

文章编号 :1001 - 611X(2002)06 - 0533 - 04

超压传递 :概念和方式

刘晓峰

(中国地质大学,湖北 武汉 430074)

摘要 在超压沉积盆地中,超压传递可能是一种较普遍的现象。超压传递是由超压系统释放或泄漏出的超压流体的流动而引起其他压力系统孔隙流体压力增加的作用。根据超压传递的指向,可分为横向传递和垂向传递两类。由超压传递形成的超压称为传递超压。超压传递的作用方式包括超压流体的注入作用、超压流体沿渗透性砂体的运移作用和超压封存箱的膨胀作用。文中还讨论了东营凹陷的超压传递现象。

关键词 超压传递 流体流动 方式 东营凹陷

中图分类号 :TE122.2

文献标识码 :A

Magara(1978)在讨论超压形成机制时提及了“注入作用(charging)”——较深剖面中生成的高流体压力有时可以通过断层或裂隙注入浅部储集层中^[1]。这种注入作用便是超压传递的一种方式。Grauls和Baleix(1994)也讨论了断裂作用使深部超压封存箱内的流体发生向上的泄漏,并因此在浅部岩层中形成超压^[2]。Osborne等(1997)与Swarbrick等(1998)正式探讨了压力传递(transference of pressure)的概念,强调了压力传递的重要意义在于超压的再分配^[3,4]。超压传递这一崭新的概念,概括了超压形成之后的一种变化状态,使人们对超压系统的了解更加细致。然而相比超压而言,对超压传递,尤其对超压传递实现途径的认识尚有待深化。本文旨在讨论超压传递概念的基础上,着重探讨超压传递的方式及其对流体流动、油气运聚的影响。

1 超压传递和传递超压

Swarbrick和Osborne(1998)将压力传递定义为地下剩余孔隙流体压力的重新分配,并认为尽管在一沉积盆地中没有发现产生超压的原生机制,但压力传递能成为控制超压分布的主要因素^[4]。该概念可直接理解为超压的再分配。虽然压力传递必然引起超压的重新分布,但超压的再分配却并不一定必然是由压力传递引起的。此外,注意到他们的概念中尚包含着超压释放的意义。本文认为超压释放

(或泄压)的概念虽也是描述超压变化的,但超压释放强调超压系统自身的压力变化,而超压传递强调的是由某一超压系统引起的其他超压系统的产生。因此,超压释放能够导致超压传递,但并不等同于超压传递。

那么如何定义超压传递呢?因为超压可以通过在三维空间流动的流体来传递,所以本文将超压传递定义为:超压传递是由超压系统释放或泄漏的超压流体的流动而导致其他压力系统孔隙流体压力增加的作用。由此可见,超压既可以向常压系统,也可向先存的超压系统传递。由于后者难以识别,故超压传递通常是指从超压系统向常压系统。由超压传递形成的超压称为传递超压。根据超压传递作用的方向(指向),可区分出垂向传递和侧向传递。例如,沿断裂的注入作用就是典型的垂向传递;Mann和Mackenzie(1990)介绍了横向传递:当存在分布广泛、连通性好的砂岩层时,流体(和压力)就将沿水平方向移动^[5]。

判定是否存在传递超压的关键是考察是否存在原生的增压机制。各种各样的超压成因机制已经被提出。概而言之,这些机制可以分为3类:a)由不平衡压实和构造挤压引起的压应力的增加(即孔隙体积的减小);b)由地温升高(水热增压)、成岩作用、烃类的生成和裂解成气引起的压应力的增加;c)流体运动及由水头(势能)、渗透压力及浮力引起的与流体和气体间的密度差有关的过程^[3,4]。当对于某一

收稿日期:2001-06-06.

基金项目:国家自然科学基金资助项目(49872045).

作者简介:刘晓峰(1970—),男(汉族),湖北武汉人,硕士、讲师,主要从事盆地流体分析和成藏动力学的科研工作。

超压体系的成因没有更好的原生机制来解释的时候,那么超压传递可能便是最好的原因。例如在中挪威 Halten Terrace 地区,该区西部侏罗纪地层均为超压,而中部和东部相同地层流体压力接近静水压力。研究表明,机械压实作用并不能有效地解释超压的量值。因此,与 Halten Terrace 相邻的深部的 Ras 盆地较高超压向 Halten Terrace 西部的传递是一种可能的解释^[6]。

2 超压传递的方式

虽然超压传递均是由超压流体的流动来实现的,然而由于地质条件的差异,超压传递呈现出不同的作用方式。研究超压传递的作用方式更有利于识别传递超压。根据超压传递的现象,本文概括超压传递的作用方式包括了超压流体的注入作用、超压流体沿输导层的运移作用和超压封存箱的膨胀作用(图 1)。

2.1 超压流体的注入作用

注入作用较早地为人们所认识,它是指超压的流体可以沿局部或区域性的断裂、裂隙和不整合面等运移通道注入到其他岩层,从而引起其他岩层的超压(图 1a)。若流体为烃类流体,那么这种注入作用将导致浅层超压油气藏的形成。由于超压流体沿通道运移会发生能量的衰减,故而浅层的超压一般要低于注入源的超压。许多实际测试资料表明,这种传递超压的压力系数一般在 1.05 ~ 1.40 之间。超压流体沿断层和不整合面的释放是一种较普遍的现象,然而并非所有的超压流体的注入均会导致传

递超压。传递超压产生的必要条件是注入作用发生在相对封闭的环境中。泥或盐底辟上部的断裂系统更是超压流体运移的重要通道,并常常发生流体底辟,为流体的充注提供极有利的条件。在北海盆地,油气随着深部的盐底辟活动,从超压的烃源岩沿断裂向上运移至浅部的白垩岩圈闭中聚集,形成一些超压的白垩岩油藏,油藏的压力系数可达 1.5^[7]。

2.2 超压流体沿渗透性砂体的运移作用

如热传导,超压流体沿输导层的运移作用是指流体从渗透性地质的超压部分流动到常压部分(图 1b)。该作用可解释发生在超压界面或流体滞留带上下附近的超压传导现象。在超压界面附近的透镜状砂体或上翘尖灭的砂体,其上倾方向的部分存在于静水压力系统中,而下倾方向的部分存在或穿插于超压的泥岩之中。在这种情形下,底部超压便会驱动流体沿上倾方向的运移而发生超压传递,从而导致砂体上倾部分的超压。Swarbrick 和 Osborn(1998)曾对这一现象进行了较细致的描述^[4]。

2.3 超压封存箱的膨胀作用

许多超压封存箱在其形成之后,会随着内部增压作用的持续发生,体积不断增加(图 1c)。这一作用常常与水力压裂作用密切相关。超压流体封存箱形成之后,如果增压作用依然持续着,或叠加了新的增压机制,如在欠压实基础上叠加生烃和裂解成气作用,则箱内流体压力显著增加。当超压超过了压力封闭门限时,便会导致大范围的水力压裂作用。水力压裂导致封闭层及外围岩层的破裂,超压流体将迅速充填这些裂隙,从而引起破裂区的超压,使封存箱体体积膨大。随着体积的增加和部分超压流体的

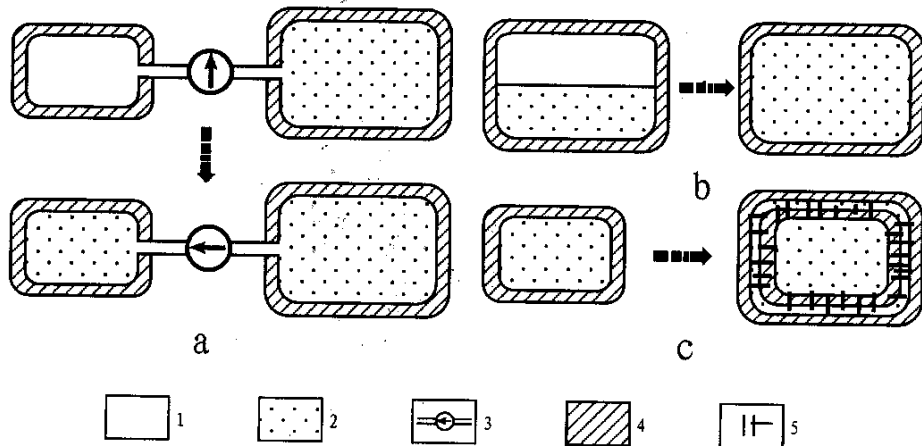


图 1 超压传递的作用方式

1. 常压系统 2. 超压系统 3. 传递通道 4. 压力封闭 5. 水力压裂
a. 超压流体的注入作用 b. 超压流体沿输导层的运移作用 c. 超压封存箱的膨胀作用

散失,超压封存箱又重新封闭。水力压裂—超压流体充注—封存箱体积膨胀的过程常常是幕式的。显然,超压的过渡带是超压传递的有利地带。

3 超压传递的实例

东营凹陷是一个超压比较发育的新生代断陷盆地。超压系统集中发育于沙三中、下亚段及沙四段和孔店组欠压实的烃源岩层系中,压力系数一般为1.30~1.70,最高为1.8~1.9。沙三上亚段一般为超压过渡段。沙二段及其以上的地层压力大多为静水压力及局部的低压。然而实测压力资料表明,在沙二段及其以上地层中的一些油气藏存在着高压异常。据李春光(1992)的统计,东营凹陷已知86个高压油气藏中有8%在沙河街组一和二段、有62%在沙三段、还有30%在沙四段地层中,并认为沙一段、沙二段的高压油气藏都是所在构造深层(沙三、四段)的高压油气沿断层运移至浅层断块圈闭中形成的次生油气藏^[8],但压力系数低(1.03~1.30)。本文以压力系数1.1为界,重新统计了沙二段及其以上层位的高压异常(表1)。

东营凹陷沙三中亚段之下普遍发育的以烃源岩为主体的超压系统,其形成的机制主要有欠压实作用和生烃作用^[9-12],此为原生的超压机制。根据声波传播时间与深度关系的研究,沙二段以上地层是正常压实带,沙三中、下亚段和沙四段为欠压实带,之间为混合压实带。故而沙二段以上地层不具备欠压实引起的超压。经油源对比分析,沙一段、沙二段

和沙三段原油均来自沙三段生油岩。凹陷内绝大多数的气层气和气顶气均是和油藏相伴生的油型气,与原油同源。断裂和不整合面是油气运移的主要通道。由此可见,沙二段及其以上地层内油气藏的超压是超压传递的结果,为传递超压。超压传递是通过深部沙三、四段超压流体和油气沿断裂和不整合面运移至浅层储层的注入作用。

4 结论

认识到超压可以通过在三维空间流动的流体来传递是非常重要的。超压传递是超压流体流动的结果,了解超压传递就是了解超压流体的流动。超压流体的流动改变了盆地局部的水动力条件,有可能更有利于油气的运移和聚集,甚至导致油气的二次成藏。超压传递的概念不仅使我们加深了对盆地流体压力历史细节的研究,而且具有传导超压的油气藏的存在,也为我们提供了有益的勘探思路。

参考文献:

- [1] Magara K. Compaction and Fluid Migration: Practical Petroleum Geology[M]. Amsterdam Oxford New York: Elsevier Scientific Publishing Company, 1978. 1-313.
- [2] Grauls D J, Balex J M. Role of Overpressures and insitu stresses in fault-controlled hydrocarbon migration—a case study[J]. Marine and Petroleum Geology, 1994, 11: 734-742.
- [3] Osborne M J, Swarbrick R E. Mechanisms for generating overpressure in sedimentary basins: a reevaluation[J]. AAPG Bulletin, 1997, 81(6): 1023-1041.
- [4] Swarbrick R E, Osborne M J. Mechanisms that generate abnormal pressures: an overview[A]. Law B E, Ulmishek G F, Slavin V I. Abnormal Pressures in Hydrocarbon Environments[C]. AAPG Memoir 70, 1998. 13-43.
- [5] Mann D M, Mackenzie A S. Prediction of pore fluid pressures in sedimentary basins[J]. Marine and Petroleum Geology, 1990, 7: 55-65.
- [6] Skar T, Van Balen R T, Arnesen L, etc. Origin of overpressures on the Halten Terrace, offshore mid-Norway: the potential role of mechanical compaction, pressure transfer and stress[A]. Geological Society Special Publication[C], 1999, 158: 137-156.
- [7] 马启富, 陈斯忠, 张启明, 等. 超压盆地与油气分布[M]. 北京: 地质出版社, 2000. 1-253.
- [8] 李春光. 试论东营盆地高压油气藏的特征及找油意义[J]. 石油学报, 1992, 13(1): 37-43.
- [9] 胡济世. 异常高压、流体压裂与油气运移(上)[J]. 石油勘探与开发, 1989(3): 16-22.
- [10] 胡济世. 异常高压、流体压裂与油气运移(下)[J]. 石油勘探与开发, 1989(3): 16-22.
- [11] 王明明, 淮汉生, 胡气义. 东营凹陷牛庄六产地区高压油气藏成因分析[J]. 石油勘探与开发, 1990(2): 13-20.

表1 东营凹陷沙二段及其以上地层的超压油气藏

Table 1 Overpressure oil and gas reservoirs in and above the Sha-2 member of the Dongying Depression

类型	钻井编号	含油气层位	油气层中部深度/m	压力系数
油藏	W104	沙一段	1 593.5	1.17
	L8	沙一段	2 267.8	1.31
	B90	沙一段	2 084.5	1.30
	B117	沙二段	2 442.7	1.12
	He43	沙一段	1 799.3	1.13
	He49	沙一段	2 549.1	1.38
	Y72	沙一段	2 337.25	1.13
	Y50	沙二段	2 545.8	1.29
	Y28	沙二段	2 497.9	1.23
	X54	沙二段	2 104.1	1.29
气藏	GQ10	馆陶组	882.10	1.21
	Hua6	馆陶组	773.3	1.14
	Hua12	馆陶组	809.2	1.13
	LQ	明化镇组	799.8	1.22

[12] 解习农, 刘晓峰. 超压盆地流体动力系统与油气运聚关系

[J]. 矿物岩石地球化学通报, 2000, 19(2):103-108.

OVERPRESSURE TRANSFERENCE : CONCEPT AND WAYS

LIU Xiao-feng

(*China University of Geosciences , Wuhan , Hubei 430074 , China*)

Abstract : Overpressure transference may be a kind of widespread phenomenon in overpressure sedimentary basins. Overpressure transference is the increasing of pore-fluid pressure in other pressure systems caused by the flow of overpressure fluid released or leaked from overpressure systems. Base on the orientation of overpressure transference , vertical and lateral two types of overpressure transference were divided. The overpressure resulting from overpressure transference was named transference overpressure. The ways of overpressure transference include the injection of overpressure fluid , the migration of overpressure fluid along permeable sandbodies and the dilatation of overpressure compartments.

Key words : overpressure transference ; fluid flow ; way ; the Dongying Depression

(continued from page 532)

TYPES OF PASSAGE SYSTEM AND ANALYSIS OF EVOLUTION OF ITS CAPABILITIES IN TEMPORAL AND SPATIAL RANGE

ZHAO Zhong-xin¹ , WANG Hua¹ , GUO Qi-jun² ,
GAN Hua-jun¹ , HAN Jin-yang¹ , TIAN Xiao-xue¹

(1. *Faculty of Earth Resources , China University of Geosciences , Wuhan , Hubei 430074 , China* ;

2. *Department of Oilfield , SINOPEC , Beijing 100029 , China*)

Abstract : Petroleum migration was classified into direct and indirect migration based on the studying of its migrating characteristics and the classification of passage system. And the indirect migration was further classified. The inhomogeneity of migrating capabilities of a passage system in spatial and its influent factors such as porosity , permeability , faults , crude fractures and unconformity were analysed. It could be concluded that the migrating capabilities of a passage system was episodic in very long time , but different passage system showed varied properties in a short time. Only diversified types of passage system were placed in their suitable locations temporally and spatially , could a commercial hydrocarbon accumulation be formed.

Key words : evolution ; migrating capability ; passage system ; petroleum migration