

(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
2024年5月2日 (02.05.2024)



(10) 国际公布号
WO 2024/087028 A1

- (51) 国际专利分类号:
H04L 27/00 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2022/127438
- (22) 国际申请日: 2022年10月25日 (25.10.2022)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (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: 刘瑶 (**LIU, Yao**); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。
刘乔 (**LIU, Qiao**); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 高宽栋
- (74) 代理人: 北京中博世达专利商标代理有限公司 (**BEIJING ZBSD PATENT & TRADEMARK AGENT LTD.**); 中国北京市海淀区交大东路31号11号楼8层, Beijing 100044 (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, CV, 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, 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,

(54) Title: CHANNEL MEASUREMENT METHOD AND APPARATUS

(54) 发明名称: 一种信道测量方法及装置

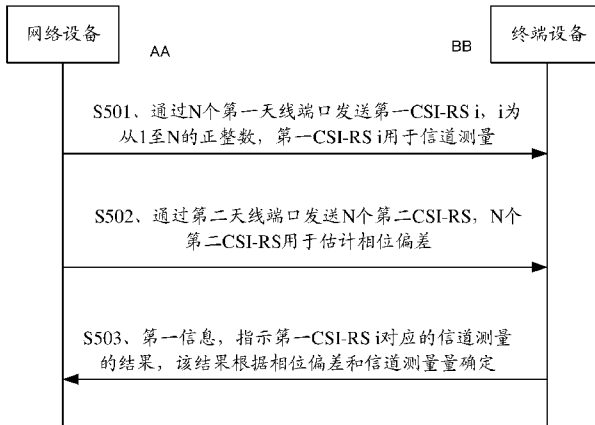


图 5

- AA Network device
BB Terminal device
S501 Send a first CSI-RS i by means of N first antenna ports, i being a positive integer from 1 to N , and the first CSI-RS i being used for channel measurement
S502 Send N second CSI-RSs by means of a second antenna port, the N second CSI-RSs being used for estimating a phase deviation
S503 First information, indicating a result of the channel measurement corresponding to the first CSI-RS i , the result being determined according to the phase deviation and a measurement quantity of the channel measurement

(57) Abstract: A channel measurement method and apparatus, capable of improving the precision of channel measurement, so that the influence of phase deviation on consistency error estimation is reduced, and the precision of the consistency error estimation is improved. The method comprises: a network device sends, to a terminal device, a first CSI-RS 1 to a first CSI-RS N by means of N first antenna ports, and sends N second CSI-RSs to the terminal device by means of a second antenna port; the terminal device receives the first CSI-RS 1 to the first CSI-RS N from the N first antenna ports, to obtain a measurement quantity of channel measurement

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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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))。

corresponding to the first CSI-RS, and receives the N second CSI-RSs from the second antenna port to estimate a phase deviation; and the terminal device sends first information to the network device, the first information indicating a result of the channel measurement corresponding to the first CSI-RS, and the result of the channel measurement being determined according to the phase deviation and the measurement quantity of the channel measurement, wherein N is a positive integer.

(57) 摘要: 一种信道测量方法及装置, 能够提高信道测量的精度, 从而降低相位偏差对一致性误差估计的影响, 提高一致性误差估计的精度。该方法包括: 网络设备通过N个第一天线端口向终端设备发送第一CSI-RS 1至第一CSI-RS N, 以及, 通过第二天线端口向终端设备发送N个第二CSI-RS。终端设备接收来自N个第一天线端口的第一CSI-RS 1至第一CSI-RS N, 得到该第一CSI-RS对应的信道测量的测量量, 以及, 接收来自第二天线端口的N个第二CSI-RS, 以估计相位偏差。终端设备向网络设备发送第一信息, 该第一信息指示第一CSI-RS对应的信道测量的结果, 该信道测量的结果是根据相位偏差和该信道测量的测量量确定。其中, N为正整数。

说明书

一种信道测量方法及装置

技术领域

本申请实施例涉及通信领域，尤其涉及一种信道测量方法及装置。

背景技术

相控阵天线系统中，一个收/发通道通常对应多个阵元（称为通道阵元），该多个阵元中各个阵元之间的幅度和相位（简称幅相）差称为通道阵元的一致性误差。一致性误差不仅影响阵列信号处理中相控阵天线波束的精确指向，还会导致高分辨谱估计技术、超分辨波达方向估计技术、各类自适应波束形成算法、用于多用户干扰避让的零陷算法等技术的性能恶化。

为了满足上述技术对通道阵元幅相一致性的要求，需要对通道阵元的一致性误差进行监测和校正，其本质即为对通道阵元的一致性误差的精确测量或估计。目前常用的一致性误差估计方法是一种简单的基于分时矢量旋转的方法。矢量旋转法的原理为：通过分时调整发送端加权向量的幅度和/或相位进行多次测量，基于多次测量结果进行联合求解，估计一致性误差。

在目前的矢量旋转方案中，通常假设多次测量时测量值的相位偏差是相同的。但是实际应用中，设备晶振的抖动或位置移动等因素，会导致同一通道的测量值的相位偏差在不同时刻不同。受不同时刻测量值的不同相位偏差的影响，一致性误差估计的精度将大幅降低。

发明内容

本申请提供一种信道测量方法及装置，能够提高信道测量的精度。

第一方面，提供了一种信道测量方法，该方法可以由终端设备执行，也可以由终端设备的部件，例如终端设备的处理器、芯片、或芯片系统等执行，还可以由能实现全部或部分终端设备功能的逻辑模块或软件实现。该方法包括：接收来自网络设备的N个第一天线端口的第一信道状态信息参考信号CSI-RS_i，i为从1至N的正整数，N为大于1的正整数；接收来自网络设备的第二天线端口的N个第二CSI-RS。其中，第一CSI-RS_i用于信道测量；N个第二CSI-RS用于估计相位偏差。向网络设备发送第一信息，第一信息指示第一CSI-RS_i对应的信道测量的结果，该信道测量的结果是根据相位偏差和信道测量的测量量确定。

基于该方案，终端设备接收来自网络设备的第二天线端口的N个第二CSI-RS，以估计相位偏差，以及接收来自网络设备的N个第一天线端口的第一CSI-RS_i，以进行信道测量。由于第一CSI-RS_i对应的信道测量的结果是根据相位偏差和测量量确定，即第一CSI-RS_i对应的信道测量的结果考虑了相位偏差，因此能够提高第一CSI-RS_i对应的信道测量结果的精度。进一步的，在一致性误差估计场景中，可以降低相位偏差对一致性误差估计的影响，提高一致性误差估计的精度。此外，本申请的方案无需额外增加硬件，利用发送端已有的天线端口即可估计相位偏差，复杂度较低，可以降低应用成本。

在一种可能的设计中，第一CSI-RS_i和第i个第二CSI-RS满足如下至少一项：第一CSI-RS_i的时域位置和第i个第二CSI-RS的时域位置相同；或者，第一CSI-RS_i的频域位置和第i个第二CSI-RS的频域位置不同。

基于该可能的设计，在第一CSI-RS_i的时域位置和第i个第二CSI-RS的时域位置相同的情况下，第二CSI-RS对应的信道测量量的相位偏差可以近似于第一CSI-RS对应的信道测量量的相位偏差，从而可以使用基于第二CSI-RS估计的相位偏差对第一CSI-RS对应的信道测

量量进行相位补偿。

在一种可能的设计中，该方法还包括：根据 M 个第二 CSI-RS 对应的 M 个信道测量量确定相位偏差，M 为小于或等于 N 的正整数。

在一种可能的设计中，根据 M 个第二 CSI-RS 对应的 M 个信道测量量确定相位偏差，包括：根据第 j 个第二 CSI-RS 对应的信道测量量确定相位偏差的第 j 个元素；或者，根据第 j 个第二 CSI-RS 对应的信道测量量和第一数值的比值确定相位偏差的第 j 个元素。其中，j 是从 1 至 M 的正整数，相位偏差的 M 个元素位于相位偏差矩阵的主对角线上。

在一种可能的设计中，第一数值为第 m 个第二 CSI-RS 对应的信道测量量，m 为 1 至 M 中的一个正整数；或者，第一数值为预设值。

在一种可能的设计中，相位偏差矩阵 D 满足：

$$D = \text{diag} (\Delta\theta)$$

$$\Delta\theta = \text{angle} \left(\left[\frac{y_1^B}{C} \frac{y_2^B}{C} \frac{y_3^B}{C} \dots \frac{y_N^B}{C} \right] \right), \text{ 或者, } \Delta\theta = \text{angle} \left([y_1^B \ y_2^B \ y_3^B \ \dots \ y_N^B] \right)$$

其中， diag 用于构造对角矩阵， $\Delta\theta$ 为相位偏差， angle 用于求解相位角； y_j^B 表示第 j 个第二 CSI-RS 对应的信道测量量；C 表示第一数值。

在一种可能的设计中，第一信息包括相位偏差和信道测量的测量量。或者，第一信息包括相位偏差和根据信道测量的测量量得到的值。或者，第一信息包括信道测量的结果。

在一种可能的设计中，该方法还包括：接收来自网络设备的第二信息。第二信息指示终端设备根据第二天线端口对应的信道测量量估计 N 个第一天线端口对应的信道测量量的相位偏差；或者，第二信息指示终端设备根据第二天线端口对应的信道测量量确定 N 个第一天线端口对应的信道测量的结果。

基于该可能的设计，来自网络设备的第二信息能够使得终端设备获知用于相位偏差估计的天线端口和 CSI-RS，以及用于信道测量的天线端口和 CSI-RS，以便终端设备能够对接收到的 CSI-RS 进行正确处理，从而得到相位偏差和信道测量的结果。

在一种可能的设计中，通过第一天线端口 I 接收来自网络设备的第一 CSI-RS I，包括：通过第一天线端口 I 重复接收 K 次第一 CSI-RS I，I 为 1 至 N 中的正整数，K 为正整数。通过第二天线端口接收来自网络设备的第 I 个第二 CSI-RS，包括：通过第二天线端口重复接收 K 次第 I 个第二 CSI-RS。

基于该可能的设计，第一 CSI-RS 和第 I 个第二 CSI-RS 的重复发送，可以使得终端设备根据重复接收的多次 CSI-RS 确定信道测量量，对根据单次接收得到的信道测量量进行降噪，从而提高信道测量量的精度。

在一种可能的设计中，该方法还包括：接收来自网络设备的第三信息，第三信息指示第一 CSI-RS I 的重复次数 K。

在一种可能的设计中，第一 CSI-RS I 对应的信道测量量为重复接收的 K 次第一 CSI-RS I 对应的信道测量量的平均值。第 I 个第二 CSI-RS 对应的信道测量量为重复接收的 K 次第 I 个第二 CSI-RS 对应的信道测量量的平均值。

在一种可能的设计中，信道测量的结果、相位偏差、信道测量的测量量满足：

$$Y_{\text{comp}}^A = [\exp(D)]^{-1} * Y^A$$

其中， Y_{comp}^A 表示信道测量的结果， D 表示相位偏差矩阵，相位偏差中的元素位于相位偏差矩阵的主对角线上， Y^A 表示信道测量的测量量， \exp 表示以自然常数 e 为底的指数函数。

在一种可能的设计中，向网络设备发送第一信息，包括：根据上报周期向网络设备发送第一信息。

第二方面，提供了一种信道测量方法，该方法可以由网络设备执行，也可以由网络设备的部件，例如网络设备的处理器、芯片、或芯片系统等执行，还可以由能实现全部或部分网络设备功能的逻辑模块或软件实现。该方法包括：通过N个第一天线端口向终端设备发送第一信道状态信息参考信号CSI-RS_i，i为从1至N的正整数，N为大于1的正整数；通过第二天线端口向终端设备发送N个第二CSI-RS。其中，第一CSI-RS_i用于信道测量，N个第二CSI-RS用于估计相位偏差。接收来自终端设备的第一信息，第一信息指示第一CSI-RS_i对应的信道测量的结果，信道测量的结果是根据相位偏差和信道测量的测量量确定。

基于该方案，网络设备通过第二天线端口发送N个第二CSI-RS，用于估计相位偏差，以及通过N个第一天线端口的第一CSI-RS_i，用于进行信道测量。由于第一CSI-RS_i对应的信道测量的结果是根据相位偏差和测量量确定，即第一CSI-RS_i对应的信道测量的结果考虑了相位偏差，因此能够提高第一CSI-RS_i对应的信道测量结果的精度。进一步的，在一致性误差估计场景中，可以降低相位偏差对一致性误差估计的影响，提高一致性误差估计的精度。此外，本申请的方案无需额外增加硬件，利用发送端已有的天线端口即可估计相位偏差，复杂度较低，可以降低应用成本。

在一种可能的设计中，第一CSI-RS_i和第i个第二CSI-RS满足如下至少一项：第一CSI-RS_i的时域位置和第i个第二CSI-RS的时域位置相同；或者，第一CSI-RS_i的频域位置和第i个第二CSI-RS的频域位置不同。

在一种可能的设计中，相位偏差根据M个第二CSI-RS对应的M个信道测量量确定，M为小于或等于N的正整数。

在一种可能的设计中，相位偏差包括M个元素，M个元素位于相位偏差矩阵的主对角线上。其中，第j个元素根据第j个第二CSI-RS对应的信道测量量确定；或者，第j个元素根据第j个第二CSI-RS对应的信道测量量和第一数值的比值确定；j是从1至M的正整数。

在一种可能的设计中，第一数值为第m个第二CSI-RS对应的信道测量量，m为1至M中的一个正整数；或者，第一数值为预设值。

在一种可能的设计中，相位偏差矩阵D满足：

$$D = \text{diag} (\Delta\theta)$$

$$\Delta\theta = \text{angle} \left(\left[\frac{y_1^B}{C} \frac{y_2^B}{C} \frac{y_3^B}{C} \dots \frac{y_N^B}{C} \right] \right), \text{ 或者, } \Delta\theta = \text{angle} \left([y_1^B y_2^B y_3^B \dots y_N^B] \right)$$

其中，diag用于构造对角矩阵， $\Delta\theta$ 为相位偏差，angle用于求解相位角； y_j^B 表示第j个第二CSI-RS对应的信道测量量；C表示第一数值。

在一种可能的设计中，第一信息包括相位偏差和信道测量的测量量。或者，第一信息包括相位偏差和根据信道测量的测量量得到的值。或者，第一信息包括信道测量的结果。

在一种可能的设计中，该方法还包括：向终端设备发送第二信息，第二信息指示终端设备根据第二天线端口对应的信道测量量估计N个第一天线端口对应的信道测量量的相位偏差；或者，第二信息指示终端设备根据第二天线端口对应的信道测量量确定N个第一天线端口对应的信道测量的结果。

在一种可能的设计中，通过第一天线端口I向终端设备发送第一CSI-RS I包括：通过第一天线端口I向终端设备重复发送K次第一CSI-RS I，I为1至N中的正整数，K为正整数。通过第二天线端口向终端设备发送第I个第二CSI-RS，包括：通过第二天线端口向终端设备重复发送K次第I个第二CSI-RS。

在一种可能的设计中，该方法还包括：向终端设备发送第三信息，第三信息指示第一CSI-RS I的重复次数K。

在一种可能的设计中，信道测量的结果、相位偏差、信道测量的测量量满足：

$$Y_{comp}^A = [\exp(D)]^{-1} * Y^A$$

其中， Y_{comp}^A 表示信道测量的结果， D 表示相位偏差矩阵，相位偏差中的元素位于相位偏差矩阵的主对角线上， Y^A 表示信道测量的测量量， \exp 表示以自然常数 e 为底的指数函数。

其中，第二方面的任一种可能的设计所带来的技术效果可参考上述第一方面中的相应设计所带来的技术效果，在此不再赘述。

第三方面，提供了一种通信装置用于实现各种方法。该通信装置可以为第一方面中的终端设备，或者终端设备中包含的装置，比如芯片或芯片系统；或者，所述通信装置可以为第二方面中的网络设备，或者网络设备中包含的装置，比如芯片或芯片系统。该装置是芯片系统时，可以由芯片构成，也可以包含芯片和其他分立器件。

所述通信装置包括实现方法相应的模块、单元、或手段 (means)，该模块、单元、或 means 可以通过硬件实现，软件实现，或者通过硬件执行相应的软件实现。该硬件或软件包括一个或多个与功能相对应的模块或单元。

在一些可能的设计中，该通信装置可以包括处理模块和收发模块。该处理模块，可以用于实现上述任一方面及其任意可能的实现方式中的处理功能。该收发模块，也可以称为收发单元，用以实现上述任一方面及其任意可能的实现方式中的发送和/或接收功能。该收发模块可以由收发电路，收发机，收发器或者通信接口构成。

在一些可能的设计中，收发模块包括发送模块和/或接收模块，分别用于实现上述任一方面及其任意可能的实现方式中的发送或接收功能。

第四方面，提供一种通信装置，包括：处理器和通信接口；该通信接口，用于与该通信装置之外的模块通信；所述处理器用于执行计算机程序或指令，以使该通信装置执行任一方面所述的方法。该通信装置可以为第一方面中的终端设备，或者终端设备中包含的装置，比如芯片或芯片系统；或者，所述通信装置可以为第二方面中的网络设备，或者网络设备中包含的装置，比如芯片或芯片系统。该装置是芯片系统时，可以由芯片构成，也可以包含芯片和其他分立器件。

第五方面，提供了一种通信装置，包括：至少一个处理器；所述处理器用于执行存储器中存储的计算机程序或指令，以使该通信装置执行任一方面所述的方法。该存储器可以与处理器耦合，或者，该存储器也可以独立于处理器存在，例如，存储器和处理器为两个独立的模块。该存储器可以位于所述通信装置之外，也可以位于所述通信装置之内。该通信装置可以为第一方面中的终端设备，或者终端设备中包含的装置，比如芯片或芯片系统；或者，所述通信装置可以为第二方面中的网络设备，或者网络设备中包含的装置，比如芯片或芯片系统。该装置是芯片系统时，可以由芯片构成，也可以包含芯片和其他分立器件。

第六方面，提供了一种计算机可读存储介质，该计算机可读存储介质中存储有计算机程序或指令，当其在通信装置上运行时，使得通信装置可以执行任一方面所述的方法。

第七方面，提供了一种包含指令的计算机程序产品，当其在通信装置上运行时，使得该通信装置可以执行任一方面所述的方法。

可以理解的是，第三方面至第七方面中任一方面提供的通信装置是芯片时，通信装置的发送动作/功能可以理解为输出信息，通信装置的接收动作/功能可以理解为输入信息。

其中，第三方面至第七方面中任一种设计方式所带来的技术效果可参见第一方面或第二方面中不同设计方式所带来的技术效果，在此不再赘述。

第八方面，提供了一种通信系统，该通信系统包括上述方面中的终端设备和上述方面中

的网络设备。

附图说明

- 图 1 为本申请提供的一种通信系统的结构示意图；
- 图 2 为本申请提供的一种通信装置的结构示意图；
- 图 3a 为本申请提供的一种一致性误差对输出功率的影响示意图；
- 图 3b 为本申请提供的一种一致性误差对旁瓣能量的影响示意图；
- 图 4 为本申请提供的一种通道及通道阵元的示意图；
- 图 5 为本申请提供的一种信道测量方法的流程示意图；
- 图 6 为本申请提供的一种 CSI-RS 的时频位置示意图；
- 图 7 为本申请提供的一种通道分组的示意图；
- 图 8 为本申请提供的一种信道测量方法的原理示意图；
- 图 9 为本申请提供的一种进行相偏补偿时和未进行相偏补偿时的仿真结果示意图；
- 图 10 为本申请提供的另一种 CSI-RS 的时频位置示意图；
- 图 11 为本申请提供的一种网络设备和终端设备的结构示意图；
- 图 12 为本申请实施例提供的另一种通信装置的结构示意图。

具体实施方式

在本申请的描述中，除非另有说明，“/”表示前后关联的对象是一种“或”的关系，例如，A/B 可以表示 A 或 B；本申请中的“和/或”仅仅是一种描述关联对象的关联关系，表示可以存在三种关系，例如，A 和/或 B，可以表示：单独存在 A，同时存在 A 和 B，单独存在 B 这三种情况，其中 A，B 可以是单数或者复数。

在本申请的描述中，除非另有说明，“多个”是指两个或多于两个。“以下至少一项(个)”或其类似表达，是指的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-b，a-c，b-c，或 a-b-c，其中 a，b，c 可以是单个，也可以是多个。

另外，为了便于清楚描述本申请实施例的技术方案，在本申请的实施例中，采用了“第一”、“第二”等字样对功能和作用基本相同的相同项或相似项进行区分。本领域技术人员可以理解“第一”、“第二”等字样并不对数量和执行次序进行限定，并且“第一”、“第二”等字样也并无限定一定不同。

在本申请实施例中，“示例性的”或者“例如”等词用于表示作例子、例证或说明。本申请实施例中被描述为“示例性的”或者“例如”的任何实施例或设计方案不应被解释为比其它实施例或设计方案更优选或更具优势。确切而言，使用“示例性的”或者“例如”等词旨在以具体方式呈现相关概念，便于理解。

可以理解，说明书通篇中提到的“实施例”意味着与实施例有关的特定特征、结构或特性包括在本申请的至少一个实施例中。因此，在整个说明书各个实施例未必指相同的实施例。此外，这些特定的特征、结构或特性可以任意适合的方式结合在一个或多个实施例中。可以理解，在本申请的各种实施例中，各过程的序号的大小并不意味着执行顺序的先后，各过程的执行顺序应以其功能和内在逻辑确定，而不对本申请实施例的实施过程构成任何限定。

可以理解，本申请实施例中的一些可选的特征，在某些场景下，可以不依赖于其他特征，比如其当前所基于的方案，而独立实施，解决相应的技术问题，达到相应的效果，也可以在

某些场景下，依据需求与其他特征进行结合。相应的，本申请实施例中给出的装置也可以相应的实现这些特征或功能，在此不予赘述。

本申请中，除特殊说明外，各个实施例之间相同或相似的部分可以互相参考。在本申请中各个实施例如果没有特殊说明以及逻辑冲突，不同的实施例之间的术语和/或描述具有一致性、且可以相互引用，不同的实施例根据其内在的逻辑关系可以组合形成新的实施例。以下所述的本申请实施方式并不构成对本申请保护范围的限定。

本申请提供的技术方案可用于各种通信系统，该通信系统可以为第三代合作伙伴计划（3rd generation partnership project, 3GPP）通信系统，例如，第四代（4th generation, 4G）长期演进（long term evolution, LTE）系统、第五代（5th generation, 5G）新无线（new radio, NR）系统、车联网（vehicle to everything, V2X）系统、LTE 和 NR 混合组网的系统、或者设备到设备（device-to-device, D2D）系统、机器到机器（machine to machine, M2M）通信系统、物联网（internet of things, IoT），以及其他下一代通信系统等。或者，该通信系统也可以为非 3GPP 通信系统，不予限制。

其中，上述适用本申请的通信系统仅是举例说明，适用本申请的通信系统不限于此，在此统一说明，以下不再赘述。

示例性的，参见图 1，为本申请提供的一种本申请方案适用的通信系统。该通信系统包括网络设备和至少一个终端设备。可选的，终端设备之间可以相互通信。

可选的，终端设备可以指一种具有无线收发功能的用户侧设备。终端设备也可以称为用户设备（user equipment, UE）、终端、接入终端、用户单元、用户站、移动站（mobile station, MS）、远方站、远程终端、移动终端（mobile terminal, MT）、用户终端、无线通信设备、用户代理或用户装置等。终端设备可以是 IoT、V2X、D2D、M2M、5G 网络、或者未来演进的 PLMN 中的无线终端。终端设备可以部署在陆地上，包括室内或室外、手持或车载；也可以部署在水面上（如轮船等）；还可以部署在空中（例如飞机、气球和卫星上等）。

示例性的，终端设备可以是无人机、IoT 设备（例如，传感器，电表，水表等）、V2X 设备、无线局域网（wireless local area networks, WLAN）中的站点（station, ST）、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、个人数字处理（personal digital assistant, PDA）设备、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、车载设备、可穿戴设备（也可以称为穿戴式智能设备）、平板电脑或带无线收发功能的电脑、虚拟现实（virtual reality, VR）终端、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、车载终端、具有车对车（vehicle-to-vehicle, V2V）通信能力的车辆、智能网联车、具有无人机对无人机（UAV to UAV, U2U）通信能力的无人机等等。终端可以是移动的，也可以是固定的，本申请对此不作具体限定。

可选的，本申请实施例中的终端设备还可以是基站形态的设备，只是在本申请中被用作终端设备的角色。

可选的，网络设备是一种将终端设备接入到无线网络的设备，可以是 LTE 或演进的 LTE 系统（LTE-Advanced, LTE-A）中的演进型基站（evolutional Node B, eNB 或 eNodeB），如传统的宏基站 eNB 和异构网络场景下的微基站 eNB；或者可以是 5G 系统中的下一代节点 B（next generation node B, gNodeB 或 gNB）；或者可以是传输接收点（transmission reception

point, TRP); 或者可以是未来演进的公共陆地移动网络 (public land mobile network, PLMN) 中的基站; 或者可以是宽带网络业务网关 (broadband network gateway, BNG)、汇聚交换机或非 3GPP 接入设备; 或者可以是云无线接入网络 (cloud radio access network, CRAN) 中的无线控制器; 或者可以是 WiFi 系统中的接入节点 (access point, AP); 或者可以是无线中继节点或无线回传节点; 或者可以是 IoT 中实现基站功能的设备、V2X 中实现基站功能的设备、D2D 中实现基站功能的设备、或者 M2M 中实现基站功能的设备, 本申请实施例对此不作具体限定。

示例性的, 本申请实施例中的基站可以包括各种形式的基站, 例如: 宏基站, 微基站 (也称为小站), 中继站, 接入点等, 本申请实施例对此不作具体限定。

可选的, 在具体实现时, 网络设备可以指集中单元 (central unit, CU) 或分布式单元 (distributed unit, DU), 或者, 网络设备可以是 CU 和 DU 组成的。CU 和 DU 可以根据无线网络的协议层划分。例如, 无线资源控制 (radio resource control, RRC) 协议层、业务数据适配协议 (service data adaptation protocol, SDAP) 层以及分组数据汇聚协议 (packet data convergence protocol, PDCP) 层的功能设置在 CU 中, 而无线链路控制 (radio link control, RLC) 层, 媒体接入控制 (media access control, MAC) 层, 物理 (physical, PHY) 层的功能设置在 DU 中。

可以理解, 对 CU 和 DU 处理功能按照这种协议层的划分仅仅是一种举例, 也可以按照其他的方式进行划分, 本申请对此不作具体限定。

在一些实施例中, CU 可以由 CU 控制面 (CU control plane, CU-CP) 和 CU 用户面 (CU user plane, CU-UP) 组成。

其中, 上述图 1 所示的通信系统仅是举例说明, 该通信系统对本申请的方案不构成任何限定, 本申请的方案适用的通信系统也不限于此。

可选的, 具体实现时, 图 1 所示的终端设备和网络设备可以采用图 2 所示的组成结构, 或者包括图 2 所示的部件。图 2 为本申请提供的一种通信装置 200 的组成示意图, 该通信装置 200 可以为终端设备或者终端设备中的芯片或者片上系统; 或者, 可以为网络设备或者网络设备中的模块或芯片或片上系统。

如图 2 所示, 该通信装置 200 包括至少一个处理器 201, 以及至少一个通信接口 (图 2 中仅是示例性的以包括一个通信接口 204, 以及一个处理器 201 为例进行说明)。可选的, 该通信装置 200 还可以包括通信总线 202 和存储器 203。

处理器 201 可以是一个通用中央处理器 (central processing unit, CPU)、通用处理器、网络处理器 (network processor, NP)、数字信号处理器 (digital signal processing, DSP)、微处理器、微控制器、可编程逻辑器件 (programmable logic device, PLD) 或它们的任意组合。处理器 201 还可以是其它具有处理功能的装置, 例如电路、器件或软件模块, 不予限制。

通信总线 202 用于连接通信装置 200 中的不同组件, 使得不同组件可以通信。通信总线 202 可以是外设部件互连标准 (peripheral component interconnect, PCI) 总线或扩展工业标准结构 (extended industry standard architecture, EISA) 总线等。该总线可以分为地址总线、数据总线、控制总线等。为便于表示, 图 2 中仅用一条粗线表示, 但并不表示仅有一根总线或一种类型的总线。

通信接口 204, 用于与其他设备或通信网络通信。示例性的, 通信接口 204 可以是收发模块、收发电路、收发器或者任何能够实现通信的装置; 或者, 通信接口 204 可以是位于处理器 201 内的输入输出接口, 用以实现处理器的信号输入和信号输出。

存储器 203，可以是具有存储功能的装置，用于存储指令和/或数据。其中，指令可以是计算机程序。

示例性的，存储器 203 可以是只读存储器（read-only memory, ROM）或可存储静态信息和/或指令的其他类型的静态存储设备，也可以是随机存取存储器（random access memory, RAM）或可存储信息和/或指令的其他类型的动态存储设备，还可以是电可擦可编程只读存储器（electrically erasable programmable read-only memory, EEPROM）、只读光盘（compact disc read-only memory, CD-ROM）或其他光盘存储、光碟存储（包括压缩光碟、激光碟、光碟、数字通用光碟、蓝光光碟等）、磁盘存储介质或其他磁存储设备等，不予限制。

需要指出的是，存储器 203 可以独立于处理器 201 存在，也可以和处理器 201 集成在一起。存储器 203 可以位于通信装置 200 内，也可以位于通信装置 200 外，不予限制。

可选的，处理器 201 可以用于对通信协议以及通信数据进行处理，以及对整个通信装置进行控制，执行软件程序，处理软件程序的数据。存储器 203 可以用于存储软件程序和数据。通信接口 204 为收发器时可以包括射频电路和天线，射频电路主要用于基带信号与射频信号的转换以及对射频信号的处理。天线主要用于收发电磁波形式的射频信号。天线可以是相控阵天线，可以包括多阵元天线阵列。该多阵元天线阵列可以带有移相器或天线关断开关。

当通信装置开机后，处理器 201 可以读取存储器 203 中的软件程序，解释并执行软件程序的指令，处理软件程序的数据。当需要通过无线发送数据时，处理器 201 对待发送的数据进行基带处理后，输出基带信号至射频电路，射频电路将基带信号进行射频处理后将射频信号通过天线以电磁波的形式向外发送。当有数据发送到通信装置时，射频电路通过天线接收到射频信号，将射频信号转换为基带信号，并将基带信号输出至处理器 201，处理器 201 将基带信号转换为数据并对该数据进行处理。

在一种实现中，射频电路和天线可以独立于进行基带处理的处理器而设置，例如在分布式场景中，射频电路和天线可以与独立于通信装置，呈拉远式的布置。

作为一种可选的实现方式，通信装置 200 还可以包括输出设备 205 和输入设备 206。输出设备 205 和处理器 201 通信，可以以多种方式来显示信息。例如，输出设备 205 可以是液晶显示器（liquid crystal display, LCD），发光二极管（light emitting diode, LED）显示设备，阴极射线管（cathode ray tube, CRT）显示设备，或投影仪（projector）等。输入设备 206 和处理器 201 通信，可以以多种方式接收用户的输入。例如，输入设备 206 可以是鼠标、键盘、触摸屏设备或传感设备等。

需要说明的是，图 2 所示的结构并不构成对终端设备或网络设备的具体限定。比如，在本申请另一些实施例中，终端设备或网络设备可以包括比图示更多或更少的部件，或者组合某些部件，或者拆分某些部件，或者不同的部件布置。图示的部件可以以硬件，软件或软件和硬件的组合实现。

为了方便理解本申请实施例的技术方案，首先给出本申请相关技术的简要介绍如下。

通道阵元：也可以称为天线阵元或天线阵子。一个通道可以对应多个通道阵元。对于一个通道，接收端接收到的是该通道对应的多个通道阵元发送的信号的合并（或叠加）值。

通道阵元的一致性误差：指不同通道阵元之间的幅度和/或相位差。通道阵元的幅度和相位可以分别理解为信号经过该通道阵元后幅度和相位的变化量。

天线端口：天线端口是逻辑上的概念，一个天线端口可以对应一个物理发射天线，也可以对应多个物理发射天线。在这两种情况下，终端设备的接收机（receiver）都不会去分解来自同一个天线端口的信号。因为从终端设备的角度来看，不管信道是由单个物理发射天线形

成的,还是由多个物理发射天线合并而成的,这个天线端口对应的参考信号(reference signal, RS)就定义了这个天线端口,终端设备可以根据这个天线端口对应的参考信号进行信道估计和数据解调。

实际应用中,无线电通信雷达、声呐地震探测导航、射电天文、医学等领域中的关键技术例如高分辨谱估计技术、超分辨波达方向估计技术等优良性能依赖于良好的通道阵元一致性。然而,通道阵元的一致性误差不可避免地存在于各种应用场景中,从而对上述关键技术的性能造成影响。

示例性的,如图3a所示,通道阵元的一致性误差导致输出功率降低以及波束方向偏移。如图3b所示,在理想情况下,旁瓣的最大能量为-20dB。存在振幅误差的情况下,旁瓣的最大能量增加至-10dB,存在相位误差的情况下,旁瓣的最大能量增加至-8dB左右,即通道阵元的一致性误差导致旁瓣能量增加。

为了满足对通道阵元一致性的要求,需要对通道阵元的一致性误差进行估计。目前常用的估计方法为矢量旋转法。下面以图4所示的1个发送通道(Tx)和1个接收通道(Rx),发送通道和接收通道均包括N个阵元的通信场景为例,对常用的矢量旋转法进行介绍。示例性的,该矢量旋转法的原理可以通过如下公式表示:

$$Y = MX$$

即:

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ \vdots \\ y_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} m_{11} & \cdots & m_{1N} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ m_{N1} & \cdots & m_{NN} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_N \end{bmatrix}$$

其中, y_i 表示第*i*次测量时接收端确定的测量值。 x_j 可以指示第*j*个通道阵元的幅度和相位值,幅度和相位值可以用一个复数表示。 $[m_{i1}, m_{i2}, \dots, m_{iN}]$ 表示第*i*次测量时的矢量旋转向量,具体的, m_{ij} 表示第*i*次测量时第*j*个通道阵元的矢量旋转值,该矢量旋转值用于调整通道阵元的幅度和/或相位。 $i, j = 1, 2, \dots, N$ 。以N等于4为例,矩阵M的一种简单设计可以为:

$$M = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

由于Y为接收端测量所得,M可以预先设计,即Y和M均为已知量。因此,可以通过上述公式估计X,从而估计通道阵元的一致性误差。

以上以结果为导向对矢量旋转法进行了说明,下面从对整个收发过程进行建模的角度,对上述原理进行补充说明。

示例性的,对于第*i*次测量,接收端确定的测量值 y_i 可以表示为:

$$y_i = \mathbf{w}_R^H \cdot \Lambda_R^H (\mathbf{H}_{Space} \cdot \Lambda_T \cdot \mathbf{w}_T \cdot \mathbf{m}_i + \mathbf{n})$$

其中, \cdot 表示向量点乘。即向量元素一一对应相乘。

\mathbf{H}_{Space} 表示空口信道。考虑通道阵元的导向矢量时,空口信道可以表示为:

$$\mathbf{H}_{Space} = \mathbf{a}_{\theta_r} \oplus \mathbf{a}_{\theta_t}^H$$

\mathbf{a}_{θ_r} 表示到达角(angle of arrival, AOA),是接收端的导向矢量; \mathbf{a}_{θ_t} 表示发送角(angle of depart, AOD),是发送端的导向矢量。 \mathbf{a}_{θ_r} 和 \mathbf{a}_{θ_t} 为列向量。 $\mathbf{a}_{\theta_t}^H$ 表示 \mathbf{a}_{θ_t} 的共轭转置。 \mathbf{a}_{θ_r} 的第*i*个元素表示为 $a_{\theta_r,i}^*$, \mathbf{a}_{θ_t} 的第*j*个元素表示为 $a_{\theta_t,j}$ 。 \oplus 表示克罗内克(Kronecker)乘积。

\mathbf{w}_R^H 和 \mathbf{w}_T 分别表示接收端和发送端的加权向量(或称为模拟权值)。 \mathbf{w}_R^H 的第*i*个元素表示

为 $w_{R,i}^*$ ， \mathbf{w}_T 的第 j 个元素表示为 $w_{T,j}$ 。

Λ_R^H 和 Λ_T 分别表示接收端和发送端的通道阵元的一致性误差复数。 Λ_R^H 为行向量， Λ_T 为列向量。 Λ_R^H 的第 i 个元素表示为 $\gamma_{R,i}$ ， Λ_T 的第 j 个元素表示为 $\gamma_{T,j}$ 。

\mathbf{m}_i 表示第 i 次测量时的矢量旋转向量， $m_{i,j}$ 表示第 i 次测量时，发送端的第 j 个通道阵元的旋转矢量值， $m_{i,j}$ 是 \mathbf{m}_i 的第 j 个元素。 \mathbf{m}_i 为已知量。

综上，第 i 次测量时，接收端确定的测量值 y_i 可以进一步表示为：

$$\begin{aligned} y_i &= \mathbf{w}_R^H \cdot \Lambda_R^H (\mathbf{H}_{Space} \cdot \Lambda_T \cdot \mathbf{w}_T \cdot \mathbf{m}_i + \mathbf{n}) \\ &= (\mathbf{w}_R^H \cdot \Lambda_R^H) \mathbf{a}_{\theta_r} (\mathbf{a}_{\theta_t}^H (\Lambda_T \cdot \mathbf{w}_T \cdot \mathbf{m}_i)) + \tilde{n}_i \\ &= \left\{ \sum_{i=1}^N w_{R,i}^* \gamma_{R,i} \mathbf{a}_{\theta_r,i}^* \right\} \left\{ \sum_{j=1}^{j=N} a_{\theta_t,j} \gamma_{T,j} w_{T,j,k} m_{i,j} \right\} + \tilde{n}_i \\ &= A_0 e^{j\epsilon_0} \left\{ \sum_{j=1}^{j=N} a_{\theta_t,j} \gamma_{T,j} w_{T,j} m_{i,j} \right\} + \tilde{n}_i \\ &= \sum_{j=1}^{j=N} m_{i,j} x_j + \tilde{n}_i \end{aligned}$$

其中：

$$x_j = \alpha_{T,j} \cdot A_0 \cdot e^{j(\tilde{\theta}_j + \varphi_{T,j} + \varphi_j + \epsilon_0)}$$

$\alpha_{T,j}$ 表示 $\gamma_{T,j}$ 的幅度信息，即发送端第 j 个通道阵元的幅度信息； $\varphi_{T,j}$ 表示 $\gamma_{T,j}$ 的相位信息，即发送端第 j 个通道阵元的相位信息。 $\tilde{\theta}_j$ 表示 $a_{\theta_t,j}$ 的相位信息，为已知量。 φ_j 表示 $w_{T,j}$ 的相位信息，为已知量。

A_0 和 ϵ_0 主要由接收端的通道阵元一致性误差导致。假设多次测量时空口信道和收发端的通道阵元一致性误差不变，那么 A_0 和 ϵ_0 可以看作常数。

也就是说，由于 $\tilde{\theta}_j$ 和 φ_j 为已知量， A_0 和 ϵ_0 为常数，因此， x_j 之间的幅度比值与 $\alpha_{T,j}$ 之间的幅度比值相等， x_j 之间的相位差值与 $\varphi_{T,j}$ 之间的相位差值相等。而一致性误差估计的目的即为得到各个通道阵元之间的幅度比值和相位差值，从而，通过上述公式即可进行估计得到一致性误差。

上述方案中，需要假设多次测量时刻测量值的相位偏差（例如相噪或移动带来的相位偏差）相同。然而，实际的相控阵天线系统中，由于设备晶振的抖动或设备位置的移位等因素，不同时刻测量值的相位偏差是不同的。此外，随着载波频率的升高，晶振抖动幅度会变大，使得不同时刻测量值的相位偏差更加明显。由于一致性误差估计的一方面目的即为测量各个通道阵元之间的相位偏差，因此，受不同时刻测量值的不同相位偏差的影响，一致性误差估计的精度将大幅降低。

在考虑时变的相位偏差后，一致性误差估计的模型可以表示为：

$$\mathbf{Y} = \mathbf{D}\mathbf{M}\mathbf{X}$$

其中， \mathbf{D} 表示相位偏差矩阵， \mathbf{D} 为对角矩阵，对角线上的值表示不同时刻的相位偏差。 \mathbf{D} 为未知量。

基于该一致性误差估计模型可知，降低相位偏差对一致性误差估计影响的一种可能的方式是：对不同测量时刻的相位偏差进行补偿。也就是说，需要对相位偏差进行估计，从而估计相位偏差矩阵 \mathbf{D} ，以进行相位偏差补偿。

基于此，本申请提供一种信道测量方法，能够根据第二天线端口对应的信道测量量估计 N 个第一天线端口的信道测量量的相位偏差，从而能够根据该相位偏差对 N 个第一天线端口的信道测量量进行相位补偿，提高第一天线端口的信道测量量的精度，进而降低相位偏差对

一致性误差估计的影响，提高一致性误差估计的精度。

下面将结合附图，以终端设备和网络设备之间的交互为例，对本申请实施例提供的方法进行展开说明。

可以理解的，本申请实施例中，终端设备或网络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。

需要说明的是，本申请下述实施例中各个设备之间的信息名称或信息中各参数的名称等只是一个示例，具体实现中也可以是其他的名称，本申请实施例对此不作具体限定。

示例性的，本申请下述实施例提供的方法可以应用于各种分时测量并联合测算的过程，例如，可以应用于一致性误差估计的场景。当然，此处仅是示例性的对本申请的应用场景进行说明，该应用场景对本申请不造成任何限定，本申请对下述提供的方法的应用场景也不作具体限定，例如还可以用于其他涉及分时测量联合测算的场景。

如图 5 所示，为本申请实施例提供的一种信道测量方法，该信道测量方法包括如下步骤：

S501、网络设备通过 N 个第一天线端口向终端设备发送第一信道状态信息参考信号（channel state information-reference signal, CSI-RS） i 。相应的，终端设备接收来自网络设备的 N 个天线端口的第一 CSI-RS i 。

其中， i 为从 1 至 N 的正整数， N 为大于 1 的正整数。也就是说，网络设备通过 N 个第一天线端口向终端设备发送第一 CSI-RS i ，可以理解为：网络设备通过第一天线端口 1 发送第一 CSI-RS 1，通过第一天线端口 2 发送第一 CSI-RS 2，通过第一天线端口 3 发送第一 CSI-RS 3，以此类推，直至通过第一天线端口 N 发送第一 CSI-RS N 。

可选的，该 N 个第一天线端口互不相同，因此，第一 CSI-RS 1 至第一 CSI-RS N 互不相同。网络设备通过 N 个第一天线端口发送的 N 个第一 CSI-RS 的时域位置不同，即，网络设备在 N 个测量时刻分别发送第一 CSI-RS 1 至第一 CSI-RS N 。

示例性的，如图 6 所示，网络设备可以在时域位置 1 发送第一 CSI-RS 1，在时域位置 2 发送第一 CSI-RS 2，以此类推，在时域位置 $N-1$ 发送第一 CSI-RS $N-1$ ，在时域位置 N 发送第一 CSI-RS N 。

其中，第一 CSI-RS i 用于信道测量。可选的，在一致性误差估计场景下，该第一 CSI-RS i 对应的信道测量量可以用于一致性误差估计。

可选的，网络设备在发送第一 CSI-RS i 时，可以通过矢量旋转向量 M_i 调整第一 CSI-RS i 的幅度和/或向量。其中，第一 CSI-RS 1 至第一 CSI-RS N 对应的矢量旋转向量互不相同。示例性的，如图 6 所示，第一 CSI-RS 1 对应的矢量旋转向量为 M_1 ，第一 CSI-RS 2 对应的矢量旋转向量为 M_2 ，以此类推，第一 CSI-RS $N-1$ 对应的矢量旋转向量为 M_{N-1} ，第一 CSI-RS N 对应的矢量旋转向量为 M_N 。

可选的，第一 CSI-RS 1 至第一 CSI-RS N 对应的矢量旋转向量可以组成矢量旋转矩阵。各个矢量旋转向量或矢量旋转矩阵可以是预先设计或协议定义的，本申请对此不作具体限定。

可选的，该 N 个第一天线端口为第一通道对应的天线端口。第一通道可以是发送端（即网络设备）的任意发送通道。

可选的，终端设备可以基于接收到的第一 CSI-RS i 进行信道测量，得到第一 CSI-RS i 对应的信道测量的测量量 y_i^A 。其中，上标 A 表示该测量量是第一天线端口（或第一 CSI-RS）对应的测量量。第一 CSI-RS 1 至第一 CSI-RS N 对应的测量量可以表示为 $Y^A = [y_1^A \ y_2^A \ \dots \ y_N^A]$ 。

可选的，信道测量的测量量（或称为信道测量量）可以理解为信道估计值，其可以包括信道的相位信息，进一步的，还可以包括信道的幅度信息。

S502、网络设备通过第二天线端口向终端设备发送N个第二CSI-RS。相应的，终端设备接收来自网络设备的第二天线端口的N个第二CSI-RS。

也就是说，网络设备通过同一天线端口（即第二天线端口）向终端设备发送N次第二CSI-RS。

其中，该N个第二CSI-RS用于估计相位偏差。示例性的，该相位偏差可以是N个第一天线端口的信道测量量的相位偏差。即，本申请实施例可以通过第二天线端口发送的CSI-RS估计N个第一天线端口的信道测量量的相位偏差。

可选的，网络设备通过第二天线端口发送的N个第二CSI-RS的时域位置不同，即网络设备在N个测量时刻分别发送第二CSI-RS。

可选的，第一CSI-RS_i和第i个第二CSI-RS可以满足如下（1）和（2）中的至少一项：

（1）第一CSI-RS_i的时域位置和第i个第二CSI-RS的时域位置相同。也就是说，如图6所示，第一CSI-RS₁和第一个第二CSI-RS的时域位置相同，第一CSI-RS₂和第二个第二CSI-RS的时域位置相同，以此类推，第一CSI-RS_{N-1}和第N-1个第二CSI-RS的时域位置相同，第一CSI-RS_N和第N个第二CSI-RS的时域位置相同。

（2）第一CSI-RS_i的频域位置和第i个第二CSI-RS的频域位置不同。也就是说，如图6所示，第一CSI-RS₁和第一个第二CSI-RS的频域位置不同，第一CSI-RS₂和第二个第二CSI-RS的频域位置不同，以此类推，第一CSI-RS_{N-1}和第N-1个第二CSI-RS的频域位置不同，第一CSI-RS_N和第N个第二CSI-RS的频域位置不同。

可选的，网络设备在发送第二CSI-RS时，可以通过矢量旋转向量 C_i 调整第i个第二CSI-RS的幅度和/或向量。其中，N个第二CSI-RS对应的矢量旋转向量相同。在N个第二CSI-RS对应的矢量旋转向量相同的情况下，可以认为该N个第二CSI-RS对应的信道测量量的变化仅由相位偏差导致，从而可以通过该N个第二CSI-RS估计相位偏差。

可选的，N个第二CSI-RS对应的矢量旋转向量可以组成矢量旋转矩阵。示例性的，第二天线端口对应的该矢量旋转矩阵可以为全1矩阵。

可选的，该第二天线端口为第二通道对应的天线端口。第二通道为发送端（即网络设备）的与第一通道同源的发送通道。示例性的，第二通道与第一通道同源可以理解为：第二通道和第一通道共用本振，共用参考时钟等。

可选的，假设第一通道在 t_2 时刻相对于 t_1 时刻的相位变化值为 θ_1 ，第二通道在 t_2 时刻相对于 t_1 时刻的相位变化值为 θ_2 ，那么在第二通道与第一通道同源的情况下， $\theta_1 = \theta_2$ 。从而，利用同源通道的这一特性，可以根据第二通道对应的第二CSI-RS估计第一通道的相位偏差（即N个第一天线端口的信道测量量的相位偏差）。

可选的，网络设备可以根据通道的同源情况，将网络设备的Q个通道划分为P组。其中，每个通道组中的通道两两同源。示例性的，第p组内通道的编号（或索引）可以从 $q_{p-1} + 1$ 至 q_p 。即，Q个通道分为P组后，每个组的编号，以及每组内通道的编号可以如下所示：

$$[1 \ 2 \ \dots \ Q] = [1, 2, \dots, q_1, q_1 + 1 \dots q_2, \dots, q_{P-1}, q_{P-1} + 1 \dots, q_P]$$

其中， $q_0 = 0$ ， $q_P = Q$ 。此时，该Q个通道的分组情况可以如图7所示。第一通道和第二通道可以是任一通道组中的两个通道。

可选的，本申请实施例中的“第一通道”也可以称为“待测通道”，“第二通道”也可以称为“辅助通道”。当然，第一通道和第二通道还可以有其他名称，本申请对此不作具体限定。

可选的，终端设备可以基于接收到的 N 个第二 CSI-RS 进行信道测量，得到第 i 个第二 CSI-RS 对应的信道测量量 y_i^B 。其中，上标 B 表示该测量量是第二天线端口（或第二 CSI-RS）对应的测量量。N 个第二 CSI-RS 对应的信道测量量可以表示为 $Y^B = [y_1^B \ y_2^B \ \dots \ y_N^B]$ 。

可选的，第一通道所在的通道组中除第二通道外，还存在其他通道（例如第三通道）时，网络设备还可以通过第三通道对应的第三天线端口发送 N 个第三 CSI-RS。该 N 个第三 CSI-RS 也用于估计相位偏差。相应的，终端设备可以接收该 N 个第三 CSI-RS，并进行信道测量，得到 N 个第三 CSI-RS 对应的信道测量量，具体实现可参考第二 CSI-RS 的相关说明。

可选的，在上述步骤 S501 和 S502 之前，网络设备可以向终端设备发送配置信息，该配置信息可以用于配置 CSI-RS，例如，包括第一 CSI-RS i 和第二 CSI-RS 的索引信息、位置信息等。进一步的，该配置信息还可以用于配置 N 的取值等。终端设备在收到该配置信息后，可以根据配置信息的配置接收第一 CSI-RS i 和 N 个第二 CSI-RS，并根据 CSI-RS 确定对应的信道测量量。

S503、终端设备向网络设备发送第一信息。相应的，网络设备接收来自终端设备的第一信息。其中，第一信息指示第一 CSI-RS i 对应的信道测量的结果。

其中，该信道测量的结果可以根据相位偏差和第一 CSI-RS i 对应的信道测量的测量量确定。该相位偏差是基于上述 N 个第二 CSI-RS 中的部分或全部第二 CSI-RS 得到的。

可选的，该第一 CSI-RS i 对应的信道测量的结果也可以理解为，根据该相位偏差进行相位补偿后的信道测量量。

作为一种可能的实现，第一信息可以包括相位偏差和第一 CSI-RS i 对应的信道测量的测量量。可选的，该场景下，网络设备可以根据相位偏差和该测量量确定第一 CSI-RS i 对应的信道测量的结果，终端设备无需计算该信道测量的结果，从而降低终端设备的实现复杂度和功耗。

作为另一种可能的实现，第一信息可以包括相位偏差和根据第一 CSI-RS i 对应的信道测量的测量量得到的值。示例性的，终端设备可以对该信道测量的测量量进行降噪等处理后携带在第一信息中发送给网络设备。网络设备可以根据相位偏差和根据该信道测量的测量量得到的值确定第一 CSI-RS i 对应的信道测量结果，终端设备无需计算该信道测量的结果。

作为又一种可能的实现方式，第一信息可以包括第一 CSI-RS i 对应的信道测量的结果，即终端设备向网络设备反馈相位补偿后的信道测量量。基于该实现，可以减少终端设备上报的信息量，从而降低资源开销。

可选的，第一信息中包括的具体参数可以是网络设备预先配置的，或者可以是终端设备自行确定的，本申请对此不作具体限定。

可选的，第一信息可以携带在物理上行共享信道（physical uplink shared channel, PUSCH）中，或者，第一信息可以携带在上行控制信息（uplink control information, UCI）中。

可选的，在步骤 S503 之前，网络设备可以向终端设备发送第二信息。相应的，终端设备接收来自网络设备的第二信息。该第二信息可以携带在上述用于配置 CSI-RS 的配置信息中，也可以不携带在该配置信息中，本申请对此不作具体限定。

其中，第二信息指示终端设备根据第二天线端口对应的信道测量量估计 N 个第一天线端口的信道测量量的相位偏差。或者，第二信息指示终端设备根据第二天线端口对应的信道测量量确定 N 个第一天线端口对应的信道测量结果。或者，第二信息指示第二天线端口对应的信道测量量用于 N 个第一天线端口对应的信道测量量的相位偏差估计。或者，第二信息指示 N 个第一天线端口用于信道测量，第二天线端口用于相位偏差估计。

需要说明的是，本申请实施例中的相位偏差设计只是第二天线端口的信道测量的一种应用形式，也可以有其他的形式。总的来说，第二天线端口上的参考信号的测量（或者说第二天线端口的信道测量）用于第一天线端口的信道测量。也就是说，本申请并不限定仅将第二天线端口的信道测量用于第一天线端口的相位偏差估计，还可以将根据第二天线端口的信道测量得到的其他估计量用于第一天线端口信道测量。

可选的，天线端口对应的信道测量量，可以理解为：通过天线端口发送的 CSI-RS 对应的信道测量量。N 个第一天线端口对应的信道测量结果，可以理解为：通过 N 个第一天线端口发送的第一 CSI-RS i 对应的信道测量的结果。

作为一种可能的实现，第二信息可以包括 N 个第一天线端口的索引和第二天线端口的索引，例如，可以在 N 个第一天线端口的配置信息中携带第二天线端口的索引。或者，第二信息可以包括第一 CSI-RS i 的索引和第二 CSI-RS 的索引，例如，可以在第一 CSI-RS i 的配置信息中携带第二 CSI-RS 的索引。

作为一种示例，第二 CSI-RS 的索引可以位于第一 CSI-RS i 的配置信息中的特定字段中，该特定字段可以表示用于第一 CSI-RS i 对应的信道测量的 CSI-RS，或者表示用于第一天线端口的信道测量的天线端口。因此，在该特定字段承载第二 CSI-RS 的索引的情况下，可以表示第二 CSI-RS 对应的信道测量可以用于第一 CSI-RS i 对应的信道测量，或者可以表示第二天线端口的信道测量用于第一天线端口的信道测量。

作为另一种示例，还可以在第二 CSI-RS i 的配置信息中携带第二 CSI-RS 的用途，例如，在该配置信息中还指示第二 CSI-RS 对应的信道测量用于第一 CSI-RS i 对应的信道测量的信息，或者，还指示第二天线端口的信道测量用于第一天线端口的信道测量。

作为另一种可能的实现，第二信息可以包括第一通道的索引和第二通道的索引，例如，可以在第一通道的配置信息中携带第二通道的索引。终端设备收到通道的索引后，可以根据通道和天线端口的对应关系确定 N 个第一天线端口和第二天线端口。

作为又一种可能的实现，第二信息可以包括第一通道的索引和通道分组信息，该通道分组信息指示通道分组情况，例如指示某个通道组包括的通道。终端设备收到该第二信息后，可以根据第一通道的索引确定第一通道所在的通道组，从而将该通道组中除第一通道外的其他通道确定为辅助通道。相应的，网络设备通过该通道组中除第一通道外的其他通道对应的天线端口发送用于相位偏差估计的 CSI-RS。

可选的，第二信息可以携带在无线资源控制（radio resource control, RRC）消息、或下行控制信息（downlink control information, DCI）、或媒体接入控制-控制元素（media access control-control element, MAC-CE）中。当然，第二信息还可以携带在其他消息中，例如，第二信息还可以携带在系统信息，例如系统信息块（system information block, SIB）中，本申请对此不作具体限定。

可选的，在步骤 S503 之前，终端设备可以根据 M 个第二 CSI-RS 对应的 M 个信道测量量确定相位偏差，M 为小于或等于 N 的正整数。即，终端设备可以根据上述 N 个第二 CSI-RS 中的部分或全部第二 CSI-RS 对应的信道测量量确定相位偏差。其中，CSI-RS 对应的信道测量量可以理解为根据该 CSI-RS 得到的信道测量量。示例性的，终端设备可以根据上述第二信息的指示执行相位偏差的确定。

可选的，该 M 个第二 CSI-RS 可以是 N 个第二 CSI-RS 中信号质量最强的前 M 个第二 CSI-RS。信号质量可以通过参考信号接收功率（reference signal receiving power, RSRP）、参考信号接收质量（reference signal receiving quality, RSRQ）等表示。

可选的,该相位偏差可以包括 M 个元素,该 M 个元素位于相位偏差矩阵的主对角线上。该相位偏差矩阵为对角矩阵。

作为一种可能的实现,终端设备可以根据上述 M 个第二 CSI-RS 中的第 j 个第二 CSI-RS 对应的信道测量量确定相位偏差的第 j 个元素。j 为从 1 至 M 的正整数,即,终端设备可以根据第 1 个第二 CSI-RS 对应的信道测量量确定相位偏差的第 1 个元素,根据第 2 个第二 CSI-RS 对应的信道测量量确定相位偏差的第 2 个元素,以此类推,根据第 M 个第二 CSI-RS 对应的信道测量量确定相位偏差的第 M 个元素。

示例性的,以 M 等于 N 为例,该相位偏差和 N 个第二 CSI-RS 对应的信道测量量可以满足如下关系:

$$\Delta\theta = \text{angle} ([y_1^B \ y_2^B \ y_3^B \ \dots \ y_N^B])$$

其中, $\Delta\theta$ 为相位偏差, angle 用于求解相位角。 y_j^B 表示第 j 个第二 CSI-RS 对应的信道测量量。

作为另一种可能的实现,终端设备可以根据上述 M 个第二 CSI-RS 中的第 j 个第二 CSI-RS 对应的信道测量量以及第一数值确定相位偏差的第 j 个元素。j 为从 1 至 M 的正整数,即,终端设备可以根据第 1 个第二 CSI-RS 对应的信道测量量和第一数值确定相位偏差的第 1 个元素,根据第 2 个第二 CSI-RS 对应的信道测量量和第一数值确定相位偏差的第 2 个元素,以此类推,根据第 M 个第二 CSI-RS 对应的信道测量量和第一数值确定相位偏差的第 M 个元素。

可选的,第一数值可以为上述 M 个第二 CSI-RS 中的一个第二 CSI-RS 对应的信道测量量,即第一数值为第 m 个第二 CSI-RS 对应的信道测量量,m 为 1 至 M 中的一个正整数。或者,第一数值可以为预设值,例如,第一数值的取值可以等于 1。当然,第一数值的取值还可以为其他值,本申请对此不作具体限定。

示例性的,以 M 等于 N 为例,该相位偏差和 N 个第二 CSI-RS 对应的信道测量量可以满足如下关系:

$$\Delta\theta = \text{angle} ([\frac{y_1^B}{C} \ \frac{y_2^B}{C} \ \frac{y_3^B}{C} \ \dots \ \frac{y_N^B}{C}])$$

其中, $\Delta\theta$ 为相位偏差, angle 用于求解相位角。 y_j^B 表示第 j 个第二 CSI-RS 对应的信道测量量。C 表示第一数值。

可选的,网络设备还通过第三天线端口发送 N 个第三 CSI-RS 的情况下,终端设备也可以根据 M 个第三 CSI-RS 对应的信道测量量确定相位偏差。之后,将根据 M 个第二 CSI-RS 对应的信道测量量确定的相位偏差,和,根据 M 个第三 CSI-RS 对应的信道测量量确定的相位偏差,得到最终的相位偏差。例如对二者取平均值或最大值或最小值,得到最终的相位偏差。

可选的,相位偏差和相位偏差矩阵之间的关系可以表示为:

$$\mathbf{D} = \text{diag} (\Delta\theta)$$

其中, diag 用于构造对角矩阵。

可选的,终端设备在确定相位偏差后,可以根据相位偏差和第一 CSI-RS i 对应的信道测量的测量量,确定第一 CSI-RS i 对应的信道测量的结果。

可选的,第一 CSI-RS i 对应的信道测量的结果、相位偏差、第一 CSI-RS i 对应的信道测量的测量量可以满足如下公式 (1):

$$\mathbf{Y}_{comp}^A = [\exp (\mathbf{D})]^{-1} * \mathbf{Y}^A \quad (1)$$

其中, \mathbf{Y}_{comp}^A 表示该信道测量的结果。 \mathbf{D} 表示相位偏差矩阵。该相位偏差 $\Delta\theta$ 中的元素位于

相位偏差矩阵的主对角线上，二者满足： $\mathbf{D} = \text{diag}(\Delta\theta)$ 。 \mathbf{Y}^A 表示该信道测量的测量量。

可选的，作为一种可能的实现， \mathbf{Y}^A 也可以替换为根据 \mathbf{Y}^A 得到的值，例如，终端设备可以对 \mathbf{Y}^A 进行降噪等处理，采用处理后的结果确定信道测量的结果。

其中， \exp 表示以自然常数 e 为底的指数函数。 $\exp(\mathbf{D})$ 表示将相位偏差矩阵 \mathbf{D} 中的每个元素变换为以 e 为底的指数形式。 $\exp(\mathbf{D})$ 记为 $\widehat{\mathbf{D}}$ ， $[\widehat{\mathbf{D}}]^{-1}$ 表示矩阵 $\widehat{\mathbf{D}}$ 的逆矩阵。

可选的，由于相位偏差矩阵为对角矩阵，因此 $[\exp(\mathbf{D})]^{-1} = \exp(-\mathbf{D})$ ，从而上述公式(1)也可以描述为如下公式(2)的形式：

$$\mathbf{Y}_{comp}^A = \exp(-\mathbf{D}) * \mathbf{Y}^A \quad (2)$$

可选的，由于相位偏差包括多个元素，因此，相位偏差 $\Delta\theta$ 可以表示为行向量的形式，即 $\Delta\theta = [\Delta\theta_1 \Delta\theta_1 \dots \Delta\theta_N]$ ，其中， $\Delta\theta_n$ 表示相位偏差 $\Delta\theta$ 的第 n 个元素。在信道测量的测量量 \mathbf{Y}^A 和信道测量的结果 \mathbf{Y}_{comp}^A 表示为如下列向量的形式的情况下：

$$\mathbf{Y}^A = \begin{bmatrix} y_1^A \\ y_2^A \\ \vdots \\ y_N^A \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{Y}_{comp}^A = \begin{bmatrix} y_{comp1}^A \\ y_{comp2}^A \\ \vdots \\ y_{compN}^A \end{bmatrix}$$

其中， y_n^A 表示信道测量量的第 n 个元素， y_{compn}^A 表示信道测量结果的第 n 个元素。则，上述公式(1)也可以描述为如下公式(3)或公式(4)或公式(5)的形式：

$$y_{compn}^A = [\exp(\Delta\theta_n)]^{-1} * y_n^A \quad (3)$$

$$y_{compn}^A = \exp(-\Delta\theta_n) * y_n^A \quad (4)$$

$$y_{compn}^A = \frac{1}{\exp(\Delta\theta_n)} * y_n^A \quad (5)$$

需要说明的是，上述公式(1)至公式(5)仅是示例性的对第一CSI-RS i 对应的信道测量的结果、相位偏差、以及第一CSI-RS i 对应的信道测量的测量量之间满足关系进行说明，三者还可以满足其他关系，例如，可以在上述公式(1)至公式(5)的等号右边乘以某个系数等，本申请对此不作具体限定。

可选的，在一致性误差估计场景下，网络设备获取第一CSI-RS i 对应的信道测量的结果后，可以进行一致性误差估计。

示例性的，一致性误差估计模型为 $\mathbf{Y} = \mathbf{DMX}$ 时，假设 $\mathbf{Y}^A = \widehat{\mathbf{D}}\mathbf{MX}$ ，则：

$$\mathbf{Y}_{comp}^A = [\widehat{\mathbf{D}}]^{-1} * \mathbf{Y}^A = [\widehat{\mathbf{D}}]^{-1} \mathbf{DMX} = \mathbf{MX}$$

从而，

$$\mathbf{X} = \mathbf{M}^{-1} * \mathbf{Y}_{comp}^A$$

其中， \mathbf{M}^{-1} 表示矩阵 \mathbf{M} 的逆矩阵。由于 \mathbf{M} 为已知量，因此 \mathbf{M}^{-1} 为已知量。进一步的， \mathbf{Y}_{comp}^A 可以根据上述图5所示的流程得到，因此，网络设备可以估计 \mathbf{X} ，从而估计第一通道的通道阵元的一致性误差。进一步的，得到一致性误差后，网络设备可以对通道阵元的一致性误差进行补偿。

需要说明的是，上述仅以该第一CSI-RS i 对应的信道测量结果用于一致性误差估计为例进行说明。当然，该信道测量结果还可以有其他用途，网络设备可以根据实际需求灵活运用该信道测量结果，本申请对此不作具体限定。

综上，本申请提供的方案中，如图8所示，网络设备通过第二天线端口发送 N 个第二CSI-

RS 进行测量，以估计相位偏差。通过 N 个第一天线端口发送第一 CSI-RS i 进行信道测量。通过估计的相位偏差对第一天线端口对应的信道测量量进行补偿，得到第一天线端口对应的信道测量的结果，即补偿后的信道测量量。由于第一 CSI-RS i 对应的信道测量的结果考虑了相位偏差，因此能够提高第一 CSI-RS i 对应的信道测量结果的精度。

进一步的，在一致性误差估计场景中，可以降低相位偏差对一致性误差估计的影响，提高一致性误差估计的精度。示例性的，如图 9 所示的累积分布函数 (cumulative distribution function, CDF) 图所示，在信噪比 (signal-to-noise ratio, SNR) 为 30 分贝 (dB) 的场景下，本申请的方案相比于未进行相偏补偿的方案，一致性误差估计的精度 (图 9 中以振幅 (amplitude) 归一化均方误差 (normalized mean squared error, NMSE)) 最大可以提升将近 3dB。在高信噪比 (例如信噪比为 40dB 或 50dB) 场景下，本申请方案的估计精度可以提升 5dB 以上。

此外，本申请的方案无需额外增加硬件，利用发送端已有的通道对应的天线端口即可估计相位偏差，复杂度较低，可以降低应用成本。

在一些实施例，网络设备可以重复发送某些第一 CSI-RS。例如，网络设备可以通过第一天线端口 I 向终端设备重复发送 K 次第一 CSI-RS I, I 为 1 至 N 中的正整数, K 为正整数。相应的，终端设备通过第一天线端口 I 重复接收 K 次第一 CSI-RS I。

可选的，该场景下，第一 CSI-RS I 对应的信道测量量为重复接收的 K 次第一 CSI-RS I 对应的信道测量量的平均值，或其中的最大值或最小值。

示例性的，以 I 等于 2, K 等于 3 为例，如图 10 所示，网络设备重复发送 3 次第一 CSI-RS 2, 分别记为第一 CSI-RS 21、第一 CSI-RS 22、和第一 CSI-RS 23。此时，第一 CSI-RS 2 对应的信道测量量 y_2^A 可以为第一 CSI-RS 21 对应的信道测量量 y_{21}^A 、第一 CSI-RS 22 对应的信道测量量 y_{22}^A 、和第一 CSI-RS 23 对应的信道测量量 y_{23}^A 的平均值，或三者中的最大值或最小值。

可选的，在网络设备重复发送 K 次第一 CSI-RS I 的情况下，还可以通过第二天线端口向终端设备发送 K 次第 I 个第二 CSI-RS。

可选的，该场景下第 I 个第二 CSI-RS 对应的信道测量量可以为重复接收的 K 次第 I 个第二 CSI-RS 对应的信道测量量的平均值，或其中的最大值或最小值。

示例性的，以 I 等于 2, K 等于 3 为例，如图 10 所示，网络设备重复发送 3 次第 2 个第二 CSI-RS。也就是说，网络设备实际通过第二天线端口发送 N+K-1 个第二 CSI-RS。此时，第 2 个第二 CSI-RS 对应的信道测量量 y_2^B 可以为第二 CSI-RS 21 对应的信道测量量 y_{21}^B 、第二 CSI-RS 22 对应的信道测量量 y_{22}^B 、和第二 CSI-RS 23 对应的信道测量量 y_{23}^B 的平均值，或三者中的最大值或最小值。

基于第一 CSI-RS 和第 I 个第二 CSI-RS 的重复发送，可以使得终端设备根据重复接收的多次 CSI-RS 确定信道测量量，对根据单次接收得到的信道测量量进行降噪，从而提高信道测量量的精度。

可选的，网络设备可以向终端设备发送第三信息。相应的，终端设备接收来自网络设备的第三信息。其中，该第三信息指示第一 CSI-RS I 的重复次数 K。示例性的，该第三信息可以携带在用于配置第一 CSI-RS I 的信息中。

作为一种可能的实现，第三信息可以包括第一 CSI-RS I 的索引和重复次数 K，或者，第三信息可以包括发送第一 CSI-RS I 的第一天线端口 I 的索引和重复次数 K。

作为另一种可能的实现，第三信息可以包括重复次数 K。该场景下，默认每个第一 CSI-RS i 均重复发送 K 次。

作为再一种可能的实现，第三信息可以包括索引 I 和重复次数 K，表示第 I 个第一 CSI-RS（即第一 CSI-RS I）重复 K 次。或者说，表示第 I 个第一 CSI-RS 至第 I+K-1 个第一 CSI-RS 为相同的 CSI-RS。

可选的，上述图 5 所示的流程，可以理解为得到一个相位偏差和一个信道测量结果的一轮测量过程。此外，网络设备和终端设备进行多轮测量，在每一轮测量中得到一个相位偏差和信道测量结果。

作为一种可能的实现，进行多轮测量的场景下，终端设备可以根据上报周期向网络设备发送第一信息。即终端设备周期性地向网络设备指示信道测量结果。示例性的，若在一个上报周期内进行了多轮测量，那么终端设备可以向网络设备指示该上报周期内最后一轮测量的信道测量结果；或者，终端设备可以根据该多轮测量的信道测量结果确定出最终的信道测量结果并向网络设备指示。

可选的，该上报周期可以是网络设备配置的，例如，网络设备可以在 CSI-RS 的测量配置中配置该上报周期，或者可以是终端设备自定义的，或者可以是协议预定义的，本申请对此不作具体限定。

作为另一种可能的实现，进行多轮测量的场景下，终端设备可以基于事件的触发向网络设备指示信道测量结果，即在触发事件发生的情况下，终端设备向网络设备指示信道测量的结果。该触发事件例如可以为：相位偏差大于第一阈值，第一天线端口对应的信道测量量大于第二阈值等。

可选的，触发事件、第一阈值、第二阈值可以是网络设备配置的，或者可以是终端设备自定义的，或者，可以是协议预定义的，本申请对此不作具体限定。

可选的，在上述步骤 S501 之前，网络设备可以根据终端设备的测量反馈结果进行一致性误差估计，在估计的一致性误差大于阈值的情况下，执行图 5 所示的方法。或者，网络设备也可以在存在特殊性需求，例如需要获知更精确的信道测量结果时，执行图 5 所示的方法。即，图 5 所示方法的执行可以通过一致性误差大于阈值触发，也可以通过网络设备的特殊需求触发。当然，也可以通过其他事件触发，本申请对此不作具体限定。

需要说明的是，本申请上述实施例中仅以参考信号为 CSI-RS 为例进行说明，本申请并不限定参考信号的形式，例如上述 CSI-RS 也可以替换为其他类型的参考信号。

可以理解的是，以上各个实施例中，由网络设备实现的方法和/或步骤，也可以由可用于该网络设备的部件（例如处理器、芯片、芯片系统、电路、逻辑模块、或软件例如芯片或者电路）实现；由终端设备实现的方法和/或步骤，也可以有可用于该终端设备的部件（例如处理器、芯片、芯片系统、电路、逻辑模块、或软件例如芯片或者电路）实现。

上述主要对本申请提供的方案进行了介绍。相应的，本申请还提供了通信装置，该通信装置用于实现上述各种方法。该通信装置可以为上述方法实施例中的网络设备，或者包含上述网络设备的装置，或者为可用于网络设备的部件，例如芯片或芯片系统；或者，该通信装置可以为上述方法实施例中的终端设备，或者包含上述终端设备的装置，或者为可用于终端设备的部件，例如芯片或芯片系统。

可以理解的是，该通信装置为了实现上述功能，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很容易意识到，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，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实施例对通信装置进行功能模块的划分，例如，可以对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，本申请实施例中对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。

如图 11 所示，为本申请实施例提供的一种网络设备和终端设备的结构示意图。参见图 11，网络设备可以包括导频生成模块、发送信号处理模块、发送端口控制模块、多阵元天线阵列。进一步的，网络设备还可以包括一致性误差估计模块、一致性误差补偿模块。

可选的，导频生成模块用于生成第一 CSI-RS i 和第二 CSI-RS。发送信号处理模块用于实现对信号的编码、调制等基带处理得到基带信号，并将基带信号调制为射频信号。多阵元天线阵列可以包括相位调节单元，用于完成第一 CSI-RS i 和第二 CSI-RS 的发送。发送端口控制模块可以用于控制天线端口的切换，使得网络设备在不同测量时刻能够通过不同的第一天线端口发送第一 CSI-RS i ，以及通过相同的第二天线端口发送第二 CSI-RS。示例性的，发送端口控制模块可以通过控制多阵元天线阵列的相位调节单元或者天线关断开关等方式控制天线端口的切换。

可选的，一致性误差估计模块用于根据终端设备上报的第一信息，确定第一 CSI-RS i 对应的信道测量的结果，从而估计一致性误差。一致性误差补偿模块用于对通道阵元的一致性误差进行补偿。

参见图 11，终端设备可以包括接收天线、接收信号处理模块、信道估计模块、相偏估计模块。进一步的，终端设备还可以包括相偏补偿模块。

可选的，接收天线用于接收射频信号。接收信号处理模块用于实现下变频及基带信号的恢复。信道估计模块用于确定信道测量量。相偏估计模块用于根据 N 个第二 CSI-RS 对应的信道测量量估计相位偏差。相偏补偿模块用于确定第一 CSI-RS i 对应的信道测量的结果，或者说，用于根据相偏偏差对第一 CSI-RS i 对应的信道测量量进行补偿。

如图 12 所示，为本申请实施例提供的另一种通信装置的结构示意图。该通信装置 120 包括处理模块 1201 和收发模块 1202。该通信装置 120 可以用于实现上述网络设备或终端设备的功能。

在一些实施例中，该通信装置 120 还可以包括存储模块（图 12 中未示出），用于存储程序指令和数据。

在一些实施例中，收发模块 1202，也可以称为收发单元用以实现发送和/或接收功能。该收发模块 1202 可以由收发电路、收发机、收发器或者通信接口构成。

在一些实施例中，收发模块 1202，可以包括接收模块和发送模块，分别用于执行上述方法实施例中由网络设备或终端设备执行的接收和发送类的步骤，和/或用于支持本文所描述的技术的其它过程；处理模块 1201，可以用于执行上述方法实施例中由网络设备或终端设备执行的类（例如确定、生成等）的步骤，和/或用于支持本文所描述的技术的其它过程。

在该通信装置 120 用于实现上述终端设备的功能时：

收发模块 1202，用于接收来自网络设备的 N 个第一天线端口的第一信道状态信息参考信号 CSI-RS i ， i 为从 1 至 N 的正整数， N 为大于 1 的正整数，第一 CSI-RS i 用于信道测量；收发模块 1202，还用于接收来自网络设备的第二天线端口的 N 个第二 CSI-RS， N 个第二 CSI-RS 用于估计相位偏差；收发模块 1202，还用于向网络设备发送第一信息，第一信息指示信道

测量的结果，信道测量的结果是根据相位偏差和信道测量的测量量确定。

可选的，处理模块 1201，用于根据 M 个第二 CSI-RS 对应的 M 个信道测量量确定相位偏差，M 为小于或等于 N 的正整数。

可选的，处理模块 1201，具体用于根据第 j 个第二 CSI-RS 对应的信道测量量确定相位偏差的第 j 个元素；或者，根据第 j 个第二 CSI-RS 对应的信道测量量和第一数值的比值确定相位偏差的第 j 个元素；其中，j 是从 1 至 M 的正整数，相位偏差的 M 个元素位于相位偏差矩阵的主对角线上。

可选的，收发模块 1202，还用于接收来自网络设备的第二信息，第二信息指示终端设备根据第二天线端口对应的信道测量量估计 N 个第一天线端口对应的信道测量量的相位偏差；或者，第二信息指示终端设备根据第二天线端口对应的信道测量量确定 N 个第一天线端口对应的信道测量的结果。

可选的，收发模块 1202，用于通过第一天线端口 I 接收来自网络设备的第一 CSI-RS I，包括：收发模块 1202，用于通过所述第一天线端口 I 重复接收 K 次所述第一 CSI-RS I，I 为 1 至 N 中的正整数，K 为正整数。收发模块 1202，用于通过所述第二天线端口接收来自网络设备的第 I 个第二 CSI-RS，包括：收发模块 1202，用于通过所述第二天线端口重复接收 K 次所述第 I 个第二 CSI-RS。

可选的，收发模块 1202，还用于接收来自网络设备的第三信息，第三信息指示第一 CSI-RS I 的重复次数 K。

可选的，收发模块 1202，用于向网络设备发送第一信息，包括：收发模块 1202，用于根据上报周期向网络设备发送第一信息。

在该通信装置 120 用于实现上述网络设备的功能时：

收发模块 1202，用于通过 N 个第一天线端口向终端设备发送第一信道状态信息参考信号 CSI-RS_i，i 为从 1 至 N 的正整数，N 为大于 1 的正整数，第一 CSI-RS_i 用于信道测量；收发模块 1202，还用于通过第二天线端口向终端设备发送 N 个第二 CSI-RS，N 个第二 CSI-RS 用于估计相位偏差；收发模块 1202，还用于接收来自终端设备的第一信息，第一信息指示信道测量的结果，信道测量的结果是根据相位偏差和信道测量的测量量确定。

可选的，收发模块 1202，还用于向终端设备发送第二信息，第二信息指示终端设备根据第二天线端口对应的信道测量量估计 N 个第一天线端口对应的信道测量量的相位偏差；或者，第二信息指示终端设备根据第二天线端口对应的信道测量量确定 N 个第一天线端口对应的信道测量的结果。

可选的，收发模块 1202，具体用于通过第一天线端口 I 向终端设备重复发送 K 次第一 CSI-RS I，I 为 1 至 N 中的正整数，K 为正整数；收发模块 1202，具体用于通过第二天线端口向终端设备重复发送 K 次第 I 个第二 CSI-RS。

可选的，收发模块 1202，还用于向终端设备发送第三信息，第三信息指示第一 CSI-RS I 的重复次数 K。

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

在本申请中，该通信装置 120 以采用集成的方式划分各个功能模块的形式来呈现。这里的“模块”可以指特定专用集成电路（application-specific integrated circuit, ASIC），电路，执行一个或多个软件或固件程序的处理器和存储器，集成逻辑电路，和/或其他可以提供上述功能的器件。

在一些实施例中，在硬件实现上，本领域的技术人员可以想到该通信装置 120 可以采用图 2 所示的通信装置 200 的形式。

作为一种示例，图 12 中的处理模块 1201 的功能/实现过程可以通过图 2 所示的通信装置 200 中的处理器 201 调用存储器 203 中存储的计算机执行指令来实现。图 12 中的收发模块 1202 的功能/实现过程可以通过图 2 所示的通信装置 200 中的通信接口 204 来实现。

在一些实施例中，当图 12 中的通信装置 120 是芯片或芯片系统时，收发模块 1202 的功能/实现过程可以通过芯片或芯片系统的输入输出接口（或通信接口）实现，处理模块 1201 的功能/实现过程可以通过芯片或芯片系统的处理器（或者处理电路）实现。

由于本实施例提供的通信装置 120 可执行上述方法，因此其所能获得的技术效果可参考上述方法实施例，在此不再赘述。

作为一种可能的产品形态，本申请实施例所述的网络设备或终端设备，可以使用下述来实现：一个或多个现场可编程门阵列（field programmable gate array, FPGA）、可编程逻辑器件（programmable logic device, PLD）、控制器、状态机、门逻辑、分立硬件部件、任何其它适合的电路、或者能够执行本申请通篇所描述的各种功能的电路的任意组合。

在一些实施例中，本申请实施例还提供一种通信装置，该通信装置包括处理器，用于实现上述任一方法实施例中的方法。

作为一种可能的实现方式，该通信装置还包括存储器。该存储器，用于保存必要的计算机程序和数据。该计算机程序可以包括指令，处理器可以调用存储器中存储的计算机程序中的指令以指令该通信装置执行上述任一方法实施例中的方法。当然，存储器也可以不在该通信装置中。

作为另一种可能的实现方式，该通信装置还包括接口电路，该接口电路为代码/数据读写接口电路，该接口电路用于接收计算机执行指令（计算机执行指令存储在存储器中，可能直接从存储器读取，或可能经过其他器件）并传输至该处理器。

作为又一种可能的实现方式，该通信装置还包括通信接口，该通信接口用于与该通信装置之外的模块通信。

可以理解的是，该通信装置可以是芯片或芯片系统，该通信装置是芯片系统时，可以由芯片构成，也可以包含芯片和其他分立器件，本申请实施例对此不作具体限定。

本申请还提供了一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序或指令，该计算机程序或指令被计算机执行时实现上述任一方法实施例的功能。

本申请还提供了一种计算机程序产品，该计算机程序产品被计算机执行时实现上述任一方法实施例的功能。

本领域普通技术人员可以理解，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。

可以理解，本申请中描述的系统、装置和方法也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，即可以位于一个地方，或者也可以分布到多个网络单元上。作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单

元。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，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。

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。当使用软件程序实现时，可以全部或部分地以计算机程序产品的形式来实现。该计算机程序产品包括一个或多个计算机指令。在计算机上加载和执行计算机程序指令时，本申请实施例所述的全部或部分流程（或功能）被实现。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、服务器或者数据中心通过有线（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以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，DVD）、或者半导体介质（例如固态硬盘（solid state disk, SSD））等。本申请实施例中，计算机可以包括前面所述的装置。

尽管在此结合各实施例对本申请进行了描述，然而，在实施所要求保护的本申请过程中，本领域技术人员通过查看所述附图、公开内容、以及所附权利要求书，可理解并实现所述公开实施例的其他变化。在权利要求中，“包括”（comprising）一词不排除其他组成部分或步骤，“一”或“一个”不排除多个的情况。单个处理器或其他单元可以实现权利要求中列举的若干项功能。相互不同的从属权利要求中记载了某些措施，但这并不表示这些措施不能组合起来产生良好的效果。

尽管结合具体特征及其实施例对本申请进行了描述，显而易见的，在不脱离本申请的精神和范围的情况下，可对其进行各种修改和组合。相应地，本说明书和附图仅仅是所附权利要求所界定的本申请的示例性说明，且视为已覆盖本申请范围内的任意和所有修改、变化、组合或等同物。显然，本领域的技术人员可以对本申请进行各种改动和变型而不脱离本申请的精神和范围。这样，倘若本申请的这些修改和变型属于本申请权利要求及其等同技术的范围之内，则本申请也意图包含这些改动和变型在内。

权 利 要 求 书

1. 一种信道测量方法，其特征在于，所述方法包括：

接收来自网络设备的N个第一天线端口的第一信道状态信息参考信号CSI-RS_i，i为从1至N的正整数，N为大于1的正整数，所述第一CSI-RS_i用于信道测量；

接收来自所述网络设备的第二天线端口的N个第二CSI-RS，所述N个第二CSI-RS用于估计相位偏差；

向所述网络设备发送第一信息，所述第一信息指示所述信道测量的结果，所述信道测量的结果是根据所述相位偏差和所述信道测量的测量量确定。

2. 根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述第一CSI-RS_i和第i个第二CSI-RS满足如下至少一项：

所述第一CSI-RS_i的时域位置和所述第i个第二CSI-RS的时域位置相同；或者，

所述第一CSI-RS_i的频域位置和所述第i个第二CSI-RS的频域位置不同。

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：

根据M个所述第二CSI-RS对应的M个信道测量量确定所述相位偏差，M为小于或等于N的正整数。

4. 根据权利要求3所述的方法，其特征在于，所述根据M个所述第二CSI-RS对应的M个信道测量量确定所述相位偏差，包括：

根据第j个所述第二CSI-RS对应的信道测量量确定所述相位偏差的第j个元素；或者，根据第j个所述第二CSI-RS对应的信道测量量和第一数值的比值确定所述相位偏差的第j个元素；

其中，j是从1至M的正整数，所述相位偏差的M个元素位于相位偏差矩阵的主对角线上。

5. 根据权利要求4所述的方法，其特征在于，所述第一数值为第m个所述第二CSI-RS对应的信道测量量，m为1至M中的一个正整数；

或者，所述第一数值为预设值。

6. 根据权利要求4或5所述的方法，其特征在于，所述M等于N，所述相位偏差矩阵D满足：

$$D = \text{diag} (\Delta\theta)$$

$$\Delta\theta = \text{angle} \left(\left[\frac{y_1^B}{C} \frac{y_2^B}{C} \frac{y_3^B}{C} \dots \frac{y_N^B}{C} \right] \right), \text{ 或者, } \Delta\theta = \text{angle} \left([y_1^B \ y_2^B \ y_3^B \ \dots \ y_N^B] \right)$$

其中，diag用于构造对角矩阵， $\Delta\theta$ 为所述相位偏差，angle用于求解相位角； y_j^B 表示第j个所述第二CSI-RS对应的信道测量量；C表示所述第一数值。

7. 根据权利要求1-6任一项所述的方法，其特征在于，所述第一信息包括所述相位偏差和所述信道测量的测量量；或者，

所述第一信息包括所述相位偏差和根据所述信道测量的测量量得到的值；或者，

所述第一信息包括所述信道测量的结果。

8. 根据权利要求1-7任一项所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

接收来自所述网络设备的第二信息，所述第二信息指示终端设备根据所述第二天线端口对应的信道测量量估计所述N个第一天线端口对应的信道测量量的相位偏差；或者，所述第二信息指示终端设备根据所述第二天线端口对应的信道测量量确定所述N个第一天线端口对应的信道测量的结果。

9. 根据权利要求1-8任一项所述的方法，其特征在于，通过第一天线端口I接收来自网

络设备的第一 CSI-RS I, 包括:

通过所述第一天线端口 I 重复接收 K 次所述第一 CSI-RS I, I 为 1 至 N 中的正整数, K 为正整数;

通过所述第二天线端口接收来自网络设备的第 I 个第二 CSI-RS, 包括:

通过所述第二天线端口重复接收 K 次所述第 I 个第二 CSI-RS。

10. 根据权利要求 9 所述的方法, 其特征在于, 所述方法还包括:

接收来自所述网络设备的第三信息, 所述第三信息指示所述第一 CSI-RS I 的重复次数 K。

11. 根据权利要求 9 或 10 所述的方法, 其特征在于, 所述第一 CSI-RS I 对应的信道测量量为所述重复接收的 K 次第一 CSI-RS I 对应的信道测量量的平均值;

所述第 I 个第二 CSI-RS 对应的信道测量量为所述重复接收的 K 次第 I 个第二 CSI-RS 对应的信道测量量的平均值。

12. 根据权利要求 1-11 任一项所述的方法, 其特征在于, 所述信道测量的结果、所述相位偏差、所述信道测量的测量量满足:

$$Y_{comp}^A = [\exp(D)]^{-1} * Y^A$$

其中, Y_{comp}^A 表示所述信道测量的结果, D 表示相位偏差矩阵, 所述相位偏差中的元素位于所述相位偏差矩阵的主对角线上, Y^A 表示所述信道测量的测量量, \exp 表示以自然常数 e 为底的指数函数。

13. 根据权利要求 1-12 任一项所述的方法, 其特征在于, 所述向所述网络设备发送第一信息, 包括:

根据上报周期向所述网络设备发送所述第一信息。

14. 一种信道测量方法, 其特征在于, 所述方法包括:

通过 N 个第一天线端口向终端设备发送第一信道状态信息参考信号 CSI-RS_i, i 为从 1 至 N 的正整数, N 为大于 1 的正整数, 所述第一 CSI-RS_i 用于信道测量;

通过第二天线端口向所述终端设备发送 N 个第二 CSI-RS, 所述 N 个第二 CSI-RS 用于估计相位偏差;

接收来自所述终端设备的第一信息, 所述第一信息指示所述信道测量的结果, 所述信道测量的结果是根据所述相位偏差和所述信道测量的测量量确定。

15. 根据权利要求 14 所述的方法, 其特征在于, 所述第一 CSI-RS_i 和第 i 个第二 CSI-RS 满足如下至少一项:

所述第一 CSI-RS_i 的时域位置和所述第 i 个第二 CSI-RS 的时域位置相同; 或者,

所述第一 CSI-RS_i 的频域位置和所述第 i 个第二 CSI-RS 的频域位置不同。

16. 根据权利要求 14 或 15 所述的方法, 其特征在于, 所述相位偏差根据 M 个所述第二 CSI-RS 对应的 M 个信道测量量确定, M 为小于或等于 N 的正整数。

17. 根据权利要求 16 所述的方法, 其特征在于, 所述相位偏差包括 M 个元素, 所述 M 个元素位于相位偏差矩阵的主对角线上;

其中, 第 j 个元素根据第 j 个所述第二 CSI-RS 对应的信道测量量确定; 或者, 第 j 个元素根据第 j 个所述第二 CSI-RS 对应的信道测量量和第一数值的比值确定; j 是从 1 至 M 的正整数。

18. 根据权利要求 17 所述的方法, 其特征在于, 所述第一数值为第 m 个所述第二 CSI-RS 对应的信道测量量, m 为 1 至 M 中的一个正整数;

或者, 所述第一数值为预设值。

19. 根据权利要求 17 或 18 所述的方法，其特征在于，所述 M 等于 N，所述相位偏差矩阵 D 满足：

$$D = \text{diag} (\Delta\theta)$$

$$\Delta\theta = \text{angle} \left(\left[\frac{y_1^B}{C} \frac{y_2^B}{C} \frac{y_3^B}{C} \dots \frac{y_N^B}{C} \right] \right), \text{ 或者, } \Delta\theta = \text{angle} ([y_1^B \ y_2^B \ y_3^B \ \dots \ y_N^B])$$

其中， diag 用于构造对角矩阵， $\Delta\theta$ 为所述相位偏差， angle 用于求解相位角； y_j^B 表示第 j 个所述第二 CSI-RS 对应的信道测量量； C 表示所述第一数值。

20. 根据权利要求 14-19 任一项所述的方法，其特征在于，所述第一信息包括所述相位偏差和所述信道测量的测量量；或者，

所述第一信息包括所述相位偏差和根据所述信道测量的测量量得到的值；或者，

所述第一信息包括所述信道测量的结果。

21. 根据权利要求 14-20 任一项所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

向所述终端设备发送第二信息，所述第二信息指示所述终端设备根据所述第二天线端口对应的信道测量量估计所述 N 个第一天线端口对应的信道测量量的相位偏差；或者，所述第二信息指示终端设备根据所述第二天线端口对应的信道测量量确定所述 N 个第一天线端口对应的信道测量的结果。

22. 根据权利要求 14-21 任一项所述的方法，其特征在于，通过第一天线端口 I 向终端设备发送第一 CSI-RS I 包括：

通过所述第一天线端口 I 向所述终端设备重复发送 K 次所述第一 CSI-RS I，I 为 1 至 N 中的正整数，K 为正整数；

通过所述第二天线端口向所述终端设备发送第 I 个第二 CSI-RS，包括：

通过所述第二天线端口向所述终端设备重复发送 K 次所述第 I 个第二 CSI-RS。

23. 根据权利要求 22 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

向所述终端设备发送第三信息，所述第三信息指示所述第一 CSI-RS I 的重复次数 K。

24. 根据权利要求 14-23 任一项所述的方法，其特征在于，所述信道测量的结果、所述相位偏差、所述信道测量的测量量满足：

$$Y_{\text{comp}}^A = [\exp(D)]^{-1} * Y^A$$

其中， Y_{comp}^A 表示所述信道测量的结果， D 表示相位偏差矩阵，所述相位偏差中的元素位于所述相位偏差矩阵的主对角线上， Y^A 表示所述信道测量的测量量， \exp 表示以自然常数 e 为底的指数函数。

25. 一种通信装置，其特征在于，所述通信装置包括处理器；所述处理器，用于运行计算机程序或指令，以使所述通信装置执行如权利要求 1-13 任一项所述的方法。

26. 一种通信装置，其特征在于，所述通信装置包括处理器；所述处理器，用于运行计算机程序或指令，以使所述通信装置执行如权利要求 14-24 任一项所述的方法。

27. 一种计算机可读存储介质，其特征在于，计算机可读存储介质存储有计算机指令或程序，当计算机指令或程序在计算机上运行时，使得如权利要求 1-13 任一项所述的方法被执行。

28. 一种计算机可读存储介质，其特征在于，计算机可读存储介质存储有计算机指令或程序，当计算机指令或程序在计算机上运行时，使得如权利要求 14-24 任一项所述的方法被执行。

29. 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指令；当部分或全部所述计算机指令在计算机上运行时，使得如权利要求 1-13 任一项所述的方法被执行。

30. 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指令；当部分或全部所述计算机指令在计算机上运行时，使得如权利要求 14-24 任一项所述的方法被执行。

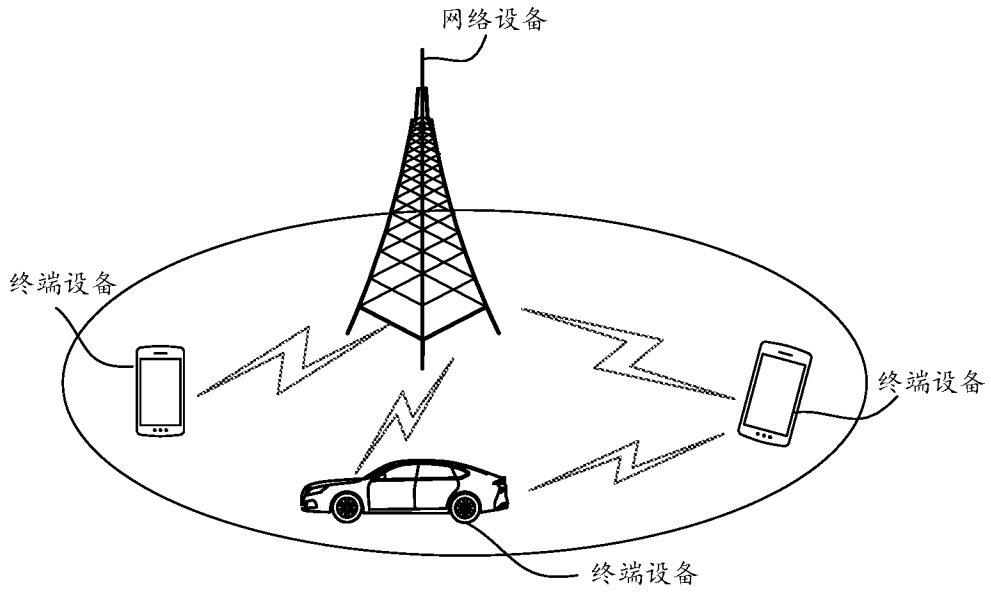


图 1

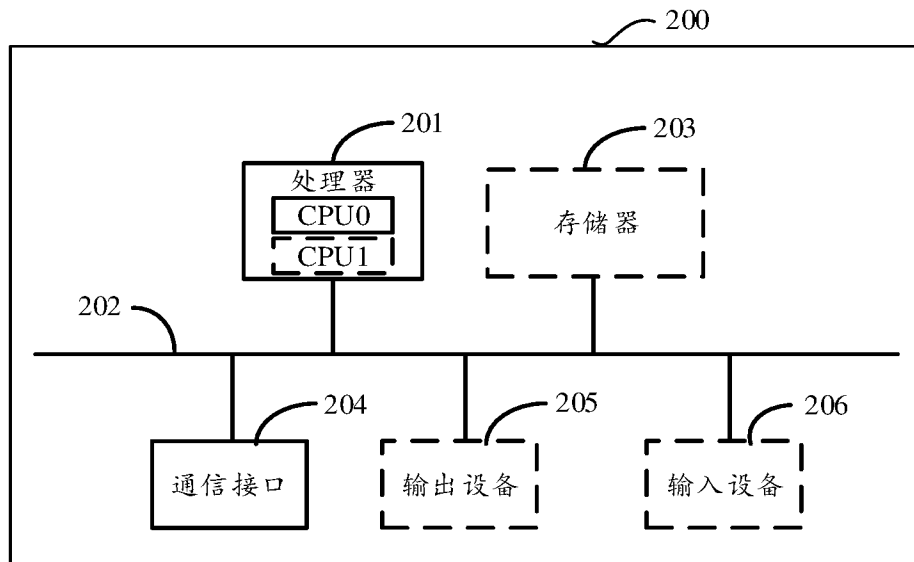


图 2

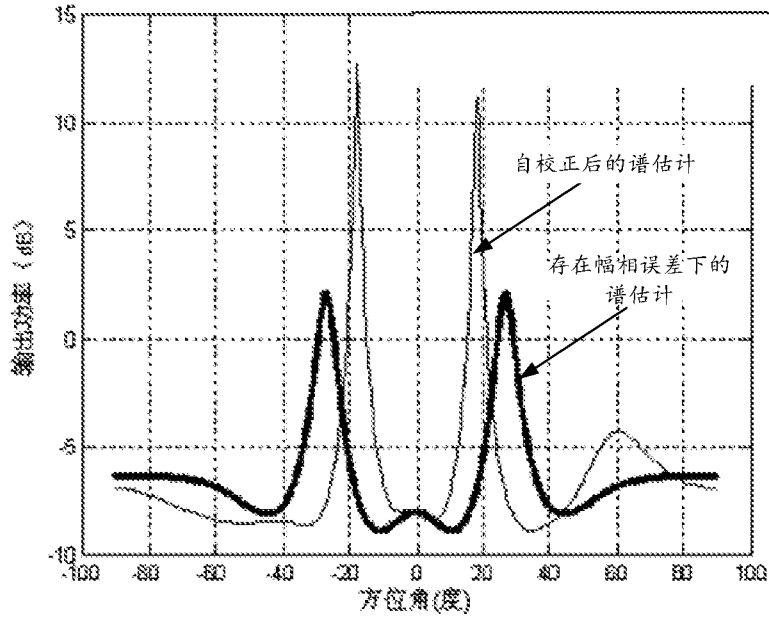


图 3a

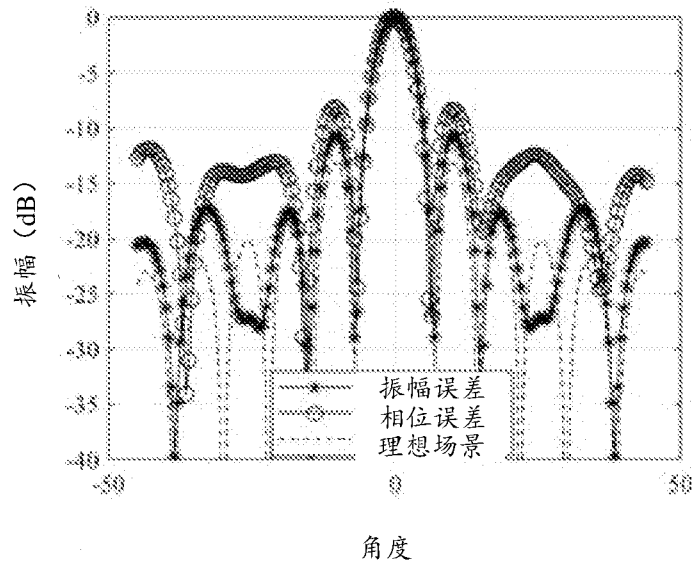


图 3b

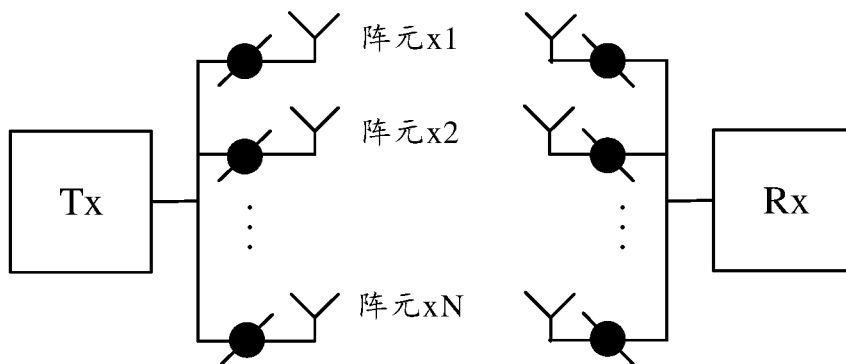


图 4

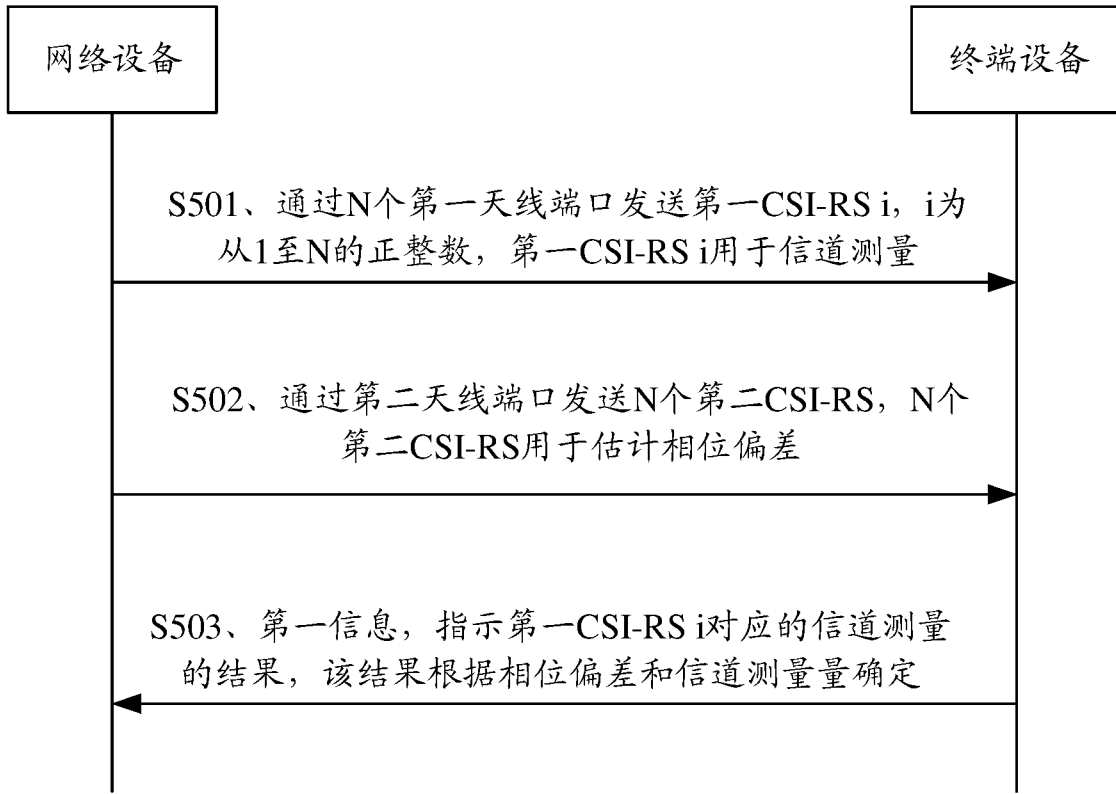


图 5

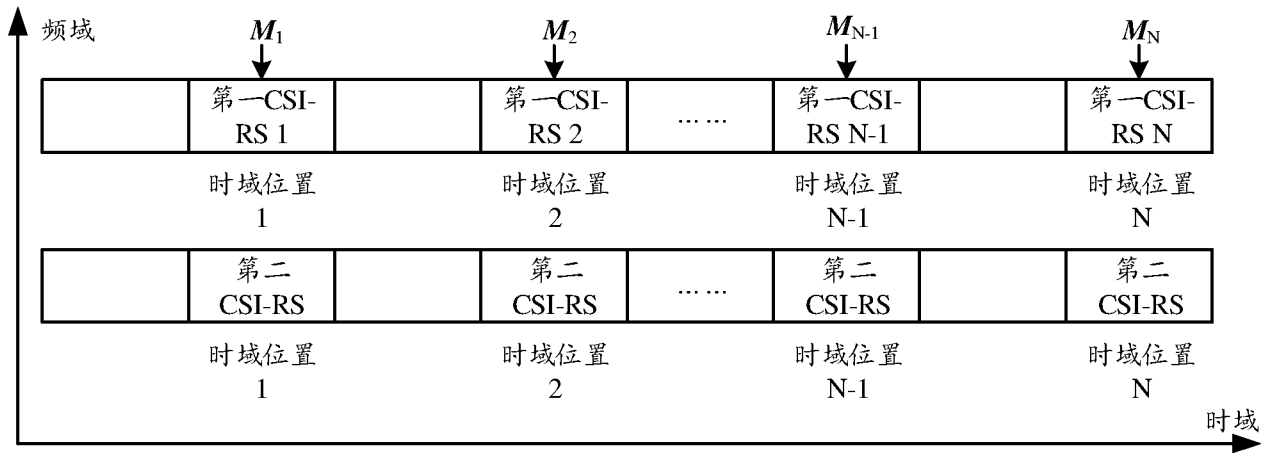


图 6

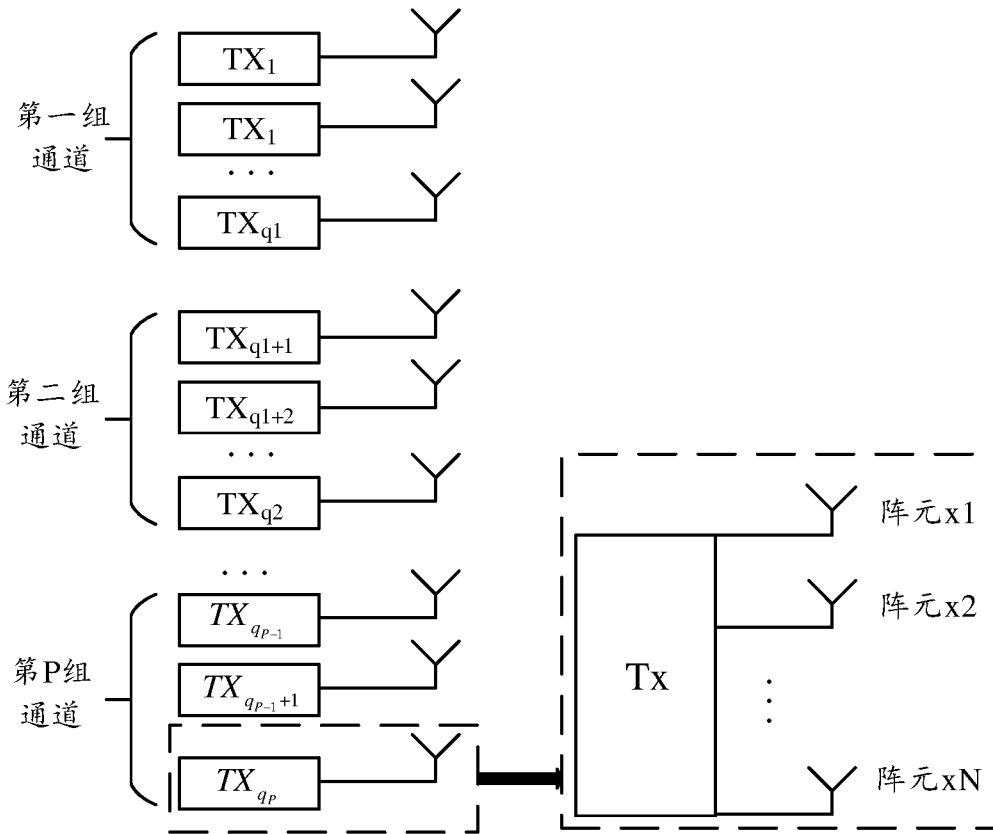


图 7

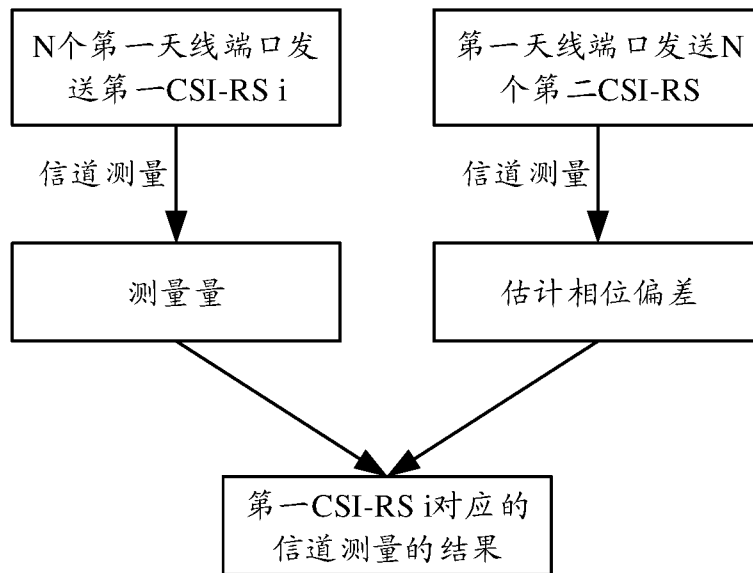


图 8

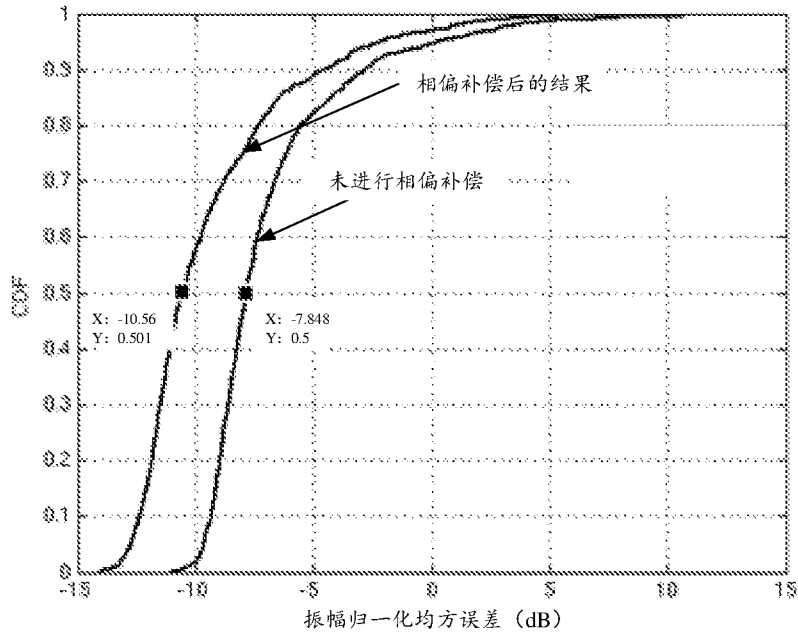


图 9

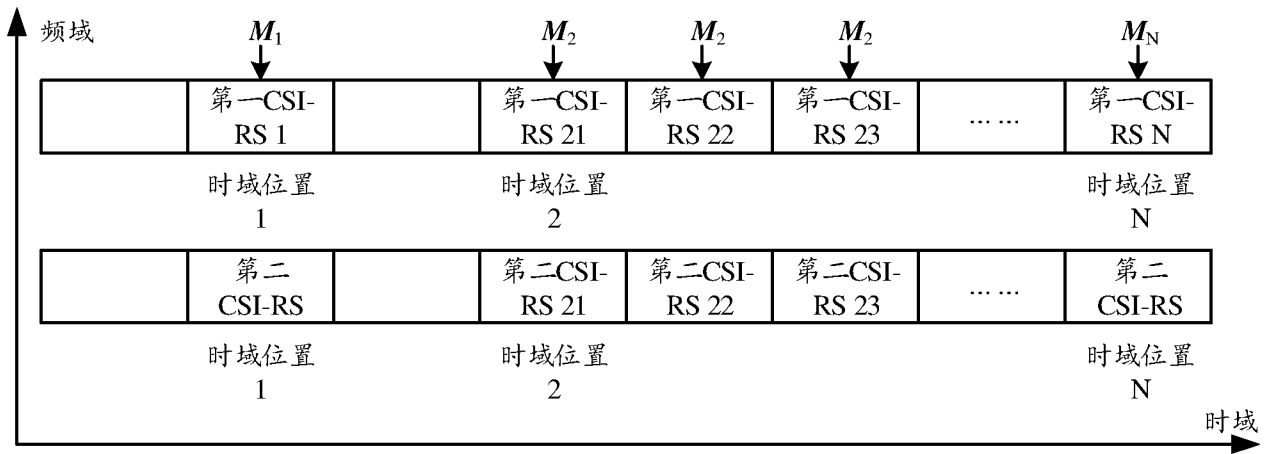


图 10

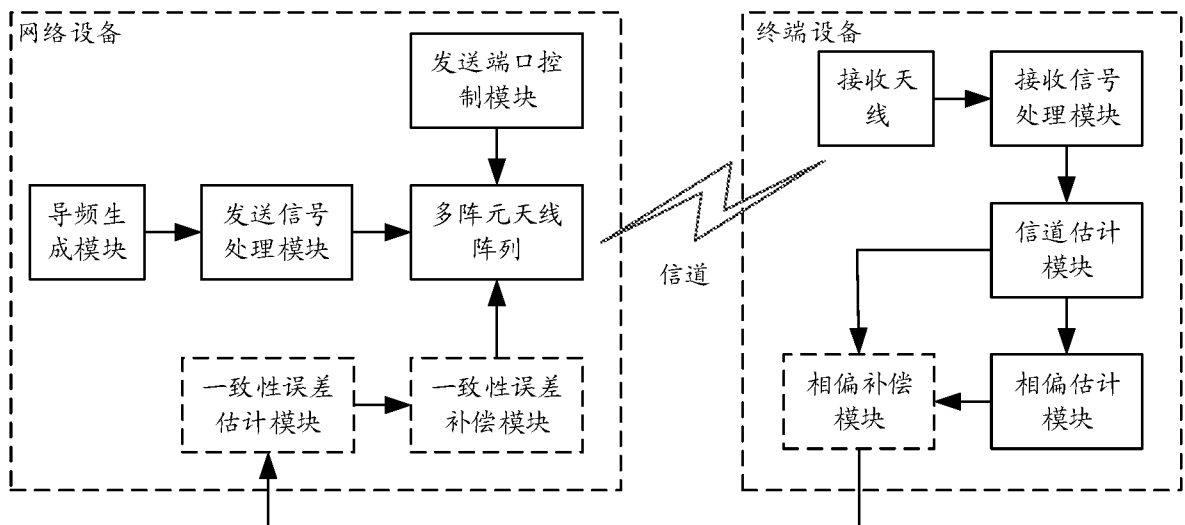


图 11

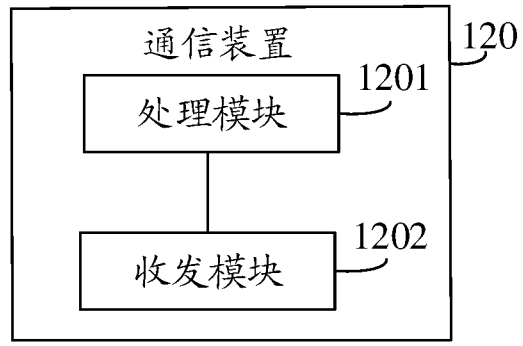


图 12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2022/127438

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
H04L 27/00(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)		
IPC: H04L, H04B		
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, ENTXT, EXTXT, CNKI, 3GPP: 信道测量, 相位, 偏差, 估计, 信道状态信息, 参考信号, 时域, 频域, 端口, 矢量, 旋转, channel, estimate, phase, difference, CSI, RS, reference signal, time domain, frequency domain, vector, rotate		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 108632005 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) 09 October 2018 (2018-10-09) description, paragraphs 350-458	1-3, 7, 8, 13-16, 20, 21, 25-30
A	CATT. "R1-1702088, "Further discussion on RS for phase tracking" 3GPP tsg_ran\WG1_RL1, No. TSGR1_88, 07 February 2017 (2017-02-07), pages 1-5	1-30
A	CN 106879010 A (BEIJING MQPAT TECHNOLOGY CO., LTD.) 20 June 2017 (2017-06-20) entire document	1-30
A	CN 112020092 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) 01 December 2020 (2020-12-01) entire document	1-30
A	CN 114389785 A (VIVO MOBILE COMMUNICATION CO., LTD.) 22 April 2022 (2022-04-22) entire document	1-30
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 "D" document cited by the applicant in the international application "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		Date of mailing of the international search report
18 July 2023		26 July 2023
Name and mailing address of the ISA/CN		Authorized officer
China National Intellectual Property Administration (ISA/ CN) China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2022/127438

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2021093707 A1 (VIVO MOBILE COMMUNICATION CO., LTD.) 20 May 2021 (2021-05-20) entire document	1-30

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2022/127438

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	108632005	A	09 October 2018	US	2021385113	A1	09 December 2021
				EP	3606219	A1	05 February 2020
				EP	3606219	A4	18 March 2020
				EP	3606219	B1	08 March 2023
				US	2020022172	A1	16 January 2020
				JP	2020516146	A	28 May 2020
				JP	7061619	B2	28 April 2022
				US	2020021470	A1	16 January 2020
				US	11153134	B2	19 October 2021
				JP	2020516134	A	28 May 2020
				JP	7217234	B2	02 February 2023
				BR	112019019951	A2	28 April 2020
				KR	20190126167	A	08 November 2019
				KR	102308693	B1	05 October 2021
				KR	20190127899	A	13 November 2019
				KR	102305312	B1	28 September 2021
				BR	112019019840	A2	22 April 2020
				CA	3057550	A1	27 September 2018
				CA	3057552	A1	27 September 2018
				EP	3605977	A1	05 February 2020
				EP	3605977	A4	26 February 2020
				EP	3605977	B1	03 May 2023

CN	106879010	A	20 June 2017	CN	106879010	B	27 December 2019

CN	112020092	A	01 December 2020	CN	112020092	B	24 May 2023
				WO	2020238682	A1	03 December 2020

CN	114389785	A	22 April 2022	WO	2022078452	A1	21 April 2022

WO	2021093707	A1	20 May 2021	CN	112867049	A	28 May 2021

<p>A. 主题的分类</p> <p>H04L 27/00 (2006.01) i</p> <p>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</p>																							
<p>B. 检索领域</p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>IPC: H04L, H04B</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>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))</p> <p>CNXT, ENTXT, EXTXT, CNKI, 3GPP: 信道测量, 相位, 偏差, 估计, 信道状态信息, 参考信号, 时域, 频域, 端口, 矢量, 旋转, channel, estimate, phase, difference, CSI, RS, reference signal, time domain, frequency domain, vector, rotate</p>																							
<p>C. 相关文件</p> <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>X</td> <td>CN 108632005 A (华为技术有限公司) 2018年10月9日 (2018 - 10 - 09) 说明书第350-458段</td> <td>1-3、7、8、13-16、 20、21、25-30</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CATT. "R1-1702088 "Further discussion on RS for phase tracking"" 3GPP tsg_ran\WG1_RL1, 第TSGR1_88期, 2017年2月7日 (2017 - 02 - 07), 第1-5页</td> <td>1-30</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 106879010 A (北京墨丘科技有限公司) 2017年6月20日 (2017 - 06 - 20) 全文</td> <td>1-30</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 112020092 A (华为技术有限公司) 2020年12月1日 (2020 - 12 - 01) 全文</td> <td>1-30</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 114389785 A (维沃移动通信有限公司) 2022年4月22日 (2022 - 04 - 22) 全文</td> <td>1-30</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>WO 2021093707 A1 (VIVO MOBILE COMMUNICATION CO. LTD.) 2021年5月20日 (2021 - 05 - 20) 全文</td> <td>1-30</td> </tr> </tbody> </table> <p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p> <p>* 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 "D" 申请人在国际申请中引证的文件 "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</p>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	X	CN 108632005 A (华为技术有限公司) 2018年10月9日 (2018 - 10 - 09) 说明书第350-458段	1-3、7、8、13-16、 20、21、25-30	A	CATT. "R1-1702088 "Further discussion on RS for phase tracking"" 3GPP tsg_ran\WG1_RL1, 第TSGR1_88期, 2017年2月7日 (2017 - 02 - 07), 第1-5页	1-30	A	CN 106879010 A (北京墨丘科技有限公司) 2017年6月20日 (2017 - 06 - 20) 全文	1-30	A	CN 112020092 A (华为技术有限公司) 2020年12月1日 (2020 - 12 - 01) 全文	1-30	A	CN 114389785 A (维沃移动通信有限公司) 2022年4月22日 (2022 - 04 - 22) 全文	1-30	A	WO 2021093707 A1 (VIVO MOBILE COMMUNICATION CO. LTD.) 2021年5月20日 (2021 - 05 - 20) 全文	1-30
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																					
X	CN 108632005 A (华为技术有限公司) 2018年10月9日 (2018 - 10 - 09) 说明书第350-458段	1-3、7、8、13-16、 20、21、25-30																					
A	CATT. "R1-1702088 "Further discussion on RS for phase tracking"" 3GPP tsg_ran\WG1_RL1, 第TSGR1_88期, 2017年2月7日 (2017 - 02 - 07), 第1-5页	1-30																					
A	CN 106879010 A (北京墨丘科技有限公司) 2017年6月20日 (2017 - 06 - 20) 全文	1-30																					
A	CN 112020092 A (华为技术有限公司) 2020年12月1日 (2020 - 12 - 01) 全文	1-30																					
A	CN 114389785 A (维沃移动通信有限公司) 2022年4月22日 (2022 - 04 - 22) 全文	1-30																					
A	WO 2021093707 A1 (VIVO MOBILE COMMUNICATION CO. LTD.) 2021年5月20日 (2021 - 05 - 20) 全文	1-30																					
国际检索实际完成的日期	国际检索报告邮寄日期																						
2023年7月18日	2023年7月26日																						
ISA/CN的名称和邮寄地址	授权官址																						
中国国家知识产权局 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088	张新宇																						
	电话号码 (+86) 010-62412281																						

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2022/127438

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	108632005	A	2018年10月9日	US	2021385113	A1	2021年12月9日
				EP	3606219	A1	2020年2月5日
				EP	3606219	A4	2020年3月18日
				EP	3606219	B1	2023年3月8日
				US	2020022172	A1	2020年1月16日
				JP	2020516146	A	2020年5月28日
				JP	7061619	B2	2022年4月28日
				US	2020021470	A1	2020年1月16日
				US	11153134	B2	2021年10月19日
				JP	2020516134	A	2020年5月28日
				JP	7217234	B2	2023年2月2日
				BR	112019019951	A2	2020年4月28日
				KR	20190126167	A	2019年11月8日
				KR	102308693	B1	2021年10月5日
				KR	20190127899	A	2019年11月13日
				KR	102305312	B1	2021年9月28日
				BR	112019019840	A2	2020年4月22日
				CA	3057550	A1	2018年9月27日
				CA	3057552	A1	2018年9月27日
				EP	3605977	A1	2020年2月5日
				EP	3605977	A4	2020年2月26日
				EP	3605977	B1	2023年5月3日
CN	106879010	A	2017年6月20日	CN	106879010	B	2019年12月27日
CN	112020092	A	2020年12月1日	CN	112020092	B	2023年5月24日
				WO	2020238682	A1	2020年12月3日
CN	114389785	A	2022年4月22日	WO	2022078452	A1	2022年4月21日
WO	2021093707	A1	2021年5月20日	CN	112867049	A	2021年5月28日