文章编号:1674-1803(2008)02-0020-04

贵州保田—青山区块煤储层特征及煤层气开发条件研究

黄 文[1],李 军[2],黄华州[2]

(1.贵州省煤田地质局地质勘察处,贵州 贵阳 550006;2.中国矿业大学资源学院,江苏 徐州 221008)

摘 要:根据区块煤田地质及煤层气地质勘查资料,对贵州保田—青山区块煤储层特征及煤层气含量进行研究。区内主要为中灰、相对富氢、低挥发分无烟煤。煤层气含量受埋深、构造、显微煤岩组分等因素影响。区块内地质构造较简单,含煤面积大(1 009km²),煤层气资源丰度高,含气量较高,煤储层厚度大,可采性好,具备良好的煤层气开发地质条件,煤层气总资源量估算结果为 2166.74×10⁸m³。老厂、地瓜坡勘查区煤层气资源量多,地质、交通等条件好,是煤层气开发的首选区。

关键词:煤层气;煤储层特征;保田—青山区块;贵州

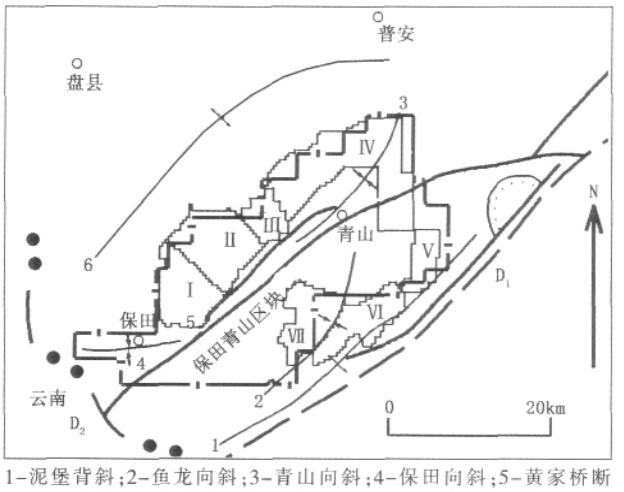
中图分类号: P618.11 **文献标识码**: A

贵州保田—青山煤层气区块位于贵州省西南部,横跨六盘水市盘县及黔西南布依族苗族自治州普安县,面积约1 009km²。区内煤层气资源量丰富,资源量丰度高,保存较好,且地质研究程度较高,为煤层气开发的有利区块[1]。目前已完成煤层气参数井 6 口,另有 6 口试验井正在施工中,结果揭示研究区具有良好的煤层气开发利用前景。

1 构造特征

区块位于扬子地台黔中隆起西南侧,六盘水断陷普安旋扭构造变形区黔西南涡轮构造带上的盘南背斜南东翼,泥堡断裂北西盘。青山向斜,下甘河断裂由 NE 向 SW 贯穿整个区块。盘南背斜,下甘河断裂、青山向斜、泥堡背斜构成了整个区块的构造格架,区块受北东向区域构造带控制,盘南背斜为不对称的复式背斜,其总体轴向呈北东 60°左右,南北两端分别向南西、北东偏转,呈反‘S’形,下甘河断裂走向与盘南背斜总体轴向一致,由一组走向呈北东向的断裂组成。主断层倾向北西,为一扭性断裂,青山向斜轴向北东,南西端被下甘河断裂破坏,泥堡背斜轴走向北东—南西,该背斜轴线大致为泥堡勘查区边界[1]。

受区域构造的影响,区块内形成以保田—青山向斜为主的 NE—SW 向构造形态,其向斜轴横穿整个区块,中部被一组北东向为主的断裂(5、D_2)将轴部破坏。在向斜的两翼发育 NE—SW 向次一级褶曲和断裂。区块地层走向 NW—SW 向为主,倾角 3°~25°;南东翼局部相对较陡(图1)。



1-泥堡背斜;2-鱼龙向斜;3-青山向斜;4-保田向斜;5-黄家桥断层;D_1-黄泥河-潘家庄断裂;D_2-下甘河断裂;Ⅰ-马依西勘查区;Ⅱ-马依东勘查区;Ⅲ-老厂勘查区;Ⅳ-地瓜勘查区;Ⅴ-幸福勘查区;Ⅵ-泥堡勘查区;Ⅶ-糯东勘查区

图 1 保田—青山区块构造纲要图

Figure 1 Outlined structural map of Baotian—Qingshan region

2 煤储层基本特征

本区主要含煤地层为上二叠统龙潭组厚 205~378m,平均 260.84m,也是煤层气勘探的重点对象。区内共含煤 16~33 层,煤层编号为 3、5、9、12、17、19、26、29 共 8 层,其中 17、19、26 号煤层,厚度大,对比可靠,为区块主要可采煤层。3、12、29 号煤层在区块北西部(马依、地瓜勘查区)可采,区块南东部(泥堡、糯东勘查区)不可采。区块内可采煤层总厚为 4.51~21.26m。

该含煤地层为海陆交互相沉积,主要岩性有砂泥岩、灰岩及煤层[2]。泥岩、砂泥岩孔隙小,对煤层气起到封堵作用。加之上覆地层飞仙关组的岩性主要以砂泥岩为主,厚度大,由于储盖层的作用,区块内

作者简介:黄文(1982—),男,贵州瓮安人,2005 年毕业于中国矿业大学资源学院地质工程专业,主要从事煤田地质工作。

收稿日期:2007-10-11

责任编辑:唐锦秀

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

的煤层气也不易逸出。

区内煤的镜质体最大反射率($R_{0,max}$)为 1.74%~2.96%, 平均为 2.12%。以无烟煤为主, 贫煤、贫瘦煤少量, 焦煤、瘦煤仅在马依西有少量分布。前人研究认为镜质体反射率在 1.3%~2.0%之间时, 常赋存有工业价值的煤层气藏。全区主要可采煤层变质阶段为瘦煤—无烟煤, 其中 17、19 号煤层为瘦煤—无烟煤, 26、29 号煤层为贫煤。区块内煤层有镜质组含量高、变质程度高的特点, 故产气量高。区内煤层随埋藏深度的增加, 其镜煤最大反射率、显微硬度逐渐增加。

宏观上, 煤储层主要由半暗—半亮型煤组成, 煤岩成分主要为亮煤和暗煤, 夹镜煤条带及线理状丝炭, 部分煤层节理裂隙发育, 受力后, 易裂碎, 具有易改造的有利条件。

就显微煤岩组分而言, 有机总含量为 75.01%~90.35%, 平均含量为 83.43%。其中镜质组含量 71.40%~90.28%, 平均含量为 79.76%; 半镜质组含量为 5.57%~7.22%, 平均含量为 6.22%; 惰质组含量 9.72%~24.45%, 平均含量为 18.07%。煤层随埋藏深度的增加, 镜质组含量有增加的趋势, 而惰质组则有降低的趋势。无机组分以粘土矿物为主, 氧化物次之, 少量硫化物和碳酸盐。总含量为 9.65%~27.00%, 平均含量为 16.73%。无机总量随埋藏深度的增加而增加。

区内主要为中灰、相对富氢、低挥发分煤, 灰分平均含量为 22.38%, 挥发分平均含量为 14.11%, 干燥无灰基氢含量平均为 3.97%。

3　煤储层的物性特征

3.1 煤层裂隙特征

根据矿井中观测资料, 矿井内煤层内生裂隙很发育, 多数与次生构造线有关, 其面割理长度 5~15mm, 面割理宽度 0.01~0.11mm, 割理间距 1~11mm; 端割理长度 1~11mm, 宽度 0.01~2.6mm, 割理间距 0.5~7mm, 割理密度平均为 4 条/cm, 渗透率与裂缝宽度的三次方成正比, 从理论上讲, 煤层天然裂隙发育, 有利于提高煤层的渗透率。以上数据说明, 煤割理的开启性是十分理想的, 有利于煤层气的吸附和储存。主割理(面割理)方位与主构造线方向夹角较小(9°~13°), 次割理(端割理)方位与次构造线夹角也较小(5°~8°)[1], 这是因为地壳多期运动所致。割理方向基本上是随构造线方向改变而改变。

3.2 煤层渗透率

区内煤层渗透率具有随深度下降的趋势 (表 1), 17 煤层渗透率变化大, 大者可达 0.48md, 小者仅 0.007 8md, 平均 0.244md; 19 煤平均 0.036md; 29 煤 0.013md。而 17 煤则说明各井处的物性参数存在一定的差异, 反映了平面上的非均质性。从试井结果看, 试井煤层的渗透率普遍偏低。

3.3 煤储层压力特征

区内除 ACE-MY01 井 17 煤储层压力梯度 8.9kPa/m为低压异常外, 其余试井煤层储层压力梯度 11.1~12.8kPa/m, 为高压异常(表 1)。前者欠压幅度约 9%, 后者超压幅度 13%~33%。煤储层破裂压力 7.11~17.89MPa。

4　煤储层的含气量及其影响因素

区块内煤层气的气体成分主要为甲烷, 含少量的二氧化碳、氮气和重烃气, 甲烷平均浓度为 80.97%, 其中 12 号煤层最高, 为 86.20%, 3 号煤层最低为 75.41%。煤层气主要以吸附状态赋存于煤层中, 吸附气占煤层气总量的 70%~80%, 少量以游离

表 1　主要可采煤层试井成果

Table 1 Data sheet of main mineable coal seam well testing results

井号	煤层	测试层段中部深度/m	储层压力/MPa	压力梯度/kPa·m^{-1}	渗透率/md	破裂压力/MPa	破裂压力梯度/kPa·m^{-1}	闭合压力/MPa	闭合压力梯度/kPa·m^{-1}
ACE-MY01	17	632.36	5.50	8.9	0.48	9.01	14.6	7.14	11.6
	19	665.02	7.51	11.6	0.062	17.89	27.6	15.12	23.4
ACE-MY03	17	292.22	3.54	12.8	0.007 8	7.11	25.8	6.28	22.8
	19	329.40	3.66	11.7	0.011	10.53	33.6	8.29	26.4
	29	426.95	4.55	11.1	0.013	10.19	24.8	9.56	23.3

表 2　煤层气井煤层气含量统计

Table.2 Statistics table about CBM content of CBM wells

煤层气钻井编号	煤层号	平均厚度/m	标高/m	含量/m^3·t^{-1}			
				CH_4	C_2H_6	N_2	CO_2
ACE-MY01	3	1.28	1 268.75	6.04			
	12	1.37	1 170.02	8.83			
	17	1.92	1 146.23	10.56			
	19	4.77	1 113.93	11.96			
	26	1.35	1 037.23	7.29			
	29	1.14	1 009.42	5.80			
ACE-MY02	12	1.43	998.66	11.21	0.11		
	17	1.83	966.26	13.52	0.09	0.76	0.11
	19	5.80	924.97	16.07	0.07	0.58	0.13
	26	1.23	854.14	8.57	0.05	2.79	0.08
	29	2.90	816.61	8.39	0.09	0.72	0.09
ACE-MY03	3	1.25	1 552.88	12.84	0.27	0.82	0.03
	12	1.41	1 448.22	14.36			
	17	2.33	1 431.48	9.94			
	19	6.71	1 393.63	19.60	0.26	0.77	0.12
	26	0.48	1 322.18	12.97	0.08	0.75	0.12
	29	4.08	1 296.61	18.28	0.10	1.62	0.21

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

气和溶解气的形式存在，游离气约占总量的 20%~30%，溶解气所占比例较小。其中煤层气井中煤层甲烷含量最小为 6.04m³/t（ACE-MY01 井 3 号煤层），最大为 19.60m³/t(ACE-MY03 井 29 号煤层)（表 2）。

煤层的埋藏深度是控制煤层含气性的重要地质因素，直接影响到煤储层的压力和保存条件，煤层埋深与煤层含气量变化具有良好的相关性，煤层气含量随煤层埋深的增加而增大。此外，煤层的厚度、煤岩组分，构造等也对煤层气含量有重要影响。

4.1 煤层厚度与含气量

煤储层厚度的大小与含气量成正相关关系。煤储层本身是一种高度致密的低渗透性岩体，其上下分层对中部分层内的煤层气有强烈的封盖作用，煤储层厚度越大，中部分层中煤层气向顶底板扩散的路径就越长，扩散阻力就越大，对煤层气的保存就越有利（图 2）。区块内可采煤层的厚度各不相同，3、12、26 号煤相对较薄，而 17、19 号煤相对较厚，其含气量 17、19 号煤大于 3、12、26 号煤。

4.2 构造因素

不同的构造部位的煤层气含量差异较大。断层、断裂带被钙质、泥质胶结的砂岩充填，其导水性、导气性较差，总的来说对含气性影响不大，但在马依勘查区，由于正断层发育，给煤层气的逸出提供了通道，使得马依勘查区的含气量减少。如 17 号煤层马依西勘查区 2406 号钻孔含气量为 0.33m³/t，马依东勘查区 3408 号钻孔含气量为 0.60m³/t。在保田-青山向斜两翼发育有次一级褶曲。在次一级的褶曲中，背斜轴部由于裂隙发育，煤层气易于逸散，含气量较小，背斜两翼含气量逐渐增高，如马依西勘查区的娃娃背斜轴部的 2306 号钻孔，其含气量为 2.33m³/t，北东翼的 2508 号钻孔为 10.10m³/t，南西翼的 2109 和 J1815 号钻孔煤层气含气量分别为 10.42m³/t 和 19.40m³/t。

在无构造区，煤层气含量变化规律为：含气量在 4~8m³/t 时，埋深 100~250m，平均为 170m；含气量在 8~15m³/t 时，埋深 250~550m，平均为 350m；含气量在>15m³/t 时，埋深>350m。而在马依勘查区，由于正断层的影响，煤层气易于逸出，其含气量 8~15m³/t，埋深达 500~900m；含气量>15m³/t 时，埋深>900m。可见，煤层含气量受深度影响较大，随着深度的增加含气量也逐渐增加。

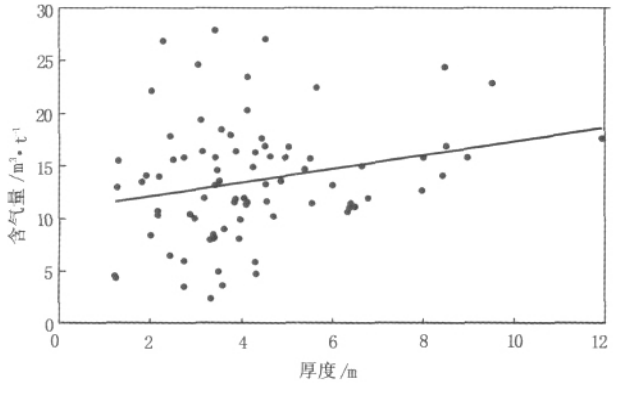


图 2 17 号煤层厚度与含气量关系

Figure 2 Relation between No.17 coal seam thickness and CBM content

4.3 显微煤岩组分与含气量的关系

煤层气含量与煤的镜质组和镜煤最大反射率成正比关系，即煤层气含量随着煤的镜质组分含量和镜煤最大反射率的增加而增加(图 3、图4)。煤层气含量与煤的惰质组成反比关系，即随惰质组含量的增加而降低。煤层气含量与显微硬度的关系不太明显，但有随显微硬度的增加而降低的趋势（图 5）。

5 煤层气资源量及有利勘探区预测

采用体积法计算出了区块内各勘查区煤层气含量及煤层气丰度（表 3），区块内煤层气估算总资源量为2166.74×10⁸m³，资源量丰度为 2.17×10⁸m³/km²，其中内蕴经济预测资源量为 737.58×10⁸m³，内蕴经济推测资源量为1 429.16×10⁸m³。保田—青山区块北

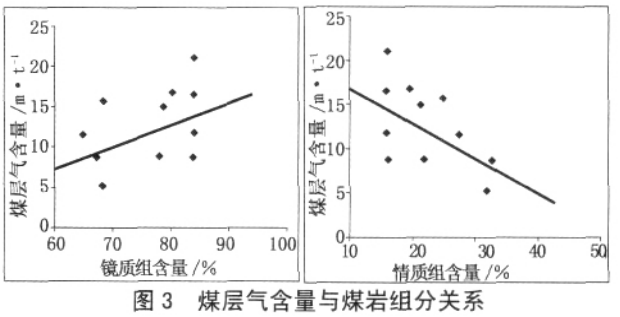


图 3 煤层气含量与煤岩组分关系

Figure 3 Relation between CBM content and maceral

表 3 各勘查区资源量丰度 /10⁸m³·km⁻²

Table.3 Resource abundance in various exploration areas

勘查区	马依西	马依东	老厂	地瓜坡	幸福	糯东	P_3l 深部
煤层气资源量丰度	2.35	2.96	3.98	2.86	2.23	1.86	2.67
资源量丰度分类	中	中	高	中	中	中	中

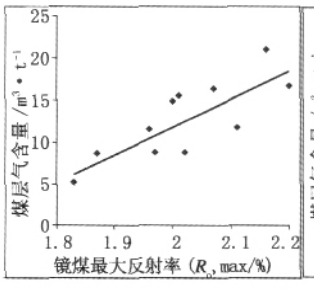


图 4 煤层气含量与反射率关系

Figure 4 Relation between CBM content and reflectance

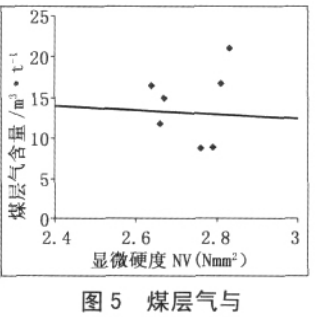


图 5 煤层气与显微硬度关系

Figure 5 Relation between CBM content and microhardness

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

西部马依、老厂、地瓜坡勘查区煤层气资源量为 846.297×10⁸m³,资源量丰度为 2.35~3.98×10⁸m³/km²,是区块内煤层气资源最好的地段;区块南东部糯东、幸福勘查区资源量相对稍差为 104.308×10⁸m³,资源量丰度为 1.86~2.23×10⁸m³/km²。

6　结论

保田—青山区块属于煤层气较为丰富的目标区,虽然区内煤储层渗透性相对较低,但区块地质构造简单,含煤面积大,煤层气资源丰度高,含气量较高,煤储层厚度大,可采性好,具备良好的煤层气开发地质条件。区内的老厂、地瓜坡勘查区煤层气储层厚度大(累计平均厚度 13.00m),煤层气资源量为 541.61×10⁸m³,埋深小于1 500m,区内交通方便,有利于勘探工作的开展,是今后煤层气开发的首选区。

参考文献:

[1] 贵州省煤田地质局.贵州保田—青山区块煤层气地质研究与评价[R].贵阳:贵州省煤田地质局,2006.
[2] 贵州省煤田地质局.贵州煤田地质[M].徐州:中国矿业大学出版社,2003.

A Study on Coal Seam Reservoir Characteristics and CBM Exploitation Condition in Baotian- Qingshan Region, Guizhou

Huang Wen[1], Li Jun[2] and Huang Huazhou[2]
(1. Geological Exploration Division, Guizhou Bureau of Coal Geological Exploration, Guiyang, Guizhou 550006; 2. School of Resources, CUMT, Xuzhou, Jiangsu 221008)

Abstract: Based on geological and CBM exploration data carried out studies on coal seam reservoir characteristics and CBM content in the region. Coal in the region is mainly medium ash, relatively hydrogen rich and low volatile matter anthracite. CBM content is influenced by coal depths, structures and macerals. The region is geological structure simple, large coal- bearing area (1009km2), high CBM resource abundance and content, thick coal seam reservoir, good workability, has better CBM exploitation geological conditions, estimated total resources 2166.74x108m3. In Laochang and Diguapo exploration areas have abundant CBM resources, better geological and traffic conditions thus the preferred CBM exploitation region.

Keywords: CBM; coal seam reservoir characteristics; Baotian- Qingshan region; Guizhou

(上接第 5 页)

参考文献:

[1] 吴顺福.开滦(集团)蔚州矿业有限公司单侯矿井建井地质报告[R].河北 宣化:河北省煤田地质局第四地质队,2007.
[2] 吴顺福.北阳庄井田构造发育规律探析[J].中国煤田地质,2006,18(4).
[3] 范和平,张新生.河北省蔚县煤田构造特征再认识[J].中国煤田地质,2006,18(s)
[4] 曹代勇.煤田构造研究—思路与方法[J].中国煤田地质,2006,18(6).
[5] 钱光谟,曹代勇.煤田构造研究方法[M].北京:煤炭工业出版社,1994.
[6] 万天丰.中国东部中、新生代板内变形构造应力场及其应用[M].北京:地质出版社,1993.
[7] 吴顺福.河北省蔚县矿区崔家寨煤矿建井地质报告[R].河北宣化:河北省煤田地质局第四地质队,1999.
[8] 吴顺福.张家口市煤炭资源地质勘查发展规划[C]//陕西省煤炭学会.陕晋冀煤炭学会地质测量专业学术研讨会论文集,2006.
[9] 曹代勇.中国含煤岩系构造变形控制因素探讨[J].中国矿业大学学报,1999,28(1).
[10] 黄克兴,夏玉成.构造控煤概论[M].北京:煤炭工业出版社,1991.

Shanhou Minefield Structural Development Pattern and Influence to Coal Mining

Wu Shunfu
(The Forth Exploration Team, Hebei Bureau of Coal Geological Exploration, Xuanhua, Hebei 075100)

Abstract: Analyzed Shanhou minefield structure starting from tectonics, considered that the fault development in the minefield is mainly strike NW- NE, with throw ≤ 5m minor faults, and mainly distributed both sides of large and medium typed structures, especially feathered en echelon minor fault concentrated zones frequently formed near the arcuate hinge belts. Vertically mainly distributed in the thick coal seam developed zone between No.4 to No.7 coal seams, faults seriously destructed coal seam continuity and integrity, thus one of main impacting factors to coal mining. Fold structures are relatively undeveloped in the minefield, mainly minor gentle undulating folds of brachyanticlines and brachysynclines, and have no impact or minor impact to coal mining. According to structure development in the minefield carried out prediction and zonal evaluation: the eastern part is a strong compressive belt, characterized by NW - near EW - NE mega thrusts, structurally most complex; northwestern part is a relatively gentle compressive belt, characterized by NE thrusts, rather complex; southern part is mainly NS or NNW faults developed, relatively simple. The conclusion has certain guiding significance in mine design, winning district and working face laying- out.

Keywords: gentle undulating fold; minor normal fault; feathered en echelon; zonal evaluation; structural development pattern; Shanhou minefield

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net