

薛湖煤矿瓦斯赋存规律研究

张格强

河南神火煤电股份有限公司薛湖煤矿 河南 永城 476600

【摘要】：为了预测煤层瓦斯含量和瓦斯压力，超前防治矿井瓦斯灾害。通过讨论断层、变质程度、埋深、覆岩条件对瓦斯分布的影响，运用回归法分析煤层埋深、上赋岩层厚度，煤层底板标高与瓦斯赋存量之间的关系，得出煤层瓦斯赋存的基本规律：随着埋深增加、上赋岩层厚度变厚、底边标高变深，瓦斯的赋存量都会变大；瓦斯地质单元 I₁、II 的瓦斯含量梯度为 2.61 m³/t/100m；瓦斯地质单元 I₂ 的瓦斯含量梯度为 2.81 m³/t/100m。研究预测的结果对煤层瓦斯分布预测图绘制具有指导作用，对瓦斯防治及抽采工作具有重要意义。

【关键词】：赋存规律；断层；变质程度；埋深；线性回归

Study on Gas Occurrence Law in Xuehu Coal Mine

Abstract: In order to predict the coal seam gas content and gas pressure and prevent the mine gas disaster in advance. By discussing the influence of fault, metamorphic degree, buried depth and overburden conditions on gas distribution, the regression method is used to analyze the relationship between the buried depth of coal seam, the thickness of upper host rock, the floor elevation of coal seam and the gas accumulation, and the basic law of gas storage in coal seam is obtained: with the increase of buried depth, the thickness of upper host rock and the bottom elevation, the gas accumulation will increase; the gas accumulation will increase. The gradient of gas content in quality unit I₁ and II is 2.61 m³/T/100m; the gradient of gas content in gas geological unit I₂ is 2.81 m³/T/100m. The results of the research and prediction have a guiding role in the drawing of coal seam gas distribution prediction map, and are of great significance for gas prevention and drainage.

Key words: gas occurrence law; fault; metamorphic degree; buried depth; linear regression

1 引言

通过对矿区构造特征、瓦斯生成条件、瓦斯保持条件等因素的分析，结合煤矿生产的实践，一般认为煤变质程度、顶底板透气性、地下煤层埋深、地下煤层厚度、地质构造和地下水条件等多方面的因素影响了瓦斯赋存^[1-4]。19 世纪 50 年代，苏联人就开始研究瓦斯地质，给出结论说瓦斯的富集，和多种因素相关^[5-7]。戴维德^[8]认为地质构造尤其是含煤地下岩石层中的构造对瓦斯的赋存和分布起主要作用，他提出要强化探索地质构造的演化，并加强研究瓦斯在地下煤层中的分布规律。Bibler^[9]说地质运动、构造变化极大程度的影响着瓦斯的生出条件和保有条件。罗德山姆^[10]强调了构造煤的作用，这是一个有利的介质亦是一个载体，为瓦斯的存和保有提供了有利条件。曹运兴等人对瓦斯突出作了深入研究^[11]，主要对顺煤层，探讨其基本特征、类型及对瓦斯突出带的影响。在研究地质构造控制瓦斯赋存的同时，还加深了其他地质因素对瓦斯产状的影响，如顶底板岩性和渗透性的影响以及瓦斯储库、煤厚度变化对瓦斯赋存的影响，岩浆岩体对瓦斯赋存的影响等^[12]。国内外学者从不同的角度找出瓦斯赋存量的影响因素，本文将通过分析各个影响因素找

出其与瓦斯赋存之间的回归模型。该研究对瓦斯抽采及瓦斯灾害防治具有重要意义。

2 矿井概况

薛湖煤矿位于河南永城北侧，隶属于商丘永城。地理坐标为东经 116° 17' 30" ~116° 28' 30"，北纬 34° 05' 30" ~34° 10'。薛湖煤矿采用立井、单水平上下山两翼开拓，第一水平大巷二₂煤层底板标高为-700m，第一采区为 75~70 勘探线之间、二₂煤层底板-750m 以上区段。矿井初始设计年生产能力为 1.2M_t/a，2016 年核定生产能力为 1.01M_t/a；采煤工艺是倾斜长壁回采采煤法，掘进工艺为综合机械化开采，现有掘进工作面 4 个、采煤工作面 2 个。煤层瓦斯含量随着煤层埋深的增加而增长，瓦斯赋存量受到断层影响，瓦斯含量 6.15~19.71 m³/t。

3 赋存影响因素研究

通过地质构造和钻孔取样瓦斯资料的分析，详细的了解二₂煤层瓦斯成分、含量、分布等特征，煤层瓦斯的赋存特征受多个地质条件影响：

3.1 断层、褶曲构造对瓦斯赋存的影响

矿井位于永城复背斜北端, 聂奶庙背斜西部倾伏端的北翼。同时受 EW 向构造体系和 NNE 向构造体系两个体系的控制和影响, 局部构造形态偏向复杂化。井田西部地质构造以近东西向主, 受北北东向构造影响, 构造线轻微偏移, 并产生一系列短轴褶曲及小型起伏, 井田东部地质构造以北北东向断层为主, 形成一系列 NE 和 NNE 向大型断裂组合及褶曲构造, 井田中部发育北东向和近东西向断层薛湖矿断裂构造受后期改造, 力学性质一般为压扭性, 透气性不良, 对瓦斯富集有利, 如在落差 0~5m 的断层 DF₂₀₃ 附近, 钻孔 71-4 实测含量为 19.71m³/t, 瓦斯含量急剧变大。矿区小型短轴宽缓褶曲对瓦斯赋存有局部性影响, 根据现场观: 在向斜及背斜的轴部, 瓦斯赋存量较高。

3.2 煤变质程度对瓦斯赋存的影响

井田范围内, 岩浆侵入活动影响广泛, 岩浆活动破坏了煤层的连续性, 使煤层减薄、转变为天然焦或被吞噬, 影响了煤层瓦斯赋存。

在垂向剖面中, 煤的挥发分产率是随煤层埋藏的加深而降低, 三₃煤下距二₂煤垂距约 90m 左右, 三₃煤与二₂煤的 V_{daf} 值却相差 2~4%, 深成变质作用在区内有明显的反映。各勘探线上 V_{daf} 的差值见表 1。

表 1 三₃、二₂煤的挥发分产率表

勘探线	74	84	87	92
三 ₃ 煤 V _{daf} 值平均(%)	13.97(4)	15.21(5)	14.51(4)	13.58(2)
二 ₂ 煤 V _{daf} 值平均(%)	11.90(5)	10.69(4)	13.19(3)	8.35(3)
差 值	2.07	4.52	1.32	5.23

3.3 埋藏条件对瓦斯赋存的影响

根据已有规律: 在瓦斯风化带以下, 瓦斯压力、瓦斯含量大致随煤层埋藏深度、上覆基岩厚度的增大而增加。根据瓦斯地质划分的单元, 分别对以下地质单元进行统计、整理, 结果见表 2、3。

表 2 薛湖煤矿二₂煤层 I₁ 单元地质勘探阶段瓦斯含量测定结果统计表

采样地点	埋藏深度/m	上覆基岩厚度/m	标高/m	甲烷成分/%	瓦斯含量/m ³ /t
7709	683.9	297.7	-646.4	96.9	9.2
73-3	785.9	399.0	-752.8	93.6	13.7

70-1	810.5	425.1	-774.3	91.7	11.8
25050 工作面风巷通尺 1377m 处	792.0	407.0	-754.0	96.3	10.1
2306 底抽巷通尺 1553.3m 处北帮	877.6	501.7	-846.1	94.0	12.8
2306 风巷通尺 535m 处	861.8	485.2	-826.1	93.9	14.6

表 3 薛湖煤矿二₂煤层 I₂ 单元地质勘探阶段瓦斯含量测定结果统计表

采样地点	埋藏深度/m	上覆基岩厚度/m	标高/m	甲烷成分/%	瓦斯含量/m ³ /t
8210	844.1	454.8	-777.6	73.8	9.0
8212	933.7	548.6	-895.8	78.0	11.3
84-1	964.6	581.9	-927.1	96.8	12.0
8711	931.3	532.0	-887.7	85.3	12.1
29 采区回风巷 18 号硐室位置往南 13m 处	913.7	526.7	-859.3	95.7	11.0
29 采区胶带巷 8 号硐室	894.0	507.0	-856.0	95.7	10.7

根据现场实测的煤层瓦斯数据, 运用线性回归的方法建立 I₁、I₂ 单元内煤层瓦斯赋存量回归模型。

3.3.1 埋藏深度 (H_m) 对瓦斯赋存 (W) 的影响

$$I_1: W = 0.0184H_m - 2.9708$$

$$I_2: W = 0.0357H_m - 20.106$$

式中: H_m, 煤层埋深(m); W, 瓦斯含量 (m³/t);

3.3.2 上覆基岩厚度 (m) 对瓦斯赋存 (W) 的影响

$$I_1: W = 0.0172H_j + 4.5662$$

$$I_2: W = 0.0321H_j - 4.4064$$

式中: H_j 煤层上覆基岩厚度 (m); W 瓦斯含量 (m³/t);

3.3.3 瓦斯赋存 (W) 与煤层底板标高(m)的关系

$$I_1: W = -0.0261H_d - 7.696$$

$$I_2: W = -0.0281H_d - 11.912$$

式中: H_d 煤层底板标高(m); W 瓦斯含量 (m³/t);

3.4 围岩性质对瓦斯赋存的影响

煤层围岩的透气性对瓦斯含量有很大影响。为探讨薛湖

煤矿二₂煤层围岩对瓦斯含量的影响,对瓦斯地质单元 I₁、I₂ 钻孔资料中煤层顶板 20m 内泥岩厚度资料及对应的瓦斯含量信息进行统计,详见表 4、5。

表 4 二₂煤层 I₁ 单元顶板岩性统计

采样地点	泥岩厚度 /m	甲烷成分 /%	瓦斯含量 /m ³ /t
75-2	3.1	92.5	11.7
73-3	8.8	93.6	13.7
70-1	17.5	91.7	11.9
71-3	1.6	86.8	7.4
25050 工作面风巷通尺 1377m 处	10.4	96.4	10.2
2306 底抽巷通尺 1553m 处 北帮	9.4	94.0	12.8
2306 底抽巷通尺 1609m 处 南帮	9.4	94.0	10.7

表 5 二₂煤层 I₂ 单元顶板岩性统计

采样地点	20m 顶板泥岩厚度/m	CH ₄ 成分 /%	CH ₄ 含量 /m ³ /t
8210	0.0	73.7	10.8
8212	3.5	78.0	13.5
84-1	13.0	96.9	14.3
8711	6.0	85.3	14.5
29 采区回风巷 18 号硐室位置	9.3	95.7	11.0
29 采区回风巷 13 号硐室位置	9.3	95.7	14.1
29 采区胶带巷 8 号硐室内	10.0	95.7	10.7

根据现场实测的煤层瓦斯含量,运用线性回归的方法建立 I₁、I₂ 单元内煤层瓦斯含量 (W) 与其顶板 20m 内泥岩厚度 (Hn) 的数学模型。

$$I_1: W = 0.1858 H_n + 9.5706$$

$$I_2: W = 0.0743 H_n + 11.959$$

式中: Hn——顶板泥岩厚度, m; W——瓦斯含量, m³/t;

瓦斯含量总的趋势与两个瓦斯地质单元 I₁、I₂ 的顶板泥岩厚度的相关系数 R² 分别为 0.2182、0.0369。

4 瓦斯赋存量预测

通过以上分析,找出了影响二₂煤层瓦斯地质单元 I₁、I₂ 瓦斯含量的不同因素关系表 6、7。

表 6 I₁ 单元煤层瓦斯含量与主要因素关系表

Tab 6 relationship between gas content and main factors of I₁

因素 (x)	关系表达式	相关系数 (R ²)
煤层埋藏深度	$W = 0.0184 H_m - 2.9706$	0.68
上覆基岩厚度	$W = 0.0172 H_j + 4.5662$	0.67
煤层底板标高	$W = -0.0261 H_b - 7.696$	0.74
顶板 20m 内泥岩厚度	$W = 0.1858 H_n + 9.5706$	0.55

表 7 I₂ 单元煤层瓦斯含量与主要因素关系表

Tab 6 relationship between gas content and main factors I₂

因素 (x)	关系表达式	相关系数 (R ²)
煤层埋藏深度	$W = 0.0357 H_m - 20.106$	0.80
上覆基岩厚度	$W = 0.0321 H_j - 4.4064$	0.74
煤层底板标高	$W = -0.0281 H_b - 11.912$	0.82
顶板 20m 内泥岩厚度	$W = 0.0743 H_n + 11.959$	0.20

预测结果如下:

(1) 瓦斯地质单元 I₁

该单元内,瓦斯含量梯度为 2.61 m³/t/100m。预测-525m 处的瓦斯含量趋势值是 6 m³/t, -1061m 处的瓦斯含量趋势值是 20 m³/t。

(2) 瓦斯地质单元 I₂

该单元内,瓦斯含量梯度为 2.81 m³/t/100m。预测-637m 处的瓦斯含量趋势值是 6m³/t, -922m 处的瓦斯含量趋势值是 14 m³/t。

5 结论

(1) 地质构造对瓦斯赋存具有较大的影响。

(2) 对煤层埋深、上赋岩层厚度,底板标高的线性回归得出:随着埋深增加、上赋岩层厚度变厚、底边标高变深,瓦斯的赋存量都会变大,且具有较好的相关性。

(3) 经分析可预测出:瓦斯地质单元 I₁、II 的瓦斯含量梯度为 2.61 m³/t/100m。瓦斯地质单元 I₂ 的瓦斯含量梯度为 2.81 m³/t/100m。

参考文献:

- [1] 秦玉金. 深部煤层瓦斯赋存特征与解吸规律研究及应用[D]. 辽宁工程技术大学, 2012.
- [2] 季文博. 近距离煤层群采动煤岩渗透特性演化规律与实测方法研究[D]. 中国矿业大学(北京), 2013.
- [3] 牛菲. 桑树坪煤矿3号煤层瓦斯赋存规律及防突技术研究[D]. 西安科技大学, 2020.
- [4] 芮绍发,陈富勇,宋三胜. 煤矿中小型构造控制瓦斯涌出规律[J]. 矿业安全与环保, 2001(6): 18-19, 75.
- [5] 张子敏,吴吟. 中国煤矿瓦斯赋存构造逐级控制规律与分区划分[J]. 地学前缘, 2013, 20(2): 237-245.
- [6] 安鸿涛,康彦华,孙四清. 岩浆侵入破坏区煤层瓦斯地质规律[J]. 矿业安全与环保, 2010, 37(5): 52-54, 58, 95.
- [7] 韩江伟,董达. 地质构造对鹤煤五矿煤层瓦斯赋存规律的影响[J]. 煤炭技术, 2010, 29(1): 113-116.
- [8] Creedy. DAVID-P.. Geological controls on the Formation and distribution of Gas in British coal Measure strata[J]. International of coal geology, 1988(10).
- [9] Bibler cj Marshall-JS-Pileher. Status of worldwide coal mine methane emissions and use RC[J]. Int J Coal Geol, 1998, 35: 283-310.
- [10] Frodsham k GR. The Impact of Tectonic Deformation Upon Coal Seams in the South Wales Coalfield[J]. Int J Coal Geol, 1999, 38: 297-332.
- [11] 曹运兴,彭立世,侯泉林. 顺煤层断层的基本特征及其地质意义[J]. 地质论评, 1993(6): 522-528.
- [12] 彭信山,刘明举,陈阳,等. 含水性及水动力条件对煤层瓦斯逸散与赋存的控制作用[J]. 煤炭学报, 2014, 39(S1): 93-99.