

2008 年 5 月 12 日汶川 8.0 级地震孕震机理研究

陈祖安¹⁾ 林邦慧²⁾ 白武明¹⁾ 程旭¹⁾

1) 中国科学院地质与地球物理研究所, 地球深部研究重点实验室, 北京 100029

2) 中国地震局地球物理研究所, 北京 100081

本文用三维流变非连续变形与有限元相结合 (DDA+FEM) 的方法, 在青藏高原及邻近地区三维构造块体相互制约的大背景下, 考虑了龙门山断裂带东西两侧地势、地壳厚度和分层的明显变化, 及断裂带东侧四川盆地及鄂尔多斯块体坚硬地壳阻挡的影响, 通过用 GPS 资料做位移速率边界约束和震源机制约束, 计算得到研究区的速度场和应力场与该地区 GPS 测量结果和震源机制分布结果基本一致。在此基础上, 模拟计算现今构造块体边界断层上表征剪应力及法向应力等综合影响的危险度分布。结果表明, 上、中地壳层危险度分布中危险度较高的地段多数与近几十年来发生的七级以上大震区域基本一致, 包括 2008 年汶川 8.0 级等大震的发震断层。通过分别对龙门山断裂带东西两侧的两种不同格局进行试算表明, 龙门山断裂带东西两侧地势、地壳厚度、分层与物性明显变化对汶川大震的孕育发生均起了关键性作用。

模拟计算得到 2001 年昆仑山 8.1 级大震发生引起青藏川滇地区构造块体各边界断层上库仑破裂应力的变化分布表明昆仑山大震发生除了引起其发震断层两端库仑破裂应力增加外, 对阿尔金断裂带、玛尼—玉树带中段及龙门山断裂带上的汶川发震断层等地段, 均有较大库仑破裂应力增加。其中汶川地震发震断层段增加幅度相对前者略小, 不过是唯一同时具有危险度较高及引起正的库仑破裂应力影响两个特点的地区。看来, 昆仑山大震的发生, 有可能加速汶川发震断层的失稳, 起到促进大震发生的作用。

从计算得到研究区的应变率强度分布图可见, 高原东部整个边缘地带均接近应变率强度的陡变带。其中以龙门山断裂带上的陡变最为明显, 西侧应变率强度是东侧的近 4 倍, 而且断裂带东侧应变率强度等值线衰减比西侧快。反映了汶川大震逆冲型发震断层地区独特的特征。此外, 计算得到的应变能密度分布图可见, 龙门山断裂带在上、中地壳层中均位于宽度相同其走向与龙门山断裂带走向一致的高应变能密度带中, 在上地壳层这个带的东西两侧则是应变能密度较低的地区, 而在中地壳层, 其强度在断裂带东侧逐渐向东衰减, 西侧应变能密度高, 而东侧应变能密度较低。表明在印度板块强烈推挤作用和高原各构造块体相互制约及龙门山断裂带东西两侧特殊构造环境中, 高原地壳物质向东水平运动, 受到龙门山断裂带东侧介质刚性强度较大的四川盆地阻挡, 使得汶川大震发震断层在大震前已积累了相当水平的应变能, 并且同时处于力学上的不稳定状态。

(作者信箱: zachen@mail.igcas.ac.cn)