

(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
2014 年 9 月 12 日 (12.09.2014)



(10) 国际公布号
WO 2014/134876 A1

(51) 国际专利分类号:
H04L 1/00 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2013/075834

(22) 国际申请日: 2013 年 5 月 17 日 (17.05.2013)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
PCT/CN2013/072358 2013 年 3 月 8 日 (08.03.2013)
CN

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

(72) 发明人: 张雷鸣 (ZHANG, Leiming); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 吴强 (WU, Qiang); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 刘江华 (LIU, Jianghua); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 王建国 (WANG, Jianguo); 中国广东省深圳

市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。

(74) 代理人: 北京龙双利达知识产权代理有限公司 (LONGSUN LEAD IP LTD.); 中国北京市海淀区棱街 16 号海兴大厦 C 座 1108, Beijing 100080 (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

[见续页]

(54) Title: PRECODING MATRIX INDICATION FEEDBACK METHOD, AND RECEIVING END AND TRANSMITTING END

(54) 发明名称: 预编码矩阵指示的反馈方法、接收端和发射端

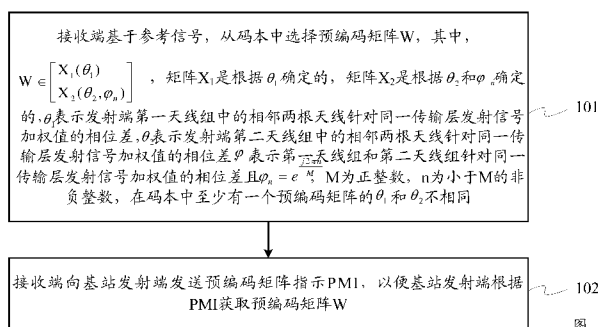


图 1 / Fig. 1

$$W \in \begin{bmatrix} X_1(\theta_1) \\ X_2(\theta_2, \phi_n) \end{bmatrix} \quad (I) \quad \phi_n = e^{j\frac{2\pi n}{M}} \quad (II)$$

101 A RECEIVING END SELECTING A PRECODING MATRIX W FROM A CODEBOOK BASED ON A REFERENCE SIGNAL, WHEREIN, THE MATRIX X_1 IS DETERMINED ACCORDING TO θ_1 AND THE MATRIX X_2 IS DETERMINED ACCORDING TO θ_2 AND ϕ_n . θ_1 INDICATES THE PHASE DIFFERENCE BETWEEN TWO ADJACENT ANTENNAS IN A FIRST ANTENNA GROUP OF THE TRANSMITTING END WITH RESPECT TO WEIGHTED VALUES OF TRANSMITTING SIGNALS OF THE SAME TRANSPORT LAYER. θ_2 INDICATES THE PHASE DIFFERENCE BETWEEN TWO ADJACENT ANTENNAS IN A SECOND ANTENNA GROUP OF THE TRANSMITTING END WITH RESPECT TO THE WEIGHTED VALUES OF TRANSMITTING SIGNALS OF THE SAME TRANSPORT LAYER. ϕ_n INDICATES THE PHASE DIFFERENCE BETWEEN THE FIRST ANTENNA GROUP AND THE SECOND ANTENNA GROUP WITH RESPECT TO THE WEIGHTED VALUES OF THE TRANSMITTING SIGNALS OF THE SAME TRANSPORT LAYER, AND, M IS A POSITIVE INTEGER, N IS A NONNEGATIVE INTEGER WHICH IS LESS THAN M, AND THE θ_1 AND θ_2 OF AT LEAST ONE PRECODING MATRIX IN THE CODEBOOK ARE DIFFERENT

102 THE RECEIVING END SENDING A PRECODING MATRIX INDICATOR (PMI) TO A TRANSMITTING END OF A BASE STATION, SO THAT THE TRANSMITTING END OF THE BASE STATION ACQUIRES THE PRECODING MATRIX W ACCORDING TO THE PMI

(57) Abstract: Provided are a precoding matrix indication feedback method, a receiving end and a transmitting end. The method comprises: a receiving end selecting a precoding matrix W from a codebook based on a reference signal, wherein, θ_1 and θ_2 respectively indicate the phase difference between two adjacent antennas in a first antenna group and a second antenna group of the transmitting end with respect to weighted values of transmitting signals of the same transport layer, ϕ_n indicates the phase difference between the first antenna group and the second antenna group with respect to the weighted values of the transmitting signals of the same transport layer, and, M is a positive integer, n is a nonnegative integer which is less than M, the θ_1 and θ_2 of at least one precoding matrix in the codebook are different, and the first antenna group and the second antenna group belong to the same multi-antenna system; and the receiving end sending a precoding matrix indicator (PMI) to the transmitting end. Thus, the weak correlation between the antennas can be guaranteed, and the precoding accuracy can be effectively improved, thereby reducing the performance loss, and improving the system throughput.

(57) 摘要:

[见续页]

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

本发明提供一种预编码矩阵指示的反馈方法、接收端和发射端，该方法包括：接收端基于参考信号，从码本中选择预编码矩阵 $\mathbf{W}$ ，其中，式 (I)，所述 θ_1 和所述 θ_2 分别表示发射端第一天线组和第二天线组中的相邻两根天线针对同一传输层发射信号加权值的相位差，所述 n 表示所述第一天线组和所述第二天线组针对同一传输层发射信号加权值的相位差且式 (II)， M 为正整数， n 为小于 M 的非负整数，在所述码本中至少有一个预编码矩阵的 θ_1 和 θ_2 不相同，所述第一天线组和所述第二天线组属于同一个多天线系统；所述接收端向所述发射端发送预编码矩阵指示 PMI。这样，可以保证天线的弱相关性，有效地提高预编码的精度，从而减少性能损失，提高系统的吞吐量。

预编码矩阵指示的反馈方法、接收端和发射端

技术领域

本发明实施例涉及无线通信领域，并且更具体地，涉及预编码矩阵指示的反馈方法、接收端和发射端。

背景技术

通过发射预编码技术和接收合并技术，多入多出 (Multiple Input Multiple Output, MIMO) 无线通信系统可以得到分集和阵列增益。利用预编码的系统可以表示为

$$y = H \hat{V} s + n$$

其中， y 是接收信号矢量， H 是信道矩阵， $\hat{V}$ 是预编码矩阵， s 是发射的符号矢量， n 是测量噪声。

最优预编码通常需要发射机完全已知信道状态信息 (Channel State Information, CSI)。常用的方法是用户设备 (User Equipment, UE) 对瞬时 CSI 进行量化并报告给基站，其中用户设备包括移动台 (Mobile Station, MS)、中继 (Relay)、移动电话 (Mobile Telephone)、手机 (handset) 及便携设备 (portable equipment) 等，基站包括节点 B (NodeB) 基站 (Base station, BS)、接入点 (Access Point)、发射点 (Transmission Point, TP)、演进节点 B (Evolved Node B, eNB) 或者中继 (Relay) 等。现有长期演进 (Long Term Evolution, LTE) 系统报告的 CSI 信息包括秩指示 (Rank Indicator, RI)、预编码矩阵指示 (Precoding Matrix Indicator, PMI) 和信道质量指示 (Channel Quality Indicator, CQI) 信息等，其中，RI 和 PMI 分别指示使用的传输层数和预编码矩阵。通常称所使用的预编码矩阵的集合为码本，其中的每个预编码矩阵为码本中的码字。

在现有的 LTE 系统所用的码本设计都是基于天线间强相关特性。但是，随着相同极化方向的两根天线之间的间距的增加，天线之间的相关性逐渐减弱，而基于天线间强相关特性的码本中涉及天线元素的相位差均保持了一致。因此，现有的码本设计应用于间距较大的天线配置的场景并不能较好的匹配，导致基站根据 UE 反馈的 PMI 信息进行预编码精度降低，从而造成性能损失较大，降低系统的吞吐量。

发明内容

本发明实施例提供了一种预编码矩阵指示的反馈方法、接收端和发射端，能够提高预编码的精度，从而减少性能损失，提高系统的吞吐量。

- 5 第一方面，提供了一种预编码矩阵指示的反馈方法，该方法包括：接收端基于参考信号，从码本中选择预编码矩阵 W ，其中，所述 $W \in \begin{bmatrix} X_1(\theta_1) \\ X_2(\theta_2, \varphi_n) \end{bmatrix}$ ，矩阵 X_1 是根据 θ_1 确定的，矩阵 X_2 是根据 θ_2 和 φ_n 确定的，所述 θ_1 表示发射端第一天线组中的相邻两根天线针对同一传输层发射信号加权值的相位差，所述 θ_2 表示发射端第二天线组中的相邻两根天线针对同一传输层发射信号加权值的相位差，所述 φ_n 表示所述第一天线组和所述第二天线组针对同一传输层发射信号加权值的相位差且所述 $\varphi_n = e^{\frac{j2\pi n}{M}}$ ，所述 M 为正整数，所述 n 为小于所述 M 的非负整数，在所述码本中至少有一个预编码矩阵的 θ_1 和 θ_2 不相同，所述第一天线组和所述第二天线组属于同一个多天线系统；所述接收端向所述发射端发送预编码矩阵指示 PMI，以便所述发射端根据所述 PMI 确定所述 W 。

结合第一方面，在第一方面的一种实现方式中，所述接收端基于所述参考信号确定秩指示，所述秩指示对应于有用的传输层数；所述接收端基于参考信号，从码本中选择预编码矩阵 W ，包括：所述接收端基于所述参考信号，从码本中选择与所述秩指示相对应的所述 W 。

- 20 结合第一方面及其上述实现方式中的任一种实现方式，在第一方面的另一种实现方式中，

$$\text{当所述秩指示为 1 时, 所述 } W \in \begin{bmatrix} X_1(\theta_1) \\ X_2(\theta_2, \varphi_n) \end{bmatrix} = \alpha \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix}; \text{ 或}$$

$$\text{当所述秩指示为 2 时, 所述 } W \in \begin{bmatrix} X(\theta_1) \\ X(\theta_2, \varphi_n) \end{bmatrix} = \beta \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} & -\varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix};$$

其中，所述 α 和所述 β 均为常数。

- 25 结合第一方面及其上述实现方式中的任一种实现方式，在第一方面的另一种实现方式中，

当秩指示为 1 时，

$$\text{所述 } W \in \alpha \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix} = \alpha W_1 \cdot W_2^1 = \alpha \begin{bmatrix} X & 0 \\ 0 & X \end{bmatrix} \cdot W_2^1 = \alpha \begin{bmatrix} X & 0 \\ 0 & X \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} Y_1 \\ \varphi_n Y_2 \end{bmatrix};$$

当秩指示为 2 时,

$$\text{所述 } W \in \beta \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} & -\varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix} = \beta W_1 \cdot W_2^2 = \beta \begin{bmatrix} X & 0 \\ 0 & X \end{bmatrix} \cdot W_2^2 = \beta \begin{bmatrix} X & 0 \\ 0 & X \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} Y_1 & Y_1 \\ \varphi_n Y_2 & -\varphi_n Y_2 \end{bmatrix};$$

其中, 所述 $X = \begin{bmatrix} 1 & 1 & \dots & 1 \\ e^{j2\pi\frac{m}{N}} & e^{j2\pi\frac{m+1}{N}} & \dots & e^{j2\pi\frac{m+(P-1)}{N}} \end{bmatrix}$, 所述 Y_1 和 Y_2 为相互独立

5 的 $P \times 1$ 维列选择向量, $N = 2^k$, 所述 k 为非负整数, 所述 m 为小于所述 N 的非负整数, P 为小于 N 的正整数。

结合第一方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第一方面的另一种实现方式中, 所述 P 取值为 4, 所述 Y_1 和 Y_2 分别为下列列向量中的一种:

$$10 \quad \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \text{ 和 } \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}.$$

结合第一方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第一方面的另一种实现方式中, 所述 W_1 为表示宽带的信道特性的矩阵, 所述 W_2^1 和 W_2^2 均为表示子带的信道特性的矩阵; 或者, 所述 W_1 为表示长期的信道特性的矩阵, 所述 W_2^1 和 W_2^2 均为表示短期的信道特性的矩阵。

15 结合第一方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第一方面的另一种实现方式中, 所述预编码矩阵指示 PMI 包括第一预编码矩阵指示 PMI_1 和第二预编码矩阵指示 PMI_2 , 所述 PMI_1 用于指示所述 W_1 , 所述 PMI_2 用于指示所述 W_2^1 或 W_2^2 。

20 结合第一方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第一方面的另一种实现方式中,

$$\text{所述 } W \in \alpha \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix} = W_3 \cdot W_4^1 = \begin{bmatrix} X'_{m1} & 0 \\ 0 & DX'_{m1} \end{bmatrix} \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} Y \\ \varphi_n Y \end{bmatrix};$$

$$\text{或者, } W \in \alpha \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix} = W_3 \cdot W_4^1 = \begin{bmatrix} X'_{m1} & 0 \\ 0 & DX'_{m1} \end{bmatrix} \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} Y'_1 \\ \varphi_n Y'_2 \end{bmatrix};$$

$$\text{其中, } D = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j\theta'} \end{bmatrix}, \quad X'_{m1} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & \cdots & 1 \\ e^{j2\pi \frac{m1+n_1}{N}} & e^{j2\pi \frac{m1+n_2}{N}} & \cdots & e^{j2\pi \frac{m1+n_p}{N}} \end{bmatrix}, \quad n_1, n_2, \dots, n_p \text{ 均}$$

为整数, Y 、 Y'_1 和 Y'_2 均为 $P \times 1$ 维列选择向量, $N = 2^k$, k 为非负整数, $m1$ 为小于 N 的非负整数, 所述 P 为小于 N 的正整数, α 为常数, θ' 为实数。

5 结合第一方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第一方面的另一种实现方式中, 所述 P 取值为 4, 所述 Y 、 Y'_1 和 Y'_2 分别为下列列向量中的一种:

$$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \text{ 和 } \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}。$$

10 结合第一方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第一方面的另一种实现方式中, 所述 W_3 为表示宽带的信道特性的矩阵, W_4^1 均为表示子带的信道特性的矩阵; 或者所述 W_3 为表示长期的信道特性的矩阵, 所述 W_4^1 为表示短期的信道特性的矩阵。

结合第一方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第一方面的另一种实现方式中, 所述预编码矩阵指示 PMI 包括第七预编码矩阵指示 PMI₇ 和第八预编码矩阵指示 PMI₈, 所述 PMI₇ 用于指示所述 W_3 , 所述 PMI₈ 用于指示所述 W_4^1 。

结合第一方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第一方面的另一种实现方式中, 当所述秩指示为 2 时,

$$W \in \beta \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} & -\varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix} = W_3 \cdot W_4^2 = \begin{bmatrix} X'_{m1} & 0 \\ 0 & DX'_{m1} \end{bmatrix} \cdot \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} Y_3 & Y_3 \\ \varphi_n Y_4 & -\varphi_n Y_4 \end{bmatrix};$$

$$20 \quad \text{其中, } D = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j\theta'} \end{bmatrix}, \quad X'_{m1} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & \cdots & 1 \\ e^{j2\pi \frac{m1+n_1}{N}} & e^{j2\pi \frac{m1+n_2}{N}} & \cdots & e^{j2\pi \frac{m1+n_p}{N}} \end{bmatrix}, \quad n_1, n_2, \dots, n_p \text{ 均}$$

为整数, Y_3 和 Y_4 均为 $P \times 1$ 维列选择向量, $N = 2^k$, k 为非负整数, $m1$ 为小于 N 的非负整数, 所述 P 为小于 N 的正整数, β 为常数, θ' 为实数。

结合第一方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第一方面的另一种实现方式中, 当所述秩指示为 2 时,

$$\text{所述 } W \in \beta \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_3} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} & -\varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_4} \end{pmatrix} \end{bmatrix} = W_3 \cdot W_4^2 = \begin{bmatrix} X'_{m1} & 0 \\ 0 & DX'_{m1} \end{bmatrix} \cdot \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} Y_3 & Y_4 \\ \varphi_n Y_3 & -\varphi_n Y_4 \end{bmatrix};$$

其中, 所述 θ_1 具体表示发射端第一天线组中的相邻两根天线针对两个传输层中的第一个传输层发射信号加权值的相位差, 所述 θ_2 具体表示发射端第二天线组中的相邻两根天线针对两个传输层中的第一个传输层发射信号加

权值的相位差, 所述 θ_3 表示发射端第一天线组中的相邻两根天线针对两个传输层中的第二个传输层发射信号加权值的相位差, 所述 θ_4 表示发射端第二天线组中的相邻两根天线针对两个传输层中的第二个传输层发射信号加权值的相位差, $D = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j\theta'} \end{bmatrix}$, $X'_{m1} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & \cdots & 1 \\ e^{j2\pi \frac{m1+n_1}{N}} & e^{j2\pi \frac{m1+n_2}{N}} & \cdots & e^{j2\pi \frac{m1+n_P}{N}} \end{bmatrix}$, $n_1, n_2, \dots, n_P$ 均为整数, Y_3 和 Y_4 均为 $P \times 1$ 维列选择向量, 所述 D , Y_3 , Y_4 和 φ_n 使得码本集合中任何一个预编码矩阵中的两列相互正交, $N = 2^k$, k 为非负整数, $m1$ 为小于 N 的非负整数, 所述 P 为小于 N 的正整数, β 为常数, θ' 为实数。

结合第一方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第一方面的另一种实现方式中, 所述 P 取值为 4, 所述 Y_3 和 Y_4 分别为下列列向量中的一种:

$$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \text{ 和 } \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}.$$

结合第一方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第一方面的另一种实现方式中, 所述 W_3 为表示宽带的信道特性的矩阵, W_4^2 均为表示子带的信道特性的矩阵; 或者所述 W_3 为表示长期的信道特性的矩阵, 所述 W_4^2 为表示短期的信道特性的矩阵。

结合第一方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第一方面的另一种实现方式中, 所述预编码矩阵指示 PMI 包括第九预编码矩阵指示 PMI_9 和第十预编码矩阵指示 PMI_{10} , 所述 PMI_9 用于指示所述 W_3 , 所述 PMI_{10} 用于指示所述 W_4^2 。

结合第一方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第一方面的另一种实现方式中, 所述 $\theta_1 = \frac{2\pi}{N}(A \cdot i_1 + \lfloor i_2/M \rfloor)$, 所述 $\theta_2 = \frac{2\pi}{N}(A \cdot i_1 + i_3)$; 其中, 所述 $N = 2^k$, 所述 k 为非负整数, 所述 A 为能整除所述 N 的正整数, 所述 M 为小于所述 N 的正整数, 所述 i_1 为小于 $(N/A-1)$ 的非负整数, 所述 i_2 和 i_3

均为正整数且所述 i_2 和 i_3 相互独立, $\lfloor \cdot \rfloor$ 为向下取整运算符号。

结合第一方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第一方面的另一种实现方式中, 所述预编码矩阵指示 PMI 包括第三预编码矩阵指示 PMI_3 和第四预编码矩阵指示 PMI_4 , 所述 PMI_3 用于指示所述 i_1 , 所述 PMI_4 用于指示所述 i_2 和 i_3 , 所述 PMI_4 为所述 i_2 和 i_3 的联合编码值, 所述 $\text{PMI}_4 = P \cdot i_2 + i_3$ 。

结合第一方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第一方面的另一种实现方式中, 所述 $\theta_1 = \frac{2\pi}{N} \left(A \cdot i_1 + \left\lfloor \frac{i_4}{P \cdot M} \right\rfloor \right)$, 所述

$$\theta_2 = \frac{2\pi}{N} \left(A \cdot i_1 + \left\lfloor \frac{(i_4 \bmod (M \cdot P))}{M} \right\rfloor \right)$$

其中, 所述 $N = 2^k$, 所述 k 为非负整数, 所述 A 为能整除所述 N 的正整数, 所述 P 为小于所述 N 的正整数, 所述 i_1 为小于 $(N/A-1)$ 的非负整数, $\lfloor \cdot \rfloor$ 为向下取整运算符号, $\bmod$ 为取模运算符号。

结合第一方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第一方面的另一种实现方式中, 所述预编码矩阵指示 PMI 包括第五预编码矩阵指示 PMI_5 和第六预编码矩阵指示 PMI_6 , 所述 PMI_5 用于指示所述 i_1 , 所述 PMI_6 用于指示所述 i_4 。

结合第一方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第一方面的另一种实现方式中, 所述 $\theta_2 = \theta_1 + \Delta\theta$, 其中, 所述 $\theta_1 = 2\pi \frac{m}{N}$, 所述 $N = 2^k$, 所述 k 为非负整数, 所述 m 为小于所述 N 的非负整数, 所述 $\Delta\theta = 2\pi t$, 所述 t 的绝对值小于 1。

结合第一方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第一方面的另一种实现方式中, 所述 t 为 $-1/8$, $-1/16$, $-1/32$, 0 , $1/32$, $1/16$ 或 $1/8$ 。

结合第一方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第一方面的另一种实现方式中, 在所述接收端基于参考信号, 从码本中选择预编码矩阵 W 之后, 所述方法还包括:

所述接收端根据天线的编号对所述 W 进行行置换或列置换。

结合第一方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第一方面的另一种实现方式中, 在所述接收端基于参考信号, 从码本中选择预编码矩阵 W 之前, 所述方法还包括: 所述接收端接收所述发射端发送的所述参考信号; 其中, 所述参考信号包括至少下列之一: 信道状态信息参考信号 CSI RS、解调参考信号 DM RS、小区特定的参考信号 CRS。

第二方面, 提供了一种接收预编码矩阵指示的方法, 该方法包括: 发射

端接收接收端发送的预编码矩阵指示 PMI; 所述发射端根据所述预编码矩阵指示 PMI 确定所述接收端基于参考信号从码本中选择的预编码矩阵 W , 其中, 所述 $W \in \begin{bmatrix} X_1(\theta_1) \\ X_2(\theta_2, \varphi_n) \end{bmatrix}$, 矩阵 X_1 是根据 θ_1 确定的, 矩阵 X_2 是根据 θ_2 和 φ_n 确定的, 所述 θ_1 表示发射端第一天线组中的相邻两根天线针对同一传输层发射

5 信号加权值的相位差, 所述 θ_2 表示发射端第二天线组中的相邻两根天线针对同一传输层发射信号加权值的相位差, 所述 φ_n 表示所述第一天线组和所述第二天线组针对同一传输层发射信号加权值的相位差且所述 $\varphi_n = e^{\frac{j2\pi n}{M}}$, 所述 M 为正整数, 所述 n 为小于所述 M 的非负整数, 在所述码本中至少有一个预编码矩阵的 θ_1 和 θ_2 不相同, 所述第一天线组和所述第二天线组属于同一个多
10 天线系统。

结合第二方面, 在第二方面的一种实现方式中, 所述 W 与秩指示相对应, 所述秩指示对应于有用的传输层数。

结合第二方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第二方面的另一种实现方式中,

$$15 \quad \text{当所述秩指示为 1 时, 所述 } W \in \begin{bmatrix} X_1(\theta_1) \\ X_2(\theta_2, \varphi_n) \end{bmatrix} = \alpha \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix};$$

$$\text{当所述秩指示为 2 时, 所述 } W \in \begin{bmatrix} X(\theta_1) \\ X(\theta_2, \varphi_n) \end{bmatrix} = \beta \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} & -\varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix};$$

其中, 所述 α 和所述 β 均为常数。

结合第二方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第二方面的另一种实现方式中,

$$20 \quad \text{当所述秩指示为 1 时,}$$

$$\text{所述 } W \in \alpha \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix} = \alpha W_1 \cdot W_2^1 = \alpha \begin{bmatrix} X & 0 \\ 0 & X \end{bmatrix} \cdot W_2^1 = \alpha \begin{bmatrix} X & 0 \\ 0 & X \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} Y_1 \\ \varphi_n Y_2 \end{bmatrix};$$

$$\text{当所述秩指示为 2 时,}$$

$$\text{所述 } W \in \beta \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} & -\varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix} = \beta W_1 \cdot W_2^2 = \beta \begin{bmatrix} X & 0 \\ 0 & X \end{bmatrix} \cdot W_2^2 = \beta \begin{bmatrix} X & 0 \\ 0 & X \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} Y_1 & Y_1 \\ \varphi_n Y_2 & -\varphi_n Y_2 \end{bmatrix};$$

其中, 所述 $X = \begin{bmatrix} 1 & 1 & \cdots & 1 \\ e^{j2\pi\frac{m}{N}} & e^{j2\pi\frac{m+1}{N}} & \cdots & e^{j2\pi\frac{m+(P-1)}{N}} \end{bmatrix}$, 所述 Y1 和 Y2 为相互独立的

的 $P \times 1$ 维列选择向量, 所述 $N = 2^k$, 所述 k 为非负整数, 所述 m 为小于所述 N 的非负整数, 所述 P 为小于所述 N 的正整数。

结合第二方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第二方面的另一种实现方式中, 所述 P 取值为 4, 所述 Y1 和 Y2 分别为下列列向量中的一种:

$$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \text{ 和 } \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}。$$

结合第二方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第二方面的另一种实现方式中, 所述 W_1 为表示宽带的信道特性的矩阵, 所述 W_2^1 和 W_2^2 均为表示子带的信道特性的矩阵; 或者, 所述 W_1 为表示长期的信道特性的矩阵, 所述 W_2^1 和 W_2^2 均为表示短期的信道特性的矩阵。

结合第二方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第二方面的另一种实现方式中, 所述预编码矩阵指示 PMI 包括第一预编码矩阵指示 PMI_1 和第二预编码矩阵指示 PMI_2 ; 所述发射端根据所述预编码矩阵指示 PMI 确定所述接收端基于参考信号从码本中选择的预编码矩阵 W , 包括: 所述发射端根据所述 PMI_1 确定所述接收端基于参考信号从码本中选择的所述 W_1 , 并根据所述 PMI_2 确定所述接收端从码本中选择的所述 W_2^1 或 W_2^2 ; 相应的, 所述发射端根据所述 W_1 和所述 W_2^1 确定所述 W , 或者根据所述 W_1 和所述 W_2^2 确定所述 W 。

结合第二方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第二方面的另一种实现方式中, 当所述秩指示为 1 时,

$$\text{所述 } W \in \alpha \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix} = W_3 \cdot W_4^1 = \begin{bmatrix} X'_{m1} & 0 \\ 0 & DX'_{m1} \end{bmatrix} \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} Y \\ \varphi_n Y \end{bmatrix};$$

$$\text{或者, } W \in \alpha \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix} = W_3 \cdot W_4^1 = \begin{bmatrix} X'_{m1} & 0 \\ 0 & DX'_{m1} \end{bmatrix} \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} Y'_1 \\ \varphi_n Y'_2 \end{bmatrix};$$

其中, $D = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j\theta'} \end{bmatrix}$, $X'_{m1} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & \cdots & 1 \\ e^{j2\pi\frac{m1+n_1}{N}} & e^{j2\pi\frac{m1+n_2}{N}} & \cdots & e^{j2\pi\frac{m1+n_P}{N}} \end{bmatrix}$, $n_1, n_2, \dots, n_P$ 均为整数, Y 、 Y'_1 和 Y'_2 均为 $P \times 1$ 维列选择向量, $N = 2^k$, k 为非负整数, $m1$ 为小于 N 的非负整数, 所述 P 为小于 N 的正整数, α 为常数, θ' 为实数。

结合第二方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第二方面的另一种实现方式中, 所述 P 取值为 4, 所述 Y 、 Y'_1 和 Y'_2 分别为下列列向量中的一种:

$$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \text{ 和 } \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}。$$

结合第二方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第二方面的另一种实现方式中, 所述 W_3 为表示宽带的信道特性的矩阵, W_4^1 均为表示子带的信道特性的矩阵; 或者所述 W_3 为表示长期的信道特性的矩阵, 所述 W_4^1 为表示短期的信道特性的矩阵。

结合第二方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第二方面的另一种实现方式中, 所述预编码矩阵指示 PMI 包括第七预编码矩阵指示 PMI_7 和第八预编码矩阵指示 PMI_8 , 所述发射端根据所述预编码矩阵指示 PMI 确定所述接收端基于参考信号从码本中选择的预编码矩阵 W , 包括: 所述发射端根据所述 PMI_7 确定所述接收端基于参考信号从码本中选择的所述 W_3 , 并根据所述 PMI_8 确定所述接收端从码本中选择的所述 W_4^1 ; 相应的, 所述发射端根据所述 W_3 和所述 W_4^1 确定所述 W 。

结合第二方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第二方面的另一种实现方式中, 当所述秩指示为 2 时,

$$W \in \beta \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} & -\varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix} = W_3 \cdot W_4^2 = \begin{bmatrix} X'_{m1} & 0 \\ 0 & DX'_{m1} \end{bmatrix} \cdot \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} Y_3 & Y_3 \\ \varphi_n Y_4 & -\varphi_n Y_4 \end{bmatrix};$$

其中, $D = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j\theta'} \end{bmatrix}$, $X'_{m1} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & \cdots & 1 \\ e^{j2\pi\frac{m1+n_1}{N}} & e^{j2\pi\frac{m1+n_2}{N}} & \cdots & e^{j2\pi\frac{m1+n_P}{N}} \end{bmatrix}$, $n_1, n_2, \dots, n_P$ 均为整数, Y_3 和 Y_4 均为 $P \times 1$ 维列选择向量, $N = 2^k$, k 为非负整数, $m1$ 为小于 N 的非负整数, 所述 P 为小于 N 的正整数, β 为常数, θ' 为实数。

结合第二方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第二方面的另一种实现方式中, 当所述秩指示为 2 时,

$$\text{所述 } W \in \beta \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_3} \end{pmatrix} & -\varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_4} \end{pmatrix} \end{bmatrix} = W_3 \cdot W_4^2 = \begin{bmatrix} X'_{m1} & 0 \\ 0 & DX'_{m1} \end{bmatrix} \cdot \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} Y_3 & Y_4 \\ \varphi_n Y_3 & -\varphi_n Y_4 \end{bmatrix};$$

其中, 所述 θ_1 具体表示发射端第一天线组中的相邻两根天线针对两个传输层中的第一个传输层发射信号加权值的相位差, 所述 θ_2 具体表示发射端第二天线组中的相邻两根天线针对两个传输层中的第一个传输层发射信号加

权值的相位差, 所述 θ_3 表示发射端第一天线组中的相邻两根天线针对两个传输层中的第二个传输层发射信号加权值的相位差, 所述 θ_4 表示发射端第二天线组中的相邻两根天线针对两个传输层中的第二个传输层发射信号加权值的相位差, $D = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j\theta'} \end{bmatrix}$, $X'_{m1} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & \cdots & 1 \\ e^{j2\pi \frac{m1+n_1}{N}} & e^{j2\pi \frac{m1+n_2}{N}} & \cdots & e^{j2\pi \frac{m1+n_P}{N}} \end{bmatrix}$, $n_1, n_2, \dots, n_P$ 均为整数, Y_3 和 Y_4 均为 $P \times 1$ 维列选择向量, 所述 D , Y_3 , Y_4 和 φ_n 使得码本集合中任何一个预编码矩阵中的两列相互正交, $N = 2^k$, k 为非负整数, $m1$ 为小于 N 的非负整数, 所述 P 为小于 N 的正整数, β 为常数, θ' 为实数。

结合第二方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第二方面的另一种实现方式中, 所述 P 取值为 4, 所述 Y_3 和 Y_4 分别为下列列向量中的一种:

$$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \text{ 和 } \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}.$$

结合第二方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第二方面的另一种实现方式中, 所述 W_3 为表示宽带的信道特性的矩阵, W_4^2 均为表示子带的信道特性的矩阵; 或者所述 W_3 为表示长期的信道特性的矩阵, 所述 W_4^2 为表示短期的信道特性的矩阵。

结合第二方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第二方面的另一种实现方式中, 所述预编码矩阵指示 PMI 包括第九预编码矩阵指示 PMI_9 和第十预编码矩阵指示 PMI_{10} , 所述发射端根据所述预编码矩阵指示 PMI 确定所述接收端基于参考信号从码本中选择的预编码矩阵 W , 包括: 所述发射端根据所述 PMI_9 确定所述接收端基于参考信号从码本中选择的所述 W_3 , 并根据所述 PMI_{10} 确定所述接收端从码本中选择的所述 W_4^2 ; 相应的, 所述发射端根据所述 W_3 和所述 W_4^2 确定所述 W 。

结合第二方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第二方面的另

一种实现方式中, 所述 $\theta_1 = \frac{2\pi}{N}(A \cdot i_1 + \lfloor i_2/M \rfloor)$, 所述 $\theta_2 = \frac{2\pi}{N}(A \cdot i_1 + i_3)$; 其中, 所述 $N = 2^k$, 所述 k 为非负整数, 所述 A 为能整除所述 N 的正整数, 所述 M 为小于所述 N 的正整数, 所述 i_1 为小于 $(N/A-1)$ 的非负整数, 所述 i_2 和 i_3 均为正整数且所述 i_2 和 i_3 相互独立, $\lfloor \cdot \rfloor$ 为向下取整运算符号。

- 5 结合第二方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第二方面的另一种实现方式中, 所述预编码矩阵指示 PMI 包括第三预编码矩阵指示 PMI₃ 和第四预编码矩阵指示 PMI₄; 所述发射端根据所述预编码矩阵指示 PMI 确定所述接收端基于参考信号从码本中选择的预编码矩阵 W , 包括: 所述发射端根据所述 PMI₃ 确定所述 i_1 , 并根据所述 PMI₄ 确定所述 i_2 和 i_3 , 其中, 所述 PMI₄ 为所述 i_2 和 i_3 的联合编码值, 所述 $PMI_4 = P \cdot i_2 + i_3$; 所述发射端根据所述 i_1 、 i_2 和 i_3 确定所述接收端从码本中选择的所述 W 。

结合第二方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第二方面的另一种实现方式中, 所述 $\theta_1 = \frac{2\pi}{N} \left(A \cdot i_1 + \left\lfloor \frac{i_4}{P \cdot M} \right\rfloor \right)$, 所述

$\theta_2 = \frac{2\pi}{N} \left(A \cdot i_1 + \left\lfloor \frac{(i_4 \bmod (M \cdot P))}{M} \right\rfloor \right)$; 其中, 所述 $N = 2^k$, 所述 k 为非负整数, 所述

- 15 A 为能整除所述 N 的正整数, 所述 P 为小于所述 N 的正整数, 所述 i_1 为小于 $(N/A-1)$ 的非负整数, $\lfloor \cdot \rfloor$ 为向下取整运算符号, $\bmod$ 为取模运算符号。

- 结合第二方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第二方面的另一种实现方式中, 所述预编码矩阵指示 PMI 包括第五预编码矩阵指示 PMI₅ 和第六预编码矩阵指示 PMI₆; 所述发射端根据所述预编码矩阵指示 PMI 确定所述接收端基于参考信号从码本中选择的预编码矩阵 W , 包括: 所述发射端根据所述 PMI₅ 指示的所述 i_1 和所述 PMI₆ 指示的所述 i_4 确定所述接收端从码本中选择的预编码矩阵 W 。

- 结合第二方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第二方面的另一种实现方式中, 所述 $\theta_2 = \theta_1 + \Delta\theta$, 其中, 所述 $\theta_1 = 2\pi \frac{m}{N}$, 所述 $N = 2^k$, 所述 k 25 为非负整数, 所述 m 为小于所述 N 的非负整数, 所述 $\Delta\theta = 2\pi t$, 所述 t 的绝对值小于 1; 所述发射端根据所述预编码矩阵指示 PMI 确定所述接收端基于参考信号从码本中选择的预编码矩阵 W , 包括: 所述发射端根据所述预编码矩阵指示 PMI 指示的所述 θ_1 和 $\Delta\theta$ 确定所述接收端从码本中选择的预编码矩阵 W 。

- 30 结合第二方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第二方面的另一种实现方式中, 所述 t 为 $-1/8$, $-1/16$, $-1/32$, 0 , $1/32$, $1/16$ 或 $1/8$ 。

结合第二方面及其上述实现方式中的任一种实现方式,在第二方面的另一种实现方式中,在所述发射端根据所述预编码矩阵指示 PMI 确定所述接收端基于参考信号从码本中选择的预编码矩阵 W 之后,所述方法还包括:所述发射端根据天线的编号对所述 W 进行行置换或列置换。

- 5 结合第二方面及其上述实现方式中的任一种实现方式,在第二方面的另一种实现方式中,在所述发射端接收接收端发送的预编码矩阵指示 PMI 之前,所述方法还包括:所述发射端向所述接收端发送所述参考信号,以便所述接收端基于所述参考信号从码本中选择的预编码矩阵 W;其中,所述参考信号包括至少下列之一:信道状态信息参考信号 CSI RS、解调参考信号 DM
- 10 RS、小区特定的参考信号 CRS。

- 第三方面,提供了一种接收端,该接收端包括:选择单元,用于基于参考信号,从码本中选择预编码矩阵 W,其中,所述 $W \in \begin{bmatrix} X_1(\theta_1) \\ X_2(\theta_2, \varphi_n) \end{bmatrix}$, 矩阵 X_1 是根据 θ_1 确定的,矩阵 X_2 是根据 θ_2 和 φ_n 确定的,所述 θ_1 表示发射端第一天线组中的相邻两根天线针对同一传输层发射信号加权值的相位差,所述 θ_2 表示
- 15 发射端第二天线组中的相邻两根天线针对同一传输层发射信号加权值的相位差,所述 φ_n 表示所述第一天线组和所述第二天线组针对同一传输层发射信号加权值的相位差且所述 $\varphi_n = e^{\frac{j2\pi n}{M}}$, 所述 M 为正整数,所述 n 为小于所述 M 的非负整数,在所述码本中至少有一个预编码矩阵的 θ_1 和 θ_2 不相同,所述第一天线组和所述第二天线组属于同一个多天线系统;发送单元,用于向所述
- 20 发射端发送预编码矩阵指示 PMI,以便所述发射端根据所述 PMI 确定所述 W。

- 结合第三方面,在第三方面的一种实现方式中,所述接收端还包括确定单元,所述确定单元,用于基于所述参考信号确定秩指示,所述秩指示对应于有用的传输层数;所述选择单元具体用于:基于参考信号,从码本中选择
- 25 与所述确定单元确定的所述秩指示相对应的预编码矩阵 W。

结合第三方面及其上述实现方式中的任一种实现方式,在第三方面的另一种实现方式中,

当所述确定单元确定的秩指示为 1 时,

所述选择单元选择的 $W \in \begin{bmatrix} X_1(\theta_1) \\ X_2(\theta_2, \varphi_n) \end{bmatrix} = \alpha \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix}$; 或

当所述确定单元确定的秩指示为 2 时,

所述选择单元选择的 $W \in \begin{bmatrix} X(\theta_1) \\ X(\theta_2, \varphi_n) \end{bmatrix} = \beta \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} & -\varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix}$;

其中, 所述 α 和所述 β 均为常数。

5 结合第三方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第三方面的另一种实现方式中,

当所述确定单元确定的秩指示为 1 时, 所述选择单元选择的

所述 $W \in \alpha \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix} = \alpha W_1 \cdot W_2^1 = \alpha \begin{bmatrix} X & 0 \\ 0 & X \end{bmatrix} \cdot W_2^1 = \alpha \begin{bmatrix} X & 0 \\ 0 & X \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} Y_1 \\ \varphi_n Y_2 \end{bmatrix}$;

当所述确定单元确定的秩指示为 2 时, 所述选择单元选择的

10 所述 $W \in \beta \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} & -\varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix} = \beta W_1 \cdot W_2^2 = \beta \begin{bmatrix} X & 0 \\ 0 & X \end{bmatrix} \cdot W_2^2 = \beta \begin{bmatrix} X & 0 \\ 0 & X \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} Y_1 & Y_1 \\ \varphi_n Y_2 & -\varphi_n Y_2 \end{bmatrix}$;

其中, 矩阵 $X = \begin{bmatrix} 1 & 1 & \cdots & 1 \\ e^{j2\pi\frac{m}{N}} & e^{j2\pi\frac{m+1}{N}} & \cdots & e^{j2\pi\frac{m+(P-1)}{N}} \end{bmatrix}$, 所述 Y_1 和 Y_2 为相互独立

的 $P \times 1$ 维列选择向量, 所述 $N = 2^k$, 所述 k 为非负整数, 所述 m 为小于所述 N 的非负整数, 所述 P 为小于所述 N 的正整数。

结合第三方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第三方面的另一种实现方式中, 所述 P 取值为 4, 所述 Y_1 和 Y_2 分别为下列列向量中的一种:

$$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \text{ 和 } \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}。$$

结合第三方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第三方面的另一种实现方式中, 所述 W_1 为表示宽带的信道特性的矩阵, 所述 W_2^1 和 W_2^2 均为表示子带的信道特性的矩阵; 或者, 所述 W_1 为表示长期的信道特性的

20

矩阵, 所述 W_2^1 和 W_2^2 均为表示短期的信道特性的矩阵。

结合第三方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第三方面的另一种实现方式中, 所述发送单元发送的预编码矩阵指示 PMI 包括第一预编码矩阵指示 PMI_1 和第二预编码矩阵指示 PMI_2 , 所述 PMI_1 用于指示所述 W_1 ,

5 所述 PMI_2 用于指示所述 W_2^1 或 W_2^2 。

结合第三方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第三方面的另一种实现方式中, 当所述确定单元确定的所述秩指示为 1 时, 所述选择单元选择的

$$\text{所述 } W \in \alpha \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix} = W_3 \cdot W_4^1 = \begin{bmatrix} X'_{m1} & 0 \\ 0 & DX'_{m1} \end{bmatrix} \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} Y \\ \varphi_n Y \end{bmatrix};$$

$$10 \quad \text{或者, } W \in \alpha \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix} = W_3 \cdot W_4^1 = \begin{bmatrix} X'_{m1} & 0 \\ 0 & DX'_{m1} \end{bmatrix} \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} Y_1' \\ \varphi_n Y_2' \end{bmatrix};$$

$$\text{其中, } D = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j\theta'} \end{bmatrix}, \quad X'_{m1} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & \cdots & 1 \\ e^{j2\pi \frac{m1+n_1}{N}} & e^{j2\pi \frac{m1+n_2}{N}} & \cdots & e^{j2\pi \frac{m1+n_p}{N}} \end{bmatrix}, \quad n_1, n_2, \dots, n_p \text{ 均}$$

为整数, Y 、 Y_1' 和 Y_2' 均为 $P \times 1$ 维列选择向量, $N = 2^k$, k 为非负整数, $m1$ 为小于 N 的非负整数, 所述 P 为小于 N 的正整数, α 为常数, θ' 为实数。

结合第三方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第三方面的另一种实现方式中, 所述 W_3 为表示宽带的信道特性的矩阵, W_4^1 均为表示子带的信道特性的矩阵; 或者所述 W_3 为表示长期的信道特性的矩阵, 所述 W_4^1 为表示短期的信道特性的矩阵。

结合第三方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第三方面的另一种实现方式中, 所述发送单元发送的所述预编码矩阵指示 PMI 包括第七预编码矩阵指示 PMI_7 和第八预编码矩阵指示 PMI_8 , 所述 PMI_7 用于指示所述 W_3 , 所述 PMI_8 用于指示所述 W_4^1 。

结合第三方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第三方面的另一种实现方式中, 当所述确定单元确定的所述秩指示为 2 时, 所述选择单元选择的

$$W \in \beta \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} & -\varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix} = W_3 \cdot W_4^2 = \begin{bmatrix} X'_{m1} & 0 \\ 0 & DX'_{m1} \end{bmatrix} \cdot \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} Y_3 & Y_3 \\ \varphi_n Y_4 & -\varphi_n Y_4 \end{bmatrix};$$

$$\text{其中, } D = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j\theta'} \end{bmatrix}, \quad X'_{m1} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & \cdots & 1 \\ e^{j2\pi \frac{m1+n_1}{N}} & e^{j2\pi \frac{m1+n_2}{N}} & \cdots & e^{j2\pi \frac{m1+n_p}{N}} \end{bmatrix}, \quad n_1, n_2, \dots, n_p \text{ 均}$$

为整数, Y_3 和 Y_4 均为 $P \times 1$ 维列选择向量, $N = 2^k$, k 为非负整数, $m1$ 为小于 N 的非负整数, 所述 P 为小于 N 的正整数, β 为常数, θ' 为实数。

5 结合第三方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第三方面的另一种实现方式中, 当所述确定单元确定的所述秩指示为 2 时, 所述选择单元选择的

$$\text{所述 } W \in \beta \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_3} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} & -\varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_4} \end{pmatrix} \end{bmatrix} = W_3 \cdot W_4^2 = \begin{bmatrix} X'_{m1} & 0 \\ 0 & DX'_{m1} \end{bmatrix} \cdot \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} Y_3 & Y_4 \\ \varphi_n Y_3 & -\varphi_n Y_4 \end{bmatrix};$$

10 其中, 所述 θ_1 具体表示发射端第一天线组中的相邻两根天线针对两个传输层中的第一个传输层发射信号加权值的相位差, 所述 θ_2 具体表示发射端第二天线组中的相邻两根天线针对两个传输层中的第一个传输层发射信号加权值的相位差, 所述 θ_3 表示发射端第一天线组中的相邻两根天线针对两个传输层中的第二个传输层发射信号加权值的相位差, 所述 θ_4 表示发射端第二天线组中的相邻两根天线针对两个传输层中的第二个传输层发射信号加权值的相位差, $D = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j\theta'} \end{bmatrix}$, $X'_{m1} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & \cdots & 1 \\ e^{j2\pi \frac{m1+n_1}{N}} & e^{j2\pi \frac{m1+n_2}{N}} & \cdots & e^{j2\pi \frac{m1+n_p}{N}} \end{bmatrix}$, $n_1, n_2, \dots, n_p$ 均
15 为整数, Y_3 和 Y_4 均为 $P \times 1$ 维列选择向量, 所述 D , Y_3 , Y_4 和 φ_n 使得码本集合中任何一个预编码矩阵中的两列相互正交, $N = 2^k$, k 为非负整数, $m1$ 为小于 N 的非负整数, 所述 P 为小于 N 的正整数, β 为常数, θ' 为实数。

20 结合第三方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第三方面的另一种实现方式中, 所述 P 取值为 4, 所述 Y_3 和 Y_4 分别为下列列向量中的一种:

$$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \text{ 和 } \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}。$$

结合第三方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第三方面的另一种实现方式中, 所述 W_3 为表示宽带的信道特性的矩阵, W_4^2 均为表示子
25 带的信道特性的矩阵; 或者所述 W_3 为表示长期的信道特性的矩阵, 所述

W_4^2 为表示短期的信道特性的矩阵。

结合第三方面及其上述实现方式中的任一种实现方式,在第三方面的另一种实现方式中,所述发送单元发送的所述预编码矩阵指示 PMI 包括第九预编码矩阵指示 PMI_9 和第十预编码矩阵指示 PMI_{10} , 所述 PMI_9 用于指示所述

5 W_3 , 所述 PMI_{10} 用于指示所述 W_4^2 。

结合第三方面及其上述实现方式中的任一种实现方式,在第三方面的另一种实现方式中,所述 $\theta_1 = \frac{2\pi}{N}(A \cdot i_1 + \lfloor i_2/M \rfloor)$, 所述 $\theta_2 = \frac{2\pi}{N}(A \cdot i_1 + i_3)$;

其中,所述 $N=2^k$, 所述 k 为非负整数,所述 A 为能整除所述 N 的正整数,所述 M 为小于所述 N 的正整数,所述 i_1 为小于 $(N/A-1)$ 的非负整数,所述 i_2 和 i_3 均为正整数且所述 i_2 和 i_3 相互独立, $\lfloor \cdot \rfloor$ 为向下取整运算符号。

结合第三方面及其上述实现方式中的任一种实现方式,在第三方面的另一种实现方式中,所述发送单元发送的预编码矩阵指示 PMI 包括第三预编码矩阵指示 PMI_3 和第四预编码矩阵指示 PMI_4 , 所述 PMI_3 用于指示所述 i_1 , 所述 PMI_4 用于指示所述 i_2 和 i_3 , 所述 PMI_4 为所述 i_2 和 i_3 的联合编码值,

15 $PMI_4 = P \cdot i_2 + i_3$ 。

结合第三方面及其上述实现方式中的任一种实现方式,在第三方面的另一种实现方式中,

$$\text{所述 } \theta_1 = \frac{2\pi}{N} \left(A \cdot i_1 + \left\lfloor \frac{i_4}{P \cdot M} \right\rfloor \right), \text{ 所述 } \theta_2 = \frac{2\pi}{N} \left(A \cdot i_1 + \left\lfloor \frac{(i_4 \bmod (M \cdot P))}{M} \right\rfloor \right)$$

其中,所述 $N=2^k$, k 为非负整数,所述 A 为能整除所述 N 的正整数,所述 P 为小于所述 N 的正整数,所述 i_1 为小于 $(N/A-1)$ 的非负整数, $\lfloor \cdot \rfloor$ 为向下取整运算符号, $\bmod$ 为取模运算符号。

结合第三方面及其上述实现方式中的任一种实现方式,在第三方面的另一种实现方式中,所述发送单元发送的预编码矩阵指示 PMI 包括第五预编码矩阵指示 PMI_5 和第六预编码矩阵指示 PMI_6 , 所述 PMI_5 用于指示所述 i_1 , 所述 PMI_6 用于指示所述 i_4 。

结合第三方面及其上述实现方式中的任一种实现方式,在第三方面的另一种实现方式中,所述 $\theta_2 = \theta_1 + \Delta\theta$, 其中,所述 $\theta_1 = 2\pi \frac{m}{N}$, 所述 $N=2^k$, 所述 k 为非负整数,所述 m 为小于所述 N 的非负整数,所述 $\Delta\theta = 2\pi t$, 所述 t 的绝对值小于 1。

结合第三方面及其上述实现方式中的任一种实现方式,在第三方面的另一种实现方式中,所述 t 为 $-1/8$, $-1/16$, $-1/32$, 0 , $1/32$, $1/16$ 或 $1/8$ 。

结合第三方面及其上述实现方式中的任一种实现方式,在第三方面的另一种实现方式中,所述选择单元还用于:根据天线的编号对所述 W 进行行置换或列置换。

结合第三方面及其上述实现方式中的任一种实现方式,在第三方面的另一种实现方式中,所述接收端还包括接收单元,所述接收单元,用于接收所述发射端发送的所述参考信号;其中,所述参考信号包括至少下列之一:信道状态信息参考信号 CSI RS、解调参考信号 DM RS、小区特定的参考信号 CRS。

第四方面,提供了一种发射端,该发射端包括:接收单元,用于接收接收端发送的预编码矩阵指示 PMI;确定单元,用于根据所述接收单元接收的所述预编码矩阵指示 PMI 确定所述接收端基于参考信号从码本中选择的预编码矩阵 W ,其中,所述 $W \in \begin{bmatrix} X_1(\theta_1) \\ X_2(\theta_2, \varphi_n) \end{bmatrix}$, 矩阵 X_1 是根据 θ_1 确定的,矩阵 X_2 是根据 θ_2 和 φ_n 确定的,所述 θ_1 表示发射端第一天线组中的相邻两根天线针对同一传输层发射信号加权值的相位差,所述 θ_2 表示发射端第二天线组中的相邻两根天线针对同一传输层发射信号加权值的相位差,所述 φ_n 表示所述第一天线组和所述第二天线组针对同一传输层发射信号加权值的相位差且所述 $\varphi_n = e^{\frac{j2\pi n}{M}}$, 所述 M 为正整数,所述 n 为小于所述 M 的非负整数,在所述码本中至少有一个预编码矩阵的 θ_1 和 θ_2 不相同,所述第一天线组和所述第二天线组属于同一个多天线系统。

结合第四方面,在第四方面的一种实现方式中,所述 W 与秩指示相对应,所述秩指示对应于有用的传输层数。

结合第四方面及其上述实现方式中的任一种实现方式,在第四方面的另一种实现方式中,

$$\text{当所述秩指示为 1 时, 所述 } W \in \begin{bmatrix} X_1(\theta_1) \\ X_2(\theta_2, \varphi_n) \end{bmatrix} = \alpha \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix};$$

$$\text{当所述秩指示为 2 时, 所述 } W \in \begin{bmatrix} X(\theta_1) \\ X(\theta_2, \varphi_n) \end{bmatrix} = \beta \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} & -\varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix};$$

其中,所述 α 和所述 β 均为常数。

结合第四方面及其上述实现方式中的任一种实现方式,在第四方面的另一种实现方式中,

当秩所述指示为 1 时,

$$\text{所述 } W \in \alpha \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix} = \alpha W_1 \cdot W_2^1 = \alpha \begin{bmatrix} X & 0 \\ 0 & X \end{bmatrix} \cdot W_2^1 = \alpha \begin{bmatrix} X & 0 \\ 0 & X \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} Y_1 \\ \varphi_n Y_2 \end{bmatrix};$$

当所述秩指示为 2 时,

$$\text{所述 } W \in \beta \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} & -\varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix} = \beta W_1 \cdot W_2^2 = \beta \begin{bmatrix} X & 0 \\ 0 & X \end{bmatrix} \cdot W_2^2 = \beta \begin{bmatrix} X & 0 \\ 0 & X \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} Y_1 & Y_1 \\ \varphi_n Y_2 & -\varphi_n Y_2 \end{bmatrix};$$

5 其中, 矩阵 $X = \begin{bmatrix} 1 & 1 & \cdots & 1 \\ e^{j2\pi\frac{m}{N}} & e^{j2\pi\frac{m+1}{N}} & \cdots & e^{j2\pi\frac{m+(P-1)}{N}} \end{bmatrix}$, 所述 Y_1 和 Y_2 为相互独立的

的 $P \times 1$ 维列选择向量, 所述 $N = 2^k$, 所述 k 为非负整数, 所述 m 为小于所述 N 的非负整数, 所述 P 为小于所述 N 的正整数。

结合第四方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第四方面的另一种实现方式中, 所述 P 取值为 4, 所述 Y_1 和 Y_2 分别为下列列向量中的一种:

$$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \text{ 和 } \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}。$$

结合第四方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第四方面的另一种实现方式中, 所述 W_1 为表示宽带的信道特性的矩阵, 所述 W_2^1 和 W_2^2 均为表示子带的信道特性的矩阵; 或者, 所述 W_1 为表示长期的信道特性的矩阵, 所述 W_2^1 和 W_2^2 均为表示短期的信道特性的矩阵。

结合第四方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第四方面的另一种实现方式中, 所述接收单元接收的所述预编码矩阵指示 PMI 包括第一预编码矩阵指示 PMI_1 和第二预编码矩阵指示 PMI_2 ; 所述确定单元具体用于: 根据所述 PMI_1 确定所述接收端基于参考信号从码本中选择的所述 W_1 , 并根据所述 PMI_2 确定所述接收端从码本中选择的所述 W_2^1 或 W_2^2 ; 相应的, 所述确定单元具体用于: 根据所述 W_1 和所述 W_2^1 确定所述 W , 或者根据所述 W_1 和所述 W_2^2 确定所述 W 。

结合第四方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第四方面的另一种实现方式中, 当所述秩指示为 1 时,

$$\text{所述 } W \in \alpha \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix} = W_3 \cdot W_4^1 = \begin{bmatrix} X'_{m1} & 0 \\ 0 & DX'_{m1} \end{bmatrix} \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} Y \\ \varphi_n Y \end{bmatrix};$$

$$\text{或者, } W \in \alpha \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix} = W_3 \cdot W_4^1 = \begin{bmatrix} X'_{m1} & 0 \\ 0 & DX'_{m1} \end{bmatrix} \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} Y_1' \\ \varphi_n Y_2' \end{bmatrix};$$

$$\text{其中, } D = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j\theta'} \end{bmatrix}, \quad X'_{m1} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & \cdots & 1 \\ e^{j2\pi \frac{m1+n_1}{N}} & e^{j2\pi \frac{m1+n_2}{N}} & \cdots & e^{j2\pi \frac{m1+n_P}{N}} \end{bmatrix}, \quad n_1, n_2, \dots, n_P \text{ 均}$$

为整数, Y 、 Y_1' 和 Y_2' 均为 $P \times 1$ 维列选择向量, $N = 2^k$, k 为非负整数, $m1$ 为

5 小于 N 的非负整数, 所述 P 为小于 N 的正整数, α 为常数, θ' 为实数。

结合第四方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第四方面的另一种实现方式中, 所述 P 取值为4, 所述 Y 、 Y_1' 和 Y_2' 分别为下列列向量中的一种:

$$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \text{ 和 } \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}。$$

10 结合第四方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第四方面的另一种实现方式中, 所述 W_3 为表示宽带的信道特性的矩阵, W_4^1 均为表示子带的信道特性的矩阵; 或者所述 W_3 为表示长期的信道特性的矩阵, 所述 W_4^1 为表示短期的信道特性的矩阵。

15 结合第四方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第四方面的另一种实现方式中, 所述接收单元接收的所述预编码矩阵指示PMI包括第七预编码矩阵指示PMI₇和第八预编码矩阵指示PMI₈; 所述确定单元具体用于: 根据所述PMI₇确定所述接收端基于参考信号从码本中选择的所述 W_3 , 并根据所述PMI₈确定所述接收端从码本中选择的所述 W_4^1 ; 相应的, 所述确定单元具体用于: 根据所述 W_3 和所述 W_4^1 确定所述 W 。

20 结合第四方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第四方面的另一种实现方式中, 当所述秩指示为2时,

$$W \in \beta \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} & -\varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix} = W_3 \cdot W_4^2 = \begin{bmatrix} X'_{m1} & 0 \\ 0 & DX'_{m1} \end{bmatrix} \cdot \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} Y_3 & Y_3 \\ \varphi_n Y_4 & -\varphi_n Y_4 \end{bmatrix};$$

$$\text{其中, } D = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j\theta'} \end{bmatrix}, \quad X'_{m1} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & \cdots & 1 \\ e^{j2\pi \frac{m1+n_1}{N}} & e^{j2\pi \frac{m1+n_2}{N}} & \cdots & e^{j2\pi \frac{m1+n_p}{N}} \end{bmatrix}, \quad n_1, n_2, \dots, n_p \text{ 均}$$

为整数, Y_3 和 Y_4 均为 $P \times 1$ 维列选择向量, $N = 2^k$, k 为非负整数, $m1$ 为小于 N 的非负整数, 所述 P 为小于 N 的正整数, β 为常数, θ' 为实数。

- 5 结合第四方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第四方面的另一种实现方式中, 当所述秩指示为 2 时,

$$\text{所述 } W \in \beta \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_3} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} & -\varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_4} \end{pmatrix} \end{bmatrix} = W_3 \cdot W_4^2 = \begin{bmatrix} X'_{m1} & 0 \\ 0 & DX'_{m1} \end{bmatrix} \cdot \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} Y_3 & Y_4 \\ \varphi_n Y_3 & -\varphi_n Y_4 \end{bmatrix};$$

其中, 所述 θ_1 具体表示发射端第一天线组中的相邻两根天线针对两个传输层中的第一个传输层发射信号加权值的相位差, 所述 θ_2 具体表示发射端第二天线组中的相邻两根天线针对两个传输层中的第一个传输层发射信号加权值的相位差, 所述 θ_3 表示发射端第一天线组中的相邻两根天线针对两个传输层中的第二个传输层发射信号加权值的相位差, 所述 θ_4 表示发射端第二天线组中的相邻两根天线针对两个传输层中的第二个传输层发射信号加权值的

的相位差, $D = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j\theta'} \end{bmatrix}$, $X'_{m1} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & \cdots & 1 \\ e^{j2\pi \frac{m1+n_1}{N}} & e^{j2\pi \frac{m1+n_2}{N}} & \cdots & e^{j2\pi \frac{m1+n_p}{N}} \end{bmatrix}$, $n_1, n_2, \dots, n_p$ 均

- 15 为整数, Y_3 和 Y_4 均为 $P \times 1$ 维列选择向量, 所述 D , Y_3 , Y_4 和 φ_n 使得码本集合中任何一个预编码矩阵中的两列相互正交, $N = 2^k$, k 为非负整数, $m1$ 为小于 N 的非负整数, 所述 P 为小于 N 的正整数, β 为常数, θ' 为实数。

结合第四方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第四方面的另一种实现方式中, 所述 P 取值为 4, 所述 Y_3 和 Y_4 分别为下列列向量中的一

- 20 种:

$$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \text{ 和 } \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}.$$

结合第四方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第四方面的另一种实现方式中, 所述 W_3 为表示宽带的信道特性的矩阵, W_4^2 均为表示子带的信道特性的矩阵; 或者所述 W_3 为表示长期的信道特性的矩阵, 所述

W_4^2 为表示短期的信道特性的矩阵。

结合第四方面及其上述实现方式中的任一种实现方式，在第四方面的另一种实现方式中，所述接收单元接收的所述预编码矩阵指示 PMI 包括第九预编码矩阵指示 PMI₉ 和第十预编码矩阵指示 PMI₁₀，所述确定单元具体用于：

- 5 根据所述 PMI₉ 确定所述接收端基于参考信号从码本中选择的所述 W_3 ，并根据所述 PMI₁₀ 确定所述接收端从码本中选择的所述 W_4^2 ；相应的，所述确定单元具体用于：根据所述 W_3 和所述 W_4^2 确定所述 W 。

结合第四方面及其上述实现方式中的任一种实现方式，在第四方面的另一种实现方式中，所述 $\theta_1 = \frac{2\pi}{N}(A \cdot i_1 + \lfloor i_2/M \rfloor)$ ，所述 $\theta_2 = \frac{2\pi}{N}(A \cdot i_1 + i_3)$ ；其中，所述 $N = 2^k$ ，所述 k 为非负整数，所述 A 为能整除所述 N 的正整数，所述 M 为小于所述 N 的正整数，所述 i_1 为小于 $(N/A-1)$ 的非负整数，所述 i_2 和 i_3 均为正整数且所述 i_2 和 i_3 相互独立， $\lfloor \cdot \rfloor$ 为向下取整运算符号。

- 10 结合第四方面及其上述实现方式中的任一种实现方式，在第四方面的另一种实现方式中，所述预编码矩阵指示 PMI 包括第三预编码矩阵指示 PMI₃ 和第四预编码矩阵指示 PMI₄；所述确定单元具体用于：根据所述 PMI₃ 确定所述 i_1 ，并根据所述 PMI₄ 确定所述 i_2 和 i_3 ，其中，所述 PMI₄ 为所述 i_2 和 i_3 的联合编码值， $PMI_4 = P \cdot i_2 + i_3$ ；根据所述 i_1 、 i_2 和 i_3 确定所述接收端从码本中选择的预编码矩阵 W 。

- 20 结合第四方面及其上述实现方式中的任一种实现方式，在第四方面的另一种实现方式中，

其中，所述 $N = 2^k$ ，所述 k 为非负整数，所述 A 为能整除所述 N 的正整数，所述 P 为小于所述 N 的正整数，所述 i_1 为小于 $(N/A-1)$ 的非负整数， $\lfloor \cdot \rfloor$ 为向下取整运算符号，mod 为取模运算符号。

- 25 结合第四方面及其上述实现方式中的任一种实现方式，在第四方面的另一种实现方式中，所述预编码矩阵指示 PMI 包括第五预编码矩阵指示 PMI₅ 和第六预编码矩阵指示 PMI₆；所述确定单元具体用于：根据所述 PMI₅ 指示的所述 i_1 和所述 PMI₆ 指示的所述 i_4 确定所述接收端从码本中选择的预编码矩阵 W 。

- 30 结合第四方面及其上述实现方式中的任一种实现方式，在第四方面的另一种实现方式中，所述 $\theta_2 = \theta_1 + \Delta\theta$ ，其中，所述 $\theta_1 = 2\pi \frac{m}{N}$ ，所述 $N = 2^k$ ，所述 k 为非负整数，所述 m 为小于所述 N 的非负整数，所述 $\Delta\theta = 2\pi t$ ，所述 t 的绝对值小于 1；所述确定单元具体用于：根据所述预编码矩阵指示 PMI 指示的所述 θ_1 和 $\Delta\theta$ 确定所述接收端从码本中选择的预编码矩阵 W 。

结合第四方面及其上述实现方式中的任一种实现方式，在第四方面的另

一种实现方式中, 所述 t 为 $-1/8$, $-1/16$, $-1/32$, 0 , $1/32$, $1/16$ 或 $1/8$ 。

结合第四方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第四方面的另一种实现方式中, 所述确定单元还用于: 根据天线的编号对所述 W 进行行置换或列置换。

5 结合第四方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第四方面的另一种实现方式中, 所述发射端还包括发送单元: 所述发送单元, 用于向所述接收端发送所述参考信号, 以便所述接收端基于所述参考信号从码本中选择的预编码矩阵 W ; 其中, 所述参考信号包括至少下列之一: 信道状态信息参考信号 CSI RS、解调参考信号 DM RS、小区特定的参考信号 CRS。

10 第五方面, 提供了一种接收端, 该接收端包括: 处理器, 用于基于参考信号, 从码本中选择预编码矩阵 W , 其中, 所述 $W \in \begin{bmatrix} X_1(\theta_1) \\ X_2(\theta_2, \varphi_n) \end{bmatrix}$, 矩阵 X_1 是根据 θ_1 确定的, 矩阵 X_2 是根据 θ_2 和 φ_n 确定的, 所述 θ_1 表示发射端第一天线组中的相邻两根天线针对同一传输层发射信号加权值的相位差, 所述 θ_2 表示发射端第二天线组中的相邻两根天线针对同一传输层发射信号加权值的相位差, 所述 φ_n 表示所述第一天线组和所述第二天线组针对同一传输层发射信号加权值的相位差且所述 $\varphi_n = e^{\frac{j2\pi n}{M}}$, M 为正整数, n 为小于 M 的非负整数, 在所述码本中至少有一个预编码矩阵的 θ_1 和 θ_2 不相同, 所述第一天线组和所述第二天线组属于同一个多天线系统; 发送器, 用于向所述发射端发送预编码矩阵指示 PMI, 以便所述发射端根据所述 PMI 确定所述处理器选择的所述

15

20 W 。

结合第五方面, 在第五方面的一种实现方式中, 所述处理器还用于: 基于所述参考信号确定秩指示, 所述秩指示对应于有用的传输层数; 所述处理器具体用于: 基于参考信号, 从码本中选择与确定的所述秩指示相对应的所述 W 。

25 结合第五方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第五方面的另一种实现方式中,

当所述处理器确定的秩指示为 1 时, 所述处理器选择的

$$W \in \begin{bmatrix} X_1(\theta_1) \\ X_2(\theta_2, \varphi_n) \end{bmatrix} = \alpha \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \\ \varphi_n \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{bmatrix} \end{bmatrix}; \text{ 或}$$

当所述处理器确定的秩指示为 2 时, 所述处理器选择的

23

$$W \in \begin{bmatrix} X(\theta_1) \\ X(\theta_2, \varphi_n) \end{bmatrix} = \beta \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} & -\varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix};$$

其中, 所述 α 和所述 β 均为常数。

结合第五方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第五方面的另一种实现方式中,

5 当所述处理器确定的秩指示为 1 时, 所述处理器选择的

$$\text{所述 } W \in \alpha \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix} = \alpha W_1 \cdot W_2^1 = \alpha \begin{bmatrix} X & 0 \\ 0 & X \end{bmatrix} \cdot W_2^1 = \alpha \begin{bmatrix} X & 0 \\ 0 & X \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} Y_1 \\ \varphi_n Y_2 \end{bmatrix};$$

当所述处理器确定的秩指示为 2 时, 所述处理器选择的

$$\text{所述 } W \in \beta \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} & -\varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix} = \beta W_1 \cdot W_2^2 = \beta \begin{bmatrix} X & 0 \\ 0 & X \end{bmatrix} \cdot W_2^2 = \beta \begin{bmatrix} X & 0 \\ 0 & X \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} Y_1 & Y_1 \\ \varphi_n Y_2 & -\varphi_n Y_2 \end{bmatrix};$$

其中, 所述 $X = \begin{bmatrix} 1 & 1 & \cdots & 1 \\ e^{j2\pi\frac{m}{N}} & e^{j2\pi\frac{m+1}{N}} & \cdots & e^{j2\pi\frac{m+(P-1)}{N}} \end{bmatrix}$, 所述 Y_1 和 Y_2 为相互独立

10 的 $P \times 1$ 维列选择向量, 所述 $N = 2^k$, 所述 k 为非负整数, 所述 m 为小于所述 N 的非负整数, 所述 P 为小于所述 N 的正整数。

结合第五方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第五方面的另一种实现方式中, 所述 P 取值为 4, 所述 Y_1 和 Y_2 分别为下列列向量中的一种:

$$15 \quad \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \text{ 和 } \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}.$$

结合第五方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第五方面的另一种实现方式中, 所述 W_1 为表示宽带的信道特性的矩阵, 所述 W_2^1 和 W_2^2 均为表示子带的信道特性的矩阵; 或者, 所述 W_1 为表示长期的信道特性的矩阵, 所述 W_2^1 和 W_2^2 均为表示短期的信道特性的矩阵。

20 结合第五方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第五方面的另一种实现方式中, 所述发送器发送的预编码矩阵指示 PMI 包括第一预编码矩阵指示 PMI_1 和第二预编码矩阵指示 PMI_2 , 所述 PMI_1 用于指示所述 W_1 , 所

述 PMI₂ 用于指示所述 W₂¹ 或 W₂²。

结合第五方面及其上述实现方式中的任一种实现方式，在第五方面的另一种实现方式中，当所述处理器确定的所述秩指示为 1 时，所述选择单元选择的

$$5 \quad \text{所述 } W \in \alpha \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix} = W_3 \cdot W_4^1 = \begin{bmatrix} X'_{m1} & 0 \\ 0 & DX'_{m1} \end{bmatrix} \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} Y \\ \varphi_n Y \end{bmatrix};$$

$$\text{或者, } W \in \alpha \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix} = W_3 \cdot W_4^1 = \begin{bmatrix} X'_{m1} & 0 \\ 0 & DX'_{m1} \end{bmatrix} \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} Y_1' \\ \varphi_n Y_2' \end{bmatrix};$$

$$\text{其中, } D = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j\theta'} \end{bmatrix}, \quad X'_{m1} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & \cdots & 1 \\ e^{j2\pi \frac{m1+n_1}{N}} & e^{j2\pi \frac{m1+n_2}{N}} & \cdots & e^{j2\pi \frac{m1+n_p}{N}} \end{bmatrix}, \quad n_1, n_2, \dots, n_p \text{ 均}$$

为整数，Y、Y₁' 和 Y₂' 均为 P×1 维列选择向量，N=2^k，k 为非负整数，m1 为小于 N 的非负整数，所述 P 为小于 N 的正整数，α 为常数，θ' 为实数。

10 结合第五方面及其上述实现方式中的任一种实现方式，在第五方面的另一种实现方式中，所述 W₃ 为表示宽带的信道特性的矩阵，W₄¹ 均为表示子带的信道特性的矩阵；或者所述 W₃ 为表示长期的信道特性的矩阵，所述 W₄¹ 为表示短期的信道特性的矩阵。

15 结合第五方面及其上述实现方式中的任一种实现方式，在第五方面的另一种实现方式中，所述发送单元发送的所述预编码矩阵指示 PMI 包括第七预编码矩阵指示 PMI₇ 和第八预编码矩阵指示 PMI₈，所述 PMI₇ 用于指示所述 W₃，所述 PMI₈ 用于指示所述 W₄¹。

20 结合第五方面及其上述实现方式中的任一种实现方式，在第五方面的另一种实现方式中，当所述处理器确定的所述秩指示为 2 时，所述选择单元选择的

$$W \in \beta \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} & -\varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix} = W_3 \cdot W_4^2 = \begin{bmatrix} X'_{m1} & 0 \\ 0 & DX'_{m1} \end{bmatrix} \cdot \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} Y_3 & Y_3 \\ \varphi_n Y_4 & -\varphi_n Y_4 \end{bmatrix};$$

$$\text{其中, } D = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j\theta'} \end{bmatrix}, \quad X'_{m1} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & \cdots & 1 \\ e^{j2\pi \frac{m1+n_1}{N}} & e^{j2\pi \frac{m1+n_2}{N}} & \cdots & e^{j2\pi \frac{m1+n_p}{N}} \end{bmatrix}, \quad n_1, n_2, \dots, n_p \text{ 均}$$

为整数，Y₃ 和 Y₄ 均为 P×1 维列选择向量，N=2^k，k 为非负整数，m1 为小于

N 的非负整数, 所述 P 为小于 N 的正整数, β 为常数, θ 为实数。

结合第五方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第五方面的另一种实现方式中, 当所述处理器确定的所述秩指示为 2 时, 所述处理器选择的

$$5 \quad \text{所述 } W \in \beta \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_3} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} & -\varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_4} \end{pmatrix} \end{bmatrix} = W_3 \cdot W_4^2 = \begin{bmatrix} X'_{m1} & 0 \\ 0 & DX'_{m1} \end{bmatrix} \cdot \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} Y_3 & Y_4 \\ \varphi_n Y_3 & -\varphi_n Y_4 \end{bmatrix};$$

其中, 所述 θ_1 具体表示发射端第一天线组中的相邻两根天线针对两个传输层中的第一个传输层发射信号加权值的相位差, 所述 θ_2 具体表示发射端第二天线组中的相邻两根天线针对两个传输层中的第一个传输层发射信号加权值的相位差, 所述 θ_3 表示发射端第一天线组中的相邻两根天线针对两个传输层中的第二个传输层发射信号加权值的相位差, 所述 θ_4 表示发射端第二天线组中的相邻两根天线针对两个传输层中的第二个传输层发射信号加权值的相位差, $D = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j\theta'} \end{bmatrix}$, $X'_{m1} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ e^{j2\pi\frac{m1+n_1}{N}} & e^{j2\pi\frac{m1+n_2}{N}} & \cdots & e^{j2\pi\frac{m1+n_p}{N}} \end{bmatrix}$, $n_1, n_2, \dots, n_p$ 均为整数, Y_3 和 Y_4 均为 $P \times 1$ 维列选择向量, 所述 D , Y_3 , Y_4 和 φ_n 使得码本集合中任何一个预编码矩阵中的两列相互正交, $N = 2^k$, k 为非负整数, $m1$ 为小于 N 的非负整数, 所述 P 为小于 N 的正整数, β 为常数, θ 为实数。

结合第五方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第五方面的另一种实现方式中, 所述 P 取值为 4, 所述 Y_3 和 Y_4 分别为下列列向量中的一种:

$$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \text{ 和 } \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}。$$

结合第五方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第五方面的另一种实现方式中, 所述 W_3 为表示宽带的信道特性的矩阵, W_4^2 均为表示子带的信道特性的矩阵; 或者所述 W_3 为表示长期的信道特性的矩阵, 所述 W_4^2 为表示短期的信道特性的矩阵。

结合第五方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第五方面的另一种实现方式中, 所述发送器发送的所述预编码矩阵指示 PMI 包括第九预编码矩阵指示 PMI_9 和第十预编码矩阵指示 PMI_{10} , 所述 PMI_9 用于指示所述 W_3 , 所述 PMI_{10} 用于指示所述 W_4^2 。

结合第五方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第五方面的另

一种实现方式中, 所述 $\theta_1 = \frac{2\pi}{N}(A \cdot i_1 + \lfloor i_2/M \rfloor)$, 所述 $\theta_2 = \frac{2\pi}{N}(A \cdot i_1 + i_3)$; 其中, 所述 $N = 2^k$, 所述 k 为非负整数, 所述 A 为能整除所述 N 的正整数, 所述 M 为小于所述 N 的正整数, 所述 i_1 为小于 $(N/A-1)$ 的非负整数, 所述 i_2 和 i_3 均为正整数且所述 i_2 和 i_3 相互独立, $\lfloor \cdot \rfloor$ 为向下取整运算符号。

5 结合第五方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第五方面的另一种实现方式中, 所述发送器发送的所述预编码矩阵指示 PMI 包括第三预编码矩阵指示 PMI₃ 和第四预编码矩阵指示 PMI₄, 所述 PMI₃ 用于指示所述 i_1 , 所述 PMI₄ 用于指示所述 i_2 和 i_3 , 所述 PMI₄ 为所述 i_2 和 i_3 的联合编码值, 所述 PMI₄ = $P \cdot i_2 + i_3$ 。

10 结合第五方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第五方面的另一种实现方式中, 所述 $\theta_1 = \frac{2\pi}{N} \left(A \cdot i_1 + \left\lfloor \frac{i_4}{P \cdot M} \right\rfloor \right)$, 所述 $\theta_2 = \frac{2\pi}{N} \left(A \cdot i_1 + \left\lfloor \frac{(i_4 \bmod (M \cdot P))}{M} \right\rfloor \right)$; 其中, 所述 $N = 2^k$, k 为非负整数, 所述 A 为能整除所述 N 的正整数, 所述 P 为小于所述 N 的正整数, 所述 i_1 为小于 $(N/A-1)$ 的非负整数, $\lfloor \cdot \rfloor$ 为向下取整运算符号, $\bmod$ 为取模运算符号。

15 结合第五方面及其上述实现方式, 在第五方面的另一种实现方式中, 所述发送器发送的所述预编码矩阵指示 PMI 包括第五预编码矩阵指示 PMI₅ 和第六预编码矩阵指示 PMI₆, 所述 PMI₅ 用于指示所述 i_1 , 所述 PMI₆ 用于指示所述 i_4 。

结合第五方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第五方面的另一种实现方式中, 所述 $\theta_2 = \theta_1 + \Delta\theta$, 其中, 所述 $\theta_1 = 2\pi \frac{m}{N}$, 所述 $N = 2^k$, 所述 k 为非负整数, 所述 m 为小于所述 N 的非负整数, 所述 $\Delta\theta = 2\pi t$, 所述 t 的绝对值小于 1。

结合第五方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第五方面的另一种实现方式中, 所述 t 为 -1/8, -1/16, -1/32, 0, 1/32, 1/16 或 1/8。

25 结合第五方面及其上述实现方式, 在第五方面的另一种实现方式中, 所述处理器还用于: 根据天线的编号对所述 W 进行行置换或列置换。

结合第五方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第五方面的另一种实现方式中, 所述接收端还包括接收器, 所述接收器, 用于接收所述发射端发送的所述参考信号; 其中, 所述参考信号包括至少下列之一: 信道状态信息参考信号 CSI RS、解调参考信号 DM RS、小区特定的参考信号 CRS。

30 第六方面, 提供了一种发射端, 该发射端包括: 接收器, 用于接收接收

端发送的预编码矩阵指示 PMI; 处理器, 用于根据所述接收器接收的所述预编码矩阵指示 PMI 确定所述接收端基于参考信号从码本中选择的预编码矩阵

阵 W , 其中, 所述 $W \in \begin{bmatrix} X_1(\theta_1) \\ X_2(\theta_2, \varphi_n) \end{bmatrix}$, 矩阵 X_1 是根据 θ_1 确定的, 矩阵 X_2 是根据

θ_2 和 φ_n 确定的, 所述 θ_1 表示发射端第一天线组中的相邻两根天线针对同一传

5 输层发射信号加权值的相位差, 所述 θ_2 表示发射端第二天线组中的相邻两根

天线针对同一传输层发射信号加权值的相位差, 所述 φ_n 表示所述第一天线组

和所述第二天线组针对同一传输层发射信号加权值的相位差且所述

$\varphi_n = e^{\frac{j2\pi n}{M}}$, 所述 M 为正整数, 所述 n 为小于所述 M 的非负整数, 在所述码

本中至少有一个预编码矩阵的 θ_1 和 θ_2 不相同, 所述第一天线组和所述第二天

10 线组属于同一个多天线系统。

结合第六方面, 在第六方面的一种实现方式中, 所述 W 与秩指示相对应, 所述秩指示对应于有用的传输层数。

结合第六方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第六方面的另一种实现方式中,

15 当所述秩指示为 1 时, 所述 $W \in \begin{bmatrix} X_1(\theta_1) \\ X_2(\theta_2, \varphi_n) \end{bmatrix} = \alpha \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix};$

当所述秩指示为 2 时, 所述 $W \in \begin{bmatrix} X(\theta_1) \\ X(\theta_2, \varphi_n) \end{bmatrix} = \beta \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} & -\varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix};$

其中, 所述 α 和所述 β 均为常数。

结合第六方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第六方面的另一种实现方式中,

20 当所述秩指示为 1 时,

$$\text{所述 } W \in \alpha \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix} = \alpha W_1 \cdot W_2^1 = \alpha \begin{bmatrix} X & 0 \\ 0 & X \end{bmatrix} \cdot W_2^1 = \alpha \begin{bmatrix} X & 0 \\ 0 & X \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} Y_1 \\ \varphi_n Y_2 \end{bmatrix};$$

当所述秩指示为 2 时,

$$\text{所述 } W \in \beta \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} & -\varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix} = \beta W_1 \cdot W_2^2 = \beta \begin{bmatrix} X & 0 \\ 0 & X \end{bmatrix} \cdot W_2^2 = \beta \begin{bmatrix} X & 0 \\ 0 & X \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} Y_1 & Y_1 \\ \varphi_n Y_2 & -\varphi_n Y_2 \end{bmatrix};$$

其中, 所述 $X = \begin{bmatrix} 1 & 1 & \cdots & 1 \\ e^{j2\pi\frac{m}{N}} & e^{j2\pi\frac{m+1}{N}} & \cdots & e^{j2\pi\frac{m+(P-1)}{N}} \end{bmatrix}$, 所述 Y_1 和 Y_2 为相互独立的 $P \times 1$ 维列选择向量, 所述 $N = 2^k$, 所述 k 为非负整数, 所述 m 为小于所述 N 的非负整数, 所述 P 为小于所述 N 的正整数。

- 5 结合第六方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第六方面的另一种实现方式中, 所述 P 取值为 4, 所述 Y_1 和 Y_2 分别为下列列向量中的一种:

$$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \text{ 和 } \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}.$$

- 10 结合第六方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第六方面的另一种实现方式中, 所述 W_1 为表示宽带的信道特性的矩阵, 所述 W_2^1 和 W_2^2 均为表示子带的信道特性的矩阵; 或者, 所述 W_1 为表示长期的信道特性的矩阵, 所述 W_2^1 和 W_2^2 均为表示短期的信道特性的矩阵。

- 15 结合第六方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第六方面的另一种实现方式中, 所述接收器接收的预编码矩阵指示 PMI 包括第一预编码矩阵指示 PMI_1 和第二预编码矩阵指示 PMI_2 ; 所述处理器具体用于: 根据所述 PMI_1 确定所述接收端基于参考信号从码本中选择的所述 W_1 , 并根据所述 PMI_2 确定所述接收端从码本中选择的所述 W_2^1 或 W_2^2 ; 相应的, 所述处理器具体用于: 根据所述 W_1 和所述 W_2^1 确定所述 W , 或者根据所述 W_1 和所述 W_2^2 确定所述 W 。

- 20 结合第六方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第六方面的另一种实现方式中, 当所述秩指示为 1 时,

$$\text{所述 } W \in \alpha \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix} = W_3 \cdot W_4^1 = \begin{bmatrix} X'_{m1} & 0 \\ 0 & DX'_{m1} \end{bmatrix} \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} Y \\ \varphi_n Y \end{bmatrix};$$

$$\text{或者, } W \in \alpha \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix} = W_3 \cdot W_4^1 = \begin{bmatrix} X'_{m1} & 0 \\ 0 & DX'_{m1} \end{bmatrix} \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} Y'_1 \\ \varphi_n Y'_2 \end{bmatrix};$$

其中, $D = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j\theta'} \end{bmatrix}$, $X'_{m1} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & \cdots & 1 \\ e^{j2\pi \frac{m1+n1}{N}} & e^{j2\pi \frac{m1+n2}{N}} & \cdots & e^{j2\pi \frac{m1+nP}{N}} \end{bmatrix}$, $n_1, n_2, \dots, n_P$ 均为整数, Y 、 Y'_1 和 Y'_2 均为 $P \times 1$ 维列选择向量, $N = 2^k$, k 为非负整数, $m1$ 为小于 N 的非负整数, 所述 P 为小于 N 的正整数, α 为常数, θ' 为实数。

5 结合第六方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第六方面的另一种实现方式中, 所述 P 取值为 4, 所述 Y 、 Y'_1 和 Y'_2 分别为下列列向量中的一种:

$$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \text{ 和 } \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}。$$

10 结合第六方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第六方面的另一种实现方式中, 所述 W_3 为表示宽带的信道特性的矩阵, W_4^1 均为表示子带的信道特性的矩阵; 或者所述 W_3 为表示长期的信道特性的矩阵, 所述 W_4^1 为表示短期的信道特性的矩阵。

15 结合第六方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第六方面的另一种实现方式中, 所述接收器接收的所述预编码矩阵指示 PMI 包括第七预编码矩阵指示 PMI₇ 和第八预编码矩阵指示 PMI₈; 所述处理器具体用于: 根据所述 PMI₇ 确定所述接收端基于参考信号从码本中选择的所述 W_3 , 并根据所述 PMI₈ 确定所述接收端从码本中选择的所述 W_4^1 ; 相应的, 所述处理器具体用于: 根据所述 W_3 和所述 W_4^1 确定所述 W 。

20 结合第六方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第六方面的另一种实现方式中, 当所述秩指示为 2 时,

$$W \in \beta \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} & -\varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix} = W_3 \cdot W_4^2 = \begin{bmatrix} X'_{m1} & 0 \\ 0 & DX'_{m1} \end{bmatrix} \cdot \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} Y_3 & Y_3 \\ \varphi_n Y_4 & -\varphi_n Y_4 \end{bmatrix};$$

其中, $D = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j\theta'} \end{bmatrix}$, $X'_{m1} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & \cdots & 1 \\ e^{j2\pi \frac{m1+n1}{N}} & e^{j2\pi \frac{m1+n2}{N}} & \cdots & e^{j2\pi \frac{m1+nP}{N}} \end{bmatrix}$, $n_1, n_2, \dots, n_P$ 均为整数, Y_3 和 Y_4 均为 $P \times 1$ 维列选择向量, $N = 2^k$, k 为非负整数, $m1$ 为小于

N 的非负整数, 所述 P 为小于 N 的正整数, β 为常数, θ 为实数。

结合第六方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第六方面的另一种实现方式中, 当所述秩指示为 2 时,

$$\text{所述 } W \in \beta \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_3} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} & -\varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_4} \end{pmatrix} \end{bmatrix} = W_3 \cdot W_4^2 = \begin{bmatrix} X'_{m1} & 0 \\ 0 & DX'_{m1} \end{bmatrix} \cdot \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} Y_3 & Y_4 \\ \varphi_n Y_3 & -\varphi_n Y_4 \end{bmatrix};$$

- 5 其中, 所述 θ_1 具体表示发射端第一天线组中的相邻两根天线针对两个传输层中的第一个传输层发射信号加权值的相位差, 所述 θ_2 具体表示发射端第二天线组中的相邻两根天线针对两个传输层中的第一个传输层发射信号加权值的相位差, 所述 θ_3 表示发射端第一天线组中的相邻两根天线针对两个传输层中的第二个传输层发射信号加权值的相位差, 所述 θ_4 表示发射端第二天线组中的相邻两根天线针对两个传输层中的第二个传输层发射信号加权值的
- 10 相位差, $D = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j\theta'} \end{bmatrix}$, $X'_{m1} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & \cdots & 1 \\ e^{j2\pi \frac{m1+n_1}{N}} & e^{j2\pi \frac{m1+n_2}{N}} & \cdots & e^{j2\pi \frac{m1+n_p}{N}} \end{bmatrix}$, $n_1, n_2, \dots, n_p$ 均

为整数, Y_3 和 Y_4 均为 $P \times 1$ 维列选择向量, 所述 D , Y_3 , Y_4 和 φ_n 使得码本集合中任何一个预编码矩阵中的两列相互正交, $N = 2^k$, k 为非负整数, $m1$ 为小于 N 的非负整数, 所述 P 为小于 N 的正整数, β 为常数, θ 为实数。

- 15 结合第六方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第六方面的另一种实现方式中, 所述 P 取值为 4, 所述 Y_3 和 Y_4 分别为下列列向量中的一种:

$$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \text{ 和 } \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}。$$

- 结合第六方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第六方面的另一种实现方式中, 所述 W_3 为表示宽带的信道特性的矩阵, W_4^2 均为表示子带的信道特性的矩阵; 或者所述 W_3 为表示长期的信道特性的矩阵, 所述 W_4^2 为表示短期的信道特性的矩阵。
- 20

- 结合第六方面及其上述实现方式中的任一种实现方式, 在第六方面的另一种实现方式中, 所述接收器接收的所述预编码矩阵指示 PMI 包括第九预编码矩阵指示 PMI_9 和第十预编码矩阵指示 PMI_{10} , 所述处理器具体用于: 根据所述 PMI_9 确定所述接收端基于参考信号从码本中选择的所述 W_3 , 并根据所述 PMI_{10} 确定所述接收端从码本中选择的所述 W_4^2 ; 相应的, 所述处理器具
- 25

体用于：根据所述 W_3 和所述 W_4^2 确定所述 W 。

结合第六方面及其上述实现方式中的任一种实现方式，在第六方面的另一种实现方式中，所述 $\theta_1 = \frac{2\pi}{N}(A \cdot i_1 + \lfloor i_2/M \rfloor)$ ，所述 $\theta_2 = \frac{2\pi}{N}(A \cdot i_1 + i_3)$ ；其中，所述 $N = 2^k$ ，所述 k 为非负整数，所述 A 为能整除所述 N 的正整数，所述 M 为小于所述 N 的正整数，所述 i_1 为小于 $(N/A-1)$ 的非负整数，所述 i_2 和 i_3 均为正整数且所述 i_2 和 i_3 相互独立， $\lfloor \cdot \rfloor$ 为向下取整运算符号。

结合第六方面及其上述实现方式中的任一种实现方式，在第六方面的另一种实现方式中，所述接收器接收的预编码矩阵指示 PMI 包括第三预编码矩阵指示 PMI_3 和第四预编码矩阵指示 PMI_4 ；所述处理器具体用于：根据所述 PMI_3 确定所述 i_1 ，并根据所述 PMI_4 确定所述 i_2 和 i_3 ，其中，所述 PMI_4 为所述 i_2 和 i_3 的联合编码值， $PMI_4 = P \cdot i_2 + i_3$ ；根据所述 i_1 、 i_2 和 i_3 确定所述接收端从码本中选择的预编码矩阵 W 。

结合第六方面及其上述实现方式中的任一种实现方式，在第六方面的另一种实现方式中，所述 $\theta_1 = \frac{2\pi}{N} \left(A \cdot i_1 + \left\lfloor \frac{i_4}{P \cdot M} \right\rfloor \right)$ ，所述 $\theta_2 = \frac{2\pi}{N} \left(A \cdot i_1 + \left\lfloor \frac{(i_4 \bmod (M \cdot P))}{M} \right\rfloor \right)$ ；其中，所述 $N = 2^k$ ，所述 k 为非负整数，所述 A 为能整除所述 N 的正整数，所述 P 为小于所述 N 的正整数，所述 i_1 为小于 $(N/A-1)$ 的非负整数， $\lfloor \cdot \rfloor$ 为向下取整运算符号， $\bmod$ 为取模运算符号。

结合第六方面及其上述实现方式中的任一种实现方式，在第六方面的另一种实现方式中，所述接收器接收的所述预编码矩阵指示 PMI 包括第五预编码矩阵指示 PMI_5 和第六预编码矩阵指示 PMI_6 ；所述处理器具体用于：根据所述 PMI_5 指示的所述 i_1 和所述 PMI_6 指示的所述 i_4 确定所述接收端从码本中选择的所述 W 。

结合第六方面及其上述实现方式中的任一种实现方式，在第六方面的另一种实现方式中，所述 $\theta_2 = \theta_1 + \Delta\theta$ ，其中，所述 $\theta_1 = 2\pi \frac{m}{N}$ ，所述 $N = 2^k$ ，所述 k 为非负整数，所述 m 为小于所述 N 的非负整数，所述 $\Delta\theta = 2\pi t$ ，所述 t 的绝对值小于 1；所述处理器具体用于：根据所述接收器接收的预编码矩阵指示 PMI 指示的所述 θ_1 和 $\Delta\theta$ 确定所述接收端从码本中选择的所述 W 。

结合第六方面及其上述实现方式中的任一种实现方式，在第六方面的另一种实现方式中，所述 t 为 $-1/8$ 、 $-1/16$ 、 $-1/32$ 、 0 、 $1/32$ 、 $1/16$ 或 $1/8$ 。

结合第六方面及其上述实现方式中的任一种实现方式，在第六方面的另一种实现方式中，所述处理器还用于：根据天线的编号对所述 W 进行行置

换或列置换。

结合第六方面及其上述实现方式中的任一种实现方式，在第六方面的另一种实现方式中，所述发射端还包括发送器，所述发送器，用于向所述接收端发送所述参考信号，以便所述接收端基于所述参考信号从码本中选择的预编码矩阵 W ；其中，所述参考信号包括至少下列之一：信道状态信息参考信号 CSI RS、解调参考信号 DM RS、小区特定的参考信号 CRS。

基于上述方案，用户设备基于参考信号从码本中选择预编码矩阵 W ，其中， $W \in \begin{bmatrix} X_1(\theta_1) \\ X_2(\theta_2, \varphi_n) \end{bmatrix}$ ，分别通过 θ_1 和 θ_2 表示第一天线组中的相邻两根天线之间的相位差以及第二天线组中的相邻两根天线之间的相位差。这样，可以根据天线间距情况来选择合适的预编码矩阵，保证天线的弱相关性，因此，基站基于用户设备反馈的从本发明的码本结构选择的预编码矩阵进行预编码，有效地提高预编码的精度，从而减少性能损失，提高系统的吞吐量。

附图说明

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

图 1 是本发明一个实施例的预编码矩阵指示的反馈方法的流程图。

图 2 是本发明另一个实施例的接收预编码矩阵指示的方法的流程图。

图 3 是本发明一个实施例的接收端的结构框图。

图 4 是本发明一个实施例的发射端的结构框图。

图 5 是本发明一个实施例的设备的框图。

图 6 是本发明另一个实施例的接收端的结构框图。

图 7 是本发明另一个实施例的发射端的结构框图。

具体实施方式

下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例是本发明的一部分实施例，而不是全部实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创

造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例，都应属于本发明保护的范围。

应理解，本发明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、先进的长期演进（Advanced long term evolution, LTE-A）系统、通用移动通信系统（Universal Mobile Telecommunication System, UMTS）等。

还应理解，在本发明实施例中，用户设备（UE, User Equipment）包括但不限于移动台（MS, Mobile Station）、中继（Relay）、移动终端（Mobile Terminal）、移动电话（Mobile Telephone）、手机（handset）及便携设备（portable equipment）等，该用户设备可以经无线接入网（RAN, Radio Access Network）与一个或多个核心网进行通信，例如，用户设备可以是移动电话（或称为“蜂窝”电话）、具有无线通信功能的计算机等，用户设备还可以是便携式、袖珍式、手持式、计算机内置的或者车载的移动装置。

在本发明实施例中，基站可以是 GSM 或 CDMA 中的基站（Base Transceiver Station, BTS），也可以是 WCDMA 中的基站（NodeB, NB），还可以是 LTE 中的演进型基站（Evolutional Node B, eNB 或 e-NodeB），或者中继等，本发明并不限定。

图 1 是本发明一个实施例的预编码矩阵指示的反馈方法的流程图。该方法由接收端执行。

101、接收端基于参考信号，从码本中选择预编码矩阵 W ，其中， $W \in \begin{bmatrix} X_1(\theta_1) \\ X_2(\theta_2, \varphi_n) \end{bmatrix}$ ，矩阵 X_1 是根据 θ_1 确定的，矩阵 X_2 是根据 θ_2 和 φ_n 确定的， θ_1 表示发射端第一天线组中的相邻两根天线针对同一传输层发射信号加权值的相位差， θ_2 表示发射端第二天线组中的相邻两根天线针对同一传输层发射信号加权值的相位差， φ_n 表示第一天线组和第二天线组针对同一传输层发射信号加权值的相位差且 $\varphi_n = e^{\frac{j2\pi n}{M}}$ ， M 为正整数， n 为小于 M 的非负整数，在码本中至少有一个预编码矩阵的 θ_1 和 θ_2 不相同，第一天线组和第二天线组属于同一个多天线系统。

102、接收端向发射端发送预编码矩阵指示 PMI，以便发射端根据 PMI 获取预编码矩阵 W 。

多天线系统是指发射端（如基站）和接收端（如 UE）通过多根天线进行通信的系统。相对于单天线系统，发射端和接收端的多个天线能够形成空间的分集增益或者复用增益，能够有效的提高传输可靠性以及系统容量。多天线系统中分集增益和复用增益一般可以通过发射端的预编码方法和接收端的接收合并算法获得。例如，在 LTE 系统中，发射端采用 4 根天线，而在接收端采用 2 根天线。

另外，本发明实施例的多天线系统也可以应用在多点联合传输的场景，多点联合传输是指多个发射端对于同一个用户进行信号的联合传输，例如，发射端 A 具有 2 天线，发射端 B 也具有 2 天线，连个发射端同时对于接收端进行联合传输。那么该接收端接收的信号可以看成是一个 4 天线基站发送得到的信号。

基于上述方案，接收端基于参考信号从码本中选择预编码矩阵 W ，其中， $W \in \begin{bmatrix} X_1(\theta_1) \\ X_2(\theta_2, \varphi_n) \end{bmatrix}$ ， θ_1 和 θ_2 分别表示第一天线组和第二天线组中相邻两根天线针对同一传输层发射信号加权值的相位差。这样，可以根据天线间距情况来选择合适的预编码矩阵，保证天线的弱相关性，因此，发射端基于接收端反馈的从本发明的码本结构选择的预编码矩阵进行预编码，有效地提高预编码的精度，从而减少性能损失，提高系统的吞吐量。

为了描述方便，下述实施例发射端将以基站为例进行说明，接收端将以 UE 为例进行说明，应理解，本发明实施例对此并不限定，接收端可以是基站，发射端可以是 UE。

需要说明的是，本发明实施例对 101 中的参考信号的类型不作限定。例如，可以是信道状态信息参考信号（Channel State Information Reference Signal, CSI RS）、解调参考信号（Demodulation RS, DM RS）或小区特定的参考信号（Cell-specific RS, CRS），CSI 还可以包括信道质量指示（channel Quality Indicator/Index, 简称 CQI）。还需要说明的是，UE 可以通过接收基站通知（例如无线资源控制（Radio Resource Control, RRC）信令或者下行控制信息（Downlink Control Information, DCI））或者基于小区标识 ID 得到参考信号的资源配置并在对应的资源或者子帧得到参考信号。

可选地，在步骤 101 中，接收端可以基于参考信号获取信道估计值，基于该信道估计值计算信道容量或吞吐量或弦距等，根据接收端预定义的准则

如信道容量或者吞吐量最大化的准则或者弦距最小化准则，从码本中选择预编码矩阵。

进一步，接收端还可以基于参考信号确定秩指示 RI，秩指示 RI 对应于有用的传输层数。例如，UE 可以基于参考信号的端口数以及码本子集限制对应的容许的 RI 的唯一取值得到 RI；或者 UE 基于参考信号获取信道估计值，基于该信道估计值，针对每个容许的秩指示 RI 取值，以及相应的预编码矩阵计算信道容量或者吞吐量等度量值；选择使得度量值最优的秩指示 RI 作为确定的秩指示 RI。在步骤 101 中，接收端可以基于参考信号，从码本中选择与秩指示相对应的预编码矩阵 W。具体地，可以从码本中确定与秩指示对应的码本子集，再从码本子集中选择预编码矩阵 W，还可以通过秩指示直接确定预编码矩阵 W。

可选地，码本子集可以是预定义的，或者接收端将码本上报给发射端，由发射端确定码本子集并通知给接收端；或由接收端确定并上报码本子集，例如，码本子集限制可以由基站通过高层信令如 RRC 信令通知 UE。可选地，在步骤 102 中，UE 可以通过物理上行控制信道（Physical Uplink Control Channel, PUCCH）或物理上行共享信道（Physical Uplink Shared Channel, PUSCH）向基站发送预编码矩阵指示 PMI。应理解，本发明实施例对此不作限定。

此外，预编码矩阵指示 PMI 和秩指示 RI 可以在相同的子帧发送，也可以在不同的子帧发送。

应理解，矩阵 X_1 还可以根据 θ_1 和其它因素（如幅度）来确定，即 X_1 是至少根据 θ_1 确定的；类似地，矩阵 X_2 是至少根据 θ_2 和 φ_n 确定的，本发明对此不作限定。

可选地，作为一个实施例，在步骤 101 中，预编码矩阵 W 与秩指示相对应，秩指示对应于有用的传输层数。当秩指示大于或等于 2 时， θ_1 和 θ_2 可以分别表示第一天线组和第二天线组中相邻两根天线针对多个传输层中任意一个传输层的发射信号的加权值的相位差。

具体地，在 4 天线的场景下，秩指示为 1 时，预编码矩阵可以是：

$$W \in \begin{bmatrix} X_1(\theta_1) \\ X_2(\theta_2, \varphi_n) \end{bmatrix} = \alpha \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix} \quad (1)$$

或者, 秩指示为 2 时, 预编码矩阵可以是:

$$W \in \begin{bmatrix} X(\theta_1) \\ X(\theta_2, \varphi_n) \end{bmatrix} = \beta \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} & -\varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix} \quad (2)$$

α 和 β 均为常数, 可选地, $\alpha = \frac{1}{2}$ 和 $\beta = \frac{1}{\sqrt{8}}$ 。

- 5 上述例子仅仅是示例性的, 而非要限制本发明的范围, 本发明中的码本还可以是秩指示为其它值的码本, 为了描述方便, 本发明中以秩指示为 1 的码本和秩指示为 2 的码本为例进行说明, 应理解, 本发明对此不作限定。

还应理解, 上述码本以单码本的结构形式表示, 当然, 也可以以双码本的结构形式表示, 本发明对此不作限定。

- 10 优选地, 本发明实施例以 4 天线的场景为例进行说明, 4 天线分为两个天线组, 每组包括两根天线。应理解, 本发明实施例对此并无限定, 例如, 本发明实施例还可以应用于 8 天线的场景。

具体地, 在 8 天线的场景下, 两个天线组中的每个天线组可以包括 4 根天线,

$$15 \quad \text{秩指示为 1 时, 预编码矩阵可以是: } W \in \begin{bmatrix} X_1(\theta_1) \\ X_2(\theta_2, \varphi_n) \end{bmatrix} = \alpha_2 \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \\ e^{j2\theta_1} \\ e^{j3\theta_1} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \\ e^{j2\theta_2} \\ e^{j3\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix};$$

或者, 秩指示为 2 时, 预编码矩阵可以是:

$$W \in \begin{bmatrix} X(\theta_1) \\ X(\theta_2, \varphi_n) \end{bmatrix} = \beta_2 \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \\ e^{j2\theta_1} \\ e^{j3\theta_1} \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \\ e^{j2\theta_1} \\ e^{j3\theta_1} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \\ e^{j2\theta_2} \\ e^{j3\theta_2} \end{pmatrix} & -\varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \\ e^{j2\theta_2} \\ e^{j3\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix}$$

为描述方便，下述例子将以 4 天线场景为例进行说明。

可选地，在一种实现方式下，以秩指示为 1 和 2 为例，当秩指示为 1 时，预编码矩阵：

$$W \in \alpha \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix} = \alpha W_1 \cdot W_2^1 = \alpha \begin{bmatrix} X & 0 \\ 0 & X \end{bmatrix} \cdot W_2^1 = \alpha \begin{bmatrix} X & 0 \\ 0 & X \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} Y_1 \\ \varphi_n Y_2 \end{bmatrix} \quad (3)$$

当秩指示为 2 时，预编码矩阵：

$$W \in \beta \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} & -\varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix} = \beta W_1 \cdot W_2^2 = \beta \begin{bmatrix} X & 0 \\ 0 & X \end{bmatrix} \cdot W_2^2 = \beta \begin{bmatrix} X & 0 \\ 0 & X \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} Y_1 & Y_1 \\ \varphi_n Y_2 & -\varphi_n Y_2 \end{bmatrix} \quad (4)$$

其中，

$$X = \begin{bmatrix} 1 & 1 & \cdots & 1 \\ e^{j2\pi\frac{m}{N}} & e^{j2\pi\frac{m+1}{N}} & \cdots & e^{j2\pi\frac{m+(P-1)}{N}} \end{bmatrix} \quad (5)$$

Y_1 和 Y_2 为相互独立的 $P \times 1$ 维列选择向量， $N = 2^k$ ， k 为非负整数， m 为小于 N 的非负整数， P 为小于 N 的正整数。即 N 为 2 的幂次，可以取值为 0, 2, 4, 8, ..., 等等， $m \in \{0, 1, \dots, N-1\}$ ， $P \in \{0, 1, \dots, N-1\}$ 。

例如， k 取值为 4，即 $N=16$ ， $m \in \{0, 1, \dots, N-1\} = \{0, 1, \dots, 15\}$ ， $P=4$ ， Y_1 和 Y_2 可以分别为下列列向量中的一种：

$$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \text{ 和 } \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}。$$

$$\text{即: } Y_1 \in \left\{ \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} \right\}, Y_2 \in \left\{ \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} \right\}, Y_1 \text{ 和 } Y_2 \text{ 可以相同或不}$$

同。

$$\text{假设 } Y_1 = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \text{ 即 } \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} \text{ 为 (5) 式中矩阵 } X \text{ 的第一列, 假设 } Y_2 = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \text{ 即 } \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix}$$

为 (5) 式中矩阵 X 的第二列。

- 5 可选地, 在步骤 102 中, 接收端可以向发射端发送第一预编码矩阵指示 PMI_1 和第二预编码矩阵指示 PMI_2 , 即预编码矩阵指示 PMI 包括 PMI_1 和 PMI_2 。进一步地, 以相同或不同的时间周期发送 PMI_1 和 PMI_2 。其中, PMI_1 用于指示 W_1 , PMI_2 用于指示 W_2^1 或 W_2^2 。换句话说, PMI_1 和 PMI_2 可以具有相同或不同的时间域或频域颗粒度 (或者基于不同的子帧周期或者子带大小)。
- 10

可选地, W_1 为表示宽带的信道特性的矩阵, W_2^1 和 W_2^2 均为表示子带的信道特性的矩阵, 或者 W_1 为表示长期的信道特性的矩阵, W_2^1 和 W_2^2 均为表示短期的信道特性的矩阵。 W_2 中上标的数字表示秩的取值。相应地, 接收端可以以较长的时间间隔向发射端发送 PMI_1 , 以较短的时间间隔向发射

15 端发送 PMI_2 。

- 当然, 接收端可以通过一个 PMI 直接指示所选择的预编码矩阵 W, 例如, 码本共有 256 个预编码矩阵, 当接收端发送的 PMI 为 0 时, 向发射端指示 256 个预编码矩阵中的第 1 个预编码矩阵, 当接收端发送的 PMI 为 1 时, 向发射端指示 256 个预编码矩阵中的第 2 个预编码矩阵... .., 即 PMI 的取值
- 20 0-255 分别对应着 256 个预编码矩阵中相应的预编码矩阵。应理解, 本发明实施例对接收端指示预编码矩阵的方式不作限定。

可选地, 接收端可以通过物理控制信道或物理共享信道向发射端发送预编码矩阵指示 PMI。例如, UE 可以通过物理上行控制信道或物理上行共享信道向基站发送预编码矩阵指示 PMI。应理解, 本发明实施例对此不作限定。

- 25 因此, 通过本发明实施例列选择向量 Y1 和 Y2 分别独立的在矩阵 X 中选择一个列向量, 从而保证了较大间距天线对应的码本的弱相关性。

可选地, 在另一种实现方式下, θ_1 和 θ_2 可以分别取值为:

$$\theta_1 = \frac{2\pi}{N} (A \cdot i_1 + \lfloor i_2/M \rfloor) \quad (6)$$

$$\theta_2 = \frac{2\pi}{N} (A \cdot i_1 + i_3) \quad (7)$$

其中, $N=2^k$, k 为非负整数, A 为能整除 N 的正整数 (例如, $N=16$, $A=2$), M 为小于 N 的正整数, i_1 为小于 $(N/A-1)$ 的非负整数, i_2 和 i_3 均为正整数且 i_2 和 i_3 相互独立, $\lfloor \cdot \rfloor$ 为向下取整运算符号。即 N 为 2 的幂次, 可以取值为 0, 2, 4, 8... .., 等等, $P \in \{0, 1, \dots, N-1\}$, $i_1 \in \{0, 1, \dots, N/A-1\}$ 。

可选地, 在步骤 102 中, 接收端可以向发射端发送第三预编码矩阵指示 PMI_3 和第四预编码矩阵指示 PMI_4 , 即预编码矩阵指示 PMI 包括 PMI_3 和 PMI_4 。进一步地, 以相同或不同的时间周期发送 PMI_3 和 PMI_4 。其中, PMI_3 用于指示 i_1 , PMI_4 用于指示 i_2 和 i_3 。具体地, PMI_4 可以是 i_2 和 i_3 的联合编码值。发射端可以通过 PMI_4 的值与 i_2 和 i_3 的对应关系确定 i_2 和 i_3 。例如, 发射端可以预先设置 PMI_4 和 i_2 对应关系, 通过 PMI_4 的值确定 i_2 , 再根据关系式 $\text{PMI}_4 = P \cdot i_2 + i_3$ 确定 i_3 ; 类似地, 发射端可以预先设置 PMI_4 和 i_3 对应关系, 通过 PMI_4 的值确定 i_3 , 再根据关系式 $\text{PMI}_4 = P \cdot i_2 + i_3$ 确定 i_2 。

换句话说, PMI_3 和 PMI_4 可以具有不同的时间域或频域颗粒度。当然, 接收端可以通过一个 PMI 直接指示所选择的预编码矩阵 W 。具体的实施方式可以参考上述实施例, 此处不再赘述。

应理解, 本发明实施例对接收端指示预编码矩阵的方式不作限定。

可选地, 接收端可以通过物理控制信道或物理共享信道向发射端发送预编码矩阵指示 PMI 。应理解, 本发明实施例对此不作限定。

因此, 本发明实施例可以根据当前的信道特性通过 i_2 和 i_3 分别独立的选择 θ_1 和 θ_2 , 保证了较大间距天线对应的码本的弱相关性。

可选地, 在另一种实现方式下, θ_1 和 θ_2 也可以分别取值为:

$$\theta_1 = \frac{2\pi}{N} \left(A \cdot i_1 + \left\lfloor \frac{i_4}{P \cdot M} \right\rfloor \right) \quad (8)$$

$$\theta_2 = \frac{2\pi}{N} \left(A \cdot i_1 + \left\lfloor \frac{(i_4 \bmod (M \cdot P))}{M} \right\rfloor \right) \quad (9)$$

其中, $N=2^k$, k 为非负整数, A 为能整除 N 的正整数, P 为小于 N 的正整数, i_1 为小于 $(N/A-1)$ 的非负整数, i_4 为小于 $(PM-1)$ 的正整数 (例如 $P=4$, $M=4$, $i_4 < 15$), $\lfloor \cdot \rfloor$ 为向下取整运算符号, $\bmod$ 为取模运算符号。即 N 为 2 的幂次, 可以取值为 0, 2, 4, 8... .., 等等, $P \in \{0, 1, \dots, N-1\}$,

$i_1 \in \{0, 1, \dots, N/A-1\}$ 。

可选地，在步骤 102 中，接收端可以向发射端发送第五预编码矩阵指示 PMI₅ 和第六预编码矩阵指示 PMI₆，即预编码矩阵指示 PMI 包括 PMI₅ 和 PMI₆。进一步地，以相同或不同的时间周期发送 PMI₅ 和 PMI₆。其中，PMI₅ 用于指示 i_1 ，PMI₆ 用于指示 i_4 。换句话说，PMI₅ 和 PMI₆ 可以具有不同的时间域或频域颗粒度。当然，接收端可以通过一个 PMI 直接指示所选择的预编码矩阵 W。具体的实施方式可以参考上述实施例，此处不再赘述。

应理解，本发明实施例对接收端指示预编码矩阵的方式不作限定。

可选地，接收端可以通过物理控制信道或物理共享信道向发射端发送预编码矩阵指示 PMI。应理解，本发明实施例对此不作限定。

因此，本发明实施例可以根据当前的信道特性通过 i_4 确定 θ_1 和 θ_2 ，所选择的预编码矩阵中的 θ_1 和 θ_2 可以相同或不同，保证了较大间距天线对应的码本的弱相关性。

可选地，在另一种实现方式下， θ_1 和 θ_2 也可以分别取值为：

$$\theta_1 = 2\pi \frac{m}{N} \quad (10)$$

$$\theta_2 = \theta_1 + \Delta\theta \quad (11)$$

其中， $N=2^k$ ，k 为非负整数，m 为小于 N 的非负整数， $\Delta\theta=2\pi t$ ，t 的绝对值小于 1，例如，t 为 1/8、-1/16、-1/32、0、1/32、1/16 或 1/8 等。

在步骤 101 中，接收端可以根据 θ_1 和 $\Delta\theta$ 的选取（例如当前的信道特性）从码本中选择预编码矩阵 W。

类似地，在步骤 102 中，接收端可以向发射端发送两个预编码矩阵指示，分别指示 θ_1 和 $\Delta\theta$ 。进一步地，也可以以相同或不同的时间周期发送该两个预编码矩阵指示，换句话说，该两个预编码矩阵指示可以具有不同的时间域或频域颗粒度。当然，接收端可以通过一个 PMI 直接指示所选择的预编码矩阵 W。具体的实施方式可以参考上述实施例，此处不再赘述。

应理解，本发明实施例对接收端指示预编码矩阵的方式不作限定。

可选地，接收端可以通过物理控制信道或物理共享信道向发射端发送预编码矩阵指示 PMI。应理解，本发明实施例对此不作限定。

因此，本发明实施例可以根据当前的信道特性通过 θ_1 和 θ_2 之间的相位偏差 $\Delta\theta$ ，可以将 $\Delta\theta$ 规定在有限的变化范围，来保证了较大间距天线对应的码本的弱相关性。

可选地, 在另一种实现方式下, 以秩指示为 1 和 2 为例, 当秩指示为 1 时, 预编码矩阵:

$$W \in \alpha \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \\ \varphi_n \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{bmatrix} \end{bmatrix} = W_3 \cdot W_4^1 = \begin{bmatrix} X'_{m1} & 0 \\ 0 & DX'_{m1} \end{bmatrix} \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} Y \\ \varphi_n Y \end{bmatrix} \quad (12)$$

$$\text{或者, } W \in \alpha \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \\ \varphi_n \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{bmatrix} \end{bmatrix} = W_3 \cdot W_4^1 = \begin{bmatrix} X'_{m1} & 0 \\ 0 & DX'_{m1} \end{bmatrix} \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} Y_1' \\ \varphi_n Y_2' \end{bmatrix} \quad (13)$$

5

其中, $D = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j\theta} \end{bmatrix}$, $n_1, n_2, \dots, n_p$ 均为整数, 可以连续取值或者非连续取值,

Y 、 Y_1' 和 Y_2' 均为 $P \times 1$ 维列选择向量, $N = 2^k$, k 为非负整数, $m1$ 为小于 N 的非负整数, P 为小于 N 的正整数。即 N 为 2 的幂次, 可以取值为 0, 2, 4, 8... 等等, $m1 \in \{0, 1, \dots, N-1\}$, $P \in \{0, 1, \dots, N-1\}$ 。例如, k 取值为 4, 即

10 $N=16$, $m1 \in \{0, 1, \dots, N-1\} = \{0, 1, \dots, 15\}$, α 为常数, θ 为实数。

可选地, $P=4$, Y 、 Y_1' 和 Y_2' 可以分别为下列列向量中的一种:

$$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \text{ 和 } \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}。$$

$$\text{即: } Y \in \left\{ \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} \right\}, Y_1' \in \left\{ \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} \right\}, Y_2' \in \left\{ \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} \right\}。$$

可选地, 在步骤 102 中, 接收端可以向发射端发送第七预编码矩阵指示 PMI₇ 和第八预编码矩阵指示 PMI₈, 即预编码矩阵指示 PMI 包括 PMI₇ 和 PMI₈。进一步地, 以相同或不同的时间周期发送 PMI₇ 和 PMI₈。其中, PMI₇ 用于指示 W_3 , PMI₈ 用于指示 W_4^1 。换句话说, PMI₇ 和 PMI₈ 可以具有相同或不同的时间域或频域颗粒度 (或者基于不同的子帧周期或者子带大小)。

可选地, W_3 为表示宽带的信道特性的矩阵, W_4^1 为表示子带的信道特性的矩阵, 或者 W_3 为表示长期的信道特性的矩阵, W_4^1 为表示短期的信道特性的矩阵。相应地, 接收端可以以较长的时间间隔向发射端发送 PMI₇, 以

20

较短的时间间隔向发射端发送 PMI₈。

当秩指示为 2 时, 预编码矩阵:

$$W \in \beta \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} & -\varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix} = W_3 \cdot W_4^2 = \begin{bmatrix} X'_{m1} & 0 \\ 0 & DX'_{m1} \end{bmatrix} \cdot \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} Y_3 & Y_3 \\ \varphi_n Y_4 & -\varphi_n Y_4 \end{bmatrix} \quad (14)$$

$$X'_{m1} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & \cdots & 1 \\ e^{j2\pi \frac{m1+n_1}{N}} & e^{j2\pi \frac{m1+n_2}{N}} & \cdots & e^{j2\pi \frac{m1+n_P}{N}} \end{bmatrix} \quad (15)$$

5 其中, $D = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j\theta} \end{bmatrix}$, $n_1, n_2, \dots, n_P$ 均为整数, 可以连续取值或者非连续取值,

Y_3 和 Y_4 均为 $P \times 1$ 维列选择向量, $N = 2^k$, k 为非负整数, $m1$ 为小于 N 的非负整数, P 为小于 N 的正整数。即 N 为 2 的幂次, 可以取值为 0, 2, 4, 8... .., 等等, $m1 \in \{0, 1, \dots, N-1\}$, $P \in \{0, 1, \dots, N-1\}$ 。例如, k 取值为 4, 即 $N=16$,

$m1 \in \{0, 1, \dots, N-1\} = \{0, 1, \dots, 15\}$, β 为常数, θ 为实数。

10 或者, 当秩指示为 2 时, 预编码矩阵还可以是:

$$W \in \beta \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_3} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} & -\varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_4} \end{pmatrix} \end{bmatrix} = W_3 \cdot W_4^2 = \begin{bmatrix} X'_{m1} & 0 \\ 0 & DX'_{m1} \end{bmatrix} \cdot \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} Y_3 & Y_4 \\ \varphi_n Y_3 & -\varphi_n Y_4 \end{bmatrix} \quad (16)$$

在上式 (16) 中, θ_1 具体表示发射端第一天线组中的相邻两根天线针对两个传输层中的第一个传输层发射信号加权值相位差, θ_2 具体表示发射端第二天线组中的相邻两根天线针对两个传输层中的第一个传输层发射信号加权值的相位差, θ_3 表示发射端第一天线组中的相邻两根天线针对两个传输层中的第二个传输层发射信号的加权值的相位差, 以及 θ_4 表示发射端第二天线组中的相邻两根天线针对两个传输层中的第二个传输层发射信号加权值的相位差。并且, 上式 (16) 中的 D , Y_3 , Y_4 和 φ_n 使得码本集合中任何一个预编码矩阵中的两列相互正交。

20 其中, 秩为 2 时, Y_3 和 Y_4 可以相同或不同, 本发明实施例对此并不限定。

需要指出的是, θ 可以取任意实数, 本发明实施例对 θ 的取值并不限定, 例如, θ 的取值可以是 0 或 2π 的整数倍, 例如, $D = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$; θ 可以是正数且

25 不为 2π 的整数倍, 还可以是负数且不为 2π 的整数倍。例如, $D = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j2\pi \frac{l}{N}} \end{bmatrix}$ 或

者 $D = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{-j2\pi \frac{l}{N}} \end{bmatrix}$ 。 l 为正整数且不为 N 的整数倍。

可选地, $P=4$, Y_3 和 Y_4 可以分别为下列列向量中的一种:

$$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \text{ 和 } \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}。$$

$$\text{即: } Y_3 \in \left\{ \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} \right\}, Y_4 \in \left\{ \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} \right\}。$$

5 可选地, 在步骤 102 中, 接收端可以向发射端发送第九预编码矩阵指示 PMI_9 和第十预编码矩阵指示 PMI_{10} , 即预编码矩阵指示 PMI 包括 PMI_9 和 PMI_{10} 。进一步地, 以相同或不同的时间周期发送 PMI_9 和 PMI_{10} 。其中, PMI_9 用于指示 W_3 , PMI_{10} 用于指示 W_4^2 。换句话说, PMI_9 和 PMI_{10} 可以具有相同或不同的时间域或频域颗粒度 (或者基于不同的子帧周期或者子带大小)。

10 可选地, W_3 为表示宽带的信道特性的矩阵, W_4^2 均为表示子带的信道特性的矩阵, 或者 W_3 为表示长期的信道特性的矩阵, W_4^2 为表示短期的信道特性的矩阵。相应地, 接收端可以以较长的时间间隔向发射端发送 PMI_9 , 以较短的时间间隔向发射端发送 PMI_{10} 。

当然, 接收端可以通过一个 PMI 直接指示所选择的预编码矩阵 W 。具
15 体的实施方式可以参考上述实施例, 此处不再赘述。

应理解, 本发明实施例对接收端指示预编码矩阵的方式不作限定。

可选地, 接收端可以通过物理控制信道或物理共享信道向发射端发送预编码矩阵指示 PMI 。应理解, 本发明实施例对此不作限定。

因此, 通过本发明实施例中 θ 的选取, 从而保证了较大间距天线对应的
20 码本的弱相关性。

需要指出的是, 以其它等效的矩阵表示上述码本 (或预编码矩阵) 的方式都落入本发明的范围。例如, 将本发明实施例中的预编码矩阵 W 经过行或者列置换之后的预编码矩阵也落入本发明的范围, 如不同的天线编号将对应地导致预编码矩阵行置换。

25 图 2 是本发明另一个实施例的预编码方法的流程图。图 2 的方法由发射端执行, 并与图 1 的方法相对应, 因此将适当省略与图 1 的实施例重复的描

述。

201, 发射端接收接收端发送的预编码矩阵指示 PMI。

202, 发射端根据预编码矩阵指示 PMI 确定接收端基于参考信号从码本中选择的预编码矩阵 W , 其中, $W \in \begin{bmatrix} X_1(\theta_1) \\ X_2(\theta_2, \varphi_n) \end{bmatrix}$, 矩阵 X_1 是根据 θ_1 确定的,

- 5 矩阵 X_2 是根据 θ_2 和 φ_n 确定的, θ_1 表示发射端第一天线组中的相邻两根天线针对同一传输层发射信号加权值的相位差, θ_2 表示发射端第二天线组中的相邻两根天线针对同一传输层发射信号加权值的相位差, φ_n 表示第一天线组和第二天线组针对同一传输层发射信号加权值的相位差且 $\varphi_n = e^{\frac{j2\pi n}{M}}$, M 为正整数, n 为小于 M 的非负整数, 在码本中至少有一个预编码矩阵的 θ_1 和 θ_2 不相同,
- 10 第一天线组和第二天线组属于同一个多天线系统。

基于上述方案, 发射端接收接收端发送的预编码矩阵指示 PMI, 根据该预编码矩阵指示 PMI 确定接收端基于参考信号从码本中选择预编码矩阵 W ,

其中, $W \in \begin{bmatrix} X_1(\theta_1) \\ X_2(\theta_2, \varphi_n) \end{bmatrix}$, θ_1 和 θ_2 分别表示第一天线组和第二天线组中相邻两根

- 15 天线针对同一传输层发射信号加权值的相位差。这样, 可以根据天线间距情况来选择合适的预编码矩阵, 保证天线的弱相关性, 因此, 发射端基于接收端反馈的从本发明的码本结构中选择的预编码矩阵进行预编码, 有效地提高预编码的精度, 从而减少性能损失, 提高系统的吞吐量。

- 20 可选地, 在步骤 202 中的参考信号可以是 CSI RS、DM RS 或 CRS, CSI 还可以包括信道质量指示 CQI。还需要说明的是, UE 可以通过接收基站通知 (例如 RRC 信令或者 DCI) 或者基于小区标识 ID 得到参考信号的资源配置并在对应的资源或者子帧得到参考信号。

- 25 可选地, 在步骤 201 中, 发射端可以通过物理控制信道或物理共享信道接收接收端发送的预编码矩阵指示 PMI。例如, 基站可以通过 PUCCH 或 PUSCH 接收 UE 发送的预编码矩阵指示 PMI。应理解, 本发明实施例对此不作限定。

优选地, 本发明实施例应用 4 天线的场景, 4 天线分为两个天线组, 每组包括两根天线。应理解, 本发明实施例对此并不限定, 例如, 本发明实施例还可以应用于 8 天线的场景, 8 天线场景下的预编码矩阵形式可以参考上述, 此处不再赘述。为描述方便, 下述例子将以 4 天线场景为例进行说明。

- 30 应理解, 矩阵 X_1 还可以根据 θ_1 和其它因素如幅度来确定, 即 X_1 是至少根据 θ_1 确定的; 类似地, 矩阵 X_2 是至少根据 θ_2 和 φ_n 确定的, 本发明对此不作

限定。

可选地，作为一个实施例，预编码矩阵 W 与秩指示相对应，秩指示对应于有用的传输层数，该秩指示可以由接收端确定，具体例子可参考上述，此处不再赘述。具体地，在 4 天线的场景下，秩指示为 1 的预编码矩阵可以

5 是上述 (1) 式；或者，秩指示为 2 的预编码矩阵可以是上述 (2) 式。

上述例子仅仅是示例性的，而非要限制本发明的范围，本发明中的码本还可以是秩指示为其它值的码本，为了描述方便，本发明中以秩指示为 1 的码本和秩指示为 2 的码本为例进行说明，应理解，本发明对此不作限定。

还应理解，上述码本以单码本的结构形式表示，当然，也可以以双码本
10 的结构形式表示，本发明对此不作限定。

可选地，在一种实现方式下，在步骤 202 中，以秩指示为 1 和 2 为例，当秩指示为 1 时，发射端确定的预编码矩阵可以为上述 (3) 式；或者，当秩指示为 2 时，发射端确定的预编码矩阵可以为上述 (4) 式。

例如， k 取值为 4，即 $N=16$ ， $m \in \{0, 1, \dots, N-1\} = \{0, 1, \dots, 15\}$ ， $P=4$ ， Y_1 和
15 Y_2 可以分别为下列列向量中的一种：

$$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \text{ 和 } \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}.$$

$$\text{即: } Y_1 \in \left\{ \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} \right\}, Y_2 \in \left\{ \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} \right\}, Y_1 \text{ 和 } Y_2 \text{ 可以相同或不}$$

同。

$$\text{假设 } Y_1 = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \text{ 即 } \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} \text{ 为上述 (5) 式中矩阵 } X \text{ 的第一列, 假设 } Y_2 = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix},$$

20 即 $\begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix}$ 为上述 (5) 式中矩阵 X 的第二列。

可选地，在步骤 201 中，发射端接收接收端发送的第一预编码矩阵指示 PMI_1 和第二预编码矩阵指示 PMI_2 ，预编码矩阵指示 PMI 包括 PMI_1 和 PMI_2 。进一步地，以相同或不同的时间周期接收接收端发送的 PMI_1 和 PMI_2 。换句话说， PMI_1 和 PMI_2 可以具有相同或不同的时间域或频域颗粒度（或者基于

不同的子帧周期或者子带大小)。在步骤 202 中,发射端根据 PMI_1 确定接收端基于参考信号从码本中选择的所述 W_1 , 并根据 PMI_2 确定 UE 从码本中选择的 W_2^1 或 W_2^2 , 发射端可以根据 W_1 和 W_2^1 确定预编码矩阵 W , 或者根据 W_1 和 W_2^2 确定预编码矩阵 W 。

5 可选地, W_1 为表示宽带的信道特性的矩阵, W_2^1 和 W_2^2 均为表示子带的信道特性的矩阵, W_2 中上标的数字表示秩的取值; 或者 W_1 为表示长期的信道特性的矩阵, W_2^1 和 W_2^2 均为表示短期的信道特性的矩阵。相应地, 发射端可以以较长的时间间隔接收接收端发送的 PMI_1 , 以较短的时间间隔接收接收端发送的 PMI_2 。

10 当然, 发射端可以通过接收端发送的一个 PMI 直接确定所选择的预编码矩阵 W , 例如, 码本共有 256 个预编码矩阵, 当发射端接收到接收端发送的 PMI 为 0 时, 发射端确定接收端选择的是码本 256 个预编码矩阵中的第 1 个预编码矩阵, 当发射端接收到接收端发送的 PMI 为 1 时, 发射端确定接收端选择的是码本 256 个预编码矩阵中的第 2 个预编码矩阵, ..., 即 PMI 的取值 0-255 分别对应着 256 个预编码矩阵中相应的预编码矩阵。应理解, 本发

15 明实施例对 UE 指示预编码矩阵的方式不作限定。

应理解, 本发明实施例对接收端指示预编码矩阵的方式不作限定。

可选地, 发射端可以通过物理控制信道或物理共享信道接收接收端发送的预编码矩阵指示 PMI。应理解, 本发明实施例对此不作限定。

20 因此, 通过本发明实施例列选择向量 Y1 和 Y2 分别独立的在矩阵 X 中选择一个列向量, 从而保证了较大间距天线对应的码本的弱相关性。

可选地, 在另一种实现方式下, θ_1 和 θ_2 可以分别取值为 $\theta_1 = \frac{2\pi}{N}(A \cdot i_1 + \lfloor i_2/M \rfloor)$ 和 $\theta_2 = \frac{2\pi}{N}(A \cdot i_1 + i_3)$ 。其中, $N = 2^k$, k 为非负整数, A 为能整除 N 的正整数(例如, $N=16, A=2$), M 为小于 N 的正整数, i_1 为小于 $(N/A-1)$ 的非负整数, i_2 和 i_3 均为正整数且 i_2 和 i_3 相互独立, $\lfloor \cdot \rfloor$ 为向下取整运算符号。

25 即 N 为 2 的幂次, 可以取值为 0, 2, 4, 8....., 等等, $P \in \{0, 1, \dots, N-1\}$, $i_1 \in \{0, 1, \dots, N/A-1\}$ 。

可选地, 在步骤 201 中, 发射端接收接收端发送的第三预编码矩阵指示 PMI_3 和第四预编码矩阵指示 PMI_4 , 进一步地, 以相同或不同的时间周期接收接收端发送的 PMI_3 和 PMI_4 。在步骤 202 中, 发射端根据 PMI_3 确定 i_1 , 根据 PMI_4 确定 i_2 和 i_3 。具体地, PMI_4 可以是 i_2 和 i_3 的联合编码值。发射端可以通过 PMI_4 的值与 i_2 和 i_3 的对应关系确定 i_2 和 i_3 。例如, 发射端可以预先

30

设置 PMI_4 和 i_2 对应关系, 通过 PMI_4 的值确定 i_2 , 再根据关系式 $\text{PMI}_4 = P \cdot i_2 + i_3$ 确定 i_3 ; 类似地, 发射端可以预先设置 PMI_4 和 i_3 对应关系, 通过 PMI_4 的值确定 i_3 , 再根据关系式 $\text{PMI}_4 = P \cdot i_2 + i_3$ 确定 i_2 。

换句话说, PMI_3 和 PMI_4 可以具有不同的时间域或频域颗粒度。当然, 发射端可以通过接收端发送的一个 PMI 直接确定所选择的预编码矩阵 W 。具体的实施方式可以参考上述实施例, 此处不再赘述。

应理解, 本发明实施例对接收端指示预编码矩阵的方式不作限定。

可选地, 发射端可以通过物理控制信道或物理共享信道接收接收端发送的预编码矩阵指示 PMI。应理解, 本发明实施例对此不作限定。

因此, 本发明实施例可以根据当前的信道特性通过 i_2 和 i_3 分别独立的选择 θ_1 和 θ_2 , 保证了较大间距天线对应的码本的弱相关性。

可选地, 在另一种实现方式下, θ_1 和 θ_2 也可以分别取值为 $\theta_1 = \frac{2\pi}{N} \left(A \cdot i_1 + \left\lfloor \frac{i_4}{P \cdot M} \right\rfloor \right)$ 和 $\theta_2 = \frac{2\pi}{N} \left(A \cdot i_1 + \left\lfloor \frac{(i_4 \bmod (M \cdot P))}{M} \right\rfloor \right)$ 。其中, $N = 2^k$, k 为非负整数, A 为能整除 N 的正整数, P 为小于 N 的正整数, i_1 为小于 $(N/A-1)$ 的非负整数, i_4 为小于 $(PM-1)$ 的正整数 (例如 $P=4$, $M=4$, $i_4 < 15$), $\lfloor \cdot \rfloor$ 为向下取整运算符号, $\bmod$ 为取模运算符号。即 N 为 2 的幂次, 可以取值为 0, 2, 4, 8...等等, $P \in \{0, 1, \dots, N-1\}$, $i_1 \in \{0, 1, \dots, N/A-1\}$ 。

可选地, 在步骤 201 中, 发射端接收接收端发送的第五预编码矩阵指示 PMI_5 和第六预编码矩阵指示 PMI_6 , 进一步地, 以相同或不同的时间周期接收接收端发送的 PMI_5 和 PMI_6 。在步骤 202 中, 根据 PMI_5 确定 i_1 , 根据 PMI_6 确定 i_4 。换句话说, PMI_5 和 PMI_6 可以具有不同的时间域或频域颗粒度。当然, 发射端可以通过接收端发送的一个 PMI 直接确定所选择的预编码矩阵 W 。具体的实施方式可以参考上述实施例, 此处不再赘述。

应理解, 本发明实施例对接收端指示预编码矩阵的方式不作限定。

可选地, 发射端可以通过物理控制信道或物理共享信道接收接收端发送的预编码矩阵指示 PMI。应理解, 本发明实施例对此不作限定。

因此, 本发明实施例可以根据当前的信道特性通过 i_4 确定 θ_1 和 θ_2 , 所选择的预编码矩阵中的 θ_1 和 θ_2 可以相同或不同, 保证了较大间距天线对应的码本的弱相关性。

可选地, 在另一种实现方式下, θ_1 和 θ_2 也可以分别取值为 $\theta_1 = 2\pi \frac{m}{N}$ 和 $\theta_2 = \theta_1 + \Delta\theta$ 。其中, $N = 2^k$, k 为非负整数, m 为小于 N 的非负整数, $\Delta\theta = 2\pi t$,

t 的绝对值小于 1, 例如, t 为 1/8, -1/16、-1/32、0、1/32, 1/16 或 1/8 等。

类似地, 在步骤 201 中, 发射端可以接收接收端发送的两个预编码矩阵指示, 该两个预编码矩阵指示分别指示 θ_1 和 $\Delta\theta$ 。进一步地, 也可以以相同或不同的时间周期接收接收端发送的该两个预编码矩阵指示, 换句话说, 该两个预编码矩阵指示可以具有不同的时间域或频域颗粒度。发射端可以通过 θ_1 和 $\Delta\theta$ 确定预编码矩阵 W; 当然, 发射端可以通过接收端发送的一个 PMI 直接确定接收端所选择的预编码矩阵 W。具体的实施方式可以参考上述实施例, 此处不再赘述。

应理解, 本发明实施例对接收端指示预编码矩阵的方式不作限定。

可选地, 发射端可以通过物理控制信道或物理共享信道接收接收端发送的预编码矩阵指示 PMI。应理解, 本发明实施例对此不作限定。

因此, 本发明实施例可以根据当前的信道特性通过 θ_1 和 θ_2 之间的相位偏差 $\Delta\theta$, 可以将 $\Delta\theta$ 规定在有限的变化范围, 来保证了较大间距天线对应的码本的弱相关性。

可选地, 在一种实现方式下, 在步骤 202 中, 当秩指示为 1 时, 发射端确定的预编码矩阵可以为上述 (12) 或 (13) 式。

类似地, 在步骤 201 中, 发射端可以接收接收端发送的两个预编码矩阵指示, 第七预编码矩阵指示 PMI₇ 和第八预编码矩阵指示 PMI₈, 该两个预编码矩阵指示分别指示 PMI₇ 和 PMI₈, 进一步地, 也可以以相同或不同的时间周期接收接收端发送的该两个预编码矩阵指示, 换句话说, 该两个预编码矩阵指示可以具有不同的时间域或频域颗粒度。在步骤 202 中, 发射端根据 PMI₇ 确定接收端基于参考信号从码本中选择的 W₃, 并根据 PMI₈ 确定 UE 从码本中选择的 W₄¹, 发射端可以根据 W₃ 和 W₄¹ 确定预编码矩阵 W。

可选地, W₃ 为表示宽带的信道特性的矩阵, W₄¹ 为表示子带的信道特性的矩阵, 或者 W₃ 为表示长期的信道特性的矩阵, W₄¹ 为表示短期的信道特性的矩阵。相应地, 接收端可以以较长的时间间隔向发射端发送 PMI₇, 以较短的时间间隔向发射端发送 PMI₈。

当秩指示为 2 时, 发射端确定的预编码矩阵可以为上述 (14) 或 (16) 式。

类似地, 在步骤 201 中, 发射端可以接收接收端发送的两个预编码矩阵指示, 第九预编码矩阵指示 PMI₉ 和第十预编码矩阵指示 PMI₁₀, 该两个预编码矩阵指示分别指示 PMI₉ 和 PMI₁₀, 进一步地, 也可以以相同或不同的时间

周期接收接收端发送的该两个预编码矩阵指示，换句话说，该两个预编码矩阵指示可以具有不同的时间域或频域颗粒度。在步骤 202 中，发射端根据 PMI₉ 确定接收端基于参考信号从码本中选择的 W_3 ，并根据 PMI₁₀ 确定 UE 从码本中选择的 W_4^2 ，发射端可以根据 W_3 和 W_4^2 确定预编码矩阵 W 。

当然，发射端可以通过接收端发送的一个 PMI 直接确定接收端所选择的预编码矩阵 W 。具体的实施方式可以参考上述实施例，此处不再赘述。

应理解，本发明实施例对接收端指示预编码矩阵的方式不作限定。

可选地，发射端可以通过物理控制信道或物理共享信道接收接收端发送的预编码矩阵指示 PMI。应理解，本发明实施例对此不作限定。

因此，通过本发明实施例中 θ 的选取，从而保证了较大间距天线对应的码本的弱相关性。

需要指出的是，以其它等效的矩阵表示上述码本（或预编码矩阵）的方式都落入本发明的范围。例如，将本发明实施例中的预编码矩阵 W 经过行或者列置换之后的预编码矩阵也落入本发明的范围，如不同的天线编号将对应地导致预编码矩阵行置换。

图 3 是本发明一个实施例的接收端的结构框图。接收端 300 包括选择单元 301 和发送单元 302。

选择单元 301，用于基于参考信号，从码本中选择预编码矩阵 W ，其中， $W \in \begin{bmatrix} X_1(\theta_1) \\ X_2(\theta_2, \varphi_n) \end{bmatrix}$ ，矩阵 X_1 是根据 θ_1 确定的，矩阵 X_2 是根据 θ_2 和 φ_n 确定的， θ_1 表示发射端第一天线组中的相邻两根天线针对同一传输层发射信号加权值的相位差， θ_2 表示发射端第二天线组中的相邻两根天线针对同一传输层发射信号加权值的相位差， φ_n 表示第一天线组和第二天线组针对同一传输层发射信号加权值的相位差且 $\varphi_n = e^{\frac{j2\pi n}{M}}$ ， M 为正整数， n 为小于 M 的非负整数，在码本中至少有一个预编码矩阵的 θ_1 和 θ_2 不相同，第一天线组和第二天线组属于同一个多天线系统。

发送单元 302，用于向发射端发送预编码矩阵指示 PMI，以便发射端根据 PMI 确定选择单元 301 选择的预编码矩阵 W 。

多天线系统是指发射端和接收端通过多根天线进行通信的系统。相对于单天线系统，发射端和接收端的多个天线能够形成空间的分集增益或者复用增益，能够有效的提高传输可靠性以及系统容量。多天线系统中分集增益和复用增益一般可以通过发射端的预编码方法和接收端的接收合并算法获得。

例如，在 LTE 系统中，发射端采用 4 根天线，而在接收端采用 2 根天线。

另外，本发明实施例的多天线系统也可以应用在多点联合传输的场景，多点联合传输是指多个发射端对于同一个用户进行信号的联合传输，例如，发射端 A 具有 2 天线，发射端 B 也具有 2 天线，连个发射端同时对于接收端进行联合传输。那么该接收端接收的信号可以看成是一个 4 天线基站发送得到的信号。

基于上述方案，接收端基于参考信号从码本中选择预编码矩阵 W ，其中， $W \in \begin{bmatrix} X_1(\theta_1) \\ X_2(\theta_2, \varphi_n) \end{bmatrix}$ ， θ_1 和 θ_2 分别表示第一天线组和第二天线组中相邻两根天线针对同一传输层发射信号加权值的相位差。这样，可以根据天线间距情况来选择合适的预编码矩阵，保证天线的弱相关性，因此，发射端基于接收端反馈的从本发明的码本结构选择的预编码矩阵进行预编码，有效地提高预编码的精度，从而减少性能损失，提高系统的吞吐量。

本发明实施例发射端可以是基站，相应地，接收端可以是 UE；或者发射端可以是 UE，相应地，接收端可以是基站。应理解，本发明实施例对此并无限定。

接收端 300 可实现图 1 至图 2 的方法中涉及接收端的各个步骤，为避免重复，不再详细描述。

可选地，作为一个实施例，接收端 300 还可以包括确定单元 303，确定单元 303，用于基于参考信号确定秩指示，秩指示对应于有用的传输层数。选择单元 301 具体用于：基于参考信号，从码本中选择与确定单元 303 确定的秩指示相对应的预编码矩阵 W 。

具体地，当确定单元 303 确定的秩指示为 1 时，选择单元 301 选择的预编码矩阵可以是上述 (1) 式；或者，当确定单元 303 确定的秩指示为 2 时，选择单元 301 选择的预编码矩阵可以是上述 (2) 式。

上述例子仅仅是示例性的，而非要限制本发明的范围，本发明中的码本还可以是秩指示为其它值的码本，为了描述方便，本发明中以秩指示为 1 的码本和秩指示为 2 的码本为例进行说明，应理解，本发明对此不作限定。

还应理解，上述码本以单码本的结构形式表示，当然，也可以以双码本的结构形式表示，本发明对此不作限定。

可选地，在一种实现方式下，以秩指示为 1 和 2 为例，当确定单元 303 确定的秩指示为 1 时，选择单元 301 选择的预编码矩阵可以为上述 (3) 式；

或者,当确定单元 303 确定的秩指示为 2 时,选择单元 301 选择的预编码矩阵可以为上述 (4) 式。具体例子可以参考上述,此处不再赘述。

5 可选地, W_1 为表示宽带的信道特性的矩阵, W_2^1 和 W_2^2 均为表示子带的信道特性的矩阵, W_2 中上标的数字表示秩的取值;或者 W_1 为表示长期的信道特性的矩阵, W_2^1 和 W_2^2 均为表示短期的信道特性的矩阵。

可选地,发送单元 302 发送的预编码矩阵指示 PMI 可以包括第一预编码矩阵指示 PMI_1 和第二预编码矩阵指示 PMI_2 , PMI_1 用于指示 W_1 , PMI_2 用于指示 W_2^1 或 W_2^2 。相应地,发射端可以以较长的时间间隔接收发送单元 302 发送的 PMI_1 , 以较短的时间间隔接收发送单元 302 发送的 PMI_2 。

10 因此,通过本发明实施例列选择向量 Y1 和 Y2 分别独立的在矩阵 X 中选择一个列向量,从而保证了较大间距天线对应的码本的弱相关性。

可选地,在另一种实现方式下,当确定单元 303 确定的秩指示为 1 时,选择单元 301 选择的预编码矩阵可以为上述 (12) 或 (13) 式,具体例子可以参考上述,此处不再赘述。

15 可选地, W_3 为表示宽带的信道特性的矩阵, W_4^1 为表示子带的信道特性的矩阵,或者 W_3 为表示长期的信道特性的矩阵, W_4^1 为表示短期的信道特性的矩阵。

20 可选地,发送单元 302 发送的预编码矩阵指示 PMI 可以包括第七预编码矩阵指示 PMI_7 和第八预编码矩阵指示 PMI_8 , PMI_7 用于指示 W_3 , PMI_8 用于指示 W_4^1 。换句话说, PMI_7 和 PMI_8 可以具有相同或不同的时间域或频域颗粒度(或者基于不同的子帧周期或者子带大小)。相应地,发射端可以以较长的时间间隔接收发送单元 302 发送的 PMI_7 , 以较短的时间间隔接收发送单元 302 发送的 PMI_8 。

25 可选地,在另一种实现方式下,当确定单元 303 确定的秩指示为 2 时,选择单元 301 选择的预编码矩阵可以为上述 (14) 或 (16) 式,具体例子可以参考上述,此处不再赘述。

可选地, W_3 为表示宽带的信道特性的矩阵, W_4^2 均为表示子带的信道特性的矩阵,或者 W_3 为表示长期的信道特性的矩阵, W_4^2 为表示短期的信道特性的矩阵。

30 可选地,发送单元 302 发送的预编码矩阵指示 PMI 可以包括第九预编码矩阵指示 PMI_9 和第十预编码矩阵指示 PMI_{10} , PMI_9 用于指示 W_3 , PMI_{10} 用

于指示 W_4^2 。相应地,发射端可以以较长的时间间隔接收发送单元 302 发送的 PMI₉,以较短的时间间隔接收发送单元 302 发送的 PMI₁₀。

因此,通过本发明实施例中 θ 的选取,从而保证了较大间距天线对应的码本的弱相关性。

- 5 可选地,在另一种实现方式下, θ_1 和 θ_2 可以分别取值为 $\theta_1 = \frac{2\pi}{N}(A \cdot i_1 + \lfloor i_2/M \rfloor)$ 和 $\theta_2 = \frac{2\pi}{N}(A \cdot i_1 + i_3)$ 。其中, $N=2^k$, k 为非负整数, A 为能整除 N 的正整数(例如, $N=16, A=2$), M 为小于 N 的正整数, i_1 为小于 $(N/A-1)$ 的非负整数, i_2 和 i_3 均为正整数且 i_2 和 i_3 相互独立, $\lfloor \cdot \rfloor$ 为向下取整运算符号。即 N 为2的幂次,可以取值为0,2,4,8……,等等, $P \in \{0,1,\dots,N-1\}$,
10 $i_1 \in \{0,1,\dots,N/A-1\}$ 。

- 可选地,发送单元 302 发送的预编码矩阵指示 PMI 可以包括第三预编码矩阵指示 PMI₃和第四预编码矩阵指示 PMI₄,PMI₃用于指示 i_1 ,PMI₄用于指示 i_2 和 i_3 ,具体地,PMI₄可以是 i_2 和 i_3 的联合编码值。发射端可以通过 PMI₄的值与 i_2 和 i_3 的对应关系确定 i_2 和 i_3 。例如,发射端可以预先设置 PMI₄和
15 i_2 对应关系,通过 PMI₄的值确定 i_2 ,再根据关系式 $PMI_4 = P \cdot i_2 + i_3$ 确定 i_3 ;类似地,发射端可以预先设置 PMI₄和 i_3 对应关系,通过 PMI₄的值确定 i_3 ,再根据关系式 $PMI_4 = P \cdot i_2 + i_3$ 确定 i_2 。

应理解,本发明实施例对接收端指示预编码矩阵的方式不作限定。

- 因此,本发明实施例可以根据当前的信道特性通过 i_2 和 i_3 分别独立的选择
20 θ_1 和 θ_2 ,保证了较大间距天线对应的码本的弱相关性。

- 可选地,在另一种实现方式下, θ_1 和 θ_2 也可以分别取值为 $\theta_1 = \frac{2\pi}{N} \left(A \cdot i_1 + \left\lfloor \frac{i_4}{P \cdot M} \right\rfloor \right)$ 和 $\theta_2 = \frac{2\pi}{N} \left(A \cdot i_1 + \left\lfloor \frac{(i_4 \bmod (M \cdot P))}{M} \right\rfloor \right)$ 。其中, $N=2^k$, k 为非负整数, A 为能整除 N 的正整数, P 为小于 N 的正整数, i_1 为小于 $(N/A-1)$ 的非负整数, i_4 为小于 $(PM-1)$ 的正整数(例如 $P=4, M=4, i_4 < 15$), $\lfloor \cdot \rfloor$ 为
25 向下取整运算符号,mod为取模运算符号。即 N 为2的幂次,可以取值为0,2,4,8……,等等, $P \in \{0,1,\dots,N-1\}$, $i_1 \in \{0,1,\dots,N/A-1\}$ 。

可选地,发送单元 302 发送的预编码矩阵指示 PMI 可以包括第五预编码矩阵指示 PMI₅和第六预编码矩阵指示 PMI₆,所述 PMI₅用于指示 i_1 ,PMI₆用于指示 i_4 。

- 30 可选地,在另一种实现方式下, θ_1 和 θ_2 也可以分别取值为 $\theta_1 = 2\pi \frac{m}{N}$ 和 $\theta_2 = \theta_1 + \Delta\theta$ 。其中, $N=2^k$, k 为非负整数, m 为小于 N 的非负整数, $\Delta\theta = 2\pi t$,

t 的绝对值小于 1, 例如, t 为 1/8, -1/16、-1/32、0、1/32, 1/16 或 1/8 等。

因此, 本发明实施例可以根据当前的信道特性通过 θ_1 和 θ_2 之间的相位偏差 $\Delta\theta$, 可以将 $\Delta\theta$ 规定在有限的变化范围, 来保证了较大间距天线对应的码本的弱相关性。

5 可选地, 作为另一个实施例, 选择单元 301 还可以用于: 根据天线的编号对预编码矩阵 W 进行行置换或列置换。

需要指出的是, 以其它等效的矩阵表示上述码本 (或预编码矩阵) 的方式都落入本发明的范围。例如, 将本发明实施例中的预编码矩阵 W 经过行或者列置换之后的预编码矩阵也落入本发明的范围, 如不同的天线编号将对应地导致预编码矩阵行置换。

10 可选地, 作为另一个实施例, 接收端 300 还可以包括接收单元 304, 接收单元 304, 用于接收发射端发送的参考信号。确定单元 303 具体用于基于接收单元 304 接收的参考信号确定秩指示; 或者, 选择单元 301 具体用于基于接收单元 304 接收的参考信号, 从码本中选择预编码矩阵 W。其中, 参考信号包括至少下列之一: CSI RS、DM RS 或 CRS 等。

图 4 是本发明一个实施例的发射端的结构框图。图 4 的发射端 400 包括接收单元 401 和确定单元 402。

接收单元 401, 用于接收接收端发送的预编码矩阵指示 PMI。

确定单元 402, 用于根据接收单元 401 接收的预编码矩阵指示 PMI 确定接收端基于参考信号从码本中选择的预编码矩阵 W, 其中, $W \in \begin{bmatrix} X_1(\theta_1) \\ X_2(\theta_2, \varphi_n) \end{bmatrix}$, 矩阵 X_1 是根据 θ_1 确定的, 矩阵 X_2 是根据 θ_2 和 φ_n 确定的, θ_1 表示发射端第一天线组中的相邻两根天线针对同一传输层发射信号加权值的相位差, θ_2 表示发射端第二天线组中的相邻两根天线针对同一传输层发射信号加权值的相位差, φ_n 表示第一天线组和第二天线组针对同一传输层发射信号加权值的相位差且 $\varphi_n = e^{\frac{j2\pi n}{M}}$, M 为正整数, n 为小于 M 的非负整数, 在码本中至少有一个预编码矩阵的 θ_1 和 θ_2 不相同, 第一天线组和第二天线组属于同一个多天线系统。

基于上述方案, 发射端接收接收端发送的预编码矩阵指示 PMI, 根据该预编码矩阵指示 PMI 确定接收端基于参考信号从码本中选择预编码矩阵 W, 其中, $W \in \begin{bmatrix} X_1(\theta_1) \\ X_2(\theta_2, \varphi_n) \end{bmatrix}$, θ_1 和 θ_2 分别表示第一天线组和第二天线组中相邻两根天线针对同一传输层发射信号加权值的相位差。这样, 可以根据天线间距情

况来选择合适的预编码矩阵, 保证天线的弱相关性, 因此, 发射端基于接收端反馈的从本发明的码本结构选择的预编码矩阵进行预编码, 有效地提高预编码的精度, 从而减少性能损失, 提高系统的吞吐量。

5 发射端 400 可实现图 1 至图 2 的方法中涉及发射端的各个步骤, 为避免重复, 不再详细描述。

可选地, 作为一个实施例, 预编码矩阵 W 与秩指示相对应, 秩指示对应于有用的传输层数。

具体地, 秩指示为 1 的码本可以是上述 (1) 式; 或者, 秩指示为 2 的码本可以是上述 (2) 式。

10 本发明中的码本还可以是秩指示为其它值的码本, 为了描述方便, 本发明中以秩指示为 1 的码本和秩指示为 2 的码本为例进行说明, 应理解, 本发明对此不作限定。

还应理解, 上述码本以单码本的结构形式表示, 当然, 也可以以双码本的结构形式表示, 本发明对此不作限定。

15 可选地, 在一种实现方式下, 以秩指示为 1 和 2 为例, 当秩指示为 1 时, 确定单元 402 确定的预编码矩阵可以为上述 (3) 式; 或者, 当秩指示为 2 时, 确定单元 402 确定的预编码矩阵可以为上述 (4) 式。具体例子可以参考上述, 此处不再赘述。

20 可选地, 接收单元 401 可以具体用于接收的预编码矩阵指示 PMI 可以包括第一预编码矩阵指示 PMI_1 和第二预编码矩阵指示 PMI_2 。可选地, PMI_1 和 PMI_2 可以具有相同或不同的时间域或频域颗粒度 (或者基于不同的子帧周期或者子带大小), 接收单元 401 可以具体用于以较长的时间间隔接收接收端发送的 PMI_1 , 以较短的时间间隔接收接收端发送的 PMI_2 。确定单元 402 可以具体用于: 根据 PMI_1 确定接收端基于参考信号从码本中选择的 W_1 , 并
25 根据 PMI_2 确定接收端从码本中选择的 W_2^1 或 W_2^2 。相应的, 确定单元 402 还可以具体用于: 根据 W_1 和 W_2^1 确定预编码矩阵 W , 或者根据 W_1 和 W_2^2 确定预编码矩阵 W 。

30 可选地, W_1 为表示宽带的信道特性的矩阵, W_2^1 和 W_2^2 均为表示子带的信道特性的矩阵, W_2 中上标的数字表示秩的取值; 或者 W_1 为表示长期的信道特性的矩阵, W_2^1 和 W_2^2 均为表示短期的信道特性的矩阵。

当然, 确定单元 402 可以具体用于通过接收单元 401 接收的由接收端发

送的一个 PMI 直接确定所选择的预编码矩阵 W ，例如，码本共有 256 个预编码矩阵，当接收单元 401 接收到接收端发送的 PMI 为 0 时，确定单元 402 确定接收端选择的是码本 256 个预编码矩阵中的第 1 个预编码矩阵，当接收单元 401 接收到接收端发送的 PMI 为 1 时，确定单元 402 确定接收端选择的是码本 256 个预编码矩阵中的第 2 个预编码矩阵，...，即 PMI 的取值 0-255 分别对应着 256 个预编码矩阵中相应的预编码矩阵。应理解，本发明实施例对 UE 指示预编码矩阵的方式不作限定。

应理解，本发明实施例对接收端指示预编码矩阵的方式不作限定。

可选地，发射端 400 的接收单元 401 可以通过物理控制信道或物理共享信道接收接收端发送的预编码矩阵指示 PMI。应理解，本发明实施例对此不作限定。

因此，通过本发明实施例列选择向量 $Y1$ 和 $Y2$ 分别独立的在矩阵 X 中选择一个列向量，从而保证了较大间距天线对应的码本的弱相关性。

可选地，在另一种实现方式下，当秩指示为 1 时，确定单元 402 确定的预编码矩阵可以为上述 (12) 或 (13) 式。具体例子可以参考上述，此处不再赘述。

可选地，接收单元 401 可以具体用于接收的预编码矩阵指示 PMI 可以包括第七预编码矩阵指示 PMI_7 和第八预编码矩阵指示 PMI_8 。可选地， PMI_7 和 PMI_8 可以具有相同或不同的时间域或频域颗粒度（或者基于不同的子帧周期或者子带大小）。接收单元 401 可以具体用于以较长的时间间隔接收接收端发送的 PMI_7 ，以较短的时间间隔接收接收端发送的 PMI_8 。确定单元 402 可以具体用于：根据 PMI_7 确定接收端基于参考信号从码本中选择的 W_1 ，并根据 PMI_8 确定接收端从码本中选择的 W_4^1 。相应的，确定单元 402 还可以具体用于：根据 W_1 和 W_4^1 确定预编码矩阵 W 。

可选地， W_3 为表示宽带的信道特性的矩阵， W_4^1 为表示子带的信道特性的矩阵，或者 W_3 为表示长期的信道特性的矩阵， W_4^1 为表示短期的信道特性的矩阵。

可选地，在另一种实现方式下，当秩指示为 2 时，确定单元 402 确定的预编码矩阵可以为上述 (14) 或 (16) 式。具体例子可以参考上述，此处不再赘述。

可选地，接收单元 401 可以具体用于接收的预编码矩阵指示 PMI 可以包

括第九预编码矩阵指示 PMI₉ 和第十预编码矩阵指示 PMI₁₀。接收单元 401 可以具体用于以较长的时间间隔接收接收端发送的 PMI₉，以较短的时间间隔接收接收端发送的 PMI₁₀。确定单元 402 可以具体用于：根据 PMI₉ 确定接收端基于参考信号从码本中选择的 W_1 ，并根据 PMI₁₀ 确定接收端从码本中选择的 W_4^2 。相应的，确定单元 402 还可以具体用于：根据 W_1 和 W_4^2 确定预编码矩阵 W 。

可选地， W_3 为表示宽带的信道特性的矩阵， W_4^2 均为表示子带的信道特性的矩阵，或者 W_3 为表示长期的信道特性的矩阵， W_4^2 为表示短期的信道特性的矩阵。

因此，通过本发明实施例中 θ 的选取，从而保证了较大间距天线对应的码本的弱相关性。

可选地，在另一种实现方式下， θ_1 和 θ_2 可以分别取值为 $\theta_1 = \frac{2\pi}{N}(A \cdot i_1 + \lfloor i_2/M \rfloor)$ 和 $\theta_2 = \frac{2\pi}{N}(A \cdot i_1 + i_3)$ 。其中， $N = 2^k$ ， k 为非负整数， A 为能整除 N 的正整数（例如， $N=16, A=2$ ）， M 为小于 N 的正整数， i_1 为小于 $(N/A-1)$ 的非负整数， i_2 和 i_3 均为正整数且 i_2 和 i_3 相互独立， $\lfloor \cdot \rfloor$ 为向下取整运算符号。即 N 为 2 的幂次，可以取值为 0, 2, 4, 8...，等等， $P \in \{0, 1, \dots, N-1\}$ ， $i_1 \in \{0, 1, \dots, N/A-1\}$ 。

可选地，接收单元 401 可以具体用于接收接收端发送的第三预编码矩阵指示 PMI₃ 和第四预编码矩阵指示 PMI₄，进一步地，以相同或不同的时间周期接收接收端发送的 PMI₃ 和 PMI₄。确定单元 402 可以具体用于根据 PMI₃ 确定 i_1 ，根据 PMI₄ 确定 i_2 和 i_3 。具体地，PMI₄ 可以是 i_2 和 i_3 的联合编码值， $PMI_4 = P \cdot i_2 + i_3$ 。确定单元 402 可以具体用于通过 PMI₄ 的值与 i_2 和 i_3 的对应关系确定 i_2 和 i_3 。

换句话说，PMI₃ 和 PMI₄ 可以具有不同的时间域或频域颗粒度。当然，确定单元 402 可以具体用于通过接收单元 401 接收的由接收端发送的一个 PMI 直接确定所选择的预编码矩阵 W 。具体的实施方式可以参考上述实施例，此处不再赘述。

应理解，本发明实施例对接收端指示预编码矩阵的方式不作限定。

可选地，发射端 400 的接收单元 401 可以通过物理控制信道或物理共享信道接收接收端发送的预编码矩阵指示 PMI。应理解，本发明实施例对此不作限定。

因此,本发明实施例可以根据当前的信道特性通过 i_2 和 i_3 分别独立的选择 θ_1 和 θ_2 , 保证了较大间距天线对应的码本的弱相关性。

可选地, 在另一种实现方式下, θ_1 和 θ_2 也可以分别取值为 $\theta_1 = \frac{2\pi}{N} \left(A \cdot i_1 + \left\lfloor \frac{i_4}{P \cdot M} \right\rfloor \right)$ 和 $\theta_2 = \frac{2\pi}{N} \left(A \cdot i_1 + \left\lfloor \frac{(i_4 \bmod (M \cdot P))}{M} \right\rfloor \right)$ 。其中, $N = 2^k$, k 为非

- 5 负整数, A 为能整除 N 的正整数, P 为小于 N 的正整数, i_1 为小于 $(N/A-1)$ 的非负整数, i_4 为小于 $(PM-1)$ 的正整数 (例如 $P=4$, $M=4$, $i_4 < 15$), $\lfloor \cdot \rfloor$ 为向下取整运算符, $\bmod$ 为取模运算符。即 N 为 2 的幂次, 可以取值为 0, 2, 4, 8... .., 等等, $P \in \{0, 1, \dots, N-1\}$, $i_1 \in \{0, 1, \dots, N/A-1\}$ 。

- 可选地, 接收单元 401 可以具体用于接收接收端发送的第五预编码矩阵指示 PMI_5 和第六预编码矩阵指示 PMI_6 , 进一步地, 以相同或不同的时间周期接收接收端发送的 PMI_5 和 PMI_6 。确定单元 402 可以具体用于根据 PMI_5 确定 i_1 , 根据 PMI_6 确定 i_4 。换句话说, PMI_5 和 PMI_6 可以具有不同的时间域或频域颗粒度。当然, 确定单元 402 可以具体用于通过接收单元 401 接收的由接收端发送的一个 PMI 直接确定所选择的预编码矩阵 W 。具体的实施方式可以参考上述实施例, 此处不再赘述。

应理解, 本发明实施例对接收端指示预编码矩阵的方式不作限定。

可选地, 发射端 400 的接收单元 401 可以通过物理控制信道或物理共享信道接收接收端发送的预编码矩阵指示 PMI。应理解, 本发明实施例对此不作限定。

- 20 应理解, 本发明实施例对接收端指示预编码矩阵的方式不作限定。

因此, 本发明实施例可以根据当前的信道特性通过 i_4 确定 θ_1 和 θ_2 , 所选择的预编码矩阵中的 θ_1 和 θ_2 可以相同或不同, 保证了较大间距天线对应的码本的弱相关性。

- 可选地, 在另一种实现方式下, θ_1 和 θ_2 也可以分别取值为 $\theta_1 = 2\pi \frac{m}{N}$ 和 $\theta_2 = \theta_1 + \Delta\theta$ 。其中, $N = 2^k$, k 为非负整数, m 为小于 N 的非负整数, $\Delta\theta = 2\pi t$, t 的绝对值小于 1, 例如, t 为 1/8, -1/16, -1/32, 0, 1/32, 1/16 或 1/8 等。

- 类似地, 接收单元 401 可以具体用于接收接收端发送的两个预编码矩阵指示, 该两个预编码矩阵指示分别指示 θ_1 和 $\Delta\theta$ 。进一步地, 也可以以相同或不同的时间周期接收接收端发送的该两个预编码矩阵指示, 换句话说, 该两个预编码矩阵指示可以具有不同的时间域或频域颗粒度。确定单元 402 可以具体用于通过 θ_1 和 $\Delta\theta$ 确定预编码矩阵 W 。当然, 确定单元 402 可以具体用

于通过接收单元 401 接收的由接收端发送的一个 PMI 直接确定所选择的预编码矩阵 W 。具体的实施方式可以参考上述实施例，此处不再赘述。

应理解，本发明实施例对接收端指示预编码矩阵的方式不作限定。

5 可选地，发射端 400 的接收单元 401 可以通过物理控制信道或物理共享信道接收接收端发送的预编码矩阵指示 PMI。应理解，本发明实施例对此不作限定。

因此，本发明实施例可以根据当前的信道特性通过 θ_1 和 θ_2 之间的相位偏差 $\Delta\theta$ ，可以将 $\Delta\theta$ 规定在有限的变化范围，来保证了较大间距天线对应的码本的弱相关性。

10 可选地，作为另一个实施例，确定单元 402 还可以用于：根据天线的编号对预编码矩阵 W 进行行置换或列置换。

需要指出的是，以其它等效的矩阵表示上述码本（或预编码矩阵）的方式都落入本发明的范围。例如，将本发明实施例中的预编码矩阵 W 经过行或者列置换之后的预编码矩阵也落入本发明的范围，如不同的天线编号将对应地导致预编码矩阵行置换。

15 可选地，作为另一个实施例，发射端 400 还可以包括发送单元 403，发送单元 403 用于向接收端发送参考信号，以便接收端基于参考信号从码本中选择的预编码矩阵 W 。其中，参考信号包括至少下列之一：CSI RS、DM RS 或 CRS 等。

20 本发明实施例进一步给出实现上述方法实施例中各步骤及方法的装置实施例。图 5 示出了一种设备的实施例，在该实施例中，设备 500 包括处理器 501，存储器 502，发送器 503 和接收器 504。处理器 501 控制设备 500 的操作，处理器 501 还可以称为 CPU（Central Processing Unit，中央处理单元）。存储器 502 可以包括只读存储器和随机存取存储器，并向处理器 501 提供指令和数据。存储器 502 的一部分还可以包括非易失性随机存取存储器（NVRAM）。处理器 501，存储器 502，发送器 503 和接收器 504 通过总线系统 55 耦合在一起，其中总线系统 510 除包括数据总线之外，还包括电源总线、控制总线和状态信号总线。但是为了清楚说明起见，在图中将各种总线都标为总线系统 510。

30 上述本发明实施例揭示的方法可以应用上述的设备 500。其中，处理器 501 可能是一种集成电路芯片，具有信号的处理能力。在实现过程中，上述

方法的各步骤可以通过处理器 501 中的硬件的集成逻辑电路或者软件形式的指令完成。

进一步地,图 6 是本发明另一个实施例的接收端的结构框图。接收端 600 包括处理器 601 和发送器 602。

- 5 处理器 601, 用于基于参考信号, 从码本中选择预编码矩阵 W , 其中,
 $W \in \begin{bmatrix} X_1(\theta_1) \\ X_2(\theta_2, \varphi_n) \end{bmatrix}$, 矩阵 X_1 是根据 θ_1 确定的, 矩阵 X_2 是根据 θ_2 和 φ_n 确定的, θ_1 表示发射端第一天线组中的相邻两根天线针对同一传输层发射信号加权值的相位差, θ_2 表示发射端第二天线组中的相邻两根天线针对同一传输层发射信号加权值的相位差, φ_n 表示第一天线组和第二天线组针对同一传输层发射信号加权值的相位差且 $\varphi_n = e^{\frac{j2\pi n}{M}}$, M 为正整数, n 为小于 M 的非负整数, 在码本中至少有一个预编码矩阵的 θ_1 和 θ_2 不相同, 第一天线组和第二天线组属于同一个多天线系统。

发送器 602, 用于向发射端发送预编码矩阵指示 PMI, 以便发射端根据 PMI 确定处理器 601 选择的预编码矩阵 W 。

- 15 多天线系统是指发射端和接收端通过多根天线进行通信的系统。相对于单天线系统, 发射端和接收端的多个天线能够形成空间的分集增益或者复用增益, 能够有效的提高传输可靠性以及系统容量。多天线系统中分集增益和复用增益一般可以通过发射端的预编码方法和接收端的接收合并算法获得。例如, 在 LTE 系统中, 发射端采用 4 根天线, 而在接收端采用 2 根天线。

- 20 另外, 本发明实施例的多天线系统也可以应用在多点联合传输的场景, 多点联合传输是指多个发射端对于同一个用户进行信号的联合传输, 例如, 发射端 A 具有 2 天线, 发射端 B 也具有 2 天线, 连个发射端同时对于接收端进行联合传输。那么该接收端接收的信号可以看成是一个 4 天线基站发送得到的信号。

- 25 基于上述方案, 接收端基于参考信号从码本中选择预编码矩阵 W , 其中, $W \in \begin{bmatrix} X_1(\theta_1) \\ X_2(\theta_2, \varphi_n) \end{bmatrix}$, θ_1 和 θ_2 分别表示第一天线组和第二天线组中相邻两根天线针对同一传输层发射信号加权值的相位差。这样, 可以根据天线间距情况来选择合适的预编码矩阵, 保证天线的弱相关性, 因此, 发射端基于接收端反馈的从本发明的码本结构选择的预编码矩阵进行预编码, 有效地提高预编码的精度, 从而减少性能损失, 提高系统的吞吐量。
- 30

本发明实施例发射端可以是基站，相应地，接收端可以是 UE；或者发射端可以是 UE，相应地，接收端可以是基站。应理解，本发明实施例对此并不限定。

接收端 600 可实现图 1 至图 2 的方法中涉及接收端的各个步骤，为避免重复，不再详细描述。

可选地，作为一个实施例，处理器 601 还可以用于基于参考信号确定秩指示，秩指示对应于有用的传输层数。处理器 601 具体用于：基于参考信号，从码本中选择与秩指示相对应的预编码矩阵 W 。

具体地，处理器 601 确定的秩指示为 1 时，处理器 601 选择的预编码矩阵可以是上述 (1) 式；或者，处理器 601 确定的秩指示为 2 时，处理器 601 选择的预编码矩阵可以是上述 (2) 式。

上述例子仅仅是示例性的，而非要限制本发明的范围，本发明中的码本还可以是秩指示为其它值的码本，为了描述方便，本发明中以秩指示为 1 的码本和秩指示为 2 的码本为例进行说明，应理解，本发明对此不作限定。

还应理解，上述码本以单码本的结构形式表示，当然，也可以以双码本的结构形式表示，本发明对此不作限定。

可选地，在一种实现方式下，以秩指示为 1 和 2 为例，当处理器 601 确定的秩指示为 1 时，处理器 601 选择的预编码矩阵可以为上述 (3) 式；或者，当处理器 601 确定的秩指示为 2 时，处理器 601 选择的预编码矩阵可以为上述 (4) 式。具体例子可以参考上述，此处不再赘述。

可选地， W_1 为表示宽带的信道特性的矩阵， W_2^1 和 W_2^2 均为表示子带的信道特性的矩阵， W_2 中上标的数字表示秩的取值；或者 W_1 为表示长期的信道特性的矩阵， W_2^1 和 W_2^2 均为表示短期的信道特性的矩阵。相应地，发射端可以以较长的时间间隔接收接收端发送的 PMI_1 ，以较短的时间间隔接收接收端发送的 PMI_2 。

可选地，发送器 602 发送的预编码矩阵指示 PMI 可以包括第一预编码矩阵指示 PMI_1 和第二预编码矩阵指示 PMI_2 ， PMI_1 用于指示 W_1 ， PMI_2 用于指示 W_2^1 或 W_2^2 。

因此，通过本发明实施例列选择向量 Y1 和 Y2 分别独立的在矩阵 X 中选择一个列向量，从而保证了较大间距天线对应的码本的弱相关性。

可选地，在另一种实现方式下，当处理器 601 确定的秩指示为 1 时，处

理器 601 选择的预编码矩阵可以为上述 (12) 或 (13) 式, 具体例子可以参考上述, 此处不再赘述。

可选地, W_3 为表示宽带的信道特性的矩阵, W_4^1 为表示子带的信道特性的矩阵, 或者 W_3 为表示长期的信道特性的矩阵, W_4^1 为表示短期的信道特性的矩阵。

可选地, 发送器 602 发送的预编码矩阵指示 PMI 可以包括第七预编码矩阵指示 PMI₇ 和第八预编码矩阵指示 PMI₈, PMI₇ 用于指示 W_3 , PMI₈ 用于指示 W_4^1 。换句话说, PMI₇ 和 PMI₈ 可以具有相同或不同的时间域或频域颗粒度 (或者基于不同的子帧周期或者子带大小)。相应地, 发射端可以以较长的时间间隔接收发送器 602 发送的 PMI₇, 以较短的时间间隔接收发送器 602 发送的 PMI₈。

可选地, 在另一种实现方式下, 当处理器 601 确定的秩指示为 2 时, 处理器 601 选择的预编码矩阵可以为上述 (14) 或 (16) 式, 具体例子可以参考上述, 此处不再赘述。

可选地, W_3 为表示宽带的信道特性的矩阵, W_4^2 均为表示子带的信道特性的矩阵, 或者 W_3 为表示长期的信道特性的矩阵, W_4^2 为表示短期的信道特性的矩阵。

可选地, 发送器 602 发送的预编码矩阵指示 PMI 可以包括第九预编码矩阵指示 PMI₉ 和第十预编码矩阵指示 PMI₁₀, PMI₉ 用于指示 W_3 , PMI₁₀ 用于指示 W_4^2 。相应地, 发射端可以以较长的时间间隔接收发送器 602 发送的 PMI₉, 以较短的时间间隔接收发送器 602 发送的 PMI₁₀。

因此, 通过本发明实施例中 θ 的选取, 从而保证了较大间距天线对应的码本的弱相关性。

可选地, 在另一种实现方式下, θ_1 和 θ_2 可以分别取值为 $\theta_1 = \frac{2\pi}{N}(A \cdot i_1 + \lfloor i_2/M \rfloor)$ 和 $\theta_2 = \frac{2\pi}{N}(A \cdot i_1 + i_3)$ 。其中, $N = 2^k$, k 为非负整数, A 为能整除 N 的正整数 (例如, $N=16, A=2$), M 为小于 N 的正整数, i_1 为小于 $(N/A-1)$ 的非负整数, i_2 和 i_3 均为正整数且 i_2 和 i_3 相互独立, $\lfloor \cdot \rfloor$ 为向下取整运算符号。即 N 为 2 的幂次, 可以取值为 0, 2, 4, 8... .., 等等, $P \in \{0, 1, \dots, N-1\}$, $i_1 \in \{0, 1, \dots, N/A-1\}$ 。

可选地, 发送器 602 发送的预编码矩阵指示 PMI 可以包括第三预编码矩阵指示 PMI₃ 和第四预编码矩阵指示 PMI₄, PMI₃ 用于指示 i_1 , PMI₄ 用于指示 i_2 和 i_3 , 具体地, PMI₄ 可以是 i_2 和 i_3 的联合编码值。发射端可以通过 PMI₄

的值与 i_2 和 i_3 的对应关系确定 i_2 和 i_3 。例如，发射端可以预先设置 PMI_4 和 i_2 对应关系，通过 PMI_4 的值确定 i_2 ，再根据关系式 $PMI_4 = P \cdot i_2 + i_3$ 确定 i_3 ；类似地，发射端可以预先设置 PMI_4 和 i_3 对应关系，通过 PMI_4 的值确定 i_3 ，再根据关系式 $PMI_4 = P \cdot i_2 + i_3$ 确定 i_2 。

5 应理解，本发明实施例对接收端指示预编码矩阵的方式不作限定。

因此，本发明实施例可以根据当前的信道特性通过 i_2 和 i_3 分别独立的选择 θ_1 和 θ_2 ，保证了较大间距天线对应的码本的弱相关性。

可选地，在另一种实现方式下， θ_1 和 θ_2 也可以分别取值为

$$\theta_1 = \frac{2\pi}{N} \left(A \cdot i_1 + \left\lfloor \frac{i_4}{P \cdot M} \right\rfloor \right) \text{ 和 } \theta_2 = \frac{2\pi}{N} \left(A \cdot i_1 + \left\lfloor \frac{(i_4 \bmod (M \cdot P))}{M} \right\rfloor \right)$$

10 负整数， A 为能整除 N 的正整数， P 为小于 N 的正整数， i_1 为小于 $(N/A-1)$ 的非负整数， i_4 为小于 $(PM-1)$ 的正整数（例如 $P=4$ ， $M=4$ ， $i_4 < 15$ ）， $\lfloor \cdot \rfloor$ 为向下取整运算符号， $\bmod$ 为取模运算符号。即 N 为 2 的幂次，可以取值为 0，2，4，8...，等等， $P \in \{0, 1, \dots, N-1\}$ ， $i_1 \in \{0, 1, \dots, N/A-1\}$ 。

可选地，发送器 602 发送的预编码矩阵指示 PMI 可以包括第五预编码矩阵指示 PMI_5 和第六预编码矩阵指示 PMI_6 ，所述 PMI_5 用于指示 i_1 ， PMI_6 用于指示 i_4 。

可选地，在另一种实现方式下， θ_1 和 θ_2 也可以分别取值为 $\theta_1 = 2\pi \frac{m}{N}$ 和 $\theta_2 = \theta_1 + \Delta\theta$ 。其中， $N = 2^k$ ， k 为非负整数， m 为小于 N 的非负整数， $\Delta\theta = 2\pi t$ ， t 的绝对值小于 1，例如， t 为 1/8，-1/16，-1/32，0，1/32，1/16 或 1/8 等。

20 因此，本发明实施例可以根据当前的信道特性通过 θ_1 和 θ_2 之间的相位偏差 $\Delta\theta$ ，可以将 $\Delta\theta$ 规定在有限的变化范围，来保证了较大间距天线对应的码本的弱相关性。

可选地，作为另一个实施例，处理器 601 还可以用于：根据天线的编号对预编码矩阵 W 进行行置换或列置换。

25 需要指出的是，以其它等效的矩阵表示上述码本（或预编码矩阵）的方式都落入本发明的范围。例如，将本发明实施例中的预编码矩阵 W 经过行或者列置换之后的预编码矩阵也落入本发明的范围，如不同的天线编号将对应地导致预编码矩阵行置换。

可选地，作为另一个实施例，接收端 600 还可以包括接收器 603，接收器 603，用于接收发射端发送的参考信号。处理器 602 具体用于基于接收器 603 接收的参考信号确定秩指示；或者，处理器 6021 具体用于基于接收器

603 接收的参考信号,从码本中选择预编码矩阵 W 。其中,参考信号包括至少下列之一:CSI RS、DM RS 或 CRS 等。

图 7 是本发明另一个实施例的发射端的结构框图。图 7 的发射端 700 包括接收器 701 和处理器 702。

5 接收器 701,用于接收接收端发送的预编码矩阵指示 PMI。

处理器 702,用于根据接收器 701 接收的预编码矩阵指示 PMI 确定接收端基于参考信号从码本中选择的预编码矩阵 W ,其中, $W \in \begin{bmatrix} X_1(\theta_1) \\ X_2(\theta_2, \varphi_n) \end{bmatrix}$,矩阵 X_1 是根据 θ_1 确定的,矩阵 X_2 是根据 θ_2 和 φ_n 确定的, θ_1 表示发射端第一天线组中的相邻两根天线针对同一传输层发射信号加权值的相位差, θ_2 表示发射端第二天线组中的相邻两根天线针对同一传输层发射信号加权值的相位差, φ_n 表示第一天线组和第二天线组针对同一传输层发射信号加权值的相位差且 $\varphi_n = e^{\frac{j2\pi n}{M}}$, M 为正整数, n 为小于 M 的非负整数,在码本中至少有一个预编码矩阵的 θ_1 和 θ_2 不相同,第一天线组和第二天线组属于同一个多天线系统。

15 基于上述方案,发射端接收接收端发送的预编码矩阵指示 PMI,根据该预编码矩阵指示 PMI 确定接收端基于参考信号从码本中选择预编码矩阵 W ,其中, $W \in \begin{bmatrix} X_1(\theta_1) \\ X_2(\theta_2, \varphi_n) \end{bmatrix}$, θ_1 和 θ_2 分别表示第一天线组和第二天线组中相邻两根天线针对同一传输层发射信号加权值的相位差。这样,可以根据天线间距情况来选择合适的预编码矩阵,保证天线的弱相关性,因此,发射端基于接收端反馈的从本发明的码本结构中选择的预编码矩阵进行预编码,有效地提高预编码的精度,从而减少性能损失,提高系统的吞吐量。

发射端 700 可实现图 1 至图 2 的方法中涉及发射端的各个步骤,为避免重复,不再详细描述。

25 可选地,作为一个实施例,预编码矩阵 W 与秩指示相对应,秩指示对应于有用的传输层数。

具体地,秩指示为 1 的码本可以是上述 (1) 式;或者,秩指示为 2 的码本可以是上述 (2) 式。

30 本发明中的码本还可以是秩指示为其它值的码本,为了描述方便,本发明中以秩指示为 1 的码本和秩指示为 2 的码本为例进行说明,应理解,本发明对此不作限定。

还应理解,上述码本以单码本的结构形式表示,当然,也可以以双码本

的结构形式表示, 本发明对此不作限定。

可选地, 在一种实现方式下, 以秩指示为 1 和 2 为例, 当秩指示为 1 时, 处理器 702 确定的预编码矩阵可以为上述 (3) 式; 或者, 当秩指示为 2 时, 处理器 702 确定的预编码矩阵可以为上述 (4) 式。具体例子可以参考上述, 5 此处不再赘述。

可选地, 接收器 701 可以具体用于接收的预编码矩阵指示 PMI 可以包括第一预编码矩阵指示 PMI_1 和第二预编码矩阵指示 PMI_2 。可选地, PMI_1 和 PMI_2 可以具有相同或不同的时间域或频域颗粒度(或者基于不同的子帧周期或者子带大小), 接收器 701 可以具体用于以较长的时间间隔接收接收端发送的 PMI_1 , 以较短的时间间隔接收接收端发送的 PMI_2 。处理器 702 可以具体用于: 根据 PMI_1 确定接收端基于参考信号从码本中选择的 W_1 , 并根据 PMI_2 确定接收端从码本中选择的 W_2^1 或 W_2^2 。相应的, 处理器 702 还可以具体用于: 根据 W_1 和 W_2^1 确定预编码矩阵 W , 或者根据 W_1 和 W_2^2 确定预编码矩阵 W 。 10

可选地, W_1 为表示宽带的信道特性的矩阵, W_2^1 和 W_2^2 均为表示子带的信道特性的矩阵, W_2 中上标的数字表示秩的取值; 或者 W_1 为表示长期的信道特性的矩阵, W_2^1 和 W_2^2 均为表示短期的信道特性的矩阵。 15

当然, 处理器 702 可以具体用于通过接收器 701 接收的由接收端发送的一个 PMI 直接确定所选择的预编码矩阵 W , 例如, 码本共有 256 个预编码矩阵, 当接收器 701 接收到接收端发送的 PMI 为 0 时, 处理器 702 确定接收端选择的是码本 256 个预编码矩阵中的第 1 个预编码矩阵, 当接收器 701 接收到接收端发送的 PMI 为 1 时, 处理器 702 确定接收端选择的是码本 256 个预编码矩阵中的第 2 个预编码矩阵, ..., 即 PMI 的取值 0-255 分别对应着 256 个预编码矩阵中相应的预编码矩阵。应理解, 本发明实施例对 UE 指示预编码矩阵的方式不作限定。 20 25

应理解, 本发明实施例对接收端指示预编码矩阵的方式不作限定。

可选地, 发射端 700 的接收器 701 可以通过物理控制信道或物理共享信道接收接收端发送的预编码矩阵指示 PMI。应理解, 本发明实施例对此不作限定。

因此, 通过本发明实施例列选择向量 Y_1 和 Y_2 分别独立的在矩阵 X 中选择一个列向量, 从而保证了较大间距天线对应的码本的弱相关性。 30

可选地,在另一种实现方式下,当秩指示为 1 时,处理器 702 确定的预编码矩阵可以为上述 (12) 或 (13) 式。具体例子可以参考上述,此处不再赘述。

可选地,接收器 701 可以具体用于接收的预编码矩阵指示 PMI 可以包括
 5 第七预编码矩阵指示 PMI_7 和第八预编码矩阵指示 PMI_8 。可选地, PMI_7 和 PMI_8 可以具有相同或不同的时间域或频域颗粒度(或者基于不同的子帧周期或者子带大小)。接收器 701 可以具体用于以较长的时间间隔接收接收端发送的 PMI_7 , 以较短的时间间隔接收接收端发送的 PMI_8 。处理器 702 可以具体用于: 根据 PMI_7 确定接收端基于参考信号从码本中选择的 W_1 , 并根据
 10 PMI_8 确定接收端从码本中选择的 W_4^1 。相应的,处理器 702 还可以具体用于: 根据 W_1 和 W_4^1 确定预编码矩阵 W 。

可选地, W_3 为表示宽带的信道特性的矩阵, W_4^1 为表示子带的信道特性的矩阵, 或者 W_3 为表示长期的信道特性的矩阵, W_4^1 为表示短期的信道特性的矩阵。

15 可选地,在另一种实现方式下,当秩指示为 2 时,处理器 702 确定的预编码矩阵可以为上述 (14) 或 (16) 式。具体例子可以参考上述,此处不再赘述。

可选地,接收器 701 可以具体用于接收的预编码矩阵指示 PMI 可以包括
 20 第九预编码矩阵指示 PMI_9 和第十预编码矩阵指示 PMI_{10} 。接收器 701 可以具体用于以较长的时间间隔接收接收端发送的 PMI_9 , 以较短的时间间隔接收接收端发送的 PMI_{10} 。处理器 702 可以具体用于: 根据 PMI_9 确定接收端基于参考信号从码本中选择的 W_1 , 并根据 PMI_{10} 确定接收端从码本中选择的 W_4^2 。相应的,处理器 702 还可以具体用于: 根据 W_1 和 W_4^2 确定预编码矩阵 W 。

25 可选地, W_3 为表示宽带的信道特性的矩阵, W_4^2 均为表示子带的信道特性的矩阵, 或者 W_3 为表示长期的信道特性的矩阵, W_4^2 为表示短期的信道特性的矩阵。

因此,通过本发明实施例中 θ 的选取,从而保证了较大间距天线对应的码本的弱相关性。

可选地,在另一种实现方式下, θ_1 和 θ_2 可以分别取值为
 30 $\theta_1 = \frac{2\pi}{N}(A \cdot i_1 + \lfloor i_2/M \rfloor)$ 和 $\theta_2 = \frac{2\pi}{N}(A \cdot i_1 + i_3)$ 。其中, $N = 2^k$, k 为非负整数, A 为能整除 N 的正整数(例如, $N=16, A=2$), M 为小于 N 的正整数, i_1 为小于 $(N/A-1)$

的非负整数, i_2 和 i_3 均为正整数且 i_2 和 i_3 相互独立, $\lfloor \cdot \rfloor$ 为向下取整运算符号。即 N 为 2 的幂次, 可以取值为 0, 2, 4, 8... 等等, $P \in \{0, 1, \dots, N-1\}$, $i_1 \in \{0, 1, \dots, N/A-1\}$ 。

可选地, 接收器 701 可以具体用于接收接收端发送的第三预编码矩阵指示 PMI_3 和第四预编码矩阵指示 PMI_4 , 进一步地, 以相同或不同的时间周期接收接收端发送的 PMI_3 和 PMI_4 。处理器 702 可以具体用于根据 PMI_3 确定 i_1 , 根据 PMI_4 确定 i_2 和 i_3 。具体地, PMI_4 可以是 i_2 和 i_3 的联合编码值, $\text{PMI}_4 = P \cdot i_2 + i_3$ 。处理器 702 可以具体用于通过 PMI_4 的值与 i_2 和 i_3 的对应关系确定 i_2 和 i_3 。

换句话说, PMI_3 和 PMI_4 可以具有不同的时间域或频域颗粒度。当然, 处理器 702 可以具体用于通过接收器 701 接收的由接收端发送的一个 PMI 直接确定所选择的预编码矩阵 W 。具体的实施方式可以参考上述实施例, 此处不再赘述。

应理解, 本发明实施例对接收端指示预编码矩阵的方式不作限定。

可选地, 发射端 700 的接收器 701 可以通过物理控制信道或物理共享信道接收接收端发送的预编码矩阵指示 PMI。应理解, 本发明实施例对此不作限定。

因此, 本发明实施例可以根据当前的信道特性通过 i_2 和 i_3 分别独立的选择 θ_1 和 θ_2 , 保证了较大间距天线对应的码本的弱相关性。

可选地, 在另一种实现方式下, θ_1 和 θ_2 也可以分别取值为 $\theta_1 = \frac{2\pi}{N} \left(A \cdot i_1 + \left\lfloor \frac{i_4}{P \cdot M} \right\rfloor \right)$ 和 $\theta_2 = \frac{2\pi}{N} \left(A \cdot i_1 + \left\lfloor \frac{(i_4 \bmod (M \cdot P))}{M} \right\rfloor \right)$ 。其中, $N = 2^k$, k 为非负整数, A 为能整除 N 的正整数, P 为小于 N 的正整数, i_1 为小于 $(N/A-1)$ 的非负整数, i_4 为小于 $(PM-1)$ 的正整数 (例如 $P=4$, $M=4$, $i_4 < 15$), $\lfloor \cdot \rfloor$ 为向下取整运算符号, $\bmod$ 为取模运算符号。即 N 为 2 的幂次, 可以取值为 0, 2, 4, 8... 等等, $P \in \{0, 1, \dots, N-1\}$, $i_1 \in \{0, 1, \dots, N/A-1\}$ 。

可选地, 接收器 701 可以具体用于接收接收端发送的第五预编码矩阵指示 PMI_5 和第六预编码矩阵指示 PMI_6 , 进一步地, 以相同或不同的时间周期接收接收端发送的 PMI_5 和 PMI_6 。处理器 702 可以具体用于根据 PMI_5 确定 i_1 , 根据 PMI_6 确定 i_4 。换句话说, PMI_5 和 PMI_6 可以具有不同的时间域或频域颗粒度。当然, 处理器 702 可以具体用于通过接收器 701 接收的由接收端发送的一个 PMI 直接确定所选择的预编码矩阵 W 。具体的实施方式可以参

考上述实施例，此处不再赘述。

应理解，本发明实施例对接收端指示预编码矩阵的方式不作限定。

可选地，发射端 700 的接收器 701 可以通过物理控制信道或物理共享信道接收接收端发送的预编码矩阵指示 PMI。应理解，本发明实施例对此不作

5 限定。

应理解，本发明实施例对接收端指示预编码矩阵的方式不作限定。

因此，本发明实施例可以根据当前的信道特性通过 i_4 确定 θ_1 和 θ_2 ，所选
择的预编码矩阵中的 θ_1 和 θ_2 可以相同或不同，保证了较大间距天线对应的码
本的弱相关性。

10 可选地，在另一种实现方式下， θ_1 和 θ_2 也可以分别取值为 $\theta_1 = 2\pi \frac{m}{N}$ 和
 $\theta_2 = \theta_1 + \Delta\theta$ 。其中， $N = 2^k$ ， k 为非负整数， m 为小于 N 的非负整数， $\Delta\theta = 2\pi t$ ， t 的绝对值小于 1，例如， t 为 1/8、-1/16、-1/32、0、1/32、1/16 或 1/8 等。

类似地，接收器 701 可以具体用于接收接收端发送的两个预编码矩阵指
示，该两个预编码矩阵指示分别指示 θ_1 和 $\Delta\theta$ 。进一步地，也可以以相同或不
15 同的时间周期接收接收端发送的该两个预编码矩阵指示，换句话说，该两个
预编码矩阵指示可以具有不同的时间域或频域颗粒度。处理器 702 可以具体
用于通过 θ_1 和 $\Delta\theta$ 确定预编码矩阵 W 。当然，处理器 702 可以具体用于通过
接收器 701 接收的由接收端发送的一个 PMI 直接确定所选择的预编码矩阵
 W 。具体的实施方式可以参考上述实施例，此处不再赘述。

20 应理解，本发明实施例对接收端指示预编码矩阵的方式不作限定。

可选地，发射端 700 的接收器 701 可以通过物理控制信道或物理共享信
道接收接收端发送的预编码矩阵指示 PMI。应理解，本发明实施例对此不作
限定。

因此，本发明实施例可以根据当前的信道特性通过 θ_1 和 θ_2 之间的相位偏
25 差 $\Delta\theta$ ，可以将 $\Delta\theta$ 规定在有限的变化范围，来保证了较大间距天线对应的码
本的弱相关性。

可选地，作为另一个实施例，处理器 702 还可以用于：根据天线的编号
对预编码矩阵 W 进行行置换或列置换。

需要指出的是，以其它等效的矩阵表示上述码本（或预编码矩阵）的方
30 式都落入本发明的范围。例如，将本发明实施例中的预编码矩阵 W 经过行
或者列置换之后的预编码矩阵也落入本发明的范围，如不同的天线编号将对

应地导致预编码矩阵行置换。

可选地，作为另一个实施例，发射端 700 还可以包括发送器 703，发送器 703 用于向接收端发送参考信号，以便接收端基于参考信号从码本中选择的预编码矩阵 W 。其中，参考信号包括至少下列之一：CSI RS、DM RS 或

5 CRS 等。

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

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

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

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

另外，在本发明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，本发明的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的部分可以以软件产品的形式体现出来，该计算机软件产品存储在一个存储介质

中，包括若干指令用以使得一台计算机设备（可以是个人计算机，服务器，或者网络设备等）执行本发明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。

5

以上所述，仅为本发明的具体实施方式，但本发明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发明揭露的技术范围内，可轻易想到变化或替换，都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此，本发明的保护范围应所述以权利要求的保护范围为准。

权利要求

1. 一种预编码矩阵指示的反馈方法，其特征在于，包括：

接收端基于参考信号，从码本中选择预编码矩阵 W ，其中，所述 $W \in \begin{bmatrix} X_1(\theta_1) \\ X_2(\theta_2, \varphi_n) \end{bmatrix}$ ，矩阵 X_1 是根据 θ_1 确定的，矩阵 X_2 是根据 θ_2 和 φ_n 确定的，所述 θ_1 表示发射端第一天线组中的相邻两根天线针对同一传输层发射信号加权值的相位差，所述 θ_2 表示发射端第二天线组中的相邻两根天线针对同一传输层发射信号加权值的相位差，所述 φ_n 表示所述第一天线组和所述第二天线组针对同一传输层发射信号加权值的相位差且所述 $\varphi_n = e^{\frac{j2\pi n}{M}}$ ，所述 M 为正整数，所述 n 为小于所述 M 的非负整数，在所述码本中至少有一个预编码矩阵的 θ_1 和 θ_2 不相同，所述第一天线组和所述第二天线组属于同一个多天线系统；

所述接收端向所述发射端发送预编码矩阵指示 PMI，以便所述发射端根据所述 PMI 确定所述 W 。

2. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

所述接收端基于所述参考信号确定秩指示，所述秩指示对应于有用的传输层数；

所述接收端基于参考信号，从码本中选择预编码矩阵 W 包括：

所述接收端基于所述参考信号，从码本中选择与所述秩指示相对应的所述 W 。

3. 如权利要求 2 所述的方法，其特征在于，

当所述秩指示为 1 时，所述 $W \in \begin{bmatrix} X_1(\theta_1) \\ X_2(\theta_2, \varphi_n) \end{bmatrix} = \alpha \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix}$ ；或

当所述秩指示为 2 时，所述 $W \in \begin{bmatrix} X(\theta_1) \\ X(\theta_2, \varphi_n) \end{bmatrix} = \beta \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} & -\varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix}$ ；

其中，所述 α 和所述 β 均为常数。

4. 如权利要求 3 所述的方法，其特征在于，

当所述秩指示为 1 时，

$$\text{所述 } W \in \alpha \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix} = \alpha W_1 \cdot W_2^1 = \alpha \begin{bmatrix} X & 0 \\ 0 & X \end{bmatrix} \cdot W_2^1 = \alpha \begin{bmatrix} X & 0 \\ 0 & X \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} Y_1 \\ \varphi_n Y_2 \end{bmatrix};$$

当所述秩指示为 2 时,

$$\text{所述 } W \in \beta \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} & -\varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix} = \beta W_1 \cdot W_2^2 = \beta \begin{bmatrix} X & 0 \\ 0 & X \end{bmatrix} \cdot W_2^2 = \beta \begin{bmatrix} X & 0 \\ 0 & X \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} Y_1 & Y_1 \\ \varphi_n Y_2 & -\varphi_n Y_2 \end{bmatrix};$$

其中, 所述 $X = \begin{bmatrix} 1 & 1 & \cdots & 1 \\ e^{j2\pi\frac{m}{N}} & e^{j2\pi\frac{m+1}{N}} & \cdots & e^{j2\pi\frac{m+(P-1)}{N}} \end{bmatrix}$, 所述 Y_1 和 Y_2 为相互独立

5 的 $P \times 1$ 维列选择向量, $N = 2^k$, k 为非负整数, m 为小于 N 的非负整数, 所述 P 为小于 N 的正整数。

5. 如权利要求 4 所述的方法, 其特征在于, 所述 P 取值为 4, 所述 Y_1 和 Y_2 分别为下列列向量中的一种:

$$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \text{ 和 } \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}.$$

10 6. 如权利要求 4 或 5 所述的方法, 其特征在于, 所述 W_1 为表示宽带的信道特性的矩阵, W_2^1 和 W_2^2 均为表示子带的信道特性的矩阵;

或者, 所述 W_1 为表示长期的信道特性的矩阵, 所述 W_2^1 和 W_2^2 均为表示短期的信道特性的矩阵。

7. 如权利要求 4-6 任一项所述的方法, 其特征在于, 所述预编码矩阵
15 指示 PMI 包括第一预编码矩阵指示 PMI_1 和第二预编码矩阵指示 PMI_2 , 所述 PMI_1 用于指示所述 W_1 , 所述 PMI_2 用于指示所述 W_2^1 或 W_2^2 。

8. 如权利要求 2 所述的方法, 其特征在于, 当所述秩指示为 1 时,

$$\text{所述 } W \in \alpha \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix} = W_3 \cdot W_4^1 = \begin{bmatrix} X'_{m1} & 0 \\ 0 & DX'_{m1} \end{bmatrix} \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} Y \\ \varphi_n Y \end{bmatrix};$$

$$\text{或者, } W \in \alpha \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix} = W_3 \cdot W_4^1 = \begin{bmatrix} X'_{m1} & 0 \\ 0 & DX'_{m1} \end{bmatrix} \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} Y_1' \\ \varphi_n Y_2' \end{bmatrix};$$

其中, $D = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j\theta'} \end{bmatrix}$, $X'_{m1} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & \cdots & 1 \\ e^{j2\pi\frac{m1+n_1}{N}} & e^{j2\pi\frac{m1+n_2}{N}} & \cdots & e^{j2\pi\frac{m1+n_P}{N}} \end{bmatrix}$, $n_1, n_2, \dots, n_P$ 均为整数, Y 、 Y'_1 和 Y'_2 均为 $P \times 1$ 维列选择向量, $N = 2^k$, k 为非负整数, $m1$ 为小于 N 的非负整数, 所述 P 为小于 N 的正整数, α 为常数, θ' 为实数。

9. 如权利要求 8 所述的方法, 其特征在于, 所述 P 取值为 4, 所述 Y 、
5 Y'_1 和 Y'_2 分别为下列列向量中的一种:

$$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \text{ 和 } \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}。$$

10. 如权利要求 8 或 9 所述的方法, 其特征在于,

所述 W_3 为表示宽带的信道特性的矩阵, W_4^1 均为表示子带的信道特性的矩阵; 或者

- 10 所述 W_3 为表示长期的信道特性的矩阵, 所述 W_4^1 为表示短期的信道特性的矩阵。

11. 如权利要求 8-10 任一项所述的方法, 其特征在于, 所述预编码矩阵指示 PMI 包括第七预编码矩阵指示 PMI_7 和第八预编码矩阵指示 PMI_8 , 所述 PMI_7 用于指示所述 W_3 , 所述 PMI_8 用于指示所述 W_4^1 。

- 15 12. 如权利要求 2 所述的方法, 其特征在于, 当所述秩指示为 2 时,

$$W \in \beta \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} & -\varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix} = W_3 \cdot W_4^2 = \begin{bmatrix} X'_{m1} & 0 \\ 0 & DX'_{m1} \end{bmatrix} \cdot \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} Y_3 & Y_3 \\ \varphi_n Y_4 & -\varphi_n Y_4 \end{bmatrix};$$

其中, $D = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j\theta'} \end{bmatrix}$, $X'_{m1} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & \cdots & 1 \\ e^{j2\pi\frac{m1+n_1}{N}} & e^{j2\pi\frac{m1+n_2}{N}} & \cdots & e^{j2\pi\frac{m1+n_P}{N}} \end{bmatrix}$, $n_1, n_2, \dots, n_P$ 均为整数, Y_3 和 Y_4 均为 $P \times 1$ 维列选择向量, $N = 2^k$, k 为非负整数, $m1$ 为小于 N 的非负整数, 所述 P 为小于 N 的正整数, β 为常数, θ' 为实数。

- 20 13. 如权利要求 2 所述的方法, 其特征在于, 当所述秩指示为 2 时,

$$\text{所述 } W \in \beta \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_3} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} & -\varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_4} \end{pmatrix} \end{bmatrix} = W_3 \cdot W_4^2 = \begin{bmatrix} X'_{m1} & 0 \\ 0 & DX'_{m1} \end{bmatrix} \cdot \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} Y_3 & Y_4 \\ \varphi_n Y_3 & -\varphi_n Y_4 \end{bmatrix};$$

其中, 所述 θ_1 具体表示发射端第一天线组中的相邻两根天线针对两个传输层中的第一个传输层发射信号加权值的相位差, 所述 θ_2 具体表示发射端第

二天线组中的相邻两根天线针对两个传输层中的第一个传输层发射信号加权值的相位差, 所述 θ_3 表示发射端第一天线组中的相邻两根天线针对两个传输层中的第二个传输层发射信号加权值的相位差, 所述 θ_4 表示发射端第二天线组中的相邻两根天线针对两个传输层中的第二个传输层发射信号加权值

- 5 的相位差, $D = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j\theta'} \end{bmatrix}$, $X'_{m1} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & \cdots & 1 \\ e^{j2\pi \frac{m1+n_1}{N}} & e^{j2\pi \frac{m1+n_2}{N}} & \cdots & e^{j2\pi \frac{m1+n_p}{N}} \end{bmatrix}$, $n_1, n_2, \dots, n_p$ 均为整数, Y_3 和 Y_4 均为 $P \times 1$ 维列选择向量, 所述 D , Y_3 , Y_4 和 φ_n 使得码本集合中任何一个预编码矩阵中的两列相互正交, $N = 2^k$, k 为非负整数, $m1$ 为小于 N 的非负整数, 所述 P 为小于 N 的正整数, β 为常数, θ' 为实数。

14. 如权利要求 12 或 13 所述的方法, 其特征在于, 所述 P 取值为 4,
10 所述 Y_3 和 Y_4 分别为下列列向量中的一种:

$$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \text{ 和 } \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}.$$

15. 如权利要求 12-14 中任一项所述的方法, 其特征在于,

所述 W_3 为表示宽带的信道特性的矩阵, W_4^2 均为表示子带的信道特性的矩阵; 或者

- 15 所述 W_3 为表示长期的信道特性的矩阵, 所述 W_4^2 为表示短期的信道特性的矩阵。

16. 如权利要求 12-15 任一项所述的方法, 其特征在于, 所述预编码矩阵指示 PMI 包括第九预编码矩阵指示 PMI_9 和第十预编码矩阵指示 PMI_{10} , 所述 PMI_9 用于指示所述 W_3 , 所述 PMI_{10} 用于指示所述 W_4^2 。

- 20 17. 如权利要求 1-3 任一项所述的方法, 其特征在于,

$$\text{所述 } \theta_1 = \frac{2\pi}{N}(A \cdot i_1 + \lfloor i_2/M \rfloor), \text{ 所述 } \theta_2 = \frac{2\pi}{N}(A \cdot i_1 + i_3);$$

其中, 所述 $N = 2^k$, 所述 k 为非负整数, 所述 A 为能整除所述 N 的正整数, 所述 M 为小于所述 N 的正整数, 所述 i_1 为小于 $(N/A-1)$ 的非负整数, 所述 i_2 和 i_3 均为正整数且所述 i_2 和 i_3 相互独立, $\lfloor \cdot \rfloor$ 为向下取整运算符号。

- 25 18. 如权利要求 17 所述的方法, 其特征在于, 所述预编码矩阵指示 PMI 包括第三预编码矩阵指示 PMI_3 和第四预编码矩阵指示 PMI_4 , 所述 PMI_3 用于指示所述 i_1 , 所述 PMI_4 用于指示所述 i_2 和 i_3 , 所述 PMI_4 为所述 i_2 和 i_3 的联合编码值, $PMI_4 = P \cdot i_2 + i_3$ 。

19. 如权利要求 1-3 任一项所述的方法, 其特征在于,

$$\text{所述 } \theta_1 = \frac{2\pi}{N} \left(A \cdot i_1 + \left\lfloor \frac{i_4}{P \cdot M} \right\rfloor \right), \text{ 所述 } \theta_2 = \frac{2\pi}{N} \left(A \cdot i_1 + \left\lfloor \frac{(i_4 \bmod (M \cdot P))}{M} \right\rfloor \right)$$

其中, 所述 $N = 2^k$, 所述 k 为非负整数, 所述 A 为能整除所述 N 的正整数, 所述 P 为小于所述 N 的正整数, 所述 i_1 为小于 $(N/A-1)$ 的非负整数, $\lfloor \cdot \rfloor$ 为向下取整运算符号, $\bmod$ 为取模运算符号。

20. 如权利要求 19 所述的方法, 其特征在于, 所述预编码矩阵指示 PMI 包括第五预编码矩阵指示 PMI_5 和第六预编码矩阵指示 PMI_6 , 所述 PMI_5 用于指示所述 i_1 , 所述 PMI_6 用于指示所述 i_4 。

21. 如权利要求 1-3 任一项所述的方法, 其特征在于,

所述 $\theta_2 = \theta_1 + \Delta\theta$, 其中, 所述 $\theta_1 = 2\pi \frac{m}{N}$, 所述 $N = 2^k$, 所述 k 为非负整数, 所述 m 为小于所述 N 的非负整数, 所述 $\Delta\theta = 2\pi t$, 所述 t 的绝对值小于 1。

22. 如权利要求 21 所述的方法, 其特征在于, 所述 t 为 $-1/8$, $-1/16$, $-1/32$, 0 , $1/32$, $1/16$ 或 $1/8$ 。

23. 如权利要求 1-22 任一项所述的方法, 其特征在于, 在所述接收端基于参考信号, 从码本中选择预编码矩阵 W 之后, 所述方法还包括:

所述接收端根据天线的编号对所述 W 进行行置换或列置换。

24. 如权利要求 1-23 任一项所述的方法, 其特征在于, 在所述接收端基于参考信号, 从码本中选择预编码矩阵 W 之前, 所述方法还包括:

所述接收端接收所述发射端发送的所述参考信号;

其中, 所述参考信号包括至少下列之一: 信道状态信息参考信号 CSI RS、解调参考信号 DM RS、小区特定的参考信号 CRS。

25. 一种接收预编码矩阵指示的方法, 其特征在于, 包括:

发射端接收接收端发送的预编码矩阵指示 PMI;

所述发射端根据所述预编码矩阵指示 PMI 确定所述接收端基于参考信号从码本中选择的预编码矩阵 W , 其中, $W \in \begin{bmatrix} X_1(\theta_1) \\ X_2(\theta_2, \varphi_n) \end{bmatrix}$, 矩阵 X_1 是根据 θ_1 确定的, 矩阵 X_2 是根据 θ_2 和 φ_n 确定的, 所述 θ_1 表示发射端第一天线组中的相邻两根天线针对同一传输层发射信号加权值的相位差, 所述 θ_2 表示发射端第二天线组中的相邻两根天线针对同一传输层发射信号加权值的相位差, 所述 φ_n 表示所述第一天线组和所述第二天线组针对同一传输层发射信号加权值的相位差且 $\varphi_n = e^{\frac{j2\pi n}{M}}$, M 为正整数, n 为小于 M 的非负整数, 在所述码本中至

少有一个预编码矩阵的 θ_1 和 θ_2 不相同, 所述第一天线组和所述第二天线组属于同一个多天线系统。

26. 如权利要求 25 所述的方法, 其特征在于, 所述 W 与秩指示相对应, 所述秩指示对应于有用的传输层数。

5 27. 如权利要求 26 所述的方法, 其特征在于,

$$\text{当所述秩指示为 1 时, 所述 } W \in \begin{bmatrix} X_1(\theta_1) \\ X_2(\theta_2, \varphi_n) \end{bmatrix} = \alpha \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix};$$

$$\text{当所述秩指示为 2 时, 所述 } W \in \begin{bmatrix} X(\theta_1) \\ X(\theta_2, \varphi_n) \end{bmatrix} = \beta \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} & -\varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix};$$

其中, 所述 α 和所述 β 均为常数。

28. 如权利要求 27 所述的方法, 其特征在于,

10 当所述秩指示为 1 时, 所述预编码矩阵

$$W \in \alpha \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix} = \alpha W_1 \cdot W_2^1 = \alpha \begin{bmatrix} X & 0 \\ 0 & X \end{bmatrix} \cdot W_2^1 = \alpha \begin{bmatrix} X & 0 \\ 0 & X \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} Y_1 \\ \varphi_n Y_2 \end{bmatrix};$$

当所述秩指示为 2 时, 所述预编码矩阵

$$W \in \beta \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} & -\varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix} = \beta W_1 \cdot W_2^2 = \beta \begin{bmatrix} X & 0 \\ 0 & X \end{bmatrix} \cdot W_2^2 = \beta \begin{bmatrix} X & 0 \\ 0 & X \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} Y_1 & Y_1 \\ \varphi_n Y_2 & -\varphi_n Y_2 \end{bmatrix};$$

其中, 所述 $X = \begin{bmatrix} 1 & 1 & \cdots & 1 \\ e^{j2\pi\frac{m}{N}} & e^{j2\pi\frac{m+1}{N}} & \cdots & e^{j2\pi\frac{m+(P-1)}{N}} \end{bmatrix}$, 所述 Y_1 和 Y_2 为相互独立

15 的 $P \times 1$ 维列选择向量, $N = 2^k$, 所述 k 为非负整数, 所述 m 为小于所述 N 的非负整数, 所述 P 为小于所述 N 的正整数。

29. 如权利要求 28 所述的方法, 其特征在于, 所述 P 取值为 4, 所述 Y_1 和 Y_2 分别为下列列向量中的一种:

$$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \text{ 和 } \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}。$$

20 30. 如权利要求 28 或 29 所述的方法, 其特征在于, 所述 W_1 为表示宽

带的信道特性的矩阵, 所述 W_2^1 和 W_2^2 均为表示子带的信道特性的矩阵;

或者, 所述 W_1 为表示长期的信道特性的矩阵, 所述 W_2^1 和 W_2^2 均为表示短期的信道特性的矩阵。

31. 如权利要求 28-30 任一项所述的方法, 其特征在于, 所述预编码矩阵指示 PMI 包括第一预编码矩阵指示 PMI_1 和第二预编码矩阵指示 PMI_2 ;

所述发射端根据所述预编码矩阵指示 PMI 确定所述接收端基于参考信号从码本中选择的预编码矩阵 W , 包括:

所述发射端根据所述 PMI_1 确定所述接收端基于参考信号从码本中选择的所述 W_1 , 并根据所述 PMI_2 确定所述接收端从码本中选择的所述 W_2^1 或 W_2^2 ;

相应的, 所述发射端根据所述 W_1 和所述 W_2^1 确定所述 W , 或者根据所述 W_1 和所述 W_2^2 确定所述 W 。

32. 如权利要求 26 所述的方法, 其特征在于, 当所述秩指示为 1 时,

$$\text{所述 } W \in \alpha \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix} = W_3 \cdot W_4^1 = \begin{bmatrix} X'_{m1} & 0 \\ 0 & DX'_{m1} \end{bmatrix} \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} Y \\ \varphi_n Y \end{bmatrix};$$

$$\text{或者, } W \in \alpha \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix} = W_3 \cdot W_4^1 = \begin{bmatrix} X'_{m1} & 0 \\ 0 & DX'_{m1} \end{bmatrix} \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} Y_1' \\ \varphi_n Y_2' \end{bmatrix};$$

其中, $D = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j\theta} \end{bmatrix}$, $X'_{m1} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & \cdots & 1 \\ e^{j2\pi \frac{m1+n_1}{N}} & e^{j2\pi \frac{m1+n_2}{N}} & \cdots & e^{j2\pi \frac{m1+n_p}{N}} \end{bmatrix}$, $n_1, n_2, \dots, n_p$ 均为整数, Y 、 Y_1' 和 Y_2' 均为 $P \times 1$ 维列选择向量, $N = 2^k$, k 为非负整数, $m1$ 为小于 N 的非负整数, 所述 P 为小于 N 的正整数, α 为常数, θ 为实数。

33. 如权利要求 32 所述的方法, 其特征在于, 所述 P 取值为 4, 所述 Y 、 Y_1' 和 Y_2' 分别为下列列向量中的一种:

$$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \text{ 和 } \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}.$$

34. 如权利要求 32 或 33 所述的方法, 其特征在于,

所述 W_3 为表示宽带的信道特性的矩阵, W_4^1 均为表示子带的信道特性

的矩阵；或者

所述 W_3 为表示长期的信道特性的矩阵，所述 W_4^1 为表示短期的信道特性的矩阵。

35. 如权利要求 32-34 任一项所述的方法，其特征在于，所述预编码矩阵
5 阵指示 PMI 包括第七预编码矩阵指示 PMI_7 和第八预编码矩阵指示 PMI_8 ，

所述发射端根据所述预编码矩阵指示 PMI 确定所述接收端基于参考信号从码本中选择的预编码矩阵 W ，包括：

所述发射端根据所述 PMI_7 确定所述接收端基于参考信号从码本中选择的所述 W_3 ，并根据所述 PMI_8 确定所述接收端从码本中选择的所述 W_4^1 ；

- 10 相应的，所述发射端根据所述 W_3 和所述 W_4^1 确定所述 W 。

36. 如权利要求 26 所述的方法，其特征在于，当所述秩指示为 2 时，

$$W \in \beta \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} & -\varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix} = W_3 \cdot W_4^2 = \begin{bmatrix} X'_{m1} & 0 \\ 0 & DX'_{m1} \end{bmatrix} \cdot \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} Y_3 & Y_3 \\ \varphi_n Y_4 & -\varphi_n Y_4 \end{bmatrix};$$

$$\text{其中， } D = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j\theta'} \end{bmatrix}, \quad X'_{m1} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & \cdots & 1 \\ e^{j2\pi \frac{m1+n_1}{N}} & e^{j2\pi \frac{m1+n_2}{N}} & \cdots & e^{j2\pi \frac{m1+n_P}{N}} \end{bmatrix}, \quad n_1, n_2, \dots, n_P \text{ 均}$$

- 15 为整数， Y_3 和 Y_4 均为 $P \times 1$ 维列选择向量， $N = 2^k$ ， k 为非负整数， $m1$ 为小于 N 的非负整数，所述 P 为小于 N 的正整数， β 为常数， θ' 为实数。

37. 如权利要求 26 所述的方法，其特征在于，当所述秩指示为 2 时，

$$\text{所述 } W \in \beta \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_3} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} & -\varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_4} \end{pmatrix} \end{bmatrix} = W_3 \cdot W_4^2 = \begin{bmatrix} X'_{m1} & 0 \\ 0 & DX'_{m1} \end{bmatrix} \cdot \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} Y_3 & Y_4 \\ \varphi_n Y_3 & -\varphi_n Y_4 \end{bmatrix};$$

- 20 其中，所述 θ_1 具体表示发射端第一天线组中的相邻两根天线针对两个传输层中的第一个传输层发射信号加权值的相位差，所述 θ_2 具体表示发射端第二天线组中的相邻两根天线针对两个传输层中的第一个传输层发射信号加权值的相位差，所述 θ_3 表示发射端第一天线组中的相邻两根天线针对两个传输层中的第二个传输层发射信号加权值的相位差，所述 θ_4 表示发射端第二天线组中的相邻两根天线针对两个传输层中的第二个传输层发射信号加权值的

- 25 的相位差， $D = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j\theta'} \end{bmatrix}$ ， $X'_{m1} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & \cdots & 1 \\ e^{j2\pi \frac{m1+n_1}{N}} & e^{j2\pi \frac{m1+n_2}{N}} & \cdots & e^{j2\pi \frac{m1+n_P}{N}} \end{bmatrix}$ ， $n_1, n_2, \dots, n_P$ 均

- 为整数， Y_3 和 Y_4 均为 $P \times 1$ 维列选择向量，所述 D ， Y_3 ， Y_4 和 φ_n 使得码本集合中任何一个预编码矩阵中的两列相互正交， $N = 2^k$ ， k 为非负整数， $m1$ 为

小于 N 的非负整数, 所述 P 为小于 N 的正整数, β 为常数, θ 为实数。

38. 如权利要求 36 或 37 所述的方法, 其特征在于, 所述 P 取值为 4, 所述 Y_3 和 Y_4 分别为下列列向量中的一种:

$$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \text{ 和 } \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}。$$

5 39. 如权利要求 36-38 中任一项所述的方法, 其特征在于,

所述 W_3 为表示宽带的信道特性的矩阵, W_4^2 均为表示子带的信道特性的矩阵; 或者

所述 W_3 为表示长期的信道特性的矩阵, 所述 W_4^2 为表示短期的信道特性的矩阵。

10 40. 如权利要求 36-39 任一项所述的方法, 其特征在于, 所述预编码矩阵指示 PMI 包括第九预编码矩阵指示 PMI_9 和第十预编码矩阵指示 PMI_{10} , 所述发射端根据所述预编码矩阵指示 PMI 确定所述接收端基于参考信号从码本中选择的预编码矩阵 W, 包括:

15 所述发射端根据所述 PMI_9 确定所述接收端基于参考信号从码本中选择的所述 W_3 , 并根据所述 PMI_{10} 确定所述接收端从码本中选择的所述 W_4^2 ; 相应的, 所述发射端根据所述 W_3 和所述 W_4^2 确定所述 W。

41. 如权利要求 25-27 任一项所述的方法, 其特征在于,

$$\text{所述 } \theta_1 = \frac{2\pi}{N}(A \cdot i_1 + \lfloor i_2/M \rfloor), \text{ 所述 } \theta_2 = \frac{2\pi}{N}(A \cdot i_1 + i_3);$$

20 其中, 所述 $N = 2^k$, 所述 k 为非负整数, 所述 A 为能整除所述 N 的正整数, 所述 M 为小于所述 N 的正整数, 所述 i_1 为小于 $(N/A-1)$ 的非负整数, 所述 i_2 和 i_3 均为正整数且所述 i_2 和 i_3 相互独立, $\lfloor \cdot \rfloor$ 为向下取整运算符号。

42. 如权利要求 41 所述的方法, 其特征在于, 所述预编码矩阵指示 PMI 包括第三预编码矩阵指示 PMI_3 和第四预编码矩阵指示 PMI_4 ;

25 所述发射端根据所述预编码矩阵指示 PMI 确定所述接收端基于参考信号从码本中选择的预编码矩阵 W, 包括:

所述发射端根据所述 PMI_3 确定所述 i_1 , 并根据所述 PMI_4 确定所述 i_2 和 i_3 , 其中, 所述 PMI_4 为所述 i_2 和 i_3 的联合编码值, 所述 $PMI_4 = P \cdot i_2 + i_3$;

所述发射端根据所述 i_1 、 i_2 和 i_3 确定所述接收端从码本中选择的预编码矩阵 W。

43. 如权利要求 25-27 任一项所述的方法, 其特征在于,

$$\text{所述 } \theta_1 = \frac{2\pi}{N} \left(A \cdot i_1 + \left\lfloor \frac{i_4}{P \cdot M} \right\rfloor \right), \text{ 所述 } \theta_2 = \frac{2\pi}{N} \left(A \cdot i_1 + \left\lfloor \frac{(i_4 \bmod (M \cdot P))}{M} \right\rfloor \right)$$

其中, 所述 $N = 2^k$, k 为非负整数, 所述 A 为能整除所述 N 的正整数, 所述 P 为小于所述 N 的正整数, 所述 i_1 为小于 $(N/A-1)$ 的非负整数, $\lfloor \cdot \rfloor$ 为向下取整运算符号, $\bmod$ 为取模运算符号。

44. 如权利要求 43 所述的方法, 其特征在于, 所述预编码矩阵指示 PMI 包括第五预编码矩阵指示 PMI_5 和第六预编码矩阵指示 PMI_6 ;

所述发射端根据所述预编码矩阵指示 PMI 确定所述接收端基于参考信号从码本中选择的预编码矩阵 W , 包括:

所述发射端根据所述 PMI_5 指示的所述 i_1 和所述 PMI_6 指示的所述 i_4 确定所述接收端从码本中选择的预编码矩阵 W 。

45. 如权利要求 25-27 任一项所述的方法, 其特征在于,

所述 $\theta_2 = \theta_1 + \Delta\theta$, 其中, 所述 $\theta_1 = 2\pi \frac{m}{N}$, 所述 $N = 2^k$, 所述 k 为非负整数, 所述 m 为小于所述 N 的非负整数, 所述 $\Delta\theta = 2\pi t$, 所述 t 的绝对值小于 1;

所述发射端根据所述预编码矩阵指示 PMI 确定所述接收端基于参考信号从码本中选择的预编码矩阵 W , 包括:

所述发射端根据所述预编码矩阵指示 PMI 指示的所述 θ_1 和 $\Delta\theta$ 的确定所述接收端从码本中选择的预编码矩阵 W 。

46. 如权利要求 45 所述的方法, 其特征在于, 所述 t 为 $-1/8$, $-1/16$, $-1/32$, 0 , $1/32$, $1/16$ 或 $1/8$ 。

47. 如权利要求 25-46 任一项所述的方法, 其特征在于, 在所述发射端根据所述预编码矩阵指示 PMI 确定所述接收端基于参考信号从码本中选择的预编码矩阵 W 之后, 所述方法还包括:

所述发射端根据天线的编号对所述 W 进行行置换或列置换。

48. 如权利要求 25-47 任一项所述的方法, 其特征在于, 在所述发射端接收接收端发送的预编码矩阵指示 PMI 之前, 所述方法还包括:

所述发射端向所述接收端发送所述参考信号, 以便所述接收端基于所述参考信号从码本中选择的预编码矩阵 W ;

其中, 所述参考信号包括至少下列之一: 信道状态信息参考信号 CSI RS、解调参考信号 DM RS、小区特定的参考信号 CRS。

49. 一种接收端, 包括:

选择单元, 用于基于参考信号, 从码本中选择预编码矩阵 W , 其中, 所述 $W \in \begin{bmatrix} X_1(\theta_1) \\ X_2(\theta_2, \varphi_n) \end{bmatrix}$, 矩阵 X_1 是根据 θ_1 确定的, 矩阵 X_2 是根据 θ_2 和 φ_n 确定的, 所述 θ_1 表示发射端第一天线组中的相邻两根天线针对同一传输层发射信号加权值的相位差, 所述 θ_2 表示发射端第二天线组中的相邻两根天线针对同一传输层发射信号加权值的相位差, 所述 φ_n 表示所述第一天线组和所述第二天线组针对同一传输层发射信号加权值的相位差且所述 $\varphi_n = e^{\frac{j2\pi n}{M}}$, M 为正整数, n 为小于 M 的非负整数, 在所述码本中至少有一个预编码矩阵的 θ_1 和 θ_2 不相同, 所述第一天线组和所述第二天线组属于同一个多天线系统;

发送单元, 用于向所述发射端发送预编码矩阵指示 PMI, 以便所述发射端根据所述 PMI 确定所述选择单元选择的所述 W 。

50. 如权利要求 49 所述的接收端, 其特征在于, 所述接收端还包括确定单元,

所述确定单元, 用于基于所述参考信号确定秩指示, 所述秩指示对应于有用的传输层数;

15 所述选择单元具体用于: 基于所述参考信号, 从码本中选择与所述确定单元确定的所述秩指示相对应的预编码矩阵 W 。

51. 如权利要求 50 所述的接收端, 其特征在于, 当所述确定单元确定的秩指示为 1 时,

$$\text{所述选择单元选择的 } W \in \begin{bmatrix} X_1(\theta_1) \\ X_2(\theta_2, \varphi_n) \end{bmatrix} = \alpha \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix}; \text{ 或}$$

20 当所述确定单元确定的秩指示为 2 时,

$$\text{所述选择单元选择的 } W \in \begin{bmatrix} X(\theta_1) \\ X(\theta_2, \varphi_n) \end{bmatrix} = \beta \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} & -\varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix};$$

其中, 所述 α 和所述 β 均为常数。

52. 如权利要求 51 所述的接收端, 其特征在于, 当所述确定单元确定的秩指示为 1 时, 所述选择单元选择的

$$\text{所述 } W \in \alpha \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix} = \alpha W_1 \cdot W_2^1 = \alpha \begin{bmatrix} X & 0 \\ 0 & X \end{bmatrix} \cdot W_2^1 = \alpha \begin{bmatrix} X & 0 \\ 0 & X \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} Y_1 \\ \varphi_n Y_2 \end{bmatrix};$$

当所述确定单元确定的秩指示为 2 时,, 所述选择单元选择的

$$\text{所述 } W \in \beta \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} & -\varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix} = \beta W_1 \cdot W_2^2 = \beta \begin{bmatrix} X & 0 \\ 0 & X \end{bmatrix} \cdot W_2^2 = \beta \begin{bmatrix} X & 0 \\ 0 & X \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} Y_1 & Y_1 \\ \varphi_n Y_2 & -\varphi_n Y_2 \end{bmatrix};$$

其中, 所述 $X = \begin{bmatrix} 1 & 1 & \cdots & 1 \\ e^{j2\pi\frac{m}{N}} & e^{j2\pi\frac{m+1}{N}} & \cdots & e^{j2\pi\frac{m+(P-1)}{N}} \end{bmatrix}$, 所述 Y_1 和 Y_2 为相互独立

5 的 $P \times 1$ 维列选择向量, 所述 $N = 2^k$, 所述 k 为非负整数, 所述 m 为小于所述 N 的非负整数, 所述 P 为小于所述 N 的正整数。

53. 如权利要求 52 所述的接收端, 其特征在于, 所述 P 取值为 4, 所述 Y_1 和 Y_2 分别为下列列向量中的一种:

$$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \text{ 和 } \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}.$$

10 54. 如权利要求 52 或 53 所述的接收端, 其特征在于, 所述 W_1 为表示宽带的信道特性的矩阵, 所述 W_2^1 和 W_2^2 均为表示子带的信道特性的矩阵;

或者, 所述 W_1 为表示长期的信道特性的矩阵, 所述 W_2^1 和 W_2^2 均为表示短期的信道特性的矩阵。

15 55. 如权利要求 52-54 任一项所述的接收端, 其特征在于, 所述发送单元发送的预编码矩阵指示 PMI 包括第一预编码矩阵指示 PMI_1 和第二预编码矩阵指示 PMI_2 , 所述 PMI_1 用于指示所述 W_1 , 所述 PMI_2 用于指示所述 W_2^1 或 W_2^2 。

56. 如权利要求 50 所述的接收端, 其特征在于,
当所述确定单元确定的所述秩指示为 1 时, 所述选择单元选择的

$$20 \quad \text{所述 } W \in \alpha \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix} = W_3 \cdot W_4^1 = \begin{bmatrix} X'_{m1} & 0 \\ 0 & DX'_{m1} \end{bmatrix} \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} Y \\ \varphi_n Y \end{bmatrix};$$

$$\text{或者, } W \in \alpha \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix} = W_3 \cdot W_4^1 = \begin{bmatrix} X'_{m1} & 0 \\ 0 & DX'_{m1} \end{bmatrix} \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} Y_1' \\ \varphi_n Y_2' \end{bmatrix};$$

其中, $D = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j\theta'} \end{bmatrix}$, $X'_{m1} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & \cdots & 1 \\ e^{j2\pi \frac{m1+n_1}{N}} & e^{j2\pi \frac{m1+n_2}{N}} & \cdots & e^{j2\pi \frac{m1+n_p}{N}} \end{bmatrix}$, $n_1, n_2, \dots, n_p$ 均为整数, Y 、 Y_1' 和 Y_2' 均为 $P \times 1$ 维列选择向量, $N = 2^k$, k 为非负整数, $m1$ 为小于 N 的非负整数, 所述 P 为小于 N 的正整数, α 为常数, θ' 为实数。

5 57. 如权利要求 56 所述的接收端, 其特征在于,

所述 W_3 为表示宽带的信道特性的矩阵, W_4^1 均为表示子带的信道特性的矩阵; 或者

所述 W_3 为表示长期的信道特性的矩阵, 所述 W_4^1 为表示短期的信道特性的矩阵。

10 58. 如权利要求 56 或 57 所述的接收端, 其特征在于, 所述发送单元发送的所述预编码矩阵指示 PMI 包括第七预编码矩阵指示 PMI₇ 和第八预编码矩阵指示 PMI₈, 所述 PMI₇ 用于指示所述 W_3 , 所述 PMI₈ 用于指示所述 W_4^1 。

59. 如权利要求 50 所述的接收端, 其特征在于,

当所述确定单元确定的所述秩指示为 2 时, 所述选择单元选择的

$$15 \quad W \in \beta \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} & -\varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix} = W_3 \cdot W_4^2 = \begin{bmatrix} X'_{m1} & 0 \\ 0 & DX'_{m1} \end{bmatrix} \cdot \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} Y_3 & Y_3 \\ \varphi_n Y_4 & -\varphi_n Y_4 \end{bmatrix};$$

其中, $D = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j\theta'} \end{bmatrix}$, $X'_{m1} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & \cdots & 1 \\ e^{j2\pi \frac{m1+n_1}{N}} & e^{j2\pi \frac{m1+n_2}{N}} & \cdots & e^{j2\pi \frac{m1+n_p}{N}} \end{bmatrix}$, $n_1, n_2, \dots, n_p$ 均为整数, Y_3 和 Y_4 均为 $P \times 1$ 维列选择向量, $N = 2^k$, k 为非负整数, $m1$ 为小于 N 的非负整数, 所述 P 为小于 N 的正整数, β 为常数, θ' 为实数。

60. 如权利要求 59 所述的接收端, 其特征在于,

20 当所述确定单元确定的所述秩指示为 2 时, 所述选择单元选择的

$$\text{所述 } W \in \beta \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_3} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} & -\varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_4} \end{pmatrix} \end{bmatrix} = W_3 \cdot W_4^2 = \begin{bmatrix} X'_{m1} & 0 \\ 0 & DX'_{m1} \end{bmatrix} \cdot \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} Y_3 & Y_4 \\ \varphi_n Y_3 & -\varphi_n Y_4 \end{bmatrix};$$

其中, 所述 θ_1 具体表示发射端第一天线组中的相邻两根天线针对两个传输层中的第一个传输层发射信号加权值的相位差, 所述 θ_2 具体表示发射端第

二天线组中的相邻两根天线针对两个传输层中的第一个传输层发射信号加权值的相位差, 所述 θ_3 表示发射端第一天线组中的相邻两根天线针对两个传输层中的第二个传输层发射信号加权值的相位差, 所述 θ_4 表示发射端第二天线组中的相邻两根天线针对两个传输层中的第二个传输层发射信号加权值

5 的相位差, $D = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j\theta'} \end{bmatrix}$, $X'_{m1} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & \cdots & 1 \\ e^{j2\pi \frac{m1+n_1}{N}} & e^{j2\pi \frac{m1+n_2}{N}} & \cdots & e^{j2\pi \frac{m1+n_p}{N}} \end{bmatrix}$, $n_1, n_2, \dots, n_p$ 均为整数, Y_3 和 Y_4 均为 $P \times 1$ 维列选择向量, 所述 D , Y_3 , Y_4 和 φ_n 使得码本集合中任何一个预编码矩阵中的两列相互正交, $N = 2^k$, k 为非负整数, $m1$ 为小于 N 的非负整数, 所述 P 为小于 N 的正整数, β 为常数, θ' 为实数。

61. 如权利要求 60 所述的接收端, 其特征在于, 所述 P 取值为 4, 所述 Y_3 和 Y_4 分别为下列列向量中的一种:

$$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \text{ 和 } \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}。$$

62. 如权利要求 59-61 中任一项所述的接收端, 其特征在于,

所述 W_3 为表示宽带的信道特性的矩阵, W_4^2 均为表示子带的信道特性的矩阵; 或者

15 所述 W_3 为表示长期的信道特性的矩阵, 所述 W_4^2 为表示短期的信道特性的矩阵。

63. 如权利要求 59-62 中任一项所述的接收端, 其特征在于, 所述发送单元发送的所述预编码矩阵指示 PMI 包括第九预编码矩阵指示 PMI₉ 和第十预编码矩阵指示 PMI₁₀, 所述 PMI₉ 用于指示所述 W_3 , 所述 PMI₁₀ 用于指示

20 所述 W_4^2 。

64. 如权利要求 49-51 任一项所述的接收端, 其特征在于,

$$\text{所述 } \theta_1 = \frac{2\pi}{N} (A \cdot i_1 + \lfloor i_2/M \rfloor), \text{ 所述 } \theta_2 = \frac{2\pi}{N} (A \cdot i_1 + i_3);$$

其中, 所述 $N = 2^k$, 所述 k 为非负整数, 所述 A 为能整除所述 N 的正整数, 所述 M 为小于所述 N 的正整数, 所述 i_1 为小于 $(N/A-1)$ 的非负整数, 所述 i_2 和 i_3 均为正整数且所述 i_2 和 i_3 相互独立, $\lfloor \cdot \rfloor$ 为向下取整运算符号。

25 所述 i_2 和 i_3 均为正整数且所述 i_2 和 i_3 相互独立, $\lfloor \cdot \rfloor$ 为向下取整运算符号。

65. 如权利要求 64 所述的接收端, 其特征在于, 所述发送单元发送的预编码矩阵指示 PMI 包括第三预编码矩阵指示 PMI₃ 和第四预编码矩阵指示 PMI₄, 所述 PMI₃ 用于指示所述 i_1 , 所述 PMI₄ 用于指示所述 i_2 和 i_3 , 所述 PMI₄ 为所述 i_2 和 i_3 的联合编码值, 所述 $\text{PMI}_4 = P \cdot i_2 + i_3$ 。

66. 如权利要求 49-51 任一项所述的接收端, 其特征在于,

$$\text{所述 } \theta_1 = \frac{2\pi}{N} \left(A \cdot i_1 + \left\lfloor \frac{i_4}{P \cdot M} \right\rfloor \right), \text{ 所述 } \theta_2 = \frac{2\pi}{N} \left(A \cdot i_1 + \left\lfloor \frac{(i_4 \bmod (M \cdot P))}{M} \right\rfloor \right)$$

其中, 所述 $N = 2^k$, k 为非负整数, 所述 A 为能整除所述 N 的正整数, 所述 P 为小于所述 N 的正整数, 所述 i_1 为小于 $(N/A-1)$ 的非负整数, $\lfloor \cdot \rfloor$ 为向下取整运算符号, $\bmod$ 为取模运算符号。

67. 如权利要求 66 所述的接收端, 其特征在于, 所述发送单元发送的预编码矩阵指示 PMI 包括第五预编码矩阵指示 PMI_5 和第六预编码矩阵指示 PMI_6 , 所述 PMI_5 用于指示所述 i_1 , 所述 PMI_6 用于指示所述 i_4 。

68. 如权利要求 49-51 任一项所述的接收端, 其特征在于,

所述 $\theta_2 = \theta_1 + \Delta\theta$, 其中, 所述 $\theta_1 = 2\pi \frac{m}{N}$, 所述 $N = 2^k$, 所述 k 为非负整数, 所述 m 为小于所述 N 的非负整数, 所述 $\Delta\theta = 2\pi t$, 所述 t 的绝对值小于 1。

69. 如权利要求 68 所述的接收端, 其特征在于, 所述 t 为 $-1/8$, $-1/16$, $-1/32$, 0 , $1/32$, $1/16$ 或 $1/8$ 。

70. 如权利要求 49-69 任一项所述的接收端, 其特征在于,

所述选择单元还用于: 根据天线的编号对所述 W 进行行置换或列置换。

71. 如权利要求 49-70 任一项所述的接收端, 其特征在于, 所述接收端还包括接收单元,

所述接收单元, 用于接收所述发射端发送的所述参考信号;

其中, 所述参考信号包括至少下列之一: 信道状态信息参考信号 CSI RS、解调参考信号 DM RS、小区特定的参考信号 CRS。

72. 一种发射端, 其特征在于, 包括:

接收单元, 用于接收接收端发送的预编码矩阵指示 PMI;

确定单元, 用于根据所述接收单元接收的所述预编码矩阵指示 PMI 确定所述接收端基于参考信号从码本中选择的预编码矩阵 W , 其中, 所述

$W \in \begin{bmatrix} X_1(\theta_1) \\ X_2(\theta_2, \varphi_n) \end{bmatrix}$, 矩阵 X_1 是根据 θ_1 确定的, 矩阵 X_2 是根据 θ_2 和 φ_n 确定的, 所

述 θ_1 表示发射端第一天线组中的相邻两根天线针对同一传输层发射信号加权值的相位差, 所述 θ_2 表示发射端第二天线组中的相邻两根天线针对同一传输层发射信号加权值的相位差, 所述 φ_n 表示所述第一天线组和所述第二天线

组针对同一传输层发射信号加权值的相位差且所述 $\varphi_n = e^{\frac{j2\pi n}{M}}$, 所述 M 为正整数, 所述 n 为小于所述 M 的非负整数, 在所述码本中至少有一个预编码矩阵的 θ_1 和 θ_2 不相同, 所述第一天线组和所述第二天线组属于同一个多天线系

统。

73. 如权利要求 72 所述的发射端, 其特征在于, 所述 W 与秩指示相对应, 所述秩指示对应于有用的传输层数。

74. 如权利要求 73 所述的发射端, 其特征在于,

$$5 \quad \text{当所述秩指示为 1 时, 所述 } W \in \begin{bmatrix} X_1(\theta_1) \\ X_2(\theta_2, \varphi_n) \end{bmatrix} = \alpha \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix};$$

$$\text{当所述秩指示为 2 时, 所述 } W \in \begin{bmatrix} X(\theta_1) \\ X(\theta_2, \varphi_n) \end{bmatrix} = \beta \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} & -\varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix};$$

其中, 所述 α 和所述 β 均为常数。

75. 如权利要求 74 所述的发射端, 其特征在于,
当所述秩指示为 1 时, 所述预编码矩阵

$$10 \quad W \in \alpha \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix} = \alpha W_1 \cdot W_2^1 = \alpha \begin{bmatrix} X & 0 \\ 0 & X \end{bmatrix} \cdot W_2^1 = \alpha \begin{bmatrix} X & 0 \\ 0 & X \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} Y_1 \\ \varphi_n Y_2 \end{bmatrix};$$

当所述秩指示为 2 时, 所述预编码矩阵

$$W \in \beta \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} & -\varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix} = \beta W_1 \cdot W_2^2 = \beta \begin{bmatrix} X & 0 \\ 0 & X \end{bmatrix} \cdot W_2^2 = \beta \begin{bmatrix} X & 0 \\ 0 & X \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} Y_1 & Y_1 \\ \varphi_n Y_2 & -\varphi_n Y_2 \end{bmatrix};$$

其中, 所述 $X = \begin{bmatrix} 1 & 1 & \cdots & 1 \\ e^{j2\pi\frac{m}{N}} & e^{j2\pi\frac{m+1}{N}} & \cdots & e^{j2\pi\frac{m+(P-1)}{N}} \end{bmatrix}$, 所述 Y1 和 Y2 为相互独立

15 的 $P \times 1$ 维列选择向量, 所述 $N = 2^k$, 所述 k 为非负整数, 所述 m 为小于所述 N 的非负整数, 所述 P 为小于所述 N 的正整数。

76. 如权利要求 75 所述的发射端, 其特征在于, 所述 P 取值为 4, 所述 Y1 和 Y2 分别为下列列向量中的一种:

$$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \text{ 和 } \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}。$$

77. 如权利要求 75 或 76 所述的发射端, 其特征在于, 所述 W_1 为表示
20 宽带的信道特性的矩阵, 所述 W_2^1 和 W_2^2 均为表示子带的信道特性的矩阵;

或者, 所述 W_1 为表示长期的信道特性的矩阵, 所述 W_2^1 和 W_2^2 均为表示短期的信道特性的矩阵。

78. 如权利要求 75-77 任一项所述的发射端, 其特征在于, 所述接收单元接收的所述预编码矩阵指示 PMI 包括第一预编码矩阵指示 PMI_1 和第二预

5 编码矩阵指示 PMI_2 ;

所述确定单元具体用于: 根据所述 PMI_1 确定所述接收端基于参考信号从码本中选择的所述 W_1 , 并根据所述 PMI_2 确定所述接收端从码本中选择的所述 W_2^1 或 W_2^2 ;

10 相应的, 所述确定单元具体用于: 根据所述 W_1 和所述 W_2^1 确定所述 W , 或者根据所述 W_1 和所述 W_2^2 确定所述 W 。

79. 如权利要求 73 所述的发射端, 其特征在于, 当所述秩指示为 1 时,

$$\text{所述 } W \in \alpha \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix} = W_3 \cdot W_4^1 = \begin{bmatrix} X'_{m1} & 0 \\ 0 & DX'_{m1} \end{bmatrix} \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} Y \\ \varphi_n Y \end{bmatrix};$$

$$\text{或者, } W \in \alpha \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix} = W_3 \cdot W_4^1 = \begin{bmatrix} X'_{m1} & 0 \\ 0 & DX'_{m1} \end{bmatrix} \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} Y'_1 \\ \varphi_n Y'_2 \end{bmatrix};$$

$$\text{其中, } D = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j\theta'} \end{bmatrix}, \quad X'_{m1} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & \cdots & 1 \\ e^{j2\pi \frac{m1+n_1}{N}} & e^{j2\pi \frac{m1+n_2}{N}} & \cdots & e^{j2\pi \frac{m1+n_P}{N}} \end{bmatrix}, \quad n_1, n_2, \dots, n_P \text{ 均}$$

15 为整数, Y 、 Y'_1 和 Y'_2 均为 $P \times 1$ 维列选择向量, $N = 2^k$, k 为非负整数, $m1$ 为小于 N 的非负整数, 所述 P 为小于 N 的正整数, α 为常数, θ' 为实数。

80. 如权利要求 79 所述的发射端, 其特征在于, 所述 P 取值为 4, 所述 Y 、 Y'_1 和 Y'_2 分别为下列列向量中的一种:

$$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \text{ 和 } \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}。$$

20 81. 如权利要求 79 或 80 所述的发射端, 其特征在于,

所述 W_3 为表示宽带的信道特性的矩阵, W_4^1 均为表示子带的信道特性的矩阵; 或者

所述 W_3 为表示长期的信道特性的矩阵, 所述 W_4^1 为表示短期的信道特

性的矩阵。

82. 如权利要求 79-81 任一项所述的发射端, 其特征在于, 所述接收单元接收的所述预编码矩阵指示 PMI 包括第七预编码矩阵指示 PMI₇ 和第八预编码矩阵指示 PMI₈;

5 所述确定单元具体用于: 根据所述 PMI₇ 确定所述接收端基于参考信号从码本中选择的所述 W₃, 并根据所述 PMI₈ 确定所述接收端从码本中选择的所述 W₄¹;

相应的, 所述确定单元具体用于: 根据所述 W₃ 和所述 W₄¹ 确定所述 W。

83. 如权利要求 73 所述的发射端, 其特征在于, 当所述秩指示为 2 时,

$$10 \quad W \in \beta \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} & -\varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix} = W_3 \cdot W_4^2 = \begin{bmatrix} X'_{m1} & 0 \\ 0 & DX'_{m1} \end{bmatrix} \cdot \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} Y_3 & Y_3 \\ \varphi_n Y_4 & -\varphi_n Y_4 \end{bmatrix};$$

$$\text{其中, } D = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j\theta'} \end{bmatrix}, \quad X'_{m1} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & \cdots & 1 \\ e^{j2\pi \frac{m1+n_1}{N}} & e^{j2\pi \frac{m1+n_2}{N}} & \cdots & e^{j2\pi \frac{m1+n_p}{N}} \end{bmatrix}, \quad n_1, n_2, \dots, n_p \text{ 均}$$

为整数, Y₃ 和 Y₄ 均为 P×1 维列选择向量, N=2^k, k 为非负整数, m1 为小于 N 的非负整数, 所述 P 为小于 N 的正整数, β 为常数, θ' 为实数。

84. 如权利要求 73 所述的发射端, 其特征在于, 当所述秩指示为 2 时,

$$15 \quad \text{所述 } W \in \beta \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_3} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} & -\varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_4} \end{pmatrix} \end{bmatrix} = W_3 \cdot W_4^2 = \begin{bmatrix} X'_{m1} & 0 \\ 0 & DX'_{m1} \end{bmatrix} \cdot \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} Y_3 & Y_4 \\ \varphi_n Y_3 & -\varphi_n Y_4 \end{bmatrix};$$

其中, 所述 θ₁ 具体表示发射端第一天线组中的相邻两根天线针对两个传输层中的第一个传输层发射信号加权值的相位差, 所述 θ₂ 具体表示发射端第二天线组中的相邻两根天线针对两个传输层中的第一个传输层发射信号加权值的相位差, 所述 θ₃ 表示发射端第一天线组中的相邻两根天线针对两个传输层中的第二个传输层发射信号加权值的相位差, 所述 θ₄ 表示发射端第二天线组中的相邻两根天线针对两个传输层中的第二个传输层发射信号加权值的

20 的相位差, D = $\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j\theta'} \end{bmatrix}$, X'_{m1} = $\begin{bmatrix} 1 & 1 & \cdots & 1 \\ e^{j2\pi \frac{m1+n_1}{N}} & e^{j2\pi \frac{m1+n_2}{N}} & \cdots & e^{j2\pi \frac{m1+n_p}{N}} \end{bmatrix}$, n₁, n₂, ..., n_p 均

为整数, Y₃ 和 Y₄ 均为 P×1 维列选择向量, 所述 D, Y₃, Y₄ 和 φ_n 使得码本集合中任何一个预编码矩阵中的两列相互正交, N=2^k, k 为非负整数, m1 为

25 小于 N 的非负整数, 所述 P 为小于 N 的正整数, β 为常数, θ' 为实数。

85. 如权利要求 83 或 84 所述的发射端, 其特征在于, 所述 P 取值为 4,

所述 Y_3 和 Y_4 分别为下列列向量中的一种:

$$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \text{ 和 } \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}。$$

86. 如权利要求 83-85 中任一项所述的发射端, 其特征在于,

所述 W_3 为表示宽带的信道特性的矩阵, W_4^2 均为表示子带的信道特性
5 的矩阵; 或者

所述 W_3 为表示长期的信道特性的矩阵, 所述 W_4^2 为表示短期的信道特性的矩阵。

87. 如权利要求 83-86 任一项所述的发射端, 其特征在于, 所述接收单元接收的所述预编码矩阵指示 PMI 包括第九预编码矩阵指示 PMI₉ 和第十预
10 编码矩阵指示 PMI₁₀,

所述确定单元具体用于: 根据所述 PMI₉ 确定所述接收端基于参考信号从码本中选择的所述 W_3 , 并根据所述 PMI₁₀ 确定所述接收端从码本中选择的所述 W_4^2 ;

相应的, 所述确定单元具体用于: 根据所述 W_3 和所述 W_4^2 确定所述 W 。

15 88. 如权利要求 72-74 任一项所述的发射端, 其特征在于,

$$\text{所述 } \theta_1 = \frac{2\pi}{N}(A \cdot i_1 + \lfloor i_2/M \rfloor), \text{ 所述 } \theta_2 = \frac{2\pi}{N}(A \cdot i_1 + i_3);$$

其中, 所述 $N=2^k$, 所述 k 为非负整数, 所述 A 为能整除所述 N 的正整数, 所述 M 为小于所述 N 的正整数, 所述 i_1 为小于 $(N/A-1)$ 的非负整数, 所述 i_2 和 i_3 均为正整数且所述 i_2 和 i_3 相互独立, $\lfloor \cdot \rfloor$ 为向下取整运算符号。

20 89. 如权利要求 88 所述的发射端, 其特征在于, 所述预编码矩阵指示 PMI 包括第三预编码矩阵指示 PMI₃ 和第四预编码矩阵指示 PMI₄;

所述确定单元具体用于:

根据所述 PMI₃ 确定所述 i_1 , 并根据所述 PMI₄ 确定所述 i_2 和 i_3 , 其中, 所述 PMI₄ 为所述 i_2 和 i_3 的联合编码值, $\text{PMI}_4 = P \cdot i_2 + i_3$;

25 根据所述 i_1 、 i_2 和 i_3 确定所述接收端从码本中选择的预编码矩阵 W 。

90. 如权利要求 72-74 任一项所述的发射端, 其特征在于,

$$\text{所述 } \theta_1 = \frac{2\pi}{N} \left(A \cdot i_1 + \left\lfloor \frac{i_4}{P \cdot M} \right\rfloor \right), \text{ 所述 } \theta_2 = \frac{2\pi}{N} \left(A \cdot i_1 + \left\lfloor \frac{(i_4 \bmod (M \cdot P))}{M} \right\rfloor \right)$$

其中, 所述 $N=2^k$, 所述 k 为非负整数, 所述 A 为能整除所述 N 的正整数, 所述 P 为小于所述 N 的正整数, 所述 i_1 为小于 $(N/A-1)$ 的非负整数,

[.] 为向下取整运算符号, mod 为取模运算符号。

91. 如权利要求 90 所述的发射端, 其特征在于, 所述接收单元接收的所述预编码矩阵指示 PMI 包括第五预编码矩阵指示 PMI₅ 和第六预编码矩阵指示 PMI₆;

5 所述确定单元具体用于:

根据所述 PMI₅ 指示的所述 i_1 和所述 PMI₆ 指示的所述 i_4 确定所述接收端从码本中选择的预编码矩阵 W。

92. 如权利要求 72-74 任一项所述的发射端, 其特征在于,

所述 $\theta_2 = \theta_1 + \Delta\theta$, 其中, 所述 $\theta_1 = 2\pi \frac{m}{N}$, 所述 $N = 2^k$, 所述 k 为非负整数,

10 所述 m 为小于所述 N 的非负整数, 所述 $\Delta\theta = 2\pi t$, 所述 t 的绝对值小于 1;

所述确定单元具体用于:

根据所述预编码矩阵指示 PMI 指示的所述 θ_1 和 $\Delta\theta$ 确定所述接收端从码本中选择的预编码矩阵 W。

93. 如权利要求 92 所述的发射端, 其特征在于, 所述 t 为 -1/8, -1/16, 15 -1/32、0、1/32, 1/16 或 1/8。

94. 如权利要求 72-93 任一项所述的发射端, 其特征在于,

所述确定单元还用于:

根据天线的编号对所述 W 进行行置换或列置换。

95. 如权利要求 72-94 任一项所述的发射端, 其特征在于, 所述发射端 20 还包括发送单元:

所述发送单元, 用于向所述接收端发送所述参考信号, 以便所述接收端基于所述参考信号从码本中选择的预编码矩阵 W;

其中, 所述参考信号包括至少下列之一: 信道状态信息参考信号 CSI RS、解调参考信号 DM RS、小区特定的参考信号 CRS。

25 96. 一种接收端, 包括:

处理器, 用于基于参考信号, 从码本中选择预编码矩阵 W, 其中, 所述

$W \in \begin{bmatrix} X_1(\theta_1) \\ X_2(\theta_2, \varphi_n) \end{bmatrix}$, 矩阵 X_1 是根据 θ_1 确定的, 矩阵 X_2 是根据 θ_2 和 φ_n 确定的, 所

述 θ_1 表示发射端第一天线组中的相邻两根天线针对同一传输层发射信号加权值的相位差, 所述 θ_2 表示发射端第二天线组中的相邻两根天线针对同一传输层发射信号加权值的相位差, 所述 φ_n 表示所述第一天线组和所述第二天线组针对同一传输层发射信号加权值的相位差且所述 $\varphi_n = e^{\frac{j2\pi n}{M}}$, M 为正整数, n 30

为小于 M 的非负整数, 在所述码本中至少有一个预编码矩阵的 θ_1 和 θ_2 不相同, 所述第一天线组和所述第二天线组属于同一个多天线系统;

发送器, 用于向所述发射端发送预编码矩阵指示 PMI, 以便所述发射端根据所述 PMI 确定所述处理器选择的所述 W。

5 97. 如权利要求 96 所述的接收端, 其特征在于,

所述处理器还用于: 基于所述参考信号确定秩指示, 所述秩指示对应于有用的传输层数;

所述处理器具体用于: 基于所述参考信号, 从码本中选择与确定的所述秩指示相对应的所述 W。

10 98. 如权利要求 97 所述的接收端, 其特征在于,
当所述处理器确定的秩指示为 1 时, 所述处理器选择的

$$\text{所述 } W \in \begin{bmatrix} X_1(\theta_1) \\ X_2(\theta_2, \varphi_n) \end{bmatrix} = \alpha \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix}; \text{ 或}$$

当所述处理器确定的秩指示为 2 时, 所述处理器选择的

$$\text{所述 } W \in \begin{bmatrix} X(\theta_1) \\ X(\theta_2, \varphi_n) \end{bmatrix} = \beta \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} & -\varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix};$$

15 其中, 所述 α 和所述 β 均为常数。

99. 如权利要求 98 所述的接收端, 其特征在于,
当所述处理器确定的秩指示为 1 时, 所述处理器选择的

$$\text{所述 } W \in \alpha \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix} = \alpha W_1 \cdot W_2^1 = \alpha \begin{bmatrix} X & 0 \\ 0 & X \end{bmatrix} \cdot W_2^1 = \alpha \begin{bmatrix} X & 0 \\ 0 & X \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} Y_1 \\ \varphi_n Y_2 \end{bmatrix};$$

当所述处理器确定的秩指示为 2 时, 所述处理器选择的

$$20 \text{ 所述 } W \in \beta \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} & -\varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix} = \beta W_1 \cdot W_2^2 = \beta \begin{bmatrix} X & 0 \\ 0 & X \end{bmatrix} \cdot W_2^2 = \beta \begin{bmatrix} X & 0 \\ 0 & X \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} Y_1 & Y_1 \\ \varphi_n Y_2 & -\varphi_n Y_2 \end{bmatrix};$$

其中, 所述 $X = \begin{bmatrix} 1 & 1 & \cdots & 1 \\ e^{j2\pi \frac{m}{N}} & e^{j2\pi \frac{m+1}{N}} & \cdots & e^{j2\pi \frac{m+(P-1)}{N}} \end{bmatrix}$, 所述 Y1 和 Y2 为相互独立的

的 $P \times 1$ 维列选择向量, 所述 $N = 2^k$, 所述 k 为非负整数, 所述 m 为小于所述

N 的非负整数, 所述 P 为小于所述 N 的正整数。

100. 如权利要求 99 所述的接收端, 其特征在于, 所述 P 取值为 4, 所述 Y1 和 Y2 分别为下列列向量中的一种:

$$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \text{ 和 } \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}。$$

5 101. 如权利要求 99 或 100 所述的接收端, 其特征在于, 所述 W_1 为表示宽带的信道特性的矩阵, 所述 W_2^1 和 W_2^2 均为表示子带的信道特性的矩阵;

或者, 所述 W_1 为表示长期的信道特性的矩阵, 所述 W_2^1 和 W_2^2 均为表示短期的信道特性的矩阵。

102. 如权利要求 99-101 任一项所述的接收端, 其特征在于, 所述发送器发送的预编码矩阵指示 PMI 包括第一预编码矩阵指示 PMI₁ 和第二预编码矩阵指示 PMI₂, 所述 PMI₁ 用于指示所述 W_1 , 所述 PMI₂ 用于指示所述 W_2^1 或 W_2^2 。

103. 如权利要求 102 所述的接收端, 其特征在于, 当所述处理器确定的所述秩指示为 1 时, 所述选择单元选择的

15 所述 $W \in \alpha \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix} = W_3 \cdot W_4^1 = \begin{bmatrix} X'_{m1} & 0 \\ 0 & DX'_{m1} \end{bmatrix} \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} Y \\ \varphi_n Y \end{bmatrix};$

或者, $W \in \alpha \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix} = W_3 \cdot W_4^1 = \begin{bmatrix} X'_{m1} & 0 \\ 0 & DX'_{m1} \end{bmatrix} \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} Y'_1 \\ \varphi_n Y'_2 \end{bmatrix};$

其中, $D = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j\theta'} \end{bmatrix}$, $X'_{m1} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & \cdots & 1 \\ e^{j2\pi \frac{m1+n_1}{N}} & e^{j2\pi \frac{m1+n_2}{N}} & \cdots & e^{j2\pi \frac{m1+n_p}{N}} \end{bmatrix}$, $n_1, n_2, \dots, n_p$ 均为整数, Y、Y'₁ 和 Y'₂ 均为 $P \times 1$ 维列选择向量, $N = 2^k$, k 为非负整数, m1 为小于 N 的非负整数, 所述 P 为小于 N 的正整数, α 为常数, θ' 为实数。

20 104. 如权利要求 103 所述的接收端, 其特征在于,

所述 W_3 为表示宽带的信道特性的矩阵, W_4^1 均为表示子带的信道特性的矩阵; 或者

所述 W_3 为表示长期的信道特性的矩阵, 所述 W_4^1 为表示短期的信道特

性的矩阵。

105. 如权利要求 103 或 104 所述的接收端, 其特征在于, 所述发送单元发送的所述预编码矩阵指示 PMI 包括第七预编码矩阵指示 PMI₇ 和第八预编码矩阵指示 PMI₈, 所述 PMI₇ 用于指示所述 W₃, 所述 PMI₈ 用于指示所述

5 W₄¹。

106. 如权利要求 97 所述的接收端, 其特征在于,
当所述处理器确定的所述秩指示为 2 时, 所述选择单元选择的

$$W \in \beta \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} & -\varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix} = W_3 \cdot W_4^2 = \begin{bmatrix} X'_{m1} & 0 \\ 0 & DX'_{m1} \end{bmatrix} \cdot \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} Y_3 & Y_3 \\ \varphi_n Y_4 & -\varphi_n Y_4 \end{bmatrix};$$

$$\text{其中, } D = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j\theta'} \end{bmatrix}, X'_{m1} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & \cdots & 1 \\ e^{j2\pi \frac{m1+n_1}{N}} & e^{j2\pi \frac{m1+n_2}{N}} & \cdots & e^{j2\pi \frac{m1+n_p}{N}} \end{bmatrix}, n_1, n_2, \dots, n_p \text{ 均}$$

10 为整数, Y₃ 和 Y₄ 均为 P×1 维列选择向量, N=2^k, k 为非负整数, m1 为小于 N 的非负整数, 所述 P 为小于 N 的正整数, β 为常数, θ' 为实数。

107. 如权利要求 106 所述的接收端, 其特征在于,
当所述处理器确定的所述秩指示为 2 时, 所述处理器选择的

$$\text{所述 } W \in \beta \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_3} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} & -\varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_4} \end{pmatrix} \end{bmatrix} = W_3 \cdot W_4^2 = \begin{bmatrix} X'_{m1} & 0 \\ 0 & DX'_{m1} \end{bmatrix} \cdot \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} Y_3 & Y_4 \\ \varphi_n Y_3 & -\varphi_n Y_4 \end{bmatrix};$$

15 其中, 所述 θ₁ 具体表示发射端第一天线组中的相邻两根天线针对两个传输层中的第一个传输层发射信号加权值的相位差, 所述 θ₂ 具体表示发射端第二天线组中的相邻两根天线针对两个传输层中的第一个传输层发射信号加权值的相位差, 所述 θ₃ 表示发射端第一天线组中的相邻两根天线针对两个传输层中的第二个传输层发射信号加权值的相位差, 所述 θ₄ 表示发射端第二天线组中的相邻两根天线针对两个传输层中的第二个传输层发射信号加权值的

20 的相位差, D = $\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j\theta'} \end{bmatrix}$, X'_{m1} = $\begin{bmatrix} 1 & 1 & \cdots & 1 \\ e^{j2\pi \frac{m1+n_1}{N}} & e^{j2\pi \frac{m1+n_2}{N}} & \cdots & e^{j2\pi \frac{m1+n_p}{N}} \end{bmatrix}$, n₁, n₂, ..., n_p 均

为整数, Y₃ 和 Y₄ 均为 P×1 维列选择向量, 所述 D, Y₃, Y₄ 和 φ_n 使得码本集合中任何一个预编码矩阵中的两列相互正交, N=2^k, k 为非负整数, m1 为小于 N 的非负整数, 所述 P 为小于 N 的正整数, β 为常数, θ' 为实数。

25 108. 如权利要求 107 所述的接收端, 其特征在于, 所述 P 取值为 4, 所述 Y₃ 和 Y₄ 分别为下列列向量中的一种:

$$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \text{ 和 } \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}。$$

109. 如权利要求 106-108 中任一项所述的接收端, 其特征在于,

所述 W_3 为表示宽带的信道特性的矩阵, W_4^2 均为表示子带的信道特性的矩阵; 或者

5 所述 W_3 为表示长期的信道特性的矩阵, 所述 W_4^2 为表示短期的信道特性的矩阵。

110. 如权利要求 106-109 中任一项所述的接收端, 其特征在于, 所述发送器发送的所述预编码矩阵指示 PMI 包括第九预编码矩阵指示 PMI_9 和第十预编码矩阵指示 PMI_{10} , 所述 PMI_9 用于指示所述 W_3 , 所述 PMI_{10} 用于指示

10 所述 W_4^2 。

111. 如权利要求 96-98 任一项所述的接收端, 其特征在于,

$$\text{所述 } \theta_1 = \frac{2\pi}{N}(A \cdot i_1 + \lfloor i_2/M \rfloor), \text{ 所述 } \theta_2 = \frac{2\pi}{N}(A \cdot i_1 + i_3);$$

其中, 所述 $N=2^k$, 所述 k 为非负整数, 所述 A 为能整除所述 N 的正整数, 所述 M 为小于所述 N 的正整数, 所述 i_1 为小于 $(N/A-1)$ 的非负整数,

15 所述 i_2 和 i_3 均为正整数且所述 i_2 和 i_3 相互独立, $\lfloor \cdot \rfloor$ 为向下取整运算符号。

112. 如权利要求 111 所述的接收端, 其特征在于, 所述发送器发送的所述预编码矩阵指示 PMI 包括第三预编码矩阵指示 PMI_3 和第四预编码矩阵指示 PMI_4 , 所述 PMI_3 用于指示所述 i_1 , 所述 PMI_4 用于指示所述 i_2 和 i_3 , 所述 PMI_4 为所述 i_2 和 i_3 的联合编码值, 所述 $PMI_4 = P \cdot i_2 + i_3$ 。

20 113. 如权利要求 96-98 任一项所述的接收端, 其特征在于,

$$\text{所述 } \theta_1 = \frac{2\pi}{N} \left(A \cdot i_1 + \left\lfloor \frac{i_4}{P \cdot M} \right\rfloor \right), \text{ 所述 } \theta_2 = \frac{2\pi}{N} \left(A \cdot i_1 + \left\lfloor \frac{(i_4 \bmod (M \cdot P))}{M} \right\rfloor \right)$$

其中, 所述 $N=2^k$, k 为非负整数, 所述 A 为能整除所述 N 的正整数, 所述 P 为小于所述 N 的正整数, 所述 i_1 为小于 $(N/A-1)$ 的非负整数, $\lfloor \cdot \rfloor$ 为向下取整运算符号, $\bmod$ 为取模运算符号。

25 114. 如权利要求 113 所述的接收端, 其特征在于, 所述发送器发送的所述预编码矩阵指示 PMI 包括第五预编码矩阵指示 PMI_5 和第六预编码矩阵指示 PMI_6 , 所述 PMI_5 用于指示所述 i_1 , 所述 PMI_6 用于指示所述 i_4 。

115. 如权利要求 96-98 任一项所述的接收端, 其特征在于,

所述 $\theta_2 = \theta_1 + \Delta\theta$ ，其中，所述 $\theta_1 = 2\pi \frac{m}{N}$ ，所述 $N = 2^k$ ，所述 k 为非负整数，所述 m 为小于所述 N 的非负整数，所述 $\Delta\theta = 2\pi t$ ，所述 t 的绝对值小于 1。

116. 如权利要求 115 所述的接收端，其特征在于，所述 t 为 $-1/8$ 、 $-1/16$ 、 $-1/32$ 、 0 、 $1/32$ 、 $1/16$ 或 $1/8$ 。

5 117. 如权利要求 96-116 任一项所述的接收端，其特征在于，所述处理器还用于：根据天线的编号对所述 W 进行行置换或列置换。

118. 如权利要求 96-117 任一项所述的接收端，其特征在于，所述接收端还包括接收器，

所述接收器，用于接收所述发射端发送的所述参考信号；

10 其中，所述参考信号包括至少下列之一：信道状态信息参考信号 CSI RS、解调参考信号 DM RS、小区特定的参考信号 CRS。

119. 一种发射端，其特征在于，包括：

接收器，用于接收接收端发送的预编码矩阵指示 PMI；

15 处理器，用于根据所述接收器接收的所述预编码矩阵指示 PMI 确定所述接收端基于参考信号从码本中选择的预编码矩阵 W ，其中，所述 $W \in \begin{bmatrix} X_1(\theta_1) \\ X_2(\theta_2, \varphi_n) \end{bmatrix}$ ，矩阵 X_1 是根据 θ_1 确定的，矩阵 X_2 是根据 θ_2 和 φ_n 确定的，所述 θ_1 表示发射端第一天线组中的相邻两根天线针对同一传输层发射信号加权值的相位差，所述 θ_2 表示发射端第二天线组中的相邻两根天线针对同一传输层发射信号加权值的相位差，所述 φ_n 表示所述第一天线组和所述第二天线组针对同一传输层发射信号加权值的相位差且所述 $\varphi_n = e^{\frac{j2\pi n}{M}}$ ，所述 M 为正整数，所述 n 为小于所述 M 的非负整数，在所述码本中至少有一个预编码矩阵的 θ_1 和 θ_2 不相同，所述第一天线组和所述第二天线组属于同一个多天线系统。

20 120. 如权利要求 119 所述的发射端，其特征在于，所述 W 与秩指示相对应，所述秩指示对应于有用的传输层数。

121. 如权利要求 120 所述的发射端，其特征在于，

$$\text{当所述秩指示为 1 时，所述 } W \in \begin{bmatrix} X_1(\theta_1) \\ X_2(\theta_2, \varphi_n) \end{bmatrix} = \alpha \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix};$$

当所述秩指示为 2 时, 所述 $W \in \begin{bmatrix} X(\theta_1) \\ X(\theta_2, \varphi_n) \end{bmatrix} = \beta \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} & -\varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix};$

其中, 所述 α 和所述 β 均为常数。

122. 如权利要求 121 所述的发射端, 其特征在于,
当所述秩指示为 1 时,

$$5 \quad \text{所述 } W \in \alpha \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix} = \alpha W_1 \cdot W_2^1 = \alpha \begin{bmatrix} X & 0 \\ 0 & X \end{bmatrix} \cdot W_2^1 = \alpha \begin{bmatrix} X & 0 \\ 0 & X \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} Y_1 \\ \varphi_n Y_2 \end{bmatrix};$$

当所述秩指示为 2 时,

$$\text{所述 } W \in \beta \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} & -\varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix} = \beta W_1 \cdot W_2^2 = \beta \begin{bmatrix} X & 0 \\ 0 & X \end{bmatrix} \cdot W_2^2 = \beta \begin{bmatrix} X & 0 \\ 0 & X \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} Y_1 & Y_1 \\ \varphi_n Y_2 & -\varphi_n Y_2 \end{bmatrix};$$

其中, 所述 $X = \begin{bmatrix} 1 & 1 & \cdots & 1 \\ e^{j2\pi\frac{m}{N}} & e^{j2\pi\frac{m+1}{N}} & \cdots & e^{j2\pi\frac{m+(P-1)}{N}} \end{bmatrix}$, 所述 Y_1 和 Y_2 为相互独立

10 的 $P \times 1$ 维列选择向量, 所述 $N = 2^k$, 所述 k 为非负整数, 所述 m 为小于所述 N 的非负整数, 所述 P 为小于所述 N 的正整数。

123. 如权利要求 122 所述的发射端, 其特征在于, 所述 P 取值为 4,
所述 Y_1 和 Y_2 分别为下列列向量中的一种:

$$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \text{ 和 } \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}.$$

124. 如权利要求 122 或 123 所述的发射端, 其特征在于, 所述 W_1 为表示
15 示宽带的信道特性的矩阵, 所述 W_2^1 和 W_2^2 均为表示子带的信道特性的矩阵;
或者, 所述 W_1 为表示长期的信道特性的矩阵, 所述 W_2^1 和 W_2^2 均为表示短期的信道特性的矩阵。

125. 如权利要求 122-124 任一项所述的发射端, 其特征在于, 所述接收器接收的预编码矩阵指示 PMI 包括第一预编码矩阵指示 PMI_1 和第二预编
20 码矩阵指示 PMI_2 ;

所述处理器具体用于: 根据所述 PMI_1 确定所述接收端基于参考信号从码本中选择的所述 W_1 , 并根据所述 PMI_2 确定所述接收端从码本中选择的所

述 W_2^1 或 W_2^2 ;

相应的, 所述处理器具体用于: 根据所述 W_1 和所述 W_2^1 确定所述 W , 或者根据所述 W_1 和所述 W_2^2 确定所述 W 。

5 126. 如权利要求 120 所述的发射端, 其特征在于, 当所述秩指示为 1 时,

$$\text{所述 } W \in \alpha \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix} = W_3 \cdot W_4^1 = \begin{bmatrix} X'_{m1} & 0 \\ 0 & DX'_{m1} \end{bmatrix} \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} Y \\ \varphi_n Y \end{bmatrix};$$

$$\text{或者, } W \in \alpha \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix} = W_3 \cdot W_4^1 = \begin{bmatrix} X'_{m1} & 0 \\ 0 & DX'_{m1} \end{bmatrix} \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} Y_1' \\ \varphi_n Y_2' \end{bmatrix};$$

$$\text{其中, } D = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j\theta'} \end{bmatrix}, \quad X'_{m1} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & \cdots & 1 \\ e^{j2\pi \frac{m1+n_1}{N}} & e^{j2\pi \frac{m1+n_2}{N}} & \cdots & e^{j2\pi \frac{m1+n_P}{N}} \end{bmatrix}, \quad n_1, n_2, \dots, n_P \text{ 均}$$

10 为整数, Y 、 Y_1' 和 Y_2' 均为 $P \times 1$ 维列选择向量, $N = 2^k$, k 为非负整数, $m1$ 为小于 N 的非负整数, 所述 P 为小于 N 的正整数, α 为常数, θ' 为实数。

127. 如权利要求 126 所述的发射端, 其特征在于, 所述 P 取值为 4, 所述 Y 、 Y_1' 和 Y_2' 分别为下列列向量中的一种:

$$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \text{ 和 } \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}。$$

128. 如权利要求 126 或 127 所述的发射端, 其特征在于,

15 所述 W_3 为表示宽带的信道特性的矩阵, W_4^1 均为表示子带的信道特性的矩阵; 或者

所述 W_3 为表示长期的信道特性的矩阵, 所述 W_4^1 为表示短期的信道特性的矩阵。

20 129. 如权利要求 126-128 任一项所述的发射端, 其特征在于, 所述接收器接收的所述预编码矩阵指示 PMI 包括第七预编码矩阵指示 PMI_7 和第八预编码矩阵指示 PMI_8 ;

所述处理器具体用于: 根据所述 PMI_7 确定所述接收端基于参考信号从码本中选择的所述 W_3 , 并根据所述 PMI_8 确定所述接收端从码本中选择的所

述 W_4^1 ;

相应的, 所述处理器具体用于: 根据所述 W_3 和所述 W_4^1 确定所述 W 。

130. 如权利要求 120 所述的发射端, 其特征在于, 当所述秩指示为 2 时,

$$5 \quad W \in \beta \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} & -\varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} \end{bmatrix} = W_3 \cdot W_4^2 = \begin{bmatrix} X'_{m1} & 0 \\ 0 & DX'_{m1} \end{bmatrix} \cdot \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} Y_3 & Y_3 \\ \varphi_n Y_4 & -\varphi_n Y_4 \end{bmatrix};$$

$$\text{其中, } D = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j\theta'} \end{bmatrix}, \quad X'_{m1} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & \cdots & 1 \\ e^{j2\pi \frac{m1+n_1}{N}} & e^{j2\pi \frac{m1+n_2}{N}} & \cdots & e^{j2\pi \frac{m1+n_P}{N}} \end{bmatrix}, \quad n_1, n_2, \dots, n_P \text{ 均}$$

为整数, Y_3 和 Y_4 均为 $P \times 1$ 维列选择向量, $N = 2^k$, k 为非负整数, $m1$ 为小于 N 的非负整数, 所述 P 为小于 N 的正整数, β 为常数, θ' 为实数。

10 131. 如权利要求 120 所述的发射端, 其特征在于, 当所述秩指示为 2 时,

$$\text{所述 } W \in \beta \begin{bmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_1} \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_3} \end{pmatrix} \\ \varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_2} \end{pmatrix} & -\varphi_n \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j\theta_4} \end{pmatrix} \end{bmatrix} = W_3 \cdot W_4^2 = \begin{bmatrix} X'_{m1} & 0 \\ 0 & DX'_{m1} \end{bmatrix} \cdot \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} Y_3 & Y_4 \\ \varphi_n Y_3 & -\varphi_n Y_4 \end{bmatrix};$$

15 其中, 所述 θ_1 具体表示发射端第一天线组中的相邻两根天线针对两个传输层中的第一个传输层发射信号加权值的相位差, 所述 θ_2 具体表示发射端第二天线组中的相邻两根天线针对两个传输层中的第一个传输层发射信号加权值的相位差, 所述 θ_3 表示发射端第一天线组中的相邻两根天线针对两个传输层中的第二个传输层发射信号加权值的相位差, 所述 θ_4 表示发射端第二天线组中的相邻两根天线针对两个传输层中的第二个传输层发射信号加权值的

20 的相位差, $D = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{j\theta'} \end{bmatrix}$, $X'_{m1} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & \cdots & 1 \\ e^{j2\pi \frac{m1+n_1}{N}} & e^{j2\pi \frac{m1+n_2}{N}} & \cdots & e^{j2\pi \frac{m1+n_P}{N}} \end{bmatrix}$, $n_1, n_2, \dots, n_P$ 均为整数, Y_3 和 Y_4 均为 $P \times 1$ 维列选择向量, 所述 D , Y_3 , Y_4 和 φ_n 使得码本集合中任何一个预编码矩阵中的两列相互正交, $N = 2^k$, k 为非负整数, $m1$ 为小于 N 的非负整数, 所述 P 为小于 N 的正整数, β 为常数, θ' 为实数。

132. 如权利要求 130 或 131 所述的发射端, 其特征在于, 所述 P 取值为 4, 所述 Y_3 和 Y_4 分别为下列列向量中的一种:

$$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \text{ 和 } \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}。$$

133. 如权利要求 130-132 中任一项所述的发射端, 其特征在于,

所述 W_3 为表示宽带的信道特性的矩阵, W_4^2 均为表示子带的信道特性的矩阵; 或者

所述 W_3 为表示长期的信道特性的矩阵, 所述 W_4^2 为表示短期的信道特性的矩阵。

134. 如权利要求 130-133 任一项所述的发射端, 其特征在于, 所述接收器接收的所述预编码矩阵指示 PMI 包括第九预编码矩阵指示 PMI_9 和第十预编码矩阵指示 PMI_{10} ,

所述处理器具体用于: 根据所述 PMI_9 确定所述接收端基于参考信号从码本中选择的所述 W_3 , 并根据所述 PMI_{10} 确定所述接收端从码本中选择的所述 W_4^2 ;

相应的, 所述处理器具体用于: 根据所述 W_3 和所述 W_4^2 确定所述 W 。

135. 如权利要求 119-121 任一项所述的发射端, 其特征在于,

$$\text{所述 } \theta_1 = \frac{2\pi}{N}(A \cdot i_1 + \lfloor i_2/M \rfloor), \text{ 所述 } \theta_2 = \frac{2\pi}{N}(A \cdot i_1 + i_3);$$

其中, 所述 $N=2^k$, 所述 k 为非负整数, 所述 A 为能整除所述 N 的正整数, 所述 M 为小于所述 N 的正整数, 所述 i_1 为小于 $(N/A-1)$ 的非负整数, 所述 i_2 和 i_3 均为正整数且所述 i_2 和 i_3 相互独立, $\lfloor \cdot \rfloor$ 为向下取整运算符号。

136. 如权利要求 135 所述的发射端, 其特征在于, 所述接收器接收的预编码矩阵指示 PMI 包括第三预编码矩阵指示 PMI_3 和第四预编码矩阵指示 PMI_4 ;

所述处理器具体用于:

根据所述 PMI_3 确定所述 i_1 , 并根据所述 PMI_4 确定所述 i_2 和 i_3 , 其中, 所述 PMI_4 为所述 i_2 和 i_3 的联合编码值, $PMI_4 = P \cdot i_2 + i_3$;

根据所述 i_1 、 i_2 和 i_3 确定所述接收端从码本中选择的预编码矩阵 W 。

137. 如权利要求 119-121 任一项所述的发射端, 其特征在于,

$$\text{所述 } \theta_1 = \frac{2\pi}{N} \left(A \cdot i_1 + \left\lfloor \frac{i_4}{P \cdot M} \right\rfloor \right), \text{ 所述 } \theta_2 = \frac{2\pi}{N} \left(A \cdot i_1 + \left\lfloor \frac{(i_4 \bmod (M \cdot P))}{M} \right\rfloor \right)$$

其中, 所述 $N=2^k$, 所述 k 为非负整数, 所述 A 为能整除所述 N 的正整数, 所述 P 为小于所述 N 的正整数, 所述 i_1 为小于 $(N/A-1)$ 的非负整数, $\lfloor \cdot \rfloor$ 为向下取整运算符号, $\bmod$ 为取模运算符号。

138. 如权利要求 137 所述的发射端, 其特征在于, 所述接收器接收的所述预编码矩阵指示 PMI 包括第五预编码矩阵指示 PMI_5 和第六预编码矩阵

指示 PMI₆;

所述处理器具体用于:

根据所述 PMI₅ 指示的所述 i_1 和所述 PMI₆ 指示的所述 i_4 确定所述接收端从码本中选择的所述 W。

5 139. 如权利要求 119-121 任一项所述的发射端, 其特征在于,

所述 $\theta_2 = \theta_1 + \Delta\theta$, 其中, 所述 $\theta_1 = 2\pi \frac{m}{N}$, 所述 $N = 2^k$, 所述 k 为非负整数, 所述 m 为小于所述 N 的非负整数, 所述 $\Delta\theta = 2\pi t$, 所述 t 的绝对值小于 1;

所述处理器具体用于:

10 根据所述接收器接收的预编码矩阵指示 PMI 指示的所述 θ_1 和 $\Delta\theta$ 的确定所述接收端从码本中选择的预编码矩阵 W。

140. 如权利要求 139 所述的发射端, 其特征在于, 所述 t 为 -1/8, -1/16, -1/32、0、1/32, 1/16 或 1/8。

141. 如权利要求 119-140 任一项所述的发射端, 其特征在于,

所述处理器还用于:

15 根据天线的编号对所述 W 进行行置换或列置换。

142. 如权利要求 119-141 任一项所述的发射端, 其特征在于, 所述发射端还包括发送器,

所述发送器, 用于向所述接收端发送所述参考信号, 以便所述接收端基于所述参考信号从码本中选择的预编码矩阵 W;

20 其中, 所述参考信号包括至少下列之一: 信道状态信息参考信号 CSI RS、解调参考信号 DM RS、小区特定的参考信号 CRS。

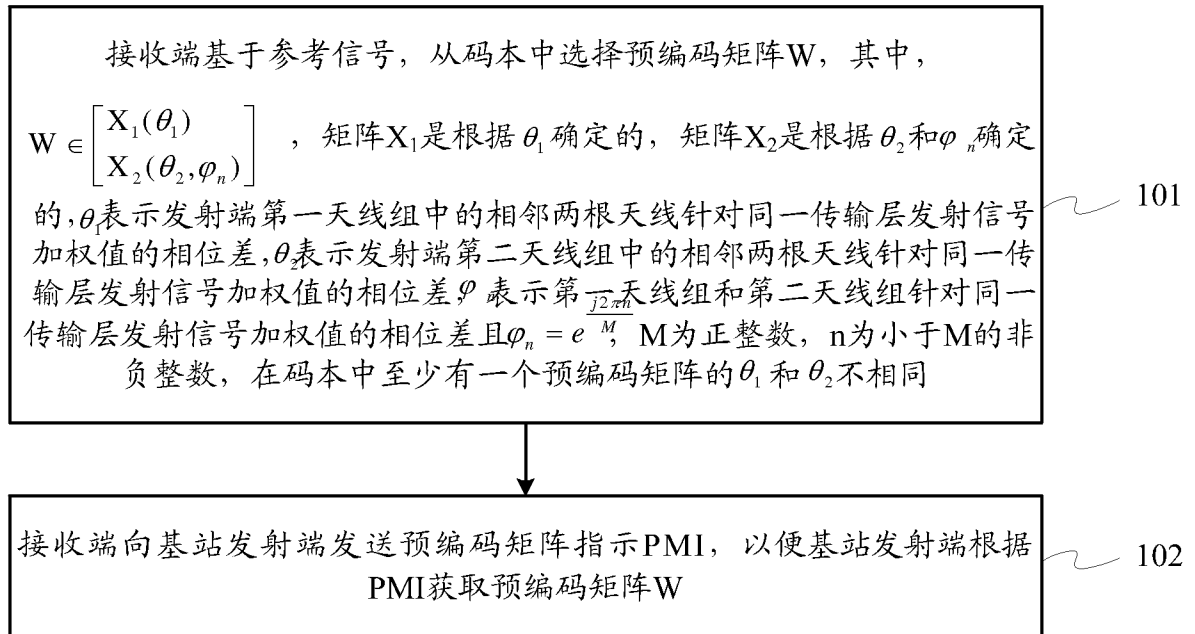


图 1

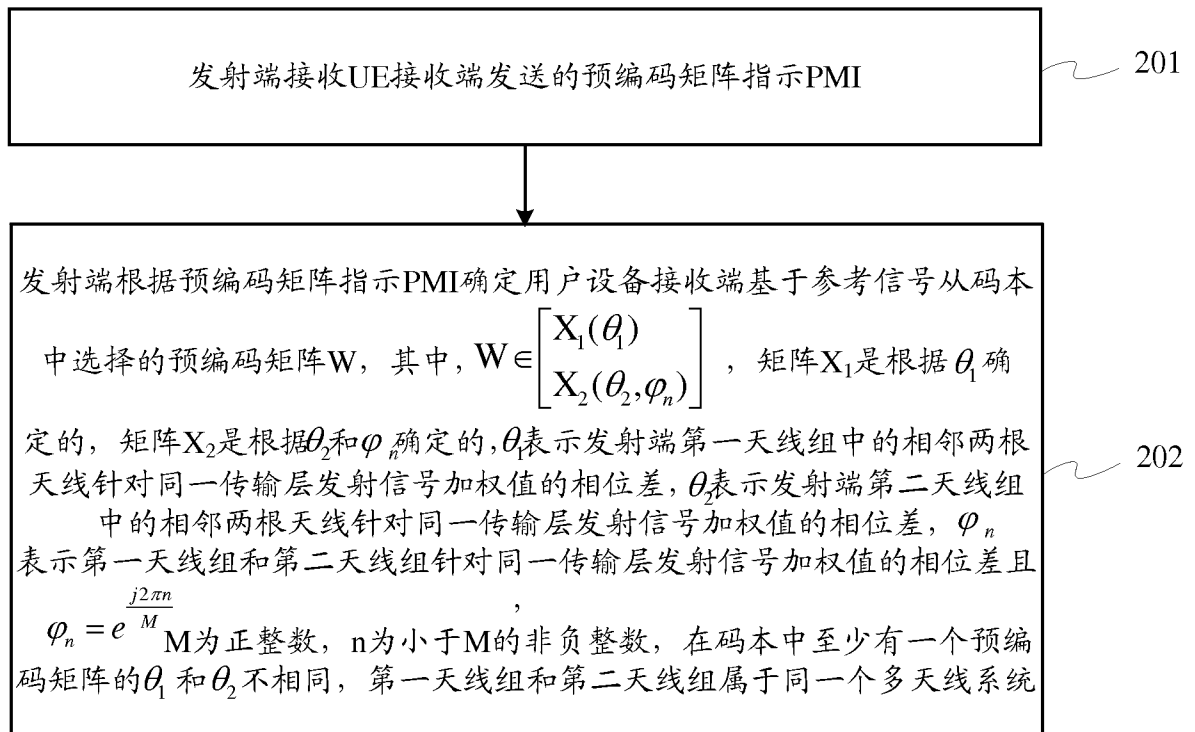


图 2

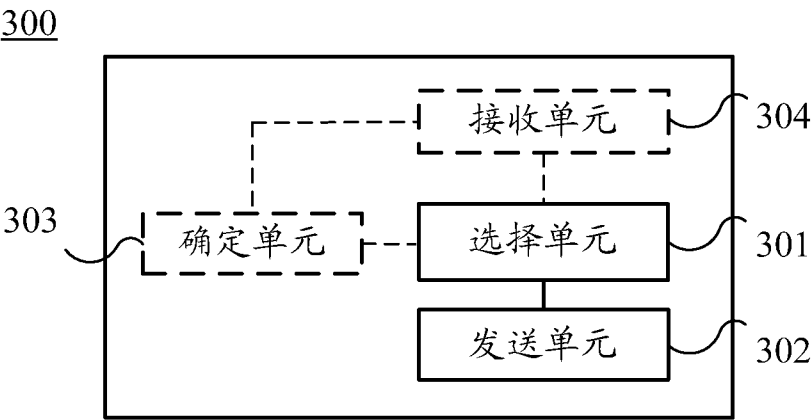


图 3

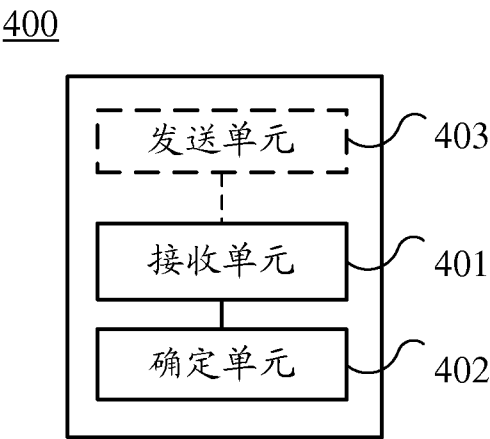


图 4

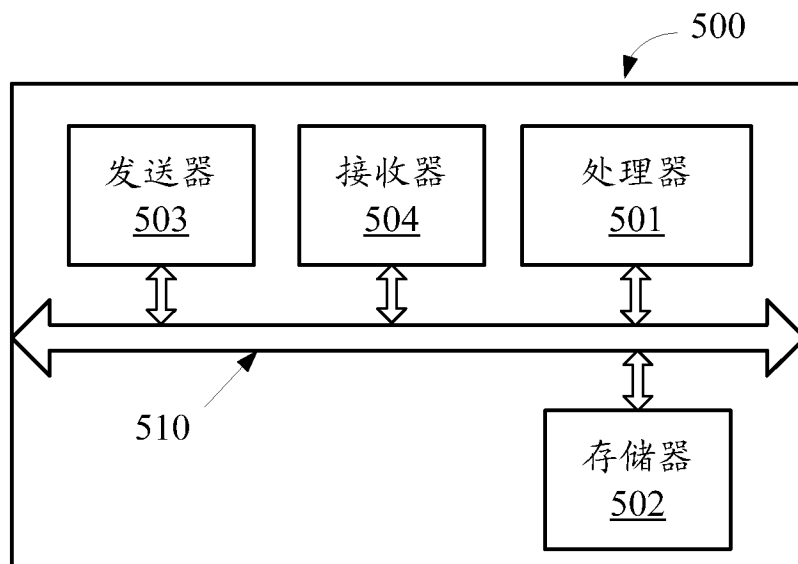


图 5

600

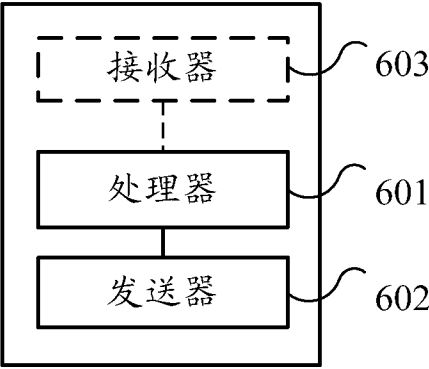


图 6

700

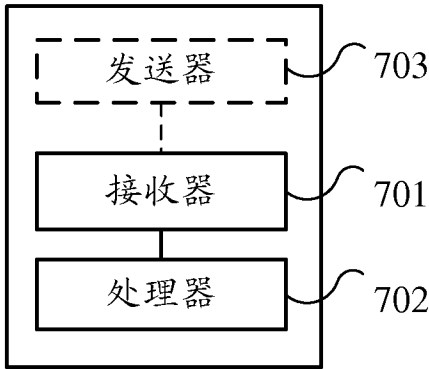


图 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2013/075834**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

H04L 1/00 (2006.01) i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC: H04L, H04B, H04K

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)

WPI, EPODOC, CNPAT, CNKI: pre-coding matrix; COD+ W MATRIX?, PHASE?, CODEBOOK?

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 102594502 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.), 18 July 2012 (18.07.2012), figures 3-6, description, paragraphs [0035]-[0083]	1-142
A	CN 102164027 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.), 24 August 2011 (24.08.2011), the whole document	1-142
A	CN 102301666 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.), 28 December 2011 (28.12.2011), the whole document	1-142
A	US 2008043865 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD. et al.), 21 February 2008 (21.02.2008), the whole document	1-142

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

* Special categories of cited documents:	“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
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“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
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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
“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)	“&” document member of the same patent family
“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	

Date of the actual completion of the international search
05 November 2013 (05.11.2013)Date of mailing of the international search report
05 December 2013 (05.12.2013)Name and mailing address of the ISA/CN:
State Intellectual Property Office of the P. R. China
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao
Haidian District, Beijing 100088, China
Facsimile No.: (86-10) 62019451Authorized officer
WANG, Jian
Telephone No.: (86-10) **62413714**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2013/075834

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 102594502 A	18.07.2012	None	
CN 102164027 A	24.08.2011	None	
CN 102301666 A	28.12.2011	FR 2943481 A1	24.09.2010
		WO 2010105415 A1	23.09.2010
		WO 2010106443 A2	23.09.2010
		WO 2010106443 A3	02.12.2010
		EP 2396938 A2	21.12.2011
		US 2012063494 A1	15.03.2012
		ZA 201106799 A	30.05.2012
US 2008043865 A1	21.02.2008	KR 100729000 B1	14.06.2007
		US 7689177 B2	30.03.2010

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2013/075834

A. 主题的分类

H04L 1/00 (2006.01) i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

IPC: H04L, H04B, H04K

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))

WPI,EPODOC,CNPAT,CNKI: 预编码矩阵, 相位, 码本; COD+ W MATRIX?, PHASE?, CODEBOOK?;

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 102594502 A (华为技术有限公司) 18.7 月 2012 (18.07.2012) 附图 3-6、说明书第[0035]-[0083]段	1-142
A	CN 102164027 A (华为技术有限公司) 24.8 月 2011 (24.08.2011) 全文	1-142
A	CN 102301666 A (华为技术有限公司) 28.12 月 2011 (28.12.2011) 全文	1-142
A	US 2008043865 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD. 等) 21.2 月 2008 (21.02.2008) 全文	1-142

☐ 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

05.11 月 2013 (05.11.2013)

国际检索报告邮寄日期

05.12 月 2013 (05.12.2013)

ISA/CN 的名称和邮寄地址:

中华人民共和国国家知识产权局

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088

传真号: (86-10)62019451

受权官员

王健

电话号码: (86-10) 62413714

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2013/075834

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN 102594502 A	18.07.2012	无	
CN 102164027 A	24.08.2011	无	
CN 102301666 A	28.12.2011	FR 2943481 A1	24.09.2010
		WO 2010105415 A1	23.09.2010
		WO 2010106443 A2	23.09.2010
		WO 2010106443 A3	02.12.2010
		EP 2396938 A2	21.12.2011
		US 2012063494 A1	15.03.2012
		ZA 201106799 A	30.05.2012
US 2008043865 A1	21.02.2008	KR 100729000 B1	14.06.2007
		US 7689177 B2	30.03.2010