

一种测距方法及相关装置

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及相关装置。

背景技术

采用通信设备传输测距信号的方式实现测距，是解决测距定位问题的重要手段。其中，测距的精度与能够相干合并的测距信号覆盖的带宽紧密相关，测距信号覆盖的带宽越宽，测距精度越高。

目前，有一类通信设备考虑成本、功耗、抗干扰等因素，采用跳频的方式通信，即采用每次传输占用较窄带宽，多次传输时在较大的带宽范围内跳频的方式通信。

使用上述测距方式进行测距，难以获得较高的精度。由于跳频会导致设备时钟产生随机初始相位，不同频点传输的测距信号不能直接相干合并，难以实现较高的测距精度。并且考虑成本、功耗等因素，通信设备的时钟精度一般较低，设备时钟的定时、频率的非理想性，也会导致测距精度降低。如何抑制定时偏移、频率偏移、频率随时间漂移等设备时钟非理想性对测距的结果的影响，也是当前研究的重要问题。

总之，如何使用通信设备实现测距，提高测距精度，成为亟待解决的问题。

发明内容

本申请实施例提供了一种测距方法及相关装置，可以降低测距的误差，提高测距的精度。

第一方面，本申请实施例提供了一种测距方法，该方法包括：

第一设备在第一频点上向第二设备发送第一测量帧，以及在所述第一频点上接收所述第二设备发送的第二测量帧；

所述第一设备在第二频点上向所述第二设备发送第三测量帧，以及在所述第二频点上接收所述第二设备发送的第四测量帧；其中，所述第二频点与所述第一频点不同；

所述第一设备根据所述第二测量帧，获取第一测量结果；

所述第一设备根据所述第四测量帧，获取第三测量结果；

所述第一设备向第三设备发送所述第一测量结果和所述第三测量结果，所述第一测量结果和所述第三测量结果用于测距。

本申请实施例中，提供了一种测距方法，第一设备与第二设备在至少两个频点上进行测量帧的交互，如第一设备在第一频点上向第二设备发送第一测量帧并接收来自第二设备的第二测量帧，在第二频点上向第二设备发送第三测量帧并接收来自第二设备的第四测量帧，其中，第二频点和第一频点不同，第一测量帧和第三测量帧分别用于第二设备获取第二测量结果和第四测量结果。第一设备根据接收到的第二测量帧获取第一测量结果，根据接收到的第四测量帧获取第三测量结果，并向第三设备发送该第一测量结果和第三测量结果。计算测距结果的计算设备根据第一测量结果、第二测量结果、第三测量结果、第四测量结果计算测距结果。第三设备可以是第二设备，也可以是除第二设备之外的其他设备，本申请对此不做限制。第三设备是计算设备，用于计算测距结果；或者，第三设备是转发设备，用于转发第一

测量结果、第三测量结果给计算设备，本申请对此不做限制。第一设备和第二设备在从第一频点切换到第二频点时会产生随机初相，这导致第一测量结果和第三测量结果不能直接相干合并，第二测量结果和第四测量结果不能直接相干合并。结合第一测量结果和第二测量结果得到第一频点的联合测量结果，第一频点的联合测量结果不受第一设备和第二设备在第一频点的初相影响；结合第三测量结果和第四测量结果得到第二频点的联合测量结果，第二频点的联合测量结果也不受第一设备和第二设备在第二频点的初相影响。因此，第一频点的联合测量结果和第二频点的联合测量结果不受设备切换频点导致的随机初相的影响，可以相干合并，计算测距结果时可以使用比单个频点的测量帧带宽更大的带宽计算测距结果，从而可以获得更准确的测距结果，提高测距精度。

在一种可能的实施方式中，所述第一频点和所述第二频点为在使用时间顺序上相邻的频点，所述第一频点属于第一频点集合，所述第二频点属于第二频点集合，所述第一频点集合由所述第一频点和所述第二频点集合组成。

在本申请实施例中，提供了一种获取第一频点和第二频点的可能的具体实施方式，具体为，第一频点和第二频点为在使用时间顺序上相邻的两个频点，即第一设备和第二设备先在第一频点上进行测量帧交互，再在第二频点上进行测量帧交互，并且在这两次测量帧交互之间的时间里，没有在第一频点和第二频点以外的其它频点上进行测量帧交互。应理解，这里的使用指的是第一设备和第二设备交互测量帧，第一频点和第二频点在使用时间顺序上相邻，并不排除在上述两次测量帧交互之间的时间里，第一设备和第二设备在其它频点上进行非测量帧的交互，例如交互用于传输业务数据、测量结果、信令等但不用于测距测量的帧的情况；这里也不排除在上述两次测量帧交互之间的时间里，第一设备和第二设备以外的其它设备在任意频点交互任意类型的帧的情况。在第一频点集合中获取第一频点，再在第二频点集合中获取第二频点，第一频点集合和第二频点集合的区别在于第一频点集合包括第一频点，第二频点集合不包括第一频点，可以理解为，第二频点集合是从第一频点集合中剔除第一频点后得到的频点集合。通过本申请实施例，基于第一频点和第二频点是使用时间顺序相邻的两个频点，可以避免在测量期间重复使用相同频点，缩短测距的测量时间。如果第一设备和第二设备之间存在相对运动，缩短测距的测量时间可以减小测量期间第一设备与第二设备之间相对位置的变化量，从而获得更准确的测距结果，提高测距精度。并且，对于第一设备和第二设备，由于时钟的非理想性，设备时钟频率会随时间漂移，测量时间越长，漂移越严重，缩短测距的测量时间可以减小测量期间设备时钟频率漂移的范围，抑制时钟漂移对测距结果的影响，提高测距精度。

在一种可能的实施方式中，所述方法还包括：

所述第一设备根据第一随机种子在所述第一频点集合中以伪随机的方式确定所述第一频点；

所述第一设备根据第二随机种子在所述第二频点集合中以伪随机的方式确定所述第二频点。

在本申请实施例中，提供了一种确定第一频点和第二频点的可能的具体实施方式，具体为，根据随机种子在相应的频点集合中以伪随机的方式确定所使用的频点，确定第一频点所使用的第一随机种子和确定第二频点所使用的第二随机种子可以是相同的随机种子，也可以是不同的随机种子。通过本申请实施例，基于随机种子以伪随机的方式确定频点，使得确定的频点具有随机性，降低与其他设备共享频谱时使用相同的时频资源导致互相干扰的概率，提升测距性能。

在一种可能的实施方式中，所述方法还包括：

所述第一设备生成并发送所述第一随机种子和/或所述第二随机种子；

或者，

所述第一设备接收所述第一随机种子和/或所述第二随机种子。

在本申请实施例中，提供了几种获取第一随机种子和/或第二随机种子的可能的具体实施方式，具体为：1.第一设备自己生成并向第二设备发送第一随机种子和/或第二随机种子；2.第一设备自己生成并向其它设备发送第一随机种子和/或第二随机种子，该其它设备再把第一随机种子和/或第二随机种子转发给第二设备；3.第一设备接收来自第二设备的第一随机种子和/或第二随机种子；4.第一设备接收来自其它设备的第一随机种子和/或第二随机种子，在此之前，该其它设备的第一随机种子和/或第二随机种子由第二设备生成并发送给该其它设备；5.其它设备生成第一随机种子和/或第二随机种子，并发送给第一设备和第二设备。使用上述任一方式，第一设备和第二设备在选择第一频点时使用相同的第一随机种子，在选择第二频点时使用相同的第二随机种子，因此第一设备和第二设备会选出相同的第一频点和相同的第二频点，避免频点选择错误。

在一种可能的实施方式中，所述第一测量结果包括所述第二测量帧包含的单频正弦波信号在第一时刻的相位信息或同相分量正交分量 IQ 信息，或者所述第二测量帧包含的单频正弦波信号按照单频正弦波模型延拓信号在所述第一时刻的相位信息或 IQ 信息。

在本申请实施例中，提供了一种获取第一测量结果的可能的具体实施方式，具体为，第一设备测量第二测量帧，获取第一测量结果，其中，第一测量结果包括第二测量帧包含的单频正弦波在第一时刻的相位信息或同相分量正交分量 IQ 信息，或者，第一测量结果包括第二测量帧包含的单频正弦波按照单频正弦波模型延拓信号在第一时刻的相位信息或同相分量正交分量 IQ 信息。基于相位信息或包含相位信息的 IQ 信息测距，可以获得比传统的基于幅值的测距方法更高的测距精度。

在一种可能的实施方式中，所述方法还包括：

所述第一设备确定第一定时偏差值，所述第一定时偏差值表征所述第一设备相对于所述第二测量帧的定时偏差；

所述第一设备根据所述第一定时偏差值，确定所述第一时刻。

在本申请实施例中，提供了一种确定第一时刻的可能的具体实施方式，具体为，第一设备确定第一定时偏差值，并根据该第一定时偏差值确定第一时刻，其中，第一定时偏差值表征第一设备相对于第二测量帧的定时偏差。通过本申请实施例，根据测量到的定时偏差，修正相位信息或 IQ 信息对应的时刻，可以抑制第一设备与第二设备时钟之间定时和频率的差异对测距结果的影响，提高测距精度。

在一种可能的实施方式中，所述第一时刻满足： $T1=t0+t1/2$ ；其中，所述 $t0$ 表征参考时刻，所述 $t1$ 表征所述第一定时偏差值，所述 $T1$ 表征所述第一时刻。

在本申请实施例中，提供了一种确定第一时刻的可能的具体实施方式，具体为，第一时刻需满足 $t0+t1/2$ ，其中， $t0$ 表征参考时刻， $t1$ 表征第一定时偏差值。相应的，第二设备也采用类似的方法确定第二时刻，则第一设备时钟的第一时刻对应的真实时间与第二设备时钟的第二时刻对应的真实时间的差异主要与第一定时偏差值和第二定时偏差值的测量误差有关，而与第一设备与第二设备时钟之间定时偏差无关，结合第一测量结果和第二测量结果得到第一频点的联合测量结果不受第一设备与第二设备时钟之间定时偏差影响，从而抑制了第一设备与第二设备时钟之间定时偏差对测距结果的影响，提高测距精度。

在一种可能的实施方式中，所述确定第一定时偏差值，包括：

所述第一设备通过对所述第二测量帧中的信号进行测量，确定所述第一定时偏差值。

在本申请实施例中，提供了一种确定第一定时偏差值的可能的具体实施方式，具体为，第一设备通过对第二测量帧中的信号进行测量，确定第一定时偏差值，或者，第一设备还可以通过第二设备发送的其他信号进行测量，其他信号可以包括其他测量帧中的信号或其他非测量帧中的信号，确定第一定时偏差值。通过本申请实施例确定的第一定时偏差值，可以修正定时偏差，减小第一设备与第二设备时钟之间定时和频率的差异，降低对测量帧测量结果的影响，从而降低测距结果的误差，提高测距精度。

在一种可能的实施方式中，所述方法还包括：

所述第一设备接收第一消息，和/或，发送所述第一消息，所述第一消息用于指示所述参考时刻；

或者，

所述参考时刻为预先配置或者预先定义的时刻。

在本申请实施例中，提供了几种确定参考时刻的可能的具体实施方式，具体为，第一设备接收第一消息和/或发送第一消息，通过第一消息所指示的信息确定参考时刻，或者，参考时刻为预先为第一设备（和第二设备）配置或协议预先定义的时刻。通过本申请实施例，第一设备和第二设备使用约定相同的参考时刻来确定测量时刻，可以抑制第一设备与第二设备时钟之间定时和频率差异对测量帧测量结果的影响，从而降低测距结果的误差，提高测距精度。

在一种可能的实施方式中，所述方法还包括：

所述第一设备接收第二消息，和/或，发送所述第二消息，所述第二消息用于指示参考值；或者，所述参考值为预先配置或预先定义的值；

根据所述参考值和第一频率偏差值，确定所述参考时刻，其中，所述第一频率偏差值表征所述第一设备相对于所述第二测量帧的频率偏差。

在本申请实施例中，提供了几种确定参考时刻的可能的具体实施方式，具体为，第一设备接收第二消息和/或发送第二消息，根据第一频率偏差值和第二消息所指示的参考值确定参考时刻，其中，第一频率偏差值表征第一设备相对于第二测量帧的频率偏差。通过本申请实施例，第一设备和第二设备使用约定相同的参考值，并且第一设备根据频率偏差和参考值确定参考时刻，以修正频率偏差导致的定时偏差随时间的变化对参考时刻的影响，进而通过参考时刻确定测量时刻，可以抑制第一设备与第二设备时钟之间定时和频率差异对测量帧测量结果的影响，从而降低测距结果的误差，提高测距精度。

在一种可能的实施方式中，不同频点对应的参考时刻相同或不同，和/或，不同频点对应的参考值相同或不同。

在一种可能的实施方式中，在第一设备和/或第二设备使用多天线的情况下，同一个频点的不同天线组合所使用的参考时刻相同或不同，和/或，同一个频点的不同天线组合所使用的参考值相同或不同。

其中，不同天线组合包括但不限于：天线组合一（第一设备的发送天线1和第二设备的接收天线2），和/或，天线组合二（第一设备的接收天线1和第二设备的发送天线2），等等，本申请实施例对此不作限制。

在一种可能的实施方式中，第一测量帧中不包含测量结果数据，也不包含业务数据。

通过本申请实施例，可以缩短第一测量帧或增加第一测量帧中用于测量的信号的时间长

度,例如单频正弦波信号的长度。其中,缩短测量帧长度,进而可以缩短第一设备与第二设备之间传输单频正弦波信号的间隔和测距的总测量时间。考虑时钟的非理想性,第一设备和第二设备间的时钟频率偏移导致的测距结果误差与第一设备和第二设备之间传输单频正弦波信号的间隔有关,相同频偏下,该间隔越大,误差越大,缩短第一设备与第二设备之间传输单频正弦波信号的间隔,可以抑制第一设备和第二设备间的时钟频率偏移对测距结果的影响。如果第一设备和第二设备之间存在相对运动,缩短测距的测量总时间可以减小测量期间第一设备与第二设备之间相对位置的变化量,从而获得更准确的测距结果,提高测距精度。并且,对于第一设备和第二设备,由于时钟的非理想性,设备时钟频率会随时间漂移,测量时间越长,漂移越严重,缩短测距的测量总时间可以减小测量期间设备时钟频率漂移的范围,抑制时钟漂移对测距结果的影响,提高测距精度。增加第一测量帧中用于测量的信号的时间长度,可以提高第二设备通过第一测量帧获得第二测量结果的精度,进而提高测距精度。

在一种可能的实施方式中,所述第一测量帧包含的单频正弦波信号包含至少两个符号,所述至少两个符号中的每个符号是根据第一序列,通过第一星座图调制得到,所述第一序列为N个比特组成的序列,所述N的值与所述第一星座图的调制方式对应。

在本申请实施例,提供了一种获取第一测量帧的可能的具体实施方式,具体为,第一测量帧包含的单频正弦波信号包含至少两个符号,这至少两个符号中的每个符号都是根据第一序列,通过第一星座图调制得到。其中,第一序列为N个比特组成的序列,N的值与第一星座图的调制方式对应,例如,二进制相移键控BPSK的调制方式对应的N值为1,四相相移键控QPSK的调制方式对应的N值为2,八相相移键控8PSK的调制方式对应的N值为3。本申请实施例中第一测量帧中的单频正弦波信号与其他信号采用相同的调制方式,避免了调制方式切换带来的额外的实现复杂度和额外的时间开销,以缩短第一测量帧或增加第一测量帧中用于测量的信号的时间长度,例如单频正弦波信号的长度。其中,缩短测量帧长度,进而可以缩短第一设备与第二设备之间传输单频正弦波信号的间隔和测距的总测量时间。考虑时钟的非理想性,第一设备和第二设备间的时钟频率偏移导致的测距结果误差与第一设备和第二设备之间传输单频正弦波信号的间隔有关,相同频偏下,该间隔越大,误差越大,缩短第一设备与第二设备之间传输单频正弦波信号的间隔,可以抑制第一设备和第二设备间的时钟频率偏移对测距结果的影响。如果第一设备和第二设备之间存在相对运动,缩短测距的测量总时间可以减小测量期间第一设备与第二设备之间相对位置的变化量,从而获得更准确的测距结果,提高测距精度。并且,对于第一设备和第二设备,由于时钟的非理想性,设备时钟频率会随时间漂移,测量时间越长,漂移越严重,缩短测距的测量总时间可以减小测量期间设备时钟频率漂移的范围,抑制时钟漂移对测距结果的影响,提高测距精度。增加第一测量帧中用于测量的信号的时间长度,可以提高第二设备通过第一测量帧获得第二测量结果的精度,进而提高测距精度。

在一种可能的实施方式中,第一符号是根据所述第一序列,并通过所述第一星座图调制得到;

其中,所述第一符号包括:所述第一测量帧中位于单频正弦波信号之前且与所述单频正弦波信号相邻的一个符号,和/或,所述第一测量帧中位于单频正弦波信号之后的第一个符号。

在本申请实施例,提供了一种获取第一测量帧的可能的具体实施方式,具体为,第一测量帧包含的第一符号,同第一测量帧中的单频正弦波信号包含的至少两个符号一样,也是根据第一序列,并通过第一星座图调制得到。其中,第一符号包括第一测量帧中位于单频正弦波信号之前且与单频正弦波信号相邻的一个符号,和/或第一测量帧中位于单频正弦波信号

之后的第一个符号。通过本申请实施例，单频正弦波信号和其边界两侧相邻的符号，映射的序列相同，采用的星座图相同，可以避免测量帧在该边界发生突变，从而抑制该边界导致的信号畸变，提高测量帧测量结果的精度，从而提高测距准确性。

在一种可能的实施方式中，所述第一测量帧包含的单频正弦波信号包含至少两个符号，所述至少两个符号中的每个符号是根据第一比特，通过高斯频移键控 GFSK 调制得到；

第二符号是根据所述第一比特，并通过所述 GFSK 调制得到；

其中，所述第二符号包括：所述第一测量帧中位于单频正弦波信号之前且与所述单频正弦波信号相邻的一个符号，和/或，所述第一测量帧中位于单频正弦波信号之后的第一个符号。

在本申请实施例中，提供了一种获取第一测量帧的可能的具体实施方式，具体为，第一测量帧包含的单频正弦波信号包含至少两个符号，这至少两个符号中的每个符号都是根据第一比特，通过高斯频移键控 GFSK 调制得到。第一测量帧包含的第二符号，同第一测量帧中的单频正弦波信号包含的至少两个符号一样，也是根据第一比特，并通过高斯频移键控 GFSK 调制得到。其中，第二符号包括第一测量帧中位于单频正弦波信号之前且与单频正弦波信号相邻的一个符号，和/或第一测量帧中位于单频正弦波信号之后的第一个符号。通过本申请实施例，单频正弦波信号和其边界两侧相邻的符号，映射的比特相同，采用的调制方式相同，可以避免测量帧在该边界发生突变，从而抑制该边界导致的信号畸变，提高测量帧测量结果的精度，从而提高测距准确性。

在一种可能的实施方式中，所述方法还包括：

所述第一设备接收测距结果，所述测距结果包括所述第一设备和所述第二设备之间的距离信息。

在本申请实施例中，提供了一种测距的可能的具体实施方式，具体为，第一设备接收测距结果，可以是接收第三设备发送的测距结果，其中，该第三设备可以是第二设备，用于根据接收到的第一测量结果计算得到测距结果，并发送给第一设备，也可以是其他具备执行计算测距能力的设备，将计算得到的测距结果发送给第一设备，该测距结果包括第一设备与第二设备之间的距离信息。

第二方面，本申请实施例提供了一种测距方法，该方法包括：

第二设备在第一频点上接收第一设备发送的第一测量帧，以及在所述第一频点上向所述第一设备发送第二测量帧；

所述第二设备在第二频点上接收所述第一设备发送的第三测量帧，以及在所述第二频点上向所述第一设备发送第四测量帧；其中，所述第二频点与所述第一频点不同；

所述第二设备根据所述第一测量帧，获取第二测量结果；

所述第二设备根据所述第三测量帧，获取第四测量结果；

所述第二设备接收来自第四设备的第一测量结果和第三测量结果，所述第一测量结果为所述第一设备对所述第二测量帧的测量结果，所述第三测量结果为所述第一设备对所述第四测量帧的测量结果；

所述第二设备根据所述第一测量结果、所述第二测量结果、所述第三测量结果和所述第四测量结果，确定所述第一设备和所述第二设备之间的距离。

本申请实施例中，提供了一种测距方法，第一设备与第二设备在至少两个频点上进行测量帧的交互，如第二设备在第一频点上接收第一设备发送的第一测量帧并向第一设备发送第二测量帧，在第二频点上接收第一设备发送的第三测量帧并向第一设备发送第四测量帧，其

中，第二频点和第一频点不同，第二测量帧和第四测量帧分别用于第一设备获取第一测量结果和第三测量结果。第二设备根据接收到的第一测量帧获取第二测量结果，根据接收到的第三测量帧获取第四测量结果，并接收来自第四设备的第一测量结果和第三测量结果。第二设备根据第一测量结果、第二测量结果、第三测量结果、第四测量结果计算测距结果，确定第一设备和第二设备之间的距离。第四设备可以是第一设备，也可以是除第一设备之外的其他设备，本申请对此不做限制。第四设备是第一设备，用于获取第一测量结果和第三测量结果，并发送给第二设备或转发设备；或者，第四设备是转发设备，用于转发第一测量结果和第三测量结果给第二设备，本申请对此不做限制。第一设备和第二设备在从第一频点切换到第二频点时会产生随机初相，这导致第一测量结果和第三测量结果不能直接相干合并，第二测量结果和第四测量结果不能直接相干合并。结合第一测量结果和第二测量结果得到第一频点的联合测量结果，第一频点的联合测量结果不受第一设备和第二设备在第一频点的初相影响；结合第三测量结果和第四测量结果得到第二频点的联合测量结果，第二频点的联合测量结果也不受第一设备和第二设备在第二频点的初相影响。因此，第一频点的联合测量结果和第二频点的联合测量结果不受设备切换频点导致的随机初相的影响，可以相干合并，计算测距结果时可以使用比单个频点的测量帧带宽更大的带宽计算测距结果，从而可以获得更准确的测距结果，提高测距精度。

在一种可能的实施方式中，所述第一频点和所述第二频点为在使用时间顺序上相邻的频点，所述第一频点属于第一频点集合，所述第二频点属于第二频点集合，所述第一频点集合由所述第一频点和所述第二频点集合组成。

在本申请实施例，提供了一种获取第一频点和第二频点的可能的具体实施方式，具体为，第一频点和第二频点为在使用时间顺序上相邻的两个频点，即第一设备和第二设备先在第一频点上进行测量帧交互，再在第二频点上进行测量帧交互，并且在这两次测量帧交互之间的时间里，没有在第一频点和第二频点以外的其它频点上进行测量帧交互。应理解，这里的使用指的是第一设备和第二设备交互测量帧，第一频点和第二频点在使用时间顺序上相邻，并不排除在上述两次测量帧交互之间的时间里，第一设备和第二设备在其它频点上进行非测量帧的交互，例如交互用于传输业务数据、测量结果、信令等但不用于测距测量的帧的情况；这里也不排除在上述两次测量帧交互之间的时间里，第一设备和第二设备以外的其它设备在任意频点交互任意类型的帧的情况。在第一频点集合中获取第一频点，再在第二频点集合中获取第二频点，第一频点集合和第二频点集合的区别在于第一频点集合包括第一频点，第二频点集合不包括第一频点，可以理解为，第二频点集合是从第一频点集合中剔除第一频点后得到的频点集合。通过本申请实施例，基于第一频点和第二频点是使用时间顺序相邻的两个频点，可以避免在测量期间重复使用相同频点，缩短测距的测量时间。如果第一设备和第二设备之间存在相对运动，缩短测距的测量时间可以减小测量期间第一设备与第二设备之间相对位置的变化量，从而获得更准确的测距结果，提高测距精度。并且，对于第一设备和第二设备，由于时钟的非理想性，设备时钟频率会随时间漂移，测量时间越长，漂移越严重，缩短测距的测量时间可以减小测量期间设备时钟频率漂移的范围，抑制时钟漂移对测距结果的影响，提高测距精度。

在一种可能的实施方式中，所述方法还包括：

所述第二设备根据第一随机种子在所述第一频点集合中以伪随机的方式确定所述第一频点；

所述第二设备根据第二随机种子在所述第二频点集合中以伪随机的方式确定所述第二频

点。

在本申请实施例中，提供了一种确定第一频点和第二频点的可能的具体实施方式，具体为，根据随机种子在相应的频点集合中以伪随机的方式确定所使用的频点，确定第一频点所使用的随机种子和确定第二频点所使用的第二随机种子可以是相同的随机种子，也可以是不同的随机种子。通过本申请实施例，基于随机种子以伪随机的方式确定频点，使得确定的频点具有随机性，降低与其他设备共享频谱时使用相同的时频资源导致互相干扰的概率，提升测距性能。

在一种可能的实施方式中，所述方法还包括：

所述第二设备生成并发送所述第一随机种子和/或所述第二随机种子；

或者，

所述第二设备接收所述第一随机种子和/或所述第二随机种子。

在本申请实施例中，提供了几种获取第一随机种子和/或第二随机种子的可能的具体实施方式，具体为：1.第二设备自己生成并向第一设备发送第一随机种子和/或第二随机种子；2.第二设备自己生成并向其它设备发送第一随机种子和/或第二随机种子，该其它设备再把第一随机种子和/或第二随机种子转发给第一设备；3.第二设备也可以接收来自第一设备的第一随机种子和/或第二随机种子；4.第二设备接收来自其它设备的第一随机种子和/或第二随机种子，在此之前，该其它设备的第一随机种子和/或第二随机种子由第一设备生成并发送给该其它设备；5.其它设备生成第一随机种子和/或第二随机种子，并发送给第一设备和第二设备。使用上述任一方式，第一设备和第二设备在选择第一频点时使用相同的第一随机种子，在选择第二频点时使用相同的第二随机种子，因此第一设备和第二设备会选出相同的第一频点和相同的第二频点，避免频点选择错误。

在一种可能的实施方式中，所述方法还包括：

所述第二设备根据所述第一测量帧，获取第二测量结果；其中，所述第二测量结果包括所述第一测量帧包含的单频正弦波信号在第二时刻的相位信息或同相分量正交分量 IQ 信息，或者所述第一测量帧包含的单频正弦波信号按照单频正弦波模型延拓信号在所述第二时刻的相位信息或 IQ 信息，所述第二测量结果用于测距。

在本申请实施例中，提供了一种获取第二测量结果的可能的具体实施方式，具体为，第二设备测量第一测量帧，获取第二测量结果，其中，第二测量结果包括第一测量帧包含的单频正弦波在第二时刻的相位信息或同相分量正交分量 IQ 信息，或者，第二测量结果包括第一测量帧包含的单频正弦波按照单频正弦波模型延拓信号在第二时刻的相位信息或同相分量正交分量 IQ 信息。基于相位信息或包含相位信息的 IQ 信息测距，可以获得比传统的基于幅值的测距方法更高的测距精度。

在一种可能的实施方式中，所述方法还包括：

所述第二设备确定第二定时偏差值，所述第二定时偏差值表征所述第二设备相对于所述第一测量帧的定时偏差；

所述第二设备根据所述第二定时偏差值，确定所述第二时刻。

在本申请实施例中，提供了一种确定第二时刻的可能的具体实施方式，具体为，第二设备确定第二定时偏差值，并根据该第二定时偏差值确定第二时刻，其中，第二定时偏差值表征第二设备相对于第一测量帧的定时偏差。通过本申请实施例，根据测量到的定时偏差，修正相位信息或 IQ 信息对应的时刻，可以抑制第一设备与第二设备时钟之间定时和频率的差异对测距结果的影响，提高测距精度。

在一种可能的实施方式中，所述第二时刻满足： $T2=t0+t2/2$ ；其中，所述 $t0$ 表征参考时刻，所述 $t2$ 表征所述第二定时偏差值，所述 $T2$ 表征所述第二时刻。

在本申请实施例中，提供了一种确定第二时刻的可能的具体实施方式，具体为，第二时刻需满足 $t0+t2/2$ ，其中， $t0$ 表征参考时刻， $t2$ 表征第二定时偏差值。相应的，第一设备也采用类似的方法确定第一时刻，则第一设备时钟的第一时刻对应的真实时间与第二设备时钟的第二时刻对应的真实时间的差异主要与第一定时偏差值和第二定时偏差值的测量误差有关，而与第一设备与第二设备时钟之间定时偏差无关，结合第一测量结果和第二测量结果得到第一频点的联合测量结果不受第一设备与第二设备时钟之间定时偏差影响，从而抑制了第一设备与第二设备时钟之间定时偏差对测距结果的影响，提高测距精度。

在一种可能的实施方式中，所述确定第二定时偏差值，包括：

所述第二设备通过对所述第一测量帧中的信号进行测量，确定所述第二定时偏差值。

在本申请实施例中，提供了一种确定第二定时偏差值的可能的具体实施方式，具体为，第二设备通过对第一测量帧中的信号进行测量，确定第二定时偏差值，或者，第二设备还可以通过对第一设备发送的其他信号进行测量，其他信号可以包括其他测量帧中的信号或其他非测量帧中的信号，确定第二定时偏差值。通过本申请实施例确定的第二定时偏差值，可以修正定时偏差，减小第一设备与第二设备时钟之间定时和频率的差异，降低对测量帧测量结果的影响，从而降低测距结果的误差，提高测距精度。

在一种可能的实施方式中，所述方法还包括：

所述第二设备发送第一消息，和/或，接收所述第一消息，所述第一消息用于指示所述参考时刻；

或者，

所述参考时刻为预先配置或者预先定义的时刻。

在本申请实施例中，提供了一种确定参考时刻的可能的具体实施方式，具体为，第二设备接收第一消息和/或发送第一消息，通过第一消息所指示的信息确定参考时刻，或者，参考时刻为预先为第二设备（和第一设备）配置或协议预先定义的时刻。通过本申请实施例，第一设备和第二设备使用约定相同的参考时刻来确定测量时刻，可以抑制第一设备与第二设备时钟之间定时和频率差异对测量帧测量结果的影响，从而降低测距结果的误差，提高测距精度。

在一种可能的实施方式中，所述方法还包括：

所述第二设备发送第二消息，和/或，接收所述第二消息，所述第二消息用于指示参考值；或者，所述参考值为预先配置或预先定义的值；

根据所述参考值和第二频率偏差值，确定所述参考时刻，其中，所述第二频率偏差值表征所述第二设备相对于所述第一测量帧的频率偏差。

在本申请实施例中，提供了几种确定参考时刻的可能的具体实施方式，具体为，第二设备接收第二消息和/或发送第二消息，根据第二频率偏差值和第二消息所指示的参考值确定参考时刻，其中，第二频率偏差值表征第二设备相对于第一测量帧的频率偏差。通过本申请实施例，第一设备和第二设备使用约定相同的参考值，并且第二设备根据频率偏差和参考值确定参考时刻，以修正频率偏差导致的定时偏差随时间的变化对参考时刻的影响，进而通过参考时刻确定测量时刻，可以抑制第一设备与第二设备时钟之间定时和频率差异对测量帧测量结果的影响，从而降低测距结果的误差，提高测距精度。

在一种可能的实施方式中，不同频点对应的参考时刻相同或不同，和/或，不同频点对应

的参考值相同或不同。

在一种可能的实施方式中，在第一设备和/或第二设备使用多天线的情况下，同一个频点的不同天线组合所使用的参考时刻相同或不同，和/或，同一个频点的不同天线组合所使用的参考值相同或不同。

其中，不同天线组合包括但不限于：天线组合一（第一设备的发送天线1和第二设备的接收天线2），和/或，天线组合二（第一设备的接收天线1和第二设备的发送天线2），等等，本申请实施例对此不作限制。

在一种可能的实施方式中，所述第二测量帧包含的单频正弦波信号包含至少两个符号，所述至少两个符号中的每个符号是根据第二序列，通过第二星座图调制得到，所述第二序列为M个比特组成的序列，所述M的值与所述第二星座图的调制方式对应。

在本申请实施例中，提供了一种获取第二测量帧的可能的具体实施方式，具体为，第二测量帧包含的单频正弦波信号包含至少两个符号，这至少两个符号中的每个符号都是根据第二序列，通过第二星座图调制得到。其中，第二序列为M个比特组成的序列，M的值与第二星座图的调制方式对应，例如，二进制相移键控BPSK的调制方式对应的M值为1，四相相移键控QPSK的调制方式对应的M值为2，八相相移键控8PSK的调制方式对应的M值为3。本申请实施例中第二测量帧中的单频正弦波信号与其他信号采用相同的调制方式，避免了调制方式切换带来的额外的实现复杂度和额外的时间开销，以缩短第二测量帧或增加第二测量帧中用于测量的信号的时间长度，例如单频正弦波信号的长度。其中，缩短测量帧长度，进而可以缩短第一设备与第二设备之间传输单频正弦波信号的间隔和测距的总测量时间。考虑时钟的非理想性，第一设备和第二设备间的时钟频率偏移导致的测距结果误差与第一设备和第二设备之间传输单频正弦波信号的间隔有关，相同频偏下，该间隔越大，误差越大，缩短第一设备与第二设备之间传输单频正弦波信号的间隔，可以抑制第一设备和第二设备间的时钟频率偏移对测距结果的影响。如果第一设备和第二设备之间存在相对运动，缩短测距的测量总时间可以减小测量期间第一设备与第二设备之间相对位置的变化量，从而获得更准确的测距结果，提高测距精度。并且，对于第一设备和第二设备，由于时钟的非理想性，设备时钟频率会随时间漂移，测量时间越长，漂移越严重，缩短测距的测量总时间可以减小测量期间设备时钟频率漂移的范围，抑制时钟漂移对测距结果的影响，提高测距精度。增加第二测量帧中用于测量的信号的时间长度，可以提高第二设备通过第一测量帧获得第二测量结果的精度，进而提高测距精度。

在一种可能的实施方式中，第三符号是根据所述第二序列，并通过所述第二星座图调制得到；

其中，所述第三符号包括：所述第二测量帧中位于单频正弦波信号之前且与所述单频正弦波信号相邻的一个符号，和/或，所述第二测量帧中位于单频正弦波信号之后的第一个符号。

在本申请实施例中，提供了一种获取第二测量帧的可能的具体实施方式，具体为，第二测量帧包含的第三符号，同第二测量帧中的单频正弦波信号包含的至少两个符号一样，也是根据第二序列，并通过第二星座图调制得到。其中，第三符号包括第二测量帧中位于单频正弦波信号之前且与单频正弦波信号相邻的一个符号，和/或第二测量帧中位于单频正弦波信号之后的第一个符号。通过本申请实施例，单频正弦波信号和其边界两侧相邻的符号，映射的序列相同，采用的星座图相同，可以避免测量帧在该边界发生突变，从而抑制该边界导致的信号畸变，提高测量帧测量结果的精度，从而提高测距准确性。

在一种可能的实施方式中，所述第二测量帧包含的单频正弦波信号包含至少两个符号，

所述至少两个符号中的每个符号是根据第二比特，通过高斯频移键控 GFSK 调制得到；

第四符号是根据所述第二比特，并通过所述 GFSK 调制得到；

其中，所述第四符号包括：所述第二测量帧中位于单频正弦波信号之前且与所述单频正弦波信号相邻的一个符号，和/或，所述第二测量帧中位于单频正弦波信号之后的第一个符号。

在本申请实施例中，提供了一种获取第二测量帧的可能的具体实施方式，具体为，第二测量帧包含的单频正弦波信号包含至少两个符号，这至少两个符号中的每个符号都是根据第二比特，通过高斯频移键控 GFSK 调制得到。相对于目前测量帧沿用现有技术中的“前导序列+同步序列+数据+单频正弦波”的帧结构设计，通过本申请实施例获取的第二测量帧，不包含测量结果数据或业务数据，可以缩短第一设备与第二设备之间传输单频正弦波信号的间隔或增加测量使用的单频正弦波长度，从而降低第一设备与第二设备时钟之间定时和频率差异导致的测量帧测量结果误差，从而降低测距结果的误差，提高测距准确性。并且，第二测量帧包含的第四符号，同第二测量帧中的单频正弦波信号包含的至少两个符号一样，也是根据第二比特，并通过高斯频移键控 GFSK 调制得到。其中，第四符号包括第二测量帧中位于单频正弦波信号之前且与单频正弦波信号相邻的一个符号，和/或第二测量帧中位于单频正弦波信号之后的第一个符号。通过本申请实施例，单频正弦波信号和其边界两侧相邻的符号，映射的比特相同，采用的调制方式相同，可以避免测量帧在该边界发生突变，从而抑制该边界导致的信号畸变，提高测量帧测量结果的精度，从而提高测距准确性。

在一种可能的实施方式中，所述方法还包括：

所述第二设备发送测距结果，所述测距结果包括所述第一设备和所述第二设备之间的距离信息。

在本申请实施例中，提供了一种测距的可能的具体实施方式，具体为，

第二设备根据接收到的第一测量结果进行计算测距得到测距结果后，将该测距结果发送出去，可以是向第四设备发送测距结果，其中，该第四设备可以是第一设备，用于对接收到的第二测量帧进行测量，得到第一测量结果，并发送给第二设备，也可以是其他不具备执行计算测距能力的设备，该测距结果包括第一设备与第二设备之间的距离信息。

第三方面，本申请实施例提供了一种通信装置，该装置包括用于执行如第一方面或者如第二方面中任一项所述方法的模块或单元。

在一种可能的设计中，该通信装置包括：

收发单元，用于在第一频点上向第二设备发送第一测量帧，以及在所述第一频点上接收所述第二设备发送的第二测量帧；

所述收发单元，还用于在第二频点上向所述第二设备发送第三测量帧，以及在所述第二频点上接收所述第二设备发送的第四测量帧；其中，所述第二频点与所述第一频点不同；

处理单元，用于根据所述第二测量帧，获取第一测量结果；

所述处理单元，还用于根据所述第四测量帧，获取第三测量结果；

所述收发单元，还用于向第三设备发送所述第一测量结果和所述第三测量结果，所述第一测量结果和所述第三测量结果用于测距。

在一种可能的实施方式中，所述第一频点和所述第二频点为在使用时间顺序上相邻的频点，所述第一频点属于第一频点集合，所述第二频点属于第二频点集合，所述第一频点集合由所述第一频点和所述第二频点集合组成。

在一种可能的实施方式中，所述处理单元，还用于根据第一随机种子在所述第一频点集

合中以伪随机的方式确定所述第一频点；

所述处理单元，还用于根据第二随机种子在所述第二频点集合中以伪随机的方式确定所述第二频点。

在一种可能的实施方式中，所述处理单元，还用于生成并通过所述收发单元发送所述第一随机种子和/或所述第二随机种子；

或者，

所述收发单元，还用于接收所述第一随机种子和/或所述第二随机种子。

在一种可能的实施方式中，所述第一测量结果包括所述第二测量帧包含的单频正弦波信号在第一时刻的相位信息或同相分量正交分量 IQ 信息，或者所述第二测量帧包含的单频正弦波信号按照单频正弦波模型延拓信号在所述第一时刻的相位信息或 IQ 信息。

在一种可能的实施方式中，所述处理单元，还用于确定第一定时偏差值，所述第一定时偏差值表征所述通信装置相对于所述第二测量帧的定时偏差；

所述处理单元，还用于根据所述第一定时偏差值，确定所述第一时刻。

在一种可能的实施方式中，所述第一时刻满足： $T1=t0+t1/2$ ；其中，所述 $t0$ 表征参考时刻，所述 $t1$ 表征所述第一定时偏差值，所述 $T1$ 表征所述第一时刻。

在一种可能的实施方式中，所述处理单元，具体用于通过对所述第二测量帧中的信号进行测量，确定所述第一定时偏差值。

在一种可能的实施方式中，所述收发单元，还用于接收第一消息，和/或，发送所述第一消息，所述第一消息用于指示所述参考时刻；

或者，

所述参考时刻为预先配置或者预先定义的时刻。

在一种可能的实施方式中，所述收发单元，还用于接收第二消息，和/或，发送所述第二消息，所述第二消息用于指示参考值；或者，所述参考值为预先配置或预先定义的值；

所述处理单元，还用于根据所述参考值和第一频率偏差值，确定所述参考时刻，其中，所述第一频率偏差值表征所述通信装置相对于所述第二测量帧的频率偏差。

在一种可能的实施方式中，所述第一测量帧包含的单频正弦波信号包含至少两个符号，所述至少两个符号中的每个符号是根据第一序列，通过第一星座图调制得到，所述第一序列为 N 个比特组成的序列，所述 N 的值与所述第一星座图的调制方式对应。

在一种可能的实施方式中，第一符号是根据所述第一序列，并通过所述第一星座图调制得到；

其中，所述第一符号包括：所述第一测量帧中位于单频正弦波信号之前且与所述单频正弦波信号相邻的一个符号，和/或，所述第一测量帧中位于单频正弦波信号之后的第一个符号。

在一种可能的实施方式中，所述第一测量帧包含的单频正弦波信号包含至少两个符号，所述至少两个符号中的每个符号是根据第一比特，通过高斯频移键控 GFSK 调制得到；

第二符号是根据所述第一比特，并通过所述 GFSK 调制得到；

其中，所述第二符号包括：所述第一测量帧中位于单频正弦波信号之前且与所述单频正弦波信号相邻的一个符号，和/或，所述第一测量帧中位于单频正弦波信号之后的第一个符号。

在一种可能的实施方式中，所述收发单元，还用于接收测距结果，所述测距结果包括所述通信装置和所述第二设备之间的距离信息。

关于第三方面以及任一项可能的实施方式所带来的技术效果，可参考对应于第一方面以及相应的实施方式的技术效果的介绍。

在另一种可能的设计中，该通信装置包括：

收发单元，用于在第一频点上接收第一设备发送的第一测量帧，以及在所述第一频点上向所述第一设备发送第二测量帧；

所述收发单元，还用于在第二频点上接收所述第一设备发送的第三测量帧，以及在所述第二频点上向所述第一设备发送第四测量帧；其中，所述第二频点与所述第一频点不同；

处理单元，用于根据所述第一测量帧，获取第二测量结果；

所述处理单元，还用于根据所述第三测量帧，获取第四测量结果；

所述收发单元，还用于接收来自第四设备的第一测量结果和所述第三测量结果，所述第一测量结果为所述第一设备对所述第二测量帧的测量结果，所述第三测量结果为所述第一设备对所述第四测量帧的测量结果；

所述处理单元，还用于根据所述第一测量结果、所述第二测量结果、所述第三测量结果和所述第四测量结果，确定所述第一设备和所述通信装置之间的距离。

在一种可能的实施方式中，所述第一频点和所述第二频点为在使用时间顺序上相邻的频点，所述第一频点属于第一频点集合，所述第二频点属于第二频点集合，所述第一频点集合由所述第一频点和所述第二频点集合组成。

在一种可能的实施方式中，所述处理单元，还用于根据第一随机种子在所述第一频点集合中以伪随机的方式确定所述第一频点；

所述处理单元，还用于根据第二随机种子在所述第二频点集合中以伪随机的方式确定所述第二频点。

在一种可能的实施方式中，所述处理单元，还用于生成并通过所述收发单元发送所述第一随机种子和/或所述第二随机种子；

或者，

所述收发单元，还用于接收所述第一随机种子和/或所述第二随机种子。

在一种可能的实施方式中，所述处理单元，还用于根据所述第一测量帧，获取第二测量结果；其中，所述第二测量结果包括所述第一测量帧包含的单频正弦波信号在第二时刻的相位信息或同相分量正交分量 IQ 信息，或者所述第一测量帧包含的单频正弦波信号按照单频正弦波模型延拓信号在所述第二时刻的相位信息或 IQ 信息，所述第二测量结果用于测距。

在一种可能的实施方式中，所述处理单元，还用于确定第二定时偏差值，所述第二定时偏差值表征所述通信装置相对于所述第一测量帧的定时偏差；

所述处理单元，还用于根据所述第二定时偏差值，确定所述第二时刻。

在一种可能的实施方式中，所述第二时刻满足： $T2=t0+t2/2$ ；其中，所述 $t0$ 表征参考时刻，所述 $t2$ 表征所述第二定时偏差值，所述 $T2$ 表征所述第二时刻。

在一种可能的实施方式中，所述处理单元，具体用于通过对所述第一测量帧中的信号进行测量，确定所述第二定时偏差值。

在一种可能的实施方式中，所述收发单元，还用于发送第一消息，和/或，接收所述第一消息，所述第一消息用于指示所述参考时刻；

或者，

所述参考时刻为预先配置或者预先定义的时刻。

在一种可能的实施方式中，所述收发单元，还用于发送第二消息，和/或，接收所述第二消息，所述第二消息用于指示参考值；或者，所述参考值为预先配置或预先定义的值；

所述处理单元，还用于根据所述参考值和第二频率偏差值，确定所述参考时刻，其中，

所述第二频率偏差值表征所述通信装置相对于所述第一测量帧的频率偏差。

在一种可能的实施方式中，所述第二测量帧包含的单频正弦波信号包含至少两个符号，所述至少两个符号中的每个符号是根据第二序列，通过第二星座图调制得到，所述第二序列为M个比特组成的序列，所述M的值与所述第二星座图的调制方式对应。

在一种可能的实施方式中，第三符号是根据所述第二序列，并通过所述第二星座图调制得到；

其中，所述第三符号包括：所述第二测量帧中位于单频正弦波信号之前且与所述单频正弦波信号相邻的一个符号，和/或，所述第二测量帧中位于单频正弦波信号之后的第一个符号。

在一种可能的实施方式中，所述第二测量帧包含的单频正弦波信号包含至少两个符号，所述至少两个符号中的每个符号是根据第二比特，通过高斯频移键控 GFSK 调制得到；

第四符号是根据所述第二比特，并通过所述 GFSK 调制得到；

其中，所述第四符号包括：所述第二测量帧中位于单频正弦波信号之前且与所述单频正弦波信号相邻的一个符号，和/或，所述第二测量帧中位于单频正弦波信号之后的第一个符号。

在一种可能的实施方式中，所述收发单元，还用于发送测距结果，所述测距结果包括所述第一设备和所述第二设备之间的距离信息。

关于第三方面以及任一项可能的实施方式所带来的技术效果，可参考对应于第二方面以及相应的实施方式的技术效果的介绍。

第四方面，本申请实施例提供了一种通信装置，包括处理器。该处理器与存储器耦合，可用于执行存储器中的指令，以实现上述第一方面至第二方面任一方面以及任一项可能的实施方式的方法。可选地，该通信装置还包括存储器。可选地，该通信装置还包括通信接口，处理器与通信接口耦合。

第五方面，本申请实施例提供了一种通信装置，包括：逻辑电路和通信接口。所述通信接口，用于接收信息或者发送信息；所述逻辑电路，用于通过所述通信接口接收信息或者发送信息，使得所述通信装置执行上述第一方面至第二方面任一方面以及任一项可能的实施方式的方法。

第六方面，本申请实施例提供了一种计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质用于存储计算机程序（也可以称为代码，或指令）；当所述计算机程序在计算机上运行时，使得上述第一方面至第二方面任一方面以及任一项可能的实施方式的方法被实现。

第七方面，本申请实施例提供了一种计算机程序产品，所述计算机程序产品包括：计算机程序（也可以称为代码，或指令）；当所述计算机程序被运行时，使得计算机执行上述第一方面至第二方面任一方面以及任一项可能的实施方式的方法。

第八方面，本申请实施例提供一种芯片，该芯片包括处理器，所述处理器用于执行指令，当该处理器执行所述指令时，使得该芯片执行上述第一方面至第二方面任一方面以及任一项可能的实施方式的方法。可选的，该芯片还包括通信接口，所述通信接口用于接收信号或发送信号。

第九方面，本申请实施例提供一种车端，所述车端包括至少一个如第三方面所述的通信装置，或第四方面所述的通信装置，或第五方面所述的通信装置，或第八方面所述的芯片。

第十方面，本申请实施例提供一种系统，所述系统包括车端以及至少一个如第三方面所述的通信装置，或第四方面所述的通信装置，或第五方面所述的通信装置，或第八方面所述的芯片。

此外，在执行上述第一方面以及任一项可能的实施方式所述的方法，或第二方面以及任

一项可能的实施方式所述的方法的过程中，上述方法中有关发送信息和/或接收信息等的过程，可以理解为由处理器输出信息的过程，和/或，处理器接收输入的信息的过程。在输出信息时，处理器可以将信息输出给收发器（或者通信接口、或发送模块），以便由收发器进行发射。信息在由处理器输出之后，还可能需要进行其他的处理，然后才到达收发器。类似的，处理器接收输入的信息时，收发器（或者通信接口、或发送模块）接收信息，并将其输入处理器。更进一步的，在收发器收到该信息之后，该信息可能需要进行其他的处理，然后才输入处理器。

基于上述原理，举例来说，前述方法中提及的发送信息可以理解为处理器输出信息。又例如，接收信息可以理解为处理器接收输入的信息。

可选的，对于处理器所涉及的发射、发送和接收等操作，如果没有特殊说明，或者，如果未与其在相关描述中的实际作用或者内在逻辑相抵触，则均可以更加一般性的理解为处理器输出和接收、输入等操作。

可选的，在执行上述第一方面以及任一项可能的实施方式所述的方法，或第二方面以及任一项可能的实施方式所述的方法的过程中，上述处理器可以是专门用于执行这些方法的处理器，也可以是通过执行存储器中的计算机指令来执行这些方法的处理器，例如通用处理器。上述存储器可以为非瞬态性（non-transitory）存储器，例如只读存储器（read only memory, ROM），其可以与处理器集成在同一块芯片上，也可以分别设置在不同的芯片上，本申请实施例对存储器的类型以及存储器与处理器的设置方式不做限定。

在一种可能的实施方式中，上述至少一个存储器位于装置之外。

在又一种可能的实施方式中，上述至少一个存储器位于装置之内。

在又一种可能的实施方式之中，上述至少一个存储器的部分存储器位于装置之内，另一部分存储器位于装置之外。

本申请中，处理器和存储器还可能集成于一个器件中，即处理器和存储器还可以被集成在一起。

本申请实施例中，基于第一频点的联合测量结果和第二频点的联合测量结果不受设备切换频点导致的随机初相的影响，可以相干合并，计算测距结果时可以使用比单个频点的测量帧带宽更大的带宽计算测距结果，从而可以获得更准确的测距结果，提高测距精度。

附图说明

为了更清楚地说明本申请实施例的技术方案，下面将对本申请实施例中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面所描述的附图仅仅是本申请的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

图1为本申请实施例提供的一种双边测量的示意图；

图2为本申请实施例提供的一种通信系统的架构示意图；

图3为本申请实施例提供的一种测距方法的流程示意图；

图4为本申请实施例提供的另一种测距方法的流程示意图；

图5为本申请实施例提供的又一种测距方法的流程示意图；

图6为本申请实施例提供的一种跳频算法的流程示意图；

图7为本申请实施例提供的一种双边测量的示意图；

图8为本申请实施例提供的一种通信装置的结构示意图；

图 9 为本申请实施例提供的一种通信装置的结构示意图；

图 10 为本申请实施例提供的一种芯片的结构示意图。

具体实施方式

为了使本申请的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本申请实施例中的附图对本申请实施例进行描述。

本申请的说明书、权利要求书及附图中的术语“第一”和“第二”等是用于区别不同对象，而不是用于描述特定顺序。此外，术语“包括”和“具有”以及它们的任何变形，意图在于覆盖不排他的包含。例如包含了一系列步骤或单元的过程、方法、系统、产品或设备等，没有限定于已列出的步骤或单元，而是可选地还包括没有列出的步骤或单元等，或可选地还包括对于这些过程、方法、产品或设备等固有的其它步骤或单元。

在本文中提及的“实施例”意味着，结合实施例描述的特定特征、结构或特性可以包含在本申请的至少一个实施例中。在说明书中的各个位置出现该短语并不一定均是指相同的实施例，也不是与其它实施例互斥的独立的或备选的实施例。本领域技术人员可以显式地和隐式地理解的是，在本申请的各个实施例中，如果没有特殊说明以及逻辑冲突，各个实施例之间的术语和/或描述具有一致性、且可以相互引用，不同的实施例中的技术特征根据其内在的逻辑关系可以组合形成新的实施例。

应当理解，在本申请中，“至少一个（项）”是指一个或者多个，“多个”是指两个或两个以上，“至少两个（项）”是指两个或三个及三个以上，“和/或”，用于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：只存在 A，只存在 B 以及同时存在 A 和 B 三种情况，其中 A，B 可以是单数或者复数。字符“/”一般表示前后关联对象是一种“或”的关系。“以下至少一项（个）”或其类似表达，是指这些项中的任意组合，包括单项（个）或复数项（个）的任意组合。例如，a，b 或 c 中的至少一项（个），可以表示：a，b，c，“a 和 b”，“a 和 c”，“b 和 c”，或“a 和 b 和 c”，其中 a，b，c 可以是单个，也可以是多个。

本申请提供了一种测距方法，为了更清楚地描述本申请的方案，下面先介绍一些与测距相关的知识。

频点：传输信号的中心频率。具有跳频功能的设备在两次不同的传输信号过程中，可以使用相同或不同的频点。指示频点的方式可以是绝对频率，也可以是表征该绝对频率的编号。

采用通信设备传输测距信号的方式实现测距，是解决测距定位问题的重要手段。其中，测距的精度与能够相干合并的测距信号覆盖的带宽紧密相关，测距信号覆盖的带宽越宽，测距精度越高。

采用跳频的方式测距，单次传输占用的带宽较小，但是，仅使用单次传输进行测距，测距精度无法满足需求。通过跳频的通信方式可以扩大测距信号覆盖的带宽，然而每次跳频，设备时钟都会产生随机相位，导致设备接收的不同频点的测距信号无法直接相干合并。

为解决上述跳频所产生的随机相位问题，可以通过双边测量的方式消除跳频导致的设备时钟随机相位，使不同频点的测距信号可以相干合并，以获得更高的测距精度。

具体的双边测量过程可以参阅图 1，图 1 为本申请实施例提供的一种可能的双边测量的示意图。

如图 1 所示，双边测量指的是在各个跳频频点上，先由第一设备发送第一测量帧，该第

一测量帧包括单频正弦波信号，第二设备接收该第一测量帧，并测量该第一测量帧中的单频正弦波信号在第二时刻的同相分量正交分量 (in-phase and quadrature phase, IQ) 值 (或幅值、相位信息)，或该第一测量帧中的单频正弦波信号按照单频正弦波模型延拓信号在第二时刻的 IQ 值 (或幅值、相位信息)，实际处理中还可以通过参数估计等算法计算得到 IQ 值，而不对单频正弦波信号进行延拓。再由第二设备发送第二测量帧，该第二测量帧包括单频正弦波信号，第一设备接收该第二测量帧，并测量该第二测量帧中的单频正弦波信号在第一时刻的 IQ 值 (或幅值、相位信息)，或该第二测量帧中的单频正弦波信号按照单频正弦波模型延拓信号在第一时刻的 IQ 值 (或幅值、相位信息)，实际处理中还可以通过参数估计等算法计算得到 IQ 值，而不对单频正弦波信号进行延拓。由某个设备 (第一设备、第二设备或其他设备) (例如通过有线和/或无线通信的方式) 获得这两个测量值后，合并 (例如，简单的相乘) 这两个测量值，获得该跳频频点的参考值，多个跳频频点的参考值可以相干合并用于测距，得到第一设备和第二设备之间的距离信息。

然而，在实际测量中，由于不同设备的时钟之间存在定时、频率的差异，这些差异会导致测距的误差。并且，在实际测量中，设备间往往存在相对运动，测量期间设备间相对位置的变化也会导致测距的误差。

针对上述测距方法存在的测距误差较大，测距的精度有待提高的技术问题，本申请实施例提供了一种用于测距的通信架构，并基于该架构相应提出了一种新的测距方法，基于第一频点的联合测量结果和第二频点的联合测量结果不受设备切换频点导致的随机初相的影响，可以相干合并，计算测距结果时可以使用比单个频点的测量帧带宽更大的带宽计算测距结果，从而可以获得更准确的测距结果，提高测距精度。

下面结合本申请实施例中的附图对本申请实施例进行描述。

本申请提供的方法可以应用于各类通信系统，例如，可以是物联网 (internet of things, IoT) 系统、窄带物联网 (narrow band internet of things, NB-IoT) 系统、长期演进 (long term evolution, LTE) 系统、短距无线通信网络系统，例如星闪 (SparkLink) 通信网络系统，也可以是第五代 (5th-generation, 5G) 通信系统，以及未来通信发展中出现的新的通信系统 (如 6G) 等。

本申请提供的技术方案还可以应用于机器类通信 (machine type communication, MTC)、机器间通信长期演进技术 (long term evolution-machine, LTE-M)、设备到设备 (device-to-device, D2D) 网络、机器到机器 (machine to machine, M2M) 网络、物联网 (internet of things, IoT) 网络或者其他网络。其中，IoT 网络例如可以包括车联网。其中，车联网系统中的通信方式统称为车与任何事物 (vehicle-to-everything, V2X, X 可以代表任何事物)，例如，该 V2X 可以包括：车辆到车辆 (vehicle to vehicle, V2V) 通信，车辆与基础设施 (vehicle to infrastructure, V2I) 通信、车辆与行人之间的通信 (vehicle to pedestrian, V2P) 或车辆与网络 (vehicle to network, V2N) 通信等。

在上述各类通信系统中，具备通信能力的设备可以称为节点，也可以称为通信节点。例如，节点可以包括手持终端、车辆、车载设备、或网络侧设备、用户设备、接入终端、用户单元、用户站、移动站、移动台、远方站、远程终端、无线通信设备、用户代理或用户装置等独立设备，也可以是包含在独立设备中的部件 (例如芯片或集成电路)。节点可以为任一可能的智能终端设备 (如手机)、智能运输设备 (如车辆、无人机等)、智能制造设备、智能家居设备 (例如大屏、音箱等) 等。

本申请实施例中的节点可以应用于多种应用场景中，例如以下应用场景：移动互联网

(mobile internet, MI)、工业控制 (industrial control)、无人驾驶 (self driving)、运输安全 (transportation safety)、物联网 (internet of things, IoT)、智慧城市 (smart city)、或智慧家庭 (smart home) 等。

在某些应用场景、或某些网络类型中, 具备类似通信能力的设备的名称也可能不称为节点, 本申请对此不作限制。

示例性的, 下文示出的图 2 中, 节点与节点之间便可以通过 D2D 技术、M2M 技术或 V2X 技术通信等。

请参阅图 2, 图 2 是本申请实施例提供的一种可能的通信系统的架构示意图。

如图 2 所示, 该通信系统可以包括至少一个第一节点 (例如基站) 以及至少一个第二节点 (例如 UE)。

对于第一节点和第二节点的介绍分别如下所示:

示例性的, 第一节点可以是主设备, 具体可以是下一代节点 B (next generation node B, gNB)、下一代演进型基站 (next generation evolved nodeB, ng-eNB)、短距无线通信网络系统中的节点 (例如, 星闪通信网络系统中的主节点或 G 节点)、或者未来 6G 通信中的接入网设备等。主设备可以是任意一种具有无线收发功能的设备。该主设备可以为无线局域网 (wireless fidelity, WiFi) 系统中的接入节点、无线中继节点、无线回传节点等。该主设备可以是云无线接入网络 (cloud radio access network, CRAN) 场景下的无线控制器。该主设备可以是可穿戴设备或车载设备等。该主设备还可以是小站, 传输接收节点 (transmission reception point, TRP) (或也可以称为传输点) 等。

示例性的, 第二节点可以是终端设备, 该终端设备也可称为用户设备 (user equipment, UE)、终端等。终端设备是一种具有无线收发功能的设备, 可以部署在陆地上, 包括室内或室外、手持、穿戴或车载; 也可以部署在水面上, 如轮船上等; 还可以部署在空中, 例如部署在飞机、气球或卫星上等。终端设备可以是手机 (mobile phone)、平板电脑 (Pad)、带无线收发功能的电脑、虚拟现实 (virtual reality, VR) 终端设备、增强现实 (augmented reality, AR) 终端设备、工业控制 (industrial control) 中的无线终端、无人驾驶 (self driving) 中的无线终端、远程医疗 (remote medical) 中的无线终端、智能电网 (smart grid) 中的无线终端、运输安全 (transportation safety) 中的无线终端、智慧城市 (smart city) 中的无线终端、智慧家庭 (smart home) 中的无线终端等等。可理解, 该终端设备还可以是短距无线通信网络系统中的节点 (例如, 星闪通信网络系统中的从节点或 T 节点)、未来 6G 网络中的终端设备、或者未来演进的 PLMN 中的终端设备等。

可理解, 本申请示出的终端设备不仅可以包括车联网中的车 (如整车)、而且还可以包括车联网中的车载设备或车载终端等, 本申请对于该终端设备应用于车联网时的具体形态不作限定。

应理解, 图2示例性地示出了一个基站和六个UE, 以及各通信设备之间的通信链路。可选地, 该通信系统可以包括多个基站, 并且每个基站的覆盖范围内可以包括其它数量的UE, 例如更多或更少的UE等, 本申请对此不做限定。

可选的, 上述各个通信设备之间的通信链路, 可以包括各种类型的连接介质, 包括有线链路 (例如光纤)、无线链路、或者有线链路和无线链路的组合等。例如可以为近距离连接技术包括星闪 (SparkLink)、802.11b/g、蓝牙 (blue tooth)、紫蜂 (Zigbee)、无线射频识别技术 (radio frequency identification, RFID)、超宽带 (ultra-wideband, UWB) 技术、或无线短距通信系统 (例如车载无线短距通信系统) 等。

上述各个通信设备，如图 2 中的基站、UE1 至 UE6，可以配置多个天线。该多个天线可以包括至少一个用于发送信号的发射天线和至少一个用于接收信号的接收天线等，本申请实施例对于各个通信设备的具体结构不作限定。可选地，该通信系统还可以包括网络控制器、移动管理实体等其他网络实体，本申请实施例不限于此。

可理解，图 2 所示的通信架构示意图仅为示例，对于其他形式的通信架构示意图可以参考相关标准或协议等，这里不再一一详述。

可理解，本申请提供的测距方法不仅可以应用于如图 2 所示的通信系统，还可以用于其他形式的通信系统。下文示出的各个实施例可以适用于图 2 所示的通信系统，对此，下文不再赘述。

相应的，本申请基于上述通信系统的架构提出了新的测距方法，下面将结合图 3 至图 8 对本申请提供的测距方法进行详细说明。

请参阅图 3，图 3 为本申请实施例提供的一种测距方法的流程示意图。该测距方法包括但不限于如下步骤：

S301：第一设备在第一频点上向第二设备发送第一测量帧，相应的，第二设备在第一频点上接收第一设备发送的第一测量帧。

S302：第二设备在第一频点上向第一设备发送第二测量帧，相应的，第一设备在第一频点上接收第二设备发送的第二测量帧。

S303：第一设备在第二频点上向第二设备发送第三测量帧，相应的，第二设备在第二频点上接收第一设备发送的第三测量帧。

S304：第二设备在第二频点上向第一设备发送第四测量帧，相应的，第一设备在第二频点上接收第二设备发送的第四测量帧。

可理解，上述步骤 S301、S302、S303 以及 S304 的执行顺序，本申请实施例对此不作限制，以符合实际的场景交互为准。

上述步骤 S301 至 S304 可以理解为，第一设备与第二设备在测量过程中在至少两个频点上进行测量帧的交互，如第一设备在第一频点上向第二设备发送第一测量帧，以及在第一频点上接收第二设备发送的第二测量帧；第一设备在第二频点上向第二设备发送第三测量帧，以及在第二频点上接收第二设备发送的第四测量帧；其中，第二频点与第一频点不同，第一测量帧和第三测量帧分别用于第二设备获取第二测量结果和第四测量结果，第二测量帧和第四测量帧分别用于第一设备获取第一测量结果和第三测量结果。

可理解，本申请实施例中的第一设备（和/或第二设备）为搭载了可用于执行计算机执行指令的处理器（如终端设备（如车载终端）等，也可以是网络设备（如服务基站）等，具体可以是上述图 2 中的第二节点（如 UE1 至 UE6 中的任一设备），也可以是上述图 2 中的第一节点，用于执行本申请实施例中的测距方法，以实现降低测距的误差，提高测距的精度。

在一种可能的实施例中，可以通过包括但不限于以下方式确定第一频点和第二频点：

在第一频点集合中获取第一频点，再在第二频点集合中获取第二频点。

其中，第一频点集合和第二频点集合的区别在于第一频点集合包括第一频点，第二频点集合不包括第一频点。可以理解为，第二频点集合是从第一频点集合中剔除第一频点后得到的频点集合。

并且，第一频点和第二频点为在使用时间顺序上相邻的两个频点，其中，使用时间顺序

上相邻，可以是以下理解：

第一设备和第二设备先在第一频点上进行测量帧交互，再在第二频点上进行测量帧交互，并且在这两次测量帧交互之间的时间里，没有在第一频点和第二频点以外的其它频点上进行测量帧交互。应理解，这里的使用指的是第一设备和第二设备交互测量帧，第一频点和第二频点在使用时间顺序上相邻，并不排除在上述两次测量帧交互之间的时间里，第一设备和第二设备在其它频点上进行非测量帧的交互，例如交互用于传输业务数据、测量结果、信令等但不用于测距测量的帧的情况；这里也不排除在上述两次测量帧交互之间的时间里，第一设备和第二设备以外的其它设备在任意频点交互任意类型的帧的情况。

通过本申请实施例，基于第一频点和第二频点是使用时间顺序相邻的两个频点，可以避免在测量期间重复使用相同频点，缩短测距的测量时间。如果第一设备和第二设备之间存在相对运动，缩短测距的测量时间可以减小测量期间第一设备与第二设备之间相对位置的变化量，从而获得更准确的测距结果，提高测距精度。并且，对于第一设备和第二设备，由于时钟的非理想性，设备时钟频率会随时间漂移，测量时间越长，漂移越严重，缩短测距的测量时间可以减小测量期间设备时钟频率漂移的范围，抑制时钟漂移对测距结果的影响，提高测距精度。

可选的，可以根据随机种子在相应的频点集合中以伪随机的方式确定所使用的频点。

示例性的，根据第一随机种子在第一频点集合中以伪随机的方式确定第一频点，根据第二随机种子在第二频点集合中以伪随机的方式确定第二频点。

其中，确定第一频点所使用的第一随机种子和确定第二频点所使用的第二随机种子可以是相同的随机种子，也可以是不同的随机种子。

通过本申请实施例，基于随机种子以伪随机的方式确定频点，使得确定的频点具有随机性，可以降低与其他设备共享频谱时使用相同的时频资源导致互相干扰的概率，提升测距性能。

可选的，第一设备可以通过多种方式中的一种获取确定频点所需的随机种子。

示例性的：方式1.第一设备自己生成并向第二设备发送第一随机种子和/或第二随机种子；方式2.第一设备自己生成并向其他设备发送第一随机种子和/或第二随机种子，该其他设备再把第一随机种子和/或第二随机种子转发给第二设备；方式3.第一设备接收来自第二设备的第一随机种子和/或第二随机种子；方式4.第一设备接收来自其它设备的第一随机种子和/或第二随机种子，在此之前，该其它设备的第一随机种子和/或第二随机种子由第二设备生成并发送给该其它设备；方式5.其它设备生成第一随机种子和/或第二随机种子，并发送给第一设备。

相应的，第二设备也可以通过多种方式中的一种获取确定频点所需的随机种子。

示例性的：方式1.第二设备自己生成并向第一设备发送第一随机种子和/或第二随机种子；方式2.第二设备自己生成并向其他设备发送第一随机种子和/或第二随机种子，该其他设备再把第一随机种子和/或第二随机种子转发给第一设备；方式3.第二设备接收来自第一设备的第一随机种子和/或第二随机种子；方式4.第二设备接收来自其它设备的第一随机种子和/或第二随机种子，在此之前，该其它设备的第一随机种子和/或第二随机种子由第一设备生成并发送给该其它设备；方式5.其它设备生成第一随机种子和/或第二随机种子，并发送给第二设备。

通过本申请实施例，第一设备和第二设备在选择第一频点时使用相同的第一随机种子，在选择第二频点时使用相同的第二随机种子，因此第一设备和第二设备会选出相同的第一频点和相同的第二频点，避免频点选择错误。

S305：第一设备根据第二测量帧，获取第一测量结果。

S306: 第一设备根据第四测量帧, 获取第三测量结果。

由于上述步骤 S305 与 S306 相似, 下文将以 S305 为例进行说明, S306 的执行过程可参阅 S3065, 此处不再赘述。

第一设备测量第二测量帧, 得到第一测量结果。

其中, 第一测量结果包括第二测量帧包含的单频正弦波在第一时刻的相位信息或同相分量正交分量 IQ 信息, 或者, 第一测量结果包括第二测量帧包含的单频正弦波按照单频正弦波模型延拓信号在第一时刻的相位信息或同相分量正交分量 IQ 信息, 实际处理中还可以通过参数估计等算法计算得到 IQ 信息, 而不对单频正弦波信号进行延拓。

通过本申请实施例, 基于相位信息或包含相位信息的 IQ 信息测距, 可以获得比传统的基于幅值的测距方法更高的测距精度。

在一种可能的实施方式中, 为获取第一测量结果, 需确定上述第一时刻, 确定第一时刻可以通过包括但不限于以下方式实现:

第一设备确定第一定时偏差值, 并根据该第一定时偏差值确定第一时刻。

其中, 第一定时偏差值表征第一设备相对于第二测量帧的定时偏差。

通过本申请实施例, 根据测量到的定时偏差, 修正相位信息或 IQ 信息对应的时刻, 可以抑制第一设备与第二设备时钟之间定时和频率的差异对测距结果的影响, 提高测距精度。

可选的, 第一设备通过对第二测量帧中的信号进行测量, 确定第一定时偏差值。

可选的, 第一设备还可以通过对第二设备发送的其他信号进行测量, 其他信号可以包括其他测量帧中的信号或其他非测量帧中的信号, 确定第一定时偏差值。

通过本申请实施例确定的第一定时偏差值, 可以修正定时偏差, 减小第一设备与第二设备时钟之间定时和频率的差异, 降低对测量帧测量结果的影响, 从而降低测距结果的误差, 提高测距精度。

示例性的, 上述第一时刻满足 $T1=t0+t1/2$ 。

其中, $t0$ 表征参考时刻, $t1$ 表征上述第一定时偏差值, $T1$ 表征上述第一时刻。

通过本申请实施例确定第一时刻, 相应的, 第二设备也采用类似的方法确定第二时刻, 则第一设备时钟的第一时刻对应的真实时间与第二设备时钟的第二时刻对应的真实时间的差异主要与第一定时偏差值和第二定时偏差值的测量误差有关, 而与第一设备与第二设备时钟之间定时偏差无关, 结合第一测量结果和第二测量结果得到第一频点的联合测量结果不受第一设备与第二设备时钟之间定时偏差影响, 从而抑制了第一设备与第二设备时钟之间定时偏差对测距结果的影响, 提高测距精度。

可选的, 参考时刻可以通过包括但不限于以下方式获取:

方式一: 第一设备接收第一消息和/或发送第一消息, 通过第一消息所指示的信息确定参考时刻。

方式二: 第一设备接收第二消息和/或发送第二消息, 根据第一频率偏差值和第二消息所指示的参考值确定参考时刻。其中, 第一频率偏差值表征第一设备相对于第二测量帧的频率偏差。

方式三: 参考时刻为预先配置或预先定义的时刻, 具体的, 可以是第一设备预先配置的时刻, 也可以是其他设备预先配置的时刻, 或者是协议规定的时刻, 本申请实施例对此不作限制。

方式四: 参考值为预先配置或预先定义的值, 具体的, 可以是第一设备预先配置的参考值, 也可以是其他设备预先配置的参考值, 或者是协议规定的参考值, 本申请实施例对此不

作限制。第一设备根据第一频率偏差值和预先配置或预先定义的参考值确定参考时刻。

相应的，第二时刻满足 $T2=t0+t2/2$ 。

其中， $t0$ 表征参考时刻， $t2$ 表征第二定时偏差值，即表征第二设备相对于第一测量帧的定时偏差， $T2$ 表征第二时刻。

第二时刻用于根据第一测量帧得到第二测量结果。其中，第二测量结果包括第一测量帧包含的单频正弦波在第二时刻的相位信息或同相分量正交分量 IQ 信息，或者，第二测量结果包括第一测量帧包含的单频正弦波按照单频正弦波模型延拓信号在第二时刻的相位信息或同相分量正交分量 IQ 信息，实际处理中还可以通过参数估计等算法计算得到 IQ 信息，而不对单频正弦波信号进行延拓。

通过本申请实施例，第一设备和第二设备使用约定相同的参考值，并且第一设备根据频率偏差和参考值确定参考时刻，以修正频率偏差导致的定时偏差随时间的变化对参考时刻的影响，进而通过参考时刻确定测量时刻，可以抑制第一设备与第二设备时钟之间定时和频率差异对测量帧测量结果的影响，从而降低测距结果的误差，提高测距精度。

在一种可能的实施方式中，不同频点对应的参考时刻相同或不同，和/或，不同频点对应的参考值相同或不同。

在一种可能的实施方式中，在第一设备和/或第二设备使用多天线交互测量帧的情况下，在同一个频点上使用不同天线组合进行测量帧交互时，所使用的参考时刻相同或不同，和/或，在同一个频点上使用不同天线组合进行测量帧交互时，所使用的参考值相同或不同。

示例性的，第一设备使用天线 1 和第二设备使用天线 2 进行测量帧交互，此时，第一设备的天线 1 和第二设备的天线 2 为一个天线组合；第一设备使用发射天线 3 发送测量帧，使用接收天线 4 接收测量帧，第二设备使用发射天线 5 发送测量帧，使用接收天线 6 接收测量帧，此时，第一设备的发射天线 3 和接收天线 4，以及第二设备的发射天线 5 和接收天线 6，为一个天线组合；等等，本申请实施例对此不作限制。

S307：第一设备向第三设备发送第一测量结果和第三测量结果，相应的，第三设备接收第一设备发送的第一测量结果和第三测量结果。

其中，该第一测量结果和第三测量结果可用于计算得到第一设备和第二设备之间的距离信息。

可选的，第一设备接收测距结果。

具体可以是接收第三设备发送的测距结果，其中，该第三设备可以是第二设备，用于根据接收到的第一测量结果和第三测量结果，以及自身测量得到的第二测量结果和第四测量结果，计算得到测距结果，并发送给第一设备，也可以是其他具备执行计算测距能力的设备，将计算得到的测距结果发送给第一设备，该测距结果包括第一设备与第二设备之间的距离信息。

可理解，本申请实施例中的第三设备为搭载了可用于执行计算机执行指令的处理器和设备，可以是终端设备（如车载终端）等，也可以是网络设备（如服务基站）等，具体可以是上述图 2 中的第二节点（如 UE1 至 UE6 中的任一设备），也可以是上述图 2 中的第一节点，用于执行本申请实施例中的测距方法，以实现降低测距的误差，提高测距的精度。

可理解，本申请实施例中的第三设备可以是第二设备，也可以是其他设备，下文对第三设备的不同情况进行说明：

情况一：

当第三设备与第二设备为同一个设备时，相当于，第一设备根据第二设备在第一频点上

发送的第二测量帧,获取第一测量结果,并向第二设备(即第三设备)发送第一测量结果,第一设备根据第二设备在第二频点上发送的第四测量帧,获取第三测量结果,并向第二设备(即第三设备)发送第三测量结果。相应的,第二设备接收第一设备发送的第一测量结果和第三测量结果,该第一测量结果和第三测量结果用于第二设备进行测距计算。

可选的,第二设备(即第三设备)根据接收到的第一测量结果,第三测量结果,和/或其他测量结果,得到测距结果。

其中,该测距结果包括第一设备与第二设备之间的距离信息,该其他测量结果可以包括第二设备根据第一设备在第一频点上发送的第一测量帧获取的第二测量结果,第二设备根据第一设备在第二频点上发送的第三测量帧获取的第四测量结果,也可以包括第二设备根据第一设备在其他频点上发送的测量帧获取的测量结果,还可以包括第一设备根据第二设备在其他频点上发送的测量帧获取的测量结果,本申请实施例对此不作限定。

可选的,第二设备(即第三设备)在得到测距结果后,向第一设备发送该测距结果。

可以理解的是,在情况一中,第二设备为具备信号帧测量能力以及执行计算测距能力的设备,可以根据自身测量信号帧得到的测量结果以及接收第一设备发送的测量结果,计算测距,得到第一设备与第二设备之间的距离信息。第一设备为具备信号帧测量能力,但不具备执行计算测距能力的设备,可以对信号帧进行测量得到测量结果,并发送给第二设备,需依赖于第二设备执行计算测距以得到第一设备与第二设备之间的距离信息。

情况二:

当第三设备与第二设备为不同设备时,相当于,第一设备根据第二设备在第一频点上发送的第二测量帧,获取第一测量结果,并向第三设备发送第一测量结果,第一设备根据第二设备在第二频点上发送的第四测量帧,获取第三测量结果,并向第三设备发送第三测量结果。相应的,第三设备接收第一设备发送的第一测量结果和第三测量结果,该第一测量结果和第三测量结果用于第三设备进行测距计算。

可选的,第三设备根据接收到的第一测量结果,第三测量结果,和/或其他测量结果,得到测距结果。

其中,该测距结果包括第一设备与第二设备之间的距离信息,该其他测量结果可以包括第二设备根据第一设备在第一频点上发送的第一测量帧获取的第二测量结果,第二设备根据第一设备在第二频点上发送的第三测量帧获取的第四测量结果,也可以包括第二设备根据第一设备在其他频点上发送的测量帧获取的测量结果,还可以包括第一设备根据第二设备在其他频点上发送的测量帧获取的测量结果,本申请实施例对此不作限定。

可选的,第三设备在得到测距结果后,向第一设备和/或第二设备发送该测距结果。

可以理解的是,在情况二中,第三设备与第二设备不同,第三设备为具备执行计算测距能力的设备。第三设备不参与第一设备和第二设备之间的信号帧交互以及信号帧测量,第三设备可以根据接收第一设备发送的测量结果和/或接收第二设备发送的测量结果,计算测距,得到第一设备与第二设备之间的距离信息,并发送给第一设备和/或第二设备。第一设备为具备信号帧测量能力,但不具备执行计算测距能力的设备,可以对信号帧进行测量得到测量结果,并发送给第三设备,需依赖于第三设备执行计算测距以得到第一设备与第二设备之间的距离信息。第二设备为具备信号帧测量能力,但不具备执行计算测距能力的设备,可以对信号帧进行测量得到测量结果,并发送给第三设备,需依赖于第三设备执行计算测距以得到第一设备与第二设备之间的距离信息。

本申请实施例中,结合第一测量结果和第二测量结果得到第一频点的联合测量结果,第

一频点的联合测量结果不受第一设备和第二设备在第一频点的初相影响；结合第三测量结果和第四测量结果得到第二频点的联合测量结果，第二频点的联合测量结果也不受第一设备和第二设备在第二频点的初相影响。因此，第一频点的联合测量结果和第二频点的联合测量结果不受设备切换频点导致的随机初相的影响，可以相干合并，计算测距结果时可以使用比单个频点的测量帧带宽更大的带宽计算测距结果，从而可以获得更准确的测距结果，提高测距精度。

此外，本申请实施例将测量过程（如上述步骤 S301 至 S304）和测量结果交互过程（如上述步骤 S305 至 S307）分离，既可以缩短测量时间，减小测量期间第一设备与第二设备之间相对位置的变化量，从而获得更准确的测距结果，提高测距精度，又可以更灵活的支持多种不同用于测距的通信架构。

在一种可能的实施例中，上述第一设备与第二设备在测量交互过程中所收发测量帧（如上述第一测量帧、第二测量帧、第三测量帧、第四测量帧），可以通过包括但不限于以下方式实现（为使说明方便，下文以第一测量帧为例进行说明）：

方式一：第一测量帧包含的单频正弦波信号包含至少两个符号，这至少两个符号中的每个符号都是根据第一序列，通过第一星座图调制得到。

其中，第一序列为 N 个比特组成的序列，N 的值与第一星座图的调制方式对应。

例如，二进制相移键控（binary phase shift keying, BPSK）的调制方式对应的 N 值为 1；四相相移键控（quadrature phase shift keying, QPSK）的调制方式对应的 N 值为 2；八相相移键控（8 phase shift keying, 8PSK）的调制方式对应的 N 值为 3。

可选的，第一测量帧包含的第一符号，同第一测量帧中的单频正弦波信号包含的至少两个符号一样，也是根据第一序列，并通过第一星座图调制得到。

其中，第一符号包括第一测量帧中位于单频正弦波信号之前且与单频正弦波信号相邻的一个符号，和/或第一测量帧中位于单频正弦波信号之后的第一个符号。

方式二：第一测量帧包含的单频正弦波信号包含至少两个符号，这至少两个符号中的每个符号都是根据第一比特，通过高斯频移键控 GFSK 调制得到。

并且，第一测量帧包含的第二符号，同第一测量帧中的单频正弦波信号包含的至少两个符号一样，也是根据第一比特，并通过高斯频移键控 GFSK 调制得到。

其中，第二符号包括第一测量帧中位于单频正弦波信号之前且与单频正弦波信号相邻的一个符号，和/或第一测量帧中位于单频正弦波信号之后的第一个符号。

本申请实施例中第一测量帧中的单频正弦波信号与其他信号采用相同的调制方式，避免了调制方式切换带来的额外的实现复杂度和额外的时间开销，以缩短第一测量帧或增加第一测量帧中用于测量的信号的时间长度，例如单频正弦波信号的长度。其中，缩短测量帧长度，进而可以缩短第一设备与第二设备之间传输单频正弦波信号的间隔和测距的总测量时间。考虑时钟的非理想性，第一设备和第二设备间的时钟频率偏移导致的测距结果误差与第一设备和第二设备之间传输单频正弦波信号的间隔有关，相同频偏下，该间隔越大，误差越大，缩短第一设备与第二设备之间传输单频正弦波信号的间隔，可以抑制第一设备和第二设备间的时钟频率偏移对测距结果的影响。如果第一设备和第二设备之间存在相对运动，缩短测距的测量总时间可以减小测量期间第一设备与第二设备之间相对位置的变化量，从而获得更准确的测距结果，提高测距精度。并且，对于第一设备和第二设备，由于时钟的非理想性，设备时钟频率会随时间漂移，测量时间越长，漂移越严重，缩短测距的测量总时间可以减小测量期间设备时钟频率漂移的范围，抑制时钟漂移对测距结果的影响，提高测距精度。增加第一

测量帧中用于测量的信号的时间长度,可以提高第二设备通过第一测量帧获得第二测量结果的精度,进而提高测距精度。

并且,通过本申请实施例,单频正弦波信号和其边界两侧相邻的符号,映射的比特相同,采用的调制方式相同,可以避免测量帧在该边界发生突变,从而抑制该边界导致的信号畸变,提高测量帧测量结果的精度,从而提高测距准确性。

请参阅图 4,图 4 为本申请实施例提供的另一种测距方法的流程示意图。该测距方法包括但不限于如下步骤:

S401:第一设备在第一频点上向第二设备发送第一测量帧,相应的,第二设备在第一频点上接收第一设备发送的第一测量帧。

S402:第二设备在第一频点上向第一设备发送第二测量帧,相应的,第一设备在第一频点上接收第二设备发送的第二测量帧。

S403:第一设备在第二频点上向第二设备发送第三测量帧,相应的,第二设备在第二频点上接收第一设备发送的第三测量帧。

S404:第二设备在第二频点上向第一设备发送第四测量帧,相应的,第一设备在第二频点上接收第二设备发送的第四测量帧。

可理解,上述步骤 S401、S402、S403 以及 S404 的执行顺序,本申请实施例对此不作限制。

上述步骤 S401 至 S404 可以理解为,第一设备与第二设备在测量过程中在至少两个频点上进行测量帧的交互,如第一设备在第一频点上向第二设备发送第一测量帧,以及在第一频点上接收第二设备发送的第二测量帧;第一设备在第二频点上向第二设备发送第三测量帧,以及在第二频点上接收第二设备发送的第四测量帧;其中,第二频点与第一频点不同,第一测量帧和第三测量帧分别用于第二设备获取第二测量结果和第四测量结果,第二测量帧和第四测量帧分别用于第一设备获取第一测量结果和第三测量结果。

可理解,本申请实施例中的第一设备(和/或第二设备)为搭载了可用于执行计算机执行指令的处理器,可以是终端设备(如车载终端)等,也可以是网络设备(如服务基站)等,具体可以是上述图 2 中的第二节点(如 UE1 至 UE6 中的任一设备),也可以是上述图 2 中的第一节点,用于执行本申请实施例中的测距方法,以实现降低测距的误差,提高测距的精度。

在一种可能的实施例中,确定第一频点和第二频点采用的方式可以参阅上述步骤 S301 至 S304 的相关说明,此处不再赘述。

S405:第二设备根据第一测量帧,获取第二测量结果。

S406:第二设备根据第三测量帧,获取第四测量结果。

步骤 S405、S406 与上述步骤 S305、S306 相似,其执行过程可参阅上文相关说明,此处不再赘述。

S407:第二设备接收来自第四设备的第一测量结果和第三测量结果,相应的,第四设备向第二设备发送第一测量结果和第三测量结果。

其中,第一测量结果包括第二测量帧包含的单频正弦波在第一时刻的相位信息或同相分量正交分量 IQ 信息,或者,第一测量结果包括第二测量帧包含的单频正弦波按照单频正弦波模型延拓信号在第一时刻的相位信息或同相分量正交分量 IQ 信息,实际处理中还可以通过参数估计等算法计算得到 IQ 信息,而不对单频正弦波信号进行延拓。

通过本申请实施例,基于相位信息或包含相位信息的 IQ 信息测距,可以获得比传统的基于幅值的测距方法更高的测距精度。

相应的,第二测量结果包括第一测量帧包含的单频正弦波在第二时刻的相位信息或同相分量正交分量 IQ 信息,或者,第二测量结果包括第一测量帧包含的单频正弦波按照单频正弦波模型延拓信号在第二时刻的相位信息或同相分量正交分量 IQ 信息,实际处理中还可以通过参数估计等算法计算得到 IQ 信息,而不对单频正弦波信号进行延拓。

在一种可能的实施例中,为获取第二测量结果,需确定上述第二时刻,确定第二时刻所采用的方式可以参阅上述步骤 S305 的相关说明,此处不再赘述。

通过本申请实施例,第一设备和第二设备使用约定相同的参考值,并且第一设备根据频率偏差和参考值确定参考时刻,以修正频率偏差导致的定时偏差随时间的变化对参考时刻的影响,进而通过参考时刻确定测量时刻,可以抑制第一设备与第二设备时钟之间定时和频率差异对测量帧测量结果的影响,从而降低测距结果的误差,提高测距精度。

S408: 第二设备根据第一测量结果、第二测量结果、第三测量结果和第四测量结果,确定第一设备和第二设备之间的距离。

可选的,第二设备发送测距结果。

具体可以是向第四设备发送测距结果,其中,该第四设备可以是第一设备,用于根据接收到的第二测量帧和第四测量帧测量得到第一测量结果和第三测量结果,并发送给第二设备,用于第二设备计算测距;该第四设备也可以是其他具备执行计算测距能力的设备,将计算得到的测距结果发送给第二设备,该测距结果包括第一设备与第二设备之间的距离信息。

可理解,本申请实施例中的第四设备为搭载了可用于执行计算机执行指令的处理器设备,可以是终端设备(如车载终端)等,也可以是网络设备(如服务基站)等,具体可以是上述图 2 中的第二节点(如 UE1 至 UE6 中的任一设备),也可以是上述图 2 中的第一节点,用于执行本申请实施例中的测距方法,以实现降低测距的误差,提高测距的准确性。

可理解,本申请实施例中的第四设备可以是第一设备,也可以是其他设备,下文对第四设备的不同情况进行说明:

情况一:

当第四设备与第一设备为同一个设备时,相当于,第一设备(即第四设备)根据第二设备在第一频点上发送的第二测量帧,获取第一测量结果,并向第二设备发送第一测量结果,第一设备(即第四设备)根据第二设备在第二频点上发送的第四测量帧,获取第三测量结果,并向第二设备发送第三测量结果。相应的,第二设备接收第一设备发送的第一测量结果和第三测量结果,该第一测量结果和第三测量结果用于第二设备进行测距计算。

可选的,第二设备根据接收到的第一测量结果,第三测量结果,和/或其他测量结果,得到测距结果。

其中,该测距结果包括第一设备与第二设备之间的距离信息,该其他测量结果可以包括第二设备根据第一设备在第一频点上发送的第一测量帧获取的第二测量结果,第二设备根据第一设备在第二频点上发送的第三测量帧获取的第四测量结果,也可以包括第二设备根据第一设备在其他频点上发送的测量帧获取的测量结果,还可以包括第一设备根据第二设备在其他频点上发送的测量帧获取的测量结果,本申请实施例对此不作限定。

可选的,第二设备在得到测距结果后,向第一设备(即第四设备)发送该测距结果。

可以理解的是,在情况一中,第二设备为具备信号帧测量能力以及执行计算测距能力的设备,可以根据自身测量信号帧得到的测量结果以及接收第一设备(即第四设备)发送的测

量结果, 计算测距, 得到第一设备与第二设备之间的距离信息。第一设备(即第四设备)为具备信号帧测量能力, 但不具备执行计算测距能力的设备, 可以对信号帧进行测量得到测量结果, 并发送给第二设备, 需依赖于第二设备执行计算测距以得到第一设备与第二设备之间的距离信息。

情况二:

当第四设备与第一设备为不同设备时, 相当于, 第一设备根据第二设备在第一频点上发送的第二测量帧, 获取第一测量结果, 并向第四设备发送第一测量结果, 第一设备根据第二设备在第二频点上发送的第四测量帧, 获取第三测量结果, 并向第四设备发送第三测量结果。相应的, 第四设备接收第一设备发送的第一测量结果和第三测量结果, 并向第二设备转发该第一测量结果和第三测量结果, 该第一测量结果和第三测量结果用于第二设备进行测距计算。

可选的, 第二设备根据接收到的第一测量结果, 第三测量结果, 和/或其他测量结果, 得到测距结果。

其中, 该测距结果包括第一设备与第二设备之间的距离信息, 该其他测量结果可以包括第二设备根据第一设备在第一频点上发送的第一测量帧获取的第二测量结果, 第二设备根据第一设备在第二频点上发送的第三测量帧获取的第四测量结果, 也可以包括第二设备根据第一设备在其他频点上发送的测量帧获取的测量结果, 还可以包括第一设备根据第二设备在其他频点上发送的测量帧获取的测量结果, 本申请实施例对此不作限定。

可选的, 第二设备在得到测距结果后, 向第四设备和/或第一设备发送该测距结果。

可以理解的是, 在情况二中, 第四设备与第一设备不同。第四设备为不具备执行计算测距能力的设备, 第四设备不参与第一设备和第二设备之间的信号帧交互以及信号帧测量, 第四设备可以接收第一设备发送的测量结果和/或接收其他设备发送的测量结果, 并将测量结果转发给第二设备。第一设备为具备信号帧测量能力, 但不具备执行计算测距能力的设备, 可以对信号帧进行测量得到测量结果, 并发送给第四设备, 需经由第四设备将测量结果转发给第二设备, 依赖于第二设备执行计算测距以得到第一设备与第二设备之间的距离信息。第二设备为具备信号帧测量能力, 且具备执行计算测距能力的设备, 可以对信号帧进行测量得到测量结果, 并根据接收第四设备发送的测量结果和/或第二设备测量得到的测量结果, 计算测距, 得到第一设备与第二设备之间的距离信息, 并发送给第四设备和/或第一设备。

本申请实施例中, 结合第一测量结果和第二测量结果得到第一频点的联合测量结果, 第一频点的联合测量结果不受第一设备和第二设备在第一频点的初相影响; 结合第三测量结果和第四测量结果得到第二频点的联合测量结果, 第二频点的联合测量结果也不受第一设备和第二设备在第二频点的初相影响。因此, 第一频点的联合测量结果和第二频点的联合测量结果不受设备切换频点导致的随机初相的影响, 可以相干合并, 计算测距结果时可以使用比单个频点的测量帧带宽更大的带宽计算测距结果, 从而可以获得更准确的测距结果, 提高测距精度。

此外, 本申请实施例将测量过程(如上述步骤 S401 至 S404)和测量结果交互过程(如上述步骤 S405 至 S408)分离, 既可以缩短测量时间, 减小测量期间第一设备与第二设备之间相对位置的变化量, 从而获得更准确的测距结果, 提高测距精度, 又可以更灵活的支持多种不同用于测距的通信架构。

在一种可能的实施例中, 上述第一设备与第二设备在测量交互过程中所收发测量帧(如上述第一测量帧、第二测量帧、第三测量帧、第四测量帧), 获取的方式可以参阅上述步骤 S307 的相关说明, 此处不再赘述。

应理解，本申请实施例中的步骤 S401 至 S404 与上述图 3 中的步骤 S301 至 S304 类似，本申请实施例中的步骤 S405 至 S408 是上述图 3 中的步骤 S305 至 S307 的变形或补充。

请参阅图 5，图 5 为本申请实施例提供的又一种测距方法的流程示意图。该测距方法应用于通信技术领域，该测距方法包括但不限于如下步骤：

S501：第一设备与第二设备在至少两个频点上交互测量帧并测量，得到测量结果。

可理解，第一设备与第二设备在测量过程中在至少两个频点上进行测量帧的交互，即第一设备在第一频点上向第二设备发送第一测量帧，以及在第一频点上接收第二设备发送的第二测量帧；第一设备在第二频点上向第二设备发送第三测量帧，以及在第二频点上接收第二设备发送的第四测量帧；其中，第二频点与第一频点不同，第一测量帧和第三测量帧分别用于第二设备获取第二测量结果和第四测量结果，第二测量帧和第四测量帧分别用于第一设备获取第一测量结果和第三测量结果。

可理解，本申请实施例中的第一设备（和/或第二设备）为搭载了可用于执行计算机执行指令的处理器（如终端设备（如车载终端）等，也可以是网络设备（如服务基站）等，具体可以是上述图 2 中的第二节点（如 UE1 至 UE6 中的任一设备），也可以是上述图 2 中的第一节点，用于执行本申请实施例中的测距方法，以实现降低测距的误差，提高测距的精度。

在一种可能的实施例中，确定第一频点和第二频点采用的方式可以参阅上述步骤 S301 至 S304 的相关说明，此处不再赘述。

在一种可能的实施例中，第一设备为获取测量结果，需确定测量时刻，确定测量时刻所采用的方式可以参阅上述步骤 S305 的相关说明，此处不再赘述。

在一种可能的实施例中，第二设备为获取测量结果，需确定测量时刻，确定测量时刻所采用的方式可以参阅上述步骤 S305 的相关说明，此处不再赘述。

在一种可能的实施例中，上述第一设备确定的测量时刻和第二设备确定的测量时刻之间需满足的关系，可以参阅上述步骤 S305 的相关说明，此处不再赘述。

S502：第一设备向 G 节点上报各频点的测量结果。

S503：第二设备向 G 节点上报各频点的测量结果。

可理解，上述步骤 S502 以及 S503 的执行顺序，本申请实施例对此不作限制。

上述 G 节点也可以称为主节点、管理节点或者控制节点，G 节点和 T 节点是在逻辑功能上区分的两类节点，T 节点也可以称为从节点或者终端。其中，G 节点管理 T 节点，具有分配资源的功能，负责为 T 节点分配资源；T 节点听从 G 节点的调度，使用 G 节点分配的资源进行通信、测距等。节点可以为各种装置，例如：G 节点为手机，T 节点为耳机，手机与耳机建立通信连接实现数据交互。手机管理耳机，手机具有分配资源的功能，可以为耳机分配资源。又如：G 节点为定位服务器，T 节点为定位基站和定位标签，定位服务器管理定位基站和定位标签，为定位基站和定位标签分配用于交互测量帧的资源。

S504：G 节点根据第一设备上上报的各频点的测量结果、第二设备上上报的各频点的测量结果，计算得到测距结果。

其中，该测距结果包括第一设备与第二设备之间的距离信息。

可理解，本申请实施例中的 G 节点为搭载了可用于执行计算机执行指令的处理器（如终端设备（如车载终端）等，也可以是网络设备（如服务基站）等，具体可以是上述图 2 中的第二节点（如 UE1 至 UE6 中的任一设备），也可以是上述图 2 中的第一节点（如基

站), 用于执行本申请实施例中的测距方法, 以实现降低测距的误差, 提高测距的准确性。

可理解, G 节点不同于第一设备和第二设备。

G 节点为具备执行计算测距能力的设备。G 节点不参与第一设备和第二设备之间的信号帧交互以及信号帧测量, G 节点可以根据接收第一设备发送的测量结果和/或接收第二设备发送的测量结果, 计算测距, 得到第一设备与第二设备之间的距离信息。

可选的, S505: G 节点向第一设备下发测距结果。

可选的, S506: G 节点向第二设备下发测距结果。

可理解, 上述步骤 S505 以及 S506 的执行顺序, 本申请实施例对此不作限制。

本申请实施例中, 第一设备与第二设备在测量过程中在至少两个频点上进行测量帧的交互, 且这至少两个频点均不同。基于各个频点的联合测量结果不受设备切换频点导致的随机初相的影响, 可以相干合并, 计算测距结果时可以使用比单个频点的测量帧带宽更大的带宽计算测距结果, 从而可以获得更准确的测距结果, 提高测距精度。

此外, 本申请实施例将测量过程(如上述步骤 S501)和测量结果交互过程(如上述步骤 S502 至 S503)分离, 既可以缩短测量时间, 减小测量期间第一设备与第二设备之间相对位置的变化量, 从而获得更准确的测距结果, 提高测距精度, 又可以更灵活的支持多种不同用于测距的通信架构。

在一种可能的实施例中, 上述第一设备与第二设备在测量交互过程中所收发测量帧, 获取的方式可以参阅上述步骤 S307 的相关说明, 此处不再赘述。

应理解, 本申请实施例中的步骤 S501 与上述图 3 中的步骤 S301 至 S304、上述图 4 中的步骤 S401 至 S404 类似, 本申请实施例中的步骤 S502 至 S506, 是上述图 3 中的步骤 S305 至 S307 的变形或补充, 或上述图 4 中的步骤 S405 至 S408 的变形或补充。

请参阅图 6, 图 6 为本申请实施例提供的一种跳频算法的流程示意图。具体可以理解为是上述图 3 至图 5 中关于“确定第一频点和第二频点所采用的实施方式”内容的变形或补充。

如图 6 所示, 将同步序列和时隙计数输入伪随机数生成器, 得到随机数, 再对随机数进行重映射, 得到可用频点, 执行多次上述过程, 可以得到包含多个可用频点的可用频点跳频列表。可以从该可用频点跳频列表中选择频点输出, 作为跳频频点。

示例性的, 生成第一随机种子, 或接收其他设备发送的第一随机种子, 并根据该第一随机种子在第一频点集合(即上述可用频点跳频列表)中以伪随机的方式确定第一频点, 输出该第一频点作为跳频频点。

生成第二随机种子, 或接收其他设备发送的第二随机种子, 并根据该第二随机种子在第二频点集合(即剔除了上述第一频点后的可用频点跳频列表)中以伪随机的方式确定第二频点, 输出该第二频点作为下一次跳频频点。

其中, 确定第一频点所使用的第一随机种子和确定第二频点所使用的第二随机种子可以是相同的随机种子, 也可以是不同的随机种子。

通过本申请实施例, 基于随机种子以伪随机的方式确定频点, 使得确定的频点具有随机性, 可以降低与其他设备共享频谱时使用相同的时频资源导致互相干扰的概率, 提升测距性能。并且, 第一设备和第二设备在选择第一频点时使用相同的第一随机种子, 在选择第二频点时使用相同的第二随机种子, 因此第一设备和第二设备会选出相同的第一频点和相同的第二频点, 避免频点选择错误。

请参阅图 7，图 7 为本申请实施例提供的一种双边测量的示意图。具体可以理解为是上述图 3 至图 5 中关于“为确定测量时刻（第一时刻和/或第二时刻）所采用的实施方式”内容的变形或补充。

如图 7 所示，第一设备在时刻 t_1 向第二设备发送第一测量帧，相应的，第二设备在时刻 t'_1 接收到第一设备发送的第一测量帧。第二设备测量第一测量帧，确定第一时刻的相位或 IQ 值。第二设备在时刻 t_2 向第一设备发送第二测量帧，相应的，第一设备在时刻 t'_2 接收到第二设备发送的第二测量帧。第一设备测量第二测量帧，确定第二时刻的相位或 IQ 值。

由图 7 可以看出，两个设备交互测量帧时，一个设备发送测量帧到另一个设备接收测量帧之间存在传播时延 t (t 可以理解为一个理想的均值)，以及第一设备与第二设备时钟之间定时和频率差异，均会对测量帧测量结果产生影响，从而使得测距结果的误差较大，测距精度较低。

因此，为了抑制第一设备与第二设备时钟之间定时和频率差异对测量帧测量结果的影响，从而降低测距结果的误差，提高测距精度，本申请实施例提供了第一设备测量第二测量帧的测量时刻（第一时刻），以及第二设备测量第一测量帧的测量时刻（第二时刻）之间需满足的关系。

示例性的，第一时刻和第二时刻满足的关系具体可以如下：

第一设备采用 $t_0 + (t'_2 - t_2)/2$ 作为第二时刻，此时，理想时钟上第二时刻对应：

$$t_0^1 + \frac{(t'_2 - t_2)}{2} = t_0^1 + \frac{((t'_2 - t_2) - (t_2^1 - t_2^2))}{2} = t_0^1 + \frac{t - dt_2}{2}$$

第二设备采用 $t_0 + (t'_1 - t_1)/2$ 作为第一时刻，此时，理想时钟上第一时刻对应：

$$t_0^2 + \frac{(t'_1 - t_1)}{2} = t_0^2 + \frac{((t'_1 - t_1) + (t_1^1 - t_1^2))}{2} = t_0^2 + \frac{t + dt_1}{2} = t_0^1 - dt_0 + \frac{t + dt_1}{2}$$

由于第一时刻 - 第二时刻 = $dt_0 - \frac{dt_2 + dt_1}{2}$ ，忽略设备时钟的频偏，则： $dt_0 = dt_1 = dt_2$ ，

第一时刻等于第二时刻，即第一设备和第二设备的测量时刻相同，从而避免两设备测量时刻不同导致的测距误差。

其中，第二设备时钟的 t_1 时刻对应真实时间（即图 7 中的理想时钟时间） t_1^2 ，第一设备时钟的 t_1 时刻对应真实时间（即图 7 中的理想时钟时间） t_1^1 ，第二设备时钟的 t'_1 时刻对应真实时间（即图 7 中的理想时钟时间） t_1^2 ，第二设备时钟的 t_0 时刻对应真实时间（即图 7 中的理想时钟时间） t_0^2 ，第一设备时钟的 t_0 时刻对应真实时间（即图 7 中的理想时钟时间） t_0^1 ，第二设备时钟的 t_2 时刻对应真实时间（即图 7 中的理想时钟时间） t_2^2 ，第一设备时钟的 t_2 时刻对应真实时间（即图 7 中的理想时钟时间） t_2^1 ，第一设备时钟的 t'_2 时刻对应真实时间（即图 7 中的理想时钟时间） t_2^1 。

另一方面，若不忽略设备时钟的频偏，则：

$$t_0^1 - t_1^1 = \frac{f}{f_1}(t_0 - t_1)$$

$$t_0^2 - t_1^2 = \frac{f}{f_2}(t_0 - t_1)$$

上两式相减，则等号左边为：

$$t_0^1 - t_1^1 - t_0^2 + t_1^2 = (t_0^1 - t_0^2) - (t_1^1 - t_1^2) = dt_0 - dt_1$$

等号右边为：

$$\frac{f}{f^1}(t_0 - t_1) - \frac{f}{f^2}(t_0 - t_1) = \left(\frac{f}{f^1} - \frac{f}{f^2}\right)(t_0 - t_1) = \frac{(f^2 - f^1)}{f} \left(\frac{ff}{f^1 f^2}\right)(t_0 - t_1)$$

因此,可以得到:

$$dt_0 - dt_1 = \frac{(f^2 - f^1)}{f} \left(\frac{ff}{f^1 f^2}\right)(t_0 - t_1)$$

类似的,可以得到:

$$dt_0 - dt_2 = \frac{(f^2 - f^1)}{f} \left(\frac{ff}{f^1 f^2}\right)(t_0 - t_2)$$

$$\text{第一时刻} - \text{第二时刻} = dt_0 - \frac{dt_2 + dt_1}{2} = \frac{(f^2 - f^1)}{f} \left(\frac{ff}{f^1 f^2}\right) \left(t_0 - \frac{t_1 + t_2}{2}\right) \approx \frac{(f^2 - f^1)}{f} \left(t_0 - \frac{t_1 + t_2}{2}\right)$$

示例性的,以下列举三种根据频偏修正参考时刻,使第一时刻近似等于第二时刻的方法:

方法一:

第二节点不对参考时刻进行修正,即:参考时刻=参考值 t_0 ;

第一节点对参考时刻进行额外修正,具体来说,参考时刻=参考值 $t_0 + \frac{(f^2 - f^1)}{f} \left(t_0 - \frac{t_1 + t_2}{2}\right)$,

(记为公式一);

其中, f 、 t_0 、 t_1 、 t_2 ,都是配置(配置包括:接收相应配置消息,自己确定参数并发送配置消息配置另一个节点。产生参数的节点可以是第一节点、第二节点或其它节点)、预配置或协议规定的值, $f^2 - f^1$ 为第一节点通过测量第二设备发送的信号(可以是测量帧或其他信号)从而确定的第二设备相对于第一设备的频偏。

方法二:

第一节点不对参考时刻进行修正,即:参考时刻=参考值 t_0 ;

第二节点对参考时刻进行额外修正,具体来说,参考时刻=参考值 $t_0 + \frac{(f^1 - f^2)}{f} \left(t_0 - \frac{t_1 + t_2}{2}\right)$,

(记为公式二);

$f^1 - f^2$ 为第二节点通过测量第一设备发送的信号(可以是测量帧或其他信号)从而确定的第一设备相对于第二设备的频偏。

方法三:

第一节点对参考时刻进行额外修正,具体来说,参考时刻=参考值 $t_0 + \frac{(f^2 - f^1)}{2f} \left(t_0 - \frac{t_1 + t_2}{2}\right)$,

(记为公式三);

第二节点对参考时刻进行额外修正,具体来说,参考时刻=参考值 $t_0 + \frac{(f^1 - f^2)}{2f} \left(t_0 - \frac{t_1 + t_2}{2}\right)$,

(记为公式四);

$f^2 - f^1$ 为第一节点通过测量第二设备发送的信号(可以是测量帧或其他信号)从而确定的第二设备相对于第一设备的频偏, $f^1 - f^2$ 为第二节点通过测量第一设备发送的信号(可以是测量帧或其他信号)从而确定的第一设备相对于第二设备的频偏。

可选的,上述各个方式中公式一、公式二、公式三、公式四中的 t_1 可替换为 t_1' , t_2 可替换为 t_2' 。

其中,上述 t_1' 表征确定第一定时偏差值 t_1 的时刻,即第一设备在 t_1' 时刻对第二测量帧中的信号进行测量,或对第二设备发送的其他信号进行测量,其他信号可以包括其他测量帧中的信号或其他非测量帧中的信号,确定第一定时偏差值 t_1 。上述 t_2' 表征确定第二定时偏差值 t_2 的时刻,即第二设备在 t_2' 时刻对第一测量帧中的信号进行测量,或对第一设备发送的其他

信号进行测量，其他信号可以包括其他测量帧中的信号或其他非测量帧中的信号，确定第二定时偏差值 t_2 。

应理解，上述第一时刻和第二时刻的关系仅作为一种可选的或者可能的实施方式，不排除还可能存在其他的第一时刻和第二时刻的关系，因此，不应以此对本申请构成限制。

通过本申请实施例，基于第一设备相对于第二测量帧的定时偏差确定第一时刻，基于第二设备相对于第一测量帧的定时偏差确定第二时刻，可以修正定时偏差，减小第一设备与第二设备时钟之间定时和频率的差异，并且，第一设备和第二设备使用约定相同的参考时刻来确定测量时刻，可以抑制第一设备与第二设备时钟之间定时和频率差异对测量帧测量结果的影响，从而降低测距结果的误差，提高测距精度。

上述详细阐述了本申请实施例的方法，下面提供用于实现本申请实施例中任一种方法的装置，例如，提供一种装置包括用以实现以上任一种方法中设备所执行的各步骤的单元（或手段）。

请参阅图8，图8为本申请实施例提供的一种通信装置的结构示意图。

如图8所示，该通信装置80可以包括收发单元801以及处理单元802。收发单元801以及处理单元802可以是软件，也可以是硬件，或者是软件和硬件结合。

其中，收发单元801可以实现发送功能和/或接收功能，收发单元801也可以描述为通信单元。收发单元801还可以是集成了获取单元和发送单元的单元，其中，获取单元用于实现接收功能，发送单元用于实现发送功能。可选的，收发单元801可以用于接收其他装置发送的信息，还可以用于向其他装置发送信息。

在一种可能的设计中，该通信装置80可对应于上述图3所示的方法实施例中的第一设备，如该通信装置80可以是第一设备，也可以是第一设备中的芯片。该通信装置80可以包括用于执行上述图3所示的方法实施例中由第一设备所执行的操作的单元，并且，该通信装置80中的各单元分别为了实现上述图3所示的方法实施例中由第一设备所执行的操作。其中，各个单元的描述如下：

收发单元801，用于在第一频点上向第二设备发送第一测量帧，以及在所述第一频点上接收所述第二设备发送的第二测量帧；

所述收发单元801，还用于在第二频点上向所述第二设备发送第三测量帧，以及在所述第二频点上接收所述第二设备发送的第四测量帧；其中，所述第二频点与所述第一频点不同；

处理单元802，用于根据所述第二测量帧，获取第一测量结果；

所述处理单元802，还用于根据所述第四测量帧，获取第三测量结果；

所述收发单元801，还用于向第三设备发送所述第一测量结果和所述第三测量结果，所述第一测量结果和所述第三测量结果用于测距。

在一种可能的实施方式中，所述第一频点和所述第二频点为在使用时间顺序上相邻的频点，所述第一频点属于第一频点集合，所述第二频点属于第二频点集合，所述第一频点集合由所述第一频点和所述第二频点集合组成。

在一种可能的实施方式中，所述处理单元802，还用于根据第一随机种子在所述第一频点集合中以伪随机的方式确定所述第一频点；

所述处理单元802，还用于根据第二随机种子在所述第二频点集合中以伪随机的方式确定所述第二频点。

在一种可能的实施方式中，所述处理单元802，还用于生成并通过所述收发单元801发

送所述第一随机种子和/或所述第二随机种子；

或者，

所述收发单元 801，还用于接收所述第一随机种子和/或所述第二随机种子。

在一种可能的实施方式中，所述第一测量结果包括所述第二测量帧包含的单频正弦波信号在第一时刻的相位信息或同相分量正交分量 IQ 信息，或者所述第二测量帧包含的单频正弦波信号按照单频正弦波模型延拓信号在所述第一时刻的相位信息或 IQ 信息。

在一种可能的实施方式中，所述处理单元 802，还用于确定第一定时偏差值，所述第一定时偏差值表征所述通信装置相对于所述第二测量帧的定时偏差；

所述处理单元 802，还用于根据所述第一定时偏差值，确定所述第一时刻。

在一种可能的实施方式中，所述第一时刻满足： $T1=t0+t1/2$ ；其中，所述 $t0$ 表征参考时刻，所述 $t1$ 表征所述第一定时偏差值，所述 $T1$ 表征所述第一时刻。

在一种可能的实施方式中，所述处理单元 802，具体用于通过对所述第二测量帧中的信号进行测量，确定所述第一定时偏差值。

在一种可能的实施方式中，所述收发单元 801，还用于接收第一消息，和/或，发送所述第一消息，所述第一消息用于指示所述参考时刻；

或者，

所述参考时刻为预先配置或者预先定义的时刻。

在一种可能的实施方式中，所述收发单元 801，还用于接收第二消息，和/或，发送所述第二消息，所述第二消息用于指示参考值；或者，所述参考值为预先配置或预先定义的值；

所述处理单元 802，还用于根据所述参考值和第一频率偏差值，确定所述参考时刻，其中，所述第一频率偏差值表征所述通信装置相对于所述第二测量帧的频率偏差。

在一种可能的实施方式中，所述第一测量帧包含的单频正弦波信号包含至少两个符号，所述至少两个符号中的每个符号是根据第一序列，通过第一星座图调制得到，所述第一序列为 N 个比特组成的序列，所述 N 的值与所述第一星座图的调制方式对应。

在一种可能的实施方式中，第一符号是根据所述第一序列，并通过所述第一星座图调制得到；

其中，所述第一符号包括：所述第一测量帧中位于单频正弦波信号之前且与所述单频正弦波信号相邻的一个符号，和/或，所述第一测量帧中位于单频正弦波信号之后的第一个符号。

在一种可能的实施方式中，所述第一测量帧包含的单频正弦波信号包含至少两个符号，所述至少两个符号中的每个符号是根据第一比特，通过高斯频移键控 GFSK 调制得到；

第二符号是根据所述第一比特，并通过所述 GFSK 调制得到；

其中，所述第二符号包括：所述第一测量帧中位于单频正弦波信号之前且与所述单频正弦波信号相邻的一个符号，和/或，所述第一测量帧中位于单频正弦波信号之后的第一个符号。

在一种可能的实施方式中，所述收发单元 801，还用于接收测距结果，所述测距结果包括所述通信装置和所述第二设备之间的距离信息。

在另一种可能的设计中，该通信装置 80 可对应于上述图 4 所示的方法实施例中的第二设备，如该通信装置 80 可以是第二设备，也可以是第二设备中的芯片。该通信装置 80 可以包括用于执行上述图 4 所示的方法实施例中由第二设备所执行的操作的单元，并且，该通信装置 80 中的各单元分别为了实现上述图 4 所示的方法实施例中由第二设备所执行的操作。其中，各个单元的描述如下：

收发单元 801，用于在第一频点上接收第一设备发送的第一测量帧，以及在所述第一频

点上向所述第一设备发送第二测量帧；

所述收发单元 801，还用于在第二频点上接收所述第一设备发送的第三测量帧，以及在所述第二频点上向所述第一设备发送第四测量帧；其中，所述第二频点与所述第一频点不同；

处理单元 802，用于根据所述第一测量帧，获取第二测量结果；

所述处理单元 802，还用于根据所述第三测量帧，获取第四测量结果；

所述收发单元 801，还用于接收来自第四设备的第一测量结果，所述第一测量结果为所述第一设备对所述第二测量帧的测量结果；

所述处理单元 802，还用于根据所述第一测量结果、所述第二测量结果、所述第三测量结果和所述第四测量结果，确定所述第一设备和所述通信装置之间的距离。

在一种可能的实施方式中，所述第一频点和所述第二频点为在使用时间顺序上相邻的频点，所述第一频点属于第一频点集合，所述第二频点属于第二频点集合，所述第一频点集合由所述第一频点和所述第二频点集合组成。

在一种可能的实施方式中，所述处理单元 802，还用于根据第一随机种子在所述第一频点集合中以伪随机的方式确定所述第一频点；

所述处理单元 802，还用于根据第二随机种子在所述第二频点集合中以伪随机的方式确定所述第二频点。

在一种可能的实施方式中，所述处理单元 802，还用于生成并通过所述收发单元 801 发送所述第一随机种子和/或所述第二随机种子；

或者，

所述收发单元 801，还用于接收所述第一随机种子和/或所述第二随机种子。

在一种可能的实施方式中，所述处理单元 802，还用于根据所述第一测量帧，获取第二测量结果；其中，所述第二测量结果包括所述第一测量帧包含的单频正弦波信号在第二时刻的相位信息或同相分量正交分量 IQ 信息，或者所述第一测量帧包含的单频正弦波信号按照单频正弦波模型延拓信号在所述第二时刻的相位信息或 IQ 信息，所述第二测量结果用于测距。

在一种可能的实施方式中，所述处理单元 802，还用于确定第二定时偏差值，所述第二定时偏差值表征所述通信装置相对于所述第一测量帧的定时偏差；

所述处理单元 802，还用于根据所述第二定时偏差值，确定所述第二时刻。

在一种可能的实施方式中，所述第二时刻满足： $T2=t0+t2/2$ ；其中，所述 $t0$ 表征参考时刻，所述 $t2$ 表征所述第二定时偏差值，所述 $T2$ 表征所述第二时刻。

在一种可能的实施方式中，所述处理单元 802，具体用于通过对所述第一测量帧中的信号进行测量，确定所述第二定时偏差值。

在一种可能的实施方式中，所述收发单元 801，还用于发送第一消息，和/或，接收所述第一消息，所述第一消息用于指示所述参考时刻；

或者，

所述参考时刻为预先配置或者预先定义的时刻。

在一种可能的实施方式中，所述收发单元 801，还用于发送第二消息，和/或，接收所述第二消息，所述第二消息用于指示参考值；或者，所述参考值为预先配置或预先定义的值；

所述处理单元 802，还用于根据所述参考值和第二频率偏差值，确定所述参考时刻，其中，所述第二频率偏差值表征所述通信装置相对于所述第一测量帧的频率偏差。

在一种可能的实施方式中，所述第二测量帧包含的单频正弦波信号包含至少两个符号，所述至少两个符号中的每个符号是根据第二序列，通过第二星座图调制得到，所述第二序列

为 M 个比特组成的序列，所述 M 的值与所述第二星座图的调制方式对应。

在一种可能的实施方式中，第三符号是根据所述第二序列，并通过所述第二星座图调制得到；

其中，所述第三符号包括：所述第二测量帧中位于单频正弦波信号之前且与所述单频正弦波信号相邻的一个符号，和/或，所述第二测量帧中位于单频正弦波信号之后的第一个符号。

在一种可能的实施方式中，所述第二测量帧包含的单频正弦波信号包含至少两个符号，所述至少两个符号中的每个符号是根据第二比特，通过高斯频移键控 GFSK 调制得到；

第四符号是根据所述第二比特，并通过所述 GFSK 调制得到；

其中，所述第四符号包括：所述第二测量帧中位于单频正弦波信号之前且与所述单频正弦波信号相邻的一个符号，和/或，所述第二测量帧中位于单频正弦波信号之后的第一个符号。

在一种可能的实施方式中，所述收发单元 801，还用于发送测距结果，所述测距结果包括所述第一设备和所述第二设备之间的距离信息。

根据本申请实施例，图 8 所示的装置中的各个单元可以分别或全部合并为一个或若干个另外的单元来构成，或者其中的某个（些）单元还可以再拆分为功能上更小的多个单元来构成，这可以实现同样的操作，而不影响本申请的实施例的技术效果的实现。上述单元是基于逻辑功能划分的，在实际应用中，一个单元的功能也可以由多个单元来实现，或者多个单元的功能由一个单元实现。在本申请的其它实施例中，基于设备也可以包括其它单元，在实际应用中，这些功能也可以由其它单元协助实现，并且可以由多个单元协作实现。

需要说明的是，各个单元的实现还可以对应参照上述图 3、图 4、图 5 所示的方法实施例的相应描述。

在图 8 所描述的通信装置 80 中，基于第一频点的联合测量结果和第二频点的联合测量结果不受设备切换频点导致的随机初相的影响，可以相干合并，计算测距结果时可以使用比单个频点的测量帧带宽更大的带宽计算测距结果，从而可以获得更准确的测距结果，提高测距精度。

请参阅图 9，图 9 为本申请实施例提供的一种通信装置的结构示意图。

应理解，图 9 示出的通信装置 90 仅是示例，本申请实施例的通信装置还可包括其他部件，或者包括与图 9 中的各个部件的功能相似的部件，或者并非要包括图 9 中所有部件。

通信装置 90 包括通信接口 901 和至少一个处理器 902。

该通信装置 90 可以对应第一设备、第二设备、第三设备、第四设备或 G 节点中的任一网元或设备。通信接口 901 用于收发信号，至少一个处理器 902 执行程序指令，使得通信装置 90 实现上述方法实施例中由对应设备所执行的方法的相应流程。

在一种可能的设计中，该通信装置 90 可对应于上述图 3 所示的方法实施例中的第一设备，如该通信装置 90 可以是第一设备，也可以是第一设备中的芯片。该通信装置 90 可以包括用于执行上述方法实施例中由第一设备所执行的操作的部件，并且，该通信装置 90 中的各部件分别为了实现上述方法实施例中由第一设备所执行的操作。具体可以如下所示：

第一设备在第一频点上向第二设备发送第一测量帧，以及在所述第一频点上接收所述第二设备发送的第二测量帧；

所述第一设备在第二频点上向所述第二设备发送第三测量帧，以及在所述第二频点上接收所述第二设备发送的第四测量帧；其中，所述第二频点与所述第一频点不同；

所述第一设备根据所述第二测量帧，获取第一测量结果；

所述第一设备根据所述第四测量帧，获取第三测量结果；

所述第一设备向第三设备发送所述第一测量结果和所述第三测量结果，所述第一测量结果和所述第三测量结果用于测距。

在一种可能的实施方式中，所述第一频点和所述第二频点为在使用时间顺序上相邻的频点，所述第一频点属于第一频点集合，所述第二频点属于第二频点集合，所述第一频点集合由所述第一频点和所述第二频点集合组成。

在一种可能的实施方式中，所述方法还包括：

所述第一设备根据第一随机种子在所述第一频点集合中以伪随机的方式确定所述第一频点；

所述第一设备根据第二随机种子在所述第二频点集合中以伪随机的方式确定所述第二频点。

在一种可能的实施方式中，所述方法还包括：

所述第一设备生成并发送所述第一随机种子和/或所述第二随机种子；

或者，

所述第一设备接收所述第一随机种子和/或所述第二随机种子。

在一种可能的实施方式中，所述第一测量结果包括所述第二测量帧包含的单频正弦波信号在第一时刻的相位信息或同相分量正交分量 IQ 信息，或者所述第二测量帧包含的单频正弦波信号按照单频正弦波模型延拓信号在所述第一时刻的相位信息或 IQ 信息。

在一种可能的实施方式中，所述方法还包括：

所述第一设备确定第一定时偏差值，所述第一定时偏差值表征所述第一设备相对于所述第二测量帧的定时偏差；

所述第一设备根据所述第一定时偏差值，确定所述第一时刻。

在一种可能的实施方式中，所述第一时刻满足： $T1=t0+t1/2$ ；其中，所述 $t0$ 表征参考时刻，所述 $t1$ 表征所述第一定时偏差值，所述 $T1$ 表征所述第一时刻。

在一种可能的实施方式中，所述确定第一定时偏差值，包括：

所述第一设备通过对所述第二测量帧中的信号进行测量，确定所述第一定时偏差值。

在一种可能的实施方式中，所述方法还包括：

所述第一设备接收第一消息，和/或，发送所述第一消息，所述第一消息用于指示所述参考时刻；

或者，

所述参考时刻为预先配置或者预先定义的时刻。

在一种可能的实施方式中，所述方法还包括：

所述第一设备接收第二消息，和/或，发送所述第二消息，所述第二消息用于指示参考值；或者，所述参考值为预先配置或预先定义的值；

根据所述参考值和第一频率偏差值，确定所述参考时刻，其中，所述第一频率偏差值表征所述第一设备相对于所述第二测量帧的频率偏差。

在一种可能的实施方式中，所述第一测量帧包含的单频正弦波信号包含至少两个符号，所述至少两个符号中的每个符号是根据第一序列，通过第一星座图调制得到，所述第一序列为 N 个比特组成的序列，所述 N 的值与所述第一星座图的调制方式对应。

在一种可能的实施方式中，第一符号是根据所述第一序列，并通过所述第一星座图调制得到；

其中，所述第一符号包括：所述第一测量帧中位于单频正弦波信号之前且与所述单频正弦波信号相邻的一个符号，和/或，所述第一测量帧中位于单频正弦波信号之后的第一个符号。

在一种可能的实施方式中，所述第一测量帧包含的单频正弦波信号包含至少两个符号，所述至少两个符号中的每个符号是根据第一比特，通过高斯频移键控 GFSK 调制得到；

第二符号是根据所述第一比特，并通过所述 GFSK 调制得到；

其中，所述第二符号包括：所述第一测量帧中位于单频正弦波信号之前且与所述单频正弦波信号相邻的一个符号，和/或，所述第一测量帧中位于单频正弦波信号之后的第一个符号。

在一种可能的实施方式中，所述方法还包括：

所述第一设备接收测距结果，所述测距结果包括所述第一设备和所述第二设备之间的距离信息。

在另一种可能的设计中，该通信装置 90 可对应于上述图 4 所示的方法实施例中的第二设备，如该通信装置 90 可以是第二设备，也可以是第二设备中的芯片。该通信装置 90 可以包括用于执行上述方法实施例中由第二设备所执行的操作的部件，并且，该通信装置 90 中的各部件分别为了实现上述方法实施例中由第二设备所执行的操作。具体可以如下所示：

第二设备在第一频点上接收第一设备发送的第一测量帧，以及在所述第一频点上向所述第一设备发送第二测量帧；

所述第二设备在第二频点上接收所述第一设备发送的第三测量帧，以及在所述第二频点上向所述第一设备发送第四测量帧；其中，所述第二频点与所述第一频点不同；

所述第二设备根据所述第一测量帧，获取第二测量结果；

所述第二设备根据所述第三测量帧，获取第四测量结果；

所述第二设备接收来自第四设备的第一测量结果和第三测量结果，所述第一测量结果为所述第一设备对所述第二测量帧的测量结果，所述第三测量结果为所述第一设备对所述第四测量帧的测量结果；

所述第二设备根据所述第一测量结果、所述第二测量结果、所述第三测量结果和所述第四测量结果，确定所述第一设备和所述第二设备之间的距离。

在一种可能的实施方式中，所述第一频点和所述第二频点为在使用时间顺序上相邻的频点，所述第一频点属于第一频点集合，所述第二频点属于第二频点集合，所述第一频点集合由所述第一频点和所述第二频点集合组成。

在一种可能的实施方式中，所述方法还包括：

所述第二设备根据第一随机种子在所述第一频点集合中以伪随机的方式确定所述第一频点；

所述第二设备根据第二随机种子在所述第二频点集合中以伪随机的方式确定所述第二频点。

在一种可能的实施方式中，所述方法还包括：

所述第二设备生成并发送所述第一随机种子和/或所述第二随机种子；

或者，

所述第二设备接收所述第一随机种子和/或所述第二随机种子。

在一种可能的实施方式中，所述方法还包括：

所述第二设备根据所述第一测量帧，获取第二测量结果；其中，所述第二测量结果包括所述第一测量帧包含的单频正弦波信号在第二时刻的相位信息或同相分量正交分量 IQ 信息，或者所述第一测量帧包含的单频正弦波信号按照单频正弦波模型延拓信号在所述第二时刻的

相位信息或 IQ 信息, 所述第二测量结果用于测距。

在一种可能的实施方式中, 所述方法还包括:

所述第二设备确定第二定时偏差值, 所述第二定时偏差值表征所述第二设备相对于所述第一测量帧的定时偏差;

所述第二设备根据所述第二定时偏差值, 确定所述第二时刻。

在一种可能的实施方式中, 所述第二时刻满足: $T2=t0+t2/2$; 其中, 所述 $t0$ 表征参考时刻, 所述 $t2$ 表征所述第二定时偏差值, 所述 $T2$ 表征所述第二时刻。

在一种可能的实施方式中, 所述确定第二定时偏差值, 包括:

所述第二设备通过对所述第一测量帧中的信号进行测量, 确定所述第二定时偏差值。

在一种可能的实施方式中, 所述方法还包括:

所述第二设备发送第一消息, 和/或, 接收所述第一消息, 所述第一消息用于指示所述参考时刻;

或者,

所述参考时刻为预先配置或者预先定义的时刻。

在一种可能的实施方式中, 所述方法还包括:

所述第二设备发送第二消息, 和/或, 接收所述第二消息, 所述第二消息用于指示参考值; 或者, 所述参考值为预先配置或预先定义的值;

根据所述参考值和第二频率偏差值, 确定所述参考时刻, 其中, 所述第二频率偏差值表征所述第二设备相对于所述第一测量帧的频率偏差。

在一种可能的实施方式中, 所述第二测量帧包含的单频正弦波信号包含至少两个符号, 所述至少两个符号中的每个符号是根据第二序列, 通过第二星座图调制得到, 所述第二序列为 M 个比特组成的序列, 所述 M 的值与所述第二星座图的调制方式对应。

在一种可能的实施方式中, 第三符号是根据所述第二序列, 并通过所述第二星座图调制得到;

其中, 所述第三符号包括: 所述第二测量帧中位于单频正弦波信号之前且与所述单频正弦波信号相邻的一个符号, 和/或, 所述第二测量帧中位于单频正弦波信号之后的第一个符号。

在一种可能的实施方式中, 所述第二测量帧包含的单频正弦波信号包含至少两个符号, 所述至少两个符号中的每个符号是根据第二比特, 通过高斯频移键控 GFSK 调制得到;

第四符号是根据所述第二比特, 并通过所述 GFSK 调制得到;

其中, 所述第四符号包括: 所述第二测量帧中位于单频正弦波信号之前且与所述单频正弦波信号相邻的一个符号, 和/或, 所述第二测量帧中位于单频正弦波信号之后的第一个符号。

在一种可能的实施方式中, 所述方法还包括:

所述第二设备发送测距结果, 所述测距结果包括所述第一设备和所述第二设备之间的距离信息。

在图 9 所描述的通信装置 90 中, 基于第一频点的联合测量结果和第二频点的联合测量结果不受设备切换频点导致的随机初相的影响, 可以相干合并, 计算测距结果时可以使用比单个频点的测量帧带宽更大的带宽计算测距结果, 从而可以获得更准确的测距结果, 提高测距精度。

对于通信装置可以是芯片或芯片系统的情况, 可参阅图 10 所示的芯片的结构示意图。

如图 10 所示, 芯片 100 包括处理器 1001 和接口 1002。其中, 处理器 1001 的数量可以

是一个或多个，接口 1002 的数量可以是多个。需要说明的是，处理器 1001、接口 1002 各自对应的功能既可以通过硬件设计实现，也可以通过软件设计来实现，还可以通过软硬件结合的方式来实现，这里不作限制。

可选的，芯片 100 还可以包括存储器 1003，存储器 1003 用于存储必要的程序指令和数据。

本申请中，处理器 1001 可用于从存储器 1003 中调用本申请的一个或多个实施例提供的通信方法在第一设备、第二设备、第三设备、第四设备或 G 节点中一个或多个设备或网元的实现程序，并执行该程序包含的指令。接口 1002 可用于输出处理器 1001 的执行结果。本申请中，接口 1002 可具体用于输出处理器 1001 的各个消息或信息。

关于本申请的一个或多个实施例提供的通信方法可参考前述图 3、图 4、图 5 所示各个实施例，这里不再赘述。

本申请实施例中的处理器可以是中央处理单元 (Central Processing Unit, CPU)，该处理器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。

本申请实施例中的存储器用于提供存储空间，存储空间中可以存储操作系统和计算机程序等数据。存储器包括但不限于是随机存储记忆体 (random access memory, RAM)、只读存储器 (read-only memory, ROM)、可擦除可编程只读存储器 (erasable programmable read only memory, EPROM)、或便携式只读存储器 (compact disc read-only memory, CD-ROM)。

根据本申请实施例提供的方法，本申请实施例还提供一种计算机可读存储介质，上述计算机可读存储介质中存储有计算机程序，当上述计算机程序在一个或多个处理器上运行时，可以实现上述图 3、图 4、图 5 所示的方法。

根据本申请实施例提供的方法，本申请实施例还提供一种计算机程序产品，上述计算机程序产品包括计算机程序，当上述计算机程序在处理器上运行时，可以实现上述图 3、图 4、图 5 所示的方法。

本申请实施例提供一种车端，该车端包括至少一个如上述通信装置 80 或通信装置 90 或芯片 100。

本申请实施例还提供了一种系统，该系统包括车端以及至少一个如上述通信装置 80 或通信装置 90 或芯片 100，用于执行上述图 3、图 4、图 5 任一实施例中相应设备执行的步骤。

本申请实施例还提供了一种处理装置，包括处理器和接口；所述处理器用于执行上述任一方法实施例中的方法。

应理解，上述处理装置可以是一个芯片。例如，该处理装置可以是现场可编程门阵列 (field programmable gate array, FPGA)，可以是通用处理器、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，还可以是系统芯片 (system on chip, SoC)，还可以是中央处理器 (central processor unit, CPU)，还可以是网络处理器 (network processor, NP)，还可以是数字信号处理电路 (digital signal processor, DSP)，还可以是微控制器 (micro controller unit, MCU)，还可以是可编程控制器 (programmable logic device, PLD) 或其他集成芯片。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。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，处理器读取存储器中的信息，结合其硬件完成上述方法的步骤。

可以理解，本申请实施例中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, SLD RAM)和直接内存总线随机存取存储器(direct rambus RAM, DR RAM)。应注意，本文描述的系统和方法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。

在上述实施例中，可以全部或部分地通过软件、硬件、固件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。所述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所述计算机指令时，全部或部分地产生按照本申请实施例所述的流程或功能。所述计算机可以是通用计算机、专用计算机、计算机网络、或者其他可编程装置。所述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，所述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(digital subscriber line, 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。所述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多个可用介质集成的服务器、数据中心等数据存储设备。所述可用介质可以是磁性介质(例如，软盘、硬盘、磁带)、光介质(例如，高密度数字视频光盘(digital video disc, DVD))、或者半导体介质(例如，固态硬盘(solid state disc, SSD))等。

上述各个装置实施例中的单元和方法实施例中的电子设备完全对应，由相应的模块或单元执行相应的步骤，例如通信单元(收发器)执行方法实施例中接收或发送的步骤，除发送、接收外的其它步骤可以由处理单元(处理器)执行。具体单元的功能可以参考相应的方法实施例。其中，处理器可以为一个或多个。

可以理解的，本申请实施例中，电子设备可以执行本申请实施例中的部分或全部步骤，这些步骤或操作仅是示例，本申请实施例还可以执行其它操作或者各种操作的变形。此外，各个步骤可以按照本申请实施例呈现的不同的顺序来执行，并且有可能并非要执行本申请实施例中的全部操作。

本领域普通技术人员可以意识到，结合本文中所公开的实施例描述的各示例的单元及算法步骤，能够以电子硬件、或者计算机软件和电子硬件的结合来实现。这些功能究竟以硬件还是软件方式来执行，取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能，但是这种实现不应认为超出本申请的范

围。

所属领域的技术人员可以清楚地了解到，为描述的方便和简洁，上述描述的系统、装置和单元的具体工作过程，可以参考前述方法实施例中的对应过程，在此不再赘述。

在本申请所提供的几个实施例中，应该理解到，所揭露的系统、装置和方法，可以通过其它的方式实现。例如，以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的，例如，所述单元的划分，仅仅为一种逻辑功能划分，实际实现时可以有另外的划分方式，例如多个单元或组件可以结合或者可以集成到另一个系统，或一些特征可以忽略，或不执行。另一点，所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些接口，装置或单元的间接耦合或通信连接，可以是电性，机械或其它的形式。

所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的，作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元，即可以位于一个地方，或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部单元来实现本实施例方案的目的。

另外，在本申请各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理单元中，也可以是各个单元单独物理存在，也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中。

所述功能如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用，可以存储在一个计算机可读取存储介质中。基于这样的理解，本申请的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的部分可以以软件产品的形式体现出来，该计算机软件产品存储在一个存储介质中，包括若干指令用以使得一台计算机设备（可以是个人计算机，服务器，或者网络设备）执行本申请各个实施例所述方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括：U 盘、移动硬盘、只读存储器 ROM、随机存取存储器 RAM、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

以上所述，仅为本申请的具体实施方式，但本申请的保护范围并不局限于此，任何熟悉本技术领域的技术人员在本申请揭露的技术范围内，可轻易想到变化或替换，都应涵盖在本申请的保护范围之内。

权 利 要 求 书

1. 一种测距方法，其特征在于，包括：

第一设备在第一频点上向第二设备发送第一测量帧，以及在所述第一频点上接收所述第二设备发送的第二测量帧；

所述第一设备在第二频点上向所述第二设备发送第三测量帧，以及在所述第二频点上接收所述第二设备发送的第四测量帧；其中，所述第二频点与所述第一频点不同；

所述第一设备根据所述第二测量帧，获取第一测量结果；

所述第一设备根据所述第四测量帧，获取第三测量结果；

所述第一设备向第三设备发送所述第一测量结果和所述第三测量结果，所述第一测量结果和所述第三测量结果用于测距。

2. 根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述第一频点和所述第二频点为在使用时间顺序上相邻的频点，所述第一频点属于第一频点集合，所述第二频点属于第二频点集合，所述第一频点集合由所述第一频点和所述第二频点集合组成。

3. 根据权利要求1或2所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

所述第一设备根据第一随机种子在所述第一频点集合中以伪随机的方式确定所述第一频点；

所述第一设备根据第二随机种子在所述第二频点集合中以伪随机的方式确定所述第二频点。

4. 根据权利要求3所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

所述第一设备生成并发送所述第一随机种子和/或所述第二随机种子；

或者，

所述第一设备接收所述第一随机种子和/或所述第二随机种子。

5. 根据权利要求1至4中任一项所述的方法，其特征在于，所述第一测量结果包括所述第二测量帧包含的单频正弦波信号在第一时刻的相位信息或同相分量正交分量IQ信息，或者所述第二测量帧包含的单频正弦波信号按照单频正弦波模型延拓信号在所述第一时刻的相位信息或IQ信息。

6. 根据权利要求5所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

所述第一设备确定第一定时偏差值，所述第一定时偏差值表征所述第一设备相对于所述第二测量帧的定时偏差；

所述第一设备根据所述第一定时偏差值，确定所述第一时刻。

7. 根据权利要求6所述的方法，其特征在于，所述第一时刻满足： $T1=t0+t1/2$ ；其中，所述 $t0$ 表征参考时刻，所述 $t1$ 表征所述第一定时偏差值，所述 $T1$ 表征所述第一时刻。

8. 根据权利要求6或7所述的方法，其特征在于，所述确定第一定时偏差值，包括：

所述第一设备通过对所述第二测量帧中的信号进行测量，确定所述第一定时偏差值。

9. 根据权利要求 7 或 8 所述的方法, 其特征在于, 所述方法还包括:

所述第一设备接收第一消息, 和/或, 发送所述第一消息, 所述第一消息用于指示所述参考时刻;

或者,

所述参考时刻为预先配置或者预先定义的时刻。

10. 根据权利要求 7 或 8 所述的方法, 其特征在于, 所述方法还包括:

所述第一设备接收第二消息, 和/或, 发送所述第二消息, 所述第二消息用于指示参考值; 或者, 所述参考值为预先配置或预先定义的值;

根据所述参考值和第一频率偏差值, 确定所述参考时刻, 其中, 所述第一频率偏差值表征所述第一设备相对于所述第二测量帧的频率偏差。

11. 根据权利要求 1 至 10 中任一项所述的方法, 其特征在于, 所述第一测量帧包含的单频正弦波信号包含至少两个符号, 所述至少两个符号中的每个符号是根据第一序列, 通过第一星座图调制得到, 所述第一序列为 N 个比特组成的序列, 所述 N 的值与所述第一星座图的调制方式对应。

12. 根据权利要求 11 所述的方法, 其特征在于, 第一符号是根据所述第一序列, 并通过所述第一星座图调制得到;

其中, 所述第一符号包括: 所述第一测量帧中位于单频正弦波信号之前且与所述单频正弦波信号相邻的一个符号, 和/或, 所述第一测量帧中位于单频正弦波信号之后的第一个符号。

13. 根据权利要求 1 至 10 中任一项所述的方法, 其特征在于, 所述第一测量帧包含的单频正弦波信号包含至少两个符号, 所述至少两个符号中的每个符号是根据第一比特, 通过高频移键控 GFSK 调制得到;

其中, 第二符号是根据所述第一比特, 并通过所述 GFSK 调制得到; 所述第二符号包括: 所述第一测量帧中位于单频正弦波信号之前且与所述单频正弦波信号相邻的一个符号, 和/或, 所述第一测量帧中位于单频正弦波信号之后的第一个符号。

14. 根据权利要求 1 至 13 中任一项所述的方法, 其特征在于, 所述方法还包括:

所述第一设备接收测距结果, 所述测距结果包括所述第一设备和所述第二设备之间的距离信息。

15. 一种测距方法, 其特征在于, 包括:

第二设备在第一频点上接收第一设备发送的第一测量帧, 以及在所述第一频点上向所述第一设备发送第二测量帧;

所述第二设备在第二频点上接收所述第一设备发送的第三测量帧, 以及在所述第二频点上向所述第一设备发送第四测量帧; 其中, 所述第二频点与所述第一频点不同;

所述第二设备根据所述第一测量帧, 获取第二测量结果;

所述第二设备根据所述第三测量帧, 获取第四测量结果;

所述第二设备接收来自第四设备的第一测量结果和第三测量结果，所述第一测量结果为所述第一设备对所述第二测量帧的测量结果，所述第三测量结果为所述第一设备对所述第四测量帧的测量结果；

所述第二设备根据所述第一测量结果、所述第二测量结果、所述第三测量结果和所述第四测量结果，确定所述第一设备和所述第二设备之间的距离。

16. 根据权利要求 15 所述的方法，其特征在于，所述第一频点和所述第二频点为在使用时间顺序上相邻的频点，所述第一频点属于第一频点集合，所述第二频点属于第二频点集合，所述第一频点集合由所述第一频点和所述第二频点集合组成。

17. 根据权利要求 15 或 16 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

所述第二设备根据第一随机种子在所述第一频点集合中以伪随机的方式确定所述第一频点；

所述第二设备根据第二随机种子在所述第二频点集合中以伪随机的方式确定所述第二频点。

18. 根据权利要求 17 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

所述第二设备生成并发送所述第一随机种子和/或所述第二随机种子；

或者，

所述第二设备接收所述第一随机种子和/或所述第二随机种子。

19. 根据权利要求 15 至 18 中任一项所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

所述第二设备根据所述第一测量帧，获取第二测量结果；其中，所述第二测量结果包括所述第一测量帧包含的单频正弦波信号在第二时刻的相位信息或同相分量正交分量 IQ 信息，或者所述第一测量帧包含的单频正弦波信号按照单频正弦波模型延拓信号在所述第二时刻的相位信息或 IQ 信息，所述第二测量结果用于测距。

20. 根据权利要求 19 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

所述第二设备确定第二定时偏差值，所述第二定时偏差值表征所述第二设备相对于所述第一测量帧的定时偏差；

所述第二设备根据所述第二定时偏差值，确定所述第二时刻。

21. 根据权利要求 20 所述的方法，其特征在于，所述第二时刻满足： $T_2 = t_0 + t_2/2$ ；其中，所述 t_0 表征参考时刻，所述 t_2 表征所述第二定时偏差值，所述 T_2 表征所述第二时刻。

22. 根据权利要求 20 或 21 所述的方法，其特征在于，所述确定第二定时偏差值，包括：

所述第二设备通过对所述第一测量帧中的信号进行测量，确定所述第二定时偏差值。

23. 根据权利要求 21 或 22 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

所述第二设备发送第一消息，和/或，接收所述第一消息，所述第一消息用于指示所述参考时刻；

或者,

所述参考时刻为预先配置或者预先定义的时刻。

24. 根据权利要求 21 或 22 所述的方法, 其特征在于, 所述方法还包括:

所述第二设备发送第二消息, 和/或, 接收所述第二消息, 所述第二消息用于指示参考值; 或者, 所述参考值为预先配置或预先定义的值;

根据所述参考值和第二频率偏差值, 确定所述参考时刻, 其中, 所述第二频率偏差值表征所述第二设备相对于所述第一测量帧的频率偏差。

25. 根据权利要求 15 至 24 中任一项所述的方法, 其特征在于, 所述第二测量帧包含的单频正弦波信号包含至少两个符号, 所述至少两个符号中的每个符号是根据第二序列, 通过第二星座图调制得到, 所述第二序列为 M 个比特组成的序列, 所述 M 的值与所述第二星座图的调制方式对应。

26. 根据权利要求 25 所述的方法, 其特征在于, 第三符号是根据所述第二序列, 并通过所述第二星座图调制得到;

其中, 所述第三符号包括: 所述第二测量帧中位于单频正弦波信号之前且与所述单频正弦波信号相邻的一个符号, 和/或, 所述第二测量帧中位于单频正弦波信号之后的第一个符号。

27. 根据权利要求 15 至 24 中任一项所述的方法, 其特征在于, 所述第二测量帧包含的单频正弦波信号包含至少两个符号, 所述至少两个符号中的每个符号是根据第二比特, 通过高频移键控 GFSK 调制得到;

其中, 第四符号是根据所述第二比特, 并通过所述 GFSK 调制得到;

所述第四符号包括: 所述第二测量帧中位于单频正弦波信号之前且与所述单频正弦波信号相邻的一个符号, 和/或, 所述第二测量帧中位于单频正弦波信号之后的第一个符号。

28. 根据权利要求 15 至 27 中任一项所述的方法, 其特征在于, 所述方法还包括:

所述第二设备发送测距结果, 所述测距结果包括所述第一设备和所述第二设备之间的距离信息。

29. 一种通信装置, 其特征在于, 包括用于执行如权利要求 1 至 14 或者如权利要求 15 至 28 中任一项所述方法的模块或单元。

30. 一种通信装置, 其特征在于, 包括: 处理器;

当所述处理器调用存储器中的计算机程序或指令时, 使如权利要求 1 至 14 中任一项所述的方法被执行, 或权利要求 15 至 28 中任一项所述的方法被执行。

31. 一种通信装置, 其特征在于, 包括: 逻辑电路和通信接口;

所述通信接口, 用于接收信息或者发送信息;

所述逻辑电路, 用于通过所述通信接口接收信息或者发送信息, 使如权利要求 1 至 14 中任一项所述的方法被执行, 或权利要求 15 至 28 中任一项所述的方法被执行。

32. 一种计算机可读存储介质，其特征在于，包括：

所述计算机可读存储介质用于存储指令或计算机程序；当所述指令或所述计算机程序被执行时，使如权利要求 1 至 14 中任一项所述的方法被实现，或权利要求 15 至 28 中任一项所述的方法被实现。

33. 一种计算机程序产品，其特征在于，包括：指令或计算机程序；

所述指令或所述计算机程序被执行时，使如权利要求 1 至 14 中任一项所述的方法被实现，或权利要求 15 至 28 中任一项所述的方法被实现。

34. 一种终端设备，其特征在于，包括如权利要求 29 所述的通信装置，或如权利要求 30 所述的通信装置，或如权利要求 31 所述的通信装置。

35. 一种系统，其特征在于，包括车辆以及如权利要求 29 所述的通信装置，或如权利要求 30 所述的通信装置，或如权利要求 31 所述的通信装置。