

沈阳黄金学院建校四十周年

地质论文集



沈阳黄金学院地质系

1992.9

沈阳黄金学院建校四十周年

地质论文集

沈阳黄金学院地质系

1992.9

台湾地质矿产文献选编

目 录

亚洲二叠纪以后的板块演化及对台湾的影响·····	(1)
台湾西部第三纪大陆边缘碱性玄武岩与拉斑玄武岩的成因及所含高压巨晶与 黑云褐闪岩的意义·····	(29)
台湾西部更新统的花粉化石层序与古气候变化·····	(45)
苗栗汶水溪地区线性构造的特征和意义·····	(54)
苗栗汶水溪上岛层之沉积·····	(60)
台湾新竹苗栗地区打鹿砂岩的特性·····	(77)
台湾西部沉积盆地的特性及其储集油气潜能·····	(91)
台湾西北部中新统油气储集的地球化学研究·····	(106)
上新—更新世西台湾前渊的岩相分析与盆地重建·····	(127)
台南盆地的基盘构造与渐新世至中新世地层研究·····	(150)

亚洲二叠纪以后的板块演化及对台湾的影响

前 言

台湾的二叠纪和更年轻的造山带出露完好,是要详尽研究的对象。它由两个主要构造单元组成:(1)包括前第三纪基底的亚洲地壳。(2)增生的菲律宾海吕宋弧。欧亚、太平洋板块(和它的前驱)和菲律宾海板块之间深刻而复杂的关系,表现在地质、构造、岩石和地球物理等诸方面的特征上。其中大部分在最近的调查资料中都作了讨论(例如:Biç, 1981; Ho, 1975, 1982; Ernst, 1983; Suppe, 1981; Ernst 等人, 1984; Ernst 和 Jahn, 在印刷中; Liou 和 Ernst, 1984; Jahn 等人, 1986)。然而,除了苏波等人(1981)和柴等人(1981)的研究外,对二叠纪以来台湾与欧亚大陆的时、空关系及古地理环境还没有人进行过研究。

我们在本文中编制了亚洲和它邻近大洋的构造图,以使用图解说明包括克拉通、小陆块、远程运移的大洋物质在内的各种构造地层单元和褶皱带、岛弧—岩浆作用、蛇绿岩类以及蓝片岩类的时、空分布关系。根据这些图件和可利用的古地磁学、古生物学和古气候学的资料,结合大洋板块中直到侏罗纪各有关板块运动的资料,再造二叠纪以来古板块的几何形状及它的时、空演化(详细资料见 Maruyama 等人,在印刷中)。台湾的岩石构造事件与欧亚大陆的演化关系密切。我们希望本文能进一步促进从全球角度来研究台湾的地质和构造。

台湾地壳演化概述

在图1中可见到台湾是亚洲岩石圈板块前缘上的一个明显突出部分,处于欧亚大陆与菲律宾海板块之间压性构造界线上,目前它们的收敛速度大约是7cm/a(见 Seno, 1977),方向为北西—南东向。台湾以东,菲律宾海板块俯冲到琉球岛弧之下;台湾以南,菲律宾海板块沿马尼拉海沟正掩复在亚洲板块之上。因此,台湾处在两个完全确定了的相反极性俯冲系统之间,是个不稳定的地区。这二个板块间一种重要的相互作用就是大约4百万年以来吕宋火山弧与亚洲大陆在台湾附近不断进行着的碰撞作用。目前,这个碰撞作用正逐渐在向南蔓延。随着这种碰撞作用,在台湾岛上发生地震、重结晶、变形、褶皱和逆冲。图1还表示出台湾与中国东部两个前寒武纪克拉通(扬子和中一朝)和几个边缘盆地的地理位置关系,以及亚洲东部中生—新生代岩浆岩的分布(Zhang 等人,在印刷中)。

已做过大量报道的(如 Ho, 1982; Ernst 等人, 1984)台湾5种主要岩性—构造地体的分布和特征,从西向东为:(a) 沿岸平原;(b) 西部山麓丘陵;(c) 雪山和主要山脉;(d) 大南澳基底杂岩;(e) 海岸山脉。(a)—(b) 单元属于亚洲岩石圈板块的东部边缘,而(e) 单元主要是菲律宾海板块的西部前缘。(b) 和(c) 单元,由叠瓦状外来的中生代盖层和夹有少量镁铁质火山岩的泥质岩和板岩层组成。该泥质岩和板岩呈构造超覆在代表亚洲大陆壳

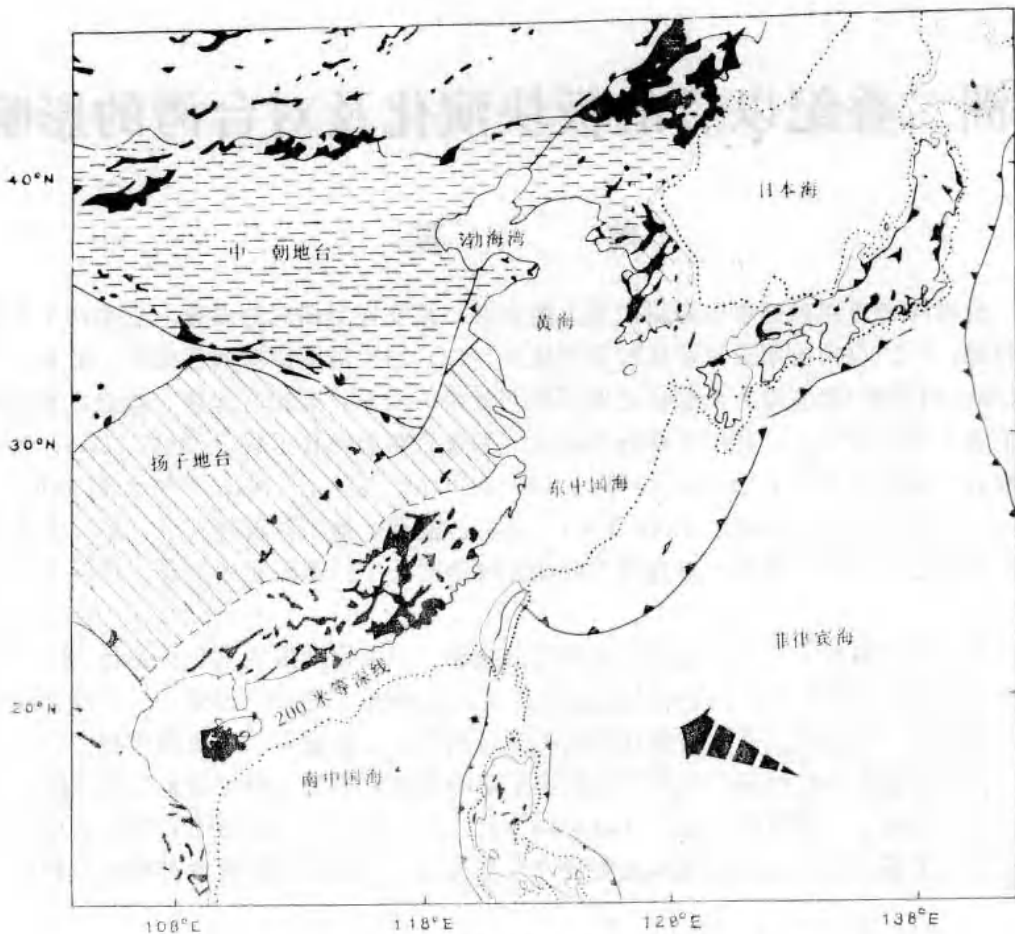


图1 欧亚大陆前缘台湾区域板块构造背景

表示了两个主要的前寒武纪地台，几个边缘海和中新生代花岗岩的分布。台湾位于琉球和马尼拉海沟与欧亚大陆边缘交界处。主要根据哈米尔顿资料（1979）。箭头表示菲律宾海板块向亚洲相对运动的大致方向。

的前第三纪大南澳片岩基底之上；(e) 是海岸山脉的晚第三纪吕宋海槽前弧盆地充填物。除(a)和(e)外，其余各部分至少都微弱重结晶过；另外，海岸山含有中新世东台湾蛇绿岩。

台湾的地壳史，可能是从在亚洲大陆边缘沉积碳酸盐岩和碎屑岩开始的。根据结晶灰岩中保存的化石(Yen等人，1951)以及大理岩Sr同位素新的数据(Jahn等人，1984)确定早期的沉积作用发生在二叠纪。地球化学数据表明，台湾基底杂岩的碎屑沉积物是由中国大陆自西向东搬运来的。再有，二叠纪和更年轻的沉积物至少属于三个变质结晶时期，即：0~10百万年，35~40百万年和80~90百万年(Jahn等人，1986)。这些变质时期与台湾各地壳运动事件有关。何(1982)指出两个主要造山期：晚中生代多阶段的南澳造山运动，涉及前第三纪基底；和上新—更新世蓬莱（即台湾）造山运动，结果形成本岛大多数地区的变形、前进变质和隆起。另外，闫(1976)将前第三纪变形作用划分为早和晚中生代二个阶段，并将台湾海岸山脉其它地区的晚第三纪造山运动区别开。在图2(Jahn等人，1986)中表示出用新的

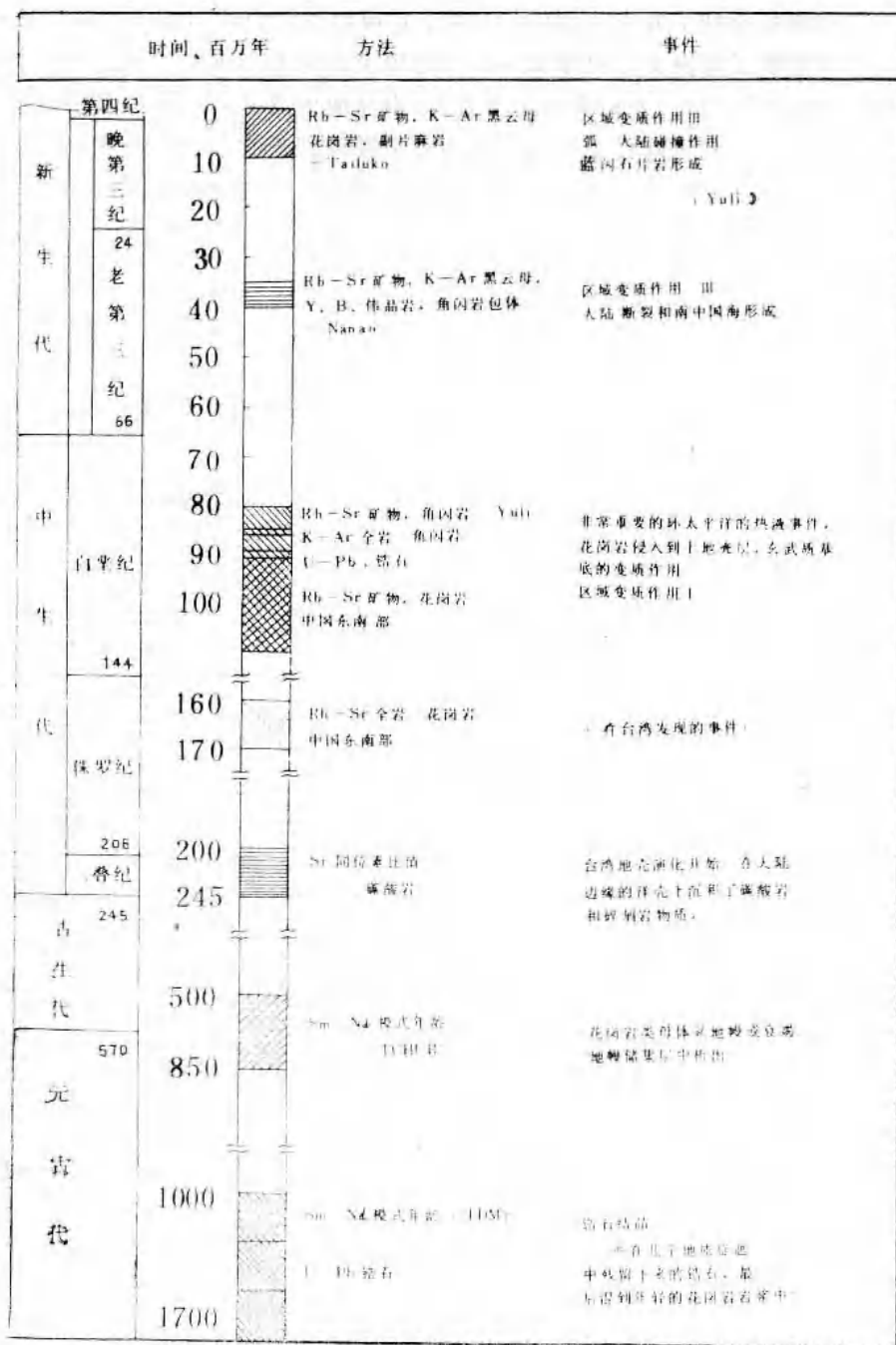


图2 用新的多种测年数据 (据 Jahn 等人, 1986) 确定的台湾大南澳片岩杂岩的重要构造—热事件

放射性年龄准确揭示的基底杂岩的几次构造—热事件和变质期。

台湾显生宙地壳的演化涉及裂谷、漂移和弧碰撞三者复杂的相互作用 (详细材料见 Ernst

等人, 1985)。图3概括介绍了几个推测的构造幕, 它可以说明台湾岩石中记录下来的构造一热事件。这些事件提供了亚洲大陆边缘部分岩石圈板块的动力和重组的控制条件。在台湾基底杂岩中, 大部分硅铝质壳和一些外来的大洋岩石, 明显地构成了欧亚海洋增生褶皱带的一部分。这个带可能是沿古亚洲大陆整个东南边缘的一个推测很长的华力西期增生带的一部分。它的延伸是从日本的日高, 穿过琉球、台湾, 跨越中国海进入海南岛, 围绕着从安那山脉到 Mounts des Cadomomes(卡道莫梅斯山脉)的柬埔寨地块分布(例如, Zhang等人, 1984)。

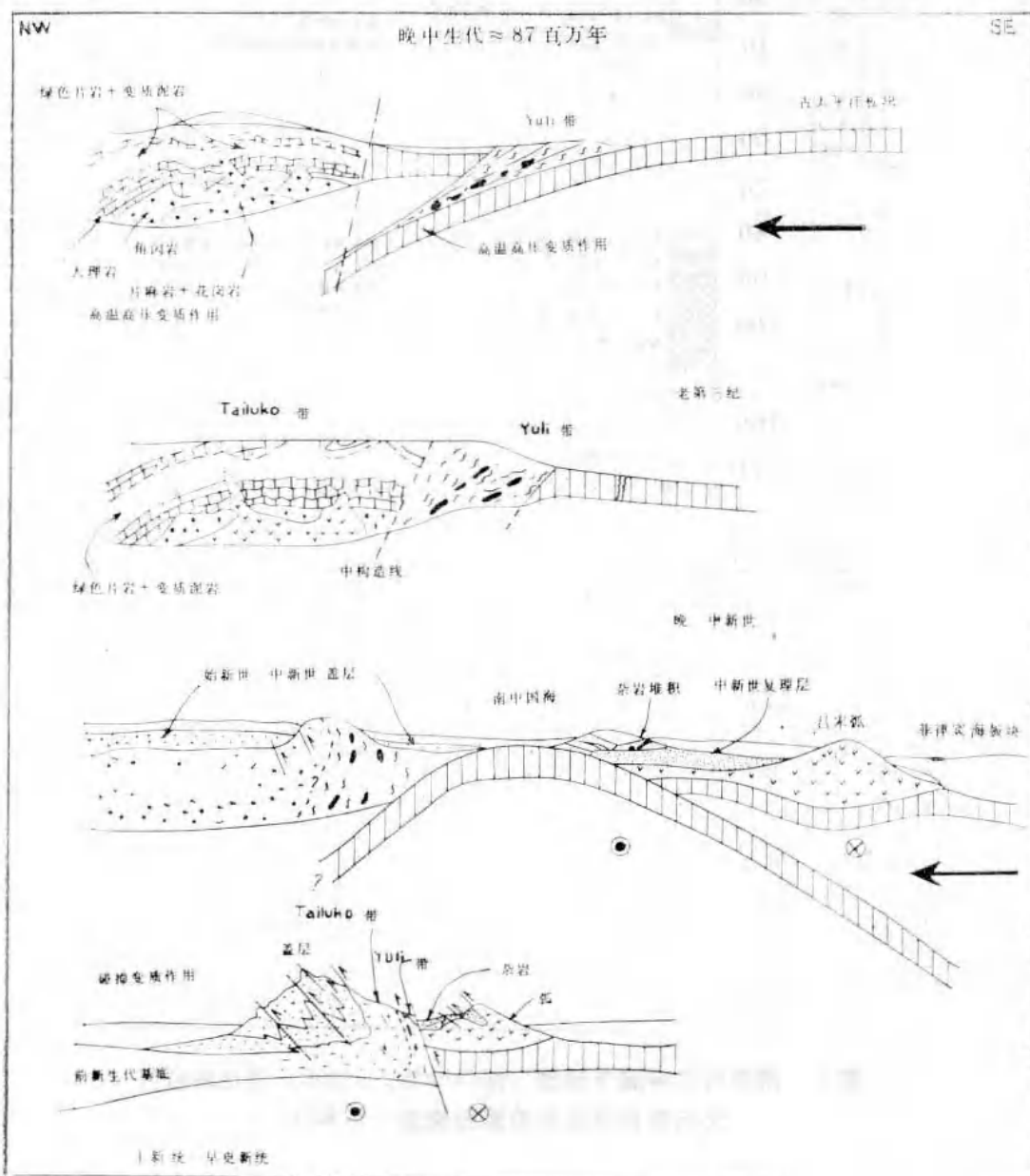


图3 台湾87百万年以来增生的四个阶段示意图 (据Ernst等人, 1985)

亚洲构造图

欧亚板块是世界上最大的板块,但与北美板块由单一的大型克拉通,周围是年轻的褶皱带组成有所不同。相反,目前欧亚陆块是由6个以前是独立的主要克拉通,联合了一些不同时代的(显生宙)造山带构成的。图4表示亚洲及其周围邻近地区4个主要板块的目前界线和相对位置。图5表示的是亚洲构造。图6注明本文用的主要地理名称的位置。澳大利亚—印度板块向北运动,速率 $5\sim 8\text{cm/a}$,造成印度北部地区大陆—大陆的碰撞,澳大利亚北部岛弧一大

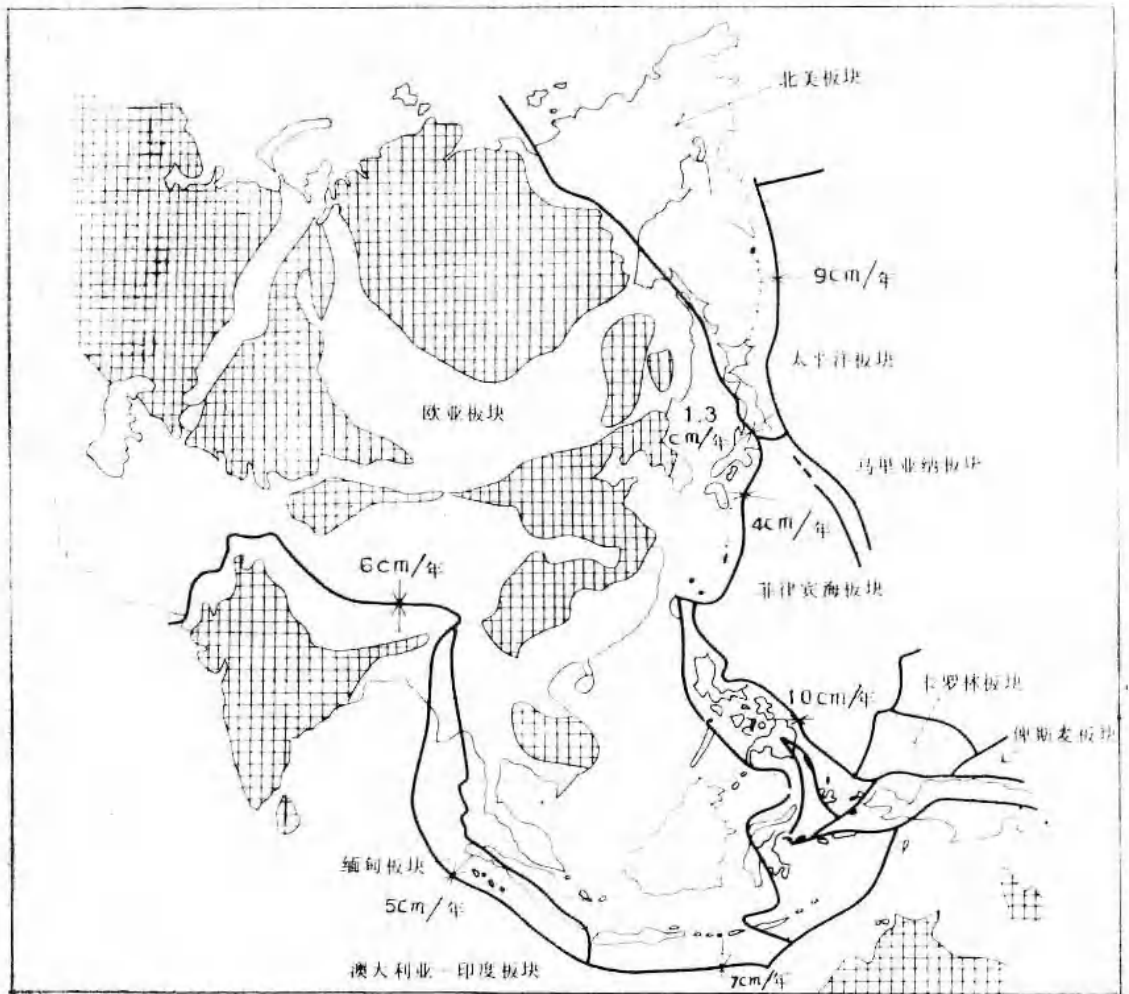


图4 亚洲及其周围的现代板块界线(粗实线)

表示出欧亚、澳大利亚—印度和太平洋三个主要板块及几个小板块。北美和欧亚板块界线在日本北东部与西南部之间(据Seno, 1985),但有争论。注出了欧亚、太平洋和澳大利亚—印度板块包围地区密集的小板块。数字和箭头是板块运动速度和方向。据Addicott和Richards(1981)

陆的碰撞,以及在它们之间形成弧槽—海沟系统单一的俯冲作用。欧亚大陆板块缓慢向东移动,速度不到1cm/a。太平洋板块以8~11cm/a速度往亚洲东部边缘下面俯冲。由欧亚、澳大利亚—印度和太平洋板块围绕构成的三角地区,呈现几个小板块。按照规模的大小分别是菲律宾海、缅甸、加罗林、比斯马克(Bismarck)、马利亚纳,以及其它一些没有通用名称的小板块。亚洲大陆占据了欧亚板块的大部分,还包括三个主要板块的小部分地区。按照欧亚大陆中的构造要素分为:7个前寒武纪克拉通(如地台)和1个大断块、5个不同时代的增生带、70个小陆块、2个大洋和很多小的边缘盆地。它们的分布表示在图4、图5和图7中;这些构造单元的特征描述如下:

A. 主要的克拉通:

(1) 西伯利亚地台位于东西伯利亚的贝加尔湖以北,由大面积被几乎水平产出的中—晚元古代和显生宙不同时代的沉积岩火山岩覆盖着的太古代和早元古代变质片岩组成。太古代和早元古代的变质岩出露在东南边缘的阿尔丹地盾、西北部的阿纳巴尔地盾和北部的泰梅尔地盾。阿尔丹和阿纳巴尔地盾出露有大量金伯利岩筒。最老的U—Pb等时线年龄是35~40亿年。

(2) 俄罗斯(东欧)地台位于乌拉尔山以西,岩性特点类似于西伯利亚地台。太古代和元古代变质岩(18亿年)很好的出露在地台的西北部(波罗的地盾)和东南部的乌克兰地盾。沿邻接各褶皱区的地台边缘(乌拉尔山西坡)已强烈变形。

(3) 中一朝克拉通包括中国北部和朝鲜北部。克拉通的北部以蒙古褶皱带为界,南部以秦岭加里东—华力西褶皱带为界。基底岩石经历了5~6次造山阶段,即27~31亿年、25亿年、20亿年、17~18亿年、14亿年、8~8.5亿年。最老的绿色岩系,Rb—Sr同位素年龄为36.7亿年。中和晚元古代海沟分别沿北部和南部边界发育(Zhang等人,1984)。

(4) 塔里木克拉通呈菱形地块,在中一朝克拉通的西面。中部为太古界核心,周边围绕着14亿年的变质岩类。震旦纪和显生宙的岩类不整合地超覆在结晶基底之上。

(5) 扬子克拉通西北部为28.6亿年(U—Pb法, Ma等人, 1980)的基底核,向南岩石的年龄逐渐年轻。这种向南逐渐增生的过程是经历了三个主要造山阶段:(1)中元古代东安期;(2)晚元古代早期Laokedongian期和(3)晚元古代雪峰期造山运动。这些造山运动可以解释为弧—海沟—后弧盆地系统的增生—碰撞事件引起的(Guo等人, 1985)。

(6) 印度地台包括印度半岛。出露太古代到晚元古代的变质岩类。最老的岩石放射性年龄老于30亿年。已知印度地台在早白垩世以前(120百万年)一直位于南半球,是冈瓦纳古陆一部分。在早第三纪,印度板块从冈瓦纳古陆分离,并向北移动,沿喜马拉雅山与亚洲碰撞。

(7) 印支断块据认为是前寒武纪的。越南测的前寒武纪基底放射性同位素年龄为6.5~23亿年(Bao等人, 1981)。

(8) 哈萨克斯坦大型断块呈三角形,邻接西伯利亚、俄罗斯和塔里木三个克拉通。它包括一些由晚里菲期的正和负变质岩组成的前寒武纪小陆块的小型地核,加里东和华力西期两个主要造山运动。小陆块的分离和洋壳的形成先于显生宙压性构造事件形成,随后发育了加里东期岛弧—海沟俯冲带构造。与华力西期有关的前弧火山—深成岩带和内陆沉积盆地随着时间推移向东南方向移动(例如, Karyayev, 1984)。



图5 亚洲及其周围地区构造图

图例：1. 太古代地盾 2. 元古代地块 3. 小陆块 4. 加里东（早古生代）褶皱带 5. 华力西（晚古生代）褶皱带 6. 印支（三叠纪）褶皱带 7. 侏罗纪褶皱带 8. 白垩纪褶皱带 9. 新生代褶皱带 10. 中生代磨拉石沉积 11. 新生代内陆盆地沉积 12. 中生代三角洲沉积 13. 老缝合线 14. 活动的板块界线 15. 平移断层 16. 扩张海脊 17. 速度（cm/a） 18. 边缘盆地 19. 洋底时代 Q = 更新世 N₂ = 上新世 N₁ = 中新世 PG₃ = 渐新世 PG₂ = 始新世 PG₁ = 古新世 K₂ = 晚白垩世 K₁ = 早白垩世 J = 侏罗纪



图6 本文所用地理位置的名称

B. 增生褶皱带

按从老到新的顺序，亚洲显生宙主要褶皱带的时代为加里东期（早—中古生代），华力西期（晚古生代），印支期（早中生代），燕山期（晚中生代）和喜马拉雅期（新生代）（据 Huang, 1978）。中生代造山运动进一步细分为3个阶段，在图5中分别为三叠纪（In），侏罗纪（Ye1*）和白垩纪（Ye2*）。所有这些褶皱带都含有蛇绿岩和（或）高温、高压变质岩，并被认为是增生褶皱带。他们的分布描述如下：

(1) 加里东期增生褶皱带

从图5中可见到加里东期褶皱带发育在西伯利亚地台的南部边缘及从鄂霍次克海到北海。哈萨克斯坦大型断块的大部分地区含有加里东期构造（Karyayev, 1984），它现在十分靠近这个褶皱带。然而，在早古生代期间，它们是分离甚远，这可以由奥陶纪动物分区的不同得到证明。沿着塔里木和中一朝克拉通的北部和南部边缘分布着几条狭窄但很长的东西向含有小陆块的加里东褶皱带。扬子克拉通的东南部，南中国海增生褶皱带最大宽度为700公里（Zhang等人，1984），围绕着奥陶纪至泥盆纪的深成岩体（370~430百万年）分布。扬子克

拉通的西北部,沿着活动的边缘发育着早古生代的摩天岭褶皱带。然而,由于中一朝和扬子克拉通之间的碰撞时及碰撞之后形成的三叠纪厚的三角洲沉积盖层,使扬子克拉通的西部和北部边界尚未准确划定。

(2) 海西期褶皱带

乌拉尔—蒙古褶皱带在中国的部分叫做准噶尔—新疆增生褶皱带(Zhang等人,1984)。这个带从鄂霍次克海延伸到哈萨克斯坦大断块的东端,而后分成阿尔泰—萨彦北东向分支和萨克斯坦大断块西延分支。在这个带中包含了几个小陆块:南戈壁(Zonenshain,1973)、准噶尔和中天山等小陆块(Zhang等人,1984)。

在乌拉尔中部,俄罗斯地台和西伯利亚地台之间的前寒武纪晚期和古生代褶皱带的整个杂岩主要由蛇绿岩组成。乌拉尔的岛弧火山岩可能形成在洋壳上,而后增生到大陆地块上(Hamilton,1970;Khain,1984)。萨库马里安(Sakumarian)地块是这种增生弧的实例(Zonenshain等人,1984)。含有混杂岩的蛇绿岩和蓝片岩可以作为古消亡带的残留痕迹。乌拉尔的两翼比轴部更老(主要是加里东期)。俯冲杂岩的出现,俄罗斯和西伯利亚地台的古地磁资料都说明在二叠纪之前俄罗斯和西伯利亚地台与哈萨克斯坦合成为一体(Zonenshain等人,1985)。

沿着塔里木和中一朝克拉通的南部边缘,东—西向延展着昆仑—泰岭增生褶皱带,东端被郿城—庐江大断层切断,向西延入欧洲的海西期褶皱带。这个褶皱带包含4个小陆块:中央昆仑、柴达木、奥龙布鲁克(Oulungbruk)和准阳。

沿中国东南部的东缘,海上的华力西增生褶皱带从海南到东中国海,广泛侵入了侏罗纪—白垩纪的火山—深成岩体。它的延展贯穿朝鲜的奥戈清(Ogcheon)带与日本的日高边缘带和三郡(Sangun)—中国(Chugoku)带,再往北沿锡霍特—阿林山脉西部直到鄂霍次克海。一系列后弧盆地(日本盆地、冲绳海沟、南中国海盆地)扩张之前这个带的东部边缘占据着日本和菲律宾的部分地区,这里出现的海西期高温高压片岩(250~330百万年)证明了这一点。这个华力西褶皱带也含有几个小陆块,其中包括日本的日高、南朝鲜的小白山(Sobaesan)和南中国海(Zhang等人,1984)。

(3) 印支褶皱带

印支断块呈同心增长的演化分三个造山阶段:华力西、印支和喜马拉雅。华力西期造山运动之后形成越南陆块,在三叠纪时碰撞在扬子克拉通上(Hamilton,1979)。

印支褶皱带的西部边界是泰国湾以北的南北走向含蛇绿岩的缝合线。界线向南延伸把马来半岛分成两部分。西部消亡在马来亚东部和印支主断块下面,最后在三叠纪时相互碰撞(Mitchell,1981;Stauffer,1983)。印支带的南部边界切过苏门答腊的西北端和东北端,继续延向婆罗洲南部。爪哇—苏门答腊弧与马来亚—婆罗洲断块的三叠纪碰撞作用与尼士木拉(Nishimura)等人(1977)的古地磁资料是一致的。印支褶皱带向北延伸到扬子克拉通以西时变窄,可能是由于40百万年前开始的印度中生代碰撞造成的强烈构造叠覆(Molnar和Tapponnier,1977)。

在图7中表示了扬子克拉通以西的三个小陆块:松潘、中寨(Zhongza)和保山。西马来亚和苏门答腊—爪哇断块可能是小陆块,但它们与周围俯冲杂岩的接触没有显露,原因是被厚的第三纪火山岩覆盖了。

塔里木和中一朝克拉通南面的所有褶皱带的特点是从早古生代以来构造都朝大洋(南或

南西)折转;而印度以西的印支—燕山褶皱带却相反,都朝北折转(Tollmann 和 Kristan—Tollmann, 1985),增生杂岩这种相反的构造型式说明不同的俯冲极性。

(4) 燕山褶皱带

在图5中可见到燕山褶皱带沿特提斯海的北部边缘最发育,从欧洲穿过阿富汗和喜马拉雅北部到安达曼海,以及沿着亚洲东部边缘从维尔霍扬斯克山脉—奥洛伊—堪察加,通过日本到台湾和菲律宾。两条主要褶皱带是不同的。它们的详细描述如下:

(4—1) 特提斯燕山褶皱带:出现在印度北面,侏罗纪到白垩纪的褶皱带往南延伸。它向东延伸,然后弯转 90° 折向南,从安达曼海又向东沿苏门答腊—爪哇和松巴(由小的断层露头确定)延伸。西藏北部以西与一个被称为克雷奥斯(Kreics)(Tollmann 和 Kristan—Tollmann, 1979)或塞莫里安(Cimmerian)(Sengor, 1979)的狭长小陆块一起形成向北延伸的狭窄的燕山褶皱带。古特提斯海从北向南俯冲消亡在其下面。在图5和图7中可看到中伊朗小陆块(Sengor, 1984)包括在这个带中。在100~120百万年时,拉萨断块(Allegre等人, 1984)增生到了亚洲。纳木(Namo)湖小陆块被晚白垩世褶皱带包围。

尽管苏门答腊—爪哇—西里伯斯很多地区被第三纪以后厚层火山岩和沉积岩覆盖着,但安达曼海以北的侏罗纪到白垩纪的俯冲杂岩还是延到了这一地区。在中苏门答腊的部分地区出露着可能是古生代的俯冲杂岩。爪哇的基岩是晚白垩世到早第三纪的混杂岩,在普遍扭应变了的页岩—杂砂岩中含有蓝片岩(117百万年)、榴辉岩和蛇绿岩岩块。在西里伯斯,白垩纪混杂岩含有蓝片岩(111百万年)、榴辉岩和蛇绿岩岩块,和晚阿尔布阶的燧石。并存的南北走向的岩浆弧向东延伸,与侏罗纪—白垩纪的俯冲杂岩近于平行。苏门答腊的岛弧—海沟关系尚不清楚。东西走向的白垩纪花岗岩带出露在爪哇的北端和婆罗洲南部。

新几内亚划分出两个构造区。北新几内亚由晚白垩世到早中新世俯冲杂岩和同时代的岛弧杂岩组成。这部分逆冲到新几内亚之上,它是澳大利亚—印度板块的前缘。南部构成了澳大利亚东部南北走向的晚古生代火成岩区的北延部分,并含有前寒武纪和古生代的大陆壳。南新几内亚南北走向的构造被中新几内亚一条东西走向的断层截断。

(4—2) 沿太平洋边缘的燕山褶皱带:沿西太平洋边缘侏罗纪俯冲杂岩不如白垩纪褶皱带的发育。在日本,侏罗纪俯冲杂岩不足80公里宽,并含有晚石炭世—中侏罗世的大洋碎片的岩块,如礁灰岩海山、燧石和深海一半深海的沉积物。很多碎块以滑来岩块形式出现,混有充填海沟的浊积岩(Maruyama和Seno, 1986)。这些洋壳碎块的古地磁倾斜很平缓,说明是在低纬度地区形成,但周围的浊积岩却具有类似于现在纬度的倾角(例如:Hirooma等人,1984)。

褶皱带向北延伸到锡霍特—阿林的西南侧,向北沿着华力西—加里东褶皱带与西伯利亚地台的东缘变窄。向南延至琉球群岛,再向南可能经过海南岛外的大陆架延至婆罗洲。日本西南部的侏罗纪褶皱带与罗克—苏巴加瓦(Ryoke—Sanbagawa)变质带成对。在北海道、九州、琉球以及菲律宾产出的蓝片岩的年龄是128~80百万年。在侏罗纪褶皱带里有库罗塞加瓦(Kurosegawa)岛弧(Maruyama等人, 1984)和南北上—阿武隈(Kitakami—Abukuma)小陆块的外来残留物(Saito和Hashimoto, 1982)。南中国海盆扩张前,在侏罗纪和白垩纪时,菲律宾可能已在活动大陆的东部前缘形成。

白垩纪褶皱带(Y_e_2)从婆罗洲向北通过台湾、琉球、日本、锡霍特—阿林到维尔霍扬斯克山脉—堪察加地区。它的南部狭窄,北部变得宽阔而复杂。在亚洲东北部的东面侏罗纪

一白垩纪褶皱带北南走向，常常越往东越年轻。在南部，它被东西走向的极性朝南的白垩纪褶皱带切断。有很多外来的断块出现，诸如小陆块和岛弧残留物，下面将进行描述。

在台湾，白垩纪褶皱带的特点是双变质带。向陆的为太鲁阁地台沉积物，其中局部有混合岩化和部分熔融，从区域来讲属于岛弧型变质作用，级别属于绿片岩—角闪岩相。向洋的为玉里深海盆地泥质和滑来层混杂岩，其中有海沟堆积而成的镁铁—超镁铁岩石的外来洋壳碎块。这些岩石属于俯冲带高温高压变质。

5. 喜马拉雅褶皱带

喜马拉雅—阿尔卑斯褶皱带沿亚洲南部和东部边缘分布。在南部带，大型大陆（阿拉伯、印度和澳大利亚地盾）的三次性质明显不同的碰撞作用，在欧亚板块中是非常显著的。它们的影响在下面描述。然而，在西太平洋和苏门答腊—爪哇地区的褶皱带是属于科迪勒拉型的，虽然一些小的岛弧或海岭链的碰撞作用还在进行中（见图5）。

庞大的马克兰增生褶皱带(Platt等人, 1985)位于阿拉伯和印度地盾的两个碰撞带之间。这个碰撞带向东延伸，通过喜马拉雅、苏门答腊和爪哇到佛罗勒斯群岛。尼科巴—明打威的外弧主要由包含小蛇绿岩体的中中新世以后的增生杂岩组成。尽管帝汶—塞拉姆岛链（斑达弧）形成佛罗勒斯群岛的外弧，但它的增生是属于印度—澳大利亚板块的大陆碎片。松巴岛也是从爪哇大陆架来的大陆碎块。苏拉岛、哈马黑拉岛南部和布通岛可能是从新几内亚由中生代转换构造移来的小陆块(Hamilton, 1979; Silver等人, 1985)。

新几内亚的北半部是由在晚白垩世到早中新世时形成的俯冲杂岩构成。婆罗洲与菲律宾之间由两个岛弧连接，即北部的巴拉望弧槽系统，由第三纪俯冲杂岩和一个淹没在苏禄海中的相邻岩浆弧组成；以及南部的晚中生代形成的苏禄弧。巴拉望岛弧的北部出现古生代—中生代的大陆碎块。南北延伸的马鲁古海，一侧是桑吉弧，另一侧是向北延至菲律宾群岛的太平洋边缘。菲律宾群岛是一个火山弧的复合体，主要由第三纪—第四纪的火山岩和包含蛇绿岩、混杂岩和少量白垩纪灰岩和燧石岩的中生代俯冲杂岩组成。吕宋火山弧向北延至台湾的海岸山脉，并和欧亚板块碰撞。该碰撞作用部分是由短期洋壳（例如台湾东部蛇绿岩）既有朝东又有朝西性质不定的俯冲作用造成，见图3。发育不全的西部俯冲带可能是早期形成的玉里混杂岩的再结晶和产生中—上新世蓝片岩的叠复构造的原因。大南澳基底杂和它的第三纪超覆层发生了再结晶、变形和向西搬运，形成前陆褶皱和逆冲断层带。向东的俯冲作用继续到现在，俯冲到海岸山脉之下，向南已成为活动的马尼拉海沟系统。

沿着琉球海沟和南开(Nankai)海槽出现始新世到中新世的增生带，而在日本海沟却消失了。这可能是由于在15百万年时，日本海扩张期间被构造侵蚀了。在库页岛的外弧有早第三纪至中新世的增生褶皱带，从北海道东部延至堪察加。白令海的希尔绍夫和鲍厄斯海岭是产生在库拉板块上的俘获岛弧的残留物。伊豆半岛处于菲律宾板块前缘的最北端，是一个外来断块，现已增生到日本的本州。

C. 主要大洋

(1) 印度洋

澳大利亚—印度板块的一部分，由时代为侏罗纪的印度洋岩石圈组成。这个洋壳由南北走向的90°E海脊（转换断层）分成了两段，见图5。东段的磁带越往北越年轻。安达曼群岛外是东段最年轻的洋壳，为中新世的，目前正向苏门答腊岛弧下面俯冲。向北逐渐年轻的

型式表明,海岭俯冲作用产生在新生代(Eguchi等人,1979)。西澳大利亚大陆同侏罗纪一早白垩世的洋壳(阿尔戈盆地)相连,从侏罗纪以来形成大西洋型被动边缘。有M-22—M-25磁异常(Larson,1975)显示的阿尔戈盆地向西变年轻。它被一条南北走向的转换断层同年轻的洋壳分隔开了。在还不掌握大陆从澳大利亚板块分出的时间的情况下,这种关系表明阿尔戈盆地裂谷作用开始时间应与侏罗纪一样晚。

西段出现相反的磁带关系。最老的洋壳是孟加拉湾最北部为早白垩世的。然而,印度地台西面的大洋板块是晚白垩世,这意味着印度地台与冈瓦纳古陆裂开是从东向西逐步完成的。三角洲沉积达5公里厚,遍及印度洋的很多地区。在图5中划出的4公里等厚线覆盖面积达 1700×1500 公里。这些沉积物肯定是来自于因40百万年前,印度—欧亚两板块碰撞而高高兴起的喜马拉雅地区。

(2) 太平洋

目前,向亚洲大陆下面俯冲的太平洋板块绝大部分是由侏罗纪和白垩纪的洋壳组成(图5)。太平洋板块最老的部分出现在马里亚纳海沟的东边,呈三角形。根据这些特点,黑尔德(Hilde等人1977)认为,太平洋板块于190百万年前形成在法拉荣、菲尼克斯和库拉三个板块RRR型接合部位。目前的太平洋板块未见到老于190百万年的外来大陆断块,而且西太平洋中一新生代增生褶皱带缺失起因于该太平洋板块的外来断块,这种情况与上面的看法相一致。侏罗纪三角块段西面磁带的分布表明,两条平行的东西向延伸的扩张海脊最迟也在侏罗纪形成,并把太平洋板块与北部的库拉板块和南部的菲尼克斯板块分开。

(3) 从白令海到安达曼海的边缘盆地

除了阿留申盆地(早白垩世)这个封闭了的库拉板块和西菲律宾海盆(晚白垩世至始新世)外,晚第三纪在欧亚板块和太平洋板块之间发育有一系列边缘盆地。日本的Kurile和四国—帕里亚—韦拉(Vela)盆地在20百万年前,太平洋板块海槽后退期间同时形成(Seno和Maruyama,1984)。马里亚纳和冲绳海槽从5百万年起断陷。冲绳海槽向东运动,从琉球海沟后退。

西菲律宾海盆可能代表一块被封闭的正常大洋板块(Uyeda和Ben Avraham,1972;Hilde和Lee,1984),或后弧盆地(Karig,1975;Seno和Maruyama,1984)。菲律宾海板块的特点是出现了几个外来地块和带有较老的外来岩块的混杂岩。伊豆—小笠原海脊是一个48百万年以来就在活动的岛弧,当时形成了玻古火山岩系列的岩石(Seno和Maruyama,1984),九州—帕劳海脊是一个从48至25百万年活动过的残留弧。奄美高原、大东海脊和冲永(Okino)—大东海脊都是东西走向的造山带,时代分别为85~75百万年、50百万年和57百万年(Shihi等人,1985)。

南中国海在32~17百万年间扩张(Taylor和Hayes,1963)和分离,使(1)北巴拉望—卡拉棉断块,(2)雷德班克(Reed Bank),和(3)湄克勒斯菲尔德班克(Maaclesfield Bank)从中国大陆分开。裂开可能与印度板块和欧亚板块的碰撞有关(Tapponnier等人,1982)。安达曼海在11百万年时开始扩张(Curray等人,1979)形成缅甸小陆块(Fitch,1972),这是由海脊俯冲作用或澳大利亚—印度板块的斜向俯冲作用所触发的。

在吕宋—佛罗勒斯—新几内亚群岛之间的三角形地区,分布着8个小洋盆。从北向南它们是苏禄海、西里伯斯海、马鲁古海、北望加锡盆地、班达海、波尼海湾、南望加锡盆地和

佛罗勒斯盆地（图6）。在它们中间，西里伯斯和班达海的洋壳是早白垩世的，可能开始是一个封闭盆地。苏禄海的基岩是始新世的，其它盆地根据沉积盖层较薄推测可能是在中新世时形成的（Hamilton, 1979）。

D. 小陆块和残留岛弧

小陆块和残留岛弧可看作是前寒武纪大陆块的一部分，（1）它们小于塔里木克拉通，（2）被很多较年轻的增生褶皱带围绕。在洋盆中它们将陆块隔离了，陆块周围是年轻的洋壳。根据这个定义，在太平洋的日本和其它主要岛屿只能做为外来漂移地块了，因为从第三纪起它们通过后弧扩张从亚洲漂离并被更年轻的洋壳包围。然而，很多这种群岛本身就包括几个外来小陆块，日本是个典型实例。在图5和图7的图例中，为避免这种复杂性，这些主要群岛并未标为大洋中的外来漂移断块，确定了的小陆块表示在图7中。



图7 亚洲及其周围地区分布的小陆块和残留岛弧

在欧亚板块的大陆上和大洋盆地中查明了几个小陆块和残留岛弧（见Maruyama等人的表1，文章在印刷中）。其中很多已在前面主要褶皱带中提及过。在图7中很明显的是小陆块在空间上分布并不均匀。它们集中分布在3个区：（1）塔里木、印度和中朝克拉通构成的三角地区；（2）维尔霍扬斯克、楚克奇和北海道构成的三角地区；（3）吕宋、佛罗勒斯和新几内亚构成的三角地区。

（1）塔里木、中一朝和印度三角地区：塔里木与中朝克拉通以南有11个小陆块，从早古生代以来增生到了亚洲大陆上。除拉萨断块（图7中的No41）外，其余几乎没有研究过。拉萨断块在二叠纪时从冈瓦纳古陆分离，向北运移，在早至中白垩世时与欧亚板块碰撞在一起。这已由下列研究得到佐证：（1）古地磁资料表明晚白垩世和始新世大部分时间古纬度是北纬 $10^{\circ}\sim 15^{\circ}$ ；（2）从晚石炭世至阿尔布阶植物化石发生了变化；以及（3）总的构造地层关系。

（2）维尔霍扬斯克、楚克奇和北海道三角地区：沿亚洲东部边缘分布着北东走向（称为震旦方向）的造山带，含有二叠纪至白垩纪的岩石。亚洲主要是沿着东北边缘增长，晚侏罗世到晚白垩世增生了一些外来陆块。

在侏罗纪时，奥莫隆断块（Merzlyakov等人，1982；Fujita和Newberry，1982）和科累马断块（Dickinson，1978）碰撞并增生于亚洲大陆。鄂霍次克断块，包括堪察加半岛元古代的花岗片麻岩可看作是一个小陆块。在维尔霍扬斯克山脉和楚克奇地区的几个小陆块含有古生代蓝片岩（Dobretsov和Sobolev，1984），它们可能代表增生的大陆碎块或岛弧块。然而，这些碎块，特别是维尔霍扬斯克山脉的这些碎块也可能是从西伯利亚地台东部边缘的断块抬升成的。

（3）吕宋、新几内亚和佛罗勒斯三角地区：本区分布着很多小陆块。这种分布与（1）接近三个巨大板块，即太平洋板块、欧亚板块和印度—澳大利亚板块（Hamilton，1979）和（2）澳大利亚与欧亚板块开始碰撞有关。

这些小陆块的边界是转换断层、小型洋盆地的小规模扩张脊和深海沟的接合部位。这些小板块和洋盆地的形成大致与澳大利亚碰撞和班达弧的弯曲开始的时间相一致。如果目前板块运动继续进行50百万年，这些小板块的残余体将组合成一个嵌合体发育在日本—印支和澳大利亚之间（见下面讨论部分）。

（4）其它：在印度板块西面和沿俄罗斯地台南缘有几个外来断块。由于每个断块的详细范围没有完全确定，因此，在图7中它们似乎都成了巨大断块。它们当中包括塞莫里安（Cimmerian）大陆（Sengor，1979）或克雷奥斯（Kreios）（Tollmann，1978）。乌拉尔山的增生岛弧碎片已由左内申等人（1984）和哈米尔顿（1970）作过描述。根据阿布杜林娜（Abdulina）和塞利金娜（Selygina）（1982）的资料，在哈萨克斯坦断块中有4个小陆块。

地 理 的 重 建

修斯（Suess，1901年）开创性的研究提出了增生作用使亚洲逐步向南扩展之后，又提出了许多欧亚大陆一体化的模式。其中的主要问题是固结形成魏格纳泛大陆的时间。各家说法不同，从克莱梅兹（Klimetz，1983）的侏罗纪末—早白垩世，到戴兹和霍尔丹（1970）