

天然气水合物储集层的控制因素

龚建明, 何玉华, 李 刚

(青岛海洋地质研究所, 青岛 266071)

摘 要: 从目前已发现的水合物实物样品来看, 水合物储集层主要受岩性和裂隙的控制。在甲烷通量较小的情况下, 天然气水合物主要储集在岩性相对粗的砂质沉积物中, 而在甲烷通量较大的情况下, 岩性对天然气水合物储集层的控制作用减弱, 疏松未固结的泥质沉积物同样也可成为块状水合物的良好储集层。裂隙作为气体运移通道在天然气水合物储集层中起着重要作用, 垂向或近于垂向分布于沉积物中, 是在甲烷通量较大的泥质沉积物中由气体超压或构造运动造成的, 因此, 岩性和裂隙对水合物储集层的控制作用是可以相互转化的。

关键词: 岩性; 裂隙; 储集层; 水合物

中图分类号: P744.4

文献标识码: A

随着天然气水合物调查和研究的不断深入, 人们对天然气水合物储集层的认识也在不断提高。与常规油气储集层不同的是天然气水合物对储集层的要求较低, 因为, 天然气水合物主要储集在第四系和晚第三系地层中, 沉积物往往为疏松未固结的黏土或砂质(或粉砂质)黏土, 孔隙度高, 可达 50% 或更高, 同时, 渗透性较差的黏土在气体通量较大的情况下依靠气体压力也可以成为块状水合物的储集层。相对而言, 冻土带的水合物更倾向于储集在粗粒的沉积物中。裂隙作为水合物储集层是近年来随着保压岩心 X-射线扫描技术的发展而受到重视的。裂隙作为地下流体的运移通道在常规油气储集层研究中一直受到关注。水合物储集层中裂隙既作为气体运移通道也作为水合物储集空间而具有更为重要的价值。南海神狐海区水合物钻探结果显示, 岩性相对较粗的含粉砂质

黏土在水合物储集层中起着较为重要的作用, 而裂隙作为水合物储集层的作用则表现不明显, 这可能与研究程度不够有关。

1 岩性对水合物储层的影响

沉积物岩性主要指沉积物粒度与组分。总的来说, 海洋天然气水合物优先储集在颗粒相对较粗的软性未固结的沉积物中^[1], 但是, 对于强渗漏区(对应于高甲烷通量), 水合物储集层与沉积物粒度没有直接的关系, 而与气体压力的大小有关, 因此, 未固结的泥也可作为很好的储集体。

1.1 冻土带中岩性对水合物储层的影响

加拿大北部冻土带 Mackenzie 三角洲的天然气水合物主要充填于砂/砾孔隙中, 淤泥和黏土不含天然气水合物或含量很低。例如, 在 Mallik 5L-38 水合物开发井中, 砂层中的水合物饱和度可达 80%, 而粉砂岩和泥岩水合物饱和度和则较低。

收稿日期: 2007-07-02

基金项目: 国家自然科学基金(40576059)

作者简介: 龚建明(1964—), 男, 博士, 研究员, 从事海洋油气研究工作

1.2 海洋沉积物中岩性对水合物储层的影响

1.2.1 火山灰、凝灰质泥有利于水合物的聚集

DSDP 66 和 ODP 204 航次的钻井岩心显示,火山灰和凝灰质泥同样也是水合物的主要聚集场所。赋存在这类沉积物中的水合物往往以细分散状胶结物形式沿地层层面分布,埋深较浅,水合物饱和度较低^[2]。

1.2.2 粗粒沉积物(砂、粉砂)有利于水合物的聚集

ODP 204 航次在“水合物脊”钻探的 9 个站位的岩性都很相似,粒度都很细。但是,通过对水合物岩心进行仔细分析发现,天然气水合物主要储集在粗粒的浊流沉积层段中^[3]。

苏新等(2005)通过对 ODP 204 航次 8 个钻孔 BSR 之上沉积物粒度分布与各站位水合物产出层位的统计对比发现,水合物主要聚集在厚度超过 5 cm 的粗粉砂沉积物中^[4]。

神狐海区水合物岩心的岩性和沉积物粒度与美国“水合物脊”非常相似,总体表现为,岩性差异很小,粒度很细,颜色较浅,以泥或含粉砂质泥为主,个别层段含大量有孔虫。从水合物岩心和对应的伽马测井曲线来看,水合物主要储集在颗粒较粗的未固结的含粉砂质黏土中。

在其他采集到水合物实物样品的海区,如布莱克脊、墨西哥湾、中美海槽等,水合物主要储集在颗粒较粗的渗透性较好的未固结的沉积物中。在这些地区,水合物钻井岩心资料、测井资料(伽马值低)和地震反演结果都证实了水合物主要分布在较粗的沉积物中。

1.2.3 高甲烷通量渗漏区细粒沉积物(泥)也可作为良好的储层

Trehu et al(2003)通过研究 ODP 204 航次 9 个站位气体渗漏强度与水合物分布及沉积物之间的关系发现,强渗漏区(1248、1249、1250 站位),水合物储集层与沉积物的粒度大小没有直接的关系,而与气体压力有关。地层中水合物从海底往下均有分布,但以海底附近饱和度最高,因此,只要气源充足,水合物储集层与沉

积物的粒度关系不大,未固结的泥同样也可作为很好的储集体。

2 裂隙(或断层)对水合物储层的影响

裂隙(或断层)在常规油气勘探中有着重要的作用,同样,它们在水合物储集层中也起着十分重要的作用。到目前为止,人们普遍认为储集在细粒沉积物中的水合物的饱和度较低。然而,2006 年在印度水合物岩心中发现,在 130 m 厚的已严重变形的黏土沉积物中水合物的饱和度高达 70%。经过对长度 1 m 的保压岩心的 X-射线扫描发现,该段岩心虽然沉积物粒度较细,但存在有大量的近于垂直的裂隙。这些裂隙既起着流体运移通道的作用,也起着储集空间的作用,它将水合物稳定带之下的气体运移到稳定带中并储集起来^[5]。

3 结论

从上面的讨论中可以得出这样的观点:天然气水合物储集层的影响因素主要是沉积物的渗透性,而非孔隙度。渗透性的好坏又主要取决于岩性和裂隙的发育程度。因为,不论是以砂质为主的颗粒较粗的沉积物,还是以泥质为主的裂隙发育的细粒沉积物,其渗透性都较好,为天然气水合物稳定带中流体(主要为气体)的运移提供了条件,因而有利于天然气水合物的聚集。在甲烷通量大的地区,岩性对水合物聚集没有影响表现为 2 个方面:①对于颗粒较粗的沉积物来说,储集空间较大有利于水合物的聚集;②对渗透性较差的细粒沉积物来讲,大量甲烷气体的聚集势必会在泥质沉积物中形成超压,进而产生微裂隙。上述二种情况储集空间都比较发育,因而,强渗漏区的天然气水合物储集层对岩性没有要求。总结上述结果可以得出如下具体结论:

(1) 粗粒沉积物通常是有利的水合物储集

层;

(2) 火山灰、凝灰质泥发育的地区, 水合物以胶结物形式沿地层层面分布, 埋藏浅, 饱和度低。

(3) 气体强渗漏(对应于高甲烷通量)区, 水合物储集层与岩性无关, 而与气体压力的大小有关, 因此, 未固结的疏松黏土可作为很好的储集层。

(4) 裂隙发育的泥质为主的沉积物也是天然气水合物的有利储层。

4 讨论

通常, 陆地冻土带天然气水合物主要储集在粗粒的沉积物中, 例如: 砂岩、砂/砾岩等; 而海域天然气水合物主要储集在相对较细的沉积物和裂隙发育的疏松黏土中, 例如, 粉砂质黏土、含粉砂质黏土、泥/砾等。冻土带粗粒和海洋相对粗粒沉积物或裂隙(包括断层)储层的识别可以通过地震、测井或钻井岩心的综合分析以及多道、单道和浅剖等多种方法的综合解释来完成。另外, 在有水合物钻井的海区, 应充分利用附近的石油钻井的测井资料进行水合物储集层的横向追踪, 建立研究区岩性和裂隙对水

合物储集层的控制机理, 为水合物勘探井位的确定提供依据。

对于神狐海区均匀分布型的非可见水合物(也称分散型水合物)来讲, 粗粒沉积物对水合物储集层的影响是显而易见的(对应于低的伽马值), 但是, 裂隙(或断层)对水合物储集层的控制作用目前还不清楚, 还需要进行多方法、多手段的综合研究。

参考文献:

- [1] 沙志彬, 杨木壮, 梁 劲. 天然气水合物成矿的沉积控制因素[J]. 海洋地质动态, 2003, 19(6): 16-20.
- [2] Ginsburg G D, Soloviev V A. Submarine Gas Hydrates [M]. St Petersburg: VNIIOceangeologia, 1998: 215.
- [3] Trehu A M, Bohrmann G, Rack F R, et al. Shipboard Scientific Party. Leg 204 summary. ProcoDP In itRepts 204. College Station Tx: Ocean Drilling Program, 2003: 1-75.
- [4] 苏 新, 宋成兵, 方念乔. 东太平洋水合物海岭 BSR 以上沉积物粒度变化与气体水合物分布[J]. 地学前缘, 2005, 12(1): 234-242.
- [5] Ray Boswell, Robert Kleinberg, Tim Collett, et al. Exploration Priorities for Marine Gas Hydrate Resources. Fire in the ice Spring/Summer[J]. Methane Hydrate Newsletter, 2007: 11-13.

地震会加强火山喷发的力度

科学家们称, 强烈的大地震会使附近的火山喷发得更加猛烈。

2006 年 5 月 27 日, 印度尼西亚的爪哇岛上发生了 6.4 级的大地震, 将近 6 000 人丧生。3 天后, 该岛上正在活动的两座火山喷发强度急剧增加, 并持续了大约 9 天的时间。这次地震使得两座火山释放出更多的热量, 熔岩的喷射高度也比震前增加了 2 至 3 倍。

默拉皮和塞摩鲁两座火山大约分别在震中以北 50 km (31 英里) 和以东 280 km (174 英里) 处。为了探测活动强度, 研究人员利用人造卫星监视了两座火山的热量排放情况。

这次引起火山活动变化的地震发生大约三

天后, 默拉皮和塞摩鲁两座火山才有了反应, 这可能表明了处于更深层的岩浆受到地震的影响, 然后再被发送到火山表面是需要时间的。

研究人员得出结论: 地震的力量可使正在活动的火山喷发力度加强; 然而, 至于地震是否能够引起火山的新一轮爆发, 仍然是个有待解决的重大课题。

这项研究还显示, 人造卫星监视技术或许会有助于预测火山的爆发。

胡 德良 编译自美国《生命科学网》

([http://www.livescience.](http://www.livescience.com/forcesofnature/070410)

[com/forcesofnature/070410](http://www.livescience.com/forcesofnature/070410)

[quake_eruptions.html](http://www.livescience.com/forcesofnature/070410))