

测量方法和测量装置

技术领域

5 本申请实施例涉及通信领域，尤其涉及测量方法和测量装置。

背景技术

通信领域的很多场景中都存在如下需求：测量通信装置之间的距离以确定通信装置所关联的物体间的距离。例如，室内定位场景中需要测量通信装置之间的距离来实现设备所关联的设备定位；又如，无钥匙进入与启动场景中需要测量车钥匙与车辆之间的距离；再如，资产管理、物流等场景中也需

10 要测量物体之间的距离。

现有的测量方法中，基于设备间传输的子帧的发送时间和接收时间确定设备间的距离，一个子帧的时间长度为1毫秒，在很多场景下，这种测量方法在很多场景下无法满足测量精准度方面的要求。

15

发明内容

针对设备间距离测量不准确的技术问题，本申请提出了测量方法、测量装置、测量设备、计算机可读存储介质和计算机程序产品等，以提高设备间距离的测量准确性。

第一方面，本申请提出了一种测量方法。该方法包括：第一设备发送第一符号；

20 第一设备从第二设备接收第二符号，第一符号和第二符号承载于同一个无线帧或不同的无线帧；第一设备确定第一时间差，第一时间差为第一设备发送第一符号的第一时刻与第一设备接收到第二符号的第二时刻之间的时间间隔，第一时间差用于确定第一设备与第二设备之间的距离。

该方法中，第一符号和第二符号均可以称为测距符号。

25 第一设备发送的第一符号可以是一个或多个，第二设备发送的第二符号可以是一个或多个。

第一设备可以是主节点，第二设备可以是从节点；或者，第一设备可以是主节点，第二设备可以是主节点。其中，主节点也可以称为管理节点，可以简称为G节点；从节点可以被管理节点，简称为T节点。

30 第一设备为主节点且第二设备为从节点时，第一符号可以称为G链路测距符号，第二符号可以称为T链路测距符号。第一设备为从节点且第二设备为主节点时，第一符号可以称为T链路测距符号，第二符号可以称为G链路测距符号。

本方法中，不限定第一设备发送第一符号与第一设备接收第二符号的先后顺序，即不限定第一时刻与第二时刻的先后顺序。或者说，第一设备可以先发送第一符号再

35 接收第二符号，或者第一设备可以先接收第二符号再发送第一符号。

本方法中，相比于无线帧的发送时间与接收时间的间隔而言，因为第一时间差是测距符号的发送时间与接收时间之间的间隔，能够更精准地指示出设备之间的信号的

传输时长, 因此基于该第一时间差可以确定得到更精准的设备间距离。

5 在一些实现方式中, 该方法还可以包括: 第一设备从第二设备接收第一时间信息, 第一时间信息用于确定第二时间差, 第二时间差为第二设备接收到第一符号的第三时刻与第二设备发送第二符号的第四时刻之间的时间间隔; 第一设备根据第一时间差和第二时间差确定第一设备与所述第二设备之间的距离。

也就是说, 第二设备确定其接收到第一符号的第三时刻与其发送第二符号的第四时刻之后, 向第一设备发送第二时间信息以便于第一设备获知第三时刻和第四时刻并确定第二时间差, 由第一设备基于第一时间差和第二时间差确定第一设备和第二设备之间的距离。

10 该实现方式中不限定第一设备接收第二时间信息和第一设备确定第一时间差的先后顺序。

在一些实现方式中, 该方法还可以包括: 第一设备向第二设备发送时间信息, 该时间信息用于确定第一时间差, 第一时间差为第一设备发送第一符号的第一时刻与第一设备接收到第二符号的第二时刻之间的时间间隔。

15 该方法中, 第一设备向第二设备发送用于确定第一时间差的时间信息, 以使得第二设备能够基于第一时间差和第二时间差确定第一设备和第二设备之间的距离。

该实现方式中不限定第一设备接收第二时间信息和第一设备确定第一时间差的先后顺序。

20 结合第一方面或上述任意一种可能的实现方式, 在一些可能的实现方式中, 所述第一符号和/或所述第二符号是基于 ZC 序列生成的, 所述 ZC 序列的生成方式如下:

$$d(n) = \begin{cases} \exp\left(-j\frac{\pi un(n+1)}{41}\right), n = 0, 1, \dots, 18 \\ 0, n = 19 \\ \exp\left(-j\frac{\pi un(n+1)}{41}\right), n = 20, 21, \dots, 38 \end{cases},$$

其中, n 表示子载波序号, u 为预设值, $d(n)$ 表示第 n 个子载波上的 ZC 序列。

该实现方式中, 可选地, u 为 a 至 b 中的任意整数, 其中 a 为大于 1 的正整数, b 为小于 39 的正整数, 且 a 小于 b 。

25 在一些可能的实现方式中, 第一符号可以承载于无线帧中用于传输 G 链路符号和/或 SG 符号的资源中, 第二符号可以承载于无线帧中用于传输 ST 符号和/或 T 链路符号的资源中。

30 例如, 第一设备为主节点, 第二设备为从节点时, 第一符号可以承载于无线帧中用于传输 G 链路符号和/或 SG 符号的资源中, 第二符号可以承载于无线帧中用于传输 ST 符号和/或 T 链路符号的资源中。

可选地, 第一符号可以承载于无线帧中用于传输 G 链路符号的全部或部分资源中。若第一符号承载于无线帧中用于传输 G 链路符号的部分资源中, 该无线帧中还可以包含 G 链路符号。

35 可选地, 第二符号可以承载于无线帧中用于传输 T 链路符号的全部或部分资源中。若第二符号承载于无线帧中用于传输 T 链路符号的部分资源中, 该无线帧中还可以包含 T 链路符号。

在另一些可能的实现方式中，第二符号可以承载于无线帧中用于传输 G 链路符号和/或 SG 符号的资源中，第一符号可以承载于无线帧中用于传输 ST 符号和/或 T 链路符号的资源中。

例如，第二设备为主节点，第一设备为从节点时，第二符号可以承载于无线帧中用于传输 G 链路符号和/或 SG 符号的资源中，第一符号可以承载于无线帧中用于传输 ST 符号和/或 T 链路符号的资源中。

可选地，第二符号可以承载于无线帧中用于传输 G 链路符号的全部或部分资源中。若第二符号承载于无线帧中用于传输 G 链路符号的部分资源中，该无线帧中还可以包含 T 链路符号。

可选地，第一符号可以承载于无线帧中用于传输 T 链路符号的全部或部分资源中。若第一符号承载于无线帧中用于传输 T 链路符号的部分资源中，该无线帧中还可以包含 G 链路符号。

在一些实现方式中，第一符号和第二符号之间可以存在 GAP。

例如，第一符号和第二符号承载于同一无线帧中，第一符号承载于无线帧中用于传输 G 链路符号和/或 SG 符号的资源中，第二符号承载于无线帧中用于传输 T 链路符号的资源中时，第一符号与第二符号之间存在 GAP。

又如，第一符号和第二符号承载于同一无线帧中，第一符号承载于无线帧中用于传输 T 链路符号和/或 ST 符号的资源中，第二符号承载于该无线帧中用于传输 SG 符号和/或 G 链路符号的资源中时，第一符号和第二符号之间存在 GAP。

再如，第一符号承载于第一无线帧用于传输 T 链路符号的资源中，第二符号承载于第二无线帧中用于传输 G 链路符号的资源中，第二无线帧与第一无线帧相邻且位于第一无线帧之后时，第一符号和第二符号之间存在 GAP。

再如，第二符号承载于第一无线帧用于传输 T 链路符号的资源中，第一符号承载于第二无线帧中用于传输 G 链路符号的资源中，第二无线帧与第一无线帧相邻且位于第一无线帧之后时，第一符号和第二符号之间存在 GAP。

在一些可能的实现方式中，第一设备从第二设备接收用于确定第二时间差的第一时间信息并基于第一时间差和第二时间差确定第一设备和第二设备之间的距离时，该方法还包括：第一设备从第二设备接收测量信息，该测量信息用于指示与该第一时间信息对应的测量交互序号。

其中，该测量交互序号用于指示第一设备与第二设备之间本次交互第一时间信息的操作在第一设备和第二设备之间交互用于确定第一设备和第二设备之间的距离的所有时间信息中的所有交互操作中的序号。

这样，可以使得第一设备可以将其从第二设备交互所得的时间信息与第一设备测量所得的具备相同测量序号的时间差准确关联起来，从而可以获得准确的距离。

在一些可能的实现方式中，第一设备向第二设备发送用于确定第一时间差的第一时间信息以便于第二设备基于第一时间差和第二时间差确定第一设备和第二设备之间的距离时，该方法还包括：第一设备向第二设备发送测量信息，该测量信息用于指示与该第一时间信息对应的测量序号。

其中，该测量序号用于指示第一设备与第二设备之间本次交互第一时间信息的操

作在第一设备和第二设备之间交互用于确定第一设备和第二设备之间的距离的所有时间信息中的所有交互操作中的序号。

这样，可以使得第二设备可以将其从第二设备交互所得的时间信息与第二设备测量所得的具备相同测量序号的时间差准确关联起来，从而可以获得准确的距离。

- 5 在一些实现方式中，第一符号可以是第一设备在一次距离测量过程中发送的一个或多个测距符号中的第 S 个，第二符号可以是第一设备在一次距离测量过程中接收到的一个或多个测距符号中的第 S 个。

- 作为示例， S 为 1。或者说，第一设备在一次距离测量过程中可以发送 N 个第一符号，第一时刻为这 N 个第一符号中的第一个第一符号的发送时刻， N 为正整数；
10 第一设备在这一次距离测量过程中可以接收到 M 个第二符号，第二时刻为这 M 个第二符号中第一个接收到的第二符号的接收时刻， M 为正整数。相应地，第三时刻可以是第二设备接收到这 N 个第一符号中第一个符号的时刻，第四时刻为第二设备发送这 M 个第二符号中第一个第二符号的时刻。

- 在一些可能的实现方式中，若第一符号中包含循环前缀 (cyclic prefix, CP)，则
15 第一时刻可以是第一符号的 CP 的开端的发送时刻；同理，第三时刻可以是第二设备接收到第一符号的 CP 的开端的时刻。

若第一符号中不包含 CP，则第一时刻为第一符号的开端的发送时刻；同理，第三时刻可以是第二设备接收到第一符号的开端的时刻。

- 若第二符号中包含 CP，则第二时刻可以是第二符号的 CP 的开端的接收时刻，同
20 理，第四时刻可以是第二设备发送第二符号的 CP 的开端的时刻。

若第二符号中不包含 CP，则第二时刻为第一设备接收到第二符号的开端的发送时刻。同理，第四时刻可以是第二设备发送第二符号的开端的时刻。

在一些可能的实现方式中，第一时刻可以为第一符号的开端到达第一设备的第一
天线连接器的时刻，第二时刻可以为第二符号的开端到达第一天线连接器的时刻。

- 25 例如，第一符号中不包含 CP 且第二符号中不包含 CP 时，第一时刻为第一符号的开端到达第一设备的第一天线连接器的时刻，第二时刻可以为第二符号的开端到达第一天线连接器的时刻。

同理，第三时刻可以是第一符号的开端到达第二设备的第二天线连接器的时刻，第四时刻可以是第二符号的开端到达第二设备的第二天线连接器的时刻。

- 30 例如，第一符号中不包含 CP 且第二符号中不包含 CP 时，第三时刻为第一符号的开端到达第二设备的第二天线连接器的时刻，第四时刻可以为第二符号的开端到达第二天线连接器的时刻。

- 在一些可能的实现方式中，第一符号和第二符号分别包含 CP 时，第一时刻可以
35 为第一符号的 CP 的开端到达第一设备的第一天线连接器的时刻，第二时刻可以为第二符号的 CP 的开端到达第一天线连接器的时刻。

同理，第三时刻可以是第一符号的 CP 的开端到达第二设备的第二天线连接器的时刻，第四时刻可以是第二符号的 CP 的开端到达第二设备的第二天线连接器的时刻。

在一些可能的实现方式中，所述方法还包括：第一设备向第二设备发送第一配置信息，第一配置信息用于指示第一符号的时频资源和第二符号的时频资源。

也就是说，由第一设备为第二设备配置第一符号的时频资源和第二符号的时频资源，以便于第二设备基于第一符号的时频资源信息接收第一符号以及基于第二符号的时频资源信息发送第二符号。

5 在一些可能的实现方式中，所述方法还可以包括：第一设备从第二设备接收第一配置信息，第一配置信息用于指示第一符号的时频资源和第二符号的时频资源。

也就是说，由第二设备为第一设备配置第一符号的时频资源和第二符号的时频资源，以便于第一设备基于第一符号的时频资源信息发送第一符号以及基于第二符号的时频资源信息接收第二符号。

10 可选地，第一配置信息中还可以包含如下一种或多种信息：与所述测量对应的 Transaction ID，用于传输第一符号和/或第二符号的无线帧的标识、用于传输第一符号的无线帧中用于承载第一符号的第一资源的第一指示信息、用于传输第二符号的无线帧中用于承载第二符号的第二资源的第二指示信息。

15 可选地，第一配置信息中包含第一指示信息时，第一指示信息为第一位图。例如，所述第一位图包含 R 个比特，所述 R 个比特与用于传输第一符号的无线帧中为第一设备分配的 R 个发送资源一一对应，所述 R 个比特中与所述 R 个发送资源中用于传输第一符号的第一资源对应的比特的值为第一预设值，R 为正整数。

例如，R 个比特中部分比特的值为“1”，这些比特对应的资源用于传输第一符号；R 个比特中部分比特的值为“0”，这些比特对应的资源不用于传输第一符号。

20 可选地，第一配置信息中包含第二指示信息时，第二指示信息为位图。例如第二指示信息为 K 个比特，所述 K 个比特与用于传输第二符号的无线帧中为第一设备分配的 K 个接收资源一一对应，K 个比特中与 K 个发送资源中用于传输第二符号的第二资源对应的比特的值为第一预设值，K 为正整数。

例如，K 个比特中部分比特的值为“1”，这些比特对应的资源用于传输第二符号；K 个比特中部分比特的值为“0”，这些比特对应的资源不用于传输第二符号。

25 在一些可能的实现方式中，所述方法还包括：第一设备发送第三符号；第一设备确定第三时间差，第三时间差为第一设备接收到第二符号的第二时刻与第一设备发送第三符号的第五时刻之间的时间间隔。

30 该实现方式中，作为一种示例，第一设备接收来自第二设备的第二时间信息，第二时间信息用于确定第四时间差，第四时间差为第二设备发送第二符号的第三时刻与第二设备接收到第三符号的第六时刻之间的时间间隔。

相应地，第一设备基于第一时间差和第二时间差确定所述第一设备与第二设备之间的距离，包括：第一设备基于第一时间差、第二时间差、第三时间差和第四时间差确定第一设备与第二设备之间的距离。

35 该实现方式中，作为另一种示例，第一设备向第二设备发送第二时间信息，第二时间信息用于确定第三时间差。

相应地，第二设备基于第一时间差和第二时间差确定所述第一设备与第二设备之间的距离，包括：第二设备基于第一时间差、第二时间差、第三时间差和第四时间差确定第一设备与第二设备之间的距离。

也就是说，该实现方式中，基于第一设备与第二设备之间更多符号的传输时间差

来确定第一设备和第二设备之间的距离，以提高所得的距离的准确性。

可选地，第一符号和第二符号承载于第一无线帧时，第三符号承载于第二无线帧，第二无线帧位于第一无线帧之后。

例如，第一设备为主节点且第二设备为从节点时，第一符号可以承载于第一无线帧中用于传输 G 链路符号和/或 SG 符号的资源上，第二符号承载于第一无线帧中用于传输 T 链路符号和/或 ST 符号的资源上，第三符号承载于第二无线帧中用于传输 G 链路符号和/或 SG 符号的资源上。

可选地，第一符号承载于第一无线帧中，第二符号和第三符号承载于第二无线帧中，第二符号的无线帧位于第一无线帧之后。

例如，第二设备为主节点且第一设备为从节点时，第一符号可以承载于第一无线帧中用于传输 T 链路符号和/或 ST 符号的资源上，第二符号承载于第二无线帧中用于传输 G 链路符号和/或 SG 符号的资源上，第三符号承载于第二无线帧中用于传输 T 链路符号和/或 ST 符号的资源上。

在一些可能的实现方式中，所述方法还包括：第一设备接收第三符号；第一设备确定第三时间差，第三时间差为第一设备接收到第三符号的第五时刻与第一设备发送第一符号的第一时刻之间的时间间隔。

该实现方式中，作为一种示例，第一设备接收来自第二设备的第二时间信息，第二时间信息用于确定第四时间差，第四时间差为第二设备发送第三符号的第六时刻与第二设备接收到第一符号的第三时刻之间的时间间隔。

相应地，第一设备基于第一时间差和第二时间差确定所述第一设备与第二设备之间的距离，包括：第一设备基于第一时间差、第二时间差、第三时间差和第四时间差确定第一设备与第二设备之间的距离。

该实现方式中，作为另一种示例，第一设备向第二设备发送第二时间信息，第二时间信息用于确定第三时间差。

相应地，第二设备基于第一时间差和第二时间差确定所述第一设备与第二设备之间的距离，包括：第二设备基于第一时间差、第二时间差、第三时间差和第四时间差确定第一设备与第二设备之间的距离。

也就是说，该实现方式中，基于第一设备与第二设备之间更多符号的传输时间差来确定第一设备和第二设备之间的距离，以提高所得的距离的准确性。

可选地，第一符号和第二符号承载于第一无线帧时，第三符号承载于第二无线帧，第二无线帧位于第一无线帧之前。

例如，第一设备为主节点且第二设备为从节点时，第一符号可以承载于第一无线帧中用于传输 G 链路符号和/或 SG 符号的资源上，第二符号承载于第一无线帧中用于传输 T 链路符号和/或 ST 符号的资源上，第三符号承载于第二无线帧中用于传输 T 链路符号和/或 ST 符号的资源上。

可选地，第一符号承载于第一无线帧中，第二符号和第三符号承载于第二无线帧中，第二符号的无线帧位于第一无线帧之前。

例如，第二设备为主节点且第一设备为从节点时，第一符号可以承载于第一无线帧中用于传输 G 链路符号和/或 SG 符号的资源上，第二符号承载于第二无线帧中用于

传输 T 链路符号和/或 ST 符号的资源上, 第三符号承载于第二无线帧中用于传输 G 链路符号和/或 SG 符号的资源上。

在一些可能的实现方式中, 同一个无线帧中的资源上可以承载同一个设备向其他多个设备发送的测距符号, 以便于测量该同一个设备与其他多个设备中每个设备之间的距离。

换句话说, 所述无线帧中还包括用于测量所述第一设备与第三设备之间的距离的测距符号, 或者, 包括用于测量所述第二设备与第三设备之间的距离的测距符号

例如, 第一符号承载于无线帧中用于传输 T 链路符号的第一资源时, 承载第一符号的无线帧中用于传输 T 链路符号的第三资源上可以承载有第四设备向第二设备发送的第四符号, 第四符号用于确定第四设备与第二设备之间的距离。

又如, 第二符号承载于无线帧中用于传输 T 链路符号的第二资源时, 承载第二符号的无线帧中用于传输 G 链路符号的第四资源上承载有第四设备向第一设备发送的第四符号, 第四符号用于确定第四设备与第一设备之间的距离。

第二方面, 本申请提供一测量装置, 该装置可以包括用于实现第一方面中任意一种实现方式中的方法的各个模块。其中, 每个模块可以通过软件和/或硬件的方式实现。

在一些可能的实现方式中。该装置可以包括发送模块、接收模块和处理模块, 该发送模块可以用于实现第一方面中发送操作相关的步骤, 接收模块可以用于实现第一方面中接收操作相关的步骤, 该处理模块可以用于实现第一方面中与获取、确定等操作相关的步骤。

在一些可能的实现方式中, 该装置可以包括: 处理器、存储器。存储器用于存储计算机可执行程序代码, 程序代码包括指令; 当处理器执行指令时, 指令使所述装置执行如第一方面中的方法。

该实现方式中, 该装置可以是设备, 也可以是应用于设备的芯片。

第三方面, 本申请提供一种包含指令的计算机程序产品, 当其在计算机上运行时, 使得计算机执行上述第一方面中的方法。

第四方面, 本申请提供一种计算机可读存储介质, 所述计算机可读存储介质中存储有指令, 当其在电子设备或计算机上运行时, 使得电子设备或计算机执行上述第一方面中的方法。

第五方面, 本申请提供一种通信系统, 该通信系统包含第二方面中的通信装置。

上述第二方面至第五方面的各可能的实现方式, 其有益效果可以参见上述第一方面所带来的有益效果, 在此不加赘述。

附图说明

图 1 为本申请一个实施例的通信系统的示意性结构图;

图 2 为本申请一个实施例的车辆测距系统的示意性架构图;

图 3 为本申请一个实施例的测量方法的示例性流程图;

图 4 为本申请一个实施例的无线帧和超帧的示意性结构图;

图 5 为本申请一个实施例的测距符号的示意性传输图;

图 6 为本申请另一个实施例的测距符号的示意性传输图;

- 图 7 为本申请再一个实施例的测距符号的示意性传输图；
图 8 为本申请一个实施例的测距符号的传输时刻之间的关系示意图；
图 9 为本申请一个实施例的天线连接器收发测距符号的时间关系示意图；
图 10 为本申请一个实施例的多用户的测距符号的示意性传输图；
5 图 11 为本申请另一个实施例的测量方法的示例性流程图；
图 12 为本申请再一个实施例的测距符号的示意性传输图；
图 13 为本申请又一个实施例的测距符号的传输时刻之间的关系示意图；
图 14 为本申请另一个实施例的测量方法的示例性流程图；
图 15 为本申请再一个实施例的测距符号的示意性传输图；
10 图 16 为本申请又一个实施例的测距符号的传输时刻之间的关系示意图；
图 17 为本申请一个实施例提供的测量装置的结构示意图；
图 18 为本申请另一个实施例提供的测量装置的结构示意图。

具体实施方式

- 15 图 1 是本申请一个实施例的测距系统的示意结构图。该测距系统中可以包含设备 101 和设备 102。

设备 101 和设备 102 之间可以通过通信链路进行通信。在一些通信场景中，设备 101、设备 102 和它们之间的通信链路可以统称一个通信域。

- 20 可以理解的是，图 1 仅示出了一个通信域，但是本申请的测距系统中并不限定通信域的数量，本申请的系统中可以包含一个或多个通信域。

此外，虽然图 1 仅示出了一个通信域中包含两个设备的示例，但是，本申请并不限定通信域中的设备的数量。

- 25 每个通信域中可以包含一个主节点和至少一个从节点。其中，主节点也可以称为管理节点，简称为 G 节点（Grant Node），对从节点进行管理和分配通信域的时频资源，并为通信域中的节点之间的通信或测量调度时频资源；从节点也可以称为终端节点，简称为 T 节点（Terminal Node）。

作为一种示例，设备 101 可以为星闪基础（SparkLink Basic，SLB）标准/星闪低功耗（SparkLink Low Energy，SLE）标准中的管理节点；设备 102 可以为 SLB/SLE 中的终端节点。其中，设备 101 为 G 节点，设备 102 为 T 节点。

- 30 作为另一种示例，设备 101 可以是蓝牙低功耗（Bluetooth Low Energy，BLE）标准中的主设备（master）；设备 102 可以是 BLE 标准中的从设备（slave）。其中，设备 101 为 G 节点，设备 102 为 T 节点。

作为又一个示例，设备 101 可以是 Wi-Fi 标准中的接入点（AP）；设备 102 可以是 Wi-Fi 标准中的站点（STA）。其中，设备 101 为 G 节点，设备 102 为 T 节点。

- 35 图 1 所示的系统可以应用于多种场景，例如，可以应用于车载无线定位场景、室内定位场景、室内导航场景或室内测距场景，或者，也可以用于其他广域无线通信场景或局域无线通信场景。

下面以图 1 所示的系统包含多个从节点，且应用于车载定位场景为例，结合图 2 进行介绍。

如图 2 所示, 车载定位场景中, 车的四个车角可以分别部署定位锚点, 车的中控台、后视镜或天花板 (即车内顶部) 部署定位锚点, 用于对作为被定位节点的车钥匙进行定位。其中, 车钥匙可以包含传统形态具有定位功能的车钥匙, 也可以包含可以用于解锁车辆、充当车钥匙的手机或可穿戴设备等; 定位锚点也可以称为定位节点或定位基站或定位信标 (beacon), 可以简称为锚点 (anchor); 被定位节点可以称为定位标签 (tag) 或被测量节点, 简称标签。

可以理解的是, 定位锚点部署在车角、中控台、后视镜或天花板仅是示例, 车内的显示屏、麦克风、扬声器、摄像头、T-BOX, 车外的 360 环视应用的摄像头等车载无线设备也可复用为定位锚点。

图 2 所示的场景中, 可以由任意节点担任 G 节点的角色。例如, G 节点可以由车钥匙担任, 车上的所有锚点为 T 节点; 又如, G 节点由车上的任意一个锚点担任, 其它锚点和车钥匙都是 T 节点。

图 2 所示的场景中, 可以测量多个锚点中每个锚点与被定位节点 (即车钥匙) 之间的距离, 并基于这些测量的距离对被定位节点 (车钥匙) 进行定位。

基于这些测量的距离对被定位节点进行定位的方法可以参考现有通信领域中基于距离进行定位的相关方法, 例如三边定位法 (Trilateration) 或多边定位法 (Multilateration), 此处不再赘述, 下面对锚点与被定位节点之间的距离/角度 (如到达角) 测量方法进行介绍。本申请的距离测量方法中, 将锚点和被定位节点均称为设备。

图 3 为本申请一个实施例的测量方法的示意性流程图。可以理解的是, 图 3 仅是一种示例, 本申请的测量方法中可以包括更多或者相似的步骤。

其中, 第一设备可以是图 1 中的设备 101, 第二设备可以是图 1 中的设备 102; 或者, 第一设备可以是图 2 中的任意锚点, 第二设备可以是图 2 中的被定位节点。

S310, 第一设备发送第一符号。相应地, 第二设备接收第一符号。

本实施例中, 作为一种示例, 承载第一符号的无线帧为星闪无线通信技术中的无线帧。

星闪无线通信标准的基础版本 (SLB) 中包含超帧和无线帧的传输帧结构。超帧的周期为 1 毫秒 (ms), 每个超帧内含有 48 个无线帧, 每个无线帧的长度可以为 20.833 微秒, 一个无线帧可以含有下行数据符号、上行数据符号、系统开销符号 (系统开销 G 符号或系统开销 T 符号)、上下行切换间隔。其中, 下行数据符号也可以称为 G 链路符号, 简称为 G 符号, G 符号在 G 链路传输; 上行数据符号也可以称为 T 链路符号, 简称为 T 符号, T 符号在 T 链路传输; 系统开销 G 符号也可以称为 SG 符号, 系统开销 T 符号也可以称为 ST 符号, 上下行切换间隔也可以称为 GAP。

作为一种示例, 无线帧的下行数据符号和/或上行数据符号可以是正交频分复用 (orthogonal frequency-division multiplexing, OFDM) 符号。

超帧和无线帧的一种结构示意图如图 4 所示。图 4 所示的帧结构中, 一个超帧内包含 48 个无线帧, 无线帧从 0 开始编号, 一个无线帧包含四个 G 符号资源、一个 SG 符号资源或一个 ST 符号资源、三个 T 符号资源和两个 GAP。其中, G 符号资源用于作为管理节点的设备发送数据符号, 该数据符号可以称为 G 符号; SG 符号资源用于

作为管理节点的设备发送系统开销符号，该系统开销符号称为 SG 符号；ST 符号资源用于作为从节点的设备发送系统开销符号，该系统开销符号称为 ST 符号；T 符号资源用于作为从节点的设备发送数据符号，该数据符号称为 T 符号。GAP 用于设备的收发切换。

5 图 4 中，无线帧中包含 SG 符号资源的示例为帧 0 和帧 1，无线帧中包含 ST 符号资源的示例为帧 46 和帧 47。

可以理解的是，图 4 所示的结构仅是一种示例，一个超帧包含的无线帧的数量，一个无线帧包含的 G 符号资源、SG 符号资源、ST 符号资源、T 符号资源和 GAP 的数量可以不限于此。

10 本实施例的一个示例中，承载第一符号的无线帧可以图 4 所示的超帧中任意一个无线帧。

本实施例中，用于承载测距信号的符号称为测距符号，承载测距符号的资源称为测距符号资源，其中，测距符号也可称为测量符号，用于测距和/或测角。本实施例中，第一设备发送的测距符号称为第一测距符号，可以简称为第一符号。

15 在星闪无线通信技术中，物理带宽约为 20 兆赫兹 (MHz) 的 OFDM 信号称为一个载波，工作带宽为一个或多个载波，例如载波聚合后的工作带宽为 20 MHz、40 MHz、80 MHz、160 MHz、200 MHz 或 320 MHz。

S320，第二设备发送第二符号，第一符号和第二符号承载于同一个无线帧或承载于不同的无线帧。相应地，第一设备接收的第二符号。

20 承载第二符号的无线帧可以为星闪无线通信技术中的无线帧。作为一个示例，承载第二符号的无线帧可以是图 4 所示超帧中任意无线帧。

本实施例中，第二设备发送的测距符号称为第二测距符号，可以简称为第二符号。

图 5 为本申请一个实施例提供的测距符号的示意性传输图。图 5 所示的无线帧中，第一符号和第二符号承载于同一个无线帧中，即承载于无线帧#1 中。其中，第一符号
25 承载于无线帧#1 中用于传输 G 链路符号的全部或部分资源中，第二符号承载于无线帧#1 中用于传输 T 链路符号的全部或部分资源中。

图 6 为本申请另一个实施例提供的测距符号的示意性传输图。图 6 所示的无线帧中，第一符号和第二符号承载于同一个无线帧中。

例如，第一符号承载于无线帧#1 中用于传输 G 链路符号的全部或部分资源中，以及承载于用于传输 SG 符号的资源中，第二符号承载于无线帧#1 中用于传输 T 链路符号的全部或部分资源中。
30

又如，第一符号承载于无线帧#46 中用于传输 G 链路符号的全部或部分资源中，第二符号承载于无线帧#46 中用于传输 T 链路符号的全部或部分资源中以及承载于用于传输 ST 符号的资源中。

35 本申请实施例中，第一符号和第二符号承载于同一个无线帧时，可以在单个无线帧内完成测量，最快情况下在一个无线帧时长 (20.83us) 即可完成一次测距/测角，具有极低的测量时延。本申请充分利用了一个无线帧所具有的同时包含 G 符号和 T 符号的帧结构，从而提供了极低的时延性能，或者能在一定测量时间内提供更多的测量结果，从而为后续的扩展卡尔曼滤波等定位后处理提供更多的采样数据。

图 7 为本申请另一个实施例的测距符号的示意性传输图。图 7 所示的示例中，第一符号承载于无线帧#K+1 中，第二符号承载于无线帧#K 中，K 为小于 48 的整数。其中，第一符号承载于无线帧#K+1 中用于传输 G 链路符号和/或 SG 符号的全部或部分资源中，第二符号承载于无线帧#K 中用于传输 T 链路符号的全部或部分资源中。其中，
5 无线帧#K 和无线帧#K+1 为示例，承载第一符号和第二符号的无线帧可以是连续的，也可以是不连续的。

图 4 至图 7，为超帧的帧结构，其横坐标为时间。

第一符号和第二符号承载于同一个无线帧时，在一些实现方式中，可以基于设备的数量来使用 G 符号资源和 T 符号资源配比不同的无线帧（即不同的无线帧结构）进行测距。
10

S330，第一设备确定第一时间差，第一时间差为第一设备发送第一符号的第一时刻与第一设备接收到第二符号的第二时刻之间的时间间隔，第一时间差用于确定第一设备与第二设备之间的距离。

例如，第一设备获取发送第一符号的时间，记为第一时刻；并获取接收到第二符号的时间，记为第二时刻；计算第一时间 t_1 与第二时间 t_2 之间的差值，得到第一时间差。第一时间差应为正数，即第一时间差为 $t_2 - t_1$ ，其中第二时间在第一时间之后。
15

S340，第二设备获取第一时间信息，第一时间信息用于确定第二时间差，第二时间差为第二设备接收到第一符号的第三时刻与第二设备发送第二符号的第四时刻之间的时间间隔。

作为一种示例，第二设备获取接收到第一符号的时间，记为第三时刻；并获取发送第二符号的时间，记为第四时刻。
20

本实施例中，并不限制 S310 和 S320 之间的顺序，也不限制 S330 和 S340 之间的顺序。

S350，第二设备向第一设备发送第一时间信息。相应地，第一设备接收来自第二设备的第一时间信息。
25

作为一种示例，第二设备计算第三时间 t_3 与第四时间 t_4 之间的差值，得到第二时间差。第二设备获得第二时间差之后，向第一设备发送第一时间信息，第一时间信息中包含第二时间差。第二时间差也应为正数，即第二时间差为 $t_4 - t_3$ ，其中第四时间在第三时间之后。

作为另一种示例，第二设备向第一设备发送第一时间信息，第一时间信息中包含第三时刻和第四时刻的指示信息，以便于第一设备基于第一时间信息确定第三时刻和第四时刻以及基于第三时刻和第四时刻确定第二时间差。
30

S360，第一设备基于第一时间差和第二时间差确定第一设备与第二设备之间的距离。

作为示例，第一设备基于第一时间信息确定第二时间差，并基于第一时间差和第二时间差确定第一设备与第二设备之间的距离。
35

第一时刻、第二时刻、第三时刻和第四时刻之间的时间关系的一种示例图如图 8 所示。由图 8 可知，作为一种示例，第一设备可以基于如下关系式确定第一设备与第二设备之间的距离：

$$D = \left| \frac{|t_2 - t_1| - |t_4 - t_3|}{2} \right| C,$$

其中, t_1 表示第一时刻, t_2 表示第二时刻, t_3 表示第三时刻, t_4 表示第四时刻, C 表示光速, D 表示第一设备与第二设备之间的距离。

其中, 当 $t_2 > t_1$ 、 $t_4 > t_3$ 时, 上式可以变换为 $D = \frac{(t_2 - t_1) - (t_4 - t_3)}{2} C$ 。

5 在图 5 至图 8 所示的测距交互中, 第一符号和第二符号分别对应第一消息和第二消息, 因而也可称为双向 2 消息模式。

本申请实施例中, 在一些实现方式中, 第一时刻是第一符号离开第一设备的天线连接器的时间, 第二时刻为第二符号到达第一设备的天线连接器的时间; 第三时刻为第一符号到达第二设备的天线连接器的时间, 第四时刻为第二符号离开第二设备的天线连接器的时间。这些时间可以统称为天线连接器 (antenna connector) 时间。

在该实现方式中, 若第一设备记录的第一符号的发送时间 t_1' 和第二符号的接收时间 t_2' 为第一设备基于基带发送时间所确定的基带时间, 则第一设备可以基于 t_1' 、 t_2' 和 $T_{\text{cali,G}}$ 估算第一时间差。其中, $T_{\text{cali,G}}$ 表示第一设备的校准时间参数, 可以为第一设备的射频 (RF) 发射通道和 RF 接收通道引入的时延、第一设备接收第二符号时的基带处理时延之和。作为一种示例, $t_{\text{round1}} = t_2 - t_1 = t_1' - t_2' - T_{\text{cali,G}}$, t_{round1} 表示第一时间差。

同理, 若第二设备记录的第一符号的接收时间 t_3' 和第二符号的方式时间 t_4' 为第二设备基于基带发送时间所确定的基带时间, 则第二设备可以基于 t_3' 、 t_4' 和 $T_{\text{cali,T}}$ 估算第二时间差。其中, $T_{\text{cali,T}}$ 表示第二设备的校准时间参数, 可以为第二设备的射频 (RF) 发射通道和 RF 接收通道引入的时延、第二设备接收第一符号时的基带处理时延之和。作为一种示例, $t_{\text{reply1}} = t_4 - t_3 = t_4' - t_3' - T_{\text{cali,T}}$, t_{reply1} 表示第二时间差。

对于 $T_{\text{cali,G}}$, 可以由第一设备通过测量 RF 发射通道和 RF 接收通道的时延之和进行确定; 对于 $T_{\text{cali,T}}$, 可以由第二设备通过测量 RF 发射通道和 RF 接收通道的时延之和进行确定。设备测量 RF 发射通道和 RF 接收通道的时延之和的操作也可以称作环回测量。

$T_{\text{cali,G}}$ 和 $T_{\text{cali,T}}$ 均可以称为 T_{cali} , T_{cali} 也可以称为时延校准参数。基带处理器、RF 发射通道、RF 接收通道、天线接收器之间的结构示意图如图 9 所示。如图 9 可知, 设备可以按照下面的公式进行计算 T_{cali} : $T_{\text{cali}} = T_{\text{cali,TX}} + T_{\text{cali,RX}}$, 其中, $T_{\text{cali,TX}}$ 表示 RF 发射通道的时延, $T_{\text{cali,RX}}$ 表示 RF 接收通道的时延。本申请实施例中, 设备的基带处理时延也可以包含在 T_{cali} 之中。

本申请实施例的一些实现方式中, 若无线帧中承载了 M 个第一符号, 无线帧中承载了 N 个第二符号, 则第一时刻可以为第一设备发送第 S 个第一符号的开端的时间, 第二时刻可以为第一设备接收到第 S 个第二符号的开端的时间, 第三时刻为第二设备接收到第 S 个第一符号的开端的时间, 第四时刻为第二设备发送第 S 个第二符号的开端的时间, M 和 N 为正整数, S 为正整数且小于或等于 M 和 N 中的最小值。作为一个示例, S 为 1。

例如, 第一时刻可以为第一设备的天线连接器发送第一个第一符号的开端的时间, 第二时刻为第一设备的天线连接器接收到第一个第二符号的开端的时间, 第三时刻为第二设备的天线连接器接收到第一个第一符号的开端的时间, 第四时刻为第二设备的天线连接器发送第一个第二符号的开端的时间。

若第一符号中包含循环前缀 CP，则第一时刻可以为第一个第一符号的 CP 的开端到达第一设备的天线连接器的时刻；第三时刻为第一个第一符号的 CP 的开端达到第二设备的天线连接器的时刻。

若第二符号中包含 CP，则第二时刻可以为第一个第二符号的 CP 的开端到达第一设备的天线连接器的时刻；第四时刻为第一个第二符号的 CP 的开端达到第二设备的天线连接器的时刻。

本申请实施例的一些实现方式中，可选地，可以基于 ZC（Zadoff-Chu）序列生成测距符号。因为 ZC 序列在多径情况下仍可以应用简单可靠的时域相关检测算法，因此该实现方式可以在多径环境中保证测距符号的时域自相关性，从而可以保证首径（视距）的检测性能。

作为一种示例，用于生成测距符号的 ZC 序列的生成方式如下：

$$d(n)=\begin{cases} \exp\left(-j\frac{\pi un(n+1)}{41}\right), n=0,1,...,18 \\ 0, n=19 \\ \exp\left(-j\frac{\pi un(n+1)}{41}\right), n=20,21,...,38 \end{cases},$$

其中，n 表示子载波序号，u 为预设值。

u 为 a 至 b 中的任意整数，a 为大于或等于 2 的整数，b 为小于或等于 39 的整数。

u 的一种示例性确定方法如下：在一定时间范围内，在闭区间[a,b]内，随机选择一个正整数作为 u 的取值，从而按上述公式生成 RTT 测距交互的 ZC 序列。G 节点和 T 节点在测距协商阶段即预先通过交互消息确定了 u 的取值，从而在 RTT 测距过程中，u 对于 G 节点和 T 节点是一个双方已知的预设值。

为了增强 RTT 测距交互的安全性，u 值可按时间周期 T 内进行调整，即每隔 T 时间在[a,b]内重新随机选取一个正整数值作为新的 u 值，从而使其它设备无法持续侦听到存在随机变化的 ZC 序列。另外，通过 u 值的随机选取，可以获得一个随机的 ZC 序列，而不同的 ZC 序列也可避免与邻近的设备相互之间产生大的测量信号干扰。

因为 u 的取值与第一训练信号（first training signal, FTS）或第二训练信号（second training signal, STS）符号涉及的 u 值取值不同，所以可以获得一个与第一训练信号和第二训练信号不同的定位参考信号，同时可以避免与 FTS 和 STS 使用相同的波形。

承载上述 ZC 序列的测距符号可以称为定位参考信号（Positioning Reference Signal, PRS）。除了承载 ZC 序列的 PRS，SLB 中现有的信道状态信息参考信号（CSI-RS）或探测参考信号（SRS）也可以用作测距符号。

本申请实施例的一些实现方式中，每个测量时间的单位可以是皮秒（ps）。例如，第一时刻、第二时刻、第三时刻和第四时刻的单位可以是 ps。同理，第一时间差和第二时间差的单位可以是 ps。

作为一种示例，第一设备可以向第二设备发送第一配置信息，第一配置信息可以包含如下信息中一种或多种：测量次数，每次测量中第一无线帧的标识，每次测量中第一符号的时频资源，每次测量中第二无线帧的标识，每次测量中第二符号的时频资源。第一配置信息的一种示例性格式如下表所示。

字段	描述
P	测量次数，P 为正整数

无线帧标识 1-1	第一次测量中第一符号所在的无线帧的标识或者编号，第一符号的一种示例为 G 链路测距符号；
位图 (bitmap)	用于指示无线帧标识 1-1 中用于承载第一符号的资源，位图可以包含 R_1 个比特， R_1 为无线帧标识 1-1 所指示的无线帧内的符号资源数量，这 R_1 个比特与该无线帧内的 R_1 个符号资源一一对应，值为 1 的比特对应的符号资源承载第一符号，值为 0 的比特对应的符号资源不承载第一符号；
无线帧标识 1-2	第一次测量中第二符号所在的无线帧的标识或者编号，第二符号的一种示例为 T 链路测距符号；
位图	用于指示无线帧标识 1-2 所指示的无线帧中承载第二符号的符号资源，位图可以包含 K_1 个比特， K_1 为无线帧标识 2 所指示的无线帧内的符号资源数量，这 K_1 个比特与该无线帧内的 K_1 个符号资源一一对应，值为 1 的比特对应的符号资源承载第二符号，值为 0 的比特对应的符号资源不承载第二符号；
...	...
无线帧标识 p-1	第 p 次测量中第一符号所在的无线帧的标识或者编号，p 为小于或等于 P 的正整数；
位图	用于指示无线帧标识 p-1 指示的无线帧中承载第一符号的资源，位图可以包含 R_p 个比特， R_p 为无线帧标识 p-1 所指示的无线帧内的符号资源数量，这 R_p 个比特与该无线帧内的 R_p 个符号资源一一对应，值为 1 的比特对应的符号资源承载第一符号，值为 0 的比特对应的符号资源不承载第一符号；
无线帧标识 p-2	第 p 次测量中第二符号所在的无线帧的标识或者编号；
位图	用于指示无线帧标识 p-2 指示的无线帧中承载第二符号的资源，位图可以包含 K_p 个比特， K_p 为无线帧标识 p-2 所指示的无线帧内的符号资源数量，这 K_p 个比特与该无线帧内的 K_p 个符号资源一一对应，值为 1 的比特对应的符号资源承载第二符号，值为 0 的比特对应的符号资源不承载第二符号；
...	...

图 10 为本申请又一个实施例的测距符号的示意性传输图。图 10 所示的无线帧中，不同的 T 符号资源可以用于为不同的设备测量距离，即 T1 符号资源、T2 符号资源和 T3 符号资源分别用于设备 1、设备 2 和设备 3 发送第二符号。

可以理解的是，图 10 所述的 T 符号资源用于 3 个设备分别发送各自的 T 测距符号
5 仅是示例，本实施例中的设备数量 3 并不对 T 符号资源关联的测距设备的数量构成限

- 制。例如，同一个无线帧的 T 符号资源可以用于 W 个设备发送各自的 T 测距符号，W 为大于 1 的正整数即可。
- 换句话说，一个无线帧的 T 符号资源不仅可以用于一个 G 节点与一个 T 节点之间的距离测量，还可以用于多个 T 节点中每个 T 节点与 G 节点之间的距离测量，即多用户距离测量或多设备距离测量。
- 在多用户距离测量中，作为 G 节点的第一设备可以将这多个 T 节点划分为一组节点，并向该组 T 节点发送组配置信息，组配置信息中可以包含 G 节点用于发送 G 测距符号（例如第一符号）的时频资源以及该组节点中每个 T 节点用于发送 T 测距符号（例如第二符号）的 T 符号资源。每个 T 节点接收到该组配置信息之后，可以基于该组配置信息指示的资源获取相关时间差，以实现自己与 G 节之间的距离测量。
- 本申请实施例中，用于确定时间差的时间信息统称为时间反馈信息。例如，第一时间信息为时间反馈信息。
- 本申请实施例中，设备发送的时间反馈信息中直接包含时间差时，在一些实现方式中，第二设备可以通过如下表所示的格式来发送时间差。

字段	描述
Q	反馈的时间差的数量；
时间差 1	用于指示设备反馈的 Q 个时间差中的第一个时间差；
...	...
时间差 p	用于指示设备反馈的 Q 个时间差中的第 q 个时间差，q 为小于或等于 Q 的正整数；
...	...

- 图 11 为本申请另一个实施例的测距方法的示意性流程图。该方法可以包括 S310、S320、S330、S340、S325、S350、S341、S342、S351 和 S370。可以理解的是，图 11 所示实现方式中的执行顺序仅是示例，本申请实施例对此不作限制。
- S325，第一设备发送第三符号。
- 本实施例中，第三符号也可以称为测距符号。
- 本实施例的一些实现方式中，第一符号和第二符号承载于第一无线帧，第三符号承载于第二无线帧，第二无线帧位于第一无线帧之后。
- S341，第一设备确定第三时间差，第三时间差为第一设备接收到第二符号的第二时刻与第一设备发送第三符号的第五时刻之间的时间间隔。
- 作为一种示例，第一时刻位于第四时刻之前，第四时刻位于第五时刻之前。
- S342，第二设备获取第二时间信息，第二时间信息用于确定第四时间差，第四时间差为第二设备发送第二符号的第三时刻与第二设备接收到第三符号的第六时刻之间的时间间隔。
- S351，第二设备发送第二时间信息。相应地，第一设备接收第二时间信息。
- S370，第一设备和第二设备基于第一时间差、第二时间差、第三时间差和第四时间差确定第一设备和第二设备之间的距离。

图 12 为本申请实施例提供的测距符号的传输示意图。如图 12 所示, 无线帧#K 中的 G 符号资源、T 符号资源和无线帧#K+1 中的 G 符号资源中承载测距符号。

作为一种示例, 无线帧#K 中的 G 符号资源中承载第一符号, 无线帧#K 中的 T 符号资源中承载第二符号, 无线帧#K+1 中的 G 符号资源中承载第三符号。该示例中第一符号、第二符号和第三符号的交互式传输图如图 13 所示。

图 14 为本申请另一个实施例的测距方法的示意性流程图。该方法可以包括 S305、S310、S320、S321、S322、S330、S340、S350、S351 和 S370。可以理解的是, 图 14 所示实现方式中的执行顺序仅是示例, 本申请实施例对此不作限制。

S305, 第二设备发送第三符号。

10 本实施例中, 第三符号也可以称为测距符号。

S321, 第一设备确定第三时间差, 第三时间差为第一设备接收到第三符号的第六时刻与第一设备发送第一符号的第一时刻之间的时间间隔。

S322, 第二设备获取第二时间信息, 第二时间信息用于确定第四时间差, 第四时间差为第二设备发送第三符号的第五时刻与第二设备接收到第一符号的第三时刻之间的时间间隔。

作为一种示例, 第一时刻位于第四时刻之前, 第五时刻位于第一时刻之前。

本实施例的一些实现方式中, 第一符号和第二符号承载于第一无线帧, 第三符号承载于第二无线帧, 第二无线帧位于第一无线帧之前。

图 15 为本申请实施例提供的测距符号的传输示意图。如图 15 所示, 无线帧#K 中的 T 符号资源和无线帧#K+1 中的 G 符号资源、T 符号资源中承载测距符号。

作为一种示例, 无线帧#K 中的 T 符号资源中承载第三符号, 无线帧#K+1 中的 G 符号资源中承载第一符号, 无线帧#K+1 中的 T 符号资源中承载第二符号。该示例中第一符号、第二符号和第三符号的交互式传输图如图 16 所示, 构成了一个双向测距三消息 (Two way ranging 3 Messages) 的测量交互。

25 图 11 或图 14 所示方法中, 第一设备或第二设备基于第一时间差、第二时间差、第三时间差和第四时间差确定第一设备与所述第二设备之间的距离时, 作为一种示例, 第一设备可以基于关系式 $D = \frac{t_{\text{round1}} \times t_{\text{round2}} - t_{\text{reply1}} \times t_{\text{reply2}}}{t_{\text{round1}} + t_{\text{round2}} + t_{\text{reply1}} + t_{\text{reply2}}} C$ 确定第一设备与第二设备之间的距离, 其中, D 表示所述距离, t_{round1} 表示第一时间差, t_{reply1} 表示第二时间差, t_{reply2} 表示第三时间差, t_{round2} 表示第四时间差, C 表示光速。

30 图 11 或图 14 所示方法中, 由于测距双方设备分别发送了第一符号、第二符号和第三符号 (分别对应第一消息、第二消息和第三消息), 因而称作双向 3 消息测距模式。双向 3 消息的飞行时间测量误差可以推导为 $\text{error} = T_f \times (1 - \frac{k_G + k_T}{2})$, 其中 T_f 表示信号的单程飞行时间, k_G 和 k_T 分别表示 G 节点和 T 节点的时钟(clock)相对于理想真实时钟计时频率的倍数, 例如, $k_G = 1.00002$ 表示 G 节点的时钟相对于理想时钟的频率偏差为 20ppm。双向 3 消息模式相比双向 2 消息模式可以很大程度上消除时钟的漂移等非理想因素导致的测量误差, 因而提升了测距的准确度。

35 图 11 或图 14 所示方法中, 第一设备可以向第二设备发送配置信息。作为一种示例, 配置信息可以包含如下信息中一种或多种: 测量次数, 每次测量中第一无线帧的标识, 每次测量中第一符号的时频资源, 每次测量中第二无线帧的标识, 每次测量中

第二符号的时频资源，每次测量中第三无线帧的标识，每次测量中第三符号的时频资源。资源配置信息的一种示例性格式如下表所示。

字段	描述
P	测量次数，P 为正整数
无线帧标识 1-1	第一次测量中第一符号所在的无线帧的标识或者编号，第一符号的一种示例为 G 链路测距符号；
位图 (bitmap)	用于指示无线帧标识 1-1 中用于承载第一符号的资源，位图可以包含 R_1 个比特， R_1 为无线帧标识 1-1 所指示的无线帧内的符号资源数量，这 R_1 个比特与该无线帧内的 R_1 个符号资源一一对应，值为 1 的比特对应的符号资源承载第一符号，值为 0 的比特对应的符号资源不承载第一符号；
无线帧标识 1-2	第一次测量中第二符号所在的无线帧的标识或者编号，第二符号的一种示例为 T 链路测距符号；
位图	用于指示无线帧标识 1-2 所指示的无线帧中承载第二符号的符号资源，位图可以包含 K_1 个比特， K_1 为无线帧标识 1-2 所指示的无线帧内的符号资源数量，这 K_1 个比特与该无线帧内的 K_1 个符号资源一一对应，值为 1 的比特对应的符号资源承载第二符号，值为 0 的比特对应的符号资源不承载第二符号；
无线帧标识 1-3	第一次测量中第三符号所在的无线帧的标识或者编号，第三符号的一种示例为 G 链路测距符号；
位图	用于指示无线帧标识 1-3 所指示的无线帧中承载第三符号的符号资源，位图可以包含 L_1 个比特， L_1 为无线帧标识 1-3 所指示的无线帧内的符号资源数量，这 L_1 个比特与该无线帧内的 L_1 个符号资源一一对应，值为 1 的比特对应的符号资源承载第三符号，值为 0 的比特对应的符号资源不承载第三符号；
...	...
无线帧标识 p-1	第 p 次测量中第一符号所在的无线帧的标识或者编号，p 为小于或等于 P 的正整数；
位图	用于指示无线帧标识 p-1 指示的无线帧中承载第一符号的资源，位图可以包含 R_p 个比特， R_p 为无线帧标识 p-1 所指示的无线帧内的符号资源数量，这 R_p 个比特与该无线帧内的 R_p 个符号资源一一对应，值为 1 的比特对应的符号资源承载第一符号，值为 0 的比特对应的符号资源不承载第一符号；
无线帧标识 p-2	第 p 次测量中第二符号所在的无线帧的标识或者编号；

位图	用于指示无线帧标识 p-2 指示的无线帧中承载第二符号的资源，位图可以包含 K_p 个比特， K_p 为无线帧标识 p-2 所指示的无线帧内的符号资源数量，这 K_p 个比特与该无线帧内的 K_p 个符号资源一一对应，值为 1 的比特对应的符号资源承载第二符号，值为 0 的比特对应的符号资源不承载第二符号；
无线帧标识 p-3	第 p 次测量中第三符号所在的无线帧的标识或者编号；
位图 (bitmap)	用于指示无线帧标识 p-3 所指示的无线帧中承载第三符号的资源，位图可以包含 L_1 个比特， L_1 为无线帧标识 p-3 所指示的无线帧内的符号数量，这 L_1 个比特与该无线帧内的 L_1 个符号一一对应，值为 1 的比特对应的符号资源承载第三符号，值为 0 的比特对应的符号资源不承载第三符号；
...	...

图 11 或图 14 所示方法中，第二设备发送各个时间信息的实现方式可以参考前述内容中反馈时间信息的传输方式。

针对使用 SLB 的动态调度数据控制信息进行双向 2 消息和双向 3 消息的资源调度，可以针对多天线和单天线的不同情况，调度信令的一些示例如下：

- 5 1. 对于多天线端口双向 2 消息测距模式，G 节点通过复用动态调度数据控制信息共 69 比特进行资源指示，各比特信息的示例性定义如下：

1 比特：跨超帧调度指示。值为 0 指示控制信息与控制信息调度的资源位于相同的超帧；值为 1 指示控制信息调度的资源位于控制信息所在超帧之后相邻的超帧。

2 比特：扩展资源配置指示。值为 00 表示使用后续字段的指示信息。

- 10 2 比特：预留比特。

1 比特：G 链路资源测距信号收发指示信息。值为 0，指示发送信号；值为 1，指示接收信号。

3 比特：G 链路资源起始无线帧指示信息。在被调度的超帧里，起始无线帧的帧号为 $\#(3 \text{ 比特数值} \times 6)$ 。

- 15 4 比特：G 链路资源天线端口数量 $N_{G,ss,rang}$ ，值为 0 表示不进行资源配置。

3 比特：G 链路资源天线端口测距重复次数 $N_{G,ss,rang,rep}$ 。假如该域值为 v ，则 $N_{G,ss,rang,rep} = 2^v$ ，其中“^”表示幂次运算。

5 比特：G 链路资源波束增强测距波束数量。假如该域值为 v ，则波束数量为 $2v$ ，值为 0 表示不进行资源配置。

- 20 3 比特：G 链路资源波束增强测距重复次数 $N_{G,bf,rang,rep}$ 。假如该域值为 v ，则 $N_{G,bf,rang,rep} = 2^v$ ，其中“^”表示幂次运算。

1 比特：G 链路资源波束增强测距切换间隔指示信息。值为 0 指示不需要切换间隔符号，值为 1 指示需要切换间隔符号。

2 比特：T 链路资源测距类型指示信息。值为 00 指示天线端口测距，值为 01 指示

波束赋形增强测距, 值为 11 指示天线端口测距和波束赋形增强测距, 值为 11 指示不配置资源。

1 比特: T 链路资源测距信号收发指示信息。值为 0 指示发送信号, 值为 1 指示接收信号。

5 3 比特: T 链路资源起始无线帧指示信息。在被调度的超帧里, 起始无线帧的帧号为 $\#(3 \text{ 比特数值} \times 6)$ 。

4 比特: T 链路资源天线端口数量 $N_{T,ss,rang}$, 值为 0 表示不进行资源配置。

3 比特: T 链路资源天线端口测距重复次数 $N_{T,ss,rang,rep}$ 。假如该域值为 v , 则 $N_{T,ss,rang,rep} = 2^v$, 其中“ $\wedge$ ”表示幂次运算。

10 5 比特: T 链路资源波束增强测距波束数量。假如该域值为 v , 则波束数量为 $2v$, 值为 0 表示不进行资源配置。

3 比特: T 链路资源波束增强测距重复次数 $N_{T,bf,rang,rep}$ 。假如该域值为 v , 则 $N_{T,bf,rang,rep} = 2^v$, 其中“ $\wedge$ ”表示幂次运算。

1 比特: T 链路资源波束增强测距切换间隔指示信息。值为 0 指示不需要切换间隔符号, 值为 1 指示需要切换间隔符号。

24 比特: 根据本标准 6.10.1 节的处理方法, 使用循环冗余校验生成多项式 $g_CRC24B(D)$ 计算循环冗余校验序列, 并增加 24 比特多天线测距控制信息标识掩码。24 比特多天线测距控制信息标识掩码由高层配置。

2. 对于单天线端口的双向三消息 (Two way 3 messages) 测距模式, G 节点通过复用动态调度数据控制信息共 69 比特进行资源指示。其中, 天线端口基于如下特征定义: 天线端口上一个符号的传输信道可以推断出同一天线端口另一个符号的传输信道; 传输广播信息和 G 链路控制信息的天线端口与传输同步信号的天线端口相同; 不同时刻传输同步信号的天线端口相同。单天线端口的双向三消息的 69 比特动态调度数据控制信息各比特信息定义为:

25 1 比特: 跨超帧调度指示。值为 0 指示控制信息与控制信息调度的资源位于相同的超帧, 值为 1 指示控制信息调度的资源位于控制信息所在超帧之后相邻的超帧。

2 比特: 扩展资源配置指示。值为 01 表示使用后续字段的指示信息。

2 比特: 预留比特。

30 1 比特: 三消息资源接收发送指示, 值为 0 指示发送-接收-发送, 值为 1 指示接收-发送-接收。

1 比特: 第一消息资源 G/T 链路指示信息, 值为 0 指示 G 链路资源, 值为 1 指示 T 链路资源。

3 比特: 第一消息 (即第一测距符号) 资源起始无线帧指示信息。在被调度的超帧里, 起始无线帧的帧号为 $\#(3 \text{ 比特数值} \times 6)$ 。

35 5 比特: 第一消息资源单端口波束数量。假如该域值为 v , 则波束数量为 $2v$, 值为 0 表示不进行资源配置。

3 比特: 第一消息资源单端口波束重复次数 $N_{G,bf,rang,rep}$ 。假如该域值为 v , 则 $N_{G,bf,rang,rep} = 2^v$, 其中“ $\wedge$ ”表示幂次运算。

1 比特: 第一消息切换间隔指示信息。值为 0 指示不需要切换间隔符号, 值为 1

指示需要切换间隔符号。

1 比特：第二消息（即第二测距符号）资源 G/T 链路指示信息，值为 0 指示 G 链路资源，值为 1 指示 T 链路资源

3 比特：第二消息资源起始无线帧指示信息。在被调度的超帧里，起始无线帧的
5 帧号为 $\#(3 \text{ 比特数值} \times 6)$ 。

5 比特：第二消息资源单端口波束数量。假如该域值为 v ，则波束数量为 $2v$ ，值为 0 表示不进行资源配置。

3 比特：第二消息资源单端口波束重复次数 $N_{G,bf,rang,rep}$ 。假如该域值为 v ，则 $N_{G,bf,rang,rep}=2^v$ ，其中“^”表示幂次运算。

10 1 比特：第二消息切换间隔指示信息。值为 0 指示不需要切换间隔符号，值为 1 指示需要切换间隔符号。

1 比特：第三消息（即第三测距符号）资源 G/T 链路指示信息，值为 0 指示 G 链路资源，值为 1 指示 T 链路资源。

3 比特：第三消息资源起始无线帧指示信息。在被调度的超帧里，起始无线帧的
15 帧号为 $\#(3 \text{ 比特数值} \times 6)$ 。

5 比特：第三消息资源单端口波束数量。假如该域值为 v ，则波束数量为 $2v$ ，值为 0 表示不进行资源配置。

3 比特：第三消息资源单端口波束重复次数 $N_{G,bf,rang,rep}$ 。假如该域值为 v ，则 $N_{G,bf,rang,rep}=2^v$ ，其中“^”表示幂次运算。

20 1 比特：第三消息切换间隔指示信息。值为 0 指示不需要切换间隔符号，值为 1 指示需要切换间隔符号。

24 比特：根据本标准 6.10.1 节的处理方法，使用循环冗余校验生成多项式 $g_CRC24B(D)$ 计算循环冗余校验序列，并增加 24 比特多天线测距控制信息标识掩码。24 比特多天线测距控制信息标识掩码由高层配置。

25 3. 对于多天线端口双向三消息（two way 3 messages）测距模式，G 节点通过复用动态调度数据控制信息共 69 比特进行资源指示，各比特信息定义为：

1 比特：跨超帧调度指示。值为 0 指示控制信息与控制信息调度的资源位于相同的超帧，值为 1 指示控制信息调度的资源位于控制信息所在超帧之后相邻的超帧。

2 比特：扩展资源配置指示。值为 10 表示使用后续字段的指示信息。

30 2 比特：预留比特。

1 比特：三消息资源接收发送指示，值为 0 指示发送-接收-发送，值为 1 指示接收-发送-接收。

1 比特：预留比特。

35 1 比特：第一消息资源 G/T 链路指示信息，值为 0 指示 G 链路资源，值为 1 指示 T 链路资源。

3 比特：第一消息资源起始无线帧指示信息。在被调度的超帧里，起始无线帧的帧号为 $\#(3 \text{ 比特数值} \times 6)$ 。

4 比特：第一消息资源天线端口数量 $N_{G,ss,rang}$ ，值为 0 表示不进行资源配置。

2 比特：第一消息资源天线端口测距重复次数 $N_{G,ss,rang,rep}$ 。假如该域值为 v ，则

$N_{G,ss,rang,rep}=2^{(v+1)}$ ，其中“^”表示幂次运算。

4 比特：第一消息资源波束增强测距波束数量。假如该域值为 v ，则波束数量为 $4v$ ，值为 0 表示不进行资源配置。

2 比特：第一消息资源波束增强测距波束重复次数 $N_{G,bf,rang,rep}$ 。假如该域值为 v ，
5 则 $N_{G,bf,rang,rep}=2^{(v+1)}$ ，其中“^”表示幂次运算。

1 比特：第一消息切换间隔指示信息。值为 0 指示不需要切换间隔符号，值为 1 指示需要切换间隔符号。

1 比特：第二消息资源 G/T 链路指示信息，值为 0 指示 G 链路资源，值为 1 指示 T 链路资源。

10 3 比特：第二消息资源起始无线帧指示信息。在被调度的超帧里，起始无线帧的帧号为 $\#(3 \text{ 比特数值} \times 6)$ 。

4 比特：第二消息资源天线端口数量 $N_{G,ss,rang}$ ，值为 0 表示不进行资源配置。

2 比特：第二消息资源天线端口测距重复次数 $N_{G,ss,rang,rep}$ 。假如该域值为 v ，则 $N_{G,ss,rang,rep}=2^{(v+1)}$ ，其中“^”表示幂次运算。

15 4 比特：第二消息资源波束增强测距波束数量。假如该域值为 v ，则波束数量为 $4v$ ，值为 0 表示不进行资源配置。

2 比特：第二消息资源波束增强测距重复次数 $N_{G,bf,rang,rep}$ 。假如该域值为 v ，则 $N_{G,bf,rang,rep}=2^{(v+1)}$ ，其中“^”表示幂次运算。

1 比特：第二消息切换间隔指示信息。值为 0 指示不需要切换间隔符号，值为 1
20 指示需要切换间隔符号。

1 比特：第三消息资源 G/T 链路指示信息，值为 0 指示 G 链路资源，值为 1 指示 T 链路资源。

3 比特：第三消息资源起始无线帧指示信息。在被调度的超帧里，起始无线帧帧号为 $\#(3 \text{ 比特数值} \times 6)$ 。

25 24 比特：根据本标准 6.10.1 节的处理方法，使用循环冗余校验生成多项式 $g_CRC24B(D)$ 计算循环冗余校验序列，并增加 24 比特多天线测距控制信息标识掩码。24 比特多天线测距控制信息标识掩码由高层配置。

图 17 为本申请一个实施例提供的测量装置的结构示意图。如图 17 所示，该装置 1700 包括：收发模块 1701 和处理模块 1702。

30 在一个示例中，该装置 1700 可以应用于第一设备中。该示例中，装置 1700 可以用于实现前述任意方法中由第一设备实现的操作。其中，收发模块 1701 可以用于实现接收操作和发送操作，处理模块 1702 可以用于实现获取、确定和配置等操作。

例如，收发模块 1701 可以用于实现图 3 所示实施例中的 S310、S320 和 S350 中由第一设备实现的操作，处理模块 1702 可以用于实现图 3 所示实施例中的 S330 和 S360。

35 又如，收发模块 1701 可以用于实现图 11 所示实施例中的 S310、S320、S325、S350 和 S351 中由第一设备实现的操作，处理模块 1702 可以用于实现图 11 所示实施例中的 S330、S341 和 S370。

再如，收发模块 1701 可以用于实现图 14 所示实施例中的 S310、S320、S305、S350 和 S351 中由第一设备实现的操作，处理模块 1702 可以用于实现图 14 所示实施例中的

S330、S321 和 S370。

在另一个示例中，该装置 1700 可以应用于第二设备中。该示例中，装置 1700 可以用于实现前述任意方法中由第二设备实现的操作。其中，收发模块 1701 可以用于实现接收操作和发送操作，处理模块 1702 可以用于实现获取、确定、记录和配置等操作。

5 例如，收发模块 1701 可以用于实现图 3 所示实施例中的 S310、S320 和 S350 中由第二设备实现的操作，处理模块 1702 可以用于实现图 3 所示实施例中的 S340。

又如，收发模块 1701 可以用于实现图 11 所示实施例中的 S310、S320、S325、S350 和 S351 中由第二设备实现的操作，处理模块 1702 可以用于实现图 11 所示实施例中的 S340 和 S342。

10 再如，收发模块 1701 可以用于实现图 14 所示实施例中的 S310、S320、S305、S350 和 S351 中由第二设备实现的操作，处理模块 1702 可以用于实现图 14 所示实施例中的 S322 和 S340。

图 20 为本申请另一个实施例提供的测量装置的结构示意图。图 20 所示的装置 1800 可以用于执行前述任意方法中由第一设备执行的方法或用于执行前述任意方法
15 中由第二设备执行的方法。

如图 20 所示，本实施例的装置 1800 包括：存储器 1801、处理器 1802、通信接口 1803 以及总线 1804。其中，存储器 1801、处理器 1802、通信接口 1803 通过总线 1804 实现彼此之间的通信连接。

存储器 1801 可以是只读存储器（read only memory，ROM），静态存储设备，动态存储设备或者随机存取存储器（random access memory，RAM）。存储器 1801 可以
20 存储程序，当存储器 1801 中存储的程序被处理器 1802 执行时，处理器 1802 用于执行前述任意方法中由第一设备执行的各个步骤，或处理器 1802 用于执行前述任意方法中由第二设备执行的各个步骤。

处理器 1802 可以采用通用的中央处理器（central processing unit，CPU），微处理器，应用专用集成电路（application specific integrated circuit，ASIC），或者一个或多个
25 集成电路，用于执行相关程序。

处理器 1802 还可以是一种集成电路芯片，具有信号的处理能力。在实现过程中，本申请实施例中的各个相关步骤可以通过处理器 1802 中的硬件的集成逻辑电路或者软件形式的指令完成。

30 上述处理器 1802 还可以是通用处理器、数字信号处理器（digital signal processing，DSP）、专用集成电路（ASIC）、现场可编程门阵列（field programmable gate array，FPGA）或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件。可以实现或者执行本申请实施例中的公开的各方法、步骤及逻辑框图。通用处理器可以是微处理器或者该处理器也可以是任何常规的处理器等。

35 结合本申请实施例所公开的方法的步骤可以直接体现为硬件译码处理器执行完成，或者用译码处理器中的硬件及软件模块组合执行完成。软件模块可以位于随机存储器，闪存、只读存储器，可编程只读存储器或者电可擦写可编程存储器、寄存器等本领域成熟的存储介质中。该存储介质位于存储器 1801，处理器 1802 读取存储器 1801 中的信息，结合其硬件完成本申请装置包括的单元所需执行的功能。

通信接口 1803 可以使用但不限于收发器一类的收发装置, 来实现装置 1800 与其他设备或通信网络之间的通信。

总线 1804 可以包括在装置 1800 各个部件(例如, 存储器 1801、处理器 1802、通信接口 1803)之间传送信息的通路。

- 5 应理解, 本申请实施例所示的装置 1800 可以是通信设备, 或者, 也可以是配置于通信设备中的芯片。

本申请一些实施例中还提供计算机程序产品, 例如提供距离测量应用, 该计算机程序产品在处理器上运行时, 可以实现上述任意实施例中由第一设备或第二设备实现的方法。本申请一些实施例中还提供计算机可读存储介质, 该计算机可读存储介质中
10 包含计算机指令, 该计算机指令在处理器上运行时, 可以实现上述任意实施例中由第一设备或第二设备实现的方法。本申请一些实施例中, 还提供通信系统, 该通信系统包含前述任意方法中的第一设备和第二设备。

需要说明的是, 上述实施例中所述的模块或部件可以是被配置成实施以上方法的一个或多个集成电路, 例如: 一个或多个专用集成电路(application specific integrated
15 circuit, ASIC), 或, 一个或多个微处理器(digital signal processor, DSP), 或, 一个或者多个现场可编程门阵列(field programmable gate array, FPGA)等。再如, 当以上某个模块通过处理元件调度程序代码的形式实现时, 该处理元件可以是通用处理器, 例如中央处理器(central processing unit, CPU)或其它可以调用程序代码的处理器如控制器。再如, 这些模块可以集成在一起, 以片上系统(system-on-a-chip, SOC)
20 的形式实现。

在上述实施例中, 可以全部或部分地通过软件、硬件、固件、软件模块或者其任意组合来实现。当使用软件实现时, 可以全部或部分地以计算机程序产品的形式实现。计算机程序产品包括一个或多个计算机指令。在计算机上加载和执行计算机程序指令时, 全部或部分地产生按照本申请实施例的流程或功能。计算机可以是通用计算机、专用计算机、计
25 算机网络、或者其他可编程装置。计算机指令可以存储在计算机可读存储介质中, 或者从一个计算机可读存储介质向另一个计算机可读存储介质传输, 例如, 计算机指令可以从一个网站站点、计算机、服务器或数据中心通过有线(例如同轴电缆、光纤、数字用户线(DSL))或无线(例如红外、无线、微波等)方式向另一个网站站点、计算机、服务器或数据中心进行传输。计算机可读存储介质可以是计算机能够存取的任何可用介质或者是包含一个或
30 多个可用介质集成的服务器、数据中心等数据存储设备。可用介质可以是磁性介质, (例如, 软盘、硬盘、磁带)、光介质(例如, DVD)、或者半导体介质(例如固态硬盘Solid State Disk (SSD))等。

本文中的术语“多个”是指两个或两个以上。本文中术语“和/或”, 仅仅是一种描述关联对象的关联关系, 表示可以存在三种关系, 例如, A 和/或 B, 可以表示: 单独存在 A, 同时存在 A 和 B, 单独存在 B 这三种情况。另外, 本文中字符“/”, 一般表示前后关联对象是一种“或”的关系; 在公式中, 字符“/”, 表示前后关联对象是一种“相除”的关系。另外, 需要理解的是, 在本申请的描述中, “第一”、“第二”等词汇, 仅用于区分描述的目的, 而不能理解为指示或暗示相对重要性, 也不能理解为指示或暗示顺序。

可以理解的是，在本申请的实施例中涉及的各种数字编号仅为描述方便进行的区分，并不用来限制本申请的实施例的范围。

可以理解的是，在本申请的实施例中，上述各过程的序号的大小并不意味着执行顺序的先后，各过程的执行顺序应以其功能和内在逻辑确定，而不对本申请的实施

5 例的实施过程构成任何限定。

权 利 要 求 书

1. 一种测量方法，其特征在于，包括：

第一设备发送第一符号；

5 所述第一设备从第二设备接收第二符号，所述第一符号和所述第二符号承载于同一个无线帧或不同的无线帧；

所述第一设备确定第一时间差，所述第一时间差为所述第一设备发送所述第一符号的第一时刻与所述第一设备接收到所述第二符号的第二时刻之间的时间间隔，所述第一时间差用于确定所述第一设备与所述第二设备之间的距离。

2. 根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

10 所述第一设备从所述第二设备接收第一时间信息，所述第一时间信息用于确定第二时间差，所述第二时间差为所述第二设备接收到所述第一符号的第三时刻与所述第二设备发送所述第二符号的第四时刻之间的时间间隔；

所述第一设备根据所述第一时间差和第二时间差确定所述第一设备与所述第二设备之间的距离。

15 3. 根据权利要求1或2所述的方法，其特征在于，所述第一符号和/或所述第二符号是基于ZC序列生成的，所述ZC序列的生成方式如下：

$$d(n) = \begin{cases} \exp\left(-j\frac{\pi un(n+1)}{41}\right), n = 0, 1, \dots, 18 \\ 0, n = 19 \\ \exp\left(-j\frac{\pi un(n+1)}{41}\right), n = 20, 21, \dots, 38 \end{cases},$$

其中，n表示子载波序号，u为预设值，d(n)表示第n个子载波上的ZC序列。

20 4. 根据权利要求3所述的方法，其特征在于，u为a至b中的任意整数，其中a为大于1的正整数，b为小于39的正整数，且a小于b。

5. 根据权利要求1至4中任一项所述的方法，其特征在于，所述无线帧包含G链路符号、SG符号和T链路符号，或所述无线帧包含G链路符号、T链路符号和ST符号；

25 所述第一符号为G链路测距符号且所述第二符号为T链路测距符号，或所述第一符号为T链路测距符号且所述第二符号为G链路测距符号，其中，所述G链路测距符号承载于用于传输G链路符号的资源 and/或 SG符号的资源，所述T链路测距符号承载于用于传输T链路符号的资源 and/或 ST符号的资源。

30 6. 根据权利要求1至5中任一项所述的方法，其特征在于，当所述第一符号和所述第二符号承载于同一个无线帧时，所述第一符号和所述第二符号之间存在切换间隔GAP。

7. 根据权利要求1至5中任一项所述的方法，其特征在于，当所述第一符号和所述第二符号承载于不同无线帧时，所述第一符号承载于第一无线帧，所述第二符号承载于第二无线帧；

35 其中，当所述第一符号承载于用于传输G链路符号的资源 and/或 SG符号的资源，且所述第二符号承载于用于传输T链路符号的资源 and/或 ST符号的资源时，所述第一无线帧还包含T链路符号，所述第二无线帧还包含G链路符号；

当所述第一符号承载于用于传输 T 链路符号的资源 and/或 ST 符号的资源, 所述第二符号承载于用于传输 G 链路符号的资源 and/或 SG 符号的资源时, 所述第一无线帧还包含 G 链路符号, 所述第二无线帧还包含 T 链路符号。

8. 根据权利要求 1 至 7 中任一项所述的方法, 其特征在于, 所述方法还包括:

- 5 所述第一设备从所述第二设备接收第一时间信息, 所述第一时间信息用于确定第二时间差, 所述第二时间差为所述第二设备接收到所述第一符号的第三时刻与所述第二设备发送所述第二符号的第四时刻之间的时间间隔;

所述所述第一设备从所述第二设备接收第一测量信息, 第一测量信息用于指示与所述第一时间信息对应的测量交互序号。

- 10 9. 根据权利要求 1 至 8 中任一项所述的方法, 其特征在于, 所述第一符号为所述第一设备在所述无线帧中发送的 M 个测距符号中的第一个, 所述第二符号为所述第一设备在所述无线帧中接收到的 N 个测距符号中的第一个, N 为正整数, M 为正整数。

- 15 10. 根据权利要求 1 至 9 中任一项所述的方法, 其特征在于, 所述第一时刻为所述第一符号的开端到达所述第一设备的第一天线连接器的时刻, 所述第二时刻为所述第二符号的开端到达所述第一天线连接器的时刻; 或

所述所述第一时刻为所述第一符号的循环前缀 CP 的开端到达所述第一设备的第一天线连接器的时刻, 所述第二时刻为所述第二符号的 CP 的开端到达所述第一天线连接器的时刻。

- 20 11. 根据权利要求 1 至 10 中任一项所述的方法, 其特征在于, 所述方法还包括: 所述第一设备向所述第二设备发送第一配置信息, 或, 所述第一设备从所述第二设备接收第一配置信息;

其中, 所述第一配置信息用于指示以下内容中的至少一种: 与所述测量对应的 Transaction ID, 所述无线帧的标识、所述无线帧中承载所述第一符号的第一资源、所述无线帧中用于承载所述第二符号的第二资源。

- 25 12. 根据权利要求 11 所述的方法, 其特征在于, 所述第一配置信息通过位图指示所述第一资源和/或所述第二资源。

13. 根据权利要求 2 至 12 中任一项所述的方法, 其特征在于, 所述方法还包括: 所述第一设备发送第三符号;

- 30 所述第一设备确定第三时间差, 所述第三时间差为所述第一设备接收到所述第二符号的第二时刻与所述第一设备发送所述第三符号的第五时刻之间的时间间隔;

所述所述第一设备接收来自所述第二设备的第二时间信息, 所述第二时间信息用于确定第四时间差, 所述第四时间差为所述第二设备发送所述第二符号的第三时刻与所述第二设备接收到所述第三符号的第六时刻之间的时间间隔;

- 35 所述第一设备基于所述第一时间差和第二时间差确定所述第一设备与所述第二设备之间的距离, 包括:

所述所述第一设备基于所述第一时间差、第二时间差、所述第三时间差和所述第四时间差确定所述第一设备与所述第二设备之间的距离。

14. 根据权利要求 13 所述的方法, 特征在于, 所述第一符号和所述第二符号承载于第一无线帧时, 所述第三符号承载于第二无线帧; 或, 所述第一符号承载于第一无

线帧, 所述第二符号和所述第三符号承载于第二无线帧;

其中, 所述第二无线帧位于所述第一无线帧之后。

15. 根据权利要求 1 至 14 中任一项所述的方法, 其特征在于, 所述无线帧中还包
括用于测量所述第一设备与第三设备之间的距离的测距符号, 或者包括用于测量所述
5 第二设备与第三设备之间的距离的测距符号。

16. 一种测量装置, 其特征在于, 所述测量装置应用于第一设备, 所述装置包括:
发送模块, 用于发送第一符号;

接收模块, 用于从第二设备接收第二符号, 所述第一符号和所述第二符号承载于
同一个无线帧或不同的无线帧;

- 10 处理模块, 用于确定第一时间差, 所述第一时间差为所述第一设备发送所述第一
符号的第一时刻与所述第一设备接收到所述第二符号的第二时刻之间的时间间隔, 所
述第一时间差用于确定所述第一设备与所述第二设备之间的距离。

17. 根据权利要求 16 所述的装置, 其特征在于, 所述接收模块还用于: 从所述第
二设备接收第一时间信息, 所述第一时间信息用于确定第二时间差, 所述第二时间差
15 为所述第二设备接收到所述第一符号的第三时刻与所述第二设备发送所述第二符号的
第四时刻之间的时间间隔;

所述处理模块还用于: 根据所述第一时间差和第二时间差确定所述第一设备与所
述第二设备之间的距离。

18. 根据权利要求 16 或 17 所述的装置, 其特征在于, 所述第一符号和/或所述第
20 二符号是基于 ZC 序列生成的, 所述 ZC 序列的生成方式如下:

$$d(n) = \begin{cases} \exp\left(-j\frac{\pi un(n+1)}{41}\right), n = 0, 1, \dots, 18 \\ 0, n = 19 \\ \exp\left(-j\frac{\pi un(n+1)}{41}\right), n = 20, 21, \dots, 38 \end{cases},$$

其中, n 表示子载波序号, u 为预设值, $d(n)$ 表示第 n 个子载波上的 ZC 序列。

19. 根据权利要求 18 所述的装置, 其特征在于, u 为 a 至 b 中的任意整数, 其中
 a 为大于 1 的正整数, b 为小于 39 的正整数, 且 a 小于 b 。

20. 根据权利要求 16 至 19 中任一项所述的装置, 其特征在于, 所述无线帧包含 G
链路符号、SG 符号和 T 链路符号, 或所述无线帧包含 G 链路符号、T 链路符号和 ST
25 符号;

- 所述第一符号为 G 链路测距符号且所述第二符号为 T 链路测距符号, 或所述第一
符号为 T 链路测距符号且所述第二符号为 G 链路测距符号, 其中, 所述 G 链路测距符
30 号承载于用于传输 G 链路符号的资源 and/或 SG 符号的资源, 所述 T 链路测距符号承载
于用于传输 T 链路符号的资源 and/或 ST 符号的资源。

21. 根据权利要求 16 至 20 中任一项所述的装置, 其特征在于, 当所述第一符号
和所述第二符号承载于同一个无线帧时, 所述第一符号和所述第二符号之间存在切换
间隔 GAP。

22. 根据权利要求 16 至 20 中任一项所述的装置, 其特征在于, 当所述第一符号
和所述第二符号承载于不同无线帧时, 所述第一符号承载于第一无线帧, 所述第二符

号承载于第二无线帧；

其中，当所述第一符号承载于用于传输 G 链路符号的资源 and/or SG 符号的资源，且所述第二符号承载于用于传输 T 链路符号的资源 and/or ST 符号的资源时，所述第一无线帧还包含 T 链路符号，所述第二无线帧还包含 G 链路符号；

- 5 当所述第一符号承载于用于传输 T 链路符号的资源 and/or ST 符号的资源，所述第二符号承载于用于传输 G 链路符号的资源 and/or SG 符号的资源时，所述第一无线帧还包含 G 链路符号，所述第二无线帧还包含 T 链路符号。

23. 根据权利要求 16 至 22 中任一项所述的装置，其特征在于，所述接收模块还用于：接收第一时间信息，所述第一时间信息用于确定第二时间差，所述第二时间差为所述第二设备接收到所述第一符号的第三时刻与所述第二设备发送所述第二符号的第四时刻之间的时间间隔；

所述接收模块还用于：接收第一测量信息，第一测量信息用于指示与所述第一时间信息对应的测量交互序号。

24. 根据权利要求 16 至 23 中任一项所述的装置，其特征在于，所述第一符号为所述第一设备在所述无线帧中发送的 M 个测距符号中的第一个，所述第二符号为所述
15 第一设备在所述无线帧中接收到的 N 个测距符号中的第一个，N 为正整数，M 为正整数。

25. 根据权利要求 16 至 24 中任一项所述的装置，其特征在于，所述第一时刻为所述
20 第一符号的开端到达所述第一设备的第一天线连接器的时刻，所述第二时刻为所述第二符号的开端到达所述第一天线连接器的时刻；或

所述第一时刻为所述第一符号的循环前缀 CP 的开端到达所述第一设备的第一天线连接器的时刻，所述第二时刻为所述第二符号的 CP 的开端到达所述第一天线连接器的时刻。

26. 根据权利要求 16 至 25 中任一项所述的装置，其特征在于，所述发送模块还
25 用于向所述第二设备发送第一配置信息，或，所述接收模块还用于从所述第二设备接收第一配置信息；

其中，所述第一配置信息用于指示以下内容中的至少一种：与所述测量对应的 Transaction ID，所述无线帧的标识、所述无线帧中承载所述第一符号的第一资源、所述无线帧中用于承载所述第二符号的第二资源。

- 30 27. 根据权利要求 26 所述的装置，其特征在于，所述第一配置信息通过位图指示所述
第一资源和/或所述第二资源。

28. 根据权利要求 17 至 27 中任一项所述的装置，其特征在于，所述发送模块还用于发送第三符号；

- 35 所述处理模块还用于确定第三时间差，所述第三时间差为所述第一设备接收到所述
第二符号的第二时刻与所述第一设备发送所述第三符号的第五时刻之间的时间间隔；

所述接收模块还用于接收来自所述第二设备的第二时间信息，所述第二时间信息用于确定第四时间差，所述第四时间差为所述第二设备发送所述第二符号的第三时刻
与所述第二设备接收到所述第三符号的第六时刻之间的时间间隔；

所述处理模块用于基于所述第一时间差和第二时间差确定所述第一设备与所述第

二设备之间的距离时，具体用于：基于所述第一时间差、第二时间差、所述第三时间差和所述第四时间差确定所述第一设备与所述第二设备之间的距离。

29. 根据权利要求 28 所述的装置，特征在于，所述第一符号和所述第二符号承载于第一无线帧时，所述第三符号承载于第二无线帧；或，所述第一符号承载于第一无线帧，所述第二符号和所述第三符号承载于第二无线帧；其中，所述第二无线帧位于所述第一无线帧之后。

30. 根据权利要求 16 至 29 中任一项所述的装置，其特征在于，所述无线帧中还包括用于测量所述第一设备与第三设备之间的距离的测距符号，或者包括用于测量所述第二设备与第三设备之间的距离的测距符号。

31. 一种测量装置，其特征在于，包括：处理器和存储器；
所述存储器存储计算机指令；
所述处理器执行所述存储器存储的计算机指令，使得所述通信装置执行如权利要求 1 至 15 中任一项所述的方法。

32. 一种计算机可读存储介质，其特征在于，所述计算机可读存储介质中存储有计算机程序或指令，当所述计算机程序或指令被运行时，实现如权利要求 1 至 15 中任一项所述的方法。

33. 一种计算机程序产品，其特征在于，包括计算机程序或指令，所述计算机程序或指令被处理器执行时，实现权利要求 1 至 15 中任一项所述的方法。