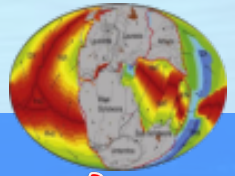
青岛海洋科学与技术国家实验室
Qingdao National Laboratory of Marine Science and Technology

北京大学“重构学术经典，再造地学大师”学术报告



微地块与大板块
——洋底构造新思考

报告人：李三忠

索艳慧、郭玲莉、姜素华、朱俊江、李玺瑶、姜兆霞、刘一鸣、王光增、周洁、赵淑娟、曹花花

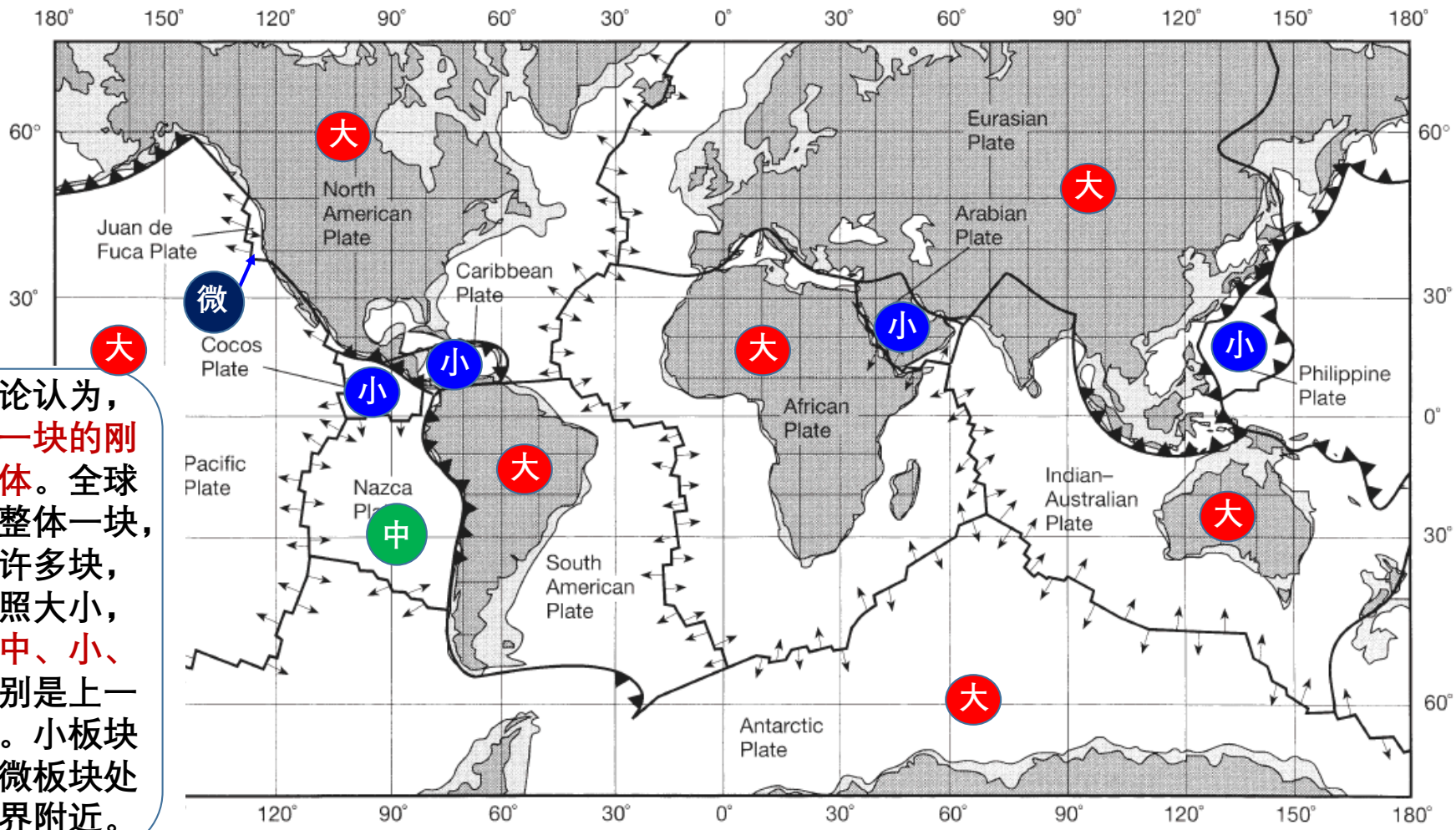
中国海洋大学、海底科学与探测技术教育部重点实验室、海洋矿产资源评价与探测技术功能实验室

2020-10-21北京

报告题纲

- 微地块与大板块原理
- 微地块与大板块差异
- 微地块与大板块关系
- 微地块的深浅耦合
- 微地块循环与Wilson旋回
- 洋内动力地球新思考

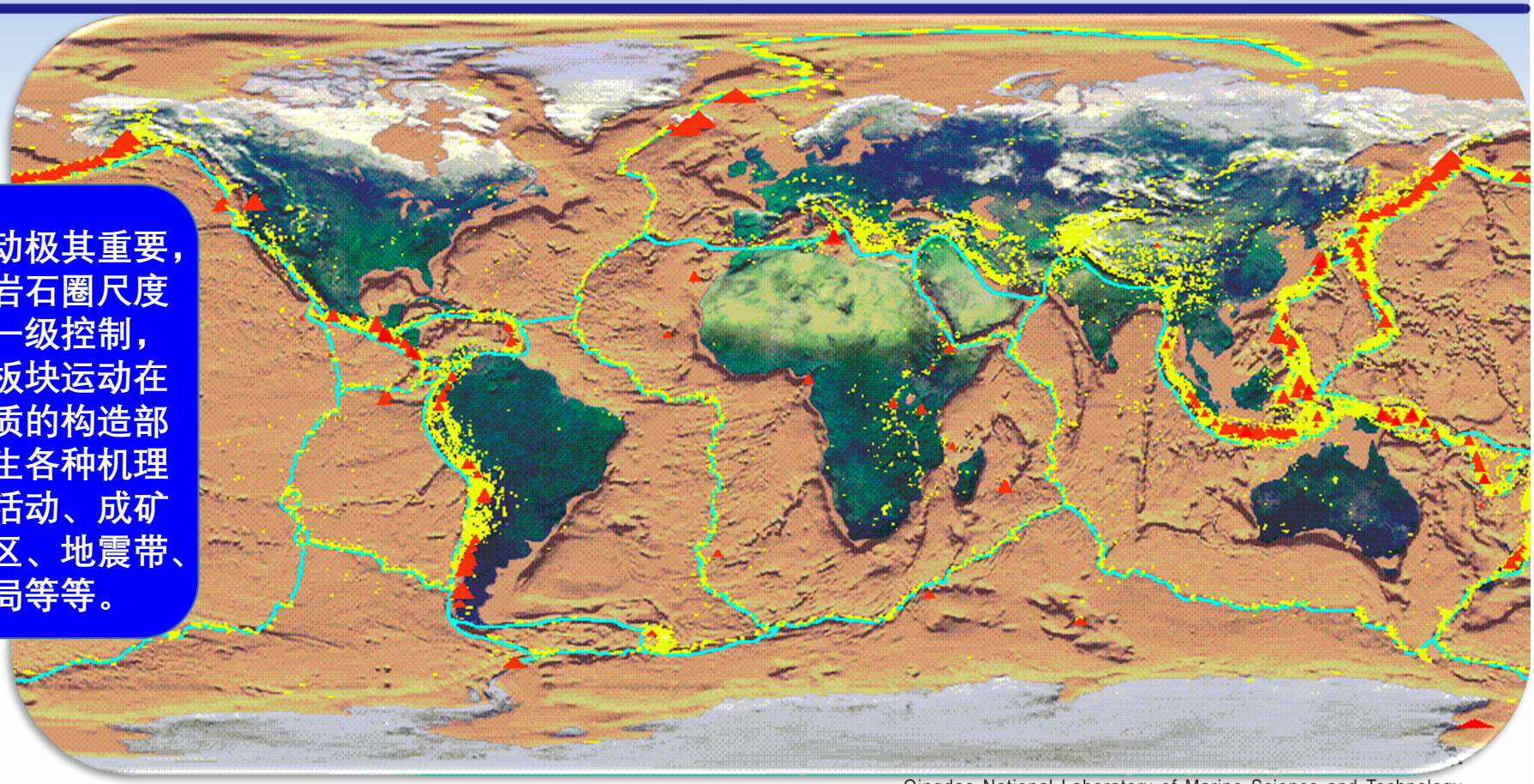
板块构造理论认为，板块是完整一块的刚性岩石圈块体。全球岩石圈并非整体一块，而是分裂成许多块，所以板块按照大小，可分为大、中、小、微板块，分别是上一级一半大小。小板块赤道附近，微板块处于大板块边界附近。



50年的关注：早期7个大板块划分与重建

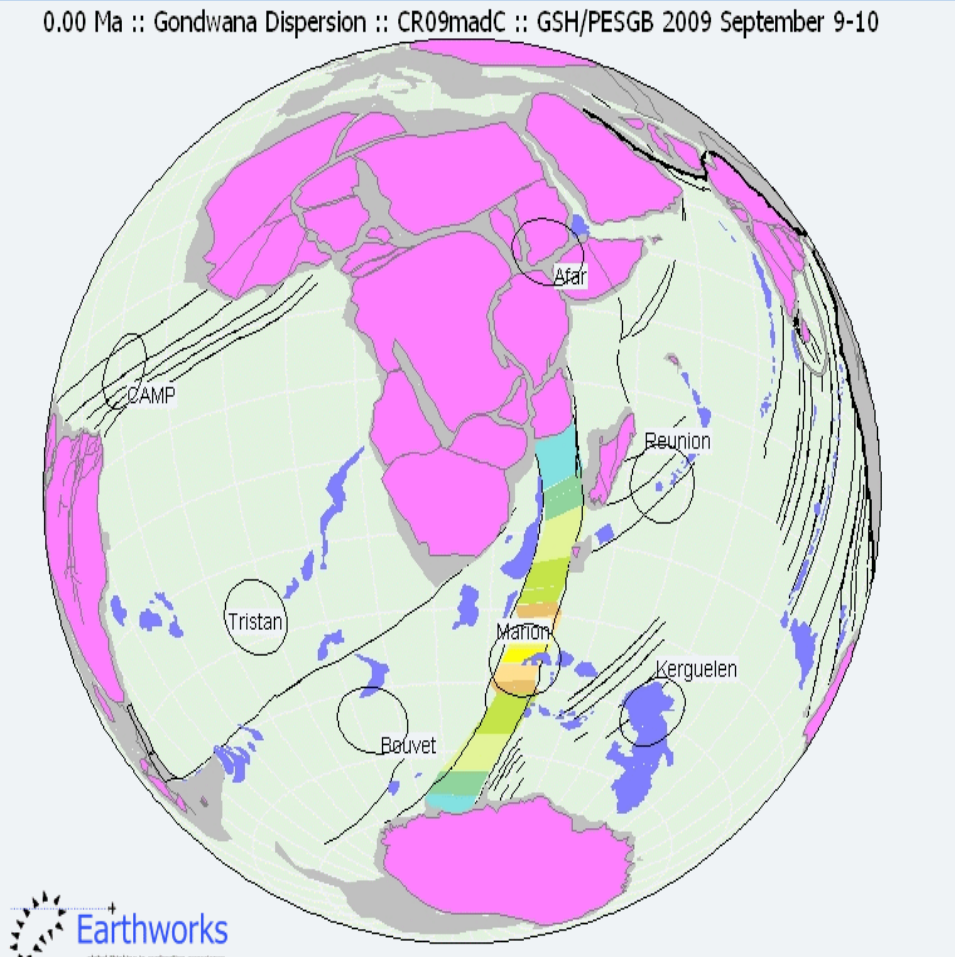
回顾：板块构造效应

板块运动极其重要，是地球岩石圈尺度现象的一级控制，不停的板块运动在不同性质的构造部位，产生各种机理的岩浆活动、成矿分带分区、地震带、地貌格局等等。

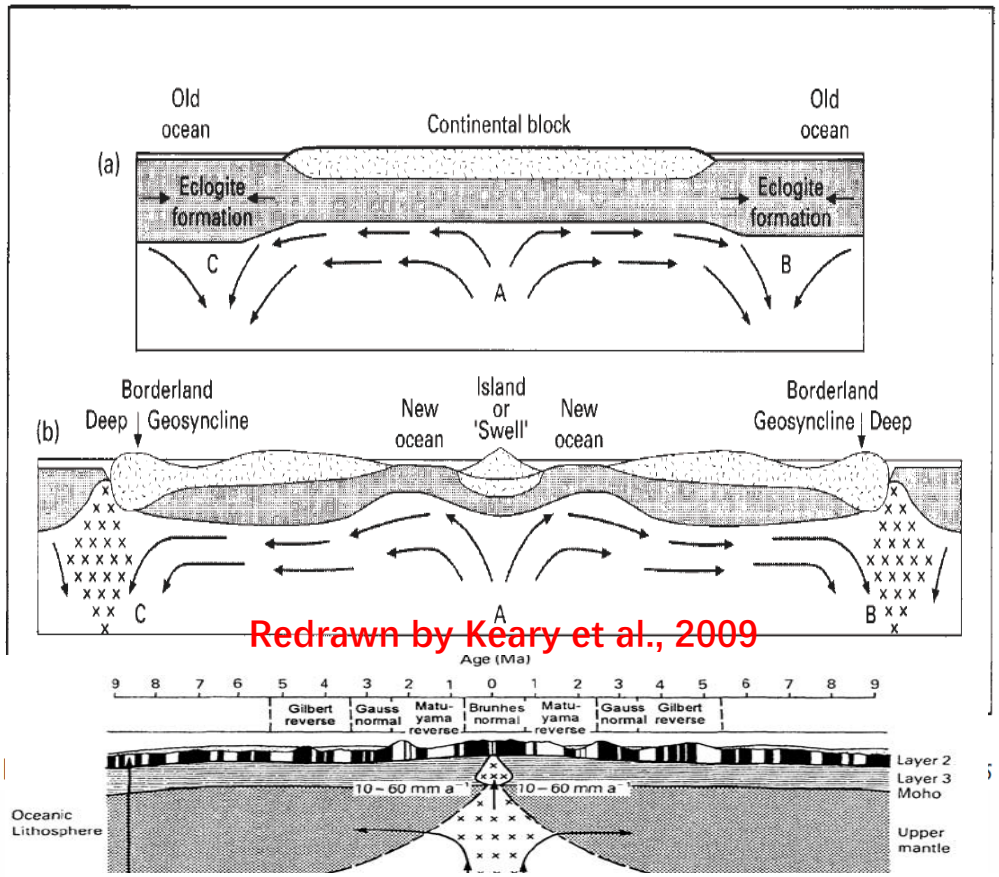


回顾：板块构造原理

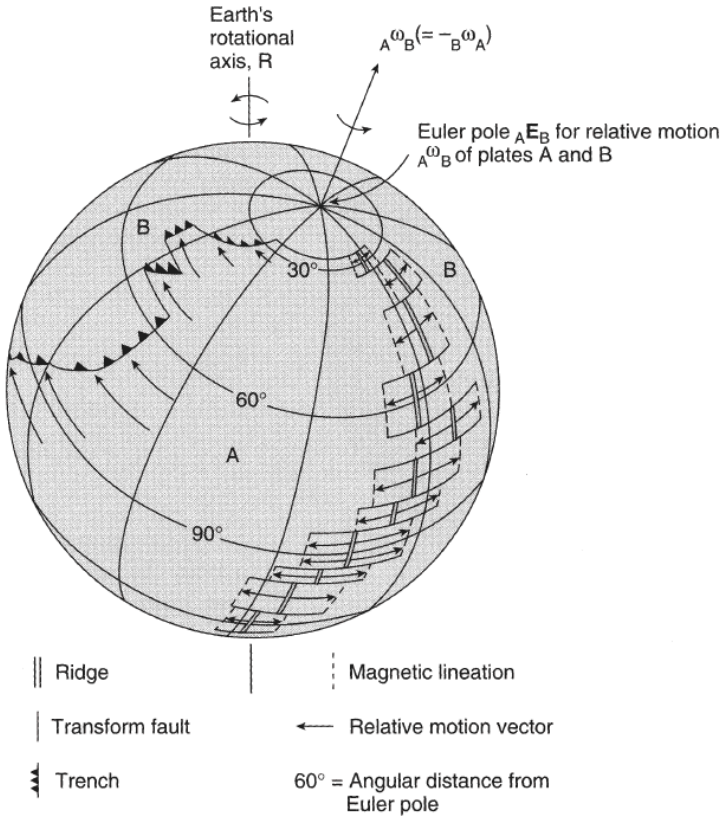
1. 几何学：垂向上，地球表层由刚性的岩石圈构成，板块位于软流圈之上；平面上，岩石圈可划分为7-13个板块；
2. 运动学：板块围绕欧拉极在地球表面做小圆、刚性和水平运动；
3. 变形性：板块内部是刚性的，变形主要集中在板块边缘；
4. 周期性：大洋板块在洋中脊生成、俯冲带消亡，循环往复，Wilson循环生消过程；
5. 活动论：大陆漂移是被动的，海底扩张是主动的；
6. 动力学：地幔对流驱动板块运动。



回顾：板块构造驱动机制



Redrawn by Keary et al., 2009



青岛海洋科学与技术国家实验室

传统板块构造理论认为：地幔对流是主动的、终极的板块驱动力

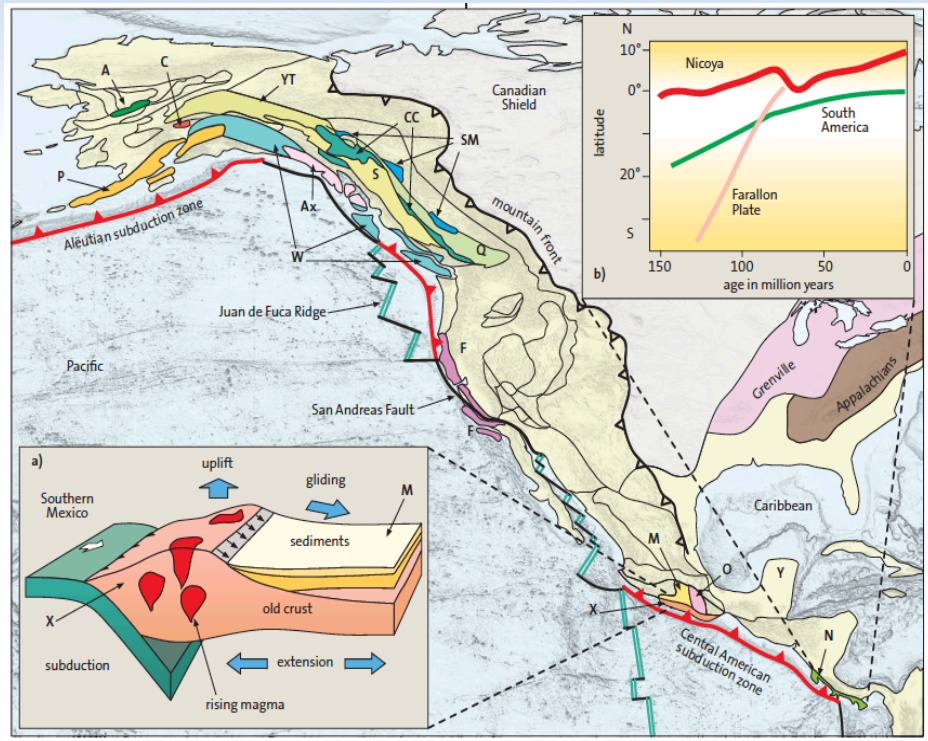
新理念：从大板块到微地块的转变

- 微地块必须满足以下4个条件：
  - 平面几何上，面积相对微小，大小约$10^5 km^2$级，长宽约300km；
  - 相对统一的运动块体，具有统一的运动学行为，GPS现今速度场或板块重建的速度场上相对一致；可以是刚性微板块；
  - 动力学起因具有多样性，一个微地块具有统一的主导成因，如因俯冲、碰撞、拆沉、底侵、地幔柱、旋转、转换走滑等构造作用，微地块驱动力可构成成因链；
  - 具有相对独立的演化史。

微地块成因不唯一，不需要去解决板块构造理论给自身带来的麻烦：板块构造起源的唯一性！

微地块不同称谓

前人提出的部分大洋台地（oceanic plateau）、增生楔或杂岩（accretionary wedge or complex）、弧地体（arc terrane）、地体（terrane）、超级地体（superterrane）、拼贴体（collage）、微陆块（micro-continent）、地块群（massif）、微板块（microplate）、亚板块（sub-plate）、幼板块（platelet）、陆核（cratonic nuclei）、地盾（shield），以及最近10年来层析成像揭示的地幔内部大量拆沉的地幔小块体等，这些微小块体（微地块，Micro-block）的成因机制、演化过程等逐步得到重视并成为学科研究前沿。



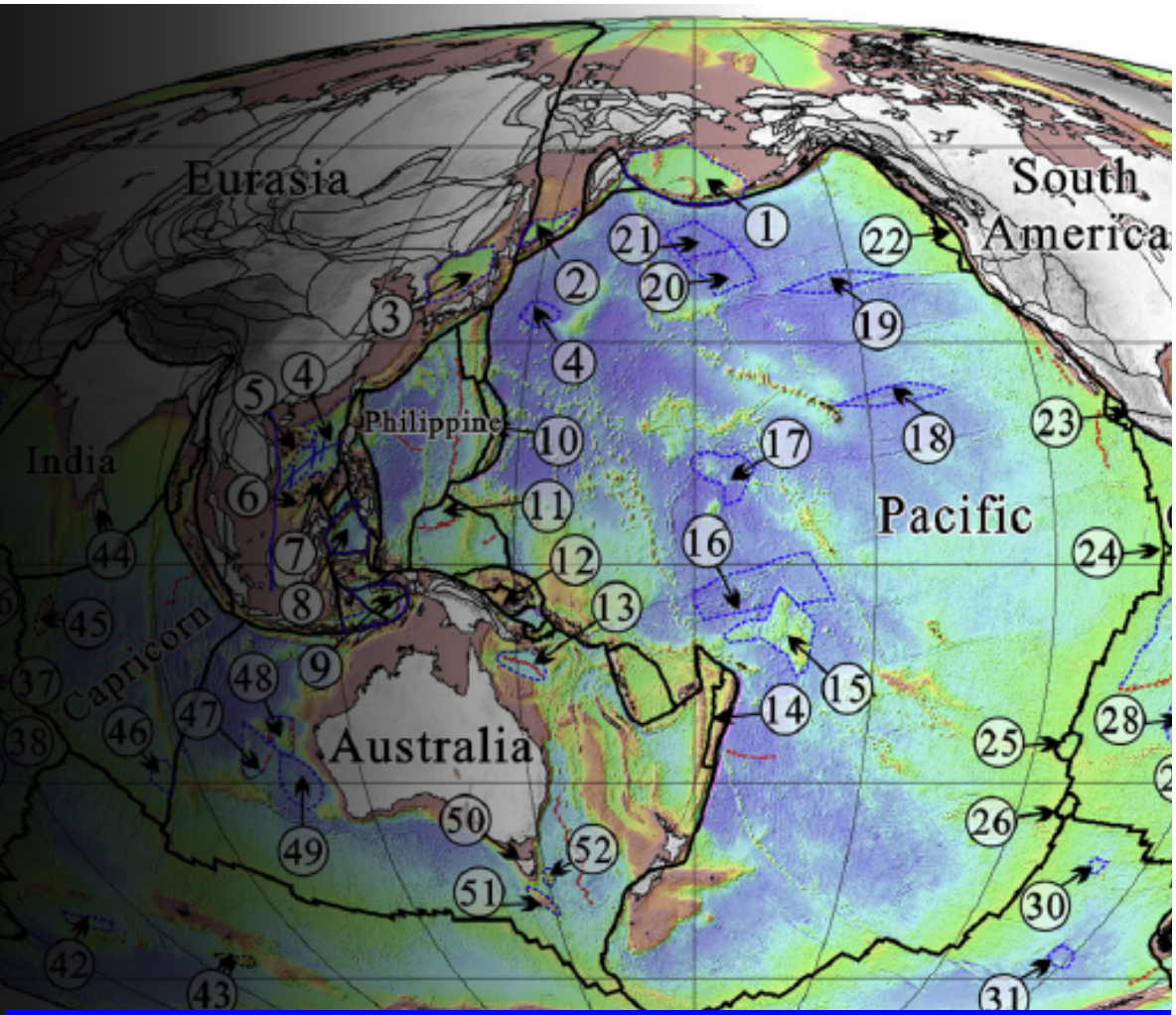
章太炎

章太炎（1869年1月12日—1936年6月14日），浙江余杭人。原名学乘，字枚叔（以纪念汉代辞赋家枚乘），后易名为炳麟。因反清意识浓厚，慕顾绛（顾炎武）的为人行事而改名为绛，号太炎。世人常称之为“太炎先生”。早年又号“膏兰室主人”、“刘子骏私淑弟子”等，后自认“民国遗民”。清末民初民主革命家、思想家、著名学者，研究范围涉及小学、历史、哲学、政治等等，著述甚丰。

“析狗至微而无狗”

微地块构造原理

- **几何学：**垂向上，不仅岩石圈，而且地幔深部都发育于刚性微地块，可分为微陆块、微洋块、微幔块，是壳幔系统的重要独立微小构造单元；平面上，现今地球表层可划分为上千个微地块及深部地幔还有大量微幔块发育；
- **运动学：**微地块不仅可围绕欧拉极在地球表面做小圆、刚性、水平运动和自轴旋转运动；垂向上还可跨圈层做上下运动。
- **变形性：**微地块内部是刚性的，也可以具可变形性，变形主要集中在微地块边缘；
- **周期性：**微地块可在任何构造部位生消，相对独立的演化史，发生发展遵循非Wilson或Wilson旋回，周期时限不等；
- **活动史：**微地块可以曾经是大板块，其运动多数是被动的，非板块体制下也可发育；超越板块边缘局限，可活动或死亡于构造单元各部位。
- **动力学：**微地块的驱动力机制具有多样性、关联性，终极驱动力为瑞利-泰勒不稳定性。

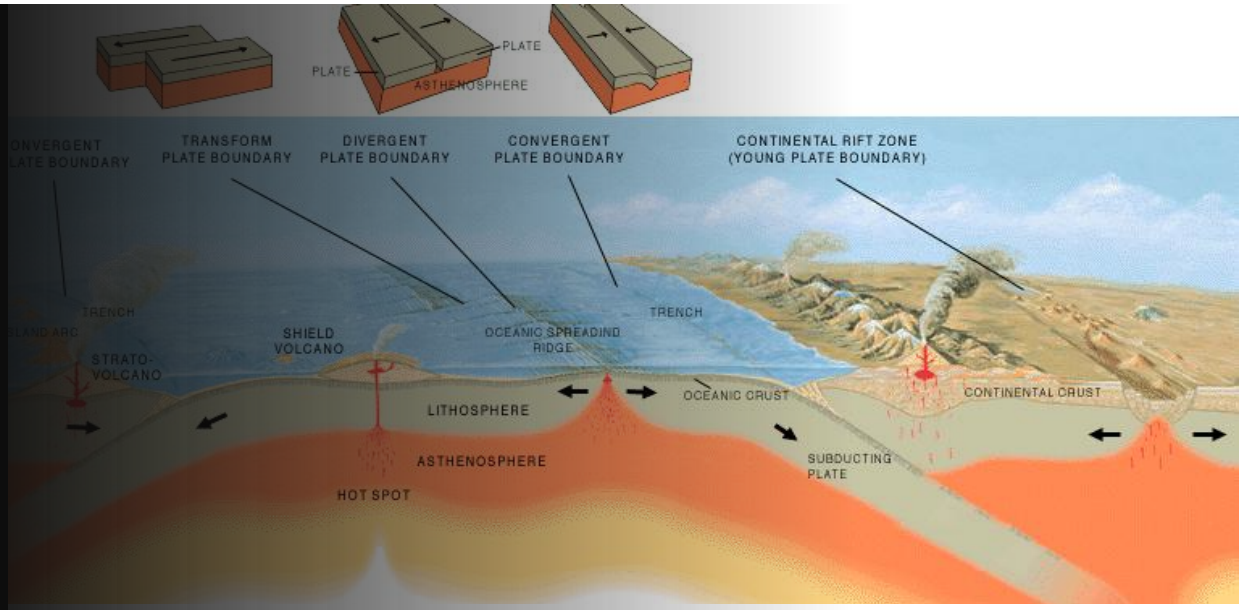


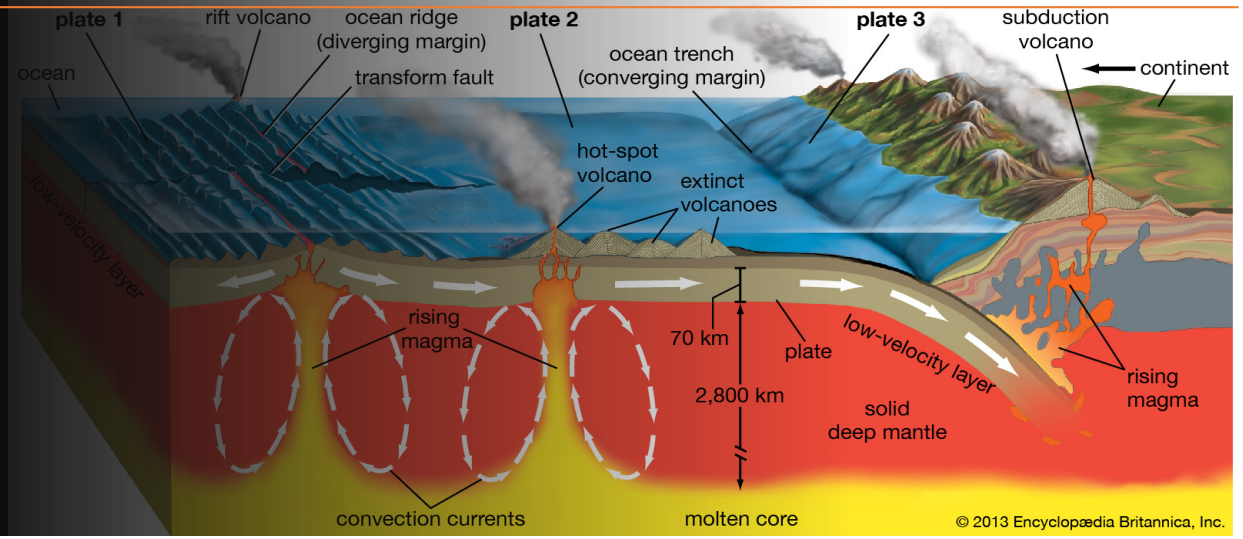
已知全球活动的微地块超过100个，按照GPlates划分，死亡的可能超过1000个

报告题纲

- 微地块与大板块原理
- 微地块与大板块差异
- 微地块与大板块关系
- 微地块的深浅耦合
- 微地块循环与Wilson旋回
- 洋内动力地球新思考

1.边界差异：板块三类基本边界为俯冲带、洋中脊和转换断层

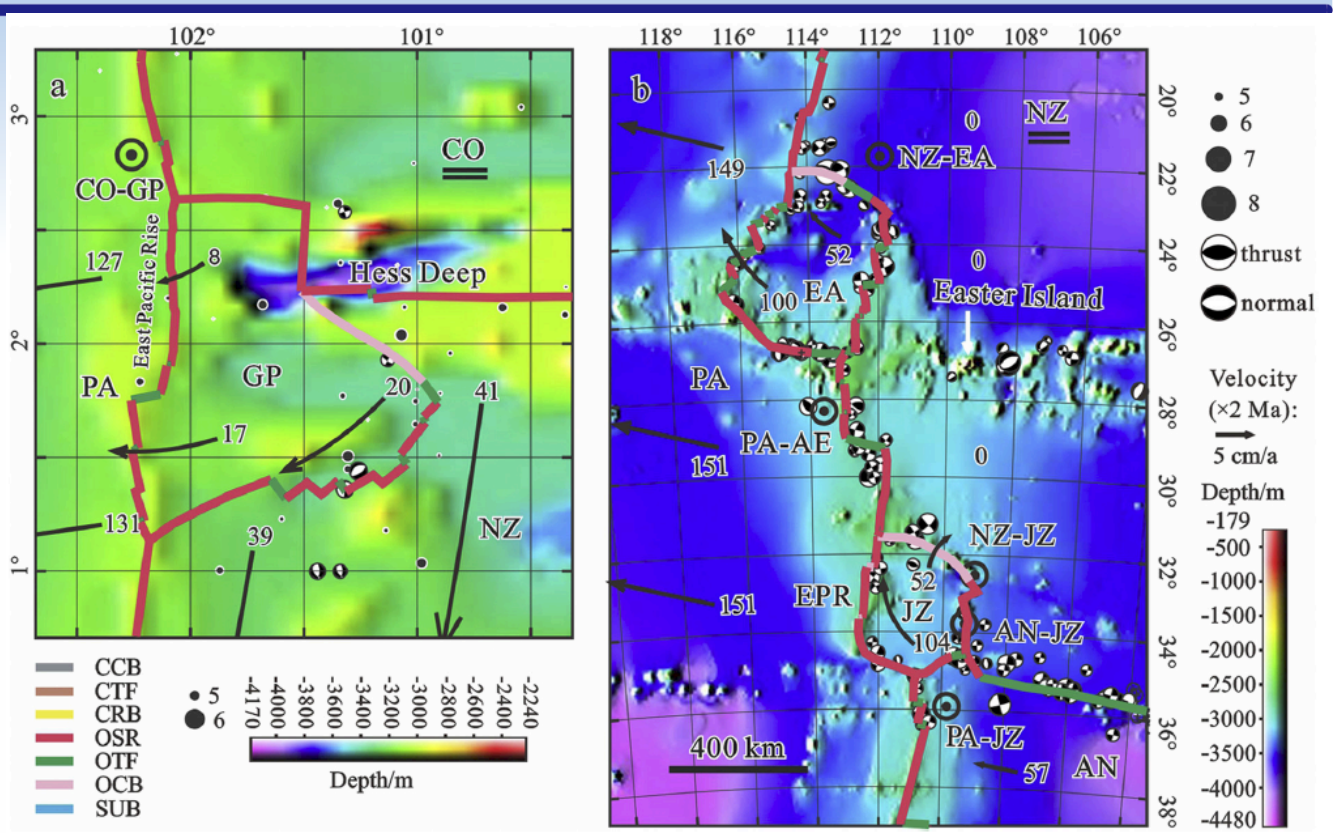




微地块边界类型

微地块边界类型丰富，不局限于比板块的**离散、汇聚和转换**三种边界，还可以是：

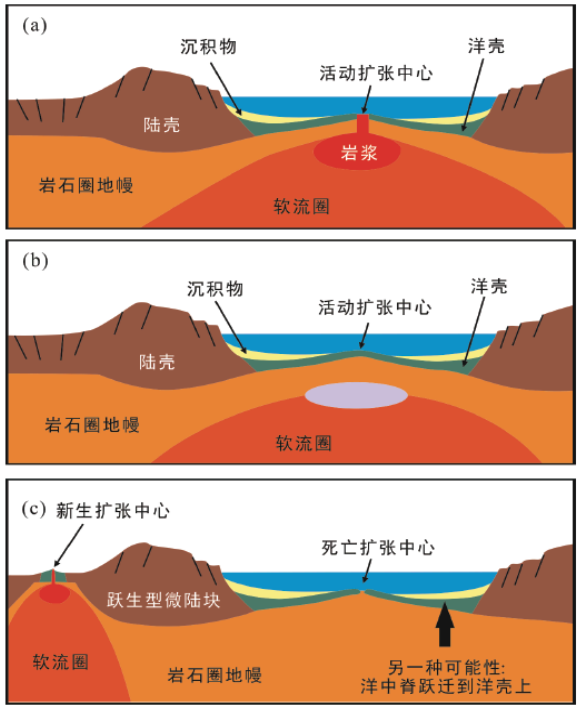
活动的或死亡的：拆离断层、俯冲带、洋中脊、转换断层、走滑断层、、破碎带、切割岩石圈的断裂、假断层、洋内汇聚带、叠接扩张中心、非叠接扩张中心、洋中脊断错、流变学不连续面等13种以上，即，**一切大型断裂接可能为微地块边界，因而，三节点类型也不只16种。**



2. 组成差异：板块必须是岩石圈组成

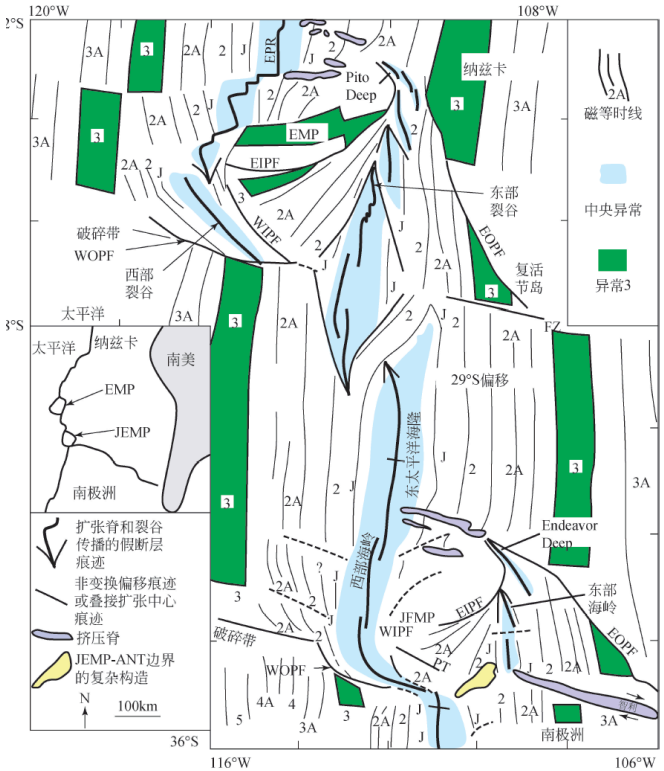
复杂材料属性的岩石圈怎么可能有统一流变行为？因而岩石圈内部常见板内变形，微地块组成上相对统一，可按组成分为三类。

微陆块

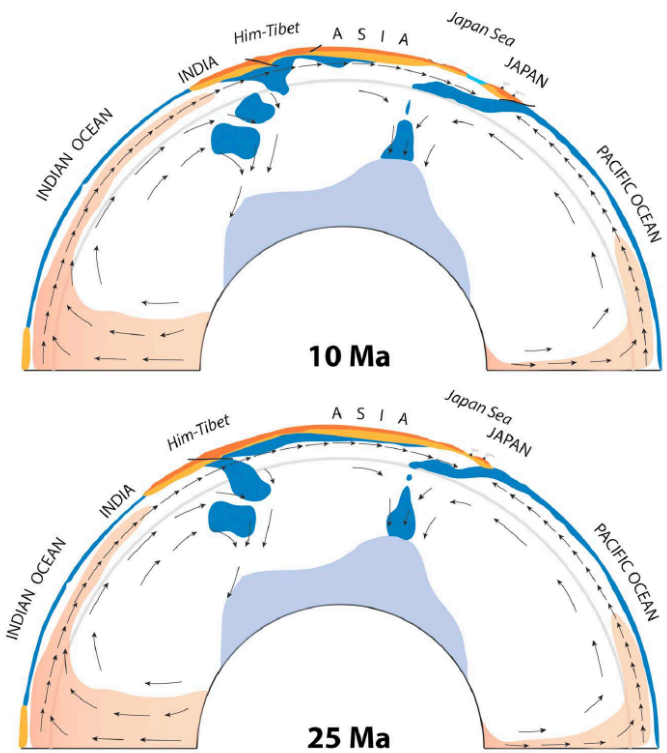


(a) 大陆解体后岩浆上涌导致海底扩张；(b) 当岩浆供应量减少时，形成新生洋壳变薄；(c) 裂谷拓展进入薄弱陆壳，裂离大陆碎片，形成跃生型微陆块。

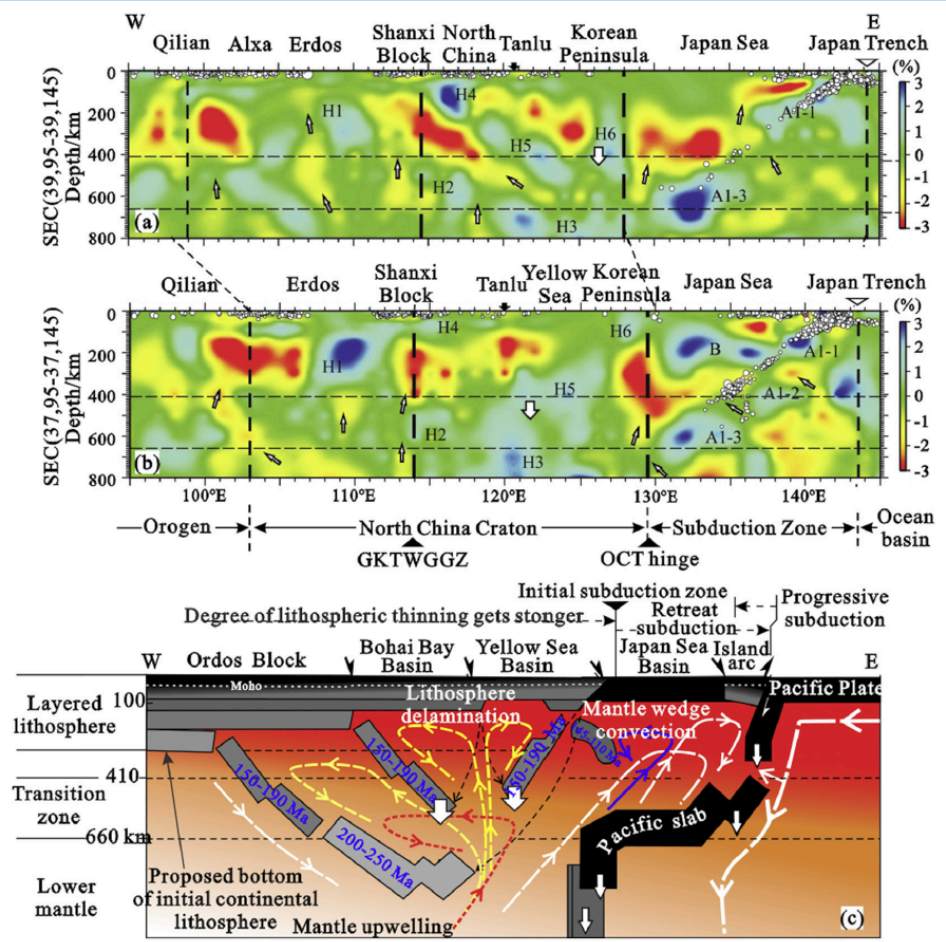
微洋块



微幔块

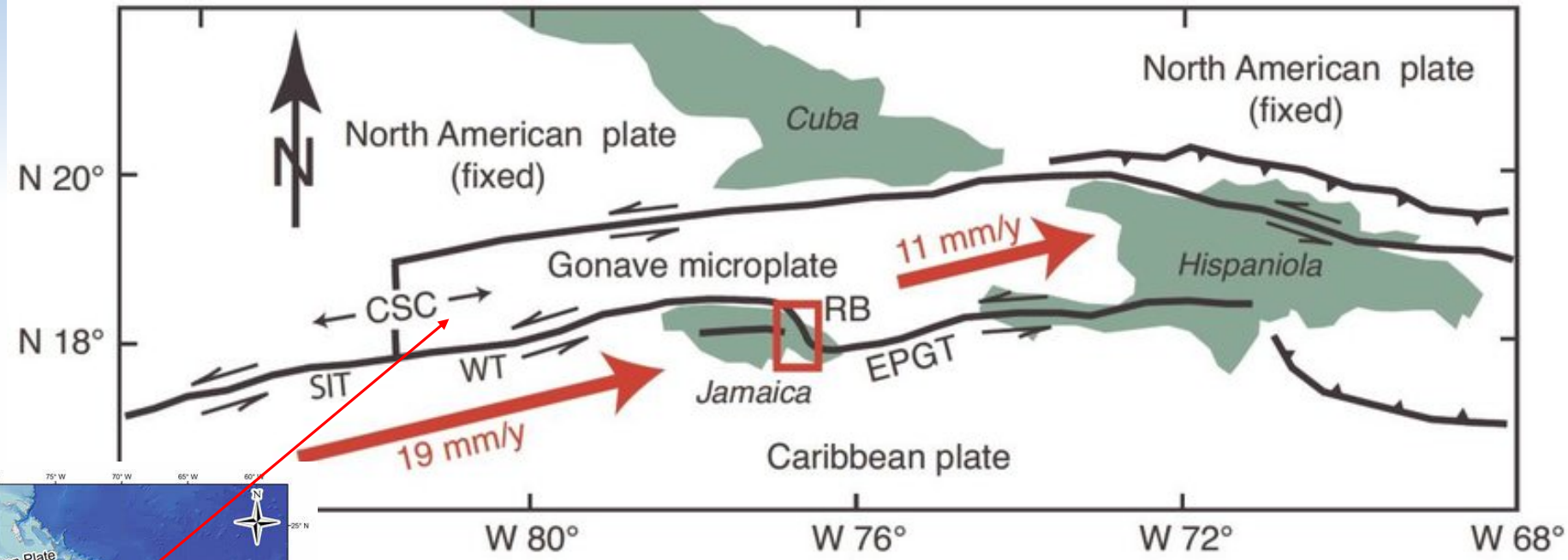


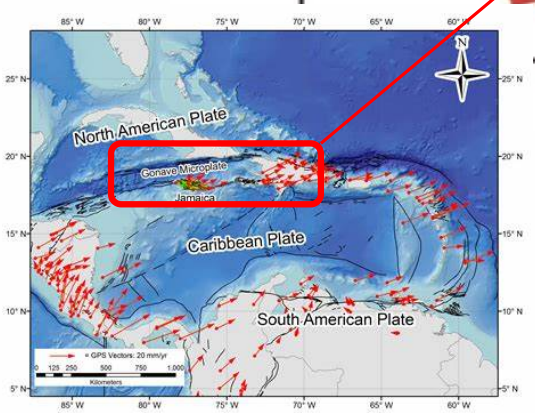
克拉通岩石圈微幔块化：陆下拆沉板片



层析成像揭示，现今大陆和大洋岩石圈下的深部地幔还存在大量微小的P波高速异常体，被周边低P波速度的地幔包绕，因而其边界不规则。这种不规则性可能是拆沉板片从岩石圈到软流圈地幔或下地幔的过程中经历复杂变形的结果，也可能反映的是原始板片拆沉或撕裂边界的不规则性。这个高速P波异常通常被解释为拆沉的微小地幔块体，简称微幔块。微幔块组成主体为地幔岩（橄榄岩、二辉橄榄岩、方辉橄榄岩、纯橄岩、尖晶石橄榄岩、石榴石橄榄岩等的统称）或榴辉岩。这些微幔块通常与造山带大陆岩石圈根的拆沉、破坏的克拉通岩石圈地幔拆沉或沿俯冲带俯冲的大洋岩石圈地幔的拆沉密切相关，因而统称为拆沉微幔块。

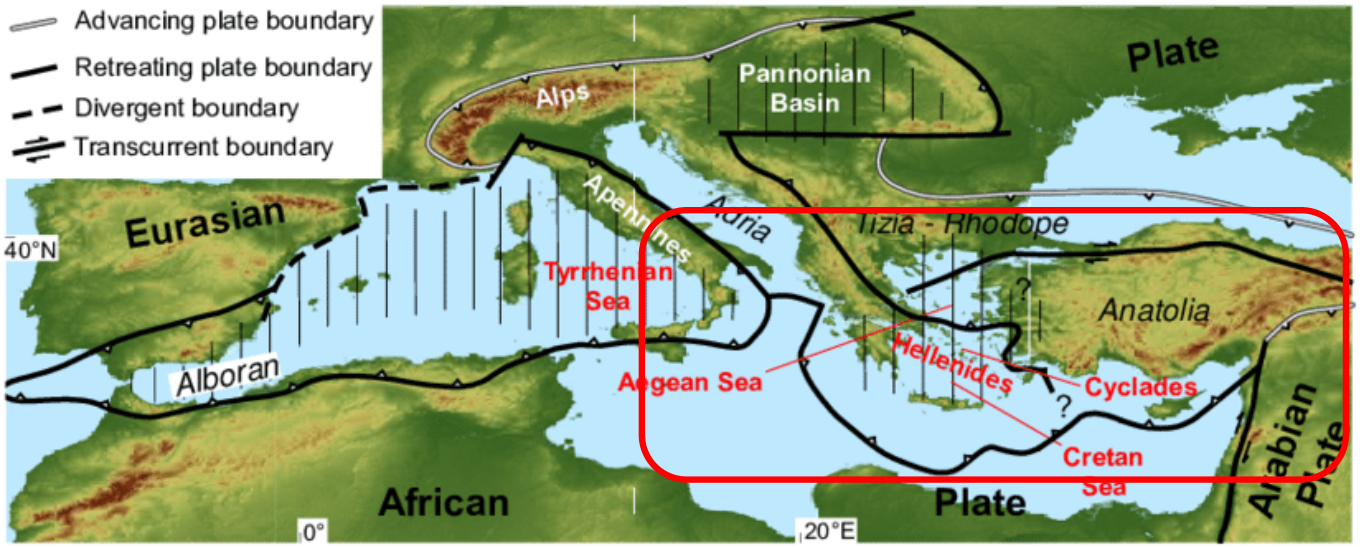
3. 演化差异：板块必须是板块体制下

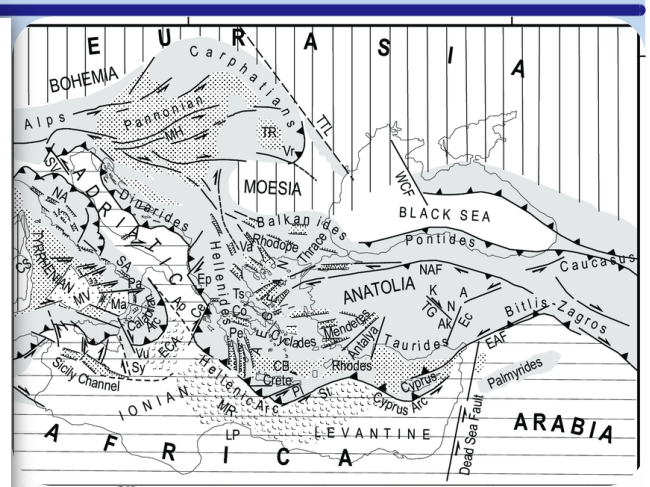


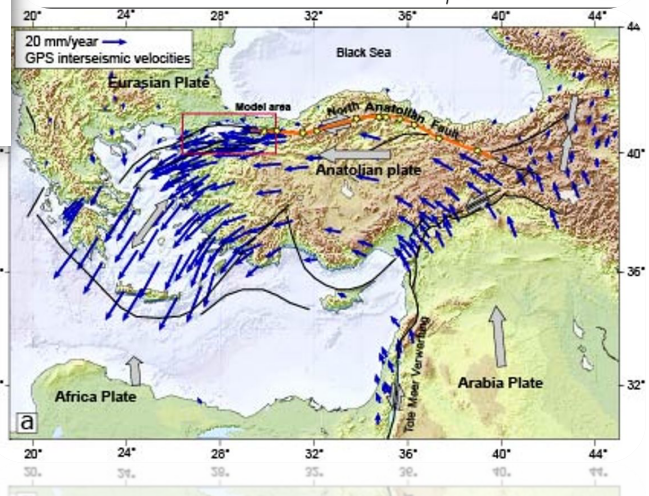


活动微地块

现在依然在活动的微板块，主要在大、中、小板块的边缘发育



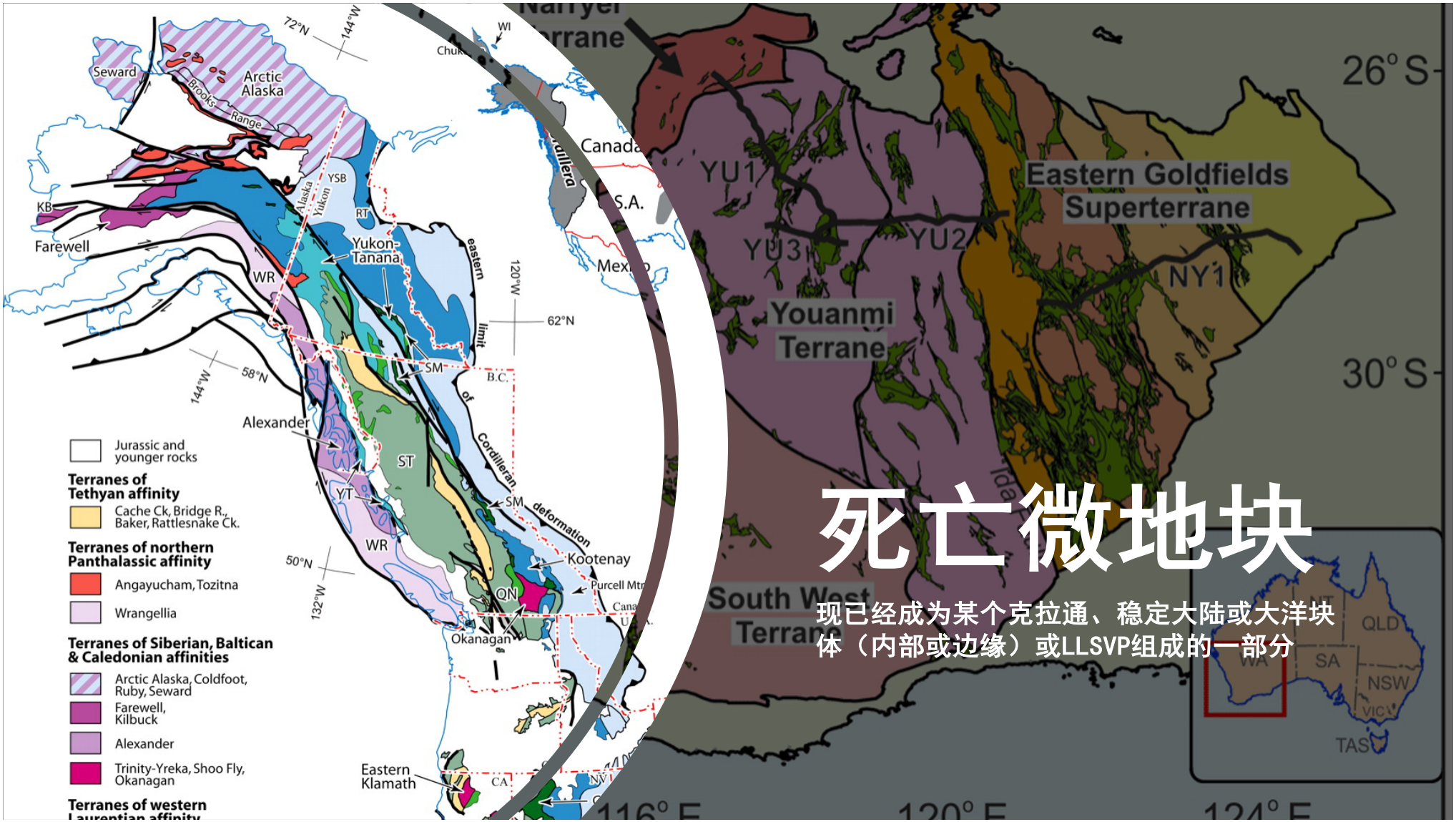




活动微地块

现在依然在活动的微板块，主要在大、中、小板块的边缘发育

青岛
Qingdao

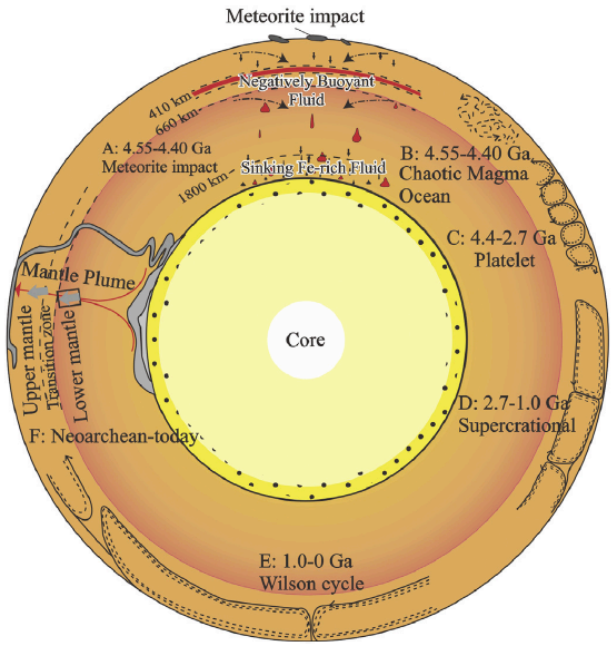


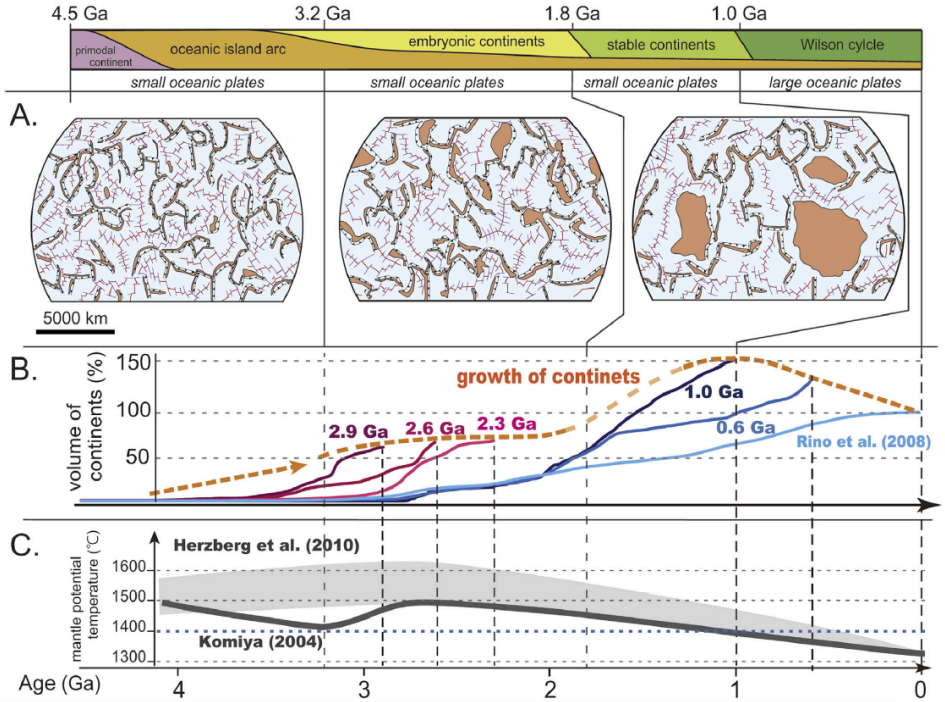
死亡微地块

现已经成为某个克拉通、稳定大陆或大洋块体（内部或边缘）或LLSVP组成的一部分

前板块构造　　早期板块构造　　现代板块构造

微地块：可以发育在早前寒武纪非板块构造体制下





微地块的动力学机制是随着地球热演化而变化的，不具有统一的动力学机制，即使都是对流驱动，对流型式在不同阶段也存在巨大不同，驱动对象也发生了巨变。

微地块构造不仅可以运用到现今陆内、洋内，还可拓展应用到早前寒武纪，乃至陆核或克拉通初始形成阶段，贯穿整个地球演化历史，是地球板块构造理论的发展，最终目标是跨学科建立跨海陆、跨圈层、跨相态、跨时长、跨距离、全地史、跨行星的统一行星构造理论。

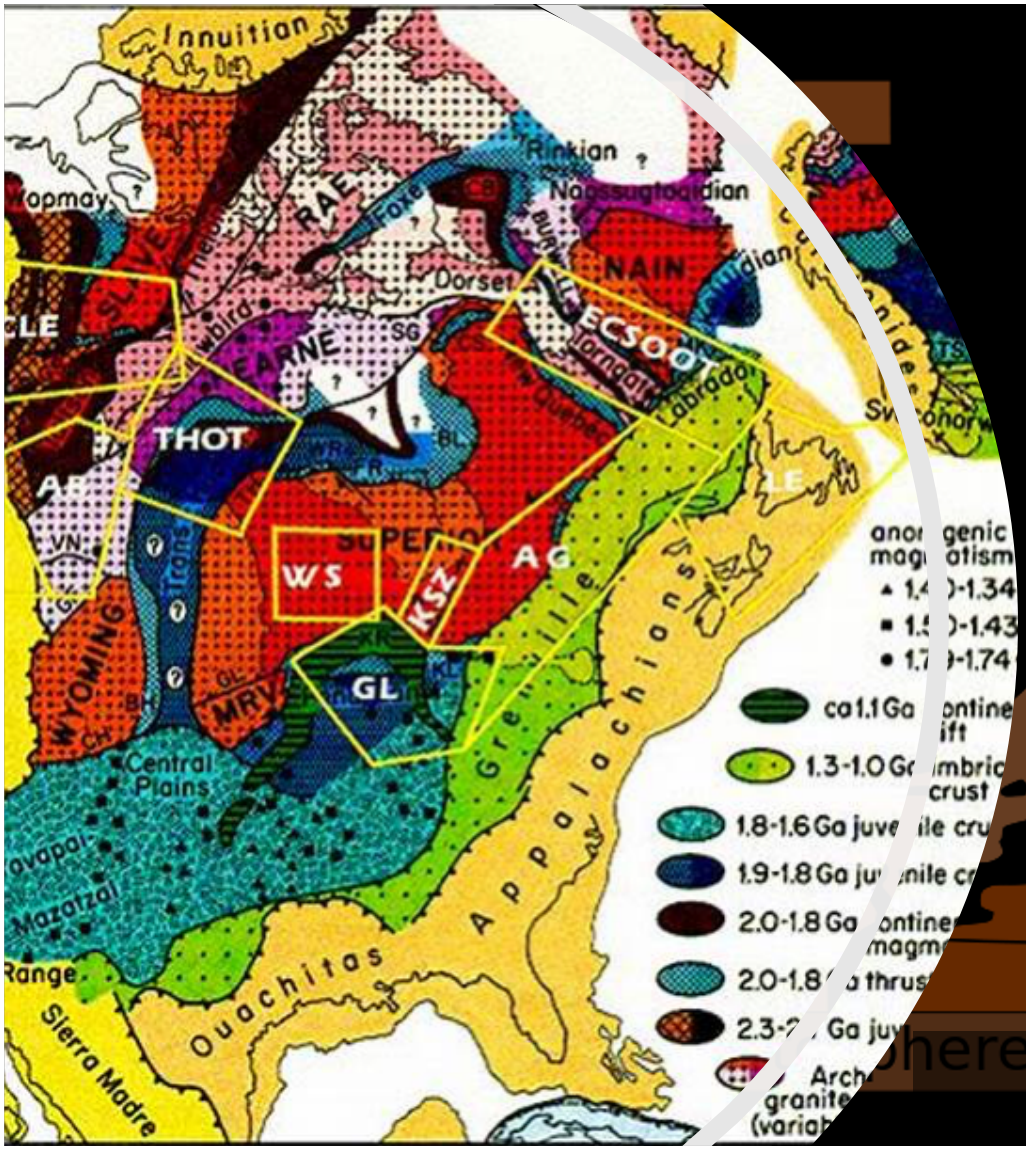
4. 成因差异：

大洋板块必须洋中脊生成
大陆板块必须俯冲带产生
微地块的成生场所多样化，
可以出现在克拉通内部的岩石圈地幔

- 拆离微地块
- 裂生微地块
- 转换微地块
- 延生微地块
- 跃生微地块
- 残生微地块
- 增生微地块
- 碰生微地块
- 拆沉微幔块

Table 1
Classification and known examples of global micro-blocks.

Micro-block composition Genetic Regimes	Continental Micro-block/ Sub-continental Lithospheric Mantle Micro-block	Oceanic Micro-block/ Sub-oceanic Lithospheric Mantle Micro-block
Detachment-derived	Seychelles\Madagascar\Mozambique Ridge\Agulhas Plateau\Elan Bank \Kerguelen Plateau\Broken Plateau\Naturaliste in the Indian Ocean. Rio Grande Rise\Falkland Plateau\Rockall Plateau\Seine\Hatton Bank\ Fry Hamish Cape\Galicia Bank\Err-Platta extensional allochthon and Iberia-Newfoundland in the Atlantic Ocean. Campbell\Chatham Plateau\Lord Howe Plateau\Ontong Java Plateau in the Pacific Ocean\South Qinling in China.	Atlantis\TAG\many micro-blocks near oceanic core complexes; and north plateau of the Kurguelen Plateau in the Indian Ocean.
Back-arc rifting- or spreading-derived	Palawan\Luconia\Islands-Dangerous Ground\Reed Bank\North Palawan \ Okinawa\New Hebrides\Conway Reef\Balmoral Reef \Futuna\ Niuafo'ou\ Tonga\	East and West Philippines\ San Jorge\Sandwich\East Falkland\West Falkland\Falkland Plateau\Maurice Ewing Bank are located in the Scotia region. West Mariana\Mariana\ North Bismarck\Azores in Central Atlantic
Transform-derived	Baja California\West Burma\Chortis\Monterey\Arguello\Heezen \Gonave in Jamaica	Guadalupe\Magdalena\Macquarie\Siqueiros\South Bismark\New Ireland\Manus\Blanco\ Eltanin\Heezen\Garrett\Marquesas\Menard\Mendocino\Mokokai \Murray\Quebrada\Raitt\Udintsev\Wikes in Pacific. \Andrew Bain \Galapagos\Marquesas\Austral\Murray\ Clarion\ Clipperton \Romanche \St. Paul\Fifteen-Twenty\Heezen\Kane\Charlie-Gibbs
Ridge propagation-derived	Antilles\ Barbados\Azores developed in the Atlantic Ocean\Donakil in Afar Region.	Bauer\Rivera\Mathematician\Juan Fernandez\Easter\Galapagos\Friday \Trinidad\ Magellan\Coiba\Malpelo in the Pacific. Bauer\Selkirk\Mendoza\Easter\ Juan Fernandez
Ridge jumping-derived	Jan Mayen Ridge\Elan\Amirante Ridge\Cargados-Carajos\Laccadive Ridge\Laxmi Ridge\Madagascar\Mauritius\Mascarene Ridge\Nazareth \Seychelles \Saya de Malha\South Indian Dykes\St Mary's Islands	Shatsky\Chinook\Tristan\Juan Fernandez\Mathematician\Mendoza \Bauer\Selkirk\ Chonos\ Vema\Malvinas \Magellan\Trinidad\Manihiki\\Bellingshausen \Hudson \Friday
Subduction-derived	Avalonia, Armorica, Adria, Pontides, Hellenic, Taurides, Sanandai, NW Iran, C Iran, Helmand and Iberian, Central, Armorican, Bohemian, Rhenish and other massifs in the Variscan Orogenic Belt or the western Tethyan Orogenic Belt.	Juan de Fuca\Explorer\Monterey\Guadalupe\ Magdalena\Rivera\Morro \Arguello\Adriatic
Accretion-derived	Luzon\East Java\Bawean\Southeast Paternoster\Mangkalihat\West Sulawesi, Semitau Kelabit-Longbowan\Spratly\Paracel Islands \Macclesfield Bank\East Sulawesi\Bangai-Sula, Buton\Obi-Bacan\Buru-Seram\West Iran\Jaya Chanthaburi\Lincang in southeast Asia. West Burma\southwest Sumatra\Java, Samba\ Buru-Seram\Wetar\Timor \Subawa-Flores in the Southeast Asian continental margin. Burma-Andaman-Sumatra \ Philippine Mobile Belt\Luis Alves in southeastern Brazil\North Qinling\ Longzi\Central Qilian\ Oulongburuke\Central Altyn\ Qaidam in Central China Orogen\Peri-Gondwana	Kita Kami\northwest Hokkaido\northwest and central Honshu\Kanto \Maizuru \Kurosegawa in Japan. Coiba\ Hikurangi Plateau\Bonin Plateau in the Pacific Ocean. Tuva-Mongol Arc\Altay Arc\ East Junggar Arc\Yili \Balkash-West Junggar Arc\Harlik Arc\Central Tianshan Arc, Kazakhstan Arc\Chingiz Arc\Standnov\Kokchetav-North Tianshan Arc\Mugodzhar in Central Asian Orogenic Belt. Okhotsk\Coiba\Ontong Java around the Circum-Pacific margin.
Collision-derived	South and North Qiangtang\North and South Lhasa\Baoshan\ Tengchong\ Sibumasu continental micro-blocks in the Qinghai-Tibet Plateau\Erguna\Khangan\Bureya\Jiamusi\Songliao\Khanka. Adria \Anatolia\ Aegean \Betic Cordillera\Rif Cordillera in the west Tethyan Tectonic Domain.	South Bismark\Solomon Sea\Adelbert\Finisterre\ Molucca Sea \Woodlark in Papua New Guinea; Louisiade\Lord Hawe Rise\Tasmania east of Australia; Nicoya\Chortis\ Yucatan\Sierra Madre\Mixteca \Guerrero\ Gonave\Guerrero\Panama-Choco in the Caribbean. Mammerickx in the Indian Ocean.
Delamination-derived	Many delaminated mantle micro-blocks under North China Craton during lose of subcontinental lithospheric mantle.	Many delaminated mantle micro-blocks under Indian Craton during subduction of Neo-Tethyan-affinitive sub-oceanic lithospheric mantle.



5. 板块长大方式差异

大陆大板块侧向俯冲增生生长、碰撞拼合为主
大洋大板块侧向扩张增生生长、跃迁拼合为主
大陆和大洋大板块都存在垂向增生
微地块除上述方式外，还存在更多方式

Vine-Matthews Hypothesis

6. 运动学差异：大板块几乎不可旋转

① 地幔对流速率低于板块运动的速率一个数量级，地幔对流可能是被动的！不会主动旋转并带动大板块旋转

② 板块几乎不可旋转，只可水平运动

③ 板块运动方向可以瞬间变化,热点轨迹不是弧形，而是折线形

④ 微地块运动方式灵活：可以旋转、水平滑动、抬升和下降，可以跨圈层运动

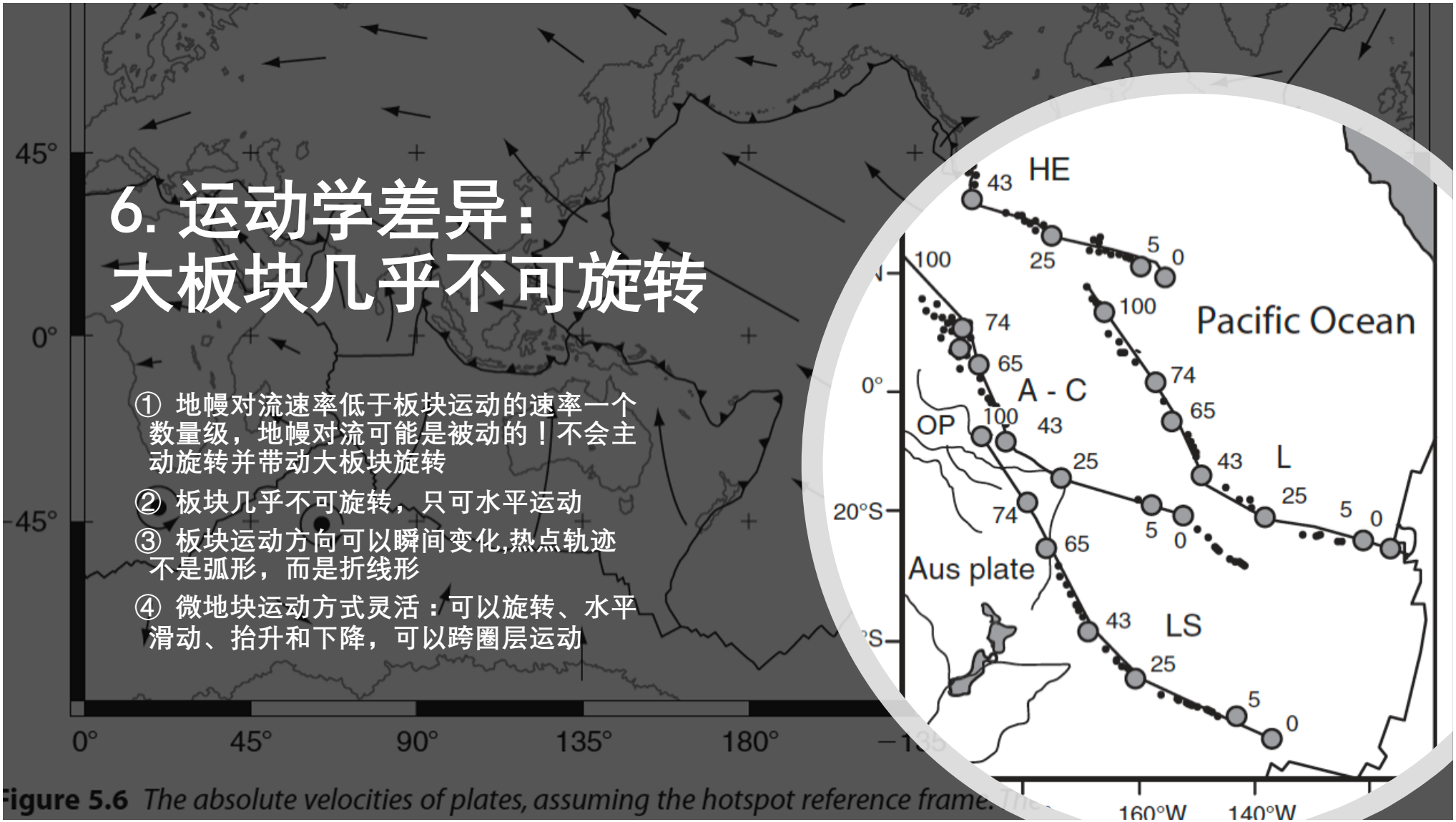
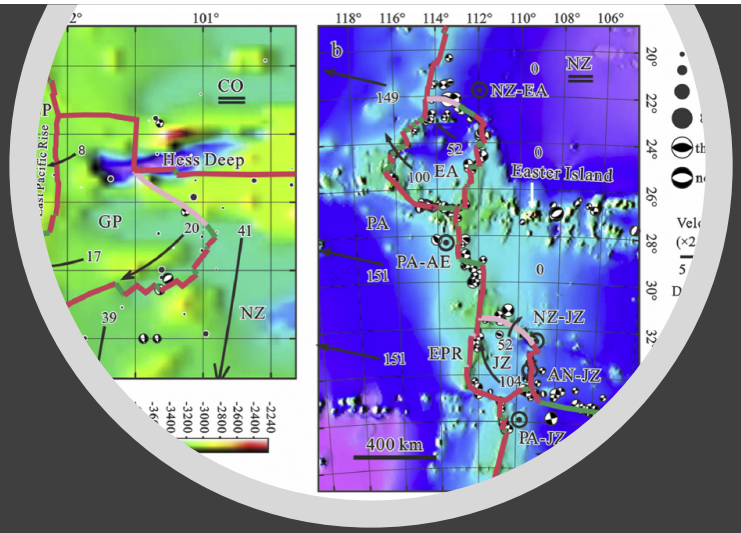
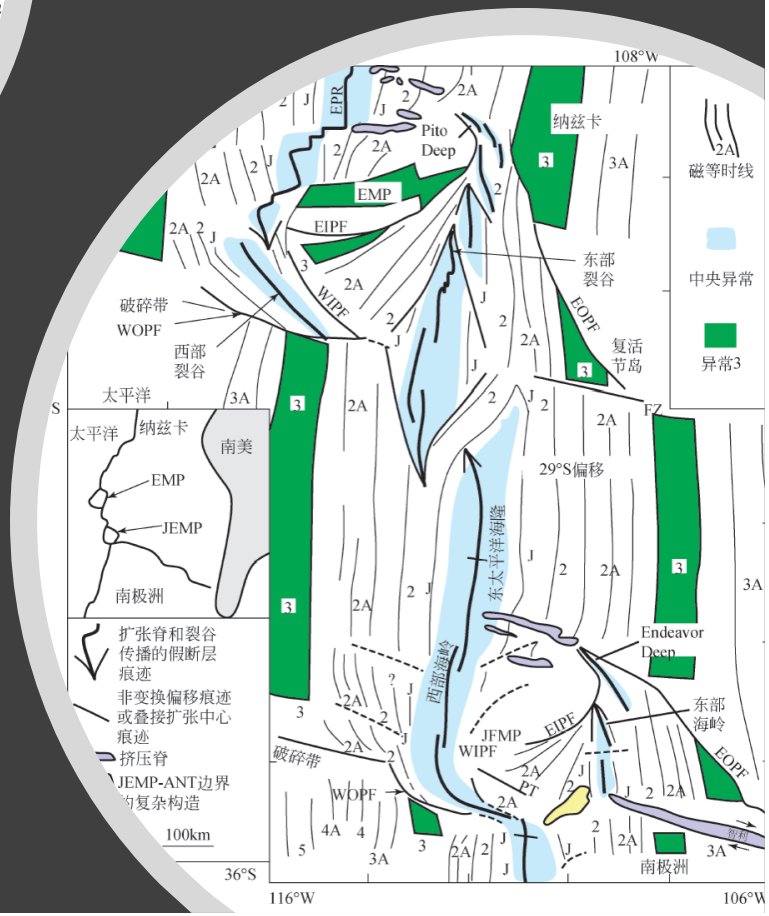


Figure 5.6 The absolute velocities of plates, assuming the hotspot reference frame.





延生微板块：
为何旋转？为何拓展？

汇报题纲

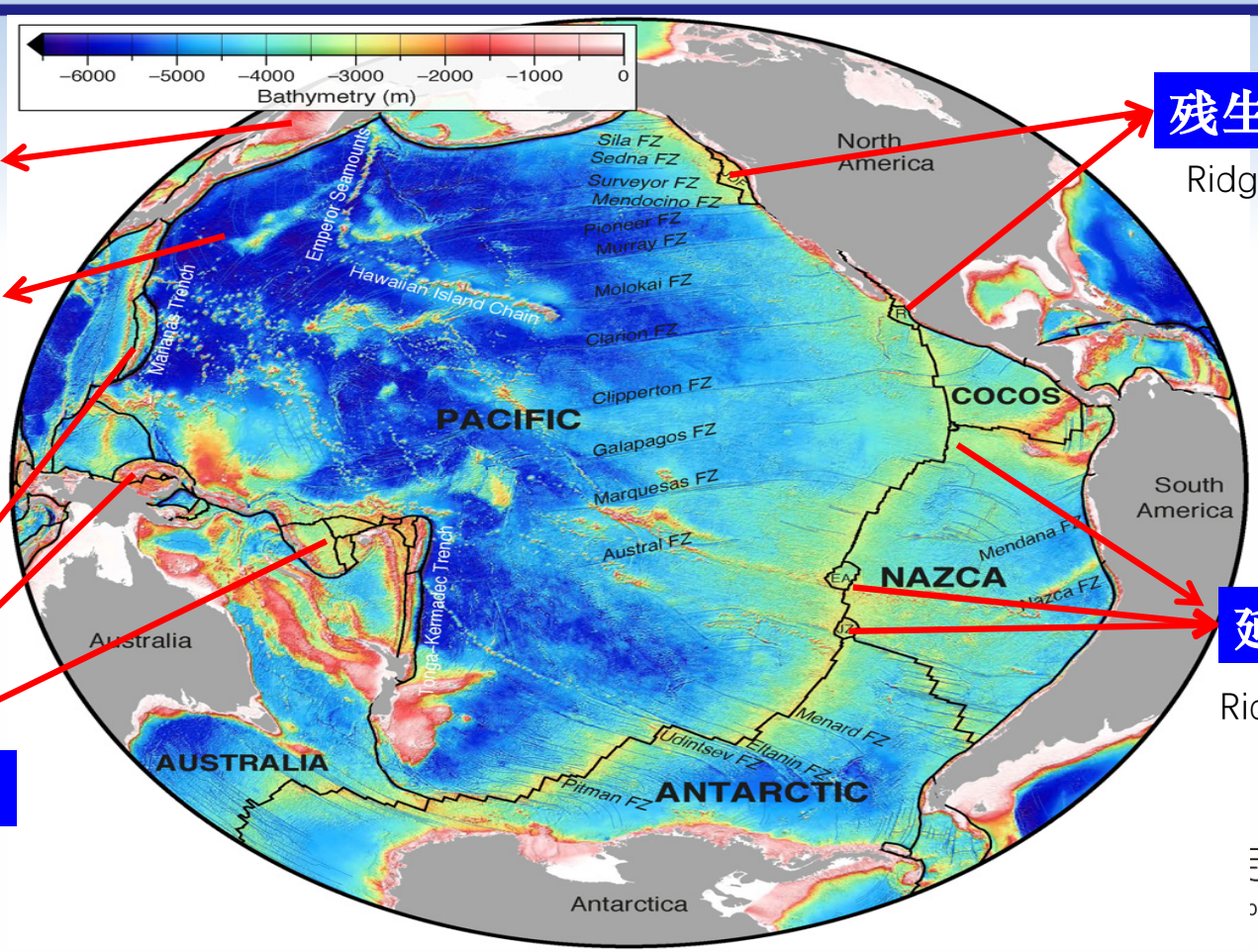
- 微地块与大板块原理
- 微地块与大板块差异
- 微地块与大板块关系
- 微地块的深浅耦合
- 微地块循环与Wilson旋回
- 洋内动力地球新思考

诞生地：活动的多形成于大板块边缘，但也可以形成于板块内部

增生微板块?
Plateau-docking

跃生微板块?
Ridge-jumping

裂生微板块?
Backarc-rifting



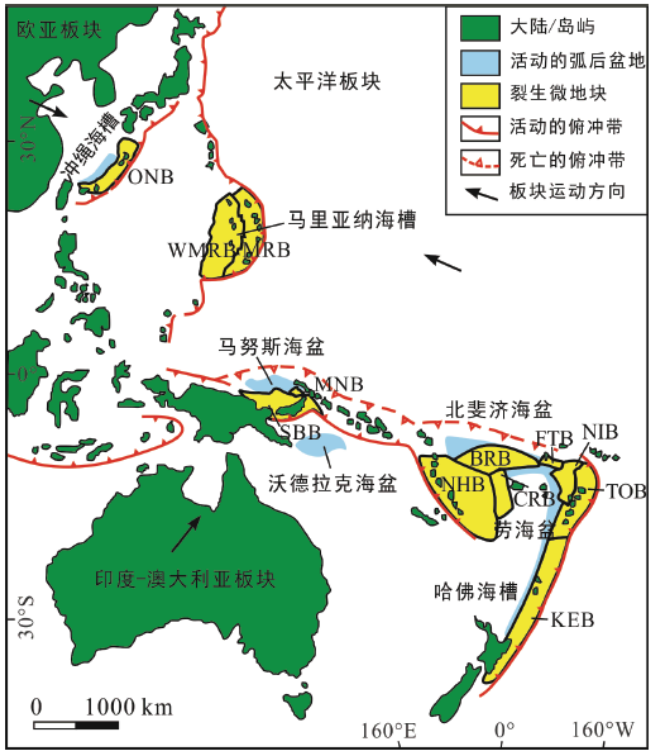
残生微板块?
Ridge-subducting

延生微板块?
Ridge-overlapping

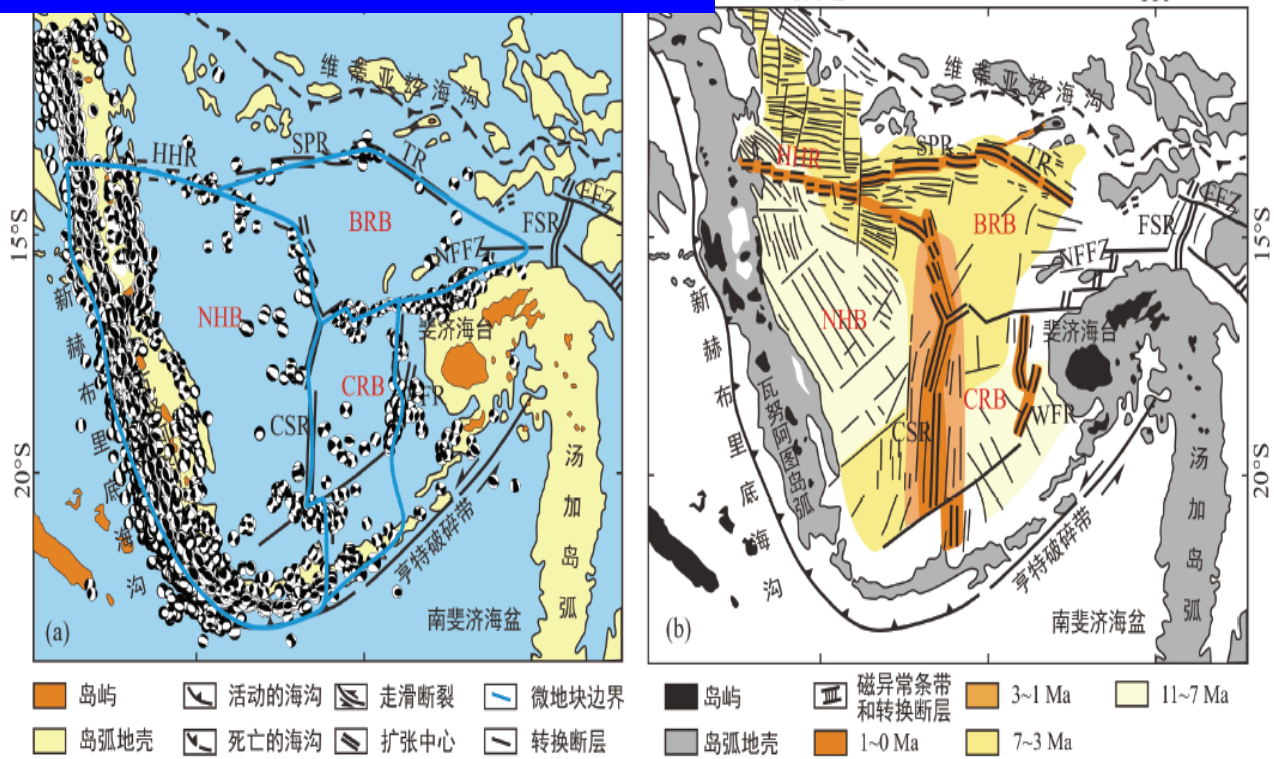
技术国家实验室
of Marine Science and Technology

1. 弧后裂解：裂生型微板块

弧后裂解的微陆块和微洋块

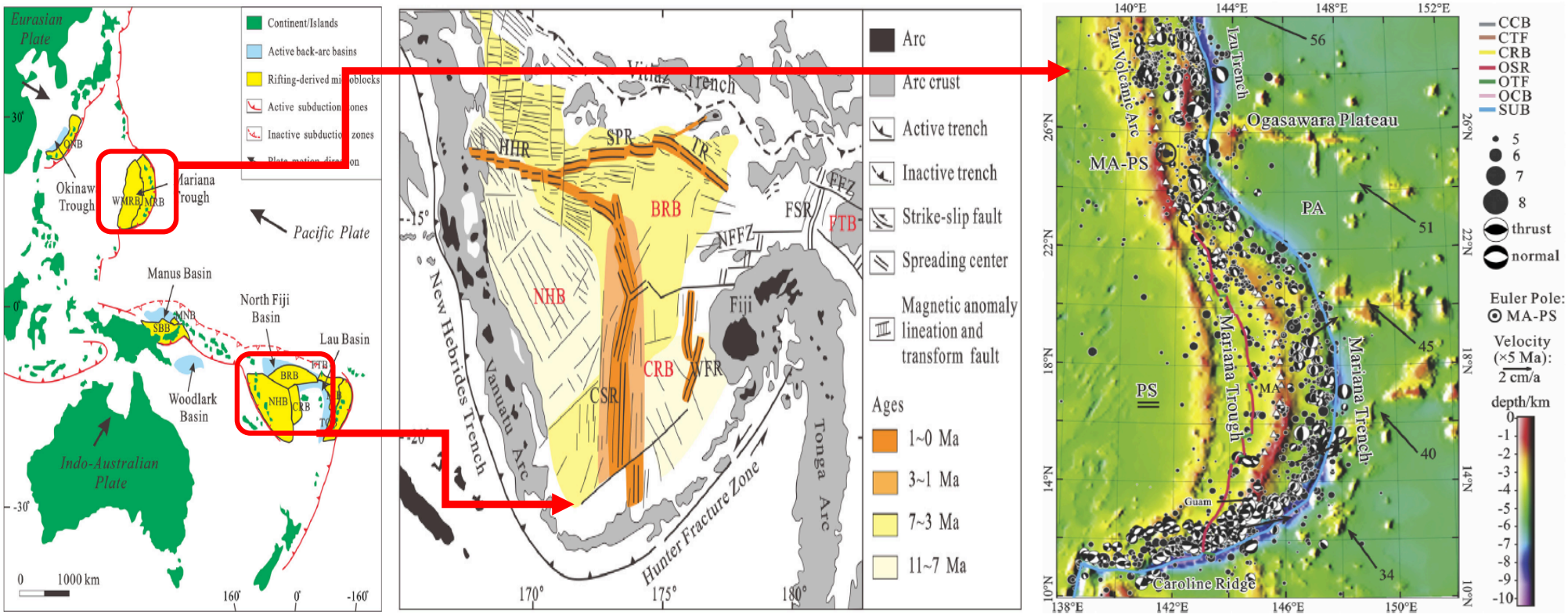


ONB. 冲绳微地块; WMRB. 西马里亚纳微地块; MRB. 马里亚纳微地块; SBB. 南俾斯麦微地块; MNB. 马努斯微地块; NHB. 新赫布里底微地块; CRB. 康威礁微地块; BRB. 巴尔莫勒礁微地块; FTB. 富图纳微地块; NIB. 纽阿福欧微地块; TOB. 汤加微地块; KEB. 克马德克微地块。



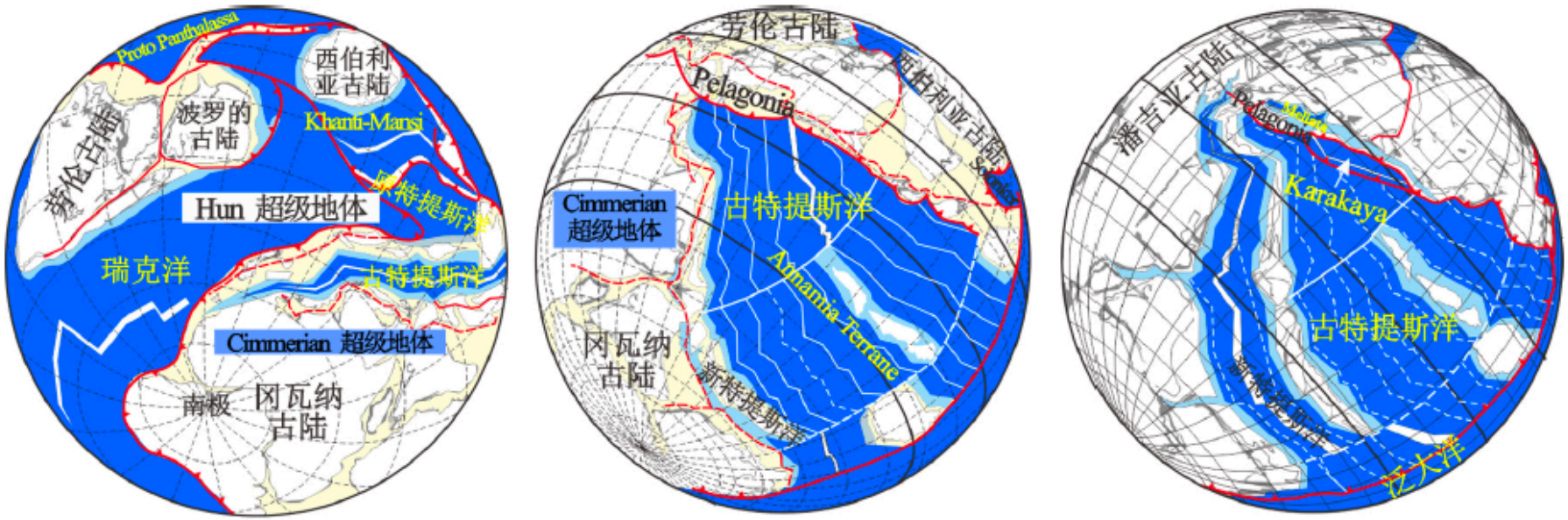
CSR. 中央扩张脊; HHR. 哈塞尔-霍尔姆扩张脊; SPR. 南潘多拉扩张脊; TR. 提巴特扩张脊; FSR. 福图纳扩张脊; WFR. 斐济西部扩张脊; FFZ. 福图纳断裂带; NFFZ. 北斐济断裂带; NHB. 新赫布里底微地块; CRB. 康威礁微地块; BRB. 巴尔莫勒礁微地块。

俯冲后撤诱发弧后裂解，形成微板块



裂生微地块是指弧后扩张导致大陆弧或洋内弧裂解、漂移所新生成的小地块或板块，其基底地壳属性可以是陆壳（含陆缘弧）或洋壳（含洋内弧），其边界必有一侧为离散型边界，其余边界可复杂多样，有死亡的、有活动的，有俯冲带、转换断层、深大断裂、洋陆转换带等等，常见于俯冲消减系统的上盘。

2. 超大陆裂解：单向撕裂的微陆块

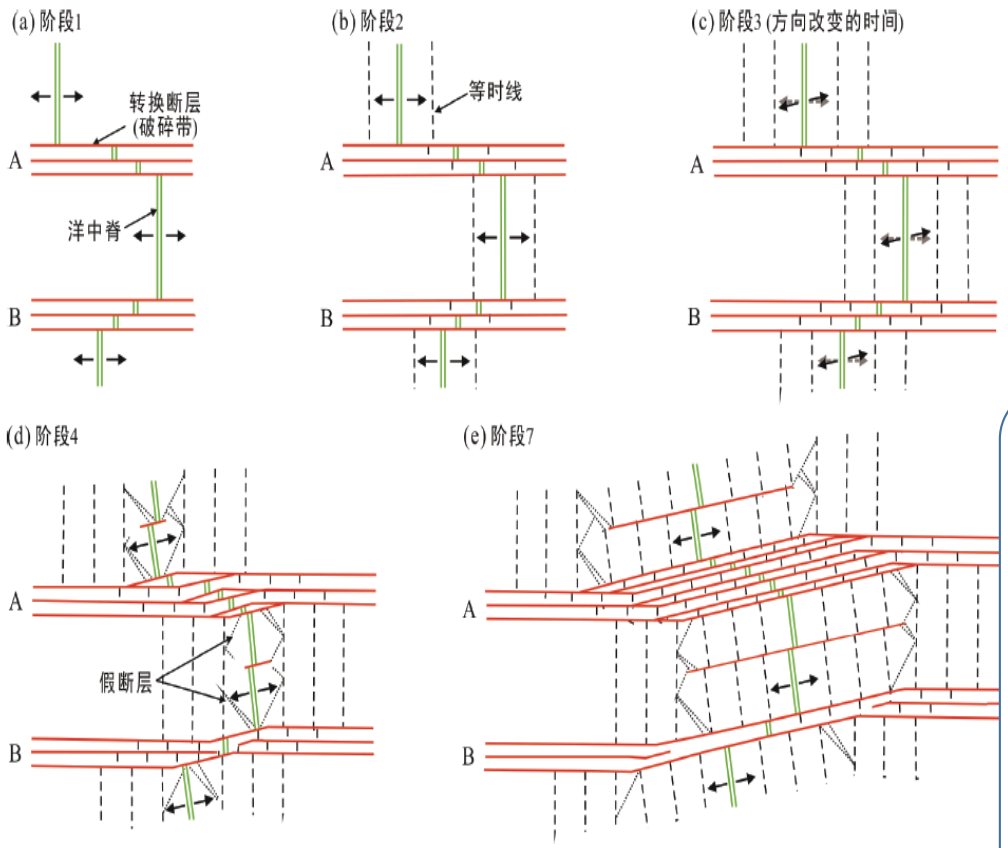


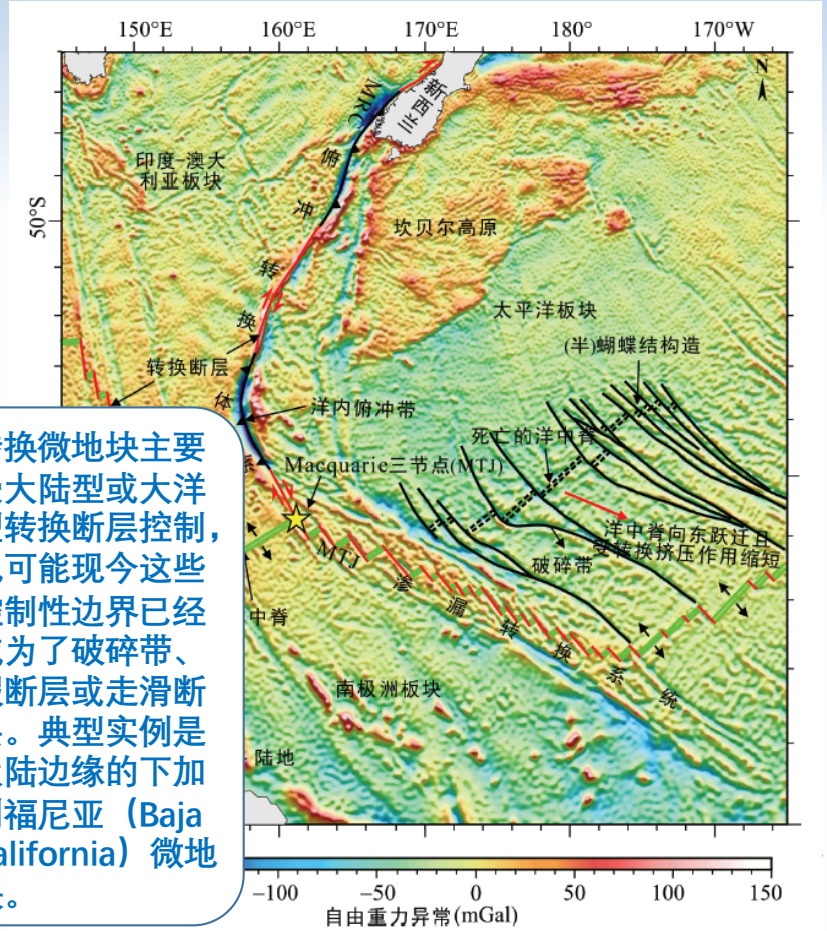
(a) 早志留世(435 Ma)　(b) 石炭纪—二叠纪(290 Ma)　(c) 二叠纪—三叠纪(248 Ma)

a—早志留世时期(435 Ma)板块重建；b—石炭纪—二叠纪时期(290 Ma)板块重建；c—二叠纪—三叠纪时期(248 Ma)板块重建。

图 18　古生代期间冈瓦纳大陆北缘不同阶段裂解形成过大量微板块[54]

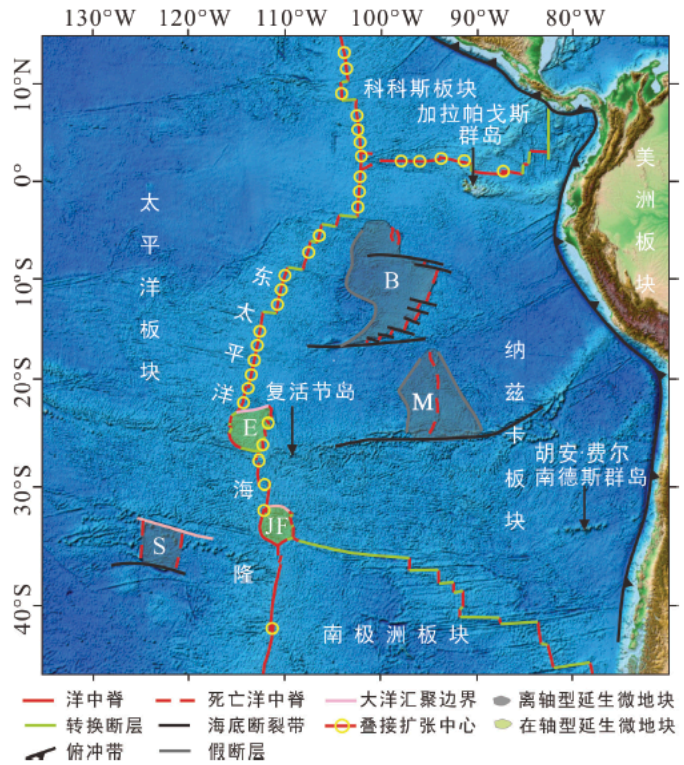
3. 转换型微板块





转换微地块主要受大陆型或大洋型转换断层控制，也可能现今这些控制性边界已经成为了破碎带、假断层或走滑断层。典型实例是大陆边缘的下加利福尼亚（Baja California）微地块。

4. 延生型微板块



B. 鲍尔微地块(Bauer micro-block); E. 复活节微地块(Easter micro-block); JF. 胡安·费尔南德斯微地块(Juan Fernandez micro-block); S. 塞尔柯克微地块(Selkirk micro-block); M. 门多萨微地块(Mendoza micro-block)。

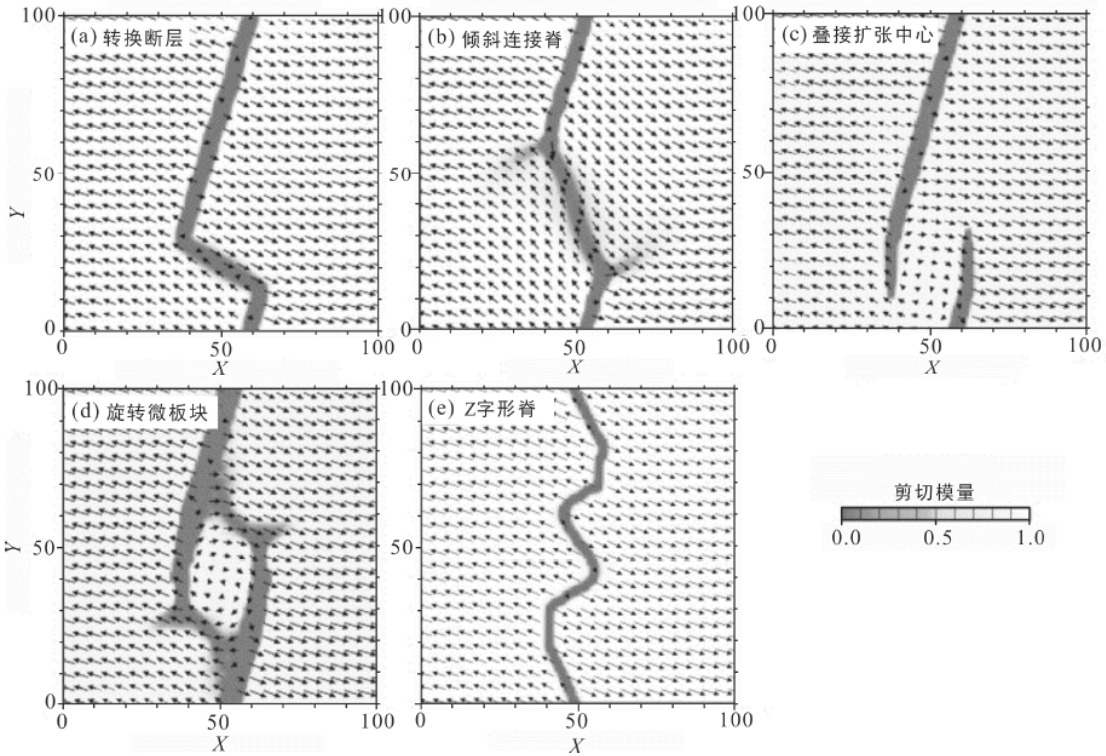
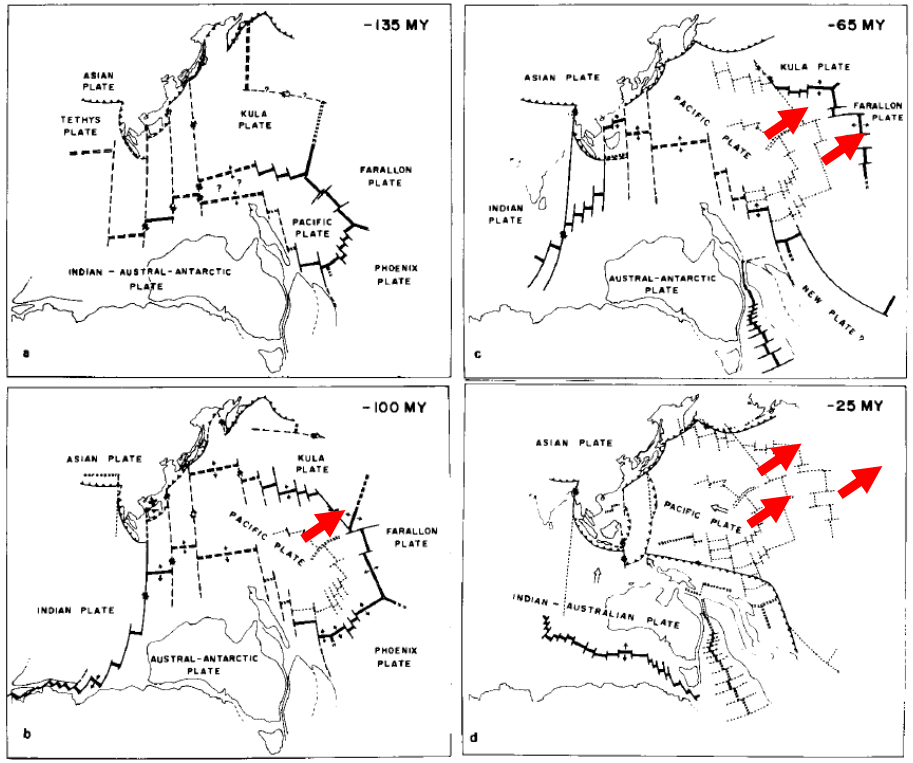


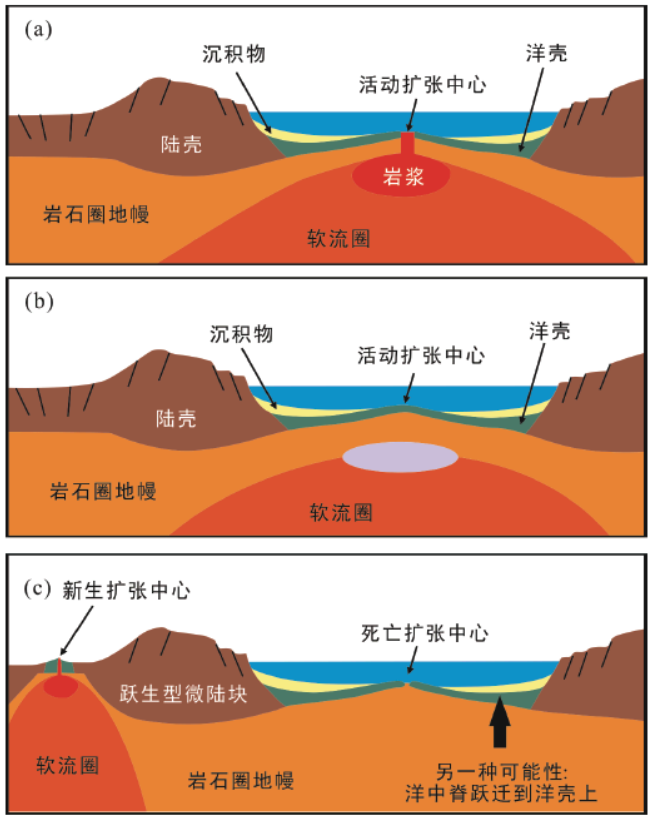
图 6　预设洋中脊错距的板块破裂模式的数值模拟结果(据 Hieronymus, 2004 修改)

5. 跃生型微板块



6.25. Schematic diagrams showing plate boundaries in the Western Pacific basin (after Hilde *et al.*, 1977). a) 135 m.y. ago; b) 100 m.y. ago; c) 65 m.y. ago; and d) 25 m.y. ago.

洋内洋中脊跃迁方式（非瓦因-马修斯模式）形成大板块

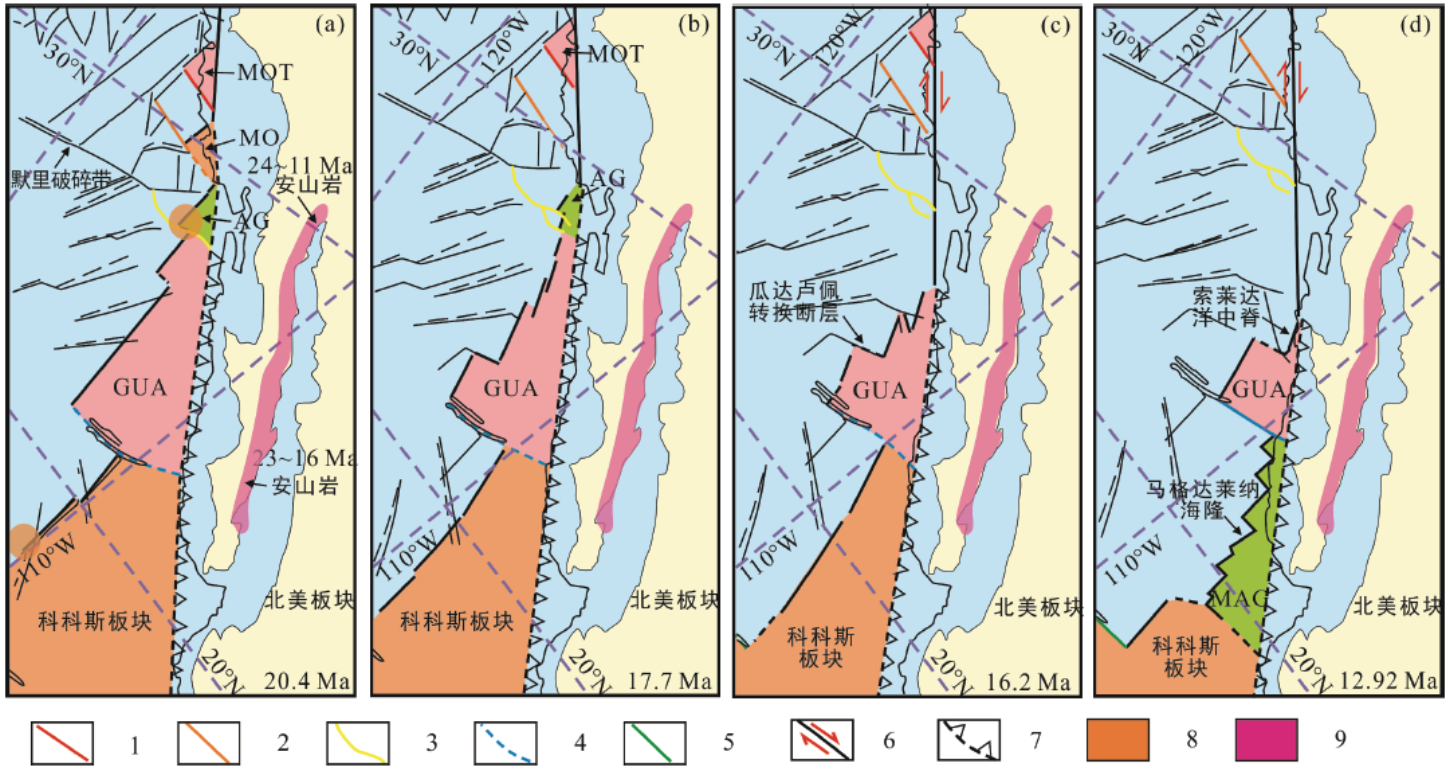


(a) 大陆解体后岩浆上涌导致海底扩张；(b) 当岩浆供应量减少时，形成新生洋壳变薄；(c) 裂谷拓展进入薄弱陆壳，裂离大陆碎片，形成跃生型微陆块。

裂解或扩张中心跃迁也可导致大板块生成孤立微地块！

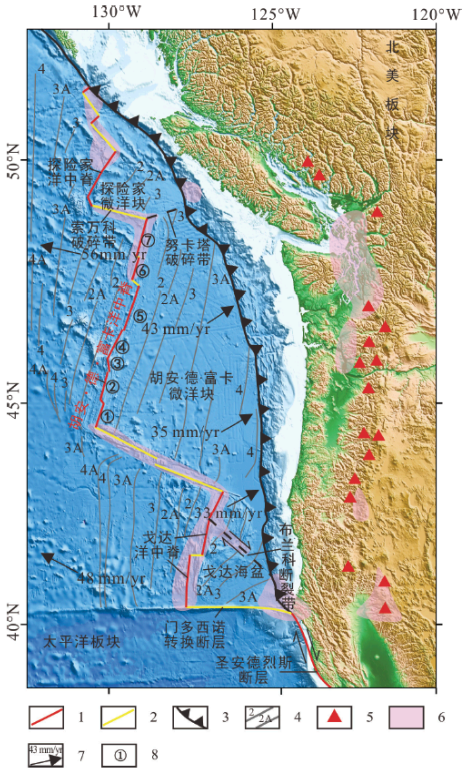
技术国家实验室
Marine Science and Technology

6. 残生型微板块



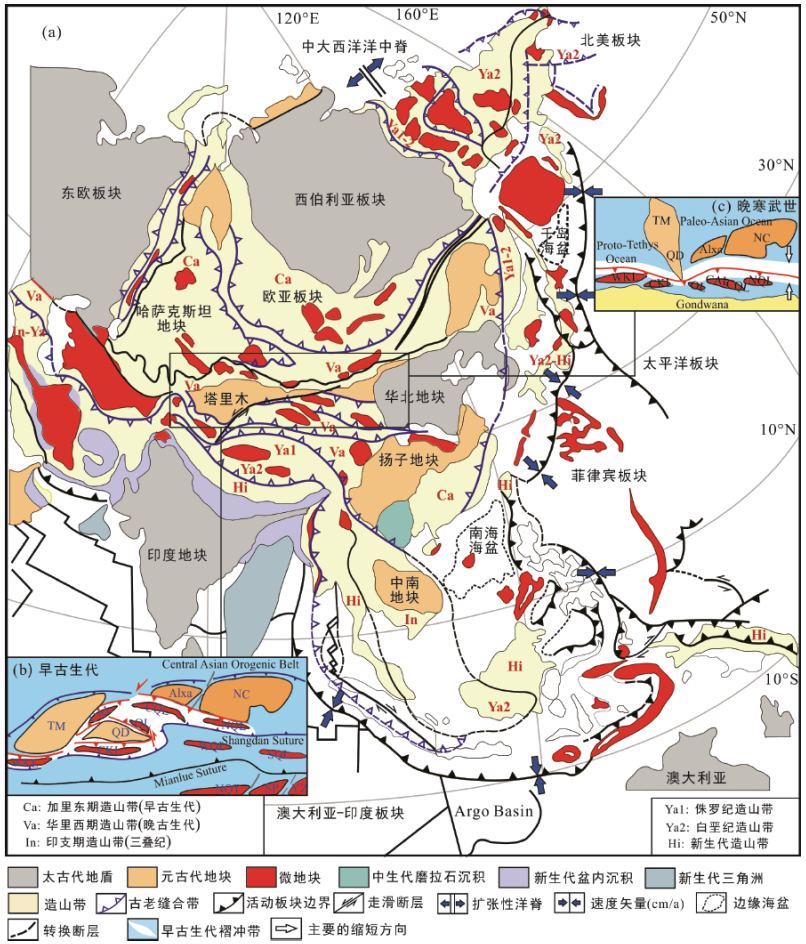
1. 蒙特利转换断层; 2. 莫罗转换断层/破碎带; 3. 阿圭罗转换断层/破碎带; 4. 雪莉转换断层; 5. 号角(Clarion)转换断层; 6. 平移断层; 7. 俯冲带; 8. 可确定与北美板块存在联系的区域 9. 安山岩带。MOT. 蒙特利微洋块; MO. 莫罗微洋块; AG. 阿圭罗微洋块; GUA. 瓜达卢佩微洋块; MAG. 马格达莱纳微洋块。默里. Murray; 索莱达. Soledad。

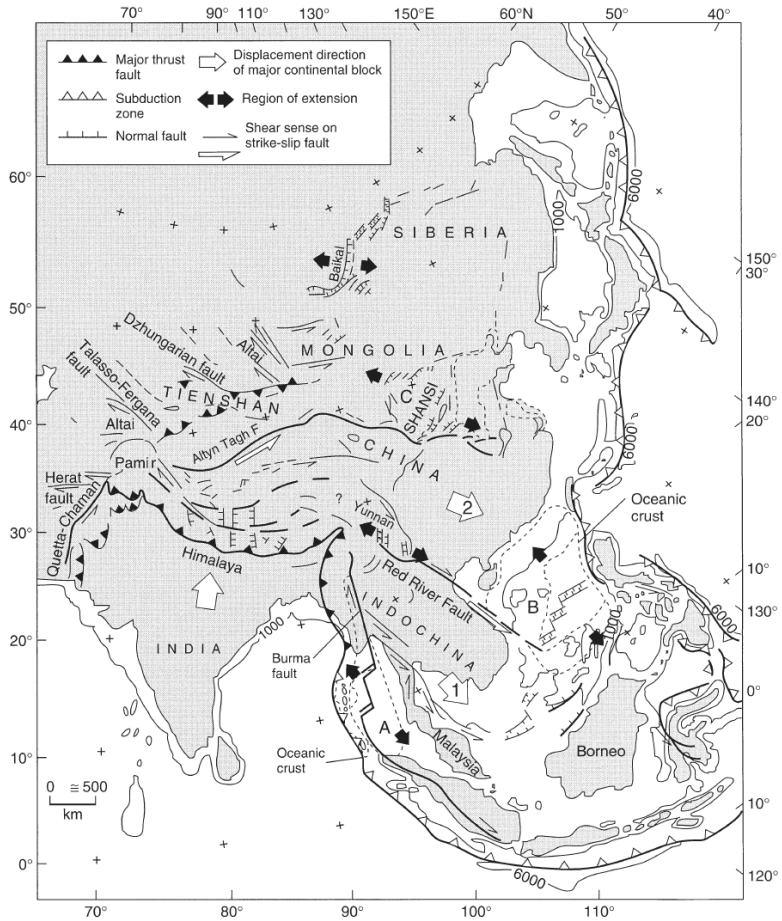
图 7　20.4~12.91 Ma 下加利福尼亚西侧的微洋块演化(据 Stock and Lee. 1994 修改)



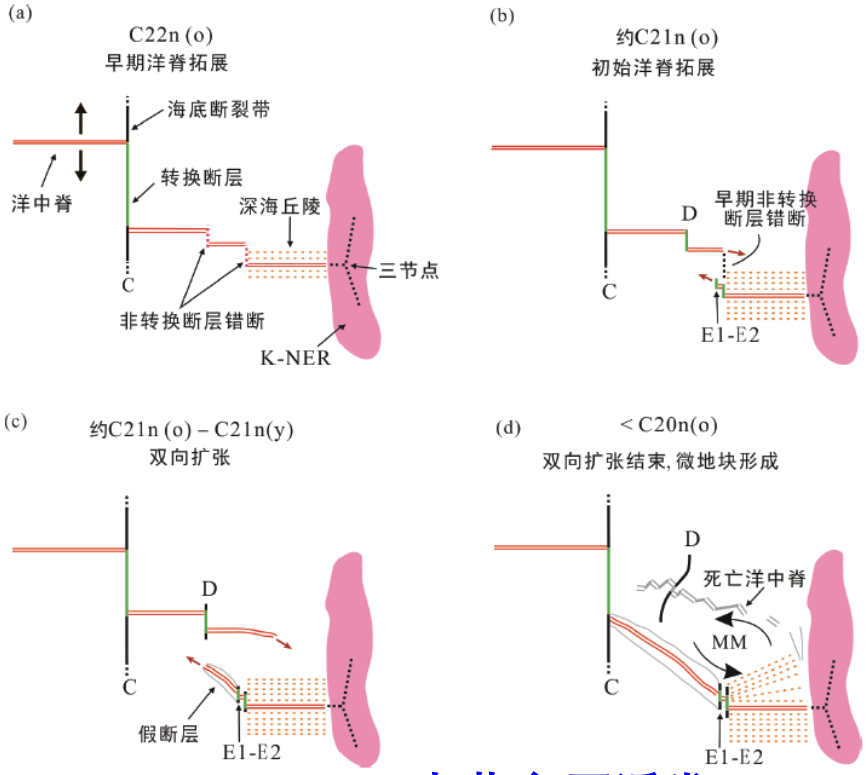
1. 洋中脊; 2. 转换断层; 3. 俯冲带; 4. 磁异常条带; 5. 火山活动; 6. 地震多发带; 7. 洋壳运动速度及方向; 8. 洋中脊分段序号。
磁异常条带所示年龄: 2. 1.87 Ma; 2A. 3.08 Ma; 3. 4.54 Ma; 3A. 6.04 Ma; 4. 8.70 Ma; 4A. 9.28 Ma。胡安・德・富卡洋中脊分段: ① 克莱夫特段(Cleft); ② 万斯(Vance)段; ③ 轴向段(Axial); ④ 同轴段(Coaxial); ⑤ 科布段(Cobb); ⑥ 奋力段(Endeavour); ⑦ 未命名段。

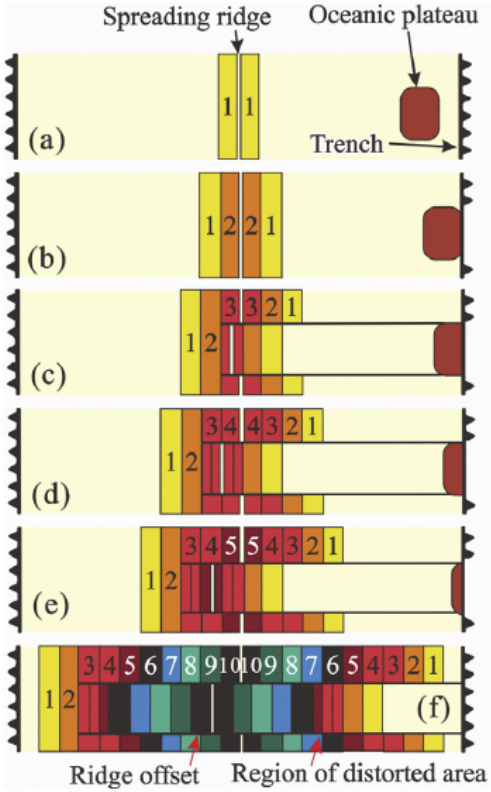
7. 陆内碰生型微板块：大陆内部是如何变形的？

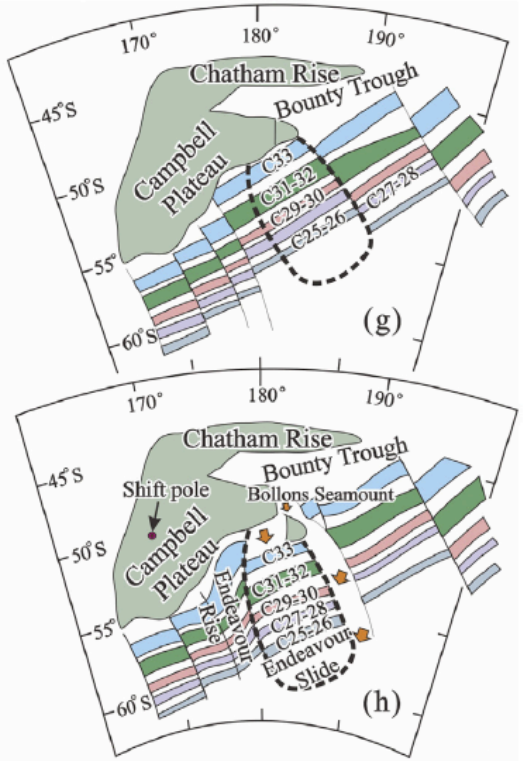




8. 洋内碰生型微洋块







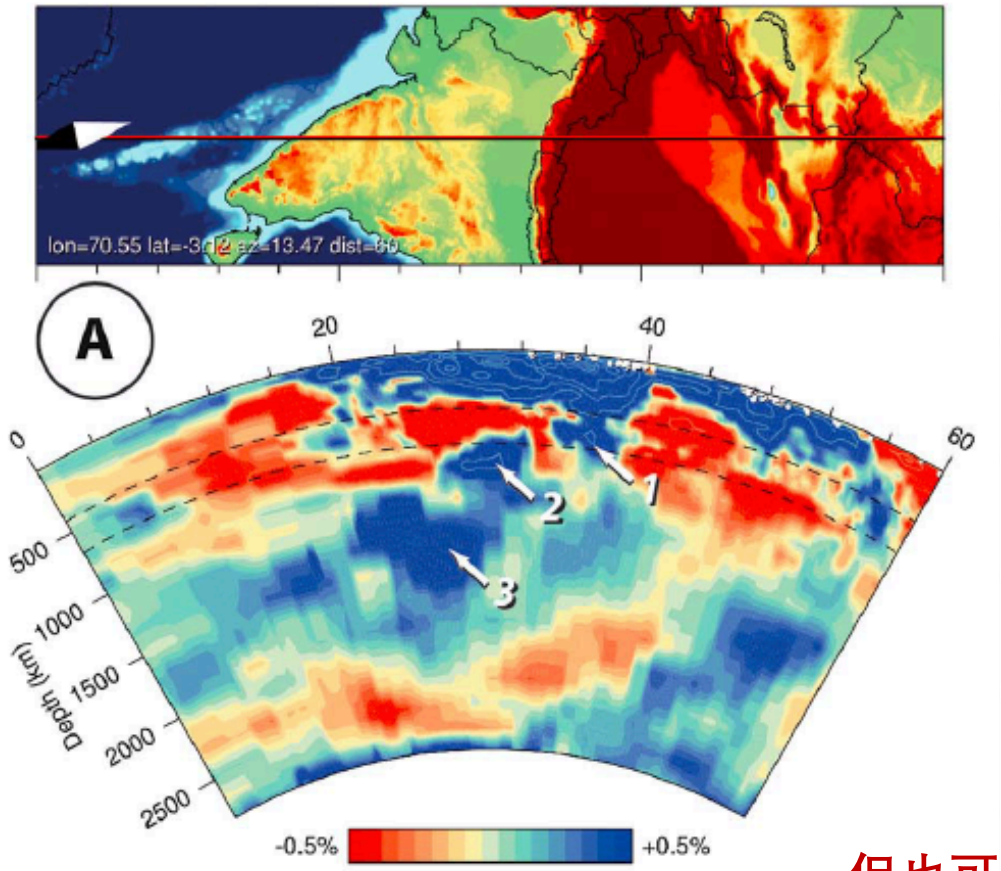
青藏高原诱发

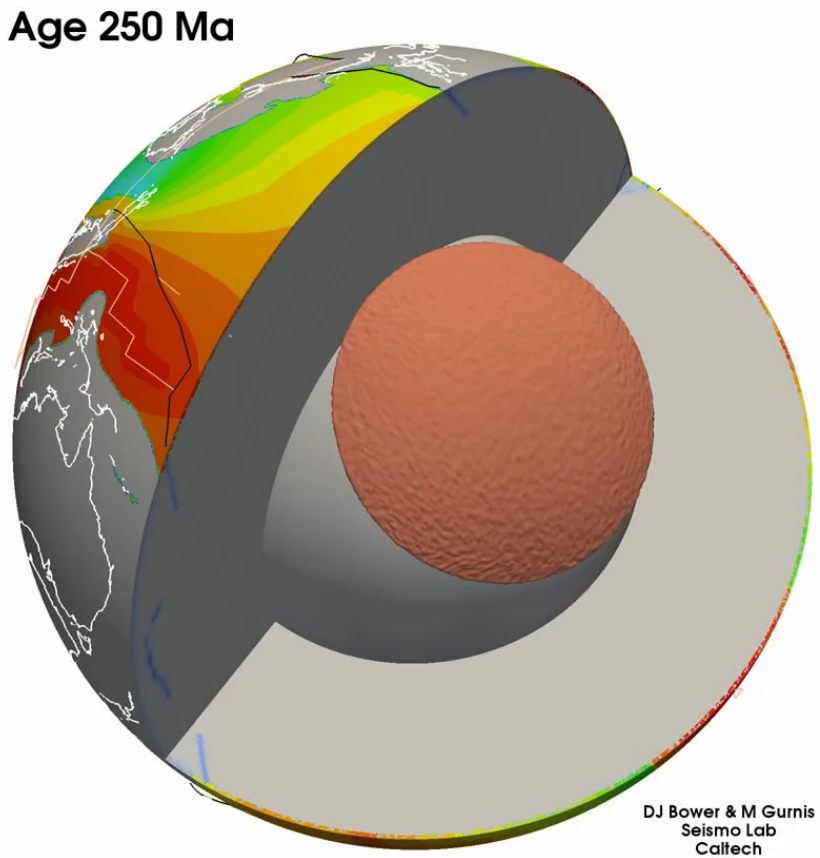
洋底高原诱发

海沟堵塞导致俯冲带跃迁或洋内挤出逃逸构造，形成微板块

成长地：微地块可以长成大板块，也可能夭亡，生长方式多样化

墓葬地：1. 多俯冲消亡于深部地幔





但也可以死于摇篮或并入板块内部

2. 太平洋板块内镶嵌式微洋块死亡

微地块生长过程中可以变胖也可以瘦身！也就是可以再碎片化为更小尺度的微地块，也可以正常长大方式变为大板块，也可以“英雄壮举式使形象变得高大”而变为大板块。

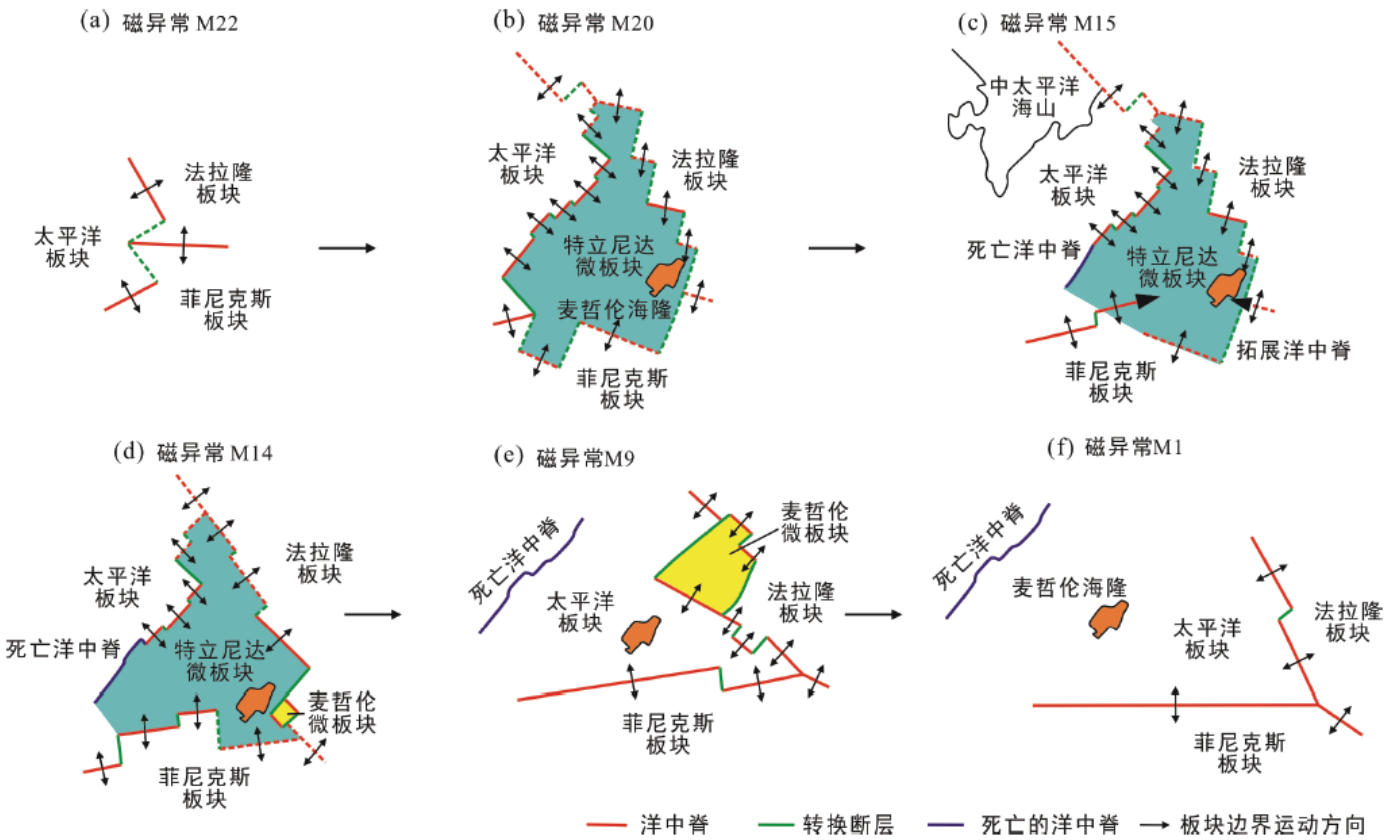
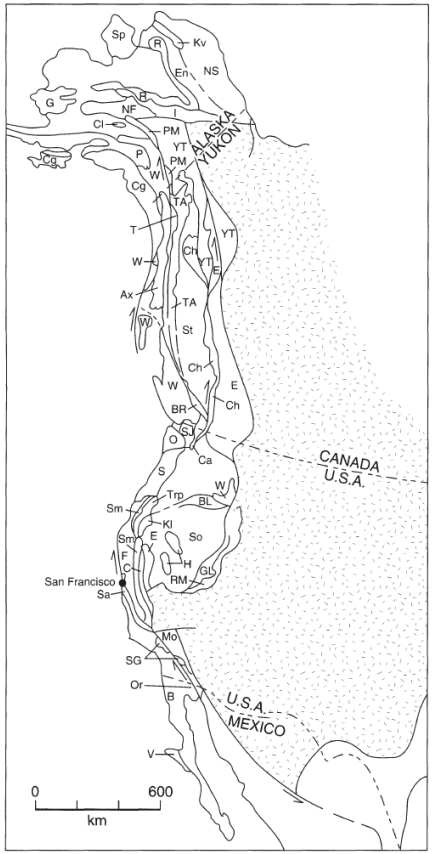


图 11　特立尼达微洋块和麦哲伦微洋块的形成演化(据 Nakanishi and Winterer, 1998)

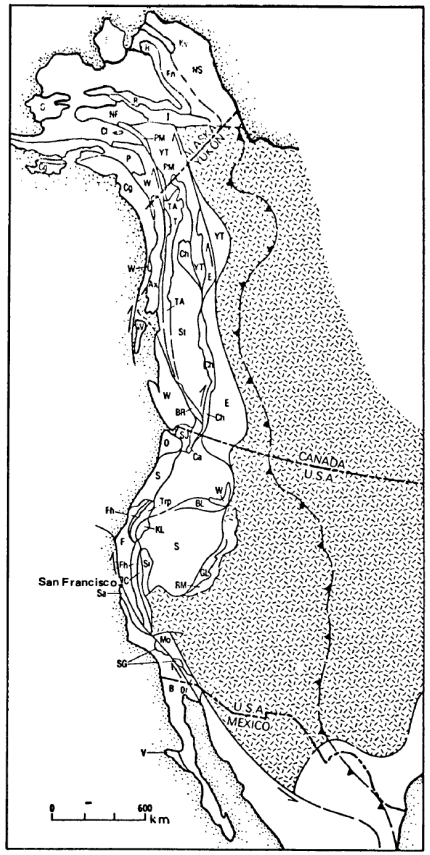
3. 大陆边缘增生型微陆块、微洋块死亡



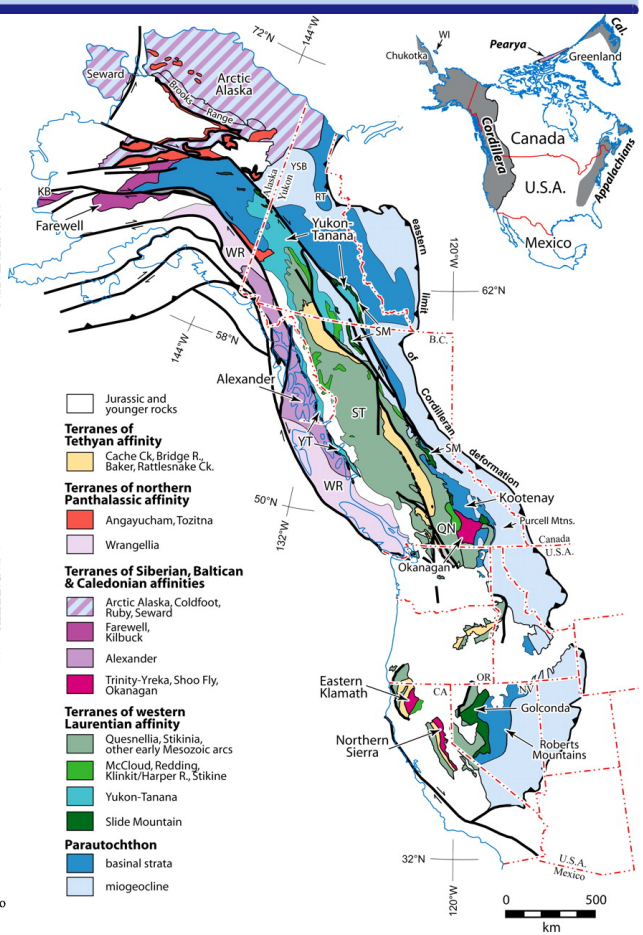
Principal terranes

	Alaska		Washington, Oregon, and Californi
NS	North Slope	Ca	Northern Cascades
Kv	Kagvik	SJ	San Juan
En	Endicott	O	Olympic
R	Ruby	S	Siletzia
Sp	Seward Peninsula	BL	Blue Mountains
I	Innoko	Trp	Western Triassic and Paleozoi of Klamath Mountains
NF	Nixon Fork	Kl	Klamath Mountains
PM	Pingston and McKinley	Sm	Smartville (California) and Josephine (Oregon) belts
YT	Yukon-Tanana	F	Franciscan and Great Valley
Cl	Chulitna	C	Calaveras
P	Peninsular	E	Northern Sierra, eastern belt
W	Wrangellia	SG	San Gabriel
Cg	Chugach and Prince William	Mo	Mohave
TA	Tracy Arm	Sa	Salinia
T	Taku	Or	Orocopia
Ax	Alexander		**Nevada**
G	Goodnews	So	Sonomia
	Canada	RM	Roberts Mountains
Ch	Cache Creek	GL	Golconda
St	Stikine	H	Humboldt
BR	Bridge River		
E	Eastern assemblages		**Mexico**
		B	Baja
		V	Vizcaino

Figure 12.5 Map showing distribution of principal tectonostratigraphic terranes in North America. Extent of craton shown by pattern. *(After Coney et al., 1980)*



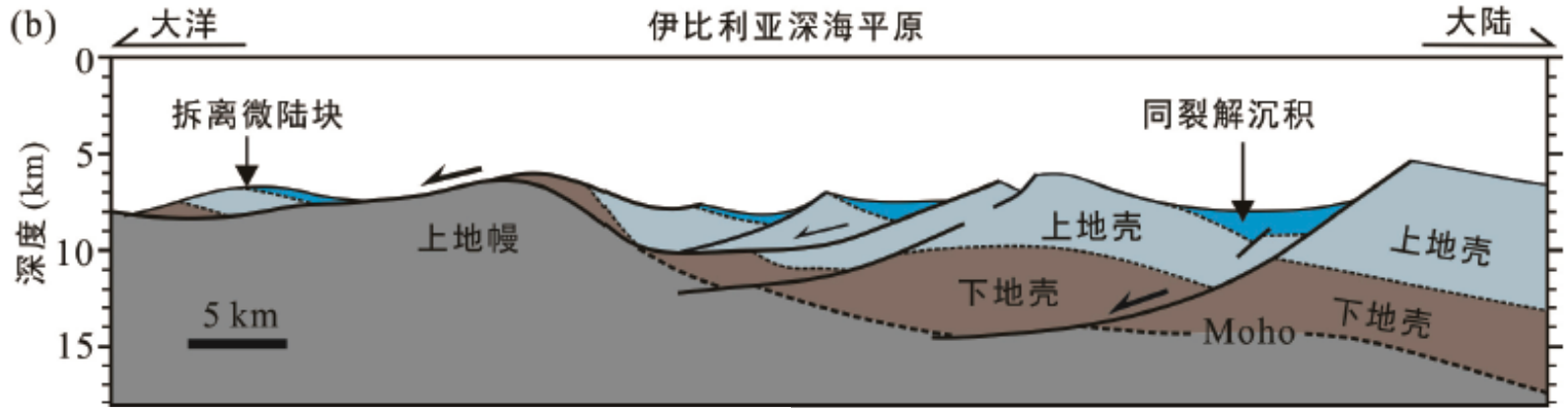
9.23. Suspect terranes in western North America (from Coney *et al.*, 1980 —✓— eastern limit of Mesozoic-Cenozoic deformation. Symbols refer to specific terranes, some of which are mentioned in the text.



报告题纲

- 微地块与大板块原理
- 微地块与大板块差异
- 微地块与大板块关系
- 微地块的深浅耦合
- 微地块循环与Wilson旋回
- 洋内动力地球新思考

1.深浅部叠置：拆离型微板块



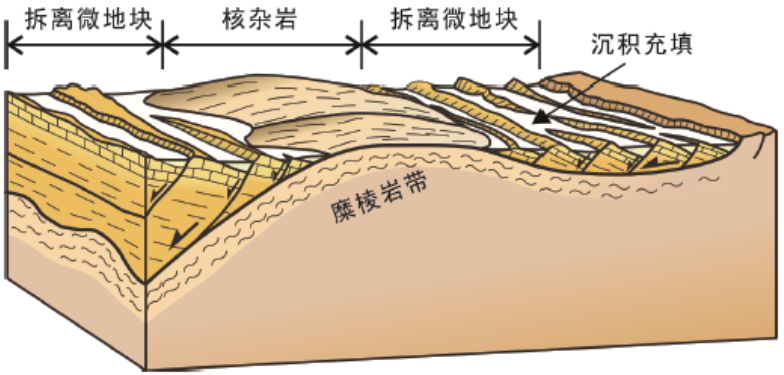
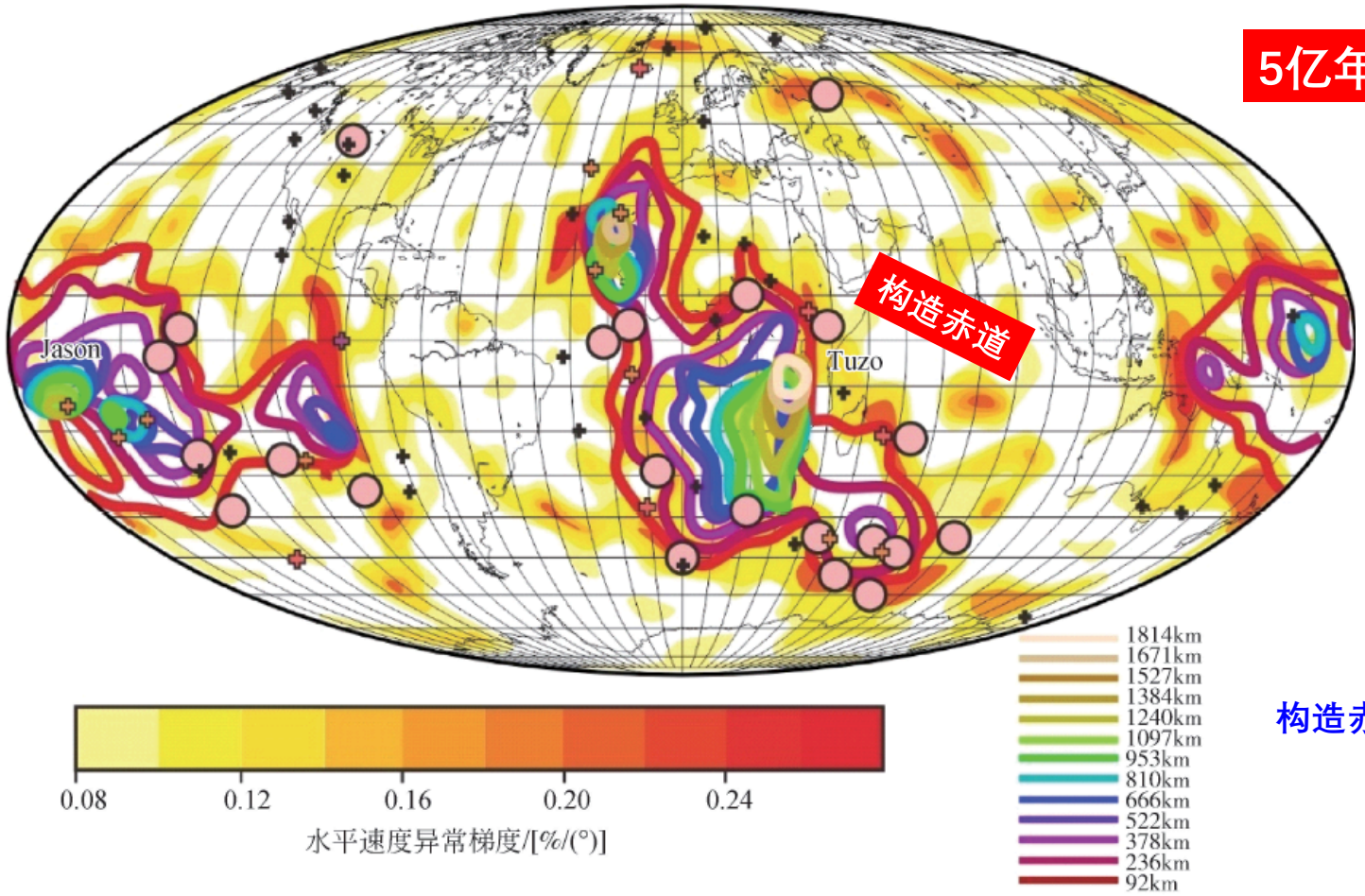


图 1　拆离断层与拆离型微地块(据 Frisch et al., 2011 修改)

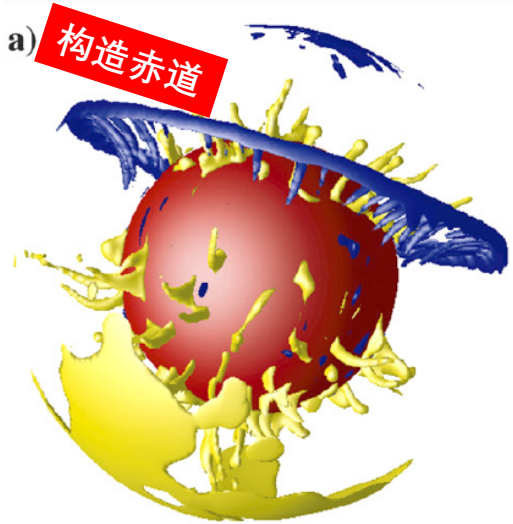
常发育于：

- **洋陆转换带（地幔剥露）**
- **洋中脊（海洋核杂岩）**

2. 地幔柱纽带：微板块形成于Tuzo和Jason的地幔柱生成带之上



5亿年以来的核幔边界状况

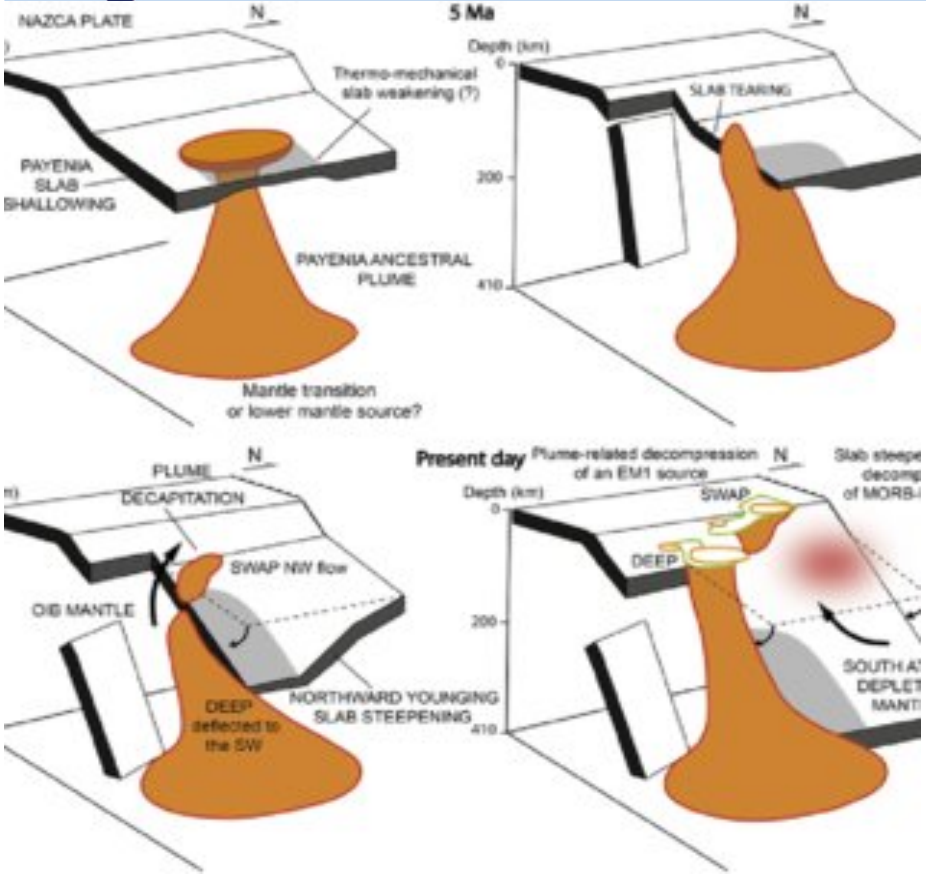


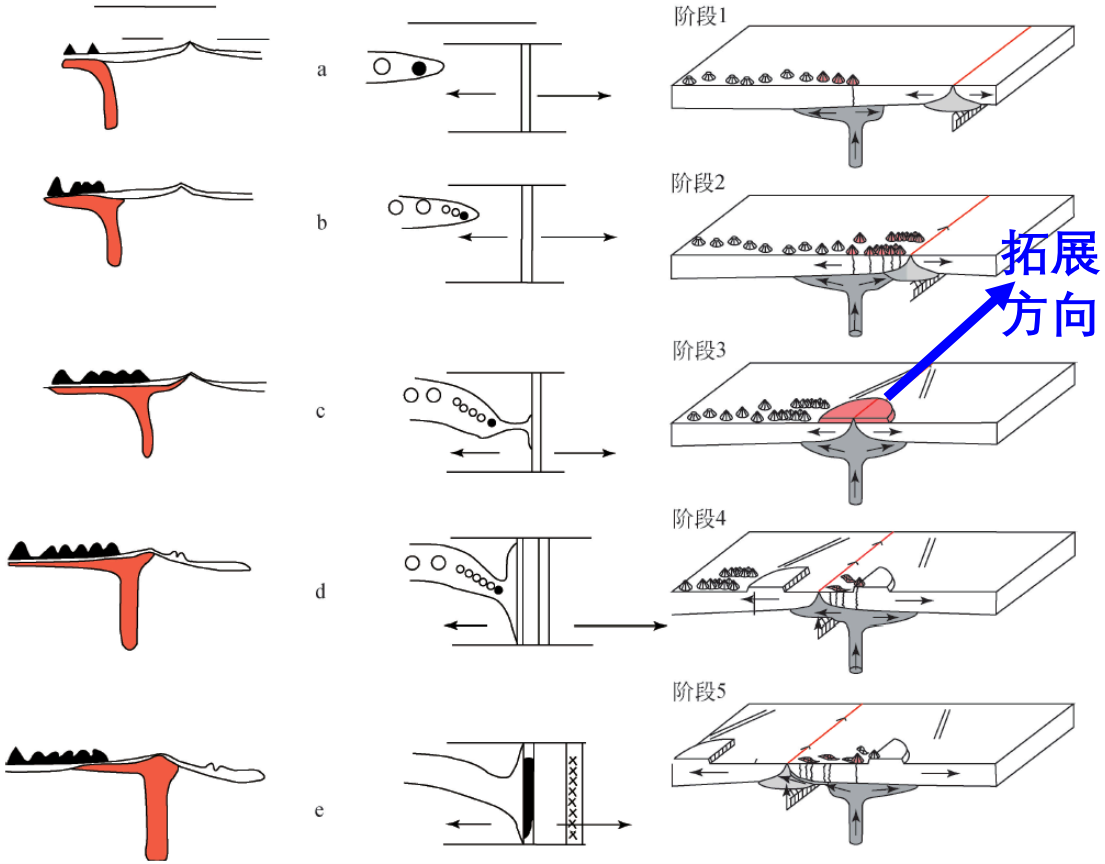
构造赤道类似地表系统的ITCZ可变动

Burke et al., 2008

斗学与技术国家实验室
boratory of Marine Science and Technology

是否与地幔柱有关？

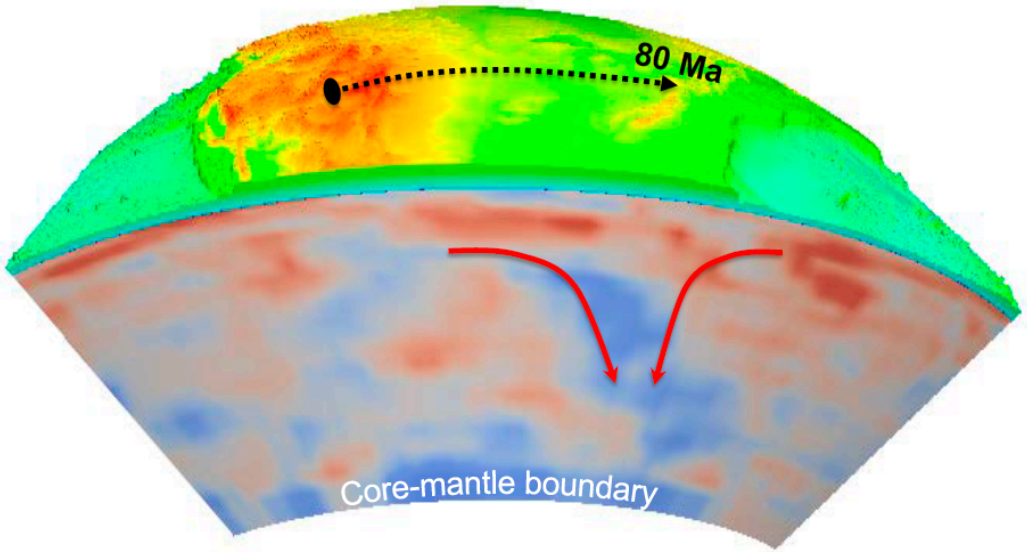


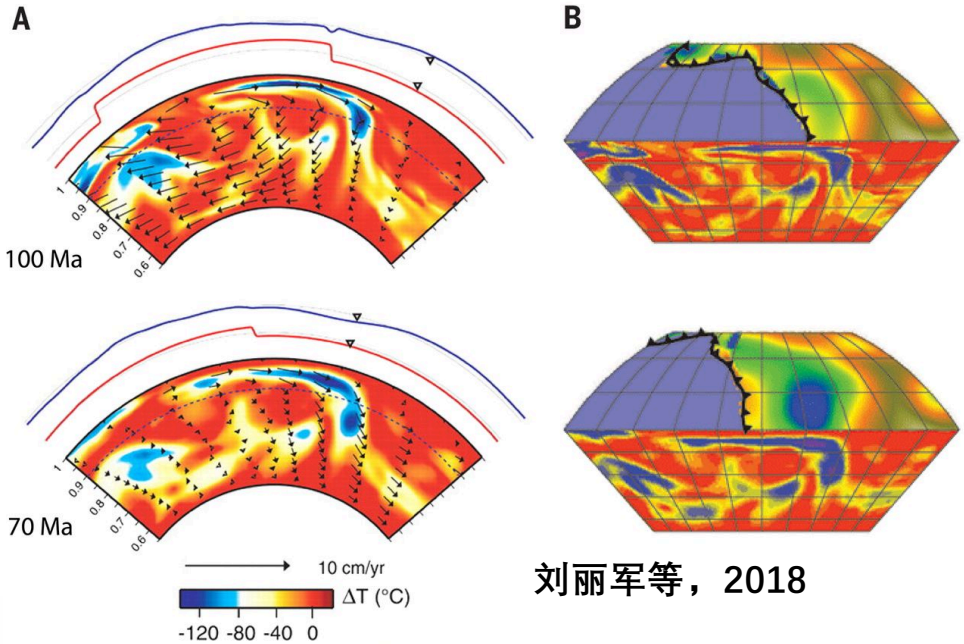


Qingdao National Laboratory of Marine Science and Technology

Dyment et al., 2007

3.遥相关影响：微幔块与上覆板块之间无接触的深浅部相互作用！



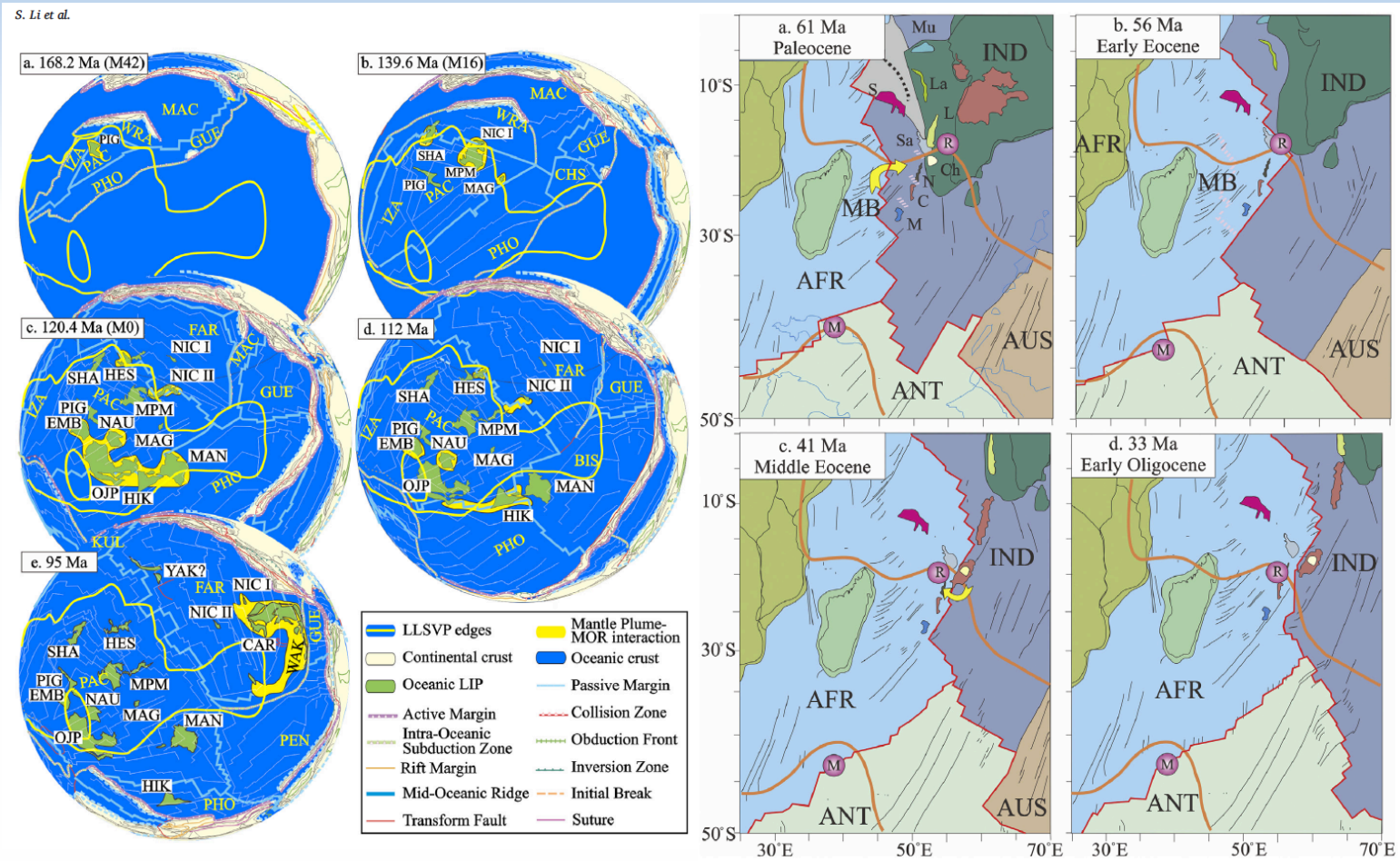


刘丽军等，2018

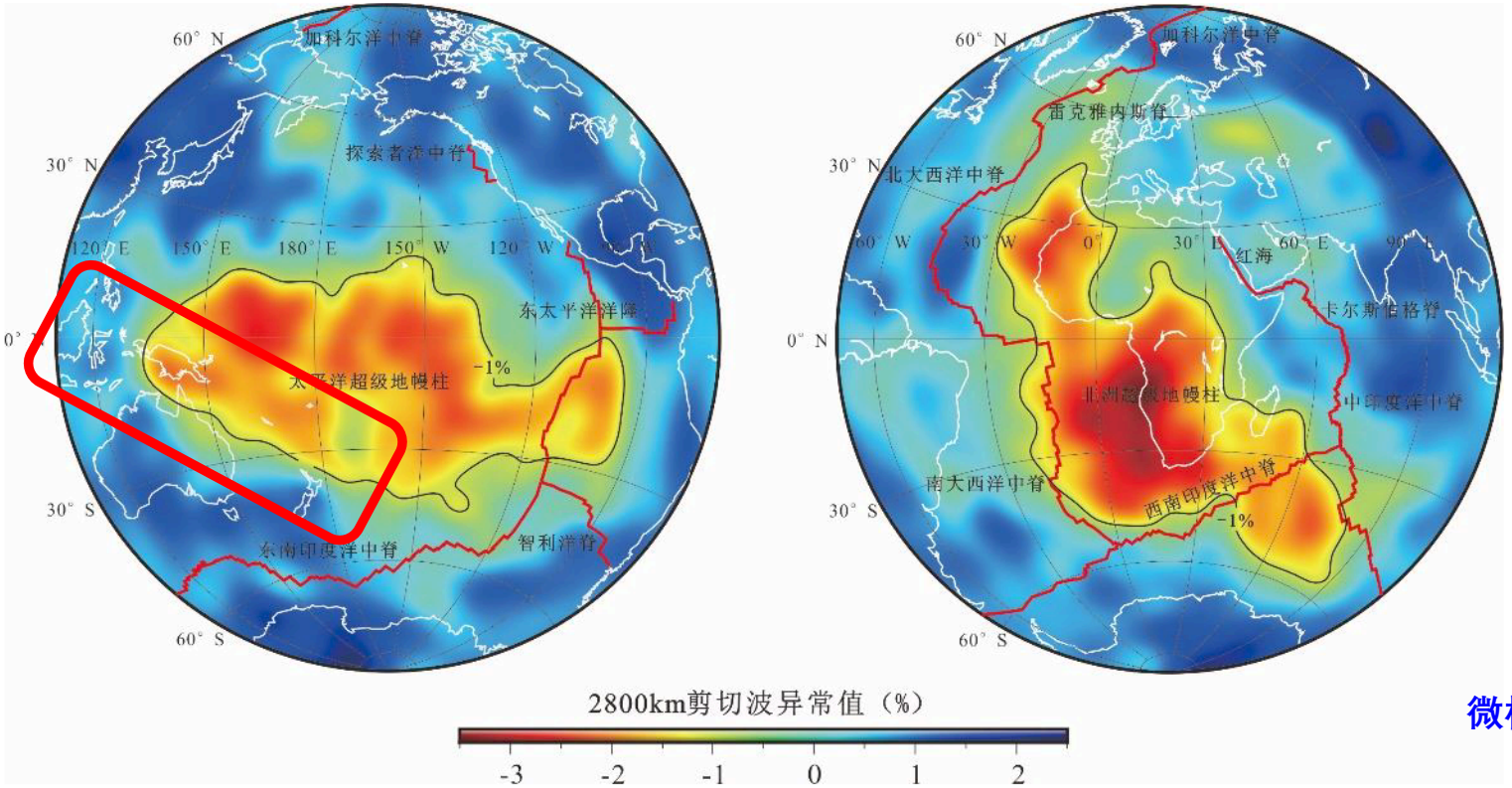
Former subducted oceanic plates (slabs) （微幔块）are still cold long after they entered the hot mantle, and thus will drag the mantle to flow downward.

4. 动态遥相关：微板块形成于Tuzo和Jason的地幔柱生成带之上

通过压力效应
发生相互作用



5. 深浅部交接：西太平洋微板块集中区浅部俯冲带与深部低速区边缘



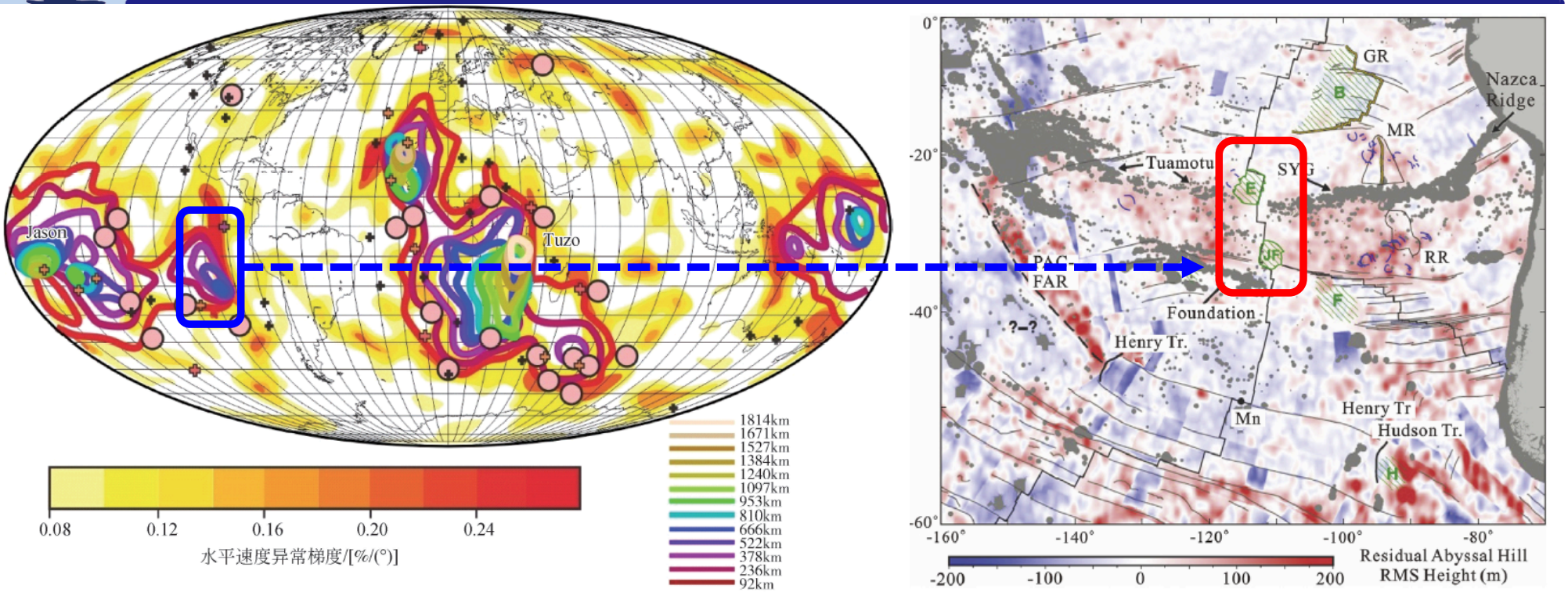
微板块形成具有丛集性

图 5 超级地幔柱与内、外支洋中脊分布图　**李江海等，审稿**

（地震波波速数据来自 SMEAN 模型[43]，黑色等值线为剪切波-1%异常）

支术国家实验室
larine Science and Technology

加拉帕戈斯微板块位置与Jason东侧吻合



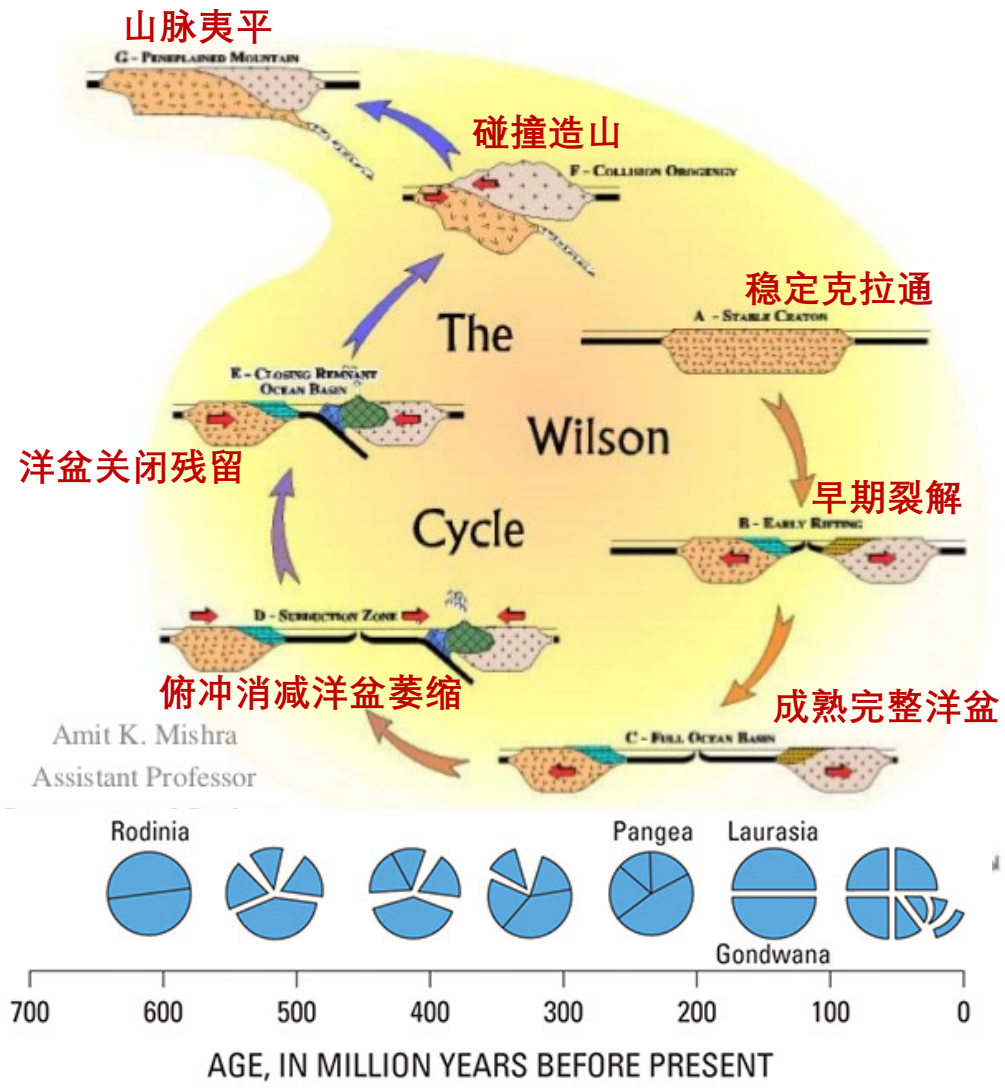
(a) 全球古地磁参考系中重建的大火成岩省喷出位置和在核幔边界上方不同高度的SMEAN层析模型的-1%轮廓绘制的热点

Burke et al., 2008

青岛海洋科学与技术国家实验室
Qingdao National Laboratory of Marine Science and Technology

报告题纲

- 微地块与大板块原理
- 微地块与大板块差异
- 微地块与大板块关系
- 微地块的深浅耦合
- 微地块循环与Wilson旋回
- 洋内动力地球新思考



理念

问题

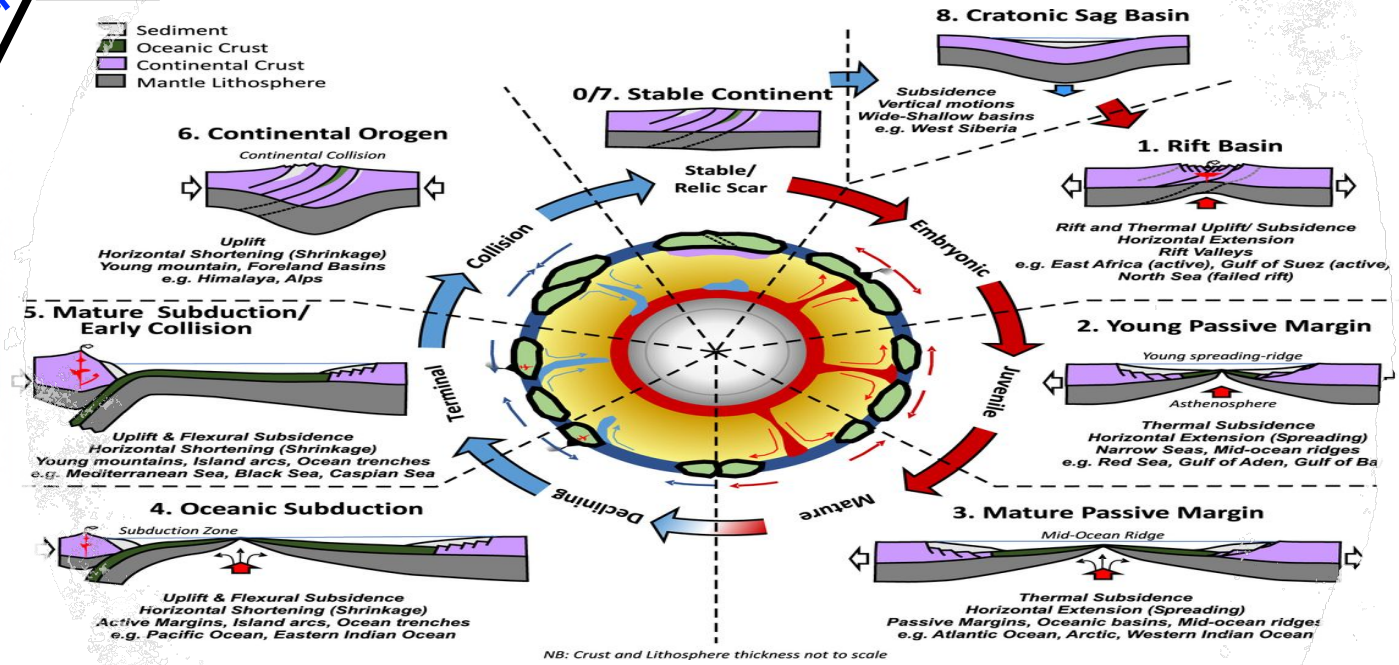
威尔逊板块旋回

- 强调大洋从生到死的演化过程
- 未能解决板块最终去向
- 未能解释板内变形
- 未能体现整体过程（6步）

新理念

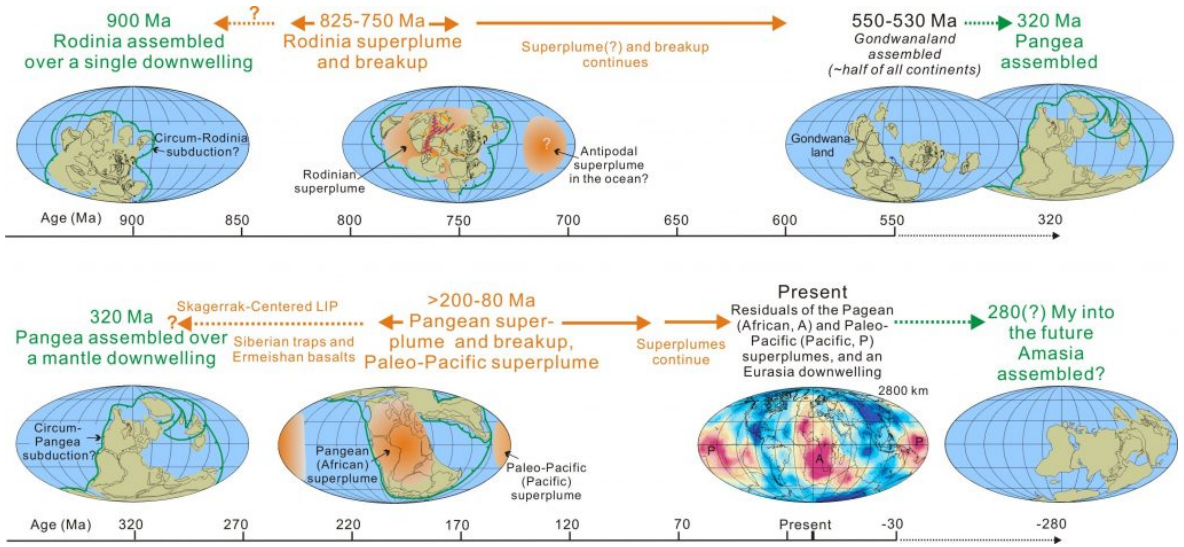
新问题

新的威尔逊板块旋回

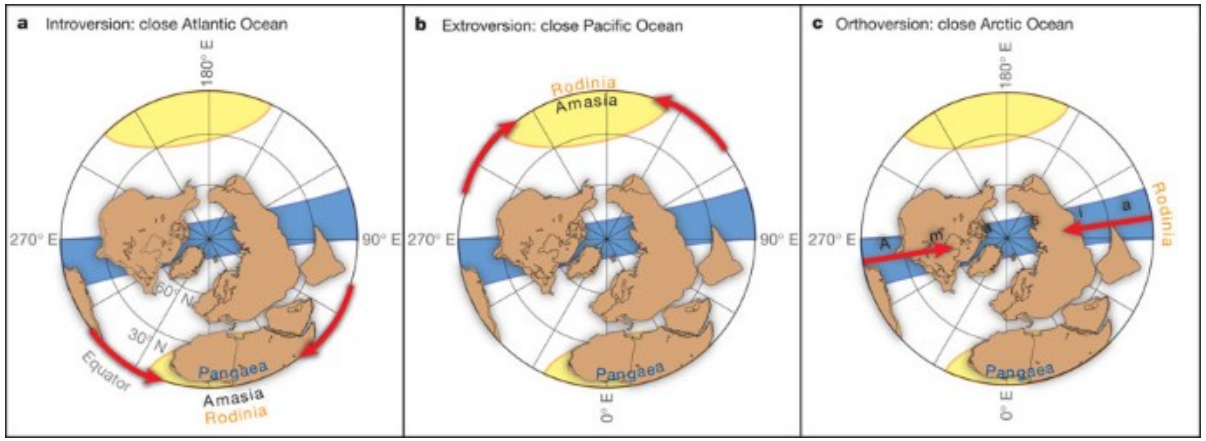


- 提出了新的后续演化过程（8步）
- 解决了板块内部变形部分问题
- 解决了变形的地幔内部机制
- 未能体现洋内微板块生消旋回
- 未能体现大陆岩石圈拆沉过程

过程



机制



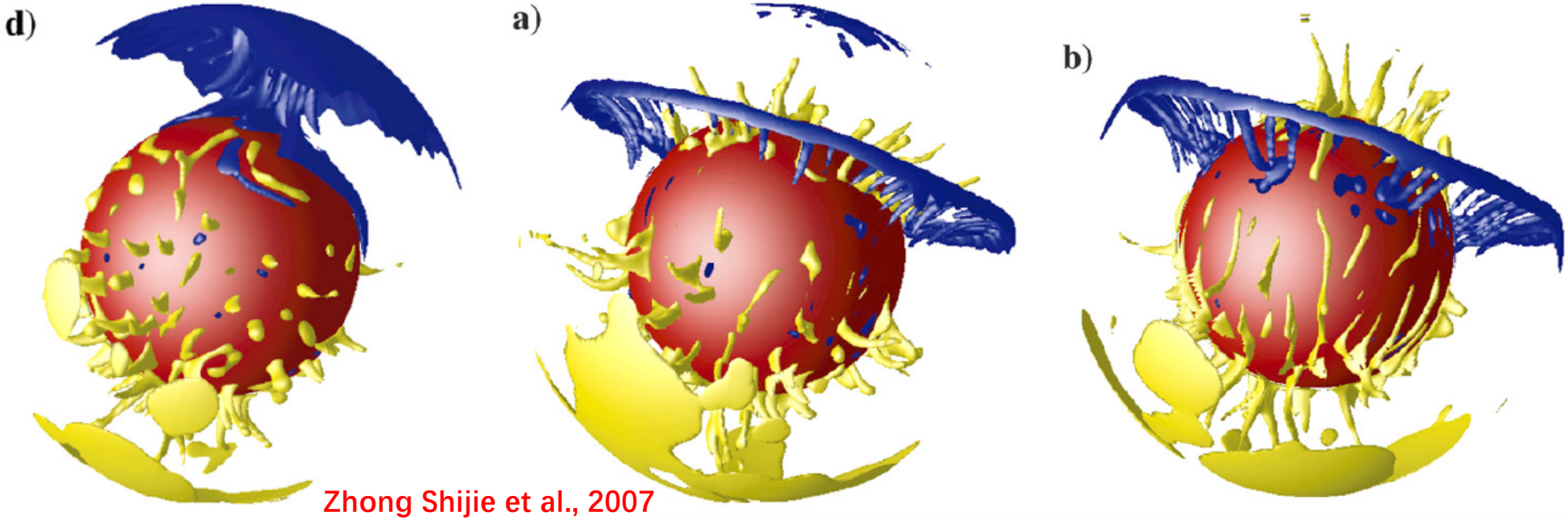
深时视角

超大陆旋回

全球所有大陆或75%以上大陆聚集到一起形成的大陆，称为超大陆。超大陆旋回是超大陆聚散周期。可包含若干威尔逊旋回先后发生或同时发生。

瑞利-泰勒不稳定性：

一阶球谐函数（degree-1）和二阶球谐函数（degree-2）和超大陆聚散机制



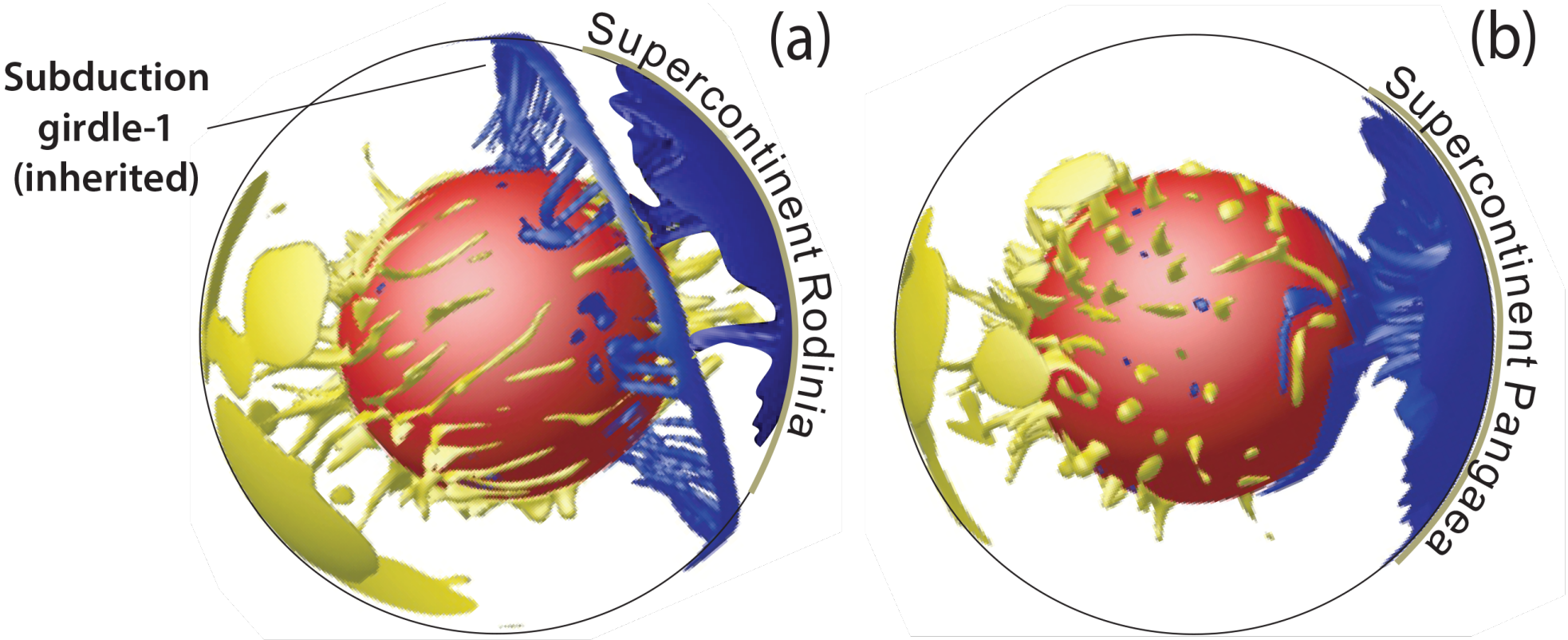
Zhong Shijie et al., 2007

Degree-1 一阶模式　　Degree-1向Degree-2 转换模式　　Degree-2 二阶模式

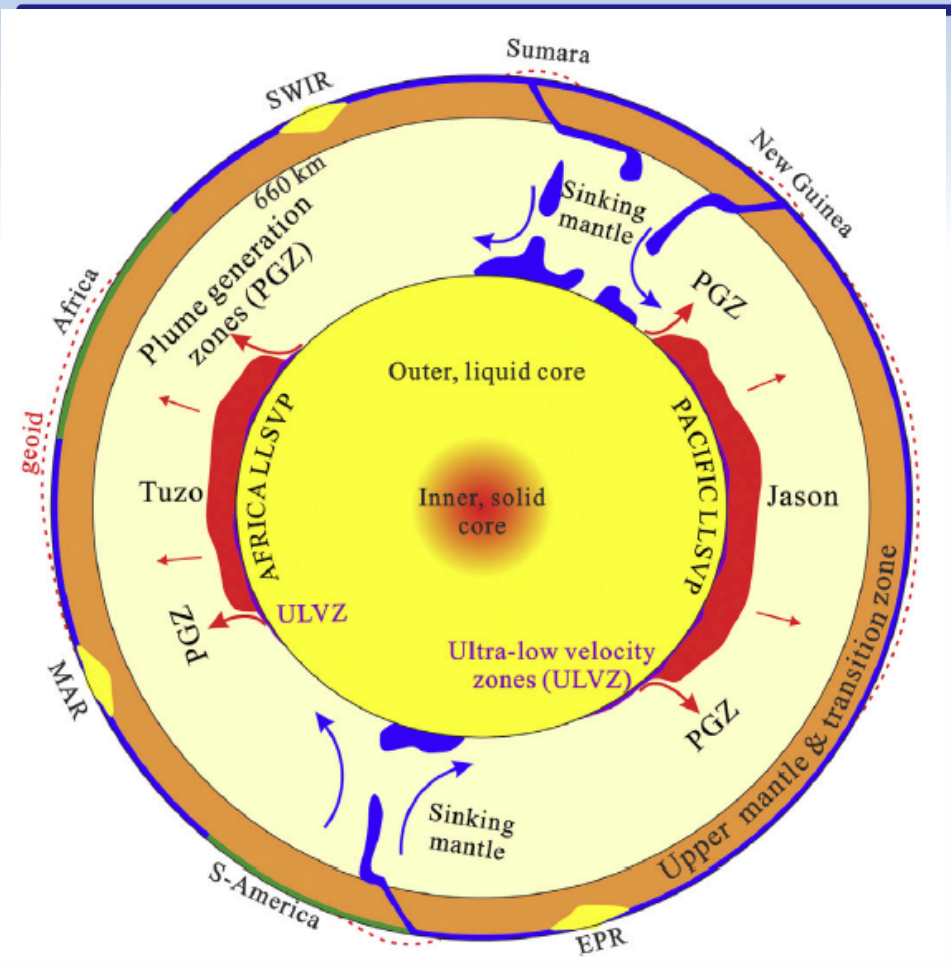
模拟结果表明，一个超大陆要彻底裂解，需要7次裂解事件，即350Myr

超大陆聚散机制与“超级地幔柱”（LLSVZ？）

既不是热驱，也不是冷驱，而是密度驱



微板块循环：Wilson、非Wilson、超大陆三种周期



微地块从生长到死亡，可以具有板块构造的完整Wilson演化旋回，也可以是不完整的非Wilson演化旋回，在时间尺度上，可以是2亿年的Wilson旋回，也可以超过7亿年的超大陆旋回。

报告题纲

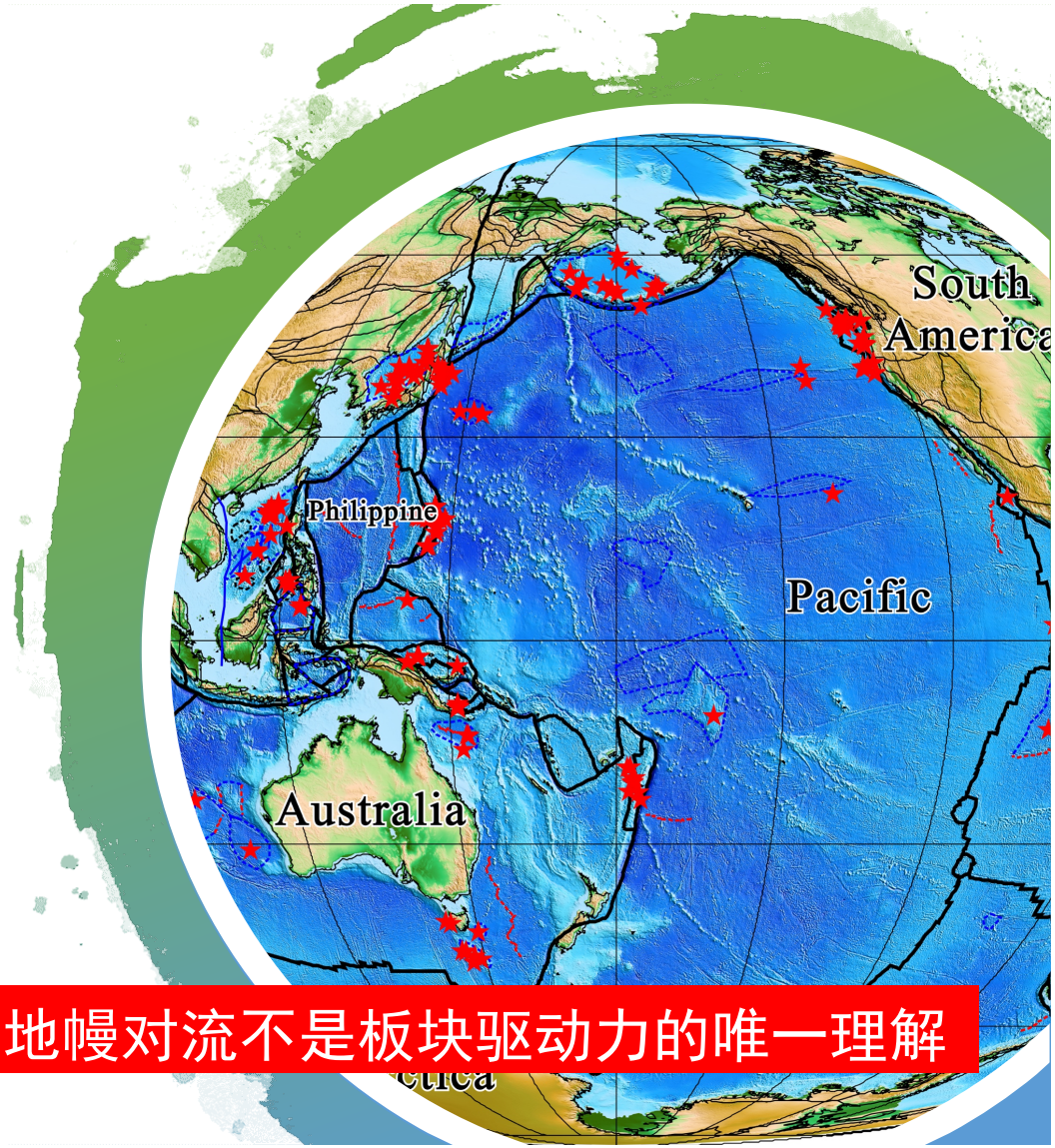
- 微地块与大板块原理
- 微地块与大板块差异
- 微地块与大板块关系
- 微地块的深浅耦合
- 微地块循环与Wilson旋回
- 洋内动力地球新思考

地球的特征识别标志：水、生命和微板块

- 微地块构造说：
- 驱动微板块运动的动力是多种多样，
- 未来大洋钻探可以检验动力；

- 检验的内容：
- 俯冲启动 vs 洋脊驱动 vs 地幔上涌；

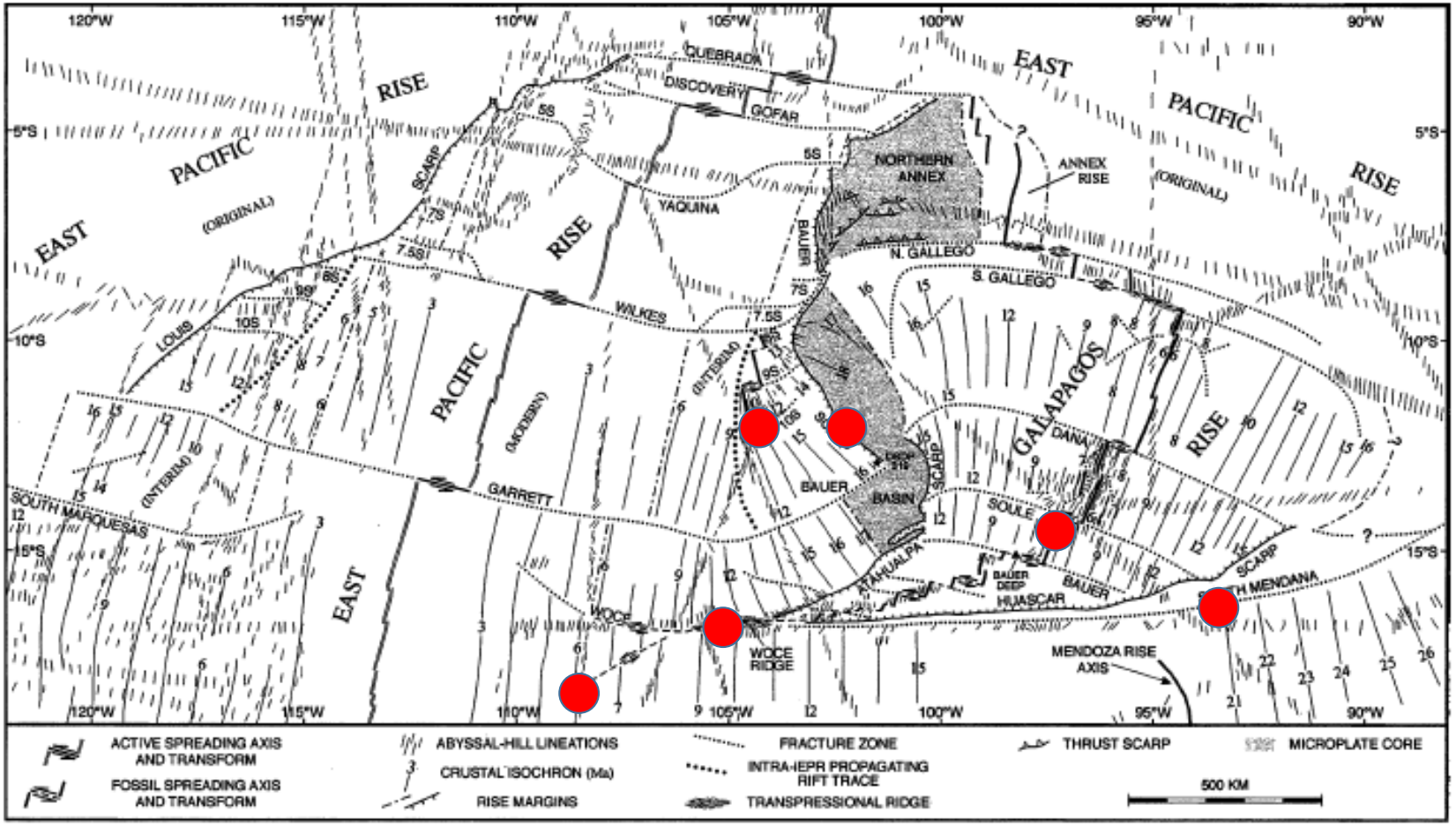
- 检验切入点：
- 1）西太平洋-印度洋洋内俯冲如何启动？
- 2）西南印度洋-大西洋洋中脊增生驱动？
- 3）地幔柱或地幔上涌驱动—洋内大火成岩省？

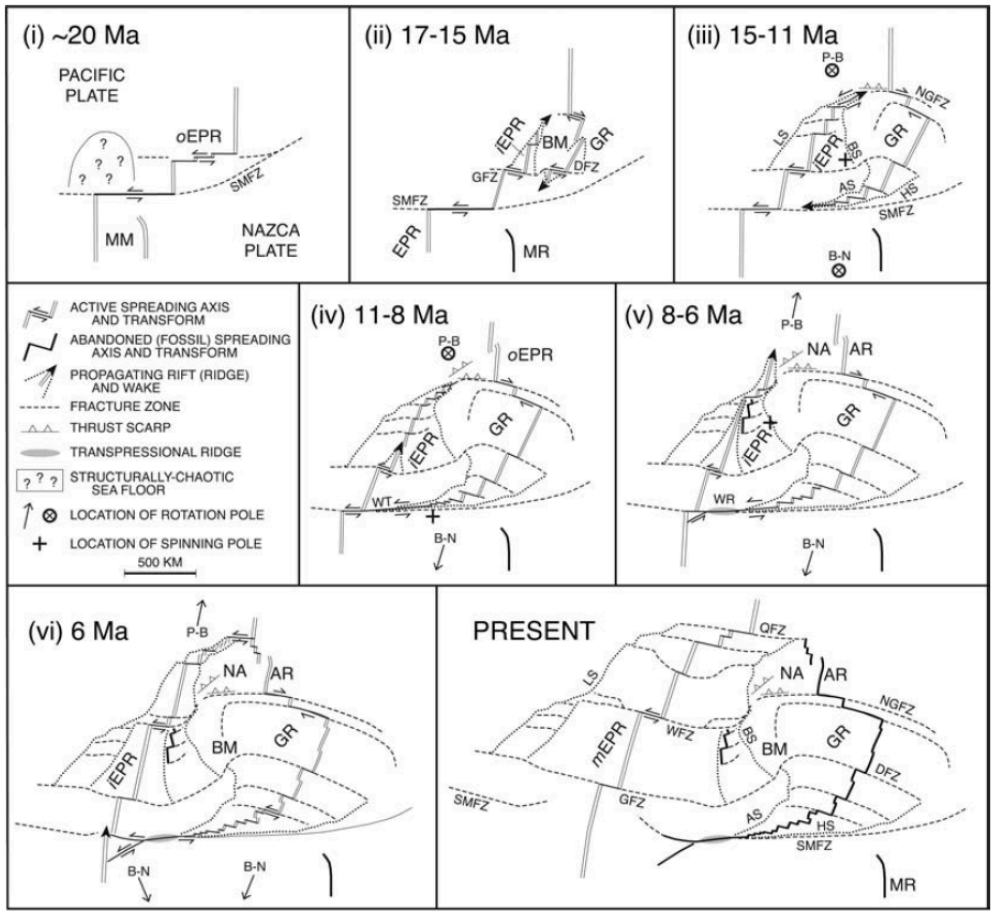


微板块构造理论框架下，地幔对流不是板块驱动力的唯一理解

死亡的Bauer微洋块

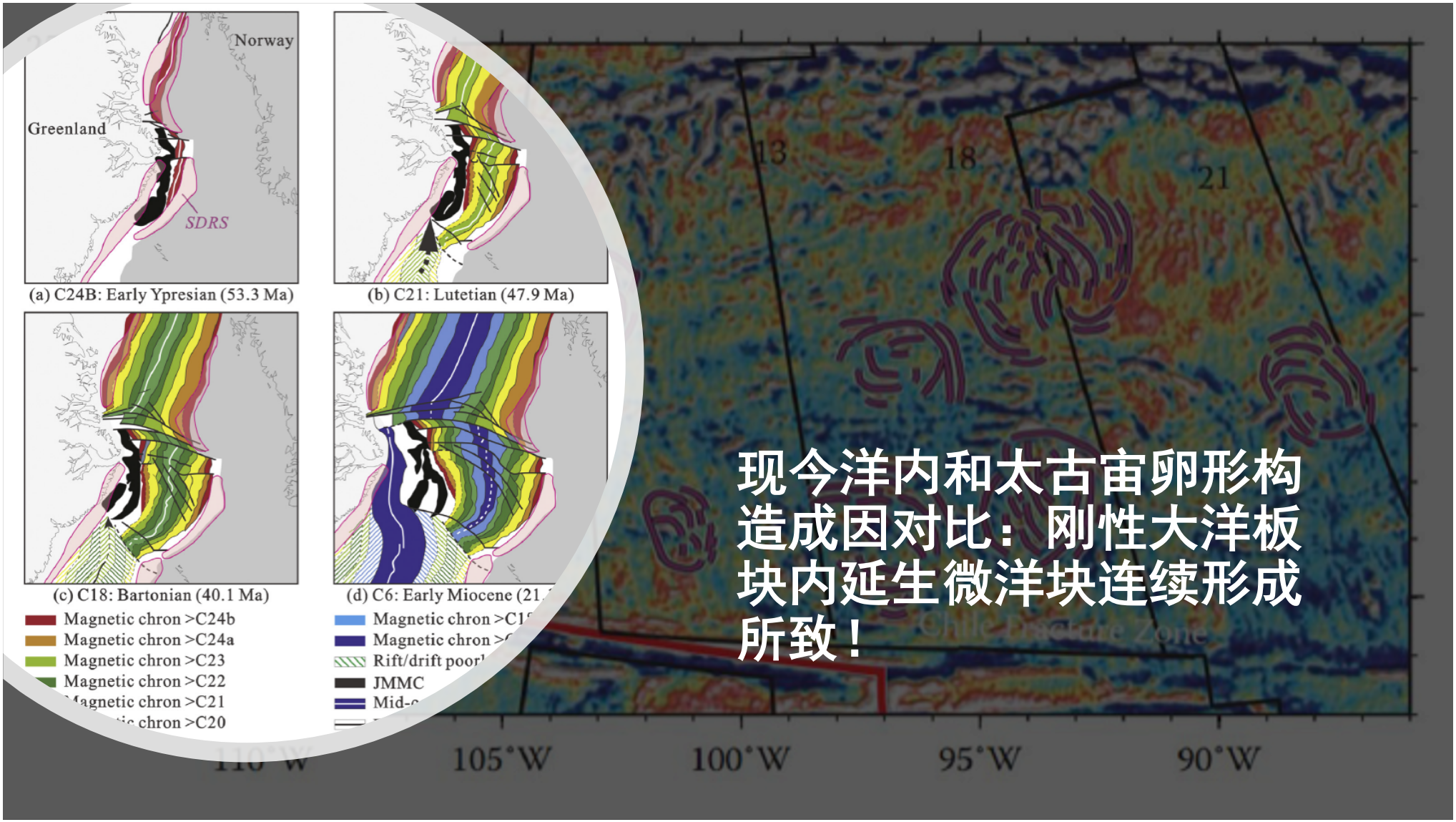
Eakins and Lonsdale, 2003





钻探同时布设OBS，调查深部石化的地幔流动型式，但这无论如何也是检验被动的地幔流动！

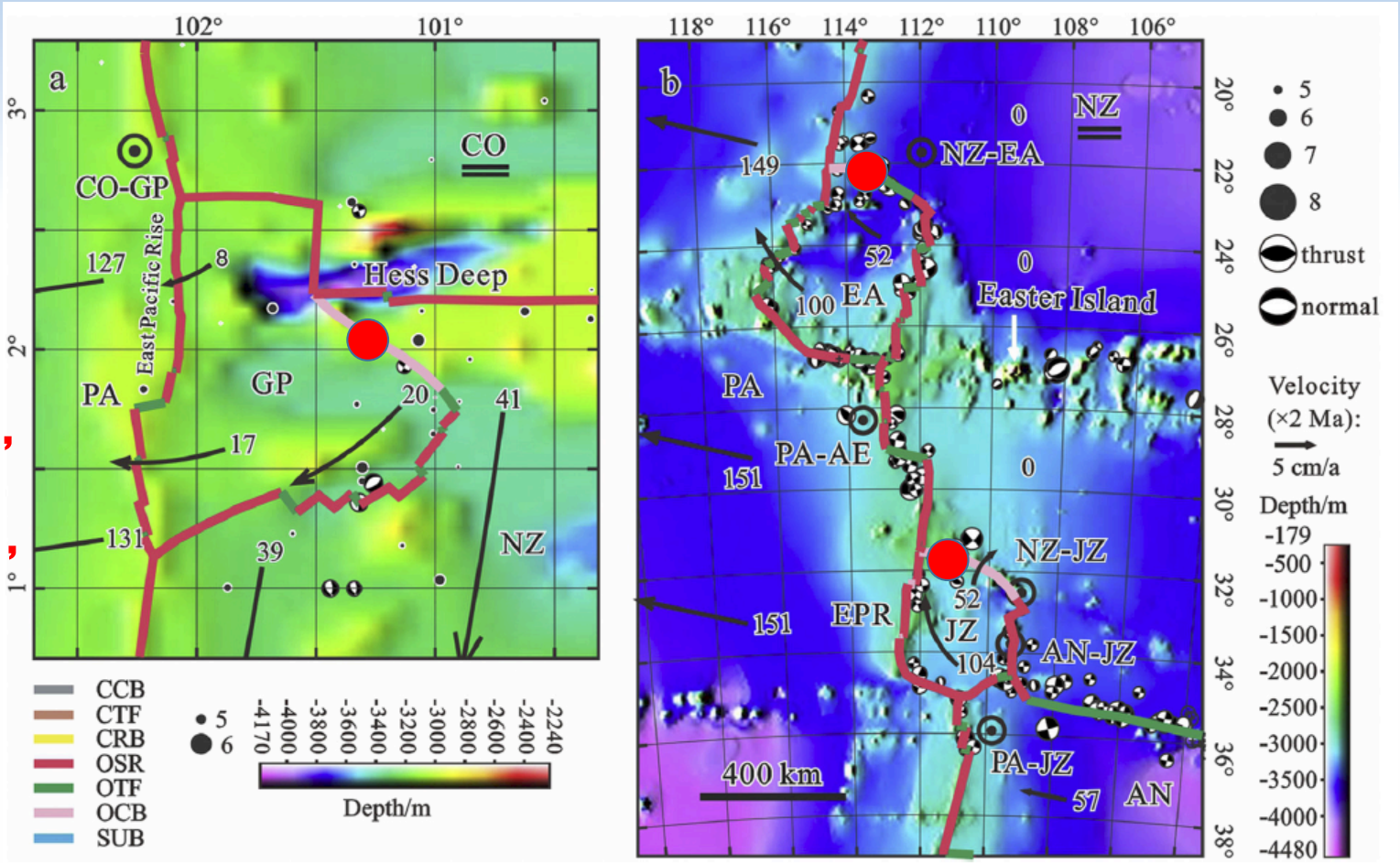
青岛海洋科学与技术国家实验室
Qingdao National Laboratory of Marine Science and Technology



现今洋内和太古宙卵形构造成因对比：刚性大洋板块内延生微洋块连续形成所致！

活动的复活节等微洋块边界

钻探同时布设OBS，调查深部多尺度活动的地幔流动型式，同样，这无论如何也是检验被动的地幔流动！



发表的可参考成果

Earth-Science Reviews 185 (2018) 1029–1064

Contents lists available at ScienceDirect

Earth-Science Reviews

journal homepage: www.elsevier.com/locate/earscirev

Microplate tectonics: new insights from micro-blocks in the global oceans, continental margins and deep mantle

Sanzhong Li[a,b,*], Yanhui Suo[a,b,*], Xiyao Li[a,b], Bo Liu[a,b], Liming Dai[a,b], Guangzeng Wang[a,b], Jie Zhou[a,b], Yang Li[a,b], Yiming Liu[a,b], Xianzhi Cao[a,b], I. Somerville[a,b], Dunling Mu[c], Shujuan Zhao[a,b], Jinping Liu[a,b], Fan Meng[a,b], Libing Zhen[a,b], Lintao Zhao[a,b], Junjiang Zhu[a,b], Shengyao Yu[a,b], Yongjiang Liu[a,b], Guowei Zhang[a,b]

[a] Key Lab of Submarine Geosciences and Prospecting Techniques, MOE, College of Marine Geosciences, Ocean University of China, Qingdao 266100, China
[b] Laboratory for Marine Geology, Qingdao National Laboratory for Marine Science and Technology, Qingdao 266237, China
[c] UCD School of Earth Sciences, University College Dublin, Belfield, Dublin 4, Ireland

大地构造与成矿学
DADI GOUZAO YU CHENGKUANGXUE
2019 年 8 月　第 43 卷　第 4 期

目　次

微板块构造专辑

序　言……
板块驱动力：问题本源与本质……李三忠，王光增，索艳慧，李玺瑶，戴黎明，刘一鸣，周　洁，郭玲
跃生型微地块：离散型板块边界的复杂演化……孟　繁，李三忠，索艳慧，朱俊江，李玺瑶，戴黎明，刘永
裂生微地块构造特征及成因模式：来自西太平洋弧后扩张作用的启示……牟墩玲，李三忠，索艳慧，朱俊江，李玺瑶，王光增，郭玲
海洋磁异常及其动力学……李园洁，李三忠，姜兆
转换型微板块类型、成因及其大地构造启示……王光增，李三忠，索艳慧，李玺瑶，朱俊江，刘永
延生微地块：洋脊增生系统的复杂过程……赵林涛，李三忠，索艳慧，郭玲莉，王光增，戴黎明，朱俊
延生型微板块成因机制模拟研究进展……甄立冰，李三忠，郭玲莉，王光增，索艳慧，朱俊江，李玺
增生型微地块的成因模式及演化……汪　刚，李三忠，姜素华，索艳慧，郭玲莉，朱俊
残生微洋块：俯冲消减系统下盘的复杂演化……刘金平，李三忠，索艳慧，朱俊江，李玺瑶，戴黎明，刘永
拆离型微地块：洋陆转换带和洋中脊变形机制……李　阳，李三忠，郭玲
王光增，朱俊江，刘一鸣，刘　博，周
碰生型微地块的分类及其形成机制……周　洁，李三忠，索艳慧，李玺瑶，郭玲莉，朱俊江，刘永
青藏高原班公湖-怒江缝合带及周缘燕山期微地块聚合与增生造山过程……刘一鸣，李三忠，于胜尧，曹现志，周　洁，李　阳，王登榉，徐林
西北太平洋洋陆过渡带新生代盆地构造演化与油气分布特征……姜素华，张　雯，李三忠，汪　刚，曹　伟，索艳慧，陆蕾
《大地构造与成矿学》2019 年(第 43)卷第 5 期预目……
《大地构造与成矿学》征稿简则……

特约主编　李三忠
责任编辑　李红霞　彭冰霞　邱亮斌
期刊参数　CN44-1595/P * 1977 * b * A4 * 256 * zh * P * ¥50.00 *　* 14 * 2019-08
封面照片　寒武系灰岩与黑色泥岩(薄)互层受印支期挤压作用而形成小型褶皱，临界应力值时，岩层发生破裂，形成小型向东逆冲的逆断裂，沿破裂

青岛海洋科学与技术国家实验室
Qingdao National Laboratory of Marine Science and Technology

敬请批评指正！
谢谢！

网页资料下载：http://geolab.ouc.edu.cn/xzzq/list.htm
联系方式：Sanzhong@ouc.edu.cn