

新生代以来玄武岩喷发区与震中迁移始发点—兼论三层模式*

郭增建 秦保燕

(国家地震局兰州地震研究所)

陈家超

(广东省地震局)

1977年文献[1]曾经指出,震中迁移始发区往往具有强烈的垂直运动。其基本观点是认为垂直运动强烈地区不仅有大区域水平力源引起的剪应力,而且还有较强的垂直力源引起的剪切应力。这两种力源引起的剪切应力的叠加效果将使该区首先发震,然后促使深部的水平向断层缓慢传播,并触发其它地方发震,形成地震由高处向低处迁移的特点。因此文献[2]把这种震中迁移的始发震地区称为垂烈穴(相当于中医中的经络穴位)。本文将讨论另一种震中迁移始发区的构造标志。就是在这个地区有新产代以来玄武岩浆的喷发,地区范围约在半径100公里左右,我们把这种类型的地震迁移始发区称为喷玄穴。本文将主要列举事实,然后附带讨论喷玄穴形成的物理机制。

一.地震迁移事实

1. 山东临朐、昌乐区 这个地区有第四纪火山活动,且喷出岩为玄武岩。1829年11月19日(阴历十月二十三日),该区发生6级地震。过了7个多月,即1830年6月12日(阴历四月二十二日),在河北磁县发生7.5级地震,后来又过了一年零三个月,即1831年9月28日(阴历八月二十三日),又在安徽凤台东发生6 $\frac{1}{4}$ 级地震,如图1所示。值得指出的是,上述三次地震皆发生在阴历二十二日和二十三日。

2. 大同、和林格尔地区 这个地区有第四纪火山活动,且喷发出的是玄武岩浆。1976年4月26日,和林格尔发生6.3级地震。过了3个月零22天,即7月28日在河北唐山发生7.8级

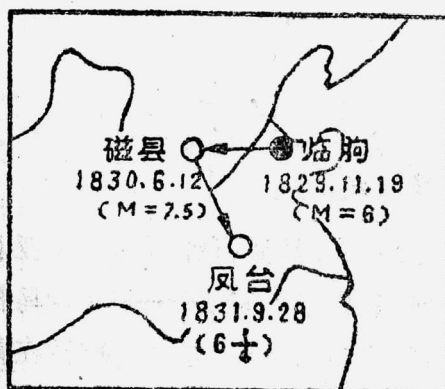


图1 山东临朐、昌乐区为震中迁移始发点

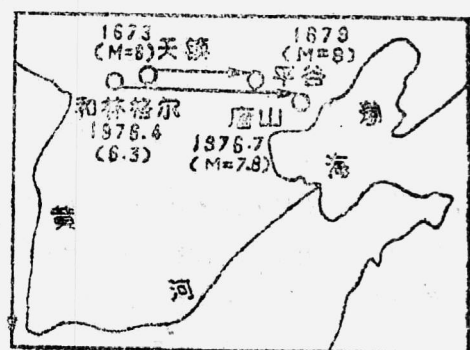


图2 大同地区作为震中迁移始发点

大地震。有趣的是1679年三河平谷发生8级大地震前6年,即1673年上述喷发区的天镇曾发生6级地震。(地震目录上定为5.5级,但此震波及面大,破坏严重,应定为6级),如图2所示。

3. 云南腾冲地区 这个地区曾有新的火山活动,且喷出的是玄武岩浆。这个地区1930年曾发生 $6\frac{1}{2}$ 级地震,死伤8人。随后1932年3月6日四川康定一带发生6级地震,死伤数百人。1933年8月25日四川迭溪又发生7.5级地震,死伤680人。这个地震迁移路线如图3所示。1976年5月29日腾冲附近的龙陵发生两次7.4级地震,随后8月16日和22日在四川松潘又发生两次7.2级地震,11月7日盐源发生6.4级地震,其震中迁移路线如图4所示。从图3和图4的对比可以看出,其迁移路线是十分一致的。

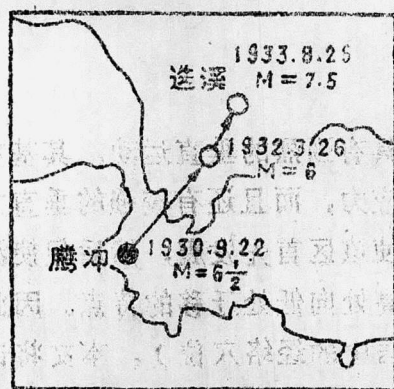


图3 腾冲作为震中迁移始发点

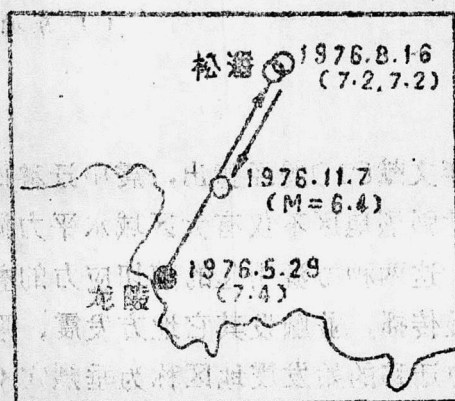


图4 腾冲作为地震迁移的始发点

4. 广东潮汕地区 这个地区有新生代火山活动,喷出的为玄武岩。1600年9月29日(阴历八月二十三日)曾发生7级地震。1604年12月19日(阴历十一月九日)在福建泉州海外发生了8级地震。1605年7月13日(阴历五月二十八日)地震迁移至广东海南岛地区,震级为7.5级,如图5所示。应当补充说明的是,海南岛亦为新生代玄武岩喷发区,故1605年海南岛发生7.5级地震后,1606年震中迁移至云南建水地区($M=6\frac{1}{2}$)。

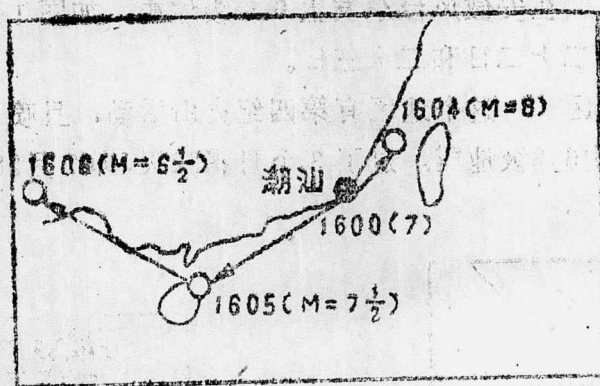


图5 潮汕作为震中迁移始发区

5. 乌兰乌拉湖地区、赤布张湖地区 根据1981年国家地震局地质研究所编的《亚欧地震构造图》可以看出,在青藏高原上有一个新生代以来大面积玄武岩喷发区——乌兰乌拉湖和赤布张湖地区,该区曾于1920年5月2日发生 $6\frac{1}{2}$ 级地震。半年后,即1920年12月16日在青藏高原东北缘发生海原8.5级地震。1926年6月4日乌兰乌拉湖西边缘发生6级地震,过了不足一年,1927年5月23日在青藏高原东北缘发生古浪8级地震。1946年2月20日在乌兰乌拉湖西

发生
震迁
边22
五天

武
藏
线
即1
西1

发生6级地震。1947年3月17日在东南方向的达日又发生了7 $\frac{1}{2}$ 级地震。最近发生的一次地震迁移是：1983年11月6日在乌兰乌拉湖南边的赤布张湖地区发生6级地震，一天后在其东边2200公里的山东菏泽发生5.9级地震。1986年8月21日，在赤布张湖地区又发生6.7级地震。五天后，即8月26日在甘、青交界附近的门源发生6.4级地震，如图6所示。

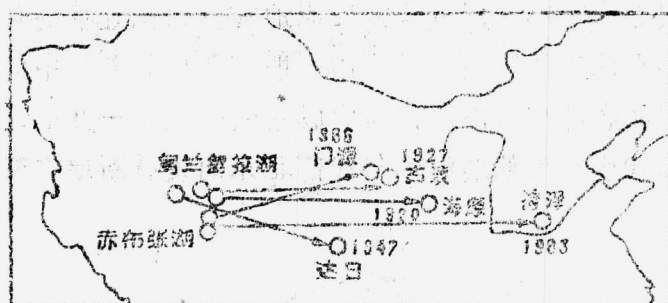


图6 乌兰乌拉湖——赤布张湖区作为地震迁移始发点

6. 新疆玉田地区 玉田位于青藏高原的西北部。这里是现代火山活动区並有新生代玄武岩分布。该区在1920年10月12日（阴历初一）发生6 $\frac{1}{2}$ 级地震。65天后，即12月16日在青藏高原东北缘发生了海原8.5级大地震。上述地震迁移距离达2200公里，且几乎在同一纬度线上——北纬36°，如图7所示。1948年2月13日又在玉田西南发生6 $\frac{1}{2}$ 级地震，隔了两年半即1950年8月15日在青藏高原南缘墨脱地区发生8.5级大震。这两次大地震的连线方向为北西向。在此连线方向上1951年11月18日在当雄地区又发生了8级地震，如图7所示。



图7 新疆玉田南地区作为地震迁移始发点

二、迁移机制讨论

关于中国大陆上远距离地震迁移的机制，在文献〔2〕中已用立交模式进行了讨论。但该模式尚未论及纬向震中迁移的成因。本文提出三层模式来讨论这个问题。

根据地球内部的温压分布和岩石化学成份分层特征，我们把由地表到地下几百公里深度范围内的介质分为三层。

1. 脆性层：这一层位于岩石圈上部。其内虽有弱介质如高温塑性区、富含流体区、岩石破碎区和蠕滑断层等夹杂，但其总的性质属脆性。在该层中粘住的老断层或完整介质区在外力作用下能够储存较大的弹性应变能而发生大震。

2. 弹塑性层：这一层位于岩石圈下部。该层在受水平压力后产生长而直的滑移线，但不

易发生地震。滑移线上的蠕滑可作长距离传播，並影响触发上层介质中快成熟的地震发震，从而形成远距离跨越不同地质单元的震中迁移。

3. 软流层：这一层介质是有显著流动性的。但是由于地球自转过程在不同纬度上纬向惯性力的不同，可以在不同纬度上的条带之间存在旋转差异，从而形成纬向滑移线。这个纬向滑移线有时可传过第二层而影响第一层发震並形成地震沿纬向迁移的现象。其模式如图8所示。在图8中Ⅰ层发震断层在地表的露头，其走向一般与Ⅱ层和Ⅲ层中的剪切滑移线走向不同。Ⅰ层中发震断层的断层面底部与深部滑移面形成立交关系。一九七二年唐山大地震可能就是这样形成的。它是北纬40度线深部蠕滑带与浅部北东向发震断层立交的结果。

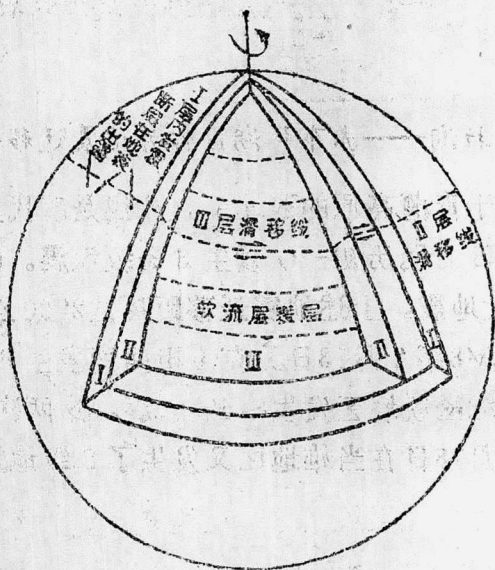


图8 三层模式示意图

软流圈可能是全球火山活动的最基本发源地。前者的统一活动决定了后者活动的一致性，例如本世纪全球火山活动有统一的活动高潮。在地表有新生代玄武岩出露的地区，其通道往往插入很深，因而与软流圈的活动关系密切。当地球深部岩浆活动时，新生代以来玄武岩喷发区的深部也相应出现明显活动，这种活动也往往影响和触发地壳上部的地震活动，随后地震向其它地区迁移。迁移的方向除沿构造带方向迁移外，还可能沿深部滑移线的方向作较远距离的迁移。如果深部滑移线是由于地球自转在不同纬度而形成，则滑移线的方向为纬向滑移线，这样震中迁移的方向为近东西向。另一种深部滑移线是文献〔2〕中所述的由板块挤压而在板内第二层中形成的剪切蠕滑线，这个蠕滑线与板块挤压力方向夹角为 45° 。当这第二类滑移线起作用时，则震中迁移方向将沿该蠕滑线的方向。然而无论深部蠕滑线的方向如何，新生代以来的玄武岩喷发是反映深部活动比较灵敏的地区，该区如果发生6级或6级以上地震，则就要警惕在深部滑移延伸方向上相继发生中强地震或强地震的可能性。

值得指出的是，除垂烈穴和喷玄穴是地震迁移始发区的一种指标外，还应进一步研究其它指标，以综合各种指标的方法来提高地震预报的可信度。

参 考 文 献

- 〔1〕郭增建、秦保燕等，震中迁移现象，地震战线，No. 6，1977。
- 〔2〕郭增建，立交模式及其在地震预报中的应用，西北地震学报，Vol. 7，No. 4，1985。