

# 2022 年 9 月 5 日四川甘孜泸定 6.8 级地震的震源机制中心解及其在周围产生的位移场及形变场

Seismology 小组 Seismology 小组 9 月 6 日

## 1 引言

2022 年 9 月 5 日四川甘孜泸定 6.8 级地震发生后，四川地震台、中国地震台网中心、中国地震局地震预测研究所、韩立波，蒋长胜、郭祥云等、王卫民等、张喆等、雷兴林和国外机构等采用不同方法和资料得到的该地震的多个震源机制解。这些震源机制有一定的离散度，为地震动力学分析或其他应用带来抉择的困难。这些结果都是震源错动方式的一种测量，因此可以按照多种测量结果给出一个中心值供以后的地震发生背景、地震应力触发、地壳应力场分析以及地震前应力方向改变的地震前兆研究。这里整理了各个机构给出的震源机制解，求出了与所有测定的震源机制的差别平方和最小的一个解作为中心震源机制解。同时根据王卫民等（私人通讯）提供的破裂模型计算了主震所产生的同震位移场及形变场。

## 2 多个震源机制的中心解的确定

根据国外机构和作者发布的该地震震源机制结果整理得到表 1。我们分别以各个震源机制为初始解得到的中心震源机制给出大体一致（在小数点 3 位后有一定涨落）的标准差（表 1 第 5 列），表明采用这种方法得到的解是稳定的。尽管如此，本研究将各个机构测定的震源机制分别作为初始解，比较得到标准差最小的解作为最终结果。发现将四川地震台得到的震源机制作为初始解得到的震源机制的标准差最小。本研究以此（节面 I 走向  $163.55^\circ$ ，倾角  $79.39^\circ$ ，滑动角  $-0.11^\circ$ ，节面 II 走向  $253.57^\circ$ ，倾角  $89.89^\circ$ ，滑动角  $-169.39^\circ$ ）作为最终结果，P 轴走向  $119.06^\circ$ ，倾伏角  $7.56^\circ$ ，不确定范围分别为  $97.51\sim 140.51^\circ$  和  $-7.63\sim 22.68^\circ$ ；T 轴的走向  $28.07^\circ$ ，倾伏角  $7.41^\circ$ ，不确定范围分别为  $6.52\sim 49.52^\circ$  和  $-7.72\sim 22.53^\circ$ ；B 轴的走向  $254.14^\circ$ ，倾伏角  $79.39^\circ$ ，不确定范围分别为  $188.79\sim 432.97^\circ$  和  $68.77\sim 100.93^\circ$ 。得到的中心震源机制和各个机构测定震源机制的最小空间旋转角见表 1 第 4 列。所得到的

中心震源机制及其不确定性绘于图 1。从表和图中可以看出，该地震震源机制解距中心解的空间旋转角最大达 45.73°，最小空间旋转角为 5.01°。这些数据表明不同机构和作者得到的震源机制解较为集中。

表 1 不同机构给出的四川甘孜泸定 6.8 级地震震源机制解及得到的中心震源机制解的标准差

序号	震源机制解走向/ 倾角/°滑动角/°	机构或作者	作为初始解得到的 中心震源机制走向/ °倾角/°滑动角/°	作为初始解得 到的标准差 S/°	以四川地震台的中心 震源机制与其他 震源机制的最小空 间旋转角/°
1	172, 74, 27	四川地震台	163.55, 79.39, -0.11	22.273703	26.98
2	343, 79, 9	中国地震台网中心	163.51, 79.44, -0.08	22.273747	23.36
3	341.1, 76.0, 30.0	中国地震局地震预 测研究所	163.52, 79.44, -0.11	22.273734	38.67
4	343, 89, -24	韩立波, 蒋长胜	163.52, 79.44, -0.11	22.273734	26.77
5	335, 74, -15	郭祥云等	163.50, 79.38, -0.13	22.273781	19.78
6	163, 80, 8	GMCT	163.51, 79.38, -0.12	22.273742	8.25
7	167, 34, 7	CPPT	163.55, 79.37, -0.10	22.273714	45.73
8	164, 85, 6	GFZ	163.51, 79.38, -0.12	22.273747	8.26
9	163, 71, -3	IPGP	163.50, 79.38, -0.13	22.273776	8.84
10	159, 82, -4	USGS(体波)	163.55, 79.38, -0.08	22.273704	6.08
11	345, 88, 17	USGS(w.phase)	163.52, 79.44, -0.08	22.273746	21.19
12	166, 75, 0	王卫民等	163.51, 79.38, -0.13	22.273747	5.01
13	163, 77, -5	张喆等	163.55, 79.39, -0.12	22.273709	5.37
14	165, 80, 15	雷兴林	163.50, 79.38, -0.13	22.273775	14.93

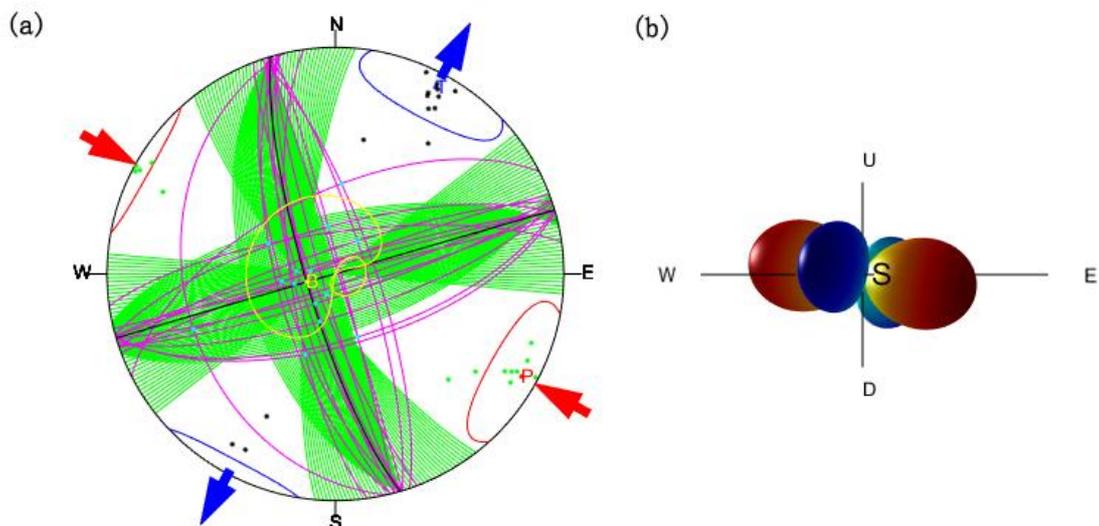
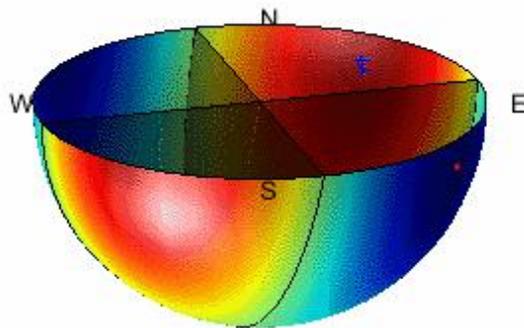


图 1 四川甘孜泸定 6.8 级地震的中心震源机制解(a)及空间三维辐射花样(b)  
(a)中的黑色弧线表示中心震源机制的两个节面，绿色弧线覆盖区域为其不确定范围；红色、蓝色和黄色的点表示中心震源机制解的 P 轴、T 轴和 B 轴，其周围对应颜色的封闭曲线表示其不确定性范围；绿点和黑点表示各个机构得到的震源机制的 P 轴和 T 轴的投影；紫色弧线表示各个机构和作者得到的震源机制节面。(b)中的压缩区域和膨胀区域分别用蓝色和红色表示。

### 3 震源机制中心解的空间表示

地震的震源机制通常采用震源球的辐射花样来表示。在此我们分别用震源球的上半球和下半球的动画来表示（图 2），在震源球上采用 P 波辐射的振幅相对大小的颜色来填充。为立体表现震源球的辐射花样，我们使震源球水平旋转，并且在各个不同象限采用 P 波辐射相对振幅大小和方向绘制在震源球上，这样可更为直观地表现震源的空间辐射，见图 3。

2022年9月5日四川甘孜泸定6.8级地震震源下半球



2022年9月5日四川甘孜泸定6.8级地震震源上半球

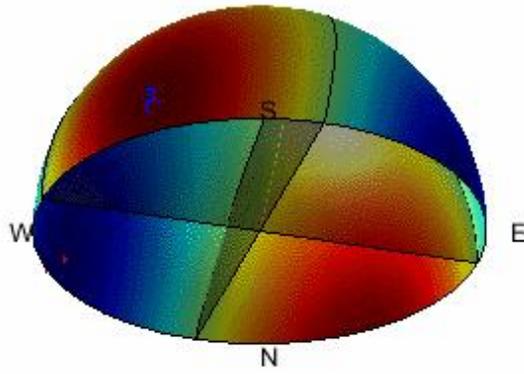


图 2 四川甘孜泸定 6.8 级地震下半球、上半球

2022年9月5日四川甘孜泸定6.8级地震震源机制球空间辐射花样图示

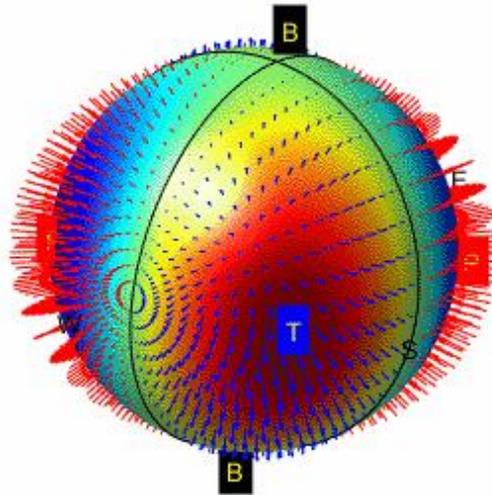


图 3 四川甘孜泸定 6.8 级地震的中心震源机制解的空间辐射花样表示

图中颜色为 P 波辐射花样在震源球面上的填充，红色表示向外，蓝色表示向内，从红到蓝表示 P 波辐射花样由向外最大逐渐过渡到向内最大。箭头表示 P 波辐射花样振幅的相对大小。

#### 4 四川省甘孜州泸定县 6.8 级地震在周围产生的位移场与应变场

为了更好的了解四川省甘孜州泸定县 6.8 级地震对周围地区的影响，我们基于弹性半空间模型 Okada (1992)，根据王卫民等 (私人通讯) 利用远场体波波形数据反演的破裂模型，计算了四川省甘孜州泸定县 6.8 级地震在周围地区产生的地表同震位移场、面应变、体应变、北向应变、东向应变和北东向应变 (图 5~7)。

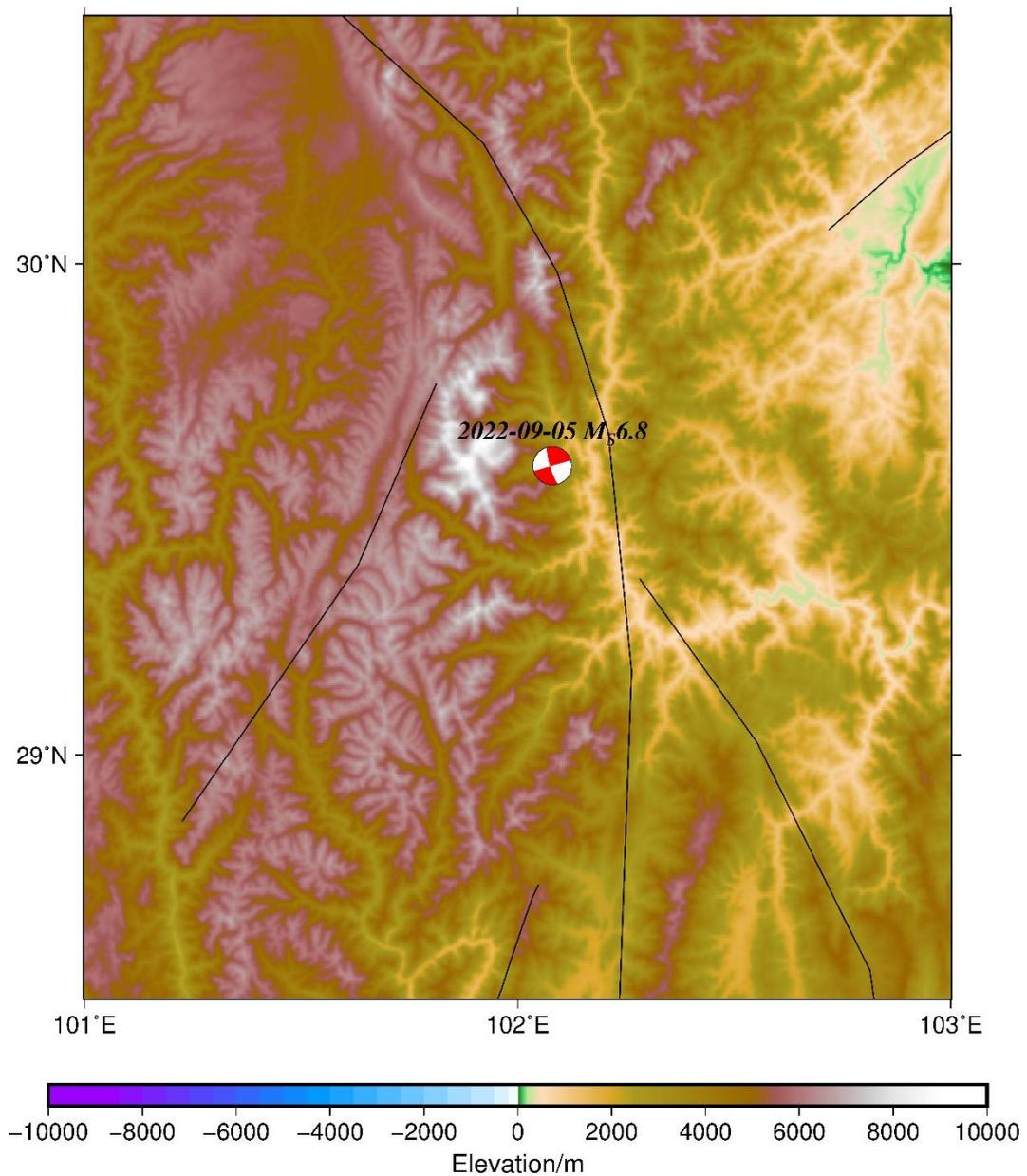


图 4 研究区域地形图

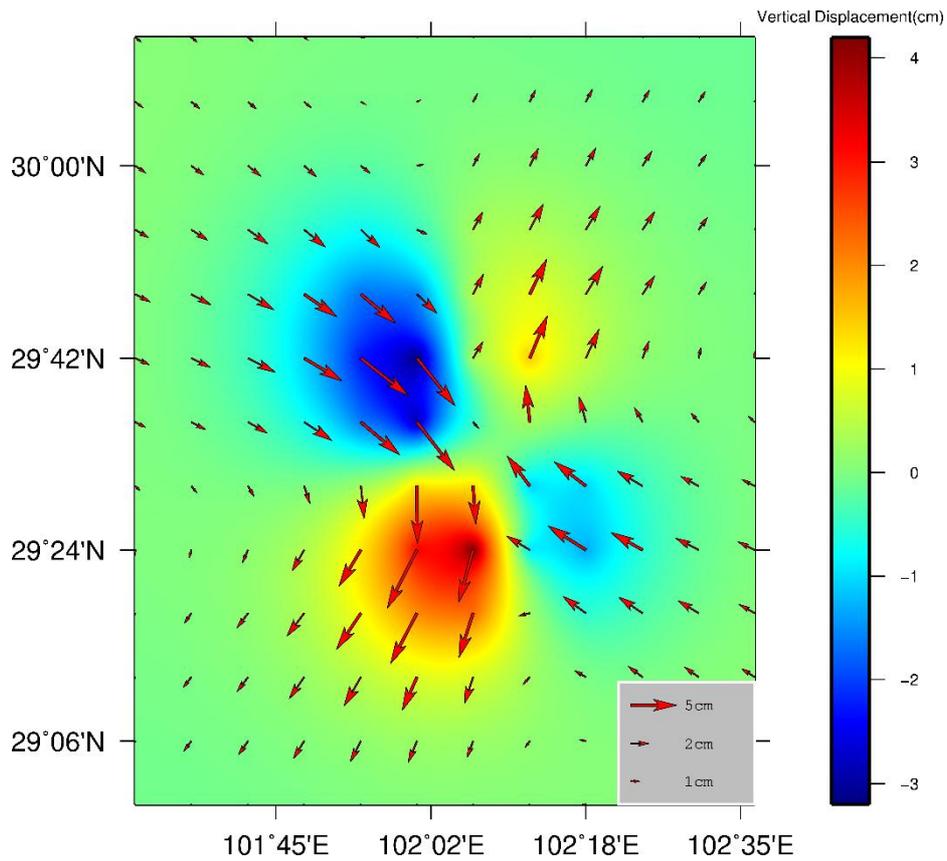


图 5 四川省甘孜州泸定县 6.8 级地震产生的同震位移场

图中箭头代表此次地震所产生的水平位移，颜色代表垂直位移，上升为正

从图 5 可以看出，此次地震周围地区的位移场具有以下初步特征：从地表的水平位移场来看，震中东北和西南两侧的物质向外涌出，而东南和西北两侧的物质涌入震中，在发震断层附近则呈现明显的走滑机制。与水平位移场相对应，垂直位移场在震中东北和西南两侧表现为隆升，而东南和西北两侧表现为沉降，位移以水平运动为主。以上特征符合走滑型地震所产生位移场的特征。

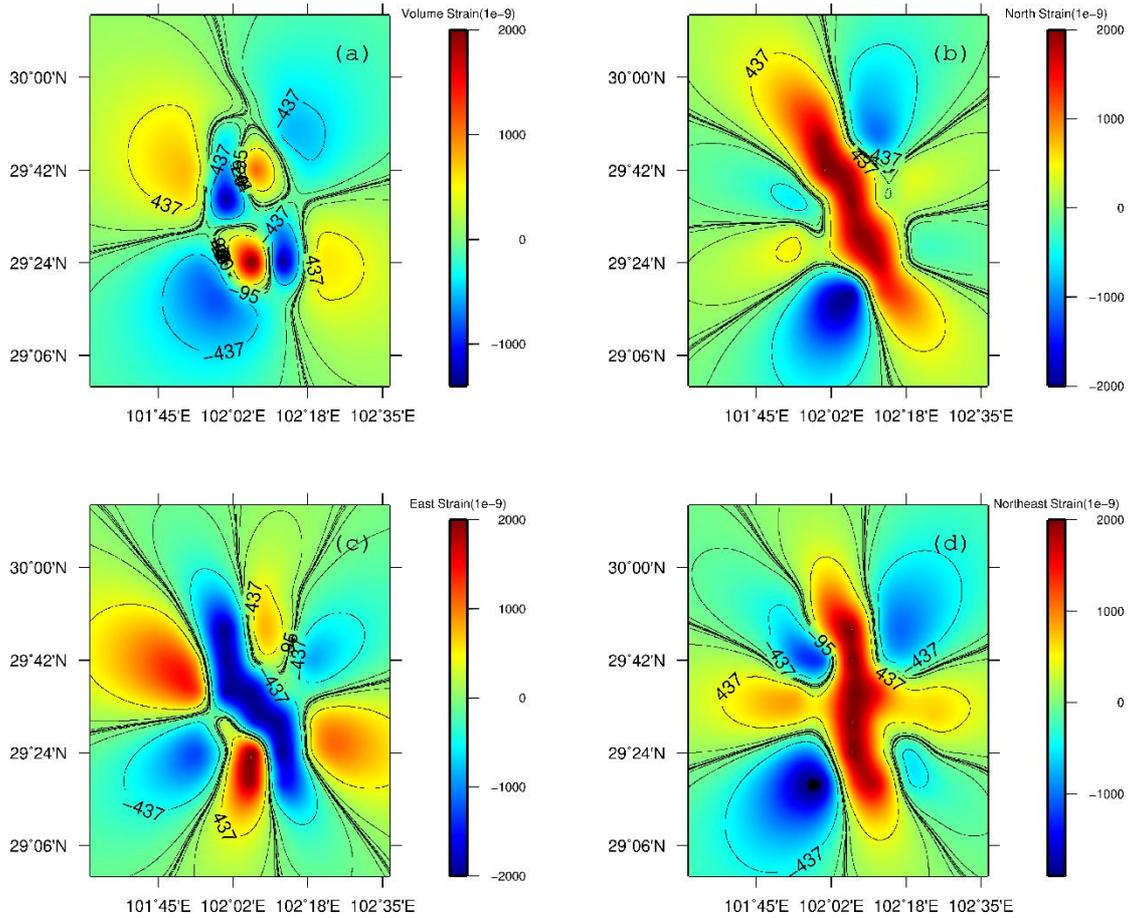


图 6 四川省甘孜州泸定县 6.8 级地震产生的各分量应变

(a) 体应变 (b) 北向应变 (c) 东向应变 (d) 北东向应变

图中底色代表应变大小，伸张为正，单位为  $1e-9$ 。

从图 6 可以看出此次地震产生的体应变呈现较为明显的四象限分布，在震中的东南和西北两侧的近场、东北和西南两侧的远场呈现压缩，而在震中的东北和西南两侧的近场、东南和西北两侧的远场呈现伸张，其他各向应变近似八花瓣样式分布，但由于破裂的不均匀，其他各向应变在空间上呈现不均匀分布，北向应变的伸张区域主要集中在震中的东南和西北两侧，而压缩区域主要集中在震中的东北和西南两侧且在西南侧存在一个极值，东向应变的伸张区域主要集中在震中的西南两侧，而压缩区域主要集中在震中的南北两侧，北东向应变的伸张区域主要集中于震中的南北两侧，而压缩区域在空间上较为均匀。

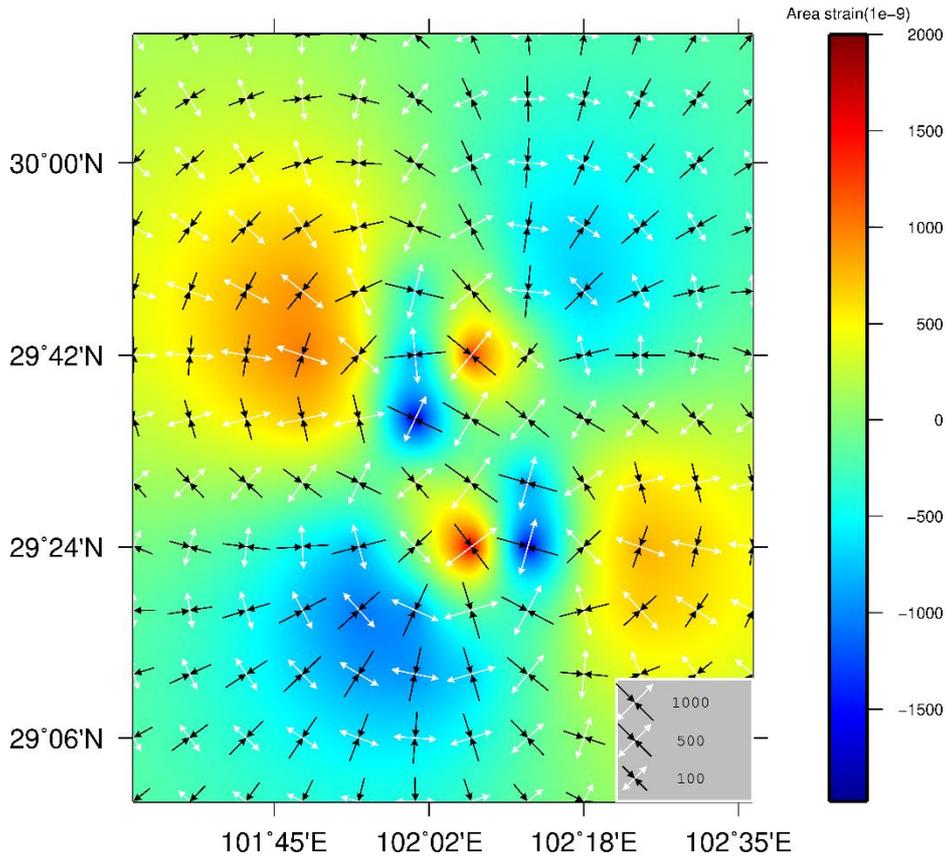


图 7 四川省甘孜州泸定县 6.8 级地震产生的水平主应变和面应变场

图中黑色箭头和白色箭头分别表示水平主压应变和水平主张应变（单位为  $1e-9$ ）；底色表示水平面应力，伸张为正

从图 7 可以看出面应变的分布与体应变形态大体类似，表现为面应变为体应变的继承。在面应变为负（蓝色）区域内，物质的运动方向（图 5）与主压应变大体一致，而在面应变为正（红色）区域内，物质的运动方向（图 5）与主张应变大体一致。

本文所用震源机制解来自四川地震台、中国地震台网中心、中国地震局地震预测研究所、韩立波，蒋长胜、郭祥云等、王卫民等、张喆等、雷兴林以及国外 GMCT、CPPT、GFZ、IPGP、USGS 等机构，破裂模型由王卫民等提供，特此致谢。图件由基于 MATLAB 的 FM3Dplot 软件绘制。

如若发现有错误，请反馈给我们，我们将及时修改，QQ：1978250163



微信扫一扫  
关注该公众号