

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2022 年 12 月 1 日 (01.12.2022)



(10) 国际公布号
WO 2022/247593 A1

(51) 国际专利分类号:
G01S 5/08 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2022/090952

(22) 国际申请日: 2022 年 5 月 5 日 (05.05.2022)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202110591894.6 2021年5月28日 (28.05.2021) CN

(71) 申请人: 华为技术有限公司 (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。

(72) 发明人: 周保建 (ZHOU, Baojian); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong

518129 (CN)。 罗嘉金 (LUO, Jiajin); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 彭晓辉 (PENG, Xiaohui); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 侯晓乐 (HOU, Xiaoyue); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 刘辰辰 (LIU, Chenchen); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。

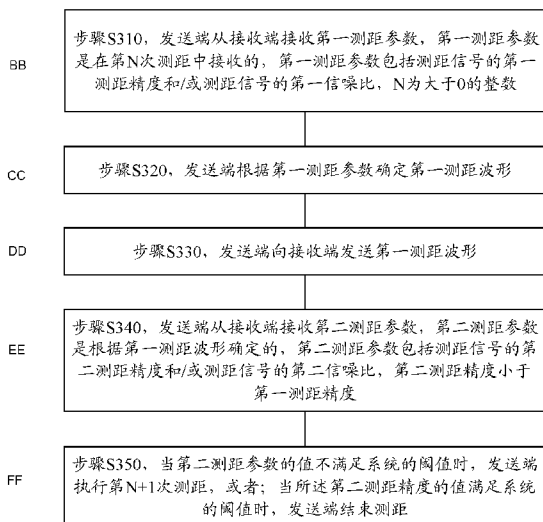
(74) 代理人: 北京龙双利达知识产权代理有限公司 (LONGSUN LEAD IP LTD.); 中国北京市海淀区北清路 81 号院二区 3 号楼 8 层 801-1室, Beijing 100094 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU,

(54) Title: DISTANCE MEASUREMENT METHOD AND APPARATUS

(54) 发明名称: 测距方法和装置

AA 方法 300



AA 300, method
BB Step S310, a sending end receives a first distance measurement parameter from a receiving end, the first distance measurement parameter being received at Nth distance measurement, the first distance measurement parameter comprising first distance measurement precision of a distance measurement signal and/or a first signal-to-noise ratio of the distance measurement signal, and N being an integer greater than 0
CC Step S320, the sending end determines a first distance measurement waveform according to the first distance measurement parameter
DD Step S330, the sending end sends the first distance measurement waveform to the receiving end
EE Step S340, the sending end receives a second distance measurement parameter from the receiving end, the second distance measurement parameter being determined according to the first distance measurement waveform, the second distance measurement parameter comprising second distance measurement precision of the distance measurement signal and/or a second signal-to-noise ratio of the distance measurement signal, and the second distance measurement precision being less than the first distance measurement precision
FF Step S350, when the value of the second distance measurement parameter does not satisfy a threshold of a system, the sending end performs the (N+1)th distance measurement, or when the value of the second distance measurement parameter satisfies the threshold of the system, the sending end terminates the distance measurement

图 3

(57) Abstract: A distance measurement method, a distance measurement apparatus, a computer readable storage medium, and a computer program product. The distance measurement method (300) comprises: a sending end receives a first distance measurement parameter from a receiving end, the first distance measurement parameter being received at Nth distance measurement, and the first distance measurement parameter comprising first distance measurement precision of a distance measurement signal and/or a first signal-to-noise ratio of the distance measurement signal (S310); the sending end determines a first distance measurement waveform according to the first distance measurement parameter (S320); the sending end sends the first distance measurement waveform to the receiving end (S330); the sending end receives a second distance measurement parameter from the receiving end, the second distance measurement parameter being determined according to the first distance measurement waveform, the second distance measurement parameter comprising second distance measurement precision of the distance measurement signal and/or a second signal-to-noise ratio of the distance

CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

- (84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

- 包括国际检索报告 (条约第21条(3))。

measurement signal, and the second distance measurement precision being less than the first distance measurement precision (S340); and when the value of the second distance measurement parameter does not satisfy a threshold of a system, the sending end performs the (N+1)th distance measurement; or when the value of the second distance measurement parameter satisfies the threshold of the system, the sending end terminates the distance measurement (S350), wherein N is an integer greater than 0. The distance measurement method improves the distance measurement precision.

(57) 摘要: 一种测距方法、测距装置、计算机可读存储介质和计算机程序产品, 测距方法(300)包括: 发送端从接收端接收第一测距参数, 第一测距参数是在第N次测距中接收的, 第一测距参数包括测距信号的第一测距精度和/或测距信号的第一信噪比(S310); 发送端根据第一测距参数确定第一测距波形(S320); 发送端向接收端发送第一测距波形(S330); 发送端从接收端接收第二测距参数, 第二测距参数是根据第一测距波形确定的, 第二测距参数包括测距信号的第二测距精度和/或测距信号的第二信噪比, 第二测距精度小于第一测距精度(S340); 当第二测距参数的值不满足系统的阈值时, 发送端执行第N+1次测距, 或者; 当第二测距参数的值满足系统的阈值时, 发送端结束测距(S350); 其中, N为大于0的整数。该测距方法提高了测距精度。

测距方法和装置

5 本申请要求于 2021 年 5 月 28 日提交中国专利局、申请号为 202110591894.6、申请名称为“测距方法和装置”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本申请涉及通信领域，并且更具体地，涉及一种测距方法和装置。

背景技术

10 目前，基于接收信号的相位可以进行测距。测距信号可以是单载波信号、双载波信号、或者包含多个子载波的信号，例如，正交频分复用（orthogonal frequency division multiplexing, OFDM）信号。然而，基于相位的测距会存在模糊问题。对于一个观测值，
15 存在多个相位模糊点，相位模糊点之间间隔为 2π 。相位模糊会导致距离模糊，即，一个观测距离对应多个潜在的真实距离。

目前，在相位测距中，要支持大距离范围的无模糊测距，要求载波的频率间隔小，导致测距精度的降低。由此可知，目前测距范围和测距精度存在冲突。

因此，在避免距离模糊的同时，如何提高测距精度成为目前需要解决的技术问题。

发明内容

20 本申请提供一种测距方法和装置，通过多阶段测距，避免距离模糊的同时实现高精度的测距。

25 第一方面，提供了一种测距方法，该方法包括：发送端从接收端接收第一测距参数，第一测距参数是在第 N 次测距中接收的，第一测距参数包括测距信号的第一测距精度和/或测距信号的第一信噪比；发送端根据第一测距参数确定第一测距波形；发送端向接收端发送第一测距波形；发送端从接收端接收第二测距参数，第二测距参数是根据第一测距波形确定的，第二测距参数包括测距信号的第二测距精度和/或测距信号的第二信噪比，第二测距精度小于第一测距精度；当第二测距参数的值不满足系统的阈值时，发送端执行第
30 N+1 次测距，或者；当第二测距参数的值满足系统的阈值时，发送端结束测距；其中，N 为大于 0 的整数。

基于上述技术方案，本申请接收端通过多阶段测距，避免距离模糊的同时实现高精度的测距。

35 需要说明的是，本申请中发送端可以是网络设备（例如，基站）也可以是终端设备（例如，用户设备）。

需要说明的是，本申请中的测距参数可以用于确定测距的精度，也就是说本申请所提到的测距参数包括但不限于测距精度以及信噪比，也可以包括其它测距参数，只要是可以通过这些参数确定（或者可以理解为得到）测距精度的都在本申请的保护范围之内。

结合第一方面,在第一方面的某些实施方式中,所述发送端根据所述第一测距参数确定第一测距波形,包括:所述发送端根据所述第一测距参数确定所述测距信号的第一距离;所述发送端根据所述测距信号的类型和所述第一距离生成第一测距波形。

本申请中测距信号的类型可以是单载波、双载波或者是多载波,本申请对测距信号的类型不做限定。

本申请中可以根据测距信号的类型以及第一距离得到测距信号的带宽,从而生成测距波形,对发送端和接收端进行测距。

应理解,如果由于系统规格限制无法生成测距波形,则结束测距流程。例如,无法生成测距波形的情形包括单载波信号的频率达到系统能力极限、双载波信号频率差达到系统能力极限或者多载波信号带宽达到系统能力极限等,此时发送端可以结束测距。

结合第一方面,在第一方面的某些实施方式中,当所述第一测距参数为第一信噪比时,所述发送端根据所述第一测距参数确定所述测距信号的第一距离,包括:所述发送端根据所述第一信噪比确定所述第一测距精度;所述发送端根据所述第一测距精度确定所述测距信号的第一距离。

需要说明的是,本申请中,第一测距距离可以是第一测距精度的整数倍。

基于上述技术方案,本申请发送端可以灵活根据测距参数确定测距精度,并且根据测距精度逐步缩小测距第一距离(也可以理解为最大不模糊距离),从而提高测距信号的带宽,解决了测距范围和测距精度的冲突,在避免产生距离模糊的同时,提高了测距精度。

结合第一方面,在第一方面的某些实施方式中,当所述第二测距参数为第二信噪比时,所述方法还包括:所述发送端根据所述第二信噪比确定所述第二测距精度;当所述第二测距精度的值大于第一阈值时,所述发送端执行第 $N+1$ 次测距,或者;当所述第二测距精度的值小于等于第一阈值时,所述发送端结束测距。

也就是说,本申请中发送端可以灵活根据测距参数确定测距精度,当测距精度大于系统规定的测距精度的第一阈值时,执行下一阶段的测距;当测距精度小于等于系统规定的测距精度的第一阈值时,结束测距流程。

应理解,本申请中也可以是,当信噪比小于等于系统规定的信噪比的第二阈值时,可以执行下一阶段的测距;当信噪比大于系统规定的信噪比的第二阈值时,结束测距流程。也就是说,本申请中信噪比和测距精度可以具有一定的映射关系,通过确定信噪比的数值和阈值的关系,也得到测距精度是否满足系统规定的测距精度,提高了灵活性。

结合第一方面,在第一方面的某些实施方式中,所述方法还包括:所述发送端确定测距信号的第二距离,所述第二距离在系统支持的测距范围内不存在距离模糊点;所述发送端根据所述测距信号的类型和所述第二距离生成第二测距波形;所述发送端向所述接收端发送所述第二测距波形,所述第一测距参数是根据所述第二测距波形确定的;其中,所述第二距离大于所述第一距离。

结合第一方面,在第一方面的某些实施方式中所述测距信号的子载波个数为 M , 所述 M 为 2 的 K 次方,所述 $K \geq 3$, 且所述测距信号的零功率子载波个数为 P 个, $\frac{M}{2} \leq P \leq M-2$, 且所述测距信号的非零功率子载波个数为 Q 个, $2 \leq Q \leq \frac{M}{2}$ 。

基于上述技术方案,根据本申请中提供的测距信号,提高了测距信号的均方根带宽,

进一步可以提高测距精度。

第二方面，本申请提供了一种测距方法，该方法包括：接收端向发送端发送第一测距参数，所述第一测距参数在第 N 次测距中发送的，所述第一测距参数包括测距信号的第一测距精度和/或测距信号的第一信噪比；所述接收端从所述发送端接收第一测距波形，所述第一测距波形是根据所述第一测距参数生成的；所述接收端根据所述第一测距波形确定所述第二测距参数，所述第二测距参数包括所述测距信号的第二测距精度和/或所述测距信号的第二信噪比，所述第二测距精度小于所述第一测距精度；当所述第二测距参数的值不满足系统的阈值时，所述接收端执行第 N+1 次测距，或者；当所述第二测距参数的值满足系统的阈值时，所述接收端结束测距；其中，所述 N 为大于 0 的整数。

基于上述技术方案，本申请接收端可以通过多阶段测距，避免距离模糊的同时实现高精度的测距。

结合第二方面，在第二方面的某些实施方式中，所述第一测距波形是根据所述第一测距参数生成的，包括：所述第一测距波形是根据所述测距信号的类型和所述第一距离生成的，所述第一距离是根据所述第一测距参数生成的。

结合第二方面，在第二方面的某些实施方式中，当所述第一测距参数为第一信噪比时，所述第一距离是根据所述第一测距参数生成的，包括：所述第一距离是根据所述第一测距精度生成的，所述第一测距精度是根据所述第一信噪比生成的。

结合第二方面，在第二方面的某些实施方式中，其特征在于，当所述第二测距参数为第二信噪比时，所述方法还包括：所述接收端根据所述第二信噪比确定所述第二测距精度；当所述第二测距精度的值大于第一阈值时，所述接收端执行第 N+1 次测距，或者；当所述第二测距精度的值小于等于第一阈值时，所述接收端结束测距。

结合第二方面，在第二方面的某些实施方式中，所述接收端从所述发送端接收第二测距波形，所述第二测距波形是根据所述测距信号的类型和第二距离生成，所述第二距离在系统支持的测距范围内不存在距离模糊点，所述第二距离大于所述第一距离；所述接收端根据所述第二测距波形确定所述第一测距参数；当所述第一测距参数的值不满足系统的阈值时，所述接收端执行第 N+1 次测距，或者；当所述第一测距参数的值满足系统的阈值时，所述接收端结束测距。

结合第二方面，在第二方面的某些实施方式中，其特征在于，所述测距信号的子载波个数为 M，所述 M 为 2 的 K 次方，所述 $K \geq 3$ ，且所述测距信号的零功率子载波个数为 P 个， $\frac{M}{2} \leq P \leq M-2$ ，且所述测距信号的非零功率子载波个数为 Q 个， $2 \leq Q \leq \frac{M}{2}$ 。

第三方面，提供了一种测距装置，该装置用于执行第一方面或第一方面中任意一种可能的实现方式中的测距方法。

第四方面，提供了一种测距装置，该装置用于执行第二方面或第二方面中任意一种可能的实现方式中的测距方法。

第五方面，提供了一种测距装置，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中任一种可能实现方式中的方法。可选地，该测距装置还包括存储器。可选地，该测距装置还包括通信接口，处理器与通信接口耦合。

在一种实现方式中，该测距装置为终端设备。当该测距装置为终端设备时，该通信接

口可以是收发器，或，输入/输出接口。

在另一种实现方式中，该测距装置为配置于终端设备中的芯片。当该测距装置为配置于终端设备中的芯片时，该通信接口可以是输入/输出接口。

5 在一种实现方式中，该测距装置为宿主节点设备。当该测距装置为宿主节点设备时，该通信接口可以是收发器，或，输入/输出接口。

在另一种实现方式中，该测距装置为配置于宿主节点中的芯片。当该测距装置为配置于宿主节点中的芯片时，该通信接口可以是输入/输出接口。可选地，该收发器可以为收发电路。可选地，该输入/输出接口可以为输入/输出电路。

10 第六方面，提供了一种测距装置，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，以实现上述第二方面中任一种可能实现方式中的方法。可选地，该测距装置还包括存储器。可选地，该测距装置还包括通信接口，处理器与通信接口耦合。

在一种实现方式中，该测距装置为终端设备。当该测距装置为终端设备时，该通信接口可以是收发器，或，输入/输出接口。

15 在另一种实现方式中，该测距装置为配置于终端设备中的芯片。当该测距装置为配置于终端设备中的芯片时，该通信接口可以是输入/输出接口。

在一种实现方式中，该测距装置为宿主节点设备。当该测距装置为宿主节点设备时，该通信接口可以是收发器，或，输入/输出接口。

在另一种实现方式中，该测距装置为配置于宿主节点设备中的芯片。当该测距装置为配置于宿主节点设备中的芯片时，该通信接口可以是输入/输出接口。

20 可选地，该收发器可以为收发电路。可选地，该输入/输出接口可以为输入/输出电路。

第七方面，提供了一种处理器，包括：输入电路、输出电路和处理电路。所述处理电路用于通过所述输入电路接收信号，并通过所述输出电路发射信号，使得所述处理器执行第一方面和第二方面中任一种可能实现方式中的方法。

25 在具体实现过程中，上述处理器可以为一个或多个芯片，输入电路可以为输入管脚，输出电路可以为输出管脚，处理电路可以为晶体管、门电路、触发器和各种逻辑电路等。输入电路所接收的输入的信号可以是由例如但不限于收发器接收并输入的，输出电路所输出的信号可以是例如但不限于输出给发射器并由发射器发射的，且输入电路和输出电路可以是同一电路，该电路在不同的时刻分别用作输入电路和输出电路。本申请实施例对处理器及各种电路的具体实现方式不做限定。

30 第八方面，提供了一种处理装置，包括处理器和存储器。该处理器用于读取存储器中存储的指令，并可通过收发器接收信号，通过发射器发射信号，以执行第一方面和第二方面中任一种可能实现方式中的方法。

可选地，所述处理器为一个或多个，所述存储器为一个或多个。

35 可选地，所述存储器可以与所述处理器集成在一起，或者所述存储器与处理器分离设置。

在具体实现过程中，存储器可以为非瞬时性（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。

应理解，相关的数据交互过程例如发送指示信息可以为从处理器输出指示信息的过程，

接收能力信息可以为处理器接收输入能力信息的过程。具体地，处理器输出的数据可以输出给发射器，处理器接收的输入数据可以来自收发器。其中，发射器和收发器可以统称为收发器。

上述第八方面中的处理装置可以是一个或多个芯片。该处理装置中的处理器可以通过硬件来实现也可以通过软件来实现。当通过硬件实现时，该处理器可以是逻辑电路、集成电路等；当通过软件来实现时，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，该存储器可以集成在处理器中，可以位于该处理器之外，独立存在。

第九方面，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和第二方面中任一种可能实现方式中的方法。

第十方面，提供了一种计算机可读介质，所述计算机可读介质存储有计算机程序（也可以称为代码，或指令），当其在计算机上运行时，使得计算机执行上述第一方面和第二方面中任一种可能实现方式中的方法。

第十一方面，提供了一种芯片系统，包括处理器，用于从存储器中调用并运行计算机程序，使得安装有该芯片系统的设备执行上述第一方面和第二方面各实现方式中的方法。

第十二方面，提供了一种测距系统，所述测距系统包括上述任一项第三方面涉及的装置、第四方面涉及的装置。

附图说明

- 图 1 是适用于本申请实施例的场景示意图。
图 2 是适用于本申请实施例的场景示意图。
图 3 是本申请提供的测距方法的示意性框图。
图 4 是本申请提供的测距方法的示意性框图。
图 5 是本申请提供的测距方法的示意图。
图 6 是本申请提供的测距方法的示意图。
图 7 是本申请提供的测距方法的示意性框图。
图 8 是本申请提供的测距信号的示意图。
图 9 是本申请提供的测距装置的示意性框图。
图 10 是本申请提供的测距装置的示意性框图。

具体实施方式

本申请实施例可应用的无线通信系统包括但不限于：全球移动通信（global system of mobile communication, GSM）系统、长期演进（long term evolution, LTE）频分双工（frequency division duplex, FDD）系统、LTE 时分双工（time division duplex, TDD）、LTE 系统、先进的长期演进（LTE-Advanced, LTE-A）系统、下一代通信系统（例如，5G、6G 通信系统）、多种接入系统的融合系统，或演进系统。

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到其他设备 (vehicle to X, 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。

本申请实施例中所涉及到的终端设备是移动用户与网络交互的入口, 能够提供基本的计算能力, 存储能力, 向用户显示业务窗口, 接受用户操作输入。5G 中的终端设备可以采用新空口技术, 与无线接入网设备建立信号连接和数据连接, 从而传输控制信号和业务数据到移动网络。本申请实施例中所涉及到的终端设备可以包括各种具有无线通信功能的接入终端、移动设备、用户终端或用户装置。例如, 终端设备可以为用户设备 (user equipment, UE), 例如, 手机 (mobile phone)、平板电脑 (pad)、台式机、带无线收发功能的电脑、虚拟现实 (virtual reality, VR) 终端设备、电视、增强现实 (augmented reality, AR) 终端设备等。终端设备也可是工业控制 (industrial control) 中的无线终端、机器类型通信 (machine type communication, MTC) 终端、客户终端设备 (customer premise equipment, CPE)、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)、智能音箱、电子门锁、蜂窝电话、无绳电话、会话启动协议 (session initiation protocol, SIP) 电话、无线本地环路 (wireless local loop, WLL) 站、个人数字助理 (personal digital assistant, PDA)、具有无线通信功能的手持设备、计算设备或连接到无线调制解调器的其它处理设备、自动导引车 (automatic guided vehicle, AGV)、无人机、汽车、车载设备、可穿戴设备, 5G 网络中的终端设备或者未来演进的公用陆地移动通信网络 (public land mobile network, PLMN) 或非公共用途网络 (non-public network, NPN) 中的终端设备等。

本申请实施例中所涉及到无线接入网设备类似于传统网络里面的基站, 部署在靠近终端设备的位置, 为特定区域的授权用户提供入网功能, 并能够根据用户的级别, 业务的需求等确定不同质量的传输隧道来传输用户数据。无线接入网设备能够管理自身的资源, 合理利用, 按需为终端设备提供接入服务, 并负责把控制信号和用户数据在终端设备和核心网之间转发。本申请实施例中所涉及到无线接入网设备可以是终端设备通过无线方式接入到该移动通信系统中的接入设备。该无线接入网设备可以是: 基站、演进型基站 (evolved node B, eNB)、家庭基站、无线保真 (wireless fidelity, WiFi) 系统中的接入点 (access point, AP)、站点 (station, STA)、无线中继节点、无线回传节点、传输点 (transmission point, TP) 或者发送接收点 (transmission and reception point, TRP)、宏基站或微基站、高频基站等。该无线接入网设备还可以为 NR 系统中的下一代基站 (next generation node B, gNB), 或者, 还可以是构成基站的组件或一部分设备, 如汇聚单元 (central unit, CU)、分布式单元 (distributed unit, DU) 或基带单元 (baseband unit, BBU) 等。应理解, 本申请的实施例中, 对无线接入网设备所采用的具体技术和具体设备形态不做限定。在本申请中, 无线接入网设备简称网络设备, 如果无特殊说明, 在本申请中, 网络设备均指无线接入网设备。在本申请中, 网络设备可以是指网络设备本身, 也可以是应用于网络设备中完成无线通信处理功能的芯片。

下面结合图 1 和图 2 详细介绍本申请实施例适用的场景。

本申请的测距方法可以应用在各种支持测距功能的设备中,包括上述提到的各种终端设备和无线接入网设备。如图 1 所示,本申请可以应用于有源目标测距的场景。例如,可以应用于一个或多个发送端 100 (例如,发射机) 对一个或多个有源设备 110 (例如,接收机) 进行测距或定位的场景,发送端 100 可以是上述的无线接入网设备或终端设备;有源设备 110 也可以是上述的无线接入网设备或终端设备。如图 2 所示,本申请可以应用于无源设备测距的场景。例如,本申请可以应用于一个或多个设备 100 (例如,发射机、接收机) 对一个或多个无源设备 120 进行测距或定位的场景,设备 100 可以同时具备发射机和接收机,也可以只具备发射机或者接收机中的一个;无源设备 120,例如可以是人等。在有源测距场景中,发射机和接收机属于不同设备;在无源目标测距中,发射机和接收机可以属于同一设备或者不同设备。本申请中的有源设备可以指具有发送和接收信号的功能的设备,例如基站、手机、路由器、无线射频识别 (radio frequency identification, RFID) 设备等,本申请中的无源设备可以指不具有发送或接收信号的功能的设备,例如人、动物、汽车、飞机、建筑物等。

为了便于理解,下面对本申请所涉及的术语进行简要说明。

均方根带宽 (root mean square bandwidth): 对于时域信号 $s(t)$, 其均方根带宽定义为:

$$B_{RMS} = \sqrt{\frac{\int_{-\infty}^{\infty} |S(f)|^2 f^2 df}{\int_{-\infty}^{\infty} |S(f)|^2 df}}$$

其中, f 是频率, $S(f)$ 是信号的傅里叶变换 (即, 频谱), $|S(f)|^2$ 信号的功率谱密度。应理解, 功率相同或者最大频率相同的信号, 其均方根带宽不一定相等。

角频率: 角频率单位为 rad/s (弧度每秒), 与频率 f 的关系为:

$$\omega = 2\pi f$$

克拉默-拉奥下界 (Cramer-Rao lower bound, CRLB): 是无偏估计器的方差的一个下界, 描述了无偏估计器所能达到的最好性能。根据 CRLB, 高斯白噪声条件下, 使用信号 $S(t)$ 进行测距的精度 δ 的下界与 $S(t)$ 的均方根带宽成反比, 也与信噪比 (signal-to-noise ratio, SNR) 的平方根成反比, 即,

$$\delta \geq \frac{\alpha \cdot c}{\sqrt{SNR \cdot B_{RMS}}}$$

其中, α 为一个常数, 其中 c 为信号传播速度。

基于接收信号的相位可以进行测距。测距信号可以是单载波信号、双载波信号、或者包含多个子载波的信号 (例如, 正交频分复用 (orthogonal frequency division multiplexing, OFDM))。以单载波信号为例, 设发送信号为:

$$x(t) = e^{j\omega t}$$

其中为 ω 载波角频率, t 为时间。假设信号传输时延为 τ , 则接收信号为:

$$y(t) = x(t - \tau) = e^{j\omega(t - \tau)} = e^{-j\omega\tau} x(t) = e^{j\phi(\tau)} x(t)$$

其中, $\phi(\tau) = -\omega\tau$ 为接收信号相对发送信号的相位延迟。

假设传播速度为 c , 则距离可以估计为:

$$d = c\tau$$

基于相位的测距存在模糊问题。对于一个相位观测值, 存在多个相位模糊点, 相位模

糊点之间间隔为 2π 。对应地，相位模糊会导致距离模糊，即一个距离观测值对应多个潜在的真实距离。

在双载波相位差测距中，测距范围和测距精度存在冲突。更大的测距范围要求系统支持更大的不模糊距离，也就要求更小的双载波频率差。而更小的频率差意味着更小的带宽，根据 CRLB，带宽变小的情况下，测距精度会下降。虽然可以通过提高信号功率提高精度，但这也增加了系统的功率消耗。

双载波相位差测距方法中，发送频率间隔为 $\Delta f = f_1 - f_2$ 的两个载波信号。接收端已知发送端两个载波的初始相位，并检测两个载波的相位相对于初始相位的变化量 $\{\phi_i\}$ ($i=1,2$)，并计算变化量之间的差 $\Delta\phi = \phi_1 - \phi_2$ ，并通过如下公式估计信号传输时延 τ ：

$$\tau = -\frac{\Delta\phi}{2\pi\Delta f}$$

并估计距离为 $d = c\tau$ ，其中，传播速度为 c 。

OFDM 多载波相位测距方法中，发送信号为 OFDM 信号，其子载波频率 $\{f_i\}$ 均匀分布，间隔为 Δf 。接收端已知发送端各个子载波的初始相位，并检测各个子载波的相位相对于初始相位的变化量 $\{\phi_i\}$ ，并对相位变化量 $\{\phi_i\}$ 和频率 $\{f_i\}$ 进行线性拟合，通过拟合直线的斜率估计时延，从而估计距离。相位变化量和频率之间的线性关系如下：

$$\phi_i = -2\pi f_i \tau$$

由此估计信号传输时延 τ ，并估计距离为 $d = c\tau$ ，其中，传播速度为 c 。

目前，在相位测距中，要支持大距离范围的无模糊测距，要求载波的频率间隔小，导致测距精度的降低。例如，在基于双载波和多载波信号的相位测距中，要支持大距离范围的无模糊测距，要求载波的频率间隔小，导致测距精度的降低；在基于单载波信号的相位测距中，要支持大距离范围的无模糊测距，要求载波的频率小，导致测距精度的降低。由此可知，目前测距范围和测距精度存在冲突。

本申请提出一种测距方法，可以利用最大不模糊距离与单载波信号波长、双载波信号频率差、多载波信号频率成分的频率间隔的关系，逐步缩小测距信号的最大不模糊距离，在避免距离模糊的同时实现高精度的测距。

图 3 是本申请实施例测距方法 300 的示意图，图 3 的方法包括：

步骤 S310，发送端从接收端接收第一测距参数，第一测距参数是在第 N (N 为大于 0 的整数) 次测距中接收的，第一测距参数包括测距信号的第一测距精度和/或测距信号的第一信噪比。

需要说明的是，本申请中发送端可以是网络设备（例如，基站）也可以是终端设备（例如，用户设备）。

需要说明的是，本申请中的测距参数可以用于确定测距的精度，也就是说本申请所提到的测距参数包括但不限于测距精度以及信噪比，也可以包括其它测距参数，只要是可以通过这些参数确定（或者可以理解为得到）测距精度的都在本申请的保护范围之内。

在一种可能的实施方式中，第一测距参数可以是第一测距精度，第一测距参数也可以是第一信噪比。第一测距参数也可以同时包括第一测距精度和第一信噪比。

步骤 S320，发送端根据第一测距参数确定第一测距波形。

需要说明的是，本申请中测距信号的类型可以是单载波、双载波或者是多载波，本申

请对测距信号的类型不做限定。

本申请中，第一距离可以根据第一测距参数确定。例如，可以根据第一测距精度确定第一距离。本申请中第一距离可以是第一精度的整数倍。如果第一测距参数同时包括第一测距精度和第一信噪比，发送端可以自己确定采用哪个参数确定第一距离；也可以是系统预先设定好优先级，例如优先采用第一测距精度确定第一距离等等。换言之，当发送端接收的测距参数包括两种或者两种以上的参数时，发送端可以灵活选择采用哪个参数确定第一距离，本申请对此不做任何限定。

本申请中可以根据测距信号的类型以及第一距离得到测距信号的带宽，从而生成测距波形，对发送端和接收端进行测距。本申请中，“测距信号的带宽”可以是指单载波信号的频率；双载波信号的载波间隔（带宽）；多载波信号的非零子载波频率间隔。

作为一个示例，对于双载波的测距信号，可以根据双载波的带宽计算公式（例如， $D_m = \frac{c}{|f_1 - f_2|}$ ，具体参见方法 400 的描述）计算双载波测距信号的带宽；作为另一个示例，对于多载波测距信号，可以根据多载波的带宽（也可以理解为，两个相邻的非零子载波的频率间隔）计算公式（例如， $D_m = \frac{c}{K \cdot \Delta f}$ ，具体参见方法 400 的描述）计算多载波测距信号的带宽。

应理解，如果由于系统规格限制无法生成测距波形，则结束测距流程。例如，无法生成测距波形的情形包括单载波信号的频率达到系统能力极限、双载波信号频率差达到系统能力极限或者多载波信号带宽达到系统能力极限等，此时发送端可以结束测距。

步骤 S330，发送端向接收端发送第一测距波形。

在一种可能的实现方式中，发送端可以向接收端发送第一测距波形。

步骤 S340，发送端从接收端接收第二测距参数，第二测距参数是根据所述第一测距波形确定的，第二测距参数包括测距信号的第二测距精度和/或测距信号的第二信噪比，第二测距精度小于第一测距精度。

在一种可能的实现方式中，接收端可以根据第一测距波形确定第二测距参数，例如，第二测距参数可以是第二测距精度，第二测距参数也可以是第二信噪比。应理解，第二测距参数也可以同时包括第二测距精度和第二信噪比。

步骤 S350，发送端根据第二测距参数和系统的阈值确定是否执行下一次测距。

在一种可能的实现方式中，当第二测距参数的值不满足系统的阈值时，发送端可以执行第 N+1 次测距，或者；当第二测距参数的值满足系统的阈值时，发送端可以结束测距。

作为一个示例，当第二测距精度大于系统规定的测距精度的第一阈值时，可以执行下一阶段的测距；当第二测距精度小于等于系统规定的测距精度的第一阈值时，结束测距流程。

作为另一个示例，当第二信噪比小于等于系统规定的信噪比的第二阈值时，可以执行下一阶段的测距；当第二信噪比大于系统规定的信噪比的第二阈值时，结束测距流程。也就是说，本申请中信噪比和测距精度可以具有一定的映射关系，通过确定第二信噪比和信噪比阈值（例如，第二阈值）的关系，也得到测距精度是否满足系统规定的测距精度，提高了灵活性。

应理解，如果第二测距参数同时包括第二测距精度和第二信噪比，发送端可以优先采

用第二测距精度判断测距精度是否满足系统规定的测距精度，发送端也可以同时根据第二测距精度以及第二信噪比判断测距精度是否满足系统规定的测距精度。如果发送端根据第二信噪比判断测距精度是否满足系统规定的测距精度的结果与发送端直接根据第二测距精度判断的结果不一致时，发送端可以优先采用第二测距精度的判断结果，或者，只要有其中一个测距参数判断已经满足系统规定的测距精度时，发送端确定可以结束测距流程，又或者，只要有其中一个测距参数判断不满足系统规定的测距精度时，发送端确定可以执行第 N+1 次测距等等。也就是说，如果同时反馈两种测距参数时，本领域技术人员可以灵活设定判断规则，从而使得发送端确定是否满足系统规定的测距精度。

根据本申请提供的方法，通过分阶段测距，解决了测距范围和测距精度的冲突，在避免产生距离模糊的同时，提高了测距精度。

图 4 是本申请实施例测距方法 400 的示意图，图 4 的方法包括：

步骤 S410，发送端确定测距信号的最大不模糊距离 #A。

在一种可能的实现方式中，假设系统支持的测距范围为 D，发送端（例如，发射机）可以根据系统支持的测距范围 D，确定测距信号的最大不模糊距离 D_m ， $D_m \geq D$ 。例如， $D_1 \geq D$ 。可选的，在一些实施例中，发送端可以初始化测距阶段的编号，例如，将 m 设置为 1。

步骤 S420，发送端生成测距波形 #W_m。

在一种可能的实现方式中，发送端可以根据测距信号类型以及所确定的最大不模糊距离 D_m 与波形参数的关系，生成测距波形 W_m。例如，发送端可以根据测距信号类型以及所确定的最大不模糊距离 D_1 与波形参数的关系，生成测距波形 W₁。

应理解，本申请中测距波形 W_m 是指某种信号类型，例如，单载波、双载波或多载波的一种具体实现，并且是对应连续时间上的一段波形 W_{m(t)}，该测距波形的关键参数是信号类型、时长和波长（对于单载波）或频率间隔（对于双载波和多载波）。

作为一个示例，如果测距信号是单载波测距信号，则 $D_m = \frac{c}{f}$ ，其中 c 为光速，f 为单载波信号的频率。

作为一个示例，如果测距信号是双载波测距信号，则 $D_m = \frac{c}{|f_1 - f_2|}$ ，其中 c 为光速， f_1 和 f_2 分别为两个载波信号的频率。

作为一个示例，如果测距信号是多载波信号（例如 OFDM 信号），则 $D_m = \frac{c}{K \cdot \Delta f}$ ，其中 c 为光速，K 为功率不为零的子载波之间的最小间隔数， Δf 为子载波间隔频率。

根据 D_m 可以计算上述波长（对于单载波）或频率间隔（对于双载波和多载波），确定波长和频率间隔后，再确定波形的时长即可确定测距波形 W_m。

步骤 S430，发送端向接收端发送测距波形 #W_m。

在一种可能的实现方式中，发送端可以向接收端（例如，接收机）发送测距波形 W₁。

在一些实施例中，如果由于系统规格限制无法生成测距波形，则结束测距流程。例如，本申请中无法生成测距波形的情形可以包括但不限于：单载波信号频率达到系统能力极限、双载波信号频率差达到系统能力极限、多载波信号带宽达到系统能力极限等。

步骤 S440, 接收端接收测距波形#W_m, 估计测距精度#A。

方式 1:

在一种可能的实现方式中, 接收端可以根据测距信号类型和信噪比, 按照公式计算测距精度 δ_m 。

- 5 本申请中, 信噪比可以是接收机根据所接收的测距信号的强度和噪声水平估计出来的; 也可以是接收机根据测距信号以外的其他信号估计出来, 例如, 可以估计一个帧的头部的
10 前导序列码 (preamble) 的信噪比。

作为一个示例, 如果测距信号是单载波测距信号, 则 $\delta_m = \frac{\alpha \cdot c}{\sqrt{SNR} \cdot f}$, 其中 α 是一个
大于 0 的常数, 可以根据实测性能进行预先校准; c 是信号的传播速度; f 为单载波信号
10 的频率。

作为一个示例, 如果测距信号是双载波测距信号, 则 $\delta = \frac{\alpha \cdot c}{\sqrt{SNR} \cdot |f_1 - f_2|}$, 其中 α 是
一个大于 0 的常数, 可以根据实测性能进行预先校准; c 是信号的传播速度; f_1 和 f_2 分别
为两个载波信号的频率。

作为一个示例, 如果测距信号是多载波信号 (例如 OFDM 信号), 则 $\delta = \frac{\alpha \cdot c}{\sqrt{SNR} \cdot B_{RMS}}$,

- 15 其中 α 是一个大于 0 的常数, 可以根据实测性能进行预先校准; c 是信号的传播速度; B_{RMS}
是信号均方根带宽。

方式 2:

在一种可能的实现方式中, 接收端可以根据测距信号类型、参数、以及 SNR, 由预先
校准的表格查表, 得到预估的测距精度 δ_m 。

- 20 需要说明的是, 本申请中, 如果发射端反馈的信噪比的值在表格中不存在, 则接收端
可以采用最近邻的值或插值法, 确定 SNR 的值, 从而确定测距精度。

在本实施例中, 此表格是存储在接收端中的, 后续接收端可以将查询的测距精度反馈
给发射端。也可以理解为, 在本实施例中, 表格 1 是配置在接收端中的。

- 25 作为一个示例, 假设接收端接收到测距波形#W_m, 根据测距波形#W_m 确定信号类型为
多载波, 并且多载波的均方根带宽为 1MHz, 接收端根据所接收的测距信号的强度和噪声
水平估计信噪比为 30dB, 系统规定校准参数 $\alpha = 2$, 则接收端可以确定测距精度为 19 m。

表格 1 测距精度查询表格

信号类型	信号参数	校准参数	SNR (dB)	测距精度(m)
单载波	频率 $f = 700MHz$	$\alpha = 2$	10	0.271
			20	0.086
			30	0.027
	频率 $f = 2GHz$	$\alpha = 1.8$	10	0.085
			20	0.027
			30	0.009
双载波	频率差 $\Delta f = 1MHz$	$\alpha = 2$	10	190
			20	60
			30	19
	频率差 $\Delta f = 10MHz$	$\alpha = 1.8$	10	17
			20	5.4
			30	1.7

多载波	频率差 $\Delta f = 100\text{MHz}$	$\alpha = 1.5$	10	1.42
			20	0.45
			30	0.142
	均方根带宽 $B_{RMS} = 1\text{MHz}$	$\alpha = 2$	10	190
			20	60
			30	19
	均方根带宽 $B_{RMS} = 10\text{MHz}$	$\alpha = 1.8$	10	17
			20	5.4
			30	1.7
	均方根带宽 $B_{RMS} = 100\text{MHz}$	$\alpha = 1.5$	10	1.42
			20	0.45
			30	0.142

方式 3:

在一种可能的实现方式中,接收端可以与发送端协议规定,使用测距波形#W_m进行多次测距,根据测距结果{R_i} (i=1, 2, 3, ..., N) 估计测距精度 δ_m 。例如,将测距结果{R_i}样本的标准差作为估计的测距精度 δ_m 。

5 步骤 S441,接收端确定当前测距精度#A 是否满足系统测距精度 δ 的要求。

在一种可能的实现方式中,接收端判断当前测距精度 δ_m 是否满足系统测距精度 δ 的要求,当 $\delta \geq \delta_m$ 时可以结束测距流程;当 $\delta < \delta_m$ 时,继续执行下述步骤。

需要说明的是,本申请中也可以是发送端确定当前测距精度#A 是否满足系统测距精度 δ 的要求。此时,接收端可以直接向发送端发送测距精度#A,由发送端确定结束测距流程还是执行下一次测距。应理解,此时接收端可以不用执行步骤 S441,即步骤 S441 为可选的步骤。

步骤 S450,接收端向发送端发送测距精度#A。

在一些实施例,还包括步骤 S451,发送端确定当前测距精度#A 是否满足系统测距精度 δ 的要求。

15 如上所述,接收端可以直接向发送端发送测距精度#A,此时,发送端可以确定当前测距精度#A 是否满足系统测距精度 δ 的要求。因此,步骤 S451 为可选的步骤。

步骤 S460,发送端根据测距精度#A,确定测距的测距信号的最大不模糊距离#B。

在一种可能的实现方式中,发送端可以根据所反馈的测距精度,确定测距的测距信号的最大不模糊距离#B,即, $D_{m+1} \geq \gamma \delta_m$,其中 γ 是一个大于0的常数,典型值可以为3。

20 也就是说,本申请中,可以根据每次测距得到的精度重新确定测距信号的最大不模糊距离。具体的,重新确定的最大不模糊距离可以是测距精度的整数倍。也可以理解为,通过逐步减小测距信号的最大不模糊距离,增加测距信号的带宽(例如,对于单载波而言,缩小了单载波信号的波长;对于双载波和多载波而言,增加了双载波或多载波信号的带宽),从而提高了测距精度。

25 步骤 S470,发送端生成测距波形#W_{m+1}。

在一种可能的实现方式中,发送端可以根据测距信号类型以及所确定的最大不模糊距离 D_{m+1} 与波形参数的关系,生成测距波形 W_{m+1} 。

具体可以参照步骤 S420,不再赘述。

步骤 S480,发送端向接收端发送测距波形#W_{m+1}。

30 具体可以参照步骤 S430,不再赘述

步骤 S490, 接收端接收测距波形#W_{m+1}, 确定测距精度#B。

应理解, 本步骤中, 接收端接收测距波形#W_{m+1}, 具体可以参照步骤 S440 中的方式, 确定测距精度#B, 不再赘述。

5 应理解, 本申请中, 步骤 S420 至步骤 S490 可以多次重复执行, 直到发送端(或者接收端)确定当前阶段的测距精度满足系统的测距精度 δ 时, 可以结束测距流程。

应理解, 在重复执行步骤 S420 至步骤 S490 时, 每重复执行一次测距流程, 编号 m 就加 1, 即 $m=m+1$ 。

10 作为一个示例, 假设发送端为基站, 接收端为用户设备(user equipment, UE), 以测距信号是 OFDM 多载波信号为例, 假设子载波间隔 $\Delta f=15\text{KHz}$, 系统支持的最大测距范围为 $D=1000\text{m}$, 系统要求的测距精度为 $\delta=10\text{m}$, 基站和 UE 的真实距离为 $R=85\text{m}$ 。如前面步骤 S410 至步骤 S490 所述:

第一阶段: 基站可以根据系统支持的测距范围 $D=1000\text{m}$ 确定测距信号的最大不模糊距离 $D_1 \geq D$, 根据多载波的公式 $D_1 = \frac{c}{K \cdot \Delta f} = 1000\text{m}$, 得到功率不为零的子载波之间的最

15 小间隔数 K 为 20, 则基站可以确定在索引 $[0, 20]$ 的子载波上发送测距信号。UE 可以按照前述多载波的测距方法进行测距, 得到距离 $R_1=90\text{m}$ 。此时, 多载波信号的均方根带宽 B_{RMS} 为 $K \cdot \Delta f = 300\text{KHz}$, 假设 α 为 2, UE 确定测距信号的信噪比为 SNR 为 32dB, 此时, 根据上述方式 1 中多载波精度计算的公式 $\delta = \frac{\alpha \cdot c}{\sqrt{\text{SNR} \cdot B_{RMS}}}$ 得到测距精度 $\delta_1=50\text{m}$ 。UE 判断系

20 统要求的测距精度 $\delta=10\text{m}$ 小于 UE 估计测距精度 $\delta_1=50\text{m}$, 确定需要进行下一阶段的测距。第一阶段的测距结果如图 5 所示。即, UE 得到测距发送端可接收端之间的距离为 90m, 并且确定测距精度为 50m。

第二阶段: UE 向基站发送第一阶段的测距精度 $\delta_1=50\text{m}$ 。基站确定本阶段测距信号的最大不模糊距离 D_2 , 如上所述, $D_2 \geq \gamma \delta_1$, 本实施例中假设 γ 的取值为 2, 则基站确定 $D_2 \geq \gamma \delta_1 = 2 \times 50\text{m} = 100\text{m}$ 。根据多载波的公式 $D_2 = \frac{c}{K \cdot \Delta f} = 100\text{m}$, 得到功率不为零的子载波之间的

25 最小间隔数 K 为 200, 则基站可以确定在索引 $[0, 200]$ 的子载波上发送测距信号。UE 进行测距, 得到距离 $R_2=84\text{m}$ 。本阶段中, 多载波信号的均方根带宽 B_{RMS} 为 $K \cdot \Delta f = 3\text{MHz}$, 假设 α 为 2, UE 确定测距信号的信噪比为 SNR 为 32dB, 此时, 根据上述方式 1 中多载波精度计算的公式 $\delta = \frac{\alpha \cdot c}{\sqrt{\text{SNR} \cdot B_{RMS}}}$, 得到测距精度 $\delta_2=5\text{m}$ 。UE 判断系统要求的测距精度 δ

$=10\text{m}$ 大于 UE 估计测距精度 $\delta_2=5\text{m}$, 决定结束测距流程。第二阶段的测距结果如图 6 所示。即, UE 得到测距发送端可接收端之间的距离为 84m, 并且确定测距精度为 5m。

30 根据本实施提供的方法, 根据测距信号最大不模糊距离与测距信号的波长、频率成分间隔的关系, 接收端可以直接反馈测距精度, 通过多个阶段进行测距逐步缩小测距信号的最大不模糊距离, 在避免产生距离模糊的同时实现了高精度的测距。

图 7 是本申请实施例测距方法 700 的示意图, 图 7 的方法包括:

步骤 S710 到步骤 S730 参考步骤方法 400 中的步骤 S410-步骤 S430, 此处不再赘述。

35 步骤 S740, 接收端接收测距波形#W₁, 确定测距波形信噪比#A。

在一种可能的实现方式中, 接收端可以根据测距信号的强度和噪声水平估计出信噪比; 也可以是接收机根据测距信号以外的其他信号估计信噪比, 例如, 可以估计一个帧的头部

的前导序列码 (preamble) 的信噪比。

在一些实施例中,还包括步骤 S741,接收端根据测距波形信噪比#A 确定测距精度#A。

在一种可能的实现方式中,发送端可以按照上述方式 1 计算测距精度。具体的计算公式可参照方法 400 中步骤 S440 中的方式 1,此处不再赘述。

- 5 在一种可能的实现方式中,发送端可以按照上述方式 2 确定测距精度。即,发送端也可以根据测距信号类型、参数、以及 SNR,由预先校准的表格查表,得到预估的测距精度 δ_m 。具体可参照方法 400 中步骤 S440 中的方式 2,此处不再赘述。

在一些实施例中,还包括步骤 S742,接收端判断测距精度#A 是否满足系统规定的测距精度。

- 10 在一种可能的实现方式中,接收端判断当前测距精度 δ_m 是否满足系统测距精度 δ 的要求,当 $\delta \geq \delta_m$ 时可以结束测距流程;当 $\delta < \delta_m$ 时,继续执行下述步骤。

需要说明的是,本申请中,接收端也可以直接向发送端发送信噪比#A,由发送端根据信噪比#A 确定测距精度#A 以及发送端判断测距精度#A 是否满足系统规定的测距精度。此时,步骤 S741 和步骤 S742 为可选步骤。

- 15 步骤 S750,接收端向发送端发送信噪比 SNR。

在一些实施例中,还包括步骤 S751,发送端根据接收的信噪比 SNR,确定测距信号的测距精度#A。

在一种可能的实现方式中,发送端可以按照上述方式 1 计算测距精度。即,发送端也可以根据测距信号类型和 SNR,按照公式计算测距精度 δ_m ,具体的计算公式可参照方法 20 400 中步骤 S440 中的方式 1,此处不再赘述。

在一种可能的实现方式中,发送端可以按照上述方式 2 确定测距精度。即,发送端也可以根据测距信号类型、参数、以及 SNR,由预先校准的表格查表,得到预估的测距精度 δ_m 。具体可参照方法 400 中步骤 S440 中的方式 2,此处不再赘述。需要说明的是,在本实施例中,表格 1 是存储在发送端。也可以理解为,在本实施例中,表格 1 是存配置在发送端中。

- 25 在一些实施例中,还包括步骤 S752,发送端确定当前测距精度#A 是否满足系统测距精度 δ 的要求。

在一种可能的实现方式中,发送端判断当前测距精度 δ_m 是否满足系统测距精度 δ 的要求,当 $\delta \geq \delta_m$ 时可以结束测距流程;当 $\delta < \delta_m$ 时,继续执行下述步骤。

- 30 也就是说,如果接收端直接向发送端发送信噪比时,发送端可以根据信噪比确定测距精度并且判断测距精度是否满足系统的要求。此时还包括步骤 S751 和步骤 S752。

步骤 S760,发送端确定测距信号的最大不模糊距离#B。

在一种可能的实现方式中,发送端可以根据所测距精度#A,确定测距的测距信号的最大不模糊距离#B, $D_{m+1} \geq \gamma \delta_m$, 其中 γ 是一个大于 0 的常数,其典型值可以为 3。

- 35 步骤 S770,发送端生成测距波形#W_{m+1}。

具体可以参考步骤 S720,不再赘述。

步骤 S780,发送端向接收端发送测距波形#W_{m+1}。

具体可以参考步骤 S730,不再赘述。

步骤 S790,接收端接收测距波形#W_{m+1},确定测距波形信噪比#B。

具体可以参考步骤 S740，不再赘述。

应理解，本申请中，步骤 S720 至步骤 S790 可以多次重复执行，直到发送端（或者接收端）确定当前阶段的测距精度满足系统的测距精度 δ 时，可以结束测距流程。

根据本实施提供的方法，根据测距信号最大不模糊距离与测距信号的波长、频率成分间隔的关系，接收端通过反馈信噪比，使得发送端可以确定测距精度，通过多个阶段进行测距逐步缩小测距信号的最大不模糊距离，在避免产生距离模糊的同时实现了高精度的测距。

OFDM 多载波相位测距中，信号功率均匀分布在整個频带内，其均方根带宽比占用的带宽小（约为信号带宽的 $1/\sqrt{3}$ ）。根据 CRLB，这将导致测距精度比同等功率的双载波测距低。方法 800 是本申请提供的一种测距方法。在本实施例中，可以采用特殊的 OFDM 波形作为测距信号，即，信号功率主要分布在信号频段的左右两侧。相比功率在频段上平均分布的普通 OFDM 波形，本实施例中所述的测距信号具有更大的均方根带宽，因此，具备更高的测距精度。

本实施例中所述的 OFDM 波形作为测距信号，典型的波形可以如图 8 中（a），图 8 中（b）或图 8 中（c）所示。其中， f 是频率， $S(f)$ 是信号的傅里叶变换（即，频谱）。

作为一个示例，在图 8 中（a）中，假设 OFDM 波形的带宽为 B ，但其功率在频域上只分布在频带最左和最右的少数子载波上，频带中间带宽为 G 的范围内的子载波的功率为零。

作为一个示例，在图 8 中（b）中，OFDM 波形的功率在频域的分布相比图 8 中（a）的波形更为集中。即，其功率不为零的两组子载波之间的频率间隔 G 更小。需要说明的是，此时可以获得更大的最大不模糊距离。

作为一个示例，在图 8 中（c）中，OFDM 波形的功率在频域的分布是不对称的。即，其功率分布可以只在 $[0, f]$ 上。

应理解，本申请中图 8 中（a），图 8 中（b）或图 8 中（c）所示的测距波形，仅仅作为一种示例，不做限定。任何具有“信号功率主要分布在信号频段的左右两侧”特征的测距信号均在本申请的保护范围之内。

如上所述，本申请实施例所提供的该 OFDM 测距波形的典型参数如下表格 2 所示。其中， N 为快速傅立叶变换（fast Fourier transform, FFT）中子载波的个数， N_0 为间隔区域零功率子载波个数， N_e 为非零功率子载波个数。

表格 2 OFDM 测距波形的典型参数

FFT 大小 $N = \frac{B}{\Delta f}$	间隔区域零功率子载波个数 $N_0 = \frac{G}{\Delta f}$	非零功率子载波个数 N_e
64	0~62	2, 4, 6, ..., 32
128	0~126	2, 4, 6, ..., 64
256	0~254	2, 4, 6, ..., 128
512	0~510	2, 4, 6, ..., 256
1024	0~1022	2, 4, 6, ..., 512
2048	0~2046	2, 4, 6, ..., 1024

4096	0~4094	2, 4, 6, ..., 2048
------	--------	--------------------

应理解，表格 2 中的各个参数的典型仅仅是示例性的，不做任何限定。

应理解，本实施例中具体的测距步骤仍然可以按照方法 400 和方法 700 中的步骤进行测距，不再赘述。

根据本申请实施例所述提供的方法，根据测距信号最大不模糊距离与测距信号的波长、频率成分间隔的关系，通过多个阶段进行测距逐步缩小测距信号的最大不模糊距离，在避免产生距离模糊的同时实现了高精度的测距。并且通过调整信号的频域功率分布，提高了测距信号的均方根带宽，从而进一步提高了测距精度。

以上，结合图3至图8详细说明了本申请实施例提供的通信方法。下面结合图9和图10介绍本申请实施例提供的通信装置。应理解，装置实施例的描述与方法实施例的描述相互对应，因此，未详细描述的内容可以参见上文方法实施例，为了简洁，这里不再赘述。

上述主要从各个节点之间交互的角度对本申请实施例提供的方案进行了介绍。可以理解的是，各个节点，例如发射端设备或者接收端设备，为了实现上述功能，其包含了执行各个功能相应的硬件结构和/或软件模块。本领域技术人员应该可以意识到，结合本文中公开的实施例描述的各示例的单元及算法步骤，本申请能够以硬件或硬件和计算机软件的结合形式来实现。某个功能究竟以硬件还是计算机软件驱动硬件的方式来执行，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。

本申请实施例可以根据上述方法示例对发射端设备或者接收端设备进行功能模块的划分，例如，可以对应各个功能划分各个功能模块，也可以将两个或两个以上的功能集成在一个处理模块中。上述集成的模块既可以采用硬件的形式实现，也可以采用软件功能模块的形式实现。需要说明的是，本申请实施例中模块的划分是示意性的，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。下面以采用对应各个功能划分各个功能模块为例进行说明。

图9是本申请实施例提供的测距装置100的示意性框图。如图所示，该装置100可以包括：收发单元110和处理单元120。

在一种可能的设计中，该测距装置100可以是上文方法实施例中的发送端，也可以用于实现上文方法实施例中发送端的功能的芯片。应理解，该装置100可对应于根据本申请实施例的方法300、方法400、方法700中的发送端，该装置100可以执行本申请实施例的方法300、方法400、方法700中的发送端所对应的步骤。应理解，各单元执行上述相应步骤的具体过程在上述方法实施例中已经详细说明，为了简洁，在此不再赘述。

具体的，收发单元用于接收第一测距参数，所述第一测距参数是在第 N 次（ N 为大于 0 的整数）测距中接收的，所述第一测距参数包括测距信号的第一测距精度和/或测距信号的第一信噪比；所述处理单元用于根据所述第一测距参数确定第一测距波形；所述收发单元用于发送所述第一测距波形；所述收发单元用于接收第二测距参数，所述第二测距参数是所述处理单元根据所述第一测距波形确定的，所述第二测距参数包括测距信号的第二测距精度和/或测距信号的第二信噪比，所述第二测距精度小于所述第一测距精度；当所述第二测距参数的值不满足系统的阈值时，所述装置执行第 $N+1$ 次测距，或者；当所述第二测距参数的值满足系统的阈值时，所述装置结束测距。

在一种可能的设计中，该测距装置100可以是上文方法实施例中的接收端，也可以是用以实现上文方法实施例中接收端的功能的芯片。应理解，该装置100可对应于根据本申请实施例的方法300、方法400、方法700中的接收端，该装置100可以执行本申请实施例的方法300、方法400、方法700中的接收端所对应的步骤。应理解，各单元执行上述相应步骤的具体过程在上述方法实施例中已经详细说明，为了简洁，在此不再赘述。

具体的，收发单元用于发送第一测距参数，所述第一测距参数在第N次（N为大于0的整数）测距中发送的，所述第一测距参数包括测距信号的第一测距精度和/或测距信号的第一信噪比；所述收发单元用于接收第一测距波形，所述第一测距波形是根据所述第一测距参数生成的；所述处理单元用于根据所述第一测距波形确定所述第二测距参数，所述第二测距参数包括所述测距信号的第二测距精度和/或所述测距信号的第二信噪比，所述第二测距精度小于所述第一测距精度；当所述第二测距参数的值不满足系统的阈值时，所述装置执行第N+1次测距，或者；当所述第二测距参数的值满足系统的阈值时，所述装置结束测距。

图10是本申请实施例提供的测距装置200的示意性框图。如图所示，该装置200包括：至少一个处理器220。该处理器220与存储器耦合，用于执行存储器中存储的指令，以发送信号和/或接收信号。可选地，该装置200还包括存储器230，用于存储指令。可选的，该装置200还包括收发器210，处理器220控制收发器210发送信号和/或接收信号。

应理解，上述处理器220和存储器230可以合成一个处理装置，处理器220用于执行存储器230中存储的程序代码来实现上述功能。具体实现时，该存储器230也可以集成在处理器220中，或者独立于处理器220。

还应理解，收发器210可以包括收发器（或者称，接收机）和发射器（或者称，发射机）。收发器还可以进一步包括天线，天线的数量可以为一个或多个。收发器210有可以是通信接口或者接口电路。

具体的，该装置200中的收发器210可以对应于装置100中的收发单元110，该装置200中的处理器220可对应于装置200中的处理单元120。

应理解，各收发器处理器执行上述相应步骤的具体过程在上述方法实施例中已经详细说明，为了简洁，在此不再赘述。

在实现过程中，上述方法的各步骤可以通过处理器中的硬件的集成逻辑电路或者软件形式的指令完成。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处理器执行完成，或者用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。为避免重复，这里不再详细描述。

应注意，本申请实施例中的处理器可以是一种集成电路芯片，具有信号的处理能力。在实现过程中，上述方法实施例的各步骤可以通过处理器中的硬件的集成逻辑电路或者软件形式的指令完成。上述的处理器可以是通用处理器、数字信号处理器（DSP）、专用集成电路（ASIC）、现场可编程门阵列（FPGA）或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件。可以实现或者执行本申请实施例中的公开的各方法、步骤及逻辑框图。通用处理器可以是微处理器或者该处理器也可以是任何常规的处理器等。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（synch-link DRAM, SLDRAM）和直接内存总线随机存取存储器（direct ram-bus 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。

根据本申请实施例提供的方法，本申请还提供一种计算机程序产品，该计算机程序产品上存储有计算机程序代码，当该计算机程序代码在计算机上运行时，使得该计算机执行方法300、方法400、方法700实施例中任意一个实施例的方法。

根据本申请实施例提供的方法，本申请还提供一种计算机可读介质，该计算机可读介质存储有程序代码，当该程序代码在计算机上运行时，使得该计算机执行方法300、方法400、方法700实施例中任意一个实施例的方法。

根据本申请实施例提供的方法，本申请还提供一种系统，其包括前述的装置或设备。

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网络侧设备与终端设备和方法实施例中的网络侧设备或终端设备对应，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。

在本说明书中使用的术语“部件”、“模块”、“系统”等用于表示计算机相关的实体、硬件、固件、硬件和软件的组合、软件、或执行中的软件。例如，部件可以是但不限于，在处理器上运行的进程、处理器、对象、可执行文件、执行线程、程序和/或计算机。通过图示，在计算设备上运行的应用和计算设备都可以是部件。一个或多个部件可驻留在进程和/或执行线程中，部件可位于一个计算机上和/或分布在 2 个或多个计算机之间。此外，这些部件可从在上面存储有各种数据结构的各种计算机可读介质执行。部件可例如根据具有一个或多个数据分组（例如来自与本地系统、分布式系统和/或网络间的另一部件交互的二个部件的数据，例如通过信号与其它系统交互的互联网）的信号通过本地和/或远程进程来通信。

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。

所述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，或者网络设备等）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（read-only memory, ROM）、随机存取存储器（random access memory, 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。因此，本申请的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

权利要求书

1. 一种测距方法，其特征在于，包括：

发送端从接收端接收第一测距参数，所述第一测距参数是在第 N 次测距中接收的，所述
5 所述第一测距参数包括测距信号的第一测距精度和/或测距信号的第一信噪比；

所述发送端根据所述第一测距参数确定第一测距波形；

所述发送端向所述接收端发送所述第一测距波形；

所述发送端从所述接收端接收第二测距参数，所述第二测距参数是根据所述第一测距
10 波形确定的，所述第二测距参数包括测距信号的第二测距精度和/或测距信号的第二信噪
比，所述第二测距精度小于所述第一测距精度；

当所述第二测距参数的值不满足系统的阈值时，所述发送端执行第 $N+1$ 次测距，或
者；当所述第二测距参数的值满足系统的阈值时，所述发送端结束测距，

其中，所述 N 为大于 0 的整数。

2. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述发送端根据所述第一测距参数确
15 定第一测距波形，包括：

所述发送端根据所述第一测距参数确定所述测距信号的第一距离；

所述发送端根据所述测距信号的类型和所述第一距离生成第一测距波形。

3. 根据权利要求 2 所述的方法，其特征在于，当所述第一测距参数为第一信噪比时，
所述发送端根据所述第一测距参数确定所述测距信号的第一距离，包括：

20 所述发送端根据所述第一信噪比确定所述第一测距精度；

所述发送端根据所述第一测距精度确定所述测距信号的第一距离。

4. 根据权利要求 1 至 3 中任一项所述的方法，其特征在于，当所述第二测距参数为
第二信噪比时，所述方法还包括：

所述发送端根据所述第二信噪比确定所述第二测距精度；

25 当所述第二测距精度的值大于第一阈值时，所述发送端执行第 $N+1$ 次测距，或者；
当所述第二测距精度的值小于等于第一阈值时，所述发送端结束测距。

5. 根据权利要求 1 至 4 中任一项所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

所述发送端确定测距信号的第二距离，所述第二距离在系统支持的测距范围内不存在
距离模糊点；

30 所述发送端根据所述测距信号的类型和所述第二距离生成第二测距波形；

所述发送端向所述接收端发送所述第二测距波形，所述第一测距参数是根据所述第二
测距波形确定的；

其中，所述第二距离大于所述第一距离。

6. 根据权利要求 1 至 5 中任一项所述的方法，其特征在于，所述测距信号的子载波
35 个数为 M ，所述 M 为 2 的 K 次方，所述 $K \geq 3$ ，且所述测距信号的零功率子载波个数为 P
个， $\frac{M}{2} \leq P \leq M-2$ ，且所述测距信号的非零功率子载波个数为 Q 个， $2 \leq Q \leq \frac{M}{2}$ 。

7. 一种测距方法，其特征在于，包括：

接收端向发送端发送第一测距参数，所述第一测距参数在第 N 次测距中发送的，所述

第一测距参数包括测距信号的第一测距精度和/或测距信号的第一信噪比;

所述接收端从所述发送端接收第一测距波形,所述第一测距波形是根据所述第一测距参数生成的;

5 所述接收端根据所述第一测距波形确定所述第二测距参数,所述第二测距参数包括所述测距信号的第二测距精度和/或所述测距信号的第二信噪比,所述第二测距精度小于所述第一测距精度;

当所述第二测距参数的值不满足系统的阈值时,所述接收端执行第 $N+1$ 次测距,或者;当所述第二测距参数的值满足系统的阈值时,所述接收端结束测距,

其中,所述 N 为大于 0 的整数。

10 8. 根据权利要求 7 所述的方法,其特征在于,所述第一测距波形是根据所述第一测距参数生成的,包括:

所述第一测距波形是根据所述测距信号的类型和所述第一距离生成的,所述第一距离是根据所述第一测距参数生成的。

15 9. 根据权利要求 8 所述的方法,其特征在于,当所述第一测距参数为第一信噪比时,所述第一距离是根据所述第一测距参数生成的,包括:

所述第一距离是根据所述第一测距精度生成的,所述第一测距精度是根据所述第一信噪比生成的。

10. 根据权利要求 7 至 9 中任一项所述的方法,其特征在于,当所述第二测距参数为第二信噪比时,所述方法还包括:

20 所述接收端根据所述第二信噪比确定所述第二测距精度;

当所述第二测距精度的值大于第一阈值时,所述接收端执行第 $N+1$ 次测距,或者;当所述第二测距精度的值小于等于第一阈值时,所述接收端结束测距。

11. 根据权利要求 7 至 10 中任一项所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

25 所述接收端从所述发送端接收第二测距波形,所述第二测距波形是根据所述测距信号的类型和第二距离生成,所述第二距离在系统支持的测距范围内不存在距离模糊点,所述第二距离大于所述第一距离;

所述接收端根据所述第二测距波形确定所述第一测距参数;

当所述第一测距参数的值不满足系统的阈值时,所述接收端执行第 $N+1$ 次测距,或者;当所述第一测距参数的值满足系统的阈值时,所述接收端结束测距。

30 12. 根据权利要求 7 至 11 中任一项所述的方法,其特征在于,所述测距信号的子载波个数为 M ,所述 M 为 2 的 K 次方,所述 $K \geq 3$,且所述测距信号的零功率子载波个数为 P 个, $\frac{M}{2} \leq P \leq M-2$,且所述测距信号的非零功率子载波个数为 Q 个, $2 \leq Q \leq \frac{M}{2}$ 。

13. 一种测距装置,其特征在于,包括:收发单元和处理单元,

35 所述收发单元用于接收第一测距参数,所述第一测距参数是在第 N 次测距中接收的,所述第一测距参数包括测距信号的第一测距精度和/或测距信号的第一信噪比;

所述处理单元用于根据所述第一测距参数确定第一测距波形;

所述收发单元用于发送所述第一测距波形;

所述收发单元用于接收第二测距参数,所述第二测距参数是所述处理单元根据所述第

一测距波形确定的, 所述第二测距参数包括测距信号的第二测距精度和/或测距信号的第二信噪比, 所述第二测距精度小于所述第一测距精度;

当所述第二测距参数的值不满足系统的阈值时, 所述装置执行第 $N+1$ 次测距, 或者; 当所述第二测距参数的值满足系统的阈值时, 所述装置结束测距,

5 其中, 所述 N 为大于 0 的整数。

14. 根据权利要求 13 所述的装置, 其特征在于, 所述处理单元用于根据所述第一测距参数确定第一测距波形, 包括:

所述处理单元用于根据所述第一测距参数确定所述测距信号的第一距离;

所述处理单元用于根据所述测距信号的类型和所述第一距离生成第一测距波形。

10 15. 根据权利要求 14 所述的装置, 其特征在于, 当所述第一测距参数为第一信噪比时, 所述处理单元用于根据所述第一测距参数确定所述测距信号的第一距离, 包括:

所述处理单元用于根据所述第一信噪比确定所述第一测距精度;

所述处理单元用于根据所述第一测距精度确定所述测距信号的第一距离。

15 16. 根据权利要求 13 至 15 中任一项所述的装置, 其特征在于, 当所述第二测距参数为第二信噪比时,

所述处理单元用于根据所述第二信噪比确定所述第二测距精度;

当所述第二测距精度的值大于第一阈值时, 所述装置执行第 $N+1$ 次测距, 或者; 当所述第二测距精度的值小于等于第一阈值时, 所述装置结束测距。

17. 根据权利要求 13 至 16 中任一项所述的装置, 其特征在于,

20 所述处理单元用于确定测距信号的第二距离, 所述第二距离在系统支持的测距范围内不存在距离模糊点;

所述处理单元用于根据所述测距信号的类型和所述第二距离生成第二测距波形;

所述收发单元用于发送所述第二测距波形, 所述第一测距参数是根据所述第二测距波形确定的;

25 其中, 所述第二距离大于所述第一距离。

18. 根据权利要求 13 至 17 中任一项所述的装置, 其特征在于, 所述测距信号的子载波个数为 M , 所述 M 为 2 的 K 次方, 所述 $K \geq 3$, 且所述测距信号的零功率子载波个数为 P 个, $\frac{M}{2} \leq P \leq M-2$, 且所述测距信号的非零功率子载波个数为 Q 个, $2 \leq Q \leq \frac{M}{2}$ 。

19. 一种测距装置, 其特征在于, 包括: 收发单元和处理单元,

30 所述收发单元用于发送第一测距参数, 所述第一测距参数在第 N 次测距中发送的, 所述第一测距参数包括测距信号的第一测距精度和/或测距信号的第一信噪比;

所述收发单元用于接收第一测距波形, 所述第一测距波形是根据所述第一测距参数生成的;

35 所述处理单元用于根据所述第一测距波形确定所述第二测距参数, 所述第二测距参数包括所述测距信号的第二测距精度和/或所述测距信号的第二信噪比, 所述第二测距精度小于所述第一测距精度;

当所述第二测距参数的值不满足系统的阈值时, 所述装置执行第 $N+1$ 次测距, 或者; 当所述第二测距参数的值满足系统的阈值时, 所述装置结束测距,

其中，所述 N 为大于 0 的整数。

20. 根据权利要求 19 所述的装置，其特征在于，所述第一测距波形是根据所述第一测距参数生成的，包括：

5 所述第一测距波形是根据所述测距信号的类型和所述第一距离生成的，所述第一距离是根据所述第一测距参数生成的。

21. 根据权利要求 20 所述的装置，其特征在于，当所述第一测距参数为第一信噪比时，所述第一距离是根据所述第一测距参数生成的，包括：

所述第一距离是根据所述第一测距精度生成的，所述第一测距精度是根据所述第一信噪比生成的。

10 22. 根据权利要求 19 至 21 中任一项所述的装置，其特征在于，当所述第二测距参数为第二信噪比时，

所述处理单元用于根据所述第二信噪比确定所述第二测距精度；

当所述第二测距精度的值大于第一阈值时，所述装置执行第 N+1 次测距，或者；当所述第二测距精度的值小于等于第一阈值时，所述装置结束测距。

15 23. 根据权利要求 19 至 22 中任一项所述的装置，其特征在于，

所述收发单元用于接收第二测距波形，所述第二测距波形是根据所述测距信号的类型和第二距离生成，所述第二距离在系统支持的测距范围内不存在距离模糊点，所述第二距离大于所述第一距离；

所述处理单元用于根据所述第二测距波形确定所述第一测距参数；

20 当所述第一测距参数的值不满足系统的阈值时，所述装置执行第 N+1 次测距，或者；当所述第一测距参数的值满足系统的阈值时，所述装置结束测距。

24. 根据权利要求 19 至 23 中任一项所述的装置，其特征在于，所述测距信号的子载波个数为 M，所述 M 为 2 的 K 次方，所述 $K \geq 3$ ，且所述测距信号的零功率子载波个数为 P 个， $\frac{M}{2} \leq P \leq M-2$ ，且所述测距信号的非零功率子载波个数为 Q 个， $2 \leq Q \leq \frac{M}{2}$ 。

25 25. 一种测距装置，其特征在于，包括至少一个处理器，所述至少一个处理器用于执行存储器中存储的计算机程序，以使得所述测距装置实现如权利要求 1 至 6 中或 7 至 12 中任一项所述的方法。

26. 一种计算机可读存储介质，所述计算机可读介质上存储有计算机程序，当其在计算机上运行时，使得所述计算机执行如权利要求 1 至 6 中或 7 至 12 中任一项所述的方法。

30 27. 一种计算机程序产品，其特征在于，所述计算机程序产品包括：计算机程序，当所述计算机程序被运行时，使得计算机执行如权利要求 1 至 6 中或 7 至 12 中任一项所述的方法。

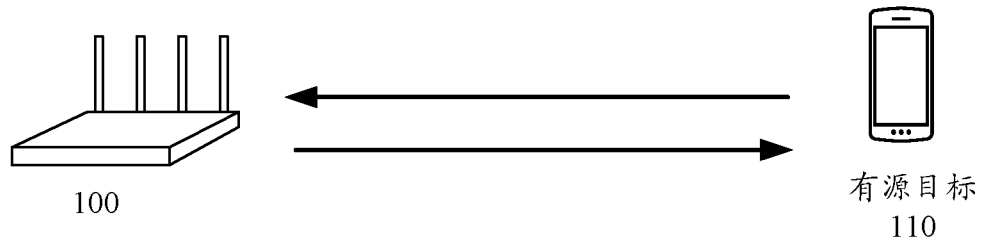


图 1

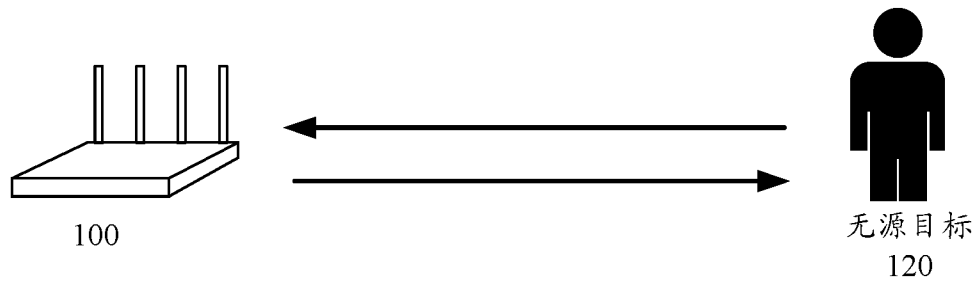


图 2

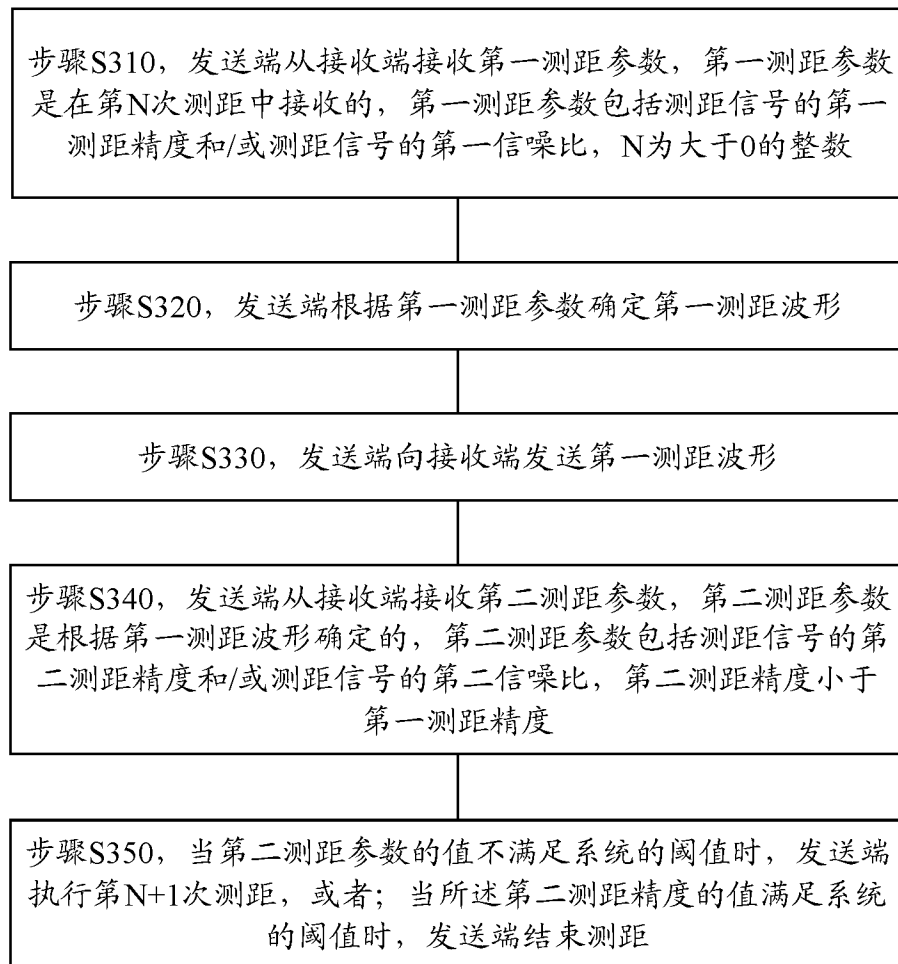
方法300

图 3

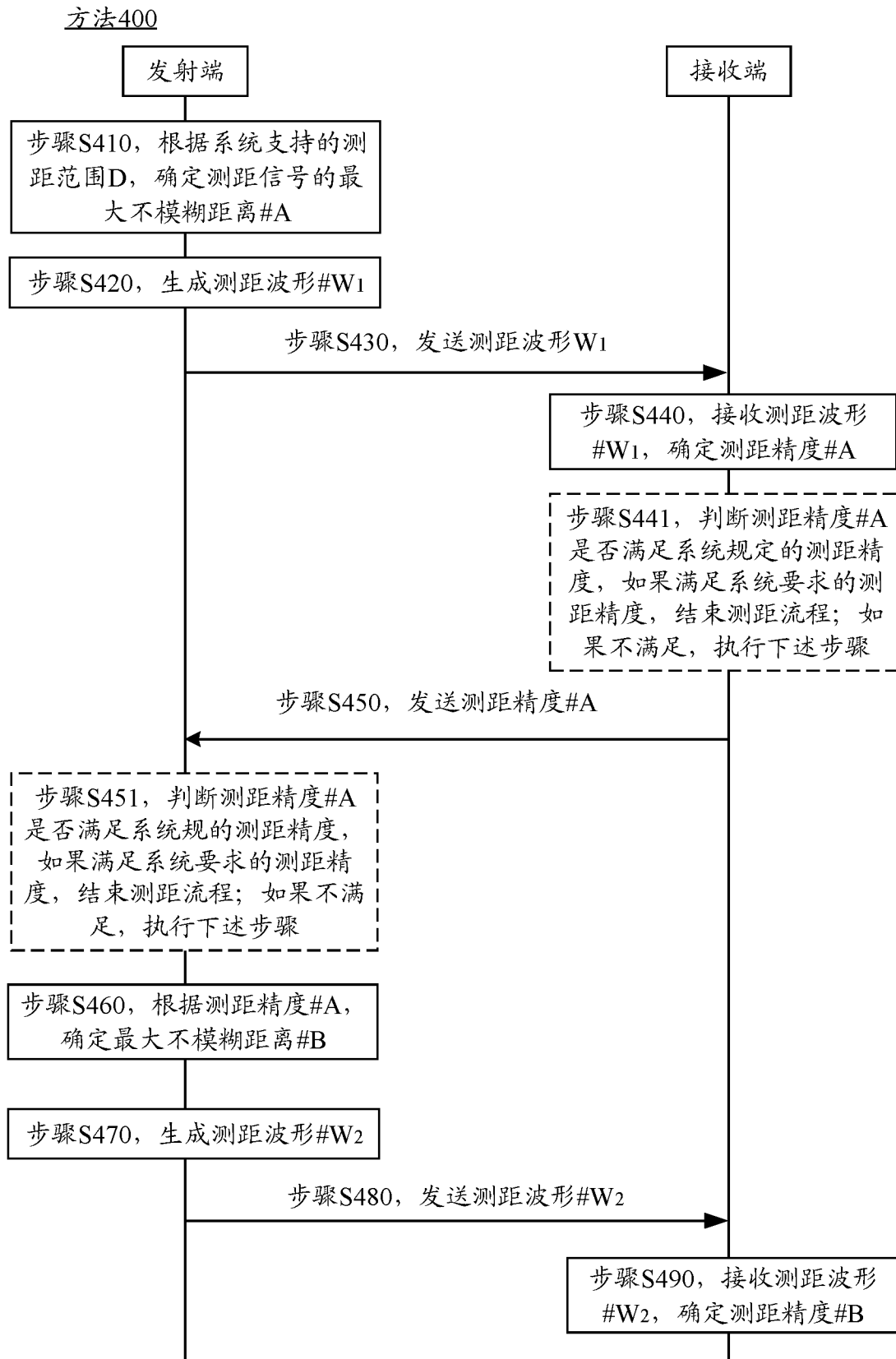


图 4

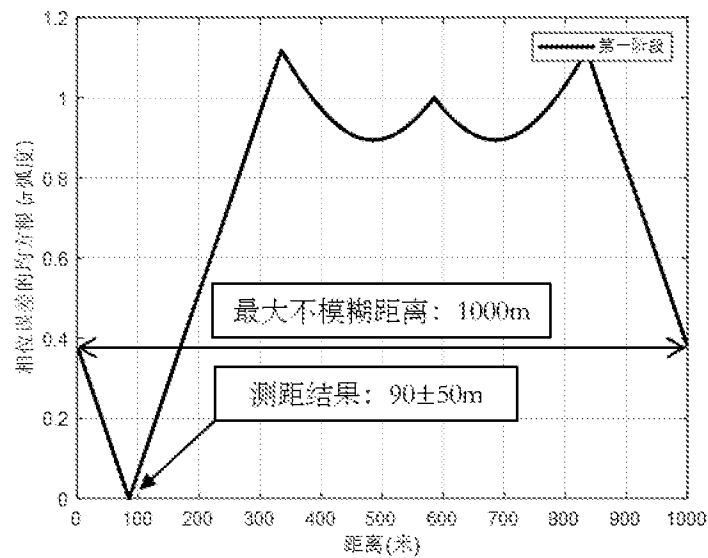


图 5

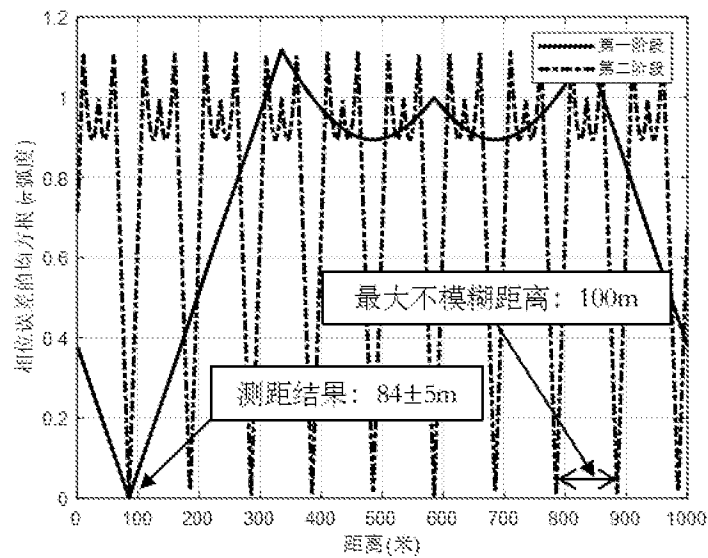


图 6

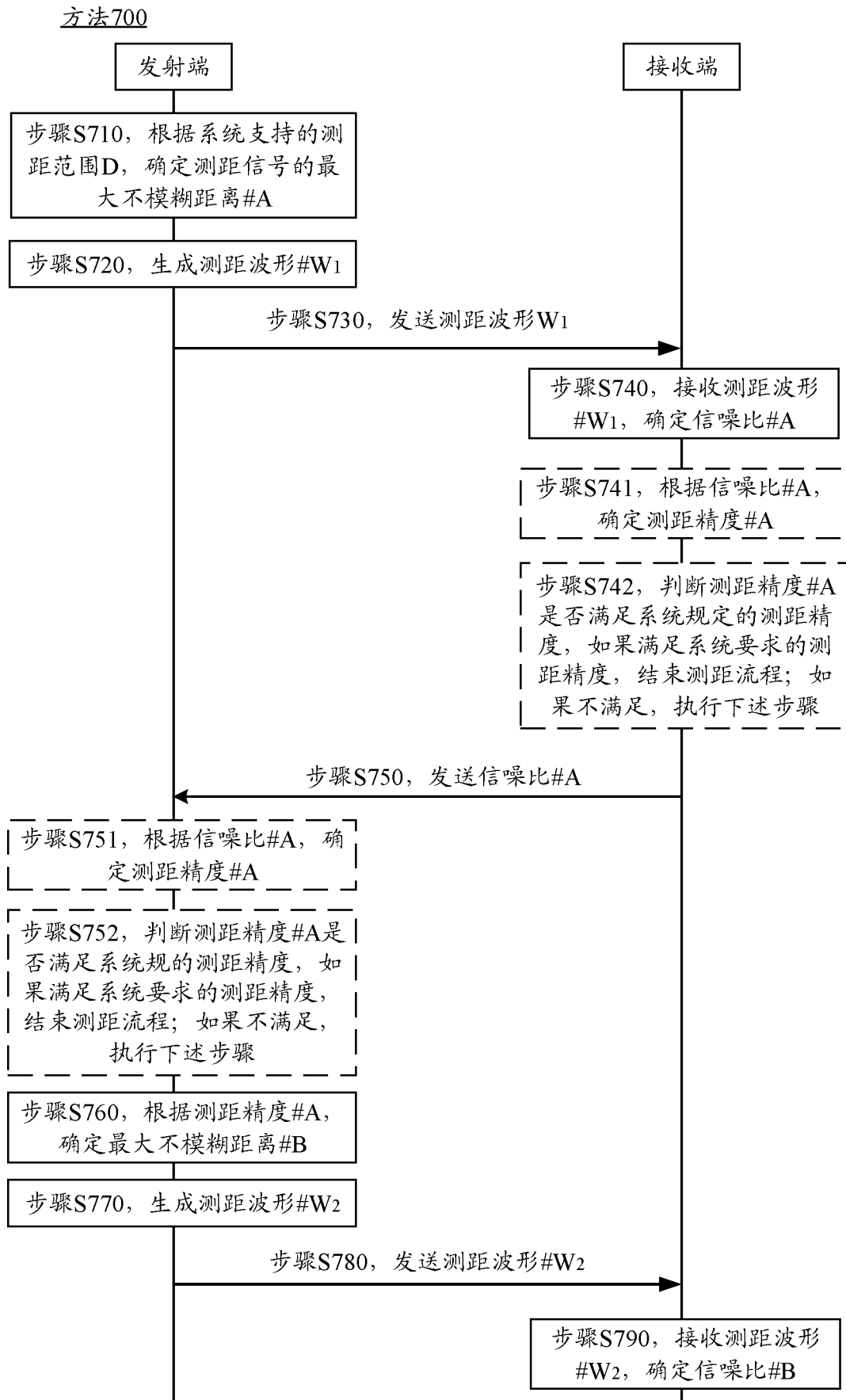


图 7

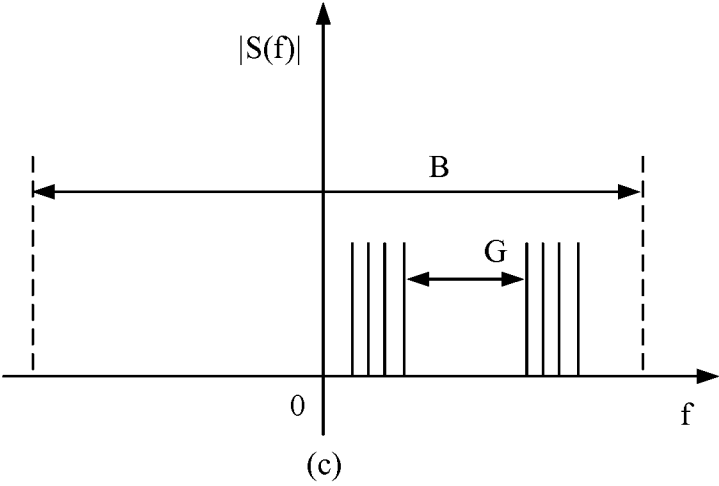
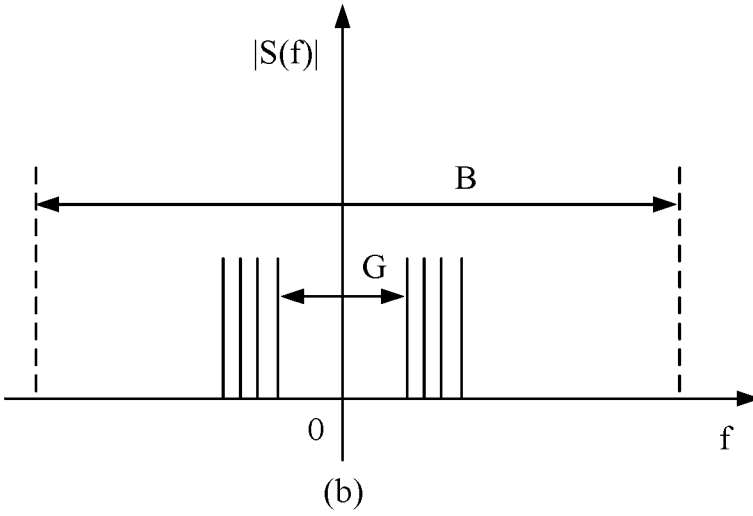
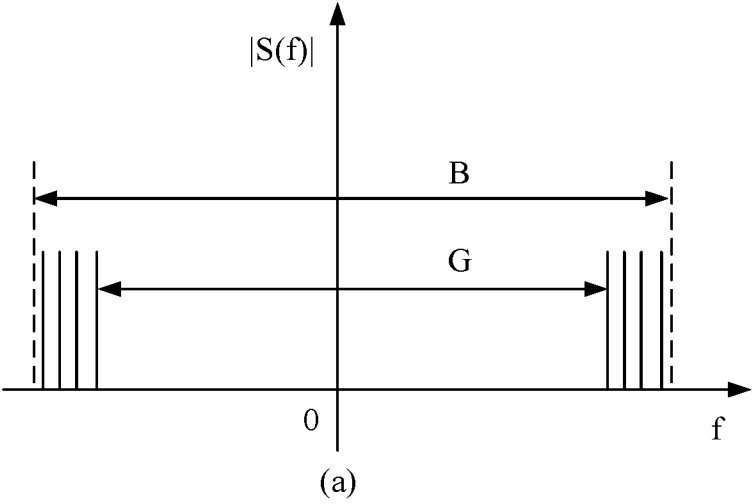


图 8



图 9

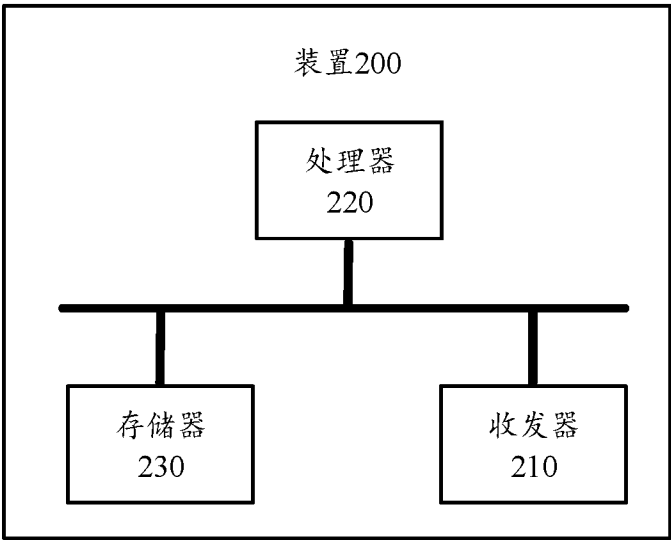


图 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2022/090952

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01S 5/08(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01S

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNTXT, CNABS, CNKI, ENTXT: 发送, 接收, 测距, 参数, 精度, 信噪比, 波形, 确定, 得到, distance, carrier, coarse, location, waveform, rate, SNR, device

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 108919323 A (BEIJING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS) 30 November 2018 (2018-11-30) description, paragraphs [0034]-[0064], and figures 1-3	1-27
A	CN 101655563 A (JINHUA LANHAI PHOTOELECTRICITY TECHNOLOGY CO., LTD.) 24 February 2010 (2010-02-24) entire document	1-27
A	CN 110208804 A (NANJING UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 06 September 2019 (2019-09-06) entire document	1-27
A	US 2009207070 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 20 August 2009 (2009-08-20) entire document	1-27
A	CN 103533651 A (CHENGDU AEROSPACE COMMUNICATIONS EQUIPMENT CO., LTD.) 22 January 2014 (2014-01-22) entire document	1-27
A	US 2007273575 A1 (KOREA ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 29 November 2007 (2007-11-29) entire document	1-27



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 May 2022

Date of mailing of the international search report

06 June 2022

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing
100088, China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2022/090952**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 105974364 A (NO.20 RESEARCH INSTITUTE OF CHINA ELECTRONICS TECHNOLOGY GROUP CORP.) 28 September 2016 (2016-09-28) entire document	1-27
A	JP 2004117166 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 15 April 2004 (2004-04-15) entire document	1-27

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2022/090952

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	108919323	A	30 November 2018	WO	2020007064	A1	09 January 2020
CN	101655563	A	24 February 2010	US	2010045964	A1	25 February 2010
CN	110208804	A	06 September 2019	None			
US	2009207070	A1	20 August 2009	KR	20090090231	A	25 August 2009
CN	103533651	A	22 January 2014	None			
US	2007273575	A1	29 November 2007	KR	100761462	B1	28 September 2007
				DE	102007023698	A1	21 February 2008
				JP	2007316066	A	06 December 2007
CN	105974364	A	28 September 2016	None			
JP	2004117166	A	15 April 2004	None			

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2022/090952

A. 主题的分类 G01S 5/08 (2006.01) i 按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类																										
B. 检索领域 检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号) G01S 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用)) CNTXT, CNABS, CNKI, ENTXT: 发送, 接收, 测距, 参数, 精度, 信噪比, 波形, 确定, 得到, distance, carrier, coarse, location, waveform, rate, SNR, device																										
C. 相关文件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>类 型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>CN 108919323 A (北京邮电大学) 2018年11月30日 (2018 - 11 - 30) 说明书第[0034]-[0064]段, 图1-3</td> <td>1-27</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 101655563 A (金华市蓝海光电技术有限公司) 2010年2月24日 (2010 - 02 - 24) 全文</td> <td>1-27</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 110208804 A (南京理工大学) 2019年9月6日 (2019 - 09 - 06) 全文</td> <td>1-27</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2009207070 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 2009年8月20日 (2009 - 08 - 20) 全文</td> <td>1-27</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 103533651 A (成都航天通信设备有限责任公司) 2014年1月22日 (2014 - 01 - 22) 全文</td> <td>1-27</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2007273575 A1 (KOREA ADVANCED INST. SCI. & TECH.) 2007年11月29日 (2007 - 11 - 29) 全文</td> <td>1-27</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 105974364 A (中国电子科技集团公司第二十研究所) 2016年9月28日 (2016 - 09 - 28) 全文</td> <td>1-27</td> </tr> </tbody> </table>			类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	A	CN 108919323 A (北京邮电大学) 2018年11月30日 (2018 - 11 - 30) 说明书第[0034]-[0064]段, 图1-3	1-27	A	CN 101655563 A (金华市蓝海光电技术有限公司) 2010年2月24日 (2010 - 02 - 24) 全文	1-27	A	CN 110208804 A (南京理工大学) 2019年9月6日 (2019 - 09 - 06) 全文	1-27	A	US 2009207070 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 2009年8月20日 (2009 - 08 - 20) 全文	1-27	A	CN 103533651 A (成都航天通信设备有限责任公司) 2014年1月22日 (2014 - 01 - 22) 全文	1-27	A	US 2007273575 A1 (KOREA ADVANCED INST. SCI. & TECH.) 2007年11月29日 (2007 - 11 - 29) 全文	1-27	A	CN 105974364 A (中国电子科技集团公司第二十研究所) 2016年9月28日 (2016 - 09 - 28) 全文	1-27
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																								
A	CN 108919323 A (北京邮电大学) 2018年11月30日 (2018 - 11 - 30) 说明书第[0034]-[0064]段, 图1-3	1-27																								
A	CN 101655563 A (金华市蓝海光电技术有限公司) 2010年2月24日 (2010 - 02 - 24) 全文	1-27																								
A	CN 110208804 A (南京理工大学) 2019年9月6日 (2019 - 09 - 06) 全文	1-27																								
A	US 2009207070 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 2009年8月20日 (2009 - 08 - 20) 全文	1-27																								
A	CN 103533651 A (成都航天通信设备有限责任公司) 2014年1月22日 (2014 - 01 - 22) 全文	1-27																								
A	US 2007273575 A1 (KOREA ADVANCED INST. SCI. & TECH.) 2007年11月29日 (2007 - 11 - 29) 全文	1-27																								
A	CN 105974364 A (中国电子科技集团公司第二十研究所) 2016年9月28日 (2016 - 09 - 28) 全文	1-27																								
☒ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。																										
<table border="0"> <tr> <td> * 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 </td> <td> “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件 </td> </tr> </table>			* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件	“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件																						
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件	“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件																									
国际检索实际完成的日期		国际检索报告邮寄日期																								
2022年5月28日		2022年6月6日																								
ISA/CN的名称和邮寄地址		受权官员																								
中国国家知识产权局 (ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10) 62019451		张静 电话号码 (86-10) 62085727																								

C. 相关文件		
类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
A	JP 2004117166 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 2004年4月15日 (2004 - 04 - 15) 全文	1-27

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2022/090952

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	108919323	A	2018年11月30日	WO	2020007064	A1	2020年1月9日
CN	101655563	A	2010年2月24日	US	2010045964	A1	2010年2月25日
CN	110208804	A	2019年9月6日	无			
US	2009207070	A1	2009年8月20日	KR	20090090231	A	2009年8月25日
CN	103533651	A	2014年1月22日	无			
US	2007273575	A1	2007年11月29日	KR	100761462	B1	2007年9月28日
				DE	102007023698	A1	2008年2月21日
				JP	2007316066	A	2007年12月6日
CN	105974364	A	2016年9月28日	无			
JP	2004117166	A	2004年4月15日	无			