

(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
2018 年 5 月 3 日 (03.05.2018)



(10) 国际公布号
WO 2018/077113 A1

(51) 国际专利分类号:
G05D 1/00 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2017/106926

(22) 国际申请日: 2017 年 10 月 19 日 (19.10.2017)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201610974305.1 2016 年 10 月 28 日 (28.10.2016) 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: 李圣源 (LI, Shengyuan); 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)。 成转鹏 (CHENG, Zhuanyong); 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, 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,

(54) Title: METHOD AND APPARATUS FOR DETERMINING RETURN DIRECTION, UNMANNED AERIAL VEHICLE, AND COMPUTER READABLE STORAGE MEDIUM

(54) 发明名称: 一种返航方向确定方法、装置、无人机及计算机可读存储介质

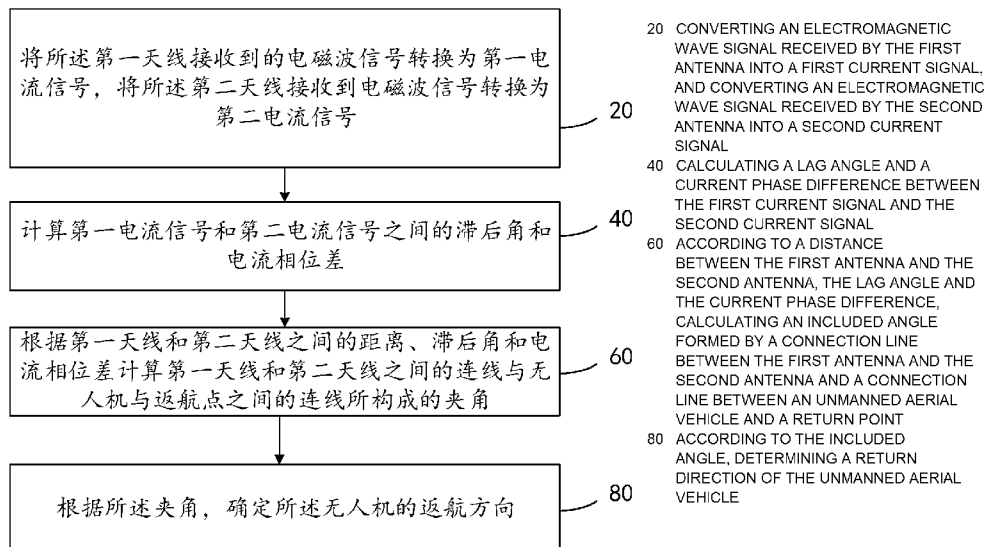


图 1

(57) Abstract: Disclosed are a method and apparatus for determining a return direction. The method for determining a return direction comprises: respectively converting electromagnetic wave signals coming from a return point (P) and respectively received by a first antenna and a second antenna into a first current signal and a second current signal (step 20); calculating a lag angle and a current phase difference between the first current signal and the second current signal (step 40); according to a distance (d) between the first antenna and the second antenna, the lag angle and the current phase difference, calculating an included angle (θ) formed by a connection line between the first antenna and the second antenna and a connection line between an unmanned aerial vehicle and a return point (step 60); and according to the included angle (θ), determining a return direction of the unmanned aerial vehicle (step 80), so that the

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, 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))。

unmanned aerial vehicle can be found, so as to solve the problem that the unmanned aerial vehicle cannot be found where a compass
of the unmanned aerial vehicle is interfered with and does not return to normal for a long time.

(57) 摘要: 一种返航方向确定方法和装置, 返航方向确定方法包括: 将第一天线和第二天线分别接收到的来自于返航点 (P) 的电磁波信号分别转换为第一电流信号和第二电流信号 (步骤20); 计算第一电流信号和第二电流信号之间的滞后角和电流相位差 (步骤40); 根据第一天线和第二天线之间的距离 (d)、滞后角和电流相位差计算第一天线和第二天线之间的连线与无人机与返航点之间的连线所构成的夹角 (θ) (步骤60); 根据夹角 (θ), 确定无人机的返航方向 (步骤80), 使无人机能够找回, 以解决无人机的指南针受到干扰并且长时间未恢复正常时的情况下, 无人机无法找回的问题。

一种返航方向确定方法、装置、无人机及计算机可读存储介质

【技术领域】

本申请涉及一种飞行器，尤其涉及一种返航方向确定方法、装置、无人机及计算机可读存储介质。

【背景技术】

现有技术的无人机飞离遥控器后，主要通过机载指南针辨别飞行方向，当在指南针受到干扰或意外损坏的情况下，无人机无法通过指南针辨别方向，此时无人机只有悬停等待指南针恢复正常，当指南针长时间未恢复正常时，无人机会自动降落，最后导致无人机无法找回。

【申请内容】

基于此，本申请提供一种返航方向确定方法、装置、无人机及计算机可读存储介质，以便能够解决在无人机的指南针受到干扰并且长时间未恢复正常时的情况下，无人机无法找回的技术问题。

第一方面，本申请实施例提供一种返航方向确定方法，应用于无人机，所述无人机具有第一天线和第二天线，所述方法包括：

将所述第一天线接收到的来自返航点的电磁波信号转换为第一电流信号；

将所述第二天线接收到的来自所述返航点的电磁波信号转换为第二电流信号；

计算所述第一电流信号和所述第二电流信号之间的滞后角和电流相位差；

根据所述第一天线和所述第二天线之间的距离、所述滞后角以及所述电流相位差，计算所述第一天线和所述第二天线之间的连线与所述无人机与所述返航点之间的连线所构成的夹角；

根据所述夹角，确定所述无人机的返航方向。

在本申请的一实施例中，所述夹角采用以下公式计算：

$$\theta = \arccos \left(\frac{\psi + \alpha}{\beta d} \right)$$

其中， ψ 为所述电流相位差， α 为所述滞后角， β 为电磁波在媒质中传播的相位常数， d 为所述第一天线和所述第二天线之间的距离。

在本申请的一实施例中，所述根据所述夹角，确定所述无人机的返航方向

包括：

判断所述夹角是否为 90° 或者 270° ；

当所述夹角不为 90° ，也不为 270° 时，根据所述夹角计算旋转角；

根据所述旋转角确定所述无人机的返航方向。

在本申请的一实施例中，所述无人机还包括第三天线，所述第一天线和所述第二天线位于所述无人机的机头，所述第三天线位于所述无人机的机尾，所述方法还包括：

当所述夹角等于 90° 或 270° 时，通过所述第三天线接收来自于所述返航点的电磁波信号；

判断所述第三天线接收到的电磁波信号的相位是否滞后于所述第一天线或所述第二天线接收到的电磁波信号的相位；

若是，则确定所述无人机的当前航向为返航方向。

在本申请的一实施例中，所述方法还包括：

若所述第三天线接收到的电磁波信号的相位超前于所述第一天线或所述第二天线接收到的电磁波信号的相位，则确定所述无人机的返航方向为与所述无人机当前飞行方向相反的方向。

在本申请的一实施例中，所述方法还包括：

每隔预设时间判断所述第三天线接收到的电磁波信号的相位是否滞后于所述第一天线或所述第二天线接收到的电磁波信号的相位；

若否，则向所述返航点发出所述无人机到达附近的消息。

第二方面，本申请实施例提出了一种返航方向确定装置，应用于无人机，所述无人机具有第一天线和第二天线，所述装置包括：

信号转换模块，用于将所述第一天线接收到的来自返航点的电磁波信号转换为第一电流信号，以及将所述第二天线接收到的来自所述返航点的电磁波信号转换为第二电流信号；

第一计算模块，用于计算所述第一电流信号和所述第二电流信号之间的滞后角和电流相位差；

第二计算模块，用于根据所述第一天线和第二天线之间的距离、所述滞后角以及所述电流相位差，计算所述第一天线和所述第二天线之间的连线与所述无人机与所述返航点之间的连线所构成的夹角；

确定模块，用于根据所述夹角，确定所述无人机的返航方向。

在本申请的一实施例中，所述第二计算模块根据以下公式计算所述夹角：

$$\theta = \arccos \left(\frac{\psi + \alpha}{\beta d} \right)$$

其中， ψ 为所述电流相位差， α 为所述滞后角， β 为电磁波在媒质中传播的相位常数， d 为所述第一天线和所述第二天线之间的距离。

在本申请的一实施例中，所述确定模块包括：

第一判断模块，用于判断所述夹角是否为 90° 或者 270° ；

航向调整模块，用于当所述第一判断模块判断出所述夹角不为 90° ，也不为 270° 时，根据所述夹角计算旋转角，并根据所述旋转角调整所述无人机的返航方向。

在本申请的一实施例中，所述无人机还包括第三天线，所述第一天线和所述第二天线位于所述无人机的机头，所述第三天线位于所述无人机的机尾，所述确定模块还包括：

接收模块，用于当所述第一判断模块判断出所述夹角等于 90° 或 270° 时，通过所述第三天线接收来自于所述返航点的电磁波信号；

第二判断模块，用于判断所述第三天线接收到的电磁波信号的相位是否滞后于所述第一天线或所述第二天线接收到的电磁波信号的相位；

当所述第二判断模块的判断结果为是时，所述确定模块确定所述无人机的当前航向为返航方向。

在本申请的一实施例中，当所述第二判断模块的判断结果否时，所述确定模块确定所述无人机的返航方向为与所述无人机当前飞行方向相反的方向。

在本申请的一实施例中，所述装置还包括：

第三判断模块，用于每隔预设时间判断所述第三天线接收到的电磁波信号的相位是否滞后于所述第一天线或所述第二天线接收到的电磁波信号的相位；

发送模块，用于当所述第三判断模块的判断结果否时，向所述返航点发出所述无人机到达附近的消息。

第三方面，本申请实施例提出了一种无人机，包括：

机身；

第一天线，设于所述机身的机头侧，用于接收来自于返航点的电磁波信号；

第二天线，设于所述机身的机头侧，用于接收来自于所述返航点的电磁波信号；

接收机，用于将所述第一天线接收到的电磁波信号转换为第一电流信号、

将所述第二天线接收到的电磁波信号转换为第二电流信号以及计算所述第一电流信号和所述第二电流信号之间的滞后角和电流相位差；

控制器，用于根据所述第一天线和所述第二天线之间的距离、所述滞后角以及所述电流相位差，计算所述第一天线和所述第二天线之间的连线与所述无人机与所述返航点之间的连线所构成的夹角；以及

根据所述夹角，确定所述无人机的返航方向。

在本申请的一实施例中，所述控制器根据以下公式计算所述夹角：

$$\theta = \arccos \left(\frac{\psi + \alpha}{\beta d} \right)$$

其中， ψ 为所述电流相位差， α 为所述滞后角， β 为电磁波在媒质中传播的相位常数， d 为所述第一天线和所述第二天线之间的距离。

在本申请的一实施例中，所述控制器还用于：

判断所述夹角是否为 90° 或者 270° ；

当所述夹角不为 90° ，也不为 270° 时，根据所述夹角计算旋转角；

根据所述旋转角调整所述无人机的返航方向。

在本申请的一实施例中，所述无人机还包括第三天线，所述第三天线用于当所述夹角等于 90° 或 270° 时，接收来自于所述返航点的电磁波信号；

所述控制器还用于：

判断所述第三天线接收到的电磁波信号的相位是否滞后于所述第一天线或所述第二天线接收到的电磁波信号的相位；

若是，则确定所述无人机的当前航向为返航方向。

在本申请的一实施例中，所述控制器还用于：

若判断所述第三天线接收到的电磁波信号的相位超前于所述第一天线或所述第二天线接收到的电磁波信号的相位，则确定所述无人机的返航方向为与所述无人机当前飞行方向相反的方向。

在本申请的一实施例中，所述控制器还用于：

每隔预设时间判断所述第三天线接收到的电磁波信号的相位是否滞后于所述第一天线或所述第二天线接收到的电磁波信号的相位；

若否，则向所述返航点发出所述无人机到达附近的消息。

第四方面，本申请实施例提出了一种无人机，包括存储器和处理器，存储器中存储有计算机程序，所述计算机程序被处理器执行时，使得所述处理器执行上述所述的返航方向确定方法。

第五方面，本申请实施例提出了一种计算机可读存储介质，存储有计算机程序，所述计算机程序被处理器执行时，使得所述处理器执行上述所述的返航方向确定方法。本申请实施例的有益效果在于，本申请实施例提供的返航方向确定方法，将第一天线接收到的来自于返航点的电磁波信号转换为第一电流信号，将第二天线接收到的来自于返航点的电磁波信号转换为第二电流信号；计算第一电流信号和第二电流信号之间的滞后角和电流相位差；根据第一天线和第二天线之间的距离、滞后角和电流相位差计算第一天线和第二天线之间的连线与无人机与返航点之间的连线所构成的夹角并确定无人机的返航方向，使无人机能够找回，以解决无人机的指南针受到干扰并且长时间未恢复正常时的情况下，无人机无法找回的技术问题。

【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为本申请实施例提供的返航方向确定方法的流程图；

图2为本申请实施例提供的无人机接收返航点信号的示意图；

图3为本申请实施例提供的返航方向确定方法的部分流程图；

图4为本申请另一实施例提供的返航方向确定方法的流程图；

图5为本申请另一实施例提供的返航方向确定方法的部分流程图；

图6为本申请实施例提供的返航方向确定装置的结构框图；

图7为本申请实施例提供的返航方向确定装置的确定模块的结构框图；

图8为本申请另一实施例提供的返航方向确定装置中确定模块的结构框图；

图9为本申请又一实施例提供的返航方向确定装置的结构框图；

图10为本申请另一实施例提供的返航方向确定装置中接收机的结构框图；

图11为本申请实施例提供的接收机的系统框图；

图12为本申请实施例提供的无人机的结构示意图；

图13为本申请实施例提供的无人机的结构框图；

图14为本申请另一实施例提供的无人机的结构框图；

图15为本申请实施例提供的无人机的硬件结构示意图。

【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。

如图 1 所示，本申请实施例提供的无人机的返航方向确定方法，包括：

步骤 20：将所述第一天线接收到来自于返航点的电磁波信号转换为第一电流信号，将所述第二天线接收到来自于返航点的电磁波信号转换为第二电流信号。

在本实施例中，本申请无人机的指南针受到干扰时，无人机的天线仍然可以接收到遥控器的电磁波信号。当然，无人机的飞行方向和无人机的机头方向均可根据无人机的具体型号或款式定义，本申请申请的目的是为了确定无人机的返航方向，因此确定无人机返航方向的方法均属于本申请申请的保护范围。在本申请实施例中，具体地，设定无人机为四旋翼无人机，设定云台摄像头端为无人机的机头，电池插入端为无人机的机尾，也设定无人机的飞行方向为无人机的机头指向的方向。第一天线和第二天线位于四旋翼无人机的机头侧的脚架内，其中，第一天线和第二天线均为垂直极化天线。

步骤 40：计算第一电流信号和第二电流信号之间的滞后角和电流相位差。

在本实施例中，具体地，第一电流信号和第二电流信号之间信号滞后相位的值为滞后角。其中，第一天线和第二天线的电流分布形式相同，由于第一天线和第二天线的位置不同，导致第一电流信号和第二电流信号之间存在电流相位差。可选的，计算第一电流信号和第二电流信号之间的滞后角和电流相位差可以是分别计算出两者之间的滞后角和电流相位差，也可以是计算出滞后角和电流相位差的和值。

步骤 60：根据第一天线和第二天线之间的距离、滞后角和电流相位差计算第一天线和第二天线之间的连线与无人机与返航点之间的连线所构成的夹角。

在本申请的一实施例中，无人机与返航点 P 之间的连线相当于自第一天线指向返航点 P 的直线，具体说明如下：如图 2 所示的二元天线阵中，第一天线的接收点 0 与第二天线的接收点 1 到返航点 P 的距离分别为 r_0 和 r_1 ，由于返航点 P 很远，可近似认为 r_0 和 r_1 平行。其中所述夹角也为第一天线的接收点 0 到第二天线的接收点 1 的直线逆时针旋转到第一天线接收到的电磁波信号所在的直线（即 OP 线所在的直线）之间的夹角；由于第一天线的接收点 0 与第二天线的接

收点 1 到返航点 P 的距离很远,可近似认为第一天线自指向返航点 P 的直线(即 OP 线段所在的直线)与自第二天线指向返航点 P 的直线(即 1P 线段所在的直线)平行,故所述夹角也为第一天线的接收点 O 到第二天线的接收点 1 之间的连线逆时针旋转到自第二天线指向返航点 P 的直线(即 1P 线所在的直线)之间的夹角。如图 2 所示,第一天线和第二天线之间的距离为 d。可以理解的是,由于无人机上天线的尺寸远小于无人机与返航点之间的距离,因此可以将每一天线近似看作为一个点,则第一天线和第二天线之间的距离近似看作为两个点之间的距离。另外,当考虑天线的尺寸时,第一天线和第二天线之间的连线与无人机和返航点之间的连线所构成的夹角可以看作是第一天线和第二天线所构成的平面与无人机与返航点之间的连线所组成的夹角。

步骤 80: 根据所述夹角, 确定所述无人机的返航方向。

本申请实施例提供的无人机的返航方向确定方法, 将第一天线接收到的电磁波信号转换为第一电流信号, 将第二天线接收到电磁波信号转换为第二电流信号; 计算第一电流信号和第二电流信号之间的滞后角和电流相位差; 根据第一天线和第二天线之间的距离、滞后角和电流相位差计算第一天线和第二天线之间的连线与无人机与返航点之间的连线所构成的夹角并确定无人机的返航方向, 使无人机能够找回, 以解决无人机的指南针受到干扰并且长时间未恢复正常时的情况下, 无人机无法找回的技术问题。

在本申请的一实施例中, 所述根据第一天线和第二天线之间的距离、滞后角和电流相位差, 计算第一天线和第二天线之间的连线与无人机与返航点之间的连线所构成的夹角 θ 的公式为:

$$\theta = \arccos \left(\frac{\psi + \alpha}{\beta d} \right)$$

其中, ψ 为电流相位差, α 为滞后角, β 为电磁波在媒质中传播的相位常数, d 为第一天线与第二天线之间的距离。

在本实施例中, 如图 2 所示的二元天线阵中, 第一天线的接收点 O 与第二天线的接收点 1 到返航点 P 的距离分别为 r_0 和 r_1 , 由于返航点很远, 可近似认为 r_0 和 r_1 平行。在考虑电场强度的幅度(电场强度的大小)时, 可以认为第一天线与第二天线的电场强度的幅度相等, 但在计算第二天线的电流 I_1 和第一天线的电流 I_0 的相位差 I_1/I_0 时则要考虑第一天线与第二天线的位置不同导致的路程差, 用 $r_1 = r_0 - d \cos \theta$ 。即 $d \cos \theta$ 为 P 点到第一天线与 P 点到第二天线的路程不同引起的路

程相位差。

当第一天线和第二天线的电流分布形式相同（都是一种正弦波形式），由于路程相位差减去滞后角得到第一天线和第二天线的电流相位差，第一天线和第二天线的电流绝对值的比为 $I_1/I_0 = m$ ，且电流 I_1 较 I_0 滞后角为 α 时，即 $I_1 = mI_0 e^{-j\alpha}$ ，则电磁波到达第一天线的接收点 1 时将比第二天线的接收点 0 时的电磁波超前一个相位，其值为

$$\psi = \beta d \cos \theta - \alpha$$

如图 3 所示，在又一实施例中，所述根据所述夹角，确定所述无人机的返航方向包括：

步骤 82：判断所述夹角是否为 90° 或者 270° 。

步骤 83：当所述夹角不为 90° ，也不为 270° 时，根据所述夹角计算旋转角；

步骤 84：根据所述旋转角调整无人机的返航方向。

在本申请的一实施例中，当所述夹角不为 90° ，也不为 270° 时，使无人机的机身在所述夹角所在平面内旋转。使无人机的机身在所述夹角所在平面内旋转，相当于使无人机的机头方向在所述夹角所在平面内顺时针或逆时针旋转。

假定用 γ 代表旋转角，旋转角 γ 包括顺时针旋转角 γX 和逆时针旋转角 γY 。具体地，根据所述夹角 θ 计算无人机机头的旋转角 γ 为： $\gamma = 90^\circ - \theta$ 。上式中计算出 γ 的值为正值时，可将此值当做顺时针旋转角 γX ，若上式中计算出 γ 的值为负值时，可将此值的绝对值当做逆时针旋转角 γY 。计算出旋转角 γ 后，继续比较顺时针旋转角 γX 和逆时针旋转角 γY 的大小，选择顺时针旋转角 γX 和逆时针旋转角 γY 中小的角度进行旋转。显然地，顺时针旋转角 γX 和逆时针旋转角 γY 的和为 360° 。例如，夹角 θ 等于 30° ，则顺时针旋转角 γX 等于 60° ，逆时针旋转角 γY 等于 300° ，因为 $60^\circ < 300^\circ$ ，则选择顺时针旋转角，让无人机的机头顺时针旋转 60° ，提高旋转效率。又例如，夹角 θ 等于 210° ，则顺时针旋转角 γX 等于 240° ，逆时针旋转角 γY 等于 120° ，因为 $120^\circ < 240^\circ$ ，则选择逆时针旋转角，让无人机的机头逆时针旋转 120° ，提高旋转效率。

如图 3 所示，在再一实施例中，所述方法还包括：

步骤 85: 当所述夹角等于 90° 或 270° 时, 通过第三天线接收来自于返航点发射的电磁波信号。

在本实施例中, 当所述夹角等于 90° 或 270° 时, 有可能是无人机的机头对准遥控器的电磁波来波方向, 也有可能是无人机的机尾对准遥控器的电磁波来波方向, 此时, 需要继续使用无人机机尾的第三天线接收电磁波信号, 并进一步地, 可将第三天线接收到的电磁波信号转换为第三电流信号。

步骤 86: 判断所述第三天线接收到的电磁波信号的相位是否滞后于所述第一天线或第二天线接收到的电磁波信号的相位。

在本实施例中, 根据第三电流信号、以及第一电流信号和第二电流信号, 判断第三天线接收到的电磁波信号的相位是否滞后于第一电流信号的相位或第二电流信号的相位。由于此时所述夹角等于 90° 或 270° , 相当于无人机的机头或机尾对准遥控器的电磁波来波方向, 第一电流信号的相位与第二电流信号的相位相等, 只需判断第三电流信号的相位是否滞后于第一电流信号的相位即可, 或者只需判断第三电流信号的相位是否滞后于第二电流信号的相位即可。

步骤 87: 若是, 则确定无人机的当前航向为返航方向。

在本实施例中, 如第三天线接收到的电磁波信号的相位滞后于第一天线或第二天线接收到的电磁波信号的相位, 则说明无人机的机头对准返航点的电磁波来波方向, 保持无人机的飞行方向不变, 无人机即可飞向饭哈尼单。

步骤 88: 若否, 则确定所述无人机的返航方向为与所述无人机的当前飞行方向相反的方向。

在本实施例中, 如第三天线接收到的电磁波信号的相位不滞后于第一天线接收到的电磁波信号的相位, 或第三天线接收到的电磁波信号的相位不滞后于第二天线接收到的电磁波信号的相位, 则说明无人机的机尾对准返航点的电磁波来波方向, 将所述无人机的飞行方向调整为与所述当前飞行方向相反的方向, 无人机即可飞向返航点。

如图 4 所示, 在另一实施例中, 所述方法还包括:

步骤 120: 每隔预设时间判断所述第三天线接收到的电磁波信号的相位是否滞后于所述第一天线或第二天线接收到的电磁波信号的相位。

其中, 在无人机飞往返航点的过程中, 第一天线、第二天线和第三天线仍然在接收电磁波信号。具体地, 可以间隔一段时间判断一次第三天线接收到的

电磁波信号的相位是否滞后于所述第一天线或第二天线接收到的电磁波信号的相位，预设时间即为间隔的时间，可设定为 5 秒~5 分钟之间的任意时间，也可根据实际需要设定。

若是，则继续执行步骤 120 每隔预设时间判断所述第三天线接收到的电磁波信号的相位是否滞后于所述第一天线或第二天线接收到的电磁波信号的相位。

在本实施例中，如果第三天线接收到的电磁波信号的相位滞后于所述第一天线或第二天线接收到的电磁波信号的相位，则说明无人机还没有飞到返航点的附近，则需要继续飞行，继续判断。

步骤 140：若否，则向所述返航点发出所述无人机到达附近的消息。

在本实施例中，如果第三天线接收到的电磁波信号的相位不滞后于所述第一天线接收到的电磁波信号的相位，或第三天线接收到的电磁波信号的相位不滞后于第二天线接收到的电磁波信号的相位，则无人机已经飞过了返航点，此时停止执行步骤 120，并向所述返航点发出无人机到达附近的消息，当然也可以停止飞行，等待来自于返航点的命令。具体地，向所述返航点发出到达附近的消息可以通过通讯发送的短消息、免提前消息、彩信或链接（链接链向无人机到达返航点附近的消息），也可以是由无人机发出警示声或者由无人机发出亮光等让使用者可以获得无人机在返航点附近的方式。

当然，也可以根据无人机和遥控器上的 GPS（Global Positioning System，全球定位系统）模块定位的位置来估算无人机是否飞到了遥控器的附近，或者其他手段，只要能算出无人机与遥控器的位置的方法均可，本申请对此不作限制。

如图 5 所示，在又一实施例中，所述计算所述第一电流信号和第二电流信号之间的滞后角和电流相位差的步骤包括：

步骤 42：通过接收机处理第一天线和第二天线的电磁波信号得到所述滞后角与电流相位差的和值。

所述接收机处理第一天线和第二天线的电磁波信号得到所述滞后角与电流相位差的和值包括：

步骤 421：通过带通滤波器分别对第一天线和第二天线的电磁波信号进行滤波处理，过滤干扰信号得到允许频段的信号；

步骤 422：通过低噪声放大器放大所述允许频段的电磁波信号为放大信号；

步骤 423：将所述放大信号与无人机的交流电信号在乘法器相乘得到复合信

号；

步骤 424：通过中频放大器放大所述复合信号得到中频放大信号；

步骤 425：通过低通滤波器剔除所述中频放大信号的高频信号得到所需模拟信号；

步骤 426：分别将第一天线对应的所需模拟信号和第二天线对应的所需模拟信号转换成数字信号并输出合成数字信号；

步骤 427：利用数据采集模块采集所述合成数字信号；

步骤 428：利用信号矢量数据处理模块处理采集的合成数字信号，得到所述滞后角与电流相位差的和值。

在本实施例中，无人机上的接收机的数量为至少一个，可以让第一天线、第二天线和第三天线分别配置一个接收机。

如图 11 所示为接收机 580 的框图。第一天线和第二天线的电磁波信号进入接收机 580 的信号流分别从带通滤波器 581 到低噪声放大器 582、乘法器 583、中频放大器 584、低通滤波器 585、模数转换单元 586、数据采集单元 587 最后到信号矢量数据处理单元 588 得到所述滞后角与电流相位差的和值。

在其他实施例中，还可以通过接收机处理第一天线和第二天线的电磁波信号分别得到所述滞后角与电流相位差的值。

如图 6 所示，本申请实施例还提供一种返航方向的装置 500，所述装置包括：信号转换模块 510、第一计算模块 520、第二计算模块 530 和确定模块 540。

信号转换模块 510，用于将所述第一天线接收到的来自于返航点的电磁波信号转换为第一电流信号，将所述第二天线接收到的来自于返航点电磁波信号转换为第二电流信号；

第一计算模块 520，用于计算所述第一电流信号和第二电流信号之间的滞后角和电流相位差；

第二计算模块 530，用于根据所述第一天线和第二天线之间的距离、滞后角和电流相位差计算第一天线和第二天线之间的连线与无人机与返航点之间的连线所构成的夹角；

确定模块 540，用于根据所述夹角，确定所述无人机的返航方向。

在本申请的一实施例中，信号转换模块 510 可以是无人机的接收器，第一计算模块 520、第二计算模块 530 以及确定模块 540 可以是无人机的飞控芯片。

需要说明的是，本申请实施例提出的调整无人机的飞行方向的装置 500 与本申请方法实施例提出的调整无人机的飞行方向的方法基于相同的发明构思，方法实施例与装置实施例中的相应技术内容可相互适用，此处不再详述。

本申请实施例提供的调整无人机的飞行方向的装置 500，当位于无人机的机头的第一天线和第二天线接收到遥控器发射的电磁波信号时，信号转换模块 510 将第一天线接收到的电磁波信号转换为第一电流信号，将第二天线接收到电磁波信号转换为第二电流信号；第一计算模块 520 计算第一电流信号和第二电流信号之间的滞后角和电流相位差；第二计算模块 530 根据第一天线和第二天线之间的距离、滞后角和电流相位差计算第一天线和第二天线之间的连线与无人机与返航点之间的连线所构成的夹角，确定模块 540 根据夹角确定无人机的返航方向，使无人机能够找回，以解决无人机的指南针受到干扰并且长时间未恢复正常时的情况下，无人机无法找回的技术问题。

在另一个实施例中，所述第二计算模块 530 根据以下公式计算所述第一天线和第二天线之间的连线与无人机与返航点之间的连线所构成的夹角：

$$\theta = \arccos \left(\frac{\psi + \alpha}{\beta d} \right)$$

其中， θ 为第一天线和第二天线之间的连线与无人机和遥控器之间的连线所构成的夹角， ψ 为电流相位差， α 为滞后角， β 为电磁波在媒质中传播的相位常数， d 为第一天线与第二天线之间的距离。

在本申请的一实施例中，第二计算模块 530 可以是无人机内部的飞控芯片。

需要说明的是，本申请实施例提出的调整无人机的飞行方向的装置 500 与本申请方法实施例提出的调整无人机的飞行方向的方法基于相同的发明构思，方法实施例与装置实施例中的相应技术内容可相互适用，此处不再详述。

在又一个实施例中，如图 7 所示，所述确定模块 540 包括第一判断模块 541 和航向调整模块 542。

第一判断模块 541，用于判断夹角是否为 90° 或者 270° ；

航向调整模块 542，用于当所述第一判断模块 541 判断出所述夹角不为 90° ，也不为 270° 时，根据所述夹角计算旋转角，并根据旋转角调整无人机的返航方向。

在本申请的一实施例中，第一判断模块 541 和航向调整模块 542 可以是无

人机内部的飞控芯片。

需要说明的是，本申请实施例提出的调整无人机的飞行方向的装置 500 与本申请方法实施例提出的调整无人机的飞行方向的方法基于相同的发明构思，方法实施例与装置实施例中的相应技术内容可相互适用，此处不再详述。

在再一个实施例中，如图 8 所示，所述确定模块 540 还包括：接收模块 543 以及第二判断模块 544。

接收模块 543，用于当第一判断模块 541 判断出夹角等于 90° 或 270° 时，通过第三天线接收来自于返航点的电磁波信号；

第二判断模块 544，用于判断第三天线接收到的电磁波信号的相位是否滞后于第一天线和第二天线接收到的电磁波信号的相位；

当第二判断模块 544 判断出第三天线接收到的电磁波信号的相位滞后于所述第一天线或所述第二天线接收到的电磁波信号的相位时，确定模块 540 确定无人机的当前航向为返航方向；

当所述第二判断模块 544 判断出所述第三天线接收到的电磁波信号的相位超前于所述第一天线或所述第二天线接收到的电磁波信号的相位时，确定模块 540 确定无人机的返航方向为与无人机当前飞行方向相反的方向。

在本申请的一实施例中，接收模块 543 可以是接收器，第二判断模块 544 可以是无人机内部的飞控芯片。

需要说明的是，本申请实施例提出的调整无人机的飞行方向的装置 500 与本申请方法实施例提出的调整无人机的飞行方向的方法基于相同的发明构思，方法实施例与装置实施例中的相应技术内容可相互适用，此处不再详述。

在另一个实施例中，如图 9 所示，所述装置还包括：第三判断模块 560 和发送模块 570。

第三判断模块 560 用于每隔预设时间判断第三天线接收到的电磁波信号的相位是否滞后于第一天线和第二天线接收到的电磁波信号的相位；

发送模块 570，用于当所述第三判断模块 560 判断出所述第三天线接收到的电磁波信号的相位超前于所述第一天线或所述第二天线接收到的电磁波信号的相位时，向返航点发出无人机到达附近的消息。

在本申请的一实施例中，第三判断模块 560 可以是无人机内部的飞控芯片，

发送模块 570 可以是无人机的发射器。

需要说明的是，本申请实施例提出的调整无人机的飞行方向的装置 500 与本申请方法实施例提出的调整无人机的飞行方向的方法基于相同的发明构思，方法实施例与装置实施例中的相应技术内容可相互适用，此处不再详述。

如图 10 所示，在又一实施例中，所述第一计算模块 520 包括：接收机单元 522，接收机单元 522 用于处理第一天线和第二天线的电磁波信号得到所述滞后角与电流相位差的和值，接收机单元 522 的数量可以为至少一个，具体地，可以给第一天线、第二天线和第三天线分别配置一个接收机单元 522，也可以只用一个接收机单元 522 处理。所述接收机单元 522 包括：第一带通滤波器 5221、第一低噪声放大器 5222、第一乘法器 5223、第一中频放大器 5224、第一低通滤波器 5225、第二带通滤波器 5221'、第二低噪声放大器 5222'、第二乘法器 5223'、第二中频放大器 5224'、第二低通滤波器 5225'、模数转换单元 5226、数据采集单元 5227 和信号矢量数据处理单元 5228。

在本实施例中，第一带通滤波器 5221、第一低噪声放大器 5222、第一乘法器 5223、第一中频放大器 5224、第一低通滤波器 5225 处理的是第一天线发送的电磁波信号；第二带通滤波器 5221'、第二低噪声放大器 5222'、第二乘法器 5223'、第二中频放大器 5224'、第二低通滤波器 5225' 处理的是第二天线发送的电磁波信号。

在本实施例中，第一带通滤波器 5221，用于对第一天线发送的电磁波信号进行滤波处理，过滤干扰信号得到第一天线对应的允许频段的信号；第一低噪声放大器 5222，用于放大所述允许频段的信号为放大信号；第一乘法器 5223，用于接收所述放大信号与交流电信号，输出复合信号；第一中频放大器 5224，放大所述复合信号得到中频放大信号；第一低通滤波器 5225，剔除所述中频放大信号的高频信号得到所需模拟信号。

在本实施例中，第二带通滤波器 5221'，用于对第二天线发送的电磁波信号进行滤波处理，过滤干扰信号得到第二天线对应的允许频段的信号；第二低噪声放大器 5222'，用于放大所述允许频段的信号为放大信号；第二乘法器 5223'，用于接收所述放大信号与交流电信号，输出复合信号；第二中频放大器 5224'，放大所述复合信号得到中频放大信号；第二低通滤波器 5225'，剔除所述中频放大信号的高频信号得到所需模拟信号。

在本实施例中，模数转换单元 5226，用于分别将第一天线对应的所需模拟信号和第二天线对应的所需模拟信号转换成数字信号并输出合成数字信号；数据采集单元 5227，用于采集所述合成数字信号；信号矢量数据处理单元 5228，用于处理采集的合成数字信号，得到所述滞后角与电流相位差的和值。

需要说明的是，本申请实施例提出的调整无人机的飞行方向的装置 500 与本申请方法实施例提出的调整无人机的飞行方向的方法基于相同的发明构思，方法实施例与装置实施例中的相应技术内容可相互适用，此处不再详述。

本申请实施例还提供一种无人机 600，如图 12、13 所示，无人机 600 包括机身 610、第一天线 630、第二天线 640、接收机 580 和控制器 660。

机身 610 具有机头 620。第一天线 630 和第二天线 640 位于机头 620 一侧。接收机 580 位于机身 610 内部，接收机 580 用于当第一天线 630 和第二天线 640 接收到遥控器发射的电磁波信号时，将第一天线 630 接收到的电磁波信号转换为第一电流信号，将第二天线 640 接收到的电磁波信号转换为第二电流信号。接收机 580 还用于计算第一电流信号和第二电流信号之间的滞后角和电流相位差。

控制器 660 位于机身 610 内部，控制器 660 用于根据第一天线 630 和第二天线 640 之间的距离、滞后角以及电流相位差，计算第一天线和第二天线之间的连线与无人机与返航点之间的连线所构成的夹角。控制器 660 还用于根据所述夹角，确定无人机 600 的返航方向。

需要说明的是，本申请实施例提出的无人机 600 与本申请方法实施例提出的调整无人机的飞行方向的方法基于相同的发明构思，方法实施例与无人机实施例中的相应技术内容可相互适用，此处不再详述。

本申请实施例提供的无人机 600，当位于无人机 600 的机头 620 的第一天线 630 和第二天线 640 接收到来自于返航点的电磁波信号时，接收机 580 将第一天线 630 接收到的电磁波信号转换为第一电流信号，也将第二天线 640 接收到电磁波信号转换为第二电流信号；接收机 580 计算第一电流信号和第二电流信号之间的滞后角和电流相位差；控制器 660 根据第一天线 630 和第二天线 640 之间的距离、滞后角和电流相位差计算第一天线和第二天线之间的连线与无人机与返航点之间的连线所构成的夹角并调整无人机的飞行方向，使无人机能够找回，以解决无人机的指南针受到干扰并且长时间未恢复正常时的情况下，无

人机无法找回的技术问题。

在另一实施例中，如图 12 和图 14 所示，无人机 600 还具有与机头 620 相对的机尾 680 和设置在机尾 680 一侧的第三天线 670。在本申请实施例中，具体地，设定无人机 600 为四旋翼无人机，设定云台摄像头端为无人机 600 的机头 610，电池插入端为无人机 600 的机尾 680，也设定无人机的飞行方向为无人机 600 机头 620 的朝向方向。其中，第一天线 630、第二天线 640 和第三天线 670 均为垂直极化天线。

接收机 580 还用于当所述夹角等于 90° 或 270° 时，通过位于无人机 600 的机尾 680 的第三天线 670 接收来自于返航点的电磁波信号；控制器 660 还用于判断第三天线 670 接收到的电磁波信号的相位是否滞后于第一天线 630 或第二天线 640 接收到的电磁波信号的相位；若是，则控制器 660 确定无人机的当前航向为返航方向；若否，则控制器 660 确定无人机的返航方向为与无人机当前飞行方向相反的方向。

在本实施例中，如第三天线 670 接收到的电磁波信号的相位不滞后于第一天线 630 接收到的电磁波信号的相位，或第三天线 670 接收到的电磁波信号的相位不滞后于第二天线 640 接收到的电磁波信号的相位，则说明无人机 600 的机尾 680 对准电磁波的来波方向，将所述无人机 600 的飞行方向调整为与当前飞行方向相反的方向，无人机 600 即可飞向返航点。

在又一实施例中，如图 11 所示，无人机 600 中的接收机 580 可以包括依次连接的带通滤波器 581、低噪声放大器 582、乘法器 583、中频放大器 584、低通滤波器 585、模数转换单元 586、数据采集单元 587 和信号矢量数据处理单元 588。

第一天线和第二天线的电磁波信号进入接收机 580 的信号流分别从带通滤波器 581 到低噪声放大器 582、乘法器 583、中频放大器 584、低通滤波器 585、模数转换单元 586、数据采集单元 587 最后到信号矢量数据处理单元 588 得到所述滞后角与电流相位差的和值。

同理，第一天线和第三天线的电磁波信号也可以进入接收机 580 处理；第二天线和第三天线的电磁波信号也可以进入接收机 580 处理。

在一些实施例中，如图 15 所示，无人机 600 可以包括一个或多个处理器 660 以及存储器 690，处理器 660 和存储器 690 可以通过总线或者其他方式连接，图

15 中以通过总线连接为例。图 15 中以一个处理器 660 为例。

存储器 690 作为一种非易失性非易失性计算机可读存储介质，可用于存储非易失性软件程序、非易失性计算机可执行程序以及模块，如本申请实施例中的用于执行调整无人机的飞行方向的方法对应的程序指令/模块（例如，图 6 所示的信号转换模块 510、第一计算模块 520、第二计算模块 530、确定模块 540 和图 7 所示的第一判断模块 541、航向调整模块 542 和图 8 所示的第一判断模块 541、航向调整模块 542、接收模块 543 和图 9 所示的信号转换模块 510、第一计算模块 520、第二计算模块 530、第三判断模块 560、发送模块 570）。控制器 660 和接收机 580 通过运行存储在存储器 690 中的非易失性软件程序、指令以及模块，从而控制无人机 600 的各种功能实现以及数据处理，即实现上述方法实施例调整无人机的飞行方向的方法。

存储器 690 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、至少一个功能所需要的应用程序；存储数据区可存储无人机 600 的电磁波信号、第一电流信、第二电流信号、第三电路信号、第一天线和第二天线之间的连线与无人机和遥控器之间的连线所构成的夹角 θ ，电流相位差 ψ ，滞后角 α ，电磁波在媒质中传播的相位常数 β ，第一天线 630 和第二天线 640 之间的距离 d 等。此外，存储器 690 可以包括高速随机存取存储器，还可以包括非易失性存储器，例如至少一个磁盘存储器件、闪存器件、或其他非易失性固态存储器件。在一些实施例中，存储器 690 可选包括相对于控制器 660 远程设置的存储器，这些远程存储器可以通过网络连接至无人机 600。上述网络的实例包括但不限于移动通信网。

上述产品可执行本申请实施例所提供的方法，具备执行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，可参见本申请实施例所提供的方法。以上所述仅为本申请的较佳实施例而已，并不用以限制本申请，凡在本申请的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等，均应包含在本申请的保护范围之内。

权 利 要 求 书

1、一种返航方向确定方法，应用于无人机，所述无人机具有第一天线和第二天线，其特征在于，所述方法包括：

将所述第一天线接收到的来自返航点的电磁波信号转换为第一电流信号；

将所述第二天线接收到的来自所述返航点的电磁波信号转换为第二电流信号；

计算所述第一电流信号和所述第二电流信号之间的滞后角和电流相位差；

根据所述第一天线和所述第二天线之间的距离、所述滞后角以及所述电流相位差，计算所述第一天线和所述第二天线之间的连线与所述无人机与所述返航点之间的连线所构成的夹角；

根据所述夹角，确定所述无人机的返航方向。

2、如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述夹角采用以下公式计算：

$$\theta = \arccos \left(\frac{\psi + \alpha}{\beta d} \right)$$

其中， ψ 为所述电流相位差， α 为所述滞后角， β 为电磁波在媒质中传播的相位常数， d 为所述第一天线和所述第二天线之间的距离。

3、如权利要求 1 或 2 所述的方法，其特征在于，所述根据所述夹角，确定所述无人机的返航方向包括：

判断所述夹角是否为 90° 或者 270° ；

当所述夹角不为 90° ，也不为 270° 时，根据所述夹角计算旋转角；

根据所述旋转角确定所述无人机的返航方向。

4、如权利要求 1-3 任一项所述的方法，其特征在于，所述无人机还包括第三天线，所述第一天线和所述第二天线位于所述无人机的机头，所述第三天线位于所述无人机的机尾，所述方法还包括：

当所述夹角等于 90° 或 270° 时，通过所述第三天线接收来自于所述返航点的电磁波信号；

判断所述第三天线接收到的电磁波信号的相位是否滞后于所述第一天线或所述第二天线接收到的电磁波信号的相位；

若是，则确定所述无人机的当前航向为返航方向。

5、如权利要求4所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

若所述第三天线接收到的电磁波信号的相位超前于所述第一天线或所述第二天线接收到的电磁波信号的相位，则确定所述无人机的返航方向为与所述无人机当前飞行方向相反的方向。

6、如权利要求4或5所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

每隔预设时间判断所述第三天线接收到的电磁波信号的相位是否滞后于所述第一天线或所述第二天线接收到的电磁波信号的相位；

若否，则向所述返航点发出所述无人机到达附近的消息。

7、一种返航方向确定装置，应用于无人机，所述无人机具有第一天线和第二天线，其特征在于，所述装置包括：

信号转换模块，用于将所述第一天线接收到的来自返航点的电磁波信号转换为第一电流信号，以及将所述第二天线接收到的来自所述返航点的电磁波信号转换为第二电流信号；

第一计算模块，用于计算所述第一电流信号和所述第二电流信号之间的滞后角和电流相位差；

第二计算模块，用于根据所述第一天线和第二天线之间的距离、所述滞后角以及所述电流相位差，计算所述第一天线和所述第二天线之间的连线与所述无人机与所述返航点之间的连线所构成的夹角；

确定模块，用于根据所述夹角，确定所述无人机的返航方向。

8、如权利要求7所述的装置，其特征在于，所述第二计算模块根据以下公式计算所述夹角：

$$\theta = \arccos \left(\frac{\psi + \alpha}{\beta d} \right)$$

其中， ψ 为所述电流相位差， α 为所述滞后角， β 为电磁波在媒质中传播的

相位常数， d 为所述第一天线和所述第二天线之间的距离。

9、如权利要求 7 或 8 所述的装置，其特征在于，所述确定模块包括：

第一判断模块，用于判断所述夹角是否为 90° 或者 270° ；

航向调整模块，用于当所述第一判断模块判断出所述夹角不为 90° ，也不为 270° 时，根据所述夹角计算旋转角，并根据所述旋转角调整所述无人机的返航方向。

10、如权利要求 7-9 任一项所述的装置，其特征在于，所述无人机还包括第三天线，所述第一天线和所述第二天线位于所述无人机的机头，所述第三天线位于所述无人机的机尾，所述确定模块还包括：

接收模块，用于当所述第一判断模块判断出所述夹角等于 90° 或 270° 时，通过所述第三天线接收来自于所述返航点的电磁波信号；

第二判断模块，用于判断所述第三天线接收到的电磁波信号的相位是否滞后于所述第一天线或所述第二天线接收到的电磁波信号的相位；

当所述第二判断模块的判断结果为是时，所述确定模块确定所述无人机的当前航向为返航方向。

11、如权利要求 10 所述的装置，其特征在于，

当所述第二判断模块的判断结果为否时，所述确定模块确定所述无人机的返航方向为与所述无人机当前飞行方向相反的方向。

12、如权利要求 10 或 11 所述的装置，其特征在于，所述装置还包括：

第三判断模块，用于每隔预设时间判断所述第三天线接收到的电磁波信号的相位是否滞后于所述第一天线或所述第二天线接收到的电磁波信号的相位；

发送模块，用于当所述第三判断模块的判断结果为否时，向所述返航点发出所述无人机到达附近的消息。

13、一种无人机，其特征在于，包括：

机身；

第一天线，设于所述机身的机头侧，用于接收来自于返航点的电磁波信号；

第二天线，设于所述机身的机头侧，用于接收来自于所述返航点的电磁波

信号；

接收机，用于将所述第一天线接收到的电磁波信号转换为第一电流信号、将所述第二天线接收到的电磁波信号转换为第二电流信号以及计算所述第一电流信号和所述第二电流信号之间的滞后角和电流相位差；

控制器，用于根据所述第一天线和所述第二天线之间的距离、所述滞后角以及所述电流相位差，计算所述第一天线和所述第二天线之间的连线与所述无人机与所述返航点之间的连线所构成的夹角；以及

根据所述夹角，确定所述无人机的返航方向。

14、如权利要求 13 所述的无人机，其特征在于，所述控制器根据以下公式计算所述夹角：

$$\theta = \arccos \left(\frac{\psi + \alpha}{\beta d} \right)$$

其中， ψ 为所述电流相位差， α 为所述滞后角， β 为电磁波在媒质中传播的相位常数， d 为所述第一天线和所述第二天线之间的距离。

15、如权利要求 13 或 14 所述的无人机，其特征在于，所述控制器还用于：

判断所述夹角是否为 90° 或者 270° ；

当所述夹角不为 90° ，也不为 270° 时，根据所述夹角计算旋转角；

根据所述旋转角调整所述无人机的返航方向。

16、如权利要求 13-15 任一项所述的无人机，其特征在于，所述无人机还包括第三天线，所述第三天线用于当所述夹角等于 90° 或 270° 时，接收来自于所述返航点的电磁波信号；

所述控制器还用于：

判断所述第三天线接收到的电磁波信号的相位是否滞后于所述第一天线或所述第二天线接收到的电磁波信号的相位；

若是，则确定所述无人机的当前航向为返航方向。

17、如权利要求 16 所述的无人机，其特征在于，所述控制器还用于：

若判断所述第三天线接收到的电磁波信号的相位超前于所述第一天线或所

述第二天线接收到的电磁波信号的相位，则确定所述无人机的返航方向为与所述无人机当前飞行方向相反的方向。

18、如权利要求 16 或 17 所述的无人机，其特征在于，所述控制器还用于：
每隔预设时间判断所述第三天线接收到的电磁波信号的相位是否滞后于所述第一天线或所述第二天线接收到的电磁波信号的相位；
若否，则向所述返航点发出所述无人机到达附近的消息。

19、一种无人机，其特征在于，包括存储器和处理器，存储器中存储有计算机程序，所述计算机程序被处理器执行时，使得所述处理器执行权利要求 1 至 6 中任意一项所述的方法。

20、一种计算机可读存储介质，其特征在于，存储有计算机程序，所述计算机程序被处理器执行时，使得所述处理器执行权利要求 1 至 6 中任意一项所述的方法。

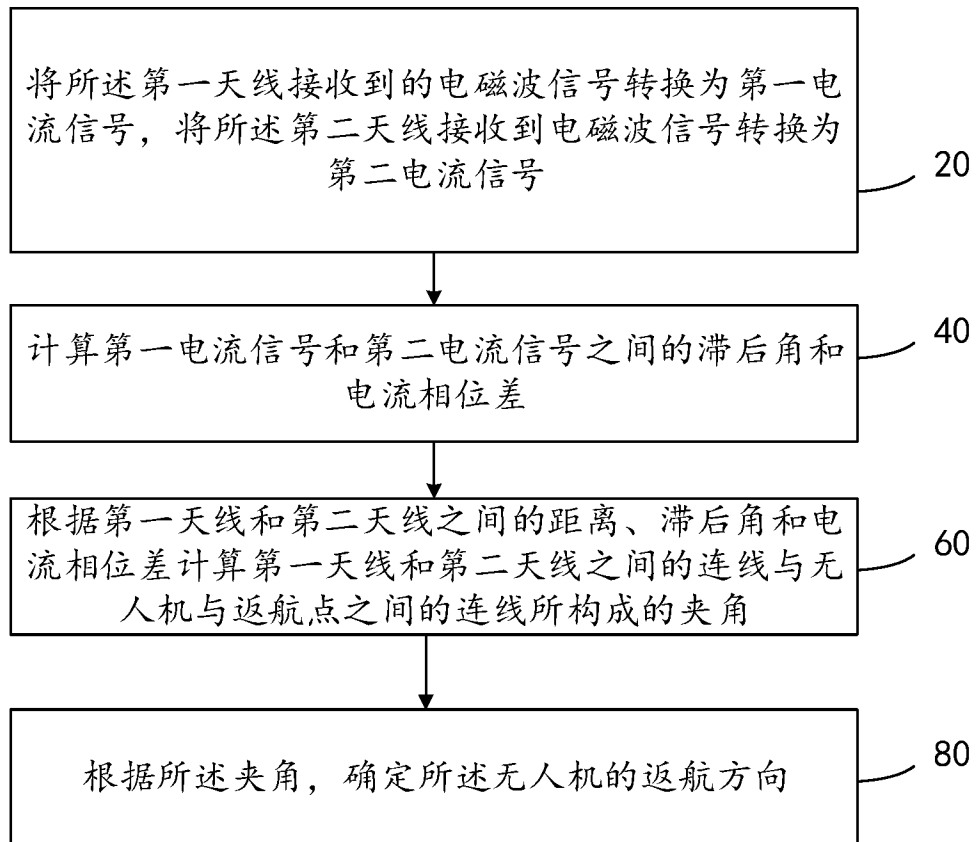


图 1

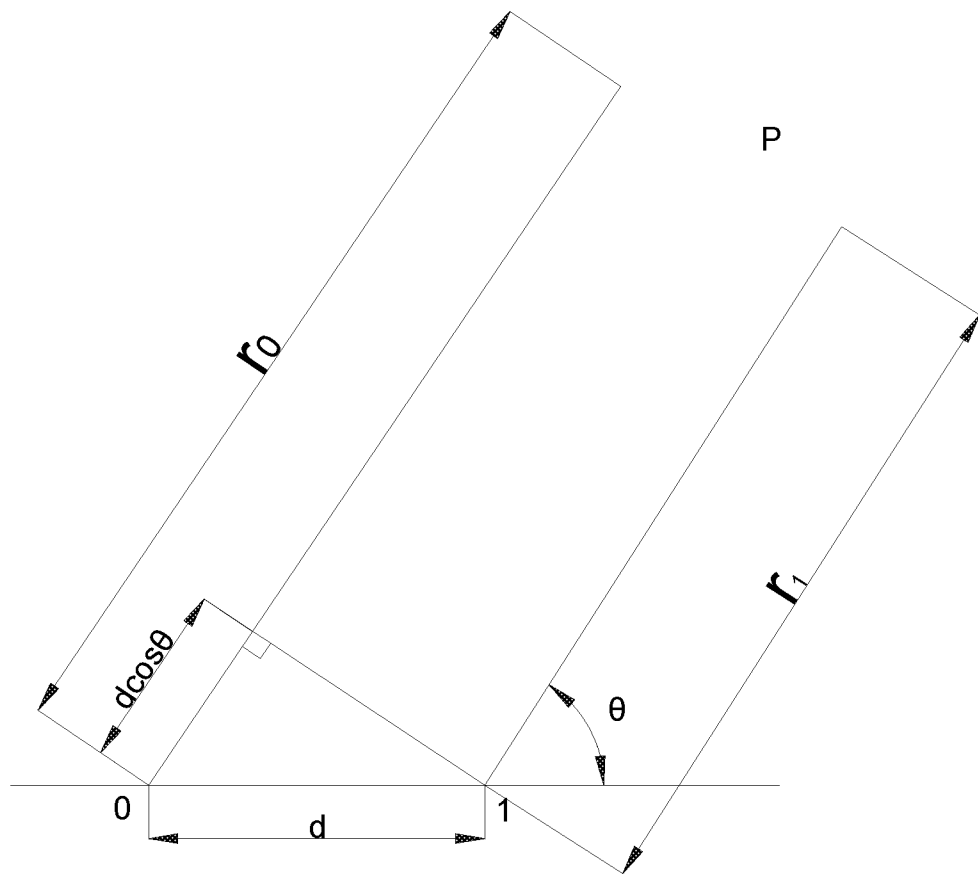


图 2

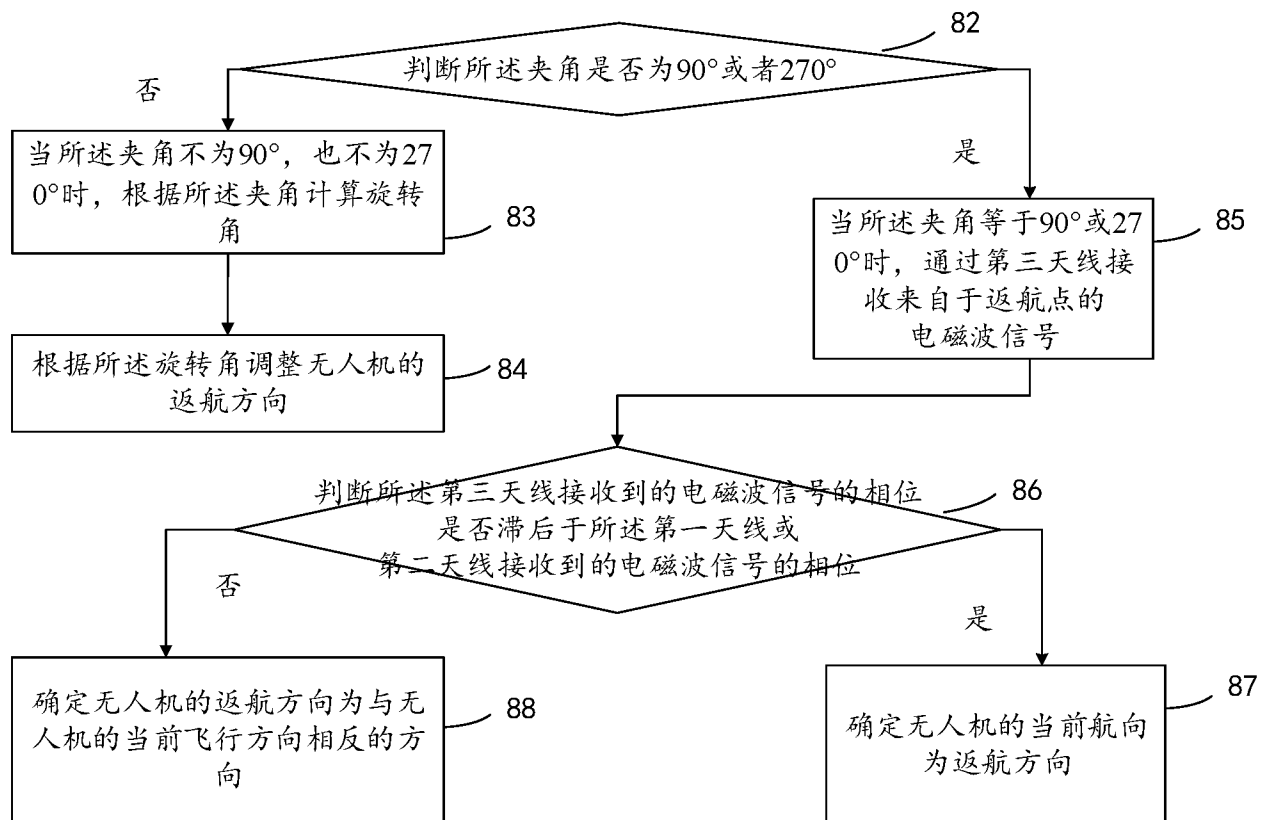


图 3

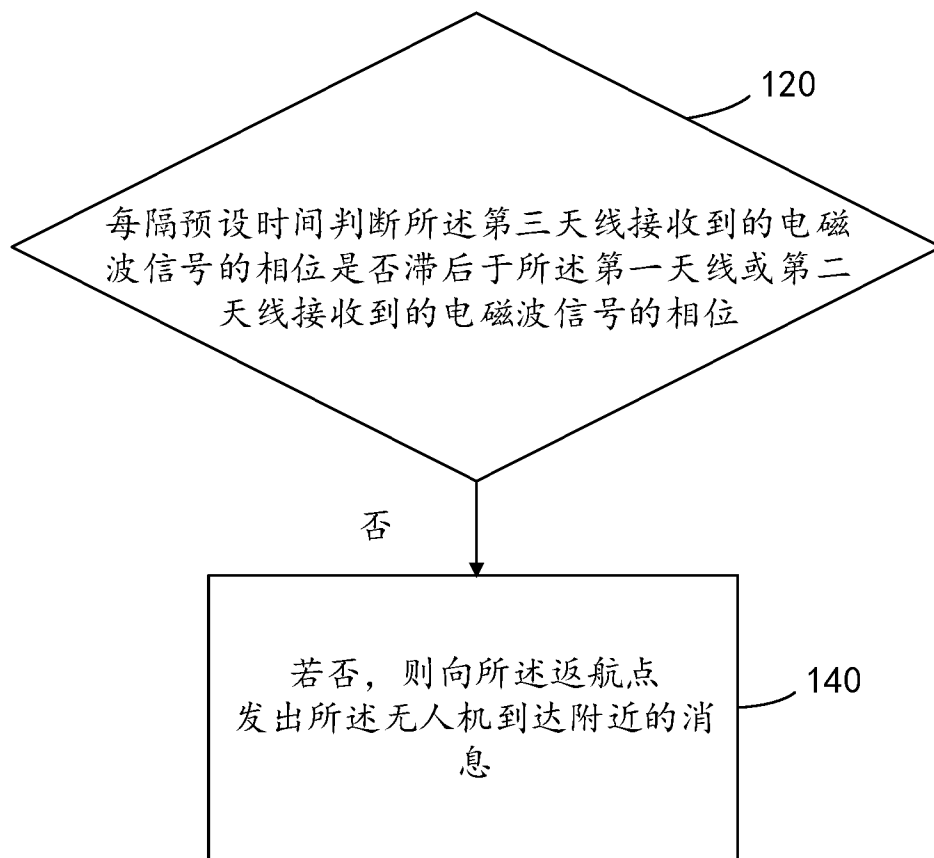


图 4



图 5



图 6



图 7

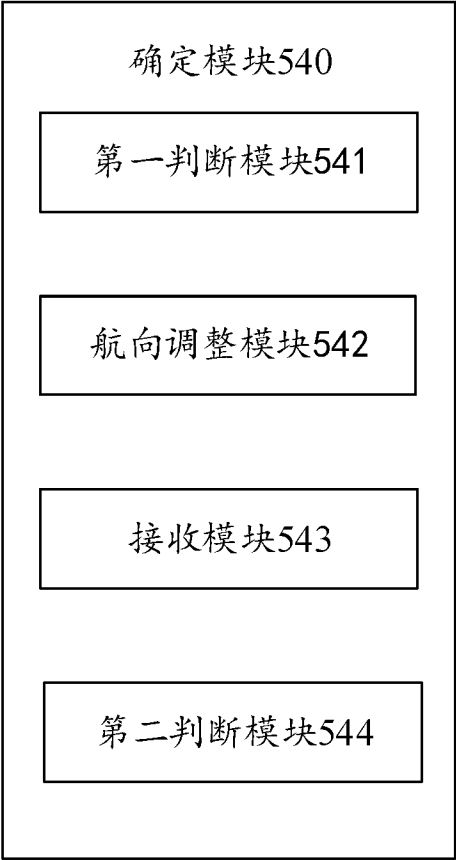


图 8

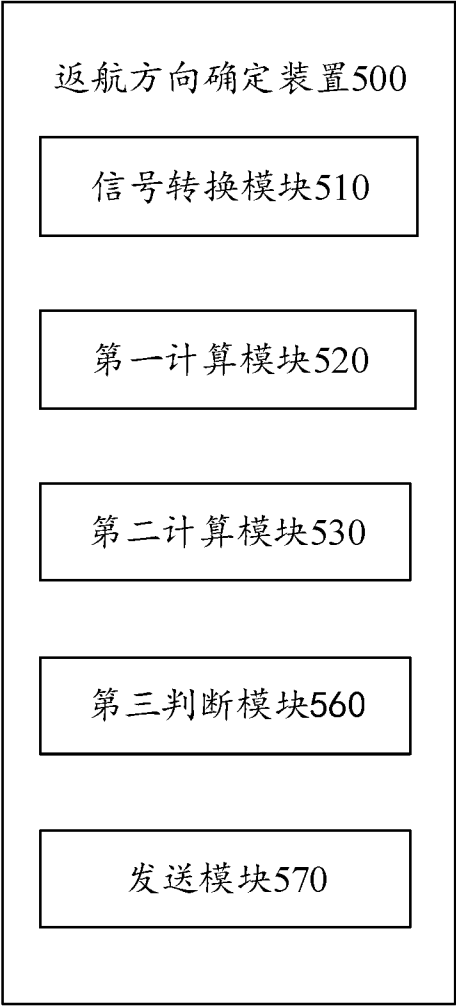


图 9

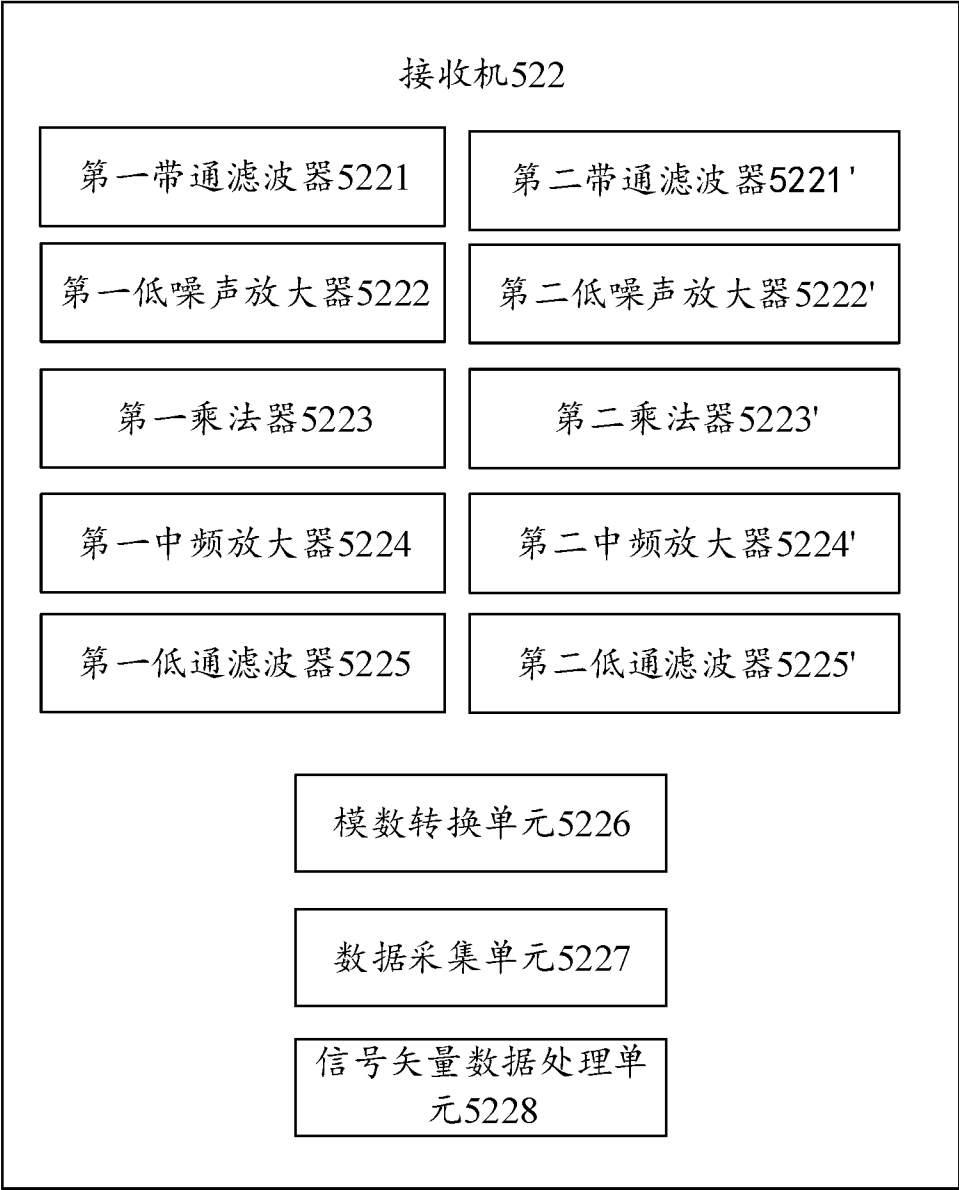


图 10

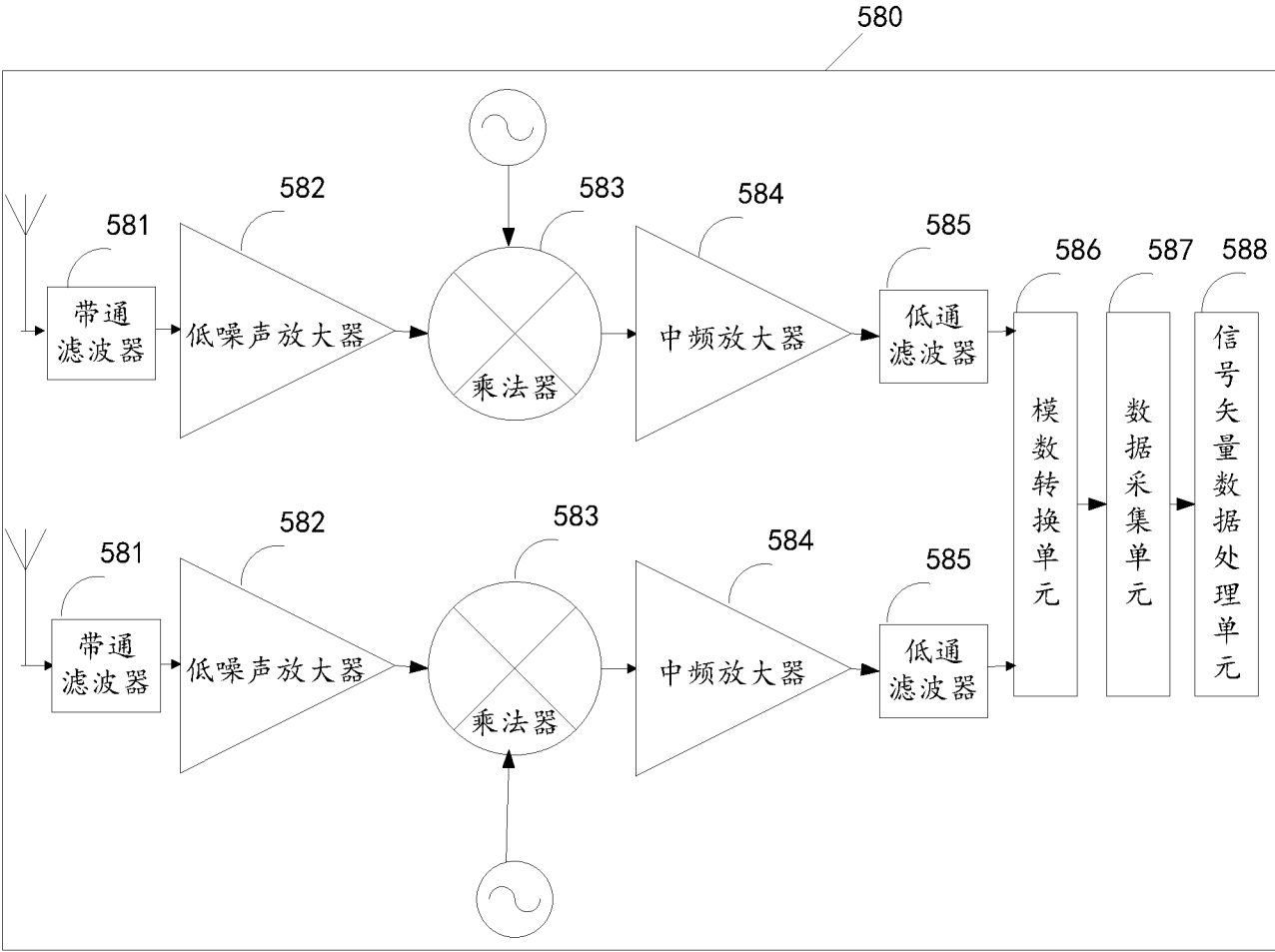


图 11

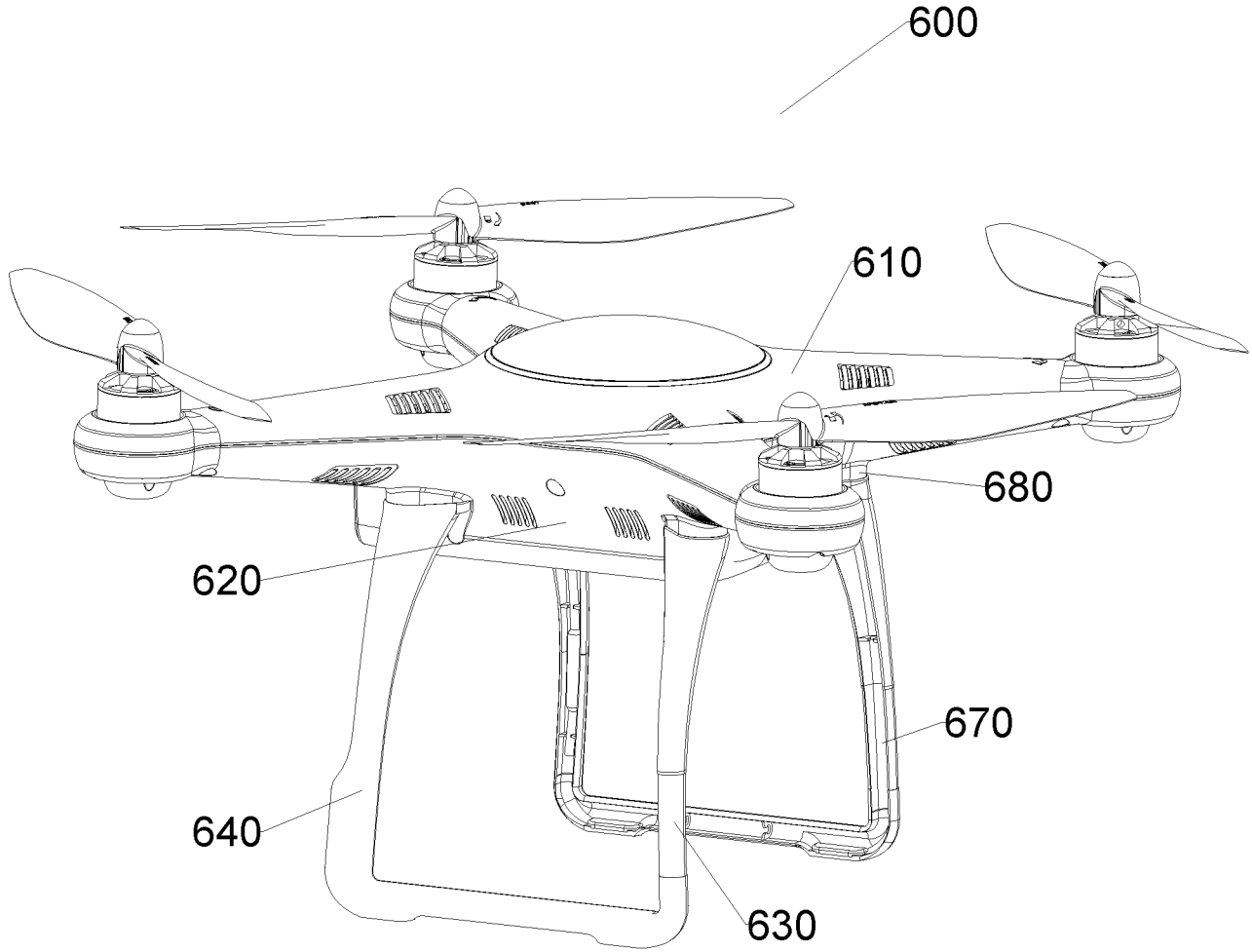


图 12

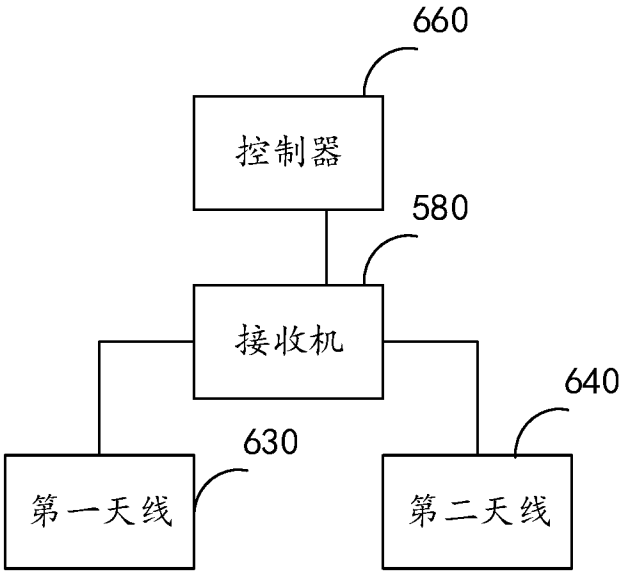


图 13

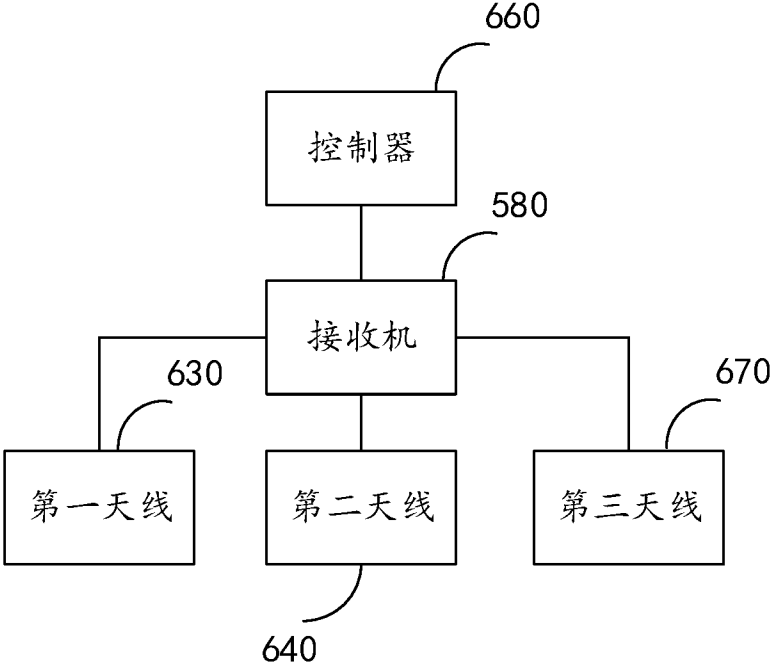


图 14

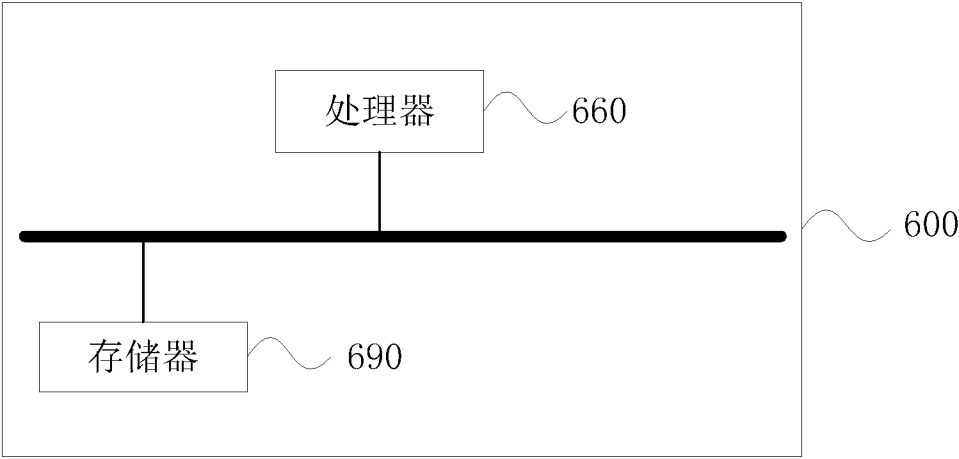


图 15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2017/106926

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G05D 1/00 (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

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)

WPI, EPODOC, CNPAT, CNKI: 无人机, 飞行器, 机载, 飞机, 降落, 着陆, 返航, 两个, 第二, 天线, 相位差, 角, 航线, 路径, 方向, 航向, UAV, receiving, antenna, direction, return, landing, beam, secondly, phasic, difference

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 106483953 A (SHENZHEN AUTEL INTELLIGENT AVIATION TECHNOLOGY CO., LTD.), 08 March 2017 (08.03.2017), description, paragraphs [0003]-[0050]	1-20
Y	CN 105765399 A (THE BOEING COMPANY), 13 July 2016 (13.07.2016), description, paragraphs [0039]-[0047] and [0063]-[0065]	1-20
Y	CN 102483452 A (NOKIA CORPORATION), 30 May 2012 (30.05.2012), description, paragraphs [0142]-[0144], and figure 1b	1-20
A	CN 101017202 A (UNIVERSITY OF ELECTRONIC SCIENCE AND TECHNOLOGY OF CHINA), 15 August 2007 (15.08.2007), entire document	1-20
A	CN 1038702 A (SUNDSTRAND DATA CONTROL INC.), 10 January 1990 (10.01.1990), entire document	1-20
A	US 2016069979 A1 (ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS RESEARCH INSTITUTE), 10 March 2016 (10.03.2016), entire document	1-20

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“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
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“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
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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
“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)	“&” document member of the same patent family
“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	

Date of the actual completion of the international search 19 December 2017	Date of mailing of the international search report 19 January 2018
Name and mailing address of the ISA 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 LIU, Mei Telephone No. (86-10) 61648431

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2017/106926

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 106483953 A	08 March 2017	None	
CN 105765399 A	13 July 2016	CA 2923978 A1	11 June 2015
		EP 3077841 A1	12 October 2016
		US 2015153436 A1	04 June 2015
		JP 2017504787 A	09 February 2017
		WO 2015084473 A1	11 June 2015
		US 9188657 B2	17 November 2015
CN 102483452 A	30 May 2012	EP 2449398 A1	09 May 2012
		US 9414353 B2	09 August 2016
		US 2015223195 A1	06 August 2015
		US 2012220315 A1	30 August 2012
		CN 106535123 A	22 March 2017
		US 8892133 B2	18 November 2014
		WO 2011000391 A1	06 January 2011
CN 101017202 A	15 August 2007	CN 101017202 B	12 May 2010
CN 1038702 A	10 January 1990	IL 90141 D0	15 December 1989
US 2016069979 A1	10 March 2016	None	

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2017/106926

A. 主题的分类

G05D 1/00(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

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))

WPI, EPODOC, CNPAT, CNKI: 无人机, 飞行器, 机载, 飞机, 降落, 着陆, 返航, 两个, 第二, 天线, 相位差, 角, 航线, 路径, 方向, 航向, UAV, receiving, antenna, direction, return, landing, beam, secondly, phasic, difference

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 106483953 A (深圳市道通智能航空技术有限公司) 2017年 3月 8日 (2017 - 03 - 08) 说明书第[0003]-[0050]段	1-20
Y	CN 105765399 A (波音公司) 2016年 7月 13日 (2016 - 07 - 13) 说明书第[0039]-[0047], [0063]-[0065]段	1-20
Y	CN 102483452 A (诺基亚公司) 2012年 5月 30日 (2012 - 05 - 30) 说明书第[0142]-[0144]段、图1b	1-20
A	CN 101017202 A (电子科技大学) 2007年 8月 15日 (2007 - 08 - 15) 全文	1-20
A	CN 1038702 A (森德斯特兰德数据控制公司) 1990年 1月 10日 (1990 - 01 - 10) 全文	1-20
A	US 2016069979 A1 (ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS RESEARCH INSTITUTE) 2016年 3月 10日 (2016 - 03 - 10) 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

2017年 12月 19日

国际检索报告邮寄日期

2018年 1月 19日

ISA/CN的名称和邮寄地址

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

受权官员

刘玫

传真号 (86-10)62019451

电话号码 (86-10)61648431

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2017/106926

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	106483953	A	2017年 3月 8日	无			
CN	105765399	A	2016年 7月 13日	CA	2923978	A1	2015年 6月 11日
				EP	3077841	A1	2016年 10月 12日
				US	2015153436	A1	2015年 6月 4日
				JP	2017504787	A	2017年 2月 9日
				WO	2015084473	A1	2015年 6月 11日
				US	9188657	B2	2015年 11月 17日
CN	102483452	A	2012年 5月 30日	EP	2449398	A1	2012年 5月 9日
				US	9414353	B2	2016年 8月 9日
				US	2015223195	A1	2015年 8月 6日
				US	2012220315	A1	2012年 8月 30日
				CN	106535123	A	2017年 3月 22日
				US	8892133	B2	2014年 11月 18日
				WO	2011000391	A1	2011年 1月 6日
CN	101017202	A	2007年 8月 15日	CN	101017202	B	2010年 5月 12日
CN	1038702	A	1990年 1月 10日	IL	90141	D0	1989年 12月 15日
US	2016069979	A1	2016年 3月 10日	无			

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)