

(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
2020 年 8 月 20 日 (20.08.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/164257 A1

(51) 国际专利分类号:
G01S 5/22 (2006.01)

兵 (**LI, Xibing**); 中国湖南省长沙市麓山南路 932 号, Hunan 410083 (CN)。

(21) 国际申请号: PCT/CN2019/114041

(22) 国际申请日: 2019 年 10 月 29 日 (29.10.2019)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201910113634.0 2019 年 2 月 14 日 (14.02.2019) CN

(71) 申请人: 中南大学 (**CENTRAL SOUTH UNIVERSITY**) [CN/CN]; 中国湖南省长沙市麓山南路 932 号, Hunan 410083 (CN)。

(72) 发明人: 董陇军 (**DONG, Longjun**); 中国湖南省长沙市麓山南路 932 号, Hunan 410083 (CN)。
胡清纯 (**HU, Qingchun**); 中国湖南省长沙市麓山南路 932 号, Hunan 410083 (CN)。 李夕

(74) 代理人: 长沙市融智专利事务所 (普通合伙) (**CHANGSHA RONG ZHI PATENT AGENCY**); 中国湖南省长沙市雨花区人民中路 308 号, Hunan 410011 (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, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, 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,

(54) **Title:** MICROSEISMIC/ACOUSTIC EMISSION SOURCE LOCALIZATION METHOD IN COMPLEX STRUCTURE HAVING EMPTY SPACE

(54) 发明名称: 一种含空区复杂结构中的微震/声发射源定位方法

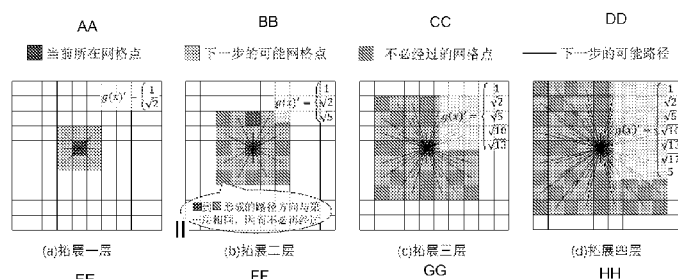


图 1

(57) **Abstract:** A microseismic/acoustic emission source localization method in a complex structure having an empty space, comprising the following steps: step 1, mounting a sensor at each of multiple different positions in a two-dimensional localization area; step 2, recording differences of actual times of receiving, by different sensors, a P-wave signal generated by an unknown microseismic/acoustic emission source; step 3, selecting nodes in the localization area, and calculating differences of theoretical travel times of the P-wave signal, which is generated by the microseismic/acoustic emission source and excited at the nodes, from the nodes to the different sensors; and step 4, determining degrees of deviation between the nodes and the unknown microseismic/acoustic emission source according to the differences of actual times and the differences of theoretical travel times, determining a node having the smallest degree of deviation from the microseismic/acoustic emission source, and taking coordinates of the node having the smallest degree of deviation as localization coordinates of the microseismic/acoustic emission source. According to the microseismic/acoustic emission source localization method in a complex structure having an empty space, a microseismic/acoustic emission source in a complex structure having an empty space can be localized more accurately.

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：一种含空区复杂结构中的微震/声发射源定位方法，包括以下步骤：步骤一，在二维定位区域上多个不同位置各安装一个传感器；步骤二，记录不同传感器接收到未知微震/声发射源产生的P波信号的实际时间之差；步骤三，在定位区域上选取节点，计算节点处激发的微震/声发射源产生的P波信号从节点到不同传感器的理论旅行时间之差；步骤四，根据实际时间之差和理论旅行时间之差判断各节点与未知微震/声发射源的偏离程度，确定与微震/声发射源的偏离程度最小的节点，将偏离程度最小的节点坐标作为微震/声发射源的定位坐标。含空区复杂结构中的微震/声发射源定位方法可以更精确地对含空区复杂结构中的微震/声发射源进行定位。

一种含空区复杂结构中的微震/声发射源定位方法

技术领域

本发明涉及一种含空区复杂结构中的微震/声发射源定位方法。

背景技术

随着浅部矿产资源的逐渐枯竭和地下空间的利用,矿山开采和地下工程正不断向深部进行。在深部地区,巨大的地应力加上构造应力带来的应力集中,使得深部岩体积蓄了大量的能量。地下开挖带来的扰动与卸载,使得岩体的能量瞬间释放,形成岩爆灾害。近年来,微震监测技术作为一种有效手段,可以对岩爆进行监测控制。此外,在机械检测中,声发射(AE)检测作为一种无损检测技术,正得到越来越多的关注与使用。

微震/声发射源定位是微震/声发射监测中最经典、最基本的问题之一。目前在岩体、机械中使用的定位方法假定波速场为均匀波速场,将微震/声发射源到传感器之间的最短时间路径用两点间的最短距离路径(直线路径)来代替,进而进行定位。然而,在开采的矿山、溶洞、隧道等环境下,实际的地层会遇到巷道、采场等复杂的空区系统。此外,机械检测中通常也有含不规则多空洞的结构件。我们知道,弹性波在固体中的传播速度远大于空气中。因而,弹性波在含空区的复杂结构中传播时,从微震/声发射源到传感器之间的最短时间路径将是绕开空区的曲线轨迹,而不再等效于两点间的最短距离路径。如果继续使用平均波速进行微震/声发射源定位,那将严重影响定位的精度。为了解决这一问题,有必要提出一种可更符合波实际传播情况,精度更高的微震/声发射源定位方法。

发明内容

本发明所解决的技术问题是,针对现有微震/声发射源定位方法在含空区的复杂结构中定位精度差,提供一种全新的含空区复杂结构中的微震/声发射源定位方法,考虑了弹性波传播的实际情况,可以更精确地完成定位。

为解决上述技术问题,本发明所采用的解决方案如下:

一种含空区复杂结构中的微震/声发射源定位方法,包括以下步骤:

步骤一：环境准备；

在二维定位区域上多个不同位置各安装一个传感器，各个传感器的位置均为已知；

步骤二：数据采集；

通过传感器接收未知的真实微震/声发射源产生的 P 波信号，记录第 k 个传感器 S_k 接收到 P 波信号的实际时间为 t_0^k ；计算两个传感器 S_l 和传感器 S_k 接收到 P 波信号的实际时间之差 Δt_0^{lk} ， $\Delta t_0^{lk} = |t_0^l - t_0^k|$ ， $l, k = 1, 2, \dots, m$ ， m 为接收到 P 波信号的传感器的总数；

步骤三：理论值计算；

确定二维定位区域上空区的具体位置；将二维定位区域均匀划分为 n 个网格，每个网格的中心点作为一个节点（也可将每个网格边界点作为一个节点，相对于将网格的中心点作为节点，可进一步提高定位精度），得到一个包含 n 个节点的集合；

分别将集合内的每个节点 P_{ij} 当作潜在的微震/声发射源激发位置，并进行以下计算：

追踪 P_{ij} 到第 k 个传感器的理论最短时间路径，其长度记为 L_{ij}^k ；若 P_{ij} 位于空区内，则令 $L_{ij}^k = \infty$ ；

计算 P_{ij} 处激发的微震/声发射源产生的 P 波信号从 P_{ij} 到第 k 个传感器 S_k 的理论旅行时间 t_{ij}^k ， $t_{ij}^k = L_{ij}^k / C$ ，其中 C 为 P 波信号在非空区的传播速度，为未知量；

计算传感器 S_l 和传感器 S_k 的接收到 P 波信号的理论时间之差 Δt_{ij}^{lk} ， $\Delta t_{ij}^{lk} = |t_{ij}^l - t_{ij}^k|$ ；

步骤四：定位计算；

引入 D_{ij} 来描述节点 P_{ij} 与未知微震/声发射源的偏离程度， D_{ij} 计算公式为：

$$D_{ij} = \min_c \sum_{l,k=1}^m (\Delta t_{ij}^{lk} - \Delta t_0^{lk})^2$$

当节点位于空区内，则有 $D_{ij} = \infty$ ；

由 n 个节点将得到对应的 n 个 D_{ij} 值, 并且 D_{ij} 的值越大, 表示节点 P_{ij} 与未知微震/声发射源的偏离程度越大, 由此确定所有节点中与微震/声发射源的偏离程度最小的节点(最小的 D_{ij} 值对应的节点), 将该节点坐标作为微震/声发射源的定位坐标。

本发明将二维定位区域均匀划分为 n 个网格, 每个网格的中心点(或边界点)作为一个节点, 假想节点上有微震/声发射发生, 计算节点到传感器的理论最短时间路径, 将P波信号在非空区的传播速度 C 用未知数代入, 得到P波信号到达各传感器的理论旅行时间。再根据测得的传感器接收到P波信号的实际时间, 求得各节点与真实微震/声发射源之间的偏差, 最小偏差值对应的节点坐标即认为是微震/声发射源的发生坐标。

进一步地, 步骤一中, 在二维定位区域上4个以上不同位置各安装一个传感器。

进一步地, 步骤三中, 采用A*算法、蚁群算法或粒子群算法追踪 P_{ij} 到第 k 个传感器的理论最短时间路径。

进一步地, 步骤三中, 采用A*算法追踪 P_{ij} 到第 k 个传感器的理论最短时间路径, 且在A*算法搜索当前节点下一步路径节点步骤中, 考虑当前节点外围的 h 层节点, 并对当前节点外围第 h 层的所有节点, 逐一判断其和当前节点形成的局部路径方向是否与之前层, 即层数小于 h 的层中某些节点和当前节点形成的局部路径方向重复, 若存在重复, 则去除这些节点, 再将剩下的节点作为当前节点下一步可能的路径节点, 进行计算。

进一步地, 所述 h 取值为2、3或4。

在实际应用中, A*算法在扩展路径节点时一般只考虑将当前节点外围的第1层节点(8方向邻域节点)作为下一步可能的路径节点(后继节点), 即向只考虑从当前节点出发8个方向的局部路径, 如图1(a)所示。为了更有效地追踪最短路径, 本发明改进了A*算法, 让当前节点与周围更多层的节点建立有效联系, 以使得从当前节点出发的局部路径的方向越多, 追踪的路径越精确。当前节点外围第 h 层包含的节点数 $N = (2h + 1)^2 - (2h - 1)^2$ 。当当前节点与其外围2层的节点建立联系时, 下一步可能的路径节点共有24个(第一层8个, 第二层16个)。

但由于当前节点外围第 h 层的节点中，有部分节点和当前节点形成的局部路径方向与内层（层数小于 h 的层）中一些节点和当前节点形成的局部路径方向重复，故不考虑这部分节点作为下一步可能的路径节点，去除这部分节点来减少计算量。如图 1(b)~图 1(d)分别显示了当前节点与其外围的 2 层、3 层、4 层节点建立联系，并去除方向重复的节点后，下一步可能的路径节点个数和位置，其中节点个数分别为 16、32、48。

有益效果：

本发明针对开采的矿山、溶洞、隧道等环境下存在巷道、采场等复杂的空区系统的情况，很好地考虑了弹性波在介质中实际的传播路径，追踪弹性波从微震/声发射源到传感器之间绕开空区的最短时间路径，让其接近真实路径，而不再是传统的不符合实际的两点间的最短距离路径（直线距离路径），使得在复杂环境下的微震/声发射源定位精度大大提高。本发明微震/声发射定位时能符合弹性波绕开空区传播的真实情况，操作简单；无需预先测定波速，可以让待定位物体在工作情况下对其进行实时定位。

附图说明

图 1 是 A*算法的节点拓展方式 1（以网格中心点为节点）。

图 2 是 A*算法的节点拓展方式 2（以网格边缘点为节点）。

图 3 是含空区的复杂平面示意图。

图 4 是两种定位方法结果对比图。

具体实施方式

以下将结合附图和具体实施例对本发明做进一步详细说明。

本发明公开了一种含空区复杂结构中的微震/声发射源定位方法，包括以下步骤：

步骤一：环境准备；

在二维定位区域上多个不同位置各安装一个传感器（在二维定位区域上 4 个不同位置各安装一个传感器）；

步骤二：数据采集；

通过传感器接收未知的真实微震/声发射源产生的 P 波信号,记录第 k 个传感器 S_k 接收到 P 波信号的实际时间为 t_0^k ; 计算两个传感器 S_l 和传感器 S_k 接收到 P 波信号的实际时间之差 Δt_0^{lk} , $\Delta t_0^{lk} = |t_0^l - t_0^k|$, $l, k = 1, 2, \dots, m$, m 为接收到 P 波信号的传感器的总数;

步骤三: 理论值计算;

确定二维定位区域上空区的具体位置; 将二维定位区域均匀划分为 n 个网格, 每个网格的中心点作为一个节点, 得到一个包含 n 个节点的集合;

分别将集合内的每个节点 P_{ij} 当作潜在的微震/声发射源激发位置, 并进行以下计算:

追踪 P_{ij} 到第 k 个传感器的理论最短时间路径, 其长度记为 L_{ij}^k ; 若 P_{ij} 位于空区内, 则令 $L_{ij}^k = \infty$;

本实施例中采用 A* 算法追踪 P_{ij} 到第 k 个传感器的理论最短时间路径, 且在 A* 算法搜索当前节点下一步路径节点步骤中, 考虑当前节点外围的 h 层节点, 并对当前节点外围第 h 层的所有节点, 逐一判断其和当前节点形成的局部路径方向是否与之前层, 即层数小于 h 的层中某些节点和当前节点形成的局部路径方向重复, 若存在重复, 则去除这些节点, 再将剩下的节点作为当前节点下一步可能的路径节点, 进行计算。本发明中 A* 算法的节点拓展方式如图 1 和图 2 所示, 图 1 中 $g(x)'$ 为下一步可能的路径节点与当前节点的距离, 单位是一个网格长度。本实施例的后续实验中采用图 1 的拓展方式, 拓展层数 $h = 4$ 。

计算 P_{ij} 处激发的微震/声发射源产生的 P 波信号从 P_{ij} 到第 k 个传感器 S_k 的理论旅行时间 t_{ij}^k , $t_{ij}^k = L_{ij}^k / C$, 其中 C 为 P 波信号在非空区的传播速度, 为未知量;

计算传感器 S_l 和传感器 S_k 的接收到 P 波信号的理论时间之差 Δt_{ij}^{lk} , $\Delta t_{ij}^{lk} = |t_{ij}^l - t_{ij}^k|$;

步骤四: 定位计算;

引入 D_{ij} 来描述节点 P_{ij} 与未知微震/声发射源的偏离程度, D_{ij} 计算公式为:

$$D_{ij} = \min_c \sum_{l,k=1}^m (\Delta t_{ij}^{lk} - \Delta t_0^{lk})^2$$

当节点位于空区内，则有 $D_{ij} = \infty$ ；

由 n 个节点将得到对应的 n 个 D_{ij} 值，并且 D_{ij} 的值越大，表示节点 P_{ij} 与未知微震/声发射源的偏离程度越大，由此确定与微震/声发射源的偏离程度最小的节点（最小的 D_{ij} 值对应的节点），将该节点坐标作为微震/声发射源的定位坐标。

在图 2 所示 50×40 的平面内，分布着不规则形状的空区。将平面划分成 50×40 个网格，网格中心点点即为节点。布置四个传感器，其坐标分别为 $S_1(49, 0)$ ， $S_2(0, 17)$ ， $S_3(0, 31)$ 和 $S_4(49, 33)$ ，单位均为 m（见图 4）。波在固体介质中的传播波速设为 5000m/s。所有微震源、声发射源的初始时间设定为 0 s。假定 4 个微震/声发射事件中，微震源或声发射源位置分别为 O(26,2)、P(37,14)、Q(27, 25) 和 R(7, 31)，见图 4。传感器记录的 P 波到时数据见表 1。

表 1 各微震/声发射源激发的 P 波到达传感器的时刻

微震事件	各微震/声发射源激发的 P 波到达传感器的时刻/ms			
	S_1	S_2	S_3	S_4
O	6.28012	5.84670	5.83096	10.31366
P	10.57958	7.28328	5.42178	7.44122
Q	3.13050	5.81500	7.42444	10.08548
R	1.40000	5.53172	8.06226	9.27794

分别用现有的无需预先测量速度的微震定位方法（参见董陇军，李夕兵，唐礼忠，et al. 无需预先测速的微震震源定位的数学形式及震源参数确定[J]. 岩石力学与工程学报, 2011, 30(10).）和本发明进行定位计算，并计算定位结果的绝对误差 D：

$$D = \sqrt{(X - X_0)^2 + (Y - Y_0)^2}$$

其中，(X, Y) 为定位计算得到的位置，(X_0 , Y_0) 为微震/声发射源的实际位置。将结果记录到表 2 中。

表 2 两种定位方法的定位结果

微震/声发射	现有方法定位结果	本发明定位结果
--------	----------	---------

源	X/m	Y/m	D/m	X/m	Y/m	D/m
1	25.17	0.00	2.17	26.16	2.29	0.33
2	6.81	31.29	0.35	7.10	31.06	0.12
3	26.14	26.82	2.01	27.04	24.99	0.04
4	32.57	15.68	4.48	38.13	14.93	1.13

从表 2 和图 4 可以看出, 在 4 个微震/声发射事件中, 本发明的定位结果均比现有方法的定位结果精确。因而从总体上讲, 本发明在总体上的定位精度优于现有方法。从局部上看, 本发明定位结果的绝对误差最大值为 1.13m, 远小于传统方法的 4.48m。因而, 在定位精度方面, 本发明较现有方法有着较大的优势。

1、一种含空区复杂结构中的微震/声发射源定位方法，其特征在于，包括以下步骤：

步骤一：环境准备；

在二维定位区域上多个不同位置各安装一个传感器；

步骤二：数据采集；

通过传感器接收微震/声发射源产生的 P 波信号，记录第 k 个传感器 S_k 接收到 P 波信号的实际时间为 t_0^k ；计算两个传感器 S_l 和传感器 S_k 接收到 P 波信号的实际时间之差 Δt_0^{lk} ， $\Delta t_0^{lk} = |t_0^l - t_0^k|$ ， $l, k = 1, 2, \dots, m$ ， m 为接收到 P 波信号的传感器的总数；

步骤三：理论值计算；

确定二维定位区域上空区的具体位置；将二维定位区域均匀划分为 n 个网格，每个网格的中心点作为一个节点，得到一个包含 n 个节点的集合；

分别将集合内的每个节点 P_{ij} 当作潜在的微震/声发射源激发位置，并进行以下计算：

追踪 P_{ij} 到第 k 个传感器的理论最短时间路径，其长度记为 L_{ij}^k ；若 P_{ij} 位于空区内，则令 $L_{ij}^k = \infty$ ；

计算 P_{ij} 处激发的微震/声发射源产生的 P 波信号从 P_{ij} 到第 k 个传感器 S_k 的理论旅行时间 t_{ij}^k ， $t_{ij}^k = L_{ij}^k / C$ ，其中 C 为 P 波信号在非空区的传播速度，为未知量；

计算传感器 S_l 和传感器 S_k 的接收到 P 波信号的理论时间之差 Δt_{ij}^{lk} ， $\Delta t_{ij}^{lk} = |t_{ij}^l - t_{ij}^k|$ ；

步骤四：定位计算；

引入 D_{ij} 来描述节点 P_{ij} 与未知微震/声发射源的偏离程度， D_{ij} 计算公式为：

$$D_{ij} = \min_c \sum_{l,k=1}^m (\Delta t_{ij}^{lk} - \Delta t_0^{lk})^2$$

当节点位于空区内，则有 $D_{ij} = \infty$ ；

D_{ij} 的值越大，表示节点 P_{ij} 与未知微震/声发射源的偏离程度越大，由此确定

所有节点中与微震/声发射源的偏离程度最小的节点，将该节点坐标作为微震/声发射源的定位坐标。

2、根据权利要求1所述的一种含空区复杂结构中的微震/声发射源定位方法，其特征在于：步骤一中，在二维定位区域上4个以上不同位置各安装一个传感器。

3、根据权利要求1所述的一种含空区复杂结构中的微震/声发射源定位方法，其特征在于：步骤三中，采用A*算法、蚁群算法或粒子群算法追踪 P_{ij} 到第 k 个传感器的理论最短时间路径。

4、根据权利要求1所述的一种含空区复杂结构中的微震/声发射源定位方法，其特征在于：步骤三中，采用A*算法追踪 P_{ij} 到第 k 个传感器的理论最短时间路径，且在A*算法搜索当前节点下一步路径节点步骤中，考虑当前节点外围的 h 层节点，并对当前节点外围第 h 层的所有节点，逐一判断其和当前节点形成的局部路径方向是否与之前层，即层数小于 h 的层中某些节点和当前节点形成的局部路径方向重复，若存在重复，则去除这些节点，再将剩下的节点作为当前节点下一步可能的路径节点，进行计算。

5、根据权利要求4所述的一种含空区复杂结构中的微震/声发射源定位方法，其特征在于：所述 h 取值为2、3或4。

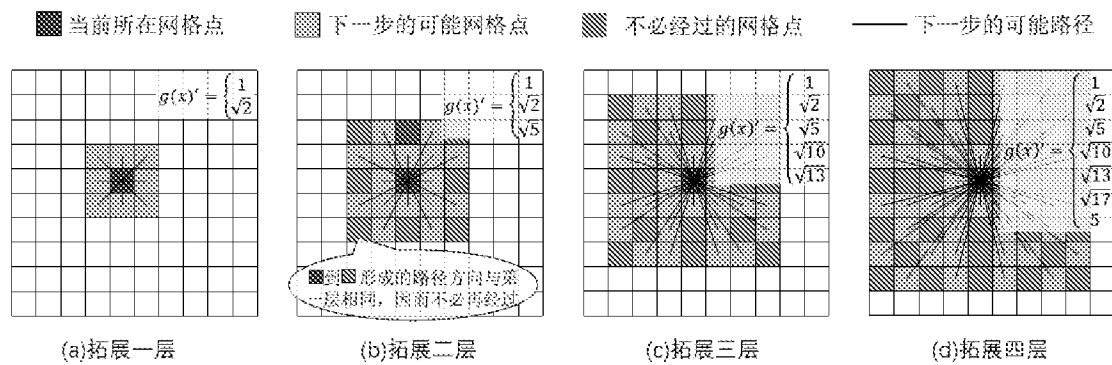


图 1

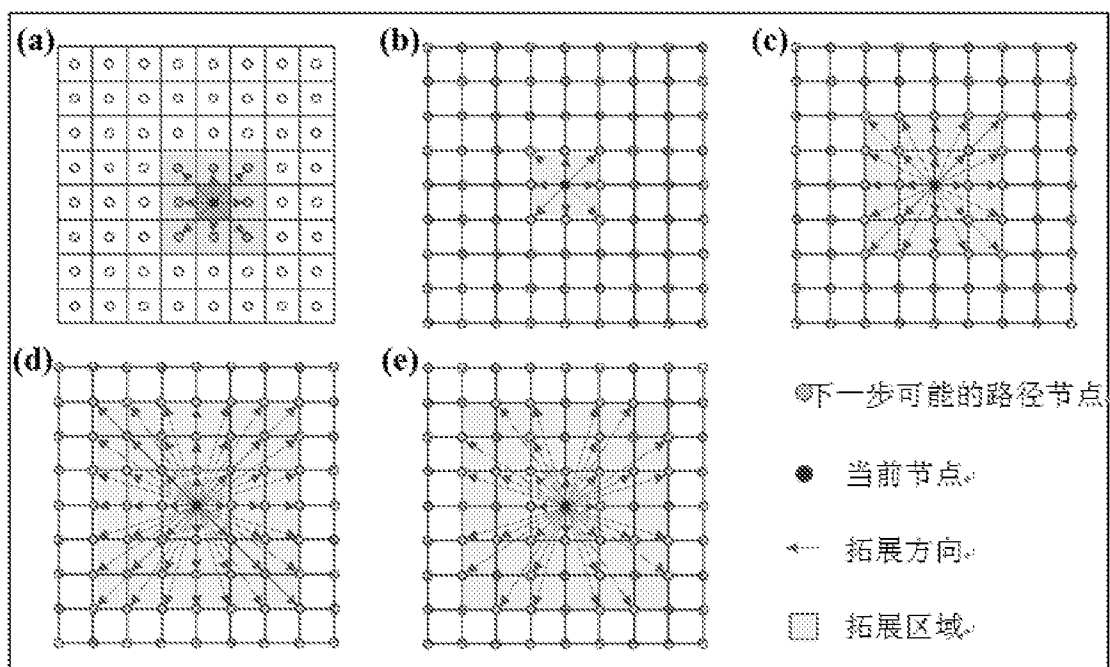


图 2

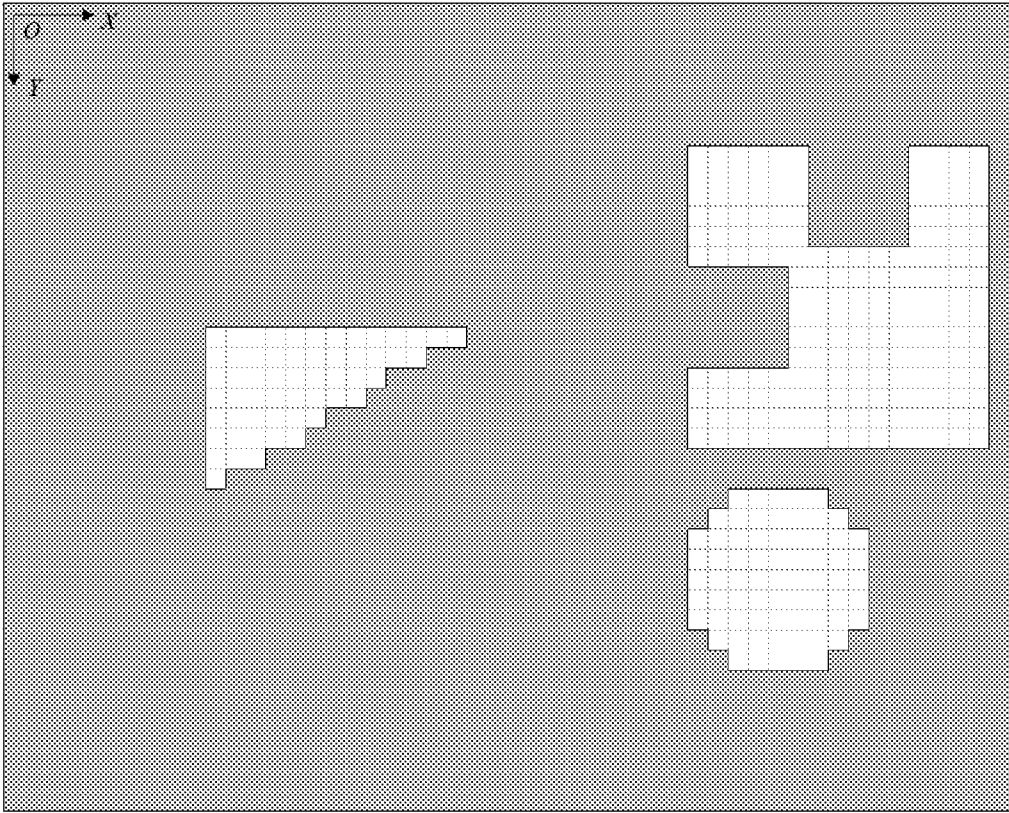


图 3

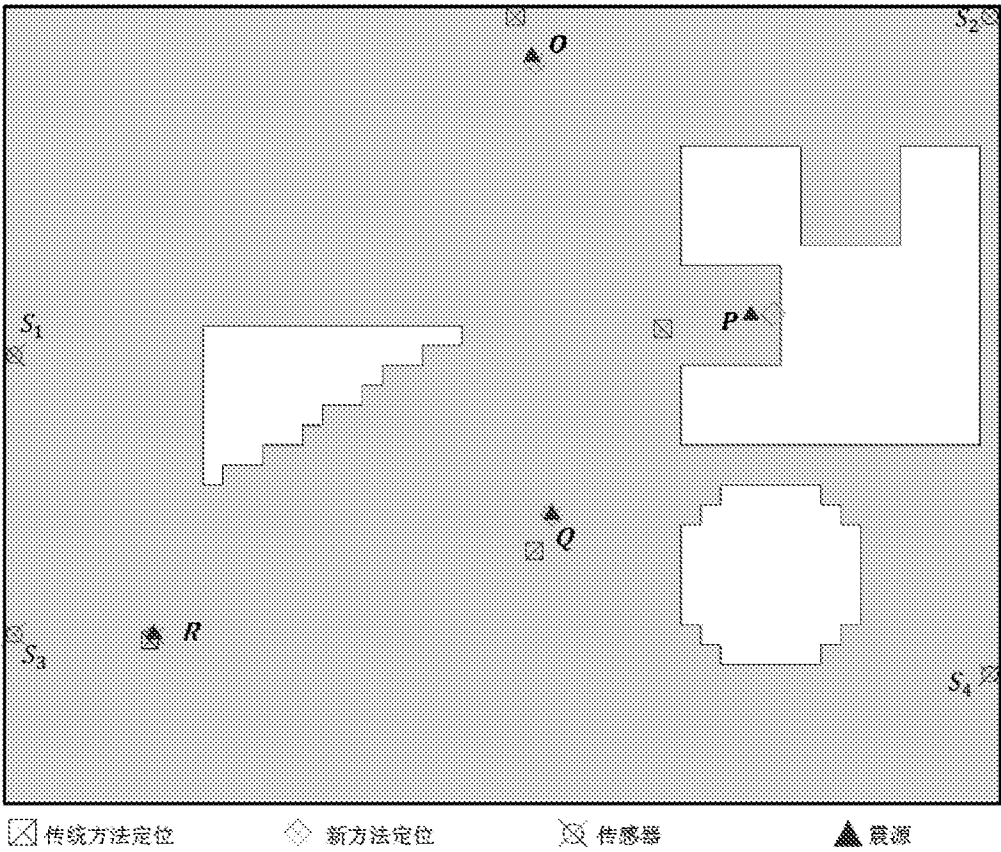


图 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/114041

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01S 5/22(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)

G01S 5/-

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)

CNKI, CNPAT, EPODOC, WPI: 中南大学, 董陇军, 胡清纯, 李夕兵, 空区, 微震, 微地震, 定位, 时间, 差, 网格, P波, 蚁群, 粒子群; positioning, locating, localization, difference, time, source, grid, wave

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 109828236 A (CENTRAL SOUTH UNIVERSITY) 31 May 2019 (2019-05-31) claims 1-5	1-5
X	CN 105842735 A (SICHUAN UNIVERSITY) 10 August 2016 (2016-08-10) description, paragraphs [0011]-[0032] and [0039]-[0090], and figures 1-3	1-5
A	CN 106094021 A (UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY BEIJING) 09 November 2016 (2016-11-09) entire document	1-5
A	CN 106680871 A (CENTRAL SOUTH UNIVERSITY) 17 May 2017 (2017-05-17) entire document	1-5
A	CN 106154334 A (SHENGLI BRANCH OF SINOPEC PETROLEUM ENGINEERING GEOPHYSICS CO., LTD.) 23 November 2016 (2016-11-23) entire document	1-5
A	JP 2018142917 A (NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE CORP.) 13 September 2018 (2018-09-13) entire document	1-5

☐ 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

09 January 2020

Date of mailing of the international search report

31 January 2020

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing
100088
China

Authorized officer

Facsimile No. (86-10)62019451

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2019/114041

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN	109828236	A	31 May 2019	None	
CN	105842735	A	10 August 2016	CN	105842735 B 26 December 2017
CN	106094021	A	09 November 2016	CN	106094021 B 17 November 2017
CN	106680871	A	17 May 2017	CN	106680871 B 26 September 2017
CN	106154334	A	23 November 2016	CN	106154334 B 16 February 2018
JP	2018142917	A	13 September 2018	None	

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/114041

A. 主题的分类

G01S 5/22 (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)

G01S 5/-

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))

CNKI, CNPAT, EPDOC, WPI: 中南大学, 董院军, 胡清纯, 李夕兵, 空区, 微震, 微地震, 定位, 时间, 差, 网格, P 波, 蚁群, 粒子群; positioning, locating, localization, difference, time, source, grid, wave

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 109828236 A (中南大学) 2019年 5月 31日 (2019 - 05 - 31) 权利要求1-5	1-5
X	CN 105842735 A (四川大学) 2016年 8月 10日 (2016 - 08 - 10) 说明书第[0011]-[0032], [0039]-[0090]段、附图1-3	1-5
A	CN 106094021 A (北京科技大学) 2016年 11月 9日 (2016 - 11 - 09) 全文	1-5
A	CN 106680871 A (中南大学) 2017年 5月 17日 (2017 - 05 - 17) 全文	1-5
A	CN 106154334 A (中石化石油工程地球物理有限公司胜利分公司) 2016年 11月 23日 (2016 - 11 - 23) 全文	1-5
A	JP 2018142917 A (NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE CORP.) 2018年 9月 13日 (2018 - 09 - 13) 全文	1-5

☐ 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

2020年 1月 9日

国际检索报告邮寄日期

2020年 1月 31日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局 (ISA/CN)

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10)62019451

授权官员

杨敏

电话号码 86-(10)-53962436

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/114041

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	109828236	A	2019年 5月 31日	无			
CN	105842735	A	2016年 8月 10日	CN	105842735	B	2017年 12月 26日
CN	106094021	A	2016年 11月 9日	CN	106094021	B	2017年 11月 17日
CN	106680871	A	2017年 5月 17日	CN	106680871	B	2017年 9月 26日
CN	106154334	A	2016年 11月 23日	CN	106154334	B	2018年 2月 16日
JP	2018142917	A	2018年 9月 13日	无			