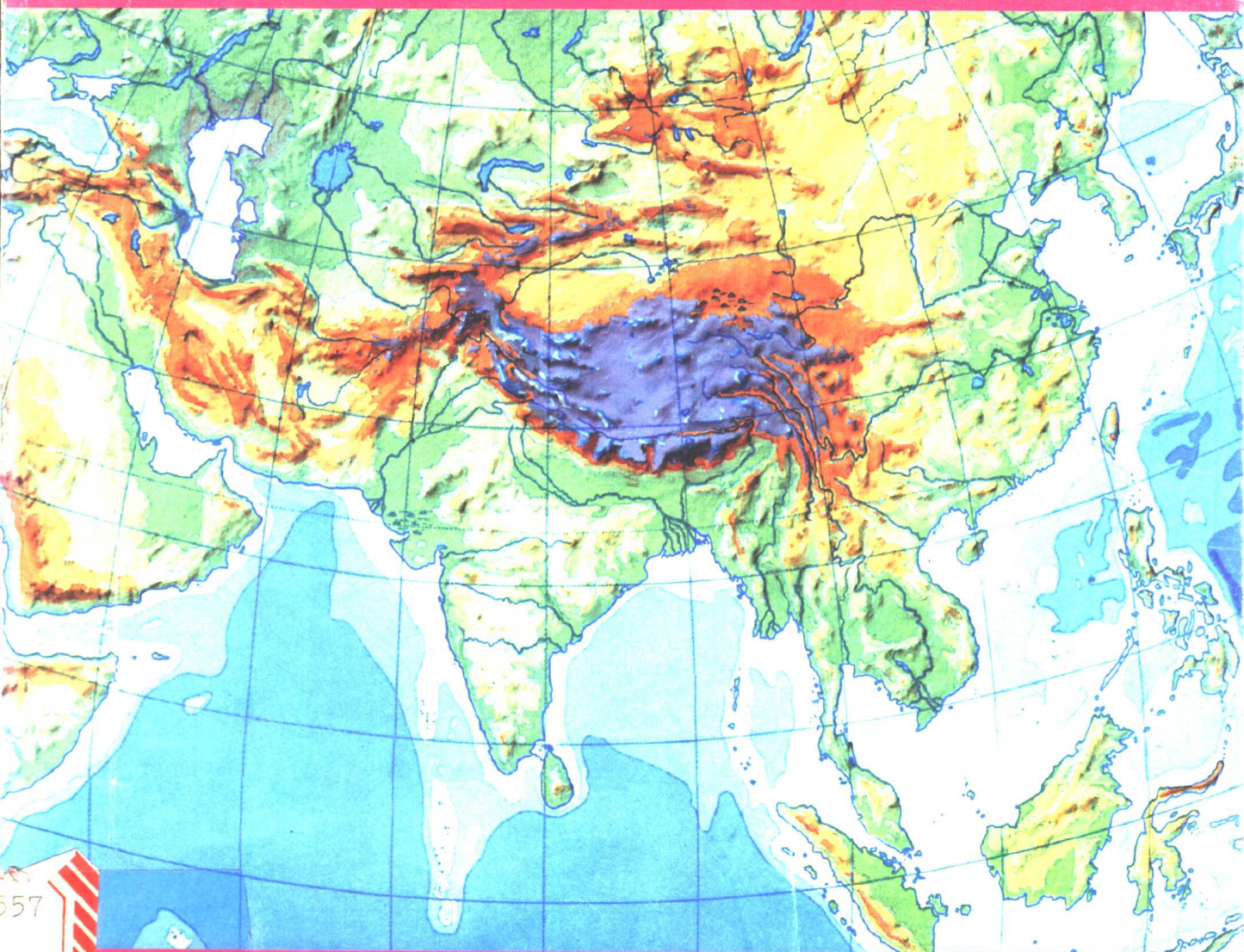




特提斯地质



地质出版社

第 18 期

特 提 斯 地 质

第 18 号

地质矿产部成都地质矿产研究所 编
中国地质科学院特提斯地质研究中心

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

(京)新登字 085 号

内 容 提 要

本文集概述了有关特提斯一百余年来研究的进展与展望,特提斯构造域由洋转换为陆的岩石圈构造体制的转化模式及板块构造说当前所面临的问题及今后发展的趋向;对尚有争议的冈瓦纳北缘杂砾岩的时代和成因、极为发育的扬子台地西缘重力流堆积深水碳酸盐的环境和意义及“三江”地区颇具特色的火山岩形成环境和特征进行了研究和讨论。

本文集对从事特提斯地质研究的专家、学者及科研、教学人员具有重要的参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

特提斯地质 第18号 / 地质矿产部成都地质矿产研究所,
中国地质科学院特提斯地质研究中心编. —北京:地质出版社,
1994.12

ISBN 7-116-01704-6

I. 特… II. ①地… ②中… III. 华夏古陆:冈瓦纳古陆:江
南古陆 IV. P531

中国版本图书馆CIP数据核字(94)第11575号

地质出版社出版发行

(100013,北京和平里7区10楼)

责任编辑:王培生

*

中国地质科学院562印刷厂印刷 新华书店总店科技发行所经销

开本:787×1092¹/₁₆ 印张:10.25 字数:237000

1994年12月北京第一版·1994年12月北京第一次印刷

印数:1—800册 国内定价:8.80元

ISBN 7-116-01704-6

P·1374

《特提斯地质》编辑委员会

名誉主任：黄汲清 刘宝谟 李廷栋

主任：余光明

副主任：陈智梁 潘桂棠 李兴振

编委（以姓氏笔画为序）：

王成善 王培生 刘本培 刘朝基 李文汉 李兴振

余光明 罗建宁 陈智梁 范影年 张以第 张翼飞

骆耀南 郝子文 莫宣学 曹佑功 谭惠静 潘桂棠

特邀编委：Burchfiel, B. C. Hsü, K. J. Şengör, A. M. C.

肖序常 刘增乾 袁学诚 钟大赉

The Editorial Board for TETHYAN GEOLOGY

Honorary Directors: Huang Jiqing Liu Baojun Li Tingdong

Director: Yu Guangming

Deputy Directors: Chen Zhiliang Pan Guitang Li Xingzhen

Board Members: Wang Chengshan Wang Peisheng Liu Benpei

Liu Chaoji Li Wenhan Li Xingzhen Yu Guangming

Luo Jianning Chen Zhiliang Fan Yingnian Zhang Yifu

Zhang Yifei Luo Yaonan Hao Ziwen Mo Xuanxue

Cao Yougong Tan Huijing Pan Guitang

Specially Invited Board Members: Burchfiel, B. C. Hsü, K. J.

Şengör, A. M. C. Xiao Xuchang

Liu Zengqian Yuan Xuecheng Zhong Dalai

《特提斯地质》编辑部

主编：陈智梁

副主编：王培生 李兴振

发 刊 词

特提斯 (Tethys) 原为希腊神话中海神之妻的名字, 奥地利地质学家 E. Suess 于 1893 年将其引入地质文献, 用来命名地质历史中的古地中海。特提斯研究, 用综合分析的方法, 从全球视角出发, 阐明地壳时空演化的特征和规律, 因此其本身成为经久不衰的前沿研究领域。

从 20 世纪 60 年代以来, 以板块构造理论为代表的现代地质学的兴起过程中, 特提斯研究起了十分重要的作用。在大陆地质再次向地球科学提出挑战并使之处于重大变革的今天, 特提斯研究更具新意。

我国地处特提斯的东部, 具有独特的地质结构和演化历史, 是研究特提斯不可缺和不可替代的关键地区。我国西部, 特别是青藏高原及其邻区, 是东特提斯的重要组成部分, 被誉为“窥测地球深部的窗口”。为了探索特提斯的形成和演变, 地球科学工作者做了大量的工作, 付出了巨大的劳动, 乃至献出了宝贵的生命, 并取得了蜚声世界的巨大成就。现在已能描绘出一幅有关特提斯发生、发展和消亡、改造的图画, 奠定了东特提斯演化历史的研究基础。

特提斯是一个历史的而又富含新意的命题, 应该说现在的研究程度远没有揭示她的本来面目。为了充分阐明她的科学理论意义和发掘她的资源潜力, 还需要几代人的实践、认识、再实践、再认识。要完全揭开特提斯之谜, 既需要地学工作者的精心研究, 努力探索, 深化认识, 又需要努力推动广泛的合作与交流, 百家争鸣, 从而在科学认识的体系上不断提高, 为人类社会的进步作出更大的贡献。我们将原中国地质科学院成都地质矿产研究所所刊更名为《特提斯地质》, 就是为了达到这个目的的一种努力。

《特提斯地质》乃是原成都地质矿产研究所所刊的延续。更名后的《特提斯地质》是由地质矿产部成都地质矿产研究所、中国地质科学院特提斯地质研究中心联合主办的综合性学术刊物, 她主要刊登有关特提斯研究的区域地质、构造地质、沉积地质、岩石矿物、地层古生物、矿床及地球物理、地球化学等方面的专题研究和综合研究成果。我们希望能够在集思广益的基础上, 推动学术交流和探讨, 促进特提斯地质研究向前发展; 我们希望广大同行能够喜欢她, 支持并帮助她, 使之成为广大科学工作者的共同学术园地。

《特提斯地质》编辑委员会

1994 年 6 月

Foreword

The nomenclature of Tethys, which is the wife's name of sea god in Greek mythology, has been introduced in geological literatures and referred to as the ancient Mediterranean sea in a geological history by E. Suess (1893) for over 100 years. Extensive studies of Tethyan regime, by use of comprehensive analyses and in a global view, can reveal its crustal evolution regularities in time and space. Then, Tethyan studies become a long-term research priority of geological sciences.

Since the sixties of 20th century, Tethyan studies played very important role in the rise of recent geology represented by plate tectonic theory. It can be predicted that more new contributions will be made in front of the present challenge initiated by continental geology.

Eastern Tethys in China shows an unique geological structure and evolutionary history and consequently is a key area for studying Tethyan geology. Western China, particularly Qinghai-Xizang (Tibet) Plateau and its adjacent areas, which is an important part of Eastern Tethys, has been known as "a window looking into deep earth". Gigantic efforts and immense works have been made by geoscientists in order to search for initiation and development of Tethys. Up to now, a pattern of Eastern Tethyan opening, development, closing and transformation can be outlined, which is undoubtedly splendid achievement.

Tethys is a historic but progressive topic. It is safe to say that the present studies are far from its true features. In order to expound its scientific significance and to explore potential resources, it is necessary to make efforts of repeated practice-knowledge processes through several generations of geologists. To reveal the mystery of Tethys will depend on not only careful study, indomitable exploring and the deepening of knowledge, but also international cooperative researches and scientific exchanges, which, consequently, will bring about great advance in study of Tethyan geology. Publication of "Tethyan Geology" is an effort for achievement of our object.

"Tethyan Geology" grew out of "Bulletin of the Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources". The renamed "Tethyan Geology" is jointly sponsored by Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources and Centre of Tethyan Geology, Chinese Academy of Geological Sciences. "Tethyan Geology" is a synthetical scientific publication, in which major results of monographic and comprehensive studies dealing with regional geology, structural geology, sedimentary geology, mineralogy and petrology, stratigraphy and palaeontology, ore deposits, geophysics and geochemistry relevant to Tethyan regime

will be published. We hope that this publication could propel Tethyan study forward and promote academic exchanges and discussion, and that it will enjoy the support and help of readers and becomes an academic field for scientists.

The Editorial Board for TETHYAN GEOLOGY

June, 1994

目 录

特提斯地质一百年	陈智梁 (1)
全球洋-陆转换中的特提斯演化	潘桂棠 (23)
板块构造学说面临的挑战	李兴振 (41)
喜马拉雅造山带南北向伸展构造变质岩的压力-温度 (p - T) 轨迹证据	
.....	刘宇平 陈智梁 (52)
早二叠世冈瓦纳北缘构造古地理环境与杂砾岩成因剖析	
.....	梁定益 聂泽同 宋志敏 (61)
滇中特提斯侏罗纪盆地沉积特征及环境分析	
.....	尹福光 蒲心纯 朱同兴 苟汉成 周明辉 张桂权 (74)
扬子台地西缘二叠纪深水碳酸盐沉积作用及其环境意义	朱同兴 蒲心纯 (88)
川西理塘村戈晚三叠世火山岩系及其形成环境	刘朝基 刁志忠 张正贵 (104)
甘肃礼县-宕昌地区新生代钾质碱性超基性火山岩的特征及成因	喻学惠 (114)
金沙江带洋脊-准洋脊火山岩特征研究	沈上越 张保民 魏启荣 刘祥品 (130)
云南西部腕足类 <i>Brochocarina wexfordensis</i> (Smyth) 个体发育研究	姜建军 (143)
征稿启事	(156)

特提斯地质一百年

陈 智 梁

(中国地质科学院特提斯地质研究中心)

19 世纪后半叶到 20 世纪初,世界先进工业国家,由于经济发展对矿产资源日益增加的要求,开展了大规模的地质调查和海外考察探险,积累了前所未有的广泛的地质资料。在这样的历史背景下,这个时期成为地质科学发展的重要时期。地质学家在总结对比全球特别是典型地区地质调查的成果时,许多经典的地质理论和概念也就应运而生。西欧维也纳学派提出的“特提斯”概念就是一个光辉的典范。她从全球地质的汪洋大海中脱颖而出,成为地学界孜孜探求、百年热门的研究课题,显示了经久不衰的持久魅力。

一、欧洲来的“女神”

维也纳学派首先把注意力集中在全球其它区域地质和西欧作对比研究,例如: Murchison (1839) 注意到英国和喜马拉雅早侏罗世化石具有相同的特征; Roemer 认识到,得克萨斯和地中海地区的白垩纪动物群有相似性,并推测两者之间有赤道海域相接; 1862 年, Suess 了解到意大利 Dolomites 山中三叠世的相和动物群与特提斯喜马拉雅 (Gansser, 1964) 具有明显的相似性。一般认为,推动特提斯概念提出的是 Neumayr。他在总结全球侏罗纪和古生物地理时,发现从加勒比到缅甸有海道相通,因为后者夹持在北大陆群和南大陆 (巴西利亚-埃塞俄比亚大陆) 之间 (图 1), 故将其命名为中央地中海 (1885)。

Suess (1893) 在著名的论文“大海的深度是永恒的吗?”一文中,把特提斯正式列入了地质文献。他强调特提斯是一个现已消失的海道。这个海道从东印度 (现为印度尼西亚), 经过喜马拉雅到小亚细亚。然后, 它的沉积物褶皱和揉皱, 形成高入云霄的山脉, 耸于西藏、喜马拉雅和阿尔卑斯。Suess 的思想是把特提斯与全球古地理-构造联系在一起的。他在巨著《地球的面貌》中再次基于世界海相三叠系的相分类, 特别是远洋三叠系的对比, 把特提斯的时代延伸到三叠纪 (1895, 卷 1, 1114-1115 页; 参见 Şengör, 1984)。并明确表述冈瓦纳大陆的现界是中生代的宽阔海洋沉积带, 它自苏门答腊、帝汶经东京 (现为河内)、云南以至喜马拉雅及帕米尔、兴都库什直达小亚细亚。从整体上看, 它必须作为曾一度横贯当时存在的亚洲大陆的残余海来考虑。Neumayr 称之为“中央地中海” (1901, 卷 III, 19 页; 参见黄汲清等, 1987), 笔者在下文将用特提斯来叙述它。

显而易见, 从事地质学研究的先驱们是从生物地层对比和古生物地理分区着手, 在分析全球古地理沿革的基础上, 来认识洋陆的演化历史, 最后推演出大地构造学的概念和结论的。这种思路在一个世纪以来, 对全球古生物地理分区、古地理再造和大地构造的演化

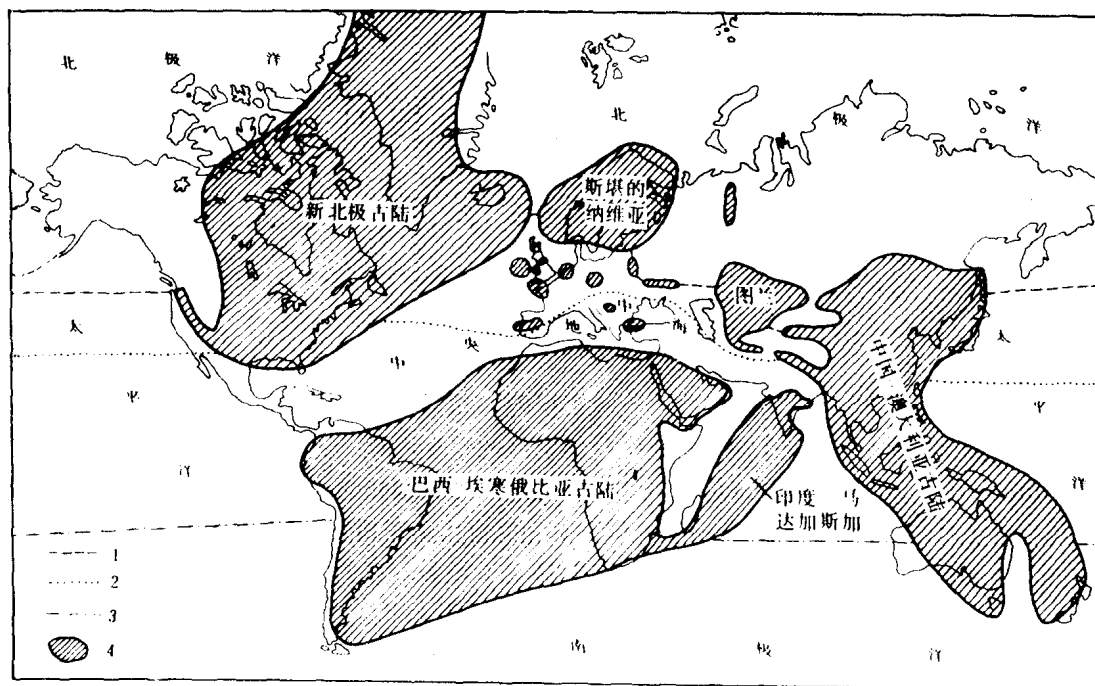


图 1 Neumayr 的中央地中海示意图 (据 Neumayr, 1887, 引自 Şengör, 1984)

(此图与 Neumayr 1885 年论文中的图是一致的。注意图中古陆呈三大群分布)

1—北温带的北界；2—北温带和赤道带的界线；3—赤道带和南温带的界线；4—侏罗纪时的古陆

Fig. 1 Neumayr's Central Mediterranean (from Şengör, 1984). This figure is copied from Neumayr's textbook *Erdgeschichte* (1887), but is nearly identical to the colored version

published earlier in his 1885 paper. Note that three groups of old lands occurred

1—northern boundary of the northern temperate zone; 2—boundary between the northern temperate zone and the equatorial zone; 3—boundary between the equatorial zone and the southern temperate zone;

4—old lands in the Jurassic

的工作有着重大的影响。因此，在这几个分支学科的论著中，常见到“特提斯”的踪迹。以中国地质学文献为例，殷鸿福等（1988）在划分中国古生物地理分区时，把特提斯作为横贯中国大陆的重要分区（从泥盆纪一直到白垩纪）。刘鸿允主编的第一代“中国古地理图”（1955）中“特提斯海”从早寒武世开始一直持续到中生代，代表了中国西南部的广大海域。黄汲清多次著文提到特提斯-喜马拉雅构造域在中国地质构造演化中的重要作用（黄汲清等，1984）。他和合作者陈炳蔚的《中国及邻区特提斯海的演化》（1987），系统地再造了二叠纪到第三纪的古地理演化，总结了冈瓦纳大陆板块的进退运动，以及与欧亚大陆的碰撞。书中除“特提斯本部”外，还把广阔的外围海槽和盆地都叫特提斯，其范围已超越欧亚超级大陆的南翼。可见，协调联系的事物并不总是同一的，不同学科的研究方法的局限性会带来更多的复杂因素，再加上历史长河中又会发生错综复杂的变化。因此，“特提斯”概念在其发展过程中会进一步异化，产生歧义。“特提斯”内涵的多重性和外延的不确定性值得我们进一步发掘和研究，当前这一点尤为重要。

另外,从 20 世纪开始,大地构造学术观点日趋活跃,在许多重大问题上逐渐形成对立的立场和解释。例如,所谓主张地壳以水平运动为主的活动论和坚持以垂直运动为主的固定论。对特提斯也是这样。固定论者认为特提斯是复杂地槽,至少晚元古代时业已存在,然后通过阿森特、加里东、华力西和阿尔卑斯造山旋回逐渐固结缩小最终消亡(Haug, 1911; Stille, 1958 等)。活动论者,如 Argand (1924) 对大陆进行了拼接和复原,认为特提斯是位于两个超级大陆之间的一个地槽,向东在北冈瓦纳有广阔的陆棚,在澳大利亚和印度之间有张开的洋盆(图 2)。他们相信特提斯至少在晚古生代就已出现,最终由于冈瓦纳大陆解体产生各种陆块与劳亚大陆碰撞而消失(Argand, 1924; Staub, 1928; Du Toit, 1937。参见 Şengör, 1984)。

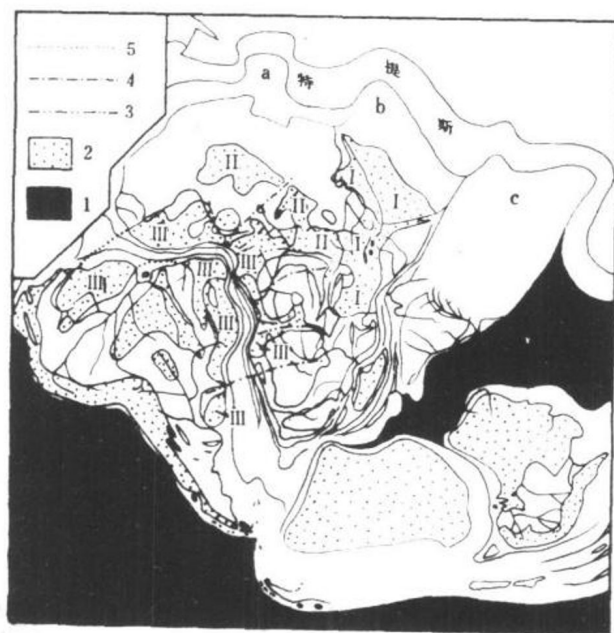


图 2 Argand 的特提斯和冈瓦纳示意图(据 Argand, 1924; 引自 Şengör, 1984)

(注意此图中的特提斯并不是向东张开的喇叭状海洋)

1—硅镁地壳; 2—基底褶皱区; 其他空白区是硅铝地壳

Fig. 2 Argand's Tethys and Gondwana (after Argand, 1924; from Şengör, 1984)

Note that Tethys is not a triangulate bay westwards-wedged

1—sima crust; 2—basement folds; and white is sial crust

板块构造学说的兴起,也给特提斯研究带来了新的启示。Bullard 等(1965)以及 Snith 和 Hallam (1970)成功地借助计算机拼接了大西洋和印度洋四周的大陆,验证了联合古陆存在的可能性,并因此揭示出有向东开口,插入联合古陆的三角形海湾(图 3)。许多学者很快把这个海湾和特提斯等同起来。特别是 Dietz 和 Holden (1970)作了三叠纪以来的大陆复原图,他们认为二叠纪时全球只有一个大陆,即联合大陆。在它的东侧有一个向东开口

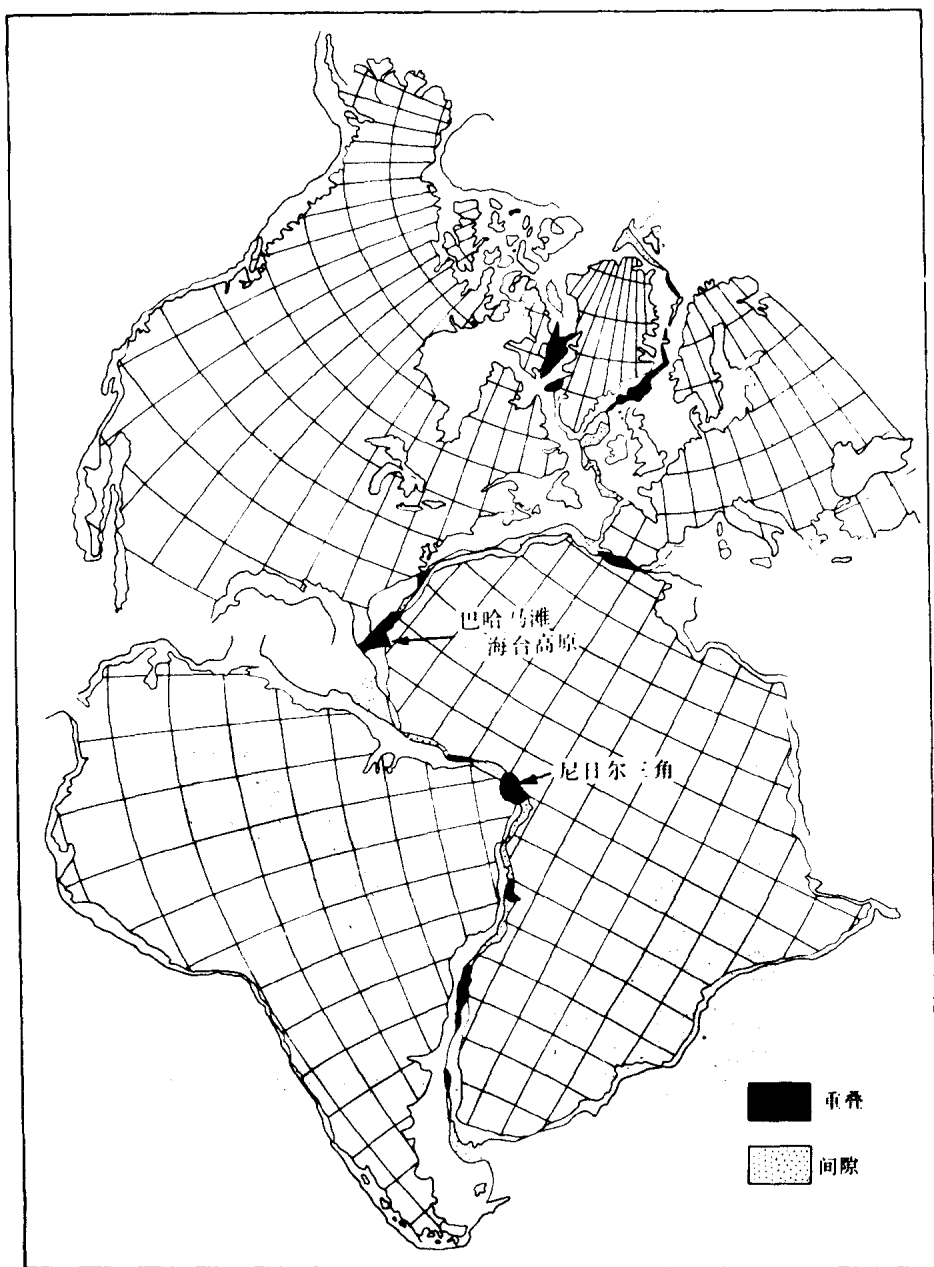


图3 以大西洋两岸 500 英尺 (约 152.39m) 等深线为基准的大陆拼接图 (据 Bullard 等, 1965)

Fig. 3 Computerized least square fit at 500 fathoms of the continents around the Atlantic Ocean (from Bullard et al., 1965)

的三角形海湾, 即特提斯。这些显然和 Suess 的意见有所出入, 但开创了特提斯研究的新起点。许多学者认为, 在中石炭世, 由于非洲、南美等组成的南大陆和欧洲、北美等组成的北大陆碰撞结合 (形成了中欧华力西带), 组成了全球性联合大陆, 与此同时也开始了特提斯残余洋的历史。因此, 特提斯不仅是中生代的现象, 还是晚古生代的现象。但这种推理

还需要地质事实来证实,这就是被誉为板块构造学说最后的难题(许靖华,1979):由二叠—三叠纪的蛇绿岩代表的老的特提斯洋在哪里?

早在 1963 年, Wilson 就设想沿着现代阿尔卑斯和喜马拉雅在二叠—三叠纪时必然有一个向东开口的三角形海洋,即特提斯。但是事与愿违。Smith (1973) 和 Crawford (1974) 都指出,在阿尔卑斯找不到二叠—三叠系大洋残余物质,也找不到早于三叠纪的蛇绿岩和被动边缘沉积,在那里要证实早于早三叠世的特提斯似乎是不可能的。

二、在亚洲的机遇

板块构造理论研究预示的二叠—三叠纪洋盆,给特提斯研究带来了新的启示。同时,由于在欧洲阿尔卑斯找不到证据,因而引起了极大的困难。同样的困惑也在西亚和中亚出现过。在那里,不但阿尔卑斯-喜马拉雅造山带中同样找不到说明存在过二叠—三叠纪洋盆的证据,而且 Suess 等先驱者所命名的特提斯似乎已延伸到了冈瓦纳的内部。这样,反过来又启示特提斯由欧洲向东,在已知的特提斯以北可能还有尚未认识的缝合带,代表时代较老的洋盆。后来的研究工作证实了这一点。

Stocklin (1974, 1977, 1989) 首先在伊朗西北部发现前侏罗纪的蛇绿岩,认为是古特提斯的残片。他的研究表明,中亚至少发育有两套蛇绿岩和深海沉积组成的缝合带,把陆表海自北而南划分三个区。北区为古亚洲的南缘,经历了海西和印支造山过程;中区广泛出露前寒武系和古生代地层,后者与南区十分相似,因此认为中区是中生代时期从冈瓦纳大陆分离出来的块体组成的集合体,在那里,白垩纪和早—中第三纪的褶皱和岩浆活动非常显著;南区为中生代时冈瓦纳大陆群的北部边缘。在南区和中区之间的缝合带又称轴部蛇绿岩带,相当于印度河-雅鲁藏布江带,即 Suess 最早指出的特提斯,代表了中生代的海洋环境。但是,北区和中区之间还有一套由古生代—三叠纪深海沉积物、火山岩以及蛇绿岩组成的带,代表了晚古生代海洋环境。Stocklin 称中生代的海洋为新特提斯,古生代的海洋为古特提斯,笔者基本上同意这样的叫法。

在西亚, Ketin (1966) 等描述过土耳其北部前里阿斯蛇绿岩、蛇绿混杂岩及造山运动。许靖华推测 Stocklin 的古特提斯存在于土耳其北部(参见 Şengör, 1989)。Şengör 是近年来研究特提斯十分活跃的学者。他通过对特提斯带的系统研究(1984, 1989, 1990), 将特提斯分为南、北两个独立的海域,其间为一狭长的大陆所分离,并根据 Suess 和 Stille 指出黑海附近的基梅里造山事件(中生代中期)的存在,命名为基梅里大陆。这个大陆条带主要是三叠纪时由冈瓦纳大陆北缘分裂出来的。基梅里大陆以北是古特提斯,它是二叠—三叠纪联合大陆向东开口的赤道海湾。它不但可以是古生代洋,而且大部分可延续到侏罗纪。当基梅里大陆北移并作逆时针旋转时,一方面本身分解为数个碎块,并陆续和劳亚大陆碰撞使古特提斯关闭,产生基梅里造山带。另一方面在其南侧和冈瓦纳大陆北缘之间产生新的洋,即新特提斯,它相当于 Suess 的经典特提斯。后者的关闭造山形成阿尔卑斯造山带。两个独立的洋盆相继关闭引起的两套不同的然而又相互叠加的造山体系构成特提斯超级造山体系(图 4)。并且,根据板块构造位置和时空结构、演化特征,他对特提斯造山带进行了详细的分类。

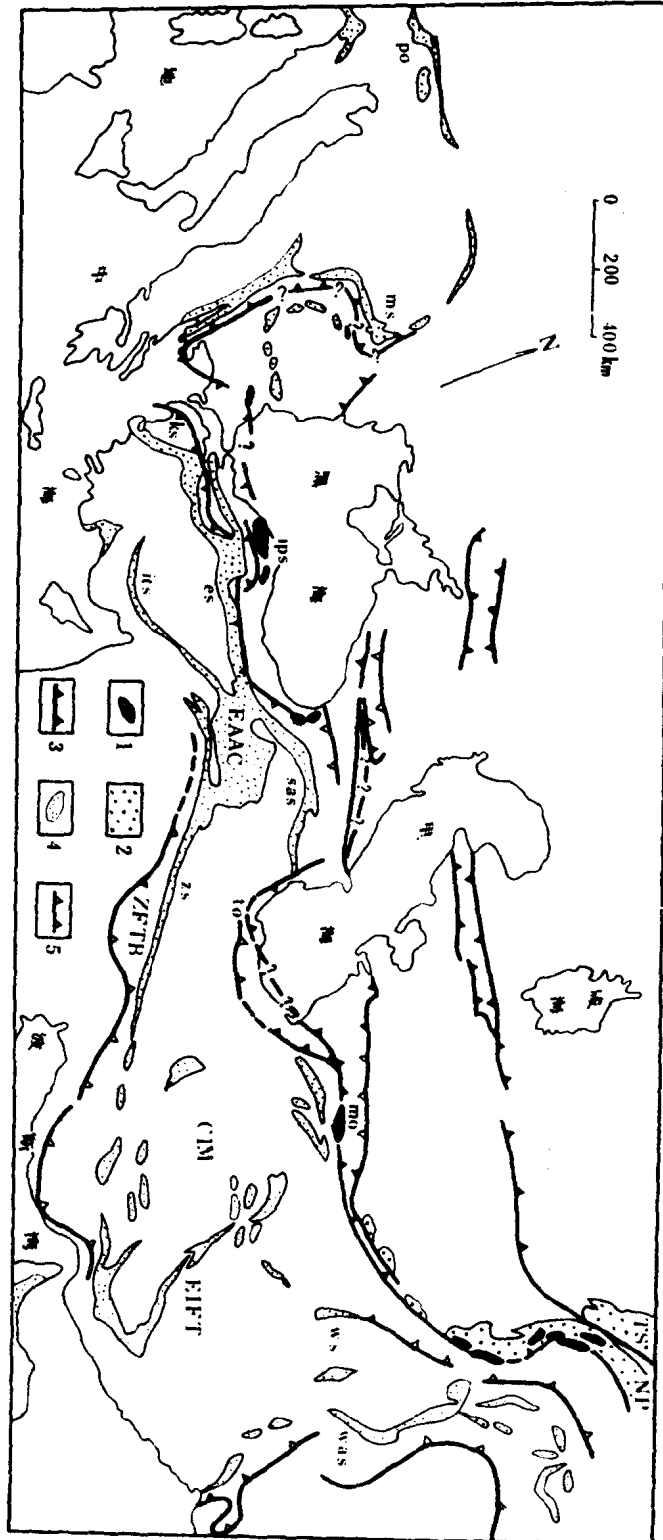


图 1 特提斯西段和中段地质构造示意图 (据 Sengör, 1984; Stocklin, 1989; Okay 等, 1989)

1 古特提斯蛇纹岩; 2 古特提斯增生杂岩; 3- 古特提斯造山带逆冲断层; 4- 新特提斯增生杂岩; 5- 新特提斯造山带逆冲断层; es- Ervimean 缝合线; ips- Pontide 内带缝合线; ns- Tauride 内带缝合线; ks- Karakaya 缝合线; mo- Mashae 缝合线; ms- Muresh 缝合线; po- 平江缝合线; sas- Sevan-Akera 缝合线; to- Talesh 缝合线; ws- Waser 缝合线; was- Waziristan 缝合线; zs- 扎格罗斯缝合线; CIM- 中伊朗微大陆; EAAC- Amalolian 东部增生杂岩; EIFT- 东伊朗复理盆地; NP- 北帕米尔; TS- 天山; ZFTB- 扎格罗斯褶皱带

Fig. 1 Major tectonic units in the west and middle Tethys (from Sengör, 1984; Stocklin, 1989; Okay et al., 1989)

1- Paleo Tethyan ophiolite; 2- Paleo Tethyan accretionary complex; 3- thrust in Paleo Tethyan orogenic belt; 4- Intra Pontide suture; ks- Karakaya suture; mo- Mashae suture; ms- Muresh suture; po- Pontide suture; sas- Sevan Akera suture; to- Talesh suture; ws- Waser suture; was- Waziristan suture; zs- Zagros suture; CIM- Central Iranian Microcontinent; EAAC- East Amololian Accretionary Complex; EIFT- East Iranian Flysch Trough; NP- North Pamir; TS- Tien Shan; ZFTB- Zagros Fold Thrust Belt

Stocklin 和 Şengör 等人在中亚和西亚的工作成果,说明特提斯从南欧向东,无论在地域上,还是时空演变上都变得复杂起来。虽然他们,例如 Şengör,仍然强调阿尔卑斯-喜马拉雅造山带是特提斯消亡的产物,但是他的古特提斯和基梅里造山带的地域已突破了阿尔卑斯-喜马拉雅的范围,远远深入到了亚洲中纬度地区,演化时间也追溯到了古生代。然而,他们仍然坚持着冈瓦纳、劳亚南北两大陆和联合大陆的观点,同时认为两者的结合方式并不是简单的碰撞,而是两者之间一系列小的地块组成的大陆条带,先由南大陆分裂出来向北漂移与北大陆碰撞,然后才是两个大陆群之间的拼合。这种学术观点对近期的特提斯研究有很大的影响。

黄汲清和陈炳蔚(1987)从中国地质资料出发,修订了许多已有的观点,提出了古特提斯、中特提斯和新特提斯的概念(对应于古生代、中生代和新生代),初步确定了特提斯本部北主缝合带和南主缝合带,推演了冈瓦纳一退一进的运动程式。他们认为北主缝合带是古特提斯,在晚二叠世消亡,是冈瓦纳大陆向北漂移,和欧亚大陆碰撞形成的。同时导致了二叠纪末和三叠纪泛大陆的形成。然后,从晚二叠世到早白垩世,冈瓦纳又新的南主缝合带的位置上,脱离欧亚大陆向南漂移,存留下来的“互换构造域”则附于欧亚大陆上。最后,晚白垩世,冈瓦纳与其北侧的中特提斯一起开始向北漂移,至第三纪后者消亡,前者与欧亚大陆碰撞,形成南主缝合带。

看来,特提斯研究工作在亚洲遇到了新的机遇,突破了 Suess 等人的经典定义,增加了新的内涵,获得了新的活力。历史表明,亚洲不但是研究新特提斯的关键场所,而且还是研究古特提斯无可比拟的最佳地区。

三、三大古陆群

现今地球上大陆成群分布的事实和大陆可能曾经彼此拼接的观点,很早为人们注意和猜测。1620 年, Bacon 注意到南美洲和非洲西海岸彼此吻合,认为西半球的大陆曾与欧洲、非洲连接。1658 年, Placet 进一步认为两者一度相连然后分离。1858 年, Snider-Pelligrini 根据石炭纪煤层及其植物化石的相似性,绘制了古地理图,认为当时北美和欧洲连为一体。正如“特提斯”引入地质学一样, Suess 在其名著《地球的面貌》中,首先使用冈瓦纳作为大陆的名称。“……非洲南部和靠近其中部的大块地带,其次是马达加斯加和印度半岛……,由于古老的冈瓦纳植物群为这个陆块的各部分所共有,我们把它叫作冈瓦纳大陆”(卷 1, 1885)。在 Suess 的思想中,特提斯是冈瓦纳和欧亚大陆之间的海洋。

稍后,大陆漂移说兴起, Wegener (1912, 1915) 总其大成,详细论证了各大陆的漂移和拼接,设想在地史时期存在过一个超级大陆,称联合大陆。围绕联合大陆四周则是泛大洋,又称古太平洋。因此,冈瓦纳是联合大陆的一部分。1928 年, J·R·施陶布首先使用劳亚大陆的名称,用以指北方陆块,包括北美、格陵兰及除印度之外的亚洲。1931 年, Du Toit 作了比魏格纳更精确的拼合,认为大陆解体漂移之前曾形成两个超级大陆,即北半球的劳亚大陆和南半球的冈瓦纳大陆,两者之间是特提斯,然后更进一步裂解分离。

以后迭经许多学者的努力,在上述认识的基础上,作了修订和补充。但是古陆群的总体格架似乎已确定下来并被普遍接受。一个联合古陆,一个泛大洋,特提斯是楔入联合古

陆东缘的海湾；或者两个超级大陆中间是特提斯。这是流行的两种洋陆观及其对特提斯的认识。

现有的地质资料表明，早古生代时南方大陆已聚集为西冈瓦纳（非洲、南美）和东冈瓦纳（印度、澳大利亚、南极）两大部分，至少在早石炭世以后才形成统一的冈瓦纳大陆。晚石炭世以来，形成一些陆内裂谷，三叠纪开始冈瓦纳开始分裂，侏罗纪末—白垩纪印度洋大幅度张开和南大西洋扩张，冈瓦纳大陆全面解体。但是劳亚大陆的历史比冈瓦纳要复杂得多，因而含义也比较含混。由于古大西洋（Iapetus）在志留纪收缩、闭合，北美和北欧还和非洲拼接在一起。虽然经泥盆纪末—早石炭世末中欧华力西褶皱带的形成，欧洲和非洲焊接为一体。但是，直到晚石炭世，东欧、西伯利亚由于它们之间的乌拉尔洋盆关闭，彼此连接，欧洲和亚洲的一部分才浑为一体，才说得上存在劳亚大陆。以后又经过侏罗纪以来的大西洋开启劳亚再度分裂解体，同时在欧亚的南翼又有新特提斯洋的打开，进一步分解了联合大陆。由此可以看出，冈瓦纳大陆和劳亚大陆的演化过程并不是同步的，而出现具有一定互补性质的全球动态平衡。冈瓦纳大陆和劳亚大陆同时并存的藕合时间段不会很长。在这样的分合演化背景下，全球性的联合古陆只能是个短暂的插曲。当然，正因为如此，也就显出它的十分突出的地位和异常的重要性。所以，宋夏（1983）强调联合古陆在全球体制演变中的重大意义，黄汲清等（1987）着重指出特提斯的演化必须考虑二叠纪，是十分有道理的。

但是，近年来的东亚地质研究表明，古陆群的多元化还不止这两个端元。当劳亚和冈瓦纳演化并主要在二叠纪藕合成联合古陆时，而游离它们之外的地块，诸如华南、华北、塔里木、羌塘、印支等，均活跃在特提斯地域内，并相对独立的发展演化组成另一个古陆群。这样就构成了与古特提斯基本特征和演化程式密切相关的三大古陆群格局。

如前所述，Suess 以冈瓦纳古植物群的分布作为冈瓦纳古陆命名的依据及其首要特征。二叠纪时还有欧美植物群、安加拉植物群和华夏植物群。欧美植物群的分布从俄勒冈延伸到乌拉尔，安加拉植物群产于西伯利亚，显然是劳亚大陆上的产物。比较独特的是华夏植物群，分布于华南、华北、羌塘、印支、日本、马来西亚、苏门答腊等地块，介于冈瓦纳植物群分布区和安加拉植物群分布区之间（图 5）。它们可能还横跨太平洋，在北美西部组成华夏植物群的北美亚区（李星学，1984），拼贴在北美欧美植物群的西侧。根据古植物特征，表明它们在二叠纪时都位于低纬度温-热地带。它们之间应该相距不远，处于若接若离之中，构成相对稳定的地域，而有别于冈瓦纳植物群和安加拉植物群分布的地域。

美洲西部科迪勒拉地质研究发现了许多外来地块，所产海相化石，时代自石炭纪到侏罗纪，主要是二叠纪和三叠纪，为有孔虫、珊瑚、双壳类和海绵等暖水生物，与周围美洲本土的同类生物很不相同，而与东亚特提斯区域的化石一致。有的是特提斯绝无仅有的特征生物（Stevens，1983）。产化石的沉积层之下基底岩系已知由超基性岩、拉斑玄武岩、碱性火山岩及火山碎屑岩组成，推测其原始环境为裂谷、岛弧及洋岛-海山环境。但由于后来的构造变动，基底岩系和沉积层的关系还不是很确定的。古地磁研究也证明这些地块经过长距离由南而北的纬度迁移。不少学者推测这些地块的原始位置在太平洋中西部，即“太平洋古陆”。然后原始地块群解体，经历了长距离迁移到达现在的位置，成为所谓“地层-构造地体”（图 6）。

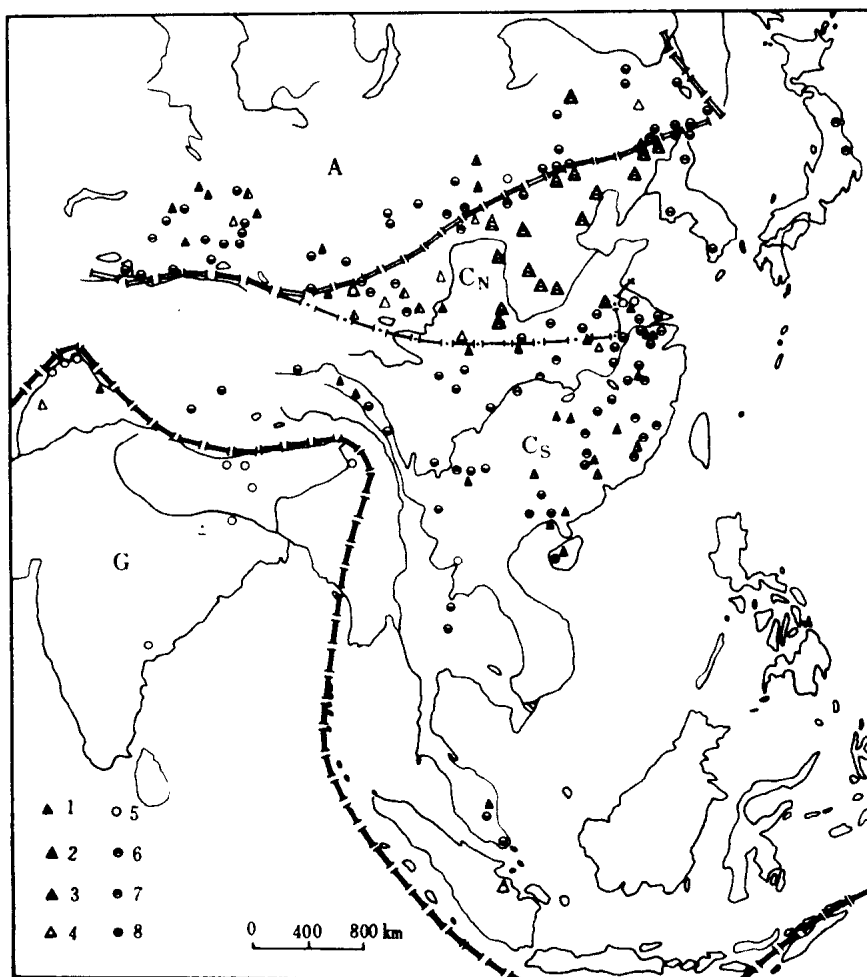


图 5 东亚石炭纪和二叠纪植物群化石分布图 (据李星学, 1983; 邵济安等, 1991, 吴绍祖, 1993)
化石时代: 1—早—中石炭世; 2—早石炭世; 3—中石炭世; 4—晚石炭世; 5—二叠纪; 6—早—晚二叠世;
7—早二叠世; 8—晚二叠世。晚石炭世和二叠纪植物地理区: A—安加拉区; C—华夏区 (CN—北方亚
区, Cs—南方亚区); G—冈瓦纳区

Fig. 5 Distribution of the Carboniferous and Permian Flora fossils in East Asia
(from Li Xingxue, 1983; Shao jian, 1991; Wu Shaozu, 1993)

Fossils: 1—the Early/Middle Carboniferous; 2—the Early Carboniferous; 3—the Middle Carboniferous;
4—the Later Carboniferous; 5—the Permian; 6—the Early and Later Permian; 7—the Early Permian;
8—the Later Permian. Biogeographic provinces: A—Angara; C—Cathaysia (CN—North Subprovince,
Cs—South Subprovince); G—Gondwana

在东亚濒临太平洋边缘, 近年工作表明也存在一个由那丹哈达-西锡霍特阿林、日本、琉球到台湾、巴拉望一线的构造带, 认为是古生代—中生代构造增生带 (水谷伸治郎等, 1989; 任纪舜, 1990; 邵济安等, 1991)。意味着这个带的以西和以东都存在着被分解的陆地。台东三锥组的黑色片岩和变基性火山岩以及玉里群深海泥质沉积、拉斑玄武岩和蛇绿混杂岩