(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
2023 年 2 月 23 日 (23.02.2023)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2023/019808 A1

(51) 国际专利分类号:
G01B 11/03 (2006.01) *G01B 11/02* (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2021/135365

(22) 国际申请日: 2021 年 12 月 3 日 (03.12.2021)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202110955008.3 2021年8月19日 (19.08.2021) CN

(71) 申请人: 山东科技大学(SHANDONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国山东省青岛市黄岛区辛安街道前湾港路579号, Shandong 266590 (CN)。

(72) 发明人: 张强(ZHANG, Qiang); 中国山东省青岛市黄岛区辛安街道前湾港路579号, Shandong 266590 (CN)。 臧万顺(ZANG, Wanshun); 中国山东省青岛市黄岛区辛安街道前湾港路579号, Shandong 266590 (CN)。 赵广浩(ZHAO, Guanghao); 中国山东省青岛市黄岛区辛安街道前湾港路579号, Shandong 266590 (CN)。 冯龙(FENG, Long); 中国山东省青岛市黄岛区辛安街道前湾港路579号, Shandong 266590 (CN)。 苏金鹏(SU, Jinpeng); 中国山东省青岛市黄岛区辛安街道前湾港路579号, Shandong 266590 (CN)。 王博申(WANG, Boshen); 中国山东省青岛市黄岛区辛安街道前湾港路579号, Shandong 266590 (CN)。 姜玉燕(JIANG, Yuyan); 中国山东省青岛市黄岛区辛安街道前湾港路579号, Shandong 266590 (CN)。 赵进(ZHAO, Jin); 中国山东省青岛市黄岛区辛安街道前湾港路579号, Shandong 266590 (CN)。 刘文卓(LIU, Wenzhuo); 中国山东省青岛市黄岛区辛安街道前湾港路579号, Shandong 266590 (CN)。

(74) 代理人: 北京君慧知识产权代理事务所（普通合伙）(BEIJING JUNHUI INTELLECTUAL PROPERTY AGENT OFFICE (ORDINARY PARTNERSHIP)); 中国北京市海淀区海淀南路甲21号中关村知识产权大厦A座6层6003-6004, Beijing 100080 (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,

(54) **Title:** METHOD AND SYSTEM FOR MEASURING UPWARD AND DOWNWARD DISPLACEMENT OF FULLY MECHANIZED MINING FACE DEVICE

(54) **发明名称:** 一种综采工作面设备上窜下滑偏移测量方法及系统

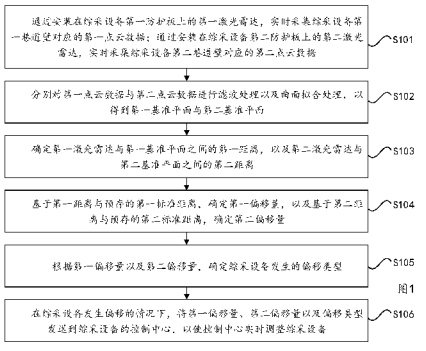


图1

S101 By means of a first laser radar mounted on a first protection plate of a fully mechanized mining device, collect, in real time, first point cloud data which corresponds to a first tunnel wall of the fully mechanized mining device, and by means of a second laser radar mounted on a second protection plate of the fully mechanized mining device, collect, in real time, second point cloud data which corresponds to a second tunnel wall of the fully mechanized mining device

S102 Respectively perform filtering processing and surface fitting processing on the first point cloud data and the second point cloud data, so as to obtain a first reference plane and a second reference plane

S103 Determine a first distance between the first laser radar and the first reference plane, and a second distance between the second laser radar and the second reference plane

S104 Determine a first displacement on the basis of the first distance and a pre-stored first standard distance, and determine a second displacement on the basis of the second distance and a pre-stored second standard distance

S105 According to the first displacement and the second displacement, determine a displacement type of the fully mechanized mining device

S106 When the fully mechanized mining device has been displaced, send the first displacement, the second displacement and the displacement type to a control center of the fully mechanized mining device, such that the control center adjusts the fully mechanized mining device in real time

(57) **Abstract:** Disclosed in the embodiments of the present application is a method for measuring upward and downward displacement of a fully mechanized mining face device. The method comprises: receiving first point cloud data which corresponds to a first tunnel wall and is collected by a first laser radar; receiving second point cloud data which corresponds to a second tunnel wall and is collected by a second laser radar; respectively performing filtering processing and surface fitting processing on the first point cloud data and the second point cloud data, so as to obtain a first reference plane and a second reference plane; determining a first distance between the first laser radar and the first reference plane, and a second distance between the second laser radar and the second reference plane; determining a first displacement on the basis of the first distance and a pre-stored first standard distance, and determining a second displacement on the basis of the second distance and a pre-stored second standard distance; and according to the first displacement and the second displacement, determining a displacement type of a fully mechanized mining device. The present application is used for solving the technical problem of the measurement accuracy of an existing displacement measurement method for a fully mechanized mining device being low.

WO 2023/019808 A1

[见续页]

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, IT, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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：本申请实施例公开了一种综采工作面设备上窜下滑偏移测量方法，方法包括：接收第一激光雷达采集的第一巷道壁对应的第一点云数据；以及，接收第二激光雷达采集的第二巷道壁对应的第二点云数据；分别对第一点云数据与第二点云数据进行滤波处理以及曲面拟合处理，得到第一基准平面与第二基准平面；确定第一激光雷达与第一基准平面之间的第一距离，以及第二激光雷达与第二基准平面之间的第二距离；基于第一距离与预存的第一标准距离，确定第一偏移量，以及基于第二距离与预存的第二标准距离，确定第二偏移量；根据第一偏移量以及第二偏移量，确定综采设备发生的偏移类型。用以解决现有的综采设备偏移量测量方法的测量精度低的技术问题。

一种综采工作面设备上窜下滑偏移测量方法及系统

技术领域

本申请涉及偏移测量领域，尤其涉及一种综采工作面设备上窜下滑偏移测量方法及系统。

本申请要求于 2021 年 08 月 19 日提交中国专利局、申请号为 202110955008.3、发明名称为"一种综采工作面设备上窜下滑偏移测量方法及系统"的中国专利申请的优先权,其全部内容通过引用结合在本申请中。

背景技术

煤矿综采工作面的煤层都是天然形成的，煤层厚度分布不均，且具有一定的坡度。根据坡度的不同，可将煤层分为近水平层、缓倾斜层、倾斜层、急倾斜层。在不同工作面的煤炭采集过程中，刮板输送机等综采设备在重力、推力等因素的作用下，会在采煤工作面倾斜的方向上，产生“向上”或“向下”的分力，造成刮板运输机机头处搭接错位，成为引发事故发生的导火索。危险程度与上窜下滑的偏移量成正比，且在刮板输送机连续推进时，由于液压支架与刮板输送机连接销耳间隙窜动量的累积，以及传感器误差，导致刮板运输机上窜下滑偏移加剧。如果不能及时加以检查以及调整，将导致刮板输送机的端头驱动部损坏、液压支架挤架或倒架、推杆损坏、电缆损坏、生产中断等问题继而导致停产。由于在综采设备推进过程中，发生上窜或者下滑偏移是随时的，偏移量是实时发生变化的，因此，需要实现对于设备上窜下滑偏移的实时测试，以便进行实时调整。

目前，对于综采设备偏移量测量方法主要通过激光测距、超声波测距传感器等设备直接测量综采设备与巷道的实时距离，一方面，由于这些测距方法多数是将采集的信息传输到计算机进行处理，测量效率低。另一方面，综采工作面在有设备工作时会出现粉尘，一般的光原理测距仪器会把粉尘扫描进去，有一定的概率将扫描到的粉尘当作巷道的侧壁，导致测量精度大大降低，且煤矿巷道的侧壁是凹凸不平的，如果只测量巷道侧壁上一个点的距离并不能代表综采设备与巷道的真实距离，也会导致偏移量的测量出现偏差。

发明内容

本申请实施例提供了一种综采工作面设备上窜下滑偏移测量方法及系统，用于解决如下技术问题：现有的综采设备偏移量测量方法的测量精度低。

为实现上述技术目的，本申请采用下述技术方案：

本申请实施例提供了一种综采工作面设备上窜下滑偏移测量方法，方法包括：接收第一激光雷达采集的第一巷道壁对应的第一点云数据；以及，接收第二激光雷达采集的第二巷道壁对应的第二点云数据；分别对所述第一点云数据与所述第二点云数据进行滤波处理以及曲面拟合处理，以得到第一基准平面与第二基准平面；确定所述第一激光雷达与所述第一基准平面之间的第一距离，以及所述第二激光雷达与所述第二基准平面之间的第二距离；基于所述第一距离与预存的第一标准距离，确定第一偏移量，以及基于所述第二距离与预存的第二标准距离，确定第二偏移量；根据所述第一偏移量以及所述第二偏移量，确定所述综采设备发生的偏移类型。

在一种可行的实施方式中，分别对所述第一点云数据与所述第二点云数据进行滤波处理以及曲面拟合处理，以得到第一基准平面与第二基准平面，具体包括：对所述第一点云数据进行高斯滤波，去除所述第一点云数据中的孤立点；以及，对所述第二点云数据进行高斯滤波，去除所述第二点云数据中的孤立点；通过预设算法，对进行高斯滤波后的所述第一点云数据进行曲面拟合，得到所述第一基准平面；以及，对进行高斯滤波后的所述第二点云数据进行曲面拟合，得到所述第二基准平面。

在一种可行的实施方式中，对所述第一点云数据进行高斯滤波，去除所述第一点云数据中的孤立点；以及，对所述第二点云数据进行高斯滤波，去除所述第二点云数据中的孤立点，具体包括：根据

$h(x,y)=\frac{1}{\alpha\lambda_{xc}\lambda_{yc}}\exp\left\{-\frac{\pi}{\alpha}\left[\left(\frac{x}{\lambda_{xc}}\right)^2+\left(\frac{y}{\lambda_{yc}}\right)^2\right]\right\}$，得到二维高斯滤波权函数 $h(x,y)$；其中，

$\alpha=\sqrt{\frac{\ln 2}{\pi}}=0.4697$，$x$ 代表偏离二维高斯滤波权函数中心的点云数据的 x 坐标，y 代表偏离二维高斯滤波权函数中心的点云数据的 y 坐标，λ_{xc} 以及 λ_{yc} 代表低通高斯滤波器的截止波长；根据 $w(x,y)=\iint z(x-\xi,y-\eta)h(\xi,\eta)d\xi d\eta$，得到二维高斯滤波函数 $w(x,y)$；其中，ξ、η 为卷积积分所需的微分变量，$z(x-\xi,y-\eta)$ 为原始点云数据；将所述二维高斯滤波函数 $w(x,y)$ 离散化，得到二维离散高斯滤波过程公式：

$w(x_i, y_i) = \sum_{g=g1}^{g2}\sum_{k=k1}^{k2} z((i-k)\Delta x,(j-g)\Delta y)\bullet h(k\Delta x, g\Delta y)\bullet \Delta x\Delta y$；其中，$g$、$k$为计算高斯评定基准面$w$所需的离散计算系数，$g$的范围为$g_1 \sim g_2$，$k$的范围为$k_1 \sim k_2$；其中，$i = g_1,...,L_x - g_2$，$j = k_1,...,L_y - k_2$，$L_x$和$L_y$为采样数据点；$\Delta x$、$\Delta y$为采样间隔；通过所述二维离散高斯滤波过程公式$w(x_i, y_i)$，对所述第一点云数据以及所述第二点云数据进行二维高斯滤波。

在一种可行的实施方式中，通过预设算法，对进行高斯滤波后的所述第一点云数据进行曲面拟合，得到所述第一基准平面；以及，对进行高斯滤波后的所述第二点云数据进行曲面拟合，得到所述第二基准平面，具体包括：对于滤波后的点云数据点列$Q_{j,k}(j = 1,2,...,n; k = 1,2,...e)$，分别按照下标 j 和 k 的顺序，构造单增的参数序列$\{m_j\}$以及$\{p_k\}$；根据所述参数序列$\{m_j\}$以及$\{p_k\}$，构造 B 样条基函数$\{A_j, c(m)\}$、$\{A_k, x(p)\}$；根据对 n 行点云数据的一元函数拟合公式$l_j(p_k) = \sum_z l^*_{j,z}\{A_z, x(p_k)\} = Q_{j,k}$，得到每一行点云数据的 r 个空间点列$l^*_{j,z}(j = 1,2,...,n; z = 1,2,...,r)$；根据对 r 列空间点列$l^*_{j,z}$的一元函数拟合的公式$\sum_z l_{zk}\{A_z, c(m_j)\} = l^*_{j,z}$，得到中间参数$l_{zk}$，再对所述中间参数$l_{zk}$进行求和计算，得到控制顶点$l_{jk}$；根据$y(m,p) = \sum_j\sum_k l_{jk}\{A_j, c(m)\}\{A_k, x(p)\}$，分别对所述第一点云数据以及所述第二点云数据进行曲面拟合，得到所述第一基准平面以及所述第二基准平面。

在一种可行的实施方式中，确定所述第一激光雷达与所述第一基准平面之间的第一距离，以及所述第二激光雷达与所述第二基准平面之间的第二距离，具体包括：以所述第一激光雷达为原点，建立第一三维坐标系；基于所述第一三维坐标系的原点坐标，以及所述第一基准平面上的所有点云数据在所述第一三维坐标系中的三维坐标，确定所述第一激光雷达与所述第一基准平面上的所有点云数据的距离，并将得到的所述距离中的最小值确定为所述第一激光雷达与所述第一基准平面之间的第一距离；以所述第二激光雷达为原点，建立第二三维坐标系；基于所述第二三维坐

标系的原点坐标，以及所述第二基准平面上的所有点云数据在所述第二三维坐标系中的三维坐标，确定所述第二激光雷达与所述第二基准平面上的所有点云数据的距离，并将得到的所述距离中的最小值确定为所述第二激光雷达与所述第二基准平面之间的第二距离。

在一种可行的实施方式中，基于所述第一距离与预存的第一标准距离，确定第一偏移量，以及基于所述第二距离与预存的第二标准距离，确定第二偏移量，具体包括：在所述综采设备运行之前，确定所述第一激光雷达与所述第一基准平面的第一标准距离，并确定所述第二激光雷达与所述第二基准平面的第二标准距离；将所述第一标准距离以及所述第二标准距离保存在内存中；在所述综采设备运行过程中，将所述第一距离与所述第一标准距离进行对比并求第一差值，将所述第一差值的绝对值确定为所述第一偏移量；将所述第二距离与所述第二标准距离进行对比并求第二差值，将所述第二差值的绝对值确定为所述第二偏移量。

在一种可行的实施方式中，基于所述第一偏移量以及所述第二偏移量，确定所述综采设备发生的偏移类型，具体包括：在所述第一距离大于第一标准距离且所述第二距离小于第二标准距离的情况下，确定所述综采设备的偏移类型为下滑偏移；在所述第一距离小于第一标准距离且所述第二距离大于第二标准距离的情况下，确定所述综采设备的偏移类型为上窜偏移；在所述第一距离等于第一标准距离且所述第二距离等于第二标准距离的情况下，确定所述综采设备没有发生偏移。

在一种可行的实施方式中，在根据所述第一偏移量以及所述第二偏移量，确定所述综采设备发生的偏移类型之后，所述方法还包括：在所述综采设备发生偏移的情况下，通过无线通讯模块将所述第一偏移量、所述第二偏移量以及所述偏移类型发送到所述综采设备的控制中心；在所述综采设备的偏移类型为下滑偏移的情况下，通过所述控制中心控制所述综采设备向所述第一巷道壁移动所述第一偏移量；在所述综采设备的偏移类型为上窜偏移的情况下，通过所述控制中心控制所述综采设备向所述第二巷道壁移动所述第二偏移量；将所述第一偏移量、所述第二偏移量、所述偏移类型以及所述控制中心对所述综采设备调整的结果发送到显示设备，并在所

述显示设备中进行显示。

本申请实施例还提供了一种综采工作面设备上窜下滑偏移测量系统，系统包括：激光雷达，包括第一激光雷达以及第二激光雷达，用于实时采集所述综采设备第一巷道壁的第一点云数据以及所述综采设备第二巷道壁的第二点云数据；处理器，用于分别对所述第一点云数据与所述第二点云数据进行滤波处理以及曲面拟合处理，得到第一基准平面与第二基准平面；并确定所述第一激光雷达与所述第一基准平面的第一距离，以及所述第二激光雷达与所述第二基准平面的第二距离；所述处理器还用于基于所述第一距离与预存的第一标准距离，确定第一偏移量；基于所述第二距离与预存的第二标准距离，确定第二偏移量；以及基于所述第一偏移量以及所述第二偏移量，确定所述综采设备发生的偏移类型；综采设备控制中心，用于根据所述第一偏移量、所述第二偏移量以及所述偏移类型对所述综采设备作出调整。

在一种可行的实施方式中，所述第一激光雷达安装于所述综采设备的第一防护板上，所述第二激光雷达安装于所述综采设备的第二防护板上；所述第一防护板与所述第二防护板分别安装于所述综采设备靠近巷道壁的两端，用于保护所述综采设备。

本申请实施例采用的上述至少一个技术方案能够达到以下有益效果：

1.通过激光雷达采集综采设备两侧巷道壁的三维点云数据，并传输至 ARM 处理器进行处理，得到综采设备距离两侧巷道壁的距离，激光雷达与 ARM 处理器组合的形式对于测量综采设备偏移量的精度更高，且无需将数据传输至计算机处理，数据处理速度更快，测量效率更高，能够适应综采工作面的工作智能化要求。

2.ARM 处理器对激光雷达采集的点云数据进行高斯滤波，将综采工作面产生的粉尘过滤掉，减少粉尘造成的误差。然后再通过曲面拟合，将凹凸不平的煤壁拟合为一张光滑的基准平面，然后通过三维坐标计算激光雷达与基准平面的距离，此方法会避免因煤壁凹凸不平而造成的影响真实距离的测量问题，可以得到较为真实的平面。排除了粉尘和煤壁不平等干扰因素，激光雷达与煤壁距离的测量准确度也更高。

附图说明

图 1 为本申请一个实施例提供的一种综采工作面设备上窜下滑偏移测量方法流程图；

图 2 为本申请一个实施例提供的一种综采工作面设备结构示意图；

图 3 为本申请一个实施例提供的一种综采工作面设备上窜下滑偏移测量系统结构示意图；

图 4 为本申请一个实施例提供的一种综采工作面设备上窜下滑偏移测量设备结构示意图；

附图中：1、巷道壁；2、第一激光雷达；3 第一防护板、；4 第一液压支架、；5、第二液压支架；6、第三液压支架；7、第二防护板；8、第二激光雷达；9、刮板运输机；10、底调液压缸；

实施方式

为了使本技术领域的人员更好地理解本申请中的技术方案，下面将结合本申请实施例中的附图，对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本申请一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本说明书实施例，本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都应当属于本申请保护的范围。

图 1 为本申请实施例提供的一种综采工作面设备上窜下滑偏移测量方法流程图，如图 1 所示，方法具体包括 S101-S106：

S101、具体地，处理器采用 ARM 处理器。ARM 处理器通过安装在综采设备第一防护板上的第一激光雷达，实时采集综采设备第一巷道壁对应的第一点云数据，通过安装在综采设备第二防护板上的第二激光雷达，实时采集综采设备第二巷道壁对应的第二点云数据。

具体地，综采设备用于在采煤工作面进行煤炭采集。在综采设备的左右两侧分别安装一个激光雷达，用于测量综采设备两侧与左右巷道壁的距离。ARM 处理器实时接收两个激光雷达传回的点云数据。

作为一种可行的实施方式，如图 2 所示，综采设备主要包括刮板运输机 9、底调液压缸 10、第一液压支架 4、第二液压支架 5 以及第三液压支架 6。在综采设备的两侧分别安装第一防护板 3 以及第二防护板 7，并在第一防护板 3 上安装第一激光雷达 2，在第二防护板 7 上安装第二激光雷达 8。第一激光雷达 2 实时采集第一巷道壁的三维点云数据，第二激光雷达实时采集第二巷道壁的三维点云数据。需要说明的是，与第一激光雷达距离更近的一侧巷道壁即为第一巷道壁，与第二激光雷达距离更近的一侧巷道壁即为第二巷道壁。图 2 中的左右关系并不代表现实中的左右关系，仅用于指示各部件的位置关系。

在一个实施例中，若 2 为第一激光雷达，则 1 为第一巷道壁，若 2 为第二激光雷达，则 1 为第二巷道壁。在综采设备的两端安装防护板，将激光雷达安装于防护板上，在对综采设备提供保护的同时，方便确定综采设备与巷道壁的距离。

S102、ARM 处理器分别对第一点云数据与第二点云数据进行滤波处理以及曲面拟合处理，以得到第一基准平面与第二基准平面。

具体地，ARM 处理器在接收到两个激光雷达采集的两侧巷道壁的点云数据后，分别对两侧巷道壁的点云数据进行高斯滤波，去除点云数据中的孤立点。通过预设的曲面拟合算法，对进行高斯滤波后的点云数据进行曲面拟合，得到对应的基准平面。

作为一种可行的实施方式，可以根据 $h(x,y)=\frac{1}{\alpha\lambda_{xc}\lambda_{yc}}\exp\left\{-\frac{\pi}{\alpha}\left[\left(\frac{x}{\lambda_{xc}}\right)^2+\left(\frac{y}{\lambda_{yc}}\right)^2\right]\right\}$，得到二维高斯滤波权函数 $h(x,y)$；其中，$\alpha=\sqrt{\frac{\ln 2}{\pi}}=0.4697$，$x$ 代表偏离二维高斯滤波权函数中心的点云数据的 x 坐标，y 代表偏离二维高斯滤波权函数中心的点云数据的 y 坐标，λ_{xc} 以及 λ_{yc} 代表低通高斯滤波器的截止波长；

进一步地，根据 $w(x,y)=\iint z(x-\xi,y-\eta)h(\xi,\eta)d\xi d\eta$，得到二维高斯滤波函数 $w(x,y)$；其中，ξ、η 为卷积积分所需的微分变量，$z(x-\xi,y-\eta)$ 为原始点云数据；

进一步地，由于采集到的点云数据为离散点，因此，将二维高斯滤波函数 $w(x,y)$ 离散化，得到二维离散高斯滤波过程公式：

$w(x_i,y_i)=\sum_{g=g1}^{g2}\sum_{k=k1}^{k2}z((i-k)\Delta x,(j-g)\Delta y)\bullet h(k\Delta x,g\Delta y)\bullet\Delta x\Delta y$；其中，$g$、$k$ 为计算高斯评定基准面 w 所需的离散计算系数，g 的范围为 $g_1\sim g_2$，k 的范围为 $k_1\sim k_2$；$i=g_1,...,L_x-g_2$，$j=k_1,...,L_y-k_2$，L_x 和 L_y 为采样数据点；Δx、Δy 为采样间隔；通过公式 $w(x_i,y_i)$，对两侧巷道壁的点云数据进行二维高斯滤波，保留有效三维点云数据，将采集到的粉尘的点云数据过滤掉。

作为一种可行的实施方式，对于高斯滤波后的点云数据点列 $Q_{j,k}(j=1,2,...,n;k=1,2,..e)$，分别按照下标 j 和 k 的顺序，构造单增的参数序列 $\{m_j\}$ 以及 $\{p_k\}$；然后根据参数序列 $\{m_j\}$ 以及 $\{p_k\}$，构造 B 样条基函数 $\{A_j,c(m)\}$、$\{A_k,x(p)\}$；

进一步地，先根据 $l_j(p_k)=\sum_z l_{j,z}^*\{A_z,x(p_k)\}=Q_{j,k}$，对 n 行点云数据分别作一元函数拟合，在上述公式中代入 $\{A_z,x(p_k)\}$ 以及 $Q_{j,k}$，得到每一行点云数据的 r 个空间点列 $l_{j,z}^*(j=1,2,...,n;z=1,2,...,r)$；

进一步地，根据 $\sum_z l_{zk}\{A_z,c(m_j)\}=l_{j,z}^*$ 对 r 列空间点列 $l_{j,z}^*$ 进行一元函数拟合，在上述公式中代入 $l_{j,z}^*$ 以及 $\{A_z,c(m_j)\}$，得到中间参数 l_{zk}，再对中间参数 l_{zk} 进行求和计算，得到点云数据的控制顶点 l_{jk}；

最后，根据 $y(m,p)=\sum_j\sum_k l_{jk}\{A_j,c(m)\}\{A_k,x(p)\}$，分别对两侧巷道壁的点云数据进行曲面拟合，得到第一基准平面以及第二基准平面。

S103、ARM 处理器确定第一激光雷达 2 与第一基准平面之间的第一距离，以及第二激光雷达 8 与第二基准平面之间的第二距离。

具体地，分别以第一激光雷达 2 为原点，建立第一三维坐标系，以及以第二激光雷达 8 为原点，建立第二三维坐标系。在第一三维坐标系中，确定第一基准平面上的所有拟合后的点云数据的三维坐标，在第二三维坐标系中，确定第二基准平面

上的所有拟合后的点云数据的三维坐标。

在一个实施例中，第一三维坐标系与第二三维坐标系的坐标轴可以与大地坐标系的坐标轴相同，也可以指向任意三个互相垂直的方向，可按照实际需求进行设置，本申请实施例对此不作限定。

进一步地，基于第一三维坐标系的原点坐标（0,0,0），以及第一基准平面上的所有点云数据在第一三维坐标系中的三维坐标，计算第一激光雷达 2 与第一基准平面上的所有点云数据的坐标距离，得到的所有坐标距离中的最小值即为第一激光雷达 2 与第一基准平面之间的第一距离。基于第二三维坐标系的原点坐标（0,0,0），以及第二基准平面上的所有点云数据在第二三维坐标系中的三维坐标，计算第二激光雷达 8 与第二基准平面上的所有点云数据的坐标距离，得到的所有坐标距离中的最小值即为第二激光雷达 8 与第二基准平面之间的第二距离。若需要得到激光雷达与基准平面的实际距离，则用计算出的坐标距离乘以三维坐标系的单位长度即可。

S104、ARM 处理器基于第一距离与预存的第一标准距离，确定第一偏移量，以及基于第二距离与预存的第二标准距离，确定第二偏移量。

具体地，在综采设备开始运行之前，ARM 处理器先根据 S101-S103 所示的过程确定第一激光雷达 2 与第一基准平面的第一标准距离，以及确定第二激光雷达 8 与第二基准平面的第二标准距离，并将第一标准距离和第二标准距离保存在 ARM 处理器的内存中。

进一步地，在综采设备运行过程中，ARM 处理器实时将计算出的第一距离与内存中的第一标准距离进行对比并计算两者的第一差值，第一差值的绝对值即为第一偏移量。同时，ARM 处理器也实时将计算出的第二距离与第二标准距离进行对比并求两者的第二差值，第二差值的绝对值即为第二偏移量。

在一个实施例中，若计算出的第一距离为 12cm，第一标准距离为 10cm，则第一偏移量为 2cm。

S105、ARM 处理器根据第一偏移量以及第二偏移量，确定综采设备发生的偏移类型。

具体地，在第一距离大于第一标准距离且第二距离小于第二标准距离的情况下，综采设备的偏移类型为下滑偏移；在第一距离小于第一标准距离且第二距离大于第二标准距离的情况下，确定综采设备的偏移类型为上窜偏移；在第一距离等于第一标准距离且第二距离等于第二标准距离的情况下，确定综采设备没有发生偏移。

在一个实施例中，如图 2 所示，若计算出的第一距离为 a，第二距离为 b，预存的第一标准距离为 A，第二标准距离为 B。那么若 a>A 且 b<B，则判断综采设备发生了下滑偏移。若 a<A 且 b>B，判断设备发生上窜偏移。同样，第一距离也可以为 b，第二距离也可以为 a，因此，上窜偏移和下滑偏移具体是向哪个方向偏移，取决于工作人员将哪个方向的激光雷达设为第一激光雷达。

S106、ARM 处理器在综采设备发生偏移的情况下，将第一偏移量、第二偏移量以及偏移类型发送到综采设备的控制中心，以使控制中心实时调整综采设备。

具体地，在综采设备发生偏移的情况下，通过无线通讯模块将第一偏移量、第二偏移量以及偏移类型发送到综采设备的控制中心。在综采设备的偏移类型为下滑偏移的情况下，控制中心控制综采设备向第一巷道壁移动第一偏移量。在综采设备的偏移类型为上窜偏移的情况下，控制中心控制综采设备向第二巷道壁移动第二偏移量。

在一个实施例中，若控制中心接收到的信息为综采设备产生下滑偏移，且第一偏移量为 3cm，则控制综采设备向第一巷道壁移动 3cm。若控制中心接收到的信息为综采设备产生上窜偏移，且第二偏移量为 3cm，则控制综采设备向第二巷道壁移动 3cm。

需要说明的是，一般情况下，综采设备若发生偏移，其第一偏移量与第二偏移量是相同的，例如综采设备的左侧向左偏移了 3cm，右侧也会向左偏移 3cm。本申请为避免特殊情况发生，在调整综采设备时，调整下滑偏移以第一偏移量为准，调整上窜偏移以第二偏移量为准。

进一步地，ARM 处理器将实时计算出的第一偏移量、第二偏移量、偏移类型以及控制中心对综采设备调整的结果发送到显示设备，并在显示设备中进行显示，以

便工作人员查看综采设备状态。

图 3 为本申请实施例提供的一种综采工作面设备上窜下滑偏移测量系统结构示意图，如图 3 所示，系统包括：

第一激光雷达 310 以及第二激光雷达 320，用于实时采集综采设备第一巷道壁的第一点云数据以及综采设备第二巷道壁的第二点云数据。

作为一种可行的实施方式，第一激光雷达 310 安装于综采设备的第一防护板上，第二激光雷达 320 安装于综采设备的第二防护板上。第一防护板与第二防护板分别安装于综采设备靠近巷道壁的两端，用于保护综采设备不被巷道壁磨损。

ARM 处理器 330，用于分别对第一点云数据与第二点云数据进行滤波处理以及曲面拟合处理，得到第一基准平面与第二基准平面；并确定第一激光雷达与第一基准平面的第一距离，以及第二激光雷达与第二基准平面的第二距离；ARM 处理器还用于基于第一距离与预存的第一标准距离，确定第一偏移量；基于第二距离与预存的第二标准距离，确定第二偏移量；以及基于第一偏移量以及第二偏移量，确定综采设备发生的偏移类型。

其中，分别对第一点云数据与第二点云数据进行滤波处理以及曲面拟合处理，得到第一基准平面与第二基准平面，具体包括：对第一点云数据进行高斯滤波，去除第一点云数据中的孤立点；以及，对第二点云数据进行高斯滤波，去除第二点云数据中的孤立点；通过预设算法，对进行高斯滤波后的第一点云数据进行曲面拟合，得到第一基准平面；以及，对进行高斯滤波后的第二点云数据进行曲面拟合，得到第二基准平面。

其中，对第一点云数据进行高斯滤波，去除第一点云数据中的孤立点；以及，对第二点云数据进行高斯滤波，去除第二点云数据中的孤立点，具体包括：根据 $h(x,y)=\frac{1}{\alpha\lambda_{xc}\lambda_{yc}}\exp\left\{-\frac{\pi}{\alpha}\left[\left(\frac{x}{\lambda_{xc}}\right)^2+\left(\frac{y}{\lambda_{yc}}\right)^2\right]\right\}$，得到二维高斯滤波权函数 $h(x,y)$；其中，$\alpha=\sqrt{\frac{\ln 2}{\pi}}=0.4697$，$x$ 代表偏离二维高斯滤波权函数中心的点云数据的 x 坐标，y 代表

偏离二维高斯滤波权函数中心的点云数据的 y 坐标，λ_{xc} 以及 λ_{yc} 代表低通高斯滤波器的截止波长；根据 $w(x,y)=\iint z(x-\xi,y-\eta)h(\xi,\eta)d\xi d\eta$，得到二维高斯滤波函数 $w(x,y)$；其中，ξ、η 为卷积积分所需的微分变量，$z(x-\xi,y-\eta)$ 为原始点云数据；将二维高斯滤波函数 $w(x,y)$ 离散化，得到二维离散高斯滤波过程公式：$w(x_i,y_i)=\sum_{g=g1}^{g2}\sum_{k=k1}^{k2}z((i-k)\Delta x,(j-g)\Delta y)\bullet h(k\Delta x,g\Delta y)\bullet\Delta x\Delta y$；其中，$g$、$k$ 为计算高斯评定基准面 w 所需的离散计算系数，g 的范围为 $g_1\sim g_2$，k 的范围为 $k_1\sim k_2$；其中，$i=g_1,...,L_x-g_2$，$j=k_1,...,L_y-k_2$，L_x 和 L_y 为采样数据点；Δx、Δy 为采样间隔；通过二维离散高斯滤波过程公式 $w(x_i,y_i)$，对第一点云数据以及第二点云数据进行二维高斯滤波。

通过预设算法，对进行高斯滤波后的第一点云数据进行曲面拟合，得到第一基准平面；以及，对进行高斯滤波后的第二点云数据进行曲面拟合，得到第二基准平面，具体包括：对于滤波后的点云数据点列 $Q_{j,k}(j=1,2,...,n;k=1,2,...e)$，分别按照下标 j 和 k 的顺序，构造单增的参数序列 $\{m_j\}$ 以及 $\{p_k\}$；根据参数序列 $\{m_j\}$ 以及 $\{p_k\}$，构造 B 样条基函数 $\{A_j,c(m)\}$、$\{A_k,x(p)\}$；根据对 n 行点云数据的一元函数拟合公式 $l_j(p_k)=\sum_z l_{j,z}^*\{A_z,x(p_k)\}=Q_{j,k}$，得到每一行点云数据的 r 个空间点列 $l_{j,z}^*(j=1,2,...,n;z=1,2,...,r)$；根据对 r 列空间点列 $l_{j,z}^*$ 的一元函数拟合的公式 $\sum_z l_{zk}\{A_z,c(m_j)\}=l_{j,z}^*$，得到中间参数 l_{zk}，再对中间参数 l_{zk} 进行求和计算，得到控制顶点 l_{jk}；根据 $y(m,p)=\sum_j\sum_k l_{jk}\{A_j,c(m)\}\{A_k,x(p)\}$，分别对第一点云数据以及第二点云数据进行曲面拟合，得到第一基准平面以及第二基准平面。

其中，确定第一激光雷达与第一基准平面之间的第一距离，以及第二激光雷达与第二基准平面之间的第二距离，具体包括：以第一激光雷达为原点，建立第一三维坐标系；基于第一三维坐标系的原点坐标，以及第一基准平面上的所有点云数据

在第一三维坐标系中的三维坐标，确定第一激光雷达与第一基准平面上的所有点云数据的距离，并将得到的距离中的最小值确定为第一激光雷达与第一基准平面之间的第一距离；以第二激光雷达为原点，建立第二三维坐标系；基于第二三维坐标系的原点坐标，以及第二基准平面上的所有点云数据在第二三维坐标系中的三维坐标，确定第二激光雷达与第二基准平面上的所有点云数据的距离，并将得到的距离中的最小值确定为第二激光雷达与第二基准平面之间的第二距离。

其中，基于第一距离与预存的第一标准距离，确定第一偏移量，以及基于第二距离与预存的第二标准距离，确定第二偏移量，具体包括：在综采设备运行之前，确定第一激光雷达与第一基准平面的第一标准距离，并确定第二激光雷达与第二基准平面的第二标准距离；将第一标准距离以及第二标准距离保存在内存中；在综采设备运行过程中，将第一距离与第一标准距离进行对比并求第一差值，将第一差值的绝对值确定为第一偏移量；将第二距离与第二标准距离进行对比并求第二差值，将第二差值的绝对值确定为第二偏移量。

其中，基于第一偏移量以及第二偏移量，确定综采设备发生的偏移类型，具体包括：在第一距离大于第一标准距离且第二距离小于第二标准距离的情况下，确定综采设备的偏移类型为下滑偏移；在第一距离小于第一标准距离且第二距离大于第二标准距离的情况下，确定综采设备的偏移类型为上窜偏移；在第一距离等于第一标准距离且第二距离等于第二标准距离的情况下，确定综采设备没有发生偏移。

作为一种可行的实施方式，ARM 处理器 330 包括数据处理模块以及通讯模块，激光雷达采用对应通讯模块与 ARM 处理器 330 进行数据通信，增强数据传输中的抗干扰能力。

综采设备控制中心 340，用于根据第一偏移量、第二偏移量以及偏移类型对综采设备作出调整。

图 4 为本申请实施例提供的一种综采工作面设备上窜下滑偏移测量设备结构示意图，如图 4 所示，设备包括：

至少一个处理器；以及，与至少一个处理器通信连接的存储器；其中，存储器

存储有可被至少一个处理器执行的指令，指令被至少一个处理器执行，以使至少一个处理器能够执行 S101-S106 中的任一步骤。

本申请中的各个实施例均采用递进的方式描述，各个实施例之间相同相似的部分互相参见即可，每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处。尤其，对于装置、设备、非易失性计算机存储介质实施例而言，由于其基本相似于方法实施例，所以描述的比较简单，相关之处参见方法实施例的部分说明即可。

上述对本申请特定实施例进行了描述。其它实施例在所附权利要求书的范围内。在一些情况下，在权利要求书中记载的动作或步骤可以按照不同于实施例中的顺序来执行并且仍然可以实现期望的结果。另外，在附图中描绘的过程不一定要求示出的特定顺序或者连续顺序才能实现期望的结果。在某些实施方式中，多任务处理和并行处理也是可以的或者可能是有利的。

以上所述仅为本申请的实施例而已，并不用于限制本申请。对于本领域技术人员来说，本申请的实施例可以有各种更改和变化。凡在本申请实施例的精神和原理之内所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本申请的权利要求范围之内。

权利要求书

1. 一种综采工作面设备上窜下滑偏移测量方法，其特征在于，所述方法包括：

接收第一激光雷达采集的第一巷道壁对应的第一点云数据；以及，接收第二激光雷达采集的第二巷道壁对应的第二点云数据；

分别对所述第一点云数据与所述第二点云数据进行滤波处理以及曲面拟合处理，以得到第一基准平面与第二基准平面；

确定所述第一激光雷达与所述第一基准平面之间的第一距离，以及所述第二激光雷达与所述第二基准平面之间的第二距离；

基于所述第一距离与预存的第一标准距离，确定第一偏移量，以及基于所述第二距离与预存的第二标准距离，确定第二偏移量；

根据所述第一偏移量以及所述第二偏移量，确定所述综采设备发生的偏移类型。

2. 根据权利要求 1 所述的一种综采工作面设备上窜下滑偏移测量方法，其特征在于，分别对所述第一点云数据与所述第二点云数据进行滤波处理以及曲面拟合处理，以得到第一基准平面与第二基准平面，具体包括：

对所述第一点云数据进行高斯滤波，去除所述第一点云数据中的孤立点；以及，对所述第二点云数据进行高斯滤波，去除所述第二点云数据中的孤立点；

通过预设算法，对进行高斯滤波后的所述第一点云数据进行曲面拟合，得到所述第一基准平面；以及，对进行高斯滤波后的所述第二点云数据进行曲面拟合，得到所述第二基准平面。

3. 根据权利要求 2 所述的一种综采工作面设备上窜下滑偏移测量方法，其特征在于，对所述第一点云数据进行高斯滤波，去除所述第一点云数据中的孤立点；以及，对所述第二点云数据进行高斯滤波，去除所述第二点云数据中的孤立点，具体包括：

根据 $h(x,y)=\frac{1}{\alpha\lambda_{xc}\lambda_{yc}}\exp\left\{-\frac{\pi}{\alpha}\left[\left(\frac{x}{\lambda_{xc}}\right)^2+\left(\frac{y}{\lambda_{yc}}\right)^2\right]\right\}$，得到二维高斯滤波权函数 $h(x,y)$；

其中，$\alpha=\sqrt{\frac{\ln 2}{\pi}}=0.4697$，$x$ 代表偏离二维高斯滤波权函数中心的点云数据的 x 坐标，

y代表偏离二维高斯滤波权函数中心的点云数据的y坐标，λ_{xc}以及λ_{yc}代表低通高斯滤波器的截止波长；

根据$w(x,y)=\iint z(x-\xi,y-\eta)h(\xi,\eta)d\xi d\eta$，得到二维高斯滤波函数$w(x,y)$；其中，$\xi$、$\eta$为卷积积分所需的微分变量，$z(x-\xi,y-\eta)$为原始点云数据；

将所述二维高斯滤波函数$w(x,y)$离散化，得到二维离散高斯滤波过程公式：

$w(x_i,y_i)=\sum_{g=g1}^{g2}\sum_{k=k1}^{k2}z((i-k)\Delta x,(j-g)\Delta y)\bullet h(k\Delta x,g\Delta y)\bullet\Delta x\Delta y$；其中，$g$、$k$为计算高斯评定基准面$w$所需的离散计算系数，$g$的范围为$g_1\sim g_2$，$k$的范围为$k_1\sim k_2$；其中，$i=g_1,...,L_x-g_2$，$j=k_1,...,L_y-k_2$，$L_x$和$L_y$为采样数据点；$\Delta x$、$\Delta y$为采样间隔；

通过所述二维离散高斯滤波过程公式$w(x_i,y_i)$，对所述第一点云数据以及所述第二点云数据进行二维高斯滤波。

4. 根据权利要求 2 所述的一种综采工作面设备上窜下滑偏移测量方法，其特征在于，通过预设算法，对进行高斯滤波后的所述第一点云数据进行曲面拟合，得到所述第一基准平面；以及，对进行高斯滤波后的所述第二点云数据进行曲面拟合，得到所述第二基准平面，具体包括：

对于滤波后的点云数据点列$Q_{j,k}(j=1,2,...,n;k=1,2,...e)$，分别按照下标 j 和 k 的顺序，构造单增的参数序列$\{m_j\}$以及$\{p_k\}$；

根据所述参数序列$\{m_j\}$以及$\{p_k\}$，构造 B 样条基函数$\{A_j,c(m)\}$、$\{A_k,x(p)\}$；

根据对 n 行点云数据的一元函数拟合公式$l_j(p_k)=\sum_z l_{j,z}^*\{A_z,x(p_k)\}=Q_{j,k}$，得到每一行点云数据的 r 个空间点列$l_{j,z}^*(j=1,2,...,n;z=1,2,...,r)$；

根据对 r 列空间点列$l_{j,z}^*$的一元函数拟合的公式$\sum_z l_{zk}\{A_z,c(m_j)\}=l_{j,z}^*$，得到中间参数$l_{zk}$，再对所述中间参数$l_{zk}$进行求和计算，得到控制顶点$l_{jk}$；

根据$y(m,p)=\sum_j\sum_k l_{jk}\{A_j,c(m)\}\{A_k,x(p)\}$，分别对所述第一点云数据以及所述第二

点云数据进行曲面拟合，得到所述第一基准平面以及所述第二基准平面。

5. 根据权利要求 1 所述的一种综采工作面设备上窜下滑偏移测量方法，其特征在于，确定所述第一激光雷达与所述第一基准平面之间的第一距离，以及所述第二激光雷达与所述第二基准平面之间的第二距离，具体包括：

以所述第一激光雷达为原点，建立第一三维坐标系；

基于所述第一三维坐标系的原点坐标，以及所述第一基准平面上的所有点云数据在所述第一三维坐标系中的三维坐标，确定所述第一激光雷达与所述第一基准平面上的所有点云数据的距离，并将得到的所述距离中的最小值确定为所述第一激光雷达与所述第一基准平面之间的第一距离；

以所述第二激光雷达为原点，建立第二三维坐标系；

基于所述第二三维坐标系的原点坐标，以及所述第二基准平面上的所有点云数据在所述第二三维坐标系中的三维坐标，确定所述第二激光雷达与所述第二基准平面上的所有点云数据的距离，并将得到的所述距离中的最小值确定为所述第二激光雷达与所述第二基准平面之间的第二距离。

6. 根据权利要求 1 所述的一种综采工作面设备上窜下滑偏移测量方法，其特征在于，基于所述第一距离与预存的第一标准距离，确定第一偏移量，以及基于所述第二距离与预存的第二标准距离，确定第二偏移量，具体包括：

在所述综采设备运行之前，确定所述第一激光雷达与所述第一基准平面的第一标准距离，并确定所述第二激光雷达与所述第二基准平面的第二标准距离；

将所述第一标准距离以及所述第二标准距离保存在内存中；

在所述综采设备运行过程中，将所述第一距离与所述第一标准距离进行对比并求第一差值，将所述第一差值的绝对值确定为所述第一偏移量；

将所述第二距离与所述第二标准距离进行对比并求第二差值，将所述第二差值的绝对值确定为所述第二偏移量。

7. 根据权利要求 6 所述的一种综采工作面设备上窜下滑偏移测量方法，其特征在于，基于所述第一偏移量以及所述第二偏移量，确定所述综采设备发生的偏移类

型，具体包括：

在所述第一距离大于第一标准距离且所述第二距离小于第二标准距离的情况下，确定所述综采设备的偏移类型为下滑偏移；

在所述第一距离小于第一标准距离且所述第二距离大于第二标准距离的情况下，确定所述综采设备的偏移类型为上窜偏移；

在所述第一距离等于第一标准距离且所述第二距离等于第二标准距离的情况下，确定所述综采设备没有发生偏移。

8. 根据权利要求 1 所述的一种综采工作面设备上窜下滑偏移测量方法，其特征在于，在根据所述第一偏移量以及所述第二偏移量，确定所述综采设备发生的偏移类型之后，所述方法还包括：

在所述综采设备发生偏移的情况下，通过无线通讯模块将所述第一偏移量、所述第二偏移量以及所述偏移类型发送到所述综采设备的控制中心；

在所述综采设备的偏移类型为下滑偏移的情况下，通过所述控制中心控制所述综采设备向所述第一巷道壁移动所述第一偏移量；

在所述综采设备的偏移类型为上窜偏移的情况下，通过所述控制中心控制所述综采设备向所述第二巷道壁移动所述第二偏移量；

将所述第一偏移量、所述第二偏移量、所述偏移类型以及所述控制中心对所述综采设备调整的结果发送到显示设备，并在所述显示设备中进行显示。

9. 一种综采工作面设备上窜下滑偏移测量系统，其特征在于，所述系统包括：

激光雷达，包括第一激光雷达以及第二激光雷达，分别用于实时采集所述第一巷道壁的第一点云数据，以及所述第二巷道壁的第二点云数据；

处理器，用于分别对所述第一点云数据与所述第二点云数据进行滤波处理以及曲面拟合处理，得到第一基准平面与第二基准平面；并确定所述第一激光雷达与所述第一基准平面的第一距离，以及所述第二激光雷达与所述第二基准平面的第二距离；所述处理器还用于基于所述第一距离与预存的第一标准距离，确定第一偏移量；基于所述第二距离与预存的第二标准距离，确定第二偏移量；以及基于所述第一偏

移量以及所述第二偏移量，确定所述综采设备发生的偏移类型；

综采设备控制中心，用于根据所述第一偏移量、所述第二偏移量以及所述偏移类型对所述综采设备作出调整。

10.根据权利要求 9 所述的一种综采工作面设备上窜下滑偏移测量系统，其特征在于，

所述第一激光雷达安装于所述综采设备的第一防护板上，所述第二激光雷达安装于所述综采设备的第二防护板上；

所述第一防护板与所述第二防护板分别安装于所述综采设备靠近巷道壁的两端，用于保护所述综采设备。

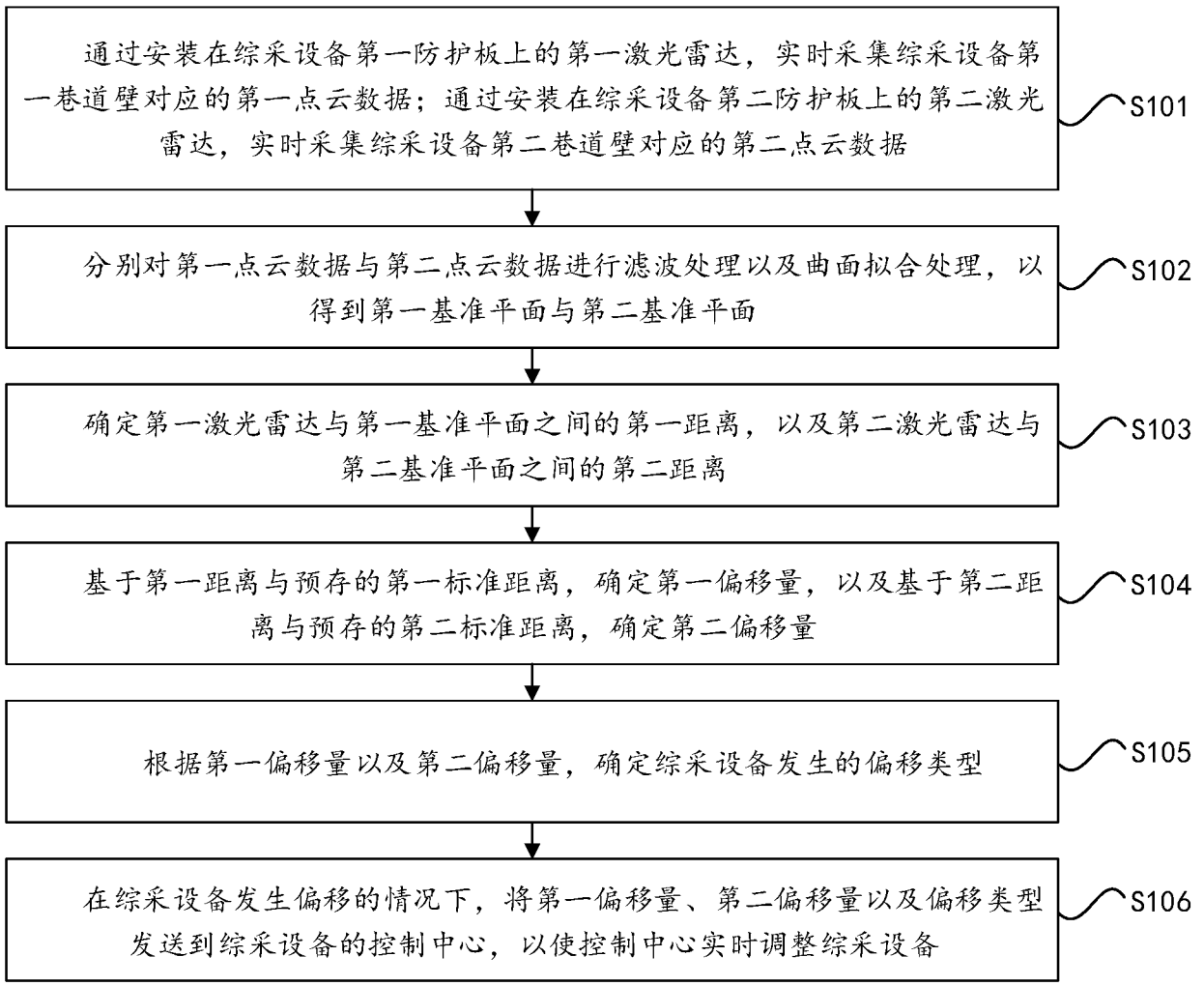

通过安装在综采设备第一防护板上的第一激光雷达，实时采集综采设备第一巷道壁对应的第一点云数据；通过安装在综采设备第二防护板上的第二激光雷达，实时采集综采设备第二巷道壁对应的第二点云数据
S101
分别对第一点云数据与第二点云数据进行滤波处理以及曲面拟合处理，以得到第一基准平面与第二基准平面
S102
确定第一激光雷达与第一基准平面之间的第一距离，以及第二激光雷达与第二基准平面之间的第二距离
S103
基于第一距离与预存的第一标准距离，确定第一偏移量，以及基于第二距离与预存的第二标准距离，确定第二偏移量
S104
根据第一偏移量以及第二偏移量，确定综采设备发生的偏移类型
S105
在综采设备发生偏移的情况下，将第一偏移量、第二偏移量以及偏移类型发送到综采设备的控制中心，以使控制中心实时调整综采设备
S106

图1

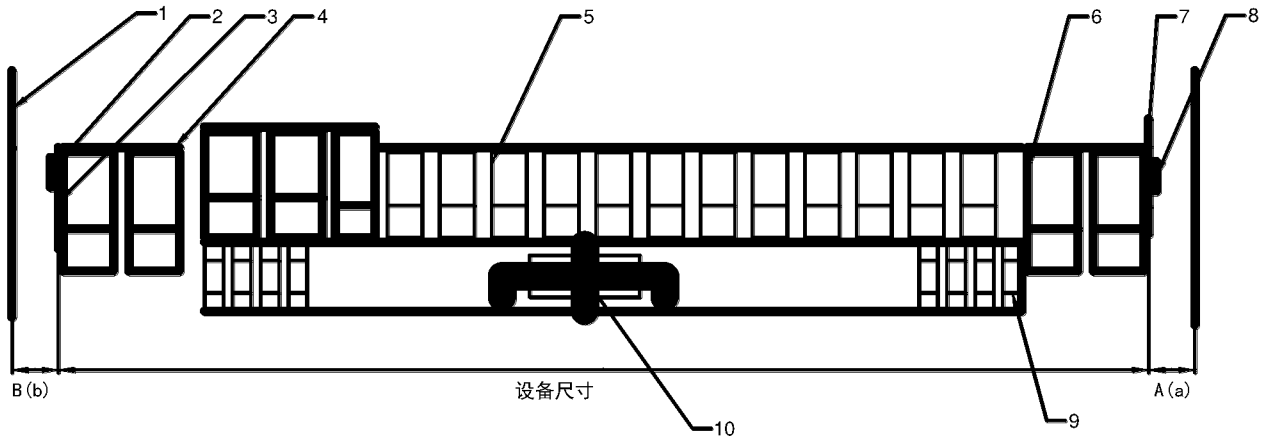

1
2
3
4
5
6
7
8
B(b)
设备尺寸
A(a)
9
10

图 2

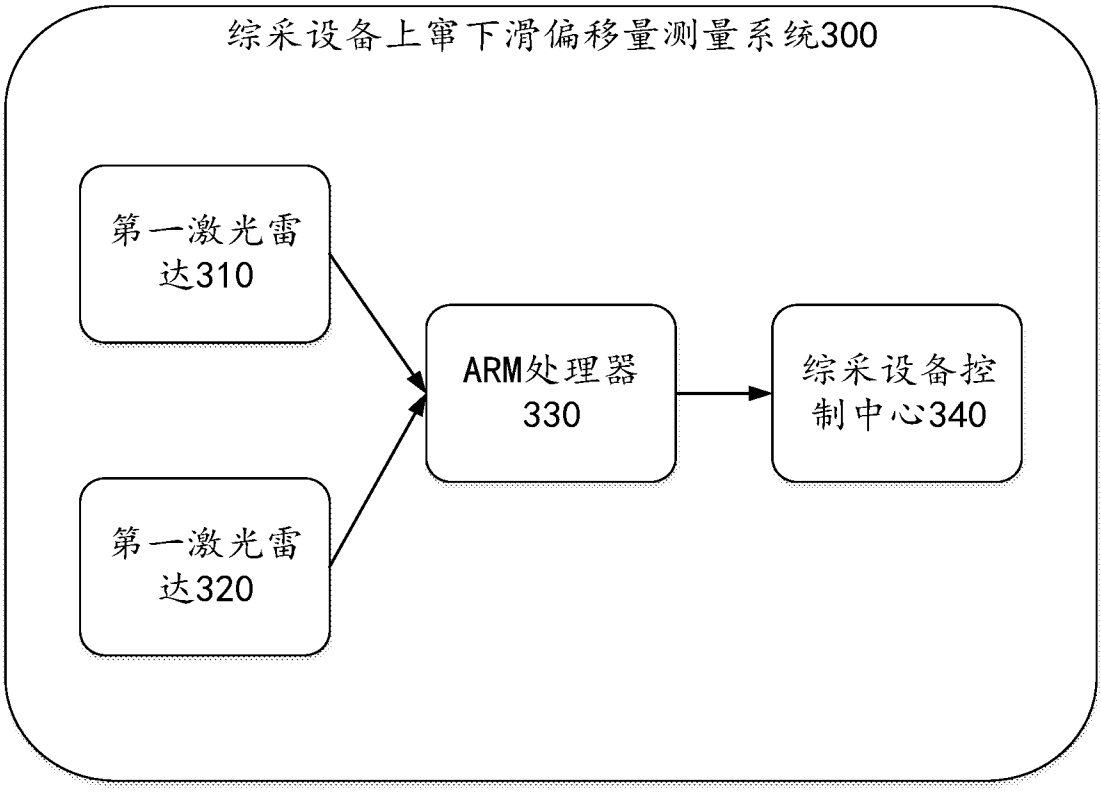

综采设备上窜下滑偏移量测量系统300
第一激光雷达310
第一激光雷达320
ARM处理器330
综采设备控制中心340

图 3

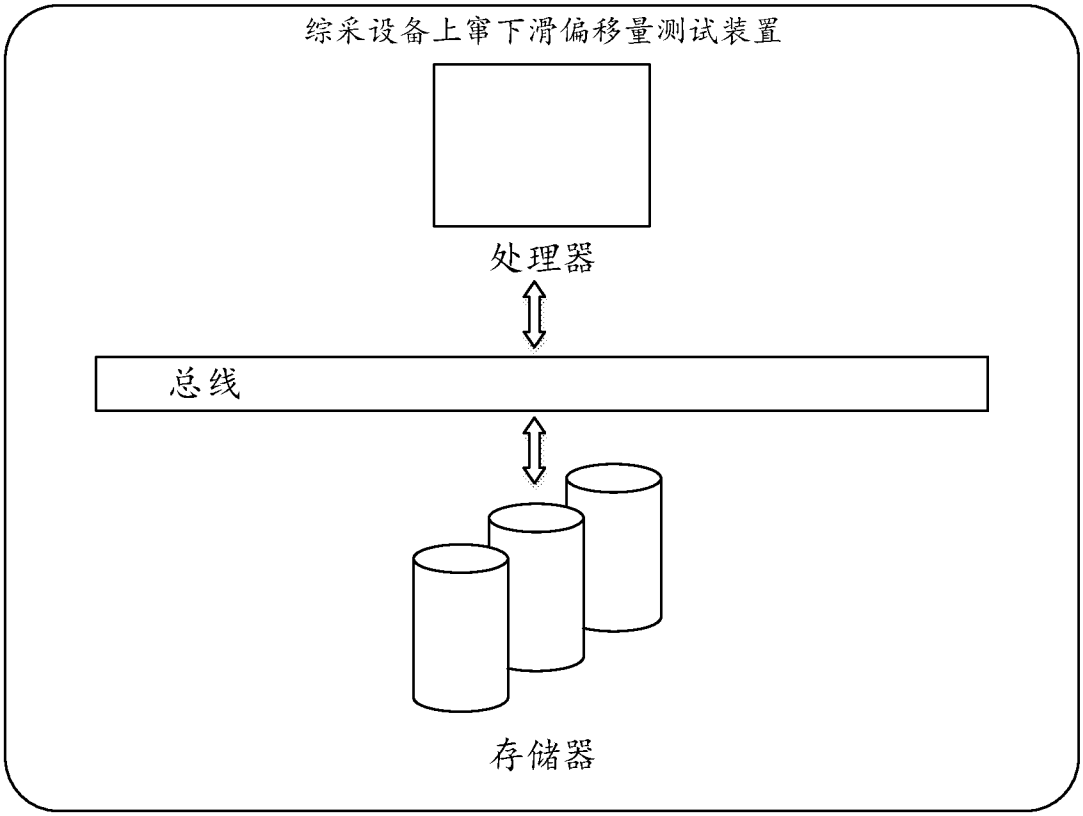

综采设备上窜下滑偏移量测试装置
处理器
总线
存储器

图 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2021/135365

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01B 11/03(2006.01)i; G01B 11/02(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)

G01B

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)

CNABS; CNTXT; CNKI; VEN; USTXT; WOTXT; EPTXT; IEEE: 综采, 上窜下滑, 上蹿下滑, 偏移, 激光, 雷达, 巷道, 拟合, 曲面, 点云, 距离, 高斯, 滤波, 基准, 平面, 离散, 权函数, 二维, coal, mine, laser, radar, lidar, point cloud, distance, filt+, fit+, wall, gauss, scan+, surface

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 113686251 A (SHANDONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 23 November 2021 (2021-11-23) description, paragraphs [0006]-[0070], and figures 1-4	1-10
X	CN 110658528 A (SHANDONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 07 January 2020 (2020-01-07) description, paragraphs [0030]-[0042], and figures 1-5	1-10
A	CN 103899358 A (BEIJING TIANDI-MARCO ELECTRO-HYDRAULIC CONTROL SYSTEM COMPANY LTD.) 02 July 2014 (2014-07-02) entire document	1-10
A	JP 2001271583 A (TODA CONSTRUCTION) 05 October 2001 (2001-10-05) entire document	1-10

☐ 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
21 March 2022	**20 April 2022**

Name and mailing address of the ISA/CN	Authorized officer
China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) **No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088, China**	
Facsimile No. **(86-10)62019451**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2021/135365

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN 113686251 A	23 November 2021	None	
CN 110658528 A	07 January 2020	None	
CN 103899358 A	02 July 2014	CN 103899358 B	02 March 2016
JP 2001271583 A	05 October 2001	None	

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2021/135365

A. 主题的分类

G01B 11/03(2006.01)i; G01B 11/02(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)

G01B

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））

CNABS;CNTXT;CNKI;VEN;USTXT;WOTXT;EPTXT;IEEE:综采，上窜下滑，上蹿下滑，偏移，激光，雷达，巷道，拟合，曲面，点云，距离，高斯，滤波，基准，平面，离散，权函数，二维，coal，mine，laser，radar，lidar，point cloud，distance，filt+，fit+，wall，gauss，scan+，surface

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 113686251 A (山东科技大学) 2021年11月23日 (2021-11-23) 说明书第[0006]-[0070]段，附图1-4	1-10
X	CN 110658528 A (山东科技大学) 2020年1月7日 (2020-01-07) 说明书第[0030]-[0042]段，附图1-5	1-10
A	CN 103899358 A (北京天地玛珂电液控制系统有限公司) 2014年7月2日 (2014-07-02) 全文	1-10
A	JP 2001271583 A (TODA CONSTRUCTION) 2001年10月5日 (2001-10-05) 全文	1-10

☐ 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
2022年3月21日	2022年4月20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 胡锋 电话号码 (86-512)88997133

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2021/135365

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	113686251	A	2021年11月23日	无			
CN	110658528	A	2020年1月7日	无			
CN	103899358	A	2014年7月2日	CN	103899358	B	2016年3月2日
JP	2001271583	A	2001年10月5日	无			