

中国海相盆地的形成与演化

贾承造 李本亮 张兴阳 李传新 *

(中国石油勘探开发研究院, 北京 100083; 中国石油大学资源与信息学院, 北京 102249; 中国石油勘探开发研究院石油地质实验研究中心, 北京 100083. * 联系人, E-mail: chuanxin_li@163.com)

摘要 中国海相沉积盆地的形成与演化主要经历了两大构造期和 5 个构造演化阶段. 两大构造期是指早古生代板块离散-漂移控制下的海相盆地形成和晚古生代以来板块聚敛-碰撞控制下的盆地叠加改造这两大构造期. 5 个演化阶段如下: 元古界—中石炭世, 小陆壳板块在大洋中的漂移和以碳酸盐岩沉积为主的海相盆地的形成; 晚石炭世—中三叠世, 陆壳板块向北的拼合聚敛和海陆交互沉积盆地的发育; 晚三叠世—早白垩世, 板块拼贴以后的构造稳定阶段和陆内沉降控制的湖相沉积盆地的叠加; 晚白垩世—古近纪, 受新特提斯洋和西太平洋板块活动的影响, 海相沉积盆地经受陆内变形, 发生埋藏、隆升剥蚀或破碎; 新近纪以来, 受印度板块与亚欧板块的碰撞及其远距离效应的影响, 海相沉积盆地边缘发生前陆挤压和盆山耦合作用. 构造演化过程控制了中国海相沉积盆地的石油地质特征, 古生代海相沉积盆地的形成奠定了油气藏形成的物质基础, 中新生代的构造叠加与改造决定了油气成藏与保存的关键条件. 晚元古代—早古生代, 漂移在大洋中的古板块上沉积的深水相泥页岩和陆缘海碳酸盐岩层序中, 发育了优质的海相烃源岩和礁滩相储集层. 晚古生代, 陆壳板块聚敛并上升成陆, 克拉通盆地内部的古隆起成为油气运移、聚集和储集的良好空间, 同时海陆交互沉积的煤系地层形成了区域性的封盖层. 中新生代的构造稳定性决定了古生代海相盆地的保存条件. 具有前寒武系结晶基底, 构造活动相对稳定, 盆地改造程度低的海相沉积盆地和其中古油气藏容易保存, 例如塔里木盆地、四川盆地、鄂尔多斯盆地等都是有利于海相油气勘探的地区.

关键词 海相沉积盆地 板块构造 构造演化 油气勘探

中国海相地层分布的总面积为 $455 \times 10^4 \text{ km}^2$, 除去海域的新生代海相盆地面积, 陆上的海相沉积区分布达 $330 \times 10^4 \text{ km}^2$; 如果不包括青藏高原中生界沉积区, 中国陆上海相沉积盆地的面积为 $230 \times 10^4 \text{ km}^2$; 中国石油公司目前勘探的海相盆地约 $150 \times 10^4 \text{ km}^2$, 其中资源潜力较大的几个海相沉积盆地分布在塔里木盆地、鄂尔多斯盆地和四川盆地(图 1). 本文中所涉及到的海相盆地主要指青藏高原地区除外的陆上古生界为主的海相沉积区.

巨厚的海相地层具有较大的油气勘探潜力^[1], 中国石油工业的发展史一直伴随着海相油气勘探行进的步履, 虽然屡经挫折, 但也时有发现. 明清时期四川盆地的自流井就在三叠系开凿天然气煮盐; 20 世纪上半叶, 自流井、石油沟和圣灯山等小规模局部勘探, 到 50 年代天然气勘探蓬勃发展; 70 年代证实四川是个大型海相含气盆地. 上个世纪 80 年代在鄂尔多斯盆地和塔里木盆地勘探获得突破, 90 年代以来

海相盆地勘探呈现良好势头: 四川盆地东部的石炭系白云岩、三叠系飞仙关组鲕粒滩灰岩、鄂尔多斯盆地中部奥陶系灰岩、塔里木盆地的轮南-塔河、英买力、塔中和巴楚等地区都获得重大油气发现. 在海相盆地中寻找新的油气勘探接替区, 再现油气储量增长的新高潮, 这是历史赋予的使命^[1~6]. 因此, 深化认识中国海相盆地的形成和演化过程, 可以进一步认清油气资源潜力, 制定客观的油气勘探战略.

中国大地构造演化的长期性和复杂性决定了古生界海相含油气盆地的特殊性, 20 世纪 70 年代以来, 许多地质学家、石油学家从不同角度进行了广泛的探讨^[7~12]. 邱中建等人^[13]认为中国大陆板块从元古代以来经过多期解体和拼合, 以塔里木、华北和扬子等小型板块为核心, 与准噶尔、柴达木、羌塘等 20 多个微型地体拼贴而成. 近 10 余年来, 随着以塔里木盆地为代表的古生界海相含油气盆地勘探的深入和大量第一手地质资料的获得, 贾承造等^[14~18]通过解

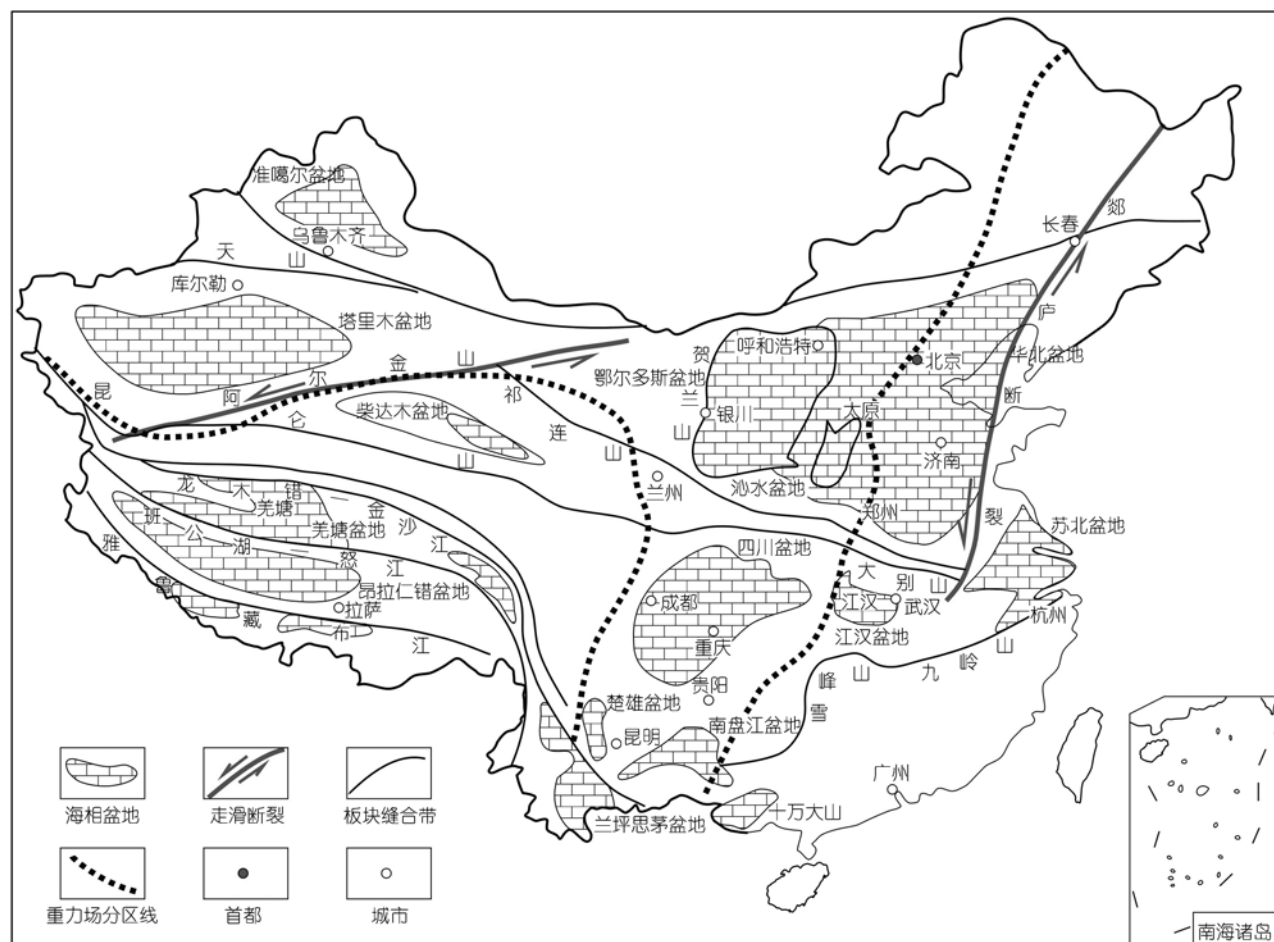


图1 中国陆上古生界海相沉积盆地分布示意图

剖塔里木盆地的构造地质特征与石油地质特征, 结合中国陆上海相盆地的勘探现状和地质认识, 揭示了中国海相盆地的构造成因、演化过程与油气地质特征。

1 中国海相沉积盆地的构造演化阶段划分

中国大陆位于欧亚板块南缘、印度板块东北缘, 东部与太平洋板块以沟-弧-盆体系相隔。海相盆地主要发育在一系列小型古板块之上, 经过古生代海相和中新生代陆相两大沉积阶段, 现今由代表古生代洋壳性质的天山-阴山、祁连山-秦岭、昆仑山和龙门山、贺兰山等造山带环绕^[7-19](图1)。古板块的分离、聚敛与古洋壳的生长和消亡决定了中国古生界海相盆地的形成及演化过程, 可以划分为5个阶段(图2)。第一阶段, 元古代—中石炭世小陆壳板块漂移和海相盆地沉积; 第二阶段, 晚石炭世—中三叠世陆壳板块向北拼合聚敛和海陆交互沉积; 第三阶段, 晚三

叠世—早白垩世统一大陆内部稳定沉降和湖相沉积盆地; 第四阶段, 晚白垩世—古近纪印度与亚欧板块碰撞和陆内变形; 第五阶段, 新近纪至今陆挤压冲断和盆地耦合。上述5个阶段中第一、三、五阶段以稳定沉降和盆地沉积为主要特征; 第二、四阶段以构造事件的变革为主要特征。

1.1 元古代—中石炭世板块漂移和海相盆地沉积阶段

新元古代晚期 Rodinia 古陆解体, 华北、扬子、塔里木等小陆块裂解出来, 被3个相互连通的洋盆——古亚洲洋、古中国洋和原特提斯洋分隔。早古生代早期, 这些小陆块还处于南半球的中低纬度区, 塔里木、华北和扬子三大板块之间也相差很远的距离(表1)。以奥陶纪为例, 同时处于赤道以南的3个板块之间的经度相差很大, 塔里木板块处于东经181.5°, 扬子板块位于东经28.8°, 而华北板块更是位于东经-17.4°。随后这些板块向北发生远距离的漂移, 早古

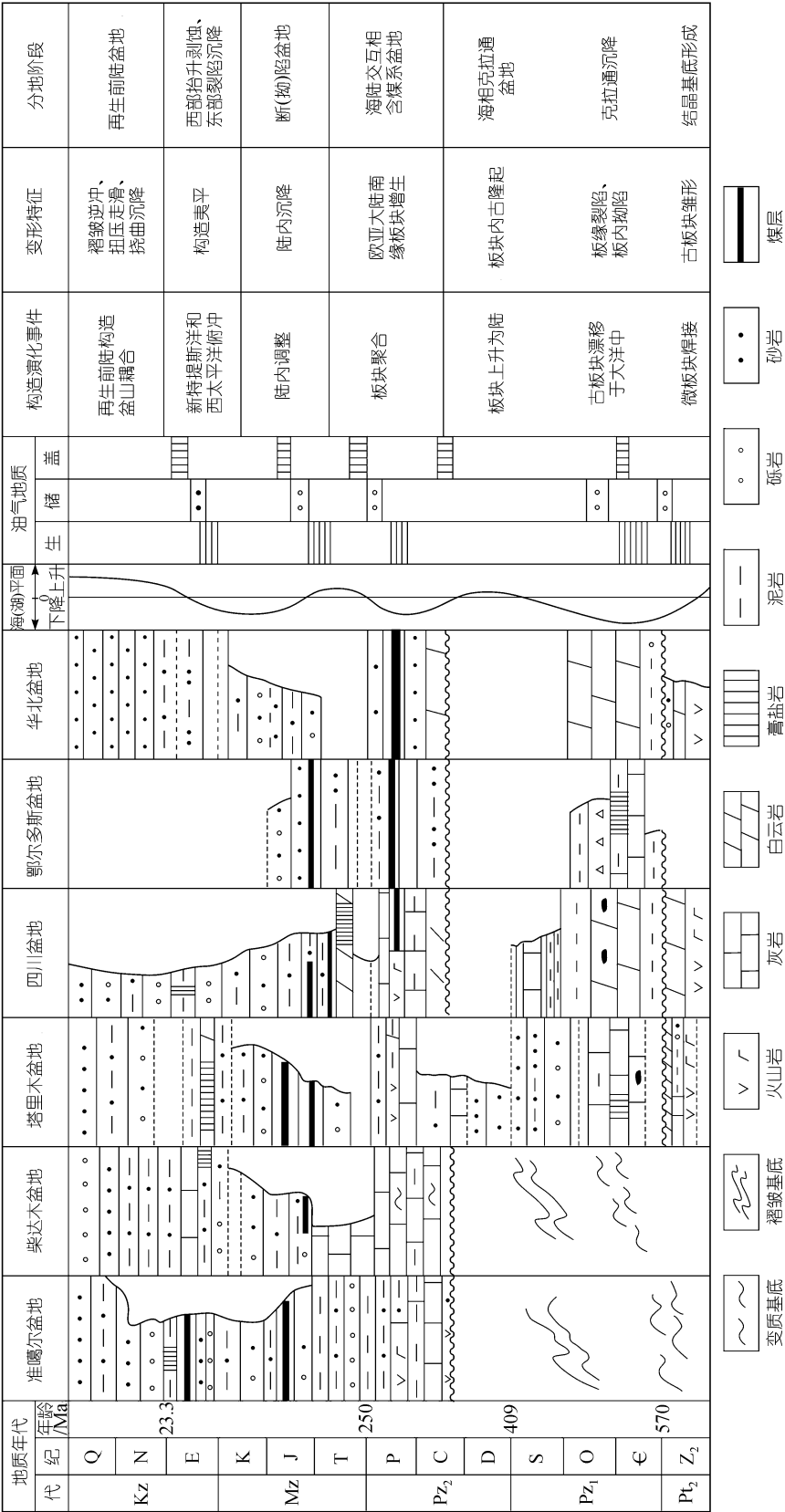


图 2 中国古生界海相盆地沉积层序和构造演化序列示意图

生代末, 这些被大洋分隔的小型板块开始趋向拼合, 形成中国古大陆的雏形. 据李春昱^[7], 早古生代华北和扬子两个古板块当时相距至少有 4000 km, 塔里木、华北和扬子古板块分别漂移在昆仑洋、秦岭-祁连山洋和天山洋之间^[19](图 3).

震旦纪到早古生代, 板块边缘以拗拉槽、被动陆缘或边缘拗陷的盆地相沉积为主, 如华北板块北部的燕辽地区、塔里木板块东部的库鲁克塔格拗拉槽、鄂尔多斯盆地西北部贺兰山拗拉槽^[14,20], 四川盆地西部龙门山地区也可能发育板缘裂陷^[21], 深水环境下发育了一套富含有机质的泥页岩沉积. 有些板块内部也发育稳定的深拗陷, 沉积具有烃源岩意义的灰质泥岩或泥岩, 例如塔里木盆地塔中地区的奥陶系灰质泥岩就属于克拉通拗陷的沉积层序. 受洋盆围限的板块内部以稳定的台地相碳酸盐岩沉积为主, 早古生代中期, 塔里木、四川、鄂尔多斯等克拉通板块稳定沉降, 3 个古板块的主体沉没于海平面之下, 以陆表海沉积为主. 由克拉通板块内部的隆升区到克拉通板块边缘的洋盆方向, 平面上由台内潟湖相、台地白云岩相、台地边缘相及浅海相组成. 台地边缘

沉积的生物礁或生屑滩, 形成有利的油气藏储集体. 到晚奥陶世, 华北古板块出露于水面成为古陆^[22], 长期遭受剥蚀; 早、中志留世, 只有塔里木和扬子古板块边缘部分接受浅海相泥质碎屑沉积; 中、晚志留世, 古板块均露出洋面成为古陆, 碳酸盐岩沉积层序遭受剥蚀或大气淡水淋滤, 形成风化壳岩溶储集层. 同时, 发育在古陆壳板块之上的海相沉积层序在加里东运动中收到周缘洋壳板块的俯冲推挤作用, 在板块内部形成古隆起, 成为油气运移、聚集的有利部位.

1.2 晚石炭世—中三叠世陆壳板块聚敛和海陆交互相沉积阶段

从晚石炭世开始, 塔里木、华北和扬子等古板块依次向北漂移, 分隔这些古板块的天山洋、贺兰山海槽、昆仑洋、秦岭洋等相继关闭, 三大古板块以及其中的微型地体增生在欧亚板块南缘, 形成中国古大陆(图 3). 这些被海西期造山带环绕的海相盆地之上又叠加了广泛发育的海陆交互相沉积盆地. 随着昆仑-秦岭洋向北俯冲消减, 其北侧的塔里木、华北、柴达木等板块上覆海陆交互相-陆相沉积层序^[11,12].

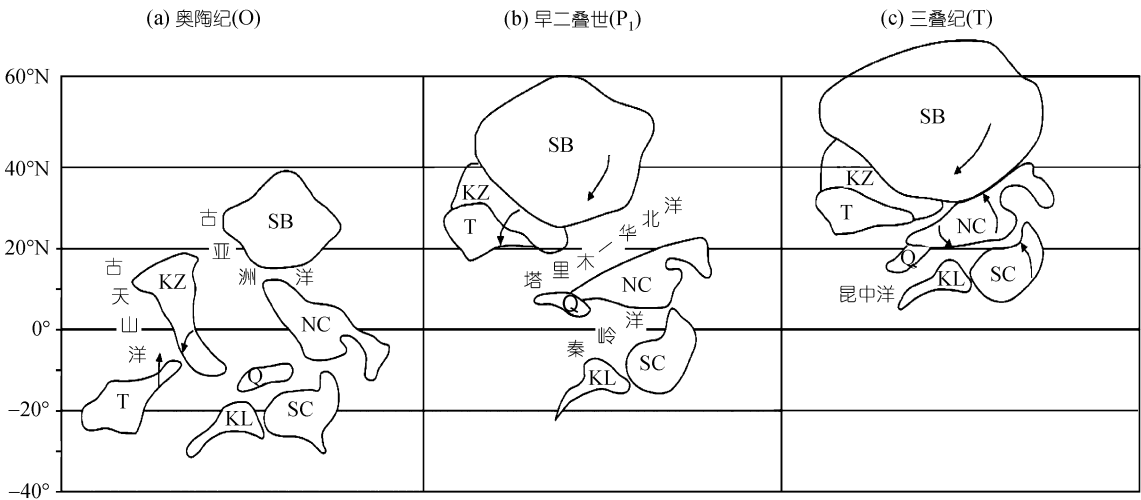


图 3 中国及邻区板块构造运动迹向示意图^[19]
SB: 西伯利亚板块, KZ: 哈萨克斯坦板块, T: 塔里木板块, Q: 柴达木板块, KL: 中昆仑板块, SC: 扬子板块, NC: 华北板块

表 1 中国三大古板块古地磁反映的古经纬度数据表

板块名称 ^{a)}	寒武纪		奥陶纪		志留纪	
	经度(°E)	纬度(°N)	经度(°E)	纬度(°N)	经度(°E)	纬度(°N)
塔里木			181.5	-21.2	164.5	12.5
华北	21.9	-24.0	28.8	-21.3		
扬子	-5.2	-3.2	-17.4	-1.0	-4.9	-1.3

a) 塔里木参考点 41.7°N, 80.5°E; 扬子参考点 29.6°N, 103.4°E; 华北参考点 37.8°N, 112.4°E

例如,从华夏植物群和石膏等矿产分布判断,华北和塔里木古板块在石炭纪时处在热带-亚热带的干旱-潮湿交替低纬度地区^[22],煤系地层发育;早二叠世末,华北和塔里木古板块漂移到北半球高纬度区,与西伯利亚板块发生碰撞,随着古亚洲洋的关闭,结束了海侵历史,形成准噶尔陆相盆地。这时扬子古板块还滞留在赤道附近,沉没于海平面下,直到中三叠世由于古秦岭-大别洋盆的消亡才拼贴在华北板块的南缘。中三叠世末,金沙江特提斯洋及其以北洋盆最终关闭,扬子板块与华北板块碰撞,形成四川、鄂尔多斯上三叠世陆相盆地。随着各个板块向北漂移聚合成统一大陆,裂谷和洋盆关闭,克拉通边缘盆地转化为造山带,古生代形成的海相-海陆交互沉积盆地镶嵌于这些印支期形成的造山带之间。这期间,受间歇性的区域伸展作用,在克拉通板块的边缘出现裂陷盆地或有限洋盆,例如晚石炭世以来,在克拉通板块边缘的天山、祁连山、南昆仑—南秦岭等出现有限洋盆或裂谷,克拉通内的拗陷盆地和克拉通边缘的裂陷盆地接受了石炭-二叠纪海陆过渡相沉积,成为中国主要的煤系烃源岩层系之一。

1.3 晚三叠世—早白垩世陆内沉降和湖相沉积盆地阶段

晚三叠世以后,金沙江洋、澜沧江洋、秦岭海槽相继关闭,特提斯洋以北的盆地群已经形成统一的大陆。其北界为稳定的西伯利亚板块,南边受特提斯洋的俯冲、拼贴和碰撞的构造影响而发生陆内沉降和沉积^[11,12,23]。

三叠纪晚期至早白垩世,在海相盆地之上又叠加了克拉通内的拗陷盆地,和大量的分割性断陷盆地。三叠纪晚期,整个华北盆地开始向西萎缩成以鄂尔多斯盆地为主的拗陷区,盆地内以河湖相沉积为主,盆地西缘的六盘山山前发育厚达 2000 m 的洪积砂、砾岩;早、中侏罗世,已成为独立的鄂尔多斯盆地;晚侏罗世到早白垩世,盆地沉积进一步向西萎缩。同时,在晚三叠世海水退出上扬子地区,形成以四川盆地为主体的大型内陆湖盆,沉积厚层砂岩和泥页岩、粉砂岩夹煤层,盆地周边受褶皱冲断作用回返,沉积盆地向内部收缩;侏罗纪,发育河流-滨湖相的紫红色泥岩、砂岩沉积与泛滥平原相沉积;早白垩世时四川盆地的大部分地区处于隆升状态,只有西缘局部地区接受粗碎屑岩沉积(图 4)。中国西北地区在晚三叠世沉积范围集中在盆地边缘;早、中侏罗世时

是西北地区的主要成煤时期,气候温湿,湖盆范围大,从克拉通盆地内部到周缘的造山带,都普遍沉积了河湖相的含煤地层。晚侏罗世至早白垩世,盆地边缘抬升,煤系地层被红色或杂色地层代替。

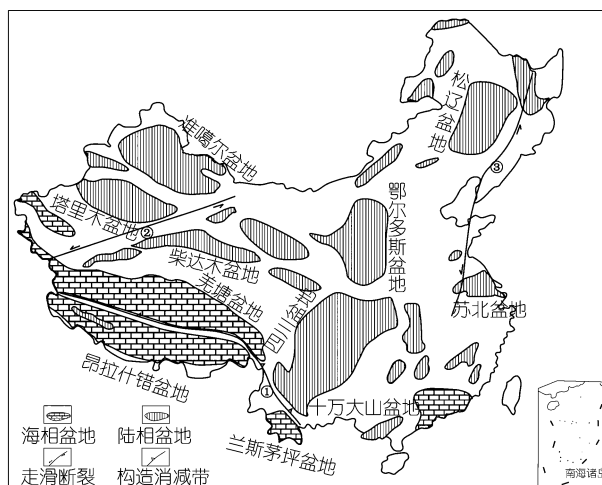


图 4 晚三叠世—早白垩世中国陆内湖相沉积盆地分布示意图

班公湖-怒江地壳消减带, 阿尔金山走滑断裂带, 郯庐-依兰-伊通走滑断裂带

1.4 晚白垩世—古近纪特提斯洋和西太平洋板块俯冲和陆内变形阶段

40~55 Ma 前特提斯洋开始沿雅鲁藏布江俯冲关闭,中国中西部进入陆内造山和成盆阶段^[24]。早第三纪特提斯洋自西向东多次海侵,塔里木盆地的塔西南、库车等地区发育巨厚的海陆交互相层序,沉积陆相煤系、浅海相礁灰岩、潟湖相膏盐岩、河湖相砂泥岩等地层。海侵西强东弱,贺兰山-龙门山以东的鄂尔多斯和四川盆地所受影响不大。中国东部主要体现为太平洋板块俯冲而发生弧后拉张,沿华北板块东缘的松辽、渤海湾等地区,古生代海相克拉通盆地受到拉伸作用断裂或破碎,在断陷部位发育湖盆沉积,隆升部位成为古潜山。这一时期的构造活动控制了我国古板块在东部拉张成(裂)谷、西部挤压成盆的陆内变形特征,决定了现今东部拉张、西部挤压的构造性质和盆地格局。

1.5 新近纪至今陆挤压和盆山耦合阶段

新近纪以来,印度板块携带着喜马拉雅地体、冈底斯地体,沿雅鲁藏布江缝合带与欧亚板块碰撞;中西部造山带复活,从造山带向克拉通方向发育箕状

不对称的叠合再生前陆盆地(或逆冲带)^[25~28]; 前陆拗陷堆积巨厚的磨拉石沉积, 最大厚度可达 4000~7000 m, 沉积厚度向克拉通中央隆起方向依次减薄(图 5~7). 发生明显的构造分异, 西侧的塔里木、准噶尔、柴达木盆地快速沉降, 沉降幅度达 4000~7000 m; 阿尔金山以东与贺兰山-龙门山以西的地区, 盆地边界以逆冲-走滑构造为特征, 盆地内部隆升-沉降都有; 中部的鄂尔多斯和四川盆地边部挤压逆冲, 内部整体隆升; 东部的华北板块进入热冷却收缩, 发育拗陷盆地和准平原化阶段.

2 中国主要海相沉积盆地的形成和演化特征

2.1 塔里木盆地的形成与演化

塔里木盆地的形成与演化阶段如下^[14~19,28]: 中元古代时期塔里木板块拼合成结晶基底后, 震旦纪—中石炭世, 古板块处于南纬 20°左右, 为大洋中的克拉通盆地与陆缘盆地发育阶段, 主要沉积海相碳酸盐岩和碎屑岩. 晚石炭世—二叠纪, 塔里木板块向北漂移到北纬 20°附近, 周缘的洋盆关闭, 与其边缘的小型陆块拼合(图 3), 期间发育了二叠纪大规模的玄武岩喷发. 海相层序之上叠置海陆交互的碎屑岩沉积, 夹有二叠系玄武岩沉积. 除了在三叠纪早期塔里木板块周缘发育冲断挤压构造变形外, 整个三叠纪—白垩纪期间以陆内拗陷湖盆叠置为主. 新生代印度与欧亚板块之间碰撞及其远程效应影响, 发生大规模的陆内俯冲, 盆山耦合致使塔里木盆地边缘发育冲断褶皱和挠曲沉降形成巨厚的陆相磨拉石堆积(图 5).

塔里木板块以南地区与塔里木盆地一样发育有海相地层, 中生代以来都处于统一的特提斯域构造作用下. 特提斯洋依次从南向北俯冲、拼贴、碰撞^[11,12], 塔里木板块南缘的海相盆地最先经受构造

改造, 发生挤压褶皱和逆冲抬升; 位于特提斯构造域远端的塔里木盆地遭受的构造变动相对较弱, 再加上塔里木板块本身具有前寒武系结晶基底, 抵抗构造变革的强度大, 盆地保存得较完整. 塔里木盆地内部除了发育加里东期大型的隆、拗格局和二叠纪的玄武岩喷发等构造事件外, 总体上盆地内部地质结构稳定、古生界海相地层发育齐全; 但是盆地边缘分别受印支期和喜山期的褶皱冲断和挤压挠曲沉降(沉积), 控制了塔里木古生界海相地层的构造变形特征和其中油气的生成和聚集^[14~19](图 5).

2.2 四川盆地的形成与演化

扬子板块及四川盆地的形成与演化阶段如下^[21,28]: 震旦纪开始拼合成具有结晶基底的扬子板块, 震旦-志留纪扬子古板块处于赤道以南 1~3°, 为大洋中的克拉通盆地与陆缘裂谷盆地沉积阶段, 以海相碳酸盐岩沉积为主. 泥盆-二叠纪, 扬子古板块仍旧还处于赤道以南, 既有洋中古陆抬升剥蚀形成川中古隆起、也有北缘勉略洋盆拉开沉积巨厚海相碳酸盐岩, 还有二叠纪的玄武岩喷发事件. 三叠纪扬子板块已经进一步向北漂移到北纬 15°附近, 与华北板块拼贴挤压, 四川盆地西、北缘由于挤压普遍发育褶皱冲断构造, 海相沉积盆地之上又开始叠置陆相拗陷湖盆. 新生代, 受印度与欧亚板块之间的碰撞及其远程效应影响, 海相沉积盆地西、北缘发生缘冲断褶皱变形, 盆山耦合致使四川盆地整体隆升剥蚀(图 6), 盆缘被上升的山体围限成为现今的地貌盆地.

在整个扬子板块控制的海相沉积区, 在构造演化、沉积序列, 甚至烃源岩、储集层段、含油气组合、成藏期次等都有很多相似之处^[26], 关键是海相原型盆地的后期保存程度不一致. 中、下扬子板块自古代以来基本上为大陆地壳从东南向西北俯冲、拼贴、碰撞而增生, 地壳结构不断复杂化的过程^[27]. 印支期

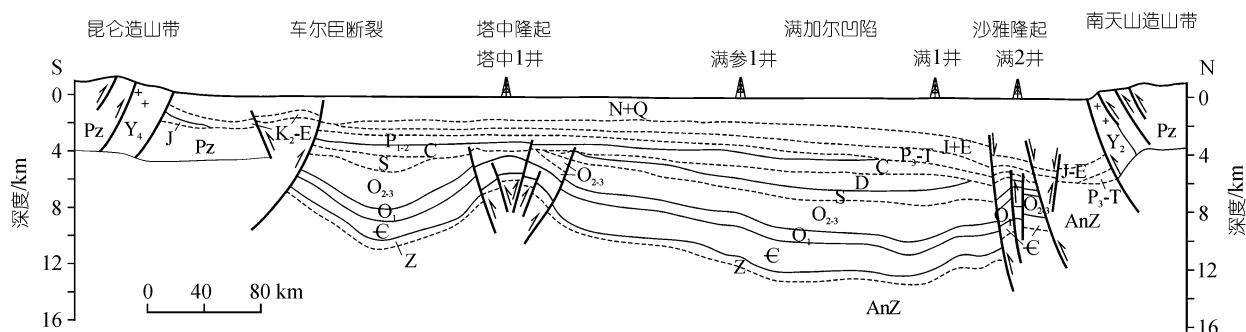


图5 塔里木盆地东西向构造地质剖面

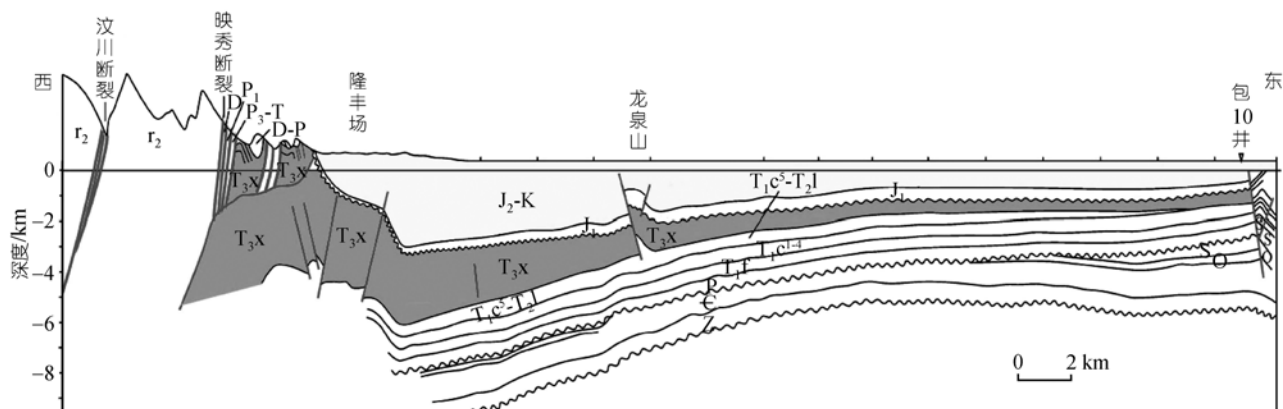


图 6 四川盆地东西向构造地质剖面

到燕山期太平洋板块向东亚大陆俯冲、走滑, 来自东南方向不同期次的挤压和拉张运动直接作用于扬子板块, 中、下扬子海相盆地首先遭受隆升剥蚀、断层切割、岩浆活动, 现今只发现一些显示古油藏被破坏的沥青砂。位于该构造活动带远端的上扬子地区(四川盆地), 除了加里东期盆地内部的川中古隆起发生抬升剥蚀和印支、喜山期在盆地周缘有大规模褶皱冲断作用外, 盆地内部总体上经受的构造变革相对较弱, 构造平缓、地层发育齐全, 早期沉积的海相盆地能够得以保存, 具备发育古生界含油气系统和天然气成藏的基础^[29-31](图 6)。

2.3 华北板块及鄂尔多斯盆地的形成与演化

华北板块及鄂尔多斯盆地的形成演化阶段如下^[20,28,29]: 中元古界开始拼合成结晶基底, 震旦-奥陶纪华北古板块处于赤道附近, 周围被蒙古洋、秦岭洋所包围, 在板块边缘发育拗拉槽和裂谷盆地, 以碳酸盐岩沉积为主。在志留-泥盆纪期间处于大洋中的华北古陆抬升, 早古生界沉积的海相碳酸盐岩层序

被风化剥蚀。石炭-二叠纪, 华北古板块已经漂移到北纬 12°附近(图 3); 由于周围的洋盆关闭, 沉积巨厚的海陆过渡相煤系地层。三叠纪-白垩纪华北古板块进入陆内拗(断)陷湖盆发育阶段。新生代, 印度与欧亚板块之间碰撞的远程效应和太平洋板块俯冲的弧后伸展这双重地球动力学机制控制下盆地倾斜, 陆缘拉张断陷。

作为华北板块西边部分的鄂尔多斯盆地, 在古生代与华北板块虽然经历相同的构造演化和沉积过程, 地层层序也基本相同; 但是自印支期以来由于受到东端库拉-太平洋板块的俯冲, 华北板块从西向东发生由弱到强的弧后拉张作用。东边的华北古克拉通海相盆地首当其冲在印支、燕山期受到块断拉张而成为支离破碎的断陷盆地; 现今的华北盆地虽然有古生界地层保留, 但原型盆地基本被深大断裂分割成碎片。拉张构造应力从东向西传递时依次递减, 华北板块最西缘的鄂尔多斯古生代海相盆地的完整性才得以保存, 这也是现今鄂尔多斯海相地层油气成藏的基本条件(图 7)。

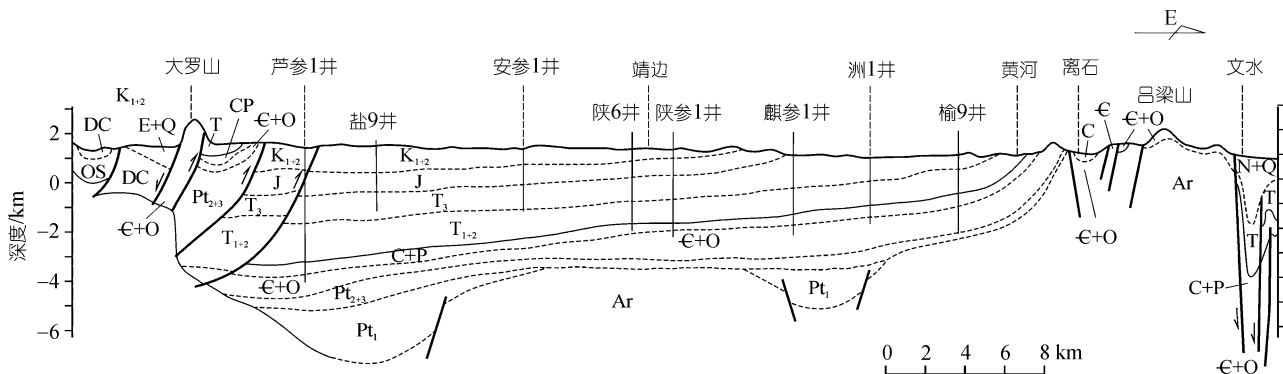


图 7 鄂尔多斯盆地东西向构造地质剖面

3 结论与讨论

在元古生代就已经固结的塔里木、华北、扬子三大板块奠定了中国陆上古生代海相盆地形成与演化的构造基础。震旦纪—早古生代漂移于大洋中的塔里木、扬子、华北等板块稳定沉降,板块内部以台地相碳酸盐岩沉积为主,板块边缘以拗拉槽、被动陆缘或边缘拗陷的盆地相或盆地斜坡沉积为主;沉积了一套深水环境下的陆缘海碳酸盐岩夹砂页岩的组合。晚石炭世到晚三叠世古大洋逐步消亡,板块逐渐拼贴聚合,在板内的拗陷盆地和板缘的裂陷盆地中普遍接受了含煤的海陆交互相沉积。例如,鄂尔多斯盆地沉积了寒武系—中奥陶统稳定的陆表海碳酸盐岩层序和石炭-二叠系海陆交互相、陆相沉积;塔里木发育齐全的下古生代碳酸盐岩和上古生代海相-海陆相碎屑岩沉积;四川除了泥盆-石炭系部分出现沉积间断或剥蚀外,整个古生代海相沉积普遍发育^[29]。

中国古生界海相含油气盆地的地质结构特征明显:平面上以较稳定的、未变形或弱变形的小型克拉通为核心,边缘环绕褶皱或冲断变形的前陆冲断带,从边缘向克拉通内部,构造变形越来越平缓;纵向上为海相克拉通层序经受中生代前陆盆地或冲断带的叠加改造。例如,塔里木盆地为中间稳定的古生代克拉通海相层序和周缘库车、塔西南、塔东南等中生代前陆冲断带叠合复合而成^[12-14],鄂尔多斯盆地为中间稳定的早古生代克拉通海相层序和西缘中生代冲断带复合而成;四川盆地整体上由川中稳定古生代克拉通海相层序与边缘被卷入变形(隆升剥蚀或挤压推覆)的冲断带组成。古生界海相沉积层序与中生界陆相前陆盆地(冲断带)的叠合复合,决定了其油气分布受古生界克拉通古隆起和中生界前陆冲断带控制,油气勘探主要以克拉通古隆起和中生界前陆冲断带为主要领域^[30,31]。

参 考 文 献

- 1 赵文智. 中国叠合盆地和海相油气地质. 北京: 石油工业出版社, 2002
- 2 周永康. 努力实现南方海相油气勘探重大突破. 海相油气地质, 1997, 2(1): 1—5
- 3 李国玉. 海相沉积是中国 21 世纪油气勘探新主战场. 海相油气地质, 1998, 3(1): 1—5
- 4 罗志立. 中国南方碳酸盐岩油气勘探远景分析. 勘探家, 1997, 2(4): 62—63
- 5 王根海. 中国南方海相地层油气勘探现状与建议. 石油学报, 2000, 21(5): 1—6
- 6 刘光鼎. 试论残留盆地. 勘探家, 1997, 2(3): 1—4, 45
- 7 李春昱. 亚洲大地构造图说明书. 北京: 地质出版社, 1982
- 8 朱夏. 论中国含油气盆地构造. 北京: 石油工业出版社, 1986
- 9 张恺. 中国大陆板块构造与含油气盆地评价. 北京: 石油工业出版社, 1995
- 10 肖序常, 汤耀庆, 李锦轶, 等. 古中亚复合巨型缝合带南缘构造演化古中亚复合巨型缝合带南缘构造演化. 北京: 北京科学技术出版社, 1991
- 11 贾承造, 杨树峰, 陈汉林, 等. 特提斯北缘盆地群构造地质与天然气. 北京: 石油工业出版社, 2001
- 12 杨树峰, 贾承造, 陈汉林, 等. 特提斯构造带的演化和北缘盆地群形成及塔里木盆地天然气勘探前景. 科学通报, 2002, 47(增刊): 36—43
- 13 邱中建, 龚再升, 主编. 中国油气勘探(第一卷). 北京: 石油工业出版社, 1999
- 14 贾承造, 魏国齐, 姚慧君, 等. 盆地构造演化与区域构造地质. 北京: 石油工业出版社, 1995
- 15 贾承造. 中国塔里木盆地构造特征与油气. 北京: 石油工业出版社, 1997
- 16 贾承造, 魏国齐. 塔里木盆地构造特征与含油气性. 科学通报, 2002, 47(增刊): 1—8
- 17 贾承造, 魏国齐. 塔里木盆地的古生界古隆起与中生界前陆逆冲带构造及其控油意义. 见: 董晓光, 梁狄刚, 贾承造, 主编. 塔里木盆地地质研究新进展. 北京: 科学出版社, 1996
- 18 贾承造, 魏国齐, 李本亮. 中国小型克拉通盆地群的叠合复合性质及其含油气系统. 高校地质学报, 2005, 11(4): 479—492
- 19 李德生, 何登发. 中国西北地区沉积盆地石油地质. 海相油气地质, 2002, 7(1): 1—6
- 20 郭绪杰, 焦贵浩, 主编. 华北古生界石油地质. 北京: 石油工业出版社, 2002
- 21 郭正吾, 邓康龄, 韩永辉, 等. 四川盆地形成与演化. 北京: 地质出版社, 1996
- 22 田在艺, 张庆春. 中国含油气盆地岩相古地理与油气. 北京: 地质出版社, 1977
- 23 赵政璋, 李永铁, 叶和飞, 等, 主编. 青藏高原大地构造特征及盆地演化. 北京: 科学出版社, 2001
- 24 陈发景. 中国中、新生代含油气盆地构造和动力学背景. 现代地质, 1992, 6(3): 317—327
- 25 Lu H, Howell D G, Jia D, et al. Rejuvenation of Kuqa foreland basin, northern flank of the Tarim basin, Northern China. Int Geol Rev, 1994, 36: 1151—1158
- 26 戚厚发. 南方海相碳酸盐岩层系找气的思考. 勘探家, 1998, 3(1): 47—49
- 27 刘树根, 罗志立. 从华南板块构造演化探讨中国南方油气藏分布的规律性. 石油学报, 2001, 22(4): 24—30
- 28 杨俊杰. 鄂尔多斯盆地构造演化与油气分布规律. 北京: 石油工业出版社, 2002
- 29 张渝昌编. 中国含油气盆地原型分析. 南京: 南京大学出版社, 1997
- 30 朱起煌. 从世界古生界油气保存条件看我国海相盆地的勘探潜力. 海相油气地质, 2001, 6(2): 33—43
- 31 赵宗举, 王根海, 徐云俊, 等. 改造型盆地评价及其油气系统研究方法——以中国南方中、古生界海相地层为例. 海相油气地质, 2000, 2(2): 67—79