

（一）总体定位、研究方向

1. 实验室的定位和研究方向

中国地震局地震预测重点实验室依托中国地震局地震预测研究所，于 2011 年 12 月由中国地震局批准成立，实行“开放、流动、联合、竞争”运行机制，发挥地震预测科学研究在防震减灾中的基础和关键作用。

实验室定位

实验室总体定位面向最大限度解决地震预测基础科学问题，开展地震预测科学研究，发挥对外开放和集成创新的平台作用，推进地震物理预测和数值预测。实验室围绕地震预测理论方法研究和地震监测预报业务科技支撑的目标，通过立体观测和实验获取孕震过程的多学科参数、研究地震前兆机理，发展我国大陆强震预测理论、模型和方法，开展地震数值预测的模拟实验，推动由经验预测向数值预测发展，不断提升地震预测技术成熟度水平，达到减轻地震灾害风险的目的。

实验室研究方向

2018 年，地震预测重点实验室在原“地震数值预测研究单元”和“地震前兆研究单元”基础上，设立“实验室基础平台与技术推进研究单元”。研究单元下设立若干小组，鼓励组建跨单元、跨部门、跨国界的创新团队。研究方向包括：

——地震数值预测研究单元加强地震构造、地震学、地震变形研究，推进数值预测方法研究。综合多种方法，发震强震危险性判定技术。结合地震学研究，开展与孕震过程相关的断层活动、介质物性、深部构造、震源参数、应力及其动态变化过程的研究，构建地壳上地幔结构、介质物性等参数。

——基于 GNSS 观测技术与其他大地测量观测数据的融合，开展地壳变形研究，利用重力数据联合反演强震孕育发生过程深浅部耦合变化，加强震前、震间、震后构造与地壳变形的遥感提取技术，从多技术多尺度的动态场研究强震孕育发生的地壳变形过程，为构建地震动力学综合模型提供地壳形变动态约束。

——在典型构造研究强震孕育的区域动力学模式，发展地震模拟技术，以孕震区介质变化、地表变形过程、前兆观测结果等动态资料为约束条件，通过模型优化和观测数据补充逐步逼近真实强震孕育及其演化过程，研究强震轮回动力学过程，推进地震数值预测方法研究，探索动力地震预测和物理预测研究。

——开展地震前兆机理研究，基于流体地球化学、高温高压岩石物理实验和地震电磁异常研究，探索地壳及地球圈层地球物理与地球化学前兆形成机理成因特征，发展地震前兆判识方法和地震预测新方法，推进地震经验预测研究和前兆

机理理论认识，并为岩石圈动力学研究提供资料。

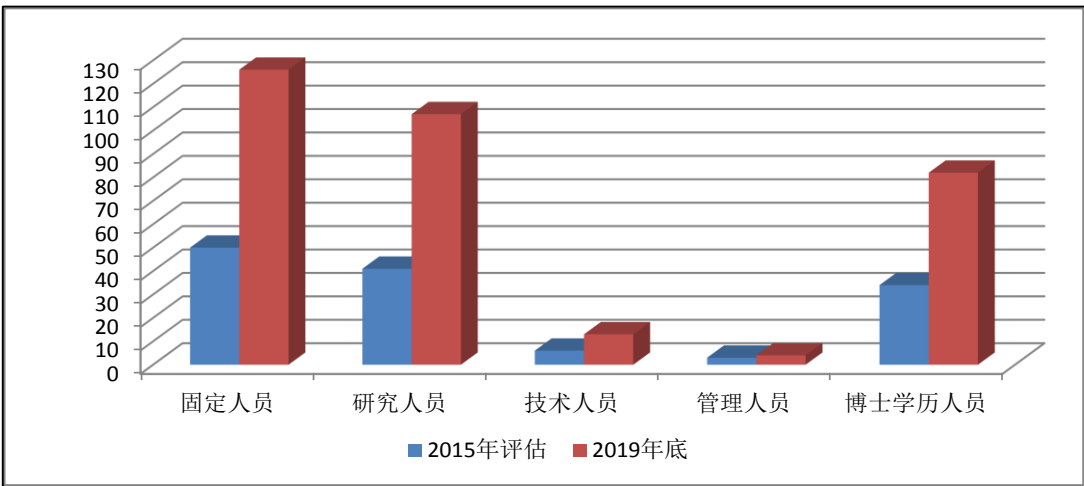
——加强地震预测基础工具建设，建立区域三维地震构造模型数据库、数据管理系统和演示系统，支撑三维地震构造模型研究。统一管理地震、GNSS 等野外观测设备，形成区域和大震震后综合观测能力，并开展新技术手段观测实验。建立物理及数值预测模型库，在震例研究和区域地震预测实验中发挥作用。

2. 实验室建设总体进展

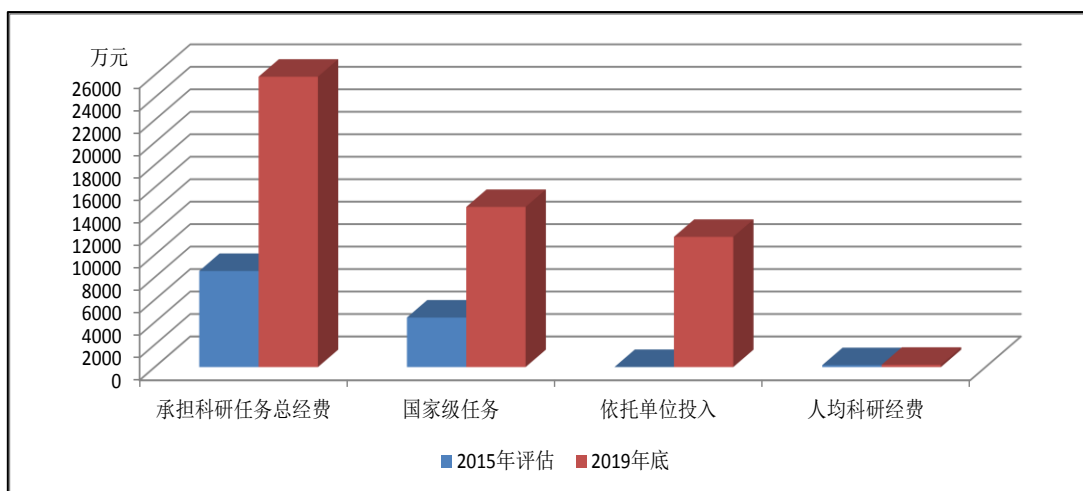
实验室 2016-2019 年取得快速发展,较 2015 年评估全方位实现改善和进步，不仅科研成果丰富，形成一批特色研究方向；更加强调科技对防震减灾的支撑，产出一批科技产品；同时在牵头和参加国家重大地震科技计划方面成绩显著，充分显现了行业研究所面向地震业务需求的导向发展。

(1) 加强依托，导入资源强化科研条件

经过四年发展，实验室科研队伍结构优化，研究经费大幅提高。固定岗位人员增加 1.5 倍达到 126 人，科研经费增加 2 倍达到 25848.15 万元，人均科研经费增加 34 万元，固定人员承担的省部级以上项目经费占比 55.15%。同时，人才队伍质量同步提高，研究人员占比提高 3 个百分点，达到 85%，管理岗位适度增加 3%，满足实验室业务发展需要；国际机构任职人员增加 13 人（突破 0），享受国务院政府特殊津贴增加 1 人，入选中国地震局优秀人才百人计划 11 人，杰出青年科学基金获得者 1 人；引进亚太经合组织地震科学合作项目副主席 1 名，有海外经历者 3 人。客座研究员年均达到 12 人，较之前评估周期增加 10 人/年。



实验室科研队伍较 2015 年规模和质量提升



实验室科研经费较 2015 年显著提升

预测所投入全部 2950 万元修缮购置专项资金建设实验室的 GNSS 观测、地球化学观测实验、空间对地观测等基础能力。目前，实验室已经具备地球化学实验、GNSS 观测系统与计算、地震观测、地球物理观测、地质构造探查、深井综合观测等公用平台。其中，GNSS 观测服务平台成功转型（原陆态网络 265 个基准站数据管理移交台网中心），向地震科学研究提供 944 个站点的数据服务。

实验室空间环境得到**根本性扭转**。2015 年评估时实验室无实体。到 2019 年底，实验室实体机构、实验室、学术空间等面积达到 2856 平米。



复兴路 63 号院地震预测重点实验室

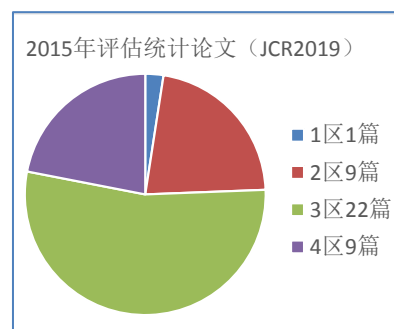
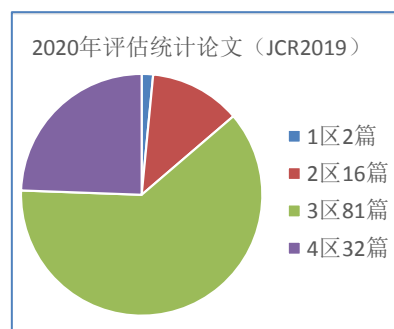


地震科学实验基地（十三陵）地震预测重点实验室及观测井

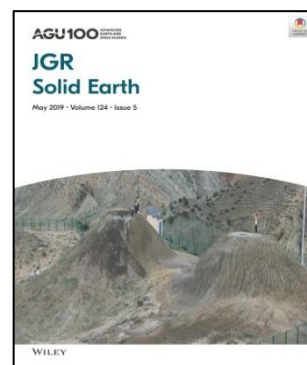
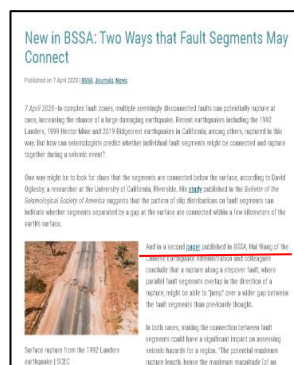
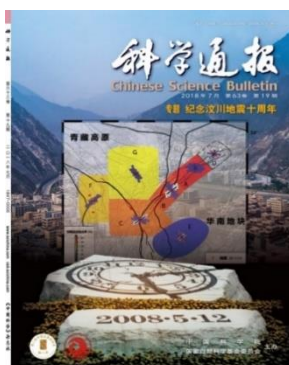
(2) 加强创新，科技产出量质双升

2016 年至 2019 年底，实验室科技论文、专利、专著、奖项等产出丰富，其中影响因子大于 2.0 的论文为数量逐年上升（9、11、17、22 篇），从一个侧面表明实验室创新竞争力稳步提升。研究队伍中，1 人获“赵九章”中青年优秀科技工作奖，1 人入选中国地震局领军人才、2 人入选骨干人才、3 人入选青年人才，3 个团队（地震地球化学创新团队、宽频带地震观测技术研发创新团队、强震中长期大形势研究创新团队）入选中国地震局创新团队。

	论文	SCI/EI	专著	发明专利	仪器/软件研制	20 万以上仪器设备	省部级奖励
2019 年底	340	180	9	5	58	24	10
2015 年评估	142	61	4	0	6	8	3



目前，形成了重防区与中长期地震物理预测、地震大形势研究、地震地球化学研究、卫星应用研究、全球地震地质与大震危险性研究、数值预测、地震遥感应应用研究、水库诱发地震研究、人工智能在地震监测中的应用研究、井下地震综合观测系统研发、地震各向异性与壳幔介质变形研究、基于球形地球模型的地震位错理论及其应用研究等 12 项特色科研成果和研究方向。一些高水平成果逐渐获得学界认可，比如，高原研究员在《科学通报》纪念汶川地震十周年专辑的封面文章；王辉研究员文章发表在 *Bulletin of the Seismological Society of America* (BSSA) 上文章被该期刊作为新闻通讯推荐；陈志副研究员的文章登上 *Journal of Geophysical Research - Solid Earth* 封面。



(3) 加强引领，牵头国家重大科学计划

自 2016 年开始，以地震科学实验场为重点，实验室主导编写了川滇国家地震监测预报实验室、中国地震科学实验场的科学设计，参与实施了实验场专项任务，建成一批野外地震观测实验系统；通过开放合作，在地震公共模型、公共数据集方面取得可喜进展，产出了一批示范科学产品，为实验场“十四五”重大科技基础设施项目建设提供了坚实基础。



中国地震科学实验场科学设计论证会现场

2017 年下半年，实验室牵头推进“解剖地震”计划，建设空间对地观测应用系统，开展地震立体观测和孕震过程综合观测，加强“长中短临”地震预报体系研究，通过十年尺度地震危险区评估着力推进中长期地震预测从经验预测向物理预测转化；通过精河地震、长宁地震等一系列地震科考推进地震解剖研究及地震科考业务化；通过构建中国地震科学实验场地震公共模型推进地震数值预测研究。目前，形成十年尺度地震危险区标志性产品；水库、油气开采等诱发地震研究的创新增长点；实现“解剖地震”计划 2020 目标，初步构建了川滇地震概率预测模型 1.0 版，并给出中长期地震概率预测结果。

(4) 加强支撑，服务防震减灾业务需求

除在地震灾害防治、监测、应急科技领域发挥支撑作用外，实验室 2018 年开始以地震会商改革为切入点，加强推动地震预测科技支撑。2019 年全面参加全球 7 级、国内 5 级以上地震的震后首次会商，提供地震构造、地震学、地球化学、地震电磁等信息增益；一方面加强实验室的月会商、年度会商工作。



实验室人员参加震后首次会商 24 小时值班



实验室震情月度会商

实验室 2019 年以来，实验室参加全球 7 级以上地震应急会商 12 次、其他地震 7 次；参加国内 5 级以上地震应急会商 55 次、首都圈地区更小的地震的应急会商 8 次。实验室还承担地震监测预报科技情报研究、年度地震重点危险区震情跟踪监视科技支撑、地震短临预测研究和全国地震监视防御区确定等任务，牵头实施地震科学考察及其业务化现代化发展方式探索。

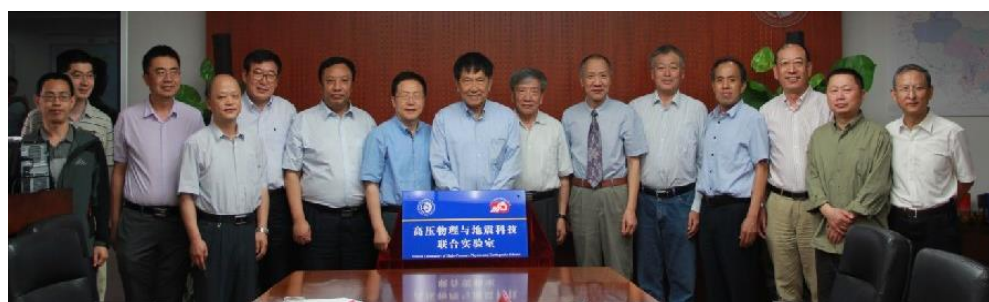
（5）加强开放，凝聚地震预测研究国家力量

面向世界前沿，实验室加强地震科技前沿追踪，通过“思想解放”扭转了“国际上不做地震预测预报”的片面认识，为地震研究更深入的对外开放合作和技术引进打通了思想阻塞。2018 开始，编制的地震预测领域研究态势分析报告（每年）、《国际科技前沿动态》（2019 年每月）得到中国地震局好评。

除在学术会议和项目合作中保持活跃外，实验室积极建设合作平台，与中国工程物理研究院共同建立“高压物理与地震科技联合实验室；与中国科学院大学、南方科技大学共同建立“数值地震预测联合实验室”；与地球所、亚美尼亚地球物理与工程地震学研究所共建“地震观测与模拟国际联合实验室”。



地震数值预测联合实验室章程签约仪式



高压物理与地震科技联合实验室揭牌和学术委员会成立

（左起第六位开始，分别是侯增谦院士、刘丛强院士、毛河光院士、刘嘉麒院士）

服务中国地震局对外合作交流，根据闵宜仁局长访问阿尔及利亚签署合作协议，2019 年实验室与阿尔及利亚有关方面签署协议，合作编制阿尔及利亚地震

科学实验场科学设计。策划和协助举办中国地震科学实验场第二届学术年会。



中国地震科学实验场
CHINA SEISMIC EXPERIMENTAL SITE



Minutes of the visit of the Algerian Delegation to China from July 30 to August 7, 2019, for the cooperation on the Algeria Seismic Experimental Site (ASES)
Suggested version of the IEF-side

The continuation of the cooperation between CRAAG and CEA was discussed in 2018 during the visit of the delegation of CEA, led by Vice-administrator Min Xiao. Based on the exchange, the two parts suggested to implement of this plan, from July 30 to August 7, 2019. The delegation visited the Institute of Earthquake Forecasting and Research (IEF) of the China Seismic Experimental Site (CSES).



实验室与阿尔及利亚有关单位合作（援非）

强化人才柔性引进，激活流动岗位设置。2018-2019 年底，实验室特聘研究员 4 名（石耀霖、陈晓非、陈颢、张培震等中国科学院院士）、中国地震科学实验场研究员（美国 1 人、日本 1 人、俄罗斯 2 人、意大利 1 人）、国内访问学者 32 人和博士后研究人员 5 人。

实验场研究员



Alexey Dm. Zavyalov
姓名: Alexey Dm. Zavyalov
engineer-physicist, Moscow I
Russian Academy of Sciences



Fabio Romanelli
Department of Mathematics
email: romanel@units.it



Vladimir G. Kossobokov
姓名: Vladimir G. Kossobokov
in Mathematics, Department
D. in Physical and Mathemat



沈正康
姓名: 沈正康 性别: 男 简介:
美国加州大学洛杉矶分校数学副



庄建仑
姓名: 庄建仑 性别: 男 简介:
院大学统计学系获得理学博士学

特聘研究员



石耀霖
地球物理学家 1944年2月10日出生于广西桂林。1966年毕业于中国科学技术大学。1986年在美国伯克利加州大学获博士学位。2001年当选为中国科学院院士。中国科学院研究生院教授。在地球动力学



陈晓非
地球物理学家，南方科技大学讲席教授。1958年2月生于辽宁省本溪市，籍贯四川成都。1982年毕业于中国科学技术大学，1985年获中国地震局地球物理研究所硕士学位，1991年获美国南加州大学博士学位。



陈颢
陈颢同志 1965年毕业于中国科技大学地球物理系。此后40余年一直从事地震学、岩石物理学、地震风险分析等研究工作，近年致力于与利用地震富达方法获取华北地区三维地图相关的观测、数据聚集及数据处理方法



张培震
地震动力学家 1955年12月23日出生于河南省淮阳县。1979年毕业于长春地质学院，1982年在中国科技大学研究生院获硕士学位，1987年在美国麻省理工学院获博士学位，1987-1991在美国内

（二）承担的主要任务

实验室承担的科研任务包括：1) 面向地震预测基础研究，兼顾应用基础研究，项目资源主要是国家自然科学基金、预测所基本科研业务费专项、中国地震局部门预算项目；2) 面向地震应用基础研究，兼顾基础研究与应用转化，项目资源主要是国家重点研发计划、国际合作项目等；3) 观测条件和能力建设，项目资源主要是财政部国家修缮购置专项、运维专项和中国地震局小型科研基本建设项目等；4) 实验室科技服务类项目。

2016 年至 2019 年底，实验室累计承担各类项目总经费 30323.38 万元（评估期内新立项项目总经费 20033.864 万元），其中固定岗位人员承担项目总经费 25848.15 万元（承担评估期内新立项项目总经费 17086.13 万元）。其中固定岗位人员承担国家重点研发计划项目（课题）3898.13 万元，国家自然科学基金课题 3360.62 万元，国际合作、地震行业专项等 1563.51 万元，高分遥感地震监测与应急应用示范系统（一期）项目 1539.5 万元，财政部修缮购置专项 2950 万元、实验场项目 944.3 万元。固定人员承担的省部级以上项目经费占比 55.15%。

1. 研究资源分布情况（2016-2019 年）

（1）国家重点研发计划

研究所承担国家重点研发计划项目 2 项，即“基于密集综合观测技术的强震短临危险性预测关键技术研究”和“中国地震科学实验场的地震可预测性国际合作研究”（政府间国际科技创新合作重点专项）；课题 6 项，分别是：“基于密集观测的中长期发震紧迫程度判定关键技术”“川滇地区三维岩石圈各向异性结构与介质变形特征及其模式研究”“‘一带一路’重特大地震地质灾害协同监测应急响应示范”“川滇地区地震监测预测应用示范”“新研发观测设备的对比试验与入网技术规范”“深井综合观测系统集成技术研究”等；各类专题 23 项。

（2）国家自然科学基金课题

国家自然科学基金课题 31 项，其中，重点项目 1 项：红河断裂带域壳幔地震各向异性与深部物质迁移；国际（地区）合作与交流项目 1 项：联合中俄 GNSS 观测网数据研究东北亚（中国东北与俄罗斯远东东南部）现今构造活动和岩石圈流变特征；面上项目 17 项；青年基金课题 12 项。

（3）国际合作项目与行业专项

评估周期内，实验室国际合作项目包括：地震空间电磁异常及传播模型合作研究（对俄）、中国东北边界区构造活动与地震危险性的联合研究（对俄）、南北地震带域深部结构与变形特征（2016 年立项）。行业专项项目包括：海原断裂带

不同断层段的孕震阶段对比分析研究、白龙江断裂 1:5 万地质地貌填图、塔藏断裂 1:5 万地质地貌填图、2016-2025 年我国大陆地震重点监视防御区确定与发布研究、海洋地震观测项目预研究（2016 年立项）。

（4）高分遥感地震监测与应急应用示范系统（一期）

在承担高分遥感地震监测与应急先期攻关项目后，实验室承担高分遥感地震监测与应急应用示范系统（一期）建设，包括：高光谱气体地球化学异常信息提取技术、高分光学遥感地震构造提取示范应用、遥感地震信息挖掘、地震构造三维定量分析与提取技术、多波段红外遥感地震监测技术、地震红外背景场构建、高分遥感地震应用示范等研发工作，以及完成高分遥感地震应用示范系统建设。

（5）基本科研业务费专项

根据预测所《中国地震局地震预测研究所基本科研业务费专项管理实施细则》（震预发〔2011〕41 号、震预发〔2018〕98 号），专项资金设立地震预测重点实验室（包括联合实验室）基金，支持开放基金课题和自主研究课题，由实验室编制项目申报指南，对外开放申请，项目执行期原则上不超过 2 年。2019 年，重点实验室获得资助基金 200 万、联合实验室获得资助基金 100 万元（2020 年实验室基金共支持 280 万元）。

同时，实验室也可同时申请和承担预测所基本科研业务费专项的战略性研究项目、重点项目、面上项目、实验场项目、任务项目、学科基础项目、推广应用项目、配套项目和地震科学考察项目。经统计，评估周期内实验室共计新立项基本科研业务费项目经费累计超过 4500 万元，开展了科学研究、观测实验、学术活动、专著出版与信息系统建设等工作。

（6）实验场专项

预测所分别牵头 2015-2018 年川滇国家地震监测预报实验场、2019-2020 年中国地震科学实验场的工作，每年设置实验场专项。评估期内，投入 3507.27 万元经费，实验室承担其中 1393.54 万元的研究、基础图件编制和运维保障工作。2019 年，实验室专家还承担了“中国地震科学实验场项目”，在川滇典型构造区域，特别是川滇菱形地块东边界带上建设断层运动观测系统、深部结构探测系统和深井综合观测系统，获得资助 944.3 万元，2020-2021 还将持续建设和实施观测实验。

（7）重点实验室基金课题

实验室 2019 年开始常设实验室基金，用于实验室（含联合实验室）开放课题和自主研究课题。重点实验室设立了 2 项项目，在安宁河断裂带西昌冕宁地区

进行 19 次主动源激发实验，结合主动源和天然地震观测，利用短周期地震仪探测地下深部结构，同时观测地震活动对断层气体地球化学特征的影响。针对中国地震科学实验场及相关的重点活动构造区域，构建了涵盖与地震预测相关的多个学科的综合数据库，并建立了可视化的地震构造模型。高压物理与地震科技联合实验室发布开放基金指南，共支持 10 个研究项目，包括中国科学技术大学、中国地质大学（北京）、天津大学、吉林师范大学、二测中心等外单位团队承担了有关研究任务。

(8) 自筹经费

根据实验室工作需要，预测所利用自筹资金、结转结余资金等立项支持实验室工作，累计支持 234.98 万元。

2. 科研任务实施情况

(1) 地震数值预测研究与地震公共模型

大力推进基于地震构造野外调查系统、地震活动性参数分析系统，形成了潜在震源识别及危险性判定技术、地震地质灾害（如滑坡）评估技术，参与地震风险调查和隐患排查工程。

基于地震观测技术和地震学的新进展，开展孕震过程和深部结构的野外观测实验，建设井下地震观测集成系统，探索分布式光纤（DAS）和人工智能等技术在地震监测和数据处理方面的应用。

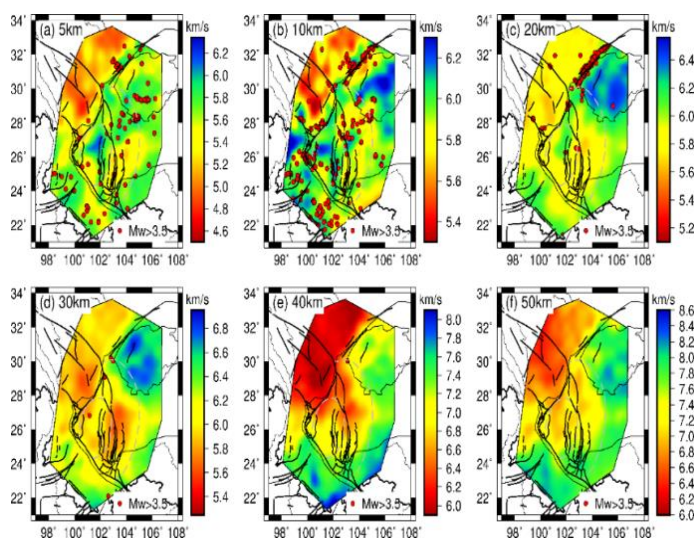


2019 年跨安宁河断裂带的 7 口深井综合观测系统

综合分析天然地震、人工震源和背景噪声观测数据，利用地面与地下观测研

究与孕震过程相关的断层活动、介质物性、深部构造、震源参数、应力及其动态变化过程，研究地震各向异性与壳幔介质变形，为探索强震数值预测模型构建地壳上地幔结构、介质物性参数等。

产出统一的地震数据产品，构建典型区域活动断层、介质结构等公共模型，为地震数值模拟提供数据支撑。



水平剖面（深度
5/10/20/30/40/50 km）

联合反演 Vp 模型

实验室客座研究员

姚华建承担的《川滇
地区公共速度模型
V1.0 构建》项目产出

依托空间对地观测技术发展,实验室形成了基于卫星、无人机空基观测系统,结合主动震源技术与深井观测等加强地震过程观测,初具“天空地一体化”研究平台规模。加强遥感技术获取地震构造与地壳形变场,综合 GNSS 等技术及与地面大地测量动态数据融合研究地壳形变场、重力场,从多技术多尺度的动态场研究强震孕育发生的地壳变形过程。

发展基于球形地球模型的地震位错理论及其应用,,开展地震大数据融合研究,利用重力与 GNSS、水准观测数据联合反演强震孕育发生过程深部物质密度变化,构建典型区域地壳运动、应力、密度、流变等公共模型,为研究地震动力学综合模拟提供地壳形变动态约束。

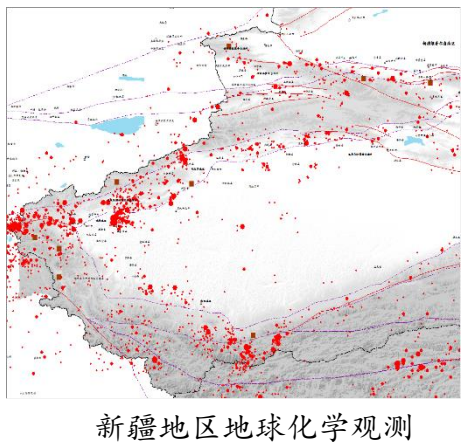
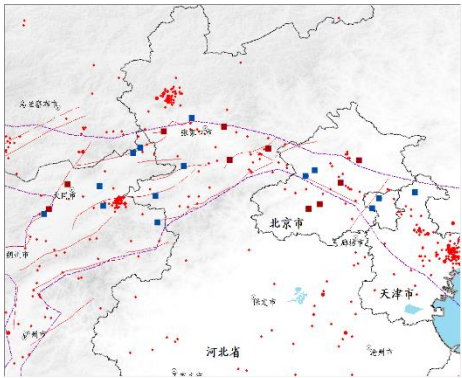
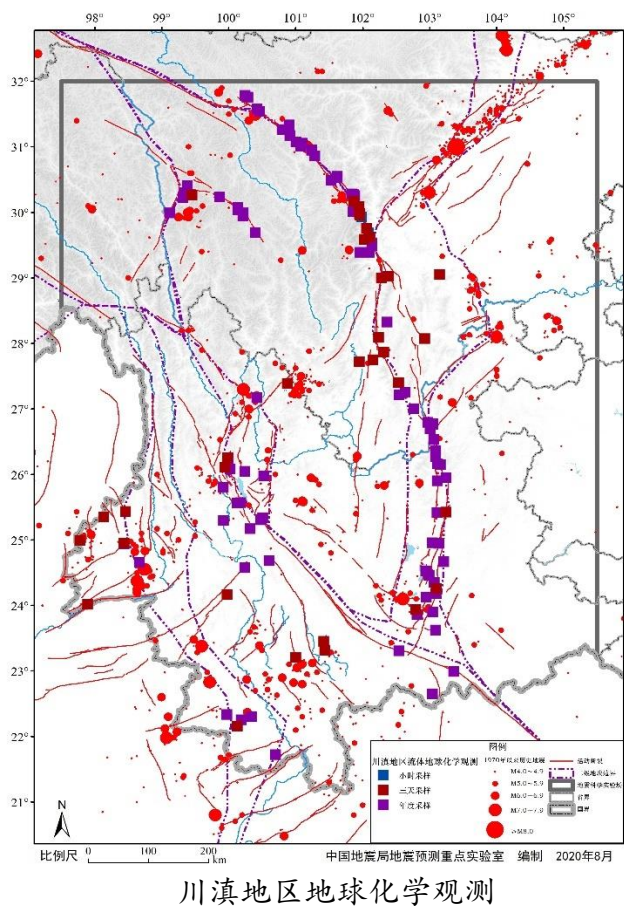
根据地质构造及孕震环境的研究结果,在川滇等典型地区建立基于动力学的地震概率预测模型。利用超算模拟技术,以孕震区介质变化、地表变形过程、前兆观测结果等动态资料为约束条件,通过模型优化和观测数据补充逐步逼近真实强震孕育及其演化、破裂过程,研究强震活动动力学过程、孕震构造与多学科动态观测相结合的中长期地震物理预测方法。

以中国地震科学实验场科学产品和公共模型为基础,构建该地区地震综合模型。研究地震动力学前沿进展在防震减灾领域的应用,构建基于物理方法的十年尺度地震危险区判定技术方案,推动大形势、地震会商等向物理预测发展,探讨

可操作的地震数值预测路线图，推动地震预测科学的发展。

(2) 地震前兆机理研究与短临地震预测

加强地震地球化学特征观测。在张渤地震带、山西地震带、郯庐地震带、六盘山断裂带、鄂尔多斯西缘地震带、海原断裂带、南北地震带、北天山断裂带部署的土壤气体地球化学、流体地球化学观测，结合遥感技术探索高光谱气体地球化学地震短临预测新方法。吸收气相色谱监测温泉气体变化在监测预测地震方面的进展，建设温泉流体观测设施和分析能力建设。同时，，利用典型岩石和流体样品的高温高压实验手段建立**流体地球化学成因模型**。地球化学观测数据已开始在各类各级会商中发挥作用。



地震地球化学观测网

发展基于电离层扰动观测、精细结构反演的地震监测应用技术。利用卫星及地基电磁、电离层探测数据，开展空间信息技术在地震预测中的应用，研究形成亚太地区地基电离层监测及地震扰动特征、区域电离层结构特征、电离层结构时空演化特征，建立地球多圈层相互作用和耦合模型，探索地震孕育、发生的动力学成因，研发多参数物理场、立体、动态地震信息跟踪系统平台建设，服务于地

震短临监测预报。

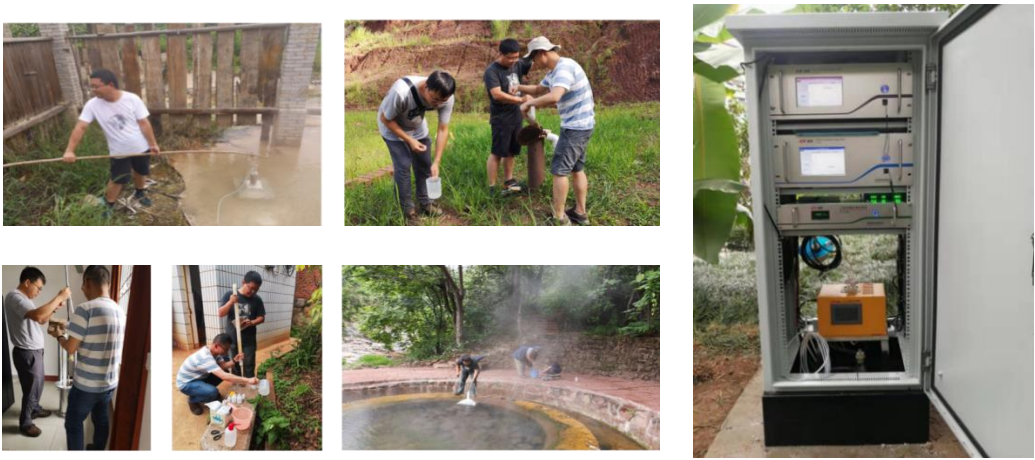
开展地震前兆物理机制研究。研究地球内部温度和压力条件下岩石（孕震介质）的物理化学演化特征、前兆性地震活动的物理机制，探索各种地球化学前兆形成机理及其相互关系。基于地基 GPS TEC、电离层垂测 TEC 和电离层临界频率区域预测模型等多种电离层结构反演技术，构建了中国区域电离层模型，奠定地震电离层效应研究的基础。根据实验和反演研究，发展地震前兆判识方法和地震预测新方法，推进现代化的地震经验预测研究和前兆机理理论认识。

（3）实验室平台建设与技术推进

建设“地震数值预测联合实验室”，开展基于物理过程的地震孕育和发生过程的地震数值预报研究，以及地震动力学全过程的多尺度数值建模和模拟实验。

建设“高压物理与地震科技联合实验室”，加强压缩科学的理论和实验能力的建设，开发主动源气枪技术在、爆炸技术在地球物理探测、地震成因及灾害防治中的应用，利用先进的高压技术探究地球内部物质组成及其赋存状态，探究地球内部和断裂带地球化学成因机制，揭示地震成因机理、地震孕育和发生过程中的前兆机理。

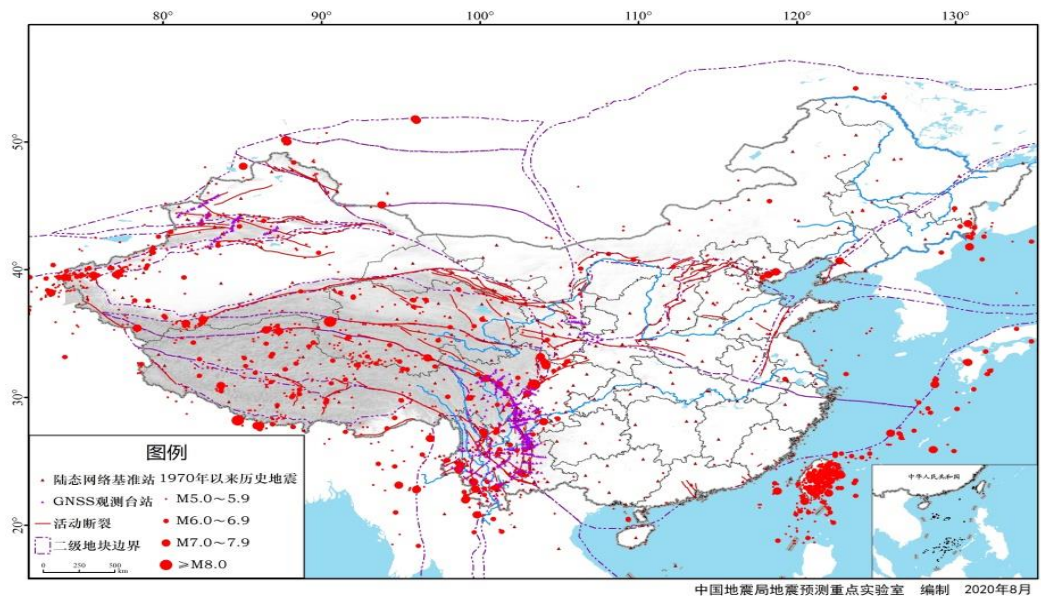
建设地球化学观测网，在首都圈建设了包括 30 个固定井和 10 个温泉观测点，开展断裂带土壤气体地球化学监测。加强温泉流体地球化学监测，在川滇、西藏和新疆的温泉进行 25 次野外考察，掌握 550 个温泉点的流体地球化学特征，建立了 34 个温泉流体地球化学固定水化监测点，其中川滇地区新建 8 个固定站为实时监测站。观测资料作为短临地震预测探索组成部分，分析结果用于地震年度会商、大形势跟踪研判等工作。。



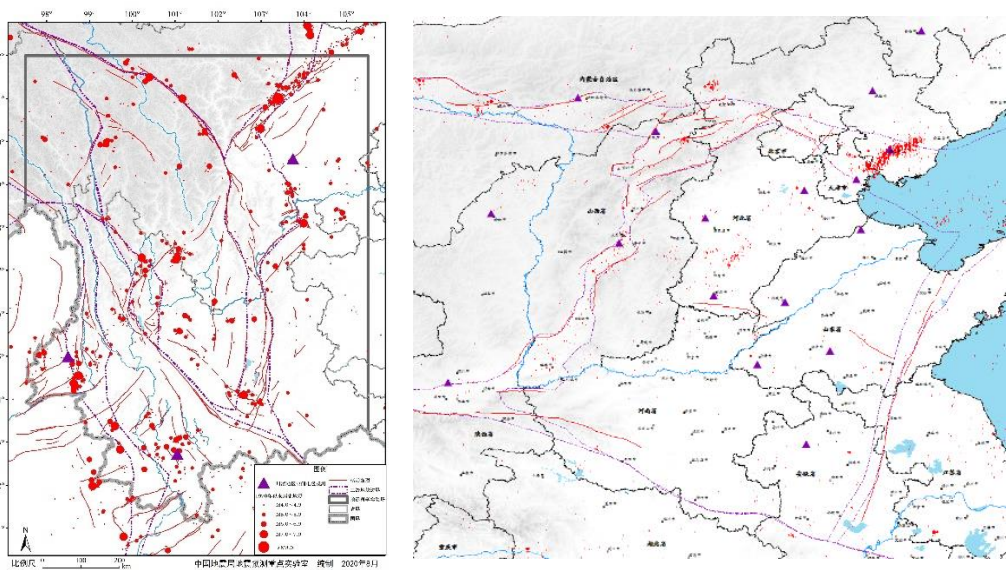
地球化学野外观测

建设地震动态观测能力。在川滇地区、六盘山地区和天山地区建设 GNSS

断层运动观测系统，已经形成 944 个 GNSS 观测站的数据接收和处理能力（含陆态网络 265 个台）；建成中国地震科学实验场 GNSS 数据中心，运维 GNSS 数据处理系统，对外提供数据及数据产品共享。



建设地震电磁立体监测体系。在腾冲建成电离层垂测站点 1 个、大气电场流动观测站点 1 个（分别在 2015-2018 年期间在三亚、康定等地做短期监测）；在云南地区建设三频信标接收站点 3 个，与中国地震卫星中心已有观测站形成联网观测；完成 3 个宽频带磁场探测仪部署，拓展地球各圈层特征参量监测，逐步完善区域立体电磁监测体系。

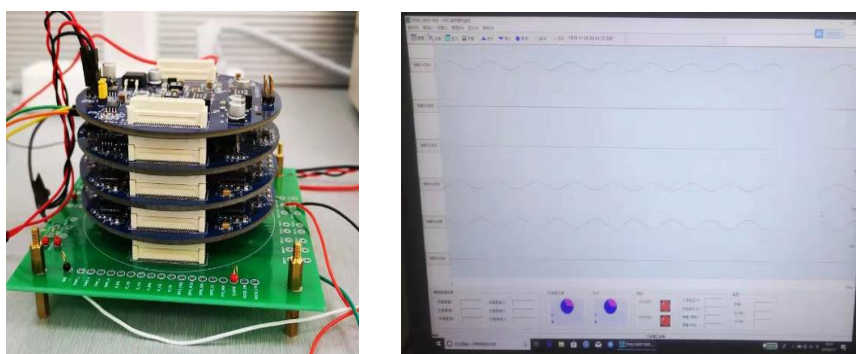


川滇地区和华北地区空间电磁监测

建设诱发地震监测平台。在对溪洛渡至白鹤滩库区开展了加密观测和研究，

沿溪洛渡库区两侧布设了 30 个加密台站，记录到溪洛渡库区约两万次诱发地震活动。研发水库地震数据处理软件系统，实现基于互联网的水库地震数据实时汇集，海量数据自动批处理、在线水库地震数据分析处理、准实时矩张量反演、基于数据库和文件系统相结合的测震数据服务等功能。2016-2019 年，实验室还通过项目支持四川局、台网中心在长宁地区架设流动台站，完整记录了 2019 年长宁 6.0 级地震及余震事件。

发展井下地震观测实验平台。实验室依托中国地震科学实验场创新平台，在总结美国、日本深井观测经验的基础上，积极探索和发展我国自主创新的深井地震综合观测技术。研发深井综合观测系统集成技术，实现深井多测项仪器模块化集成技术，形成井下互联标准，井下观测仪器系统能够在高温下长期运行。在地震科学实验场区建设 12 口 300 米深的集成宽频带地震与 4 分量钻孔应变的观测井，以及 3 口 1000 米深的宽频带地震、应变、倾斜、温度、地磁等测项的综合观测井，形成一个深井综合观测示范应用台阵。2019 年，已经完成了 1 口 1000 米深井、6 口 300 米深井钻探工程和井下集成系统研发工作。



井下数据获取系统集成系统研发及数据采集软件

建设地震地球化学实验平台。实验室建有水文地球化学实验室、构造地球化学实验室、实验地球化学实验室共 3 个地球化学相关实验室，分布在十三陵（综合实验室）、金家村（水化学实验室）、防灾科技学院（高压实验室）、复兴路 63 号（构造地球化学实验室）。实验室仪器设备总价值超过 1300 万，从不同尺度对地震地球化学问题进行研究。这些地球化学实验室为中国地震局地震预测研究所的科研工作提供了坚实的支持，大大促进了科研工作进展，同时建成的技术平台面向全社会开放。构造地球化学实验室拥有总数为 47 台/套的流动地球化学观测设备，主要包括便携式气相色谱、测氦仪、测汞仪、测氢仪、甲烷仪、二氧化碳仪等；实验地球化学实验室拥有包括六面顶压机、活塞圆筒等大型实验地球化学设备，还拥有 CASTEP 等地球化学模拟计算软件；水文地球化学实验室建设有 ICS-900 型离子色谱（双通道、自动进样）、全自动电位滴定仪。

3. 地震业务科技创新与成果转化应用

实验室通过加强地震预测理论方法研究,面向地震业务和防震减灾工作需求,开展关键技术攻关,通过科技创新支撑防震减灾事业现代化建设。

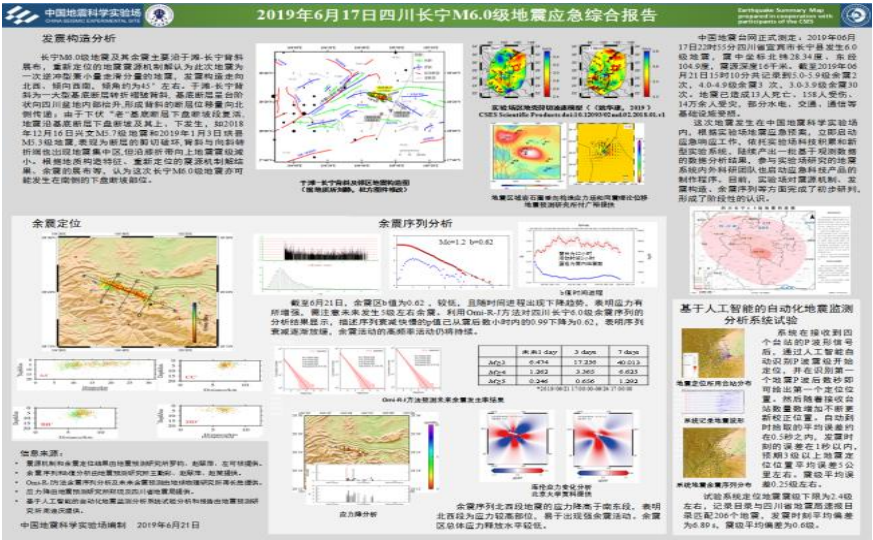
中长期地震预测是实验室优势方向之一。以十年尺度危险区判定为关键基础,实验室先后组织实施了 2016-2025 年、2021-2030 我国大陆地震重点监视防御区研究。在 2021-2030 年中国大陆地震重点监视防御区确定工作中,引进吸收国际国内强震预测理论方法,通过综合策略进行有机集成,发展创新了基于震源物理模型的强震概率预测技术;并且组织系统内外 30 余家单位、140 余位专家参与各环节具体工作,充分体现了开放合作和集成创新。实验室承担的国家重点研发计划“重大自然灾害监测预警与防范”重点专项中的 11 个项目为重防区确定贡献了最新研究成果,发挥了科技创新对地震业务的支撑作用。

实验室承担全国**地震大形势**跟踪研判工作。以中长期地震预测研究为基础,从多学科大时空—多尺度动态场分析构造动力过程,从边界动力—大、中尺度动态场—应力应变增强集中区—孕震构造带—危险段进行时空动态逼近的总体思路,依据地震活动、地壳变形、群体前兆异常等资料开展 1-2 年尺度强震趋势判定、区域强震活动状态判定,尤其是年度强震趋势判定;同时,依据断层运动、断层应力和震源异常等观测开展强震背景危险区发震紧迫程度判定。在技术上,中长期地震预测研究和大形势工作形成了有机衔接,对短临地震预测和前兆异常观测也具有指导作用。

实验室长期坚持将地震活动与构造结合,形变与构造结合,地震危险性分析和长期预测结合的思路,开展**区域地震构造模型**研究,发展构造地貌学方法和加强运动学平衡研究。基于覆盖全球范围的不同分辨率的地形数据,对中国大陆典型构造区、重点地震危险区开展多时空尺度的构造地貌变形研究,包括新生代以来大尺度的区域构造断块单元的累积应变研究,反演断块的构造运动模型、构建区域的地震构造模型。将研究成果用于全球 7 级、国内 5 级以上地震会商,提升了科技支撑的信息增益。为支撑任务,实验室建设地震构造数据的建设(包括全球强震构造背景数据库),针对典型震例的研究深入开展全球 7 级地震构造背景图 and 国内 5 级地震构造背景图编图工作。相关工作得到中国地震局肯定。

加强**震后应急响应科技支撑**,稳定水库地震、遥感应急、大震地震参数产出等支撑团队。深入研究水库诱发地震特征和成因机理,建立水库诱发地震危险性评价方法和技术体系,编制水库诱发地震识别的国家标准《水库地震监测技术要求》,以及库地震数据库、国家水库地震数据共享与处理平台及水库地震信息网。将遥感技术与灾害损失评估需求结合,攻关遥感地震监测与应急应用关键技术,

研发了利用可见光遥感、微波遥感和 LiDAR 遥感数据的震害分级分类识别标志和综合遥感震害提取方法，开发了实用化的软件系统和数据库，初步形成适合我国的地震应急遥感工作方案。相关工作思路还应用于地震危险区地震灾害损失预防评估工作。与外单位合作团队签署合作协议，产出震后科技产品。



长宁地震应急科技支撑产品

加强新技术实验和业务转化。实验室承担中国地震局科技成果转化项目，开展“高精度氢新型传感器”观测实验。在中国地震科学实验场建设由连续观测点和定期观测点组成的观测台阵，通过野外中试观测研究，评估高精度氢观测技术的地震监测效能，制定科学规范的连续观测站与定点流动观测点的建设与观测技术要求，为地下流体观测新技术、新方法的业务列装提供科学依据。经过野外实验，各项指标达到地震监测业务列装水平，适合于低成本、密集式地震地球化学断裂带气体监测网建设要求，可在地震危险性评估及灾害预测预警监测台网建设中可发挥重要作用。

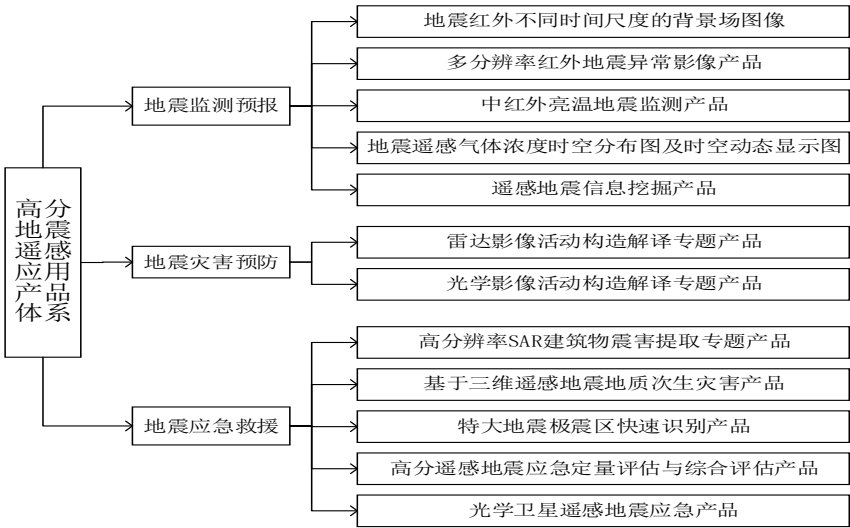


高精度氢新型传感器野外观测实验

开展**地震监测人工智能技术应用**。实验室通过开放合作，与中国科学技术大学合作共同建立了世界第一个投入运行的人工智能地震监测和地震参数产出系统，并在中国地震科学实验场运行近 2 年。该系统可以完整准确、快速的确定震源参数，川滇地区发生的 3 级以上地震的震级、位置、发震时刻等参数在数秒内产出；3 级以上地震震源机制解、矩震级和矩心深度等参数在数分钟内产出；可为判断强震前的地震活动时、空异常过程、地震成核、震后快速响应及地震趋势研判提供重要的基础信息和依据。通过该系统的研发与完善，将为人工智能取代传统方法积累经验和改进技术。相关人工智能技术已应用于水库地震监测。

4. 牵头高分遥感地震监测与应急应用示范系统

针对防震减灾工作三大业务体系的需求，设计了 12 种专题产品，分别用于地震监测预报、地震灾害预防、地震应急救援三个方面。其中，用于地震监测预报的高分遥感地震应用专题产品 5 种；用于地震灾害预防的高分遥感地震应用专题产品 2 种；用于地震应急救援的高分遥感地震应用专题产品 5 种。光学影像活动构造解译专题产品和光学卫星遥感地震应急产品 2 种专题产品于先期攻关设计完成，在项目系统（一期）阶段利用 GF-1/2 号卫星数据进行正式生产和应用示范。其他 10 种产品在项目系统（一期）阶段完成设计。目前，二期项目建议书也通过评审。



高分遥感地震监测与应急应用示范系统

5. 牵头实施“解剖地震”计划

以“解剖地震”计划为旗帜，积极参与防震减灾顶层设计，牵头《地震监测 20 年发展设计》《地震预测预报 20 年发展设计》《川滇国家地震监测预报实验场科学设计》《中国地震科学实验场科学设计》，参与《国家地震科技创新工程》“解

剖地震”计划起草，探讨地震监测预报业务与科技发展路线。

利用预测所牵头“解剖地震”计划的条件，与系统内外多家单位签订了合作协议，包括新疆局（2016 年签订）、山西局、西藏局、辽宁局（2017 年签订）、青海局、甘肃局、河北局、唐山市局、中国工程物理研究院流体物理研究所（2018 年签订）、云南局、安徽局、山东局、浙江局、江苏局、中国科学院计算地球动力学重点实验室、南方科技大学地球与空间科学系（2019 年签订）等，并依据协议开展了各具特色，亮点纷呈合作，推动“解剖地震”计划全面实施。



与云南局、丽江市地震局合作建设“高精度地球物理观测设备研制”试验基地

把“解剖地震”计划主要科学问题作为研究重点，全面推动面向实际的地震解剖研究。首先，加强震例研究和地震科学考察。实验室发起出版了《地震》期刊汶川地震十周年研究专辑；牵头开展了 2017 年 8 月 9 日新疆精河 6.6 级地震科学考察（合作单位：地球所、地质所、地壳所、工力所、新疆局、湖北局、台网中心、物探中心、中国科学院大学）；2017 年 11 月 18 日西藏米林 6.9 级地震（合作单位：西藏局、地球所、地质所、四川局、云南局、原搜救中心）；共同牵头了 2019 年 6 月 17 日长宁 6.0 级地震科学考察（合作单位：地球所、地质所、工力所、台网中心、物探中心、湖北局、四川局、宜宾市地震局）。为探索地震科考业务现代化，2020 年实验室还与中国地震科学实验场合作，开展了新疆伽师 6.4 级地震“虚拟科考”（合作单位：地质所、工力所、新疆局、北京大学），新疆于田 6.4 级地震“虚拟科考”（合作单位：新疆维吾尔自治区地震局、台网中心、二测中心、防灾科技学院、地球所、地质所、中国科学院青藏高原研究所、北京大学、西北工业大学、日本数理统计研究所）

实验室组织了一批以国内科学家为主体的工作组，在国内主办和参与了一系列学术会议。2018 年 10 在杭州国家地震创新工程高级研修班上，实验室还组织专家对“解剖地震”计划进行了专题辅导讲座。

6. 牵头中国地震科学实验场建设（2018-2019 年）

实验室在 2016-2018 年川滇国家地震监测预报实验场时期，实验室承担 14

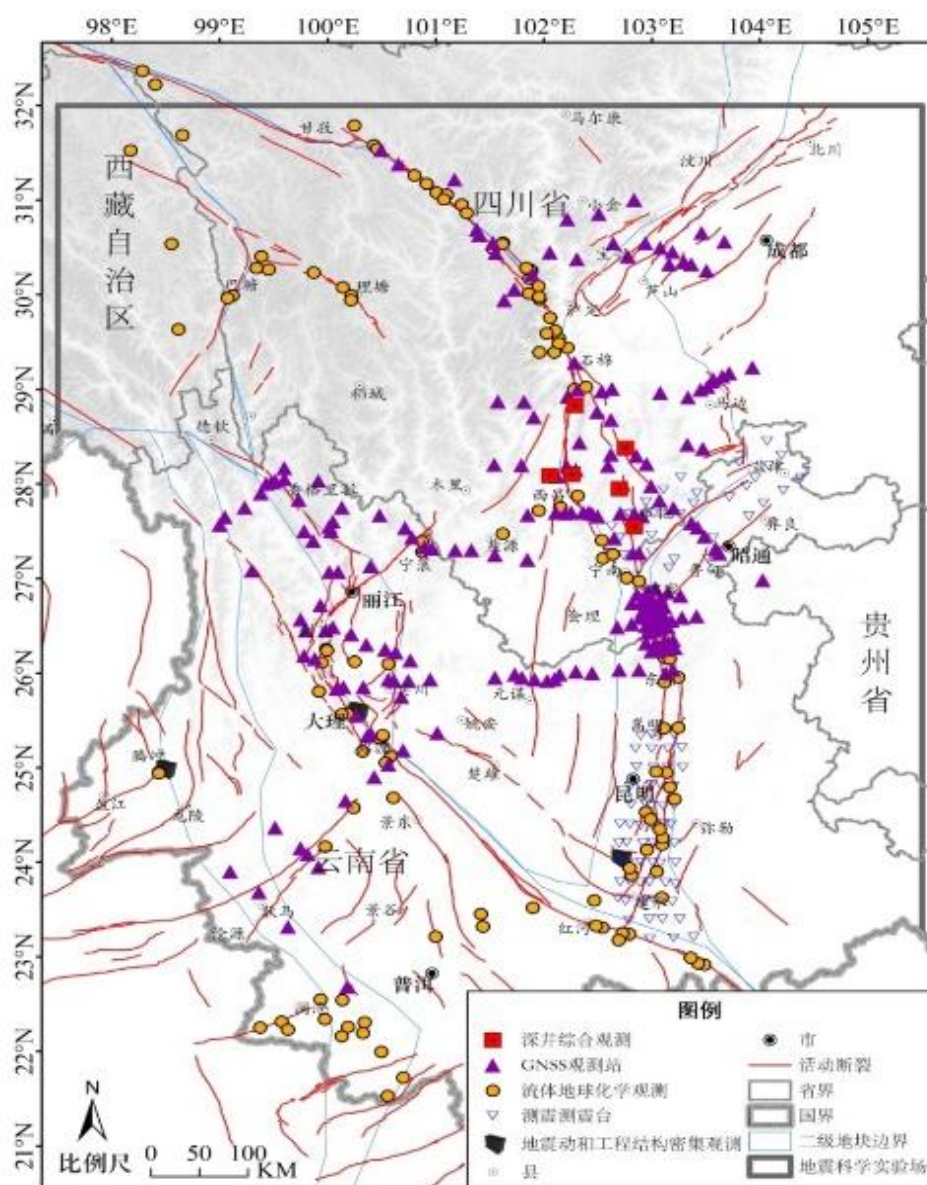
个专项任务,经费合计 1109.54 万元。在监测预报实验场向地震科学实验场转型、中国地震科学实验场起步建设阶段,实验室参与起草《中国地震科学实验场设计方案》,编制《中国地震科学实验场科学设计》。在 2019 年实验场专项中承担 6 项研究工作。

在对外交流方面,实验室牵头汶川地震十周年国际研讨会暨第四届大陆地震国际研讨会“解剖地震”专题组织、国际学术讨论 *Workshop on the Challenges of the Continental Earthquake Science Experiments (CESES): Science, Technology and Coordination*、地震科学实验场地震危险性估计国际研讨会、中国地震科学实验场首届学术年会、“一带一路”地震减灾协调人会议、“一带一路”地震科学实验场国际研讨会等学术活动。以实验场为平台,实验室参与到预测所对外合作中,与国外若干单位签订了合作协议,积极参与国际合作,在国际性学术会议或交流活动中做主旨报告或特邀报告,与 IUGG、亚太经合组织 (APEC) 地震科学合作 (ACES) 等国际组织、国际合作计划建立稳定的合作关系。



中国地震科学实验场首届学术年会

实验室牵头申报了实验场 2019-2021 年专项,并具体承担了断层运动观测系统、深部结构探测系统和深井综合观测系统的建设任务,相关任务进展顺利,在中国地震局 2019 年绩效评价项目评审中综合绩效得分 91.31 分,评价结果为“优”。上述绩效评价结果已报送财政部,为实验场后期申报财政项目奠定良好基础。实验室还以实验场为平台和工作区,通过国家重点研发计划国际合作项目,与国际地震可预测性合作研究 (CSEP) 计划合作实施中国地震科学实验场的地震可预测性研究项目,与亚太经合组织 (APEC) 地震科学合作 (ACES) 等国际组织和科研机构深度合作,推动地震预测理论和方法检验,以及新方法研究。在实体方面,实验室参与建设“地震预测方法中国检验中心”“中国地震科学实验场 GNSS 数据中心”。



中国地震科学实验场项目 2019 年建设成果

7. 实验室实体化改革

2020 年，实验室进一步明确围绕国家地震科技创新工程“解剖地震”计划，开展地震预测科学前沿探索与研究的定位，组织开展“解剖地震”的理论和地震科考实践，经中国地震局批复（中震函〔2020〕27 号），实验室调整研究单元设置，针对强震孕育发生机制研究设置 3 个研究单元，针对前兆机理设置 1 个研究单元，开展大陆强震模型的合作研究与集成创新研究、地震孕育过程模拟与实验研究、地震建模与超算模拟研究和前兆机理（短临地震预测探索）研究。地震预测研究所也大力推进实验室实体化建设，形成实施纵向管理的“小实验室”实体机构，全所各个科研机构横向协同推进实验室任务实施的“大实验室”，以及“重点实验室+联合实验室”开放创新平台，实验室管理迈上新台阶。