

宿南矿区主采煤层含气量特征及其影响因素分析

赵孔雨, 魏强*, 石从秋, 夏胡斌, 阎旭畅, 柳振宇

宿州学院资源与土木工程学院, 安徽 宿州

收稿日期: 2023年4月26日; 录用日期: 2023年6月28日; 发布日期: 2023年7月5日

摘要

为探究宿南矿区主采煤层含气量特征及其影响因素, 本文对煤层含气量及其组分进行了测定, 并对其影响因素进行了分析。结果表明: 祁南煤矿7-2煤层含气量为0.26~27.62 m³/t (平均12 m³/t)。组分中, CH₄含量为16.34%~97.61%, 平均为72.71%; CO₂和N₂分别为0.2%~15.07% (平均3.5%)和1.2%~69.9% (平均为17.34%)。祁东煤矿8-2煤层含气量为0.05~15.24 m³/t (平均为6.99 m³/t)。组分中, CH₄含量为4.89%~98.54%, 平均为72.83%, CO₂和N₂占比分别为0.51%~50.29% (平均为8.33%)和0.41%~77.51% (平均为22.04%)。含气量与煤层埋深成正相关, CH₄、CO₂和N₂与煤层埋深没有相关性。

关键词

宿南矿区, 主采煤层, 煤层气, 含气量, 影响因素

Analysis of Gas Content Characteristics and Influencing Factors in Main Mining Coal Seams from Su'nan Mining Area

Kongyu Zhao, Qiang Wei*, Congqiu Shi, Hubin Xia, Xuchang Yan, Zhenyu Liu

School of Resources and Civil Engineering, Suzhou University, Suzhou Anhui

Received: Apr. 26th, 2023; accepted: Jun. 28th, 2023; published: Jul. 5th, 2023

Abstract

In order to explore the characteristics and influencing factors of the gas content in the main coal

*通讯作者。

文章引用: 赵孔雨, 魏强, 石从秋, 夏胡斌, 阎旭畅, 柳振宇. 宿南矿区主采煤层含气量特征及其影响因素分析[J]. 自然科学, 2023, 11(4): 549-554. DOI: 10.12677/ojns.2023.114065

seams from the Su'nan Mining Area, the gas content and components of the selected coal seams were tested, and the influencing factors were analyzed in this paper. The results show that the gas content of No. 7-2 coal seam from Qi'nan Coal Mine is 0.26~27.62 m³/t (average of 12 m³/t). For the components, CH₄ content accounts for 16.34% to 97.61%, with an average of 72.71%. The CO₂ and N₂ are 0.2%~15.07% (average of 3.5%) and 1.2%~69.9% (average of 17.34%), respectively. The gas content of No. 8-2 coal seam from Qidong Coal Mine is 0.05~15.24 m³/t (average of 6.99 m³/t). For the components, the CH₄ content accounts for 4.89% to 98.54%, with an average of 72.83%. The CO₂ and N₂ are 0.51%~50.29% (average of 8.33%) and 0.41%~77.51% (average of 22.04%), respectively. The gas content is directly proportional to the burial depth of coal seam, while CH₄, CO₂, and N₂ are not correlated with the burial depth of coal seams.

Keywords

Su'nan Mining Area, Main Mining Coal Seams, Coalbed Methane, Gas Content, Influencing Factors

Copyright © 2023 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

煤层气是一种储存于煤层及其邻近岩层中的以自生自储式为主的非常规天然气，是煤的伴生资源，其主要成分是甲烷[1]。煤层气是一种热值高、无污染的新能源，可以用来发电，用作工业燃料、化工原料和居民生活燃料。我国安徽省煤炭资源丰富，主要分布在两淮地区，俗称“两淮煤田”，截至2020年底，两淮煤田保有煤炭资源量300亿吨。据安徽省能源局预测，到2020年全省天然气需求量将提高到100亿m³左右，消费缺口预计将达到10~20亿m³[2]，所以，合理开发利用宿南矿区煤层气不但可以充分利用地下资源，而且可以提高当地煤矿产业的经济效益，对缓解常规油气供应紧张、减少温室气体排放、保护环境有实际意义。

前人通过研究，确定了煤储层埋藏深度、煤层厚度、孔隙结构、构造条件等诸多要素对煤层气特征的影响。英成娟[3]通过对宿南矿区主采煤层进行研究，初步得到了瓦斯含量、煤层厚度、地温等因素的相互关系。曹军涛等[4]通过研究初步得到了煤层含气量的影响因素主要包括煤的变质程度、温度、压力、煤质、煤层有效埋藏深度等。汪岗等[5]通过研究分析深部煤层孔隙压缩系数，得到了孔隙压缩系数与埋深的相互关系。童柳华等[6]通过分析并初步确定了煤层埋藏深度为影响瓦斯赋存的主要因素。本文以宿南矿区煤矿煤层气样品为研究对象。通过实验，分析了煤层气含量和组分特征，探讨了煤层埋藏深度等要素与煤层气含量的关系。该研究为宿南矿区煤层气勘探和开发提供一定的理论基础和参考依据。

2. 地质背景

宿南矿区坐落于宿州市中心城区的南部，面积约为302 km²。地处淮北煤田的东南部边缘，东部以西寺坡断层为界，南部以板桥断层为界。总体轮廓属于向斜构造，以正断层为主，走向以NE及NNE方向为主。褶皱轴向有NW、NNE以及NNW方向。断层大部分走向为NE以及NNE方向，个别走向为近SN或NW方向(图1)。其间分布有朱仙庄、芦岭、桃园、祁南、祁东等煤矿。宿南矿区含煤地层厚度约为600~1800 m，平均为1080 m。其中，上石盒子组主要含1、2、3煤层，下石盒子组主要含4~9煤层，山西组主要含10和11煤层。主采煤层主要为3-2、7-2、8-2和10煤层[6]。3-2、6-1、6-3、7-1、7-2、

8-2、10 煤层均为稳定煤层[3]。

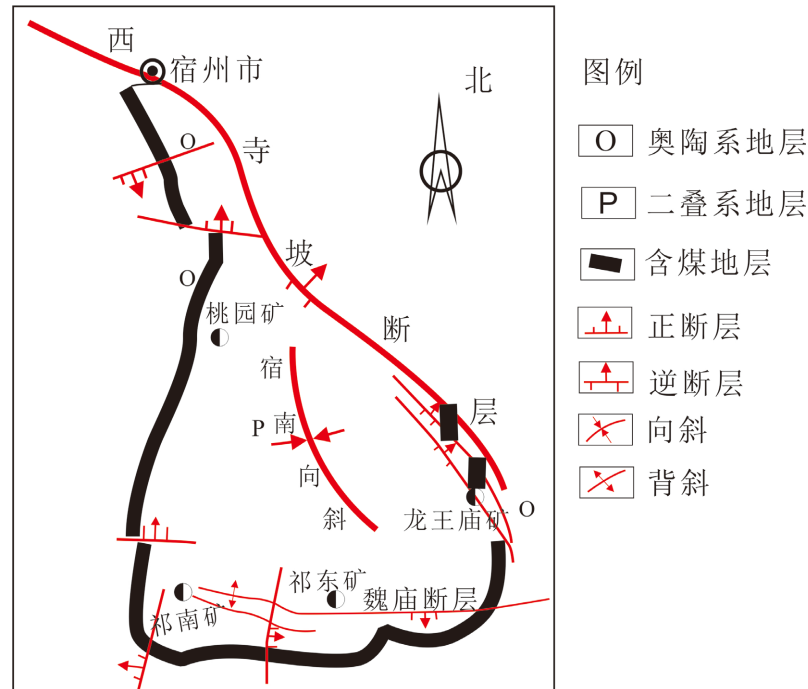


Figure 1. Geological outline map of Su'nan Mining Area [3]
图 1. 宿南矿区地质纲要图[3]

3. 煤层含气量特征

煤层的含气量数据如图 2 所示。祁南煤矿 7-2 煤层含气量介于 $0.26\sim 27.62\text{ m}^3/\text{t}$ 之间，平均为 $12\text{ m}^3/\text{t}$ 。在祁东煤矿 8-2 煤层中，含气量介于 $0.05\sim 15.24\text{ m}^3/\text{t}$ ，平均为 $6.99\text{ m}^3/\text{t}$ 。总体上，8-2 煤层的含气量均值相对于 7-2 煤层较低。在 1、3、4、5、6、7、8、10 样品中，7-2 煤层含气量均多于 8-2 煤层。但是，在 2、9、11 样品中反之，且在 7-2 煤层中 9 号样品含气量最低，为 $0.26\text{ m}^3/\text{t}$ 。

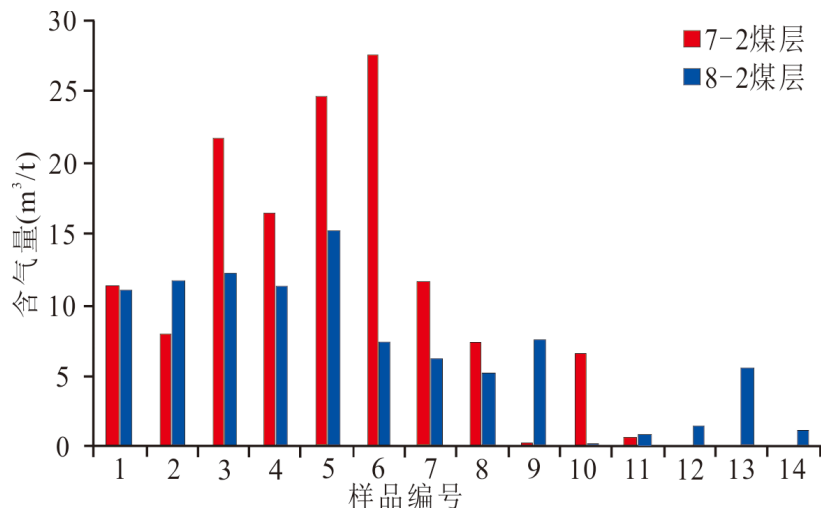


Figure 2. Histogram of gas content from the coalbed methane samples
图 2. 煤层气样品中的含气量直方图

4. 煤层含气量组分特征

从煤层气组分看, 7-2 与 8-2 煤层含 CH_4 、 CO_2 和 N_2 , 并且以 CH_4 为主。由图 3 可知, CH_4 含量占比在 7-2 和 8-2 煤层中均为最高值, 但在 7-2 煤层的 9 号样品和 8-2 煤层的 10、11、12、14 号样品中, N_2 含量占比大于 CH_4 含量占比, 且 7-2 煤层中的 9 号样品中 CH_4 含量占比为 16.34%, 是该煤层样品中 CH_4 含量占比最小值。

在 7-2 煤层中, CH_4 含量占比在 16.34%~97.61%, 平均为 72.71%, CO_2 和 N_2 占比分别为 0.2%~15.07% (平均值 3.5%) 和 1.2%~69.95% (平均值 17.34%)。同样地, 在 8-2 煤层中, CH_4 含量占比在 4.89%~98.54%, 平均值为 72.83%。 CO_2 和 N_2 分别为 0.51%~50.29% (平均值 8.33%) 和 0.41%~77.51% (平均值 22.04%)。对比发现, 7-2 煤层中 CH_4 含量占比均值比 8-2 煤层高。在 7-2 和 8-2 煤层中 CO_2 和 N_2 含量较少几乎不超过整体的 25%。

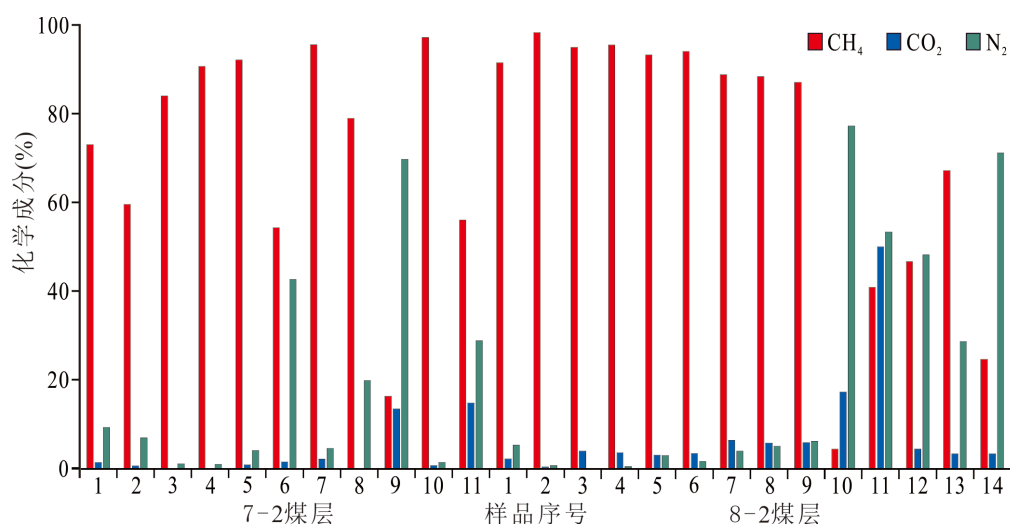


Figure 3. Histogram of components from the coalbed methane samples
图 3. 煤层气样品中的组分直方图

5. 煤层含气量影响因素

根据对 7-2、8-2 煤层的样品分析, 得到了关于煤层含气量、组分与埋藏深度的关系图(图 4 和图 5)。宿南煤矿 7-2 煤层埋深介于 511.05~1243.65 m, 平均值为 1000.3 m; 8-2 煤层埋深介于 426.47~871.90 m, 平均值为 667.41 m。

由图 4(a)可知, 除去异常点, 7-2 煤层含气量随埋藏深度的增加而增加, 这在一定程度上反映了埋藏深度对含气量的影响。图 4(b)显示, 煤层中 CH_4 相对含量与煤层埋深关系不大。但从数值的分布程度上看, 埋深在 400~1200 m 之间的大多数样品 CH_4 相对含量在 70% 以上, 这与煤层古沉积环境和现今良好的封闭条件有关。

由图 4(c)可知, CO_2 含量随埋藏深度的增加无变化。除去异常数据点, CO_2 含量多集中在小于 4% 的区域。异常点中, CO_2 含量最大为 15.07%。图 4(d)显示, N_2 相对含量与煤层埋深不相关。样品中 N_2 含量最大为 69.95%, 其余大多数样品落在小于 20% 的区域。

由图 5(a)可以看出, 8-2 煤层含气量与埋藏深度相关性较弱, 含气量随着埋藏深度的增加而增加。图 5(b)显示, CH_4 相对含量与煤层埋深无相关性。其中, 61.5% 的样品点落在大于 80% 的区域, 30.8% 的样品点落在小于 60% 的区域, 剩下的落在 60~80% 的区域。

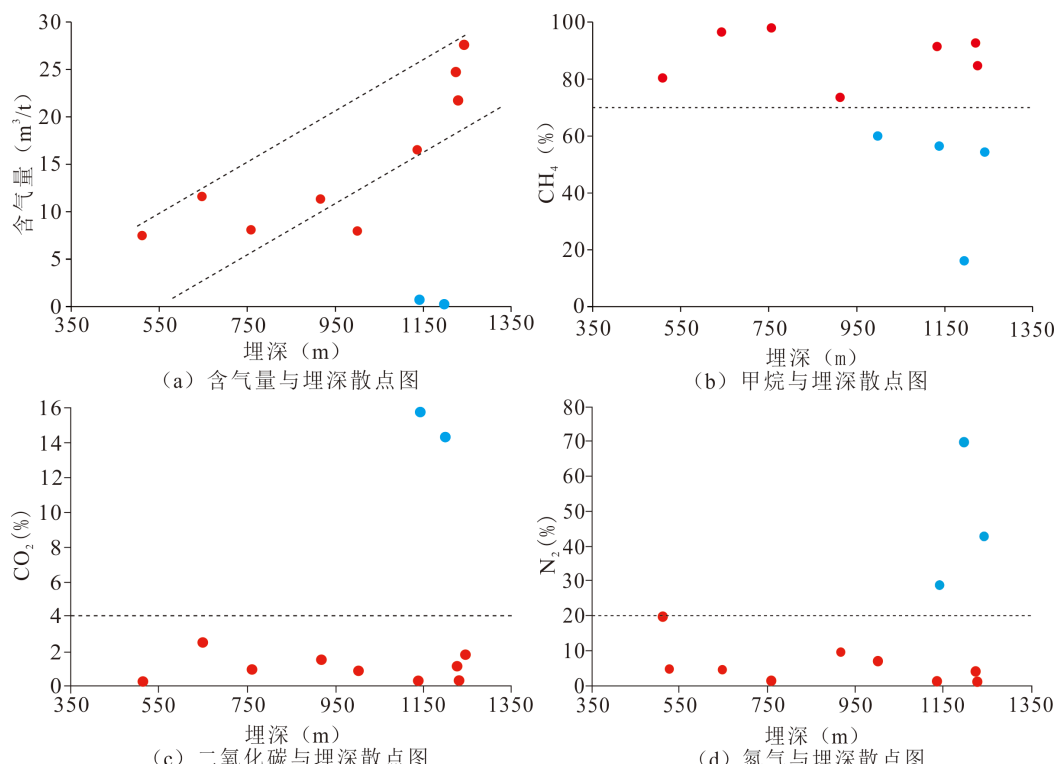


Figure 4. Relationships among gas content, components, and burial depth of No. 7-2 coal seam
图 4. 7-2 煤层含气量、组分与埋深关系图

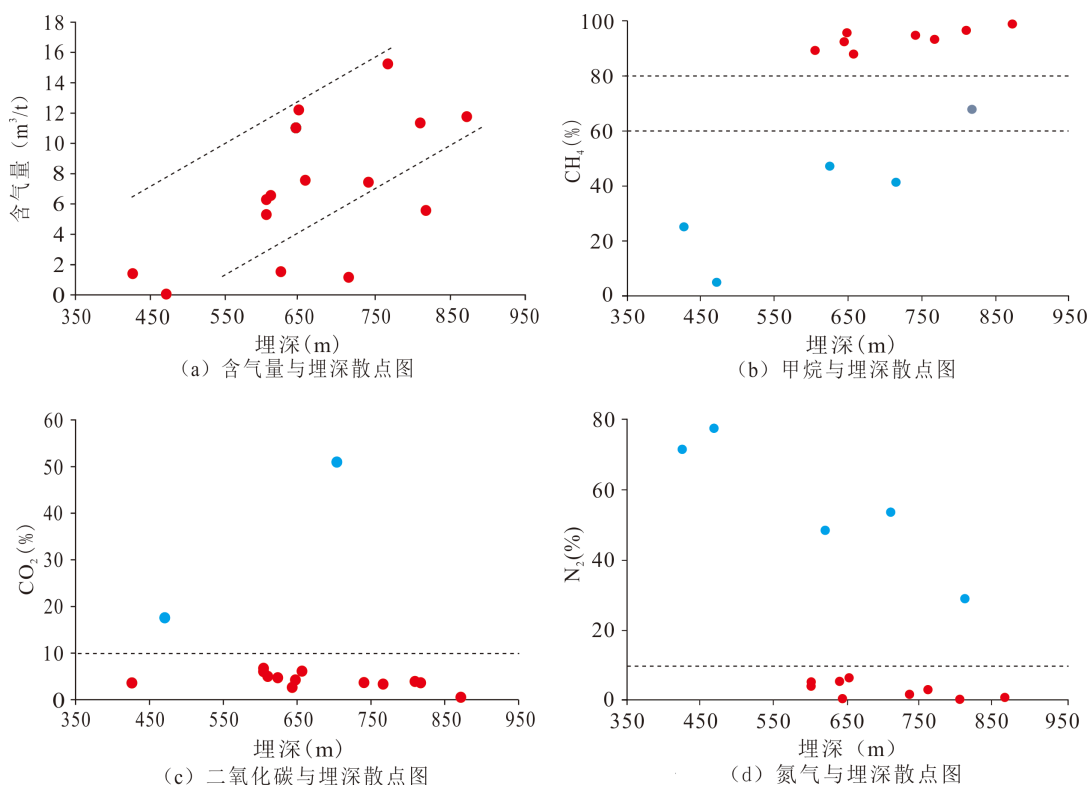


Figure 5. Relationships among gas content, components, and burial depth of No. 8-2 coal seam
图 5. 8-2 煤层含气量、组分与埋深关系图

由图 5(c)可以看出,煤层埋深与 CO₂ 相对含量不相关。该煤层样品中 CO₂ 相对含量最大为 50.29%,其余样品多集中在小于 10%的区域。图 5(d)显示, N₂ 相对含量与煤层埋深不相关。样品中 N₂ 含量最大为 77.51%, N₂ 含量 ≤ 10% 占 69.2%。

通过对样品分析可知,尽管 7-2 和 8-2 煤层含气量与埋深间的关系较为离散,但整体上,除去异常点之外,含气量与埋藏深度之间具有一定的弱相关关系,煤层含气量随着埋藏深度的增加而增加。从数据分析来看, CH₄、CO₂ 和 N₂ 与埋藏深度没有相关性。

6. 结论

本文基于对宿南矿区 7-2、8-2 煤层含气量与组分特征的分析,结合地质背景、含气量及组分与埋深之间关系,得出了以下结论:

1) 宿南煤矿 7-2 煤层含气量介于 0.26~27.62 m³/t 之间,平均值为 12 m³/t。煤层埋深介于 511.05~1243.65 m,平均值为 1000.3 m。CH₄ 含量占比在 16.34%~97.61%, CO₂ 和 N₂ 占比分别为 0.2%~15.07% 和 1.2%~69.95%。

2) 宿南煤矿 8-2 煤层含气量介于 0.05~15.24 m³/t 之间,平均值为 6.99 m³/t。煤层埋深介于 426.47~871.90 m,平均值为 671.47 m。CH₄ 含量占比在 4.89%~98.54%, CO₂ 和 N₂ 占比分别为 0.51%~50.29% 和 0.41%~77.51%。

3) 宿南矿区主采煤层含气量与煤层埋深成正相关, CH₄、CO₂ 和 N₂ 与煤层埋深没有相关性。但是 7-2 与 8-2 煤层 CH₄ 相对含量 ≥ 80% 分别占 54.6% 和 61.5%, 这与煤层古沉积环境和现今良好的封闭条件有关。

基金项目

省级大学生创新创业训练计划项目(S202110379198, 深部低渗煤层气储层孔裂隙三维可视化表征); 宿州学院第十六届大学生科研立项(ZCXM22-326, ZCXM22-325); 宿州学院博士后科研启动基金(2022BSH001); 安徽省高校自然科学研究项目(KJ2021A1113)。

参考文献

- [1] 张群, 降文萍, 姜在炳. 我国煤矿区煤层气地面开发现状及技术研究进展[J]. 煤田地质与勘探, 2023, 51(1): 139-158.
- [2] 张文永. 安徽省“十三五”期间煤层气勘查开发的战略思考[J]. 中国煤炭地质, 2016, 28(12): 38-42.
- [3] 英成娟. 安徽宿南矿区 7₂ 煤层开采地质条件综合评价[D]: [硕士学位论文]. 淮南: 安徽理工大学, 2016.
- [4] 曹军涛, 赵军龙, 王轶平, 等. 煤层气含量影响因素及预测方法[J]. 西安石油大学学报(自然科学版), 2013, 28(4): 28-34.
- [5] 汪岗, 秦勇, 申建, 等. 基于变孔隙压缩系数的深部低阶煤层渗透率实验[J]. 石油学报, 2014, 35(3): 462-468.
- [6] 童柳华, 马正徐, 赵志根. 宿南矿区瓦斯含量分布特征及深部瓦斯预测研究[J]. 煤矿爆破, 2019, 37(4): 19-23.