

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2020 年 11 月 19 日 (19.11.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/227941 A1

(51) 国际专利分类号:
H04W 28/00 (2009.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2019/086909

(22) 国际申请日: 2019 年 5 月 14 日 (14.05.2019)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

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

(72) 发明人: 李雪茹 (LI, Xueru); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 曲秉玉 (QU, Bingyu); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 刘鹏鹏 (LIU, Kunpeng); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。

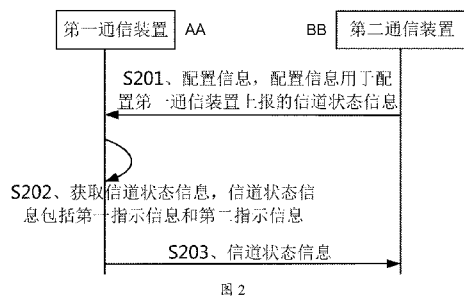
(74) 代理人: 广州三环专利商标代理有限公司 (SCIHEAD IP LAW FIRM); 中国广东省广州市越秀区先烈中路 80 号汇华商贸大厦 1508 室, Guangdong 510070 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG,

(54) Title: METHOD AND APPARATUS FOR REPORTING CHANNEL STATE INFORMATION, AND RELATED DEVICE

(54) 发明名称: 上报信道状态信息的方法、装置及相关设备



S201 Configuration information, wherein the configuration information is used for configuring channel state information reported by the first communication apparatus
S202 Acquire the channel state information, wherein the channel state information comprises first indication information and second indication information
S203 Channel state information
AA First communication apparatus
BB Second communication apparatus

图 2

(57) Abstract: A method and apparatus for reporting channel state information, and a related device. The method comprises: a first communication apparatus receiving configuration information from a second communication apparatus, wherein the configuration information is used for instructing the first communication apparatus to report CSI; and the first communication apparatus reporting the CSI. The CSI comprises first indication information and second indication information; the second indication information is used for indicating a matrix; and the first indication information is used for indicating a matrix, or the first indication information is used for indicating a matrix and a matrix. By using the present application, the overheads of the first communication apparatus feeding back the CSI can be reduced; and the second communication apparatus can acquire, on the basis of the CSI sent by the first communication apparatus, a channel matrix $H^{(t)}$, so as to support non-linear precoding and channel information prediction.

(57) 摘要: 一种上报信道状态信息的方法、装置及相关设备。其中, 该方法包括: 第一通信装置接收来自于第二通信装置的配置信息, 配置信息用于指示第一通信装置上报 CSI; 第一通信装置上报 CSI, CSI 包括第一指示信息和第二指示信息, 第二指示信息用于指示矩阵, 第一指示信息用于指示矩阵或, 第一指示信息用于指示矩阵和矩阵采用本申请, 可降低第一通信装置反馈 CSI 的开销, 且第二通信装置可以基于第一通信装置发送的 CSI 获取信道矩阵 $H^{(t)}$, 以支持非线性预编码以及信道信息预测。

CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT,
RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

上报信道状态信息的方法、装置及相关设备

技术领域

本申请涉及通信技术领域，尤其涉及上报信道状态信息的方法、装置及相关设备。

背景技术

目前，多输入多输出（Multiple Input and Multiple Output, MIMO）技术被广泛应用于通信系统中，例如长期演进（Long Term Evolution, LTE）系统。MIMO 技术是指在发射端和接收端分别使用多个发射天线和接收天线，使得信号通过发射端和接收端的多个天线进行发送和接收，MIMO 技术能够提高通信质量和系统信道容量。

MIMO 系统可以采用预编码（Precoding）技术来提高信号传输质量和速率，具体来讲，网络设备根据终端设备反馈的信道状态信息（Channel State Information, CSI）确定下行数据传输需要的预编码矩阵，进而网络设备利用该预编码矩阵向终端设备进行下行数据发送。针对 LTE 标准版本 14（Rel-14）和新无线接入技术（New Radio Access Technology, NR）中定义的线性预编码方法，现有的一种终端设备向网络设备反馈 CSI 的技术方案中，终端设备反馈的 CSI 包括信道矩阵的秩指示（Rank Index, RI）、预编码矩阵指示（Precoding Matrix Index, PMI）和信道质量指示（Channel Quality Index, CQI）中的至少一个参数，其中 PMI 包括 PMI1 和 PMI2，PMI1 用于指示矩阵 W_1 ，PMI2 用于指示矩阵 W_2 ， W_1 和 W_2 的乘积表征终端设备推荐的预编码矩阵 W 。脏纸编码（Dirty Paper Coding, DPC）、迭代预编码（Iterative Precoding）等非线性预编码方法在提高通信质量方面优于线性预编码，为了支持上述非线性预编码，网络设备需要获取其与终端设备通信的信道矩阵 H 。另外，在信道信息预测方面，信道矩阵 H 的预测精度优于其特征向量 V 的预测精度，为了实现网络设备侧的高精度信道信息预测，网络设备同样需要获取其与终端设备通信的信道矩阵 H 。然而，在现有终端设备向网络设备反馈 CSI 的技术方案中，网络设备仅能获取终端设备推荐的预编码矩阵 W ，该预编码矩阵一般不直接反应信道矩阵 H 本身，因此网络设备无法根据 PMI 来获取信道矩阵 H 。

综上所述，现有终端设备向网络设备反馈 CSI 的技术方案无法支持脏纸编码、迭代预编码等高性能非线性预编码以及基于信道矩阵 H 的信道信息预测。

发明内容

本申请实施例提供上报信道状态信息的方法、装置及相关设备，可降低第一通信装置反馈 CSI 的开销，且第二通信装置可以基于第一通信装置发送的 CSI 获取信道矩阵 $H^{(r)}$ ，以支持非线性预编码以及信道信息预测。

第一方面，提供了一种上报 CSI 的方法，包括：第二通信装置向第一通信装置发送配置信息，配置信息用于配置第一通信装置上报的 CSI，然后第一通信装置上报 CSI。

其中，配置信息用于指示 CSI 的配置参数，例如，配置参数包括如下信息中的一个或多个：CSI 的上报参数、上报参数的频域粒度、使用的码本类型、CSI 测量所基于的参考信号信息、CSI 的上报带宽的信息等。上报参数的频域粒度可以是宽带上报或者子带上报或

者其它形式。使用的码本类型可以包括第一类型 Type I 码本或第二类型 Type II 码本。上述配置信息可以是第二通信装置通过高层信令发送给第一通信装置的，高层信令携带配置信息。示例性的，高层信令可以为无线资源控制 (Radio Resource Control, RRC) 信令。

其中，CSI 用于指示矩阵 $H^{(r)}$ ，矩阵 $H^{(r)}$ 用于指示第一通信装置第 r 个天线端口的信道，矩阵 $H^{(r)}$ 为 N_t 行 N_{sb} 列的矩阵。 N_{sb} 是 CSI 的上报带宽所包括的频域单元数量， N_t 为正整数， $r \in \{1, 2, \dots, N_r\}$ ， N_r 是第一通信装置的天线端口数量。其中，频域单元可以是子载波、资源块 (Resource Block, RB)、子带 (Sub Band) 等，本申请实施例不做限制。

其中，CSI 包括第一指示信息和第二指示信息。

其中，第二指示信息用于指示矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$ ，矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$ 为 $2L$ 行 P 列的矩阵， L 为正整数， $2L$ 小于 N_t 。

其中，第一指示信息用于指示矩阵 $W_{Tx}^{(r)}$ ， $H^{(r)} = W_{Tx}^{(r)} \times \tilde{H}^{(r)}$ ， $W_{Tx}^{(r)}$ 为 N_t 行 $2L$ 列的矩阵， P 为 N_{sb} ，或，所述第一指示信息用于指示矩阵 $W_{Tx}^{(r)}$ 和矩阵 $W_{Freq}^{(r)}$ ， $H^{(r)} = W_{Tx}^{(r)} \times \tilde{H}^{(r)} \times (W_{Freq}^{(r)})^H$ ， $W_{Tx}^{(r)}$ 为 N_t 行 $2L$ 列的矩阵， $W_{Freq}^{(r)}$ 为 N_{sb} 行 K 列的矩阵， K 为正整数， K 小于 N_{sb} ， P 为 K 。

可选的，针对不同的天线端口 r ， $W_{Tx}^{(r)}$ 可以取值相同；或者， N_r 个天线端口按照某种原则分组，每一组中的天线端口的 $W_{Tx}^{(r)}$ 取值相同。通过该方案可以降低第一指示信息的上报开销。

可选的，针对不同的天线端口 r ， $W_{Freq}^{(r)}$ 可以取值相同；或者， N_r 个天线端口按照某种原则分组，每一组中的天线端口的 $W_{Freq}^{(r)}$ 取值相同。通过该方案可以降低第一指示信息的上报开销。

在该技术方案中，通过 $W_{Tx}^{(r)}$ ，或者 $W_{Tx}^{(r)}$ 和 $W_{Freq}^{(r)}$ ，包含 $N_t N_{sb}$ 个元素的信道矩阵 $H^{(r)}$ 被压缩为包含 $2LP$ 个元素的矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$ ，降低了需要反馈的元素的个数，进而降低反馈 CSI 的开销。另外，第一通信装置将包括第一指示信息和第二指示信息的 CSI 发送给第二通信装置，第二通信装置可以基于第一指示信息和第二指示信息确定信道矩阵 $H^{(r)}$ ，以支持非线性预编码，以及更好的信道信息预测。

可选的， $W_{Tx}^{(r)}$ 的形式为：由 L 个基底按如下顺序排列为对角块矩阵， $W_{Tx}^{(r)} = \begin{bmatrix} b_{Tx,0}^r \cdots b_{Tx,L-1}^r & 0 \\ 0 & b_{Tx,0}^r \cdots b_{Tx,L-1}^r \end{bmatrix}$ ， L 个基底可以来源于一组预定义的基底，可选的，预定义基底为离散傅里叶变换 (Discrete Fourier Transformation, DFT) 基底。第一通信装置可以通过上报 $W_{Tx}^{(r)}$ 中每个基底的索引来上报 $W_{Tx}^{(r)}$ 。

可选的， $W_{Freq}^{(r)}$ 的形式为：由 K 个基底按如下方式构成 $W_{Freq}^{(r)} = [b_{Freq,0}^r \cdots b_{Freq,K-1}^r]$ ， K

个基底可以来源于一组预定义的基底，可选的，预定义基底为 DFT 基底。第一通信装置可以通过上报 $W_{\text{Freq}}^{(r)}$ 中每个基底的索引来上报 $W_{\text{Freq}}^{(r)}$ 。

在一种实现方式中，第二指示信息包括第三指示信息和第四指示信息，第三指示信息用于指示三维矩阵 $\mathcal{H}^1$ ， $\mathcal{H}^1$ 为 L 行 P 列 M_1 页的三维矩阵， M_1 为小于 $2N_r$ 的正整数；

第四指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},1}^{(l)}$ ， $l \in \{1, 2, \dots, L\}$ ， $W_{\text{Rx},1}^{(l)}$ 为 $2N_r$ 行 M_1 列矩阵，或，第四指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},1}^{(k)}$ ， $k \in \{1, 2, \dots, P\}$ ， $W_{\text{Rx},1}^{(k)}$ 为 $2N_r$ 行 M_1 列矩阵。

可选的，在第四指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},1}^{(l)}$ 的情况下， l 取值不同时， $W_{\text{Rx},1}^{(l)}$ 是相同的矩阵，通过该方案可降低反馈 $W_{\text{Rx},1}^{(l)}$ 的开销。可选的，在第四指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},1}^{(k)}$ 的情况下， k 取值不同时， $W_{\text{Rx},1}^{(k)}$ 是相同的矩阵，通过该方案可降低反馈 $W_{\text{Rx},1}^{(k)}$ 的开销。此时， $W_{\text{Rx},1}^{(l)}$ 或 $W_{\text{Rx},1}^{(k)}$ 可以由 $W_{\text{Rx},1}$ 表示。

其中，矩阵 $W_{\text{Rx},1}^{(l)}$ 或 $W_{\text{Rx},1}^{(k)}$ 中的列向量为压缩基底， $2N_r$ 为压缩基底的维度， M_1 为压缩基底的个数。

可选的，第四指示信息指示矩阵 $W_{\text{Rx},1}^{(l)}$ 或 $W_{\text{Rx},1}^{(k)}$ 中的元素，即矩阵 $W_{\text{Rx},1}^{(l)}$ 或 $W_{\text{Rx},1}^{(k)}$ 中的压缩基底不是预定义的，而是由第一通信装置计算并上报第二通信装置。相较于预定义基底，非预定义基底 $W_{\text{Rx},1}^{(l)}$ 或 $W_{\text{Rx},1}^{(k)}$ 可以更灵活地匹配待压缩信道。

在该技术方案中，首先，当第一通信装置为移动终端时，由于移动终端周围的散射环境较为复杂，第一通信装置天线端口侧的信道角度扩展较大，导致使用 DFT 基底作为压缩矩阵对第一通信装置的多个天线端口 r 对应的 $\tilde{H}^{(r)}$ 进行压缩时，压缩率很低，也就是说，很难通过较少的 DFT 基底准确的表示多个天线端口 r 对应的 $\tilde{H}^{(r)}$ 。但是，非预定义基底可以更好地匹配，例如该非预定义的基底可以是根据特征向量确定的，该特征向量是通过多个天线端口 r 对应的 $\tilde{H}^{(r)}$ 确定的特征空间的特征向量。该特征向量可以更好的匹配第一通信装置的多个天线端口 r 对应的 $\tilde{H}^{(r)}$ ，因此压缩效果更好，也就是说，该技术方案通过较少的压缩基底即可精确的表示 $\tilde{H}^{(r)}$ 。

其次，DFT 预定义基底仅适用于相同极化方向的多个天线端口的信道矩阵压缩，在第一通信装置或第二通信装置的天线端口有多个极化方向的场景下，需要根据不同的极化方向对信道矩阵进行拆分，并分别用 DFT 预定义基底压缩。而非预定义基底则更加灵活，可

根据不同极化方向天线端口信道矩阵之间的相关性计算得到, 以支持不同极化方向天线端口信道矩阵的联合压缩, 提高压缩效果。

再次, 通过 $W_{\text{Rx},1}^{(l)}$ 或 $W_{\text{Rx},1}^{(k)}$, 包含 $2L \times P \times N_r$ (即 $2L$ 行 P 列 N_r 页) 个元素的 $\tilde{H}^{(r)}$, $r \in \{1, 2, \dots, N_r\}$ 被压缩为包含 $L \times P \times M_1$ (即 L 行 P 列 M_1 页) 个元素的三维矩阵 $\mathcal{H}^1$, 降低了需要反馈的元素的个数, 降低反馈 CSI 的开销。

可选的, 第一通信装置可以按如下方法构造 $W_{\text{Rx},1}$: 第一通信装置接收参考信号进行测量, 得到 $\tilde{H}_1^{(r)}$ 和 $\tilde{H}_2^{(r)}$, $\tilde{H}_1^{(r)}$ 和 $\tilde{H}_2^{(r)}$ 均为规模 $L \times P$ (即 L 行 P 列) 的矩阵, $\tilde{H}_1^{(r)}$ 和 $\tilde{H}_2^{(r)}$ 是分别根据第二通信装置两个极化方向天线端口与第一通信装置第 r 个天线端口之间的信道确定的系数矩阵。然后第一通信装置将 $2N_r$ 个二维矩阵 $\tilde{H}_i^{(r)}$, $r \in \{1, 2, \dots, N_r\}$, $i \in \{1, 2\}$ 拼接为 $L \times P \times 2N_r$ (即 L 行 P 列 $2N_r$ 页) 的三维矩阵 $\tilde{\mathcal{H}}^1$, 并将三维矩阵 $\tilde{\mathcal{H}}^1$ 展开为规模为 $2N_r \times PL$ (即 $2N_r$ 行 PL 列) 的二维矩阵 $\bar{H}$ 。第一通信装置令 $\bar{H}^{\text{cal}} = \bar{H} \in \mathbb{C}^{2N_r \times PL}$ 这个规模的复数矩阵, 并对 $\bar{H}^{\text{cal}}$ 的协方差矩阵 $\text{Cov}(\bar{H}^{\text{cal}}) = \bar{H}^{\text{cal}} * (\bar{H}^{\text{cal}})^H$ 进行特征分解, 其最大的 M_1 个特征值对应的特征向量构成压缩矩阵 $W_{\text{Rx},1} \in \mathbb{C}^{2N_r \times M_1}$ 。可选的, 第一通信装置还可以将最大的 M_1 个特征值对应的特征向量进行量化后构成压缩矩阵 $W_{\text{Rx},1} \in \mathbb{C}^{2N_r \times M_1}$ 。

在该技术方案中, 可以由三维矩阵 $\tilde{\mathcal{H}}^1$ 生成 $W_{\text{Rx},1}^{(l)}$ 或 $W_{\text{Rx},1}^{(k)}$, 或由其他方式生成 $W_{\text{Rx},1}$, 本申请实施例不做限制。例如, 第一通信装置可以利用第一相关性和第二相关性生成 $W_{\text{Rx},1}^{(l)}$ 或 $W_{\text{Rx},1}^{(k)}$, 第一相关性为第一通信装置多个天线端口的信道之间的相关性, 第二相关性为第二通信装置两个极化方向的天线端口的信道之间的相关性。

其中, $2N_r$ 个矩阵 $\tilde{H}_i^{(r)}$ 到三维矩阵 $\tilde{\mathcal{H}}^1$ 各页之间的映射可以由函数 $g(r, i)$ 给定, 即 $\tilde{H}^{(r)} = \begin{bmatrix} \tilde{\mathcal{H}}^1_{:, :, g(r, 1)} \\ \tilde{\mathcal{H}}^1_{:, :, g(r, 2)} \end{bmatrix}$, $g(r, i) \in \{1, 2, \dots, 2N_r\}$, $r \in \{1, 2, \dots, N_r\}$, $i \in \{1, 2\}$, 且对于任意 $(r', i') \neq (r'', i'')$, $g(r', i') \neq g(r'', i'')$;

$\tilde{\mathcal{H}}^1_{:, :, g(r, i)}$ 表示取矩阵 $\tilde{\mathcal{H}}^1$ 固定第三个索引为 $g(r, i)$ 的 L 行 P 列的二维矩阵, 所述 L 行 P 列的二维矩阵中第 l 行第 k 列的元素为 $\tilde{\mathcal{H}}^1_{l, k, g(r, i)}$;

可选的, $g(r, 1) = r$, $g(r, 2) = r + N_r$, 也就是说, 将第二通信装置同一极化方向天线端口组与第一通信装置多个天线端口之间的信道放在一起;

可选的, $g(r, 1) = 2 \times (r - 1) + 1$, $g(r, 2) = 2 \times (r - 1) + 2$, 也就是说, 将第一通信装置同一天线端口与第二通信装置两个极化方向天线端口组之间的信道放在一起。

在上述基底 $W_{\text{Rx},1}^{(l)}$ 或 $W_{\text{Rx},1}^{(k)}$ 定义方式下,信道矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$ 和第三指示信息、第四指示信息的关系为: $\tilde{H}^{(r)} = \begin{bmatrix} \tilde{\mathcal{H}}^1_{::,g(r,1)} \\ \tilde{\mathcal{H}}^1_{::,g(r,2)} \end{bmatrix}$,这里的 $\tilde{H}^{(r)}$ 、 $\tilde{\mathcal{H}}^1$ 为压缩后的有损信道信息。

若所述第四指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},1}^{(l)}$,则所述 $\tilde{\mathcal{H}}^1_{l,k,:} = W_{\text{Rx},1}^{(l)} \times \mathcal{H}^1_{l,k,:}$, $l \in \{1,2,\dots,L\}$, $k \in \{1,2,\dots,P\}$ 得到,或若所述第四指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},1}^{(k)}$,则所述 $\tilde{\mathcal{H}}^1_{l,k,:} = W_{\text{Rx},1}^{(k)} \times \mathcal{H}^1_{l,k,:}$, $l \in \{1,2,\dots,L\}$, $k \in \{1,2,\dots,P\}$ 得到;

$\mathcal{H}^1_{l,k,:}$ 表示矩阵 $\mathcal{H}^1$ 固定前两个索引后长度为 M_1 的一维向量,所述长度 M_1 的一维向量中第 m 个元素为 $\mathcal{H}^1_{l,k,m}$, $\tilde{\mathcal{H}}^1_{l,k,:}$ 表示矩阵 $\tilde{\mathcal{H}}^1$ 固定前两个索引后长度为 $2N_r$ 的一维向量,所述长度 $2N_r$ 的一维向量第 $g(r,i)$ 个元素为 $\tilde{\mathcal{H}}^1_{l,k,g(r,i)}$, $\times$ 为把一维向量 $\mathcal{H}^1_{l,k,:}$ 当做列向量的矩阵乘运算。

在该技术方案中,通过将矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$ 作为复数矩阵整体进行压缩,将包含 $2L \times P \times N_r$ 个元素的矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$, $r \in \{1,2,\dots,N_r\}$ 压缩为仅包含 $L \times P \times M_1$ 个元素的矩阵 $\mathcal{H}^1$,大幅度降低CSI上报开销,同时不带来明显的性能损失。

在一种实现方式中,所述矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$ 的幅度矩阵 $\text{amp}(\tilde{H}^{(r)}) = \begin{bmatrix} \tilde{\mathcal{H}}^1_{::,g(r,1)} \\ \tilde{\mathcal{H}}^1_{::,g(r,2)} \end{bmatrix}$,所述 $\text{amp}(\tilde{H}^{(r)})$ 的第 l 行第 k 列的元素是根据所述 $\tilde{H}^{(r)}$ 的第 l 行第 k 列的元素的幅度确定的值,例如,所述 $\text{amp}(\tilde{H}^{(r)})$ 的第 l 行第 k 列的元素是所述 $\tilde{H}^{(r)}$ 的第 l 行第 k 列的元素的幅度或幅度的平方;

其中, $g(r,i) \in \{1,2,\dots,2N_r\}$, $r \in \{1,2,\dots,N_r\}$, $i \in \{1,2\}$,且对于任意 $(r',i') \neq (r'',i'')$, $g(r',i') \neq g(r'',i'')$;

所述 $\tilde{\mathcal{H}}^1$ 为 L 行 P 列 $2N_r$ 页的三维矩阵, $\tilde{\mathcal{H}}^1_{::,g(r,i)}$ 表示取矩阵 $\tilde{\mathcal{H}}^1$ 固定第三个索引为 $g(r,i)$ 的 L 行 P 列的二维矩阵,所述 L 行 P 列的二维矩阵中第 l 行 k 列元素为 $\tilde{\mathcal{H}}^1_{l,k,g(r,i)}$;

若所述第四指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},1}^{(l)}$,则所述 $\tilde{\mathcal{H}}^1_{l,k,:} = W_{\text{Rx},1}^{(l)} \times \mathcal{H}^1_{l,k,:}$, $l \in \{1,2,\dots,L\}$, $k \in \{1,2,\dots,P\}$,或若所述第四指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},1}^{(k)}$,则所述 $\tilde{\mathcal{H}}^1_{l,k,:} = W_{\text{Rx},1}^{(k)} \times \mathcal{H}^1_{l,k,:}$, $l \in \{1,2,\dots,L\}$, $k \in \{1,2,\dots,P\}$ 得到;

$\mathcal{H}^1_{l,k,:}$ 表示取矩阵 $\mathcal{H}^1$ 固定前两个索引长度 M_1 的一维向量,所述长度 M_1 的一维向量中第 m 个元素为 $\mathcal{H}^1_{l,k,m}$, $\tilde{\mathcal{H}}^1_{l,k,:}$ 表示取矩阵 $\tilde{\mathcal{H}}^1$ 固定前两个索引长度 $2N_r$ 的一维向量,所述长度 $2N_r$ 的一维向量第 $g(r,i)$ 个元素为 $\tilde{\mathcal{H}}^1_{l,k,g(r,i)}$, $\times$ 为把一维向量 $\mathcal{H}^1_{l,k,:}$ 当做列向量的矩阵乘运算。

在该技术方案中,通过对矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$ 的幅度矩阵 $\text{amp}(\tilde{H}^{(r)})$ 进行压缩,将包含 $2L \times P \times N_r$ 个元素的幅度矩阵 $\text{amp}(\tilde{H}^{(r)})$, $r \in \{1,2,\dots,N_r\}$ 压缩为仅包含 $L \times P \times M_1$ 个元素的矩阵 $\mathcal{H}^1$ 。在矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$ 中,幅度受信道的空间传输距离、散射环境等影响,由于第一通信装置的多个天线端口之间、第二通信装置的多个天线端口之间距离均较近,故幅度矩阵 $\text{amp}(\tilde{H}^{(r)})$ 具有较

强的相关性,可通过本发明在大幅度降低CSI上报开销的同时,不带来明显的性能损失。

在一种实现方式中,所述第二指示信息还包括第五指示信息,所述第五指示信息用于指示所述 $\tilde{\mathbf{H}}^{(r)}$ 中元素的相位。

在该技术方案中,当第一通信装置和第二通信装置之间散射环境较复杂时,例如非视距(Non Line of Sight, NLoS)散射环境,矩阵 $\tilde{\mathbf{H}}^{(r)}$ 的相位相关性较弱,对 $\tilde{\mathbf{H}}^{(r)}$ 中元素的相位不进行压缩,即直接上报矩阵 $\tilde{\mathbf{H}}^{(r)}$ 中元素的相位,可保证反馈精度。

可选的,所述第五指示信息用于指示所述 $\tilde{\mathbf{H}}^{(r)}$ 中元素的相位,包括:

所述第五指示信息包括第六指示信息和第七指示信息,所述第六指示信息用于指示三维矩阵 $\mathcal{H}^2$, $\mathcal{H}^2$ 为 L 行 P 列 M_2 页的三维矩阵, M_2 为小于 $2N_r$ 的正整数;

所述第七指示信息用于指示矩阵 $\mathbf{W}_{\text{Rx},2}^{(l)}$, $l \in \{1,2,\dots,L\}$, $\mathbf{W}_{\text{Rx},2}^{(l)}$ 为 $2N_r$ 行 M_2 列矩阵,或,

所述第七指示信息用于指示矩阵 $\mathbf{W}_{\text{Rx},2}^{(k)}$, $k \in \{1,2,\dots,P\}$, $\mathbf{W}_{\text{Rx},2}^{(k)}$ 为 $2N_r$ 行 M_2 列矩阵;

所述矩阵 $\tilde{\mathbf{H}}^{(r)}$ 的相位矩阵 $\text{asp}(\tilde{\mathbf{H}}^{(r)}) = \begin{bmatrix} \tilde{\mathcal{H}}^2_{:,f(r,1)} \\ \tilde{\mathcal{H}}^2_{:,f(r,2)} \end{bmatrix}$, 所述 $\text{asp}(\tilde{\mathbf{H}}^{(r)})$ 的第 l 行第 k 列的元素

是根据所述 $\tilde{\mathbf{H}}^{(r)}$ 的第 l 行第 k 列的元素的相位确定的值,例如,所述 $\text{asp}(\tilde{\mathbf{H}}^{(r)})$ 的第 l 行第 k 列的元素是所述 $\tilde{\mathbf{H}}^{(r)}$ 的第 l 行第 k 列的元素的相位或相位的平方;

其中, $f(r,i) \in \{1,2,\dots,2N_r\}$, $r \in \{1,2,\dots,N_r\}$, $i \in \{1,2\}$, 且对于任意 $(r',i') \neq (r'',i'')$, $f(r',i') \neq f(r'',i'')$;

所述 $\tilde{\mathcal{H}}^2$ 为 L 行 P 列 $2N_r$ 页的三维矩阵, $\tilde{\mathcal{H}}^2_{:,f(r,i)}$ 表示取矩阵 $\tilde{\mathcal{H}}^2$ 固定第三个索引为 $f(r,i)$ 的 L 行 P 列的二维矩阵,所述 L 行 P 列的二维矩阵中第 l 行第 k 列的元素为 $\tilde{\mathcal{H}}^2_{l,k,f(r,i)}$;

若所述第七指示信息用于指示矩阵 $\mathbf{W}_{\text{Rx},2}^{(l)}$, 则所述 $\tilde{\mathcal{H}}^2_{l,k,:} = \mathbf{W}_{\text{Rx},2}^{(l)} \times \mathcal{H}^2_{l,k,:}$, $l \in \{1,2,\dots,L\}$

, $k \in \{1,2,\dots,P\}$, 或若所述第七指示信息用于指示矩阵 $\mathbf{W}_{\text{Rx},2}^{(k)}$, 则所述 $\tilde{\mathcal{H}}^2_{l,k,:} = \mathbf{W}_{\text{Rx},2}^{(k)} \times \mathcal{H}^2_{l,k,:}$

, $l \in \{1,2,\dots,L\}$, $k \in \{1,2,\dots,P\}$;

$\mathcal{H}^2_{l,k,:}$ 表示取矩阵 $\mathcal{H}^2$ 固定前两个索引长度 M_2 的一维向量,所述长度 M_2 的一维向量中第 m 个元素为 $\mathcal{H}^2_{l,k,m}$, $\tilde{\mathcal{H}}^2_{l,k,:}$ 表示取矩阵 $\tilde{\mathcal{H}}^2$ 固定前两个索引长度 $2N_r$ 的一维向量,所述长度 $2N_r$ 的一维向量第 $f(r,i)$ 个元素为 $\tilde{\mathcal{H}}^2_{l,k,f(r,i)}$, $\times$ 为把一维向量 $\mathcal{H}^2_{l,k,:}$ 当做列向量的矩阵乘运算。

在该技术方案中,通过对矩阵 $\tilde{\mathbf{H}}^{(r)}$ 的相位矩阵 $\text{asp}(\tilde{\mathbf{H}}^{(r)})$ 进行压缩,将包含 $2L \times P \times N_r$ 个元素的相位矩阵 $\text{asp}(\tilde{\mathbf{H}}^{(r)})$, $r \in \{1,2,\dots,N_r\}$ 压缩为仅包含 $L \times P \times M_2$ 个元素的矩阵 $\mathcal{H}^2$ 。当第一通信装置和第二通信装置之间散射环境较简单时,例如视距(Line of Sight, LoS)散射环境,矩阵 $\tilde{\mathbf{H}}^{(r)}$ 的相位相关性较强,对矩阵 $\tilde{\mathbf{H}}^{(r)}$ 的相位矩阵 $\text{asp}(\tilde{\mathbf{H}}^{(r)})$ 进行压缩上报,可在大幅度降低CSI上报开销的同时,不带来明显的性能损失。

在一种实现方式中,在所述第一指示信息用于指示矩阵 $\mathbf{W}_{\text{Tx}}^{(r)}$ 的情况下,对于任意 $r', r'' \in \{1,2,\dots,N_r\}$, $l', l'' \in \{1,2,\dots,2L\}$, 若 $r' \neq r''$ 且 $\mathbf{W}_{\text{Tx}}^{(r')}(:,l') = \mathbf{W}_{\text{Tx}}^{(r'')}(:,l'')$, 则 $l' = l''$; 或

在所述第一指示信息用于指示矩阵 $W_{Tx}^{(r')}$ 和矩阵 $W_{Freq}^{(r')}$ 的情况下, 对于任意 $r', r'' \in \{1, 2, \dots, N_r\}$, $l', l'' \in \{1, 2, \dots, 2L\}$, 若 $r' \neq r''$ 且 $W_{Tx}^{(r')}(:, l') = W_{Tx}^{(r'')}(:, l'')$, 则 $l' = l''$, 对于任意 $r', r'' \in \{1, 2, \dots, N_r\}$, $k', k'' \in \{1, 2, \dots, K\}$, 若 $r' \neq r''$ 且 $W_{Freq}^{(r')}(:, k') = W_{Freq}^{(r'')}(:, k'')$, 则 $k' = k''$ 。

在该技术方案中, 矩阵 $W_{Tx}^{(r')}$ 的各列向量为对矩阵 $H^{(r')}$ 压缩的基底, 矩阵 $W_{Tx}^{(r'')}$ 的各列向量为对矩阵 $H^{(r'')}$ 压缩的基底, 矩阵 $W_{Tx}^{(r')}$ 的各列向量和矩阵 $W_{Tx}^{(r'')}$ 的各列向量可以来源于同一组预定义的 DFT 基底, 若矩阵 $W_{Tx}^{(r')}$ 和矩阵 $W_{Tx}^{(r'')}$ 选取了同一个 DFT 基底, 即 $W_{Tx}^{(r')}(:, l') = W_{Tx}^{(r'')}(:, l'')$, 则将该 DFT 基底在矩阵 $W_{Tx}^{(r')}$ 和矩阵 $W_{Tx}^{(r'')}$ 中放在相同的位置, 即 $l' = l''$, 这样矩阵 $H^{(r')}$ 和矩阵 $H^{(r'')}$ 压缩后的矩阵 $\tilde{H}^{(r')}$ 和矩阵 $\tilde{H}^{(r'')}$ 的第 $l' = l''$ 行对应同一个基底; 类似地, 矩阵 $W_{Freq}^{(r')}$ 和矩阵 $W_{Freq}^{(r'')}$ 的约束使得矩阵 $\tilde{H}^{(r')}$ 和矩阵 $\tilde{H}^{(r'')}$ 的同一列尽量对应同一基底。上述对于矩阵 $W_{Tx}^{(r')}$ 和矩阵 $W_{Freq}^{(r')}$ 的约束可提高向量 $[\tilde{H}^{(1)}(l, k), \dots, \tilde{H}^{(N_r)}(l, k)]$, $l \in \{1, 2, \dots, 2L\}$, $k \in \{1, 2, \dots, P\}$ 之间的相关性, 从而提升压缩效果。

在一种实现方式中, 所述第三指示信息包括用于指示 $\mathcal{H}^1$ 中元素 $\mathcal{H}_{l,k,g}^1$ 的 $X_{l,k,g}^1$ 个比特, $X_{l,k,g}^1$ 是正整数, 若所述第四指示信息用于指示矩阵 $W_{Rx,1}^{(l)}$, 则所述第四指示信息包括用于指示矩阵 $W_{Rx,1}^{(l)}$ 中第 c 行第 d 列的元素 $W_{Rx,1}^{(l)}(c, d)$ 的 $Y_{l,c,d}^1$ 个比特, 所述 $Y_{l,c,d}^1$ 是正整数, 或, 若所述第四指示信息用于指示矩阵 $W_{Rx,1}^{(k)}$, 则所述第四指示信息包括用于指示矩阵 $W_{Rx,1}^{(k)}$ 中第 c 行第 d 列的元素 $W_{Rx,1}^{(k)}(c, d)$ 的 $Z_{l,c,d}^1$ 个比特, $Z_{l,c,d}^1$ 是正整数。

可选的, 若所述第四指示信息用于指示矩阵 $W_{Rx,1}^{(l)}$, 则 $Y_{l,c,d}^1$ 大于等于 $X_{l,k,g}^1$ 。可选的, 若所述第四指示信息用于指示矩阵 $W_{Rx,1}^{(k)}$, 则 $Z_{l,c,d}^1$ 大于等于 $X_{l,k,g}^1$ 。

在该技术方案中, 由于所述第四指示信息指示的矩阵 $W_{Rx,1}^{(l)}$, $l \in \{1, 2, \dots, L\}$ 或 $W_{Rx,1}^{(k)}$, $k \in \{1, 2, \dots, P\}$ 为对所述矩阵 $\tilde{\mathcal{H}}^1$ 压缩的基底矩阵, 所述第三指示信息指示的三维矩阵 $\mathcal{H}^1$ 为对所述

矩阵 $\tilde{\mathcal{H}}^1$ 压缩的合并系数矩阵,在选择相同的压缩基底个数 M_1 的情况下,压缩基底的元素的量化精度不低于合并系数的精度有利于降低压缩损失,即压缩后的信道矩阵更匹配真实的信道矩阵。当 $W_{\text{Rx},1}^{(l)} = W_{\text{Rx},1}$,即 l 取值不同时基底矩阵相同,或当 $W_{\text{Rx},1}^{(k)} = W_{\text{Rx},1}$,即 k 取值不同时基底矩阵相同时,提高压缩基底元素的量化精度更有必要。换另外一个角度说,在压缩损失一定的情况下,提高压缩基底元素的量化精度有利于减少选择的压缩基底个数 M_1 ,有利于降低上报CSI的开销。

在一种实现方式中,所述第六指示信息包括用于指示 $\mathcal{H}^2$ 中元素 $\mathcal{H}_{l,k,f}^2$ 的 $X_{l,k,f}^2$ 个比特, $X_{l,k,f}^2$ 是正整数,若所述第七指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},2}^{(l)}$,则所述第七指示信息包括用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},2}^{(l)}$ 中第 c 行第 d 列的元素 $W_{\text{Rx},2}^{(l)}(c,d)$ 的 $Y_{l,c,d}^2$ 个比特, $Y_{l,c,d}^2$ 是正整数,或,若所述第七指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},2}^{(k)}$,则所述第七指示信息包括用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},2}^{(k)}$ 中第 c 行第 d 列的元素 $W_{\text{Rx},2}^{(k)}(c,d)$ 的 $Z_{k,c,d}^2$ 个比特, $Z_{k,c,d}^2$ 是正整数。

可选的,若所述第七指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},2}^{(l)}$,则 $Y_{l,c,d}^2$ 大于等于 $X_{l,k,f}^2$ 。可选的,若所述第七指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},2}^{(k)}$,则 $Z_{k,c,d}^2$ 大于等于 $X_{l,k,f}^2$ 。

在该技术方案中,由于所述第七指示信息指示的矩阵 $W_{\text{Rx},2}^{(l)}$, $l \in \{1,2,\dots,L\}$ 或 $W_{\text{Rx},2}^{(k)}$, $k \in \{1,2,\dots,P\}$ 为对所述矩阵 $\tilde{\mathcal{H}}^2$ 压缩的基底矩阵,所述第六指示信息指示的三维矩阵 $\mathcal{H}^2$ 为对所述矩阵 $\tilde{\mathcal{H}}^2$ 压缩的合并系数矩阵,在选择相同的压缩基底个数 M_2 的情况下,压缩基底的元素的量化精度不低于合并系数的精度有利于降低压缩损失,即压缩后的信道矩阵更匹配真实的信道矩阵。当 $W_{\text{Rx},2}^{(l)} = W_{\text{Rx},2}$,即 l 取值不同时基底矩阵相同,或当 $W_{\text{Rx},2}^{(k)} = W_{\text{Rx},2}$,即 k 取值不同时基底矩阵相同时,提高压缩基底元素的量化精度更有必要。换另外一个角度说,在压缩损失一定的情况下,提高压缩基底元素的量化精度有利于减少选择的压缩基底个数 M_2 ,有利于降低上报CSI的开销。

可选的,第一通信装置对所述矩阵 $\tilde{\mathbf{H}}^{(r)}$ 的幅度矩阵 $\text{amp}(\tilde{\mathbf{H}}^{(r)})$ 和相位矩阵 $\text{asp}(\tilde{\mathbf{H}}^{(r)})$ 分别压缩,此时,用于所述幅度矩阵 $\text{amp}(\tilde{\mathbf{H}}^{(r)})$ 的压缩矩阵 $W_{\text{Rx},1}^{(l)}$ 或 $W_{\text{Rx},1}^{(k)}$ 与用于所述相位矩阵 $\text{asp}(\tilde{\mathbf{H}}^{(r)})$ 的压缩矩阵 $W_{\text{Rx},2}^{(l)}$ 或 $W_{\text{Rx},2}^{(k)}$ 可以不同,是独立计算的。

在该技术方案中,矩阵 $\tilde{\mathbf{H}}^{(r)}$ 的幅度矩阵 $\text{amp}(\tilde{\mathbf{H}}^{(r)})$ 具有较强的相关性,相位矩阵 $\text{asp}(\tilde{\mathbf{H}}^{(r)})$

相关性往往弱于幅度矩阵 $\text{amp}(\tilde{H}^{(r)})$ ，故幅度矩阵 $\text{amp}(\tilde{H}^{(r)})$ 相较相位矩阵 $\text{asp}(\tilde{H}^{(r)})$ 往往易于压缩。幅度矩阵 $\text{amp}(\tilde{H}^{(r)})$ 的压缩率由 M_1 决定，相位矩阵 $\text{asp}(\tilde{H}^{(r)})$ 的压缩率由 M_2 决定，可通过设定不同的 M_1 和 M_2 实现矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$ 幅度和相位的不同压缩率，优选的， M_1 小于 M_2 。

在一种实现方式中，所述第一通信装置上报 CSI，包括：

所述第一通信装置在相同的时刻上报所述第三指示信息和所述第四指示信息；或

所述第一通信装置在不同的时刻上报所述第三指示信息和所述第四指示信息。

在该技术方案中，当信道时域变化较快时，第一通信装置为每一个时刻的信道 $H^{(r)}$ 单独计算压缩矩阵 $W_{\text{Rx},1}^{(l)}$ 或 $W_{\text{Rx},1}^{(k)}$ ，第一通信装置计算的压缩矩阵 $W_{\text{Rx},1}^{(l)}$ 或 $W_{\text{Rx},1}^{(k)}$ 为该时刻的信道 $H^{(r)}$ 独用，在这种情况下，第一通信装置同时上报第三指示信息和第四指示信息；当信道时域变化较慢时，第一通信装置计算的压缩矩阵 $W_{\text{Rx},1}^{(l)}$ 或 $W_{\text{Rx},1}^{(k)}$ 为多个时刻的信道 $H^{(r)}$ 共用，以降低压缩矩阵 $W_{\text{Rx},1}^{(l)}$ 或 $W_{\text{Rx},1}^{(k)}$ 的反馈量，在这种情况下，第一通信装置在不同时刻上报第三指示信息和第四指示信息。

在一种实现方式中，所述第一通信装置上报 CSI，包括：

所述第一通信装置在相同的时刻上报所述第六指示信息和所述第七指示信息；或

所述第一通信装置在不同的时刻上报所述第六指示信息和所述第七指示信息。

在该技术方案中，当信道时域变化较快时，第一通信装置为每一个时刻的信道 $H^{(r)}$ 单独计算压缩矩阵 $W_{\text{Rx},2}^{(l)}$ 或 $W_{\text{Rx},2}^{(k)}$ ，第一通信装置计算的压缩矩阵 $W_{\text{Rx},2}^{(l)}$ 或 $W_{\text{Rx},2}^{(k)}$ 为该时刻的信道 $H^{(r)}$ 独用，在这种情况下，第一通信装置同时上报第六指示信息和第七指示信息；当信道时域变化较慢时，第一通信装置计算的压缩矩阵 $W_{\text{Rx},2}^{(l)}$ 或 $W_{\text{Rx},2}^{(k)}$ 为多个时刻的信道 $H^{(r)}$ 共用，以降低压缩矩阵 $W_{\text{Rx},2}^{(l)}$ 或 $W_{\text{Rx},2}^{(k)}$ 的反馈量，在这种情况下，第一通信装置在不同时刻上报第六指示信息和第七指示信息。

在一种实现方式中，所述第三指示信息的上报为非周期上报，所述第四指示信息的上报为周期上报。

在该技术方案中，在所述第一通信装置在不同的时刻上报所述第三指示信息和所述第四指示信息情况下，第一通信装置可以周期上报压缩矩阵 $W_{\text{Rx},1}^{(l)}$ 或 $W_{\text{Rx},1}^{(k)}$ ，周期的大小决定第二通信装置获取压缩矩阵 $W_{\text{Rx},1}^{(l)}$ 或 $W_{\text{Rx},1}^{(k)}$ 的实时性，第一通信装置可以非周期上报三维矩阵 H^1 ，上报可以由第一通信装置或第二通信装置触发。

在一种实现方式中，所述第六指示信息的上报为非周期上报，所述第七指示信息的上报为周期上报。

在该技术方案中, 在所述第一通信装置在不同的时刻上报所述第六指示信息和所述第七指示信息情况下, 第一通信装置可以周期上报压缩矩阵 $W_{\text{Rx},2}^{(l)}$ 或 $W_{\text{Rx},2}^{(k)}$, 周期的大小决定第二通信装置获取压缩矩阵 $W_{\text{Rx},2}^{(l)}$ 或 $W_{\text{Rx},2}^{(k)}$ 的实时性, 第一通信装置可以非周期上报三维矩阵 $\mathcal{H}^2$, 上报可以由第一通信装置或第二通信装置触发。

在一种实现方式中, 所述 M_1 可配置, 所述网络设备通过 RRC 或媒体接入控制层控制信令 (Media Access Control Control Element, MACCE) 或下行链路控制信息 (Downlink Control Information, DCI) 信令配置 M_1 的取值。

在一种实现方式中, 所述 M_2 可配置, 所述网络设备通过 RRC 或 MACCE 或 DCI 信令配置 M_2 的取值。

第二方面, 本申请实施例提供了一种通信装置, 所述装置包括用于实现第一方面所述的上报 CSI 的方法的单元。

第三方面, 本申请实施例提供了一种计算机存储介质, 其特征在于, 所述计算机存储介质存储有计算机程序或指令, 当所述程序或指令被处理器执行时, 使所述处理器执行如第一方面所述的上报 CSI 的方法。

第四方面, 本申请实施例提供一种终端设备, 包括接收器和发射器, 所述接收器与发射器耦合, 其特征在于,

所述接收器, 用于接收来自于第二通信装置的配置信息, 所述配置信息用于配置所述发射器上报的 CSI;

所述发射器, 用于上报 CSI, 所述 CSI 用于指示矩阵 $H^{(r)}$, 所述矩阵 $H^{(r)}$ 用于指示所述终端设备第 r 个天线端口的信道, 所述矩阵 $H^{(r)}$ 为 N_t 行 N_{sb} 列的矩阵, N_{sb} 是所述 CSI 的上报带宽所包括的频域单元数量, N_t 为正整数, $r \in \{1, 2, \dots, N_r\}$, N_r 是所述终端设备的天线端口数量, 所述 CSI 包括第一指示信息和第二指示信息;

所述第二指示信息用于指示矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$, 所述矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$ 为 $2L$ 行 P 列的矩阵, L 为正整数, $2L$ 小于 N_t ;

所述第一指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Tx}}^{(r)}$, $H^{(r)} = W_{\text{Tx}}^{(r)} \times \tilde{H}^{(r)}$, $W_{\text{Tx}}^{(r)}$ 为 N_t 行 $2L$ 列的矩阵, P 为 N_{sb} , 或, 所述第一指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Tx}}^{(r)}$ 和矩阵 $W_{\text{Freq}}^{(r)}$, $H^{(r)} = W_{\text{Tx}}^{(r)} \times \tilde{H}^{(r)} \times (W_{\text{Freq}}^{(r)})^H$, $W_{\text{Tx}}^{(r)}$ 为 N_t 行 $2L$ 列的矩阵, $W_{\text{Freq}}^{(r)}$ 为 N_{sb} 行 K 列的矩阵, K 为正整数, K 小于 N_{sb} , P 为 K 。

第五方面, 本申请实施例提供一种网络设备, 包括接收器和发射器, 所述接收器与发射器耦合, 其特征在于,

所述发射器, 用于向第一通信装置发送配置信息, 所述配置信息用于配置所述第一通

信装置上报的 CSI;

所述接收器,用于接收 CSI,所述 CSI 用于指示矩阵 $H^{(r)}$,所述矩阵 $H^{(r)}$ 用于指示所述第一通信装置第 r 个天线端口的信道,所述矩阵 $H^{(r)}$ 为 N_t 行 N_{sb} 列的矩阵, N_{sb} 是所述 CSI 的上报带宽所包括的频域单元数量, N_t 为正整数, $r \in \{1, 2, \dots, N_r\}$, N_r 是所述第一通信装置的天线端口数量,所述 CSI 包括第一指示信息和第二指示信息;

所述第二指示信息用于指示矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$,所述矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$ 为 $2L$ 行 P 列的矩阵, L 为正整数, $2L$ 小于 N_t ;

所述第一指示信息用于指示矩阵 $W_{Tx}^{(r)}$, $H^{(r)} = W_{Tx}^{(r)} \times \tilde{H}^{(r)}$, $W_{Tx}^{(r)}$ 为 N_t 行 $2L$ 列的矩阵, P 为 N_{sb} , 或,所述第一指示信息用于指示矩阵 $W_{Tx}^{(r)}$ 和矩阵 $W_{Freq}^{(r)}$, $H^{(r)} = W_{Tx}^{(r)} \times \tilde{H}^{(r)} \times (W_{Freq}^{(r)})^H$, $W_{Tx}^{(r)}$ 为 N_t 行 $2L$ 列的矩阵, $W_{Freq}^{(r)}$ 为 N_{sb} 行 K 列的矩阵, K 为正整数, K 小于 N_{sb} , P 为 K 。

第六方面,本申请实施例提供一种芯片系统,其特征在于,所述芯片系统包括处理器和接口电路,所述接口电路与所述处理器耦合,

所述处理器用于执行计算机程序或指令,以实现如第一方面所述的方法;

所述接口电路用于与所述芯片系统之外的其它模块进行通信。

附图说明

图 1 是本发明实施例提供的一种通信系统的结构示意图;

图 2 是本发明实施例提供的一种上报 CSI 的方法的流程示意图;

图 3 是本发明实施例提供的一种矩阵压缩的示意图;

图 4 是本发明实施例提供的另一种通信系统的结构示意图;

图 5 是本发明实施例提供的一种终端设备的结构示意图;

图 6 是本发明实施例提供的一种网络设备的结构示意图。

具体实施方式

下面结合本发明实施例中的附图对本发明实施例进行描述。

为了更好的理解本申请实施例公开的上报信道状态信息的方法、装置及相关设备,下面首先对本申请实施的通信系统进行描述。请参见图 1,图 1 是本申请实施例公开的一种通信系统的结构示意图,该通信系统可以包括至少一个第一通信装置以及至少一个第二通信装置,其中,第一通信装置与第二通信装置建立通信连接。

相对现有的一种终端设备向网络设备反馈 CSI 的技术方案,网络设备仅能获取信道矩阵 H 的特征向量 V ,无法获取信道矩阵 H ,继而无法支持脏纸编码、迭代预编码等高性能非线性预编码以及基于信道矩阵 H 的信道信息预测,具体为:终端设备反馈的 CSI 包括信道矩阵的 RI、PMI 和 CQI,其中 PMI 包括 PMI1 和 PMI2,PMI1 用于指示矩阵 W_1 中的全部元素,PMI2 用于指示矩阵 W_2 中的全部元素, W_1 和 W_2 的乘积表征信道矩阵 H 的特征向量 V 。

本申请实施例中，第一通信装置接收来自于第二通信装置的配置信息，配置信息用于配置第一通信装置上报的 CSI。然后，第一通信装置可以上报 CSI，CSI 包括第一指示信息和第二指示信息。

其中，CSI 用于指示矩阵 $H^{(r)}$ ，矩阵 $H^{(r)}$ 用于指示第一通信装置第 r 个天线端口的信道， $r \in \{1, 2, \dots, N_r\}$ ， N_r 是第一通信装置的天线端口数量。矩阵 $H^{(r)}$ 为 N_t 行 N_{sb} 列的矩阵，示例性的，矩阵 $H^{(r)}$ 可以为 N_t 行 N_{sb} 列的复矩阵。

其中， N_{sb} 是 CSI 的上报带宽所包括的频域单元数量。 N_t 是第二通信装置的天线端口数量。

例如，如果第一指示信息用于指示矩阵 $W_{Tx}^{(r)}$ 和矩阵 $W_{Freq}^{(r)}$ ， $W_{Tx}^{(r)}$ 为 N_t 行 $2L$ 列的矩阵， $W_{Freq}^{(r)}$ 为 N_{sb} 行 K 列的矩阵， L 为正整数， $2L$ 小于 N_t ， K 为正整数， K 小于 N_{sb} ，则所述第二指示信息用于指示矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$ ，所述矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$ 为 $2L$ 行 K 列的矩阵， $H^{(r)} = W_{Tx}^{(r)} \times \tilde{H}^{(r)} \times (W_{Freq}^{(r)})^H$ 。

其中， $W_{Tx}^{(r)}$ 的形式为：由 L 个基底按如下顺序排列为对角块矩阵， $W_{Tx}^{(r)} = \begin{bmatrix} b_{Tx,0}^r \cdots b_{Tx,L-1}^r & 0 \\ 0 & b_{Tx,0}^r \cdots b_{Tx,L-1}^r \end{bmatrix}$ ， L 个基底可以来源于一组预定义的基底。第一通信装置可以通过上报 $W_{Tx}^{(r)}$ 中每个基底的索引来上报 $W_{Tx}^{(r)}$ 。

其中， $W_{Freq}^{(r)}$ 的形式为：由 K 个基底按如下方式构成 $W_{Freq}^{(r)} = [b_{Freq,0}^r \cdots b_{Freq,K-1}^r]$ ， K 个基底可以来源于一组预定义的基底。第一通信装置可以通过上报 $W_{Freq}^{(r)}$ 中每个基底的索引来上报 $W_{Freq}^{(r)}$ 。

在该实施例中，通过 $W_{Tx}^{(r)}$ 和 $W_{Freq}^{(r)}$ ，包含 $N_t N_{sb}$ 个元素的信道矩阵 $H^{(r)}$ 被压缩为包含 $2LK$ 个元素的矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$ ，降低了需要反馈的元素的个数，进而降低反馈 CSI 的开销。另外，第一通信装置将包括第一指示信息和第二指示信息的 CSI 发送给第二通信装置，第二通信装置可以基于第一指示信息和第二指示信息确定信道矩阵 $H^{(r)}$ ，以支持非线性预编码，以及更好的信道信息预测。

又如，如果第一指示信息用于指示矩阵 $W_{Tx}^{(r)}$ ， $W_{Tx}^{(r)}$ 为 N_t 行 $2L$ 列的矩阵， L 为正整数， $2L$ 小于 N_t ，则第二指示信息用于指示矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$ ，矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$ 为 $2L$ 行 N_{sb} 列的矩阵， $H^{(r)} = W_{Tx}^{(r)} \times \tilde{H}^{(r)}$ 。

在该实施例中，通过 $W_{Tx}^{(r)}$ ，包含 $N_t N_{sb}$ 个元素的信道矩阵 $H^{(r)}$ 被压缩为包含 $2LN_{sb}$ 个元素的矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$ ，降低了需要反馈的元素的个数，进而降低反馈 CSI 的开销。另外，第一通信装置将包括第一指示信息和第二指示信息的 CSI 发送给第二通信装置，第二通信装置可以

基于第一指示信息和第二指示信息确定信道矩阵 $H^{(r)}$ ，以支持非线性预编码，以及更好的信道信息预测。

本发明实施例的技术方案可以应用于各种通信系统，例如：全球移动通讯（Global System of Mobile communication, GSM）系统、码分多址（Code Division Multiple Access, CDMA）系统、宽带码分多址（Wideband Code Division Multiple Access, WCDMA）系统、通用分组无线业务（General Packet Radio Service, GPRS）、长期演进（Long Term Evolution, LTE）系统、LTE 频分双工（Frequency Division Duplex, FDD）系统、LTE 时分双工（Time Division Duplex, TDD）、通用移动通信系统（Universal Mobile Telecommunication System, UMTS）、全球互联微波接入（Worldwide Interoperability for Microwave Access, WiMAX）通信系统、第五代移动通信技术（4th-Generation, 4G）通信系统、4G 新空口（New Radio, NR）通信系统、NR、URLLC、NB-IoT 或者 eMTC 系统等。

第二通信装置可以为网络设备，网络设备具体可以是无线局域网（Wireless Local Area Networks, WLAN）中的接入点（Access Point, AP）、全球移动通信系统（Global System for Mobile Communication, GSM）或码分多址（Code Division Multiple Access, CDMA）中的基站收发信台（Base Transceiver Station, BTS）、宽带码分多址（Wideband Code Division Multiple Access, WCDMA）中的基站（NodeB, NB）、LTE 系统中的演进型基站（Evolutional Node B, eNB）、中继站或接入点、车载设备、可穿戴设备、未来 4G 网络中的接入网设备以及未来演进的公共陆地移动网络（Public Land Mobile Network, PLMN）中的接入网设备等中的任意一种。

第一通信装置可以为终端设备，终端设备也可以称为用户设备（User Equipment, UE）、移动台、接入终端、用户单元、用户站、移动站、远方站、远程终端、移动设备、终端、无线通信设备、用户代理或用户装置等，其具体可以是 WLAN 中的站点（Station, ST）、蜂窝电话、无绳电话、会话启动协议（Session Initiation Protocol, SIP）电话、无线本地环路（Wireless Local Loop, WLL）站、个人数字处理（Personal Digital Assistant, PDA）、具有无线通信功能的手持设备、计算设备、连接到无线调制解调器的其它处理设备、车载设备、可穿戴设备、未来 4G 网络中的移动台以及未来演进的 PLMN 网络中的终端设备等中的任意一种。

基于图 1 所示的通信系统的结构示意图，请参见图 2，图 2 是本发明实施例提供的一种上报 CSI 的方法的流程示意图。具体的，如图 2 所示，本发明实施例的上报 CSI 的方法可以包括以下步骤：

201、第二通信装置向第一通信装置发送配置信息，配置信息用于配置第一通信装置上报的 CSI。

202、第一通信装置获取 CSI，CSI 包括第一指示信息和第二指示信息，第一指示信息用于指示矩阵 $W_{Tx}^{(r)}$ 和矩阵 $W_{Freq}^{(r)}$ ，第二指示信息用于指示矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$ 。

第一通信装置可以将矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$ 作为复数矩阵整体进行压缩，或者对矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$ 的幅度矩阵进行压缩，或者对矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$ 的相位矩阵进行压缩，或者分别对矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$ 的幅度矩阵以及矩阵

$\tilde{\mathbf{H}}^{(r)}$ 的相位矩阵进行压缩, 或者直接上报矩阵 $\tilde{\mathbf{H}}^{(r)}$ 的相位矩阵, 即不对矩阵 $\tilde{\mathbf{H}}^{(r)}$ 的相位矩阵进行压缩。

一、在将矩阵 $\tilde{\mathbf{H}}^{(r)}$ 作为复数矩阵整体进行压缩的情况下, 第二指示信息可以包括第三指示信息和第四指示信息。第三指示信息用于指示三维矩阵 $\mathcal{H}^1$, $\mathcal{H}^1$ 为 $L \times K \times M_1$ (即 L 行 K 列 M_1 页) 的三维矩阵, M_1 为正整数。第四指示信息用于指示矩阵 $\mathbf{W}_{\text{Rx},1}^{(l)}$, $l \in \{1, 2, \dots, L\}$, $\mathbf{W}_{\text{Rx},1}^{(l)}$ 为 $2N_r$ 行 M_1 列矩阵。或者, 在将矩阵 $\tilde{\mathbf{H}}^{(r)}$ 作为复数矩阵整体进行压缩的情况下, 第二指示信息可以包括第三指示信息和第四指示信息。第三指示信息用于指示三维矩阵 $\mathcal{H}^1$, $\mathcal{H}^1$ 为 $L \times K \times M_1$ (即 L 行 K 列 M_1 页) 的三维矩阵, M_1 为正整数。第四指示信息用于指示矩阵 $\mathbf{W}_{\text{Rx},1}^{(k)}$, $k \in \{1, 2, \dots, K\}$, $\mathbf{W}_{\text{Rx},1}^{(k)}$ 为 $2N_r$ 行 M_1 列矩阵。

其中, 三维矩阵 $\mathcal{H}^1$ 也可以称为三维张量 $\mathcal{H}^1$ 。

在一种实现方式中, 在第四指示信息用于指示矩阵 $\mathbf{W}_{\text{Rx},1}^{(l)}$ 的情况下, l 取值不同时, $\mathbf{W}_{\text{Rx},1}^{(l)}$ 是相同的矩阵, 通过该方案可降低反馈 $\mathbf{W}_{\text{Rx},1}^{(l)}$ 的开销。或者, 在第四指示信息用于指示矩阵 $\mathbf{W}_{\text{Rx},1}^{(k)}$ 的情况下, k 取值不同时, $\mathbf{W}_{\text{Rx},1}^{(k)}$ 是相同的矩阵, 通过该方案可降低反馈 $\mathbf{W}_{\text{Rx},1}^{(k)}$ 的开销。此时, $\mathbf{W}_{\text{Rx},1}^{(l)}$ 或 $\mathbf{W}_{\text{Rx},1}^{(k)}$ 可以由 $\mathbf{W}_{\text{Rx},1}$ 表示。

举例来说, 第一通信装置可以按如下方法构造 $\mathbf{W}_{\text{Rx},1}$: 第一通信装置接收参考信号进行测量, 得到 $\tilde{\mathbf{H}}_1^{(r)}$ 和 $\tilde{\mathbf{H}}_2^{(r)}$, $\tilde{\mathbf{H}}_1^{(r)}$ 和 $\tilde{\mathbf{H}}_2^{(r)}$ 均为规模 $L \times K$ (即 L 行 K 列) 的矩阵, $\tilde{\mathbf{H}}_1^{(r)}$ 和 $\tilde{\mathbf{H}}_2^{(r)}$ 是分别根据第二通信装置两个极化方向天线端口与第一通信装置第 r 个天线端口之间的信道确定的系数矩阵。然后第一通信装置将 $2N_r$ 个二维矩阵 $\tilde{\mathbf{H}}_i^{(r)}$, $r \in \{1, 2, \dots, N_r\}$, $i \in \{1, 2\}$ 拼接为 $L \times K \times 2N_r$ (即 L 行 K 列 $2N_r$ 页) 的三维矩阵 $\tilde{\mathcal{H}}^1$, 并将三维矩阵 $\tilde{\mathcal{H}}^1$ 展开为规模为 $2N_r \times KL$ (即 $2N_r$ 行 KL 列) 的二维矩阵 $\tilde{\mathbf{H}}$ 。第一通信装置令 $\mathbf{H}^{\text{cal}} = \tilde{\mathbf{H}} \in \mathbb{C}^{2N_r \times KL}$ 这个规模的复数矩阵, 并对 $\mathbf{H}^{\text{cal}}$ 的协方差矩阵 $\text{Cov}(\mathbf{H}^{\text{cal}}) = \mathbf{H}^{\text{cal}} * (\mathbf{H}^{\text{cal}})^H$ 进行特征分解, 其最大的 M_1 个特征值对应的特征向量构成压缩矩阵 $\mathbf{W}_{\text{Rx},1} \in \mathbb{C}^{2N_r \times M_1}$ 。可选的, 第一通信装置还可以将最大的 M_1 个特征值对应的特征向量进行量化后构成压缩矩阵 $\mathbf{W}_{\text{Rx},1} \in \mathbb{C}^{2N_r \times M_1}$ 。

首先, 第一通信装置可以进行矩阵变形, 以图3为例, 第一通信装置可以将 $\tilde{\mathbf{H}}^{(r)}$ 拆分为

$\begin{bmatrix} \tilde{\mathbf{H}}_1^{(r)} \\ \tilde{\mathbf{H}}_2^{(r)} \end{bmatrix}$, 构成 $2N_r$ 个规模为 $L \times K$ (即 L 行 K 列) 的矩阵。第一通信装置把 $\tilde{\mathbf{H}}_1^{(r)}$, $r \in$

$\{1, 2, \dots, N_r\}$ 放在 $\tilde{\mathbf{H}}_2^{(r)}$, $r \in \{1, 2, \dots, N_r\}$ 后面, 得到新构造的三维矩阵, 新构造的三维矩阵中包含 KL 个长度为 $2N_r$ 的向量。第一通信装置将这 KL 个长度为 $2N_r$ 的向量按任意顺序排列, 构成规模为 $2N_r$ 行 KL 列的二维矩阵 $\bar{\mathbf{H}}$ 。

进一步的, 第一通信装置可以构造压缩矩阵, 例如第一通信装置可以令 $\bar{\mathbf{H}}^{cal} = \bar{\mathbf{H}} \in \mathbb{C}^{2N_r \times KL}$ 这个规模的复数矩阵, 对 $\bar{\mathbf{H}}^{cal}$ 的协方差矩阵 $\text{Cov}(\bar{\mathbf{H}}^{cal}) = \bar{\mathbf{H}}^{cal} * (\bar{\mathbf{H}}^{cal})^H$ 进行特征分解得到 $\text{Cov}(\bar{\mathbf{H}}^{cal}) = \mathbf{V} \mathbf{D} \mathbf{V}^H$ 。其中, $\mathbf{D}$ 是规模为 $2N_r \times 2N_r$ (即 $2N_r$ 行 $2N_r$ 列) 的矩阵, 对角线元素为按降序排列的特征值。 $\mathbf{V}$ 是规模为 $2N_r \times 2N_r$ (即 $2N_r$ 行 $2N_r$ 列) 的矩阵, 每一列为一个特征向量, 与 $\mathbf{D}$ 中的特征值对应。第一通信装置可以通过 $\mathbf{W}_{Rx,1} = \mathbf{V}(:, [1:M_1])$ 得到压缩矩阵 $\mathbf{W}_{Rx,1}$ 。可选的, 第一通信装置还可以将 $\mathbf{W}_{Rx,1} = \mathbf{V}(:, [1:M_1])$ 进行量化后构成压缩矩阵 $\mathbf{W}_{Rx,1} \in \mathbb{C}^{2N_r \times M_1}$ 。

在上述 $\mathbf{W}_{Rx,1}$ 的构造方式下, 第三指示信息和第四指示信息指示复数矩阵 $\tilde{\mathbf{H}}^{(r)}$, $\tilde{\mathbf{H}}^{(r)}$ 由

$$\tilde{\mathbf{H}}^{(r)} = \begin{bmatrix} \tilde{\mathbf{H}}_1^{(r)} \\ \tilde{\mathbf{H}}_2^{(r)} \end{bmatrix} \text{ 得到。}$$

其中, $\tilde{\mathbf{H}}_1^{(r)}$ 为 L 行 K 列的二维矩阵, 由式 $\tilde{\mathbf{H}}_1^{(r)}(l, k) = \bar{h}_{l,k}(r + N_r)$, $l \in \{1, \dots, L\}$, $k \in \{1, \dots, K\}$ 得到, $\tilde{\mathbf{H}}_2^{(r)}$ 为 L 行 K 列的二维矩阵, 由式 $\tilde{\mathbf{H}}_2^{(r)}(l, k) = \bar{h}_{l,k}(r)$, $l \in \{1, \dots, L\}$, $k \in \{1, \dots, K\}$ 得到。

所述 $\bar{h}_{l,k}$ 是长度为 $2N_r$ 的一维向量, 由式 $\bar{h}_{l,k} = \mathbf{W}_{Rx,1} \times \mathcal{H}_{l,k}^1$ 得到, $\mathcal{H}_{l,k}^1$ 表示取矩阵 $\mathcal{H}^1$ 固定前两个索引长度 M_1 的一维向量, 所述长度 M_1 的一维向量中第 m 个元素为 $\mathcal{H}_{l,k,m}^1$, $\times$ 为把一维向量 $\mathcal{H}_{l,k}^1$ 当做列向量的矩阵乘运算。

在一种实现方式中, 为了进一步降低反馈压缩矩阵 $\mathbf{W}_{Rx,1}$ 的开销, T_s 个时刻的信道共享压缩矩阵 $\mathbf{W}_{Rx,1}$, 其中 $\bar{\mathbf{H}}^{cal} = [\bar{\mathbf{H}}_1 \bar{\mathbf{H}}_2 \bar{\mathbf{H}}_3 \dots \bar{\mathbf{H}}_{T_s}]$ 。

在一种实现方式中, 压缩矩阵 $\mathbf{W}_{Rx,1}$ 和合并系数矩阵 $\mathcal{H}^1$ 的上报方式可以包括如下两种:

压缩矩阵 $\mathbf{W}_{Rx,1}$ 和合并系数矩阵 $\mathcal{H}^1$ 可以在相同的时刻上报。

压缩矩阵 $\mathbf{W}_{Rx,1}$ 和合并系数矩阵 $\mathcal{H}^1$ 可以在不同的时刻上报。例如, 压缩矩阵 $\mathbf{W}_{Rx,1}$ 周期上报, 合并系数矩阵 $\mathcal{H}^1$ 非周期上报, 压缩矩阵 $\mathbf{W}_{Rx,1}$ 可以被多个合并系数矩阵 $\mathcal{H}^1$ 共用。

二、在对矩阵 $\tilde{\mathbf{H}}^{(r)}$ 的幅度矩阵进行压缩的情况下, 第三指示信息和第四指示信息指示矩阵 $\tilde{\mathbf{H}}^{(r)}$ 的幅度矩阵 $\text{amp}(\tilde{\mathbf{H}}^{(r)})$ 。

其中, 本申请实施例对幅度矩阵 $\text{amp}(\tilde{\mathbf{H}}^{(r)})$ 的描述方式和对复数矩阵 $\tilde{\mathbf{H}}^{(r)}$ 的描述类似,

具体可参见本申请实施例对复数矩阵 $\tilde{\mathbf{H}}^{(r)}$ 的描述, 本申请实施例不再赘述。

三、在直接上报矩阵 $\tilde{\mathbf{H}}^{(r)}$ 的相位矩阵的情况下, 第二指示信息包括第五指示信息, 所述第五指示信息用于指示矩阵 $\tilde{\mathbf{H}}^{(r)}$ 中元素的相位。

四、在对矩阵 $\tilde{\mathbf{H}}^{(r)}$ 的相位矩阵进行压缩的情况下, 第五指示信息可以包括第六指示信息和第七指示信息。第六指示信息用于指示三维矩阵 $\mathcal{H}^2$, $\mathcal{H}^2$ 为 $L \times K \times M_2$ (即 L 行 K 列 M_2 页)的三维矩阵, M_2 为正整数。第七指示信息用于指示矩阵 $\mathbf{W}_{\text{Rx},2}^{(l)}$, $l \in \{1, 2, \dots, L\}$, $\mathbf{W}_{\text{Rx},2}^{(l)}$ 为 $2N_r$ 行 M_2 列矩阵。

或者, 第五指示信息可以包括第六指示信息和第七指示信息。第六指示信息用于指示三维矩阵 $\mathcal{H}^2$, $\mathcal{H}^2$ 为 $L \times K \times M_2$ 的三维矩阵, M_2 为正整数。第七指示信息用于指示矩阵 $\mathbf{W}_{\text{Rx},2}^{(k)}$, $k \in \{1, 2, \dots, K\}$, $\mathbf{W}_{\text{Rx},2}^{(k)}$ 为 $2N_r$ 行 M_2 列矩阵。

其中, 本申请实施例对相位矩阵 $\text{asp}(\tilde{\mathbf{H}}^{(r)})$ 的描述方式和对复数矩阵 $\tilde{\mathbf{H}}^{(r)}$ 的描述类似, 具体可参见本申请实施例对复数矩阵 $\tilde{\mathbf{H}}^{(r)}$ 的描述, 本申请实施例不再赘述。

其中, 三维矩阵 $\mathcal{H}^2$ 也可以称为三维张量 $\mathcal{H}^2$ 。

在一种实现方式中, 矩阵 $\mathbf{W}_{\text{Rx},2}^{(l)}$ 和三维矩阵 $\mathcal{H}^2$ 的上报方式可以包括如下两种:

矩阵 $\mathbf{W}_{\text{Rx},2}^{(l)}$ 和三维矩阵 $\mathcal{H}^2$ 可以在相同的时刻上报。

矩阵 $\mathbf{W}_{\text{Rx},2}^{(l)}$ 和三维矩阵 $\mathcal{H}^2$ 可以在不同的时刻上报。例如, 矩阵 $\mathbf{W}_{\text{Rx},2}^{(l)}$ 周期上报, 三维矩阵 $\mathcal{H}^2$ 非周期上报, 矩阵 $\mathbf{W}_{\text{Rx},2}^{(l)}$ 可以被多个三维矩阵 $\mathcal{H}^2$ 共用。

在一种实现方式中, 矩阵 $\mathbf{W}_{\text{Rx},2}^{(k)}$ 和三维矩阵 $\mathcal{H}^2$ 的上报方式可以包括如下两种:

矩阵 $\mathbf{W}_{\text{Rx},2}^{(k)}$ 和三维矩阵 $\mathcal{H}^2$ 可以在相同的时刻上报。

矩阵 $\mathbf{W}_{\text{Rx},2}^{(k)}$ 和三维矩阵 $\mathcal{H}^2$ 可以在不同的时刻上报。例如, 矩阵 $\mathbf{W}_{\text{Rx},2}^{(k)}$ 周期上报, 三维矩阵 $\mathcal{H}^2$ 非周期上报, 矩阵 $\mathbf{W}_{\text{Rx},2}^{(k)}$ 可以被多个三维矩阵 $\mathcal{H}^2$ 共用。

五、在分别对矩阵 $\tilde{\mathbf{H}}^{(r)}$ 的幅度矩阵和矩阵 $\tilde{\mathbf{H}}^{(r)}$ 的相位矩阵进行压缩的情况下, 第二指示信息包括第三指示信息、第四指示信息以及第五指示信息。

其中, 本申请实施例中的第三指示信息和第四指示信息可参见本申请实施例对幅度矩阵 $\text{amp}(\tilde{\mathbf{H}}^{(r)})$ 进行压缩的情况下的具体描述, 另外, 本申请实施例中的第五指示信息可参见

本申请实施例对相位矩阵 $\text{asp}(\tilde{H}^{(r)})$ 进行压缩的情况下的具体描述, 本申请实施例不再赘述。

在一种实现方式中, 幅度矩阵 $\text{amp}(\tilde{H}^{(r)})$ 的压缩率由 M_1 决定, 相位矩阵 $\text{asp}(\tilde{H}^{(r)})$ 的压缩率由 M_2 决定, 可通过设定不同的 M_1 和 M_2 实现矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$ 幅度和相位的不同压缩率, 优选的, M_1 小于 M_2 。

在一种实现方式中, 在第一指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Tx}}^{(r')}$ 和矩阵 $W_{\text{Freq}}^{(r')}$ 的情况下, 对于任意 $r', r'' \in \{1, 2, \dots, N_r\}$, $l', l'' \in \{1, 2, \dots, 2L\}$, 若 $r' \neq r''$ 且 $W_{\text{Tx}}^{(r')}(:, l') = W_{\text{Tx}}^{(r'')}(:, l'')$, 则 $l' = l''$, 对于任意 $r', r'' \in \{1, 2, \dots, N_r\}$, $k', k'' \in \{1, 2, \dots, K\}$, 若 $r' \neq r''$ 且 $W_{\text{Freq}}^{(r')}(:, k') = W_{\text{Freq}}^{(r'')}(:, k'')$, 则 $k' = k''$ 。

本申请实施例中, 矩阵 $W_{\text{Tx}}^{(r')}$ 的各列向量为对矩阵 $H^{(r')}$ 压缩的基底, 矩阵 $W_{\text{Tx}}^{(r'')}$ 的各列向量为对矩阵 $H^{(r'')}$ 压缩的基底, 矩阵 $W_{\text{Tx}}^{(r')}$ 的各列向量和矩阵 $W_{\text{Tx}}^{(r'')}$ 的各列向量可以来源于同一组预定义的 DFT 基底, 若矩阵 $W_{\text{Tx}}^{(r')}$ 和矩阵 $W_{\text{Tx}}^{(r'')}$ 选取了同一个 DFT 基底, 即 $W_{\text{Tx}}^{(r')}(:, l') = W_{\text{Tx}}^{(r'')}(:, l'')$, 则将该 DFT 基底在矩阵 $W_{\text{Tx}}^{(r')}$ 和矩阵 $W_{\text{Tx}}^{(r'')}$ 中放在相同的位置, 即 $l' = l''$, 这样矩阵 $H^{(r')}$ 和矩阵 $H^{(r'')}$ 压缩后的矩阵 $\tilde{H}^{(r')}$ 和矩阵 $\tilde{H}^{(r'')}$ 的第 $l' = l''$ 行对应同一个基底; 类似地, 矩阵 $W_{\text{Freq}}^{(r')}$ 和矩阵 $W_{\text{Freq}}^{(r'')}$ 的约束使得矩阵 $\tilde{H}^{(r')}$ 和矩阵 $\tilde{H}^{(r'')}$ 的同一列尽量对应同一基底。上述对于矩阵 $W_{\text{Tx}}^{(r')}$ 和矩阵 $W_{\text{Freq}}^{(r')}$ 的约束可提高向量 $[\tilde{H}^{(1)}(l, k), \dots, \tilde{H}^{(N_r)}(l, k)]$, $l \in \{1, 2, \dots, 2L\}$, $k \in \{1, 2, \dots, K\}$ 之间的相关性, 从而提升压缩效果。

在一种实现方式中, 第三指示信息包括用于指示 $\mathcal{H}^1$ 中元素 $\mathcal{H}_{l, k, g}^1$ 的 $X_{l, k, g}^1$ 个比特, $X_{l, k, g}^1$ 是正整数, 若所述第四指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx}, 1}^{(l)}$, 则所述第四指示信息包括用于指示矩阵 $W_{\text{Rx}, 1}^{(l)}$ 中第 c 行第 d 列的元素 $W_{\text{Rx}, 1}^{(l)}(c, d)$ 的 $Y_{l, c, d}^1$ 个比特, $Y_{l, c, d}^1$ 是正整数, 或, 若所述第四指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx}, 1}^{(k)}$, 则所述第四指示信息包括用于指示矩阵 $W_{\text{Rx}, 1}^{(k)}$ 中第 c 行第 d 列的元素 $W_{\text{Rx}, 1}^{(k)}(c, d)$ 的 $Z_{k, c, d}^1$ 个比特, $Z_{k, c, d}^1$ 是正整数。

可选的, 若所述第四指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx}, 1}^{(l)}$, 所述 $Y_{l, c, d}^1$ 大于等于 $X_{l, k, g}^1$ 。可选的, 若所述第四指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx}, 1}^{(k)}$, $Z_{k, c, d}^1$ 大于等于 $X_{l, k, g}^1$ 。

本申请实施例中, 由于所述第四指示信息指示的矩阵 $W_{\text{Rx},1}^{(l)}$, $l \in \{1,2,\dots,L\}$ 或 $W_{\text{Rx},1}^{(k)}$, $k \in \{1,2,\dots,K\}$ 为对所述矩阵 $\tilde{H}^1$ 压缩的基底矩阵, 所述第三指示信息指示的三维矩阵 $\mathcal{H}^1$ 为对所述矩阵 $\tilde{H}^1$ 压缩的合并系数矩阵, 在选择相同的压缩基底个数 M_1 的情况下, 压缩基底的元素的量化精度不低于合并系数的精度有利于降低压缩损失, 即压缩后的信道矩阵更匹配真实的信道矩阵。当 $W_{\text{Rx},1}^{(l)} = W_{\text{Rx},1}$, 即 l 取值不同时基底矩阵相同, 或当 $W_{\text{Rx},1}^{(k)} = W_{\text{Rx},1}$, 即 k 取值不同时基底矩阵相同时, 提高压缩基底元素的量化精度更有必要。换另外一个角度说, 在压缩损失一定的情况下, 提高压缩基底元素的量化精度有利于减少选择的压缩基底个数 M_1 , 有利于降低上报 CSI 的开销。

在一种实现方式中, 第六指示信息包括用于指示 $\mathcal{H}^2$ 中元素 $\mathcal{H}_{l,k,f}^2$ 的 $X_{l,k,f}^2$ 个比特, $X_{l,k,f}^2$ 是正整数, 若所述第七指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},2}^{(l)}$, 则所述第七指示信息包括用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},2}^{(l)}$ 中第 c 行第 d 列的元素 $W_{\text{Rx},2}^{(l)}(c,d)$ 的 $Y_{l,c,d}^2$ 个比特, $Y_{l,c,d}^2$ 是正整数, 或, 若所述第七指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},2}^{(k)}$, 则所述第七指示信息包括用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},2}^{(k)}$ 中第 c 行第 d 列的元素 $W_{\text{Rx},2}^{(k)}(c,d)$ 的 $Z_{k,c,d}^2$ 个比特, $Z_{k,c,d}^2$ 是正整数。

可选的, 若所述第七指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},2}^{(l)}$, 所述 $Y_{l,c,d}^2$ 大于等于 $X_{l,k,f}^2$ 。可选的, 若所述第七指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},2}^{(k)}$, $Z_{k,c,d}^2$ 大于等于 $X_{l,k,f}^2$ 。

本申请实施例中, 由于所述第七指示信息指示的矩阵 $W_{\text{Rx},2}^{(l)}$, $l \in \{1,2,\dots,L\}$ 或 $W_{\text{Rx},2}^{(k)}$, $k \in \{1,2,\dots,K\}$ 为对所述矩阵 $\tilde{H}^2$ 压缩的基底矩阵, 所述第六指示信息指示的三维矩阵 $\mathcal{H}^2$ 为对所述矩阵 $\tilde{H}^2$ 压缩的合并系数矩阵, 在选择相同的压缩基底个数 M_2 的情况下, 压缩基底的元素的量化精度不低于合并系数的精度有利于降低压缩损失, 即压缩后的信道矩阵更匹配真实的信道矩阵。当 $W_{\text{Rx},2}^{(l)} = W_{\text{Rx},2}$, 即 l 取值不同时基底矩阵相同, 或当 $W_{\text{Rx},2}^{(k)} = W_{\text{Rx},2}$, 即 k 取值不同时基底矩阵相同时, 提高压缩基底元素的量化精度更有必要。换另外一个角度说, 在压缩损失一定的情况下, 提高压缩基底元素的量化精度有利于减少选择的压缩基底个数 M_2 , 有利于降低上报 CSI 的开销。

203、第一通信装置上报 CSI。

若第一通信装置直接反馈矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$, $r \in \{1,2,\dots,N_r\}$, 反馈量为 $N_{\text{trans}}^{\text{normal}} = 2N_r \times KL \times$

$N_{bits/coeff}^1$, 其中 $N_{bits/coeff}^1$ 为反馈每一个参数的比特数。在第三指示信息和第四指示信息指示复数矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$ 的实施方案中, 压缩矩阵 $W_{Rx,1}$ 为 T_s 个时刻公用, 反馈量包括两部分: 反馈第四指示信息的反馈量 $N_{trans}^{basis} = \frac{2N_r \times M_1 \times N_{bits/coeff}^2}{T_s}$, 以及反馈第三指示信息的反馈量 $N_{trans}^{compressed} = M_1 \times KL \times N_{bits/coeff}^3$ 。其中 $N_{bits/coeff}^2$ 和 $N_{bits/coeff}^3$ 为反馈每一个参数的比特数。

当 $N_r = 4$ 、 $L = 4$ 、 $K = 4$ 、 $N_{bits/coeff}^1 = 6$ 、 $N_{bits/coeff}^2 = 6$ 、 $N_{bits/coeff}^3 = 6$ 时, 压缩率如表 1 所示:

表1

	$T_s = 1$	$T_s = 3$	$T_s = 5$	$T_s = 9$
$M_1=2$	0.3400	0.2733	0.2556	0.2511
$M_1=3$	0.4240	0.4240	0.4000	0.3916
$M_1=4$	0.6000	0.4556	0.4333	0.4222
$M_1=4$	0.7640	0.6073	0.5556	0.5427
$M_1=5$	1.0400	0.7400	0.7000	0.6733

压缩率指的是: 反馈第三指示信息和第四指示信息的反馈量与直接反馈矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$ 的反馈量之间的比值。

在本发明实施例中, 通过 $W_{Tx}^{(r)}$ 和 $W_{Freq}^{(r)}$, 包含 $N_t N_{sb}$ 个元素的信道矩阵 $H^{(r)}$ 被压缩为包含 $2LK$ 个元素的矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$, 降低了需要反馈的元素的个数, 进而降低反馈 CSI 的开销。其次, 通过将矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$ 作为复数矩阵整体进行压缩, 将包含 $2L \times K \times N_r$ 个元素的矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$, $r \in \{1, 2, \dots, N_r\}$ 压缩为仅包含 $L \times K \times M_1$ 个元素的矩阵 $\mathcal{H}^1$, 大幅度降低 CSI 上报开销, 同时不带来明显的性能损失, 或者通过对矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$ 的幅度矩阵 $\text{amp}(\tilde{H}^{(r)})$ 进行压缩, 将包含 $2L \times K \times N_r$ 个元素的幅度矩阵 $\text{amp}(\tilde{H}^{(r)})$, $r \in \{1, 2, \dots, N_r\}$ 压缩为仅包含 $L \times K \times M_1$ 个元素的矩阵 $\mathcal{H}^1$, 可在大幅度降低 CSI 上报开销的同时, 不带来明显的性能损失, 或者通过对矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$ 的相位矩阵 $\text{asp}(\tilde{H}^{(r)})$ 进行压缩, 将包含 $2L \times K \times N_r$ 个元素的相位矩阵 $\text{asp}(\tilde{H}^{(r)})$, $r \in \{1, 2, \dots, N_r\}$ 压缩为仅包含 $L \times K \times M_2$ 个元素的矩阵 $\mathcal{H}^2$, 可在大幅度降低 CSI 上报开销的同时, 不带来明显的性能损失。另外, 第一通信装置将包括第一指示信息和第二指示信息的 CSI 发送给第二通信装置, 第二通信装置可以基于第一指示信息和第二指示信息确定信道矩阵 $H^{(r)}$, 以

支持非线性预编码, 以及更好的信道信息预测。

基于图 1 所示的通信系统的结构示意图, 本发明实施例提供另一种上报 CSI 的方法。具体的, 本发明实施例的上报 CSI 的方法可以包括以下步骤:

第二通信装置向第一通信装置发送配置信息, 配置信息用于配置第一通信装置上报的 CSI;

第一通信装置上报 CSI, CSI 包括第一指示信息和第二指示信息, 第一指示信息用于指示矩阵 $W_{Tx}^{(r)}$, 第二指示信息用于指示矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$ 。

第一通信装置可以将矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$ 作为复数矩阵整体进行压缩, 或者对矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$ 的幅度矩阵进行压缩, 或者对矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$ 的相位矩阵进行压缩, 或者分别对矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$ 的幅度矩阵以及矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$ 的相位矩阵进行压缩, 或者直接上报矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$ 的相位矩阵, 即不对矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$ 的相位矩阵进行压缩。

一、在将矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$ 作为复数矩阵整体进行压缩的情况下, 第二指示信息可以包括第三指示信息和第四指示信息。第三指示信息用于指示三维矩阵 $\mathcal{H}^1$, $\mathcal{H}^1$ 为 $L \times N_{sb} \times M_1$ 的三维矩阵, M_1 为正整数。第四指示信息用于指示矩阵 $W_{Rx,1}^{(l)}$, $l \in \{1, 2, \dots, L\}$, $W_{Rx,1}^{(l)}$ 为 $2N_r$ 行 M_1 列矩阵。或者, 在将矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$ 作为复数矩阵整体进行压缩的情况下, 第二指示信息可以包括第三指示信息和第四指示信息。第三指示信息用于指示三维矩阵 $\mathcal{H}^1$, $\mathcal{H}^1$ 为 $L \times N_{sb} \times M_1$ 的三维矩阵, M_1 为正整数。第四指示信息用于指示矩阵 $W_{Rx,1}^{(k)}$, $k \in \{1, 2, \dots, N_{sb}\}$, $W_{Rx,1}^{(k)}$ 为 $2N_r$ 行 M_1 列矩阵。

其中, 三维矩阵 $\mathcal{H}^1$ 也可以称为三维张量 $\mathcal{H}^1$ 。

在一种实现方式中, 在第四指示信息用于指示矩阵 $W_{Rx,1}^{(l)}$ 的情况下, l 取值不同时, $W_{Rx,1}^{(l)}$ 是相同的矩阵, 通过该方案可降低反馈 $W_{Rx,1}^{(l)}$ 的开销。或者, 在第四指示信息用于指示矩阵

$W_{Rx,1}^{(k)}$ 的情况下, k 取值不同时, $W_{Rx,1}^{(k)}$ 是相同的矩阵, 通过该方案可降低反馈 $W_{Rx,1}^{(k)}$ 的开销。

此时, $W_{Rx,1}^{(l)}$ 或 $W_{Rx,1}^{(k)}$ 可以由 $W_{Rx,1}$ 表示。

举例来说, 第一通信装置可以按如下方法构造 $W_{Rx,1}$: 第一通信装置接收参考信号进行测量, 得到 $\tilde{H}_1^{(r)}$ 和 $\tilde{H}_2^{(r)}$, $\tilde{H}_1^{(r)}$ 和 $\tilde{H}_2^{(r)}$ 均为规模 $L \times N_{sb}$ (即 L 行 N_{sb} 列) 的矩阵, $\tilde{H}_1^{(r)}$ 和 $\tilde{H}_2^{(r)}$ 是分别根据第二通信装置两个极化方向天线端口与第一通信装置第 r 个天线端口之间的信道确定的系数矩阵。然后第一通信装置将 $2N_r$ 个二维矩阵 $\tilde{H}_i^{(r)}$, $r \in \{1, 2, \dots, N_r\}$,

$i \in \{1,2\}$ 拼接为 $L \times N_{sb} \times 2N_r$ (即 L 行 N_{sb} 列 $2N_r$ 页) 的三维矩阵 $\tilde{\mathcal{H}}^1$, 并将三维矩阵 $\tilde{\mathcal{H}}^1$ 展开为规模为 $2N_r \times N_{sb}L$ (即 $2N_r$ 行 $N_{sb}L$ 列) 的二维矩阵 $\bar{\mathbf{H}}$ 。第一通信装置令 $\bar{\mathbf{H}}^{\text{cal}} = \bar{\mathbf{H}} \in \mathbb{C}^{2N_r \times N_{sb}L}$ 这个规模的复数矩阵, 并对 $\bar{\mathbf{H}}^{\text{cal}}$ 的协方差矩阵 $\text{Cov}(\bar{\mathbf{H}}^{\text{cal}}) = \bar{\mathbf{H}}^{\text{cal}} * (\bar{\mathbf{H}}^{\text{cal}})^H$ 进行特征分解, 其最大的 M_1 个特征值对应的特征向量构成压缩矩阵 $\mathbf{W}_{\text{Rx},1} \in \mathbb{C}^{2N_r \times M_1}$ 。可选的, 第一通信装置还可以将最大的 M_1 个特征值对应的特征向量进行量化后构成压缩矩阵 $\mathbf{W}_{\text{Rx},1} \in \mathbb{C}^{2N_r \times M_1}$ 。

首先, 第一通信装置可以进行矩阵变形, 例如, 第一通信装置可以将 $\tilde{\mathbf{H}}^{(r)}$ 拆分为 $\begin{bmatrix} \tilde{\mathbf{H}}_1^{(r)} \\ \tilde{\mathbf{H}}_2^{(r)} \end{bmatrix}$,

构成 $2N_r$ 个规模为 $L \times N_{sb}$ (即 L 行 N_{sb} 列) 的矩阵。第一通信装置把 $\tilde{\mathbf{H}}_1^{(r)}$, $r \in \{1,2,\dots,N_r\}$ 放在 $\tilde{\mathbf{H}}_2^{(r)}$, $r \in \{1,2,\dots,N_r\}$ 后面, 得到新构造的三维矩阵, 新构造的三维矩阵中包含 $N_{sb}L$ 个长度为 $2N_r$ 的向量。第一通信装置将这 $N_{sb}L$ 个长度为 $2N_r$ 的向量按任意顺序排列, 构成规模为 $2N_r$ 行 $N_{sb}L$ 列的二维矩阵 $\bar{\mathbf{H}}$ 。

进一步的, 第一通信装置可以构造压缩矩阵, 例如第一通信装置可以令 $\bar{\mathbf{H}}^{\text{cal}} = \bar{\mathbf{H}} \in \mathbb{C}^{2N_r \times N_{sb}L}$ 这个规模的复数矩阵, 对 $\bar{\mathbf{H}}^{\text{cal}}$ 的协方差矩阵 $\text{Cov}(\bar{\mathbf{H}}^{\text{cal}}) = \bar{\mathbf{H}}^{\text{cal}} * (\bar{\mathbf{H}}^{\text{cal}})^H$ 进行特征分解得到 $\text{Cov}(\bar{\mathbf{H}}^{\text{cal}}) = \mathbf{V} \mathbf{D} \mathbf{V}^H$ 。其中, $\mathbf{D}$ 是规模为 $2N_r \times 2N_r$ (即 $2N_r$ 行 $2N_r$ 列) 的矩阵, 对角线元素为按降序排列的特征值。 $\mathbf{V}$ 是规模为 $2N_r \times 2N_r$ (即 $2N_r$ 行 $2N_r$ 列) 的矩阵, 每一列为一个特征向量, 与 $\mathbf{D}$ 中的特征值对应。第一通信装置可以通过 $\mathbf{W}_{\text{Rx},1} = \mathbf{V}(:, [1:M_1])$ 得到压缩矩阵 $\mathbf{W}_{\text{Rx},1}$ 。可选的, 第一通信装置还可以将 $\mathbf{W}_{\text{Rx},1} = \mathbf{V}(:, [1:M_1])$ 进行量化后构成压缩矩阵 $\mathbf{W}_{\text{Rx},1} \in \mathbb{C}^{2N_r \times M_1}$ 。

在上述 $\mathbf{W}_{\text{Rx},1}$ 的构造方式下, 第三指示信息和第四指示信息指示复数矩阵 $\tilde{\mathbf{H}}^{(r)}$, $\tilde{\mathbf{H}}^{(r)}$ 由

$$\tilde{\mathbf{H}}^{(r)} = \begin{bmatrix} \tilde{\mathbf{H}}_1^{(r)} \\ \tilde{\mathbf{H}}_2^{(r)} \end{bmatrix} \text{ 得到。}$$

其中, $\tilde{\mathbf{H}}_1^{(r)}$ 为 L 行 N_{sb} 列的二维矩阵, 由式 $\tilde{\mathbf{H}}_1^{(r)}(l,k) = \bar{h}_{l,k}(r + N_r)$, $l \in \{1,\dots,L\}$, $k \in \{1,\dots,N_{sb}\}$ 得到, $\tilde{\mathbf{H}}_2^{(r)}$ 为 L 行 N_{sb} 列的二维矩阵, 由式 $\tilde{\mathbf{H}}_2^{(r)}(l,k) = \bar{h}_{l,k}(r)$, $l \in \{1,\dots,L\}$, $k \in \{1,\dots,N_{sb}\}$ 得到。

所述 $\bar{h}_{l,k}$ 是长度为 $2N_r$ 的一维向量, 由式 $\bar{h}_{l,k} = \mathbf{W}_{\text{Rx},1} \times \mathcal{H}_{l,k}^1$ 得到, $\mathcal{H}_{l,k}^1$ 表示取矩阵 $\mathcal{H}^1$ 固定前两个索引长度 M_1 的一维向量, 所述长度 M_1 的一维向量中第 m 个元素为 $\mathcal{H}_{l,k,m}^1$, $\times$ 为

把一维向量 $\mathcal{H}_{l,k}^1$ 当做列向量的矩阵乘运算。

在一种实现方式中, 为了进一步降低反馈压缩矩阵 $W_{\text{Rx},1}$ 的开销, T_s 个时刻的信道共享压缩矩阵 $W_{\text{Rx},1}$, 其中 $\bar{H}^{\text{cal}} = [\bar{H}_1 \bar{H}_2 \bar{H}_3 \dots \bar{H}_{T_s}]$ 。

在一种实现方式中, 压缩矩阵 $W_{\text{Rx},1}$ 和合并系数矩阵 $\mathcal{H}^1$ 的上报方式可以包括如下两种:

压缩矩阵 $W_{\text{Rx},1}$ 和合并系数矩阵 $\mathcal{H}^1$ 可以在相同的时刻上报。

压缩矩阵 $W_{\text{Rx},1}$ 和合并系数矩阵 $\mathcal{H}^1$ 可以在不同的时刻上报。例如, 压缩矩阵 $W_{\text{Rx},1}$ 周期上报, 合并系数矩阵 $\mathcal{H}^1$ 非周期上报, 压缩矩阵 $W_{\text{Rx},1}$ 可以被多个合并系数矩阵 $\mathcal{H}^1$ 共用。

二、在对矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$ 的幅度矩阵进行压缩的情况下, 第三指示信息和第四指示信息指示矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$ 的幅度矩阵 $\text{amp}(\tilde{H}^{(r)})$ 。

其中, 本申请实施例对幅度矩阵 $\text{amp}(\tilde{H}^{(r)})$ 的描述方式和对复数矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$ 的描述类似, 具体可参见本申请实施例对复数矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$ 的描述, 本申请实施例不再赘述。

三、在直接上报矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$ 的相位矩阵的情况下, 第二指示信息包括第五指示信息, 所述第五指示信息用于指示矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$ 中元素的相位。

四、在对矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$ 的相位矩阵进行压缩的情况下, 第五指示信息可以包括第六指示信息和第七指示信息。第六指示信息用于指示三维矩阵 $\mathcal{H}^2$, $\mathcal{H}^2$ 为 $L \times N_{sb} \times M_2$ (即 L 行 N_{sb} 列 M_2 页) 的三维矩阵, M_2 为正整数。第七指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},2}^{(l)}$, $l \in \{1, 2, \dots, L\}$, $W_{\text{Rx},2}^{(l)}$ 为 $2N_r$ 行 M_2 列矩阵。

或者, 第五指示信息可以包括第六指示信息和第七指示信息。第六指示信息用于指示三维矩阵 $\mathcal{H}^2$, $\mathcal{H}^2$ 为 $L \times N_{sb} \times M_2$ 的三维矩阵, M_2 为正整数。第七指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},2}^{(k)}$, $k \in \{1, 2, \dots, N_{sb}\}$, $W_{\text{Rx},2}^{(k)}$ 为 $2N_r$ 行 M_2 列矩阵。

其中, 三维矩阵 $\mathcal{H}^2$ 也可以称为三维张量 $\mathcal{H}^2$ 。

在一种实现方式中, 矩阵 $W_{\text{Rx},2}^{(l)}$ 和三维矩阵 $\mathcal{H}^2$ 的上报方式可以包括如下两种:

矩阵 $W_{\text{Rx},2}^{(l)}$ 和三维矩阵 $\mathcal{H}^2$ 可以在相同的时刻上报。

矩阵 $W_{\text{Rx},2}^{(l)}$ 和三维矩阵 $\mathcal{H}^2$ 可以在不同的时刻上报。例如, 矩阵 $W_{\text{Rx},2}^{(l)}$ 周期上报, 三维矩阵 $\mathcal{H}^2$ 非周期上报, 矩阵 $W_{\text{Rx},2}^{(l)}$ 可以被多个三维矩阵 $\mathcal{H}^2$ 共用。

在一种实现方式中, 矩阵 $W_{\text{Rx},2}^{(k)}$ 和三维矩阵 $\mathcal{H}^2$ 的上报方式可以包括如下两种:

矩阵 $W_{\text{Rx},2}^{(k)}$ 和三维矩阵 $\mathcal{H}^2$ 可以在相同的时刻上报。

矩阵 $W_{\text{Rx},2}^{(k)}$ 和三维矩阵 $\mathcal{H}^2$ 可以在不同的时刻上报。例如, 矩阵 $W_{\text{Rx},2}^{(k)}$ 周期上报, 三维矩

阵 $\mathcal{H}^2$ 非周期上报, 矩阵 $W_{\text{Rx},2}^{(k)}$ 可以被多个三维矩阵 $\mathcal{H}^2$ 共用。

其中, 本申请实施例对相位矩阵 $\text{asp}(\tilde{H}^{(r)})$ 的描述方式和对复数矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$ 的描述类似, 具体可参见本申请实施例对复数矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$ 的描述, 本申请实施例不再赘述。

五、在分别对矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$ 的幅度矩阵和矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$ 的相位矩阵进行压缩的情况下, 第二指示信息包括第三指示信息、第四指示信息以及第五指示信息。

其中, 本申请实施例中的第三指示信息和第四指示信息可参见本申请实施例对幅度矩阵 $\text{amp}(\tilde{H}^{(r)})$ 进行压缩的情况下的具体描述, 另外, 本申请实施例中的第五指示信息可参见本申请实施例对相位矩阵 $\text{asp}(\tilde{H}^{(r)})$ 进行压缩的情况下的具体描述, 本申请实施例不再赘述。

在一种实现方式中, 幅度矩阵 $\text{amp}(\tilde{H}^{(r)})$ 的压缩率由 M_1 决定, 相位矩阵 $\text{asp}(\tilde{H}^{(r)})$ 的压缩率由 M_2 决定, 可通过设定不同的 M_1 和 M_2 实现矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$ 幅度和相位的不同压缩率, 优选的, M_1 小于 M_2 。

在一种实现方式中, 在第一指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Tx}}^{(r)}$ 的情况下, 对于任意 $r', r'' \in \{1, 2, \dots, N_r\}$, $l', l'' \in \{1, 2, \dots, 2L\}$, 若 $r' \neq r''$ 且 $W_{\text{Tx}}^{(r')}(:, l') = W_{\text{Tx}}^{(r'')}(:, l'')$, 则 $l' = l''$ 。

本申请实施例中, 矩阵 $W_{\text{Tx}}^{(r')}$ 的各列向量为对矩阵 $H^{(r')}$ 压缩的基底, 矩阵 $W_{\text{Tx}}^{(r'')}$ 的各列向量为对矩阵 $H^{(r'')}$ 压缩的基底, 矩阵 $W_{\text{Tx}}^{(r')}$ 的各列向量和矩阵 $W_{\text{Tx}}^{(r'')}$ 的各列向量可以来源于同一组预定义的 DFT 基底, 若矩阵 $W_{\text{Tx}}^{(r')}$ 和矩阵 $W_{\text{Tx}}^{(r'')}$ 选取了同一个 DFT 基底, 即 $W_{\text{Tx}}^{(r')}(:, l') = W_{\text{Tx}}^{(r'')}(:, l'')$, 则将该 DFT 基底在矩阵 $W_{\text{Tx}}^{(r')}$ 和矩阵 $W_{\text{Tx}}^{(r'')}$ 中放在相同的位置, 即 $l' = l''$, 这样矩阵 $H^{(r')}$ 和矩阵 $H^{(r'')}$ 压缩后的矩阵 $\tilde{H}^{(r')}$ 和矩阵 $\tilde{H}^{(r'')}$ 的第 $l' = l''$ 行对应同一个基底。上述对于矩阵 $W_{\text{Tx}}^{(r')}$ 的约束可提高向量 $[\tilde{H}^{(1)}(l, k), \dots, \tilde{H}^{(N_r)}(l, k)]$, $l \in \{1, 2, \dots, 2L\}$, $k \in \{1, 2, \dots, N_{sb}\}$ 之间的相关性, 从而提升压缩效果。

在一种实现方式中, 第三指示信息包括用于指示 $\mathcal{H}^1$ 中元素 $\mathcal{H}_{l,k,g}^1$ 的 $X_{l,k,g}^1$ 个比特, $X_{l,k,g}^1$ 是正整数, 若所述第四指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},1}^{(l)}$, 则所述第四指示信息包括用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},1}^{(l)}$ 中第 c 行第 d 列的元素 $W_{\text{Rx},1}^{(l)}(c, d)$ 的 $Y_{l,c,d}^1$ 个比特, $Y_{l,c,d}^1$ 是正整数, 或, 若所述第四指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},1}^{(k)}$, 则所述第四指示信息包括用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},1}^{(k)}$ 中第 c 行第 d 列的元素 $W_{\text{Rx},1}^{(k)}(c, d)$ 的 $Z_{l,c,d}^1$ 个比特, $Z_{l,c,d}^1$ 是正整数。

可选的, 若所述第四指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},1}^{(l)}$, 所述 $Y_{l,c,d}^1$ 大于等于 $X_{l,k,g}^1$ 。可选的,

若所述第四指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},1}^{(k)}$, $Z_{k,c,d}^1$ 大于等于 $X_{l,k,g}^1$ 。

本申请实施例中, 由于所述第四指示信息指示的矩阵 $W_{\text{Rx},1}^{(l)}$, $l \in \{1,2,\dots,L\}$ 或 $W_{\text{Rx},1}^{(k)}$, $k \in \{1,2,\dots,N_{sb}\}$ 为对所述矩阵 $\tilde{\mathcal{H}}^1$ 压缩的基底矩阵, 所述第三指示信息指示的三维矩阵 $\mathcal{H}^1$ 为对所述矩阵 $\tilde{\mathcal{H}}^1$ 压缩的合并系数矩阵, 在选择相同的压缩基底个数 M_1 的情况下, 压缩基底的元素的量化精度不低于合并系数的精度有利于降低压缩损失, 即压缩后的信道矩阵更匹配真实的信道矩阵。当 $W_{\text{Rx},1}^{(l)} = W_{\text{Rx},1}$, 即 l 取值不同时基底矩阵相同, 或当 $W_{\text{Rx},1}^{(k)} = W_{\text{Rx},1}$, 即 k 取值不同时基底矩阵相同时, 提高压缩基底元素的量化精度更有必要。换另外一个角度说, 在压缩损失一定的情况下, 提高压缩基底元素的量化精度有利于减少选择的压缩基底个数 M_1 , 有利于降低上报CSI的开销。

在一种实现方式中, 第六指示信息包括用于指示 $\mathcal{H}^2$ 中元素 $\mathcal{H}_{l,k,f}^2$ 的 $X_{l,k,f}^2$ 个比特, $X_{l,k,f}^2$ 是正整数, 若所述第七指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},2}^{(l)}$, 则所述第七指示信息包括用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},2}^{(l)}$ 中第 c 行第 d 列的元素 $W_{\text{Rx},2}^{(l)}(c,d)$ 的 $Y_{l,c,d}^2$ 个比特, $Y_{l,c,d}^2$ 是正整数, 或, 若所述第七指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},2}^{(k)}$, 则所述第七指示信息包括用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},2}^{(k)}$ 中第 c 行第 d 列的元素 $W_{\text{Rx},2}^{(k)}(c,d)$ 的 $Z_{k,c,d}^2$ 个比特, $Z_{k,c,d}^2$ 是正整数。

可选的, 若所述第七指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},2}^{(l)}$, 所述 $Y_{l,c,d}^2$ 大于等于 $X_{l,k,f}^2$ 。可选的, 若所述第七指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},2}^{(k)}$, $Z_{k,c,d}^2$ 大于等于 $X_{l,k,f}^2$ 。

本申请实施例中, 由于所述第七指示信息指示的矩阵 $W_{\text{Rx},2}^{(l)}$, $l \in \{1,2,\dots,L\}$ 或 $W_{\text{Rx},2}^{(k)}$, $k \in \{1,2,\dots,N_{sb}\}$ 为对所述矩阵 $\tilde{\mathcal{H}}^2$ 压缩的基底矩阵, 所述第六指示信息指示的三维矩阵 $\mathcal{H}^2$ 为对所述矩阵 $\tilde{\mathcal{H}}^2$ 压缩的合并系数矩阵, 在选择相同的压缩基底个数 M_2 的情况下, 压缩基底的元素的量化精度不低于合并系数的精度有利于降低压缩损失, 即压缩后的信道矩阵更匹配真实的信道矩阵。当 $W_{\text{Rx},2}^{(l)} = W_{\text{Rx},2}$, 即 l 取值不同时基底矩阵相同, 或当 $W_{\text{Rx},2}^{(k)} = W_{\text{Rx},2}$, 即 k 取值不同时基底矩阵相同时, 提高压缩基底元素的量化精度更有必要。换另外一个角度说, 在压缩损失一定的情况下, 提高压缩基底元素的量化精度有利于减少选择的压缩基底个数 M_2 , 有利于降低上报CSI的开销。

若第一通信装置直接反馈矩阵 $\tilde{\mathbf{H}}^{(r)}$, $r \in \{1,2,\dots,N_r\}$, 反馈量为 $N_{\text{trans}}^{\text{normal}} = 2N_r \times N_{sb}L \times$

$N_{\text{bits/coeff}}^1$, 其中 $N_{\text{bits/coeff}}^1$ 为反馈每一个参数的比特数。在第三指示信息和第四指示信息指示复数矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$ 的实施方案中, 压缩矩阵 $W_{\text{Rx},1}$ 为 T_s 个时刻公用, 反馈量包括两部分: 反馈第

四指示信息的反馈量 $N_{\text{trans}}^{\text{basis}} = \frac{2N_r \times M_1 \times N_{\text{bits/coeff}}^2}{T_s}$, 以及反馈第三指示信息的反馈量 $N_{\text{trans}}^{\text{compressed}} =$

$M_1 \times N_{sb}L \times N_{\text{bits/coeff}}^3$ 。其中 $N_{\text{bits/coeff}}^2$ 和 $N_{\text{bits/coeff}}^3$ 为反馈每一个参数的比特数。

在本发明实施例中, 通过 $W_{\text{Tx}}^{(r)}$, 包含 $N_t N_{sb}$ 个元素的信道矩阵 $H^{(r)}$ 被压缩为包含 $2LN_{sb}$ 个元素的矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$, 降低了需要反馈的元素的个数, 进而降低反馈 CSI 的开销。其次, 通过将矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$ 作为复数矩阵整体进行压缩, 将包含 $2L \times N_{sb} \times N_r$ 个元素的矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$, $r \in \{1, 2, \dots, N_r\}$ 压缩为仅包含 $L \times N_{sb} \times M_1$ 个元素的矩阵 $\mathcal{H}^1$, 大幅度降低 CSI 上报开销, 同时不带来明显的性能损失, 或者通过对矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$ 的幅度矩阵 $\text{amp}(\tilde{H}^{(r)})$ 进行压缩, 将包含 $2L \times N_{sb} \times N_r$ 个元素的幅度矩阵 $\text{amp}(\tilde{H}^{(r)})$, $r \in \{1, 2, \dots, N_r\}$ 压缩为仅包含 $L \times N_{sb} \times M_1$ 个元素的矩阵 $\mathcal{H}^1$, 可在大幅度降低 CSI 上报开销的同时, 不带来明显的性能损失, 或者通过对矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$ 的相位矩阵 $\text{asp}(\tilde{H}^{(r)})$ 进行压缩, 将包含 $2L \times N_{sb} \times N_r$ 个元素的相位矩阵 $\text{asp}(\tilde{H}^{(r)})$, $r \in \{1, 2, \dots, N_r\}$ 压缩为仅包含 $L \times N_{sb} \times M_2$ 个元素的矩阵 $\mathcal{H}^2$, 可在大幅度降低 CSI 上报开销的同时, 不带来明显的性能损失。另外, 第一通信装置将包括第一指示信息和第二指示信息的 CSI 发送给第二通信装置, 第二通信装置可以基于第一指示信息和第二指示信息确定信道矩阵 $H^{(r)}$, 以支持非线性预编码, 以及更好的信道信息预测。

基于图 1 所示的通信系统的结构示意图, 本发明实施例提供一种上报 CSI 的方法。具体的, 本发明实施例的上报 CSI 的方法可以包括以下步骤:

第二通信装置向第一通信装置发送配置信息, 所述配置信息用于配置所述第一通信装置上报的 CSI;

所述第一通信装置上报 CSI, 所述 CSI 用于指示矩阵 $H^{(r)}$, 所述矩阵 $H^{(r)}$ 用于指示所述第一通信装置第 r 个天线端口的信道, 所述矩阵 $H^{(r)}$ 为 N_t 行 N_{sb} 列的矩阵, N_{sb} 是所述 CSI 的上报带宽所包括的频域单元数量, N_t 为正整数, $r \in \{1, 2, \dots, N_r\}$, N_r 是所述第一通信装置的天线端口数量, 所述 CSI 包括第一指示信息和第二指示信息;

所述第二指示信息用于指示矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$, 所述矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$ 为 $2L$ 行 P 列的矩阵, L 为正整数, $2L$ 小于 N_t ;

所述第一指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Tx}}^{(r)}$, $H^{(r)} = W_{\text{Tx}}^{(r)} \times \tilde{H}^{(r)}$, $W_{\text{Tx}}^{(r)}$ 为 N_t 行 $2L$ 列的矩阵, P 为 N_{sb} , 或, 所述第一指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Tx}}^{(r)}$ 和矩阵 $W_{\text{Freq}}^{(r)}$, $H^{(r)} = W_{\text{Tx}}^{(r)} \times \tilde{H}^{(r)} \times (W_{\text{Freq}}^{(r)})^H$,

$W_{\text{Tx}}^{(r)}$ 为 N_t 行 $2L$ 列的矩阵, $W_{\text{Freq}}^{(r)}$ 为 N_{sb} 行 K 列的矩阵, K 为正整数, K 小于 N_{sb} , P 为 K 。

在一种实现方式中, 所述第二指示信息包括第三指示信息和第四指示信息, 所述第三指示信息用于指示三维矩阵 $\mathcal{H}^1$, $\mathcal{H}^1$ 为 L 行 P 列 M_1 页的三维矩阵, M_1 为正整数;

所述第四指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},1}^{(l)}$, $l \in \{1,2,\dots,L\}$, $W_{\text{Rx},1}^{(l)}$ 为 $2N_r$ 行 M_1 列矩阵, 或,

所述第四指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},1}^{(k)}$, $k \in \{1,2,\dots,P\}$, $W_{\text{Rx},1}^{(k)}$ 为 $2N_r$ 行 M_1 列矩阵。

在一种实现方式中, 所述矩阵 $\tilde{H}^{(r)} = \begin{bmatrix} \tilde{\mathcal{H}}^1_{:,g(r,1)} \\ \tilde{\mathcal{H}}^1_{:,g(r,2)} \end{bmatrix}$;

其中, $g(r,i) \in \{1,2,\dots,2N_r\}$, $r \in \{1,2,\dots,N_r\}$, $i \in \{1,2\}$, 且对于任意 $(r',i') \neq (r'',i'')$, $g(r',i') \neq g(r'',i'')$;

所述 $\tilde{\mathcal{H}}^1$ 为 L 行 P 列 $2N_r$ 页的三维矩阵, $\tilde{\mathcal{H}}^1_{:,g(r,i)}$ 表示取矩阵 $\tilde{\mathcal{H}}^1$ 固定第三个索引为 $g(r,i)$ 的 L 行 P 列的二维矩阵, 所述 L 行 P 列的二维矩阵中第 l 行第 k 列的元素为 $\tilde{\mathcal{H}}^1_{l,k,g(r,i)}$;

本申请实施例可将 $\tilde{H}^{(r)}$, $r \in \{1,2,\dots,N_r\}$ 拆分为 $\begin{bmatrix} \tilde{H}_1^{(r)} \\ \tilde{H}_2^{(r)} \end{bmatrix}$, 构成 $2N_r$ 个规模为 L 行 P 列的

矩阵, 函数 $g(r,i)$ 实现这 $2N_r$ 个矩阵到三维矩阵 $\tilde{\mathcal{H}}^1$ 各页之间的映射。

若所述第四指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},1}^{(l)}$, 则所述 $\tilde{\mathcal{H}}^1$ 是由式 $\tilde{\mathcal{H}}^1_{l,k,:} = W_{\text{Rx},1}^{(l)} \times \mathcal{H}^1_{l,k,:}$, $l \in$

$\{1,2,\dots,L\}$, $k \in \{1,2,\dots,P\}$ 得到, 或若所述第四指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},1}^{(k)}$, 则所述 $\tilde{\mathcal{H}}^1$ 是由式

$\tilde{\mathcal{H}}^1_{l,k,:} = W_{\text{Rx},1}^{(k)} \times \mathcal{H}^1_{l,k,:}$, $l \in \{1,2,\dots,L\}$, $k \in \{1,2,\dots,P\}$ 得到;

$\mathcal{H}^1_{l,k,:}$ 表示取矩阵 $\mathcal{H}^1$ 固定前两个索引长度 M_1 的一维向量, 所述长度 M_1 的一维向量中第 m 个元素为 $\mathcal{H}^1_{l,k,m}$, $\tilde{\mathcal{H}}^1_{l,k,:}$ 表示取矩阵 $\tilde{\mathcal{H}}^1$ 固定前两个索引长度 $2N_r$ 的一维向量, 所述长度 $2N_r$ 的一维向量第 $g(r,i)$ 个元素为 $\tilde{\mathcal{H}}^1_{l,k,g(r,i)}$, $\times$ 为把一维向量 $\mathcal{H}^1_{l,k,:}$ 当做列向量的矩阵乘运算。

在一种实现方式中, 所述矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$ 的幅度矩阵 $\text{amp}(\tilde{H}^{(r)}) = \begin{bmatrix} \tilde{\mathcal{H}}^1_{:,g(r,1)} \\ \tilde{\mathcal{H}}^1_{:,g(r,2)} \end{bmatrix}$, 所述 $\text{amp}(\tilde{H}^{(r)})$ 的第 l 行第 k 列的元素是根据所述 $\tilde{H}^{(r)}$ 的第 l 行第 k 列的元素的幅度确定的值, 例如所述 $\text{amp}(\tilde{H}^{(r)})$ 的第 l 行第 k 列的元素是所述 $\tilde{H}^{(r)}$ 的第 l 行第 k 列的元素的幅度或幅度的平方;

其中, $g(r,i) \in \{1,2,\dots,2N_r\}$, $r \in \{1,2,\dots,N_r\}$, $i \in \{1,2\}$, 且对于任意 $(r',i') \neq (r'',i'')$, $g(r',i') \neq g(r'',i'')$;

所述 $\tilde{\mathcal{H}}^1$ 为 L 行 P 列 $2N_r$ 页的三维矩阵, $\tilde{\mathcal{H}}^1_{:,g(r,i)}$ 表示取矩阵 $\tilde{\mathcal{H}}^1$ 固定第三个索引为 $g(r,i)$ 的 L 行 P 列的二维矩阵, 所述 L 行 P 列的二维矩阵中第 l 行第 k 列的元素为 $\tilde{\mathcal{H}}^1_{l,k,g(r,i)}$;

本申请实施例可将 $\text{amp}(\tilde{H}^{(r)})$, $r \in \{1,2,\dots,N_r\}$ 拆分为 $\begin{bmatrix} \text{amp}(\tilde{H}_1^{(r)}) \\ \text{amp}(\tilde{H}_2^{(r)}) \end{bmatrix}$, 构成 $2N_r$ 个规模为

L 行 P 列的矩阵, 函数 $g(r,i)$ 实现这 $2N_r$ 个矩阵到三维矩阵 $\tilde{\mathcal{H}}^1$ 各页之间的映射。

若所述第四指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},1}^{(l)}$, 则所述 $\tilde{\mathcal{H}}^1$ 是由式 $\tilde{\mathcal{H}}^1_{l,k,:} = W_{\text{Rx},1}^{(l)} \times \mathcal{H}^1_{l,k,:}$, $l \in$

$\{1,2,\dots,L\}$, $k \in \{1,2,\dots,P\}$ 得到, 或若所述第四指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},1}^{(k)}$, 则所述 $\tilde{\mathcal{H}}^1$ 是由式

$$\tilde{\mathcal{H}}^1_{l,k,:} = W_{\text{Rx},1}^{(k)} \times \mathcal{H}^1_{l,k,:}, \quad l \in \{1,2,\dots,L\}, \quad k \in \{1,2,\dots,P\} \text{得到};$$

$\mathcal{H}^1_{l,k,:}$ 表示取矩阵 $\mathcal{H}^1$ 固定前两个索引长度 M_1 的一维向量, 所述长度 M_1 的一维向量中第 m 个元素为 $\mathcal{H}^1_{l,k,m}$, $\tilde{\mathcal{H}}^1_{l,k,:}$ 表示取矩阵 $\tilde{\mathcal{H}}^1$ 固定前两个索引长度 $2N_r$ 的一维向量, 所述长度 $2N_r$ 的一维向量第 $g(r,i)$ 个元素为 $\tilde{\mathcal{H}}^1_{l,k,g(r,i)}$, $\times$ 为把一维向量 $\mathcal{H}^1_{l,k,:}$ 当做列向量的矩阵乘运算。

在一种实现方式中, 所述第二指示信息还包括第五指示信息, 所述第五指示信息用于指示所述 $\tilde{\mathbf{H}}^{(r)}$ 中元素的相位。

在一种实现方式中, 所述第五指示信息用于指示所述 $\tilde{\mathbf{H}}^{(r)}$ 中元素的相位, 包括:

所述第五指示信息包括第六指示信息和第七指示信息, 所述第六指示信息用于指示三维矩阵 $\mathcal{H}^2$, $\mathcal{H}^2$ 为 L 行 P 列 M_2 页的三维矩阵, M_2 为正整数;

所述第七指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},2}^{(l)}$, $l \in \{1,2,\dots,L\}$, $W_{\text{Rx},2}^{(l)}$ 为 $2N_r$ 行 M_2 列矩阵, 或,

所述第七指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},2}^{(k)}$, $k \in \{1,2,\dots,P\}$, $W_{\text{Rx},2}^{(k)}$ 为 $2N_r$ 行 M_2 列矩阵;

所述矩阵 $\tilde{\mathbf{H}}^{(r)}$ 的相位矩阵 $\text{asp}(\tilde{\mathbf{H}}^{(r)}) = \begin{bmatrix} \tilde{\mathcal{H}}^2_{:, :, f(r,1)} \\ \tilde{\mathcal{H}}^2_{:, :, f(r,2)} \end{bmatrix}$, 所述 $\text{asp}(\tilde{\mathbf{H}}^{(r)})$ 的第 l 行第 k 列的元素是根据所述 $\tilde{\mathbf{H}}^{(r)}$ 的第 l 行第 k 列的元素的相位确定的值, 例如所述 $\text{asp}(\tilde{\mathbf{H}}^{(r)})$ 的第 l 行第 k 列的元素是所述 $\tilde{\mathbf{H}}^{(r)}$ 的第 l 行第 k 列的元素的相位或相位的平方;

其中, $f(r,i) \in \{1,2,\dots,2N_r\}$, $r \in \{1,2,\dots,N_r\}$, $i \in \{1,2\}$, 且对于任意 $(r',i') \neq (r'',i'')$, $f(r',i') \neq f(r'',i'')$;

所述 $\tilde{\mathcal{H}}^2$ 为 L 行 P 列 $2N_r$ 页的三维矩阵, $\tilde{\mathcal{H}}^2_{:, :, f(r,i)}$ 表示取矩阵 $\tilde{\mathcal{H}}^2$ 固定第三个索引为 $f(r,i)$ 的 L 行 P 列的二维矩阵, 所述 L 行 P 列的二维矩阵中第 l 行第 k 列的元素为 $\tilde{\mathcal{H}}^2_{l,k,f(r,i)}$;

本申请实施例可将 $\text{asp}(\tilde{\mathbf{H}}^{(r)})$, $r \in \{1,2,\dots,N_r\}$ 拆分为 $\begin{bmatrix} \text{asp}(\tilde{\mathbf{H}}_1^{(r)}) \\ \text{asp}(\tilde{\mathbf{H}}_2^{(r)}) \end{bmatrix}$, 构成 $2N_r$ 个规模为 L

行 P 列的矩阵, 函数 $f(r,i)$ 实现这 $2N_r$ 个矩阵到三维矩阵 $\tilde{\mathcal{H}}^2$ 各页之间的映射。

若所述第七指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},2}^{(l)}$, 则所述 $\tilde{\mathcal{H}}^2$ 是由式 $\tilde{\mathcal{H}}^2_{l,k,:} = W_{\text{Rx},2}^{(l)} \times \mathcal{H}^2_{l,k,:}$, $l \in$

$\{1,2,\dots,L\}$, $k \in \{1,2,\dots,P\}$ 得到, 或若所述第七指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},2}^{(k)}$, 则所述 $\tilde{\mathcal{H}}^2$ 是由式

$$\tilde{\mathcal{H}}^2_{l,k,:} = W_{\text{Rx},2}^{(k)} \times \mathcal{H}^2_{l,k,:}, \quad l \in \{1,2,\dots,L\}, \quad k \in \{1,2,\dots,P\} \text{得到};$$

$\mathcal{H}^2_{l,k,:}$ 表示取矩阵 $\mathcal{H}^2$ 固定前两个索引长度 M_2 的一维向量, 所述长度 M_2 的一维向量中第 m 个元素为 $\mathcal{H}^2_{l,k,m}$, $\tilde{\mathcal{H}}^2_{l,k,:}$ 表示取矩阵 $\tilde{\mathcal{H}}^2$ 固定前两个索引长度 $2N_r$ 的一维向量, 所述长度 $2N_r$

的一维向量第 $f(r,i)$ 个元素为 $\tilde{\mathcal{H}}_{l,k,f(r,i)}^2$, $\times$ 为把一维向量 $\mathcal{H}_{l,k}^2$ 当做列向量的矩阵乘运算。

在一种实现方式中, 在所述第一指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Tx}}^{(r)}$ 的情况下, 对于任意 $r', r'' \in \{1, 2, \dots, N_r\}$, $l', l'' \in \{1, 2, \dots, 2L\}$, 若 $r' \neq r''$ 且 $W_{\text{Tx}}^{(r')}(:, l') = W_{\text{Tx}}^{(r'')}(:, l'')$, 则 $l' = l''$ 。

在该技术方案中, 矩阵 $W_{\text{Tx}}^{(r')}$ 的各列向量为对矩阵 $H^{(r')}$ 压缩的基底, 矩阵 $W_{\text{Tx}}^{(r'')}$ 的各列向量为对矩阵 $H^{(r'')}$ 压缩的基底, 矩阵 $W_{\text{Tx}}^{(r')}$ 的各列向量和矩阵 $W_{\text{Tx}}^{(r'')}$ 的各列向量可以来源于同一组预定义的 DFT 基底, 若矩阵 $W_{\text{Tx}}^{(r')}$ 和矩阵 $W_{\text{Tx}}^{(r'')}$ 选取了同一个 DFT 基底, 即 $W_{\text{Tx}}^{(r')}(:, l') = W_{\text{Tx}}^{(r'')}(:, l'')$, 则将该 DFT 基底在矩阵 $W_{\text{Tx}}^{(r')}$ 和矩阵 $W_{\text{Tx}}^{(r'')}$ 中放在相同的位置, 即 $l' = l''$, 这样矩阵 $H^{(r')}$ 和矩阵 $H^{(r'')}$ 压缩后的矩阵 $\tilde{H}^{(r')}$ 和矩阵 $\tilde{H}^{(r'')}$ 的第 $l' = l''$ 行对应同一个基底。上述对于矩阵 $W_{\text{Tx}}^{(r')}$ 的约束可提高向量 $[\tilde{H}^{(1)}(l, k), \dots, \tilde{H}^{(N_r)}(l, k)]$, $l \in \{1, 2, \dots, 2L\}$, $k \in \{1, 2, \dots, N_{sb}\}$ 之间的相关性, 从而提升压缩效果。

在一种实现方式中, 在所述第一指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Tx}}^{(r')}$ 和矩阵 $W_{\text{Freq}}^{(r')}$ 的情况下, 对于任意 $r', r'' \in \{1, 2, \dots, N_r\}$, $l', l'' \in \{1, 2, \dots, 2L\}$, 若 $r' \neq r''$ 且 $W_{\text{Tx}}^{(r')}(:, l') = W_{\text{Tx}}^{(r'')}(:, l'')$, 则 $l' = l''$, 对于任意 $r', r'' \in \{1, 2, \dots, N_r\}$, $k', k'' \in \{1, 2, \dots, K\}$, 若 $r' \neq r''$ 且 $W_{\text{Freq}}^{(r')}(:, k') = W_{\text{Freq}}^{(r'')}(:, k'')$, 则 $k' = k''$ 。

在该技术方案中, 矩阵 $W_{\text{Tx}}^{(r')}$ 的各列向量为对矩阵 $H^{(r')}$ 压缩的基底, 矩阵 $W_{\text{Tx}}^{(r'')}$ 的各列向量为对矩阵 $H^{(r'')}$ 压缩的基底, 矩阵 $W_{\text{Tx}}^{(r')}$ 的各列向量和矩阵 $W_{\text{Tx}}^{(r'')}$ 的各列向量可以来源于同一组预定义的 DFT 基底, 若矩阵 $W_{\text{Tx}}^{(r')}$ 和矩阵 $W_{\text{Tx}}^{(r'')}$ 选取了同一个 DFT 基底, 即 $W_{\text{Tx}}^{(r')}(:, l') = W_{\text{Tx}}^{(r'')}(:, l'')$, 则将该 DFT 基底在矩阵 $W_{\text{Tx}}^{(r')}$ 和矩阵 $W_{\text{Tx}}^{(r'')}$ 中放在相同的位置, 即 $l' = l''$, 这样矩阵 $H^{(r')}$ 和矩阵 $H^{(r'')}$ 压缩后的矩阵 $\tilde{H}^{(r')}$ 和矩阵 $\tilde{H}^{(r'')}$ 的第 $l' = l''$ 行对应同一个基底; 类似地, 矩阵 $W_{\text{Freq}}^{(r')}$ 和矩阵 $W_{\text{Freq}}^{(r'')}$ 的约束使得矩阵 $\tilde{H}^{(r')}$ 和矩阵 $\tilde{H}^{(r'')}$ 的同一列尽量对应同一基底。上述对于矩阵 $W_{\text{Tx}}^{(r')}$ 和矩阵 $W_{\text{Freq}}^{(r')}$ 的约束可提高向量 $[\tilde{H}^{(1)}(l, k), \dots, \tilde{H}^{(N_r)}(l, k)]$, $l \in \{1, 2, \dots, 2L\}$, $k \in \{1, 2, \dots, K\}$ 之间的相关性, 从而提升压缩效果。

在一种实现方式中, 所述第三指示信息包括用于指示 $\mathcal{H}^1$ 中元素 $\mathcal{H}_{l,k,g}^1$ 的 $X_{l,k,g}^1$ 个比特,

$X^1_{l,k,g}$ 是正整数,若所述第四指示信息用于指示矩阵 $W_{Rx,1}^{(l)}$,则所述第四指示信息包括用于指示矩阵 $W_{Rx,1}^{(l)}$ 中第 c 行第 d 列的元素 $W_{Rx,1}^{(l)}(c,d)$ 的 $Y^1_{l,c,d}$ 个比特, $Y^1_{l,c,d}$ 是正整数,或,若所述第四指示信息用于指示矩阵 $W_{Rx,1}^{(k)}$,则所述第四指示信息包括用于指示矩阵 $W_{Rx,1}^{(k)}$ 中第 c 行第 d 列的元素 $W_{Rx,1}^{(k)}(c,d)$ 的 $Z^1_{k,c,d}$ 个比特, $Z^1_{k,c,d}$ 是正整数。

可选的,若所述第四指示信息用于指示矩阵 $W_{Rx,1}^{(l)}$,所述 $Y^1_{l,c,d}$ 大于等于 $X^1_{l,k,g}$ 。可选的,若所述第四指示信息用于指示矩阵 $W_{Rx,1}^{(k)}$, $Z^1_{k,c,d}$ 大于等于 $X^1_{l,k,g}$ 。

在该技术方案中,由于所述第四指示信息指示的矩阵 $W_{Rx,1}^{(l)}$, $l \in \{1,2,...,L\}$ 或 $W_{Rx,1}^{(k)}$, $k \in \{1,2,...,P\}$ 为对所述矩阵 $\tilde{H}^1$ 压缩的基底矩阵,所述第三指示信息指示的三维矩阵 $\mathcal{H}^1$ 为对所述矩阵 $\tilde{H}^1$ 压缩的合并系数矩阵,在选择相同的压缩基底个数 M_1 的情况下,压缩基底的元素的量化精度不低于合并系数的精度有利于降低压缩损失,即压缩后的信道矩阵更匹配真实的信道矩阵。当 $W_{Rx,1}^{(l)} = W_{Rx,1}$,即 l 取值不同时基底矩阵相同,或当 $W_{Rx,1}^{(k)} = W_{Rx,1}$,即 k 取值不同时基底矩阵相同时,提高压缩基底元素的量化精度更有必要。换另外一个角度说,在压缩损失一定的情况下,提高压缩基底元素的量化精度有利于减少选择的压缩基底个数 M_1 ,有利于降低上报CSI的开销。

在一种实现方式中,所述第六指示信息包括用于指示 $\mathcal{H}^2$ 中元素 $\mathcal{H}^2_{l,k,f}$ 的 $X^2_{l,k,f}$ 个比特, $X^2_{l,k,f}$ 是正整数,若所述第七指示信息用于指示矩阵 $W_{Rx,2}^{(l)}$,则所述第七指示信息包括用于指示矩阵 $W_{Rx,2}^{(l)}$ 中第 c 行第 d 列的元素 $W_{Rx,2}^{(l)}(c,d)$ 的 $Y^2_{l,c,d}$ 个比特, $Y^2_{l,c,d}$ 是正整数,或,若所述第七指示信息用于指示矩阵 $W_{Rx,2}^{(k)}$,则所述第七指示信息包括用于指示矩阵 $W_{Rx,2}^{(k)}$ 中第 c 行第 d 列的元素 $W_{Rx,2}^{(k)}(c,d)$ 的 $Z^2_{k,c,d}$ 个比特, $Z^2_{k,c,d}$ 是正整数。

可选的,若所述第七指示信息用于指示矩阵 $W_{Rx,2}^{(l)}$,所述 $Y^2_{l,c,d}$ 大于等于 $X^2_{l,k,f}$ 。可选的,若所述第七指示信息用于指示矩阵 $W_{Rx,2}^{(k)}$, $Z^2_{k,c,d}$ 大于等于 $X^2_{l,k,f}$ 。

在该技术方案中,由于所述第七指示信息指示的矩阵 $W_{Rx,2}^{(l)}$, $l \in \{1,2,...,L\}$ 或 $W_{Rx,2}^{(k)}$, $k \in \{1,2,...,P\}$ 为对所述矩阵 $\tilde{H}^2$ 压缩的基底矩阵,所述第三指示信息指示的三维矩阵 $\mathcal{H}^2$ 为对所述矩阵 $\tilde{H}^2$ 压缩的合并系数矩阵,在选择相同的压缩基底个数 M_2 的情况下,压缩基底的元素的量化精度不低于合并系数的精度有利于降低压缩损失,即压缩后的信道矩阵更匹配真实的信道矩阵。当 $W_{Rx,2}^{(l)} = W_{Rx,2}$,即 l 取值不同时基底矩阵相同,或当 $W_{Rx,2}^{(k)} = W_{Rx,2}$,即 k 取值不同时基底矩阵相同时,提高压缩基底元素的量化精度更有必要。换另外一个角度说,在压缩损失一定的情况下,提高压缩基底元素的量化精度有利于减少选择的压缩基底个数 M_2 ,有利于降低上报CSI的开销。

$\{1,2,...,P\}$ 为对所述矩阵 $\tilde{H}^2$ 压缩的基底矩阵,所述第六指示信息指示的三维矩阵 $\mathcal{H}^2$ 为对所述矩阵 $\tilde{H}^2$ 压缩的合并系数矩阵,在选择相同的压缩基底个数 M_2 的情况下,压缩基底的元素的量化精度不低于合并系数的精度有利于降低压缩损失,即压缩后的信道矩阵更匹配真实的信道矩阵。当 $W_{Rx,2}^{(l)} = W_{Rx,2}$,即 l 取值不同时基底矩阵相同,或当 $W_{Rx,2}^{(k)} = W_{Rx,2}$,即 k 取值不同时基底矩阵相同时,提高压缩基底元素的量化精度更有必要。换另外一个角度说,在压缩损失一定的情况下,提高压缩基底元素的量化精度有利于减少选择的压缩基底个数 M_2 ,有利于降低上报CSI的开销。

在该技术方案中,矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$ 的幅度矩阵 $\text{amp}(\tilde{H}^{(r)})$ 具有较强的相关性,相位矩阵 $\text{asp}(\tilde{H}^{(r)})$ 相关性往往弱于幅度矩阵 $\text{amp}(\tilde{H}^{(r)})$,故幅度矩阵 $\text{amp}(\tilde{H}^{(r)})$ 相较相位矩阵 $\text{asp}(\tilde{H}^{(r)})$ 往往易于压缩。幅度矩阵 $\text{amp}(\tilde{H}^{(r)})$ 的压缩率由 M_1 决定,相位矩阵 $\text{asp}(\tilde{H}^{(r)})$ 的压缩率由 M_2 决定,可通过设定不同的 M_1 和 M_2 实现矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$ 幅度和相位的不同压缩率,优选的, M_1 小于 M_2 。

图4是本申请实施例提供的另一种通信系统的结构示意图,该通信系统包括第一通信装置401和第二通信装置402,第一通信装置401可以包括第一接收单元4011和第一发送单元4012,第二通信装置402可以包括第二发送单元4021和第二接收单元4022。

第二发送单元4021,用于向第一接收单元4011发送配置信息,配置信息用于配置第一发送单元4012上报的CSI;

第一发送单元4012,用于向第二接收单元4022上报CSI,所述CSI用于指示矩阵 $H^{(r)}$,所述矩阵 $H^{(r)}$ 用于指示所述第一通信装置第 r 个天线端口的信道,所述矩阵 $H^{(r)}$ 为 N_t 行 N_{sb} 列的矩阵, N_{sb} 是所述CSI的上报带宽所包括的频域单元数量, N_t 为正整数, $r \in \{1,2,...,N_r\}$, N_r 是所述第一通信装置的天线端口数量,所述CSI包括第一指示信息和第二指示信息;

所述第二指示信息用于指示矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$,所述矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$ 为 $2L$ 行 P 列的矩阵, L 为正整数, $2L$ 小于 N_t ;

所述第一指示信息用于指示矩阵 $W_{Tx}^{(r)}$, $H^{(r)} = W_{Tx}^{(r)} \times \tilde{H}^{(r)}$, $W_{Tx}^{(r)}$ 为 N_t 行 $2L$ 列的矩阵, P 为 N_{sb} ,或,所述第一指示信息用于指示矩阵 $W_{Tx}^{(r)}$ 和矩阵 $W_{Freq}^{(r)}$, $H^{(r)} = W_{Tx}^{(r)} \times \tilde{H}^{(r)} \times (W_{Freq}^{(r)})^H$, $W_{Tx}^{(r)}$ 为 N_t 行 $2L$ 列的矩阵, $W_{Freq}^{(r)}$ 为 N_{sb} 行 K 列的矩阵, K 为正整数, K 小于 N_{sb} , P 为 K 。

需要说明的是,图4对应的实施例中未提及的内容以及各个单元执行步骤的具体实现方式可参见图1和图2所示实施例以及前述内容,这里不再赘述。

在一种实现方式中,图4中的第一接收单元4011和第一发送单元4012所实现的相关功能可以结合处理器、接收器以及发射器来实现。图5是本发明实施例提供的一种终端设备的结构示意图,接收器503以及发射器504可以调用存储器502中存储的程序代码以执行以下操作:

接收器503接收来自于第二通信装置的配置信息,所述配置信息用于配置所述发射器

上报的 CSI;

发射器 504 上报 CSI, 所述 CSI 用于指示矩阵 $H^{(r)}$, 所述矩阵 $H^{(r)}$ 用于指示所述终端设备第 r 个天线端口的信道, 所述矩阵 $H^{(r)}$ 为 N_t 行 N_{sb} 列的矩阵, N_{sb} 是所述 CSI 的上报带宽所包括的频域单元数量, N_t 为正整数, $r \in \{1, 2, \dots, N_r\}$, N_r 是所述第一通信装置的天线端口数量, 所述 CSI 包括第一指示信息和第二指示信息;

所述第二指示信息用于指示矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$, 所述矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$ 为 $2L$ 行 P 列的矩阵, L 为正整数, $2L$ 小于 N_t ;

所述第一指示信息用于指示矩阵 $W_{Tx}^{(r)}$, $H^{(r)} = W_{Tx}^{(r)} \times \tilde{H}^{(r)}$, $W_{Tx}^{(r)}$ 为 N_t 行 $2L$ 列的矩阵, P 为 N_{sb} , 或, 所述第一指示信息用于指示矩阵 $W_{Tx}^{(r)}$ 和矩阵 $W_{Freq}^{(r)}$, $H^{(r)} = W_{Tx}^{(r)} \times \tilde{H}^{(r)} \times (W_{Freq}^{(r)})^H$, $W_{Tx}^{(r)}$ 为 N_t 行 $2L$ 列的矩阵, $W_{Freq}^{(r)}$ 为 N_{sb} 行 K 列的矩阵, K 为正整数, K 小于 N_{sb} , P 为 K 。

需要说明的是, 图 5 对应的实施例中未提及的内容以及各个器件执行步骤的具体实现方式可参见图 1 和图 2 所示实施例以及前述内容, 这里不再赘述。

在一种实现方式中, 图 4 中的第二发送单元 4021 和第二接收单元 4022 所实现的相关功能可以结合处理器、接收器以及发射器来实现。图 6 是本发明实施例提供的一种网络设备的结构示意图, 接收器 603 以及发射器 604 可以调用存储器 602 中存储的程序代码以执行以下操作:

发射器 604 向第一通信装置发送配置信息, 所述配置信息用于指示所述第一通信装置上报 CSI;

接收器 603 接收来自于所述第一通信装置的 CSI, 所述 CSI 用于指示矩阵 $H^{(r)}$, 所述矩阵 $H^{(r)}$ 用于指示所述第一通信装置第 r 个天线端口的信道, 所述矩阵 $H^{(r)}$ 为 N_t 行 N_{sb} 列的矩阵, N_{sb} 是所述 CSI 的上报带宽所包括的频域单元数量, N_t 为正整数, $r \in \{1, 2, \dots, N_r\}$, N_r 是所述第一通信装置的天线端口数量, 所述 CSI 包括第一指示信息和第二指示信息;

所述第二指示信息用于指示矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$, 所述矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$ 为 $2L$ 行 P 列的矩阵, L 为正整数, $2L$ 小于 N_t ;

所述第一指示信息用于指示矩阵 $W_{Tx}^{(r)}$, $H^{(r)} = W_{Tx}^{(r)} \times \tilde{H}^{(r)}$, $W_{Tx}^{(r)}$ 为 N_t 行 $2L$ 列的矩阵, P 为 N_{sb} , 或, 所述第一指示信息用于指示矩阵 $W_{Tx}^{(r)}$ 和矩阵 $W_{Freq}^{(r)}$, $H^{(r)} = W_{Tx}^{(r)} \times \tilde{H}^{(r)} \times (W_{Freq}^{(r)})^H$, $W_{Tx}^{(r)}$ 为 N_t 行 $2L$ 列的矩阵, $W_{Freq}^{(r)}$ 为 N_{sb} 行 K 列的矩阵, K 为正整数, K 小于 N_{sb} , P 为 K 。

需要说明的是, 图 6 对应的实施例中未提及的内容以及各个器件执行步骤的具体实现方式可参见图 1 和图 2 所示实施例以及前述内容, 这里不再赘述。

上述各个实施例中处理器可以是通用处理器、数字信号处理器 (Digital Signal Processor, DSP)、专用集成电路 (Application Specific Integrated Circuit, ASIC)、现成可编程门阵列 (Field Programmable Gate Array, FPGA) 或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件。可以实现或者执行本发明实施例中的公开的各方法、步骤及逻辑

框图。通用处理器可以是微处理器或者该处理器也可以是任何常规的处理器等。结合本发明实施例所公开的方法的步骤可以直接体现为硬件译码处理器执行完成，或者用译码处理器中的硬件及软件模块组合执行完成。软件模块可以位于随机存取存储器（Random Access Memory, RAM）、闪存、只读存储器（Read-Only Memory, ROM）、可编程只读存储器或者电可擦写可编程存储器、寄存器等本领域成熟的存储介质中。该存储介质位于存储器，处理器读取存储器中的指令，结合其硬件完成上述方法的步骤。

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

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

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

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

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

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

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

权利要求

1、一种上报信道状态信息 CSI 的方法，其特征在于，包括：

第一通信装置接收来自于第二通信装置的配置信息，所述配置信息用于配置所述第一通信装置上报的 CSI；

所述第一通信装置上报 CSI，所述 CSI 用于指示矩阵 $H^{(r)}$ ，所述矩阵 $H^{(r)}$ 用于指示所述第一通信装置第 r 个天线端口的信道，所述矩阵 $H^{(r)}$ 为 N_t 行 N_{sb} 列的矩阵， N_{sb} 是所述 CSI 的上报带宽所包括的频域单元数量， N_t 为正整数， $r \in \{1, 2, \dots, N_r\}$ ， N_r 是所述第一通信装置的天线端口数量，所述 CSI 包括第一指示信息和第二指示信息；

所述第二指示信息用于指示矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$ ，所述矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$ 为 $2L$ 行 P 列的矩阵， L 为正整数， $2L$ 小于 N_t ；

所述第一指示信息用于指示矩阵 $W_{Tx}^{(r)}$ ， $H^{(r)} = W_{Tx}^{(r)} \times \tilde{H}^{(r)}$ ， $W_{Tx}^{(r)}$ 为 N_t 行 $2L$ 列的矩阵， P 为 N_{sb} ，或，所述第一指示信息用于指示矩阵 $W_{Tx}^{(r)}$ 和矩阵 $W_{Freq}^{(r)}$ ， $H^{(r)} = W_{Tx}^{(r)} \times \tilde{H}^{(r)} \times (W_{Freq}^{(r)})^H$ ， $W_{Tx}^{(r)}$ 为 N_t 行 $2L$ 列的矩阵， $W_{Freq}^{(r)}$ 为 N_{sb} 行 K 列的矩阵， K 为正整数， K 小于 N_{sb} ， P 为 K 。

2、如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述第二指示信息包括第三指示信息和第四指示信息，所述第三指示信息用于指示三维矩阵 $\mathcal{H}^1$ ， $\mathcal{H}^1$ 为 L 行 P 列 M_1 页的三维矩阵， M_1 为正整数；

所述第四指示信息用于指示矩阵 $W_{Rx,1}^{(l)}$ ， $l \in \{1, 2, \dots, L\}$ ， $W_{Rx,1}^{(l)}$ 为 $2N_r$ 行 M_1 列矩阵，或，

所述第四指示信息用于指示矩阵 $W_{Rx,1}^{(k)}$ ， $k \in \{1, 2, \dots, P\}$ ， $W_{Rx,1}^{(k)}$ 为 $2N_r$ 行 M_1 列矩阵。

3、如权利要求 2 所述的方法，其特征在于，所述矩阵 $\tilde{H}^{(r)} = \begin{bmatrix} \tilde{\mathcal{H}}^1_{:, :, g(r,1)} \\ \tilde{\mathcal{H}}^1_{:, :, g(r,2)} \end{bmatrix}$ ；

其中， $g(r, i) \in \{1, 2, \dots, 2N_r\}$ ， $r \in \{1, 2, \dots, N_r\}$ ， $i \in \{1, 2\}$ ，且对于任意 $(r', i') \neq (r'', i'')$ ， $g(r', i') \neq g(r'', i'')$ ；

所述 $\tilde{\mathcal{H}}^1$ 为 L 行 P 列 $2N_r$ 页的三维矩阵， $\tilde{\mathcal{H}}^1_{:, :, g(r, i)}$ 表示取矩阵 $\tilde{\mathcal{H}}^1$ 固定第三个索引为 $g(r, i)$ 的 L 行 P 列的二维矩阵，所述 L 行 P 列的二维矩阵中第 l 行第 k 列的元素为 $\tilde{\mathcal{H}}^1_{l, k, g(r, i)}$ ；

若所述第四指示信息用于指示矩阵 $W_{Rx,1}^{(l)}$ ，则所述 $\tilde{\mathcal{H}}^1$ 是由式 $\tilde{\mathcal{H}}^1_{l, k, :} = W_{Rx,1}^{(l)} \times \mathcal{H}^1_{l, k, :}$ ， $l \in$

$\{1, 2, \dots, L\}$ ， $k \in \{1, 2, \dots, P\}$ 得到，或若所述第四指示信息用于指示矩阵 $W_{Rx,1}^{(k)}$ ，则所述 $\tilde{\mathcal{H}}^1$ 是由式

$\tilde{\mathcal{H}}^1_{l, k, :} = W_{Rx,1}^{(k)} \times \mathcal{H}^1_{l, k, :}$ ， $l \in \{1, 2, \dots, L\}$ ， $k \in \{1, 2, \dots, P\}$ 得到；

$\mathcal{H}^1_{l, k, :}$ 表示取矩阵 $\mathcal{H}^1$ 固定前两个索引长度 M_1 的一维向量，所述长度 M_1 的一维向量中第 m 个元素为 $\mathcal{H}^1_{l, k, m}$ ， $\tilde{\mathcal{H}}^1_{l, k, :}$ 表示取矩阵 $\tilde{\mathcal{H}}^1$ 固定前两个索引长度 $2N_r$ 的一维向量，所述长度 $2N_r$

的一维向量第 $g(r,i)$ 个元素为 $\tilde{\mathcal{H}}^1_{l,k,g(r,i)}$, $\times$ 为把一维向量 $\mathcal{H}^1_{l,k,:}$ 当做列向量的矩阵乘运算。

4、如权利要求 2 所述的方法, 其特征在于, 所述矩阵 $\tilde{\mathbf{H}}^{(r)}$ 的幅度矩阵 $\text{amp}(\tilde{\mathbf{H}}^{(r)}) = \begin{bmatrix} \tilde{\mathcal{H}}^1_{:,g(r,1)} \\ \tilde{\mathcal{H}}^1_{:,g(r,2)} \end{bmatrix}$, 所述 $\text{amp}(\tilde{\mathbf{H}}^{(r)})$ 的第 l 行第 k 列的元素是根据所述 $\tilde{\mathbf{H}}^{(r)}$ 的第 l 行第 k 列的元素的幅度确定的值;

其中, $g(r,i) \in \{1,2,\dots,2N_r\}$, $r \in \{1,2,\dots,N_r\}$, $i \in \{1,2\}$, 且对于任意 $(r',i') \neq (r'',i'')$, $g(r',i') \neq g(r'',i'')$;

所述 $\tilde{\mathcal{H}}^1$ 为 L 行 P 列 $2N_r$ 页的三维矩阵, $\tilde{\mathcal{H}}^1_{:,g(r,i)}$ 表示取矩阵 $\tilde{\mathcal{H}}^1$ 固定第三个索引为 $g(r,i)$ 的 L 行 P 列的二维矩阵, 所述 L 行 P 列的二维矩阵中第 l 行第 k 列的元素为 $\tilde{\mathcal{H}}^1_{l,k,g(r,i)}$;

若所述第四指示信息用于指示矩阵 $\mathbf{W}_{\text{Rx},1}^{(l)}$, 则所述 $\tilde{\mathcal{H}}^1$ 是由式 $\tilde{\mathcal{H}}^1_{l,k,:} = \mathbf{W}_{\text{Rx},1}^{(l)} \times \mathcal{H}^1_{l,k,:}$, $l \in \{1,2,\dots,L\}$, $k \in \{1,2,\dots,P\}$ 得到, 或若所述第四指示信息用于指示矩阵 $\mathbf{W}_{\text{Rx},1}^{(k)}$, 则所述 $\tilde{\mathcal{H}}^1$ 是由式

$\tilde{\mathcal{H}}^1_{l,k,:} = \mathbf{W}_{\text{Rx},1}^{(k)} \times \mathcal{H}^1_{l,k,:}$, $l \in \{1,2,\dots,L\}$, $k \in \{1,2,\dots,P\}$ 得到;

$\mathcal{H}^1_{l,k,:}$ 表示取矩阵 $\mathcal{H}^1$ 固定前两个索引长度 M_1 的一维向量, 所述长度 M_1 的一维向量中第 m 个元素为 $\mathcal{H}^1_{l,k,m}$, $\tilde{\mathcal{H}}^1_{l,k,:}$ 表示取矩阵 $\tilde{\mathcal{H}}^1$ 固定前两个索引长度 $2N_r$ 的一维向量, 所述长度 $2N_r$ 的一维向量第 $g(r,i)$ 个元素为 $\tilde{\mathcal{H}}^1_{l,k,g(r,i)}$, $\times$ 为把一维向量 $\mathcal{H}^1_{l,k,:}$ 当做列向量的矩阵乘运算。

5、如权利要求 4 所述的方法, 其特征在于, 所述 $\text{amp}(\tilde{\mathbf{H}}^{(r)})$ 的第 l 行第 k 列的元素是所述 $\tilde{\mathbf{H}}^{(r)}$ 的第 l 行第 k 列的元素的幅度或幅度的平方。

6、如权利要求 1-5 任一项所述的方法, 其特征在于, 所述第二指示信息包括第五指示信息, 所述第五指示信息用于指示所述 $\tilde{\mathbf{H}}^{(r)}$ 中元素的相位。

7、如权利要求 6 所述的方法, 其特征在于, 所述第五指示信息用于指示所述 $\tilde{\mathbf{H}}^{(r)}$ 中元素的相位, 包括:

所述第五指示信息包括第六指示信息和第七指示信息, 所述第六指示信息用于指示三维矩阵 $\mathcal{H}^2$, $\mathcal{H}^2$ 为 L 行 P 列 M_2 页的三维矩阵, M_2 为正整数;

所述第七指示信息用于指示矩阵 $\mathbf{W}_{\text{Rx},2}^{(l)}$, $l \in \{1,2,\dots,L\}$, $\mathbf{W}_{\text{Rx},2}^{(l)}$ 为 $2N_r$ 行 M_2 列矩阵, 或,

所述第七指示信息用于指示矩阵 $\mathbf{W}_{\text{Rx},2}^{(k)}$, $k \in \{1,2,\dots,P\}$, $\mathbf{W}_{\text{Rx},2}^{(k)}$ 为 $2N_r$ 行 M_2 列矩阵;

所述矩阵 $\tilde{\mathbf{H}}^{(r)}$ 的相位矩阵 $\text{asp}(\tilde{\mathbf{H}}^{(r)}) = \begin{bmatrix} \tilde{\mathcal{H}}^2_{:,f(r,1)} \\ \tilde{\mathcal{H}}^2_{:,f(r,2)} \end{bmatrix}$, 所述 $\text{asp}(\tilde{\mathbf{H}}^{(r)})$ 的第 l 行第 k 列的元素是根据所述 $\tilde{\mathbf{H}}^{(r)}$ 的第 l 行第 k 列的元素的相位确定的值;

其中, $f(r,i) \in \{1,2,\dots,2N_r\}$, $r \in \{1,2,\dots,N_r\}$, $i \in \{1,2\}$, 且对于任意 $(r',i') \neq (r'',i'')$, $f(r',i') \neq f(r'',i'')$;

所述 $\tilde{\mathcal{H}}^2$ 为 L 行 P 列 $2N_r$ 页的三维矩阵, $\tilde{\mathcal{H}}^2_{:,f(r,i)}$ 表示取矩阵 $\tilde{\mathcal{H}}^2$ 固定第三个索引为 $f(r,i)$ 的 L 行 P 列的二维矩阵, 所述 L 行 P 列的二维矩阵中第 l 行第 k 列的元素为 $\tilde{\mathcal{H}}^2_{l,k,f(r,i)}$;

若所述第七指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},2}^{(l)}$, 则所述 $\tilde{\mathcal{H}}^2$ 是由式 $\tilde{\mathcal{H}}^2_{l,k,:} = W_{\text{Rx},2}^{(l)} \times \mathcal{H}^2_{l,k,:}$, $l \in$

$\{1,2,\dots,L\}$, $k \in \{1,2,\dots,P\}$ 得到, 或若所述第七指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},2}^{(k)}$, 则所述 $\tilde{\mathcal{H}}^2$ 是由式

$\tilde{\mathcal{H}}^2_{l,k,:} = W_{\text{Rx},2}^{(k)} \times \mathcal{H}^2_{l,k,:}$, $l \in \{1,2,\dots,L\}$, $k \in \{1,2,\dots,P\}$ 得到;

$\mathcal{H}^2_{l,k,:}$ 表示取矩阵 $\mathcal{H}^2$ 固定前两个索引长度 M_2 的一维向量, 所述长度 M_2 的一维向量中第 m 个元素为 $\mathcal{H}^2_{l,k,m}$, $\tilde{\mathcal{H}}^2_{l,k,:}$ 表示取矩阵 $\tilde{\mathcal{H}}^2$ 固定前两个索引长度 $2N_r$ 的一维向量, 所述长度 $2N_r$ 的一维向量第 $f(r,i)$ 个元素为 $\tilde{\mathcal{H}}^2_{l,k,f(r,i)}$, $\times$ 为把一维向量 $\mathcal{H}^2_{l,k,:}$ 当做列向量的矩阵乘运算。

8、如权利要求7所述的方法, 其特征在于, 所述 $\text{asp}(\tilde{\mathbf{H}}^{(r)})$ 的第 l 行第 k 列的元素是所述 $\tilde{\mathbf{H}}^{(r)}$ 的第 l 行第 k 列的元素的相位或相位的平方。

9、如权利要求1-8任一项所述的方法, 其特征在于, 在所述第一指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Tx}}^{(r)}$ 的情况下, 对于任意 $r', r'' \in \{1,2,\dots,N_r\}$, $l', l'' \in \{1,2,\dots,2L\}$, 若 $r' \neq r''$ 且 $W_{\text{Tx}}^{(r')}(:, l') = W_{\text{Tx}}^{(r'')}(:, l'')$, 则 $l' = l''$; 或

在所述第一指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Tx}}^{(r)}$ 和矩阵 $W_{\text{Freq}}^{(r)}$ 的情况下, 对于任意 $r', r'' \in \{1,2,\dots,N_r\}$, $l', l'' \in \{1,2,\dots,2L\}$, 若 $r' \neq r''$ 且 $W_{\text{Tx}}^{(r')}(:, l') = W_{\text{Tx}}^{(r'')}(:, l'')$, 则 $l' = l''$, 对于任意 $r', r'' \in \{1,2,\dots,N_r\}$, $k', k'' \in \{1,2,\dots,K\}$, 若 $r' \neq r''$ 且 $W_{\text{Freq}}^{(r')}(:, k') = W_{\text{Freq}}^{(r'')}(:, k'')$, 则 $k' = k''$ 。

10、如权利要求2-9任一项所述的方法, 其特征在于, 所述第三指示信息包括用于指示 $\mathcal{H}^1$ 中元素 $\mathcal{H}^1_{l,k,g}$ 的 $X^1_{l,k,g}$ 个比特, $X^1_{l,k,g}$ 是正整数, 若所述第四指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},1}^{(l)}$, 则所述第四指示信息包括用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},1}^{(l)}$ 中第 c 行第 d 列的元素 $W_{\text{Rx},1}^{(l)}(c,d)$ 的 $Y^1_{l,c,d}$ 个比特, $Y^1_{l,c,d}$ 是正整数, 或, 若所述第四指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},1}^{(k)}$, 则所述第四指示信息包括用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},1}^{(k)}$ 中第 c 行第 d 列的元素 $W_{\text{Rx},1}^{(k)}(c,d)$ 的 $Z^1_{k,c,d}$ 个比特, $Z^1_{k,c,d}$ 是正整数。

11、如权利要求10所述的方法, 其特征在于, 若所述第四指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},1}^{(l)}$, 则 $Y^1_{l,c,d}$ 大于等于 $X^1_{l,k,g}$, 或若所述第四指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},1}^{(k)}$, 则 $Z^1_{k,c,d}$ 大于等于 $X^1_{l,k,g}$ 。

12、如权利要求7-11任一项所述的方法, 其特征在于, 所述第六指示信息包括用于指

示 $\mathcal{H}^2$ 中元素 $\mathcal{H}_{l,k,f}^2$ 的 $X_{l,k,f}^2$ 个比特, $X_{l,k,f}^2$ 是正整数, 若所述第七指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},2}^{(l)}$, 则所述第七指示信息包括用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},2}^{(l)}$ 中第 c 行第 d 列的元素 $W_{\text{Rx},2}^{(l)}(c,d)$ 的 $Y_{l,c,d}^2$ 个比特, $Y_{l,c,d}^2$ 是正整数, 或, 若所述第七指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},2}^{(k)}$, 则所述第七指示信息包括用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},2}^{(k)}$ 中第 c 行第 d 列的元素 $W_{\text{Rx},2}^{(k)}(c,d)$ 的 $Z_{k,c,d}^2$ 个比特, $Z_{k,c,d}^2$ 是正整数。

13、如权利要求12所述的方法, 其特征在于, 若所述第七指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},2}^{(l)}$, 则 $Y_{l,c,d}^2$ 大于等于 $X_{l,k,f}^2$, 或若所述第七指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},2}^{(k)}$, 则 $Z_{k,c,d}^2$ 大于等于 $X_{l,k,f}^2$ 。

14、一种获取CSI的方法, 其特征在于, 包括:

第二通信装置向第一通信装置发送配置信息, 所述配置信息用于配置所述第一通信装置上报的CSI;

所述第二通信装置接收CSI, 所述CSI用于指示矩阵 $H^{(r)}$, 所述矩阵 $H^{(r)}$ 用于指示所述第一通信装置第 r 个天线端口的信道, 所述矩阵 $H^{(r)}$ 为 N_t 行 N_{sb} 列的矩阵, N_{sb} 是所述CSI的上报带宽所包括的频域单元数量, N_t 为正整数, $r \in \{1, 2, \dots, N_r\}$, N_r 是所述第一通信装置的天线端口数量, 所述CSI包括第一指示信息和第二指示信息;

所述第二指示信息用于指示矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$, 所述矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$ 为 $2L$ 行 P 列的矩阵, L 为正整数, $2L$ 小于 N_t ;

所述第一指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Tx}}^{(r)}$, $H^{(r)} = W_{\text{Tx}}^{(r)} \times \tilde{H}^{(r)}$, $W_{\text{Tx}}^{(r)}$ 为 N_t 行 $2L$ 列的矩阵, P 为 N_{sb} , 或, 所述第一指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Tx}}^{(r)}$ 和矩阵 $W_{\text{Freq}}^{(r)}$, $H^{(r)} = W_{\text{Tx}}^{(r)} \times \tilde{H}^{(r)} \times (W_{\text{Freq}}^{(r)})^H$, $W_{\text{Tx}}^{(r)}$ 为 N_t 行 $2L$ 列的矩阵, $W_{\text{Freq}}^{(r)}$ 为 N_{sb} 行 K 列的矩阵, K 为正整数, K 小于 N_{sb} , P 为 K 。

15、如权利要求14所述的方法, 其特征在于, 所述第二指示信息包括第三指示信息和第四指示信息, 所述第三指示信息用于指示三维矩阵 $\mathcal{H}^1$, $\mathcal{H}^1$ 为 L 行 P 列 M_1 页的三维矩阵, M_1 为正整数;

所述第四指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},1}^{(l)}$, $l \in \{1, 2, \dots, L\}$, $W_{\text{Rx},1}^{(l)}$ 为 $2N_r$ 行 M_1 列矩阵, 或, 所述第四指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},1}^{(k)}$, $k \in \{1, 2, \dots, P\}$, $W_{\text{Rx},1}^{(k)}$ 为 $2N_r$ 行 M_1 列矩阵。

16、如权利要求15所述的方法, 其特征在于, 所述矩阵 $\tilde{H}^{(r)} = \begin{bmatrix} \tilde{\mathcal{H}}^1_{\dots, g(r,1)} \\ \tilde{\mathcal{H}}^1_{\dots, g(r,2)} \end{bmatrix}$;

其中, $g(r,i) \in \{1, 2, \dots, 2N_r\}$, $r \in \{1, 2, \dots, N_r\}$ 和, $i \in \{1, 2\}$, 且对于任意 $(r', i') \neq (r'', i'')$, $g(r', i') \neq g(r'', i'')$;

所述 $\tilde{\mathcal{H}}^1$ 为 L 行 P 列 $2N_r$ 页的三维矩阵, $\tilde{\mathcal{H}}^1_{:,g(r,i)}$ 表示取矩阵 $\tilde{\mathcal{H}}^1$ 固定第三个索引为 $g(r,i)$ 的 L 行 P 列的二维矩阵,所述 L 行 P 列的二维矩阵中第 l 行第 k 列的元素为 $\tilde{\mathcal{H}}^1_{l,k,g(r,i)}$;

若所述第四指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},1}^{(l)}$,则所述 $\tilde{\mathcal{H}}^1$ 是由式 $\tilde{\mathcal{H}}^1_{l,k,:} = W_{\text{Rx},1}^{(l)} \times \mathcal{H}^1_{l,k,:}$, $l \in \{1,2,\dots,L\}$, $k \in \{1,2,\dots,P\}$ 得到,或若所述第四指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},1}^{(k)}$,则所述 $\tilde{\mathcal{H}}^1$ 是由式

$$\tilde{\mathcal{H}}^1_{l,k,:} = W_{\text{Rx},1}^{(k)} \times \mathcal{H}^1_{l,k,:}, \quad l \in \{1,2,\dots,L\}, \quad k \in \{1,2,\dots,P\} \text{ 得到;}$$

$\mathcal{H}^1_{l,k,:}$ 表示取矩阵 $\mathcal{H}^1$ 固定前两个索引长度 M_1 的一维向量,所述长度 M_1 的一维向量中第 m 个元素为 $\mathcal{H}^1_{l,k,m}$, $\tilde{\mathcal{H}}^1_{l,k,:}$ 表示取矩阵 $\tilde{\mathcal{H}}^1$ 固定前两个索引长度 $2N_r$ 的一维向量,所述长度 $2N_r$ 的一维向量第 $g(r,i)$ 个元素为 $\tilde{\mathcal{H}}^1_{l,k,g(r,i)}$, $\times$ 为把一维向量 $\mathcal{H}^1_{l,k,:}$ 当做列向量的矩阵乘运算。

17、如权利要求15所述的方法,其特征在于,所述矩阵 $\tilde{\mathbf{H}}^{(r)}$ 的幅度矩阵 $\text{amp}(\tilde{\mathbf{H}}^{(r)}) = \begin{bmatrix} \tilde{\mathcal{H}}^1_{:,g(r,1)} \\ \tilde{\mathcal{H}}^1_{:,g(r,2)} \end{bmatrix}$,所述 $\text{amp}(\tilde{\mathbf{H}}^{(r)})$ 的第 l 行第 k 列的元素是根据所述 $\tilde{\mathbf{H}}^{(r)}$ 的第 l 行第 k 列的元素的幅度确定的值;

其中, $g(r,i) \in \{1,2,\dots,2N_r\}$, $r \in \{1,2,\dots,N_r\}$, $i \in \{1,2\}$,且对于任意 $(r',i') \neq (r'',i'')$, $g(r',i') \neq g(r'',i'')$;

所述 $\tilde{\mathcal{H}}^1$ 为 L 行 P 列 $2N_r$ 页的三维矩阵, $\tilde{\mathcal{H}}^1_{:,g(r,i)}$ 表示取矩阵 $\tilde{\mathcal{H}}^1$ 固定第三个索引为 $g(r,i)$ 的 L 行 P 列的二维矩阵,所述 L 行 P 列的二维矩阵中第 l 行 k 列元素为 $\tilde{\mathcal{H}}^1_{l,k,g(r,i)}$;

若所述第四指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},1}^{(l)}$,则所述 $\tilde{\mathcal{H}}^1$ 是由式 $\tilde{\mathcal{H}}^1_{l,k,:} = W_{\text{Rx},1}^{(l)} \times \mathcal{H}^1_{l,k,:}$, $l \in \{1,2,\dots,L\}$, $k \in \{1,2,\dots,P\}$ 得到,或若所述第四指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},1}^{(k)}$,则所述 $\tilde{\mathcal{H}}^1$ 是由式

$$\tilde{\mathcal{H}}^1_{l,k,:} = W_{\text{Rx},1}^{(k)} \times \mathcal{H}^1_{l,k,:}, \quad l \in \{1,2,\dots,L\}, \quad k \in \{1,2,\dots,P\} \text{ 得到;}$$

$\mathcal{H}^1_{l,k,:}$ 表示取矩阵 $\mathcal{H}^1$ 固定前两个索引长度 M_1 的一维向量,所述长度 M_1 的一维向量中第 m 个元素为 $\mathcal{H}^1_{l,k,m}$, $\tilde{\mathcal{H}}^1_{l,k,:}$ 表示取矩阵 $\tilde{\mathcal{H}}^1$ 固定前两个索引长度 $2N_r$ 的一维向量,所述长度 $2N_r$ 的一维向量第 $g(r,i)$ 个元素为 $\tilde{\mathcal{H}}^1_{l,k,g(r,i)}$, $\times$ 为把一维向量 $\mathcal{H}^1_{l,k,:}$ 当做列向量的矩阵乘运算。

18、如权利要求17所述的方法,其特征在于,所述 $\text{amp}(\tilde{\mathbf{H}}^{(r)})$ 的第 l 行第 k 列的元素是所述 $\tilde{\mathbf{H}}^{(r)}$ 的第 l 行第 k 列的元素的幅度或幅度的平方。

19、如权利要求14-18任一项所述的方法,其特征在于,所述第二指示信息包括第五指示信息,所述第五指示信息用于指示所述 $\tilde{\mathbf{H}}^{(r)}$ 中元素的相位。

20、如权利要求19所述的方法,其特征在于,所述第五指示信息用于指示所述 $\tilde{\mathbf{H}}^{(r)}$ 中元素的相位,包括:

所述第五指示信息包括第六指示信息和第七指示信息,所述第六指示信息用于指示三维矩阵 $\mathcal{H}^2$, $\mathcal{H}^2$ 为 L 行 P 列 M_2 页的三维矩阵, M_2 为正整数;

所述第七指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},2}^{(l)}$, $l \in \{1,2,\dots,L\}$, $W_{\text{Rx},2}^{(l)}$ 为 $2N_r$ 行 M_2 列矩阵, 或,

所述第七指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},2}^{(k)}$, $k \in \{1,2,\dots,P\}$, $W_{\text{Rx},2}^{(k)}$ 为 $2N_r$ 行 M_2 列矩阵;

所述矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$ 的相位矩阵 $\text{asp}(\tilde{H}^{(r)}) = \begin{bmatrix} \tilde{\mathcal{H}}^2_{:,f(r,1)} \\ \tilde{\mathcal{H}}^2_{:,f(r,2)} \end{bmatrix}$, 所述 $\text{asp}(\tilde{H}^{(r)})$ 的第 l 行第 k 列的元素是根据所述 $\tilde{H}^{(r)}$ 的第 l 行第 k 列的元素的相位确定的值;

其中, $f(r,i) \in \{1,2,\dots,2N_r\}$, $r \in \{1,2,\dots,N_r\}$, $i \in \{1,2\}$, 且对于任意 $(r',i') \neq (r'',i'')$, $f(r',i') \neq f(r'',i'')$;

所述 $\tilde{\mathcal{H}}^2$ 为 L 行 P 列 $2N_r$ 页的三维矩阵, $\tilde{\mathcal{H}}^2_{:,f(r,i)}$ 表示取矩阵 $\tilde{\mathcal{H}}^2$ 固定第三个索引为 $f(r,i)$ 的 L 行 P 列的二维矩阵, 所述 L 行 P 列的二维矩阵中第 l 行第 k 列的元素为 $\tilde{\mathcal{H}}^2_{l,k,f(r,i)}$;

若所述第七指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},2}^{(l)}$, 则所述 $\tilde{\mathcal{H}}^2$ 是由式 $\tilde{\mathcal{H}}^2_{l,k,:} = W_{\text{Rx},2}^{(l)} \times \mathcal{H}^2_{l,k,:}$, $l \in \{1,2,\dots,L\}$, $k \in \{1,2,\dots,P\}$ 得到, 或若所述第七指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},2}^{(k)}$, 则所述 $\tilde{\mathcal{H}}^2$ 是由式

$\tilde{\mathcal{H}}^2_{l,k,:} = W_{\text{Rx},2}^{(k)} \times \mathcal{H}^2_{l,k,:}$, $l \in \{1,2,\dots,L\}$, $k \in \{1,2,\dots,P\}$ 得到;

$\mathcal{H}^2_{l,k,:}$ 表示取矩阵 $\mathcal{H}^2$ 固定前两个索引长度 M_2 的一维向量, 所述长度 M_2 的一维向量中第 m 个元素为 $\mathcal{H}^2_{l,k,m}$, $\tilde{\mathcal{H}}^2_{l,k,:}$ 表示取矩阵 $\tilde{\mathcal{H}}^2$ 固定前两个索引长度 $2N_r$ 的一维向量, 所述长度 $2N_r$ 的一维向量第 $f(r,i)$ 个元素为 $\tilde{\mathcal{H}}^2_{l,k,f(r,i)}$, $\times$ 为把一维向量 $\mathcal{H}^2_{l,k,:}$ 当做列向量的矩阵乘运算。

21、如权利要求20所述的方法, 其特征在于, 所述 $\text{asp}(\tilde{H}^{(r)})$ 的第 l 行第 k 列的元素是所述 $\tilde{H}^{(r)}$ 的第 l 行第 k 列的元素的相位或相位的平方。

22、如权利要求14-21任一项所述的方法, 其特征在于, 在所述第一指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Tx}}^{(r)}$ 的情况下, 对于任意 $r', r'' \in \{1,2,\dots,N_r\}$, $l', l'' \in \{1,2,\dots,2L\}$, 若 $r' \neq r''$ 且 $W_{\text{Tx}}^{(r')}(:, l') = W_{\text{Tx}}^{(r'')}(:, l'')$, 则 $l' = l''$; 或

在所述第一指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Tx}}^{(r)}$ 和矩阵 $W_{\text{Freq}}^{(r)}$ 的情况下, 对于任意 $r', r'' \in \{1,2,\dots,N_r\}$, $l', l'' \in \{1,2,\dots,2L\}$, 若 $r' \neq r''$ 且 $W_{\text{Tx}}^{(r')}(:, l') = W_{\text{Tx}}^{(r'')}(:, l'')$, 则 $l' = l''$, 对于任意 $r', r'' \in \{1,2,\dots,N_r\}$, $k', k'' \in \{1,2,\dots,K\}$, 若 $r' \neq r''$ 且 $W_{\text{Freq}}^{(r')}(:, k') = W_{\text{Freq}}^{(r'')}(:, k'')$, 则 $k' = k''$ 。

23、如权利要求15-22任一项所述的方法, 其特征在于, 所述第三指示信息包括用于指示 $\mathcal{H}^1$ 中元素 $\mathcal{H}^1_{l,k,g}$ 的 $X^1_{l,k,g}$ 个比特, $X^1_{l,k,g}$ 是正整数, 若所述第四指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},1}^{(l)}$, 则所述第四指示信息包括用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},1}^{(l)}$ 中第 c 行第 d 列的元素 $W_{\text{Rx},1}^{(l)}(c,d)$ 的

$Y_{l,c,d}^1$ 个比特, $Y_{l,c,d}^1$ 是正整数, 或, 若所述第四指示信息用于指示矩阵 $W_{Rx,1}^{(k)}$, 则所述第四指示信息包括用于指示矩阵 $W_{Rx,1}^{(k)}$ 中第 c 行第 d 列的元素 $W_{Rx,1}^{(k)}(c,d)$ 的 $Z_{k,c,d}^1$ 个比特, $Z_{k,c,d}^1$ 是正整数。

24、如权利要求 23 所述的方法, 其特征在于, 若所述第四指示信息用于指示矩阵 $W_{Rx,1}^{(l)}$, 则 $Y_{l,c,d}^1$ 大于等于 $X_{l,k,g}^1$, 或若所述第四指示信息用于指示矩阵 $W_{Rx,1}^{(k)}$, 则 $Z_{k,c,d}^1$ 大于等于 $X_{l,k,g}^1$ 。

25、如权利要求 20-24 任一项所述的方法, 其特征在于, 所述第六指示信息包括用于指示 $\mathcal{H}^2$ 中元素 $\mathcal{H}_{l,k,f}^2$ 的 $X_{l,k,f}^2$ 个比特, $X_{l,k,f}^2$ 是正整数, 若所述第七指示信息用于指示矩阵 $W_{Rx,2}^{(l)}$, 则所述第七指示信息包括用于指示矩阵 $W_{Rx,2}^{(l)}$ 中第 c 行第 d 列的元素 $W_{Rx,2}^{(l)}(c,d)$ 的 $Y_{l,c,d}^2$ 个比特, $Y_{l,c,d}^2$ 是正整数, 或, 若所述第七指示信息用于指示矩阵 $W_{Rx,2}^{(k)}$, 则所述第七指示信息包括用于指示矩阵 $W_{Rx,2}^{(k)}$ 中第 c 行第 d 列的元素 $W_{Rx,2}^{(k)}(c,d)$ 的 $Z_{k,c,d}^2$ 个比特, $Z_{k,c,d}^2$ 是正整数。

26、如权利要求 25 所述的方法, 其特征在于, 若所述第七指示信息用于指示矩阵 $W_{Rx,2}^{(l)}$, 则 $Y_{l,c,d}^2$ 大于等于 $X_{l,k,f}^2$, 或若所述第七指示信息用于指示矩阵 $W_{Rx,2}^{(k)}$, 则 $Z_{k,c,d}^2$ 大于等于 $X_{l,k,f}^2$ 。

27、一种通信装置, 其特征在于, 所述装置包括用于实现权利要求 1-13 中任一项所述的上报 CSI 的方法的单元。

28、一种通信装置, 其特征在于, 所述装置包括用于实现权利要求 14-26 中任一项所述的获取 CSI 的方法的单元。

29、一种终端设备, 包括接收器和发射器, 所述接收器与所述发射器耦合, 其特征在于,

所述接收器, 用于接收来自于第二通信装置的配置信息, 所述配置信息用于配置所述发射器上报的 CSI;

所述发射器, 用于上报 CSI, 所述 CSI 用于指示矩阵 $H^{(r)}$, 所述矩阵 $H^{(r)}$ 用于指示所述终端设备第 r 个天线端口的信道, 所述矩阵 $H^{(r)}$ 为 N_t 行 N_{sb} 列的矩阵, N_{sb} 是所述 CSI 的上报带宽所包括的频域单元数量, N_t 为正整数, $r \in \{1, 2, \dots, N_r\}$, N_r 是所述终端设备的天线端口数量, 所述 CSI 包括第一指示信息和第二指示信息;

所述第二指示信息用于指示矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$, 所述矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$ 为 $2L$ 行 P 列的矩阵, L 为正整数, $2L$ 小于 N_t ;

所述第一指示信息用于指示矩阵 $W_{Tx}^{(r)}$, $H^{(r)} = W_{Tx}^{(r)} \times \tilde{H}^{(r)}$, $W_{Tx}^{(r)}$ 为 N_t 行 $2L$ 列的矩阵, P 为

N_{sb} , 或, 所述第一指示信息用于指示矩阵 $W_{Tx}^{(r)}$ 和矩阵 $W_{Freq}^{(r)}$, $H^{(r)} = W_{Tx}^{(r)} \times \tilde{H}^{(r)} \times (W_{Freq}^{(r)})^H$,

$W_{Tx}^{(r)}$ 为 N_t 行 $2L$ 列的矩阵, $W_{Freq}^{(r)}$ 为 N_{sb} 行 K 列的矩阵, K 为正整数, K 小于 N_{sb} , P 为 K .

30、如权利要求 29 所述的终端设备, 其特征在于, 所述第二指示信息包括第三指示信息和第四指示信息, 所述第三指示信息用于指示三维矩阵 $\mathcal{H}^1$, $\mathcal{H}^1$ 为 L 行 P 列 M_1 页的三维矩阵, M_1 为正整数;

所述第四指示信息用于指示矩阵 $W_{Rx,1}^{(l)}$, $l \in \{1, 2, \dots, L\}$, $W_{Rx,1}^{(l)}$ 为 $2N_r$ 行 M_1 列矩阵, 或,

所述第四指示信息用于指示矩阵 $W_{Rx,1}^{(k)}$, $k \in \{1, 2, \dots, P\}$, $W_{Rx,1}^{(k)}$ 为 $2N_r$ 行 M_1 列矩阵。

31、如权利要求 30 所述的终端设备, 其特征在于, 所述矩阵 $\tilde{H}^{(r)} = \begin{bmatrix} \tilde{\mathcal{H}}^1_{::,g(r,1)} \\ \tilde{\mathcal{H}}^1_{::,g(r,2)} \end{bmatrix}$;

其中, $g(r,i) \in \{1, 2, \dots, 2N_r\}$, $r \in \{1, 2, \dots, N_r\}$, $i \in \{1, 2\}$, 且对于任意 $(r', i') \neq (r'', i'')$, $g(r', i') \neq g(r'', i'')$;

所述 $\tilde{\mathcal{H}}^1$ 为 L 行 P 列 $2N_r$ 页的三维矩阵, $\tilde{\mathcal{H}}^1_{::,g(r,i)}$ 表示取矩阵 $\tilde{\mathcal{H}}^1$ 固定第三个索引为 $g(r,i)$ 的 L 行 P 列的二维矩阵, 所述 L 行 P 列的二维矩阵中第 l 行第 k 列的元素为 $\tilde{\mathcal{H}}^1_{l,k,g(r,i)}$;

若所述第四指示信息用于指示矩阵 $W_{Rx,1}^{(l)}$, 则所述 $\tilde{\mathcal{H}}^1$ 是由式 $\tilde{\mathcal{H}}^1_{l,k,:} = W_{Rx,1}^{(l)} \times \mathcal{H}^1_{l,k,:}$, $l \in$

$\{1, 2, \dots, L\}$, $k \in \{1, 2, \dots, P\}$ 得到, 或若所述第四指示信息用于指示矩阵 $W_{Rx,1}^{(k)}$, 则所述 $\tilde{\mathcal{H}}^1$ 是由式

$\tilde{\mathcal{H}}^1_{l,k,:} = W_{Rx,1}^{(k)} \times \mathcal{H}^1_{l,k,:}$, $l \in \{1, 2, \dots, L\}$, $k \in \{1, 2, \dots, P\}$ 得到;

$\mathcal{H}^1_{l,k,:}$ 表示取矩阵 $\mathcal{H}^1$ 固定前两个索引长度 M_1 的一维向量, 所述长度 M_1 的一维向量中第 m 个元素为 $\mathcal{H}^1_{l,k,m}$, $\tilde{\mathcal{H}}^1_{l,k,:}$ 表示取矩阵 $\tilde{\mathcal{H}}^1$ 固定前两个索引长度 $2N_r$ 的一维向量, 所述长度 $2N_r$ 的一维向量第 $g(r,i)$ 个元素为 $\tilde{\mathcal{H}}^1_{l,k,g(r,i)}$, $\times$ 为把一维向量 $\mathcal{H}^1_{l,k,:}$ 当做列向量的矩阵乘运算。

32、如权利要求 30 所述的终端设备, 其特征在于, 所述矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$ 的幅度矩阵 $\text{amp}(\tilde{H}^{(r)}) = \begin{bmatrix} \tilde{\mathcal{H}}^1_{::,g(r,1)} \\ \tilde{\mathcal{H}}^1_{::,g(r,2)} \end{bmatrix}$, 所述 $\text{amp}(\tilde{H}^{(r)})$ 的第 l 行第 k 列的元素是根据所述 $\tilde{H}^{(r)}$ 的第 l 行第 k 列的元素的幅度确定的值;

其中, $g(r,i) \in \{1, 2, \dots, 2N_r\}$, $r \in \{1, 2, \dots, N_r\}$, $i \in \{1, 2\}$, 且对于任意 $(r', i') \neq (r'', i'')$, $g(r', i') \neq g(r'', i'')$;

所述 $\tilde{\mathcal{H}}^1$ 为 L 行 P 列 $2N_r$ 页的三维矩阵, $\tilde{\mathcal{H}}^1_{::,g(r,i)}$ 表示取矩阵 $\tilde{\mathcal{H}}^1$ 固定第三个索引为 $g(r,i)$ 的 L 行 P 列的二维矩阵, 所述 L 行 P 列的二维矩阵中第 l 行第 k 列的元素为 $\tilde{\mathcal{H}}^1_{l,k,g(r,i)}$;

若所述第四指示信息用于指示矩阵 $W_{Rx,1}^{(l)}$, 则所述 $\tilde{\mathcal{H}}^1$ 是由式 $\tilde{\mathcal{H}}^1_{l,k,:} = W_{Rx,1}^{(l)} \times \mathcal{H}^1_{l,k,:}$, $l \in$

$\{1,2,\dots,L\}$, $k \in \{1,2,\dots,P\}$ 得到, 或若所述第四指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},1}^{(k)}$, 则所述 $\tilde{\mathcal{H}}^1$ 是由式

$$\tilde{\mathcal{H}}^1_{l,k,:} = W_{\text{Rx},1}^{(k)} \times \mathcal{H}^1_{l,k,:}, \quad l \in \{1,2,\dots,L\}, \quad k \in \{1,2,\dots,P\} \text{得到};$$

$\mathcal{H}^1_{l,k,:}$ 表示取矩阵 $\mathcal{H}^1$ 固定前两个索引长度 M_1 的一维向量, 所述长度 M_1 的一维向量中第 m 个元素为 $\mathcal{H}^1_{l,k,m}$, $\tilde{\mathcal{H}}^1_{l,k,:}$ 表示取矩阵 $\tilde{\mathcal{H}}^1$ 固定前两个索引长度 $2N_r$ 的一维向量, 所述长度 $2N_r$ 的一维向量第 $g(r,i)$ 个元素为 $\tilde{\mathcal{H}}^1_{l,k,g(r,i)}$, $\times$ 为把一维向量 $\mathcal{H}^1_{l,k,:}$ 当做列向量的矩阵乘运算。

33、如权利要求 32 所述的终端设备, 其特征在于, 所述 $\text{asp}(\tilde{\mathbf{H}}^{(r)})$ 的第 l 行第 k 列的元素是所述 $\tilde{\mathbf{H}}^{(r)}$ 的第 l 行第 k 列的元素的幅度或幅度的平方。

34、如权利要求 29-33 任一项所述的终端设备, 其特征在于, 所述第二指示信息包括第五指示信息, 所述第五指示信息用于指示所述 $\tilde{\mathbf{H}}^{(r)}$ 中元素的相位。

35、如权利要求 34 所述的终端设备, 其特征在于, 所述第五指示信息用于指示所述 $\tilde{\mathbf{H}}^{(r)}$ 中元素的相位, 包括:

所述第五指示信息包括第六指示信息和第七指示信息, 所述第六指示信息用于指示三维矩阵 $\mathcal{H}^2$, $\mathcal{H}^2$ 为 L 行 P 列 M_2 页的三维矩阵, M_2 为正整数;

所述第七指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},2}^{(l)}$, $l \in \{1,2,\dots,L\}$, $W_{\text{Rx},2}^{(l)}$ 为 $2N_r$ 行 M_2 列矩阵, 或,

所述第七指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},2}^{(k)}$, $k \in \{1,2,\dots,P\}$, $W_{\text{Rx},2}^{(k)}$ 为 $2N_r$ 行 M_2 列矩阵;

所述矩阵 $\tilde{\mathbf{H}}^{(r)}$ 的相位矩阵 $\text{asp}(\tilde{\mathbf{H}}^{(r)}) = \begin{bmatrix} \tilde{\mathcal{H}}^2_{:, :, f(r,1)} \\ \tilde{\mathcal{H}}^2_{:, :, f(r,2)} \end{bmatrix}$, 所述 $\text{asp}(\tilde{\mathbf{H}}^{(r)})$ 的第 l 行第 k 列的元素是根据所述 $\tilde{\mathbf{H}}^{(r)}$ 的第 l 行第 k 列的元素的相位确定的值;

其中, $f(r,i) \in \{1,2,\dots,2N_r\}$, $r \in \{1,2,\dots,N_r\}$, $i \in \{1,2\}$, 且对于任意 $(r',i') \neq (r'',i'')$, $f(r',i') \neq f(r'',i'')$;

所述 $\tilde{\mathcal{H}}^2$ 为 L 行 P 列 $2N_r$ 页的三维矩阵, $\tilde{\mathcal{H}}^2_{:, :, f(r,i)}$ 表示取矩阵 $\tilde{\mathcal{H}}^2$ 固定第三个索引为 $f(r,i)$ 的 L 行 P 列的二维矩阵, 所述 L 行 P 列的二维矩阵中第 l 行第 k 列的元素为 $\tilde{\mathcal{H}}^2_{l,k,f(r,i)}$;

若所述第七指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},2}^{(l)}$, 则所述 $\tilde{\mathcal{H}}^2$ 是由式 $\tilde{\mathcal{H}}^2_{l,k,:} = W_{\text{Rx},2}^{(l)} \times \mathcal{H}^2_{l,k,:}$, $l \in$

$\{1,2,\dots,L\}$, $k \in \{1,2,\dots,P\}$ 得到, 或若所述第七指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},2}^{(k)}$, 则所述 $\tilde{\mathcal{H}}^2$ 是由式

$$\tilde{\mathcal{H}}^2_{l,k,:} = W_{\text{Rx},2}^{(k)} \times \mathcal{H}^2_{l,k,:}, \quad l \in \{1,2,\dots,L\}, \quad k \in \{1,2,\dots,P\} \text{得到};$$

$\mathcal{H}^2_{l,k,:}$ 表示取矩阵 $\mathcal{H}^2$ 固定前两个索引长度 M_2 的一维向量, 所述长度 M_2 的一维向量中第 m 个元素为 $\mathcal{H}^2_{l,k,m}$, $\tilde{\mathcal{H}}^2_{l,k,:}$ 表示取矩阵 $\tilde{\mathcal{H}}^2$ 固定前两个索引长度 $2N_r$ 的一维向量, 所述长度 $2N_r$ 的一维向量第 $f(r,i)$ 个元素为 $\tilde{\mathcal{H}}^2_{l,k,f(r,i)}$, $\times$ 为把一维向量 $\mathcal{H}^2_{l,k,:}$ 当做列向量的矩阵乘运算。

36、如权利要求 35 所述的终端设备, 其特征在于, 所述 $\text{asp}(\tilde{\mathbf{H}}^{(r)})$ 的第 l 行第 k 列的元素是所述 $\tilde{\mathbf{H}}^{(r)}$ 的第 l 行第 k 列的元素的相位或相位的平方。

37、如权利要求 29-36 任一项所述的终端设备，其特征在于，在所述第一指示信息用于指示矩阵 $W_{Tx}^{(r)}$ 的情况下，对于任意 $r', r'' \in \{1, 2, \dots, N_r\}$ ， $l', l'' \in \{1, 2, \dots, 2L\}$ ，若 $r' \neq r''$ 且 $W_{Tx}^{(r')}(:, l') = W_{Tx}^{(r'')}(:, l'')$ ，则 $l' = l''$ ；或

在所述第一指示信息用于指示矩阵 $W_{Tx}^{(r)}$ 和矩阵 $W_{Freq}^{(r)}$ 的情况下，对于任意 $r', r'' \in \{1, 2, \dots, N_r\}$ ， $l', l'' \in \{1, 2, \dots, 2L\}$ ，若 $r' \neq r''$ 且 $W_{Tx}^{(r')}(:, l') = W_{Tx}^{(r'')}(:, l'')$ ，则 $l' = l''$ ，对于任意 $r', r'' \in \{1, 2, \dots, N_r\}$ ， $k', k'' \in \{1, 2, \dots, K\}$ ，若 $r' \neq r''$ 且 $W_{Freq}^{(r')}(:, k') = W_{Freq}^{(r'')}(:, k'')$ ，则 $k' = k''$ 。

38、如权利要求 30-37 任一项所述的终端设备，其特征在于，所述第三指示信息包括用于指示 $\mathcal{H}^1$ 中元素 $\mathcal{H}_{l,k,g}^1$ 的 $X_{l,k,g}^1$ 个比特， $X_{l,k,g}^1$ 是正整数，若所述第四指示信息用于指示矩阵 $W_{Rx,1}^{(l)}$ ，则所述第四指示信息包括用于指示矩阵 $W_{Rx,1}^{(l)}$ 中第 c 行第 d 列的元素 $W_{Rx,1}^{(l)}(c, d)$ 的 $Y_{l,c,d}^1$ 个比特， $Y_{l,c,d}^1$ 是正整数，或，若所述第四指示信息用于指示矩阵 $W_{Rx,1}^{(k)}$ ，则所述第四指示信息包括用于指示矩阵 $W_{Rx,1}^{(k)}$ 中第 c 行第 d 列的元素 $W_{Rx,1}^{(k)}(c, d)$ 的 $Z_{k,c,d}^1$ 个比特， $Z_{k,c,d}^1$ 是正整数。

39、如权利要求 38 所述的终端设备，其特征在于，若所述第四指示信息用于指示矩阵 $W_{Rx,1}^{(l)}$ ，则 $Y_{l,c,d}^1$ 大于等于 $X_{l,k,g}^1$ ，或若所述第四指示信息用于指示矩阵 $W_{Rx,1}^{(k)}$ ，则 $Z_{k,c,d}^1$ 大于等于 $X_{l,k,g}^1$ 。

40、如权利要求 35-39 任一项所述的终端设备，其特征在于，所述第六指示信息包括用于指示 $\mathcal{H}^2$ 中元素 $\mathcal{H}_{l,k,f}^2$ 的 $X_{l,k,f}^2$ 个比特， $X_{l,k,f}^2$ 是正整数，若所述第七指示信息用于指示矩阵 $W_{Rx,2}^{(l)}$ ，则所述第七指示信息包括用于指示矩阵 $W_{Rx,2}^{(l)}$ 中第 c 行第 d 列的元素 $W_{Rx,2}^{(l)}(c, d)$ 的 $Y_{l,c,d}^2$ 个比特， $Y_{l,c,d}^2$ 是正整数，或，若所述第七指示信息用于指示矩阵 $W_{Rx,2}^{(k)}$ ，则所述第七指示信息包括用于指示矩阵 $W_{Rx,2}^{(k)}$ 中第 c 行第 d 列的元素 $W_{Rx,2}^{(k)}(c, d)$ 的 $Z_{k,c,d}^2$ 个比特， $Z_{k,c,d}^2$ 是正整数。

41、如权利要求 40 所述的终端设备，其特征在于，若所述第七指示信息用于指示矩阵 $W_{Rx,2}^{(l)}$ ，则 $Y_{l,c,d}^2$ 大于等于 $X_{l,k,f}^2$ ，或若所述第七指示信息用于指示矩阵 $W_{Rx,2}^{(k)}$ ，则 $Z_{k,c,d}^2$ 大于等于 $X_{l,k,f}^2$ 。

42、一种网络设备，包括接收器和发射器，所述接收器与所述发射器耦合，其特征在于，

所述发射器，用于向第一通信装置发送配置信息，所述配置信息用于配置所述第一通信装置上报的 CSI；

所述接收器，用于接收 CSI，所述 CSI 用于指示矩阵 $H^{(r)}$ ，所述矩阵 $H^{(r)}$ 用于指示所述第一通信装置第 r 个天线端口的信道，所述矩阵 $H^{(r)}$ 为 N_t 行 N_{sb} 列的矩阵， N_{sb} 是所述 CSI 的上报带宽所包括的频域单元数量， N_t 为正整数， $r \in \{1, 2, \dots, N_r\}$ ， N_r 是所述第一通信装置的天线端口数量，所述 CSI 包括第一指示信息和第二指示信息；

所述第二指示信息用于指示矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$ ，所述矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$ 为 $2L$ 行 P 列的矩阵， L 为正整数， $2L$ 小于 N_t ；

所述第一指示信息用于指示矩阵 $W_{Tx}^{(r)}$ ， $H^{(r)} = W_{Tx}^{(r)} \times \tilde{H}^{(r)}$ ， $W_{Tx}^{(r)}$ 为 N_t 行 $2L$ 列的矩阵， P 为 N_{sb} ，或，所述第一指示信息用于指示矩阵 $W_{Tx}^{(r)}$ 和矩阵 $W_{Freq}^{(r)}$ ， $H^{(r)} = W_{Tx}^{(r)} \times \tilde{H}^{(r)} \times (W_{Freq}^{(r)})^H$ ，

$W_{Tx}^{(r)}$ 为 N_t 行 $2L$ 列的矩阵， $W_{Freq}^{(r)}$ 为 N_{sb} 行 K 列的矩阵， K 为正整数， K 小于 N_{sb} ， P 为 K 。

43、如权利要求 42 所述的网络设备，其特征在于，所述第二指示信息包括第三指示信息和第四指示信息，所述第三指示信息用于指示三维矩阵 $\mathcal{H}^1$ ， $\mathcal{H}^1$ 为 L 行 P 列 M_1 页的三维矩阵， M_1 为正整数；

所述第四指示信息用于指示矩阵 $W_{Rx,1}^{(l)}$ ， $l \in \{1, 2, \dots, L\}$ ， $W_{Rx,1}^{(l)}$ 为 $2N_r$ 行 M_1 列矩阵，或，

所述第四指示信息用于指示矩阵 $W_{Rx,1}^{(k)}$ ， $k \in \{1, 2, \dots, P\}$ ， $W_{Rx,1}^{(k)}$ 为 $2N_r$ 行 M_1 列矩阵。

44、如权利要求 43 所述的网络设备，其特征在于，所述矩阵 $\tilde{H}^{(r)} = \begin{bmatrix} \tilde{\mathcal{H}}^1_{:, :, g(r,1)} \\ \tilde{\mathcal{H}}^1_{:, :, g(r,2)} \end{bmatrix}$ ；

其中， $g(r,i) \in \{1, 2, \dots, 2N_r\}$ ， $r \in \{1, 2, \dots, N_r\}$ 和， $i \in \{1, 2\}$ ，且对于任意 $(r', i') \neq (r'', i'')$ ， $g(r', i') \neq g(r'', i'')$ ；

所述 $\tilde{\mathcal{H}}^1$ 为 L 行 P 列 $2N_r$ 页的三维矩阵， $\tilde{\mathcal{H}}^1_{:, :, g(r,i)}$ 表示取矩阵 $\tilde{\mathcal{H}}^1$ 固定第三个索引为 $g(r,i)$ 的 L 行 P 列的二维矩阵，所述 L 行 P 列的二维矩阵中第 l 行第 k 列的元素为 $\tilde{\mathcal{H}}^1_{l,k,g(r,i)}$ ；

若所述第四指示信息用于指示矩阵 $W_{Rx,1}^{(l)}$ ，则所述 $\tilde{\mathcal{H}}^1$ 是由式 $\tilde{\mathcal{H}}^1_{l,k,:} = W_{Rx,1}^{(l)} \times \mathcal{H}^1_{l,k,:}$ ， $l \in$

$\{1, 2, \dots, L\}$ ， $k \in \{1, 2, \dots, P\}$ 得到，或若所述第四指示信息用于指示矩阵 $W_{Rx,1}^{(k)}$ ，则所述 $\tilde{\mathcal{H}}^1$ 是由式

$\tilde{\mathcal{H}}^1_{l,k,:} = W_{Rx,1}^{(k)} \times \mathcal{H}^1_{l,k,:}$ ， $l \in \{1, 2, \dots, L\}$ ， $k \in \{1, 2, \dots, P\}$ 得到；

$\mathcal{H}^1_{l,k,:}$ 表示取矩阵 $\mathcal{H}^1$ 固定前两个索引长度 M_1 的一维向量，所述长度 M_1 的一维向量中第 m 个元素为 $\mathcal{H}^1_{l,k,m}$ ， $\tilde{\mathcal{H}}^1_{l,k,:}$ 表示取矩阵 $\tilde{\mathcal{H}}^1$ 固定前两个索引长度 $2N_r$ 的一维向量，所述长度 $2N_r$ 的一维向量第 $g(r,i)$ 个元素为 $\tilde{\mathcal{H}}^1_{l,k,g(r,i)}$ ， $\times$ 为把一维向量 $\mathcal{H}^1_{l,k,:}$ 当做列向量的矩阵乘运算。

45、如权利要求 43 所述的网络设备,其特征在于,所述矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$ 的幅度矩阵 $\text{amp}(\tilde{H}^{(r)}) = \begin{bmatrix} \tilde{\mathcal{H}}^1_{:,g(r,1)} \\ \tilde{\mathcal{H}}^1_{:,g(r,2)} \end{bmatrix}$, 所述 $\text{amp}(\tilde{H}^{(r)})$ 的第 l 行第 k 列的元素是根据所述 $\tilde{H}^{(r)}$ 的第 l 行第 k 列的元素的幅度确定的值;

其中, $g(r,i) \in \{1,2,\dots,2N_r\}$, $r \in \{1,2,\dots,N_r\}$, $i \in \{1,2\}$, 且对于任意 $(r',i') \neq (r'',i'')$, $g(r',i') \neq g(r'',i'')$;

所述 $\tilde{\mathcal{H}}^1$ 为 L 行 P 列 $2N_r$ 页的三维矩阵, $\tilde{\mathcal{H}}^1_{:,g(r,i)}$ 表示取矩阵 $\tilde{\mathcal{H}}^1$ 固定第三个索引为 $g(r,i)$ 的 L 行 P 列的二维矩阵, 所述 L 行 P 列的二维矩阵中第 l 行 k 列元素为 $\tilde{\mathcal{H}}^1_{l,k,g(r,i)}$;

若所述第四指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},1}^{(l)}$, 则所述 $\tilde{\mathcal{H}}^1$ 是由式 $\tilde{\mathcal{H}}^1_{l,k,:} = W_{\text{Rx},1}^{(l)} \times \mathcal{H}^1_{l,k,:}$, $l \in \{1,2,\dots,L\}$, $k \in \{1,2,\dots,P\}$ 得到, 或若所述第四指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},1}^{(k)}$, 则所述 $\tilde{\mathcal{H}}^1$ 是由式 $\tilde{\mathcal{H}}^1_{l,k,:} = W_{\text{Rx},1}^{(k)} \times \mathcal{H}^1_{l,k,:}$, $l \in \{1,2,\dots,L\}$, $k \in \{1,2,\dots,P\}$ 得到;

$\mathcal{H}^1_{l,k,:}$ 表示取矩阵 $\mathcal{H}^1$ 固定前两个索引长度 M_1 的一维向量, 所述长度 M_1 的一维向量中第 m 个元素为 $\mathcal{H}^1_{l,k,m}$, $\tilde{\mathcal{H}}^1_{l,k,:}$ 表示取矩阵 $\tilde{\mathcal{H}}^1$ 固定前两个索引长度 $2N_r$ 的一维向量, 所述长度 $2N_r$ 的一维向量第 $g(r,i)$ 个元素为 $\tilde{\mathcal{H}}^1_{l,k,g(r,i)}$, $\times$ 为把一维向量 $\mathcal{H}^1_{l,k,:}$ 当做列向量的矩阵乘运算。

46、如权利要求 45 所述的网络设备, 其特征在于, 所述 $\text{amp}(\tilde{H}^{(r)})$ 的第 l 行第 k 列的元素是所述 $\tilde{H}^{(r)}$ 的第 l 行第 k 列的元素的幅度或幅度的平方。

47、如权利要求 42-46 任一项所述的网络设备, 其特征在于, 所述第二指示信息包括第五指示信息, 所述第五指示信息用于指示所述 $\tilde{H}^{(r)}$ 中元素的相位。

48、如权利要求 47 所述的网络设备, 其特征在于, 所述第五指示信息用于指示所述 $\tilde{H}^{(r)}$ 中元素的相位, 包括:

所述第五指示信息包括第六指示信息和第七指示信息, 所述第六指示信息用于指示三维矩阵 $\mathcal{H}^2$, $\mathcal{H}^2$ 为 L 行 P 列 M_2 页的三维矩阵, M_2 为正整数;

所述第七指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},2}^{(l)}$, $l \in \{1,2,\dots,L\}$, $W_{\text{Rx},2}^{(l)}$ 为 $2N_r$ 行 M_2 列矩阵, 或,

所述第七指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},2}^{(k)}$, $k \in \{1,2,\dots,P\}$, $W_{\text{Rx},2}^{(k)}$ 为 $2N_r$ 行 M_2 列矩阵;

所述矩阵 $\tilde{H}^{(r)}$ 的相位矩阵 $\text{asp}(\tilde{H}^{(r)}) = \begin{bmatrix} \tilde{\mathcal{H}}^2_{:,f(r,1)} \\ \tilde{\mathcal{H}}^2_{:,f(r,2)} \end{bmatrix}$, 所述 $\text{asp}(\tilde{H}^{(r)})$ 的第 l 行第 k 列的元素是根据所述 $\tilde{H}^{(r)}$ 的第 l 行第 k 列的元素的相位确定的值;

其中, $f(r,i) \in \{1,2,\dots,2N_r\}$, $r \in \{1,2,\dots,N_r\}$, $i \in \{1,2\}$, 且对于任意 $(r',i') \neq (r'',i'')$, $f(r',i') \neq f(r'',i'')$;

所述 $\tilde{\mathcal{H}}^2$ 为 L 行 P 列 $2N_r$ 页的三维矩阵, $\tilde{\mathcal{H}}^2_{:,f(r,i)}$ 表示取矩阵 $\tilde{\mathcal{H}}^2$ 固定第三个索引为 $f(r,i)$ 的 L 行 P 列的二维矩阵, 所述 L 行 P 列的二维矩阵中第 l 行第 k 列的元素为 $\tilde{\mathcal{H}}^2_{l,k,f(r,i)}$;

若所述第七指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},2}^{(l)}$, 则所述 $\tilde{\mathcal{H}}^2$ 是由式 $\tilde{\mathcal{H}}^2_{l,k,:} = W_{\text{Rx},2}^{(l)} \times \mathcal{H}^2_{l,k,:}$, $l \in$

$\{1,2,\dots,L\}$, $k \in \{1,2,\dots,P\}$ 得到, 或若所述第七指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},2}^{(k)}$, 则所述 $\tilde{\mathcal{H}}^2$ 是由式

$\tilde{\mathcal{H}}^2_{l,k,:} = W_{\text{Rx},2}^{(k)} \times \mathcal{H}^2_{l,k,:}$, $l \in \{1,2,\dots,L\}$, $k \in \{1,2,\dots,P\}$ 得到;

$\mathcal{H}^2_{l,k,:}$ 表示取矩阵 $\mathcal{H}^2$ 固定前两个索引长度 M_2 的一维向量, 所述长度 M_2 的一维向量中第 m 个元素为 $\mathcal{H}^2_{l,k,m}$, $\tilde{\mathcal{H}}^2_{l,k,:}$ 表示取矩阵 $\tilde{\mathcal{H}}^2$ 固定前两个索引长度 $2N_r$ 的一维向量, 所述长度 $2N_r$ 的一维向量第 $f(r,i)$ 个元素为 $\tilde{\mathcal{H}}^2_{l,k,f(r,i)}$, $\times$ 为把一维向量 $\mathcal{H}^2_{l,k,:}$ 当做列向量的矩阵乘运算。

49、如权利要求 48 所述的网络设备, 其特征在于, 所述 $\text{asp}(\tilde{\mathbf{H}}^{(r)})$ 的第 l 行第 k 列的元素是所述 $\tilde{\mathbf{H}}^{(r)}$ 的第 l 行第 k 列的元素的相位或相位的平方。

50、如权利要求 42-49 任一项所述的网络设备, 其特征在于, 在所述第一指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Tx}}^{(r)}$ 的情况下, 对于任意 $r', r'' \in \{1,2,\dots,N_r\}$, $l', l'' \in \{1,2,\dots,2L\}$, 若 $r' \neq r''$ 且 $W_{\text{Tx}}^{(r')}(:, l') = W_{\text{Tx}}^{(r'')}(:, l'')$, 则 $l' = l''$; 或

在所述第一指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Tx}}^{(r)}$ 和矩阵 $W_{\text{Freq}}^{(r)}$ 的情况下, 对于任意 $r', r'' \in$

$\{1,2,\dots,N_r\}$, $l', l'' \in \{1,2,\dots,2L\}$, 若 $r' \neq r''$ 且 $W_{\text{Tx}}^{(r')}(:, l') = W_{\text{Tx}}^{(r'')}(:, l'')$, 则 $l' = l''$, 对于任意 $r', r'' \in$

$\{1,2,\dots,N_r\}$, $k', k'' \in \{1,2,\dots,K\}$, 若 $r' \neq r''$ 且 $W_{\text{Freq}}^{(r')}(:, k') = W_{\text{Freq}}^{(r'')}(:, k'')$, 则 $k' = k''$ 。

51、如权利要求 43-50 任一项所述的网络设备, 其特征在于, 所述第三指示信息包括用于指示 $\mathcal{H}^1$ 中元素 $\mathcal{H}^1_{l,k,g}$ 的 $X^1_{l,k,g}$ 个比特, $X^1_{l,k,g}$ 是正整数, 若所述第四指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},1}^{(l)}$, 则所述第四指示信息包括用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},1}^{(l)}$ 中第 c 行第 d 列的元素 $W_{\text{Rx},1}^{(l)}(c,d)$ 的

$Y^1_{l,c,d}$ 个比特, $Y^1_{l,c,d}$ 是正整数, 或, 若所述第四指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},1}^{(k)}$, 则所述第四

指示信息包括用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},1}^{(k)}$ 中第 c 行第 d 列的元素 $W_{\text{Rx},1}^{(k)}(c,d)$ 的 $Z^1_{k,c,d}$ 个比特, $Z^1_{k,c,d}$ 是正整数。

52、如权利要求 51 所述的网络设备, 其特征在于, 若所述第四指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},1}^{(l)}$, 则 $Y^1_{l,c,d}$ 大于等于 $X^1_{l,k,g}$, 或若所述第四指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},1}^{(k)}$, 则 $Z^1_{k,c,d}$ 大于等于 $X^1_{l,k,g}$ 。

53、如权利要求 48-52 任一项所述的网络设备, 其特征在于, 所述第六指示信息包括用于指示 $\mathcal{H}^2$ 中元素 $\mathcal{H}^2_{l,k,f}$ 的 $X^2_{l,k,f}$ 个比特, $X^2_{l,k,f}$ 是正整数, 若所述第七指示信息用于指示矩

阵 $W_{\text{Rx},2}^{(l)}$ ，则所述第七指示信息包括用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},2}^{(l)}$ 中第 c 行第 d 列的元素 $W_{\text{Rx},2}^{(l)}(c,d)$ 的 $Y_{l,c,d}^2$ 个比特， $Y_{l,c,d}^2$ 是正整数，或，若所述第七指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},2}^{(k)}$ ，则所述第七指示信息包括用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},2}^{(k)}$ 中第 c 行第 d 列的元素 $W_{\text{Rx},2}^{(k)}(c,d)$ 的 $Z_{k,c,d}^2$ 个比特， $Z_{k,c,d}^2$ 是正整数。

54、如权利要求 53 所述的网络设备，其特征在于，若所述第七指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},2}^{(l)}$ ，则 $Y_{l,c,d}^2$ 大于等于 $X_{l,k,f}^2$ ，或若所述第七指示信息用于指示矩阵 $W_{\text{Rx},2}^{(k)}$ ，则 $Z_{k,c,d}^2$ 大于等于 $X_{l,k,f}^2$ 。

55、一种计算机存储介质，其特征在于，所述计算机存储介质存储有计算机程序或指令，当所述程序或指令被处理器执行时，使所述处理器执行如权利要求 1-13 中任一项所述的上报 CSI 的方法。

56、一种计算机存储介质，其特征在于，所述计算机存储介质存储有计算机程序或指令，当所述程序或指令被处理器执行时，使所述处理器执行如权利要求 14-26 中任一项所述的获取 CSI 的方法。

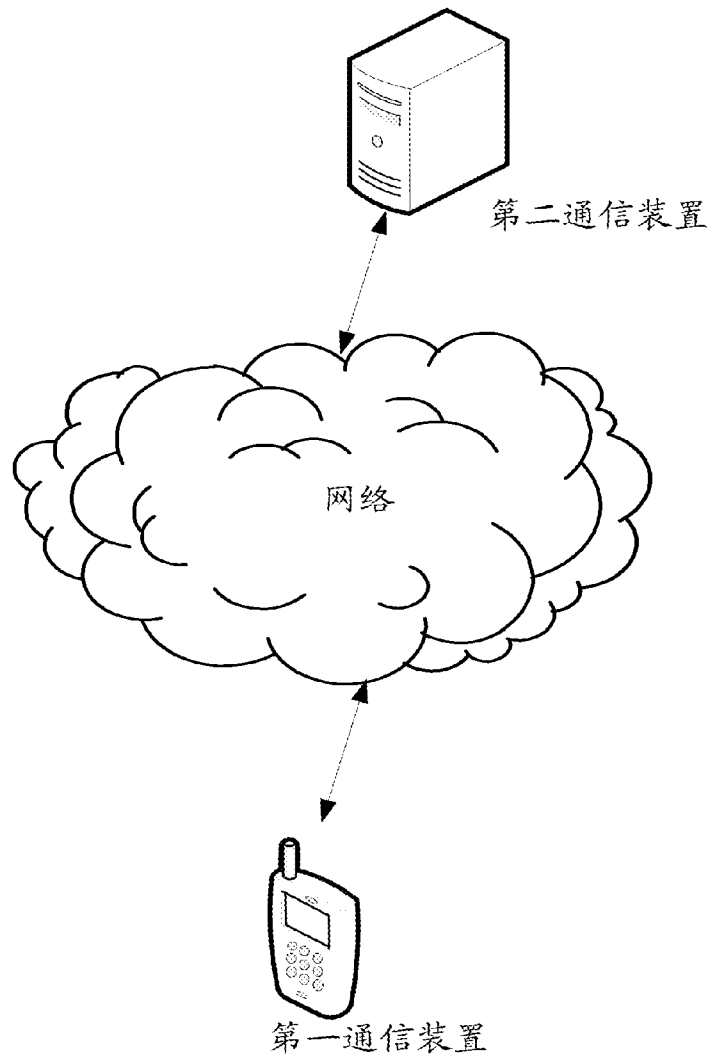


图 1

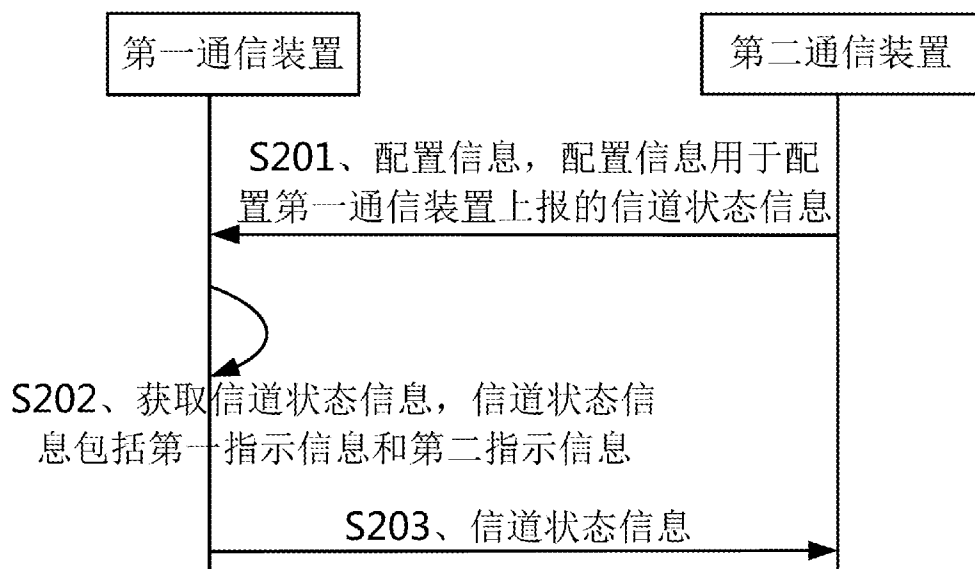


图 2

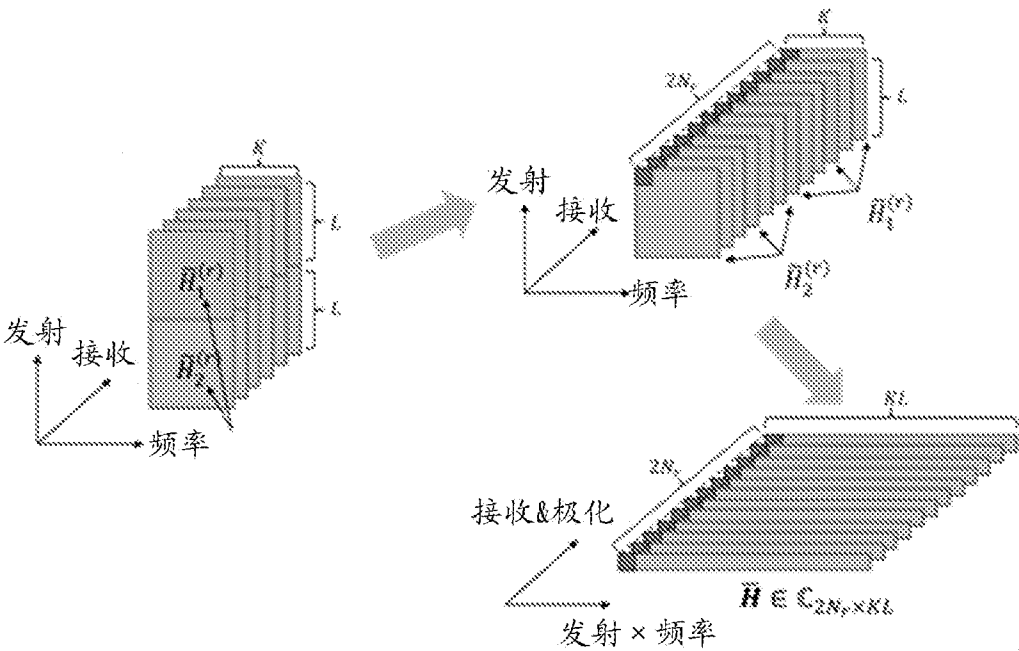


图 3

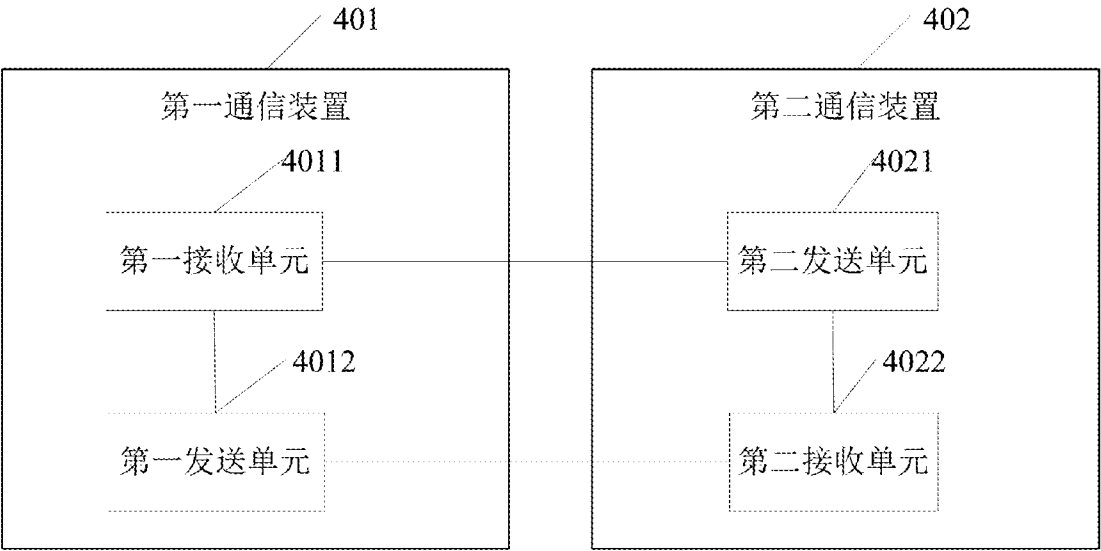


图 4

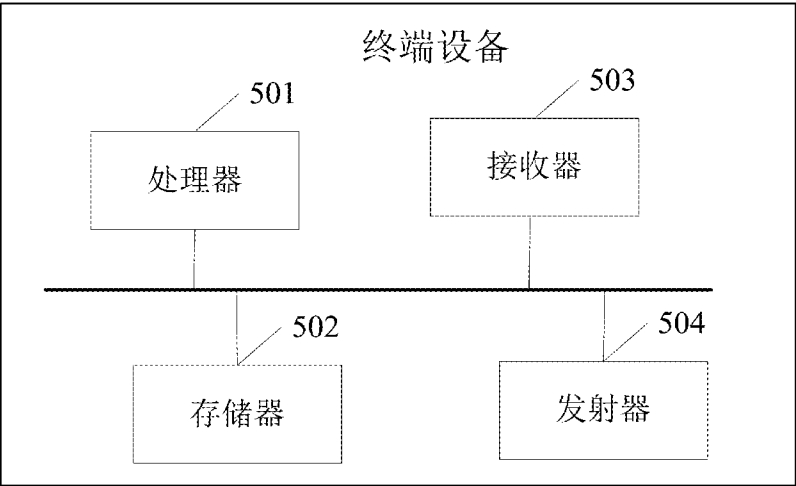


图 5

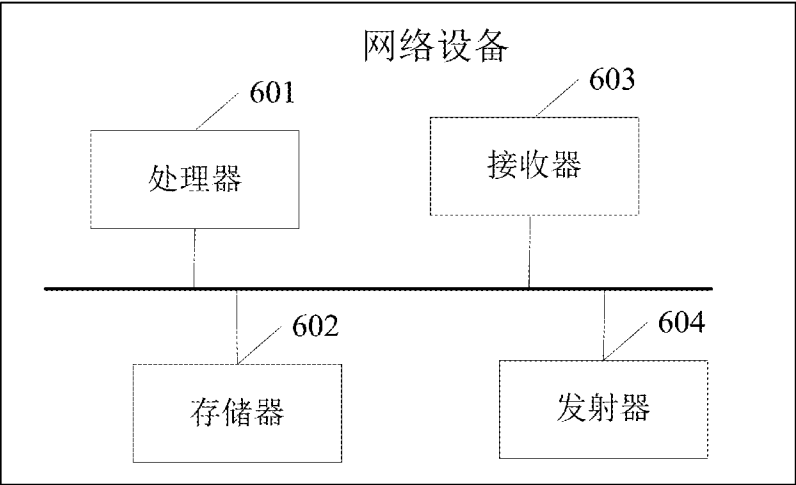


图 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/086909

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04W 28/00(2009.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04W; H04B; H04L

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

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

CNPAT, CNKI, EPODOC, WPI, 3GPP: 信道状态信息, 配置, 脏纸编码, 脏纸码, 污纸编码, 污纸码, 迭代预编码, 矩阵, 多天
线, 多入多出, 端口, 行, 列, CSI, configu+, DPC, dirty paper coding, iterative precoding, matrix, MIMO, port, row, rank**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 108631837 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) 09 October 2018 (2018-10-09) description, paragraphs 67-85	1-56
A	CN 102412941 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) 11 April 2012 (2012-04-11) entire document	1-56
A	US 2009252091 A1 (FUTUREWEI TECHNOLOGIES, INC.) 08 October 2009 (2009-10-08) entire document	1-56
A	EP 2665198 A1 (BLACKBERRY LIMITED) 20 November 2013 (2013-11-20) entire document	1-56
A	NTT DOCOMO. "Views on Single-Cell CSI Feedback Enhancement for DL MU-MIMO in LTE-Advanced" 3GPP TSG RAN WG1 Meeting #58bis R1-094241, 16 October 2009 (2009-10-16), entire document	1-56
A	HUAWEI et al. "Non-linear Precoding for Downlink Multiuser MIMO" 3GPP TSG RAN WG1 Ad-Hoc Meeting NR R1-1700053, 20 January 2017 (2017-01-20), entire document	1-56

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

08 January 2020

Date of mailing of the international search report

01 February 2020

Name and mailing address of the ISA/CN

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

Authorized officer

Facsimile No. (86-10)62019451

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2019/086909

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	108631837	A	09 October 2018	WO	2018171604	A1	27 September 2018
CN	102412941	A	11 April 2012	None			
US	2009252091	A1	08 October 2009	WO	2009121311	A1	08 October 2009
				EP	2189028	A1	26 May 2010
EP	2665198	A1	20 November 2013	US	2013301746	A1	14 November 2013

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/086909

A. 主题的分类

H04W 28/00(2009.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

H04W; H04B; H04L

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNPAT, CNKI, EPDOC, WPI, 3GPP: 信道状态信息, 配置, 脏纸编码, 脏纸码, 污纸编码, 污纸码, 迭代预编码, 矩阵, 多天线, 多入多出, 端口, 行, 列, CSI, configur+, DPC, dirty paper coding, iterative precoding, matrix, MIMO, port, row, rank

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
A	CN 108631837 A (华为技术有限公司) 2018年 10月 9日 (2018 - 10 - 09) 说明书第67-85段	1-56
A	CN 102412941 A (华为技术有限公司) 2012年 4月 11日 (2012 - 04 - 11) 全文	1-56
A	US 2009252091 A1 (FUTUREWEI TECHNOLOGIES, INC.) 2009年 10月 8日 (2009 - 10 - 08) 全文	1-56
A	EP 2665198 A1 (BLACKBERRY LIMITED) 2013年 11月 20日 (2013 - 11 - 20) 全文	1-56
A	NTT DOCOMO. "Views on Single-Cell CSI Feedback Enhancement for DL MU-MIMO in LTE-Advanced" 3GPP TSG RAN WG1 Meeting #58bis R1-094241, 2009年 10月 16日 (2009 - 10 - 16), 全文	1-56

☒ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2020年 1月 8日

国际检索报告邮寄日期

2020年 2月 1日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局(ISA/CN)

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10)62019451

授权官员

田涛

电话号码 86-(10)-53961637

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
A	HUAWEI等. "Non-linear Precoding for Downlink Multiuser MIMO" 3GPP TSG RAN WG1 Ad-Hoc Meeting NR R1-1700053, 2017年 1月 20日 (2017 - 01 - 20), 全文	1-56

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/086909

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	108631837	A	2018年 10月 9日	WO	2018171604	A1	2018年 9月 27日
CN	102412941	A	2012年 4月 11日	无			
US	2009252091	A1	2009年 10月 8日	WO	2009121311	A1	2009年 10月 8日
				EP	2189028	A1	2010年 5月 26日
EP	2665198	A1	2013年 11月 20日	US	2013301746	A1	2013年 11月 14日