

天水地震区非纵资料解释

周民都 李清河 闵祥仪 范兵 魏德晴

(国家地震局兰州地震研究所)

摘 要

在天水地震区人工地震测深中,在三条测线上观测了八个炮点的非纵记录。这些非纵剖面旨在判定M面形态及断裂。解释结果认为,本区地壳呈北厚南薄,西厚东薄形态,不仅发现了近东西向的西秦岭北缘断裂,尤其发现了宕昌—通渭,西和—静宁北北东向深部隐伏断裂,在此区域内,存在着一系列近南北向平行深部隐伏断裂,它们的走向与本区 $M > 7$ 的地震排列相一致。

天水地震区深部地质构造十分复杂,地球物理场反应的该区重力异常明显,几大重力梯级带穿过该区,航磁结果亦表明东西两部分有明显差异。本区人工地震测深纵测线的结果主要反映了从灵台至阿木去乎,从成县至西吉两条交叉测线的下部地壳横向非均匀的速度结构及二维界面。但是,东西测线的南北两侧广大地区缺少地下速度结构的资料。位于西礼盆地东部边缘的天水1654年8级大震,其深部结构至今研究甚少,加之航磁反演认为本区存在从南向北的深部断裂,这些都有待于从非纵资料的解释中得到回答。

一、资料与解释方法

本次工程中设计了两个大非纵测线。在东西纵测线上,西起临潭,经卓尼、武山、秦安至陇县东,全长330公里,设南北两个炮点。南炮点武都,接收距离在140公里至256公里之间,可获得宕昌—礼县—天水南新庄的M面反射波。北炮点会宁甘沟,接收距离在126公里至214公里之间,可获得通渭北新寨至泾源西岳堡的M面反射波,此两炮可获得重力梯级带下M面的横向变化。另一个非纵测线南起武山元更地,北至通渭华家岭,全长125公里,炮点为南北测线上成县、平南、秦安和西吉各炮。其接收距离在67公里至207公里之间不等。其反射面南起西和北至会宁东近于平行阶梯状排列。此非纵测线还接收来自陇县炮和灵台炮的信息,主要用于反映庄浪至张家川一带的深部结构。

本次人工地震测深工程中,一条东西方向的纵测线和两条南北方向的纵测线可基本上把本区速度结构面貌反映出来,我们以上述结果为基础^[1、2],补充了渭南—门源剖面的结果和其它结果^[8],对非纵测线通过的地区进行了插值,获得了该区地壳速度结构的平面分布,以此速度分布为标准,根据各震相走时,求得反射点深度,再对反射点进行平滑处理,可获得反射面的形态。

在浅层校正中，我们采用了梁中华等人给出的浅层资料〔4〕及汤永安等给出的浅层校正公式〔5〕。设浅层校正量为 δt ，

$$\delta t \approx (t - \Delta/V_0) \cdot \sqrt{(V_1 - V_0)/(V_1 + V_0)} \cdot \sec \alpha$$

其中， t 为Pg波的走时， Δ 为震中距， V_0 、 V_1 分别为沉积层的平均速度和结晶基底的折射速度，

$$t \approx (h_s + h_m) / V_0 + \Delta / V_1$$

h_m 、 h_s 分别为炮点和测点的沉积层厚度，

$$\alpha = \arctg (\Delta / 2H)$$

H 为反射面深度。

二、解释结果

非纵资料获得的地壳结构形态见图7—1。

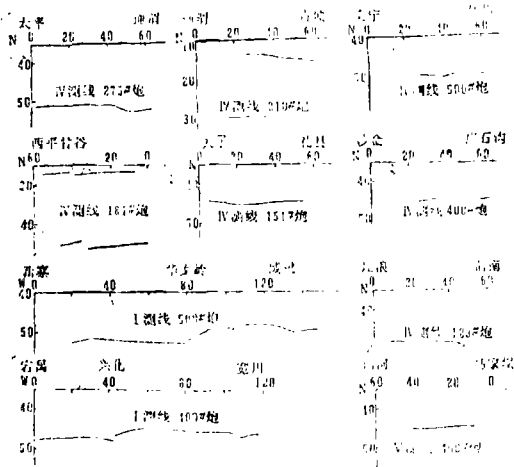


图7—1 非纵资料获得的地壳结构形态
Fig. 7—1 Crustal structure shapes from fan profiles

从图可以看出该区地壳结构有以下几个特点。
1. 对比西吉炮、秦安炮、平南炮、成县炮获得的M面形态，可以发现大体上北厚南薄。西吉炮反射面大体上是51—53公里深，在通渭一带略深一些。到了平南炮反射面，则为42—45公里埋深。成县炮显示的形态与成县—西吉纵测线的结果类似，深度在43—44公里之间。陇县炮P_m波反映了庄浪至天水北的近南北向M面形态，该段M面埋深大体上是47—48公里。武都炮在成县—西吉测线上也有长66公里的非纵观测段，该炮P_m波反映了从西和向南长约33公里的地段M面形态。该段M面大体上南浅北深，埋深约44—45.5公里。武都炮和甘沟炮在元更地—华家岭测线上构成两条准纵测线。武都炮获得的M面埋深在44—45公里之间，甘沟炮获得的M面为50公里左右深。上述7条东西方向近于平行的南北走向的M面深度表明，在测区范围内M面大体上呈北深南浅趋势。

2. 从临潭到陇县的東西测线上各点接收武都和甘沟两炮，可获得平行于东西主纵测线的两条反射面。甘沟炮反射面从渭源东北的北寨开始到马营，M面大体埋深为52—53公里，在华家岭以东，M面抬升，最浅处可达48.5公里，但到威戎一带又下降，深度达50.5公里。武都炮反射面中从宕昌到兴化间为47—48公里，而从兴化到宽川间，则在44.5公里至45.5公里之间，过了宽川，又下降到47公里。因此，总的趋势是东浅西深、南浅北深。

3. 在平南炮和秦安炮可获得从通渭向南约90公里长地段的中间层结果。求得的中、下地壳分界面埋深约27—28公里，基本上平坦。该结果与成县—西吉剖面的结果类似。秦安炮亦可获得上、中地壳分界面，该面显示为埋深14—15公里，与纵测线获得的该段埋深相近。

武都炮、甘沟炮、陇县炮、灵台炮因接收距离超过130公里，难以接收到来自中间层的反射波。

三、断裂问题

非纵方法被认为是判断断裂的较好方法。在对速度分布仔细研究之后,我们利用非纵资料确定几个大的断裂如下:

1. 西秦岭北缘断裂 在平南炮的地壳结构中,西秦岭北缘断裂在中、下地壳均有显示。反映在甘谷附近, M面上断裂呈北面抬升、南面下降态势,中、下地壳分界面亦有类似形态,这与成县—西吉测线和灵台—临潭测线获得的相一致,埋深亦一致〔1, 2〕。综合三条测线资料,可大体上判断该断裂为逆断层,断距约2.5公里,倾角约75°。

2. 宕昌—通渭北北东向深部大断裂 在武都炮宕昌东25公里处,发现有一M面上的深部断裂,该断裂呈西盘下降,东盘抬升,且西盘下倾插入东盘。断点附近西侧埋深从45.5公里下降为48公里,东侧从47公里抬升至45公里,错断深度达3公里。在甘沟炮相应于通渭县华家岭一带,亦发现类似形态,西盘下降达53.5公里,东盘抬升达49公里。在灵台—临潭纵测线上,相应于武山附近,也有一相同形态断裂。故存在宕昌—武山—通渭北北东向断裂,该断裂走向与南北方向偏东约15°,近似南北向深部断裂。这一断裂在地表并无明显显示,因此该断裂是隐伏的深部断裂。如图1—1。

3. 西和—静宁北北东向深部大断裂 在武都炮反射面上,大约在西和县东北15公里宽川一带,发现有一西浅东深的M面错断,西盘深45.5公里,东盘47.5公里。甘沟炮威戎附近,亦有类似形态,西盘错断处约48.5公里,东盘为50.5公里,再向东,又缓慢上升。与此相应,大约秦安附近,亦出现一个类似的约2公里的M面错断。在威戎处,成县—西吉测线亦有反演结果,其大体形态是南浅北深,与非纵测线解释一致,且深度基本相符〔2〕。由此,可以判定在西和—秦安—静宁也存在一个北北东向深部断裂,该断裂大约为北偏东18°,它仍然是一个隐伏深部断裂。

此外,在甘沟炮反射面上,在通渭东亦可以发现M面的错断。

综上所述,在宕昌—通渭—静宁—礼县范围内,存在一系列北北东向平行深大隐伏断裂。这些隐伏断裂,是控制本区7级以上大地震成南北排列的主要因素。

除此之外,在武都炮反射面上,宕昌附近,亦发现, M面落差甚大,估计可能是临潭—宕昌—凤县弧形断裂。但由于靠近测线端点,资料点少,故难以充分判定。

四、结 论

1. 由非纵资料解释获得的本区地壳呈西厚东薄,北厚南薄的形态,非纵反射界面形态和与之平行的纵测线结果相似。

2. 非纵资料发现西秦岭北缘断裂是一个从地表向下的超壳深大断裂。

3. 非纵资料发现了宕昌—通渭北北东向深部隐伏大断裂和西和—静宁北北东向深部隐伏大断裂。上述断裂在地表并无显示,估计可能是下岩石圈断裂。

4. 在宕昌—通渭—静宁—礼县范围内,存在着一系列近于平行的北北东向深部大断裂,上述断裂的走向与本区M>7大地震的排列相一致。

参 考 文 献

- [1] 闵祥仪等, 灵台—阿木去乎剖面地壳速度结构, 本文集。
[2] 李清河等, 成县—西吉剖面地壳速度结构, 本文集。
[3] 张少泉等, 中国西部地区门源—平凉—渭南地震测线剖面资料的分析解释, 地球物理学报, Vol. 28, No. 5, 1985。
[4] 梁中华等, 天水地震区地壳浅层速度结构, 本文集。
[5] 张碧秀、汤永安, 鲁西非纵宽角反射剖面, 《华北平原南部深部地球物理综合探测方法与成果》, 海洋出版社, 1989。

THE INTERPRETATION OF THE FANPROFILES DATA
IN TIANSHUI EARTHQUAKE AREA

Zhou Mindu, Li Qinghe, Min Xiangyi, Fan Bing and Wei Deqing
(*Earthquake Research Institute of Lanzhou, SSB*)

Abstract

From the data of DSS in Tianshui earthquake area in 1986, a great deal of observational records on three fanprofiles with eight shots had been obtained. Designing these fanprofiles aim at distinguishing the Moho feature and fault distribution in this area. According to the interpreted result, we found that the thickness of crust is deeper in north than that in south, in west than that in east. We found not only the Northern Fringe Fault of western segment of Qinling Mountain, whose strike is near EW direction, but also the Tanchang—Tongwei and the Xihe-Jingning NNE deep buried faults. In this area, there are a series parallel deep buried faults on near SN direction and they are segres with the arrangement of $M > 7$ earthquakes in the area.