

煤层气藏分析的参数与流程

王生维 段连秀 张明 陈钟惠

(中国地质大学资源学院, 武汉 430074)

摘要: 煤层气藏特有的赋存状态、圈闭形式和不均一性决定了煤层气藏分析在煤层气勘探乃至开发中的重要地位。煤层气资源条件、煤储层岩石的不均一性程度是煤层气藏分析的重要方面。煤层气藏的分析评价应适应煤层气勘探开发的进程。在勘探初期评价选区阶段应以煤层气藏的地质条件分析为主。在进入井网试采阶段应突出煤层气藏分析,特别是煤层气藏的不均一性分析。

关键词: 煤层气藏; 分析参数; 流程。

中图分类号: P618.13 文献标识码: A

文章编号: 1000-2383(2000)06-0613-04

作者简介: 王生维,男,教授,1956年生,1989年毕业于中国地质大学,获硕士学位。现主要从事煤层气藏分析评价、煤利用及地质学研究。

0 引言

强调煤层气藏的概念^[1],围绕煤层气藏分析评价开展各项研究工作是我国近两年煤层气勘探研究的突出特点。前几年虽做过一些类似的工作,但目标还不够明确,工作也缺乏系统性。具体表现为与美国几个煤层气区的对比多,系统的解剖分析较少;面上一般评价多,重点区块的深入解剖少。往往是在分析了几个参数之后就对一个区块得出总体评价结论,多数情况下缺乏关键性参数,而将这些关键参数的取得寄托在打井上,结果造成勘探风险大,成本高的被动局面。

煤层气藏分析是一项系统工程,需对煤层气藏进行全面深入的分析后才可得到准确的评价结论。有些选区由于资料原因对一些参数缺乏评价是常有的事,这就应该加强煤层气成藏的地质理论研究。因此,煤层气藏分析也有赖于煤层气地质理论的成熟程度。

煤层气藏分析是煤层气勘探开发的关键技术之一,它贯穿于煤层气勘探开发的全过程。由于各个阶段具备的资料及目的不同,煤层气藏分析也显示出阶段性特点。各个阶段煤层气藏分析的重点也各不相同。

1 煤层气藏分析的若干参数

1.1 煤体几何形态、煤内部岩石组成及煤相分析

煤储层的岩石类型、显微组分及其结构、煤层的垂向层序、夹矸等具有明显的不均一性,特别是陆相扇三角洲或河流环境中形成的巨厚煤层,其不均一性更加突出^[2]。对巨厚煤层的煤体几何形态和内部岩石组成需进行详细的分析,并结合形成环境划分煤相。该项工作对厚层无烟煤储层更为重要。这既要参考宏观的不均一性,又要参考勘探生产的需要,不能搞得太繁琐。值得指出的是目前在煤储层岩石组成评价普遍存在过于笼统的现象。几个样品的显微组分分析数据和宏观的沉积相或聚煤环境的定性描述很难满足生产评价的需要。这项参数的研究的难点是既要达到认识与把握煤储层内部的不均一性,又能满足生产评价的需要,其技术关键是围绕上述要求确定合适的经济尺度。

1.2 煤储层孔裂隙系统发育特征及渗透性分析

煤储层孔裂隙系统特别是煤储层中大裂隙系统的定量半定量分析是评价的技术关键^[3],其次是煤储层孔裂隙结构及煤层气解析特征分析。煤储层渗透性评价通常采用3种方法:一种是直接测试煤储层的渗透率;二是据已知的煤储层孔裂隙系统发育特征推断煤储层的渗透率;三是上述两种方法的综

合应用。值得指出是由于目前测试钻孔渗透率的方法还不十分完善,有时误差也不小,若遇地质情况稍复杂的井,测不准的情况也时有发生;因此在重视煤层气井直接测试的前提下,结合煤储层大裂隙系统发育特征分析得出的结论更为真实可靠^[3,4]。

1.3 煤层气资源丰度、含气量及含气饱和度分析

目前我国的煤层气资源丰度评价已做了大量工作,取得了丰富的经验,特别是对已有煤田勘探的资料应用比较充分。在煤田预测区,煤层气含气量的推断还存在不少问题,普遍的情况是推断值偏高,而且多数情况误差较大。此外,常常欠缺煤层气藏封闭保存条件的综合研究。在多数煤区对煤层气藏含气饱和度和研究不够或缺少这方面的评价。确定含气饱和度的关键还在于准确确定含气量。一般煤系地层的埋深多为正常的压力梯度。

1.4 煤层气藏封闭条件分析

煤层气藏封闭主要是围岩岩性及其厚度、水文地质条件及断裂构造发育程度^[5~7]。就华北石炭二叠系煤层气藏而言,区域封闭围岩主要是泥岩,主要为石盒子组泥岩和本溪组泥岩;煤层气藏的二级封闭围岩主要有泥岩、煤及含水砂岩,其中比较重要的是泥岩和煤;三级围岩封闭是煤层的直接顶底板泥岩,其厚度通常比较小。而影响煤层气藏封闭的一个重要因素是断层的发育程度。凡是断层发育的区块,对煤层气藏封闭均有不同程度的破坏。由于煤层气的吸附性以及煤储层岩石中大裂隙的发育特点差异,煤层气藏有多种封闭机理和表现样式。煤层气藏的封闭类型大致可以分为自封闭型、它封闭型和混合封闭型 3 种主要类型,其中自封闭煤层气藏的可采性很差或不可采。

影响煤层气藏封闭的另一个重要地质条件是煤层气大量集中生成期及之后的水文地质条件^[8,9],特别是主要含水层的水动力和水化学条件。对于太原组煤层气藏而言,奥陶灰岩或寒武灰岩水对煤层气藏下部封闭至关重要,大量实践表明处于地下水强烈交替区的煤层气藏含气饱和度低,而处于地下水滞流区和滞缓区的煤层气藏含气饱和度高,有利于煤层气的富集与高产。

1.5 煤层气藏不均一性特征分析

煤层气藏特有的不均一性对勘探区评价分析及井网的部署具有重要的影响,它还影响到煤层气储量的正确确定。煤层气藏不均一性分析在煤层气试采阶段尤为重要。它是煤层气藏分析深化的具体表

现。煤层气藏的不均一性受煤层厚度、结构、煤阶、煤中孔裂隙系统发育特征,外部封闭条件方面的影响,尤其是受煤储层岩石组成及孔裂隙系统不均一性的影响。厚层无烟煤气藏的不均一性最为明显。

1.6 影响煤层气藏富集与高产的地质分析

影响煤层气富集与高产的地质因素主要包括煤岩组成、煤阶与煤变质作用类型、构造条件、水文条件、封闭围岩的岩性及厚度等^[10~12]。不同的煤层气藏其影响因素特别是关键影响因素不同。抓住各选区关键的影响因素就可以对本选区的煤层气藏可采性作出较为准确的评价。这种地质因素分析反过来可以为选择到更理想选区提供线索。比较实用的经验是抓关键的不利因素进行分析对比乃至重新考虑有利区块。这种不利的单因素法往往会提出指导性的意见。

1.7 煤层气田开发潜力的综合评价

用传统打井网的方法对一个较大选区进行勘探评价往往是费事而昂贵的。采用煤层气藏分析评价的办法,结合一部分煤层气井网重点区块的解剖和区域煤层气成藏条件的比较,充分利用已有的煤田勘探和传统油气勘探资料也可以对较大范围的煤层气田开发潜力做出评价,特别对于地质条件相近的同一煤田,其评价效果更好。这是我国今后一段时期内面临的一大课题。煤层气藏分析的基本原理和方法技术无疑对此有巨大的促进作用。

2 分析流程

由图 1 可看出,煤层气藏的分析大致可分为 3 个大的阶段:(1)煤层气成藏地质条件分析阶段,是煤层气勘探选区评价的初期,该阶段分析的基础是已有的煤田地质勘探资料和部分生产矿井资料。分析的重点是构造、水文、煤层、煤阶、含气性、煤层气的资源丰度等。在条件许可的情况下,利用矿井煤储层露头进行初步的煤储层岩石物理分析。(2)煤层气藏分析阶段,是打小型井网试采取得初步煤层气储量阶段,该阶段以典型煤层气藏解剖和区域煤层气地质条件综合对比研究为特点,其重点应该突出煤层气藏的封闭条件分析和煤层气藏的不均一性分析。从分析内容上看不出与前一阶段的明显差别,但研究尺度和重点却有质的区别。它要解决的是一个井网内不同井之间产能差别明显的问题,为优化井网部署提供基础。(3)煤层气勘探开发综合评价阶

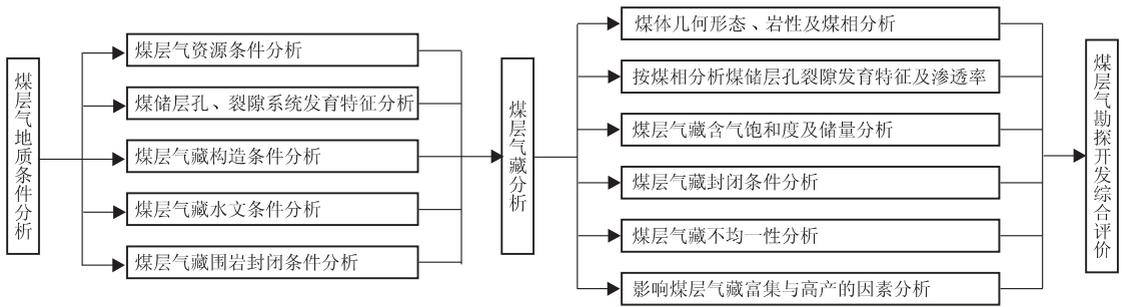


图 1 煤层气藏分析流程

Fig. 1 The flow chart of CBM pool analysis

段,是小型井网成功试采,拟扩大井网或对较大区域进行综合评价阶段.该阶段是连接小型井网试采到规模勘探开发的关键时期.尽管我国目前还缺乏这方面的研究条件,但煤层气藏分析仍为重点.

我国的煤层气勘探与试采已经有了一定的基础,煤层气藏分析应作为当前煤层气勘探开发的研究重点.随着我国中西部开发战略的实施,特别是新疆至上海大型天然气输气管道的建设,对于勘探基础较好的沁水盆地南部和鄂尔多斯盆地东缘煤层气的开发提供了广阔的市场条件.今后几年应加大上述两个大区煤层气藏的分析,进一步推动煤层气勘探,找到更多的煤层气储量,推动我国煤层气工业向前发展.

参考文献:

[1] 钱凯,赵庆波,汪泽成,等.煤层甲烷勘探开发理论与实验测试技术[M].北京:石油工业出版社,1996. 30~31.
 [2] Stach E, Mackowsky M T H, Teichmuler M, et al. Stach's textbook of coal petrology [M]. Berlin Stuttgart: Gobruder Borntraeger, 1982.

[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选区[M].武汉:中国地质大学出版社,1997. 59~60.
 [4] 张建博,王红岩,姜正龙,等.山西沁水盆地煤层气有利区预测[M].徐州:中国矿业大学出版社,1999. 94~99.
 [5] 池卫国.沁水盆地煤层气的水文地质控制作用[J].石油勘探与开发,1998, (3): 15~18.
 [6] 赵庆波,刘兵,姚起,等.世界煤层气工业发展现状[M].北京:地质出版社,1998. 20~49.
 [7] 王生维,段连秀,陈钟惠,等.煤层气藏的封闭及其研究意义[J].地球科学——中国地质大学学报,1999, 24(1): 49~53.
 [8] 高洪烈.论煤层气与地下水[J].中国煤田地质,1998, (4): 45~48.
 [9] 刘成林,汪泽成,冉启贵,等.煤层气藏保存条件评价[J].天然气勘探与开发,1998, (1): 1~5.
 [10] 樊生利,卢福长,袁政文.华北地区煤层气赋存规律及勘探开发的有利区带[J].天然气工业,1997, (4): 5~10.
 [11] 孙万禄,应文敏,王树华,等.煤层气地质学基本问题的探讨[J].石油与天然气地质,1997, (3): 189~193.
 [12] 赵庆波.煤层气区评价参数及勘探方向[J].石油勘探开发,1997, (3): 6~10.

PARAMETERS AND FLOW CHART FOR COALBED METHANE POOL ANALYSIS

Wang Shengwei Duan Lianxiu Zhang Ming Chen Zhonghui

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

Abstract: The occurrence state, trapping pattern and heterogeneity characteristic of the coalbed methane pool contribute to the important role of the coalbed methane pool analysis in the coalbed methane exploration and development. The conditions of the coalbed methane pool and the heterogeneity of

the rock in the coal reservoir are both important aspects of the coalbed methane pool analysis. The analysis and assessment of the coalbed methane pool should meet the needs of the progress of coalbed methane exploration and development. In the initial exploration, the evaluation of the chosen exploration region should be dominated by the analysis of the geological conditions of the coalbed methane pool. However, the sampling drilling of the well network should be dominated by the analysis, especially by the heterogeneous analysis, of the coalbed methane pool.

Key words: coalbed methane pool; analytical parameter; flow chart.

* * * * *

(上接 586 页)

料的印证,但金沙江构造带中缺乏这方面的资料.本次发现的该套晚泥盆世大横山群浅变质岩系的原岩岩性为泥页岩与粉砂岩互层,并夹黑色薄层泥晶生物灰岩和薄层硅质岩,在薄层泥晶生物灰岩夹层中发现了泥盆纪浅水相牙形石化石 *Ancyrodella* 和深水相牙形石化石 *Palmatolepis*,反映了当时为槽台相间的古地理格局,其间未发现蛇绿岩,表明在泥盆纪金沙江构造带处于裂谷演化阶段;因此我们可根据裂谷演化阶段的浅水相和深水相伴生沉积限定蛇绿岩形成的下限,即金沙江构造带蛇绿岩形成的时间晚于泥盆纪.(3)初步建立了金沙江断裂带西段的构造地层序列.根据本次所发现的新资料,并结合文世宣等^[4]曾在该区发现的早二叠世宁共曲久隆组等研究成果,经对改则幅 1:100 万区调报告中有关的路线观察剖面资料的重新研究和与青海可可西里及邻区地质调查资料对比,我们认为原“若拉岗日群”是一个地质拼贴体,其中包括了多个时代的地层,按构造地层学的思路可将原“若拉岗日群”进行解体,划分出 4 个古生代岩石地层单元,自下而上分别定为上泥盆统大横山群、上石炭统石渣坡群、下二叠统宁共曲久隆组和上二叠统乌丽群,并保留狭义的上三叠统若拉岗日群,初步重新厘定了这套变质岩系的地层层序和地层时代,它与羌塘盆地稳定地区地层序列进行对比,断失或丢失了许多地层单元,地层单元间多以断层为界.(4)金沙江构造带西段与查布一查桑裂谷具有相似的演化过程;金沙江构造带西段的晚泥盆世大横山群和晚石炭世石渣坡群的时代与羌塘地体查布一查桑裂谷^[5]内的中泥盆统查桑组和晚石炭世日湾查卡组一致,后者与基底变质岩系以角度不整合接触,缺失寒武系、奥陶系、志留系,表明泥盆系为羌塘地体查布一查桑裂谷和金沙

江断裂带西段所出露的最古老的地层纪录,两个地区沉积盖层的形成时间和发育历史具有一致性.如石炭纪和早二叠世均发育蛇绿岩和放射虫硅质岩,其中基性火山岩中的枕状玄武岩和辉长岩均以含 TiO 高和轻稀土为特征,其化学型式和成分与裂谷玄武岩的相同,为板内裂谷的产物;晚二叠世均发育稳定型碎屑岩含煤建造,底部为石英砂岩和底砾岩,并与下二叠统为角度不整合接触^[6],显示金沙江构造带西段与查布一查桑裂谷具有相似的沉积建造和演化过程,泥盆纪为裂谷初始裂开时期,石炭纪—早二叠世为扩张时期,晚二叠世为裂谷闭合时期;金沙江构造带西段与查布一查桑裂谷可能是随着裂谷的开启而被海水淹没,在金沙江断裂带西段与羌塘查布一查桑裂谷古生代生物化石与扬子区同期化石相近,故它们均属一个古生物地理区系,显示金沙江断裂带西段及羌塘古陆在古生代属于扬子板块,并位于扬子古陆的南缘,其间没有大洋阻隔生物迁移.

参考文献:

[1] 黄汲清,陈炳蔚.中国及邻区特提斯海的演化[M].北京:地质出版社,1987.1~105.
 [2] 刘增乾,徐宪,潘桂唐,等.青藏高原大地构造与形成演化[M].北京:地质出版社,1990.1~174
 [3] 西藏地质矿产局.西藏区域地质志[M].北京:地质出版社,1993.1~150.
 [4] 文世宣,蒋忠悌.西藏北部地层新资料[J].地层学杂志,1979,3(2):150~155.
 [5] 王成善,胡成祖,吴瑞忠,等.西藏北部查布一查桑裂谷的发现及其地质意义[J].成都地质学院学报,1987,14(2):33~46.
 [6] 张以弗,郑健康.青海可可西里及邻区地质概况[M].北京:地震出版社,1994.1~161.