

泛华夏大陆群与东特提斯构造域演化

李兴振^① 许效松^② 潘桂棠^①

(成都地质矿产研究所)

〔内容提要〕 本文以板块构造理论为基础,根据全球各大陆陆块和微陆块的相对亲缘性、统一性和独立性,提出晚前寒武纪末—早古生代初泛大陆解体后,整个古生代期间,全球大陆可划分为三大陆块群,即冈瓦纳大陆群、劳亚大陆群,和泛华夏大陆群。论述了三大陆块群,特别是泛华夏大陆群的形成演化及其作为独立大陆群存在的统一性。指出泛华夏大陆群的独立性和统一性表现在:①早古生代末,扬子、华夏(包括黄海—东海—南海古陆)、中朝、柴达木、塔里木、昆仑—北羌塘—昌都—印支等陆块曾一度拼贴在一起,形成统一的大陆;②晚古生代中晚期形成独立的华夏植物群区系;③晚古生代末—早中生代,泛华夏大陆群主体部分的扬子—华夏和中朝陆块向西运移楔入,导致其南北两侧古特提斯洋的同步消亡和全球泛大陆的最终形成。泛华夏大陆群的形成演化历经了晚前寒武纪末—早古生代初各陆块的裂离、割据;早古生代末的拼贴、统一;晚古生代的再次分裂和晚古生代末—早中生代与南北大陆群拼贴4个发展阶段。同时指出在东特提斯构造域内,古特提斯既表现出对原特提斯的继承性,又有新生性;中特提斯不是古特提斯的延续和发展,它是标志泛大陆裂-聚巨旋回演化中另一旋回的开始。最后讨论了显生宙地球上大陆由南聚北散到北聚南散,陆块在总体上向北漂移中旋转、裂、聚和泛大陆重组和立即又解体的可能的动力学机制,即地球内部物质向南半球运移,南半球膨胀,促使泛大陆解体。地球内部物质的南移又迫使软流层物质向北运动,驱动大陆碎块北上。蠕动的软流层中,除具有垂向环流的对流环外,还具有大小不等的水平涡旋运动。正是巨大的水平涡旋运动导致了陆块的旋转、会聚(泛大陆形成)和很快脱离涡旋体而离散(泛大陆解体)。

关键词:东特提斯构造域 泛华夏大陆群 软流层水平涡旋

1 引言

综观欧洲和亚洲地质图,横贯东西的巨型特提斯构造带呈明显的条(造山带)块(陆块)镶嵌,宛如一个巨型的“韧性剪切带”或“构造混杂岩带”。展布在南北两大陆之间这一独特的构造带在全球构造演化中具有举足轻重的地位,向来令人瞩目。许多中外学者为探求其形成演化及其与南北大陆之间关系,提出了各种模式,如“剪刀张”式(J.奥布安等,1980)、“传送带”式(Stocklin,1979、1980)和“手风琴”式(黄汲清等,1987)。多数学者认为,北部劳亚大陆通过南部冈瓦纳大陆北缘不断裂离,裂离碎块向北漂移、拼贴而增生。但他们忽略了帕米尔

①李兴振、潘桂棠,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。

②许效松,成都地质矿产研究所,中国地质科学院沉积能源地质研究中心。

以东特提斯构造域原特提斯的存在、古特提斯对原特提斯的继承以及其间陆块作为群体独立存在的统一性和向西楔入与南北大陆的拼贴机制。本文试图从泛大陆解体、三大陆块群形成和重组来探讨东特提斯构造域的构造演化和二叠纪泛大陆最终形成的拼贴机制。

2 晚前寒武纪末—早古生代初泛大陆解体

许多地质学家认为,晚元古代全球有一个超级大陆或泛大陆存在,并位于南半球或赤道附近。前寒武纪末—早古生代初,泛大陆解体(H. A. Bozhko, 1986; J. F. Lindsay *et al.*, 1987; 丸山茂德, 1990, 见 A. V. Ilin, 1991), 并认为震旦纪—早寒武纪许多大陆和陆块边缘地带含磷层、黑色页岩相的发育、早寒武世海平面的上升,正是泛大陆解体、洋盆形成和洋中脊隆升所致。泛大陆解体后形成了原始冈瓦纳大陆、劳伦大陆、欧亚大陆、中朝、扬子-华夏、北羌塘-昌都、印支及塔里木、柴达木等陆块、微陆块。古生代期间,根据各大陆和陆块相互间的拼贴、重组和相对亲缘,统一的独立发展,可将它们划分为三大陆块群,即冈瓦纳大陆群、劳亚大陆群和规模较小的泛华夏大陆群(图 1)。晚古生代末泛大陆的形成基本上是三大陆块群的重组和拼贴。

2.1 冈瓦纳大陆的形成与演化

冈瓦纳大陆由于其北缘后期裂解、范围和北界的变更,我们曾把早古生代的冈瓦纳大陆叫作原始冈瓦纳大陆(李兴振, 1991), 现称冈瓦纳大陆群。冈瓦纳大陆群包括现今的南美洲、南极洲、非洲、阿拉伯、澳大利亚、印度及已列属于欧亚大陆的基莫里大陆(Sengör, 1984)、冈底斯-保山-掸泰等陆块。其北界为欧洲与西亚一带原—古特提斯洋于早石炭世末闭合的缝合带(Ziegler, P. A., 1986)、帕米尔以东的澜沧江-文冬-劳勿缝合带(李兴振等, 1990, 1991; 刘增乾、李兴振, 1993), 该带向东经帝汶岛北缘至新几内亚一带。

冈瓦纳大陆群自泛大陆解体出来后,整个古生代期间均保持相对地稳定和统一,并在晚古生代形成统一的大陆冰川、冷水动物群和冈瓦纳植物群。

曾有人根据古地磁等资料,认为扬子-华夏陆块是冈瓦纳大陆的一部分,直到早古生代末—晚古生代初才从澳大利亚裂离出来(Lin Tinlu 等, 1985; Nie Shangyou, 1991)。诚然,澳大利亚东部与中国东南部的构造格局(刘宝珺、许效松等, 1993)十分相似,但二者的构造演化有所不同:①虽然在寒武—奥陶纪期间,二地都有一次构造运动,即东澳大利亚坎曼图造山带的德尔玛亚运动(ϵ_2 — ϵ_3 之间)和华南的郁南运动(ϵ — 0 之间),但二者性质不同。德尔玛亚运动是一次造山运动,形成了坎曼图造山带,发育了晚寒武世—奥陶纪的陆相—浅水相磨拉石沉积(见 E. Scheibner, 1991);郁南运动仅造成局部地区隆升(刘宝珺、许效松等, 1993);②坎曼图造山带形成之后,其东部仍有微陆块或岛弧地体的裂离和一系列小洋盆的形成,具有西太平洋活动边缘特征(见 E. Scheibner, 1991);华南地区早古生代华南盆地范围辽阔,东侧是浙东古陆(包括黄海—东海—南海古陆)(刘宝珺、许效松等, 1993)。在这个古陆上迄今未发现沟弧盆体系或微陆块与小洋盆相间的构造格局。

扬子与澳大利亚早古生代生物面貌的相似(殷鸿福等, 1992)(表 1)并不能说明两个陆块之间无洋相隔。奥陶—志留纪时,西藏、华北和扬子陆块之间古生物面貌,特别是头足类和皱纹珊瑚在某一阶段彼此也有相似之处(Wang Hongzhen, 1991),但它们之间却一直有洋相隔。Newton, C. R. (1988)认为许多浅海底栖热带型动物都具有远洋幼虫生长幕,其幼虫可以在水中行漂游生活达数周、数月、甚至一年,可被洋流携带数千公里之远再行定居。由此

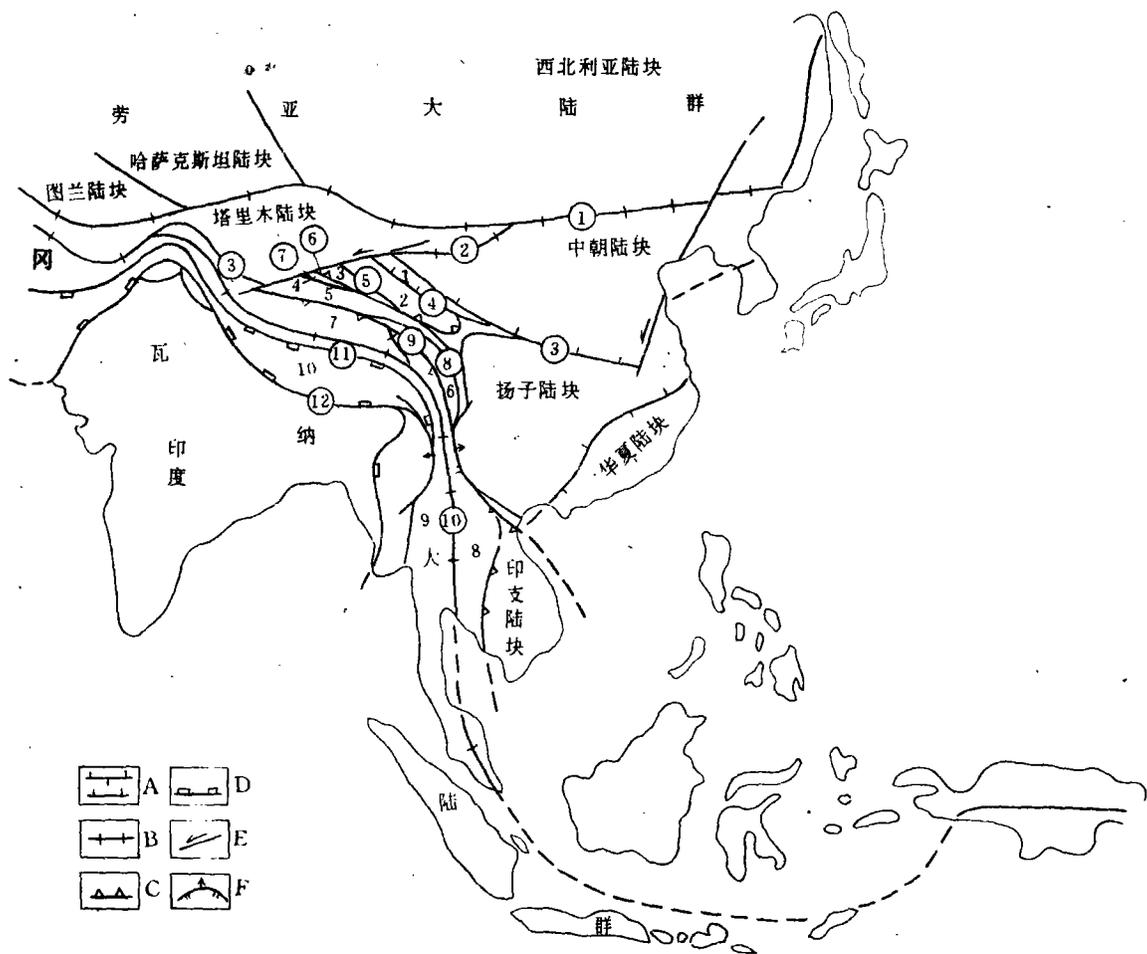


图1 东特提斯构造域板块构造略图

- A. 原特提斯缝合线, 两侧有短线表示双向俯冲, 一侧有短线表示单向俯冲;
 B. 原-古特提斯缝合线, C. 古特提斯缝合线, D. 中特提斯缝合线, E. 走滑断裂, F. 逆冲断层;
 ①. 古亚洲洋缝合线, ②. 恩格尔乌苏缝合线, ③. 秦祁昆缝合线, ④. 柴达木北缘(欧龙布鲁克)缝合线, ⑤. 祁曼塔格缝合线, ⑥. 中昆仑缝合线, ⑦. 东昆仑南缘缝合线, ⑧. 甘孜-理塘缝合线, ⑨. 可可西里-金沙江-哀牢山缝合线, ⑩. 澜沧江缝合线, ⑪. 班公湖-怒江缝合线, ⑫. 雅鲁藏布江缝合线;
 1. 祁连山微陆块, 2. 柴达木微陆块, 3. 北昆仑微陆块, 4. 南昆仑微陆块, 5. 巴颜喀拉残留洋(?)褶皱带, 6. 中咱-中甸微陆块, 7. 北羌塘微陆块, 8. 昌都-思茅陆块, 9. 南羌塘-掸泰陆块, 10. 冈底斯-西缅甸陆块。
 介于古亚洲洋缝合线和澜沧江缝合线之间的陆块属于泛华夏陆块群

Fig. 1 Schematic plate tectonic map of the Eastern Tethyan tectonic domain

A = Proto-Tethyan suture (The suture with the short lines on both sides represents the bidirectional subduction, and the suture with the short lines only on one side represents the unidirectional subduction), B = Proto- to Palaeo-Tethyan suture, C = Palaeo-Tethyan suture, D = Mid-Tethyan suture, E = strike-slip fault, F = thrust fault, ① = Palaeo-Asian Oceanic suture, ② = Engeerwusu suture, ③ = Qinling-Qilian-Kunlun suture, ④ = North Qaidam (Oulongbuluke) suture, ⑤ = Qimantage suture, ⑥ = Mid-Kunlun suture, ⑦ = southern East Kunlun suture, ⑧ = Garze-Litang suture, ⑨ = Hoh Xil-Jinshajiang-Ailaoshan suture, ⑩ = Lancangjiang suture, ⑪ = Bangong-Nujiang suture, ⑫ = Yarlung Zangbo suture, 1 = Qiliqianshan microlandmass, 2 = Qaidam microlandmass, 3 = North Kunlun microlandmass, 4 = South Kunlun microlandmass, 5 = residual Bayan Har Oceanic(?) folded zone, 6 = Zhongza-Zhongdian microlandmass, 7 = North Qangtang microlandmass, 8 = Qamdo-Simao block, 9 = South Qangtang-Shantai block, 10 = Gangdise-West Burma block, The blocks intermediate between ① and ⑩ are assigned to the Pan-Cathaysian landmass group

表1 华北、扬子地块显生宙古生物地理区系比较表(据殷鸿福等,1992)
Table 1 Comparison of Phanerozoic palaeobiogeographic provinces of the North China and Yangtze blocks

时代 地区	Є	O	S	D	C ₁₋₂	C _{3-P}	T	J-K
西伯利亚	西伯利亚动物群		图瓦贝类	小型单体珊瑚 北型腕足	安加拉植物群	北方动物群 安加拉植物群	北方动物群	乌拉尔植物群
华北	无	<i>Amsasia, Fouciella</i> 珠角石类	边缘	边缘具北方分子	陆	北美 华夏植物群 华夏动物群	拟丹尼厥 贝尔珊瑚 组合	燕山期 山地缩短 温凉水生物 <i>Nordophic</i> 格子蕨 网脉蕨 组合
扬子	莱得利基虫动物群 古杯类, 高肌介 球结子	阿盖特珊瑚动物群 南京三瘤虫 扬子贝	直角石类 古冈瓦纳型	五房贝 王冠虫 海, 高地方性 四川角石	无洞贝 鸭头贝 海	特提斯动物群 南美植物群 南美动物群	华夏植物群 华夏动物群 南亚型	格子蕨 网脉蕨 组合
澳大利亚		三叶虫 二叶石 大洪山虫		塔斯曼型 动物群		舌羊齿植物群 冈瓦纳动物群		二叶羊齿组合

看来,这种不同大陆之间生物面貌的某种相似性,可能正如 Wang Hongzhen(1991)所述,决定的因素是气候和洋流。至于早古生代的古地磁资料,则具有许多不确定的因素。因此,我们认为早古生代时扬子与澳大利亚并不相连,也很难说扬子是从澳大利亚裂离出来。

2.2 劳亚大陆群的形成与演化

现有资料表明,欧洲和西亚的原特提斯和亚洲的古亚洲洋早在晚元古代即已形成(Ziegler, P. A., 1986; 见 Boulin, J., 1991; 王荃、刘雪亚, 1991),劳亚大陆在泛大陆解体事件中有率先脱离南部大陆之势,并作为独立的统一体存在。稍后,可能晚前寒武纪末—早古生代初,古大西洋形成才将其一分为二,形成劳伦大陆(北美和格陵兰)和欧亚大陆(包括波罗的、西伯利亚、哈萨克斯坦和图兰等陆块,可能还有布列亚-佳木斯陆块)。早古生代中晚期,

古大西洋中北段消亡,两大陆又联合在一起,形成劳亚大陆。尚未闭合的古大西洋南段,实际上已成为南部原特提斯的一部分,并在早一中石炭世时随着欧洲原特提斯的消亡而消亡,形成美国阿帕拉契亚造山带南西端呈东西向展布的海西造山带。大致在古大西洋消亡的同时,乌拉尔洋打开,并与古亚洲洋相沟通,将西伯利亚与劳伦-波罗的大陆分开。哈萨克斯坦、图兰,则成为独立的块体散布在乌拉尔洋和古亚洲洋之中。晚古生代中期乌拉尔洋消亡,它们又重新拼合在一起,形成统一的劳亚大陆群。

劳亚大陆群的南界在欧洲、西亚为原、古特提斯消亡的缝合带。东部内蒙古地区为早二叠世末古亚洲洋最终闭合的索伦山-贺根山和西拉木伦河缝合带(王荃,1986;胡晓等,1990;王荃、刘雪亚,1991;王东方等,1992)。它们分别位于布列亚-佳木斯陆块北南缘,南缘在吉林省东南部有混杂在志留系、泥盆系和二叠系中的蛇绿岩。向西至阿拉善和天山地区情况比较复杂,那里有多条板块缝合带。这些缝合带的时空展布不像内蒙及蒙古地区那样具有对称性,即从外向内,时代逐渐变新,反映古亚洲洋长期演化、双向俯冲的特点。因而内蒙的两缝合带向西究竟与哪两条缝合带相连接便产生歧见。我们认为南北两缝合带可能与恩格尔乌苏缝合带连为一体,向西可能经甘肃北山中间地块南侧,西与南天山蛇绿岩带(黄汲清等,1990)相连,再与西亚的原、古特提斯缝合带相接。在北山中间地块南侧见有奥陶纪和石炭一二叠纪的蛇绿岩(杨文勇等,1990;张新虎等,1993)。巴仑台、哈尔克山一带也有古生代蛇绿岩(肖序常等,1990),这与内蒙地区古亚洲洋一样,都反映了原、古特提斯相衍的长期演化历史。

2.3 泛华夏大陆群的提出和原特提斯洋的重新厘定

1907年,奥格提出了太平洋古陆的概念。黄汲清、陈炳蔚(1987)从丢失的大陆出发,再次对太平洋大陆进行了讨论,认为太平洋大陆包括西伯利亚的科累马地块、锡霍特阿林、中朝准地台、扬子准地台、华南、印度支那、印度尼西亚、日本、北美西部的太平洋边缘部分,以及甚至塔里木克拉通等,并认为这个大陆范围较小,建议另建新术语。笔者之一(陈智樑、李兴振,1991)认为太平洋大陆还应包括现今太平洋内具有陆壳性质的海底高原——大陆碎块,并以具有华夏植物群为其首要特征。近来则正式将其作为第三大陆群——华夏古陆(陈智樑,1994)和古华夏大陆群(潘桂棠,1994)提出。鉴于华夏古陆原先的概念仅限于中国东南部的古老陆块,为使概念更为严谨,本文将之称为泛华夏大陆群。至于北美西部边缘那些具有特提斯暖水生物的地体,是否属于泛华夏大陆还有待进一步研究,Newton, C. R. (1988)对那里的特提斯型生物提出了泛热带和洋流携带的综合解释,认为那些地体不一定是来自西太平洋。

位于泛华夏大陆群南北两侧的洋盆分别叫作原特提斯(李兴振等,1991;刘增乾、李兴振等,1993)和古亚洲洋,位于其间的叫秦祁昆洋。这几个洋向西均与西亚和欧洲的古特提斯相连,应属于原特提斯范畴,我们将泛华夏大陆群周边及其内部所有早古生代的洋盆统称为原特提斯。

根据现今大陆内部各缝合带的空间展布,原特提斯洋可分为4支:北部为古亚洲-南天山的洋(以下统称为古亚洲洋),中间为秦祁昆洋,南部依次为古金沙江-哀牢山洋(见后)和古澜沧江洋(即原特提斯洋,李兴振等,1991;刘增乾、李兴振等,1993)。华南残留洋向南与古金沙江-哀牢山洋相连(刘宝珊、许效松等,1993)。阿拉善地区的恩格尔乌苏洋(吴泰然、何国琦,1992;王印廷等,1993;曹生儒,1993)可能将古亚洲洋和秦祁昆洋相沟通。这种古构造地

理格局系指洋盆行将闭合时的情景,当初的状态,由于陆块的漂移而难以精确确定。

2.4 泛华夏大陆群的形成与演化

泛华夏大陆群的裂—聚演变与原、古特提斯的形成与演化是统一的,可分为4个阶段。

2.4.1 陆块分离阶段

晚前寒武纪末—早古生代初,在统一的泛大陆解体事件中,泛华夏大陆群同时也在解体。华南残余洋盆从震旦纪开始重新拉张,使在晋宁旋回末期曾一度局部相碰撞连接的华夏与扬子陆块再次裂离,在早古生代期间形成两个不同的沉积-构造域(刘宝珺、许效松等,1993)。同样,中朝与扬子陆块也再次分离,形成秦岭洋。与之同时,具有晋宁构造旋回和扬子型震旦系盖层的柴达木和塔里木陆块与扬子和中朝分离,形成祁连洋和西昆仑洋。西昆仑洋即潘裕生(1994)的原特提斯,它与祁连洋(肖序常,1978)有相同的演化历史,都是于震旦纪末—早古生代初形成,早古生代晚期闭合。缝合带内有震旦纪、寒武纪和奥陶纪的蛇绿岩。我们认为,当初的缝合带应是相连的,只是由于后期阿尔金山左行平移断层作用,西昆仑的库地-苏巴什缝合带才被向南西错移到现在的位置。柴达木北缘缝合带及祁曼塔格一带早古生代优地槽建造的发育和超基性岩的出露(姜春发等,1992)表明柴达木和南祁连及东昆仑陆块可能也是分离的。上述各洋相连构成俗称的秦祁昆洋。

扬子与昌都-思茅-印支陆块被古金沙江-哀牢山洋所分隔。笔者之一曾将原特提斯的古金沙江洋向南与古澜沧江洋相连(李兴振等,1991,刘增乾、李兴振等,1993),现看来它应沿哀牢山带向南东延伸进入越南北部。因扬子与印支陆块间有加里东褶皱带相隔。在越南北部马江一带有早古生代蛇绿混杂岩带和高压兰闪石片岩(K-Ar 年龄为 455Ma)。蛇绿岩为泥盆纪花岗岩侵入,并为泥盆纪红色地层所覆盖。该带以南发育 O_3-S_1 火山岩浆弧(Hutchison,1989,见王义昭、李兴林^① 1994,这与北部金沙江带西侧江达一带的岩浆弧(刘增乾、李兴振等,1993)相对应。该洋也与华南残余洋盆相连。印支陆块则夹持在古澜沧江洋和古金沙江洋之间。在北羌塘-昌都与东昆仑陆块之间至今未发现早古生代洋盆存在的踪迹,它们可能形成统一的陆块位于秦祁昆、古金沙江和古澜沧江洋之间。阿拉善地区恩格尔乌苏蛇绿岩带的发现表明塔里木陆块和华北陆块,在早古生代也是分离的。上述分离的陆块都散布在统一的原特提斯洋之中。

2.4.2 统一的泛华夏大陆形成阶段

早古生代末,华南残余洋盆消亡、褶皱成山。秦岭洋俯冲消亡进入边缘前陆盆地发展阶段(刘宝珺、许效松等,1993;任纪舜等,1990;严克明、耿树方,1993)。祁连、东西昆仑洋完全消失,形成俯冲-碰撞山系。古金沙江洋与秦岭洋相似,也消亡而进入边缘前陆盆地发展阶段(李兴振等,1991;刘增乾、李兴振等,1993)。至此,扬子与华夏、中朝、柴达木、塔里木、东昆仑-北羌塘-昌都等陆块均连为一体,形成统一的泛华夏大陆群。北面的古亚洲洋及恩格尔乌苏洋依然存在。南面的古澜沧江也未闭合,一直延续到晚古生代末。原作为古澜沧江洋闭合标志的景洪上泥盆统南光组的陆相沉积,经研究是一套深海相的海底峡谷扇砾岩、碎屑浊积岩、硅质浊积岩和硅质岩^②。在古岛弧带的吉塘和澜沧群中未发现有不整合存在,直接不整合其上的是中、上三叠统。古澜沧江不仅没有闭合,在其南缘还发育了昌宁-孟连弧后盆地

① 王义昭、李兴林,1994,“三江”地区南段成矿地质背景综合研究。

② 参加野外研究的人员有李兴振、王义昭、王增。

带,西部的嘉玉桥群也属于弧后盆地沉积。这个弧后盆地在晚古生代也进一步演变成古特提斯的澜沧江洋。

2.4.3 泛华夏大陆群裂解阶段

晚古生代初,泛华夏大陆群东、西部发生裂解,北羌塘-昌都-思茅陆块与扬子和东昆仑陆块分离形成可可西里-金沙江-哀牢山洋(黄汲清、陈炳蔚,1987;李兴振等,1991;刘增乾、李兴振等,1993)。二叠纪时,中咱-中甸微陆块裂离扬子,形成甘孜-理塘洋,并与金沙江-哀牢山洋合为一体。东昆仑地区,石炭—二叠纪时,昆仑陆块与柴达木陆块再次分离,形成中昆仑和南昆仑洋,即姜振发等(1992)的布尔汗布达洋和阿尼玛卿洋。我们认为这两个洋实为一个洋,只是其中散布一些微陆块,它们与金沙江-哀牢山洋构成统一的古特提斯巴颜喀拉洋(与郝子文等(1983)的巴颜喀拉洋大体相似)。与之同时,柴达木北缘也裂开形成一个向东张开的喇叭口型小洋盆。在青海南山出露有由浊积砂板岩、放射虫硅质岩、重力流堆积的角砾状碳酸盐岩及其与超基性岩、堆晶岩、辉长岩和基性火山岩构成的混杂岩带。向西在中吾农山同样见有这套沉积,但未见混杂岩带,表明柴达木与祁连陆块并未完全裂开。这个喇叭型小洋盆在共和一带与巴颜喀拉洋相连接。

在西秦岭的徽县—临潭到青海同德一带,我们的观察与郝子文等(1983)和殷鸿福等(1992)的看法一致,那里不存在蛇绿混杂岩带,石炭—三叠纪时只是一个向西呈喇叭型张开的深坳槽。近来,冯庆来(1994)在河南桐柏蔡家凹一带原秦岭群变岩系的结晶灰岩中发现早三叠世半深海环境的放射虫组合,认为秦岭南部二叠—早三叠世有一贯通东西的洋盆,并构成北极太平洋生物向西进入特提斯的通道。也有人根据古地磁资料提出过类似看法(An Yin 和 Shangyou Nie, 1993)。问题的核心是在这横贯东西的秦岭带上未见晚古生代蛇绿岩。相反,沿商丹带及其两侧发育有晚海西—印支期(C—T)的同碰撞和晚碰撞型花岗岩(张国伟,1991),显然扬子与中朝陆块之间晚古生代已无洋盆存在,它们中间并未裂开。

由于秦岭区不再有洋存在,在西秦岭与东昆仑及柴达木之间形成共和缺口,这也可从东昆仑与西秦岭构造上难以对比和相接得到佐证。

在泛华夏大陆群东部,石炭纪时也发生裂解,形成古西太平洋(刘宝珺、许效松等,1993)。

这些新裂解而成的洋盆与泛华夏大陆群两侧原特提斯延续下来的洋盆共同构成向东张开的喇叭型古特提斯洋。

泛华夏大陆群虽被裂解,但起源于早石炭世晚期,中石炭世早期即已形成独立生物区系的华夏植物群(米家榕、孙克勤,1995)在晚古生代中晚期已形成这一大陆群的共同特征。它与南面冈瓦纳大陆植物群和北面西伯利亚安加拉植物群明显不同(表1)。在这一点上,泛华夏大陆群仍保持它的统一性。顺便提及的是华夏植物群和安哥拉植物群在晚二叠世向南迁移越过板块构造分界线,分别与南侧冈瓦纳和华夏植物群混生(Li Xingxue 和 Wu Xiu-yuan, 1994;李兴振等,1990;向鼎璞,1982),可能是大陆总体北移造成纬度相对南移,气候分别变暖、变冷所致。

2.4.4 泛华夏大陆群主体西进、泛大陆形成阶段

晚古生代末—中生代初,古特提斯洋的各支相继消亡。最早消亡的是南北两支古特提斯的澜沧江洋和古亚洲洋,二者同时于早二叠世未闭合。接着是巴颜喀拉洋闭合于中、晚三叠世。恩格尔乌苏洋也大致在此时闭合。古特提斯消亡后,泛华夏大陆群与先行在西亚和欧洲

于早石炭世末拼合的冈瓦纳大陆群的劳亚大陆群相拼贴,在全球形成了统一的泛大陆。

上述南北古特提斯洋消亡的同时性,及先边缘后中心的逐渐消亡的演化,显然与南部冈瓦纳大陆北缘不断裂解,裂解后的碎块相继向北漂移增生在劳亚大陆上的“传送带”模式(Stocklin, 1979, 1980; V. G. Kazmin, 1991)相悖。

在以往的东特提斯晚古生代的古地理复原图上,泛华夏大陆群各陆块的空间分布具有很大的不确定性。共同点都是将扬子与华夏陆块分立,且多置于向东张开的古特提斯喇叭口附近。根据前面的分析,前者已属不可能,扬子与中朝陆块是连在一起的,只是为海槽相隔。后者是可能的,因西部有一个广阔的巴颜喀拉洋存在。对于这种构造格局,单纯用南北大陆正、反时针旋转的“剪刀张”模式,无法消亡西部广阔的巴颜喀喇洋。扬子、华夏陆块必须向西运移、楔入,才能消除西部的洋域,形成现今块体之间紧密镶嵌的构造格局。地质证据充分表明了这一点。

(1)古特提斯金沙江-哀牢山洋的闭合是扬子板块向西左行斜向俯冲楔入所致(李兴振等, 1991; 刘增乾、李兴振等, 1993)。

(2)相应地在秦岭带出现扬子陆块自东向西斜向穿时的俯冲碰撞造山(张国伟, 1991)。但我们认为它不是洋壳俯冲,晚古生代已无洋盆存在,而扬子陆块的后继陆壳俯冲及与中朝陆块的进一步汇聚、碰撞。前面提到的石炭—三叠纪同碰撞和晚碰撞花岗岩的形成及安庆大别山和苏北、胶南一带相当部分,由扬子板块陆壳基底俯冲至 120km 深度以下形成的榴辉岩(徐树桐等, 1992)也说明了这一点。

(3)正是由于扬子陆块的西进,导致了共和缺口洋盆的消亡。洋壳向西俯冲,在柴达木陆块东南端形成由火山弧和蛇绿混杂岩构成的向东突出的弧形构造带(图 2)。

(4)中朝陆块也同时向西运移,促使阿拉善地区恩格尔乌苏洋的闭合,并使中朝陆块西端插入到塔里木陆块之南。

扬子板块西进俯冲、中朝陆块的向西运移和柴达木陆块东端弧形构造带的形成,其机制与澳大利亚板块向欧亚板块的印度尼西亚俯冲、新几内亚的太平洋板块向东运移俯冲和斑达弧的形成(见 M. J. Van, Berger 等, 1993)十分相似。

扬子、中朝陆块的西进,可能与泛华夏大陆群东部古西太平洋(刘宝珊、许效松等, 1993),甚至或太平洋的形成和扩张有关。

3 泛大陆的再次解体

晚古生代的泛大陆解体,以中特提斯洋形成为先导。三叠—侏罗纪时(在西亚局部地段可能略早一些),在其原冈瓦纳大陆群北缘发生裂解,形成横贯东西的中特提斯(黄汲清、陈炳蔚, 1987)。在东特提斯构造域,中特提斯洋分为南北两支,分别为雅鲁藏布江洋和班公湖-怒江洋。其间为冈底斯陆块,相当 Sengör 的基莫里大陆(郝子文等, 1983)。雅鲁藏布江洋相当 Sengör, A. M. C.; Jeloji Bölümü (1991) 的新特提斯,而班公湖-怒江洋则与他们所述的位于西亚和欧洲基莫里大陆和劳亚大陆之间,于晚古生代—中生代找期间消亡的古特提斯难以对应。

中特提斯不是古特提斯(指古生代—早中生代)的延续和发展(至少在东特提斯构造域是如此),在空间上它明显南移。它是二叠纪的泛大陆解体产物,属于从晚前寒武纪末的泛大陆解体,到二叠纪重组后再解体这一大陆裂—聚巨旋回(周期约 6×10^2 Ma)发展的另一旋回

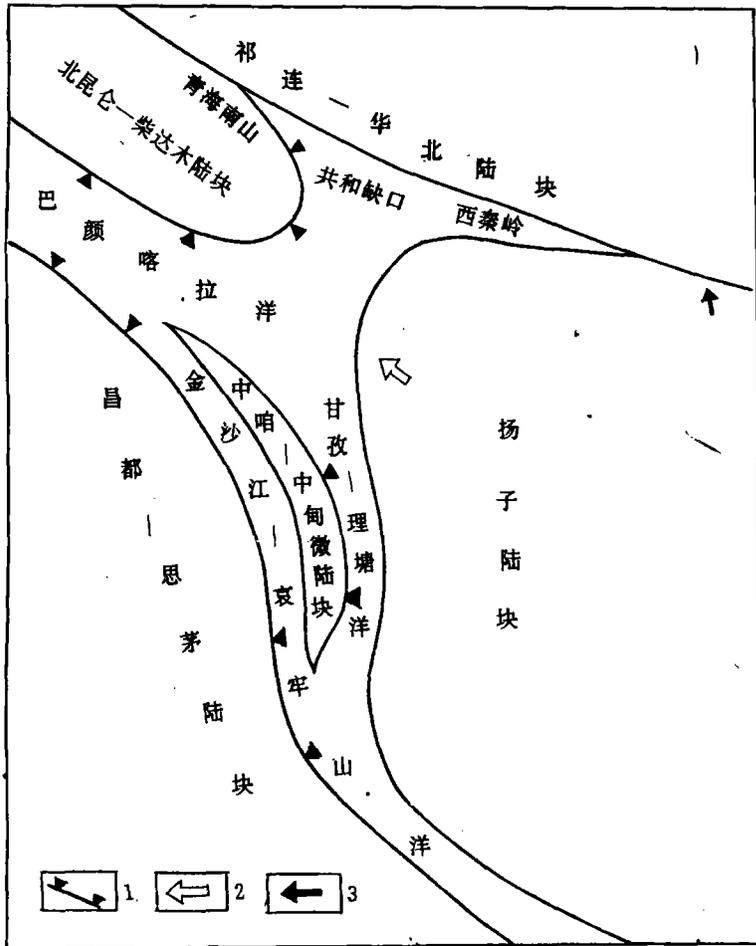


图2 早中生代扬子陆块向西楔入、巴颜喀拉洋壳俯冲示意图

1. 洋壳俯冲带及其方向, 2. 箭头表示扬子陆块的西进方向, 3. 表示扬子板块向华北陆块后继续斜向俯冲碰撞

Fig. 2 Sketch to show the westward wedging of the Yangtze block and the subduction of the Bayan Har Oceanic crust during Early Palaeozoic time

The solid triangular arrows indicate the subduction direction of the oceanic crust, the empty arrow points to the westward wedging of the Yangtze block, and the small arrow points to the oblique subduction and collision of the Yangtze block toward the North China block

的开始。随着印度洋和南大西洋的形成, 原来的冈瓦纳大陆群全面解体。这一解体作用至今仍在红海和南极洲进行。在南极洲罗斯海和威得尔海之间的东西西南半岛交接地带, 正在形成一个横南极裂谷带(P. J. J. Kamp; P. G. Fitzgerald, 1987)。

4 结论与讨论

1. 晚前寒武纪末—早古生代初, 全球泛大陆解体, 逐渐形成三个大陆群, 即冈瓦纳大陆群、劳亚大陆群和规模较小的泛华夏大陆群。泛华夏大陆群相对独立地分布在原特提斯洋之中。

2. 泛华夏大陆群的一致性和独立性表现在: ①早古生代末, 扬子、华夏、中朝、柴达木、塔里木、昆仑-北羌塘-昌都-印支等陆块拼接在一起, 形成统一的大陆; ②晚古生代中晚期形成

独立的华夏植物群区系;③泛华夏大陆群主体部分扬子-华夏和中朝陆块向西运移楔入,导致其南北两侧古特提斯洋的同步消亡和全球泛大陆的最终形成。

3. 泛华夏大陆群的形成演化大体分为4个阶段:(1)晚前寒武纪末—早古生代的分立、割据;(2)晚古生代末的拼接统一;(3)晚古生代初的裂解和(4)晚古生代末—早中生代与南北两大陆群的拼贴。

4. 在东特提斯构造域内,古特提斯具有对原特提斯的继承性,也有新生性。中特提斯不是原、古特提斯的延续和发展,是标志泛大陆裂—聚巨旋回演化中另一旋回的开始。

5. 全球泛大陆的裂—聚,显现出分立时间长,统一时间短的特点。这符合对立是绝对的,统一是相对的哲学观。两次泛大陆解体的空间部位似乎具有从赤道附近向南半球推移之势。大陆呈现出由南聚北散到北聚南散的演变。对于这一演变的动力学和运动学机制,笔者之一(李兴振,1994)曾提出地球质量中心,即地球内部物质(包括地核和下地幔)向南半球迁移,导致南半球膨胀,促使大陆解体,解体的陆块向北半球漂移、聚集的构想。现在的问题是,是何种机制促使分裂的大陆再次聚集形成统一的泛大陆?各陆块在运移过程中为什么会发生水平旋转?我们设想,有可能是在地球内部物质向南半球运移时,迫使软流层物质向北运移。软流层一方面起一种“传送带”作用带动陆块北上(V. G. Kazmin, 1989; Li Tingdong 等, 1991);另一方面,在软流层向北运移中,除具有垂直环流的对流环外,还可能存在大小不等的水平涡旋运动。正是巨大的水平涡旋运动,才使破碎的大陆岩石圈碎块得以旋转和聚集。浮托在软流层上的大陆岩石圈碎块,宛如漂浮在流水中的大小木块,它们会在旋涡中旋转和聚集,并又瞬间脱离旋涡而离散,然后进入下一个旋涡中开始另一个进程。如果地球内部物质南移、软流层中水平涡旋运动的设想成立,那么就可以较好地解释地球上大陆由南聚北散到北聚南散,陆块在北移中旋转、聚集,泛大陆形成后又立即解体等诸多悬而未决的重大地质问题。这当然是一种假想,还有待以后的研究加以证实。

本文系在中国科学院院士、成都地质矿产研究所所长刘宝珺教授主持召开的所内学术讨论会上,经讨论撰写而成。对于刘宝珺所长和与会学者,特别是我所客座研究员王义昭提出的许多宝贵意见和给予的鼓励,在此一并表示竭诚的谢意。文中不妥之处,请敬不吝指教。

参 考 文 献

- 肖序常等,1978,祁连山古蛇绿岩带的地质构造意义,地质学报,第4期。
- 向鼎璞,1982,祁连山火山岩及火山作用,兰州大学学报,第一期。
- 郝子文等,1983,论昆仑-巴颜喀拉海及其与特提斯洋演化关系,青藏高原地质文集,12,地质出版社。
- 黄汲清、陈炳蔚,1987,中国及邻区特提斯海的演化,地质出版社。
- 王作勋等,1990,天山多旋回构造演化及成矿,科学出版社。
- 任纪舜等,1990,中国东部及邻区大陆岩石圈的构造演化与成矿,科学出版社。
- 肖序常等,1990,试论新疆北部大地构造演化,新疆地质科学,第一辑。
- 黄汲清等,1990,新疆及邻区板块开合构造及手风琴式运动,新疆地质科学,第1辑。
- 李兴振等,1990,论三江地区冈瓦纳和劳亚大陆的分界,青藏高原地质文集,第20集。
- 杨文勇等,1990,东疆地区板块构造的划分及特征,西北地质,第三期。
- 胡晓等,1990,华北地台北缘早古生代大陆边缘演化,北京大学出版社。
- E. Scheibner, 1991,澳大利亚东部塔斯曼褶皱系中的存疑地体,球太平洋地区构造地层地体,吴正文等译,中国地质大学出版社。

张国伟,1991,试论秦岭造山带岩石圈构造演化基本特征,西北大学学报,21卷,2期。

陈智樛、李兴振,1991,“特提斯”之魅力,中国西部特提斯构造演化及成矿作用——学术讨论会文集,电子科技大学出版社。

李兴振,1991,二叠纪是全球泛大陆解体时期吗,中国西部特提斯构造演化及成矿作用——学术讨论会文集,电子科技大学出版社。

李兴振等,1991,西南三江地区大地构造单元划分及地史演化,中国地质科学院成都地质矿产研究所刊,第13号。

王荃等,1991,中国华夏与安加拉古陆间的板块构造,北京大学出版社。

吴泰然、何国琦,1992,阿拉善地块北缘蛇绿混杂岩带及其大地构造意义,现代地质,第6卷,第3期。

徐树桐等,1992,大别山区(安徽部分)的构造格局和演化过程,地质学报,Vol. 66, No. 1. 20。

殷福等,1992,秦岭及邻区三叠系,中国地质大学出版社。

王东方等,1992,中朝陆块北缘大陆构造地质,地震出版社。

姜春发等,1992,昆仑台合构造,地质专报,第12号,地质出版社。

刘宝珺、许效松等,1993,中国南方古大陆沉积地壳演化与成矿,科学出版社。

刘增乾、李兴振等,1993,三江地区构造岩浆带的划分与矿产分布规律,地质专报,第34号,地质出版社。

曹生儒,1993,对内蒙古板块构造轮廓的新认识,中国区域地质,第3期。

王印廷等,1993,阿拉善北部中蒙边界地区晚古生代拉伸作用及构造岩浆演化,中国区域地质,第4期。

张新虎等,1993,祁连山、北山地区古板块及大地构造的划分,西北地质,第14卷,第2期。

严克明、耿树方,秦巴及邻区构造研究的新进展和新认识,中国区域地质,第4期。

潘裕生,1994,青藏高原第五缝合带的发现与论证,地球物理学报,第37卷第2期。

冯庆来等,1994,河南桐柏地区三叠纪早期放射虫动物群及其地质意义,地球科学——中国地质大学学报,第19卷,第6期。

陈智樛,1994,特提斯地质一百年,特提斯地质,第18期。

潘桂棠,1994,全球洋—陆转换中的特提斯演化,特提斯地质,第18期。

李兴振,1994,板块构造学说面临的挑战,特提斯地质,第18期。

米家榕、孙克勤,1995,关于华夏植物群起源问题的探讨。长春地质学院学报,第25卷第1期。

Bergen, M. J. V., 1993. Geochemical and tectonic relationships in the east Indonesian arc-continent collision. *Tectonophysics*, Vol. 223, pp. 97—116.

Boulin, J., 1991. Structures in Southeast Asia and evolution of the eastern Tethys. *Tectonophysics*, Vol. 196, pp. 211—268.

Bouzhko, H. A., 1986. The evolution of the mobile zones of Gondwana and Laurasia in the Late Precambrian. *Tectonophysics*, Vol. 126, pp. 125—135.

Il'in, A. V., 1991. The Proterozoic supercontinent, its Precambrian rifting and breakup into a number of continents. *International Geology Review*, Vol. 33, pp. 1—14.

Kamp, P. J. J., 1987. Geology constraints on the Cenozoic Antarctica-Australia-Pacific relative Plate motion circuit. *Geology*, Vol. 15, pp. 694—697.

Kazmin, V. G., 1991. Collision and rifting in the Tethys Ocean, geodynamic implications. *Tectonophysics*, Vol. 196, pp. 371—384.

Lindsay, J. F., 1987. Timing the breakup of a Proterozoic supercontinent, evidence from Australian intracratonic basins. *Geology*, Vol. 15, pp. 1061—1064.

Li Tingdong et al., 1991. Deep-seated structures and uplift mechanism of the Qinghai-Xizang Plateau. *Geology of the Himalayas, Papers on Geology*, Vol. 2. Edited by Li Guangcen et al.

Lin Jinlu et al., 1985. Preliminary Phanerozoic polar wander paths for the North and South China blocks. *Nature*, Vol. 313, pp. 444—449.

Li Xingxue and Wu Xiuyuan, 1994. The Cathaysian and Gondwana floras, their contribution to determining the boundary between eastern Gondwana and Laurasia. *Journal of Southeast Asian Earth Sciences*, Vol. 9, No. 4.

Newton, C. R., 1988. Significance of “Tethyan” fossil in the American Cordillera. *Science*, Vol. 242, pp. 385—391.

Nie Shangyou, 1991. Paleoclimatic and Paleomagnetic constraints on the Paleozoic reconstructions of South China, North China and Tarim. *Tectonophysics*, Vol. 196, pp. 279—308.

Sengör, A. M. C. , 1984. The Cimmeric orogenic system and the tectonics of Eurasia, *Geol. Soc. Amer. Spec. Publ. ,* Vol. 165, pp. 1—82.

Sengör, A. M. C. and Jeoloji Bölümü, 1991. Alpides and Cimmericides in the Xizang-Himalayan area, continental growth and collage development in a composite orogenic complex. *Geology of the Himalayas, Papers of Geology, Vol. 2*, Edited by Li Guangcen *et al.*

Wang Hongzhen, 1991. Tectonic framework of the Qinghai—Xizang Plateau and adjacent regions in the light of Early Palaeozoic biogeography. *Geology of the Himalayas, Paper on Geology, Vol. 2*, Edited by Li Guangcen *et al.*

EVOLUTION OF THE PAN-CATHAYSIAN LANDMASS GROUP AND EASTERN TETHYAN TECTONIC DOMAIN

Li Xingzhen Xu Xiaosong Pan Guitang
Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources

ABSTRACT

Based on the theory of plate tectonics, the present paper separates, according to the affinity, unity and independence of the global palaeocontinents, landmasses and microlandmasses, the global palaeocontinents during the whole time of the Palaeozoic into three landmass groups, i. e. the Gondwana, Laurasia and Pan-Cathaysian landmass groups, all of which are described with the emphasis on the formation and evolution of the Pan-Cathaysian landmass group. The independence and unity of the Pan-Cathaysian landmass group are manifested in; (1) the united continent consisting of the Yangtze, Cathaysia (including the Yellow Sea-East China Sea-South China Sea oldland), Sino-Korean, Qaidam, Tarim, Kunlun-North Qangtang-Qamdo-Indosinian landmasses during the latest Early Palaeozoic; (2) the independent Cathaysia flora during the middle-late Late Palaeozoic, and (3) the westward migration of the Yangtze-Cathaysia and Sino-Korean landmasses as the bulk of the Pan-Cathaysian landmass group, resulting in the simultaneous obliteration of the Palaeo-Tethyan Ocean on the northern and southern sides of the landmass group, and the final formation of the global Pangea during the latest Late Palaeozoic and Early Mesozoic. Four stages are recognized for the formation and evolution of the Pan-Cathaysian landmass group; (1) The divergence stage of all the global landmasses at the end of the Late Precambrian to Early Palaeozoic; (2) the partly convergence stage of the landmasses and the formation of the initial Pan-Cathaysian landmass group during the latest Early Palaeozoic; (3) the divergence and rifting stage of the southwestern margin of the Pan-

Cathaysian landmass group during the Late Palaeozoic, and (4) the collision and convergence of the Pan-Cathaysian landmass group with the Laurasia landmass group during the latest Late Palaeozoic to Early Mesozoic. In the eastern Tethyan tectonic domain, the Palaeo-Tethys not only has inherited the features of the Proto-Tethys, but also possesses the newly emerging features. The Mid-Tethys marks the beginning of a new tectonic cycle in the divergence-convergence megacycle of the Pangea rather than the continuation and development of the Palaeo-Tethys. This paper deals finally with the geodynamic mechanisms for the divergence and convergence of various landmasses, and reorganization and disintegration of the Pangea. In other words, the internal material of the earth migrated toward the southern hemisphere, giving rise to the expansion of the southern hemisphere and disintegration of the Pangea. The southward migration of the internal material of the earth also caused the northward movement of the material in the asthenosphere, leading to the northward movement of the microlandmasses. In addition to the vertical circulation and convection, the horizontal eddy motion of varying sizes also occurred in the creeping asthenosphere, resulting in the rotation, convergence (the formation of the Pangea) and rapid divergence (the disintegration of the Pangea) of the landmasses.

Key words: Eastern Tethyan tectonic domain, Pan-Cathaysian landmass group, horizontal eddy motion in the asthenosphere

(上接第 70 页)

不是地层本身)来描述地层等级的方法难于在实际中使用。标准化岩相符号的使用往往妨碍对岩相种类和叠置的周密观察和识别,导致缩略词增多,表明特定的岩相有独特的解释。事实上,许多与岩相符号有关的解释使人误解或者本身就是错误的。在常用的岩相组合(结构要素)的分类系统中,不同的等级并不互相排斥,它们描述性和解释性术语的混合使用,而每一个要素都只由单个二维剖面图表表示。如果三维形式可以明白无误地重建,则用来描述沉积体三维几何形态的术语应仅用来指二维剖面。建立河流“相模式”,将岩相组合和几何形态与诸如河道和泛滥平原的几何形状、河道迁移的方式和沉积作用的速率这些参数联系在一起。因为显示的三维资料不充分,大多数均使用有限或误用。此外,它们通常不正确地将河道的平面形状(如曲流河、辫状河)与特征的岩相组合和几何形状结合在一起,虽然起主要作用的或许是其它因素。