

【研究简报】

青藏高原西部的地壳结构

熊绍柏 刘宏兵

(中国科学院地球物理研究所, 北京 100101)

关键词 青藏高原西部 人工地震 地壳结构

利用措勤、洞错、改则、鲁谷到藏北三个湖附近的人工地震剖面, 研究了青藏高原西北部地壳深部结构与构造。结果表明, 班公湖-怒江缝合带为一向北陡倾的岩石圈深断裂, 其南侧为一莫霍界面(Moho)深槽, 并有地幔热物质向壳内的运移。冈底斯块体向北俯冲下插, 羌塘块体向南被动仰冲, 其间 Moho 界面被错断约 10 km。

1 剖面布置与地质构造环境

人工地震剖面位于中国青藏高原西北部, 地理位置为东经 $84.0 \sim 85.2^\circ$, 北纬 $30.8 \sim 34.1^\circ$ 。测线全长 400 km, 大体呈南北走向(图 1)。设达瓦错、洞错和鲁谷三个爆破点, 每个炮点用 3—4 t TNT 炸药爆破作为震源。全测线设 60 个临时地震观测台站, 平均间距 6.5 km, 最远记录点的震中距离超过 310 km, 记录来自地壳上部的 Pg 折射波, 5 组地壳内部反射波和 Moho 界面的 Pm 宽角反射波组, 上地幔顶部的 Pn 波不清楚。

洞错至改则一线北侧, 剖面穿过班公湖-怒江缝合带(BNSZ), 该带以断续出露的超基性岩体和大断裂带为其主要特征。班公湖-怒江带以南为冈底斯块体的北部, 地表主要出露侏罗-白垩系和二叠系, 洞错到改则东西方向地表被第四系覆盖。洞错以南, 有多条北西西走向的断层。班公湖-怒江缝合带以北为羌塘块体, 该区古生界与新生界地层交错分布, 中生界地层为三叠系, 缺失侏罗-白垩系。鲁谷至冈玛错一带的剖面东侧出露前泥盆纪古老地层。双湖-龙木错断裂通过冈玛错一带, 沿该断裂有基性岩分布。

2 地壳二维速度分布

图 2 是二维射线追踪拟合震相到时得到的速度分布, 其深度坐标以海平面为零计算, 实际深度应加上地面高程(4.5~5.1 km)。地壳上部为一横向不均匀的速度梯度层, 从第一个界面下至 Moho 界面之间有 5 个构造层, 第 1 和第 5 两界面上下速度差异不大, 第 3 和第 4 界面是主要的壳内界面, 第 6 个界面为 Moho 界面。班公湖-怒江缝合带为一明显的构造块体分界, 从壳内界面和速度等值线的变化, 可以看到它向深部延伸是一个向北陡倾并弯曲的岩石圈深断裂。

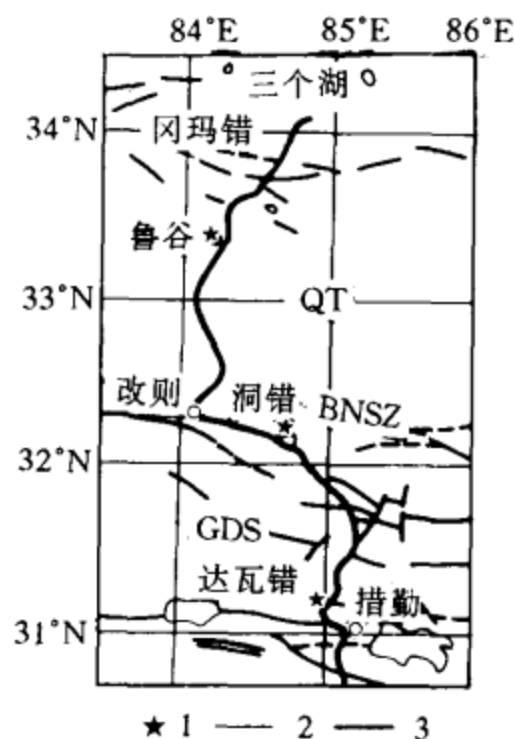


图 1 研究区构造简图和人工地震测线位置

1 为爆炸点, 2 为断裂带, 3 为地震测线;
QT——羌塘块体, GDS——冈底斯块体,
BNSZ——班公湖-怒江缝合带

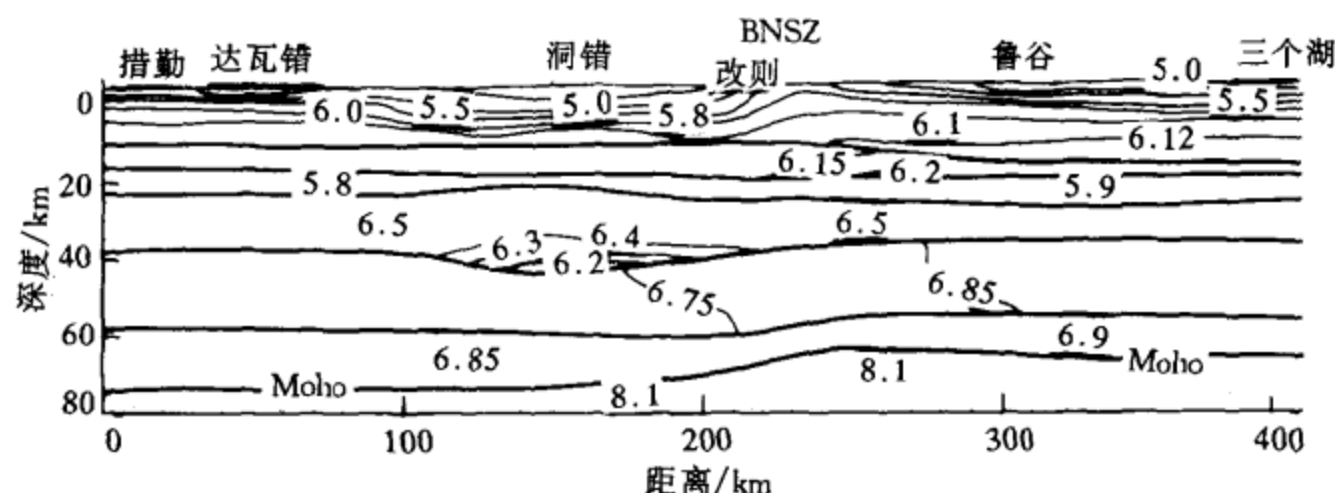


图2 措勤至三个湖地带的地壳结构与速度分布图

粗实线表示界面,细实线为速度等值线,数字为地震P波速度值(单位为 $\text{km}\cdot\text{s}^{-1}$)

2.1 沉积盖层与基底结构

根据地壳上部速度等值线特征,确定 $6.0 \text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$ 速度等值线为地壳结晶基底顶界。基底以上沉积盖层的速度为 $4.0 \sim 5.9 \text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$ 。从图2可见,班公湖-怒江缝合带南侧有一宽100 km的基底凹陷区,其沉积层总厚度达9~11 km,被称之为洞错盆地。措勤至达瓦错一带为措勤盆地,沉积层厚度小于6 km。羌塘块体内改则至鲁谷之间为一基底隆起,沉积层厚度3~4 km,鲁谷以北的北羌塘盆地沉积层厚度7 km。凹陷及隆起带之间为基底断裂边界。有的地质学家曾认为通过冈玛错附近的双湖-龙木错断裂是一条地体缝合带,但速度分布图上没有明显反映,我们认为它不是一个重要的构造边界。

2.2 地壳分层结构与壳内低速带

第2界面以上包括沉积盖层的上地壳,厚度约为20 km,速度为 $4.0 \sim 6.2 \text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$,其间第1界面上下的速度差别不大。第2与第4界面之间为中地壳层,包括两个亚层。上部为一壳内低速层,速度为 $5.8 \sim 5.9 \text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$,厚5~8 km,根据区域构造和其它地球物理资料分析,我们认为它是壳内的剪切滑脱带。中地壳下层速度为 $6.5 \text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$,厚11~22 km,该层在洞错盆地最厚并有一个 $6.2 \sim 6.4 \text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$ 的低速区。这一低速区与壳内电性高导带的位置基本一致,并结合该处地表相对较高的布格重力值^[1],推断它是由幔源基性—超基性物质组成的部分熔融体,说明冈底斯块体内存在地幔深部热物质向壳内的运移。

第4界面与Moho界面之间的下地壳速度为 $6.75 \sim 6.90 \text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$,总厚度27~36 km。该层被第5界面分为两个亚层,其间速度差别不大。

3 班公湖-怒江缝合带的深部构造特征

从图2可见,班公湖-怒江缝合带南侧冈底斯块体内Moho界面埋深为75~78 km,而北侧为65~68 km,其间为一落差约10 km的台阶,由南向北地壳明显减薄。这与高原东部雅鲁藏布江缝合带6~8 km的Moho界面台阶非常相似。因射线追踪很难模拟界面急剧的起伏变化,我们绘制了图3。

图3是达瓦错炮点向北观测的远台记录,用编制非纵剖面的方法绘成的深度剖面,参考深度70 km。由于震中距离在165~313 km之间变化,使深度坐标刻度不太均匀。由于用Pm

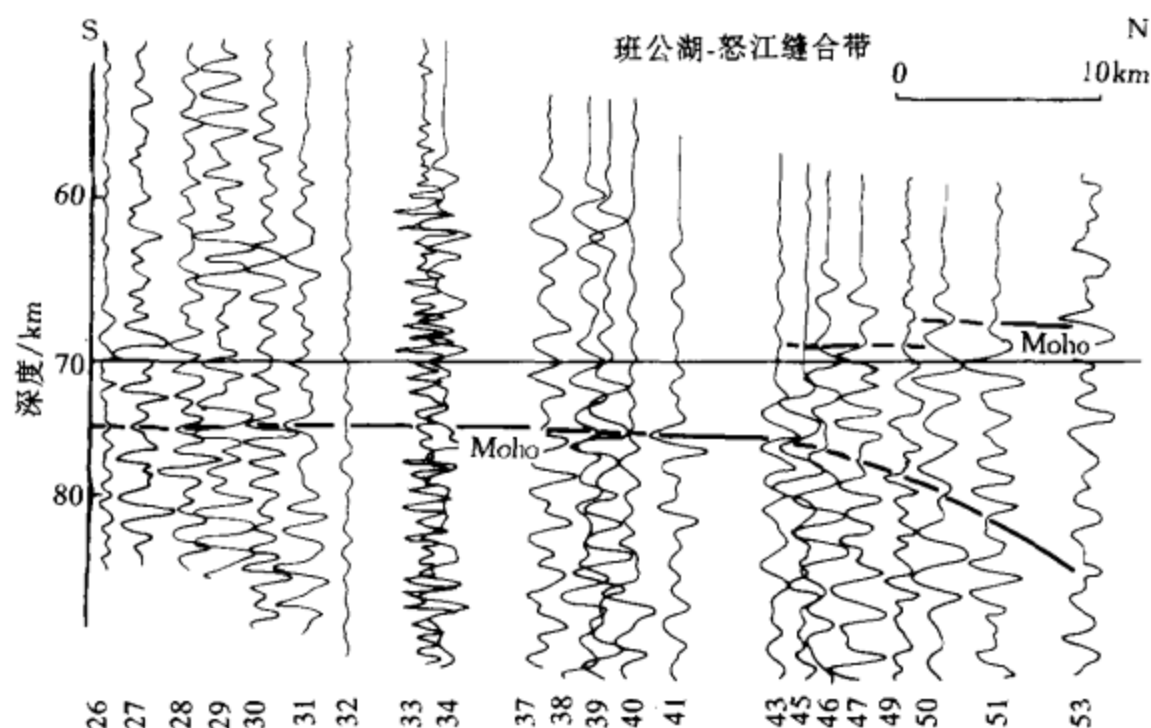


图 3 班公湖-怒江缝合带两侧的 Moho 界面反射波和上地幔顶部结构

每道记录下的数字为记录点号,粗实线表示上地幔顶部位置.40 号点以北的临界-超临界反射区第一个大振幅波组为 Pm 波组.39 号点以南的亚临界反射区浅层壳内界面反射波较强,Pm 波组位置由波场总体特征追踪确定

反射波走时拟合地壳平均速度误差较大,在进行时间-深度转换时需要知道地壳的平均速度值.为此,采用图 2 的二维速度剖面计算得到该区地壳平均速度为 $6.23 \sim 6.48 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$,平均 $6.35 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$,这一数值比藏南地区的 $6.2 \sim 6.3 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$ 明显偏大^[2].

从图 3 可见,Pm 反射波组比较清楚,上地幔顶部在班公湖-怒江缝合带附近被突然错断,向北抬升的总幅度约 10 km,而且好象有几个小台阶.冈底斯块体北缘 27~41 号点的 Moho 面深约 75~78 km,向北倾伏并进一步穿过班公湖-怒江带下插到羌塘块体之下.43 至 53 号点穿越班公湖-怒江缝合带并进入羌塘块体,其 Moho 面盖在冈底斯 Moho 面之上.羌塘的 Moho 面明显比冈底斯的 Moho 面浅,并显得破碎,其深度从 43 号点的大于 70 km 向北抬升至 53 号点处约 65 km.在缝合带南侧形成一明显的 Moho 界面深槽.

高原东部安多附近的班公湖-怒江缝合带也存在与西部类似的错断^[3],说明整个缝合带都有错断.班公湖-怒江缝合带北倾,冈底斯块体的地幔盖层向北俯冲下插,这反映了青藏高原岩石圈构造演化的特点.班公湖-怒江缝合带代表早中侏罗世发育在特提斯大洋北部的一个小海盆^[4],该海盆于侏罗纪末闭合.但是,当海盆闭合时洋壳是向南俯冲或是向北消减?以往并无定论^[5].本文的研究表明,冈底斯块体北缘的地幔盖层向北俯冲到羌塘块体之下以及整个缝合带存在大约 10 km 的 Moho 界面台阶,使我们相信当海盆闭合时洋壳是向北俯冲消减.当中生代末整个特提斯洋封闭、印度次大陆与欧亚大陆最终碰撞之后,印度板块继续向北快速运动和北部塔里木地块的反作用使青藏高原遭受强烈挤压,导致冈底斯块体继续向北俯冲以及羌塘块体向南被动仰冲,以至形成现今的构造格局.

致谢 本工作为国家“八五”攀登计划资助项目.

【研究简报】

南京栖霞山多金属矿床流体包裹体中的
生物标志化合物谢树成^① 殷鸿福^① 王红梅^① 周修高^① 傅家谟^②
盛国英^② 张惠之^②

(①中国地质大学地球科学学院, 武汉 430074; ②中国科学院广州地球化学研究所, 广州 510640)

关键词 金属矿床 有机包裹体 生物标志化合物 成矿作用

绝大多数金属矿床的有机地球化学研究着重于矿石和围岩中的吸附烃类和干酪根, 但与成矿有最直接联系的有机质往往是在成矿流体中, 而有机包裹体是成矿有机流体遗留下来的最为直接的样品。作者结合有机包裹体常规非打开性光谱学研究及打开性色谱-质谱(GC-MS)分析检出了成矿流体中系列生物标志化合物, 并与岩石、矿石中的吸附烃类进行了对比, 探讨了流体中可溶有机质的成矿作用。

1 样品与方法

样品来自南京栖霞山铅锌银锰多金属矿床各主要成矿阶段的石英和方解石矿物。作光谱学研究的样品磨成薄片, 在冷热台上进行光学观察, 而后进行单个包裹体的荧光光谱和红外光谱分析, 所用仪器分别为 MPV-3 显微镜光度计及显微傅利叶转换红外光谱仪。

作 GC-MS 分析的样品处理过程如下: 挑选主成矿阶段的石英单矿物 400~500 g, 磨碎至 20 目, 加入 1% 盐酸除去碳酸盐矿物, 用蒸馏水洗至中性, 低温烘干, 进一步挑纯石英单矿物。用氯仿冲洗 5 次, 低温烘干。取出石英单矿物细磨至 200 目以下, 使包裹体中的有机质释放出来。而后进行索氏抽提, 每管抽提一个星期, 氯仿沥青“A”经硅胶-氧化铝层析柱分离后得到饱和烃、芳烃、非烃和沥青质。饱和烃作 GC, GC-MS 分析, 非烃和沥青质作红外光谱分析。分析所用仪器为 HP5890 气相色谱仪, Finnigan Mat 4515 型色谱-质谱联用仪, PE-1725X 型傅利叶转换红外光谱仪。样品处理所用器具均用氯仿洗净。

参 考 文 献

- 1 孔祥儒, 王谦身, 熊绍柏. 青藏高原西部综合地球物理与岩石圈结构的研究. 中国科学, D 辑, 1996, 26(4): 308~315
- 2 熊绍柏, 滕吉文, 尹周勋. 青藏高原地区的地壳厚度和莫霍界面的起伏. 地球物理学报, 1985, 28(增刊 I): 16~26
- 3 Zeng Rongsheng, Ding Zhifeng, Wu Qingju. A review—the lithospheric structures in the Tibetan Plateau and constraints for dynamics. PAGEOPH, 1995, 145(3/4): 425~443
- 4 黄汲清, 陈炳蔚. 中国及邻区特提斯海的演化. 北京: 地质出版社, 1987
- 5 肖虚常, 李廷栋, 李光岑等著. 喜马拉雅岩圈构造演化总论, 第二章. 北京: 地质出版社, 1988

(1996-06-14 收稿, 1996-09-22 收修改稿)