

文章编号:1672-9854(2007)-03-0061-02

## 从天然气水合物的角度看四川盆地的天然气来源

支家生

(中国石油集团杭州地质研究所)



支家生

**摘要** 业已查明在海床中存在天然气水合物,由此推论地质历史上的海洋中同样存在这种水合物,且主要赋存于深海槽及其两侧地区。另外,世界上已知大油气区多与来自古地槽区的油气源有关。在四川盆地发现的巨大天然气储量难以由已知源岩提供,因此可以考虑到秦岭、龙门山在上扬子地块北缘、西缘的大陆边缘深水槽区,它们在回返造山过程中由天然气水合物的释放和迁移可能提供了大量气源。类似的地台(块)区油气勘探选区可由此借鉴。

**关键词** 天然气水合物;四川盆地;天然气成因;油气远景

**中图分类号**:TE112.111

**文献标识码**:A

**支家生** 1935年生,高级地质师,享受政府特殊津贴。通讯地址:310023 杭州市西溪路920号

本文旨在提出一个假说:海洋中天然气水合物释放的气,除了散失的部分,还可能有一部分被迁移成藏,从而成为大气田的重要气源。其思路是:(1)业已查明在水深500~3000m的海床中存在天然气水合物,且资源量巨大;(2)按照地质学惯用的“将今论古法”可以推论,在地质史上的海洋中同样存在这种水合物;(3)海洋中的水合物主要赋存在深海槽及其两侧地区(后来的造山带和山前拗陷),随着地壳构造变动它们或散失或迁移;(4)世界上已知大油气区的形成与来自古地槽区的油气源有关,例如中东油气区与扎格罗斯山,俄罗斯油气区与乌拉尔山等。基于这些认识,笔者认为四川盆地大量天然气的重要来源可能与秦岭、大巴山、龙门山在地质史上曾经有过的天然气水合物相关。

已证实在水深250~300m下的海底,阳光不能到达,温度低、压强大、冰点提高,可燃气体(甲烷占97%)与水分子螯合而成为天然气水合物,它在温度升高、压力降低的情况下释出可燃气体从而可作燃料使用。水合物在自然界的赋存受温度、压力、气体组分和水中的离子杂质等控制。据Kvenvolden的相图分析,水深500m、压力约为50atm的条件下,天然气水合物的相界面温度为10℃;这种水合物存在于沉积物中的最大深度为地表之下约2000m<sup>[1]</sup>。天然气水合物除了在海洋中有大量存在以外,在地球两极和高原地区的

冻土带也有分布。据估算,其碳储量是所有陆地上石油、可燃气体、煤的两倍<sup>[2]3</sup>。

海洋中的天然气水合物主要分布在活动(板块汇聚)的或稳定(被动)的大陆边缘,加积楔顶端、陆坡盆地、弧前盆地、陆坡海山等处,尤以俯冲带增生楔区和陆隆台地断褶区最为发育<sup>[2]7</sup>。

据金庆焕等记述,汇聚大陆边缘及增生楔是水合物大规模发育的有利区域。在板块俯冲运动中,新生且富含有机质的大洋沉积由于俯冲板块的构造底侵作用而被刮落到增生楔内、不断聚积于变形前缘,俯冲带附近沉积物不断加厚;同时由于构造挤压作用导致沉积物脱水脱气,并形成叠瓦状逆冲断层,孔隙流体携带深部甲烷气沿断层向上快速排出,为水合物的形成提供了充足的物质基础,在适宜的温压条件下聚集成水合物矿藏,同时有部分甲烷气体向上逸出而形成海底碳酸盐结壳。构造隆升导致水合物稳定带底部压力降低,水合物分解,形成游离气聚集<sup>[2]117-118</sup>(笔者认为,此处的游离气应有深部来的天然气成分,而稳定带仍具封隔作用,有利于气体向台地方向迁移)。世界上的绝大多数增生楔中已发现这种水合物。

在被动大陆边缘,以伸展运动为主,由于存在巨厚的富含有机质的沉积层及高压流体、陆缘外侧的火山活动及张裂作用,可形成成岩型、构造型、复合型水合物成矿模式,在“相对渗透层”中、在断裂—

收稿日期:2007-04-10

褶皱构造中、在底辟构造或泥火山以及滑塌构造中富集成矿。世界上多处海台、盆地、海槽、洋脊、滑塌构造中已发现水合物成矿实例<sup>[2]</sup>118-123。

深海槽区沉积的黑色淤泥,有机质丰富,有利于烃类形成,其中的天然气是深海槽区形成水合物的重要气源,其他气源还有来自地下深处从“黑烟囱”上来的甲烷或早先形成的气藏与游离气。这种水合物与黑色淤泥共生,在后来的埋藏成岩过程中曾经释放并发生初次运移。地质年代中的深海槽及其两侧在地质构造上经过回返褶皱即为后来的造山带及其两侧的山前拗陷,其分布范围大且有规律可循,含天然气水合物的黑色淤泥在成岩后、在漫长的地质变动中释出天然气而发生垂向和侧向的运移,向地台(块)区和较新层位中的储集空间迁移并聚集成藏。

已有研究认为,四川盆地海相中—古生界含气系统的主要源岩,在川中、川西南为下寒武统筇竹寺组(厚度100~420m),在川东、川南为下志留统龙马溪组(厚度<100m)及下二叠统梁山组(厚度10~20m),在川西为上三叠统须家河组<sup>[3]</sup>。但从源岩的厚度与分布来看,它们难以提供四川盆地巨大的天然气储量(达数万亿立方米)。诚然,四川盆地的天然气气源可以是多层、多期、多形态的,但如能考虑到秦岭、龙门山在上扬子地块北缘、西缘的大陆边缘深水槽区,它们在回返造山过程中由天然气水合物分解可能提供了大量气源,则四川盆地的气源问题可得到较好的解释。在四川盆地震旦系、志留系、石炭系、二叠系—三叠系储集岩中保存的气藏,其主要气源很可能有一大部分是来自周边的褶皱造山带和山前拗陷。

天然气水合物作为四川盆地气源之一的假说如果成立,除了说明上扬子地块北缘秦岭造山带及其

南侧山前拗陷可以对四川盆地主体提供这种气源之外,在四川盆地东北缘、江汉盆地北缘也可能以这一方式提供了气源。雪峰、九岭、怀玉基底拆离造山带的北缘也可能因此有一些气源,即在四川盆地东南缘至鄂渝湘黔拗陷一带具有一定的勘探前景。

据南海海域的勘探,其深水区的天然气水合物已遭受气化逃逸,但如在东沙北坡海域大面积覆盖的碳酸盐结壳(430km<sup>2</sup>,自生碳酸盐岩)之下能找到具有储集、封盖条件的勘探位置,则不排除发现正在形成或已形成的天然气藏,深水区的天然气水合物气化后可能会运移到东沙北坡碳酸盐结壳发育区成藏。

本文从天然气水合物的角度探讨四川盆地地台区巨大天然气储量气源问题,但鉴于目前对于天然气水合物与古老气田相关性的研究尚处于初始阶段,笔者的看法正确与否有待同仁甄别指教,并期待阐明天然气水合物与已知海相大气田的相互关系的力作出现,以引导天然气勘探出现更多的新领域。

四川盆地的勘探方向为地台内部的隆起至山前拗陷。笔者认为,类似的地台(块)区(后来的沉积盆地)油气勘探选区可由此借鉴,如我国北方塔里木、准噶尔地块等的天然气勘探也不妨按这一思路作一些新的思考与部署,由浅入深、由表象到实质以获得更多的储量。

#### 参考文献

- [1] Kvenvolden K A. 气体水合物概论. 赵国宪,译. 海洋地质译丛[J],1997(2):17-27.
- [2] 金庆煊,张光学,杨木壮,等. 天然气水合物资源概论[M]. 北京:科学出版社,2006.
- [3] 马力,陈焕疆,甘克文,等. 中国南方大地构造和海相油气地质[M]. 北京:地质出版社,2004:404-413.

编辑:吴厚松

## Might Origin of Natural Gas Hydrate Reveal the Source of Natural Gas in Sichuan Basin?

Zhi Jiasheng

**Abstract:** It is known that a great amount of natural gas hydrate exists under deep sea floors and hydrocarbon sources of many known huge oil and gas provinces in the world are associated with paleogeosynclines. It is inferred that gas hydrate could have existed under paleosea floors such as deepsea troughs and their sides during geological history. It is deemed that the a large quantity of natural gas reserves that are present in Sichuan Basin could be hardly supplied all by the known source rocks, so some of the gas reserves might be derived from the gas released and migrated by gas hydrate within deepwater geosynclines along the northern and western continental margins of Upper Yangzi Massif during inversing orogeny (Chinling and Longmen mountains formed). Resembling hydrocarbon prospecting areas as it can be also inferred for reference.

**Key words:** Natural gas hydrate; Origin of natural gas; Oil and gas potential; Sichuan Basin

Zhi Jiasheng: male. Senior Geologist. Add: HIPG PetroChina, 920 Xixi Rd., Hangzhou, Zhejiang, 310023 China