

地震科技创新团队情况表

团队名称	新疆-中亚地区活动构造与强震研究团队					
依托单位	中国地震局地质研究所	组建时间			2023 年	
研究方向	活动构造、地壳形变、深部结构探测					
符合重点领域和方向情况	1. 大地震地点和发震紧迫程度判定。 2. 地球物理观测技术创新融合应用。					
团队分工	姓名	性别	出生年月	所在单位	职称	所聘岗位
团队负责人	陈杰	男	1966.02	中国地震局地质研究所	研究员	专技二级
团队核心成员	甘卫军	男	1964.08	中国地震局地质研究所	研究员	专技二级
	冉洪流	男	1965.06	中国地震局地质研究所	研究员	专技三级
	孙建宝	男	1975.04	中国地震局地质研究所	研究员	专技三级
	李涛	男	1985.09	中国地震局地质研究所	研究员	专技四级
	裴顺平	男	1974.02	中科院青藏高原研究所	研究员	专技三级
	石许华	男	1982.01	浙江大学	教授	专业四级
	陈竹新	男	1979.09	中国石油勘探开发研究院	高级工程师	专技六级
	姚远	男	1988.09	新疆维吾尔自治区地震局	副研究员	专技七级
主要成员	郭飏	男	1974.10	中国地震局地质研究所	副研究员	专技六级
	张玲	女	1986.04	中国地震局地质研究所	副研究员	专技七级
	张迎峰	男	1990.10	中国地震局地质研究所	副研究员	专技七级
	梁诗明	男	1982.08	中国地震局地质研究所	助理研究员	专技九级
	张克亮	男	1981.03	中国地震局地质研究所	助理研究员	专技九级
	吕丽星	男	1991.07	中国地震局地质研究所	副研究员	专技七级
	杨文心	女	1993.02	中国地震局地质研究所	助理研究员	专技九级
联系人	吕丽星	手机号码	18701415239			

攻关目标

位于“一带一路”、“中巴经济走廊”重要节点的新疆-中亚地区活动构造广布、强震活动频发。查明活动构造的空间位置和潜在地震风险，对于保障跨境铁路、油气管线、高速公路等重大基础设施的正常运行和区内经济可持续发展具有重要意义。

受经济发展条件限制，新疆-中亚地区活动构造和地震危险性研究工作明显滞后，活动构造的空间位置、活动速率、深部结构、地震活动历史、现今运动状态等基本信息不清，潜在地震风险不明。为此，中国地震局地质研究所将聚焦“一带一路”倡议地震安全的国家战略需求，以新疆帕米尔陆内俯冲国家野外科学观测研究站为平台，依托国家重点研发计划“新疆-中亚陆内俯冲带大震震源识别与危险性分析”等项目，组建多学科交叉、优势互补的新疆-中亚地区活动构造与强震研究团队，在未来三年内，拟围绕与陆内深俯冲作用相关的、地震活动最强烈的帕米尔-西昆仑-南天山会聚带（横跨新疆南部、塔吉克斯坦、吉尔吉斯斯坦等国家或地区）开展以下三个方面的研究工作：

(1) 通过影像解译、野外调查、物探剖面解析、密集流动地震台阵观测、古地震、第四纪年代学等方法手段，开展区域活动断裂调查与探测，获取其空间展布和运动参数信息，编制1:100万地震构造图；结合地球物理约束的速度结构和小震精定位结果，构建重点断裂带三维结构模型。

(2) 基于多种空间对地观测技术，通过联合平差获取高精度三维地壳形变场；构建主要孕震断裂的三维运动学模型并施以地壳形变的约束，反演确定断层分段滑动速率和分区闭锁状态，为孕震闭锁段判定和地震危险性分析提供定量参数。

(3) 综合地表变形和深部结构，复核重要疑难历史大震与发震构造；研究重点断裂带的分段及相互作用，构建多层次大震破裂模型；根据应变能平衡，概率预测主要断层大震危险性，判定大震震源与危险区。

<p>团队前期合作基础</p>	<p>研究队伍由来自于中国地震局、中国科学院、浙江大学、中国石油天然气股份有限公司等部门的五家国家级科研院所和省地震局组成，集中了国内从事地质构造、活动构造、深部物理和地壳形变研究的成员，形成了跨学科强强联合、优势互补的综合研究团队，构建了涵盖不同年龄层次的研究人员梯队。团队成员均长期从事帕米尔、西昆仑、南天山地区的研究工作，在最近十年开展了卓有成效的合作研究。团队成员对喀什-阿图什褶皱冲断带、柯坪褶皱冲断带、帕米尔前缘断层带、和田-麻扎塔格褶皱冲断带联合开展了活动构造填图和深部构造解析工作，对2015年皮山 Mw6.4、2016年阿克陶 Mw6.6、2020年伽师 Mw6.0、2021年拜城 Mw5.2等地震进行了联合考察，联合完成了“一带一路”沿线多个重大建设工程的地震安全性评价工作。团队成员于2021年成功申请获批科技部“新疆帕米尔陆内俯冲国家野外科学观测研究站”，于2022年成功申请获批国家重点研发项目“新疆-中亚陆内俯冲带大震震源识别与危险性分析”。在上述研究基础上，团队成员联合发表了一系列高水平的国际论文，形成了合作创新的良好局面。</p>
<p>团队前期研究基础</p>	<p>作为印度-亚洲板块碰撞带西构造结，帕米尔-西昆仑-南天山会聚带是中国大陆新构造变形最强烈、地震频发的地区之一，是研究陆陆碰撞、板内变形与强震机理的天然实验场和热点地区。该区也是我国七号地震危险区，对其晚新生代变形过程与强震进行研究，不仅对于该地区的防震减灾工作十分关键，对于认识印度-亚洲大陆的陆陆碰撞过程方面也具有重要的理论价值。</p> <p>围绕该地区的新构造变形和强震活动，团队成员在国家自然科学基金、科技部国际合作专项和科研业务专项基金的资助下，重点开展了以下三方面研究工作：</p>

(1) 综合运用地质与地貌填图、沉积学、构造地质学和年代学等方法，对帕米尔高原内部公格尔拉张系、帕米尔-西昆仑前缘褶皱冲断带、喀什-叶城转换带、南天山南缘断层和南天山前缘喀什-阿图什褶皱冲断带等进行了研究，建立了该区晚新生代以来地层、地貌面和构造变形的时间框架，查明了主要活动构造空间展布、时空迁移图像与应变分配。

(2) 综合运用遥感影像解译、地质地貌填图、石油物探剖面解析、InSAR 和 GNSS 形变测量和地震学等多种方法和手段，对发生在研究区亦即 7 号危险区内的 1902 年阿图什 $M8\frac{1}{4}$ 、1895 塔什库尔干 $M7\frac{1}{2}$ 、1985 年乌恰 $Mw6.9$ 、2015 年皮山 $Mw6.4$ 、2016 年阿克陶 $Mw6.6$ 、2020 年 $Mw6.0$ 伽师、2021 年 $Mw5.2$ 拜城等地震的孕震环境、发震断层和发震机理进行了系统研究，对未来强震趋势进行了研判。

(3) 研究区发震构造大多是隐伏逆断层，地震时往往未破裂至地表，地表变形以褶皱为主，造成地表断层的位移亏损，使得准确评价隐伏逆断裂的地震危险性充满挑战。通过对研究区内明尧勒、木什、乌拉根、吾合沙鲁、阿图什、固满、策勒和哈尔莫墩等活动断层相关褶皱的地貌面拱曲变形和侧向掀斜、褶皱陡坎、弯滑断层陡坎和弯矩断层陡坎等的系统研究，获得了典型褶皱地貌的类型、特征、形成条件，建立了利用变形地貌面约束隐伏逆断裂活动习性、褶皱生长机制和生长速率的基本方法。相关成果发表论文 40 余篇，获得中国地震局防震减灾成果奖一等奖 1 项、二等奖 1 项，人社部和地震局系统先进个人等。基于上述成果，还于 2021 年与新疆地震局合作成功申请获批“新疆帕米尔陆内俯冲国家野外科学观测研究站”。这些成果表明新疆-中亚地区活动构造与强震研究团队，具备完成相关工作雄厚的实力与研究基础。

吸纳外单位、外系统专家开展实质合作情况

研究团队吸纳了来自中国科学院青藏高原研究所、浙江大学、新疆维吾尔自治区地震局和中国石油勘探开发研究院四个单位的专家开展合作，集中了长期从事帕米尔、西昆仑、南天山地区深部物理、构造地质和活动构造研究的人员，形成了涵盖多个学科的综合研究团队。

来自中国科学院青藏高原研究所的裴顺平研究员和浙江大学的石许华教授，参与了 2022 年由地质所牵头的国家重点研发项目的申报工作，在项目申请和实施方案论证期间，他们已与团队其它成员进行了多次交流讨论。裴顺平研究员在该项目中作为课题负责人承担新疆-中亚陆内俯冲带岩石圈三维结构与强震孕育环境的研究工作，目前正与陈杰研究员团队合作积极争取喀什市城市活断层探测项目。石许华教授 2022 年与团队成员合作，开展了帕米尔构造结多时间尺度构造变形研究，作为骨干人员在 2022 年国家重点研发项目中负责承担历史强震的复核工作。

来自新疆维吾尔自治区地震局的姚远博士，长期与团队成员进行交流合作，不仅与团队成员在 2020 年伽师 Mw6.0 和 2021 年拜城 Mw5.2 地震中进行了多次联合地震科考，还联合申请了“新疆帕米尔陆内俯冲国家野外科学观测研究站”；在 2022 年的国家重点研发项目中，姚远博士也作为骨干人员承担喀什-阿图什褶皱冲断带填图和活动速率研究工作。

由于研究区的活动构造以大型低角度逆冲断层为主，为了能够更好地对其深部结构进行约束，在此次团队组建过程中，我们还吸纳了来自中石油勘探开发研究院的陈竹新博士。陈竹新博士长期从事研究区的构造解析工作，不仅积累了丰富的石油物探剖面 and 钻孔数据，还进行了大量构造解析和三维建模工作。陈竹新博士与团队成员早在 2014 年已开展实质合作，不仅对喀什-阿图什褶皱冲断带、帕米尔前缘断层带等构造进行了联合解析，还对

	<p>2015 年皮山 Mw6.4、2020 年伽师 Mw6.0、2021 年拜城 Mw5.2 地震的发震构造开展了联合研究。</p> <p>总之，地质所团队成员与外单位专家之间具有良好的合作基础，保障了攻关目标的顺利完成。在后续的研究中，我们也将通过定期组织会议和讨论、联合召集学术会议、研究生交换和联合培养等方式进一步加强合作，逐渐形成一支专门从事新疆-中亚地区活动构造和强震研究的、具有国际影响力的研究团队。</p>
<p>团队研究 进度计划</p>	<p>2023-2024 年：①对现有的遥感影像、基础地质、活动断裂、地震和形变等数据进行系统收集整理，初步完成区域地震构造图的编制及相关数据库；对重点活动断裂进行野外填图、变形量测量、古地震槽探及相关年代学样品采集。②选择重点区布设 50 个宽频带地震仪和 400 个短周期地震仪，组成密集地震观测台阵。③开展连续和流动 GNSS 观测站的勘选和建设，选定流动测站进行一期观测；对 InSAR 数据、已有 GNSS 垂向速度场和水准资料等进行分析处理，并基于获得的速度场，初步反演确定主要断裂带的滑动速率与分段运动特征。④对境内历史强震野外考察，系统搜集整理各种相关地质、地球物理资料，包括历史强震境内外地震台站记录、2008-至今的区域台网小地震震相记录；修正现有数断层几何模型，获得断裂震间耦合模型贝叶斯估计。</p> <p>2024-2025 年：①解析石油物探剖面，确定重点活动断裂二维剖面结构，初步构建重点区活动断裂三维结构模型，估算其滑动速率；分析地震地表破裂调查和古地震研究结果，建立活动断裂古地震复发模式。②构建研究区、重点区地震速度结构模型。③对流动 GNSS 站进行一期观测，连续 GNSS 观测站进行运维；开展 GNSS、InSAR 和水准资料融合方法研究，并根据历史地震和地震活动性及深部探测结果，构建三维断层运动学模型。④境</p>

内外历史强震野外考察、震源参数及发震构造复核。核；利用贝叶斯算法反演主要活断层的闭锁状态；开始构建重点断裂三维浅源模型。

2025-2026 年：①完善研究区岩石圈速度结构与陆片俯冲模型，优化研究区地震构造图及相关数据库，完善重点区活动断裂三维结构模型和古地震复发模式，并建立一套大型低角度逆断裂带活动性鉴定、三维模型构建和运动参数提取方法。②对流动 GNSS 站进行一期观测，连续 GNSS 观测站进行运维；完成 GNSS、InSAR 和水准资料融合三维地壳形变场，并更新主要断裂带的滑动速率和滑动亏损，确定重点断层区段的闭锁程度和应变能积累状态。③完善复核后的历史强震目录；构建多层次大震破裂模型，给出重点区主要断裂带的最大震级上限与复发周期概率分布模型；构建重点区主要断裂三维浅源模型，编制不同超越概率水准地震动参数区划图（1:100 万），判定主要断裂危险段和大震危险区。