

## (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 9 月 3 日 (03.09.2020)



(10) 国际公布号  
**WO 2020/173030 A1**

- (51) 国际专利分类号:  
*E21C 41/18* (2006.01) *E21D 23/12* (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2019/094518
- (22) 国际申请日: 2019 年 7 月 3 日 (03.07.2019)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:  
201910145595.2 2019 年 2 月 27 日 (27.02.2019) 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 号中国矿业大学科研院, Jiangsu 221116 (CN)。
- (72) 发明人: 刘万里 (LIU, Wanli); 中国江苏省徐州市大学路 1 号中国矿业大学科研院, Jiangsu 221116 (CN)。于斌 (YU, Bin); 中国江苏省徐州市大学路 1 号中国矿业大学科研院, Jiangsu 221116 (CN)。

王世博 (WANG, Shibo); 中国江苏省徐州市大学路 1 号中国矿业大学科研院, Jiangsu 221116 (CN)。  
伊世学 (YI, Shixue); 中国江苏省徐州市大学路 1 号中国矿业大学科研院, Jiangsu 221116 (CN)。

(74) 代理人: 南京正联知识产权代理有限公司 (NANJING ZHENGLIAN INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY CO., LTD.); 中国江苏省南京市汉中门大街一号金鹰汉中新城 27 层, Jiangsu 210029 (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,

(54) Title: SMART COAL CAVING METHOD BASED ON REAL TIME MONITORING OF VARIATION IN TOP COAL THICKNESS

(54) 发明名称: 一种基于顶煤厚度变化量实时监测的智能化放煤方法

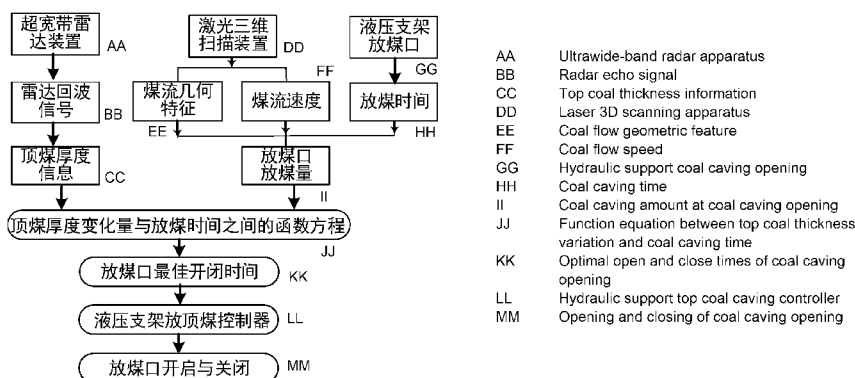


图 1

(57) Abstract: A smart coal caving method based on real time monitoring of variation in top coal thickness, using ultrawide-band radar and laser 3D scanning technology to monitor top coal thickness information in real time and automatically regulate the opening and closing of a coal caving opening, and comprising the following steps: (I) an ultrawide-band radar apparatus (4) calculates a variation in top coal thickness on the basis of a radar echo signal; (II) a laser 3D scanning apparatus (6) calculates a coal caving amount on the basis of a scanned coal flow geometric feature, coal flow speed, and coal caving time at the coal caving opening; (III) a function equation between the top coal thickness variation and the coal caving time is established, and optimal open and close times of the coal caving opening for different coal caving stages are calculated; and (IV) open and close instructions are sent to the coal caving opening by means of a top coal caving controller, thus achieving smart coal caving in a fully-mechanized caving workface. The present method allows for accurate control and strong adaptability in the entire coal caving process, without the need for manual interference, effectively raising coal caving efficiency, and reducing labor intensity.

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: 一种基于顶煤厚度变化量实时监测的智能化放煤方法, 利用超宽带雷达和激光三维扫描技术实时监测顶煤厚度信息, 根据顶煤厚度变化量自动调整放煤口开闭, 包括如下步骤: (一) 超宽带雷达装置(4)根据雷达回波信号计算出顶煤厚度变化量; (二) 激光三维扫描装置(6)根据扫描的放煤口煤流几何特征、煤流速度和放煤时间计算出放煤量; (三) 建立顶煤厚度变化量与放煤时间之间的函数方程, 计算出放煤口在不同放煤阶段中的最佳开闭时间; (四) 通过放顶煤控制器向放煤口发出开启和关闭指令, 实现综放工作面的智能化放煤。该方法使得整个放煤过程控制准确、适应性强, 无需人工干预, 有效提高放煤效率、降低劳动强度。

## 一种基于顶煤厚度变化量实时监测的智能化放煤方法

### 技术领域

本发明涉及一种综放工作面的放煤方法，尤其是一种基于顶煤厚度变化量实时监测的智能化放煤方法，属于综放自动化开采技术领域。

### 背景技术

煤炭是我国的主体能源，厚煤层储量丰富且主要采用综放开采方法，国家“十三五”规划将“加快推进煤炭无人开采技术研发和应用”列入能源领域重点工程，国家安全监管总局开展的“机械化换人、自动化减人”科技强安专项行动为煤炭行业科技创新指明了方向，厚煤层实现智能化综放开采将成为重要的发展趋势。

在综放开采过程中，亟待解决的难题之一是如何正确判断放煤口最佳开闭时间，是目前急待解决的与智能化综放开采相配套的技术问题。目前，对于放煤口的开闭时间主要有两种方法，其一是由放煤工人通过视觉和听觉，以及经验积累来确定放煤口的开闭，这样就会带来过放或者欠放情况发生，造成大量丢煤或矸石混入现象发生使得资源浪费和增加后期洗选成本，同时放煤过程会产生大量的粉尘和瓦斯，对放煤操作工人的生命健康造成巨大威胁。二是应用电液控制系统来实现放煤口的开闭，基本方法是在电液控制系统中嵌入预先设定好的放煤程序，按照预先设定好的放煤动作及放煤时间实现放煤口的开闭。但在工作面煤层厚度变化较大，无论是在相邻支架之间还是在走向长度方向都存在较大差异。因此预先按照工作面全部支架设定统一的放煤程序完成放煤口的开闭存在较大的缺陷，由于顶煤厚度随时变化导致放煤口开闭时间也随之变化，如若放煤口开闭时间一成不变，就必然导致放煤过程中出现过放或者欠放情况，使煤质下降或者资源遭受损失。因此，根据顶煤厚度变化量实时自动调整放煤口开闭时间而实现自适应放煤，是实现真正意义上智能化放煤的关键技术。

### 发明内容

技术问题：本发明的目的是要克服现有技术中的不足之处，提供了一种使用方便、能有效提高放顶煤效率、降低放煤工人劳动强度的基于顶煤厚度变化量实时监测的智能化放煤方法。

技术方案：为了实现上述目的，本发明的基于顶煤厚度变化量实时监测的智能化放煤方法，利用超宽带雷达装置和激光三维扫描装置实时监测顶煤厚度信息，根据顶煤厚度变化量自动调整放煤口开闭时间，具体步骤包括：

(1) 把超宽带雷达装置安装在液压支架的顶梁靠近中后部位置，所述超宽带雷达装置包括发射装置、接收装置和控制机；所述液压支架包括：顶梁、立杆、掩护梁、尾梁、底座、液压支架控制器和电液伺服控制系统。其中，发射装置把超宽带雷达信号发射到顶煤煤层中，接收装置接收超宽带雷达信号经由煤岩分界面反射后的回波信号并进行去噪处理，根据控制机记录雷达信号从发射到接收所用的时间得到超宽带雷达信号在煤层中的传播

时间;

(2) 实时采集超宽带雷达信号在煤层中的传播时间, 根据公式  $L = \frac{C}{\sqrt{\varepsilon}} \times \frac{\Delta T}{2}$  计算出顶煤厚度, 并采用时域有限差分方法来提高顶煤厚度的计算精度,

式中:  $L$  为顶煤厚度,  $C$  为在真空中的电磁波的传播速度,  $\Delta T$  为信号在煤层中的传播时间,  $\varepsilon$  为相对介电常数;

(3) 把激光三维扫描装置安装在液压支架上靠近尾梁并对准液压支架的放煤口, 放煤开始后, 通过激光三维扫描装置实时连续扫描放煤口放出的煤流信息, 得到煤流表面三维几何特征和煤流速度;

(4) 利用激光三维扫描采集的煤流表面三维几何特征和煤流速度, 结合放煤时间计算出放煤口实际放煤量;

(5) 根据步骤 2 计算的顶煤厚度和步骤 4 计算的放煤口实际放煤量结果, 采用径向基神经网络建立顶煤厚度的变化量与放煤时间之间的对应关系方程;

(6) 结合建立的对应关系方程和的顶煤厚度的变化量, 计算出放煤口在各个放煤阶段中最佳开闭时间;

(7) 将获得的放煤口最佳开闭时间传输给液压支架控制器, 液压支架控制器通过电液伺服控制系统向放煤口发出开启和关闭指令, 实现综放工作面的智能化放煤。

所述的步骤 1 中, 对接收到的超宽带雷达信号进行去噪处理, 具体为: 小波去噪、反卷积自适应去噪和偏微分去噪。

3 所述的步骤 3 中, 对激光扫描的煤流表面三维几何特征进行数据处理, 具体为基于多维树的点云去噪方法。

所述的步骤 5 中, 采用径向基神经网络建立以顶煤厚度、煤流几何特征、煤流速度、放煤口放煤量作为输入, 以顶煤流动时间参数为输出的神经网络模型。

有益效果: 由于采用了上述技术方案, 本发明与现有技术相比具有如下优点:

(1) 本发明根据顶煤厚度变化量实时自动调整放煤口开闭时间来实现自适应放煤, 有效的消除了由于顶煤厚度随时变化、放出规律性差、控制变量复杂等因素造成的放煤过程中出现的过放或者欠放情况, 因此, 本发明适应性强, 并能够有效控制放煤口开闭时间;

(2) 本发明提供的基于顶煤厚度变化量实时监测的智能化放煤方法, 超宽带雷达技术能实时获取顶煤厚度信息, 激光三维扫描技术能实时监测放煤口的放煤量; 并据此建立了顶煤厚度的变化量与放煤时间之间的非线性函数方程, 计算出每个放煤口在各个放煤阶段中最佳开闭时间, 因此, 本发明能够较为客观、准确的确定放煤口最佳开闭时间, 对整个放煤过程控制比较准确, 效果显著;

(3) 本发明提供的基于顶煤厚度变化量实时监测的智能化放煤方法, 由于在获得放

煤口在各个放煤阶段中最佳开闭时间后经由放顶煤控制器向液压支架电液控制系统发出指令，由电液控制系统实现对放煤口的关闭和开启，因此，本发明能够实现在整个放煤开闭过程无需人工干预，有效提高了放煤效率、降低了放煤工人劳动强度。

### 附图说明

图 1 是本发明的基于顶煤厚度变化量实时监测的放煤口开闭流程图。

图 2 是本发明的径向基神经网络拓扑结构图。

图 3 是本发明的超宽带雷达装置和激光三维扫描装置在液压支架上布置示意图。

图中：1-顶梁；2-立杆；3-掩护梁；4-超宽带雷达装置；5-尾梁；6-激光三维扫描装置；7-底座。

### 具体实施方式

下面结合附图中的实施例对本发明作进一步的描述：

如图 1 所示，本发明的基于顶煤厚度变化量实时监测的智能化放煤方法，利用超宽带雷达装置 4 和激光三维扫描装置 6 实时监测顶煤厚度信息，根据顶煤厚度变化量自动调整放煤口开闭时间，具体步骤包括：

(1) 把超宽带雷达装置安装在液压支架的顶梁 1 靠近中后部位置，所述超宽带雷达装置 4 包括依次连接的发射装置、接收装置和控制机；所述的液压支架包括顶梁 1、立杆 2、掩护梁 3、尾梁 5、底座 7、控制器和电液伺服控制系统，顶梁 1 设在立杆 2 上，立杆 2 设在底座 7 上，掩护梁 3 设在顶梁 1 与底座 7 之间，尾梁 5 连接在顶梁 1 后部，控制器和电液伺服控制系统根据液压支架产品型号的不同其安装位置也不同。通过发射装置将大于 0.25 的超宽带雷达信号发射到顶煤煤层中，接收装置接收超宽带雷达信号经由煤岩分界面反射后的回波信号并进行去噪处理，根据控制机记录雷达信号从发射到接收所用的时间得到超宽带雷达信号在煤层中的传播时间；所述对接收到的超宽带雷达信号进行去噪处理，具体为：小波去噪、反卷积自适应去噪和偏微分去噪。

(2) 实时采集超宽带雷达信号在煤层中的传播时间，根据公式  $L = \frac{C}{\sqrt{\epsilon}} \times \frac{\Delta T}{2}$  计算出顶煤厚度，并采用时域有限差分方法来提高顶煤厚度的计算精度，

公式中： $L$  为顶煤厚度， $C$  为在真空中的电磁波的传播速度， $\Delta T$  为信号在煤层中的传播时间， $\epsilon$  为相对介电常数；

(3) 在液压支架靠近尾梁并对准液压支架的放煤口处安装激光三维扫描装置 6，放煤开始后，通过激光三维扫描装置 6 实时连续扫描放煤口放出的煤流信息，得到煤流表面三维几何特征和煤流速度；对激光扫描的煤流表面三维几何特征所得到的点云数据进行数据处理，具体为基于多维（K-Dimension，KD）树的点云去噪方法。

对激光扫描的煤流表面三维点云数据进行数据处理，具体为基于 KD 树的点云去噪方

法，其主要是利用统计原理，通过计算点与邻域各点距离的均值和标准差，设置最佳阈值区间，如果邻域中某点的距离不在此区间，则认为该点为噪声点。

具体的过程是：对激光三维扫描的放煤口煤流点云  $P$  建立 KD 树，遍历点云  $P$ ，通过 KD 树查找其  $N_p^k = \{p_1, p_2, \dots, p_k\}$ ， $k$  值可根据点云模型的大小来决定；计算  $N_p^k$  内每个点到当前点  $P$  的欧氏距离  $D = \{d_1, d_2, \dots, d_k\}$ ；计算距离  $D$  的均值  $\mu$  和标准差  $\sigma$ ；最后判断如果某个点的距离  $d_i$  不在区间  $\mu \pm \alpha\sigma$  中，则将其对应的点去除； $\alpha$  的取值根据邻域的大小来决定。其中  $P$  为激光扫描点云集， $N$  为 KD 树点云模型， $k$  为点云模型大小， $\alpha$  为标准差系数， $D$  为点云之间的距离， $\mu$  是均值和  $\sigma$  是标准差；

(4) 利用步骤 3 中激光三维扫描装置 6 采集的煤流表面三维几何特征和煤流速度，结合放煤时间计算出放煤口实际的放煤量；

(5) 根据步骤 2 中计算出的顶煤厚度和步骤 4 中计算出放煤口实际的放煤量结果，采用径向基神经网络建立顶煤厚度的变化量与放煤时间之间的对应关系方程；如图 2 所示，建立以顶煤厚度、煤流几何特征、煤流速度、放煤口放煤量等因素作为输入，以顶煤流动时间参数为输出的径向基神经网络模型，其输入输出关系式为：

$$y_j(x_m) = \omega_{0j} + \sum_{i=1}^N w_{ij} \varphi(x_m, t_i) \quad (1)$$

$$\varphi(x_m, t_i) = G \|x_m - t_i\| = \exp\left(-\frac{\|x_m - t_i\|^2}{2\sigma_i^2}\right) \quad (2)$$

式中： $t$  是隐含层的节点中心， $\sigma$  是隐含层中基函数的标准差；

径向基神经网络中隐含层中基函数的标准差  $\sigma$  和网络权值  $\omega$  的确定方法如下：

$$\begin{cases} \sigma = \frac{d_{\max}}{\sqrt{2n}} \\ \omega = G^+ d \end{cases} \quad (3)$$

式中： $d_{\max}$  是所选取的中心之间的最大距离， $n$  是隐含节点的个数， $G$  是隐含层输出， $d$  是输出层的期望输出；

采用径向基神经网络建立以顶煤厚度、煤流几何特征、煤流速度、放煤口放煤量作为输入，以顶煤流动时间参数为输出的神经网络模型；

$x_M$  代表第  $M$  组的放煤参数（顶煤厚度、煤流几何特征、煤流速度、放煤口放煤量）， $y_j$  表示  $j$  时刻第  $M$  组对应的顶煤流动时间。 $\varphi$  是隐含层基函数， $\omega$  是网络权值。

(6) 结合步骤 5 中建立的非线性函数方程和步骤 1 中监测的顶煤厚度的变化量，准确计算出放煤口在矸石阶段、煤矸混放阶段和放煤三个阶段中最佳开闭时间；

(7) 将步骤 6 中获得的放煤口最佳开闭时间传输给液压支架控制器，液压支架控制器通过电液伺服控制系统向放煤口发出开启和关闭指令，实现综放工作面的智能化放煤。

图 3 是超宽带雷达装置 4 和激光三维扫描装置 6 在液压支架上布置示意图；超宽带雷达装置 4 安装在液压支架顶梁上靠近中后部，通过发射装置把超宽带雷达信号发射到顶煤层中，接收装置接收超宽带雷达信号经由煤岩分界面反射后的回波信号；激光三维扫描装置 6 安装在液压支架底座上，靠近尾梁并对准液压支架的放煤口，放煤开始后，激光三维扫描装置 6 实时连续扫描放煤口放出的煤流信息。

## 权 利 要 求 书

1.一种基于顶煤厚度变化量实时监测的智能化放煤方法，其特征在于，利用超宽带雷达装置和激光三维扫描装置实时监测顶煤厚度信息，根据顶煤厚度变化量自动调整放煤口开闭时间，具体步骤包括：

(1) 把超宽带雷达装置安装在液压支架的顶梁靠近中后部位置，所述的超宽带雷达装置包括发射装置、接收装置和控制机；所述液压支架包括：顶梁、立杆、掩护梁、尾梁、底座、液压支架控制器和电液伺服控制系统，其中，发射装置把超宽带雷达信号发射到顶煤煤层中，接收装置接收超宽带雷达信号经由煤岩分界面反射后的回波信号并进行去噪处理，根据控制机记录雷达信号从发射到接收所用的时间得到超宽带雷达信号在煤层中的传播时间；

(2) 实时采集超宽带雷达信号在煤层中的传播时间，根据公式  $L = \frac{C}{\sqrt{\varepsilon}} \times \frac{\Delta T}{2}$  计算出顶煤厚度，并采用时域有限差分方法来提高顶煤厚度的计算精度，

式中： $L$  为顶煤厚度， $C$  为在真空中的电磁波的传播速度， $\Delta T$  为信号在煤层中的传播时间， $\varepsilon$  为相对介电常数；

(3) 把激光三维扫描装置安装在液压支架上靠近尾梁并对准液压支架的放煤口，放煤开始后，通过激光三维扫描装置实时连续扫描放煤口放出的煤流信息，得到煤流表面三维几何特征和煤流速度；

(4) 利用激光三维扫描采集的煤流表面三维几何特征和煤流速度，结合放煤时间计算出放煤口实际放煤量；

(5) 根据步骤 2 计算的顶煤厚度和步骤 4 计算的放煤口实际放煤量结果，采用径向基神经网络建立顶煤厚度的变化量与放煤时间之间的对应关系方程；

(6) 结合建立的对应关系方程和的顶煤厚度的变化量，计算出放煤口在各个放煤阶段中最佳开闭时间；

(7) 将获得的放煤口最佳开闭时间传输给液压支架控制器，液压支架控制器通过电液伺服控制系统向放煤口发出开启和关闭指令，实现综放工作面的智能化放煤。

2.根据权利要求 1 中所述的基于顶煤厚度变化量实时监测的智能化放煤方法，其特征在于：所述的步骤 1 中，对接收到的超宽带雷达信号进行去噪处理，具体为：小波去噪、反卷积自适应去噪和偏微分去噪。

3.根据权利 1 中所述的基于顶煤厚度变化量实时监测的智能化放煤方法，其特征在于：所述的步骤 3 中，对激光扫描的煤流表面三维几何特征进行数据处理，具体为基于多维（K-Dimension，KD）树的点云去噪方法。



4、根据权利 1 中所述的基于顶煤厚度变化量实时监测的智能化放煤方法，其特征在于：所述的步骤 5 中，采用径向基神经网络建立以顶煤厚度、煤流几何特征、煤流速度、放煤口放煤量作为输入，以顶煤流动时间参数为输出的神经网络模型。

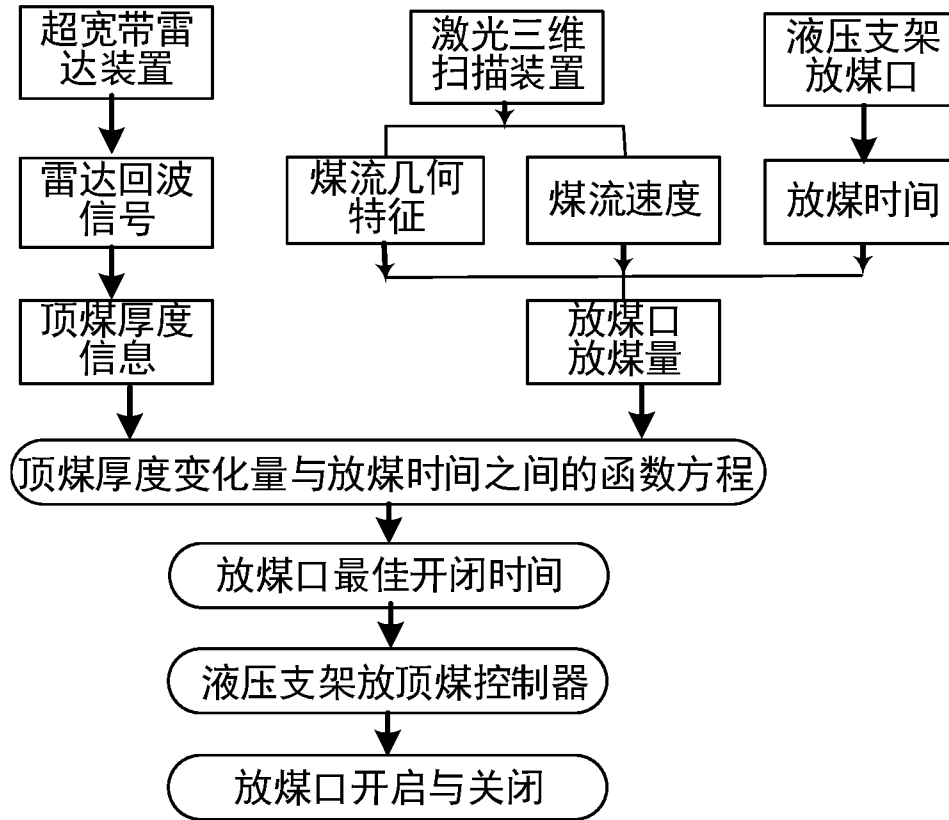


图 1

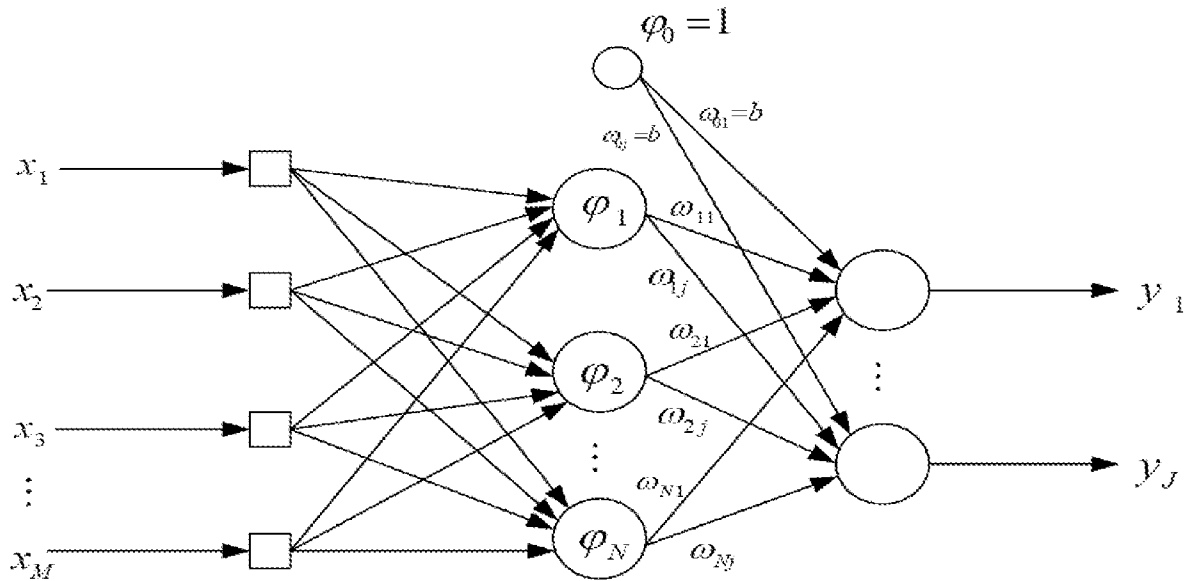


图 2

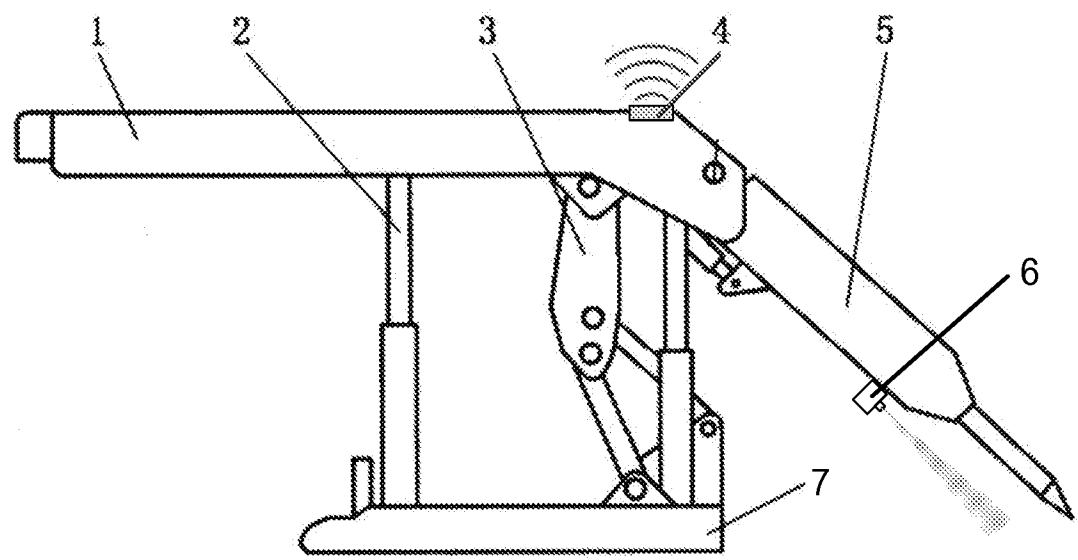


图 3

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/094518

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

E21C 41/18(2006.01)i; E21D 23/12(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)

E21C, E21D, G01S, G01F, G06K

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, WPI, EPODOC: 顶煤, 厚度, 变化, 监测, 放煤, 雷达, 激光, 三维, 神经网络, coal, mine, thickness, monitor +, hydraulic, port, auto+, radar

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                    | Relevant to claim No. |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| PX        | CN 109856631 A (CHINA UNIVERSITY OF MINING AND TECHNOLOGY et al.) 07 June 2019 (2019-06-07)<br>claims 1-4                                             | 1-4                   |
| A         | CN 107676095 A (TIANDI SCIENCE & TECHNOLOGY CO., LTD. et al.) 09 February 2018 (2018-02-09)<br>description, paragraphs [0031]-[0042], and figures 1-3 | 1-4                   |
| A         | CN 109113741 A (BEIJING TIANDI MARCO ELECTRO HYDRAULIC CONTROL SYSTEM CO., LTD. et al.) 01 January 2019 (2019-01-01)<br>entire document               | 1-4                   |
| A         | CN 104314599 A (TIANDI SCIENCE & TECHNOLOGY CO., LTD.) 28 January 2015 (2015-01-28)<br>entire document                                                | 1-4                   |
| A         | CN 106437713 A (SHANDONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY et al.) 22 February 2017 (2017-02-22)<br>entire document                                | 1-4                   |



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

31 October 2019

Date of mailing of the international search report

03 December 2019

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

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

**PCT/CN2019/094518****C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                              | Relevant to claim No. |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | CN 107725089 A (TIANDI SCIENCE & TECHNOLOGY CO., LTD. et al.) 23 February 2018 (2018-02-23)<br>entire document  | 1-4                   |
| A         | DE 4016929 C1 (HERMANN HEMSCHIEDT MASCHINENFABRIK GMBH & CO.) 26 September 1991 (1991-09-26)<br>entire document | 1-4                   |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/CN2019/094518**

| Patent document<br>cited in search report |           |    | Publication date<br>(day/month/year) | Patent family member(s) |           |    | Publication date<br>(day/month/year) |
|-------------------------------------------|-----------|----|--------------------------------------|-------------------------|-----------|----|--------------------------------------|
| CN                                        | 109856631 | A  | 07 June 2019                         | None                    |           |    |                                      |
| CN                                        | 107676095 | A  | 09 February 2018                     | CN                      | 107676095 | B  | 26 July 2019                         |
| CN                                        | 109113741 | A  | 01 January 2019                      | None                    |           |    |                                      |
| CN                                        | 104314599 | A  | 28 January 2015                      | CN                      | 104314599 | B  | 24 August 2016                       |
| CN                                        | 106437713 | A  | 22 February 2017                     | None                    |           |    |                                      |
| CN                                        | 107725089 | A  | 23 February 2018                     | CN                      | 107725089 | B  | 19 April 2019                        |
| DE                                        | 4016929   | C1 | 26 September 1991                    | HU                      | T57871    | A  | 30 December 1991                     |
|                                           |           |    |                                      | CZ                      | 278663    | B6 | 13 April 1994                        |
|                                           |           |    |                                      | CS                      | 9101514   | A2 | 17 December 1991                     |

## 国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/094518

## A. 主题的分类

E21C 41/18(2006.01)i; E21D 23/12(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)

E21C, E21D, G01S, G01F, G06K

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, WPI, EP0D0C: 顶煤, 厚度, 变化, 监测, 放煤, 雷达, 激光, 三维, 神经网络, coal, mine, thickness, monitor+, hydraulic, port, auto+, radar

## 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 109856631 A (中国矿业大学 等) 2019年 6月 7日 (2019 - 06 - 07)<br>权利要求1-4                                        | 1-4     |
| A    | CN 107676095 A (天地科技股份有限公司 等) 2018年 2月 9日 (2018 - 02 - 09)<br>说明书第[0031]-[0042]段, 附图1-3                  | 1-4     |
| A    | CN 109113741 A (北京天地玛珂电液控制系统有限公司 等) 2019年 1月 1日 (2019 - 01 - 01)<br>全文                                   | 1-4     |
| A    | CN 104314599 A (天地科技股份有限公司) 2015年 1月 28日 (2015 - 01 - 28)<br>全文                                          | 1-4     |
| A    | CN 106437713 A (山东科技大学 等) 2017年 2月 22日 (2017 - 02 - 22)<br>全文                                            | 1-4     |
| A    | CN 107725089 A (天地科技股份有限公司 等) 2018年 2月 23日 (2018 - 02 - 23)<br>全文                                        | 1-4     |
| A    | DE 4016929 C1 (HERMANN HEMSCHIEDT MASCHINENFABRIK G. M. B. H. & CO.) 1991年 9月 26日 (1991 - 09 - 26)<br>全文 | 1-4     |

☐ 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

“&amp;” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2019年 10月 31日

国际检索报告邮寄日期

2019年 12月 3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

受权官员

郭欣悦

电话号码 86-(10)-53962471

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/094518

| 检索报告引用的专利文件 |           |    | 公布日<br>(年/月/日) | 同族专利         | 公布日<br>(年/月/日)   |
|-------------|-----------|----|----------------|--------------|------------------|
| CN          | 109856631 | A  | 2019年 6月 7日    | 无            |                  |
| CN          | 107676095 | A  | 2018年 2月 9日    | CN 107676095 | B 2019年 7月 26日   |
| CN          | 109113741 | A  | 2019年 1月 1日    | 无            |                  |
| CN          | 104314599 | A  | 2015年 1月 28日   | CN 104314599 | B 2016年 8月 24日   |
| CN          | 106437713 | A  | 2017年 2月 22日   | 无            |                  |
| CN          | 107725089 | A  | 2018年 2月 23日   | CN 107725089 | B 2019年 4月 19日   |
| DE          | 4016929   | C1 | 1991年 9月 26日   | HU T57871    | A 1991年 12月 30日  |
|             |           |    |                | CZ 278663    | B6 1994年 4月 13日  |
|             |           |    |                | CS 9101514   | A2 1991年 12月 17日 |