

改造盆地研究和油气评价的思路*

刘池洋, 杨兴科

(西北大学地质学系, 陕西西安 710069)

摘要: 改造盆地在我国分布广、数量多, 为未来油气资源的主要接替区。这由中国大陆结构复杂、活动性强等基本特征所决定。油气的聚散、成藏和分布既严格受成盆期和成盆期前构造格局的控制, 又明显受成盆期后每一次构造运动和任一种改造形式的影响, 因而油气成藏过程复杂、分布规律多变, 研究和勘探难度颇大。改造盆地研究与评价的思路和程式为: (1) 厘定盆地属性, 分析动力环境; (2) 恢复原始盆地, 回归今盆位置; (3) 揭示改造过程, 明确几个时期; (4) 确定改造程度, 划分保存单元; (5) 探讨聚散特点, 评价资源规模; (6) 重视多源油气, 突破单一模式; (7) 多期动态聚散, 突出晚期成藏; (8) 注意差异改造, 切忌以点代面。

关键词: 改造盆地; 研究思路; 盆地恢复; 改造过程; 保存单元; 晚期成藏; 油气评价; 中国沉积盆地

第一作者简介: 刘池阳 (笔名刘池洋), 男, 46岁, 教授 (博士生导师), 油气地质与勘探、沉积盆地动力学

中图分类号: TE121.1

文献标识码: A

1 研究意义和核心问题

沉积盆地动力学是当今地学研究的前沿领域和热点议题之一^[1,2]。中国沉积盆地类型众多、现象丰富、特征复杂, 为世界罕见。对中国沉积盆地的深入研究, 必将为世界地球科学和沉积矿产勘探作出贡献。然中国大陆活动性强, 盆地后期改造强烈而普遍^[3~5], 致使盆地的原始面貌大为改观, 甚至面目全非。这对深入研究和客观认识盆地的形成演化和基本特征带来了极大困难^[4~7]。

中国是世界上改造盆地最发育和最复杂的地区, 如我国的古生代盆地和中西部^[3,8]及南方的盆地^[9~12], 东北、华北的中小型盆地, 东南沿海的前第三纪盆地^[13~15]均属此类。我国东部的第三纪盆地和松辽盆地, 在盆地发育晚期和之后也遭受了不同程度的改造^[4], 如渤海湾盆地冀中坳陷北部和黄骅坳陷北部、辽河坳陷西北部, 松辽盆地东(南)部以及中国近海盆地^[16]等。这些盆地现今的地貌景观多样、地下结构复杂, 有的已不具盆地的形态和属性, 仅为残存的沉积体^[3,4,7]。

从中国的经济状况和人口众多等国情考虑, 在今后相当长一段时间里, 中国不可能大量进口原油, 也不可能在国外进行大规模的风险勘探。所

以, 中国油气工业只可能以国内油气资源为主体, 国内未来的油气资源将主要来自改造盆地和已发现油气田盆地的类似地区。以改造盆地为对象的油气勘探, 只有通过大幅度增加科技含量, 从而在提高勘探成效、降低勘探成本中求生存、求发展。

可见, 无论是地学理论研究, 还是油气等沉积矿产的勘探, 均应将改造盆地放在足够重要的地位进行专门研究。

1.1 科学理论研究

中国沉积盆地复杂的特征和丰富的类型, 是中国大陆本身结构、演化特点和构造运动历史的综合反映。对改造盆地地质构造特征的深入研究和演化-改造历史的揭示, 是中国大陆动力学研究的重要内容, 必将丰富和发展地球科学, 特别是大陆动力学和沉积盆地动力学理论。

从科学探索的目的出发, 研究的核心问题应是: (1) 恢复盆地的原始面貌; (2) 揭示盆地演化-改造的动态过程; (3) 探讨盆地的成因和演化-改造过程的(区域)动力学环境。

1.2 油气勘探与资源评价

油气为流体矿产, 极易随所处环境的变化而发生流动, 改变其分布状态和位置。所以, 油气赋存(聚散、成藏和分布等)既严格受成盆期和成盆期前构造格局的控制, 又明显受成盆期后每一次构造运动和任一种改造形式的影响。简言之, 油气成藏及其分布位置是动态的, 往往随时间的发展和所处环

* 国家重点基础研究发展规划项目(G1998040801-5)资助

收稿日期: 2000-02-14

境的改变,可能会发生规模、位置等方面的变化,甚至消失。这就极大地增加了研究和勘探的难度^[6]。所以,将现有正常盆地的常规勘探经验和资源评价方法,用于改造盆地或盆地中明显遭改造的地区常难奏效。近年兴起的油气成藏系统对改造盆地也多不适用^[4,6,17]

对后期改造较明显的盆地而言,(1)如何科学、客观地进行油气资源评价(即对油气贫富或有无给出结论)和(2)有利区预测(即指明油气在何处),是对这类盆地油气勘探和提高勘探成效的核心问题,同时也是当今国际和国内油气工业共同面临、亟待解决但又久攻未克的重大科技难题^[6]。随着石油资源的日益减少,到下世纪初,研究和解决此难题的必要性和迫切性将日益显著。

所以,对改造盆地进行深入研究和油气评价,是一项具有战略性和前瞻性的科研方向和前沿课题。

2 研究与评价的思路及程式

现有的油气地质理论和勘探经验,主要是在对无明显改造或改造较弱盆地油气勘探实践中产生和总结的。对改造盆地研究和评价,目前尚无系统的理论和公认的标准,亦缺乏有效的方法和成熟的技术。其中一些核心理论才在探索,关键技术及方法尚未最终解决或其精度与要求相距甚远。一切都在探索和发展中。根据笔者的初步实践,提出以下改造盆地研究、油气评价和预测的思路及程式。

2.1 厘定盆地属性,分析动力环境

盆地动力学研究,首先应确定盆地的成因和类型,分析盆地发生前和演化过程中的区域动力环境;进而探讨盆山耦合、构造作用、深部作用、热力作用、流体动力作用、沉积与成岩作用的主要特征以及诸因素的相互作用,盆地演化、反转阶段及其特征;进行三维盆地定量、动态演化模拟和描述。

对改造盆地,特别是其叠合深埋型盆地^[6]而言,确定下伏被叠合改造的盆地类型,在地学研究和油气勘探中尤为重要。因上覆和下伏盆地的类型常差别很大,但油气又多与下伏盆地关系密切。如在我国西部诸山脉两侧广泛发育的类前陆盆地,主要形成于非碰撞造山期的新生代中晚期。在此之前,该区的盆地类型多样,一般并不具前陆盆地特征,但油气却主要来自这些被改造的下伏盆地。

2.2 恢复原始盆地,回归今盆位置

原始盆地恢复,即剔除后期改造的影响,恢复盆地主要发育时期和演化阶段的原始面貌。这是深入研究盆地动力学和揭示盆地三维动态演化的基础,是客观评价改造盆地油气资源和科学预测有利地区的前提^[18]。

原始盆地恢复的内容除上述盆地的原始类型(盆地原型)外,主要还应包括地史上盆地在沉积建造及其展布体系、构造特征、深部作用、热动力学、流体动力学、区域构造背景、地理环境等方面的原始状态^[19]。据此可评价原盆地的资源规模。

在此研究基础上,确定今盆地在原始盆地(特别是盆地发育鼎盛时期的原始盆地)的构造部位及沉积环境,特别是与(主)生油洼陷的空间关系,进而评估改造前今盆地的成藏条件和资源规模。

2.3 揭示改造过程,明确几个时期

在原盆地恢复过程中,应重视研究盆地后期改造的期次、形式、强度和各期次的主要特征及空间改造的不均一性(分区性),揭示和模拟盆地的动态演化-改造过程。特别应明确盆地主要烃源岩的形成期和成熟期、排烃期,盆地最高热演化期,主要油气聚集、成藏期,盆地主改造期和最晚较强改造期,以及各期的基本特征、时间序次和空间变化。

2.4 确定改造程度,划分保存单元

改造与保存是彼此对立,然又有机相联的一对矛盾。油气藏就是在这一对矛盾的动态变化和平衡中形成、破坏和存留的。故应从油气赋存角度,确定后期改造的正、反两方面作用,综合研究和评判原盆地“保持”、“保存”和“后期改造”的程度^[6],评价盆地或较大区域的整体封盖保存条件,进行改造类型和改造程度区划,遴选相对改造较弱、油气保存条件较好的单元,即油气保存单元^{[10]*}。

关于改造强度和保存条件,目前尚无统一的确定依据和公认的评判标准。这本身也应是改造盆地研究和评价主要内容的组成部分。

一般而言,应从宏观上(总体改造和演化历史等)定性确定改造程度;从微观上(各种精细描述和测试分析)定量地评价保存条件。二者不可重此轻彼或简单替代,而应相互补充。

在此有必要指出,对一些地表变形和改造强烈、勘探程度较低的地区,一定要查明盆地浅层和中深部是否同步、协调变形。在拆离、滑覆、推覆

* 邱蕴玉,扬子区海相地层油气保存单元的划分与评价,海相油气地质,1996,1(3):39~44

等薄皮构造发育的地区,强烈变形主要发生在表浅层,且在拆离等构造面上下,变形严重不协调,各自自成相对独立的流体系统。故不能仅据表浅层改造强烈,就简单地否定一个地区的油气远景。

2.5 探讨聚散特点,评价资源规模

MacGregor^[18]通过对世界上350个大油田的研究,发现这些油田的寿命均较短暂,其中值平均年龄为35 Ma。这些油田均处于动态变化之中,破坏率很高,其中有1/3的油田存在聚集成藏后遭破坏的证据。

对改造盆地而言,油气藏的破坏和油气的散或失会更为强烈而普遍。因而应重视和加强研究盆地改造过程中油气重新聚集、逸散和损失的过程、机理、特征、形式、速率和规模,及其(半)定量估算的方法。这些问题是科学、客观地对改造盆地进行油气资源评价,对盆地油气贫富或有无商业勘探价值作出结论的关键环节。

对盆地后期改造过程中,油气重新或多期次聚散和损失量的估算,以往鲜有论及;对其聚散和损失的过程和特征,迄今知之甚少。最近,有些学者在此方面进行了有益的尝试^[9]。这是一项意义重大的科学前沿探索难题,需要勘探家和科学家的密切配合,在对盆地改造过程深入研究的基础上,将(油气运、聚、散、失的)历史和(今赋存)现状有机相联,地表(各类油气显示)与地下(油气分布)统一考虑,今、古油气藏对比研究,不同介质和环境中的多相流体(油、气、水、沥青)与岩石相互作用的动态分析;并通过大量精选实例解剖、测试分析、模拟实验、理论计算和综合研究,才可能对改造盆地油气聚集、逸散和损失三种不同赋存方式的资源规模或量值作出较为客观的结论。进而探讨不同类型改造盆地油气在聚、散、失方面的特点和异同。

2.6 重视多源油气,突破单一模式

相对而言,改造盆地油气,特别是天然气的成因和来源应更为丰富和多样:常规与非常规,过成熟、成熟与低熟、未成熟,有机与无机,浅层与深源,均可能不同程度地出现或同存,并常有因深埋或热力作用而再次或多次成烃和隆升地层脱气等成烃成藏过程。

所以,应重视多元(源)油气的形成、资源规模、赋存条件,混源复合油气藏的成藏机理、组合序列和分布特点,及其之间的成因联系和空间展布关系等方面的综合研究,突破传统、单一的油气成因和

来源的概念与模式。

2.7 多期动态聚散,突出晚期成藏

在盆地演化和改造过程中,多期次改造和多期次成烃,必然导致(多元)油气发生多期次生、运、聚、散。我国时代相对较老的盆地,一般都有多期次聚散、成藏的历史。中国盆地不仅改造期次多,而且改造时间新^[4]。已有的研究表明,我国“许多盆地现今的构造特征和总体面貌,在第四纪,甚至于更新世中晚期才形成”^[4],油气晚期或超晚期聚集成藏普遍存在于新生代和中、古生代含油气盆地之中。后者如四川、酒西、塔里木、准噶尔等盆地,其中许多油气田(藏)的聚集、成藏始于中新世晚期及其后,且随后仍有不同程度地改变或调整。

所以,应深入研究油气的多期动态聚散过程、成藏机理、赋存条件和主控因素,特别应突出对晚期(喜马拉雅期)次生成藏的研究,进而探讨油气成藏、富集特点和分布规律,预测有利区带和靶区。

2.8 注意差异改造,切忌以点代面

在改造盆地研究和油气勘探中,一定要注意盆地不同地区演化、改造的差异和其油气成藏机理、分布特征和主控因素等方面的不同,切忌以点代面,成功则无限推广、失利则全盘否定的简单作法。

以上研究探索性很强、难度颇大。已有某些可供借鉴的成功经验,也常有其地区或类型的局限性,不应简单套搬。改造盆地构造复杂、特征多样,对其研究、认识和评价不可能一次完成。其认识程度和研究深度也明显受勘探程度的限制。上述研究和评价须结合实际、勇于探索、多次反复、不断实践,才可能取得科学、客观的认识,从而提高改造盆地的研究水平和油气勘探成效。

参 考 文 献

- 1 Panel on the Geodynamics of Sedimentary Basins U. S. Geodynamics Committee Board on Earth Sciences and Resources Commission, on Geosciences, Environment, and Resources National Research Council. The dynamics of sedimentary basins[M]. Washington D C: National Academy Press, 1997. 1~ 10
- 2 刘池洋,赵政璋,赵文智.含油气盆地分析——理论与方法[M].北京:石油工业出版社,2000
- 3 刘光鼎.试论残留盆地[J].勘探家,1997,2(3):1~ 4,45
- 4 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
- 5 刘池洋,赵重远,杨兴科.活动性强,深部作用活跃——中国沉积盆地的两个重要特点[J].石油与天然气地质,2000,21(1):1~ 6

- 6 刘池洋, 孙海山. 改造型盆地类型划分[J]. 新疆石油地质, 1999, 20(2): 79~ 82
- 7 刘池洋. 后期改造与古地质构造恢复[J]. 西北大学学报(自然科学版), 1991, 21(增刊): 1~ 8
- 8 Liu Chiyang, Li Taohong. Formation of sedimentary basins and terrane movement in northwestern China[A]. In: Wiley T J, Howell D G, Wong F L, eds. Terrane analysis of China and the Pacific rim[C]. Houston, Texas: Circum-Pacific Council for Energy and Mineral Resources, Earth Science Series, 1990, 13: 227 ~ 229
- 9 王英民, 邓林, 贺小苏, 等. 海相残余盆地成藏动力学过程模拟理论与方法[M]. 北京: 地质出版社, 1998
- 10 孙肇才, 邱蕴玉, 郭正吾. 板内形变与晚期次生成藏——扬子区海相油气总体形成规律的探讨[J]. 石油实验地质, 1991, 13(2): 107~ 142
- 11 罗志立. 中国南方碳酸盐岩油气勘探远景分析[J]. 勘探家, 1997, 2(4): 62~ 63
- 12 赵重远, 刘池洋. 残延克拉通内盆地及其含油气性——以鄂尔多斯盆地和四川盆地为例[A]. 见: 中国地质学会编. “七五”地质科技重要成果学术交流会议论文选集[C]. 北京: 北京科学技术出版社, 1992. 610~ 613
- 13 赵重远, 刘池洋. 华北克拉通中生代区域地质构造及含油气盆地的形成和演化[A]. 见: 赵重远, 刘池洋. 华北克拉通沉积盆地形成与演化及其油气赋存[C]. 西安: 西北大学出版社, 1990. 10~ 21
- 14 李思田, 路风香, 林畅松, 等. 中国东部及邻区中生代盆地演化及地球动力学背景[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1997
- 15 刘池洋. 古沧县-天津复向斜和其确定的依据[J]. 石油与天然气地质, 1986, 7(4): 333~ 343
- 16 王国纯. 中国近海盆地正反转构造含油气浅析[J]. 中国海上油气(地质), 1998, 12(3): 145~ 149
- 17 张厚福, 孙红军, 梅红. 多旋回构造变动区的油气系统[J]. 石油学报, 1999, 20(1): 8~ 12
- 18 MacGregor D S. Factors controlling the destruction or preservation of giant light oil fields[J]. Petroleum Geoscience, 1996, (2): 197~ 217
- 19 刘池洋. 盆地动态演化研究的基础: 原始盆地恢复——以柴达木盆地为例[A]. 见: 赵重远, 刘池洋, 姚远, 编. 含油气盆地地质学研究进展[C]. 西安: 西北大学出版社, 1993. 26~ 31

THINKING FOR RESEARCHES AND OIL-GAS ASSESSMENT OF REFORMED BASINS

Liu Chiyang Yang Xingke

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

Abstract: Reformed basins that are widely and numerous found in China are the main replacing areas for China's oil and gas exploration. Oil and gas generation, accumulation, migration, pool-forming and distribution in the reformed basins were controlled by both the tectonic framework of pre-basin stage and the tectonic movements and structural forms of post-basin stage. So oil and gas pool-forming processes were complicated and oil-gas distribution regularity was varied. The process or thinking for the researches and oil-gas assessment of the reformed basins includes: 1. collating the attribution of the basin and analysing its dynamic circumstances; 2. reverting to the original basin; 3. revealing the reformation process of the basin; 4. determining the reformation degree and classifying the basin's retention units; 5. approaching the characteristics of oil and gas accumulation and dispersion, assessing resources amount; 6. taking multi-source hydrocarbon into account; 7. paying more attention to late-stage pool-forming; 8. paying attention to differential reformation.

Key words: reformed basin; research thinking; basin reconstruction; reformation process; retention unit; late-stage pool-forming; oil-gas assessment; Chinese sedimentary basin