

中国中部的地壳及上地幔构造

周海南 冯 锐 张伯明

(国家地震局地球物理研究所)

摘 要

本文利用中国数字地震台网的资料,对昆仑山—柴达木盆地—秦岭—大别山纬向构造带的地壳及上地幔构造进行了研究。沿这一构造带沉积层平均厚度为8 km,剪切波速度 $\beta = 2.62 \text{ km/s}$,壳内平均速度较低,为3.5 km/s左右,在下地壳还存在低速层。地壳平均厚度为48 km,自东而西相差不很大。上地幔低速层在70—90 km深处开始出现。这种构造特征有别于地台和高原,具有块体间的过渡性质,表明这是中国地壳块体中的一个独立构造单元。

一、引 言

对中国地壳及上地幔构造,近年已有人从不同的角度进行了研究^(1、2、1),张文佑等(1986)根据地质资料指出,中国地壳可划分为六个基本构造单元,昆仑山—祁连山—秦岭断褶系是中国地壳块体内的一个独立构造单元⁽³⁾,也是位于中国中部的一条东西走向的纬向构造带。其绵延4000余公里,地理上包括昆仑山、柴达木盆地、秦岭和大别山,沿这一地带地形起伏,地质构造复杂,地震活动表现出明显的分段特征。从深部构造来看,其位于中国地壳其余五大块体的交合部位(图1)。在这一地区曾布设过门源—渭南、随县和下扬子人工地震测深剖面,但由于受到观测条件的限制均未能对上地幔的构造进行研究,也没有利用地震面波专门就这一地区进行研究。

1986年中国数字地震台网的建成,为研究中国中部这一独特构造单元的深部构造提供了有利条件。我们试图利用上海台记录的青藏高原三次地震的面波资料,通过对瑞利波群速度的反演计算,推断这一构造单元的波速分布特点,对比它与其他构造单元的异同。与此同时,也可以初步了解中国数字地震台网的记录特点和数据质量。

二、资 料

本文选用的三条面波射线路径都近于平行地分布于该块体内部(图1),可以保证所得

1) 黄尚飞,用长周期面波资料反演中国地区地壳及上地幔速度结构,1987.

结果反映该构造单元的特点。三次地震的基本参数见表 1，震中位置见图 1。图 1 中还给出了两次日本地震到我国青藏高原的射线路径^[5]，以作比较之用。我们选用了上海台记录的这三次地震的 S 波到时后延续 17 分钟的数据，用文献〔4〕的方法计算面波频散，即在利用多重滤波的 Gauss 滤波器

$$F(\omega) = \exp\left[-\alpha \left(\frac{\omega - \omega_0}{\omega_0}\right)^2\right] \quad (1)$$

时，根据群速度与周期具有相等测定误差的原则

$$\delta U/V = \delta T/T \quad (2)$$

可导出滤波器系数 α ：

$$\alpha(U, T) = \pi \Delta / UT \quad (3)$$

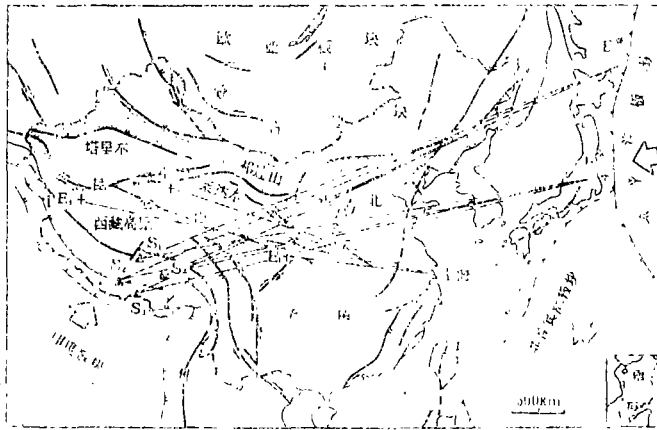


图 1 台站与震中的分布

Fig. 1 The distribution of stations and epicentres

表 1 地震基本参数

地震编号	日期	发震时刻	震中位置		震级	Δ (km)
			北纬	东经		
E1	1987. 1. 7	18—19—07.3	34°.2	103°.4	5.8	1701
E2	1987. 2. 25	19—56—34.8	38°.1	91°.3	6.1	2835
E3	1987. 4. 18	20—48—26.8	34°.4	80°.3	4.9	3823

*引自《中国地震台网临时报告》

由此得到精度较高的瑞利波群速度分布（图 2）。

为了对比，图 2 中还给出了华北地区和青藏高原的瑞利波群速度值^[5]，相应的地震射线已示于图 1 中。由于本文选用的三次地震的震级相对较小，所激发的长周期面波成分还不够丰富，目前只能得到周期 $T = 15 - 160S$ 的面波频散数值。由图 2 可见，该地区的面波频散值介于华北地台与青藏高原之间，但偏向于青藏高原。周期在 70S 以下的瑞利波群速度值比较低（2.75—3.35 km/s），周期为 70S 以上的瑞利波群速度值则逐渐接近地台区的值（3.60 km/s）。据此可以推断，该区的地壳介质可能较为破碎，而上地幔之下的结构同大陆地区比较接近。

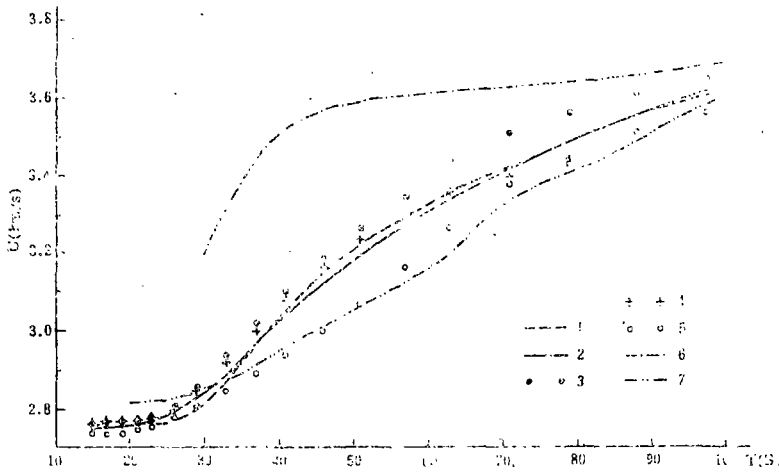


图2 瑞利波群速度

1. 理论值 2. 实测的平均值 3. 地震E₁ 4. 地震E₄ 5. 地震E₂ 6. 华北地区 7. 青藏高原

Fig. 2 Rayleigh group velocity

三、地壳上地幔构造

根据线性反演理论^[4], 可求得这条东西向构造带的剪切波速分布(图3)。从图中可以看到, 它的沉积层平均厚度为8km, $\beta = 2.62\text{km/s}$, 看来巨大的柴达木陆相沉积盆地(主要是喜马拉雅期的第三纪沉积)对短周期面波的影响很大。该区地壳结构的突出特点是壳内的平均速度较低, 为 3.50km/s 左右, 而且在下地壳还存在低速层, 速度降低为 0.1km/s 。这种偏低的速度分布是从结晶基底一直延续到Moho界面的, 中间部位的速度变化量并不太大, 这同华北地台的速度随深度逐渐增加的特点十分不同。从地质上看, 这个地区属于强烈的褶皱带, 深大断裂发育, 而且前古生代扬子褶皱(7亿年或更古老)和古生代的加里东、华力西褶皱运动的古老基底普遍出露地表, 这显然是造成该区地壳内波速整体性偏低的主要原因。有趣的是, 中国中部的这条东西向构造带虽然绵延4000多公里, 但它的地壳厚度自东而西却相差不是很大, 从已有各种深部资料看, 东段下扬子地区地壳厚度约40km, 中段兰州—西安约45km, 西段柴达木—昆仑山约50—60km。反演得到的该区地壳平均厚度为48km, 该数值基本在地台与高原之间。本研究中得到上地幔顶层的剪切波速度为 4.25km/s , 低速层大体在70—90km深处开始出现, 速度降低约 0.2km/s 。70—130km深处的上地幔低速

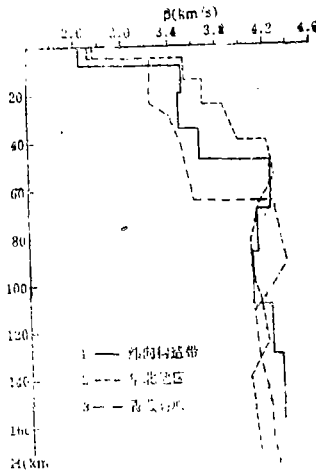


图3 中国中部东西构造带的剪切波速分布
 Fig. 3 The distribution of shearing wave velocity in EW tectonic belt at the middle part of China

的褶皱带, 深大断裂发育, 而且前古生代扬子褶皱(7亿年或更古老)和古生代的加里东、华力西褶皱运动的古老基底普遍出露地表, 这显然是造成该区地壳内波速整体性偏低的主要原因。有趣的是, 中国中部的这条东西向构造带虽然绵延4000多公里, 但它的地壳厚度自东而西却相差不是很大, 从已有各种深部资料看, 东段下扬子地区地壳厚度约40km, 中段兰州—西安约45km, 西段柴达木—昆仑山约50—60km。反演得到的该区地壳平均厚度为48km, 该数值基本在地台与高原之间。本研究中得到上地幔顶层的剪切波速度为 4.25km/s , 低速层大体在70—90km深处开始出现, 速度降低约 0.2km/s 。70—130km深处的上地幔低速

层的位置同华北地区相当一致¹⁾〔5〕,但不同于青藏高原。虽然更深处的速度值(4.33km/s)已接近青藏高原的速度,不过由于目前缺乏周期在200s以上的面波资料,我们还难以做更多的推论。应该说明的是,本文只做了该区平均速度模型的研究,但这一构造带的分段性也还是突出的,比如在东侧秦岭—大别山段和西侧柴达木段显然存在着差异,这在图2中的地震 E_1 和地震 E_2 、 E_3 的频散曲线上已经反映出来,这是今后应该进行研究的。

总之,这条东西走向的构造单元的深部构造是介于地台与中生代高原之间的,这种差异特征由上地壳一直延续到130km深处,它不同于华北、华南、塔里木与青藏等几个内部构造相对均一的块体,它属一种块体拼合处的过渡性构造。

四、结 论

1. 位于中国中部的昆仑山—柴达木—秦岭东西向构造带的地壳波速低,上地幔低速层较浅,这种构造特征有别于地台和高原,具有块体间过渡的性质,这是中国地壳中的一个特殊构造单元。

2. 中国数字地震台网的建立是成功的,可提供短频带、大动态、高精度的数据。它所提供的数字磁带具有信息量丰富、可利用率高、使用方便和便于采用计算机进行大数据量处理等优点,新台网的建成将推动我国地震工作的进展。

本项研究的时间较为仓促,上述结果仍是初步的。作者感谢陈国英、黄尚飞对工作的支持。

参 考 文 献

- 〔1〕曾融生,莫霍界面的重力补偿和地壳结构的基本模式,地球物理学报, Vol.16, 1973.
- 〔2〕冯锐、朱介寿等,利用地震面波研究中国地壳结构,地震学报, Vol.3, No.4, 1981.
- 〔3〕张文佑等,中国及邻区海陆大地构造,科学出版社,1986.
- 〔4〕冯锐、周海南、姚政生、孙克忠,面波的频散、反演和层析成象,中国地震, Vol.3, No.1, 1987.
- 〔5〕孙克忠、冯锐、姚政生、周海南,西藏—日本剖面的岩石圈构造,地震学报, 1988(待出版).

THE CRUSTAL AND UPPER MANTLE
STRUCTURE IN CENTRAL CHINA

Zhou Hainan, Feng Rui, Zhang Boming
(*Institute of Geophysics, SSB*)

Abstract

The crustal and upper mantle structure of Kunlun-Chaidamu-Qinling-Dabie tectonic zone is studied by using the data available from Chinese Digital Seismographic Network. The average thickness of sedimentary layer is about 8 km with a shear wave velocity of 2.62 km/s. It is noted that average velocity of 3.50 km/s in the crust is relatively low, and there exists a low velocity layer in the lower crust. The undulation of the crustal thickness from East to West China is not great, being about 48 km thick on average. The low velocity layer in the upper mantle appears at the depths of 70 to 90 km. Such tectonic feature is different from both platform and the Tibetan plateau. Being a transition tectonic zone among geological blocks, it is indeed an independent tectonic unit of the crust in China.