



新闻动态

您现在的位置: 首页 > 新闻动态 > 研究亮点

- 图片新闻
- 头条新闻
- 通知公告
- 学术活动
- 综合新闻
- 科研动态
- 研究亮点
- 学术前沿

何熹等-JGR: 地震Lg波衰减成像揭示青藏高原东南部的软弱地壳和地壳物质运移机制

2021-04-02 | 【大 中 小】【打印】【关闭】

大约从55个百万年之前开始, 来自印度板块和欧亚板块的持续挤压和汇聚作用使青藏高原平均抬升达4 km, 同时也导致了高原内地壳和地幔物质的大量流失。数值模拟和大地测量研究普遍认为青藏高原东南缘是高原物质向外运移的主要通道。非常发育的深大断裂将这一地区划分为多个次一级构造单元, 其中东南向运动并顺时针旋转的川滇菱形块体代表了地壳物质逃逸的主要部分。地质块体的运动主要受到断层走滑运动控制, 因此地表观测到的地壳形变主要集中在大型走滑系统周围(图1)。另一方面, 在川滇菱形块体内部也观测到一些弥散的形变。多种地球物理研究揭示出川滇菱形块体地壳内部存在低地震波速度、高电导率、高泊松比异常。因此在川滇菱形块体内部及周边的中下地壳可能存在部分熔融, 从而降低该部分的流变强度, 使得地壳与下部物质解耦, 并在重力和横向构造应力梯度的驱动下发生地质时间尺度的流动, 形成现今青藏高原东南缘宽阔平缓的地形。上述观测和研究倾向于支持“刚性块体挤出”和“粘滞性地壳流”两种物质逃逸的模型, 但对两种模型之间的关系, 峨眉山大火成岩省是否阻断了地壳物质运移, 地壳物质逃逸最终终止于何处, 是否进入中南半岛等有关青藏高原东南缘地壳变形机制的关键科学问题尚难作出满意的回答。地震Lg波主要在地壳波导中传播, 其振幅衰减对地壳中的温度、熔融和破碎等非常敏感。因此, 利用Lg波振幅衰减测量地壳岩体的品质因子Q值能够对地壳中软的热的或破碎的区域有所识别, 因而可用来约束地壳物质逃逸的通道, 对上述科学问题提供解答。

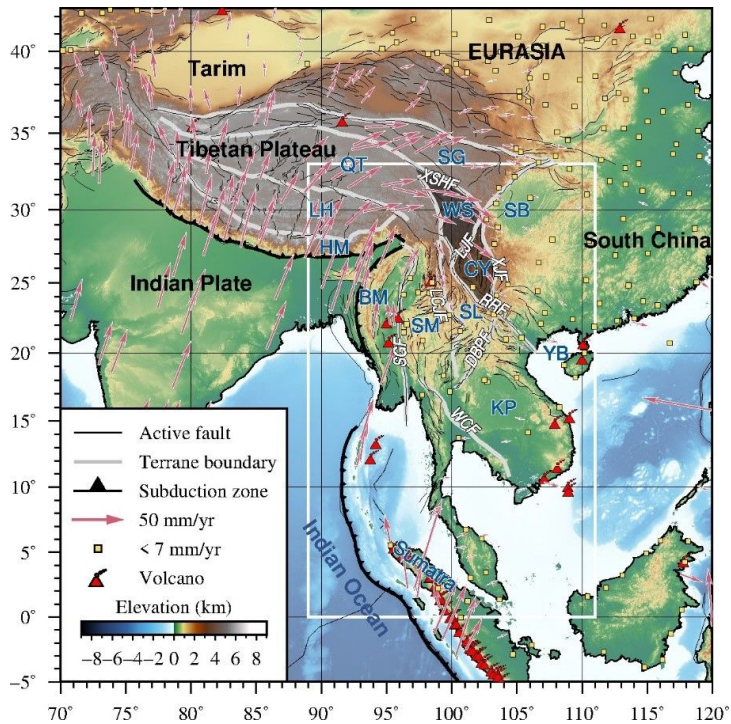


图1 青藏高原和中南半岛地区地形图。活动断裂分布和地块边界分别用黑色细线和灰色粗线表示。图中标出了主要断层(XSHF, 鲜水河断裂; LSHF, 丽江断裂; XJF, 小江断裂; LCJF, 澜沧江断裂; DBPF, 莫边府断裂; WCF, 王朝断裂; SGF, 实皆断裂)和地质块体单元(QT, 羌塘块体; SG, 松潘甘孜块体; LH, 拉萨块体; WS, 川西块体; SB, 四川盆地; HM, 喜马拉雅块体; CY, 滇中块体; BM, 缅甸块体; SM, 滇缅泰块体; SL, 思茅兰坪块体; YB, 莺歌海盆地; KP, 呵叻高原)、全新世火山(红色火山符号)、GPS水平运动方向和速度值(红色箭头)和相对稳定的观测速度值小于7 mm/yr的GPS台站(淡黄色方块)

中国科学院地质与地球物理研究所地球与行星物理院重点实验室地震学学科组的何熹博士、导师赵连锋研究员、美国加州大学圣克鲁兹分校的谢小碧研究员与其他合作者一起, 通过收集青藏高

原东南缘和中南半岛地区3万多条垂直分量地震波形资料,开展了高分辨率宽频带Lg波衰减成像研究。结果表明,青藏高原东南缘具有显著的低Q值异常(图2),与该区地壳内存在的高泊松比、低地震波速度和高电导率异常相对应。Lg波的强烈衰减不仅反映了由地壳块体破碎引起的散射衰减,可能还包括深部高温异常和部分熔融导致的粘弹性能量损失。结合当代GPS资料和依据同位素古高度计给出的高原抬升史,可以推测青藏高原东南缘地壳物质逃逸同时包含了浅部地壳的刚性块体挤出和深部地壳的塑性流动。这一组模型较为符合高原材料的动力学变形机制,同时也与该区域广泛观测到的诸多地质学和地球物理学现象,例如地壳变形和地震活动性,2000 m地形等高线和45 km地壳等厚度线向高原外部凸出的特征,南向延伸的低Q值异常带等相一致,可能揭示了高原地壳物质运移的方式(图3a)。根据Lg波Q值模型,推测地壳物质在峨眉山大火成岩省周围形成了复杂的分支和通道,并没有被地壳底部残留的地幔柱完全阻断(图3d)。缅甸块体北部表现出显著的低Q异常,可能与印度板块东向俯冲和软流圈热物质上涌有关。综合上述分析,认为壳幔物质交换的动力学过程弱化了地壳强度并产生了相应的拉张应力环境,因而降低了青藏高原东南缘地壳物质逃逸的阻力(图3c)。相对而言,呵叻高原和掸泰高原的Q值相对较高,据此推测逃逸地壳物质并未进入中南半岛(图2)。

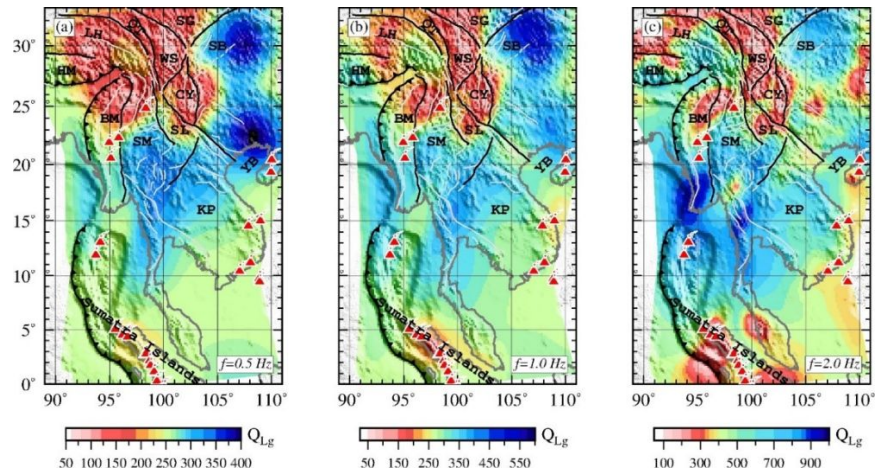


图2 (a) 1.0 Hz、(b) 2.0 Hz和(c) 3.0 Hz的Lg波Q值分布图。图中还标出了主要断层(黑色线条)、断层展布(灰色线条)和全新世火山(红色火山符号)。地质构造单元的缩写名称参见图1

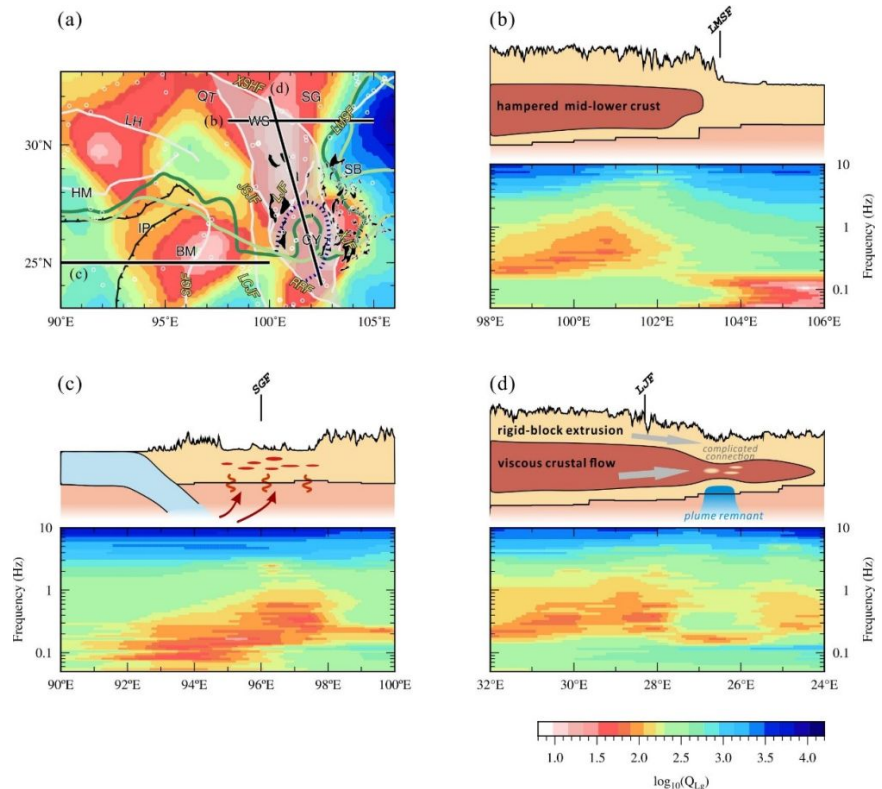


图3 青藏高原东南缘地壳构造逃逸模型示意图。(a) 宽频带Lg波Q值分布, 图中标出了主要的断层(白色线条)和名称(黄色字体)、地质块体单元(黑色字体)、峨眉山大火成岩省内带的位置(蓝色虚线)、峨眉山玄武岩分布(黑色)、2000 m地形等高线(深绿色线条)和45 km地壳等厚度线(浅绿色线条)、震级 M_S 大于5.5的地震的位置(白色空心圆)和三条剖面的位置(黑色实线)。(b, d, c) 分别是沿I、II和III剖面的地表地形、Moho面形态、Lg波Q值频率剖面图像, 以及沿剖面的推测地壳逃逸的构造模型

研究成果发表于国际权威学术期刊JGR-Solid Earth (何熹, 赵连锋*, 谢小碧, 田小波, 姚振兴. Weak crust in Southeast Tibetan Plateau revealed by Lg-wave attenuation tomography: Implications for crustal material escape [J]. Journal of Geophysical Research: Solid Earth, 2021, 126: e2020JB020748. DOI: 10.1029/2020JB020748)。本研究受到中国地震科学实验场(2016 CSES 0203, 2019 CSES 0103)、国家自然科学基金(41630210, 41674060, 41974054, 41974061)的联合资助。



地址: 北京市朝阳区北土城西路19号 邮编:100029 电话: 010-82998001 传真: 010-62010846
版权所有© 2009-2021 中国科学院地质与地球物理研究所 京ICP备05029136号 京公网安备110402500032号

