

煤层气藏的不均一性与煤层气勘探开发

王生维, 段连秀, 张 明, 陈钟惠

(中国地质大学 资源学院, 湖北 武汉 430074)

摘要: 煤层气藏的不均一性远比常规天然气藏明显。其源于煤储层岩石物理成分的极不均一、煤储层中孔隙系统的不均一以及外部封闭保存条件的改变。煤层气藏的普遍不均一性对煤层气勘探选区的评价有明显的影响, 也会影响到勘探井网的优化部署。煤体几何形态、夹矸分布及煤相分析, 不同煤相的煤储层孔裂隙系统分析, 煤层气藏外部封闭分析等均为煤层气藏不均一性分析的重要内容。

关键词: 煤层气藏; 不均一性; 井网部署; 勘探选区

中图分类号: TE132.2

文献标识码: A

1 煤层气藏不均一性的若干特点

天然气藏是单一圈闭中具有同一压力系统的天然气聚集^[1]。煤层气藏是压力作用下“圈闭”着一定数量气体的煤岩体^[2]。天然气藏中流体的流动特点十分显著, 而煤层气则是一种以吸附气为主的非常规天然气藏。因此, 煤层气的吸附与流动特性在很大程度上依赖于煤储层本身的特性。天然气藏有比较明显的气水边界, 煤层气藏与非煤层气藏并无十分明显的自然边界, 多数情况下是值得开发与不值得开发的人为边界。由于煤储层岩石组成的极不均一性(其变化远比砂岩储层复杂), 其常在垂向上几十厘米厚度内发生明显的变化, 横向上在十几米甚至几米的范围发生明显的相变。煤层气藏的极不均一性还常表现在几百米范围内发生明显的含气量, 含气饱和度, 渗透性等多种参数的大幅度改变。

在同一局部构造部位和大致相同的水文地质条件下, 发育的类似外部封闭条件和相似煤储层的多个煤层气藏, 作者称之为煤层气田。单个煤层气藏的大小和分布范围往往取决于煤储层岩石的均一程度, 而并不取决于构造封闭和水文条件, 在这一点上煤层气藏与常规天然气藏有质的区别。特别是厚煤

层或巨厚煤层的煤层气藏更是如此。即使是厚 2~3m 的中厚煤层, 其岩石组成的变化幅度也常比水文条件和构造条件、围岩封闭条件变化大。在这一点上, 对一个区块内的煤层气勘探开发, 特别是涉及打煤层气井网, 其复杂性要远远超过常规天然气藏。

提出煤层气藏不均一性的问题, 主要是对我国目前在厚层无烟煤区进行煤层气井网勘探中出现的一些特殊地质现象进行的理论思考。这种不均一性对生产的影响是显著的。煤层气藏不均一性的尺度也主要是针对煤层气勘探井网内不同井之间的明显差异而言的。

2 煤层气藏不均一性的产生原因

封闭围岩的厚度与岩性变化会导致煤层气藏的不均一性。一般讲, 我国华北煤系地层或相邻围岩岩系大多为陆相或过渡相沉积, 其缺乏厚层的区域海相封闭层。特别是石盒子组中的砂岩比例高, 泥岩厚度小而且不稳定, 对山西组和太原组煤层气藏的封闭条件会产生小范围内的变化。

断层对煤层气藏而言只有破坏作用。在这一点上与常规天然气藏截然不同。到目前为止还没有发现断层封闭。事实上只要有断层, 不管是什么性质

的断层,也不管是发生煤层气生成以后的什么阶段,其对煤层气藏只有破坏作用。这种破坏是不可逆的,不大可以由于断层的作用使已解析逸散的煤层气又重新富集成藏。因此断层的存在只会加剧煤层气藏的不均一性。

煤储层岩石组成的非均质性是造成煤层气藏不均一性的根本原因。煤储层岩石的不均一性是由聚煤泥炭沼泽沉积相决定的。而泥炭沼泽相的变化比其他沉积相要复杂得多。此外,煤中的夹矸也直接影响煤储层岩石的不均一性,如夹矸的比例、层数在煤层中的位置等。煤层中的夹矸通常会加剧煤层气藏的不均一性。目前我国沁水南部的厚层无烟煤就存在这方面的问题。如果说在勘探选区的初期还忽略这种不均一性的话,那么部署井网或进入开发阶段就有必要对此进行深入的研究。目前这方面的工作还基本处于空白的阶段。

煤储层中的孔隙与裂隙发育特征不同也是引起煤层气藏不均一性的直接原因。一般讲,大裂隙系统发育良好的煤储层,其煤层气藏的不均一性表现弱;相反则较强。不同煤阶和煤岩组成对煤中裂隙发育有重要影响。无烟煤的不均一性比其他煤阶要明显。煤质好、灰分低的煤大裂隙系统相对发育。例如沁水盆地南部二叠纪煤层气藏的不均一性明显高于鄂尔多斯盆地东缘中部柳林区中煤级煤层气藏。

煤层厚度对煤层气藏不均一性也有明显的影响,一般厚度1~2m的简单结构煤层的岩石组成相对均一,灰分变化小,大裂隙系统发育相对均一。而厚度在4m以上,特别是6~8m以上的巨厚煤层,其绝大部分为复杂结构煤层。夹矸厚度与层数常有变化,煤质变化也就较显著,常导致明显的煤层气藏不均一性。就已勘探的几个煤层气井网而言,同一井网内不同煤层气井的孔隙特征、渗透率和含气量变化往往是由于煤储层的不均一引起的。遗憾的是目前对这方面的研究还比较少,还未引起决策者们的足够注意。

不同时代的煤层气藏的不均一性也有明显差异。上古生代煤层气藏的不均一性比中生代的弱一些。尤其是上古生代近海聚煤环境条件形成的煤及煤层气藏比中生代陆相聚煤环境条件下形成的煤及煤层气藏要均一得多。中生代陆相聚煤环境下形成的煤体几何形态异常复杂,内部岩性变化也明显,其不均一性很强。

3 研究煤层气藏不均一性的意义

用打勘察评价井的办法评价重点靶区的天然气藏可采性是通常的做法。这对于发育均一的天然气藏而言是比较好的办法,但对于不均一性很强的煤层气藏就很难做出较为准确的结论,特别是在煤层气藏不均一性尚未进行分析研究的情况下更是如此。目前我国在厚层无烟煤区进行煤层气勘探,造成评价不准确或较大失真的可能性还比较大。对此,应该增加煤层气藏不均一性分析研究,纠正单孔评价可能导致的错误结论。

煤层气藏不均一性对井网的部署及井网产能评价有重要影响。当一组井网在煤储层气藏均一条件下部署时,井网的布署就容易得多;若对不均一性很强的煤层气区布署井网时,就要慎重考虑煤层气藏不均一性与井网的关系,否则会出现很差的排采效果,整体上影响井网的产能。当然,井网勘探的过程也会更多地发现煤层气藏不均一性的细节。在上述诸多可能导致煤层气藏不均一性的煤区进行煤层气井网部署时,应该对煤储层及封闭保存条件的不均一性加以详细研究。

依据进行过勘探、甚至打过煤层气的小型井网的靶区的资料,对目标区或更大区块的煤层气藏量进行评价时,靶区与目标区煤层气田内煤层气藏不均一性的评价就十分关键。若采用简单的类比,其可靠性较差。必须对煤层气藏的不均一性做出评价,才有可能进行储量评价。

综上所述,不管是未知目标区的勘探评价,还是煤层气井网勘探,乃至目标区的储量评价,煤层气藏的不均一性研究均十分关键,否则会得出偏差较大甚至错误的结论。

4 煤层气藏不均一性分析的基本内容

通过已知的煤层气井网分析煤层气藏的不均一性是比较理想的途径。但我国具备上述条件的区块十分有限,一是打煤层气井网的目标区少,二是煤层气井网偏小,对煤层气藏不均一性的揭露还不够充分。另一种途径是通过已有的煤田勘探资料以及已有的矿井生产资料进行煤层气藏不均一性分析评价。具备上述条件的煤区比较普遍。不管是基于煤层气井网还是基于煤田地质勘探资料的煤层气藏不

均一性分析评价,其大体包括以下内容:

(1) 研究煤体几何形态与内部岩性组成,确定煤相或岩性相。分析各种煤相或岩性相的煤质特征及空间分布规律,寻找这些岩性相的相应测井曲线特征,在空间上勾绘相图,从而对煤储层的不均一性做出评价。

(2) 解剖不同煤相或岩性相的孔隙裂隙系统发育特征,评价不同储层物性单元对煤层气藏不均一性的影响。依据不均一性程度划分出煤层气藏和煤层气田区。作为煤层气井网部署的重要依据。

(3) 解剖外部封闭围岩的岩性与厚度变化特征。包括区域封闭层,二级和煤储层的直接顶板。

(4) 研究构造条件,特别是断层的发育特征以及对大裂隙的影响。勘探实践表明,断裂构造加剧煤层气藏的不均一性,可引起更加复杂的变化。

(5) 研究水文地质条件的变化,特别是主要含水层的岩相、埋深和水动力、水化学等方面的特征。

值得指出的是以往煤层气井网勘探与储量评价对围岩封闭条件、构造条件和水文地质条件均做过不少工作,比较欠缺的是煤相或岩性相的分析。

5 结论与建议

与常规天然气藏相比,煤层气藏存在明显的不均一性,集中表现在煤储层孔隙特征、渗透率、含气量和产能等方面。煤层气藏的不均一性可导致勘探

井的错误评价结论,对煤层气井网部署有重要影响。了解煤层气藏的不均一性可以依据较少的井网工作量获得较可靠评价。

煤层气藏的不均一性产生的最主要的原因是煤储层的不均一性。它受煤储层岩石成分、煤阶、煤中孔、裂隙系统不均一性等控制。通常煤储层中矿物质含量低的煤层气藏,其不均一性弱;煤储层中大裂隙发育的煤层气藏,其不均一性也弱;厚煤层或巨厚煤层的煤层气藏不均一性往往较强。

煤层气藏不均一性分析是当前煤层气勘探的薄弱环节。应该从总结已有煤层气井网勘探成果,靶区目的储层的煤相分析,煤储层孔、裂隙系统发育特征的变异性,围岩封闭条件和水文地质条件等方面深入进行煤层气藏不均一性评价。

参考文献:

- [1] 杨通佑,范尚炯,陈元千,等.石油及天然气藏量计算方法[M].北京:石油工业出版社,1990.1-3.
- [2] 钱凯,赵庆波,汪泽成,等.煤层甲烷勘探开发理论与实践测试技术[M].北京:石油工业出版社,1996.30-31.
- [3] 王生维,陈钟惠,张明,等.煤储层岩石物理研究与煤层气勘探区[M].武汉:地质大学出版社,1997.0-71.
- [4] Stach E, Mackowsky M TH, Teichmeillr M, et al. Stach's textbook of coal petrology [M]. Gobruder Borntaage, Berlin Struttgart. 1982. 18-37.
- [5] 王生维,李思田,庄新国.抚顺煤田古城子煤相及煤质特征[A].第四届全国煤岩学学术讨论会论文选集[C].西安:陕西科学技术出版社,1995.29-33.

HETEROGENEITY OF COALBED METHANE POOLS AND THEIR EXPLORATION AND DEVELOPMENT

WANG Sheng-wei, DUAN Lian-xiu, ZHANG Ming, CHEN Zhong-hui

(Faculty of Earth Resources, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China)

Abstract: It is very clear that the heterogeneity of coalbed methane pools were much more obvious comparing with that of natural gas pools, which was resulted from the inhomogeneity of lithotypes of coal and its pore and fracture systems, the changes of surrounding rocks and the hydrology condition. There is much influences on evaluation of exploration strategy and selection of suitable well net for development because of the heterogeneity. The geometry of coal body, the partings and coal facies analysis, the pore and fracture system analyses and the trapping condition analysis are very important contents for study of coalbed methane pools.

Key words: coalbed methane pool; heterogeneity; arrange of well net; exploration strategy