

文章编号: 1006-6616 (2006) 04-0429-12

印度—澳大利亚板块应力场数值模拟及其动力学分析

冯向东¹, 刘卫华², 魏东平²

(1. 河北省地震局分析预报中心, 河北 石家庄 050021;

2. 中国科学院研究生院计算地球动力学重点实验室, 北京 100049)

摘要: 印度—澳大利亚板块的边界类型和性质十分复杂。本文采用伪三维有限元方法, 利用 WSM2000 观测应力场数据的应力取向和应力状态作为主要约束, 建立了印度—澳大利亚板块岩石层三维模型, 对印度—澳大利亚板块构造应力场进行了数值模拟, 进而探讨印度—澳大利亚板块所受边界力对板块内部应力场的影响。结果显示, 印度—澳大利亚板块的构造应力场主要受到两个因素的控制: ①软流层静压推力; ②来自碰撞带的阻力, 包括喜马拉雅、巴布亚新几内亚、新西兰和印度—澳大利亚板块与欧亚板块的西北边界。而来自俯冲消减带的拉张作用力对板内应力场的作用相对较小。

关键词: 印度—澳大利亚板块; 应力状态; 有限元方法; 动力学模拟

中图分类号: P542⁺.4

文献标识码: A

0 引言

印度—澳大利亚板块的边界类型和性质十分复杂, 它与欧亚板块之间构成了最为典型的大陆—大陆碰撞带——喜马拉雅碰撞带 (图 1), 爪哇至苏门答腊则构成了典型的俯冲边界, 其西南边界是印度洋中脊, 为扩张性的边界; 对于某些局部边界段, 尤其是汤加海沟和巴布亚新几内亚段的动力学机制表现得十分复杂。

1986年, Cloetingh 等^[1]根据很少量的构造应力观测数据, 采用有限元方法, 对印度—澳大利亚板块所受到的各种作用力进行了初步的研究, 他们估算得到的边界应力水平较高, 量级为几百个兆帕; 1995年, Sandiford 等^[2]主要根据 GPS 资料探讨了印度—澳大利亚板块受到的洋脊推力和大陆碰撞力对印度—澳大利亚板块内部应力场的影响, 同时, 根据逐渐累积增多的构造应力场数据, Coblenz 等^[3]研究了澳大利亚大陆应力场的起源, 他们的研究指出, 澳大利亚内部应力场的主要特征可以通过洋脊推力和碰撞边界作用力的平衡得到解释。1998年, Coblenz 等^[4]研究了和地形有关的力 (洋脊推力、大陆碰撞边缘、抬升的大陆壳等) 和

收稿日期: 2005-09-27

基金项目: 国家自然科学基金 (40274035) 资助。

作者简介: 冯向东 (1970-), 男, 助理工程师, 2004年中国科学院研究生院研究生毕业。主要从事地球动力学和地震综合预测的研究。

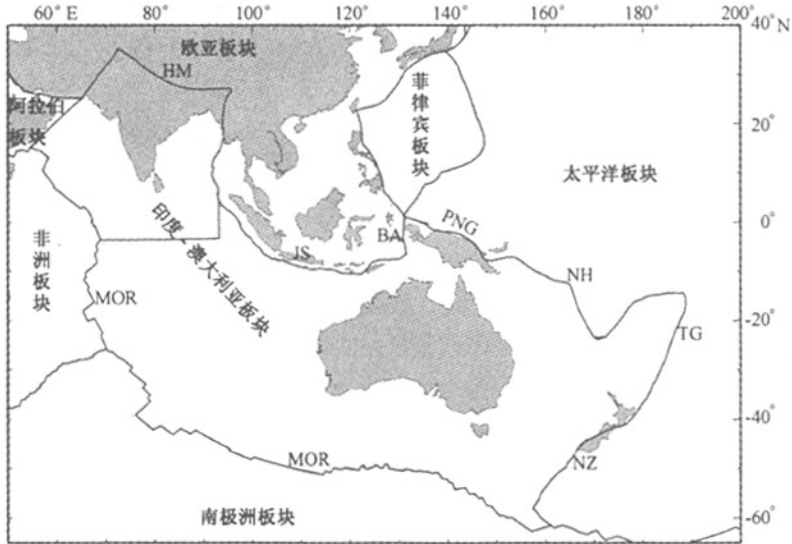


图1 印度—澳大利亚板块示意图

Fig.1 Schematic map of the Indo-Australian plate

HM: 喜马拉雅碰撞带; JS: 爪哇—苏门答腊海沟; BA: 班达弧; PNG: 巴布亚新几内亚;
NH: 新赫布里底; TG: 汤加海沟; NZ: 新西兰俯冲带; MOR: 洋中脊

边界力对印度—澳大利亚板块板内应力场的影响, 他们发现: ①洋脊推力可能是控制印度—澳大利亚板块一阶应力场的主要作用力; ②如果在喜马拉雅、巴布亚新几内亚和新西兰施加作用力用以平衡洋脊推力, 那么, 印度—澳大利亚板块观测应力场的一阶分量就可以解释, 而不需要考虑板块吸力和底部拖曳力; ③印度—澳大利亚板块观测应力场的水平最大应力取向和应力状态信息可在较低构造应力水平 (几十个 MPa) 的基础上进行模拟。2003 年, Zhao 等^[5]采用三维有限元模型, 利用 WSM 观测应力场应力取向作为约束, 研究了澳大利亚大陆内部应力场。

不过, 以上研究大都仅仅考虑印度—澳大利亚板块内部与大尺度构造运动有关的作用力, 而很少考虑局部构造对印度—澳大利亚板块板内应力场的影响, 并且仅仅利用相关观测资料中的方向 (取向) 信息作为惟一的约束。为此在本项研究中笔者采用伪三维有限元模型^[6], 利用 WSM2000 观测应力场水平最大应力取向和应力状态同时作为主要约束条件, 对印度和澳大利亚板块进行动力学数值模拟, 探讨印度—澳大利亚板块所受边界力对板块内部应力场的影响。

1 方法及数据

首先建立印度—澳大利亚板块岩石层三维模型, 包括上地壳、下地壳和固体上地幔 3 层, 上地壳和下地壳厚度相同, 总厚度采用 Mooney 的地壳模型, 固体上地幔厚度统一取为 100km。其中大陆部分上地壳、下地壳、固体上地幔 3 层摄氏零度时的密度分别取 2770kg/m^3 、 2900kg/m^3 、 3440kg/m^3 , 海洋部分上地壳、下地壳、固体上地幔 3 层摄氏零度时的密度分别取 2770kg/m^3 、 3440kg/m^3 , 热膨胀系数的值取为 $3.3 \times 10^{-5} \text{K}^{-1}$ ^[7-9]。弹性介质的杨氏模量取为 $1.70 \times 10^{11} \text{Nm}^{-2}$, 泊松比取为 0.28。研究区域是位于 $-60^\circ \sim 35^\circ$ 、 $57^\circ \sim 190^\circ$

范围内的多边形地域(图1)。在模拟中采用 Lambert 投影,投影中心为(120°, -20°),整个印度—澳大利亚板块划分成 4098 个三角形有限单元,将模型的物理中心固定,防止模型的平移。

模型试验表明^[10],可以假定应力场的垂直分量与 2 个水平分量相互解耦,因而可以分别计算。本文中,利用二维球壳有限元计算应力场的水平分量,首先根据重力均衡原理计算模型各节点的软流层静压推力^[11]。同时考虑各边界作用力、模型内部主要断层的作用力、板块基底的拖曳力等。以上各力共同作用,使得整个模型处于动力平衡的状态,其中板块基底的拖曳力(矩)平衡了其他各力的合力(矩)^[11],每个单元上所受到的拖曳力平均施加在相应单元的 3 个结点上;另一方面,对于应力场的垂直分量,考虑到作为应力解耦条件,根据重力均衡理论可以独立计算各单元的垂直应力场^[10]。这样,利用应力场的水平分量减去垂直分量,便可得到差分应力场,进而利用差分应力场判定介质内部的应力状态。

在模拟中,采用世界应力图计划数据库的 WSM2000^[12]观测应力场质量为 A—D 级数据作为主要约束。WSM2000 共有 10920 个数据,其中 887 个质量为 A—D 级的观测应力场数据落在研究区域中,这 887 个数据分布在 382 个有限单元中,其中 295 个单元中的数据有应力状态,应力状态为张性的有限单元 53 个,走滑性质的 106 个,压性的 136 个(图 2)。为便于描述,将研究区域分成 6 个区域,这 6 个区域分别是:①印度次大陆;②印度洋中脊,包括中印度洋中脊和东南印度洋中脊;③ 90°东洋脊;④澳大利亚大陆;⑤汤加海沟和新西兰俯冲带;⑥巴布亚新几内亚。

印度次大陆区域内部观测应力取向(水平最大主应力方向)整体上呈北北东近南北向,其西北边界有些单元应力取向为北西向,应力状态主要以走滑为主,中部多为压性。印度洋中脊应力取向多与洋脊方向垂直,应力状态为拉张和走滑。90°东洋脊区域,应力取向与海沟方向平行,应力状态以走滑型为主,中部有一些单元为压性。澳大利亚大陆内部应力取向比较复杂,西部应力取向平行于海沟,为近东西向,东南部水平最大主应力多为北西向,垂直于新西兰俯冲带,应力状态以挤压型为主。汤加海沟和新西兰俯冲带区域应力取向垂直于俯冲带,应力状态靠近俯冲带以挤压型为主;汤加海沟处应力场非常复杂,沿海沟处应力取向垂直于海沟,应力状态为压性,稍远离海沟处应力取向却平行于海沟,应力类型则以走滑为主。新几内亚区域应力取向分布较为简单,多为北东向,垂直于边界,应力状态多为挤压型。

2 模拟结果

2.1 各边界断层带作用力相对大小的初步估计

喜马拉雅碰撞带(图 3 中曲线 1)是最典型的大陆—大陆碰撞带,随着这一边界力的逐渐增大(其他边界所施加的边界力为 0,即为自由边界,下同),通过应力取向检验的单元数先减少,当边界力增至 0.6×10^{13} N/m(应力水平 46MPa)后通过应力取向检验的单元数逐渐增加,边界力增至 1.6×10^{13} N/m(应力水平 125MPa)后通过应力取向检验的单元数逐渐减小;同时,通过应力状态检验的单元数随着边界力的增加也是先减少,当边界力增至 0.8×10^{13} N/m(应力水平 60MPa)通过应力状态检验的单元数保持稳定,当边界力增至 1.4×10^{13} N/m(应力水平 100MPa),通过应力状态检验的单元数有一个较大的增加,边界力增至 1.6×10^{13} N/m(应力水平 125MPa),通过应力状态检验的单元数逐渐减小,由此初步推测这

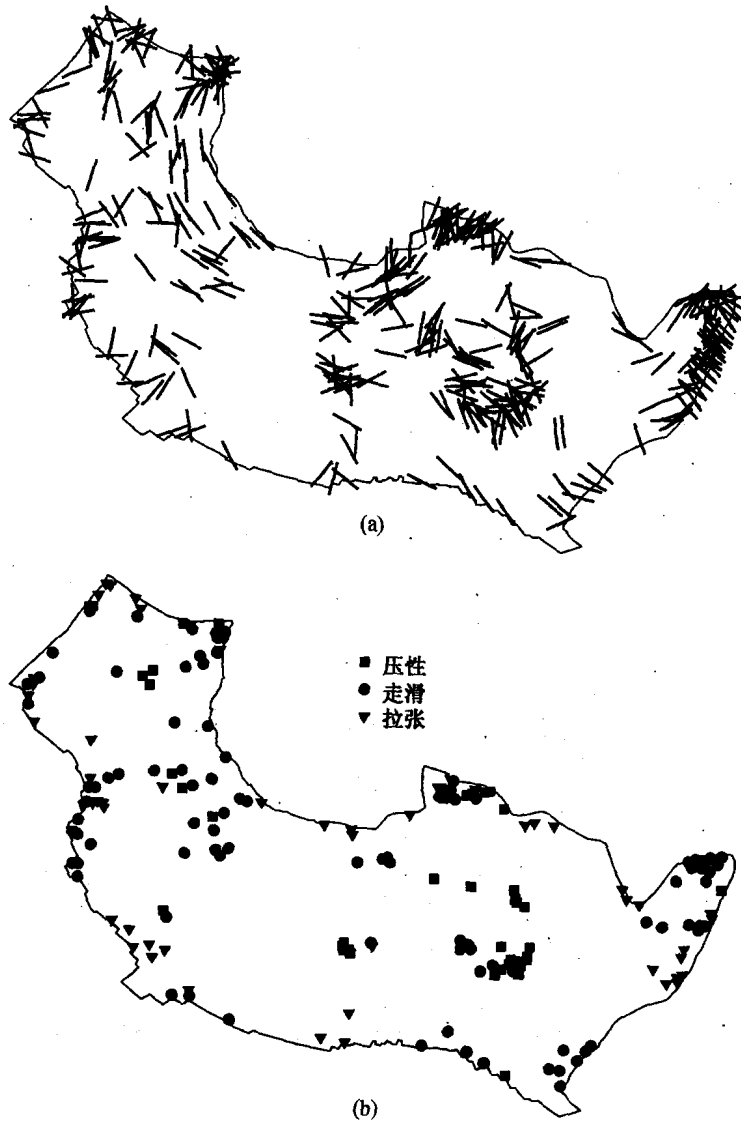
图2 观测应力场数据分布^[12]

Fig.2 Observed stress field data

(a) 观测应力场应力取向数据分布; (b) 观测应力场应力状态数据分布

一边界的作用力范围: 0.6×10^{13} N/m (应力水平 46MPa) 至 2.0×10^{13} N/m (应力水平 150MPa)。这与 Coblenz^[4]得到的 40MPa 左右的作用力比较接近, 但比该地区由 Cloetingh 等^[1]得到得几百 MPa 量级和 Wei^[6]得到的 300 ~ 770MPa 范围的量级小。

新赫布里底海沟 (图 3 中曲线 2), 通过应力取向检验的单元数在边界力为 -0.4×10^{13} N/m (应力水平 30MPa) 时达到最大值, 随后逐渐减少, 当边界力达到 -1.4×10^{13} N/m (应力水平 100MPa) 后通过应力取向检验的单元数减少较快; 当边界力在 -0.4×10^{13} N/m (应力水平 30MPa) 至 -1.4×10^{13} N/m (应力水平 100MPa) 之间变化时通过应力状态检验和应力取向检验的单元数基本保持稳定。因此估计这一边界的作用力范围为 -0.4×10^{13} N/m (应力水

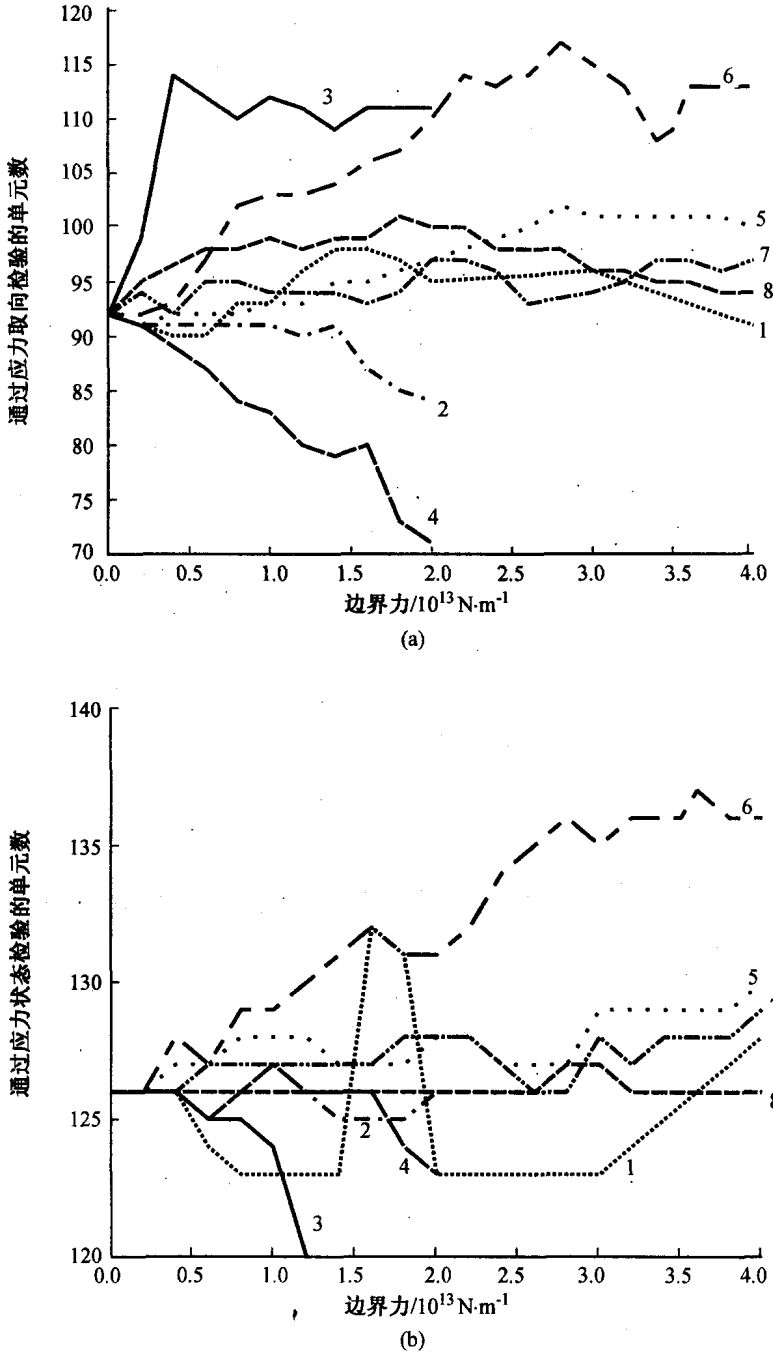


图 3 各边界带作用力的初步估计

Fig.3 Primary estimate of forces acting on various boundaries

(a) 通过应力取向检验的单元数；(b) 通过应力状态检验的单元数

- 1. 喜马拉雅；2. 新赫布里底海沟；3. 汤加海沟；4. 板大弧；5. 爪哇苏门答腊海沟；
- 6. 印度—澳大利亚板块和欧亚板块西北边界；7. 新西兰俯冲带；8. 巴布亚新几内亚

平 30MPa) 至 $-1.4 \times 10^{13} \text{ N/m}$ (应力水平 100MPa)。

汤加海沟，太平洋板块在汤加海沟俯冲到印度—澳大利亚板块的下方，对印度—澳大利亚板块运动起到阻碍的作用。模拟结果显示 (图 3 中曲线 3)，当这个施加的边界力为 $0.4 \times$

10^{13} N/m (应力水平 30MPa) 时通过应力场取向检验的单元数达到最大值, 继续增大边界力, 通过应力取向检验的单元数逐渐减少, 通过应力状态检验的单元数也急剧减少, 由此初步估计这一边界的作用力小于 0.4×10^{13} N/m (应力水平 30MPa)。

太平洋板块在班达弧段俯冲到印度—澳大利亚板块的下方, 产生对印度—澳大利亚板块的阻力, 模拟结果显示这一边界力小于 0.4×10^{13} N/m (应力水平 30MPa) (图 3 中曲线 4)。

印度—澳大利亚板块在爪哇—苏门答腊海沟处俯冲到太平洋板块的下方, 整体上受到拉张作用, 图 3 中所显示的边界力为负值, 当边界力为 -2.8×10^{13} N/m (应力水平 215MPa) 时通过应力取向检验的单元数达到最大, 通过应力状态检验的单元数在边界力达到 -3.0×10^{13} N/m (应力水平 230MPa) 后趋于稳定, 因此初步估计这一边界作用力的上限为 -3.0×10^{13} N/m (应力水平 230MPa) (图 3 中曲线 5)。

印度—澳大利亚板块和欧亚板块西北边界属于喜马拉雅碰撞带的一段, 通过应力取向检验的单元数随着这一边界力的增加而增加, 在边界力达到 2.8×10^{13} N/m (应力水平 215MPa) 时达到最大值, 通过应力状态检验的单元数也达到最大值, 因此初步确定这一边界的作用力范围为 0.8×10^{13} N/m 至 2.8×10^{13} N/m (应力水平 60~215MPa) (图 3 中曲线 6)。

在新西兰俯冲带, 太平洋板块俯冲到印度—澳大利亚板块的下方, 图 3 中对应的曲线比较复杂, 通过应力取向检验和应力状态检验的单元数有 3 个稳定段, 通过应力取向检验的单元数在边界力为 2.0×10^{13} N/m (应力水平 150MPa) 时达到最大值, 同时通过应力状态检验的单元数相对稳定, 因此这一边界作用力大小为 0.4×10^{13} N/m 至 2.0×10^{13} N/m (应力水平 30~160MPa) (图 3 中曲线 7)。

在巴布亚新几内亚, 印度—澳大利亚板块俯冲到太平洋板块的下方, 从图中可以看到, 通过应力取向检验的单元数在边界力为 -1.8×10^{13} N/m (应力水平: 138MPa) 时达到最大值, 而通过应力状态检验的单元数不随边界力的增大而变化 (图 3 中曲线 8), 初步估计这个边界的作用力范围为 -0.2×10^{13} N/m 至 -1.8×10^{13} N/m (应力水平: 10~138MPa)。

笔者通过大量的模拟, 从中选取了 5 个有代表性的模型, 来研究不同类型的边界对印度—澳大利亚板块内部应力场的影响。

2.2 模型 01: 仅考虑软流层静压推力

仅考虑软流层静压推力, 通过应力取向检验的单元数为 92, 通过率为 24%, 相对较低。比较模型 01 计算应力取向和观测应力取向, 印度次大陆应力取向和观测应力取向一致性较好, 只是在西北边界几个单元和观测应力取向不一致。印度洋中脊区域通过检验的单元很少, 计算得到的应力取向平行于印度洋中脊, 而观测应力取向则垂直于印度洋中脊, 这是由于计算得到的软流层静压推力在洋中脊小于其他类型的边界 (图 4a)。在 90° 东洋脊区, 沿苏门答腊海沟处通过率较低, 计算应力取向垂直于海沟, 而观测应力场取向平行于海沟, 造成这种现象可能是由于没有考虑喜马拉雅碰撞阻力和苏门答腊俯冲带的拉张作用。澳大利亚大陆区域的东南部应力取向为北东向, 而观测应力场为北西向, 可能是由于新西兰俯冲带的阻力没有考虑造成的。在汤加海沟和新西兰区域内汤加海沟处应力取向和观测应力取向差别较大, 计算应力取向为北东向, 观测应力场取向以北西向为主, 因此汤加海沟来自太平洋板块的阻挡作用对这一区域影响很大。新几内亚区计算应力取向和观测应力取向基本一致。

研究区域通过应力状态检验的单元数为 126, 通过率为 42.7%, 相对较高。同应力取向检验结果相比, 仍然是印度洋中脊区域通过率较低, 计算应力状态多为压性, 而观测值多为张性和走滑。

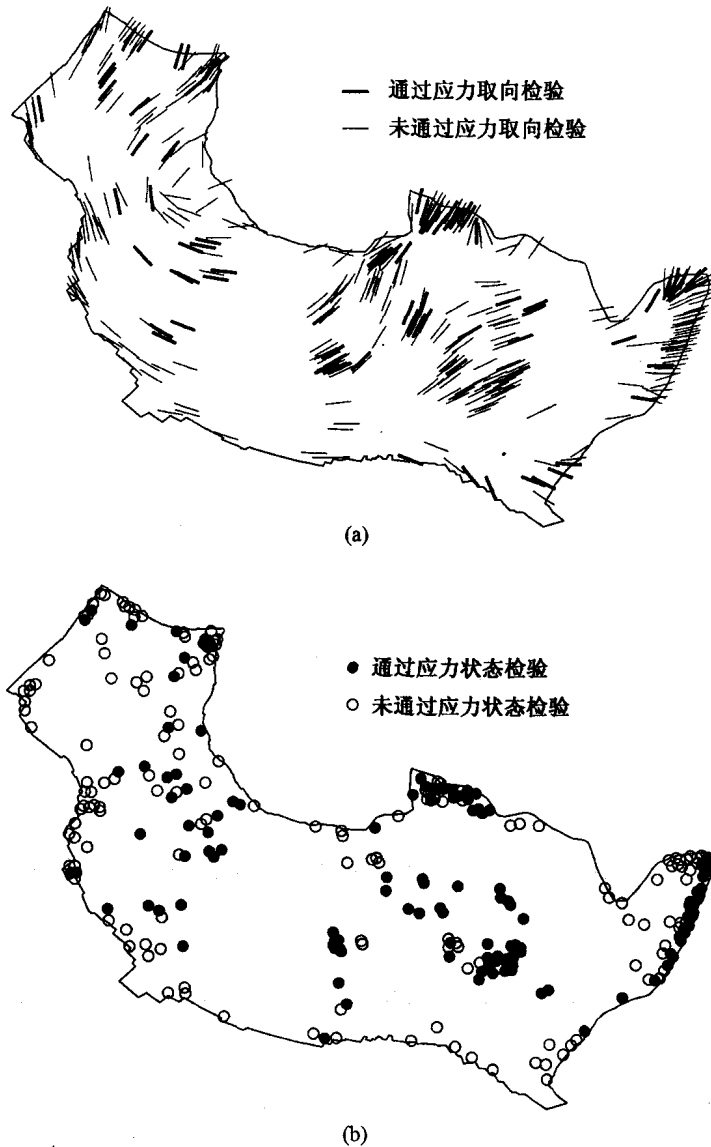


图 4 模型 01：仅考虑软流层静压推力时的模拟结果

Fig.4 Model 01 shows the simulating result when only taking into account the asthenospheric static push

(a) 应力取向检验结果，通过应力取向检验的单元数为 149，有观测数据的单元为 382；(b) 应力状态检验结果，通过应力状态检验的单元数为 126，有观测数据的单元为 295

模型 01 的模拟结果显示，汤加海沟、新西兰俯冲带、苏门答腊作用力对印度—澳大利亚板块内部应力场的影响很大，尤其是汤加海沟、新西兰俯冲带的边界阻力。在模型 02 中将考虑边界阻力对板块内部应力场的作用。

2.3 模型 02：考虑边界带阻力与软流层静压推力

根据第 2.1 节对各边界作用力的初步估计，我们在喜马拉雅碰撞带施加大小为 1.4×10^{13} N/m (应力水平 100MPa) 的作用力，作用方向为 NS 向；在新西兰俯冲带施加 3.5×10^{13} N/m (应力水平 269MPa) 的作用力，作用方向为 N30°W；在汤加海沟施加大小为 0.4×10^{13} N/m (应力水平 30MPa) 的作用力，作用方向为 N30°W；在巴布亚新几内亚施加大小为 1.8×10^{13}

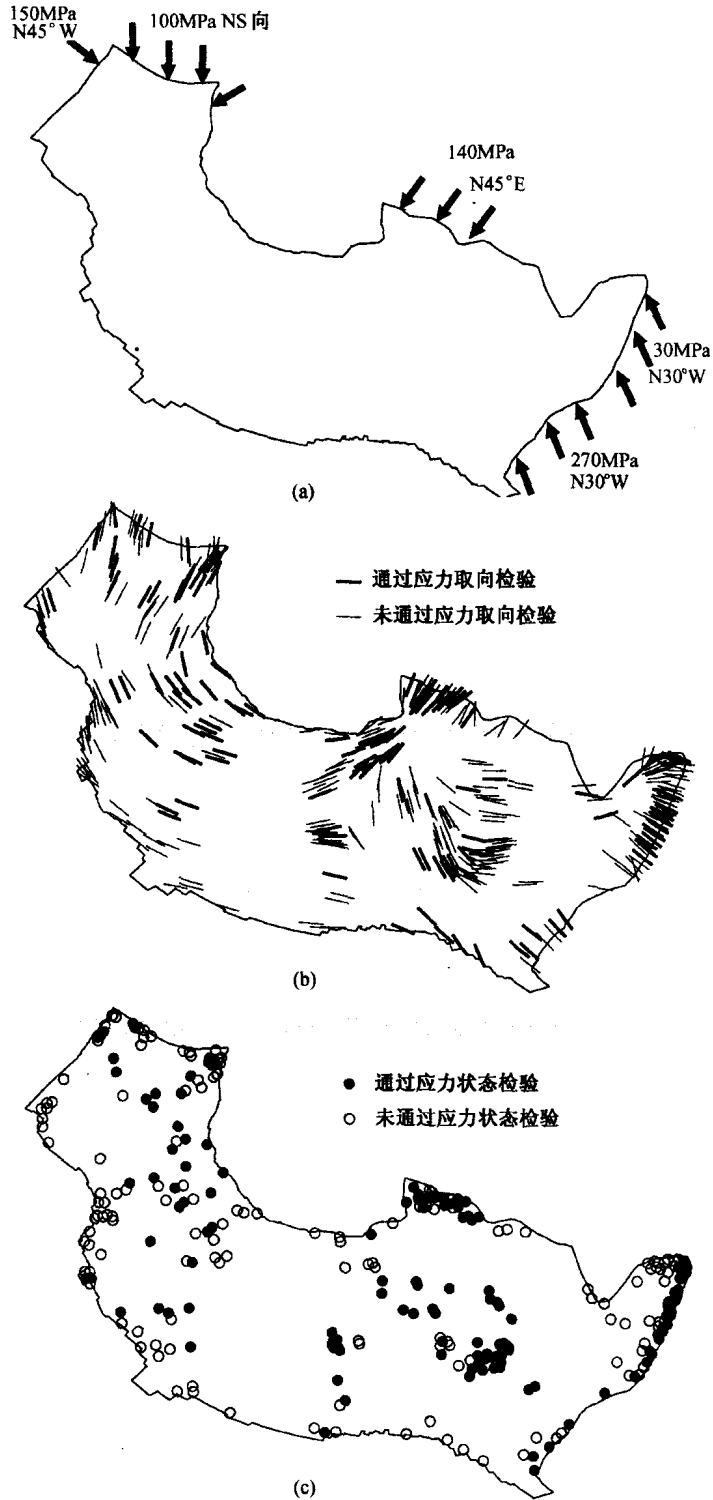


图5 模型02: 考虑碰撞带阻力和俯冲带阻力时的模拟结果
 Fig.5 Model 02 shows the simulating result when only taking into account the resistance at the collision zone and subduction zone
 (a) 边界作用力示意图; (b) 应力取向检验, 通过应力取向检验的单元数为142, 有观测数据的单元为382; (c) 应力状态检验, 通过应力状态检验的单元数为145, 有观测数据的单元为295

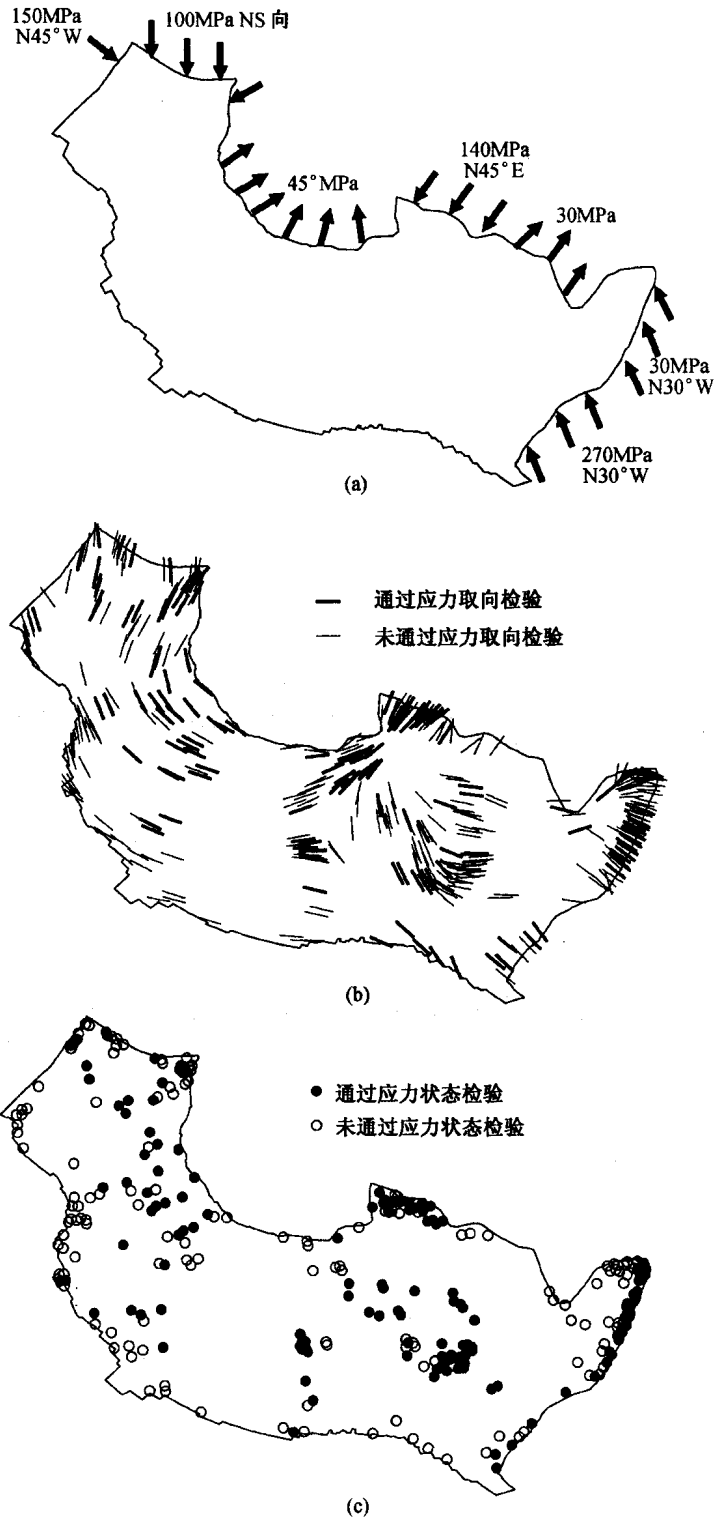


图 6 模型 03：综合考虑所有边界带作用力和软流层静压推力

Fig.6 Model 03: shows the simulation result when the forces acting on all the boundaries and asthenospheric static push are considered

(a) 边界作用力示意图；(b) 应力取向检验，通过应力取向检验的单元数为 149，有观测数据的单元为 382；(c) 应力状态检验，通过应力取向检验的单元数为 138，有观测数据的单元为 295

N/m (应力水平 130MPa) 的作用力, 作用方向为 N45°E; 在印度—澳大利亚板块和欧亚板块西北边界施加大小为 2.0×10^{13} N/m (应力水平 150MPa) 的作用力, 作用方向为 N45°W (图 5a)。

研究区域内通过应力取向检验的单元数为 142, 通过率为 36.2%, 与模型 01 相比有很大提高, 印度次大陆区增加相对不多, 应力取向变化不是太大; 印度洋中脊区, 应力取向几乎没有什么变化; 90°东洋脊区, 通过检验的单元数增加较多, 尤其是沿苏门答腊海沟附近, 绝大多数单元通过了检验; 澳大利亚大陆邻近区增加相对较少, 只是在东南部增加了几个单元, 其他部分反而有所减少; 沿汤加海沟附近区域的单元多数通过了检验; 巴布亚新几内亚边界附近应力状况也有很大改善 (图 5c), 通过应力状态检验的单元数为 145, 通过率为 49.1%, 有很大的提高, 但在印度洋中脊区, 通过应力状态检验的单元数并没有增加。模型 02 显示, 边界带的阻力对印度—澳大利亚板块应力场有很大的影响。

2.4 模型 03: 综合考虑所有边界带作用力和软流层静压推力

在模型 02 所施加边界力的基础上, 考虑俯冲边界拉张作用力, 施加的作用力如图 6a 所示。通过应力取向检验的单元数为 149, 通过率为 39%, 同模型 02 相比有所提高, 整体上变化并不明显, 印度洋中脊区通过率很低。模型通过应力状态检验的单元数为 138, 通过率为 46.7%, 比模型 02 有所降低。由此可以看出, 俯冲带的作用力对板块内部的应力场的影响较小。

3 结果分析与讨论

通过对各边界作用力的数值模拟, 可以看出印度—澳大利亚板块内部应力场主要受以下两个因素的控制: ①软流层静压推力; ②来自碰撞带的阻力, 包括喜马拉雅、巴布亚新几内亚、新西兰、印度—澳大利亚板块和欧亚板块的西北边界。表 1 列出了经过模拟得到的各边界与断层带的特征作用力及相应的应力水平。

表 1 模拟得到的主要边界段的特征作用力及相应的应力水平

Table 1 Simulated characteristic forces acting on main boundaries and related stress levels

	边界性质	特征作用力/ $N \cdot m^{-1}$	应力水平/MPa	作用方向
喜马拉雅碰撞带	挤压	1.4×10^{13}	100	NS
爪哇—苏门答腊海沟	俯冲带挤压	0.6×10^{13}	45	N45°E
班达弧	弱张性	0	0	—
巴布亚新几内亚	压性	1.8×10^{13}	130	N45°E
新赫布里底	拉张	0.8×10^{13}	30	N45°E
汤加海沟	挤压	0.4×10^{13}	30	N30°W
新西兰俯冲带	碰撞挤压	3.5×10^{13}	270	N30°W
印度—澳大利亚板块和 欧亚板块西北边界	碰撞挤压	2.0×10^{13}	150	N45°W
洋中脊	拉张	自由边界	—	—

软流层静压推力, 其本质是由于板块自重、岩石层底部的起伏和地形起伏造成的作用力, 对于单纯的海洋板块边界或系统, 软流层静压推力与洋脊推力几乎完全等价, 在大陆板

块边界软流层静压推力的合力为零, 并不驱动板块运动^[11]。因此对于印度—澳大利亚板块而言, 软流层静压推力的作用等价于洋脊推力。这与 Coblenz 等^[3]1995 年对澳大利亚大陆应力场和 1998 年 Coblenz^[4]对印度—澳大利亚板块板内应力场研究中得到的结果基本一致。笔者的结果还显示, 俯冲消减带的拉张作用力对板内应力场的作用相对较小, 与以往的研究结果一致, 而对于班达弧 (bandarc), 结果显示在这一边界施加拉张的作用力更好, 与以往的相关研究中这一边界受到弱挤压作用力的结果不太一致^[1,3-4,8-9]。本文给出的边界力的幅度比 Coblenz 等^[2-4]在 1995 年与 1998 年得到的几兆帕将近高一个数量级, 但为 1986 年 Cloetingh 等^[1]所得到的几百兆帕的 1/5 左右。

由于模型本身的限制, 在我们的模拟结果中, 中印度洋脊区预测的应力取向和应力状态均与观测数据相差较大, 对印度板块和澳大利亚板块之间的新的消减带的模拟效果也不理想, 我们将在以后的研究中进行进一步的探讨和改进。

参 考 文 献

- [1] Cloetingh S, Wortel R. 1986. Stress in the Indo-Australian plate. *Tectonophysics*, 132: 49 ~ 67.
- [2] Sandiford M, Coblenz D, Richardson RM, 1995. Focusing ridge-torques during continental collision in the Indo-Australian plate. *Geology*, 23: 653 ~ 656.
- [3] Coblenz D, Sandiford M et al., 1995. The origins of the intraplate stress field in continental Australia [J]. *Earth and Planetary Science Letters*, 133: 299 ~ 309.
- [4] Coblenz D, Shaohua Z et al., 1998. Topography, boundary forces and the Indo-Australian intraplate stress field. *J. Geophys. Res.* Vol. 103, No. B1: 919 ~ 932.
- [5] Zhao S, Müller RD, 2001. The tectonic stress field in continental Australia. PESA' s Eastern Australasian Basins Symposium, Melbourne, vic, 25 ~ 28: 61 ~ 70.
- [6] Wei D P, 1997. Pseudo-3-D spherical modeling of the intraplate stresses of the Eurasian plate: implications to plate dynamics: [D] [学位论文]. Tokyo: Earthquake.
- [7] Kono M, Fuko Y, Yamamoto A, 1989. Mountain building in the central Andes [J]. *J. Geophys. Res.*, 94: 3869 ~ 3905.
- [8] Parsons B, Sclater J G, 1977. An analysis of the variation of ocean floor bathymetry and heat flow with age [J]. *J. Geophys. Res.*, 82: 803 ~ 827.
- [9] Zhao S, Müller R D, 2003. Three-dimensional finite-element modeling of the tectonic stress field in continental Australia. *Geol. Soc. Australia Spec. Publ.* 22, and *Geol. Soc. America Spec. Pap.* 372: 71 ~ 89.
- [10] Saito A. 1995. Differential stress fields in the Nazca and South American plates: Two dimensional modeling taking into account the plate and crustal structure variations and plate driving forces: [M] [学位论文]. Tokyo: Earthquake Research Institute of University of Tokyo.
- [11] 魏东平. 软流层静压推力及其板块动力学意义 [J]. *地质力学学报*, 2000, 6 (1): 4 ~ 14.
- [12] <http://www-wsm.physik.uni-karlsruhe.de/pub>.

NUMERICAL SIMULATION AND DYNAMIC ANALYSIS OF THE STRESS FIELD OF THE INDO-AUSTRALIAN PLATE

FENG Xiang-dong¹, LIU Wei-hua², WEI Dong-ping²

(1. *Seismological Bureau of Hebei Province, Shijiazhuang 050021, Hebei;*

2. *Computational Geodynamics Laboratory, Graduate School, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049*)

Abstract: The types and nature of the Indo-Australian plate are very complex. A 3D lithosphere model of the Indo-Australian plate is constructed and numerical simulation of the tectonic stress field of the Indo-Australian plate is performed by using the pseudo-3D finite element method and adopting the WSM2000 observed stress data and stress state as constraints, and then the influence of the boundary forces applied at the Indo-Australian plate on the intraplate stress field is discussed. The results show that the intraplate tectonic stress field of the Indo-Australian plate is mainly controlled by two factors: (1) the asthenospheric static push; and (2) the resistance coming from collision zones, including Himalaya, Papua New Guinea, New Zealand and the northwestern boundary between the Indo-Australian plate and Eurasian plate. However, the effect of the extensional forces from the subduction zone on the intraplate stress field is relatively small.

Key words: Indo-Australian plates; stress state; finite element method; dynamic simulation

(上接第 444 页)

CONTROLS OF NON-SYNDEPOSITIONAL FAULTS ON THE CHANGE IN THICKNESS OF STRATA ADJACENT TO FAULTS

YI Shun-hua, ZHU Zhang-xian, JIN Jun, DAN Wei

(*Faculty of Earth Sciences, China University of Geosciences, Wuhan 430074, Hubei, China*)

Abstract: This paper discusses the changes in thickness of strata adjacent to faults induced by non-syn depositional faulting according to outcrop-scale structural phenomena, geophysical maps, model experiments and domestic and foreign data. These changes are manifested by the following features: under the action of normal faulting the hanging wall thickens while the footwall thins, but under the action of reverse faulting the reverse is the case; in the case of a strike-slip fault, the thickening and thinning phenomena appear at the "slip-forward end" and "slip-apart end" respectively. This view has practical guidance significance for the petroleum, engineering and mineral prospecting sectors and also deepens the understanding in the theoretical study of structural geology.

Key words: non-syn depositional fault; places adjacent to fault; change in thickness of strata; fault nature