

黔西地区煤层含气量主控因素解析

陈朝玉*, 何文刚, 周霜林

(遵义师范学院 工学院, 贵州 遵义 563006)

摘要: 黔西煤层气储量丰富, 同时成煤期地质条件复杂, 不同区域煤层含气量差异较大, 对煤层气含量差异因素研究有重要意义。通过对黔西煤层及煤层地质条件的研究, 认为影响黔西煤层气含量的主控因素是煤层埋深、煤岩煤质、煤层分化带埋深和煤层厚度。并对以上主控因素与黔西煤层含气量的相关关系进行了研究, 煤层含气量与埋深、煤阶、煤层厚度成正相关关系。

关键词: 煤层含气量; 煤层埋深; 煤岩煤质; 煤层厚度

中图分类号: P618 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-9102(2019)03-0046-07

Analysis of Controlling Factors of Coal Seam Gas Content in Western Guizhou Province

Chen Chaoyu, He Wengang, Zhou Shuanglin

(Engineering Institute, Zunyi Normal College, Zunyi 563006, China)

Abstract: The western Guizhou Province is rich in coal bed methane (CBM) reserves, and the geological conditions of coal-forming period are complex. There are great differences in CBM content in different regions. It is of great significance to study the difference factors of coal bed methane content. Based on the study of the geological conditions of the coal seams and coal seams in western Guizhou Province, this paper considers that the main controlling factors affecting the content of CBM in western Guizhou Province are the depth of the coal seam, the coal quality, the depth of the coal seam differentiation zone, and the thickness of the coal seam. The relationship between the above main controlling factors and the gas content in western Guizhou Province is also studied. The gas content of coal bed is positively correlated with burial depth, rank and thickness of coal bed.

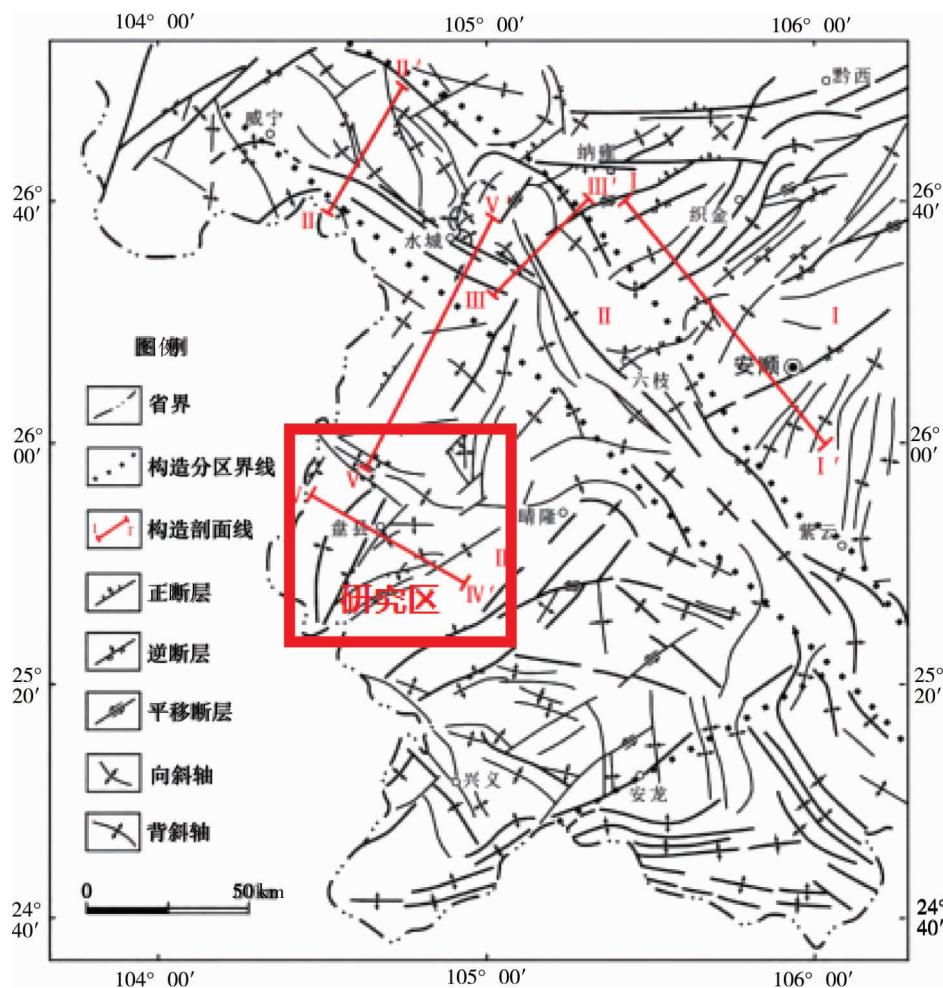
Keywords: coal seam gas content; coal seam depth; coal rock and coal quality; coal seam thickness

中国煤层气资源具有进一步勘探开发的潜力, 是未来很长一段时间内常规天然气的现实补充能源。贵州省不仅具有丰富的煤炭资源, 黔西地区煤层气资源占据贵州煤层气资源核心, 而且可开发煤层气资源含量也十分丰富, 具有储量大、分布集中、品质高等优点。因此, 研究分析贵州黔西地区煤层气资源的含量的主控因素, 及其与煤层气含量的关系对开发利用黔西煤层气资源具有重要的指导作用。

1 地质构造条件对含气量的影响

地质构造条件对煤层含气性有着极为复杂的影响, 成煤构造盆底、聚煤盆地构造特征和聚气构造类型以及后期构造运动对煤层气的改造等, 地层构造发育情况对煤层气的保存影响较大, 对煤层含气性空间变化显著影响^[1,2]。黔西地区区域地质构造复杂(见图1), 含煤层气岩性相对简单。含煤挤压断层在断层面上

密闭,煤层气难以运移散失,断层面周延构造应力相对集中,使得煤层压力增大,煤层储存甲烷增多,含气量也提高.拉张断层面断距增加,极易成为煤层气运移逸散的通道,后期煤层气含气量下降迅速.对该区研究,煤层含气量受煤层顶底板岩性及裂隙发育状况控制明显^[3].煤层气封闭性直接顶底板岩性控制.研究区砂岩、石灰岩等孔隙较发育,封闭作用较差,因此煤层顶底板为空隙较为发育的砂岩、石灰岩等往往成为临近煤层游离气的储集岩,使得煤层含气量偏低;研究区煤层顶底板为泥岩、砂质泥岩的则属于封闭条件较好的情况,煤层含气量也偏高^[4].另外,煤层顶底裂缝或断层发育煤层气含气量低,反之,则煤层气含量偏高.研究区及研究区主煤层顶板岩性分布(图1).



I: 织金-纳雍 NE 向构造变形区; II: 水城-紫云 NW 向构造变形区; III: 黔西南复杂构造变形区

图1 黔西地区构造纲要

2 煤层气化学组成的垂向分布

通过收集黔西地区火铺矿、老屋基矿、山脚树矿、月亮田矿、金佳矿主要几个煤矿的生产资料及生产试验资料数据,得到了黔西地区煤层甲烷浓度与埋深关系(图2)和黔西地区煤层甲烷含量与埋深之间关系(图3).根据数据可知黔西地区煤层气的化学组成与埋深关系具有以下几个特点:

1) 对数据研究走向来看,甲烷浓度与埋深之间总体呈现“V”字形关系.当埋深超过400 m,甲烷浓度随埋深成正相关关系,符合普遍地区规律;埋深浅于400 m则反之,与一般不符,揭示研究区煤层气富集控制因素存在特殊性(图2).

2) 研究区甲烷浓度主频率在70%以上,只是数据相对离散(图2).埋深150 m以下,甲烷浓度分布主频率均大于70%,揭示黔西地区煤层气保存条件总体良好.但是,有一部分埋深800 m附近的煤芯甲烷浓度却低于50%,这种状况一方面可能在于该区段深部地下水较为活跃,另一方面也不排除煤芯在提钻至

装入瓦斯罐阶段空气与煤层气发生了置换的可能性^[5].

3)对于单个区块而言,土城、山脚树、有益和老屋基井田煤层甲烷浓度均随埋藏深增加,甲烷浓度增高,说明浅部甲烷浓度较低.松河井田高于90%的甲烷浓度数据分布较为均匀,220~700 m 都有分布,这种情况说明松河井田埋藏条件较好.而大寨、捷达和金佳井田基本表现为随埋藏深度增加,甲烷浓度降低.

综上所述,黔西地区煤层埋深一旦超过 150 m,煤层甲烷浓度分布主频率均高于70%(图2).从单个井田及勘探区来看,甲烷浓度与埋深关系更加复杂.例如,有益井田浓度与埋深之间总体上成正相关关系,但煤层埋深至600 m 时甲烷浓度却低于60%;大寨井田煤层甲烷浓度与埋深之间没有相关关系,在煤层埋藏深度在200~550 m,甲烷浓度始终波动,变化于70%~90%;老屋基井田甲烷浓度与埋深的关系,与整体变化关系一致,甲烷浓度在煤层埋深400 m 处达到最低,相反200 m 以浅及500 m 以深甲烷浓度却高达80%以上.

黔西地区煤层含气量与埋深在一定范围内显得离散,但仍可看出在一定勘探深度范围内显示一定的规律分布.总体趋势:煤层埋深增大,含气量趋于增高;煤层埋深越大,含气量离散性也增加,即两者关系上、下包络线随埋深增大而离散,或随埋深减小趋于收敛,但不同勘探区甚至不同井田的规律都不尽相同(图3).

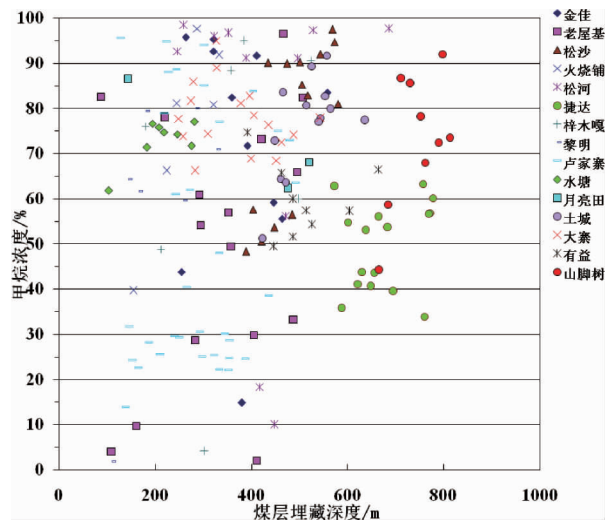


图2 黔西地区煤层甲烷浓度与埋深关系

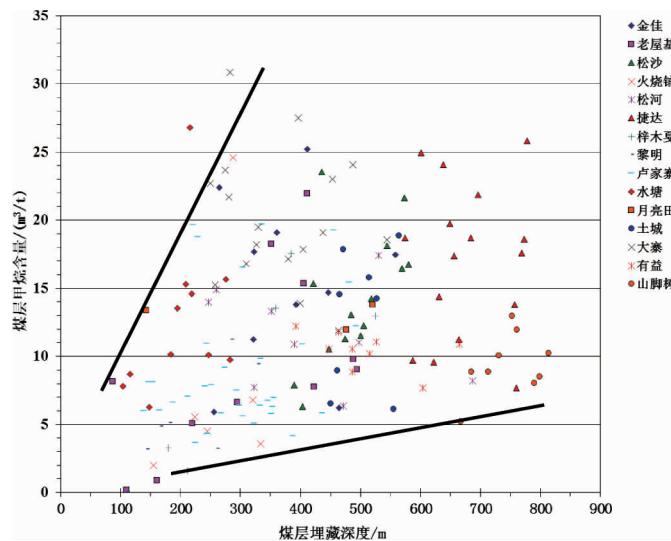


图3 黔西地区煤层甲烷含量与埋深的关系

就煤层含气量与埋深关系上包络线的斜率来看,黔西地区煤田上包络线斜率相对较大,埋深200 m 时含气量约16 m³/t,埋深300 m 时约22 m³/t,埋深300~400 m 时在20~27 m³/t,埋深400 m 以深,随着煤层埋深增大,含气量不再增高^[6],而松沙含气量却随深度的增加呈增加趋势.

3 煤层气风化带深度

埋于深处的煤层气在压力作用下沿着煤层和围岩向地表排泄,而地表的空气及生物化学作用所生成的气体则沿着露头裂隙向下运移,上下气体发生交换,从而稀释了浅部煤层甲烷浓度,这就形成了煤层气

风氧化带.在以往的煤层气资源研究中,一般采用 80% 浓度 CH_4 或甲烷含量 $4 \text{ m}^3/\text{t}$ 作为划分煤层气风氧化带的界线^[7].

黔西地区煤层甲烷浓度与含气量之间关系趋势明显,对甲烷浓度大于 70% 的甲烷含量数据研究,随甲烷浓度升高,煤层甲烷含量也呈增加趋势(图 4).观察包络线,煤层甲烷浓度 80% 所对应的甲烷含量高达 $30 \text{ m}^3/\text{t}$,即使甲烷浓度 20% 时的甲烷含量也有 $4 \text{ m}^3/\text{t}$ 左右.而甲烷含量的最大值出现在甲烷浓度为 90% 左右.在甲烷浓度为 70%~80%,甲烷含量最大值可达到 $30 \text{ m}^3/\text{t}$.若按国家通行做法以甲烷浓度 80% 作为风化带的下限,在黔西地区则会把甲烷含量大于 $4 \text{ m}^3/\text{t}$ 的煤层气储量排除在外.若黔西地区以甲烷含量 $4 \text{ m}^3/\text{t}$ 作为风化带的下限,则煤层气风化带应控制在 100~250 m,判断该区风化带深度平均大约为 150 m.

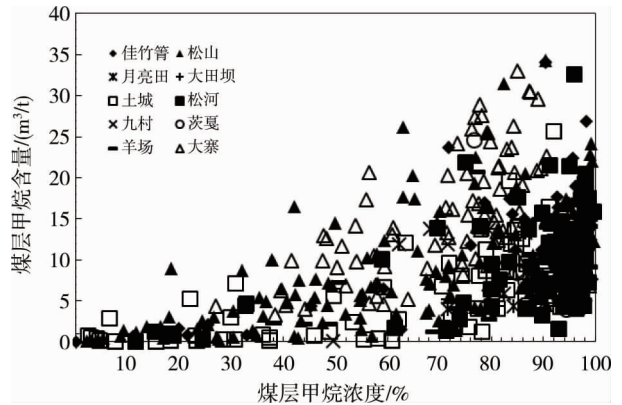


图 4 黔西地区典型井田煤层甲烷含量与甲烷浓度散点

4 煤岩煤质对含气量的影响

煤岩、煤质对煤层含气量的影响以显微组分含量不同为主要因素,该因素对煤层生气能力也有明显的影响.在煤的显微组成中,镜质组不仅是重要的生气组分,也是重要的吸附组分,对煤层气的储集具有绝对的控制影响^[8,9].

黔西地区煤层含气量与煤质参数之间关系如图 5 所示.可以看出,黔西地区煤层含气量与煤质参数之间的关系呈离散状态.内在水含量、全硫含量与煤层含气量关系也不明显.而挥发分产率及灰分产率与煤层含气量的关系较明显,随挥发分产率减小及灰分产率降低,煤层含气量(上包络线)有增加的微弱趋势,揭示煤化作用程度和有机质含量提高利于煤层气富集,与一般认识一致.

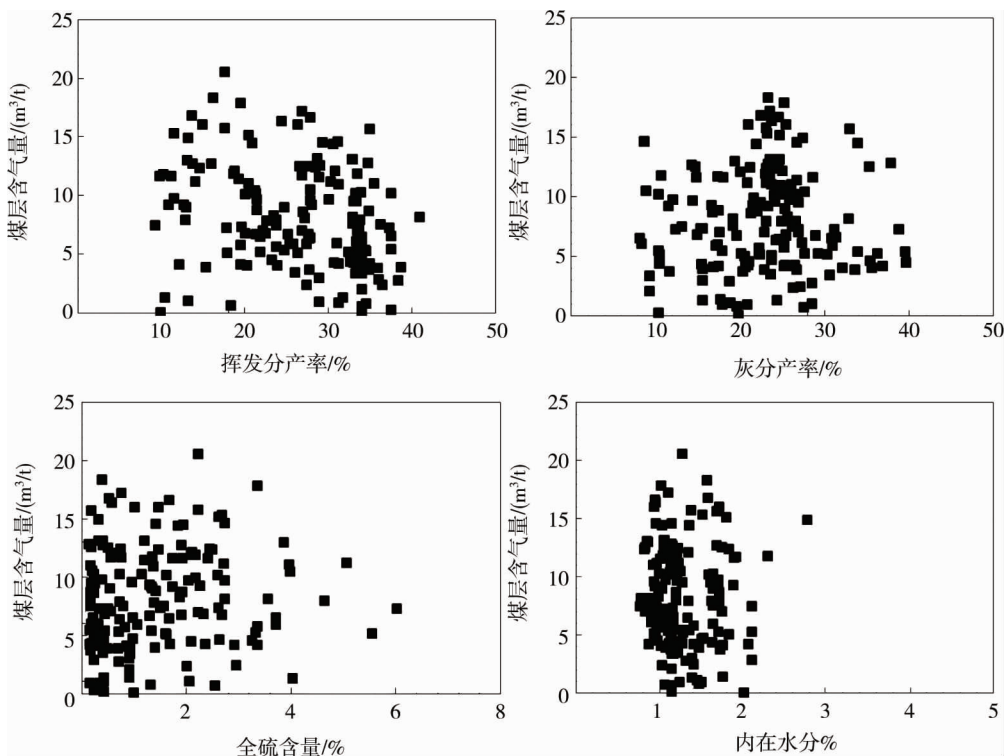


图 5 黔西地区煤层含气量与煤质参数的关系

黔西地区煤层含气量与煤岩参数之间的关系如图6所示.可以看出,黔西地区煤层含气量与镜质组最大反射率及镜质组含量的增加而增大.煤层气随惰质组含量和无机组分含量的增高而降低(图6).这一现象指示,煤级、显微组分组成和总含量成了主要控制因素,镜质组和惰质组化学结构和孔隙性的相对关系尽管发生了变化,但镜质组仍然具有较强的吸附能力,是吸附态煤层气的主要载体.

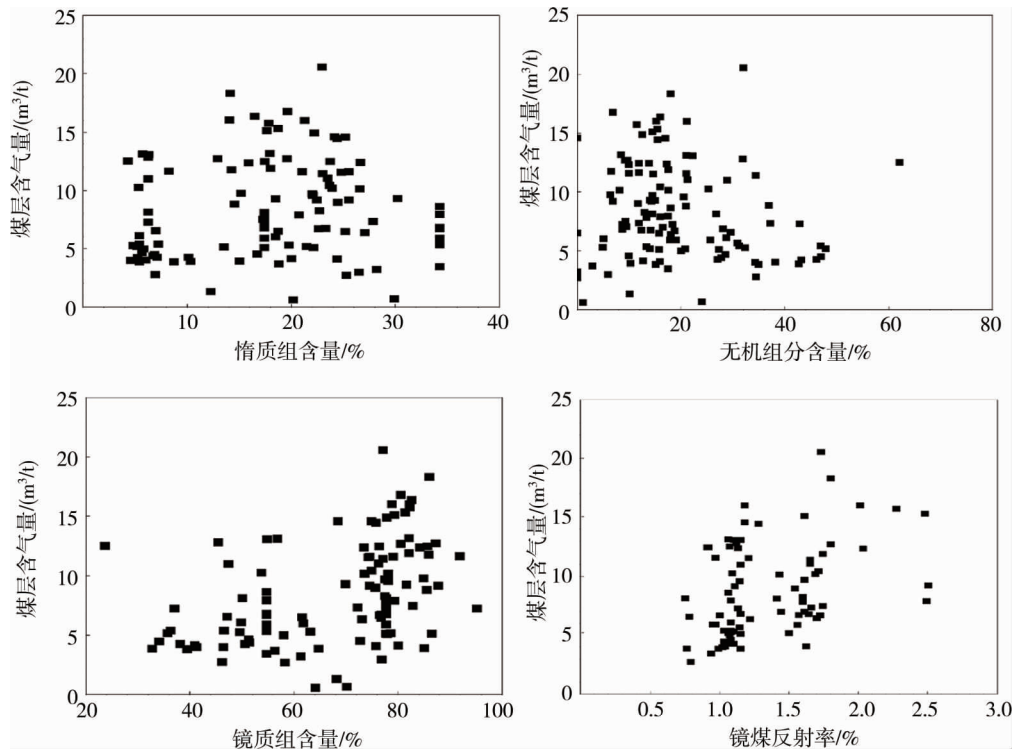


图6 黔西地区煤层含气量与煤岩参数的关系

5 煤层厚度对含气量的影响

根据以往的研究,单位体积煤层的生气量与煤层厚度之间并不存在因果联系.但是,由于煤储层本身就是一种高度致密的低渗透性岩层,上部分层和下部分层对中部分层封盖作用显著,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.因此,出现某些地区煤厚与含气量之间具有正相关趋势^[10].

黔西地区煤层厚度与含气量之间关系如图7所示.可以看出,黔西地区的煤层厚度与含气量之间均呈平躺“V”字形关系,转折点所对应的含气量在 $7\sim 13\text{ m}^3/\text{t}$.煤层厚度主要受控于2个因素,一是聚煤期泥炭沼泽均一沉降;二是聚煤期后构造改造作用.煤层多为薄-中厚煤层,即泥炭沼泽均一沉降效应控制之下的单煤层厚度不大于3 m.此外,黔西地区煤层构造破坏严重,相当一部分钻孔单层超过了区域规律所示的煤层厚度.显然,黔西地区煤层含气量与煤层厚度间关系同时受控于上述两个因素,且后期改造对煤层厚度影响很大.

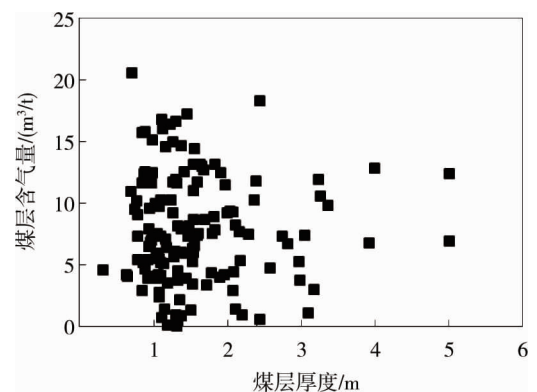


图7 黔西地区煤层厚度与含气量关系

分析不同井田的钻孔煤芯数据,煤层厚度与含气量之间的关系十分复杂(图8).在黔西地区,大部分井田的煤层厚度与含气量之间关系几乎与图8所示的总体情况一致^[11].由此,可进一步明确,导致上述“V”字形关系的重要原因,在于聚煤期后构造对煤层厚度的

改造作用.改造导致煤层含气量降低,也不利于煤层气的保存,这与传统认识截然不同.至于煤层的构造增厚为什么造成含气量降低,以及含气量转折点处于 10~15 m³/t 的地质原因,尚需今后进一步开展深入细致的论证探讨.

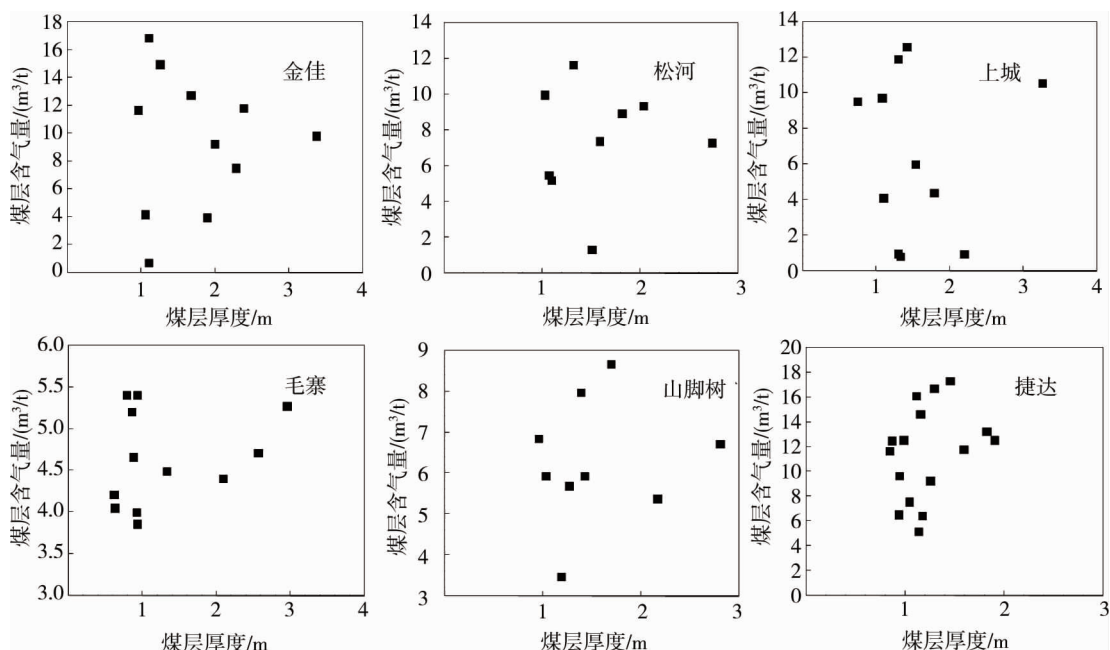


图8 黔西地区部分井田煤层厚度与含气量关系

6 煤的变质程度对煤层气含量的影响

煤的变质程度对煤层气含量的影响主要是通过对煤的生气量和煤的吸附能力的影响而体现的.热模拟试验证明,煤的生气量与煤的变质程度有关,从长焰煤至无烟煤,随着变质程度的增加,煤的生气量提高^[1].煤的等温吸附试验也显示,从长焰煤至无烟煤Ⅱ号煤的吸附能力是增加的.因而一般情况下,同样构造部位的煤层气含量随煤变质程度的增高而增加.

数据统计结果表明,随着煤阶的增高,黔西地区煤层含气量呈现出变大的趋势(图9),表明煤的变质程度也是影响煤层含气量的重要原因之一.

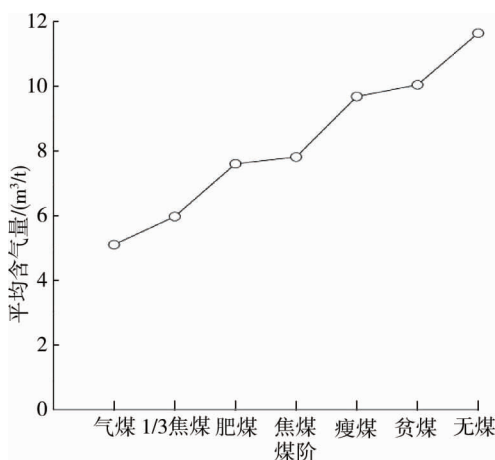


图9 煤层含气量与煤阶的关系

7 结论

1) 影响黔西煤层气含量的主控因素是煤层埋深、煤岩煤质、煤层分化带埋深、煤层厚度.

2) 研究区甲烷浓度与埋深之间总体显示“V”字形关系,单个井田情况多样性,黔西地区煤层含气量与埋深的对应关系都十分离散,但仍可看出其在勘探深度范围内有一定分布规律.总体而言,煤层埋深增大,含气量趋于增高.

3) 受深部地质及地表风化条件的影响判研究区风氧化带深度平均大约 150 m,研究区煤层含气量与煤质参数及煤层厚度之间的关系十分离散,但煤层含气量却与镜质组最大反射率及煤变质程度呈正相关关系.

参考文献:

- [1] 刘茜,刘强,何俊宏,等.石宝地区煤层气成藏地质条件分析与开发建议[J].西部探矿工程,2012(8):102-105.
- [2] 刘强,巫晓兵,何俊宏,等.古叙矿区煤层气成藏开采地质条件分析评价[J].四川地质学报,2012,32(4):441-444.
- [3] 煤炭科学研究总院西安分院.盘关、格目底向斜煤层气勘探目标评价研究[R].2004.
- [4] 申建,傅雪海,秦勇,等.平顶山八矿煤层底板构造曲率对瓦斯的控制作用[J].煤炭学报,2010,35(4):586-589.
- [5] 彭伦,刘龙乾,张伟,等.青山矿区水文地质控气特征研究[J].煤炭学报,2010,19(6):1-3.
- [6] 秦勇,高弟.贵州省煤层气资源潜力预测与评价[M].徐州:中国矿业大学出版社,2012.
- [7] 秦勇,熊孟辉,易同生,等.论多层叠置独立含煤层气系统—以贵州织金—纳雍煤田水公河向斜为例[J].地质论评,2008,54(1):65-70.
- [8] 李五忠,赵庆波,吴国干,等.中国煤层气开发与利用[M].北京:石油工业出版社,2008.
- [9] 李五忠.滇东黔西地区煤层气分布特征及勘探方向[J].中国煤层气,1996(2):61-63.
- [10] 邵龙义,肖正辉,唐书恒,等.中国南方煤层气资源潜力及勘探方向[C]//煤层气勘探开发理论与实践.北京:石油工业出版社,2007.
- [11] 罗开艳.贵州煤层气丛式井抽采技术研究[J].能源技术与管理,2014,39(4):124-126.