

地震科技创新成果展

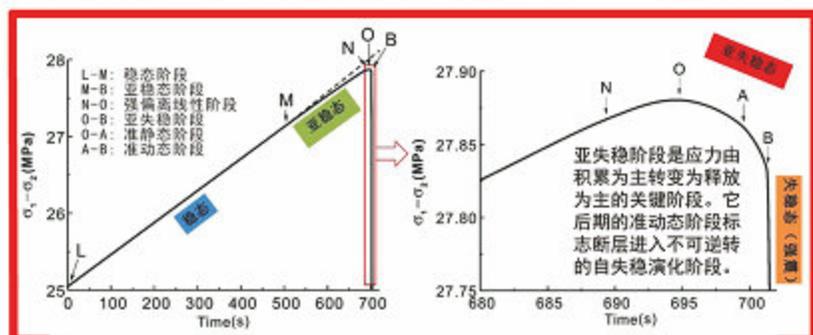
地震前亚失稳阶段的识别

成果概况:

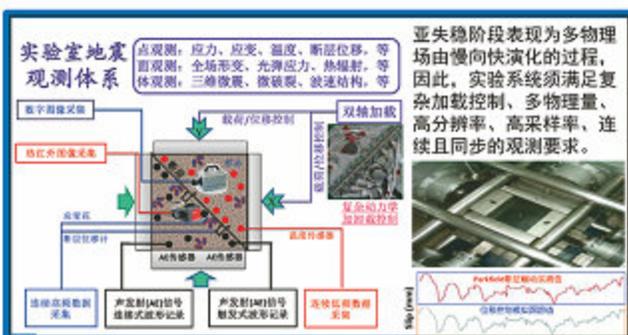
地震科技重点突破方向之一，自然科学基金会和地震局联合资助。以室内实验为基础，针对地震发生前的最后阶段开展多物理场时空演化研究，分析地震前兆机理，探讨地震预测中的关键问题。

主要创新点:

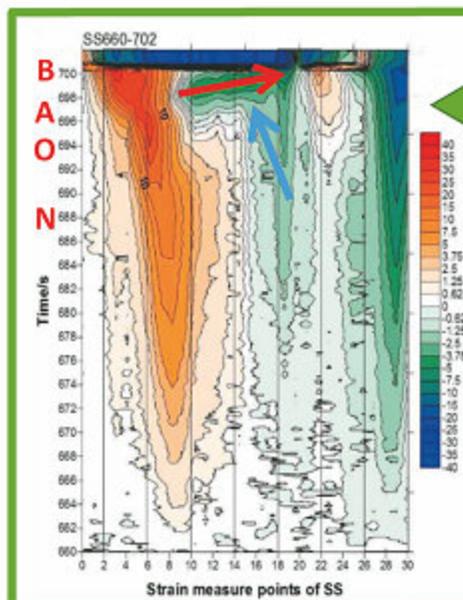
- (1)提出地震预测研究的新思路——亚失稳理论；
- (2)建立适合研究断层亚失稳阶段演化的室内地震实验场；
- (3)获得断层应力状态的识别标志——断层活动协同化程度。



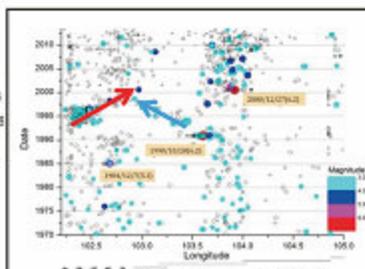
实验室失稳预测屡屡成功, 为地震预测提供了一线希望!



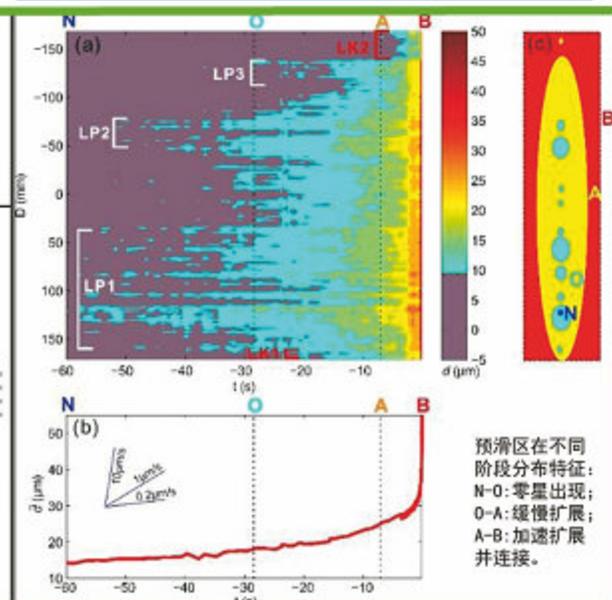
适用于研究亚失稳阶段的室内地震实验场



应变释放区在不同阶段演化特征:
O前: 断层上出现孤立的应变释放区和积累区;
O-A: 断层上孤立应变释放区增多, 应变释放率增加, 释放区范围出现平稳扩展;
A-B: 应变释放区加速扩展和连接。



老虎山-毛毛山断层带地震时空分布: 1990年前相对独立的地震活动在1990年后相互连接以及在1995年后的加速连接与实验结果类似。

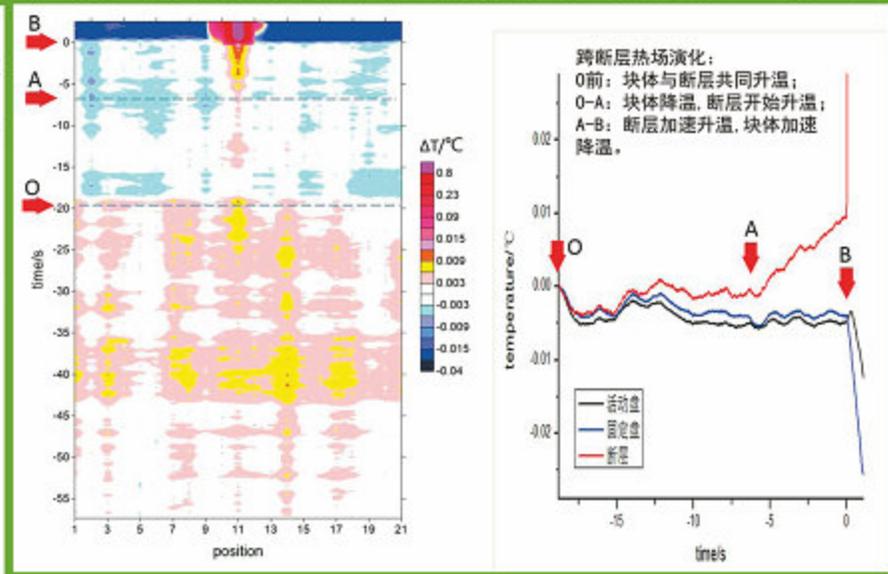


预滑区在不同阶段分布特征:
N-O: 零星出现;
O-A: 缓慢扩展;
A-B: 加速扩展并连接。

应用效益及前景:

多种物理量共同证明协同化程度是判定断层所处应力状态的一个标志

研究地震活动规律，减轻灾害是我们的初心。亚失稳研究从实验室走向野外是我们的必由之路。抓住亚失稳阶段的演化，对于判断失稳的临近十分重要。



成果推荐单位: 中国地震局地质研究所

地震科技创新成果展

青藏高原东北缘晚新生代构造变形与演化

成果概况:

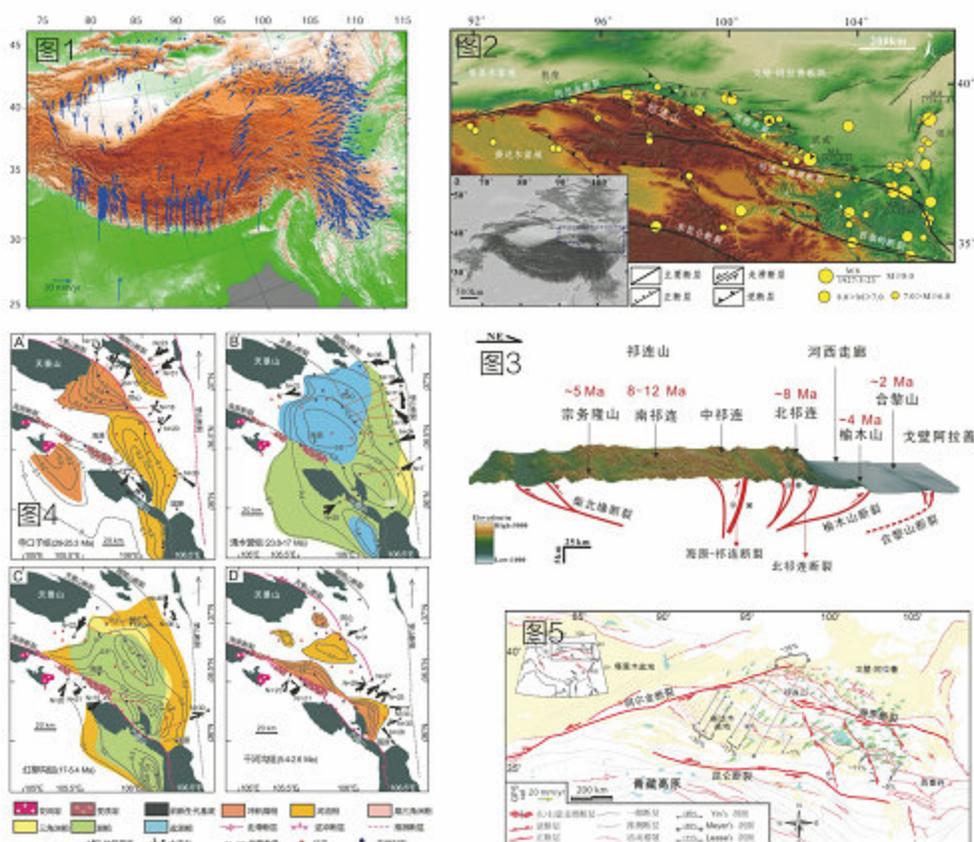
在国家自然科学基金和973等项目的支持下，团队始终以青藏高原及其周边晚新生代构造变形与形成过程为研究目标，从相互关联的两个方面开展了长达20多年的持续研究：首先是利用全球定位系统（GPS）的观测资料，研究了整个高原尺度的变形格局、运动速率和应变分配，定量揭示了高原现今构造变形状态；第二是以青藏高原最新组成部分（东北缘）为研究对象，从构造变形、山脉隆升、盆地消亡和地貌演化等方面，系统解剖了高原晚新生代的形成过程。

主要创新点:

解剖了青藏高原东北缘晚新生代构造变形与演化过程。

成果进展及前景:

揭示了青藏高原及周边现今构造变形及运动图像（图1）；查明了高原东北缘断裂活动习性与强震构造背景（图2）；限定了高原东北缘山脉隆升的时空分布（图3）；重塑了高原东北缘新生代的构造变形过程（图4，5）。成果2014年获中国地震局防震减灾科技成果壹等奖；提出的区域构造变形模式、运动过程和动力学机制，为该地区中长期强震预测和危险性判定工作提供了基础资料，特别是作为高原东北缘地区的潜在震源区的划分在新一代区划图的编制中得到了广泛应用，同时项目的基础资料（特别是活动构造的研究成果）多次被用于国家重大工程（如西气东输、铁路、公路、电力设施等）的地震安全性评价。



成果推荐单位：中国地震局地质研究所

全国地震科技创新大会

地震科技创新成果展

青藏高原东扩的变形方式： 跨断层分区变形与下地壳流动

成果概况：

利用由约300台流动宽频带地震仪组成川西流动地震台阵记录的地震波形数据，对青藏高原东部结构进行了三维地震成像和变形机制研究。该成果获选2014年度中国自然科学十大进展。

主要创新点：

以前所未有的清晰度对青藏高原东部结构进行了三维地震成像研究；提供了地壳通道流和地壳流变学分区特征的观测证据；提出青藏高原东扩可能是下地壳深部物质流动与上地壳沿深大断层的刚性滑移的结合。

应用效益及前景：

本研究为我国大规模流动地震台阵观测研究提供了最佳实例。研究所述的地壳流变学横向变化和块体边界条件的差异有助于理解青藏高原东缘地区的地震活动方式。结合大地测量给出的松潘地块地表隆升，结果支持2008年汶川地震源于脆性上地壳的隆升。

nature geoscience LETTERS

Eastward expansion of the Tibetan Plateau by crustal flow and strain partitioning across faults

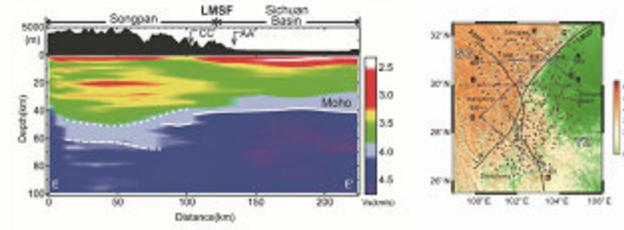
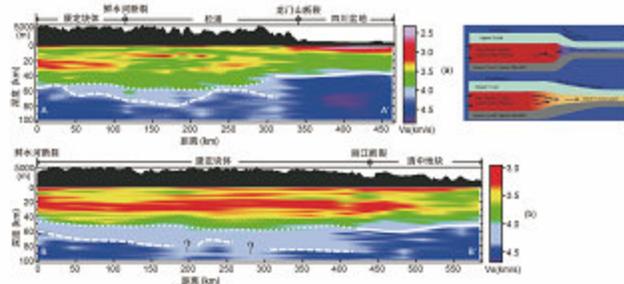
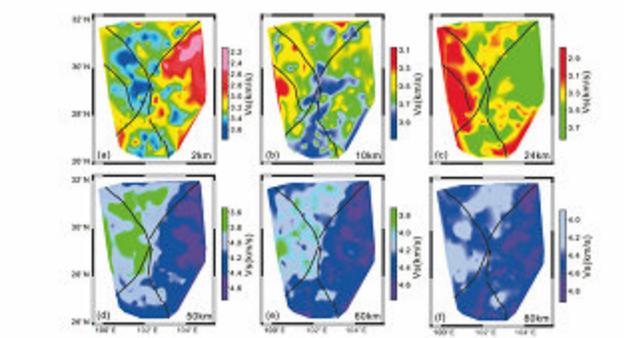
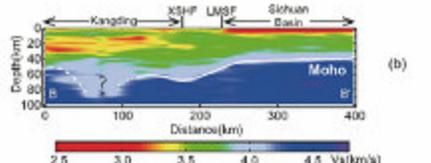
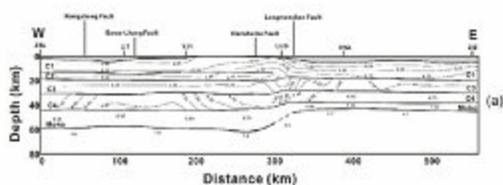
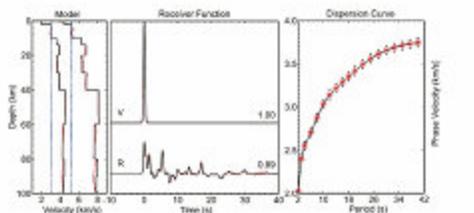
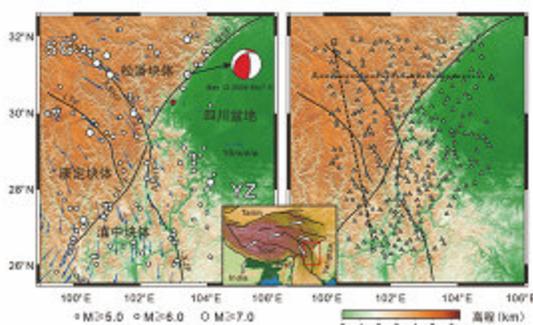
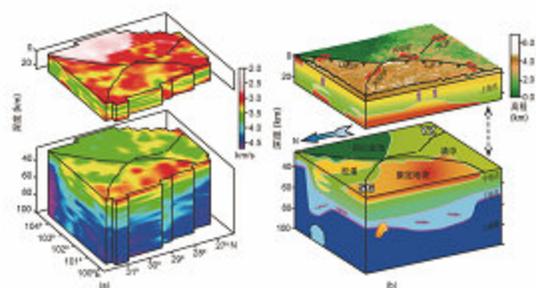
Qi Yuan Liu^{1*}, Robert D. van der Hilst², Yu Li¹, Hua Jun Yao¹, Fu Hai Chen¹, Bao Guo¹, Shao Hua Qi¹, Jun Wang², Hu Hong² and Shou Cheng Li¹

The lateral expansion of the northeastern Tibetan Plateau causes diverging earthquakes, but is poorly understood. In particular, the links between regional variations in surface motion¹ and the deeper structure of the plateau are unclear. The plateau may deform either by movement of rigid crustal blocks along large strike-slip faults^{2,3}, by continuous deformation⁴, or by the combined flow of a channel of viscous crustal rock^{5,6}. However, the importance of crustal channel flow was questioned in the wake of the 2008 Wenchuan earthquake^{7,8}. Contrasting about the style of deformation provides, in part because geophysical probes have insufficient resolution to look structures in the deep crust to the observed surface deformation. Here we use seismic data recorded with an array of about 300 seismographs in western Sichuan, China, to image the structure of the eastern Tibetan Plateau with unprecedented clarity. We identify zones of weak crust in the deep crust that thicken eastwards towards the Hengchuan Graben, which we interpret as crustal flow channels. We also identify weak contrasts in the structure and rheology of the crust across large faults. Combined with geodetic data, the inferred crustal heterogeneity indicates that plate expansion is accommodated by a combination of local crustal flow and strain partitioning across deep faults. We conclude that rigid block motion and crustal flow are therefore not irreconcilable modes of crustal deformation.

Indeed, understanding eastern Tibetan plateau dynamics requires understanding connections to 3D crustal structure on a higher spatial resolution and over larger areas and depth ranges than have so far been available. We use new geophysical data ranging from the base of a penetrating regional array of ~300 densely spaced seismograph stations to mid-crustal depth (Fig. 1).

Figure 1 shows the main geophysical, tectonomorphological, and seismic features of the area defined by the interaction of geological units: Chongqing, Chuanhsing, Sichuan Basin, the Longmen Shan crustal structure, an internally deformed, and unroofed on the crustal scale by faults (Shanhefeng, Longmenshan, Eling, Anninghe-Ganache-Moxing) along which most of the region's large earthquakes occur. The rate of eastward crustal movement away from central Tibet is partitioned across the Kuanfenghe and Anninghe-Zhenyuan-Guangyuan faults, both north in Kunming and Dazhuang, which comprise the so-called Chuanhsing Graben, (at horizontal distance 150–200 km, 17°N, 101°E) after the long-term clockwise rotation of Tibet eastward around the Eastern Himalayan Syntaxis (EHS) axis (1–10). In the north, in what we call Chengde, surface displacement is slow and decreasing southwards, with crustal shortening near the Longmenshan fault line that links to the EHS.

Figure 1b shows the location of a temporary, dense 300-station seismic array of about 300 broad-band seismographs in western Sichuan. Four earthquake recorded between 2007 and 2008 are



成果推荐单位：中国地震局地质研究所 地震动力学国家重点实验室

全国地震科技创新大会

地震科技创新成果展

中国活动断层探察——南北地震带中南段

成果概况:

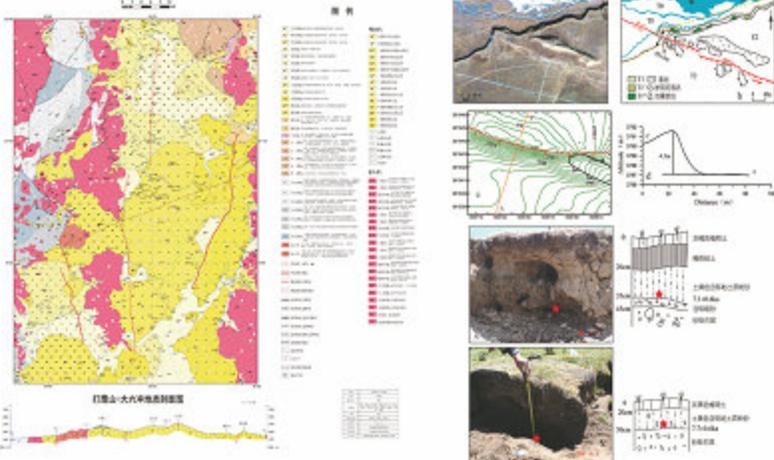
项目是“中国活动断层探察（喜马拉雅计划）”的重要组成部分。项目获得了南北地震带中南段25条主要活动断层准确的空间位置和活动性定量参数。获得了滇西南地区地壳上地幔的速度结构和地壳上地幔电性结构，建立了具有物理意义的地震构造模型。首次完成了1:5万“云南腾冲火山地质图”填图。建立了规范化的活动断层填图和地球物理勘探数据库，起草了活动断层填图相关的技术标准。



应用效益及前景:

项目研究成果可直接为重大工程、生命线工程和核设施等避让活动断层提供直接依据，为判定地震发生地点、最大震级、发震断层性质等提供科学依据，为地震的预测预报提供具有物理意义的构造框架和地震构造模型。

云南腾冲火山地质图

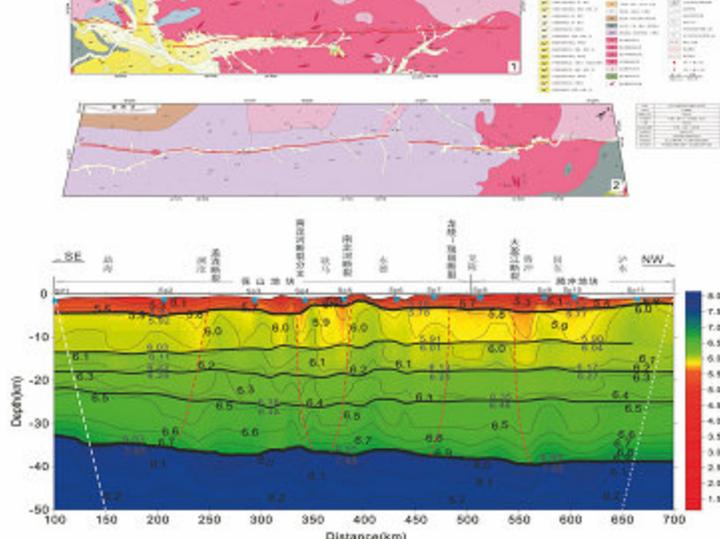


主要创新点:

①形成先利用高分卫片解译，再野外核实、断错地貌测量和年代样品测试进行1:5万活动断层填图的技术。②通过近地表活动断层填图、滇西地区综合地球物理联合勘探，探讨地震构造的深浅构造关系问题。③起草并颁布了《1:50000活动断层填图》（DB/T 53—2013）标准，起草完成了《1:50000活动断层填图数据库》标准报批稿（DB/T 65—2016）。

中国地震活动断层探察——南北地震带中南段

南汀河断裂带活动断层分布图



成果推荐单位：中国地震局地质研究所

全国地震科技创新大会

地震科技创新成果展

地震动力学国家重点实验室

实验室概况:

实验室于2003年12月批准建设，2007年2月通过验收。

依托单位：中国地震局地质研究所

主管部门：中国地震局

实验室主任：张培震 院士

学术委员会主任：石耀霖 院士

人才情况:

中国科学院院士：3人

国家杰出青年基金获得者：2人

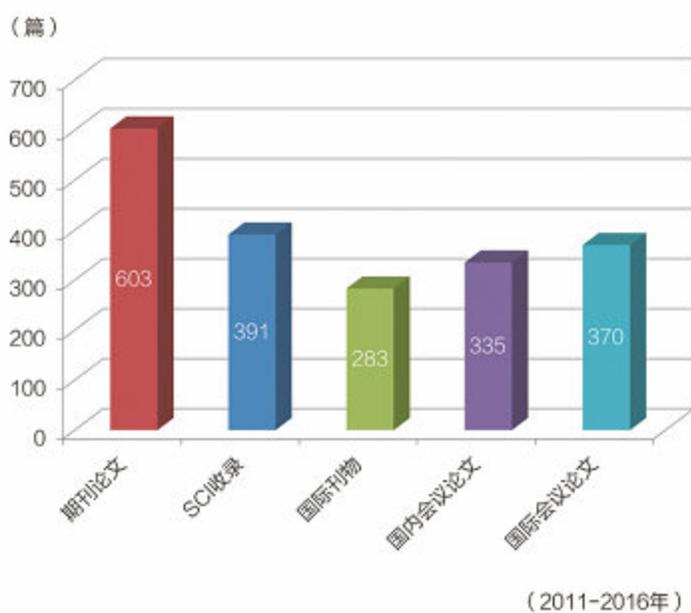
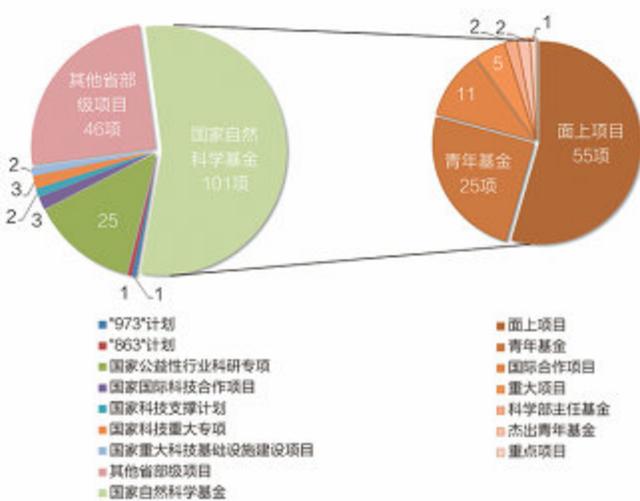
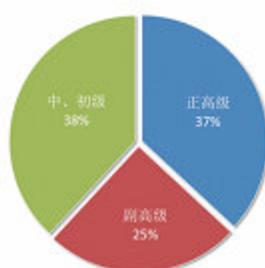
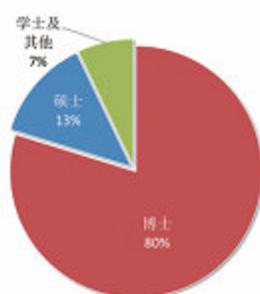
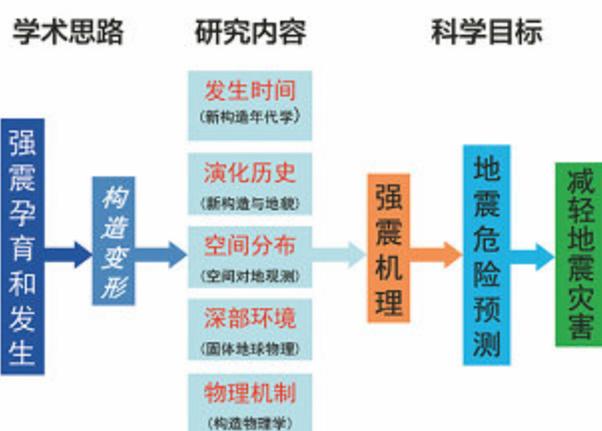
国家优秀青年基金获得者：1人

国家百千万人才工程：4人

“万人计划”百千万工程领军人才：1人

“万人计划”青年拔尖人才：1人

“973计划”首席专家：1人



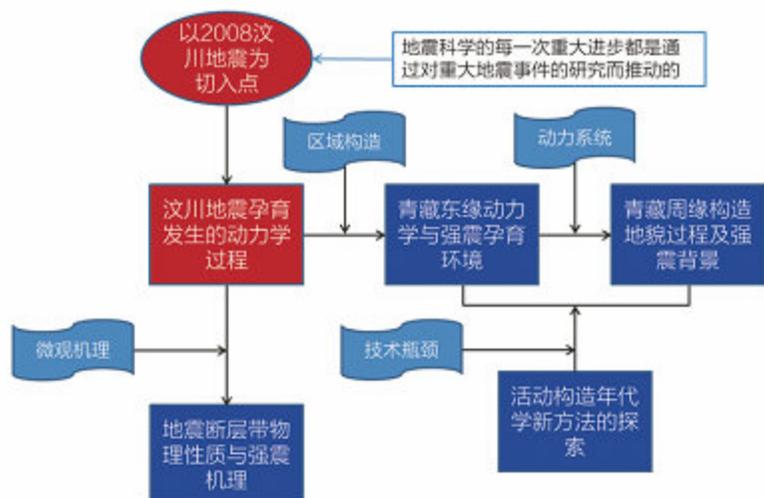
实验室的研究成果先后发表在Science、Nature及旗下刊物9篇；

1项研究成果入选2014年度中国科学十大进展；

1篇发表在Science的论文引起国内外广泛关注；

1篇发表在Geology的论文被研究焦点 (Research Focus) 点评；

2篇发表在GRL的论文被AGU主编遴选为亮点文章 (Highlight)。



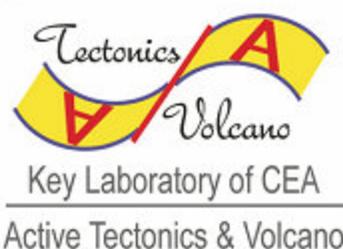
全国地震科技创新大会

地震科技创新成果展

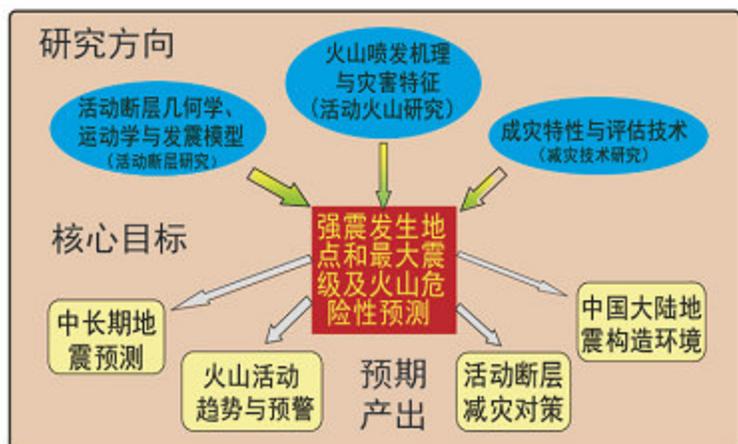
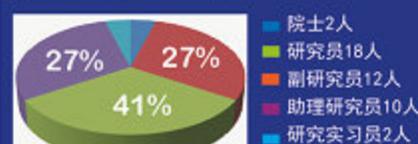
中国地震局活动构造与火山重点实验室

实验室简介

实验室于2011年经中国地震局批准建设，以地质、地貌等传统技术方法，地球物理勘探、近场地震观测、高精度激光测量和空间对地观测等现代探测技术，年代学测试、场地测试、火山物理与地球化学等实验技术，以及实验和数值模拟技术为依托，研究各类活动构造的形成和活动习性、活动机理和运动参数为主要目标，探讨地震构造模型和发震机理、定量活动参数和中长期地震危险性、活动构造与地震区划、工程地震及地质灾害、火山的喷发机理、灾害效应和预警，以及水库诱发地震观测和成因机制研究等。为地球动力学、地壳运动学、环境地质学和防震减灾等提供基础资料，为城市和重大工程场地的安全评价提供技术支持，以最大限度地减轻可能遭遇的地震与火山灾害，满足地震科学发展和国家减灾需求并引领我国活动构造研究的发展。



科研队伍组成



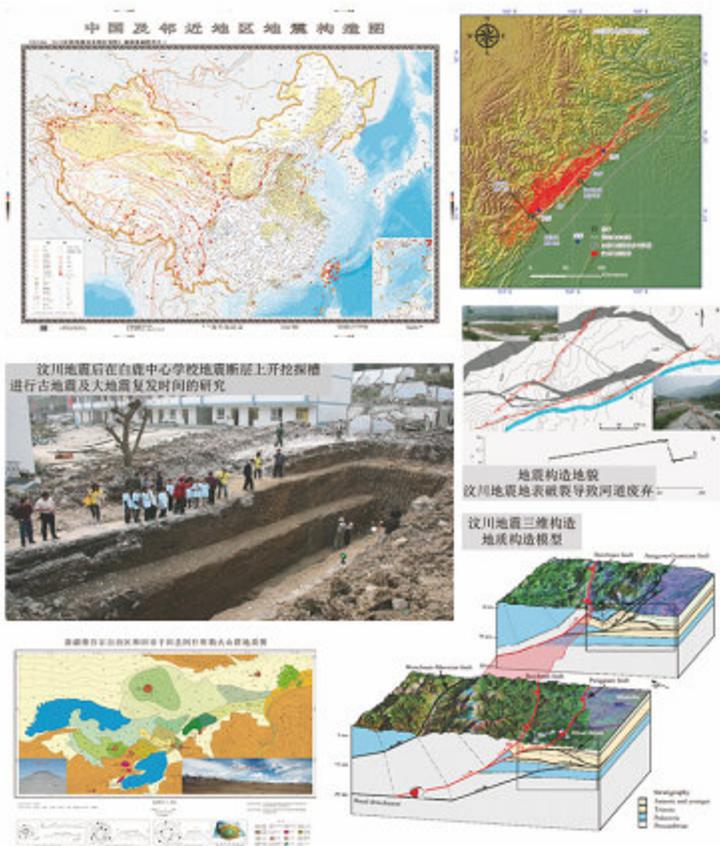
研究单元设置:

实验室目前设置了活动构造、活动火山和地震区划与工程地震等3个研究室，以及活动断层与古地震、构造地貌与地表过程、火山地质与灾害、火山地球化学、地震区划与工程地震、地震地质灾害和构造力学与构造模拟等7个研究单元。

主要成果:

近年来实验室在1、汶川地震破裂模型、古地震及地震诱发滑坡；2、中国大陆活动断层填图与活动断层数据共享平台建设；3、数值活动构造地貌学与古地震研究新技术探索；4、中国内陆活动火山喷发机理与灾害预测；5、特大地震发震构造和危险性评估技术及其应用等方面取得了一系列进展，在国内外学术界具有重要影响，并为防震减灾提供了支撑。

成果推荐单位：中国地震局地质研究所

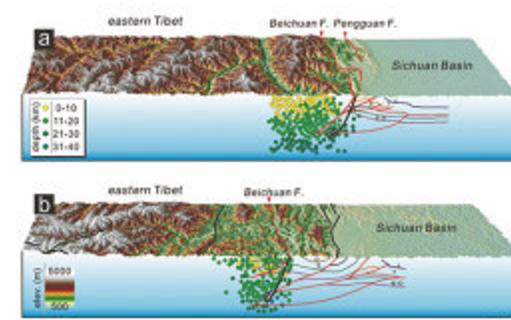
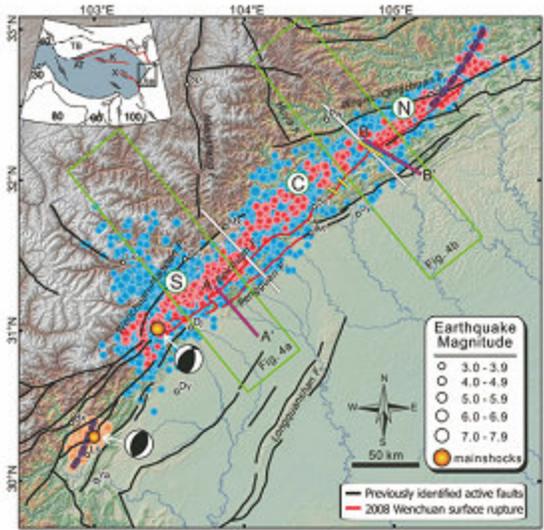
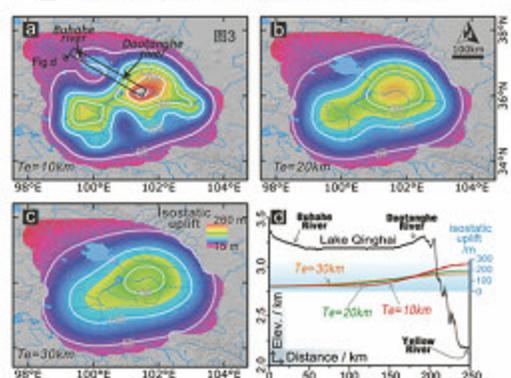
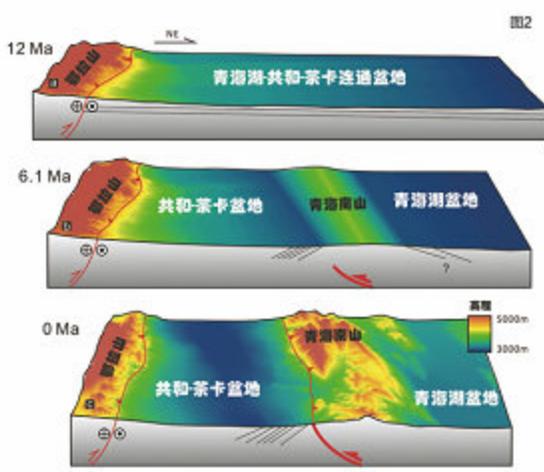
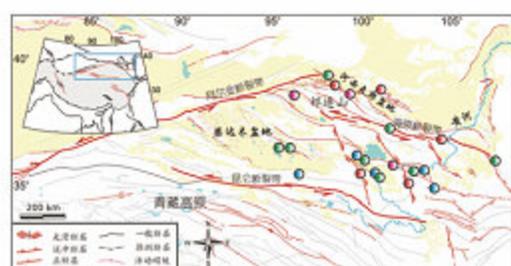


全国地震科技创新大会

地震科技创新成果展

地震科技青年人才培养

张会平研究员，2014年派出，访问美国加州大学戴维斯分校

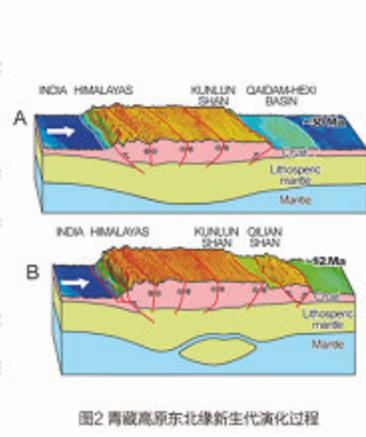
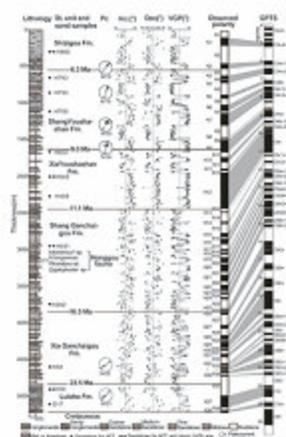


依托国家自然科学基金项目（优青、面上、青年）、“万人计划”青年拔尖人才计划、地震行业专项及国家重点实验室等平台，以新生代构造与地貌为研究方向，运用地貌学、沉积学和磁性地层学，构造地质学、低温热年代学等研究方法和手段，系统开展青藏高原东北缘、东缘构造变形与构造地貌研究（图1），揭示青藏高原晚新生代构造变形、地貌演化过程及其动力学机制。引领“构造地貌学”国内热点前沿，提升“新生代构造与地貌”成果国际影响。

（1）、揭示祁连山晚新生代构造变形过程（图2），对青藏高原东北缘新生代构造变形和地貌演化历史形成完整认识；（2）、构造-气候控制下黄河-青海湖地区地貌演化过程（图3），为理解构造-气候-地貌系统相互作用提供新视角；（3）、青藏高原东缘构造地貌特征与深部动力过程（图4，5），深化高原地貌演化及其深部动力学机制问题的认识。

王伟涛副研究员，2009年派出，访问美国宾夕法尼亚州立大学（联合培养博士）
2015年派出，访问美国罗切斯特大学

王伟涛副研究员，2009年派出，访问美国宾夕法尼亚州立大学（联合培养博士）
2015年派出，访问美国罗切斯特大学



1. 柴达木盆地沉积演化研究

青藏高原东北缘盆-山地貌系统记录了高原东北部的崛起过程和高原扩展的动力学机制。多数研究显示青藏高原由南向北逐渐扩展，然而越来越多的证据表明高原北部自始新世开始隆升。两种模型均以高原北部柴达木盆地地层时代的约束。红沟磁性地层剖面研究表明柴达木盆地~25.5 Ma 开始接受沉积，并持续至大约4.8 Ma（图1）。

2. 青藏高原东北缘变形过程

柴达木新生代盆地定年与演化研究揭示：（1）高原东北缘新生代变形始于渐新世（图2A）；（2）高原北部在~12 Ma开始加速隆升（图2B），奠定了高原东北部构造与地貌格局。