

# 巽他地块的构造演化与介质特性的动力学意义<sup>\*</sup>

张建国, 皇甫岗, 龙 飞

(云南省地震局, 云南 昆明 650224)

**摘要:** 基于近年来国内外关于青藏高原及川、滇、缅、印支地区大地构造演化、现今地壳运动观测、地壳与上地幔结构反演等领域取得的大量观测与研究成果, 结合对泰、越等国的野外地质考察与认识, 以探索建立对该地区现今地壳运动与变形状态起控制作用的构造框架为目的, 提出了相对于“活动地块”的“相对稳定地块”的概念。综合分析认为, 巽他地块在构造演化、介质特性及现今运动与变形等方面类似于青藏高原周缘的塔里木、阿拉善、扬子等地块, 具有“相对稳定地块”的特征, 它们共同构成了调节青藏高原物质东向挤出后围绕东喜马拉雅构造结发生顺时针旋转的刚性约束边界。这同时意味着, 青藏高原侧向挤出动力作用的势力范围可能覆盖了川、滇、缅及印度支那北部的广大地区, 这有助于加深对该地区强震动力学环境的认识。

**关键词:** 巽他地块; 相对稳定地块; 古老陆核; 侧向挤出; 顺时针旋转

**中图分类号:** P315.22      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1000-0666(2014)03-0323-09

## 0 前言

地处青藏高原东南隅并紧邻川滇地区的巽他地块 (Sundaland), 类似称谓还有“巽他板块”、“巽他克拉通”、“巽他地盾”等 (Metcalf, 2011; Hall, 2009; Simons *et al.*, 2007), 其范围涵盖了整个东南亚乃至中国云南西部地区 (Socquet *et al.*, 2006)。同时, 它的东、南、西三面又分别与菲律宾—太平洋板块和印度—澳大利亚板块相连, 大地构造位置极其特殊。最新数字地震与 GPS 大地形变观测表明, 巽他地块以其边缘剧烈变形和强烈地震及火山活动, 内部主体则以异常稳定和平静为特征 (Iwakuni *et al.*, 2004; Simons *et al.*, 2007)。事实上, 国际地学界关于印度—澳大利亚板块与欧亚板块碰撞、青藏高原发育演化及其与之相关的气候、资源、环境、灾害等领域的大量科学观测与研究中, “巽他地块”是一个出现频率极高的概念, 充分反映了它在与印度—欧亚板块碰撞、青藏高原发育演化相关的地球科学研究领域所具有的重要地位。然而相对而言, 关于巽他地块的研究在国内还非常稀少甚至十分薄弱, 这不仅影响到相关研究的完整性, 更严重制约了对伴随青藏高原发育演化而发生的区域地壳运动、

变形及强震活动的动力学机制的深入探讨。尽管迄今关于巽他地块的认识还存在着一些分歧或争论 (Hall, 2009), 诸如其空间范围尤其是其北边界如何确定? 它与古生代以来多期特提斯演化的关系如何? 它是否确实具有典型“地盾”或“克拉通”的地质历史演化与深部壳幔介质结构特性? ……但这并不影响本文要探讨的其在调节甚至控制区域现今地壳运动与地震活动方面所发挥的重要作用, 尤其是其对我国西南乃至更广大地区地震活动时空规律与动力学机制所具有的特殊意义。

## 1 大地构造演化与壳幔介质特性

### 1.1 大地构造格架与演化特征

在地理学意义上, 巽他地块包括北抵东喜马拉雅构造结的藏东和滇西北阿萨姆楔体顶端, 南达马来半岛、苏门答腊、爪哇、婆罗洲 (加里曼丹) 以及巴拉望等处于巽他陆棚浅水区, 在更新世低海平面时期曾裸露成陆, 现今水域部分水深也不超过 200 m 的广大区域 (Bird *et al.*, 2005)。而在大地构造意义上, 巽他地块则作为欧亚板块的东南凸出部, 包括了缅甸、泰国、印度支那 (老挝、柬埔寨、越南)、马来半岛、苏门答腊、爪哇、婆罗洲、巽他陆棚、中国滇西南乃至滇西

<sup>\*</sup> 收稿日期: 2014-05-27.

基金项目: 云南省科技计划项目“中越红河断裂带地震活动性与地震构造特征对比研究”(2002GH10) 资助.

和滇西北等广大区域,即印度—澳大利亚、太平洋—菲律宾和欧亚三大板块的汇聚区(图1)。

现今处于三大活动板块汇聚区的巽他地块至少自显生宙以来是由裂离于南方冈瓦纳古陆(也有部分学者认为其中部分是裂离于北方劳亚古陆)的一系列规模不同的大小陆块伴随古、中、新特提斯洋的张开与闭合,与介于古老陆块之间的岛弧以及代表闭合特提斯洋盆残留物的缝合带(包括边缘海)等构成的,具有显著时空演化不均匀特征的复杂拼贴体(图2)。

如图1、2所示,巽他地块的东、南、西三面边界十分明确,即沿阿拉干—安达曼—巽他—苏门答腊—爪哇—帝汶—苏拉威西—内格罗斯至吕宋的海沟、岛弧及局部弧后盆地系所围限的马蹄形区域。而其北边界则迄今仍存在着不同认识<sup>①</sup>(李春昱等,1982; Metcalfe, 2011),争议的焦点在于是否应当把扬子地块(有的称华南板块)划入巽他地块,这并非本文探讨的重点。仅需指出的是,从巽他地块区域大地构造演化所经历的大小陆块自东、南、西三个方向总体向北逐次“拼贴”、新特提斯洋闭合消亡,尤其是经过新生代以来三大板块碰撞、俯冲导致剧烈变形改造的过程来看,在巽他地块北侧难以找到一条类似其东侧、南侧和西侧那样截然的板块边界,而是代之以一种更为复杂的、次级地块间相互“交织”、“过渡”或“渐变”式的关系似乎是正常的。而本文要重点关注的问题是:巽他地块区域内的那些古陆块是否有主次之分,或者说其中是否存在通常大地构造意义上的“古陆核”?若存在,它们又在现今区域地壳运动与变形过程中起到怎样的作用?

事实上,在巽他地块区域内确实存在至少两个在大地构造特征上类似于塔里木、阿拉善、四川等,具有相对较大规模和古老结晶基底的“古陆核”<sup>①</sup>(李春昱等,1982),即主要出露于越南昆嵩至泰国呵叻高原一带,基底为太古代—元古代片岩、片麻岩,与扬子地块基底大致相当的印支古陆核,以及主要出露于缅甸东部掸邦高原至泰国北部清迈高原一带,甚至可能向北一直延伸至滇西保山一带,基底为前寒武深变质混合岩、变粒岩和片麻岩的掸泰古陆核。如图3所示,这两个古陆核之间展布着北接小江断裂,向西南方向经越南奠边府、老挝琅勃拉邦和泰国程逸的奠边府断裂带。Smyth 等(2007)和

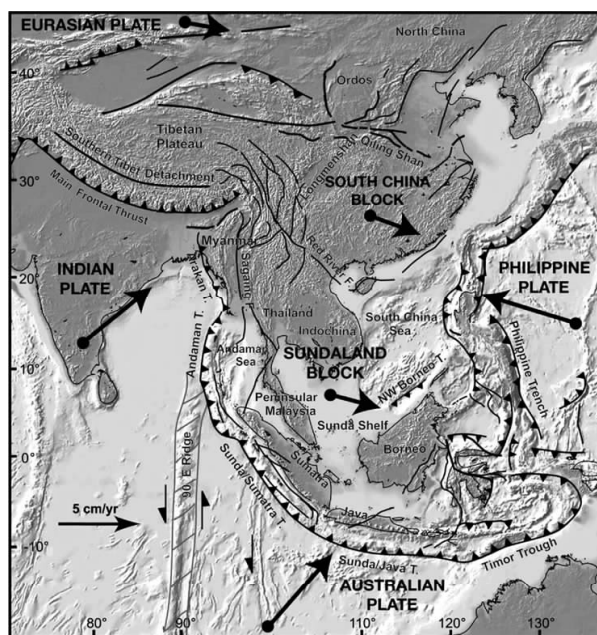


图1 巽他地块的大地构造位置

(据 Simons *et al.*, 2007)

(大箭头代表国际地球参考框架 2000 下板块的绝对运动)

Fig. 1 The geotectonic position of Sundaland

(from Simons *et al.*, 2007)

(large arrows represent the absolute motions of plates in International Terrestrial Reference Frame 2000)

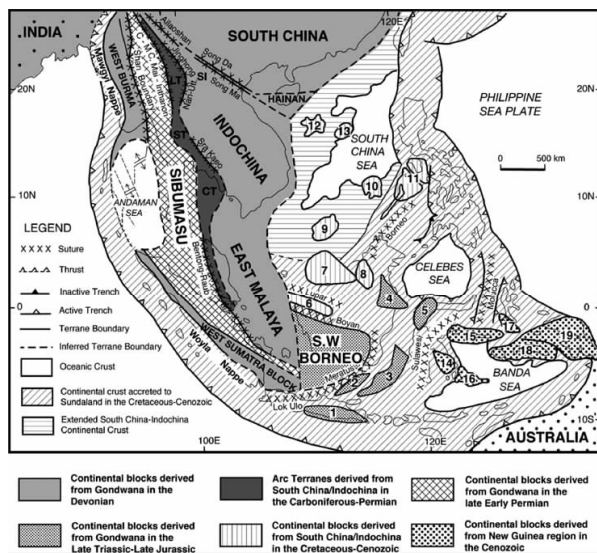


图2 巽他地块内的主要陆块与缝合带分布

(据 Metcalfe, 2011)

Fig. 2 Major continental blocks and the distribution of sutures in Sundaland (from Metcalfe, 2011)

<sup>①</sup> 李方夏. 1995. 东南亚地质矿产与矿业经济.

Leeuwen 等 (2007) 的研究表明, 印支古陆核是自泥盆纪时期裂离于冈瓦纳古陆, 掸泰古陆核则是自二叠纪时期从冈瓦纳古陆裂离。至侏罗纪和白垩纪期间, 更多来自冈瓦纳古陆的陆块加入巽他地块, 包括裂离于澳大利亚地盾西部边缘, 于白垩纪早期加入巽他地块的西南婆罗洲陆块, 白垩纪晚期至新生代早期加入巽他地块的东爪哇陆块和西苏拉威西陆块等, 它们被丁国瑜 (1991) 称为“活动中的相对完整地块” (图 3)。正是这些具有典型完整、稳定、坚硬大陆地壳与岩石圈特征的古老陆块, 加上围绕它们的古生代至中生代特提斯地槽, 共同拼合成为内部结构与演化历史都极其复杂的板块构造单元——巽他地块 (Hall, 2009)。

## 1.2 壳幔结构与介质特性

依据地震、重力观测及地质调查等资料综合研究获得的地壳结构表明, 除西缘的安达曼海、南缘的班达海以及东缘的苏拉威西海、苏禄海和南海几个小型边缘海盆内局部存在厚度小于 20 km 的洋壳外, 巽他地块区域总体上具有大陆地壳结构性质, 地壳厚度介于 20 ~ 40 km 之间 (陈学波等, 2001)。Mooney 等 (1998), Sergei 和 Guust (2003) 利用 S 波速度层析成像也获得了类似的结果 (图 4)。

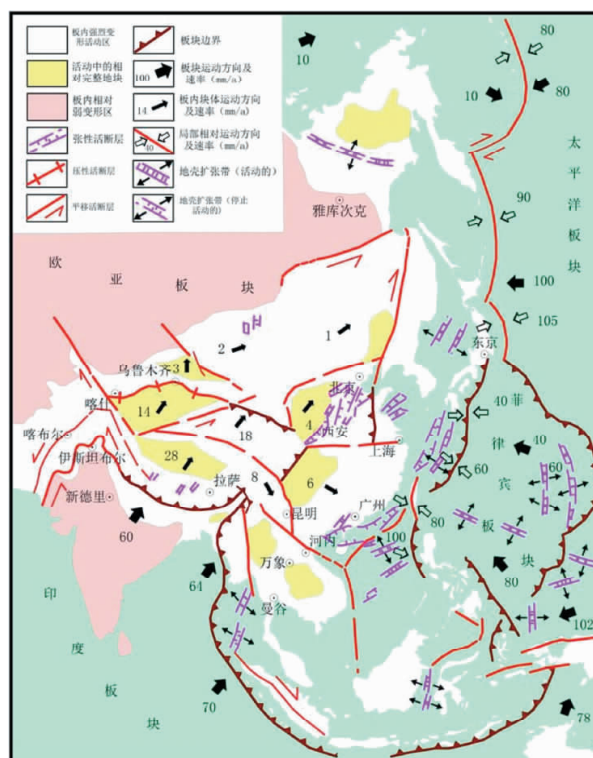


图 3 东亚现代板块及运动状态 (据丁国瑜等, 1991)

Fig. 3 Recent plates and their movement situation in East Asia (from Ding *et al.*, 1991)

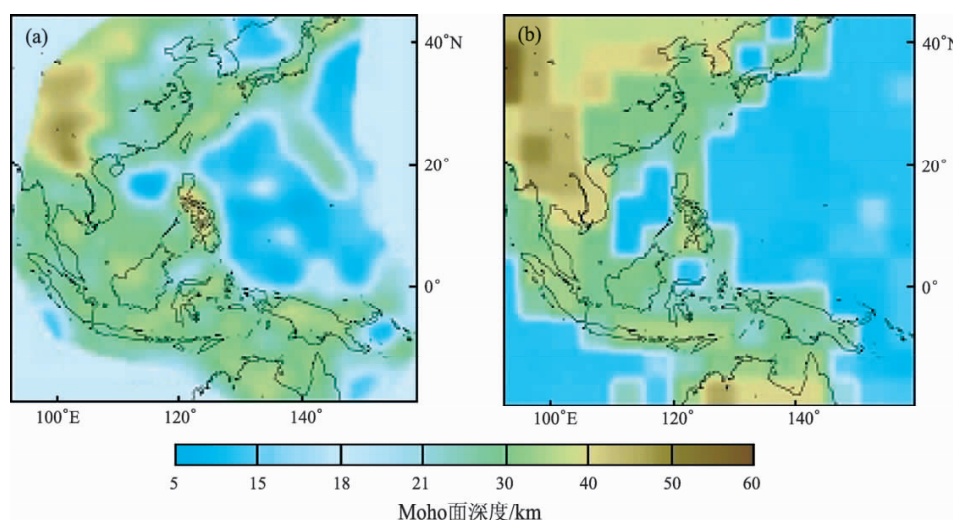


图 4 巽他地块及邻区 Moho 面深度 (据 Sergei, Guust, 2003 (a) 和 Mooney, 1998 (b))

Fig. 4 The Moho depth of Sundaland and its adjacent area (from Sergei, Guust, 2003 (a) and Mooney *et al.*, 1998 (b))

这一研究结果不仅完全符合巽他地块主体是由裂离于冈瓦纳古陆的陆块群拼贴组合而成的构造演化与成因特征, 而且与巽他地块内部, 包括印度尼西亚、马来西亚、泰国南部以及南海、安达曼海等地区自新生代早期以来广泛发育只有在

相对稳定大陆构造环境下才能形成、富集和圈闭的丰富油气资源的事实相吻合 (Hall, 2009)。

随着过去 20 年左右全球数字地震观测技术的广泛应用, 以及相应的地球深部结构地震层析成像技术的迅速发展, 对巽他地块及其周边区域深部壳幔



结构的研究取得了许多令人振奋的进展和认识。其中, Replumaz 等 (2004) 利用 1964 ~ 2000 年约 30 万条地震记录和地震层析成像技术, 获得了包括整个巽他地块及印度次大陆和青藏高原在内大区域 100 ~ 1 200 km 深度范围的精细三维地幔结构, 并将其与基于大量古地磁、古生物、古地理及地质构造

等证据重建的印度—澳大利亚板块与欧亚板块自大约 50 Ma 以来相对运动的二维形态进行对照, 发现以不规则宽条带状高速异常体形式存在于地幔不同深度的印度—澳大利亚板块俯冲残留板片位置, 非常一致地对应着新生代以来不同时期印度—澳大利亚板块与欧亚板块之间边界的位置 (图 5)。

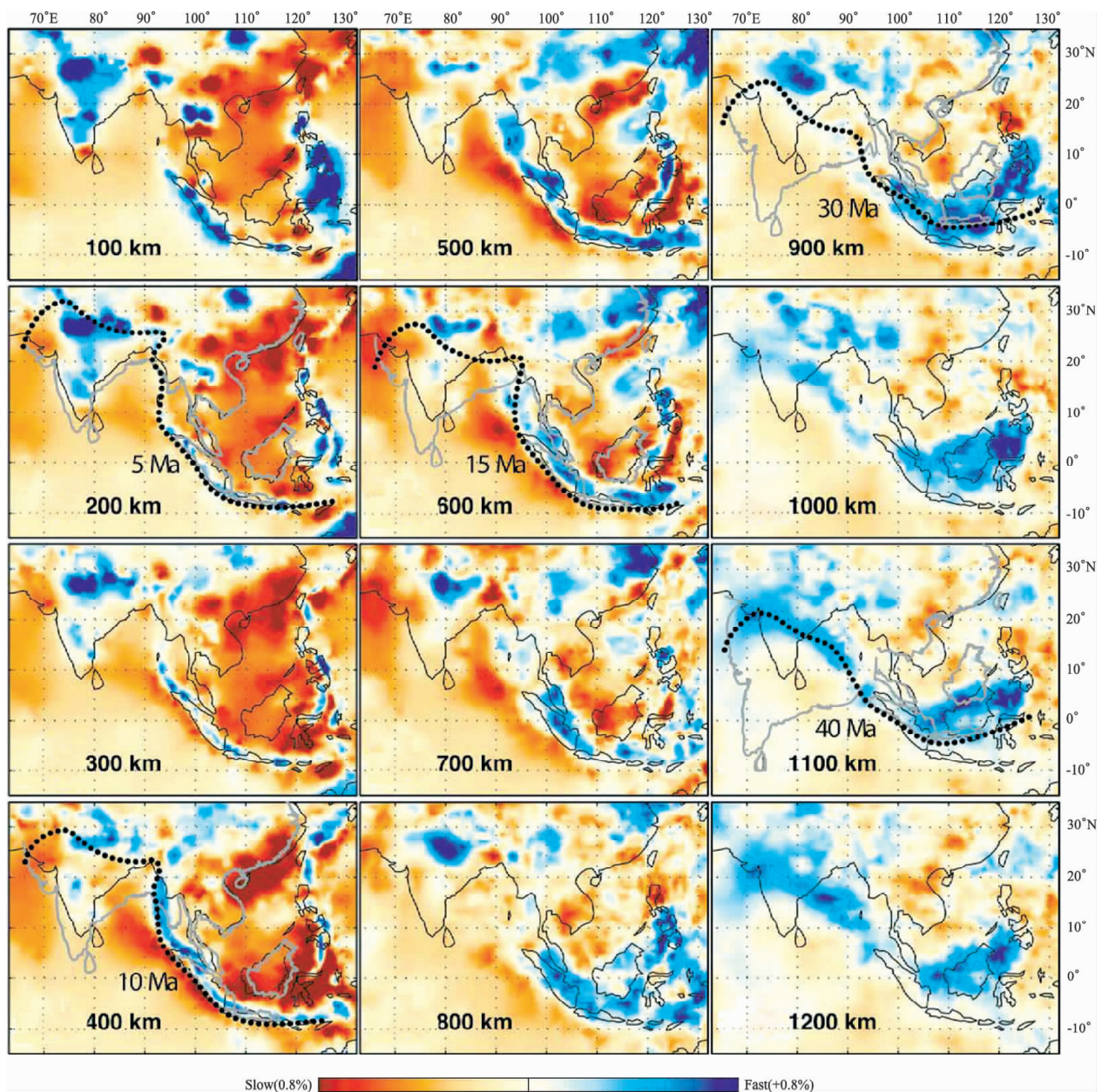


图 5 巽他地块及其邻近地区的上地幔速度结构 (据 Replumaz *et al.*, 2004)

(图中黑色虚线代表新生代不同时期下插于欧亚板块之下的印度—澳大利亚残留板片所刻画的板块边界位置及形态, 重建的下插板片深度与时代关系: 5 Ma, 200 km; 10 Ma, 400 km; 15 Ma, 600 km; 30 Ma, 900 km; 40 Ma, 1 100 km)

Fig. 5 Horizontal sections of upper mantle velocity structure beneath Sundaland and its adjacent area from 100 to 1 200 km (from Replumaz *et al.*, 2004)

(the black dotted line represent the contours of plate position and shape of India-Australia residues plate inserted beneath the Eurasian plate in different period of Cenozoic Era, the relationship between the deep of reconstructed inserting plate and era: 5 Ma, 200 km; 10 Ma, 400 km; 15 Ma, 600 km; 30 Ma, 900 km; 40 Ma, 1100 km)

上述发现不仅意味着下插于地幔深处的残留板片的空间位置可能是相对稳定的, 而且为该区域新生代以来大地构造演化过程的重建提供了难得的“四维”时空坐标框架和标尺。如图5所示, 从地幔800 km深度切片开始, 向上直至300 km深度切片, 清晰地显示了一个环绕整个巽他地块的高速异常带轮廓, 换句话说, 在图1中难以确定的巽他地块北边界似乎在300~800 km深度得以反映, 它大致对应着北东向的龙门山断裂—丽江

一小金河断裂—南汀河断裂一线, 这可能是对扬子地块可以被归入到巽他地块范畴观点的支持。我们特别注意到, 自200~100 km深度切片上, 在巽他地块西北部存在着一个非常突出的“哑铃状”高速异常区, 大致对应着印支古陆核和掸泰古陆核的位置。正是这一高速异常区及其以南地区地壳变形与地震活动极其微弱, 而其以北地区则十分强烈, 一道天然“动力屏障”的特征显而易见。同时, 尽管自新生代以来印度—澳大利亚板块

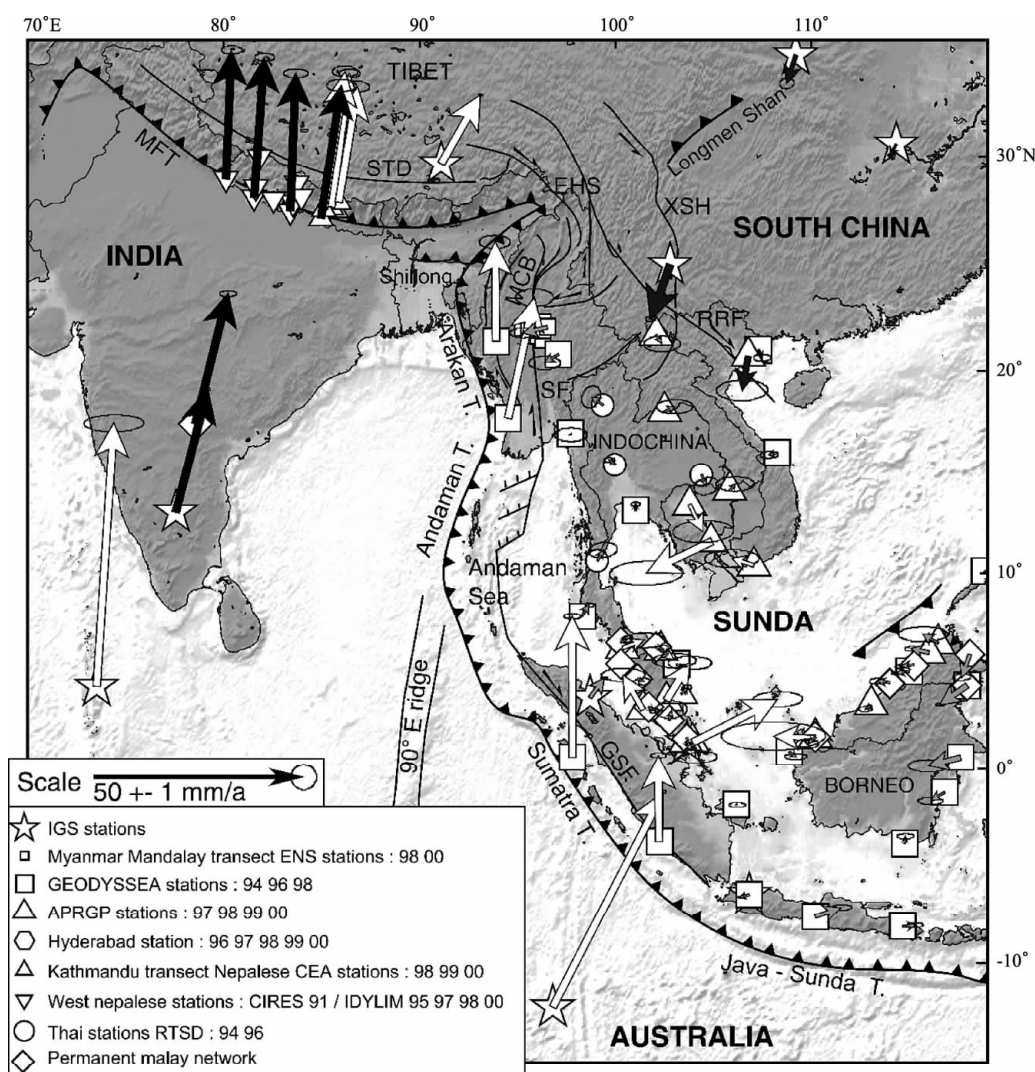


图6 相对巽他地块的区域GPS速度矢量 (据 Socquet *et al.*, 2006)

(黑色箭头属于印度板块, 深灰色箭头属于华南地块, 浅灰色箭头属于巽他地块。EHS: 东喜马拉雅构造结; GSF: 苏门答腊大断裂; MFT: 主前冲断层; MCB: 缅甸中央盆地; SF: 实皆断裂带; RRF: 红河断裂带; STD: 藏南拆离席; XSH: 鲜水河断裂带)

Fig. 6 Regional GPS velocity vectors with respect to Sundaland (from Socquet *et al.*, 2006)

(the black arrows belong to India plate, dark grey arrows belong to South China block, light grey arrows belong to Sundaland. EHS: Eastern Himalayan Syntaxis; GSF: Great Sumatran Fault; MFT: Main Frontal Thrust; MCB: Myanmar Central Basins; SF: Sagaing Fault; RRF: Red River Fault; STD: southern Tibet Detachment; XSH: Xianshuihe Fault)



一直持续向北运动,其中印度板块北移至少 1 500 km,并造成印度与西伯利亚之间,包括青藏高原在内的广大区域有数千公里的地壳缩短。而巽他地块则相反,南移了约 600 km (图 5)。这可能既有巽他地块自身相对稳定的因素,又有青藏高原强大的侧向挤出作用力对澳大利亚板块向北推挤力的“抵消”效应。

## 2 大地形变与地震活动

与其边缘剧烈的地壳变形及地震与火山活动形成鲜明对照,除印支—掸泰古陆核以北地区之外的整个巽他地块内部异常稳定和和平静的现象早已为人所知,由此长期以来一直被作为用于构建全球海平面变化标准曲线的稳定地块。甚至常被称为“地盾”或“克拉通”,即新生代变形仅限于边缘地带的坚硬地块 (Cardwell, Isacks, 1978; Rangin *et al.*, 1999; Michel *et al.*, 2001; Bock *et al.*, 2003; Simons *et al.*, 2007; Hanebuth *et al.*,

2000; Ben-Avraham, 1973; Bird *et al.*, 2007; Replumaz *et al.*, 2004)。随着覆盖整个巽他地块及其周边大区域范围地壳形变观测资料数据的大量积累,许多学者分别以欧亚大陆、巽他地块以及华南地块为参考框架,所得到的区域形变场总体形态基本一致 (张培震等, 2002; Simons *et al.*, 2007; Shen *et al.*, 2005; Socquet *et al.*, 2006), 其中有两个最为突出的特征:

一是受青藏高原向东侧向挤出和华南地块阻挡的共同作用,总体呈 SSE 向滑移的川滇地块的南部在跨越红河断裂中南段后,沿着作为印支古陆北边界的北东向奠边府断裂转向 SW 方向运动,而在抵达以掸泰古陆为主体形成的缅甸掸邦高原东缘一带甚至进一步转为 NW 方向运动。由此形成了以鲜水河断裂—小江断裂—奠边府断裂为外边界,半径超过 500 km 的围绕东喜马拉雅构造结的大规模地壳顺时针旋转环 (图 6~8)。

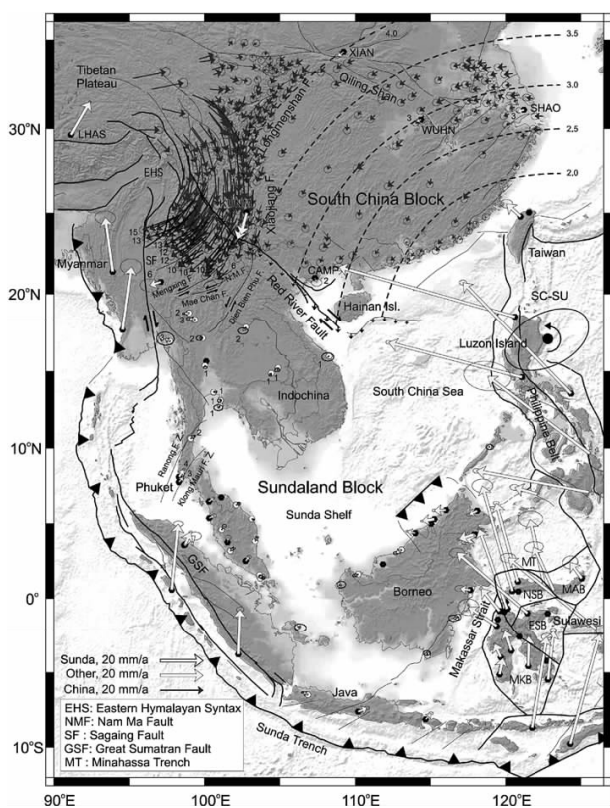


图 7 相对巽他地块的东南亚 GPS 速度场

(据 Simons *et al.*, 2007)

Fig. 7 GPS velocities field in SE Asia with respect to Sundaland (from Simons *et al.*, 2007)

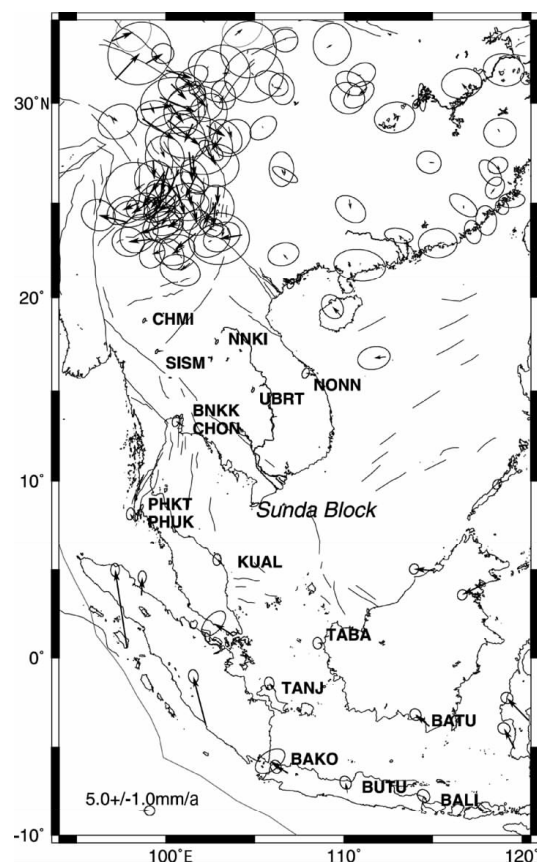


图 8 相对巽他地块的东南亚 GPS 速度场

(据 Iwakuni *et al.*, 2004)

Fig. 8 GPS velocity field of SE Asia in the Sundablock fixed reference frame (from Iwakuni *et al.*, 2004)

二是鲜水河—小江断裂以东的华南地块、莫边府断裂以南的巽他地块内部变形和运动都极其微弱，而且华南地块与巽他地块之间也不存在明显的相对运动 (Socquet *et al.*, 2006; Simons *et al.*, 2007; Iwakuni *et al.*, 2004) (图9)，注意巽他地块基本无变形范围的北界大致对应着莫边府断裂。这里，印支古陆核和掸泰古陆核所扮演的，与古老、稳定、坚硬的塔里木地块、扬子地块极等十分相似，调节甚至控制区域地壳运动状态的“砥柱”作用显现无遗。同时还意味着巽他地块与华南地块至少在现今基本上是作为一个整体运动 (Iwakuni *et al.*, 2004)。

在图9所示基本无变形的范围内，地震活动也十分弱小和稀少 (图10、11)，特别是在莫边府断裂以南的巽他地块内部甚至没有6级及以上历史地震记录 (Iwakuni *et al.*, 2004)，同样反映了其十分稳定的特征。

### 3 讨论与认识

截至目前，国内已有许多关于青藏高原侧向挤出、川滇地块自北向南由SE逐渐转为SSE方向

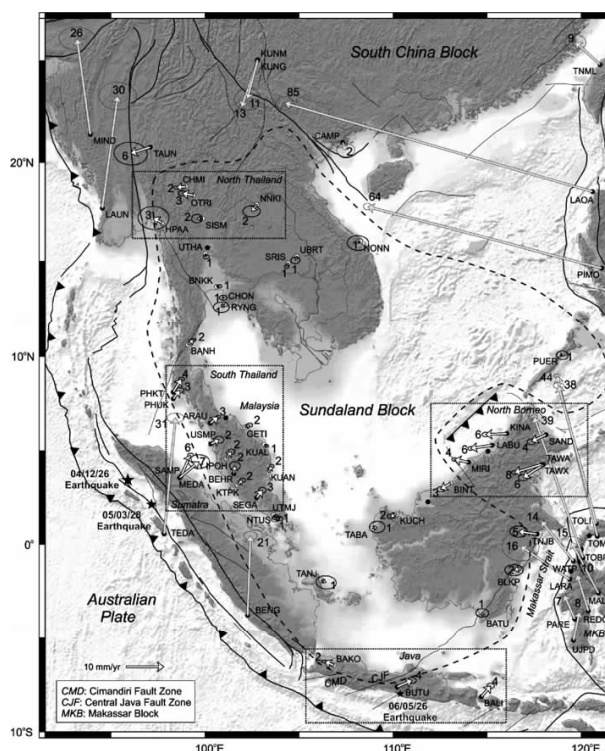


图9 GPS观测基本无变形的巽他地块范围  
(据 Simons *et al.*, 2007)

Fig. 9 Undeformed area of Sundaland based on GPS Survey (from Simons *et al.*, 2007)

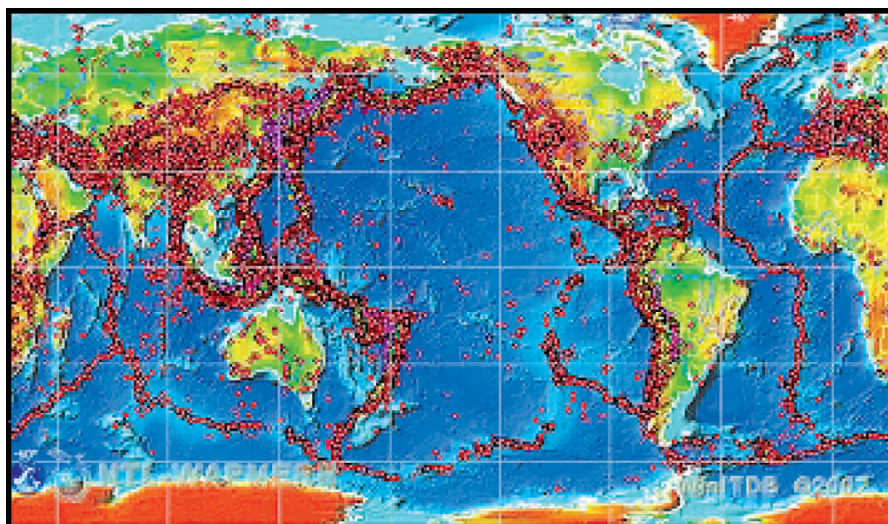


图10 公元前2150年以来全球5级以上地震 (据 [http://tsun.sccc.ru/nh/eq\\_desc.html](http://tsun.sccc.ru/nh/eq_desc.html))

Fig. 10 Distribution of global  $M \geq 5$  earthquakes since 2150 BC (from [http://tsun.sccc.ru/nh/eq\\_desc.html](http://tsun.sccc.ru/nh/eq_desc.html))

运动的动力学机制研究，也都注意到了矗立于青藏高原北侧、北东侧和东侧的塔里木、阿拉善、鄂尔多斯、扬子等“相对稳定地块”在其中所扮演的重要控制或调节作用。但对川滇地块南部至巽他地块北部地区进一步转向SW，甚至局部NW

方向运动，最终形成围绕东喜马拉雅构造结大规模顺时针旋转的机理关注却并不多。通过本文关于巽他地块大地构造演化与壳幔介质特性、大地形变与地震活动的综合分析，可以得到几点主要认识：



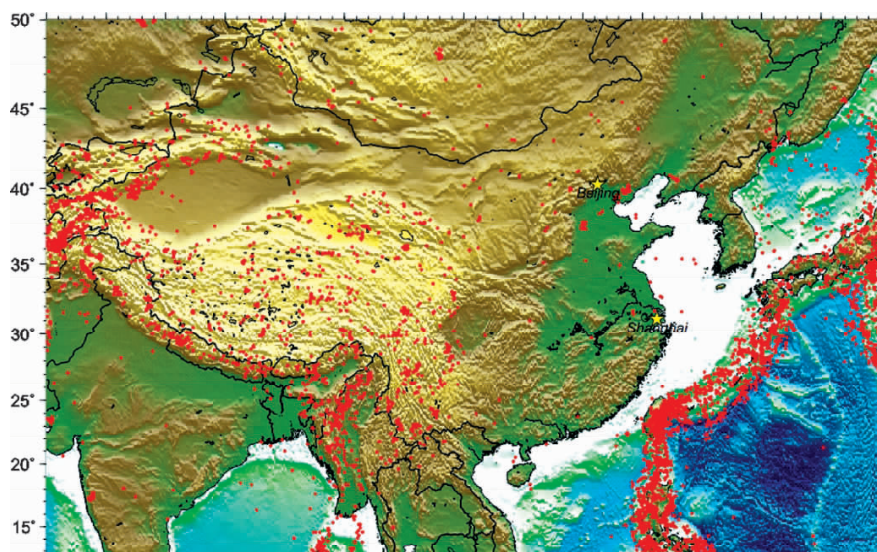


图 11 1898 年以来中国及邻区 5 级以上地震

(据 <http://geophysics.eas.gatech.edu/anewman/classes/Geodynamics/misc/>)

Fig. 11 Distribution of  $M \geq 5$  earthquakes in Asia since 1898

(from <http://geophysics.eas.gatech.edu/anewman/classes/Geodynamics/misc/>)

(1) 类似于塔里木、阿拉善、鄂尔多斯、扬子等“相对稳定地块”，巽他地块对处于青藏高原东南隅的川、滇、缅及印支北部地区的现今地壳运动、变形及地震活动具有重要的调节和控制作用。

(2) “活动地块”概念及相关理论的提出，代表着我国地学界在全球大陆强震活动机理探索领域的重大进展之一。在充分利用数字地震、空间对地大地形变等现代高新观测技术大视野、高精度、准实时等优势的同时，吸收和继承传统大地构造学积累的重要理论和研究成果，注重开展“相对稳定地块”的识别与综合观测研究，对于促进大陆强震活动机理相关理论和方法的发展具有重要意义。

(3) 巽他地块与波罗的海、加拿大、非洲、澳大利亚、印度等典型“地盾”或“克拉通”又有所不同，主要体现在其不具有大规模的、前寒武固化的、厚而冷的岩石圈，却具有异常高的大地热流，而且在新生代早期也曾经历过较大规模的，以发育大型构造盆地特征的变形。此外，地震层析成像也证实其岩石圈及软流圈具有低速特征 (Hall, 2009)。要完全理解和解释它所展现的高度稳定、坚固的特性，有待于进一步的深入研究。

#### 参考文献:

陈学波, 张景发, 唐荣余, 等. 2001. 中国及外围地区莫霍面深度分布

图说明书[M]. 北京:地震出版社.

丁国瑜. 1991. 中国岩石圈动力学概论[M]. 北京:地震出版社.

李春昱, 王荃, 刘雪亚, 等. 1982. 亚洲大地构造图说明书[M]. 北京:地图出版社.

张培震, 王琪, 马宗晋. 2002. 中国大陆现今构造运动的 GPS 速度场与活动地块[J]. 地学前缘, 9(2): 430-441.

Socquet, A., Vigny C., Chamot-Rooke, N., et al.. 2006. India and Sunda Plates Motion and Deformation along their Boundary in Myanmar Determined by GPS [J]. Journal of Geophysical Research, 111, B05406, doi:10.1029/2005JB003877.

Bird M. I., Fifield L. K., Teh T. S., et al.. 2007. An Inflection in the Rate of Early Mid-Holocene Eustatic Sea-level Rise: A New Sea-level Curve from Singapore [J]. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 71: 523-536.

Bird M. I., Taylor D., Hunt C.. 2005. Palaeoenvironments of Insular Southeast Asia during the Last Glacial Period: a Savanna Corridor in Sundaland [J]. Quatern. Sci. Rev., 24: 2228-2242.

Bock Y., Prawirodirdjo L., Genrich J. F., et al.. 2003. Crustal Motion in Indonesia from Global Positioning System measurements [J]. Journal of Geophysical Research, 108: 2367. DOI:10.1029/2001JB000324.

Cardwell R. K., Isacks B. L.. 1978. Geometry of the Subducted Lithosphere beneath the Banda Sea in Eastern Indonesia from Seismicity and Fault Plane Solutions [J]. Journal of Geophysical Research, 83: 2825-2838.

Hall R.. 2009. Hydrocarbon basins in SE Asia: Understanding Why They Are There [J]. Petroleum Geoscience, 15: 131-146.

Hanebuth T., Statteger K., Grootes P. M.. 2000. Rapid Flooding of the Sunda Shelf: A Late Glacial Sea-level Record [J]. Science, 288: 1033-1035.

Ben-Avraham Z.. 1973. Structural Framework of the Sunda Shelf and vic-



- inity [D]. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology and Woods Hole Oceanographic Institute.
- Iwakuni M., Kato T., Takiguchi H., *et al.* 2004. Crustal Deformation in Thailand and tectonics of Indochina peninsula as seen from GPS observations [J]. Geological Society of America Bulletin, 95(6): 686 – 700.
- Metcalfe I. 2011. Tectonic Framework and Phanerozoic Evolution of Sundaland [J]. Gondwana Research, 19: 3 – 21.
- Michel G. W., Yu Y. Q., Zhu S. Y., *et al.* 2001. Crustal Motion and Block Behaviour in SE Asia from GPS Measurements [J]. Earth and Planetary Science Letters, 187: 239 – 244.
- Mooney W. D., Laske G., Masters T. G. 1998. CRUST 5.1: A Global Crustal Model at 55 [J]. J. Geophys. Res., 103: 727 – 747.
- Rangin C., Le Pichon X., Mazzotti S., *et al.* 1999. Plate Convergence Measured by GPS across the Sundaland/Philippine Sea Plate Deformed Boundary: the Philippines and Eastern Indonesia [J]. Geophysical Journal International, 139: 296 – 316.
- Replumaz A., Karason H., van der Hilst R. D., *et al.* 2004. 4-D Evolution of SE Asia's Mantle from Geological Reconstructions and Seismic tomography [J]. Earth and Planetary Science Letters, 221: 103 – 115.
- Sergei L., Guust N. 2003. Upper Mantle beneath Southeast Asia from S velocity Tomography [J]. Journal of Geophysical Research, 108 (B1): 2048. doi:10.1029/2000JB000073.
- Simons W. J. F., Socquet A., Vigny C., *et al.* 2007. A Decade of GPS in Southeast Asia: Resolving Sundaland Motion and Boundaries [J]. J. Geophys. Res., 112, B06420. doi:10.1029/2005JB003868.
- Smyth H. R., Hamilton P. J., Hall R., *et al.* 2007. The Deep Crust Beneath Island arcs: Inherited Zircons Reveal a Gondwana Continental Fragment beneath East Java, Indonesia. Earth and Planetary Science Letters, 258: 269 – 282.
- Leeuwen V. T. M., Allen C. M., Kadarusman A. 2007. Petrologic, Isotopic, and Radiometric Age Constraints on the Origin and Tectonic History of the Malino Metamorphic Complex, NW Sulawesi, Indonesia [J]. Journal of Asian Earth Sciences, 29: 751 – 777.
- Shen Z. K., Lu J. N., Wang M. 2005. Contemporary Crustal Deformation around the Southeast Borderland of the Tibetan Plateau [J]. Journal of Geophysical Research, 110, B05406, doi: 10.1029/2004JB003421.

## Geodynamic Significance of Tectonic Evolution & Medium Property of Sundaland

ZHANG Jian-guo, HUANGFU Gang, LONG Fei

(Earthquake Administration of Yunnan Province, Kunming 650224, Yunnan, China)

### Abstract

Based on the plentiful survey and study results about geodynamic evolution, contemporary crustal movement observation, inversion of crust and upper mantle structure in Tibet Plateau, Sichuan, Yunnan, Myanmar and Indochina areas, combined with our wild geological survey and knowledge in Thailand and Vietnam in recent years, and for the purpose to establish a geo-tectonic frame that controlling the regional crust movement and deformation, we propose the conceptions of “active block” and “relative stable block”. Our comprehensive analysis demonstrates that Sundaland may play a similar role to the Tarim block, Alashan block and Yangtze block that has the properties of “relative stable block” in the aspects of tectonic evolution, medium characteristics and the contemporary movement and deformation, and it is all these relative stable blocks that constitute the rigid constraint boundary regulating the clockwise rotation of the material extruded from Tibet Plateau laterally. Meanwhile, the point implies that the sphere of influence of lateral extrusion dynamic action by Tibet Plateau may cover the wide region including Sichuan, Yunnan, Myanmar and Northern Indochina, which will be helpful for furthering and improving our understanding about the geodynamic environment of strong earthquake.

**Key words:** Sundaland; relative stable block; ancient continental core; lateral extrusion; clockwise rotation