核心期刊 80 余篇，主要 IEEE 国际学术会议论文 120 余篇。

担任 IEEE Trans.on Wireless Communications、IEEE Communications Letters、IET Communications 编委，IEEE 信号处理学会通信技术委员会

(SPCOM) 委员。研究成果获 2014 年度江苏省科学技术一等奖 (排名第 3)、2014 年度教育部高等学校科学研究优秀成果奖二等奖 (排名第 3)、2011 年度国际电气与电子工程师协会通信学会 (IEEE Communications Society) 莱斯论文奖、2010 年度国际电气与电子工程师协会信号处理学会青年最佳论文奖 (2010 IEEE Signal Processing Society Young Author Best Paper Award)、2016 年 IEEE GLOBECOM 最佳论文奖、2009 年度全国优秀博士学位论文提名奖、以及爱思唯尔中国高被引学者 (2014, 2015) 等。

王东明, 博士、副教授、博士生导师

王东明, 男, 1977 年 10 月生。2006 年 4 月于东南大学移动通信国家重点实验室获得博士学位。先后主持或参与国家自然科学基金、国家 863、973 计划、国家科技重大专项等 20 多项科研项目。在国内外权威学术期刊和 IEEE 国际会议上发表论文 90 余篇, 其中 SCI 收录近 30 余篇。已申请或授权中国发明专利 16 项, 国际 PCT 专利 4 项, 向 3GPP LTE、国内 LTE+ 以及 IMT-A 推进组提交提案 20 多篇, 被接受 8 项。担任《中国科学-信息科学》编委和 IEEE 通信学会旗舰会议 ICC 2015 技术委员会副主席。目前承担国家 863 重大项目 5G 移动通信试验平台研发。获 2014 年度江苏省科学技术奖励一等奖、2016 年度国家科技进步奖特等奖。

王俊波, 博士, 副教授, 博士生导师

王俊波, 男, 1979 年 10 月生, 博士, 副教授, 博士生导师, 欧盟玛丽居里学者。2008 年 10 月博士毕业于东南大学通信与信息系统专业 (硕博连读)。2011 年 3 月至 2013 年 3 月在清华大学信息学院从事博士后研究。2013 年 8 月起, 在东南大学移动通信国家重点实验室任教, 2013 年 12 月获博士生导师资格。主要研究未来无线通信理论与关键技术, 已获国家自然科学基金、教育部博士点基金等多项国家级项目资助。已发表论文 70 余篇。2014 年获江苏省优秀专业硕士学位论文指导教师。

赵涤燹: 博士、教授、国家青年千人

赵涤燹, 男, 1983 年 9 月生, 2015 年于比利时鲁汶大学微电子学专业获得博士学位, 现任东南大学移动通信国家重点实验室研究员。2016 年国家第十二批千人计划 (青年人才), 2015 年 IEEE 微波理论与技术协会 (MTT-S) 论文竞赛奖, 2014 年 IEEE 固体电路协会 (SSCS) 博士成就奖, 2013 年获得国家优秀留学生奖。主要研究方向为面向超高速 5G 通信和高精度雷达系统的全集成收发机芯片设计, 功率放大器芯片设计。2008-2009 年在荷兰飞利浦研究院从事多通道相控阵发射机芯片设计; 2009-2010 年在荷兰代尔夫特理工大学

作为助理研究员从事毫米波成像雷达芯片设计；2010-2015年在比利时鲁汶大学 MICAS 实验室作为副研究员从事 60-GHz 和 E-band 通信用毫米波收发机芯片和功率放大器芯片设计，期间在 60-GHz 频段全球首次实现 CMOS 双模式功率放大器芯片和异相调制发射机芯片，在 E-band 全球首次实现全频段大功率 CMOS 功放芯片。2015-至今，在东南大学移动通信国家重点实验室从事 5G 通信和雷达系统芯片研发工作。在行业顶级会议 ISSCC 和期刊 JSSC, T-MTT 共发表论文 9 篇（其中第一作者 7 篇），总共发表论文 30 余篇，著作一本，授权美国专利 3 项。任欧洲固态电路会议（ESSCIRC）技术委员会委员，并担任多个 IEEE 核心期刊审稿人。

许威：博士、教授、博士生导师

许威，男，1982 年 7 月生，教授，IEEE Senior Member（IEEE 高级会员）。2003 年和 2006 年分别获得东南大学本科和硕士学位，2009 年 6 月于东南大学移动通信国家重点实验室获得博士学位。2009 年 6 月至 2010 年 5 月受加拿大 NSERC 研究基金资助赴加拿大维多利亚大学从事博士后研究工作。2012 年入选江苏省创新团队核心成员，2016 年入选江苏省“六大人才高峰”资助计划。目前担任国际期刊 IEEE Communications Letters、KSII Transactions on Internet and Information Systems 编委，长期担任通信领域核心国际会议 IEEE ICC/Globecom/WCNC/VTC 等技术委员会成员（TPC Member）。

主要研究方向为宽带移动通信系统中的多天线传输理论。作为项目负责人和主要参与者已经主持和承担国家自然科学基金 4 项、国家 973 计划 2 项、国家科技重大专项 4 项、教育部博士点基金 1 项、江苏省创新团队课题 1 项、（外校）国家重点实验室开放课题 2 项，以及与国际知名通信企业包括爱立信、华为、NEC 等合作研究项目多项

已发表学术论文 100 余篇，其中包括在无线通信领域具有国际影响力的 IEEE 期刊论文 40 余篇。研究成果获得国内外同行广泛引用与评价。研究成果申报国家发明专利 23 项，其中已授权 11 项。多次获得国际学术奖：2014 年获 IEEE 通信学会旗舰会议 IEEE Globecom 最佳论文奖，同年获 IEEE 通信学会核心国际会议 IEEE/CIC ICC 最佳论文奖，2013 年获 IEEE 天线与传播学会核心国际会议 IEEE MAPE 最佳论文奖。获得 2014 年度江苏省科学技术奖一等奖。两次获得江苏省优秀本科毕业设计（指导教师）一等奖。

张川：博士、副教授、硕士生导师

张川，男，1984 年 1 月生，博士，现为东南大学移动通信国家实验室副教授，硕士生导师。2006 年于南京大学物理系获理学学士学位，2009 年于南京

大学微电子设计研究所获工学硕士学位。2012 年分别获得明尼苏达大学电子与计算机工程系硕士和博士学位。2013 年 9 月加入东南大学移动通信国家实验室，任副教授。

研究方向集中于：面向于 5G 通信的大规模 MIMO 高效实现研究，下一代信道编码高速、低功耗解码器研究，随机计算与译码，基于化学反应动力学的生物电路研究，量子通信与量子计算，芯片安全研究与实现，大数据与数据压缩。

获国家自然科学基金青年项目、东南大学校长定向基金、东南大学新进教师启动基金、东南大学优秀青年教师教学科研资助计划、教育部留学回国人员科研启动基金、留学人员科技活动项目择优资助计划、东南大学移动通信国家重点实验室自主研究基金、科技部中外合作-第五代移动通信系统关键技术研究、江苏省双创“博士计划”、江苏省科技计划项目青年基金等项目支持。在国际学术期刊和会议上发表文章 60 余篇。

所指导学生获得 IEEE ISCAS 2015 and 2016 Student Travel Grants、IEEE SOC 2015 Outreach Grant、IEEE SiPS 2015 Best Paper Nomination、IEEE ASICON 2015 Best Student Paper Award、The First 5G Algorithm Competition Second Prize、IEEE DSP 2016 Best Student Paper Award、IEEE APCCAS 2016 Best Paper Award、IEEE APCCAS 2016 Student Travel Grant、ISIPS 2016 Excellent Paper Award、ISIPS 2016 Excellent Poster Award、东南大学优秀本科毕业论文、南京大学优秀本科毕业论文、南京邮电大学优秀本科毕业论文、江苏省优秀本科毕业论文等奖项。

李潇：博士、副教授、硕士生导师

李潇，女，1982 年 11 月生，2010 年于东南大学通信与信息系统专业获工学博士学位，其博士学位论文《利用统计信道状态信息的 MIMO 闭环传输理论研究》被评为 2013 年全国优秀博士学位论文。2013 年 1 月至 2014 年 1 月于美国德州大学奥斯汀分校做博士后研究。承担和参与多项国家自然科学基金项目、教育部专项资金项目以及国家科技重大专项等项目，2014 年获江苏省科学技术奖一等奖。在国际及国内权威杂志及会议上发表论文 30 余篇。

王家恒：博士、副教授、博士生导师

王家恒，1978 年 7 月生，高级洪堡学者，IEEE 高级会员，教授，博士生导师。现担任国际核心期刊 IEEE Signal Processing Letters 编委、青年 973 专家、江苏省自然科学基金优秀青年项目获得者、中国通信学会青年工作委员会委员、江苏省创新团队核心成员、东南大学优秀青年教师。2001 年和 2006 年于东南大

学无线电工程系获得学士和硕士学位，2010 年于香港科技大学电子与计算机工程系获得博士学位，2010 年至 2011 年期间在瑞典皇家工学院信号处理实验室从事博士后研究工作，自 2011 年任教于东南大学移动通信国家重点实验，2015 年至 2016 年年获洪堡基金支持在德国埃尔朗根-纽伦堡大学研修。

长期从事无线通信和信号处理研究工作，研究方向包括：5G 移动通信系统、MIMO 传输、Small Cell 异构网络、D2D 通信、绿色通信、可见光通信、毫米波通信、通信系统鲁棒性设计、无线网络分布式优化、中继通信、认知无线电等。自 2001 年参与国家 863/973 和重大专项等十余项，同时还参与多个瑞典科研项目、欧盟联合研究项目、香港 RGC 资助科研项目；现主持国家自然科学基金、江苏省自然科学基金、青年 973 子课题等研究项目。

在国际核心期刊和会议上发表学术论文 70 余篇，其中 3%高引论文 6 篇，SCI 收录 38 篇，EI 收录 64 篇；发表英文学术专著（章节）2 部；申请国家发明专利 22 项并获得授权 8 项，申请并获得授权国际专利 2 项。研究成果被引用超过 1300 次（谷歌检索），SCI 引用 527 次，单篇论文最高引用 118 次，单篇最高 SCI 引用 71 次，发表论文 H 因子达到 14。一篇 IEEE Transactions on Signal Processing (TSP) 论文获 2012 年 IEEE 信号处理协会年度最佳期刊论文提名，四篇 TSP 论文为季度最受关注 Top 10 论文；一篇 IEEE Signal Processing Letters 论文连续半年为最受关注 Top 5 论文；一篇会议论文获 WCSP 最佳论文奖。受邀参与一本美国电子通信类研究生教材的编写工作。

担任国际核心会议 VTC、WCSP、GAMENETS 分会主席，ICC、ICASSP、GLOBECOM、WCNC、PIMRC、ICCV、ICCC 等多个重要国际会议的技术委员。

李连鸣，博士，教授，硕士生导师

李连鸣，男，1978 年 1 月生，博士，教授。2001 年毕业于东南大学物理系，后保送至东南大学无线电工程系攻读硕士学位。硕士毕业后留校。2006 年通过全国性的选拔,受国家留学基金委委派,赴微电子领域世界一流的鲁汶大学 MICAS（微电子及传感器）小组，跟随 Michiel Steyaert 教授(IEEE 固态电路协会 50 年及 60 年来十大贡献者之一)及 Patrick Reynaert 教授攻读博士学位。作为该组 60GHz 方向的第一位博士生成员，从事 CMOS 毫米波电路设计，参与了欧盟多项重大项目的研究工作。2011 年从鲁汶大学博士毕业后，其受聘于东南大学，作为项目技术负责人，参与并主持了中国多项 CMOS 毫米波及太赫兹重大课题及自然科学基金的研究工作。其所在团队，从零开始，两年内即完成国内第一块基于 CMOS 工艺的毫米波射频前端单片收发系统。

黄永明：博士，教授，博士生导师

黄永明，男，1977年8月生，教授，博士生导师。教育部“长江学者奖励计划”青年学者，国家优秀青年科学基金和江苏省杰出青年基金获得者，现任信息科学与工程学院副院长。2000年和2003年分别于南京大学获得本科和硕士学位，2007年6月于东南大学获得信号与信息处理工学博士学位。2008-2009年留学瑞典皇家理工学院（KTH）从事博士后研究。近几年主要研究多天线宽带无线通信的现代信号处理理论与技术。已主持和承担国家自然科学基金、国家科技重大专项、国家973计划和863计划等国家级课题10余项，以及省部级和企业项目多项。已发表和录用SCI/EI学术论文160余篇，其中SCI论文60余篇，多数发表在IEEE核心期刊。已获授权国际和国家发明专利30余项，其中数项发明专利技术在新一代无线通信国际和国家标准得到应用。2011年入选教育部新世纪优秀人才支持计划，2015年入选江苏省“六大人才高峰”计划，2015年被评为东南大学青年特聘教授。2012年和2015年获无线通信和信号处理国际会议（WCSP）最佳论文奖，2014年以第2完成人获教育部自然科学奖二等奖。2012年起担任国际权威期刊IEEE Transactions on Signal Processing 和国际核心期刊EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking、EURASIP Journal on Advances in Signal Processing 的编委，以及IEEE ICC/GLOBECOM/WCNC/VTC等主流国际会议的技术委员会委员。

3. 国际学术机构和国际学术期刊任职情况

（一）国际学术机构任职

尤肖虎教授：IEEE南京分会主席，IEEE中国联合会执委

高西奇教授：IEEE南京分会副主席

丁峙教授：IEEE信号处理协会会议审批委员会委员

郑军教授：IEEE车辆技术学会南京分会主席和IEEE通信学会通信交换与路由技术委员会副主席，ICST光网络科学技术委员会主席、ICST活动委员会副主席

潘志文教授：IEEE南京分会执委、秘书

沈连丰教授：IEEE ComSoc Nanjing Chapter 主席

刘楠教授: IEEE ComSoc Nanjing Chapter 秘书兼司库

王闻今副教授: IEEE 南京分会执委、司库

金石教授: IEEE 信号处理学会通信技术委员会委员

张川副教授: IEEE Circuits and Systems Society-VLSI Systems & Applications 技术委员会成员, IEEE Circuits and Systems Society-Circuits & Systems for Communications 技术委员会成员, IEEE Circuits and Systems Society-Digital Signal Processing 技术委员会成员, IEEE SPS Seasonal School Subcommittee 成员

(二) 国际学术期刊任职

高西奇教授: IEEE Transactions on Communications 编委、IEEE Transactions on Signal Processing 编委、IEEE Transactions on Wireless Communications 编委

丁峙教授: IEEE Transaction on Signal Processing (1994-1997, 2001-2004)、IEEE Signal Processing Letters(2002-2005)、IEEE Signal Processing Magazine (2001-至今) 的副编辑 (Associate editor), 2005 年 IEEE ICASSP 特邀论题主席, 2006 年 IEEE Globecom 技术委员会主席(Chairman, Technical Program Committee), 2007-2010 年先后任 IEEE Transactions on Wireless Communications 的指导委员会委员、主席

郑福春教授: IEEE Transactions on Wireless Communications 等国际期刊编委

王江舟教授: IEEE Transactions on Communications 编委、IEEE Journal on Selected Areas in Communications 客座编委

王晓东教授: IEEE Transactions on Communications 编委(2001 至今)、IEEE Transactions on Signal Processing 编委 (2001-2006)、Transactions on Information Theory 编委 (2003-2006)、IEEE Signal Processing Magazine 编委 (2007 至今)

郑军教授: EAI Endorsed Transactions on Mobile Communications and Applications 主编、IEEE Communications Magazine 编委和 Springer Wireless Networks 编委。IEEE Communications Surveys & Tutorials、IEEE/OSA Journal of Optical Communications and Networking、Wiley Wireless Communications and Mobile Computing、Elsevier Ad Hoc Networks Journal 等国际期刊编委。作为客座主编, 为多个主要国际学术刊物编辑过 10 多个专辑, 包括 IEEE Communications Magazine、IEEE Network、IEEE Journal on Selected Areas in

Communications 等 IEEE 权威期刊、Inderscience International Journal of Communication Networks and Distributed Systems、Inderscience International Journal of Autonomous and Adaptive Communications Systems、Springer Wireless Networks、Elsevier Ad Hoc Networks Journal 编委

金石教授：IEEE Trans.on Wireless Communications、IEEE Communications Letters、IET Communications 编委

许威教授：IEEE Communications Letters、KSII Transactions on Internet and Information Systems 编委

张川副教授：IEEE JETCAS Corresponding Associate Editor

王家恒副教授：IEEE Signal Processing Letters 编委

四、开放交流与运行管理

1. 开放课题设置及成效

访问学者制度建设情况,吸引国际同领域实验室人员到本实验室开展访问学者研究工作和国内外优秀博士毕业生到实验室开展博士后研究工作的情况。设置开放课题的情况,以及开放课题所取得的重要成果等。

(一) 访问学者

1、访问学者制度

重点实验室设置了访问学者制度,根据移动通信国家重点实验室访问学者管理条例,访问学者在室工作期限可从1个月至1年不等。利用实验室牵头的2011无线通信协同创新中心访问学者机制,从2014年起逐年聘请多位国际知名学者。

2、访问学者研究工作

本评估期内,来自美国佐治亚理工学院的IEEE Fellow Geoffrey Ye Li教授、英国肯特大学IEEE Fellow 王江舟教授等在本实验室作为访问学者,与本室的研究人员在第五代移动通信技术、多用户大规模MIMO系统和绿色通信等多个方面进行了密切合作研究。

来自加拿大、英国、芬兰等地区的一批青年访问学者,在5G移动通信相关研究领域与本室的高西奇教授、金石教授、沈连丰、赵春明、王家恒等教授等进行了合作与交流,取得了一批较为突出的合作研究成果。

来自加拿大阿尔伯塔大学的景银地 Yindi Jing 博士、副教授,于2015年12月至2016年3月为本室访问学者,与金石教授合作研究了课题“Low Cost Massive MIMO: From Theory to Practice”,研究了在硬件条件约束下解决大规模MIMO无线传输的理论与实现问题,从削减系统成本、减少功率消耗以及降低计算复杂度角度入手,发展以高效收发技术为核心的低成本大规模MIMO无线传输理论与关键技术。研究基于混合ADC的集中式大规模MIMO系统的谱效率,进一步发展了联合考虑统计波束赋形以及用户调度的大规模MIMO下行传输方案并进行了系统和速率性能研究。合作发表论文3篇(见下文)。Yindi Jing博士在访问学者期间的研究作为本室在该研究方向上的进展做出了贡献,也

为她在回国后的工作打开了新的思路。

- [1] Chi Feng, Yindi Jing, Shi Jin, Interference and Outage Probability Analysis for Massive MIMO Downlink with MF Precoding. *IEEE Signal Process. Lett.* 23(3): 366-370 (2016)
- [2] Weiqiang Tan, Shi Jin, Chao-Kai Wen, Yindi Jing: Spectral Efficiency of Mixed-ADC Receivers for Massive MIMO Systems. *IEEE Access* 4: 7841-7846 (2016)
- [3] C Zhang, Y Huang, Y Jing, S Jin, L Yang: Sum-Rate Analysis for Massive MIMO Downlink with Joint Statistical Beamforming and User Scheduling. *IEEE Transactions on Wireless Communications*: Accepted to appear.

来自英国贝尔法斯特女王大学的 Michail Matthaiou 博士、副教授，分别于 2015 年 9 月至 10 月和 2016 年的 6 月至 7 月来本室做访问学者，与高西奇教授、金石教授合作对课题“Massive MIMO With Hardware Imperfection”进行了研究，本项目研究在硬件不完美前提下讨论了大规模 MIMO 无线传输的理论及实现问题，从系统谱效率分析入手研究综合利用统计信道状态信息的大规模 MIMO 无线传输理论与关键技术。研究了利用统计信道状态信息的大规模 MIMO 无线传输理论与关键技术、空间及硬件性能受限下大规模 MIMO 性能及传输方法等，这些成果为来访学者完成国家自然科学基金委外国青年基金项目奠定了坚实的基础。合作发表论文 11 篇（见下文）。Michail Matthaiou 博士在访问学者期间的研究工作为本室在该研究方向上的进展做出了贡献，并在回国后继续对相关内容开展研究工作。

- [1] Jide Yuan, Michail Matthaiou, Shi Jin, Feifei Gao: Tightness of Jensen's Bounds and Applications to MIMO Communications. *IEEE Trans. Communications* 65(2): 579-593 (2017)
- [2] Wen Liu, Shi Jin, Chao-Kai Wen, Michail Matthaiou, Xiaohu You: A Tractable Approach to Uplink Spectral Efficiency of Two-Tier Massive MIMO Cellular HetNets. *IEEE Communications Letters* 20(2): 348-351 (2016)
- [3] Yiyang Ni, Shi Jin, Wei Xu, Yuyang Wang, Michail Matthaiou, Hongbo Zhu: Beamforming and Interference Cancellation for D2D Communication Underlying Cellular Networks. *IEEE Trans. Communications* 64(2): 832-846 (2016)
- [4] Chen Sun, Xiqi Gao, Shi Jin, Michail Matthaiou, Zhi Ding, Chengshan Xiao: Beam Division Multiple Access Transmission for Massive MIMO Communications. *IEEE Trans. Communications* 63(6): 2170-2184 (2015)
- [5] Shi Jin, Jue Wang, Qiang Sun, Michail Matthaiou, Xiqi Gao: Cell Coverage

- Optimization for the Multicell Massive MIMO Uplink. *IEEE Trans. Vehicular Technology* 64(12): 5713-5727 (2015)
- [6] Shi Jin, Weiqiang Tan, Michail Matthaiou, Jue Wang, Kai-Kit Wong: Statistical Eigenmode Transmission for the MU-MIMO Downlink in Rician Fading. *IEEE Trans. Wireless Communications* 14(12): 6650-6663 (2015)
- [7] Jiayi Zhang, Linglong Dai, Michail Matthaiou, Christos Masouros, Shi Jin: On the spectral efficiency of space-constrained massive MIMO with linear receivers. *ICC 2016*: 1-6
- [8] Li Fan, Dan Qiao, Shi Jin, Chao-Kai Wen, Michail Matthaiou: Optimal pilot length for uplink massive MIMO systems with low-resolution ADC. *SAM 2016*: 1-5
- [9] Weiqiang Tan, Peter J. Smith, Himal A. Suraweera, Michail Matthaiou, Shi Jin: Spectral Efficiency of Multi-User mmWave Systems with Uniform Linear Arrays and MRT. *VTC Spring 2016*: 1-5
- [10] Weiqiang Tan, Shi Jin, Jue Wang, Michail Matthaiou: Achievable sum-rate of multiuser massive MIMO downlink in rician fading channels. *ICC 2015*: 1453-1458
- [11] [Chen Sun, Xiqi Gao, Shi Jin, Michail Matthaiou, Zhi Ding, Chengshan Xiao: Beam division multiple access for massive MIMO downlink transmission. *ICC 2015*: 1970-1975

来自芬兰国家技术研究中心（VTT）的 Olli Apilo 博士，于 2016 年 11 月访问移动通信国家重点实验室，与王家恒副教授合作开展了大规模 MIMO、Small Cell 异构网络、无线通信能效优化方面的科研工作。在访问期间，Olli Apilo 博士和王家恒副教授合作提出了新型的小区分裂方法，能够大幅度提升采用大规模 MIMO 的 Small Cell 异构网络的能效。研究成果已形成论文，投稿至国际核心会议 VTC。Olli Apilo 博士在访问学者期间的研究作为本实验室在异构网络及无线通信能效优化的研究方向做出了贡献，同时也为他在回国后的工作打开了新的思路。

3、博士后研究工作

实验室在本评估期间，在站博士后研究人员 29 人，具体情况如下：

- (1) 张晶，南京邮电大学讲师，进站时间：2012.3.9，出站时间：2017.3.27，导师：高西奇教授，承担课题：认识频谱共享系统关键技术研究；
- (2) 董俊，中科院合肥物质科学研究院助理研究员，进站时间：2012.3.27，

- 导师：宋铁成教授，承担课题：基于物联网的计算机视觉研究；
- (3) 吴霞，东南大学数学系讲师，进站时间：2012.3.27，出站时间：2017.3.27，
导师：陈明教授，承担课题：4G 移动通信系统的网络规划算法；
- (4) 何涛，南京邮电大学讲师，进站时间：2012.4.24，导师：宋铁成教授，
承担课题：基于复杂网络理论的无线传感的网络关键技术研究；
- (5) 董小明，安庆师范学院讲师，进站时间：2012.7.12，导师：沈连丰教授，
承担课题：移动健康服务传输层核心部件 mmic 功率放大器；
- (6) 贺建立，安庆师范学院讲师，进站时间：2012.7.12，导师：沈连丰教授，
承担课题：高清视频无线传输技术研究；
- (7) 贾子彦，江苏技术师范学院讲师，进站时间：2012.8.17，出站时间：
2017.3.27，导师：沈连丰教授，承担课题：差分 SC-FDMA 系统关键技术
技术研究；
- (8) 柴争义，河南工业大学副教授，进站时间：2012.8.28，出站时间：
2015.4.10，导师：沈连丰教授，承担课题：认知无线网络中的智能优化
技术；
- (9) 朱思峰，周口师范学院副教授，进站时间：2012.8.28，出站时间：
2015.4.10，导师：沈连丰教授，承担课题：异构网络融合场景下的无线
资源优化模型及算法研究；
- (10) 曹开田，南京邮电大学副教授，进站时间：2012.11.13，出站时间：
2016.6.30，导师：高西奇教授，承担课题：认知无线网络中宽带压缩频
谱感知方法研究；
- (11) 邓杨保，湖南城市学院副教授，进站时间：2013.8.28，导师：沈连丰教
授，承担课题：短距离无线通信与泛在网络；
- (12) 杨亮，广州工业大学副教授，进站时间：2013.9.25，导师：高西奇教授，
承担课题：新一代无线通信系统关键技术研究；
- (13) 李君，中国计量学院（杭州）副教授，进站时间：2013.9.26，导师：高
西奇教授，承担课题：Massive MIMO 系统能效优化关键技术研究；
- (14) 余燕忠，泉州师范学院副教授，进站时间：2014.2.14，导师：宋铁成教
授，承担课题：北斗/GPS 双模卫星定位导航系统天线研发；
- (15) 包建荣，杭州电子科技大学副教授，进站时间：2014.4.10，导师：高西

- 奇教授，承担课题：空间信息网络多中继协同传输理论研究；
- (16) 杨晴，扬州大学讲师，进站时间：2014.4.17，导师：高西奇教授，承担课题：不完全信道信息状态下认知 MIMO 网络性能分析；
- (17) 齐洪钢，江苏华宇电子测控有限公司，副教授，进站时间：2014.12.5，导师：高西奇教授，承担课题：先进视频编解码技术研究；
- (18) 孔令军，南京邮电大学讲师，进站时间：2014.12.24，导师：赵春明教授，承担课题：新型信道纠错编译码技术的研究；
- (19) 陈剑，解放军理工大学讲师，进站时间：2015.1.13，导师：陈明教授，承担课题：新型移动自组织无线网络跨层优化方法研究；
- (20) 叶新荣，南京邮电大学副教授，进站时间：2015.1.14，导师：高西奇教授，承担课题：大规模 MIMO 系统高频谱效率的信道估计方法；
- (21) 史宏逵，南京邮电大学副研究员，进站时间：2015.4.28，导师：宋铁成教授，承担课题：5G 移动通信网中的干扰控制关键技术研究；
- (22) 丁国如，解放军理工大学讲师，进站时间：2015.4.28，导师：高西奇教授，承担课题：下一代移动通信中的大规模 MIMO 信道估计理论方法研究；
- (23) 史清江，浙江理工大学副教授，进站时间：2015.5.8，导师：高西奇教授，承担课题：大规模 MIMO 系统优化设计与分析；
- (24) 陈焕庭，闽南师范大学副教授，进站时间：2015.7.22，导师：高西奇教授，承担课题：智能化照明系统研制开发及产业化应用；
- (25) Amin Najam Muhammad，巴基斯坦，进站时间：2015.9.18，导师：沈连丰教授，承担课题：Design and implementation of multi-purpose ICs；
- (26) 王侃，东南大学讲师，进站时间：2016.1.29，导师：张在琛教授，承担课题：基于纠缠态无线量子通信网络组网问题的研究；
- (27) 陶利强，深圳市华为技术研究所工程师，进站时间：2016.3.4，导师：金石教授，承担课题：面向分布式网络的无线视频传输优化；
- (28) Mustafa Khalid Taher Al-Nuaimi，东南大学讲师，进站时间：2016.4.18，导师：高西奇教授，承担课题：Electromagnetic wave manipulation using advanced functional surface”和“Lens antennas；
- (29) 李峻，东南大学讲师，进站时间：2016.9.27，导师：高西奇教授，承担

课题：基于内容的大规模图像检索研究。

(二) 开放课题

1、开放课题设置

本室建立了比较完善的开放课题管理制度。每年三月，实验室根据学术委员会制定的年度研究方向发布开放课题申请指南。申请人可在本室网站下载申请书模版，按照要求填写后提交。在召开本年度学术委员会会议之前，本室将收到的开放课题申请书邮寄给学术委员会成员进行书信评议，在召开学术委员会会议时，由学术委员会成员投票表决，确定资助课题及金额。

受资助的课题负责人与本室签订课题合同，实验室安排了专人进行课题中期检查以及结题管理。对于完成较好的课题，在课题完成后，可继续申请本室发布的新开放课题；对于完成情况不好的开放课题，本室原则上将不再考虑后续资助。

本评估期内，重点实验室开放运行总经费中 813.22 万元直接用于客座研究人员的研究开支。在全部客座研究人员 107 人中，共有 79 人具有高级技术职称，占总客座人员的 73.15%。这些客座研究人员中大部分来自国内外高校，具有较高的研究水平。

本室设置的开放课题，资助了一大批优秀青年博士研究生，使他们的学术研究能力得到了充分的发挥，取得了丰富的研究成果（部分优秀研究成果简介见后）。开放课题发表 SCI 和 EI 收录学术论文 300 余篇，其中 IEEE Transactions 等国际期刊论文 100 余篇，较上一评估期有大幅提升，标志着本室开放课题研究水平上了一个新的台阶，发挥了开发课题对我国移动通信研究的引领作用。

本评估期内共设立开放课题 66 项(开放课题清单见后)，总经费 713 万元人民币。本评估期内设立的开放课题清单如下：

- [1] “基于 LTE-Advanced 的空地一体化应急通信系统资源优化”，项目负责人：西安电子科技大学赵力强教授，2012.1.1-2013.12.31，20 万元。
- [2] “分布式天线系统关键技术研究”，项目负责人：清华大学周世东教授，2012.1.1-2013.12.31，20 万元。
- [3] “面向未来移动通信的高效系统设计和信号处理技术研究”，项目负责人：电子科技大学胡苏讲师，2012.1.1-2013.12.31，20 万元。
- [4] “无线中继网络中基于物理层安全的协作传输策略研究”，项目负责人：西

- 安交通大学孙黎讲师，2012.9.1-2015.8.31，12 万元。
- [5] “基于合作博弈的多用户信道的安全通信研究”，项目负责人：南京邮电大学王保云教授，2012.9.1-2015.8.31，12 万元。
- [6] “复杂高速移动环境下的信道非平稳特性建模和载波间干扰抑制研究”，项目负责人：北京大学程翔副教授，2012.9.1-2015.8.31，12 万元。
- [7] “基于图论的无线信道建模研究”，项目负责人：北京交通大学刘留副教授，2012.9.1-2015.8.31，12 万元。
- [8] “频谱感知与数据传输并发环境下 OQAM-OFDM 通信的理论与方法研究”，项目负责人：华中科技大学江涛教授，2012.1.1-2013.12.31，12 万元。
- [9] “CoMP 系统中对时间异步鲁棒的分布式发射信号设计”，项目负责人：西安交通大学王慧明副教授，2012.9.1-2015.8.31，12 万元。
- [10] “分布式 MIMO 系统中的协作波束形成和用户调度”，项目负责人：山东大学刘琚教授，2012.9.1-2015.8.31，12 万元。
- [11] “多天线多中继协作通信系统中优化问题的研究”，项目负责人：南京邮电大学傅友华讲师，2012.9.1-2015.8.31，12 万元。
- [12] “认知无线网中的服务质量保障架构及关键技术”，项目负责人：Texas A&M University, College Station, Texas, U.S.A. 张曦(Zhang, Xi) Associate Professor (终身教授)，2012.9.1-2015.8.31，12 万元。
- [13] “异构无线网络的容量分析”，项目负责人：上海交通大学王新兵教授，2012.9.1-2015.8.31，12 万元。
- [14] “可见光通信中的高速抗干扰传输技术研究”，项目负责人：南京航空航天大学王俊波副教授，2012.9.1-2015.8.31，12 万元。
- [15] “混合卫星-地面移动通信网中的高效率协同传输关键问题研究”，项目负责人：总参第六十三研究所林敏高级工程师，2012.9.1-2015.8.31，10 万元。
- [16] “分布式多天线系统中基于有限反馈的链路自适应技术研究”，项目负责人：南京航空航天大学陈晓明讲师，2012.9.1-2015.8.31，10 万元。
- [17] “多用户 MIMO 系统中链路自适应传输技术研究”，项目负责人：南京航空航天大学虞湘宾教授，2012.9.1-2015.8.31，8 万元。
- [18] “大规模 MIMO 系统中导频污染问题与预编码技术研究”，项目负责人：杭

- 州电子科技大学方昕副教授，2012.9.1-2015.12.31，5 万元。
- [19]“高速移动场景下 LTE 系统物理层关键技术研究”，项目负责人：北京交通大学赵军辉副教授，2012.9.1-2015.8.31，5 万元。
- [20]“MIMO 系统中基于位置信息的多用户调度算法研究”，项目负责人：南京信息工程大学谢亚琴讲师，2012.9.1-2015.8.31，5 万元。
- [21]“分层异构网络资源配置和协同优化方法研究”，项目负责人：南京邮电大学朱晓荣副教授，2013.9-2015.8，11 万元。
- [22]“多用户对双向中继协作通信网络基本理论和关键技术研究”，项目负责人：南京理工大学束锋研究员，2013.9-2015.8，12 万元。
- [23]“高速移动环境下基于移动中继的无线资源管理”，项目负责人：北京交通大学黄清副教授，2013.9-2015.8，10 万元。
- [24]“泛高斯干扰下无线通信系统的性能评估与资源管理研究”，项目负责人：汕头大学范立生副教授，2013.9-2015.8，12 万元。
- [25]“未来移动通信中的载波索引调制 OFDM 传输技术研究”，项目负责人：电子科技大学肖悦副教授，2013.9-2015.8，12 万元。
- [26]“非理想信道条件下大规模 MIMO 系统性能分析及传输技术研究”，项目负责人：浙江大学钟财军副教授，2013.9-2015.8，12 万元。
- [27]“基于非凸分式规划的多用户无线传输能效优化理论研究”，项目负责人：中科院上海高等研究所芮赟副研究员，2013.9-2015.8，11 万元。
- [28]“能效优先的绿色线性 MIMO 预编码设计的研究”，项目负责人：江苏大学戴继生副教授，2013.9-2015.8，12 万元。
- [29]“室内可见光高速传输技术研究”，项目负责人：解放军信息工程大学季新生教授，2013.9-2015.8，10 万元。
- [30]“基于代数和组合方法的 LDPC 码研究”，项目负责人：西南交通大学周正春副教授，2013.9-2015.8，9 万元。
- [31]“码率兼容多进制 LDPC 截短技术的研究”，项目负责人：上海交通大学陈文教授，2013.9-2015.8，11 万元。
- [32]“无线传感器网络组网关键技术及仿生学优化算法研究”，项目负责人：北京科技大学张中山教授，2013.9-2015.8，8 万元。

- [33]“基于多输入浮栅 MOS 的低功耗设计技术及其在通信系统中的应用研究”，项目负责人：浙江大学城市学院杭国强教授，2013.9-2015.8，6 万元。
- [34]“带安全参数的无线通信系统信道容量分析”，项目负责人：西南交通大学信息科学与技术学院代彬讲师，2014.08-2017.07，8 万元。
- [35]“稀疏图 LDPC 码构造及协同信号传输理论研究”，项目负责人：杭州电子科技大学信息工程学院包建荣副教授，2014.08-2017.07，11 万元。
- [36]“面向城市轨道交通的无速率编码传输策略与性能优化”，项目负责人：北京交通大学计算机与信息技术学院熊轲讲师，2014.08-2017.07，11 万元。
- [37]“有限域上常循环码及其在 LDPC 码构造中的应用”，项目负责人：合肥工业大学数学学院开晓山副教授，2014.08-2017.07，8 万元。
- [38]“大规模 MIMO 信道传播特性研究”，项目负责人：北京交通大学宽带无线移动通信研究所陶成教授，2014.08-2017.07，11 万元。
- [39]“基于数据流的无线自组织网络动态性能研究”，项目负责人：中国科学技术大学计算机学院张信明副教授，2014.08-2017.07，11 万元。
- [40]“基于博弈论的频谱共享关键技术研究”，项目负责人：上海交通大学电信学院田晓华讲师，2014.08-2017.07，11 万元。
- [41]“异构蜂窝网干扰抑制方法探索”，项目负责人：南京邮电大学宋荣方教授，2014.08-2017.07，11 万元。
- [42]“滤波器组多载波通信关键技术研究”，项目负责人：华中科技大学屈代明教授，2014.08-2017.07，12 万元。
- [43]“支持海量信息传输的网络容量析取理论及多维资源调度研究”，项目负责人：西安电子科技大学杨春刚副教授，2014.08-2017.07，8 万元。
- [44]“基于中继帮助的自由空间光通信系统研究”，项目负责人：广州工业大学杨亮教授，2014.08-2017.07，12 万元。
- [45]“第五代移动通信系统物理层关键技术研究”，项目负责人：南京理工大学汪茂教授，2014.08-2017.07，8 万元。
- [46]“基于认知的 MIMO 技术节能理论与控制方法研究”，项目负责人：兰州理工大学薛建彬教授，2014.08-2017.07，8 万元。
- [47]“面向 5G 应用的无线信道测量与建模”，项目负责人：西安电子科技大学张

- 阳副教授，2015.9.1-2017.8.31，12 万元。
- [48]“面向 5G 的密集分布式无线通信系统资源调度算法研究”，项目负责人：南通大学孙强讲师，2015.9.1-2017.8.31，10 万元。
- [49]“大规模 MIMO 系统中分布式随机阵技术研究”，项目负责人：南京航空航天大学张小飞教授，2015.9.1-2017.8.31，12 万元。
- [50]“5G 移动通信 D2D 终端间密钥协商与保密增强技术”，项目负责人：郑州大学王宁讲师，2015.9.1-2017.8.31，10 万元。
- [51]“认知协作通信系统中频谱感知、频谱分配以及系统容量研究”，项目负责人：桂林电子科技大学肖海林教授，2015.9.1-2017.8.31，10 万元。
- [52]“认知无线电中的随机接入技术研究”，项目负责人：复旦大学许崇斌副研究员，2015.9.1-2017.8.31，10 万元。
- [53]“无线网络虚拟化资源管理研究”，项目负责人：重庆邮电大学李云教授，2015.9.1-2017.8.31，12 万元。
- [54]“能量采集网络的协作技术研究”，项目负责人：南京大学唐岚副教授，2015.9.1-2017.8.31，10 万元。
- [55]“分布式空间调制多天线传输技术研究”，项目负责人：电子科技大学雷霞教授，2015.9.1-2017.8.31，12 万元。
- [56]“基于计算和通信融合的 5G 无线网络虚拟化体系架构及关键技术研究”，项目负责人：南京邮电大学赵凤副教授，2015.9.1-2017.8.31，10 万元。
- [57]“有限域上准扭码及其在 LDPC 码构造中的应用”，项目负责人：安徽大学施敏加副教授，2015.9.1-2017.8.31，12 万元。
- [58]“60GHz 频段室内信道建模及高速传输技术研究”，项目负责人：南京邮电大学王磊讲师，2016.01.01-2017.12.31，12 万元。
- [59]“大规模 MIMO 系统多维信号处理算法研究”，项目负责人：郑州大学张建康副教授，2016.01.01-2017.12.31，12 万元。
- [60]“新型全双工技术及其组网和优化方案研究”，项目负责人：北京大学程翔副教授，2016.01.01-2017.12.31，12 万元。
- [61]“基于用户社群关系的 D2D 蜂窝通信无线资源管理技术研究”，项目负责人：北京邮电大学王莉副教授，2016.01.01-2017.12.31，12 万元。

[62]“高维基矩阵下信道极化码设计与译码算法优化”，项目负责人：浙江师范大学数理与信息工程学院黄志亮讲师，2016.01.01-2017.12.31，10 万元。

[63]“基于无线携能通信的中继网络资源分配研究”，项目负责人：华南理工大学刘元讲师，2016.01.01-2017.12.31，12 万元。

[64]“Small Cell 弹性网络无线资源分配与优化方法”，项目负责人：北京化工大学张海君副教授，2016.01.01-2017.12.31，12 万元。

[65]“动态蜂窝网络优化”，项目负责人：南京大学王少尉副教授，2016.01.01-2017.12.31，12 万元。

[66]“3D MIMO 信道传输特性与仿真技术研究”项目负责人：华北电力大学赵雄文教授，2016.01.01-2017.12.31，10 万元。

2、开放课题重要成果

利用开放课题，在移动通信的诸多研究方面取得了突出的成果，具体有：

(1) 无线物理层加密的信息论基础及编码研究

该成果由解放军理工大学通信工程学院的吴晓富教授完成。该成果在以下三个方面取得了突破：①针对无线双向中继，首次解决了异步条件下的物理层网络编码与信道编码的结合机制问题。具体而言，推导了异步双向中继信道下物理层网络编码的最佳逐符号检测(BCJR)算法，并提出了解决双向中继信道异步性的编码方案——循环 LDPC 编码方案。理论与仿真表明：所提出的编码方案能有效解决异步双向中继信道的可靠性传输和效率问题。该成果的相关论文已被国际刊物 IEEE Journal on Selected Areas On Communications 专辑录用,将发表在 2013 年 8 月刊上。② 提出了一种全新的基于层进频偏补偿的迭代载波恢复算法，该算法基于 Tikhonov 算法结合修正 M&M 频偏估计算法提出了分块启动、块大小随迭代不断增大的载波恢复及解调算法，该算法能充分利用迭代外信息来完成载波频偏和相位的恢复以及解调数据的获取，能有效解决极低信噪比下频偏估计与解码启动相互制约的难题。该算法能有效克服多普勒频移影响，并具有实现复杂度低性能优异的特点，能有效用于深空通信背景下的低信噪比接收机设计，该成果的相关论文已发表在国际期刊 IEEE Trans. Wireless Commun.上，并已经申请发明专利 1 项。③ 提出了低密度校验码 (LDPC 码)的一种自适应最小和译码算法，该算法能对典型的乘性修正最小和(Normalized Min-Sum,简称 NMS)算法和偏移修正最小和 (Offset Min-Sum,简称为 OMS) 算法进行改进，改进后的算法分别称为 AN-MS 和 AO-MS 算法。改进后的算法实现简单，能有效提高 LDPC 码的译码性能，相关论文已经在国际核心期刊 IEEE

Commun.Lett.上发表, 并已经申请发明专利 1 项。共发表高水平 IEEE 期刊论文 3 篇, 高水国际会议论文 5 篇。

(2) 协作多基站多用户 MIMO 系统关键技术研究

该成果由南京理工大学电子光学院通信工程系的束锋教授完成。该成果在以下三个方面取得了突破: ① 主要调查了多用户多基站多天线 MIMO 系统在有尺度衰落和天线相关条件下功率分配算法影响, 专门为 Max-SLNR 预编码算法设计一类似于 Water-filling 的功率分配算法, 该算法非常简单, 即将 SINR 作为 SNR 来, 具体实施如下: 先将所有子信道(每个用户每个子流)的 SINR 按从大到小排序, 用泼水公式功率分配一次, 然后判断最后一个也是最小 SINR 之流之功率是否大于等于零, 如果大于等于零, 迭代过程结束, 如果小于零, 将最后一子流的功率置零, 并剔除该子流, 子流或子信道数目减少一个, 重复上述迭代过程。仿真表明该算法不仅可提高系统容量和而且能显著提升系统的可靠性即误码率性能, 因此功率分配的效果非常明显。相关成果已发表已在 IET Electronics Letter 上; ② 将信息理论、矩阵论中奇异值分解与信号处理中噪声干扰白化技术结合实现功率分配, 发现一些比较新的结论: 在大尺度衰落和相关信道, 采用上述论文中基于 SINR 的功率分配算法不仅在中低信噪比能提高系统速率和, 而且在高信噪比条件下能提高速率和, 更为重要的是功率分配能够提高几乎所有信噪比条件下误码性能。相关成果已发表在国际期刊《IEEE Communications Letters》杂志上; ③ 为了设计逼近容量和, 提出一种基于双层迭代结构, 该结构在预编码和功率分配之间引入交替迭代, 同时提出一亚最大速率和的基于二次分式和功率迭代的双层迭代结构, 该结构超越现有可实现的带有功率分配的线性预编码器的速率和, 更逼近 S 全局 SVD 的速率和, 论文已投稿 IEEE Trans on VT。共发表高水平期刊论文 7 篇, 高水国际会议论文 4 篇。

(3) 复杂高速移动环境下的信道非平稳特性建模和载波间干扰抑制研究

该成果由北京大学电子工程系程翔副教授所承担的开放课题完成。主要成果如下: ① 基于对车载信道的分析和研究, 创新性的提出了基于规则几何的统计车载信道模型, 该模型可以很好的建模车载信道的快变特性、空间特性和车流量密度对信道特性的影响。② 基于提出的信道模型, 重新验证了现有车载通信标准 IEEE802.11p 信道估计的性能, 发现现有的信道估计方案不能很好的在实际的快变信道环境下工作。考虑车载信道的快变特性, 提出了一种新颖的信道估计方案, 称之为构造导频的信道估计方案, 该方案可以在保证兼容车载标准帧结构的基础上, 大大提高信道估计的准确度。于此同时, 还基于提出的信道模型, 针对车载通信系统的 MAC 层做了大量的优化工作, 第一次将 D2D 通

信的理念引入到车载通信里面。利用图论，博弈论等思想，进一步将车载通信系统的 MAC 层进行了充分的理论分析和改进优化。共发表高水平 IEEE 期刊论文 8 篇，高水国际会议论文 8 篇，其中包括 1 篇最佳会议论文和 1 篇特邀论文。

(4) 能效优先的绿色线性 MIMO 预编码设计的研究

该成果由江苏大学戴继生副教授所承担的开放课题完成。主要成果如下：

① 分析了能效优先的线性 MIMO 预编码能量分配的特征，揭示了能效优先原则下预编码设计的能量分配特征——分段线性性，并首次提出了一种适用于能效优先原则的能量分配闭式解。② 绝大多数能效优先准则下的能量分配策略均采用了迭代算法，其复杂度高，所需额外的能量消耗也相当大。经过研究分析发现：在总能量受限、峰值能量受限以及广义能量受限约束下，适用于能效优先预编码设计的最优能量分配方案仍然具有分段线性的特性，基于数学推导，给出了能量分配闭式解。该闭式解极大降低了能量分配算法的复杂度，同时能获得全局最优解。相关实验与仿真也验证所提闭式解的正确性和有效性。共发表高水平期刊论文 12 篇。

(5) 基于 LTE-Advanced 的空地一体化应急通信系统资源优化

该成果由西安电子科技大学赵力强教授所承担的开放课题“基于 LTE-Advanced 的空地一体化应急通信系统资源优化”的完成，对以下三个关键问题进行的研究并提出了相应的解决方案：① 在重大自然灾害发生过程中低速率语音用户数激增与 LTE-A 高速率高 QoS 要求的矛盾；② 在重大灾害发生过后供电不足，传统的无线资源管理策略侧重于频谱效率的最大化，忽略了效能比的问题；③ 交通事故场景中，针对具体道路场景车辆移动模型和路由协议优化问题；④ 无线体域网中能量受限和最大限度延长网络生存时间的矛盾。在国外期刊上发表篇 8 篇期刊论文，发表了 9 篇国际会议论文。

(6) 多用户对双向中继网络环境下低复杂度最优空间信道配对方案

该成果由南京理工大学电子光学院通信工程系的束锋教授所承担的开放课题“多用户对双向中继协作通信网络基本理论和关键技术研究”的完成。相关的具体研究成果为：① 针对基于放大转发的多用户双向中继网络中一种高和速率的波束成形方案多用户对双向中继网络中的最大挑战--控制用户对间的干扰，提出了两种高速率和中继波束成形算法；② 针对宽带 OFDM 的多用户对双向中继无线网络，为了进一步提高系统和速率与误码性能，提出了一种基于最大化和速率的空频联合信道配对算法；③ 针对多天线多用户对双向中继网络的环境提出了一种低复杂度的最优空间信道配对 (spatial channel pairing,

SCP) 方案, 提出的 SCP 在中继采用 BD 的波束成形方案, 根据最大化和速率 (maximizing sum-rate, Max-SR) 的原则对每个用户的上行子信道和相关的下行子信道进行配对。通过证明一个新的数学不等式 (连乘结构的不等式) 得到了可以最大化系统和速率的空间配对矩阵。原始的 Max-SR-SCP 是一个复杂的 NP 问题, 而应用证明的数学不等式可以极大的降低该问题的复杂度。仿真结果证明提出的 Max-SR-SCP 方案的和速率优于其他配对方案。共发表高水平期刊论文 16 篇。

2. 科学传播

实验室开展科学知识、科学精神和实验室文化的传播情况, 向社会公众特别是学生开放的情况, 以及取得的成效。

(一) 实验室开展科学知识、科学精神和实验室文化的传播情况

本评估期内, 本实验室通过“走出去”和“请进来”双向的方式开展了科学知识、科学精神和实验室科研成果的传播与普及。

2014 年 9 月至 2015 年 8 月期间, 本实验室王俊波副教授参加了江苏省科技镇长团活动, 担任无锡市滨湖区科技局副局长 (挂职) 和无锡滨湖团副团长。期间多批次地组织本实验室共 20 余位教授走访滨湖区, 了解地方科技政策, 获取产业发展需求; 邀请滨湖区相关科技干部走访东南大学科研院及实验室, 介绍实验室的最新发展动态, 积极推介实验室科研成果。部分企业与实验室部分教授在联合技术研发、科技成果转化以及联合申报项目等方面建立了长期合作关系。

本评估期内, 本实验室还为国内的学者提供了良好的进修学习的环境。实验室接纳的国内进修的青年教师有:

- (1) 李昕, 扬州铁道职业技术学院讲师, 2012 年 9 月~2013 年 6 月在本室进行进修学习, 导师为高西奇教授。他的主要研究方向为: 卫星移动通信;
- (2) 赵小虎, 中国矿业大学学院副教授, 2013 年 9 月~2014 年 6 月在本室进行进修学习, 导师为沈连丰教授。他的研究方向为矿山中无线网络、定位和信息处理等问题的研究;
- (3) 商敏红, 江苏信息职业技术学院副教授, 2013 年 9 月~2014 年 6 月在本

室进行进修学习，导师为徐平平教授。她的研究课题为：协作通信技术研究
与仿真。

- (4) 孙秀英，淮安信息职业技术学院教授，2013年9月~2014年6月在本室进行进修学习，导师为宋铁成教授。她的研究课题为：异构网络融合技术和宽带移动通信技术的研究。
- (5) 曹健，泰州学院副教授，2015年9月~2016年6月在本室进行进修学习，导师为徐平平教授。他的研究课题为：物联网技术与智能控制。访问学者期间，申报专利3项，并在教学与科研的能力上都得到了很大的提升。
- (6) 杨艳，蚌埠学院副教授，2015年9月到校~2016年7月在本室进行进修学习，导师为徐平平教授。她的研究课题为：未来无线通信技术5G的关键技术研究。访问学者期间，发表期刊论文2篇，并承担了省重点基金和教研课题两项，提高了教学能力和科研能力。
- (7) 兰鹏，山东农业大学副教授，2015年9月~2016年7月在本室进行进修学习，导师为高西奇教授。他的研究课题为：基于全双工的下垫式认知无线电关键技术的研究。访问学者期间，发表国际期刊论文3篇，录用待发表国际期刊论文4篇，为其回校进一步开展教学科研工作奠定了重要的基础。

进修人员通过在本实验室访问期间的学习与交流，开阔了视野，基础研究能力显著提升，回到原单位后逐步成为所在单位的骨干教师，促进了所在高校科研与教学能力的显著提高。

此外，实验室还参与了多个公众讲座和科学传播活动，发挥实验室的技术辐射与科学普及作用：

- (1) 2012年12月30日，讲座人：沈连丰教授，“异构网络融合及其资源管理”，南京大学仙林校区大教室，讲座对象：南京大学电子科学与工程学院全体一、二年级硕士研究生及部分其他同学，约280人；
- (2) 2013年05月17日，常州4G移动互联产业园-4G通信产业发展论坛特邀讲座，讲座人：沈连丰教授，“技术创新带动4G通信及移动互联产业化”，讲座对象：常州高新区工程技术人员等，约200人；
- (3) 2015年4月28日，讲座人：蒋雁翔副教授，“Research of Key Technologies in 5G Mobile Communication Systems”，讲座对象：南京爱立信研发人员，约300人；

- (4) 2015年12月18日, 讲座人: 李连鸣副教授, “高频段与未来智能生活”, 讲座对象: 南京市科学技术协会会员、东南大学国家大学科技园园区企业负责人, 约50人;
- (5) 2016年1月26日, 北京邮电大学, 讲座人: 李连鸣副教授, “高频段与未来智能生活”, 北京邮电大学本科及研究生, 约60人;
- (6) 2016年5月25日, 福建师范大学会议室, 讲座人: 沈连丰教授, “物联网技术及其应用”, 讲座对象: 福建师范大学光电与信息工程学院硕士研究生与部分教师及高年级本科生, 约100人。

(二) 向社会公众特别是学生开放的情况

本评估期内, 多次举办了东南大学夏令营等活动。来自南京金陵中学和无錫锡东高级中学的优秀高中生来本实验室参观, 实验室老师通过多媒体展示和讲解, 介绍实验室的4G系统, Gbps系统, 可见光传输系统, 5G实验室等。夏令营让优秀高中生们实地感受电子信息科学知识的应用及科技前沿现状, 体验东南大学的校园文化和学习生活, 激发了他们投身祖国科技事业的热情与信心。

2016年7月31日学生参观。开放对象为南京市长江路小学, 5年级5班, 20名学生和24位家长。实验室参与人员: 姜明, 梁霄等。来自长江路小学的小同学来本实验室参观, 实验室老师通过多媒体展示和讲解, 介绍手机通信的原理, 现代及未来通信的方向, 让他们实地感受科学知识的应用及科技前沿现状, 体验大学的校园文化和学习生活, 激发小学生的主观能动性和兴培养小同学的兴趣, 对小学基础教育与高等教育的对接进行了有益的探索。

2016年12月。开放对象为东南大学信息学院信息学科本科生。实验室参与人员: 张在琛, 党建等。活动形式与内容: 2016年12月党建老师带领信息学院选修《无线光通信(研讨)》课程的本科四年级学生参观了移动通信国家重点实验室张在琛教授课题组的若干实验平台和成果, 一行人首先在A1406实验室参观了基于LED的高速可见光实时高清视频通信系统的现场演示, 然后参观了A1101量子通信网络研究中心, 由胡家顺博士和高小钦博士分别介绍和演示了Gbps相干激光通信和量子保密通信实验。通过参观, 让同学们对无线光通信技术从低速到高速、从经典到量子的发展有了更深入的认识。

实验室还先后接待了东南大学成贤学院本科生、南师大附中等中学的中学生参观活动, 我室老师介绍了5G实验平台, 研究生科研环境等, 并参观了无

线谷中心楼网络与通信技术展厅，使青年学生较为深入地了解移动通信科技前沿，为吸引青年学生投身信息通信领域的科学研究打下了基础。

本评估期内，实验室先后接纳了本校 100 多名本科生的生产实践。通过参与相关国家研发项目，使学生初步掌握了相关软、硬件开发技能，提升了学生们的就业竞争力。

本评估期内，还支持了本校超过 500 多名本科生的课外研学活动，完成了各类国家级、省级、校级本科生 SRTP 项目 150 多项；实验室科研人员言传身教，从立项、背景调研、技术方案、具体实施、验收答辩各个方面进行指导，锻炼了学生的科研能力，促进了本校本科生的独立科研能力和创新精神的培养。

3. 国内外学术交流情况

列出国内外学术交流的主要活动，特别是在主持国际重要学术会议，在国际重要学术会议作特邀报告的情况以及国际学生、学者培养。

（一）国内外学术交流的主要活动

1、邀请境内外学者来实验室讲学

本评估期共邀请境外著名学者来本室讲学 123 人次，邀请境内著名学者来本室讲学 58 人次。其中境外著名学者有 IEEE Fellow 悉尼大学的 Abbas Jamalipour 教授、IEEE Fellow 加拿大两院院士加拿大滑铁卢大学的 Sherman Shen 教授、IEEE Fellow 美国佐治亚理工学院的 Geoffrey Ye Li 教授、IEEE Fellow 美国哥伦比亚大学王晓东教授、斯坦福大学 Andrea Goldsmith 教授、IEEE Fellow 加拿大工程院院士、加拿大工程研究院院士，英属哥伦比亚大学 Victor C. M. Leung 教授、IEEE and IEE/IET Fellow 英国皇家工程院院士、英国南安普顿大学的 Lajos Hanzo 教授、明尼苏达大学 Georgios B. Giannakis 教授、IEEE Fellow、EURECOM 的 David Gesbert 教授、IEEE Fellow、IEEE Transactions on Wireless Communications 的主编、密苏里科技大学的 Chengshan Xiao 教授、加州大学戴维斯分校的林舒教授、IEEE Fellow 悉尼大学的 Branka Vucetic 教授、IEEE Fellow 瑞典皇家理工学院的 Bjorn Ottersten 教授、IEEE Fellow、IEEE Transactions on Communications 的主编、加拿大英属哥伦比亚大学的 Robert Schober 教授、美国加利福尼亚大学尔湾分校的 A. Lee. Swindlehurst 教授、日本东北大学的

Fumiyuki Adachi 教授等。具体邀请境外著名学者讲学情况如下：

- (1) Dr. Hua Qian, Shanghai Advanced Research Institute, 2016.11.24, Towards 5G IoT, 无线谷 1 号楼 1319 会议室；
- (2) Dr. Tony Q.S. Quek, Singapore University of Technology and Design, 2016.10.27, Fundamentals and Recent Advances in 5G Wireless Systems, 无线谷 1 号楼 1319 会议室；
- (3) Dr. Rui Zhang, National University of Singapore, 2016.10.17, Mobile Communication Surveillance: A New Wireless Security Paradigm, 无线谷 1 号楼 1306 会议室；
- (4) Prof. Liuqing Yang, Colorado State University, 2016.10.17, OnEnergy-Harvesting Relay Networks: Full-Duplex and Relay Selection, 无线谷 1 号楼 1319 会议室；
- (5) Prof. Chengshan Xiao, 密苏里科技大学, 2016.10.10, Underwater Acoustic MIMO Communications: Problems, Challenges and Experimental Results, 无线谷 1 号楼 306 会议室；
- (6) Xiaodai Dong, University of Victoria, 2016.9.19, Hybrid Processing in Massive MIMO for 5G Mobile Networks, 无线谷 1319 会议室；
- (7) Prof. Koichi Asatani, Kogakuin University, 2016.6.6, Network Science and its Applications to Future Networking, 无线谷 A1 号楼 1319 会议室；
- (8) 黄建伟, 香港中文大学, 2016.6.3, Crowdsourced Mobile Video Streaming, 无线谷 1 号楼 1319 会议室；
- (9) 甘露, Brunel University, 2016.6.27, 结构化随机矩阵在压缩感知中的应用, 无线谷 1 号楼 1319 会议室；
- (10) Dr. Nathalie Mitton, INRIA, 2016.6.17, From RFID to the Internet of Things: Self-Organization and Challenge, 无线谷 A1 号楼 1319 会议室；
- (11) Geoffrey Ye Li, Georgia Institute of Technology, 2016.5.11, LTE on Unlicensed Band, 无线谷 1 号楼 1319 会议室；
- (12) Prof. Abbas Jamalipour, University of Sydney, 2016.4.12, Managing Dense Cellular Networks through Software Defined Networking, 无线谷 A1 号楼 1319 会议室；

- (13) Prof. Pascal Lorenz, University of Haute-Alsace, 2016.4.12, Architectures of Next Generation Wireless Networks, 无线谷 A1 号楼 1319 会议室;
- (14) Dr. Guosen Yue, Futurewei Technologies, Inc, 2016.3.28, Downlink Multiuser MIMO Scheduling in LTE Advanced Systems, 无线谷 1 号楼 1319 会议室;
- (15) Prof. Eric Klumperink, Twente University, 2016.3.1, Cognitive Radio Transceiver Chips, 无线谷 1 号楼 208 会议室;
- (16) Jenshan Lin, University of Florida, 2015.12.9, Noncontact Vital Sign Detection Using Microwave Radar: Applications in Biology, Medicine, and Beyond, 无线谷 2 号楼 2409 会议室;
- (17) Jing Guo, 剑桥大学, 2015.11.22, Belief Propagation Decoding of Concatenated Polar Codes, 李文正楼北 512 会议室;
- (18) Gérard Memmi, Telecom ParisTech, 2015.10.21, Data protection and fragmentation, 无线谷 1 号楼 1319 会议室;
- (19) Cheng Li, Memorial University of Newfoundland, Canada, 2015.10.17, Energy-Efficient Coordination Schemes for Underwater Acoustic Sensor Networks, 无线谷 1 号楼 1306 会议室;
- (20) 杨伟豪, 香港中文大学, 2015.10.16, Cut-Set Bounds for Networks with Zero-Delay Nodes, 无线谷 1 号楼 1319 会议室;
- (21) Liuqing Yang, Colorado State University, 2015.10.13, Flexible Energy Management for Electric Vehicles, 无线谷 1 号楼 1306 会议室;
- (22) Xiangyun Zhou, Australian National University, 2015.10.13, Physical Layer Security: Towards Practical Performance Measures and CSI Assumptions, 无线谷 1 号楼 1319 会议室;
- (23) Patrick Chiang, Oregon State University, 2015.9.8, Energy-Efficiency at the Extremes, 无线谷 2 号楼 2409 会议室;
- (24) Tony Q.S. Quek, Singapore University of Technology and Design, 2015.9.24, Cloud Radio Access Networks – When Cloud Computing meets CoMP, 无线谷 1 号楼 1319 会议室;
- (25) Xiaoli Chu, University of Sheffield, UK, 2015.8.18, Energy Efficiency of Location-Aware Clustered Cooperative Beamforming without Destination

Feedback, 无线谷 1 号楼 1319 会议室;

- (26) Alain Sibille, Telecom-ParisTech, 2015.7.9, Joint antenna and radio channel statistical modeling for wireless networks and 5G, 榴园宾馆逸夫科技馆报告厅;
- (27) Y. Jay Guo, University of Technology Sydney (UTS), 2015.7.9, Massive Hybrid Antenna Arrays for 5G, 榴园宾馆逸夫科技馆报告厅;
- (28) Constantinos B. Papadias, Athens Information Technology (AIT), 2015.7.9, Antenna Arrays with less RF Chains than Elements: An Emerging Technology for Multi-Antenna Wireless Systems, 榴园宾馆逸夫科技馆报告厅;
- (29) Sherman Shen, University of Waterloo, Canada, 2015.7.9, MAC for Vehicular Communications Networks, 榴园宾馆逸夫科技馆报告厅;
- (30) Xiaodong Wang, Columbia University, 2015.7.9, Energy-harvesting Communications, 榴园宾馆逸夫科技馆报告厅;
- (31) Jae Hong Lee, Seoul National University, 2015.7.9, Relaying and Cognitive Radio for Wireless Communications, 榴园宾馆逸夫科技馆报告厅;
- (32) Geoffrey Li, Georgia Institute of Technology, 2015.7.9, Device-to-Device Communications in Cellular Networks, 榴园宾馆逸夫科技馆报告厅;
- (33) Rose Qingyang Hu, Utah State University, USA, 2015.7.14, Towards Spectrum Efficient, Energy Efficient and QoE Aware 5G Wireless Systems, 无线谷 1 号楼 1319 会议室;
- (34) Shiwen Mao, Auburn University, USA, 2015.6.4, On Power Control in Full Duplex Wireless Networks, 无线谷 1 号楼 1319 会议室;
- (35) Philippe Martins, 法国巴黎高科电信大学, 2015.6.29, Spatial methods for planning and dimensioning of wireless systems, 无线谷 1 号楼 1319 会议室;
- (36) Andrea Goldsmith, Stanford University, 2015.6.26, The Road Ahead for Wireless Technology: Dreams and Challenges, 榴园宾馆逸夫科技馆报告厅;
- (37) 姚育东, Stevens Institute of Technology, 2015.6.18, Cognitive Radio Research: Spectrum Sensing and Identification of Radio Terminals and

- Malicious Users, 无线谷 1 号楼 1319 会议室;
- (38) Rui Zhang, National University of Singapore, 2015.5.22, Cost-Aware Green Cellular Networks with Energy and Communication Cooperation, 无线谷 1 号楼 1319 会议室;
- (39) Himal A. Suraweera, University of Peradeniya, 2015.5.22, Full-Duplex Wireless Access, 无线谷 1 号楼 1319 会议室;
- (40) Caijun Zhong, Zhejiang University, 2015.5.22, Power Scaling Laws in Massive MIMO Systems with Channel Aging, 无线谷 1 号楼 1319 会议室;
- (41) Hao Liang, University of Alberta, Canada, 2015.5.19, Advanced Information and Communication Systems for Smart Grid, 无线谷 1 号楼 1402 会议室;
- (42) Dapeng Oliver Wu, University of Florida, USA, 2015.5.14, Multimedia over Future Internet: Challenges and Opportunities, 无线谷 6 号楼 6411 会议室;
- (43) Prof. Tom Hou, Virginia Tech, 2015.5.11, Some Advances in Wireless Networking for Cyber Physical Systems, 无线谷 6 号楼 6411 会议室;
- (44) Jianping Pan, University of Victoria, Canada, 2015.4.22, Geometrical Probability and Wireless Networks: Updates and D2D Communications, 无线谷 1 号楼 1319 会议室;
- (45) Heng Zhang, Broadcom, 2015.4.14, High Performance Circuits for Multi-Standard Wireless and Winline Applications, 无线谷 1 号楼 1208 教室;
- (46) Yong Zeng, National University of Singapore, 2015.4.1, Lens Antenna Array Enabled 5G: Performance Improvement and Cost Reduction, 无线谷 1 号楼 1319 会议室;
- (47) Wei Zhang, The University of New South Wales, AUS, 2014.12.26, The Interference Alignment Technique, 无线谷 1 号楼 1319 会议室;
- (48) 温朝凯, 台湾国立中山大学, 2014.12.11, Performance Limits of Massive MIMO Systems, 无线谷 1 号楼 1319 会议室;
- (49) 王承祥, Heriot-Watt University, UK, 2014.12.03, 5G Wireless Channel

- Models, 无线谷 1 号楼 1319 会议室;
- (50) Francis C.M. Lau, 香港理工大学, 2014.11.13, Designing LDPC Decoders with High Throughput and Excellent Error Performance, 无线谷 1 号楼 1402 会议室;
 - (51) Xiang-Gen Xia, University of Delaware, USA, 2014.10.29, What's Next After OFDM?, 无线谷 1 号楼 1319 会议室;
 - (52) Georgios B. Giannakis, University of Minnesota, USA, 2014.10.28, Cartography for Cognitive Radio Networks, 无线谷 1 号楼 1306 会议室;
 - (53) Nirwan Ansari, New Jersey Institute of Technology, USA, 2014.10.24, Greening the Edges, 无线谷 1 号楼 1319 会议室;
 - (54) Victor C.M. Leung, University of British Columbia (UBC), 2014.10.24, Robust Access for Wireless Body Area Sensor Networks, 无线谷 1 号楼 1319 会议室;
 - (55) Lajos Hanzo, University of Southampton, UK, 2014.10.21, Disruptive Wireless Solutions for 5G & Beyond, 无线谷 1 号楼 1208 会议室;
 - (56) 黄建伟, 香港中文大学, 2014.10.17, Incentive Mechanisms for User-Provided Networks, 无线谷 2 号楼 2322 会议室;
 - (57) Rui Zhang, University of Singapore, SG, 2014.09.25, Wire Powered Communication: Opportunities and Challenges, 无线谷 1 号楼 1319 会议室;
 - (58) Xiaoxiong Gu, IBM T. J. Watson Research Center, 2014.08.21, Design of organic package with embedded antennas for 60 GHz and W-band phased-array applications, 江宁无线谷 2-409 会议室;
 - (59) Michael L. Honig, Northwestern University, 2014.07.15, The Cost of Free Spectrum, 四牌楼逸夫科技馆报告厅;
 - (60) David Gesbert, the Mobile Communications Department, EURECOM, 2014.07.15, Distributed cooperation in wireless networks: A team-decision approach, 四牌楼逸夫科技馆 报告厅;
 - (61) Matthias Pätzold, the Mobile Communications Group, University of Agder, 2014.07.15, Methodologies and Techniques for the Modelling and

- Simulation of Mobile Radio Channels, 四牌楼逸夫科技馆报告厅;
- (62) Kwang-Cheng Chen, National Tsing Hua University, 2014.07.15, Machine-to-Machine Communications, 四牌楼逸夫科技馆报告厅;
- (63) Roberto Verdone, the University of Bologna, 2014.07.15, 5G and the Internet of Things, 四牌楼逸夫科技馆报告厅;
- (64) Vincent LAU, 香港大学, 2014.07.15, Coded-Induced Opportunistic Cooperative MIMO: A new Paradigm for Content Access Wireless Networks, 四牌楼逸夫科技馆报告厅;
- (65) Tiffany Jing Li, Lehigh University, 2014.07.07-2014.07.08, Stochastic Decoding of LDPC/turbo codes, 无线谷 A1-1208 会议室;
- (66) Chengshan Xiao, Missouri University of Science and Technology, USA, 2014.07.02, Globally Optimal Linear Precoders for Finite Alphabet Signals, 无线谷 1 号楼 1319 会议室;
- (67) Woogeun Rhee, Tsinghua University, 2014.06.29, ISSCC overview and RF/Wireless trend, 无线谷中心楼报告厅;
- (68) Philip Mok, 香港科技大学, 2014.06.29, Fast transient DC-DC converter & analog trends in ISSCC, 无线谷中心楼报告厅;
- (69) Seng-Pan U, University of Macau, 2014.06.29, Energy efficient ADC trend, 无线谷中心楼报告厅;
- (70) 姚育东, Stevens Institute of Technology, USA, 2014.06.19, Research in Wireless Communications: 5G and Related Topics, 无线谷 1 号楼 1319 会议室;
- (71) Stephen Hanly, Macquarie University, AUS, 2014.05.26, 5G Wireless Networks: Small-Cells, Massive MIMO and New Spectrum Opportunities, 无线谷 1 号楼 1208 会议室;
- (72) Lin-Shu, University of California, Davis, 2014.05.15-2014.05.17, 1、General Talk on QC-LDPC Codes, 2、A Reduced-Complexity Iterative Decoding Scheme for Quasi-Cyclic LDPC Codes, 3、New Partial Geometries and Their Associated Codes, 无线谷 A1-1208 会议室;
- (73) 陈锦泰, 香港中文大学, 2014.04.18, The unchanging truth about change—

- Areflection of my research history, 无线谷 2 号楼 2322 会议室;
- (74) 毛国强, University of Technology, Sydney, AUS, 2014.04.10, Key Technologies for Next-generation Wireless Systems, 无线谷 1 号楼 1319 会议室;
- (75) Jiashu Chen, the Berkeley Wireless Research Center, 2014.01.06, Digital Quadrature Spatial Combining: An Efficient m-Wave Beamforming Transmitter, 无线谷 1 号楼 1208 会议室;
- (76) Jun Zhang, Hong Kong University of Science and Technology (HKUST), 2013.12.26, Beamforming Design for Cloud Radio Access Networks, 江宁无线谷 1-208 会议室;
- (77) Yu-Dong Yao, Stevens Institute of Technology, 2013.12.20, Research and research methods in wireless communications: Cognitive radio and related topics, 江宁无线谷 1-319 会议室;
- (78) Zhang Jie, University of Sheffield, 2013.12.19, Small Cell Deployment in 4G/5G Radio Access Networks, 江宁无线谷 1-319 会议室;
- (79) 任德盛, 香港中文大学, 2013.12.17-2013.12.22, 学术讲座: A Critical Review of Technology Development Policy and Practice in Hong Kong, 学术交流、座谈讨论, 李文正楼北 512 会议室, 江宁无线谷 2-322 会议室等;
- (80) Philippe Martins, Telecom ParisTech, Paris, France, 2013.12.17-2013.12.20, Applications of algebraic topology in mobile communications, 学术交流、座谈讨论, 接受东南大学客座教授称号, 李文正楼北 512 会议室, 江宁无线谷 2-322 会议室等;
- (81) Shuguang Cui, Texas A&M University, 2013.11.25, Big Data Oriented Information Processing over Networks, 江宁无线谷 1-319 会议室;
- (82) Rui Zhang, National University of Singapore, 2013.11.19, Wireless Information and Power Transfer with MISO Beamforming, 江宁无线谷 1-319 会议室;
- (83) Hiroki Sato, Kyoto University, 2013.11.11, Study on a Timing Synchronization and Frequency Offset Compensation Scheme in Multi-user

- MIMO Experimental Systems, 江宁无线谷 1-319 会议室;
- (84) Masato Taniguchi, Kyoto University, 2013.11.11, Indoor Experiment on a Multi-User MIMO User Selection Algorithm based on Chordal Distance, 江宁无线谷 1-319 会议室;
- (85) Mirza Golam Kibria, Kyoto University, 2013.11.11, Weighted Sum-rate Maximization in Coordinated Multi-Cell MU-MISO OFDMA Downlink, 江宁无线谷 1-319 会议室;
- (86) Ou Zhao, Kyoto University, 2013.11.11, Channel Capacity of MIMO Distributed Antenna Systems under the Effect of Spatially Correlated Shadowing, 江宁无线谷 1-319 会议室;
- (87) Xiang-Gen Xia, University of Delaware, 2013.10.28, Self-Coding for Asynchronous Full Duplex Cooperative Systems, 江宁无线谷 1-208 会议室;
- (88) Patrick Reynaert, University of Leuven, 2013.10.24, PA linearization and efficiency enhancement, 江宁无线谷 1-208 会议室;
- (89) Wu-Sheng Lu, University of Victoria, 2013.10.21, 压缩采样: 处理大数据的一个工具, 江宁无线谷 1-208 会议室;
- (90) Koichi Asatani, Kogakuin University, 2013.10.15, Trends and Issues of Future Carrier-Grade Networks, 江宁无线谷 1-319 会议室;
- (91) Pei-Jung Chung, University of Edinburgh, 2013.10.09, An F-test Based Approach for Spectrum Sensing in Cognitive Radio, 江宁无线谷 1-319 会议室;
- (92) Tony Q.S. Quek, Singapore University of Technology and Design (SUTD), 2013.08.21, Future Cellular Networks: The Role of Small Cell Networks, 江宁无线谷 1-319 会议室;
- (93) Yindi Jing, University of Alberta, 2013.07.12, Training and Channel Estimation in MIMO Relay Networks, 江宁无线谷 1-319 会议室;
- (94) Branka Vucetic, University of Sydney, 2013.07.01, High Speed Wireless Communication in the E-Band, 榴园宾馆逸夫馆报告厅;
- (95) Hamid Aghvami, King's College, 2013.07.01, Internet of Things (IoT)-

- Opportunities and Challenges, 榴园宾馆逸夫馆报告厅;
- (96) Jack Winters, LLC, 2013.07.01, Techniques for Higher Wireless Data Rates, 榴园宾馆逸夫馆报告厅;
- (97) Justin Chuang, Hong Kong Applied Science and Technology Research Institute Company Limited, 2013.07.01, Wireless Technology Trends: Opportunities and Challenges-ASTRI to catalyze Hong Kong as a global leader in new technology development and productization through collaborations, 榴园宾馆逸夫馆报告厅;
- (98) Luis Correia, Technical University of Lisbon, 2013.07.01, A Perspective of the Networks of the Future and Smart Cities, 榴园宾馆逸夫馆报告厅;
- (99) Victor O.K. Li, The University of Hong Kong, 2013.07.01, Can Information and Communication Technologies Save the Environment?, 榴园宾馆逸夫馆报告厅;
- (100) Weidong Xiang, University of Michigan, 2013.06.03., High-speed at high-speed (HaH): Research and Prototyping Activities of Long Term Evolution (LTE) and Dedicated Short Range Communications (DSRC) Applied to Vehicles and High-Speed Trains., 江宁无线谷 1-306 会议室;
- (101) Guoliang Xue, Arizona State University, 2013.05.16, Emerging Opportunities with Smartphones: Crowdsourcing and Unobservable Active Authentication, 江宁无线谷 1-306 会议室;
- (102) Gerard Memmi, Telecom ParisTech, Paris, France, 2013.04.22-2013.04.27, 学术交流, 与师生座谈讨论, 江宁无线谷 2-322 会议室;
- (103) Philippe Martins, Telecom ParisTech, Paris, France, 2013.04.22-2013.04.27, 学术交流, 与师生座谈讨论, 江宁无线谷 2-322 会议室;
- (104) Sheng Yang, 法国 SUPELEC, 2013.04.19, Secure Communications with Imperfect CSIT in Wireless Multi-Antenna Channels, 江宁无线谷 1-319 会议室;
- (105) Xiang-Gen Xia, University of Delaware, 2013.01.17, A Channel Independent Precoding for MIMO-OFDM Systems with Insufficient Cyclic Prefix Using Interference Nulling, 江宁无线谷 1-319 会议室;
- (106) 黄建伟, 香港中文大学, 2012.12.19, Graphical Congestion Games with

- Applications in Spectrum Sharing, 江宁无线谷 1-319 会议室;
- (107) Bjorn Ottersten, KTH 瑞典皇家理工学院, 2012.10.30, Signal Processing Challenges in Satellite Networks, 江宁无线谷 1-319 会议室;
- (108) Taewon Hwang, Electrical and Electronic Engineering Yonsei University, 2012.1.12, Root Mean Square Decomposition for EST-Based Spatial Multiplexing Systems, 李文正楼北 512 会议室。
- (109) Dominique Schreurs, 比利时鲁汶大学, 2012.9.20, Towards Greener Smartphones with Microwave Measurements, 江宁无线谷 1 号楼 208 会议室;
- (110) Cheng-Xiang Wang, Heriot-Watt University, Edinburgh, UK., 2012.8.20, Cooperative MIMO and Non-Stationary High-Speed Train MIMO Channel Models, 江宁无线谷中心楼二楼会议室;
- (111) 孙耀明 博士, 德国 IHP 研究所, 2012.8.20, IHP SiGe 工艺及 122GHz 片上雷达系统, 江宁无线谷中心楼二楼会议室;
- (112) Xi Zhang, Texas A&M University, 2012.8.20, QoS Provisioning in Cognitive Radio Networks, 江宁无线谷 1-319 会议室;
- (113) 缪国往, 瑞典皇家理工学院, 2012.7.2, 绿色通信, 李文正楼北 512 会议室;
- (114) Lajos Hanzo, 南安普敦大学, 2012.7.16, Enriching the wireless landscape Massive MIMO, Heterogeneous networks and all that, 榴园宾馆逸夫馆报告厅;
- (115) Robert Schober, 加拿大英属哥伦比亚大学, 2012.7.16, How much can we gain by equipping wireless relays with buffers?, 榴园宾馆逸夫馆报告厅;
- (116) Guoliang Xue, 美国亚利桑那州立大学, 2012.7.16, Resource allocation games in cooperative networks, 榴园宾馆逸夫馆报告厅;
- (117) A. Lee. Swindlehurst, 美国加利福尼亚大学尔湾分校, 2012.7.16, Signal Processing Perspectives on Physical Layer Security, 榴园宾馆逸夫馆报告厅;
- (118) FumiYuki Adachi, 日本东北大学, 2012.7.16, Spectrum&Energy Efficient

DAS, 榴园宾馆逸夫馆报告厅 ;

- (119) D.Palomar, 香港科技大学, 2012.7.16, Design of Cognitive Radio Systems Under Temperature Interference Constraints, 榴园宾馆逸夫馆报告厅;
- (120) Sheng Yang, SUPELEC, France, 2012.4.19, Time-Correlated Multi-Antenna BC: Perfectly Exploit the Delayed State Information, 李文正楼北 512 会议室;
- (121) Lin Cai, University of Victoria, Canada, 2012.3.20, Network Modulation: A New Dimension to Enhance Wireless Network Performance, 李文正楼北 512 会议室;
- (122) Jianping Pan, University of Victoria, Canada, 2012.3.20, Geometrical Probability and Wireless Networks, 李文正楼北 512 会议室;
- (123) Yuen Chau, Singapore University of Technology and Design (SUTD), 2012.12.20, Exploiting Multiuser Diversity in Wireless Interference Networks, 江宁无线谷 1-319 会议室;

2、实验室师生参加国内外学术交流活动

本评估期内, 实验室师生参加国际会议 300 余人次, 其中实验室经费支持参加境外国际通信类旗舰会议 80 多人次:

- (1) IEEE International Conference on Communications (ICC2012~ICC2016) 56 篇次;
- (2) IEEE Global Communications Conference (GLOBECOM 2012~GLOBECOM 2016) 43 篇次。
- (3) IEEE 26th Annual International Symposium on Personal, Indoor, and Mobile Radio Communications (PIMRC2012~PIMRC2016) 21 篇次;
- (4) IEEE Vehicular Technology Conference (VTC2012~VTC2016) 35 篇次;
- (5) IEEE Wireless Communications and Networking Conference (WCNC2012~WCNC2016) 31 篇次;
- (6) IEEE International Symposium on Information Theory (ISIT2012~ISIT2016) 11 篇次;
- (7) IEEE International Conference on Wireless Communications and Signal Processing (WCSP2012~WCSP2016) 130 篇次。

(二) 主持国际重要学术会议

本评估期内举办大型学术会议有：

- (1) 2012年7月16日,现代无线通信论坛(Workshop on Advances in Wireless Communications), 参会人数300人。
- (2) 2012年10月25-27日, The 2012 International Conference on Wireless Communications and Signal Processing, 参会人数325人。
- (3) 2013年4月7-10日, IEEE 无线通信与网络(WCNC)2013国际会议, 参会人数1000人。
- (4) 2013年7月1日, 现代无线通信论坛(Workshop on Advances in Wireless Communications), 参会人数300人。
- (5) 2013年10月24-26日, The 2013 International Conference on Wireless Communications and Signal Processing, 参会人数300余人。
- (6) 2014年7月15日, 现代无线通信论坛(Workshop on Advances in Wireless Communications), 参会人数250人。
- (7) 2014年10月23-25日, The 2014 International Conference on Wireless Communications and Signal Processing, 参会人数300余人。
- (8) 2015年7月9日, 现代无线通信论坛(Workshop on Advances in Wireless Communications), 参会人数220人。
- (9) 2015年10月15-17日, The 2015 International Conference on Wireless Communications and Signal Processing, 参会人数300余人。
- (10) 2016年5月15-18日, 2016 IEEE 83rd Vehicular Technology Conference: VTC2016-Spring, 参会人数600人。
- (11) 2012年10月13-15日, The 2016 International Conference on Wireless Communications and Signal Processing, 参会人数300余人。

(三) 在国际重要学术会议作特邀报告的情况

本评估期内,实验室固定人员在大型学术会议上作特邀报告8次,具体情况为:

- (1) 实验室主任尤肖虎教授于 2013 年 8 月 28 日在中国台湾台北举行的全球性会议“无线 5G 技术国际研讨会”上作题为“5G Cellular Mobile Communications: Future Directions”的特邀报告。
- (2) 实验室主任尤肖虎教授于 2013 年 9 月 11 日在北京举行的“西苑沙龙-第五代移动通信技术主题研讨会”上作题为“5G 移动通信发展方向及 863 项目布局”的特邀报告。
- (3) 实验室沈连丰教授于 2014 年 11 月 14 日在福州举行的 IEEE ICAIT, 2014 国际会议上作题为“Resource Management Algorithms in the Scenario of Heterogeneous Wireless Networks Coexistence”的特邀报告。
- (4) 实验室主任尤肖虎教授于 2015 年 6 月 11 日在英国伦敦举行的 IEEE ICC2015 国际会议上作题为“5G Mobile Communications in China”的特邀报告。
- (5) 实验室主任尤肖虎教授于 2015 年 8 月 26 日在大连举行的 IEEE BDCLOUD 2015 和 FCST2015 国际会议上作题为“5G Mobile Communications: An Overview and Its Cloud”的特邀报告。
- (6) 实验室主任尤肖虎教授于 2015 年 12 月 7 日在中国南京举行的 IEEE APMC2015 国际会议上作题为“5G Mobile Communication Research: Some Recent Progresses”的特邀报告。
- (7) 实验室张川副教授于 2016 年 5 月 15 日在中国南京举行的 IEEE VTC-Spring 2016 国际会议上作题为“Polar Code for 5G Wireless: Algorithms and Implementations”的特邀报告。
- (8) 实验室张川副教授于 2016 年 10 月 25 日在韩国举行的 IEEE APCCAS 2016 国际会议上作题为“Polar Code for 5G Wireless: Algorithms and Implementations”的特邀报告。

(四) 国际学生、学者培养

本评估期内，实验室支持本室研究人员出访国外学术机构进行学术交流。

- (1) 王炎教授，2012.9-2013.8，美国加州大学戴维斯分校；
- (2) 郑军教授，2012.5，韩国忠北国立大学（Chungbuk National University）；
- (3) 李潇副教授，2013.1-2014.2，美国德州大学奥斯汀分校；

- (4) 沈连丰教授，2013.7.22-2013.9.30，法国巴黎高等电信学院（Telecom ParisTech）；
- (5) 郑军教授，2013.10，法国国家信息与自动化研究院里尔研究中心；
- (6) 蒋雁翔副教授，2013.12-2014.1，美国马里兰大学帕克分校电子与计算机工程系；
- (7) 朱鹏程副教授，2013.12-2014.12，美国哥伦比亚大学；
- (8) 王东明副教授，2014.7.23-2014.9.2，英国肯特大学；
- (9) 王家恒副教授，2015-2016，德国埃尔朗根-纽伦堡大学；
- (10) 郑军教授，2015.3，美国奥本大学（Auburn University）；
- (11) 夏玮玮副教授，2015.4.19-2016.5.14，美国纽约州立大学石溪分校电子与计算机工程系；
- (12) 王向阳副教授，2015.8.11-2015.8.28，英国肯特大学；
- (13) 沈连丰教授，2016.6，法国巴黎高等电信学院（Telecom ParisTech）；
- (14) 徐平平教授，2016.7.16-2016.8.15，澳大利亚联邦科学与工业研究组织；

本评估期内，实验室还支持了本室硕士、博士研究生通过联合培养形式出国学习学术和交流。

- (1) 沈弘，学术学位博士，2012.08.31-2013.08.29，美国，加州大学戴维斯分校，国家留学基金委资助，美国加州大学戴维斯分校联合博士培养项目
- (2) 何春龙，学术学位博士，2012.09.22-2014.09.17，美国，佐治亚理工学院，国家留学基金委资助，美国佐治亚理工学院联合博士培养项目
- (3) 郭子钰，学术学位博士，2013.09.01-2015.09.31，美国，哥伦比亚大学，国家留学基金委资助，美国哥伦比亚大学联合博士培养项目
- (4) 张文策，学术学位博士，2013.09.01-2014.08.31，英国，约克大学，国家留学基金委资助，英国约克大学联合博士培养项目
- (5) 张明轩，学术学位博士，2013.09.03-2015.03.06，美国，科罗拉多州立大学，国家留学基金委资助，美国科罗拉多州立大学联合博士培养项目
- (6) 秦东润，学术学位博士，2013.09.12-2015.09.26，美国，加州大学戴维斯分校，国家留学基金委资助，美国加州大学戴维斯分校联合博士培养项目

目

- (7) 朱道华, 学术学位博士, 2013.09.15-2014.09.16, 美国, 加州大学尔湾分校, 国家留学基金委资助, 美国加州大学尔湾分校联合博士培养项目
- (8) 熊鑫, 学术学位博士, 2014.09.01-2016.02.29, 美国, 哥伦比亚大学, 国家留学基金委资助, 美国哥伦比亚大学联合博士培养项目
- (9) 尤力, 学术学位博士, 2014.09.01-2015.08.31, 美国, 加州大学欧文分校, 国家留学基金委资助, 美国加州大学欧文分校联合博士培养项目
- (10) 孟鑫, 学术学位博士, 2014.09.06-2015.09.08, 美国, 特拉华大学, 国家留学基金委资助, 美国特拉华大学联合博士培养项目
- (11) 魏超, 学术学位博士, 2014.09.19-2016.03.25, 美国, 俄勒冈州立大学, 国家留学基金委资助, 美国俄勒冈州立大学联合博士培养项目
- (12) 武贵路, 学术学位博士, 2014.11.15-2015.06.03, 澳大利亚, 联邦科工组织, 学校资助, 澳大利亚联邦科工组织短期访问项目
- (13) 卢从慧, 学术学位博士, 2014.12.03-2015.06.07, 美国, 俄勒冈州立大学, 学校资助, 美国俄勒冈州立大学博士研究生交流项目
- (14) 孙晨, 学术学位博士, 2015.09.05, 尚未返回, 美国, 加利福尼亚大学戴维斯分校, 国家留学基金委资助, 加利福尼亚大学戴维斯分校联合博士培养项目
- (15) 辛元雪, 学术学位博士, 2015.09.10, 尚未返回, 美国, 科罗拉多州立大学, 国家留学基金委资助, 科罗拉多州立大学联合博士培养项目
- (16) 于莹莹, 学术学位博士, 2015.09.10, 尚未返回, 美国, 特拉华大学, 国家留学基金委资助, 特拉华大学联合博士培养项目
- (17) 张仁民, 学术学位博士, 2015.09.27, 尚未返回, 美国, 佐治亚理工学院, 国家留学基金委资助, 佐治亚理工学院联合博士培养项目
- (18) 李宝龙, 学术学位博士, 2015.10.03, 尚未返回, 美国, 南安普顿大学, 国家留学基金委资助, 南安普顿大学联合博士培养项目
- (19) 孙晓宇, 学术学位博士, 2015.10.17, 尚未返回, 美国, 佐治亚理工学院, 国家留学基金委资助, 佐治亚理工学院联合博士培养项目
- (20) 潘怡瑾, 学术学位博士, 2015.11.04, 尚未返回, 英国, 肯特大学, 国家

留学基金委资助，肯特大学联合博士培养项目

- (21) 武贵路，学术学位博士，2015.11.27，尚未返回，澳大利亚，联邦科工组织，国家留学基金委资助，澳大利亚联邦科工组织联合博士培养项目
- (22) 黄诺，学术学位博士，2015.12.13，尚未返回，美国，哥伦比亚大学，国家留学基金委资助，哥伦比亚大学联合博士培养项目
- (23) 谭伟强，学术学位博士，2016.01.07，尚未返回，英国，贝尔法斯特女王大学，国家留学基金委资助，贝尔法斯特女王大学联合博士培养项目

本评估期内，实验室还培养了或正在培养多名国际留学生如下：

- (1) 默罕默德，博士研究生，也门，导师：沈连丰，到校时间：2008.09.24，离校时间：2016.03.01，授予博士学位；
- (2) 阿格，博士研究生，巴基斯坦，导师：张在琛，到校时间：2011.08.15，离校时间：2016.03.17，授予博士学位；
- (3) 吴氏方终，博士研究生，越南，导师：潘志文，到校时间：2009.08.24，在读；
- (4) 裴氏莺，博士研究生，越南，导师：徐平平，到校时间：2011.08.15，在读；
- (5) 潘如君，博士研究生，越南，导师：潘志文，到校时间：2011.08.30，毕业；
- (6) 付然，博士研究生，导师：黄永明，巴基斯坦，到校时间：2015.09.06，在读；
- (7) 裴氏鸿，硕士研究生，越南，导师：曹秀英，到校时间：2009.08.24，离校时间：2013.07.01，授予硕士学位；
- (8) 阮氏金清，硕士研究生，越南，导师：陈明，到校时间：2009.08.24，离校时间：2013.07.01，授予硕士学位；
- (9) 吴氏兰，硕士研究生，越南，导师：赵新胜，到校时间：2010.08.27，离校时间：2014.07.01，授予硕士学位；
- (10) 黎宏风，硕士研究生，越南，导师：吴炳洋，到校时间：2010.09.27，离校时间：2014.07.01，授予硕士学位；
- (11) 卡玛巴，硕士研究生，坦桑尼亚，导师：徐平平，到校时间：2010.10.08，

离校时间：2013.07.01，授予硕士学位。

4. 运行管理

简要介绍实验室内部规章制度建设，日常管理工作，实验室网页的维护，实验室科研氛围，学术风气，有无违反学术道德的事件发生以及激励创新的政策措施等。介绍学术委员会作用。学术委员会的组成及变化情况，对实验室发展、学术方向的把握、评价考核发挥的作用。

（一）实验室运行管理

1、实验室内部规章制度建设

健全各种规章制度及管理细则，在原有的《学术委员会工作章程》、《人员编制和工作人员职责》、《仪器设备使用与管理制度》、《安全制度》、《技术服务暂行管理办法》等规章制度的基础上，根据实验室人员增加较多、人员流动性加大的实际情况，拟定了《实验室固定与客座人员出入管理条例》和《科研成果移交管理方法》等。

2、日常管理工作

实验室日常管理实行主任负责制和副主任分工负责制。实验室定期召开主任办公会议，对实验室运行中出现的具体问题和财务管理问题进行集体讨论并决策，会后形成会议纪要，由实验室秘书下发实验室全体人员遵照执行。本评估期内，实验室日常管理平稳有序运行。

3、实验室网页的维护

本实验室的网站由“实验室概况”、“学术梯队”、“科学研究”、“人才培养”、“成果转化”、“学术交流”六个部分组成。

“实验室概况”部分包含简介、工作环境、仪器设备、管理条例和大事记五个模块。其中仪器设备模块中列出了归属实验室的单台价值 30 万元人民币以上的仪器设备；管理条例模块中包含了实验室各类规章制度；大事记模块记录了实验室的重要事件，及时更新。

“学术梯队”部分包括学术委员会和教学科研队伍两个模块，分别对学术委员和实验室的教研队伍进行介绍，学术委员会模块中记录了不同时期的学术委

员会成员。教师科研队伍介绍不定期更新，以便查询。

“科学研究”部分包括“科研方向”、“科研项目”、“主要科研成果”和“开放课题”四个模块。“科研方向”详细给出了实验室五个主要研究方向的研究内容；“科研项目”列出了近几年实验室主持的科研项目；“主要科研成果”中分为“往年成果”、“重大成果”、“专利成果”、“论文著作”几个方面分别介绍；

“开放课题”模块有最近一期的开放课题申请指南，以便查询申报。

“人才培养”和“成果转化”部分简述了人员和产业化公司的情况。

“学术交流”部分列有及时更新的学术讲座和学术交流活动的通知。

实验室的网站由专人维护，及时更新，以便校内外的浏览和查询，起到信息渠道的作用。

（二）实验室科研氛围和学术风气，

实验室秉承了东南大学止于至善的科学精神，以及东南大学信息学院团结协作的文化传统。课题组采用人力资源动态调配机制，根据科研项目的技术特点动态配置科技资，有效地发挥了实验室科研人员的主观能动性，形成了良好的团结协作、以老带新、推陈出新的科研氛围，一批中青年优秀人才不断脱颖而出。

实验室特别注重科研人员勇攀高峰、争创一流的理想与信念的培养以及研究生基础研发能力的培养，包括数学知识的运用、科研工具的使用、英语写作与科技交流能力的培养等；实验室还吸收了一大批高年级本科生参加实验室的研究工作。2011 级本科生梁霄同学以第一作者身份在 SOCC 和 ASICON 发表文章两篇，并获得 SOCC Outreach Award 和 ASICON 最佳学生论文奖；12 级本科生申怡飞以第一作者身份在 DSP 发表文章，获得 DSP 最佳学生论文奖；12 级本科生杨超以第一作者身份在 APCCAS 发表文章，获得 APCCAS 最佳论文奖；13 级本科生宋浩川以第一作者身份在 ISCAS 和 WCSP 发表文章，获得 ISIPS 最佳论文奖；13 级本科生景树森以第一作者身份在 ISCAS 发表文章，获得 ISIPS 最佳海报奖；13 级本科生宋文清以第一作者身份在 DSP 和 Asilomar 发表文章；13 级本科生薛焯以第一作者身份在 DSP 和 SiPS 发表文章，并受邀投稿 SCI 杂志 Springer JSPS；13 级本科生徐孟晖以第一作者身份在 SiPS 上发表文章；14 级本科生温栋林以第一作者身份在 ICC 发表文章；14 级本科生沈梓原以第一作者身份在 SiPS 发表文章，并受邀投稿 SCI 杂志 Springer JSPS；

14 级本科生俞安澜以第一作者身份在 APCCAS 上发表文章。

实验室严格执行学术道德方面的规范要求。除强化实验室在读学生的学术道德日常培训外，科研项目申请书的规范性需通过实验室内部专家的审核；实验室学生的学术论文投递均需经过导师的严格审核，学位论文严格执行查重的比例要求；如有研究生论文抄袭现象发生，将严格执行相关导师停招研究生一年的有关规定，从而有效地杜绝了学术抄袭现象的发生。

为调动科研人员和研究生出高水平成果的积极性，实验室还配合学校出台了“科研成果奖励制度”，对在科研成果获奖、发表论文被三大检索系统收录、在国际权威杂志上发表论文、发明专利获得批准的教师与学生，给予一定的奖励。实验室还设立了年度优秀研究生奖励金，采取导师提名与学生自愿申报相结合的方式，最终由实验室学术委员会投票选出年度获奖人。

（三）学术委员会

1、学术委员会的功能

按照国家重点实验室运行与管理要求，实验室设立学术委员会，是实验室的学术指导机构。本届学术委员会主任由通信界的著名专家邬贺铨院士担任。委员们尽职尽责，在实验室研究方向、队伍与平台建设、对外开放、内部管理等 方面提供决策建议。实验室现有的研究方向经第二届学术委员会第三次会议讨论通过，包含宽带移动通信传输与多址技术、现代信号处理与应用研究、新一代移动通信网络理论与应用、短距离无线通信与泛在网络、信息理论与编码等五个方向，既反映了实验室理论与实践密切结合的研究特点，又较好地反映了新时期移动通信技术的客观发展规律，为实验室平稳有序的运行，明确了发展方向和奋斗目标。

2、学术委员会的组成及变化情况

按照国家重点实验室“联合、流动、开放、竞争”的运行管理机制，深化实验室内部管理，建立健全规范的规章制度，努力充实实验室科研基础设施，使之达到国际水平。积极创造条件吸收国内外客座人员来室工作，与国内外众多高校、研究机构和企业开展广泛的合作和交流，促进了实验室科研水平的提高，充分发挥实验室的技术核心辐射作用。

在上级领导的直接关怀下，经过群众测评和组织考核，于 2014 年完成了实验室领导班子的改选，实验室主任由移动通信领域有较高知名度的学者尤肖虎教授担任，由陈晓曙教授、高西奇教授和赵春明教授担任实验室副主任。学术

委员会主任由中国工程院副院长邬贺铨院士担任，李德毅院士、张乃通院士、李幼平院士担任新一届学术委员会副主任。尹浩教授、谈振辉教授、朱世华教授、王京教授、李少谦教授、卫国教授、尤肖虎教授、高西奇教授和赵春明教授为学术委员会委员。

3、对实验室发展、学术方向的把握、评价考核发挥的作用

本评估期内，实验室学术委员会针对实验室发展状况，结合国内外移动通信最新发展趋势，适时给出合理的发展和研究方向建议，并实事求是地对实验室所取得成绩进行评价，较好地发挥了学术委员会的学术指导和运行监督作用。

2012 年度，学术委员会肯定了实验室在理论研究、成果转化、实验室建设、人才队伍建设以及学术交流等方面所取得的成绩，尤其在 4G 移动通信关键技术的理论研究以及应用等方面取得的显著进展。学术委员会希望移动通信国家重点实验室在取得现有卓越成果的基础上，把握搬迁无线谷的机遇，进一步提升实验室的科研与管理水平：

- 不断开拓无线通信领域新研究方向，如无线可见光通信技术、航天领域的通信技术等，并可向网络与应用层推进；鼓励原创性研究。
- 进一步提高实验室的原创性基础研究能力，争取牵头承担一些 973 基础性重大科研项目，以进一步提高实验室的基础研究水平。
- 举办一些具有国际影响力的国际学术会议，进一步扩大实验室在国内外的影响力。

2013 年度，学术委员会根据移动通信领域的最新发展状况，建议实验室进行如下相应的调整：

- 进一步把握 5G 移动通信系统的研究机遇，积极开展基础理论与关键技术研究，争取在 5G 移动通信系统研究方面取得进一步的成绩。
- 密切关注移动互联网应用的发展对未来移动通信系统的业务形态、信令设计及网络架构等方面产生的影响，在移动互联网关键技术的研究方面取得更大的成绩。
- 进一步优化科研资源在各个研究方向的分配；合理定位可见光等短距离无线通信的研究，注重与移动通信系统及应用结合研究；加强与毫米波国家重点实验室的合作，推进毫米波通信芯片实用化研究。
- 争取牵头承担 973 等基础性重大科研项目，进一步提高实验室的原创

性基础研究能力。加强优秀博士生的培养。

2014 年度，学术委员会希望能进一步把握 5G 移动通信系统的研究机遇，密切注意 5G 研究的发展动态，积极开展基础理论与关键技术研究，争取在 5G 移动通信系统研究方面取得进一步的成绩。

2015 年度，新的一届学术委员会委员高度评价了实验室在 2014 年度取得的研究进展，肯定了实验室在 2015 年及今后的研究重点，并对实验室的研究工作提出了建议：

- 重视 5G 移动通信系统的研究机遇，争取更多的研究成果和知识产权。
- 进一步加强毫米波无线通信技术研究；跟踪可见光通信技术发展。
- 在注重无线传输技术研究的同时，进一步加强无线网络技术的研究。
- 在队伍建设方面，加强系统研发人员的引进，以支撑 5G 平台研发。

2016 年度，实验室学术委员会指出，实验室应进一步聚焦 5G 核心技术问题，结合实验室的优势与特点开展研究，争取在 5G 发展中起到引领作用，并在队伍建设方面，加强系统研发人员的引进，以适应 5G 等试验平台的研发。

5. 公用平台

简要介绍大型仪器设备管理人员水平，使用效率，开放和共享程度，功能开发，研制新设备和改造旧设备等方面的情况。

（一）大型仪器设备管理人员水平

实验室的设备管理人员为：郭强高级工程师、黄鹤高级工程师和刘萍高级工程师。他们分别在未来移动通信的测试系统、宽带信息理论和移动通信网络系统理论及应用等方面有所建树，在设备合理管理和平台构建方面发挥了重要的作用。

（二）大型仪器设备的使用效率、开放和共享程度

大型设备的开放和共享：为促进科技资源共享，发挥大型仪器设备协作共用的作用，提高大型科学仪器设备的使用效率，实行大型设备的开放和共享制

度,使得实验室所拥有的资源得到充分利用。外单位人员可以通过预约的形式,通过审核后,在约定的时间内使用实验室的仪器或实验平台。

(三) 大型仪器设备的功能开发和研制新设备和改造旧设备

本评估期内,针对拟定的重点研究方向,结合国家“973 计划”、“863 计划”和“2011 计划”等一批重大、重点项目的实施,实验室一直致力于建立能支持新型移动通信理论、算法及系统验证的实验测试环境,以期为我国未来无线与移动通信标准的制定、新系统的研究开发提供强有力的支撑。本评估其内,实验室共建立和完善了以下四个测试环境:

(1) 5G 移动通信实验测试环境

大规模无线通信网络系统平台是 5G 移动通信研发与测试基础平台。5G 移动通信技术研发涉及的一些基础性理论与实践问题需要通过规模性的实验与测试加以验证,包括密集多天线、多用户环境下的信道特征、容量极限、干扰分布等。

本评估期内,实验室建成了面向 5G 未来发展的 1024 天线大规模 MIMO 测试系统、5Tbps 实时处理分布式云计算平台以及相关测试环境,包含 MIMO 信道仿真仪、矢量信号源、频谱分析仪、信号分析仪、宽带示波器、噪声分析仪、网络分析仪、数据采集系统等国际先进的测试、分析仪器以及服务器、无线网络仿真大型软件,能够对大规模无线通信系统的物理链路和无线组网性能进行详尽的测试与分析。

该测试环境对于支撑国家自然科学基金重大项目、国家 863 重大项目、国家科技重大专项课题的研发发挥了极为重要的作用,并成为国内高校与高校之间、以及高校与企业之间合作研发的公共支撑平台。





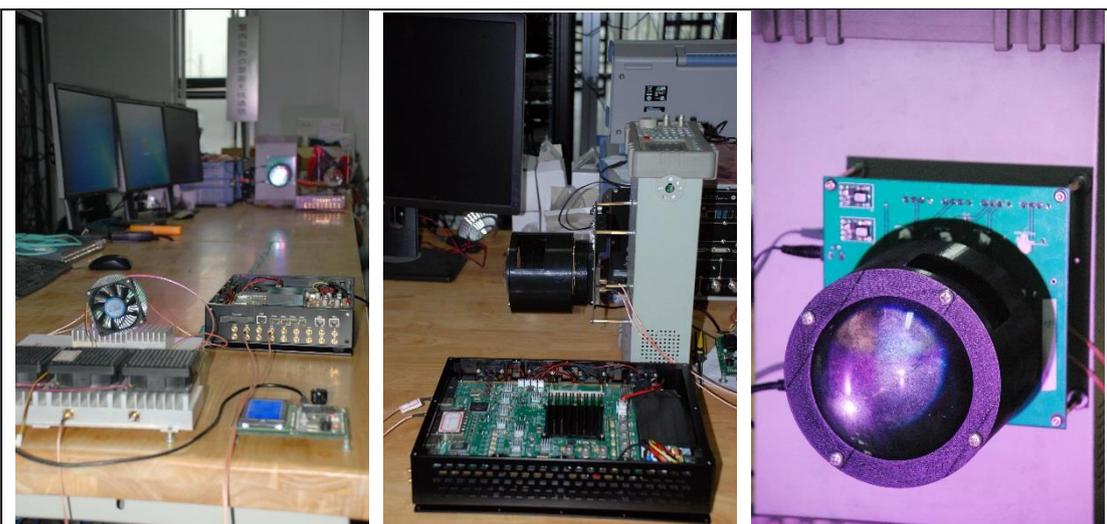
(2) 宽光谱无线光通信实验测试环境

根据宽光谱信号在多域动态耦合、多维协同通信、多维资源联合调度优化，多域均衡传输理论方面所做的研究，结合宽光谱信号在本课题研究的多维资源联合协同传输等场景的具体需求，研制了多色 LED 合成白光的室内无线通信系统，搭建了演示验证平台。

目前系统支持 R、G、B 三色复用传输，总空间接口传输速率为 1Gbps，净数据传输率达 700Mbps，传输距离可达 1~3 米。该测试环境还包含矢量信号源、光谱仪、信号分析仪、光电宽带采样示波器等，能够对宽光谱无线光通信系统的物理链路、传输技术、系统性能等进行详尽的测试与分析。

该测试环境对于支撑国家 973 项目、国家自然科学基金重大项目、国家 863 重大项目、国家科技重大专项课题的研发发挥了极为重要的作用，并成为相近领域国内高校、企业间合作研发无线光通信的公共平台。





(3) 毫米波芯片与通信系统实验测试环境

毫米波芯片及通信系统空口测试是 5G 高频段通信研究重要难题。为此，移动通信实验室建立了涵盖芯片及封装参数互连表征、信号传输测试的毫米波芯片与通信系统实验测试环境。该测试环境包含探针台（包括手动及自动）、4 端口毫米波矢量网络分析仪、超宽带任意波形发生器、70GHz 毫米波超宽带示波器、毫米波信号发生器等，测试能力完全覆盖 WRC-15 毫米波候选频段。该测试环境破除了国内毫米波芯片及系统测试设备长期受限的困境，对于支撑 863 重大课题、自然科学基金创新群体项目、国家重大专项课题的研发发挥了极其重要的作用，并成为国内高校间、以及高校与相关研究所及企业之间合作研发的公共支撑平台。



(4) 国防与保密通信实验测试环境

根据实验室国防项目研究和开发的方向实际需要及管理特点要求，特在本评估年度中建设了面向国防的通信实验测试平台，涵盖了 100M 基带信号分析、10GHz 射频信号产生、分析及信道仿真等各个通信关键部分的完整测试仪器，尤其是配置了具有野外现场环境信号产生、分析、测试功能的手持示波器与手持频谱仪，并在实验室所承担的相关国防项目实际科研开发中发挥了重要而积

极有效的作用，构建成了具有较为全面性能、功能、环境适应的通信测试、验证实验平台环境。



6. 依托单位支持情况

简要介绍依托单位在人才、经费、物质条件等方面的支持情况和政策保障。实验室是否是人财物相对独立的科研实体，依托单位是否给予实验室独立的建制、相对集中的实验室空间、充分的人事和财务自主权和经费支持等方面的情况。

（一）支持情况概述

长期以来，依托单位东南大学给予实验室持续不断的大力支持，将实验室列为学校重点研发基地，享受专门的人员编制，并在人才引进、职称评定等方面给予优先支持。实验室实行运行经费管理实验室主任负责制，在学校财务处设立专门的帐号，严格执行专款专用制度。学校为实验室开放运行提供了充足的办公场所，除了在李文正楼有 4000 平方米的科研空间，还为实验室提供了江宁无线谷 1 号和 2 号楼约 9000 平方米的科研面积，全力支持本实验室牵头建设国家 2011 计划“无线通信技术协同创新中心”，并为实验室争取当地政府的科研配套资金积极创造条件。

（二）依托单位在人才方面的支持

实验室的依托单位东南大学长期以来给予了大力支持，把本实验室列为学校直属的十大科研基地之一，享受专门的人员编制，并在职称评定、职工住房、引进人才等方面，制定了一系列的优先政策。

（三）依托单位在经费方面的支持

实验室建设经费管理实行实验室主任负责制，在学校财务处设立专门的帐号，在符合国家财务预算及学校财务制度的条件下，学校对其财务支出原则上不予干预；实验室所承担的所有科研项目均在学校财务处建立了独立的财务帐号，经费管理实行课题负责人负责制，严格做到专款专用。

在学校的大力支持下，本实验室被列为学校“211 工程”重点建设学科，“985 工程”重点建设单位，江苏省信息通信领域唯一的“重中之重”重点学科，江苏省优势学科。2014 年，实验室所在的信息与通信工程学科入选江苏高校优势学科建设工程二期项目。本实验室是东南大学获得建设资助经费最多的科研基地之

一。此外，东南大学还为本实验室承担的国家科技重大专项等课题提供了足额的配套资金支持。

在学校的大力支持下，2014年10月，由本实验室牵头的“无线通信技术协同创新中心”成功入选“2011计划”，该中心由东南大学牵头，联合清华大学、电子科技大学、北京邮电大学、哈尔滨工业大学、南京邮电大学、重庆邮电大学和中国人民解放军信息工程大学等高校共同参与。本实验室作为总体负责单位，每年均获得“2011计划”3000万元的专项经费支持。

2016年3月，本实验室所在的学科入选东南大学“双一流”重点建设学科。按照东南大学“双一流”建设规划，东南大学将赋予“双一流”重点建设学科更多的自主权，让其能根据建设需要自主优化本科生、硕士生和博士生的招生数量，扩大博士生招生规模。实验室作为东南大学的优质学科方向，已获得了550万元的发展经费的支持。

（四）依托单位在物质条件方面的支持

由南京市委、市政府以及江宁区政府和东南大学的联合支持下，在学校领导的主导下，“南京通信技术实验室暨江宁无线谷”落户江宁开发区，于2012年6月25日正式开放运行。学校在本部李文正楼原有五楼4000平方米的空间的基础之上，将中国无线谷1号和2号楼提供给本室作为专有的办公与实验场地。这大大缓解了实验室科研和办公环境相对拥挤的问题，使得本实验室能够接纳更多的国内外一流人才来实验室工作。

实验室在学校的大力支持下，累计投入3000余万元，于2016年建成了大型基础设施5G云计算平台。





5G 云计算平台由大规模无线接入子系统、高速光网络子系统和网络通信与计算子系统组成，包括华为 RH2288 和 华为 RH2485 系列服务器 200 余台，高端服务器 华为 E9000 与 RH5885 系列服务器 20 余台，实时处理与转发能力达到 5Tbps，支持 1024 天线的大规模 MIMO 与密集网络实时处理与实验测试，是目前业界能力最强的 5G 试验平台。以此为基础，实验室与国内外众多高校与企业开展了一系列技术合作，为我国 5G 技术研发走向世界前列提供了良好的技术支撑。

7. 国家重点实验室专项经费使用和管理情况

(一) 专项经费管理情况

实验室依据《国家重点实验室专项经费管理办法》(财教[2008] 531号)、《国家重点实验室建设与运行管理办法》(国科发基[2008]539号)等相关文件,结合自身研究方向和发展目标对专项经费编制科目预算,由依托单位科研院及财务处审批并监督管理经费的执行,单独核算,专款专用。

财务报销依据《事业单位财务规则》(财教[2012]68号)、《高等学校财务制度》([2012]488号)、《东南大学财务管理办法》([2015]203号)、《因公出国经费管理补充规定》([2012]139号[2014]194号)、《材料采购、外协服务支出管理规定》([2013]57号[2014]19号)、《通用设备财务报销有关规定》([2015]30号)、《中央和国家机关差旅费管理规定》([2014]37号[2016]188号)、《外邀人员报销经费核算管理办法》([2014]201号)、《会议费核算管理办法》([2016]189号)等相关文件,遵照东南大学财务核算服务指南规范进行,经费执行进展良好。

开放运行费 2255 万元(五年到款):本评估年度内围绕实验室日常运行与维护及对外开放及共享方面执行经费预算,资助开放课题 713 万元,国际合作交流 100 万元,其他用于实验室日常运行中的小型仪器与设备购置、办公、水电、物业管理费、图书资料费、差旅费、会议费、日常维修费、研究生津贴及临时聘用人员费用等。

基本科研业务费 2760 万元(五年到款):实验室本评估期间共设立自主研究课题 36 个,投入经费 2534 万元,主要围绕“宽带无线传输理论与多址技术、现代信号处理及其在移动通信中的应用、移动通信网络与系统理论及应用、短距离无线通信与泛在网络、信息理论与编码”五个研究方向进行一系列科学研究,同时还构建了面向 5G 通信理论与技术研究的原型评估验证平台;另外为发挥青年学者的研究特长,实验室设立自由探索课题 14 个,投入经费 226 万元,开展多学科交叉融合,针对一些对新兴国际研究热点和重大前沿科学问题进行前瞻性和原创性的联合攻关。经费主要用于上述研究相关的材料、加工、差旅、会议、文献出版专利、专家咨询、学生酬金等方面的开支。

科研仪器设备费 3107 万元(五年到款):实验室使用此经费采购了 25 台(套)大型仪器与设备,从需求申请审批、采购论证、招标流程等等均按规定由实验室、学校设备处及学校领导及上级管理部门层层把控,做到专款专用,经费执行工作完成良好,保证其最大效能地服务于科研活动。

(二) 专项经费使用情况

(1) 专项经费五年投入 (万元)

类别	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	小计
开放运行费	380.00	475.00	450.00	475.00	475.00	2255.00
科研业务费	500.00	550.00	600.00	540.00	570.00	2760.00
仪器与设备	0	0	1122.00	1378.00	607.00	3107.00
投入总计						8122.00

(2) 开放运行费收支 (万元)

	上年结余	当年拨款	当年支出
2012年	40.18	380.00	370.45
2013年	49.72	475.00	460.96
2014年	63.77	475.00	468.72
2015年	70.05	450.00	520.05
2016年	0	475.00	475.00
支出合计			2295.18

(3) 科研业务费收支 (万元)

	上年结余	当年拨款	当年支出
2012年	37.06	500.00	356.65
2013年	180.41	550.00	617.00
2014年	113.41	600.00	631.73
2015年	81.68	54.00	621.68
2016年	0	570.00	570.00
支出合计			2797.06

(4) 仪器设备费支出 (万元)

科研仪器设备费 (25台套)	设备名称	支出	当年支出
2012年	上年结余: 8.33	8.33	8.33
2013年	无上年结余、无拨款	0	0
2014年	高性能计算平台	180.00	1122.00
	多通道矢量信号发生器	105.00	
	四通道矢量信号分析仪	119.00	
	光谱分析测试系统	94.00	
	光电一体宽带采样示波器	48.00	

	20GHz,1.6GHz 矢量带宽 矢量信号发生器	61.00	
	便携式外场测试套件	30.00	
	12bit 多通道宽带复杂信号生成仪	86.00	
	矢量网络分析仪	29.00	
	无线设备空中接口测试的综合性测试仪	122.00	
	电子产品例行试验设备	60.00	
	超宽带任意波形发生器	103.00	
	OPNET 网络仿真平台升级和更新	85.00	
2015 年	高性能计算平台	180.00	1378.00
	43.5GHz 高性能网络分析仪	76.00	
	2Hz-26.5GHz, 320MHz 宽带高端信号分析仪	81.00	
	MIMO 信道测试仪	887.00	
	四端口网络分析仪高频扩展套件	115.00	
	探针台高频扩展套件	39.00	
2016 年	高性能计算平台	90.0	607.00
	DC-26.5GHz, 160MHz 宽带实时频谱、信号分析	69.00	
	LTE-UE 无线通信测试系统	176.00	
	17 Gb/s 集成时钟源与抖动注入的串行误码分	89.00	
	光谱仪	26.00	
	高频宽带示波器	157.00	
五年合计			3115.33

8. 上次评估实验室存在的问题和改进情况；目前存在问题、改进计划与措施

（一）存在问题

1、未来移动通信发展正呈现多学科深度交叉渗透的特点，云计算、大数据、微电子与光电子与移动通信融合发展，有必要进一步拓宽人才队伍的技术覆盖面，强化具有国际视野的高水平基础研究人才培养，以期在未来移动通信若干基础理论研究方向上取得更多系统性原创成果。

2、在实验室所确定的研究方向中，优势研究方向对其它研究方向的带动作用有待加强。

（二）实验室进一步发展的计划与措施

1、抓住移动通信向 5G 及后 5G 发展演进的发展机遇，积极培育移动通信领域中的新方向，包括毫米波与太赫兹无线通信、光蜂窝通信、光量子网络通信等。重视通信、计算以及微电子、光电子等领域的学科交叉，开拓无线移动通信应用新领域，更好地发挥实验室在移动通信领域的引领作用。

2、进一步改进并落实实验室激励机制，鼓励青年学者积极向上，努力成为优秀学术带头人和领军人物，进一步提高实验室在国际学术界的影响力。

3、加大现有人才的培养力度，特别是院士、青年学术带头人的梯队建设。

五、审核意见

实验室承诺所填内容属实，数据准确可靠。



数据审核人: *plym*

实验室主任:

(单位公章)

2017年6月5日

尤有亮

依托单位审核意见

本总结报告内容详实、数据准确，客观反映了该实验室在本评估期的发展现状。



依托单位负责人签字: *郑为*

(单位公章)

2017年6月5日

主管部门审核意见

主管部门负责人签字:

(单位公章)

年 月 日

评估机构形式审查意见

审核人:

年 月 日