1986年9月 NORTHWESTERN SEISMOLOGICAL JOURNAL Sept. 1986

用瑞利面波研究中国西北 部的地壳结构

陈国英 (国家地震局地球物理研究所)

赵平 吴玲

(成都地质学院)

摘要

本文利用我国西北部喀什—乌鲁木齐、乌鲁木齐—高台的瑞利波相速度和 喀什—高台的瑞利波群速度进行反演,得到了三个剖面的地壳结构的层状模型。 结果表明:三个剖面的频散曲线和地壳结构彼此不同,说明我国西北部地壳结 构的横向变化显著。

一、引言

近年来用地震波资料研究地壳上地幔结构已成为一种重要手段。六十年代初,我国开始 了这方面的工作,曾融生(1963)、朱仲和(1965)等以手工方法用面波资料研究了中国的 地壳厚度及沉积层的厚度。1979年冯锐等用电子计算机测定面波频散並进行了反演计算,得 到了中国境内青藏、蒙古、华北、华南和塔里木盆地五个块体的地壳结构。1981年邓大量分 析了唐山一马什哈德路径上的瑞利波频散,得到中国北部地区的地壳上地幔结构。本文研究 了我国西北部地区三条路径的面波频散,每条路径通过的大单元地质构造可能比较单纯,通 过反演得出了西北地区地壳结构的横向变化。

二、资料及方法简述

1.资料

本文分析了喀什、乌魯木齐、高台三个基准台垂直向地震仪上记录的 三个地震的面 波 (台站位置、震中位置见图1和表1、表2)。观测仪器为基式中、短周期地震仪。面波资 料通过数字滤波所得频散曲线的周期为10秒—50秒。

地震参数					爱 1	
地震号	发震日期	发展时刻	纬度	经度	戊 源 深度	
1	1983年 2月13日	01-40-12.05	39.9°N	70.0°E	33公里	
2	1981年 1月22日	19-34-40.1	38.20°N	142.71°E		
8	1981年 8月26日	21-30-01.5	3.5°N	128.3°E		

台	站参数	表 2	
台名	纬度	经度	
乌鲁木齐	43.8°N	87.7°E	
喀什	39.45°N	75.9°E	
高台	39.4°N	99.8°E	



图1 台站和剖面路线分布图

Fig. 1 The distribution of the stations and the profiles

2.方法简述

测定面波群速度采用多重滤波方法。首先对面波记录X(t)作富氏变换

$$Y(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} X(t) e^{-i\omega t} dt, \qquad (1)$$

然后,在频率域内滤波,再做逆变换,便得到各个时刻的振幅谱

$$h(\omega_{m}, t_{n}) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} X(\omega) W(\omega_{n}\omega) e^{i\omega X_{n}} d\omega_{o}$$
(2)

在T-t平面内打印出谱振幅,勾画出等值线便得到群速度的频 散 曲 线,T 为 周 期,t为到时。

测定面波相速度采用滤波一互相关方法。用同一滤波器分别对两台记录作窄带通滤波,便得到基本上同频的简谐波:

$$Y_{i}(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} X_{i}(\tau-t) W(t) dt \quad i=1, 2$$
 (3)

其中W(t)为滤波器的单位脉冲响应函数。

对不同的时移P计算Y₁、Y₂的互相关系数r₂₁,便得到相速度C(时移P为第一台的某一到时与第二台任意到时之差):

$$Y_{2i}(T_{n}, P) = \int_{-\infty}^{\infty} Y_{2}(T_{n}, t+p) Y_{i}(T_{n}, t) dt$$

而两台震中距之差 $\Delta_2 - \Delta_1$ 是己知的,则T₂周期的相速度C即为:

C(T₁) =
$$\frac{\Delta_2 - \Delta_1}{P}$$

则 r_{21} (T_m, P) = r_{21} (T_n, C),这就是T_n周期在不同相速度C(T_n)时的相关系数的 振幅分布。在C—T平面内按矩阵形式输出相关系数,将最大等值线勾画出来,便得到 相 速度的频散曲线。

用面波资料反演地壳结构,就是通过一定的数学方法寻找一种地 壳 模 型 P,使 由 它算 出的相速度理论值与相速度观测值的残差向量达极小。我们采用 的 方法是 阻 尼 最 小 二 乘 法。

三、结 果

1.喀什一高台: 剖面的绝大部份位于塔里木盆地,所得群速度频散曲线(见图2)比大 陆平均群速度低,尤其是在小于20秒的短周期范围内,群速度比平均大陆的群速度低0.2一

	衣 3			
层号	H	β	a	ρ
1	10	2.77	4.79	2.53
2	15	3.47	6.00	2.71
8	22	3.96	6.86	3.04
4	60	4.72	8.17	3.32

0.4公里/秒。通过反演,我们得到一个四层 地壳模型(见图3、表3)。它的沉积层 厚度为10公里,波速值为2.77公里/秒,可 能是世界上沉积层最厚的地方。地壳总厚度 为47公里。

2.高台一乌鲁木齐: 剖面位于天山褶皱 带的东段。所得瑞利波相速度频散曲线(见 图4)与加拿大地盾、欧亚地盾的频散曲线 相近,但在周期14秒到24秒之间比加拿大地 盾的相速度低。通过反演得到一个四层地壳

模型(见图5、表4),该地区地壳厚度为44公里。引入注目的是下地壳的速度明显偏低, 而莫霍界面的速度偏高达4.86(公里/秒),这可能是该地区下地壳的岩石比上地壳的岩石 软。关于这里的岩性,有待进一步研究。

3.喀什一乌鲁木齐: 剖面 位于天山褶 皱带的西段,並经过天山山脉。测得该地区瑞 利面波相速度频散曲线(见图 6)与成都一拉萨(冯锐等人的文章)的相速度和欧亚高原地 带的相速度相近,比天山褶皱带东段的速度明显偏低。通过反演得到一个五层地壳模型(见 图 7、表 5)。模型表明该地区速度低,地壳厚度约为65-70公里。



的瑞利波群速度

Fig. 2 The velocity of Rayleigh wave swarm from Kashi to Gaotai (Talimu Basin)



与观测值拟合的情况 Fig.3 The crust model from Kashi to Gaotai and the fitting condition between it and the measurement value



图4 高台—乌鲁木齐瑞利波相 速度频散曲线







Fig. 5 The crust model from Gaotai to Urumuqi and the fitting condition between it and the measurement value 高台一乌魯木齐的地壳模型 表 4

层号	Н	β	a	ρ
1	4.00	3.01	5.21	2.59
2	25.00	3.87	6.70	3.00
8	15.00	3.75	6.48	2.94
4	80	4.86	8.41	3.37

喀	喀什—乌魯木齐的地壳模型			表 5
层号	н	β	α	ρ
1	5	2.59	4.48	2.48
· 2	15	3.54	5,71	2.76
8	20	3.58	5.95	2.79
4	30	3.67	6.12	2.88
5	æ	4.30	7.44	3.19



图6 喀什—乌鲁木齐的瑞利波相速度频散曲线

Fig. 6 The frequency curve of scatterness for the phase velocity of Rayleigh wave from Kashi to Urumuqi

ŵ



图 7 喀什—乌鲁木齐的地壳模型 以及与观测值的拟合情况 Fig. 7 The crust model from Kashi to Urumuqi and the fitting condition between it and the measurement value

四、讨 论

我们研究了我国西北地区的三条剖面的瑞利波资料,通过反演得到了三个剖面的地壳模型。三个剖面虽然均位于西北地区,但它们的频散曲线和地壳结构差异较大。这说明我国西 北部地壳结构横向是不均匀的。

喀什一乌鲁木齐和高台一乌鲁木齐两个剖面,虽然都位于天山褶皱带,但前者位于天山

褶皱带的西段,路经天山山脉,其瑞利波相速度明显偏低,地壳厚度为65—70公里,玄武岩 层比花岗岩层大约厚一倍,显示出山区的某些特征,该地区地震活动较频繁,而后者位于天 山褶皱带的东段,瑞利波相速度明显偏高,地壳厚度为44公里左右,莫霍界面的横波速度高 达4.86公里/秒。天山褶皱带是在扬子旋回形成的中国古地台基础上产生的,虽经多旋回构 造运动发展成为地槽褶皱带,但在其东段仍显示出古地台的某些特征,地壳和地幔顶部的速 度较高,地震活动较少。引人注目的是地壳底部有一低速层,我们估计这可能是由于在早二 迭世前,天山地槽分化和构造迁移很清楚,相应的岩浆活动明显,现在地壳底部的物质可能 比较软。

喀什一高台剖面位于塔里木地台之内,其瑞利波群速度比大陆的平均瑞利波 群 速 度 偏 低,特别是在短周期部份,低0.2公里/秒—0.4公里/秒。通过反演得到一 个 四 层 的地壳模 型,其地壳厚度为47公里,沉积层厚达10公里,这可能是世界上沉积层最厚的地区。在地壳 内,速度随深度正常增加,康腊界面清晰,莫霍界面的横波速度为4.72公里/秒,显示 出 古 地台的特征。

本文得到宋仲和付教授的指导和邦助,特此表示感谢。

(本文1984年11月22日收到)

参考文献

- (1)李白基,地震面波频散的数字计算一方法与实验,地球物理学报,Vol.20, No.4, 1977.
- 〔2〕冯锐等,利用地震面波研究中国地壳结构,地震学报, Vol.3, No.4, 1981.
- [3] J.Brune and Dorman, J., Seismic wave and earth structure in the Canadian shield, Bull.Seism.Soc.Amer., Vol.53, No.1, 1963.

西北地震学报

STUDY ON THE CRUST STRUCTURE IN NORTHWESTERN CHINA BY MEANS OF RAYLEIGH WAVE SURFACE

Cheng Guoying

(Institute of Geophysics, State Seismological Bureau, China) Zhao Ping Wu Ling (Chengdu College of Geology, China)

Abstract

The lamellar models of the crust structure of three profiles are achieved in this paper by means of the reverse of the velocities of Rayleigh wave swarms from Kashi to Gaotai and the phase velocities of Rayleigh wave from Kashi to Urumuqi and from Urumuqi to Gaotai. The results show that the frequency curves of scatterness for the three profiles and the crust structure are different each other, which means there is a very obvious transverse variation of the crust structure in Northwestern China.