

2017 年国家科学技术进步奖推荐项目公示

一、项目名称：空间高动态精密定位及其综合测试理论与关键技术及重大应用

二、推荐单位意见

为该项目立足我国系列重大任务需求，坚持关键技术与方法的原始创新与突破，通过多年的努力，解决了我国空间技术领域多项急需突破的重大关键技术难题，保障了我国重大航天任务的圆满完成，取得了显著的社会效益，增强了我国航天与空间安全保障能力，得到国家相关部门的肯定和好评。

该项目研究成果的突出特点是紧密结合我国重大航天任务急需高性能自主星载卫星导航精密定位技术的国情，开展新理论新方法攻关研究及软件研制：1) 解决了我国航天器高动态精密定位及其综合仿真测试等系列关键技术难题，研制了空间交会对接相对定位、定速算法与软件,成功应用于我国系列重大航天器空间（200 公里至 10 米段）交会对接任务，受到中国载人航天工程办公室的表彰；2) 攻克了星载 GNSS 接收机研制中的多个关键技术难题，实现了我国星载 GNSS 技术从 m 到 cm 级定位的飞跃；3) 解决了我国北斗全球系统空间大气效应修正、北斗卫星精密太阳光压摄动力解析修正、北斗/多模卫星导航多类型精密单点定位及高动态高性能仿测等系列相关关键技术难题；4) 研制了卫星导航信息精密处理与卫星导航系统及大气掩星与海洋信号反射星座探测技术一体化数据仿真测试技术与软件平台，成为我国航天领域专用技术。

该成果为推动我国自主 GNSS 技术服务于重大航天工程应用水平迈入国际一流行列的跨越发展，提升我国重大航天和自主卫星导航技术的国际竞争力做出了突出贡献。

经审核同意推荐该项目成果申报 2017 年度国家科学技术进步奖。

推荐该项目为国家科学技术进步奖 一 等奖。

三、项目简介

适应我国重大航天工程等急需，创新研究了航天器高动态卫星精密定位及北斗/GNSS 精密处理与系统测试一体化技术与方法，突破了我国空间高动态精密定位任务实施涉及的系列关键技术瓶颈，为确保我国系列重大航天任务圆满完成，

发挥了关键作用，满足了多项国家重大工程建设需求：

1. 研制了我国重大航天器高动态卫星精密定位、数据质量控制及其综合测试技术、方法与软件，攻克了我国星载单双频 GNSS 接收机的载波相位跟踪环路计算关键技术难题，实现了米级到厘米级定位精度质的飞跃，保障了空间交会对接相对定位载荷和我国海洋二号卫星精密定轨的星载 GNSS 的高精度要求：提出了阻尼选权降相关超高动态在航模糊度解算、滤波与局部最优化技术结合的粗差与周跳粗差两步处理、北斗/GNSS 高动态数学仿真等技术与方法，解决了复杂条件下我国航天器星载北斗/GNSS 技术实施高动态精密定位任务中的模糊度精准确定、数据质量检测与控制、多模信号快速准确仿测等关键技术难题，在交会对接等系列重大航天任务中成功应用。

2. 拓展了北斗/GNSS 卫星轨道的精密确定技术，北斗卫星精密定轨精度提高了 20-50%：针对北斗/GNSS 精密定位对高精度卫星轨道的需求，构建了北斗卫星太阳光压解析模型及 GEO 卫星定轨选权拟合法，发展了融合差分和非差两类处理模式优势提升卫星定轨性能的新方法，显著缓解了制约北斗/GNSS 精密定位性能的卫星轨道动力学模型精化等技术瓶颈。

3. 建立了我国北斗全球系统大气效应精确建模与修正技术，广播改正精度优于国际同类技术 20%：针对高动态定位及全球导航定位性能提升的需求，建立了融合拓展型球谐函数模拟与分区处理策略的全球电离层延迟精确建模方法，研制了仅利用少量境外布站实现北斗全球电离层广播改正的模型及技术实施方案，解决了区域布站为主时北斗全球电离层精密修正关键技术难题。

4. 提出了北斗/GNSS 卫星信息精密处理及系统测试验证一体化技术，首次实现了全系统全频点 70Hz 高动态仿真，成为我国航天卫星导航终端研制与测试专用技术：针对空间高动态定位技术精准测试需求，构建了北斗/GNSS 高动态及大气掩星/海洋反射数据和参数精密处理与仿测一体化技术，解决了高动态精密定位技术的仿测效率与精准性能相制约等瓶颈问题。

研究成果突破了国际技术封锁，成功应用于空间交会对接、海洋二号卫星等多项国家重大航天任务，为保障任务顺利完成发挥了关键作用，为后续相关重大航天任务实施提供了技术与软件，并为我国北斗全球系统建设提供了电离层广播修正模型及实施方案。建立了国际 IGS 电离层和我国首家亚太参考网分心中心，

部分技术与产品精度领先，优于美国 JPL 等机构；建立了我国首批北斗分心中心之一，为我国北斗卫星导航技术产业化、大气海洋综合探测等重大任务实施提供了相关核心技术。

获湖北省科技进步一等奖两项，发表论文 300 余篇，授权发明专利 3 项，软件著作权登记 7 项；培养了近 100 位青年科技人才，多人获中科院青年科学家奖、国家杰出青年科学基金、中国青年科技奖等，多次受载人航天工程办及相关部委表彰。

四、客观评价

本项目成果已系统地应用于重大航天等多项国家任务实施，得到应用单位的肯定和好评，先后 2 次获湖北省科技进步一等奖；部分公开发表的成果及提供的相关技术与产品得到了国际权威专家和学术/技术组织的认可与好评：

（一）本项目成果在我国多个重大任务实施中得到应用单位肯定和好评

成果鉴定意见：由刘经南院士和万卫星院士领衔的专家组肯定了本相目成果在卫星导航、空间技术等领域多项国家重大项目及对欧盟及印度卫星导航系统相关技术技术难题攻关中产生的显著社会效益和国际影响，认为本项目成果总体达到国际先进水平，其中北斗/GNSS 全球电离层延迟精确建模方法和北斗 GEO 卫星太阳光压摄动力先验模型研究水平处于国际领先。

载人航天工程办公室、中科院：多次对项目成员参与我国载人航天工程及北斗系统建设相关任务研制所作出的重要贡献进行表彰和感谢！

航天部门空间交会对接任务相关任务实施单位的评价：系统测试本项目研制的航天器高动态精密相对定位定速及数据质量检测算法与分析软件系统，并将其成功应用到我国系列重大航天任务的交会对接工程中，解决了多项技术难题，为确保任务的圆满完成发挥了关键作用，也为我国后续相关重大任务提供了方法与技术软件支撑；攻克了我国星载单双频 GNSS 接收机载波相位跟踪环路计算关键技术难题，实现了 m 到 cm 级定位精度质的飞跃，保障了空间交会对接相对定位和海洋二号卫星精密定轨星载 GNSS 高精度要求。

航天部门重大航天相关任务实施单位的评价：经系统测试和应用本项目研制的多模卫星导航系统仿真关键技术及软件平台系统，认为本项目成功解决

了多项影响仿真测试性能与功能关键技术难题，部分关键性能指标优于国际同类技术产品，研究成果为实现卫星导航应用设备与系统质量检测的相关测试以及用户导航定位性能验证，提供了技术保障，为该平台的高效、稳定运行发挥了关键作用，提高了国产技术产品的国际竞争力。

航天九院卫星导航系统工程应用中心组织的测试结果显示：对本项目研制的北斗/多 GNSS 卫星信息精密处理软件系统提供的产品进行测试评估后，认为本项目提供的卫星轨道、测站坐标、电离层延迟、差分码偏差等核心产品的精度与稳定性处在第一层次，其中，北斗 GEO 卫星快速和最终轨道产品、北斗 IGSO 和 MEO 卫星最终轨道产品精度优势显著。

北斗导航重大专项相关任务承担单位的评价：经系统测试和应用本项目研制的我国卫星导航系统全球广播电离层延迟改正模型及实施方法，认为总体精度与稳定性优于国际同类技术。

中国气象局承担科技部行业专项任务相关单位的评价：经过测试应用本项目研制的电离层监测技术及示范应用系统，认为本项目成果能服务于卫星导航/航空间天气探测活动，为推动以北斗为主的全球卫星导航系统在我国空间天气监测中的应用发挥了重要作用。

航天部门国家相关重大任务实施单位的评价：经测试和应用本项目研制的多模卫星导航系统掩星与海洋反射事件预报与观测仿真关键技术及软件系统，认为解决了多项关键技术难题，实现了 GPS/ BDS 大气掩星及海洋信号反射一体化仿真及验证，为我国首次卫星组网大气探测技术实施，发挥了关键作用，也为后续相关重大任务关键技术研制奠定了基础。

(二) 国际权威学术技术组织与同行代表性评价

国际亚太参考网 (APREF) 组织：国际亚太参考网服务组织在专门对利用本项目技术和软件平台计算的跟踪站坐标产品与国际最权威的 GNSS 精密应用服务组织学术组织 IGS 的相关成果进行了长期测试评估后，2015 年 1 月正式批准利用本项目技术与软件建立了中国首家亚太 GNSS 参考网数据分析中心，例行向该组织综合服务中心例行提供国际亚太地区 GNSS 跟踪站坐标等高精度产品；该组织长期测试结果表明本项目提供的产品精度与稳定性位居该组织所有分析中心第一(<ftp://ftp.ga.gov.au/geodesy-outgoing/gnss/solutions/apref/>)。

国际最权威的 GNSS 精密应用服务组织 IGS：（1）2015 年 11 月，经国际 IGS MGEX 组织长期测试后，该组织主席德国著名 GNSS 精密应用服务研究专家 Monibrunk 教授代表该组织向全球 GNSS 用户公布了本相目提供的全部北斗/GNSS 码偏差产品，使我国成为继德国后第 2 个独立公开提供该项精密服务的国家 <ftp://igs.ign.fr/pub/igs/products/mgex/dcb/>；（2）经国际 IGS 电离层工作组利用 1 个多太阳周（2002 年到 2015 年）的资料测试结果表明，本相目提供的全球电离层产品精度位居领先（与另一国际单位并列第一，优于美国 JPL、德国欧空局等提供的产品精度，共 7 家单位参评），2016 年 2 月，该组织主席 Krankowski 教授正式宣布以本相目技术为核心建立中科院国际 IGS 电离层分析中心。

美国 GPS、欧盟 GALILEO 及印度 IRNSS 卫星导航系统研究专家：国际 GNSS 研究专家认为本项目相关成果 DADS 是解决困难条件下高精度 GPS 电离层建模的两种代表性方法之一；国际 GNSS 研究专家拓展本项目相关成果 KLOUCHAR 模型精化方法解决了欧盟 EGONS 及印度卫星导航相关技术瓶颈；国际 GNSS 研究专家认为本项目相关成果 APR-I 是解决 GNSS 高精度电离层延迟修正技术难题的基础性方法之一，并将其拓展应用于解决了 GALILEO 相关技术难题。

国内外同行对本项目成果的关注与认可：本项目核心成果大多发表在 Journal of Geodesy, IEEE TGRS, GPS Solution, Journal of Navigation, Science Report 等领域国际顶级或相关学术刊物，以及中国科学、科学通报、地球物理学报、测绘学报与武大报信息版等国内重要学术期刊，其中 SCI/EI 刊物收录 72/110 篇次，表明研究成果总体学术与技术水平得到了同行的广泛认可。

五、推广应用情况

1. 推广应用情况

本项目成果已成功应用于我国重大航天型号任务、卫星导航系统建设、大气海洋星座探测、空间天气业务化及北斗民用市场开发与产业化等多项重大任务实施：

A. 重大航天任务：研制的一整套高动态精密定位技术与软件成功应用于我国重大航天序列空间交会对接任务实施，精度提高了一个量级，为保障任务的顺利完成，发挥了关键作用。

B. 北斗重大专项任务：为我国北斗全球系统提供了电离层延迟广播改正

模型及技术实施方案；建立的我国首批北斗分析中心（之一），利用自主研发的 BDS /多 GNSS 综合数据处理与分析软件平台，为国际 GNSS 监测评估提供了高精度卫星轨道、测站坐标、大气延迟及频间偏差等八大核心产品。

C. 北斗系统民用市场开发与产业化专项：为我国首个卫星导航应用设备及系统质量检测平台建设提供了全部的数学仿真模型与技术及软件，成为我国航天自主卫星导航终端研发与测试专用技术。

D. 大气海洋星座探测重大任务：为我国首次卫星组网大气海洋探测技术研发提供了北斗二代掩星载荷及大气海洋反射星座探测技术测试的全部数学仿真模型与技术及软件。

E. 科技部气象行业专项任务：为国家气象局推动的北斗/GNSS 电离层天气业务化示应用提供了核心技术和软件系统。

F. 国际卫星导航系统与技术平台建设：建立了首批国际 GNSS 监测评估分析中心（之一）、我国首个亚太参考网 GNSS 分析中心以及国际领先的 IGS 电离层分析中心；相关成果被国际同行拓展和应用，解决了欧盟 GALILEO 及印度卫星导航系统电离层改正技术难题。

主要应用单位情况表

应用单位名称	应用技术	应用的起止时间	应用单位联系人/电话	应用情况
航天五院 503 所	整体技术	2005.7-现在	孟比斌13466592165	解决了航天交会对接、北斗产业化相关关键技术难题
航天九院卫星导航系统工程应用中心	整体技术	2011.8-现在	陈海龙 13466531592	建立国际 GNSS 监测评估系统分析中心、北斗数据分析中心
西安测绘研究所	整体技术	2011.8-现在	宋小勇 13992889371	解决了北斗系统系列相关技术难题
国家卫星气象中心空间天气预警中心	整体技术	2009.12-现在	杨光林15910450310	解决了北斗/多GNSS应用技术难题
中电集团 54 所	整体技术	2011.12-现在	邓志鑫15227863797	解决了北斗/多GNSS应用相关技术难题

六、主要知识产权证明目录

知识产权类别	知识产权具体名称	国家(地区)	授权号	授权日期	证书编号	权利人	发明人	发明专利有效状态
发明专利	确定全球卫星导航系统导航卫星频间偏差的方法	中国	ZL201010222188.6	2012-11-14	1076433	中科院测量与地球物理研究所	袁运斌, 李子申, 张宝成, 霍星亮, 欧吉坤	有效专利
发明专利	用于地球静止轨道卫星精密定轨的选权拟合法	中国	ZL201010221677.X	2013-05-22	1200177	中科院测量与地球物理研究所	欧吉坤, 刘吉华, 王海涛, 钟世明	有效专利
发明专利	全球卫星导航系统广播电离层时延修正方法	中国	ZL201010222381.X	2013-1-23	1127370	中科院测量与地球物理研究所	袁运斌, 霍星亮, 李子申, 李慧, 欧吉坤	有效专利
软件著作权	IGG-GEO 卫星精密定轨软件	中国	2010SR033110	2010年5月25日	0221383	中科院测量与地球物理研究所	null	其他有效的知识产权
软件著作权	多参考站 RTK 系统	中国	2014SR037567	2014年4月2日	0607811	中科院测量与地球物理研究所	null	其他有效的知识产权

软件著作权	GNSS 数据分析&定位系统	中国	2014SR086442	2014年6月26日	0755686	中科院测量与地球物理研究所	null	其他有效的知识产权
软件著作权	多尺度 GNSS 电离层多级修正数据处理系统 V1.0	中国	2010SR037423	2010年7月28日	0225696	中科院测量与地球物理研究所	null	其他有效的知识产权
软件著作权	GNSS 接收机检测评估系统	中国	2014SR043045	2014年4月15日	0712289	中科院测量与地球物理研究所	null	其他有效的知识产权
软件著作权	多导航系统 GNSS 观测数据预处理软件	中国	2016SR224118	2016年08月18日	01206702	中科院测量与地球物理研究所	null	其他有效的知识产权
软件著作权	GNSS 完好性监测评估软件	中国	201RSR320693	2016年11月07日	01305633	中科院测量与地球物理研究所	null	其他有效的知识产权

七、主要完成人情况

姓名	排名	行政职务	技术职称	工作单位	完成单位	对本项目技术创造性贡献
袁运斌	1	国家重点实验室副主任	研究员	中国科学院测量与地球物理研究所	中国科学院测量与地球物理研究所	项目总负责人,对创新成果 1-4 均做出重要贡献, 负责整个项目协调、顶层设计及技术攻关, 解决和参与解决所有主要关键理论、技术与方法瓶颈, 领衔和参与软件系统设计、编制、测试, 负责和参与成果推广应用对整个项目的完成发挥了关键作用。本项目占其每年工作量 80%。
刘根友	2		研究员	中国科学院测量与地球物理研究所	中国科学院测量与地球物理研究所	对创新点 1 贡献很大: 研制了高动态相对定位算法与软件, 并实现其工程化应用, 直接用于空间交会对接任务。
许厚泽	3		研究员	中国科学院测量与地球物理研究所	中国科学院测量与地球物理研究所	整个项目的技术顾问, 为本项目的顺利实施和圆满完成, 提出多项具有指导意义的创新性建议, 参与了北斗卫星数据分析、航天高动态定位及系统仿测等多方面关键技术的顶层设计工作, 参与培养了一批优秀人才, 本项目占每年工作量 25%。
欧吉坤	4		研究员	中国科学院测量与地球物理研究所	中国科学院测量与地球物理研究所	整个项目的技术顾问, 为本项目的顺利实施和圆满完成, 参与组织了关键技术的顶层设计与攻关工作, 提出了许多创新性建议, 参与培养了一批优秀人才, 本项目占每年工作量 70%。
阳仁贵	5		副研究员	中国科学院测量与地球物理研究所	中国科学院测量与地球物理研究所	对本项目创新成果 1、3、4 均做出重要贡献, 参与解决了多项关键技术, 完成大量软件编制工作, 完成了本项目部分技术与系统的测试与完善及应用推广。本项目占其每年工作量 80%。
李子申	6		副研究员	中国科学院光电研究院	中国科学院测量与地球物理研究所	对创新成果 2、3、4 均有较大贡献: 参与解决了多个关键技术, 编制了大量核心软件包, 参与了部分技术测试与成果应用工作, 本项目占每年工作量 80%。
丁文武	7		助理研究员	中国科学院测量与地球物理研究所	中国科学院测量与地球物理研究所	对本项目创新成果 1、2、4 均做出重要贡献, 参与解决了多项关键技术, 完成了大量代码编写与测试工作。本项目占其每年工作量 80%。
张宝成	8		研究员	中国科学院测量与地球物理研究所	中国科学院测量与地球物理研究所	对本项目创新成果 1、3、4 均做出重要贡献, 参与解决了多项关键技术, 完成了本项目部分技术与系统的测试与完善及应用推广。本项目占其每年工作量 80%。
闫伟	9		高级工程师	天津市测绘	中国科学院测量与地	对本项目创新成果 1、2、4 均做出重要贡献, 参与解决了多项关键技术, 完成了大量代码编写与测

				院	球物理研究所	试工作。本项目占其每年工作量 80%。
李得海	10		副研究员	中国科学院 测绘科学 研究院	中国科学院测量与地 球物理研究所	提出了部分新算法和改进了部分模型,编制了大量核心软件包,参与部分测试与成果推广应用工作,本项目占其每年工作量 80%。
李 薇	11		副研究员	中国科学院 测量与地球 物理研究所	中国科学院测量与地 球物理研究所	对本项目创新成果 3 和 4 均有贡献:参与了部分理论与关键技术攻关,研究了部分新模型和新方法,完成部分测试与成果推广应用工作, 本项目占其每年工作量 70%。
宋 敏	12		助理研究员	中国科学院 测量与地球 物理研究所	中国科学院测量与地 球物理研究所	对本项目创新成果 2、4 均有贡献: 参与了整体技术及实施方案的设计、部分关键技术攻关与软件编制,为本项目技术方法与系统的测试与完善及应用推广做出了贡献,本项目占其每年工作量 70%。
柴艳菊	13		副研究员	中国科学院 测量与地球 物理研究所	中国科学院测量与地 球物理研究所	对本项目创新成果 4 有贡献:为本项目数据质量控制技术方法与系统的测试与完善及应用推广做出了贡献, 本项目占其每年工作量 50%。
王海涛	14		副研究员	中国科学院 测量与地球 物理研究所	中国科学院测量与地 球物理研究所	对本项目创新成果 1 和 4 有贡献: 研究了部分新算法,参与部分测试与成果应用工作。本项目占其每年工作量作 50%。
潭冰峰	15		助理研究员	中国科学院 测量与地球 物理研究所	中国科学院测量与地 球物理研究所	对本项目创新成果 2 和 4 均有贡献: 参与研究了光压模型及精密定轨理论与方法,参与部分测试与成果应用工作。本项目占其每年工作量作 80%。

八、主要完成单位及创新推广贡献

中国科学院测量与地球物理研究所是中国科学院唯一从事大地测量学研究的公益性研究所。研究所有一支专门从事全球卫星导航定位系统在国防和国民经济应用研究的科研团队,主要开展现代大地测量与全球卫星导航理论、技术与方法的前沿领域研究与应用。研究所本项目组科研人员经过多年的团结协作、刻苦钻研和顽强拼搏,独立完成了本项目所有研究任务和关键技术攻关与突破工作。研究所历来特别重视解决国家经济发展和卫星导航等国防建设领域的相关关键技术问题。围绕本项目涉及的各方面技术与难题,精心组织开展了系统的技术和方法创新研究,利用科学院相关条件为本项目完成创造了适宜的环境;支持和鼓励科研骨干参与国家重大工程技术创新活动,在资源、人力和财力等方面重点支持,注重高新技术集成创新,负责推广应用工作;拥有大地测量与地球动力学国家重点实验室、国家 GPS 工程中心(与武汉大学等合办)、丰富的数据资料和资源、高性能服务器/SUN-20 计算工作站及其它计算设备,为项目成果的研究和验证及项目实施中的大型科学计算的完成,提供了条件保障;利用自身在国际上的影响,为本项目研究协作及成果推广创造了有利的条件。

九、完成人合作关系说明

所有完成人在本项目成果研究过程中都在中科院测地所工作，都曾是袁运斌研究院团队成员。各完成人的研究任务分工和成果的取得，都是在袁运斌研究员的统一协调下取得的，各自的研究成果及产权，袁运斌研究员均完全清晰。整个团队的合作方式包括论文专著，合著，共同知识产权等方面，成果和创新点均已在申请材料中得以展现。完整证明材料包括论文专利等请见附件。以下我们将详细阐述各完成人对本成果的贡献。

袁运斌（1/15），对创新成果 1-4 均做出重要贡献，负责整个项目协调、顶层设计及技术攻关，解决和参与解决所有主要关键理论、技术与方法瓶颈，领衔和参与软件系统设计、编制、测试，负责和参与成果推广应用对整个项目的完成发挥了关键作用。袁运斌研究员与项目其他完成人合作密切，团队成员申请完成的主要知识产权所属清晰。袁运斌研究员对“项目完成的成果合作时间、方式、产出及证明材料”等真实性完全知晓，并保证其他成员也认同本项申请所述的内容。本项目占其每年工作量 80%。参加本项目的时间为：2003-01-01 至 2013-12-31。

刘根友（2/15），对创新点 1 贡献很大：研制了高动态相对定位算法与软件，并实现其工程化应用，直接用于空间交会对接任务。合作时间：2003-01-01 至 2013-12-31。

许厚泽（3/15），整个项目的技术顾问，为本项目的顺利实施和圆满完成，提出多项具有指导意义的创新性建议，参与了北斗卫星数据分析、航天高动态定位及系统仿测等多方面关键技术的顶层设计工作，参与培养了一批优秀人才，本项目占每年工作量 30%。合作时间：2003-01-01 至 2013-12-31。

欧吉坤（4/15），整个项目的技术顾问，为本项目的顺利实施和圆满完成，参与组织了关键技术的顶层设计工作与攻关工作，提出了许多创新性建议，参与培养了一批优秀人才，本项目占每年工作量 70%。合作时间：2003-01-01 至 2013-12-31。

阳仁贵（5/15），整个项目的技术顾问，对本项目创新成果 1、3、4 均做出重要贡献，参与解决了多项关键技术，完成大量软件编制工作，完成了本项目部分技术与系统的测试与完善及应用推广。

李子申（6/15），对创新成果 2、3、4 均有较大贡献：参与解决了多个关键技术，编制了大量核心软件包，参与了部分技术测试与成果应用工作，本项目占每年工作量 80%。

丁文武（7/15），对本项目创新成果 1、2、4 均做出重要贡献，参与解决了多项关键技术，完成了大量代码编写与测试工作。本项

目占其每年工作量 80%。合作时间：2009-01-01 至 2013-12-31。

张宝成 (8/15)，对本项目创新成果 1、3、4 均做出重要贡献，参与解决了多项关键技术，完成了本项目部分技术方法与系统的测试与完善及应用推广。本项目占其每年工作量 80%。合作时间：2010-01-01 至 2013-12-31。

闫伟 (9/15)，对本项目创新成果 1、2、4 均做出重要贡献，参与解决了多项关键技术，完成了大量代码编写与测试工作。本项目占其每年工作量 80%。合作时间：2007-01-01 至 2011-12-31。

李得海 (10/15)，提出了部分新算法和改进了部分模型，编制了大量核心软件包，参与部分测试与成果推广应用工作，本项目占其每年工作量 80%。合作时间：2006-01-01 至 2011-12-31。

李 薇 (11/15)，对本项目创新成果 3、4 均有贡献：参与了部分关键理论与技术攻关，研究了部分新模型和新方法，完成部分测试与成果推广应用工作，本项目占其每年工作量 70%。合作时间：2009-01-01 至 2013-12-31。

宋敏 (12/15)，对本项目创新成果 2、4 均有贡献：参与了整体技术及实施方案的设计、部分关键技术攻关与软件编制，为本项目技术方法与系统的测试与完善及应用推广做出了贡献，本项目占其每年工作量 70%。合作时间：2006-01-01 至 2013-12-31。

柴艳菊 (13/15)，对本项目创新成果 4 有贡献：为本项目数据质量控制技术方法与系统的测试与完善及应用推广做出了贡献，本项目占其每年工作量 50%。合作时间：2003-01-01 至 2013-12-31。

王海涛 (14/15)，对本项目创新成果 1 和 4 均有贡献：研究了部分新算法，参与部分测试与成果应用工作。本项目占其每年工作量作 50%。合作时间：2004-01-01 至 2013-12-31。

谭冰峰 (15/15)，对本项目创新成果 2 和 4 均有贡献：研究了部分新算法，参与部分测试与成果应用工作。本项目占其每年工作量作 50%。