

鄂西渝东区长兴组生物礁滩天然气富集特征与勘探前景

王留华 (中国地质大学(武汉)资源学院, 湖北 武汉 430074)
(江汉油田分公司勘探开发研究院, 湖北 潜江 433124)

叶加仁 (中国地质大学(武汉)资源学院, 湖北 武汉 430074)

万云强, 梁西文 (江汉油田分公司勘探开发研究院, 湖北 潜江 433124)

[摘要] 鄂西渝东区长兴组发现了近源常压型礁滩气田, 天然气主要来源于原油裂解气, 具有 H_2S 和 CO_2 含量高的特点。天然气的运移富集受岩性-构造的控制, 有构造-岩性型和岩性型两种成藏模式, 控制礁滩气藏规模的关键因素是有利沉积相带内经白云岩化、溶蚀次生改造后储集性能极大改善的白云岩和与构造圈闭的有效匹配。构造-岩性型气藏以建南气藏为主, 属于印支晚期-燕山期聚油气、喜马拉雅期调整定型成藏的晚期成藏类型; 岩性型气藏以三星伴月气藏为主, 储层孔隙发育和演化过程就是圈闭的发育成藏过程。礁滩气藏白云岩分布广, 资源潜力大, 具有良好的勘探前景。

[关键词] 长兴组; 生物礁滩; 孔隙演化; 晚期成藏

[中图分类号] TE122.3

[文献标识码] A

[文章编号] 1000-9752(2009)03-0065-03

1 研究区概况

生物礁滩油气藏储量约占世界油气探明储量的 10%, 它具有丰度大、产能高的特点, 一直倍受世界各地油气勘探家的重视^[1~7]。随着鄂西渝东区长兴组生物礁滩气藏是近几年勘探的重要接替层系, 已相继发现了建南、黄连峡、三星伴月、龙驹坝等长兴组生物礁滩, 其天然气具有 H_2S 和 CO_2 含量高的特点, H_2S 含量达 1%~3.6%, CO_2 含量达 5.7%~12.15%, 甲烷含量 82.4%~92.05%, 乙烷 0.2%左右。关于 H_2S 的成因, 国内外文献均有报道^[8,9], 分析认为礁滩气藏中的高 H_2S 与硫酸盐岩热化学还原反应 (TSR) 有关。笔者根据长兴组生物礁滩气藏的沉积、储层特征等方面的综合信息, 重点探讨长兴组生物礁滩气藏的富集成藏特征, 对促进中扬子地区海相天然气大发展有十分重要的意义。

2 长兴组生物礁滩天然气富集特征

2.1 长兴组生物礁滩气藏为近源常压型气藏

长兴组生物礁滩气藏烃源岩来源于下伏龙潭组, 以腐殖型干酪根为主的滨岸煤系泥岩和煤岩, 以及以腐泥型干酪根为主的海相碳酸盐岩, 具有分布广、厚度较大、类型多元化特点。目前气藏的压力系数一般约 1.1~1.2, 参照文献 [10] 的地层压力分类方案, 长兴组生物礁滩气藏为近源常压气藏。礁滩气藏天然气以近源垂向运移为主, 气藏气组分受附近烃源岩类型控制。

2.2 天然气主要富集于有利的沉积相和白云化作用的储集层中

长兴组储层的发育受沉积相和成岩作用的双重控制。生物礁最好的储层是埋藏白云石化形成的白云

[收稿日期] 2009-03-04

[作者简介] 王留华 (1967-), 男, 1990年大学毕业, 高级工程师, 博士生, 现主要从事海相碳酸盐岩天然气地质综合研究工作。

岩, 平均孔隙度为 3.9%, 最高达 14.6%; 其次是白云化灰岩。在同一个礁体中, 礁核的白云化强于礁翼, 例如, 建南生物礁的礁核有 7~8 层白云岩, 总厚 24~28m; 而礁翼中的白云岩只有 7~10m 厚^[11]。由此分析认为白云化作用发育的范围和程度受控于沉积相。

2.3 成烃期、孔隙演化与圈闭形成期配套是天然气运移聚集的关键

生物礁的原生孔隙度一般高达 50%~60%, 经海底胶结物形成、大气淡水溶蚀以及混合水白云石胶结作用使孔隙度降低到 25% 左右^[12], 进入埋藏成岩阶段孔隙度进一步降低。晚三叠世和侏罗纪时期, 生物礁孔隙度已降低到 2% 以下, 由于油气发生二次运移, 与这次有机事件密切有关的深埋藏有机溶蚀作用使礁白云岩具有平均 4% 的孔隙度。晚侏罗世到早白垩世期间发生的燕山运动导致局部圈闭的形成, 使二次运移的气态烃聚集在该背斜圈闭中, 形成工业性气藏。由此可见, 气态烃的运聚、有机溶蚀作用和圈闭的形成基本上是同步的, 这是长兴组礁白云岩成为主要产层的主要原因。

2.4 天然气富集在生物礁滩体内的全封闭“罐装”状态, 保存条件具明显优势

礁滩气藏形成后处于全封闭的“罐装”状态, 后期的构造变动, 除断层破坏外, 不会因构造变动发生气态烃重新运聚, 在保存条件上具有极好的优势。礁滩气藏可位于构造各个部位, 无统一的气水界面和压力场。礁滩气藏范围与构造形态、所处区域构造位置无关。如, 天东礁气藏不对称地“悬挂”在背斜构造的东翼^[13~15]; 产气的云安厂礁位于向斜轴部, 较产水的黄泥堂礁储集层海拔低。

3 勘探领域及前景预测

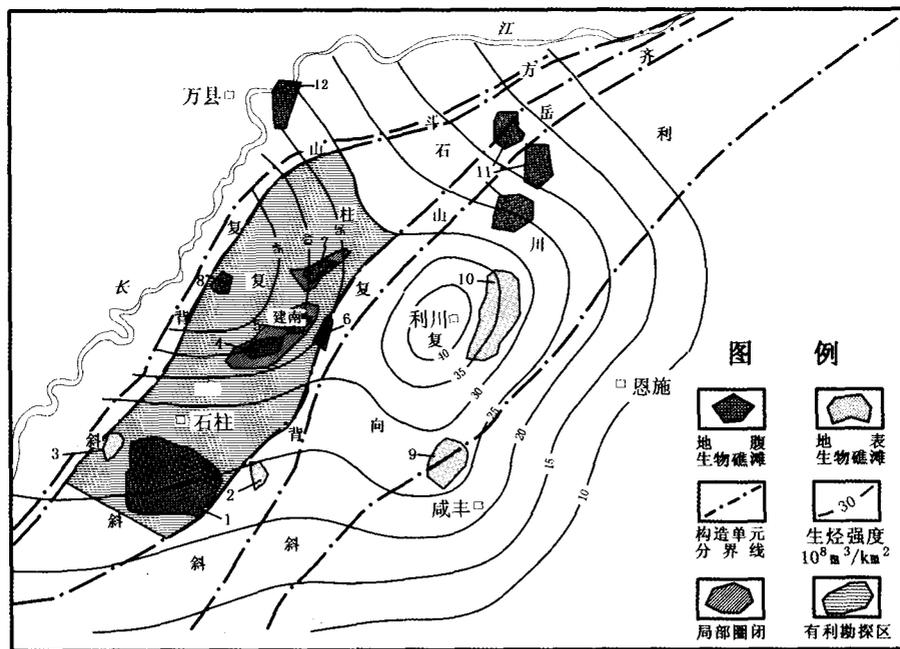
通过对区内已发现礁滩气藏的解剖分析, 可将礁滩气藏的形成分为两种模式, 即构造-岩性型和岩性型。其中, 构造-岩性型气藏, 印支晚期-燕山早期构造圈闭尚未形成, 形成被周围致密岩层封闭的很好的岩性油藏, 燕山中期随着埋深的增大和地层温度的升高, 液态烃类逐渐发生裂解, 烃类呈向构造高部位运移的趋势, 喜马拉雅期构造圈闭最终定型, 气藏由原来的岩性气藏变成由构造和岩性共同控制的复合型气藏, 如建南等。岩性型气藏, 其储层孔隙发育和演化过程就是圈闭的发育过程, 该过程可分为原生孔隙为主的沉积-岩性圈闭、白云石晶间孔为主的白云岩化-岩性圈闭、前期埋藏溶蚀孔-岩性圈闭和后期埋藏溶蚀孔-岩性圈闭 4 个阶段, 如三星伴月等。

综合分析控制气藏形成的因素, 结合地震储层预测成果, 分析认为鄂西渝东区石柱复向斜中部内存在的地腹长兴组生物礁滩是有利勘探区域与目标 (图 1)。主要依据如下: ①属于台地及边缘生物礁滩相, 是生物礁滩储集层发育最有利的相带, 目前共发现生物礁滩圈闭 6 个, 圈闭总面积为 371km²; ②是白云岩化作用的有利区带, 区内白云岩储层最厚可达 28m, 储层孔隙度最高可达 14.6%; ③位于生烃中心, 烃源断层发育, 处于生气强度大于 25×10⁸m³/km² 的范围, 具备了形成大中型气田的烃源条件, 尤其是建南地区烃源条件更佳; ④石柱复向斜中部存在连片分布的侏罗系、嘉陵江组膏岩以及下三叠统底部泥页岩盖层, 地层水处于交替停滞带内, 属于沉积封存区, 保存条件优越。

除该地区之外, 鄂西渝东区北部、利川复向斜侏罗系覆盖区等广大地区仍有大量生物礁滩储集层分布。据最新资源评价结果, 鄂西渝东区长兴组天然气总地质资源量为 1464×10⁸m³, 已发现资源量为 80×10⁸m³, 资源发现率仅为 5.5%, 待发现资源量达 1384×10⁸m³, 待发现资源量大。可见, 长兴组生物礁滩天然气勘探潜力仍然很大。

4 结 语

白云岩储集层分布与构造圈闭发育是长兴组生物礁滩天然气富集的主控因素。受储集层储集性能的影响, 生物礁滩气藏的形成有两种模式: 生物礁滩天然气藏的形成主要经历了早期受岩性控制、晚期受岩性和构造圈闭共同控制的形成过程; 储集性能好的气藏主要受岩性控制。生物礁滩储集层是鄂西渝东区天然气勘探新的接替领域, 具有广阔的勘探前景。



1-三星伴月生物滩;2-瓦窑坪生物滩;3-青岭湾地表生物礁;4-建南南高点生物滩;5-建南北高点生物礁;6-箭竹溪生物礁;7-龙驹坝生物礁;8-石宝寨生物滩;9-利川黄泥塘地表生物礁;10-利川见天坝地表生物礁;11-黄连峡生物礁异常带;12-万县生物礁

图 1 鄂西渝东区长兴组生物礁滩天然气有利勘探区域分布图

[参考文献]

[1] 王一刚, 张静, 杨雨, 等. 四川盆地东部上二叠统长兴组生物礁气藏形成机理 [J]. 海相油气地质, 1997, 5 (1): 145~152.

[2] 刘春燕, 林杨松, 吴茂炳, 等. 中国生物礁时空分布特征及其地质意义 [J]. 世界地质, 2007, 26 (1): 44~50.

[3] 钟建华, 温志峰, 李勇, 等. 生物礁的研究现状与发展趋势 [J]. 地质论评, 2005, 51 (3): 288~300.

[4] 陆亚秋, 龚一鸣. 海相油气区生物礁研究现状、问题与展望 [J]. 地球科学——中国地质大学学报, 2007, 32 (6): 871~878.

[5] 刘殊, 郭旭升, 马宗晋, 等. 礁滩相地震响应特征和油气勘探远景 [J]. 石油物探, 2006, 45 (5): 452~458.

[6] 吴亚生, 范嘉松. 生物礁的定义和分类 [J]. 石油与天然气地质, 1991, 12 (3): 346~349.

[7] 马永生. 四川盆地普光大气田的发现与勘探 [J]. 海相油气地质, 2006, 11 (2): 35~40.

[8] 戴金星. 中国含硫化氢的天然气分布特征、分类及其成因探讨 [J]. 沉积学报, 1985, 3 (4): 109~120.

[9] 戴金星, 胡见义, 贾承造, 等. 科学安全勘探开发高硫化氢天然气田的建议 [J]. 石油勘探与开发, 2004, 31 (2): 1~4.

[10] 杜栩, 郑洪印, 焦秀琼. 异常压力与油气分布 [J]. 地学前缘, 1995, 2 (3~4): 137~148.

[11] 梁西文, 郑荣才, 张涛, 等. 建南构造晚二叠世长兴期点礁和滩的高精度层序地层与储层评价 [J]. 成都理工大学学报 (自然科学版), 2006, 33 (4): 407~413.

[12] 马永生, 梅冥相, 陈小兵, 等. 碳酸盐岩储层沉积学 [M]. 北京: 地质出版社, 1999.

[13] 王一刚, 文应初, 张帆, 等. 川东地区上二叠统长兴组生物礁分布规律 [J]. 天然气工业, 1998, 18 (6): 10~15.

[14] 王兴志, 王一刚. 四川盆地东部晚二叠世-早三叠世飞仙关期礁滩特征与海平面变化 [J]. 沉积学报, 2002, 20 (2): 249~254.

[15] 强子同, 郭一华, 张帆, 等. 四川盆地上二叠统生物礁及其成岩作用 [J]. 石油与天然气地质, 1985, 6 (1): 82~90.

[编辑] 弘文