第13卷 增刊　　西北地震学报　　Vol.13, Supp.
1991年　　NORTHWESTERN SEISMOLOGICAL JOURNAL　　1991

天水地震区深部构造与地震关系初步探讨

李清河　郭建康　闵祥仪　周民都

（国家地震局兰州地震研究所）

摘　要

在对天水地震区人工地震测深解释的基础上，本文提出了对该区深部构造与较大地震形成的关系的初步认识，6级以上大震均与构造有关，7级以上大震与断层交汇有关，M面上隆与M面厚度变异处发生多次强震，本区发生中强震地区的底部有低速层和上地幔低速带。

在我国许多大地震发生的地区进行的深部地球物理探测已初步揭示了深部构造与大地震活动的关系[1—4]。但是，地震是一个复杂的过程，各地地质构造又差异颇大，因此，不可能有统一的模式解释所有地震。就南北地震带而言，虽然在这条中枢地震带上地震从南向北分布[5]，但其南、中、北段地震活动特点与深部构造特征迥然不同。即使是北段，从固原、海原以北到银川与天水、武都地区其构造体系不同，大地震的形成机制也决不可能一样。

一、天水地震区地震活动特征

1.南北地震带是一条横亘中国南北的中枢地震带，从地震分布及大地构造特征上，可分为南、中、北三大段。每一段内由于地震分布的空间特点不同又可细分为若干个不同的小的地震带。天水地震区可跨“六盘山地震带”、“西秦岭北缘地震带”、“白龙江地震带”和“兰州—通渭地震带”[6]。

2.7级以上大震在104°—106°范围内，银川—武都一线是一条明显的南北向强震带[6]。

3.对7级以上大震迁移性的研究表明，7级以上大震迁移对跳活动，相当时间内是以地理纬度36°和经度105°线及其附近为界[6]。

4.该区中小地震主要分布在15公里以上的上部地壳中[7]，强震易发深度为10—30公里（图11—1）。

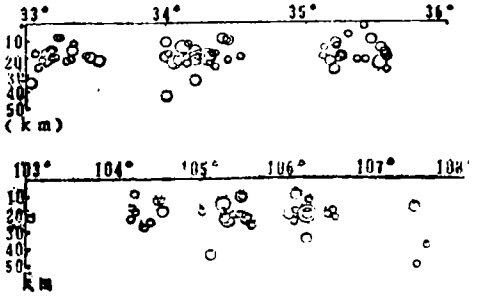

图11—1　天水地震区震源深度分布图
Fig.11—1　Distribution of source depth in Tianshui earthquake area

二、深部构造与地震活动的关系

我们研究的区域中较大地震多分布在祁连中间隆起带，南祁连褶皱带与礼县—柞水华力西冒地槽褶皱带中，其中尤以天水附近地震活动为剧。就该区深部构造与地震活动的关系可以得出下面初步的认识。

1.本区6级以上大震均与构造有关。把图1—1和图1—5相比较可以发现：

（1）沿西秦岭北缘断裂分布有公元前47年陇西6.7级地震，1765年武山6.5级地震，143年甘谷7级地震，128年甘谷6.5级地震，734年天水7级地震，1885年天水南6级地震；

（2）沿宕昌—礼县—盐关断裂，分布有1606年礼县6级地震，1654年罗家堡8级地震，1936年李子园6级地震；

（3）西和断裂，分布有1634年西和6级地震。以上属西秦岭北缘地震带。

（4）西秦岭南缘断裂带，分布有1837年卓尼6级地震。1537年岷县6.7级地震，属白龙江地震带。

（5）清水—马衔山断裂上有1751年通渭南7.5级地震；

（6）会宁—张家川断裂上有1352年会宁7级地震。

2. 7级以上大震与构造交汇有关。前面已论及本区深部存在一组南北向隐伏断裂，这些南北向断裂与北北西、北西西向断裂交汇处，可能是7级以上大震发震部位。如会宁1352年7级地震，通渭1715年7.5级地震，甘谷143年7级地震，天水734年7级地震，罗家堡1654年8级大震。事实上，由于不少地区存在低速层，作为滑脱面，浅部断裂与深部断裂在此层附近被“吞蚀”，故可以形成立交，深部构造对浅部构造的作用，导致了较大地震的发生，这与许多地震学家与地质学家提出的本区大震形成模式与推断是一致的[8]。

3.在M面上隆与M面厚度变异带附近发生了多次强震。我们对本区构制了莫氏面等深线（图11—2），对比此图与图1—5可以发现，在从成县到秦安、天水到武山一带，存在M面上隆区，在此区域集中了10个6级以上地震，其中尤以平南—秦安、天水—甘谷一带为隆起最高处，此区域集中了5个6级以上强震。本区M面厚度呈东薄西厚，南浅北深之趋势，且存在几个厚度陡变带，一是天水—秦安以东从厚48公里陡变至45公里，乃至43公里，另一是从通渭—武山沿北东方向厚度从46—47公里很快变到49—50公里，在此近似三角形的区域里M面上隆，边缘厚度变化很大，可谓厚度变异带，因而也是易发地震区[1]。

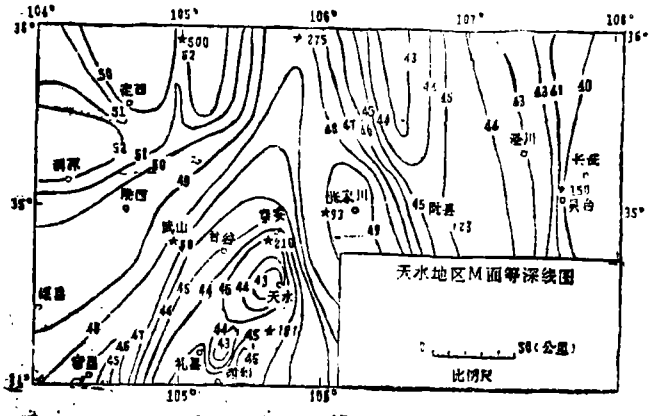

图11—2　天水地区M面等深线

Fig.11—2　Isobathy line Moho in Tianshui area

4.本区在张家川至武山，平南—秦安间存在上地壳底部、中地壳顶部的低速层，低速层上界面为14—17.5公里，下界面为19—22公里，其它研究结果也表明本区存在上地壳的低速层[9]。位于上述范围的中地壳层速度较同一测线其它地区为高。该区震源深度多分布在15公里以上，7级以上强震深度由于缺少微震资料，仅从宏观推测，在10—20公里，也就是

说，多数在低速层上界面之上。本区低速层深度与大地电磁测深获得上地壳低阻层深度大体一致（图1—4）。该深度位于上地壳与中地壳之间，即位于花岗岩层下部或花岗岩层与玄武岩层分界面附近。较低的速度，较低的电阻率反应了该层或者介质较为破碎，或者可能存在少量“自由水”，因而会出现蠕变活动而不易积累地应力[8]。这种低速层和低阻层还具有层间解缚作用，有利于大震的发生。

5.本区存在上地幔低速层带，相对于该低速带，亦存在上地幔第一高导层，这种易于流动的软物质可能会对地壳内的热运动产生影响，从而导致地震发生[4]。

6.本区构应力场为N70°E左右[10, 11]，这反映了震源深度部位现代水平应力。但由于本区不仅存在走滑兼逆冲断层，而且也存在正断层，且天水附近出现大面积M面上隆，应该认为此区不仅受到强大的近北东东向区域压力作用，还应受到地壳深部上地幔运动所施加的垂直力。

显然，深部构造与地震成因的关系是很复杂的，我们目前还只能获得其一些初步的认识，有待于综合其它深部地球物理资料，使认识更深化。

参 考 文 献

〔1〕孙武诚，华北大陆地震与地壳深部相关特征的研究，《近期强震危险性研究》，地震出版社，1989.
〔2〕魏斯禹等，我国几个大地震地区地壳与上地幔顶部结构关系的初步分析，西北地震学报，Vol.7，No.2，1985.
〔3〕刘国栋，华北地区深部孕震环境的探讨，《近期强震危险性研究》，地震出版社，1989.
〔4〕曾融生等，华北盆地强震的震源模型兼论强震和盆地的成因，地球物理学报，Vol.34，No.8，1991.
〔5〕李善邦，中国地震，地震出版社，1981.
〔6〕阎志德等，南北带北段地震活动特征及其近期强震危险区判定，《近期强震危险性研究》，地震出版社，1989.
〔7〕王周元，甘肃地区的震源深度分布，西北地震学报，Vol.8，No.8，1986.
〔8〕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.1，1985.
〔9〕李清河等，徽县—礼县剖面速度结构，西北地震学报，Vol.12，No.2，1990.
〔10〕许忠淮等，由大量的地震资料推断的我国大陆构造应力场，地球物理学报，Vol.32，No.6，1989.
〔11〕秦保燕、徐纪人，南北地震带北段现今地壳应力场讨论，华北地震科学，No.1，1985.

A PRELIMINARY STUDY ON THE RELATIONSHIP BETWEEN DEEP TECTONICS AND EARTHQUAKES IN TIANSHUI EARTHQUAKE AREA

Li Qinghe, Guo Jiankang, Min Xiangyi and Zhou Mindu
(*Earthquake Research Institute of Lanzhou, SSB*)

Abstract

Based on the interpretation of DSS in Tianshui earthquake area, the preliminary understanding on the relationship between deep tectonics and formation of bigger earthquakes has been got. Bigger earthquakes are related to tectonics for M>6, related to across of tectonics for M>7. Many stronger earthquakes have happened at the location where the deepth of Moho variates obviously or the Moho upheaves. Beneath the location where stronger earthquakes have happened there are low velocity layer (LVL) in crust and low velocity zone (LVZ) on upper mantle. Above preliminary study may be help us to comprehend the cause of earthquakes in this area.