

doi: 10.11799/ce201905033

瓦斯抽采钻孔围岩漏气流场分析及漏气位置测定研究

郝晋伟^{1,2,3}, 舒龙勇^{1,2}, 齐庆新¹, 霍中刚^{1,2}, 杨伟东¹

(1. 煤炭科学研究总院, 北京 100013; 2. 煤炭科学技术研究院有限公司 安全分院, 北京 100013;

3. 煤炭资源高效开采与洁净利用国家重点实验室(煤炭科学研究总院), 北京 100013)

摘 要: 钻孔密封段漏气是降低钻孔抽采瓦斯浓度的主要原因。为分析钻孔围岩漏气流场分布特征并指导漏气位置确定, 利用 FLUENT 软件对钻孔围岩漏气流场进行模拟分析, 得出了不同钻孔密封条件下的围岩漏气分布及强度特征; 同时, 开发了钻孔束管式定点甲烷浓度检测装置, 并给出了相应的漏气位置判定模型, 并在现场进行试验分析。研究表明, 钻孔密封深度和煤壁裂隙对钻孔密封段漏气具有明显控制作用, 且高河能源 W4301 回风巷瓦斯抽采钻孔漏气主要由钻孔密封深度和长度不足及钻孔间距较小所致, 增加钻孔密封长度后, 平均单孔瓦斯抽采浓度可增加 3~5 倍, 该研究成果对于快速分析钻孔漏气特性, 并制定出相应的合理提浓措施具有重要的意义。

关键词: 瓦斯浓度; 抽采钻孔; 漏气流场; 甲烷浓度检测装置; 钻孔密封长度

中图分类号: TD712 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-0959(2019)05-0143-05

Study on Leakage Field Analysis and Leakage Location Measurement of Surrounding in Gas Drainage Drilling

HAO Jin-wei^{1,2,3}, SHU Long-yong^{1,2}, QI Qing-xin¹, HUO Zhong-gang^{1,2}, YANG Wei-dong¹

(1. China Coal Research Institute, Beijing 100013, China;

2. Mine Safety Technology Branch, China Coal Research Institute, Beijing 100013, China;

3. State Key Laboratory of Coal Mining and Clean Utilization (China Coal Research Institute), Beijing 100013, China)

Abstract: The leakage in boreholes sealing section is the main reason to reduce the gas concentration. Therefore, in order to analyze the distribution characteristics of the air leakage field in the surrounding of boreholes and to guide the determination of the air leakage location. The air leakage field in the surrounding rock of boreholes was simulated and analyzed by using Fluent software, and the distribution and strength characteristics of the air leakage in surrounding rock under different sealing conditions were obtained. And a fixed point measuring device of methane concentration in the drainage borehole was developed, and the field test analysis is also carried out. The results show that, the sealing depth of boreholes and coal wall cracks have obvious control effect on gas leakage in the sealing section of boreholes. And the leakage of gas extraction borehole in the return air channel of Gaohe Energy W4301 is mainly caused by the insufficient sealing depth and length of the borehole and the small spacing between the boreholes. By increasing the sealing depth and length of the borehole, the average concentration of gas extraction in a single hole can be increased by 3~5 times. The results of the study are important for quickly analyzing the characteristics of the holes in the hole, and making the appropriate increase in the production of the gas.

Keywords: gas concentration; drainage borehole; leakage field; methane concentration detection device; sealing length of borehole

钻孔瓦斯抽采是煤矿瓦斯治理及井下煤层气开发的主要方式, 而钻孔密封性是保障钻孔瓦斯高效

收稿日期: 2019-01-12

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(51874178, 51704164); 中国煤炭科工集团有限公司科技创新基金(2017QN002)

作者简介: 郝晋伟(1988—), 男, 山西长治人, 在读博士, 研究方向: 煤矿瓦斯灾害防护, E-mail: kuangdahjw@163.com。

引用格式: 郝晋伟, 舒龙勇, 齐庆新, 等. 瓦斯抽采钻孔围岩漏气流场分析及漏气位置测定研究 [J]. 煤炭工程, 2019, 51(5): 143-147.

抽采的关键基础。由于我国煤层及瓦斯赋存条件的复杂性、钻孔参数及密封参数的不合理性,致使我国煤矿井下瓦斯抽采存在抽采量高、利用率低和抽采效率低的“一高两低”格局,且每年约有超过80亿 m^3 瓦斯资源由于浓度太低而无法规模化利用被放空,约有65%的回采工作面预抽瓦斯浓度低于30%,造成巨大的环境压力及安全压力。而钻孔漏气是造成抽采瓦斯浓度偏低的根本原因^[1-3]。目前,针对钻孔漏气位置及漏气特征的研究,已取得较为丰硕的研究成果。其中周福宝^[4]、胡胜勇^[5]、王志明^[6]等均认为钻孔漏气可分为孔内漏气(即抽采管与孔壁之间的空隙及密封材料自身)和孔外漏气(即钻孔围岩裂隙漏气)两个区域;成艳英^[7]等还对巷道围岩漏风对瓦斯抽采的影响进行数值模拟分析,认为巷道煤壁漏风对钻孔瓦斯抽采浓度具有重要影响作用;王永龙等^[8]则研究了煤壁应力峰值动态移动下的钻孔漏气特征;此外,邹厚权等^[9]还研究认为密封材料与抽采管之间也存在漏气。而针对钻孔漏气位置的测定研究,张天军^[10]、任青山^[11]、周俊^[12]、常宇^[13]等均从封孔质量检测方面进行了较为详细的研究,并开发了相应的检测设备。以上研究结果均从不同方面研究了钻孔的漏气影响因素及检测方法,但钻孔围岩漏气裂隙是由巷道和钻孔共同采动形成的,且目前对其整个漏气流场分布研究还不完整;同时,各漏风检测设备布点较小,不能完全准确

定钻孔漏气位置及形成原因。因此,研究钻孔密封段漏气流场分布特征并合理全面构建钻孔漏气位置判别模型,进而开发简便快捷的检测设备对钻孔内漏气位置进行快速准确判定,并及时给出合理提浓方法,对于提高钻孔瓦斯抽采效率和实现瓦斯矿井“安全-资源-环境”协调发展具有十分重要的科学及现实意义。

1 钻孔密封段漏气流场特征分析

随着钻孔密封材料及工艺的发展^[14],目前广泛使用的“两堵一注”钻孔密封工艺对抽采钻孔可以起到较好的密封作用^[15];但对于低渗煤层而言,即使初始密封完成的钻孔,其抽采瓦斯浓度偏低现象也较为普遍。这些现象充分说明,钻孔围岩漏气对于钻孔瓦斯抽采浓度的降低具有重要影响作用。此外,实践证明,适当增加钻孔密封长度可有效增加钻孔围岩漏气阻力,在一定程度上可降低钻孔围岩漏气量。因此,分析钻孔密封段不同条件下的漏气流场分布特征对于准确分析钻孔漏气位置及漏气原因具有重要的意义。

为此,利用FLUENT软件分别对以下四种不同封孔长度条件下的钻孔密封段围岩漏气流场进行模拟分析,进而为漏气位置判定模型的准确识别提供合理依据。相关参数见表1。

表1 钻孔密封段漏气流场分布模拟类型及参数

漏气模型	抽采负压/kPa	原始煤体渗透率/ m^2	巷道煤壁塑性区渗透率/ m^2	巷道煤壁塑性区半径/m	钻孔塑性区渗透率/ m^2	钻孔塑性区半径/m	钻孔密封材料渗透率/ m^2	钻孔封堵长度/m
模型一	30	10^{-15}	10^{-10}	6	10^{-10}	0.178	10^{-20}	10
模型二	30	10^{-15}	—	6	10^{-10}	0.178	10^{-20}	10
模型三	30	10^{-15}	10^{-10}	6	10^{-10}	0.178	10^{-20}	6
模型四	30	10^{-15}	—	6	10^{-10}	0.178	10^{-20}	6

由于钻孔密封段结构具有对称性,为简化计算步骤,达到流场规律分析的目的,选择密封段垂直剖面的二分之一剖面作为模拟模型,钻孔围岩与密封材料紧密贴合条件下的漏气模型如图1所示。

根据图1和表1钻孔密封段漏气模型及相关参数,可获得如下钻孔密封段漏气流速流场分布情

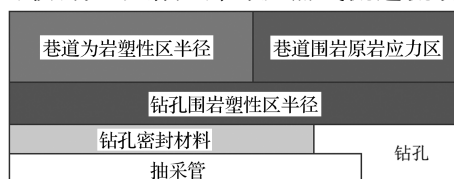


图1 钻孔密封段漏气模型

况,如图2所示。

通过对表1中四种钻孔密封段漏气流场进行分析,可看出不同的漏气条件,漏气流速流场具有明显的差异性。当钻孔密封深度为塑性区半径时(6m)且考虑煤壁漏气时,钻孔密封段漏气速度最大;相反,则漏气速度最小。根据模拟结果,提取模型出入口处漏气速度参数见表2。

由表2可看出,在漏气出口面积相同情况下,考虑煤壁漏风条件时其漏气速度约为不考虑的2倍左右;而不考虑煤壁漏气条件下,封孔长度为6m时,其漏气速度是封孔长度10m的1.5倍;当考虑

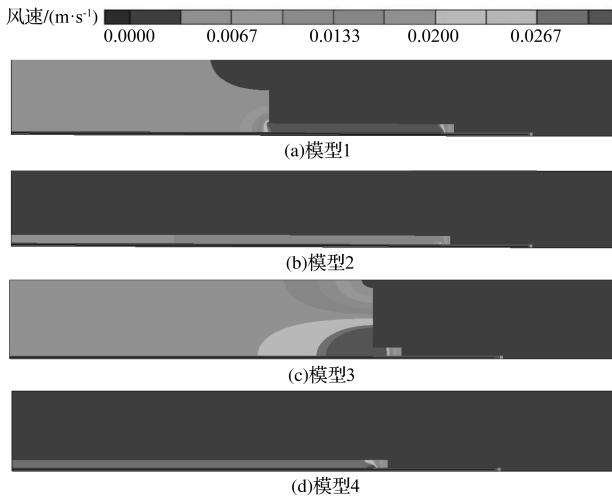


图2 钻孔密封段漏气流速流场分布

煤壁漏风时,漏气速度增加至4.8倍;封孔长度为6m且考虑煤壁漏气时,漏气速度为封孔长度10m且

表2 钻孔密封段不同漏气模型条件下漏气参数

模拟类型	钻孔出口漏气速度 $/(m \cdot s^{-1})$	巷道煤壁漏气速度 $/(m \cdot s^{-1})$	钻孔塑性区漏气速度 $/(m \cdot s^{-1})$	钻孔封堵 长度/m	煤壁漏气
模拟情况一	0.18876	0.003930	0.003951	10	考虑
模拟情况二	0.09270	0	0.017906	10	无
模拟情况三	0.90730	0.018920	0.018920	6	考虑
模拟情况四	0.13761	0	0.027570	6	无

2) 钻孔孔壁围岩漏气。钻孔孔壁围岩漏气主要是由封孔深度不足,即密封段未完全覆盖由巷道采动影响形成的松动圈裂隙;或由于围岩裂隙较为发育而密封效果较差且封孔长度不足所造成的,在松软煤层中尤为突出。

3) 钻孔密封段层状异质结构层间空隙漏气。该漏气主要是由于密封材料充填性差造成的,也是目前钻孔漏气的主要原因之一,在近水平钻孔密封中尤为明显。

4) 钻孔密封材料漏气。钻孔密封材料漏气主要是由于材料自身空隙结构发育或受钻孔围岩变形压力挤压而其强度不足发生破坏所引起的,在化学发泡材料密封工程中较为常见。

5) 相邻钻孔漏气。相邻钻孔漏气主要是由于钻孔施工参数不合理所致,或煤层内有较大构造裂隙存在等产生的,主要发生在具有地面压裂井附近、大构造区及钻孔间距不合理的抽采钻孔中。

2.2 瓦斯抽采钻孔漏气位置判定原理

根据上述漏气位置及漏气原因分析结果可知,在负压抽采条件下,钻孔漏气位置及漏气影响因素

不考虑煤壁漏气的9.78倍。由此可得出,钻孔密封长度和煤壁漏气对于钻孔密封段漏气流场和漏气强度具有重要影响作用。

2 瓦斯抽采钻孔漏气分析及判定原理

2.1 瓦斯抽采钻孔漏气位置及原因分析

瓦斯抽采钻孔漏气分析是漏气位置判定原理及测定设备开发的基础,因此,厘清可能存在的漏气点对于构建漏气位置判别模型具有重要意义。根据目前普遍使用的封孔方法、封孔材料及相关工艺,并结合上述钻孔密封段漏气流场特征,可将抽采钻孔漏气通道分为以下几个方面:

1) 抽采管漏气。抽采管的漏气主要是由管壁强度不足而发生破裂或管间连接处密封性差造成的,常发生在煤层地应力较大而密封材料强度较低的钻孔密封当中和密封接头不严的接口处。

是非常复杂的,且在较短区域内,负压的变化通常并不明显。而单位时间内,钻孔所提供的瓦斯涌出量是相对恒定的值。在不发生漏气的情况下,孔内瓦斯浓度在整个钻孔内应与煤层内含气甲烷成分相近,但一旦其流动通道上发生漏气,则抽采瓦斯浓度将快速下降。因此,采用瓦斯浓度差来判定两点之间的漏气状态,进而分析其漏气原因及漏气强度是科学可行的,并在此技术上可针对性提出相应的解决方案,其判定原理如图3所示。

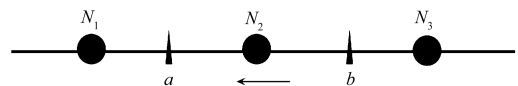


图3 钻孔漏气位置及强度判定原理示意图

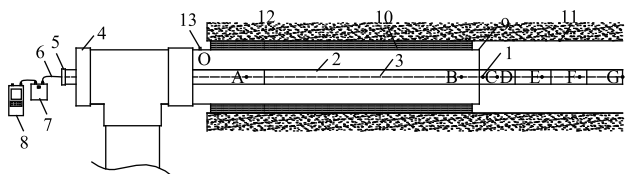
由图3可知,在瓦斯流动方向上,存在两个可能漏气点 a 、 b ,假设在其左右分别布置3个浓度测点,并测定该点瓦斯浓度分别为 N_1 、 N_2 和 N_3 ,则可作出如下漏气特性判定结果:①若 $N_1 < N_2 = N_3$,则 a 点发生漏气;②若 $N_1 = N_2 < N_3$,则 b 点发生漏气;③若 $N_1 < N_2 < N_3$,则 a 、 b 两点同时发生漏气,其中,当 $N_2 - N_1 < N_3 - N_2$ 时, b 点漏气强度大于 a 点,

反之则 a 点漏气强度大于 b 点。

3 钻孔定点浓度测定装置及漏气位置判定模型

3.1 钻孔定点浓度测定装置及测定原理

为及时准确分析抽采瓦斯钻孔漏气发生位置并制定相应提浓措施, 根据上述瓦斯抽采钻孔漏气位置及强度判定原理, 开发了一种束管式定点测定抽采钻孔甲烷浓度装置, 其结构如图 4 所示。



1—测点位置; 2—PVC 硬质套管; 3—半硬质矿用 PE 彩色束管; 4—抽采管密封盖; 5—装置出气端口; 6—导气胶管; 7—本安型负压气样采集泵; 8—本安型红外瓦斯浓度检测仪; 9—抽采管; 10—钻孔密封材料; 11—钻孔孔壁; 12—煤体; 13—孔口取气点

图 4 束管式定点测定抽采钻孔甲烷浓度装置示意图

其测定原理如下:

1) 通过闭孔正压取气并利用气相色谱仪测定煤层原始瓦斯气体甲烷浓度 $Q_{原}$ 。

2) 按照图 4 分别组装抽采钻孔甲烷浓度装置 1—3, 并送入瓦斯抽采钻孔 9 内, 使其结构 4、5 在瓦斯抽采状态下保持良好密封性; 同时连接气体采集泵 7 和瓦斯浓度检测仪 8。

3) 通过抽采管开始抽采瓦斯, 利用瓦斯浓度检测仪对抽采管上的瓦斯浓度检测孔 O 处测点进行瓦斯浓度检测, 得出孔口处瓦斯浓度 Q_0 。

4) 关闭所有导气管上的气阀, 然后依次打开每条导气管上的气阀, 开启气体采集泵, 分别记录每个测段的瓦斯浓度, 从钻孔口向内依次记录为 Q_A 、 Q_B 、 Q_C 、 Q_D 、 Q_E 、 Q_F 和 Q_G 。

5) 将测定结果进行对比分析, 得出漏气位置及漏气强度特征。

3.2 瓦斯抽采钻孔漏气判定模型

对 3.1 节中装置所设测点 Q_0 、 Q_A 、 Q_B 、 Q_C 、 Q_D 、 Q_E 、 Q_F 、 Q_G 的瓦斯浓度及煤层原始甲烷浓度 $Q_{原}$ 值测定后, 根据 2.2 节中钻孔漏气位置及强度判定原理可判定瓦斯抽采钻孔漏气位置及原因见表 3。

表 3 瓦斯抽采钻孔漏气位置判定模型

判定顺序	判定条件	漏气位置	主要漏气原因
1	$Q_0 < Q_A$	抽采管出口连接处	出口密封不严
2	$Q_A < Q_B$	抽采管	抽采管破裂或结构处不严密
3	$Q_B < Q_C = Q_D$	钻孔密封段	密封效果差或密封长度不足
4	$Q_C < Q_D \leq Q_E = Q_F = Q_{原}$	钻孔煤壁	钻孔密封深度不足
5	$Q_F = Q_G < Q_{原}$	钻孔深部窜孔	相邻钻孔较差或连通

4 现场应用及效果分析

4.1 应用现场概况

山西高河能源 3[#]煤煤层 W4301 工作面平均瓦斯压力为 0.44MPa, 平均瓦斯含量为 8.26m³/t, 为高瓦斯工作面; 煤层透气性系数为 0.026MPa²·d, 属典型低渗煤层。现场抽采效果表明, 该区域普遍钻孔抽采效果较差, 平均抽采瓦斯浓度不足 10%; 而根据其地勘数据可知, 煤层原始含气平均甲烷浓度值为 83%~95%, 因此, 判定该区域瓦斯抽采钻孔存在较大漏气情况。

4.2 漏气特性测定结果及数据分析

为确定该区域瓦斯抽采钻孔漏气位置, 分析其漏气原因, 进而提出合理的提浓措施, 根据表 1 所示瓦斯抽采钻孔漏气位置判定模型, 对 W4301 回风巷 121-1[#]和 121-3[#]两个钻孔进行定点浓度测定; 同时, 配合闭孔分析法进行测定(闭孔法即对钻孔实施抽采负压关闭, 然后测定孔内气体正负压及气体成分, 进而间接判定钻孔漏气位置。)测定结果见表 4。

表 4 钻孔漏气位置测定

方法 孔号	定点取气装置测定浓度/%								闭孔分析法	
	O	A	B	C	D	E	F	G	浓度/%	压力状态
121-1 [#]	15.5	16.1	16.2	17.5	18.8	53	85.2	84.8	84.6	正压
121-3 [#]	9.1	9.0	9.3	10.2	13.8	31.7	32.0	32.4	5.6	负压

由表 4 瓦斯抽采钻孔漏气位置判定模型及表 2 实测数据可知, 钻孔 121-1[#]钻孔抽采瓦斯浓度降低点在 D、E 点附近, D 处降低严重, 因此该钻孔主

要漏气位置为密封段漏气, 漏气主要原因为钻孔密封性差和密封深度不足所致; 且闭孔后压力上升, 说明瓦斯浓度降低的原因除了受钻孔漏气影响瓦斯,

主要还由钻孔围岩瓦斯涌出供给不足引起,而根据瓦斯浓度控制方程可知,漏风条件不变,瓦斯涌出量越低,相同漏风量稀释瓦斯浓度更严重,导致抽采瓦斯浓度越低。而121-3#钻孔孔内瓦斯浓度整体偏低,均低于煤层原始含气甲烷浓度值 $Q_{原}$,因此,可判定其漏气主要由钻孔深部发生窜孔和钻孔密封段漏气共同作用造成,且通过闭孔后抽采钻孔处于负压抽采状态也可以确定。

4.3 钻孔提浓措施及效果分析

根据上述测定结果,优化山西高河能源W4301回风巷126#钻孔施工参数及密封参数,并与125#钻孔抽采数据进行对比,分析改变各参数后的钻孔瓦斯抽采浓度变化情况,两组钻孔及密封参数见表5。

表5 钻孔及密封参数

孔号	钻孔 间距/m	倾角 /(°)	长度 /m	封孔 长度/m	封孔 长度	封孔 方式
125#	2	5	160	16	14	两堵一注
126#	2.5	5	160	20	18	两堵一注

对上述两组钻孔分别跟踪测定,测定结果见表6。

表6 抽采瓦斯浓度对比表

孔号	测定日期及钻孔瓦斯抽采浓度/%		成孔时间
	2017-07-28	2017-09-04	
125-1	24.7	6.72	2017-07-25
125-2	5.4	1.4	2017-07-25
125-3	17.6	17.2	2017-07-25
125-4	8.6	7.2	2017-07-26
125-5	3.6	4.8	2017-07-26
126-1	56.8	46.6	2017-07-26
126-2	48	33.4	2017-07-27
126-3	34.2	38.6	2017-07-27
126-4	43.6	25.2	2017-07-27

由表6可知,增加钻孔密封长度和深度后对钻孔抽采瓦斯浓度具有显著效果,平均单孔瓦斯浓度可提高3~5倍,说明W4301工作面预抽钻孔瓦斯抽采浓度偏低受密封长度和深度不足影响较大,可通过增加密封长度或深度来实现钻孔提浓。

5 结论

1) 根据钻孔围岩漏气流场分布特征可知,钻孔围岩煤壁漏气和钻孔密封段长度对于钻孔围岩漏气流场分布和漏气强度具有主要控制作用,在漏气出口面积相同情况下,考虑煤壁漏风条件时其漏气速度约为不考虑的2倍左右。

2) 研发了束管式定点测定抽采钻孔甲烷浓度装

置,并建立了相应的瓦斯抽采钻孔漏气判定模型,为瓦斯抽采钻孔快速检漏提供技术途径。

3) 通过对山高河能源W4301回风巷瓦斯抽采钻孔漏气特征分析,钻孔密封深度和长度不足及钻孔间距较小是造成抽采浓度下降的主要原因之一;通过增加钻孔密封深度和长度后,平均单孔瓦斯抽采浓度可增加3~5倍,证明了束管式定点测定抽采钻孔甲烷浓度装置和瓦斯抽采钻孔漏气判定模型的可靠性。

参考文献:

- [1] 翟成,向贤伟,余旭,等.瓦斯抽采钻孔柔性膏体封孔材料封孔性能研究[J].中国矿业大学学报,2013,42(6):982-988.
- [2] 王振锋,周英,孙玉宁,等.新型瓦斯抽采钻孔注浆封孔方法及封堵机理[J].煤炭学报,2015,40(3):588-595.
- [3] 薛明理,岑培山,程洪亮,等.巷道围压分布规律对顺层钻孔封孔质量影响分析[J].煤炭工程,2015,47(2):56-58.
- [4] 周福宝,孙玉宁,李海鉴,等.煤层瓦斯抽采钻孔密封理论模型与工程技术研究[J].中国矿业大学学报,2016,45(3):433-439.
- [5] 胡胜勇,刘红威.煤层瓦斯抽采钻孔漏气机理及应用研究进展[J].煤矿安全,2016,47(5):170-173.
- [6] 王永龙,王振锋,孙玉宁,等.煤壁应力峰值动态移动诱发封孔漏气机理研究[J].安全与环境学报,2016,16(5):129-134.
- [7] 王志明,孙玉宁,王永龙,等.瓦斯抽采钻孔动态漏气圈特性及漏气处置研究[J].中国安全生产科学技术,2016,12(5):139-145.
- [8] 成艳英,林柏泉,郝志勇,等.基于CFD模拟的巷道煤壁喷涂对瓦斯抽采影响研究[J].中国煤炭,2013,39(4):86-90.
- [9] 周厚权,申凯,陈宾.瓦斯抽采钻孔漏气类型划分与高效封孔技术应用研究[J].矿业安全与环保,2019,46(1):33-36,42.
- [10] 张天军,宋爽,李树刚,等.瓦斯抽采钻孔封孔质量检测技术与应用[J].西安科技大学学报,2017,37(5):623-629.
- [11] 任青山,邹静,赵立朋.瓦斯抽采钻孔密封质量的简易监测方法及现场试验[J].矿业安全与环保,2016,43(1):89-91.
- [12] 周俊.端氏煤矿瓦斯抽采钻孔封孔质量检验方法应用研究[J].矿业安全与环保,2018,45(4):66-69.
- [13] 常宇.瓦斯抽采钻孔封孔质量检测设备的研制[J].煤矿机械,2017,38(12):21-22.
- [14] 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.
- [15] 张福旺,范付恒,秦汝祥.囊袋式两堵一注封孔装置在顺层钻孔瓦斯抽采中的应用[J].煤炭工程,2013,45(11):57-59.

(责任编辑 杨蛟洋)

doi: 10.11799/ce201905034

基于 GA-SVM 的煤矿岩巷爆破效果智能预测

马鑫民¹, 范皓宇¹, 林天舒², 杨立云¹

(1. 中国矿业大学(北京)力学与建筑工程学院, 北京 100083;

2. 北海道大学工学院, 日本北海道 0608628)

摘要: 煤矿岩石巷道爆破效果预测对合理优化爆破参数、提高爆破效率具有重要意义。针对煤矿岩石巷道爆破效果影响因素多、难以进行爆破效果准确预测等关键技术难题, 提出基于 GA-SVM 融合技术的爆破效果预测模型, 实现爆破效果科学、合理预测。首先, 基于综合分析、专家打分法等确定影响煤矿岩巷爆破效果关键指标; 然后, 根据不同矿区典型案例建立爆破效果预测样本库, 并对样本进行数据处理; 最后, 将预测模型应用于实际工程, 预测结果与爆破实际分类结果吻合。研究成果可为巷道爆破预测提供一种新思路。

关键词: 支持向量机; 遗传算法; 煤矿巷道; 爆破效果; 预测

中图分类号: TD235 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-0959(2019)05-0148-06

Intelligent Prediction of Blasting Effect of Coal Mine Roadway Based on GA-SVM

MA Xin-min¹, FAN Hao-yu¹, LIN Tian-shu², YANG Li-yun¹

(1. School of Mechanics and Civil Engineering, China University of Mining and Technology (Beijing), Beijing 100083, China;

2. Institute of Technology, Hokkaido University, Hokkaido 0608628, Japan)

Abstract: Prediction of blasting effect of rock roadway in the coal mine is of great significance for rational optimization of blasting parameters and improvement of blasting efficiency. Aiming at the key technical problems such as many factors affecting the blasting effect of rock roadway in the coal mine, which are difficult to accurately predict the blasting effect, a prediction model of blasting effect based on GA-SVM fusion technology is proposed to realize scientific and reasonable prediction of blasting effect. Firstly, based on a comprehensive analysis and expert scoring method, the key impact indicators affecting the blasting effect of coal mine rock roadway were determined. Secondly, according to typical cases in different mining areas, the sample database of blasting effect prediction was established and the samples were processed. Thirty sets of data were used for training, and the other 12 groups were used for prediction, the prediction accuracy was about 92%. Finally, the prediction model has been applied to practical projects. The predicted results coincided with the actual classification of blasting. The research results can provide a new idea for roadway blasting prediction.

Keywords: support vector machine; genetic algorithm; coal mine roadway; blasting effect; prediction

岩石巷道爆破掘进是煤矿开采中的重要生产环节之一, 因影响爆破设计因素众多, 尤其是岩性的多变性使得爆破参数需要实时调整 and 变化。根据爆破方案的不同对其爆破效果进行有效预测, 将会改

善爆破参数的优化效果和提高巷道爆破效率。由于井下岩石巷道地质条件的特殊性和爆破过程的复杂性, 使得爆破效果预测存在着难以用传统数学方法解决的实际问题。随着现代计算机技术的发展, 如

收稿日期: 2019-02-15

基金项目: 国家重点基础研究发展计划(2016YFC0600903); 高等学校学科创新引智计划项目(B14006)

作者简介: 马鑫民(1979—), 男, 山东菏泽人, 硕士, 高级工程师, 矿山工程爆破, E-mail: mxm@cumtb.edu.cn。

引用格式: 马鑫民, 范皓宇, 林天舒, 等. 基于 GA-SVM 的煤矿岩巷爆破效果智能预测 [J]. 煤炭工程, 2019, 51(5): 148-153.