



青藏高原东北缘深地震测深研究成果回顾

周民都^{1,2}

(1. 中国地震局地震预测研究所兰州基地, 甘肃 兰州 730000;

2. 中国地震局兰州地震研究所, 甘肃 兰州 730000)

摘要: 本文回顾了青藏高原东北缘(32° - 40°N, 100° - 108°E)地区深地震测深研究的主要成果, 给出了这一地区地壳中地震波速度结构的特征和莫霍面的形态。

关键词: 青藏高原东北缘; 深地震测深; 地震波速度结构; 莫霍面

中图分类号: P631.4; P313.2 文献标识码: A 文章编号: 1000-0844(2006)02-0189-03

Review of Study on the Depth Seismic Sounding in the Northeastern Margin of Qinghai - Tibetan Plateau

ZHOU Min-du^{1,2}

{ 1. Lanzhou Base of Institute of Earthquake Prediction, CEA, Lanzhou 730000, China;

2. Lanzhou Institute of Seismology, CEA, Lanzhou 730000, China }

Abstract: The main study results of depth seismic sounding in the northeastern margin of Qinghai-Tibetan plateau (32° - 40°N, 100° - 108°E) are reviewed and summarized in this paper. The crustal structure characteristic of seismic wave velocity and the shape of the Moho in this area are given.

Key words: The northeastern margin of Qinghai-Tibetan plateau; Depth seismic sounding; Structure of seismic wave velocity; Moho

0 引言

青藏高原东北缘地区(32° - 40°N, 100° - 108°E)断裂丛生, 构造活动强烈, 地震频繁发生。Tapponnier 等人^[1]认为随着青藏高原逆掩断裂扩张的活动, 这一地区表示出非常强烈的抬升。

本区跨越三个一级构造单元: 中朝准地台、青藏高原和扬子准地台。中朝准地台可分为鄂尔多斯地块和阿拉善地块两个次一级的构造单元。青藏高原可分为祁连山褶皱系、秦岭褶皱系和甘孜褶皱系三个次一级的构造单元。

自20世纪60年代以来, 我国的科学工作者, 尤其是国家地震局系统的广大科研人员, 在青藏高原

东北缘及其周边地区进行了大量的深部地球物理探测工作, 获得了大量有价值的结果, 为在这一地区作进一步研究工作奠定了基础^[2]。为了探明青藏高原东北缘及邻区的地壳上地幔结构, 60年代初期中国科学院地球物理研究所利用工业爆破进行地震深部探测, 在甘肃景泰地区得到了地壳内部的速度分布, 并发现地壳中存在高速夹层^[3]。80年代以来, 国家地震局(现为中国地震局)在此区或穿过此区作了5条人工地震探测(折射、宽角反射)剖面: 1982年的门源 - 平凉 - 渭南人工地震测深剖面^[4,5]; 1985 - 1986年的郑州 - 银川人工地震测深剖面^[6]; 1986年的天水地震区灵台 - 阿木去乎人工

收稿日期: 2005-12-20

中国地震局兰州地震研究所论著编号: LC20060021

作者简介: 周民都(1955-), 男(汉族), 甘肃天水人, 博士, 研究员, 多年来一直从事地震波理论与应用研究工作、天然地震和人工地震测深观测工作、利用天然地震和人工地震波资料反演地壳和上地幔速度结构及解释工作。

地震测深剖面^[7]和成县-西吉人工地震测深剖面^[8];1999年的玛沁-兰州-靖边人工地震测深剖面^[9];1989年地矿部第二综合物理勘探大队作的青海花石峡-四川简阳人工地震测深剖面^①也穿过此区。这些人工地震剖面(图1)的研究结果^[3-12]为在此区进行速度结构三维层析成像提供了丰富的地球深部资料。

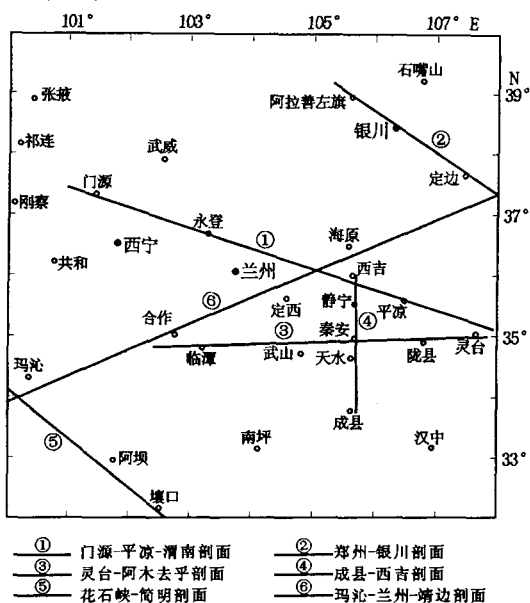


图1 青藏高原东北缘人工地震测深剖面分布
Fig.1 Distribution of the artificial seismic sounding profiles in the northeastern margin of Qinghai-Tibetan plateau.

2 青藏高原东北缘莫霍面的基本轮廓

图2是利用人工地震测深资料和天然地震资料^[13]反演得到的数据所作的研究区内莫霍面的等值线图^[14],与曾融生等^[15]和陈学波等^[16]给出的本地区莫霍面在轮廓上基本吻合,说明大家对莫霍面的认识是基本一致的。从图2中可以看到:

(1) 研究区内的地壳厚度总的趋势是西南厚,东北薄。

(2) 在上述的总的趋势下,莫霍面的隆起和平台局部陡变交替变化。这种不规则变化主要集中在银川盆地、海原-临潭-成县-灵台菱形区域和门源-玛沁-兰州三角区域。

(3) 莫霍面等值线从河西走廊张掖、武威,经景泰、海原、天水、成县呈弧形展布,可以认为它是青藏块体的边缘,是中国东西部不同构造单元和地貌单元的分界线。

(4) 大量的地质资料证实,天水-武都一线主要为东西向构造,而从莫霍面等值线显示为南北走

向,重力反演亦是如此。这表明该地区存在深部和地表构造不一致的立体格架^[17]。

(5) 莫霍面在银川盆地呈明显的上拱区,盆地四周加深至44~45 km,其中尤以盆地西南方向莫霍面加深速率较大。

(6) 在海原东面,莫霍面等值线较为陡变,这可能就是青藏高原块体与鄂尔多斯地块分界的六盘山断裂的显示。

以上特征有效的反映出本区地壳厚度变化的基本轮廓。

3 讨论

从深地震测深的研究成果^[3-12]中我们可以得到以下的认识:

(1) 祁连褶皱带上地壳下界面埋深在15~19 km,上地壳中平均P波速度为6.11~6.16 km/s;中地壳下界面埋深在26~33 km,中地壳P波平均速度为6.20~6.35 km/s;Moho面埋深在50~58 km,下地壳平均P波速度为6.60~6.80 km/s。中地壳中有低速层存在。上地幔顶部P波速度为7.78~8.05 km/s。

(2) 秦岭褶皱带上地壳下界面埋深在14~16 km,上地壳中平均P波速度为6.08~6.13 km/s;中地壳下界面埋深在24~28 km,中地壳P波平均速度为6.26~6.29 km/s;Moho面埋深在48~60 km,下地壳平均P波速度为6.30~6.55 km/s。上地幔顶部P波速度为7.90~8.06 km/s。

(3) 松潘-甘孜褶皱带上地壳下界面埋深在20~26 km,上地壳中平均P波速度为5.80~6.30 km/s;中地壳下界面埋深在32~45 km,中地壳P波平均速度为6.40~6.70 km/s;Moho面埋深在60 km左右,下地壳平均P波速度为6.60~6.90 km/s。上地幔顶部P波速度为7.90 km/s左右。

(4) 银川地堑上地壳下界面埋深在11~15 km,上地壳中平均P波速度为6.0~6.22 km/s;中地壳下界面埋深在20~25 km,中地壳P波平均速度为6.22~6.33 km/s;Moho面埋深在38~42 km,下地壳平均P波速度为6.50~6.60 km/s。上地幔顶部P波速度为7.80~8.0 km/s。

(5) 鄂尔多斯台缘上地壳下界面埋深在18~23 km,上地壳中平均P波速度为6.1~6.4 km/s;

① 地质矿产部第二综合物理勘探大队. 青海花石峡-四川简阳深地震测深剖面研究报告. 西安: 1991.

中地壳下界面埋深在 29 ~ 32 km, 中地壳 P 波平均速度为 6.3 ~ 6.55 km/s; Moho 面埋深在 42 ~ 45 km, 下地壳平均 P 波速度为 6.8 ~ 6.87 km/s。上地幔顶部 P 波速度为 7.80 ~ 8.0 km/s。

(6) 从青藏高原东北缘地质构造图^[12] 可以看到, 地表的断裂和莫霍面形态有很多地方吻合的相

当好。如莫霍面等值线从河西走廊张掖经武威、景泰到海原北西西向转向天水、成县近南北向, 对应于龙首山断裂、天景山断裂、祁连山断裂转向海原—六盘山断裂。这说明本区的许多断裂是超壳断裂, 只是在莫霍面上呈现出断距和产状的差异。

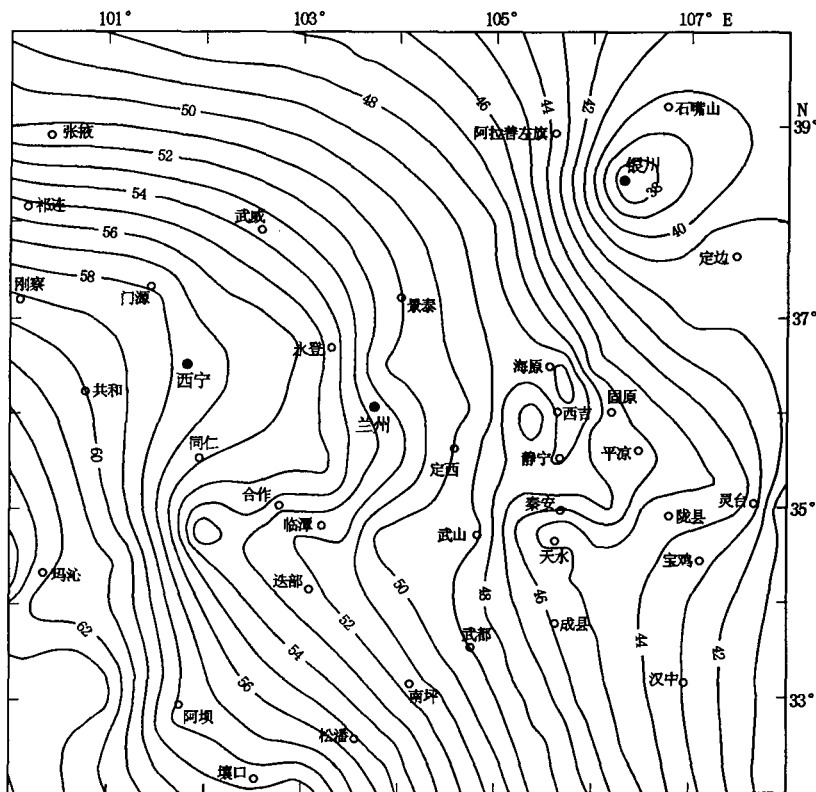


图2 青藏高原东北缘莫霍面等值线图^[15]

Fig. 2 Contour of the Moho in the northeastern margin of Qinghai-Tibetan plateau^[15].

[参考文献]

[1] Tapponnier P, Xu Z Q, Roger F, et al. . Oblique stepwise rise and growth of the Tibet plateau[J]. Science, 2001, 294:1671 - 1677.

[2] 李清河, 郭守年, 吕德徽. 鄂尔多斯西缘与西南缘深部结构与构造[M]. 北京:地震出版社, 1999.

[3] 曾融生, 滕吉文, 阚荣举, 等. 我国西北地区地壳中的高速夹层[J]. 地球物理学报, 1965, 14(2): 94 - 106.

[4] 王椿镛, 林中洋, 陈学波. 青海门源—福建宁德地学断面综合地球物理研究[J]. 地球物理学报, 1995, 38(5): 590 - 598.

[5] 林中洋, 蔡文伯, 陈学波, 等. 青海门源至福建宁德地学断面[M]. 北京:地震出版社, 1992. 30 - 35.

[6] 孙武城, 徐杰, 杨主恩, 等. 上海奉贤至内蒙古阿拉善左旗地学断面[M]. 北京:地震出版社, 1992. 32 - 33.

[7] 闵祥仪, 周民都, 郭建康, 等. 灵台—阿木去乎剖面地壳速度结构[J]. 西北地震学报, 1991, 13(增刊): 29 - 36.

[8] 李清河, 郭建康, 周民都, 等. 成县—西吉剖面地壳速度结构[J]. 西北地震学报, 1991, 13(增刊): 37 - 43.

[9] 李松林, 张先康, 张成科, 等. 玛沁—兰州—靖边地震测深剖面

速度结构的初步研究[J]. 地球物理学报, 2002, 45(2): 210 - 217.

[10] 张少泉, 武利钧, 郭建民, 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[J]. 地震物理学报, 1985, 28(5): 349 - 361.

[11] 闵祥仪. 天水地区人工地震测深观测系统与观测资料[J]. 西北地震学报, 1991, 13(增刊): 7 - 15.

[12] 周民都, 李清河, 闵祥仪, 等. 天水地震区非纵资料解释[J]. 西北地震学报, 1991, 13(增刊): 44 - 47.

[13] 王周元. 甘肃地区分层地壳结构[J]. 西北地震学报, 1984, 6(3): 84 - 91.

[14] 周民都, 吕太乙, 张元生, 等. 青藏高原东北缘地质构造背景及地壳结构研究[J]. 地震学报, 2000, 22(6): 645 - 653.

[15] 曾融生, 孙为国, 毛桐恩, 等. 中国大陆莫霍界面深度图[J]. 地震学报, 1995, 17(3): 322 - 327.

[16] 陈学波, 张景发, 唐荣余, 等. 中国及外围地区莫霍面深度分布图(1:1500万). 北京:地震出版社, 2001.

[17] 郭增建. 立交模式及其在地震预报中的应用[J]. 西北地震学报, 1985, 7(1): 94 - 101.