

西昆仑地震展布与塔西南“A”型俯冲^①

吴世敏 马瑞士 卢华复

贾承造

(南京大学地球科学系 210093)

(塔里木石油勘探指挥部地质研究中心, 新疆库尔勒 841000)

通过对西昆仑地震展布、新生代火山岩及塔西南转换波测深、晚期第三纪以来沉积等特征的分析研究, 表明塔里木大陆岩石圈正往西南即西昆仑之下进行“A”型俯冲作用。最后, 作者对“A”型俯冲的形成机理进行了探讨。

关键词 西昆仑 地震 火山岩 “A”型俯冲

第一作者简介 吴世敏 男 30 岁 博士研究生 构造地质及地球物理专业

西昆仑地处青藏高原的西北边缘, 又与塔里木盆地毗邻。它的研究将有助于进一步了解青藏高原的构造史、隆升史, 同时对塔里木盆地油气勘探也有一定的指导意义。

1 西昆仑地震展布与“A”型俯冲作用

图 1 是西昆仑 1965~1984 年发生的给出深度

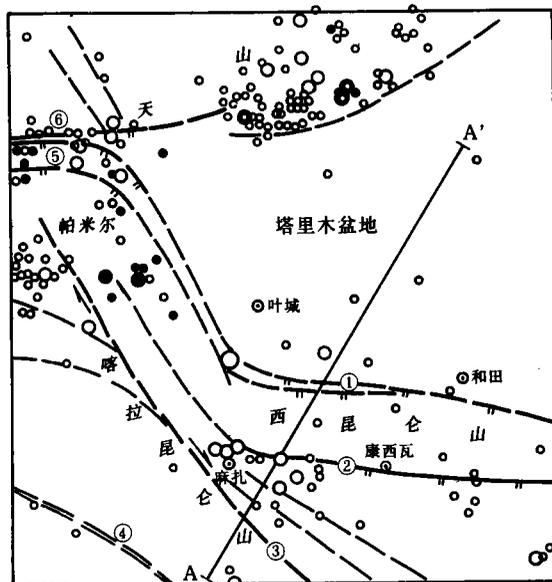


图 1 西昆仑震源分布图(汪素云等, 1992)

h > 70 km h < 70 km

Ms > 5 ● ○

Ms < 5 ● ○

—— 逆断裂带

—— 走滑断裂带

① 西昆仑北缘断裂带; ② 康西瓦断裂带; ③ 喀喇昆仑断裂带;
④ 印度河板块碰撞带; ⑤ 帕米尔北缘断裂带; ⑥ 南天山南缘断裂带

的 $M_s \geq 3.0$ 的地震震源分布图, 可以看出浅源地震分布全区, 但比较集中在西昆仑边缘, 而中源地震主要呈带状分布在西昆仑与喀喇昆仑之间(汪素云等, 1992)。中源地震的发生可能是由于地壳物质在更高的温度、压力条件下再脆化引起的。因为断层运动所引起的地震很难超出地壳深度范围(藏绍光, 1984)。考虑到西昆仑中源地震是呈带状而非多震层水平剪切引起的面状展布, 所以笔者认为它们更象是由于冷而重的板状物质下沉引起的, 即与 A 型俯冲有密切联系。从横穿西昆仑的 AA' 线地震深度剖面(图 2)可以看出, 该区可以划分出两条南西倾的震源带,

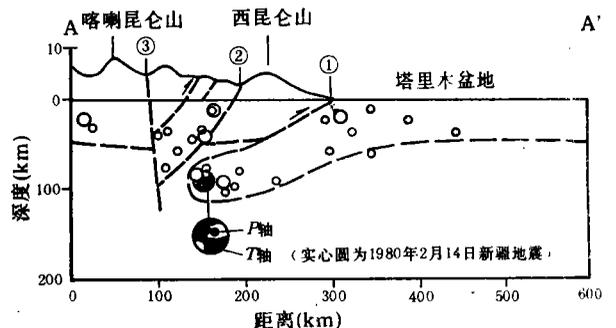


图 2 地震深度剖面和震源机制解投影图(汪素云等, 1992)

① 西昆仑北缘断裂带; ② 康西瓦断裂带; ③ 喀喇昆仑断裂带

第一条位于西昆仑山北缘向南西倾于西昆仑山之下, 倾角较缓, 约 $25^\circ \sim 30^\circ$, 最大深度达 100 km, 第二条主要是为浅源地震所构成, 倾角约 50° , 分布于康西瓦缝合线一带(汪素云等, 1992), 这些震源分布特征类似于洋壳俯冲产生的贝尼奥夫带(Benioff zone), 这里只不过发生在陆内而已, 即陆内“A”型

① “八五”科技攻关课题部分成果

俯冲带(Ampferer zone)。震源机制解(汪素云等, 1992)表明其 P 轴倾向与第一条地震震源带平行, 同样反映该震源带具有岩石层消减带性质。

2 塔里木大陆岩石圈往西昆仑作“A”型俯冲的其它证据

2.1 转换波测深

郑剑东等^①沿阿克苏—叶城测制地震转换波测深剖面(图 3),从图中可以看出,盆地中的地壳厚度为 44 km±,往西南过叶城,厚度加大,在昆仑山北侧有一个地壳厚度的突变带,即莫霍面的南倾,而且在泽普—叶城一带,转换界面缺失,说明此处正是构造活动区,是塔里木大陆岩石圈往南西“A”型俯冲于西昆仑之下的反映。另外,塔里木盆地与昆仑山之间目前仍以 6±4 mm/a 的速率汇聚(Molnar, P. 1987),这也应是“A”型俯冲的结果。

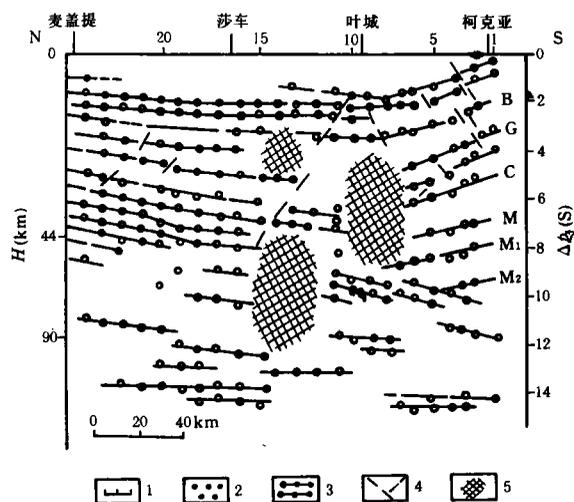


图 3 阿克苏—叶城测线转换波时差剖面图^①

1. 测点; 2. 转换点; 3. 转换界面; 4. 推测断裂或韧性剪切位错; 5. 转换界面稀少或缺失地段

2.2 西昆仑新生代火山岩

沿西昆仑山脉有一条长达千余公里,宽数十到一百多公里的火山岩带。该岩带大致以北纬 35°为界划分为南、北两条亚带,北带岩石组合以安粗岩类为主,少量玄武岩、安山岩和流纹岩,年龄介于 10~12Ma;南带为超钾质熔岩,年龄 20~30Ma。岩石化学表明北带为钙碱性和钾质火山岩,南带为碱性岩系(邓万明,1992),这些火山岩的发育是与塔里木大

陆岩石圈的“A”型俯冲相关的,它们在空间上位于 A 型俯冲带的上盘,自北而南由钙碱性系列变为碱性系列,岩石中的碱度, K₂O 含量也增加,暗示这条俯冲带的南倾特点(图 4)。

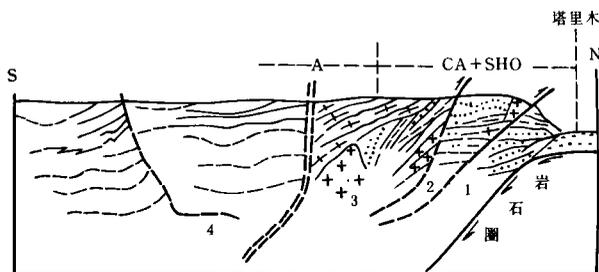


图 4 昆仑山陆内俯冲带示意剖面图(邓万明,1992)

1. 基底变质岩系; 2. 古生界; 3. 巴颜喀喇群(T_{3by}); 4. 雁石坪群(J₂); A. 南亚带碱性火山岩; CA+SHO, 北亚带钙碱性和钾玄武质火山岩

2.3 塔西南盆地晚第三纪以来沉积特征

晚第三纪以来塔西南凹陷沉积了厚达 7~10 km 的磨拉石,其沉积特征如下:

安居安组(N_{1a}):以灰绿色泥岩、砂岩为主,夹褐红色泥岩条带。帕卡布拉克组(N_{1p}):泥岩、砂泥岩与砂岩互层。阿图什组(N_{2a}):泥岩、砂质泥岩与泥质砂岩、砂岩、砾岩不规则互层,向上砾石增多。西域组(Q_{1x}):为灰色块状砾岩夹砂岩及砂泥岩。乌苏群(Q_{2us}),为近代洪积、冲积、冰积、淤积、风积砾岩、砂、土。

上述沉积序列,反应地形反差愈来愈大,即昆仑山不断地上升,这正是塔里木大陆岩石圈往昆仑山“A”型俯冲的结果。

3 A 型俯冲的形成机理

A 型俯冲概念的正式确定是在 1978 年彭罗斯会议上,当时把 A 型俯冲作为板块构造的一种新型俯冲作用,用来表示板内俯冲。但迄今为止,不同学者对 A 型俯冲的类型仍有不同的认识,原因是 A 型俯冲的形成机理还不是很清楚,或者形成方式是多种多样的。

较早使用 A 型俯冲术语的是 A·W·Bally (1978),他在划分世界大地构造时,沿东太平洋沿岸划出与 B 型俯冲伴生的中生代 A 型俯冲带,并认

① 郑剑东,邵学中,塔里木盆地地壳结构与深部构造特征,1994,国家地震局地质所内部报告。

为 B 型俯冲与 A 型俯冲是由一个统一的动力系统所形成的共轭产物。笔者认为这种可能性很小。因为①在当时岛弧的下构造位注入了大量岩浆,使整个岛弧造山带下部物质处于塑性状态,不可能把 B 型俯冲所产生的力传递到前陆去;②造山带的上构造位(upper structural level),即由俯冲增生地体及岛弧地体和深海沉积物等组成的山脉,实际上可以把它看作是一个巨大的构造角砾岩带(tectonic breccia belt),它本身是由众多的洋壳、陆壳和岛弧型地壳被深海相沉积、复理石沉积等沉积物胶结起来,并被一系列逆冲断层、走滑断层,甚至正断层分割成无数个块体,这个构造角砾岩带本身就是释放应力的场所,也很难把板块俯冲-碰撞带产生的强大挤压力传递到前陆地带。

罗志立教授(1984)提出“前陆盆地沉积和构造负荷以及邻区板块构造活动触发形成的复合作用”的动力学来源,笔者认为在这种成因机制下,其俯冲动力也是有限的。

越来越多的地球物理资料和深钻验证表明,岩石圈本身并不是一块完整的刚性体,其间存在若干复杂的构造面。陆内地震带及其震源深度显然反映了地壳深部物质沿特定构造部位和层位上所受到的扰动,在内、外力作用下,岩石圈内部各构造层之间易于运动。应该说,这给 A 型俯冲提供了可能性和可行性。但真正的动力来源还必须从盆地深部物质运动和它周边造山带深部物质状态去寻找。即①:地壳深部资料表明,盆地内部地幔上隆,无论是准噶尔盆地、塔里木盆地还是现在已经收缩成一个较小而且非常狭窄的吐-哈盆地,其布格异常都反映出地幔上隆与盆地呈镜像关系。与此相反,在盆地周边的造山带却有很深的山根出现。人造地球卫星所获得的重力资料,主要反映地幔物质密度及其运动状态,由 13~36 阶位系列算出的亚洲地幔对流应力图表明:塔里木盆地、准噶尔盆地都属于张应力区,即是地幔上涌地区,而它周边的造山带则为地幔流汇聚地带。上升的地幔流从盆地中和面以下向造山带的根部地带蠕动,应力的量级达 $108\text{dya}(\text{达因})/\text{cm}^2$ ^①,可以把软化的地壳剪破。这样,中生代地幔上隆使盆地上构造位产生伸展构造(图 5-a),新第三纪后,由于盆地受周边造山事件影响,诱发地幔上升流向盆地周边

造山带之下蠕动时,并拖着中性面上的构造层位在前陆地带向造山带之下作 A 型俯冲,相应地,造山带向盆地推覆,原来的拆离断层变成逆断层(图 5-b)^②。这就是构造地质学家所称正反构造(inversion tectonics)。②:盆地周边造山带深部的熔融作用,火山岛弧特别是压性岩浆弧内,发育强烈的火山-深成作用,使岛弧地带深部的物质成熔融状态或塑性状态。电导率和地震波速异常衰减表明,在安第斯山深处均存在高温物质(可能是部分熔融带)(森格,1992),在青藏高原广泛分布有新生代安山质和更富硅的钙碱性火山岩。造山带这些深部低速层,使地壳分离成层状,造山带地区地壳处于热的、轻的、强度小的状态;而位于造山带前陆地区大陆地壳却处于相对冷的、重的、强度大的状态。在均衡作用下,产生地壳失稳,前陆地带必然向造山带深处的熔融状态物质中潜没。

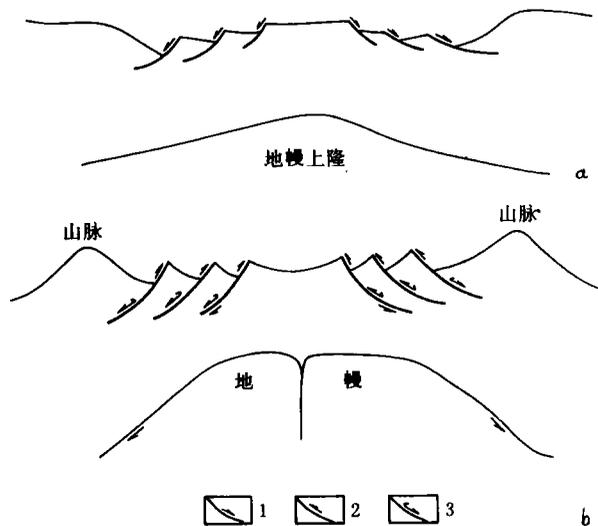


图 5 盆地 A 型俯冲示意图
1. 正断层; 2. 逆断层; 3. 反转构造

总之, A 型俯冲的形成机理应从盆地本身和周边造山带两个方面动力,特别是深部物质状态来考虑。当然,印-藏碰撞的远距离构造效应(郭令智等,1992)也不容忽视,在新疆地区它是 A 型俯冲的外因。同时,这两个方面动力的相互作用可以诱发地震的发生,并使地震沿造山带与盆地的接壤地带展布形成与陆内“A”型俯冲对应的震源带。由此可以推

① 刘元龙,地幔对流应力场及其意义初探,第一次全国地壳与上地幔学术讨论会论文集,1984

② 马瑞士等,1994,A 型俯冲和前陆盆地,浙江区调,第一、二期,浙江区域地质调查大队

断,我国西部造山带边缘的地震带,大都是“A”型俯冲作用所导致的。

参 考 文 献

1 汪素云,时振梁,环文林.1980年2月14日新疆叶城地震——次破坏性的中源地震带.地震学报,1992,14(2):137~143

2 戴绍先.我国华北等地区板内地震的深度分布及其应力状态.地震地质,1984,6(3):67~76

3 Molnar P et al. Geomorphic evidence for active faulting in the Altyn tagh and north Tibet and qualitative estimates of its contribution to the convergence of India and Eurasia. *Geology*, 1987,15:249~253

4 邓万明.青藏高原的陆内俯冲带及其岩浆活动,见:中国青藏高原

研究会第一届学术讨论会论文集.北京:科学出版社,1992,256~262

5 贝利. A W,李汉瑜译.油气产状的地质动力背景.全球大地构造与石油勘探,北京:石油工业出版社,1978,10~31

6 罗志立.试论中国型(C型)冲断带及其油气勘探问题.石油与天然气地质,1984,5(4):315~324

7 森格. A M C,丁晓等译.板块构造学和造山运动——特提斯例析.上海:复旦大学出版社,1992,60~64

8 郭令智,施央申,卢华复等.印、藏碰撞的两种远距离构造效应,见李青波等主编,现代地质学研究文集(上).南京大学出版社,1992,1~8

(收稿日期:1996年4月17日)

SEISMIC SPREAD IN WEST KUNLUN AND A-TYPE SUBDUCTION IN SOUTHWEST TARIM

Wu Shimin Ma Ruishi Lu Huafu

(Department of Earth Sciences, Nanjing University)

Jia Chengzao

(Research Center of Geology, Tarim Headquarters of Petroleum Exploration)

Abstract

By studing seismic spread and Cenozoic igneous rocks in West Kunlun, the detection of converted waves and deposit since the Late Quaternary in Southwest Tarim and other characteristics, it is revealed that Tarim continent lithosphere is subducting southwestward beneath West Kunlun in A-type subduction. At last, the forming mechanism of A-type subduction is discussed.