

南北地震带的瑞利波群速度与地壳结构

何正勤 曾融生 陈国英

(国家地震局地球物理研究所)

摘 要

本文用长周期面波资料研究了南北地震带及其西侧的地壳结构。结果表明:南北地震带的地壳厚度具有南薄北厚,西厚东薄的特征;南北带和其西侧区域地壳内都存在有低速层;地壳横波平均速度很低,约为3.37公里/秒;上地幔顶部的横波速度只有4.40公里/秒;南北带北段可能存在上地幔物质上隆,岩石圈厚度只有60多公里,该区域地壳底部存在有低速层。

一、引 言

中国南北地震带以地震密集、矿产丰富和构造特征独特而受到许多地球物理学者的关注。为研究南北地震带及其邻域的深部构造差异,崔作舟^[1]、熊绍柏^[2]等在攀西地区进行过人工地震测深研究。张少泉^[3]等曾在西北地区做了横穿南北带的人工地震测深研究,发

现在六盘山附近, Moho面起伏变化较大,有上隆趋势。林长佑等^[9]的大地电磁测深研究表明:在南北地震带北段及河西走廊地区,在地壳内20—30公里左右深处普遍存在着低阻层,而在45—55公里深度附近,低阻层沿南北向呈带状分布。孔祥儒等^[4]曾发现,沿攀西构造带在地壳中部存在5—12公里厚的低速层。为进一步研究南北地震带的整体构造差异,本文选取了面波路径复盖北纬24°—36°,东经100°—104°地区的瑞利波资料,反演得到了该区域的地壳横波速度模型,为进一步探讨南北地震带的构造特征,研究地震活动性和地震成因提供了较可靠的地球物理参数。

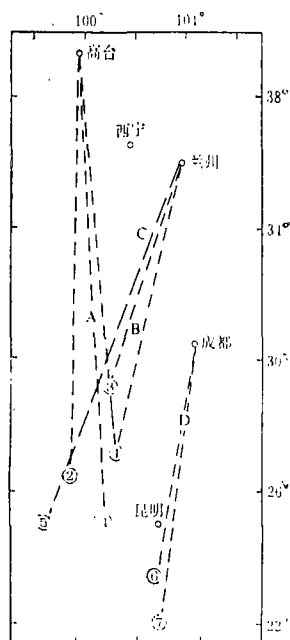


图1 面波路径、震中和台站分布图

Fig.1 Distribution of surface wave path, epicentres and stations

二、资料与方法

本文选用了高台、兰州、成都3个地震台(其台站编号分别为1、2、3)记录到

表 1 地震参数

地震 编号	日 (年 月 日)	时 间 (时 分 秒)	纬 度 (度)	经 度 (度)	震 级 (M_L)	台 站	路 区	径 域
1	1985.9.6	02-30-18	25.31	100.93	5.8	1	A	
2	1982.7.8	16-13-31	26.60	99.75	5.4	1	A	
3	1986.8.7	03-55-16	29.41	100.93	5.8	1, 2	A, C	
4	1986.8.12	18-45-51	27.36	101.36	5.7	1, 2	A, C	
5	1963.4.23	17-55-07	25.13	99.08	6.0	2	B	
6	1985.9.2	03-07-40	23.75	102.65	5.7	3	D	
7	1985.8.20	00-31-43	22.20	102.60	5.6	8	D	

的发生在南北地震带南端的七个地震的面波资料,其震中和台站分布如图1所示。表1列出了这些地震的有关参数。所采用的资料均为垂直分量的记录。将这些记录图在与IBM—PC微机相联的K—510mk图数转换板上,采用不等间隔人工采样,通过三角函数和样条函数插值成等间隔序列。为了保证资料的可靠性,我们把插值后的数据画出图形与原图比较,在二者完全一致时才参加计算。本文所用的地震参数均采用云南地震台网的数据。测定瑞利波群速度使用多重滤波方法。反演采用阻尼最小二乘法。资料的预处理和实测群速度的计算均在IBM—PC微机上完成。图2a是周期为5—67秒的频散曲线。

三、速度模型的反演

图2a所示的群速度值是各个区域内不同路径的平均值。从图2a可以看出,不同区域的群速度频散曲线的差异是明显的。因此我们分4个区域进行研究,即A域:南北地震带西侧区域;B域:整个南北地震带;C域:南北地震带北段;D域:南北地震带南段。

反演时,把每个区域所有路径的瑞利波群速度平均值作为观测值,并将各区域和其邻域的部分人工爆破〔1〕、〔2〕及面波反演结果〔5〕作为初始模型,经过反复改变初始模型进行反演计算,结果发现地壳内没有低速层的模型与观测数据不能较好地符合。我们采用正演的方法,对速度模型与理论频散值的关系,做了详细的分析和研究。结果发现,在20—30秒之间频散曲线的最低点的位置,与地壳内低速层的速度和厚度、地壳的厚度和平均速度都有密切的关系,即是说其最低点的位置是受中、下部地壳和上地幔速度结构参数所控制,它们之间的关系复杂,因此,不能根据频散曲线的形态来对某一个参数进行描述。

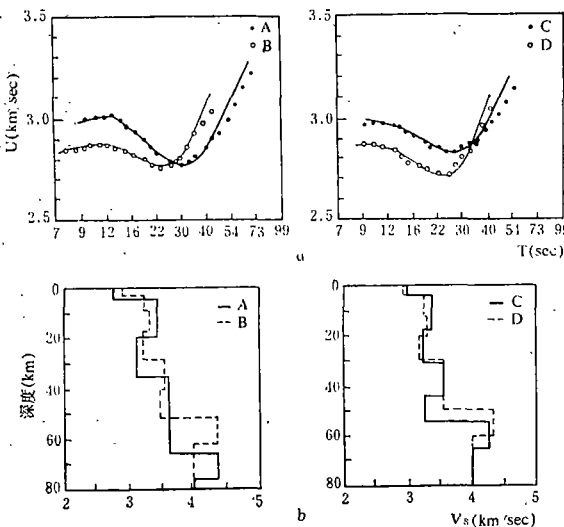


图2 各区域的横波速度模型

a. 理论与观测值的比较 b. 横波速度模型

Fig. 2 Transverse wave velocity model in every area

从图2a所示的频散曲线可以看出,周期为35—60秒时,C域的群速度随周期的变

化比别的区域慢,而这一周期范围所对应的深度是下部地壳和地幔顶部。我们对模型中在该深度范围的参数进行了反复调整,结果表明:在C域,只有在地壳下部存在低速层时,模型的理论值与观测值才能较好地拟合。模型中在上地幔顶部只能有5—10公里的盖层,其下是上地幔的第一低速层。在A域的反演结果中,在地壳下部有低速层的模型,其理论值与观测值也能较好地拟合,但地壳厚度不合理,因此曾对其地壳厚度加过限制。在南北地震带南段没有发现地壳底部存在低速层。

通过反演得到了各个区域的最佳速度模型(图2b),图2a示出了这些模型的理论值与观测值的拟合情况。从图中可以看出,其拟合情况是较好的。

四、结果与讨论

冯锐等〔6〕利用瑞利波的资料反演得到青藏高原东部地区的Q结构,结果表明:青藏高原原地壳中13—28公里深度和50公里深度附近是低Q值区域。本文所研究的南北地震带西部区域(A域)大部分面波路径通过青藏高原东部边沿,其模型中的低速层埋深与低Q区域的深度是对应的。张必敦等〔7〕研究了南北地震带北段的居里等温面的深度。在北纬 33° — 40° ,东经 102° — 108° 范围内,居里等温面的深度为14—34公里。本文研究的C域的面波路径大部分通过该区域,其居里等温面的深度与C域内低速层的埋深是一致的。

从本文反演得到的横波速度模型可以看出,在南北地震带与其西侧的地壳中部存在低速层,其厚度为9—15公里,西侧低速层比带内厚,该低速层的顶部埋深大约在20公里左右。值得注意的是,在这个深度范围内的地震频度最大〔8〕。在我们研究的模型中地幔顶部的横波速度较低,只有4.4公里/秒左右。在攀西地区的人工爆破研究中〔1〕、〔2〕,发现该地区上地幔顶部的纵波速度也较低,只有7.6—7.7公里/秒,所确定的地壳内低速层的位置也与本文一致。南北地震带北段模型中地壳底部低速层的深度和出现的范围都与文献〔9〕的研究结果符合,其形成的机制和在地质上的意义,还有待进一步研究。需要说明的是,由于反演的不唯一性,如果确定该低速层的速度为下地壳的正常值,那么反演得到的上地幔顶部速度只有4.10公里/秒,这显然是不合理的。因此,我们选取了含有下地壳低速层的模型。其次,由于我们所研究的面波路径较短,没有更长周期的面波信息,所以,无法确定上地幔第一低速层的厚度。

(本文1989年2月16日收到)

参 考 文 献

- 〔1〕崔作舟等,攀西地区的深部结构与构造,地球物理学报,Vol.30, No.5, 1987.
- 〔2〕熊绍柏等,攀西构造带轴部地区地壳与上地幔结构的爆破地震研究,地球物理学报,Vol.29, No.2, 1986.
- 〔3〕张少泉等,中国西部地区门源—平凉—渭南地震测深剖面资料的分析解释,地球物理学报,Vol.28, No.4, 1985.
- 〔4〕孔祥儒等,攀西地区地壳和上地幔中的电性结构,地球物理学报,Vol.30, No.1, 1987.
- 〔5〕冯锐等,利用地震面波研究中国地壳结构,地震学报,Vol.3, No.3, 1981.
- 〔6〕冯锐等,青藏高原的地壳Q结构,地球物理学报,Vol.28, 增刊I, 1985.
- 〔7〕张必敦等,南北地震带北段地温场的初步探讨,西北地震学报,Vol.9, No.1, 1987.
- 〔8〕Zheng Jianzhong et al., Some characteristics of the seismicity and the stress field in the Panxi rift zone, Tectonophysics, 133, 235—241, 1987.
- 〔9〕林长佑等,河西走廊东部地区的大地电磁测深,地球物理学报,Vol.27, No.2, 1984.

THE GROUP VELOCITY OF RAYLEIGH WAVES AND CRUST STRUCTURE IN NORTH-SOUTH SEISMIC ZONE

He Zhengqin, Zeng Rongsheng, Chen Guoying
(*Institute of Geophysics, SSB, Beijing, China*)

Abstract

In this paper, the crust structure of North-South Seismic Zone and its western side has been studied using long-period surface wave data. The results show that the crust in north and west parts is thicker than its south and east parts. Low-velocity zone exists within the crust of the whole area of North-South Seismic Zone and its western side. The average S-wave velocity is very low, about 3.37 km/s, and the velocity in the uppermost mantle is 4.40 km/s. It is possible that there is an uprising of mantle materials in the north section of North-South Seismic Zone and the thickness of lithosphere is only 60 km with a low-velocity zone in the bottom of the crust.