

# 黄土与第四纪地质国家重点实验室

## 简报

2015年 第4期

---

---

### 我室青藏高原东北部构造生长研究取得新进展

研究青藏高原东北部构造生长过程对于理解现在青藏高原生长动力学及全球气候效应等都具有非常重要的意义。

虽然目前可通过不同的方法对青藏高原在不同地质时期的古高度与范围进行重建,但这些记录主要是从高原某一区域分析入手,对于欧亚与印度板块碰撞之后,亚洲广大范围内是整体抬升还是山体隆升、是否提高风化与物质搬运造成附近盆地高度变化,还存在争议。而且,对于两大板块在碰撞之后很快就将应力传递到东北部边缘的构造应力场,从而引起高原内部生长的细节变化,还有很多疑问。

我室常宏研究员联合国内外同行,在安芷生研究员主持的国家自然科学基金委项目(重大国际合作、重点)和国家重大基础研究项目的共同支持下,对青藏高原东北部的柴达木盆地、塔里木盆地及相邻的阿尔金山、昆仑山等区域进行了大范围的野外调查及综合研究,通过新生代剖面年代学、沉积学、变形特征等分析,建立了渐新世以来新生代地层框架,结合区域气候研究的结果,识别新生代地层中构造运动的信息。结果显示,青藏高原东北部渐新世就开始了生长过程。物源区隆升造成了磨拉石建造的发育,特别是在中新世中期大范围的构造运动再次活跃,使得柴达木盆地周边及内部断裂活动性提高及沉积物分布与厚度的明显变化。15Ma左右沉积速率数倍的突然提高及其与当时气候变化的不协调,显示了构造运动在这一区域地貌演化过程中的重要意义。该项研究成果目前已发表在国际地学期刊 *Earth and Planetary Science Letter* 上 (Chang et al., 2015 *Earth and Planetary Science Letters*)。

该项研究成果也是我国新生代沉积地层研究重建区域构造运动过程的一个新进展。新生代沉积地层中记录了自身沉积过程中的构造运动特征及气候变化信息,是一种理想的区域地质研究载体。但是由于其受到众多因素的影响,所以在解析某个单独影响因子过程中有很多不确定性。近十年,常宏研究员在青藏高原东北部盆地分析研究过程中与美国科罗拉多大学 Peter Molnar 教授等美国专家合作,对青藏高原东北部新生代地层及其与区域构造单元的时空关系等开展了细致的研究。由于阿尔金断裂对于青藏高原北部边界的限定,首先通过地层古地理环境、沉积速率等,对于阿尔金断裂在上新世构造活动性质进行了分析 (Chang et al., 2012 *Journal of Asian Earth Science*)。随后在大陆科学钻探项目的支持下对前人认为基底处于稳定状态的塔里木盆地开展了沉积特征与构造单元协同演化的研究,发现在塔里木盆地基底在早更新世也进入了构造活跃期,引起隆起区沉积速率明显降低的事实 (Chang et al., 2014)。

# 《Geology》: 2008 年汶川特大地震前后岷江河水化学变化为硅酸盐 风化与构造的联系提供了直接证据

地表化学风化和剥蚀过程是表生地球化学、高原隆升和全球变化研究的关键主题之一，它制约着从陆地到海洋物质输移通量以及全球碳循环。当前备受关注的碳收支也是与这些过程紧密相关、存在较多争议和不确定性的科学问题。“构造隆升 - 化学风化 - 气候变化”假说的提出促使以青藏高原为代表的构造隆升带的化学风化（消耗大气  $\text{CO}_2$ ）和物理剥蚀（有机碳埋藏）过程以及河流化学，成为解决大气  $\text{CO}_2$  变化、晚新生代全球变冷的一个争论焦点，各种证据和争论层出不穷。然而，相关的研究主要来自于海洋或陆地盆地的沉积地质记录，或短时间尺度（月至年级）河水化学，几乎没有来自高强度构造事件对地表化学风化和剥蚀作用的直接影响及其碳消耗的对比研究，其最主要的原因是这样的高强度事件具有偶然性、极低的发生频次（大于百年）。2008 年汶川 7.9 级特大地震核心区岷江流域位于青藏高原东部高侵蚀速率的构造活跃带（图 1），一直是地质学研究的热点地区之一，存在大量地震前的相关数据，这为评价地质构造事件对地表风化-剥蚀以及碳收支的直接影响提供了一次非常珍贵的对比研究机会。

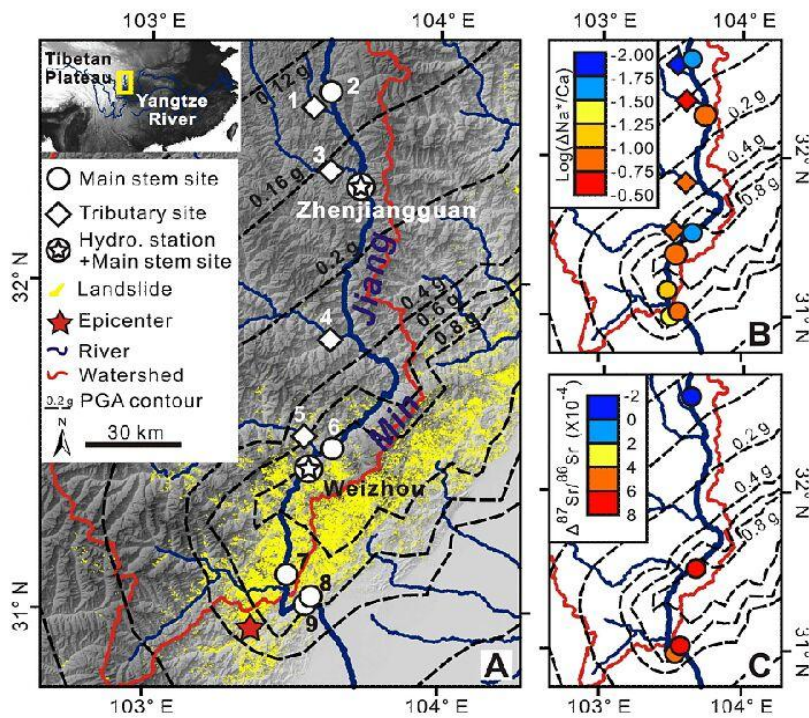


图 1 2008 年汶川地震核心区岷江流域地震前后河水化学变化的空间分布

我室金章东领导的研究团队，联合美国南加州大学 Joshua West、英国杜伦大学 Robert Hilton、澳大利亚国立大学 Jimin Yu 等人，通过对 2008 年汶川地震前后岷江河水化学的比较，揭示了地震对河水化学的影响幅度和范围。该研究团队自 2009 年下半年起开始，即在地震中心及上流的 4 个水文站连续收集季节性的河水、悬浮物样品。河水化学结果显示，地震之后岷江输运的总溶质通量系统增加，特别是，与地震之前数据相比，河水的  $\text{Na}^+/\text{Ca}$  ( $\text{Na}^+$

为经大气和蒸发盐校正的  $\text{Na}^+$  离子含量)增加了近 4 倍(图 2), 而  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  同位素比值增加了  $0.000644 \pm 0.000146$ 。这些变化直接指示了汶川地震之后岷江河水中硅酸盐组分及其导致的碱度显著增加。由此, 因硅酸盐组分引起的河水碱度变化计算得到的  $\text{CO}_2$  消耗率增加了  $4.3 \pm 0.4$  倍。

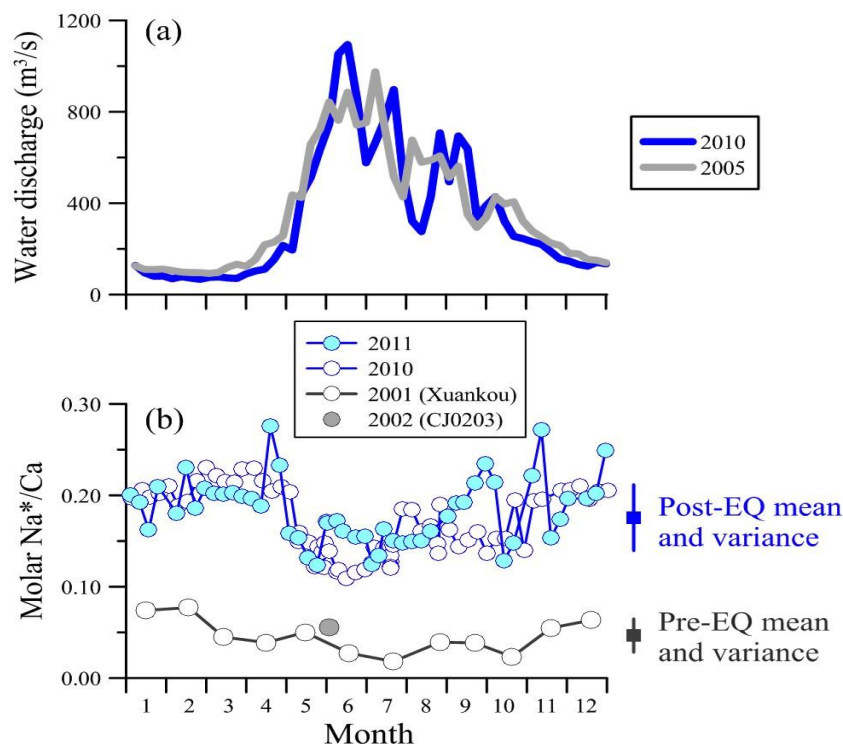


图 2 2008 年汶川地震前后岷江河水  $\text{Na}^*/\text{Ca}$  比值的系统变化

结合流域内地震峰值加速度 (PGA) 和地震形成的滑坡密度与  $\text{Na}^*/\text{Ca}$  和  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  同位素比值的的关系, 该研究认为汶川地震之后岷江河水中硅酸盐组分和碱度的增加可能主要与深部地下水的释放和包括滑坡在内的新鲜破碎岩石的快速淋滤风化有关。此类变化也存在于滑坡较少的地震区域, 因此深部地下水的释放可能是地震后多年来河水中硅酸盐组分和碱度系统增加的主导因素。论文最后指出, 如果其他大地震也会引起类似的变化, 那么由地震引发的河流硅酸盐溶质运输的增加将把风化和碱度与构造活动直接联系起来。本研究为量化高强度构造事件对流域风化作用的直接影响及其碳消耗提供最直接、可靠的数据, 为“构造-风化-气候变化”假说提供有力的证据。

相关研究结果近日 online 发表在《Geology》杂志上 <http://geology.geoscienceworld.org/content/early/2015/11/20/G37246.1.abstract>。本文是该研究团队自《Controls on fluvial evacuation of sediment from earthquake-triggered landslides》(Geology, 2015, 43(2): 115-118) 之后发表在 Geology 上的第二篇有关汶川地震环境效应研究论文。该研究得到科技部全球变化专项、中国和美国国家自然科学基金、英国皇家学会等共同资助。

## 我室付云翀高工入选 2015 年度中国科学院“关键技术人才”

近日，中国科学院人事局公布了院 2015 年度关键技术人才入选者名单，我室付云翀高工入选，截止目前研究所已经有 2 名同志入选。据悉，本年度“关键技术人才”经单位推荐、专家组评审、院人才工作领导小组审定，共有 50 人入选。

中国科学院设立“关键技术人才”人才培养计划旨在通过培养一批优秀的青年技术支撑人才，提高解决关键技术问题和推动技术创新的能力，带动我院支撑队伍整体水平的提高，保障我院科技创新活动的顺利开展，促进重大成果的产出，满足我院改革创新、跨越发展的需要。

## 热烈庆祝黄土与第四纪地质国家重点实验室连续七次被评为优秀实验室

近日，科技部发布了 2015 年数理和地学领域国家重点实验室评估评审结果，黄土与第四纪地质国家重点实验室蝉联优秀国家重点实验室，成为我国地学领域两个连续七次被评为优秀的国家重点实验室之一。

2015 年，科技部委托国家遥感中心和中国地理学会对地学领域 46 个国家重点实验室进行了独立评估。评估结果经科技部审定，最终确定 12 个国家重点实验室为优秀，28 个国家重点实验室为良好，4 个重点实验室限期整改，两个实验室未能通过评估。

过去 5 年，在安芷生院士、周卫健院士的指导下，在刘禹研究员的带领下，黄土与第四纪地质国家重点实验室面向国际第四纪地质、地球系统科学研究前沿，服务于全球气候变化背景下国家可持续发展的战略需求，以多种地质-生物记录为载体，以环境变化为主线，应用高技术，探索新方法，揭示第四纪不同时间尺度自然环境演变的历史、变率和动力学机制，阐明人类活动的环境效应，为增进人类对大陆环境变化规律与机制的认识做出原创性科学贡献，产出了丰硕的科研成果，实验室国内外影响力显著增强。同时将基础研究成果服务国家需求，为我国经济社会可持续发展提供基础性、战略性和前瞻性科学建议。

在新的起点上，黄土与第四纪地质国家重点实验室将继续坚持“开放、流动、联合、竞争”的方针，如履薄冰，求真务实，立足中国黄土高原，探索环境变化的过去-现在-将来，产出高水平的科研成果，培养高层次的青年科技人才，推动与地球系统科学相融合的第四纪科学的发展。

## 青海湖：末次冰期时基本是干涸的

内陆湖泊的水位对气候变化十分敏感，是全球变化的前哨。青海湖是我国最美的湖泊，也是我国最大的内陆微咸水湖，其过去和现在的水位状况一直受到科学家和社会的关注。20世纪50年代以来，青海湖水位下降了3.8米，2005年至今青海湖水位却持续升高，至2015年的十年内，青海湖的年平均水位升高了近1米。那么，在更长时间尺度下，青海湖水位是怎样变化的呢？最新的科学研究显示，青海湖在末次冰期时基本是干涸的，近3万年来的最高水位出现在一万年左右。

我室金章东研究团队通过青海湖沉积岩心的地球化学组成分析，结合现代沉积过程和流域黄土组成，恢复了近3万年以来青海湖沉积环境和湖泊水位的变化。该18米沉积岩心是在国际大陆钻探计划（ICDP）和中国大陆环境钻探计划（CESD）的支持下于2005年夏天在青海湖南盆获得的。研究发现，末次冰期（~32 - 19.8 ka）期间，青海湖的沉积物粒度和化学组成与流域风成黄土基本一致，且十分均一而稳定；更重要的是，该时段仅发现蒿属（*Artemisia*）、麻黄属（*Ephedra*）和藜科（*Chenopodiaceae*）这些沙漠和草原性孢粉，不存在水生植物孢子和湖相介形类壳体等。这些特征表明，在末次冰期时，青海湖流域十分干旱，主要接收了风尘黄土堆积，为一干湖盆。进一步地，在至11.5 ka的整个末次冰消期期间，青海湖虽然有一些时段是湖相沉积，但是还是以风尘黄土堆积为主。这些特征表明，在3万年以来的近2万年时间内，青海湖基本处于干涸状态，即使有水，也是间断性的浅水湖泊。事实上，冰期时类似的干涸状态也出现在我国西部众多湖泊中，包括新疆的博斯腾、玛纳斯、巴里坤、甘肃的潯野泽等。直到全新世（11.5 ka）来临，青海湖才真正成为现今的湖泊，至今不再干涸过。近3万年来，青海湖的最高水位出现在早全新世（即11.5 - 8.0 ka）；根据沉积物中Ca和Sr的堆积通量计算，当时的入湖径流量比现代的要多两至三倍，反映了全新世以来大气环流状况的显著改变。随后的八千多年，青海湖的水位总体呈降低趋势，沉积物中自生文石累积也逐步降低，粉尘通量则相应地增加和介形类壳体 $\delta^{18}\text{O}$ 也逐步偏正，均指示了全新世中晚期季风和碳酸盐风化通量逐渐减弱的过程。该研究首次明确了近3万年来青海湖的沉积环境状况及其变化，充分展示了末次冰期以来沉积物类型和地球化学组成、流域化学风化对区域水文气候变化的敏感响应。

## 安芷生研究员荣获2015年度中国科学院杰出科技成就奖

中国科学院杰出科技成就奖颁奖经中国科学院杰出科技成就奖评审委员会严格评审，并经院长办公会议批准，我所安芷生研究员被授予2015年度中国科学院杰出科技成就奖（个人）。

中国科学院杰出科技成就奖授予院属单位在近五年内完成或显示影响的重大成果的个人或集体，每年评选一次。经过专业评审组初评、院长办公会审定、国内外同行函评、评审



委员会会议评审、公示、院长办公会审议等程序的层层筛选，最终确定获奖名单。本年度共有 7 个团队和 2 位个人获此奖励。

安芷生从事地球科学研究 50 余年，他基于中国黄土和其它生物地质记录的野外观测和大陆环境科学钻探的研究，将野外观测、实验分析和数值模拟相结合，突破经典全球冰期-间冰期理论，提出东亚环境变化的季风控制论和亚洲季风变迁的动力学，解析了亚洲环境变化的机理，得到国际认可。他指出我国季风区和干旱区现今自然环境是亚洲季风-干旱环境系统长期耦合演化的结果，生态环境修复应遵循自然演变的规律，为我国西部，特别是黄土高原生态环境治理提供了科技支撑。他开拓了第四纪地质学与全球变化研究相融合的新领域，为地球系统科学研究的发展和可持续发展战略的制定做出了贡献。

科学院的授奖决定文件还号召全院科技人员要向获奖者学习，发扬求真务实、勇于创新的科学精神，团结协作、奋发向上的团队精神，坚持“三个面向”，着力推进科技创新，为实现“四个率先”，实现出成果出人才出思想，建设创新型国家做出新的更大贡献。

热烈祝贺安芷生研究员获此荣誉！

