

文章编号:1000-5870(2002)06-0001-06

中国典型含油气盆地地层压力分布特征

金之钧, 谢方克

(石油大学盆地与油藏研究中心, 北京 102249)

摘要: 地层压力, 尤其是异常地层压力对油气藏的形成和保存有着重要的作用。对中国典型含油气盆地进行了科学的分类, 分析了克拉通、裂谷、前陆三大类盆地的油气成藏特征, 在收集了大量探井实测地层压力数据的基础上, 统计研究了这三类盆地的地层压力分布模型。将该模型与俄罗斯含油气盆地地层压力与油气藏分布的关系对比发现, 异常地层压力是一个普遍存在的地质现象, 不同类型的含油气盆地从古生代到新生代地层压力有增大的趋势。中国典型含油气盆地地层压力分布表明, 前陆盆地以异常高压油藏为主, 克拉通盆地油藏压力轻微超压, 裂谷盆地异常低压油藏有一定分布。

关键词: 中国; 含油气盆地; 盆地类型; 异常地层压力; 压力分布

中图分类号: TE 121.1 **文献标识码:** A

引言

异常地层压力就是背离正常静水压力的地层压力, 一般用压力系数 A_0 来表示其异常幅度(以压力系数 0.9 ~ 1.1 作为正常压力考虑), 其形成与地层欠压实、矿物转化脱水、生烃作用和构造变动等因素有关。我国的油气勘探结果表明, 在绝大多数含油气盆地的勘探与开发过程中, 均遇到了不同程度的异常地层压力, 压力系数为 0.6 ~ 2.2, 埋深为 1200 ~ 5500 m, 年代从古生代到新生代, 岩性包括碳酸盐岩、泥岩、砂岩、膏岩等。如松辽盆地三肇凹陷青一段发育的异常高压, 济阳坳陷第三系埋深于 2000 m 以下出现的超高压层, 准噶尔盆地呼图壁气田安集海河组泥岩超压封闭, 以及塔里木盆地的古、中生界地层也程度不等地发现了异常地层压力的现象。异常压力地层在区域及盆地局部地区分布, 给油气资源的开发利用带来了困难。笔者统计分析不同类型含油气盆地地层压力的分布规律, 探索其对油气成藏的作用, 这对丰富石油地质理论和提高我国的油气勘探效益具有重大意义。

1 盆地的分类与中国典型含油气盆地石油地质特征

盆地的分类是盆地特征的高度概括, 为了有效地

研究盆地及其油气资源, 兼顾板块构造理论与区域应力场(挤压、拉张、剪切)作用, 以及盆地形成演化的地球动力学背景和含油气性, 笔者于 1999 年提出了盆地三分原则, 并细化为 6 个亚类(见图 1)。

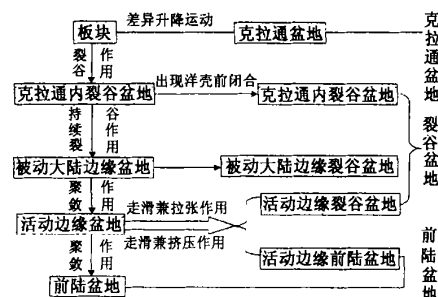


图 1 板块演化与盆地类型的关系
(金之钧等, 1999)

三大类盆地是板块演化不同阶段的产物: 克拉通盆地是板块发展过程中仅做垂直升降运动或水平整体漂移运动的块体, 由于经过了漫长的地质时期和多期的运动, 其含油气性复杂; 裂谷盆地是克拉通盆地边缘或内部进一步裂解的产物, 是克拉通盆地向前陆演化的过渡, 其深水、快速沉积和较高的地温有利于有机质的保存和成熟; 前陆盆地是板块演化的最终产物, 经历时间长, 往往发育多套烃源岩, 其高速的沉积速率和挤压动力对油气成藏有着得天独厚的优越条件。根据中国典型含油气盆地的构造地质特征、演化

收稿日期: 2001-11-15

作者简介: 金之钧(1957-), 男(汉族), 山东胶南人, 教授, 博士, 博士生导师, 从事盆地分析与油气资源评价的教学与科研工作。

方式及含油气性,在以上依据的基础上,将研究工区的含油气盆地进行分类,如表1所示。需要指出的是,由于中国大多数沉积盆地(尤其是西部叠合盆地)具有沉积、构造多旋回的性质,盆地形成的早期可能是古老地台或克拉通盆地的基底,后期逐渐向裂谷和前陆盆地演化,这就给盆地定性的分类带来了困难。因此考虑了盆地沉积体系的控制主体和油气成藏的可行性,将盆地演化的主要时期与烃类的生、运、聚密切结合。

表1 中国典型含油气盆地分类

克拉通盆地	裂谷盆地	前陆盆地
塔中、塔北隆起	松辽盆地	塔里木盆地库车坳陷
四川东部(古生代)	渤海湾盆地济阳坳陷	准噶尔盆地南缘山前坳陷
鄂尔多斯(早中生界)	准噶尔盆地腹部	柴达木盆地西部山前

1.1 前陆型含油气盆地

我国的前陆盆地主要形成于收缩造山带和相邻克拉通盆地之间,多呈长条形区域。盆地一般具有双重结构(前前陆盆地沉积阶段和前陆盆地沉积阶段),完整的沉积盆地演化序列使盆地一般发育有多套烃源岩、多种储层和圈闭类型,为形成大油气田提供了丰富的物质基础(如塔北库车前陆和隆起带北部);油气圈闭主要位于山脚区褶皱冲断带,与大量存在的垂向断层密切相关,油气运移的主要方式为穿层的垂向运移,侧向运移的动力是压实驱动力,大油气田一般分布在前缘隆起及斜坡部位。盆地内油气形成的时间同圈闭形成的时间配置有利,并具有晚期成藏的共同特点,同时也为大油气田的后期保存创造了有利条件。盆地中除了聚集有丰富的常规油气资源外,还存在着非常规的烃类,包括重油和沥青砂。

1.2 裂谷型含油气盆地

裂谷盆地多是构造拉张的产物。完整的裂谷盆地一般具有前裂谷期、主裂谷期和后裂谷期(坳陷期)3个演化阶段,沉积特征具多旋回特点。盆地的演化过程中一般伴有地幔上涌及火山活动,造成热流值高、盆地外观呈条带状,并且具有埋深大、沉积迅速和生烃门限浅的特点,有利于油气早期成熟和排烃(如渤海湾盆地)。陆内裂谷盆地以断陷特征为主,坳陷阶段不发育,盆地正断层发育,形成多凸多凹的构造格局,油气以垂向运移为主,油气藏类型多样,但与断层遮挡有关的油气藏占主要地位。不同时期的生油凹陷都沿着主要断裂带分布,每个深凹陷都是一个单独的成油区。泥质沉积物的快速堆积最终导致高塑性岩层的形成,塑性层常刺穿上覆地层产生泥岩底辟构造,并容易形成地层压力异常油气藏。

1.3 克拉通型含油气盆地

克拉通盆地具有长期稳定发育的特点,一般经历了长期的构造发展、构造沉降和多期海平面升降变化及盆地充填作用,部分克拉通盆地的演化分为早期裂谷阶段和后期垂直升降运动,具有多旋回演化的特点。盆地内多期成藏,油气分布较其他两类盆地复杂,普遍存在多种类型的油气成藏组合。盆地的隆起带是主要的油气聚集区,隆起的斜坡往往是大型油气藏的分布区(如塔里木克拉通隆起带)。大多数克拉通盆地有一些以不整合面为界的层序,这些界面可为储集层圈闭的发育提供较好的条件,油气运移活跃,并形成成藏组合。克拉通盆地沉积面积大,厚度大,沉降速度相对缓慢,地温梯度较低。

2 数据资料的收集及建库

对中国典型含油气盆地地层压力统计特征进行研究,资料的收集、整理和具有系统而准确的数据库体系至关重要。根据地层压力产生的原因、分布状态和显示特征,利用地震、钻井、测井和试油资料可以判断异常地层压力的存在并确定其大小。随钻直接监测法获得的地层压力资料最为可靠、准确,也最能反映原始埋深状态下地层流体所受到的压力,但这种方法只能测得渗透层的压力,不能获得井下系统连续的记录。对于部分盆地(如鄂尔多斯盆地)的砂泥岩层,测井声波时差的等效深度法也是随钻测试方法的有益补充;而部分裂谷盆地(如准噶尔腹部)其数据的可靠性可能已受到开发后期作用的影响。

研究涉及到全国三大类盆地7个独立盆地的地层压力资料,累积井数2891口,包含有效地层压力数据8389个。统计数据主要来自:大庆油田、胜利油田、克拉玛依油田、塔里木勘探开发指挥部、青海油田各勘探开发研究院的油田数据库;新疆油田信息中心探井钻井资料;塔指探井完井总结报告集;中国石油天然气集团公司“九五”攻关项目部分三级专题的勘探数据和资料。

3 三大类盆地地层压力统计分布特征

根据表1的盆地分类方案,统计分析了三大类盆地宏观地层压力分布模型。

3.1 克拉通盆地地层压力特征

共采集到地层压力数据的有效样本1577个,压力系数为0.3~2.8,平均值为1.1696,样本总体标准差为0.2645。图2显示了克拉通盆地地层压力系数的分布特征。其地层压力系数分布范围广、变化大,

异常超压和低压均有发育,主峰值区间(地层压力系数为 0.9 ~ 1.1)的频率不明显,在 50 % 左右,呈现出

正态右偏的分布趋势。这与克拉通盆地沉降时间长、沉积地层多而厚,经历的构造演化期次复杂有关。

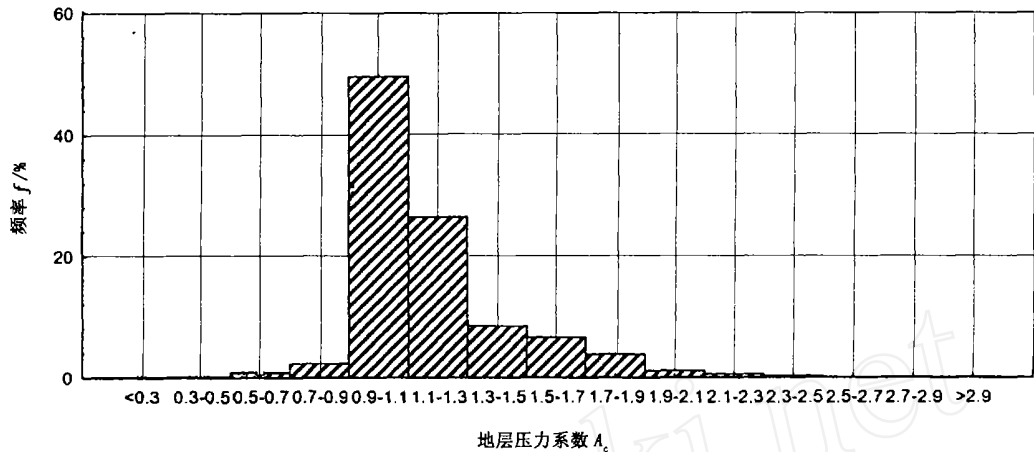


图 2 中国克拉通型含油气盆地地层压力系数分布直方图

因此,从各个地质时代地层的角度出发来研究盆地的压力分布规律,可能更容易把握其真实情况。在地层时间延续的尺度上,结合构造运动的期次性和地质背景、沉积环境的改变,以古生代、中生代、新生代 3 个大跨度为间隔对其地层进行统计分析,并开展了三大类盆地的对比研究。

个大的历史时期的地层压力分布情况。总体上看,克拉通盆地的地层压力系数呈现出新、老地层异常高压(地层压力系数大于 1.1)幅度大,中间低的趋势。古生代沉积地层异常高压有一定分布;中生代时有所减少;新生代发育在古老克拉通基底上的继承性沉积表现出了以异常高压为主的特性(异常高压的分布频率之和高达 70.26 %)。

克拉通盆地不同时代的地层压力系数分布图(图 3)中展示了克拉通盆地在古生代、中生代、新生代 3

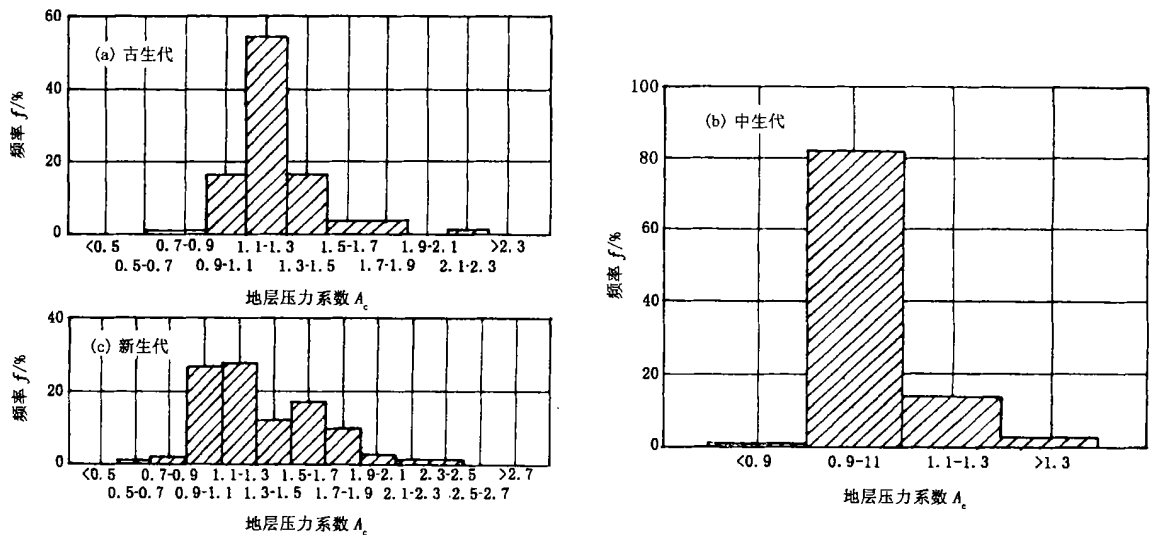


图 3 克拉通盆地现今不同时代地层压力系数分布直方图

3.2 裂谷盆地地层压力特征

共采集到地层压力的有效样本 4962 个,压力系数为 0.21~1.87,平均值为 0.9903,样本总体标准差为 0.1908。图 4 为裂谷盆地地层压力系数的分布特征。其压力系数范围比克拉通盆地小,而地层压力变化较大,异常超压和低压均有发育,主峰值区间(地层压力系数为 0.9~1.1)的频率明显,大于 60%,显单峰,呈现出标准正态曲线的分布趋势。

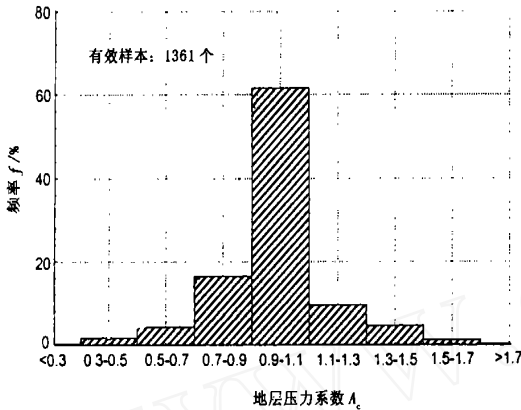


图 4 中国裂谷型含油气盆地地层压力系数分布直方图

在裂谷盆地不同时代的地层压力系数分布图(图 5)上显示,正常压力始终在地层压力中占主导地位(概率平均值为 57.99%)。古、中生代地层异常低压所占比例较大,新生代地层中超压现象开始占优势(图 5(c))。在裂谷盆地新生代地层中,异常低压现象可能反映了盆地演化后期拉张性质的岩石圈变动对地层压力产生了积极影响,特别是已沉积的老地层受影响较大,但也不排除受部分原始数据可靠性的限制。

3.3 前陆盆地地层压力特征

研究获得的前陆型含油气盆地地层压力有效样本共 1988 个,压力系数为 0.5~1.7,平均值为 1.1085,样本总体标准差为 0.0939。图 6 为前陆盆地地层压力系数的分布特征。其地层压力系数的分布集中在 0.9~1.3 内,频率曲线偏向异常超压趋势,主峰值区间(地层压力系数为 1.1~1.3)的频率明显,接近 60%,呈现出明显的异常超压的分布规律。

前陆盆地各时代地层压力系数分布模式(图 7)明确揭示了盆地明显的超压特征,异常高压(压力系数为 1.1~1.5)和异常超高压(压力系数大于 1.5)的分布概率事件始终控制了整个地层压力的变化,

中、新生代地层异常高压的比例甚至高达 60%以上。

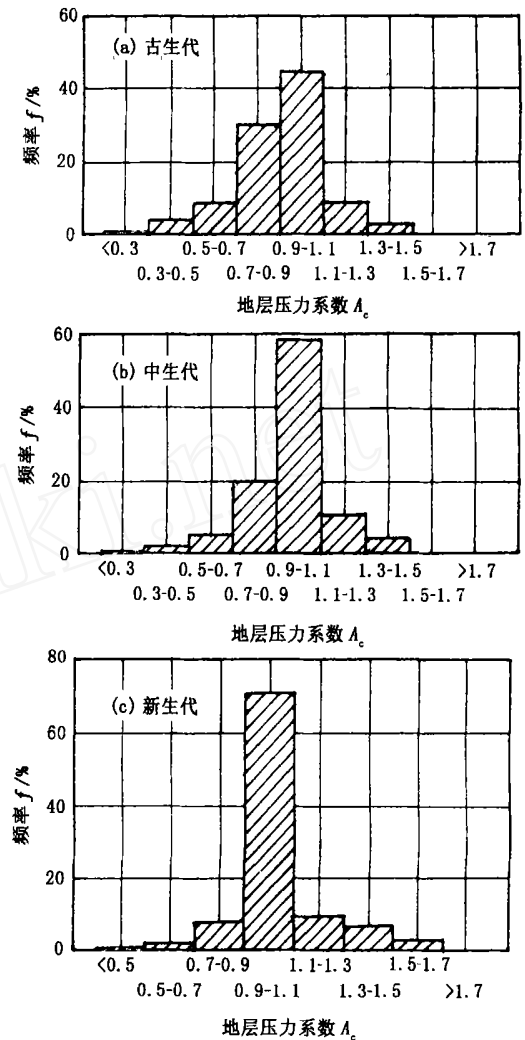


图 5 裂谷盆地现今不同时代地层压力系数分布直方图

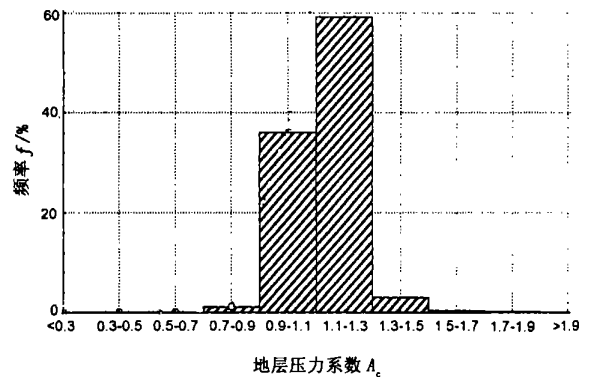


图 6 中国前陆型含油气盆地地层压力系数分布直方图

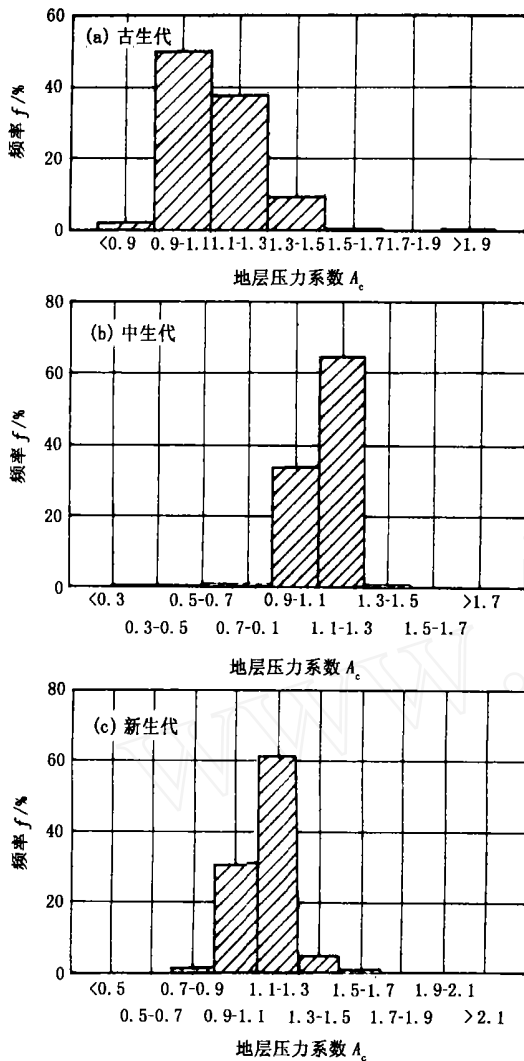


图 7 前陆盆地现今不同时代地层压力系数分布直方图

总体上看,三大类盆地地层压力的分布具有以下规律: 三大类含油气盆地地层压力系数以正常压力为均值呈正态分布; 克拉通盆地地层压力系数分布区间广而复杂,高压和低压都占有一定比例,这与克拉通盆地长期的缓慢沉降沉积(垂直运动)有关,其多旋回的特点造成地层压力的多样分布; 处于挤压构造地质条件发育的前陆盆地的地层压力系数分布曲线呈高压异常、右偏正态,从古生代至新生代,其地层异常压力基本上以高压为主,并随埋深异常超压有持续增大的趋势,后期剧烈的构造挤压作用和高速率的沉积充填可能是造成异常超压的重要原因; 裂谷型含油气盆地的常压出现频率大于 60%,有异常低压现象存在,地层压力随时代从老到新出现了由异常低压向正常压力过渡的趋势。这从一个侧面反映了持续的构造活动产生的拉张作用,可以对断裂的形成及

开启有积极的影响,破坏了早期沉积地层中的压力体系,新生代地层高速沉积和局部封闭条件也会产生地层的超压现象。

4 地层压力与油气藏分布的关系

本世纪初,在莱复生的研究工作中就注意到了压力对油气藏形成与分布的控制作用, M. K. Hubbert (1940, 1953) 建立的流体势理论至今仍在指导着人们进行油气运移和聚集的分析。异常压力 (Chapman, 1975) 与流体封存箱理论 (Hunt, 1980) 的提出,大大丰富了这一研究领域。

地层压力与油气田(藏)的分布密切相关(见图 8)。对于油气成藏过程而言,生油岩和储集岩都可能形成异常压力,二者存在着一定的联系。对全球异常地层压力与油气藏分布关系的研究表明,异常压力与特定埋深条件、圈闭类型和储层性质等密切相关。

(1) 异常高压油气藏埋深较大(大多数在 3050 m 以下),在较年轻的第三系地层中异常压力分布极为普遍; 低压区油气田储量偏小,超高压区可能找到大油气田。

(2) 地层圈闭中可形成高压或低压油气藏; 复合圈闭在高压油气藏中占较大比例; 断裂发育的构造圈闭中多存在低压油气藏。异常压力油气藏以溶解气驱动为主,缺乏活跃的边水和底水,仅含隙间水,并与砂岩透镜体有关。

(3) 异常压力系数向穹隆构造、鼻状构造的顶点和受地层岩性控制的各层其他隆起方向增加。

(4) 烃类势平面分布图中,一切低势等值线封闭或半封闭(低势等值线向高势等值线方向变化的转角处)的地区,都将是具有多方向油气汇集的有利区。

M. D. Belonin 和 V. I. Slavin^[5]应用统计方法对俄罗斯重要含油气构造省的地层压力与油气分布的关系进行了统计分析,其分布结果见图 9。从图中可以看出以下规律: 95% 以上的工业油气藏的地层压力小于 1.8; 地台区的多数油气藏的地层压力系数为 1.1~1.3; 活动带(克拉通盆地边缘、山间盆地)多数油气藏的地层压力系数为 1.3~1.6,说明活动带易形成地层高压异常。以上 3 点都证明了地层压力与油气藏的分布存在着较好的关系。针对国内含油气盆地特征,根据现有的油藏与地层压力资料,按照前述的三大盆地类型分别统计了油藏数目与地层压力系数之间的关系,如图 10 所示。

对于中国的含油气盆地而言,绝大多数的油藏地层压力系数分布在 0.9~1.5 (约占油藏总数的

86%),异常高压是一个普遍的现象。其中,克拉通盆地油藏压力分布区间大,半数油藏压力系数为1.1~1.2,呈现出超压趋势;裂谷盆地油藏压力系数多分布于0.9~1.1,占总数的65%左右,普遍处在轻微超压

的背景下,异常低压亦有发育;前陆盆地形成的油藏广泛呈现出超压现象,有70%以上的油藏压力系数大于1.1。

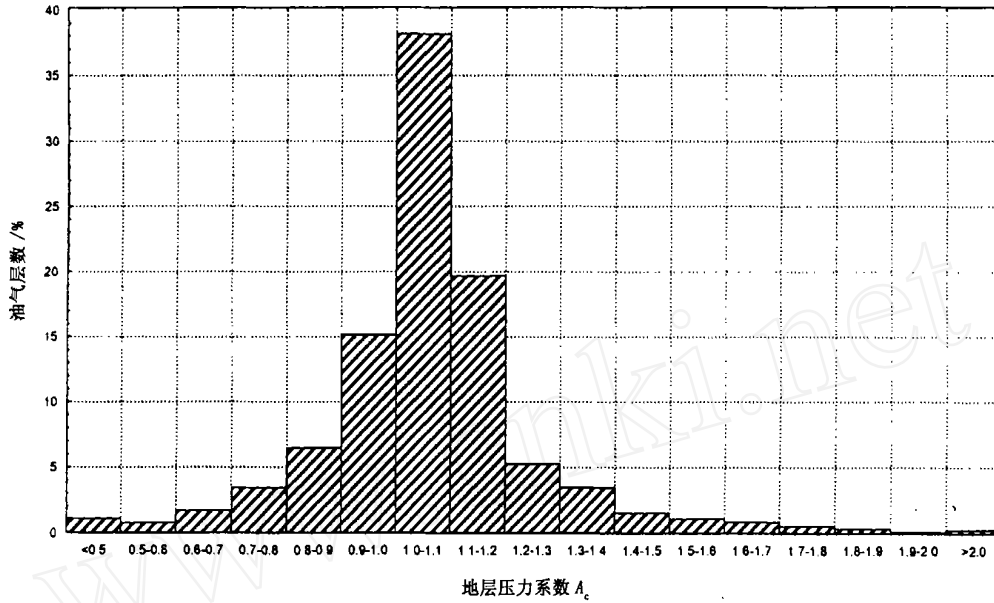


图8 中国含油气盆地地层压力与油气层分布图

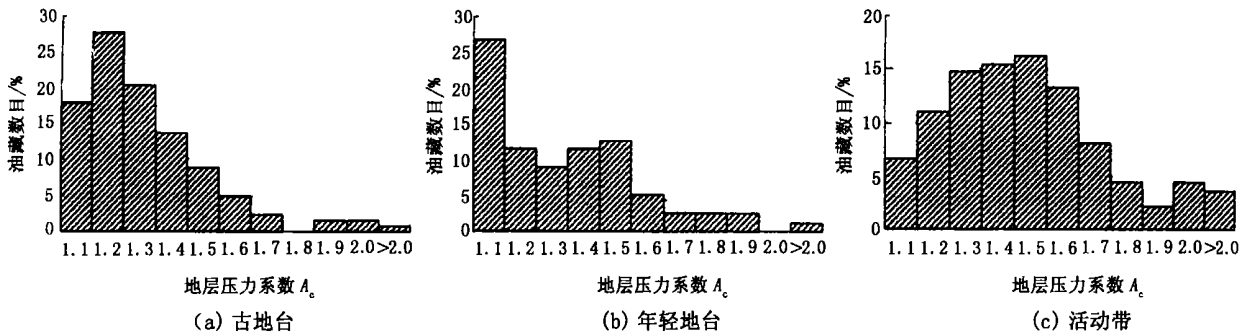


图9 前苏联含油气构造省油藏与地层压力分布直方图(据 Slavin,1998 修改)

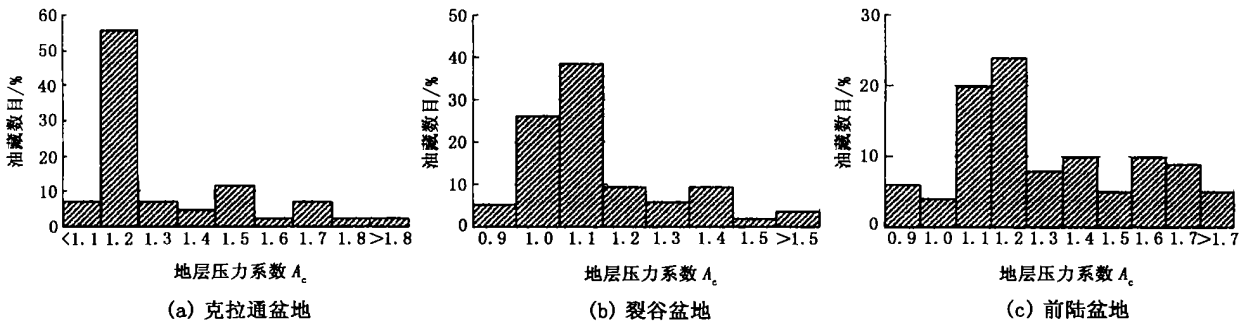


图10 中国含油气盆地油藏与地层压力分布直方图

5 结束语

中国典型含油气盆地地层压力是以正常压力为

均值呈正态分布,异常地层压力的出现是一个普遍现象。克拉通盆地地层压力系数分布广泛;前陆盆

(下转第16页)

地质背景和地化分析数据均表明,小营地区的油气主要来自利津洼陷和博兴洼陷的沙四上、沙三中下烃源岩,油气通过连通储集体向本区运移,并穿过断层进入沙四段储集体中,大规模油气运聚时期相对较早,主要发生在馆陶组末及明化镇中期。沙河街组多层系含油及东营组、上第三系未发现油气,说明本区油气纵向运移主要发生于烃源岩上、下层系,且未发生大规模的纵向运移,晚第三纪以来油气沿断裂运移不活跃,油气保存条件较好。

4 结 论

(1) 含油气系统与油气成藏系统都是相对独立的油气地质单元,但它们具有不同的内涵。含油气系统以“源”为核心,空间分布上包括“源”及其相关油气藏的展布范围,强调“源”与“藏”的成因关系。在具有多生油洼陷的含油气系统中,可以生油洼陷为中心划分出若干亚含油气系统。

(2) 油气成藏系统以“藏”为核心,包括“藏”及其相关的泄油气区,是油气运移聚集的相对独立单元。油气成藏系统的划分以控制油气运移聚集的正向构造单元为核心,以高势面及其他遮挡面为划分边界。油气成藏系统对勘探程度较高地区的油气勘探评价更具实际意义。

(3) 根据油气成藏系统的划分原则和博兴地区油气运移聚集特征,将东营凹陷博兴地区划分为4个油气成藏系统:西部高青断裂带成藏系统,中部金家-正理庄-樊家鼻状构造带成藏系统,东部纯化-梁

家楼成藏系统,北部小营-平方王成藏系统。各成藏系统大致以油气运移的“分水岭”为界,其成藏特点及勘探潜力存在较大差别。

参考文献:

- [1] MAGOON L B, DOW W G. The petroleum system from source to trap[J]. AAPG Memoir 60, 1994.
- [2] DEMAISON G and HUIZINGA R J. Genetic classification of petroleum systems[J]. AAPG, 1991, 75 (10): 1626 - 1643.
- [3] PERRODON A. Petroleum systems: models and applications[J]. Journal of Petroleum Geology, 1992, 15 (3): 319 - 326.
- [4] 胡朝元, 廖曦. 成油系统概念在中国的提出及其应用[J]. 石油学报, 1996, 17(1): 10 - 16.
- [5] 中国石油学会. 中国含油气系统的应用与进展[M]. 北京: 石油工业出版社, 1997.
- [6] 费琪, 等. 成油体系分析与模拟[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1997.
- [7] 胡见义. 含油气地质单元序列划分及其意义[A]. 见: 中国含油气系统的应用与进展[C]. 北京: 石油工业出版社, 1997.
- [8] 田世澄, 毕研鹏. 论成藏动力学系统[M]. 北京: 地震出版社, 2000.
- [9] 赵文智, 何登发, 迟英柳, 等. 中国复合含油气系统的基本特征与勘探技术[J]. 石油学报, 2001, 22(1): 6 - 13.
- [10] 赵文智, 何登发, 范士芝. 含油气系统术语、研究流程与核心内容之我见[A]. 见: 中国含油气系统的应用与进展(第二辑). 北京: 石油工业出版社, 2001.

(责任编辑: 陈淑娴)

(上接第6页)

地具有偏高压异常特征; 裂谷盆地常压出现的概率最大, 同时有异常低压现象存在。不同类型含油气盆地地层压力演化从古生代至新生代有持续增大的趋势。油藏与地层压力分布表明, 克拉通盆地油藏压力以轻微超压为主, 前陆盆地则普遍形成异常高压圈闭, 裂谷盆地异常低压油气藏有一定分布。根据盆地不同的演化程度及盆地不同的构造单元, 详细地研究异常压力与油气藏分布的关系具有重要的理论和实际意义。

参考文献:

- [1] 周庆凡, 曹守连编译. 前陆盆地石油地质特征及油气前

景[J]. 国外油气勘探, 1996, 8(5): 523 - 529.

- [2] 何登发, 等. 克拉通盆地分析[M]. 北京: 石油工业出版社, 1994. 7 - 23.
- [3] 宋建国, 等编译. 裂谷盆地与油气聚集[M]. 北京: 石油工业出版社, 1994. 20 - 27.
- [4] SLAVIN V I, SMIRNOVA E M. Abnormally high formation pressures: origin, prediction, hydrocarbon field development, and ecological problems[J]. AAPG Memoir, 1998, 70: 105 - 114.
- [5] BELONIN M D, SLAVIN V I. Abnormally high formation pressures in petroleum regions of russia and other countries of the C. I. S. [J]. AAPG Memoir, 1998, 70: 155 - 171.

(责任编辑 刘艳荣)

ABSTRACTS

DISTRIBUTION FEATURES OF FORMATION PRESSURE IN TYPICAL PETROLIFEROUS BASIN OF CHINA/

JIN Zhi-jun and XIE Fang-ke. Basin and Reservoir Research Center in the University of Petroleum, Beijing 102249/ Shiyou Daxue Xuebao, 2002, 26(6) :1 ~ 6

The abnormal formation pressure has important effects on the accumulation and preservation of oil and gas reservoirs. The typical petroliferous basins were classified scientifically. The features of formation pressure distribution models of craton, foreland and rift basins in China were respectively generalized, according to the macroscopical statistics. Furthermore, the relationship between formation pressure and distribution of oil and gas was studied widely and compared with that of Russia. The abnormal formation pressure is prevalent in petroliferous basin, and the formation pressure of the Palaeozoic era is less than the Cenozoic era regularly. There are more over-pressure reservoirs in foreland basin than the craton and rift basins in China.

Key words: China; petroliferous basin; basin style; abnormal formation pressure; pressure distribution

LITHOFACIES AND PALAEOGEOGRAPHY CHARACTERISTICS OF CUOQIN BASIN OF TIBET IN MESOZOIC AND CENOZOIC ERAS/

SONG Quan-you and WANG Guan-min. College of Resource Science in the China University of Mining and Technology, Xuzhou 221008/ Shiyou Daxue Xuebao, 2002, 26(6) :7 ~ 11

The study on the lithofacies and paleogeography characteristics of Cuoqin basin in Mesozoic and Cenozoic eras shows that the basin entered a large-scale stage of extension, settlement and deposit in Jurassic Period after it underwent a large-scale uplift in the late Permian Period and local extension in the Triassic Period. In the Paleogene Period, the Xishan orogeny caused a large-scale uplift in the basin and volcanic activity in the border. And then the huge deposit of the volcanic rock and pyroclast rock came into generation, so did the local-grown deposit of the continental clastic rock. This research may provide some important foundational materials for the further exploration of mineral resources in this place.

Key words: Tibet area; Cuoqin basin; Mesozoic and Cenozoic eras; lithofacies and palaeogeography characteristics

PETROLEUM MIGRATION-ACCUMULATION SYSTEM CONCEPT AND ITS APPLICATION IN BOXING AREA OF DONGYING DEPRESSION

JIANG You-lu, TAN Li-juan, RONG Qi-hong, et al. Faculty of Geor Resources and Information in the University of Petroleum, China, Dongying 257061/ Shiyou Daxue Xuebao, 2002, 26(6) :12 ~ 16

The shortages of traditional petroleum system method and the concept of petroleum migration-accumulation system were discussed. A new concept and division method of the petroleum system was presented. The petroleum migration-accumulation system centers on the hydrocarbon pools. The system includes occurrence area of oil and gas pools and is related to the source rock. This system is a relatively independent geological unit of petroleum migration and accumulation. The division of petroleum system depends on the number of the effective source rocks in the basin, but the division of the petroleum migration-accumulation system is mainly based on the high hydrocarbon potential interfaces, which control the directions of hydrocarbon migration and accumulation. The new division method has been successfully applied in Boxing area of Dongying depression in Bohai Bay basin. Four petroleum migration and accumulation systems were classified in this area. The result shows that it is of more useful value to the area with the high-level petroleum exploration.

Key words: petroleum system; petroleum migration-accumulation system; division method; hydrocarbon migration; hydrocarbon accumulation; Dongying depression

FLOOD-OVERLAKE DEPOSITS IN THE LOWER FORTH MEMBER OF THE OLIGOCENE SHAHEJIE FORMATION IN WESTERN HUIMIN DEPRESSION

YANG Jiar-ping and CAO Ying-chang. Faculty of Geor Resources and Information in the University of Petroleum, China, Dongying 257061/ Shiyou Daxue Xuebao, 2002, 26(6) :17 ~ 20

The data of core, log, granularity and paleontology from the lower forth member of the Oligocene Shahejie formation in