

一种测距方法、装置和系统

技术领域

本申请涉及通信技术领域，尤其涉及一种测距方法、装置和系统。

5 背景技术

随着全球通信技术的不断发展，无线通信技术的发展速度与应用已经超过了有线通信技术，呈现出如火如荼的发展态势。智能运输设备、智能家居设备、机器人等智能设备正在逐步进入人们的日常生活中。设备基于无线通信技术，可以对目标进行定位、测距、测角或感知等。例如，无钥匙进入和启动（Passive Entry Passive Start, PEPS），是车载无线定位应用的一个实例，用户无需使用钥匙，而是通过车载定位系统对用户携带的车钥匙或手机进行测距，即可自动锁定或解锁车门。

如何实现可靠测距是亟需解决的技术问题。

发明内容

15 本申请提供一种测距方法、装置和系统，用于实现可靠测距。

第一方面，提供一种测距方法，包括：第一节点在至少一个信道上接收第一测距帧；第一节点对第一测距帧进行测量，得到第一测量信息；第一节点根据第一测量信息和第一反馈方式发送第二测量信息。

20 本申请实施例中，第一节点在对第一测距帧进行测量得到第一测量信息之后，第一节点根据第一测量信息和第一反馈方式发送第二测量信息。换言之，第一节点具体以何种形式反馈测量信息，需要根据第一节点的测量结果和第一反馈方式确定。该方案实现了在测距场景下反馈测量信息，提高了测距的可靠性。

其中，第一反馈方式可以属于预先定义或者配置的反馈方式集合，该反馈方式集合定义了多种不同的反馈方式。通过该方案，相对单一固定的反馈方式，能够实现测量信息灵活反馈的同时提高测距可靠性。

25 一种可能的设计中，第一测距帧中包含至少一个符号；第一测量信息指示对应至少一个符号（或称为测距符号）的至少一个有效子载波的信道状态信息。示例性的，该符号为OFDM符号。

如此，以符号粒度进行信号测量，可以提高测距的可靠性。

30 在本申请实施例中，第一反馈方式有多种可能，以下例举其中几种可能：

1、第一反馈方式指示反馈全部有效子载波的信道状态信息。

在这种情况下，第二测量信息与第一测量信息指示相同的信道状态信息。

上述第1种反馈方式，可以反馈详细的信道状态信息，可以提高测距帧的准确性。

2、第一反馈方式指示反馈DC子载波的信道状态信息，第二测量信息包括对应至少一个符号的DC子载波的信道状态信息，其中DC子载波的信道状态信息根据与DC子载波相邻的有效子载波的信道状态信息进行插值确定。

其中，插值包括但不限于线性插值、最近邻插值、三次样条插值、和/或二次插值等中的至少一种。

上述第2种反馈方式，可以在保证测距可靠性的前提下，减少反馈的数据量。

3、第一反馈方式指示反馈至少一个子载波组的信道状态信息，对应至少一个符号的至少一个有效子载波属于至少一个子载波组，第二测量信息包括至少一个子载波组中每个子载波组的信道状态信息。

5 以下列举几种可能的分组方式：

一种可能的设计中，对应至少一个符号的每连续 M 个子载波为一个子载波组， M 为正整数。如此，可以实现所有子载波组的分组间隔（即子载波组包含的子载波数量）一致。

10 一种可能的设计中，对应至少一个符号的每连续 P 或 L 个子载波为一个子载波组， P 、 L 为正整数， $P \neq L$ 。可以理解的， P 和 L 同时存在，换言之，可以同时存在两种不同的分组间隔。如此，可以避免仅以单个分组间隔（如 P ）进行分组时，部分子载波无法分组的情况，保证所有子载波均有对应所属的子载波组。

15 一种可能的设计中，至少一个信道包括第一信道和第二信道；与第一信道对应的子载波中，每连续 Q 个子载波为一个子载波组，与第二信道对应的子载波中，每连续 N 个子载波为一个子载波组， Q 、 N 为正整数， $Q \neq N$ 。如此，可以实现不同的信道以不同的分组间隔进行分组，实现非均匀分组的效果，满足不同信道对 CSI 反馈精度的不同需求。

当然，实际应用中也可以均匀分组，即不同信道对应的分组间隔相同。

上述第3种反馈方式，可以在保证测距可靠性的前提下，减少反馈的数据量。

一种可能的设计中，每个子载波组的信道状态信息为每个子载波组中所有有效子载波的信道状态信息的平均值或中位值或最大值或最小值。

20 如此，每个子载波组只需要反馈一个信道状态信息，可以减少反馈量。

一种可能的设计中，每个子载波组的信道状态信息为每个子载波组中的一个子载波的信道状态信息。例如第一个子载波或最后一个子载波或位于中间子载波的信道状态信息。

如此，不仅可以减少反馈量，而且实现方式简单，易于实施，可靠性强。

25 一种可能的设计中，子载波组包含的子载波数量与测距范围相关。例如，测距范围越大，子载波组包含的子载波数量越少；反之，测距范围越小，子载波组包含的子载波数量越多。

另一种可能的设计中，子载波组包含的子载波数量与第一节点能够反馈的数据量相关。例如，第一节点能够反馈的数据量越大，子载波组包含的子载波数量越少；反之，第一节点能够反馈的数据量小，子载波组包含的子载波数量越多。

30 在本申请实施例中，第一节点可以从第一测距帧中指定位置开始测量。以下介绍几种可能的测量设计：

一种可能的设计中，第一测距帧的符号具有 CP；第一节点对第一测距帧进行测量，包括：第一节点从第一测距帧中的第一个符号开始测量。

35 一种可能的设计中，第一测距帧的符号不具有 CP；第一节点对第一测距帧进行测量，包括：第一节点从第一测距帧的第二个符号开始测量。

可以理解的，这种情况下，第一测距帧没有 CP 对抗多径干扰，所以可以牺牲第一个符号用于对抗多径干扰，起到 CP 的作用，以提高测量的准确性。

一种可能的设计中，第一节点根据指示信息或者预先设置，从第一测距帧的指定符号开始测量。

40 当然，以上三种设计方式仅为示例，而非限定。

一种可能的设计中，第一测距帧包括多个符号，第一节点对第一测距帧进行测量，包括：第一节点根据多个符号对应的信道状态信息，确定第一测距帧中第 R 个符号对应的信道状态信息， R 为正整数；其中，第一测量信息指示第 R 个符号对应的信道状态信息；或者，第一节点根据多个符号对应的信道状态信息，确定多个符号对应的信道状态信息的平均值；第一测量信息指示多个符号对应的信道状态信息的平均值。

如此，第一节点可以针对第一测距帧中指定位置（如第 R 个符号）的信道状态信息进行反馈，可以提高测距反馈的可靠性。

一种可能的设计中，第一测距帧中的符号使用第一类无线帧的开销符号的资源，第一类无线帧包括数据符号和开销符号；至少一个信道为初始载波信道。或者，第一测距帧中的符号使用第一类无线帧的数据符号和开销符号的资源，第一类无线帧包括数据符号和开销符号；至少一个信道为初始载波信道。

例如，第一类无线帧是 SLB 中的超帧或无线帧。

如此，可以复用已有的无线帧的资源进行测距，可以提高资源利用率。

一种可能的设计中，第一测距帧中的符号使用第二类无线帧的数据符号，第二类无线帧中的符号全部为数据符号，至少一个信道为初始载波信道或跳频后的信道。

如此，针对测距设计专用的无线帧类型，可以提高测距的可靠性。

一种可能的设计中，第一节点发送或接收以下一种或多种信息：

第一指示信息，用于指示第一测距帧的类型；

第二指示信息，用于指示第一测距帧具有 CP 或不具有 CP；

第三指示信息，用于指示第一测距帧具有常规 CP 或扩展 CP；

第四指示信息，用于指示第一节点反馈至少一个信道的信道状态信息和/或所述至少一个信道的信道编号信息；

第五指示信息，用于指示第一测距帧的测量起始位置；

第六指示信息，用于指示第一节点反馈第一测距帧中第 R 个符号对应的信道状态信息， R 为正整数；

第七指示信息，用于指示第一节点反馈第一测距帧中的多个符号对应的信道状态信息的平均值；

第八指示信息，用于指示第一节点反馈信道状态信息的第一反馈方式，第一反馈方式为：反馈至少一个子载波组的信道状态信息，或者，反馈 DC 子载波的信道状态信息，或者，反馈全部有效子载波的信道状态信息。

可以理解的，第一反馈方式为反馈至少一个子载波组的信道状态信息时，第一节点还发送或接收以下一种或多种信息：

第九指示信息，用于指示至少一个子载波组的分组参数；

第十指示信息，用于指示至少一个子载波组的信道状态信息的计算方式。

在具体实现时，第一节点在测距协商阶段发送或接收以上一种或多种信息。例如：第一节点是 G 节点，第一节点发送以上一种或多种信息；或者，第一节点是 T 节点，第一接收 G 节点发送的以上一种或多种信息。

当然，以上几种指示信息仅为示例而非限定。

一种可能的设计中， R 的值可以为预先设置或者预先定义的。例如，第一节点和第二节点预先约定，或者，协议约定。

一种可能的设计中,第一节点还可以根据校准信息对第一测量信息进行校准,得到校准后的第一测量信息;其中,校准信息根据至少一个信道确定。相应的,第一节点根据第一测量信息和第一反馈方式发送第二测量信息,包括:第一节点根据校准后的第一测量信息和第一反馈方式发送第二测量信息。

5 其中,校准信息根据至少一个信道确定,可以理解为,不同的信道,可以有不同的校准信息,或者说,针对每个信道的信道状态信息,单独为其设计对应的校准信息进行校准。

如此,可以提高测距的准确性。

一种可能的设计中,第一节点还可以在至少一个信道上发送第二测距帧,第二测距帧用于第二节点进行测量得到第三测量信息。

10 如此,可以实现双边测距交互,可以提高测距的可靠性。

一种可能的设计中,至少一个信道属于第一信道组,方法还包括:第一节点在第二信道组上接收第三测距帧;第一节点对第三测距帧进行测量,得到第四测量信息;其中第二信道组中包括一个或多个信道,第二信道组与第一信道组至少有一个信道不同;第一节点根据第四测量信息和第一反馈方式发送第五测量信息。

15 换言之,本申请实施例可以应用于跳频测距场景,第一节点和第二节点可以先后在不同的信道(或信道组)上进行测距交互,可以提高测距的准确性。

一种可能的设计中,第一节点在至少一个初始载波信道上发送第二测量信息和第五测量信息。

20 如此,在初始载波信道上集中反馈测量信息,可以提高测距交互的效率以及保证反馈过程的可靠性。

一种可能的设计中,信道状态信息包括相对参考功率水平 RPL 的相对值。第一节点除了发送第二测量信息之后,还可以发送 RPL。

如此,可以增大测量信息的动态范围,使得有限的信息比特可以指示更多测量结果,可以提高测量信息反馈的准确性,减少量化误差。

25 一种可能的设计中,第一节点除了发送第二测量信息、RPL 等之外,还可以发送至少一个信道的 SNR。

如此,SNR 可以辅助第二节点做测距计算,例如,根据各信道的 SNR 确定将哪些信道的 CSI 进行合并。进一步提高了测距方案的可靠性。

30 第二方面,提供一种测距方法,包括:第二节点在至少一个信道上发送用于测距的第一测距帧;第二节点接收来自第一节点的第二测量信息,其中,第二测量信息对应第一测距帧以及第一反馈方式,且第二测量信息用于确定测距结果,测距结果包括第一节点和第二节点的距离。

一种可能的设计中,第一测距帧中包含至少一个符号;第一测量信息指示对应至少一个符号的至少一个有效子载波的信道状态信息。

35 一种可能的设计中,第一反馈方式指示反馈全部有效子载波的信道状态信息,第二测量信息与第一测量信息指示相同的信道状态信息。

一种可能的设计中,第一反馈方式指示反馈 DC 子载波的信道状态信息,第二测量信息包括对应至少一个符号的 DC 子载波的信道状态信息,其中 DC 子载波的信道状态信息根据与 DC 子载波相邻的有效子载波的信道状态信息进行插值确定。

40 一种可能的设计中,插值包括线性插值、最近邻插值、三次样条插值、和/或二次插值

中的至少一种。

一种可能的设计中，第一反馈方式指示反馈至少一个子载波组的信道状态信息，对应至少一个符号的至少一个有效子载波属于至少一个子载波组，第二测量信息包括至少一个子载波组中每个子载波组的信道状态信息。

5 一种可能的设计中，对应至少一个符号的每连续 M 个子载波为一个子载波组， M 为正整数；或者，

对应至少一个符号的每连续 P 或 L 个子载波为一个子载波组， P 、 L 为正整数， $P \neq L$ 。

10 一种可能的设计中，至少一个信道包括第一信道和第二信道；与第一信道对应的子载波中，每连续 Q 个子载波为一个子载波组，与第二信道对应的子载波中，每连续 N 个子载波为一个子载波组， Q 、 N 为正整数， $Q \neq N$ 。

一种可能的设计中，每个子载波组的信道状态信息为每个子载波组中所有有效子载波的信道状态信息的平均值或中位值或最大值或最小值，或每个子载波组中的一个子载波的信道状态信息。

一种可能的设计中，子载波组包含的子载波数量与测距范围相关。

15 一种可能的设计中，第一测距帧的符号具有 CP；或者，第一测距帧的符号不具有 CP。

一种可能的设计中，第一测距帧中的符号使用第一类无线帧的开销符号的资源，第一类无线帧包括数据符号和开销符号；至少一个信道为初始载波信道；或者，第一测距帧中的符号使用第一类无线帧的数据符号和开销符号的资源，第一类无线帧包括数据符号和开销符号；至少一个信道为初始载波信道；或者，第一测距帧中的符号使用第二类无线帧的数据符号，第二类无线帧中的符号全部为数据符号，至少一个信道为初始载波信道或跳频后的信道。

一种可能的设计中，第二节点发送或接收以下一种或多种信息：

第一指示信息，用于指示第一测距帧的类型；

第二指示信息，用于指示第一测距帧具有 CP 或不具有 CP；

25 第三指示信息，用于指示第一测距帧具有常规 CP 或扩展 CP；

第四指示信息，用于指示第一节点反馈至少一个信道的信道状态信息和/或所述至少一个信道的信道编号信息；

第五指示信息，用于指示第一测距帧的测量起始位置；

30 第六指示信息，用于指示第一节点反馈第一测距帧中第 R 个符号对应的信道状态信息， R 为正整数；

第七指示信息，用于指示第一节点反馈第一测距帧中的多个符号对应的信道状态信息的平均值；

35 第八指示信息，用于指示第一节点反馈信道状态信息的第一反馈方式，第一反馈方式为：反馈至少一个子载波组的信道状态信息，或者，反馈 DC 子载波的信道状态信息，或者，反馈全部有效子载波的信道状态信息。

一种可能的设计中，第一反馈方式为反馈至少一个子载波组的信道状态信息时，第二节点还发送或接收以下一种或多种信息：

第九指示信息，用于指示至少一个子载波组的分组参数；

第十指示信息，用于指示至少一个子载波组的信道状态信息的计算方式。

40 一种可能的设计中，第二节点还在至少一个信道上接收第二测距帧，对第二测距帧进

行测量得到第三测量信息；第二节点根据第二测量信息和第三测量信息确定测距结果。其中，测距结果包括第一节点和第二节点的距离。

一种可能的设计中，至少一个信道属于第一信道组，第二节点还可以在第二信道组上发送用于测距的第三测距帧；其中，第二信道组中包括一个或多个信道，第二信道组与第一信道组至少有一个信道不同；第二节点接收来自第一节点的第五测量信息，其中，第五测量信息对应第四测量信息和第一反馈方式。

一种可能的设计中，第二节点还可以在至少一个初始载波信道上接收第二测量信息和第五测量信息。

一种可能的设计中，R 的值为预先设置或者预先定义的。

一种可能的设计中，信道状态信息包括相对参考功率水平 RPL 的相对值。第二节点还接收 RPL。

一种可能的设计中，第二节点还接收至少一个信道的 SNR。

第三方面，提供一种测距装置，包括用于实现第一方面或第一方面任一种可能的设计中所述方法的模块或单元或技术手段。

示例性的，装置可以包括：

接收模块，用于在至少一个信道上接收第一测距帧；

处理模块，用于对第一测距帧进行测量，得到第一测量信息；

发送模块，用于根据第一测量信息和第一反馈方式发送第二测量信息。

第四方面，提供一种测距装置，包括用于实现第二方面或第二方面任一种可能的设计中所述方法的模块或单元或技术手段。

示例性的，装置可以包括：

发送模块，用于在至少一个信道上发送用于测距的第一测距帧；

接收模块，用于接收来自第一节点的第三测量信息，其中第三测量信息对应第一测量信息和第一反馈方式，且第三测量信息用于确定测距结果，测距结果包括第一节点和该装置所在节点的距离。

第五方面，提供一种测距装置，包括：至少一个处理器和接口电路；接口电路用于接收来自装置之外的其它装置的信号并发送或接收至处理器或将来自处理器的信号发送给装置之外的其它装置，处理器通过逻辑电路或执行代码指令用于实现如第一方面或第一方面任一种可能的设计中所述的方法，或者，用于实现如第二方面或第二方面任一种可能的设计中所述的方法。

第六方面，提供一种计算机可读存储介质，存储介质中存储有计算机程序或指令，当计算机程序或指令被通信装置执行时，实现如第一方面或第一方面任一种可能的设计中所述的方法，或者，实现如第二方面或第二方面任一种可能的设计中所述的方法。

第七方面，提供一种计算机程序产品，计算机程序产品中存储有指令，当其在计算机上运行时，使得计算机执行如第一方面或第一方面任一种可能的设计中所述的方法，或者，执行如第二方面或第二方面任一种可能的设计中所述的方法。

第八方面，提供一种测距系统，包括：

第一节点，用于执行如第一方面或第一方面任一种可能的设计中所述的方法；

第二节点，用于执行如第二方面或第二方面任一种可能的设计中所述的方法。

第九方面，提供一种计算机程序产品，计算机程序产品中存储有指令，当其在计算机

上运行时,使得计算机执行如第一方面或第一方面任一种可能的设计中所述的方法,或者,使得计算机执行如第二方面或第二方面任一种可能的设计中所述的方法。

上述第二方面至第九方面的技术效果,具体请参照上述第一方面中相应设计可以达到的技术效果,这里不再重复赘述。

5

附图说明

- 图 1 为本申请实施例提供的一种可能的应用场景的示意图;
图 2 为本申请实施例提供的一种测距方法的流程图;
图 3 为一个超帧的示意图;
10 图 4 为本申请实施例提供的一种 G 节点的测距帧和 T 节点的测距帧的示意图;
图 5 为本申请实施例提供的一种 G 节点的测距帧的示意图;
图 6 为本申请实施例提供的一种测距帧的示意图;
图 7 为本申请实施例提供的一种测距帧的示意图;
图 8 为测量起始符号为测距帧的第一个符号的示意图;
15 图 9 为第一节点反馈测距帧的第一个符号对应的信道状态信息的示意图;
图 10 为第一节点测距帧的反馈第二个符号对应的信道状态信息的示意图;
图 11 为跳频测距的示意图;
图 12 为本申请实施例提供的一种测距装置的示意图;
图 13 为本申请实施例提供的另一种测距装置的示意图。

20

具体实施方式

本申请实施例提供的技术方案可以应用于各类无线通信场景,例如车载定位、测距、测角或感知场景,室内定位、测距、测角或感知场景,或者其它广域无线通信或局域无线通信场景,本申请不做限制。具体的无线通信技术包括但不限于星闪(Sparklink)、无线保真(Wi-Fi)、蓝牙、低功耗蓝牙(BLE)或超宽带(Ultra Wide Band, UWB)等。

25

可以理解的是,在本申请实施例中,实现定位、测距、测角、感知等具有类似的步骤,因而可以用其中任意一个术语同时指代“定位”、“测距”、“测角”、“感知”等。

参见图 1,为本申请实施例提供的一种可能的应用场景的示意图。车载定位场景中,车外的 4 个车角部署定位锚点(或称为定位站或位置锚点或锚点或信标或测量节点),如节点 b、c、d、e。车内(如车内后视镜或车顶内部等)部署至少一个定位锚点,如节点 a。车钥匙是需要被定位的目标(即被定位设备或被测量设备或标签),如节点 A,其具体实现可以是具有定位功能的传统的车钥匙,也可以是具有定位功能的手机或可穿戴设备等。定位锚点和/或车钥匙可以发送和/或接收测距信号,以及对接收到的测距信号进行测量获得对应的测量量。通过计算定位锚点和/或车钥匙获得的测量量,可以获得车钥匙的位置信息(例如相对于车的距离)。

35

在无线通信场景中,在一定通信区域或范围内可以包括多个通信域。通信域是指一组具有通信关系的通信节点,以及通信节点之间的通信连接关系(即通信链路)组成的系统,一个通信域包括一个主通信节点(可以简称为主节点或 G 节点)和至少一个从通信节点(可以简称为从节点或 T 节点),其中,主节点又称为管理节点,负责管理通信域的时频资源,

并具有为通信域中的通信节点间的通信或定位调度资源的功能。从 G 节点到 T 节点的通信链路称为 G 链路或下行链路，T 节点到 G 节点的通信链路称为 T 链路或上行链路。

以图 1 所示的场景为例，定位锚点、车钥匙等可以组成一个通信域。其中，车钥匙可以是主节点（G 节点），各定位锚点为从节点（T 节点）；或者，一个定位锚点为主节点，其它定位锚点和车钥匙为从节点，本申请不做限制。为阐述方便，下文多以 G 节点和 T 节点为例进行解释，但是本申请并不限定节点类型。

可以理解的，图 1 所示场景仅为示例，实际应用中本申请实施例还可以应用于其他无线通信场景。

在基于正交频分复用（Orthogonal Frequency Division Multiplexing, OFDM）信号的无线通信系统中，使用跳频测距技术（即测距双方可以在多个不同的信道上进行测距交互），可以合并多个信道的测量结果以使测量带宽超过单个 OFDM 信号的带宽，从而获得更高的测距分辨率，进而在室内、地下停车场、工厂等多径丰富的环境中受到较小的多径干扰，最终获得更高的测距准确度。

星闪联盟基础（SparkLink Basic, SLB）版本标准使用 OFDM 信号作为通信信号，基于 SLB 的 OFDM 的跳频测距系统中，需要一对测距节点中的一个节点针对其接收的测距帧（或称为测量帧）的测量结果，反馈测量信息（如频域信道状态信息（Channel-State Information, CSI）进行反馈。其中，测距帧包括至少一个用于测距的测距符号（例如 OFDM 符号）。例如，在图 1 所示场景中，车钥匙可以接收测距帧，以及对接收到的测距帧进行测量获得对应的测量信息后，需要将测量信息反馈至定位锚点。

Wi-Fi 系统中有一些反馈 CSI 的方案，但是该些方案是面向闭环多进多出（multiple-in multiple-out, MIMO）系统中的发送预编码，例如接收端向发射端反馈发射预编码矩阵 V，没有单天线的信令，而且反馈的 CSI 信息无法用于跳频测距中的双向测距（例如 CSI 无法与跳频信道对应），因此不适用于上述测距场景下的测量信息反馈。

鉴于此，提供本申请技术方案。

参见图 2，为本申请实施例提供的一种测距方法的流程图，方法包括：

S201、第二节点在至少一个信道上发送第一测距帧；第一节点在至少一个信道上接收第一测距帧。

其中，第一节点是 G 节点，第二节点是 T 节点，相应的，第一测距帧为 T 节点的测距帧；或者，第一节点是 T 节点，第二节点是 G 节点，相应的，第一测距帧为 G 节点的测距帧。

一种可能的设计中，第一测距帧中包含至少一个符号，该符号可用于测距、测角或感知。例如，SLB 中，G 链路（即 G 节点链路）和 T 链路（即 T 节点链路）的测距符号分别为 CSI 参考信号（CSI-RS）和探测参考信号（SRS）。可以理解的，第一测距帧中的每个符号都包含有该至少一个信道的所有子载波信息。其中，第一测距帧中的符号也可以称为测距符号或测量符号等，可以用于实现测距、测角或感知等目的。

可选的，该符号为 OFDM 符号。例如，SLB 中，一个具有 4 个 20MHz 载波的 80MHz OFDM 符号，每个载波可用于一个 20MHz 的载波信道的信道测量，且每个载波有 38 个有效子载波和一个直流（DC）子载波，因此，上述 80MHz 的 OFDM 信号可同时测量 4 个 20MHz 的载波信道，其中，4 个载波信道构成了一个信道组。

以下，对第一测距帧的结构进行介绍：

一种可能的设计中，第一测距帧中的符号使用第一类无线帧的开销符号的资源，换言之，第二节点使用第一类无线帧中的开销符号的资源来发送第一测距帧的符号，第一节点使用第一类无线帧中的开销符号的资源来接收第一测距帧的符号。其中，第一类无线帧包括数据符号和开销符号。其中，资源是指符号传输所占用的时频资源。

5 示例性的，第一类无线帧可以是 SLB 标准中无线帧。SLB 标准中定义了超帧的传输帧结构：超帧的周期为 1ms，每个超帧内含有 48 个无线帧，每个无线帧含有若干下行 OFDM 符号（或 G 链路数据符号）、上行 OFDM 符号（或 T 链路数据符号）、开销符号、上下行切换间隔（GAP）。

其中，用于 G 链路数据传输的称为 G 链路数据符号，用于 T 链路数据传输的称为 T 链路数据符号，当不区分传输方向时 G 链路数据符号和 T 链路数据符号统称为数据符号。数据传输包括数据信息传输（包含用户数据或高层信令传输）和另一部分物理层信号传输（例如第二类数据信息解调参考信号）。

其中，用于 G 链路系统开销传输的称为 G 链路系统开销符号，用于 T 链路系统开销传输的称为 T 链路系统开销符号，当不区分传输方向时 G 链路系统开销符号和 T 链路系统开销符号统称为系统开销符号，例如同步信号属于开销符号。

开销符号可以用于节点执行同步、信道探测、下行控制信息（DCI）传输等中的一项或多项操作。开销符号嵌入在每个无线帧内部。每个无线帧内的可用开销符号数量可以为 1-2 个，相应的，一个超帧（SF）之内，最多有 96 个开销符号。

当区分传输方向时，开销符号分为两种：用于 G 链路系统开销传输的开销符号称为 G 链路系统开销符号（简称 SG），用于 T 链路系统开销传输的开销符号称为 T 链路系统开销符号（简称 ST）。当不区分传输方向时 G 链路系统的开销符号和 T 链路系统的开销符号统称为系统开销符号。

参见图 3，为一个超帧的示意图，包括 48 个无线帧，编号为 0~47，SG 表示 G 链路系统开销符号，ST 表示 T 链路系统开销符号的资源，G 表示 G 链路数据符号的资源，T 表示 T 链路数据符号的资源。在图 3 中，每个无线帧包含一个 SG 符号或 ST 符号，一个超帧内的 48 个无线帧一共包含 48 个开销符号。

周期性超帧传输中，G、T 节点在第一个超帧的前部使用第一训练信号（First Training Signal, FTS），第二训练信号（Second Training Signal, STS）等参考信号进行定时和频率同步，每个超帧内可以通过插入同步信号用于维护定时和频率同步，因此后续的超帧内的开销符号可以用于测距符号的传输。

例如，参见图 4，为每个无线帧内含有一个 SG 或 ST 符号时，G 节点的测距帧和 T 节点的测距帧的示意图。当每个无线帧内含有一个 SG 或 ST 符号时，一个测距帧中可以包括 L 个开销符号，其中 G 节点的测距帧中包括 L 个 SG 符号，T 节点的测距帧中包括 L 个 ST 符号。可以理解的，一次测距交互过程中包含至少一个 G 节点的测距帧和至少一个 T 节点的测距帧。

例如，参见图 5，为每个无线帧内含有两个 SG 或 ST 符号时的一个 G 节点的测距帧的示意图。

当然，图 4 和图 5 仅为示例，实际应用中，测距帧还可以有其它形式。

可以理解的，在上述设计中，至少一个信道为第一节点和第二节点的初始载波信道（或初始载波信道组）。其中，初始载波信道（或初始载波信道组）表示 G 节点或 T 节点在完

成关联后的工作载波信道（或工作载波信道组），也即进行测距协商所在的载波信道（或工作载波信道组）。

可以理解的，G节点和T节点在进行测距交互之前，需要先进行关联，具体操作过程包括：G节点向T节点发送关联请求，T节点向G节点回复关联响应；或者，T节点向G节点发送关联请求，G节点向T节点回复关联响应。其中，当G节点和T节点不存在安全上下文时，关联请求具体可以是“associationRequestNonSec（非安全的关联请求）”消息，关联响应可以是“AssociationSetupNonSec（非安全的关联设置）”消息；当G节点和T节点存在安全上下文时，关联请求可以是“associationRequestWithSec（安全的关联请求）”消息，关联响应可以是“AssociationSetupWithSec（安全的关联设置）”消息。

可选的，初始载波信道为第一节点和第二节点的所有可用信道（或可用信道组）中、频率最高的信道（或信道组）。

在初始载波信道上，测距帧的符号使用已定义的无线帧的开销符号的资源，可以提高资源利用率，同时不影响G节点和T节点的通信，后向兼容性强。

另一种可能的设计中，第一测距帧中的符号使用第二类无线帧的数据符号的资源，换言之，第二节点使用第二类无线帧中的数据符号的资源来发送第一测距帧的符号，第一节点使用第二类无线帧中的数据符号的资源来接收第一测距帧的符号。其中，第二类无线帧中的符号全部为数据符号，至少一个信道为初始载波信道或跳频后的信道。

可以理解的，第二类无线帧不同于上述第一类无线帧，第二类无线帧中的符号为全T数据符号配置或全G数据符号配置。第二类无线帧内可以无SG符号、ST符号和GAP，上下行切换GAP在G节点和T节点的无线帧间隔之间实现。

具体实现时，第二类无线帧中的所有符号均可用于测距，因此测距帧的结构可以与第二类无线帧一致，即测距帧中的所有符号使用第二类无线帧中的所有符号的资源，或者说，测距帧为第二类无线帧，即第二类无线帧中的所有符号组成测距帧。因此，在本设计中，第二类无线帧可以和测距帧相互替换。

第二类无线帧的OFDM符号，除了可以使用信道状态信息参考信号（Channel-State Information-Reference Signal, CSI-RS）、探测参考信号（Sounding Reference Signal, SRS）之外，还可以使用FTS、STS。当一对测距节点中的发送节点（如第二节点）发送任意一种上述测距符号时，由于发送的是接收节点已知的参考信号，因此接收节点可以对参考信号进行解调或信道估计，从而得到CSI。在接收节点（如第一节点），一个用于探测信道的OFDM符号（或称为参考信号）的子载波对应的相应频率的信道频率响应值（复数值，简称IQ值），称为所探测信道的频域CSI。

第二类无线帧支持具有循环前缀(Cyclic Prefix, CP)或不具有CP。例如，符号类型具体为CSI-RS或SRS符号时，可以具有或不具有CP，例如，符号类型具体为SLB中的FTS或STS符号时，不具有CP。当多个不具有CP的OFDM符号（例如FTS或STS符号）连续发送时，由于相邻符号之间具有天然的循环移位特性，因此，前一个符号可以作为后一个符号的循环前缀。由于一个OFDM符号的时长远超过一个CP的时长，因此容纳多径时延扩展的能力变强，并且放松了对收发节点之间的时间同步要求，可以减少测距帧之前用于时间同步的开销。

进一步的，第二类无线帧具有CP时，CP又可分为常规CP和扩展CP。其中扩展CP用于测距范围较大的场景。当G节点和T节点跳频测量多个载波信道时，所有载波信道上

的 CP 配置保持一致。

G 节点的第二类无线帧与 T 节点的第二类无线帧之间的 GAP, 可以占用先发的第二类无线帧的最后一个 OFDM 符号, 如图 6 所示; 或者, 每个第二类无线帧能容纳 10 个无 CP OFDM 符号, GAP 出现在两个第二类无线帧之间(即 GAP 不占用第二类无线帧内的时间)。

5 对于 CP-OFDM 符号(即具有 CP 的 OFDM 符号)用作测距符号时, 每个无线帧可以采用与 SLB 中的现有无线帧结构相同的方式, 即一个无线帧内具有 8 个常规 CP-OFDM 符号或 7 个扩展 CP-OFDM 符号。

10 可以理解的, 在上述设计提供的第二类无线帧, 不是已定义的用于 G、T 节点通信的无线帧, 因此适用于所有信道, 换言之, 上述至少一个信道可以是第一节点和第二节点的初始载波信道(或初始载波信道组), 也可以是跳频后的信道。

该设计通过定义新的无线帧结构用于测距符号的传输, 不影响原有无线帧的传输。

15 另一种可能的设计中, 第一测距帧中的符号使用第一类无线帧的数据符号和开销符号的资源, 第一类无线帧包括数据符号和开销符号。换言之, 第二节点使用第一类无线帧中的数据符号和开销符号的资源来发送第一测距帧的符号, 第一节点使用第一类无线帧中的数据符号和开销符号的资源来接收第一测距帧的符号。关于第一类无线帧的结构可以参考上文图 3 中的相关介绍, 此处不再赘述。

20 根据上文介绍可知, 周期性传输的超帧中, 除了第一个超帧外, 后续超帧内的开销符号可以用于测距符号的传输。而对于后续的超帧内的数据符号的资源, 如果 G、T 节点通信有剩余, 则剩余的数据符号的资源也可以用于测距符号的传输。例如, 图 7 为一种可能的测距帧的示意图。对于哪些数据符号的资源可以用于测距符号的传输, G 节点和 T 节点可以在测距协商阶段约定好, 和/或, 通过测距帧之前发送的前导信息指示。

可以理解的, 在上述设计中, 至少一个信道为第一节点和第二节点的初始载波信道(或初始载波信道组)。

25 在初始载波信道上, 测距帧的测距符号使用已定义的无线帧的开销符号和数据符号的资源进行发送, 可以提高资源利用率, 同时不影响 G 节点和 T 节点的通信, 使测距定位功能与通信功能并行进行, 且后向兼容性强。

以上介绍了第一测距帧几种可能的类型, 在实际应用时, 第一节点和第二节点在传输第一测距帧之前, 需要确定第一测距帧的类型。

30 一种可能的设计中, 第一节点和第二节点可以在测距协商阶段确定第一测距帧的类型。比如, 由第一节点和第二节点中的 G 节点配置第一测距帧的类型, 并发送第一指示信息, 用于指示第一测距帧的类型。

具体来说, 若第一节点为 G 节点, 则第一节点发送第一指示信息, 第二节点接收第一指示信息; 若第一节点为 T 节点, 则第二节点发送第一指示信息, 第一节点接收第一指示信息。

35 可选的, 第一指示信息可以在测距协商阶段包含在第一消息中发送, 使得接收第一消息的节点收到第一指示信息后, 可以判断出与发送第一消息的节点需要交互的测距帧的类型, 从而提前做好发送或接收测距帧准备。

40 例如, 定义图 4 所示的测距帧为类型 1, 图 5 所示的测距帧为类型 2, 图 6 所示的测距帧为类型 3, 图 7 所示的测距帧为类型 4, 则第一节点可以发送或接收第一指示信息, 第一指示信息用于指示类型 1、类型 2、类型 3、类型 4 中的任意一个。

除了在测距协商阶段进行测距帧类型的指示，G 节点还可通过测距帧之前发送的前导信息中的无线帧结构信息指示测距帧的类型。例如，G 节点发送的前导信息中，指示出无线帧结构的具体编号，从而确定测距帧的结构。

例如，下表 1 是对扩展 CP 配置的各种 G 链路符号与 T 链路符号配比下的无线帧结构的举例。其中，无线帧结构 0-11 表示一个无线帧内既有 G 链路测距符号与 T 链路测距符号，而无线帧结构 12-13 表示一个无线帧内仅有 G 链路测距符号或 T 链路测距符号，可用于测距帧类型 3 的传输。基于常规循环前缀配置的无线帧结构与表 1 类似，除了一个无线帧内具有 8 个 OFDM 符号的资源用于承载 G 链路测距符号和 T 链路测距符号。

表 1 基于扩展循环前缀配置的无线帧结构

无线帧结构	符号配置						
	0	1	2	3	4	5	6
0	G	T	T	T	T	T	T
1	G	G	T	T	T	T	T
2	G	G	G	T	T	T	T
3	G	G	G	G	T	T	T
4	G	G	G	G	G	T	T
5	G	G	G	G	G	G	T
6	T	G	G	G	G	G	G
7	T	T	G	G	G	G	G
8	T	T	T	G	G	G	G
9	T	T	T	T	G	G	G
10	T	T	T	T	T	G	G
11	T	T	T	T	T	T	G
12	G	G	G	G	G	G	G
13	T	T	T	T	T	T	T

进一步的，第一节点和第二节点在传输第一测距帧之前，还需要确定第一测距帧是否具有 CP。

一种可能的设计中，第一节点和第二节点可以在测距协商阶段确定第一测距帧是否具有 CP。比如，由第一节点和第二节点中的 G 节点配置第一测距帧具有或不具有 CP，并发送第二指示信息，用于指示第一测距帧具有 CP 或不具有 CP。

可以理解的，实际应用中，第一指示信息和第二指示信息可以是同一个指示信息，即一个指示信息可以同时指示帧类型和是否具有 CP，例如第一指示信息指示帧类型是图 4 所示的测距帧（类型 1），该类型的测距帧不具有 CP，因此可以不用额外再用一个指示信息去指示是否具有 CP。

当然，第一指示信息和第二指示信息也可以是不同的指示信息。例如，第一指示信息指示帧类型是图 5 所示的测距帧（类型 2），该类型的测距帧可以具有 CP，也可以不具有 CP，因此可以额外再配置一个第二指示信息去指示第一测距帧是否具有 CP。

可选的，第一指示信息和第二指示信息均承载于第一消息中。如此，可以节省资源开销。

进一步的，当第一测距帧具有 CP 时，第一节点和第二节点在传输第一测距帧之前，还需要确定第一测距帧的 CP 是常规 CP 还是扩展 CP。

一种可能的设计中，第一节点和第二节点可以在测距协商阶段确定第一测距帧具有常

规 CP 或扩展 CP。比如,由第一节点和第二节点中的 G 节点配置第一测距帧具有或不具有常规 CP 或扩展 CP,并发送第三指示信息,用于指示第一测距帧具有常规 CP 或扩展 CP。

可选的,第三指示信息也可以承载于第一消息中。如此,可以进一步节省资源开销。

S202、第一节点对第一测距帧进行测量,得到第一测量信息。

5 作为一种示例,采用 OFDM 符号作为测距符号时,有效带宽约为 20MHz 的 OFDM 信号可以称为一个载波(发送载波 OFDM 信号的信道称为载波信道),20MHz 的 OFDM 信号的中心频点(即直流子载波)称为载波频率。即一个载波由连续 39 个子载波组成,39 个子载波按照对应频率从低到高的顺序依次编号为#0,#1,...,#38,其中#19 子载波为直流(DC)子载波,除 DC 子载波外,其它 38 个子载波称为有效子载波。G 节点和 T 节点可能工作在多个载波信道上,多个载波信道构成一个载波信道组(对应一个信道组)。为了便于描述,本申请实施例将载波信道简称为信道。

应理解,第一节点对第一测距帧进行测量时,实际上是对各个有效子载波进行测量,因此测量得到的第一测量信息可以指示对应第一测距帧的至少一个符号的至少一个有效子载波所对应频率的信道状态信息。

15 为了便于描述,在本文中,“子载波所对应频率的信道状态信息”也可以简称为“子载波的信道状态信息”。

此外,本文中的“信道状态信息”也可以称为“CSI”、“CSI 信息”、“CSI 反馈信息”、“反馈信息”等。

20 具体实现时,第一节点的接收机对时域接收数据进行快速傅里叶变换(fast Fourier transform, FFT)运算后,再针对 CSI-RS、SRS 等的已知调制序列进行解调和/或信道估计,可得到各个有效子载波的信道频率响应值(或称为信道估计值),可以用复数值(如 I 值和 Q 值,简称 IQ 值)表示,这些 IQ 值可以称为频域信道状态信息(即频域 CSI)。因为本文主要讨论频域信道状态信息,因此在下文中,频域信道状态信息可以简称为信道状态信息(CSI)。

25 一种可能的设计中,在测距协商阶段,第一节点和第二节点还确定测量后反馈该至少一个信道的信道状态信息(即确定测量是针对频域 CSI 的测量)。例如,G 节点(第一节点或第二节点)还发送第四指示信息,用于指示第一节点反馈至少一个信道的信道状态信息,和/或,至少一个信道的信道编号信息。可选的,对于跳频测距场景,第四指示信息还可以指示所反馈的信道状态信息对应的载波信道编号和/或子载波编号。其中,载波信道号表示载波(例如 20MHz 载波)的信道号,从而使得多个信道完成跳频测量后,可以将多个信道对应的信道状态信息一起反馈,通过信道编号使得信道状态信息能与所属的信道对应,便于跳频测距信号处理中将多个信道的信道状态信息合并。

30 根据上文可知,第一测距帧中可能有一个测距帧符号,也可能有多个测距帧符号,因此,当第一测距帧中有多个测距帧符号时,第一节点在对第一测距帧进行测量之前,需要确定测量哪些符号,或者从哪个符号开始测量。

一种可能的设计中,第一测距帧的符号具有 CP,第一节点可以从第一测距帧中的第一个符号开始测量。例如,参见图 8,测量起始符号为第一个符号的示意图。其中,无线帧 1 和无线帧 2 的信道状态信息都是对应第一个符号的信道状态信息。

40 另一种可能的设计中,第一测距帧的符号不具有 CP,第一节点可以从第一测距帧的第二个符号开始测量。可以理解的,第一测距帧没有 CP 对抗多径干扰,所以可以牺牲第一

个符号用于对抗多径干扰,起到 CP 的作用,以提高测量的准确性。

另一种可能的设计中,第一节点根据指示信息或者预先设置或预先约定等,从第一测距帧的指定符号开始测量。

示例性的,第一节点和第二节点可以在测距协商阶段配置测量起始位置(或测量起始符号)。例如,第一节点和第二节点中的 G 节点发送第五指示信息,用于指示所述第一测距帧的测量起始位置(即从哪个符号开始测量,例如第 R 个符号,R 为正整数且为固定值)。

示例性的,协议规定或第一节点和第二节点约定,第一测距帧的测量起始位置(即从哪个符号开始测量,例如第 R 个符号,R 为正整数,且一旦约定好即为固定值)。

进一步的,当第一节点对第一测距帧的多个符号进行测量时,需要确定第一节点反馈哪些符号对应的信道状态信息。

一种可能的设计中,第一测距帧包括多个符号时,第一节点根据多个符号对应的信道状态信息,确定第一测距帧中第 R 个符号对应的信道状态信息,R 为正整数;第一测量信息指示第 R 个符号对应的信道状态信息。

其中,第一节点根据多个符号对应的信道状态信息,确定第一测距帧中第 R 个符号对应的信道状态信息,可以理解为:当第一节点对第一测距帧的多个符号进行测量,且反馈第一测距帧中第 R 个符号对应的信道状态信息时,第一测距帧中除了第 R 个符号之外的其它符号对应的信道状态信息,可以转换为第 R 个符号对应的信道状态信息,或者说,第一测距帧中除了第 R 个符号之外的其它符号对应的信道状态信息可以用于辅助估计第 R 个符号对应的信道状态信息。例如,确定第 R 个符号对应的信道状态信息时,根据第 R 个符号之后的至少一个符号计算得到的 CSI、符号时长、载波频率偏移(Carrier Frequency Offset, CFO)等信息,转换成估计的第 R 个符号对应的 CSI 并对第 R 个符号测量得到的 CSI 进行校正,如此可以提升信噪比和提升第 R 个符号对应的 CSI 的准确度。

通过指示或者预先约定,使测距双方的其中一个节点(如第一节点)反馈第 R 个符号对应的 CSI,可使跳频测距中另一节点(如第二节点)合并两个节点的 CSI 时,合并同一资源序号的符号对应的 CSI(例如合并第一测距帧内的第 R 个符号对应的 CSI 和第二测距帧内的第 R 个符号对应的 CSI,第二测距帧是第一节点发送的且用于第二节点执行测量的测距帧)。

其中,资源序号,用于指示符号在测距帧中的位置,例如,测距帧包括 N 个符号,则这 N 个符号的资源序号可以指示这 N 个符号在时域上出现的先后顺序,表示是测距帧中的第几个符号。例如:第一个符号的资源序号可以为 0,第二个符号的资源序号可以为 1,...,第 N 个符号的资源序号可以为 N-1,当然此处仅为举例而非限制。

如此,可以避免在跳频测距时,将不同资源序号的符号对应的 CSI 进行合并。

作为一种示例,第一测距帧的符号具有 CP 时,第一节点反馈第一个符号对应的信道状态信息,即第一测量信息指示第一个符号对应的信道状态信息,如图 9 所示。

对于帧内其它的符号的测量结果,应转换为第一个符号的测量结果。例如,测量 OFDM 子载波的频域 CSI 时,由于残留载波频率偏移(CFO)的存在,第一个符号和第二个符号的同一个子载波的相位并不相同,因此应指定测量符号的位置,其它符号上的相位则按照第一个符号的出现时刻进行对齐估计,从而将无线帧内除第一个符号以外的其它符号对应的信道状态信息,折算到第一个测距符号上并对第一个符号进行信道状态信息修正,最终反馈第一个符号对应的信道状态信息。

作为一种示例，第一测距帧的符号不具有 CP 时，第一节点反馈第 2 个符号对应的信道状态信息，即第一测量信息指示第 2 个符号对应的信道状态信息，如图 10 所示。

当然，以上两种仅为示例，实际应用中 R 还可以取其它值，本申请不做限制。

另一种可能的设计中，第一测距帧包括多个符号时，第一节点根据多个符号对应的信道状态信息，确定多个符号对应的信道状态信息的统计值，如最大值或最小值或平均值等；第一测量信息指示多个符号对应的信道状态信息的统计值。

为了保证第一节点和第二节点测量交互顺利进行，第一节点和第二节点在传输第一测距帧之前，还需要确定第一节点反馈哪些符号对应的信道状态信息。

例如，在测距协商阶段或者发送前导信息时，G 节点（第一节点或第二节点）发送第七指示信息，用于指示第一节点反馈第一测距帧中的多个符号对应的信道状态信息的平均值。发送多个符号对应的信道状态信息的平均值可以以简单的处理方式获取高 SNR 的信道状态信息，而且避免将不同资源序号的符号对应的 CSI 进行合并。例如，在测距协商阶段或者发送前导信息时，G 节点（第一节点或第二节点）发送第六指示信息，用于指示第一节点反馈第一测距帧中第 R 个符号对应的信道状态信息，等等。发送第 R 个符号对应的信道状态信息，可以以指定符号对应的信道状态信息进行反馈，可以避免将不同资源序号的对应的 CSI 进行合并导致的无相干合并增益。

跳频测距时，G 节点发送第六指示信息或者第七指示信息后，第一节点在跳频的各个信道（组）上可以保持相同的反馈方式，以使不同信道上的 CSI 能够相干合并，获得跳频测距的高带宽的增益。

S203、第一节点根据第一测量信息和第一反馈方式发送第二测量信息；第二节点接收来自第一节点的第二测量信息。

作为一种可选的实施方式，第一节点在得到第一测量信息之后，还可以对其进行校准，以消除第一测量信息包含的射频收发通道和天线引入的非理想特性，进而第一节点根据校准后的第一测量信息和第一反馈方式发送第二测量信息。

示例性的，第一节点根据校准信息对第一测量信息进行校准，得到校准后的第一测量信息；其中，校准信息根据至少一个信道确定。

校准信息根据至少一个信道确定，可以理解为，针对信道对应的信道状态信息，需要根据该信道对应的校准信息进行校准，不同信道可以对应不同的校准信息。

例如，单个子载波的 IQ 值的定义可以是第一测距帧中的第 R 个符号到达第一节点的天线连接端口（antenna connector）处的子载波 IQ 值。实现时，需要将不同频段或信道的环回测量结果，和/或，基带处理时延，在基带针对原始接收信号估计得到的子载波 IQ 值进行校准，以得到天线连接端口（antenna connector）处的子载波 IQ 值。

如此，可以提高信道状态信息的准确性，进而提高测距的准确性。

在本申请实施例，第一节点测量得到的是第一测量信息，但是第一节点最终反馈的测量信息是何种形式（是直接反馈第一测量信息还是对第一测量信息做进一步处理之后反馈），需要根据第一反馈方式确定。

其中，第一反馈方式可以属于预先定义或者配置的反馈方式集合，该反馈方式集合定义了多种不同的反馈方式。

以下列举其中几种可能的反馈方式：

1、第一反馈方式指示反馈全部有效子载波的信道状态信息。这种情况下，第二测量

信息与第一测量信息指示相同的信道状态信息，换言之，第二测量信息也指示对应第一测距帧的至少一个符号的至少一个有效子载波的信道状态信息。

例如，至少一个信道的数量为一个时，第一测量信息可以指示该信道的 38 个有效子载波的信道状态信息，第二测量信息也指示该信道的 38 个有效子载波的信道状态信息。

5 例如，至少一个信道的数量为多个时，第一测量信息可以指示该多个信道中每个信道的 38 个有效子载波的信道状态信息，第二测量信息也指示该多个信道中每个信道的 38 个有效子载波的信道状态信息。

在具体实现时，第二测量信息可以承载在 CSI 报告消息中。示例性的，表 2 是第一反馈方式下，20MHz 载波对应的 CSI 报告消息的示例。

10 可以理解的，当测距帧使用多个 20MHz 载波承载时，每个 20MHz 的 CSI 反馈如表 2 所示。对于相邻 20MHz 载波之间用作间隔的 3 个非有效子载波，因为没有调制信号而无法测量 CSI，因此可以不作为 CSI 一部分进行反馈，从而减少了 CSI 的反馈数据量。

表 2 CSI 报告消息 (20MHz 载波)

	字段	大小	含义
信道号	#0 子载波的 CSI	12 bit (I 值) + 12bit (Q 值)	0 号子载波对应的 CSI 值
	#1 子载波的 CSI	12 bit (I 值) + 12bit (Q 值)	1 号子载波对应的 CSI 值
	...	...	...
	#18 子载波的 CSI	...	18 号子载波对应的 CSI 值
	#20 子载波的 CSI	...	20 号子载波对应的 CSI 值
	...	...	...
	#38 子载波的 CSI	...	38 号子载波对应的 CSI 值

15 在跳频测距中，表 2 所示的 CSI 报告消息中，应按照第四指示信息，指示所反馈的 CSI 对应的载波信道编号 (ChannelNumber) 和/或子载波编号，这里 ChannelNumber 可以是一个载波对应的信道号，即指示所报告的 CSI (0#~38#子载波对应的 CSI 值) 对应的信道。

2、第一反馈方式指示反馈 DC 子载波的信道状态信息。这种情况下，第二测量信息与第一测量信息指示不同的信道状态信息，且第二测量信息根据第一测量信息确定。第二测量信息包括对应至少一个符号的 DC 子载波的信道状态信息，其中 DC 子载波的信道状态信息根据与 DC 子载波相邻的有效子载波的信道状态信息进行插值确定。其中，插值包括线性插值、最近邻插值、三次样条插值 (cubic spline)、和/或二次插值 (Quadratic interpolation) 中的至少一种，本申请不做限制。

25 根据上文介绍可知，每个信道包括 38 个有效子载波和 1 个 DC 子载波，因此当至少一个信道的数量为多个时，第二测量信息包括该多个信道的 DC 子载波的信道状态信息。其中，每个 DC 子载波的信道状态信息根据该 DC 子载波所属信道上的其它有效子载波的信道状态信息进行插值确定。

例如, 在 2.4GHz 的信道上, DC 子载波间隔为 5MHz, 无模糊距离 (即最大测距范围) 为 60m; 例如, 2.4GHz & 5GHz 的信道上, DC 子载波间隔最小为 5MHz, 无模糊距离也为 60m。可见, 当 DC 子载波间隔为 5MHz 时, 采用反馈 DC 子载波的信道状态信息的方式, 可以支持 60m 的测距范围, 符合大多数的短距离测距场景。

5 3、第一反馈方式指示分组反馈, 即第一反馈方式指示反馈至少一个子载波组的信道状态信息, 其中对应至少一个符号的至少一个有效子载波属于至少一个子载波组, 第二测量信息包括至少一个子载波组中每个子载波组的信道状态信息。这种情况下, 第二测量信息与第一测量信息指示不同的信道状态信息, 且第二测量信息根据第一测量信息确定。

10 可以理解的, 在文本中, 子载波组包含的子载波数量, 也可以称为子载波的分组间隔、子载波组间隔等。分组间隔可以表示分组方式, 如多少个子载波为一个子载波组。

在分组时, 可以仅考虑对有效子载波进行分组, 也可以同时考虑对有效子载波和 DC 子载波一起进行分组, 换言之, 子载波组中可以仅包括有效子载波, 也可以同时包括有效子载波和 DC 子载波, 本申请不做限制。对有效子载波分组后, 每个子载波组中, 可以仅反馈一个子载波的 CSI, 可以减少反馈的 CSI 的数据量 (即第二测量信息的数据量)。

15 以下例举几种可能的分组方式:

方式 1、对应至少一个符号的每连续 M 个子载波为一个子载波组, M 为正整数。

例如, 对于至少一个信道中的任意一个信道, 其 39 个子载波中, 可以每连续 3 个子载波为一组, 共分出 13 个子载波组。当然, 此处仅为示例而非限定。

这种分组方式, 简单, 容易实施。

20 方式 2、对应至少一个符号的每连续 P 或 L 个子载波为一个子载波组, P、L 为正整数, $P \neq L$ 。

需要说明的是, 这里的 P 个子载波组成的子载波组和 L 个子载波组成的子载波组是同时存在的, 即可以同时存在两种不同的分组间隔。

25 例如, 对于至少一个信道中的任意一个信道 (对应 20MHz 的带宽), 其 39 个子载波中, 可以按照每连续 4 个或者 3 个子载波构成一个子载波组, 则可以分为 12 个组, 其中 3 个组的子载波数量为 4, 另外 9 个组的子载波数量为 3。当然, 此处仅为示例而非限定。

这种分组方式, 可以保证所有子载波都可以被划分到子载波组内, 提高方案的可靠性。

可选的, P、L 的差值为 1 或 2。

30 例如: 某个信道中的子载波, 一部分子载波以每连续 P 个子载波为一个子载波组进行分组, 另一部分每连续 L 个子载波为一个子载波组, 其中 $L=P-2$, 子载波数量为 L 的子载波组中包含 DC 子载波。这样做的好处是使 DC 子载波两侧的有效子载波成对出现, 例如 #0、#16、#18 子载波分别与 #38、#22、#20 作为成对子载波, 选择成对出现的子载波便于针对空白的 DC 子载波、相邻 20MHz 载波之间的空白子载波进行插值。如表 3 所示, 当 $P=4$ 时, 通过在包含 #19 DC 子载波的地方设置 $L=2$, 从而选出 #18、#20 子载波, 使得所有选出的子载波相对于 DC 子载波是对称的子载波。对称的子载波选择有助于处理算法消除 DC 的影响, 提高合并多信道的 CSI。

一个具体的示例中, 当 $P=4$, $L=3$ 时, 表示一个载波中每连续 4 个 (P) 或者 3 个 (L) 子载波构成 1 个第一颗粒度子载波组。

40 如表 3 所示, 是第一反馈方式下, 子载波分组为 2 ($P=L=2$)、子载波分组为 4 ($P=4$, $L=3$) 和子载波分组为 8 ($P=8$, $L=6$) 时, CSI 报告消息的示例。这种情况下, 每个子载

波组内都指定了一个子载波作为该子载波组的代表进行反馈。其中，L 用于描述 DC 子载波附近无法均匀分组而导致的例外情况，因此子载波分组参数可以只用 P 表示，L 可不显示。

表 3 子载波分组时的 CSI 报告消息（每 20MHz 载波）

字段	字段	子载波编号
P=L=2	信道号	#0, #2, #4, #6, #8, #10, #12, #14, #16, #18, #20, #22, #24, #26, #28, #30, #32, #34, #36, #38
P=4, L=2	信道号	#0, #4, #8, #12, #16, #18, #20, #22, #26, #30, #34, #38
P=8, L=6	信道号	#0, #8, #16, #22, #30, #38

5

在本申请实施例中，当至少一个信道的数量为多个时，所有信道对应的子载波的分组间隔(或者说子载波组间隔，等于子载波组包含的子载波数量 P，)可以相同(即均匀分组)，也可以不同(即不均匀分组)，本申请不做限制。

例如，至少一个信道包括第一信道和第二信道；与第一信道对应的子载波中，每连续 Q 个子载波为一个子载波组，与第二信道对应的子载波中，每连续 N 个子载波为一个子载波组，Q、N 为正整数， $Q \neq N$ 。

在 G 节点配置 CSI 反馈的参数时，应在 CSI 配置信息中指示均匀分组模式或非均匀分组模式。当指示均匀分组模式时，所有测量的信道的子载波分组参数都为 P；当采用非均匀分组模式时，采用不同的 P 值指示各个信道的分组参数。例如，当一共测量 4 个信道(如跳频测量)，可配置 4 个不同的 P 值：

信道 1，P=1（指示信道 1 上子载波分组间隔为 1，即全反馈）

信道 2，P=1（指示信道 2 上子载波分组间隔为 1，即全反馈）

信道 3，P=2（指示信道 3 上子载波分组间隔为 2，即分组参数 P=2）

信道 4，P=4（指示信道 3 上子载波分组间隔为 2，即分组参数 P=4）

在上述方式 1 或方式 2 中，每个子载波组的信道状态信息，可以是该子载波组中所有有效子载波的信道状态信息的统计值（如平均值或中位值或最大值或最小值等），这样，可以减少反馈量。

在上述方式 1 或方式 2 中，每个子载波组的信道状态信息，还可以是该子载波组中的一个子载波的信道状态信息，例如第一个子载波或最后一个子载波或位于中间子载波的信道状态信息，这样，不仅可以减少反馈量，而且实现方式简单，易于实施，可靠性强。

上述方式 1 和方式 2 是将所有子载波都进行分组，在实际应用中，可以只选择部分子载波进行分组。例如：

方式 3、以 G 个子载波为梳齿划分子载波组。具体来说，就是每连续 G 个子载波中选择一个有效子载波，将该子载波单独作为一个子载波组，即每个子载波组只包含一个子载波。

例如，一个信道对应的 39 个子载波可以以 5 为梳齿构成 8 个子载波组，各个子载波组中包含的子载波依次为#0、#5、#10、#15、#20、#25、#30、#35。

在方式 3 中，每个子载波组的信道状态信息为该子载波组中包含的子载波的信道状态

30

信息。

可以理解的，上述方式 1 和方式 2 下，如果每个子载波组的信道状态信息是该子载波组中的一个有效子载波的信道状态信息，则其最终达到的反馈效果方式 3 的反馈效果是相似的，即每个子载波组的信道状态信息本质上是一个有效子载波的信道状态信息。

5 在本申请实施例中，在第一节点和第二节点在传输第一测距帧之前，还需要确定第一节点反馈信道状态信息的第一反馈方式。

一种可能的设计中，第一节点和第二节点可以在测距协商阶段确定第一节点反馈信道状态信息的第一反馈方式。比如，由第一节点和第二节点中的 G 节点确定第一反馈方式，并发送第八指示信息，用于指示第一节点反馈信道状态信息的第一反馈方式，第一反馈方式
10 为：反馈至少一个子载波组的信道状态信息，或者，反馈 DC 子载波的信道状态信息，或者，反馈全部有效子载波的信道状态信息。

进一步的，当第一反馈方式为反馈至少一个子载波组的信道状态信息时，第一节点和第二节点还需要确定该至少一个子载波组的分组参数、该至少一个子载波组的信道状态信息的计算方式，等等。

15 其中，分组参数，用于指示划分子载波组的方式。例如，分组参数可以指示分组方式为上述方式 1 或方式 2 或方式 3 等。可选的，分组参数还指示对应分组方式下的具体分组间隔（即子载波组包含的子载波数量），例如上文中 M、或者 P 和 L。可选的，分组参数还可以指示不同信道是均匀分组还是不均匀分组，当不均匀分组时，分组参数还可以不同信道的分组间隔，例如上文所举例的 Q、N 的取值。当然，以上仅仅是对分组参数的一些
20 举例，在实际应用中，只要是用于指示分组方式的参数，均可以属于分组参数。

其中，计算方式，用于指示确定子载波组的信道状态信息的方式。例如，每个子载波组的信道状态信息是该子载波组中所有有效子载波的信道状态信息的平均值，或者，每个子载波组的信道状态信息是该子载波组中的一个子载波的信道状态信息，等等。

一种可能的设计中，第一节点和第二节点可以在测距协商阶段确定该至少一个子载波组的分组参数、该至少一个子载波组的信道状态信息的计算方式等。
25

比如，由第一节点和第二节点中的 G 节点确定该至少一个子载波组的分组参数、该至少一个子载波组的信道状态信息的计算方式，并发送第九指示信息和第十指示信息，分别用于指示该至少一个子载波组的分组参数和该至少一个子载波组的信道状态信息的计算方式。

30 可选的，第九指示信息和/或第十指示信息和上述第八指示信息可以承载在同一消息中，例如第二消息，如此，可以节省资源开销。其中，第二消息可以和第一消息相同或不同，本申请不做限制。

在具体实现过程中，子载波组包含的子载波数量可以与测距范围相关。例如，想要测距范围越大，则子载波组包含的子载波数量越小，反之，想要测距范围越小，则子载波组包含的子载波数量越大。
35

例如，用 $D_{\max}$ 表示最大测距范围， B_{SC} 表示子载波组包含的子载波数量，则满足如下关系：

$$D_{\max} = c / 2B_{SC};$$

其中，c 的取值为光速 $3 \times 10^8 \text{m/s}$ 。例如， $B_{SC} = 480 \text{kHz}$ 时，对应最大测距范围为
40 312.5m； $B_{SC} = 480 \times 4 \text{kHz}$ 时，对应的最大测距范围为 78.125m。

在实际应用时,对于不需要大测距范围的定位应用,可以扩大对应的子载波组间隔,从而减少反馈的数据量,减少反馈的开销和功耗。

在具体实现过程中,子载波组包含的子载波数量还可以与第一节点的反馈能力相关,例如能够反馈的数据量。例如,第一节点能够反馈的数据量越少,则子载波组包含的子载波数据多,反之,第一节点能够反馈的数据量越多,则子载波组包含的子载波数据少。

作为一种可选的实施方式,可以用一个参考功率水平 RPL (Reference Power Level) 作为参考值,将待反馈的信道状态信息,如 IQ 值,表示为相对 RPL 的相对值。

比如:

$$IQ[dBm] = 20 \log_{10} \left(\text{abs} \left(\frac{IQ[\text{linear}]}{1024} \right) \right) + RPL[dBm];$$

其中, IQ[linear]表示相对RPL[dBm]的相对值(非 dB 值), RPL[dBm]表示实测值 IQ[dBm]所使用的相对参考值, IQ[dBm]表示采样点的实际测量值。设置参考值RPL,有利于增大 CSI 反馈信息的动态范围,使有限信息比特可以指示更多的 CSI,提高测量信息反馈的准确性,减少量化误差。根据上式,CSI 信息的发送设备可根据测量得到的IQ[linear]和 RPL[dBm],计算得到待反馈的IQ[dBm]。上式中的分母 1024 可以换为其它的值。

在具体实现时,对于一个或多个载波信道,可以只反馈一个参考值RPL[dBm],以减少反馈 CSI 信息的数据量;或者每 C 个载波信道反馈一个参考值,其中 C 为正整数;或者每 S 个子载波反馈一个参考值,其中 S 为正整数。可选的,对于一个载波信道,参考值RPL[dBm]需要随 CSI 信息(例如表 2 或表 3 所示的 CSI 信息)一起反馈。设置参考值RPL,有利于增大 CSI 反馈信息的动态范围,使有限信息比特可以指示更多的 CSI,提高测量信息反馈的准确性,减少量化误差。

当跳频的频宽范围较大时,可以不同的信道上反馈不同的 RPL 值,例如信道 1 上反馈 RPL1,信道 2 上反馈 RPL2。根据不同信道上接收符号的平均功率来设置不同的 RPL 值,可以克服跳频频宽范围较大时的频率选择性,给出更准确的 CSI 量化值。

待反馈数据量的示例:对于 1 次 80MHz OFDM 信号测量,待反馈数据量为 $38*4*12*2=3648\text{bit}$;对于 3 次 80MHz OFDM 信号测量,待反馈数据量为 $38*4*12*2*3=10944\text{bit}$ 。可以看出,即使对于 80MHz OFDM 的跳频,待反馈数据量也不超过 11kbit。可见,上述方式可以有效减少数据反馈量,使得第一节点在较短时间内完成 CSI 反馈信息的传输。

上述步骤S201~S203,给出了第一节点和第二节点进行测距交互时,第一节点如何反馈测量信息的方案,即第一节点通过测量第一测距帧得到第一测量信息之后,根据第一测量信息和第一反馈方式向第二节点发送第二测量信息,可以提高测距的可靠性。并且,上述方案提供了多种反馈方式,第一节点可以灵活选择任何一种反馈方式进行反馈,相对单一固定的反馈方式,能够实现测量信息灵活反馈。

可以理解的,本申请实施例中,当第一节点为 T 节点时,其 CSI 信息反馈分成两种反馈类型:反馈类型 1 为针对 G 节点测量的 CSI 信息、反馈类型 2 为针对 T 节点测量的 CSI 信息。上种两种类型的 CSI 反馈流程说明书如下:

反馈类型 1: 在 SLB 中,由于初始载波信道上仅支持 G 链路符号和 T 链路符号用于承载 CSI 的反馈信息,因此参与跳频测距的 T 节点需要将 CSI 信息反馈给 G 节点。如果被测节点或被定位节点是 G 节点,则 G 节点根据自己测量的至少一个 T 节点的 CSI 信息、从

至少一个 T 节点收到的 CSI 信息, 进行 CSI 信息的合并处理, 以获得测距结果。其中, 测距结果包括第一节点和第二节点的距离。

反馈类型 2: 在 SLB 中, 如果 G 节点和 T2 节点是定位锚点, T1 节点是被测量的目标节点 (被测节点), 则 T1 节点先将测量的 T2 节点的 CSI 信息 (表示为 T2-T1) 发送至 G 节点, 再由 G 节点将收到的 CSI 信息 T2-T1 发送给 T2 节点, 使得 T2 节点能根据测量 T1 节点的 CSI 信息 (T1-T2)、从 G 节点收到的 CSI 信息 (T2-T1) 进行合并处理, 从而得到 T1 与 T2 节点的距离。

如此, 有利于减少不同信道上的测距交互之间的时间间隔, 从而减少了信道跳频测量的总时长, 有利于应对移动目标测距时的信道动态变化, 可以提高测距准确度。

一种可能的设计中, 在步骤 S203 之后, 第二节点可以根据第二测量信息获取测距结果。其中, 测距结果包括第一节点和第二节点的距离。

以第一节点和第二节点的测距交互是双边测距交互为例, 即第一节点对第二节点发送的测距帧 (即第一测距帧) 进行测量, 同时第二节点也对第一节点发送的测距帧 (如第二测距帧) 测量。相应的, 第二节点在该至少一个信道上接收第二测距帧, 对第二测距帧进行测量得到第三测量信息, 进而第二节点根据第二测量信息和第三测量信息确定测距结果。其中, 测距结果包括第一节点和第二节点的距离。

一种可能的设计中, 第一节点和第二节点可以进行跳频测距。

示例性的, 上述至少一个信道属于第一信道组, 在步骤 S201 之前或步骤 S203 之后, 方法还可以包括:

第二节点在第二信道组上发送第三测距帧, 第一节点在第二信道组上接收第三测距帧; 第一节点对所述第三测距帧进行测量, 得到第四测量信息; 第一节点根据第四测量信息和第一反馈方式发送第五测量信息。其中, 第二信道组中包括一个或多个信道, 且第二信道组与第一信道组至少有一个信道不同。

例如, 参见图 11, 为跳频测距的一个示例, 第一节点和第二节点可以在信道组 1、2、3 上分别进行一次测距交互, 上述 S201~S203 可以是信道组 1、2、3 中任意一个信道组上的测距交互。

通过跳频测距, 可以实现合并出大带宽信号测量的技术效果, 可以提高测距分辨率和测距准确度。

一种可能的设计中, 第一节点在对第一测距帧测量之后, 除了反馈 CSI 信息 (即发送第二测量信息)、RPL 之外, 还可以一起反馈该至少一个信道的 SNR。其中, SNR 可以是一个或多个载波信道对应的 SNR, 或者是一个载波信道组对应的平均 SNR, 本申请不做限制。其中, SNR 的单位是 dB。

如此, 第二节点可以使用 SNR 指示所反馈的 CSI 信息的信号质量, 进而基于 CSI 信息的信号质量来针对 CSI 信息做测距计算, 例如合并高 SNR 的信道的 CSI 信息, 可以提高测距的准确性。此外, 当 SNR 不足以指示信号质量时, 还可以采用对信号质量评级或打分数的方式来指示 CSI 信息的信号质量。

一种可能的设计中, 第一节点可以在至少一个初始载波信道上反馈测量信息 (如上文中的第二测量信息和第五测量信息)。例如图 11 所示, 第一节点和第二节点的初始载波信道为信道组 3, 则在完成 3 次测距交互之后, 回到信道组 3 上集中进行信道状态信息的反馈。

可以理解的,本文中个实施方式可以单独实施,也可以相互结合实施。

基于同一技术构思,本申请实施例提供一种测距装置,该装置包括用于执行上述方法实施例中第一节点或第二节点所执行的方法的模块或单元或手段。该模块或单元或手段可以通过软件实现,或者通过硬件实现,也可以通过硬件执行相应的软件实现。

5 示例性的,参见图 12,该装置可以包括接收模块 1201、处理模块 1202、发送模块 1203。

当该装置位于上述第一节点时,接收模块 1201,用于在至少一个信道上接收第一测距帧;处理模块 1202,用于对第一测距帧进行测量,得到第一测量信息;发送模块 1203,用于根据第一测量信息和第一反馈方式发送第二测量信息。

10 当该装置位于上述第一节点时,发送模块 1203,用于在至少一个信道上发送第一测距帧;第一测距帧用于第一节点进行测量得到第一测量信息;接收模块 1201,用于接收来自第一节点的第二测量信息,其中第二测量信息根据第一测量信息和第一反馈方式确定。

应理解,上述方法实施例涉及的各步骤的所有相关内容均可以援引到对应功能模块的功能描述,在此不再赘述。

在具体实施时,上述装置可以有多种产品形态,以下介绍几种可能的产品形态。

15 参见图 13,本申请实施例还提供一种测距装置,该装置包括至少一个处理器 1301 和接口电路 1302;接口电路 1302 用于接收来自该装置之外的其它装置的信号并发送或接收至处理器 1301 或将来自处理器 1301 的信号发送给该装置之外的其它通信装置,处理器 1301 通过逻辑电路或执行代码指令用于实现上述第一设备或第二设备所执行的方法。

20 应理解,本申请实施例中提及的处理器可以通过硬件实现也可以通过软件实现。当通过硬件实现时,该处理器可以是逻辑电路、集成电路等。当通过软件实现时,该处理器可以是一个通用处理器,通过读取存储器中存储的软件代码来实现。

25 示例性的,处理器可以是中央处理单元(Central Processing Unit, CPU),还可以是其他通用处理器、数字信号处理器(Digital Signal Processor, DSP)、专用集成电路(Application Specific Integrated Circuit, ASIC)、现成可编程门阵列(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、分立硬件组件等。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。

30 应理解,本申请实施例中提及的存储器可以是易失性存储器或非易失性存储器,或可包括易失性和非易失性存储器两者。其中,非易失性存储器可以是只读存储器(Read-Only Memory, ROM)、可编程只读存储器(Programmable ROM, PROM)、可擦除可编程只读存储器(Erasable PROM, EPROM)、电可擦除可编程只读存储器(Electrically EPROM, EEPROM)或闪存。易失性存储器可以是随机存取存储器(Random Access Memory, RAM),其用作外部高速缓存。通过示例性但不是限制性说明,许多形式的 RAM 可用,例如静态随机存取存储器(Static RAM, SRAM)、动态随机存取存储器(Dynamic RAM, DRAM)、同步动态随机存取存储器(Synchronous DRAM, SDRAM)、双倍数据速率同步动态随机存取存储器(Double Data Rate SDRAM, DDR SDRAM)、增强型同步动态随机存取存储器(Enhanced SDRAM, ESDRAM)、同步连接动态随机存取存储器(Synchlink DRAM, SLDRAM)和直接内存总线随机存取存储器(Direct Rambus RAM, DRAM)。

40 需要说明的是,当处理器为通用处理器、DSP、ASIC、FPGA 或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件时,存储器(存储模块)可以集成在处理器中。

应注意，本文描述的存储器旨在包括但不限于这些和任意其它适合类型的存储器。

基于相同技术构思，本申请实施例还提供一种计算机可读存储介质，包括程序或指令，当所述程序或指令在计算机上运行时，使得如上述第一节点或第二节点所执行的方法被执行。

5 基于相同技术构思，本申请实施例还提供一种包含指令的计算机程序产品，该计算机程序产品中存储有指令，当其在计算机上运行时，使得上述第一节点或第二节点所执行的方法被执行。

基于相同技术构思，本申请实施例还提供一种测距系统，包括上述第一节点或第二节点。

10 基于相同技术构思，本申请实施例还提供一种终端设备，为上文所述的第一节点或第二节点，或者，位于上文所述的第一节点或第二节点上。其中，终端设备可以是车辆、无人机、直升机、飞机、轮船、智能运输设备、或智能家居设备等。本申请实施例对终端设备的具体形态不做限定。

本申请中，“至少一个”是指一个或者多个，“多个”是指两个或两个以上。“和/或”，
15 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 的情况，其中 A、B 可以是单数或者复数。在本申请的
文字描述中，字符“/”，一般表示前后关联对象是一种“或”的关系；在本申请的公式中，
字符“/”，表示前后关联对象是一种“相除”的关系。“包括 A，B 和 C 中的至少一个”可
以表示：包括 A；包括 B；包括 C；包括 A 和 B；包括 A 和 C；包括 B 和 C；包括 A、B
20 和 C。

本领域内的技术人员应明白，本申请的实施例可提供为方法、系统、或计算机程序产品。因此，本申请可采用完全硬件实施例、完全软件实施例、或结合软件和硬件方面的实施例的形式。而且，本申请可采用在一个或多个其中包含有计算机可用程序代码的计算机
25 可用存储介质（包括但不限于磁盘存储器、CD-ROM、光学存储器等）上实施的计算机程序产品的形式。

本申请是参照根据本申请的方法、设备（系统）、和计算机程序产品的流程图和/或方框图来描述的。应理解可由计算机程序指令实现流程图和/或方框图中的每一流程和/或方框、以及流程图和/或方框图中的流程和/或方框的结合。可提供这些计算机程序指令到通用计算机、专用计算机、嵌入式处理机或其他可编程数据处理设备的处理器以产生
30 一个机器，使得通过计算机或其他可编程数据处理设备的处理器执行的指令产生用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的装置。

这些计算机程序指令也可存储在能引导计算机或其他可编程数据处理设备以特定方式工作的计算机可读存储器中，使得存储在该计算机可读存储器中的指令产生包括指令装置的制造品，该指令装置实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个
35 方框中指定的功能。

权 利 要 求

1.一种测距方法，其特征在于，包括：

第一节点在至少一个信道上接收第一测距帧；所述第一节点对所述第一测距帧进行测量，得到第一测量信息；

5 所述第一节点根据所述第一测量信息和第一反馈方式发送第二测量信息。

2.如权利要求1所述的方法，其特征在于，

所述第一测距帧中包含至少一个符号；

所述第一测量信息指示对应所述至少一个符号的至少一个有效子载波的信道状态信息。

10 3.如权利要求2所述的方法，其特征在于，所述第一反馈方式指示反馈全部有效子载波的信道状态信息，所述第二测量信息与所述第一测量信息指示相同的所述信道状态信息。

4.如权利要求2所述的方法，其特征在于，所述第一反馈方式指示反馈直流DC子载波的信道状态信息，所述第二测量信息包括对应所述至少一个符号的DC子载波的信道状态信息，其中所述DC子载波的信道状态信息根据与所述DC子载波相邻的有效子载波的信道状态信息进行插值确定。

15 5.如权利要求4所述的方法，其特征在于，所述插值包括线性插值、最近邻插值、三次样条插值、和/或二次插值中的至少一种。

6.如权利要求2所述的方法，其特征在于，所述第一反馈方式指示反馈至少一个子载波组的信道状态信息，对应所述至少一个符号的至少一个有效子载波属于所述至少一个子载波组，所述第二测量信息包括所述至少一个子载波组中每个子载波组的信道状态信息。

7.如权利要求6所述的方法，其特征在于，对应所述至少一个符号的每连续M个子载波为一个子载波组，所述M为正整数；或者，

对应所述至少一个符号的每连续P或L个子载波为一个子载波组，所述P、所述L为正整数， $P \neq L$ 。

25 8.如权利要求6所述的方法，其特征在于，所述至少一个信道包括第一信道和第二信道；

与所述第一信道对应的子载波中，每连续Q个子载波为一个子载波组，与所述第二信道对应的子载波中，每连续N个子载波为一个子载波组，所述Q、所述N为正整数， $Q \neq N$ 。

30 9.如权利要求6-8任一项所述的方法，其特征在于，所述每个子载波组的信道状态信息为所述每个子载波组中所有有效子载波的信道状态信息的平均值或中位值或最大值或最小值，或所述每个子载波组中的一个子载波的信道状态信息。

10.如权利要求6-9任一项所述的方法，其特征在于，子载波组包含的子载波数量与测距范围相关。

35 11.如权利要求1-10任一项所述的方法，其特征在于，

所述第一测距帧的符号具有循环前缀CP；所述第一节点对所述第一测距帧进行测量，包括：所述第一节点从所述第一测距帧中的第一个符号开始测量；或者，

所述第一测距帧的符号不具有CP；所述第一节点对所述第一测距帧进行测量，包括：所述第一节点从所述第一测距帧的第二个符号开始测量；或者，

所述第一节点根据指示信息或者预先设置,从所述第一测距帧的指定符号开始测量。

12.如权利要求 1-11 任一项所述的方法,其特征在于,所述第一测距帧包括多个符号,所述第一节点对所述第一测距帧进行测量,包括:

所述第一节点根据所述多个符号对应的信道状态信息,确定所述第一测距帧中第 R 个符号对应的信道状态信息,所述 R 为正整数;其中,所述第一测量信息指示所述第 R 个符号对应的信道状态信息;或者,

所述第一节点根据所述多个符号对应的信道状态信息,确定所述多个符号对应的信道状态信息的平均值;所述第一测量信息指示所述多个符号对应的信道状态信息的平均值。

13.如权利要求 1-12 任一项所述的方法,其特征在于,

所述第一测距帧中的符号使用第一类无线帧的开销符号的资源,所述第一类无线帧包括数据符号和开销符号;所述至少一个信道为初始载波信道;或者,

所述第一测距帧中的符号使用第一类无线帧的数据符号和开销符号的资源,所述第一类无线帧包括数据符号和开销符号;所述至少一个信道为初始载波信道;或者,

所述第一测距帧中的符号使用第二类无线帧的数据符号,所述第二类无线帧中的符号全部为数据符号,所述至少一个信道为初始载波信道或跳频后的信道。

14.如权利要求 1-13 任一项所述的方法,其特征在于,还包括:所述第一节点发送或接收以下一种或多种信息:

第一指示信息,用于指示所述第一测距帧的类型;

第二指示信息,用于指示所述第一测距帧具有 CP 或不具有 CP;

第三指示信息,用于指示所述第一测距帧具有常规 CP 或扩展 CP;

第四指示信息,用于指示所述第一节点反馈所述至少一个信道的信道状态信息和/或所述至少一个信道的信道编号信息;

第五指示信息,用于指示所述第一测距帧的测量起始位置;

第六指示信息,用于指示所述第一节点反馈所述第一测距帧中第 R 个符号对应的信道状态信息,所述 R 为正整数;

第七指示信息,用于指示所述第一节点反馈所述第一测距帧中的多个符号对应的信道状态信息的平均值;

第八指示信息,用于指示所述第一节点反馈信道状态信息的第一反馈方式,所述第一反馈方式为:反馈至少一个子载波组的信道状态信息,或者,反馈 DC 子载波的信道状态信息,或者,反馈全部有效子载波的信道状态信息。

15.如权利要求 14 所述的方法,其特征在于,所述第一反馈方式为反馈所述至少一个子载波组的信道状态信息时,所述第一节点还发送或接收以下一种或多种信息:

第九指示信息,用于指示所述至少一个子载波组的分组参数;

第十指示信息,用于指示所述至少一个子载波组的信道状态信息的计算方式。

16.如权利要求 1-15 任一项所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

根据校准信息对所述第一测量信息进行校准,得到校准后的第一测量信息;其中,所述校准信息根据所述至少一个信道确定;

所述第一节点根据所述第一测量信息和第一反馈方式发送第二测量信息,包括:

所述第一节点根据所述校准后的第一测量信息和第一反馈方式发送第二测量信息。

17.如权利要求 1-16 任一项所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

所述第一节点在所述至少一个信道上发送第二测距帧, 所述第二测距帧用于所述第二节点进行测量得到第三测量信息。

18. 如权利要求 1-17 任一项所述的方法, 其特征在于, 所述至少一个信道属于第一信道组, 所述方法还包括:

5 所述第一节点在第二信道组上接收第三测距帧; 所述第一节点对所述第三测距帧进行测量, 得到第四测量信息; 其中所述第二信道组中包括一个或多个信道, 所述第二信道组与所述第一信道组至少有一个信道不同;

所述第一节点根据所述第四测量信息和所述第一反馈方式发送第五测量信息。

19. 如权利要求 18 所述的方法, 其特征在于, 所述方法包括:

10 所述第一节点在至少一个初始载波信道上发送所述第二测量信息和所述第五测量信息。

20. 如权利要求 12 所述的方法, 其特征在于, 所述 R 的值为预先设置或者预先定义的。

21. 如权利要求 1-20 任一项所述的方法, 其特征在于, 所述信道状态信息包括参考功率水平 RPL 的相对值;

15 所述方法还包括:

所述第一节点发送所述 RPL。

22. 如权利要求 1-21 任一项所述的方法, 其特征在于, 还包括:

所述第一节点发送所述至少一个信道的信噪比 SNR。

23. 一种测距方法, 其特征在于,

20 第二节点在至少一个信道上发送用于测距的第一测距帧;

所述第二节点接收来自所述第一节点的第二测量信息, 其中, 所述第二测量信息对应所述第一测距帧以及第一反馈方式, 且所述第二测量信息用于确定测距结果, 所述测距结果包括所述第一节点和所述第二节点的距离。

24. 如权利要求 23 所述的方法, 其特征在于, 所述方法还包括:

25 所述第二节点在所述至少一个信道上接收第二测距帧, 对所述第二测距帧进行测量得到第三测量信息;

所述第二节点根据所述第二测量信息和所述第三测量信息确定所述测距结果。

25. 如权利要求 23 或 24 所述的方法, 其特征在于, 所述至少一个信道属于第一信道组, 所述方法还包括:

30 所述第二节点在第二信道组上发送用于测距的第三测距帧; 其中, 所述第二信道组中包括一个或多个信道, 所述第二信道组与所述第一信道组至少有一个信道不同;

所述第二节点接收来自所述第一节点的第五测量信息, 其中, 所述第五测量信息对应所述第三测距帧和所述第一反馈方式。

26. 如权利要求 25 所述的方法, 其特征在于, 所述方法包括:

35 所述第二节点在至少一个初始载波信道上接收所述第二测量信息和所述第五测量信息。

27. 如权利要求 23-26 任一项所述的方法, 其特征在于, 所述方法还包括:

所述第二节点接收至少一个信道的 SNR。

28. 一种测距装置, 其特征在于, 包括:

40 接收模块, 用于在至少一个信道上接收第一测距帧;

处理模块，用于对所述第一测距帧进行测量，得到第一测量信息；

发送模块，用于根据所述第一测量信息和第一反馈方式发送第二测量信息。

29.一种测距装置，其特征在于，包括：

发送模块，用于在至少一个信道上发送用于测距的第一测距帧；

5 接收模块，用于接收来自所述第一节点的第二测量信息，其中，所述第二测量信息对应所述第一测量信息和第一反馈方式，且所述第二测量信息用于确定测距结果，所述测距结果包括所述第一节点和所述测距装置所在节点的距离。

30.一种测距装置，其特征在于，包括：至少一个处理器和接口电路；

10 所述接口电路用于接收来自所述装置之外的其它装置的信号并发送或接收至所述处理器或将来自所述处理器的信号发送给所述装置之外的其它装置，所述处理器通过逻辑电路或执行代码指令用于实现如权利要求 1-22 中任一项所述的方法，或者，用于实现如权利要求 23-27 中任一项所述的方法。

15 31.一种计算机可读存储介质，其特征在于，所述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通信装置执行时，实现如权利要求 1-22 中任一项所述的方法，或者，实现如权利要求 23-27 中任一项所述的方法。

32.一种计算机程序产品，其特征在于，所述计算机程序产品中存储有指令，当其在计算机上运行时，使得计算机执行如权利要求 1-22 中任一项所述的方法，或者，执行如权利要求 23-27 中任一项所述的方法。

33.一种测距系统，其特征在于，包括：

20 第一节点，用于执行如权利要求 1-22 中任一项所述的方法；

第二节点，用于执行如权利要求 23-27 中任一项所述的方法。