

附件 7

自然资源青年科技奖公示材料-涂锐

一、被推荐人基本信息

涂锐，男，40岁，中共党员，长安大学本科和硕士学历，德国波茨坦大学博士学位，教授，博士生导师，现任山东科技大学测绘与空间信息学院院长，兼任山东省矿井上下导航与监测重点实验室主任。

二、代表性成果基本情况

国家万人计划青年拔尖人才，2020；

中国科学院百人计划，2018；

陕西省百人计划，2017；

山东省泰山学者特聘专家，2024；

陕西省第十三届青年科技奖，2020；

中国科学院高层次人才计划终期评估优秀奖，2022；

中国测绘学会青年测绘地理信息创新人才奖，2021。

三、推荐意见

北斗全球卫星导航系统是重要的新型时空信息基础设施，北斗规模化应用和国际化应用是国家战略。基于北斗系统的厘米级/毫米级定位技术在高精度定位监测领域具有多元化的应用场景和广泛的市场需求，但仍存在定位精准性和一致性不足、

定位无缝性和适用性差、监测频率低和服务效率低等问题。

针对这些背景和问题，涂锐主持完成的“北斗实时精密定位监测技术及国际应用”项目，系统性突破了北斗/GNSS 实时动态定位增强模型、北斗+5G+低轨无缝快速定位方法、GNSS+强震仪宽频带监测技术和泛在变形监测服务等技术体系，提高了北斗定位监测的性能、稳定性和效率，研制了即接即用的北斗泛在变形监测服务平台，项目成果不仅支撑了北斗低轨重大工程建设，且在国内多场景推广应用和国际典型示范应用，取得了显著的经济价值和社会效益。

项目执行中，共发表 SCI 论文 54 篇，授权国家发明专利 18 项，实用新型专利 2 项，出版英文专著 1 本，获得相关科技奖励 5 项。项目负责人入选国家四青人才和省部级人才计划，其团队成员 5 人晋升为副教授，7 人次入选中国科学院青年人才计划，9 人次获批国家自然科学基金资助；培养毕业博士/硕士研究生 14 人，11 人次获得国家奖学金、朱李月华奖和中国科学院院长奖。

山东省测绘学会同意推荐该项目参与2024年度自然资源部科学技术青年奖评审。

四、成果简介

北斗全球卫星导航系统是重要的新型时空信息基础设施，北斗规模化应用和国际化应用是国家战略。北斗系统厘米级/毫米级定位能力为变形灾害监测提供了有力手段，在减灾防灾中

发挥重要作用，同时卫星导航发展进入多模多频多源融合时代，更丰富的信号和信息将助力灾害监测性能进一步提升。然而，多模多频多源融合定位监测中，仍存在精准性和一致性不足、无缝性和适用性差、以及监测频率低和服务效率低等技术问题，北斗实时精密定位监测技术的泛在应用受到极大限制。

该项目以国家自然科学基金、中国科学院重点研究计划、高层次人才计划、国际合作伙伴计划等课题为依托，历经十年的攻关和实践，建立了集新型实时动态定位增强模型、北斗+5G+低轨无缝融合定位方法、北斗和强震仪融合宽频带监测技术、北斗泛在变形监测服务平台的创新体系，取得了北斗实时精密定位监测技术的突破，主要创新点如下：

（1）针对实时动态定位存在的精度差以及数据偏差等问题，从提高工程适应性角度出发，构建了非差非组合、系统间差分、历元间差分和多种信息增强的精密单点定位（PPP）模型，提出了顾及系统交互和频率交互的多系统多频率组合实时动态定位（RTK）模型，提出了差分RTK定位中系统间偏差和频率间偏差的改正模型，显著提升了多频多模定位结果的精准性和一致性。

（2）率先开展发挥5G、低轨优势的北斗增强定位方法研究。提出了北斗和5G 观测量紧组合的PPP 定位方法和北斗RTK 与双差5G组合定位模型，提升了卫星遮挡环境下的定位精度和收敛速度，且增强了城市环境适用性；提出了低轨卫星增强北斗快速定位方法，构建了低轨增强PPP模糊度固定模型和低轨增强

RTK模型，实现了1分钟1分米的PPP快速精准定位。

(3) 提出了北斗和强震仪观测融合灾害监测思想，建立了完整的松组合、紧组合和自适应组合观测模型，不仅解决了北斗监测频率低的问题，且有效降低了GNSS高频噪音。针对当前GNSS技术在变形监测应用中存在实时精度差、施工难度大、效率低、专业性强等缺陷，创造性地提出了基于“端+网+云”理念的泛在变形监测思想，研制了北斗泛在变形监测服务平台，通过终端数据采集、互联网信息传输、云平台数据处理和管理，可以实现泛在用户即接即用的高体验变形监测服务。

项目获国家发明专利 18 项、适用新型专利 2 项，发表学术论文 75 篇，其中 SCI 检索论文 54 篇，出版英文专著 1 本，软著 33 项，培养研究生 14 人。项目成果为重点行业领域的业务工作提供了强有力的技术支撑，主要应用包括①应用于北斗地基增强系统、北斗低轨增强系统、“一带一路”高精度位置与时间公共服务平台等重大工程研制建设；②应用于滑坡、大坝、水库、楼宇等灾害监测，助力区域安全稳定和经济发展，产生显著经济效益；③建成了世界上海拔最高堰塞湖萨雷兹湖 USOI 大坝首个毫米级变形监测系统，为塔吉克斯坦相关部门持续提供毫米级精度的位移变形数据，成为北斗国际合作应用的典型案例，在首届“一带一路”科技交流大会展览上被丁薛祥副总理视察，得到国际社会高度关注和 CCTV 等多方媒体的宣传报道。

五、客观评价

(1) 项目结题与验收意见

①2019年3月27日,国家自然科学基金委员会对承研的国家自然科学基金青年基金“融合多模GNSS和强震仪观测的地震实时监测技术方法研究”完成结题验收。

②2021年3月29日,国家自然科学基金委员会对承研的国家自然科学基金面上项目“基于北斗地基增强系统的非差非组合实时导航定位关键技术及服务体系研究”完成结题验收。

③2022年4月21日,中国科学院组织专家对高层次人才引进计划进行终期考核评估,认为出色完成了人才引进目标,提出的精化的卫星实时定位技术,有效提升了实时定位性能和工程适用性。

④2022年12月8日,中国科学院组织专家对承研的前沿科技重点研究计划“基于原始观测值的北斗广域与局域精密导航定位技术及应用研究”完成结题验收,认为研究的北斗广域与局域实时精密定位技术及应用平台属于国际一流水平,取得了显著的社会效益和经济价值,具有较大国际影响力。

⑤2025年1月3日,中国科学院组织专家对承研的国际合作伙伴计划“基于北斗技术的萨雷兹湖大坝变形监测”完成了结题验收,认为产生了显著国际影响力和社会效益。

(2) 科技成果国际评价

①2022年,塔吉克斯坦科学院评价项目组基于北斗三号全球卫星导航系统在萨雷兹湖大坝安全监测方面做了成功示范应

用。

②2024 年，China Daily 刊文指出项目组对萨雷兹湖建立了适用于特定条件的北斗变形监测系统，实现了对乌索伊大坝的高精度变形监测和国际减灾合作。

（3）国内外科技查新报告

国家权威查新机构——中国科学院上海科技查新咨询中心查新报告“该项目提出系统间差分、历元间差分定位方法和系统交互、频率交互 RTK 定位方法以及差分 RTK 定位中系统间偏差、频率间偏差改正模型。提出北斗和 5G 观测值紧组合的 PPP 定位方法和 RTK 与双差 5G 组合定位模型，北斗和低轨融合 PPP、RTK 快速定位方法。提出 GNSS 和强震仪观测融合的思想，建立完整的松组合、紧组合和自适应组合观测模型。经检索，未见有与该项目设计及采用的关键技术相对应的文献。因此，该项目具有新颖性”。

（4）国内外同行评价

项目成果得到国内外多位顶尖学者的高度评价，其中：

①实时动态定位增强模型成果得到了国内外同行专家的高度肯定，发表的论文被中国科学院院士杨元喜，加拿大工程院院士 Gao Yang，德国波茨坦地学研究中心葛茂荣，国家杰青袁运斌、张小红、李星星，长江学者楼益栋、李敏等团队广泛引用，认为对差分增强定位普适性应用具有重要贡献。

②低轨、5G 组合方面成果得到了国内外学者高度肯定，论

文被中国科学院杨元喜院士、国家级领军人才施闯、高扬、李博峰、徐天河教授等团队广泛引用，认为新手段组合不仅提高了性能，且打通了无缝性壁垒。

③GNSS 和强震仪融合研究成果得到国际同行专家的充分肯定，如国际地球物理专家，JGR 主编 Seth Stein 教授认为：“the topic - GPS/seismic integration - is interesting and important”。

（5）领导视察

①2023 年 10 月，项目成果入选第三届“一带一路”国际合作高峰论坛《数字“慧”就发展之路》十大案例集，中央政治局常委、中央办公厅主任蔡奇出席发布会开幕式并致辞。

②2023 年 11 月，在首届“一带一路”科技交流大会展览上，项目成果作为国际合作典型案例被丁薛祥副总理视察。

（6）论著及引用情况

该项目相关的工作发表 SCI 论文 54 篇，涵盖国际顶尖期刊，包括 Satellite Navigation, Journal of Navigation, Advances in Space Research, Measurement, Measurement Science Technology 等。

①项目负责人入选 2024 年度全球前 2% 顶尖科学家榜单；

②项目负责人出版了领域内第一部系统阐述 GNSS 和强震仪融合变形监测的英文学术专著（Real Time Monitoring of Ground-Motion with Observations of High-Rate GPS and

Strong-Motion)。

(7) 奖项与个人荣誉

项目负责人入选国家万人计划青年拔尖人才、中国科学院百人计划、陕西省百人计划、山东省泰山学者特聘专家，获得陕西省青年科技奖、中国科学院引进人才优秀奖、中国测绘学会青年地理信息创新人才奖等荣誉，兼任山东省矿井上下导航与监测重点实验室主任和自然资源部海洋测绘重点实验室常务副主任。

项目组成员 1 人入选山东省泰山青年专家，3 人获得中国科学院青促会支持，4 人入选中国科学院西部青年学者，9 人次获批国家自然科学基金支持。

(8) 媒体报道

项目成果得到 CCTV、China Daily、科学日报、中国科技报、中国经济日报、陕西日报、西安日报、环球网、中国网、科学网等三十余家媒体报道，其中：

①CCTV-2，“一带一路跨天海”栏目中，专题报道了项目成果落地塔吉克斯坦萨雷兹湖大坝安全监测的应用情况；

②CCTV-4，“一带一路与新疆”栏目中，详细报道了项目成果在塔吉克斯坦、吉尔吉斯斯坦等地的典型应用。

六、主要知识产权目录

知识产权 (标准) 类别	知识产权(标准) 具体名称	国家 (地 区)	授权号 (标准 编号)	授权(标 准发布) 日期	证书编号 (标准批 准发布 部门)	发明人(标准起 草人)	发明专利 (标准) 有效状态
--------------------	------------------	----------------	-------------------	--------------------	----------------------------	----------------	----------------------

发明专利	一种基于 GPS 与强震仪观测自适应组合的形变监测方法	中国	ZL201610726219.9	2018.10.23	3118001	涂锐; 卢晓春; 戚芳; 张鹏飞; 张兴刚	有效
发明专利	一种形变数据监测方法及系统	中国	ZL201811049111.6	2020.08.07	3925675	涂锐; 卢晓春; 张睿; 张鹏飞; 张兴刚; 刘金海; 黄小东	有效
发明专利	一种适用于不同长度基线的实时动态定位方法	中国	ZL201811049154.4	2020.08.07	3927076	涂锐; 卢晓春; 刘金海; 张鹏飞; 张睿; 张兴刚; 黄小东	有效
发明专利	一种基于星座间作差的组合精密单点定位方法及系统	中国	ZL201910379530.4	2020.11.20	4102698	涂锐; 卢晓春; 张睿; 韩军强; 范丽红	有效
发明专利	顾及电离层约束的 RTK 定位方法	中国	ZL201710721898.5	2022.12.02	5618079	涂锐; 卢晓春; 张睿; 张鹏飞; 张兴刚; 刘金海; 黄小东; 洪菊; 王星星	有效
发明专利	一种顾及钟差的 5G 终端室内定位方法	中国	ZL202110302777.3	2022.10.14	5515569	涂锐; 韩军强; 卢晓春; 张睿; 肖夏; 范丽红; 张鹏飞; 洪菊; 李芳馨	有效
发明专利	一种基于改正系统间偏差的多系统组合 RTK 模型的定位方法	中国	ZL202010296342.8	2022.03.15	5001582	涂锐; 卢晓春; 刘金海; 张睿; 韩军强; 范丽红; 张鹏飞	有效
发明专利	一种 GNSS 与 V-SLAM 融合定位方法及系统	中国	ZL202110721822.9	2023.09.01	6290043	涂锐; 冯祎; 卢晓春; 韩俊强; 张鹏飞; 王思遥; 张睿	有效
发明专利	一种基于 GNSS 和 5G 组合的精密单点定位方法及系统	中国	ZL202210837133.9	2024.05.07	6977085	李芳馨; 涂锐; 卢晓春; 韩军强; 张世旋; 刘明玥; 洪菊	有效
发明专利	一种变形监测方法及系统	中国	ZL202111171014.6	2022.08.12	5379518	韩军强; 涂锐; 卢晓春; 何杨; 张睿; 范丽红; 张鹏飞; 洪菊	有效