(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 114991856 B
(45)授权公告日 2025.02.07

(21)申请号 202210863226.9

(22)申请日 2022.07.20

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 114991856 A

(43)申请公布日 2022.09.02

(73)专利权人 中煤科工集团重庆研究院有限公司
地址 400039 重庆市九龙坡区二郎科城路6号

(72)发明人 王中华 孙娈娈 李生舟 刘军 李成成 李思乾 陈绍祥 陈志勇 屈延嗣 方旭华 黄振飞 国林东

(74)专利代理机构 北京同恒源知识产权代理有限公司 11275
专利代理师 方钟苑

(51)Int.Cl.
E21F 7/00(2006.01)

(56)对比文件
CN 112324487 A,2021.02.05
高敏.煤与瓦斯突出危险等级预测.煤.2009,第18卷(第7期),第12-14页.
高敏.煤与瓦斯突出危险等级预测.煤.2009,第18卷(第7期),第12-14页.

审查员 杨刘

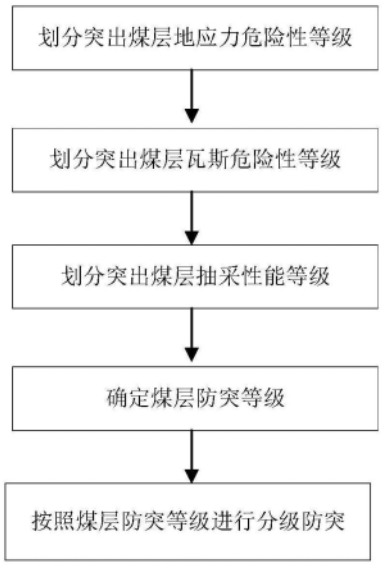
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54)发明名称

一种深部突出煤层分级防突方法

(57)摘要

本发明涉及一种深部突出煤层分级防突方法,属于煤矿煤与瓦斯突出防治领域。该方法包括:S1:划分突出煤层地应力危险性等级;S2:划分突出煤层瓦斯危险性等级;S3:划分突出煤层抽采性能等级;S4:确定煤层防突等级;S5:按照煤层防突等级进行分级防突。本发明解决了现有防突方法并未全面考虑地应力、瓦斯和煤层抽采性能等因素及其差异性、不够合理精准的技术问题。本发明不仅弥补了现有防突方法的不足,还提高了煤层防突的合理性、精准性,对深部突出煤层合理精准高效防突具有重要意义。



CN 114991856 B

1.一种深部突出煤层分级防突方法,其特征在于,该方法包括以下步骤:

S1:划分突出煤层地应力危险性等级,具体是:根据应力增量系数大小将煤层地应力危险性等级划分一般、中等和严重三个等级;

应力增量系数k的计算公式为:

$k= k_0+ k_1+ k_2$

其中,$k_0=(H_1-H)/H$,H为煤层埋深,某一区域煤层埋深为H_1;k_1为地质构造引起的应力集中系数;k_2为采空区临空造成的应力集中系数;

S2:划分突出煤层瓦斯危险性等级;

S3:划分突出煤层抽采性能等级;

S4:确定煤层防突等级;

S5:按照煤层防突等级进行分级防突,具体是根据确定的煤层地应力危险性等级、瓦斯危险性等级和抽采性能等级分别进行地应力分级防突、瓦斯分级防突和煤层抽采性能分级防突,并对三者的耦合情况进行综合防突;

地应力分级防突是采用大直径卸压钻孔、水力扩孔或水力割缝技术将煤层中部分煤体排出来进行防突;

地应力危险性一般等级区域中,大直径卸压钻孔的煤体排出量V_{yb}的计算公式为:

$V_{yb}=\pi\times r_p^{2}\times L\times X$

其中,r_p为卸压钻孔半径;L为卸压钻孔孔深;X为卸压钻孔个数;

同理,水力扩孔或水力割缝钻孔煤体排出量V_{ybs}的计算公式为:

$V_{ybs}=\pi\times r_p^{2}\times L\times X+V_1\times Y$

其中,V_1为一个水力扩孔空洞或一个水力割缝缝槽排出煤体的体积;Y为水力扩孔空洞个数或水力割缝缝槽个数;

地应力中等危险性和严重危险性等级区域中,采用对应相同技术的煤体排出量分别为各自应力增量系数与地应力危险性一般等级区域应力增量系数的比值乘以V_{yb}或V_{ybs};通过调整X或Y实现地应力危险的消除。

2.根据权利要求1所述的深部突出煤层分级防突方法,其特征在于,步骤S2具体包括:根据煤层原始瓦斯压力和原始瓦斯含量将煤层瓦斯危险性等级划分一般、中等、严重三个等级。

3.根据权利要求1所述的深部突出煤层分级防突方法,其特征在于,步骤S3具体包括:根据煤层透气性系数λ将煤层抽采性能等级划分为较难抽采煤层、可以抽采煤层和容易抽采煤层三个等级;根据煤的坚固性系数f将煤层抽采性能等级划分为松软煤层、中硬煤层和较硬煤层三个等级。

4.根据权利要求1所述的深部突出煤层分级防突方法,其特征在于,步骤S5中,瓦斯分级防突是采用抽采钻孔抽采瓦斯来降低煤层中的瓦斯压力和瓦斯含量;

一般瓦斯危险性区域需要抽出瓦斯量Q_{yb}的计算公式为:

$Q_{yb}=Q_r\times X$

其中,Q_r为抽采半径为r时,一个抽采钻孔抽采时间t后的瓦斯量;X为钻孔个数;

瓦斯中等危险性和严重危险性区域需要抽出瓦斯量是通过调整抽采半径r、抽采时间t和钻孔个数X中一个或多个参数满足防突要求;

同理,瓦斯压力的降低方法参考瓦斯含量执行。

5.根据权利要求1所述的深部突出煤层分级防突方法,其特征在于,步骤S5中,煤层抽采性能分级防突通过增加煤层透气性系数、增加钻孔成孔率和护孔方法来提高钻孔的抽采效果;

容易抽采煤层区域需要抽出瓦斯量Q_{ry}的计算公式为:

$Q_{ry}=Q_{\lambda 1}\times X$

其中,$Q_{\lambda 1}$为容易抽采煤层一个抽采钻孔抽采时间t后的瓦斯量;X为钻孔个数;

较难抽采煤层和可以抽采煤层区域需要抽出瓦斯量是通过增透技术增加煤层透气性系数的方法,或通过调整抽采半径r、抽采时间t和钻孔个数X中一个或多个参数满足防突要求,实现煤层瓦斯抽采性能的分级防突。

6.根据权利要求1所述的深部突出煤层分级防突方法,其特征在于,步骤S5中,松软煤层采用增加钻孔成孔率或采用全程下套管的护孔措施,提高抽采效果、实现防突效果。

一种深部突出煤层分级防突方法

技术领域

[0001] 本发明属于煤矿煤与瓦斯突出防治领域,涉及一种深部突出煤层分级防突方法。

背景技术

[0002] 随着煤矿开采深度的增加,煤矿深部地应力对煤与瓦斯突出的作用进一步加大,而现有防突方法主要围绕瓦斯因素开展的,未考虑地应力因素。相反,深部地应力因素是防突不可忽视的重要因素。其次,煤与瓦斯突出是地应力、瓦斯、煤岩物理力学性质共同作用的结果,而现有防突方法仅仅采用瓦斯抽采以降低瓦斯压力和瓦斯含量,并未全面考虑地应力、瓦斯、煤层抽采性能等因素。再者,不同煤层区域的地应力、瓦斯、煤层抽采性能均具有差异性,而现有防突方法针对不同区域煤层采用同一防突方法,其合理性、精准性有待商榷。

[0003] 因此,亟需一种全面考虑地应力、瓦斯、煤层抽采性能等参数及其差异性的分级防突方法,弥补现有防突方法未全面考虑地应力、瓦斯及煤层抽采性能等因素及其差异性的不足,以及解决现有防突方法不够合理、精准的技术难题。

发明内容

[0004] 有鉴于此,本发明的目的在于提供一种全面考虑地应力、瓦斯、煤层抽采性能等参数及其差异性的分级防突方法,解决现有防突方法并未全面考虑地应力、瓦斯和煤层抽采性能等因素及其差异性、不够合理精准的技术难题。该方法不仅可以弥补了现有防突方法并未全面考虑地应力、瓦斯及煤层抽采性能等因素及其差异性的不足,而且提高了煤层防突的合理性、精准性,对深部突出煤层精准高效防突具有重要意义。

[0005] 为达到上述目的,本发明提供如下技术方案:

[0006] 一种深部突出煤层分级防突方法,包括以下步骤:

[0007] S1:划分突出煤层地应力危险性等级;

[0008] S2:划分突出煤层瓦斯危险性等级;

[0009] S3:划分突出煤层抽采性能等级;

[0010] S4:确定煤层防突等级;

[0011] S5:按照煤层防突等级进行分级防突。

[0012] 进一步,步骤S1具体包括:根据应力增量系数大小将煤层地应力危险性等级划分一般、中等和严重等三个等级,划分区间分别为:$k<1/3$、$1/3\leq k\leq 2/3$、$k>2/3$,其中k为应力增量系数(集中系数)。

[0013] 进一步,步骤S1中,应力增量系数k的计算公式为:

[0014] $k=k_0+k_1+k_2$

[0015] 其中,$k_0=(H_1-H)/H$,H为煤层埋深,某一区域煤层埋深为H_1;k_1为地质构造引起应力集中系数;k_2为采空区临空造成的应力集中系数。

[0016] 进一步,步骤S2具体包括:根据煤层原始瓦斯压力和原始瓦斯含量将煤层瓦斯危

险性等级划分一般、中等、严重等三个等级,划分区间分别为:P＜1MPa、1MPa≤P≤2MPa、P＞2MPa,W＜10m^3/t、10m^3/t≤W≤15m^3/t、W＞15m^3/t;其中,P为煤层原始瓦斯压力,W为原始瓦斯含量,均可通过现场测试获得。

[0017] 进一步,步骤S3具体包括:根据煤层透气性系数λ将煤层抽采性能等级划分为较难抽采煤层、可以抽采煤层和容易抽采煤层等三个等级,其划分区间分别为:λ＜0.1(m^2/MPa^2.d)、0.1(m^2/MPa^2.d)≤λ≤10(m^2/MPa^2.d)、λ＞10(m^2/MPa^2.d);根据煤的坚固性系数f将煤层抽采性能等级划分为松软煤层、中硬煤层和较硬煤层等三个等级,其划分区间分别为:f＜0.3、0.3≤f≤0.5、f＞0.5。其中,煤层透气性系数λ和煤的坚固性系数f可通过现场测试获得。

[0018] 进一步,步骤S5具体包括:根据确定的煤层地应力危险性等级、瓦斯危险性等级和抽采性能等级分别进行地应力分级防突、瓦斯分级防突和煤层抽采性能分级防突,并对三者的耦合情况进行综合防突。

[0019] 进一步,步骤S5中,地应力分级防突是采用大直径卸压钻孔、水力扩孔或水力割缝技术将煤层中部分煤体排出来进行防突;

[0020] 地应力危险性一般等级区域中,大直径卸压钻孔的煤体排出量V_{yb}的计算公式为:

[0021] $$V_{yb}=\pi\times r_p^{2}\times L\times X$$

[0022] 其中,r_p为卸压钻孔半径,m;L为卸压钻孔孔深,m;X为卸压钻孔个数,个;

[0023] 同理,水力扩孔或水力割缝钻孔煤体排出量V_{ybs}的计算公式为:

[0024] $$V_{ybs}=\pi\times r_p^{2}\times L\times X+V_1\times Y$$

[0025] 其中,V_1为一个水力扩孔空洞或一个水力割缝缝槽排出煤体的体积,m^3;Y为水力扩孔空洞个数或一个水力割缝缝槽个数,个;

[0026] 地应力中等危险性和严重危险性等级区域中,采用对应相同技术的煤体排出量分别为各自应力增量系数与地应力危险性一般等级区域应力增量系数的比值乘以V_{yb}或V_{ybs};通过调整X或Y等参数实现地应力危险的消除。

[0027] 进一步,步骤S5中,瓦斯分级防突是采用抽采钻孔抽采瓦斯来降低煤层中的瓦斯压力和瓦斯含量;

[0028] 一般瓦斯危险性区域需要抽出瓦斯量Q_{yb}的计算公式为:

[0029] $$Q_{yb}=Q_r\times X$$

[0030] 其中,Q_r为抽采半径为r时,一个抽采钻孔抽采时间t后的瓦斯量,m^3;X为钻孔个数,个;

[0031] 由于抽出瓦斯量与瓦斯含量成正比,瓦斯中等危险性和严重危险性区域需要抽出瓦斯量是通过调整抽采半径为r、抽采时间t和钻孔个数X等其中一个或多个参数满足防突要求;

[0032] 同理,瓦斯压力的降低方法参考瓦斯含量执行。

[0033] 进一步,步骤S5中,煤层抽采性能分级防突通过增加煤层透气性系数、增加钻孔成孔率和护孔等方法来提高钻孔的抽采效果;

[0034] 容易抽采煤层区域需要抽出瓦斯量Q_{ry}的计算公式为:

[0035] $$Q_{ry}=Q_{\lambda 1}\times X$$

[0036] 其中,$Q_{\lambda 1}$为容易抽采煤层一个抽采钻孔抽采时间t后的瓦斯量,m^3;X为钻孔个数,

个；

[0037] 由于抽出瓦斯量与瓦斯含量成正比，较难抽采煤层和可以抽采煤层区域需要抽出瓦斯量主要通过增透技术增加煤层透气性系数的方法，也可以通过调整抽采半径为r、抽采时间t和钻孔个数X等其中一个或多个参数满足防突要求，较难、可以抽采煤层区域以此类推，实现煤层瓦斯抽采性能的分级防突。

[0038] 进一步，步骤S5中，松软煤层采用特种钻机、钻具等增加钻孔成孔率或采用全程下套管的护孔措施，提高抽采效果、实现防突效果。

[0039] 本发明的有益效果在于：本发明不仅可以弥补了现有防突方法并未全面考虑地应力、瓦斯及煤层抽采性能等因素及其差异性的不足，而且提高了煤层防突的合理性、精准性，对突出煤层精准高效防突具有重要意义。

[0040] 本发明的其他优点、目标和特征在某种程度上将在随后的说明书中进行阐述，并且在某种程度上，基于对下文的考察研究对本领域技术人员而言将是显而易见的，或者可以从本发明的实践中得到教导。本发明的目标和其他优点可以通过下面的说明书来实现和获得。

附图说明

[0041] 为了使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合附图对本发明作优选的详细描述，其中：

[0042] 图1为本发明深部突出煤层分级防突方法的流程图。

具体实施方式

[0043] 以下通过特定的具体实例说明本发明的实施方式，本领域技术人员可由本说明书所揭露的内容轻易地了解本发明的其他优点与功效。本发明还可以通过另外不同的具体实施方式加以实施或应用，本说明书中的各项细节也可以基于不同观点与应用，在没有背离本发明的精神下进行各种修饰或改变。需要说明的是，以下实施例中所提供的图示仅以示意方式说明本发明的基本构想，在不冲突的情况下，以下实施例及实施例中的特征可以相互组合。

[0044] 请参阅图1，本发明提供了一种深部突出煤层分级防突方法，具体包括以下步骤：

[0045] 步骤1：划分突出煤层地应力危险性等级。

[0046] 煤层地应力主要有自重应力、构造应力、结构应力三部分应力叠加组成，计算公式如下：

[0047] $\sigma_d = \gamma H + k_1\sigma_z + k_2\sigma_z$ (1)

[0048] 其中，σ_d为煤层地应力大小，MPa；γ为上覆岩层容重，N/m^3；H为煤层埋深，m；k_1为地质构造引起应力集中系数；k_2为采空区临空造成的应力集中系数；σ_z为煤层自重应力大小，MPa。

[0049] 不同区域煤层埋深不同，埋深增加煤层的自重应力也随之增加，假设某一区域煤层埋深为H_1，则煤层自重应力增加系数k_0，可采用下式计算：

[0050] $k_0 = (H_1 - H)/H$ (2)

[0051] 那么，此处煤层同时考虑自重应力、地质构造应力集中、采空区临空应力集中，此

处应力增量系数(集中系数)k则表示为:

[0052] $k=k_0+k_1+k_2$ (3)

[0053] 依据法规标准及国内现场实践经验,可将煤层地应力危险性等级划分一般、中等、严重等3个等级,其划分区间分别为:k<1/3、1/3≤k≤2/3、k>2/3。

[0054] 步骤2:划分突出煤层瓦斯危险性等级。

[0055] 煤层瓦斯危险性等级表征参数主要有瓦斯压力和瓦斯含量,依据法规标准及国内现场实践经验,可将煤层瓦斯危险性等级划分一般、中等、严重等3个等级,其划分区间分别为:P<1MPa、1MPa≤P≤2MPa、P>2MPa,W<10m^3/t、10m^3/t≤W≤15m^3/t、W>15m^3/t。其中,煤层原始瓦斯压力P和原始瓦斯含量W可通过现场测试获得。

[0056] 步骤3:划分突出煤层抽采性能等级。

[0057] 煤层抽采性能等级表征参数主要有煤层透气性系数λ和煤的坚固性系数f,依据法规标准及国内现场实践经验,根据实测的煤层煤层透气性系数λ可将煤层划分为较难抽采煤层、可以抽采煤层、容易抽采煤层等3个等级,其划分区间分别为:λ<0.1(m^2/MPa^2.d)、0.1(m^2/MPa^2.d)≤λ≤10(m^2/MPa^2.d)、λ>10(m^2/MPa^2.d)。依据法规标准及国内现场实践经验,根据实测的煤层煤的坚固性系数f可将煤层划分为松软煤层、中硬煤层、较硬煤层等3个等级,其划分区间分别为:f<0.3、0.3≤f≤0.5、f>0.5。其中,煤层透气性系数λ和煤的坚固性系数f可通过现场测试获得。

[0058] 步骤4:确定煤层防突等级。

[0059] 依据步骤1~3的深部突出煤层地应力危险性等级、瓦斯危险性等级、抽采性能等级划分方法,依次计算或现场实测应力增量系数(集中系数)k、煤层原始瓦斯压力P和原始瓦斯含量W、煤层透气性系数λ和煤的坚固性系数f,并分别确定煤层地应力危险性等级、瓦斯危险性等级、抽采性能等级,进而确定煤层地应力、瓦斯和抽采性能的防突等级。

[0060] 步骤5:按照煤层防突等级进行分级防突。

[0061] 依据步骤4确定的煤层地应力危险性等级、瓦斯危险性等级、抽采性能等级分别进行分级防突,并对三者的耦合情况进行综合防突,详述如下:

[0062] (1)地应力分级防突

[0063] 地应力分级防突主要采用大直径卸压钻孔或水力扩孔、水力割缝技术将煤层中部分煤体排出,增加了煤层变形量,起到降低地应力的效果,具体煤体排出量可参考《防治煤与瓦斯突出细则》或现场实测考察确定。

[0064] 假设地应力危险性一般等级区域大直径卸压钻孔煤体排出量为V_{yb}时即可达到降低地应力危害,煤体排出量V_{yb}的计算表达式为:

[0065] $V_{yb}=\pi\times r_p^{\ 2}\times L\times X$ (4)

[0066] 其中,r_p为卸压钻孔半径,m;L为卸压钻孔孔深,m;X为卸压钻孔个数,个。

[0067] 同理,水力扩孔或水力割缝钻孔煤体排出量为V_{ybs}的计算表达式为:

[0068] $V_{ybs}=\pi\times r_p^{\ 2}\times L\times X+V_1\times Y$ (5)

[0069] 其中,V_{ybs}为地应力一般危险区域水力扩孔或水力割缝钻孔煤体排出量,m^3;V_1为一个水力扩孔空洞或一个水力割缝缝槽排出煤体的体积,m^3;Y为水力扩孔空洞个数或一个水力割缝缝槽个数,个。

[0070] 理论分析可得,煤体排出量与地应力成正比,即地应力中等、严重危险等级区域需

要排出煤体的体积V_{zd}、V_{yz}分别为各自应力增量系数与地应力危险性一般等级区域应力增量系数的比值乘以V_{yb}或V_{ybs},以地应力中等危险等级区域为例,采用大直径卸压钻孔或水力扩孔、水力割缝技术时,V_{zd}、V_{zds}的计算公式分别如式(6)、(7)所示:

[0071] $$V_{zd}=(k_{zd}/k_{yb})\times\pi\times r_p^2\times L\times X \quad (6)$$

[0072] 其中,k_{zd}(1/3≤k_{zd}≤2/3)为地应力中等危险等级区域的应力增量系数;k_{yb}(k_{yb}<1/3)为地应力一般危险区域的应力增量系数;V_{zd}为地应力中等危险区域大直径卸压钻孔卸压后煤体排出量,m^3。

[0073] $$V_{zds}=(k_{zd}/k_{yb})\times(\pi\times r_p^2\times L\times X+V_1\times Y) \quad (7)$$

[0074] 其中,V_{zds}为地应力中等危险区域水力扩孔或水力割缝钻孔煤体排出量,m^3。

[0075] 因此,要使地应力中等危险等级区域满足防突要求,通过调整式(6)、(7)中X或Y等参数实现地应力危险的消除;

[0076] 严重等级区域以此类推,实现地应力危险的分级防突。

[0077] (2)瓦斯分级防突

[0078] 瓦斯分级防突主要采用抽采钻孔抽采瓦斯从而降低煤层中的瓦斯压力和瓦斯含量,具体需要抽出瓦斯量可参考《防治煤与瓦斯突出细则》或现场实测考察确定。

[0079] 假设一般瓦斯危险性区域需要抽出瓦斯量为Q_{yb}时即可达到降低瓦斯危害,抽出瓦斯量Q_{yb}的计算表达式为:

[0080] $$Q_{yb}=Q_r\times X \quad (8)$$

[0081] 其中,Q_r为抽采半径为r时,一个抽采钻孔抽采时间t后的瓦斯量,m^3;X为钻孔个数,个。

[0082] 瓦斯一般危险区域可通过调整抽采半径为r、抽采时间t、钻孔个数X等其中一个或多个参数的方法达到防突要求。由于抽出瓦斯量与瓦斯含量成正比,瓦斯中等、严重危险区域需要抽出瓦斯量为Q_{zd}、Q_{yz},那么瓦斯中等、严重危险区域可采用同样的方法实现瓦斯危险的分级防突。同理,瓦斯压力的降低方法参考瓦斯含量执行。

[0083] (3)煤层抽采性能分级防突

[0084] 煤层抽采性能分级防突主要通过增加煤层透气性系数、增加钻孔成孔率、护孔等方法提高钻孔的抽采效果。

[0085] 1)煤层透气性系数

[0086] 假设容易抽采煤层区域需要抽出瓦斯量为Q_{ry}时即可达到防突要求,抽出瓦斯量Q_{ry}的计算表达式为:

[0087] $$Q_{ry}=Q_{\lambda 1}\times X \quad (9)$$

[0088] 其中,$Q_{\lambda 1}$为容易抽采煤层一个抽采钻孔抽采时间t后的瓦斯量,m^3;X为钻孔个数,个。

[0089] 容易抽采煤层主要通过增透技术增加煤层透气性系数的方法,也可通过调整抽采半径为r、抽采时间t、钻孔个数X等其中一个或多个参数的方法达到防突要求。由于抽出瓦斯量与瓦斯含量成正比,较难抽采、可以抽采煤层区域需要抽出瓦斯量为Q_{jn}、Q_{ky},那么较难、可以抽采煤层区域可采用同样的方法实现煤层瓦斯抽采性能的分级防突。

[0090] 2)煤的坚固性系数

[0091] 实践表明中硬煤层、较硬煤层的抽采钻孔施工成孔率较高、且一般不需要采用防

垮孔的护孔措施,即可实现瓦斯抽采效果;但松软煤层则不同,松软煤层抽采钻孔不仅成孔率低、施工难以达到设计长度,而且成孔后钻孔极易垮塌造成垮孔现象。因此,松软煤层采用特种钻机、钻具等增加钻孔成孔率或采用全程下套管的护孔措施,提高抽采效果、实现防突效果。

[0092] (4)煤层地应力、瓦斯、抽采性能的综合分级防突

[0093] 需要说明的是,前面(1)~(3)仅说明了煤层地应力、瓦斯、抽采性能等三种因素的单一因素分级防突,实际防突过程中三种因素是耦合作用,需要考虑三者的耦合情况进行综合分级防突:即首先分别满足煤层地应力、瓦斯、抽采性能等三种因素的单一因素分级防突,三种因素同时满足分级防突要求且统筹兼顾。

[0094] 最后说明的是,以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非限制,尽管参照较佳实施例对本发明进行了详细说明,本领域的普通技术人员应当理解,可以对本发明的技术方案进行修改或者等同替换,而不脱离本技术方案的宗旨和范围,其均应涵盖在本发明的权利要求范围当中。

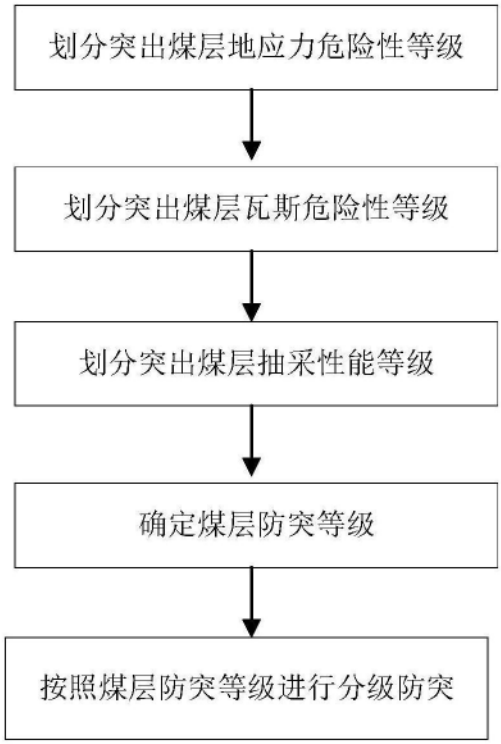

划分突出煤层地应力危险性等级
划分突出煤层瓦斯危险性等级
划分突出煤层抽采性能等级
确定煤层防突等级
按照煤层防突等级进行分级防突

图1