(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国 际 局

(43) 国际公布日
2018 年 1 月 25 日 (25.01.2018)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2018/014623 A1

(51) 国际专利分类号:
G01N 3/08 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2017/082998

(22) 国际申请日: 2017 年 5 月 4 日 (04.05.2017)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201610572831.5 2016年7月20日 (20.07.2016) CN

(71) 申请人: 中 国 矿 业 大 学 **(CHINA UNIVERSITY OF MINING AND TECHNOLOGY)** [CN/CN]; 中国江苏省徐州市泉山区大学路 1 号, Jiangsu 221116 (CN)。

(72) 发明人: 马立强 **(MA, Liqiang)**; 中国江苏省徐州市泉山区大学路1号, Jiangsu 221116 (CN)。 张东升 **(ZHANG, Dongsheng)**; 中国江苏省徐州市泉山区大学路1号, Jiangsu 221116 (CN)。 周焘 **(ZHOU, Tao)**; 中国江苏省徐州市泉山区大学路1号, Jiangsu 221116 (CN)。 孙海 **(SUN, Hai)**; 中国江苏省徐州市泉山区大学路1号, Jiangsu 221116 (CN)。

(74) 代理人: 南京经纬专利商标代理有限公司 **(NANJING JINGWEI PATENT & TRADEMARK AGENCY CO., LTD)**; 中国江苏省南京市鼓楼区中山路179号12楼B座, Jiangsu 210005 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明，要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR,

(54) **Title:** INFRARED RADIATION MONITORING AND POSITIONING METHOD FOR FRACTURE DEVELOPMENT ZONE USED DURING FRACTURING OF COAL ROCK

(54) **发明名称**: 煤岩破裂过程中裂隙发育区的红外辐射监测定位方法

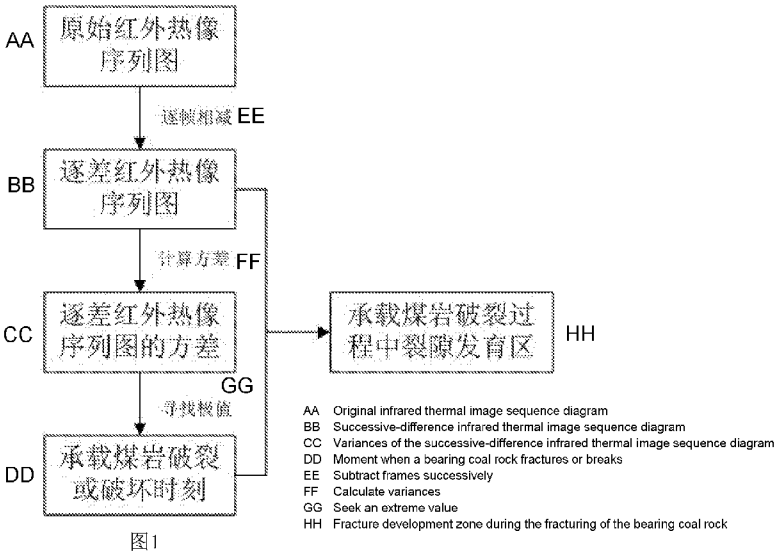


图1

(57) **Abstract:** An infrared radiation monitoring and positioning method for a fracture development zone, used during the fracturing of a coal rock, which relates to the field of water-protective mining and strata control and is applicable to the study of the laws of fracture development and the detection of fracture development location during the fracturing of a coal rock. The method determines, using the variance index of a successive-difference infrared thermal image sequence diagram, the point in time when a bearing coal rock fractures and breaks, and on this basis, extracts, according to said point in time, the infrared thermal image diagram at that time, to accordingly position the fracture development zone at the moment when the bearing coal rock fractures, realizing time and space predictions for the fracture development zone. The study result can be used for monitoring human engineering disasters such as coal (rock) explosions or water gushing into mines due to the fracturing of a bearing coal rock, and in particular, has scientific significance for enriching water-protective mining and strata control theories.

WO 2018/014623 A1

[见续页]

LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明，要求每一种可提供的地区保护)：ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(57) 摘要：一种煤岩破裂过程中裂隙发育区的红外辐射监测定位方法，涉及保水开采与岩层控制领域，适用于研究煤岩破裂过程中裂隙发育规律和发育位置的探测。此方法采用逐差红外热像序列图的方差指标确定承载煤岩破裂与破坏的时间节点，在此基础上，根据时间节点提取此刻的红外热像图定位承载煤岩破裂时刻的裂隙发育区，实现了对裂隙发育区的时空预测。研究结果可应用于由承载煤岩破裂引起的煤（岩）爆、矿井突水等人类工程灾害的监测监控，尤其对丰富矿山保水开采与岩层控制理论具有科学意义。

煤岩破裂过程中裂隙发育区的红外辐射监测定位方法

技术领域

[0001] 本发明涉及保水开采与岩层控制领域，具体涉及煤岩破裂过程中裂隙发育区的红外辐射监测定位方法。

背景技术

[0002] 煤岩受力破裂失稳是引发煤(岩)爆、矿柱屈服坍塌、矿井突水以及矿震等矿井灾害的根本原因。研究表明，煤岩在承载受力、变形及破裂过程中，随着应力的变化包括红外波段在内的电磁辐射强度会发生变化，在破裂失稳时会出现热红外异常。正确认识煤岩破裂失稳过程中的红外辐射特征，找出煤岩破裂过程中的裂隙发育规律，进而准确有效地对煤岩的破裂过程进行监测与前兆预警，是实现保水开采的重要理论基础。目前国内外学者对煤岩破裂失稳过程红外辐射特征做出大量研究，但是均存在以下问题：(1)判别煤岩是否处于微破裂或者破坏状态时，均采用平均红外辐射温度(AIRT)、最大(小)值等指标，而这些指标在实际测试煤岩样承载破裂过程中，不易明显被观测发生变化，因此造成不能快速、有效捉煤岩破裂失稳的准确时刻；(2)仅采用原始红外热像序列图这一指标判断承载煤岩破裂过程中的裂隙发育区时，忽视了承载煤岩破裂过程中的累积热(热力耦合)效应，不能显著、准确判别承载煤岩破裂过程中红外辐射异常信息。因此，目前急需研究一种能快速、有效定位煤岩破裂过程中的裂隙发育区的方法。

发明内容

[0003] 本发明为解决上述问题，利用逐差红外热像序列图的方差、逐差红外热像序列图，分别从时间和空间上克服上述缺点。

[0004] 为了实现上述目的，本发明技术方案如下：

一种煤岩破裂过程中裂隙发育区的红外辐射监测定位方法，该方法包括以下步骤：

a、获取承载煤岩破裂过程中的原始红外辐射信息：利用红外辐射探测系统监测并存储承载煤岩破裂过程中煤岩外表面的红外辐射信息，得到承载煤岩破裂过程中原始红外热像序列图；

b、计算逐差红外热像序列图：对步骤(a)得到的煤岩原始红外热像序列图中的煤岩原始红外热像序列进行逐帧相减，得到承载煤岩破裂过程中逐差红外热像序列图；

c、确定承载煤岩破裂过程中的红外辐射信息异常发生的时间节点：对步骤(b)得到的逐差红外热像序列图计算方差，找出逐差红外热像序列图的方差的极值及相对应的发生时间点，并判断逐差红外热像序列图方差的极值发生时间点是否为承载煤岩破裂时刻；

d、确定承载煤岩破裂时刻裂隙发育区：根据步骤(c)中得到的逐差红外热像序列图的方差的极值及相对应的发生时间点，提取此刻的逐差红外热像序列图，最终确定承载煤岩破裂时刻裂隙发育区。

[0005] 进一步地，步骤(c)中承载煤岩破裂过程的逐差红外热像序列图的方差根据公式

(Ⅰ)计算得到，公式(Ⅰ)为：$V_{ss}(k)=\frac{1}{M}\frac{1}{N}\sum_{j=1}^{N}\sum_{i=1}^{M}[f(i,j,k+1)-f(i,j,k)-AIRT(k)]^2$，其中$V_{ss}(k)$为逐差红外热像序列图的方差；$f(i,j,k)$为原始红外热像序列图第$k$帧的二维温度矩阵；$i$（$i$=1,2…,$M$）为温度矩阵的行号，$M$为温度矩阵的总行数；$j$（$j$=1,2…,$N$）为温度矩阵的列号，$N$为温度矩阵的总列数；$AIRT(k)=\frac{1}{M}\frac{1}{N}\sum_{j=1}^{N}\sum_{i=1}^{M}[f(i,j,k)]$，$AIRT(k)$为原始红外热像序列图第$k$帧的平均值。

[0006] 进一步地，上述红外辐射探测系统包括压力机、塑料薄膜、承载煤岩、隔离封闭箱体、红外热像仪和数据采集仪。

[0007] 进一步地，上述压力机、塑料薄膜、承载煤岩和红外热像仪均位于隔离封闭箱体的内部。

[0008] 进一步地，上述承载煤岩位于压力机上。

[0009] 进一步地，上述承载煤岩与压力机接触的上下表面设有塑料薄膜。

[0010] 进一步地，上述数据采集仪分别与压力机和红外热像仪连接。

[0011] 进一步地，在步骤(a)中开始监测承载煤岩破裂过程中红外辐射信息时，同时同步启动红外辐射探测系统的压力机和红外热像仪。

[0012] 与现有技术相比，本发明的有益效果在于：

(1)本发明采用了逐差红外热像序列图的方差这一新统计指标可以反应出煤岩的承载受力状态和辐射温度场状况，可作为判断承载煤岩是否发生破坏并失去承载能力的标准。该指标有以下优点：(a)逐差红外热像序列图的方差不仅可以将逐差红外热像序列图的异常信息通过具体数据表现出来，而且将相邻两帧逐差红外热像序列图的差异进行了二次放大。(b)通过相邻两帧的逐差红外热像序列图的方差之比(振幅)来可以准确地定量判别煤岩是否处于微破裂或者破坏状态。(c)该指标捕捉煤岩破裂失稳信息的能力，明显优于平均红外辐射温度(AIRT)、最大(小)值等指标。

[0013] (2)本发明采用了逐差红外热像序列图来显示承载煤岩破裂过程中的裂隙发育区。该指标有以下优点：(a)逐差红外热像序列图把相邻两帧原始红外序列图的共性部分消除，只保留相邻两帧原始红外热像序列图的差异部分，从而提高了其判别承载煤岩破裂过程中红外辐射异常信息的显著性和准确性。(b)消除了承载煤岩破裂过程中的累积热(热力耦合)效应，只保留了应力变化瞬间煤岩的红外辐射(瞬时)变化特征，可以更有效提取承载煤岩破裂时的红外辐射特征。(c)相较于原始红外热像序列图，该指标所显示的热像图异常区域更加显著和直观，与其他红外辐射正常区域的对比度更大，所以该指标可以及时发现承载煤岩破裂过程中的裂隙发育区。

附图说明

[0014] 图1为本发明中煤岩破裂过程中裂隙发育区的红外辐射监测定位方法的流程图；

图2 为本发明中煤岩红外辐射监测系统的结构示意图；

图3 为本发明中某一承载煤岩的原始红外热像序列图；

图4 为图3中的某一承载煤岩的逐差红外热像序列图；

图5 为本发明中某一煤岩载荷和逐差红外热像序列图的方差随时间变化曲线图；

图中：1-压力机；2-塑料薄膜；3-承载煤岩；4-隔离封闭箱体；5-红外热像仪；6-红外辐射采集仪。

具体实施方式

[0015] 下面结合附图和具体实施例对本发明作更进一步的说明，以便本领域内的技术人员了解本发明。

[0016] 如图1所示的是本发明的流程图，煤岩破裂过程中裂隙发育区的红外辐射监测定位方法，包括以下步骤：

a、获取承载煤岩破裂过程中的原始红外辐射信息。在实施本步骤前，需要提前准备红外辐射探测系统，如图2所示。红外辐射探测系统包括压力机1、塑料薄膜2、承载煤岩3、隔离封闭箱体4、红外热像仪5和数据采集仪6；压力机1、塑料薄膜2、承载煤岩3和红外热像仪5均位于隔离封闭箱体4的内部，隔离封闭箱体4的设置主要是为了避免外界环境影响承受煤岩3的红外辐射信息，从而提高红外辐射探测系统的准确性；承载煤岩3位于压力机1上，承载煤岩3与压力机1接触的上下表面设有塑料薄膜2；数据采集仪6分别与压力机1和红外热像仪5连接。利用红外辐射探测系统监测并存储承载煤岩3破裂过程中煤岩外表面的红外辐射信息，得到承载煤岩3破裂过程中原始红外热像序列图，如图3所示。开始监测承载煤岩3破裂过程中红外辐射信息时，同时同步启动红外辐射探测系统的压力机1和红外热像仪5。

[0017] b、计算逐差红外热像序列图。对步骤(a)得到的承载煤岩3原始红外热像序列图中的煤岩原始红外热像序列进行逐帧相减，得到承载煤岩3破裂过程中逐差红外热像序列图，如图4所示。

[0018] c、确定承载煤岩3破裂过程中的红外辐射信息异常发生的时间节点。对步骤(b)得到的逐差红外热像序列图计算方差，找出逐差红外热像序列图的方差的极值及相对应的发生时间点，并判断逐差红外热像序列图方差的极值发生时间点是否为承载煤岩破裂时刻。承载煤岩3破裂过程的逐差红外热像序列图的方差根据公式(I)计算得到；公式(I)为：$V_{ar}(k)=\frac{1}{M}\frac{1}{N}\sum_{j=1}^{N}\sum_{i=1}^{M}\left[f(i,j,k+1)-f(i,j,k)-AIRT(k)\right]^2$，其中$V_{ar}(k)$为逐差红外热像序列图的方差；$f(i,j,k)$为原始红外热像序列图第$k$帧的二维温度矩阵；$i$（$i=1,2\cdots,M$）为温度矩阵的行号，$M$为温度矩阵的总行数；$j$（$j=1,2\cdots,N$）为温度矩阵的列号，$N$为温度矩阵的总列数；$AIRT(k)=\frac{1}{M}\frac{1}{N}\sum_{j=1}^{N}\sum_{i=1}^{M}\left[f(i,j,k)\right]$，$AIRT(k)$为原始红外热像序列图第$k$帧的平均值。

[0019] d、确定承载煤岩破裂时刻裂隙发育区。根据步骤(c)中得到的逐差红外热像序列图的方差的极值及相对应的发生时间点，提取此刻的逐差红外热像序列图，最终确定承载煤岩3破裂时刻裂隙发育区。

[0020] 图5 为本发明中某一承载煤岩的载荷和逐差红外热像序列图的方差随时间变化曲线图，从图中可知，承载煤岩在破裂过程中，载荷与逐差红外热像序列图的方差同时发生变化，因此，逐差红外热像序列图的方差可以将逐差红外热像序列图的异常信息通过具体数据表现出来。通过相邻两帧的逐差红外热像序列图的方差之比(振幅)来可以准确地定量判别煤岩是否处于微破裂或者破坏状态。该指标捕捉煤岩破裂失稳信息的能力，明显优于

平均红外辐射温度(AIRT)、最大(小)值等指标。利用逐差红外热像序列图的方差这一指标提高了其判别承载煤岩破裂过程中红外辐射异常信息的显著性和准确性。

[0021] 以上实施方式仅用以说明本发明而并非限制本发明所描述的技术方案;因此尽管本说明书参照上述的各个实施方式对本发明已进行了详细的说明,但是本领域的普通技术人员应当理解,仍然可以对本发明进行修改或者等同替换;而一切不脱离本发明的精神和范围的技术方案及其改进,其均应涵盖在本发明的权利要求范围当中。

权 利 要 求 书

1.煤岩破裂过程中裂隙发育区的红外辐射监测定位方法，其特征在于，该方法包括以下步骤：

a、获取承载煤岩破裂过程中的原始红外辐射信息：利用红外辐射探测系统监测并存储承载煤岩破裂过程中煤岩外表面的红外辐射信息，得到承载煤岩破裂过程中原始红外热像序列图；

b、计算逐差红外热像序列图：对步骤(a)得到的煤岩原始红外热像序列图中的煤岩原始红外热像序列进行逐帧相减，得到承载煤岩破裂过程中逐差红外热像序列图；

c、确定承载煤岩破裂过程中的红外辐射信息异常发生的时间节点：对步骤(b)得到的逐差红外热像序列图计算方差，找出逐差红外热像序列图的方差的极值及相对应的发生时间点，并判断逐差红外热像序列图方差的极值发生时间点是否为承载煤岩破裂时刻；

d、确定承载煤岩破裂时刻裂隙发育区：根据步骤(c)中得到的逐差红外热像序列图的方差的极值及相对应的发生时间点，提取此刻的逐差红外热像序列图，最终确定承载煤岩破裂时刻裂隙发育区。

2.如权利要求1所述的煤岩破裂过程中裂隙发育区的红外辐射监测定位方法，其特征在于，步骤(c)中承载煤岩破裂过程的逐差红外热像序列图的方差根据公式(I)计算得到；所述公式(I)为：$V_{ar}(k)=\frac{1}{M}\frac{1}{N}\sum_{j=1}^{N}\sum_{i=1}^{M}\left[f(i,j,k+1)-f(i,j,k)-AIRT(k)\right]^2$，其中$V_{ar}(k)$为逐差红外热像序列图的方差；$f(i,j,k)$为原始红外热像序列图第$k$帧的二维温度矩阵；$i$为温度矩阵的行号，$i=1,2\cdots,M$，$M$为温度矩阵的总行数；$j$为温度矩阵的列号，$j=1,2\cdots,N$，$N$为温度矩阵的总列数；$AIRT(k)=\frac{1}{M}\frac{1}{N}\sum_{j=1}^{N}\sum_{i=1}^{M}\left[f(i,j,k)\right]$，$AIRT(k)$为原始红外热像序列图第$k$帧的平均值。

3.如权利要求2所述的煤岩破裂过程中裂隙发育区的红外辐射监测定位方法，其特征在于，所述红外辐射探测系统包括压力机(1)、塑料薄膜(2)、承载煤岩(3)、隔离封闭箱体(4)、红外热像仪(5)和数据采集仪(6)。

4.如权利要求3所述的煤岩破裂过程中裂隙发育区的红外辐射监测定位方法，其特征在于，所述压力机(1)、塑料薄膜(2)、承载煤岩(3)和红外热像仪(5)均位于隔离封闭箱体(4)的内部。

5.如权利要求4所述的煤岩破裂过程中裂隙发育区的红外辐射监测定位方法，其特征在于，所述承载煤岩(3)位于压力机(1)上。

6.如权利要求5所述的煤岩破裂过程中裂隙发育区的红外辐射监测定位方法，其特征在于，所述承载煤岩(3)与压力机(1)接触的上下表面设有塑料薄膜(2)。

7.如权利要求6所述的煤岩破裂过程中裂隙发育区的红外辐射监测定位方法，其特征在于，所述数据采集仪(6)分别与压力机(1)和红外热像仪(5)连接。

8.如权利要求7所述的煤岩破裂过程中裂隙发育区的红外辐射监测定位方法，其特征在于，在步骤(a)中开始监测承载煤岩破裂过程中红外辐射信息时，同时同步启动红外辐射探测系统的压力机(1)和红外热像仪(5)。

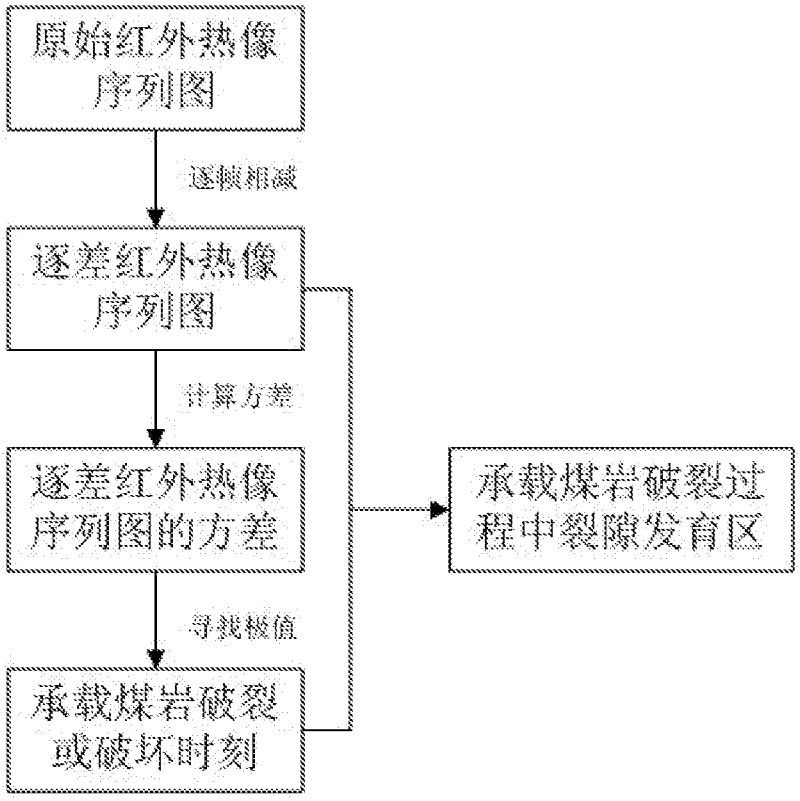

原始红外热像序列图
逐帧相减
逐差红外热像序列图
计算方差
逐差红外热像序列图的方差
寻找极值
承载煤岩破裂或破坏时刻
承载煤岩破裂过程中裂隙发育区

图1

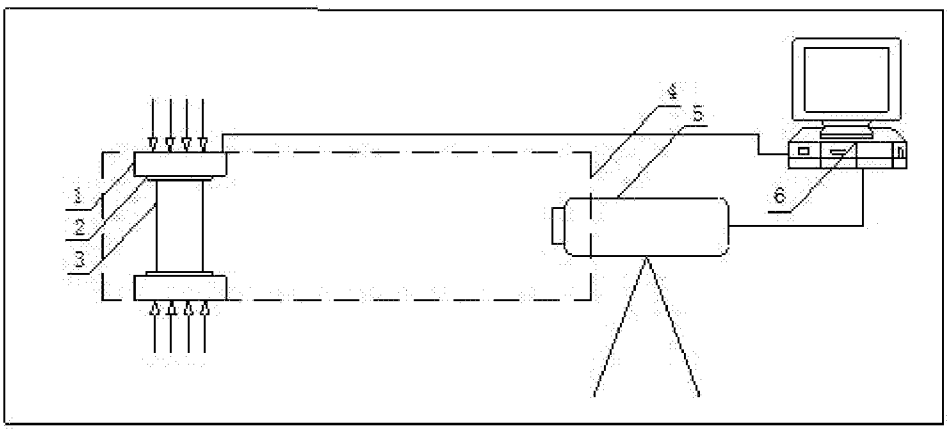

1
2
3
4
5
6

图2

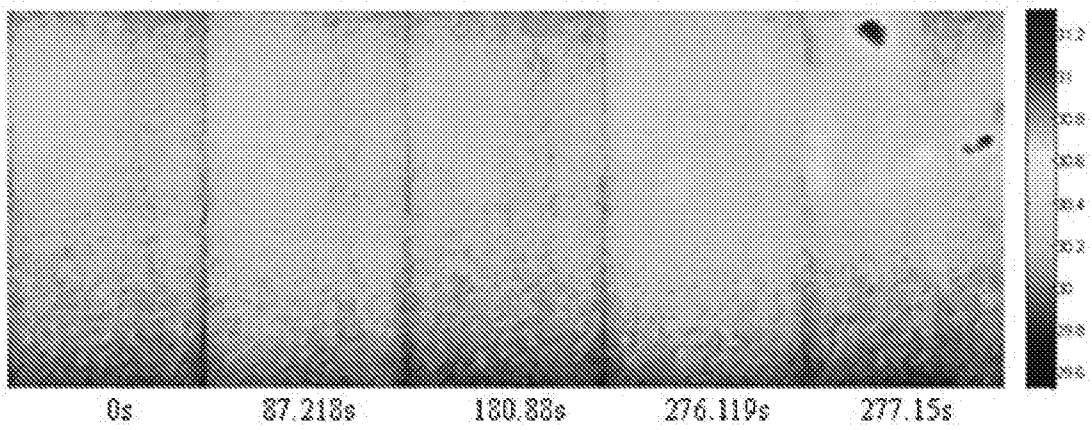

0s
87.218s
180.88s
276.119s
277.15s

图3

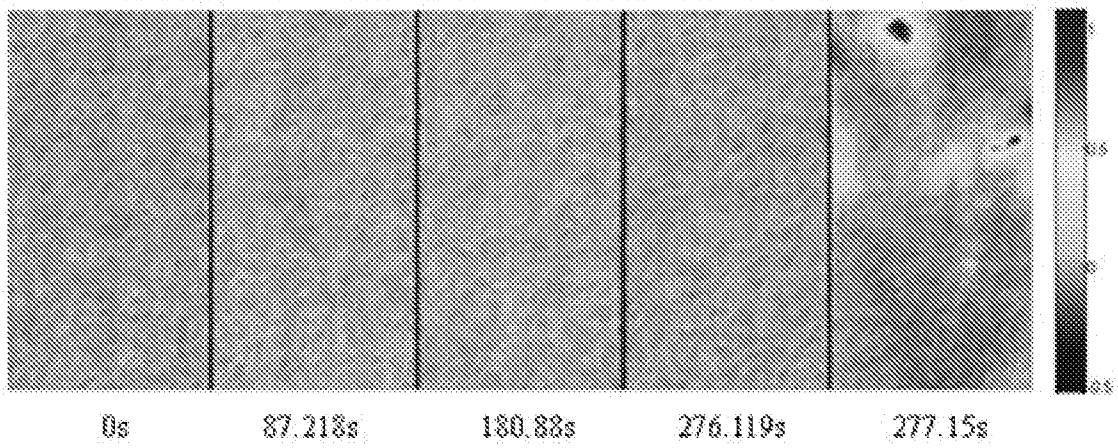

0s
87.218s
180.88s
276.119s
277.15s

图4

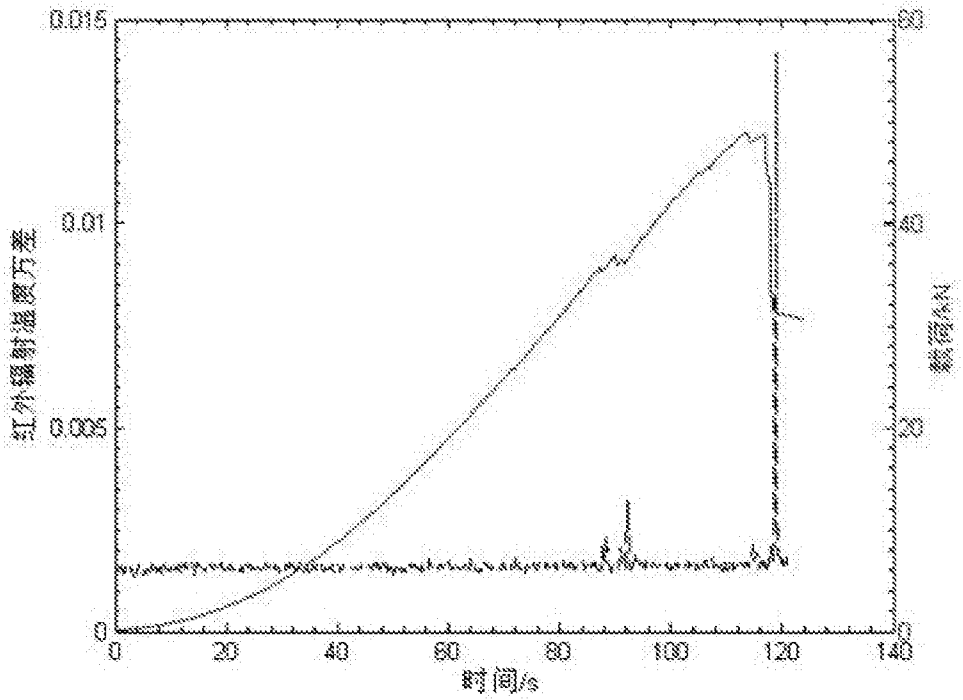

0.015
0.01
0.005
0
红外辐射强度方差
60
40
20
0
载荷/kN
0
20
40
60
80
100
120
140
时间/s

图5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2017/082998

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N 3/08 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01N 3/-; G01N 25/-; G01N 21/-

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC: ma liqiang, liu shanjun, coal+, rock+, load+, press+, failure+, picture??, image?, infrar+, thermal+, varianc+, differ+, china university of mining and technology, ore, concrete, rock-soil, rock-mass, test-piece, crack, fracture, pixel, fluctuate, rear, front, next, successive difference, damage

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 106018096 A (CHINA UNIVERSITY OF MINING AND TECHNOLOGY) 12 October 2016 (12.10.2016) claims 1-8	1-8
PX	MA, Liqiang et al., "Experimental study on dependence of infrared radiation on stress for coal fracturing process" Journal of China Coal Society, volume 42, number 1, 31 January 2017 (31.01.2017), ISSN: 0253-9993, pages 140-147	1-8
X	LIU, Shanjun et al., "Quantitative Analysis Methods Of Infrared Radiation Temperature Field Variation In Rock Loading Process" Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering, volume 34, number S1, 31 May 2015 (31.05.2015), ISSN: 1000-6915, pages 2968-2976	1-8
A	CN 103983513 A (CHINA UNIVERSITY OF MINING AND TECHNOLOGY) 13 August 2014 (13.08.2014) the whole document	1-8

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
04 July 2017	24 July 2017
Name and mailing address of the ISA State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10) 62019451	Authorized officer CHEN, You Telephone No. (86-10) 62413542

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2017/082998

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 103983514 A (CHINA UNIVERSITY OF MINING AND TECHNOLOGY) 13 August 2014 (13.08.2014) the whole document	1-8
A	CN 105318971 A (NANJING UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 10 February 2016 (10.02.2016) the whole document	1-8
A	US 5517861 A (UNITED TECHNOLOGIES CORP.) 21 May 1996 (21.05.1996) the whole document	1-8
A	HOU, Yimin et al., "Steel Material Nondestructive Testing Methods Based on Infrared Image" Industrial Control Computer, volume 25, number 12, 31 December 2012 (31.12.2012) , ISSN: 1001-182X, pages 54-56	1-8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2017/082998

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 106018096 A	12 October 2016	None	
CN 103983513 A	13 August 2014	CA 2928118 A1	26 November 2015
		WO 2015176508 A1	26 November 2015
		CN 103983513 B	02 March 2016
		US 2017059462 A1	02 March 2017
CN 103983514 A	13 August 2014	CN 103983514 B	01 June 2016
		WO 2015176615 A1	26 November 2015
CN 105318971 A	10 February 2016	None	
US 5517861 A	21 May 1996	EP 0707206 A1	17 April 1996
		ES 2177598 T3	16 December 2002
		DE 69526827 D1	04 July 2002
		EP 0707206 B1	29 May 2002
		DE 69526827 T2	16 January 2003

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2017/082998

A. 主题的分类

G01N 3/08(2006.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

G01N3/-,G01N25/-,G01N21/-

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称，和使用的检索词（如使用））

CNPAT,CNKI,WPI,EPODOC：中国矿业大学，马立强，刘善军，岩石，煤，矿石，岩土，岩体，混凝土，水泥，试件，岩，裂隙，裂纹，破裂，破坏，压裂，缺陷，损伤，红外，图像，象素，方差，波动，逐差，差，前，后，下一个，下一幅，coal+，rock+，load+，press+，failur+，pictur??，image?，infrar+，thermal+，varianc+，differ+

C. 相关文件

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 106018096 A (中国矿业大学) 2016年 10月 12日 (2016-10-12) 权利要求1-8	1-8
PX	马立强 等. "煤岩破裂过程中应力对红外辐射的控制效应试验." 煤炭学报, 第42卷, 第1期, 2017年 1月 31日 (2017-01-31), ISSN：0253-9993, ,第140-147页	1-8
X	刘善军 等. "岩石加载过程中红外辐射温度场演化的定量分析方法." 岩石力学与工程学报, 第34卷, 第S1期, 2015年 5月 31日 (2015-05-31), ISSN：1000-6915, ,第2968-2976页	1-8
A	CN 103983513 A (中国矿业大学) 2014年 8月 13日 (2014-08-13) 全文	1-8
A	CN 103983514 A (中国矿业大学) 2014年 8月 13日 (2014-08-13) 全文	1-8
A	CN 105318971 A (南京理工大学) 2016年 2月 10日 (2016-02-10) 全文	1-8

☑ 其余文件在C栏的续页中列出。

☑ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型：

"A" 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

"E" 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

"L" 可能对优先权要求构成怀疑的文件，或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件（如具体说明的）

"O" 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

"P" 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

"T" 在申请日或优先权日之后公布，与申请不相抵触，但为了理解发明之理论或原理的在后文件

"X" 特别相关的文件，单独考虑该文件，认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

"Y" 特别相关的文件，当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时，要求保护的发明不具有创造性

"&" 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期	国际检索报告邮寄日期
2017年 7月 4日	2017年 7月 24日

ISA/CN的名称和邮寄地址	受权官员
中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088	陈优
传真号 (86-10)62019451	电话号码 (86-10)62413542

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2017/082998

C. 相关文件

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
A	US 5517861 A (UNITED TECHNOLOGIES CORP.) 1996年 5月 21日 (1996-05-21) 全文	1-8
A	侯一民 等. "基于红外图像技术的钢构材料无损检测方法的研究." 工业控制计算机, 第25卷, 第12期, 2012年 12月 31日 (2012-12-31), ISSN: 1001-182X, ,第54-56页	1-8

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2017/082998

检索报告引用的专利文件			公布日（年/月/日）	同族专利			公布日（年/月/日）
CN	106018096	A	2016年 10月 12日	无			
CN	103983513	A	2014年 8月 13日	CA	2928118	A1	2015年 11月 26日
				WO	2015176508	A1	2015年 11月 26日
				CN	103983513	B	2016年 3月 2日
				US	2017059462	A1	2017年 3月 2日
CN	103983514	A	2014年 8月 13日	CN	103983514	B	2016年 6月 1日
				WO	2015176615	A1	2015年 11月 26日
CN	105318971	A	2016年 2月 10日	无			
US	5517861	A	1996年 5月 21日	EP	0707206	A1	1996年 4月 17日
				ES	2177598	T3	2002年 12月 16日
				DE	69526827	D1	2002年 7月 4日
				EP	0707206	B1	2002年 5月 29日
				DE	69526827	T2	2003年 1月 16日