

(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
2017年6月8日 (08.06.2017)



(10) 国际公布号
WO 2017/092180 A1

- (51) 国际专利分类号:
G01C 21/16 (2006.01) E21C 35/08 (2006.01)
G01C 21/18 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2016/074617
- (22) 国际申请日: 2016年2月26日 (26.02.2016)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201510870392.1 2015年12月1日 (01.12.2015) CN
- (71) 申请人: 中国矿业大学 (CHINA UNIVERSITY OF MINING AND TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国江苏省徐州市大学路1号, Jiangsu 221116 (CN)。
- (72) 发明人: 刘万里 (LIU, Wanli); 中国江苏省徐州市大学路1号, Jiangsu 221116 (CN)。 刘一鸣 (LIU, Yiming); 中国江苏省徐州市大学路1号, Jiangsu 221116 (CN)。 张博渊 (ZHANG, Boyuan); 中国江苏省徐州市大学路1号, Jiangsu 221116 (CN)。 杨滨海 (YANG, Binghai); 中国江苏省徐州市大学路1号, Jiangsu 221116 (CN)。 左雪 (ZUO, Xue); 中国江苏省徐州市大学路1号, Jiangsu 221116 (CN)。 李雨潭

(LI, Yutan); 中国江苏省徐州市大学路1号, Jiangsu 221116 (CN)。

(74) 代理人: 南京瑞弘专利商标事务所 (普通合伙) (NANJING RUIHONG PATENT & TRADEMARK OFFICE (ORDINARY PARTNERSHIP)); 中国江苏省南京市太平门街1号304室, Jiangsu 210016 (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, 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, KN, KP, KR, 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, 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,

[见续页]

(54) Title: COMBINED INERTIAL NAVIGATION AND LASER SCANNING COAL SHEARER POSITIONING DEVICE AND METHOD

(54) 发明名称: 一种惯性导航与激光扫描融合的采煤机定位装置及方法

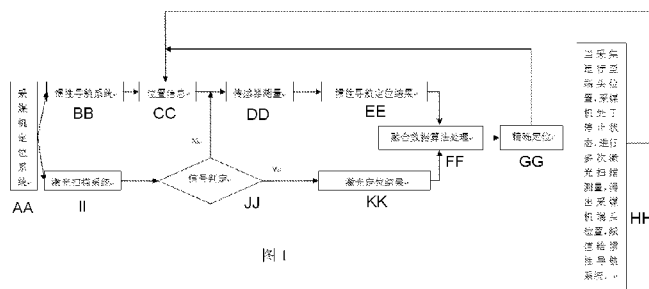


图1

- AA Coal shearer positioning system
- BB Inertial navigation system
- CC Position information
- DD Sensor measurement
- EE Inertial navigation positioning result
- FF Combined data algorithm processing
- GG Accurate positioning
- HH When a collection operation reaches an end position, the coal shearer is in a stopped state; perform multiple laser scanning measurements to obtain an end position of the coal shearer, and provide the same to the inertial navigation system for assignment
- II Laser scanning system
- JJ Signal determined?
- KK Laser positioning result

(57) Abstract: A combined inertial navigation and laser scanning coal shearer positioning device and method. The positioning device comprises: a positioning device explosion-resistant housing (2) fixed on a coal shearer (1) apparatus; a laser signal receiving module (3); an inertial navigation positioning device (4); and a laser scanning microprocessor (5) installed in the explosion-resistant device. When the coal shearer (1) operates, the inertial navigation positioning device (4) obtains via a sensor a real-time angular rate and a real-time acceleration, and transfers data to an inertial navigation microprocessor (4-3). In the laser scanning device, a laser scanning base station is arranged at an operation area of the coal shearer (1), and a laser signal thereof is received by a laser signal receiving module (3), and at the same time data is transferred to laser scanning microprocessor (5). The microprocessor (4-3, 5) is connected through a serial port to an upper level device (6), and transfers each acquired positioning data item to a coal shearer positioning control system so as to realize data processing. The invention adopts a combined least-squares/neural network algorithm to determine the position of the coal shearer (1), realizing precise positioning.

(57) 摘要:

[见续页]



WO 2017/092180 A1

IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, **本国际公布:**
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, — 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD,
TG)。

根据细则 4.17 的声明:

- 发明人资格(细则 4.17(iv))

一种惯性导航与激光扫描融合的采煤机定位装置及方法。该定位装置包括：在采煤机（1）机身上固定有定位装置防爆外壳（2）、激光信号接收模块（3）；惯性导航定位装置（4）、激光扫描微处理器（5）安装在防爆装置内；当采煤机（1）工作时，惯性导航定位装置（4）通过传感器得到实时角速率、实时加速度，并将数据传至惯性导航微处理器（4-3）；激光扫描装置中，激光扫描基站布置在采煤机（1）工作区域，其激光信号被激光信号接收模块（3）接收，同时数据传至激光扫描微处理器（5）；微处理器（4-3、5）通过串口与上位机（6）连接，将各自采集的定位数据传至采煤机定位控制系统以实现数据的处理，其采用基于最小二乘法—神经网络算法的融合算法确定采煤机（1）的位置，实现精确定位。

一种惯性导航与激光扫描融合的采煤机定位装置及方法

技术领域

本发明涉及一种采煤机定位的装置及方法，特别是一种惯性导航与激光扫描融合的采煤机定位装置及方法。

背景技术

定位技术，是指对目标采取某种手段进行测量，进而获得目标位置信息的技术。随着现代技术的不断进步，在生产生活中，定位的地位也越来越高。在诸多定位领域中，对矿井下各类设备的定位正慢慢步入人们的视野。由于近年来矿井下安全事故频发、灾害严重等问题突出，因此对矿井下设备的定位显得尤为重要，这同时也是实现自动化生产和安全生产的前提条件。在煤炭资源的开采过程中，采煤机是井下作业重要的设备之一，因此，对采煤机的位置定位就显得尤为重要。然而，由于矿井下的特殊条件，其环境的复杂性使得很多通常采用的定位手段在矿井下达不到定位精度的要求，甚至在矿井下无法实现对采煤机位置的确定。在这种背景下，惯性导航定位、激光扫描定位等技术的不断发展，使得对采煤机位置的精确定位成为可能。

在采煤机的传统校准方式中，往往不能实现精确校准，存在固有误差。当前，煤矿井下一般采用的采煤机定位方式主要有齿轮计数法、红外对射法、超声波反射法、无线传感网络定位法及纯惯性导航法。其中，采煤机齿轮计数定位法是通过行走部齿轮转动的圈数进行计数，并依据液压支架来定位出采煤机的位置，这种方法比较简单，成本低，但由于采煤机在作业过程中是沿着工作面横向及纵向运动，而齿轮计数法只能确定采煤机行走路程，因此造成定位不精确，产生很大误差；红外对射定位法是在采煤机机身安装红外发射装置，在液压支架固定有红外接收装置，在采煤机作业过程中，通过接收装置对接收信号强弱的分析，从而判断采煤机具体位置，采用这个方法的缺点是不能连续的检测采煤机的位置，同时红外信号的发射和接收必须处于同一水平面，否则很难有效的接收信号，因此在实际的井下环境中，由于干扰因素众多，往往也不能精确定位；无线传感网络定位是通过 WIFI、ZIGBEE、UWB 或蓝牙等技术对采煤机位置进行定位，这种定位方式往往受制于定位系统不稳定以及技术研究不成熟、成本过高因此无法在井下运用；纯惯性定位法是利用加速度计和陀螺仪得出采煤机的轴加速度及轴角速度，然后通过算法来确定采煤机的位置，这种方法缺点是由于陀螺仪和加速度计存在漂移，累积误差不断增大，因此精度很难保证，也无法实现对采煤机的绝对定位。

综上所述，现有的采煤机定位方式，如齿轮计数法、红外对射法、超声波反射法、无线传感网络定位法及纯惯性导航法等，对矿井下采煤机的位置定位仍存在较大误差，往往受制于其检测方式自身与矿井下检测环境的影响，对采煤机的定位无法满足对精度的要求。

发明内容

技术问题：本发明的目的是为了克服现有技术中存在的不足，提供一种惯性导航与激光扫描融合的采煤机定位装置和方法，解决单纯的采用惯性导航定位存在累积误差不断增大的问题，实现对采煤机的位置精确定位。

技术方案：为了实现上述目的，本发明采用的技术方案为：该惯性导航与激光扫描融合的采煤机定位装置和定位方法；

采煤机定位装置包括：采煤机、惯性导航定位装置、激光扫描装置、定位装置防爆外壳及上位机；在采煤机机身上固定有定位装置防爆外壳和激光扫描装置的激光信号接收模块；惯性导航定位装置安装在定位装置防爆外壳内；

所述的惯性导航定位装置包括三轴陀螺仪、三轴加速度计、惯性导航微处理器；三轴陀螺仪包括有三轴陀螺传感器，三轴加速度计包括有三轴加速度传感器；在采煤机运行过程中，惯性导航定位装置通过三轴陀螺仪测得三个方向上的实时角速率，通过三轴加速度计测得三个方向上的实时加速度值，并将三轴陀螺传感器和三轴加速度传感器的测量数据采样至惯性导航微处理器，惯性导航微处理器通过串口与上位机连接；

所述的激光扫描装置包括激光扫描基站、激光信号接收模块和激光扫描微处理器；激光扫描基站布置在采煤机工作区域；激光扫描微处理器安装在定位装置防爆外壳内；激光信号接收模块与激光扫描微处理器连接，激光扫描微处理器通过串口与上位机连接，将激光扫描定位数据传至上位机中采煤机定位控制系统；激光扫描基站发射的激光由采煤机机身上的激光信号接收模块进行接收，接收到的时间信息被激光扫描微处理器进行采集处理；上位机通过对数据信息进行判别处理，采用最小二乘法确定系数权值、神经网络算法进行定位评估的融合算法以最终确定采煤机位置，实现精确定位。

采煤机定位方法，包括如下步骤：

A. 采煤机机身上安装固定有定位装置防爆外壳，将整个惯性导航定位装置安装在防爆外壳内；定位装置通过三轴陀螺仪、三轴加速度计分别测得三个方向上的实时角速率、实时加速度值，并将测量值送入惯性导航微处理器，通过算法解算，得到惯性导航测量的采煤机定位结果；

B. 在采煤机工作区域布置激光扫描基站，在采煤机机身上安装激光信号接收模块，同时将激光扫描微处理器固定在防爆外壳内，以实现激光扫描的采煤机定位。

C. 惯性导航微处理器、激光扫描微处理器通过串口与上位机连接，建立数据通讯，分别将各自解算得到的采煤机定位结果传送至上位机采煤机定位控制系统，实现数据的交互；

D. 在上位机的采煤机定位控制系统中，根据实际工作区域及装置布置情况，建立采煤机定位模型，模型中包括激光扫描系统、惯性导航系统以实现定位数据分类，精确测量激光扫描基站的三维位置坐标输入激光扫描系统，精确测量采煤机初始位置坐标输入惯性导航系统；

E. 采煤机正常工作，采煤机定位系统运行。

所述的步骤 B 中，包含以下步骤：

B1. 激光扫描基站的布置应根据当前采煤机的工作环境，按照采煤机运行过程中每一点都能被两个以上的基站扫描到的原则进行布置，同时考虑到基站成本问题，以布置 3 个基站实现定位；

B2. 采煤机机身上安装激光信号接收模块，模块数量为 3 个，以实现激光信号的接收；防爆外壳内的激光扫描微处理器通过串口与激光信号接收模块相连接，以实现数据的读取；

B3. 激光扫描微处理器包含信号阈值设定部分，由于激光信号容易受到粉尘、遮蔽物的影响，当激光信号较差，强度较低无法达到定位所需信号的要求，微处理器不进行数据解算；设定信号阈值为 δ ，当接收信号强度大于 δ 时，微处理器进行定位数据解算，通过算法解算出采煤机位置信息。

所述的步骤 E 中包含以下步骤：

E1. 采煤机正常工作，惯性导航系统、激光扫描系统正常运行，由于在激光扫描微处理器内有信号阈值判断，当信号强度满足情况下，两个系统给出的采煤机定位数据送入融合算法，进行优化；当

信号强度不满足激光扫描的需求时，只采用惯性导航定位数据作为采煤机位置信息；

E2. 假设惯性导航系统定位采煤机位置为 (x_1, y_1, z_1) ，激光扫描系统采煤机定位位置为 (x_2, y_2, z_2) ，则根据当前检测条件，分配权值系数 a, b ，即采煤机位置坐标 (x, y, z) ：

$$(x, y, z) = a(x_1, y_1, z_1) + b(x_2, y_2, z_2)$$

同时满足系数 $a + b = 1$ ；

E3. 权值系数的分配采用最小二乘法确定，并采用人工神经网络算法对分配后的系数及定位位置进行评估，最终实现对采煤机位置定位；

最小二乘法原理：假设有函数：

$$P_n(x) = (x, y, z) = a(x_1, y_1, z_1) + b(x_2, y_2, z_2) = a_n x^n + a_{n-1} x^{n-1} + \dots + a_1 x + a_0$$

其中， a_0, a_1, \dots, a_n 为系数常数， $P_n(x)$ 为展开多项式。则假定数组为 $\{(x_i, y_i) | i = 1, 2, \dots, m\}$

选择常数 a_0, a_1, \dots, a_n 使得方差最小，即 $S = \sum_{i=1}^m (y_i - P_n(x_i))^2$

其中 S 为方差，为了使 S 最小化，满足对于系数常数 a_0, a_1, \dots, a_n ， $\frac{\partial S}{\partial a} = 0$ ，则确定多项式 $P_n(x)$ ，进而可求得权重系数 a, b ；

人工神经网络算法：结合采煤机定位实际要求，建立采煤机融合定位系统神经网络模型，其输入层为分配好权值的两个定位坐标，即输入层向量 P 如下：

$$P = [a(x_1, y_1, z_1), b(x_2, y_2, z_2)]$$

输出层 O 为想要得到的采煤机位置坐标，即： $O = [(x, y, z)]$

根据经验公式 $L = \sqrt{m + n} + c$ ，式中， m 指输入层的节点数， n 为输出层的节点数， c 为 1—10 之内的常数， L 为隐含层节点数，选择隐含层节点数为 3，则根据神经网络算法要求，建立模型；

P_j 表示输入层第 j 个节点的输入， $j=1, 2$ ； w_{ij} 表示隐含层第 i 个节点到输入层第 j 个节点之间的权值； θ_i 表示隐含层第 i 个节点的阈值； $\sigma(x)$ 表示隐含层的激励函数； w_i 表示输出层到隐含层第 i 个节点之间的权值， $i=1, 2, 3$ ； τ 表示输出层的阈值； $\varphi(x)$ 表示输出层的激励函数； O 表示输出层的输出；对于 $\sigma(x)$ ，一般取为 $(0, 1)$ 内连续取值的 *sigmoid* 函数：

$$\sigma(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}} ; \text{ 对于 } \varphi(x), \text{ 一般采用 } \textit{purelin}$$

函数，选择 $\varphi(x) = kx$ ，则

(1) 信号的前向传播过程

隐含层第 i 个节点的输入 net_i ： $net_i = w_{i1}P_1 + w_{i2}P_2 + \theta_i$ ；隐含层第 i 个节点的输出 y_i ： $y_i = \sigma(w_{i1}P_1 + w_{i2}P_2 + \theta_i)$ ；输出层输入 net ： $net = \sum_{i=1}^3 w_i \sigma(w_{i1}P_1 + w_{i2}P_2 + \theta_i) + \tau$ ；输出层输出 O ： $O = \varphi(\sum_{i=1}^3 w_i \sigma(w_{i1}P_1 + w_{i2}P_2 + \theta_i) + \tau)$ ；

(2) 误差的反向传播过程

对于每一个输入的位置信息，且假设每次只有一组样本，定义误差函数： $E = \frac{1}{2} (T - O)^2$ ，其中， T 指的是预期的输出值， E 为误差值大小；

根据误差梯度下降原理，输出层权值变化 Δw_i 公式：

$\Delta w_{ij} = -\eta \frac{\partial E}{\partial w_{ij}} = -\eta \frac{\partial E}{\partial net_i} \frac{\partial net_i}{\partial w_{ij}} = \eta(T - O) \cdot \varphi'(net) \cdot y_j$; 输出层阈值变化 $\Delta\tau$ 调整公式:

$\Delta\tau = -\eta \frac{\partial E}{\partial \tau} = -\eta \frac{\partial E}{\partial net} \frac{\partial net}{\partial \tau} = \eta(T - O) \cdot \varphi'(net)$; 隐含层权值变化 Δw_{ij} 调整公式:

$\Delta w_{ij} = -\eta \frac{\partial E}{\partial w_{ij}} = -\eta \frac{\partial E}{\partial net_i} \frac{\partial net_i}{\partial w_{ij}} = \eta(T - O) \cdot \varphi'(net) \cdot w_i \cdot \theta'(net_i) \cdot P_j$; 隐含层阈值变化 $\Delta\theta_i$ 调整公式:

$\Delta\theta_i = -\eta \frac{\partial E}{\partial \theta_i} = -\eta \frac{\partial E}{\partial net_i} \frac{\partial net_i}{\partial \theta_i} = \eta(T - O) \cdot \varphi'(net) \cdot w_i \cdot \theta'(net_i)$;

最终经过网络优化, 输出采煤机坐标向量 $O = \{(x, y, z)\}$;

E4. 将算法处理后的采煤机定位结果通过串口输入至惯性导航微处理器, 作为下一次惯性导航微处理单元进行位置解算的初值, 同时, 在采煤机定位模型中给出定位结果;

E5. 当采煤机运行至端头位置, 采煤机处于停止工作状态, 此时惯性导航系统停止工作, 由激光扫描进行多次重复测量, 剔除错误数据后采用最小包容圆算法得到采煤机位置, 并将此位置结果赋值给惯性导航系统中采煤机位置初值; 采煤机继续工作, 重复 E1~E4。

有益效果, 由于采用了上述方案, 采煤机定位装置和方法, 将惯性导航定位、激光扫描定位进行融合来实现对采煤机的定位; 解决了单纯的采用惯性导航定位会存在累积误差不断增大的问题, 造成采煤机定位精度失准, 采用激光扫描的定位方式可以实现准确定位, 并可以将准确的位置信息赋值给惯性导航系统内设定为每一次的定位初值, 从而去除累积误差; 激光扫描方式虽然定位精确, 但是扫描往往因为井下恶劣的环境而受到影响, 如粉尘、遮蔽物等, 使得扫描无法得出结果, 同时也存在因时间同步、时间延迟等问题产生误差, 此时, 惯性导航系统可以在激光扫描位置信息偏差过大或无法定位的时刻, 给出采煤机定位结果; 两种方式进行相互结合, 采用融合优化算法进一步的处理, 得到采煤机位置坐标, 实现对采煤机位置的精确定位。

优点:

(1) 选取惯性导航与激光扫描融合的采煤机定位方法, 利用了两种定位方法本身的优势, 即惯性导航定位抗干扰能力强、激光扫描定位准确的优点, 同时有效的抑制了惯性导航时间累积误差以及激光扫描容易受到干扰和遮挡影响的缺点, 保证了定位的精度, 减少定位误差, 符合采煤机定位的要求。

(2) 本发明方法使用, 安全可靠, 安装和操作方便, 规避了在实际动态测量中产生误差的情形, 具有重要的参考价值和实际意义。

附图说明

图 1 是本发明采煤机定位系统工作流程图。

图 2 是本发明惯性导航与激光扫描融合的采煤机定位装置布置图。

图 3 是本发明定位装置防爆外壳内部示意图。

图 4 是本发明算法流程图。

图中: 1、采煤机; 2、定位装置防爆外壳; 3、激光信号接收模块; 4、惯性导航定位装置; 4-1、三轴陀螺仪; 4-2、三轴加速度计; 4-3、惯性导航微处理器; 5、激光扫描微处理器; 6、上位机。

具体实施方式

下面结合附图对本发明做更进一步的说明:

由图 2、图 3 可知，一种惯性导航与激光扫描融合的采煤机定位装置，采煤机定位装置包括：采煤机 1、惯性导航定位装置 4、激光扫描装置、定位装置防爆外壳 2 及上位机 6；在采煤机 1 机身上固定有定位装置防爆外壳 2 和激光扫描装置的激光信号接收模块；惯性导航定位装置 4 安装在定位装置防爆外壳 2 内；

所述的惯性导航定位装置 4 包括三轴陀螺仪 4-1、三轴加速度计 4-2、惯性导航微处理器 4-3；三轴陀螺仪 4-1 包括有三轴陀螺传感器，三轴加速度计 4-2 包括有三轴加速度传感器；在采煤机运行过程中，惯性导航定位装置 4 通过三轴陀螺仪 4-1 测得三个方向上的实时角速率，通过三轴加速度计 4-2 测得三个方向上的实时加速度值，并将三轴陀螺传感器和三轴加速度传感器的测量数据采样至惯性导航微处理器，惯性导航微处理器通过串口与上位机连接；

所述的激光扫描装置包括激光扫描基站、激光信号接收模块 3 和激光扫描微处理器 5；激光扫描基站布置在采煤机工作区域；激光扫描微处理器 5 安装在定位装置防爆外壳 2 内；激光信号接收模块 3 与激光扫描微处理器 5 连接，激光扫描微处理器 5 通过串口与上位机 6 连接，将激光扫描定位数据传至上位机 6 中采煤机定位控制系统；激光扫描基站发射的激光由采煤机机身上的激光信号接收模块进行接收，接收到的时间信息被激光扫描微处理器 5 进行采集处理；上位机 6 通过对数据信息进行判别处理，采用最小二乘法确定系数权值、神经网络算法进行定位评估的融合算法以最终确定采煤机位置，实现精确定位。

一种惯性导航与激光扫描融合的采煤机定位方法，包括如下步骤：

A. 采煤机机身上安装固定有定位装置防爆外壳，将整个惯性导航定位装置安装在防爆外壳内。定位装置通过三轴陀螺仪、三轴加速度计分别测得三个方向上的实时角速率、实时加速度值，并将测量值送入惯性导航微处理单元，通过算法解算，得到惯性导航测量的采煤机定位结果。

B. 在采煤机工作区域布置激光扫描基站，在采煤机机身上安装激光信号接收模块，同时将激光扫描微处理单元固定在防爆外壳内，以实现激光扫描的采煤机定位。

C. 惯性导航微处理单元、激光扫描微处理单元通过串口与上位机连接，建立数据通讯，分别将各自解算得到的采煤机定位结果传至上位机采煤机定位控制系统，实现数据的交互。

D. 在上位机的采煤机定位控制系统中，根据实际工作区域及装置布置情况，建立采煤机定位模型，模型中包括激光扫描系统、惯性导航系统以实现定位数据分类，精确测量激光扫描基站的三维位置坐标输入激光扫描系统，精确测量采煤机初始位置坐标输入惯性导航系统。

E. 采煤机正常工作，采煤机定位系统运行。

所述的步骤 B 中，包含以下步骤：

B1. 激光扫描基站的布置应根据当前采煤机的工作环境，按照采煤机运行过程中每一点都能被两个以上的基站扫描到的原则进行布置，同时考虑到基站成本问题，一般布置 3 个基站以实现定位。

B2. 采煤机机身上安装激光信号接收模块，模块数量为 3 个，以实现激光信号的接收。防爆外壳内的激光扫描微处理单元通过串口与激光信号接收模块相连接，以实现数据的读取。

B3. 激光扫描微处理单元包含信号阈值设定部分，由于激光信号容易受到粉尘、遮蔽物的影响，当激光信号较差，强度较低无法达到定位所需信号的要求，微处理单元不进行数据解算。设定信号阈值为 δ ，当接收信号强度大于 δ 时，微处理单元进行定位数据解算，通过算法解算出采煤机位置信息。

图 1 为采煤机定位系统工作流程图，采煤机定位系统工作流程如 E1~E5 所述：

E1. 采煤机正常工作，惯性导航系统、激光扫描系统正常运行，由于在激光扫描微处理器内有信号阈值判断，当信号强度满足情况下，两个系统给出的采煤机定位数据送入融合算法，进行优化；当信号强度不满足激光扫描的需求时，只采用惯性导航定位数据作为采煤机位置信息；

E2. 假设惯性导航系统定位采煤机位置为 (x_1, y_1, z_1) ，激光扫描系统采煤机定位位置为 (x_2, y_2, z_2) ，则根据当前检测条件，分配权值系数 a, b ，即采煤机位置坐标 (x, y, z) ：

$$(x, y, z) = a(x_1, y_1, z_1) + b(x_2, y_2, z_2)$$

同时满足系数 $a + b = 1$ ；

E3. 权值系数的分配采用最小二乘法确定，并采用神经网络算法对分配后的系数及定位位置进行评估，最终实现对采煤机位置定位；

最小二乘法原理：假设有函数：

$$P_n(x) = (x, y, z) = a(x_1, y_1, z_1) + b(x_2, y_2, z_2) = a_n x^n + a_{n-1} x^{n-1} + \dots + a_1 x + a_0$$

其中， a_0, a_1, \dots, a_n 为系数常数， $P_n(x)$ 为展开多项式。则假定数组为 $\{(x_i, y_i) | i = 1, 2, \dots, m\}$

选择常数 a_0, a_1, \dots, a_n 使得方差最小，即 $S = \sum_{i=1}^m (y_i - P_n(x_i))^2$

其中 S 为方差，为了使 S 最小化，满足对于系数常数 a_0, a_1, \dots, a_n ， $\frac{\partial S}{\partial a} = 0$ ，则确定多项式 $P_n(x)$ ，进而可求得权重系数 a, b ；

神经网络算法：结合采煤机定位实际要求，建立采煤机融合定位系统神经网络模型，其输入层为分配好权值的两个定位坐标，即输入层向量 P 如下：

$$P = [a(x_1, y_1, z_1), b(x_2, y_2, z_2)]$$

输出层 O 为想要得到的采煤机位置坐标，即： $O = [(x, y, z)]$

根据经验公式 $L = \sqrt{m + n} + c$ ，式中， m 指输入层的节点数， n 为输出层的节点数， c 为 1—10 之间的常数， L 为隐含层节点数，选择隐含层节点数为 3，则根据神经网络算法要求，建立模型；

P_j 表示输入层第 j 个节点的输入， $j=1, 2$ ； w_{ij} 表示隐含层第 i 个节点到输入层第 j 个节点之间的权值； θ_i 表示隐含层第 i 个节点的阈值； $\phi(x)$ 表示隐含层的激励函数； w_i 表示输出层到隐含层第 i 个节点之间的权值， $i=1, 2, 3$ ； τ 表示输出层的阈值； $\varphi(x)$ 表示输出层的激励函数； O 表示输出层的输出；对于 $\phi(x)$ ，一般取为 $(0, 1)$ 内连续取值的 *sigmoid* 函数：

$$\phi(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}} ; \text{ 对于 } \varphi(x), \text{ 一般采用 } \textit{purelin}$$

函数，选择 $\varphi(x) = kx$ ，则

(1) 信号的前向传播过程

隐含层第 i 个节点的输入 net_i : $net_i = w_{i1}P_1 + w_{i2}P_2 + \theta_i$ ；隐含层第 i 个节点的输出 y_i
 $y_i = \phi(w_{i1}P_1 + w_{i2}P_2 + \theta_i)$ ；输出层输入 net : $net = \sum_{i=1}^3 w_i \phi(w_{i1}P_1 + w_{i2}P_2 + \theta_i) + \tau$ ；输出层输出 O :
 $O = \varphi(\sum_{i=1}^3 w_i \phi(w_{i1}P_1 + w_{i2}P_2 + \theta_i) + \tau)$ ；

(2) 误差的反向传播过程

对于每一个输入的位置信息，且假设每次只有一组样本，定义误差函数： $E = \frac{1}{2} (T - O)^2$ ，其中， T 指的是预期的输出值， E 为误差值大小；

根据误差梯度下降原理，输出层权值变化 Δw_i 公式：

$$\Delta w_i = -\eta \frac{\partial E}{\partial w_i} = -\eta \frac{\partial E}{\partial net} \frac{\partial net}{\partial w_i} = \eta(T - O) \cdot \varphi'(net) \cdot y_i; \text{ 输出层阈值变化 } \Delta \tau \text{ 调整公式:}$$

$$\Delta \tau = -\eta \frac{\partial E}{\partial \tau} = -\eta \frac{\partial E}{\partial net} \frac{\partial net}{\partial \tau} = \eta(T - O) \cdot \varphi'(net); \text{ 隐含层权值变化 } \Delta w_{ij} \text{ 调整公式:}$$

$$\Delta w_{ij} = -\eta \frac{\partial E}{\partial w_{ij}} = -\eta \frac{\partial E}{\partial net_i} \frac{\partial net_i}{\partial w_{ij}} = \eta(T - O) \cdot \varphi'(net) \cdot w_i \cdot \theta'(net_i) \cdot P_j; \text{ 隐含层阈值变化 } \Delta \theta_i \text{ 调整公式:}$$

$$\Delta \theta_i = -\eta \frac{\partial E}{\partial \theta_i} = -\eta \frac{\partial E}{\partial net_i} \frac{\partial net_i}{\partial \theta_i} = \eta(T - O) \cdot \varphi'(net) \cdot w_i \cdot \theta'(net_i);$$

最终经过网络优化，输出采煤机坐标向量 $O = [(x, y, z)]$;

E4. 将算法处理后的采煤机定位结果通过串口输入至惯性导航微处理单元，作为下一次惯性导航微处理单元进行位置解算的初值。同时，在采煤机定位模型中给出定位结果。

E5. 当采煤机运行至端头位置，采煤机处于停止工作状态，此时惯性导航系统停止工作，由激光扫描进行多次重复测量，剔除错误数据后采用最小包容圆算法得到采煤机位置，并将此位置结果赋值给惯性导航系统中采煤机位置初值。采煤机继续工作，重复 E1~E4。

权 利 要 求 书

1、一种惯性导航与激光扫描融合的采煤机定位装置，其特征是：采煤机定位装置包括：采煤机、惯性导航定位装置、激光扫描装置、定位装置防爆外壳及上位机；在采煤机机身上固定有定位装置防爆外壳和激光扫描装置的激光信号接收模块；惯性导航定位装置安装在定位装置防爆外壳内。

2、根据权利要求 1 所述的一种惯性导航与激光扫描融合的采煤机定位装置，其特征是：所述的惯性导航定位装置包括三轴陀螺仪、三轴加速度计、惯性导航微处理器；三轴陀螺仪包括有三轴陀螺传感器，三轴加速度计包括有三轴加速度传感器；在采煤机运行过程中，惯性导航定位装置通过三轴陀螺仪测得三个方向上的实时角速率，通过三轴加速度计测得三个方向上的实时加速度值，并将三轴陀螺传感器和三轴加速度传感器的测量数据采样至惯性导航微处理器，惯性导航微处理器通过串口与上位机连接。

3、根据权利要求 1 所述的一种惯性导航与激光扫描融合的采煤机定位装置，其特征是：所述的激光扫描装置包括激光扫描基站、激光信号接收模块和激光扫描微处理器；激光扫描基站布置在采煤机工作区域；激光扫描微处理器安装在定位装置防爆外壳内；激光信号接收模块与激光扫描微处理器连接，激光扫描微处理器通过串口与上位机连接，将激光扫描定位数据传至上位机中采煤机定位控制系统；激光扫描基站发射的激光由采煤机机身上的激光信号接收模块进行接收，接收到的时间信息被激光扫描微处理器进行采集处理；上位机通过对数据信息进行判别处理，采用最小二乘法确定系数权值、神经网络算法进行定位评估的融合算法以最终确定采煤机位置，实现精确定位。

4、权利要求 1 所述的一种惯性导航与激光扫描融合的采煤机定位装置的定位方法，其特征是：采煤机定位方法，包括如下步骤：

A. 采煤机机身上安装固定有定位装置防爆外壳，将整个惯性导航定位装置安装在防爆外壳内；定位装置通过三轴陀螺仪、三轴加速度计分别测得三个方向上的实时角速率、实时加速度值，并将测量值送入惯性导航微处理器，通过算法解算，得到惯性导航测量的采煤机定位结果；

B. 在采煤机工作区域布置激光扫描基站，在采煤机机身上安装激光信号接收模块，同时将激光扫描微处理器固定在防爆外壳内，以实现激光扫描的采煤机定位。

C. 惯性导航微处理器、激光扫描微处理器通过串口与上位机连接，建立数据通讯，分别将各自解算得到的采煤机定位结果传送至上位机采煤机定位控制系统，实现数据的交互；

D. 在上位机的采煤机定位控制系统中，根据实际工作区域及装置布置情况，建立采煤机定位模型，模型中包括激光扫描系统、惯性导航系统以实现定位数据分类，精确测量激光扫描基站的三维位置坐标输入激光扫描系统，精确测量采煤机初始位置坐标输入惯性导航系统；

E. 采煤机正常工作，采煤机定位系统运行。

5、根据权利要求 4 所述的一种惯性导航与激光扫描融合的采煤机定位方法，其特征在于，所述的步骤 B 中，包含以下步骤：

B1. 激光扫描基站的布置应根据当前采煤机的工作环境，按照采煤机运行过程中每一点都能被两个以上的基站扫描到的原则进行布置，同时考虑到基站成本问题，以布置 3 个基站实现定位；

B2. 采煤机机身上安装激光信号接收模块，模块数量为 3 个，以实现激光信号的接收；防爆外壳内的激光扫描微处理器通过串口与激光信号接收模块相连接，以实现数据的读取；

B3. 激光扫描微处理器包含信号阈值设定部分，由于激光信号容易受到粉尘、遮蔽物的影响，当

激光信号较差,强度较低无法达到定位所需信号的要求,微处理器不进行数据解算;设定信号阈值为 δ ,当接收信号强度大于 δ 时,微处理器进行定位数据解算,通过算法解算出采煤机位置信息。

6、根据权利要求4所述的一种惯性导航与激光扫描融合的采煤机定位方法,其特征在于,所述的步骤E中包含以下步骤:

E1. 采煤机正常工作,惯性导航系统、激光扫描系统正常运行,由于在激光扫描微处理器内有信号阈值判断,当信号强度满足情况下,两个系统给出的采煤机定位数据送入融合算法,进行优化;当信号强度不满足激光扫描的需求时,只采用惯性导航定位数据作为采煤机位置信息;

E2. 假设惯性导航系统定位采煤机位置为 (x_1, y_1, z_1) ,激光扫描系统采煤机定位位置为 (x_2, y_2, z_2) ,则根据当前检测条件,分配权值系数 a, b ,即采煤机位置坐标 (x, y, z) :

$$(x, y, z) = a(x_1, y_1, z_1) + b(x_2, y_2, z_2)$$

同时满足系数 $a + b = 1$;

E3. 权值系数的分配采用最小二乘法确定,并采用神经网络算法对分配后的系数及定位位置进行评估,最终实现对采煤机位置定位;

最小二乘法原理:假设有函数:

$$P_n(x) = (x, y, z) = a(x_1, y_1, z_1) + b(x_2, y_2, z_2) = a_n x^n + a_{n-1} x^{n-1} + \dots + a_1 x + a_0$$

其中, a_0, a_1, \dots, a_n 为系数常数, $P_n(x)$ 为展开多项式。则假定数组为 $\{(x_i, y_i) | i = 1, 2, \dots, m\}$

选择常数 a_0, a_1, \dots, a_n 使得方差最小,即 $S = \sum_{i=1}^m (y_i - P_n(x_i))^2$

其中 S 为方差,为了使 S 最小化,满足对于系数常数 $a_0, a_1, \dots, a_n, \frac{\partial S}{\partial a} = 0$,则确定多项式 $P_n(x)$,进而可求得权重系数 a, b ;

神经网络算法:结合采煤机定位实际要求,建立采煤机融合定位系统神经网络模型,其输入层为分配好权值的两个定位坐标,即输入层向量 P 如下:

$$P = [a(x_1, y_1, z_1), b(x_2, y_2, z_2)]$$

输出层 O 为想要得到的采煤机位置坐标,即: $O = [(x, y, z)]$

根据经验公式 $L = \sqrt{m + n} + c$,式中, m 指输入层的节点数, n 为输出层的节点数, c 为1—10之内的常数, L 为隐含层节点数,选择隐含层节点数为3,则根据神经网络算法要求,建立模型;

P_j 表示输入层第 j 个节点的输入, $j=1, 2$; w_{ij} 表示隐含层第 i 个节点到输入层第 j 个节点之间的权值; θ_i 表示隐含层第 i 个节点的阈值; $\sigma(x)$ 表示隐含层的激励函数; w_i 表示输出层到隐含层第 i 个节点之间的权值, $i=1, 2, 3$; τ 表示输出层的阈值; $\varphi(x)$ 表示输出层的激励函数; O 表示输出层的输出;对于 $\sigma(x)$,一般取为 $(0, 1)$ 内连续取值的sigmoid函数: $\sigma(x) = \frac{x}{1+e^{-x}}$;对于 $\varphi(x)$,一般采用purelin

函数,选择 $\varphi(x) = kx$,则

(1) 信号的前向传播过程

隐含层第 i 个节点的输入 net_i : $net_i = w_{i1}P_1 + w_{i2}P_2 + \theta_i$; 隐含层第 i 个节点的输出 y_i
 $y_i = \sigma(w_{i1}P_1 + w_{i2}P_2 + \theta_i)$; 输出层输入 net : $net = \sum_{i=1}^3 w_i \sigma(w_{i1}P_1 + w_{i2}P_2 + \theta_i) + \tau$; 输出层输出 O :

$$O = \varphi(\sum_{i=1}^2 w_i \odot (w_{i1}P_1 + w_{i2}P_2 + \theta_i) \div \tau);$$

(2) 误差的反向传播过程

对于每一个输入的位置信息，且假设每次只有一组样本，定义误差函数： $E = \frac{1}{2} (T - O)^2$ ，其中， T 指的是预期的输出值， E 为误差值大小；

根据误差梯度下降原理，输出层权值变化 Δw_i 公式：

$$\Delta w_i = -\eta \frac{\partial E}{\partial w_i} = -\eta \frac{\partial E}{\partial net} \frac{\partial net}{\partial w_i} = \eta(T - O) \cdot \varphi'(net) \cdot y_j; \text{ 输出层阈值变化 } \Delta \tau \text{ 调整公式:}$$

$$\Delta \tau = -\eta \frac{\partial E}{\partial \tau} = -\eta \frac{\partial E}{\partial net} \frac{\partial net}{\partial \tau} = \eta(T - O) \cdot \varphi'(net); \text{ 隐含层权值变化 } \Delta w_{ij} \text{ 调整公式:}$$

$$\Delta w_{ij} = -\eta \frac{\partial E}{\partial w_{ij}} = -\eta \frac{\partial E}{\partial net_i} \frac{\partial net_i}{\partial w_{ij}} = \eta(T - O) \cdot \varphi'(net) \cdot w_i \cdot \odot'(net_i) \cdot P_j; \text{ 隐含层阈值变化 } \Delta \theta_i \text{ 调整公式:}$$

$$\Delta \theta_i = -\eta \frac{\partial E}{\partial \theta_i} = -\eta \frac{\partial E}{\partial net_i} \frac{\partial net_i}{\partial \theta_i} = \eta(T - O) \cdot \varphi'(net) \cdot w_i \cdot \odot'(net_i);$$

最终经过网络优化，输出采煤机坐标向量 $O = \{(x, y, z)\}$ ；

E4. 将算法处理后的采煤机定位结果通过串口输入至惯性导航微处理器，作为下一次惯性导航微处理单元进行位置解算的初值，同时，在采煤机定位模型中给出定位结果；

E5. 当采煤机运行至端头位置，采煤机处于停止工作状态，此时惯性导航系统停止工作，由激光扫描进行多次重复测量，剔除错误数据后采用最小包容圆算法得到采煤机位置，并将此位置结果赋值给惯性导航系统中采煤机位置初值；采煤机继续工作，重复 E1~E4。

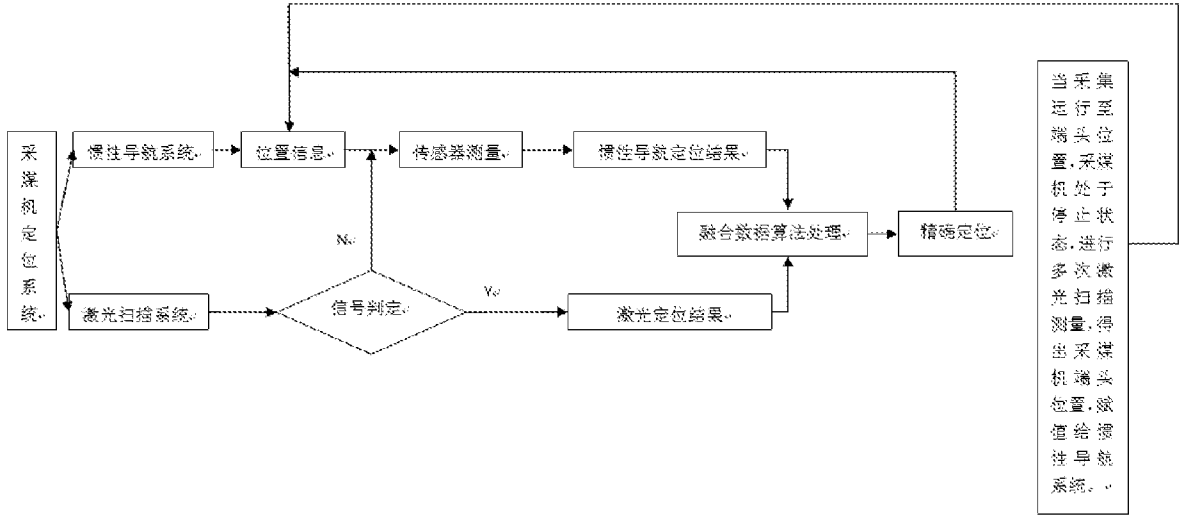


图 1

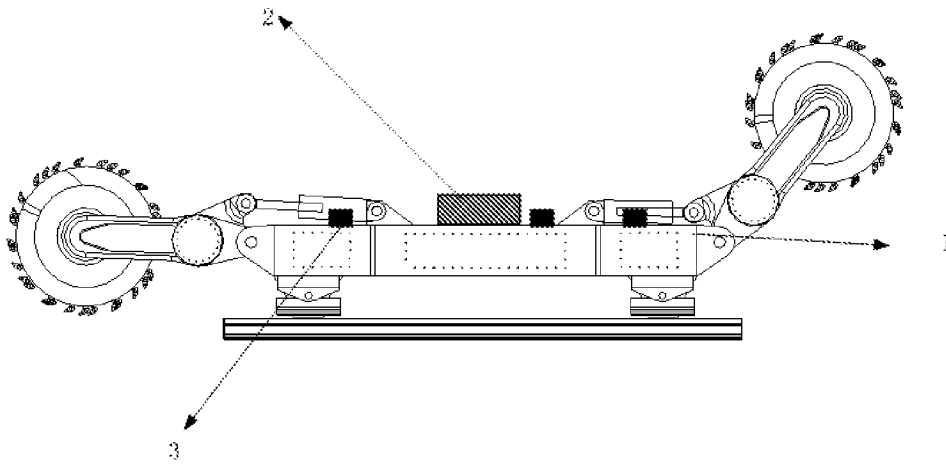


图 2

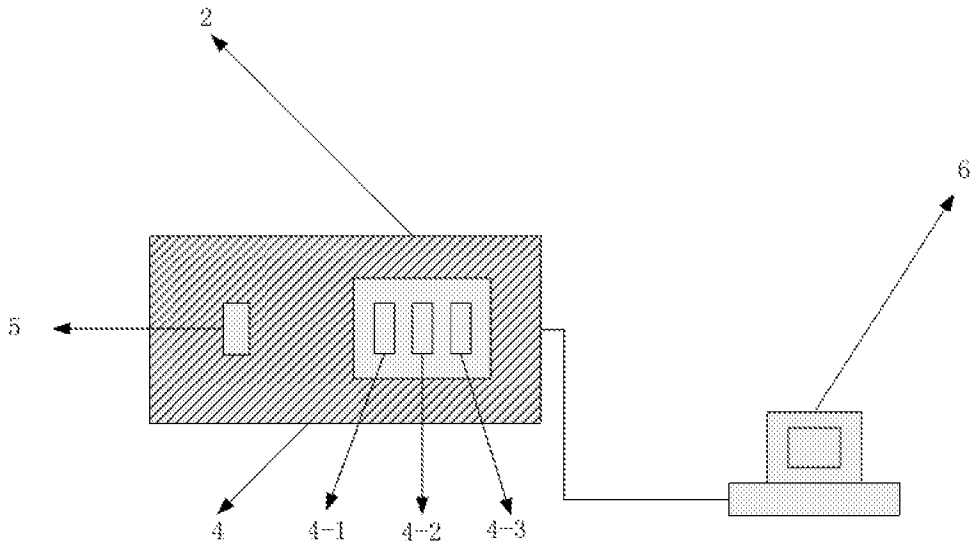


图 3

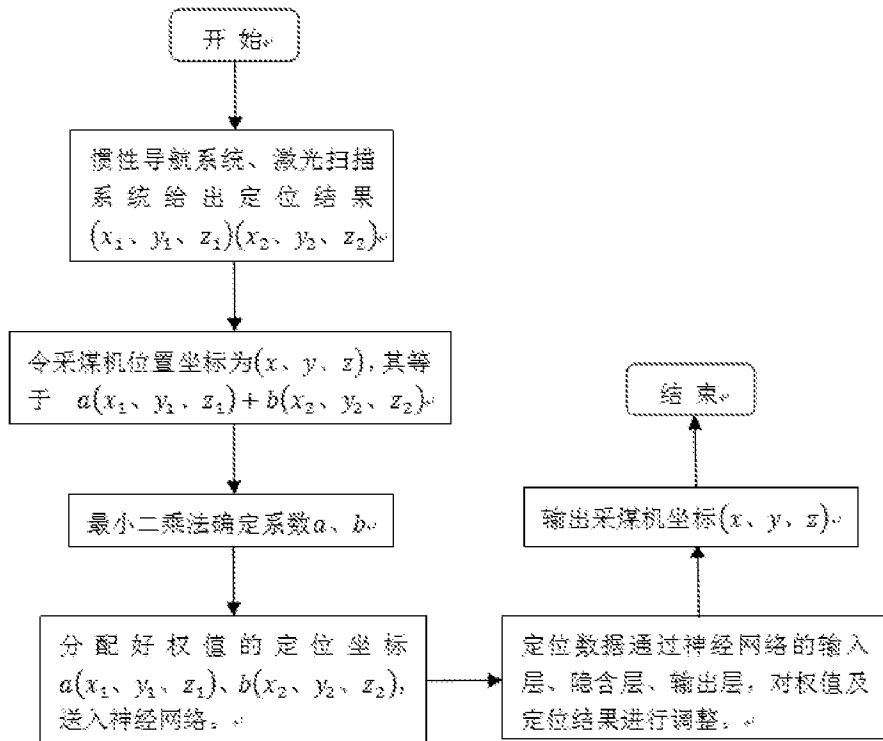


图 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2016/074617

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01C 21/16 (2006.01) i; G01C 21/18 (2006.01) i; E21C 35/08 (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)

G01C

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)

VEN, CNABS, CNTXT, CNKI: coal mining machine, inertial navigation, anti-explosion, scan, CHINA UNIVERSITY OF MINING AND TECHNOLOGY, mine, minning, inertial, navigat+, laser, machine, truck

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 105352504 A (CHINA UNIVERSITY OF MINING AND TECHNOLOGY), 24 February 2016 (24.02.2016), claims 1-6	1-6
Y	US 6608913 B1 (INCO LTD.), 19 August 2003 (19.08.2003), description, column 3, lines 50-60 and column 4, lines 36-62, figures 1 and 2, and abstract	1-2
A	US 6608913 B1 (INCO LTD.), 19 August 2003 (19.08.2003), description, column 3, lines 50-60 and column 4, lines 36-62, figures 1 and 2, and abstract	3-6
Y	CN 104964688 A (CHINA UNIVERSITY OF MINING AND TECHNOLOGY), 07 October 2015 (07.10.2015), description, paragraphs [0022]-[0024], [0047], [0042] and [0043], and figures 1 and 2	1-2
A	CN 104964688 A (CHINA UNIVERSITY OF MINING AND TECHNOLOGY), 07 October 2015 (07.10.2015), description, paragraphs [0022]-[0024], [0047], [0042] and [0043], and figures 1 and 2	3-6
A	CN 104729538 A (CHINA UNIVERSITY OF MINING AND TECHNOLOGY), 24 June 2015 (24.06.2015), the whole document	1-6
A	CN 102053249 A (WU, Lixin et al.), 11 May 2011 (11.05.2011), the whole document	1-6

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>
---	---

Date of the actual completion of the international search
02 August 2016 (02.08.2016)

Date of mailing of the international search report
09 August 2016 (09.08.2016)

Name and mailing address of the ISA/CN:
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
ZHANG, Yaling
Telephone No.: (86-10) **62085722**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2016/074617

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 204479086 U (CHINA UNIVERSITY OF MINING AND TECHNOLOGY), 15 July 2015 (15.07.2015), the whole document	1-6
A	CN 104612682 A (CHINA UNIVERSITY OF MINING AND TECHNOLOGY), 13 May 2015 (13.05.2015), the whole document	1-6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2016/074617

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 105352504 A	24 February 2016	None	
US 6608913 B1	19 August 2003	EP 1176393 A2	30 January 2002
		EP 1176393 A3	21 April 2010
		CA 2347569 A1	17 January 2002
		EP 1176393 B1	10 July 2013
		AU 5428801 A	24 January 2002
		AU 760824 B2	22 May 2003
		CA 2347569 C	10 February 2004
CN 104964688 A	07 October 2015	None	
CN 104729538 A	24 June 2015	None	
CN 102053249 A	11 May 2011	CN 102053249 B	03 April 2013
CN 204479086 U	15 July 2015	None	
CN 104612682 A	13 May 2015	WO 2016091020 A1	16 June 2016

<p>A. 主题的分类</p> <p>G01C 21/16(2006.01)i; G01C 21/18(2006.01)i; E21C 35/08(2006.01)i</p> <p>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</p>																										
<p>B. 检索领域</p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>G01C</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>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))</p> <p>VEN, CNABS, CNTXT, CNKI: 采煤机, 激光, 惯导, 惯性导航, 防爆, 扫描, 中国矿业大学, mine, minning, inertial, navigat+, laser, machine, truck</p>																										
<p>C. 相关文件</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PX</td> <td>CN 105352504 A (中国矿业大学) 2016年 2月 24日 (2016 - 02 - 24) 权利要求1-6</td> <td>1-6</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>US 6608913 B1 (INCO LTD.) 2003年 8月 19日 (2003 - 08 - 19) 说明书第3栏第50-60行、第4栏第36-62行, 附图1-2, 说明书摘要</td> <td>1-2</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 6608913 B1 (INCO LTD.) 2003年 8月 19日 (2003 - 08 - 19) 说明书第3栏第50-60行、第4栏第36-62行, 附图1-2, 说明书摘要</td> <td>3-6</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 104964688 A (中国矿业大学) 2015年 10月 7日 (2015 - 10 - 07) 说明书第[0022]-[0024]、[0047], [0042]-[0043]段, 附图1-2</td> <td>1-2</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 104964688 A (中国矿业大学) 2015年 10月 7日 (2015 - 10 - 07) 说明书第[0022]-[0024]、[0047], [0042]-[0043]段, 附图1-2</td> <td>3-6</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 104729538 A (中国矿业大学) 2015年 6月 24日 (2015 - 06 - 24) 全文</td> <td>1-6</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 102053249 A (吴立新 等) 2011年 5月 11日 (2011 - 05 - 11) 全文</td> <td>1-6</td> </tr> </tbody> </table>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	PX	CN 105352504 A (中国矿业大学) 2016年 2月 24日 (2016 - 02 - 24) 权利要求1-6	1-6	Y	US 6608913 B1 (INCO LTD.) 2003年 8月 19日 (2003 - 08 - 19) 说明书第3栏第50-60行、第4栏第36-62行, 附图1-2, 说明书摘要	1-2	A	US 6608913 B1 (INCO LTD.) 2003年 8月 19日 (2003 - 08 - 19) 说明书第3栏第50-60行、第4栏第36-62行, 附图1-2, 说明书摘要	3-6	Y	CN 104964688 A (中国矿业大学) 2015年 10月 7日 (2015 - 10 - 07) 说明书第[0022]-[0024]、[0047], [0042]-[0043]段, 附图1-2	1-2	A	CN 104964688 A (中国矿业大学) 2015年 10月 7日 (2015 - 10 - 07) 说明书第[0022]-[0024]、[0047], [0042]-[0043]段, 附图1-2	3-6	A	CN 104729538 A (中国矿业大学) 2015年 6月 24日 (2015 - 06 - 24) 全文	1-6	A	CN 102053249 A (吴立新 等) 2011年 5月 11日 (2011 - 05 - 11) 全文	1-6
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																								
PX	CN 105352504 A (中国矿业大学) 2016年 2月 24日 (2016 - 02 - 24) 权利要求1-6	1-6																								
Y	US 6608913 B1 (INCO LTD.) 2003年 8月 19日 (2003 - 08 - 19) 说明书第3栏第50-60行、第4栏第36-62行, 附图1-2, 说明书摘要	1-2																								
A	US 6608913 B1 (INCO LTD.) 2003年 8月 19日 (2003 - 08 - 19) 说明书第3栏第50-60行、第4栏第36-62行, 附图1-2, 说明书摘要	3-6																								
Y	CN 104964688 A (中国矿业大学) 2015年 10月 7日 (2015 - 10 - 07) 说明书第[0022]-[0024]、[0047], [0042]-[0043]段, 附图1-2	1-2																								
A	CN 104964688 A (中国矿业大学) 2015年 10月 7日 (2015 - 10 - 07) 说明书第[0022]-[0024]、[0047], [0042]-[0043]段, 附图1-2	3-6																								
A	CN 104729538 A (中国矿业大学) 2015年 6月 24日 (2015 - 06 - 24) 全文	1-6																								
A	CN 102053249 A (吴立新 等) 2011年 5月 11日 (2011 - 05 - 11) 全文	1-6																								
<p><input checked="" type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p>																										
<p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>“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)</p> <p>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” 同族专利的文件</p>																										
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2016年 8月 2日</p>		<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2016年 8月 9日</p>																								
<p>ISA/CN的名称和邮寄地址</p> <p>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</p> <p>传真号 (86-10)62019451</p>		<p>授权官员</p> <p>张亚玲</p> <p>电话号码 (86-10)62085722</p>																								

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	CN 204479086 U (中国矿业大学) 2015年 7月 15日 (2015 - 07 - 15) 全文	1-6
A	CN 104612682 A (中国矿业大学) 2015年 5月 13日 (2015 - 05 - 13) 全文	1-6

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2016/074617

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	105352504	A	2016年 2月 24日	无			
US	6608913	B1	2003年 8月 19日	EP	1176393	A2	2002年 1月 30日
				EP	1176393	A3	2010年 4月 21日
				CA	2347569	A1	2002年 1月 17日
				EP	1176393	B1	2013年 7月 10日
				AU	5428801	A	2002年 1月 24日
				AU	760824	B2	2003年 5月 22日
				CA	2347569	C	2004年 2月 10日
CN	104964688	A	2015年 10月 7日	无			
CN	104729538	A	2015年 6月 24日	无			
CN	102053249	A	2011年 5月 11日	CN	102053249	B	2013年 4月 3日
CN	204479086	U	2015年 7月 15日	无			
CN	104612682	A	2015年 5月 13日	WO	2016091020	A1	2016年 6月 16日