



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110689552 B

(45) 授权公告日 2022. 10. 21

(21) 申请号 201910973617.4

(22) 申请日 2019.10.14

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110689552 A

(43) 申请公布日 2020.01.14

(73) 专利权人 安徽理工大学
地址 232001 安徽省淮南市山南新区泰丰
大街168号

(72) 发明人 孟祥帅 鲁海峰

(51) Int. Cl.
G06T 7/12 (2017.01)
G06T 5/00 (2006.01)
G06T 7/13 (2017.01)
G06T 7/136 (2017.01)

(56) 对比文件

CN 110018290 A, 2019.07.16

CN 110146525 A, 2019.08.20

WO 2017185724 A1, 2017.11.02

张永波等. 采动岩体裂隙分形特征的实验研究.《矿山压力与顶板管理》.2004, (第01期),
熊伟等. 软岩巷道冒落区注浆技术.《金属矿山》.2005, (第02期),

审查员 闫飞燕

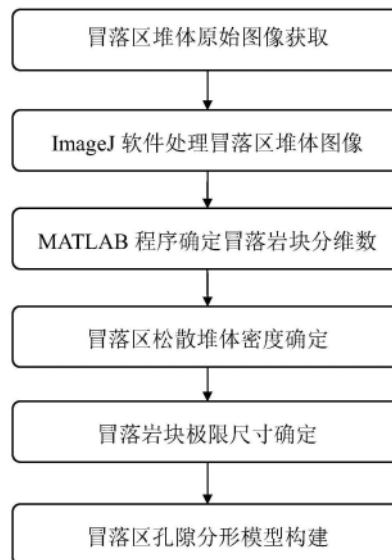
权利要求书1页 说明书3页 附图4页

(54) 发明名称

一种基于分形理论的冒落区堆体孔隙率确定方法

(57) 摘要

本发明公开了一种基于分形理论的冒落区堆体孔隙率确定方法,包括:原始冒落岩块堆体图像获取;利用ImageJ软件对图像进行灰度化和二值化等处理,将图像转化为二值数据图像;基于图像处理得到的二值数据图像,编写程序计算堆体的分形维数;获取冒落区岩块密度、冒落岩块极限尺寸,结合分形维数构建堆体孔隙分形模型,计算冒落区堆体孔隙率。本发明基于分形理论的冒落区堆体孔隙率确定方法,运用ImageJ软件进行图形处理,编写MATLAB程序确定分形维数,继而构建冒落区孔隙分形模型,计算孔隙率,具有一定的新颖性,且本发明操作简单,易于实际应用,为冒落区堆体孔隙率的确定提供了一种新的方法和思路。



1. 一种基于分形理论的冒落区堆体孔隙率确定方法,其特征在于,该方法包括:步骤A,获取原始冒落岩块堆体图像,照片拍摄时要保持亮度一致,镜头光轴要垂直于堆体表面;步骤B,利用ImageJ软件对图像进行灰度化、均衡化、去噪和阈值分割处理,将图像转化为二值数据图像;步骤C,基于步骤B得到的二值图像,利用MATLAB编写程序计算图像堆体的分形维数,冒落岩块分维数 D 的计算公式为: $D = \ln(N_{i+1}/N_i)/\ln(r_i/r_{i+1})$,式中: r_i, r_{i+1} —分别为两个衡量冒落岩石的特征尺寸, N_i, N_{i+1} —分别为对应于 r_i 和 r_{i+1} 特征尺寸下的采空区冒落岩石数目, MATLAB程序执行过程为:读取二值数据图像,二值图像像素点为黑或白两种颜色,对应于计算机中只包含0和1的矩阵,0代表黑色,1代表白色,将二值数据矩阵依次划分成若干子矩阵,子矩阵行列数均为 k ,所有子矩阵的个数记作 N_{δ_k} ,简记为 N_k ,取 $k=1, 2, 4, \dots, 2i$,得到盒子数 $N_1, N_2, N_4, \dots, N_{2i}$,像素点的大小 δ =图像的长度 l /图像一行中像素点数量,行和列都由 k 个像素点组成的块的边长为 $\delta_k = k\delta, k = 1, 2, 4, \dots, 2i$,对于每个图像, δ 是一个定值, $\delta_k=k$,分别对 δ_k 和 N_k 取对数,作图,得到一系列点,对点拟合得到一条直线,直线斜率为图像的分形维数 D ;步骤D,获取冒落区岩块密度、冒落岩块极限尺寸、特征尺寸岩块数目,结合分形维数构建堆体孔隙分形模型,计算冒落区堆体孔隙率,冒落区松散堆体密度计算公式为: $d = \frac{H-h}{H}d_0$,式中: d_0 —冒落区堆体岩块的密度,取冒落区内各岩层密度的平均值, d —冒落区松散堆体密度, H —冒落带高度, m, h —煤层高度, m ,冒落岩块极限尺寸包括冒落岩块的最大尺寸 r_{max} 和最小尺寸 r_{min} , $r_{max} = \sqrt[3]{bLH}$,式中: b —采宽, m, H —冒落带高度, m, L —工作面推进长度, m, r_{min} 是岩层冒落堆体中破碎最严重,数目最多,尺寸最小的岩块,冒落区堆体孔隙率计算公式为: $P = 1 - \frac{dr_{max}^{3-D}}{d_0(r_{max}^{3-D} - r_{min}^{3-D})}$,式中: d —冒落区松散堆体密度, d_0 —冒落区堆体岩块的密度, D —分形维数, r_{max} —冒落岩块的最大尺寸, r_{min} —冒落岩块的最小尺寸。

2. 如权利要求1所述的一种基于分形理论的冒落区堆体孔隙率确定方法,其特征在于,步骤B中,利用ImageJ软件对图像进行灰度化和二值化处理,将图像转化为二值数据图像,具体过程为:导入原始RGB图片数据;将RGB图像转化为8位灰度图像;对图像进行均衡化增强处理;增强后的图像进行平滑、高斯去噪、提取边缘和骨架化处理;使用最大方差法自动选择相应门限值对灰度图像进行阈值分割,将图像转化位二值数据。

一种基于分形理论的冒落区堆体孔隙率确定方法

技术领域

[0001] 本发明涉及孔隙率计算技术领域,具体涉及一种基于分形理论的冒落区堆体孔隙率确定方法。

背景技术

[0002] 在对冒落区进行注浆改造工程用以地面减沉时,如何正确合理地计算冒落区堆体孔隙率,对冒落区充填技术中注浆孔位确定、设备选型、工艺流程与施工组织管理等重要环境有及其重要的意义。当前对于冒落区堆体孔隙率的确定有很多方法,如现场实测,数值模拟,理论计算等,在冒落区堆体孔隙率的诸多方法中,现场实测操作较为繁琐,且井下条件复杂多变,难以实现;通过数值模拟手段计算与实际又有较大出入;理论计算参数获取困难,计算结果可靠性不高。经大量研究表明,岩体破碎后所产生的各种尺寸岩块的形状具有分形结构,本发明针对这一特征基于分形理论提供一种操作简单,易于实际应用的冒落区堆体孔隙率确定方法。

发明内容

[0003] 1.本发明的目的

[0004] 鉴于此,本发明针对冒落区堆体孔隙率确定的重要性和困难性,提供一种基于分形理论确定冒落区堆体孔隙率的简单方法,为开采冒落区注浆充填量的计算提供基础数据。

[0005] 2.本发明的技术方案

[0006] 为实现上述目的,本发明一种领域,具体涉及一种基于分形理论的冒落区堆体孔隙率确定方法,该方法包括:步骤A,原始冒落岩块堆体图像获取;步骤B,利用ImageJ软件对图像进行灰度化、均衡化、去噪和阈值分割等处理,将图像转化为二值数据图像;步骤C,基于步骤B得到的二值图像,利用MATLAB编写程序计算图像堆体的分形维数,步骤D,获取冒落区岩块密度、冒落岩块极限尺寸,结合分形维数构建堆体孔隙分形模型,计算冒落区堆体孔隙率。

[0007] 发明基于分形理论,依据现场测量和堆体图像,利用ImageJ软件结合MATLAB编写程序计算冒落区堆体的分形维数,继而采用理论推导方式构建冒落区堆体孔隙分形模型,计算堆体孔隙率。本发明具有一定的新颖性,且本发明操作简单,易于实际应用,为冒落区堆体孔隙率确定提供了一种新的方法和思路。

附图说明

[0008] 此处用来说明的附图是为了对本发明的进一步解释和说明,为本申请的一部分,但并不能限定本发明。

[0009] 图1为本发明基于分形理论的冒落区堆体孔隙率确定方法流程图。

[0010] 图2为ImageJ软件图像处理流程图

[0011] 图3为MATLAB程序执行过程流程图

[0012] 图4为ImageJ软件处理后冒落区石堆体8位灰度图像

具体实施方案

[0013] 下面结合附图及本发明所应用的实例,对本发明进行进一步说明。

[0014] 图1为本发明基于分形理论的冒落区堆体孔隙率确定方法流程图。

[0015] 图2为ImageJ软件图像处理流程图

[0016] 图3为MATLAB程序执行过程流程图

[0017] 图4为ImageJ软件处理后冒落区石堆体8位灰度图像

[0018] 步骤A,获取要计算的冒落区堆体的照片,照片拍摄时要保持亮度一致,镜头光轴要垂直于堆体表面;

[0019] 步骤B,利用ImageJ软件对图像进行灰度化和二值化处理,将图像转化为二值数据,图像处理流程图见说明说附图2;本发明中,利用ImageJ软件对图像进行处理的具体过程为:

[0020] 1) 导入图片数据;

[0021] 2) 将RGB图像转化为8位灰度图像;

[0022] 3) 对图像进行均衡化增强处理;

[0023] 4) 增强后的图像进行平滑、高斯去噪、提取边缘和骨架化处理;

[0024] 5) 使用最大方差法自动选择相应门限值对灰度图像进行阈值分割,将图像转化位二值数据。

[0025] 步骤C,基于步骤B得到的二值图像,利用MATLAB编写程序计算图像堆体的分形维数D;

[0026] 1) 冒落区岩块分形维数的公式推导:

[0027] 冒落区岩块碎体分析中,使用幂指数关系,包含尺度 r 与颗粒数目 $N_{(r)}$ 之间满足如下关系: $N_{(r)} = Cr^{-D}$,式中 r —特征尺寸大于 r 的岩块数目; C —是材料常数。从上式可得冒落岩块分维数 D : $D = \ln(N_{i+1}/N_i) / \ln(r_i/r_{i+1})$,式中 r_i, r_{i+1} —分别为两个衡量冒落岩石的特征尺寸; N_i, N_{i+1} —分别为对应于 r_i 和 r_{i+1} 特征尺寸下的采空区冒落岩石数目。

[0028] 2) 确定分形维数D的MATLAB程序执行步骤是:

[0029] ①读取二值数据图像;二值图像像素点为黑或白两种颜色,对应于计算机中只包含0和1的矩阵,0代表黑色,1代表白色。

[0030] ②将二值数据矩阵依次划分成若干子矩阵,子矩阵行列数均为 k ,所有子矩阵的个数记作 $N_{\delta k}$ (简记为 N_k),取 $k=1,2,4,\dots,2i$,从而得到盒子数 N_1, N_2, \dots, N_{2i} 。因为像素点的大小 $\delta = \text{图像的长度} / \text{图像一行中像素点数量}$,所以行和列都由 k 个像素点组成的块的边长为 $\delta^k = k\delta$ ($k=1,2,4,\dots,2i$);对于每个图像, δ 是一个定值,具体计算时 $\delta_k = k$ ($k=1,2,4,\dots,2i$)。

[0031] ③分别对 δ_k 和 N_k 取对数,作图,得到一系列点,对点拟合得到一条直线,直线斜率即为图像的分形维数D。

[0032] 执行过程见说明书附图3。

[0033] 步骤D,获取冒落区松散堆体密度、冒落岩块极限尺寸、特征尺寸岩块数目,结合分

形维数构建堆体孔隙分形模型,计算冒落区堆体孔隙率。分为以下步骤:

[0034] 1) 冒落区松散堆体密度的确定与冒落带高度、煤层高度及冒落区堆体岩块的密度有关,其计算公式为: $d = \frac{H-h}{H}d_0$, 式中: d_0 —冒落区堆体岩块的密度,取冒落区内各岩层密度的平均值。 d —冒落区松散堆体密度; H —冒落带高度为, h —煤层高度。

[0035] 2) 冒落岩块极限尺寸包括冒落岩块的最大尺寸 r_{\max} 和最小尺寸, $r_{\max} = \sqrt[3]{bLH}$, 式中: b —采宽,m; H —冒落带高度,m; L —工作面推进长度,m。 r_{\min} 是岩层冒落堆体中破碎最严重、数目最多,尺寸最小的岩块。

[0036] 3) 结合以上参数将冒落区堆体视为Menger海绵模型,推导出冒落岩块分维数与孔隙率 P 关系如下:

$P = 1 - \frac{dr_{\max}^{3-D}}{d_0(r_{\max}^{3-D} - r_{\min}^{3-D})}$, 式中: d —冒落区松散堆体密度; d_0 —冒落区堆体岩块的密度; D —分形维数; r_{\max} —冒落岩块的最大尺寸; r_{\min} —冒落岩块的最小尺寸。

[0037] 将本发明方法应用于祁东煤矿首采的3222工作面的具体实例,如下:

[0038] ①首先在井下3222工作面拍摄冒落区堆体图像,使用ImageJ软件进行灰度化、均衡化和二值化等处理,处理后的冒落区堆体图像见说明书附图4,再经Matlab程序计算得3222工作面冒落区堆体分形维数 $D=2.875$;

[0039] ②3222工作面冒落区松散堆体密度计算,已知3222工作面长800m,宽150m,倾斜长壁综采,采宽42m,冒落区内3种岩体平均密度 $d_0=2.51\text{t/m}^3$;现场钻孔资料表明,3222工作面冒落区高度 H 为9.5m,由松散堆体密度计算公式得 $d=1.85\text{t/m}^3$;

[0040] ③岩块极限尺寸确定, r_{\max} 由公式计算得 $r_{\max} = (42 \times 150 \times 9.5)^{-1/3} = 39\text{m}$ 再根据现场调查可知, $r_{\min} = 0.00001\text{m}$;

[0041] 则3222工作面冒落区孔隙率 P 为:

$$[0042] \quad P = 1 - \frac{dr_{\max}^{3-D}}{d_0(r_{\max}^{3-D} - r_{\min}^{3-D})} = 1 - \frac{1.85 \times 39^{3-2.875}}{2.51 \times (39^{3-2.875} - 0.00001^{3-2.875})} = 24.7\%$$

[0043] 本发明基于分形理论,利用ImageJ软件和MATLAB程序即可实现对冒落区堆体孔隙率的确定,具有一定的新颖性,且本发明操作简单,易于实际应用,为冒落区堆体孔隙率的确定提供了一种新的方法和思路。

[0044] 以上所述具体实例,对本发明的目的,过程和有益效果进行详细说明,并不用于限定本发明的限定范围,凡在本发明的精神原则之内,所做的任何修改、等同替换等,均应包含在本发明的保护范围之内。

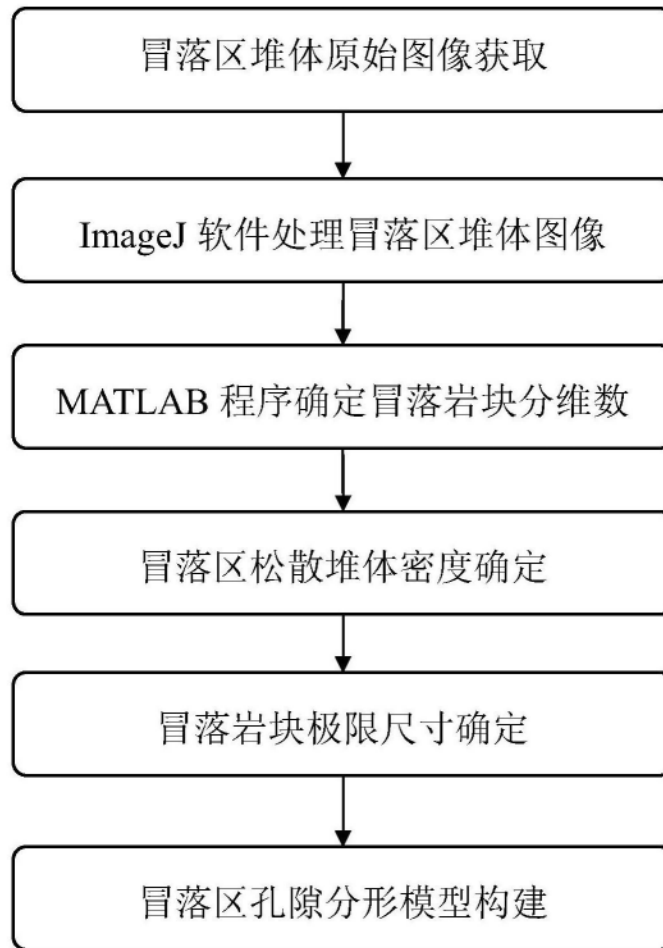


图1

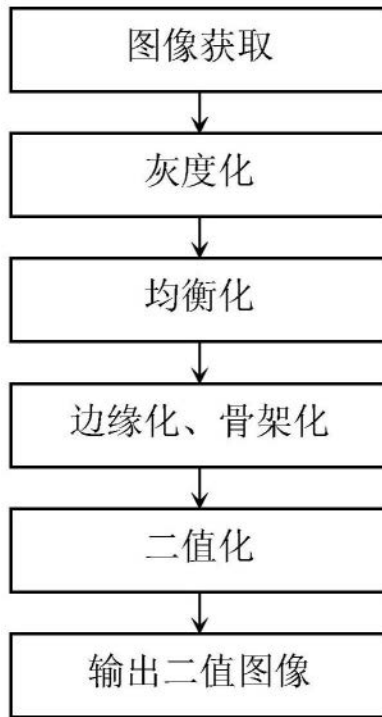


图2

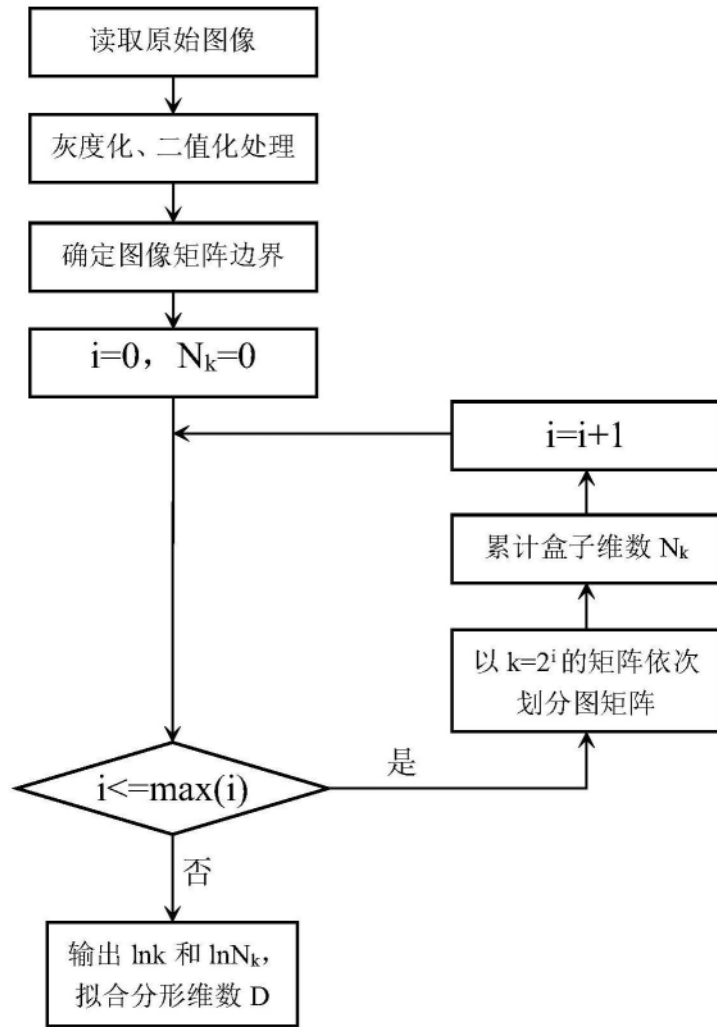


图3



图4