

大震前短震前兆的一种物理解释

秦保燕

(兰州地震研究所)

我国许多大震在临近大震前往往出现以下事实:

1. 临近大地震前震中区及其周围地区的倾斜台或由若干水准点高程差异构成的倾斜面往往向震中倾斜,震后恢复。
2. 震中区的形变电阻率一般呈现下降且在临震前下降特别厉害,震后不同程度的恢复,有的未恢复。
3. 前震往往发生在主震震源区下方,且临震前震源深度有所加深。
4. 震中区及其附近大多数地下水呈现趋势性下降临震前快速回返,震时变化更加急剧。

对于以上前兆如何用统一的过程来解释呢?这是一个比较现实的震源物理问题。对此我们拟用我们在1979年提出的“层间解缚模式”(西北地震学报1979年第一期)作一简要讨论。

一、解缚模式简介 从地壳垂直剖面来看,由上至下可分沉积岩层、花岗岩层,玄武岩层。其中花岗岩层是主要孕育浅源大震的岩层,可称孕震层。上述层面之间往往有低阻薄层,它使这些层不是整体连结。因此各层在外力作用下变形时,可能会产生层与层之间的脱接现象(简称层间解缚)。

从孕震力源来说,我们由震源机制已经知道,我国大多数浅源大震以平推错动为主,这说明它主要是在水平力作用下孕育起来的。另一方面,根据地震时震中区的大规模下沉来看,震前震源区下方的上地幔可能有下沉运动,并使震源底部有拉松现象。地震时孕震层坍下,形成震中区沉陷。从震源物理的研究可知,上述震源底部的拉松现象是与地震的发生有成因上的联系的。即对于快要发生错动的平推型震源来说,由于孕震层底部的解缚,相当于中等主应力减小,根据茂木清夫的实验可知,这将有利于减低断层面的静摩擦极限强度从而导致大震的发生。

二、地震前兆讨论 对于地震预报来说我们最关心的是大震发生前孕震层及其上部沉积层中的动态。根据一般材料力学的知识可知,当震源底部解缚现象发生时,孕震层将在自重的作用下向下弯曲。但由于其上的沉积岩层自重相对较小,有可能不是同步下弯,这样就形成花岗岩层与沉积岩层之间的拉离现象(这也是一种层间解缚)。与此相类似沉积岩层中如有好多层,也会产生类似的层间解缚现象。

对于前兆来说,上述地层下弯过程和其包含的解缚现象以及大震前予滑过程对下弯的影响(加速下弯)可以解释前边所说的各种地震前兆现象。下面我们根据临近地震前

孕震层下沉的速度快慢阶段来讨论相应的前兆现象。

1. 予位移发生之前 在予位移发生之前孕震层在自重作用下向下弯曲,但由于孕震层有足够强度,所以下弯的速度是缓慢的和有限的。同时其顶上的沉积层也将发生向下弯曲,造成震中区的缓慢下沉。此时高灵敏度的地倾斜台网或由水准点高程变化所构成的平面向震中区倾斜。震中区地层的向下弯曲使岩层上部受到挤压,形变电阻率将出现趋势性下降。前已述及,由于沉积岩层自重相对较小,所以沉积岩层与花岗岩层顶部在下弯过程中的不同步可使层间出现拉离并形成程度不等的解缚区,此时含水地层中的水逐渐地向解缚区渗漏,并造成大面积的地下水趋势性下降。

2. 在予位移发生时 在临近大震发生前,震源断层面上开始有予位移发生,此时孕震断层面上的摩擦力降低,孕震层下沉开始加速。在此情况,沉积层也随着加速下沉并在下沉的不协调过程中进一步产生层间拉离,当拉离的距离较大时,由于沉积层完整性差,不能支撑自身重量而下塌至解缚区,使原下塌至各解缚区的水突然受挤上涌。于是地下水由加速下降转为急剧上升,这可能就是地下水在下降基础上急剧回返的原因。另外,由于临震前震中区下沉幅度较大,震中区的地层将牵拉周围的地层向震中区下斜,此时地倾斜仪将急剧指向震中。与此同时,形变电阻率由于震中区地层挤压以及地下水上升而大幅度下降。另外沉积层的下塌作用使孕震层的负荷加大,震源底部的受拉作用加强,加上原来震源体底部受拉已相当厉害,前震开始在震源下弯最深处发育,并导致主破裂由震源底部向上扩展而形成大震。

以上两个阶段表明前兆的变化速度是与震源的具体过程相连系的。至于地震发生时,由于震源区底部仍有解缚区存在,因此当震源断层面破裂错动后就下塌至解缚区,这个过程是比较急剧的,因此震中区各岩层在下塌过程中将发生大量破裂并与外围地层发生断开,此时原来受震中牵拉的外围地层由于断开而发生弹性回跳,外围地区的地倾斜恢复,震中地区的地倾斜将部分恢复;另外震中区沉积岩层的坍塌、破坏、变形使导电通路受到破坏。加上地震后震中区上部地层受挤状态消失,形变电阻率得到部分恢复。很显然地震时震中区各岩层的快速下塌使震时和震后地下水的上升更加剧烈,变化更加复杂。

值得指出的是上述模式仍不能解释更远地方在震前震后出现的地下水变化,对此尚需进一步研究。另外还应补充说明,大震前上地幔物质的下沉与某些孕震构造下方上地幔的隆起是不矛盾的,因为后者是地质年代的事,前者与其相比只是一种暂态变化。