

文章编号: 1009-3850(2005)03-0052-05

中国西北部造山型盆地构造特征与油气赋存

张建伟^{1,2}, 杨占龙^{2,3}

(1. 成都理工大学, 四川 成都 610059; 2. 中国石油勘探开发研究院 西北分院, 甘肃 兰州 730020; 3. 中国地质大学, 北京 100083)

摘要: 中国西北部发育有塔里木、准噶尔、柴达木、吐哈等四大含油气沉积盆地和众多的中小型含油气沉积盆地。现今盆地均是周缘造山带隆升后形成的地理型盆地, 盆地基底均老于周缘造山带隆升时期, 沉积盆地均具有造山型盆地性质。前人的研究表明周缘造山带的造山运动不仅给盆地提供了丰富的沉积物, 同时控制了形成、改造和调整盆地的构造。笔者以相邻造山带构造演化对沉积盆地沉积、沉降、构造活动和热活动等特征的影响, 特别是盆地边缘的影响研究为基础, 在造山型盆地概念的基础上, 系统讨论了造山带构造演化对含油气盆地油气生、储、盖、圈闭、运移和保存等方面的影响。

关 键 词: 造山型盆地; 构造特征; 油气赋存; 西北部

中图分类号: TE121.2

文献标识码: A

1 引 言

中亚大陆腹地呈现的盆岭相间的大地构造格局在中国西北部表现最为明显, 从北往南依次为阿尔泰山→准噶尔盆地→北天山→吐哈盆地→南天山→塔里木盆地→阿尔金山→柴达木盆地→昆仑山, 在河西走廊一带的盆地群也显示出与祁连山的密切依存关系(图 1)。这些盆地的一个典型特征是盆地基底相对较老, 而周边的造山带形成时期较新, 盆地的形成是周缘造山带隆升围限的结果。把盆地与造山带放在一个统一的大地构造环境中来看, 二者呈现典型的地块海槽特征, 具有相对较老基底的盆地部分一般为老地块, 周缘的造山带形成前以地块间的海槽形式存在。在地块间汇聚运动作用下, 海槽关闭, 地块碰撞, 造山带隆升围限古老地块并为其提供沉积物源, 促使地块在接受沉积载荷、构造载荷的重力作用和汇聚挤压本身应力场环境下发生沉降, 而形成一般意义上的盆地。中亚大陆腹地这种形成

演化与周缘造山带构造演化密切相关的盆地类型被称为造山型盆地。Sengör 对中亚大陆腹地造山带与沉积盆地的构造关系进行了深入研究, 在一定程度上揭示了深入大陆腹地这种独特的造山带与沉积盆地的相互依存关系^[1]。

造山型盆地周缘的造山作用不仅为这类盆地提供了充填物源, 还控制了形成、改造和调整盆地的构造。盆地中的沉积物不仅反映了盆地自身的沉降规律, 而且还记录了相邻造山带的地质作用历史。此外, 从中国西北部各大盆地石油勘探与开发的具体情况来看, 大型油田多集中在盆地边缘与造山带衔接的山前地带(如准噶尔盆地的克拉玛依油田、独山子油田、齐古油田、五彩湾油田, 塔里木盆地的依奇克里克油田, 吐哈盆地的胜金口油田、七克台油田, 酒泉盆地的玉门油田和柴达木盆地的冷湖油田等), 这在一定程度上说明了研究造山带与沉积盆地地质作用关系的理论意义和实践意义。这种相对独特的盆地群类型作为一种有利的石油勘探与开发基地,

收稿日期: 2004-08-04; 修改日期: 2005-01-03

第一作者简介: 张建伟, 1963 年生, 高级工程师, 博士生, 主要研究方向为地震资料处理、解释及建模。

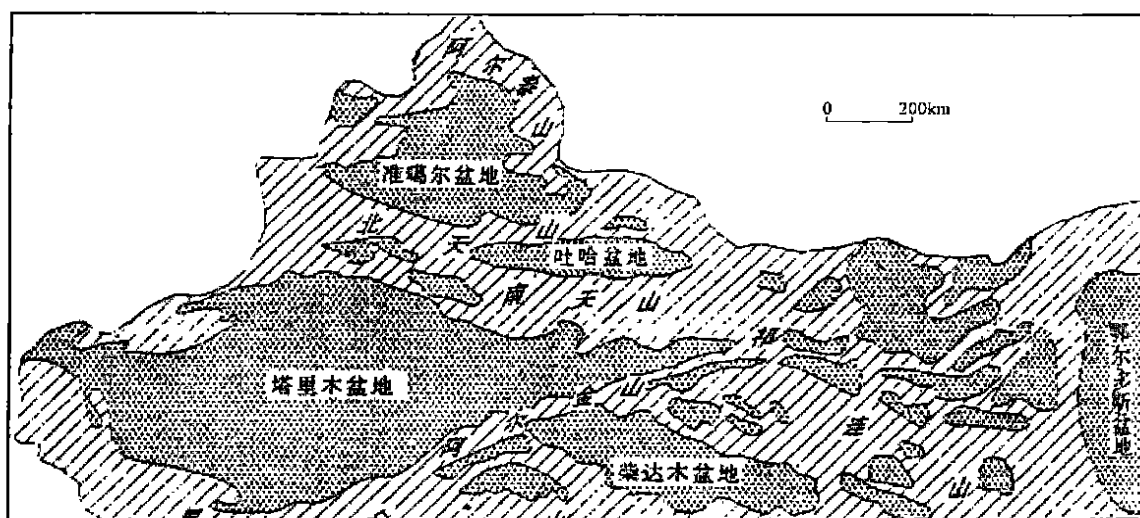


图1 中国西部沉积盆地、造山带分布图

Fig. 1 Distribution of the sedimentary basins and orogenic zones in northwestern China

有必要对比、分析它们油气地质特征的相似性。

2 造山带对沉积盆地特征的影响

置中国西北部造山带于一个统一的大地构造环境下,其构造演化对沉积盆地的影响主要表现在沉降作用、沉积作用、构造活动及热作用方面。

1. 沉降作用方面

盆地边缘造山带隆升引起的区域性地壳重力均衡补偿作用是盆地沉降的宏观调控因素,而覆盖在盆地表面在造山带隆升、差异升降及剥蚀夷平过程中形成的沉积载荷和造山带隆升过程中形成的冲断构造载荷是盆地沉降的直接原因。盆地在各地质时期的沉降幅度与相邻造山带的构造活动强度正相关,而盆地不同位置同一时期的沉降幅度与相邻造山带的距离反相关。由于补偿面软流圈有明显的粘滞性,故均衡调整非短期所能完成,而是需要一段时间(均衡调整结果表现的滞后性),又由于岩石圈主要是刚性弯曲,故均衡调整的范围常较大。在后期随着盆地地壳发育程度进一步趋于成熟,地壳刚性程度的提高,载荷引起的沉降幅度必然减小。

2. 沉积作用方面

盆地边缘坳陷的沉积作用连续而迅速,在采用速率纵向比较盆地各期沉降幅度时可以看出:盆地边缘坳陷沉积速率的大小与相邻造山带各时期的隆升强度密切相关,在造山带强烈隆升及其后的差异升降时期,由于造山带的剥蚀速率较大,因而盆地中出现较大的沉积速率,而在造山带剥蚀夷平过程中,盆地中的沉积速率逐渐减小。

盆地边缘造山带在各时期的活动为盆地边缘坳陷提供了充足的物源保证。坳陷中的沉积物有不同时期不同类型的丰富有机质赋存。不同时期的沉积物具有不同的沉积构造特征,在造山带构造活动强烈期,盆地坳陷中接受的沉积物粒度较粗,岩石成分成熟度低,往往形成有利的油气储集层;在构造稳定即造山带夷平过程中,沉积物粒度较细,岩石成分成熟度高,往往形成有利的烃源岩和或盖层。

3. 构造活动方面

造山带在各期构造活动过程中向盆地方向的冲断作用直接影响和改造盆地边缘的构造面貌。如准噶尔盆地西北缘的克拉玛依-乌尔禾断裂带平行于西准噶尔界山分布,且整个断裂带的展布形态类似于山体轮廓,这是山体在各次的构造活动中与盆地相互挤压且逐步逆掩最明显的标志产物。在挤压作用下,盆地中、新生代地层中发育了丰富的褶曲构造,构造轴向多与盆地边缘平行或斜交,构造类型多见长轴背斜和短轴背斜,背斜构造往往向盆地边缘一翼缓,而背边缘一翼陡,从构造形态上来讲极有利于捕获坳陷深部向上运移的油气^[2,3]。

4. 热作用方面

造山带在形成演化过程中对盆地地温梯度的影响主要表现在:(1)造山带形成过程中岩浆活动的热烘烤是影响盆地边缘坳陷古地温梯度的最直接原因;(2)沉积载荷是影响古地温梯度的主要原因;(3)附加在盆地沉积物之上的冲断构造载荷在地温梯度不变的情况下通过加大沉积物的绝对埋藏深度而使环境温度提高。冲断构造载荷本身是叠加在盆地上

相对冷的载荷物质,在最初它往往降低盆地的地温梯度(但原有下伏地层的地温梯度变化不大),但因冲断构造载荷直接加大了沉积物的埋藏深度,所以在地温梯度恢复后,原有下伏层位的沉积物便因埋深加大而处于相对较高的温度环境中。总之,在西北部各盆地边缘的挤压构造环境下,山体与盆地的相互作用所产生的大量热能往往使盆地边缘的地温梯度高于相对稳定的盆地内部,且等地温梯度线常平行于盆地边缘的山体展布。

3 造山型盆地一般地质特征分析

在造山构造环境的一致影响下,造山型盆地一般具有如下相似的地质特征。

1. 盆地边缘具有挤压沉积盆地的一般特征

从西北部各大盆地边缘的构造特征来看,盆地边缘都具有大规模的冲断-推覆构造,如准噶尔盆地西北缘的克拉玛依-乌尔禾冲断-推覆带,南缘冲断-推覆带;塔里木盆地的北缘冲断-推覆带,西南缘冲断-推覆带;柴达木盆地的北缘、南缘冲断-推覆带;吐哈盆地的北缘冲断-推覆带等。这与含油气坳陷的依存关系密切,并表现出挤压沉积盆地的地质特征。

2. 盆地一般具有较大的面积且发育巨厚的沉积盖层

西北部的造山型盆地由于以老地块为基底雏形,在盆地形成以后一般具有较大的面积。在总体沉降的大地构造背景下,往往发育有巨厚的盆地沉积盖层,这为大套烃源岩的发育提供了非常有利的环境。

3. 盆地局部构造类型多样且均以具挤压特征的构造为主

在西北部以挤压作用为主的构造应力背景下,盆地中的局部构造类型丰富多彩,但主要以压性构造为主。具体表现在:盆地边缘以冲断-推覆构造带控制的反向断块构造带为主,该类构造具有圈闭面积大、圈闭幅度高、紧邻盆地边缘生烃坳陷及与逆冲断层依附关系密切等特征,该类构造为西北部大型油气田的主要赋存构造。由于该类构造受逆冲断层的控制,它往往使多期的烃源岩和有利储层垂向上叠加在一起,这一点在克拉玛依油田表现最为明显。盆地中部主要以整装的大型挤压背斜构造带为主,该类构造圈闭幅度相对较小、高点埋藏浅但圈闭面积较大,如柴达木盆地中部自北西向南东方向有13条背斜构造带呈南南东向展布,该类构造甚至在卫

星影像上也可得以局部识别。

4. 盆地局部构造的主要延伸方向平行于造山带的走向分布且成排成带

西北部盆地中的构造由于受区域构造应力场的影响作用显著,所形成的构造类型往往以大型构造带的形式出现,主要的构造带类型有两类,即以方向断块构造为主的冲断-推覆构造带和以舒缓波状背斜构造为主的背斜构造带。从西北部盆地中构造带实际展布特征来看,构造带主要平行于周缘造山带的走向分布且成排成带。

4 西北部造山带构造演化对盆地油气地质特征的影响

1. 油气生成方面

造山带隆升所导致的地壳重力均衡补偿,引起盆地边缘沉降为沉积物提供了非常有利的沉积场所,使盆地能够接受不同来源、不同类型、不同时期形成的丰富有机质;同时由于盆地边缘坳陷一直处于连续接受沉积状态,有利于有机质的保存,同时处于连续接受沉积状态的盆地中有机物很快被新接受的沉积物埋藏,不会长期暴露地表而使有机质被氧化。持续的沉积物埋藏有利于有机质很快达到成熟所需要的温度,沉积物之上叠加的冲断构造载荷可进一步缩短有机质达到成熟所需要的时间。大多数盆地中有丰富的生油岩分布,有具有有利的生油条件。在一定程度上来说,坳陷控制烃源岩的发育,同时由于盆地边缘冲断-推覆构造的发育往往使多期次烃源岩垂向上叠加在一起。

2. 油气储集方面

由于造山带在不同时期构造活动强度的差异性,使盆地周缘造山带供给盆地边缘坳陷的沉积物在性质和数量上有很大差异。在造山带强烈隆升时期及稍后的差异升降过程中,因剥蚀速率较大且山前地带沉降幅度较大,而沉积物搬运距离小且分选磨圆差。油气储集层不甚发育。由于盆缘冲断构造的发育,常使较新地层下伏于老地层,但它接受承载的时间相对较短,因而具有相对高的孔隙度,如准噶尔盆地西北缘下伏的石炭系、二叠系及三叠系。这也是许多大、中型油气田分布在盆地边缘的一个重要的储集层方面的原因^[4]。

3. 盖层方面

在造山带构造活动强度相对较弱的时期,物源区剥蚀速率相对较小,在沉降带或坳陷区中接受较细的沉积物或蒸发岩类,可成为良好的油气盖层。

同时该时期的断裂活动也较弱,断裂带中磨碎的断层岩等也可作为隔挡层而阻止油气的散失。如准噶尔盆地西北缘克拉玛依-乌尔禾断裂带附近在每一次沉积旋回末期都有有利的沉积盖层分布^[5]。此外,古老的冲断块直接侧向叠加在盆地沉积盖层之上,它对油气具有显著的侧向封堵作用。

4. 含油气圈闭方面

从以往的研究可以看出,盆地边缘的油藏类型主要为断块油藏,其次为背斜油藏。油藏圈闭类型以构造圈闭和构造-地层圈闭为主,地层圈闭不甚发育。在冲断构造(即断块)下方的圈闭构造在造山带构造稳定期有利于油气的保存,在造山带构造活动期因断块错动而有利于所生成油气沿断裂带运移到构造高部位,从而相对降低所生成油气的环境温度,因而有利于古、中生代生成的油气一直保存至今。

总之,中国西北部“造山型”盆地边缘这种下伏地层组成的复杂大型逆掩断裂系统与上覆地层组成的简单单斜构造特殊地质体往往形成类型复杂而个数众多的油气藏群体。

5. 油气运移方面

西北部盆地边缘的大型冲断-推覆构造经历了长期而复杂的构造运动。在断裂活动期间,断裂是油气运移的理想通道,且因断裂系统空间上延伸较长,可促使油气发生长距离的运移。断裂在各期的间歇性活动,可使不同层位的油气共同向构造高部位运移,因而在冲断-推覆构造附近聚集的油气常表现为混合型^[6]。

6. 油气保存方面

西北部盆地边缘下伏地层组成的复杂大型逆掩断裂系统与上覆地层组成的简单单斜构造地质体非常有利于后期油气藏的保存。在盆地形成的早中期构造活动相对强烈,但在中晚期,构造活动强度大大降低,盆地中晚期盖层对早期地层所排烃有良好的封盖条件。同时,在构造相对稳定后,盆地的地温梯度相对趋于降低(因为叠加在盆地早期盖层之上的构造载荷和沉积载荷明显减少,且在此期没有岩浆活动),再加上以前时期烃源岩所生成油气已不同程度地上移,使其处于相对低的温度环境中,因而有利于所生成油气的保存^[3,7]。

5 实例

下面以塔里木盆地库车前陆冲断带为例分析构造演化对其油气地质特征的影响。

塔里木盆地由于受印度板块与欧亚板块碰撞的

远距离效应的影响,中新世以来发生了强力的变形。在库车地区,天山造山带向库车坳陷俯冲,使得库车坳陷进入了再生前陆盆地发育阶段。在侧向水平挤压作用下,大规模推覆构造在此时期形成。构造变形作用主要是自北向南依次变新,形成前列式冲断构造和多种类型的断层相关褶皱,同时相应的再生前陆盆地碎屑沉积物主要自北向南输入到盆地内^[8]。

库车前陆冲断带是塔里木盆地主要天然气富集区。主要含气圈闭是中新生界挤压构造带中的背斜圈闭(图2)。勘探实践表明:在库车冲断带,新近系膏泥岩层、膏盐岩层是主要的区域性滑脱层。喜马拉雅中晚期由北向南的挤压应力作用,沿滑脱层形成大规模的前列式冲断构造和多种类型的断层相关褶皱。盐上和盐下的两个构造层的形成极不协调。上构造层发育的逆冲断列自该滑脱面向上延伸到地表,成为大型的逆掩推覆体;下构造层以发育被动顶板双重构造和双重构造为主,形成的与断层相关的褶皱主要为断层传播褶皱。这些盐下构造多形成幅度高、面积大的长轴背斜圈闭,这些逆掩推覆体之下的隐伏背斜在区域上成排成带分布。由于盐下构造层发育的逆冲断裂向下沟通油源层,向上多终止于膏盐岩滑脱层。而新近系的膏盐岩层本身又是一套优质的区域性盖层,盖层之下则发育了新近系吉迪克组和古近系底砾岩段、白垩系巴什基奇克组等优质储层。因此,逆掩推覆体下的隐伏背斜圈闭具有距离油源区近、发育油源断层通道、盖层封堵性好、储层发育的成藏优越条件,是天然气的主要富集场所。该区克拉2井区大气田盐下背斜圈闭(图2)就是一个由断层逆冲形成的、潜伏于滑脱断层以下的叠互式双重构造,呈北东走向,长8.5km、宽4km,最

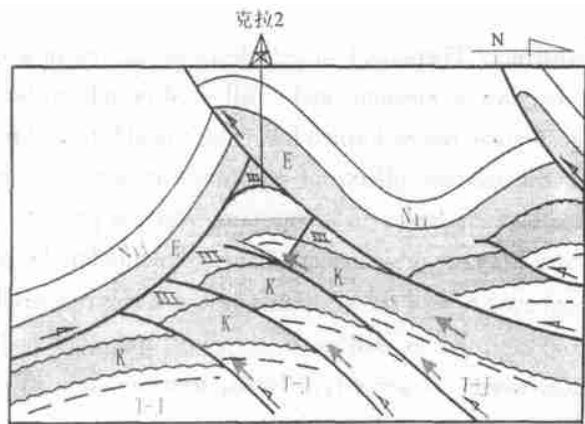


图2 库车地区构造模式

Fig. 2 Tectonic model for the Kuqa region

大闭合幅度为425m,最大闭合面积44km²,气藏探明天然气2506×10⁸m³。

综上所述,库车前陆冲断带由于三叠—侏罗系烃源岩发育,大型背斜构造排成带发育,并有巨厚的白垩系、侏罗系砂岩储层和新近系膏盐盖层,因此成为最有利天然气富集区,是今后寻找大气田的主要目标区。

6 结 论

中国西北部沉积盆地与盆地周缘造山带在构造演化、沉积作用、形成发展及热活动方面有着极为密切的关系。二者相互依存,共同发展。把造山带与沉积盆地置于一个统一的大地构造环境中来研究非常有利于揭示含油气沉积盆地的油气地质特征,在造山带中保留了丰富的与沉积盆地基底和盆地形成早期有关的地质信息,造山带本身的构造演化对沉积盆地地质特征影响作用显著,盆地周缘的造山作用不仅为盆地提供了充足的充填物源,还控制了形成、改造和调整盆地的构造;盆地中的沉积物质不仅反映了盆地自身的沉降规律,而且还记录了相邻造山带的地质作用历史。把二者作为一个统一大地构

造环境中的不同构造类型来综合研究,是解决西北油气地质问题的关键,同时对完善大陆腹地大陆动力学研究也具有重要意义。

参考文献:

- [1] SENGÖR A M C. 板块构造与造山作用. 北京,地质出版社,1984.
- [2] YAN YUGUI. Fault-controlled hydrocarbons distribution in the Junggar Basin, NW China [J]. Journal of Petroleum Geology, 1993, 16(1): 109—114.
- [3] 杨占龙,等. 与阿尔金走滑断裂系有关的走滑盆地群及其油气地质特征. 西北油气勘探, 1998, 10(2).
- [4] 黄华芳,王金荣. 造山型盆地构造演化与油气赋存—以酒西盆地、柴达木盆地为例. 兰州大学出版社, 1994.
- [5] 杨占龙等. 准噶尔盆地西北缘玛纳斯湖坳陷的沉降特征. 西北油气勘探, 1998, 10(3).
- [6] 陈效玉. 中国西部盆地边缘(山前)冲断推覆构造与油气聚集. 石油地质, 1994, 10(3).
- [7] 杨占龙等. 内蒙裂谷群盆地构造地质特征与油气. 西北油气勘探, 1997, 9(2).
- [8] 贾承造等. 特提斯北缘盆地群构造地质与天然气. 石油工业出版社, 2001.

Tectonic features of the orogenic-type basins and oil and gas accumulation in northwestern China

ZHANG Jian-wei^{1,2}, YANG Zhan-long^{2,3}

(1. Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, Sichuan, China; 2. Northwestern Branch, Research Institute of Petroleum Exploration and Development, PetroChina, Lanzhou 730020, Gansu, China; 3. China University of Geosciences, Beijing 100083, China)

Abstract: There are four petroleum basins including the Tarim, Junggar, Qaidam and Turpan-Hami basins, and a number of medium- and small-sized petroleum basins in northwestern China. Nowadays, all the basins are geographic basins formed following the uplifting of peripheral orogenic zones. The authors contend, on the basis of the tectonic effects of the orogenic zones on deposition, subsidence, tectonism and thermal activity of sedimentary basins in integration with the previous data, that the orogenesis of the peripheral orogenic zones have not only provided abundant sediments for the basins but also exerted an important effect on the formation and evolution of the structures in the basins, especially the orogenic effects on the source rocks, reservoir rocks and cap rocks as well as the trapping, migration and preservation of oil and gas.

Key words: orogenic-type basin; tectonic features; oil and gas accumulation; northwestern China