

项目名称：超宽带实时精准定位系统及其行业应用

项目简介：

IEEE 802.15.4-2011 超宽带起始用于实时精准定位开始于 2010 年 6 月，由沈重、郑理强等在爱尔兰发起(至 2014 年 12 月完成关键技术及系统整体研发并开始延伸技术扩展及应用推广。项目组主要成员 2010 年回国以后，在国家自然科学基金、海南省重点研发计划、海南省创新团队项目等各类横纵向课题，以及社会资本、企业自主投入的支持下，对超宽带室内精准定位系统进行了全方位设计、制造、功能提升与优化等工作，包括自主研发 Hainan EVK RTLS 系列超宽带实时定位平台的嵌入式硬件设计、定位算法设计、脉冲信号处理算法、软件功能实现、平台配套设备、功能材料设计等。具体贡献集中在以定位与跟随为导向的超宽带 IEEE 802.15.4-2011 通信协议各层次的算法研发、信号处理与分析、超宽带 Hainan EVK RTLS 系统功能集成、产学研推广和应用等工作，在国内外率先扎根和拓展超宽带实时精准定位领域。UWB 实时响应频率可达到 10-40Hz，而其他定位技术普遍在 1Hz 以下；脉冲无线电超宽带的脉冲宽度仅为纳秒级或亚纳秒级，响应频率和脉冲宽度决定了 UWB 的定位精度在理论上可以达到厘米级。UWB 技术抗多径能力优秀，且时间分辨率很高，具有一定的穿透能力，这些特点有利于在室内复杂多径环境中进行实时定位和动态数据收集需求。自 2014 年起，产学研密切合作，在公共安防、监控、体育、医疗等行业进行了广泛的应用推广，相关研究成果已经在国内外迅速铺开并取得一定影响力，例如司法部燕城监狱、深圳监狱、梅州监狱、武汉市公安局预审中心、斯伯丁智能篮球训练场等项目，实际解决了室内精准定位和室内外联合精准定位的多项工程问题。

本项目及系统应用于全军总装备部兵器装备预先研究项目，2 项国家重点研发计划等专项中，实现了重要的国防科研及经济效益；近三年累计实现社会效益 2.1 亿元，其中，新增销售额 2.1 个亿，新增利润 0.42 个亿，详见成果转化证明。

本项目代表性科技创新成果包括申报国家发明专利 15 项，授权 9 项；获软件著作权 14 项；实用新型专利 3 项；专著 1 部；发表论文 48 篇，其中 SCI 索引 26 篇，EI/ISTP/中文核心 22 篇，10 篇代表性论文总被引 143 次，单篇最高 36 次(其中 8 篇与 61461017、2017CXTD0004、ZDYF2016002 基金相关，2 篇与 61861015 基金相关)。本次申报一等奖。

代表性成果:

知识产权、论文专著目录等

申报国家专利15项, 授权9项, 获得软件著作权14项实用新型专利权3项, 著作1部, 论文成果论文48篇, 其中SCI 索引26篇, EI/ISTP/中文核心22篇。

发明专利申请与授权情况:

- [1]. 王伟, 王咸鹏, 支红红等. 双基地共址多输入多输出雷达多目标定位方法, CN102213761B, 2013. 9.
- [2]. 沈重, 朱雨豪, 张永辉. 一种商业中心内部移动节点用户信号的定位方法, 申请号: 201410524350. 8;
- [3]. 王伟, 熊晔, 李欣, 王咸鹏等. 基于宽带多天线系统的伪码迭代捕获装置及捕获方法, CN102647215B, 2014. 6.
- [4]. 徐定杰, 李沫璇, 王伟, 王咸鹏等. 色噪声环境下的多输入多输出雷达收发角度快速估计方法, CN103217671B, 2014. 9.
- [5]. 沈重, 洪惠鹏, 朱雨豪. 一种基于 UWB 的室内信道模型, 申请号: 201510169052. 6;
- [6]. 东方, 沈重, 周思女, 任佳. 一种自适应短波跳频通信系统信道估计方法, 申请号: 201510162309. 5;
- [7]. 钟裕山, 殷忠军, 基于超宽频无线定位技术的停车场引导系统及引导方法, ZL201510175421. 2
- [8]. 钟裕山, 殷忠军. 一种路边泊车管理方法和系统, ZL201510175462. 1
- [9]. 钟裕山, 殷忠军. 基于超宽频无线定位技术的交通灯优化系统及优化方法, ZL201510175546. 5
- [10]. 钟裕山. 基于超宽频无线定位技术的可疑车辆定位系统及定位方法, ZL201510175681. X
- [11]. 钟裕山. 一种在押人员考勤系统及其考勤方法, ZL201510341256. 3
- [12]. 钟裕山. 一种监管场所医疗监控系统及医疗监护方法, ZL201510342103. 0
- [13]. 张鲲, 沈重, 王海丰, 高倩. 一种事故船舶的定位技术方法, 申请号: 201711363729. 5, 2017. 12. 18。
- [14]. 沈重, 张鲲, 王海丰, 高倩. 一种船舶室内精准定位的方法及其系统, 申请号: 201711364678. 8, 2017. 12. 18.
- [15]. 石春, 何书前, 邓正杰, 李春雨, 张仙锋, 沈重. 一种无线信道状态信息测量方法, 申请号: 201710155408. X, 2017. 4. 18.

软件著作权:

- [1]. 深圳润安科技有限公司. 润安土地执法案件管理系统 V1.0, 2013SR108085;
- [2]. 深圳润安科技有限公司. 润安土地执法管理大屏展示系统 V1.0,

- 2013SR108082;
- [3]. 深圳润安科技有限公司. 润安在押人员定位管控系统 V1.0, 2014SR192850;
- [4]. 沈重, 郑理强, 朱宇鹏. 康倍利安 2D 定位系统更新服务软件 V1.0, 2016SR110671;
- [5]. 沈重, 郑理强, 朱宇鹏. 康倍利安室内精准 2D 定位系统标签显示软件 V1.0, 2016SR110667;
- [6]. 沈重, 郑理强, 朱宇鹏. 康倍利安室内单点定位服务端系统 MacOS 版软件 V1.0, 2016SR100277;
- [7]. 沈重, 郑理强, 朱宇鹏. 康倍利安室内单点定位移动端系统 iPad 版软件 V1.0, 2016SR112462;
- [8]. 沈重, 郑理强, 朱宇鹏. 康倍利安室内多线程单点定位服务端系统 Windows 版软件 V1.0, 2016SR112437;
- [9]. 沈重, 郑理强, 朱宇鹏. 康倍利安节点网关系统软件 V1.0, 2016SR112444;
- [10]. 沈重, 郑理强, 朱宇鹏. 康倍利安室内精准定位系统服务端软件 V1.0, 2016SR143497;
- [11]. 沈重, 郑理强, 朱宇鹏. 康倍利安室内精准 2D 定位系统基站配置软件 V1.0, 2016SR087865;
- [12]. 沈重, 郑理强, 朱宇鹏. 康倍利安室内无线定位配置软件 V1.0, 2016SR100591;
- [13]. 深圳润安科技有限公司. 润安路边停车管理收费系统 V1.0, 2017SR011124;
- [14]. 深圳润安科技有限公司. 润安婴儿防盗定位监控管理系统 V1.0, 2017SR018220.

实用新型专利权:

- [15]. 钟裕山, 一种社区定位腕带, ZL201720036553.1
- [16]. 钟裕山, 一种腕带, ZL201720038138.X
- [17]. 钟裕山, 一种智能终端, ZL201720046179.1

著作:

- [1]. 刘琪, 陈诗军, 王慧强, 邓中亮, 邱佳慧, 沈重等. 运营高级精度室内定位标准、系统与技术 (英文版) [M]. 电子工业出版社, 2017.08. 注: 超宽带定位技术联合发起

论文 (SCI 索引 26 篇, EI/ISTP/中文核心 22 篇):

- [1]. Chong Shen, S. Harte, E. Popovici, B. OFlynn, R. Atkinson, and A. Ruzzelli, Automated Protocol Selection for Energy Efficient WSN Applications [J]. IET Electronics Letters, Vol.45, Issue 21, pp.1098-1099, October 2009. (SCI)
- [2]. Wei Wang#, Xianpeng Wang, Hongru Song, Yuehua Ma. Conjugate ESPRIT for DOA Estimation in Monostatic MIMO Radar[J]. Signal Processing, 2013, 93(07): 2070-2075. (SCI)
- [3]. Xianpeng Wang#, Wei Wang*, Xin Li, et. el. A Tensor-Based Subspace Approach for Bistatic MIMO Radar in Spatial Colored Noise[J]. Sensors, 2014, 14(03): 3897-3907. (SCI)
- [4]. Xianpeng Wang#, Wei Wang*, Xin Li, Jing Liu. Real-Valued Covariance Vector Sparsity-Inducing DOA Estimation for Monostatic MIMO Radar[J]. Sensors, 2015, 15(11): 28271-28286. (SCI)
- [5]. Xianpeng Wang#, Wei Wang*, Jing Liu, Xin Li, Junxian Wang. A Sparse Representation Scheme for Angle Estimation in Monostatic MIMO Radar[J]. Signal Processing, 2015, 104(06): 258-263. (SCI, IF: 3.110)
- [6]. Xianpeng Wang#, Wei Wang*, Jing Liu, Qi Liu, Ben Wang. Tensor-Based Real-Valued Subspace Approach for Angle Estimation in Bistatic MIMO Radar with Unknown Mutual Coupling[J]. Signal Processing, 2015, 116(C): 152-158. (SCI)
- [7]. Jie Zhang, Fang Dong and Chong Shen*. Analysis of the NLOS Channel Environment of TDOA Multiple Algorithms[J]. IEEE Sensors, Busan, South Korea, 2015. (SCI)
- [8]. GaoangFeng, Chunhua Long and Chong Shen*. GDOP Index in UWB Indoor Location System Experiment[J]. IEEE Sensors, Busan, South Korea, 2015. (SCI)
- [9]. Zhihao Wang, Chong Shen*, GaoangFeng, and ChunhuaLong, "A TOA cooperate with AOA location algorithm based on IR-UWB" 2015 The 4th International Conference on Network, Communication and Computing, Tokyo, Japan, 2015. (EI)
- [10]. Chunhua Long, Chong Shen*, GaoangFeng, Yuhao Zhu, Zhihao Wang. Research on Network Scalability Based on UWB Indoor Localization System[C]. 2015 3rd International Conference on control, Mechatronics and Automation (ICCM 2015), Barcelona, Spain, December 21-22, 2015. (EI)
- [11]. Xianpeng Wang#, Wei Wang*, Xin Li, Qi Liu, Jing Liu. Sparsity-Aware DOA Estimation Scheme for Noncircular Source in MIMO Radar[J]. Sensors, 2016, 16(4): 539. (SCI)
- [12]. Qi Liu#, Xianpeng Wang. Direction of Arrival Estimation Via

- Reweighted l_1 Norm Penalty Algorithm for Monostatic MIMO Radar[J]. Multidimensional Systems and Signal Processing, 2016, 1-12. (SCI)
- [13]. Jing Liu#, Xianpeng Wang*, Weidong Zhou. Covariance Vector Sparsity-aware DOA Estimation for Monostatic MIMO Radar with Unknown Mutual Coupling[J]. Signal Processing, 2016, 119: 21-27. (SCI)
- [14]. 张桀,沈重*. 联合TDOA改进算法和卡尔曼滤波的UWB室内定位研究[J]. 现代电子技术 2016, 39 (13). (中文核心)
- [15]. Fang Dong, Chong Shen*, Jie Zhang, Sinv Zhou. A ToF and Kalman Filtering Joint Algorithm for IEEE 802.15.4a UWB Locating[C]. IEEE ITNEC, Chongqing, May, 2016(EI)
- [16]. Fang Dong, Chong Shen*, QianGao, Research on Multipoint Positioning Based on TOA cooperate with AOA location algorithm[C]. ITMS 2016, Prague, Czech republic, May, 2016. (EI)
- [17]. 罗勃,沈重*,朱雨豪. 无线时钟同步在UWB技术中的应用与研究[J]. 现代电子技术, 2017, 40 (6). (中文核心)
- [18]. 冯高昂,沈重*,朱雨豪,周思女,陈小斯. 超宽带室内定位的圆概率误差算法分析与应用[J].现代电子技术, 2016. (中文核心)
- [19]. Xiaosi Chen, Chong Shen*, QianGao, Qun Zhou, GaoangFeng. Network Scalability with Weight Analysis Based on UWB Indoor Positioning System[C]. IEEE Conference on Wireless Sensors, Langkawi, Malaysia, 2016. (EI)
- [20]. Qun Zhou, Chong Shen*, Xiaosi Chen, GaoangFeng. UWB Wireless Positioning Technology in the Application[C]. IEEE Conference on Wireless Sensors, Langkawi, Malaysia. (EI)
- [21]. Hailong Jiao, Chong Shen*, GaoangFeng, Peng Ling. Research on Multi-tag Anti-collision Algorithm Based on UWB Real-time Positioning System[C]. IEEE Conference on Wireless Sensors, Langkawi, Malaysia, 2016. (EI)
- [22]. QianGao, Chong Shen*, Fang Dong, Xiaosi Chen, XingangXie, Wensi Wang, and Liqiang Zheng, TIME-DRIVEN Opportunistic Routing Protocol for UWB Indoor Positioning[J]. International Journal of Distributed Sensor Networks, 2016. (SCI)
- [23]. Kun ZHANG, Chong SHEN*, Qian GAO, Hai-feng WANG, Yu-fei WANG. Research on UWB Precise Indoor Positioning in Ship Based on Intuitionistic Fuzzy[C]. 2017 3rd Annual International Conference on Electronics, Electrical Engineering and Information Science (EEEIS2017), Guangzhou, Guangdong, China, September 8-10, 2017. (EI&ISTP)
- [24]. Chun Shi, Shu-Qian He*, Xian-FengZhang, Chong Shen. Adaptive access mechanism with delta estimation algorithm of traffic loads for supporting weighted priority in IEEE 802.11e WLANs[J]. Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing, Vol.8, No.5, pp 1 - 10, 2017. (SCI)
- [25]. Kun ZHANG, Chong SHEN*, Qian GAO, Hai-feng WANG. Research on

- Similarity Metric Distance Algorithm for Indoor and Outdoor Firefighting Personnel Precision Wireless Location System Based on Vague Set on UWB[C]. 2017 17th IEEE International Conference on Communication Technology (ICCT2017), Chengdu, Sichuan, China, October 27-30, 2017. (EI)
- [26]. Qi Wang, Chong Shen*, Kun Zhang, LiqiangZheng. Super-capacitor and Li-polymer Battery Hybrid Energy Storage for Kinetic Energy Harvesting Applications[C]. IEEE Conference on Energy Conversion, Kuala Lumpur, Malaysia, October 30-31, 2017. (EI)
- [27]. Peng ling, Chong Shen*, Kun Zhang, Hailong Jiao, LiqiangZheng, Xi Deng. An improved NLOS error elimination algorithm for indoor Ultra-Wideband localization[C]. IEEE Sensors, Glasgow, Scotland, UK, October 30 - November 01, 2017. (EI)
- [28]. Kun Zhang, Chong Shen*, QianGao, LiqiangZheng, Haifeng Wang, Zhuang Li. Research on Precise Positioning System of Ship Interior based on UWB Ultra Wideband Technology [J]. Journal of Marine Science and Technology, Vol.22, 2018. (SCI). (已录用)
- [29]. Kun Zhang, Chong Shen*, QianGao, LiqiangZheng, Haifeng Wang, Zhuang Li. Research on Ultra Wideband Positioning Technology for Accident Ships under Adverse Sea Condition [J]. Journal of Marine Science and Technology, Vol.22, 2018. (SCI). (已录用)
- [30]. Kun Zhang, Chong Shen*, Qun Zhou, Haifeng Wang, Qian Gao, Yushan Chen. A Combined GPS UWB and MARG Locating Algorithm for Indoor and Outdoor Mixed Scenario [J]. Cluster Computing - The Journal of Networks Software Tools and Applications, Vol.21, No.1, 2018. (SCI)
- [31]. 周群, 沈重*, 张鲲, 陈小斯, 郑理强. 基于融合算法的 GPS/UWB/MARG 协同定位系统研究[J]. 现代电子技术, 2018, 41 (8). (中文核心)
- [32]. 陈小斯, 沈重*, 周群, 张鲲, 郑理强. 基于 TDOA 算法的差分 UWB 室内定位系统研究[J]. 现代电子技术, 2018, 41 (8). (中文核心)
- [33]. 张鲲, 沈重*, 王海丰, 李壮, 高倩, 李涵雯. 海上侦察船的纯方位无源定位技术研究[J]. 舰船科学技术, 2018, 40 (1A): 19-21. (中文核心)
- [34]. Kun Zhang, Chong Shen*, Haifeng Wang, Zhuang Li, Qian Gao, Xiaoyan Chen. Cluster Computing Data Mining Based on Massive Intrusion Interference Constraints in Hybrid Networks [J]. Cluster Computing - The Journal of Networks Software Tools and Applications, 2018. DOI:10.1007/s10586-018-1780-4. (SCI)
- [35]. Kun Zhang, Chong Shen*, Mengxing Huang, Haifeng Wang, Hanwen Li, Qian Gao. Interrupt Protection Control of Anti-Interference Nodes in Network Based on Band Sampling Decision Filter Modulation [J]. Cluster Computing - The Journal of Networks Software Tools and Applications, 2018. DOI:10.1007/s10586-018-2131-1. (SCI)
- [36]. Yushan Chen, Chong Shen *, Kun Zhang, Haifeng Wang, Qian Gao. LEACH Algorithm based on Energy Consumption Equilibrium[C]. IEEE CPS, 2017 International Conference on Intelligent Transportation, Big

- Data&Smart City (ICITBS 2017), pp:677-680. (EI)
- [37]. Kun Zhang, Chong Shen*, Haifeng Wang, Qian Gao, Hanwen Li, Nan Li. An Improved Three-dimensional Location Algorithm and Simulation of AOA and TDOA based on Wave Interference Sensors [J]. Boletin Tecnico/Technical Bulletin, Vol.55, No.19, 2017, pp.211-219. (EI)
- [38]. Qian Gao, Chong Shen, Kun Zhang. Network Scalability for Ultra-Wideband Real-Time Location Systems Based on vMISO [J]. Wireless Communications and Mobile Computing, Volume 2018, Article ID 1563704, 11 pages. <https://doi.org/10.1155/2018/1563704>. (SCI)
- [39]. Shen, C (Shen, Chong); Zhang, K (Zhang, Kun) *; Wang, HF (Wang, Haifeng); Li, HW (Li, Hanwen); Zhu, ZH (Zhu, Zhenhai); Li, N (Li, Nan). SYSTEM DESIGN OF SPECIAL DRUG DELIVERY ROBOT BASED ON SENSOR NODE LOCALIZATION [J]. INDIAN JOURNAL OF PHARMACEUTICAL SCIENCES, Vol. 80, No. S1, 2018, pp:24-25. (SCI)
- [40]. Zhang, K (Zhang, Kun); Shen, C (Shen, Chong) *; Wang, HF (Wang, Haifeng); Gao, Q (Gao, Qian); Wang, CX (Wang, Chengxiao); Feng, XM (Feng, Xiaomin). DESIGN OF SHIP MEDICAL RESCUE COMMUNICATION SYSTEM BASED ON MIMO PRECISE POSITIONING [J]. INDIAN JOURNAL OF PHARMACEUTICAL SCIENCES, Vol.80, No.S1, 2018, pp:42-43. (SCI)
- [41]. Xiaomin Feng, Chong Shen*, Kun Zhang , Hanwen Li, Qian Gao, Chengxiao Wang. Optimization of T-MAC Protocol in WSN Based on Minimum Contention Window[C]. International Conference on Communication, Network and Artificial Intelligence (CNAI2018), Beijing, China, April 22-23, 2018, pp:125-128. (EI)
- [42]. Chengxiao Wang, Chong Shen*, Kun Zhang, Hanwen Li, Qian Gao, Xiaomin Feng. Research on TDOA/AOA Fusion Algorithm Based on UWB Technology[C]. International Conference on Communication, Network and Artificial Intelligence (CNAI2018), Beijing, China, April 22-23, 2018, pp:125-128. (EI)
- [43]. Fang Dong, Chong Shen, Kun Zhang. Real-Valued DOA Estimation for MIMO Array System under Unknown Nonuniform Noise [J]. IEEE Access, Vol.6, No.*, 2018. SCI. (已录用) (SCI)
- [44]. Xiaomin Feng, Chong Shen*, Kun Zhang. An off-grid DOA estimation method via variational sparse Bayesian learning[J]. Recent Advances in Electrical & Electronic Engineering, Vol. 11, No. **, 2019. (EI(JA)) (已录用)
- [45]. ZhuhuaHu, YongBai, Yaochi Zhao, ChongShen and MingshanXie, "Adaptive and Blind Wideband Spectrum Sensing Scheme Using Singular Value Decomposition", Wireless Communications and Mobile Computing, Volume 2017 (2017), Article ID 3279452 (SCI)
- [46]. MingshanXie, YongBai, ZhuhuaHu andChongShen, "Weight-Aware Sensor Deployment in Wireless Sensor Networks for Smart Cities" , Wireless Communications and MobileComputing Volume 2018 (2018), Article ID 5913836 (SCI)

- [47]. Xianpeng Wang#, Mengxing Huang*, Xiaoqin Wu, Guoan Bi. Direction of Arrival Estimation for MIMO Radar Via Unitary Nuclear Norm Minimization[J]. Sensors- Basel, 2017, 17(4): 939. (SCI)
- [48]. Xianpeng Wang#, Luyun Wang, Xiumei Li*, Guoan Bi. Nuclear Norm Minimization Framework for DOA Estimation in MIMO Radar[J]. Signal Processing, 2017, 135(C): 147-152. (SCI)

主要完成单位对项目的创造性贡献：

海南大学：

本项目的第一完成单位，海南大学 UWB 定位团队在团队负责人沈重的带领下，自 2010 年起与爱尔兰前沿科研院所全面合作，开始了 UWB RTLS 系统和技术的基础研究。从室内 UWB RTLS 厘米级高精度定位需求出发，充分挖掘 UWB 技术在测距、定位方面的优势，并通过实际硬件平台测试验证其定位性能。创立了 Hainan EVK 硬件平台，实现 UWB RTLS 协议栈修改、无线时钟同步算法、多标签容量模型、网络可扩展机制，Hainan EVK (Real Time Location Systems, RTLS) 系列超宽带实时定位平台的嵌入式硬件设计、定位算法设计、脉冲信号处理算法、软件功能实现、平台配套设备、功能材料设计等提供了基础硬件条件。近年来在国内承担国家级、省级项目 20 余项，获得一系列的科研成果，联合企业取得可观的社会经济效益。

深圳市润安科技发展有限公司：

公司成立于 1994 年，从事互联网+物联网+大数据人工智能整体方案解决方案技术与产品研究、开发、生产与销售，专注于公共安全与社区矫正，为政法、监狱等领域提供全国领先的智慧监狱管理系统等解决方案，是国家划重点高新技术和规划布局重点软件企业；自成立以来已申请和取得 100 余项国际国内发明专利等知识产权。是本项目的重要市场应用开发合作伙伴，公司应用本项目的超宽带精准定位技术所研发的产品，近三年来创造新增产值 6433.68 万元，实现利税 1364.29 万元。

海南热带海洋学院：

海南热带海洋学院，一直重视海洋信息学科的发展和建设，以张鲲教授为团队带头人的热海院 UWB 定位与跟随技术应用研究团队自 2013 年期开始研究物体的跟随及协同移动场景。在团队前期已参与海南大学沈重团队的标签定位系统

Hainan EVK 系列平台（包括硬件、通信协议）的设计与实现，近年来致力于定位与跟随的协同研究。热海院团队近年来承担国家级、省市级科研项目二十余项，发表相关论文 30 余篇，发明专利、软件著作权等知识产权多项。

上海钛米机器人科技有限公司：

上海钛米机器人科技有限公司是一家主营机器人产品的科技公司，其公司在机器人的开发过程中与海南大学沈重团队形成了良好的长期合作关系。联合开发机器人的定位系统主要采用超宽带实时精准定位系统技术，在此基础上还增加了可以选择性携带红外、超声、激光雷达、语音模块和 Kinect、realsense、摄像头和平板显示等多种传感器和其他附件等功能，可方便地实现自主导航、自主避障、SLAM、人机交互和无线视频图像传输等功能。其综合竞争优势在国际上处于领先水平，中国制造 500 强企业。公司是本项目的重要市场应用推广单位，近年来应用本项目技术开发的机器人产品，实现了巨大的产值利益，并将产品应用于包括武汉协和、上海仁济、郑州大学第一附属医院等医疗机构，2018 年公司 B 轮融资 2 亿。

武汉诺慧达科技发展有限公司：

武汉诺慧达科技发展有限公司是一家主营定位产品的科技公司，其公司在产品的开发过程中与海南大学沈重团队形成了良好的长期合作关系。公司与海南大学、海南热带海洋学院共同合作开发的超宽带室内实时精准定位系统，应用于武汉市公安局执法办案中心嫌疑人手环室内定位、武汉市公安局青山区公安分局执法办案中心、武汉市交管局白沙洲办案中心等单位实际应用，形成了成熟的技术产品，实现了商业化、市场化，连续三年实现了良好的经济效益和社会效益，累计新增销售总额 1003.47 万元，新增利润 94.29 万元。

蜂巢创新工场（海南）科技有限公司：

蜂巢创新工场（海南）科技有限公司，地处海口演丰镇，是本项目的重要合作单位，作为海南大学的产学研应用实践单位，担负着硕士研究生与博士研究生的实践基地任务，公司研发人员作为企业导师协助海南大学培养应用型人才，共同完成科研项目，实现校企共赢，公司注重于定位硬件产品的研发与产业化，近年来已经实现项目的应用成果转化。

海南师范大学：

海南师范大学是本项目的合作院校之一，对项目的技术交流，平台建设提供了一定的技术支持和学科资源共享，是本项目的共同完成单位之一。近年来，围绕本项目的开发与技术升级，石春教授团队发表 SCI/EI 论文多篇，申请本项目突破性技术发明专利一项。

主要完成人对项目的创造性贡献：

沈重：

本项目的第一完成人，海南超宽带定位团队的带头人，海南 EVK 平台技术创始人。自 2010 年回国一直从事该领域及项目的研究，至 2015 年完成超宽带实时精准定位系统并开始行业应用，所研究的“传感器网络能量有效空中重编程协议研究”项目获得国家自然科学基金支持，海南省自然科学基金创新团队项目“基于超宽带的室内精准实时定位系统研究”的项目负责人，至今发表 SCI/EI/核心期刊等论文 100 余篇。

张鲲：

超宽带实时精准定位系统的设计、完成、应用全过程，对技术算法设计及更新、定位信号处理、超宽带 Hainan EVK RTLS 系统功能集成等方面具有突破性的研究成果和贡献。近年来围绕本项目的研究发表 SCI/EI/核心期刊等论文 30 余篇，2018 年，所研究的“MIMO 超宽带精准实时 PDOA 跟随及协同算法研究”项目获得国家自然科学基金支持。

王咸鹏：

参与本项目的技术开发与系统设计，在信号传输与处理等工作上取得了突破性的进展，对超宽带实时精准定位系统的进一步升级，结合大规模多输入输出即 UWB+MIMO 的结构实现上具有突出贡献。近年来围绕本项目的研究发表 SCI/EI 索引论文 40 余篇，获得国家自然科学基金青年基金支持，海南省“百人计划”人才人选。

钟裕山：

参与本项目的技术开发与应用推广，对超宽带实时精准定位系统技术开发提

供了重要支持，申请国内外发明专利近百项，已取得 6 项国内发明专利，其运营的深圳市润安科技发展有限公司是本项目的重要市场应用推广合作伙伴。

郑理强：

IEEE 802.15.4-2011 超宽带起始用于实时精准定位的发起人之一，团队技术核心成员，2011 年归国创办蜂巢创新工场（海南）科技有限公司，联合海南大学在产学研一体化上作出重要贡献，作为企业导师指导和培养硕士研究生完成项目与课题。作为技术合作人，对超宽带实时精准定位系统的设计与实现提供了重要的技术支持，在行业的应用推广上更是做出了重要贡献。

潘晶：

参与 UWB 定位系统初期开发与应用，是本项目的市场应用与技术合作的重要合作人，其运营的上海钛米机器人科技有限公司是一家主营机器人产品的科技公司，其公司在机器人的开发过程中与海南大学沈重团队形成了良好的长期合作关系。对超宽带室内精准定位技术的实践与改进上做了大量的应用性研究工作。

杨鞭：

参与 UWB 定位系统初期开发与应用，是本项目的市场应用与技术合作的重要合作人，其运营的武汉诺慧达科技发展有限公司是一家主营定位技术产品的科技公司，其公司在产品的开发过程中与海南大学沈重团队形成了良好的长期合作关系。对超宽带室内精准定位技术的实践与改进上做了大量的应用性研究工作。

石春：

针对无线接入协议进行性能分析，提出信道状态信息测量方法和基于最优参数的信道接入方案。通过分析同一节点多次传输对于信道状态信息测量的影响，提出支持多种优先等级业务的信道状态测量方法，相关成果申请国家发明专利一项。结合信道状态测量信息，分析提出了支持多种优先等级的无线接入方案，相关成果申请国家发明专利 1 项，发表 SCI 检索论文一项。

高倩：

主要进行超宽带精准定位算法研究，自主研发了基于机会路由的超宽带网络扩展算法，并在实际测试中对大规模网络定位精准度提高 10%左右。在基于超宽带的无人机集群机间定位与导航应用研究者中，对系统结构和框架及相关算法进

行设计与优化。