

薛湖矿煤层钻孔瓦斯自然排放半径测定

李仲远

河南神火煤电股份有限公司 河南 永城 476600

【摘要】：合理的布置钻孔间距是瓦斯抽采工作中重要的环节之一，抽放孔间距过大过小都存在不良影响，抽放孔间距过大会存在抽采盲区；抽放孔间距过小，会导致施工大量钻孔、增加瓦斯抽采成本。为确定薛湖矿 2306 风巷二₂煤层钻孔瓦斯自然排放半径合理布置自然排放钻孔。基于实际煤层赋存条件，在现场布置自然排放孔及抽采效果测试孔。通过对比测试孔打孔前后瓦斯浓度变化达到确定钻孔瓦斯自然排放半径：2306 风巷孔径为 75mm、孔深为 10m 钻孔排放半径为 0.25m；孔径为 94mm、孔深为 10m 钻孔排放半径为 0.35m。试验结果对该煤层钻孔间距确定具有指导性意义，在降低抽采成本的同时可确保矿井安全生产。

【关键词】：瓦斯抽采；自然排放；钻孔直径；瓦斯涌出量；钻孔排放半径

Determination of natural gas emission radius of borehole in Xuehu Coal Mine

Abstract: Reasonable layout of borehole spacing is one of the important links in gas drainage work. Too large or too small spacing of drainage holes has adverse effects. Too large spacing of drainage holes will lead to blind area of gas drainage. Too small spacing of drainage holes will lead to a large number of construction boreholes and increase the cost of gas drainage. In order to determine the natural gas drainage radius of No.2 coal seam boreholes in 2306 air lane of Xuehu mine, the natural gas drainage boreholes are reasonably arranged. Based on the actual coal seam occurrence conditions, natural drainage holes and extraction effect test holes are arranged on site. By comparing the gas concentration changes before and after drilling, the natural gas drainage radius of 2306 air lane is determined as follows: the diameter is 75mm, the depth is 10m, the drainage radius is 0.25m; the diameter is 94mm, the depth is 10m, the drainage radius is 0.35m. The test results have guiding significance for the determination of borehole spacing in the coal seam, which can reduce the extraction cost and ensure the safety production of the mine.

Key words: Gas drainage; natural discharge; borehole diameter; gas emission; borehole discharge radius

1 引言

能源是国家的战略性资源，煤炭是中国最重要的能源之一，占一次能源 70% 以上^[1]。煤与瓦斯突出事故的频发严重制约了我国煤炭工业的发展造成我国煤矿瓦斯抽采率低的客观原因主要为地质条件复杂，煤层赋存不稳定、透气性差，从而导致抽采难度较大^[2]。对于不同的矿井，由于抽采煤层的赋存情况不同，所用钻孔基本参数也有所不同，从而导致人为可控主观影响因素对瓦斯抽采效果起着至关重要的影响^[3]。合理的布置钻孔间距是瓦斯抽采工作中重要的环节之一，抽放孔间距过大，钻孔之间存在抽采盲区；若抽放孔间距过小，会导致施工大量钻孔，会增加瓦斯抽采成本。所以，瓦斯抽采设计应以抽采半径为依据。井下瓦斯抽采技术中，按施工工艺划分，主要可分为钻孔抽采、埋管抽采和插管抽采^[4]。钻孔排放瓦斯属于钻孔抽采中的一种。钻孔排放瓦斯的实质是利用排放钻孔使得煤层卸压并促使瓦斯解吸。钻孔排放半径既反映了钻孔的卸压范围，又体现了瓦斯解吸的通道，是合理布置排放钻孔的最基本参数和依据^[5-6]。

以打钻前最后一次测量测试孔的瓦斯涌出量的时间为起点开始计时，每 10min 测一次各个测试钻孔的瓦斯涌出量。如果连续 3 次测量测试钻孔的瓦斯涌出量都比打排放孔前增高 10%，即表明该测试钻孔处于排放钻孔的排放半径之内。符合本项中的上述测试钻孔距排放钻孔最远距离即为排放钻孔的排放半径^[7]。

2 矿井概况

薛湖井田位于河南省永城市北部，属永城市管辖。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、单水平上下山开拓，第一水平大巷标高为二₂煤层底板-700m，首采区为 75~70 勘探线之间、二₂煤层底板-750m 以浅区段。矿井设计年生产能力为 1.2Mt/a，2016 年核定生产能力为 1.01Mt/a；采煤工艺为倾斜长壁采煤法，掘进工艺为综合机械化掘进，现有采煤工作面 2 个、掘进工作面 4 个；中国矿业大学于 2008 年对薛湖煤矿二₂煤层的取样鉴定结果显示，所采二₂煤层无爆炸性，自然倾向等级属 III 类不易自燃煤层，-786m 以上

具有突出危险性。

3 现场试验及分析

3.1 测定地点概况

薛湖煤矿 2306 风巷二₂煤层赋存稳定, 结构简单, 煤层倾角为 $-6^{\circ} \sim 5^{\circ}$, 为近水平煤层, 煤厚 2-3m, 平均煤层厚度 2.5m, 顶板为约 5.4m 的粉砂岩, 底板为约 2.25m 的粉砂岩, 2306 风巷巷道标高-764~-828m, 设计走向长度 1744m, 断面为梯形, 净高 3.4m, 净宽为 4.6m, 通风方式为局部压入式通风。实测煤层原始瓦斯含量为 $14.1\text{m}^3/\text{t}$, 截止至试验时巷道掘进通尺为 444.8m。

本次考察 $\Phi 75\text{mm}$ 和 $\Phi 94\text{mm}$ 两个规格孔径钻孔的排放半径。其中, $\Phi 75\text{mm}$ 钻孔排放半径的考察布置在 2306 风巷通尺 444.8m 北帮, $\Phi 94\text{mm}$ 钻孔排放半径的考察布置在 2306 风巷通尺 394.8m 北帮。考察点区域图见图 1。

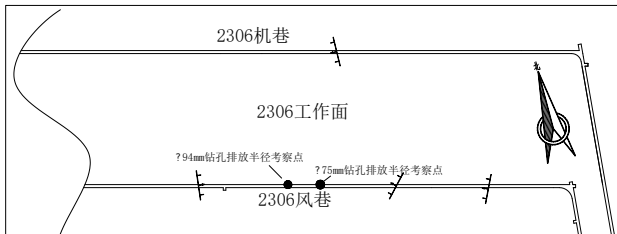


图 1 自然排放半径测定点区域平面图

3.2 测定方案

(1) 在考察点用手持式风钻施工四个相互平行的测试钻孔, 孔径 42mm, 孔深 7m, 钻孔倾角为沿煤层方向, 钻孔夹角为垂直煤层方向, 钻孔布孔间距如图 2 所示。其中, 1#钻孔为 $\Phi 75\text{mm}$ 排放钻孔, 2#钻孔为 $\Phi 94\text{mm}$ 排放钻孔, 1-1、1-2、1-3 和 1-4 为 $\Phi 75\text{mm}$ 钻孔的排放半径的测试钻孔, 2-1、2-2、2-3 和 2-4 为 $\Phi 94\text{mm}$ 钻孔的排放半径的测试钻孔。

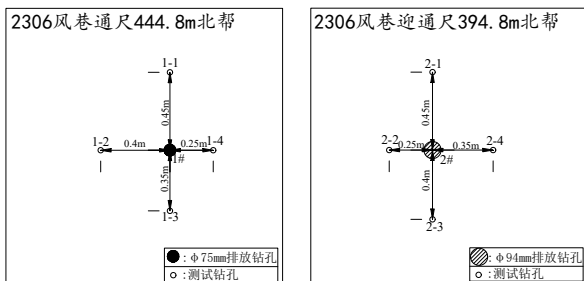


图 2 考察钻孔间距示意图

(2) 对测试钻孔进行封孔, 封孔长度为 6m, 封孔管为四分注浆管, 封孔材料为合成树脂;

(3) 在预定排放钻孔位置施工平行于测量孔的排放钻孔, 孔深为 10m。

(4) 在施工排放钻孔前用流量计测量各测试钻孔的瓦斯自然涌出量, 并开始计时, 每隔 10min 测定一次各测量孔的瓦斯涌出量。

3.3 测试结果及分析

(1) $\Phi 75\text{mm}$ 钻孔排放半径测试结果

$\Phi 75\text{mm}$ 钻孔排放半径考察的测试钻孔的涌出量变化见表 1。

时间 (min)	1-1 钻孔涌出量 (L/min)	1-2 钻孔涌出量 (L/min)	1-3 钻孔涌出量 (L/min)	1-4 钻孔涌出量 (L/min)
0	0.77	2.06	1.4	1.35
10	0.75	1.67	1.02	0.66
20	0.62	1.36	0.82	0.48
30	0.4	0.82	0.78	0.42
40	0.35	0.36	0.72	0.45
50	0.2	0.29	0.64	0.68
60	0.25	0.24	0.56	1.02
70	0.28	0.22	0.48	1.32
80	0.25	0.13	0.42	1.52
90	0.22	0.13	0.36	1.58
100	0.22	0.06	0.32	1.56
110	0.13	0.08	0.22	0.86
120	0.15	0.04	0.18	0.29

表 1 $\Phi 75\text{mm}$ 钻孔排放半径考察钻孔涌出量表

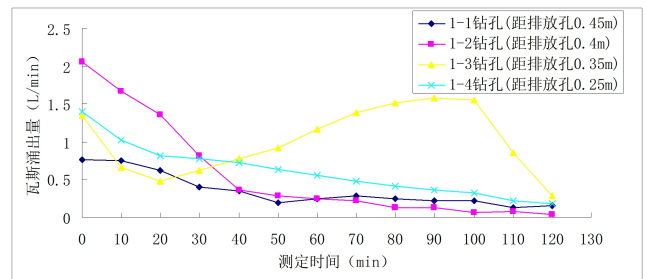
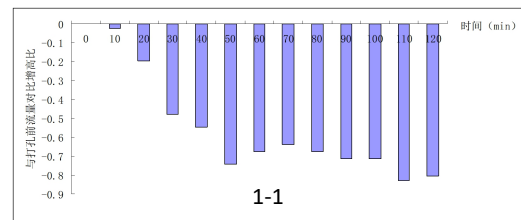


图 3 $\Phi 75\text{mm}$ 钻孔排放半径考察钻孔涌出量衰减曲线



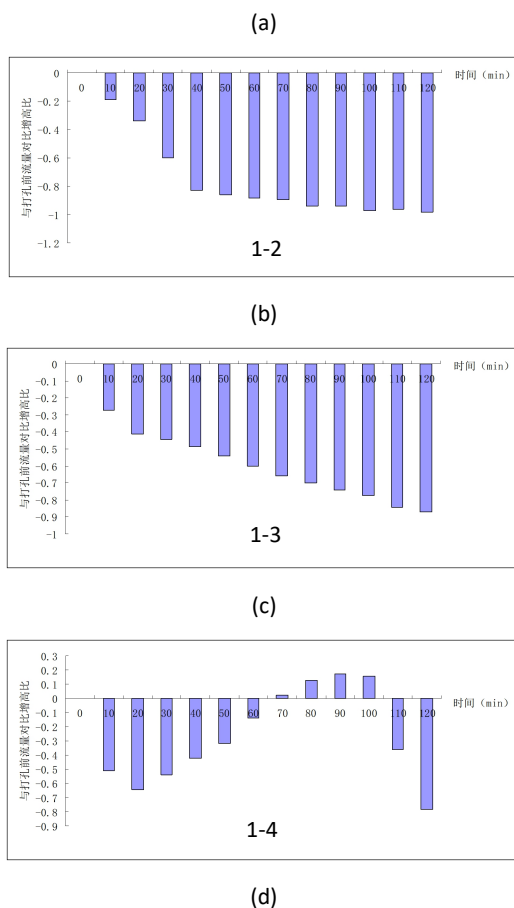


图4 $\Phi 75\text{mm}$ 排放钻孔的测试钻孔涌出量
与打钻前涌出量对比增高比图

由图3和图4可知,

(1) 1-1、1-2和1-3钻孔的瓦斯涌出量在测试时间内一直呈衰减规律;

(2) 1-4钻孔的瓦斯自然涌出量从0-20min一直呈衰减趋势,从20min-90min钻孔瓦斯涌出量呈递增趋势,并在第90分钟达到峰值后重新开始衰减。其中,80min、90min、100min连续3次测量的瓦斯涌出量都比打排放孔前增高10%。

因此,2306风巷 $\Phi 75\text{mm}$ 、孔深为10m钻孔排放半径为0.25m。

(2) $\Phi 94\text{mm}$ 钻孔排放半径测试结果

$\Phi 94\text{mm}$ 钻孔排放半径考察的测试钻孔的涌出量变化见表2。

时间 (min)	2-1 钻孔涌 出量(L/min)	2-2 钻孔涌 出量(L/min)	2-3 钻孔涌 出量(L/min)	2-4 钻孔涌 出量(L/min)
0	1.92	1.04	1.51	1.35

10	1.42	0.92	1.12	1.02
20	1.02	0.86	0.84	0.62
30	0.72	1.06	0.53	0.56
40	0.42	1.14	0.42	0.68
50	0.32	1.16	0.31	0.94
60	0.26	1.15	0.24	1.18
70	0.16	1.02	0.18	1.38
80	0.14	0.76	0.14	1.54
90	0.16	0.46	0.11	1.62
100	0.12	0.28	0.08	1.49
110	0.1	0.14	0.08	0.88
120	0.08	0.07	0.06	0.27

表2 $\Phi 94\text{mm}$ 钻孔排放瓦斯有效半径考察钻孔涌出量表

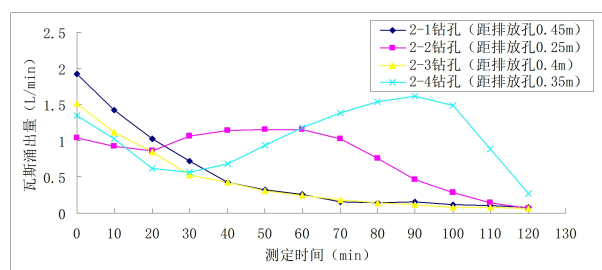
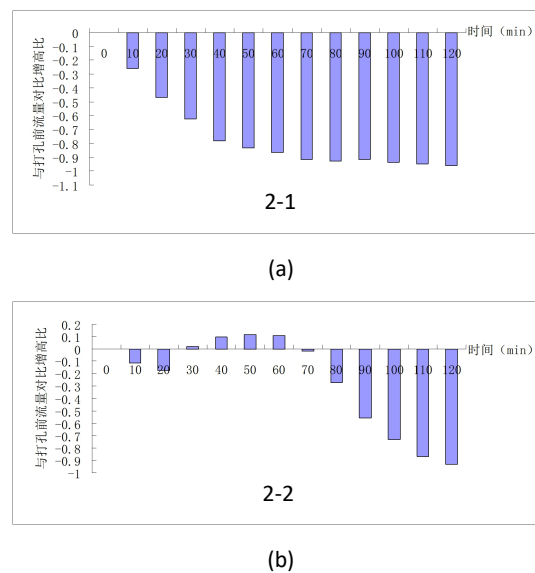
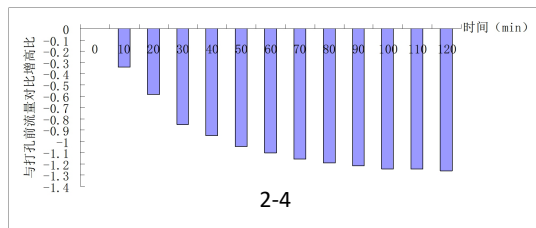


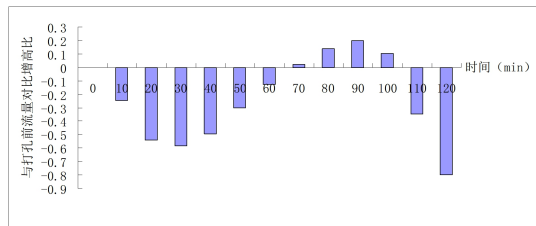
图5 $\Phi 94\text{mm}$ 钻孔排放半径考察钻孔涌出量衰减曲线

Fig 5 Attenuation curve of borehole of $\Phi 94\text{mm}$





(c)



(d)

图6 $\Phi 94\text{mm}$ 排放钻孔的测试钻孔涌出量
与打钻前涌出量对比增高比图

由图5和图6可知,

(1) 2-1、2-3 钻孔的瓦斯涌出量在测试时间内一直呈衰减规律;

(2) 2-2 钻孔的瓦斯涌出量从 0-20min 一直呈衰减趋势,

从 20min-50min 钻孔瓦斯涌出量呈递增趋势,并在第 50 分钟达到峰值后重新开始衰减。其中, 40min、50min、60min 连续 3 次测量的瓦斯涌出量都比打排放孔前增高 10%;

(3) 2-4 钻孔的瓦斯涌出量从 0-30min 一直呈衰减趋势,从 30min-90min 钻孔瓦斯涌出量呈递增趋势,并在第 90 分钟达到峰值后重新开始衰减。其中, 80min、90min、100min 连续 3 次测量的瓦斯涌出量都比打排放孔前增高 10%。

因此, 2306 风巷 $\Phi 94\text{mm}$ 、孔深为 10m 钻孔排放半径为 0.35m。

4 结论

(1) $\Phi 75\text{mm}$ 钻孔排放测定孔中 1-1、1-2 和 1-3 钻孔的瓦斯涌出量在测试时间内一直衰减, 1-4 钻孔的瓦斯自然涌出量 0-20min 衰减, 20min-90min 递增。其中, 80min、90min、100min 连续 3 次测量的瓦斯涌出量都比打排放孔前增高 10%。得: 2306 风巷 $\Phi 75\text{mm}$ 、孔深为 10m 钻孔排放半径为 0.25m。

(2) $\Phi 94\text{mm}$ 钻孔排放测定孔中 2-1、2-3 钻孔的瓦斯涌出量在测试时间内一直衰减。2-2、2-4 钻孔的瓦斯涌出量先衰减后增加, 并且均有三次连续测量比打排放孔前增高 10%。得: 2306 风巷 $\Phi 94\text{mm}$ 、孔深为 10m 钻孔排放半径为 0.35m。

参考文献:

- [1] 程远平,付建华,俞启香. 中国煤矿瓦斯抽采技术的发展[J]. 采矿与安全工程学报, 2009, 26(v.26;No.89): 127-139.
- [2] 季淮君,李增华,杨永良,等. 基于瓦斯流场的抽采半径确定方法[J]. 采矿与安全工程学报, 2013, 30(6): 917-921.
- [3] 鲁义,申宏敏,秦波涛,等. 顺层钻孔瓦斯抽采半径及布孔间距研究[J]. 采矿与安全工程学报, 2015, 32(1): 156-162.
- [4] 李泉新,石智军,史海岐. 煤矿井下定向钻进工艺技术的应用[J]. 煤田地质与勘探, 2014, 42(2): 85-88, 92.
- [5] 王兆丰,武炜. 煤矿瓦斯抽采钻孔主要封孔方式剖析[J]. 煤炭科学技术, 2014, 42(6): 31-34, 103.
- [6] 李波,孙东辉,张路路. 煤矿顺层钻孔瓦斯抽采合理布孔间距研究[J]. 煤炭科学技术, 2016, 44(8): 121-126, 155.
- [7] 姚宁平. 煤矿井下瓦斯抽采钻孔施工技术[J]. 煤矿安全, 2008, 407(10): 30-33.