

文章编号: 1001-6112(2006)05-0424-06

封存箱辨义及主要类型

周兴熙

(中国石油勘探开发研究院, 北京 100083)

摘要:封存箱在沉积盆地中是一种重要而普遍的地质结构,其基本特征为在三维空间具有对流体及能量的屏障,并具相对的封隔性,只在适当的条件下才与外界有物质和能量的交换。它常常是大中型油气田形成和保存的重要地质实体。自然界存在着各种类型的封存箱,有异常高压、异常低压的类型,也有正常压力的封存箱,而后一种类型常常被忽视。封存箱内是否含有烃灶是非常重要的分类标志,含有烃灶的是自源型封存箱,不含烃灶的是他源型封存箱。大中型油气田大多分布在自源封存箱内和临近其顶板或侧板的部位。

关键词:压力;封闭;油气藏;封存箱;沉积盆地

中图分类号: TE122.3

文献标识码: A

1990 年 Hunt^[1]发表的异常压力流体封存箱与油气的生成、运移、聚集成藏的关系的论文,认为世界上大多数盆地中都有异常压力封存箱存在(在考察 160 个有重要意义的沉积盆地中,6 个盆地具有异常低压封存箱,57 个具有异常高压封存箱),并讨论了封存箱内异常压力和温度对烃类成藏活动的影响。但是该文产生了一个误导,即似乎只有异常压力出现才可能有封存箱存在,而常压封存箱被忽视,甚至被排除。这一误解不仅妨碍了对地质结构的认识,而且更有碍勘探部署决策的思路。

1 封存箱的概念和命名

封存箱的概念源于 20 世纪 70 年代 Barker^[2]、Bruce^[3]、Bradley^[4] 等对沉积盆地中压力结构的研究,发现大多数盆地存在双层和多层压力带,而这些相对独立压力系统都是被某类地质体封隔开的。1990 年 Poweley^[5,6] 最早使用流体封存箱 (Fluid Compartment) 这一术语,并把封存箱划分为 3 种类型:异常高压封存箱、常压封存箱和异常低压封存箱。张义刚等^[7] 将其译为“封存箱”并得到广泛的使用;范土芝等^[8] 曾使用“异常压力舱”表示类似的概念;李明诚^[9] 建议用“封隔体”代替“封存箱”这一术语;笔者以为本着遵守译名从先性的原则,仍沿用“封存箱”比较妥当。此外,随着认识到“封存箱”不仅封隔了物质(流体)、还分隔了能量(压力、温度)的特征,“流体封存箱”和“压力封存箱”作为早期的术语用“封存箱”代替更为确切。

综合前人对封存箱的研究,封存箱的实质应该

是一个在三维空间被物理屏障(大多是渗透性很低的封隔层和断裂带)包围的相对独立的地质体;其内部的物质(通常是以流体为主要形式)、能量(通常是以温度、压力、流体势来表达)与外界没有明显交换,交界处的物态和能态变化比较急剧;当内、外部条件变化到一定限度时,物质和能量的交换便会发生,而且这种过程是旋回式的、幕式的。1994 年 Ortoleva^[10] 曾有论述,并编绘了一个模式图(图 1),清晰地表达了这一过程。

2 封存箱的主要类型

封存箱一般可根据箱内压力状态、结构和与烃灶关系进行分类(表 1)。

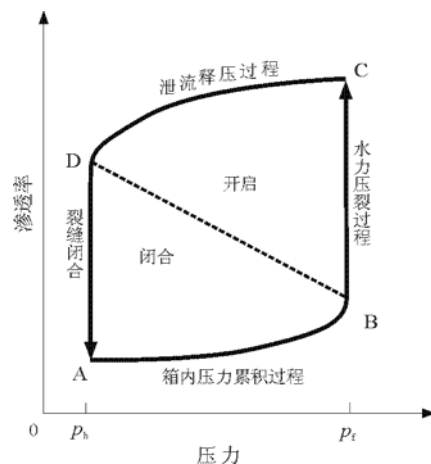


图 1 流体封存箱幕式开启/闭合模式^[10]

p_h , 裂缝愈合最大压力; p_t , 岩层破裂最小压力

Fig. 1 Model on episode open and close of compartment

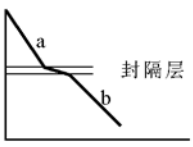
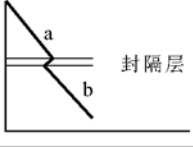
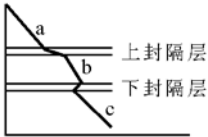
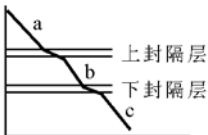
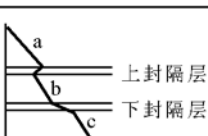
收稿日期: 2005-07-04; 修订日期: 2006-07-12。

作者简介: 周兴熙(1934—), 男(汉族), 教授级高级工程师, 主要从事天然气地质和油藏地质研究。

基金项目: 国家重点基础研究发展规划(973 计划)(2001CB2091)。

表2 封存箱(压力系统)类型表^[11]

Table 2 Type Classify on compartment-pressure system

压力系统的类型	剖面	特征	实例	类型	
双层式压力系统	I		a.上正常压力带 b.下超高压带 两带之间一个压力封隔层,超低压不能回降	罗马尼亚春斯利宛尼亚;美国墨西哥湾盆地;挪威近海和英国;中国四川;北阿得莫尔盆地;阿拉斯加库湾油田;缅甸蓝依玛-桥克油田	简单型封存箱
	II		a.上正常压力带 B.下超低压带 两带之间一个压力封隔层,超高压不能回升	俄克拉何马凯斯油田;美国圣胡安盆地;美国威林斯顿盆地	
三层式压力系统	III		a.上正常压力带 B.中超高压带 C.下正常压力带 在超高压带的顶底各有一个封隔层	美国绿河盆地;美国东特拉华盆地	叠置型封存箱
	IV		a.上正常压力带 B.中超高压带 C.下超高压带 两个封隔层分别隔开两个超高压系统,超高压不能回降	北海盆地爱克费斯克及邻近的油田	
	V		a.上正常压力带 B.中超低压带 C.下正常压力带 在超低压带的顶底各有一个封隔层	美国风河盆地	

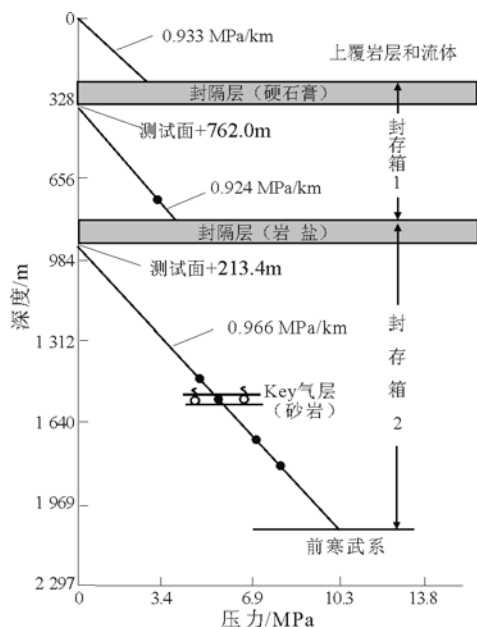


图3 俄克拉何马 Key 气田压力结构剖面^[1]

Fig. 3 Pressure structure on Key gas field, Oklahoma

(有效烃源)分出自源型和他源型 2 类封存箱,这 2 类封存箱中油气成藏作用存在着重大的差别。自源型封存箱对油气富集更为有利,他源型封存箱,

只有在有丰富烃类输入时才能富集成具相当规模的他储式(次生)油气田,而且大、中型他储式油气藏也多靠近自源式封存箱。塔里木盆地轮南地区就是一个典型的实例:该地区的烃灶位于寒武系和下奥陶统中,含有烃灶的封存箱是以超高压的石炭系为封隔层与下伏的压力略低于静水压力的寒武系、下奥陶统和石炭系底部地层组成,属于低负值的异常低压类型(图 5)。目前发现的最大储量聚集在下奥陶统岩溶型潜山油气田——轮古油气田之中,即位于自源封存箱中;次一级中型油气主要聚集在三叠系的轮南油田和桑塔木油田之中,属于他源式封存箱,但很靠近自源封存箱^[15](图 5)。许多勘探成果,包括 Hunt^[1]论文中所叙述的例子都表明自源封存箱和靠近顶板和侧板部位是大中型油气藏形成的有利地带。

2.3 封存箱的结构类型

塔中地区的石炭系中、上部和二叠系形成厚度很大的封隔层,其下的下古生界和石炭系为超高压带,发现了众多的油气藏,为一个典型的纵向上简单型、横向上单体型封存箱^[15](图 6)。这类实例研究得较少。Hunt^[1]认为北海中央地堑中生界封存

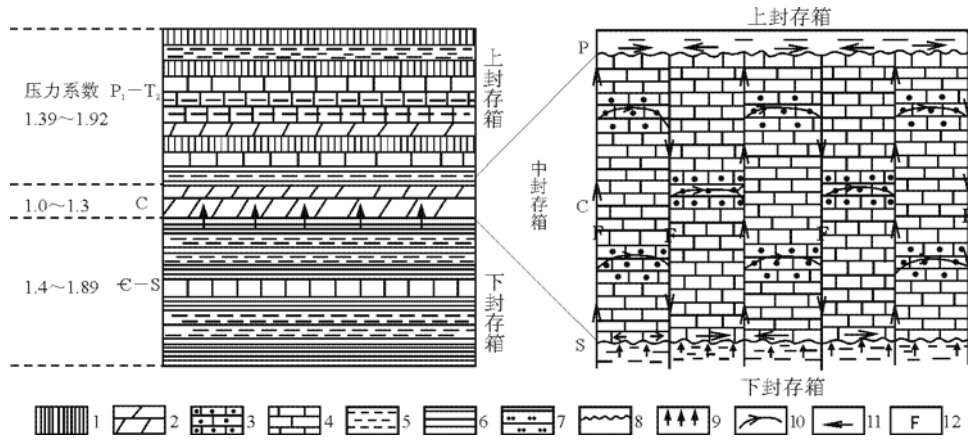


图 4 四川东部封存箱示意^[13,14]

1. 石膏; 2. 碳酸盐岩; 3. 渗透性碳酸岩; 4. 非渗透碳酸岩; 5. 泥岩; 6. 页岩
7. 砂岩; 8. 不整合; 9. 烃类充注方向; 10. 烃类渗流方向; 11. 烃类涌流方向; 12. 断裂带

Fig. 4 Sketch map of compartment in Eastern Sichuan

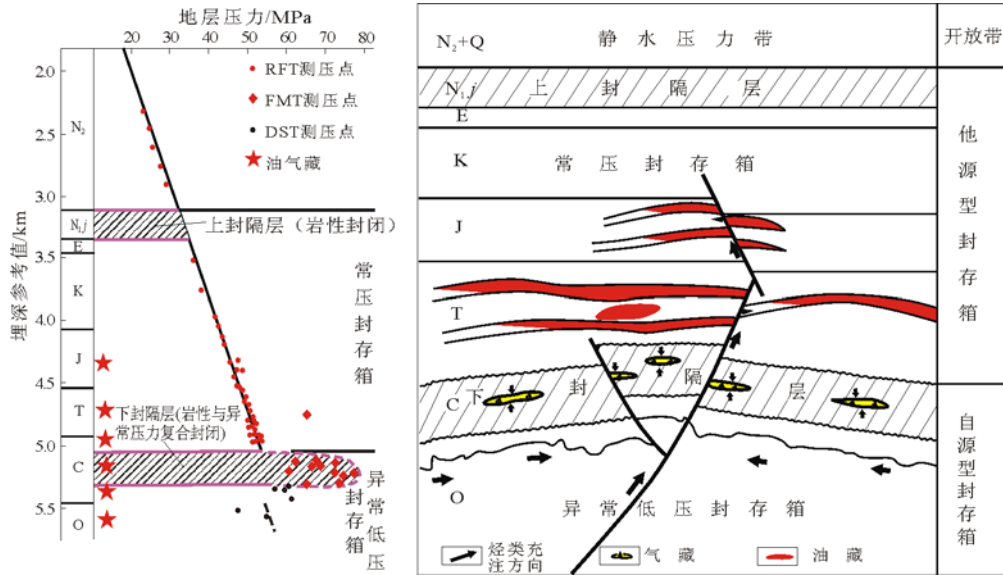


图 5 塔里木盆地轮南地区封存箱与油气藏分布

Fig. 5 Distribution on compartment and oil-gas pool in Lunnan area, the Tarim Basin

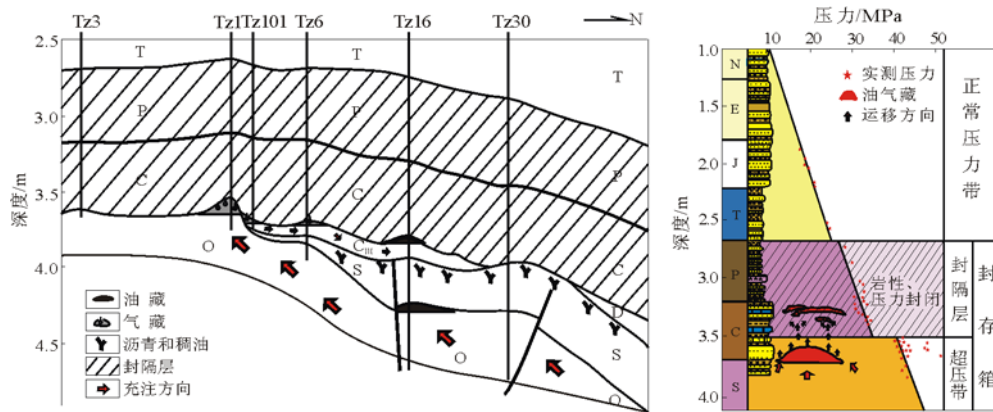


图 6 塔里木盆地塔中地区封存箱与油气藏分布

左图为塔中 1 井—塔中 30 井油藏剖面; 右图为塔中 4 井压力结构柱状图

Fig. 6 Distribution on compartment and oil-gas pool in Tazhong area, the Tarim Basin

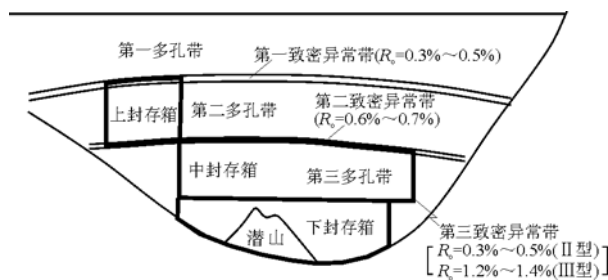


图 7 中国东部成岩孔隙带和封存箱示意^[7]

Fig. 5 Sketch map on diagenetic pore zone and compartment in Eastern China

箱油气系统为横向上单体型封存箱,但其纵向上为叠置型。笔者以为有的单体型封存箱随着勘探和研究工作的深入,可能细划为若干个小的箱体,而成并列型;有的单体型封存箱在地质历史中存在过,而随着地质构造的复杂化,分化为并列型封存箱,在库车油气系统的演化历史中就见到过这种例证^[16]。

纵向上叠置型和横向上并列型结构的封存箱分布很普遍,而且常常出现在同一盆地、同一地区或同一油气系统里。张义刚等^[7]1991年组构的中国东部封存箱示意图就是一个有代表性的模式(图7)。

3 封存箱识别

目前识别封存箱的技术手段主要是依靠钻井资料,包括地质录井、测井、试井等井筒资料,并结合地震勘探成果。一般的方法是综合利用上述的技术手段提供的信息,首先确定封隔层,识别出封存箱的顶、底板;而后根据井筒资料和对井筒资料的适当处理,获得地层流体压力的数据,认定纵向的压力结构,划分静水压力开放带和压力封闭带。通过上述2个步骤,就可以识别出封存箱在纵向上的分布;然后运用多口井封隔层和压力结构的对比,去了解封存箱的分布范围、类型、性质和对油气成藏的控制。在识别封隔层和确定封存箱的边界(侧板)中,地震成果提供的低速带、断裂带、负向构造轴部和岩性岩相突变带起重要参照作用。

确定封隔层很重要,在大多数情况下,有了封隔层,几乎就会有封存箱的存在。封隔层常常就是盆地中的区域盖层,其封闭机制可以是致密岩层性毛管阻力、地层异常超压、富烃地层浓度阻渗等作用,而且常常是多因素复合作用,这些因素在勘探工作中最易直接观察到。利用这种观念对于正常压力封存箱也就不容易遗漏掉了。

4 结论

1)封存箱是物质和能量的相对封闭系统,因而

用术语“封存箱”代替“流体封存箱”和“压力封存箱”更为确切。

2)封存箱内部的流体可以具有异常压力,也可以具有正常压力。

3)自源型封存箱及临近其顶板和侧板的部位是大中型油气藏形成的有利地带。

4)识别封存箱最直观的首要步骤是确定封隔层和压力结构。

参考文献:

- Hunt J M. Generation and migration of petroleum from abnormal pressure fluid compartment[J]. AAPG Bulletin, 1990, 74 (1): 1~12
- Barker C. Aquathermal pressuring: role of temperature in development of abnormal-pressure zone [J]. AAPG Bulletin, 1972, 56(6): 957~973
- Bruce C H. Pressured shale and sediment: mechanism for development of regional contemporaneous faults[J]. AAPG Bulletin, 1973, 57(6): 878~886
- Bradley J S. Abnormal formation pressure [J]. AAPG Bulletin, 1975, 59(6): 957~973
- Bradley J S, Powley D E. Pressure compartments in sedimentary basin a review[A]. In: Ortoleva P J, ed. Basin compartment and seal, AAPG Memoir 61[C]. Tulsa: AAPG, 1994. 3~26
- Powley D E. Pressures and hydrogeology in petroleum basins [J]. Earth Science Reviews, 1990, 29: 215~226
- 张义刚. 天然气的生成聚集和保存[M]. 南京: 河海大学出版社, 1991
- 范士芝, 顾家裕, 赵文智等. FPAS技术及在油气系统研究中的应用[A]. 见: 中国石油学会编. 中国含油气系统的应用与进展(第二辑)[C]. 北京: 石油工业出版社, 2001. 70~78
- 李明诚. 温度、压力与油气运移聚集[A]. 见: 胡见义编. 石油地质学前沿[C]. 北京: 石油工业出版社, 2002. 270~297
- Ortoleva P J. Basin compartmentation: definition and mechanisms[A]. In: Ortoleva P J, ed. Basin compartment and seal, AAPG Memoir 61[C]. Tulsa: AAPG, 1994. 35~51
- 刘树根, 徐国盛, 徐国强等. 四川盆地天然气成藏动力学初探[J]. 天然气地球科学, 2004, 15(4): 323~330
- Ming Luo, Mark R Baker, David V Le Mon. Distribution and Generation of the Overpressure System, Eastern Delaware Basin, Western Texas and Southern New Mexico [J]. AAPG Bulletin, 1994, 78(9): 1386~1405
- 周兴熙. 库车油气系统中新生界压力结构和成藏机制[J]. 地学前缘, 2001, 8(4): 351~361
- 蒋有录, 张一伟, 冉隆辉等. 川东地区志留系—石炭系含油气系统天然气运移聚集机理[J]. 石油学报, 2001, 22(1): 25~30
- 周兴熙. 封存箱与油气成藏作用[J]. 地学前缘, 2004, 11(4): 609~616
- 周兴熙. 库车油气系统新生代构造格局演变及油气成藏作用[J]. 古地理学报, 2002, 4(1): 75~82

DISCUSS ON MEANING AND MOSTLY TYPE OF COMPARTMENT

Zhou Xingxi

(Research Institute of Exploration and Development, CNPC, Beijing 100083, China)

Abstract: Compartment is an important and universal structure in sediment basin, and its basic character is provided with barriers or seals for liquid and energy in three dimensions space. It has relative separability, and its liquid and energy could exchange with environment under relevant condition. It always is important geology entity forming and preserving of giant and middle sized oil-gas field. Not only overpressure and underpressure but also normal pressure compartment exist in nature, but the later often was overlooked. The giant and middle sized oil-gas field distributes mostly inside compartment containing hydrocarbon kitchen or near top and side seal of this kind of compartment. Study of compartment regard as one key of exploration decision-making process and the probability of discovery of giant and middle sized oil-gas field.

Key words: pressure; barrier; oil and gas accumulation; compartment; sedimentation basin

《中国学术期刊文摘》中文版和英文版 2007 年征订启事

《中国学术期刊文摘》分中文版(简称 CSAC)和英文版(简称 CSAE)两种,各自收录了我国高水平学术期刊中基础科学、医学、农业科学和工程技术领域约 40 个学科的论文文摘,全景展现我国的科研成果与进展。

作为综合性科技类检索刊物,《中国学术期刊文摘》致力于将我国科学技术各领域的原创性学术成果全面、快速地向科技工作者交流、传播,其中 CSAE 是我国第一份综合性英文版科技类学术检索刊物。

《中国学术期刊文摘》由中国科学技术协会主管,科技导报社主办并负责编辑、出版、发行,对科研单位、高等院校、图书馆以及广大科技工作者检索和了解我国的科技研究成果、学术研究动向具有重要的参考价值。

《中国学术期刊文摘(中文版)》刊号为 CN 11-3501/N,ISSN 1005-8923,2007 年为半月刊,大 16 开,国内定价 38.00 元/册,全年定价 912 元,邮发代号:82-707。

《中国学术期刊文摘(英文版)》刊号为 CN 11-5411/N,ISSN 1673-4084,2007 年改为月刊,大 16 开,国内定价 15.00 元/册,全年定价 180 元,邮发代号:80-487。

欢迎广大科技工作者、科研单位、高等院校、图书馆订阅。

通讯地址:北京市海淀区学院南路 86 号科技导报社(邮编 100081)

联系电话:010-62103122

联系人:姚玉琴

征订信箱:wzbjb@cast.org.cn

单位主页:[http:// www.csac.org.cn](http://www.csac.org.cn)

户 名:科技导报社

账 号:0200001409089017271

开户银行:工商银行百万庄支行