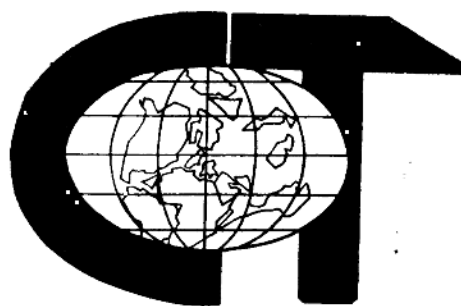


特 提 斯
构造演化及成矿作用
(译文集)



地质矿产部成都地质矿产研究所编

一九九一年四月

目 录

特提斯造山拼接体的起源、拼接与冈瓦纳的消减.....	(1)
西阿尔卑斯演化的一些主要特征.....	(56)
特提斯洋历史中的碰撞和裂谷作用.....	(69)
阿富汗和西藏的新基梅里蛇绿岩带：对比和演化.....	(78)
拉达克地块的岩浆—构造演化（以野外研究为据）.....	(93)
前寒武纪晚期—寒武纪阿拉伯和相邻板块的构造和沉积模式	(103)
喜马拉雅的变质作用——序.....	(117)
德拉斯弧：侵蚀洋壳上的两次连续火山事件.....	(122)
苏禄海——一个定位于晚三叠纪碰撞带中的弧后盆地.....	(130)
地中海带（特提斯）的成矿作用.....	(142)
修订的世界古地理图及导论.....	(181)

特提斯造山拼接体的起源、 拼接与冈瓦纳的消减

A.M.C. Sengor, Demir Altiner, Altan Cin,

Trmur Ustaomer, K.J. Hsu

内容提要: 特提斯造山带是一个超级造山带, 它位于欧亚大陆南侧, 由古特提斯洋和新特提斯洋闭合产生的造山带(基梅里造山带和阿尔卑斯造山带)组成。文中我们主要根据新编的地质图来评述其演化。在新编地质图上, 展示有缝合线、岩浆岩、古生物地理和古气候的具特殊意义的分类单位和相, 以及组成许多特提斯地块基底的泛非期(900—450百万年)造山系的碎块分布。并应用文献中报导的古地磁资料加以佐证。

本文的基本论点是: 那些包含蛇绿岩碎块的主要缝合线, 就代表大陆块之间的构造剖面, 这里曾发生过洋壳的俯冲。古特提斯洋主要存在于晚石炭世。与此同时, 它开始通过其内外的俯冲作用而消亡。这些俯冲作用一直持续到二叠纪; 而其中的一些是前特提斯时期延续下来的。在晚二叠世, 平行于冈瓦纳大陆北缘的裂陷作用在扎格罗斯和马来西亚之间开始产生, 将一基梅里大陆从北部冈瓦纳大陆中分离出来, 从而宣告新特提斯洋和一些作为古特提斯洋弧后盆地的小洋张开。这些裂陷作用可能向西延伸到克里岛和希腊大陆。然而华北地块、扬子地块、羌塘地块(藏北)东部和安南地块, 所有这些元古代末期至早古生代的冈瓦纳大陆原始组成部分, 在前石炭纪至晚石炭世, 甚至可能在泥盆纪时期都已从冈瓦纳大陆上分离出来。所有这些地块和基梅里大陆, 在晚古生代均以含华夏系植物分子为特征。说明这些大陆地块含有与初期冈瓦纳大陆有亲缘关系的古地磁和古生物资料, 这得到了穿过特提斯造山带缝合线的晚元古代至早古生代泛非缝合线、造山带以及沉积盆地碎块的比较结果的佐证。晚二叠世有孔虫类分区, 被认为与这些古地理的解释有关。

到三叠纪, 绝大部分基梅里俯冲带就已经存在。基梅里大陆加速了它从冈瓦纳大陆上的分离, 并局限在晚二叠世沿Waser/鲁尚—Pshart/班公湖—怒江/曼德勒开始分裂。到晚三叠世, 除拉萨地块以外的所有中国地块和安南地块之间, 以及它们与劳亚大陆之间, 都已发生了碰撞。所产生的巨大造山拼接带在其本身与劳亚大陆之间, 有一个以巨大的松潘—甘孜增生混杂体形式出现的“软垫”(soft cushion)。这种连结方式使劳亚大陆上的脊椎动物到晚三叠世时能够到达东南亚。在晚三叠世到中侏罗纪, 绝大部分主要基梅里造山碰撞已经完成。在晚侏罗世, 中亚地区广泛分布的干旱气候可能是不久前形成的基梅里山脉的雨影效应引起的。

在侏罗纪时期, 新特提斯俯冲系沿基梅里大陆南部边缘或新特提斯洋岩石圈内部形成。至少绝大部分俯冲带是向北或向东倾伏。它们继续使特提斯地块向北迁移。

在大部分中生代和新生代期间, 特提斯造山带的演化影响着海洋和陆地生物的分布,

还影响着海平面的变化和大气环流的格局。这些可能是地幔内部大规模对流循环的外部表现，这种对流循环不断地将物质向北传递到特提斯域。

在阿尔卑斯—喜马拉雅—印度尼西亚山脉内，存在两个明显且大部分经过叠加改造的超级山系，它们其中的一些部分相当于Suess (1909、1911) 的原“基梅里山系”和阿尔卑斯造山带 (Sengör 1984)。考虑到Suess的较早命名，Sengör (1984) 将这两个山系中较老的一个称为基梅里造山带，较年轻的一个称为阿尔卑斯造山带，两者共同形成超级造山混杂体，即特提斯造山带。这两个山系都 (已被指明) 包含大量的缝合线，但海洋沿山系闭合的主要时期可认出来的只有两个：较早的一个是从晚中三叠世至中侏罗世初，相当于基梅里造山带形成时期，而较晚的一个是阿尔卑斯造山期，主要是从晚古新世到晚始新世。尽管这两个山系中有不少缝合线地段的闭合时代不在这两个时期之内，但这两个时期对那些延伸长的缝合线是真实的，以致于可能将它们统一划为基梅里缝合线“北组”和阿尔卑斯缝合线“南组”，以及在两组缝合线之间的一个狭长的基梅里大陆 (或一个大陆群岛) 和大量“外来”大陆碎块。这个相当简化的方案不仅对整个造山带的整体认识十分容易，而且为在古全球内泛大陆的大型古地理单元和古构造单元的命名提供了一套实用的术语。因此，从北至南有：北部的劳亚古陆 (二叠纪至白垩纪)，在其南侧的古特提斯洋 (早石炭世至中侏罗世)；中部的基梅里大陆 (三叠纪至中侏罗世)；位于基梅里大陆与冈瓦纳大陆北部之间的新特提斯洋 (二叠纪末？或三叠纪至始新世，局部仍延续至今)；最南部的冈瓦纳大陆本身 (C. 奥陶纪至侏罗纪) (图1)。

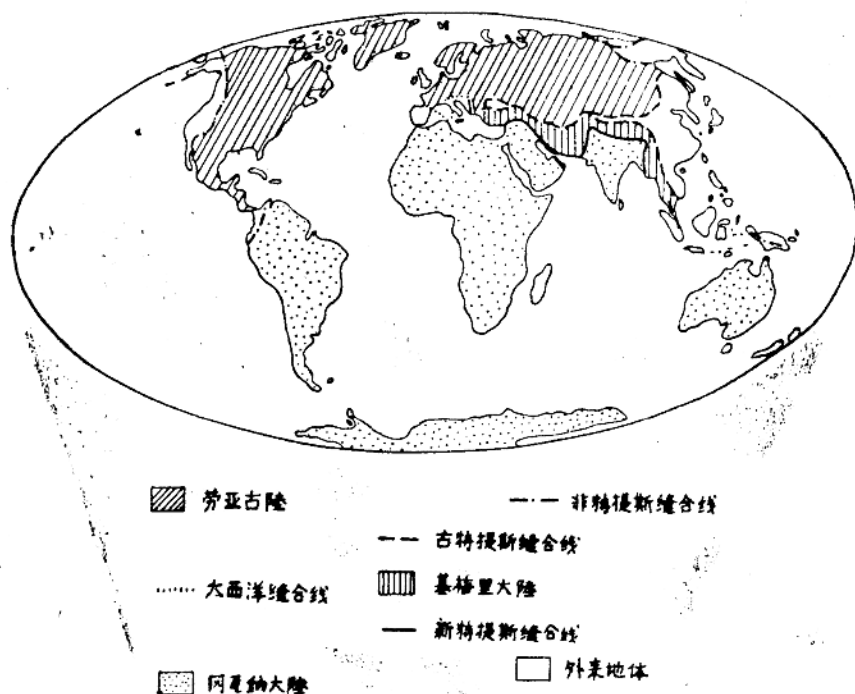


图1 组成特提斯造山带格架的一级古地理/古构造要素，以及它们在现今地球构造中的位置

这两组特提斯缝合线的闭合产生了基梅里造山系和阿尔卑斯造山系，以及与之相关的、现今仍控制几乎整个欧亚大陆格局的宽阔而复杂的克拉通分裂区（图2）。古特提斯洋和新特提斯洋，以及分隔它们或它们所包含的大陆部分，可统称为特提斯域或特提斯区。

尽管在图1中所给出的简单分类是作为今后研究可行的术语基础，但图3展示的缝合线分布图则强调实际情形是何其复杂。特提斯造山带是一个巨大的造山拼接带，它包括大量的大陆地块和漂浮地块，这些地块由相互连接的缝合线网络缝合在一起。根据特提斯的二分方案，特提斯拼接带也是由大小不同的两部分组成。其中较老且大得多的部分是在基梅里造山带演化过程中由一些附着于劳亚古陆的碎块形成的，称之为基梅里拼接带，而较年轻且小得多的部分是在阿尔卑斯造山带演化过程中附着于欧亚大陆的，这一部分称为阿尔卑斯拼接带。在图3中，基梅里缝合线和阿尔卑斯缝合线用不同符号区别，以用来辨别它们的各个组分。

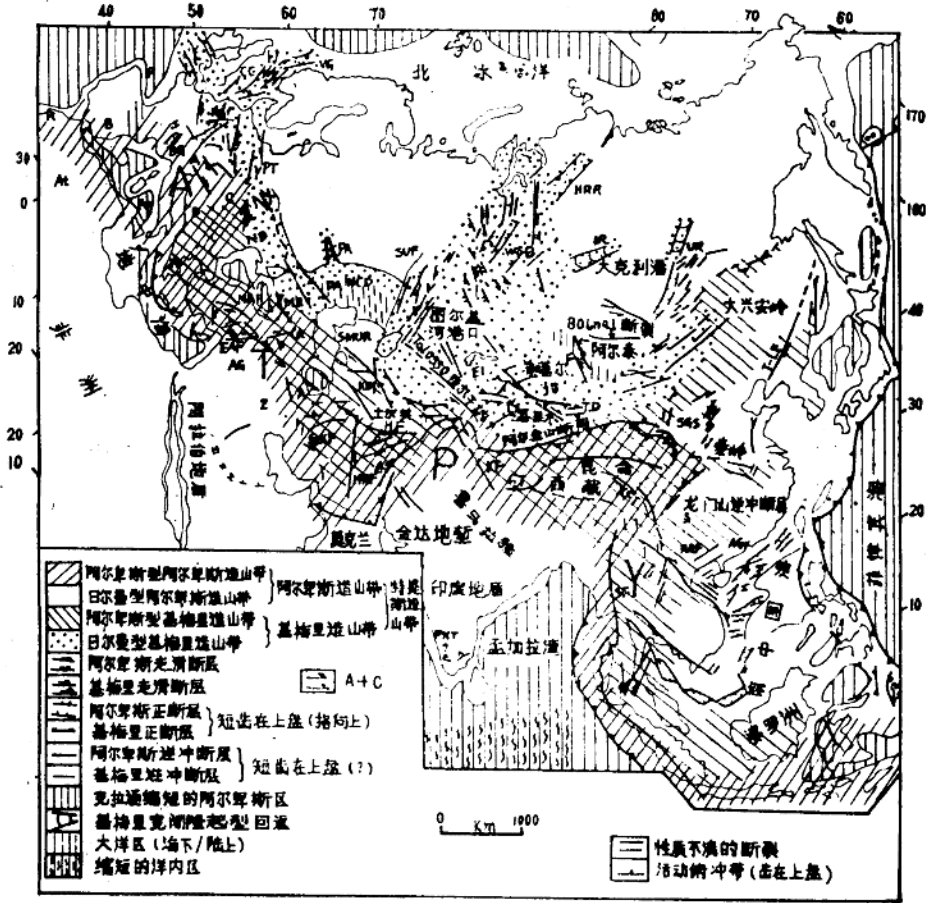


图2 特提斯超级造山混杂体，图中所示的是基梅里造山带和阿尔卑斯造山带，以及它们相关的前陆和后陆变形区。
注意，阿尔卑斯造山带对基梅里造山带的叠加程度，喀尔巴阡与中国之间的部分，阿尔

卑斯造山带长期以来一直阻碍了对基梅里造山带作为一个独立的造山带的认识。

大写黑体字母A、T、P、Y分别代表阿尔卑斯、土耳其、帕米尔、云南等山系。较小的字母：A, 阿尔卑斯山, AG, 阿克恰卡莱地堑, AGr, 安州地堑, Al, 厄尔布尔士山脉, Ap, 亚平宁山脉, At, 亚特拉斯山脉(指广义), 的B, 贝蒂克山, BF, 波格断裂, BG, 布雷地堑, C, 喀尔巴阡, Ca, 高加索, CAGS, 中央阿拉伯地堑系, CF, 恰曼断裂, CG, 中央地堑, D, Diarides, DA, Dnyepir—顿涅茨断陷槽, EAB, 东阿拉伯地块, EAF, 东安那托利亚断裂, EI, 东伊蒂盆地, GKF, 大卡维尔断裂, GT, 盖尔泽冲断裂, H, 希腊造山带, HF, 赫拉特断裂, HRF, 哈里河断裂, H—RR, 汉泰—Rybninsk裂谷, IG, 伊塞克古尔盆地, IR, Irkineev裂谷, KDF, 科佩特断层, KF, 哈拉和林断裂, KKKU, 克孜勒锦江隆起, KTF, 康滇断裂, MF, 蒙古断裂, MR, 大高加索主峰断裂, NAF, 北安纳托利亚断裂, NCD, 北里海沿岸拗陷, ND, 北多布罗加, PA, 帕切尔马断陷槽, PNT, 伯尔尼—厄尔吉里丘陵冲断层, PT, Polish地堑(槽), RG, 上莱因地堑, RRF, 红河断裂, S, 四川盆地, SF, Sagain断裂, SGS, 松潘甘孜系, SMUR, 南曼格什拉克—Usk Yuri山脊, SUF, 南乌拉尔断裂, T, 土耳其山脉, TD, Turfan拗陷, T—LF, 鄯庐断裂, UR, 乌拉裂谷, V, G, 维金地堑, WSB, 西西伯利亚盆地, Z, 扎格罗斯山脉。

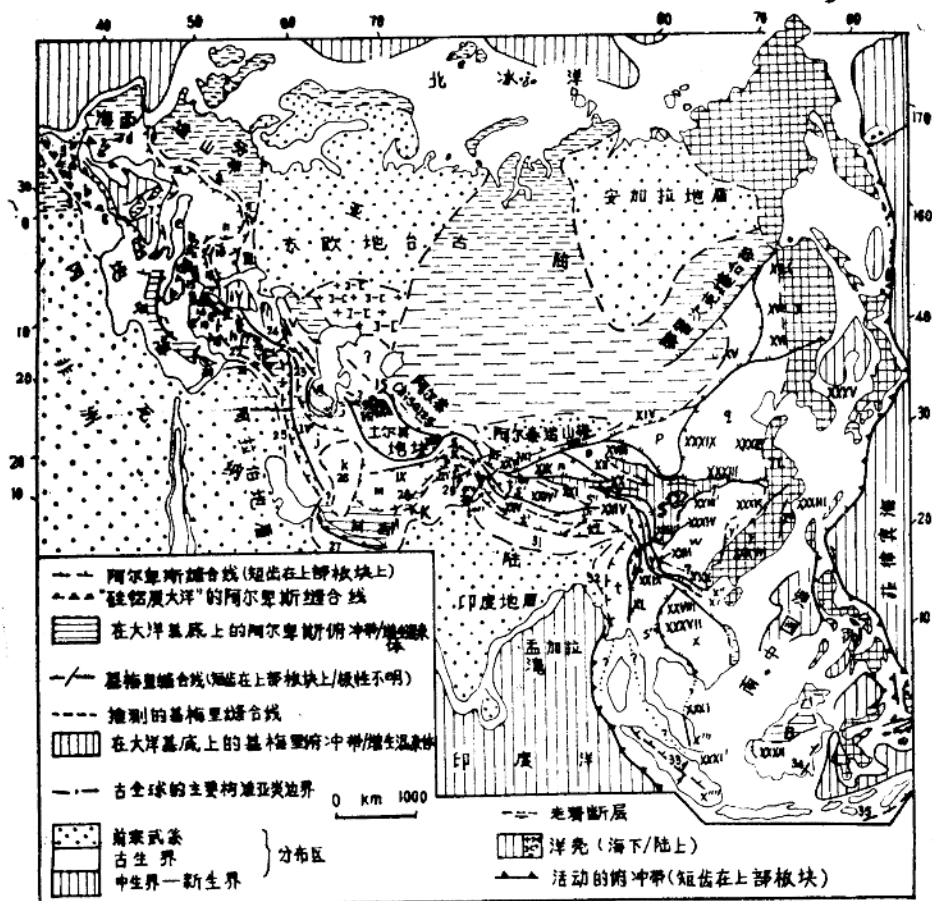


图3 欧亚和北非构造地质图。图中所示是特提斯造山带内部的主要构造亚类和缝合线的分布。

分布。特提斯造山带对应于陆地上的白色区。

基梅里缝合线：

I. 希腊和南斯拉夫的古特提斯缝合线, I. 卡拉卡亚, II. 伦卡维察—庭瑟尔, W. 北土耳其, W' 萨南达季—锡尔詹缝合线, V. 斯瓦涅蒂亚, V'. Chorchana—Utslevi, VII 塔莱什山, VII. 科佩特山脉/马什哈德, VIII. 帕鲁帕米苏斯山脉/兴都库什山脉/北帕米尔, K Waser, X. 鲁尚—Pshart, XII. 昆仑北部, XII. 祁曼塔格, XIII. 阿尔金山, XIV. 索伦—海根山系, XV. 内蒙古, XVI. 索伦—西拉木伦, XVII. 大兴安岭, XVIII. 土尔根达板山/青海南山, XIX. 昆仑南部, XX. 布尔汉布达山/阿尼马卿山, XXI. 可可西里山/金沙江, XXII. 马尼干戈, XXIII. 理塘, XXIII'. Luochou “弧沟带”, XXIV. 班公湖—怒江, XXV' “中羌塘”, XXV. 师泉河, XXVI. 西南喀喇昆仑, XXVII. 难府—程逸/斯拉—凯奥, XXVIII. Tamky—phueson, XXIX. 马江, XXX. 达河, XXXI. 文冬—劳勿, XXXI'. 中苏门答腊, XXXII. Serabang (西婆罗洲), XXXIII. 秦岭/大别山, XXXIII'. 江苏北部, XXXIV. 龙门山/邛崃山, XXXV. 湄岭, XXXVI. 绍兴—萍乡, XXXVII. 田阳, XXXVIII. 邻水—海丰, XXXIX. 贺兰山, XL. 曼德勒, XLI. 石勒喀。

阿尔卑斯缝合线：1. 比利牛斯山, 2. Betic, 3. 里夫, 4. 大阿特拉斯山, 5. 萨哈拉阿特拉斯, 6. 卡比利亚, 7. 亚平宁, 8. 阿尔卑斯, 9. 皮耶尼内—克利潘带, 10. 环默西亚, 11. 穆列什, 12. 瓦尔达尔河, 13. 皮奥里斯/因特拉—Pontide, 14. Almopias/伊兹密尔—安卡拉, 15. 品都斯—布德—比克山, 16. Srednogorie, 17. 厄尔加兹—埃尔津詹, 18. Inner Tauride, 19. 安塔利亚, 20. 塞浦路斯, 21. 比特利斯 (中新世) 和亚述 (森诺阶 K_2), 22. 马登河, 23. 塞瓦/阿克拉/加拉达格, 24. 板岩—辉绿岩带, 25. 扎格罗斯, 26. 环中央伊朗微大陆 (包括萨卜洋瓦尔和锡斯坦), 27. 阿曼, 28. 瓦济里斯坦, 29. 科希斯坦 (29N—恰特, 29S—中央地幔逆冲断裂), 30. 拉达克山 (30N—什约克河, 30S—印度河), 31. 印度河/雅鲁藏布江, 32. 印度—布尔曼, 33. 沃伊拉河, 34. 默拉图斯山, 35. 汶帝岛。

特提斯地块：

a. Moroccan 梅塞特, b. 奥兰梅塞塔, c. 阿尔沃兰, d. 伊比利亚, e. 非洲海角 (包括门德斯雷—托罗斯地块, e'. 阿拉尼亚地块), f. 罗多彼—Pontid, g. 萨卡里亚河, h. 克尔谢希尔, i. 萨南达季—锡尔詹带, j. 东北伊朗, k. 中央伊朗微大陆, l. 法拉, m. 赫尔墨德, m'. 科希斯坦, n. 昆仑西部 “中央巨型地背斜”, o. 柴达木, p. 阿拉善 (阿拉山), q. 华北 (中朝), r. 华北褶皱带, s. 中帕米尔—羌塘—Sibumasu (s'—中帕米尔/西羌塘, s"—东羌塘, s'"—Sibumasu), t. 拉萨—中缅甸 (t'—Bongtol 登格拉, t"—那曲, t'"—拉萨本部, t'"—拉达克, t' '"—拉萨西部—帕米尔南部), u. 沙鲁里山, v. 雀儿山, w. 杨子, x. 安南 (可能包含早古生代时期 (x') 和晚古生代时期 (x'') 的两个外来岛弧和东部马来半岛 (x' '')) 以及南苏门答腊 (x' ''), y. 华南 (狭义的, y'—湖南, y"—沿海地块), z. 松潘地块。

关键字符号：B. 沙捞越洲增生混杂体, b. 东南帕米尔黑色板岩系, E. 东安纳托利亚增生混杂体, KF. 哈拉和林断裂, M. 马克兰增生混杂体, TL. 郯庐断裂。

在下面各章节中，将首先评述我们已改进的特提斯造山带缝合线分布图，并建立事件的时间序列。然后我们根据古生物和古地磁及其它地质资料，探讨基梅里拼接带和阿尔卑斯拼接带主要单元的源区，并说明至少绝大部分这些构造单元是源于冈瓦纳大陆。根据一个高度概括而带有推测性的特提斯造山带演化历史，我们指出，在使特提斯造山作用复杂化的过程中，多阶段走滑运动起极其重要作用。我们将以一般存在于造山混杂体演化过程中的极大的复杂性和活动性来结束全文，并着重指出对它们进行分析时的简单化方法（象地体概念）所引起的误解后果。

特提斯造山拼接带的缝合线

图3说明在特提斯超级造山混杂体内所有已知的主要缝合带。此图最显著特征是，特提斯缝合线几乎完全独立于较老的造山混杂体的缝合线，如海西造山带和阿尔泰造山带的缝合线。除两个特例（Ghissar 缝合线和蒙古—鄂霍次克缝合线，图3）以外，看来没有一条特提斯缝合线与欧亚中的特提斯缝合线网络之外的缝合线相连。这就意味着：在特提斯与亚洲碰撞开始之前，一个长而薄的（指现今的几何特征）大陆体已与较老的阿尔泰造山拼接带碰撞，并“将它圈闭”起来了。在下面的章节中，我们首先评述基梅里缝合线，然后再论述阿尔卑斯缝合线，主要是论述它们的海洋打开和关闭的年代。图3所示的是它们的造山极性（例如主要俯冲带碰撞前的面向）。图4到图7所示的是沿这些缝合带的岩浆作用演化，这些图件还为鉴别它们提供了主要依据。

基梅里缝合线

古生代的基梅里缝合线

甚至在三角形泛大陆的间隙出现之前，基梅里拼接带中的各个独立单元之间（例如前泥盆纪或在泥盆纪时期，在越南北部的三歧—富山缝合线，或同期的土尔根达板山—青海南山缝合线，一些最早期的“特提斯造山”碰撞就已经发生。因此，从严格意义上讲，这些缝合线并不属于特提斯造山缝合线。这里仍这样归属的理由是：它们的闭合看来已经触发了临近的特提斯缝合线的俯冲活动，并对后来的特提斯发展起着直接的影响。

最早的“特提斯造山”（例如在特提斯造山格架中的后泥盆纪）缝合线，也是那些在基梅里构造拼接带的各个“外来”岩块之间的缝合线。这些缝合线之中最早的一条，可能是越南北部的马江（红河）缝合线，这条缝合线在杜内期（ C_1 ）—韦宛期（ C_1 ），沿一个西南倾向的俯冲带闭合于一个已增生的（弧？）碎块 x' 和新的（弧？）碎块 x'' 之间。Morgunov (1970) 认为南西向的逆冲作用开始得稍晚，即在韦宛期至纳缪尔期的过渡时期。最近，Gatinsky (1985) 和Hutchison (在印刷) 都提出，不仅沿马江缝合线的海洋闭合，而且在安南与广义的华南地块（W和Y）之间最后碰撞的海洋关闭，在泥盆纪已经发生。这种解释的依据是基于如下观察：该缝合线南部由寒武系至志留系浅水沉积物组成的一个厚约10公里的岩石剖面，在泥盆纪开始之前，其岩石已发生了变形并被抬升。在泥盆系的底部已确信存在一个区域性的角度不整合。然而，海水回返非常快，泥盆纪乃至早石炭世的海洋沉积作用，在中石炭世早期，最后由强烈的南西向延伸的褶皱作用和大规

祁曼塔格缝合线的形成是否推迟了昆仑西部地块的“中央巨型背斜”和柴达木地块与 Serindia 和塔里木（分别相当于 Belyaevsky (1976) 的昆仑西部的“北部复向斜”和杨遵仪等(1986)的阿尔金缝合线）连在一起的缝合线的形成，至今仍很难说清。所有这些缝合线均被二叠纪和较年轻的陆地磨拉石层序、包括局部下三叠统大理岩和中三叠统煤系不整合地覆盖。Sengör(1984)、Sengör 和许靖华(1984)根据沿缝合线(Ⅺ)的“中央巨型复背斜地块(n)向塔里木东南边缘的增生来解释昆仑北部的晚古生代构造，是因为沿该缝合线存在这个时代的蛇绿岩套和花岗岩系（见图4）。正如常承法等最近野外调查所总结的那样，西昆仑与沿土尔根达板山—青海南山缝合线所见到的情况相似，但已有证据表明明显不同于帕米尔北部的几何特征和演化。常承法等指出西昆仑北边大部分主要是由震旦到寒武纪的海相碎屑岩、变质程度中等的镁铁质海底火山岩的一套厚的岩系组成，并发现这套组合与含斜长花岗岩的蛇绿岩共生。从斜长花岗岩中角闪石获得了一个517百万年的K—Ar同位素年龄。含有指示绿片岩相环境的硬玉和石英变质火山岩系，使常承法等人将这整个岩石序列解释为一个较早期的俯冲混杂体。所有这些岩石均被含化石的奥陶纪岩石不整合覆盖，而这些奥陶纪岩石依次又被广泛分布的泥盆纪磨拉石覆盖。这些前奥陶系俯冲混杂岩在很大程度上与Norion(1946)所称的昆仑西端的“结晶岩系”（在东经77°东至82°东之间）相当，并与Belyaevsky(1976)所指的“中央巨型复背斜”的岩石部分相当。

然而，从所报导的西昆仑早古生代变质沉积岩、变质火山岩和蛇绿岩，与帕米尔北部和兴都库什山西部所了解的相关岩石组合不同。从帕鲁帕米苏斯更向西部的地区，Wolfart 和 Wittekindt(1980)报导过类似的早古生代岩石组合。

因此，从帕鲁帕米苏斯到昆仑西部以及所有通向土尔根达板山—祁连山系方向的地区（例如在缝合线Ⅷ正北部和沿缝合线Ⅺ、XⅢ、XⅤ的地区以及XⅤ本身），我们见到了早古生代的造山事件，包括可能与俯冲带相关的火山活动、蛇绿岩俯冲作用以及局部的绿片岩变质作用的明显证据。是否在阿富汗地区、帕米尔北部、以及沿缝合线Ⅺ、XⅢ的地区卷入了大陆碰撞不清楚，但是，东部地区看来已卷入了柴达木地块（一个岛弧聚敛带？）与阿拉善（阿拉山）地块之间的碰撞。这些早古生代事件的迹象在柴达木地块南部的布尔汉布达山和在阿尼马卿山没有见到。

常承法等认为沿缝合线Ⅺ的早古生代地质记录是指示一个边缘盆地的关闭标志，并将晚古生代的地质记录解释为一个面向南的大陆边缘弧俯冲增生混杂体生长的证据。尽管看来它们还不能证实昆仑中部地区增生的早古生代岛弧碎块，但在1976年出版的中国地质图上所表示的连接祁曼塔格缝合线西南部的晚古生代岛弧碎片，实际上可能是代表类似的碎片组成的基底。

目前少量资料可能被解释为下述两种可能方式中的一种：一种要么碎块n被认为是一个古生代的增生混杂体，它主要是由一套具局部的泥盆系至二叠系浅水沉积物的复理石或混杂堆积物楔状体组成，而这些岩石作为沿缝合线ⅪX在晚古生代大陆边缘岩浆岛弧基底的证据；第二种是碎块n被认为是一个记载早古生代俯冲带地质资料的微大陆，这个微大陆，在晚古生代与塔里木碰撞，并在稍后沿缝合线Ⅺ向祁曼塔格接近，发生左

在基梅里古生代缝合线范围内，我们所讨论的最后一条缝合线是贺兰山缝合线以及其沿缝合线X V和XⅦ向北明显的延伸部分。Klimetz (1982、1983)，以及继他之后的Sengör (1984)、Sengör和许靖华 (1984)，均认为贺兰山是中中生代的缝合带，这主要是由于侏罗纪 Siasouchan 统中的蓝片岩中的错误鉴定 (Lexique Stratigraphique International 1963)。反对 (沿贺兰山) 中生代缝合线存在的主要而有力的证据是 中生代海洋沉积物的缺失。这个缝合线可能代表一个晚古生代的缝合线 (或晚元古界的缝合线)，它后来被重新活化以适应较远处的大陆内部的缩短作用，其缩短量可能是一个相当大的数值，这可从侏罗系沉积物的褶皱强度推算出来。

沿着将阿尔泰从基梅里拼接带的较大碎块系分开的唯一主要古生代边缘缝合带，有一个与贺兰山所遇到的相似问题，这个缝合带就是内蒙古一大兴安岭 (Greater Khingan) 缝合线 (XV、XⅦ)，它直接延伸到石勒喀缝合线内。一个发育良好的早白垩纪岩浆岩

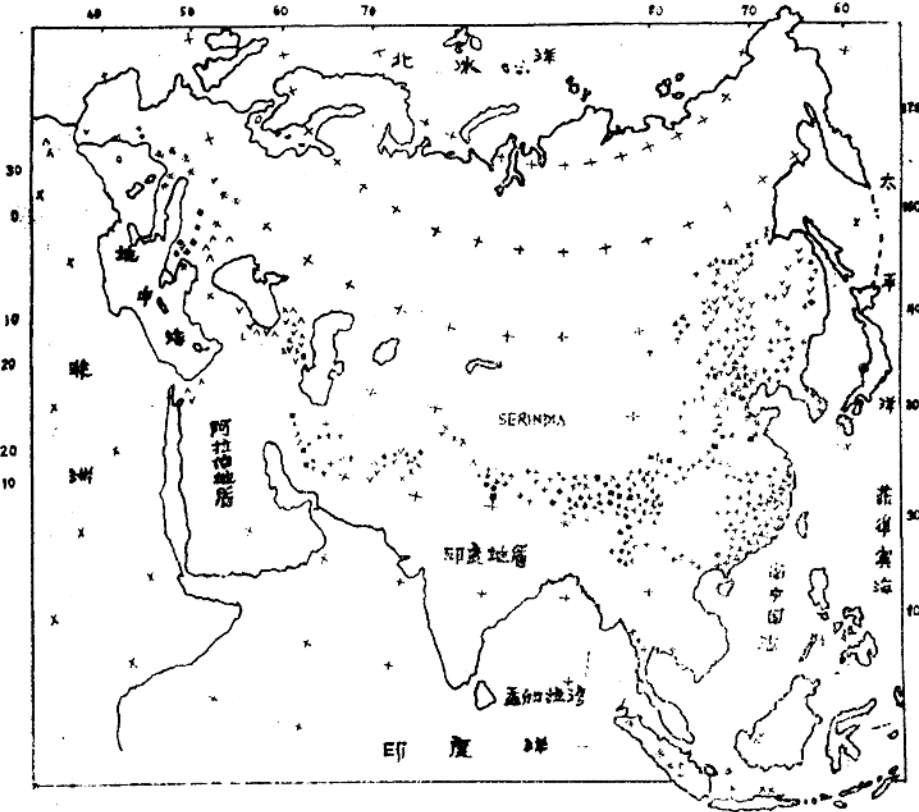


图6 特提斯造山带内中侏罗世至早白垩世 (中国的“燕山期”) 的岩浆作用
图例见图4

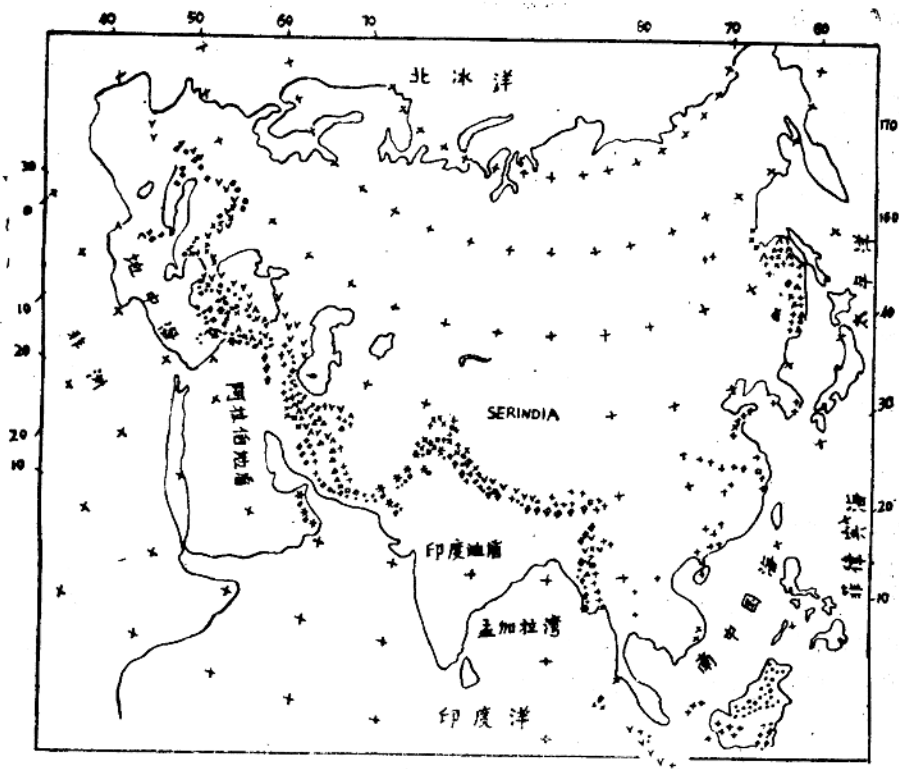


图7 特提斯造山带中晚白垩世和早中生代(在中国为“晚燕山期”和部分“马喜拉雅期”)的岩浆作用 图例见图4。

弧和沿石勒喀缝合线大陆边缘的沉积物都毫无疑问说明这里存在一个晚中生代缝合线。然而，再向南，尽管存在一些三叠纪和早侏罗世的及强烈而广泛分布的晚侏罗世至早白垩世的中性和长英质岩浆作用（图6、7），但既没有看到同期海洋沉积物，也没有见到任何蛇绿岩。尽管Sengör(1984)认为通常位于广泛分布的中生代长英质岩浆岩以东的超镁铁质岩是同期缝合带存在的标志，但这种解释不再受到支持，因为所有有关的铁镁质岩在年代上看来属于晚古生代。

在晚古生代时期，聚敛型板块边界岩浆作用似乎被限制在大兴安岭—内蒙古缝合带内（图4）。这些缝合带可能在该时期闭合，正如晚古生代的蛇绿岩和几乎完全停止的所有岩浆作用所显示的证据那样（图5）。在紧接这个缝合线闭合之后，这个聚敛位置似乎已跳跃到蒙古—鄂霍次克大洋内，而这个大洋开始消亡。在侏罗纪时期，随着蒙古—鄂霍次克洋最终消失之后，持续的内陆聚敛作用产生了宽阔的长英质岩浆岩区，并可能引起了沿锡霍特阿林地区的乌苏里缝合线的俯冲作用（图6）。在该时期，大兴安岭缝合线看来已经

以挤压方式重新活化,这种新的活化其影响可能向南扩展到贺兰山。

中生代的基梅里缝合线

正如图5中的“华北岩浆岩间隙”(gap)所表明的那样,连接中国东北部与特提斯系的其它部分的所有大洋板块边界,到中生代初就已经消失了。这是晚古生代大陆碰撞的结果。中生代太平洋型这样的活动大陆边缘变得更为一致地面向南方(指现在的地理方位),沿着该大陆边缘,岩浆弧活动不断继续着,并且就发生在与晚古生代相同的地区(比较图4和图5)。仅有一个有意义的特例是中昆仑地区,这个地区岩浆弧向南跳跃了几百公里,推测其跳跃时间是在“中央巨型复背斜”向塔里木增生之后。

中生代初的大陆碰撞,似乎又出现在基梅里拼接带的各个个别单元之间。其中最早的一次碰撞可能是沿金沙江缝合线,即藏北羌塘地块的东部碎块与雀儿山碎块之间的碰撞。沿着可可西里山弧(在金沙江的西部),岩浆活动一直持续到卡尼阶(晚三叠世早期),接着,这个缝合带被抬升。沿着它,海洋三叠系剖面一般终止于卡尼阶。

一个可能同期的缝合线是越南北部的达河(黑水河)缝合线。沿平行于稍后期的达河缝合线早石炭世马江缝合线,变形期后的岩石几乎只是中石炭世至二叠世的浅水灰岩,这些岩石与沿其南部的三岐—富山缝合线弧陆碰撞后所沉积的泥盆纪岩石类似。这种浅水沉积灰岩的沉积相说明,沿马江缝合线的早石炭纪变形,可能起因于当时的另一个岛弧与安南的碰撞,该岛弧现在可能被埋藏于新生代马江裂谷带的年轻沉积物之下。马江碰撞带并不代表最终将安南与华南焊接在一起的事实,这得到了沿达河缝合线的富含细碧岩、钠长斑岩、玄武岩以及超铁镁质的火山物质、厚约10000米的前诺利克期(T.)的三叠世剖面的佐证。这些岩石现已强烈褶皱和逆冲叠覆变形,并在不整合的含煤系的诺利克期—瑞替期磨拉石之下呈明显的向北东向收敛。Sengör(1984)将它们解释为一个俯冲增生混杂体,在这个混杂体中所测的地层厚度是毫无意义的。

在达河缝合线东北地区,该缝合线的前陆,在晚三叠纪期间,河间—北沱推覆体将前寒武纪变质基底岩石推覆到褶皱的晚二叠系灰岩之上。这个阶段以越北地幔片麻岩穹隆拱入河间—北沱推覆体的“侵入”而结束。主要以花岗岩侵入作用为主要形式出现的三叠纪和侏罗纪聚敛型边缘的岩浆作用还表明,沿达河缝合线的最后碰撞不可能比卡尼阶早。

对这种观点的另一方面支持是来自中国云南省的哀牢山(见缝合线段XXI)。这个山系中有一中三叠世的10至15公里宽的杂岩带。晚三叠世红层和长英质火山岩系不整合地覆盖在该杂岩之上。

劳亚大陆与基梅里大陆之间的最初碰撞接触,出现在伊朗境内,它代表第二次最早期的基梅里缝合作用事件。继Stöcklin(1971)之后,许有华(1977)和Sengör(1977a, 1984, 1985a, b, 1986a)都认为在伊朗北部临近凯希特和马什哈德两个城镇附近的厄尔布尔士/比纳卢德山脉的瑞替—里阿斯期的陆相Shemshak组不整合之下所见到的蛇绿岩碎块,是古特提斯的残留体。他们进一步认为:伊朗境内的古特提斯部分在卡尼期之后、瑞替期之前就关闭了,因为被马什哈德蛇绿岩移复于上的地台型沉积,向上连续沉积到卡尼阶。

然而在这些学者之中,没有一位能够解释沿伊朗中部东南边界与不整合的Shemshak组相当的里阿斯阶岩石之下的萨南达季—锡尔詹带内泥盆纪至晚三叠世的强烈同期挤压变

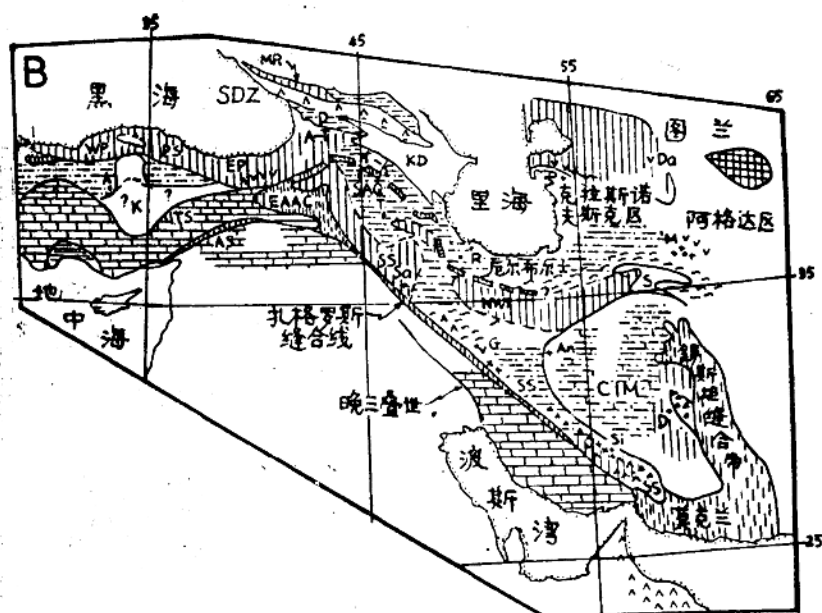


图8b 伊朗和周围地区大部分晚三叠世和侏罗纪初的沉积相、火成岩、变质作用及变形作用的分布。符号与图8A中的相同

Berberian和King (1981) 认识到在晚古生代三叠纪期间沿萨南达季—锡尔詹带存在聚敛型板块边缘构造的必要性, 并假设在古生代“扎格罗斯洋”的萨南达季—锡尔詹带之下的俯冲是向北。然而, 他们也承认地层学、古生物地槽学和古地磁资料清楚表明, 到早三叠世, 伊朗仍保持着冈瓦纳大陆的一个完整部分, 因此, 至少在中三叠世之前, 伊朗与阿拉伯半岛之间没有海洋存在。此外, Nichard (1982、1983) 描述了构成阿曼山系的前二叠纪基底的已被褶皱并轻微变质的地体, 并将它们的起源归因于晚古代的造山作用 (见图8a)。因此, 对一些人们所熟悉的萨南达季—锡尔詹带的前里阿斯统地层相似的变形作用和变质作用, 也发生在Berberian和King (1981) 所称为古生代扎格罗斯洋的“阿拉伯”一侧的岩石中, 这些变形作用和变质作用不能从萨南达季—锡尔詹带之下向北的俯冲作用得到解释。

也有很多证据说明, 伊朗和阿拉伯之间的新特提斯的扎格罗斯部分, 在晚二叠世开始产生裂谷作用, 并在早、中三叠世伴随连续的拉伸作用和大量的玄武岩火山喷发作用, 以及最后在晚三叠世开始洋底扩张作用。

在萨南达季—锡尔詹带的晚古生代和三叠纪（主要在后者）构造作用，非常相似于伊朗东北部和苏联西南部的阿格达班德/科佩特地区的地质事件。在科佩特一带的克拉斯诺沃茨克隆起带内，有晚古生代（主要是二叠纪）和三叠纪的弧型岩浆作用，而在阿格达班德隆起内，这种岩浆作用仅在三叠纪岩石中看到（图4、图5和图8a）。根据钻孔和地球物理

资料, Bazhenov和Burtman (1981) 在克拉斯诺茨克与阿格达班德之间追索了一条连续的主要由安山岩和英安岩组成的晚古生代岩浆岩岛弧。Stömpfli (1978) 报导过 临近里海东南角的 Gonpad—1 加布斯地区的二叠纪火山岩 (图4、图8)。在萨南达季—锡尔詹带与厄尔布尔士山系之间, 除了阿纳拉克地区之外, 整个伊朗地区没有可比的变形作用或变质作用 (图8a、8b)。

在现今的地理纲要图中, 要找到一个在二叠统一三叠纪 (以及更早) 时期的合适的聚敛型板块边界和建立一个萨南达季—锡尔詹岩浆岩岛弧带是相当困难的。对图4、5的考察表明: 一个与中亚地区古特提斯消减有关的连续晚古生代至早三叠世岩浆岩岛弧带, 在阿格达班德地区相当突然地间断了。这个间断 (即土耳其—伊朗岩浆岩间隙) 区与苏联土库曼年轻盖层有关, 它将阿格达班德与拉斯诺夫斯克之间的岩浆弧片段隐藏起来 (图2)。但在克拉斯诺茨克西部的大高加索, 我们未见到任何三叠纪岩浆弧的踪迹。另一方面, 在萨南达季—锡尔詹带出现了一个长而似乎孤立的岩浆弧片段, 这个片段一直插入土耳其北部的 Pontides 地区 (图5, 图8a、b)。在图4、图5中可以观察到: 土耳其东部岩浆弧的明显中断是由于一个晚新生代火山盖层存在引起的。

这种不规则的几何关系, 包括主要的化石岩浆弧系突然中止 (如在克拉斯诺茨克) 和其它弧系片段的出现明显与缝合线无关 (如萨南达季—锡尔詹带), 以及完全孤立存在于异常古地理之中的非常小的早先岩浆弧碎片 (如伊朗阿纳拉克地区; 图4、5、8a、8b) 的存在, 表明一个早先建立起来的较“传统的”造山带因走滑断裂作用所引起的破坏而重新分布。在晚三叠世与白垩纪之间的伊朗中部, 微大陆 (K) 以 135° 度逆时针旋转, 更加支持了这种观点。作为这种旋转的结果, 萨南达季—锡尔詹带的早期东南端部分, 被撕开并被转移到伊朗的东部至代赫萨勒姆以东地区, 而早期紧接着马什哈德附近的古特提斯缝合线北部的阿纳拉克地区, 被向西带到它现在所处的位置 (图8a、8b)。这种观点还得到来自伊朗中部微大陆内部的寒武系、泥盆系, 以及中生代沉积相的旋转资料证实 (见图8a、8b的中三叠系至侏罗系沉积相分布范围的旋转)。

仅根据来自伊朗的地质资料还不足以有把握地重建基梅里造山拼接带的伊朗部分被破坏前的几何特征。因此在结束我们的关于特提斯缝合线和地块分布的讨论之前, 暂缓对伊朗中生代演化历史的重建。

在泰国, 中卡尼期与瑞替期的某一时期, 沿难府—程逸—凯奥缝合线发生了一个可能是同期的碰撞, 这条缝合线向南延伸到马来半岛, 并在马来半岛变为文冬—劳勿缝合线, 此缝合线是在拉迪亚之后和晚三叠系谈美岭组沉积之前闭合。向更南的地区, 这条缝合线穿过望加锡海峡并将北苏门答腊与南苏门答腊分开。

基梅里造山拼接带内的另一条晚三叠世缝合带是秦岭/大别山/江苏最北部/楸哥岭, 这条缝合带将华北地台与扬子地块联接在一起。在整个狭长缝合带之中, 秦岭大别山段是了解得比较详细的部分。

然而, 关于缝合线时限的确定和这一复杂而又十分破碎的造山带的优势倾向的争论, 仍在继续。在过去二十几年里, 关于沿秦岭一带主要造山时代的看法, 已从泥盆纪 (400 百万年) 变到晚三叠纪 (220 百万年) 或者变至侏罗纪 (200 百万年)。Sengör (1985c)