

一种信道状态信息反馈方法及通信装置

技术领域

本申请涉及移动通信技术领域，尤其涉及一种信道状态信息反馈方法及通信装置。

5 背景技术

多输入多输出 (Multiple Input and Multiple Output, MIMO) 技术是长期演进 (Long Term Evolution, LTE) 系统以及第五代 (5th generation, 5G) 新空口 (new radio, NR) 的核心技术。采用 MIMO 技术, 基站向终端发送数据时, 需要根据下行信道状态信息 (Channel State Information, CSI) 进行信号预编码。

10 对于频分双工 (Frequency Division Duplexing, FDD) 系统, 上下行采用不同的频段, 无法利用上行信道状态信息来获得下行信道状态信息, 也就无法获得下行的预编码矩阵。在现有无线通信系统中, 一般通过终端反馈预编码矩阵或预编码矩阵索引 (Precoding Matrix Index, PMI) 的方式获取下行最优的预编码矩阵。

15 终端基于码本反馈预编码矩阵, 码本通过对多个正交波束的线性合并, 具有显著的性能优势。由于信道在频域上具有相关性, 终端在反馈信道时, 可以利用频域相关性对反馈的信道信息进行压缩, 以降低反馈开销。相应的, 基于双域压缩的 CSI 获取方案被提出, 该方案对应的码本结构为: $W = W_1 \tilde{W}_2 W_f^H$, 其中, W_1 为选择的一个或多个空域波束基向量构成的空域基向量矩阵, 可以为旋转离散傅里叶变换 (Discrete Fourier Transformation, DFT) 基矩阵或者端口选择矩阵; W_f 为选择的一个或多个频域基向量构成的频域基向量矩阵。其中选择的频域基向量可以是预定义的 DFT 基矩阵或旋转 DFT 基矩阵中选择的。 $\tilde{W}_2$ 为线性叠加系数矩阵, 可以认为是空频向量对的加权合并系数。

20 虽然 FDD 系统的上下行信道不具有完整的互易性, 但是 FDD 系统的上下行物理信道本身具有部分的互易性, 例如上下行物理信道具有多径角度的互易性和时延的互易性。基于此, 基站可以利用上行信道信息估计部分信息, 也就是多径角度和时延信息, 之后基站将得到的角度和时延加载到下行导频上, 并通知终端测量并反馈基站需要的补充信息, 最终基站根据通过上行导频测量的信息和终端反馈的补充信息来重构下行信道或者预编码。相应地, 需给出新的码本结构, 以支持终端基于上下行物理信道的角度和时延的互易性反馈 CSI。这种情况下, 如何确定码本结构是需要解决的问题。

30 发明内容

本申请提供一种信道状态信息反馈方法及通信装置, 用于解决如何确定基于上下行物理信道的角度和时延的互易性反馈 CSI 对应的码本结构, 可以降低反馈 CSI 的开销。

第一方面, 本申请实施例提供一种信道状态信息反馈方法, 该方法可由第一通信装置执行, 第一通信装置可以是通信设备或能够支持通信设备实现该方法所需的功能的通信装置, 例如芯片系统。下面以所述通信设备为终端为例进行描述。该方法包括:

35 终端接收来自网络设备的第一指示信息, 以及所述终端向所述网络设备发送信道状态信息, 其中, 所述第一指示信息用于指示第一码本中的右乘矩阵的类型, 所述第一码本满

足公式: $W = W_1 \tilde{W}_2 W_f^H$, 所述 W 为第一码本, 所述 W_1 为端口选择矩阵, 所述 $\tilde{W}_2$ 为线性叠加系数矩阵, 所述 W_f 为所述右乘矩阵, W_f^H 为 W_f 的共轭转置, 用于终端根据第一码本确定所述信道状态信息。

在本申请实施例中, 第一码本是可基于上行信道和下行信道的角度和时延的互易性获取 CSI 的码本, 是与现有技术中的码本不同的码本。为了更好地兼容现有技术, 本申请实施例可以基于目前的双域压缩码本 $W = W_1 \tilde{W}_2 W_f^H$ 进行改进, 例如对 W_f 进行修改, 获得第一码本。网络设备可通过第一指示信息指示 W_f 的类型, 从而指示终端获取 CSI 采用的是第一码本还是现有技术的码本。可见, 通过本申请实施例提供的方法, 在存在多个码本的情况下, 可以明确指示终端获取 CSI 采用的码本。同时, 终端可基于上行信道和下行信道的角度和时延的互易性反馈 CSI, 可降低开销。

由于第一码本不同, 对应的 W_f 也不同, 从这个角度来说, 可通过第一码本间接指示 W_f 。也就是第一指示信息指示第一码本。换种说法, 该方法也可包括:

终端接收来自网络设备的第一指示信息, 其中, 所述第一指示信息用于指示第一码本, 该第一码本用于终端确定信道状态信息;

所述终端向所述网络设备发送所述信道状态信息,。

在具体实现中, 通过第一指示信息指示第一码本, 还是指示 W_f 来实现指示基于上行信道和下行信道的角度和时延的互易性获取 CSI 的方案, 本申请实施例不作限制。

第二方面, 本申请实施例提供一种信道状态信息反馈方法, 该方法可由第二通信装置执行, 第二通信装置可以是通信设备或能够支持通信设备实现该方法所需的功能的通信装置, 例如芯片系统。下面以所述通信设备为网络设备为例进行描述。该方法包括:

网络设备接收来自终端的信道状态信息, 该信道状态信息包括第一指示信息;

网络设备根据该第一指示信息以及第一码本, 确定预编码矩阵, 其中第一码本 W 满足公式: $W = W_1 \tilde{W}_2 W_f^H$, W_1 为端口选择矩阵, $\tilde{W}_2$ 为线性叠加系数矩阵, 第一指示信息用于指示 W_f 的类型, W_f^H 为 W_f 的共轭转置。

同理, 第一码本不同, W_f 也不同, 所以可以认为该方法也可包括:

网络设备接收来自终端的信道状态信息, 该信道状态信息包括第一指示信息, 所述第一指示信息用于指示第一码本;

网络设备根据该第一码本, 确定预编码矩阵。

应理解, 第二方面所带来的技术效果同第一方面的技术效果, 这里不再赘述。

在上述第一方面和第二方面的实施例中, 所述第一指示信息可以承载在现有信令上, 例如第一指示信息承载在无线资源控制 (radio resource control, RRC) 信令的 CSI 上报带宽 CSI-ReportingBand 字段。示例性的, 该 CSI-ReportingBand 字段的值为 0, 指示 W_f 的类型。也可以认为该 CSI-ReportingBand 字段的值为 0, 指示的是终端基于上行信道和下行信道的角度和时延的互易性获取 CSI。这样有利于兼容现有 RRC 信令。

在上述第一方面和第二方面的实施例中, W_f 包括但不限于以下几种设计:

设计一、 W_f 为端口选择矩阵, 也就是第一指示信息用于指示 W_f 的类型为端口选择矩阵。

设计二、 W_f 为一个特定列向量或多个特定列向量。也就是第一指示信息用于指示 W_f 的类型为一个特定列向量或多个特定列向量。例如 W_f 为元素均是 1 的列向量, 或者 W_f 包括元素均为 1 的列向量。该设计方案不用区分信道状态信息参考信号 (channel state information

reference signal, CSI-RS) 端口组, 降低了复杂度。

设计三, W_f 为 DFT 矩阵, 且包括元素均为 1 的列向量, 也就是第一指示信息用于指示 W_f 的类型为 DFT 矩阵。基于该设计方案下, 网络侧还需向终端指示所需要使用的列向量, 例如 DFT 矩阵中的元素均为 1 的列向量。在可能的实现方式中, 第一指示信息还可指示元素均为 1 的列向量; 或者, 网络设备向终端发送第二指示信息, 终端接收该第二指示信息, 该第二指示信息指示 DFT 矩阵中的元素均为 1 的列向量。

具体的, 第一码本中的 W_1 用于选择一个或多个信道状态信息参考信号 (channel state information reference signal, CSI-RS) 端口组, 所述 W_f 用于选择所述一个 CSI-RS 端口组中的一个或多个 CSI-RS 端口, 或者所述 W_f 用于选择所述多个 CSI-RS 端口组中的一个或多个 CSI-RS 端口。

应理解, W_1 用于选择 CSI-RS 端口组, 可以选择一个 CSI-RS 端口组, 也可以选择多个 CSI-RS。如果 W_1 选择一个 CSI-RS 端口组, W_f 选择的是该 CSI-RS 端口组内的一个或多个 CSI-RS 端口。如果 W_1 选择多个 CSI-RS 端口组, W_f 针对不同的 CSI-RS 端口组可以选择不同的端口, 也可以选择相同的端口。例如 W_f 可以指示 CSI-RS 端口的序号, 以指示所有的 CSI-RS 端口组中选择与序号对应的 CSI-RS 端口, 也就是所有 CSI-RS 端口组中选择的 CSI-RS 端口是相同的。

在上述第一方面和第二方面的实施例, W_f 为端口选择矩阵, 该 W_f 的一个列向量的长度可为 M_{Group} , W_1 的一个列向量的长度可为 $2\tilde{X}_{Group}$, 存在 $M_{Group} * \tilde{X}_{Group} = X/2$, X 用于指示 CSI-RS 端口的个数, M_{Group} 为大于或等于 1 的整数, $\tilde{X}_{Group}$ 为大于或等于 1 的整数。

该设计下, M_{Group} 、 $\tilde{X}_{Group}$ 和 X 可以是系统或者协议约定的, 也可以是网络侧向终端指示的, 例如网络设备可向终端发送第三指示信息, 终端接收该第三指示信息, 该第三指示信息可用于指示 $\tilde{X}_{Group}$ 、 $\tilde{X}_{Group}$ 和 X 中的一项或多项。

在上述第一方面和第二方面的实施例, W_f 为一个特定的列向量或者多个特定的列向量, 该 W_f 的一个列向量的长度可为 N_{RB}^0 , W_1 的一个列向量的长度可为 X , X 用于指示 CSI-RS 端口的个数, N_{RB}^0 为大于或等于 1 的整数。

示例性的, N_{RB}^0 与 CSI-RS 发送带宽的资源块 (resource block, RB) 个数或子带个数相关。例如 N_{RB}^0 可等于 CSI-RS 发送带宽的 RB 个数或子带个数, 较为简单。

在上述第一方面和第二方面的实施例, 终端可向网络侧反馈 W_1 和 $\tilde{W}_2$, 例如终端向网络设备发送的信道状态信息可包括反馈信息, 该反馈信息可用于指示 W_1 和 $\tilde{W}_2$, 相对现有技术终端需要向网络侧反馈 W_1 和 $\tilde{W}_2$ 以及 W_f 来说, 降低了开销。

终端对选择的不同接收天线对应的线性叠加系数可以通过不同的方式构造 $\tilde{W}_2$ 。示例性的, 终端选择全部的端口即 X 个端口对应的 X 个线性叠加系数, 终端可按照 CSI-RS 端口号从小到大 (或者从大到小) 的顺序, 依照先行后列 (或先列后行) 的规则构造 $2\tilde{X}_{Group} * M_{Group}$ 的 $\tilde{W}_2$, 应理解一个接收天线对应一个 $\tilde{W}_2$, 所以反馈信息可包括 N_{Rx} 个 $\tilde{W}_2$, 该 N_{Rx} 为终端的接收天线的个数。又一示例性的, 终端可对不同接收天线对应的 X 个线性叠加系数构造 $X * N_{Rx}$ 的矩阵, 并对该矩阵进行奇异值分解 (singular value decomposition) SVD 分解, 根据要计算的预编码矩阵对应的秩的取值, 选择线性叠加系数, 并按照从头到尾 (或者从尾到头) 的顺序, 依照先行后列 (或先列后行) 构造 $2\tilde{X}_{Group} * M_{Group}$ 的 $\tilde{W}_2$, 对应的, 反馈信息可包括 R 个 $\tilde{W}_2$, 所述 R 为预编码矩阵对应的秩的取值。

具体应用场景中, 不同极化方向间, 终端选择的端口个数可相同, 也可不同, 且终端

选择的端口序号可相同，也可不同。例如终端选择的端口个数可相同，且选择的端口序号也相同，这样一个极化方向的端口确定了，另一个极化方向的端口也就确定了，实现较为简单。又例如不同极化方向间，终端选择的端口个数可相同，且选择的端口序号不相同，不限制选择的端口，即可实现较为自由地选择端口，有利于系统性能的提高。再例如不同极化方向间，终端选择的端口个数不相同，且选择的端口序号也不相同，可更为自由地选择端口，进一步提高系统性能。

针对前述的设计二和设计三，在不同的应用场景中，本申请实施例提供了 W1 的几种可能的设计，实现基于上行信道和下行信道的角度和时延的互易性获取 CSI：

示例性的，不同极化方向间，所述终端选择的端口个数相同，且选择的端口序号相同，所述 W1 满足如下公式：

$$W_1 = \begin{bmatrix} E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} & 0 \\ 0 & E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} \end{bmatrix}, E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} = \begin{bmatrix} e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(m_1, \frac{X}{2}\right)} & e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(m_2, \frac{X}{2}\right)} & \cdots & e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(m_{\tilde{L}-1}, \frac{X}{2}\right)} \end{bmatrix};$$

其中，X 为 CSI-RS 端口的个数， $\tilde{L}$ 为一个极化方向选择的 CSI-RS 端口的个数， $E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}}$ 为由 $e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)}$ 组成的矩阵， $e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)}$ 为长度为 X/2 的向量，所述向量包括的元素中的第 $\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)$ 个元素均为 1，其他元素为 0， $i = m_1, m_2, \dots, m_{\tilde{L}-1}$ ，所述 i 为大于或等于 0 的整数。

应理解，X 为基站发送的 CSI-RS 端口的个数， $\tilde{L}$ 为终端在一个极化方向选择的 CSI-RS 端口的个数， $e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)}$ 中的第 $\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)$ 个元素均为 1，可以表示选择对应的 CSI-RS 端口。

在具体应用中，终端选择的 CSI-RS 端口可以是不连续的，也可以是连续的，应理解，作为 W1 的一种变形，W1 满足如下公式：

$$W_1 = \begin{bmatrix} E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} & 0 \\ 0 & E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} \end{bmatrix}, E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} = \begin{bmatrix} e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(m, \frac{X}{2}\right)} & e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(m+1, \frac{X}{2}\right)} & \cdots & e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(m+\tilde{L}-1, \frac{X}{2}\right)} \end{bmatrix}, \text{表示终}$$

端选择的 CSI-RS 端口可以是连续的。

示例性的，不同极化方向间，不同极化方向间，所述终端选择的端口个数相同，且选择的端口序号不相同，所述 W1 满足如下公式：

$$W_1 = \begin{bmatrix} E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} & 0 \\ 0 & \bar{E}_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} \end{bmatrix}, E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} = \begin{bmatrix} e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(m_1, \frac{X}{2}\right)} & e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(m_2, \frac{X}{2}\right)} & \cdots & e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(m_{\tilde{L}-1}, \frac{X}{2}\right)} \end{bmatrix},$$

$$\bar{E}_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} = \begin{bmatrix} e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(n_1, \frac{X}{2}\right)} & e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(n_2, \frac{X}{2}\right)} & \cdots & e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(n_{\tilde{L}-1}, \frac{X}{2}\right)} \end{bmatrix}, X \text{ 为 CSI-RS 端口的个数, } \tilde{L} \text{ 为一}$$

个极化方向选择的 CSI-RS 端口的个数， $E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}}$ 为由 $e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)}$ 组成的矩阵， $e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)}$ 为长度为 X/2 的向量，所述向量包括的元素中的第 $\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)$ 个元素均为 1，其他元素为 0， $i = m_1, m_2, \dots, m_{\tilde{L}-1}$ ，所述 i 为大于或等于 0 的整数； $\bar{E}_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}}$ 为由 $e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)}$ 组成的矩阵， $e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)}$

为长度为 $X/2$ 的向量, 所述向量包括的元素中的第 $\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)$ 个元素均为 1, 其他元素为 0, $i=n_1, n_2, \dots, n_{L-1}$, 所述 i 为大于或等于 0 的整数。

同理, 终端选择的 CSI-RS 端口可以是不连续的, 也可以是连续的, 应理解, 作为 W_1 的一种变形, W_1 满足如下公式:

$$\begin{aligned} E_{\frac{X}{2} \times L} &= \begin{bmatrix} e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(m, \frac{X}{2}\right)} & e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(m+1, \frac{X}{2}\right)} & \dots & e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(m+L-1, \frac{X}{2}\right)} \end{bmatrix}, \\ \bar{E}_{\frac{X}{2} \times L} &= \begin{bmatrix} e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(n, \frac{X}{2}\right)} & e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(n+1, \frac{X}{2}\right)} & \dots & e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(n+L-1, \frac{X}{2}\right)} \end{bmatrix}. \end{aligned}$$

再一示例性的, 不同极化方向间, 所述终端选择的端口个数不相同, 且选择的端口序号不相同, 所述 W_1 的维度为 $X \times L$, $L \leq X$, 所述 X 用于指示 CSI-RS 端口的个数, 所述 L 为选择的 CSI-RS 端口的个数。

在可能的实现方式中, 该 W_1 可以基于某个矩阵实现, 例如 W_1 是 $F_{X \times X}$ 的子集, $F_{X \times X}$ 可以是系统预定义或者协议约定的。例如该 $F_{X \times X}$ 的维度是 $X \times X$, 也就是 W_1 从 $F_{X \times X}$ 中的 X 个列向量中选择 L 个列向量, $L \leq X$ 。示例性的, 满足: $F_{X \times X} = \left[e^{(X)}_0 \quad e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_1 \quad \dots \quad e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{(X-1)} \right]$, 其中, $e^{(X)}_i$ 是一个长度为 X 的向量, 所述 $F_{X \times X}$ 中的第 i 个元素均为 1, 其余元素均为 0, $i=0, 1, \dots, X-1$ 。

同理, 终端选择的 CSI-RS 端口可以是不连续的, 也可以是连续的, 应理解, W_1 可满足如下公式:

$$W_1 = [e^{(X)}_{\text{mod}(m, X)}, \dots, e^{(X)}_{\text{mod}(m+(L-1), X)}], \text{ 表示终端选择的 CSI-RS 端口可以是连续的。}$$

第三方面, 本申请实施例提供了一种信道状态信息的反馈方法, 该方法可由第一通信装置执行, 第一通信装置可以是通信设备或能够支持通信设备实现该方法所需的功能的通信装置, 例如芯片系统。下面以所述通信设备为终端为例进行描述。该方法包括:

终端接收来自网络设备的第一指示信息, 以及向所述网络设备发送信道状态信息, 其中, 第一指示信息用于指示端口选择矩阵, 该端口选择矩阵用于终端根据第二码本确定信道状态信息, 该第二码本满足公式: $W = W_1 \tilde{W}_2$, W 为所述第二码本, W_1 为所述端口选择矩阵, $\tilde{W}_2$ 为线性叠加系数矩阵。

第四方面, 本申请实施例提供了一种信道状态信息的反馈方法, 该方法可由第二通信装置执行, 第二通信装置可以是通信设备或能够支持通信设备实现该方法所需的功能的通信装置, 例如芯片系统。下面以所述通信设备为网络设备为例进行描述。该方法包括:

网络设备接收来自终端的信道状态信息, 所述信道状态信息包括第一指示信息, 所述第一指示信息用于指示端口选择矩阵, 该端口选择矩阵用于终端根据第二码本确定信道状态信息; 该第二码本满足公式: $W = W_1 \tilde{W}_2$, W 为所述第二码本, W_1 为所述端口选择矩阵, $\tilde{W}_2$ 为线性叠加系数矩阵;

所述网络设备根据第一指示信息以及第二码本, 确定预编码矩阵。

在本申请实施例中, 第二码本是可基于上行信道和下行信道的角度和时延的互易性获取 CSI 的码本, 是与现有技术中的码本不同的码本。网络设备通过第一指示信息通知终端要使用的码本是第二码本, 也就是指示基于上行信道和下行信道的角度和时延的互易性的 CSI 获取方案, 从而终端基于第一码本反馈 CSI, 可降低开销。

在上述第三方面和第四方面的实施例中, W_1 的维度为 $X \times L$, $L \leq X$, X 用于指示 CSI-RS

端口的个数, 所述 L 为选择的 CSI-RS 端口的个数。

具体应用场景中, 不同极化方向间, 终端选择的端口个数可相同, 且选择的端口序号也相同; 或者,

- 5 不同极化方向间, 终端选择的端口个数可相同, 且选择的端口序号不相同; 或者,
不同极化方向间, 终端选择的端口个数不相同, 且选择的端口序号也不相同。

基于不同的应用场景, 本申请实施例提供了 W_1 的几种可能的设计, 如下:

示例性的, 不同极化方向间, 所述终端选择的端口个数相同, 且选择的端口序号相同, 所述 W_1 满足如下公式:

$$10 \quad W_1 = \begin{bmatrix} E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} & 0 \\ 0 & E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} \end{bmatrix}, \quad E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} = \begin{bmatrix} e^{\left(\frac{X}{2}\right)} & e^{\left(\frac{X}{2}\right)} & \cdots & e^{\left(\frac{X}{2}\right)} \\ \text{mod}\left(m_1, \frac{X}{2}\right) & \text{mod}\left(m_2, \frac{X}{2}\right) & \cdots & \text{mod}\left(m_{\tilde{L}-1}, \frac{X}{2}\right) \end{bmatrix};$$

其中, X 为 CSI-RS 端口的个数, $\tilde{L}$ 为一个极化方向选择的 CSI-RS 端口的个数, $E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}}$ 为由 $e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)}$ 组成的矩阵, $e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)}$ 为长度为 $X/2$ 的向量, 所述向量包括的元素中的第 $\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)$ 个元素均为 1, 其他元素为 0, $i = m_1, m_2, \dots, m_{\tilde{L}-1}$, 所述 i 为大于或等于 0 的整数。

其中, X 为基站发送的 CSI-RS 端口的个数, $\tilde{L}$ 为终端在一个极化方向选择的 CSI-RS 端口的个数, $e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)}$ 中的第 $\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)$ 个元素均为 1, 可以表示选择对应的 CSI-RS 端口。

- 15 由于端口个数相同, 且端口序号相同, 所以可以认为一个极化方向的端口选好了, 另一个极化方向的端口也选好了, 实现较为简单。

作为 W_1 的一种变形, W_1 满足如下公式:

$$W_1 = \begin{bmatrix} E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} & 0 \\ 0 & E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} \end{bmatrix}, \quad E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} = \begin{bmatrix} e^{\left(\frac{X}{2}\right)} & e^{\left(\frac{X}{2}\right)} & \cdots & e^{\left(\frac{X}{2}\right)} \\ \text{mod}\left(m, \frac{X}{2}\right) & \text{mod}\left(m+1, \frac{X}{2}\right) & \cdots & \text{mod}\left(m+\tilde{L}-1, \frac{X}{2}\right) \end{bmatrix}, \text{表示}$$

终端选择的 CSI-RS 端口可以是连续的。

- 20 示例性的, 不同极化方向间, 不同极化方向间, 所述终端选择的端口个数相同, 且选择的端口序号不相同, 所述 W_1 满足如下公式:

$$W_1 = \begin{bmatrix} E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} & 0 \\ 0 & \bar{E}_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} \end{bmatrix}, \quad E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} = \begin{bmatrix} e^{\left(\frac{X}{2}\right)} & e^{\left(\frac{X}{2}\right)} & \cdots & e^{\left(\frac{X}{2}\right)} \\ \text{mod}\left(m_1, \frac{X}{2}\right) & \text{mod}\left(m_2, \frac{X}{2}\right) & \cdots & \text{mod}\left(m_{\tilde{L}-1}, \frac{X}{2}\right) \end{bmatrix},$$

$$\bar{E}_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} = \begin{bmatrix} e^{\left(\frac{X}{2}\right)} & e^{\left(\frac{X}{2}\right)} & \cdots & e^{\left(\frac{X}{2}\right)} \\ \text{mod}\left(n_1, \frac{X}{2}\right) & \text{mod}\left(n_2, \frac{X}{2}\right) & \cdots & \text{mod}\left(n_{\tilde{L}-1}, \frac{X}{2}\right) \end{bmatrix}, \quad X \text{ 为 CSI-RS 端口的个数, } \tilde{L} \text{ 为}$$

一个极化方向选择的 CSI-RS 端口的个数, $E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}}$ 为由 $e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)}$ 组成的矩阵, $e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)}$ 为

- 25 长度为 $X/2$ 的向量, 所述向量包括的元素中的第 $\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)$ 个元素均为 1, 其他元素为 0, $i = m_1, m_2, \dots, m_{\tilde{L}-1}$, 所述 i 为大于或等于 0 的整数; $\bar{E}_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}}$ 为由 $e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)}$ 组成的矩阵, $e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)}$ 为长度为 $X/2$ 的向量, 所述向量包括的元素中的第 $\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)$ 个元素均为 1, 其他元素为 0,

$i=n_1, n_2, \dots, n_{L-1}$, 所述 i 为大于或等于 0 的整数。

作为 W_1 的一种变形, W_1 满足如下公式:

$$W_1 = \begin{bmatrix} E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} & 0 \\ 0 & \bar{E}_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} \end{bmatrix}, \quad E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} = \begin{bmatrix} e^{\left(\frac{X}{2}\right)} & e^{\left(\frac{X}{2}\right)} & \dots & e^{\left(\frac{X}{2}\right)} \\ \text{mod}\left(m, \frac{X}{2}\right) & \text{mod}\left(m+1, \frac{X}{2}\right) & \dots & \text{mod}\left(m+\tilde{L}-1, \frac{X}{2}\right) \end{bmatrix},$$

$$\bar{E}_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} = \begin{bmatrix} e^{\left(\frac{X}{2}\right)} & e^{\left(\frac{X}{2}\right)} & \dots & e^{\left(\frac{X}{2}\right)} \\ \text{mod}\left(n, \frac{X}{2}\right) & \text{mod}\left(n+1, \frac{X}{2}\right) & \dots & \text{mod}\left(n+\tilde{L}-1, \frac{X}{2}\right) \end{bmatrix}.$$

- 5 可能的实现方式中, 不同极化方向间, 所述终端选择的端口个数不相同, 且选择的端口序号不相同, 该 W_1 可以是某个矩阵选择的, 例如 W_1 是 $F_{X \times X}$ 的子集, 该 $F_{X \times X}$ 的维度是 $X * X$, 且满足 $F_{X \times X} = [e^{(X)}_0 \quad e^{(X)}_1 \quad \dots \quad e^{(X)}_{(X-1)}]$, 其中, $e^{(X)}_i$ 是一个长度为 X 的向量, 所述 $F_{X \times X}$ 中的第 i 个元素均为 1, 其余元素均为 0, $i=0, 1, \dots, X-1$ 。

作为 W_1 的一种变形, W_1 满足如下公式:

- 10 $W_1 = [e^{(X)}_{\text{mod}(m, X)}, \dots, e^{(X)}_{\text{mod}(m+(\tilde{L}-1), X)}]$, 表示终端选择的 CSI-RS 端口可以是连续的。

关于第三方面或第四方面或第三方面的各种可能的实施方式或第四方面的各种可能的实施方式所带来的技术效果, 可以参考对第一方面或第一方面的各种可能的实施方式的技术效果的介绍。

第五方面, 本申请实施例提供了一种通信装置, 包括接收单元和发送单元, 其中:

- 15 接收单元, 用于接收来自网络设备的第一指示信息, 其中, 所述第一指示信息用于指示第一码本中的右乘矩阵的类型, 所述第一码本满足公式: $W = W_1 \tilde{W}_2 W_f^H$, W 为第一码本, W_1 为端口选择矩阵, $\tilde{W}_2$ 为线性叠加系数矩阵, W_f 为所述右乘矩阵, W_f^H 为 W_f 的共轭转置, 用于终端根据第一码本确定信道状态信息;

发送单元, 用于向所述网络设备发送所述信道状态信息。

- 20 可以理解的, 所述通信装置还可以包括处理单元, 所述处理单元, 用于生成所述信道状态信息。所述接收单元和发送单元, 可以包括在收发单元中, 由收发单元实现上述接收单元和发送单元的功能。

第六方面, 本申请实施例提供了一种通信装置, 包括接收单元和处理单元, 其中:

- 25 接收单元, 用于接收来自终端的信道状态信息, 该信道状态信息包括第一指示信息;
处理单元, 用于根据该第一指示信息以及第一码本, 确定预编码矩阵, 其中第一码本满足公式: $W = W_1 \tilde{W}_2 W_f^H$, W 为第一码本, W_1 为端口选择矩阵, $\tilde{W}_2$ 为线性叠加系数矩阵, 第一指示信息用于指示 W_f 的类型, W_f^H 为 W_f 的共轭转置。

可以理解的, 所述接收单元可以包括在收发单元中, 由收发单元实现上述接收单元的功能。

- 30 在第五方面和第六方面的实施例中, 所述第一指示信息可以承载在现有信令上, 例如第一指示信息承载在 RRC 信令的 CSI 上报带宽 CSI-ReportingBand 字段。示例性的, 该 CSI-ReportingBand 字段的值为 0, 用于指示终端基于上行信道和下行信道的角度和时延的互易性获取 CSI 的码本, 或者 W_f 的类型。这样有利于兼容现有 RRC 信令。

在上述第一方面和第二方面的实施例中, W_f 包括但不限于以下几种设计:

- 35 设计一、 W_f 为端口选择矩阵, 也就是第一指示信息用于指示 W_f 的类型为端口选择矩阵。

设计二、 W_f 为一个特定列向量或多个特定列向量。也就是第一指示信息用于指示 W_f 的

类型为一个特定列向量或多个特定列向量。例如 W_f 为元素均是 1 的列向量, 或者 W_f 包括元素均为 1 的列向量。该设计方案不用区分信道状态信息参考信号(channel state information reference signal, CSI-RS) 端口组, 降低了复杂度。

设计三, W_f 为 DFT 矩阵, 且包括元素均为 1 的列向量, 也就是第一指示信息用于指示 W_f 的类型为 DFT 矩阵。基于该设计方案下, 网络侧还需向终端指示所需要使用的列向量, 例如 DFT 矩阵中的元素均为 1 的列向量。在可能的实现方式中, 第一指示信息还可指示元素均为 1 的列向量; 或者, 通信装置为网络设备时, 通信装置包括的发送单元向终端发送第二指示信息, 终端接收该第二指示信息, 该第二指示信息指示 DFT 矩阵中的元素均为 1 的列向量; 或者, 通信装置为终端时, 通信装置包括的接收单元接收来自网络设备的第二指示信息, 该第二指示信息指示 DFT 矩阵中的元素均为 1 的列向量。

具体的, 第一码本中的 W_1 用于选择一个或多个信道状态信息参考信号(channel state information reference signal, CSI-RS) 端口组, 所述 W_f 用于选择所述一个 CSI-RS 端口组中的一个或多个 CSI-RS 端口, 或者所述 W_f 用于选择所述多个 CSI-RS 端口组中的一个或多个 CSI-RS 端口。

应理解, W_1 用于选择 CSI-RS 端口组, 可以选择一个 CSI-RS 端口组, 也可以选择多个 CSI-RS。如果 W_1 选择一个 CSI-RS 端口组, W_f 选择的是该 CSI-RS 端口组内的一个或多个 CSI-RS 端口。如果 W_1 选择多个 CSI-RS 端口组, W_f 针对不同的 CSI-RS 端口组可以选择不同的端口, 也可以选择相同的端口。例如 W_f 可以指示 CSI-RS 端口的序号, 以指示所有的 CSI-RS 端口组中选择与序号对应的 CSI-RS 端口, 也就是所有 CSI-RS 端口组中选择的 CSI-RS 端口是相同的。

在上述第一方面和第二方面的实施例, W_f 为端口选择矩阵, 该 W_f 的一个列向量的长度可为 M_{Group} , W_1 的一个列向量的长度可为 $2\tilde{X}_{Group}$, 存在 $M_{Group} * \tilde{X}_{Group} = X/2$, X 用于指示 CSI-RS 端口的个数, M_{Group} 为大于或等于 1 的整数, $\tilde{X}_{Group}$ 为大于或等于 1 的整数。

该设计下, M_{Group} 、 $\tilde{X}_{Group}$ 和 X 可以是系统或者协议约定的, 也可以是网络侧向终端指示的, 例如通信装置为网络设备时, 网络设备的收发单元可向终端发送第三指示信息, 终端的收发单元接收该第三指示信息, 该第三指示信息可用于指示 $\tilde{X}_{Group}$ 、 $\tilde{X}_{Group}$ 和 X 中的一项或多项。

在上述第一方面和第二方面的实施例, W_f 为一个特定的列向量或者多个特定的列向量, 该 W_f 的一个列向量的长度可为 N_{RB}^0 , W_1 的一个列向量的长度可为 X , X 用于指示 CSI-RS 端口的个数, N_{RB}^0 为大于或等于 1 的整数。

示例性的, N_{RB}^0 与 CSI-RS 发送带宽的资源块(resource block, RB) 个数或子带个数相关。例如 N_{RB}^0 可等于 CSI-RS 发送带宽的 RB 个数或子带个数, 较为简单。

在上述第一方面和第二方面的实施例, 终端可向网络侧反馈 W_1 和 $\tilde{W}_2$, 例如终端向网络设备发送的信道状态信息可包括反馈信息, 该反馈信息可用于指示 W_1 和 $\tilde{W}_2$, 现有技术终端需要向网络侧反馈 W_1 和 $\tilde{W}_2$ 以及 W_f 来说, 降低了开销。

终端对选择的不同接收天线对应的线性叠加系数可以通过不同的方式构造 $\tilde{W}_2$ 。示例性的, 终端选择全部的端口即 X 个端口对应的 X 个线性叠加系数, 终端可按照 CSI-RS 端口号从小到大(或者从大到小)的顺序, 依照先行后列(或先列后行)的规则构造 $2\tilde{X}_{Group} * M_{Group}$ 的 $\tilde{W}_2$, 应理解一个接收天线对应一个 $\tilde{W}_2$, 所以反馈信息可包括 N_{Rx} 个 $\tilde{W}_2$, 该 N_{Rx} 为终端的接收天线的个数。又一示例性的, 终端可对不同接收天线对应的 X 个线性

叠加系数构造 $X \times N_{Rx}$ 的矩阵, 并对该矩阵进行 SVD 分解, 根据要计算的预编码矩阵对应的秩的取值, 选择线性叠加系数, 并按照从头到尾 (或者从尾到头) 的顺序, 依照先后行列 (或先列后行) 构造 $2\tilde{X}_{Group} \times M_{Group}$ 的 $\tilde{W}_2$, 对应的, 反馈信息可包括 R 个 $\tilde{W}_2$, 所述 R 为预编码矩阵对应的秩的取值。

- 5 具体应用场景中, 不同极化方向间, 终端选择的端口个数可相同, 也可不同, 且终端选择的端口序号可相同, 也可不同。例如终端选择的端口个数可相同, 且选择的端口序号也相同, 这样一个极化方向的端口确定了, 另一个极化方向的端口也就确定了, 实现较为简单。又例如不同极化方向间, 终端选择的端口个数可相同, 且选择的端口序号不相同, 不限制选择的端口, 即可实现较为自由地选择端口, 有利于系统性能的提高。再例如不同极化方向间, 终端选择的端口个数不相同, 且选择的端口序号也不相同, 可更为自由地选择端口, 进一步提高系统性能。

针对前述的设计二和设计三, 在不同的应用场景中, 本申请实施例提供了 W1 的几种可能的设计, 实现基于上行信道和下行信道的角度和时延的互易性获取 CSI:

- 15 示例性的, 不同极化方向间, 所述终端选择的端口个数相同, 且选择的端口序号相同, 所述 W_1 满足如下公式:

$$W_1 = \begin{bmatrix} E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} & 0 \\ 0 & E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} \end{bmatrix}, \quad E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} = \begin{bmatrix} e^{\left(\frac{X}{2}\right)} & e^{\left(\frac{X}{2}\right)} & \cdots & e^{\left(\frac{X}{2}\right)} \\ \text{mod}\left(m_1, \frac{X}{2}\right) & \text{mod}\left(m_2, \frac{X}{2}\right) & \cdots & \text{mod}\left(m_{L-1}, \frac{X}{2}\right) \end{bmatrix};$$

其中, X 为 CSI-RS 端口的个数, $\tilde{L}$ 为一个极化方向选择的 CSI-RS 端口的个数, $E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}}$ 为由 $e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)}$ 组成的矩阵, $e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)}$ 为长度为 $X/2$ 的向量, 所述向量包括的元素中的第 $\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)$ 个元素均为 1, 其他元素为 0, $i = m_1, m_2, \dots, m_{L-1}$, 所述 i 为大于或等于 0 的整数。

- 20 应理解, X 为基站发送的 CSI-RS 端口的个数, $\tilde{L}$ 为终端在一个极化方向选择的 CSI-RS 端口的个数, $e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)}$ 中的第 $\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)$ 个元素均为 1, 可以表示选择对应的 CSI-RS 端口。

在具体应用中, 终端选择的 CSI-RS 端口可以是不连续的, 也可以是连续的, 应理解, 作为 W_1 的一种变形, W_1 满足如下公式:

$$W_1 = \begin{bmatrix} E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} & 0 \\ 0 & E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} \end{bmatrix}, \quad E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} = \begin{bmatrix} e^{\left(\frac{X}{2}\right)} & e^{\left(\frac{X}{2}\right)} & \cdots & e^{\left(\frac{X}{2}\right)} \\ \text{mod}\left(m, \frac{X}{2}\right) & \text{mod}\left(m+1, \frac{X}{2}\right) & \cdots & \text{mod}\left(m+\tilde{L}-1, \frac{X}{2}\right) \end{bmatrix}, \text{表示终}$$

- 25 端选择的 CSI-RS 端口可以是连续的。

示例性的, 不同极化方向间, 不同极化方向间, 所述终端选择的端口个数相同, 且选择的端口序号不相同, 所述 W_1 满足如下公式:

$$W_1 = \begin{bmatrix} E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} & 0 \\ 0 & \bar{E}_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} \end{bmatrix}, \quad E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} = \begin{bmatrix} e^{\left(\frac{X}{2}\right)} & e^{\left(\frac{X}{2}\right)} & \cdots & e^{\left(\frac{X}{2}\right)} \\ \text{mod}\left(m_1, \frac{X}{2}\right) & \text{mod}\left(m_2, \frac{X}{2}\right) & \cdots & \text{mod}\left(m_{L-1}, \frac{X}{2}\right) \end{bmatrix},$$

$$\bar{E}_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} = \begin{bmatrix} e^{\left(\frac{X}{2}\right)} & e^{\left(\frac{X}{2}\right)} & \cdots & e^{\left(\frac{X}{2}\right)} \\ \text{mod}\left(n_1, \frac{X}{2}\right) & \text{mod}\left(n_2, \frac{X}{2}\right) & \cdots & \text{mod}\left(n_{L-1}, \frac{X}{2}\right) \end{bmatrix}, \quad X \text{ 为 CSI-RS 端口的个数, } \tilde{L} \text{ 为一}$$

个极化方向选择的 CSI-RS 端口的个数, $E_{\frac{X}{2} \times L}$ 为由 $e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)}$ 组成的矩阵, $e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)}$ 为长度为 $X/2$ 的向量, 所述向量包括的元素中的第 $\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)$ 个元素均为 1, 其他元素为 0, $i=m_1, m_2, \dots, m_{L-1}$, 所述 i 为大于或等于 0 的整数; $\bar{E}_{\frac{X}{2} \times L}$ 为由 $e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)}$ 组成的矩阵, $e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)}$ 为长度为 $X/2$ 的向量, 所述向量包括的元素中的第 $\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)$ 个元素均为 1, 其他元素为 0, $i=n_1, n_2, \dots, n_{L-1}$, 所述 i 为大于或等于 0 的整数。

同理, 终端选择的 CSI-RS 端口可以是不连续的, 也可以是连续的, 应理解, 作为 W_1 的一种变形, W_1 满足如下公式:

$$E_{\frac{X}{2} \times L} = \begin{bmatrix} e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(m, \frac{X}{2}\right)} & e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(m+1, \frac{X}{2}\right)} & \dots & e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(m+L-1, \frac{X}{2}\right)} \end{bmatrix},$$

$$\bar{E}_{\frac{X}{2} \times L} = \begin{bmatrix} e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(n, \frac{X}{2}\right)} & e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(n+1, \frac{X}{2}\right)} & \dots & e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(n+L-1, \frac{X}{2}\right)} \end{bmatrix}.$$

再一示例性的, 不同极化方向间, 所述终端选择的端口个数不相同, 且选择的端口序号不相同, 所述 W_1 的维度为 $X \times L$, $L \leq X$, 所述 X 用于指示 CSI-RS 端口的个数, 所述 L 为选择的 CSI-RS 端口的个数。

在可能的实现方式中, 该 W_1 可以基于某个矩阵实现, 例如 W_1 是 $F_{X \times X}$ 的子集, $F_{X \times X}$ 可以是系统预定义或者协议约定的。例如该 $F_{X \times X}$ 的维度是 $X \times X$, 也就是 W_1 从 $F_{X \times X}$ 中的 X 个列向量中选择 L 个列向量, $L \leq X$ 。示例性的, 满足: $F_{X \times X} = [e^{(X)}_0 \ e^{(X)}_1 \ \dots \ e^{(X)}_{(X-1)}]$, 其中, $e^{(X)}_i$ 是一个长度为 X 的向量, 所述 $F_{X \times X}$ 中的第 i 个元素均为 1, 其余元素均为 0, $i=0, 1, \dots, X-1$ 。

同理, 终端选择的 CSI-RS 端口可以是不连续的, 也可以是连续的, 应理解, W_1 可满足如下公式:

$$W_1 = [e^{(X)}_{\text{mod}(m, X)}, \dots, e^{(X)}_{\text{mod}(m+(L-1), X)}], \text{表示终端选择的 CSI-RS 端口可以是连续的。}$$

关于第五方面或第五方面的各种可能的实施方式所带来的技术效果, 可以参考对第一方面或第一方面的各种可能的实施方式的技术效果的介绍。关于第六方面或第六方面的各种可能的实施方式所带来的技术效果, 可以参考对第二方面或第二方面的各种可能的实施方式的技术效果的介绍。

第七方面, 本申请实施例提供了一种通信装置, 包括接收单元和发送单元, 其中:

接收单元, 用于接收来自网络设备的第一指示信息, 其中, 第一指示信息用于指示端口选择矩阵, 该端口选择矩阵用于终端根据第二码本确定信道状态信息, 该第二码本满足公式: $W = W_1 \bar{W}_2$, W 为第二码本, W_1 为所述端口选择矩阵, $\bar{W}_2$ 为线性叠加系数矩阵;

发送单元, 用于向所述网络设备发送所述信道状态信息。

可以理解的, 所述通信装置还可以包括处理单元, 所述处理单元, 用于生成所述信道状态信息。所述接收单元和发送单元, 可以包括在收发单元中, 由收发单元实现上述接收单元和发送单元的功能。

第八方面, 本申请实施例提供了一种通信装置, 包括接收单元和处理单元, 其中:

接收单元, 用于接收来自终端的信道状态信息, 该信道状态信息包括第一指示信息, 所述第一指示信息用于指示端口选择矩阵, 该端口选择矩阵用于终端根据第二码本确定信

道状态信息; 该第二码本满足公式: $W = W_1 \tilde{W}_2$, W 为第二码本, W_1 为所述端口选择矩阵, $\tilde{W}_2$ 为线性叠加系数矩阵;

处理单元, 用于根据该第一指示信息以及第二码本, 确定预编码矩阵。

可以理解的, 所述接收单元可以包括在收发单元中, 由收发单元实现上述接收单元的功能。

在上述第七方面和第八方面的实施例中, W_1 的维度为 $X \times L$, $L \leq X$, X 用于指示 CSI-RS 端口的个数, 所述 L 为选择的 CSI-RS 端口的个数。

具体应用场景中, 不同极化方向间, 终端选择的端口个数可相同, 且选择的端口序号也相同; 或者,

不同极化方向间, 终端选择的端口个数可相同, 且选择的端口序号不相同; 或者, 不同极化方向间, 终端选择的端口个数不相同, 且选择的端口序号也不相同。

基于不同的应用场景, 本申请实施例提供了 W_1 的几种可能的的设计, 如下:

示例性的, 不同极化方向间, 所述终端选择的端口个数相同, 且选择的端口序号相同, 所述 W_1 满足如下公式:

$$W_1 = \begin{bmatrix} E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} & 0 \\ 0 & E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} \end{bmatrix}, E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} = \begin{bmatrix} e^{\left(\frac{X}{2}\right)} & e^{\left(\frac{X}{2}\right)} & \cdots & e^{\left(\frac{X}{2}\right)} \\ \text{mod}\left(m_1, \frac{X}{2}\right) & \text{mod}\left(m_2, \frac{X}{2}\right) & \cdots & \text{mod}\left(m_{L-1}, \frac{X}{2}\right) \end{bmatrix};$$

其中, X 为 CSI-RS 端口的个数, $\tilde{L}$ 为一个极化方向选择的 CSI-RS 端口的个数, $E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}}$ 为由 $e^{\left(\frac{X}{2}\right)}$ 组成的矩阵, $e^{\left(\frac{X}{2}\right)}$ 为长度为 $X/2$ 的向量, 所述向量包括的元素中的第 $\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)$ 个元素均为 1, 其他元素为 0, $i = m_1, m_2, \dots, m_{L-1}$, 所述 i 为大于或等于 0 的整数。

其中, X 为基站发送的 CSI-RS 端口的个数, $\tilde{L}$ 为终端在一个极化方向选择的 CSI-RS 端口的个数, $e^{\left(\frac{X}{2}\right)}$ 中的第 $\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)$ 个元素均为 1, 可以表示选择对应的 CSI-RS 端口。

由于端口个数相同, 且端口序号相同, 所以可以认为一个极化方向的端口选好了, 另一个极化方向的端口也选好了, 实现较为简单。

作为 W_1 的一种变形, W_1 满足如下公式:

$$W_1 = \begin{bmatrix} E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} & 0 \\ 0 & \bar{E}_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} \end{bmatrix}, E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} = \begin{bmatrix} e^{\left(\frac{X}{2}\right)} & e^{\left(\frac{X}{2}\right)} & \cdots & e^{\left(\frac{X}{2}\right)} \\ \text{mod}\left(m, \frac{X}{2}\right) & \text{mod}\left(m+1, \frac{X}{2}\right) & \cdots & \text{mod}\left(m+\tilde{L}-1, \frac{X}{2}\right) \end{bmatrix}, \text{表示}$$

终端选择的 CSI-RS 端口可以是连续的。

示例性的, 不同极化方向间, 不同极化方向间, 所述终端选择的端口个数相同, 且选择的端口序号不相同, 所述 W_1 满足如下公式:

$$W_1 = \begin{bmatrix} E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} & 0 \\ 0 & \bar{E}_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} \end{bmatrix}, E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} = \begin{bmatrix} e^{\left(\frac{X}{2}\right)} & e^{\left(\frac{X}{2}\right)} & \cdots & e^{\left(\frac{X}{2}\right)} \\ \text{mod}\left(m_1, \frac{X}{2}\right) & \text{mod}\left(m_2, \frac{X}{2}\right) & \cdots & \text{mod}\left(m_{L-1}, \frac{X}{2}\right) \end{bmatrix},$$

$$\bar{E}_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} = \begin{bmatrix} e^{\left(\frac{X}{2}\right)} & e^{\left(\frac{X}{2}\right)} & \cdots & e^{\left(\frac{X}{2}\right)} \\ \text{mod}\left(n_1, \frac{X}{2}\right) & \text{mod}\left(n_2, \frac{X}{2}\right) & \cdots & \text{mod}\left(n_{L-1}, \frac{X}{2}\right) \end{bmatrix}, X \text{ 为 CSI-RS 端口的个数, } \tilde{L} \text{ 为}$$

一个极化方向选择的 CSI-RS 端口的个数, $E_{\frac{X}{2} \times \bar{L}}$ 为由 $e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)}$ 组成的矩阵, $e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)}$ 为长度为 $X/2$ 的向量, 所述向量包括的元素中的第 $\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)$ 个元素均为 1, 其他元素为 0, $i=m_1, m_2, \dots, m_{\bar{L}-1}$, 所述 i 为大于或等于 0 的整数; $\bar{E}_{\frac{X}{2} \times \bar{L}}$ 为由 $e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)}$ 组成的矩阵, $e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)}$ 为长度为 $X/2$ 的向量, 所述向量包括的元素中的第 $\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)$ 个元素均为 1, 其他元素为 0, $i=n_1, n_2, \dots, n_{\bar{L}-1}$, 所述 i 为大于或等于 0 的整数。

作为 W_1 的一种变形, W_1 满足如下公式:

$$W_1 = \begin{bmatrix} E_{\frac{X}{2} \times \bar{L}} & 0 \\ 0 & \bar{E}_{\frac{X}{2} \times \bar{L}} \end{bmatrix}, \quad E_{\frac{X}{2} \times \bar{L}} = \begin{bmatrix} e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(m, \frac{X}{2}\right)} & e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(m+1, \frac{X}{2}\right)} & \dots & e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(m+\bar{L}-1, \frac{X}{2}\right)} \end{bmatrix},$$

$$\bar{E}_{\frac{X}{2} \times \bar{L}} = \begin{bmatrix} e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(n, \frac{X}{2}\right)} & e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(n+1, \frac{X}{2}\right)} & \dots & e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(n+\bar{L}-1, \frac{X}{2}\right)} \end{bmatrix}.$$

可能的实现方式中, 不同极化方向间, 所述终端选择的端口个数不相同, 且选择的端口序号不相同, 该 W_1 可以是某个矩阵选择的, 例如 W_1 是 $F_{X \times X}$ 的子集, 该 $F_{X \times X}$ 的维度是 $X * X$, 且满足: $F_{X \times X} = [e^{(X)}_0 \quad e^{(X)}_1 \quad \dots \quad e^{(X)}_{(X-1)}]$, 其中, $e^{(X)}_i$ 是一个长度为 X 的向量, 所述 $F_{X \times X}$ 中的第 i 个元素均为 1, 其余元素均为 0, $i=0, 1, \dots, X-1$ 。

作为 W_1 的一种变形, W_1 满足如下公式:

$$W_1 = [e^{(X)}_{\text{mod}(m, X)}, \dots, e^{(X)}_{\text{mod}(m+(\bar{L}-1), X)}], \text{表示终端选择的 CSI-RS 端口可以是连续的。}$$

第九方面, 本申请实施例提供一种通信装置, 该通信装置可以为上述实施例中第五方面、第六方面或第七方面或第八方面中的通信装置, 或者为设置在第五方面、第六方面或第七方面或第八方面中的通信装置中的芯片。该通信装置包括通信接口以及处理器, 可选的, 还包括存储器。其中, 该存储器用于存储计算机程序或指令或者数据, 处理器与存储器、通信接口耦合, 当处理器读取所述计算机程序或指令或数据时, 使通信装置执行上述方法实施例中由终端或网络设备所执行的方法。

应理解, 该通信接口可以是通信装置中的收发器, 例如通过所述通信装置中的天线、馈线和编解码器等实现, 或者, 如果通信装置为设置在网络设备中的芯片, 则通信接口可以是该芯片的输入/输出接口, 例如输入/输出电路、管脚等。所述收发器用于该通信装置与其它设备进行通信。示例性地, 当该通信装置为终端时, 该其它设备为网络设备; 或者, 当该通信装置为网络设备时, 该其它设备为终端。

第十方面, 本申请实施例提供了一种芯片系统, 该芯片系统包括处理器, 还可以包括存储器, 用于实现第五方面、第六方面或第七方面或第八方面中的通信装置执行的方法。在一种可能的实现方式中, 所述芯片系统还包括存储器, 用于保存程序指令和/或数据。该芯片系统可以由芯片构成, 也可以包含芯片和其他分立器件。

第十一方面, 本申请实施例提供了一种通信系统, 所述通信系统包括第五方面所述的通信装置和第六方面所述的通信装置, 或者包括第七方面所述的通信装置和第八方面所述的通信装置。

第十二方面, 本申请提供了一种计算机可读存储介质, 该计算机可读存储介质存储有

计算机程序，当该计算机程序被运行时，实现上述各方面中由终端执行的方法；或实现上述各方面中由网络设备执行的方法。

第十三方面，提供了一种计算机程序产品，所述计算机程序产品包括：计算机程序代码，当所述计算机程序代码被运行时，使得上述各方面中由终端执行的方法被执行，或使得
5 上述各方面中由网络设备执行的方法被执行。

上述第九方面至第十三方面及其实现方式的有益效果可以参考对各个方面或各个方面及其实现方式的有益效果的描述。

附图说明

- 10 图 1 为本申请实施例提供的适用的通信系统的架构示意图；
图 2 为现有技术提供的网络设备获取信道状态信息的流程示意图；
图 3 为本申请实施例提供的信道状态信息的反馈方法的流程示意图；
图 4 为本申请实施例提供的通信装置的一种结构示意图；
图 5 为本申请实施例提供的通信装置的另一种结构示意图；
15 图 6 为本申请实施例提供的一通信装置的一种结构示意图；
图 7 为本申请实施例提供的另一通信装置的一种结构示意图；
图 8 为本申请实施例提供的另一通信装置的又一种结构示意图；
图 9 为本申请实施例提供的另一通信装置的再一种结构示意图。

20 具体实施方式

为了使本申请实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合附图对本申请实施例作进一步地详细描述。

本申请实施例提供的技术方案可以应用于 5G 系统，或者应用于未来的通信系统或其他类似的通信系统。另外，本申请实施例提供的技术方案可以应用于蜂窝链路、PLMN 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。也可以应用于设备间的链路，例如设备到设备（device to device, D2D）
25 链路。D2D 链路，也可以称为 sidelink，其中侧行链路也可以称为边链路或副链路等。在本申请实施例中，上述的术语都是指相同类型的设备之间建立的链路，其含义相同。所谓相同类型的设备，可以是终端设备到终端设备之间的链路，也可以是基站到基站之间的链路，还可以是中继节点到中继节点之间的链路等，本申请实施例对此不做限定。对于终端设备和终端设备之间的链路，有第三代合作伙伴计划(third generation partnership project, 3GPP)的版本（Rel）-12/13 定义的 D2D 链路，也有 3GPP 为车联网定义的车到车、车到手机、或车到任何实体的 V2X 链路，包括 Rel-14/15。还包括目前 3GPP 正在研究的 Rel-16 及后续版本的基于 NR 系统的 V2X 链路等。

35 请参考图 1，为本申请实施例所应用的一种应用场景，或者说是本申请实施例应用的一种网络架构。在图 1 中包括网络设备和 6 个终端设备，应理解，图 1 中的终端设备的数量仅是举例，还可以更多或者更少，该网络架构还可以包括其他网络设备，如还可以包括无线中继设备和无线回传设备，在图 1 中未示出。网络设备是终端设备通过无线接入网络的接入设备，可以是基站。其中，网络设备在不同的系统对应不同的设备，例如在第四代

移动通信技术（4th-generation, 4G）系统中可以对应 eNB，在 5G 系统中对应 gNB；这 6 个终端设备可以是蜂窝电话、智能电话、便携式电脑、手持通信设备、手持计算设备、卫星无线电装置、全球定位系统、PDA 和/或用于在无线通信系统上通信的任意其它适合设备，且均可以与网络设备连接。

5 本申请实施例可以适用于上行信号传输，也可以适用于下行信号传输，还可以适用于 D2D 的信号传输。对于下行信号传输，发送设备是网络设备，对应的接收设备是终端设备；对于上行信号传输，发送设备是终端设备，对应的接收设备是网络设备；对于 D2D 的信号传输，发送设备是终端设备，接收设备也是终端设备。例如如图 1 虚线区域示意的 3 个终端设备可以适用于 D2D 的信号传输，本申请实施例对信号传输的方向不作限制。

10 终端设备可以是能够接收网络设备调度和指示信息的无线终端设备，无线终端设备可以是指向用户提供语音和/或数据连通性的设备，或具有无线连接功能的手持式设备、或连接到无线调制解调器的其他处理设备。无线终端设备可以经无线接入网（如，radio access network, RAN）与一个或多个核心网或者互联网进行通信，无线终端设备可以是移动终端设备，如移动电话（或称为“蜂窝”电话，手机（mobile phone））、计算机和数据卡，例如，
15 可以是便携式、袖珍式、手持式、计算机内置的或者车载的移动装置，它们与无线接入网交换语言和/或数据。例如，个人通信业务（personal communication service, PCS）电话、无绳电话、会话发起协议（SIP）话机、无线本地环路（wireless local loop, WLL）站、个人数字助理（personal digital assistant, PDA）、平板电脑（Pad）、带无线收发功能的电脑等设备。无线终端设备也可以称为系统、订户单元（subscriber unit）、订户站（subscriber station）、
20 移动站（mobile station）、移动台（mobile station, MS）、远程站（remote station）、接入点（access point, AP）、远程终端设备（remote terminal）、接入终端设备（access terminal）、用户终端设备（user terminal）、用户代理（user agent）、用户站（subscriber station, SS）、用户端设备（customer premises equipment, CPE）、终端（terminal）、用户设备（user equipment, UE）、移动终端（mobile terminal, MT）等。无线终端设备也可以是可穿戴设备以及下一代通信系统，例如，5G 网络中的终端设备或者未来演进的公共陆地移动网络（public land
25 mobile network, PLMN）网络中的终端设备，NR 通信系统中的终端设备等。

 网络设备是网络侧中一种用于发射或接收信号的实体，如新一代基站（generation Node B, gNodeB）。网络设备可以是用于与移动设备通信的设备。网络设备可以是无线局域网（wireless local area networks, WLAN）中的 AP，全球移动通信系统（global system for mobile
30 communication, GSM）或码分多址（code division multiple access, CDMA）中的基站（base transceiver station, BTS），也可以是宽带码分多址（wideband code division multiple access, WCDMA）中的基站（NodeB, NB），还可以是长期演进（long term evolution, LTE）中的演进型基站（evolutional Node B, eNB 或 eNodeB），或者中继站或接入点，或者车载设备、可穿戴设备以及未来 5G 网络中的网络设备或者未来演进的公共陆地移动网络（public land
35 mobile network, PLMN）网络中的网络设备，或 NR 系统中的 gNodeB/gNB 等；在一些部署中，gNB 可以包括集中式单元（centralized unit, CU）和 DU。gNB 还可以包括有源天线单元（active antenna unit, AAU）。CU 实现 gNB 的部分功能，DU 实现 gNB 的部分功能，比如，CU 负责处理非实时协议和服务，实现无线资源控制（radio resource control, RRC），分组数据汇聚层协议（packet data convergence protocol, PDCP）层的功能。DU 负责处理
40 物理层协议和实时服务，实现无线链路控制（radio link control, RLC）层、介质接入控制

(medium access control, MAC)层和物理(physical, PHY)层的功能。AAU实现部分物理层处理功能、射频处理及有源天线的相关功能。由于RRC层的信息最终会变成PHY层的信息,或者,由PHY层的信息转变而来,因而,在这种架构下,高层信令,如RRC层信令,也可以认为是由DU发送的,或者,由DU和AAU发送的。可以理解的是,网络设备可以为包括CU节点、DU节点、AAU节点中一项或多项的设备。此外,可以将CU划分为接入网(radio access network, RAN)中的网络设备,也可以将CU划分为核心网(core network, CN)中的网络设备,本申请对此不做限定。另外,在本申请实施例中,网络设备为小区提供服务,终端设备通过该小区使用的传输资源(例如,频域资源,或者说,频谱资源)与网络设备进行通信,该小区可以是网络设备(例如基站)对应的小区,小区可以属于宏基站,也可以属于小小区(small cell)对应的基站,这里的小小区可以包括:城市小区(Metro cell)、微小区(Micro cell)、微微小区(Pico cell)、毫微微小区(Femto cell)等,这些小小区具有覆盖范围小、发射功率低的特点,适用于提供高速率的数据传输服务。此外,在其它可能的情况下,网络设备可以是其它为终端设备提供无线通信功能的装置。本申请的实施例对网络设备所采用的具体技术和具体设备形态不做限定。为方便描述,本申请实施例中,为终端设备提供无线通信功能的装置称为网络设备。

网络设备向终端设备发送数据时,需要基于终端设备反馈的CSI进行调制编码及信号预编码。为了便于理解本申请实施例,下面先对本申请实施例中涉及的术语做简单说明。

1) 预编码技术,网络设备可以在已知信道状态的情况下,借助与信道资源相匹配的预编码矩阵对待发送的信号进行处理,使得经过预编码的待发送的信号与信道相适配,从而让使得接收设备接收信号的质量(例如信号与干扰加噪声比(signal to interference plus noise ratio, SINR)等)得以提升,可以降低接收设备消除信道间影响的复杂度。可见采用预编码技术,可以实现发送设备与多个接收设备在相同的时频资源上传输,即实现多用户多输入多输出(multiple user multiple input multiple output, MU-MIMO)。应注意,有关预编码技术的相关描述仅为便于理解而示例,并非用于限制本申请实施例的保护范围。在具体实现过程中,发送设备还可以通过其他方式进行预编码。例如,在无法获知信道信息(例如但不限于信道矩阵)的情况下,采用预先设置的预编码矩阵或者加权处理方式进行预编码等。为了简洁,其具体内容本文不再赘述。

2) 预编码矩阵指示(PMI),可用于指示预编码矩阵,网络设备基于PMI恢复出该预编码矩阵。其中,该预编码矩阵例如可以是终端设备基于各个频域单元的信道矩阵确定的预编码矩阵。一个频域单元的频域长度可以是子带或频域子带的R倍, $R \leq 1$,例如R的取值可以为1或1/2,或资源块(resource block, RB)。该信道矩阵可以是终端设备通过信道估计等方式或者基于信道的互易性确定。但应理解,终端设备确定预编码矩阵的具体方法并不限于上文所述,具体实现方式可参考现有技术,为了简洁,这里不再一一列举。

例如,预编码矩阵可以通过对信道矩阵或信道矩阵的协方差矩阵进行奇异值分解(singular value decomposition, SVD)的方式获得,或者,也可以通过对信道矩阵的协方差矩阵进行特征值分解(eigenvalue decomposition, EVD)的方式获得。应理解,上文中列举的预编码矩阵的确定方式仅为示例,不应对本申请构成任何限定。预编码矩阵的确定方式可以参考现有技术,为了简洁,这里不再一一列举。

需要说明的是,由本申请实施例提供的方法,网络设备可以基于终端设备的反馈确定用于构建预编码向量的空域向量、频域向量以及空频向量对的合并系数,进而确定与各频

域单元对应的预编码矩阵。该预编码矩阵可以直接用于下行数据传输；也可以经过一些波束成形方法，例如包括迫零(zero forcing, ZF)、正则化迫零(regularized zero-forcing, RZF)、最小均方误差(minimum mean-squared error, MMSE)、最大化信漏噪比(signal-to-leakage-and-noise, SLNR)等，以得到最终用于下行数据传输的预编码矩阵。

5 本申请对此不作限定。在未作出特别说明的情况下，下文中所涉及的预编码矩阵均可以是指基于本申请提供的方法所确定的预编码矩阵。

3、预编码向量：一个预编码矩阵可以包括一个或多个向量，如列向量。一个预编码矩阵可以用于确定一个或多个预编码向量。

10 当空间层数为1且发射天线的极化方向数也为1时，预编码矩阵就是预编码向量。当空间层数为多个且发射天线的极化方向数为1时，预编码向量可以是指预编码矩阵在一个空间层上的分量。当空间层数为1且发射天线的极化方向数为多个时，预编码向量可以是指预编码矩阵在一个极化方向上的分量。当空间层数为多个且发射天线的极化方向数也为多个时，预编码向量可以是指预编码矩阵在一个空间层、一个极化方向上的分量。

15 应理解，预编码向量也可以由预编码矩阵中的向量确定，如，对预编码矩阵中的向量进行数学变换后得到。本申请对于预编码矩阵与预编码向量之间的数学变换关系不作限定。

4、天线端口：或者称为端口，可以理解为被接收设备所识别的发射天线，或者在空间上可以区分的发射天线。针对每个虚拟天线可以预配置一个天线端口，每个虚拟天线可以为多个物理天线的加权组合，每个天线端口可以与一个参考信号对应，因此，每个天线端口可以称为一个参考信号的端口，例如，信道状态信息参考信号(channel state information reference signal, CSI-RS)端口、探测参考信号(sounding reference signal, SRS)端口等。

20 在本申请实施例中，天线端口可以是指收发单元(transceiver unit, TxRU)。

5) 空域向量(spatial domain vector)，或者称波束向量，空域波束基向量或空域基向量。空域向量中的各个元素可以表示各个天线端口的权重。基于空域向量中各个元素所表示的各个天线端口的权重，将各个天线端口的信号做线性叠加，可以在空间某一方向上形成信号较强的区域。

25

空域向量的长度可以为一个极化方向上的发射天线端口数 N_s ， $N_s \geq 1$ ，且为整数。空域向量例如可以为长度为 N_s 的列向量或行向量。本申请对此不作限定。

30 可选地，空域向量取自离散傅里叶变换(Discrete Fourier Transform, DFT)矩阵。该DFT矩阵中的每个列向量可以称为一个DFT向量。换句话说，空域向量可以为DFT向量。该空域向量例如可以是NR协议TS 38.214版本15(release 15, R15)中类型II(type II)码本中定义的DFT向量。

6) 空域向量集合，可以包括多种不同长度的空域向量，以与不同的天线端口数对应。在本申请实施例中，空域向量的长度为 N_s ，故终端设备所上报的空域向量所属的空域向量集合中的各空域向量的长度均为 N_s 。

35 在一种可能的设计中，该空域向量集合可以包括 N_s 个空域向量，该 N_s 个空域向量之间可以两两相互正交。该空域向量集合中的每个空域向量可以取自二维(2 dimension, 2D)-DFT矩阵。其中，2D可以表示两个不同的方向，如，水平方向和垂直方向。若水平方向和垂直方向的天线端口数量分别为 N_1 和 N_2 ，那么 $N_s = N_1 N_2$ 。

该 N_s 个空域向量例如可以记作 $\mathbf{b}_s^1, \mathbf{b}_s^2, \dots, \mathbf{b}_s^{N_s}$ 。该 N_s 个空域向量可以构建矩阵 $\mathbf{U}_s$ ，

$\mathbf{U}_s \triangleq [\mathbf{b}_s^1 \ \mathbf{b}_s^2 \ \cdots \ \mathbf{b}_s^{N_s}]$ 。若空域向量集合中的每个空域向量取自 2D-DFT 矩阵, 则 $\mathbf{U}_s = \mathbf{D}_{N_1} \otimes \mathbf{D}_{N_2}$, 其中 $\mathbf{D}_{N_1}$ 和 $\mathbf{D}_{N_2}$ 为 $N \times N$ 的正交 DFT 矩阵, 第 m 行第 n 列的元素为

$$[\mathbf{D}_{N_1}]_{m,n} = \frac{1}{\sqrt{N_1}} e^{j \frac{2\pi mn}{N_1}}, \quad [\mathbf{D}_{N_2}]_{m,n} = \frac{1}{\sqrt{N_2}} e^{j \frac{2\pi mn}{N_2}}.$$

在另一种可能的设计中, 该空域向量集合可以通过过采样因子 O_s 扩展为 $O_s \times N_s$ 个空域向量。此情况下, 该空域向量集合可以包括 O_s 个子集, 每个子集可以包括 N_s 个空域向量。每个子集中的 N_s 个空域向量之间可以两两相互正交。该空域向量集合中的每个空域向量可以取自过采样 2D-DFT 矩阵。其中, 过采样因子 O_s 为正整数。具体地, $O_s = O_1 \times O_2$, O_1 可以是水平方向的过采样因子, O_2 可以是垂直方向的过采样因子。 $O_1 \geq 1$, $O_2 \geq 1$, O_1 、 O_2 不同时为 1, 且均为整数。

该空域向量集合中的第 os ($0 \leq os \leq O_s - 1$ 且 os 为整数) 个子集中的 N_s 个空域向量例如可以分别记作 $\mathbf{b}_{s,os}^1, \mathbf{b}_{s,os}^2, \dots, \mathbf{b}_{s,os}^{N_s}$ 。则基于该第 os 个子集中的 N_s 个空域向量可以构造矩阵 $\mathbf{U}_{s,os}$, $\mathbf{U}_{s,os} \triangleq [\mathbf{b}_{s,os}^1 \ \mathbf{b}_{s,os}^2 \ \cdots \ \mathbf{b}_{s,os}^{N_s}]$ 。

7) 频域单元, 频域资源的单位, 可表示不同的频域资源粒度。频域单元例如可以包括但不限于, 子带 (subband)、RB、子载波、资源块组 (resource block group, RBG) 或预编码资源块组 (precoding resource block group, PRG) 等。此外, 一个频域单元的频域长度还可以是 CQI 子带的 R 倍, $R \leq 1$, R 的取值可以为 1 或 $1/2$, 或一个频域单元的频域长度还可以为 RB。

8) 频域向量 (frequency domain vector), 可用于表示信道在频域的变化规律的向量。每个频域向量可以表示一种变化规律。由于信号在经过无线信道传输时, 从发射天线可以经过多个路径到达接收天线。多径时延导致频率选择性衰落, 就是频域信道的变化。因此, 可以通过不同的频域向量来表示不同传输路径上时延导致的信道在频域上的变化规律。

频域向量的长度可以由在上报带宽中预配置的待上报的频域单元的个数确定, 也可以由该上报带宽的长度确定, 还可以是协议预定义值。本申请对于频域向量的长度不做限定。其中, 所述上报带宽例如可以是指通过高层信令 (如无线资源控制 (radio resource control, RRC) 消息) 中的 CSI 上报预配置中携带的 CSI 上报带宽 (CSI-ReportingBand)。

频域向量 $\mathbf{u}_f$ 的长度可以记作 N_f , N_f 为正整数。频域向量例如可以是长度为 N_f 的列向量或行向量。本申请对此不作限定。

9) 频域向量集合, 可以包括多种不同长度的频域向量。在本申请实施例中, 频域向量的长度为 N_f , 故终端设备所上报的频域向量所属的频域向量集合中的各频域向量的长度均为 N_f 。

在一种可能的设计中, 该频域向量集合可以包括 N_f 个频域向量。该 N_f 个频域向量之间可以两两相互正交。该频域向量集合中的每个频域向量可以取自 DFT 矩阵或 IDFT 矩阵 (即 DFT 矩阵的共轭转置矩阵)。

该 N_f 个频域向量例如可以记作 $\mathbf{b}_f^1, \mathbf{b}_f^2, \dots, \mathbf{b}_f^{N_f}$ 。该 N_f 个频域向量可以构建矩阵 $\mathbf{U}_f$, $\mathbf{U}_f \triangleq [\mathbf{b}_f^1 \ \mathbf{b}_f^2 \ \cdots \ \mathbf{b}_f^{N_f}]$ 。

在另一种可能的设计中, 该频域向量集合可以通过过采样因子 O_f 扩展为 $O_f \times N_f$ 个频域向量。此情况下, 该频域向量集合可以包括 O_f 个子集, 每个子集可以包括 N_f 个频域向

量。每个子集中的 N_f 个频域向量之间可以两两相互正交。该频域向量集合中的每个频域向量可以取自过采样 DFT 矩阵或过采样 DFT 矩阵的共轭转置矩阵。其中，过采样因子 Of 为正整数。

5 频域向量集合中的第 of ($0 \leq of \leq Of-1$ 且 os 为整数) 个子集中的 N_f 个频域向量例如可以分别记作 $\mathbf{b}_{f,of}^1, \mathbf{b}_{f,of}^2, \dots, \mathbf{b}_{f,of}^{N_f}$ 。则基于该第 of 个子集中的 N_s 个波束向量可以构造矩阵 $\mathbf{U}_f^{of}$, $\mathbf{U}_f^{of} \triangleq [\mathbf{b}_{f,of}^1 \ \mathbf{b}_{f,of}^2 \ \dots \ \mathbf{b}_{f,of}^{N_f}]$ 。

因此，频域向量集合中的各频域向量可以取自 DFT 矩阵或过采样 DFT 矩阵，或者取自 DFT 矩阵的共轭转置矩阵或过采样 DFT 矩阵的共轭转置矩阵。该频域向量集合中的每个列向量可以称为一个 DFT 向量或过采样 DFT 向量。换句话说，频域向量可以为 DFT 向量或过采样 DFT 向量。

10 10) 双域压缩，可以包括空域压缩和频域压缩这两个维度的压缩。空域压缩具体可以是指空域向量集合中选择一个或多个空域向量来作为构建预编码向量的向量。频域压缩可以是指在频域向量集合中选择一个或多个频域向量来作为构建预编码向量的向量。其中，一个空域向量和一个频域向量所构建的矩阵例如可以称为空频分量矩阵。被选择的一个或多个空域向量和一个或多个频域向量可以构建一个或多个空频分量矩阵。该一个或多个空频分量矩阵的加权和可用于构建与一个空间层对应的空频预编码矩阵。换句话说，空频预编码矩阵可以近似为由上述被选择的一个或多个空域向量和一个或多个频域向量所构建的空频分量矩阵的加权和。基于一个空间层对应的空频预编码矩阵，进而可以确定该空间层上各频域单元对应的预编码向量。

20 具体地，选择的一个或多个空域向量可以构成空域波束基矩阵 $\mathbf{W}_1$ ，其中 $\mathbf{W}_1$ 中的每一个列向量对应选择的一个空域向量。选择的一个或多个频域向量可以构成频域基矩阵 $\mathbf{W}_3$ ，其中 $\mathbf{W}_3$ 中的每一个列向量对应选择的一个频域向量。空频预编码矩阵 $\mathbf{H}$ 可以表示为选择的一个或多个空域向量与选择的一个或多个频域向量线性合并的结果，

$$\mathbf{H} = \mathbf{W}_1 \widetilde{\mathbf{W}} \mathbf{W}_3^H$$

25 在一中实现方式中，若采用双极化方向，每个极化方向选择 L 个空域向量， $\mathbf{W}_1$ 的维度为 $2N_s \times 2L$ 。在一种可能的实现方式中，两个极化方向采用相同的 L 个空域向量 $\{\mathbf{b}_s^0, \mathbf{b}_s^1, \dots, \mathbf{b}_s^{L-1}\}$ ，此时， $\mathbf{W}_1$ 可以表示为

$$\mathbf{W}_1 = \begin{bmatrix} \mathbf{b}_s^0 & \mathbf{b}_s^1 & \dots & \mathbf{b}_s^{L-1} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \dots & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{0} & \dots & \mathbf{0} & \mathbf{b}_s^0 & \mathbf{b}_s^1 & \dots & \mathbf{b}_s^{L-1} \end{bmatrix}$$

其中 $\mathbf{b}_s^i$ 表示选择的第 i 个空域向量， $i=0,1,\dots,L-1$ 。

30 举例说明，对于一个空间层，若每个空域向量选择相同的 M 个频域向量，则 $\mathbf{W}_3^H$ 的维度为 $M \times N_f$ ， $\mathbf{W}_3$ 中的每一个列向量对应一个频域向量，此时每个空域向量对应的频域向量均为 $\mathbf{W}_3$ 中的 M 个频域向量。 $\widetilde{\mathbf{W}}$ 为空频合并系数矩阵，维度为 $2L \times M$ 。

空频合并系数矩阵 $\widetilde{\mathbf{W}}$ 中的第 i 行对应 $2L$ 个空域向量中的第 i 个空域向量，空频合并系数矩阵 $\widetilde{\mathbf{W}}$ 中的第 j 列对应 M 个频域基向量中的第 j 个频域基向量。第 i 个空域向量对应的空频合并系数向量为空频合并系数矩阵 $\widetilde{\mathbf{W}}$ 中的第 i 个行向量，第 i 个空域向量对应的空频合并系数为空频合并系数矩阵 $\widetilde{\mathbf{W}}$ 中的第 i 个行向量中包含的元素。

35 此外， L 个空域向量中的每一个空域向量也可以对应不同的频域基向量。此时， $\mathbf{W}_3^H = [\mathbf{W}_f(0), \dots, \mathbf{W}_f(2L-1)]^H$ ，其中 $\mathbf{W}_f^H(i)$ 为第 i 个空域向量对应的 M 个频域向量构成

的 M_i 行 N_f 列的矩阵。 $\widetilde{\mathbf{W}} = \begin{bmatrix} \widetilde{\mathbf{W}}^{(0)} & 0 & 0 \\ 0 & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & \widetilde{\mathbf{W}}^{(2L-1)} \end{bmatrix}$, 其中 $\widetilde{\mathbf{W}}^{(i)}$ 是第 i 个空域向量对应的维度是 $1 \times M_i$ 的空频合并系数矩阵, $\widetilde{\mathbf{W}}^{(i)}$ 中包含的空频合并系数为第 i 个空域向量对应的空频合并系数。

此外, 空频矩阵 $\mathbf{V}$ 也可以表示为 $\mathbf{H} = \mathbf{W}_1 \widetilde{\mathbf{W}} \mathbf{W}_3$, 此时 $\mathbf{W}_3$ 中的每一个行向量对应选择的一个频域向量。

由于双域压缩在空域和频域都分别进行了压缩, 终端设备在反馈时, 可以将被选择的一个或多个空域向量和一个或多个频域向量反馈给网络设备, 而不再需要基于每个频域单元 (如子带) 分别反馈子带的合并系数 (如包括幅度和相位)。因此, 可以减小反馈开销。同时, 由于频域向量能够表示信道在频率的变化规律, 通过一个或多个频域向量的线性叠加来模拟信道在频域上的变化。因此, 仍能够保持较高的反馈精度, 使得网络设备基于终端设备的反馈恢复出来的预编码矩阵仍然能够较好地与信道适配。

12) 空频合并系数、幅度和相位, 空频合并系数也称合并系数, 用于表示用于构建空频预编码矩阵的一个空域向量和一个频域向量构成的向量对的权重。如前所述, 空频合并系数与一个空域向量和一个频域向量构成的向量对具有一一对应关系, 或者说, 每个空频合并系数与一个空域向量和一个频域向量对应。具体地, 空频合并系数矩阵 $\widetilde{\mathbf{W}}$ 中第 i 行第 j 列的元素为第 i 个空域向量与第 j 个频域向量构成的向量对所对应的合并系数。

在一种实现方式中, 为了控制上报开销, 终端设备可以仅上报空频合并系数矩阵 $\widetilde{\mathbf{W}}$ 中包含的 $2LM$ 个合并系数的子集。具体地, 网络设备可以配置每个空间层对应的终端设备可以上报的空频合并系数的最大数量 K_0 , 其中 K_0 可以小于或等于 $2LM$ 。 K_0 与 $\widetilde{\mathbf{W}}$ 中包含的合并系数总数 $2LM$ 可以存在比例关系, 例如 $K_0 = \beta \cdot 2LM$, β 的取值可以为 $\{3/4, 1/2, 1/4\}$ 。此外, 终端设备可以仅上报 K_1 个幅度非 0 的空频合并系数, 且 K_1 小于或等于 K_0 , K_1 可以小于或等于 K_0 。

每个空频合并系数可以包括幅度和相位, 在与多个空频分量矩阵对应的多个空频合并系数中, 有些空频合并系数的幅度 (或者说, 幅值) 可能为零, 或者接近零, 其对应的量化值可以是零。通过量化值零来量化幅度的空频合并系数可以称为幅度为零的空频合并系数。相对应地, 有些空频合并系数的幅度较大, 其对应的量化值不为零。通过非零的量化值来量化幅度的空频合并系数可以称为幅度非零的空频合并系数。换句话说, 该多个空频合并系数由一个或多个幅度非零的空频合并系数以及一个或多个幅度为零的空频合并系数组成。

应理解, 空频合并系数可以通过量化值指示, 也可以通过量化值的索引指示, 或者也可以通过非量化值指示, 本申请对于空频合并系数的指示方式不作限定, 只要让对端知道空频合并系数即可。下文中, 为方便说明, 将用于指示空频合并系数的信息称为空频合并系数的量化信息。该量化信息例如可以是量化值、索引或者其他任何可用于指示空频合并系数的信息。

11) 空间层 (layer), 在 MIMO 中, 一个空间层可以看成是一个可独立传输的数据流。为了提高频谱资源的利用率, 提高通信系统的数据传输能力, 网络设备可以通过多个空间层向终端设备传输数据。

空间层数也就是信道矩阵的秩。终端设备可以根据信道估计所得到的信道矩阵确定空间层数。根据信道矩阵可以确定预编码矩阵。例如, 可以通过对信道矩阵或信道矩阵的协

方差矩阵进行 SVD 来确定预编码矩阵。在 SVD 过程中, 可以按照特征值的大小来区分不同的空间层。例如, 可以将最大的特征值所对应的特征向量所确定的预编码向量与第 1 个空间层对应, 并可以将最小的特征值所对应的特征向量所确定的预编码向量与第 R 个空间层对应。即, 第 1 个空间层至第 R 个空间层所对应的特征值依次减小。简单来说, R 个空间层中自第 1 个空间层至第 R 个空间层强度依次递减。

应理解, 基于特征值来区分不同的空间层仅为一种可能的实现方式, 而不应对本申请构成任何限定。例如, 协议也可以预先定义区分空间层的其他准则, 本申请对此不作限定。

12) 信道状态信息 (CSI) 报告 (report): 在无线通信系统中, 由接收端 (如终端设备) 向发送端 (如网络设备) 上报的用于描述通信链路的信道属性的信息。CSI 报告中例如可以包括但不限于, 预编码矩阵指示 (PMI)、秩指示 (RI)、信道质量指示 (CQI)、信道状态信息参考信号 (channel state information reference signal, CSI-RS 资源指示 (CSI-RS resource indicator, CRI) 以及层指示 (layer indicator, LI) 等。应理解, 以上列举的 CSI 的具体内容仅为示例性说明, 不应对本申请实施例构成任何限定。CSI 可以包括上文所列举的一项或多项, 也可以包括除上述列举之外的其他用于表征 CSI 的信息, 本申请实施例对此不作限定。

需要说明的是, 在本申请实施例中, 多处涉及矩阵和向量的变换。为便于描述, 这里做统一说明。上角标 T 表示转置, 如 $\mathbf{A}^T$ 表示矩阵 (或向量) $\mathbf{A}$ 的转置; 上角标 H 表示共轭转置, 如, $\mathbf{A}^H$ 表示矩阵 (或向量) $\mathbf{A}$ 的共轭转置。后文中为了简洁, 省略对相同或相似情况的说明。在本申请实施例中, 右乘矩阵指的是频域基底。

对于 TDD 系统来说, 由于上行信道和下行信道使用相同的带宽, 上行信道和下行信道具有互易性, 基站侧可以利用上行信道和下行信道的互易性, 通过上行信道获取下行信道的 CSI, 进而进行信号预编码。

对于 FDD 系统来说, 由于上下行信道不具有完整的互易性, 无法直接利用上行信道信息来做准确的下行预编码。在传统 FDD 系统中, 基站需要依靠终端向基站反馈 CSI。如图 2 所示, 为基站和终端进行 CSI 测量的基本流程图。基站先向终端发送用于信道测量的配置的信令, 通知终端进行信道测量的时间及行为, 之后基站向终端发送导频用于信道测量; 终端根据基站发送的导频进行测量, 进行计算得到最终的 CSI; 基站再根据终端反馈的 CSI 进行数据发送。例如基站根据终端反馈的 CSI 包括的 RI 确定给终端传输数据的流数; 基站根据终端反馈的 CSI 包括的 CQI 确定给终端传输数据的调制阶数, 及信道编码的码率; 基站根据终端反馈的 CSI 包括的 PMI 确定给终端传输数据的预编码。

终端可以基于码本反馈预编码矩阵, 码本通过对多个正交波束的线性合并, 具有显著的性能优势。由于信道在频域上具有相关性, 终端在反馈信道时, 可以利用频域相关性对反馈的信道信息进行压缩, 以降低反馈开销。相应的, 基于双域压缩的 CSI 获取方案被提出, 该方案对应的码本结构为: $\mathbf{W} = \mathbf{W}_1 \tilde{\mathbf{W}}_2 \mathbf{W}_f^H$, 其中, $\mathbf{W}_1$ 为选择的一个或多个空域波束基向量构成的空域基向量矩阵, 可以为 DFT 基矩阵或者端口选择矩阵; $\mathbf{W}_f$ 为选择的一个或多个频域基向量构成的频域基向量矩阵。其中选择的频域基向量可以是预定义的 DFT 基矩阵或旋转 DFT 基矩阵中选择的。 $\tilde{\mathbf{W}}_2$ 为线性叠加系数矩阵。

再者, 虽然 FDD 系统的上下行信道不具有完整的互易性, 但是 FDD 系统的上下行物理信道本身具有部分的互易性, 例如上下行物理信道具有多径角度的互易性和时延的互易性。基于此, 基站可以利用上行信道信息估计部分先验信息, 也就是多径角度和时延信息,

之后基站将得到的角度和时延加载到下行导频上，并通知终端测量并反馈基站需要的补充信息，最终基站根据通过上行导频测量的信息和终端反馈的补充信息来重构下行信道或者预编码。这样可以提高系统性能、降低终端的复杂度和反馈开销。

换言之，基于上下行物理信道的角度和时延的互易性反馈 CSI，也就是基站将上行信道在某个空域基底（角度维度）和/或频域基底（时延维度）上投影，根据线性叠加系数的大小，选择对应的空域基向量和/或频域基向量，再利用终端反馈的上下行物理信道不互易的部分下行信道信息重构下行信道，获得下行信道信息。例如将信道记为： $H = SCF^H$ ，其中，S 为空域基底，与信道角度信息有关；F 为频域基底，与信道延时信息有关；C 为线性叠加系数，C 中的一个元素对应 S 中的一个向量和 F 中的一个向量，也就是 C 中的一个元素对应 1 个角度-时延对。

为了获取上行信道角度和时延信息，基站需要将上行信道在某个空域基向量（S）或频域基向量（F）上投影，可记为 $H_{UL} = SC_{UL}F^H$ 。应理解，下行信道在某个空域基向量（S）或频域基向量（F）上投影，可记为： $H_{DL} = SC_{DL}F^H$ 。FDD 系统的上行信道和下行信道具有角度和时延的互易性，也就是上行信道 H_{UL} 和下行信道 H_{DL} 的 S 和 F 相同。由于上行信道和下行信道具有角度和时延的互易性，所以基站通过上行信道可以获得 S 和 F。至于 C_{UL} 就是上行信道与下行信道不互易的信息， C_{DL} 就是下行信道与上行信道不互易的信息，可由终端通过测量反馈。基站根据上行信道获得的 S 和 F，以及终端反馈的 C_{DL} ，可重构下行信道或预编码矩阵。

然而目前的码本结构要么需要终端反馈 S、F 和 C，要么需要终端反馈 C 和 F，例如目前的双域压缩码本 $W = W_1 \tilde{W}_2 W_f^H$ 中的 W_f 为频域基底，需要终端反馈 C 和 F，也就是目前的双域压缩码本 W 无法实现基于上下行物理信道的角度和时延的互易性反馈 CSI。

鉴于此，本申请实施例给出了一种可以基于上下行物理信道的角度和时延的互易性反馈 CSI 对应的码本结构，以尽量降低终端反馈 CSI 的开销。

本申请实施例主要是针对双域压缩码本进行设计，基于该码本可以使得终端基于上下行物理信道的角度和时延的互易性反馈 CSI。在下文中，将新设计的码本称为第一码本，该第一码本可以是针对目前的双域压缩码本 $W = W_1 \tilde{W}_2 W_f^H$ 的改变。 W_1 为选择的一个或多个空域波束基向量构成的空域基向量矩阵，用于选择一个或多个 CSI-RS 端口组。 $\tilde{W}_2$ 为线性叠加系数矩阵。 W_f 为选择的一个或多个频域基向量构成的频域基向量矩阵，用于选择一个 CSI-RS 端口组中的一个或多个 CSI-RS 端口，或者用于从多个 CSI-RS 端口组中的每个 CSI-RS 端口组选择一个或多个 CSI-RS 端口。例如 W_1 用于选择 CSI-RS 端口组 1 和 CSI-RS 端口组 3， W_f 可用于分别从 CSI-RS 端口组 1 和 CSI-RS 端口组 3 中选择一个或多个 CSI-RS 端口，每个 CSI-RS 端口组中选择的 CSI-RS 端口可以相同，也可以不相同。 W_f 可用于在所有的 CSI-RS 端口组中选择相同的 CSI-RS 端口，即在 CSI-RS 端口组 1 和 CSI-RS 端口组 3 中选择的 CSI-RS 端口是相同的。例如 W_f 指示 CSI-RS 端口的序号，默认在所有 CSI-RS 端口组中选择与该序号对应的 CSI-RS 端口，所选择的 CSI-RS 端口相同。

在现有技术中， W_1 可以为 DFT 基矩阵，也可以为端口选择矩阵，但是 W_f 为 DFT 基矩阵，如前所述，对于利用上下行物理信道的角度和时延的互易性反馈 CSI 来说，现有技术中的 W_f 是不合适的。本申请实施例可以改变其中的 W_f ，达到可利用上下行物理信道的角度和时延的互易性获取 CSI 的目的，尽量降低终端反馈 CSI 的开销。应理解，本申请实施例中的 W_f^H 对应的第一码本为可基于上下行物理信道的角度和时延的互易性反馈 CSI 的码本，从这个角度来说，第一码本可以理解为用于角度和时延端口选择的码本。

本申请实施例中,第一码本中的 W_1 可沿用现有技术中双域压缩码本中的 W_1 ,例如 W_1 为端口选择矩阵,针对 W_f 的设计方案,包括但不限于以下几种:

设计 1, W_f 为端口选择矩阵。

设计 2, W_f 为某个特定的列向量或者多个特定的列向量。

5 设计 3, W_f 为 DFT 矩阵, 且该 DFT 矩阵包括元素均为 1 的列向量。

设计 4, W_f 为 DFT 矩阵, W_f 为某个特定的行向量或者多个特定的行向量。应理解, 设计 4 可以看作设计 2 的另一种形式, 下文中主要介绍设计 1、设计 2 和设计 3, 设计 4 可类似设计 2, 因此设计 4 不作详细介绍。

10 基于上述的 W_f 的各种设计方案, 也就是第一码本的各种设计方案, 本申请实施例提供一种信道状态信息的反馈方法, 请参见图 3, 为该方法的流程图。在下文的介绍过程中, 以该方法应用于图 1 所示的网络架构为例。另外, 该方法可由两个通信装置执行, 这两个通信装置例如为第一通信装置和第二通信装置。其中, 第一通信装置可以是网络设备或能够支持网络设备实现该方法所需的功能的通信装置, 或者第一通信装置可以是终端或能够支持终端实现该方法所需的功能的通信装置, 当然还可以是其他通信装置, 例如芯片系统。
15 对于第二通信装置也是同样, 第二通信装置可以是网络设备或能够支持网络设备实现该方法所需的功能的通信装置, 或者第二通信装置可以是终端或能够支持终端实现该方法所需的功能的通信装置, 当然还可以是其他通信装置, 例如芯片系统。且对于第一通信装置和第二通信装置的实现方式均不做限制, 例如第一通信装置可以是网络设备, 第二通信装置是终端, 或者第一通信装置和第二通信装置都是终端, 或者第一通信装置是网络设备, 第二通信装置是能够支持终端实现该方法所需的功能的通信装置, 等等。
20

为了便于介绍, 在下文中, 以该方法由网络设备和终端执行为例, 也就是, 以第一通信装置是终端、第二通信装置是网络设备, 该网络设备是基站为例。例如, 下文中终端可以是图 1 中的 6 个终端设备中的任意一个终端设备, 下文中网络设备可以是图 1 中的网络设备。需要说明的是, 本申请实施例只是以通过网络设备和终端设备执行为例, 并不限制于这种场景。
25

需要说明的是, 本申请实施例中, 所有“ $< =$ ”和“ $\leq$ ”皆表示小于或等于, “ $> =$ ”和“ $\geq$ ”皆表示大于或等于。

本申请实施例提供的信道状态信息的反馈方法的流程描述如下。

30 S301、基站向终端发送第一指示信息, 该第一指示信息用于指示第一码本中的右乘矩阵的类型, 该第一码本用于终端确定 CSI;

S302、终端向基站发送 CSI, 对应的, 基站接收来自终端的 CSI;

S303、基站根据第一码本以及 CSI, 确定预编码矩阵。

本申请实施例旨在提供一种新的码本, 即前述的第一码本, 达到可利用上下行物理信道的角度和时延的互易性获取 CSI 的目的。从这个角度来说, 第一码本可以理解为基于角度和时延端口选择的码本。兼容现有技术, 终端可根据现有技术中的码本获取 CSI, 也可以根据第一码本获取 CSI, 所以基站在需要终端反馈 CSI 时, 需要告知终端要使用的码本, 也就是获取 CSI 的方案。或者也可以认为, 本申请实施例提供了一种新的获取 CSI 的方案, 该方案基于第一码本实现, 从这个角度来说, 基站告知终端采用新的获取 CSI 的方案, 也就是告知终端采用第一码本。如前述第一码本 W 可以是针对目前的双域压缩码本
40 $W = W_1 \tilde{W}_2 W_f^H$, 对 W_f 的改变, 第一码本不同, W_f 也不同, 所以基站告知终端第一码本,

也可以认为基站告知终端 W_f ,那么基站告知终端采用新的获取CSI的方案,也可以认为基站告知终端 W_f 。即,第一指示信息可以直接或间接指示所述右乘矩阵的类型。

具体的,基站可以通过第一指示信息告知终端,终端获取CSI的方案。例如第一指示信息可指示 W_f 的类型,或者第一指示信息可指示 W_f ,也就是间接指示了 W_f 的类型。如前述第一码本不同, W_f 也不同,所以第一指示信息也可通过指示第一码本来指示 W_f 。 W_f 可以包括前述的四种设计方案,即设计1、设计2、设计3和设计4,可以理解为,存在 W_f 的四种类型,例如类型1、类型2、类型3和类型4。应理解,第一指示信息可以指示 W_f 的类型。为了便于描述,下文中,将设计1的 W_f 的类型称为类型1、设计2的 W_f 的类型称为类型2,设计3的 W_f 的类型称为类型3,设计4的 W_f 的类型称为类型4。即类型1指的是端口选择矩阵;类型2为一个特定列向量或多个特定列向量;类型3为DFT矩阵且该DFT矩阵包括元素均为1的列向量;类型4为DFT矩阵,且该DFT矩阵包括元素均为1的行向量。

作为第一指示信息的一种实现方式,第一指示信息可以承载在现有信令上,例如第一指示信息承载在无线资源控制(radio resource control, RRC)信令的一个字段,有利于兼容现有RRC信令。为了便于描述,在本申请实施例,将该字段称为第一字段。第一字段可以是RRC信令已定义的字段、媒体访问控制元素(media access control control element, MAC CE)信令已定义的字段或者下行控制信息(downlink control information, DCI)信令已定义的字段,也可以是新定义的RRC字段、MAC CE字段或DCI字段。例如第一字段可以是CSI上报带宽CSI-ReportingBand字段。

示例性的,当该CSI-ReportingBand字段的值为0时,用于指示终端基于上行信道和下行信道的角度和时延的互易性获取CSI的码本。或者,当该CSI-ReportingBand字段的值为0时,只能取频域基底(例如协议约定的DFT基底)中的某个向量(该向量可以是协议约定的,例如全为1的向量;也可以是基站通过其他信令配置的向量);当该CSI-ReportingBand字段的值不为0,表示不对频域向量做限制。需要说明的是,CSI-ReportingBand字段的值在一些实施例也可以理解为CSI-ReportingBand字段承载的值。

作为第一指示信息的另一种实现方式,第一指示信息承载在新定义的信令。具体的第一指示信息可以为bitmap形式,bitmap的长度与RB个数或子带个数有关,或者bitmap的长度等于RB个数或子带个数。bitmap中第一个比特对应频域基底(例如协议约定的某个DFT基底)中的第一个频域向量,第二比特对应频域基底中的第二个频域向量,以此类推。如果某个比特被置为1,表示对应频域向量生效;如果某个比特被置为0,表示对应频域向量不生效。通过bitmap形式例如可以实现 W_f 的类型为类型2或类型3。需要说明的是,在一些实施例中,bitmap的长度可与 W_f 的一个列向量的长度相关,例如bitmap的长度等于 W_f 的一个列向量的长度。

作为第一指示信息的又一种实现方式,第一指示信息可以是N个bits的信息,其中N与RB/子带数目有关,或N等于RB个数或子带个数。示例性的,N等于 $\log_2(M)$,M为频域基底(例如协议约定的某个DFT基底)包含的向量个数,或者M为RB/子带数目,或者M与RB个数或子带个数有关。N个bits表示 2^N 个状态,每个状态分别对应 W_f 中的一个向量,也就是一个状态可以表示一个频域向量。

作为第一指示信息的再一种实现方式,第一指示信息也可以是1bit的信息,1表示 W_f 只

能取频域基底（例如协议约定的 DFT 基底）中的某个向量（该向量可以是协议约定的，例如元素均为 1 的向量；也可以是基站通过其他信令配置的向量）；0 表示不对频域向量做限制。

由于现有技术中的双域压缩码本 W 中的 W_f 也可以是 DFT 矩阵，本申请实施例在 W_f 也是 DFT 矩阵的情况下，给出了两种指示 W_f 的方式。例如方式一，第一指示信息除了指示 W_f 的类型为类型 3 之外，还指示 DFT 矩阵包括的元素均为 1 的列向量。方式二，系统默认或系统通过第一指示信息（或通过其他信令）指示 W_f 的类型为类型 3，即系统默认或通过其他信令指示 W_f 是 DFT 矩阵，基站可通过其他的指示信息，例如第二指示信息指示 DFT 矩阵包括的一个元素均为 1 的列向量或者多个元素均为 1 的列向量。当然，如果 W_f 的类型为类型 4，第二指示信息可指示 DFT 矩阵包括的一个元素均为 1 的行向量或者多个元素均为 1 的行向量。第二指示信息的具体实现方式可参考前述的第一指示信息的几种实现方式，这里不再赘述。

为了便于理解，下面以前述的设计 1，设计 2 以及设计 3 为例，详细介绍本申请实施例提供的反馈 CSI 的方案。

针对设计 1，即 W_1 和 W_f 均为端口选择矩阵，例如 W_1 的维度为 $X_{Group} * L_{Group}$ ，其中， X_{Group} 为大于等于 1 的正整数，表示 CSI-RS 端口组的个数； L_{Group} 为大于等于 1 的正整数，表示选择的 CSI-RS 端口组的个数。或者例如 W_1 的维度为 $(2 * \tilde{X}_{Group}) * (2 * \tilde{L}_{Group})$ ， $\tilde{X}_{Group}$ 为大于等于 1 的正整数，表示一个极化方向的 CSI-RS 端口组的个数； $\tilde{L}_{Group}$ 为大于等于 1 的正整数，表示一个极化方向选择的 CSI-RS 端口组的个数。 W_f 的维度为 $M_{Group} * Q_{Group}$ ，其中， M_{Group} 为大于等于 1 的正整数，表示每个 CSI-RS 端口组中的 CSI-RS 端口的个数； Q_{Group} 为大于等于 1 的正整数，表示每个 CSI-RS 端口组中选择的 CSI-RS 端口的个数。

示例性的， W_1 的一个列向量的长度为 $2\tilde{X}_{Group}$ ，共有 $2\tilde{L}_{Group}$ 个列向量。 W_f 的一个列向量的长度为 M_{Group} ，共有 Q_{Group} 个列向量。应理解， $\tilde{L}_{Group}$ 为一个极化方向上选择的 CSI-RS 端口组的个数， $\tilde{L}_{Group}$ 为大于或等于 1 的整数， Q_{Group} 为表示每个 CSI-RS 端口组中选择的 CSI-RS 端口的个数， Q_{Group} 为大于或等于 1 的整数。存在 $M_{Group} * \tilde{X}_{Group} = X/2$ ， X 用于指示 CSI-RS 端口的个数。

该设计下， $\tilde{X}_{Group}$ 、 M_{Group} 、 Q_{Group} 、 $\tilde{L}_{Group}$ 和 X 中的一项或多项可以是系统或者协议约定的，也可以是网络侧向终端指示的，例如网络设备可向终端发送指示信息，该指示信息可用于指示 $\tilde{X}_{Group}$ 、 M_{Group} 、 Q_{Group} 、 $\tilde{L}_{Group}$ 和 X 中的一项或多项。应理解，如果 W_1 的维度为 $X_{Group} * L_{Group}$ ，那么 X_{Group} 、 L_{Group} 、 M_{Group} 、 Q_{Group} 和 X 中的一项或多项可以是系统或者协议约定的，也可以是网络侧向终端指示的。可能的实现方式中，该指示信息可承载在 RRC 信令、MAC CE 信令、DCI 信令中的一种或几种。 $\tilde{X}_{Group}$ 、 M_{Group} 、 Q_{Group} 、 $\tilde{L}_{Group}$ 和 X 可以承载在一条信令上，也可以承载在多条信令上，对此本申请不作限制。终端可基于 $\tilde{X}_{Group}$ 、 M_{Group} 、 Q_{Group} 、 $\tilde{L}_{Group}$ 和 X 以及 W_1 和 W_f^H 构建 $\tilde{W}_2$ ，并生成 CSI，将该 CSI 发送给基站。应理解，该 CSI 至少包括 $\tilde{W}_2$ ，当 W_1 的维度为 $X_{Group} * L_{Group}$ ， $\tilde{W}_2$ 的维度为 $L_{Group} * Q_{Group}$ ；当 W_1 的维度为 $(2 * \tilde{X}_{Group}) * (2 * \tilde{L}_{Group})$ ， $\tilde{W}_2$ 的维度为 $(2 * \tilde{L}_{Group}) * Q_{Group}$ 。

为了便于理解，下面结合具体实例进行说明，具体的以从 16 个 CSI-RS 端口选择 4 个 CSI-RS 端口为例，提供 W_f 的一种可能的设计，并基于该 W_f ，就终端如何实现 CSI 的反馈进行说明。应理解终端反馈 CSI 需要反馈 W_1 和 $\tilde{W}_2$ ，相对现有技术需要反馈 W_1 和 $\tilde{W}_2$ 以及 W_f

来说,可降低反馈开销。

应理解,终端反馈CSI之前,终端对CSI-RS进行信道估计,例如最小二乘(Least-Square, LS)信道估计,根据信道估计结果可获得每个CSI-RS端口对应的线性叠加系数C。例如终端可按照基站指示或者协议约定,将信道估计结果按照某种颗粒度,例如RB或子带直接求和获得C。又例如终端可按照基站指示或者协议约定,将信道估计结果进行离散傅里叶反变换(inverse fast fourier transform, IFFT),取变换后的第n个值,具体的可为第0个值,作为C。应理解,这里n大于或等于0,为变换后的值的编号。

终端按照某个规则从获得的C中选择N个元素,例如从C中选择最大的N个元素。终端选择了N个元素后,需要告知基站所选择的N个元素。具体的,终端通过 W_1 和 W_f 来告知基站,终端所选择的N个元素对应的CSI-RS端口,本质上选择的是CSI-RS端口对应的C。所以终端可对选择的N个元素进行量化,并构造 $\tilde{W}_2$,上报给基站。当然,终端也可以先对获得的C进行量化,再从量化后的C中选择N个元素,本申请实施例对选择N个元素和量化C的顺序不作限制。

下面以终端的接收天线的个数为 N_{Rx} ,且以X个CSI-RS端口对应的线性叠加系数均被选择,也就是X个元素为全部的C为例,介绍终端根据C中的N个元素构造 $\tilde{W}_2$ 的两种方式。

方式一、终端对不同接收天线对应的X个线性叠加系数,按照CSI-RS端口号从小到大(或者从大到小)的顺序,依照先行后列(或先列后行)的规则构造 $2\tilde{L}_{Group} * Q_{Group}$ 的 $\tilde{W}_2$,应理解一个接收天线对应一个 $\tilde{W}_2$ 。应理解,终端发送给基站的CSI包括 N_{Rx} 个 $\tilde{W}_2$,例如终端发送给基站的CSI可包括反馈信息,该反馈信息包括 N_{Rx} 个 $\tilde{W}_2$ 。

方式二、终端将可对不同接收天线对应的X个线性叠加系数构造 $X * N_{Rx}$ 的矩阵 C_T ,并对该矩阵 C_T 进行SVD分解可得:

$$SVD(C_T) = V \Sigma U^H$$

根据要计算的预编码矩阵对应的秩(Rank)的取值(记为R),选择 $V(:,1), \dots, V(:,R)$,并按照从头到尾(或者从尾到头)的顺序,依照先行后列(或先列后行)构造 $2\tilde{L}_{Group} * Q_{Group}$ 的 $\tilde{W}_2$ 。应理解,终端发送给基站的CSI可包括反馈信息,该反馈信息包括R个 $\tilde{W}_2$ 。需要说的是,V中的冒号指的是选择一列的全部元素。

终端通过 W_1 和 W_f 来告知基站,终端所选择的N个元素对应的CSI-RS端口,示例性的, W_1 和 W_f 均为端口选择矩阵,分别满足例如:

$$W_1 = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, W_f = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 1 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$$

应理解,第一指示信息指示 W_f 。基站发送的CSI-RS端口的个数是16,也就是 $X=16$,将CSI-RS端口分为4组,每组包括4个CSI-RS端口。 $M_{Group} = 4$, $\tilde{X}_{Group} = 2$ 。 $X=16$, $M_{Group} = 4$, $\tilde{X}_{Group} = 2$ 是系统约定的或者基站指示的。 W_1 用于选择一个CSI-RS端口组或者多个CSI-RS端口组, W_f 用于在每个CSI-RS端口组中选择CSI-RS端口, W_1 和 W_f 实际上表示选择CSI-RS端口对应的线性叠加系数。这里 W_1 中的元素1表示选择对应的CSI-RS端口组,终端基于 W_1 选择第1个CSI-RS端口组和第3个CSI-RS端口组,即 $\tilde{L}_{Group} = 1$ 。 W_f 中的元素1表示选择对应的CSI-RS端口,元素0表示不选择对应的CSI-RS端口,终端

基于 W_f 选择第1个CSI-RS端口组中的序号为1和3的CSI-RS端口,以及选择第3个CSI-RS端口组中的序号为2和3的CSI-RS端口,即 $Q_{Group} = 2$ 。

针对设计2,即 W_1 为端口选择矩阵, W_f 为一个特定的列向量或多个特定的列向量。例如如 W_1 的维度为 $X * L$,其中, X 为大于等于1的正整数,表示CSI-RS端口的个数; L 为大于等于1的正整数,表示选择的CSI-RS端口的个数, W_f 的一个列向量的长度为 N_{RB}^0 , W_f 包含的列向量的个数为 K 。或者例如, W_1 的维度为 $(2\tilde{X}) * (2\tilde{L})$, $\tilde{X}$ 为大于等于1的正整数,表示一个极化方向的CSI-RS端口的个数; $\tilde{L}$ 为大于等于1的正整数,表示一个极化方向选择的CSI-RS端口的个数, W_f 的一个列向量的长度为 N_{RB}^0 , W_f 包含的列向量的个数为 K 。应理解, W_1 的维度为 $X * L$, $\tilde{W}_2$ 的维度为 $L * K$; W_1 的维度为 $(2\tilde{X}) * (2\tilde{L})$, $\tilde{W}_2$ 的维度为 $(2\tilde{L}) * K$ 。

示例性的, W_1 的一个列向量的长度为 X , W_f 的一个列向量的长度为 N_{RB}^0 ,应理解, X 用于指示CSI-RS端口的个数, N_{RB}^0 为大于或等于1的整数。在具体实现中, N_{RB}^0 与CSI-RS发送带宽的RB个数或子带个数相关。例如 N_{RB}^0 可等于CSI-RS发送带宽的RB个数或子带个数。

例如 W_f 为某个特定的列向量,示例性的, $W_f = \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j\frac{2\pi m}{N}} \\ \vdots \\ e^{j\frac{2\pi m(N-1)}{N}} \end{bmatrix}$,其中, π 为圆周率, N 为

大于等于1的正整数, N 与CSI-RS发送带宽的RB个数或子带个数相关,例如 N 等于CSI-RS发送带宽的RB个数或子带个数; m 为大于等于0的整数, $0 \leq m \leq (N-1)$ 。特别的, W_f 为元素均为1的列向量。应理解,第一指示信息可指示该 W_f 。

示例性的, $W_f = \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j\frac{2\pi m}{ON}} \\ \vdots \\ e^{j\frac{2\pi m(N-1)}{ON}} \end{bmatrix}$,其中, π 为圆周率, N 为大于等于1的正整数, N 与CSI-RS

发送带宽的RB个数或子带个数相关,例如 N 等于CSI-RS发送带宽的RB个数或子带个数; O 为大于等于1的正整数,用于表示过采样的向量个数,示例地, $O=4$ 。 m 为大于等于0的整数, $0 \leq m \leq (ON-1)$ 。特别的, W_f 为元素均为1的列向量。应理解,第一指示信息可指示该 W_f 。

例如 W_f 为多个特定的列向量,示例性的, $W_f = \begin{bmatrix} 1 & \cdots & 1 \\ e^{j\frac{2\pi m_1}{N}} & \cdots & e^{j\frac{2\pi m_X}{N}} \\ \vdots & \cdots & \vdots \\ e^{j\frac{2\pi m_1(N-1)}{N}} & \cdots & e^{j\frac{2\pi m_X(N-1)}{N}} \end{bmatrix}$,其中, π 为

圆周率, N 为大于等于1的正整数, N 与CSI-RS发送带宽的RB个数或子带个数相关,例如 N 等于CSI-RS发送带宽的RB个数或子带个数; $m_1, \dots, m_X$ 为大于等于0的整数,示例的, $0 \leq m_1 \leq (N-1), \dots, 0 \leq m_X \leq (N-1)$;这多个特定的列向量包括元素均为1的列向量。应理解,第一指示信息可指示该多个特定的列向量。

示例性的, $W_f = \begin{bmatrix} 1 & \cdots & 1 \\ e^{j\frac{2\pi m_1}{ON}} & \cdots & e^{j\frac{2\pi m_X}{ON}} \\ \vdots & \cdots & \vdots \\ e^{j\frac{2\pi m_1(N-1)}{ON}} & \cdots & e^{j\frac{2\pi m_X(N-1)}{ON}} \end{bmatrix}$,其中, π 为圆周率, N 为大于等于1的正

整数, N 与CSI-RS发送带宽的RB个数或子带个数相关,例如 N 等于CSI-RS发送带宽的

RB 个数或子带个数; $m_1, \dots, m_X$ 为大于等于 0 的整数; O 为大于等于 1 的正整数, 用于表示过采样的向量个数, 示例地, $O=4$, $0 \leq m_1 \leq (ON-1), \dots, 0 \leq m_X \leq (ON-1)$ 。应理解, 第一指示信息可指示该多个特定的列向量。

应理解, W_f 也可为一个特定的行向量或多个特定的行向量。具体可参见前述 W_f 为一个特定的行向量或多个特定的行向量的描述。例如 W_f 的一个行向量的长度为 N_{RB}^0 , W_1 的一个行向量的长度为 P_{CSI-RS} 。 P_{CSI-RS} 用于指示 CSI-RS 端口的个数, N_{RB}^0 为大于或等于 1 的整数, 用于指示选择 N_{RB}^0 个频域向量。在具体实现中, N_{RB}^0 与 CSI-RS 发送带宽的 RB 个数或子带个数相关。例如 N_{RB}^0 可等于 CSI-RS 发送带宽的 RB 个数或子带个数。应理解, W_f 为某个特定的行向量, 第一指示信息指示该行向量。 W_f 为某些特定的行向量, 第一指示信息指示该某些特定的行向量。

需要说明的是, 第一指示信息直接或间接指示 W_f 为某个或某些特定向量, 例如上述两种示例性的列向量。又例如第一指示信息指示第一码本或基于角度和时延互易的 CSI 获取方案时, W_f 默认为协议约定的某个或某些特定向量。又例如第一指示信息指示从某个矩阵中选择一个或一些向量, 例如从矩阵 G 选择 1 个或一些向量。

示例性的, $G = \begin{bmatrix} 1 & \dots & 1 & \dots \\ 1 & \dots & e^{j\frac{2\pi m}{ON}} & \dots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & \vdots & e^{j\frac{2\pi m(N-1)}{ON}} & \dots \end{bmatrix}$, 其中, π 为圆周率, N 为大于等于 1 的正整数, N 与 CSI-RS 发送带宽的 RB 个数或子带个数相关, 例如 N 等于 CSI-RS 发送带宽的 RB 个数或子带个数, $0 \leq m \leq (N-1)$ 。

或者, $G = \begin{bmatrix} 1 & \dots & 1 & \dots \\ 1 & \dots & e^{j\frac{2\pi m}{N}} & \dots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & \vdots & e^{j\frac{2\pi m(N-1)}{N}} & \dots \end{bmatrix}$ 。其中, π 为圆周率, N 为大于等于 1 的正整数, N 与 CSI-RS 发送带宽的 RB 个数或子带个数相关, 例如 N 等于 CSI-RS 发送带宽的 RB 个数或子带个数, O 为大于等于 1 的正整数, 用于表示过采样的向量个数, 示例地, $O=4$, $0 \leq m \leq (ON-1)$ 。

应理解, 第一指示信息可指示从 G 选择某个特定列向量, 例如元素均为 1 的列向量或选择某个行向量, 例如元素均为 1 的行向量。或者从 G 选择某些特定列向量, 例如可以包含元素均为 1 的列向量; 或者从 G 选择某些特定列向量, 例如可以包含元素均为 1 的行向量。

应理解, 终端可对 CSI-RS 进行信道估计, 根据信道估计结果可获得线性叠加系数 C 。 X 个 CSI-RS 端口对应 X 个 C 。如果终端选择 X 个 C , 终端可按照每个 CSI-RS 端口一行的规则构造 $X * N_{RB}^0$ 的矩阵, 此时 X 个 C 组成 $X * 1$ 的列向量, 然后将该列向量重复 N_{RB}^0 次, 得到 $X * N_{RB}^0$ 的矩阵 $\tilde{W}_2$; 或者, 每个 CSI-RS 的端口对应 N_{RB}^0 个信道估计结果, 将每个 CSI-RS 的端口的信道估计结果作为一行, 构造 $X * N_{RB}^0$ 的矩阵 $\tilde{W}_2$ 。在一些实施例, $\tilde{W}_2$ 为 $X * K$ 的矩阵, K 为 W_f 包含的向量个数。这种情况下, X 个 C 组成 $X * 1$ 的列向量, 然后将该列向量重复 K 次, 得到 $X * K$ 的矩阵 $\tilde{W}_2$ 。特别地, $\tilde{W}_2$ 为 $X * 1$ 的向量, 此时 X 个 C 组成 $X * 1$ 的列向量, 即为 $\tilde{W}_2$ 。

如果终端选择 $2\tilde{L}$ 个 C , 终端可按照每个 CSI-RS 端口一行的规则构造 $2\tilde{L} * N_{RB}^0$ 的矩阵, 此时 $2\tilde{L}$ 个 C 组成 $2\tilde{L} * 1$ 的列向量, 然后将该列向量重复 N_{RB}^0 次, 得到 $2\tilde{L} * N_{RB}^0$ 的矩阵 $\tilde{W}_2$; 还可以, 每个 CSI-RS 的端口对应 N_{RB}^0 个信道估计结果, 将每个 CSI-RS 的端口的信道估计结果作为一行, 构造 $2\tilde{L} * N_{RB}^0$ 的矩阵 $\tilde{W}_2$ 。另一种可能的实施例, $\tilde{W}_2$ 为 $2\tilde{L} * K$ 的矩阵, 此时 $2\tilde{L}$ 个 C 组成 $2\tilde{L} * 1$ 的列向量, 然后将该列向量重复 K 次, 得到 $2\tilde{L} * K$ 的矩阵 $\tilde{W}_2$, K 为 W_f 包

含的向量个数。特别地, $\tilde{W}_2$ 为 $2\tilde{L} * 1$ 的向量, 此时 $2\tilde{L}$ 个 C 组成 $2\tilde{L} * 1$ 的列向量, 即为 $\tilde{W}_2$ 。

针对设计 3, 即 W_1 为端口选择矩阵, W_f 为 DFT 矩阵, 该 DFT 矩阵包括元素均为 1 的列向量。与设计 2 相同, W_f 的一个列向量的长度为 N_{RB}^0 , W_1 的一个列向量的长度为 $X * 1$, X 用于指示 CSI-RS 端口的个数, N_{RB}^0 为大于或等于 1 的整数, 用于指示选择 N_{RB}^0 个频域向量。在具体实现中, N_{RB}^0 与 CSI-RS 发送带宽的 RB 个数或子带个数相关。例如 N_{RB}^0 可等于 CSI-RS 发送带宽的 RB 个数或子带个数。应理解, 第一指示信息可指示该 DFT 矩阵, 且指示该 DFT 矩阵中的元素均为 1 的 1 个列向量或多个列向量; 或者第一指示信息可指示该 DFT 矩阵, 且指示该 DFT 矩阵中的元素均为 1 的 1 个行向量或多个行向量。或者, 第一指示信息指示该 DFT 矩阵, 第二指示信息指示该 DFT 矩阵中的元素均为 1 的列向量或多个列向量, 或者指示该 DFT 矩阵中的元素均为 1 的 1 个行向量或多个行向量。示例性的, W_f 为设计 2 中的 G, 第一指示信息指示 G, 且指示从 G 选择元素均为 1 的列向量; 或者, 第一指示信息指示 G, 且指示从 G 选择元素均为 1 的行向量。或者, 第一指示信息指示 G, 第二指示信息指示从 G 选择元素均为 1 的列向量; 或者, 第一指示信息指示 G, 第二指示信息指示从 G 选择元素均为 1 的行向量。

应理解, 终端可对 CSI-RS 进行信道估计, 根据信道估计结果可获得线性叠加系数 C。X 个 CSI-RS 端口对应 X 个 C。如果终端选择 X 个 C, 终端可按照每个 CSI-RS 端口一行的规则构造 $X * N_{RB}^0$ 的矩阵。此时 X 个 C 组成 $X * 1$ 的列向量, 然后将该列向量重复 N_{RB}^0 次, 得到 $X * N_{RB}^0$ 的矩阵 $\tilde{W}_2$; 或者, 每个 CSI-RS 的端口对应 N_{RB}^0 个信道估计结果, 将每个 CSI-RS 的端口的信道估计结果作为一行, 构造 $X * N_{RB}^0$ 的矩阵 $\tilde{W}_2$ 。在一些实施例中, $\tilde{W}_2$ 为 $X * K$ 的矩阵, K 为 W_f 包含的向量个数。这种情况下, X 个 C 组成 $X * 1$ 的列向量, 然后将该列向量重复 K 次, 得到 $X * K$ 的矩阵 $\tilde{W}_2$ 。特别地, $\tilde{W}_2$ 为 $X * 1$ 的向量, 此时 X 个 C 组成 $X * 1$ 的列向量, 即为 $\tilde{W}_2$ 。

如果终端选择 $2\tilde{L}$ 个 C, 终端可按照每个 CSI-RS 端口一行的规则构造 $2\tilde{L} * N_{RB}^0$ 的矩阵, 此时 $2\tilde{L}$ 个 C 组成 $2\tilde{L} * 1$ 的列向量, 然后将该列向量重复 N_{RB}^0 次, 得到 $2\tilde{L} * N_{RB}^0$ 的矩阵 $\tilde{W}_2$; 还可以, 每个 CSI-RS 的端口对应 N_{RB}^0 个信道估计结果, 将每个 CSI-RS 的端口的信道估计结果作为一行, 构造 $2\tilde{L} * N_{RB}^0$ 的矩阵 $\tilde{W}_2$ 。另一种可能的实施例, $\tilde{W}_2$ 为 $2\tilde{L} * K$ 的矩阵, 此时 $2\tilde{L}$ 个 C 组成 $2\tilde{L} * 1$ 的列向量, 然后将该列向量重复 K 次, 得到 $2\tilde{L} * K$ 的矩阵 $\tilde{W}_2$, K 为 W_f 包含的向量个数。特别地, $\tilde{W}_2$ 为 $2\tilde{L} * 1$ 的向量, 此时 $2\tilde{L}$ 个 C 组成 $2\tilde{L} * 1$ 的列向量, 即为 $\tilde{W}_2$ 。

具体应用场景中, 不同极化方向间, 终端选择的端口个数可相同, 也可不同。例如不同极化方向间, 终端选择的端口个数相同, 且选择的端口序号也相同; 或者不同极化方向间, 终端选择的端口个数可相同, 且选择的端口序号不相同; 又或者不同极化方向间, 终端选择的端口个数不相同, 且选择的端口序号也不相同。下面以不同的场景, 且不同的设计 W_f 为例, 提供 W_1 的几种可能的形式。

设计一, W_f 为端口选择矩阵, 为了便于理解, 下面结合具体实例进行说明, 具体的以从 16 个 CSI-RS 端口选择 4 个 CSI-RS 端口为例, 提供 W_1 和 W_f 的一种可能的设计, 并基于该 W_f , 就终端如何实现 CSI 的反馈进行说明。应理解终端反馈 CSI 需要反馈 W_1 和 $\tilde{W}_2$, 相对现有技术需要反馈 W_1 和 $\tilde{W}_2$ 以及 W_f 来说, 可降低反馈开销。

示例性的, W_1 和 W_f 均为端口选择矩阵, 分别满足例如:

$$W_1 = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, \quad W_f = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 1 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$$

基站发送的 CSI-RS 端口为 16 个, 分成 4 组, 每组包括 4 个 CSI-RS 端口, 也就是 $X=16$ 、 $M_{Group} = 4$ 、 $\tilde{X}_{Group} = 2$ 。这里 W_1 中的元素 1 表示选择对应的 CSI-RS 端口组, 终端基于 W_1 选择第 1 个 CSI-RS 端口组和第 3 个 CSI-RS 端口组。 W_f 中的元素 1 表示选择对应的 CSI-RS 端口, 元素 0 表示不选择对应的 CSI-RS 端口, 终端基于 W_f 选择第 1 个 CSI-RS 端口组中的序号为 1 和 3 的 CSI-RS 端口, 以及选择第 3 个 CSI-RS 端口组中的序号为 2 和 3 的 CSI-RS 端口。

终端可对 CSI-RS 进行信道估计, 根据信道估计结果可获得线性叠加系数 C , 并根据 C 构造 $\tilde{W}_2$, 具体参见前述设计 1 中终端构造 $\tilde{W}_2$ 的实施例的描述, 这里不再赘述。应理解, 终端向基站反馈 $\tilde{W}_2$, 也就是反馈信息包括 $\tilde{W}_2$, 可选的反馈信息也可以指示 $\tilde{W}_2$, 可以直接指示也可以间接指示。在一些实施例中, 反馈信息还可以包括 W_1 , 即反馈发信息包括 W_1 和 $\tilde{W}_2$ 。

应理解, 不同极化方向间, 终端选择的端口组的个数可以相同, 也可以不同, 且终端选择的端口组序号可以相同, 也可以不同。例如终端选择的端口组的个数相同, 且选择的端口组的序号相同; 或者终端选择的端口组的个数相同, 且选择的端口组的序号不相同, 或者终端选择的端口组的个数不相同, 且选择的端口组的序号不相同。

场景一, 终端选择的端口组的个数相同, 且选择的端口组的序号相同。示例性的, W_1 可以满足如下公式:

$$W_1 = \begin{bmatrix} E_{\frac{X_{Group}}{2} \times \tilde{L}_{Group}} & 0 \\ 0 & E_{\frac{X_{Group}}{2} \times \tilde{L}_{Group}} \end{bmatrix},$$

$$E_{\frac{X_{Group}}{2} \times \tilde{L}_{Group}} = \begin{bmatrix} e^{\left(\frac{X_{Group}}{2}\right)} & e^{\left(\frac{X_{Group}}{2}\right)} & \dots & e^{\left(\frac{X_{Group}}{2}\right)} \\ \text{mod}\left(m_1, \frac{X_{Group}}{2}\right) & \text{mod}\left(m_2, \frac{X_{Group}}{2}\right) & \dots & \text{mod}\left(m_{\tilde{L}_{Group}-1}, \frac{X_{Group}}{2}\right) \end{bmatrix}$$

其中, X_{Group} 为 CSI-RS 端口组的个数, $\tilde{L}_{Group}$ 为一个极化方向选择的 CSI-RS 端口组的个数, $E_{\frac{X_{Group}}{2} \times \tilde{L}_{Group}}$ 为由 $e^{\left(\frac{X_{Group}}{2}\right)}_{\text{mod}\left(i, \frac{X_{Group}}{2}\right)}$ 组成的矩阵, $e^{\left(\frac{X_{Group}}{2}\right)}_{\text{mod}\left(i, \frac{X_{Group}}{2}\right)}$ 为长度为 $X_{Group}/2$ 的向量, 所述向量包括的元素中的第 $\text{mod}\left(i, \frac{X_{Group}}{2}\right)$ 个元素均为 1, 其他元素为 0, $i=m_1, m_2, \dots, m_{\tilde{L}_{Group}-1}$, i 为大于或等于 0 的整数。

终端选择的 CSI-RS 端口组可以是不连续的, 也可以是连续的, 作为 W_1 的一种变形, W_1 可满足如下公式:

$$W_1 = \begin{bmatrix} E_{\frac{X_{Group}}{2} \times \tilde{L}_{Group}} & 0 \\ 0 & E_{\frac{X_{Group}}{2} \times \tilde{L}_{Group}} \end{bmatrix},$$

$$\mathbf{E}_{\frac{X_{Group}}{2} \times \tilde{L}_{Group}} = \begin{bmatrix} e^{\left(\frac{X_{Group}}{2}\right)} & e^{\left(\frac{X_{Group}}{2}\right)} & \cdots & e^{\left(\frac{X_{Group}}{2}\right)} \\ \text{mod}\left(m, \frac{X_{Group}}{2}\right) & \text{mod}\left(m+1, \frac{X_{Group}}{2}\right) & \cdots & \text{mod}\left(m+\tilde{L}_{Group}-1, \frac{X_{Group}}{2}\right) \end{bmatrix}$$

, 表示终端选择的 CSI-RS 端口组可以是连续的。

场景二, 终端选择的端口组的个数相同, 且选择的端口组的序号不相同。示例性的, W_1 可以满足如下公式:

$$\mathbf{W}_1 = \begin{bmatrix} \mathbf{E}_{\frac{X_{Group}}{2} \times \tilde{L}_{Group}} & 0 \\ 0 & \bar{\mathbf{E}}_{\frac{X_{Group}}{2} \times \tilde{L}_{Group}} \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{E}_{\frac{X_{Group}}{2} \times \tilde{L}_{Group}} = \begin{bmatrix} e^{\left(\frac{X_{Group}}{2}\right)} & e^{\left(\frac{X_{Group}}{2}\right)} & \cdots & e^{\left(\frac{X_{Group}}{2}\right)} \\ \text{mod}\left(n_1, \frac{X_{Group}}{2}\right) & \text{mod}\left(n_2, \frac{X_{Group}}{2}\right) & \cdots & \text{mod}\left(n_{\tilde{L}_{Group}-1}, \frac{X_{Group}}{2}\right) \end{bmatrix}$$

$$\bar{\mathbf{E}}_{\frac{X_{Group}}{2} \times \tilde{L}_{Group}} = \begin{bmatrix} e^{\left(\frac{X_{Group}}{2}\right)} & e^{\left(\frac{X_{Group}}{2}\right)} & \cdots & e^{\left(\frac{X_{Group}}{2}\right)} \\ \text{mod}\left(n_1, \frac{X_{Group}}{2}\right) & \text{mod}\left(n_2, \frac{X_{Group}}{2}\right) & \cdots & \text{mod}\left(n_{\tilde{L}_{Group}-1}, \frac{X_{Group}}{2}\right) \end{bmatrix}$$

X_{Group} 为 CSI-RS 端口组的个数, $\tilde{L}_{Group}$ 为一个极化方向选择的 CSI-RS 端口组的个数,

$\mathbf{E}_{\frac{X_{Group}}{2} \times \tilde{L}_{Group}}$ 为由 $e^{\left(\frac{X_{Group}}{2}\right)}$ 组成的矩阵, $e^{\left(\frac{X_{Group}}{2}\right)}$ 为长度为 $X_{Group}/2$ 的向量, 所述向量包括的元素中的第 $\text{mod}\left(i, \frac{X_{Group}}{2}\right)$ 个元素均为 1, 其他元素为 0, $i=m_1, m_2, \dots, m_{\tilde{L}_{Group}-1}$,

所述 i 为大于或等于 0 的整数; $\bar{\mathbf{E}}_{\frac{X_{Group}}{2} \times \tilde{L}_{Group}}$ 为由 $e^{\left(\frac{X_{Group}}{2}\right)}$ 组成的矩阵, $e^{\left(\frac{X_{Group}}{2}\right)}$ 为长度为 $X_{Group}/2$ 的向量, 所述向量包括的元素中的第 $\text{mod}\left(i, \frac{X_{Group}}{2}\right)$ 个元素均为 1, 其他元素为 0, $i=n_1, n_2, \dots, n_{\tilde{L}_{Group}-1}$, 所述 i 为大于或等于 0 的整数。

应理解, 终端选择的 CSI-RS 端口组可以是不连续的, 也可以是连续的, 作为 W_1 的一种变形, W_1 满足如下公式:

$$\mathbf{W}_1 = \begin{bmatrix} \mathbf{E}_{\frac{X_{Group}}{2} \times \tilde{L}_{Group}} & 0 \\ 0 & \bar{\mathbf{E}}_{\frac{X_{Group}}{2} \times \tilde{L}_{Group}} \end{bmatrix},$$

$$\mathbf{E}_{\frac{X_{Group}}{2} \times \tilde{L}_{Group}} = \begin{bmatrix} e^{\left(\frac{X_{Group}}{2}\right)} & e^{\left(\frac{X_{Group}}{2}\right)} & \cdots & e^{\left(\frac{X_{Group}}{2}\right)} \\ \text{mod}\left(m, \frac{X_{Group}}{2}\right) & \text{mod}\left(m, \frac{X_{Group}}{2}\right) & \cdots & \text{mod}\left(m+\tilde{L}_{Group}-1, \frac{X_{Group}}{2}\right) \end{bmatrix},$$

$$\bar{\mathbf{E}}_{\frac{X_{Group}}{2} \times \tilde{L}_{Group}} = \begin{bmatrix} e^{\left(\frac{X_{Group}}{2}\right)} & e^{\left(\frac{X_{Group}}{2}\right)} & \cdots & e^{\left(\frac{X_{Group}}{2}\right)} \\ \text{mod}\left(n_1, \frac{X_{Group}}{2}\right) & \text{mod}\left(n_2, \frac{X_{Group}}{2}\right) & \cdots & \text{mod}\left(n+\tilde{L}_{Group}-1, \frac{X_{Group}}{2}\right) \end{bmatrix}。$$

场景三, 不同极化方向间, 终端选择的端口组的个数不相同, 且选择的端口组的序号不相同。示例性的, W_1 满足如下公式:

W_1 的维度为 $X_{Group} * L_{Group}$, $L_{Group} \leq X_{Group}$, X_{Group} 用于指示 CSI-RS 端口组的个数, L_{Group} 为选择的 CSI-RS 端口组的个数。

可能的实现方式中, 该 W_1 可以从某个矩阵选择的, 例如 W_1 是 $F_{X_{Group} \times X_{Group}}$ 的子集,

该 $F_{X_{Group} \times X_{Group}}$ 的维度是 $X_{Group} * X_{Group}$, 满足:

$F_{X_{Group} \times X_{Group}} = [e^{(X_{Group})_0} \quad e^{(X_{Group})_1} \quad \dots \quad e^{(X_{Group})_{(X_{Group}-1)}}]$, $e^{(X_{Group})_i}$ 是一个长度为 X_{Group} 的向量, 所述 $F_{X_{Group} \times X_{Group}}$ 中的第 i 个元素均为 1, 其余元素均为 0, $i=0, 1, \dots, X_{Group}-1$ 。

5 应理解, 终端选择的 CSI-RS 端口组可以是不连续的, 也可以是连续的, 作为 W_1 的一种变形, W_1 满足如下公式:

$$W_1 = [e^{(X_{Group})_{\text{mod}(m, X_{Group})}}, \dots, e^{(X_{Group})_{\text{mod}(m+(L_{Group}-1), X_{Group})}}], \text{表示终端选择的 CSI-RS 端口组可以是连续的。}$$

10 设计二, 即 W_f 为一个特定列向量或多个特定列向量。不同的应用场景, W_1 的具体形式也有所不同, 下面分别介绍 W_1 的几种可能的实现形式。

场景一, 终端选择的端口个数相同, 且选择的端口序号相同, 这样一个极化方向的端口选好了, 另一个极化方向的端口只需复制前一个极化方向选好的端口即可, 实现较为简单。示例性的, W_1 可以满足如下公式:

$$W_1 = \begin{bmatrix} E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} & 0 \\ 0 & E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} \end{bmatrix}, \quad E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} = \begin{bmatrix} e^{\left(\frac{X}{2}\right)_{\text{mod}(m_1, \frac{X}{2})}} & e^{\left(\frac{X}{2}\right)_{\text{mod}(m_2, \frac{X}{2})}} & \dots & e^{\left(\frac{X}{2}\right)_{\text{mod}(m_{\tilde{L}-1}, \frac{X}{2})}} \end{bmatrix};$$

15 其中, X 为 CSI-RS 端口的个数, $\tilde{L}$ 为一个极化方向选择的 CSI-RS 端口的个数, $E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}}$

为由 $e^{\left(\frac{X}{2}\right)_{\text{mod}(i, \frac{X}{2})}}$ 组成的矩阵, $e^{\left(\frac{X}{2}\right)_{\text{mod}(i, \frac{X}{2})}}$ 为长度为 $X/2$ 的向量, 所述向量包括的元素中的第 $\text{mod}(i, \frac{X}{2})$ 个元素均为 1, 其他元素为 0, $i=m_1, m_2, \dots, m_{\tilde{L}-1}$, i 为大于或等于 0 的整数。

应理解, X 为基站发送 CSI-RS 端口的个数, $\tilde{L}$ 为终端在一个极化方向选择的 CSI-RS 端口的个数, $e^{\left(\frac{X}{2}\right)_{\text{mod}(i, \frac{X}{2})}}$ 中的第 $\text{mod}(i, \frac{X}{2})$ 个元素均为 1, 可以表示选择对应的 CSI-RS 端口。

20 终端选择的 CSI-RS 端口可以是不连续的, 也可以是连续的, 作为 W_1 的一种变形, W_1 可以满足如下公式:

$$W_1 = \begin{bmatrix} E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} & 0 \\ 0 & E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} \end{bmatrix}, \quad E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} = \begin{bmatrix} e^{\left(\frac{X}{2}\right)_{\text{mod}(m, \frac{X}{2})}} & e^{\left(\frac{X}{2}\right)_{\text{mod}(m+1, \frac{X}{2})}} & \dots & e^{\left(\frac{X}{2}\right)_{\text{mod}(m+\tilde{L}-1, \frac{X}{2})}} \end{bmatrix}, \text{表示}$$

终端选择的 CSI-RS 端口可以是连续的。

25 为了便于理解, 下面结合具体实例进行说明, 具体的以从 16 个 CSI-RS 端口选择 4 个 CSI-RS 端口为例。

W_1 和 W_f 均为端口选择矩阵, 分别满足例如:

$$W_1 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \end{bmatrix}, W_f = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ \vdots \\ 1 \end{bmatrix}.$$

应理解, W_1 为 16×4 的矩阵, 上述的 W_1 仅示意了 8 行, 其余的 8 行用 “ $\vdots$ ” 来示意, 应理解, “ $\vdots$ ” 表示的是 4×4 的矩阵, 且元素均为 0。如果 W_1 的维度为 $X \times L$, 那么 $X=16$, 表示 CSI-RS 端口的个数, $L=4$, 表示选择的 CSI-RS 端口的个数。如果 W_1 的维度为 $(2\tilde{X}) \times (2\tilde{L})$, 那么 $\tilde{X}=8$, 表示一个极化方向的 CSI-RS 端口的个数, $\tilde{L}=2$, 表示一个极化方向选择的 CSI-RS 端口的个数。这里 W_1 中的元素 1 表示选择对应的 CSI-RS 端口, 可以理解 W_1 的每个列向量的前 8 个元素对应一个极化方向, W_1 的每个列向量的后 8 个元素对应另一个极化方向。终端基于 W_1 从每个列向量中选择 1 个端口, 即从第一个列向量的前 8 个 CSI-RS 中选择第一个 CSI-RS 端口, 从第二个列向量前 8 个 CSI-RS 中选择第三个 CSI-RS 端口, 从第三个列向量的后 8 个 CSI-RS 端口中选择第一个 CSI-RS 端口, 从第四个列向量的后 8 个 CSI-RS 端口中选择第三个 CSI-RS 端口。即选择的端口个数相同, 且选择的端口序号相同。应理解, 在本文中, 选择的端口序号相同是相对两个极化方向而言的, 也就是在一个极化方向选择的端口的序号与在另一个极化方向选择的端口的序号相同。

终端可对 CSI-RS 进行信道估计, 根据信道估计结果可获得线性叠加系数 C , 并根据 C 构造 $\tilde{W}_2$, 具体参见前述设计 1 中终端构造 $\tilde{W}_2$ 的实施例的描述, 那么 $\tilde{W}_2$ 的维度是 4×1 , 这里不再赘述。

场景二, 终端选择的端口个数相同, 且选择的端口序号不相同, 可实现较为自由地选择端口, 有利于系统性能的提高。示例性的, W_1 可以满足如下公式:

$$W_1 = \begin{bmatrix} E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} & 0 \\ 0 & \bar{E}_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} \end{bmatrix}, E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} = \begin{bmatrix} e^{\left(\frac{X}{2}\right)} & e^{\left(\frac{X}{2}\right)} & \cdots & e^{\left(\frac{X}{2}\right)} \\ \text{mod}\left(m_1, \frac{X}{2}\right) & \text{mod}\left(m_2, \frac{X}{2}\right) & \cdots & \text{mod}\left(m_{L-1}, \frac{X}{2}\right) \end{bmatrix},$$

$$\bar{E}_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} = \begin{bmatrix} e^{\left(\frac{X}{2}\right)} & e^{\left(\frac{X}{2}\right)} & \cdots & e^{\left(\frac{X}{2}\right)} \\ \text{mod}\left(n_1, \frac{X}{2}\right) & \text{mod}\left(n_2, \frac{X}{2}\right) & \cdots & \text{mod}\left(n_{L-1}, \frac{X}{2}\right) \end{bmatrix}, X \text{ 为 CSI-RS 端口的个数, } \tilde{L} \text{ 为}$$

一个极化方向选择的 CSI-RS 端口的个数, $E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}}$ 为由 $e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)}$ 组成的矩阵, $e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)}$ 为长度为 $X/2$ 的向量, 所述向量包括的元素中的第 $\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)$ 个元素均为 1, 其他元素为 0, $i=m_1, m_2, \dots, m_{L-1}$, 所述 i 为大于或等于 0 的整数; $\bar{E}_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}}$ 为由 $e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)}$ 组成的矩阵, $e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)}$

为长度为 $X/2$ 的向量, 所述向量包括的元素中的第 $\text{mod}(i, \frac{X}{2})$ 个元素均为 1, 其他元素为 0, $i=n_1, n_2, \dots, n_{L-1}$, 所述 i 为大于或等于 0 的整数。

应理解, 终端选择的 CSI-RS 端口可以是不连续的, 也可以是连续的, 作为 W_1 的一种变形, W_1 中的满足如下公式:

$$W_1 = \begin{bmatrix} E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} & 0 \\ 0 & \bar{E}_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} \end{bmatrix}, \quad E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} = \begin{bmatrix} e^{\left(\frac{X}{2}\right)} & e^{\left(\frac{X}{2}\right)} & \dots & e^{\left(\frac{X}{2}\right)} \\ \text{mod}\left(m_1, \frac{X}{2}\right) & \text{mod}\left(m_2, \frac{X}{2}\right) & \dots & \text{mod}\left(m_{L-1}, \frac{X}{2}\right) \end{bmatrix},$$

$$\bar{E}_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} = \begin{bmatrix} e^{\left(\frac{X}{2}\right)} & e^{\left(\frac{X}{2}\right)} & \dots & e^{\left(\frac{X}{2}\right)} \\ \text{mod}\left(n_1, \frac{X}{2}\right) & \text{mod}\left(n_2, \frac{X}{2}\right) & \dots & \text{mod}\left(n_{L-1}, \frac{X}{2}\right) \end{bmatrix}.$$

为了便于理解, 下面结合具体实例进行说明, 具体的以从 16 个 CSI-RS 端口选择 4 个 CSI-RS 端口为例。

W_1 和 W_f 均为端口选择矩阵, 分别满足例如:

$$W_1 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad W_f = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ \vdots \\ 1 \end{bmatrix}.$$

应理解, W_1 为 16×4 的矩阵, 上述的 W_1 仅示意了 8 行, 其余的 8 行用 “ $\vdots$ ” 来表示, 其中一个 “ $\vdots$ ” 表示的是 8×4 的矩阵, 且元素均为 0。如果 W_1 的维度为 $X \times L$, 那么 $X=16$, 表示 CSI-RS 端口的个数, $L=4$, 表示选择的 CSI-RS 端口的个数。如果 W_1 的维度为 $(2\tilde{X}) \times (2\tilde{L})$, 那么 $X=8$, 表示一个极化方向的 CSI-RS 端口的个数, $L=2$, 表示一个极化方向选择的 CSI-RS 端口的个数。这里 W_1 中的元素 1 表示选择对应的 CSI-RS 端口, 可以理解 W_1 的每个列向量的前 8 个元素对应一个极化方向, W_1 的每个列向量的后 8 个元素对应另一个极化方向。终端基于 W_1 从每个列向量中选择 1 个端口, 即从第一个列向量的前 8 个 CSI-RS 中选择第一个 CSI-RS 端口, 从第二个列向量前 8 个 CSI-RS 中选择第三个 CSI-RS 端口, 从第三个列向量的后 8 个 CSI-RS 端口中选择第六个 CSI-RS 端口, 从第四个列向量的后 8 个 CSI-RS 端口中选择第八个 CSI-RS 端口。即选择的端口个数相同, 且选择的端口序号不相同。

终端可对 CSI-RS 进行信道估计, 根据信道估计结果可获得线性叠加系数 C , 并根据 C 构造 $\tilde{W}_2$, 具体参见前述设计 1 中终端构造 $\tilde{W}_2$ 的实施例的描述, 那么 $\tilde{W}_2$ 的维度是 4×1 , 这里不再赘述。

场景三, 不同极化方向间, 终端选择的端口个数不相同, 且选择的端口序号不相同, 可更为自由地选择端口, 进一步提高系统性能。示例性的, W_1 的维度为 $X \times L$, $L \leq X$, X 用于指示 CSI-RS 端口的个数, L 为选择的 CSI-RS 端口的个数。

可能的实现方式中, 该 W_1 可以从某个矩阵选择的, 例如 W_1 是 $F_{X \times X}$ 的子集, 该 $F_{X \times X}$ 的

维度是 $X * X$ ，且满足： $F_{X \times X} = [e^{(X)}_0 \ e^{(\frac{X}{2})}_1 \ \dots \ e^{(\frac{X}{2})}_{(X-1)}]$ ，其中， $e^{(X)}_i$ 是一个长度为 X 的向量，所述 $F_{X \times X}$ 中的第 i 个元素均为 1，其余元素均为 0， $i=0, 1, \dots, X-1$ 。

应理解，终端选择的 CSI-RS 端口可以是不连续的，也可以是连续的，作为 W_1 的一种变形， W_1 满足如下公式：

$$5 \quad W_1 = [e^{(X)}_{\text{mod}(m,X)}, \dots, e^{(X)}_{\text{mod}(m+(L-1),X)}], \text{表示终端选择的 CSI-RS 端口可以是连续的。}$$

为了便于理解，下面结合具体实例进行说明，具体的以从 16 个 CSI-RS 端口选择 4 个 CSI-RS 端口为例。

W_1 和 W_f 均为端口选择矩阵，分别满足例如：

$$W_1 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \end{bmatrix}, \quad W_f = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ \vdots \\ 1 \end{bmatrix}。$$

10 应理解， W_1 为 $16*4$ 的矩阵，上述的 W_1 仅示意了 8 行，其余的 8 行用 “ $\vdots$ ” 来示意，应理解，“ $\vdots$ ” 表示是 $4*4$ 的矩阵，且元素均为 0。 W_1 可以从 F 中选择的，例如 F 可以是对角矩阵。如果 W_1 的维度为 $X * L$ ，那么 $X=16$ ，表示 CSI-RS 端口的个数， $L=4$ ，表示选择的 CSI-RS 端口的个数。如果 W_1 的维度为 $(2\tilde{X}) * (2\tilde{L})$ ，那么 $X=8$ ，表示一个极化方向的 CSI-RS 端口的个数， $L=2$ ，表示一个极化方向选择的 CSI-RS 端口的个数。这里 W_1 中的元素 1 表示选择对应的 CSI-RS 端口，可以理解 W_1 的每个列向量的前 8 个元素对应一个极化方向， W_1 的每个列向量的后 8 个元素对应另一个极化方向。终端基于 W_1 从第一个列向量的前 8 个 CSI-RS 中选择第一个 CSI-RS 端口，从第二个列向量前 8 个 CSI-RS 中选择第三个 CSI-RS 端口，从第三个列向量的前 8 个 CSI-RS 端口中选择第二个 CSI-RS 端口，从第四个列向量的后 8 个 CSI-RS 端口中选择第三个 CSI-RS 端口。即选择的端口个数不相同，且选择的端口序号不相同。

20 终端可对 CSI-RS 进行信道估计，根据信道估计结果可获得线性叠加系数 C ，并根据 C 构造 $\tilde{W}_2$ ，具体参见前述设计 1 中终端构造 $\tilde{W}_2$ 的实施例的描述，那么 $\tilde{W}_2$ 的维度是 $4*1$ ，这里不再赘述。

25 同理，终端可按照场景二中的方式构造 $X * N_{RB}^0$ 的矩阵 $\tilde{W}_2$ ，这里不再赘述。需要说明的是，前述以设计 2 为例，介绍了 W_1 的几种可能的实现形式，这几种 W_1 对于设计 3 同样适用，不同在于设计 3 中 W_f 是从 DFT 矩阵选择的，因此设计 3 下的 W_1 的实现形式具体参见设计 2 中的 W_1 的实现，这里不再赘述。

30 本申请实施例还提供了一种基于上行信道和下行信道的角度和时延的互易性获取 CSI 的码本，为了区分将该码本称为第二码本。该第二码本 W 满足公式： $W = W_1 \tilde{W}_2$ ， W_1 为端口选择矩阵， $\tilde{W}_2$ 为线性叠加系数矩阵。这种情况下，第一指示信息可以用于指示端口选择矩阵，表示 W_1 。由于 W_1 不同，对应的第二码本也不同，从这个角度来说，第一指示信息可通过指示第二码本间接指示 W_1 。

具体的第一指示信息的实现方式可参考前述实施例中的的第一指示信息的几种实现方式, 这里不再赘述。

示例性的, W_1 的维度为 $X \times L$, $L \leq X$, X 用于指示 CSI-RS 端口的个数, L 为选择的 CSI-RS 端口的个数, X 和 L 均为大于或等于 1 的整数。或者, W_1 的维度为 $(2 \times \tilde{X}) \times (2 \times \tilde{L})$, $\tilde{L} \leq \tilde{X}$, $\tilde{X}$ 用于指示一个极化方向上的 CSI-RS 端口的个数, $\tilde{L}$ 为一个极化方向选择的 CSI-RS 端口的个数, $\tilde{X}$ 和 $\tilde{L}$ 均为大于或等于 1 的整数。

同前述实施例, 该方案中, 不同极化方向间, 终端选择的端口个数可相同, 也可不同, 且选择的端口序号可相同, 也可不同。针对不同的应用场景, 分别提供 W_1 的几种设计方案:

示例性的, 终端选择的端口个数相同, 且选择的端口序号相同, W_1 可以满足如下公式:

$$W_1 = \begin{bmatrix} E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} & 0 \\ 0 & E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} \end{bmatrix}, E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} = \begin{bmatrix} e^{\left(\frac{X}{2}\right)} & e^{\left(\frac{X}{2}\right)} & \cdots & e^{\left(\frac{X}{2}\right)} \\ \text{mod}\left(m_1, \frac{X}{2}\right) & \text{mod}\left(m_2, \frac{X}{2}\right) & \cdots & \text{mod}\left(m_{\tilde{L}-1}, \frac{X}{2}\right) \end{bmatrix};$$

其中, X 为 CSI-RS 端口的个数, $\tilde{L}$ 为一个极化方向选择的 CSI-RS 端口的个数, $E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}}$ 为由 $e^{\left(\frac{X}{2}\right)}$ 组成的矩阵, $e^{\left(\frac{X}{2}\right)}$ 为长度为 $X/2$ 的向量, 所述向量包括的元素中的第 $\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)$ 个元素均为 1, 其他元素为 0, $i = m_1, m_2, \dots, m_{\tilde{L}-1}$, i 为大于或等于 0 的整数。

应理解, X 为基站发送的 CSI-RS 端口的个数, L 为终端在一个极化方向选择的 CSI-RS 端口的个数, $e^{\left(\frac{X}{2}\right)}$ 中的第 $\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)$ 个元素均为 1, 可以表示选择对应的 CSI-RS 端口。

终端选择的 CSI-RS 端口可以是不连续的, 也可以是连续的, 作为 W_1 的一种变形, W_1 可满足如下公式:

$$W_1 = \begin{bmatrix} E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} & 0 \\ 0 & E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} \end{bmatrix}, E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} = \begin{bmatrix} e^{\left(\frac{X}{2}\right)} & e^{\left(\frac{X}{2}\right)} & \cdots & e^{\left(\frac{X}{2}\right)} \\ \text{mod}\left(m, \frac{X}{2}\right) & \text{mod}\left(m+1, \frac{X}{2}\right) & \cdots & \text{mod}\left(m+\tilde{L}-1, \frac{X}{2}\right) \end{bmatrix}, \text{表示}$$

终端选择的 CSI-RS 端口可以是连续的。

又一示例性的, 终端选择的端口个数相同, 且选择的端口序号不相同, W_1 可以满足如下公式:

$$W_1 = \begin{bmatrix} E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} & 0 \\ 0 & \bar{E}_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} \end{bmatrix}, E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} = \begin{bmatrix} e^{\left(\frac{X}{2}\right)} & e^{\left(\frac{X}{2}\right)} & \cdots & e^{\left(\frac{X}{2}\right)} \\ \text{mod}\left(m_1, \frac{X}{2}\right) & \text{mod}\left(m_2, \frac{X}{2}\right) & \cdots & \text{mod}\left(m_{\tilde{L}-1}, \frac{X}{2}\right) \end{bmatrix},$$

$$\bar{E}_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} = \begin{bmatrix} e^{\left(\frac{X}{2}\right)} & e^{\left(\frac{X}{2}\right)} & \cdots & e^{\left(\frac{X}{2}\right)} \\ \text{mod}\left(n_1, \frac{X}{2}\right) & \text{mod}\left(n_2, \frac{X}{2}\right) & \cdots & \text{mod}\left(n_{\tilde{L}-1}, \frac{X}{2}\right) \end{bmatrix}, X \text{ 为 CSI-RS 端口的个数, } L$$

为一个极化方向选择的 CSI-RS 端口的个数, $E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}}$ 为由 $e^{\left(\frac{X}{2}\right)}$ 组成的矩阵, $e^{\left(\frac{X}{2}\right)}$ 为长度为 $X/2$ 的向量, 该向量包括的元素中的第 $\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)$ 个元素均为 1, 其他元素为 0, $i = m_1, m_2, \dots, m_{\tilde{L}-1}$, 所述 i 为大于或等于 0 的整数; $\bar{E}_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}}$ 为由 $e^{\left(\frac{X}{2}\right)}$ 组成的矩阵, $e^{\left(\frac{X}{2}\right)}$ 为长度为 $X/2$ 的向量, 所述向量包括的元素中的第 $\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)$ 个元素均为 1, 其他元素为 0,

$i=n_1, n_2, \dots, n_{L-1}$, 所述 i 为大于或等于 0 的整数。

应理解, 终端选择的 CSI-RS 端口可以是不连续的, 也可以是连续的, 作为 W_1 的一种变形, W_1 中的满足如下公式:

$$W_1 = \begin{bmatrix} E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} & 0 \\ 0 & \bar{E}_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} \end{bmatrix}, \quad E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} = \begin{bmatrix} e^{\left(\frac{X}{2}\right)} & e^{\left(\frac{X}{2}\right)} & \dots & e^{\left(\frac{X}{2}\right)} \\ \text{mod}\left(m, \frac{X}{2}\right) & \text{mod}\left(m+1, \frac{X}{2}\right) & \dots & \text{mod}\left(m+\tilde{L}-1, \frac{X}{2}\right) \end{bmatrix},$$

$$\bar{E}_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} = \begin{bmatrix} e^{\left(\frac{X}{2}\right)} & e^{\left(\frac{X}{2}\right)} & \dots & e^{\left(\frac{X}{2}\right)} \\ \text{mod}\left(n, \frac{X}{2}\right) & \text{mod}\left(n+1, \frac{X}{2}\right) & \dots & \text{mod}\left(n+\tilde{L}-1, \frac{X}{2}\right) \end{bmatrix}.$$

再一示例性的, 不同极化方向间, 终端选择的端口个数不相同, 且选择的端口序号不相同, 该 W_1 可以是某个矩阵选择的, 例如 W_1 是 $F_{X \times X}$ 的子集, 该 $F_{X \times X}$ 的维度是 $X * X$, 且满足: $F_{X \times X} = [e^{(X)}_0 \quad e^{(X)}_1 \quad \dots \quad e^{(X)}_{(X-1)}]$, 其中, $e^{(X)}_i$ 是一个长度为 X 的向量, 所述 $F_{X \times X}$ 中的第 i 个元素均为 1, 其余元素均为 0, $i=0, 1, \dots, X-1$ 。

应理解, 终端选择的 CSI-RS 端口可以是不连续的, 也可以是连续的, 作为 W_1 的一种变形, W_1 满足如下公式:

$$W_1 = [e^{(X)}_{\text{mod}(m, X)}, \dots, e^{(X)}_{\text{mod}(m+(L-1), X)}], \text{ 表示终端选择的 CSI-RS 端口可以是连续的。}$$

终端基于上述的三个示例的 W_1 获取 CSI 的具体实现可参考前述针对第一码本中的 W_1 的相关实施例的描述, 这里不再赘述。

本申请实施例提供的方案, 如前述的第一码本的各种设计方案, 或第二码本的各种设计方案, 可使得终端基于上行信道和下行信道的角度和时延的互易性反馈 CSI, 降低了反馈开销。

上述本申请提供的实施例中, 分别从终端、基站, 以及终端和基站之间交互的角度对本申请实施例提供的方法进行了介绍。为了实现上述本申请实施例提供的方法中的各功能, 终端和基站可以包括硬件结构和/或软件模块, 以硬件结构、软件模块、或硬件结构加软件模块的形式来实现上述各功能。

下面结合附图介绍本申请实施例中用来实现上述方法的通信装置。因此, 上文中的内容均可以用于后续实施例中, 重复的内容不再赘述。

图4示出了一种通信装置400的结构示意图。该通信装置400可以对应实现上述各个方法实施例中由终端或网络设备实现的功能或者步骤。该通信装置可以包括发送单元410和接收单元420, 可选的, 还可以包括处理单元430, 在图4中以虚线进行示意。可选的, 还可以包括存储单元, 该存储单元可以用于存储指令(代码或者程序)和/或数据。发送单元410、接收单元420和处理单元430可以与该存储单元耦合, 例如, 处理单元430可以读取存储单元中的指令(代码或者程序)和/或数据, 以实现相应的方法。上述各个单元可以独立设置, 也可以部分或者全部集成, 例如发送单元410和接收单元420可集成, 称为收发单元。

在一些可能的实施方式中, 通信装置 400 能够对应实现上述方法实施例中终端的行为和功能。例如通信装置 400 可以为终端, 也可以为应用于终端中的部件(例如芯片或者电路)。发送单元 410 和接收单元 420 可以用于执行图 3 所示的实施例中由终端所执行的全部接收或发送操作, 例如图 3 所示的实施例中的 S301 和 S302, 和/或用于支持本文所描述的技术的其它过程。其中, 处理单元 430 用于执行如图 3 所示的实施例中由终端所执行的除了收发操作之外的全部操作, 和/或用于支持本文所描述的技术的其它过程。

在一些实施例中, 接收单元 420 用于接收来自基站的第一指示信息, 其中第一指示信

息用于指示第一码本中的右乘矩阵的类型, 该第一码本满足公式: $W = W_1 \tilde{W}_2 W_f^H$, W 为第一码本, W_1 为端口选择矩阵, $\tilde{W}_2$ 为线性叠加系数矩阵, W_f 为所述右乘矩阵, 用于终端根据该第一码本确定信道状态信息;

发送单元 410 用于向基站发送信道状态信息。

5 在另一些可能的实施方式中, 通信装置 400 能够对应实现上述方法实施例网络设备的行为和功能。例如通信装置 400 可以为网络设备, 也可以为应用于网络设备中的部件(例如芯片或者电路)。发送单元 410 和接收单元 420 可以用于执行图 3 所示的实施例由基站所执行的全部接收或发送操作, 例如图 3 所示的实施例中的 S301、S302, 和/或用于支持本文所描述的技术的其它过程。处理单元 430 用于执行如图 3 所示的实施例中由网络设备所执行的除了收发操作之外的全部操作, 和/或用于支持本文所描述的技术的其它过程。

10 在一些实施例中, 接收单元 420 用于接收来自终端的信道状态信息, 该信道状态信息包括第一指示信息;

处理单元 430 用于根据该第一指示信息以及第一码本, 确定预编码矩阵, 其中第一码本满足公式: $W = W_1 \tilde{W}_2 W_f^H$, W 为第一码本, W_1 为端口选择矩阵, $\tilde{W}_2$ 为线性叠加系数矩阵, 第一指示信息用于指示 W_f 的类型。

15 在一些可选的实施方式中, 第一指示信息可以承载在现有信令上, 例如第一指示信息承载在 RRC 信令的 CSI 上报带宽 CSI-ReportingBand 字段。示例性的, 该 CSI-ReportingBand 字段的值为 0, 表示终端基于上行信道和下行信道的角度和时延的互易性获取 CSI, 或者表示终端基于上行信道和下行信道的角度和时延的互易性获取 CSI 采用的码本。这样有利于兼容现有 RRC 信令。

在上述第一方面和第二方面的实施例中, W_f 包括但不限于以下几种设计:

设计一、 W_f 为端口选择矩阵, 也就是第一指示信息用于指示 W_f 的类型为端口选择矩阵。

25 设计二、 W_f 为一个特定列向量或多个特定列向量。也就是第一指示信息用于指示 W_f 的类型为一个特定列向量或多个特定列向量。例如 W_f 为元素均是 1 的列向量, 或者 W_f 包括元素均为 1 的列向量。该设计方案不用区分信道状态信息参考信号(channel state information reference signal, CSI-RS) 端口组, 降低了复杂度。

设计三、 W_f 为 DFT 矩阵, 且包括元素均为 1 的列向量, 也就是第一指示信息用于指示 W_f 的类型为 DFT 矩阵。基于该设计方案下, 网络侧还需向终端指示所需要使用的列向量, 例如 DFT 矩阵中的元素均为 1 的列向量。在可能的实现方式中, 第一指示信息还可指示元素均为 1 的列向量; 或者, 通信装置为网络设备时, 通信装置包括的发送单元向终端发送第二指示信息, 终端接收该第二指示信息, 该第二指示信息指示 DFT 矩阵中的元素均为 1 的列向量; 或者, 通信装置为终端时, 通信装置包括的接收单元接收来自网络设备的第二指示信息, 该第二指示信息指示 DFT 矩阵中的元素均为 1 的列向量。

35 具体的, 第一码本中的 W_1 用于选择一个或多个信道状态信息参考信号(channel state information reference signal, CSI-RS) 端口组, W_f 用于选择一个 CSI-RS 端口组中的一个或多个 CSI-RS 端口, 或者 W_f 用于选择多个 CSI-RS 端口组中的一个或多个 CSI-RS 端口。

应理解, W_1 用于选择 CSI-RS 端口组, 可以选择一个 CSI-RS 端口组, 也可以选择多个 CSI-RS。如果 W_1 选择一个 CSI-RS 端口组, W_f 选择的是该 CSI-RS 端口组内的一个或多个 CSI-RS 端口。如果 W_1 选择多个 CSI-RS 端口组, W_f 针对不同的 CSI-RS 端口组可以选择不

同的端口，也可以选择相同的端口。例如 W_f 可以指示 CSI-RS 端口的序号，以指示所有的 CSI-RS 端口组中选择与序号对应的 CSI-RS 端口，也就是所有 CSI-RS 端口组中选择的 CSI-RS 端口是相同的。

5 在一些可选的实施方式中， W_f 为端口选择矩阵，该 W_f 的一个列向量的长度可为 M_{Group} ， W_1 的一个列向量的长度可为 $2\tilde{X}_{Group}$ ，存在 $M_{Group} * \tilde{X}_{Group} = X/2$ ，X用于指示 CSI-RS 端口的个数， M_{Group} 为大于或等于1的整数， $\tilde{X}_{Group}$ 为大于或等于1的整数。

该设计下， M_{Group} 、 $\tilde{X}_{Group}$ 和X可以是系统或者协议约定的，也可以是网络侧向终端指示的，例如通信装置400为网络设备时，该通信装置100的发送单元410可向终端发送第三指示信息，终端接收该第三指示信息，该第三指示信息可用于指示 $\tilde{X}_{Group}$ 、 $\tilde{X}_{Group}$ 和X中的一项或多项；又例如该通信装置为终端，该通信装置的接收单元420接收来自网络设备的第三指示信息，该第三指示信息可用于指示 $\tilde{X}_{Group}$ 、 $\tilde{X}_{Group}$ 和X中的一项或多项。

10 在一些可选的实施方式中， W_f 为一个特定的列向量或者多个特定的列向量，该 W_f 的一个列向量的长度可为 N_{RB}^0 ， W_1 的一个列向量的长度可为X，X用于指示 CSI-RS 端口的个数， N_{RB}^0 为大于或等于1的整数。

15 示例性的， N_{RB}^0 与CSI-RS发送带宽的资源块(resource block, RB)个数或子带个数相关。例如 N_{RB}^0 可等于CSI-RS发送带宽的RB个数或子带个数，较为简单。

在一些可选的实施方式中，终端可向网络侧反馈 W_1 和 $\tilde{W}_2$ ，例如终端向网络设备发送的信道状态信息可包括反馈信息，该反馈信息可用于指示 W_1 和 $\tilde{W}_2$ ，相对现有技术终端需向网络侧反馈 W_1 和 $\tilde{W}_2$ 以及 W_f 来说，降低了开销。

20 终端对选择的不同接收天线对应的线性叠加系数可以通过不同的方式构造 $\tilde{W}_2$ 。示例性的，终端选择全部的端口即X个端口对应的X个线性叠加系数，终端可按照CSI-RS端口号从小到大（或者从大到小）的顺序，依照先行后列（或先列后行）的规则构造 $2\tilde{X}_{Group} * M_{Group}$ 的 $\tilde{W}_2$ ，应理解一个接收天线对应一个 $\tilde{W}_2$ ，所以反馈信息可包括 N_{Rx} 个 $\tilde{W}_2$ ，该 N_{Rx} 为终端的接收天线的个数。又一示例性的，终端可对不同接收天线对应的X个线性叠加系数构造 $X * N_{Rx}$ 的矩阵，并对该矩阵进行SVD分解，根据要计算的预编码矩阵对应的秩的取值，选择线性叠加系数，并按照从头到尾（或者从尾到头）的顺序，依照先行后列（或先列后行）构造 $2\tilde{X}_{Group} * M_{Group}$ 的 $\tilde{W}_2$ ，对应的，反馈信息可包括R个 $\tilde{W}_2$ ，R为预编码矩阵对应的秩的取值。

30 具体应用场景中，不同极化方向间，终端选择的端口个数可相同，也可不同，且终端选择的端口序号可相同，也可不同。例如终端选择的端口个数可相同，且选择的端口序号也相同，这样一个极化方向的端口确定了，另一个极化方向的端口也就确定了，实现较为简单。又例如不同极化方向间，终端选择的端口个数可相同，且选择的端口序号不相同，不限制选择的端口，即可实现较为自由地选择端口，有利于系统性能的提高。再例如不同极化方向间，终端选择的端口个数不相同，且选择的端口序号也不相同，可更为自由地选择端口，进一步提高系统性能。

针对前述的设计一，在不同的应用场景中，本申请实施例提供了W1的几种可能的设计，实现基于上行信道和下行信道的角度和时延的互易性获取CSI：

示例性的，不同极化方向间，终端选择的端口组的个数相同，且选择的端口组的序号相同， W_1 可以满足如下公式：

$$W_1 = \begin{bmatrix} E_{\frac{X_{Group}}{2} \times \tilde{L}_{Group}} & 0 \\ 0 & E_{\frac{X_{Group}}{2} \times \tilde{L}_{Group}} \end{bmatrix},$$

$$E_{\frac{X_{Group}}{2} \times \tilde{L}_{Group}} = \begin{bmatrix} e^{\left(\frac{X_{Group}}{2}\right)} & e^{\left(\frac{X_{Group}}{2}\right)} & \dots & e^{\left(\frac{X_{Group}}{2}\right)} \\ \text{mod}\left(m_1, \frac{X_{Group}}{2}\right) & \text{mod}\left(m_2, \frac{X_{Group}}{2}\right) & \dots & \text{mod}\left(m_{\tilde{L}_{Group}-1}, \frac{X_{Group}}{2}\right) \end{bmatrix}$$

其中, X_{Group} 为 CSI-RS 端口组的个数, $\tilde{L}_{Group}$ 为一个极化方向选择的 CSI-RS 端口组的个数, $E_{\frac{X_{Group}}{2} \times \tilde{L}_{Group}}$ 为由 $e^{\left(\frac{X_{Group}}{2}\right)}$ 组成的矩阵, $e^{\left(\frac{X_{Group}}{2}\right)}$ 为长度为 $X_{Group}/2$ 的向量, 所述向量包括的元素中的第 $\text{mod}\left(i, \frac{X_{Group}}{2}\right)$ 个元素均为 1, 其他元素为 0, $i=m_1, m_2, \dots, m_{\tilde{L}_{Group}-1}$, i 为大于或等于 0 的整数。

终端选择的 CSI-RS 端口组可以是不连续的, 也可以是连续的, 作为 W_1 的一种变形, W_1 可满足如下公式:

$$W_1 = \begin{bmatrix} E_{\frac{X_{Group}}{2} \times \tilde{L}_{Group}} & 0 \\ 0 & E_{\frac{X_{Group}}{2} \times \tilde{L}_{Group}} \end{bmatrix},$$

$$E_{\frac{X_{Group}}{2} \times \tilde{L}_{Group}} = \begin{bmatrix} e^{\left(\frac{X_{Group}}{2}\right)} & e^{\left(\frac{X_{Group}}{2}\right)} & \dots & e^{\left(\frac{X_{Group}}{2}\right)} \\ \text{mod}\left(m_1, \frac{X_{Group}}{2}\right) & \text{mod}\left(m_2, \frac{X_{Group}}{2}\right) & \dots & \text{mod}\left(m_{\tilde{L}_{Group}-1}, \frac{X_{Group}}{2}\right) \end{bmatrix}$$

, 表示终端选择的 CSI-RS 端口组可以是连续的。

示例性的, 终端选择的端口组的个数相同, 且选择的端口组的序号不相同, W_1 可以满足如下公式:

$$W_1 = \begin{bmatrix} E_{\frac{X_{Group}}{2} \times \tilde{L}_{Group}} & 0 \\ 0 & \bar{E}_{\frac{X_{Group}}{2} \times \tilde{L}_{Group}} \end{bmatrix}$$

$$E_{\frac{X_{Group}}{2} \times \tilde{L}_{Group}} = \begin{bmatrix} e^{\left(\frac{X_{Group}}{2}\right)} & e^{\left(\frac{X_{Group}}{2}\right)} & \dots & e^{\left(\frac{X_{Group}}{2}\right)} \\ \text{mod}\left(m_1, \frac{X_{Group}}{2}\right) & \text{mod}\left(m_2, \frac{X_{Group}}{2}\right) & \dots & \text{mod}\left(m_{\tilde{L}_{Group}-1}, \frac{X_{Group}}{2}\right) \end{bmatrix}$$

$$\bar{E}_{\frac{X_{Group}}{2} \times \tilde{L}_{Group}} = \begin{bmatrix} e^{\left(\frac{X_{Group}}{2}\right)} & e^{\left(\frac{X_{Group}}{2}\right)} & \dots & e^{\left(\frac{X_{Group}}{2}\right)} \\ \text{mod}\left(n_1, \frac{X_{Group}}{2}\right) & \text{mod}\left(n_2, \frac{X_{Group}}{2}\right) & \dots & \text{mod}\left(n_{\tilde{L}_{Group}-1}, \frac{X_{Group}}{2}\right) \end{bmatrix}$$

X_{Group} 为 CSI-RS 端口组的个数, $\tilde{L}_{Group}$ 为一个极化方向选择的 CSI-RS 端口组的个数, $E_{\frac{X_{Group}}{2} \times \tilde{L}_{Group}}$ 为由 $e^{\left(\frac{X_{Group}}{2}\right)}$ 组成的矩阵, $e^{\left(\frac{X_{Group}}{2}\right)}$ 为长度为 $X_{Group}/2$ 的向量, 所述向量包括的元素中的第 $\text{mod}\left(i, \frac{X_{Group}}{2}\right)$ 个元素均为 1, 其他元素为 0, $i=m_1, m_2, \dots, m_{\tilde{L}_{Group}-1}$,

所述 i 为大于或等于 0 的整数; $\bar{E}_{\frac{X_{Group}}{2} \times \tilde{L}_{Group}}$ 为由 $e^{\left(\frac{X_{Group}}{2}\right)}$ 组成的矩阵, $e^{\left(\frac{X_{Group}}{2}\right)}$ 为长度为 $X_{Group}/2$ 的向量, 所述向量包括的元素中的第 $\text{mod}\left(i, \frac{X_{Group}}{2}\right)$ 个元素均为 1, 其他元素为 0, $i=n_1, n_2, \dots, n_{\tilde{L}_{Group}-1}$,

为长度为 $X_{Group}/2$ 的向量, 所述向量包括的元素中的第 $\text{mod}\left(i, \frac{X_{Group}}{2}\right)$ 个元素均为1, 其他元素为0, $i=n_1, n_2, \dots, n_{\tilde{L}_{Group}-1}$, 所述 i 为大于或等于0的整数。

应理解, 终端选择的CSI-RS端口组可以是不连续的, 也可以是连续的, 作为W1的一种变形, W_1 满足如下公式:

$$5 \quad W_1 = \begin{bmatrix} E_{\frac{X_{Group}}{2} \times \tilde{L}_{Group}} & 0 \\ 0 & \bar{E}_{\frac{X_{Group}}{2} \times \tilde{L}_{Group}} \end{bmatrix},$$

$$E_{\frac{X_{Group}}{2} \times \tilde{L}_{Group}} = \begin{bmatrix} e^{\left(\frac{X_{Group}}{2}\right)} & e^{\left(\frac{X_{Group}}{2}\right)} & \dots & e^{\left(\frac{X_{Group}}{2}\right)} \\ \text{mod}\left(m_1, \frac{X_{Group}}{2}\right) & \text{mod}\left(m_2, \frac{X_{Group}}{2}\right) & \dots & \text{mod}\left(m+\tilde{L}_{Group}-1, \frac{X_{Group}}{2}\right) \end{bmatrix},$$

$$\bar{E}_{\frac{X_{Group}}{2} \times \tilde{L}_{Group}} = \begin{bmatrix} e^{\left(\frac{X_{Group}}{2}\right)} & e^{\left(\frac{X_{Group}}{2}\right)} & \dots & e^{\left(\frac{X_{Group}}{2}\right)} \\ \text{mod}\left(n_1, \frac{X_{Group}}{2}\right) & \text{mod}\left(n_2, \frac{X_{Group}}{2}\right) & \dots & \text{mod}\left(n+\tilde{L}_{Group}-1, \frac{X_{Group}}{2}\right) \end{bmatrix}.$$

示例性的, 不同极化方向间, 终端选择的端口组的个数不相同, 且选择的端口组的序号不相同, W_1 满足如下公式:

10 W_1 的维度为 $X_{Group} * L_{Group}$, $L_{Group} \leq X_{Group}$, X_{Group} 用于指示CSI-RS端口组的个数, L_{Group} 为选择的CSI-RS端口组的个数。

可能的实现方式中, 该 W_1 可以从某个矩阵选择的, 例如 W_1 是 $F_{X_{Group} \times X_{Group}}$ 的子集, 该 $F_{X_{Group} \times X_{Group}}$ 的维度是 $X_{Group} * X_{Group}$, 满足:

$$15 \quad F_{X_{Group} \times X_{Group}} = \begin{bmatrix} e^{(X_{Group})}_0 & e^{(X_{Group})}_1 & \dots & e^{(X_{Group})}_{(X_{Group}-1)} \end{bmatrix}, e^{(X_{Group})}_i \text{ 是一个长度为 } X_{Group} \text{ 的向量, 所述 } F_{X_{Group} \times X_{Group}} \text{ 中的第 } i \text{ 个元素均为 } 1, \text{ 其余元素均为 } 0, i=0, 1, \dots, X_{Group}-1.$$

应理解, 终端选择的CSI-RS端口组可以是不连续的, 也可以是连续的, 作为W1的一种变形, W_1 满足如下公式:

$$20 \quad W_1 = [e^{(X_{Group})}_{\text{mod}(m, X_{Group})}, \dots, e^{(X_{Group})}_{\text{mod}(m+(L_{Group}-1), X_{Group})}], \text{ 表示终端选择的CSI-RS端口组可以是连续的。}$$

针对前述的设计二和设计三, 在不同的应用场景中, 本申请实施例提供了W1的几种可能的的设计, 实现基于上行信道和下行信道的角度和时延的互易性获取CSI:

示例性的, 不同极化方向间, 终端选择的端口个数相同, 且选择的端口序号相同, W_1 满足如下公式:

$$25 \quad W_1 = \begin{bmatrix} E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} & 0 \\ 0 & E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} \end{bmatrix}, E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} = \begin{bmatrix} e^{\left(\frac{X}{2}\right)} & e^{\left(\frac{X}{2}\right)} & \dots & e^{\left(\frac{X}{2}\right)} \\ \text{mod}\left(m_1, \frac{X}{2}\right) & \text{mod}\left(m_2, \frac{X}{2}\right) & \dots & \text{mod}\left(m_{\tilde{L}-1}, \frac{X}{2}\right) \end{bmatrix};$$

其中, X 为CSI-RS端口的个数, $\tilde{L}$ 为一个极化方向选择的CSI-RS端口的个数, $E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}}$ 为

由 $e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)}$ 组成的矩阵, $e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)}$ 为长度为 $X/2$ 的向量, 向量包括的元素中的第 $\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)$

个元素均为1, 其他元素为0, $i=m_1, m_2, \dots, m_{\tilde{L}-1}$, i 为大于或等于0的整数。

应理解, X 为基站发送的 CSI-RS 端口的个数, $\tilde{L}$ 为终端在一个极化方向选择的 CSI-RS 端口的个数, $\mathbf{e}^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)}$ 中的第 $\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)$ 个元素均为 1, 可以表示选择对应的 CSI-RS 端口。

在具体应用中, 终端选择的 CSI-RS 端口可以是不连续的, 也可以是连续的, 应理解, 作为 W_1 的一种变形, W_1 满足如下公式:

$$5 \quad W_1 = \begin{bmatrix} \mathbf{E}_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} & 0 \\ 0 & \bar{\mathbf{E}}_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} \end{bmatrix}, \quad \mathbf{E}_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} = \begin{bmatrix} \mathbf{e}^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(m_1, \frac{X}{2}\right)} & \mathbf{e}^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(m_1+1, \frac{X}{2}\right)} & \cdots & \mathbf{e}^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(m_1+\tilde{L}-1, \frac{X}{2}\right)} \end{bmatrix}, \text{ 表示终}$$

端选择的 CSI-RS 端口可以是连续的。

示例性的, 不同极化方向间, 不同极化方向间, 终端选择的端口个数相同, 且选择的端口序号不相同, W_1 满足如下公式:

$$10 \quad W_1 = \begin{bmatrix} \mathbf{E}_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} & 0 \\ 0 & \bar{\mathbf{E}}_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} \end{bmatrix}, \quad \mathbf{E}_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} = \begin{bmatrix} \mathbf{e}^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(m_1, \frac{X}{2}\right)} & \mathbf{e}^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(m_2, \frac{X}{2}\right)} & \cdots & \mathbf{e}^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(m_{\tilde{L}-1}, \frac{X}{2}\right)} \end{bmatrix},$$

$$\bar{\mathbf{E}}_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} = \begin{bmatrix} \mathbf{e}^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(n_1, \frac{X}{2}\right)} & \mathbf{e}^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(n_2, \frac{X}{2}\right)} & \cdots & \mathbf{e}^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(n_{\tilde{L}-1}, \frac{X}{2}\right)} \end{bmatrix}, \quad X \text{ 为 CSI-RS 端口的个数, } \tilde{L} \text{ 为一}$$

个极化方向选择的 CSI-RS 端口的个数, $\mathbf{E}_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}}$ 为由 $\mathbf{e}^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)}$ 组成的矩阵, $\mathbf{e}^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)}$ 为长度为 $X/2$ 的向量, 向量包括的元素中的第 $\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)$ 个元素均为 1, 其他元素为 0, $i=m_1, m_2, \dots, m_{\tilde{L}-1}$, i 为大于或等于 0 的整数; $\bar{\mathbf{E}}_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}}$ 为由 $\mathbf{e}^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)}$ 组成的矩阵, $\mathbf{e}^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)}$ 为长度为 $X/2$

的向量, 向量包括的元素中的第 $\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)$ 个元素均为 1, 其他元素为 0, $i=n_1, n_2, \dots, n_{\tilde{L}-1}$, i 为大于或等于 0 的整数。

同理, 终端选择的 CSI-RS 端口可以是不连续的, 也可以是连续的, 应理解, 作为 W_1 的一种变形, W_1 满足如下公式:

$$20 \quad \mathbf{E}_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} = \begin{bmatrix} \mathbf{e}^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(m_1, \frac{X}{2}\right)} & \mathbf{e}^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(m_1+1, \frac{X}{2}\right)} & \cdots & \mathbf{e}^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(m_1+\tilde{L}-1, \frac{X}{2}\right)} \end{bmatrix},$$

$$\bar{\mathbf{E}}_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} = \begin{bmatrix} \mathbf{e}^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(n_1, \frac{X}{2}\right)} & \mathbf{e}^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(n_1+1, \frac{X}{2}\right)} & \cdots & \mathbf{e}^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(n_1+\tilde{L}-1, \frac{X}{2}\right)} \end{bmatrix}.$$

再一示例性的, 不同极化方向间, 终端选择的端口个数不相同, 且选择的端口序号不相同, W_1 的维度为 $X \times L$, $L \leq X$, X 用于指示 CSI-RS 端口的个数, L 为选择的 CSI-RS 端口的个数。

在可能的实现方式中, 该 W_1 可以基于某个矩阵实现, 例如 W_1 是 F 的子集, F 可以是系统预定义或者协议约定的。例如该 $F_{X \times X}$ 的维度是 $X \times X$, 也就是 W_1 从 $F_{X \times X}$ 中的 X 个列向量中选择 L 个列向量 $L \leq X$ 。示例性的, 且满足: $F_{X \times X} = [\mathbf{e}^{(X)}_0 \quad \mathbf{e}^{(X)}_1 \quad \cdots \quad \mathbf{e}^{(X)}_{(X-1)}]$, 其中, $\mathbf{e}^{(X)}_i$ 是一个长度为 X 的向量, $F_{X \times X}$ 中的第 i 个元素均为 1, 其余元素均为 0, $i=0, 1, \dots, X-1$ 。

同理, 终端选择的 CSI-RS 端口可以是不连续的, 也可以是连续的, 应理解, W_1 可满足如下公式:

$W_1 = [e_{\text{mod}(m,X)}^{(X)}, \dots, e_{\text{mod}(m+(L-1),X)}^{(X)}]$, 表示终端选择的 CSI-RS 端口可以是连续的。

在一些可能的实施方式中, 通信装置 400 能够对应实现上述方法实施例中终端的行为和功能。例如通信装置 400 可以为终端, 也可以为应用于终端中的部件 (例如芯片或者电路)。发送单元 410 和接收单元 420 可以用于执行图 3 所示的实施例中由终端所执行的全部接收或发送操作, 例如图 3 所示的实施例中的 S301 和 S302, 和/或用于支持本文所描述的技术的其它过程。其中, 处理单元 430 用于执行如图 3 所示的实施例中由终端所执行的除了收发操作之外的全部操作, 和/或用于支持本文所描述的技术的其它过程。

在一些实施例中, 接收单元 420 用于接收来自网络设备的第一指示信息, 其中, 第一指示信息用于指示端口选择矩阵, 该端口选择矩阵用于终端根据第二码本确定信道状态信息, 该第二码本满足公式: $W = W_1 \tilde{W}_2$, W 为第二码本, W_1 为端口选择矩阵, $\tilde{W}_2$ 为线性叠加系数矩阵;

发送单元 410 用于向网络设备发送信道状态信息。

在一些可能的实施方式中, 通信装置 400 能够对应实现上述方法实施例中网络设备的行为和功能。例如通信装置 400 可以为网络设备, 也可以为应用于网络设备中的部件 (例如芯片或者电路)。发送单元 410 和接收单元 420 可以用于执行图 3 所示的实施例中由基站所执行的全部接收或发送操作, 例如图 3 所示的实施例中的 S301、S302, 和/或用于支持本文所描述的技术的其它过程。处理单元 430 用于执行如图 3 所示的实施例中由网络设备所执行的除了收发操作之外的全部操作, 和/或用于支持本文所描述的技术的其它过程。

在一些实施例中, 接收单元 420 用于接收来自终端的信道状态信息, 该信道状态信息包括第一指示信息, 所述第一指示信息用于指示端口选择矩阵, 该端口选择矩阵用于终端根据第二码本确定信道状态信息; 该第二码本满足公式: $W = W_1 \tilde{W}_2$, W 为第二码本, W_1 为所述端口选择矩阵, $\tilde{W}_2$ 为线性叠加系数矩阵;

处理单元 430 用于根据该第一指示信息以及第二码本, 确定预编码矩阵。

在一些可选的实施例中, W_1 的维度为 $X \times L$, $L \leq X$, X 用于指示 CSI-RS 端口的个数, L 为选择的 CSI-RS 端口的个数。

具体应用场景中, 不同极化方向间, 终端选择的端口个数可相同, 且选择的端口序号也相同; 或者,

不同极化方向间, 终端选择的端口个数可相同, 且选择的端口序号不相同; 或者, 不同极化方向间, 终端选择的端口个数不相同, 且选择的端口序号也不相同。

基于不同的应用场景, 本申请实施例提供了 W_1 的几种可能的设计, 如下:

示例性的, 不同极化方向间, 终端选择的端口个数相同, 且选择的端口序号相同, W_1 满足如下公式:

$$W_1 = \begin{bmatrix} E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} & 0 \\ 0 & E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} \end{bmatrix}, \quad E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} = \begin{bmatrix} e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(m_1, \frac{X}{2}\right)} & e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(m_2, \frac{X}{2}\right)} & \dots & e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(m_{\tilde{L}-1}, \frac{X}{2}\right)} \end{bmatrix};$$

其中, X 为 CSI-RS 端口的个数, $\tilde{L}$ 为一个极化方向选择的 CSI-RS 端口的个数, $E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}}$

为由 $e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)}$ 组成的矩阵, $e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)}$ 为长度为 $X/2$ 的向量, 向量包括的元素中的第 $\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)$

个元素均为 1, 其他元素为 0, $i = m_1, m_2, \dots, m_{\tilde{L}-1}$, i 为大于或等于 0 的整数。

其中, X 为基站发送的 CSI-RS 端口的个数, $\tilde{L}$ 为终端在一个极化方向选择的 CSI-RS 端口的个数, $\mathbf{e}^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)}$ 中的第 $\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)$ 个元素均为 1, 可以表示选择对应的 CSI-RS 端口。

由于端口个数相同, 且端口序号相同, 所以可以认为一个极化方向的端口选好了, 另一个极化方向的端口也选好了, 实现较为简单。

5 作为 W_1 的一种变形, W_1 满足如下公式:

$$W_1 = \begin{bmatrix} \mathbf{E}_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} & 0 \\ 0 & \bar{\mathbf{E}}_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} \end{bmatrix}, \mathbf{E}_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} = \begin{bmatrix} \mathbf{e}^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(m, \frac{X}{2}\right)} & \mathbf{e}^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(m+1, \frac{X}{2}\right)} & \cdots & \mathbf{e}^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(m+\tilde{L}-1, \frac{X}{2}\right)} \end{bmatrix}, \text{表示}$$

终端选择的 CSI-RS 端口可以是连续的。

示例性的, 不同极化方向间, 不同极化方向间, 终端选择的端口个数相同, 且选择的端口序号不相同, W_1 满足如下公式:

$$10 \quad W_1 = \begin{bmatrix} \mathbf{E}_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} & 0 \\ 0 & \bar{\mathbf{E}}_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} \end{bmatrix}, \mathbf{E}_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} = \begin{bmatrix} \mathbf{e}^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(m_1, \frac{X}{2}\right)} & \mathbf{e}^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(m_2, \frac{X}{2}\right)} & \cdots & \mathbf{e}^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(m_{\tilde{L}-1}, \frac{X}{2}\right)} \end{bmatrix},$$

$$\bar{\mathbf{E}}_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} = \begin{bmatrix} \mathbf{e}^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(n_1, \frac{X}{2}\right)} & \mathbf{e}^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(n_2, \frac{X}{2}\right)} & \cdots & \mathbf{e}^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(n_{\tilde{L}-1}, \frac{X}{2}\right)} \end{bmatrix}, X \text{ 为 CSI-RS 端口的个数, } \tilde{L} \text{ 为}$$

一个极化方向选择的 CSI-RS 端口的个数, $\mathbf{E}_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}}$ 为由 $\mathbf{e}^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)}$ 组成的矩阵, $\mathbf{e}^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)}$ 为长度为 $X/2$ 的向量, 向量包括的元素中的第 $\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)$ 个元素均为 1, 其他元素为 0, $i=m_1, m_2, \dots, m_{\tilde{L}-1}$, i 为大于或等于 0 的整数; $\bar{\mathbf{E}}_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}}$ 为由 $\mathbf{e}^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)}$ 组成的矩阵, $\mathbf{e}^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)}$ 为

15 长度为 $X/2$ 的向量, 向量包括的元素中的第 $\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)$ 个元素均为 1, 其他元素为 0, $i=n_1, n_2, \dots, n_{\tilde{L}-1}$, i 为大于或等于 0 的整数。

作为 W_1 的一种变形, W_1 满足如下公式:

$$W_1 = \begin{bmatrix} \mathbf{E}_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} & 0 \\ 0 & \bar{\mathbf{E}}_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} \end{bmatrix}, \mathbf{E}_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} = \begin{bmatrix} \mathbf{e}^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(m, \frac{X}{2}\right)} & \mathbf{e}^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(m+1, \frac{X}{2}\right)} & \cdots & \mathbf{e}^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(m+\tilde{L}-1, \frac{X}{2}\right)} \end{bmatrix},$$

$$\bar{\mathbf{E}}_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} = \begin{bmatrix} \mathbf{e}^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(n, \frac{X}{2}\right)} & \mathbf{e}^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(n+1, \frac{X}{2}\right)} & \cdots & \mathbf{e}^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(n+\tilde{L}-1, \frac{X}{2}\right)} \end{bmatrix}。$$

20 可能的实现方式中, 不同极化方向间, 终端选择的端口个数不相同, 且选择的端口序号不相同, 该 W_1 可以从某个矩阵选择的, 例如 W_1 是 $F_{X \times X}$ 的子集, 该 $F_{X \times X}$ 的维度是 $X * X$, 且满足: $F_{X \times X} = [\mathbf{e}^{(X)}_0 \quad \mathbf{e}^{(X)}_1 \quad \cdots \quad \mathbf{e}^{(X)}_{(X-1)}]$, 其中, $\mathbf{e}^{(X)}_i$ 是一个长度为 X 的向量, $F_{X \times X}$ 中的第 i 个元素均为 1, 其余元素均为 0, $i=0, 1, \dots, X-1$ 。

作为 W_1 的一种变形, W_1 满足如下公式:

25 $W_1 = [\mathbf{e}^{(X)}_{\text{mod}(m, X)}, \dots, \mathbf{e}^{(X)}_{\text{mod}(m+(\tilde{L}-1), X)}]$, 表示终端选择的 CSI-RS 端口可以是连续的。

如图 5 所示为本申请实施例提供的通信装置 500, 其中, 通信装置 500 可以是终端, 能够实现本申请实施例提供的方法中终端的功能, 或者, 通信装置 500 可以是网络设备,

能够实现本申请实施例提供的方法中网络设备的功能；通信装置 500 也可以是能够支持终端实现本申请实施例提供的方法中对应的功能的装置，或者能够支持网络设备实现本申请实施例提供的方法中对应的功能的装置。其中，该通信装置 500 可以为芯片系统。本申请实施例中，芯片系统可以由芯片构成，也可以包含芯片和其他分立器件。

在硬件实现上，上述发送单元 410 和接收单元 420 可以为收发器，收发器集成在通信装置 500 中构成通信接口 510。

通信装置 500 包括至少一个处理器 520，用于实现或用于支持通信装置 500 实现本申请实施例提供的方法中终端或网络设备的功能。具体参见方法示例中的详细描述，此处不做赘述。

通信装置 500 还可以包括至少一个存储器 530，用于存储程序指令和/或数据。存储器 530 和处理器 520 耦合。本申请实施例中的耦合是装置、单元或模块之间的间接耦合或通信连接，可以是电性，机械或其它的形式，用于装置、单元或模块之间的信息交互。处理器 520 可能和存储器 530 协同操作。处理器 520 可能执行存储器 530 中存储的程序指令和/或数据，以使得通信装置 500 实现相应的方法。所述至少一个存储器中的至少一个可以包括于处理器中。

通信装置 500 还可以包括通信接口 510，用于通过传输介质和其它设备进行通信，从而用于通信装置 500 中的装置可以和其它设备进行通信。示例性地，当该通信装置为 IAB 节点时，该其它设备为网络设备；或者，当该通信装置为网络设备时，该其它设备为终端。处理器 520 可以利用通信接口 510 收发数据。通信接口 510 具体可以是收发器。

本申请实施例中不限定上述通信接口 510、处理器 520 以及存储器 530 之间的具体连接介质。本申请实施例在图 5 中以存储器 530、处理器 520 以及通信接口 510 之间通过总线 540 连接，总线在图 5 中以粗线表示，其它部件之间的连接方式，仅是进行示意性说明，并不引以为限。所述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 5 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。

在本申请实施例中，处理器 520 可以是通用处理器、数字信号处理器、专用集成电路、现场可编程门阵列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。

在本申请实施例中，存储器 530 可以是非易失性存储器，比如硬盘（hard disk drive, HDD）或固态硬盘（solid-state drive, SSD）等，还可以是易失性存储器（volatile memory），例如随机存取存储器（random-access memory, RAM）。存储器是能够用于携带或存储具有指令或数据结构形式的期望的程序代码并能够由计算机存取的任何其他介质，但不限于此。本申请实施例中的存储器还可以是电路或者其它任意能够实现存储功能的装置，用于存储程序指令和/或数据。

图 6 示出了一种简化的通信装置的结构示意图。便于理解和图示方便，图 6 中，通信装置是网络设备，该网络设备是基站作为例子。该基站可应用于如图 1 所示的系统中，可以为图 1 中的网络设备，执行上述方法实施例中网络设备的功能。网络设备 600 可包括一个或多个射频单元，如远端射频单元（remote radio unit, RRU）610 和一个或多个基带单元（baseband unit, BBU）（也可称为数字单元，digital unit, DU）620。所述 RRU 610 可

以称为通信模块，与图 4 中的发送单元 410 和接收单元 420 对应，可选地，该通信模块还可以称为收发机、收发电路、或者收发器等等，其可以包括至少一个天线 611 和射频单元 612。所述 RRU 610 部分主要用于射频信号的收发以及射频信号与基带信号的转换，例如用于向终端设备发送指示信息。所述 BBU 620 部分主要用于进行基带处理，对基站进行控制等。所述 RRU 610 与 BBU 620 可以是物理上设置在一起，也可以物理上分离设置的，即分布式基站。

所述 BBU 620 为基站的控制中心，也可以称为处理模块，可以与图 4 中的处理单元 730 对应，主要用于完成基带处理功能，如信道编码，复用，调制，扩频等等。例如所述 BBU（处理模块）可以用于控制基站执行上述方法实施例中关于网络设备的操作流程，例如，生成上述指示信息等。

在一个示例中，所述 BBU 620 可以由一个或多个单板构成，多个单板可以共同支持单一接入制式的无线接入网（如 LTE 网），也可以分别支持不同接入制式的无线接入网（如 LTE 网，5G 网或其他网）。所述 BBU 620 还包括存储器 621 和处理器 622。所述存储器 621 用以存储必要的指令和数据。所述处理器 622 用于控制基站进行必要的动作，例如用于控制基站执行上述方法实施例中关于网络设备的操作流程。所述存储器 621 和处理器 622 可以服务于一个或多个单板。也就是说，可以每个单板上单独设置存储器和处理器。也可以是多个单板共用相同的存储器和处理器。此外每个单板上还可以设置有必要的电路。

本申请实施例还提供一种通信装置，该通信装置可以是终端设备也可以是电路。该通信装置可以用于执行上述方法实施例中由终端设备所执行的动作。

图 7 示出了一种简化的终端的结构示意图。便于理解和图示方便，图 7 中，该终端设备以手机作为例子。如图 7 所示，终端设备包括处理器、存储器、射频电路、天线以及输入输出装置。处理器主要用于对通信协议以及通信数据进行处理，以及对该车载单元进行控制，执行软件程序，处理软件程序的数据等。存储器主要用于存储软件程序和数据。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。输入输出装置，例如触摸屏、显示屏，键盘等主要用于接收用户输入的数据以及对用户输出数据。需要说明的是，有些种类的设备可以不具有输入输出装置。

当需要发送数据时，处理器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。当有数据发送到该设备时，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，处理器将基带信号转换为数据并对该数据进行处理。为便于说明，图 7 中仅示出了一个存储器和处理器。在实际的设备产品中，可以存在一个或多个处理器和一个或多个存储器。存储器也可以称为存储介质或者存储设备等。存储器可以是独立于处理器设置，也可以是与处理器集成在一起，本申请实施例对此不做限制。

在本申请实施例中，可以将具有收发功能的天线和射频电路视为该装置的收发单元，将具有处理功能的处理器视为该装置的处理单元。如图 7 所示，该装置包括收发单元 710 和处理单元 720。收发单元 710 也可以称为收发器、收发机、收发装置等。处理单元 720 也可以称为处理器，处理单板，处理模块、处理装置等。可选的，可以将收发单元 710 中用于实现接收功能的器件视为接收单元，将收发单元 710 中用于实现发送功能的器件视为发送单元，即收发单元 710 包括接收单元和发送单元。收发单元 710 有时也可以称为收发机、收发器、或收发电路等。接收单元有时也可以称为接收机、接收器、或接收电路等。

发送单元有时也可以称为发射机、发射器或者发射电路等。

应理解，收发单元 710 用于执行上述方法实施例中终端侧的发送操作和接收操作，处理单元 720 用于执行上述方法实施例中终端上除了收发操作之外的其他操作。

例如，在一种实现方式中，收发单元 710 可以用于执行图 3 所示的实施例中的 S101、S102 和/或用于支持本文所描述的技术的其它过程。

当该通信装置为芯片类的装置或者电路时，该装置可以包括收发单元和处理单元。其中，所述收发单元可以是输入输出电路和/或通信接口；处理单元为集成的处理器或者微处理器或者集成电路。

本实施例中，可以参照图 8 所示的装置。作为一个例子，该装置可以完成类似于图 4 中处理单元 430 的功能。在图 8 中，该装置包括处理器 810，发送数据处理器 820，接收数据处理器 830。上述实施例中的处理单元 430 可以是图 8 中的该处理器 810，并完成相应的功能。上述实施例中的处理单元 430 可以是图 8 中的发送数据处理器 820，和/或接收数据处理器 830。虽然图 8 中示出了信道编码器、信道解码器，但是可以理解这些模块并不对本实施例构成限制性说明，仅是示意性的。

图 9 示出本实施例的另一种形式。通信装置 900 中包括调制子系统、中央处理子系统、周边子系统等模块。本实施例中的通信装置可以作为其中的调制子系统。具体的，该调制子系统可以包括处理器 903，接口 904。其中处理器 903 完成上述处理单元 430 的功能，接口 904 完成上述发送单元 410 和接收单元 420 的功能。作为另一种变形，该调制子系统包括存储器 906、处理器 903 及存储在存储器 906 上并可在处理器上运行的程序，该处理器 903 执行该程序时实现上述方法实施例中终端设备的方法。需要注意的是，所述存储器 906 可以是非易失性的，也可以是易失性的，其位置可以位于调制子系统内部，也可以位于处理装置 900 中，只要该存储器 906 可以连接到所述处理器 903 即可。

本申请实施例还提供一种通信系统，具体的，通信系统包括基站和终端设备，或者还可以包括更多个基站和更多个终端。示例性的，通信系统包括用于实现上述图 2 的相关功能的基站和终端。

所述基站用于实现上述图 3 相关网络部分的功能。所述终端用于实现上述图 3 相关终端的功能。具体请参考上述方法实施例中的相关描述，这里不再赘述。

本申请实施例中还提供一种计算机可读存储介质，包括指令，当其在计算机上运行时，使得计算机执行图 3 中基站或终端执行的方法。

本申请实施例中还提供一种计算机程序产品，包括计算机程序代码，当计算机程序代码在计算机上运行时，使得计算机执行图 3 中基站或终端执行的方法。

本申请实施例提供了一种芯片系统，该芯片系统包括处理器，还可以包括存储器，用于实现前述方法中基站和终端的功能。该芯片系统可以由芯片构成，也可以包含芯片和其他分立器件。

应理解，本申请实施例中的术语“系统”和“网络”可被互换使用。“至少一个”是指一个或者多个，“多个”是指两个或两个以上。“和/或”，描述关联对象的关联关系，表示可以存在三种关系，例如，A 和/或 B，可以表示：单独存在 A，同时存在 A 和 B，单独存在 B 的情况，其中 A，B 可以是单数或者复数。字符“/”一般表示前后关联对象是一种“或”的关系。“以下至少一项(个)”或其类似表达，是指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。

以及, 除非有相反的说明, 本申请实施例提及“第一”、“第二”等序数词是用于对多个对象进行区分, 不用于限定多个对象的顺序、时序、优先级或者重要程度。例如, 第一消息和第二消息, 只是为了区分不同的消息, 而并不是表示这两种消息的优先级、发送顺序或者重要程度等的不同。

本申请实施例提供的方法中, 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程序指令时, 全部或部分地产生按照本发明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、网络设备、用户设备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, 简称 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可以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, 数字视频光盘(digital video disc, 简称 DVD))、或者半导体介质(例如, SSD)等。

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

1、一种信道状态信息的反馈方法，其特征在于，包括：

终端接收来自网络设备的第一指示信息，所述第一指示信息用于指示所述第一码本中的右乘矩阵的类型，所述第一码本满足公式： $W = W_1 \tilde{W}_2 W_f^H$ ，所述第一码本为 W ，所述 W_1 为端口选择矩阵，所述 $\tilde{W}_2$ 为线性叠加系数矩阵，所述 W_f 为所述右乘矩阵，所述 W_f^H 为所述 W_f 的共轭转置，用于所述终端根据所述第一码本确定信道状态信息；

所述终端向所述网络设备发送所述信道状态信息。

2、如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述第一指示信息用于指示所述 W_f 的类型为端口选择矩阵。

3、如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述第一指示信息用于指示所述 W_f 的类型为一个特定列向量或多个特定列向量。

4、如权利要求 3 所述的方法，其特征在于，所述一个特定列向量为元素均为 1 的列向量，或者所述多个特定列向量包括元素均为 1 的列向量。

5、如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述第一指示信息用于指示所述 W_f 的类型为离散傅里叶变换 DFT 矩阵，所述 DFT 矩阵包括元素均为 1 的列向量。

6、如权利要求 5 所述的方法，其特征在于，所述第一指示信息还用于指示所述元素均为 1 的列向量。

7、如权利要求 5 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

所述终端接收来自所述网络设备的第二指示信息，所述第二指示信息用于指示所述元素均为 1 的列向量。

8、如权利要求 1-7 任一所述的方法，其特征在于，所述 W_1 用于选择一个或多个信道状态信息参考信号 CSI-RS 端口组，所述 W_f 用于选择所述一个 CSI-RS 端口组中的一个或多个 CSI-RS 端口，或者用于选择所述多个 CSI-RS 端口组中的一个或多个 CSI-RS 端口。

9、如权利要求 1 或 2 所述的方法，其特征在于，所述 W_f 为端口选择矩阵，所述 W_f 的一个列向量的长度为 M_{Group} ，所述 W_1 的一个列向量的长度为 $2\tilde{X}_{Group}$ ，其中， $M_{Group} * \tilde{X}_{Group} = X/2$ ， X 用于指示 CSI-RS 端口的个数，所述 M_{Group} 为大于或等于 1 的整数，用于指示选择所述 M_{Group} 个频域向量，所述 $\tilde{X}_{Group}$ 为大于或等于 1 的整数，用于指示一个极化方向选择所述 $\tilde{X}_{Group}$ 个空域向量。

10、如权利要求 3 所述的方法，其特征在于，所述信道状态信息包括反馈信息，所述反馈信息指示所述 W_1 和所述 $\tilde{W}_2$ 。

11、如权利要求 10 所述的方法，其特征在于，所述反馈信息包括 N_{Rx} 个 $\tilde{W}_2$ ，所述 N_{Rx} 为终端的接收天线的个数。

12、如权利要求 10 所述的方法，其特征在于，所述反馈信息包括 R 个 $\tilde{W}_2$ ，所述 R 为预编码矩阵对应的秩的取值。

13、如权利要求 3 或 4 所述的方法，其特征在于，所述 W_f 的一个列向量的长度为 N_{RB}^0 ，所述 W_1 的一个列向量的长度为 X ， X 用于指示 CSI-RS 端口的个数，所述 N_{RB}^0 为大于或等于 1 的整数，用于指示选择所述 N_{RB}^0 个频域向量。

14、如权利要求 13 所述的方法，其特征在于，所述 N_{RB}^0 与 CSI-RS 发送带宽的资源块 RB 个数或子带个数相关。

15、如权利要求 13 所述的方法，其特征在于，所述 N_{RB}^0 等于 CSI-RS 发送带宽的 RB

个数或子带个数。

16、如权利要求 13-15 任一所述的方法，其特征在于，不同极化方向间，所述终端选择的端口个数相同，且选择的端口序号相同，所述 W_1 满足如下公式：

$$W_1 = \begin{bmatrix} E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} & 0 \\ 0 & E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} \end{bmatrix}, E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} = \begin{bmatrix} e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(m_1, \frac{X}{2}\right)} & e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(m_2, \frac{X}{2}\right)} & \cdots & e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(m_{\tilde{L}-1}, \frac{X}{2}\right)} \end{bmatrix};$$

5 其中， X 为 CSI-RS 端口的个数， $\tilde{L}$ 为一个极化方向选择的 CSI-RS 端口的个数， $E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}}$

为由 $e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)}$ 组成的矩阵， $e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)}$ 为长度为 $X/2$ 的向量，所述向量包括的元素中的第 $\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)$ 个元素均为 1，其他元素为 0， $i=m_1, m_2, \dots, m_{\tilde{L}-1}$ 所述 i 为大于或等于 0 的整数。

17、权利要求 16 所述的方法，其特征在于，所述 W_1 满足如下公式：

$$W_1 = \begin{bmatrix} E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} & 0 \\ 0 & E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} \end{bmatrix}, E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} = \begin{bmatrix} e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(m, \frac{X}{2}\right)} & e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(m+1, \frac{X}{2}\right)} & \cdots & e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(m+\tilde{L}-1, \frac{X}{2}\right)} \end{bmatrix}。$$

10 18、如权利要求 13-15 任一所述的方法，其特征在于，不同极化方向间，不同极化方向间，所述终端选择的端口个数相同，且选择的端口序号不相同，所述 W_1 满足如下公式：

$$W_1 = \begin{bmatrix} E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} & 0 \\ 0 & \bar{E}_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} \end{bmatrix}, E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} = \begin{bmatrix} e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(m_1, \frac{X}{2}\right)} & e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(m_2, \frac{X}{2}\right)} & \cdots & e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(m_{\tilde{L}-1}, \frac{X}{2}\right)} \end{bmatrix},$$

$$\bar{E}_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} = \begin{bmatrix} e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(n_1, \frac{X}{2}\right)} & e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(n_2, \frac{X}{2}\right)} & \cdots & e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(n_{\tilde{L}-1}, \frac{X}{2}\right)} \end{bmatrix}, X \text{ 为 CSI-RS 端口的个数, } L$$

为一个极化方向选择的 CSI-RS 端口的个数， $E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}}$ 为由 $e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)}$ 组成的矩阵， $e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)}$

15 为长度为 $X/2$ 的向量，所述向量包括的元素中的第 $\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)$ 个元素均为 1，其他元素为 0， $i=m_1, m_2, \dots, m_{\tilde{L}-1}$ ，所述 i 为大于或等于 0 的整数； $\bar{E}_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}}$ 为由 $e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)}$ 组成的矩阵， $e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)}$

为长度为 $X/2$ 的向量，所述向量包括的元素中的第 $\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)$ 个元素均为 1，其他元素为 0， $i=n_1, n_2, \dots, n_{\tilde{L}-1}$ ，所述 i 为大于或等于 0 的整数。

19、如权利要求 18 所述的方法，其特征在于，

$$20 E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} = \begin{bmatrix} e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(m, \frac{X}{2}\right)} & e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(m+1, \frac{X}{2}\right)} & \cdots & e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(m+\tilde{L}-1, \frac{X}{2}\right)} \end{bmatrix},$$

$$\bar{E}_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} = \begin{bmatrix} e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(n, \frac{X}{2}\right)} & e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(n+1, \frac{X}{2}\right)} & \cdots & e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(n+\tilde{L}-1, \frac{X}{2}\right)} \end{bmatrix}。$$

20、如权利要求 13-15 任一所述的方法，其特征在于，不同极化方向间，所述终端选择的端口个数不相同，且选择的端口序号不相同，所述 W_1 的维度为 $X \times L$ ， $L \leq X$ ，所述 X 用于指示 CSI-RS 端口的个数，所述 L 为选择的 CSI-RS 端口的个数。

25 21、如权利要求 20 所述的方法，其特征在于，所述 W_1 为 $F_{X \times X}$ 的子集，所述 $F_{X \times X}$ 的维

度为 $X * X$, 满足: $F_{X \times X} = [e^{(X)}_0 \ e^{(X)}_1 \ \dots \ e^{(X)}_{(X-1)}]$, 其中, $e^{(X)}_i$ 是一个长度为 X 的向量, 所述 $F_{X \times X}$ 中的第 i 个元素均为 1, 其余元素均为 0, $i=0, 1, \dots, X-1$ 。

22、如权利要求 21 所述的方法, 其特征在于,

$$W_1 = [e^{(X)}_{\text{mod}(m,X)}, \dots, e^{(X)}_{\text{mod}(m+(L-1),X)}]。$$

5 23、如权利要求 9 所述的方法, 其特征在于, 所述方法还包括:

所述终端接收来自所述网络设备的第三指示信息, 所述第三指示信息用于指示所述 M 、所述 L 和所述 X 中的一项或多项。

24、如权利要求 1-23 任一所述的方法, 其特征在于, 所述第一指示信息承载在 CSI 上报带宽 CSI-ReportingBand 字段, 所述 CSI-ReportingBand 字段的值为 0。

10 25、一种信道状态信道的反馈方法, 其特征在于, 包括:

网络设备接收来自终端的信道状态信息, 所述信道状态信息包括第一指示信息;

所述网络设备根据所述第一指示信息以及第一码本, 确定预编码矩阵, 所述第一码本满足公式: $W = W_1 \tilde{W}_2 W_f^H$, 所述第一码本为 W , 所述 W_1 为端口选择矩阵, 所述 $\tilde{W}_2$ 为线性叠加系数矩阵, 所述第一指示信息用于指示所述 W_f 的类型, 所述 W_f^H 为所述 W_f 的共轭转置。

15 26、如权利要求 25 所述的方法, 其特征在于, 所述第一指示信息用于指示所述 W_f 的类型为端口选择矩阵。

27、如权利要求 25 所述的方法, 其特征在于, 所述第一指示信息用于指示所述 W_f 的类型为一个特定列向量或多个特定列向量。

20 28、如权利要求 27 所述的方法, 其特征在于, 所述一个特定列向量为元素均为 1 的列向量, 或者所述多个特定列向量包括元素均为 1 的列向量。

29、如权利要求 25 所述的方法, 其特征在于, 所述第一指示信息用于指示所述 W_f 的类型为离散傅里叶变换 DFT 矩阵, 所述 DFT 矩阵包括元素均为 1 的列向量。

30、如权利要求 29 所述的方法, 其特征在于, 所述第一指示信息还用于指示所述元素均为 1 的列向量。

25 31、如权利要求 29 所述的方法, 其特征在于, 所述方法还包括:

所述网络设备向所述终端发送第二指示信息, 所述第二指示信息用于指示所述元素均为 1 的列向量。

30 32、如权利要求 25-31 任一所述的方法, 其特征在于, 所述 W_1 用于选择一个或多个信道状态信息参考信号 CSI-RS 端口组, 所述 W_f 用于选择所述一个 CSI-RS 端口组中的一个或多个 CSI-RS 端口, 或者用于选择所述多个 CSI-RS 端口组中的一个或多个 CSI-RS 端口。

35 33、如权利要求 25 或 26 所述的方法, 其特征在于, 所述 W_f 为端口选择矩阵, 所述 W_f 的一个列向量的长度为 M_{Group} , 所述 W_1 的一个列向量的长度为 $2\tilde{X}_{\text{Group}}$, 其中, $M_{\text{Group}} * \tilde{X}_{\text{Group}} = X/2$, X 用于指示 CSI-RS 端口的个数, 所述 M_{Group} 为大于或等于 1 的整数, 用于指示选择所述 M_{Group} 个频域向量, 所述 $\tilde{X}_{\text{Group}}$ 为大于或等于 1 的整数, 用于指示一个极化方向选择所述 $\tilde{X}_{\text{Group}}$ 个空域向量。

34、如权利要求 27 所述的方法, 其特征在于, 所述信道状态信息包括反馈信息, 所述反馈信息指示所述 W_1 和所述 $\tilde{W}_2$ 。

35、如权利要求 34 所述的方法, 其特征在于, 所述反馈信息包括 N_{Rx} 个 $\tilde{W}_2$, 所述 N_{Rx} 为终端的接收天线的个数。

40 36、如权利要求 34 所述的方法, 其特征在于, 所述反馈信息包括 R 个 $\tilde{W}_2$, 所述 R 为

预编码矩阵对应的秩的取值。

37、如权利要求 27 或 28 所述的方法,其特征在于,所述 W_f 的一个列向量的长度为 N_{RB}^0 , 所述 W_1 的一个列向量的长度为 X , X 用于指示 CSI-RS 端口的个数, 所述 N_{RB}^0 为大于或等于 1 的整数, 用于指示选择所述 N_{RB}^0 个频域向量。

5 38、如权利要求 37 所述的方法, 其特征在于, 所述 N_{RB}^0 与 CSI-RS 发送带宽的资源块 RB 个数或子带个数相关。

39、如权利要求 37 所述的方法, 其特征在于, 所述 N_{RB}^0 等于 CSI-RS 发送带宽的 RB 个数或子带个数。

10 40、如权利要求 37-39 任一所述的方法, 其特征在于, 不同极化方向间, 所述终端选择的端口个数相同, 且选择的端口序号相同, 所述 W_1 满足如下公式:

$$W_1 = \begin{bmatrix} E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} & 0 \\ 0 & E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} \end{bmatrix}, \quad E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} = \begin{bmatrix} e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(m_1, \frac{X}{2}\right)} & e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(m_2, \frac{X}{2}\right)} & \cdots & e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(m_{\tilde{L}-1}, \frac{X}{2}\right)} \end{bmatrix};$$

其中, X 为 CSI-RS 端口的个数, $\tilde{L}$ 为一个极化方向选择的 CSI-RS 端口的个数, $E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}}$ 为由 $e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)}$ 组成的矩阵, $e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)}$ 为长度为 $X/2$ 的向量, 所述向量包括的元素中的第 $\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)$ 个元素均为 1, 其他元素为 0, $i=m_1, m_2, \dots, m_{\tilde{L}-1}$ 所述 i 为大于或等于 0 的整数。

15 41、权利要求 40 所述的方法, 其特征在于, 所述 W_1 满足如下公式:

$$W_1 = \begin{bmatrix} E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} & 0 \\ 0 & E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} \end{bmatrix}, \quad E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} = \begin{bmatrix} e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(m, \frac{X}{2}\right)} & e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(m+1, \frac{X}{2}\right)} & \cdots & e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(m+\tilde{L}-1, \frac{X}{2}\right)} \end{bmatrix}。$$

42、如权利要求 37-39 任一所述的方法, 其特征在于, 不同极化方向间, 不同极化方向间, 所述终端选择的端口个数相同, 且选择的端口序号不相同, 所述 W_1 满足如下公式:

$$W_1 = \begin{bmatrix} E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} & 0 \\ 0 & \bar{E}_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} \end{bmatrix}, \quad E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} = \begin{bmatrix} e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(m_1, \frac{X}{2}\right)} & e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(m_2, \frac{X}{2}\right)} & \cdots & e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(m_{\tilde{L}-1}, \frac{X}{2}\right)} \end{bmatrix},$$

20 $\bar{E}_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} = \begin{bmatrix} e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(n_1, \frac{X}{2}\right)} & e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(n_2, \frac{X}{2}\right)} & \cdots & e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(n_{\tilde{L}-1}, \frac{X}{2}\right)} \end{bmatrix}$, X 为 CSI-RS 端口的个数, L

为一个极化方向选择的 CSI-RS 端口的个数, $E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}}$ 为由 $e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)}$ 组成的矩阵, $e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)}$ 为长度为 $X/2$ 的向量, 所述向量包括的元素中的第 $\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)$ 个元素均为 1, 其他元素为 0, $i=m_1, m_2, \dots, m_{\tilde{L}-1}$, 所述 i 为大于或等于 0 的整数;

$\bar{E}_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}}$ 为由 $e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)}$ 组成的矩阵, $e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)}$ 为长度为 $X/2$ 的向量, 所述向量包括的元素中的第 $\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)$ 个元素均为 1, 其他元素为 0, $i=n_1, n_2, \dots, n_{\tilde{L}-1}$, 所述 i 为大于或等于 0 的整数。

25 $n_2, \dots, n_{\tilde{L}-1}$, 所述 i 为大于或等于 0 的整数。

43、如权利要求 42 所述的方法, 其特征在于,

$$E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} = \begin{bmatrix} e^{\left(\frac{X}{2}\right)} & e^{\left(\frac{X}{2}\right)} & \cdots & e^{\left(\frac{X}{2}\right)} \\ \text{mod}\left(m, \frac{X}{2}\right) & \text{mod}\left(m+1, \frac{X}{2}\right) & & \text{mod}\left(m+\tilde{L}-1, \frac{X}{2}\right) \end{bmatrix},$$

$$\bar{E}_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} = \begin{bmatrix} e^{\left(\frac{X}{2}\right)} & e^{\left(\frac{X}{2}\right)} & \cdots & e^{\left(\frac{X}{2}\right)} \\ \text{mod}\left(n, \frac{X}{2}\right) & \text{mod}\left(n+1, \frac{X}{2}\right) & & \text{mod}\left(n+\tilde{L}-1, \frac{X}{2}\right) \end{bmatrix}.$$

44、如权利要求 37-39 任一所述的方法，其特征在于，不同极化方向间，所述终端选择的端口个数不相同，且选择的端口序号不相同，所述 W_1 的维度为 $X \times L$ ， $L \leq X$ ，所述 X 用于指示 CSI-RS 端口的个数，所述 L 为选择的 CSI-RS 端口的个数。

45、如权利要求 44 所述的方法，其特征在于，所述 W_1 为 $F_{X \times X}$ 的子集，所述 $F_{X \times X}$ 的维度为 $X \times X$ ，满足： $F_{X \times X} = [e^{(X)}_0 \ e^{(X)}_1 \ \cdots \ e^{(X)}_{(X-1)}]$ ，其中， $e^{(X)}_i$ 是一个长度为 X 的向量，所述 $F_{X \times X}$ 中的第 i 个元素均为 1，其余元素均为 0， $i=0, 1, \dots, X-1$ 。

46、如权利要求 45 所述的方法，其特征在于，

$$W_1 = [e^{(X)}_{\text{mod}(m, X)}, \dots, e^{(X)}_{\text{mod}(m+(L-1), X)}].$$

47、如权利要求 33 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

所述网络设备向所述终端发送第三指示信息，所述第三指示信息用于指示所述 M 、所述 L 和所述 X 中的一项或多项。

48、如权利要求 25-47 任一所述的方法，其特征在于，所述第一指示信息承载在 CSI 上报带宽 CSI-ReportingBand 字段，所述 CSI-ReportingBand 字段的值为 0。

49、一种通信装置，其特征在于，包括接收单元和发送单元，其中：

所述接收单元，用于接收来自网络设备的第一指示信息，所述第一指示信息用于指示所述第一码本中的右乘矩阵的类型，所述第一码本满足公式： $W = W_1 \tilde{W}_2 W_f^H$ ，所述第一码本为 W ，所述 W_1 为端口选择矩阵，所述 $\tilde{W}_2$ 为线性叠加系数矩阵，所述 W_f 为所述右乘矩阵，所述 W_f^H 为所述 W_f 的共轭转置，用于所述终端根据所述第一码本确定信道状态信息；

所述发送单元，用于向所述网络设备发送所述信道状态信息。

50、如权利要求 49 所述的通信装置，其特征在于，所述第一指示信息用于指示所述 W_f 的类型为端口选择矩阵。

51、如权利要求 49 所述的通信装置，其特征在于，所述第一指示信息用于所述 W_f 的类型为一个特定列向量或多个特定列向量。

52、如权利要求 51 所述的通信装置，其特征在于，所述一个特定列向量为元素均为 1 的列向量，或者所述多个特定列向量包括元素均为 1 的列向量。

53、如权利要求 49 所述的通信装置，其特征在于，所述第一指示信息用于指示所述 W_f 的类型为离散傅里叶变换 DFT 矩阵，所述 DFT 矩阵包括元素均为 1 的列向量。

54、如权利要求 53 所述的通信装置，其特征在于，所述第一指示信息还用于指示所述元素均为 1 的列向量。

55、如权利要求 53 所述的通信装置，其特征在于，所述接收单元还包括：

接收来自所述网络设备的第二指示信息，所述第二指示信息用于指示所述元素均为 1 的列向量。

56、如权利要求 49-55 任一所述的通信装置，其特征在于，所述 W_1 用于选择一个或多个信道状态信息参考信号 CSI-RS 端口组，所述 W_f 用于选择所述一个 CSI-RS 端口组中的一个或多个 CSI-RS 端口，或者用于选择所述多个 CSI-RS 端口组中的一个或多个 CSI-RS 端

口。

57、如权利要求 49 或 50 所述的通信装置，其特征在于，所述 W_f 为端口选择矩阵，所述 W_f 的一个列向量的长度为 M_{Group} ，所述 W_1 的一个列向量的长度为 $2\tilde{X}_{Group}$ ，其中， $M_{Group} * \tilde{X}_{Group} = X/2$ ， X 用于指示 CSI-RS 端口的个数，所述 M_{Group} 为大于或等于 1 的整数，用于指示选择所述 M_{Group} 个频域向量，所述 $\tilde{X}_{Group}$ 为大于或等于 1 的整数，用于指示一个极化方向选择所述 $\tilde{X}_{Group}$ 个空域向量。

58、如权利要求 57 所述的通信装置，其特征在于，所述信道状态信息包括反馈信息，所述反馈信息指示所述 W_1 和所述 $\tilde{W}_2$ 。

59、如权利要求 58 所述的通信装置，其特征在于，所述反馈信息包括 N_{Rx} 个 $\tilde{W}_2$ ，所述 N_{Rx} 为终端的接收天线的个数。

60、如权利要求 58 所述的通信装置，其特征在于，所述反馈信息包括 R 个 $\tilde{W}_2$ ，所述 R 为预编码矩阵对应的秩的取值。

61、如权利要求 51 或 52 所述的通信装置，其特征在于，所述 W_f 的一个列向量的长度为 N_{RB}^0 ，所述 W_1 的一个列向量的长度为 X ， X 用于指示 CSI-RS 端口的个数，所述 N_{RB}^0 为大于或等于 1 的整数，用于指示选择所述 N_{RB}^0 个频域向量。

62、如权利要求 61 所述的通信装置，其特征在于，所述 N_{RB}^0 与 CSI-RS 发送带宽的资源块 RB 个数或子带个数相关。

63、如权利要求 61 所述的通信装置，其特征在于，所述 N_{RB}^0 等于 CSI-RS 发送带宽的 RB 个数或子带个数。

64、如权利要求 61-63 任一所述的通信装置，其特征在于，不同极化方向间，所述终端选择的端口个数相同，且选择的端口序号相同，所述 W_1 满足如下公式：

$$W_1 = \begin{bmatrix} E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} & 0 \\ 0 & E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} \end{bmatrix}, \quad E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} = \begin{bmatrix} e^{\left(\frac{X}{2}\right)} & e^{\left(\frac{X}{2}\right)} & \cdots & e^{\left(\frac{X}{2}\right)} \\ \text{mod}\left(m_1, \frac{X}{2}\right) & \text{mod}\left(m_2, \frac{X}{2}\right) & \cdots & \text{mod}\left(m_{\tilde{L}-1}, \frac{X}{2}\right) \end{bmatrix};$$

其中， X 为 CSI-RS 端口的个数， $\tilde{L}$ 为一个极化方向选择的 CSI-RS 端口的个数， $E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}}$ 为由 $e^{\left(\frac{X}{2}\right)}$ 组成的矩阵， $e^{\left(\frac{X}{2}\right)}$ 为长度为 $X/2$ 的向量，所述向量包括的元素中的第 $\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)$ 个元素均为 1，其他元素为 0， $i = m_1, m_2, \dots, m_{\tilde{L}-1}$ 所述 i 为大于或等于 0 的整数。

65、权利要求 64 所述的通信装置，其特征在于，所述 W_1 满足如下公式：

$$W_1 = \begin{bmatrix} E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} & 0 \\ 0 & E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} \end{bmatrix}, \quad E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} = \begin{bmatrix} e^{\left(\frac{X}{2}\right)} & e^{\left(\frac{X}{2}\right)} & \cdots & e^{\left(\frac{X}{2}\right)} \\ \text{mod}\left(m, \frac{X}{2}\right) & \text{mod}\left(m+1, \frac{X}{2}\right) & \cdots & \text{mod}\left(m+\tilde{L}-1, \frac{X}{2}\right) \end{bmatrix}。$$

66、如权利要求 61-63 任一所述的通信装置，其特征在于，不同极化方向间，不同极化方向间，所述终端选择的端口个数相同，且选择的端口序号不相同，所述 W_1 满足如下公式：

$$W_1 = \begin{bmatrix} E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} & 0 \\ 0 & \bar{E}_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} \end{bmatrix}, \quad E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} = \begin{bmatrix} e^{\left(\frac{X}{2}\right)} & e^{\left(\frac{X}{2}\right)} & \cdots & e^{\left(\frac{X}{2}\right)} \\ \text{mod}\left(m_1, \frac{X}{2}\right) & \text{mod}\left(m_2, \frac{X}{2}\right) & \cdots & \text{mod}\left(m_{\tilde{L}-1}, \frac{X}{2}\right) \end{bmatrix},$$

$$\bar{E}_{\frac{X}{2} \times \bar{L}} = \begin{bmatrix} e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(n_1, \frac{X}{2}\right)} & e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(n_2, \frac{X}{2}\right)} & \cdots & e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(n_{L-1}, \frac{X}{2}\right)} \end{bmatrix}, X \text{ 为 CSI-RS 端口的个数, } L$$

为一个极化方向选择的 CSI-RS 端口的个数, $E_{\frac{X}{2} \times \bar{L}}$ 为由 $e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)}$ 组成的矩阵, $e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)}$ 为长度为 $X/2$ 的向量, 所述向量包括的元素中的第 $\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)$ 个元素均为 1, 其他元素为 0, $i=m_1, m_2, \dots, m_{L-1}$, 所述 i 为大于或等于 0 的整数; $\bar{E}_{\frac{X}{2} \times \bar{L}}$ 为由 $e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)}$ 组成的矩阵, $e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)}$

5 为长度为 $X/2$ 的向量, 所述向量包括的元素中的第 $\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)$ 个元素均为 1, 其他元素为 0, $i=n_1, n_2, \dots, n_{L-1}$, 所述 i 为大于或等于 0 的整数。

67、如权利要求 66 所述的通信装置, 其特征在于,

$$E_{\frac{X}{2} \times \bar{L}} = \begin{bmatrix} e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(m, \frac{X}{2}\right)} & e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(m+1, \frac{X}{2}\right)} & \cdots & e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(m+\bar{L}-1, \frac{X}{2}\right)} \end{bmatrix},$$

$$\bar{E}_{\frac{X}{2} \times \bar{L}} = \begin{bmatrix} e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(n, \frac{X}{2}\right)} & e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(n+1, \frac{X}{2}\right)} & \cdots & e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(n+\bar{L}-1, \frac{X}{2}\right)} \end{bmatrix}。$$

10 68、如权利要求 61-63 任一所述的通信装置, 其特征在于, 不同极化方向间, 所述终端选择的端口个数不相同, 且选择的端口序号不相同, 所述 W_1 的维度为 $X \times L$, $L \leq X$, 所述 X 用于指示 CSI-RS 端口的个数, 所述 L 为选择的 CSI-RS 端口的个数。

69、如权利要求 68 所述的通信装置, 其特征在于, 所述 W_1 为 $F_{X \times X}$ 的子集, 所述 $F_{X \times X}$ 的维度为 $X \times X$, 满足: $F_{X \times X} = [e^{(X)}_0 \ e^{(X)}_1 \ \cdots \ e^{(X)}_{(X-1)}]$, 其中, $e^{(X)}_i$ 是一个长度为 X 的向量, 所述 $F_{X \times X}$ 中的第 i 个元素均为 1, 其余元素均为 0, $i=0, 1, \dots, X-1$ 。

70、如权利要求 69 所述的通信装置, 其特征在于,

$$W_1 = [e^{(X)}_{\text{mod}(m, X)}, \dots, e^{(X)}_{\text{mod}(m+(L-1), X)}]。$$

71、如权利要求 57 所述的通信装置, 其特征在于, 所述接收单元还用于:

20 接收来自所述网络设备的第三指示信息, 所述第三指示信息用于指示所述 M 、所述 L 和所述 X 中的一项或多项。

72、如权利要求 49-71 任一所述的通信装置, 其特征在于, 所述第一指示信息承载在 CSI 上报带宽 CSI-ReportingBand 字段, 所述 CSI-ReportingBand 字段的值为 0。

73、一种通信装置, 其特征在于, 包括接收单元和处理单元, 其中:

25 所述接收单元, 用于接收来自终端的信道状态信息, 所述信道状态信息包括第一指示信息;

所述处理单元, 用于根据所述第一指示信息以及第一码本, 确定预编码矩阵, 所述第一码本满足公式: $W = W_1 \tilde{W}_2 W_f^H$, 所述第一码本为 W , 所述 W_1 为端口选择矩阵, 所述 $\tilde{W}_2$ 为线性叠加系数矩阵, 所述第一指示信息用于指示所述 W_f 的类型, 所述 W_f^H 为所述 W_f 的共轭转置。

30 74、如权利要求 73 所述的通信装置, 其特征在于, 所述第一指示信息用于指示所述 W_f 的类型为端口选择矩阵。

75、如权利要求 73 所述的通信装置, 其特征在于, 所述第一指示信息用于所述 W_f 的类型为一个特定列向量或多个特定列向量。

76、如权利要求 75 所述的通信装置，其特征在于，所述一个特定列向量为元素均为 1 的列向量，或者所述多个特定列向量包括元素均为 1 的列向量。

77、如权利要求 73 所述的通信装置，其特征在于，所述第一指示信息用于指示所述 W_f 的类型为离散傅里叶变换 DFT 矩阵，所述 DFT 矩阵包括元素均为 1 的列向量。

5 78、如权利要求 77 所述的通信装置，其特征在于，所述第一指示信息还用于指示所述元素均为 1 的列向量。

79、如权利要求 77 所述的通信装置，其特征在于，所述发送单元还用于：

向所述终端发送第二指示信息，所述第二指示信息用于指示所述元素均为 1 的列向量。

80、如权利要求 73-79 任一所述的通信装置，其特征在于，所述 W_1 用于选择一个或多个信道状态信息参考信号 CSI-RS 端口组，所述 W_f 用于选择所述一个 CSI-RS 端口组中的一个或多个 CSI-RS 端口，或者用于选择所述多个 CSI-RS 端口组中的一个或多个 CSI-RS 端口。

81、如权利要求 73 或 74 所述的通信装置，其特征在于，所述 W_f 为端口选择矩阵，所述 W_f 的一个列向量的长度为 M_{Group} ，所述 W_1 的一个列向量的长度为 $2\tilde{X}_{Group}$ ，其中，
15 $M_{Group} * \tilde{X}_{Group} = X/2$ ，X 用于指示 CSI-RS 端口的个数，所述 M_{Group} 为大于或等于 1 的整数，用于指示选择所述 M_{Group} 个频域向量，所述 $\tilde{X}_{Group}$ 为大于或等于 1 的整数，用于指示一个极化方向选择所述 $\tilde{X}_{Group}$ 个空域向量。

82、如权利要求 75 所述的通信装置，其特征在于，所述信道状态信息包括反馈信息，所述反馈信息指示所述 W_1 和所述 $\tilde{W}_2$ 。

20 83、如权利要求 82 所述的通信装置，其特征在于，所述反馈信息包括 N_{Rx} 个 $\tilde{W}_2$ ，所述 N_{Rx} 为终端的接收天线的个数。

84、如权利要求 82 所述的通信装置，其特征在于，所述反馈信息包括 R 个 $\tilde{W}_2$ ，所述 R 为预编码矩阵对应的秩的取值。

85、如权利要求 75 或 76 所述的通信装置，其特征在于，所述 W_f 的一个列向量的长度为 N_{RB}^0 ，所述 W_1 的一个列向量的长度为 X，X 用于指示 CSI-RS 端口的个数，所述 N_{RB}^0 为大于或等于 1 的整数，用于指示选择所述 N_{RB}^0 个频域向量。

86、如权利要求 85 所述的通信装置，其特征在于，所述 N_{RB}^0 与 CSI-RS 发送带宽的资源块 RB 个数或子带个数相关。

30 87、如权利要求 85 所述的通信装置，其特征在于，所述 N_{RB}^0 等于 CSI-RS 发送带宽的 RB 个数或子带个数。

88、如权利要求 85-87 任一所述的通信装置，其特征在于，不同极化方向间，所述终端选择的端口个数相同，且选择的端口序号相同，所述 W_1 满足如下公式：

$$W_1 = \begin{bmatrix} E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} & 0 \\ 0 & E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} \end{bmatrix}, \quad E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}} = \begin{bmatrix} e^{\left(\frac{X}{2}\right)} & e^{\left(\frac{X}{2}\right)} & \cdots & e^{\left(\frac{X}{2}\right)} \\ \text{mod}\left(m_1, \frac{X}{2}\right) & \text{mod}\left(m_2, \frac{X}{2}\right) & \cdots & \text{mod}\left(m_{\tilde{L}-1}, \frac{X}{2}\right) \end{bmatrix};$$

其中，X 为 CSI-RS 端口的个数， $\tilde{L}$ 为一个极化方向选择的 CSI-RS 端口的个数， $E_{\frac{X}{2} \times \tilde{L}}$

35 为由 $e^{\left(\frac{X}{2}\right)}$ 组成的矩阵， $e^{\left(\frac{X}{2}\right)}$ 为长度为 $X/2$ 的向量，所述向量包括的元素中的第 $\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)$ 个元素均为 1，其他元素为 0， $i = m_1, m_2, \dots, m_{\tilde{L}-1}$ 所述 i 为大于或等于 0 的整数。

89、权利要求 88 所述的通信装置，其特征在于，所述 W_1 满足如下公式：

$$W_1 = \begin{bmatrix} E_{\frac{X}{2} \times \bar{L}} & 0 \\ 0 & E_{\frac{X}{2} \times \bar{L}} \end{bmatrix}, \quad E_{\frac{X}{2} \times \bar{L}} = \begin{bmatrix} e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(m, \frac{X}{2}\right)} & e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(m+1, \frac{X}{2}\right)} & \cdots & e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(m+\bar{L}-1, \frac{X}{2}\right)} \end{bmatrix}。$$

90、如权利要求 85-87 任一所述的通信装置，其特征在于，不同极化方向间，不同极化方向间，所述终端选择的端口个数相同，且选择的端口序号不相同，所述 W_1 满足如下公式：

$$W_1 = \begin{bmatrix} E_{\frac{X}{2} \times \bar{L}} & 0 \\ 0 & \bar{E}_{\frac{X}{2} \times \bar{L}} \end{bmatrix}, \quad E_{\frac{X}{2} \times \bar{L}} = \begin{bmatrix} e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(m_1, \frac{X}{2}\right)} & e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(m_2, \frac{X}{2}\right)} & \cdots & e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(m_{\bar{L}-1}, \frac{X}{2}\right)} \end{bmatrix},$$

$$\bar{E}_{\frac{X}{2} \times \bar{L}} = \begin{bmatrix} e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(n_1, \frac{X}{2}\right)} & e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(n_2, \frac{X}{2}\right)} & \cdots & e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(n_{\bar{L}-1}, \frac{X}{2}\right)} \end{bmatrix}, \quad X \text{ 为 CSI-RS 端口的个数, } L$$

为一个极化方向选择的 CSI-RS 端口的个数， $E_{\frac{X}{2} \times \bar{L}}$ 为由 $e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)}$ 组成的矩阵， $e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)}$ 为长度为 $X/2$ 的向量，所述向量包括的元素中的第 $\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)$ 个元素均为 1，其他元素为 0， $i=m_1, m_2, \dots, m_{\bar{L}-1}$ ，所述 i 为大于或等于 0 的整数； $\bar{E}_{\frac{X}{2} \times \bar{L}}$ 为由 $e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)}$ 组成的矩阵， $e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)}$ 为长度为 $X/2$ 的向量，所述向量包括的元素中的第 $\text{mod}\left(i, \frac{X}{2}\right)$ 个元素均为 1，其他元素为 0， $i=n_1, n_2, \dots, n_{\bar{L}-1}$ ，所述 i 为大于或等于 0 的整数。

91、如权利要求 90 所述的通信装置，其特征在于，

$$E_{\frac{X}{2} \times \bar{L}} = \begin{bmatrix} e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(m, \frac{X}{2}\right)} & e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(m+1, \frac{X}{2}\right)} & \cdots & e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(m+\bar{L}-1, \frac{X}{2}\right)} \end{bmatrix},$$

$$\bar{E}_{\frac{X}{2} \times \bar{L}} = \begin{bmatrix} e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(n, \frac{X}{2}\right)} & e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(n+1, \frac{X}{2}\right)} & \cdots & e^{\left(\frac{X}{2}\right)}_{\text{mod}\left(n+\bar{L}-1, \frac{X}{2}\right)} \end{bmatrix}。$$

92、如权利要求 85-87 任一所述的通信装置，其特征在于，不同极化方向间，所述终端选择的端口个数不相同，且选择的端口序号不相同，所述 W_1 的维度为 $X \times L$ ， $L \leq X$ ，所述 X 用于指示 CSI-RS 端口的个数，所述 L 为选择的 CSI-RS 端口的个数。

93、如权利要求 92 所述的通信装置，其特征在于，所述 W_1 为 $F_{X \times X}$ 的子集，所述 $F_{X \times X}$ 的维度为 $X \times X$ ，满足： $F_{X \times X} = [e^{(X)}_0 \quad e^{(X)}_1 \quad \cdots \quad e^{(X)}_{(X-1)}]$ ，其中， $e^{(X)}_i$ 是一个长度为 X 的向量，所述 $F_{X \times X}$ 中的第 i 个元素均为 1，其余元素均为 0， $i=0, 1, \dots, X-1$ 。

94、如权利要求 93 所述的通信装置，其特征在于，

$$W_1 = [e^{(X)}_{\text{mod}(m, X)}, \dots, e^{(X)}_{\text{mod}(m+(L-1), X)}]。$$

95、如权利要求 81 所述的通信装置，其特征在于，所述发送单元还用于：

向所述终端发送第三指示信息，所述第三指示信息用于指示所述 M 、所述 L 和所述 X 中的一项或多项。

96、如权利要求 73-95 任一所述的通信装置，其特征在于，所述第一指示信息承载在 CSI 上报带宽 CSI-ReportingBand 字段，所述 CSI-ReportingBand 字段的值为 0。

97、一种通信装置，其特征在于，所述通信装置包括处理器和存储器，所述存储器用

于存储计算机程序，所述处理器用于执行存储在所述存储器上的计算机程序，使得所述装置执行如权利要求 1~24 或 25~48 中任一项所述的通信方法。

98、一种通信系统，其特征在于，包括如权利要求 49~72 之一的通信装置，和如权利要求 73~96 之一的通信装置。

5 99、一种计算机可读存储介质，其特征在于，所述计算机可读存储介质存储有计算机程序，所述计算机程序当被计算机执行时，使所述计算机执行如权利要求 1~24 或 25~48 中任意一项所述的方法。

10 100、一种计算机程序产品，其特征在于，所述计算机程序产品存储有计算机程序，所述计算机程序当被计算机执行时，使所述计算机执行如权利要求 1~24 或 25~48 中任意一项所述的方法。