

试验研究

安顺煤矿超前排放钻孔有效排放半径研究及应用

杨纯东

(昆明煤炭设计研究院,昆明 650011)

摘要:为了解决瓦斯排放孔半径测定过程中由于方法选择和操作等原因而出现的测定结果不够准确,以及由此而导致的空白带出现问题,通过现场试验,采用钻屑解吸指标法测定的方法,通过对测定结果进行综合分析、修正,确定安顺煤矿 $\Phi 42$ mm 直径的排放钻孔有效作用半径为 $R < 0.25$ m, $\Phi 90$ mm 直径的排放钻孔有效作用半径为 $R < 0.55$ m,经实践证明是准确和可靠的,排放钻孔措施在实施过程中有效地避免了空白带的出现。

关键词:超前排放钻孔;排放半径;钻屑解吸指标法

中图分类号:TD712+.62 文献标识码:A 文章编号:1006-8759(2014)05-0024-04

STUDY ON ANSHUN COAL MINE ADVANCE DRILL HOLE EFFECTIVE EMISSION RESEARCH AND APPLICATION OF RADIUS

YANG Chun-dong

(Kunming coal design and Research Institute, Kunming 650011, China)

Abstract:In order to solve the gas discharge hole radius determination method selection and operation process due to reasons such as determination of results is not accurate enough, and the blank resulting with problems,through field test,the method for determination of desorption index of drill cuttings law,through comprehensive analysis, to determine the correction, determine the effective emissions Anshun coal mine borehole radius diameter:42mm $R < 0.25$ m, effective emission hole radius diameter: 90mm $R < 0.55$ m, and it was proved to be accurate and reliable, core measures in the implementation process to avoid the empty leukorrhea.

Key words: Advance borehole discharge; Emission radius; Desorption index of drill cuttings law

安顺煤矿行政区划隶属安顺市轿子山镇、普定县白岩乡,该矿井田走向长 3.3 km,倾斜宽 7.0 km,总面积约 22 km²,设计生产能力为 90 万 t/年,服务年限 57.9 年。安顺煤矿为煤与瓦斯突出矿井,现主采 M9 煤层。按照《防治煤与瓦斯突出规定》的要求,超前排放钻孔的孔数、孔底间距等应当根据钻孔的有效排放半径确定^[1]。因此,开展

超前排放钻孔有效排放半径研究,对安顺煤矿局部防突工作具有重要意义^[2]。

1 超前排放钻孔有效作用半径的测定方法

超前钻孔有效排放半径是指单个超前钻孔沿半径方向能够消除突出危险的最大范围,其值不仅与煤层突出危险的大小及自身结构有关,而且还与措施孔的排放时间有关。测定超前钻孔有效排放半径的原理是:在措施孔一侧或四周布置若

收稿日期:2014-03-14

作者简介:杨纯东,昆明煤炭设计研究院副院长,主要从事大中型煤矿矿区总体规划、矿井初步设计及矿井瓦斯灾害防治。

干个测量孔,通过考察测量孔内突出预测指标的变化情况,确定措施孔的排放范围。超前钻孔有效排放半径的测定方法有钻孔流量法、瓦斯压力降低法和钻屑瓦斯解吸指标法^[3,4]。

1.1 钻孔瓦斯流量法^[5]

利用钻孔瓦斯流量法测定超前钻孔有效排放半径的步骤如下:

(1)沿工作面软分层施工 3~5 个相互平行的测量钻孔,孔径 42 mm,孔长 5~7 m,间距 0.3~0.5 m。

(2)对各测量孔进行封孔,封孔时应保证测量室长度为 1 m。

(3)钻孔密封后,立即测量钻孔瓦斯涌出量,并每隔 2~10 min 测定一次,每一测量孔测定次数不得少于 5 次。

(4)在距最边缘测量钻孔中心 0.5 m 处,打一个平行于测量孔的超前钻孔(直径是待考察超前钻孔有效排放半径的钻孔直径)。在打超前钻孔过程中,记录钻孔长度、时间和各测量孔中的瓦斯涌出量变化。

(5)超前钻孔打完后,每隔 2~10 min 测定各测量孔的瓦斯涌出量。

(6)打完超前钻孔后测定 2 h。

(7)绘制出各测量孔的瓦斯涌出量变化图。

(8)如果连续 3 次测定测量孔的瓦斯涌出量都比打超前钻孔前增大 10%,即表明该测量孔处于超前钻孔的有效排放半径之内。符合条件的上述的测量孔距排放钻孔的最远距离,即为超前钻孔的有效排放半径。

1.2 瓦斯压力降低法^[6]

(1)在无限流场条件下,按瓦斯压力确定钻孔排放瓦斯有效半径。

先在石门断面上打一个测压孔,准确地测出煤层的瓦斯压力。然后距测压孔由远而近打排放瓦斯钻孔,观察瓦斯压力的变化,如果某一钻孔,在规定的排放瓦斯时间内,能把测压孔的瓦斯压力降低到容许值,则该孔距测压的最小距离即为有效半径。也可以由石门向煤层打几个测压孔,待测出准确瓦斯压力值后,再打一个排放瓦斯钻孔,观察各测压孔瓦斯压力的变化,在规定的排放瓦斯时间内,瓦斯压力降低到安全限值的测压孔距排放孔的距离,就是有效半径。

这种方法测出的有效半径很小,因为测压钻孔周围有丰富的瓦斯来源,瓦斯压力下降很慢。这

种方法确定的有效半径适用于排放孔很少和厚煤层单排孔条件下。

(2)在有限流场条件下,按瓦斯压力确定钻孔排放瓦斯有效半径。

在石门断面向煤层打一个穿层测压孔或在煤巷打一个沿层测压孔,测出准确的瓦斯压力值后,再在测压孔周围由远而近打数排钻孔,即在距离测压孔较远先打一排排放钻孔(至少四个)它们位于同一半径上,然后观察瓦斯压力变化。若影响甚小,再在距测压孔较近的半径上再打一排排放钻孔(至少四个)再观察瓦斯压力变化,在规定排放瓦斯期限内,能将测压孔的瓦斯压力降低到容许限值的那排钻孔距测压孔的距离就是排放瓦斯有效半径。

1.3 钻屑瓦斯解吸指标法^[7-9]

利用钻屑瓦斯解吸指标法测定超前钻孔有效排放半径的步骤如下:

(1)在没有执行过防突措施的有突出危险的采掘工作面,在其软分层中先打一个考察孔,钻孔深 8~10 m,钻孔直径为 42 mm,测量每米的钻屑量与钻屑瓦斯解吸指标。

(2)测试结束后,将钻孔扩大到排放钻孔的设计直径,进行扩孔排放。

(3)按施工要求,确定排放时间。当到达时间后,在该钻孔附近的软分层中打一个与此孔有一定角度的测试孔,测定其每米的钻屑量与钻屑瓦斯解吸指标。

(4)将 2 个钻孔同一深度范围内所测到的数据和两点的间距进行分析,当其小于临界指标值时,相应两点的最大间距确定为排放钻孔的有效排放半径。

2 安顺煤矿有效排放半径测定方法

在安顺煤矿有效排放半径测定过程中,由于没有底板巷道无穿层测压条件,并且已布置好的工作面都已经在预抽,所以也没有较好的顺层钻孔测压条件,因此本次有效排放半径的测定采用瓦斯流量法和钻屑解吸指标法相结合的方法。钻孔瓦斯流量法和钻屑解吸指标法都曾在 9100 运料及运煤掘进工作面试用过,但在用流量法测试过程中,由于安顺煤矿的采掘巷道布置中,没有合适的穿层孔布置,只能采用顺层孔布置,在施工好考察孔并及时封好孔以后,用煤气表去测定瓦斯

流量时,不易测出,无法采用流量法进行考察。因此,在本次有效排放半径的测定过程中,主要的是用钻屑瓦斯解吸指标 K1 值法。钻屑瓦斯解吸指标 K1 值法,其钻孔布置可分为平行和扇形布孔法,安顺煤矿的有效排放半径的测定过程中,采用的是扇形钻孔布置法。

从上述测定步骤可以看出,钻孔瓦斯压力法和钻孔瓦斯流量法工程量大,费用高,费时长,工艺复杂繁琐,且封孔困难,因此测量结果偏差较大。用钻屑指标法测定瓦斯排放钻孔有效排放半径,简便易行,准确可靠,易于现场测定,不失为一种测定瓦斯排放钻孔有效排放半径的方法。

3 有效排放半径的现场测定及测试结果分析

安顺煤矿 M9 煤层排放钻孔有效作用半径检验孔采用风钻配套麻花钻头施工,孔径 $\Phi 42$ mm;待考察的孔径为 $\Phi 42$ mm 和 $\Phi 90$ mm。本次考察采用工作面突出预测方法(即钻屑解吸指标法 K1 值法),通过考察排放钻孔周边钻屑解吸指标参数的变化来综合分析确定有效作用范围。

总体步骤是:在煤层软分层内未受排放及预抽钻孔影响的地点,布置 1 个孔径为 $\Phi 42$ mm 的考察钻孔(预测孔),打钻过程中,每钻进 1 m 测试钻屑量 S 和钻屑解吸指标 K1,孔深 10 m,然后将该考察孔进行扩孔作为排放钻孔,扩孔直径为待考察排放半径的孔径(在考察 $\Phi 42$ mm 时不用扩孔,在考察 $\Phi 90$ mm 时,排放孔扩为 $\Phi 90$ mm),孔深与考察孔相同。排放孔施工后,在其旁边一定距离的同一层位布置一孔径为 $\Phi 42$ mm 检验孔,该检验孔与排放孔成一定夹角布置,并每钻进 1 m 测试钻屑量 S 和钻屑解吸指标 K1。将 2 个钻孔同一深度范围内所测到的数据和两点的间距进行分析,从而确定排放钻孔的有效排放半径。

3.1 $\Phi 42$ mm 钻孔有效排放半径考察

M9 煤层 $\Phi 42$ mm 钻孔有效排放半径考察选择在 9100 运煤掘进工作面内,测定地点的煤层厚度为 1.9 m;倾角为 4° 。其煤层破坏类型为 类。在离 9100 运煤掘进巷道掘进头 50 m 左右处,沿煤层较软分层用风钻,打一直径为 $\Phi 42$ mm 的预测钻孔(号孔),该孔方位 66° ,倾角 4° ,孔深 10 m,钻进过程中无喷孔、卡钻等异常现象。打钻过程中,每钻进 1 m 测试钻屑量 S 和钻屑解吸指标

K1 值。

在号孔左边,相隔 0.2 m 的同一分层处,按方位 63° ,倾角 4° ,孔深 10 m,打一直径为 $\Phi 42$ mm 的检验孔(号孔),钻进过程中无喷孔、卡钻等异常现象。打钻过程中,每钻进 1 m 测试钻屑量 S 和钻屑解吸指标 K1 值。考察钻孔布置图如图 1 所示,测试对比数据见表 1。

表 1 M9 煤层 $\Phi 42$ mm 测试参数对比表

| 孔段 | 钻屑解吸值 | | | 钻屑量 | | |
|----|-------|------|-------|------|------|------|
| | 号孔 | 号孔 | 增减值 | 号孔 | 号孔 | 增减值 |
| 1 | 0.1 | 0.08 | -0.02 | 0.61 | 2.04 | 1.43 |
| 2 | 0.05 | 0.06 | +0.01 | 1.12 | 1.43 | 0.31 |
| 3 | 0.13 | 0.18 | +0.05 | | 1.63 | |
| 4 | 0.17 | 0.19 | +0.02 | 0.82 | 1.84 | 1.02 |
| 5 | 0.3 | 0.26 | -0.04 | 0.82 | 1.73 | 0.91 |
| 6 | 0.27 | 0.39 | +0.12 | 0.92 | 1.63 | 0.71 |
| 7 | 0.42 | 0.41 | -0.01 | 0.92 | 1.53 | 0.61 |
| 8 | 0.51 | 0.3 | -0.21 | 0.92 | 2.24 | 1.32 |
| 9 | 0.25 | 0.34 | +0.09 | 0.2 | 2.24 | 2.04 |
| 10 | 0.27 | 0.21 | -0.06 | 1.43 | 1.43 | 0 |

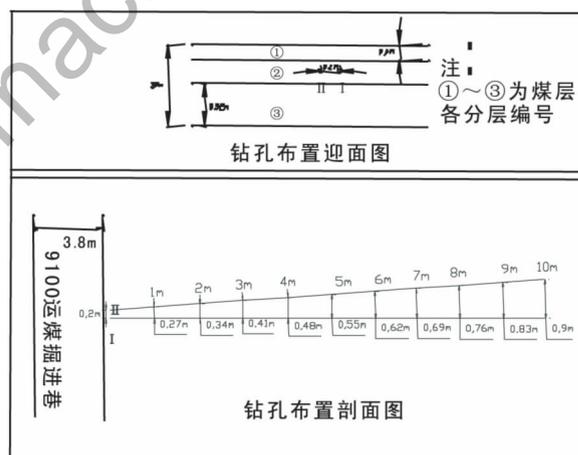


图 1 $\Phi 42$ mm 排放半径钻孔考察图

3.2 $\Phi 90$ mm 钻孔有效排放半径考察

M9 煤层 $\Phi 90$ mm 钻孔有效排放半径考察选择在 9100 运煤掘进工作面内,测定地点的煤层厚度为 1.8 m;倾角为 4° 。其煤层破坏类型为 类。在 9100 运煤掘进巷道内,离 Y6 测点 28.8 m 处,沿煤层较软分层用风钻,打一直径为 $\Phi 42$ mm 的预测钻孔(号孔),该孔方位 66° ,倾角 4° ,孔深 10 m,钻进过程中无喷孔、卡钻等异常现象。打钻过程中,每钻进 1 m 测试钻屑量 S 和钻屑解吸指标 K1 值。再在原 $\Phi 42$ mm 考察孔的基础上用 $\Phi 90$ mm 钻头对其扩孔,孔深 10 m。在号孔右边,相隔 0.2 m 的同一分层处,按方位 69° ,倾角 4° ,孔深 10 m,打

一直径为 $\Phi 42$ mm 的检验孔(号孔), 钻进过程中无喷孔、卡钻等异常现象。打钻过程中, 每钻进 1 m 测试钻屑量 S 和钻屑解吸指标 K_1 值。

考察钻孔布置图如图 2 所示, 测试对比数据见表 2。

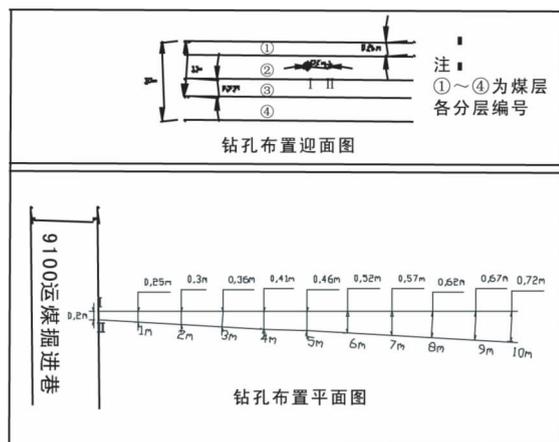


图2 $\Phi 90$ mm排放半径考察钻孔布置图

表 2 M9 煤层 $\Phi 90$ mm 测试参数对比表

| 孔段 | 钻屑解吸值 | | | 钻屑量 | | |
|----|-------|------|-------|------|------|-------|
| | 号孔 | 号孔 | 增减值 | 号孔 | 号孔 | 增减值 |
| 1 | 0.03 | 0.01 | -0.02 | 1.53 | 1.53 | 0 |
| 2 | 0.07 | 0.09 | +0.02 | 2.04 | 1.84 | -0.2 |
| 3 | 0.08 | 0.04 | -0.04 | 1.22 | 1.02 | -0.2 |
| 4 | 0.24 | 0.13 | -0.11 | 3.37 | 1.84 | -1.53 |
| 5 | 0.36 | 0.23 | -0.13 | 2.24 | 0.61 | -1.63 |
| 6 | 0.28 | 0.19 | -0.09 | 1.53 | 2.24 | 0.71 |
| 7 | 0.48 | 0.39 | -0.09 | 2.45 | 1.63 | -0.82 |
| 8 | 0.36 | 0.4 | +0.04 | 2.86 | 1.63 | -1.23 |
| 9 | 0.26 | 0.33 | +0.07 | 2.76 | 1.22 | -1.54 |
| 10 | 0.33 | 0.26 | -0.07 | 3.88 | 1.33 | -2.55 |

3.3 有效排放半径测试结果分析

根据对 M9 煤层的测试结果分析, 从表 1 中可以看出, $\Phi 42$ mm 考察孔的 号孔的 K_1 值, 从第 2 m 开始就没有受到 号孔的影响, 即孔间距 0.27 m 处; 从表 2 中可以看出, $\Phi 90$ mm 考察孔的 2 号孔的 K_1 值, 从第 8 m 开始就没有受到 号孔的影响, 即孔间距为 0.57 m 处。

由于煤层赋存和测试误差的影响, 所测钻屑量普遍偏低, 其钻屑量均没有什么太大变化, 其测

量误差可能淹没其敏感性, 因此, 钻屑量指标的增减并无规律可循, 不能作为判断排放孔是否有效的指标, 因此本次钻屑量指标不作为排放半径测定的依据。

根据 K_1 指标测试结果, $\Phi 42$ mm 直径的排放钻孔, 沿煤层较软分层钻进时有效作用半径为: $R < 0.27$ m; M9 煤层 $\Phi 90$ mm 直径的排放钻孔, 沿煤层较软分层钻进时有效作用半径为: $R < 0.57$ m。由于煤层赋存及测试误差的影响, 并考虑一定的安全系数, 经综合分析后确定: 安顺煤矿 $\Phi 42$ mm 直径钻孔有效排放半径取值为 0.25 m; M9 煤层 $\Phi 90$ mm 直径钻孔有效排放半径取值为 0.55 m。

4 主要结论

采用钻屑解吸法测定相超前排放钻孔的排放半径的方法, 通过对测定结果进行综合分析、修正, 确定了安顺煤矿 M9 煤层 $\Phi 42$ mm 直径的排放钻孔有效作用半径为 $R < 0.25$ m, $\Phi 90$ mm 直径的排放钻孔有效作用半径为 $R < 0.55$ m, 经实践证明是准确和可靠的。此种方法在其他类似矿井有应用前景, 为超前排放钻孔的设计提供可靠依据。

参考文献

- [1] 国家煤矿安全监察局. 防治煤与瓦斯突出规定[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2009.
- [2] 周世宁, 林柏泉. 煤层瓦斯赋存与流动理论[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 1999.
- [3] 邹山旺, 等. “三软”低透气性煤层超前钻孔有效排放半径的测定[J]. 煤矿安全, 2006, 7.
- [4] 辛海会, 等. 超前瓦斯排放钻孔有效排放半径的测定[J]. 工矿自动化, 2010, 2.
- [5] 武磊, 等. 基于瓦斯流动理论的超前钻孔有效排放半径研究[J]. 煤炭科学技术, 2013, 2.
- [6] 路学燊, 等. 瓦斯钻孔排放半径测定方法的探讨与优化[J]. 煤炭科学技术, 2011, 12.
- [7] 中国矿业学院瓦斯组. 煤和瓦斯突出的防治[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 1979.
- [8] 俞启香. 矿井瓦斯防治[M]. 徐州: 中国矿业大学出版社, 1992.
- [9] 焦作矿业学院瓦斯地质研究室. 瓦斯地质概论[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 1990.