

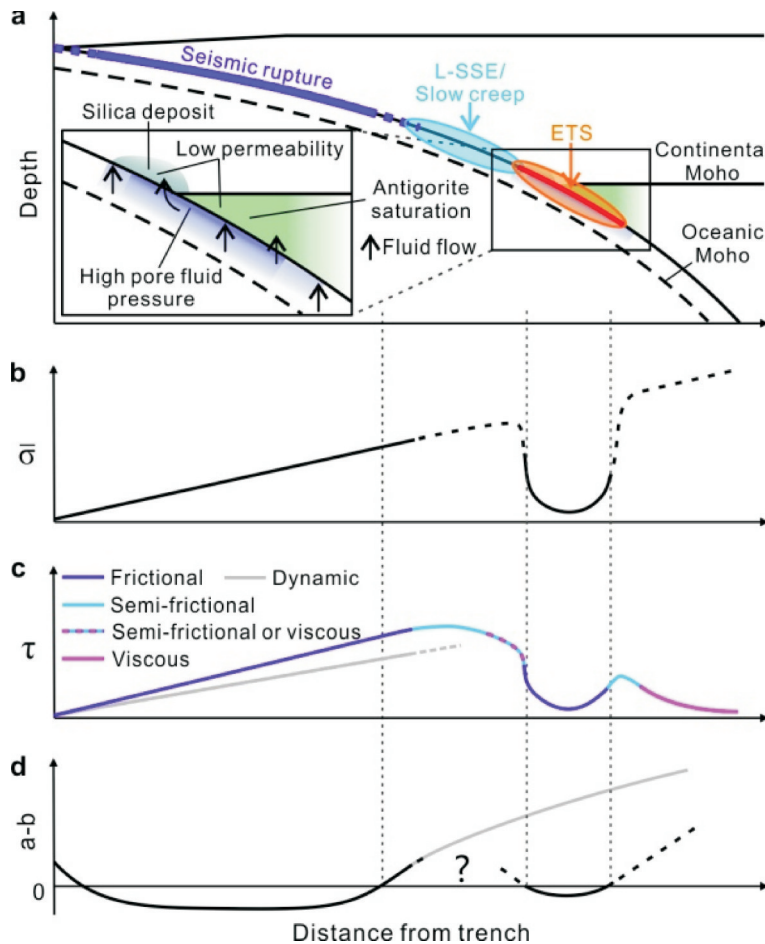
【热点与简讯】

# 慢地震幕式震颤与慢滑移：特征、成因与新进展

## Slow seismic episodic trembling and slow gliding: characteristics, genesis and new research progress

普通地震是断层脆性形变破裂并快速释放能量的过程,而慢地震是一种能量释放缓慢的地震,其持续时间比地震矩类似的普通地震长得多,从几分钟到一周,甚至数月,常规的地震仪检波器很难记录到它们,随着数字观测技术的发展,地震仪器频带的增宽、

地震波形数据向高分辨率、高精度进步,地震学家们在过去 20 年间才在地震图噪音中识别到大量的慢地震。慢地震常发生于与板块边界有关的构造环境中,如日本西部南海海槽、卡斯凯迪亚、哥斯达黎加、阿拉斯加、智利、新西兰、圣安德烈斯断层等板块边界带



有大地震和慢地震现象的俯冲断层的应力和运动现象示意图(图片来源:《Rheological separation of the megathrust seismogenic zone and episodic tremor and slip》)

- a—俯冲断层运动现象随深度变化及慢地震与地幔楔角的关系,图内插图显示了地幔楔角附近特殊地质条件如何导致高压流体的存在;
- b—断层上的有效正应力;
- c—断层上的剪切应力和对应的流变特征;
- d—据慢地震分布所推断的摩擦参数(a-b)的分布

中,具有幕式震颤与慢滑移等特点。

2017年3月,《自然》杂志发表了中科院海洋研究所特聘研究员高翔与加拿大地质调查局教授王克林关于板块边界带断层流变特征与慢滑移关系的最新研究成果。作者发现,孕震区与其下方的慢滑移区(慢地震区)在断层流变特征上是分离的,慢地震的发生受地幔楔角(断层面与大陆莫霍面交界)附近特殊的地质条件控制,在某些俯冲带地幔楔角附近的高压流体使断层在这一深度重现脆性,从而产生幕式震颤与慢滑移活动。

作为典型的慢地震现象,幕式震颤与慢滑移(Episodic tremor and accompanying slow slip, ETS, 发生于地幔楔角附近伴随着低频地震的断层运动)已发现十几年,人们在改变对断层运动认识的同时,对慢地震进行了大量的观测和模拟研究,但一直没有一个基本概念模型解释慢地震区域分布多样性及其与大地震的关系。以往人们认为,板块边界大地震发生于温度低,具脆性的断层浅部;断层在深部的高温环境中一般呈黏性,难以孕育地震。但高翔和王克林基于俯冲断层流变性质的研究发现,在某些俯冲带,地幔楔角附近的高压流体使断层在这一深度又重新呈现脆性,从而具备孕育地震的地质条件,并由此提出在孕震区和慢滑移区是分离的,在二者之间断层呈半脆性或黏性,从而解释了幕式震颤与慢滑移的发生。同时,这一断层流变模型解释了与慢地震相关的众多未解难题,比如:

慢地震为何对应于地幔楔角特殊的岩石学条件,为何在年轻俯冲带和热俯冲环境里多发但在冷俯冲环境里缺失以及为何在某些非俯冲环境中出现等等。美国陆上圣安德烈斯断层之下正在脱水的古地幔楔提供的类似俯冲带的高压流体环境同样产生了慢地震现象。这不仅验证了这一断层流变模型,更进一步表明慢地震的发生往往是受特殊的地质条件控制的,而不是通常认为的地震破裂向稳定蠕滑的一种过渡方式。

该研究成果不仅解释了多种慢地震观测现象,而且丰富了地震孕育理论,使得人们对地震有了进一步认识,并将在大断层的滑动特征和地震生成机制的研究中发挥重要作用。另外,大陆地区是否有慢地震?慢地震是否可以起到地震预报的作用?这也是近些年讨论的热点问题。有些学者认为慢地震是一种全新的地震现象,无论多震区或少震区,无论是海洋或大陆,只要是活动构造闭锁段不太坚固的场所,它就有可能产生。因此,可以从慢地震的角度重新思考以往比较熟悉的地震前兆特征,从中提取出可用的地震前兆信息,并解决慢地震识别、定位和震源机制的判定问题,为中国高发地震地区的地震预测预报提供一种新思路和新方法,也为中国地震观测网络布局、观测手段提供一种可能的发展方向。

(由中国地震局第一监测中心尹海权 供稿)