

# 阿尔泰—台湾地学 断面论文集

袁学诚 主编

中国地质大学出版社

# 序

GGT 强劲的风在我国“七五”计划期间吹遍全球。

GGT 是全球地质断面的简称,是国际岩石圈计划的一个重点项目,1985 年 8 月起动。它是将沿断面线一定范围内的地质、地球物理和地球化学资料全都综合在一起,表示在一张图上,经过综合研究,得到地壳的构造模型及其演化。GGT 为我们找到了一个地质、地球物理、地球化学结合的很好的方式和一个体现深部探测结果的很好形式。在加拿大地质学家 J. W. H. Monger 的领导下,得到各国热烈响应。到 1988 年 10 月,各国提出的 GGT 总数已达 170 条。

中国 GGT 的研究在中国岩石圈委员会及各科研、生产与教学单位的支持与领导下取得了辉煌的成就。1989 年在美国华盛顿召开的第 28 届国际地质大会上展出的 50 条 GGT 中,中国有 11 条,引起大会的强烈反响。GGT 协调委员会多次在会议上说中国的成就是惊人的。许多著名构造学家都来观看,并都认为中国断面是出色的。

在参展的 11 条 GGT 中,由国家地震局编制的有 6 条,它们是:①东乌珠穆沁旗—丹东断面;②满都拉—响水断面;③阿拉善—上海断面;④门源—宁德断面;⑤赤峰—随县断面;⑥迪放—宾川—江川—马龙断面。由地质矿产部编制的有 5 条:①灵璧—奉贤断面;②亚东—格尔木断面;③黑水—台湾断面;④广州—巴拉望断面;⑤东海断面。

GGT 计划不等于深部地球物理调查计划,但深部地球物理调查是 GGT 的重要基础。出色的深部地球物理工作孕育出色的 GGT。

地质矿产部在“七五”期间将深部工作推向高潮。第一,成立了以夏国治副部长为首的地质矿产部深部地质地球物理协调领导小组,加强对此项工作的领导;第二,制定地质矿产部“七五”深部地球物理调查计划,并将其列为地质矿产部重点地质调查项目;第三,在物探勘探局建立了一支门类齐全的深部地球物理(包括反射地震、爆破地震、大地电磁测深等方法)队伍。

由于各种原因,这个深部地球物理调查计划在“八五”计划期间未能继续,因而只取得三项成果:①完成阿尔泰—台湾全长 4334km 斜穿整个中国的地质断面;②编制出版了《中国地球物理图集》;③完成穿越秦岭从叶县到邓县的反射地震断面。

这里奉献给读者的就是阿尔泰—台湾地质断面的部分成果。在“七五”期间,我们已及时评审验收了各方法分段成果。“八五”期间在没有资金支助的严重情况下,我们尽一切可能,奋力完成了全线的统一处理和初步综合解释。希望我们的成果对地质和矿产工作有用。

是为序。

袁学诚

# 目 录

|                                                      |                  |
|------------------------------------------------------|------------------|
| 新疆可可托海—甘肃阿克塞人工爆破地震测深剖面的地壳速度结构<br>研究及其大地构造单元的划分 ..... | 徐新忠 王有学等 (1)     |
| 阿尔泰—台湾地学断面 $V_{p-s}$ 爆破地震测深剖面的二维地壳速度结构<br>研究 .....   | 王有学 徐新忠 韩国华 (14) |
| 阿尔泰—阿尔金构造基本格局及其发展历史 .....                            | 张朝文 (21)         |
| 我国西北严重干旱、干燥疏松覆盖区人工爆破地震测深野外工作方<br>法技术 .....           | 徐新忠 (32)         |
| 青藏高原东缘二维地壳速度结构及其区域地质构造 .....                         | 王有学 韩国华 (56)     |
| 青海当金山口—四川黑水岩石圈热结构 .....                              | 周友松 (71)         |
| 阿尔泰—台湾剖面茂纹—邵阳段地壳速度结构 .....                           | 曹家敦 王有学 (82)     |
| 爆炸地震研究华南地区邵阳—泉州地壳结构 .....                            | 曹家敦 董頔珍 (87)     |
| 阿尔泰—台湾地学断面四川—湖南段岩石圈热结构分析与地质解释 .....                  | 金昕 周友松 曾建华 (93)  |
| 华南宜丰—吉安地区爆破地震测深研究 .....                              | 王有学 韩国华 (103)    |
| 福建泉州—四川黑水地学断面上地幔不均一性讨论 .....                         | 王方正 路凤香等 (118)   |
| 福建泉州—四川黑水地学断面的上地幔岩石学模型 .....                         | 路凤香 王方正等 (137)   |
| 峨眉山—华蓥山深部岩石学模型及其与地球物理模型的关系 .....                     | 朱中一 (149)        |
| 秦巴地区 QB-1 测线地震测深成果介绍 .....                           | 董頔珍 (165)        |
| 初论东秦岭推覆成因花岗岩 .....                                   | 蔡学林 杜元府等 (176)   |
| 阿尔泰—台湾地学断面上地表岩石物性特征 .....                            | 刘蓓莉 (190)        |
| 湘南壳下垂向增生型式——玄武岩和辉长岩捕虏体的证据 .....                      | 朱勤文 路凤香等 (197)   |
| 我国陆壳三层结构初探及莫霍面计算公式的改进刍议 .....                        | 左愚 (210)         |

# CONTENTS

|                                                                                                                                                                             |                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Studies on Crustal Velocity Structure of Kektokay (in Xinjiang) —Aksay<br>(in Gansu) Man-made Explosion Seismic Sounding Profile and Division<br>of Geotectonic Units ..... | <i>Xu Xinzhong and Wang Youxue et al.</i> (1)       |
| Studies on Two-dimensional Crustal Velocity Structure along $V_{9.3}$ Explosion<br>Seismic Sounding Profile of Altay—Taiwan Geoscience Transect.....                        | <i>Wang Youxue, Xu Xinzhong and Han Guohua</i> (14) |
| Basic Tectonic Framework and Evolution of Altay—Altun Region.....                                                                                                           | <i>Zhang Zhaowen</i> (21)                           |
| Field Work Method and Technique of Man-made Explosion Seismic Sounding<br>in Severely Arid and Dry Loose Overburden Region of Northwest China<br>.....                      | <i>Xu Xinzhong</i> (32)                             |
| Two-dimensional Crustal Velocity Structure and Regional Geological Tectonics<br>on the Eastern Margin of Qinghai-Xizang Plateau.....                                        | <i>Wang Youxue and Han Guohua</i> (56)              |
| Thermal Structure of Dangjin Mountain Pass (in Qinghai) —Heishui (in Sichuan)<br>Lithosphere .....                                                                          | <i>Zhou Yousong</i> (71)                            |
| Crustal Velocity Structure of Maowen-Shaoyang Part of Altay—Taiwan Profile.....                                                                                             | <i>Cao Jiamin and Wang Youxue</i> (82)              |
| Study of Shaoyang—Quanzhou Crustal Structure in South China by Means of<br>Seismic Deep Sounding .....                                                                      | <i>Cao Jiamin and Dong Yizhen</i> (87)              |
| Thermal Structure Analysis and Geological Interpretation for Sichuan—Hunan<br>Part of Altay—Taiwan Geoscience Transect in China.....                                        | <i>Jin Xin, Zhou Yousong and Zeng Jianhua</i> (93)  |
| Deep Seismic Sounding Study of Yifeng—Ji'an Area in South China.....                                                                                                        | <i>Wang Youxue and Han Guohua</i> (103)             |
| Discussion on Inhomogeneity of Upper Mantle along Quanzhou (in Fujian) —<br>Heishui (in Sichuan) Geoscience Transect.....                                                   | <i>Wang Fangzheng, Lu Fengxiang et al.</i> (118)    |
| Petrological Model of Upper Mantle along Quanzhou (in Fujian) —Heishui<br>(in Sichuan) Geoscience Transect.....                                                             | <i>Lu Fengxiang, Wang Fangzheng et al.</i> (137)    |
| Petrological Model of the Depth of Mount Emei—Huaying Mountain in Relation<br>to Geophysical Model .....                                                                    | <i>Zhu Zhongyi</i> (149)                            |
| Seismic Sounding along QB-1 Measuring Line of Qinling-Dabashan Area.....                                                                                                    | <i>Dong Yizhen</i> (165)                            |

|                                                                                                                                                                                            |                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| A Preliminary Discussion on Nappeing-genetic Granite in East Qinling Mountains.....                                                                                                        | <i>Cai xuelin Du Yuanfu et al.</i> (176)     |
| Physical Properties of Surface Rocks along Altay—Taiwan Geoscience Transect.....                                                                                                           | <i>Liu Peili</i> (190)                       |
| Vertical Accretion Pattern Formed by Underplating in Southern Hunan;<br>Evidence from Basalt and Gabbro Xenoliths.....                                                                     | <i>Zhu Qinwen, Lu Fengxiang et al.</i> (197) |
| A Preliminary Discussion on the Three-layer Structure of the Continental<br>Crust in China and a Tentative Suggestion on the Improvement of Formula for<br>Calculation of Moho Depth ..... | <i>Zuo Yu</i> (210)                          |



# 新疆可可托海—甘肃阿克塞人工爆破地震测深剖面的地壳速度结构研究及其大地构造单元的划分

徐新忠 王有学 蒋亚明 党淑娟

(地质矿产部第二综合物探大队)

聂定平

(成都理工学院)

## 一、前言

新疆可可托海—甘肃阿克塞人工爆破地震测深剖面是国家三〇五项目中  $V_{9.3}$  课题的重要组成部分,该剖面长 1 170 余公里,它与南部的地震测深剖面相衔接,构成了横穿中国大陆第一条长达 5 000 余公里的“阿尔泰—台湾大剖面”。该剖面跨越了阿尔泰山、东准噶尔界山、东天山、北山及阿尔金山等山系和其间的准噶尔盆地、哈密-吐鲁番盆地及塔里木盆地的东北缘或其东延部分(图 1)。

该剖面的实施目的是利用人工爆破地震测深手段了解测区内的地壳速度结构,研究上地幔顶部的速度分布特征,建立地壳速度结构和测区主要构造单元之间的关系,探讨各大地构造单元分界线及其在深部的过渡关系,各主要断裂在深部的延伸情况以及浅部构造与深部构造的关系,为深部地质研究提供基础地球物理资料。

该剖面是新疆地区第一条正规的人工爆破地震测深剖面,填补了该区地震测深工作的空白,对新疆地区的地壳结构及基础地质研究具有重大的现实意义。

## 二、野外工作方法概述

剖面位于中亚腹地,穿越山脉、盆地、沙漠,大部分地段为戈壁荒漠,沿线人烟稀少,水源奇缺,给施工安排、地震波激发、接收方法技术提出了新的要求。

根据测区特殊的地理环境及地震地质条件,布置了如图 2 所示的观测系统。该观测系统控制了区内的主要构造单元,而且每一直线测段都能组成相遇与追逐相结合的完整的观测系统,对浅、中、深层界面进行连续追踪。

剖面上设置炮点 12 个,平均炮距 94km,平均药量 2.53t。平均点距 2km。观测点距一般 2km,远炮点 4km。投入三分量全自动观测地震仪 160 台。

采用了以深井组合为主,使用高密度震源弹的激发方式,提高了激发效果。检波器在覆盖层中埋置接收,利用了覆盖层对地震波的放大作用,避开了干扰,保证了接收质量,全线地震记录平均合格率达 90.3%,取得了在严重干旱荒漠地区复杂地貌地震地质条件下完成地震测深任务的成功经验。

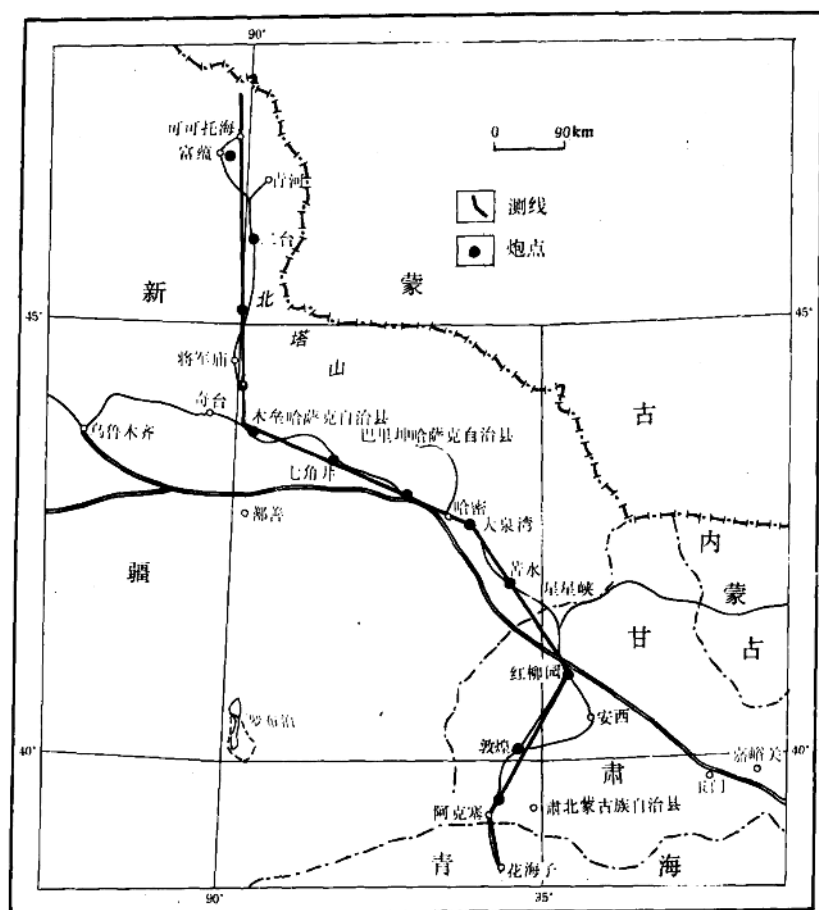


图1 可可托海—阿克塞剖面位置

Fig. 1 Koktokay—Aksay location of the profile

首次在国内长达千余公里的长剖面上取得了完整的三分量记录，为今后利用横波资料深入研究区内地壳结构积累了资料，并尝试进行了解释，补充了纵波资料的不足，提高了解释的可靠性。

所获得的地震记录，截面图上各主要震相可靠，特征明显，为建立测区内速度结构和进行地质解释提供了可靠资料。

### 三、速度结构及其特征

#### (一) 速度结构的建立

根据记录截面图，对纵波记录识别出包括初至波震相  $P_0$ 、中间层反射波震相  $P_i$  ( $i=1, 2, 3, 4, 6$ )、莫霍面 (M 面) 反射波震相  $P_m$  及莫霍面产生的首波震相  $P_n$  等主要震相。

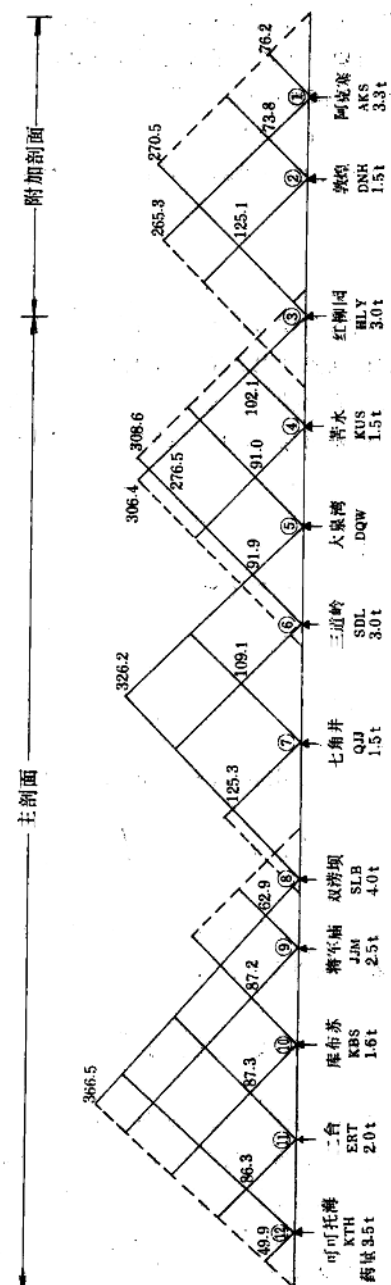


图 2 剖面人工爆破地震测深实际施工观测系统图  
Fig. 2 Practical working observational system of man-made explosion seismic sounding along the profile



在速度结构的建立过程中,对于不同性质的震相,采用不同的方式进行处理。

由  $P_s$  波震相,建立浅部的速度结构,主要是基底界面及其上部的速度结构;由  $P_s$  和  $P_m$  震相建立了地壳内部的速度结构确定地壳厚度;根据  $P_s$  波的特性,确定反映上地幔顶部速度结构特征的  $P_s$  波视速度值。由各震相的变化特征,综合分析,确定了主要断裂构造。图 3 即是反演得到的该剖面的纵波速度结构。在图 3 的基础上,利用 SEIS81 程序包对其进行正演拟合,得到图 4 所示的该剖面的二维速度结构。由图 3 及图 4 可以看出,它们的速度结构的总格架基本一致,尽管速度在数值上存在差别。

此外,对剖面上的横波记录也进行了尝试性解释,由纵波和横波资料得到的结果基本吻合。

## (二) 速度结构的主要特征

剖面内地壳速度结构的主要特征参见图 3 及图 4。由图 3 可见:

- (1) 壳内速度结构具有明显的横向具块状结构和垂直向上呈分层结构特征;
- (2) 壳内局部存在低速体(层)和高速体(层),多分布在中地壳(30km 深度)附近;
- (3) 莫霍面起伏变化大,最大落差可达 12km,自北往南可划分出 3 个幔隆区和 4 个幔坳区:

二台幔坳区 深约 50km  
将军庙幔隆区 深 45~47km  
北天山幔坳区 深约 53km,  $P_m$  震相不清晰  
哈密幔隆区 深约 44km  
大泉湾幔坳区 深约 54km  
苦水-敦煌幔隆区 深 48~51km  
阿克塞幔坳区 深度大于 56km

- (4) 莫霍面界面速度一般为 7.9~7.98km/s,但在苦水—红柳园及北天山下出现异常上地幔,界面速度较低(7.1~7.7km/s);

- (5) 壳内可划分出小于 5.5km/s、5.5~6.1km/s、6.1~6.7km/s、6.7~7.6km/s 4 个速度层。

依据震相特征、地壳速度结构特征,结合已知的地球物理和地质资料,对剖面内的地壳速度结构进行了地质解释,其结果参见图 5。

## 四、主要断裂构造

由于人工爆破地震测深分辨能力的限制,所反映的往往是一些大型或比较大的断裂构造带,而恰恰是这样一些断裂构造带,对地层分布、岩浆活动、变质作用、矿产分布及构造演化起着控制作用,并且经常成为不同大地构造单元的分界线。因此,断裂构造的确定有着十分重要的意义。

剖面内共计确定或推断出主要断裂构造 14 处,其中一级构造单元分界线 3 条;二级构造单元分界线 4 条;三级构造单元分界线 7 条。由  $P_s$  震相解释推断基底断裂 28 条。

一级构造单元分界线 3 条:

$F_1$ ——克拉美丽深断裂带;

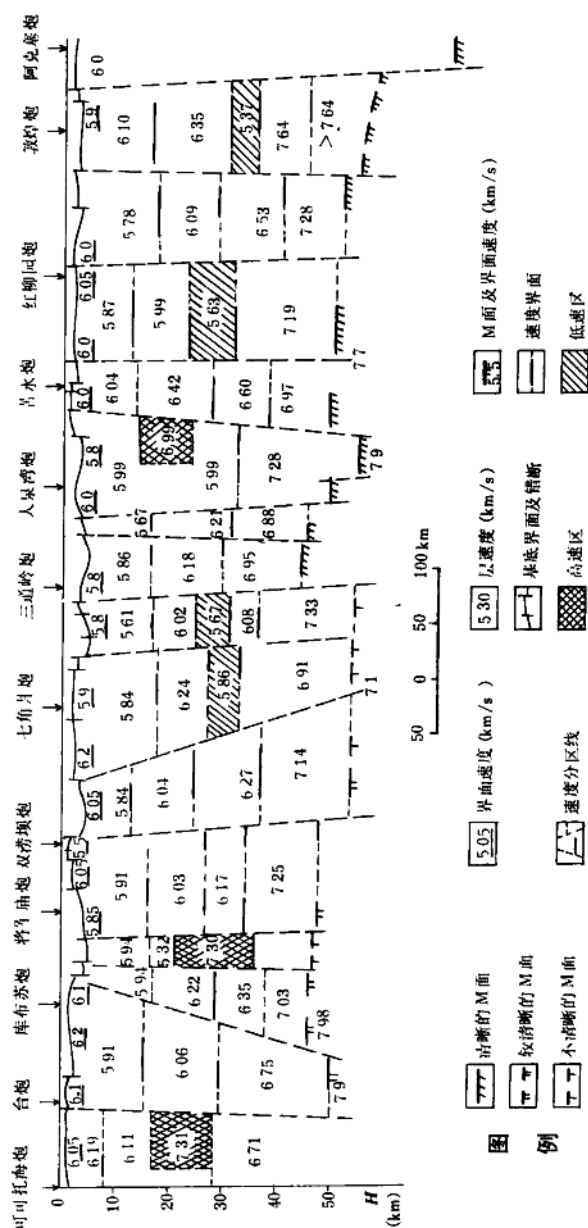


图 3 可可托海—阿克塞地壳速度 (P 波) 结构

Fig. 3 Keketohay—Aksay crustal velocity (P wave) structure



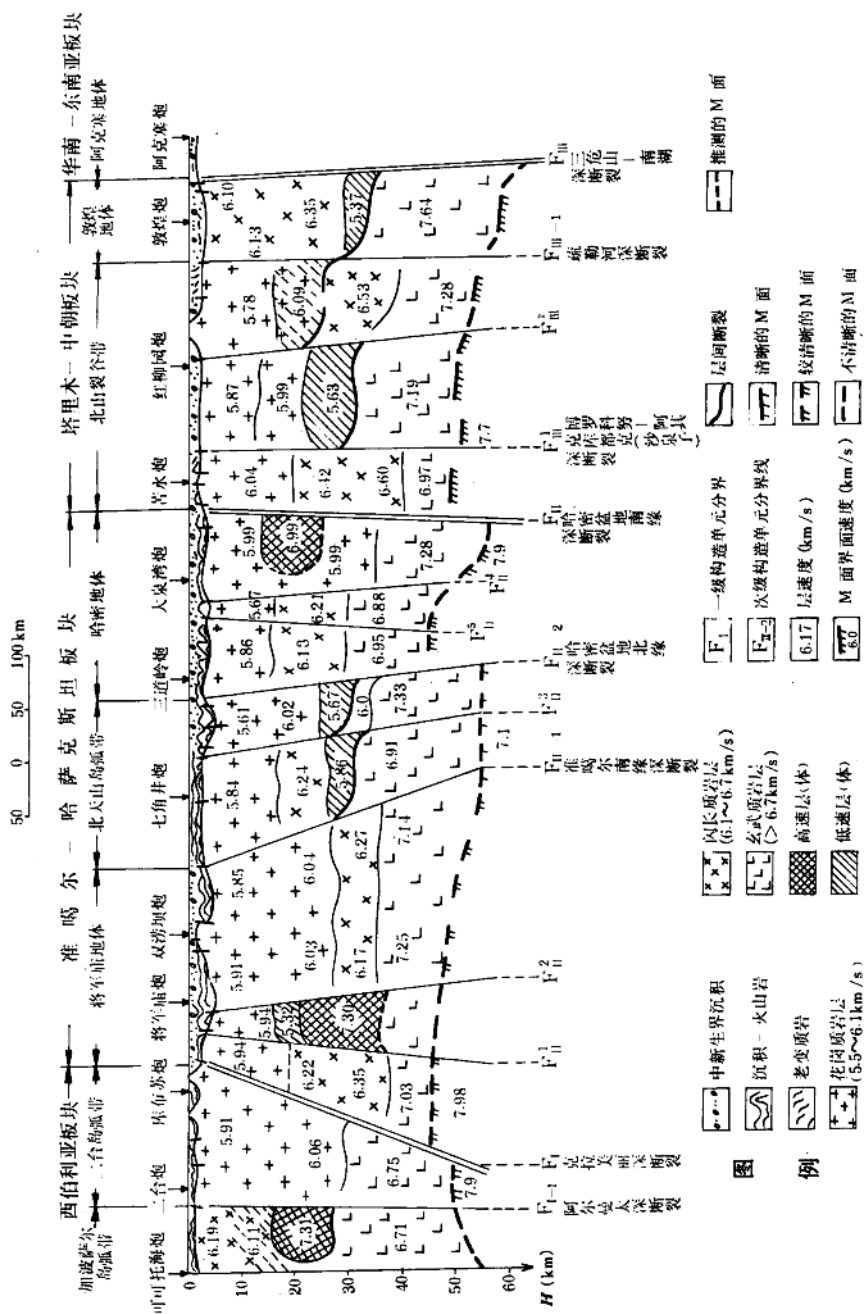


图 5 可可托海—阿克塞地震测深地质推断示意图  
Fig. 5 Schematic diagram showing geological inference of Kektokay—Aksay seismic sounding

$F_1$ ——哈密盆地南缘深断裂带；

$F_2$ ——三危山-南湖深断裂带；

二级构造单元分界线 4 条：

$F_{1-1}$ ——阿尔曼太深断裂；

$F_{1-1}$ ——准噶尔南缘深断裂；

$F_{1-2}$ ——哈密盆地北缘深断裂；

$F_{1-1}$ ——疏勒河深断裂。

三级构造单元分界线 7 条：

编号为  $F_1^1, F_1^2, F_1^3, F_1^4, F_1^5, F_1^6, F_1^7$ 。各断裂位置参见图 5。

所谓一级构造单元分界线，系指可能为古板块的分界线（俯冲带或碰撞界线）。主要特征为：位于幔隆与幔坳分界线，两侧莫霍面深度变化大（4~12km）；两侧地壳结构变化大，俯冲侧为三层结构，仰冲侧为二层结构；地质上有深大断裂特征；位于重力梯级带上。所谓二级构造单元分界线，系指上地幔顶面有明显差异，速度结构也有差异的地壳块体的分界线。三级构造单元分界线则为上地幔顶面差异虽不大，但速度结构差异明显的地壳块体的分界线。

## 五、主要地质构造单元的划分

依据速度结构特征，结合地质特征，剖面上共划分出一级构造单元 4 个，二级构造单元 8 个（见图 5）。

### I. 西伯利亚板块

(1) 加波萨尔岛弧带；

(2) 二台岛弧带。

### II. 准噶尔-哈萨克斯坦板块

(1) 将军庙地体；

(2) 北天山岛弧带；

(3) 哈密地体。

### III. 塔里木-中朝板块

(1) 北山裂谷带；

(2) 敦煌地体。

### IV. 华南-东南亚板块

阿克塞地体。

#### (一) 西伯利亚板块

克拉美丽断裂 ( $F_1$ ) 以北，划归西伯利亚板块，莫霍面下降 4km 左右；地表主要出露火山岛弧建造，具洋壳沉积特点；沿深断裂发育有细碧角斑岩建造、蛇绿岩套、超基性岩等，表明板块可能发生俯冲或对接。地质观察认为，克拉美丽断裂是在华力西早、中期海沟-俯冲带基础上发展起来的。

以  $F_{1-1}$  为界，又可将其分为加波萨尔岛弧带和二台岛弧带，它们在速度结构上具有明显的差异。

### 1. 加波萨尔岛弧带

位于  $F_{1-1}$  之北, 该带中的闪长岩层厚约 17km, 并存在一高速体; 地表出露大量的火山沉积岩, 相当于岛弧隆起带, 具有较高的速度值。中地壳的高速块体可能是幔源物质沿  $F_{1-1}$  深断裂侵位形成。

### 2. 二台岛弧带

位于  $F_{1-1}$  与  $F_1$  之间, 以缺失闪长岩层及玄武岩层速度较低为主要特点。该带中的花岗岩层巨厚, 约 30km, 占地壳厚度的 1/2 以上。该带包括纳尔曼太复背斜、北塔山复背斜和平顶山复背斜, 均为火山岩组成的岛弧, 但在北塔山及平顶山复背斜轴部均有巨大的华力西花岗岩基侵入, 这可能是在板块俯冲消减过程中, 洋壳熔融上升, 侵入到上部地壳中形成的。

## (二) 准噶尔-哈萨克斯坦板块

准噶尔-哈萨克斯坦板块位于克拉美丽深断裂 ( $F_1$ ) 和哈密盆地南缘深断裂 ( $F_1$ ) 之间, 其特点是浅层速度较低, 覆盖层厚, 基底界面速度低; 莫霍面起伏变化剧烈, 最大落差可达 10 余公里; 闪长岩层速度偏低 (6.17~6.35km/s), 厚度较少 (7~13km)。

该构造单元包括准噶尔盆地东缘、北天山和哈密盆地, 属哈萨克斯坦洋板块的组成部分。北天山发育岛弧型建造, 很可能是两侧洋壳相向俯冲的产物, 较低的基底界面速度可能表明覆盖层下的基底比较年轻。

根据莫霍面起伏的复杂形态, 该单元可进一步划分为将军庙地体、北天山岛弧带及哈密地体 3 个二级构造单元。

### 1. 将军庙地体

位于  $F_1$  与  $F_{1-1}$  之间, 处在将军庙幔隆背景上。在  $F_1$  南侧地壳中部存在一高速体, 推测它是幔源物质通过古洋壳的扩张脊通道上涌, 并经历后期的多期构造活动所形成。该高速块体的存在, 由遥感和重力资料亦可印证, 即卫片显示沿芨芨湖—北山煤矿—乃明水—滴水泉—沙丘河存在一大型环状构造, 环状构造内为一重力高。而高速体恰好位于该环内, 推测两者之间有着成因上的密切关系。

由于该地体的基底界面速度较低 (5.91km/s), 推断其可能不存在较古老的基底。此外, 在幔隆部位曾发生过扩张, 洋壳向北、向南俯冲, 克拉美丽深断裂带是洋壳向北俯冲的最后的消减带, 形成其北的一套弧-沟系; 向南俯冲, 形成了北天山的岛弧建造。因此, 将军庙地体可能是古洋壳的一部分。

由  $F_1^1$  与  $F_1^2$  两条断裂又可将划分为 3 个三级构造单元。

### 2. 北天山岛弧带

位于  $F_{1-1}$  与  $F_{1-2}$  之间, 主要特点为上地幔顶部的速度偏低, 并且位于北天山幔坳区。区内包括博格达复背斜和喀尔力克复背斜均为岛弧建造。

可能由于北侧洋壳向南俯冲, 使该区成为一个强烈的构造活动区, 并形成一系列岛弧建造。在构造演化过程中, 由于北天山向北仰冲产生层间滑脱, 或者由于地壳内部的局部熔融, 形成了地壳中部的低速层。

以  $F_1^3$  为界, 又可将划分为 2 个三级构造单元。

### 3. 哈密地体

位于  $F_{1-2}$  与  $F_1$  之间, 主要特点是莫霍面起伏变化大, 并且多处错断, 包括哈密幔隆和大泉湾幔坳两个小区。哈密地体最初可能与塔里木地块连为一体, 同为一稳定的陆壳; 在塔



里木地台演化过程中,因裂谷作用从陆缘上分离出来,其后和北天山洋壳一道,在南北洋壳的相向俯冲和挤压下,发生过强烈的构造变动,使得莫霍面起伏剧烈。

根据  $F_1^1$  及  $F_1^2$  两条构造分界线,可将哈密地体划分为 3 个三级构造单元。

断裂  $F_1$  位于哈密盆地南缘,苦水之北,其两侧的地壳结构与断裂  $F_1$  极为相似,即俯冲侧属幔隆区,三层结构,闪长岩层厚度约占地壳的  $1/2$ ; 仰冲侧为幔坳区,二层结构,缺失闪长岩层,花岗岩层厚度超过地壳的一半;沿断裂地表出露有幔源基性—超基性岩,故将其推断为板块的俯冲或对接带。

$F_1$  断裂北侧存在一高速体,可能是由幔源物质沿  $F_1$  上涌侵位形成。

总之,准噶尔-哈萨克斯坦板块内部,在其构造演化过程中,北段经历过扩张和幔源物质后期侵入,中段及南段经受过强烈挤压等较大的构造运动,形成现今复杂的构造格局。这一具有较强活动性地壳的特点在 S 波资料分析结果中也有明显的反映,其中最突出地表现在纵横波速度比的差异上,该板块内整个地壳的平均速度比为  $1.74 \sim 1.76$ ,而与之毗邻的南侧的塔里木-中朝板块,其值为  $1.72 \sim 1.73$ 。通常认为纵横波速度比的变化与地壳的物质成分、固结程度及温度有关,当地壳的“基性度”、“裂隙度”以及温度增加时,其值增大,而当裂隙闭合时,其值减小。与塔里木-中朝板块相比,该板块的“基性度”较低,而纵横波速度比值较大,表明其“裂隙度”高,这可能与该板块的构造活动性强有关。

### (三) 塔里木-中朝板块

位于  $F_1$  与  $F_2$  之间的规模较大的苦水-敦煌幔隆背景上,地壳主要表现为三层结构,闪长岩层厚度较大,速度较高,莫霍面变化平缓,表现为稳定大陆地壳的特点。

由疏勒河深断裂 ( $F_{1-1}$ ) 又可将其划分为北山裂谷带和敦煌地体 2 个二级构造单元。

#### 1. 北山裂谷带

北山裂谷带是一个地史上曾多次出现拉裂、扩张、闭合的裂谷带,根据地震测深结果,我们认为其深部扩张位置可能位于苦水南侧。

该带北段的闪长岩层厚度大、速度高,表明为稳定的地块;其地表地层为典型的岛弧建造;在苦水一带还可见成分复杂的地体,可能是因北天山洋壳向南仰冲,并拼贴在塔里木-中朝板块上。该带南段具有较厚的花岗岩层。其中段缺少闪长岩层并出现低速层,这可能是在裂谷演化过程中,大量岩浆岩侵入地壳中部,使其充满了花岗岩质物质并造成局部地壳熔融形成低速带。区内地表中有大量的酸性花岗岩体出露。

断裂  $F_1^1$  和  $F_2^2$  又将该带划分为 3 个三级构造单元。

#### 2. 敦煌地体

敦煌地体位于  $F_{1-1}$  与  $F_2$  之间,其特点为地壳速度高,缺失花岗岩层。该单元地壳厚度约 57km,玄武岩层厚达 22km 左右,表明该地体可能为塔里木地台的古陆核部分。该地体中的低速层的形成可能是在华南-东南亚板块向北推覆的应力场作用下,刚性块体产生层间滑动、破裂所造成。

综上所述,该剖面不同地段的地壳结构各具其特征,库布苏至双涝坝主要表现为古洋壳的特征;双涝坝至苦水主要表现为过渡壳的特征;而苦水以南则主要表现出古陆壳的特征。这些不同特征是漫长地史中地壳演化的结果。

## 六、剖面地壳结构演化初探

根据剖面地壳速度结构的地质解释及大地构造单元的划分,我们提出本剖面可能的地壳结构演化模式见图6,仅供参考。

早古生代之前,经过漫长而复杂的地史时期,形成了有前震旦系结晶基底的古老陆块——塔里木地台。

早古生代,测区内除塔里木古陆壳外,其余皆为大洋地壳。早古生代初,塔里木地台开始解体,其北侧可能形成一些陆缘裂谷及陆缘岛弧。部分古陆壳如哈密地体可能较早期由于裂谷作用从地台上分离出去。北山裂谷自奥陶纪开始在地堑内沉积巨厚复理石建造,并有中—基性火山岩喷发。准噶尔盆地可能为一深海盆地,在其东延部分的将军庙一带,可能为洋壳局部隆起。

晚古生代是区内洋壳发展的主要俯冲时期,将军庙一带慢隆区洋壳可能破裂向南、北两侧扩张俯冲,并分别形成了将军庙地体南北两侧的沟-弧体系,如二台岛弧带和北天山岛弧带。克拉美丽深断裂和准噶尔南缘深断裂可能为其最后的俯冲消减带。

北山裂谷带可能在经历过泥盆纪、石炭纪的多次拉裂、闭合后,在二叠纪进入裂谷发展的极盛时期。地质观测认为可能在早二叠世早期出现大洋拉斑玄武岩系列的枕状玄武岩、细碧岩、角斑岩、凝灰岩和硬砂岩等,并以蛇绿岩套的形式保留了这一时期的古洋壳残片,二叠纪末洋壳闭合。裂谷洋壳向北俯冲的最后位置大概在哈密地体南缘深断裂即苦水以北一带。

由于北部的洋壳扩张向南俯冲,南部的裂谷扩张向北俯冲,因而形成北天山区莫霍界面强烈起伏的过渡型地壳。

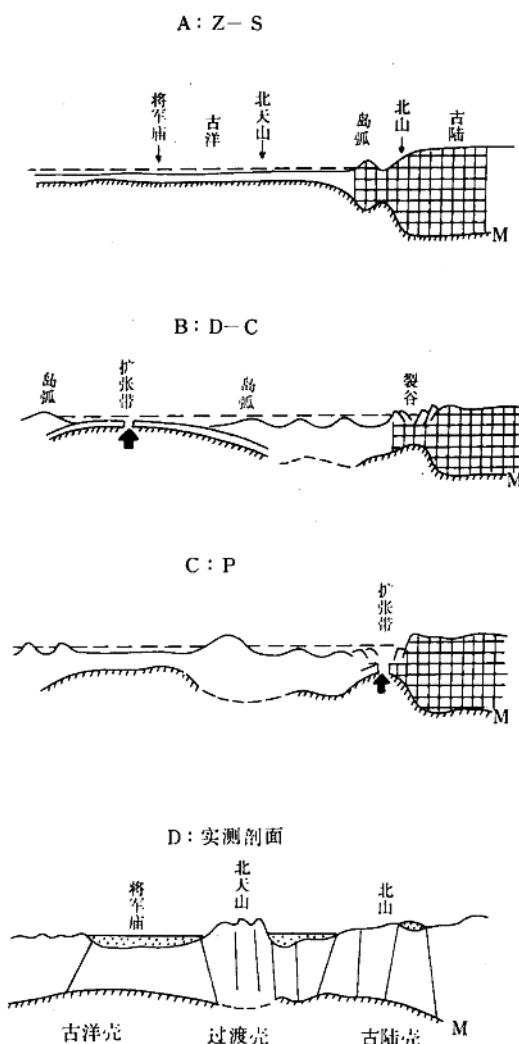


图6 可可托海—阿克塞剖面地壳演化示意图

Fig. 6 Schematic diagram showing evolution of the earth crust along the Koktokay-Aksay profile

## 七、关于几个重要地质问题的讨论

根据新疆可可托海—甘肃阿克塞人工爆破地震测深剖面的地壳速度结构研究及地质解释,对该区内的几个有争议的重大地质问题进行了初步探讨并认为:

- (1) 克拉美丽深断裂是区内主要的构造分界线之一,即是阿尔泰褶皱系的南界;
- (2) 准噶尔盆地东缘属慢隆区,基底界面速度及地壳平均速度较低,花岗岩层较厚,闪长岩层较薄且速度偏低,可能为一缺少老基底的古洋壳;
- (3) 哈密盆地南缘深断裂位于阿其克库都克深断裂以北,深部构造变动更明显,其南属于塔里木地台,其北为北天山优地槽褶皱带,这样划分似乎更合理;
- (4) 北天山底部没有明显的山根;
- (5) 三危山-南湖深断裂可能是塔里木地台东段的南界。

### STUDIES ON CRUSTAL VELOCITY STRUCTURE OF KOKTOKAY (IN XINJIANG)—AKSAY (IN GANSU) MAN-MADE EXPLOSION SEISMIC SOUNDING PROFILE AND DIVISION OF GEOTECTONIC UNITS

Xu Xinzong Wang Youxue Jiang Yaming Dang Shujuan  
(No. 2 Exploration Geophysics Research Party, Ministry of  
Geology and Mineral Resources)  
Nie Dingping  
(Chengdu College of Science and Engineering)

#### Abstract

Investigation of velocity structure along Kektokay (in Xinjiang) —Aksay (in Gansu) man-made explosion seismic profile revealed the main features of the crustal velocity structure in the survey area: being obviously layered and blocky, the earth crust in this area has thickness of 44—56km, averagely 50km; the velocity of the longitudinal wave is 6.30—6.48km/s, averaging 6.46km/s; that of the transverse wave is 3.60—3.88km/s, averaging 3.70km/s; and that of the top of the upper mantle is 7.90—7.98km/s, decreasing to the lowest in the lower part of the Tianshan Mountains, with Kushui-Hongliuyuan area and the lower part of northern Tianshan Mountains being anomalous upper mantle.

According to characteristics of the crustal velocity structure, fourteen transcrust deep faults were determined in the profile and, furthermore, four first-order tectonic units and eight second-order tectonic units were differentiated, with the former including Siberian plate, Junggar-Kazakhstan plate, Tarim-Sino-Korean plate and South China-Southeast Asia