

文章编号: 1001 - 6112(2005)05 - 0439 - 10

# 中国早古生代三大古海洋及其对盆地的控制

高长林, 黄泽光, 叶德燎, 刘光祥, 吉让寿, 秦德余

(中国石化石油勘探开发研究院 无锡石油地质研究所, 江苏 无锡 214151)

**摘要:**以中国诸陆块和古中国洋为中心的晚元古代—早古生代古板块体制可概括为“三洋四陆”,即 3 个相互连通的洋盆分割了四大陆块(群):西伯利亚陆块(群)、古中亚洋、华北陆块群、古中国洋、华南陆块群、原特提斯、印度冈瓦纳。3 个洋盆的扩张、消减,陆块碰撞造山或增生造山及其转化着的地球动力在各陆块内的响应导致这一时期中国早古生代盆地的形成和演化。由此形成了台内和陆缘不同的原型盆地演化序列。在大陆裂解期,台内主要出现裂谷、坳拉槽原型盆地,然后转为台内拗陷。早古生代陆块规模小,陆缘盆地风格突出。在造山带形成与演化中,陆缘拗陷对油气的赋存意义最大。

**关键词:**油气盆地;大地构造;古海洋;古生代;中国

**中图分类号:** TE121.2

**文献标识码:** A

晚元古代(1 000 ~ 800 Ma) —早古生代早期,在全球性拉张作用下,泛大陆 E 发生裂解,固结不久的原中国陆块迅速从东冈瓦纳分离出来,据地质、古生物区系和有限的古地磁资料综合恢复,以中国诸陆块和古中国洋为中心的晚元古代—早古生代古板块体制可概括为“三洋四陆”,即 3 个相互连通的洋盆分割了四大陆块(群)(图 1):西伯利亚陆块(群)、古中亚洋、华北陆块群、古中国洋、华南陆块群、原特提斯、印度冈瓦纳。3 个洋盆的扩张、消减,陆块碰撞造山或增生造山及其转化着的地球动力在各陆块内的响应导致这一时期中国大地构造和盆地的形成和演化<sup>[1,2]</sup>。

## 1 古中国洋

### 1.1 古中国洋的基本特征

前人对以华北陆块为代表的北方陆块群和以华南陆块为代表的南方陆块群拼合成古中国陆块的过程,无论在缝合造山带的走向,还是在分裂和缝合时间上都有重大分歧,基本见解有<sup>[3-10]</sup>:

- 1) 秦岭—大别山与昆仑山相连,属特提斯印支缝合带,祁连山是独立的早古生代“裂谷造山带”。
- 2) 秦岭—大别造山带与祁连山造山带相连,属晚加里东—华力西造山带。
- 3) 秦岭—大别造山带是加里东、印支复合造山带。

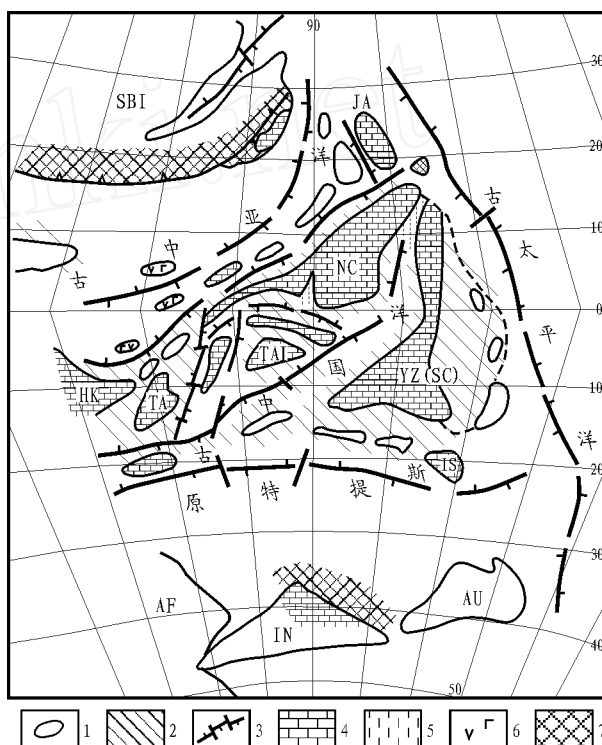


图 1 寒武纪古中国陆块群构造—盆地略图

1. 微陆块; 2. 被动边缘; 3. 洋盆扩张脊; 4. 台地、台坳;
  5. 坳拉槽裂谷; 6. 洋岛; 7. 寒武纪中晚期增生造山带和固结地块
- SBI. 西伯利亚陆块; JA. 佳木斯—布列因微陆块;  
NC. 华北陆块; YZ(SC). 扬子(华南)陆块; TA. 塔里木陆块;  
TAI. 柴达木微陆块; HK. 哈萨克陆块; IS. 印支微陆块;  
IN. 印度陆块; AU. 澳大利亚陆块; AF. 非洲陆块

Fig. 1 Tectonics and basin in the Cambrian Ancient China Plate group

收稿日期: 2004 - 12 - 03; 修订日期: 2005 - 07 - 22。

作者简介: 高长林(1945—), 男(汉族), 江苏泰兴人, 博士, 教授级高级工程师, 主要从事盆地分析、地球化学研究。

基金项目: 中国石化科技开发项目(P01025)。

4) 大别—秦岭造山带与天山—卡拉套—乌奴套造山带相连, 构成中国及中亚南、北大陆群之间的缝合带, 代表了一个消失的古洋盆, 其主体贯穿中国南北大陆之间, 称为古中国洋。主要存在于晚元古代—早古生代, 在 400 ~ 350 Ma 期间关闭。

5) 根据昆仑山、阿尔金山及其两侧构造和沉积盆地的新成果, 在接受古中国洋概念的同时, 提出修改意见如下<sup>[2]</sup>: a) 大别—秦岭造山带主要经东昆仑与西昆仑造山带相连。祁连造山带东端在宝鸡、天水间与秦岭造山带相接, 西端经阿尔金与西昆仑及中亚洋相连。它们分别代表消减了的古中国洋主洋盆和支洋盆。b) 古中国洋盆西宽东窄, 呈向西开口的喇叭形。郯庐断裂以东迅速变狭, 至朝鲜似乎已不存在洋壳而以陆内裂谷与古太平洋相连。c) 古中国洋产生于晚元古代裂谷带, 主洋盆自西向东扩张。

6) 古中国洋由 2 条扩张洋盆组成, 其中西昆仑库地—东昆仑清水河—秦岭松树沟—北淮阳为主洋盆, 北祁连清水沟—昌马是支洋盆, 两者间为阿尔金、柴达木小型陆块<sup>[11, 12]</sup>。

众所周知, 蛇绿岩是一类有特殊意义的岩石组合。它可作为古洋岩石圈或与古洋亲缘的构造单元的残余保存在各地质时期的造山带中, 成为重建古洋最直接的证据。古洋恢复了与其可能相邻的古陆缘的所在、类型乃至伴随着古洋的扩张或消减在其

构造背景下形成的盆地<sup>[12, 13]</sup>。

在秦岭—祁连—昆仑造山区中存在多条产于不同构造环境下的蛇绿岩带, 其中北淮阳—东秦岭松树沟—东昆仑清水河—西昆仑库地蛇绿岩带和北祁连清水沟—玉石沟—昌马 2 条蛇绿岩带为大洋蛇绿岩带(图 2)<sup>[12]</sup>。

北淮阳—东秦岭松树沟—东昆仑清水河—西昆仑库地蛇绿岩带东西绵延 3 000 km, 该带蛇绿岩以被强烈剪切的岩块方式与基质组成蛇绿混杂岩。库地、清水河、松树沟和卧虎山蛇绿岩顺序保存完整, 自下而上由纯橄榄岩、斜辉辉橄岩、层状辉长岩、均质辉长岩、枕状玄武岩、辉长—辉绿席状岩墙和硅质岩(或碧玉岩)、钙质、钙泥质浊积岩组成。其中超基性岩具亏损地幔岩稀土元素地球化学特征, 玄武岩为大洋中脊玄武岩。昆—祁—秦缝合系记录了一个新元古代晚期—早古生代古中国洋的形成演化历史<sup>[14]</sup>。

松树沟超基性岩同位素年龄为 (561 ± 6) Ma, 库地蛇绿岩中变质超基性岩全岩 Rb—Sr 等时线年龄为 700 ~ 600 Ma, 玄武岩全岩 Rb—Sr 等时线年龄为 600 ~ 500 Ma。北祁连清水沟—玉石山—昌马蛇绿岩带是我国研究最详细的蛇绿岩带之一, 其时代已被确定为中寒武世—中奥陶世。在东秦岭用消减法、扩张法估算了古秦岭洋的宽度分别为 3 247.7 和 3 853.4 km, 平均为 3 550.5 km。可以认为古秦

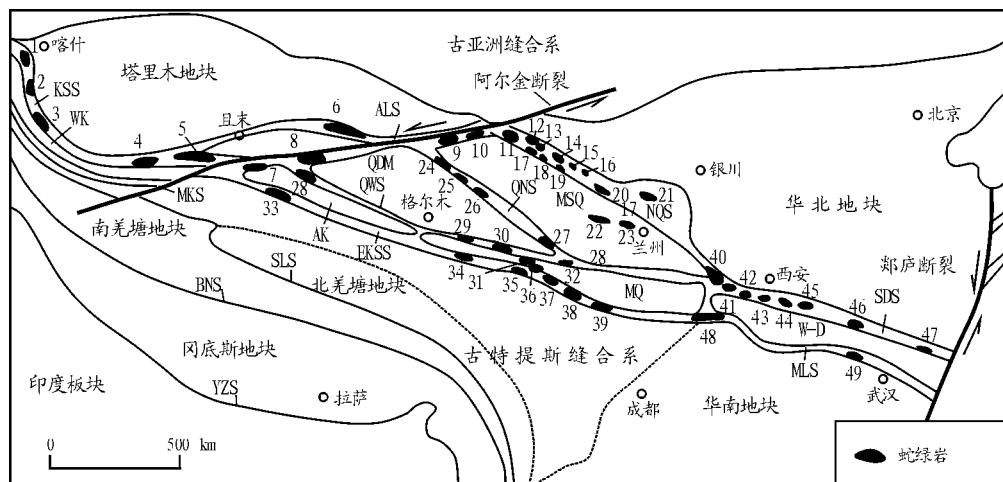


图 2 昆祁秦缝合系略图<sup>[12]</sup>

- 蛇绿岩: 1. 乌依塔格; 2. 柯岗; 3. 库地; 4. 苏巴什; 5. 阿帕; 6. 红柳沟; 7. 吐拉; 8. 茫崖; 9. 阿尔金山峰南; 10. 当金山口; 11. 大道尔吉; 12. 九个泉; 13. 大岔大坂; 14. 扁麻沟; 15. 清水沟; 16. 百经寺; 17. 玉石沟; 18. 川刺沟; 19. 小八宝; 20. 红沟; 21. 老虎山; 22. 拉脊山; 23. 雾宿山; 24. 赛什腾山; 25. 绿梁山; 26. 锡铁山; 27. 茶卡南山; 28. 鸭子泉; 29. 三岔口; 30. 乌妥; 31. 清水泉; 32. 扎那合惹; 33. 木孜塔格; 34. 黑刺沟; 35. 布青山; 36. 塔妥; 37. 下大武; 38. 玛积雪山; 39. 德尔尼; 40. 鸳鸯镇; 41. 岩湾; 42. 苏家河; 43. 四方台; 44. 松树沟; 45. 二郎坪; 46. 桐柏大河; 47. 饶钹寨; 48. 勉略; 49. 周家湾
- 缝合带: SLS. 双湖—澜沧江; BNS. 班公湖—怒江; YZS. 雅鲁藏布江; KSS. 库地—苏巴什; MKS. 麻扎—康西瓦; ALS. 阿尔金; NQS. 北祁连; QNS. 柴达木北缘; QWS. 祁漫塔格—乌妥; EKSS. 东昆仑南缘; SDS. 商丹; MLS. 勉略微地块; WK. 西昆仑中段; MSQ. 中—南祁连; QDM. 柴达木; AK. 阿牙克库克; MQ. 玛沁; W—D. 秦中—大别

Fig. 2 Sketch map of Qin-Qi-Kun suture zone

岭洋该段洋盆宽度最大曾达到  $(3\ 550 \pm 300)$  km<sup>[15]</sup>。

古中国洋由 2 条扩张洋盆组成,其中西昆仑库地—东昆仑清水河—秦岭松树沟—北淮阳为主洋盆,北祁连清水沟—昌马是支洋盆,两者间为阿尔金、柴达木小型陆块。

古中国洋东延到郯庐断裂,往东的胶东半岛至今未发现早古生代蛇绿岩,更东的朝鲜半岛临清江变形带虽能大体区划开华北型和扬子型构造建造组合,但已具过渡色彩,是否可以设想郯庐断裂以东更像陆间—陆内裂谷带,果若如此,古中国洋就是一个向西张开、向东收敛的楔形洋盆—裂谷带。

1.2 古中国洋的演化

古中国洋的演化可以分为大陆裂谷、大洋扩张、俯冲消减和碰撞造山 4 个连续的构造阶段。

1.2.1 Rodinia 超大陆伸展—大陆裂谷阶段(早—中震旦纪)

昆仑—秦岭裂谷带在震旦纪晚期—早寒武世时已扩张成洋盆,发育了完整的洋脊型蛇绿岩套,华南陆块与华北—塔里木—柴达木陆块分离。中寒武世中晚期洋脊—裂谷型蛇绿岩的出现标志着北祁连已从裂谷阶段演化到了洋盆阶段。塔里木、柴达木与华北陆块分离成为 3 个独立陆块。北祁连洋和昆仑—秦岭洋一起组成古中国洋,其中后者是主洋盆,这不但经蛇绿岩性质证明,而且也经昆仑—秦岭洋是奥陶纪古生物区系的分界线证实(图 2)。中央造山带缝合系可分为西、中、东 3 段。就整个古中国洋而言,强烈的扩张作用持续到早中奥陶世,洋壳达到最大宽度。

1.2.2 洋盆扩张阶段(晚震旦纪—中奥陶世)

古中国洋形成演化于晚震旦世—奥陶纪,600~440 Ma。上一阶段所形成的众多裂谷,有些继续扩张,先后形成小洋盆。一些小洋盆继续扩张并相互沟通,最后形成一个含有众多微地块、洋中脊、洋岛、岛弧和弧后盆地的统一的多岛洋(表 1)<sup>[11]</sup>。

1.2.3 俯冲消减阶段(中/晚奥陶世—志留纪)

中奥陶世晚期—晚奥陶世初,古中国洋进入以俯冲为主的阶段,此时洋盆虽然还在扩张,但其速度已抵不上俯冲速度,洋盆逐渐消减。据对秦岭地区的研究,洋盆扩张速度为 0.9 cm/a,俯冲速度为 4.2 cm/a,洋盆以 3.3 cm/a 的速度消减。

北祁连支洋盆的主要俯冲发生在中奥陶世末/晚奥陶世初—志留纪,北祁连蛇绿岩套和高压变质带两侧分别发育弧盆系,因而双向俯冲明显。从泥盆系磨拉石不整合在志留系俯冲增生碎屑复理石之上来,俯冲结束时间大致与主洋盆相同,为志留纪晚期。

1.2.4 碰撞造山和古中国联合陆块形成期(志留纪末—泥盆纪)

古中国洋经历了中/晚奥陶世—志留纪俯冲,洋盆逐渐被消减殆尽,两侧陆块(或岛弧)逐渐接近,最后于志留纪末—泥盆纪发生碰撞,陆块边缘强烈变形隆升,碰撞型花岗岩岩基侵入(420~325 Ma)形成规模巨大的中央造山系,华北、塔里木、柴达木和华南诸陆块重新拼合,形成古中国联合陆块。在造山系前陆或/和弧后区因构造负载、地壳挠曲产生 2 类前陆盆地(图 3)。

表 1 古中国洋板块构造演化模式

Table 1 Tectonic evolution pattern of the Ancient China Ocean Plate

时代	阶段	华南北部陆缘	秦岭—昆仑洋段	华北南部陆缘	塔里木南部陆缘	柴达木南缘	柴达木北缘	祁连洋段	阿拉南缘
泥盆纪	碰撞造山	碰撞前陆盆地	秦岭—昆仑造山系 (东段指向南/西段双向)		碰撞前陆盆地	碰撞前陆盆地	碰撞前陆盆地	祁连造山系 (双向)	碰撞前陆盆地
志留纪	俯冲	被动边缘	洋盆消减 (俯冲:东段向北,西段双向)	活动边缘 (沟弧盆)	陆缘弧	活动边缘 (沟弧盆)	活动边缘 (沟弧盆)	(残余海盆) 洋盆消减 (双向俯冲)	活动边缘 (沟弧盆)
奥陶纪			扩张洋盆	被动边缘		被动边缘	被动边缘		扩张洋盆
寒武纪	扩张								
晚元古代	裂谷	大陆裂谷							
原中国大陆									

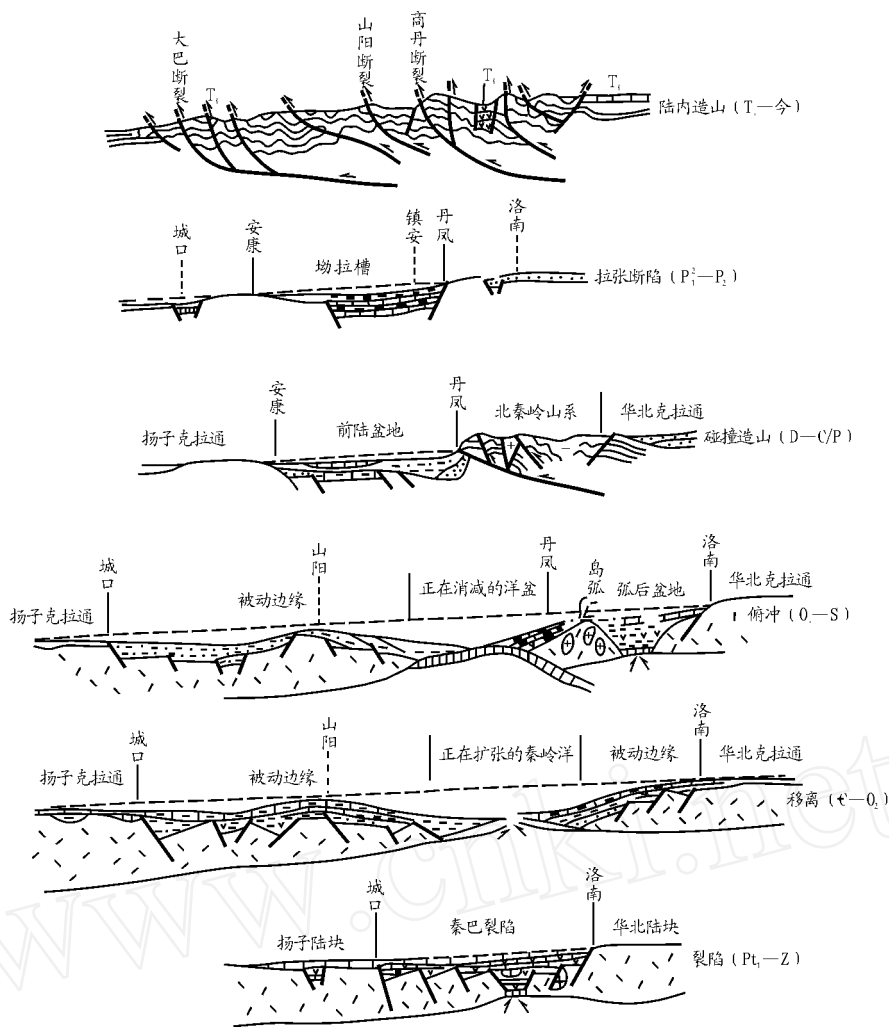


图 3 扬子—秦岭—华北构造演化模式

Fig. 3 Tectonic evolution pattern in the Yangtze-Qinling-North China area

### 1.3 扬子与华北陆块会聚的成盆环境

扬子陆块北部被动大陆边缘由于后期构造叠加改造,很多地段已很难恢复其原始结构,唯秦岭区段保存完好。洋盆于晚奥陶世向北俯冲时,与洋壳之间没有发生明显的相向运动,一直持续到志留纪晚期。该被动大陆边缘经历了裂谷、移离沉降和沉降充填残留海盆 3 个演化期<sup>[16]</sup>。

## 2 古亚洲洋

### 2.1 古亚洲洋的基本特征

界于西伯利亚陆块和华北—塔里木陆块之间的巨型造山区,长期以来被认为是古生代晚期造山区。西伯利亚地台与塔里木—中朝地块之间在早古生代早期是彼此分隔很远的 2 个板块,沿板块边缘是地槽带,其间是广阔的海域。西伯利亚和华北板块之间的距离至少比现在要大 4 000 km。它包括了板

块构造旋回的各个阶段,但由于:1)它是一个长期发育(中元古代—石炭纪,时距 1 000 Ma 以上)的洋盆;2)是一个宽广的,但被多条陆岛链和分散陆岛分隔,单个洋盆又并不宽广的洋盆;3)洋盆多期偏对称俯冲消减和走向上明显迁移;4)陆岛间、陆岛与主陆块间相对温柔的碰撞等原因,而显现出与其他造山系不同的个性。

古亚洲巨型复合造山区在我国境内可大致分为 5 个演化阶段:中元古代裂谷阶段,晚元古代—早、中奥陶世大洋扩张阶段,中晚奥陶世—志留纪洋壳双向俯冲、陆缘增生造山带形成阶段,志留纪—中泥盆世洋壳再次扩张阶段和晚泥盆世—早石炭世向北单向俯冲消减、两侧陆块拼合、古亚洲陆块形成阶段<sup>[17]</sup>。

西伯利亚陆块南侧和塔里木—华北陆块北侧之间,最早的洋中脊型蛇绿岩出现于晚元古代—早寒武世,寒武纪—早中奥陶世分布更广,是古亚洲洋最

重要的扩张期。

在古亚洲洋中,有许多规模各异的小陆块,它们排列成几近平行的2列陆岛链,北列为阿尔泰—图瓦—中蒙—额尔古纳陆岛链,南列为吐哈—旱山、明水—锡林浩特—小兴安—佳木斯陆岛链,它们把古中亚洋分为互通互隔的三大洋域。

萨彦—北蒙古—鄂霍茨克洋为北支洋盆,洋盆残体蛇绿岩带西起萨彦岭,经北蒙古杭爱山、肯特山、维季姆,向东直到鄂霍茨克海滨,蛇绿岩时代从晚元古代到侏罗纪,洋盆从寒武纪早期起自西向东剪切式关闭,俯冲极性向北,在西伯利亚陆块南侧形成自老而新的增生造山带:中、西段萨彦—维季姆—额尔古纳造山带中保存有晚元古代—早寒武世蛇绿岩,上被中寒武统不整合,增生造山在中寒武世即已完成;东段广泛分布的主要是中生代早期蛇绿岩,洋盆封闭,造山运动主要发生在侏罗纪。

作为中央洋盆准噶尔—兴安洋残体的蛇绿岩出露广泛,在我国西起西准噶尔,经东准噶尔、二连、贺根山至黑龙江畔黑河,组成我国北部最宏伟的蛇绿岩带。蛇绿岩的时代主要是泥盆纪,在准噶尔和小兴安、佳木斯间分别存在早古生代和晚元古代—奥陶纪蛇绿岩。此外,阿尔泰、额尔古纳南缘早古生代早期增生造山带和奥陶—志留系弧盆系的存在以及佳木斯地块早寒武世末边缘增生并与小兴安岭地块在奥陶纪拼合表明,它们的南面发生过早古生代洋盆的俯冲消减和微陆块的拼贴。有理由认为,中央主洋盆从晚元古代开始形成,一直持续到泥盆纪。

南支洋盆(天山—北山—西拉木伦洋)蛇绿岩断续出露几千 km,东起吉林省安图、长春,经内蒙古西拉木楞河北岸、温都尔庙、索伦、北山,顺中天山北麓米什沟至唐巴勒,延出国境与哈萨克斯坦的伊萨克湖—巴尔喀什湖蛇绿岩相连。温都尔庙、北山、中天山米什沟和唐巴勒等地蛇绿岩出露比较完整,几乎包括了地幔岩和洋中脊型基性岩浆分异的全部成员以及深海—半深海硅质岩、硅泥质岩和细浊积岩。温都尔庙蛇绿岩中变质枕状玄武岩 Rb—Sr 全岩等时线年龄(509 ± 40) Ma,角闪岩单矿物 K—Ar 年龄为 523, 536, 628, 632 Ma,斜长花岗岩年龄为 446 Ma<sup>[18]</sup>。高长林<sup>[19]</sup>算得古亚洲洋板块大规模扩张时代为 579 Ma。温都尔庙和柯单山硅质岩和细浊积岩中分别产早、中寒武世和奥陶纪微体化石。唐巴勒蛇绿岩上部沉积组合产奥陶纪放射虫等化石,蛇绿岩晚期分异组分斜长花岗岩已获得(508 ± 20) Ma 铅同位素年龄和 520 ~ 482 Ma 铅铀同位素年龄。两地蛇绿岩都被上志留统上部不整合覆盖。

北山地区蛇绿岩虽然还没有获得直接的同位素年龄和生物化石证据,但蛇绿岩侵位发生在志留纪。综上所述,该蛇绿岩带的时代为晚元古代—志留纪,也就是说,在塔里木—华北陆块北侧存在过晚元古—早古生代洋盆<sup>[20]</sup>。

中晚奥陶世,南支洋盆向南俯冲消减,塔里木和华北陆块北缘从被动边缘转化为活动大陆边缘。洋盆俯冲起始时间东早(中奥陶世或稍早)、西迟(晚奥陶世)。华北陆块北缘中段(包尔汉—温都尔庙—西拉木伦河),海沟的位置在温都尔庙—西拉木伦河北岸一带,向南依次为白乃庙岛弧和塔林宫弧后盆地。温都尔庙海沟带断续出露大小不等的洋壳残片,大部成为志留系复理石中的外来岩块。东部吉林地区情况不同,那里火山活动发生在大陆边缘,没有明显的弧后扩张,类似于压性陆缘火山弧。

中天山从托克逊延伸到博罗霍洛岛弧型钙碱性火山岩和花岗岩带和其北的阿齐克库都克—米什沟、干沟—唐巴勒蛇绿混杂岩带同时出现,是活动型大陆边缘的岩石记录,并表明洋壳向塔里木陆块俯冲,其时代可追踪到中奥陶世。

中奥陶世开始的俯冲作用导致南天山弧后扩张,志留纪时发展成为南天山洋,它可能向东与北山南部红柳河—牛圈子弧后洋盆相连。南天山洋扩张使中天山岛弧和伊犁地块从塔里木北缘分离出去。现今沿南天山北缘米斯布拉克、库米什、红柳沟分布的蛇绿岩上部层序中的硅质岩放射虫和所夹灰岩中的珊瑚、腕足化石鉴定时代为晚志留—早泥盆世,代表南天山洋的时代。

早古生代晚期,包括吐鲁番—哈密微陆块、哈萨克斯坦拼合陆块与分离出去的伊犁微陆块和中天山岛弧碰撞。志留纪末—早泥盆世,南天山洋盆向北即向扩大的哈萨克斯坦拼合陆块俯冲,形成高压蓝片岩变质带(Ar<sup>39</sup>—Ar<sup>40</sup>年龄值 402 ~ 350 Ma)、蛇绿混杂岩带和伊犁—中天山陆缘深成岩浆带(365 ~ 334 Ma),南天山洋盆逐渐消失成为中泥盆世残余海盆。残余海盆的结束在中泥盆世以后,普遍缺失上泥盆统。早石炭世碳酸盐岩不整合在下伏老地层之上。鉴于南天山洋盆是早古生代古中亚南支洋俯冲作用形成的弧后扩张洋盆,存在时间不长,其主要存在时期为志留纪,早泥盆世后洋盆已消亡,塔里木陆块已与哈萨克陆块联合。

## 2.2 塔里木陆块北缘成盆构造环境

在奥陶纪以前,东准噶尔位于亚洲古板块内部,该古板块在古生代初裂解,导致东准噶尔奥陶纪—志留纪期间的构造格局自北向南为西伯利亚古板块

阿尔泰被动陆缘区,东准噶尔洋盆(现为扎河坝—北塔山蛇绿岩带)和准噶尔地块北部活动陆缘区。阿尔泰被动陆缘区的南界大致位于扎河坝—阿尔曼太—北塔山一线。东准噶尔早古生代洋盆北为西伯利亚古板块的阿尔泰陆缘,南为准噶尔地块,西与斋桑额尔齐斯洋盆北部相通,东连南蒙古海西洋盆(O—D)。在代表洋壳残片的蛇绿岩套中的硅质岩,发现有奥陶纪放射虫。扎河坝—北塔山蛇绿岩带以南的准噶尔地块北部陆缘区自北向南依次可以分出火山弧带(零星出露在野马泉以北、纸房和巴里坤湖东北的莫钦乌拉山南坡)、弧后盆地(野马泉以南的库布苏—库普一带,称为库布苏群,发现大量志留纪微体化石)。

天山山脉横跨中国和哈萨克斯坦等中亚国家,大地构造位置处于哈萨克斯坦、西伯利亚和塔里木 3 大古板块交汇地带。汤耀庆等<sup>[21]</sup>认为中国天山造山带以温泉—博罗霍洛—胜利达坂和汉腾格里—哈里克—干沟断裂为界,分为北天山、中天山和南天山 3 条构造带。北天山构造带主要为晚古生代优地槽带,沿北天山主干断裂,断续分布巴音沟蛇绿岩和玛纳斯蛇绿岩,近年研究发现它们代表 D<sub>3</sub>—C 的有限洋盆。中天山具有早元古代基底,其上被中—晚元古界不整合覆盖,是哈萨克斯坦板块的东延部分。

中天山北缘的科古琴山发育奥陶纪中基性火山岩,相伴生的蛇绿岩呈 SEE 向延伸,其中的角斑岩的 Sb—Sr 等时线年龄为 412.56 Ma,被 S<sub>3</sub> 含笔石地层不整合覆盖。发育早古生代俯冲带。中天山南缘(尼古拉耶夫的东延)发育蓝片岩带,揭示晚元古代存在向北的俯冲带。沿汗腾格里—科克苏河,发育复理石、枕状熔岩和放射状硅质岩及许多超镁铁质岩,夹有由基性熔岩变质形成的蓝片岩,古生物资料表明这些岩石形成于 S<sub>3</sub>—D<sub>1</sub>。中天山北缘晚古生代深成岩(U—Pb 等时线年龄为 345~328 Ma)表明南天山北缘是一条向北的俯冲带(图 4)。

### 2.3 华北陆块北缘构造与转化及成盆环境

古亚洲洋南支洋盆(天山—北山—西拉木伦洋)蛇绿岩断续出露几千 km,东起吉林省安图、长春,经内蒙古西拉木伦河北岸、温都尔庙、索伦、北山,顺中天山北麓米什沟至唐巴勒,延出国境与哈萨克斯坦的伊萨克湖—巴尔喀什湖蛇绿岩相连。温都尔庙、北山、中天山米什沟和唐巴勒等地蛇绿岩出露比较完整,几乎包括了地幔岩和洋中脊型基性岩浆分异的全部成员以及深海—半深海硅质岩、硅泥质岩和细浊积岩。

在古生代,中国东北地区分布着许多微板块,它们具有与西伯利亚板块南缘相似的古老基底结构,

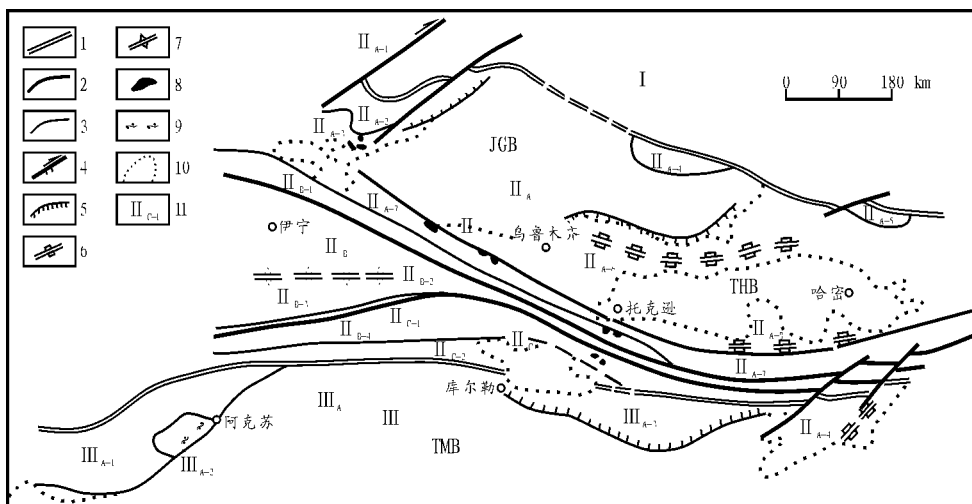


图 4 天山及其邻区板块构造分区<sup>[21]</sup>

- 1. 一级单元界线; 2. 二级单元界线; 3. 三级单元界线; 4. 走滑断层; 5. 推覆构造; 6. 裂陷槽;
- 7. 裂谷; 8. 蛇绿岩; 9. 高压变质带; 10. 中生代盆地界线; 11. 构造单元代号

JGB. 准噶尔盆地; THB. 吐哈盆地; TMB. 塔里木盆地

· 西伯利亚板块; · 哈萨克斯坦板块; A. 北天山活动大陆边缘: A-1. 塔城地体; A-2. 西南准噶尔晚古生代增生体; A-3. 唐巴勒—玛依勒山早古生代洋壳; A-4. 将军庙地体; A-5. 荒草坡地体; A-6. 巴音沟—大南湖晚古生代初始洋盆; A-7. 博格达晚古生代裂陷槽; A-8. 苦水—黄山晚古生代裂陷槽; B. 中天山陆壳板段: B-1. 博罗霍洛早古生代拉张陆缘岩浆带; B-2. 中天山陆壳区; B-3. 伊宁晚古生代中期裂谷; B-4. 中天山南缘晚元古代海沟; C. 南天山古生代活动大陆边缘: C-1. 南天山北缘早古生代增生体; C-2. 南天山晚古生代洋壳; · 塔里木板块: A. 塔里木陆壳; A-1. 柯坪震旦纪—古生代陆棚; A-2. 阿克苏地体; A-3. 库鲁克塔格陆壳; A-4. 北山晚古生代裂陷槽

Fig. 4 Tectonic division of Tianshan Mountain and the neighbouring plates

附着于西伯利亚板块南缘。在其历史演化过程中，如同现在亚洲大陆东缘的许多岛屿块体(如库页岛、日本岛、琉球岛、中国台湾岛、菲律宾岛、加里曼丹岛等)与亚洲大陆之间为边缘海(如日本海、南海、苏禄海和苏拉威西海等)所隔一样，岛屿块体类似中国东北及邻区的许多微板块，自西向东为：克鲁伦—额尔古纳微板块、托托尚—锡林浩特微板块、伊勒呼里微板块、布列因—佳木斯微板块、兴凯微板块。边缘海相当横贯于西伯利亚和东北板块之间的肯特华力西和扎格迪华力西地槽带。这些微地块于中寒武世开始与西伯利亚板块母体分离，并相互有序离散，呈“孤岛群”存在于西伯利亚板块南部边缘，而又于晚二叠世聚敛拼合，形成新的统一陆壳，需要指出的是，上述东北统一微板块与西伯利亚板块的对接是在三叠纪以后(图 5)<sup>[22]</sup>。

东北地区的微板块群以西拉木伦断裂与华北板块分界，沿该断裂分布有华力西中晚期的超基性岩墙群；在生物群上，沿该断裂南北有很大差别，志留

纪时，北部富含图瓦贝动物群，南部没有；石炭—二叠纪时，北部含安格拉植物群化石，并以冷水型哲斯动物群和特提斯动物群为特色，南部含华夏植物群及暖水型群体珊瑚化石。本区微板块的东部界线是在饶河—那丹哈达岭燕山缝合线，沿该线以东的那丹哈达岭地区中生界沉积建造与其东部的锡霍特阿林以及日本西南的美浓带建造有很大的相似性，而与本区的差别较大<sup>[23]</sup>。

### 3 原特提斯

近年来我国青藏、三江地区、东南亚和东南沿海的研究取得了重大进展，证实那里是由大小不同的亲冈瓦纳和亲华南地块与其间的洋盆经离散和拼贴形成的复杂造山区<sup>[24~27]</sup>。它不仅保存了比较完整的古特提斯洋(D—T<sub>2-3</sub>)和新特提斯洋(T—E)的遗迹，而且也发现了震旦纪—早古生代洋的遗迹。因此，特提斯的演化可分为 3 个大阶段：1) 原特提斯阶段(Z—O/S)；2) 古特提斯阶段(D—T)；3) 新特提斯阶段(T 以来)。前 2 个阶段在地区上有很大的重叠，后 2 个阶段不仅有地区上的重叠，而且在时间上亦有相当长的重叠<sup>[28]</sup>。

#### 3.1 西南增生造山系与成盆构造环境

在晚元古代—早古生代早期华南陆块裂离冈瓦纳时，冈瓦纳和华南陆块边缘都经历了裂隙、离散而发展成多岛洋盆和离散边缘。我们把这个洋盆称为原特提斯。西段，昌都—思茅—印支陆块存在于这个洋盆之中，东段洋盆中有南海陆块和分布于浙闽沿海的近洋小陆块等，也就是说原特提斯具有多岛洋盆的特点。原特提斯洋南侧在早中寒武世前后曾发生过基底增生。洋盆的俯冲消减和微陆块的增生拼贴主要发生在奥陶志留纪，而且俯冲增生作用主要发生在扬子—华夏陆块一侧，形成了著名的华南陆块东南早古生代造山系和被掩埋、改造的华南陆块西南缘造山系。据目前资料，还不能得出洋盆两侧大陆块直接碰撞的结论，相反，保山—羌南微陆块北缘晚古生代被动边缘与早古生代被动边缘连续发育，钦防—马江—墨江海槽泥盆系与志留系连续沉积都表明洋盆并没有完全消亡。原特提斯洋向北俯冲增生，使华南陆块缓慢上升，志留纪时沉积范围迅速缩小，沉积物向上变粗，到泥盆纪初，东部广大地区隆升成陆遭受剥蚀(图 6)。

#### 3.2 东南造山系与构造盆地

包括广西中东部、海南岛大部、广东、湖南中南部、江西中南部、福建—浙江东部的广大地区。晚元

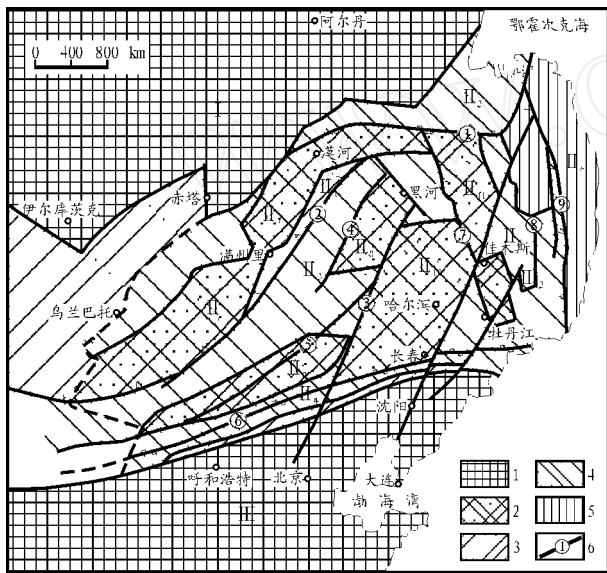


图 5 中国东北及邻区大地构造单元划分<sup>[22]</sup>

- 1. 大型板块；2. 微板块；3. 加里东褶皱带；4. 华力西褶皱带；
- 5. 燕山褶皱带；6. 缝合线或俯冲带及其编号
- 西伯利亚板块；· 中国东北及邻区的褶皱带与微板块；
- 华北板块
- 图库格腊燕山缝合带； 德尔布干早加里东俯冲带；
- 嫩江加里东俯冲带； 呼玛—伊尔施早华力西俯冲带； 索伦—贺根山早华力西俯冲带； 西拉木伦加里东—华力西缝合带； 鹤岗—清津华力西俯冲带； 饶河—那丹哈达岭燕山缝合带； 锡霍特中央燕山俯冲带
- 1. 额尔古纳加里东褶皱带； 2. 扎格迪华力西褶皱带；
- 3. 内蒙—兴安华力西褶皱带； 4. 西拉木伦华力西褶皱带；
- 5. 西锡霍特华力西褶皱带； 6. 东锡霍特燕山褶皱带；
- 7. 克鲁伦—额尔古纳微板块； 8. 伊勒呼里微板块；
- 9. 托托尚—锡林浩特微板块； 10. 松辽； 11. 布列因—佳木斯微板块； 12. 兴凯微板块

Fig. 5 Tectonic units in the Northeast China and the neighbouring area

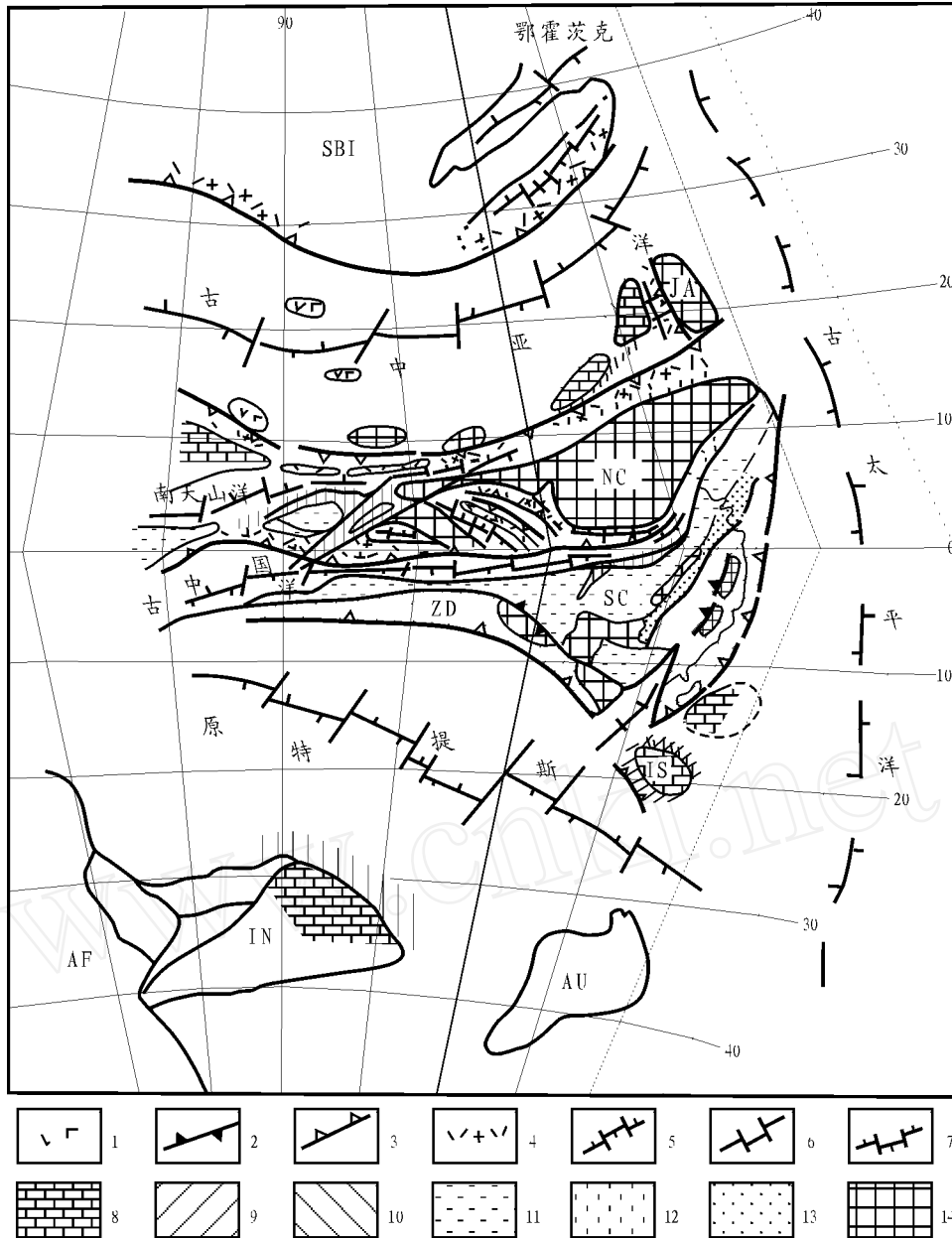


图 6 志留纪中国及邻区构造—盆地略图

- 1. 洋岛; 2. 小地体拼贴; 3. 俯冲带; 4. 岛弧; 5. 弧后小洋盆; 6. 子遗深海盆; 7. 大洋及扩张脊; 8. 台地;
- 9. 加里东造山带、增生带; 10. 被动边缘; 11. 台内坳陷; 12. 弧后盆地; 13. 前渊; 14. 隆起剥蚀区
- SBI. 西伯利亚陆块; JA. 佳木斯微陆块; NC. 华北陆块; SC. 华南陆块; ZD. 昌都加里东造山带;
- IS. 印支微陆块; IN. 印度陆块; AU. 澳大利亚陆块; AF. 非洲陆块

Fig. 6 Sketch map of tectonics and basin during the Silurian in China and the neighbouring area

古代—寒武纪早期的热动事件和中奥陶世开始的造山运动,虽使华南和藏中南陆块(印度陆块的一部分)各自都有增生,但原特提斯洋并没有闭合。在掸泰和印支陆块之间已证实存在早古生代—泥盆纪连续洋盆。印支陆块北侧连续的早古生代—中生代早期增生造山系,说明它与华南陆块之间亦为连续洋盆所隔。联系到华南向南开口的软防残余深海盆和哀牢山西侧残余深海盆的泥盆系与志留系连续沉积,且都是深海相,应是原特提斯伸入陆块的分支。

但西藏喜马拉雅、冈底斯、滇西南保山的奥陶—志留纪古生物群与华南陆块基本相同,均以复合型牙形石 *Lohophyllum*, *Calostylis*, *Reuschia*, *Plasmoporella*, *Taeniolites*, *Orthocerida* 为主,同属原特提斯大区东南亚区,估计当时洋盆两侧陆块相距不远。

早古生代中晚期,华南陆块东南发生了微陆块构造拼贴。粤西、粤中地区早在寒武纪末—奥陶纪初即已开始拼贴,下奥陶统粗碎屑岩角度不整合在寒武系复理石之上。显著的拼贴作用和原被动边缘



沉积物的褶皱、推掩造山发生在晚奥陶世—志留纪。这一过程是从东南向西北逐渐推进的。随着微陆块进一步拼贴,冲断作用向北西推进,卷进了前渊盆地部分,同时前渊盆地沉降、沉积中心向西迁移,沉积物变粗。下中泥盆统在东南大部地区广泛缺失,和新一轮海侵造成的泥盆—石炭纪底部不整合,标志造山运动和前渊盆地演化最终结束于志留纪末—泥盆纪初。至此华南增生造山系形成。钦洲、防城地区未受这次造山运动影响,泥盆纪深水沉积与志留系连续。这一残余海槽,后来成为晚古生代—中三叠世古特提斯伸入大陆的坳拉槽。

#### 4 结论

- 1) 大致在 1 000 Ma 前,中国中元古原古陆块形成,这一联接华北、塔里木、华南(包括扬子、华夏、北羌塘)陆块的大型中元古陆块曾是超级大陆 E 的组成部分,其位置紧挨东冈瓦纳;早古生代大洋旋回对中国大陆演化格架影响极大。
- 2) 晚元古代与早古生代初期,以裂谷形式开始分裂,脱离东冈瓦纳,并逐渐扩张成相当规模的原特提斯洋,同时自身也裂解形成古中国洋,华北、华南、塔里木、柴达木等小陆块分离为独立陆块。
- 3) 早古生代早中期,主要是原特提斯、古中国洋和古中亚洋的扩张和分立陆块及其边缘离散沉降;

古中国洋与古中亚洋大致在晚奥陶世—志留纪同时向华北陆块消减,陆缘拗陷转化为弧后扩张。但两侧会聚方式不同,在秦祁昆以陆—陆碰撞方式形成造山带,并因极性不同在相应山前形成前渊,发育到晚古生代早期。

4) 洋盆消减和陆块会聚主要起始于中晚奥陶世,其重要结果是古中国洋消亡、造山,包括塔里木、柴达木、华北、华南陆块在内的古中国联合陆块的形成和边缘拼贴增生;早、中奥陶世古中国洋还在扩张时,塔里木—华南(扬子)陆块南缘已经由离散边缘转化为会聚边缘,陆缘拗陷向碰撞前渊转化并导致碰撞隆起向陆扩展。

5) 古亚洲/古中国/原特提斯 3 个古洋盆具有多“岛”以及各区段消减、会聚造山具时空差异特征。

6) 与世界主要陆块相比,华北、华南、塔里木等要小得多,这就决定了它们在板块运动中具有较大的活动性。晚元古代—早古生代在此种转化着的板块运动体制下产生了表列几类盆地(表 2)。

7) 中国早古生代地史演化以多陆块的裂解—聚合和中国洋的扩张—消亡为特征。由此形成了台内和陆缘不同的原型盆地演化序列。在大陆裂解期,台内主要出现裂谷、坳拉槽原型盆地,然后转为台内拗陷。早古生代陆块规模小,陆缘盆地风格突出。在造山带形成与演化中,陆缘拗陷对油气的赋存意义最大。

表 2 中国早古生代盆地原型和分布

Table 2 Prototype and distribution of the Early Paleozoic basins in China

板块运动阶段	所处位置	盆地原型	分布
离散阶段	陆块内部	陆内裂谷和断陷	拉脊山、神农架等
		台内拗陷	华北:本溪—天津拗陷、大连—蚌埠拗陷 塔里木:阿瓦提拗陷 扬子:长宁拗陷 藏南:北喜马拉雅拗陷
		坳拉谷	华北:贺兰山 扬子:龙门山
	陆块边缘	离散大陆边缘拗陷盆地	华北南、北 塔里木四周 柴达木北 扬子南、北 藏中南—保山北侧
会聚阶段	俯冲期	陆内	扬子:中部 绿梁山(柴达木)
		陆缘	弧前 弧后 坳位槽(残留海盆)
	碰撞期	碰撞前渊(前陆盆地)	南秦岭、浙西—赣中、走廊地区等

致谢:本文得到中国石化石油勘探开发研究院无锡石油地质研究所张渝昌教授的指导和帮助,深表感谢!

#### 参考文献:

- 任纪舜,王作勋,陈炳蔚等. 1:500万中国及邻区大地构造图[M]. 北京:地质出版社,2000
- 张渝昌. 中国含油气盆地分析[M]. 南京:南京大学出版社,1997. 1~450
- 黄汲清,任纪舜,姜春发等. 中国大地构造及其演化[M]. 北京:科学出版社,1980
- 王鸿祯,刘本培,李思田. 中国及邻区大地构造划分和构造发展阶段[A]. 见:王鸿祯,刘本培,李思田等编. 中国及邻区构造古地理和生物古地理[M]. 武汉:中国地质大学出版社,1990. 3~34
- 张国伟,张本仁,袁学诚等. 秦岭造山带与大陆动力学[M]. 北京:科学出版社,2000. 1~854
- 许志琴,侯立玮,王宗秀等. 中国松潘—甘孜造山带的造山过程[M]. 北京:地质出版社,1992. 102~136
- 肖序常,汤跃庆,冯益民等. 新疆北部及邻区大地构造[M]. 北京:地质出版社,1992. 1~10
- 王作勋,郭继易,吕喜朝等. 天山多旋回构造演化及成矿[M]. 北京:科学出版社,1990
- 高长林. 东秦岭—大巴山逆冲推覆构造与油气远景[J]. 石油实验地质,2003,25(增):523~531
- 付孝悦. 青藏特提斯板块构造与含油气盆地[J]. 石油实验地质,2004,26(6):507~516
- 秦德余,高长林,吉让寿. 东秦岭地区古洋盆及其两个大陆边缘[A]. 见:李清波编. 现代地质学研究文集[C]. 南京:南京大学出版社,1999. 52~63
- 边千韬,赵大升,叶正仁等. 初论昆祁秦缝合系[J]. 地球学报,2002,23(6):501~508
- 张旗,周国庆. 中国蛇绿岩[M]. 北京:科学出版社,2001. 1~182
- 高长林,秦德余,吉让寿等. 东秦岭俯冲消减古洋壳的地球化学鉴定[J]. 石油实验地质,1990,12(2):135~146
- 吉让寿,秦德余,高长林等. 东秦岭造山带与盆地[M]. 西安:西安地图出版社,1997. 1~197
- 高长林,秦德余,吉让寿等. 地球化学在古生代盆地分析中的新进展[J]. 石油实验地质,1990,12(油气勘查四十年专辑):22~24
- 唐克东,张允平. 内蒙古缝合带的构造演化[A]. 见:肖序常编. 古中亚复合巨型缝合带南缘构造演化[M]. 北京:北京科学技术出版社,1991. 30~54
- 唐克东. 中朝板块北侧褶皱带构造演化及成矿规律[M]. 北京:北京大学出版社,1992
- 高长林. 中国内蒙古中部和陕南东部两类古大陆边缘的地球化学研究[M]. 武汉:中国地质大学出版社,1993. 1~84
- 左国朝,李茂松. 甘蒙北山地区古生代岩石圈形成与演化[M]. 北京:北京大学出版社,1996
- 汤耀庆,赵民. 中国天山板块构造演化[A]. 见:肖序常编. 古中亚复合巨型缝合带南缘构造演化[M]. 北京:北京科学技术出版社,1991. 109~124
- 谢鸣谦. 拼贴板块构造及其驱动机理[M]. 北京:科学出版社,2000. 1~256
- 王骏,王东坡,乌沙科夫CA等. 东北亚地区沉积盆地的形成演化及其含油气远景[M]. 北京:地质出版社,1997. 1~104
- 潘桂棠,陈智梁. 东特提斯地质构造形成演化[M]. 北京:地质出版社,1997. 65~128
- 许效松,徐强,潘桂棠等. 中国南大陆演化与全球古地理对比[M]. 北京:地质出版社,1996
- 朱夏. 活动论构造历史观[J]. 石油实验地质,1991,13(3):201~209
- 黄汲清,陈炳蔚. 中国及邻区特提斯海的演化[M]. 北京:地质出版社,1987
- 钟大赉. 滇川西部古特提斯造山带[M]. 北京:科学出版社,1998. 1~54

## THREE PALEO-OCEANS IN THE EARLY PALEOZOIC AND THEIR CONTROL TO BASINS IN CHINA

Gao Changlin, Huang Zeguang, Ye Deliao, Liu Guangxiang, Ji Rangshou, **Qin Deyu**

(Wuxi Research Institute of Petroleum Geology, SINOPEC, Wuxi, Jiangsu 214151, China)

**Abstract:** The Late Proterozoic-Early Paleozoic ancient plate system centered by Chinese plates and the Ancient China Ocean can be described as 3 oceans and 4 lands. There are 4 big plates separated by 3 connected oceans: the Siberia Plate (group), the Ancient Middle Asia Ocean and North China Plate group, the Ancient China Ocean and the South China Plate group, the Palaeotethys Ocean and Indian Gondwana. Formation and evolution of the Early Paleozoic basins in China during this era is influenced by ocean expansion and consumption, plate collision or construction orogenic belt and changing earth dynamics, resulting in different prototype basin evolutions. During continent parting period, rift, aulacogen prototype basin and later inner platform depression are formed. The Early Paleozoic plate is small, with typical characteristics of epicontinental basin. Epicontinental depression is important for petroleum reservation during the formation and evolution of orogenic belt.

**Key words:** oil and gas basin; geostructure; palaeo-ocean; the Paleozoic; China