

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2020 年 12 月 30 日 (30.12.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/258231 A1

(51) 国际专利分类号:

G01S 7/40 (2006.01)

(21) 国际申请号:

PCT/CN2019/093624

(22) 国际申请日:

2019 年 6 月 28 日 (28.06.2019)

(25) 申请语言:

中文

(26) 公布语言:

中文

(71) 申请人: 深圳市大疆创新科技有限公司 (SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区高新南区粤兴一道9号香港科大深圳产学研大楼6楼, Guangdong 518057 (CN)。

(72) 发明人: 陆新飞 (LU, Xinfei); 中国广东省深圳市南山区高新南区粤兴一道9号香港科大深圳产学研大楼6楼, Guangdong 518057 (CN)。 李怡强 (LI, Yiqiang); 中国广东省深圳市南山区高新南区粤兴

一道9号香港科大深圳产学研大楼6楼, Guangdong 518057 (CN)。 王宇 (WANG, Yu); 中国广东省深圳市南山区高新南区粤兴一道9号香港科大深圳产学研大楼6楼, Guangdong 518057 (CN)。

(74) 代理人: 北京友联知识产权代理事务所 (普通合伙) (YOULINK INTELLECTUAL PROPERTY LAW FIRM); 中国北京市海淀区学清路8号科技财富中心A座506室尚志峰, Beijing 100192 (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 SYSTEM FOR CALIBRATING MOUNTING ANGLE OF MILLIMETER WAVE RADAR ASSEMBLY, AND MOVABLE PLATFORM

(54) 发明名称: 毫米波雷达组件安装角度的标定方法及系统、可移动平台

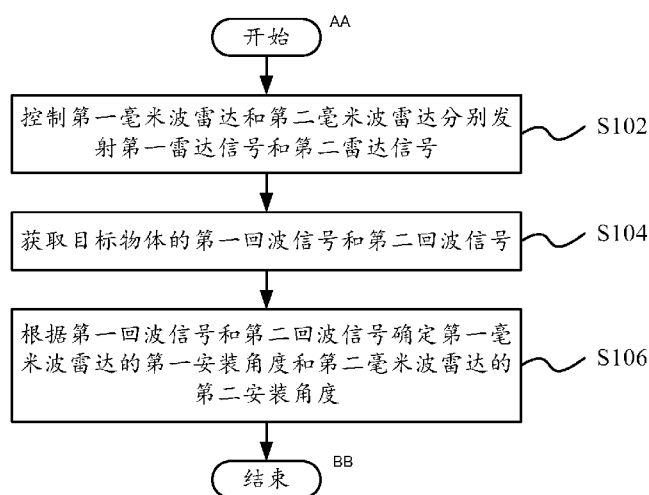


图 1

(57) Abstract: Provided are a method and system for calibrating a mounting angle of a millimeter wave radar assembly, and a movable platform. A millimeter wave radar assembly (202) is used for a movable platform (200), and the millimeter wave radar assembly (202) comprises a first millimeter wave radar for emitting a first radar signal and receiving a first echo signal, and a second millimeter wave radar for emitting a second radar signal and receiving a second echo signal, wherein the detection ranges of the first millimeter wave radar and the second millimeter wave radar have an overlapping region. The method for calibrating a mounting angle of the millimeter wave radar assembly (202) comprises: controlling a first millimeter wave radar and a second millimeter wave radar to respectively emit a first radar signal and a second radar signal (S102); acquiring a first echo signal and a second echo signal from a target object (S104); and determining a first mounting angle of the first millimeter wave radar and a second mounting angle of the second millimeter wave radar according to the first echo signal and the second echo signal (S106). By means of the solution, a mounting angle calibration flow is simplified.



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))。

(57) 摘要: 提供了一种毫米波雷达组件安装角度的标定方法及系统、可移动平台, 其中, 毫米波雷达组件 (202) 用于可移动平台 (200), 毫米波雷达组件 (202) 包括用于发射第一雷达信号及接收第一回波信号的第一毫米波雷达, 以及用于发射第二雷达信号及接收第二回波信号的第二毫米波雷达, 第一毫米波雷达和第二毫米波雷达的探测范围存在重叠区域, 毫米波雷达组件 (202) 安装角度的标定方法包括: 控制第一毫米波雷达和第二毫米波雷达分别发射第一雷达信号和第二雷达信号 (S102); 获取目标物体的第一回波信号和第二回波信号 (S104); 根据第一回波信号和第二回波信号确定第一毫米波雷达的第一安装角度和第二毫米波雷达的第二安装角度 (S106)。该方案简化了安装角度标定的流程。

毫米波雷达组件安装角度的标定方法及系统、可移动平台

5 技术领域

本申请涉及车载雷达技术领域，具体而言，涉及一种毫米波雷达组件安装角度的标定方法、一种毫米波雷达组件安装角度的标定系统、一种可移动平台及一种计算机可读存储介质。

10 背景技术

随着车载毫米波雷达相关技术的迅速发展，车载毫米波雷达已成为辅助驾驶和自动驾驶领域必不可少的传感器之一。目前车载毫米波雷达主要采用的安装方案有 1+2 方案和 1+4 方案，方案中的 2 和 4 指的是角雷达的数目，角雷达因其功能需求多采用较宽的波束覆盖范围，并且为了覆盖关注区域一般采用双雷达方案。例如，在角雷达的数目为 2 时，可在车尾对称安装两个后向角雷达，主要用于观测车辆后方区域，实现盲区检测、变道辅助、后向碰撞预警等；在角雷达的数目为 4 时，可在车头和车尾分别对称安装两个角雷达。由于角雷达安装有一定的角度，在无法获取准确的水平安装角度的情况下，角雷达将无法提供准确的目标相对于自车的距离及速度，角雷达相关功能将受到影响。

传统的角雷达水平安装角度采用机械校准方案，而由于角雷达一般装于车辆保险杆内部，标定安装角度时需拆装保险杆，非常麻烦。

发明内容

25 本申请旨在至少解决现有技术或相关技术中存在的技术问题之一。

为此，本申请的第一方面提出了一种毫米波雷达组件安装角度的标定方法。

本申请的第二方面提出了一种毫米波雷达组件安装角度的标定系统。

本申请的第三方面提出了一种可移动平台。

本申请的第四方面提出了一种计算机可读存储介质。

有鉴于此,根据本申请的第一方面,提供了一种毫米波雷达组件安装角度的标定方法,毫米波雷达组件用于可移动平台,毫米波雷达组件包括第一毫米波雷达和第二毫米波雷达,第一毫米波雷达用于发射第一雷达信号及接收第一回波信号,第二毫米波雷达用于发射第二雷达信号及接收第二回波信号,第一毫米波雷达和第二毫米波雷达的探测范围存在重叠区域,毫米波雷达组件安装角度的标定方法包括:控制第一毫米波雷达和第二毫米波雷达分别发射第一雷达信号和第二雷达信号;获取目标物体的第一回波信号和第二回波信号;根据第一回波信号和第二回波信号确定第一毫米波雷达的第一安装角度和第二毫米波雷达的第二安装角度。

另外,根据本申请提供的上述技术方案中的毫米波雷达组件安装角度的标定方法,还可以具有如下附加技术特征:

在上述技术方案中,优选地,第一安装角度和第二安装角度为同一方向上的安装角度。

在上述任一技术方案中,优选地,根据第一回波信号和第二回波信号确定第一毫米波雷达的第一安装角度和第二毫米波雷达的第二安装角度,包括:根据第一回波信号和第二回波信号分别获得相应的探测信息,探测信息包括目标物体与发射点之间的相对距离和相对角度;根据第一毫米波雷达和第二毫米波雷达的间距、第一回波信号对应的相对距离和相对角度、第二回波信号对应的相对距离和相对角度、第一安装角度、第二安装角度之间的几何关系,确定第一安装角度和第二安装角度。

在上述任一技术方案中,优选地,根据第一毫米波雷达和第二毫米波雷达的间距、第一回波信号对应的相对距离和相对角度、第二回波信号对应的相对距离和相对角度、第一安装角度、第二安装角度之间的几何关系,确定第一安装角度和第二安装角度,包括:以第一毫米波雷达和第二毫米波雷达之间的连线方向为横向,以横向的垂直方向为纵向,利用第一回波信号对应的相对距离在横向上的分量与第二回波信号对应的相对距离在横向上的分量之和等于第一毫米波雷达和第二毫米波雷达的间距,第一回波信号对应的相对距离在纵向上的分量与第二回波信号对应的相对距离在纵

向上的分量相等，确定第一安装角度和第二安装角度。

在上述任一技术方案中，优选地，毫米波雷达组件安装角度的标定方法还包括：根据不同帧的第一回波信号和第二回波信号分别确定第一安装角度和第二安装角度，和/或针对位于不同位置的目标物体，重复执行控制
5 第一毫米波雷达和第二毫米波雷达分别发射第一雷达信号和第二雷达信号的步骤，并确定相应的第一安装角度和第二安装角度；计算全部第一安装角度的平均值，作为最终的第一安装角度；计算全部第二安装角度的平均值，作为最终的第二安装角度。

在上述任一技术方案中，优选地，目标物体在重叠区域内的不同位置
10 之间移动，以获取不同位置的目标物体的第一回波信号和第二回波信号。

在上述任一技术方案中，优选地，目标物体在每个位置停留预设时长。

在上述任一技术方案中，优选地，目标物体的数量为多个，根据第一回波信号和第二回波信号确定第一毫米波雷达的第一安装角度和第二毫米波雷达的第二安装角度，包括：针对每个目标物体的第一回波信号和第二
15 回波信号，确定相应的第一安装角度和第二安装角度；计算全部第一安装角度的平均值，作为最终的第一安装角度；计算全部第二安装角度的平均值，作为最终的第二安装角度。

在上述任一技术方案中，优选地，目标物体为置于空旷环境中的角反射器或静态物体；可移动平台静置于空旷环境中。

在上述任一技术方案中，优选地，获取目标物体的第一回波信号和第二回波信号包括：接收同一帧的第一回波信号和第二回波信号；根据第一回波信号和第二回波信号分别获得相应的探测信息，探测信息包括目标点与发射点之间的相对距离和相对角度；将同时满足二者的相对距离之差小于雷达距离分辨单元、二者的相对角度之和小于第一角度门限、二者的相
20 对角度与各自对应的粗估安装角度的偏差均小于第二角度门限的一个第一回波信号和一个第二回波信号记为目标物体的第一回波信号和第二回波信号。

在上述任一技术方案中，优选地，第一角度门限与第一毫米波雷达和第二毫米波雷达的安装角一致性相关；和/或第二角度门限与第一毫米波雷

达和第二毫米波雷达的安装角一致性相关。

在上述任一技术方案中，优选地，第一角度门限小于 10° ；和/或第二角度门限小于 10° 。

在上述任一技术方案中，优选地，目标物体为可移动平台在移动过程中检测到的物体。

在上述任一技术方案中，优选地，毫米波雷达组件安装角度的标定方法还包括：检测第一回波信号中的第一候选物体和第二回波信号中的第二候选物体；获取第一候选物体的第一探测信息，第一探测信息包括第一候选物体与第一毫米波雷达之间的相对距离和相对角度；获取第二候选物体的第二探测信息，第二探测信息包括第二候选物体与第二毫米波雷达之间的相对距离和相对角度；根据第一探测信息和第二探测信息，确定第一候选物体和第二候选物体为同一物体，且为目标物体。

在上述任一技术方案中，优选地，根据第一探测信息和第二探测信息，确定第一候选物体和第二候选物体为同一物体，且为目标物体，包括：根据第一探测信息、第二探测信息、第一毫米波雷达的粗估安装角度和第二毫米波雷达的粗估安装角度确定第一候选物体和第二候选物体的位置；确定间距小于预设间距的第一候选物体和第二候选物体为同一物体，且为目标物体。

根据本申请的第二方面，提供了一种毫米波雷达组件安装角度的标定系统，毫米波雷达组件用于可移动平台，毫米波雷达组件包括第一毫米波雷达和第二毫米波雷达，第一毫米波雷达用于发射第一雷达信号及接收第一回波信号，第二毫米波雷达用于发射第二雷达信号及接收第二回波信号，第一毫米波雷达和第二毫米波雷达的探测范围存在重叠区域，毫米波雷达组件的标定系统包括存储器和处理器，存储器被配置为存储计算机指令；处理器被配置为执行计算机指令以实现：控制第一毫米波雷达和第二毫米波雷达分别发射第一雷达信号和第二雷达信号；获取目标物体的第一回波信号和第二回波信号；根据第一回波信号和第二回波信号确定第一毫米波雷达的第一安装角度和第二毫米波雷达的第二安装角度。

另外，根据本申请提供的上述技术方案中的毫米波雷达组件安装角度

的标定系统，还可以具有如下附加技术特征：

在上述技术方案中，优选地，第一安装角度和第二安装角度为同一方向上的安装角度。

在上述任一技术方案中，优选地，处理器执行计算机指令时实现的根据第一回波信号和第二回波信号确定第一毫米波雷达的第一安装角度和第二毫米波雷达的第二安装角度，包括：根据第一回波信号和第二回波信号分别获得相应的探测信息，探测信息包括目标物体与发射点之间的相对距离和相对角度；根据第一毫米波雷达和第二毫米波雷达的间距、第一回波信号对应的相对距离和相对角度、第二回波信号对应的相对距离和相对角度、第一安装角度、第二安装角度之间的几何关系，确定第一安装角度和第二安装角度。

在上述任一技术方案中，优选地，处理器执行计算机指令时实现的根据第一毫米波雷达和第二毫米波雷达的间距、第一回波信号对应的相对距离和相对角度、第二回波信号对应的相对距离和相对角度、第一安装角度、第二安装角度之间的几何关系，确定第一安装角度和第二安装角度，包括：以第一毫米波雷达和第二毫米波雷达之间的连线方向为横向，以横向的垂直方向为纵向，利用第一回波信号对应的相对距离在横向上的分量与第二回波信号对应的相对距离在横向上的分量之和等于第一毫米波雷达和第二毫米波雷达的间距，第一回波信号对应的相对距离在纵向上的分量与第二回波信号对应的相对距离在纵向上的分量相等，确定第一安装角度和第二安装角度。

在上述任一技术方案中，优选地，处理器执行计算机指令时还实现：根据不同帧的第一回波信号和第二回波信号分别确定第一安装角度和第二安装角度，和/或针对位于不同位置的目标物体，重复执行控制第一毫米波雷达和第二毫米波雷达分别发射第一雷达信号和第二雷达信号的步骤，并确定相应的第一安装角度和第二安装角度；计算全部第一安装角度的平均值，作为最终的第一安装角度；计算全部第二安装角度的平均值，作为最终的第二安装角度。

在上述任一技术方案中，优选地，目标物体在重叠区域内的不同位置

之间移动，以获取不同位置的目标物体的第一回波信号和第二回波信号。

在上述任一技术方案中，优选地，目标物体在每个位置停留预设时长。

在上述任一技术方案中，优选地，目标物体的数量为多个，处理器执行计算机指令时实现的根据第一回波信号和第二回波信号确定第一毫米波
5 雷达的第一安装角度和第二毫米波雷达的第二安装角度，包括：针对每个目标物体的第一回波信号和第二回波信号，确定相应的第一安装角度和第二安装角度；计算全部第一安装角度的平均值，作为最终的第一安装角度；计算全部第二安装角度的平均值，作为最终的第二安装角度。

在上述任一技术方案中，优选地，目标物体为置于空旷环境中的角反
10 射器或静态物体；可移动平台静置于空旷环境中。

在上述任一技术方案中，优选地，处理器执行计算机指令时实现的获取目标物体的第一回波信号和第二回波信号包括：接收同一帧的第一回波信号和第二回波信号；根据第一回波信号和第二回波信号分别获得相应的探测信息，探测信息包括目标点与发射点之间的相对距离和相对角度；将
15 同时满足二者的相对距离之差小于雷达距离分辨单元、二者的相对角度之和小于第一角度门限、二者的相对角度与各自对应的粗估安装角度的偏差均小于第二角度门限的一个第一回波信号和一个第二回波信号记为目标物体的第一回波信号和第二回波信号。

在上述任一技术方案中，优选地，第一角度门限与第一毫米波雷达和
20 第二毫米波雷达的安装角一致性相关；和/或第二角度门限与第一毫米波雷达和第二毫米波雷达的安装角一致性相关。

在上述任一技术方案中，优选地，第一角度门限小于 10° ；和/或第二角度门限小于 10° 。

在上述任一技术方案中，优选地，目标物体为可移动平台在移动过程
25 中检测到的物体。

在上述任一技术方案中，优选地，处理器执行计算机指令时还实现：检测第一回波信号中的第一候选物体和第二回波信号中的第二候选物体；获取第一候选物体的第一探测信息，第一探测信息包括第一候选物体与第一毫米波雷达之间的相对距离和相对角度；获取第二候选物体的第二探测

信息，第二探测信息包括第二候选物体与第二毫米波雷达之间的相对距离和相对角度；根据第一探测信息和第二探测信息，确定第一候选物体和第二候选物体为同一物体，且为目标物体。

在上述任一技术方案中，优选地，处理器执行计算机指令时实现的根据第一探测信息和第二探测信息，确定第一候选物体和第二候选物体为同一物体，且为目标物体，包括：根据第一探测信息、第二探测信息、第一毫米波雷达的粗估安装角度和第二毫米波雷达的粗估安装角度确定第一候选物体和第二候选物体的位置；确定间距小于预设间距的第一候选物体和第二候选物体为同一物体，且为目标物体。

10 根据本申请的第三方面，提供了一种可移动平台，可移动平台包括毫米波雷达组件、存储器和处理器，毫米波雷达组件包括第一毫米波雷达和第二毫米波雷达，第一毫米波雷达用于发射第一雷达信号及接收第一回波信号，第二毫米波雷达用于发射第二雷达信号及接收第二回波信号，第一毫米波雷达和第二毫米波雷达的探测范围存在重叠区域；存储器被配置为
15 存储计算机指令；处理器被配置为执行计算机指令以实现：控制第一毫米波雷达和第二毫米波雷达分别发射第一雷达信号和第二雷达信号；获取目标物体的第一回波信号和第二回波信号；根据第一回波信号和第二回波信号确定第一毫米波雷达的第一安装角度和第二毫米波雷达的第二安装角度。

20 另外，根据本申请提供的上述技术方案中的可移动平台，还可以具有如下附加技术特征：

在上述技术方案中，优选地，第一安装角度和第二安装角度为同一方向上的安装角度。

在上述任一技术方案中，优选地，处理器执行计算机指令时实现的根据第一回波信号和第二回波信号确定第一毫米波雷达的第一安装角度和第二毫米波雷达的第二安装角度，包括：根据第一回波信号和第二回波信号分别获得相应的探测信息，探测信息包括目标物体与发射点之间的相对距离和相对角度；根据第一毫米波雷达和第二毫米波雷达的间距、第一回波信号对应的相对距离和相对角度、第二回波信号对应的相对距离和相对角

度、第一安装角度、第二安装角度之间的几何关系，确定第一安装角度和第二安装角度。

在上述任一技术方案中，优选地，处理器执行计算机指令时实现的根据第一毫米波雷达和第二毫米波雷达的间距、第一回波信号对应的相对距离和相对角度、第二回波信号对应的相对距离和相对角度、第一安装角度、第二安装角度之间的几何关系，确定第一安装角度和第二安装角度，包括：以第一毫米波雷达和第二毫米波雷达之间的连线方向为横向，以横向的垂直方向为纵向，利用第一回波信号对应的相对距离在横向上的分量与第二回波信号对应的相对距离在横向上的分量之和等于第一毫米波雷达和第二毫米波雷达的间距，第一回波信号对应的相对距离在纵向上的分量与第二回波信号对应的相对距离在纵向上的分量相等，确定第一安装角度和第二安装角度。

在上述任一技术方案中，优选地，处理器执行计算机指令时还实现：根据不同帧的第一回波信号和第二回波信号分别确定第一安装角度和第二安装角度，和/或针对位于不同位置的目标物体，重复执行控制第一毫米波雷达和第二毫米波雷达分别发射第一雷达信号和第二雷达信号的步骤，并确定相应的第一安装角度和第二安装角度；计算全部第一安装角度的平均值，作为最终的第一安装角度；计算全部第二安装角度的平均值，作为最终的第二安装角度。

在上述任一技术方案中，优选地，目标物体在重叠区域内的不同位置之间移动，以获取不同位置的目标物体的第一回波信号和第二回波信号。

在上述任一技术方案中，优选地，目标物体在每个位置停留预设时长。

在上述任一技术方案中，优选地，目标物体的数量为多个，处理器执行计算机指令时实现的根据第一回波信号和第二回波信号确定第一毫米波雷达的第一安装角度和第二毫米波雷达的第二安装角度，包括：针对每个目标物体的第一回波信号和第二回波信号，确定相应的第一安装角度和第二安装角度；计算全部第一安装角度的平均值，作为最终的第一安装角度；计算全部第二安装角度的平均值，作为最终的第二安装角度。

在上述任一技术方案中，优选地，目标物体为置于空旷环境中的角反

射器或静态物体；可移动平台静置于空旷环境中。

在上述任一技术方案中，优选地，处理器执行计算机指令时实现的获取目标物体的第一回波信号和第二回波信号包括：接收同一帧的第一回波信号和第二回波信号；根据第一回波信号和第二回波信号分别获得相应的
5 探测信息，探测信息包括目标点与发射点之间的相对距离和相对角度；将同时满足二者的相对距离之差小于雷达距离分辨单元、二者的相对角度之和小于第一角度门限、二者的相对角度与各自对应的粗估安装角度的偏差均小于第二角度门限的一个第一回波信号和一个第二回波信号记为目标物体的第一回波信号和第二回波信号。

10 在上述任一技术方案中，优选地，第一角度门限与第一毫米波雷达和第二毫米波雷达的安装角一致性相关；和/或第二角度门限与第一毫米波雷达和第二毫米波雷达的安装角一致性相关。

在上述任一技术方案中，优选地，第一角度门限小于 10° ；和/或第二角度门限小于 10° 。

15 在上述任一技术方案中，优选地，目标物体为可移动平台在移动过程中检测到的物体。

在上述任一技术方案中，优选地，处理器执行计算机指令时还实现：检测第一回波信号中的第一候选物体和第二回波信号中的第二候选物体；获取第一候选物体的第一探测信息，第一探测信息包括第一候选物体与第一毫米波雷达之间的相对距离和相对角度；获取第二候选物体的第二探测
20 信息，第二探测信息包括第二候选物体与第二毫米波雷达之间的相对距离和相对角度；根据第一探测信息和第二探测信息，确定第一候选物体和第二候选物体为同一物体，且为目标物体。

在上述任一技术方案中，优选地，处理器执行计算机指令时实现的根据
25 第一探测信息和第二探测信息，确定第一候选物体和第二候选物体为同一物体，且为目标物体，包括：根据第一探测信息、第二探测信息、第一毫米波雷达的粗估安装角度和第二毫米波雷达的粗估安装角度确定第一候选物体和第二候选物体的位置；确定间距小于预设间距的第一候选物体和第二候选物体为同一物体，且为目标物体。

根据本申请的第四方面，提供了一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，计算机程序被处理器执行时实现如所述任一技术方案所述的毫米波雷达组件安装角度的标定方法的步骤。

毫米波雷达设置为角雷达时，因其功能需求，一般波束较宽，因此一对角雷达通常存在波束覆盖范围重叠区域。本申请实施例提供了一种毫米波雷达组件安装角度的标定方案，正是利用了毫米波雷达组件的第一毫米波雷达和第二毫米波雷达的探测范围重叠区域。毫米波雷达发射的雷达信号在遇到障碍物后会反射形成回波信号，回波信号同时受到障碍物的位置和毫米波雷达的安装角度这两个因素的影响，可利用其中的任一因素来表示另一因素，但在其中任一因素不确定的情况下，所得到的另一因素并不准确。本申请提供的方法获取上述重叠区域内的一个目标物体的第一回波信号和第二回波信号，则第一回波信号和第二回波信号所反映的就是同一个障碍物（即该目标物体）的位置，也就是存在相同的位置因素，可借此分析第一回波信号和第二回波信号，并得出第一毫米波雷达的第一安装角度和第二毫米波雷达的第二安装角度。本申请采用信号处理方式，避免了传统机械校准的复杂操作，从而大幅简化了安装角度标定的流程，大为降低了标定复杂程度，大大降低所需人力及时间成本。

本申请的附加方面和优点将在下面的描述部分中变得明显，或通过本申请的实践了解到。

附图说明

本申请的上述和/或附加的方面和优点从结合下面附图对实施例的描述中将变得明显和容易理解，其中：

图 1 示出了本申请的一个实施例的毫米波雷达组件安装角度的标定方法的示意图；

图 2 示出了本申请的一个实施例的毫米波雷达组件安装角度的标定方法的原理图；

图 3 示出了本申请的一个实施例的毫米波雷达组件安装角度的标定系统的结构示意图；

图 4 示出了本申请的一个实施例的可移动平台的结构示意图。

具体实施方式

为了能够更清楚地理解本申请的上述目的、特征和优点，下面结合附图和具体实施方式对本申请进行进一步的详细描述。需要说明的是，在不冲突的情况下，本申请的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

在下面的描述中阐述了很多具体细节以便于充分理解本申请，但是，本申请还可以采用其他不同于在此描述的其他方式来实施，因此，本申请的保护范围并不受下面公开的具体实施例的限制。

本申请第一方面的实施例提供了一种毫米波雷达组件安装角度的标定方法，毫米波雷达组件用于可移动平台（例如车辆、无人飞行器等），毫米波雷达组件包括第一毫米波雷达和第二毫米波雷达，第一毫米波雷达用于发射第一雷达信号及接收第一回波信号，第二毫米波雷达用于发射第二雷达信号及接收第二回波信号，第一毫米波雷达和第二毫米波雷达的探测范围存在重叠区域。例如，当毫米波雷达组件用于车辆上时，其可以为安装于车左前方和车右前方的两个毫米波雷达，该两个毫米波雷达分别用于探测车辆左前方和右前方的环境状况，并且在车辆正前方存在着重叠区域，从而可以完整地探测车辆前方的状况而不遗漏特定的区域，为车辆的辅助驾驶或自动驾驶提供更好的环境感知功能。当毫米波雷达组件用于无人飞行器上时，其可以为安装在无人飞行器前下方和后下方的两个毫米波雷达，该两个毫米波雷达分别用于探测无人飞行器前下方和后下方的环境状况，并且在无人飞行器正下方存在着重叠区域，从而可以完整地探测无人飞行器下方的环境而不遗漏特定的区域，为无人飞行器的飞行控制提供更好的环境感知功能。可以理解的是，毫米波雷达组件也可以用于其他可移动平台上，本申请对此并不作限制。

下文将以车辆为例，具体对本申请的实施例进行说明。

图 1 示出了本申请的一个实施例的毫米波雷达组件安装角度的标定方法的示意流程图。

如图 1 所示，该毫米波雷达组件安装角度的标定方法包括：

S102, 控制第一毫米波雷达和第二毫米波雷达分别发射第一雷达信号和第二雷达信号;

S104, 获取目标物体的第一回波信号和第二回波信号;

5 S106, 根据第一回波信号和第二回波信号确定第一毫米波雷达的第一安装角度和第二毫米波雷达的第二安装角度。

毫米波雷达设置为角雷达时, 因其功能需求, 一般波束较宽, 因此一对角雷达通常存在波束覆盖范围重叠区域。本申请实施例提供的毫米波雷达组件安装角度的标定方法, 正是利用了毫米波雷达组件的第一毫米波雷达和第二毫米波雷达的探测范围重叠区域。毫米波雷达发射的雷达信号在遇到障碍物后会反射形成回波信号, 回波信号同时受到障碍物的位置和毫米波雷达的安装角度这两个因素的影响, 可利用其中的任一因素来表示另一因素, 但在其中任一因素不确定的情况下, 所得到的另一因素并不准确。本申请提供的方法获取上述重叠区域内的一个目标物体的第一回波信号和第二回波信号, 则第一回波信号和第二回波信号所反映的就是同一个障碍物 (即该目标物体) 的位置, 也就是存在相同的位置因素, 可借此分析第一回波信号和第二回波信号, 并得出第一毫米波雷达的第一安装角度和第二毫米波雷达的第二安装角度。本申请采用信号处理方式, 避免了传统机械校准的复杂操作, 从而大幅简化了安装角度标定的流程, 大为降低了标定复杂程度, 大大降低所需人力及时间成本。可以理解的是, 本申请并不限于毫米波雷达, 而适用于任何两个存在重叠区域的雷达的安装角度的标定。

在一些实施例中, 第一安装角度和第二安装角度为同一方向上的安装角度。

25 雷达的安装角度是其安装面相对于某一方向的偏转角度。在该实施例中, 通过限定第一安装角度和第二安装角度在方向上的一致性, 也就是限定了二者是第一毫米波雷达的安装面和第二毫米波雷达的安装面相对于同一个方向的偏转角度, 例如图 2 所述, 第一安装角度 β_M 就是第一毫米波雷达的安装面相对于水平方向 (即图中的 x 轴) 的偏转角度, 第二安装角度 β_S 就是第二毫米波雷达的安装面相对于水平方向的偏转角度, 有助于确保利

用重叠区域进行安装角度标定时时的标定结果的准确性。

5 在一些实施例中，根据第一回波信号和第二回波信号确定第一毫米波雷达的第一安装角度和第二毫米波雷达的第二安装角度，包括：根据第一回波信号和第二回波信号分别获得相应的探测信息，探测信息包括目标物体与发射点之间的相对距离和相对角度；根据第一毫米波雷达和第二毫米波雷达的间距、第一回波信号对应的相对距离和相对角度、第二回波信号对应的相对距离和相对角度、第一安装角度、第二安装角度之间的几何关系，确定第一安装角度和第二安装角度。

10 在该实施例中，重叠区域内的目标物体被第一毫米波雷达和第二毫米波雷达同时观测到，利用雷达测量相对距离和相对角度，结合几何关系，可以解算出两个毫米波雷达的安装角度。该实施例通过数据处理解算的方式准确获取毫米波雷达的安装角度，避免了传统机械校准的复杂操作，从而大幅简化了安装角度标定的流程，大为降低了标定复杂程度，大大降低所需人力及时间成本。

15 在一些实施例中，根据第一毫米波雷达和第二毫米波雷达的间距、第一回波信号对应的相对距离和相对角度、第二回波信号对应的相对距离和相对角度、第一安装角度、第二安装角度之间的几何关系，确定第一安装角度和第二安装角度，包括：以第一毫米波雷达和第二毫米波雷达之间的连线方向为横向，以横向的垂直方向为纵向，利用第一回波信号对应的相对距离在横向上的分量与第二回波信号对应的相对距离在横向上的分量之和等于第一毫米波雷达和第二毫米波雷达的间距，第一回波信号对应的相对距离在纵向上的分量与第二回波信号对应的相对距离在纵向上的分量相等，确定第一安装角度和第二安装角度。

25 在该实施例中，具体限定了如何表达第一毫米波雷达、第二毫米波雷达和目标物体之间的几何位置关系。第一毫米波雷达、第二毫米波雷达和目标物体在同一平面内围成一个三角形，第一毫米波雷达和第二毫米波雷达的间距反映三角形的第一条边的边长，第一回波信号和第二回波信号各自对应的相对距离则分别反映三角形的第二条边和第三条边的边长。由于三角形的任意两条边在另一边上的投影长度之和等于另一边的长度，而第

二条边与第一条边的夹角可以利用第一回波信号对应的相对角度和第一安装角度来表示, 第三条边与第一条边的夹角可以利用第二回波信号对应的相对角度和第二安装角度来表示, 因此可以通过上述几何位置关系计算出第一安装角度和第二安装角度。

5 接下来结合图 2 介绍上述计算原理。如图 2 所示, 以第一毫米波雷达和第二毫米波雷达之间的连线为车身坐标系的 x 轴, 以车辆自身中轴线为 y 轴, d 为单个毫米波雷达至车身坐标系原点 o 的距离, β_M 为第一安装角度, 即第一毫米波雷达的安装面与 x 轴的夹角, β_S 为第二安装角度, 即第二毫米波雷达的安装面与 x 轴的夹角。假设一个目标物体位于车身坐标系下的
10 (x, y) 点, (r_M, α_M) 和 (r_S, α_S) 分别为第一毫米波雷达和第二毫米波雷达在雷达自身极坐标系下获取的相对距离及相对角度。根据几何关系可得

$$\begin{cases} x = r_M \times \sin(\alpha_M - \beta_M) + d \\ y = r_M \times \cos(\alpha_M - \beta_M) \\ x = r_S \times \sin(\alpha_S - \beta_S) - d \\ y = r_S \times \cos(\alpha_S - \beta_S) \end{cases},$$

其中的各个角度为带有方向的值, 即有正负之分, 并非绝对值。

联合上式可得

$$\begin{cases} r_M \times \sin(\alpha_M - \beta_M) + d = r_S \times \sin(\alpha_S - \beta_S) - d \\ r_M \times \cos(\alpha_M - \beta_M) = r_S \times \cos(\alpha_S - \beta_S) \end{cases},$$

其中, 第一个等式相当于表达了第一回波信号对应的相对距离在横向上的分量 $-r_M \times \sin(\alpha_M - \beta_M)$ 与第二回波信号对应的相对距离在横向上的分量 $r_S \times \sin(\alpha_S - \beta_S)$ 之和等于第一毫米波雷达和第二毫米波雷达的间距 $2d$, 第二个等式表达了第一回波信号对应的相对距离在纵向上的分量 $r_M \times \cos(\alpha_M - \beta_M)$
20 与第二回波信号对应的相对距离在纵向上的分量 $r_S \times \cos(\alpha_S - \beta_S)$ 相等。

经过变换可得

$$\begin{cases} \beta_M = \sin^{-1}\left(\frac{r_M^2 - r_S^2 + 4d^2}{4r_M d}\right) + \alpha_M \\ \beta_S = \sin^{-1}\left(\frac{r_M^2 - r_S^2 - 4d^2}{4r_M d}\right) + \alpha_S \end{cases}。$$

显然, 上式中除了 β_M 和 β_S 外, 其余信息均可通过简单测量获得。

在一些实施例中，根据第一回波信号和第二回波信号确定第一毫米波雷达的第一安装角度和第二毫米波雷达的第二安装角度，包括：根据不同帧的第一回波信号和第二回波信号分别确定第一安装角度和第二安装角度；计算全部第一安装角度的平均值，作为最终的第一安装角度；计算全部第二安装角度的平均值，作为最终的第二安装角度。

在该实施例中，毫米波雷达可以连续发射雷达信号，进而连续接收回波信号，利用在不同帧接收到的第一回波信号和第二回波信号，可以分别确定出多组第一安装角度和第二安装角度，再将所有计算结果的平均值作为最终的第一安装角度和第二安装角度输出，可以降低测量误差带来的安装角度偏差。

在一些实施例中，毫米波雷达组件安装角度的标定方法还包括：针对位于不同位置的目标物体，重复执行控制第一毫米波雷达和第二毫米波雷达分别发射第一雷达信号和第二雷达信号的步骤，并确定相应的第一安装角度和第二安装角度；计算全部第一安装角度的平均值，作为最终的第一安装角度；计算全部第二安装角度的平均值，作为最终的第二安装角度。

在该实施例中，进一步改变目标物体的位置，针对位于不同位置的目标物体，分别计算出多组第一安装角度和第二安装角度，再将所有计算结果的平均值作为最终的第一安装角度和第二安装角度输出，可以降低测量误差带来的安装角度偏差。

可以想到的是，可结合不同位置的目标物体在不同帧的第一回波信号和第二回波信号来确定第一安装角度和第二安装角度，此时多个位置多帧结果联合处理，可进一步降低测量误差带来的安装角度偏差。

在一些实施例中，目标物体在重叠区域内的不同位置之间移动，以获取不同位置的目标物体的第一回波信号和第二回波信号。

在该实施例中，通过令目标物体在重叠区域内的不同位置之间移动，可以利用一个目标物体获得多组第一回波信号和第二回波信号，进而确定出多组第一安装角度和第二安装角度，降低测量误差带来的安装角度偏差。

在一些实施例中，目标物体在每个位置停留预设时长。

在该实施例中，进一步令目标物体在每个位置停留预设时长，一方面

提高了移动控制的自动化，另一方面可在每个位置获得多帧结果，丰富了样本数量。可选地，目标物体在每个位置停留的预设时长均相等，例如 10s 或 15s，既便于控制，又保证了每个位置处得到的计算结果数量相等，使得不同位置处的计算结果对最终的计算结果的影响一致。

- 5 在一些实施例中，目标物体的数量为多个，根据第一回波信号和第二回波信号确定第一毫米波雷达的第一安装角度和第二毫米波雷达的第二安装角度，包括：针对每个目标物体的第一回波信号和第二回波信号，确定相应的第一安装角度和第二安装角度；计算全部第一安装角度的平均值，作为最终的第一安装角度；计算全部第二安装角度的平均值，作为最终的
10 第二安装角度。

在该实施例中，具体限定了目标物体的数量为多个的情况，此时可同时得到多组第一回波信号和第二回波信号，相当于同时针对不同位置的目标物体执行了计算，既可提高单位时间内的采样数量，又降低了对周围环境的要求，即不必清理重叠区域，以保证只存在一个目标物体。同上，可
15 进一步结合不同帧的回波信号，进一步增加采样数量。

在一些实施例中，目标物体为置于空旷环境中的角反射器或静态物体；车辆静置于空旷环境中。

在该实施例中，目标物体和车辆均静置于空旷环境中，即该实施例提供了一种毫米波雷达组件的安装角度的静态标定方案。此时环境中没有其他干扰障碍物，且目标物体和车辆都处于稳定的静置状态，可以提高标定
20 结果的准确度。具体地，目标物体可以为角反射器，以提高回波信号的强度，也可以为普通的静态物体。该方案尤其适合于车辆生产测试阶段。

在一些实施例中，获取目标物体的第一回波信号和第二回波信号包括：接收同一帧的第一回波信号和第二回波信号；根据第一回波信号和第二回波信号分别获得相应的探测信息，探测信息包括目标点与发射点之间的相对距离和相对角度；将同时满足二者的相对距离之差小于雷达距离分辨单元、二者的相对角度之和小于第一角度门限、二者的相对角度与各自对应的粗估安装角度的偏差均小于第二角度门限的一个第一回波信号和一个第二回波信号记为目标物体的第一回波信号和第二回波信号。
25

在该实施例中，即使采用上述静态标定方案，也可能存在其他障碍物反射回的噪音信号，该实施例具体限定了确定一组第一回波信号和第二回波信号的方案。首先接收同一帧的第一回波信号和第二回波信号，保证了第一回波信号和第二回波信号的时间一致性，后续则筛选出针对同一目标

5 物体的第一回波信号和第二回波信号。具体而言，对同一帧回波信号进行分析，以获得相应的探测信息，包括目标点与发射点之间的相对距离和相对角度。由于目标物体处在重叠区域内，而重叠区域位于第一毫米波雷达和第二毫米波雷达之间，且范围不至于过大，因此可以认为同一目标物体的第一回波信号和第二回波信号对应的探测信息相对于第一毫米波雷达和

10 第二毫米波雷达的对称轴近似对称，也就是二者的相对距离差值很小，二者的相对角度由于存在方向，其值应一正一负，因此二者的相对角度之和很小，此时分别引入雷达距离分辨单元（又称为雷达距离分辨率，是当两个目标位于同一方位角但与雷达的距离不同时，二者被雷达区分出来的最小距离）和第一角度门限，可认为相对距离之差小于雷达距离分辨单元、

15 相对角度之和小于第一角度门限的一个第一回波信号和一个第二回波信号为同一目标物体的第一回波信号和第二回波信号。此外，受到几何关系影响，理论上来说，探测信息中的相对角度与相应的雷达的安装角度之差应等于目标点和发射点之间的连线与前述的纵向之间的夹角，而重叠区域是位于第一毫米波雷达和第二毫米波雷达之间的小范围区域，所以该夹角应

20 为一个较小的值。通过将第一回波信号对应的相对角度与第一毫米波雷达的粗估安装角度做对比，将第二回波信号对应的相对角度与第二毫米波雷达的粗估安装角度做对比，并要求对比所得的偏差小于第二角度门限，可以过滤掉重叠区域以外的障碍物反射的回波信号，实现噪音过滤。其中，粗估安装角度的误差为正负 5° 。

25 在一些实施例中，第一角度门限与第一毫米波雷达和第二毫米波雷达的安装角一致性相关；和/或第二角度门限与第一毫米波雷达和第二毫米波雷达的安装角一致性相关。

在该实施例中，具体限定了第一角度门限和/或第二角度门限与第一毫米波雷达和第二毫米波雷达的安装角一致性相关。第一毫米波雷达和第二

毫米波雷达的安装角一致性越高，第一毫米波雷达和第二毫米波雷达发射的毫米波雷达越对称，则第一回波信号和第二回波信号对应的相对角度越接近，第一毫米波雷达和第二毫米波雷达的粗估安装角度也越接近，第一角度门限和/或第二角度门限的取值越小，其具体取值可结合试验得到。

5 在一些实施例中，第一角度门限小于 10° 。

在一些实施例中，第二角度门限小于 10° 。

在一些实施例中，目标物体为车辆在移动过程中检测到的物体。

在该实施例中，车辆处于移动状态，目标物体是车辆在移动过程中检测到的物体，即该实施例提供了一种毫米波雷达组件的安装角度的动态标定方案。在接收到同一帧第一回波信号和第二回波信号时，由于相应的各个雷达信号到达障碍物的时间差别较小，可近似认为目标物体与车辆处于相对静止的状态，并基于此进行后续的数据处理。该方案可以在车辆完成生产并投入使用后运行，拓展了适用时机。

15 在一些实施例中，毫米波雷达组件安装角度的标定方法还包括：检测第一回波信号中的第一候选物体和第二回波信号中的第二候选物体；获取第一候选物体的第一探测信息，第一探测信息包括第一候选物体与第一毫米波雷达之间的相对距离和相对角度；获取第二候选物体的第二探测信息，第二探测信息包括第二候选物体与第二毫米波雷达之间的相对距离和相对角度；根据第一探测信息和第二探测信息，确定第一候选物体和第二候选物体为同一物体，且为目标物体。

25 在该实施例中，当采用上述动态标定方案时，车辆周围的障碍物较多，如何确定一个第一回波信号和一个第二回波信号均来自目标物体，即来自同一物体，非常重要。与静态标定时类似，需先接收同一帧的第一回波信号和第二回波信号，再分析出相应的第一探测信息和第二探测信息，则可以得到各自对应的第一候选物体和第二候选物体的情况，若确定第一候选物体和第二候选物体为同一物体，则表明相应的第一回波信号和第二回波信号均来自目标物体，可执行后续标定计算，确保了标定结果的准确性。

在一些实施例中，根据第一探测信息和第二探测信息，确定第一候选物体和第二候选物体为同一物体，且为目标物体，包括：根据第一探测信

息、第二探测信息、第一毫米波雷达的粗估安装角度和第二毫米波雷达的粗估安装角度确定第一候选物体和第二候选物体的位置；确定间距小于预设间距的第一候选物体和第二候选物体为同一物体，且为目标物体。

在该实施例中，具体限定了如何确定第一候选物体和第二候选物体为同一物体。首先，利用第一探测信息和第二探测信息中的相对距离、相对角度，以及第一毫米波雷达和第二毫米波雷达的粗估安装角度，可以计算出每个第一回波信号对应的第一候选物体的位置，和每个第二回波信号对应的第二候选物体的位置，理论上来说，为同一物体的第一候选物体和第二候选物体的位置应重合，但由于计算时使用的是粗估安装角度，因此计算结果会存在误差，但差别不至于过大，此时分别计算各个第一候选物体与各个第二候选物体的间距，并将间距小于预设间距时对应的一组第一候选物体和第二候选物体确定为同一物体，即为目标物体，保证了方案的顺利运行。

可以理解的是，由于车辆移动过程中，处于第一毫米波雷达和第二毫米波雷达的重叠区域内的障碍物可能不止一个，也就对应前文中目标物体的数量为多个的情况。当然，也可能出现重叠区域内不存在障碍物的情况，此时只需继续接收下一帧的回波信号。

接下来继续结合图 2 中的标号介绍一个具体实施例。该毫米波雷达组件安装角度的标定方法包括：

步骤 1，测量第一毫米波雷达或第二毫米波雷达距车身中轴线的距离 d ；

步骤 2，控制第一毫米波雷达和第二毫米波雷达分别发射第一雷达信号和第二雷达信号；

步骤 3，在车身中轴线附近由近及远 N 个位置分别放置角反射器，每个位置停留 10s；

步骤 4，对每个位置获取的第一回波信号和第二回波信号进行处理，分别获取探测信息 (r_M, α_M) 和 (r_S, α_S) ，一个探测信息反映了一个目标点的位置；

步骤 5，在每个位置获得的每帧结果里寻找同时满足如下条件的目标

点

$$\begin{cases} |r_M - r_S| < r_\varepsilon \\ |\alpha_M + \alpha_S| < \alpha_\varepsilon \\ |\alpha_M - \alpha_{M\mu}| < \alpha_\varepsilon \\ |\alpha_S - \alpha_{S\mu}| < \alpha_\varepsilon \end{cases},$$

认为是第一毫米波雷达和第二毫米波雷达同时观测的相同目标, 其中, r_ε 为雷达距离分辨单元, $\alpha_{M\mu}$ 为第一毫米波雷达的粗估安装角度, $\alpha_{S\mu}$ 为第二毫米波雷达的粗估安装角度, α_ε 和 α_ε 为不超过 10° 的角度门限, 具体值取决于第一毫米波雷达和第二毫米波雷达的安装角的一致性差别程度。

步骤 6, 对满足上述条件的目标点 $i(i=1,2\dots I)$ 分别代入

$$\begin{cases} \beta_{Mi} = \sin^{-1}\left(\frac{r_{Mi}^2 - r_{Si}^2 + 4d^2}{4r_{Mi}d}\right) + \alpha_{Mi} \\ \beta_{Si} = \sin^{-1}\left(\frac{r_{Mi}^2 - r_{Si}^2 - 4d^2}{4r_{Mi}d}\right) + \alpha_{Si} \end{cases};$$

步骤 7, 对所有 I 个目标处理结果取平均即可获得第一安装角度和第二安装角度

$$\begin{cases} \beta_M = \frac{\sum_{i=1}^I \beta_{Mi}}{I} \\ \beta_S = \frac{\sum_{i=1}^I \beta_{Si}}{I} \end{cases}。$$

由于雷达测量过程必不可少地会混入量测噪声, 这里采用多个位置多帧结果求平均, 以避免单次测量造成的误差偏差较大。

本申请第二方面的实施例提供了一种毫米波雷达组件安装角度的标定系统, 毫米波雷达组件用于可移动平台 (例如车辆), 毫米波雷达组件包括第一毫米波雷达和第二毫米波雷达, 第一毫米波雷达用于发射第一雷达信号及接收第一回波信号, 第二毫米波雷达用于发射第二雷达信号及接收第二回波信号, 第一毫米波雷达和第二毫米波雷达的探测范围存在重叠区域。

图 3 示出了本申请的一个实施例的毫米波雷达组件安装角度的标定系统的结构示意图。如图 3 所示, 该毫米波雷达组件安装角度的标定系统 100

包括：

存储器 102，被配置为存储计算机指令；

处理器 104，被配置为执行计算机指令以实现：控制第一毫米波雷达
5 和第二毫米波雷达分别发射第一雷达信号和第二雷达信号；获取目标物体
的第一回波信号和第二回波信号；根据第一回波信号和第二回波信号确定
第一毫米波雷达的第一安装角度和第二毫米波雷达的第二安装角度。

本申请实施例提供的毫米波雷达组件安装角度的标定系统 100，利用
了毫米波雷达组件的第一毫米波雷达和第二毫米波雷达的探测范围重叠区
域。获取上述重叠区域内的一个目标物体的第一回波信号和第二回波信号，
10 则第一回波信号和第二回波信号所反映的就是同一个障碍物（即该目标物
体）的位置，也就是存在相同的位置因素，可借此分析第一回波信号和第
二回波信号，并得出第一毫米波雷达的第一安装角度和第二毫米波雷达的
第二安装角度。本申请采用信号处理方式，避免了传统机械校准的复杂操
作，从而大幅简化了安装角度标定的流程，大为降低了标定复杂程度，大
15 大降低所需人力及时间成本。可以理解的是，本申请并不限于毫米波雷达，
而适用于任何两个存在重叠区域的雷达的安装角度的标定。

在一些实施例中，第一安装角度和第二安装角度为同一方向上的安装
角度。

在该实施例中，通过限定第一安装角度和第二安装角度在方向上的一
20 致性，也就是限定了二者是第一毫米波雷达的安装面和第二毫米波雷达的
安装面相对于同一个方向的偏转角度，有助于确保利用重叠区域进行安装
角度标定时标定结果的准确性。

在一些实施例中，处理器 104 执行计算机指令时实现的根据第一回波
信号和第二回波信号确定第一毫米波雷达的第一安装角度和第二毫米波雷
25 达的第二安装角度，包括：根据第一回波信号和第二回波信号分别获得相
应的探测信息，探测信息包括目标物体与发射点之间的相对距离和相对角
度；根据第一毫米波雷达和第二毫米波雷达的间距、第一回波信号对应的
相对距离和相对角度、第二回波信号对应的相对距离和相对角度、第一安
装角度、第二安装角度之间的几何关系，确定第一安装角度和第二安装角

度。

在该实施例中，重叠区域内的目标物体被第一毫米波雷达和第二毫米波雷达同时观测到，利用雷达测量相对距离和相对角度，结合几何关系，可以解算出两个毫米波雷达的安装角度。该实施例通过数据处理的方
5 式准确获取毫米波雷达的安装角度，避免了传统机械校准的复杂操作，从而大幅简化了安装角度标定的流程，大为降低了标定复杂程度，大大降低所需人力及时间成本。

在一些实施例中，处理器 104 执行计算机指令时实现的根据第一毫米波雷达和第二毫米波雷达的间距、第一回波信号对应的相对距离和相对角
10 度、第二回波信号对应的相对距离和相对角度、第一安装角度、第二安装角度之间的几何关系，确定第一安装角度和第二安装角度，包括：以第一毫米波雷达和第二毫米波雷达之间的连线方向为横向，以横向的垂直方向为纵向，利用第一回波信号对应的相对距离在横向上的分量与第二回波信号对应的相对距离在横向上的分量之和等于第一毫米波雷达和第二毫米波
15 雷达的间距，第一回波信号对应的相对距离在纵向上的分量与第二回波信号对应的相对距离在纵向上的分量相等，确定第一安装角度和第二安装角度。

在该实施例中，具体限定了如何表达第一毫米波雷达、第二毫米波雷达和目标物体之间的几何位置关系。第一毫米波雷达、第二毫米波雷达和
20 目标物体在同一平面内围成一个三角形，第一毫米波雷达和第二毫米波雷达的间距反映三角形的第一条边的边长，第一回波信号和第二回波信号各自对应的相对距离则分别反映三角形的第二条边和第三条边的边长。由于三角形的任意两条边在另一边上的投影长度之和等于另一边的长度，而第二条边与第一条边的夹角可以利用第一回波信号对应的相对角度和第一安
25 装角度来表示，第三条边与第一条边的夹角可以利用第二回波信号对应的相对角度和第二安装角度来表示，因此可以通过上述几何位置关系计算出第一安装角度和第二安装角度。

在一些实施例中，处理器 104 执行计算机指令时实现的根据第一回波信号和第二回波信号确定第一毫米波雷达的第一安装角度和第二毫米波雷

达的第二安装角度，包括：根据不同帧的第一回波信号和第二回波信号分别确定第一安装角度和第二安装角度；计算全部第一安装角度的平均值，作为最终的第一安装角度；计算全部第二安装角度的平均值，作为最终的第二安装角度。

5 在该实施例中，毫米波雷达可以连续发射雷达信号，进而连续接收回波信号，利用在不同帧接收到的第一回波信号和第二回波信号，可以分别确定出多组第一安装角度和第二安装角度，再将所有计算结果的平均值作为最终的第一安装角度和第二安装角度输出，可以降低测量误差带来的安装角度偏差。

10 在一些实施例中，处理器 104 执行计算机指令时还实现：针对位于不同位置的目标物体，重复执行控制第一毫米波雷达和第二毫米波雷达分别发射第一雷达信号和第二雷达信号的步骤，并确定相应的第一安装角度和第二安装角度；计算全部第一安装角度的平均值，作为最终的第一安装角度；计算全部第二安装角度的平均值，作为最终的第二安装角度。

15 在该实施例中，进一步改变目标物体的位置，针对位于不同位置的目标物体，分别计算出多组第一安装角度和第二安装角度，再将所有计算结果的平均值作为最终的第一安装角度和第二安装角度输出，可以降低测量误差带来的安装角度偏差。

20 在一些实施例中，目标物体在重叠区域内的不同位置之间移动，以获取不同位置的目标物体的第一回波信号和第二回波信号。

 在该实施例中，通过令目标物体在重叠区域内的不同位置之间移动，可以利用一个目标物体获得多组第一回波信号和第二回波信号，进而确定出多组第一安装角度和第二安装角度，降低测量误差带来的安装角度偏差。

 在一些实施例中，目标物体在每个位置停留预设时长。

25 在该实施例中，进一步令目标物体在每个位置停留预设时长，一方面提高了移动控制的自动化，另一方面可在每个位置获得多帧结果，丰富了样本数量。

 在一些实施例中，目标物体的数量为多个，处理器 104 执行计算机指令时实现的根据第一回波信号和第二回波信号确定第一毫米波雷达的第一

安装角度和第二毫米波雷达的第二安装角度，包括：针对每个目标物体的第一回波信号和第二回波信号，确定相应的第一安装角度和第二安装角度；计算全部第一安装角度的平均值，作为最终的第一安装角度；计算全部第二安装角度的平均值，作为最终的第二安装角度。

5 在该实施例中，具体限定了目标物体的数量为多个的情况，此时可同时得到多组第一回波信号和第二回波信号，相当于同时针对不同位置的目标物体执行了计算，既可提高单位时间内的采样数量，又降低了对周围环境的要求，即不必清理重叠区域，以保证只存在一个目标物体。同上，可进一步结合不同帧的回波信号，进一步增加采样数量。

10 在一些实施例中，目标物体为置于空旷环境中的角反射器或静态物体；车辆静置于空旷环境中。

 在该实施例中，目标物体和车辆均静置于空旷环境中，即该实施例提供了一种毫米波雷达组件的安装角度的静态标定方案。此时环境中没有其他干扰障碍物，且目标物体和车辆都处于稳定的静置状态，可以提高标定结果的准确度。该方案尤其适合于车辆生产测试阶段。

15 在一些实施例中，处理器 104 执行计算机指令时实现的获取目标物体的第一回波信号和第二回波信号包括：接收同一帧的第一回波信号和第二回波信号；根据第一回波信号和第二回波信号分别获得相应的探测信息，探测信息包括目标点与发射点之间的相对距离和相对角度；将同时满足二者的相对距离之差小于雷达距离分辨单元、二者的相对角度之和小于第一角度门限、二者的相对角度与各自对应的粗估安装角度的偏差均小于第二角度门限的一个第一回波信号和一个第二回波信号记为目标物体的第一回波信号和第二回波信号。

 在该实施例中，即使采用上述静态标定方案，也可能存在其他障碍物反射回的噪音信号，该实施例具体限定了确定一组第一回波信号和第二回波信号的方案。首先接收同一帧的第一回波信号和第二回波信号，保证了第一回波信号和第二回波信号的时间一致性，后续则筛选出针对同一目标物体的第一回波信号和第二回波信号。具体而言，对同一帧回波信号进行分析，以获得相应的探测信息，包括目标点与发射点之间的相对距离和相

对角度。由于目标物体处在重叠区域内，而重叠区域位于第一毫米波雷达和第二毫米波雷达之间，且范围不至于过大，因此可以认为同一目标物体的第一回波信号和第二回波信号对应的探测信息相对于第一毫米波雷达和第二毫米波雷达的对称轴近似对称，也就是二者的相对距离差值很小，二者的相对角度由于存在方向，其值应一正一负，因此二者的相对角度之和很小，此时分别引入雷达距离分辨单元和第一角度门限，可认为相对距离之差小于雷达距离分辨单元、相对角度之和小于第一角度门限的一个第一回波信号和一个第二回波信号为同一目标物体的第一回波信号和第二回波信号。此外，受到几何关系影响，理论上来说，探测信息中的相对角度与相应的雷达的安装角度之差应等于目标点和发射点之间的连线与前述的纵向之间的夹角，而重叠区域是位于第一毫米波雷达和第二毫米波雷达之间的小范围区域，所以该夹角应为一个较小的值。通过将第一回波信号对应的相对角度与第一毫米波雷达的粗估安装角度做对比，将第二回波信号对应的相对角度与第二毫米波雷达的粗估安装角度做对比，并要求对比所得的偏差小于第二角度门限，可以过滤掉重叠区域以外的障碍物反射的回波信号，实现噪音过滤。

在一些实施例中，第一角度门限与第一毫米波雷达和第二毫米波雷达的安装角一致性相关；和/或第二角度门限与第一毫米波雷达和第二毫米波雷达的安装角一致性相关。

在该实施例中，具体限定了第一角度门限和/或第二角度门限与第一毫米波雷达和第二毫米波雷达的安装角一致性相关。第一毫米波雷达和第二毫米波雷达的安装角一致性越高，第一毫米波雷达和第二毫米波雷达发射的毫米波雷达越对称，则第一回波信号和第二回波信号对应的相对角度越接近，第一毫米波雷达和第二毫米波雷达的粗估安装角度也越接近，第一角度门限和/或第二角度门限的取值越小，其具体取值可结合试验得到。可选地，第一角度门限小于 10° ，第二角度门限小于 10° 。

在一些实施例中，目标物体为车辆在移动过程中检测到的物体。

在该实施例中，车辆处于移动状态，目标物体是车辆在移动过程中检测到的物体，即该实施例提供了一种毫米波雷达组件的安装角度的动态标

定方案。在接收到同一帧第一回波信号和第二回波信号时，由于相应的各个雷达信号到达障碍物的时间差别较小，可近似认为目标物体与车辆处于相对静止的状态，并基于此进行后续的数据处理。该方案可以在车辆完成生产并投入使用后运行，拓展了适用时机。

- 5 在一些实施例中，处理器 104 执行计算机指令时还实现：检测第一回波信号中的第一候选物体和第二回波信号中的第二候选物体；获取第一候选物体的第一探测信息，第一探测信息包括第一候选物体与第一毫米波雷达之间的相对距离和相对角度；获取第二候选物体的第二探测信息，第二探测信息包括第二候选物体与第二毫米波雷达之间的相对距离和相对角
10 度；根据第一探测信息和第二探测信息，确定第一候选物体和第二候选物体为同一物体，且为目标物体。

- 在该实施例中，当采用上述动态标定方案时，车辆周围的障碍物较多，如何确定一个第一回波信号和一个第二回波信号均来自目标物体，即来自同一物体，非常重要。与静态标定时类似，需先接收同一帧的第一回波信
15 号和第二回波信号，再分析出相应的第一探测信息和第二探测信息，则可得到各自对应的第一候选物体和第二候选物体的情况，若确定第一候选物体和第二候选物体为同一物体，则表明相应的第一回波信号和第二回波信号均来自目标物体，可执行后续标定计算，确保了标定结果的准确性。

- 在一些实施例中，处理器 104 执行计算机指令时实现的根据第一探测
20 信息和第二探测信息，确定第一候选物体和第二候选物体为同一物体，且为目标物体，包括：根据第一探测信息、第二探测信息、第一毫米波雷达的粗估安装角度和第二毫米波雷达的粗估安装角度确定第一候选物体和第二候选物体的位置；确定间距小于预设间距的第一候选物体和第二候选物体为同一物体，且为目标物体。

- 25 在该实施例中，具体限定了如何确定第一候选物体和第二候选物体为同一物体。首先，利用第一探测信息和第二探测信息中的相对距离、相对角度，以及第一毫米波雷达和第二毫米波雷达的粗估安装角度，可以计算出每个第一回波信号对应的第一候选物体的位置，和每个第二回波信号对应的第二候选物体的位置，理论上来说，为同一物体的第一候选物体和第

二候选物体的位置应重合，但由于计算时使用的是粗估安装角度，因此计算结果会存在误差，但差别不至于过大，此时分别计算各个第一候选物体与各个第二候选物体的间距，并将间距小于预设间距时对应的一组第一候选物体和第二候选物体确定为同一物体，即为目标物体，保证了方案的顺利运行。

本申请第三方面的实施例提供了一种可移动平台（例如车辆）。

图 4 示出了本申请的一个实施例的可移动平台的结构示意图。如图 4 所示，该可移动平台 200 包括：

毫米波雷达组件 202，其包括第一毫米波雷达和第二毫米波雷达，第一毫米波雷达用于发射第一雷达信号及接收第一回波信号，第二毫米波雷达用于发射第二雷达信号及接收第二回波信号，第一毫米波雷达和第二毫米波雷达的探测范围存在重叠区域；

存储器 204，被配置为存储计算机指令；

处理器 206，被配置为执行计算机指令以实现：控制第一毫米波雷达和第二毫米波雷达分别发射第一雷达信号和第二雷达信号；获取目标物体的第一回波信号和第二回波信号；根据第一回波信号和第二回波信号确定第一毫米波雷达的第一安装角度和第二毫米波雷达的第二安装角度。

本申请实施例提供的可移动平台 200，利用了毫米波雷达组件 202 的第一毫米波雷达和第二毫米波雷达的探测范围重叠区域。获取上述重叠区域内的一个目标物体的第一回波信号和第二回波信号，则第一回波信号和第二回波信号所反映的就是同一个障碍物（即该目标物体）的位置，也就是存在相同的位置因素，可借此分析第一回波信号和第二回波信号，并得出第一毫米波雷达的第一安装角度和第二毫米波雷达的第二安装角度。本申请采用信号处理方式，避免了传统机械校准的复杂操作，从而大幅简化了安装角度标定的流程，大为降低了标定复杂程度，大大降低所需人力及时间成本。可以理解的是，本申请并不限于毫米波雷达，而适用于任何两个存在重叠区域的雷达的安装角度的标定。

在一些实施例中，第一安装角度和第二安装角度为同一方向上的安装角度。

在该实施例中，通过限定第一安装角度和第二安装角度在方向上的一致性，也就是限定了二者是第一毫米波雷达的安装面和第二毫米波雷达的安装面相对于同一个方向的偏转角度，有助于确保利用重叠区域进行安装角度标定时的标定结果的准确性。

5 在一些实施例中，处理器 206 执行计算机指令时实现的根据第一回波信号和第二回波信号确定第一毫米波雷达的第一安装角度和第二毫米波雷达的第二安装角度，包括：根据第一回波信号和第二回波信号分别获得相应的探测信息，探测信息包括目标物体与发射点之间的相对距离和相对角度；根据第一毫米波雷达和第二毫米波雷达的间距、第一回波信号对应的
10 相对距离和相对角度、第二回波信号对应的相对距离和相对角度、第一安装角度、第二安装角度之间的几何关系，确定第一安装角度和第二安装角度。

在该实施例中，重叠区域内的目标物体被第一毫米波雷达和第二毫米波雷达同时观测到，利用雷达测量相对距离和相对角度，结合几何关系，
15 可以解算出两个毫米波雷达的安装角度。该实施例通过数据处理解算的方式准确获取毫米波雷达的安装角度，避免了传统机械校准的复杂操作，从而大幅简化了安装角度标定的流程，大为降低了标定复杂程度，大大降低所需人力及时间成本。

在一些实施例中，处理器 206 执行计算机指令时实现的根据第一毫米
20 波雷达和第二毫米波雷达的间距、第一回波信号对应的相对距离和相对角度、第二回波信号对应的相对距离和相对角度、第一安装角度、第二安装角度之间的几何关系，确定第一安装角度和第二安装角度，包括：以第一毫米波雷达和第二毫米波雷达之间的连线方向为横向，以横向的垂直方向为纵向，利用第一回波信号对应的相对距离在横向上的分量与第二回波信号对应的相对距离在横向上的分量之和等于第一毫米波雷达和第二毫米波
25 雷达的间距，第一回波信号对应的相对距离在纵向上的分量与第二回波信号对应的相对距离在纵向上的分量相等，确定第一安装角度和第二安装角度。

在该实施例中，具体限定了如何表达第一毫米波雷达、第二毫米波雷

达和目标物体之间的几何位置关系。第一毫米波雷达、第二毫米波雷达和目标物体在同一平面内围成一个三角形，第一毫米波雷达和第二毫米波雷达的间距反映三角形的第一条边的边长，第一回波信号和第二回波信号各自对应的相对距离则分别反映三角形的第二条边和第三条边的边长。由于
5 三角形的任意两条边在另一边上的投影长度之和等于另一边的长度，而第二条边与第一条边的夹角可以利用第一回波信号对应的相对角度和第一安装角度来表示，第三条边与第一条边的夹角可以利用第二回波信号对应的相对角度和第二安装角度来表示，因此可以通过上述几何位置关系计算出第一安装角度和第二安装角度。

10 在一些实施例中，处理器 206 执行计算机指令时实现的根据第一回波信号和第二回波信号确定第一毫米波雷达的第一安装角度和第二毫米波雷达的第二安装角度，包括：根据不同帧的第一回波信号和第二回波信号分别确定第一安装角度和第二安装角度；计算全部第一安装角度的平均值，作为最终的第一安装角度；计算全部第二安装角度的平均值，作为最终的
15 第二安装角度。

在该实施例中，毫米波雷达可以连续发射雷达信号，进而连续接收回波信号，利用在不同帧接收到的第一回波信号和第二回波信号，可以分别确定出多组第一安装角度和第二安装角度，再将所有计算结果的平均值作为最终的第一安装角度和第二安装角度输出，可以降低测量误差带来的安
20 装角度偏差。

在一些实施例中，处理器 206 执行计算机指令时还实现：针对位于不同位置的目标物体，重复执行控制第一毫米波雷达和第二毫米波雷达分别发射第一雷达信号和第二雷达信号的步骤，并确定相应的第一安装角度和第二安装角度；计算全部第一安装角度的平均值，作为最终的第一安装角
25 度；计算全部第二安装角度的平均值，作为最终的第二安装角度。

在该实施例中，进一步改变目标物体的位置，针对位于不同位置的目标物体，分别计算出多组第一安装角度和第二安装角度，再将所有计算结果的平均值作为最终的第一安装角度和第二安装角度输出，可以降低测量误差带来的安装角度偏差。

在一些实施例中，目标物体在重叠区域内的不同位置之间移动，以获取不同位置的目标物体的第一回波信号和第二回波信号。

在该实施例中，通过令目标物体在重叠区域内的不同位置之间移动，可以利用一个目标物体获得多组第一回波信号和第二回波信号，进而确定
5 出多组第一安装角度和第二安装角度，降低测量误差带来的安装角度偏差。

在一些实施例中，目标物体在每个位置停留预设时长。

在该实施例中，进一步令目标物体在每个位置停留预设时长，一方面提高了移动控制的自动化，另一方面可在每个位置获得多帧结果，丰富了样本数量。

10 在一些实施例中，目标物体的数量为多个，处理器 206 执行计算机指令时实现的根据第一回波信号和第二回波信号确定第一毫米波雷达的第一安装角度和第二毫米波雷达的第二安装角度，包括：针对每个目标物体的第一回波信号和第二回波信号，确定相应的第一安装角度和第二安装角度；计算全部第一安装角度的平均值，作为最终的第一安装角度；计算全部第
15 二安装角度的平均值，作为最终的第二安装角度。

在该实施例中，具体限定了目标物体的数量为多个的情况，此时可同时得到多组第一回波信号和第二回波信号，相当于同时针对不同位置的目标物体执行了计算，既可提高单位时间内的采样数量，又降低了对周围环境的要求，即不必清理重叠区域，以保证只存在一个目标物体。同上，可
20 进一步结合不同帧的回波信号，进一步增加采样数量。

在一些实施例中，目标物体为置于空旷环境中的角反射器或静态物体；可移动平台 200 静置于空旷环境中。

在该实施例中，目标物体和可移动平台 200 均静置于空旷环境中，即该实施例提供了一种毫米波雷达组件 202 的安装角度的静态标定方案。此
25 时环境中没有其他干扰障碍物，且目标物体和可移动平台 200 都处于稳定的静置状态，可以提高标定结果的准确度。该方案尤其适合于可移动平台 200 生产测试阶段。

在一些实施例中，处理器 206 执行计算机指令时实现的获取目标物体的第一回波信号和第二回波信号包括：接收同一帧的第一回波信号和第二

回波信号；根据第一回波信号和第二回波信号分别获得相应的探测信息，探测信息包括目标点与发射点之间的相对距离和相对角度；将同时满足二者的相对距离之差小于雷达距离分辨单元、二者的相对角度之和小于第一角度门限、二者的相对角度与各自对应的粗估安装角度的偏差均小于第二角度门限的一个第一回波信号和一个第二回波信号记为目标物体的第一回波信号和第二回波信号。

在该实施例中，即使采用上述静态标定方案，也可能存在其他障碍物反射回的噪音信号，该实施例具体限定了确定一组第一回波信号和第二回波信号的方案。首先接收同一帧的第一回波信号和第二回波信号，保证了第一回波信号和第二回波信号的时间一致性，后续则筛选出针对同一目标物体的第一回波信号和第二回波信号。具体而言，对同一帧回波信号进行分析，以获得相应的探测信息，包括目标点与发射点之间的相对距离和相对角度。由于目标物体处在重叠区域内，而重叠区域位于第一毫米波雷达和第二毫米波雷达之间，且范围不至于过大，因此可以认为同一目标物体的第一回波信号和第二回波信号对应的探测信息相对于第一毫米波雷达和第二毫米波雷达的对称轴近似对称，也就是二者的相对距离差值很小，二者的相对角度由于存在方向，其值应一正一负，因此二者的相对角度之和很小，此时分别引入雷达距离分辨单元和第一角度门限，可认为相对距离之差小于雷达距离分辨单元、相对角度之和小于第一角度门限的一个第一回波信号和一个第二回波信号为同一目标物体的第一回波信号和第二回波信号。此外，受到几何关系影响，理论上来说，探测信息中的相对角度与相应的雷达的安装角度之差应等于目标点和发射点之间的连线与前述的纵向之间的夹角，而重叠区域是位于第一毫米波雷达和第二毫米波雷达之间的小范围区域，所以该夹角应为一个较小的值。通过将第一回波信号对应的相对角度与第一毫米波雷达的粗估安装角度做对比，将第二回波信号对应的相对角度与第二毫米波雷达的粗估安装角度做对比，并要求对比所得的偏差小于第二角度门限，可以过滤掉重叠区域以外的障碍物反射的回波信号，实现噪音过滤。

在一些实施例中，第一角度门限与第一毫米波雷达和第二毫米波雷达

的安装角一致性相关；和/或第二角度门限与第一毫米波雷达和第二毫米波雷达的安装角一致性相关。

在该实施例中，具体限定了第一角度门限和/或第二角度门限与第一毫米波雷达和第二毫米波雷达的安装角一致性相关。第一毫米波雷达和第二毫米波雷达的安装角一致性越高，第一毫米波雷达和第二毫米波雷达发射的毫米波雷达越对称，则第一回波信号和第二回波信号对应的相对角度越接近，第一毫米波雷达和第二毫米波雷达的粗估安装角度也越接近，第一角度门限和/或第二角度门限的取值越小，其具体取值可结合试验得到。可选地，第一角度门限小于 10° ，第二角度门限小于 10° 。

在一些实施例中，目标物体为可移动平台 200 在移动过程中检测到的物体。

在该实施例中，可移动平台 200 处于移动状态，目标物体是可移动平台 200 在移动过程中检测到的物体，即该实施例提供了一种毫米波雷达组件 202 的安装角度的动态标定方案。在接收到同一帧第一回波信号和第二回波信号时，由于相应的各个雷达信号到达障碍物的时间差别较小，可近似认为目标物体与可移动平台 200 处于相对静止的状态，并基于此进行后续的数据处理。该方案可以在可移动平台 200 完成生产并投入使用后运行，拓展了适用时机。

在一些实施例中，处理器 206 执行计算机指令时还实现：检测第一回波信号中的第一候选物体和第二回波信号中的第二候选物体；获取第一候选物体的第一探测信息，第一探测信息包括第一候选物体与第一毫米波雷达之间的相对距离和相对角度；获取第二候选物体的第二探测信息，第二探测信息包括第二候选物体与第二毫米波雷达之间的相对距离和相对角度；根据第一探测信息和第二探测信息，确定第一候选物体和第二候选物体为同一物体，且为目标物体。

在该实施例中，当采用上述动态标定方案时，可移动平台 200 周围的障碍物较多，如何确定一个第一回波信号和一个第二回波信号均来自目标物体，即来自同一物体，非常重要。与静态标定时类似，需先接收同一帧的第一回波信号和第二回波信号，再分析出相应的第一探测信息和第二探

测信息，则可得到各自对应的第一候选物体和第二候选物体的情况，若确定第一候选物体和第二候选物体为同一物体，则表明相应的第一回波信号和第二回波信号均来自目标物体，可执行后续标定计算，确保了标定结果的准确性。

- 5 在一些实施例中，处理器 206 执行计算机指令时实现的根据第一探测信息和第二探测信息，确定第一候选物体和第二候选物体为同一物体，且为目标物体，包括：根据第一探测信息、第二探测信息、第一毫米波雷达的粗估安装角度和第二毫米波雷达的粗估安装角度确定第一候选物体和第二候选物体的位置；确定间距小于预设间距的第一候选物体和第二候选物体为同一物体，且为目标物体。

- 10 在该实施例中，具体限定了如何确定第一候选物体和第二候选物体为同一物体。首先，利用第一探测信息和第二探测信息中的相对距离、相对角度，以及第一毫米波雷达和第二毫米波雷达的粗估安装角度，可以计算出每个第一回波信号对应的第一候选物体的位置，和每个第二回波信号对应的第二候选物体的位置，理论上来说，为同一物体的第一候选物体和第二候选物体的位置应重合，但由于计算时使用的是粗估安装角度，因此计算结果会存在误差，但差别不至于过大，此时分别计算各个第一候选物体与各个第二候选物体的间距，并将间距小于预设间距时对应的一组第一候选物体和第二候选物体确定为同一物体，即为目标物体，保证了方案的顺利运行。

- 20 具体地，第二方面和第三方面涉及的存储器可以包括用于数据或指令的大容量存储器。举例来说而非限制，存储器可包括硬盘驱动器（Hard Disk Drive, HDD）、软盘驱动器、闪存、光盘、磁光盘、磁带或通用串行总线（Universal Serial Bus, USB）驱动器或者两个或更多个以上这些的组合。
- 25 在合适的情况下，存储器可包括可移除或不可移除（或固定）的介质。在合适的情况下，存储器可在综合网关容灾设备的内部或外部。在特定实施例中，存储器是非易失性固态存储器。在特定实施例中，存储器包括只读存储器（ROM）。在合适的情况下，该 ROM 可以是掩模编程的 ROM、可编程 ROM(PROM)、可擦除 PROM(EPROM)、电可擦除 PROM(EEPROM)、

电可改写 ROM (EAROM) 或闪存或者两个或更多个以上这些的组合。

第二方面和第三方面涉及的处理器可以包括中央处理器 (CPU)，或者特定集成电路 (Application Specific Integrated Circuit，ASIC)，或者可以被配置成实施本申请实施例的一个或多个集成电路。

5 本申请第四方面的实施例提供了一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，计算机程序被处理器执行时实现如所述任一实施例所述的毫米波雷达组件安装角度的标定方法的步骤，因而具备该毫米波雷达组件安装角度的标定方法的有益效果，在此不再赘述。

具体地，计算机可读存储介质可以包括能够存储或传输信息的任何介
10 质。计算机可读存储介质的例子包括电子电路、半导体存储器设备、ROM、闪存、可擦除 ROM (EROM)、软盘、CD-ROM、光盘、硬盘、光纤介质、射频 (RF) 链路，等等。代码段可以经由诸如因特网、内联网等的计算机网络被下载。

在本申请中，术语“多个”则指两个或两个以上，除非另有明确的限定。
15 术语“安装”、“相连”、“连接”、“固定”等术语均应做广义理解，例如，“连接”可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或一体地连接；“相连”可以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连。对于本领域的普通技术人员而言，可以根据具体情况理解上述术语在本申请中的具体含义。

20 在本说明书的描述中，术语“一个实施例”、“一些实施例”、“具体实施例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或特点包含于本申请的至少一个实施例或示例中。在本说明书中，对上述术语的示意性表述不一定指的是相同的实施例或实例。而且，描述的具体特征、结构、材料或特点可以在任何的一个或多个实施例或示例中以合
25 适的方式结合。

以上所述仅为本申请的优选实施例而已，并不用于限制本申请，对于本领域的技术人员来说，本申请可以有各种更改和变化。凡在本申请的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本申请的保护范围之内。

权 利 要 求 书

1. 一种毫米波雷达组件安装角度的标定方法, 其中, 所述毫米波雷达组件用于可移动平台, 所述毫米波雷达组件包括第一毫米波雷达和第二毫米波雷达, 所述第一毫米波雷达用于发射第一雷达信号及接收第一回波信号, 所述第二毫米波雷达用于发射第二雷达信号及接收第二回波信号, 所述第一毫米波雷达和所述第二毫米波雷达的探测范围存在重叠区域, 所述毫米波雷达组件安装角度的标定方法包括:

控制所述第一毫米波雷达和所述第二毫米波雷达分别发射所述第一雷达信号和所述第二雷达信号;

获取目标物体的所述第一回波信号和所述第二回波信号;

根据所述第一回波信号和所述第二回波信号确定所述第一毫米波雷达的第一安装角度和所述第二毫米波雷达的第二安装角度。

2. 根据权利要求 1 所述的毫米波雷达组件安装角度的标定方法, 其中, 所述第一安装角度和所述第二安装角度为同一方向上的安装角度。

3. 根据权利要求 1 所述的毫米波雷达组件安装角度的标定方法, 其中, 所述根据所述第一回波信号和所述第二回波信号确定所述第一毫米波雷达的第一安装角度和所述第二毫米波雷达的第二安装角度, 包括:

根据所述第一回波信号和所述第二回波信号分别获得相应的探测信息, 所述探测信息包括所述目标物体与发射点之间的相对距离和相对角度;

根据所述第一毫米波雷达和所述第二毫米波雷达的间距、所述第一回波信号对应的相对距离和相对角度、所述第二回波信号对应的相对距离和相对角度、所述第一安装角度、所述第二安装角度之间的几何关系, 确定所述第一安装角度和所述第二安装角度。

4. 根据权利要求 3 所述的毫米波雷达组件安装角度的标定方法, 其中, 所述根据所述第一毫米波雷达和所述第二毫米波雷达的间距、所述第一回波信号对应的相对距离和相对角度、所述第二回波信号对应的相对距离和相对角度、所述第一安装角度、所述第二安装角度之间的几何关系, 确定所述第一安装角度和所述第二安装角度, 包括:

以所述第一毫米波雷达和所述第二毫米波雷达之间的连线方向为横向，以横向的垂直方向为纵向，利用所述第一回波信号对应的相对距离在横向上的分量与所述第二回波信号对应的相对距离在横向上的分量之和等于所述第一毫米波雷达和所述第二毫米波雷达的间距，所述第一回波信号
5 对应的相对距离在纵向上的分量与所述第二回波信号对应的相对距离在纵向上的分量相等，确定所述第一安装角度和所述第二安装角度。

5. 根据权利要求 1 至 4 中任一项所述的毫米波雷达组件安装角度的标定方法，其中，所述毫米波雷达组件安装角度的标定方法还包括：

根据不同帧的所述第一回波信号和所述第二回波信号分别确定所述第
10 一安装角度和所述第二安装角度，和/或针对位于不同位置的目标物体，重复执行所述控制所述第一毫米波雷达和所述第二毫米波雷达分别发射所述第一雷达信号和所述第二雷达信号的步骤，并确定相应的所述第一安装角度和所述第二安装角度；

计算全部所述第一安装角度的平均值，作为最终的所述第一安装角度；
15 计算全部所述第二安装角度的平均值，作为最终的所述第二安装角度。

6. 根据权利要求 1 至 4 中任一项所述的毫米波雷达组件安装角度的标定方法，其中，

所述目标物体在所述重叠区域内的不同位置之间移动，以获取不同位置的所述目标物体的所述第一回波信号和所述第二回波信号。

20 7. 根据权利要求 1 至 4 中任一项所述的毫米波雷达组件安装角度的标定方法，其中，所述目标物体的数量为多个，所述根据所述第一回波信号和所述第二回波信号确定所述第一毫米波雷达的第一安装角度和所述第二毫米波雷达的第二安装角度，包括：

针对每个所述目标物体的所述第一回波信号和所述第二回波信号，确
25 定相应的所述第一安装角度和所述第二安装角度；

计算全部所述第一安装角度的平均值，作为最终的所述第一安装角度；
计算全部所述第二安装角度的平均值，作为最终的所述第二安装角度。

8. 根据权利要求 1 至 4 中任一项所述的毫米波雷达组件安装角度的标定方法，其中，

所述目标物体为置于空旷环境中的角反射器或静态物体；

所述可移动平台静置于所述空旷环境中。

9. 根据权利要求 8 所述的毫米波雷达组件安装角度的标定方法, 其中, 所述获取目标物体的所述第一回波信号和所述第二回波信号包括:

5 接收同一帧的所述第一回波信号和所述第二回波信号;

根据所述第一回波信号和所述第二回波信号分别获得相应的探测信息, 所述探测信息包括目标点与发射点之间的相对距离和相对角度;

10 将同时满足二者的相对距离之差小于雷达距离分辨单元、二者的相对角度之和小于第一角度门限、二者的相对角度与各自对应的粗估安装角度的偏差均小于第二角度门限的一个所述第一回波信号和一个所述第二回波信号记为所述目标物体的所述第一回波信号和所述第二回波信号。

10. 根据权利要求 9 所述的毫米波雷达组件安装角度的标定方法, 其中,

15 所述第一角度门限与所述第一毫米波雷达和所述第二毫米波雷达的安装角一致性相关; 和/或

所述第二角度门限与所述第一毫米波雷达和所述第二毫米波雷达的安装角一致性相关。

11. 根据权利要求 9 所述的毫米波雷达组件安装角度的标定方法, 其中,

20 所述第一角度门限小于 10° ; 和/或

所述第二角度门限小于 10° 。

12. 根据权利要求 1 至 4 中任一项所述的毫米波雷达组件安装角度的标定方法, 其中,

所述目标物体为可移动平台在移动过程中检测到的物体。

25 13. 根据权利要求 12 所述的毫米波雷达组件安装角度的标定方法, 其中, 所述毫米波雷达组件安装角度的标定方法还包括:

检测所述第一回波信号中的第一候选物体和所述第二回波信号中的第二候选物体;

获取所述第一候选物体的第一探测信息, 所述第一探测信息包括所述

第一候选物体与所述第一毫米波雷达之间的相对距离和相对角度；

获取所述第二候选物体的第二探测信息，所述第二探测信息包括所述第二候选物体与所述第二毫米波雷达之间的相对距离和相对角度；

根据所述第一探测信息和所述第二探测信息，确定所述第一候选物体
5 和所述第二候选物体为同一物体，且为所述目标物体。

14. 根据权利要求 13 所述的毫米波雷达组件安装角度的标定方法，其中，所述根据所述第一探测信息和所述第二探测信息，确定所述第一候选物体和所述第二候选物体为同一物体，且为所述目标物体，包括：

根据所述第一探测信息、所述第二探测信息、所述第一毫米波雷达的
10 粗估安装角度和所述第二毫米波雷达的粗估安装角度确定所述第一候选物体和所述第二候选物体的位置；

确定间距小于预设间距的所述第一候选物体和所述第二候选物体为同一物体，且为所述目标物体。

15. 一种毫米波雷达组件安装角度的标定系统，其中，所述毫米波雷
15 达组件用于可移动平台，所述毫米波雷达组件包括第一毫米波雷达和第二毫米波雷达，所述第一毫米波雷达用于发射第一雷达信号及接收第一回波信号，所述第二毫米波雷达用于发射第二雷达信号及接收第二回波信号，所述第一毫米波雷达和所述第二毫米波雷达的探测范围存在重叠区域，所述毫米波雷达组件的标定系统包括：

20 存储器，被配置为存储计算机指令；及

处理器，被配置为执行所述计算机指令以实现：

控制所述第一毫米波雷达和所述第二毫米波雷达分别发射所述第一雷达信号和所述第二雷达信号；

获取目标物体的所述第一回波信号和所述第二回波信号；

25 根据所述第一回波信号和所述第二回波信号确定所述第一毫米波雷达的第一安装角度和所述第二毫米波雷达的第二安装角度。

16. 根据权利要求 15 所述的毫米波雷达组件安装角度的标定系统，其中，所述第一安装角度和所述第二安装角度为同一方向上的安装角度。

17. 根据权利要求 15 所述的毫米波雷达组件安装角度的标定系统，其

中，所述处理器执行所述计算机指令时实现的所述根据所述第一回波信号和所述第二回波信号确定所述第一毫米波雷达的第一安装角度和所述第二毫米波雷达的第二安装角度，包括：

根据所述第一回波信号和所述第二回波信号分别获得相应的探测信息，所述探测信息包括所述目标物体与发射点之间的相对距离和相对角度；

根据所述第一毫米波雷达和所述第二毫米波雷达的间距、所述第一回波信号对应的相对距离和相对角度、所述第二回波信号对应的相对距离和相对角度、所述第一安装角度、所述第二安装角度之间的几何关系，确定所述第一安装角度和所述第二安装角度。

18. 根据权利要求 17 所述的毫米波雷达组件安装角度的标定系统，其中，所述处理器执行所述计算机指令时实现的所述根据所述第一毫米波雷达和所述第二毫米波雷达的间距、所述第一回波信号对应的相对距离和相对角度、所述第二回波信号对应的相对距离和相对角度、所述第一安装角度、所述第二安装角度之间的几何关系，确定所述第一安装角度和所述第二安装角度，包括：

以所述第一毫米波雷达和所述第二毫米波雷达之间的连线方向为横向，以横向的垂直方向为纵向，利用所述第一回波信号对应的相对距离在横向上的分量与所述第二回波信号对应的相对距离在横向上的分量之和等于所述第一毫米波雷达和所述第二毫米波雷达的间距，所述第一回波信号对应的相对距离在纵向上的分量与所述第二回波信号对应的相对距离在纵向上的分量相等，确定所述第一安装角度和所述第二安装角度。

19. 根据权利要求 15 至 18 中任一项所述的毫米波雷达组件安装角度的标定系统，其中，所述处理器执行所述计算机指令时还实现：

根据不同帧的所述第一回波信号和所述第二回波信号分别确定所述第一安装角度和所述第二安装角度，和/或针对位于不同位置的目标物体，重复执行所述控制所述第一毫米波雷达和所述第二毫米波雷达分别发射所述第一雷达信号和所述第二雷达信号的步骤，并确定相应的所述第一安装角度和所述第二安装角度；

计算全部所述第一安装角度的平均值，作为最终的所述第一安装角度；

计算全部所述第二安装角度的平均值,作为最终的所述第二安装角度。

20. 根据权利要求 15 至 18 中任一项所述的毫米波雷达组件安装角度的标定系统,其中,

所述目标物体在所述重叠区域内的不同位置之间移动,以获取不同位置
5 的所述目标物体的所述第一回波信号和所述第二回波信号。

21. 根据权利要求 15 至 18 中任一项所述的毫米波雷达组件安装角度的标定系统,其中,所述目标物体的数量为多个,所述处理器执行所述计算机指令时实现的所述根据所述第一回波信号和所述第二回波信号确定所述第一毫米波雷达的第一安装角度和所述第二毫米波雷达的第二安装角
10 度,包括:

针对每个所述目标物体的所述第一回波信号和所述第二回波信号,确定相应的所述第一安装角度和所述第二安装角度;

计算全部所述第一安装角度的平均值,作为最终的所述第一安装角度;

计算全部所述第二安装角度的平均值,作为最终的所述第二安装角度。

15 22. 根据权利要求 15 至 18 中任一项所述的毫米波雷达组件安装角度的标定系统,其中,

所述目标物体为置于空旷环境中的角反射器或静态物体;

所述可移动平台静置于所述空旷环境中。

23. 根据权利要求 22 所述的毫米波雷达组件安装角度的标定系统,其中,
20 所述处理器执行所述计算机指令时实现的所述获取目标物体的所述第一回波信号和所述第二回波信号包括:

接收同一帧的所述第一回波信号和所述第二回波信号;

根据所述第一回波信号和所述第二回波信号分别获得相应的探测信息,所述探测信息包括目标点与发射点之间的相对距离和相对角度;

25 将同时满足二者的相对距离之差小于雷达距离分辨单元、二者的相对角度之和小于第一角度门限、二者的相对角度与各自对应的粗估安装角度的偏差均小于第二角度门限的一个所述第一回波信号和一个所述第二回波信号记为所述目标物体的所述第一回波信号和所述第二回波信号。

24. 根据权利要求 23 所述的毫米波雷达组件安装角度的标定系统,其

中，

所述第一角度门限与所述第一毫米波雷达和所述第二毫米波雷达的安装角一致性相关；和/或

5 所述第二角度门限与所述第一毫米波雷达和所述第二毫米波雷达的安装角一致性相关。

25. 根据权利要求 23 所述的毫米波雷达组件安装角度的标定系统，其中，

所述第一角度门限小于 10° ；和/或

所述第二角度门限小于 10° 。

10 26. 根据权利要求 15 至 18 中任一项所述的毫米波雷达组件安装角度的标定系统，其中，

所述目标物体为可移动平台在移动过程中检测到的物体。

27. 根据权利要求 26 所述的毫米波雷达组件安装角度的标定系统，其中，所述处理器执行所述计算机指令时还实现：

15 检测所述第一回波信号中的第一候选物体和所述第二回波信号中的第二候选物体；

获取所述第一候选物体的第一探测信息，所述第一探测信息包括所述第一候选物体与所述第一毫米波雷达之间的相对距离和相对角度；

20 获取所述第二候选物体的第二探测信息，所述第二探测信息包括所述第二候选物体与所述第二毫米波雷达之间的相对距离和相对角度；

根据所述第一探测信息和所述第二探测信息，确定所述第一候选物体和所述第二候选物体为同一物体，且为所述目标物体。

28. 根据权利要求 27 所述的毫米波雷达组件安装角度的标定系统，其中，所述处理器执行所述计算机指令时实现的所述根据所述第一探测信息
25 和所述第二探测信息，确定所述第一候选物体和所述第二候选物体为同一物体，且为所述目标物体，包括：

根据所述第一探测信息、所述第二探测信息、所述第一毫米波雷达的粗估安装角度和所述第二毫米波雷达的粗估安装角度确定所述第一候选物体和所述第二候选物体的位置；

确定间距小于预设间距的所述第一候选物体和所述第二候选物体为同一物体，且为所述目标物体。

29. 一种可移动平台，其中，所述可移动平台包括：

毫米波雷达组件，所述毫米波雷达组件包括第一毫米波雷达和第二毫米波雷达，所述第一毫米波雷达用于发射第一雷达信号及接收第一回波信号，所述第二毫米波雷达用于发射第二雷达信号及接收第二回波信号，所述第一毫米波雷达和所述第二毫米波雷达的探测范围存在重叠区域；

存储器，被配置为存储计算机指令；及

处理器，被配置为执行所述计算机指令以实现：

10 控制所述第一毫米波雷达和所述第二毫米波雷达分别发射所述第一雷达信号和所述第二雷达信号；

获取目标物体的所述第一回波信号和所述第二回波信号；

根据所述第一回波信号和所述第二回波信号确定所述第一毫米波雷达的第一安装角度和所述第二毫米波雷达的第二安装角度。

15 30. 根据权利要求 29 所述的可移动平台，其中，所述第一安装角度和所述第二安装角度为同一方向上的安装角度。

31. 根据权利要求 30 所述的可移动平台，其中，所述处理器执行所述计算机指令时实现的所述根据所述第一回波信号和所述第二回波信号确定所述第一毫米波雷达的第一安装角度和所述第二毫米波雷达的第二安装角度，包括：

根据所述第一回波信号和所述第二回波信号分别获得相应的探测信息，所述探测信息包括所述目标物体与发射点之间的相对距离和相对角度；

25 根据所述第一毫米波雷达和所述第二毫米波雷达的间距、所述第一回波信号对应的相对距离和相对角度、所述第二回波信号对应的相对距离和相对角度、所述第一安装角度、所述第二安装角度之间的几何关系，确定所述第一安装角度和所述第二安装角度。

32. 根据权利要求 31 所述的可移动平台，其中，所述处理器执行所述计算机指令时实现的所述根据所述第一毫米波雷达和所述第二毫米波雷达的间距、所述第一回波信号对应的相对距离和相对角度、所述第二回波信

号对应的相对距离和相对角度、所述第一安装角度、所述第二安装角度之间的几何关系，确定所述第一安装角度和所述第二安装角度，包括：

以所述第一毫米波雷达和所述第二毫米波雷达之间的连线方向为横向，以横向的垂直方向为纵向，利用所述第一回波信号对应的相对距离在
5 横向上的分量与所述第二回波信号对应的相对距离在横向上的分量之和等于所述第一毫米波雷达和所述第二毫米波雷达的间距，所述第一回波信号对应的相对距离在纵向上的分量与所述第二回波信号对应的相对距离在纵向上的分量相等，确定所述第一安装角度和所述第二安装角度。

33. 根据权利要求 29 至 32 中任一项所述的可移动平台，其中，所述
10 处理器执行所述计算机指令时还实现：

根据不同帧的所述第一回波信号和所述第二回波信号分别确定所述第一安装角度和所述第二安装角度，和/或针对位于不同位置的目标物体，重复执行所述控制所述第一毫米波雷达和所述第二毫米波雷达分别发射所述
15 第一雷达信号和所述第二雷达信号的步骤，并确定相应的所述第一安装角度和所述第二安装角度；

计算全部所述第一安装角度的平均值，作为最终的所述第一安装角度；
计算全部所述第二安装角度的平均值，作为最终的所述第二安装角度。

34. 根据权利要求 29 至 32 中任一项所述的可移动平台，其中，
所述目标物体在所述重叠区域内的不同位置之间移动，以获取不同位
20 置的所述目标物体的所述第一回波信号和所述第二回波信号。

35. 根据权利要求 29 至 32 中任一项所述的可移动平台，其中，所述
目标物体的数量为多个，所述处理器执行所述计算机指令时实现的所述根
据所述第一回波信号和所述第二回波信号确定所述第一毫米波雷达的第一
安装角度和所述第二毫米波雷达的第二安装角度，包括：

25 针对每个所述目标物体的所述第一回波信号和所述第二回波信号，确定相应的所述第一安装角度和所述第二安装角度；

计算全部所述第一安装角度的平均值，作为最终的所述第一安装角度；
计算全部所述第二安装角度的平均值，作为最终的所述第二安装角度。

36. 根据权利要求 29 至 32 中任一项所述的可移动平台，其中，

所述目标物体为置于空旷环境中的角反射器或静态物体；

所述可移动平台静置于所述空旷环境中。

37. 根据权利要求 36 所述的可移动平台，其中，所述处理器执行所述计算机指令时实现的所述获取目标物体的所述第一回波信号和所述第二回波信号包括：

接收同一帧的所述第一回波信号和所述第二回波信号；

根据所述第一回波信号和所述第二回波信号分别获得相应的探测信息，所述探测信息包括目标点与发射点之间的相对距离和相对角度；

将同时满足二者的相对距离之差小于雷达距离分辨单元、二者的相对角度之和小于第一角度门限、二者的相对角度与各自对应的粗估安装角度的偏差均小于第二角度门限的一个所述第一回波信号和一个所述第二回波信号记为所述目标物体的所述第一回波信号和所述第二回波信号。

38. 根据权利要求 37 所述的可移动平台，其中，

所述第一角度门限与所述第一毫米波雷达和所述第二毫米波雷达的安装角一致性相关；和/或

所述第二角度门限与所述第一毫米波雷达和所述第二毫米波雷达的安装角一致性相关。

39. 根据权利要求 37 所述的可移动平台，其中，

所述第一角度门限小于 10° ；和/或

所述第二角度门限小于 10° 。

40. 根据权利要求 29 至 32 中任一项所述的可移动平台，其中，

所述目标物体为可移动平台在移动过程中检测到的物体。

41. 根据权利要求 40 所述的可移动平台，其中，所述处理器执行所述计算机指令时还实现：

检测所述第一回波信号中的第一候选物体和所述第二回波信号中的第二候选物体；

获取所述第一候选物体的第一探测信息，所述第一探测信息包括所述第一候选物体与所述第一毫米波雷达之间的相对距离和相对角度；

获取所述第二候选物体的第二探测信息，所述第二探测信息包括所述

第二候选物体与所述第二毫米波雷达之间的相对距离和相对角度；

根据所述第一探测信息和所述第二探测信息，确定所述第一候选物体和所述第二候选物体为同一物体，且为所述目标物体。

42. 根据权利要求 41 所述的可移动平台，其中，所述处理器执行所述
5 计算机指令时实现的所述根据所述第一探测信息和所述第二探测信息，确定所述第一候选物体和所述第二候选物体为同一物体，且为所述目标物体，包括：

根据所述第一探测信息、所述第二探测信息、所述第一毫米波雷达的粗估安装角度和所述第二毫米波雷达的粗估安装角度确定所述第一候选物
10 体和所述第二候选物体的位置；

确定间距小于预设间距的所述第一候选物体和所述第二候选物体为同一物体，且为所述目标物体。

43. 一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，其中，所述计算机程序被处理器执行时实现如权利要求 1 至 14 中任一项所述的毫米波雷达组
15 件安装角度的标定方法的步骤。

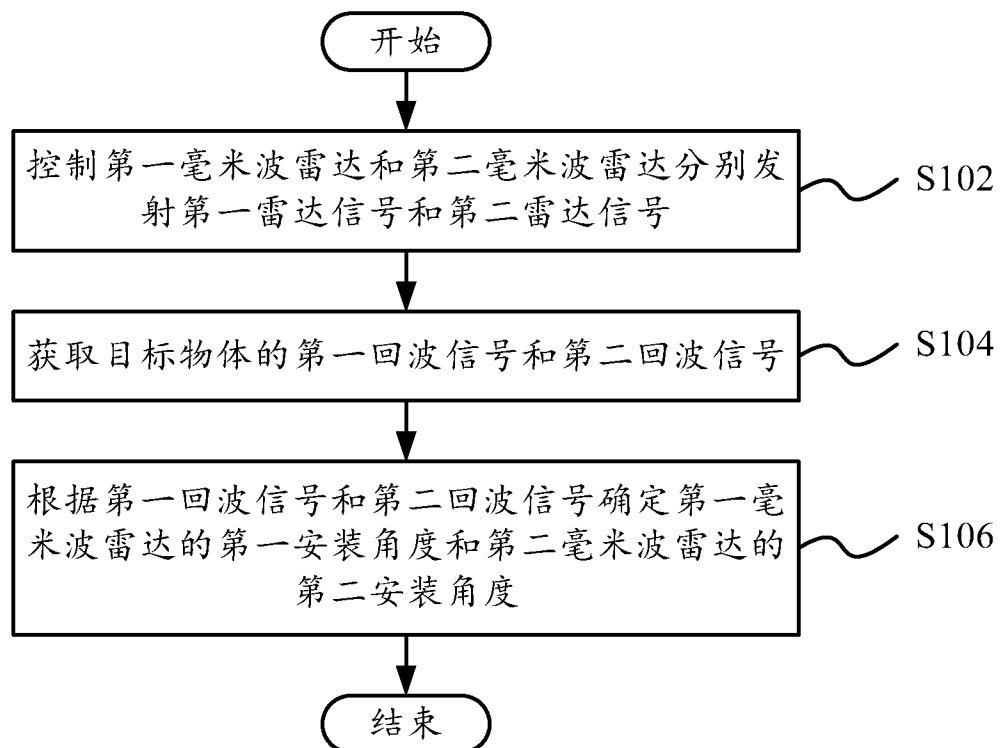


图 1

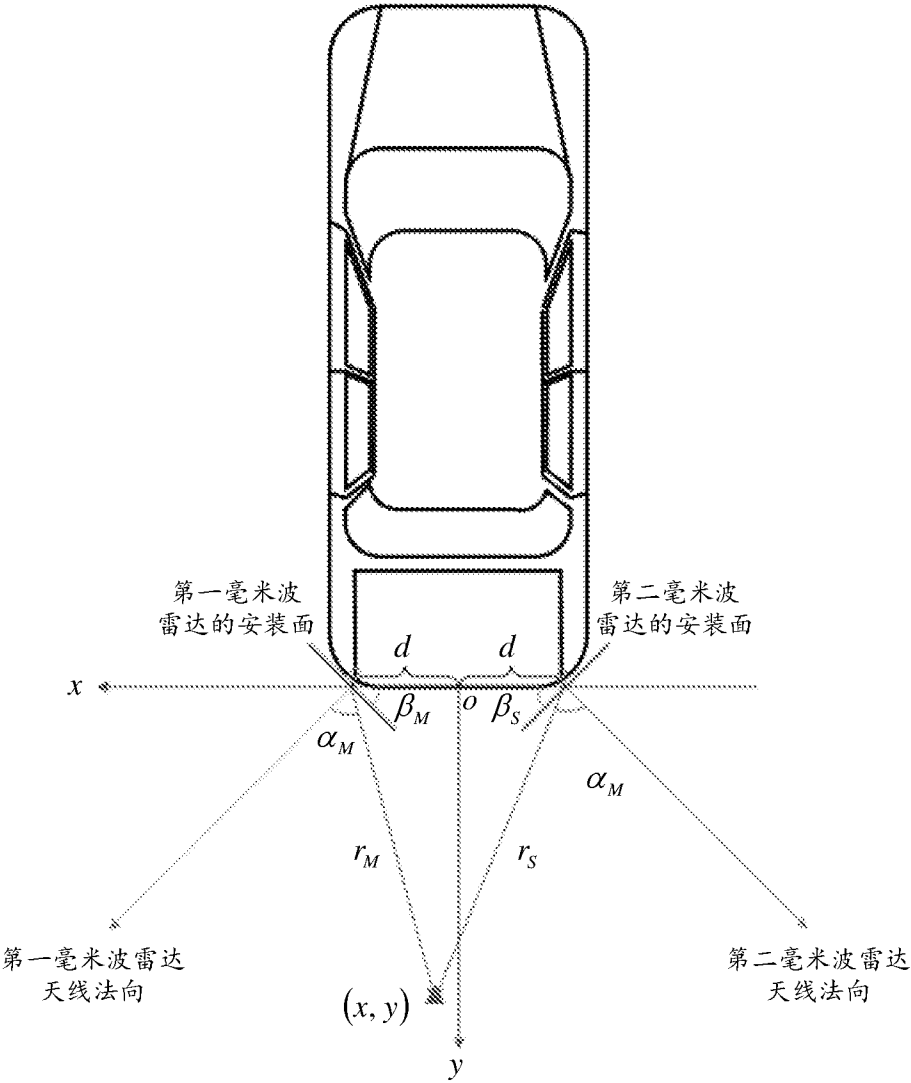


图 2

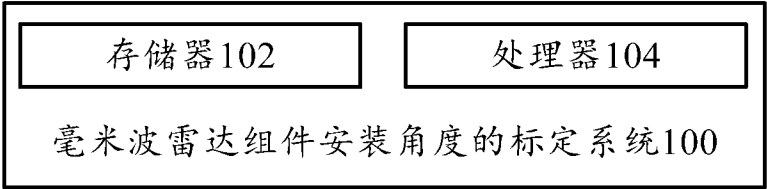


图 3

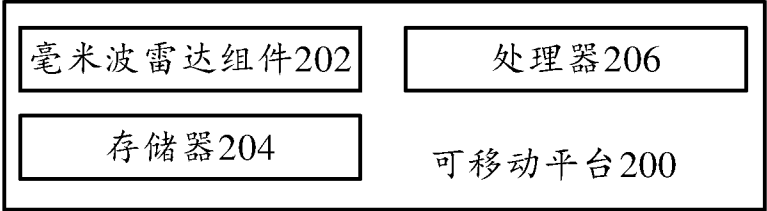


图 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/093624

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01S 7/40(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)

G01S

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: 车辆, 车载, 雷达, 传感器, 毫米波, 角反射器, 障碍, 目标, 无人飞行器, 无人机, 标定, 校正, 修正, 校准, 重叠, 角度, 安装, radar, sensor, car, vehicle, UAV, install+, angle, calibrat+, correct+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 107179530 A (ROBERT BOSCH GMBH) 19 September 2017 (2017-09-19) description, paragraphs [0001], [0004]-[0013] and [0025]-[0028], and figure 1	1-43
X	CN 107918113 A (TSINGHUA UNIVERSITY et al.) 17 April 2018 (2018-04-17) description, paragraphs [0005]-[0013], and figure 2	1-43
X	US 2019187250 A1 (VEONEER US, INC.) 20 June 2019 (2019-06-20) description, paragraphs [0004]-[0006], and figures 4 and 5	1-43
A	CN 106405555 A (BAIDU ONLINE NETWORK TECHNOLOGY (BEIJING) CO., LTD.) 15 February 2017 (2017-02-15) entire document	1-43
A	CN 109188379 A (SHENZHEN BAOTUZHE TECHNOLOGY CO., LTD.) 11 January 2019 (2019-01-11) entire document	1-43
A	CN 108562881 A (ANHUI JIANGHUAI AUTOMOBILE GROUP CORP., LTD.) 21 September 2018 (2018-09-21) entire document	1-43



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

23 March 2020

Date of mailing of the international search report

30 March 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
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2019/093624

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	107179530	A	19 September 2017	DE	102016204011	A1	14 September 2017
				US	2017261600	A1	14 September 2017
				US	10422857	B2	24 September 2019
CN	107918113	A	17 April 2018	None			
US	2019187250	A1	20 June 2019	None			
CN	106405555	A	15 February 2017	US	10386476	B2	20 August 2019
				US	2018088228	A1	29 March 2018
				CN	106405555	B	01 January 2019
CN	109188379	A	11 January 2019	None			
CN	108562881	A	21 September 2018	None			

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/093624

A. 主题的分类 G01S 7/40 (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) G01S 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: 车辆、车载、雷达、传感器、毫米波、角反射器、障碍、目标、无人飞行器、无人机、标定、校正、修正、校准、重叠、角度、安装、radar、sensor、car、vehicle、UAV、install+、angle、calibrat+、correct+		
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
X	CN 107179530 A (罗伯特博世有限公司) 2017年 9月 19日 (2017 - 09 - 19) 说明书第[0001]、[0004]-[0013]、[0025]-[0028]段, 附图1	1-43
X	CN 107918113 A (清华大学 等) 2018年 4月 17日 (2018 - 04 - 17) 说明书第[0005]-[0013]段, 图2	1-43
X	US 2019187250 A1 (VEONEER US INC.) 2019年 6月 20日 (2019 - 06 - 20) 说明书第[0004]-[0006]段, 附图4、5	1-43
A	CN 106405555 A (百度在线网络技术北京有限公司) 2017年 2月 15日 (2017 - 02 - 15) 全文	1-43
A	CN 109188379 A (深圳市保途者科技有限公司) 2019年 1月 11日 (2019 - 01 - 11) 全文	1-43
A	CN 108562881 A (安徽江淮汽车集团股份有限公司) 2018年 9月 21日 (2018 - 09 - 21) 全文	1-43
☐ 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 2020年 3月 23日		国际检索报告邮寄日期 2020年 3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		受权官员 吴静 电话号码 86-(010)-62085705

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/093624

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	107179530	A	2017年 9月 19日	DE	102016204011	A1	2017年 9月 14日
				US	2017261600	A1	2017年 9月 14日
				US	10422857	B2	2019年 9月 24日
CN	107918113	A	2018年 4月 17日	无			
US	2019187250	A1	2019年 6月 20日	无			
CN	106405555	A	2017年 2月 15日	US	10386476	B2	2019年 8月 20日
				US	2018088228	A1	2018年 3月 29日
				CN	106405555	B	2019年 1月 1日
CN	109188379	A	2019年 1月 11日	无			
CN	108562881	A	2018年 9月 21日	无			