

六盘水地区煤层气成藏地质条件

彭影影,张鹏,安明石,魏玉兰,邹金先

(六盘水师范学院矿业与土木工程学院,贵州 六盘水 553004)

摘要:六盘水地处黔西、滇东、川南晚二叠世上扬子聚煤盆地的富煤中心地带,是我国南方地区重要的煤层气富集区。研究六盘水煤田煤层资源富集规律,寻找适合煤层开采的有利区块,对开发清洁高效的煤层气资源具有重要意义,改善贵州省环境空气质量,弥补常规油气供应不足,对防治煤矿瓦斯灾害等方面有很大帮助。本文通过对含气煤层的分布、有机地球化学特征、煤层储集特性、煤层含气性特征及封盖条件的分析,探究了六盘水地区煤层气成藏地质条件及富集特点,为后期资源勘探开发奠定基础。

关键词:六盘水;煤层气;地质条件

中图分类号:TD82

文献标识码:A

文章编号:1004-7344(2021)19-0184-02

1 地质背景

六盘水位于贵州省西部,滇、黔两省交界处,长江上游、珠江流域分水岭,南盘江、北盘江流域两侧。该构造位于云贵高原一级、二级台地斜坡上,东北部为紫云—鄂雅都断裂,南部为盘县二级断裂,西为省界,北为水城矿区北界^[1]。研究区里面所拥有的煤炭所需资源非常丰富,从古时起就有着“江南煤都”的美称,是江南最大的煤炭工业基地之一。研究区位于陆地表面的沿海地区,沉积环境由冲积平原三角洲和海岸沉积组成,以海陆过渡相沉积体系为主。研究区煤炭资源分布受褶皱控制作用明显,由于喜马拉雅作用,盆地遭挤压抬升,导致分布于背斜轴部的地层遭到大规模风化剥蚀和向斜是研究区的主要控煤构造。煤层气作为一种以煤层为主要气源岩和储层的天然气资源类型,其资源分布受到煤层分布的控制,因此,研究区主要的富煤区也是最为重要的煤层气聚集区。

2 煤层气成藏地质条件

2.1 含气煤层分布特征

煤层气是一种与煤伴生或共生的气体资源,以吸附态为主要形态,偶尔有一些游离在孔隙以及裂缝空间中,同时也有部分的煤层气溶解在煤层水中,有洁净、无污染的优点,是在最近几年乃至几十年在国际上声名鹊起的清洁能源。

研究区的主要含煤地层上二叠统,拥有的厚度范围值在220~543m之间。含煤地层拥有的煤层数在19~90层。其厚度累计起来可达到7~70m,达到采煤条件的在11~20层之间。全区可采煤层分别为龙潭组17、18、24号和长兴组12号,其中长兴组12号和龙潭组17号煤层又为煤层气主要勘探目的层,勘探潜

力最优的又为龙潭组,为最主要的煤层气潜力层系。含煤中心主要是在盘县—水城线所经的中心地区,含煤岩系主要赋存于大型向斜中,盘江矿区主要含煤构造由盘关向斜、水城矿区赵子河向斜、杨梅树向斜、神仙断向斜等向斜所组成,其中板块闭合的向斜一般含煤层数超过30层,最高达到60层以上,总厚度超过30m,是我国大陆南二叠统煤系地层中最大的煤层厚度之一^[2]。

2.2 含气煤层有机地球化学特征

不同类型的有机质在相同条件下具有不同的生烃产物和生烃量,有机质丰度一般用总有机碳含量(TOC)来表示。表示有机质成熟度常用的方法为镜质体反射率(R_o),同一有机质在不同条件下或不同成熟度下所产生的生烃产物或生烃量也截然不同。有机质所产生的丰度以及会产出什么样的类型主要取决于沉积环境和母质类型,而成熟度则与成岩作用的埋藏深度和持续时间有关。

对研究区上二叠统煤岩样品进行显微成分分析,结果显示镜质组含量高,含量超过50%,部分能够达到70%以上^[3],惰质组含量一般在10.55%~29.23%之间,而壳质组含量则一般在0%~21.01%之间,以Ⅲ型干酪根为有机质的主要类型,与此同时含有少量Ⅱ型干酪根;TOC平均在2%以上,最高可达41.3%,有机质丰度大,生烃潜力好;有机质成熟度整体适中, R_o 分布范围约0.86%~2.91%之间,多处于成熟阶段。总体来看,研究区该套煤系地层具有很好的生烃潜力,具备煤层气生成的良好源岩条件。

2.3 煤层储集物性

上二叠统煤层孔隙度约为2.4%~7.0%,平均也达到了4.2%。

测试所得的渗透率是 $(0.01-0.35)\times 10^{-7}\mu\text{m}^2$,平均为 $0.08\times 10^{-7}\mu\text{m}^2$,大多数为孔隙度及渗透率低的储层,其中有一小部分的岩层发育裂缝并且已被充填,较少地区能够达到中孔一中渗级别。研究区煤储层超压频繁,在地应力场和温度、压力场的控制下,导致孔隙、裂隙趋于压缩或闭合,是该区煤层孔隙度、渗透率相对较低的原因。六盘水地区范围内煤层气储层的压力范围值在 $0.87\sim 1.40\text{MPa/hm}$ 之间,均值也仅仅达到了 1.12MPa/hm 。区内杨梅树向斜都参1井钻遇上二叠统龙潭组含煤地层,地层属于中孔一中渗煤层,充填较少,连通性相对好,黏土矿物含量较高,部分样品中的黏土矿物含量达到了50%以上,而像石英这一类脆性矿物含量却十分的低,大多数都不到40%,黄铁矿和其他矿物较少^[4]。在垂向上,该地层孔隙度和渗透率整体上随着煤储层深度增加而呈现降低的趋势,煤储层孔渗性受储层压力波动起伏变化的影响变化明显。

2.4 煤层含气性特征

在煤层气藏中,吸附态天然气所占比例高,最高可达90%以上,因此煤的吸附性能是决定煤层储集能力和产出过程的重要因素。研究区二叠系海陆过渡煤系地层有机质丰度高,成熟度高,页岩夹层黏土矿物含量高,有机质孔和裂缝均较为发育,整体吸附能力较强,对煤层气的储集非常有利。然而在不同构造的单元中煤层气地质资源所占比例差别较大,而且每个构造的单元煤层气所拥有的丰度差别也不尽相同,因而研究区内煤层系中的煤层气地质资源丰度和地质资源量的分布并不均匀。六盘水地区煤层气聚集盆地,煤层分布面积在 200km^2 以上,天然气含量在平面分布上具有渐变性:边缘含气量常见小于 $4\text{m}^3/\text{t}$ 的区域,向轴部含气量逐渐增大,迅速过渡到向斜的 $4\sim 16\text{m}^3/\text{t}$ 地方。研究区范围内的含气煤层有着“由向斜构造控制煤层气分布”的特点,不同含气带之间往往发育较大的断层,从而破坏了煤层气藏的稳定性及连续性。从垂向上看,六盘水地区二叠系龙潭组煤系地层的含气量呈现出不规则的变化,也就是说煤层埋深越升,含气量的变化是先缓慢的增加随后又减少,这是由于拥有良好的生烃条件和较为封闭的储集条件以及所提供的保存条件完美的共同作用下的结果。

2.5 保存条件

研究区二叠系龙潭组煤系地层直接顶底板致密性较为优质,主要是由岩性为泥岩、砂质泥岩和泥质粉砂岩以及致密碳酸盐岩所组成致密性较好的岩层,突破压力大,密封性能良好,能有效防止天然气逸散。且含煤层系厚度大、层数多、纵向间距小、渗透率低,各煤层易出现“烃浓度封闭效应”,有利于形成超压。上面覆盖着的下三叠统飞仙关组岩层,其平均厚度已超过了 590m ,分布面积广,层厚且岩性致密,是十分良好的区域性盖层。实际所测得的盖层孔隙度都不大于2%,渗透率更是基本都低于 $10^{-9}\mu\text{m}^2$,能够较为有效的封闭煤层中的天然气,防止逸散。同时,龙潭组煤系地层的水文地质条件相对来说比较简单,富水的性能不强^[5-6],在天然气富集区域没有大规模拉张性断裂,有利于天然气在煤

层中的保存和富集。

3 结论

(1)研究区内的主力煤层气资源潜力层为上二叠统煤系地层,煤层的层数有很多,累积的煤层厚度比较厚,所分布的面积范围不广、相对来说较为集中,而且相对来说也较为稳定,具有煤层气资源富集的良好基础。研究区可采煤层中以龙潭组煤层为煤层气资源的主要勘探目的层,主要分布于盘关向斜区域。

(2)六盘水地区上二叠统煤系地层有机质的类型多为Ⅲ型干酪根,为数不多的Ⅱ2型干酪根也掺杂在其里面,有机质丰度高,TOC含量基本在2.0%以上,有机质成熟度适中,基本处在成熟阶段,部分达到过成熟阶段,整体具有良好的生烃潜力。六盘水地区的煤系地层大多都是孔隙度低以及渗透率的储层,小部分地区的煤层都能够达到中孔一中渗的级别,具有不错的吸附能力,同时也拥有比较不错的储存煤系气的能力。含气量十分高,含气煤层的分布不集中、较为分散、占有很大的范围,平面上的分布有着“由向斜构造控制煤层气分布”的一些特点,垂向则呈现波动式变化。

(3)六盘水地区上二叠统煤系地层直接顶底板致密性好,含煤层系厚度大、层数多、纵向间距小、渗透率低,各煤层易出现“烃浓度封闭效应”,煤层气保存条件良好。

参考文献

- [1] 张春朋.黔西六盘水煤田煤层气资源特征与有利区优选[D].徐州:中国矿业大学,2017.
- [2] 易同生,高为.六盘水煤田上二叠统煤系气成藏特征及其共探共采方向[J].煤炭学报,2018,43(6):1553-1564.
- [3] 桂宝林.六盘水地区煤层气地质特征及富集高产控制因素[J].石油学报,1999(3):3-5.
- [4] 单衍胜,毕彩芹,迟焕鹏,等.六盘水地区杨梅树向斜煤层气地质特征与有利开发层段优选[J].天然气地球科学,2018,29(1):122-129.
- [5] 高为,韩忠勤,金军,等.六盘水煤田煤层气赋存特征及有利区评价[J].煤田地质与勘探,2018,46(5):81-89.
- [6] 易同生,高为.六盘水煤田上二叠统煤系气成藏特征及其共探共采方向[J].煤炭学报,2018,43(6):1553-1564.

基金项目:贵州省高等学校大学生创新创业训练计划项目“六盘水煤系地层岩石力学性质及其可压裂性评价”(20195201503);六盘水师范学院科技创新团队项目(LPSSYKJTD201902);六盘水师范学院校级基金项目(LPSSYZDXK201802);六盘水师范学院实验教学示范中心项目(LPSSYSYJXSFXZ201802)。

收稿日期:2021-04-06

作者简介:彭影影(2000—),女,穿青人,贵州毕节人,本科在读,地质工程专业。

通讯作者:张鹏(1986—),男,汉族,山东东营人,博士,教授,研究方向为页岩油气勘探开发。