

· 附录 ·

页岩气简介

1 概述

页岩气 (Shale Gas), 特指赋存于页岩中的非常规天然气, 一种极具开发价值的新能源。

页岩气生成于有机成因的各种阶段, 常见于泥岩、高碳泥岩、页岩及粉砂质岩类夹层中。其中, 以游离相态 (约 50%) 存在于裂缝、孔隙及其他储集空间; 以吸附状态 (约 50%) 存在于干酪根、粘土颗粒及空隙表面; 极少量则以溶解状态储存于干酪根、沥青质及含油层中, 并在源岩层内就近聚集, 为典型的原地成藏模式, 而与油页岩、油砂、地沥青等差别较大, 亦与常规储层气藏不同。页岩既是天然生气源岩, 又是聚集、保存的储层和盖层。有机质含量高的黑色页岩、高碳泥岩等是最好的页岩气发育储存场所。

页岩气存在于几乎所有盆地沉积中, 只是由于埋藏深度、含气饱和度等差别较大而具有不同的工业价值。我国传统意义上的泥页岩裂隙气、油气藏, 泥岩裂缝油气藏, 其他裂缝性油气藏等大致与此相当。但如果不考虑吸附作用机理, 也不考虑其中天然气的原生属性, 而仅仅理解为聚集于泥页岩裂缝中的游离相油气, 则属于不完整意义的页岩气。因此, 中国的泥页岩裂缝性油气藏概念与美国现今的页岩气内涵并不完全相同, 在烃类的物质内容、储存相态、来源特点及成分组成等方面存在差异。

中国主要沉积盆地的页岩气资源量估算约为 $15 \times 10^{12} \sim 30 \times 10^{12} \text{ m}^3$, 与美国 $28.3 \times 10^{12} \text{ m}^3$ 资源量大致相当, 经济价值巨大。而且, 页岩气的另一显著特点是生产周期长, 页岩气田开采寿命一般可达 30 年~50 年, 甚至更长。美国联邦地质调查局最新数据显示, 美国沃思堡盆地 Barnett 页岩气田开采寿命可达 80 年~100 年。开采寿命长, 意示可开发利用价值大, 更决定其发展潜力。

北美页岩气分布于克拉通盆地、前陆盆地的侏罗系、泥盆系-密西西比系 (两分石炭系下统), 富集多种成因、多种成熟度页岩气资源。

中国诸多盆地发育多套煤系及暗色泥岩、页岩互层中分布的大套致密砂岩中存在根缘气、页岩气藏, 还有不同规模常规天然气发现, 但目前尚未取得大区域页岩气勘探突破。资料显示, 中国南方海相页岩地层可能是页岩气的主要富集层位, 松辽、鄂尔多斯、吐哈、准噶尔等陆相沉积盆地的页岩地层也有页岩气富集的地质基础、条件和显示。重庆綦江、万盛、南川、武隆、彭水、酉阳、秀山和巫溪等区县是页岩气资源最有利的成矿区带, 因此被确定为我国首批实施页岩气勘查工作目标区。而与四川毗邻的滇东北区, 有相似的构造、沉积条件, 生气环境及储气岩性远景意义大, 值得引起重视。

2 气藏特点及成藏机理

页岩气储层显示低孔、低渗透率的物性特征, 气流的阻力比常规天然气大。因此, 页岩气采收率比常规天然气低。常规天然气采收率在 60% 以上, 而页岩气仅为 5%~60%。

中国页岩气藏的储层与美国相比有差异: 如四川盆地的页岩气层埋深比美国大: 美国的页岩气层深度在 800m~2 600m, 而四川盆地的页岩气层埋深在 2 000m~3 500m, 由此对开采技术、开发成本都有影响。

页岩气成藏机理兼具煤层吸附气和常规圈闭气藏特征, 显示复杂的多机理递变特点。页岩气成藏过程中, 赋存方式和成藏类型的改变, 使含气丰度和富集程度逐渐增加。完整的页岩气成藏与演化可分为 3 个主要过程, 构成了从吸附聚集、膨胀造隙富集到活塞式推进或置换式运移的机理序列。成藏条件和成藏机理变化, 岩性特征变化和裂缝发育状况均可对页岩气藏中天然气的赋存特征和分布规律有控制作用。

3 国外开采历史及现状

美国页岩气开采已有 80 多年。处于起步阶段的加拿大西部地区已估算有 $550 \times 10^{12} \text{ ft}^3 \sim 860 \times 10^{12} \text{ ft}^3$ 页

岩气资源量。美国和加拿大正加大力度对页岩气的勘探开发。特别是美国,目前已对密西根、印第安纳等5个盆地的页岩气进行商业性开采,

2000年,美国页岩气年产量为122亿 m^3 ,而2007年,仅Newark East页岩气田的年产量就达217亿,占美国天然气总量的8%以上。参与的石油企业从2005年的23家发展到2007年的64家。到2015年,将达到1800亿 m^3 。

美国页岩气发展速度之快,离不开国家政策上的支持和先进的开发技术。20世纪70年代末,美国政府在《能源意外获利法》中规定给予非常规能源开发税收补贴政策,而得克萨斯州自20世纪90年代初以来,对页岩气的开发不收生产税。另外,美国还专门设立了非常规油气资源研究基金,政府对页岩气开发的重视为页岩气发展提供了强劲动力。

页岩气开采技术,主要有水平井+多段压裂技术、清水压裂技术和近期出现的最新压裂技术——同步压裂技术,这些先进技术不断提高页岩气井产量。也正是这些先进技术的加速研发和成功应用,促进美国页岩气开发的快速发展。

虽然有吸附与游离相天然气的同时存在,但页岩气的开发并不需要排水降压。页岩中游离相天然气的采出,能够自然达到降压目的,并导致吸附相及少量溶解相天然气游离化,进一步提高了天然气的产能,实现长期稳产目的。由于孔隙度和渗透率较低,页岩天然气的生产率和采收率亦低,岩气的最终采收率依赖有效的压裂措施。因此,压裂技术和开采工艺直接影响页岩气井的经济效益。

4 我国页岩气资源开发

2009年10月,重庆市綦江县启动我国首个页岩气资源勘查项目,标志继美国和加拿大之后,中国正式开始页岩气资源的勘探开发,对中国新型能源建设起积极示范作用,在我国油气领域具有里程碑意义。这是经过7年的勘测调查和反复研究,评价了滇、黔、桂、湘、鄂、川、渝、陕等8省区,最终才将优先开发区域锁定在重庆东南部,并确定以綦江为起点,经万盛、南川、武隆、彭水、黔江、酉阳、秀山的开发路线。中国页岩气的开发,将从綦江起步,走向全国。处于云贵高原到四川盆地过渡区域的綦江,有独特的地理位置和资源优势:沉积地层齐全,页岩气埋藏浅(200m~700m之间),资源丰富。

我国有关专家预测:四川盆地寒武系筇竹寺组、志留系龙马溪组页岩地层中存在丰富的页岩气资源,认为这两组地层中的页岩气资源就可以和整个四川盆地的常规天然气资源总量相媲美。而滇东北亦处于两个构造单元过渡带,有相同的含页岩气层位,且隐埋地下,未受构造破坏,应该是开发页岩气理想地区。

中国页岩气开发还处于探索阶段:松辽、伊通盆地有几口钻井开始试气,初产在1000 m^3 左右。四川盆地和鄂尔多斯盆地也已经着手准备成立先导试验区。可以预期,我国页岩气勘查开发必将迎来新时代。

本刊改版首期特别推介杨勤生教授级高工撰写的论文,不管是他基于厚积数十年区调、矿产资源研究、勘查的资料和历履而发的呕心力作,表达对云南开发新能源的殷切期待,值得引起足够重视。编辑部配发“简介”,更是期盼重视能变为行动。

(蒋志文 综合)