

中国中西部类前陆盆地特征及含油气性*

杨明慧, 刘池洋

(西北大学地质系, 陕西西安 710069)

摘要: 中国中西部类前陆盆地是一种比较复杂的改造型盆地, 垂向上由不同时期的原型盆地叠加构成叠合盆地, 并在不同的发育阶段受不同的大地构造背景影响和成盆构造应力场控制, 在盆地充填中配置不同的沉积体系, 组合成不同的沉积层序。因此, 构造和沉积作用是控制该类盆地多期次成烃成藏的主要因素。此类盆地的发育过程至少具备两期成烃成藏条件, 而沉积层序本身具备生储盖组合条件。在前陆型改造盆地油气勘探中除注意成烃条件以外, 还要通过恢复盆地原型及其叠合方式、恢复盆地沉积充填的沉积体系配置等, 加强成藏及后期保存条件研究。

关键词: 前陆盆地; 改造型盆地; 多期次; 成烃成藏; 中国中西部

第一作者简介: 杨明慧, 男, 37岁, 博士后, 含油气盆地地质学

中图分类号: P618

文献标识码: A

改造盆地是指盆地的原型在盆地演化末期或之后遭到较明显改造的沉积盆地^[1]。中国中西部中、新生代前陆型改造盆地是其类型之一。前陆盆地是世界上油气最丰富和大油气田最多的一种盆地类型, 也是最早进行油气勘探并发现油气田的勘探领域。但是, 中国中西部所谓的“前陆盆地”的油气勘探却迄今未获重大突破。虽已发现多种类型的油气田, 但探明的石油储量仍然十分有限。究其原因主要是较强烈的后期改造, 使油气经历多期次成烃成藏乃至逸散, 油气藏特征复杂多变。

1 典型前陆盆地典型特征

从板块构造角度, 典型的前陆盆地可分为两种成因类型: 周缘前陆盆地和弧后前陆盆地^[2]。前者形成于俯冲大陆板块之上, 并紧靠造山带外侧, 离蛇绿岩带近而离岩浆弧带远, 与陆-陆碰撞有关; 后者是在仰冲板块上面形成, 位于岩浆弧之后, 离蛇绿岩带远, 与弧-陆碰撞有关。典型前陆盆地具有以下主要特征。

(1) 三层构造结构。典型的前陆盆地具有从伸展到挤压的演化过程, 发育裂谷、被动陆缘和“本体”前陆盆地3个阶段。被动陆缘一般沉积深水页岩和浅水碳酸盐岩, 其中的烃源岩沉积是前陆盆地油气的主要来源。

(2) 三层沉积结构。早期的深水复理石沉积, 发育良好的烃源岩; 中期海相磨拉石沉积, 是良好的储集层和盖层; 晚期非海相磨拉石沉积, 主要发育冲积和湖泊沉积。

(3) 不对称性剖面结构。在剖面上, 典型的前陆盆地从造山带到克拉通由前陆逆冲带、前渊、前陆斜坡和前隆等4个部分组成^[3]。各个部分对前陆盆地的含油气性具不同的影响, 如前渊烃源岩生成的油气可通过前陆斜坡向前隆运移等。

2 中国中西部类前陆盆地特征

中国中西部地区的造山作用与同时代的俯冲和碰撞作用无关, 也缺乏相关的岩浆弧或蛇绿岩带, 但与古特提斯造山带在新特提斯阶段的再活动有关。与之有关的盆地可称再生前陆盆地^[4], 也可称类前陆盆地^[5]。类前陆盆地的成盆大地构造背景与典型前陆盆地存在差异, 然而它们在动力学上均经历了从伸展环境向挤压环境的反转, 都是褶皱冲断带构造加载使得岩石圈发生挠曲而成, 因此在演化序列上具有相似的构造和沉积特征(图1), 并且具有多期次发育特点^[6,7]。

中新生代塔里木、准噶尔、柴达木、四川、鄂尔多斯、吐哈等盆地部分构造单元进入前陆盆地发展阶段, 分别发育库车、塔西南、准噶尔南缘、柴达木北缘、四川盆地西缘、鄂尔多斯盆地西缘以及吐哈盆地北缘等前陆盆地(图2)。如: (1) 库车盆地是叠合在古生代塔里木北部被动大陆边缘之上的前

* 国家重点基础研究发展规划项目(G1998040801-5)资助

收稿日期: 1999-07-27

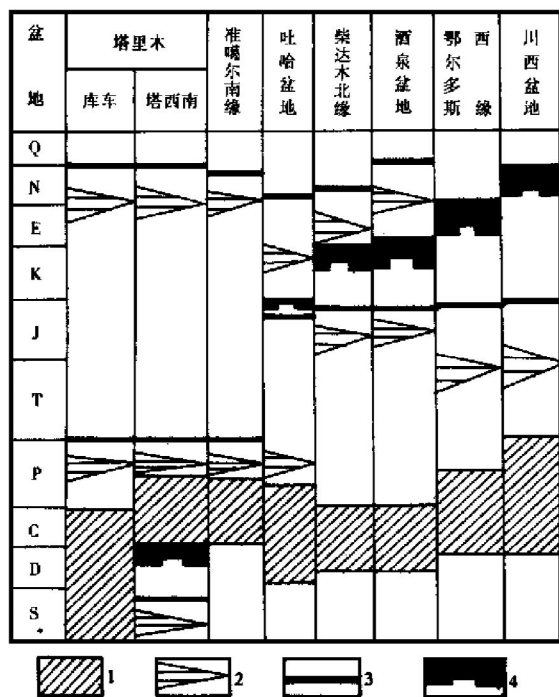


图 1 中国中西部前陆盆地构造演化图(据文献[6,7]补充修改)

Fig. 1 Tectonic evolution of foreland basins in Central Western China

1—被动陆缘沉积期; 2—前陆盆地发育期;
3—前渊发育期; 4—盆地抬升期

陆盆地, 天山向南逆冲引起的构造沉降是其发生的根本原因^[8]; (2) 印支运动期, 理塘、金沙江洋关闭和秦-祁造山带活动导致松潘-甘孜陆缘盆地以东的龙门山台地反转, 形成逆冲带并在它的前缘形成川西前陆盆地^[9]; (3) 鄂尔多斯西缘前陆盆地与海西末-印支期秦-祁造山带北段伸展派生的东西向挤压有关, 使得晚古生代裂陷槽以及克拉通坳陷反转形成逆冲带, 其前缘形成晚三叠世-侏罗纪前陆盆地; (4) 柴达木北缘前陆盆地是早、中三叠世松潘-甘孜经青海南山往北插入南祁连形成裂陷槽^[10], 在晚三叠世该裂陷槽反转形成逆冲带, 其前缘形成侏罗纪前陆盆地^[10, 11]和第三纪前陆盆地; (5) 吐哈盆地位于博格达-哈尔力克裂陷槽的南缘, 中石炭世末北天山洋消减, 在觉罗塔格山前形成早期前陆盆地, 早二叠世末期, 随着博格达-哈尔力克裂陷槽封闭发育逆冲带, 形成吐哈前陆盆地。

3 类前陆盆地结构与沉积层序

3.1 盆地结构

盆地的形成、演化及其充填, 受大地构造背景

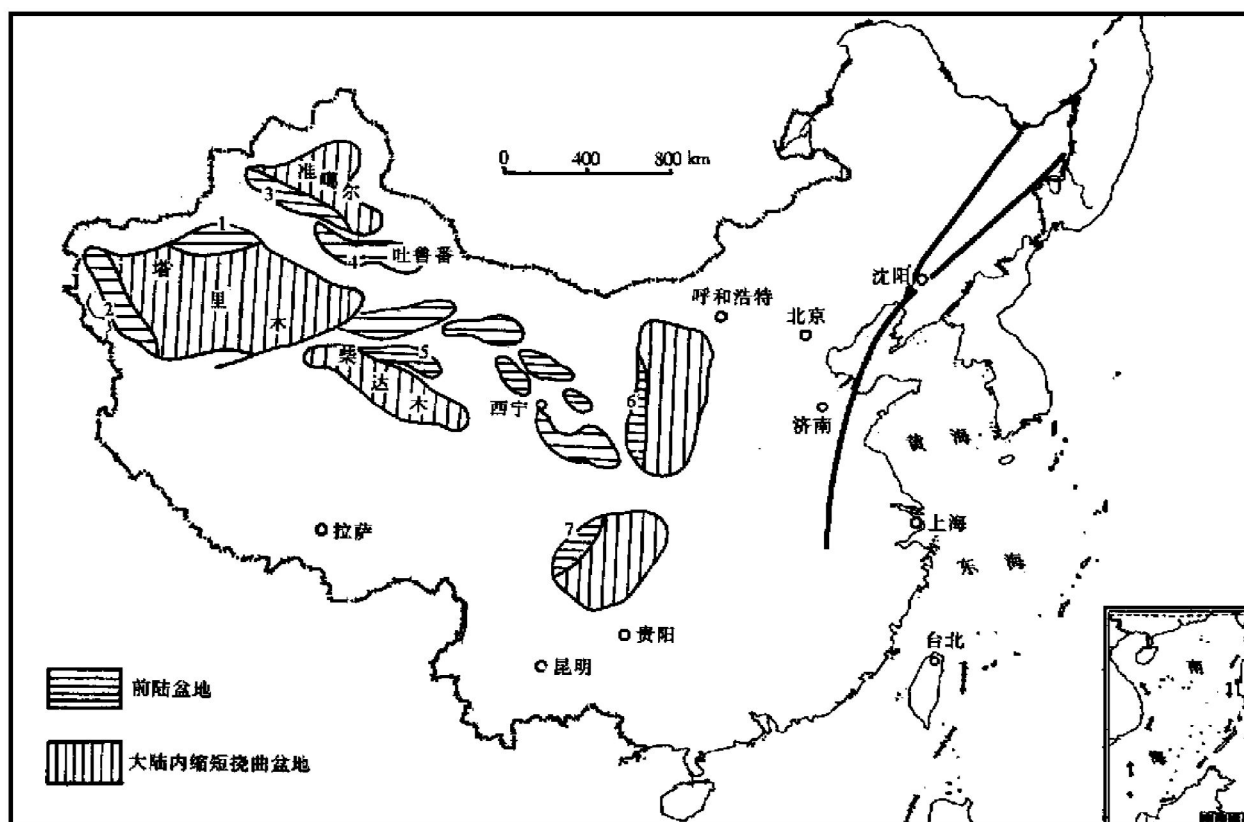


图 2 中国中西部类前陆盆地分布示意图(据文献[2]修改)

Fig. 2 Sketch map showing distribution of quasi-foreland basins in Central Western China

1—库车; 2—塔西南; 3—准噶尔南缘; 4—吐哈; 5—柴达木北缘; 6—鄂尔多斯西缘; 7—川西

影响。在盆地演化过程中, 不同的成盆构造背景将形成不同的盆地原型^[12]。盆地叠合序列指不同的

盆地原型在垂向上的叠加。由此可见,与典型的前陆盆地相比,中国中西部前陆盆地结构仅是由两个盆地原型叠合构成的改造型盆地:下伏早期裂陷槽深水(海相)复理石盆地;上覆晚期浅水非海相磨拉石盆地。被动陆缘沉积地层大多遭受强烈的后期改造,或抬升剥蚀或深埋变质,其间的烃源岩沉积成烃也随之运移、破坏和逸散。

3.1.1 复理石前陆盆地

中国西北地区的构造演化是西伯利亚、哈萨克斯坦、塔里木、华北、柴达木等板块的离散拼合历史。早古生代以各板块的离散为特征;晚古生代则主要以各板块的汇聚、拼接为特征,但其间发育有限的陆壳伸展活动,形成裂陷槽。

随着陆内俯冲的开始,伸展环境逐渐向收缩状态转化,裂陷槽开始关闭。此时以大量的浊积扇沉积为主,发育复理石韵律。如在柴达木北缘早、中三叠世海相碳酸盐和页岩互层,构成以包马序列为特征的浊积岩组合^[13]。

3.1.2 磨拉石前陆盆地

随着陆内俯冲进一步发展,裂陷槽关闭,伸展裂陷反转形成逆冲推覆构造带。在构造加载作用下,造山带前缘的岩石圈挠曲下弯形成前陆盆地。其内部充填向上变浅的沉积序列和粗碎屑沉积,构成磨拉石沉积。沉积体系以非海相冲积扇,冲积、湖泊三角洲和湖泊体系等为主。

3.2 沉积层序

中国中西部类前陆盆地的沉积层序是在不同尺度下幕式进行的。磨拉石沉积阶段的构造活动是幕式进行的。幕式构造控制幕式沉积,一次逆冲活动形成的一个构造层序或沉积层序基本上构成一个生储盖组合,即低位体系域以粗粒的冲积扇-扇三角洲体系形成储集层;湖进体系域以中深湖或湖泊沼泽体系为主,发育各种类型的生烃岩,是理想的生油层段;高位体系域则以大范围的湖泊沉积为主,巨厚的泥岩段构成良好的区域性盖层等。

前陆盆地磨拉石阶段的沉积体系组合方式以冲积扇-扇三角洲-湖泊体系为主,构成逆冲带前缘粗粒沉积楔状体^[10],反映逆冲带活动过程中快速沉降和快速堆积的相对活动阶段。柴达木北缘大头羊沟小煤沟组逆冲带中的扇砾岩、甜水沟小煤沟组和火烧山组的扇三角洲砂岩以及旺尕秀的滨浅湖沉积,可分别作为这三种沉积体系的代表。另一沉积体系组合方式是辫状河三角洲-滨浅湖体系,如吐哈盆地

台北凹陷西山窑组辫状河入湖处发育一系列辫状河三角洲,盆地主体以滨浅湖沉积占优。该组地层面积广泛,尤其以含煤沉积分布为最,代表一种慢速沉降和慢速堆积的相对宁静阶段。

4 前陆型改造盆地成烃成藏特征

4.1 多期次成烃

4.1.1 被动陆缘成烃

中国中西部石炭-二叠纪大地构造背景处于有限洋盆伸展时期,构造应力场以区域拉伸为主,在稳定的板块周缘广泛发育被动陆缘。被动陆缘的深水页岩和浅水碳酸盐岩发育良好的烃源岩,对前陆型改造盆地的成烃有着重要的影响。

如柴达木北缘石炭纪被动陆缘与侏罗纪前陆盆地沉积之间存在较长的时间间隔,碳酸盐岩中的烃源岩残余有机碳质量分数平均值为 2.55%,分布区间为 0.49% ~ 5.58%;氯仿沥青“A”平均 0.005%,分布区间为 0.002 9% ~ 0.007 4%。一般来说,石炭系烃源岩埋深大于 2 800 m 就进入裂解阶段。柴达木北缘石炭系已被深埋在中、新生代数个原型盆地之下,埋深大于 5 000 m,已经进入了过成熟阶段。而塔里木和准噶尔盆地的被动陆缘成烃会好于柴达木、酒泉等盆地^[7],因为被动陆缘沉积之后紧接前陆盆地沉积有利于成烃和油气保存。

4.1.2 前陆盆地成烃

在前陆盆地阶段,柴达木、吐哈等盆地的早、中侏罗世发育两次主要的聚煤作用,有厚和巨厚煤层形成。在沉积剖面上,大部分的沉积旋回底部发育冲积体系,上部发育湖泊体系,生成巨厚的湖泊泥岩。如库车盆地的暗色泥岩最大厚度 1 000 m,吐哈盆地为 1 300 m,准噶尔盆地则为 500 ~ 1 200 m。中国中西部的煤岩和湖相泥岩均是良好的烃源岩,因此侏罗系是一个煤、油和气共生的层系。从勘探现状看,目前已经发现了一批以侏罗系为烃源岩的油田和天然气田。

中国中西部前陆盆地的一个重要特征是逆冲带活动具幕式特点,主要运动期一般可分侏罗纪、第三纪两个阶段,发育叠加的磨拉石盆地沉积。第三纪有些盆地的沉积厚度可达 8 000 m 以上,如柴达木盆地仅渐新统和中新统的烃源岩厚度就达 4 000 m。狮子沟、南翼山一带的渐新统 R_0 值为 1.4% ~ 1.8%,中新统为 1.2% ~ 1.6%,在坳陷中

心已进入生气阶段。南翼山构造的三组油气藏包括(1)浅层油藏;(2)中深层凝析气藏;(3)深层凝析气藏等,也表明烃源岩经历过多期次成烃,即浅层成熟阶段成油、深层高成熟阶段生气。

4.2 多期次成藏

多套烃源岩和多期次成烃是多期次成藏的前提条件。油气生成具有阶段性和连续性,一般与构造运动相匹配。前陆盆地构造运动造成盆地内部不同构造单元的差异升降,油气从坳陷区向隆起区运移。而后继的幕式构造运动将改造先成的坳陷和隆起区的分布,在断裂和褶皱配合下,油气发生大规模的调整,形成油气藏或破坏先成的油气藏。所以,多期次构造运动促进了油气的多期次运移和多期次成藏。如:(1)分布在塔西南等地的石炭-二叠系被动陆缘烃源岩在燕山-喜马拉雅运动期达到成熟-高成熟;而分布在库车、喀什-叶城坳陷中的三叠-侏罗系前陆盆地烃源岩,目前处于成熟阶段,在坳陷中部达到高成熟。库车盆地侏罗-白垩系、第三系的粗碎屑砂体相当发育,提供了油气储集空间;而构造变形主要发育在上新世-更新世,其形成期与油气运移相匹配,对油气聚集极为有利。(2)准噶尔盆地被动陆缘以二叠系为油源,生油期在三叠纪末-侏罗纪,印支-燕山运动时期是主要成藏期;前陆盆地烃源岩的成藏则包括燕山期彩南、齐古自生自储油气藏和喜马拉雅期呼图壁下生上储次生气藏等^[14]。

参 考 文 献

- 1 刘池洋. 后期改造强烈——中国沉积盆地的重要特点之一[J].

石油与天然气地质, 1996, 17(4): 255~ 261

- 2 Dickinson W P. Plate tectonic evolution of sedimentary basins: in plate tectonics and hydrocarbon accumulation[R]. New Orleans: AAPG Short Course, 1979, 1: 1~ 56
- 3 DeCelles P G, Curie B S. Long-term sediment accumulation in the Middle Jurassic- early Eocene Cordilleran retroarc foreland-basin system[J]. Geology, 1996, 24(7): 591~ 594
- 4 刘和甫. 前陆盆地类型及褶皱-冲断层样式[J]. 地学前缘, 1995, 2(3): 59~ 68
- 5 陈发景, 汪新文, 张光亚, 等. 中国中、新生代前陆盆地的构造特征和地球动力学[J]. 地球科学, 1996, 21(4): 366~ 372
- 6 罗志立, 宋鸿彪, 赵锡奎. C-俯冲带及对中国中西部造山带形成的作用[J]. 石油勘探与开发, 1995, 22(2): 1~ 7
- 7 靳久强. 中国中西部前陆盆地的油气勘探[J]. 石油勘探与开发, 1997, 24(5): 11~ 14
- 8 何登发, 吕修祥, 林永权, 等. 前陆盆地分析[M]. 北京: 石油工业出版社, 1996
- 9 曾允孚, 李勇. 龙门山前陆盆地形成与演化[J]. 矿物岩石, 1994, 15(1): 40~ 49
- 10 夏文臣, 张宁, 袁晓萍, 等. 柴达木侏罗系的构造层序及前陆盆地演化[J]. 石油与天然气地质, 1998, 19(3): 173~ 180
- 11 杨明慧, 夏文臣. 非海相前陆盆地含煤沉积层序地层分析[J]. 煤田地质与勘探, 1998, 26(3): 1~ 5
- 12 朱夏. 试论中国中生代油气盆地的地球动力学背景[A]. 见: 朱夏. 中国中生代盆地构造和演化[C]. 北京: 科学出版社, 1983
- 13 杨明慧. 张盆压岭型地洼盆地的基本特征及其大地构造演化[J]. 大地构造与成矿学, 1998, 22(3): 198~ 208
- 14 惠荣耀, 丁安娜, 曾宪斌, 等. 中国西部主要盆地油气形成特征[J]. 新疆石油地质, 1999, 20(2): 83~ 89

CHARACTERS OF QUASI-FORELAND BASINS IN WESTERN-CENTRAL CHINA AND THEIR OIL AND GAS POTENTIAL

Yang Minghui Liu Chiyang

(Department of Geology, Northwest University, Xi'an, Shaanxi)

Abstract Quasi-foreland basins is a kind of complex reformed basins in Western and Central China which are actually superimposition of prototype basins formed in different stage. The basins were effected by different tectonic settings and controlled by stress fields during basin evolution, thus forming different sedimentary systems and sequences. Hence, tectonism and sedimentation were main factors controlling multiphase hydrocarbon generation and multiphase pool-forming of the basins. The development processes of the basins consist of two stages of hydrocarbon generation and pool-forming conditions, and the sedimentary sequences themselves also possessed source-reservoir-cap rock complex conditions. To explore oil in this kind of basins, one should pay attention to hydrocarbon generation conditions, study the conditions of pool-forming and late preservation of the pools.

Key words foreland basin; reformed basin; multiphase; hydrocarbon generation and pool-forming; Western and Central China