

Analysis of Coalbed Methane Accumulation Conditions in Fengcheng Mining Area, Jiangxi

Zongmao Xie¹, Dechang Han²

¹Jiangxi Coal Geology Bureau 195 Team, Nanchang Jiangxi

²Ganzhou Natural Resources Bureau Ganxian Branch, Ganzhou Jiangxi

Email: 461614386@qq.com

Received: Jul. 2nd, 2020; accepted: Jul. 17th, 2020; published: Jul. 24th, 2020

Abstract

The thickness of the coal measure formation of the Leping formation in Fengcheng mining area is 80 - 180 meters. The lithology is mudstone, shale, siltstone and coal. The thickness of the B₄ coal seam is large and stable. The lithology of coal seam top and bottom is compact, and the overburden is thick, which is favorable for the enrichment of coalbed methane.

Keywords

Pingle Depression, Coalbed Methane (CBM), Accumulation Conditions, B₄ Coal Seam

江西省丰城矿区煤层气成藏条件分析

谢宗茂¹, 韩德昌²

¹江西省煤田地质局一九五地质队, 江西 南昌

²赣州市自然资源局赣县分局, 江西 赣州

Email: 461614386@qq.com

收稿日期: 2020年7月2日; 录用日期: 2020年7月17日; 发布日期: 2020年7月24日

摘要

丰城矿区乐平组煤系地层厚度达80~280米, 岩性为泥岩、页岩、粉砂岩和煤, B₄煤层厚度大、稳定好, 认为该区域有机质丰度和煤层热演化程度高, 生烃能力大, 煤层气含量高; 煤层顶底板岩性致密, 覆盖

层较厚, 对煤层气的富集形成良好的条件。

关键词

萍乐拗陷, 煤层气, 成藏条件, B₄煤层

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

近年国内外对煤层气成因及其影响因素研究取得了较大的成果, 如美国的黑武士盆地、圣胡安盆地, 国内的沁水盆地、鄂尔多斯盆地。本文拟通过丰城矿区煤层气成藏条件分析, 以便对本地区煤层气进一步勘查和其他煤层气井田研究提供指导性建议[1]-[8]。

丰城矿区位于江西省中部, 赣江中下游地区, 鄱阳湖盆地南端, 东临进贤、临川、南连崇仁、乐安、新干, 西接樟树、高安, 北毗新建、南昌, 是江西省煤炭资源开发重要产地。矿区位于江西萍乐拗陷中部, 发育二叠系乐平组和三叠系安源组两套含煤地层。三叠安源组煤层气含量较小, 本文重点分析二叠系乐平组煤层气成藏条件, 乐平组含煤层有 C、B 煤组, 煤层层数较多、单层厚度较小, 煤层较稳定, B 煤组均属焦、瘦煤类, 属高瓦斯煤层, 含煤 1~5 层, 单层厚度 0.39~5.17 m, 其中 B₄ 煤层为区域可采煤层, 平均煤层真厚 1.76 m, 煤层发育较稳定[9] [10]。

2. 区域地质背景

1、区域构造

所在区域的大地构造位置处于扬子地台东南缘与华南褶皱系东北隅之间部分地域, 属于形成于印支运动且受燕山和喜山运动进一步加剧的萍乐拗陷带之中段。萍乐拗陷带呈反“S”形展布, 为一复式向斜构造, 以向斜相对宽长、背斜相对窄短的隔档式构造为特点。所属的区域构造格架是由如下三大构造层叠置的结果: 晋宁 - 加里东期褶皱基底; 印支期地台盖层褶皱层; 燕山 - 喜山期大陆边缘断陷盆地沉积盖层。

晋宁期褶皱基底出露于该区北部外侧, 而加里东期褶皱基底则出露于该区的南部外侧。构造表现形式上前者形成一系列近 EW 向褶皱, 断裂及岩浆岩体发育; 后者为 NE 向, 褶皱及断裂均发育。而印支期地台盖层褶皱层是该区主要构造变形层, 其构造形式以 NE 向紧密褶皱为主。燕山期 - 喜山期断陷盆地沉积盖层, 构造变形小, 以断裂为主, 其中 NW 及 NNE 向张性断裂发育。此外在印支期的 NE 向断裂基础上演化而成的推覆构造也波及至研究区的北侧。

晚二叠世早~中期, 由于地壳运动较为稳定, 地势平坦, 古地理环境适合泥炭沼泽的发育。此阶段是江西中部地区晚二叠世乐平组发育最好的聚煤环境。乐平煤系是江西省主要的含煤地层, 广泛分布于江西中部的萍乡~乐平同沉积裂隙带中。

2、区域地层

萍乐拗陷位于江西省中北部, 本次主要研究对象二叠系地层, 拗陷内广泛发育海陆过渡相二叠系乐平组, 该组砂岩、烃源岩厚度大, 有机质丰度高, 具备较好的油气成藏条件(见图 1)。

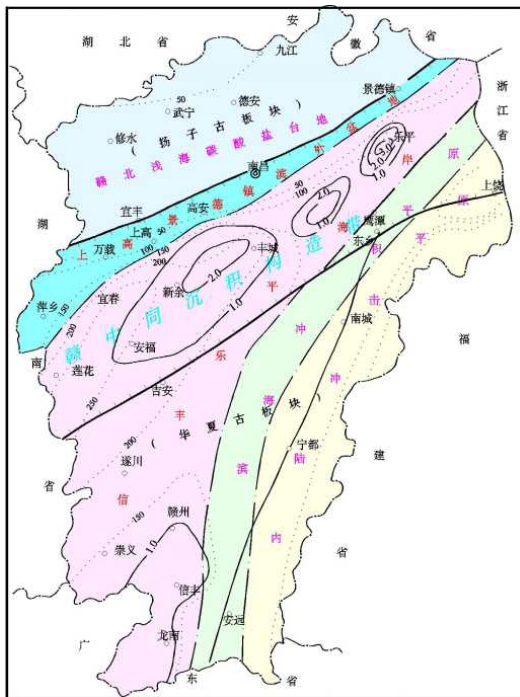


Figure 1. Paleogeography of sedimentary environment in late Leping period, Jiangxi Province
图 1. 江西乐平晚期沉积环境古地理

在早二叠世期以海台地相环境为主, 沉积地层有栖霞组、小江边组、茅口组, 发育一套碳酸盐岩地层, 晚二叠世早期全面抬升, 沉积了乐平组海陆过渡相含煤碎屑岩建造, 晚二叠世后期有出现海侵, 形成了长兴组碳酸盐岩地层(表 1)。

Table 1. Geological structure table in different periods
表 1. 不同时期地质构造

第四纪	全新统联圩组(Qhl): 主要岩性为砂砾石层、砂层、亚砂层、亚黏土层。厚度大于 5 米。 中更新统进贤组(Qpix): 主要岩性为红土砾石层、网纹红土及砂质红土层, 厚度大于 8 米。
古近纪	临江组(E ₂₋₃ l): 上部紫红色细砂岩、粉砂岩、少量砾岩; 下部紫红色粗、细砂岩、粉砂岩、砾岩, 局部地区以块状砾岩为主。厚度 0~1190 米。与上覆、下伏地层不整合接触。
白垩纪上统	南雄组(K ₃ n): 上部紫红色粉砂岩、杂色含砾砂岩, 中下部为杂色厚层状、块状砾岩, 局部夹含砾砂岩, 厚度 0~600 米。与下伏地层不整合接触。
侏罗纪下统	门口山组(J ₁ m): 中上部为深灰、灰色砂岩、粉砂岩、泥岩、灰白色中粒砂岩及其互层夹煤线; 底部为灰白色砾岩。厚度 0~385 米。与下伏地层不整合接触。
三叠纪中统	杨家组(T ₂ y): 为深灰、灰色长石石英粉砂岩夹泥岩、页岩, 厚度大于 1000 米。
三叠纪下统	大冶组(T ₁ d): 由薄板状泥晶灰岩为主组成, 夹中层状泥晶灰岩及砾屑泥晶灰岩, 局部见薄层状白云岩。厚度 68~269 米。 殷坑组(T ₁ y): 黄绿色、深灰色泥岩、粉砂质泥岩, 夹灰岩透镜体, 富含双壳类及菊石。厚度 20~40 米。
二叠纪上统	长兴组(P ₃ C): 浅灰色、灰色夹肉红色, 厚层状或块状, 含燧石结核的结晶质灰岩; 底部为砂质灰岩。厚度 140~282 米。 乐平组(P ₃ l): 分王潘里段、狮子山段、老山段及官山段。 王潘里段(P ₃ l ₄): 细砂岩、粉砂岩、泥岩、粘土岩交替互层, 含可采煤层。厚度 37~85 米。 狮子山段(P ₃ l ₃): 细、中粒砂岩, 局部夹深灰色薄层状粉砂岩。厚度 17~64 米。老山段(P ₃ l ₂): 上部为粉砂岩、细砂岩; 中部为深灰色泥岩; 下部为细砂岩、粉砂岩、钙质砂岩、细砂岩与粉砂岩互层, 夹煤层。厚度 87~240 米。 官山段(P ₃ l ₁): 上部为浅灰色中-粗粒砂岩夹薄层砂质泥岩、煤线; 下部为灰色细砂岩、粉砂岩、砂质泥岩、泥岩夹薄煤层。厚度 20~320 米。

Continued

	茅口组(P_{2m}): 顶部发育一套泥岩、粉砂质泥岩, 夹灰岩透镜体, 含蜓、腕足, 厚约 30~50 m, 称“南港段”。中下部为灰色厚层状泥晶生屑灰岩为主, 夹中层状生屑泥晶灰岩, 产蜓、腕足、珊瑚, 普遍含燧石结核。厚度 220~580 米。
二叠纪中统	小江边组(P_{2x}): 上部为瘤状灰岩, 夹灰岩透镜体, 下部为泥岩、粉砂岩。厚度 30~270 米。 栖霞组(P_{2q}): 上部为泥灰岩夹灰岩透镜体, 中部为硅质岩, 下部为深灰色沥青质灰岩、钙质泥岩, 多燧石结核。厚度约 115 米。
二叠纪下统	马平组(P_{1m}): 上部为灰色中层状泥晶生屑灰岩, 富含蜓。浅灰色中-厚层状泥晶生物屑灰岩, 夹白云岩及亮晶颗粒灰岩。厚度约 400 米。
石炭纪上统	黄龙组(C_2h): 灰白色、白色厚层状灰岩, 质纯性脆, 夹白云质灰岩, 具中-粗粒结晶结构, 产蜓类化石。厚度 20~60 米。
石炭纪下统	梓山组(C_{1z}): 上部黄色、紫红色薄层状泥岩、砂质泥岩、粉砂岩和细砂岩, 产腕足类; 中部为灰色砂岩、深灰色泥岩夹炭质泥岩及煤; 下部灰白色、灰绿色石英细砂岩、砾岩、粗砂岩和中细粒砂岩。厚度 164~647 米。 华山岭组(C_{1h}): 灰白色石英砾岩、石英长石粗砂岩、细砂岩, 向上变为灰、灰绿色细砂岩、粉砂岩、砂质泥岩等, 砂岩中见大型板状斜层理, 产亚鳞木植物化石。厚度约 220 米。
泥盆纪上统	洋湖组(D_{3y}): 薄-中层状钙质泥岩、绿泥石石英细砂岩, 夹 2~3 层鲕状赤铁矿, 产腕足类, 厚度大于 200 米, 与下伏地层整合接触。 麻山组(D_{3m}): 薄层状钙质泥岩-中层状石英细砂岩-含绿泥石石英细砂岩。顶、底见绿泥石泥岩。砂岩中见斜层理, 透镜状层理。厚 60 米, 与下伏地层整合接触。 吴家坊组(D_{3w}): 薄层状粉砂岩与薄-厚层状石英细砂岩旋回, 前者是水平层理, 后者是斜层理、透镜及脉状层理, 厚 165 m。与下伏地层整合接触。
泥盆纪中统	棋子桥组(D_{2q}): 下部灰色薄-巨厚层状泥晶灰岩, 上部由厚-巨厚层状细-粗晶白云岩, 夹角砾白云岩, 薄层状细晶白云岩, 产腕足, 厚度大于 200 m。与下伏地层为整合接触。 跳马涧组(D_{2t}): 底部为底砾岩, 其上为紫红色砂岩-粉砂岩或粉砂质泥岩旋回组成, 产植物化石。与下伏地层为角度不整合, 厚 188 m。

3. 成藏条件分析

1、聚煤环境

萍乡-乐平同沉积拗陷带是良好的聚煤环境。

①由于东吴运动的影响, 萍乐拗陷带在江西晚二迭世是主要的同沉积构造, 对煤系地层沉积环境和地层厚度具有重要的控制作用。例如: 位于裂隙带外北侧的付山矿区, 其乐平煤系仅有几十米厚。位于裂隙带内的丰城、泉田等矿区的煤系地层厚度大于 450 米。

②乐平煤系地层属三角洲平原、障壁岛海岸平原沉积环境。具有较好的聚煤作用。

③萍乡-乐平同沉积裂隙带可提高煤层的渗透率, 是煤层气运移、逸散的主要通道, 有利于成藏(见图 2)。

④矿区乐平煤系发育上下二个含煤段, 即王潘里 C 煤组含煤段, 含煤 4~17 层; 老山 B 煤组含煤段, 含煤 1~5 层。

2、后期构造对煤系地层改造

印支运动的影响, 萍乐拗陷保存较完整, 赋存在向斜内的乐平煤系地层起着良好的保存作用, 同时也为煤层气的储藏提供了良好的环境(见图 3)。

后期构造作用对瓦斯的聚集和逸散起着控制作用。在构造带及其附近, 煤层和围岩的裂隙较发育, 从而就产生了较多的自由空间, 此时吸附的瓦斯就会大量产生游离瓦斯。

3、煤层气成藏条件

1) 含煤地层

区域乐平组揭露官山段(P_{3l_1})、老山段(P_{3l})、老山段(P_{3l})、狮子山段(P_{3l_3})、王潘里段(P_{3l_4})地层自下如上(图 4、表 2):

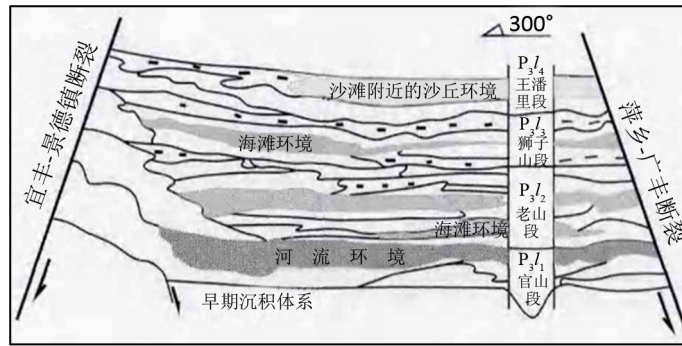


Figure 2. Schematic diagram of sedimentary sequence of the Permian Leping Formation in Fengcheng Area

图 2. 丰城地区二叠系乐平组沉积序列示意图

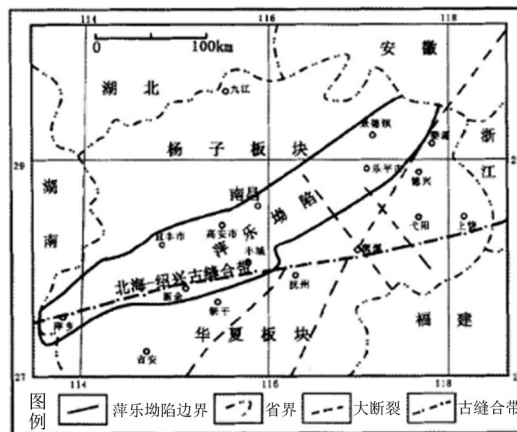


Figure 3. Schematic tectonic map of Pingle depression

图 3. 萍乐拗陷大地构造略图

年代地层单位				代号	岩性柱状图	岩性	层厚 (m)
界	系	统	组				
新生界	第四系			Qp _{ix}		土黄色粘土、含少量碎石, 结构较致密, 透水性差。	10-50米
			长兴组	P _{3c}		灰白色灰岩, 中-厚层状。	200-300m
中生界	二叠系	乐平组	王潘里段	P ₃₁ ^r		深灰色细砂岩, 含不稳定煤层	150-200m
			狮子山段	P ₃₁ ^r		浅灰-灰白色细砂岩、粉砂岩	50-100m
			老山段	P ₃₁ ^{ls}		灰黑色-深黑色含粉砂质、炭质泥岩、泥页岩	100-300m
			官山段	P ₃₁ ^r		灰色-深灰色砂岩、粉砂岩	100-150m

Figure 4. Bar chart of the permian Leping formation in Fengcheng district

图 4. 丰城地区二叠系乐平组柱状图

Table 2. Stratigraphic table of Leping formation in Fengcheng mining area**表 2.** 丰城矿区乐平组地层表

界	系	统	地层		最大厚度 (m)	主要岩性特征	
			组	段			
上古生界	二叠系	上统	乐平组	王潘里段	P _{3l4}	200	细砂岩、粉砂岩、泥岩交替互层, 含煤20层, 其中可采和局部可采煤层2~3层, 称C煤组。
				狮子山段	P _{3l3}	100	砂岩为主, 局部夹粉砂岩。
				老山段	P _{3l2}	300	上部粉砂岩与细岩互层, 中部深灰色泥岩, 富产动物化石, 厚70~80 m, 下部为细-中粒砂岩、粉砂岩、泥岩夹2~3层钙质砂岩或泥灰岩, 含煤2~3层(B ₅ , B ₄ , B ₃), 本亚段称B煤组。
				官山段	P _{3l1}	150	上部为浅色中-粗粒砂岩夹薄层砂质泥岩, 夹煤线; 下部为灰-深灰色细砂岩、粉砂岩、砂质泥岩、泥岩夹煤线。

官山段(P_{3l1}):

以河流相环境为主, 下部为粉砂岩夹泥岩、细砂岩、偶夹煤线, 产植物化石, 上部为中-粗粒长石英砂岩。厚度约 100~150 米。

老山段(P_{3l2}):

以浅海-滨海相沉积为主, 下部岩性以深灰色粉砂岩、泥岩为主, 夹粘土岩、鲕状泥岩及生物碎屑岩, 含煤 4~6 层, 其中 B₃、B₄ 煤层为局部可采煤层, 产植物化石。中部为一套深灰色薄层状泥岩, 富含腕足、菊石类动物化石。上部为深灰色粉砂岩, 产动物化石及植物化石碎片(见图 5)。厚约 100~300 米, 平均厚度约 220 米。

**Figure 5.** Fossils of corals and ferns in the old mountain range**图 5.** 老山段珊瑚及枝脉蕨植物化石**狮子山段(P_{3l3})**

以河流相为主沉积环境, 浅灰-灰白色石英细砂岩、硅质胶结。厚度 1.50~20 米, 一般厚度为 50~100 米。细砂岩为致密砂岩气储集层, 或者为煤层气、页岩气储集层。

王潘里段(P_{3l4})

以沙丘-滨海相为主沉积环境, 岩性以深灰色粉砂岩、泥岩和细砂岩为岩性组合特征。含煤 4~17 层。其中 C₈、C₁₀、C₁₂ 均为局部可采煤层。厚度约 150~200 米。

2) 烃源层

煤层、炭质泥岩、泥岩为煤层气、页岩气烃源层。

①煤层

煤层是生成的煤层气(CH_4 等)的生烃层。老山下亚段(P_3l_2^a)含煤 4~6 层, 累计厚度 1.73 m, 其中 B_4 煤层为可采煤层, 构造简单, 煤层发育稳定煤层厚度 1.20~4.00 m, 平均 2.4 m, 煤层气含量 10~20 m^3/t , 平均 15 m^3/t 。

王潘里段(P_3l_4)含煤 4~17 层, 煤层累计厚度 1.64 m, 也有可观的煤层气资源量。

②炭质泥岩、泥岩

王潘里段(P_3l_4)炭质泥岩、泥岩累计厚度 85 m; 老山上亚段(P_3l_2^c)发育炭质泥岩、泥岩累计厚度一般 12 m; 老山中亚段(P_3l_2^b)发育泥岩累计厚度一般 68 m; 老山下亚段(P_3l_2^a)发育泥岩累计厚度一般 m; 官山段(P_3l_1)发育泥岩累计厚度一般 5 m。

根据丰城市曲江施工的赣丰地 1 井, 共钻遇乐平组含气炭质泥页岩 85.8 m, 页岩总有机碳含量 0.16%~7.16%, 平均值 1.42%, 炭质页岩解析气量为 0.1~1.5 m^3/t , 平均 0.54 m^3/t 。

3) 储集层

煤层生成的煤层气(CH_4 等)部分以吸附状态储集于煤基质微孔隙中, 煤层既是生烃层又是储集层。炭质泥岩、炭质粉砂岩生成页岩气(CH_4 等)部分以吸附状态储集于泥岩、粉砂岩微孔隙中, 炭质泥岩、炭质粉砂岩既是生烃层又是储集层。

与煤层、炭质泥岩、泥岩先后连续沉积的细砂岩、粉砂岩, 因其发育孔隙或裂隙, 可形成煤层气、页岩气的储集层。如王潘里段内部发育细砂岩岩层及其上部狮子山砂岩就是良好的储集层, 老山下亚段内部发育的细砂岩岩层及其底部官山砂岩就是良好的储集层。

4) 覆盖层

乐平组煤系地层上部覆盖了二叠系上统长兴组(P_3c)、三叠系下统大冶组(T_1d)、侏罗系下统门口山组(J_1m)、及古近系临江组(E_{2-3}l), 盖层厚度达几十到几百米, 上部岩层裂隙不发育, 对封储性能越好, 覆盖层增加了对煤层气储气层压力, 相应的增加了对储气层的保护, 对煤层气的形成有利。

5) 水文地质条件

区域内出露的地层由老至新为: 二叠系中统茅口组(P_2m)、二叠系上统长兴组(P_3c)和乐平组(P_3l)、三叠系下统大冶组(T_1d)、侏罗系下统门口山组(J_1m)、及古近系临江组(E_{2-3}l)和第四系(Q)。

区内有第四系孔隙含水层、三叠系下统大冶(T_1d)灰岩裂隙岩溶含水层、二叠系上统长兴(P_3c)灰岩裂隙岩溶含水层、二叠系下统茅口组(P_2m)灰岩岩溶含水层、乐平煤系弱裂隙和孔隙含水层。长兴灰岩和茅口灰岩岩溶发育, 含水较丰富, 乐平煤系上部 and 下部均受岩溶水控制, 对煤层气聚集形成有力的封闭条件。

4. 结论

1) 丰城煤层气矿区位于省会南昌周边, 有天然的地理交通优势, 矿区乐平组 B_4 煤层具有厚度大、稳定性好和热演化程度高特点, 具有较好的开发前景。

2) 分析认为该区域煤层气的成藏条件主要体现在煤层气的烃源层、储集层、覆盖层三方面, 煤层厚度和源生烃能力影响煤层气的含量, 储集层岩性和水文地质影响煤层气富集环境。

参考文献

- [1] 华伟娉, 张睿, 廖欢. 江西某采煤区地面塌陷地质灾害的分析[J]. 江西煤炭科技, 2018(3): 183-186, 190.
- [2] 曾波. 湖北省南漳县范家岭铁矿水文地质条件及矿坑涌水量预测[J]. 能源研究与管理, 2017(2): 65-69.
- [3] 蒋达源, 文志刚, 何文祥. 沁水盆地煤层气地质研究进展[J]. 重庆科技学院学报(自然科学版), 2013, 15(6): 70-74.
- [4] 申振华. 煤及其含气性地球物理响应研究[D]: [硕士学位论文]. 焦作: 河南理工大学, 2011.

- [5] 唐长根. 贵州文家坝一矿水文地质条件对煤层气成藏控制分析[J]. 山东煤炭科技, 2019(7): 163-165.
- [6] 胡志勇. 丰城矿区煤层气开发利用前景[J]. 中国高新技术企业, 2010(8): 3-4.
- [7] 李健. 江西萍乐坳陷乐平煤系非常规油气勘查有利区优选[J]. 石化技术, 2017, 24(5): 291-296, 278.
- [8] 崔思华, 彭秀丽, 鲜保安, 等. 沁水煤层气田煤层气成藏条件分析[J]. 天然气工业, 2004, 24(5): 14-16.
- [9] 吴辉明, 廖欢. 丰城矿区煤层气赋存影响因素分析[J]. 科技与企业, 2014(18): 82-82.
- [10] 周尚忠, 张文忠. 丰城区块煤层气地质特征及资源量估算[J]. 录井工程, 2011, 22(2): 62-64.