

成盆期后改造与中国含油气盆地地质特征

赵重远, 周立发

(西北大学含油气盆地研究所, 陕西西安 710069)

摘要: 成盆期后改造是中国含油气盆地与世界相比最具个性特色的一种构造现象, 它对盆地的成烃、成藏和油气资源的保存程度影响至深。而成盆期后改造又与中国含油气盆地的固有地质特征密切相关。中国含油气盆地的形成主要以微小的破碎陆块为依托。在全球构造演化中, 古生代它们被夹持于周围巨大的大洋板块之间, 中生代以来则夹持于同样巨大的西伯利亚、印度大陆板块和太平洋诸大洋板块之间。它们的多次分离和聚合, 以及由此导致的盆地形成和演化始终处于周围板块动力系统应力积聚和消散的制约之中, 由此造就了中国含油气盆地多期成盆、不同期盆地多次叠加、多构造-沉积旋回演化和多次成盆期后改造等独有特色。

关键词: 含油气盆地; 构造特征; 成盆期后改造

第一作者简介: 赵重远, 男, 72岁, 教授, 石油地质学、含油气盆地地质学

中图分类号: TE121.1

文献标识码: A

成盆期后改造是中国含油气盆地与世界相比最具个性特色的一种构造现象。它和中国海相盆地形成条件特殊、陆相盆地发育环境优异, 共同构成了中国石油地质的三大特征。而后二者又是前者发生的基础。

中国含油气盆地的形成主要以微小的破碎陆块为依托。在全球构造演化中, 古生代, 它们被夹持于周围巨大的大洋板块之间, 中生代以来则夹持于同样巨大的西伯利亚、印度大陆板块和太平洋诸大洋板块之间。它们的多次分离和聚合, 以及由此导致的盆地形成和演化始终处于周围板块动力系统应力积聚和消散的制约之中。由此造就了中国含油气盆地形成的多期性、不同期盆地的多次叠加、多构造-沉积旋回演化和多次成盆期后改造等独有特色。

成盆期后改造对盆地地貌、结构、保存状况以及对其中油气之生成、运移和聚集都有十分重要影响。这个问题虽日益引起人们重视, 但无论在广度还在深度上, 目前都还研究不足。本文仅对作为成盆期后改造之基础的内在原因, 中国含油气盆地形成的地质特征进行一些粗略分析, 以表明中国的成盆期后改造乃是一种必然结果。

1 海相盆地形成的地质背景和特征

1.1 古生代

1.1.1 背景

古生代中国约有数十个大小不一的陆块, 其中最大的华北(中朝)、扬子和塔里木陆块等在晚元古代前曾为一体, 构成统一的古中国古陆。但从中元古代起, 最迟到早寒武世即已解体^[1,2]。古生代海相沉积盆地即是以这些裂解的破碎陆块为依托而发育起来的。

1.1.2 特征

(1) 破碎陆块的最大特征就是规模比较狭小, 与世界其它地区简单、稳定而发育富含油气之盆地的陆块相比, 一般仅为其规模的十几乃至几十分之一。如中国最大的华北陆块, 面积 $170 \times 10^4 \text{ km}^2$, 仅为北美陆块的 1/12。扬子陆块仅为华北陆块的 2/3; 塔里木陆块又仅为华北陆块的 1/3。陆块面积狭小本身带来的缺陷就是其运动往往以整体升降为主, 缺乏可形成沉积盆地的内部垂直分异。沉降时整体被陆表海所覆, 形成大范围岩性、厚度都很均一的台地相沉积, 少有使生烃母质积聚和保存的内克拉通盆地形成; 上升时则整体浮出水面, 遭受长期剥蚀。此种特征以华北陆块最为典型。扬子陆块, 据现今被保存在中生代四川构造盆地之下的古生代-早、中三叠世海相地层看, 亦基本全为台地或大陆架型沉积。塔里木陆块, 由于晚元古代裂谷比较发育^[3], 完整性差, 特别是其边缘地区活动性较大, 成为中国三大陆块中, 晚元古代-古生代沉

积层发育最厚的陆块。而北部的满加尔和阿瓦提拗陷则很可能分别为早、晚古生代向西和向东延伸的陆内裂谷,二者均向其间的隆起翘升消失。其余地区基本为台地相沉积所占据。

(2) 破碎陆块之间一般仅有裂谷至类似现今之红海但宽度可能更大的原始洋相隔。陆缘岩石圈厚度构造减薄较陡,缺乏面对开阔洋那样分异良好的被动陆缘盆地沉积。而裂谷陆缘沉积物在沉积之后旋即又发生褶皱变形,并被从陆缘上切去。如在华北与扬子陆块之间,华北陆块南缘中元古代早期有裂谷发育,到晚元古代-奥陶纪进入裂谷后期的拗陷阶段。其范围从现今的秦岭北侧直抵商丹断裂带。奥陶纪末,在加里东运动中变形为加里东褶皱带。晚三叠世后,开始与华北陆块脱离,至第三纪因渭河地堑的断落而完全被从华北陆块上截除^[4]。秦岭以南的扬子陆块北缘,在南、北大巴山地区,早古生代为一拗拉槽,至加里东期关闭。后在燕山-早喜马拉雅期被向南推覆的大型推覆构造所截切和破坏^[5]。扬子陆块东南缘,从青白口纪到志留纪处于被动陆缘环境^[5],志留纪末成为增生于其上的加里东褶皱带。塔里木陆块北缘原抵于晚元古代-早古生代从其上分裂出的中天山和伊犁陆块,西南缘可直抵中昆仑陆块。晚元古代至古生代,四周皆被以裂谷为主的边缘盆地或小洋盆所环绕,沉积有厚达万米以上以浅海相为主的碎屑岩和碳酸盐岩地层。海西期末,陆块主体与从中分裂出的小陆块相继碰撞,使其间的大部分陆缘沉积发生褶皱和逆冲推覆变形,或并入周围褶皱带中,或遗留在盆地边缘成为隆起带^[6]。

(3) 古生代末陆块拼接时,由于陆块后方缺乏强大扩张中心,推力不足;两陆块前方面的洋壳有限,碰撞时刚性陆块很快即直接相接,所以拼接带不显现宏伟碰撞造山带。因此也缺乏应势而生的前陆盆地。

(4) 中国陆块不仅破碎微小,而且还十分脆弱。以华北、扬子和塔里木而论,除其规模小外,刚性强的古陆核都十分有限,古陆核周缘全被刚性低的元古代地层所包围。因此,陆块边缘稍受外力作用即会发生显著变形,如加里东期各陆块的普遍褶断,特别是燕山期华北和扬子陆块东部的大规模褶皱、走滑和逆冲变形,除鄂尔多斯和四川盆地外,几乎将全部古生界甚至更老地层掀到了地表。

从石油地质角度看,中国以破碎陆块为依托的

古生代盆地,和世界上以洲级大陆块体为依托的盆地相比,很难有其含油气十分丰富、面对局限洋-开阔洋那样的被动陆缘盆地、碰撞造山前缘的前陆盆地,以及陆架上的内克拉通盆地形成。破碎陆块上的广覆型台地相沉积只有形成于水下缺氧环境者,才有可能含有以低丰度为主的分散有机质,从而构成烃源岩。

1.2 中生代

1.2.1 背景

中生代海相盆地仅分布于青藏高原,以从冈瓦纳大陆上裂解出来的长条状碎片为依托,主要形成于裂解碎片间的裂谷-小洋盆被动陆缘以及可能的

1.2.2 特征

(1) 陆缘盆地主要发育于晚三叠世-早白垩世短暂时期。由于陆块碎片的几何形态过于狭长(长可达1 000 km以上,宽仅100~200 km,或300 km左右),不仅缺乏内克拉通盆地形成,而且陆缘盆地形成的规模也受到很大限制。

(2) 各陆块也以软碰撞形式拼接,缺乏碰撞造山带。陆块边缘沉积常通过断层直接与同时代的缝合带沉积岩或蛇绿岩相接触,表明其间曾有相当一部分过渡性地层在拼接过程中被切除。

(3) 盆地从早白垩世晚期以后开始遭受改造,特别是新第三纪以来发生严重褶皱和断裂变形,使相当一部分三叠-侏罗纪地层暴露地表,成为暴露型盆地。

从石油地质角度看,首先,陆块过于狭长,不仅陆缘盆地狭窄,不利于沉积作用分异,形成匹配良好的含油气岩系,而且也缺乏内克拉通盆地形成的构造环境。其次,盆地形成时间较短,可能的三叠-侏罗纪含油气岩系之上缺乏足够保护其不受破坏的上覆层沉积。再者,成盆期后改造强烈,油气也较难保存。

2 陆相盆地形成的地质背景和特征

2.1 中生代

2.1.1 背景

古生代末至中生代初,中国陆块相继拼接,形成统一的拼接大陆。由于拼接带地形低缓,所以在呈平原-丘陵地貌状态的广阔大陆内部形成了范围广大、基本连片的陆相盆地。

2.1.2 特征

(1) 中生代陆相盆地以在中国特别发育为特

征。其在构造上有两种类型,一为范围广大、发育比较普遍的坳陷盆地;另一为仅发育在从且末到松辽地区的楔形转换拉张带中的地堑盆地。坳陷盆地一般以拼接后的破碎陆块以及周缘的海西褶皱带为依托,以发育上三叠统河湖相和中、下侏罗统沼泽-湖泊相沉积为特征,如现今保存的准噶尔-吐哈、库车-满加尔、鄂尔多斯和四川等盆地。地堑盆地有的以破碎陆块为依托,有的以海西褶皱带为基底,如松辽和二连盆地,以发育侏罗-白垩纪河湖相沉积为特征。

(2)中生代盆地从侏罗纪末起开始普遍遭受改造。改造的形式以分割为主,即将原先基本连片的盆地通过其间褶皱山或破碎块体的上升而被分割成如今日所见的众多分散小盆地。以破碎陆块为依托者一般还保存了较大规模,如准噶尔、吐哈、鄂尔多斯和四川等盆地;而以褶皱带为基底者则受到了较大限制。从总体上看大部分盆地都得到了相当程度的保存。

从石油地质角度看,中生代陆相盆地中国保存较好,而且有的也是含油气最富的盆地,坳陷盆地中沉积的三叠系河湖相和侏罗系沼泽-湖泊相沉积和地堑盆地中沉积的侏罗系和下白垩统湖沼相沉积都含有良好含油气岩系。特别是有的坳陷盆地还下伏有晚二叠世陆内裂谷,如准噶尔和吐哈盆地,其中的湖相烃源岩可能构成上覆地层最主要的油源;有的则下伏古生代海相地层,其低丰度的气源岩也构成了如鄂尔多斯和四川盆地的天然气源。

2.2 第三纪

第三纪陆相盆地形成于印度板块与欧亚大陆碰撞之后和印度板块继续向北推挤的过程之中。此种推挤作用首先在青藏高原生成了以菱形断块侧向和垂向滑移(逃逸)为机制的小型拉分或挤压盆地,如伦坡拉盆地。其次,中国西部在新兴起的褶皱山前缘形成了冲断山前盆地,如天山南北两侧的库车和乌鲁木齐盆地。另外,此种作用向东延伸则转变成了中国西部向北和东部相对向南的剪切运动,并和当时库拉-太平洋板块转向欧亚大陆下俯冲而产生的弧后扩张作用相结合,形成了大量转换拉张盆地,如河套地堑系、山西地堑系以及含油气十分丰富的渤海湾和东南沿海地堑系。

与此同时,在南祁连-柴达木地区则先发育了古新-始新世分隔性盆地,后则转变成了渐新-中新世的广覆性坳陷盆地。由于上新世以来冲断作用

的改造又使其解体成为众多小型构造盆地,如南祁连、柴达木、库木库里、索尔库里和共和等盆地。

从石油地质角度看,中国的第三纪陆相盆地基本还未受到所谓成盆期后的改造。尤其是发育在中国东部和东南沿海的盆地,在演化历史上具断陷和坳陷两个阶段,因而,具有很好的油气前景。其次在南祁连-柴达木地区发育的以坳陷为主的盆地也具较好前景。

3 成盆期后改造与中国盆地的关系

与世界上以洲级大陆板块为依托的单旋回古生代海相盆地相比,中国古生代海相盆地所依托的破碎陆块不仅规模狭小,而且也十分脆弱。因此,它们很难和大于它们十几倍以至几十倍的周围板块相抗衡。即使在古生代后它们拼接成为统一拼接大陆后也仍然如此。但毕竟拼接大陆比分散孤立的破碎陆块增强了自己抵御外力的能力,因而为中生代陆相盆地的形成和发育创造了极为良好的广阔而稳定的构造-沉积环境,而且也使这些盆地在后来的构造运动中得到较好保护。只有处于拼接大陆边部的破碎陆块受到了较严重破坏。

古生代海相盆地所经历的成盆期后改造,除在加里东运动中,其早古生代陆缘沉积遭受强烈变形和被从陆块上切除外,主要是燕山期位居拼接大陆东部边缘的华北和扬子陆块,受其东邻库拉-太平洋板块的强烈转换挤压应力作用而强烈变形。这种作用,除靠内部的鄂尔多斯和四川盆地地区外,几乎使全部古生代以及部分早中生代地层发生强烈褶皱和断裂。另外扬子陆块西部在第三纪还受到了青藏高原隆升的影响,它随着云贵高原的升起,使原本尚未受到燕山期较强破坏的地层亦几乎全部暴露地表。在全世界的古克拉通地区有如此强度变形者尚很少见。

相反,以拼接大陆为依托的中生代陆相盆地则得到了较好发育。虽然如此,第三纪以来,其原始统一的大盆地还是被部分肢解和分割。这种作用也波及到了南祁连-柴达木地区的原始第三纪坳陷盆地。再者,由于这是一次非常强大的挤压和上升运动,除分割作用外,还使大部中生代盆地抬升了数百米或千米以上,所以,除上述可见形态的改造外,盆地上升和构造分异引起的隐性改造,如水动力系统变化、成岩作用加强,特别是普遍增强的区域热动力作用等引起的内部伤害,也是十分严重

的。

总之,显生宙以来中国地质历史的演化表明,中国沉积盆地成盆期后的改造作用十分频繁和剧烈。同时,多发的大小不一的构造事件,还导致了多期次的成盆作用和不同时期盆地的顺次叠加,以及盆地构造-沉积的多旋回性等多样特征。这些独有特征在世界其余地区的沉积盆地中都甚为罕见。因此,借鉴国外具普遍意义的先进石油地质理论,研究个性特征很强的中国盆地,科学预测中国不同盆地的油气资源,提高油气勘探的成功率,乃是一项十分艰巨的任务。

参 考 文 献

1 张渝昌. 中国含油气盆地原型分析[M]. 南京: 南京大学出版

社, 1997. 27~ 43

- 2 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. 105~ 113
- 3 张恺. 论塔里木盆地类型演化特征及含油气远景评价[J]. 石油与天然气地质, 1990, 11(1): 1~ 15
- 4 安三元, 胡能高, 王仁民, 等. 北秦岭裂陷的形成与变质作用[M]. 西安: 西北大学出版社, 1992. 50~ 63
- 5 张渝昌, 秦德瑜, 丁道桂, 等. 扬子地区古生代盆地构造格架和油气关系的若干初步认识[J]. 石油实验地质, 1989, 11(3): 205~ 218
- 6 丁道桂, 汤良杰, 钱一雄, 等. 塔里木盆地形成与演化[M]. 南京: 河海大学出版社, 1996. 232~ 287

POST-REFORMATION AND GEOLOGICAL FEATURES OF CHINA'S PETROLIFEROUS BASINS

Zhao Zhongyuan Zhou Lifa

(*Research Institute of Oil and Gas Basin, Northwest University, Xi'an, Shaanxi*)

Abstract: Post-reformation is one of the most typical characters of the petroliferous basins of China compared with those of the world. It strongly affects hydrocarbon generation, pool-forming and the preservation of oil and gas resources. In turn, the post-reformation is closely related to the inherent geological features of the petroliferous basins of China. The formation of petroliferous basins relied mainly on the broken landmasses or micro-continents. In the global tectonic evolution, they were placed in between the surrounding macro-oceanic plates in Palaeozoic, and in between the Siberian and Indian continental plates and several oceanic plates in Pacific since Mesozoic. Their multi-separation and aggregation as well as formation and evolution were always controlled by the stress accumulation and dissipation of the geodynamic systems of the surrounding plates, thus resulting in the unique features of multi-stage basin-formation and multi-superposition of different stage basins, the multicyclic tectono-sedimentary evolution and multiple post reformation of the basins.

Key words: petroliferous basin; tectonic feature; post-reformation