

文章编号: 1006-6616 (2008) 03-0231-10

深水盆地中多边形断层的几何特征 与形成机制探讨

吴时国¹, 孙启良^{1,2}, 董冬冬^{1,2}

(1. 中国科学院海洋研究所 中国科学院海洋地质与环境重点实验室, 山东青岛 266071;

2 中国科学院研究生院, 北京 100049)

摘要: 多边形断层是指一种在平面上呈多边形具有微小断距的张性断层系。自 1994 年被提出以来, 已有十余年的研究历史, 并在世界 50 多个被动大陆边缘盆地中被识别出来。研究多边形断层需要高精度的 3D 地震资料。我们根据琼东南盆地 3D 地震资料并利用相干切片技术, 首次在琼东南盆地南部发现了多边形断层, 并对其进行了初步研究。多边形断层的成因机制是前期多边形断层研究的重点, 许多学者认为深水沉积物早期压实脱水体积收缩形成的; 也有学者认为重力扩展控制断裂的发育。岩石物性、成岩作用及构造应力是影响多边形断层发育的重要因素。多边形断层对深水盆地的油气储集体的性质和分布; 以及油气、天然气水合物的运移和聚集有着重要的意义。

关键词: 多边形断层; 脱水体积收缩; 重力扩展; 水道砂岩; 深水盆地

中图分类号: P736.1; P76

文献标识码: A

0 引言

多边形断层是指在平面上呈多边形具有微小断距的张性断层系^[1]。在其定名之前, 许多学者^[2~4]在北海盆地和挪威岸外都发现了这种小断距的张性断层, 只是当时使用 2D 地震资料, 未能认识到其平面形态上多边形特征。目前所发现的多边形断层仅局限于白垩纪和新生代盆地, 但是没有理由说在白垩纪以前的盆地中不能形成多边形断层。可能有两种原因导致了这种情况的出现, 一种是发育多边形断层的未固结沉积物, 随着埋深增加经历垂向压实, 多边形断层微小的断距 (<50m) 被压缩, 断距不明显而超出地震的分辨率; 随着深度的增加, 这种情况尤甚, 所以断层不能够被识别出来^[5]。另一种可能性, 白垩纪以前的深水地层保留较少, 且很少被人们注意。

开展多边形断层研究, 需要高精度 3D 资料。现在一般采用两种方法, 即时间切片法和逐线 (line-by-line) 解释法^[6]。时间切片是对多边形断层进行平面和三维空间上进行解释;

收稿日期: 2008-01-24

基金项目: 科技部 863 子课题“天然气水合物分解引起的海底不稳定性研究”(编号: 2006AA09A209-6) 和 973 项目子课题“南海大陆边缘深水沉积体系及储层预测研究”(编号: 2007CB411703)。

作者简介: 吴时国 (1963-), 男, 博士, 教授; swu@ms.qdio.ac.cn.

©1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.

而逐线解释法是对地震测线每条线进行逐一解释的方法, 一般每条线之间的间距为 12.5~15m^[6]。

关于多边形断层的研究历史可以分为两个阶段: 早期阶段, 即 2000 年以前侧重断裂的成因机制研究。诸多学者相继提出了密度反转^[3]、超压流体^[1]、脱水收缩^[7~9]、重力负载^[10]等多种成因假说。虽然各种成因机制强调的重点不同, 但都在一定程度上能够解释多边形断层的形成, 其中脱水收缩理论是在新的研究资料的基础上提出的, 得到广泛的认同。后期阶段, 即 2000 年以后重点研究多边形断层对流体(深水油气等)运移聚集的影响, 以及多边形断层与砂岩储层渗透层^[11~15]、底辟构造^[16]、被动褶皱^[17]等的关系。

1 多边形断层的几何特征

目前, 在全世界 50 多个深水沉积盆地中发现了多边形断层^[5, 7, 11], 如英国北海盆地、加拿大 Sable 次盆地、澳大利亚 Eromanga 盆地等(图 1, 图 2)。多边形断层一般发育于细粒粘土岩或页岩中^[1, 7~10, 18], 偶见于蒸发岩^[19]和细砂岩中^[13~14]。我国大陆边缘, 许多盆地沉积了细粒的富含粘土矿物的沉积物, 有利于多边形断层的形成。我们也首次在南海琼东南盆地发现了多边形断层, 并且琼东南盆地的多边形断层与世界其他典型地区的多边形断层具有可比性(表 1, 图 2)。

表 1 多边形断层主要形态特征统计表

Table 1 Statistics of major morphological features of polygonal faults

研究海区	长度/m	间距/m	断距/m	倾角/°	文献来源
加拿大 Sable 次盆地	500~1000		< 100	50~70	Hansen, 2004
英国北海盆地	500~1000	100~1000		50~90	Cartwright, 1994
下刚果盆地	1000~3000	100~300	5~30		Gay et al., 2006
Faroe-Shetland 盆地	105~1685		< 100	30~85	Shoulders et al., 2007
北海盆地中央	76~1577		40~100	20~75	Dewhurst et al., 1999a
北海盆地		100~1000	5~100		Dewhurst et al., 1999b
赫布里底群岛 Rockall 盆地	450	500~2000	< 150	40~45	Hansen, 2006
琼东南盆地	150~1500	150~3000	10~40	50~90	

多边形断层是一种非构造成因的正断层^[1, 3~5, 7, 9~15, 18~20]。单个断层长度 500~1000m, 间距数十至数百米, 断距一般小于 100m, 倾角一般在 50~70°(表 1)。根据目前的 3D 地震剖面和深水钻井资料, 它具有下述的特点: (1) 断层限制在一个层段内发育; (2) 从整体上看断层是非构造成因, 在限制层内随机形成的; (3) 断层系统覆盖面积广; (4) 断层是张性的; (5) 断层断距小, 间距小, 分布密度高; (6) 断层倾角、倾向在很小的距离发生很大变化; (7) 在局部地区发育沿断盘的反牵引和地堑; (8) 在平面上呈多边形分布(图 1, 图 2)。

2 多边形断层的形成机制

在过去的十几年中提出了许多种多边形断层形成机制, 但至今仍存在争议^[5]。现在多数

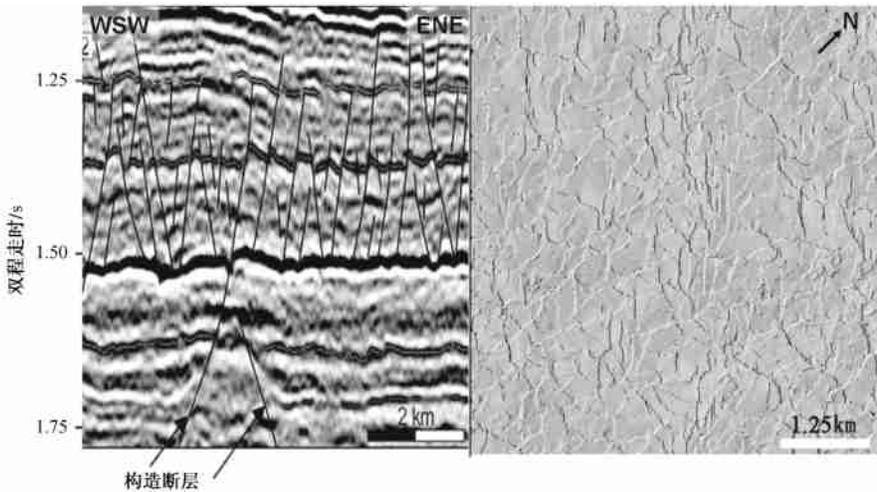


图1 多边形断层的平面和剖面特征

左图: 加拿大Sable次盆地发育在1.25~1.5 TWT (Sec) 层段内的多边形断裂^[5];

右图: 英国北海盆地中部地区多边形断层的时间倾角属性剖面^[7]

Fig 1 Planimetric and sectional characteristics of polygonal faults

Left: Formation of polygonal faults is confined between 1.25 and 1.5 TWT (S), Canadian Sable Subbasin

Right: Time-dip attribute map images the geometrical characteristics of polygonal faults, Central North Sea Basin.

人认为多边形断层形成于沉积物早期压实作用阶段,是沉积物尚未固结时由于脱水体积收缩而形成的^[1,11]。多边形断层在细粒沉积物中的形成与蒙脱石等矿物的脱水作用有着密切的关系。在一定的温压条件下,蒙脱石发生脱水作用,这种脱水作用有助于多边形断层大规模的发育,所以沉积物埋深达到一个极限深度后才开始多边形断层的形成过程。Cartwright et al.^[9]认为多边形断层开始形成的上限是海底以下500~600m深处。Henriet et al.^[3]在研究了北海盆地最南部的小尺度断层和卷绕构造后,认为这是与超压孔隙水和早期成岩有关的密度反转造成的。Higgs et al.^[4]认为大陆斜坡处局部的重力崩塌是多边形断层的形成原因。Cartwright^[1,7]进一步深化了Henriet^[3]的观点,认为多边形断层是高孔隙低渗透率细粒沉积物周期性的欠压实形成的,进一步提出断层的形成是由于沉积物的脱水收缩而造成的体积缩小。Stuevold et al.^[15]在挪威大Omen Lange气田的深水砂岩储层中发现密集的多边形断层。Victor et al.^[14]通过模拟实验,认为砂岩中的多边形断层是由下部塑性沉积物的重力扩展作用形成的,并提出了多边形断层形成的重力扩展机制。

2.1 体积收缩模式

沉积物脱水体积收缩机制^[2,8]是目前比较被认可的一种细粒沉积物(尤其是含蒙脱石较多的沉积物)中多边形断层形成机制。最新研究发现蒸发岩石膏脱水收缩也能够形成多边形断层^[29]。以上各位学者从不同的侧重点提出的多边形断层的形成机制具有许多共同点,如都强调压实、体积收缩等;但也有诸多的差别,如形成多边形断层的主要控制因素等。在某种环境下多边形断层可以在某一因素的控制下形成,也可以由多种因素共同作用下形成。综合前人研究成果^[1,3,8,26],我们认为超压脱水收缩机制更易形成多边形断层(图3)。

富含蒙脱石的细粒沉积物或者富含石膏的蒸发岩沉积物含有大量流体,渗透率较大,粘度较小。细粒沉积物自压实,沉积物中的流体向下部的蓄水层渗透,并逐渐在细粒沉积物与蓄水层之间形成封堵层(图3A)。随着上覆封堵层沉积物的沉积和埋深的进一步增大,达到

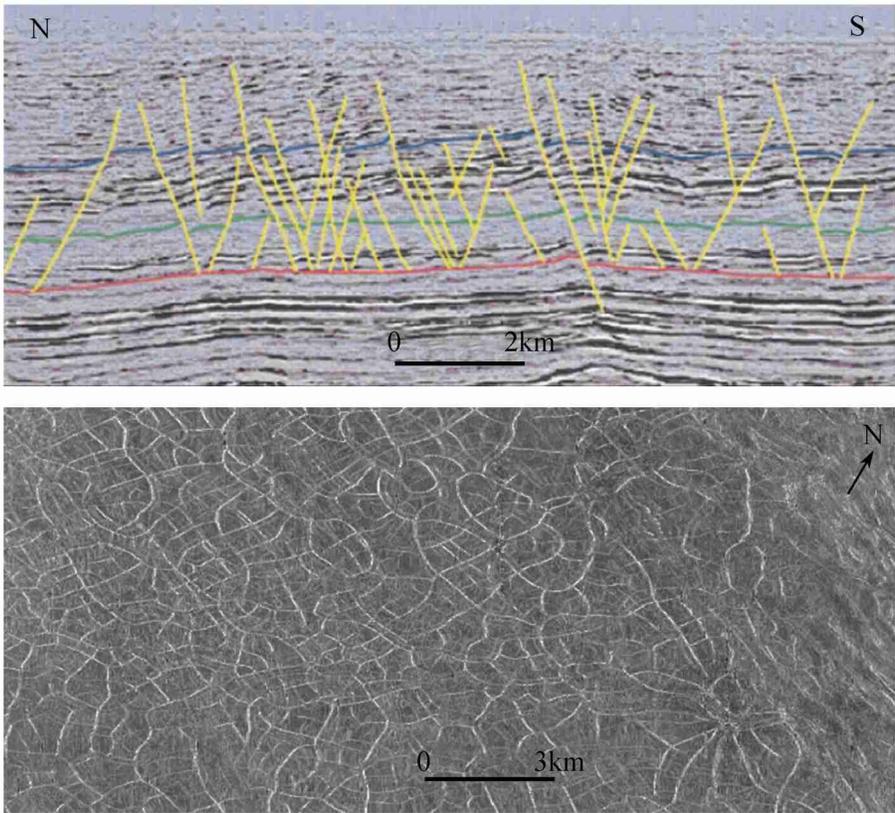


图2 澳大利亚 Eromanga 盆地及琼东南盆地多边形断层特征

上图: 澳大利亚 Eromanga 盆地多边形断层剖面图 (500ms TWT)^[25];

下图: 琼东南盆地 3024ms (TWT) 处多边形断层的时间相干切片图

Fig 2 Characteristics of polygonal faults in Eromanga Basin of Australia and Qionglongnan Basin of South China Sea

Top: The seismic section of polygonal faults of Eromanga Basin, Australia (500ms TWT);

Bottom: The time coherent slices of 3024ms (TWT) in Qionglongnan Basin, South China Sea.

了蒙脱石或者石膏脱水所需要的温压条件, 蒙脱石/石膏开始进入到脱水初期阶段, 沉积压实导致一维(垂向)上体积收缩(横向上 L 没有变化, 纵向上 D 减小为 D_1), 同时细粒沉积物粘度增大, 渗透率减小; 但是此时脱水收缩率还是小于一维收缩率, 还不能够形成多边形断层(图 3B)。随着上述环境条件进一步发展, 蒙脱石/石膏大量脱水, 导致流体压力的进一步增大, 密度相对于上覆层变小, 开始形成了超压密度反转的环境, 沉积层内不稳定, 内部物质有可能迁移, 其上边界可以形成局部凸起, 多边形核开始形成; 矿物的脱水收缩大于一维收缩(横向开始微小变化由 L 减小为 L_1 , 纵向由 D_1 减小为 D_2), 破裂产生, 形成多边形断层雏形(图 3C)。在适宜的温压条件下, 蒙脱石/石膏继续脱水, 超压的环境进行发展, 三维体积收缩加剧, 多边形断层大量发育(横向收缩严重从 L_1 变化为 L_2 , 纵向从 D_2 变化为 D_3)。多边形断层的发育, 流体大量的排驱, 压力开始减小, 脱水收缩逐渐减小最终停止, 多边形断层封闭开始停止活动, 这一期次的多边形断层形成过程也就结束; 重力压实开始对多边形断层进行微弱的改造作用。如果多边形断层层内压力再次聚集, 那么这个层内可能形成新一期的多边形断层; 或者是沉积层被埋深, 上一层细粒沉积物进入适宜多边形断层形成

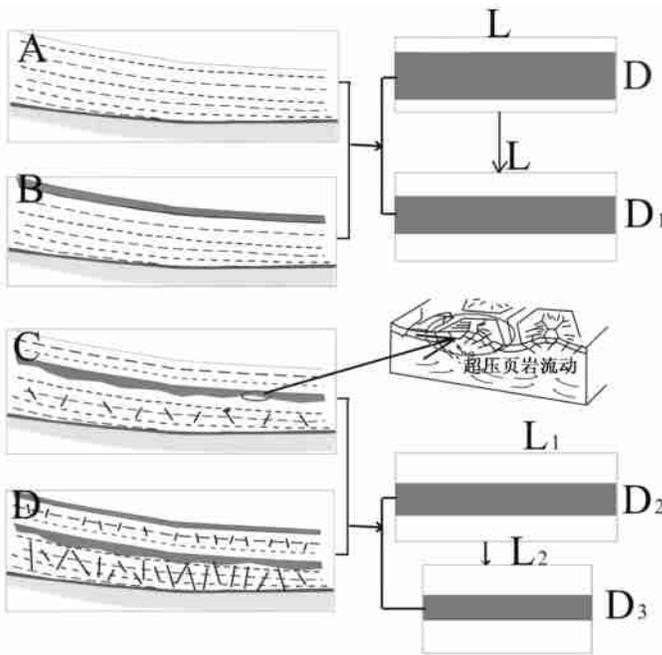


图3 多边形断层形成的超压脱水收缩机制成因示意图(据文献[1][8]修改)

Fig. 3 A sketch map of over-pressured syneresis mechanism for formation of polygonal faults

时期,进入新一轮的多边形断层形成阶段(图3D)。

2.2 重力扩展模式

以前认为多边形断层只存在于细粒沉积物中^[7],但是,Stuevold^[13]在Ormen Lange气田的深水砂岩储层中发现了多边形断层。在被动大陆边缘,普遍发育深水水道砂体,这些水道砂体被细粒沉积物所包裹。在水道系统中水平向的岩性变化是很平常的,从而导致岩性边界流变学性质的变化。这种流变学性质的变化,可能导致水道的石香肠化,从而分割砂体^[27]。

水道的这种变形被认为是由重力驱动所形成的。重力驱动的变形有两种机制:(a)重力滑移,它是由基底斜坡和滑脱层与负载物的流变共同控制的;(b)重力扩张,是由塑性基底的粘度、沉积速率和负载物变形的屈服强度控制的。由于水道砂体呈脆性,如果其周围细粒沉积物存在高压环境,将导致水道砂体的断裂^[27]。

Victor & Moëtti (2006)^[14]对细粒塑性物质中没有水道、直水道和蛇曲水道等三种情况进行了模拟实验,模拟实验中考虑了斜坡倾角、水道的弯曲程度、水道走向与斜坡倾角的关系,以及水道的几何形态等因素对水道中断层发育的影响。模拟实验结果认为基底斜坡角度对应变分布影响不大,重力扩展是形成水道砂岩多边形断层的主要的应变机制。脆性的水道砂岩被塑性的泥/页岩等细粒物质所包裹,由于岩性的差别,导致岩性边界的变化,从而造成了重力不稳定,在上覆水道砂岩等的重力压实作用下,塑性的细粒物质(泥/页岩)开始向四周蠕动,形成重力扩展现象。在重力扩展的初始阶段,先形成垂直于水道走向的正断层(横向断层)(图4);然后随着扩展的继续进行,在水道边界处形成平行于水道走向的正断层(纵向断层)(图4);最后重力扩展的应变达到一定程度形成多边形正断层。在此过程中常常伴随水道的石香肠化和三角形的泥/页岩底辟的形成^[14](图4)。

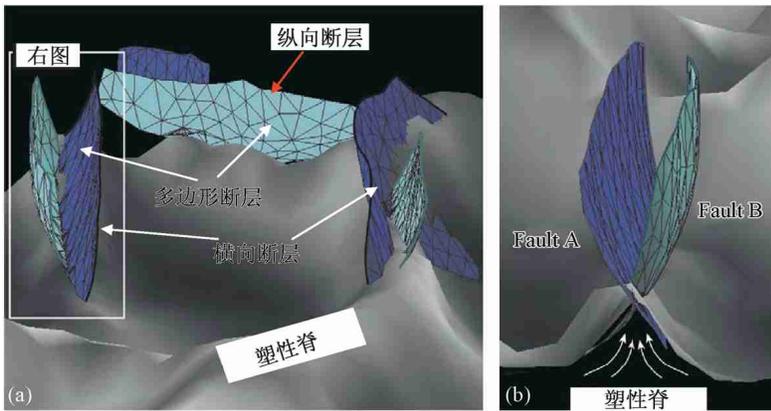


图4 塑性模拟物之上的横向断层, 纵向断层及多边形断层

(据 Victor & Moretti, 2006^[4], 略有改动)

Fig 4 Perpendicular boundary faults, parallel boundary faults and polygonal faults above ductile analog material

3 控制影响因素

多边形断层的形成受多种因素的控制和影响, 如岩石物性, 矿物成分和含量, 成岩作用等; 局部也会受到构造应力的影响。

3.1 岩石物性

多边形断层绝大多数都存在于泥岩、页岩等细粒沉积物组成的岩石中, 可见岩石的粒度对其影响很大。粒度大小对沉积物的体积收缩能力有重要的影响, 大颗粒物质能够有效的增加颗粒间凝胶体的粘度, 从而使大颗粒紧密相连限制或者完全阻止了随后的收缩和破裂^[8,18], 最终限制了多边形断层在大颗粒沉积物层的发育(图5)。如挪威海岸 Vøring 地区 Kai 组中的多边形断层, 未能穿入其上覆的 Naust 组, 被认为是 Naust 组中的沉积物的颗粒比较大所造成的^[28]。

不同矿物组成对多边形断层的形成也有显著的影响。实验表明, 沉积物中仅有 2% 的蒙脱石就能够发生脱水收缩, 从而导致沉积物层的破裂而形成多边形断层^[9]。蒸发岩矿物石膏, 在一定的温压条件下也能够发生脱水反应, 由于其本身的孔渗性比较差, 很容易形成超高压的环境, 从而有利于多边形断层的形成和发展^[19]。

3.2 成岩作用

多边形断层一般形成于沉积物的浅埋成岩阶段。成岩作用对多边形断层形成和分布有着重要的影响, 一般情况下早期成岩作用强将会阻止多边形断层的发育。白垩比较易于发生成岩作用。白垩层在成岩初期, 很容易发生胶结作用, 而胶结作用使白垩颗粒紧密相连, 使岩层的强度变大, 这样就限制或减弱了白垩层本身的脱水收缩及上覆地层的压实作用, 最终阻止了多边形断层的发育。在加拿大大西洋岸的 Sable 次盆地, 成岩作用造成了白垩层中多边形断层东西分布不同的现象。东部成岩作用弱, 多边形断层较发育; 而西部地区成岩作用强导致多边形断层不发育^[29]。

3.3 构造应力

多边形断层不是区域性应力作用形成的构造断层, 但是某些地区多边形断层也可能受到

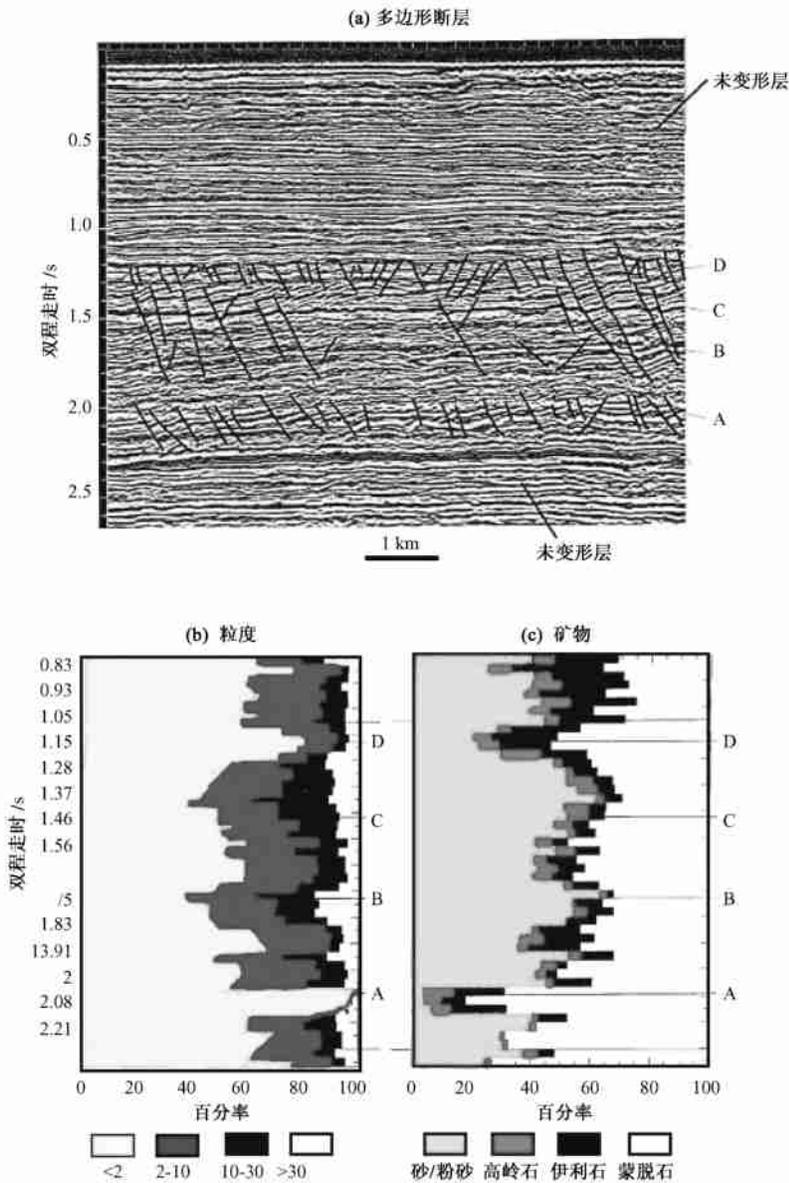


图 5 颗粒大小及矿物成分对多边形断层形成的影响

(据 Dewhurst & Cartwright, 1999a^[8], 略有改动)

Fig 5 Influences of grain degree and mineral composition on formation of polygonal faults

区域性应力的影响。区域构造应力可以加强多边形断层，也可以破坏打乱多边形断层。构造断层和褶皱对多边形断层影响较大。多边形断层系一般在背斜的脊部被强化、密度变大、呈放射状散开^[17]（图 6）。构造断层的存在可以改变局部应力场的方向，使最大张应力的方向由垂直于断层改变为平行于断层走向，从而造成多边形断层与构造断层一般呈直角相交的关系^[9]（图 7）。并且一般在相交处多边形断层的断距会减小，这样就影响了断层的封堵性^[9]。

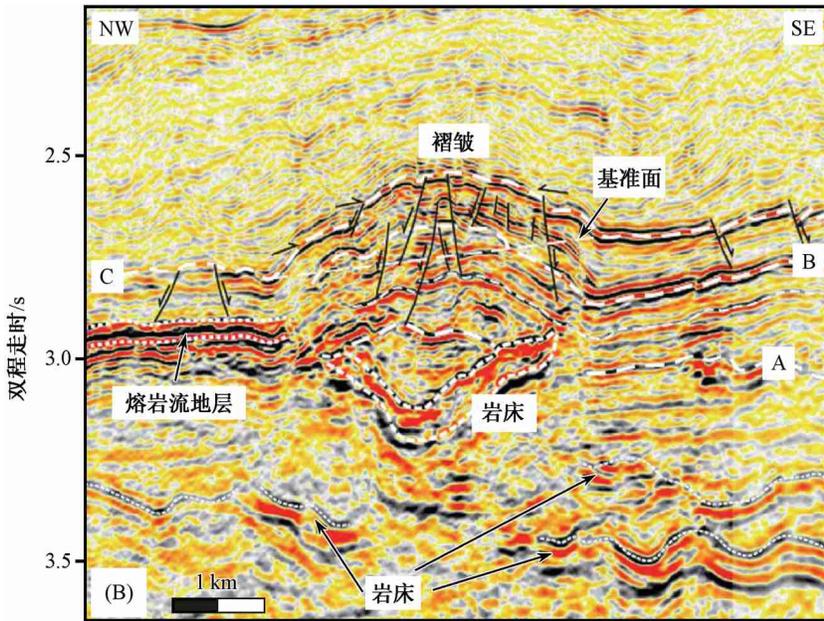


图 6 东北 Rockall 盆地被动褶皱与多边形断层的关系 (据 Hansen & Cartwright, 2006^[17])

Fig. 6 Relationship between forced folds and polygonal faults

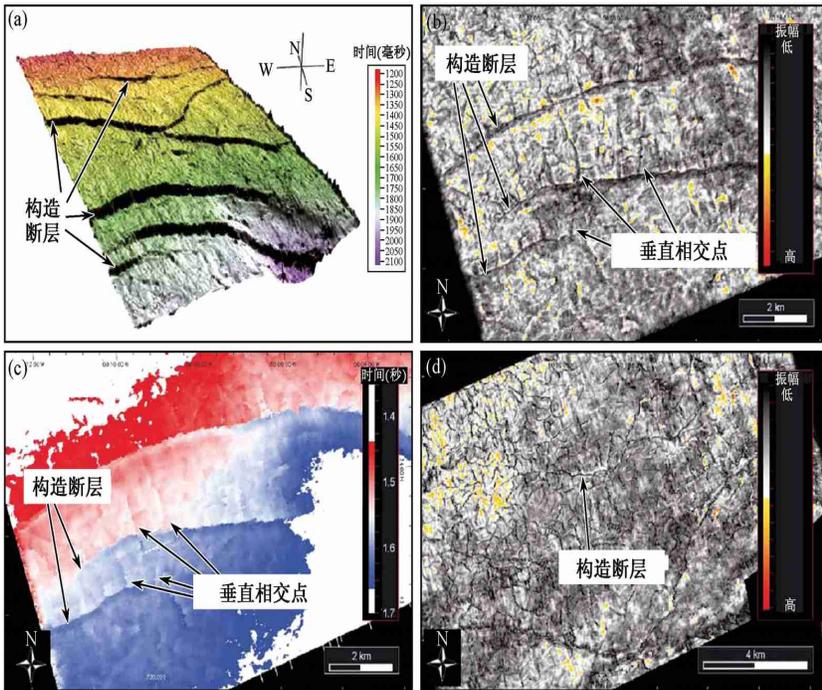


图 7 构造应力对多边形断层的影响 (据 Hansen & Shimeldb, 2004^[51])

Fig. 7 Influence of tectonic stress on polygonal faults

4 结论

多边形断层形成于沉积物的浅埋成岩阶段, 在泥岩、页岩、蒸发岩和砂岩中均可形成,
?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.

但绝大部分形成于粘土岩/页岩中,并且受粒度、矿物成分和成岩作用等因素的影响。多边形断层的成因机制比较多,目前还没有形成完全统一的看法。我们在脱水收缩机制基础上提出的超压脱水收缩机制可以很好地解释细粒沉积物中的多边形断层的形成。在水道砂体和泥岩互层地层中,重力扩展模式可以解释多边形断层的形成。

我们在南海琼东南盆地南部发现了多边形断层,并对它的几何特征、成因等进行了初步研究和探讨。多边形断层可以作为流体运移的通道,而南海北部盆地又有丰富的油气和天然气水合物资源;因此对南海相关地区加强多边形断层的研究对油气和天然气水合物的勘探和开发具有重要的意义。

参 考 文 献

- [1] Cartwright J A. Episodic basin-wide hydrofracturing of overpressured Early Cenozoic mudrock sequences in the North Sea Basin [J]. *Marine and Petroleum Geology*, 1994, 11 (5): 587~607.
- [2] Rundberg Y. Tertiary sedimentary history and basin evolution of the Northern North Sea [M]. Dr Ing. thesis, Trondheim, Norway, 1989.
- [3] Henriot JP, Batiat D, Verschuren M. Early fracturing of Palaeogene clays, southernmost North Sea; relevance to mechanisms of primary hydrocarbon migration [J]. In: *Generation, Accumulation and Production of Europe's Hydrocarbons* (Ed. A. M. Spencer), Spec. Pub. Eur. Assoc. Petrol Geol, Oxford: Oxford University Press, 1991, 217~227.
- [4] Higgs W G, McClay K R. Analogue sandbox modelling of Miocene extensional faulting in the Outer Moray Firth [J]. In: *Tectonics and Sequence Stratigraphy* (Eds G. D. Williams and A. Dob). Spec Publ Geol Soc London No. 74, 1993.
- [5] Hansen D M, Shimeldb J W, Williamsonb M A, Andersena H L. Development of a major polygonal fault system in Upper Cretaceous chalk and Cenozoic mudrocks of the Sable Subbasin, Canadian Atlantic margin [J]. *Marine and Petroleum Geology*, 2004, 21: 1205~1219.
- [6] Cartwright J A, Lonergan L. Volumetric contraction during the compaction of mudrocks: a mechanism for the development of regional-scale polygonal fault systems [J]. *Basin Research*, 1996, 8: 183~193.
- [7] Lonergan L, Cartwright J, Jolij R. The geometry of polygonal fault systems in Tertiary mudrocks of the North Sea [J]. *Journal of Structural Geology*, 1998, 20 (5): 529~545.
- [8] Dewhurst D N, Cartwright J, Lonergan L. The development of polygonal fault systems by syneresis of colloidal sediments [J]. *Marine and Petroleum Geology*, 1999a, 16: 793~810.
- [9] Cartwright J A, Dewhurst D N. Layer-bound compaction faults in fine-grained sediments [J]. *Geological Society of America Bulletin*, 1998, 110: 1242~1257.
- [10] Gouly N J. Mechanics of layer-bound polygonal faulting in fine-grained sediments [J]. *J. Geol. Soc. London*, 2003, 159: 239~246.
- [11] Gay A, Lopez M, Berndt C, Sèranne M. Geological controls on focused fluid flow associated with seafloor seeps in the Lower Congo Basin [J]. *Marine Geology*, 2007, 244: 68~92.
- [12] Shouklers S J, Cartwright J, Huusec M. Large-scale conical sandstone intrusions and polygonal fault systems in Tranche 6, Faroë-Shetland Basin [J]. *Marine and Petroleum Geology*, 2007, 24: 173~188.
- [13] Larter S, Aplina A C, Bowlera B, Lloyd R, Zwachb C, Hansenb S, Telnaesb N, Syltae O, Yardleyd G, Childse C. A drain in my graben: an integrated study of the Heimdal area petroleum system [J]. *Journal of Geochemical Exploration*, 2000, 69~70: 619~622.
- [14] Victor B, Moretti L. Polygonal fault systems and channel bounding: 3D analysis of multidirectional extension in analogue sandbox experiments [J]. *Marine and Petroleum Geology*, 2006, 23: 777~789.
- [15] Stuevold L M, Faereth R B, Amesen L, Cartwright J, Miller N. Polygonal faults in the Omen Lange Field, More Basin, offshore Mid Norway [J]. In: *Subsurface Sediment Mobilization*. Geol. Soc. Spec. Publ. 2003, 16: 263~281.
- [16] Stewart S A. Implications of passive salt diapir kinematics for reservoir segmentation by radial and concentric faults [J]. *Marine and Petroleum Geology*, 2006, 23: 843~853.
- [17] Hansen D M, Cartwright J. The three-dimensional geometry and growth of forced folds above saucer-shaped igneous sills [J]. *Journal of Structural Geology*, 2006, 28: 1520~1535.
- [18] Dewhurst D N, Cartwright J A, Lonergan L. Three dimensional consolidation of fine-grained sediments [J]. *Canadian Journal of Geotechniques*, 1999b, 36: 1~8.

- [19] Paola N D, Colletini C, Trippetta F, Barchi M R, Minelli G. A mechanical model for complex fault patterns induced by evaporite dehydration and cyclic changes in fluid pressure [J]. *Journal of Structural Geology*, 2007, 29: 1573 ~ 1584.
- [20] Davies R J, Cartwright J A. Kilometer-scale chemical reaction boundary patterns and deformation in sedimentary rocks [J]. *Earth and Planetary Science Letters*, 2007, 262: 125 ~ 137.
- [21] Trincardi F, Cattaneo A, Correggiari A, Ridente D. Evidence of soft sediment deformation, fluid escape, sediment failure and regional weak layers within the late Quaternary mud deposits of the Adriatic Sea [J]. *Marine Geology*, 2004, 213: 91 ~ 119.
- [22] Bünz S, Mienert J, Bemdt C. Geological controls on the Storegga gas-hydrate system of the mid-Norwegian continental margin [J]. *Earth and Planetary Science Letters*, 2003, 209: 291 ~ 307.
- [23] Gay A, Lopez M, Cochonat P, Levache D, Semondadaz G, Seranne M. Evidences of early to late fluid migration from an upper Miocene turbiditic channel revealed by 3D seismic coupled to geochemical sampling within seafloor pockmarks, Lower Congo Basin [J]. *Marine and Petroleum Geology*, 2006a, 23: 387 ~ 399.
- [24] Gay A, Lopez M, Cochonat P, Seranne M, Levache D, Semondadaz G. Isolated seafloor pockmarks linked to BSRs, fluid chimneys, polygonal faults and stacked Oligocene-Miocene turbiditic palaeochannels in the Lower Congo Basin [J]. *Marine Geology*, 2006b, 226: 25 ~ 40.
- [25] Watterson J, Walsh J, NICOL A, Nell P A R, Bretan P G. Geometry and origin of a polygonal fault system [J]. *Journal of the Geological Society*, 2000, 157: 151 ~ 162.
- [26] Nicola D P, Cristiano C, Trippetta F, Massimiliano R, Barchi, Giorgio M. A mechanical model for complex fault patterns induced by evaporite dehydration and cyclic changes in fluid pressure [J]. *Journal of Structural Geology*, 2007, 29 (10): 1573 ~ 1584.
- [27] Panien M, Moretti I, Calassou S. Analogical model of the deformation of sandy submarine channels in shaly pelagic sediments [J]. *Oil & Gas Science and Technology-Review of IFP*, 2001, 56 (4): 319 ~ 325.
- [28] Hustoft S, Mienert J, Bünz S, Nouzé H. High-resolution 3D-seismic data indicate focussed fluid migration pathways above polygonal fault systems of the mid-Norwegian margin [J]. *Marine Geology*, 245: 89 ~ 106.
- [29] Gay A, Lopez M, Cochonat P, Semondadaz G. Polygonal faults-furrows system related to early stages of compaction-Upper Miocene to recent sediments of the Lower Congo Basin [J]. *Basin Research*, 2004, 16: 101 ~ 116.

THE GEOMETRICAL CHARACTERISTICS AND FORMATION MECHANISM OF POLYGONAL FAULTS IN DEEP-WATER BASIN

WU Shi-guo¹, SUN Qi-liang^{1,2}, DONG Dong-dong^{1,2}

(1. Key Laboratory of Marine Geology and Environment, Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Qingdao 266071, China;

2. Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: Polygonal fault system is a tensional fault system with small throws. Because of their polygonal shape on plan, they are named polygonal faults. They have been studied for more than ten years since they were defined in North Sea in 1994, and from then on, they have been recognized in more than fifty passive basins worldwide. Research on polygonal fault needs high-resolution 3D seismic data, so, until now no research on polygonal fault has been made in China. The mechanism of polygonal fault is the focus of preliminary studies. Many experts think that the volumetric contraction induced by syneresis during the early-stage compaction of fine sedimentation is the mechanism for the development of polygonal fault systems. Many polygonal faults formed in continental slope, so some scholars believe that gravitational spreading is the mechanism for the polygonal fault formation. Polygonal faults affect the attributes and distribution of deep-water hydrocarbon reservoir which provide pathway for fluid, so they are important for migration and accumulation of hydrocarbon and gas hydrate.

Key words: polygonal fault; syneresis; gravitational spreading; channel sandstone; deep-water basin