

·研究成果·

# 深盆地气藏地质特征与研究意义

——以鄂尔多斯盆地为例

施继锡, 余孝颖

(中国科学院地球化学研究所 矿床地球化学开放研究实验室, 贵州 贵阳 550002)

**摘要:** 深盆地气藏位于构造下倾部位或盆地中央, 上部含水, 是具有特殊成藏地质条件的非常规气藏。深盆地气藏具有以下特征: 气在下水在上的气水倒置, 气藏流体压力低于静水压力, 烃源岩与气藏紧密伴生, 源岩生气量大供气充足, 油气热演化程度高, 储层具低孔隙度低渗透率, 单井产量低但地质储量大等。本文以我国鄂尔多斯盆地为例进一步阐明深盆地气藏的特征。国外对深盆地气藏研究极为重视, 天然气的产量也占有很大比重。在我国研究程度较低, 深盆气的深入研究对我国天然气的勘探开发有重要意义。

**关键词:** 深盆地气藏; 天然气; 鄂尔多斯

**中图分类号:** P618.130.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-2802(2002)03-0171-03

深盆地气藏(Deep basin gas trap)或简称深盆地气, 是指分布在盆地中心或盆地构造的深部(下倾部)的气藏, 并不是指某一绝对深度线以下的天然气藏<sup>[1]</sup>。就其成藏条件与特征看, 属于非常规气藏。由于对深盆地气藏研究深度有限, 其成藏机理、地质特征等还知之甚少。从目前研究结果看, 深盆地气藏的气初次运移时以游离气为主。气与含水岩石之界面阻力大于浮力, 天然气只能在烃源岩和低孔隙度、低渗透率储层的接触面聚集。因此, 在气源排气区和储层接触区范围内形成深盆地气藏。

## 1 深盆地气藏形成的地质条件与特征

根据深盆地气藏的形成机制及有关资料<sup>[1-7]</sup>, 以及我国鄂尔多斯盆地上古生界大型深盆地气藏的研究结果<sup>[8-10]</sup>, 归纳起来有以下特征:

(1) 上水下气, 气水倒置: 气水倒置表现为气藏在储层构造下倾部位, 向构造上倾方向变为气水过渡带, 再上则为水层。

鄂尔多斯盆地上古生界区域构造总体上呈北高

南低的平缓单斜型古构造背景。天然气主要的运移方向也是由南到北, 上古生界主要储层段山西组和下石盒子组三角洲沉积的展布也近南北向, 为上古生界深盆地气藏的形成提供了条件。上古生界气源岩进入高熟、过熟阶段时, 生成大量的气态烃, 气态烃首先在源岩中富集, 随着烃量增加, 在压实和膨胀作用下形成压差, 促使其在源岩与储层接触处聚集, 并逐渐把储层底部的水往上部赶, 形成气水倒置。

鄂尔多斯盆地从南北向, 南部(乌审旗以南)构造底部主要为气井; 往北到鄂托克旗构造较高部位, 为含气、水井; 再往北杭锦旗一带处于构造高部位, 主要为水井。流体包裹体研究表明, 南部包裹体类型主要为气态烃包裹体, 中部为气态烃包裹体及盐水溶液包裹体; 北部构造上倾部位则主要为盐水溶液包裹体。分析结果表明, 包裹体主要气相成分中水含量南部苏8井为12.15%, 到北部盟4井则为34.11%。这些都反映出气水倒置的特征。

(2) 流体压力低于静水压力: 气藏流体压力低,

收稿日期: 2002-02-27 收到, 04-02 改回

第一作者简介: 施继锡(1933—), 男, 研究员, 主要从事油气包裹体研究, 地球化学专业。

既使气水倒置,又使深盆地能保存在源岩与储层接触范围内。气藏储层中大量沸腾包裹体的存在,说明流体具异常低的压力。流体包裹体方法计算结果,流体压力为 6.2~16.5 MPa;静水压力以上覆岩层厚度 2 000 m 计为 19.62 MPa。由于气与含水储层的界面阻力,天然气很难凭自身的浮力散失。加之盖层烃浓度封闭系数为 100%,有利于深盆地气的形成。

(3) 烃源岩与气藏紧密伴生:鄂尔多斯盆地上古生界发育有碎屑岩及碳酸盐岩两类储层;从沉积相看即为海陆交互相和陆相砂泥岩两大类生储组合。前者包括石炭系的灰岩储层与泥岩的生储组合;陆相主要为下二叠统砂泥岩生储组合。在分布上,泥质岩和煤层与上下储层大部分紧密接触,是形成深盆气的有利条件。烃源岩中的气一经排出即被限制在致密储层底部而形成气藏。

(4) 烃源岩有机质丰度高,供气充足:在气源充足的条件下,才能产生大量的天然气,才能大规模进入储层并向上整体排驱占据储层孔隙,形成深盆气藏。鄂尔多斯盆地上古生界烃源岩在全区内广泛分布,有机质丰度高,生气岩石主要是海陆交互相腐殖型煤岩和暗色泥岩,以及混合型母质的灰岩。煤岩残余有机碳含量平均 70%,氯仿沥青“A”含量为 0.65%,总烃含量  $2\ 400 \times 10^6$ ,煤层累计厚度 5~15 m,分布面积约  $18 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。暗色泥岩沉积厚度一般 230 m,有机碳含量大于 1.5%,氯仿沥青“A”含量大于 0.5%,总烃含量大于  $195 \times 10^6$ 。灰岩有机碳含量为 0.81%~5%,平均烃含量为  $(27.3 \sim 157) \times 10^6$ ,也是上古生界较好的烃源岩。

(5) 具有低孔隙度、低渗透率的储层:储层物性差,烃源岩排出的气才能大面积排驱储层中的孔隙水形成深盆气藏。研究表明,能够形成深盆气藏其储层的孔隙度一般在 13% 以下,渗透率在  $1 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$  以下。鄂尔多斯上古生界石炭-二叠系储层是一套低孔、低渗的致密岩石,空隙度为 4%~8%、渗透率小于  $0.1 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$  的占 50%。其余均为孔隙度小于 4%、渗透率小于  $0.1 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ,为理想的深盆气藏储层。

(6) 烃源岩演化程度高:演化程度高的有机质才能大量转换为天然气,驱赶储层孔隙中的水,形成深盆气藏。鄂尔多斯盆地上古生代大量生气阶段时,

R。范围为 1.1%~3.0%,多数为 2.5%。包裹体测温结果表明,温度范围为 110~130℃,少数为 160~175℃。作为煤型气来讲已进入高熟—过熟演化阶段,为深盆地气藏形成提供了外部条件。

(7) 单井产量低但地质储量巨大:深盆地气藏因储层孔隙度低及渗透率低,储量密度也相对较低。有的井钻进时要经过水层、气水层,往往单井产量较低。在鄂尔多斯上古生界中,95%的钻井遇气,但 70%达不到工业标准。但由于烃源岩有机质丰度高、烃源岩分布面积大、产气量大,故仍能形成特大型气藏。

## 2 深盆地气的研究意义

深盆地气藏往往储量巨大,具有重要的经济价值。北美地区发现较多的深盆地气藏。美国 1927 年在圣胡安盆地发现深盆地气藏,迄今已在十余个大型盆地中发现与开发深盆地气藏,产量占天然气总产量的 70%。加拿大西部阿尔伯达盆地等重要气田均以深盆地气藏为主。深盆地气的理论提示我们,在向斜、致密储层、水层之下也有可能找到气藏,拓宽了勘探领域。我国除鄂尔多斯盆地外,据有关资料报道西南地区四川盆地、楚雄盆地、贵州南盘江地区也可能存在深盆地气藏,应予以重视。

## 3 结 论

综上所述,深盆地气藏的主要特征是:上水下气,气水倒置,流体压力低于静水压力,烃源岩与气藏紧密伴生,烃源岩有机质丰度高,供气充足,油气热演化程度高,储层具低孔隙度,低渗透率,单井产量低但地质储量巨大等。

鄂尔多斯盆地上古生界北高南低的平缓单斜型古构造、近南北展布的沉积三角洲以及天然气主要由南到北运移等背景,为气水倒置具备了条件。上古生界烃源岩在全区广泛分布,有机质丰度高,气源充足,且泥岩和煤层与上下储层大都直接接触,具有形成深盆气的先决条件。低孔、低渗的储层及流体压力低等,保证了天然气的缓慢散失,促使形成大型气藏。

深盆地气藏产量巨大,具有重要的经济价值。在西部大开发中应注意西南地区深盆地气藏的研究与勘探。

## 参考文献:

- [1] Masters J A. Deep basin gas trap, western Canada[J]. AAPG Bulletin, 1979, 63(2): 152 - 181.
- [2] Memasters G E. Gas reservoirs, deep basin, western Canada[J]. The Journal of Canadian Petroleum Technology, 1981, 20(3): 62 - 66.
- [3] Cant D J. Spirit River Formation a stratigraphic diagenetic gas trap in the deep basin of Alberta[J]. AAPG 1983, 67(4):577 - 587.
- [4] 闵琪,付金华,席胜利,等.鄂尔多斯盆地上古生界天然气运移聚集特征[J].石油勘探与开发,2000,27(4):26 - 29.
- [5] 林壬子,张金亮.深盆气——天然气勘探的新领域[A].石油科技理论与应用新进展[M].西安:陕西科学技术出版社,1996.
- [6] 贝丰,吴征,朱振亚,等.鄂尔多斯盆地古生界含油气岩系有机岩石学研究及天然气生成条件与评价[M].成都:成都科技大学出版社,1995.
- [7] 姜振学,庞维奇,王德华,等.深盆气研究现状综述[J].地球科学进展,2000,15(3):289 - 292.
- [8] 张金亮,常象春,张金功,等.鄂尔多斯盆地上古生界深盆气藏研究[J].石油勘探与开发,2000,27(4):30 - 35.
- [9] 施继锡.鄂尔多斯盆地上古生界深盆气藏流体包裹体研究[R],2001.
- [10] 长庆油田公司上古压裂工艺试验项目组.鄂尔多斯盆地上古生界深盆气的形成与演化[R],2000.

## Geological Characteristics of Deep Basin Gas Traps and Their Research Significance Erdos basin Example

SHI Ji-xi, YU Xiao-ying

(Open Lab. of Ore Deposit Geochemistry, Institute of Geochemistry, Chinese  
Academy of Sciences, Guizhou, Guiyang 550002, China)

**Abstract:** Deep basin gas traps are referred to those abnormal gas traps formed under special geological conditions and located in the downward inclined part of a structure or in the central part of a basin, with water in their upper parts. The deep basin gas traps are characterized by: the gas/water upside-down pattern *i. e.*, gas in the lower part while water in the upper part; the pressure of gas trap fluids lower than the hydrostatic pressure; hydrocarbon source rocks in close association with gas traps; source rocks producing large amounts of gases; higher degree of oil and gas thermal evolution; low porosity and low permeability of the reservoir strata; and low single-well yield but large geological reserves. A case study has been conducted in the present paper with the Erdos Basin in Northwest China as an example. Great attention has been paid to the study of deep basin gas traps abroad because the production of natural gases accounts for a considerable proportion of the total yields throughout the world. In China there is still a big gap in research in this aspect. It is of great significance to carry out detailed investigations into deep basin gas traps in exploration and development of China's natural gases

**Key words:** deep basin gas trap; natural gas; Erdos Basin