

(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
2021 年 4 月 29 日 (29.04.2021)



(10) 国际公布号
WO 2021/078005 A1

(51) 国际专利分类号:
G05D 1/04 (2006.01) *G01C 5/00* (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2020/118852

(22) 国际申请日: 2020 年 9 月 29 日 (29.09.2020)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201911007421.6 2019 年 10 月 22 日 (22.10.2019) CN

(71) 申请人: 深圳市道通智能航空技术有限公司
(AUTEL ROBOTICS CO.,LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区西丽街道学苑大道 1001 号智园 B1 栋 9 层, Guangdong 518055 (CN)。

(72) 发明人: 张添保 (ZHANG, Tianbao); 中国广东省深圳市南山区西丽街道学苑大道 1001 号智园 B1 栋 9 层, Guangdong 518055 (CN)。

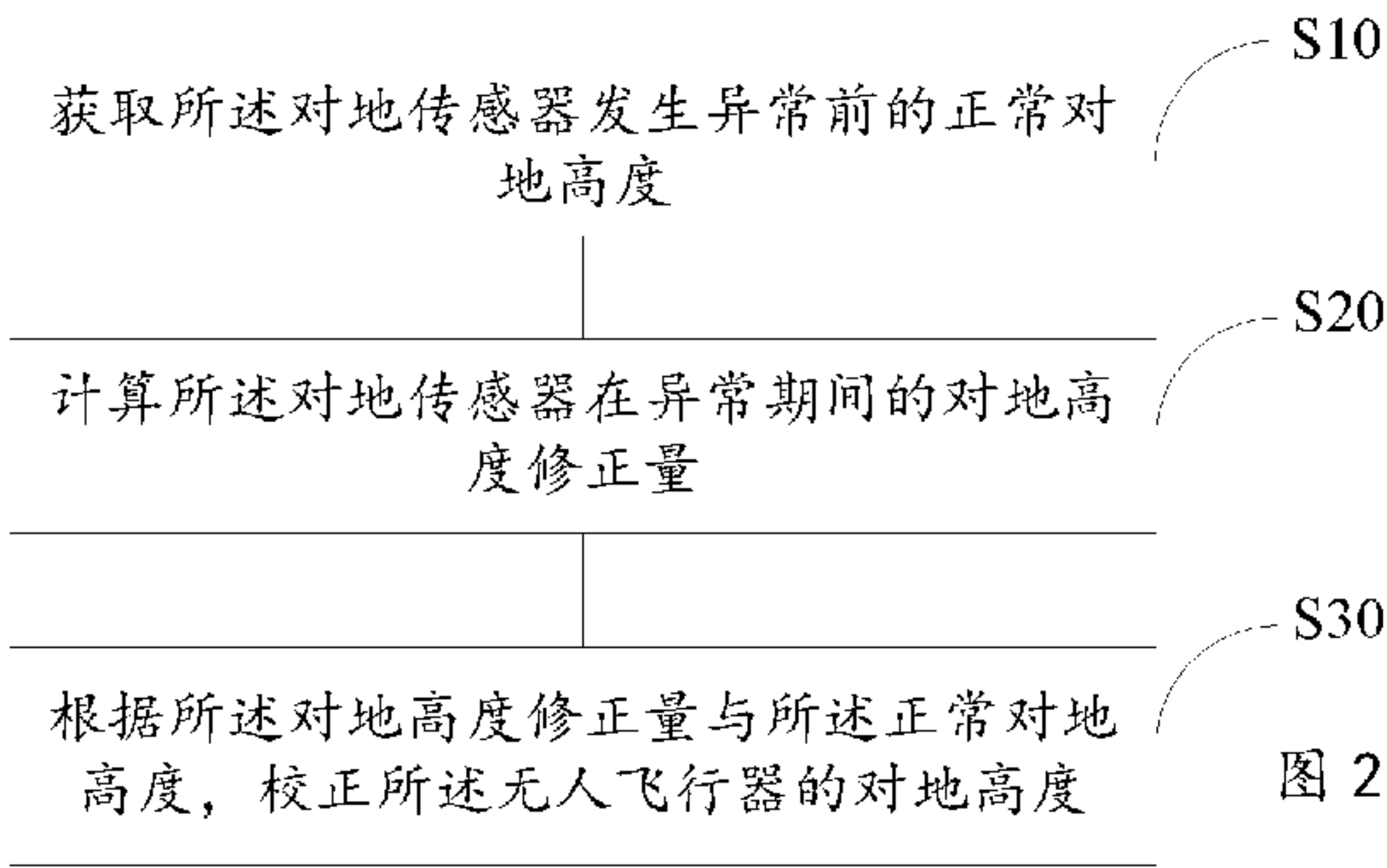
(74) 代理人: 深圳市六加知识产权代理有限公司 (LIUJIA CHINA IP LAW OFFICE); 中国广东省深圳市南山区南海大道 4050 号上汽大厦 207 室, Guangdong 518057 (CN)。

(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, 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,

(54) Title: TO-GROUND HEIGHT CORRECTION METHOD AND DEVICE AND UNMANNED AERIAL VEHICLE

(54) 发明名称: 对地高度校正方法及装置、无人飞行器



- S10 Obtain a normal to-ground height before the to-ground sensor is abnormal
- S20 Calculate a to-ground height correction amount of the to-ground sensor during the abnormal period
- S30 Correct the to-ground height of the unmanned aerial vehicle according to the to-ground height correction amount and the normal to-ground height

(57) Abstract: A to-ground height correction method and device and an unmanned aerial vehicle (10). The correction method is applied to the unmanned aerial vehicle (10). The unmanned aerial vehicle (10) comprises a to-ground sensor used for detecting a to-ground height between the unmanned aerial vehicle (10) and a landing point. The method comprises: obtaining a normal to-ground height before the to-ground sensor is abnormal (S10); calculating a to-ground height correction amount of the to-ground sensor during the abnormal period (S20); and correcting the to-ground height of the unmanned aerial vehicle (10) according to the to-ground height correction amount and the normal to-ground height (S30). The correction method improves the detection accuracy of the to-ground height of the unmanned aerial vehicle (10), and improves the landing performance of the unmanned aerial vehicle.



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：一种对地高度校正方法及装置、无人飞行器（10），校正方法应用于无人飞行器（10），无人飞行器（10）包括用于检测无人飞行器（10）与着陆点之间的对地高度的对地传感器，方法包括：获取对地传感器发生异常前的正常对地高度（S10）；计算对地传感器在异常期间的对地高度修正量（S20）；根据对地高度修正量与正常对地高度，校正无人飞行器（10）的对地高度（S30）。校正方法提高了无人飞行器（10）的对地高度检测的准确度，提升了飞行器的降落性能。

对地高度校正方法及装置、无人飞行器

【技术领域】

本发明涉及无人飞行器技术领域，尤其涉及一种对地高度校正方法及装置、无人飞行器。

【背景技术】

飞行器在空中正常飞行时，其上升速度和下降速度一般都较快，而对于商业无人飞行器而言，为了达到较好的客户体验，以及从安全性角度考虑，飞行器在低空时会被限速，特别是起飞降落时的速度会被限制得较小，以便于安全、平稳地起飞和降落。

在实现本发明的过程中，发明人发现相关技术至少存在以下问题：飞行器起飞和降落时，对地高度是一个关键的信息，若对地高度不准确，会影响飞行器的起飞降落性能。

【发明内容】

本发明实施例旨在提供一种对地高度校正方法及装置、无人飞行器，以解决现有技术中无人飞行器的对地高度不准确，降落性能差的技术问题。

为解决上述技术问题，本发明实施例提供以下技术方案：一种对地高度校正方法，应用于无人飞行器，所述无人飞行器包括用于检测所述无人飞行器与着陆点之间的对地高度的对地传感器，所述方法包括：

获取所述对地传感器发生异常前的正常对地高度；

计算所述对地传感器在异常期间的对地高度修正量；

根据所述对地高度修正量与所述正常对地高度，校正所述无人飞行器的对地高度。

可选地，所述计算所述对地传感器在异常期间的对地高度修正量，包括：

获取所述对地传感器在所述异常期间的融合数据；

根据所述融合数据，计算所述对地高度修正量。

可选地，所述融合数据包括融合高度；

所述根据所述融合数据，计算对地高度修正量，包括：

锁存所述对地传感器发生异常前的正常融合高度；

将所述对地传感器在所述异常期间每时刻的融合高度与所述正常融合高度作差值运算，得到所述对地高度修正量。

可选地，所述融合数据包括融合速度，所述根据所述融合数据，计算对地高度修正量，包括：

将所述对地传感器在所述异常期间每时刻的所述融合速度作积分处理，得到所述对地高度修正量。

可选地，所述融合数据包括融合高度、融合速度及融合姿态，所述根据所述融合数据，计算对地高度修正量，包括：

锁存所述对地传感器发生异常前的正常融合高度；

将所述对地传感器在所述异常期间每时刻的融合高度与所述正常融合高度作差值运算，得到第一对地高度修正量；

将所述对地传感器在所述异常期间每时刻的融合速度作积分处理，得到第二对地高度修正量；

根据所述第一对地高度修正量、所述第二对地高度修正量及所述融合姿态，计算所述对地高度修正量。

可选地，所述根据所述第一对地高度修正量、所述第二对地高度修正量及所述融合姿态，计算对地高度修正量，包括：

根据预设加权算法，对所述第一对地高度修正量及所述第二对地高度修正量作加权处理，得到加权修正量；

根据所述融合姿态，将所述加权修正量转换至所述无人飞行器的坐标体系下，得到所述对地高度修正量。

可选地，所述方法还包括：

获取所述对地传感器在所述异常期间的异常失效信息；

判断所述异常失效信息是否满足预设校正触发条件；

若是，根据所述对地高度修正量与所述正常对地高度，校正所述无人飞行器的对地高度。

可选地，所述判断所述异常失效信息是否满足预设校正触发条件，包括：

锁存所述对地传感器出现异常时的当前融合水平速度；

将所述对地传感器在异常期间每时刻的融合水平速度与所述当前融合水平速度作差值积分运算，得到所述无人飞行器在异常期间内的水平相对距离；
判断所述水平相对距离是否小于预设距离阈值。

可选地，所述判断所述异常失效信息是否满足预设校正触发条件，包括：
计算所述对地传感器在异常期间的失效时长；
判断所述失效时长是否小于预设时长阈值。

可选地，校正所述无人飞行器的对地高度之后，所述方法还包括：
判断校正后的所述对地高度是否正常；
若正常，根据校正后的所述对地高度，调整所述无人飞行器的飞行参数；
若异常，获取当前融合高度，根据所述当前融合高度，调整所述无人飞行器的飞行参数。

可选地，所述根据校正后的所述对地高度，调整所述无人飞行器的飞行参数，包括：

判断校正后的所述对地高度是否小于预设对地高度；
若是，将所述飞行参数调整至第一预设参数范围。
可选地，所述预设参数包括飞行速度和停浆阈值；
所述将所述飞行参数调整至第一预设参数范围，包括：
将所述飞行速度调整至 1.0~2.0m/s 的范围内；
将所述停浆阈值调整至 6.5~7.5m/s 的范围内。

可选地，所述根据所述当前融合高度，调整所述无人飞行器的飞行参数，包括：

判断所述当前融合高度是否在预设融合高度范围内；
若是，将所述飞行参数调整至第二预设参数范围。
可选地，所述预设参数包括飞行速度和停浆阈值；
所述将所述飞行参数调整至第二预设参数范围，包括：
将所述飞行速度调整至 0.2~0.3m/s 的范围内；
将所述停浆阈值调整至 2.8~3.2m/s 的范围内。

为解决上述技术问题，本发明实施例还提供以下技术方案：一种对地高度校正装置，应用于无人飞行器，所述无人飞行器包括用于检测所述无人飞

行器与着陆点之间的对地高度的对地传感器，包括：

复位模块，用于获取所述对地传感器在所述异常期间的异常失效信息，并判断所述异常失效信息是否满足预设校正触发条件。

预测模块，用于当所述对地传感器发生异常时，计算所述对地传感器在异常期间的对地高度修正量。

校正模块，用于当所述异常失效信息满足预设校正触发条件时，根据所述对地高度修正量与所述正常对地高度，校正所述无人飞行器的对地高度。

可选地，所述复位模块包括融合水平速度锁存单元、水平相对距离计算单元和第一判断单元；

所述融合水平速度锁存单元用于锁存所述对地传感器出现异常时的当前融合水平速度；

所述水平相对距离计算单元用于将所述对地传感器在异常期间每时刻的融合水平速度与所述当前融合水平速度作差值积分运算，得到所述无人飞行器在异常期间内的水平相对距离；

所述第一判断单元用于判断所述水平相对距离是否小于预设距离阈值。

可选地，所述复位模块包括失效时长计算单元和第二判断单元；

所述失效时长计算单元用于计算所述对地传感器在异常期间的失效时长；

所述第二判断单元用于判断所述失效时长是否小于预设时长阈值。

可选地，所述预测模块包括融合数据获取单元和对地高度修正量单元；

所述融合数据获取单元用于获取所述对地传感器在所述异常期间的融合数据；

所述对地高度修正量单元用于根据所述融合数据，计算所述对地高度修正量。

可选地，所述对地高度修正量单元包括正常融合高度获取子单元、第一对地高度修正量计算子单元、第二对地高度修正量计算子单元及对地高度修正量计算子单元；

所述正常融合高度获取子单元用于锁存所述对地传感器发生异常前的正常融合高度；

所述第一对地高度修正量计算子单元用于将所述对地传感器在所述异常期间每时刻的融合高度与所述正常融合高度作差值运算，得到第一对地高度

修正量；

所述第二对地高度修正量计算子单元用于将所述对地传感器在所述异常期间每时刻的融合速度作积分处理，得到第二对地高度修正量；

所述对地高度修正量计算子单元用于根据所述第一对地高度修正量、所述第二对地高度修正量及所述融合姿态，计算所述对地高度修正量。

为解决上述技术问题，本发明实施例还提供以下技术方案：一种无人飞行器。所述飞行器包括：至少一个处理器；以及

与所述至少一个处理器通信连接的存储器；其中，所述存储器存储有可被所述至少一个处理器执行的指令，所述指令被所述至少一个处理器执行，以使所述至少一个处理器能够用于执行以上所述的飞行器对地高度校正方法。

与现有技术相比较，本发明实施例的提供飞行器对地高度校正方法通过首先获取无人飞行器的对地传感器发生异常前的正常对地高度，然后根据所述对地传感器在异常期间计算得到的对地高度修正量对所述正常对地高度进行校正，从而提高了所述无人飞行器的对地高度的准确度，提升了飞行器的降落性能。

【附图说明】

一个或多个实施例通过与之对应的附图中的图片进行示例性说明，这些示例性说明并不构成对实施例的限定，附图中具有相同参考数字标号的元件表示为类似的元件，除非有特别申明，附图中的图不构成比例限制。

图1为本发明实施例的应用环境示意图；

图2为本发明其中一实施例提供的对地高度校正方法的流程示意图；

图3是图2中S20的其中一实施例流程示意图；

图4是图3中S22的其中一实施例流程示意图；

图5是图4中S22的另一实施例流程示意图；

图6是图5中S228的其中一实施例流程示意图；

图7为本发明另一实施例提供的对地高度校正方法的流程示意图；

图8是图7中S50的其中一实施例流程示意图；

图9是图7中S50的另一实施例流程示意图；

图10为本发明再一实施例提供的对地高度校正方法的流程示意图；

图 11 是图 10 中 S80 的其中一实施例流程示意图；

图 12 是图 10 中 S90 的其中一实施例流程示意图；

图 13 为本发明其中一实施例提供的对地高度校正装置的结构框图；

图 14 为本发明其中一实施例提供的无人飞行器的结构框图。

【具体实施方式】

为了使本申请的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及实施例，对本申请进行进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅用以解释本申请，并不用于限定本申请。

需要说明的是，如果不冲突，本申请实施例中的各个特征可以相互结合，均在本申请的保护范围之内。另外，虽然在装置示意图中进行了功能模块划分，在流程图中示出了逻辑顺序，但是在某些情况下，可以以不同于装置中的模块划分，或流程图中的顺序执行所示出或描述的步骤。再者，本申请所采用的“第一”、“第二”、“第三”等字样并不对数据和执行次序进行限定，仅是对功能和作用基本相同的相同项或相似项进行区分。

除非另有定义，本说明书所使用的所有的技术和科学术语与属于本发明的技术领域的技术人员通常理解的含义相同。本说明书中在本发明的说明书中所使用的术语只是为了描述具体的实施例的目的，不是用于限制本发明。本说明书所使用的术语“和/或”包括一个或多个相关的所列项目的任意的和所有的组合。

此外，下面所描述的本发明不同实施例中所涉及的技术特征只要彼此之间未构成冲突就可以相互结合。

本发明实施例提供了一种对地高度校正方法和装置，应用于无人飞行器 10，由于所述无人飞行器 10 的对地传感器在所述无人飞行器 10 降落过程中容易受到地面环境干扰而不稳定，进而导致所述无人飞行器 10 实时获取得到的对地高度不准确，因此所述方法和装置首先获取无人飞行器 10 的对地传感器发生异常前的正常对地高度，然后根据所述对地传感器在异常期间计算得到的对地高度修正量对所述正常对地高度进行校正，从而提高了所述无人飞行器 10 的对地高度的准确度，提升了飞行器的降落性能。

以下举例说明所述无人飞行器 10 对地高度校正方法的应用环境。

图 1 是本发明实施例提供的对地高度校正方法和装置的应用环境的示意图；如图 1 所示，所述应用场景包括无人飞行器 10、无线网络 20、智能终端 30 以及用户 40。用户 40 可操作智能终端 30 通过无线网络 20 操控所述无人飞行器 10。

无人飞行器 10 可以是以任何类型的动力驱动的无人飞行载具，包括但不限于旋翼无人机、固定翼无人机、伞翼无人机、扑翼无人机以及直升机模型等。

所述无人飞行器 10 可以根据实际情况的需要，具备相应的体积或者动力，从而提供能够满足使用需要的载重能力、飞行速度以及飞行续航里程等。无人飞行器 10 上还可以添加有一种或者多种功能模块，令无人飞行器 10 能够实现相应的功能。

例如，在本实施例中，所述无人飞行器 10 设置有加速度计、陀螺仪、磁力计、GPS 导航仪、视觉传感器及对地传感器中的至少一种传感器。

其中，当所述无人飞行器 10 在降落过程中，所述无人飞行器 10 可根据所述加速度计获取得加速度信息判断是否执行着地动作。

其中，对地传感器用于检测所述无人飞行器 10 与着陆点之间的对地高度，所述对地传感器可为超声传感器、红外传感器及激光传感器等等。所述对地高度的准确度直接影响所述无人飞行器 10 降落过程中安全性，例如：在无人飞行器 10 降落时，无人飞行器 10 需要通过下视对地传感器来感知地面，如果下视对地传感器在某时间段出现问题则导致获取到的所述对地高度不准确，若此时所述无人飞行器 10 根据不准确的对地高度执行降落操作，可能会致使所述无人飞行器 10 出现突然停桨猛然砸地或不减速猛烈砸地的现象。

因此为了解决上述技术问题，相对应地，所述无人飞行器 10 设置有信息接收装置，接收并处理上述至少一种传感器采集的信息。同时相对应地，所述无人飞行器 10 设置有信息融合装置，所述信息融合装置可根据所述信息接收装置获取到的至少一种传感器采集的信息进行数据融合，所述融合数据可包括融合速度、融合高度及融合姿态角。所述无人飞行器 10 可根据所述所述融合数据计算所述对地传感器在异常期间的对地高度修正量，进而可根据所述对地高度修正量与所述正常对地高度，校正所述无人飞行器 10 的对地高度。

无人飞行器 10 上包含至少一个主控芯片，作为无人机飞行和数据传输等

的控制核心，整合一个或者多个模块，以执行相应的逻辑控制程序。

例如，在一些实施例中，所述主控芯片上可以包括用于可根据所述所述融合数据计算所述对地传感器在异常期间的对地高度修正量，还用于对可根据所述对地高度修正量与所述正常对地高度，校正所述无人飞行器 10 的对地高度的对地高度校正装置。

智能终端 30 可以是任何类型，用以与无人飞行器 10 建立通信连接的智能装置，例如手机、平板电脑或者智能遥控器等。该智能终端 30 可以装配有一种或者多种不同的用户 40 交互装置，用以采集用户 40 指令或者向用户 40 展示和反馈信息。

这些交互装置包括但不限于：按键、显示屏、触摸屏、扬声器以及遥控操作杆。例如，智能终端 30 可以装配有触控显示屏，通过该触控显示屏接收用户 40 对无人飞行器 10 的遥控指令并通过触控显示屏向用户 40 展示航拍获得的图像信息，用户 40 还可以通过遥控触摸屏切换显示屏当前显示的图像信息。

在一些实施例中，无人飞行器 10 与智能终端 30 之间还可以融合现有的图像视觉处理技术，进一步的提供更智能化的服务。例如无人飞行器 10 可以通过双光相机采集图像的方式，由智能终端 30 对图像进行解析，从而实现用户 40 对于无人飞行器 10 的手势控制。

无线网络 20 可以是基于任何类型的数据传输原理，用于建立两个节点之间的数据传输信道的无线通信网络，例如位于不同信号频段的蓝牙网络、WiFi 网络、无线蜂窝网络或者其结合。

图 2 为本发明实施例提供的无人飞行器 10 对地高度校正方法的实施例。如图 2 所示，该无人飞行器 10 对地高度校正方法包括如下步骤：

S10：获取所述对地传感器发生异常前的正常对地高度。

在所述无人飞行器 10 降落过程中，需要所述对地传感器实时获取所述对地高度，当所述对地传感器受到干扰而不稳定，从而导致所述对地高度不准确。例如，所述对地传感器受到周围环境(如高压线、铁矿厂等)所产生的磁场干扰，又例如，所无人飞行器 10 老化或者炸机多次，可能引起所述对地传感器损坏。

具体地，可根据获取到的所述对地传感器的对地高度信息来判断所述对

地传感器是否发生异常。以超声传感器为例说明，所述超声传感器的对地高度信息包括噪声强度、飞行垂直速度、时间戳及与所述时间戳对应的对地高度。可采取如下方法根据所述超声传感器的对地高度信息判断所述超声传感器是否发生异常，举例说明，判断所述噪声强度是否小于预设强度阈值；判断所述飞行垂直速度与融合数据的差值是否小于预设误差阈值；判断所述时间戳更新是否正常；判断与所述时间戳对应的对地高度是否持续发生变化；若上述判断均为是，则可确认所述超声传感器为正常。否则，则可确认所述超声传感器发生异常。

当检测到所述对地传感器发生异常时，获取所述对地传感器发生异常前的正常对地高度。

举例说明，若对地传感器发生异常时刻为 T_i ，所述异常时刻 T_i 对应有一异常对地高度 H_i 。所述异常时刻 T_i 前一时刻为 T_{i-1} ，可以理解的是，所述 T_{i-1} 时刻为所述对地传感器未发生异常的时刻，即正常时刻 T_{i-1} 对应有一正常对地高度 H_{i-1} 。即当检测到所述对地传感器发生异常时，获取所述对地传感器发生异常前的正常时刻 T_{i-1} 对应的正常对地高度 H_{i-1} 。

S20：计算所述对地传感器在异常期间的对地高度修正量。

其中，所述异常时间是指当所述对地传感器发生异常起至所述对地传感器恢复正常的时间区间，例如，所述对地传感器发生异常时刻为 T_i ，所述对地传感器恢复的正常时刻为 T_{i+1} ，即所述异常期间为 $T_{i+1}-T_i$ 。

其中，可通过获取到的所述无人飞行器 10 机载的多个传感器的融合数据，计算在异常期间的对地高度修正量。

具体地，所述传感器包括加速度计、磁力计、陀螺仪、定位仪和视觉传感器中的至少一种传感器。

具体地，数据融合的技术是对传感器采集的数据进行分析，整理，融合等一系列的操作处理，多传感器融合数据能够实现对对地高度的修正。

在本实施例中，基于加权平均法对多传感器采集的数据进行数据融合。具体地，第一步就要将所要使用到的各种软硬件进行初始化操作，如传感器初始化以及卡尔曼滤波初始化等；第二步要获取 IMU 里面的数据，再通过这部分数据信息做判断，看是否需要做姿态角补偿，若是需要补偿，具体数值为多少；第三步要获取加速度计、磁力计、陀螺仪、定位仪和视觉传感器等

传感器采集的数据，针对这部分数据值，做相关的加权平均操作，把得到的数据值进行卡尔曼滤波，从而产生所述融合数据。

所述融合数据包括融合速度、融合高度及融合姿态角，进而将融合速度、融合高度及融合姿态角中的一个或多个融合数据结合所述对地传感器获得的对地高度得到所述对地高度修正量。

S30：根据所述对地高度修正量与所述正常对地高度，校正所述无人飞行器 10 的对地高度。

具体地，可将异常期间的对地高度修正量与所述对地传感器发生异常前的正常对地高度进行求和且/或求差运算得到校正后的对地高度。

举例说明，计算得到异常期间的对地高度修正量 ΔH ，所述对地传感器发生异常前的正常对地高度为 H_0 ，即校正后的对地高度为 $H_0 \pm \Delta H$ 。

由于所述无人飞行器 10 的对地传感器在所述无人飞行器 10 降落过程中容易受到地面环境干扰而不稳定，进而导致所述无人飞行器 10 实时获取得到的对地高度不准确，本发明实施例提供了一种无人飞行器 10 对地高度校正方法，通过首先获取无人飞行器 10 的对地传感器发生异常前的正常对地高度，然后根据所述对地传感器在异常期间计算得到的对地高度修正量对所述正常对地高度进行校正，从而提高了所述无人飞行器 10 的对地高度的准确度，提升了飞行器的降落性能。

为了准确的计算所述对地传感器在异常期间的对地高度修正量，在一些实施例中，请参阅图 3，S20 包括如下步骤：

S21：获取所述对地传感器在所述异常期间的融合数据。

其中，所述异常时间是指当所述对地传感器发生异常起至所述对地传感器恢复正常的时间区间，例如，所述对地传感器发生异常时刻为 T_i ，所述对地传感器恢复的正常时刻为 T_{i+1} ，即所述异常期间为 $T_{i+1}-T_i$ 。

具体地，所述异常期间的融合数据是指将加速度计、磁力计、陀螺仪、定位仪和视觉传感器中的至少一种传感器采集的数据信息进行数据融合得到的，所述数据信息可采用多种不同的数据融合算法进行处理，例如：加权平均法、归一化加权平均法、卡尔曼滤波和扩展卡尔曼滤波。

在本实施例中，采用加权数据融合算计进行数据融合。

S22：根据所述融合数据，计算所述对地高度修正量。

具体地，所述融合数据包括融合速度、融合高度及融合姿态角，进而将融合速度、融合高度及融合姿态角中的一个或多个融合数据结合所述对地传感器获得的对地高度得到所述对地高度修正量。

为了更好的根据所述融合数据，得到准确的所述对地高度修正量，在一些实施例中，请参阅图 4，S22 包括如下步骤：

S221：锁存所述对地传感器发生异常前的正常融合高度。

具体地，可根据获取到的所述对地传感器的对地高度信息来判断所述对地传感器是否发生异常。

当检测到所述对地传感器发生异常时，获取所述对地传感器发生异常前的正常融合高度。

举例说明，若对地传感器发生异常时刻为 T_i ，所述异常时刻 T_i 对应有一异常融合高度 F_i 。所述异常时刻 T_i 前一时刻为 T_{i-1} ，可以理解的是，所述 T_{i-1} 时刻为所述对地传感器未发生异常的时刻，即正常时刻 T_{i-1} 对应有一正常融合高度 F_{i-1} 。即当检测到所述对地传感器发生异常时，获取所述对地传感器发生异常前的正常时刻 T_{i-1} 对应的正常融合高度 F_{i-1} 。

S223：将所述对地传感器在所述异常期间每时刻的融合高度与所述正常融合高度作差值运算，得到所述对地高度修正量。

其中，所述异常时间是指当所述对地传感器发生异常起至所述对地传感器恢复正常的时间区间，例如，所述对地传感器发生异常时刻为 T_i ，所述对地传感器恢复的正常时刻为 T_{i+n} ，即所述异常期间为 $T_{i+n}-T_i$ 。

所述异常期间 $T_{i+n}-T_i$ 内包括 N 个时刻，每个时刻对应有一所述无人飞行器 10 的融合高度。将所述对地传感器在所述异常期间 $T_{i+n}-T_i$ 每时刻的融合高度与所述正常融合高度作差值运算，即可得到所述对地高度修正量。

举例说明，所述异常时间 T_6-T_2 内包括有异常时刻 T_3 、 T_4 及 T_5 ，异常时刻 T_3 对应有一融合高度 F_3 ，异常时刻 T_4 对应有一融合高度 F_4 ，异常时刻 T_5 对应有一融合高度 F_5 ，异常时刻 T_2 的前一时刻为 T_1 ，所述 T_1 为正常时刻，所述正常时刻 T_1 对应的正常融合高度 F_1 ，然后分别将异常时刻 T_3 、 T_4 及 T_5 对应的融合高度 F_3 、 F_4 及 F_5 与正常融合高度 F_1 作差值运算，得到每个异常时刻的所述对地高度修正量 ΔF_3 、 ΔF_4 及 ΔF_5 。

为了更好的根据所述融合数据，得到准确的所述对地高度修正量，在一

些实施例中，请参阅图 5，S22 包括如下步骤：

将所述对地传感器在所述异常期间每时刻的所述融合速度作积分处理，得到所述对地高度修正量。

具体地，所述异常期间 $T_{i+n}-T_i$ 内包括 N 个时刻，每个时刻对应有一所述无人飞行器 10 的融合速度。将所述对地传感器在所述异常期间 $T_{i+n}-T_i$ 每时刻的融合速度作积分处理，即可得到所述对地高度修正量。

举例说明，所述异常时间 T_6-T_2 内包括有异常时刻 T_3 、 T_4 及 T_5 ，异常时刻 T_3 对应有一融合速度 V_3 ，异常时刻 T_4 对应有一融合速度 V_4 ，异常时刻 T_5 对应有一融合速度 V_5 ，然后分别将异常时刻 T_3 、 T_4 及 T_5 对应的融合速度 V_3 、 V_4 及 V_5 ，然后对 V_3 、 V_4 及 V_5 作积分处理，即可得到所述对地高度修正量。

为了更好的根据所述融合数据，得到准确的所述对地高度修正量，在一些实施例中，请参阅图 5，S22 包括如下步骤：

S222: 锁存所述对地传感器发生异常前的正常融合高度。

具体地，可根据获取到的所述对地传感器的对地高度信息来判断所述对地传感器是否发生异常。当检测到所述对地传感器发生异常时，获取所述对地传感器发生异常前的正常融合高度。

举例说明，若对地传感器发生异常时刻为 T_i ，所述异常时刻 T_i 对应有一异常融合高度 F_i 。所述异常时刻 T_i 前一时刻为 T_{i-1} ，可以理解的是，所述 T_{i-1} 时刻为所述对地传感器未发生异常的时刻，即正常时刻 T_{i-1} 对应有一正常融合高度 F_{i-1} 。即当检测到所述对地传感器发生异常时，获取所述对地传感器发生异常前的正常时刻 T_{i-1} 对应的正常融合高度 F_{i-1} 。

S224: 将所述对地传感器在所述异常期间每时刻的融合高度与所述正常融合高度作差值运算，得到第一对地高度修正量。

其中，所述异常时间是指当所述对地传感器发生异常起至所述对地传感器恢复正常的时间区间，例如，所述对地传感器发生异常时刻为 T_i ，所述对地传感器恢复的正常时刻为 T_{i+n} ，即所述异常期间为 $T_{i+n}-T_i$ 。

所述异常期间 $T_{i+n}-T_i$ 内包括 N 个时刻，每个时刻对应有一所述无人飞行器 10 的融合高度。将所述对地传感器在所述异常期间 $T_{i+n}-T_i$ 每时刻的融合高度与所述正常融合高度作差值运算，即可得到所述第一对地高度修正量。

举例说明，所述异常时间 T_6-T_2 内包括有异常时刻 T_3 、 T_4 及 T_5 ，异常时刻

T_3 对应有一融合高度 F_3 , 异常时刻 T_4 对应有一融合高度 F_4 , 异常时刻 T_5 对应有一融合高度 F_5 , 异常时刻 T_2 的前一时刻为 T_1 , 所述 T_1 为正常时刻, 所述正常时刻 T_1 对应的正常融合高度 F_1 , 然后分别将异常时刻 T_3 、 T_4 及 T_5 对应的融合高度 F_3 、 F_4 及 F_5 与正常融合高度 F_1 作差值运算, 得到每个异常时刻的对应的所述第一对地高度修正量 ΔF_3 、 ΔF_4 及 ΔF_5 。

S226: 将所述对地传感器在所述异常期间每时刻的融合速度作积分处理, 得到第二对地高度修正量。

具体地, 所述异常期间 $T_{i+n}-T_i$ 内包括 N 个时刻, 每个时刻对应有一所述无人飞行器 10 的融合速度。将所述对地传感器在所述异常期间 $T_{i+n}-T_i$ 每时刻的融合速度作积分处理, 即可得到所述对地高度修正量。

举例说明, 所述异常时间 T_6-T_2 内包括有异常时刻 T_3 、 T_4 及 T_5 , 异常时刻 T_3 对应有一融合速度 V_3 , 异常时刻 T_4 对应有一融合速度 V_4 , 异常时刻 T_5 对应有一融合速度 V_5 , 然后分别将异常时刻 T_3 、 T_4 及 T_5 对应的融合速度 V_3 、 V_4 及 V_5 , 然后对 V_3 、 V_4 及 V_5 作积分处理, 即可得到所述第二对地高度修正量。

S228: 根据所述第一对地高度修正量、所述第二对地高度修正量及所述融合姿态, 计算所述对地高度修正量。

为了更好的根据所述第一对地高度修正量、所述第二对地高度修正量及所述融合姿态, 计算所述对地高度修正量, 在一些实施例中, 请参阅图 6, S228 包括如下步骤:

S2281: 根据预设加权算法, 对所述第一对地高度修正量及所述第二对地高度修正量作加权处理, 得到加权修正量。

其中, 所述预设加权算法可为加权平均算法、GPA 标准加权算法、二进制加权算法等等。

S2282: 根据所述融合姿态, 将所述加权修正量转换至所述无人飞行器 10 的坐标体系下, 得到所述对地高度修正量。

为了及时有效地校正所述无人飞行器 10 的对地高度, 当检测到所述对地传感器发生异常时, 在一些实施例中, 请参阅图 7, 所述方法还包括:

S40: 获取所述对地传感器在所述异常期间的异常失效信息。

具体地, 所述异常失效信息可为在所述异常期间的所述对地传感器获取到的传感信息, 例如所述传感信息包括无人飞行器 10 的时间、速度及高度等

信息。由于所述传感信息是在传感器发生异常的期间获取到的，所以所述传感信息即为异常失效信息。

S50: 判断所述异常失效信息是否满足预设校正触发条件。

具体地，判断在所述异常期间的所述对地传感器获取到的传感信息是否满足预设校正出发条件。例如判断在所述异常期间的所述对地传感器获取到的时间传感信息是否满足预设校正触发条件。又例如判断在所述异常期间的所述对地传感器获取到的速度传感信息是否满足预设校正触发条件。

S60: 若是，根据所述对地高度修正量与所述正常对地高度，校正所述无人飞行器 10 的对地高度。

具体地，若所述异常失效信息满足预设校正触发条件，具体地，可将异常期间的对地高度修正量与所述对地传感器发生异常前的正常对地高度进行求和且/或求差运算得到校正后的对地高度。

举例说明，计算得到异常期间的对地高度修正量 ΔH ，所述对地传感器发生异常前的正常对地高度为 H_0 ，即校正后的对地高度为 $H_0 \pm \Delta H$ 。

为了及时所述异常失效信息是否满足预设校正触发条件，在一些实施例中，请参阅图 8，S50 包括如下步骤：

S51: 锁存所述对地传感器出现异常时的当前融合水平速度；

具体地，当检测到所述对地传感器发生异常时，获取所述对地传感器发生异常时的当前融合水平速度。例如若对地传感器发生异常时刻为 T_i ，所述异常时刻 T_i 对应有一融合水平速度 V_x 。所融合水平速度 V_x 即为所述对地传感器出现异常时的当前融合水平速度。

S53: 将所述对地传感器在异常期间每时刻的融合水平速度与所述当前融合水平速度作差值积分运算，得到所述无人飞行器 10 在异常期间内的水平相对距离。

其中，所述异常时间是指当所述对地传感器发生异常起至所述对地传感器恢复正常的时间区间，例如，所述对地传感器发生异常时刻为 T_i ，所述对地传感器恢复的正常时刻为 T_{i+n} ，即所述异常期间为 $T_{i+n} - T_i$ 。

所述异常期间 $T_{i+n} - T_i$ 内包括 N 个时刻，每个时刻对应有一所述无人飞行器 10 的融合水平速度。将所述对地传感器在所述异常期间 $T_{i+n} - T_i$ 每时刻的融合水平速度与所述对地传感器出现异常时的当前融合水平速度作差值积分运

算,即可得到所述无人飞行器 10 在异常期间内的水平相对距离。

举例说明,所述异常时间 T_6-T_2 内包括有异常时刻 T_3 、 T_4 及 T_5 , 异常时刻 T_3 对应有一融合水平速度 V_{3x} , 异常时刻 T_4 对应有一融合水平速度 V_{4x} , 异常时刻 T_5 对应有一融合水平速度 V_{5x} , 异常时刻 T_2 为所述对地传感器刚开始发生异常的时刻, 所述异常时刻 T_2 对应的当前融合水平速度 V_{2x} , 然后分别将异常时刻 T_3 、 T_4 及 T_5 对应的融合高度 V_{3x} 、 V_{4x} 及 V_{5x} 与当前融合水平速度 V_{2x} 作差值运算, 得到每个异常时刻的融合水平速度差值 ΔV_{3x} 、 ΔV_{4x} 及 ΔV_{5x} 。然后将每个异常时刻的融合水平速度差值 ΔV_{3x} 、 ΔV_{4x} 及 ΔV_{5x} 进行积分运算, 即可得到所述无人飞行器 10 在异常期间内的水平相对距离。

S55: 判断所述水平相对距离是否小于预设距离阈值。

具体地, 将所述水平相对距离与预设距离阈值进行比较, 判断所述水平相对距离是否小于预设距离阈值。

为了及时所述异常失效信息是否满足预设校正触发条件, 在一些实施例中, 请参阅图 9, S50 包括如下步骤:

S52: 计算所述对地传感器在异常期间的失效时长。

其中, 所述失效时长是指当所述对地传感器发生异常的时刻与所述对地传感器恢复正常时刻的之间的时间区间。

举例说明, 所述对地传感器发生异常时刻为 T_i , 所述对地传感器恢复的正常时刻为 T_{i+n} , 即所述异常期间的失效时长为 T_{i+n} 与 T_i 之间的时间区间。

S54: 判断所述失效时长是否小于预设时长阈值。

具体地, 将所述失效时长与预设时长阈值进行比较, 判断所述失效时长是否小于预设时长阈值。

为了能够根据校正后的所述无人飞行器 10 的对地高度, 调整所述无人飞行器 10 的飞行参数, 实施安全降落, 在一些实施例中, 请参阅图 10, 在所述校正所述无人飞行器 10 的对地高度之后, 所述方法还包括:

S70: 判断校正后的所述对地高度是否正常。

具体地, 获取校正后的所述无人飞行器 10 的当前融合高度, 将所述校正后的所述无人飞行器 10 的当前融合高度与所述校正后的所述对地高度差值运算, 若所述当前融合高度与所述对地高度的差值小于或等于预设阈值, 则可判定校正后的所述对地高度是正常的。若所述当前融合高度与所述对地高度

的差值大于预设阈值，则可判定校正后的所述对地高度是不正常的。

S80：若正常，根据校正后的所述对地高度，调整所述无人飞行器 10 的飞行参数。

具体地，若所述当前融合高度与所述对地高度的差值小于或等于预设阈值，则根据校正后的所述对地高度，调整所述无人飞行器 10 的飞行参数。

S90：若异常，获取当前融合高度，根据所述当前融合高度，调整所述无人飞行器 10 的飞行参数。

具体地，若所述当前融合高度与所述对地高度的差值大于预设阈值，根据所述当前融合高度，调整所述无人飞行器 10 的飞行参数。

为了更好的根据校正后的所述对地高度，调整所述无人飞行器 10 的飞行参数，在一些实施例中，请参阅图 11，S80 包括如下步骤：

S81：判断校正后的所述对地高度是否小于预设对地高度。

具体地，将所述校正后的所述对地高度与预设对地高度进行比较，判断所述校正后的所述对地高度是否小于预设对地高度。例如，若校正后的对地高度为 1.2m，预设对地高度为 0.5m，校正后的对地高度 1.2m 大于预设对地高度 0.5m，则可判定所述校正后的所述对地高度不小于预设对地高度。若校正后的对地高度为 0.2m，预设对地高度为 0.5m，则可判定所述校正后的所述对地高度小于预设对地高度。

S82：若是，将所述飞行参数调整至第一预设参数范围。

其中，所述预设参数包括无人飞行器 10 的飞行速度和停浆阈值。

具体地，若校正后的所述对地高度是否小于预设对地高度，则将所述飞行速度调整至 1.0~2.0m/s 的范围内；将所述停浆阈值调整至 6.5~7.5m/s 的范围内。

为了更好的根据所述当前融合高度，调整所述无人飞行器 10 的飞行参数，在一些实施例中，请参阅图 12，S90 包括如下步骤：

S91：判断所述当前融合高度是否在预设融合高度范围内；

具体地，将所述当前融合高度与预设融合高度进行比较，判断获取到的当前融合高度是否在预设融合高度范围内。例如，若获取到的当前融合高度为 3m，预设融合高度范围为-2~2m，则可判定获取到的当前融合高度为 3m 不在预设融合高度范围为-2~2m 内。若获取到的当前融合高度为 1.5m，预设融合

高度范围为 $-2\sim 2\text{m}$,则可判定获取到的当前融合高度为 1.5m 在预设融合高度范围为 $-2\sim 2\text{m}$ 内。

S92: 若是,将所述飞行参数调整至第二预设参数范围。

其中,所述预设参数包括无人飞行器 10 的飞行速度和停浆阈值。

具体地,若所述当前融合高度在预设融合高度范围内,则将所述飞行速度调整至 $0.2\text{--}0.3\text{m/s}$ 的范围内;将所述停浆阈值调整至 $2.8\text{--}3.2\text{m/s}$ 的范围内。

需要说明的是,在上述各个实施例中,上述各步骤之间并不必然存在一定的先后顺序,本领域普通技术人员,根据本申请实施例的描述可以理解,不同实施例中,上述各步骤可以有不同的执行顺序,亦即,可以并行执行,亦可以交换执行等等。

作为本申请实施例的另一方面,本申请实施例提供一种对地高度校正装置,应用于无人飞行器 10,所述无人飞行器 10 包括用于检测所述无人飞行器 10 与着陆点之间的对地高度的对地传感器。请参阅图 13,该对地高度校正装置 50 包括:复位模块 51、预测模块 52 及校正模块 53。

所述复位模块 51 用于获取所述对地传感器在所述异常期间的异常失效信息,并判断所述异常失效信息是否满足预设校正触发条件。

所述预测模块 52 用于当所述对地传感器发生异常时,计算所述对地传感器在异常期间的对地高度修正量。

所述校正模块 53 用于当所述异常失效信息满足预设校正触发条件时,根据所述对地高度修正量与所述正常对地高度,校正所述无人飞行器 10 的对地高度。

因此,在本实施例中,所述飞行器对地高度校正装置通过首先获取无人飞行器 10 的对地传感器发生异常前的正常对地高度,然后根据所述对地传感器在异常期间计算得到的对地高度修正量对所述正常对地高度进行校正,从而提高了所述无人飞行器 10 的对地高度的准确度,提升了飞行器的降落性能。

在一些实施例中,飞行器对地高度校正装置 50 还包括飞行参数调整模块 54,所述飞行参数调整模块用于判断校正后的所述对地高度是否正常;若正常,根据校正后的所述对地高度,调整所述无人飞行器 10 的飞行参数;若异常,获取当前融合高度,根据所述当前融合高度,调整所述无人飞行器 10 的飞行参数。

所述飞行参数调整模块 54 包括第一判定单元和第一飞行参数调整单元；

所述第一判定单元用于判断校正后的所述对地高度是否小于预设对地高度；所述第一飞行参数调整单元用于当校正后的所述对地高度小于预设对地高度时，将所述飞行参数调整至第一预设参数范围。所述所述第一飞行参数调整单元具体用于将所述飞行速度调整至 1.0-2.0m/s 的范围内；将所述停浆阈值调整至 6.5-7.5m/s 的范围内。

在一些实施例中，所述飞行参数调整模块包括第二判定单元和第二飞行参数调整单元。

所述第二判定单元用于判断所述融合高度是否在预设融合高度范围内；

所述第二飞行参数调整单元用于当所述当前融合高度在预设融合高度范围内时，将所述飞行参数调整至第二预设参数范围。所述第二飞行参数调整单元具体用于将所述飞行速度调整至 0.2-0.3m/s 的范围内；将所述停浆阈值调整至 2.8-3.2m/s 的范围内。

其中，所述复位模块 51 包括融合水平速度锁存单元、水平相对距离计算单元和第一判断单元。

所述融合水平速度锁存单元用于锁存所述对地传感器出现异常时的当前融合水平速度；

所述水平相对距离计算单元用于将所述对地传感器在异常期间每时刻的融合水平速度与所述当前融合水平速度作差值积分运算，得到所述无人飞行器 10 在异常期间内的水平相对距离；

所述第一判断单元用于判断所述水平相对距离是否小于预设距离阈值。

其中，在一些实施例中，所述复位模块 51 包括失效时长计算单元和第二判断单元；所述失效时长计算单元用于计算所述对地传感器在异常期间的失效时长；所述第二判断单元用于判断所述失效时长是否小于预设时长阈值。

其中，所述所述预测模块 52 包括融合数据获取单元和对地高度修正量单元。

所述融合数据获取单元用于获取所述对地传感器在所述异常期间的融合数据；所述对地高度修正量单元用于根据所述融合数据，计算所述对地高度修正量。

所述所述对地高度修正量单元包括正常融合高度获取子单元、第一对地

高度修正量计算子单元、第二对地高度修正量计算子单元及对地高度修正量计算子单元。

所述正常融合高度获取子单元用于锁存所述对地传感器发生异常前的正常融合高度。

所述第一对地高度修正量计算子单元用于将所述对地传感器在所述异常期间每时刻的融合高度与所述正常融合高度作差值运算，得到第一对地高度修正量。

所述第二对地高度修正量计算子单元用于将所述对地传感器在所述异常期间每时刻的融合速度作积分处理，得到第二对地高度修正量。

所述对地高度修正量计算子单元用于根据所述第一对地高度修正量、所述第二对地高度修正量及所述融合姿态，计算所述对地高度修正量。

需要说明的是，上述飞行器对地高度校正装置可执行本发明实施例所提供的飞行器对地高度校正方法，具备执行方法相应的功能模块和有益效果。未在飞行器对地高度校正装置实施例中详尽描述的技术细节，可参见本发明实施例所提供的飞行器对地高度校正方法。

图 14 为本发明实施例提供的无人飞行器 10 的结构框图。该无人飞行器 10 可以用于实现所述主控芯片中的全部或者部分功能模块的功能。如图 14 所示，该无人飞行器 10 可以包括：处理器 110、存储器 120 以及通信模块 130。所述处理器 110、存储器 120 以及通信模块 130 之间通过总线的方式，建立任意两者之间的通信连接。

处理器 110 可以为任何类型，具备一个或者多个处理核心的处理器 110。其可以执行单线程或者多线程的操作，用于解析指令以执行获取数据、执行逻辑运算功能以及下发运算处理结果等操作。

存储器 120 作为一种非暂态计算机可读存储介质，可用于存储非暂态软件程序、非暂态性计算机可执行程序以及模块，如本发明实施例中的飞行器对地高度校正方法对应的程序指令/模块（例如，附图 13 所示的复位模块 51、预测模块 52、校正模块 53 及飞行参数调整模块 54）。处理器 110 通过运行存储在存储器 120 中的非暂态软件程序、指令以及模块，从而执行飞行器对地高度校正装置 50 的各种功能应用以及数据处理，即实现上述任一方法实施例中飞行器对地高度校正方法。

存储器 120 可以包括存储程序区和存储数据区，其中，存储程序区可存储操作系统、至少一个功能所需的应用程序；存储数据区可存储根据飞行器对地高度校正装置 50 的使用所创建的数据等。此外，存储器 120 可以包括高速随机存取存储器，还可以包括非暂态存储器，例如至少一个磁盘存储器件、闪存器件、或其他非暂态固态存储器件。在一些实施例中，存储器 120 可选包括相对于处理器 110 远程设置的存储器，这些远程存储器可以通过网络连接至终端。上述网络的实例包括但不限于互联网、企业内部网、局域网、移动通信网及其组合。

所述存储器 120 存储有可被所述至少一个处理器 110 执行的指令；所述至少一个处理器 110 用于执行所述指令，以实现上述任意方法实施例中飞行器对地高度校正方法，例如，执行以上描述的方法步骤 10、20、30 等，实现图 13 中的模块 51-54 的功能。

通信模块 130 是用于建立通信连接，提供物理信道的功能模块。通信模块 130 以是任何类型的无线或者有线通信模块 130，包括但不限于 WiFi 模块或者蓝牙模块等。所述通信模块 130 用于与无人飞行器 10 通信连接。

进一步地，本发明实施例还提供了一种非暂态终端可读存储介质，所述非暂态终端可读存储介质存储有终端可执行指令，该终端可执行指令被一个或多个处理器 110 执行，例如，被图 14 中的一个处理器 110 执行，可使得上述一个或多个处理器 110 执行上述任意方法实施例中飞行器对地高度校正方法，例如，执行以上描述的方法步骤 10、20、30 等等，实现图 13 中的模块 51-54 的功能。

以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的，其中所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的，作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元，即可以位于一个地方，或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部模块来实现本实施例方案的目的。

通过以上的实施方式的描述，本领域普通技术人员可以清楚地了解到各实施方式可借助软件加通用硬件平台的方式来实现，当然也可以通过硬件。本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例方法中的全部或部分流程是可以通过计算机程序产品中的计算机程序来指令相关的硬件来完成，所述的计

计算机程序可存储于一非暂态计算机可读取存储介质中，该计算机程序包括程序指令，当所述程序指令被相关设备执行时，可使相关设备执行上述各方法的实施例的流程。其中，所述的存储介质可为磁碟、光盘、只读存储记忆体(Read-Only Memory, ROM)或随机存储记忆体(Random Access Memory, RAM)等。

上述产品可执行本发明实施例所提供的飞行器对地高度校正方法，具备执行飞行器对地高度校正方法相应的功能模块和有益效果。未在本实施例中详尽描述的技术细节，可参见本发明实施例所提供的飞行器对地高度校正方法。

最后应说明的是：以上实施例仅用以说明本发明的技术方案，而非对其限制；在本发明的思路下，以上实施例或者不同实施例中的技术特征之间也可以进行组合，步骤可以以任意顺序实现，并存在如上所述的本发明的不同方面的许多其它变化，为了简明，它们没有在细节中提供；尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明，本领域的普通技术人员应当理解：其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改，或者对其中部分技术特征进行等同替换；而这些修改或者替换，并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的范围。

权利要求书

1、一种对地高度校正方法，应用于无人飞行器，所述无人飞行器包括用于检测所述无人飞行器与着陆点之间的对地高度的对地传感器，其特征在于，所述方法包括：

获取所述对地传感器发生异常前的正常对地高度；

计算所述对地传感器在异常期间的对地高度修正量；

根据所述对地高度修正量与所述正常对地高度，校正所述无人飞行器的对地高度。

2、根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述计算所述对地传感器在异常期间的对地高度修正量，包括：

获取所述对地传感器在所述异常期间的融合数据；

根据所述融合数据，计算所述对地高度修正量。

3、根据权利要求2所述的方法，其特征在于，所述融合数据包括融合高度；

所述根据所述融合数据，计算对地高度修正量，包括：

锁存所述对地传感器发生异常前的正常融合高度；

将所述对地传感器在所述异常期间每时刻的融合高度与所述正常融合高度作差值运算，得到所述对地高度修正量。

4、根据权利要求2所述的方法，其特征在于，所述融合数据包括融合速度，所述根据所述融合数据，计算对地高度修正量，包括：

将所述对地传感器在所述异常期间每时刻的所述融合速度作积分处理，得到所述对地高度修正量。

5、根据权利要求2所述的方法，其特征在于，所述融合数据包括融合高度、融合速度及融合姿态，所述根据所述融合数据，计算对地高度修正量，包括：

锁存所述对地传感器发生异常前的正常融合高度；

将所述对地传感器在所述异常期间每时刻的融合高度与所述正常融合高度作差值运算，得到第一对地高度修正量；

将所述对地传感器在所述异常期间每时刻的融合速度作积分处理，得到

第二对地高度修正量；

根据所述第一对地高度修正量、所述第二对地高度修正量及所述融合姿态，计算所述对地高度修正量。

6、根据权利要求5所述的方法，其特征在于，所述根据所述第一对地高度修正量、所述第二对地高度修正量及所述融合姿态，计算对地高度修正量，包括：

根据预设加权算法，对所述第一对地高度修正量及所述第二对地高度修正量作加权处理，得到加权修正量；

根据所述融合姿态，将所述加权修正量转换至所述无人飞行器的坐标体系下，得到所述对地高度修正量。

7、根据权利要求1至6任一项所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

获取所述对地传感器在所述异常期间的异常失效信息；

判断所述异常失效信息是否满足预设校正触发条件；

若是，根据所述对地高度修正量与所述正常对地高度，校正所述无人飞行器的对地高度。

8、根据权利要求7所述的方法，其特征在于，所述判断所述异常失效信息是否满足预设校正触发条件，包括：

锁存所述对地传感器出现异常时的当前融合水平速度；

将所述对地传感器在异常期间每时刻的融合水平速度与所述当前融合水平速度作差值积分运算，得到所述无人飞行器在异常期间内的水平相对距离；

判断所述水平相对距离是否小于预设距离阈值。

9、根据权利要求7所述的方法，其特征在于，所述判断所述异常失效信息是否满足预设校正触发条件，包括：

计算所述对地传感器在异常期间的失效时长；

判断所述失效时长是否小于预设时长阈值。

10、根据权利要求1至9任一项所述的方法，其特征在于，校正所述无人飞行器的对地高度之后，所述方法还包括：

判断校正后的所述对地高度是否正常；

若正常，根据校正后的所述对地高度，调整所述无人飞行器的飞行参数；

若异常，获取当前融合高度，根据所述当前融合高度，调整所述无人飞行器的飞行参数。

11、根据权利要求 10 所述的方法，其特征在于，所述根据校正后的所述对地高度，调整所述无人飞行器的飞行参数，包括：

判断校正后的所述对地高度是否小于预设对地高度；

若是，将所述飞行参数调整至第一预设参数范围。

12、根据权利要求 11 所述的方法，其特征在于，所述预设参数包括飞行速度和停浆阈值；

所述将所述飞行参数调整至第一预设参数范围，包括：

将所述飞行速度调整至 1.0~2.0m/s 的范围内；

将所述停浆阈值调整至 6.5~7.5m/s 的范围内。

13、根据权利要求 10 所述的方法，其特征在于，所述根据所述当前融合高度，调整所述无人飞行器的飞行参数，包括：

判断所述当前融合高度是否在预设融合高度范围内；

若是，将所述飞行参数调整至第二预设参数范围。

14、根据权利要求 13 所述的方法，其特征在于，所述第二预设参数包括飞行速度和停浆阈值；

所述将所述飞行参数调整至第二预设参数范围，包括：

将所述飞行速度调整至 0.2~0.3m/s 的范围内；

将所述停浆阈值调整至 2.8~3.2m/s 的范围内。

15、一种对地高度校正装置，应用于无人飞行器，所述无人飞行器包括用于检测所述无人飞行器与着陆点之间的对地高度的对地传感器，其特征在于，包括：

复位模块，用于获取所述对地传感器在异常期间的异常失效信息，并判断所述异常失效信息是否满足预设校正触发条件。

预测模块，用于当所述对地传感器发生异常时，计算所述对地传感器在所述异常期间的对地高度修正量。

校正模块，用于当所述异常失效信息满足预设校正触发条件，根据所述对地高度修正量与正常对地高度，校正所述无人飞行器的所述对地高度。

16、根据权利要求 15 所述的所述对地高度校正装置，其特征在于，

所述复位模块包括融合水平速度锁存单元、水平相对距离计算单元和第一判断单元；

所述融合水平速度锁存单元用于锁存所述对地传感器出现异常时的当前融合水平速度；

所述水平相对距离计算单元用于将所述对地传感器在异常期间每时刻的融合水平速度与所述当前融合水平速度作差值积分运算，得到所述无人飞行器在所述异常期间内的水平相对距离；

所述第一判断单元用于判断所述水平相对距离是否小于预设距离阈值。

17、根据权利要求 15 所述的的对地高度校正装置，其特征在于，

所述复位模块包括失效时长计算单元和第二判断单元；

所述失效时长计算单元用于计算所述对地传感器在所述异常期间的失效时长；

所述第二判断单元用于判断所述失效时长是否小于预设时长阈值。

18、根据权利要求 15 所述的的对地高度校正装置，其特征在于，

所述预测模块包括融合数据获取单元和对地高度修正量单元；

所述融合数据获取单元用于获取所述对地传感器在所述异常期间的融合数据；

所述对地高度修正量单元用于根据所述融合数据，计算所述对地高度修正量。

19、根据权利要求 18 所述的的对地高度校正装置，其特征在于，

所述对地高度修正量单元包括正常融合高度获取子单元、第一对地高度修正量计算子单元、第二对地高度修正量计算子单元及对地高度修正量计算子单元；

所述正常融合高度获取子单元用于锁存所述对地传感器发生异常前的正常融合高度；

所述第一对地高度修正量计算子单元用于将所述对地传感器在所述异常期间每时刻的融合高度与所述正常融合高度作差值运算，得到第一对地高度修正量；

所述第二对地高度修正量计算子单元用于将所述对地传感器在所述异常期间每时刻的融合速度作积分处理，得到第二对地高度修正量；

所述对地高度修正量计算子单元用于根据所述第一对地高度修正量、所述第二对地高度修正量及所述融合姿态，计算所述对地高度修正量。

20、一种无人飞行器，其特征在于，包括：

至少一个处理器；以及

与所述至少一个处理器通信连接的存储器；其中，所述存储器存储有可被所述至少一个处理器执行的指令，所述指令被所述至少一个处理器执行，以使所述至少一个处理器能够用于执行如权利要求 1-14 中任一项所述的飞行器对地高度校正方法。

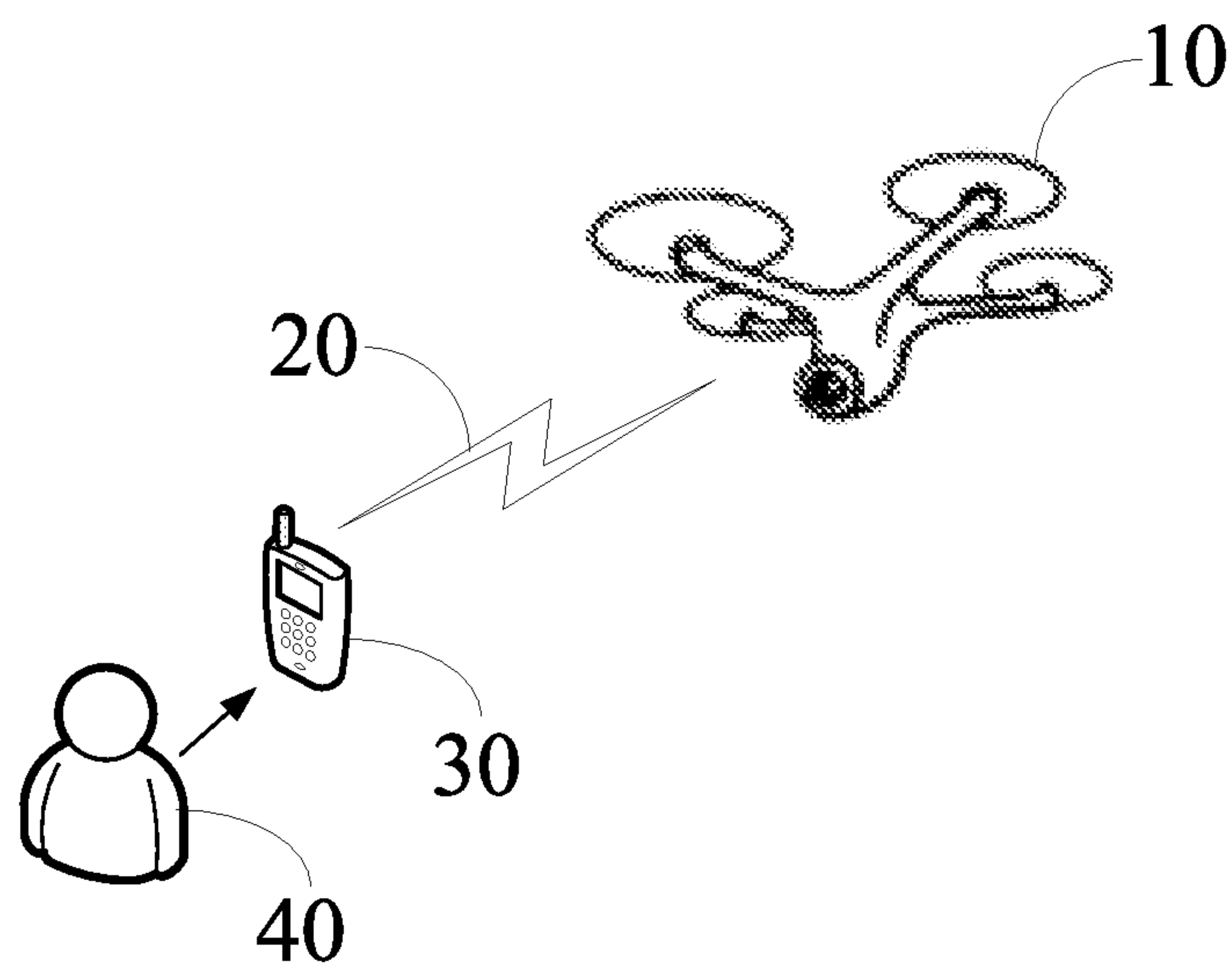


图 1

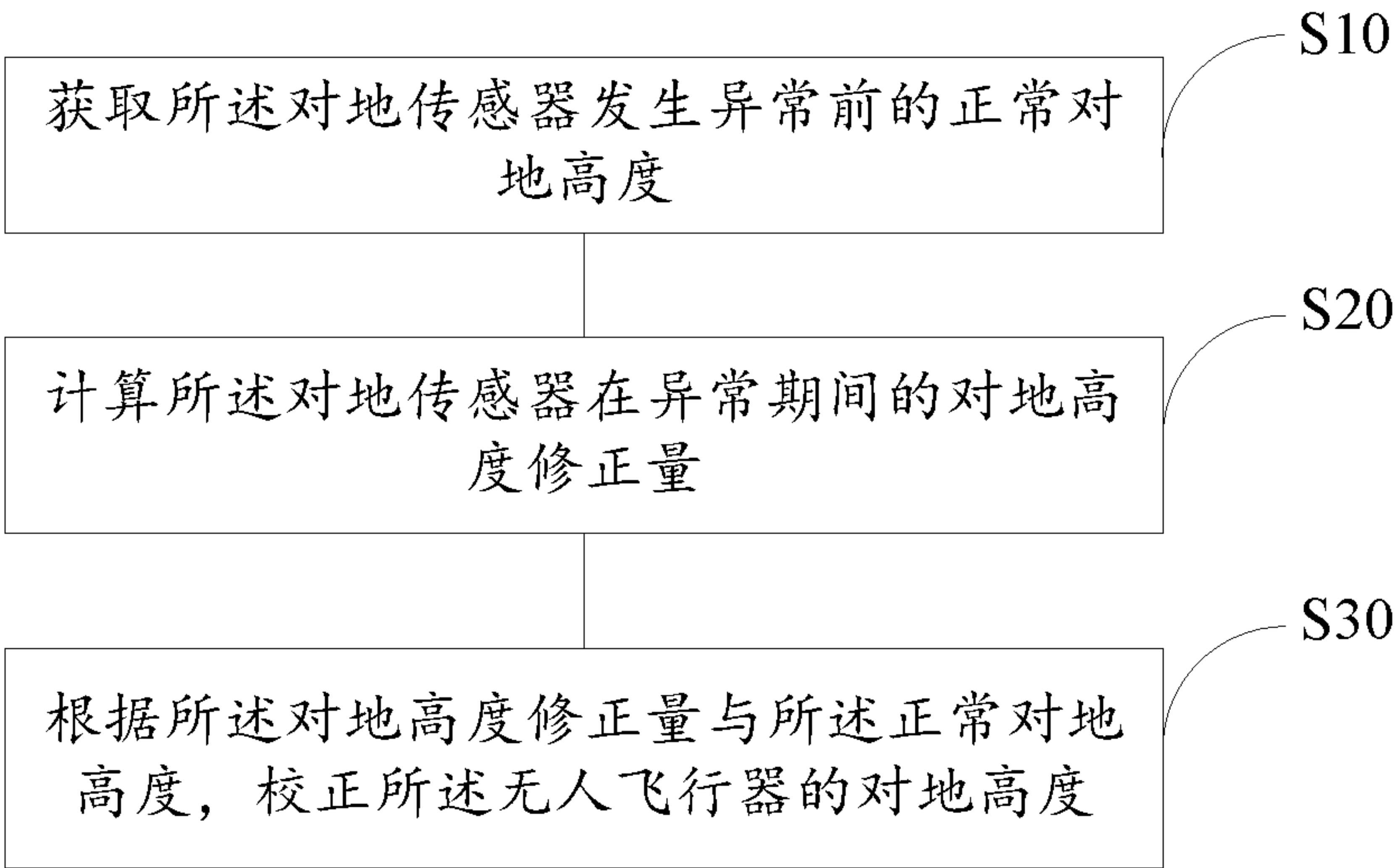


图 2

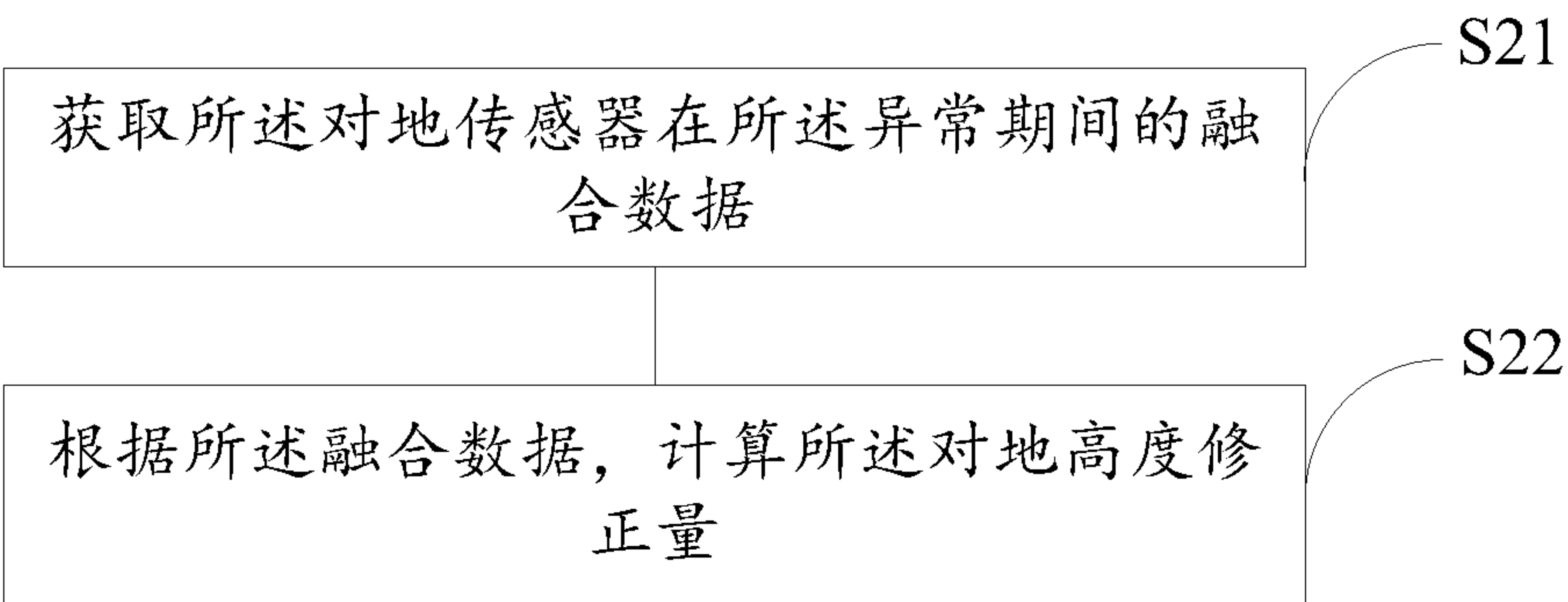


图 3

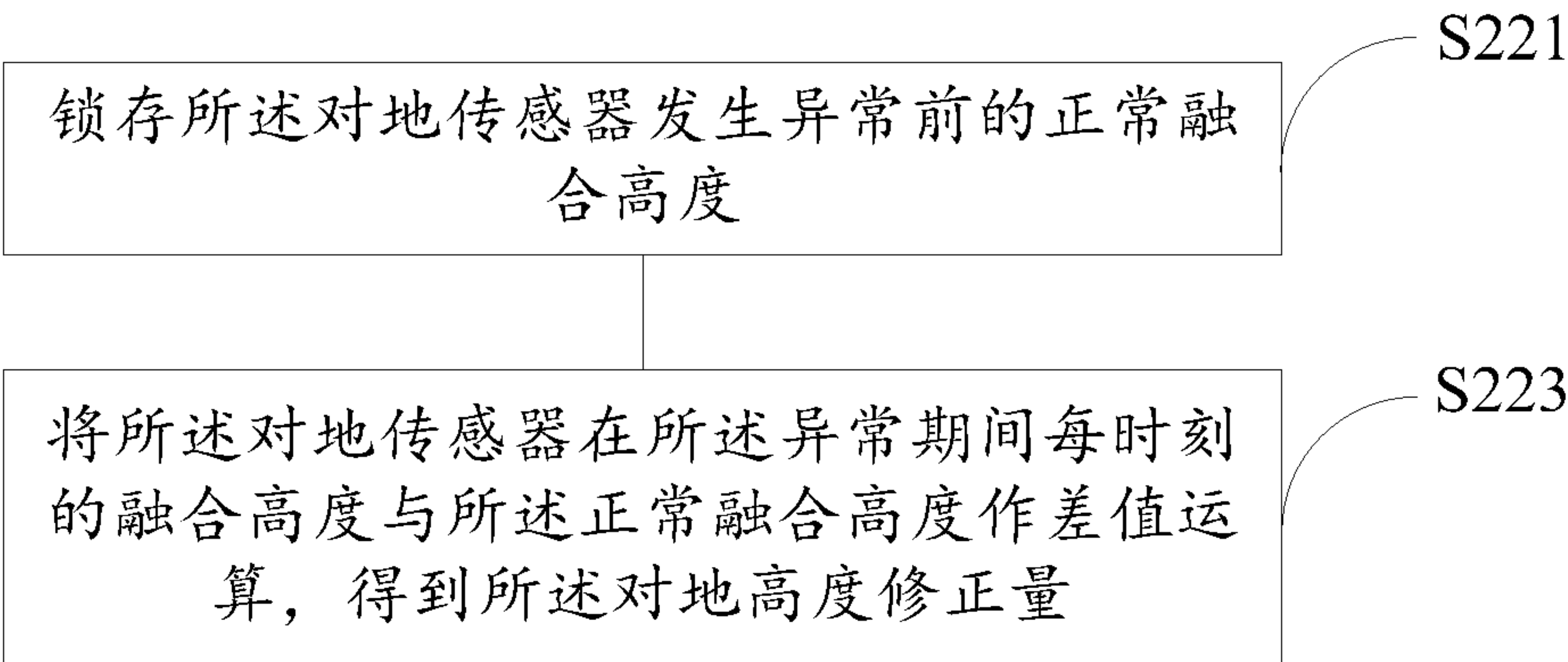


图 4

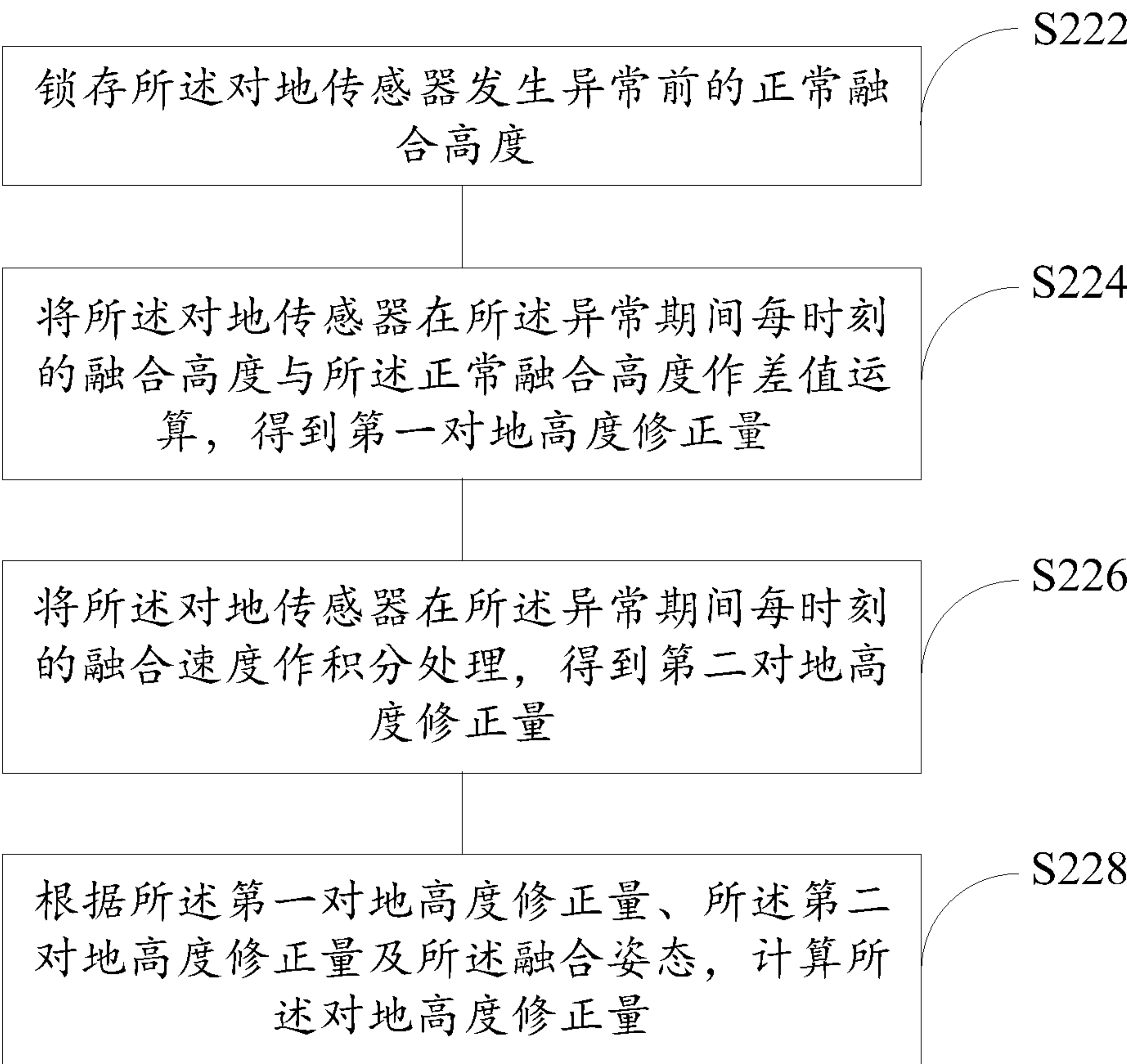


图 5

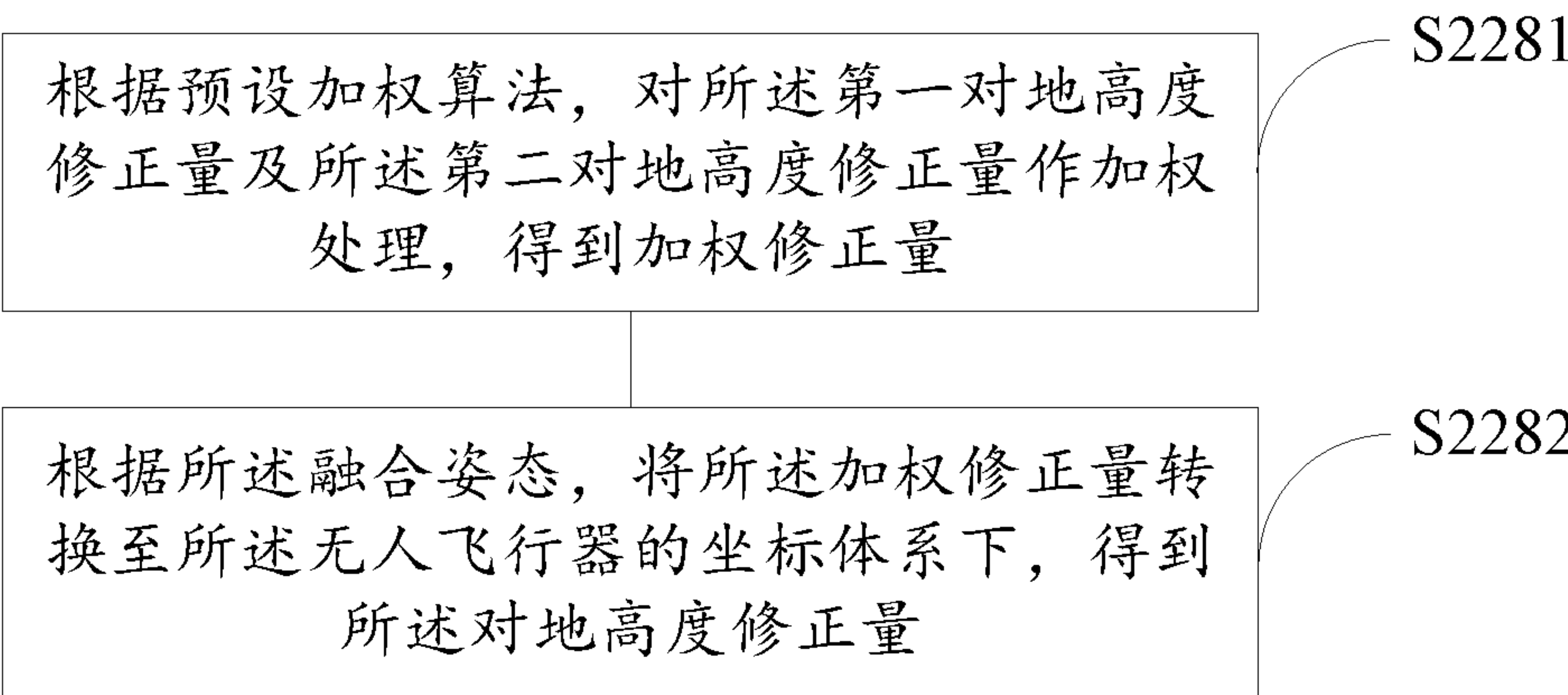


图 6

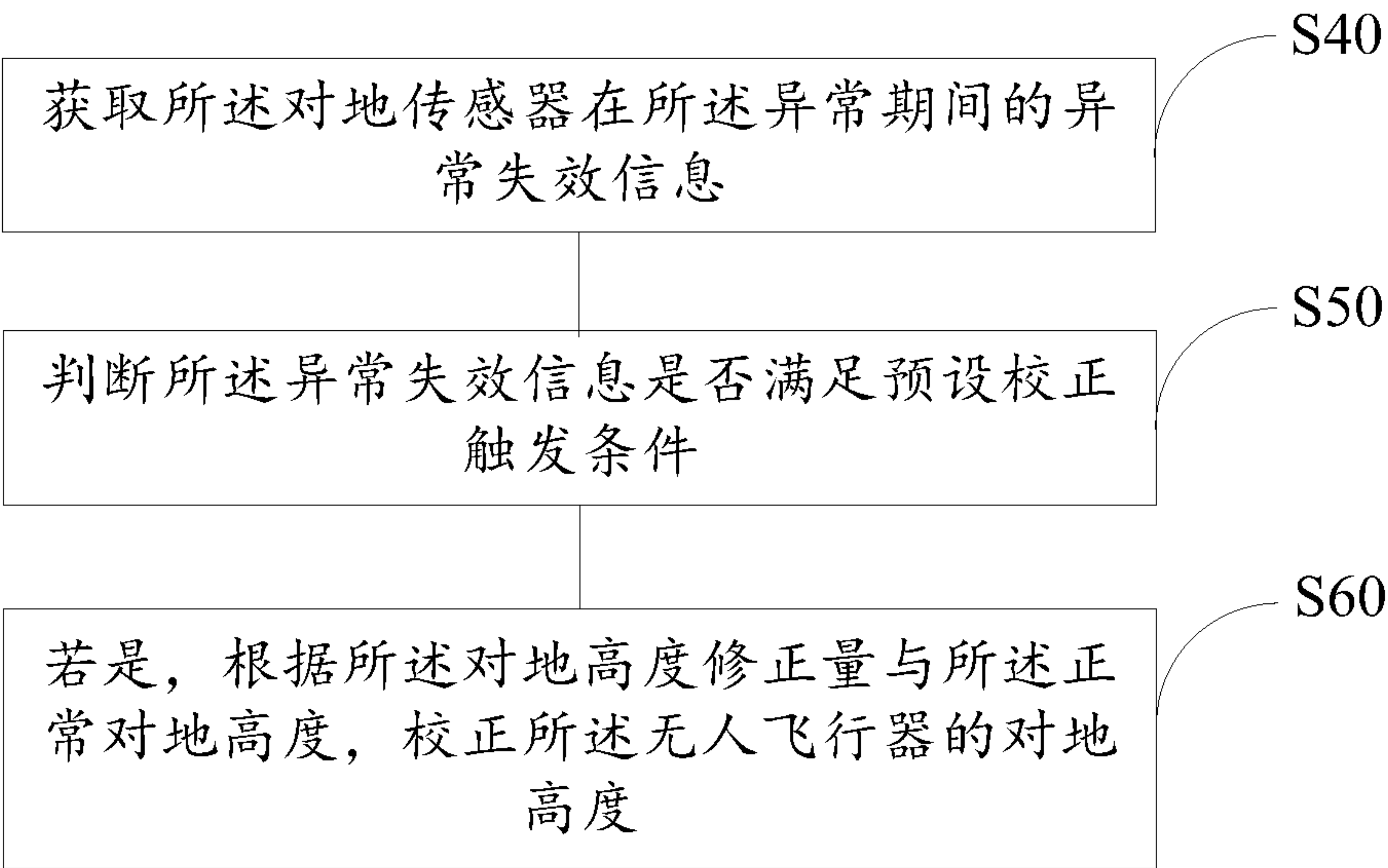


图 7

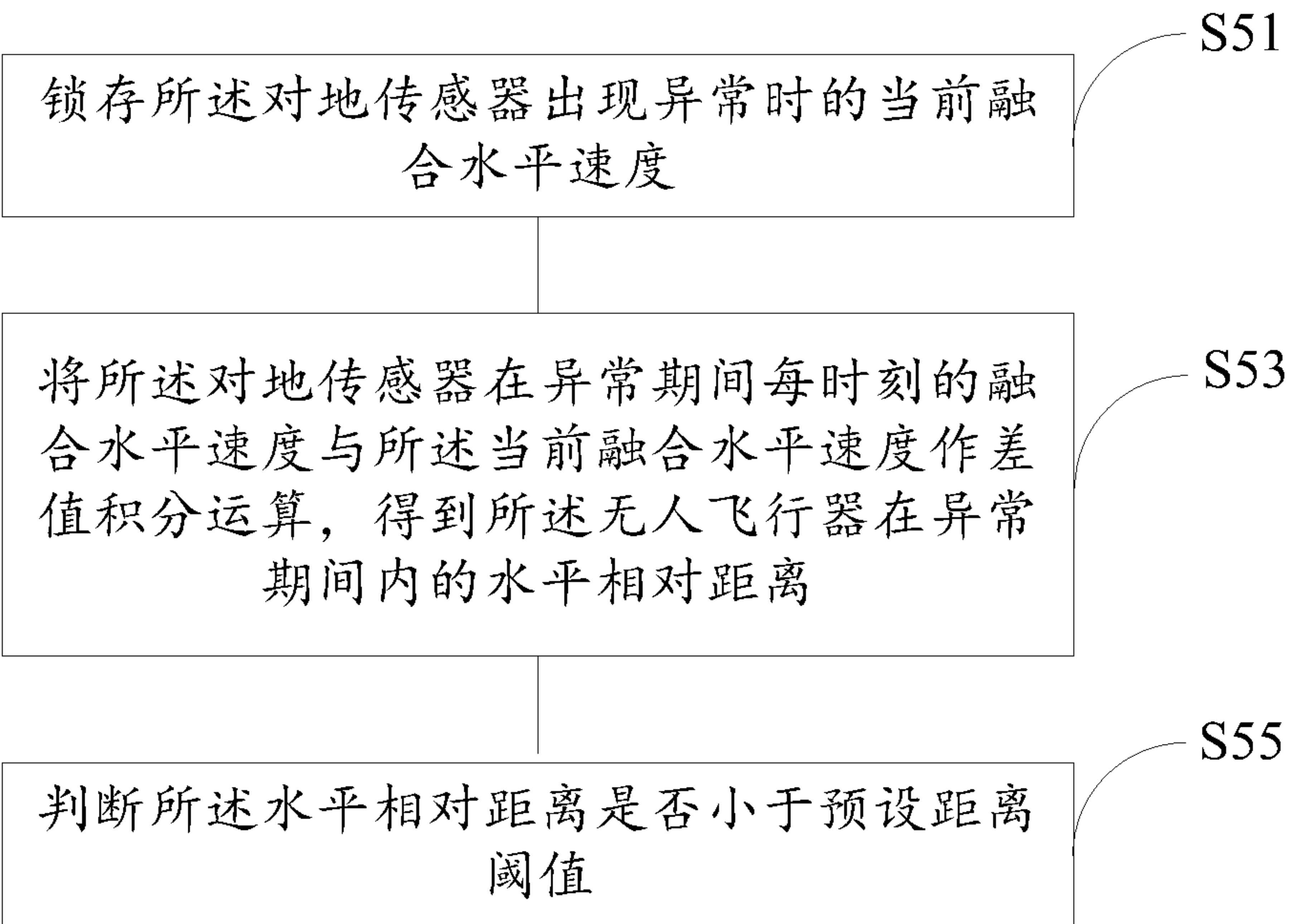


图 8

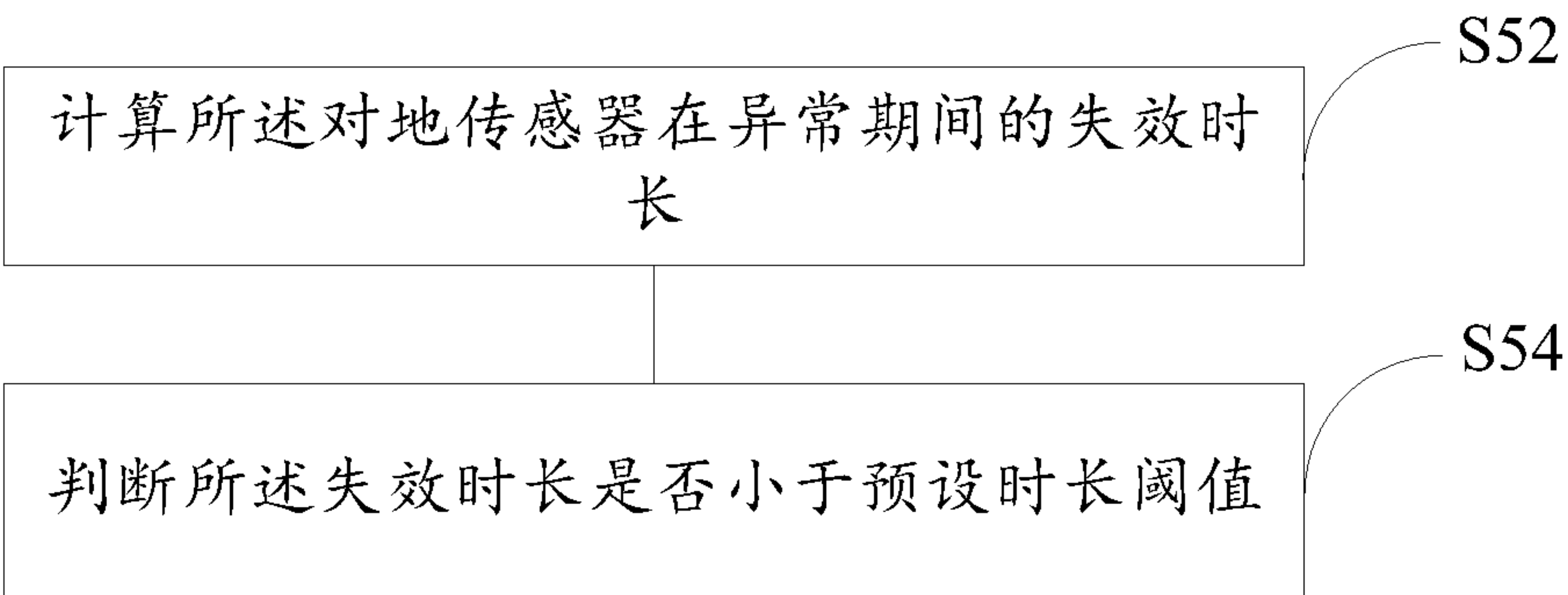


图 9

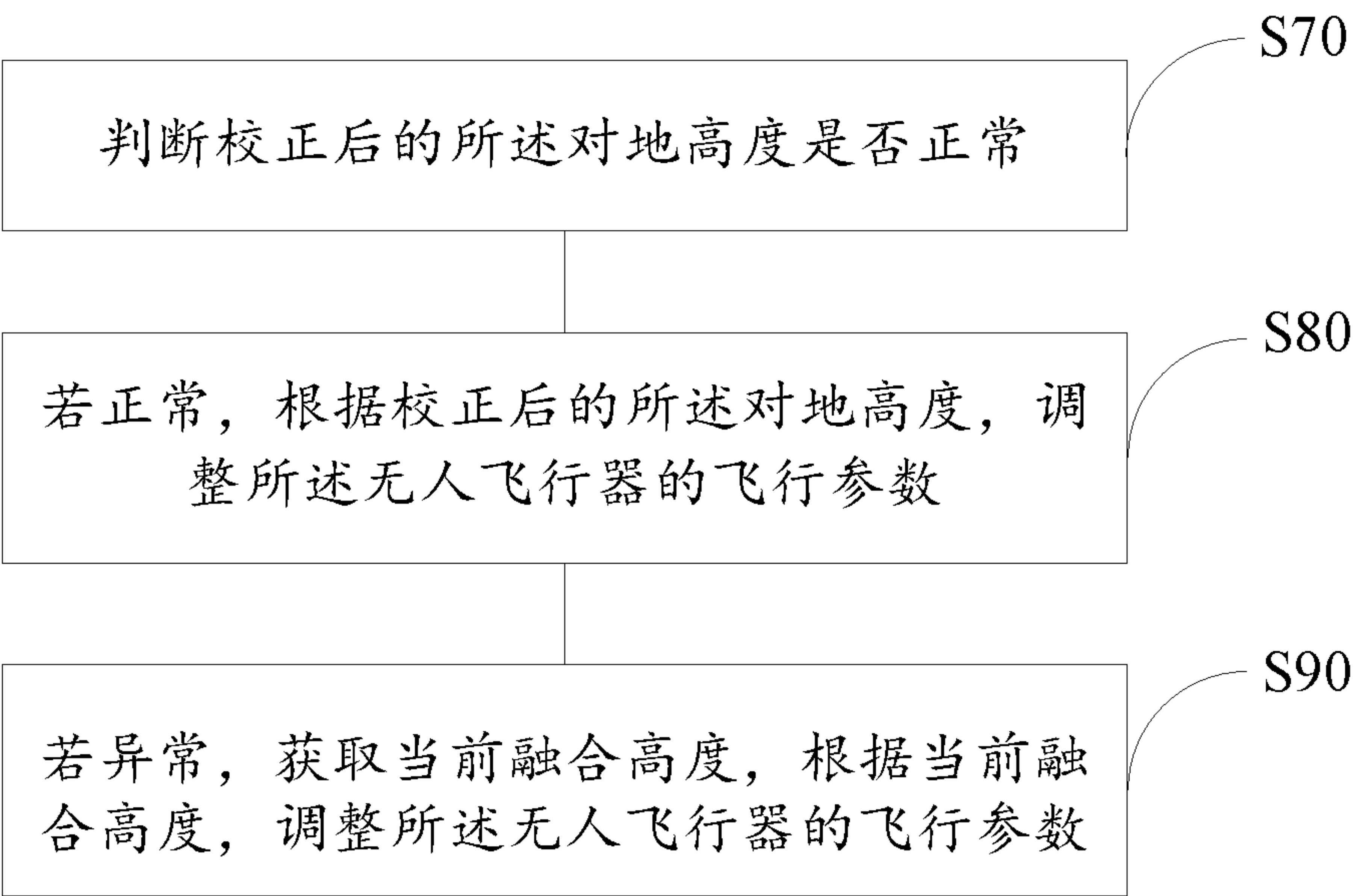


图 10

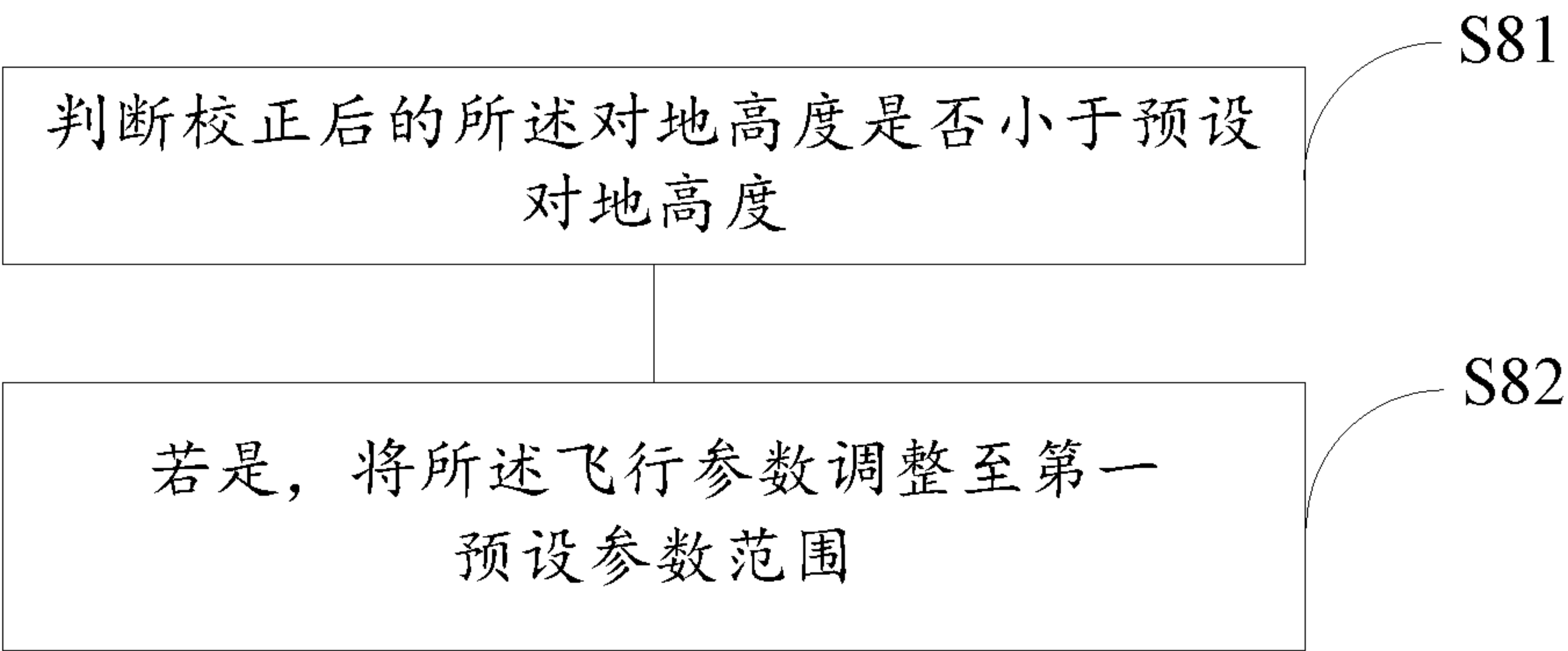


图 11

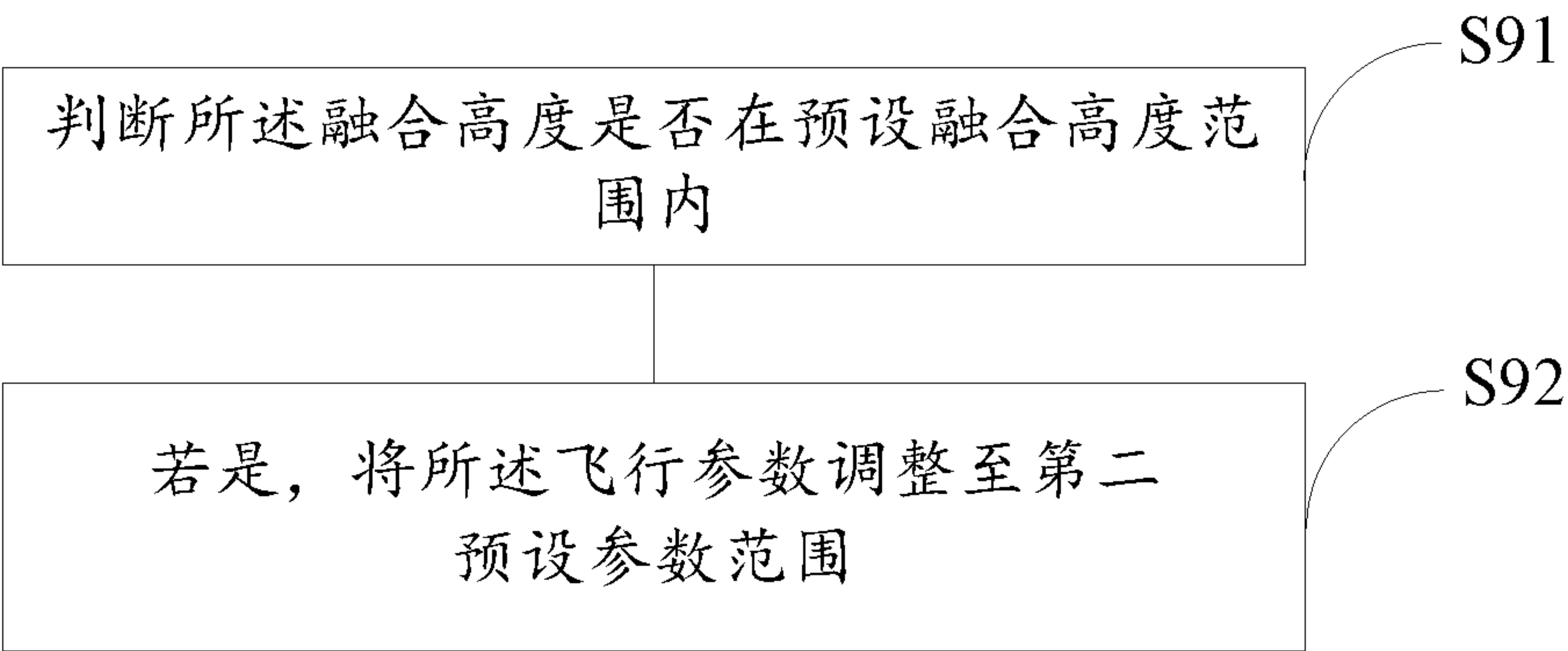


图 12

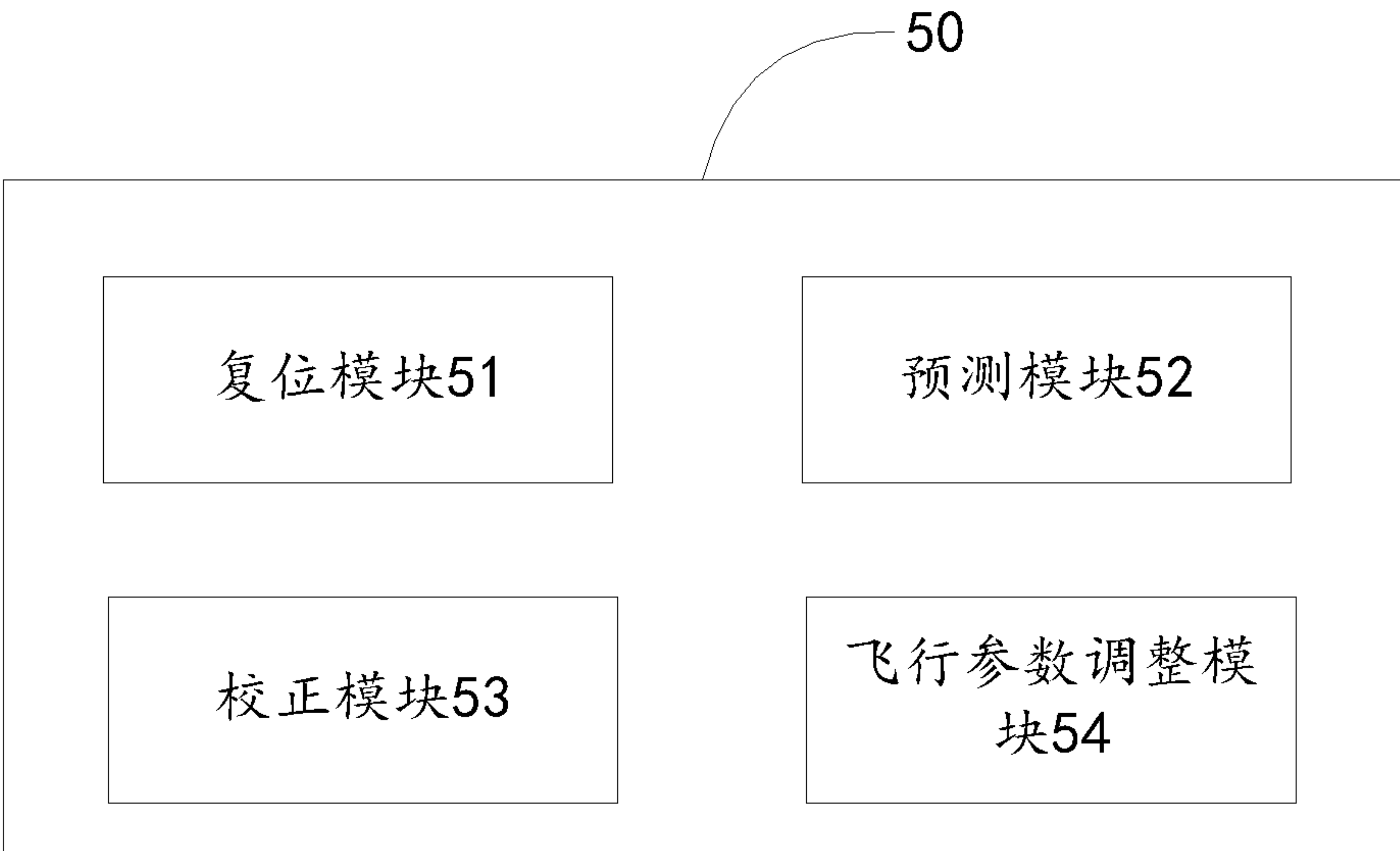


图 13

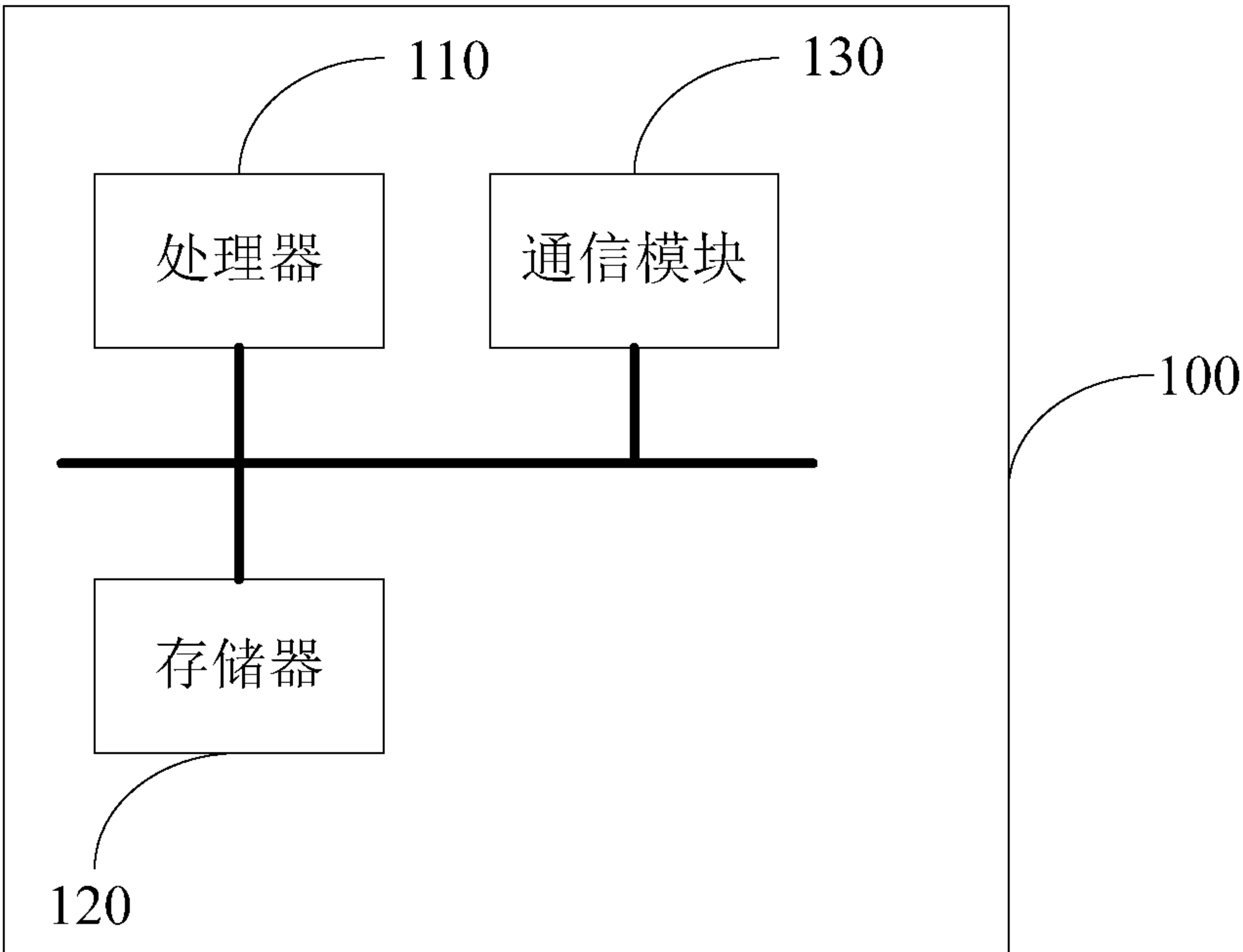


图 14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/118852

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G05D 1/04(2006.01)i; G01C 5/00(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)

G05D, 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)

CNPAT, WPI, EPODOC, CNKI: 深圳市道通智能航空技术有限公司, 张添保, 无人机, 飞行器, 不载人, 高度, 传感器, 正常, 异常, 故障, 干扰, 高度, 修正, 校正, 融合, 差, 积分, 速度, 姿态, unmanned, aerial, aircraft, flight, fly+, height, sensor?, normal, abnormal, fault, correct+, fus+, difference, integral, speed, attitude

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 110658831 A (SHENZHEN AUTEL INTELLIGENT AVIATION TECHNOLOGY CO., LTD.) 07 January 2020 (2020-01-07) claims 1-20, description, paragraphs [0034]-[0239], figures 1-14	1-20
A	CN 110146055 A (SHENZHEN AUTEL INTELLIGENT AVIATION TECHNOLOGY CO., LTD.) 20 August 2019 (2019-08-20) claims 1-16, description, paragraphs [0062]-[0124], figures 1-7	1-20
A	CN 109282786 A (HAOXIANG ELECTRICAL ENERGY MOVEMENT TECHNOLOGY (KUNSHAN) CO., LTD.) 29 January 2019 (2019-01-29) entire document	1-20
A	CN 105346706 A (SHENZHEN AUTEL INTELLIGENT AVIATION TECHNOLOGY CO., LTD.) 24 February 2016 (2016-02-24) entire document	1-20
A	CN 104913775 A (GUANGZHOU KUAIFEI COMPUTER SCIENCE & TECHNOLOGY CO., LTD.) 16 September 2015 (2015-09-16) entire document	1-20

☒ 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

16 December 2020

Date of mailing of the international search report

30 December 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

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/118852

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 105203075 A (BEIJING ANDAWELL AVIATION EQUIPMENT CO., LTD.) 30 December 2015 (2015-12-30) entire document	1-20
A	US 2016257422 A1 (AMBITON SP. Z O. O.) 08 September 2016 (2016-09-08) entire document	1-20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2020/118852

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	110658831	A	07 January 2020	None			
CN	110146055	A	20 August 2019	None			
CN	109282786	A	29 January 2019	None			
CN	105346706	A	24 February 2016	WO	2017080108	A1	18 May 2017
				US	10234873	B2	19 March 2019
				CN	105346706	B	04 September 2018
				US	2017308103	A1	26 October 2017
CN	104913775	A	16 September 2015	CN	104913775	B	26 October 2018
CN	105203075	A	30 December 2015	CN	105203075	B	28 July 2017
US	2016257422	A1	08 September 2016	WO	2015147660	A1	01 October 2015
				PL	407686	A1	28 September 2015

国际检索报告		国际申请号 PCT/CN2020/118852
A. 主题的分类 G05D 1/04(2006.01)i; G01C 5/00(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) G05D, G01C 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用)) CNPAT, WPI, EPDOC, CNKI: 深圳市道通智能航空技术有限公司, 张添保, 无人机, 飞行器, 不载人, 高度, 传感器, 正常, 异常, 故障, 干扰, 高度, 修正, 校正, 融合, 差, 积分, 速度, 姿态, unmanned, aerial, aircraft, flight, fly+, height, sensor?, normal, abnormal, fault, correct+, fus+, difference, integral, speed, attitude		
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 110658831 A (深圳市道通智能航空技术有限公司) 2020年 1月 7日 (2020 - 01 - 07) 权利要求1-20、说明书第[0034]-[0239]段、附图1-14	1-20
A	CN 110146055 A (深圳市道通智能航空技术有限公司) 2019年 8月 20日 (2019 - 08 - 20) 权利要求1-16、说明书第[0062]-[0124]段、附图1-7	1-20
A	CN 109282786 A (昊翔电能运动科技昆山有限公司) 2019年 1月 29日 (2019 - 01 - 29) 全文	1-20
A	CN 105346706 A (深圳市道通智能航空技术有限公司) 2016年 2月 24日 (2016 - 02 - 24) 全文	1-20
A	CN 104913775 A (广州快飞计算机科技有限公司) 2015年 9月 16日 (2015 - 09 - 16) 全文	1-20
☒ 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 12月 16日		国际检索报告邮寄日期 2020年 12月 30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 王改英 电话号码 86-(10)-53962598

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2020/118852

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 105203075 A (北京安达维尔航空设备有限公司) 2015年 12月 30日 (2015 - 12 - 30) 全文	1-20
A	US 2016257422 A1 (AMBITON SP. Z O. O.) 2016年 9月 8日 (2016 - 09 - 08) 全文	1-20

国际检索报告 关于同族专利的信息				国际申请号 PCT/CN2020/118852			
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	110658831	A	2020年 1月 7日	无			
CN	110146055	A	2019年 8月 20日	无			
CN	109282786	A	2019年 1月 29日	无			
CN	105346706	A	2016年 2月 24日	WO	2017080108	A1	2017年 5月 18日
				US	10234873	B2	2019年 3月 19日
				CN	105346706	B	2018年 9月 4日
				US	2017308103	A1	2017年 10月 26日
CN	104913775	A	2015年 9月 16日	CN	104913775	B	2018年 10月 26日
CN	105203075	A	2015年 12月 30日	CN	105203075	B	2017年 7月 28日
US	2016257422	A1	2016年 9月 8日	WO	2015147660	A1	2015年 10月 1日
				PL	407686	A1	2015年 9月 28日