

文章编号:1009-3850(2019)01-0068-07

川南古叙矿区煤层气资源有利区优选

门玉澎¹, 陈小炜¹, 戚明辉², 闫剑飞¹, 康建威¹

(1. 中国地质调查局成都地质调查中心, 四川 成都 610081; 2. 四川省科源工程技术测试中心, 四川 成都 610091)

摘要:川南煤田二叠系龙潭组是重要的含煤层系,也是煤层气的主要赋存层段。古叙矿区是川南地区煤矿主要产区,煤层气资源丰富,在大村矿段已实现工业开采,其他矿段尚处勘探阶段。依托区域矿产地质调查,在分析区域煤层展布特征基础上,优选区域分布稳定的煤层 C25、C23、C19、C17、C11 为古叙矿区煤层气勘探目的层段。目的层段普遍具有有机质组分含量高、灰分含量中-高、内生裂隙发育、含气性高的特征,煤层累计厚度呈东厚西薄展布。以煤层厚度、构造条件、埋藏深度为主要评价指标,优选出大村矿段、石宝矿段为煤层气富集有利区,观沙矿段观文井田、古蔺矿段石屏-象顶井田及河坝矿段白头沟地区为煤层气富集较有利区。

关键词:古叙矿区;龙潭组;煤层气;构造条件;有利区

中图分类号:TE122.1;P618.11

文献标识码:A

引言

川南煤田由古叙矿区、芙蓉矿区、筠连矿区和南广矿区组成,已探明二叠系龙潭组无烟煤资源量 82.30×10^8 吨,初步估算煤层气资源量 $2861.44 \times 10^8 \text{ m}^3$,其中古叙矿区煤层气资源量 $1001 \times 10^8 \text{ m}^3$ ^[1]。截止目前,古叙矿区大村矿段经过储层改造后实现煤层气商业开采^[2],其它矿段尚处勘探初期阶段。本文通过区域矿产地质调查评价方法,分析古叙矿区二叠系龙潭组煤层厚度展布、煤岩特征、埋藏深度和构造条件,优选煤层气资源有利分布区,为古叙矿区煤层气新突破奠定基础。

1 区域地质概况

川南煤田古叙矿区行政上隶属于四川省泸州

市古蔺县和叙永县,构造上位于四川前陆盆地南缘叙永-筠连叠加褶皱带,矿区构造由古蔺复式背斜和若干次级褶曲组成^[3]。在古蔺复背斜核部和南翼断裂发育,以逆断层为主,主体呈北东走向。

矿区地表出露有寒武系-志留系、二叠系、三叠系和侏罗系(图1),其中寒武系-志留系岩性为海相碎屑岩、碳酸盐岩,二叠系和三叠系岩性为海相碳酸盐岩和海陆过渡相碎屑岩,侏罗系岩性为陆相碎屑岩。

二叠系龙潭组是古叙矿区重要的含煤层系,也是矿区煤层气赋存层段。岩性由煤岩、泥岩、碳质泥岩、粉砂质泥岩、粉砂岩和细砂岩组成,普遍含黄铁矿和植物化石碎片,局部层段见菱铁矿层。沉积环境属于海陆过渡相三角洲平原沼泽亚相^[3-4],沉积厚度 68.39 ~ 174.80m。

收稿日期:2018-02-19; 改回日期:2018-05-10

作者简介:门玉澎(1981-),男,高级工程师,现从事非常规油气资源调查与评价工作。E-mail:404582779@qq.com

资助项目:乌蒙山区地质矿产综合调查(DD20160019)

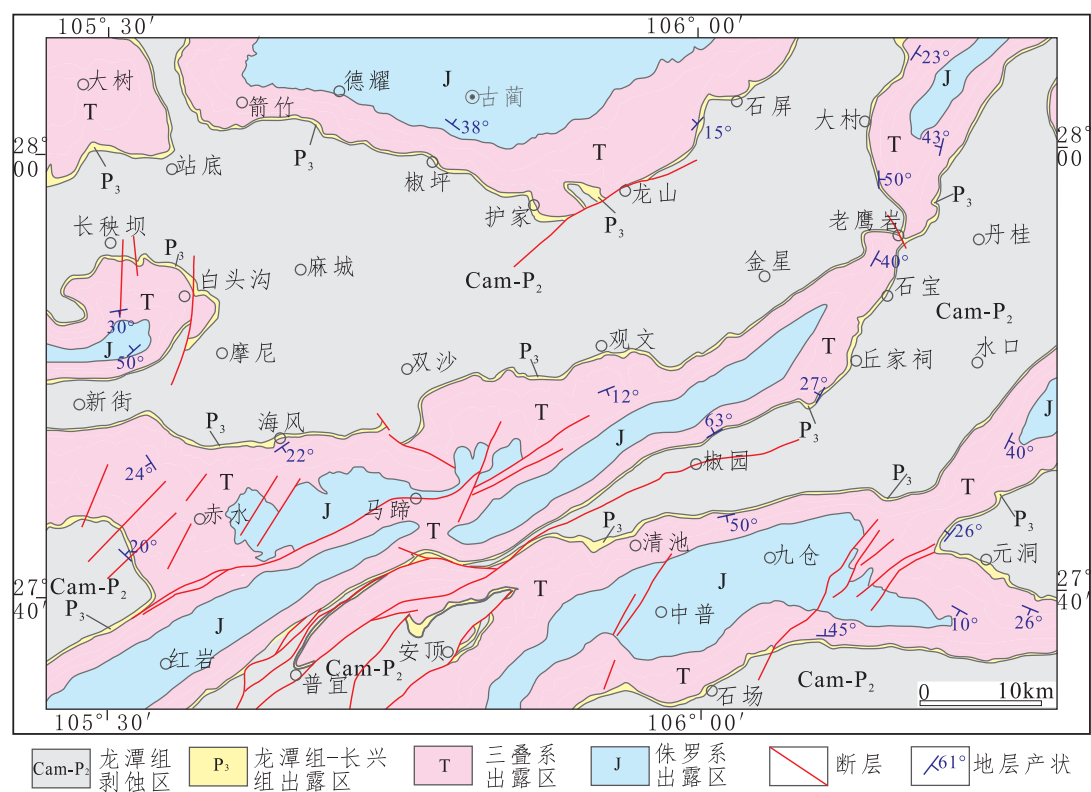


图 1 研究区地质简图

Fig. 1 Simplified geological map of the Gulin-Xuyong coal mining district in southern Sichuan

龙潭组残留地层主要分布在古蔺复背斜北翼、南翼和西翼。其中古蔺复背斜北翼的古蔺矿段和南翼的观沙矿段地层产状较平缓,地层倾角普遍小于 30°。大村矿段、石宝矿段、河坝矿段地层产状普遍较陡。

2 龙潭组煤层特征

2.1 龙潭组煤岩特征

古叙矿区龙潭组自下至上由灰-灰白色泥岩、暗色碳质泥岩、煤岩、粉砂质泥岩、粉砂岩和细砂岩构成的多个韵律组成(图 2)。地层含丰富黄铁矿和植物化石碎片,发育水平层理和沙纹层理等沉积构造。区域煤田勘探资料显示^[5-11],古叙矿区自下至上普遍发育煤层 C25~C10,具有含煤层系多、煤层厚度薄的特点。

根据王一兵提出的煤层气选取参数^[12],针对古叙矿区不同矿段煤层厚度特征差异性(图 3),将煤层单层厚度大于 60cm、区域分布稳定或局部矿段厚度较大的煤层 C25、C23、C19、C17、C11 作为煤层气勘探目的层段^[13]。

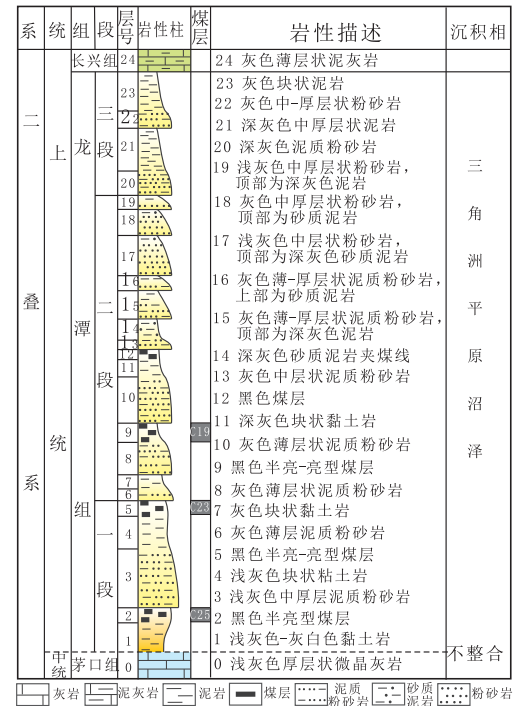


图 2 大村矿段龙潭组地层柱状图

Fig. 2 Stratigraphic column through the Longtan Formation in the Dacun block

煤层 C25 全矿区稳定分布,外观为黑色半亮型-亮型煤,含硫量高,属于高热演化无烟煤。煤层结构单一,厚度变化大,各矿段平均厚度 0.79 ~ 2.12m,矿区东部大村矿段、石宝矿段平均厚超过 2m,是该矿段有利的煤层气目的层段。

煤层 C23 在大村矿段、石宝矿段分布稳定,外观为黑色半暗-半亮型煤,属于高热演化无烟煤。煤层结构单一,厚度变化大,大村矿段为有利目的层段。石宝矿段平均厚 0.58m,自东向西厚度减薄至尖灭。

煤层 C19 在矿区稳定分布,外观为黑色半暗-半亮型煤,属于高热演化无烟煤。观沙矿段、古蔺矿段煤层分叉夹矸 1~2 层,夹层岩性为泥岩、碳质泥岩。煤层厚度变化大,在大村矿段、古蔺矿段石屏井田平均厚度 3.03m,最厚单层可达 8m,是该矿

段有利的煤层气赋存目的层段,向矿区西部至河坝、两河地区厚度减薄。

煤层 C17 在石宝矿段稳定分布,外观为半亮型夹半暗型煤,属于高热演化无烟煤。石宝矿段厚 0.61 ~ 4.06m,平均厚 1.30m,是矿区较有利的煤层气目的层段。

煤层 C11 在矿区西部稳定分布,外观呈黑色半暗-暗型煤层,属于高热演化无烟煤,含硫量高。煤层较单一,普遍夹矸 1~3 层,夹层岩性为黏土岩、碳质泥岩。煤层厚度变化较大,观沙矿段平均厚 2.15m,观文井田厚度普遍大于 3m,是该矿段最有利的煤层气目的层段。河坝矿段平均厚超过 2m,具有向斜南翼厚、北翼薄的特点。海丰矿段、两河矿段平均厚小于 1m,东部矿区尖灭。

对各矿段部分钻孔煤层厚度进行统计分析,在

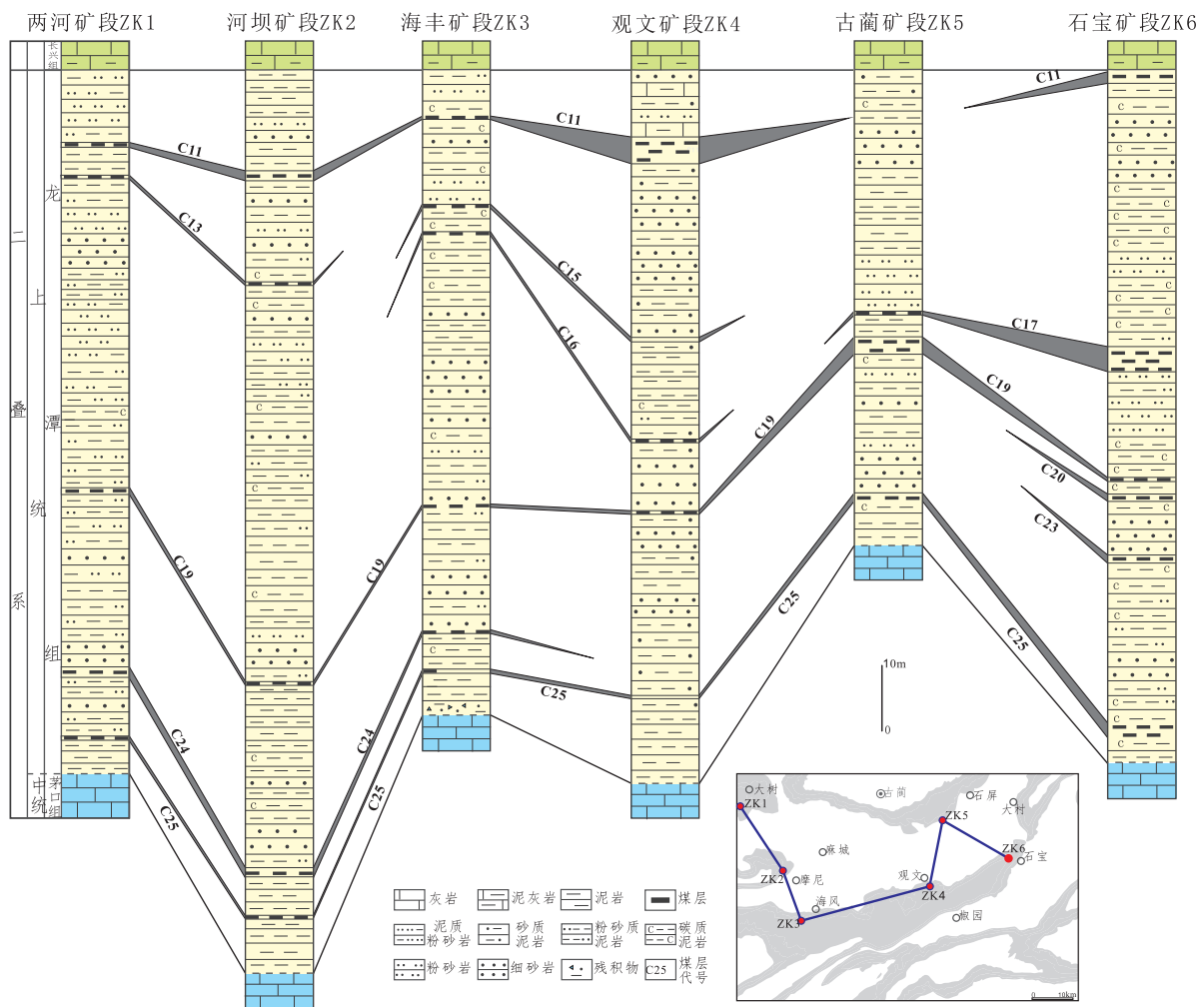


图3 古叙矿区龙潭组煤层对比图

Fig.3 Correlation of the coal measures in individual blocks in the Longtan Formation, Gulín-Xuyong coal mining district

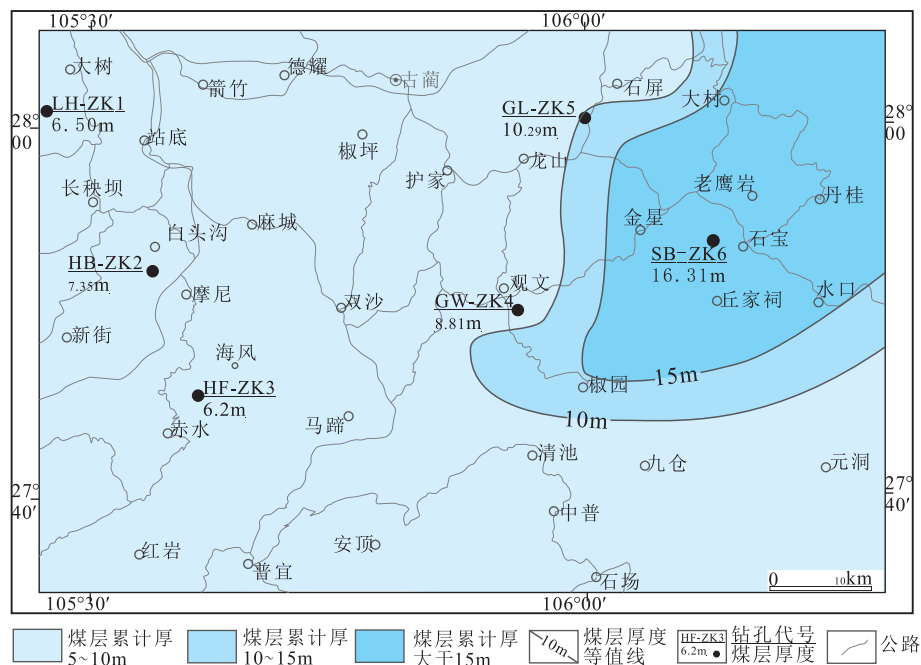


图 4 古叙矿区龙潭组煤层厚度分布图

Fig. 4 Distribution of coal measures thickness in the Longtan Formation, Gulin-Xuyong coal mining district

矿区东部大村矿段、石宝矿段煤层累计厚度普遍大于 15m, 矿区西部两河矿段、河坝矿段、海丰矿段以及古蔺矿段和观沙矿段煤层累计厚介于 5 ~ 10m(图 4)。

2.2 煤岩有机地化特征

综合矿区目标层段煤层特征^[5-11,13], 煤层气目的层段 C25、C23、C19、C17、C11 具有不同的有机地化特征。

煤层 C25 有机质组分平均含量占 88.4%, 无机组分平均含量占 11.6%。有机质组分中镜质组和半镜质组占 71.1%, 丝质组和半丝质组占 17.3%。镜质体反射率平均值 2.63%。

煤层 C23 有机质组分平均含量占 86.5%, 无机组分平均含量占 13.5%。有机质组分中镜质组和半镜质组占 68.3%, 丝质组和半丝质组占 18.2%。镜质体反射率平均值 2.61%。

煤层 C19 有机质组分平均含量占 93.1%, 无机组分平均含量占 6.9%。有机质组分中镜质组和半镜质组占 67.7%, 丝质组和半丝质组占 25.4%。镜质体反射率平均值 2.64%。

煤层 C17 有机质组分平均含量为 79.0%, 无机组分平均含量为 21.0%。有机质组分中镜质组和半镜质组为 72.76%, 丝质组和半丝质组为 6.24%。

无机质中黏土含量高。镜质体反射率平均值为 2.66%。

煤层 C11 有机质组分平均含量为 73.6%, 无机组分平均含量为 26.4%。有机质组分中镜质组和半镜质组为 56.2%, 丝质组和半丝质组为 17.4%。无机质中几乎全部为黏土。镜质体反射率平均值为 2.64%。

综上所述, 煤层气目的层段煤层有机质组分平均含量普遍高于 70%, 下部层段 C25、C23、C19 有机质组分平均含量大于 80%。镜质组和半镜质组为主体, 无机质组分黏土含量较高。镜质体反射率介于 2.63% ~ 2.66% 之间, 均处于过成熟演化阶段。

2.3 煤岩储层特征

煤层气主要以吸附态赋存在煤层中, 煤层密度、灰分、裂隙是影响煤层气吸附量的影响因素。煤层气目的层段煤层视密度介于 1.55 ~ 1.70 g/cm³ 之间, 灰分含量为 25.71% ~ 31.09%, 含硫量 0.66% ~ 1.65%, 含气量 3.24 ~ 56.14 m³/t, 平均含气量为 11.43 m³/t, 气体组分以甲烷气为主, 内生裂隙普遍发育。下部目的层段 C25、C23、C19 灰分含量中等, 上部 C17、C11 灰分含量较高。

综上所述, 煤层气目的层段具有中 - 高灰分、高含气性、裂隙发育等特征, 具有较好的储集性, 与

芙蓉矿区煤层具有相似的储层特征^[14]。

2.4 煤层埋藏深度

根据王一兵提出的煤层气选区关键参数^[12],高煤阶煤层气勘探埋藏深度须小于 1500m 的指标,结合煤矿钻孔采用地层厚度和产状估算法对古叙矿区煤层埋藏深度进行预测。受构造和断裂影响,矿区煤层埋藏深度小于 1500m 的区域主要分布在古蔺复背斜翼部龙潭组-嘉陵江组出露地层区。

3 煤层气构造有利区

王一兵和李武忠等人在对煤层气选区关键参数中均提出稳定的构造条件是煤层气富集的重要因素^[12,15]。

古叙矿区构造主要由古蔺复背斜和一系列北东向、南北向断裂组成。北东向断裂主要分布在复背斜核部及向斜核部区,多为逆冲断层。南北向断裂除了在背斜核部分布外,在观沙矿段、海丰矿段、河坝矿段均广泛发育,普遍具有左旋特征。古蔺矿段护家-龙山地区北东向、南北向断裂均发育,构造较复杂。

根据断裂分布和古蔺复背斜翼部构造特征,优选断裂不发育、构造简单的石宝矿段、大村矿段以及古蔺-椒茨矿段为煤层气富集构造有利区(图

5)。观沙矿段观文地区、海丰矿段海丰地区、河坝矿段白头沟地区、两河矿段构造较简单,发育少量断裂,是矿区煤层气富集构造较有利区。其它地区断裂发育,煤层破坏程度高,构造保存条件差。

4 煤层气富集有利区优选

李武忠等人在对重点煤层气高产富集地区和国外煤层气评价标准基础上提出我国煤层气高产富集主控因素有:煤层气资源规模及丰度、煤层厚度、煤层含气量、煤层气吸附饱和度、煤层原始渗透率、有效地应力、地解比、构造发育状况及水文地质条件^[15]。经过对比矿区内已实现开采煤层气的大村矿段和其他矿段差异性,认为古叙矿区内煤层厚度、埋藏深度、构造条件是矿区内优选煤层气富集有利区的主要评价指标。

4.1 有利区优选指标

本文综合李武忠和王一兵提出的煤层气富集有利区评价标准^[12,15],提出古叙矿区以煤层厚度、构造条件和埋藏深度为主要评价指标(表1),对古叙矿区煤层气富集有利区进行评价优选。

4.2 有利区优选

根据表1中煤层厚度、构造条件和埋藏深度3个主控因素叠合,优选出大村矿段、石宝矿段为煤层

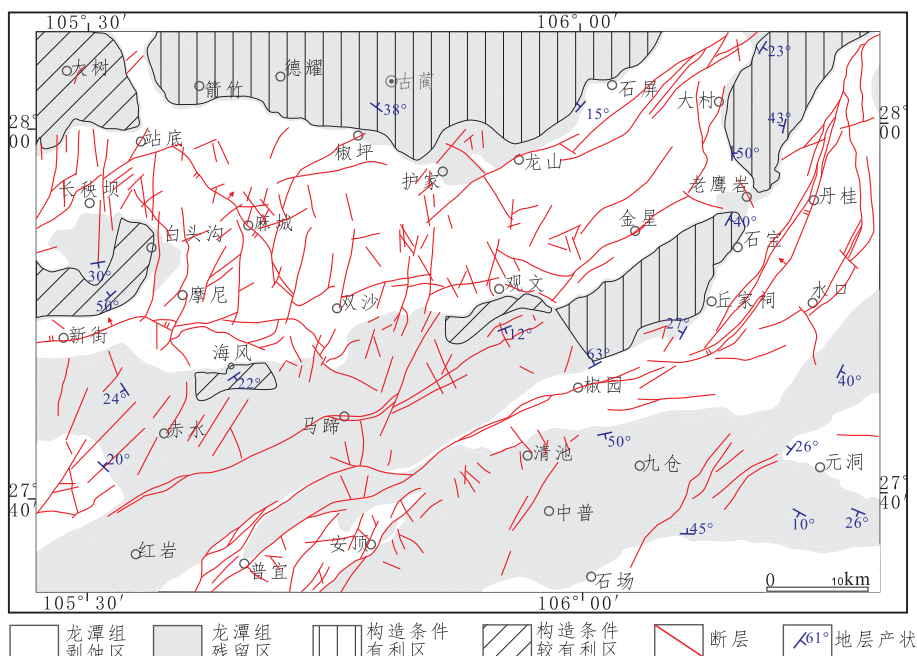


图5 古叙矿区龙潭组煤层气资源构造有利区

Fig. 5 Structurally favourable areas of the coalbed gas resources in the Longtan Formation, Gulin-Xuyong coal mining district

表 1 古叙矿区煤层气富集有利区优选参数(据参考文献^{[12][15]})

Table 1 Assessment parameters for the favourable areas of the coalbed gas resources in the Longtan Formation, Gulin-Xuyong coal mining district (after Wang Yibing et al. , 2006; Li Wuzhong et al. , 2010)

评价参数	有利区	较有利区	不利区
煤层单层厚度 (中、高煤阶)	>5m	2~5m	<2m
煤层累计厚度	>10m	5~10m	<5m
构造条件	构造简单,煤体结构保存完整	少量断裂,煤体结构轻度破坏	断层发育,煤体结构严重破坏
埋藏深度	<1500m	<1500m	>1500m

气富集有利区,观沙矿段观文井田、河坝矿段白头沟地区及古蔺矿段石屏-象顶井田为煤层气富集较有利区(图6)。

大村矿段(C25、C23、C19)、石宝矿段(C25、C17)、目的层段煤层单层厚度大部分超过5m,煤层累计厚度超过15m,构造简单,煤层结构保存完整,

是古叙矿区煤层气富集有利区。

观沙矿段观文井田(C19、C11)、古蔺矿段石屏-象顶井田(C25、C19)及河坝矿段白头沟地区(C11)目的层段煤层单层厚度普遍超过2m,煤层累计厚度5~10m,少量断裂,煤层结构保存较完整,是古叙矿区煤层气富集较有利区。

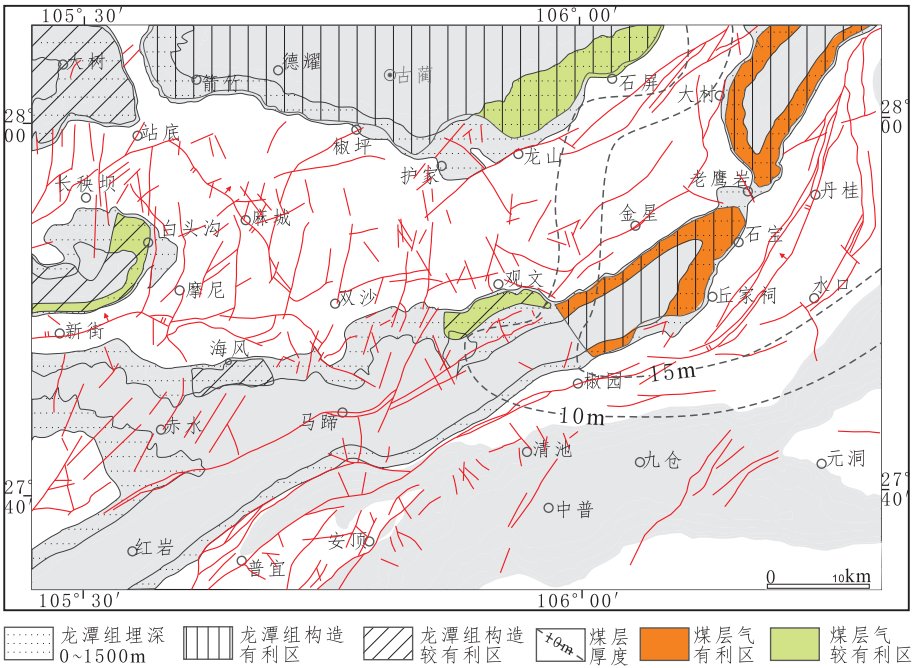


图 6 古叙矿区煤层气资源富集有利区分布

Fig. 6 Distribution of the favourable areas of the coalbed gas resources in the Longtan Formation, Gulin-Xuyong coal mining district

其它地区受煤层单层厚度薄、断裂较发育、煤体结构破坏严重和埋藏深度影响,不利于煤层气富集。

5 结论

古叙矿区煤炭储量高,煤层极发育,具有煤层数量多、单层厚度薄、煤层累计厚度大、可采煤层少

的特点。在分析煤层厚度展布特征基础上,优选区域展布稳定、局部厚度大的煤层 C25、C23、C19、C17、C11 为煤层气勘探目的层。5 套目的层均具有高有机质组分、高热演化程度、中-高灰分、高含气性和裂隙发育特征。

以煤层厚度、构造条件和埋藏深度为主控要素,优选煤层厚度大、断裂不发育、煤体结构完整的

大村矿段、石宝矿段为煤层气富集有利区。观沙矿段观文井田、古蔺矿段石屏—象顶井田及河坝矿段白头沟地区煤层厚度较大、断裂少量发育、煤体结构较完整,是古叙矿区煤层气富集较有利区。

参考文献:

- [1] 四川省煤田地质局. 四川省煤层气开发利用研究[R]. 成都: 四川省煤田地质局, 2002.
- [2] 尹中山, 李茂竹, 徐锡惠, 等. 四川古叙矿区大村矿段煤层气煤储层特征及改造效果[J]. 天然气工业, 2010, 30(7): 120–124.
- [3] 梁万林, 魏文金, 邓野平. 川南煤田古叙矿区含煤地层格架及聚煤作用[J]. 四川地质学报, 2013, 33(3): 287–290.
- [4] 朱志敏, 陈岑, 尹中山. 川南煤田晚二叠世含煤系统分析[J]. 煤炭科学技术, 2010, 38(7): 104–108.
- [5] 四川省煤田地质局一三五队. 四川省叙永县川南煤田古叙矿区河坝矿段煤炭资源普查地质报告[R]. 成都: 四川省煤田地质局, 2009.
- [6] 四川省煤田地质局一三五队. 四川省叙永县川南煤田古叙矿区两河矿段煤炭资源普查地质报告[R]. 成都: 四川省煤田地质局, 2013.
- [7] 四川煤田地质局一三五队. 四川省古蔺县川南煤田古叙矿区大村勘探区普查地质报告[R]. 成都: 四川省煤田地质局, 1988.
- [8] 四川煤田地质局地质勘察设计院. 四川省古蔺县川南煤田古叙矿区观文矿段煤炭资源勘探地质报告[R]. 成都: 四川省煤田地质局, 2005.
- [9] 四川省煤田地质局一三五队. 川南煤田古叙矿区古蔺矿段勘探(详查)地质报告[R]. 成都: 四川省煤田地质局, 1999.
- [10] 四川省地质矿产勘查开发局一一三地质队. 川南煤田古叙矿区海风矿段煤炭普查报告[R]. 泸州: 四川省地质矿产勘查开发局一一三地质队, 2013.
- [11] 四川省地质矿产勘查开发局一一三地质队. 川南煤田古叙矿区石宝矿段煤炭资源详查报告[R]. 泸州: 四川省地质矿产勘查开发局一一三地质队, 2010.
- [12] 王一兵, 田文广, 李武忠, 等. 中国煤层气选区评价标准探讨[J]. 地质通报, 2006, 25(9–10): 1104–1107.
- [13] 尹中山. 川南煤田古叙矿区煤层气勘探选层的探讨[J]. 中国煤炭地质, 2009, 21(2): 24–27.
- [14] 蒋裕强, 罗明生, 张虎, 等. 蜀南地区龙潭组煤层气储层特征及资源潜力[J]. 西南石油大学学报(自然科学版), 2017, 39(1): 43–52.
- [15] 李武忠, 田文广, 陈刚, 等. 不同煤阶煤层气选区评价参数的研究与应用[J]. 开发工程, 2010, 30(6): 45–47.

Assessment of the favourable areas of the coalbed gas resources in the Gulin-Xuyong mining district in southern Sichuan

MEN Yupeng¹, CHEN Xiaowei¹, QI Minghui², YAN Jianfei¹, KANG Jianwei¹

(1. Chengdu Center, China Geological Survey, Chengdu 610081, Sichuan, China; 2. Keyuan Engineering Technology Test Center of Sichuan, Chengdu 610091, Sichuan, China)

Abstract: The Permian Longtan Formation in southern Sichuan resides the important coal measures and coalbed gas resources. The Gulin-Xuyong coal mining district as a major coal production area in southern Sichuan is very rich in the coalbed gas resources. In this study, the target strata are evaluated and delineated in the light of regional geological and mineral resource survey, and the distribution of the coal measures, including C25, C23, C19, C17 and C11 as the target coal measures for the coal exploration in the Gulin-Xuyong coal mining district. The selected coal measures cited above are characterized by high contents of organic matter, high degrees of thermal evolution, medium to high ash contents, well developed endogenetic fractures and high contents of coalbed gas. According to coal thickness, regional structures and burial depth, the favourable areas for the enrichment of the coalbed gas resources may be delineated, including the Dacun and Shibao blocks, and relatively favourable areas consist of the Guanwen well area in the Guansha block, Shipin-Xiangding well area in the Gulin block, and Baitougou well area in the Heba block.

Key words: Gulin-Xuyong coal mining district; Longtan Formation; coalbed gas; structural condition; favourable area