

一种通信方法及装置

相关申请的交叉引用

本申请要求在2023年12月15日提交中华人民共和国国家知识产权局、申请号为202311739119.6、发明名称为“一种通信方法及装置”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本申请涉及移动通信技术领域，尤其涉及一种通信方法及装置。

背景技术

在通信系统中，Gold序列是常用的通信序列。例如，正交频分复用（orthogonal frequency-division multiplexing, OFDM）波形的解调参考信号（demodulation reference signal, DMRS）采用频域映射正交相移键控（quadrature phase shift keying, QPSK）调制的Gold序列。由于Gold序列的自模糊性能不佳，导致一些情形下DMRS端口之间的正交性被破坏。另一方面，Gold序列的互模糊性能不佳，导致非正交的DMRS端口之间的干扰增加。因此，在采用Gold序列的一些通信场景中，非正交DMRS端口之间的干扰增加，造成传输性能降低。

因此，如何对通信序列进行改进以降低非正交DMRS端口之间的干扰，是亟待解决的问题。

发明内容

本申请提供一种通信方法及装置，用以降低非正交DMRS端口之间的干扰，提高传输性能。

第一方面，提供一种通信方法。该方法可由第一通信装置实施。第一通信装置可以用于发送信号。例如，第一通信装置可以是终端设备或接入网设备（或替换为网络设备，如基站）。第一通信装置也可以是终端设备中的组件或接入网设备中的组件。其中，本申请中的组件例如可包括芯片、芯片系统、处理器、收发器、处理单元、或收发单元中的至少一种。以执行主体是第一通信装置为例，本申请提供的通信方法可包括以下步骤：第一通信装置获取第一序列的指示信息，所述第一序列为三次多项式指数序列，所述三次多项式的三次项系数与所述三次多项式的二次项系数相关联，所述三次多项式的二次项系数与所述第一序列的频域位置相关联；第一通信装置还可传输第一信号，所述第一信号是所述第一序列经过频域资源映射得到的。

基于第一方面所示方法，第一通信装置可以根据第一序列的指示信息确定第一序列，并发送第一序列经过频域资源映射得到的第一信号。其中，第一序列可以是Weil指数和序列，即满足指数和定理的序列，相较于Gold序列具有更好的自模糊特性和互模糊特性。因此若采用频域资源映射构造非正交抗频偏的DMRS序列，可以降低非正交DMRS端口之间的干扰，提高DMRS序列容量，因此提高传输性能。

在一种可能的实现方式中，所述三次多项式的三次项系数与所述三次多项式的二次项系数相关联，包括：所述三次多项式的三次项系数与 λ 有关，所述三次多项式的二次项系数与 λ 的倍数有关；其中， λ 的取值范围为大于或等于1且小于或等于 $P-1$ 的整数，其中， P 为不超过所述第一序列的序列长度的最大质数。基于该实现方式，采用频域非连续映射的第一序列在最大时延扩展范围内具有理想的自相关特性。

在一种可能的实现方式中，所述三次多项式的二次项系数为 λ 的整数倍。基于该实现方式，采用频域非连续映射的第一序列在最大时延扩展和最大多普勒扩展范围内的互模糊函数满足指数和定理。

在一种可能的实现方式中，所述第一序列包括基序列和辅助序列，所述三次多项式指数序列的三次项是根据所述基序列确定的，所述三次多项式指数序列的二次项、一次项和常数项中的至少一项是根据所述辅助序列确定的；其中，所述基序列的自模糊函数的最大值为 $\sqrt{N}$ ，所述基序列的互模糊函数的最大值不超过 $2\sqrt{N}$ ，所述基序列的序列个数与序列长度正相关， N 表示所述第一序列的序列长度；所述辅助序列在最大时延扩展和最大多普勒扩展范围内的互模糊函数的最大值为 $\sqrt{N}$ ，所述辅助序列的序列个数与序列长度的平方正相关。基于该实现方式，基序列采用全域低模糊，辅助序列在模糊区内互模糊函数的最大值为 $\sqrt{N}$ ，因此，基于基序列和辅助序列构建的第一序列具有良好的自模糊特性和互模糊特性，可以降低非正交DMRS端口之间的干扰，提高DMRS序列容量，因此提高传输性能。

在一种可能的实现方式中,所述频域位置对应传输梳齿索引。例如,频域位置通过传输梳齿索引指示。基于该实现方式,可以基于传输梳齿索引进行第一序列的映射,以支持频域非连续映射。

在一种可能的实现方式中,所述三次多项式的三次项系数为 $\frac{\lambda}{P}$,所述三次多项式的二次项系数为 $\frac{3\lambda[(kM+m)\Delta_F-m]}{MP}$;其中, P 为不超过所述第一序列的序列长度的最大质数, M 表示传输梳齿数, Δ_F 表示最大多普勒扩展, λ 表示所述三次多项式的三次项系数索引, k 表示多普勒域循环移位索引, m 表示所述传输梳齿索引。基于该实现方式,第一序列的互模糊函数的峰值点在多普勒域等间隔分布。

在一种可能的实现方式中,所述第一序列 $s_{\lambda,k,l,m}(n)$ 满足:

$$s_{\lambda,k,l,m}(n) = e^{-j2\pi\left\{\frac{\lambda}{P}n^3 + \frac{3\lambda[(kM+m)\Delta_F-m]}{MP}n^2 + \frac{l\Delta_T}{N}n\right\}}, n = 0, 1, \dots, N-1;$$

其中, N 表示所述第一序列的序列长度, Δ_T 表示最大时延扩展, n 表示第一序列的符号位置, l 表示时延域循环移位索引。

基于该实现方式,第一序列在最大时延扩展范围内具有理想的自相关特性。

在一种可能的实现方式中, $\lambda \in \{1, 2, \dots, P-1\}$, $(k \in \{0, 1, \dots, \lfloor P/\Delta_F \rfloor - 1\}, m \in \{0, 1, \dots, M-1\}) \vee (k \in \{P/\Delta_F\}, m \in \{0, 1, \dots, \lfloor MP/\Delta_F \rfloor - M\lfloor P/\Delta_F \rfloor - 1\})$, $l \in \{0, 1, \dots, \lfloor N/\Delta_T \rfloor - 1\}$, 其中, $\vee$ 表示逻辑或。

基于该实现方式,第一序列的序列容量为 $\lfloor N/\Delta_T \rfloor \cdot \lfloor M \cdot P/\Delta_F \rfloor \cdot (P-1)$ 。

在一种可能的实现方式中,所述最大多普勒扩展 Δ_F 和所述传输梳齿数 M 满足:

$$3(\Delta_F - 1)/M \in \mathbb{Z}, \text{ 其中, } \mathbb{Z} \text{ 表示整数。}$$

基于该实现方式,可以满足第一序列的互模糊函数适用于指数和定理。

在一种可能的实现方式中,所述第一信号是根据所述传输梳齿索引对所述第一序列进行频域资源映射得到的。基于该实现方式,可以基于传输梳齿索引进行第一序列的映射,获得第一信号,以支持频域非连续映射。

在一种可能的实现方式中,所述第一信号 $\bar{s}_{\lambda,k,l,m}(i)$ 满足:

$$\bar{s}_{\lambda,k,l,m}(i) = \sum_{n=0}^{N-1} s_{\lambda,k,l,m}(n) \delta(i - nM + m), i = 1 - M, 2 - M, \dots, M(N-1);$$

其中, N 表示所述第一序列的序列长度, M 表示传输梳齿数, n 表示第一序列的符号位置, λ 表示所述三次多项式的三次项系数索引, k 表示多普勒域循环移位索引, l 表示时延域循环移位索引, m 表示所述传输梳齿索引, $\delta(i)$ 表示冲激函数, i 表示子载波号。

基于该实现方式,第一信号占用 MN 个频域资源,若频域资源的粒度为子载波,则第一信号占用 MN 个子载波。

在一种可能的实现方式中,对于时延扩展 τ 和多普勒扩展 ν 满足: $\forall \tau \in [0, \Delta_T - 1], \forall \nu \in [0, \Delta_F - 1]$, 所述第一信号包括 $\bar{s}_{\lambda_1,k_1,l_1,m_1}(i)$ 和 $\bar{s}_{\lambda_2,k_2,l_2,m_2}(i)$, $\bar{s}_{\lambda_1,k_1,l_1,m_1}(i)$ 和 $\bar{s}_{\lambda_2,k_2,l_2,m_2}(i)$ 的互模糊函数 $A_{\bar{s}_{\lambda_1,k_1,l_1,m_1}, \bar{s}_{\lambda_2,k_2,l_2,m_2}}(\tau, \nu)$ 满足:

$$\begin{cases} N & \lambda_1 = \lambda_2, k_1 = k_2, l_1 = l_2, m_1 = m_2, \tau = 0, \nu = 0 \\ 0 & [\lambda_1 = \lambda_2, k_1 = k_2, m_1 = m_2, \nu = 0, (l_1 \neq l_2) \vee (\tau \neq 0)] \vee [\nu \neq (m_2 - m_1) \bmod M] \\ \cong \sqrt{N} & \lambda_1 = \lambda_2, (k_1 \neq k_2) \vee (m_1 \neq m_2) \vee (\nu \neq 0), \nu = (m_2 - m_1) \bmod M \\ \lesssim 2\sqrt{N} & \lambda_1 \neq \lambda_2, \nu = (m_2 - m_1) \bmod M \end{cases}。$$

基于该实现方式,第一信号在最大时延扩展和最大多普勒扩展范围内的互模糊函数满足指数和定理。

在一种可能的实现方式中,第一通信装置还可获取第一指示,所述第一指示对应于所述传输梳齿索引。基于该实现方式,可以由网络设备通过第一指示,指示第一通信装置采用传输梳齿索引实现第一序列的映射。

在一种可能的实现方式中,所述频域位置对应频分复用索引。例如,频域位置通过频分复用索引。基于该设计,可以基于频分复用索引进行第一序列的映射,以支持频域非连续映射。

在一种可能的实现方式中,所述三次多项式的三次项系数为 $\frac{\lambda}{P}$,所述三次多项式的二次项系数为 $\frac{3\lambda[(kMQ+mQ+q)\Delta_F-(mQ+q)]}{MQP}$;其中, P 为不超过所述第一序列的序列长度的最大质数, M 表示频分复用数, Q 表示频域正交覆盖码长度, Δ_F 表示最大多普勒扩展, q 表示频域正交覆盖码的符号位置, q 的取值范

围为大于或等于0且小于或等于 $Q-1$ 的整数, λ 表示所述三次多项式的三次项系数索引, k 表示多普勒域循环移位索引, m 表示所述频分复用索引。基于该实现方式, 第一序列的互模糊函数的峰值点在多普勒域等间隔分布。

在一种可能的实现方式中, 所述第一序列 $s_{\lambda,k,l,r,m}(n,q)$ 满足:

$$5 \quad s_{\lambda,k,l,r,m}(n,q) = e^{-j2\pi\left\{\frac{\lambda}{P}n^3 + \frac{3\lambda[(kMQ+mQ+q)\Delta_F - (mQ+q)]}{MQP}n^2 + \frac{l\Delta_T n + rQ}{N}\right\}}, n=0,1,\dots,N-1, q=0,1,\dots,Q-1;$$

其中, N 表示所述第一序列的序列长度, Δ_T 表示最大时延扩展, n 表示第一序列的符号位置, l 表示时延域循环移位索引, r 表示频域正交覆盖码索引。

基于该实现方式, 第一序列在最大时延扩展范围内具有理想的自相关特性。

在一种可能的实现方式中, $\lambda \in \{1,2,\dots,P-1\}$, $(k \in \{0,1,\dots,[P/\Delta_F]-1\}, m \in \{0,1,\dots,M-1\}) \vee (k \in \{[P/\Delta_F]\}, m \in \{0,1,\dots,[MP/\Delta_F]-M[P/\Delta_F]-1\})$, $l \in \{0,1,\dots,[N/\Delta_T]-1\}$, $r \in \{1,2,\dots,Q-1\}$, 其中, $\vee$ 表示逻辑或。

基于该实现方式, 第一序列的序列容量为 $Q \cdot [N/\Delta_T] \cdot [M \cdot P/\Delta_F] \cdot (P-1)$ 。

在一种可能的实现方式中, 所述最大多普勒扩展 Δ_F 、所述频分复用数 M 和所述频域正交覆盖码长度 Q 满足:

$$15 \quad 3(\Delta_F - 1)/MQ \in \mathbb{Z}, \text{ 其中, } \mathbb{Z} \text{ 表示整数。}$$

基于该实现方式, 可以满足第一序列的互模糊函数适用于指数和定理。

在一种可能的实现方式中, 所述第一信号是根据所述频分复用索引和频域正交覆盖码的符号位置对所述第一序列进行频域资源映射得到的。基于该实现方式, 可以基于频分复用索引和频域正交覆盖码的符号位置进行第一序列的映射, 获得第一信号, 以支持频域非连续映射。

20 在一种可能的实现方式中, 所述第一信号 $\bar{s}_{\lambda,k,l,r,m}(i)$ 满足:

$$\bar{s}_{\lambda,k,l,r,m}(i) = \sum_{q=0}^{Q-1} \sum_{n=0}^{N-1} s_{\lambda,k,l,r,m}(n,q) \delta(i - nMQ + mQ + q), i = 1 - MQ, 2 - MQ, \dots, MQ(N-1);$$

其中, N 表示所述第一序列的序列长度, M 表示频分复用数, Q 表示频域正交覆盖码长度, $s_{\lambda,k,l,r,m}(n,q)$ 表示第一序列, n 表示第一序列的符号位置, q 表示频域正交覆盖码的符号位置, λ 表示所述三次多项式的三次项系数索引, k 表示多普勒域循环移位索引, l 表示时延域循环移位索引, m 表示所述频分复用索引, $\delta(i)$ 表示冲激函数, i 表示子载波号。

25 基于该实现方式, 第一信号占用 MNQ 个频域资源, 若频域资源的粒度为子载波, 则第一信号占用 MNQ 个子载波。

在一种可能的实现方式中, 对于时延扩展 τ 和多普勒扩展 ν 满足: $\forall \tau \in [0, \Delta_T - 1], \forall \nu \in [0, \Delta_F - 1]$, 所述第一信号包括 $\bar{s}_{\lambda_1,k_1,l_1,r_1,m_1}(i)$ 和 $\bar{s}_{\lambda_2,k_2,l_2,r_2,m_2}(i)$, $\bar{s}_{\lambda_1,k_1,l_1,r_1,m_1}(i)$ 和 $\bar{s}_{\lambda_2,k_2,l_2,r_2,m_2}(i)$ 的互模糊函数 $A_{\bar{s}_{\lambda_1,k_1,l_1,r_1,m_1}, \bar{s}_{\lambda_2,k_2,l_2,r_2,m_2}}(\tau, \nu)$ 满足:

$$30 \quad \begin{cases} QN & \lambda_1 = \lambda_2, k_1 = k_2, l_1 = l_2, r_1 = r_2, m_1 = m_2, \tau = 0, \nu = 0 \\ 0 & [\lambda_1 = \lambda_2, k_1 = k_2, m_1 = m_2, \nu = 0, (l_1 \neq l_2) \vee (r_1 \neq r_2) \vee (\tau \neq 0)] \vee [\nu \in U(m_2Q - m_1Q, Q) \bmod MQ] \\ \leq Q\sqrt{N} & \lambda_1 = \lambda_2, (k_1 \neq k_2) \vee (m_1 \neq m_2) \vee (\nu \neq 0), \nu \in U(m_2Q - m_1Q, Q) \bmod MQ \\ \leq 2Q\sqrt{N} & \lambda_1 \neq \lambda_2, \nu \in U(m_2Q - m_1Q, Q) \bmod MQ \end{cases};$$

其中, $U(m_2Q - m_1Q, Q)$ 表示开区间 $(m_2Q - m_1Q - Q, m_2Q - m_1Q + Q)$ 。

35 基于该实现方式, 第一信号在最大时延扩展和最大多普勒扩展范围内的互模糊函数满足指数和定理。

在一种可能的实现方式中, 第一通信装置还可接收第二指示, 所述第二指示对应于所述频分复用索引。基于该实现方式, 可以由网络设备通过第二指示, 指示第一通信装置采用频分复用索引实现第一序列的映射。

40 在一种可能的实现方式中, 第一通信装置还可获取第三指示, 所述第三指示用于指示序列的指示信息和对应的频域正交覆盖码索引、时延域循环移位索引、传输梳齿索引、频分复用索引、多普勒域循环移位索引、所述三次多项式的三次项系数索引或时域正交覆盖码索引中的至少一项, 所述序列包括所述第一序列。

基于该实现方式, 第三指示可以指示序列的指示信息(如天线端口号)与频域正交覆盖码索引、时

延域循环移位索引、传输梳齿索引、频分复用索引、多普勒域循环移位索引、所述三次多项式的三次项系数索引或时域正交覆盖码索引中的至少一项之间的对应关系,因此第一通信装置可以根据第一序列的指示信息确定第一序列的频域正交覆盖码索引、时延域循环移位索引、传输梳齿索引、频分复用索引、多普勒域循环移位索引或所述三次多项式的三次项系数索引或时域正交覆盖码索引中的至少一项,以便根据频域正交覆盖码索引、时延域循环移位索引、传输梳齿索引、频分复用索引、多普勒域循环移位索引或所述三次多项式的三次项系数索引或时域正交覆盖码索引中的至少一项确定第一序列或进行第一信号的传输。

在一种可能的实现方式中,所述方法还包括:

获取第二序列的指示信息,所述第一序列的指示信息和所述第二序列的指示信息满足以下中的至少一项:

所述第一序列的指示信息对应的频域正交覆盖码索引与第二序列的指示信息对应的频域正交覆盖码索引不同;

所述第一序列的指示信息对应的时延域循环移位索引与第二序列的指示信息对应的时延域循环移位索引不同;

所述第一序列的指示信息对应的时域正交覆盖码索引与第二序列的指示信息对应的时域正交覆盖码索引不同;

所述第一序列的指示信息对应的传输梳齿索引与第二序列的指示信息对应的传输梳齿索引不同;

所述第一序列的指示信息对应的频分复用索引与第二序列的指示信息对应的频分复用索引不同;

所述第一序列的指示信息对应的多普勒域循环移位索引与第二序列的指示信息对应的多普勒域循环移位索引不同;

所述第一序列的指示信息对应的三次多项式的三次项系数索引与第二序列的指示信息对应的三次多项式的三次项系数索引不同。

基于该实现方式,不同的序列之间可以采用不同的频域正交覆盖码索引、时延域循环移位索引、时域正交覆盖码索引、传输梳齿索引、频分复用索引、多普勒域循环移位索引或三次项系数索引中的至少一项,以提高序列容量。

在一种可能的实现方式中,所述第一信号对应于第一终端设备,所述方法还包括:

获取第二终端设备对应的第三序列的指示信息,所述第一终端与所述第二终端属于同一个终端设备组。

基于该实现方式,MU-MIMO组内的多个终端设备均可获得基站配置给组内所有终端的序列的指示信息,用于估计干扰链路的信道状态信息,从而降低多终端设备之间的传输干扰。

第二方面,提供一种通信方法。该方法可由第二通信装置实施。第二通信装置可以用于接收信号。例如,第二通信装置可以是终端设备或接入网设备(或替换为网络设备,如基站)。第二通信装置也可以是终端设备中的组件或接入网设备中的组件。其中,本申请中的组件例如可包括芯片、芯片系统、处理器、收发器、处理单元、或收发单元中的至少一种。以执行主体是第二通信装置为例,本申请提供的通信方法可包括以下步骤:第二通信装置获取第一序列的指示信息,所述第一序列为三次多项式指数序列,所述三次多项式的三次项系数与所述三次多项式的二次项系数相关联,所述三次多项式的二次项系数与所述第一序列的频域位置相关联;第二通信装置还可传输第一信号,所述第一信号是所述第一序列经过频域资源映射得到的。

第二方面的各个可能的实现方式可以参照第一方面相应的可能的实现方式,重复之处不再赘述。

第三方面,提供一种通信装置。所述装置可以实现上述第一方面至第二方面中任一方面其任意可能的实现方式所述的方法。所述装置具备上述第一通信装置或第二通信装置的功能。所述装置例如为终端设备,或为终端设备中的功能模块,或为网络设备或网络设备中的功能模块等。

一种可选的实现方式中,该装置可以包括执行第一方面至第二方面中任一方面其任意可能的实现方式所述的方法/操作/步骤/动作所一一对应的模块,该模块可以是硬件电路,也可是软件,也可以是硬件电路结合软件实现。一种可选的实现方式中,所述装置包括处理单元(有时也称为处理模块)和通信单元(有时也称为收发模块、通信模块等)。收发单元能够实现发送功能和接收功能,在收发单元实现发送功能时,可称为发送单元(有时也称为发送模块),在收发单元实现接收功能时,可称为接收单元(有时也称为接收模块)。发送单元和接收单元可以是同一个功能模块,该功能模块称为收发单元,该功能

模块能实现发送功能和接收功能；或者，发送单元和接收单元可以是不同的功能模块，收发单元是对这些功能模块的统称。

示例性的，在该装置用于执行第一方面至第二方面中任一方面所描述的方法时，该装置可以包括通信单元和处理单元。

- 5 第四方面，本申请实施例还提供一种通信装置，包括处理器，用于执行存储器中存储的计算机程序（或计算机可执行指令），当计算机程序（或计算机可执行指令）被执行时，使得该装置执行如第一方面至第二方面中任一方面其任意可能的实现方式所述的方法。

在一种可能的实现中，处理器和存储器集成在一起；

在另一种可能的实现中，存储器位于该通信装置之外。

- 10 该通信装置还包括通信接口，该通信接口用于该通信装置与其他设备进行通信，例如数据和/或信号的发送或接收。示例性的，通信接口可以是收发器、电路、总线、模块或其它类型的通信接口。

第五方面，提供一种计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质用于存储计算机程序或指令，当其被运行时，使得第一方面至第二方面中任一方面其任意可能的实现方式所述的方法及其任意可能的实现方式所示的方法被实现。

- 15 第六方面，提供一种包含指令的计算机程序产品，当其在计算机上运行时，使得第一方面至第二方面中任一方面其任意可能的实现方式所述的方法被实现。

第七方面，本申请实施例还提供一种通信装置，用于执行上述第一方面至第二方面中任一方面其任意可能的实现方式所述的方法。

- 20 第八方面，提供一种芯片系统，该芯片系统包括逻辑电路（或理解为，该芯片系统包括处理器，处理器可包括逻辑电路等），还可以包括输入输出接口。该输入输出接口可以用于输入消息，也可以用于输出消息。输入输出接口可以是相同的接口，即，同一个接口既能够实现发送功能也能够实现接收功能；或者，输入输出接口包括输入接口以及输出接口，输入接口用于实现接收功能，即，用于接收消息；输出接口用于实现发送功能，即，用于发送消息。逻辑电路可用于执行上述第一方面至第二方面中任一方面其任意可能的实现方式所述的方法中除收发功能之外的操作；逻辑电路还可用于向输入输出接口传输消息，或者从输入输出接口接收来自其他通信装置的消息。该芯片系统可用于实现上述第一方面至第二方面中任一方面其任意可能的实现方式所述的方法。该芯片系统可以由芯片构成，也可以包含芯片和其他分立器件。

可选的，该芯片系统还可以包括存储器，存储器可用于存储指令，逻辑电路可调用存储器所存储的指令来实现相应功能。

- 30 第九方面，提供一种通信方法，通信方法可以包括第一方面及其任意可能的实现方式所示的由第一通信装置实现的方法、第二方面及其任意可能的实现方式所示的由第二通信装置实现的方法。

第十方面，提供一种通信系统，该通信系统可以包括第一通信装置和第二通信装置。其中，第一通信装置可用于实现第一方面及其任一可能的实现方式所示的方法，第二通信装置可用于实现第二方面及其任一可能的实现方式所示的方法。

- 35 以上第三方面至第十方面所带来的技术效果可参见上述第一方面至第二方面中相应方案有益效果的描述，此处不再赘述。

附图说明

- 40 图 1 为本申请实施例提供的一种无线通信系统的架构示意图；
图 2 为本申请实施例提供的一种 DMRS 通信端口配置的示意图；
图 3 为本申请实施例提供的一种通信方式示意图；
图 4 为本申请实施例提供的一种第一序列低模糊区复用的示意图；
图 5 为本申请实施例提供的另一种第一序列低模糊区复用的示意图；
图 6 为本申请实施例提供的一种通信装置的结构示意图；
45 图 7 为本申请实施例提供的另一种通信装置的结构示意图。

具体实施方式

为了便于理解本申请实施例，以图 1 所示的通信系统架构为例对本申请使用的应用场景进行说明。图 1 为示出了一种可能的、非限制性的系统示意图。如图 1 所示，通信系统 1000 包括无线接入网（radio access network, RAN）100 和核心网（core network, CN）200。RAN 100 包括至少一个网络设备（如图 1 中的 110a 和 110b, 统称为 110）和至少一个终端设备（如图 1 中的 120a-120j, 统称为 120）。RAN100 中还可以包括其它 RAN 节点，例如，无线中继设备和/或无线回传设备（图 1 中未示出）等。终端设备 120 通过无线的方式与网络设备 110 相连。网络设备 110 通过无线或有线方式与核心网 200 连接。核心网 200 中的核心网设备与 RAN 100 中的网络设备 110 可以分别是不同的物理设备，也可以是集成了核心网逻辑功能和无线接入网逻辑功能的同一个物理设备。

RAN 100 可以为第三代合作伙伴计划（3rd generation partnership project, 3GPP）相关的蜂窝系统，例如，第四代（4th generation, 4G）、长期演进（long term evolution, LTE）、第五代（5th generation, 5G）、新空口（new radio, NR）移动通信系统、或 5G 之后的演进系统（例如第六代（6th generation, 6G）移动通信系统）。RAN 100 还可以是开放式接入网（open RAN, O-RAN 或 ORAN）、云无线接入网络（cloud radio access network, CRAN）、或者无线保真（wireless fidelity, WiFi）系统。RAN100 还可以是以上两种或两种以上系统融合的通信系统。

本申请实施例提供的装置可以应用到网络设备 110，或者应用到终端设备 120。可以理解的是，图 1 仅示出了本申请实施例可以应用的一种可能的通信系统架构，在其他可能的场景中，所述通信系统架构中也可以包括其他设备。

本申请实施例应用的另一种通信系统中，可以包括第一通信装置和第二通信装置。

一种实现方法中，第一通信装置是网络设备或用于网络设备的模块，第二通信装置是终端设备或用于终端设备的模块，其中，网络设备例如是接入网设备。第一通信装置与第二通信装置之间通过空口进行通信。

又一种实现方法中，第一通信装置是终端设备或用于终端设备的模块，第二通信装置是网络设备或用于网络设备的模块。第一通信装置与第二通信装置之间通过空口进行通信。

又一种实现方法中，第一通信装置是网络设备或用于网络设备的模块，第二通信装置是网络设备或用于网络设备的模块。第一通信装置与第二通信装置之间通过空口或有线方式进行通信。

又一种实现方法中，第一通信装置是终端设备或用于终端设备的模块，第二通信装置是终端设备或用于终端设备的模块。第一通信装置与第二通信装置之间通过空口进行通信。

当然，本申请实施例中的第一通信装置、第二通信装置还可以是其他类型的设备，比如第一通信装置还可以是云端设备或云服务器等设备，第二通信装置是云端设备或云服务器等设备，本申请对此不做限定。

本申请实施中，终端设备是一种具有无线收发功能的设备，具体可以指用户设备（user equipment, UE）、接入终端、用户单元（subscriber unit）、用户站、移动台（mobile station）、远方站、远程终端、移动设备、用户终端、无线通信设备、用户代理或用户装置。终端设备可以部署在陆地上，包括室内或室外、手持或车载；也可以部署在水面上（如轮船等）；还可以部署在空中（例如飞机、气球和卫星上等）。所述终端设备可以是蜂窝电话、手机（mobile phone）、平板电脑（pad）、无线数据卡、无线调制解调器、卫星终端、车（例如，汽车、自行车、电动车、飞机、船舶、火车、高铁等）载设备、机械臂、车间设备、可穿戴设备（例如智能手表、智能手环、计步器等）、无人机、机器人、智能销售点（point of sale, POS）机、客户终端设备（customer-premises equipment, CPE）、带无线收发功能的电脑、虚拟现实（virtual reality, VR）终端设备、增强现实（augmented reality, AR）终端设备、工业控制（industrial control）中的终端设备、无人驾驶（self driving）中的终端设备、远程医疗（remote medical）中的终端设备、智能电网（smart grid）中的终端设备、运输安全（transportation safety）中的终端、智慧城市（smart city）中的终端设备、智慧家庭（smart home）中的终端（例如，冰箱、电视、空调、电表等智能家居设备）。终端设备还可以是其他具有终端功能的设备。本申请的实施例对终端的设备形态不做限定，用于实现终端设备的功能的装置可以是终端设备；也可以是能够支持终端设备实现该功能的装置，例如芯片系统。该装置可以被安装在终端设备中或者和终端设备匹配使用。本申请实施例中，芯片系统可以由芯片构成，也可以包括芯片和其他分立器件。

本申请实施中，网络设备具有无线收发功能的设备，用于与终端设备、或其他网络设备进行通信；也可以是能够将终端设备接入到无线网络的设备，如无线接入网（radio access network, RAN）设备或

节点。本申请实施例中的网络设备可以包括各种形式的基站,例如:基站(base station)、演进型基站(evolved NodeB, eNodeB)、下一代基站(next generation NodeB, gNB)、宏基站、微基站(也称为小站)、中继站、接入点、第五代(5th generation, 5G)技术之后演进的通信系统中实现基站功能的设备、无线局域网(wireless local area network, WLAN)系统中的接入点(access point, AP)、接入回传一体化(integrated access and backhaul, IAB)节点、传输点(transmitting and receiving point, TRP)、发射点(transmitting point, TP)、移动交换中心以及设备到设备(Device-to-Device, D2D)、车辆外联(vehicle-to-everything, V2X)、机器到机器(machine-to-machine, M2M)通信中承担基站功能的设备等,还可以包括非陆地通信网络(non-terrestrial network, NTN)通信系统中的网络设备,即可以部署于高空平台或者卫星。在一些可能的场景中,由不同网络设备分别实现基站的部分功能。例如,网络设备可以是集中式单元(central unit, CU),分布式单元(distributed unit, DU), CU-控制面(control plane, CP), CU-用户面(user plane, UP),或者无线单元(radio unit, RU)等。CU和DU可以是单独设置,或者也可以包括在同一个网元中,例如基带单元(baseband unit, BBU)中。RU可以包括在射频设备或者射频单元中,例如包括在射频拉远单元(remote radio unit, RRU)、有源天线处理单元(active antenna unit, AAU)或远程射频头(remote radio head, RRH)中。可以理解的是,网络设备可以为CU节点、或DU节点、或包括CU节点和DU节点的设备。此外, CU可以划分为接入网RAN中的网络设备,也可以将CU划分为核心网CN中的网络设备,在此不做限制。

在不同系统中, CU(或CU-CP和CU-UP)、DU或RU也可以有不同的名称,但是本领域的技术人员可以理解其含义。例如,在开放式接入网(open RAN, ORAN)系统中, CU也可以称为O-CU(开放式CU), DU也可以称为O-DU, CU-CP也可以称为O-CU-CP, CU-UP也可以称为O-CU-UP, RU也可以称为O-RU。为描述方便,本申请中以CU, CU-CP, CU-UP、DU和RU为例进行描述。本申请中的CU(或CU-CP、CU-UP)、DU和RU中的任一单元,可以通过软件模块、硬件模块、或者软件模块与硬件模块结合来实现。

本申请实施例中,对网络设备的形态不作限定,用于实现网络设备的功能的装置可以是网络设备;也可以是能够支持网络设备实现该功能的装置,例如芯片系统。该装置可以被安装在网络设备中或者和网络设备匹配使用。

可以理解,本申请中的网络设备和终端设备之间、网络设备和网络设备之间、终端设备和终端设备之间可以通过授权频谱进行通信,也可以通过非授权频谱进行通信,也可以同时通过授权频谱和非授权频谱进行通信。另外,网络设备和终端设备之间、网络设备和网络设备之间、终端设备和终端设备之间可以通过6千兆赫(gigahertz, GHz)以下的频谱进行通信,例如通过700/900兆赫(mega hertz, MHz)、2.1/2.6/3.5GHz频段进行通信,也可以通过6GHz以上的频谱进行通信,例如通过毫米波、太赫兹(tera hertz, THz)波通信,还可以同时使用6GHz以下的频谱和6GHz以上的频谱进行通信。本申请的实施例对无线通信所使用的频谱资源不做限定。

在本申请的实施例中,网络设备的功能也可以由网络设备中的模块(如芯片)来执行,也可以由包含有网络设备功能的控制子系统来执行。这里的包含有网络设备功能的控制子系统可以是智能电网、工业控制、智能交通、智慧城市等上述应用场景中的控制中心。终端设备的功能也可以由终端设备中的模块(如芯片或调制解调器)来执行,也可以由包含有终端设备功能的装置来执行。

在通信系统的演变过程中,高吞吐和大连接一直是无线通信网络的核心挑战。为了应对上述挑战,5G通信提出了增强移动宽带(enhanced mobile broadband, eMBB)、极高可靠极低时延通信(ultra reliable and low latency communication, URLLC)以及大规模机器类通信(massive machine type communication, mMTC)等应用作为技术目标。而5G之后演进的6G通信系统必将向更大吞吐、更低时延、更高可靠性、更大连接数、更高频谱利用率等方向演进。

下面对本申请相关的技术术语进行解释。

(1) 模糊函数

模糊函数包括自模糊函数和互模糊函数两种。

自模糊函数:是指信号#A与信号#B之间的内积,其中,信号#B为信号#A经过时延和多普勒频移变换后的信号。

互模糊函数:是指信号#C与信号#B之间的内积,其中,信号#B为信号#A经过时延和多普勒频移变换后的信号,信号#A和信号#C位于同一序列集合。

(2) 零模糊区

零模糊区是指在一定的时延和多普勒区间内, 模糊函数等于零。

(3) 低模糊区

低模糊区是指在一定的时延和多普勒区间内, 模糊函数值小于预设的阈值。

5 (4) 零相关区

零相关区是指在一定的时延区间内, 相关函数等于零。

(5) 低相关区

低相关区是指在一定的时延区间内, 相关函数值小于预设的阈值。

(6) 序列容量

10 序列容量是指序列集中包含的序列个数。

下面对本申请针对的问题进行说明。

目前, 在 LTE 和 NR 通信系统中, OFDM 波形的 DMRS 采用频域映射 QPSK 调制的 Gold 序列。Gold 序列的初始值可以通过小区标识或加扰标识确定。其中, 在 NR OFDM 波形 DMRS 演进过程中, 版本 (release, Rel)-15 至 Rel-17 最大支持 12 个正交 DMRS 端口, 即 DMRS 端口 0 至 DMRS 端口 11。该 12 个正交 DMRS 端口采用 2 个频域正交覆盖码 (frequency domain orthogonal cover code, FD-OCC)、2 个时域正交覆盖码 (time domain orthogonal cover code, TD-OCC) 和 3 个频分复用 (frequency domain multiplexing, FDM)。另外, Rel-18 最大支持 24 个正交 DMRS 端口, 即 DMRS 端口 0 至 DMRS 端口 23。该 24 个正交 DMRS 端口复用 4 个 FD-OCC、2 个 TD-OCC 和 3 个 FDM。

20 图 2 示出了 NR OFDM 波形 DMRS 端口配置的类型示意图, 其中, (a) 对应 Rel-15 至 Rel-17 支持的配置类型, 包括 NR DMRS 配置类型 1 (type 1) 和 NR DMRS 配置类型 2 (type 2), (b) 对应 Rel-18 支持的配置类型, 包括 NR DMRS 配置类型 1 和 NR DMRS 配置类型 2。

Gold 序列具有较好的自相关和互相关特性, 但 Gold 序列的自模糊性能不佳, 并且 Gold 序列的互模糊性能不佳。一方面, 自模糊性能不佳体现在, Gold 序列的自模糊函数的多普勒旁瓣较大, 对于高速移动场景, 循环移位、传输梳齿、正交覆盖码或频分复用的 DMRS 端口间不再正交, 即高速移动等因素导致的频偏破坏了 DMRS 端口间的正交性。另一方面, 不同初始值加扰的 Gold 序列之间, 互相关函数随机波动, 导致非正交 DMRS 端口间干扰较大。因此, Gold 序列的自模糊性能和互模糊性能会导致一些情形下的非正交 DMRS 端口之间的干扰增加, 导致传输性能降低。

为了解决以上技术问题, 本申请提供一种通信方法。该通信方法可以由第一通信装置与第二通信装置实施。可选的, 第一通信装置可以作为信号发送端, 第二通信装置可以作为信号接收端。也就是说, 30 第一通信装置可用于发送信号, 第二通信装置可以用于接收信号。作为一种示例, 在上行通信过程中, 第一通信装置可以是终端设备, 或者可以是终端设备中的模块或芯片等组成部分, 第二通信装置可以是网络设备, 或者可以是网络设备中的模块或芯片等组成部分, 网络设备例如是 RAN 或其他接入网设备。作为另一种示例, 在下行通信过程中, 第一通信装置可以是网络设备, 或者可以是网络设备中的模块或芯片等组成部分, 第二通信装置可以是终端设备, 或者可以是终端设备中的模块或芯片等组成部分。同 35 理, 也可以认为第一通信装置可以作为信号接收端, 第二通信装置可以作为信号发送接收端。

下面结合图 3 所示流程对该方法进行介绍。

S101: 第一通信装置和第二通信装置分别获取第一序列的指示信息。

本申请中, 第一序列为三次多项式指数序列, 第一序列的表达式满足:

$$s_{a,b,c,d}(n) = e^{-j2\pi(an^3+bn^2+cn+d)}, n = 0, 1, \dots, N-1.$$

40 其中, N 表示第一序列的序列长度, 三次多项式中的 a 表示三次项系数, b 表示二次项系数, c 表示一次项系数, d 表示常数项。

可选的, 若三次多项式中的常数项 d 为 0, 第一序列的表达式还可以满足:

$$s_{a,b,c}(n) = e^{-j2\pi(an^3+bn^2+cn)}, n = 0, 1, \dots, N-1.$$

其中, N 表示第一序列的序列长度, 三次多项式中的 a 表示三次项系数, b 表示二次项系数, c 表示 45 一次项系数。

可选的, 若第一序列的序列长度为质数, 第一序列的表达式还可以满足:

$$s_{a,b,c,d}(n) = e^{-j2\pi(an^3+bn^2+cn+d)/N}, n = 0, 1, \dots, N-1.$$

其中, N 表示第一序列的序列长度, a, b, c 均为有限域 $\mathbb{Z}_N$ 中的元素, 则第一序列的序列容量与序列

长度的立方正相关。

可选的，若第一序列的序列长度为质数，三次多项式中的常数项 d 为0，第一序列的表达式还可以满足：

$$s_{a,b,c}(n) = e^{-j2\pi(an^3+bn^2+cn)/N}, n = 0, 1, \dots, N-1.$$

5 其中， N 表示第一序列的序列长度， a, b, c 均为有限域 $\mathbb{Z}_N$ 中的元素，则第一序列的序列容量与序列长度的立方正相关。

本申请中，三次项系数 a 与二次项系数 b 相关联，即三次项系数 a 与二次项系数 b 存在关联关系。可选的，“相关联”可以替换为或理解为“相对应”。

10 作为三次项系数 a 与二次项系数 b 相关联的一种示例，三次项系数 a 与二次项系数 b 均与 λ 有关联。其中， λ 的取值范围为大于或等于1且小于或等于 $P-1$ 的整数，其中， P 为不超过第一序列的序列长度 N 的最大质数。

可选的，该三次项系数 a 与 λ 有关，该二次项系数 b 与 λ 的倍数（如整数倍）有关。也可以说，二次项系数 b 是三次项系数 a 的倍数（如整数倍）。

15 另外，本申请中，二次项系数 b 与第一序列的频域位置相关联。其中，频域位置即第一序列映射的频域资源的位置。可选的，本申请中的第一序列采用频域非连续映射。例如，频域位置可以对应于传输梳齿（transmission comb, TC）索引或频分复用索引。其中，频域位置对应于传输梳齿索引可以是指：在采用频域梳齿映射的情况下，频域位置可以通过传输梳齿索引指示。可选的，此时二次项系数 b 可以与传输梳齿索引相关联。频域位置对应于频分复用索引可以是指：在采用频分复用映射的情况下，频域位置可以通过频分复用索引指示。可选的，此时二次项系数 b 可以与频分复用索引相关联。

20 下文中，将结合实施例1与实施例2对三次项系数 a 和二次项系数 b 的表达式进行介绍，这里暂不展开。

本申请中，该三次多项式指数序列可以基于基序列和辅助序列确定。例如，该三次多项式指数序列可以表示为基序列和辅助序列逐位点乘的形式 $s_{a,b,c}(n) = u_a(n) \cdot v_{b,c}(n)$ 。

25 其中，基序列 $u_a(n)$ 满足全域低模糊。比如，基序列的自模糊函数的最大值为 $\sqrt{N}$ ，所述基序列的互模糊函数的最大值不超过 $2\sqrt{N}$ 。辅助序列 $v_{b,c}(n)$ 满足低模糊区大容量。比如，辅助序列在最大时延扩展和最大多普勒扩展范围内的互模糊函数的最大值为 $\sqrt{N}$ ，所述辅助序列的序列个数与序列长度的平方正相关。

作为一种示例，基序列可以满足：

$$u_a(n) = e^{-j2\pi an^3/N}.$$

30 辅助序列可满足：

$$v_{b,c}(n) = e^{-j2\pi(bn^2+cn)/N}.$$

可以理解，第一序列满足指数和定理，指数和定理也可称为指数和的 Weil 界（Weil bound on exponential sum）定理。因此第一序列也可以称为 Weil 指数和序列，简称为 W 序列。

其中，指数和定理是指：

35 d 次多项式 $p(n) = p_d n^d + p_{d-1} n^{d-1} + \dots + p_1 n + p_0$ 中最高次项的系数 $p_d \in \mathbb{Z}_N^*$ ， $\mathbb{Z}_N^*$ 表示有限域 $\{1, \dots, N-1\}$ ；非最高次项的系数 $p_0, p_1, \dots, p_{d-1} \in \mathbb{Z}_N$ ， $\mathbb{Z}_N$ 表示有限域 $\{0, 1, \dots, N-1\}$ ， N 为质数， $d \geq 1$ ，并且指数和 $|\sum_{n=0}^{N-1} e^{-j2\pi p(n)/N}|$ 满足： $|\sum_{n=0}^{N-1} e^{-j2\pi p(n)/N}| \leq (d-1)\sqrt{N}$ ， $|\cdot|$ 表示模。

特别地，当 $d = 2$ 时，指数和退化为高斯和 $|\sum_{n=0}^{N-1} e^{-j2\pi(p_2 n^2 + p_1 n + p_0)/N}|$ ，即高斯和满足：

$$|\sum_{n=0}^{N-1} e^{-j2\pi(p_2 n^2 + p_1 n + p_0)/N}| = \sqrt{N}.$$

40 本申请中，时域连续映射的第一序列 $s_{a_1, b_1, c_1}(n) = e^{-j2\pi(a_1 n^3 + b_1 n^2 + c_1 n)/N}$ 和 $s_{a_2, b_2, c_2}(n) = e^{-j2\pi(a_2 n^3 + b_2 n^2 + c_2 n)/N}$ 的互模糊函数满足：

$$|A_{s_{a_1, b_1, c_1}, s_{a_2, b_2, c_2}}(\tau, \nu)| = \sum_{n=0}^{N-1} s_{a_1, b_1, c_1}(n) s_{a_2, b_2, c_2}^*[(n - \tau) \bmod N] e^{j2\pi n \nu / N} =$$

$$\begin{cases} N & a_1 = a_2, b_1 = (b_2 - 3a_2\tau) \bmod N, c_1 = (c_2 - 2b_2\tau + 3a_2\tau^2 + v) \bmod N \\ 0 & a_1 = a_2, b_1 = (b_2 - 3a_2\tau) \bmod N, c_1 \neq (c_2 - 2b_2\tau + 3a_2\tau^2 + v) \bmod N \\ \sqrt{N} & a_1 = a_2, b_1 \neq (b_2 - 3a_2\tau) \bmod N \\ \leq 2\sqrt{N} & a_1 \neq a_2 \end{cases}.$$

因此，只要两个三次多项式指数序列的互模糊函数在模糊区内不出现峰值 N ，则其模糊函数的最大值不超过 $2\sqrt{N}$ 。需要指出的是，对于任意两个不同的三次多项式指数和序列，无法保证互模糊函数在模糊区内不出现峰值 N 。例如， $s_{1,2,3}(n) = e^{-j2\pi(n^3+2n^2+3n)/N}$ 和 $s_{1,5,8}(n) = e^{-j2\pi(n^3+5n^2+8n)/N}$ ，模糊区 $\Delta_T \times \Delta_F = 2 \times 3$ ，互模糊函数在 $(\tau, v) = (1, 2)$ 位置出现峰值 $|A_{s_{1,2,3}, s_{1,5,8}}(1, 2)| = N$ 。为了保证序列之间的低模糊性，需要设计三次多项式指数和序列，在模糊区 $\Delta_T \times \Delta_F$ 内避开互模糊函数的峰值，同时尽可能地提高序列容量。其中， Δ_T 表示最大时延扩展， Δ_F 表示最大多普勒扩展。对于第一序列的序列长度为合数的情况，下文将结合实施例1和实施例2对第一序列的表达式进行进一步的说明，这里暂不展开描述。

S102：第一通信装置与第二通信装置传输第一信号。

其中，第一信号对应于第一序列，例如，第一信号是通过第一序列进行频域资源映射得到的信号。频域映射方式可以是基于传输梳齿索引或频分复用索引对第一序列进行频域资源映射得到的，下文中将结合实施例1和实施例2分别介绍，这里暂不展开。

本申请中，在上行通信或下行通信中，第一通信装置与第二通信装置之间可以通过空口传输第一信号，例如，由第一通信装置向第二通信装置发送第一信号。

例如，第一通信装置与第二通信装置均具备空口传输能力，比如第一通信装置与第二通信装置均具有天线等无线收发器，则第一通信装置可通过无线收发器发送第一信号，相应的，第二通信装置可通过无线收发器接收第一信号，并对第一信号进行解调等处理，从而获得第一信号承载的信息。

另外，第一通信装置和/或第二通信装置可以是芯片等不具备空口通信能力的设备或装置，第一通信装置和/或第二通信装置可以通过外置的天线等无线收发器进行通信。比如说，在第一通信装置与第二通信装置均不具有空口通信能力的情况下，第一通信装置可以通过其与天线之间的接口向天线输出第一信号，天线可用于通过空口发送第一信号；相应的，与第二通信装置相连的天线可用于接收通过空口传输的第一信号，并通过天线与第二通信装置之间的接口将信号传输至第二通信装置，之后可以由第二通信装置对接收的信号进行解调等处理，从而获得第一信号承载的信息。

基于图3所示流程，第一通信装置可以根据第一序列的指示信息确定第一序列，并发送第一序列对应的第一信号。其中，第一序列可以是Weil指数和序列，即满足指数和定理的序列，相较于Gold序列具有更好的自模糊特性和互模糊特性。若采用频域映射构造非正交抗频偏的DMRS序列，可以降低非正交DMRS端口之间的干扰，提高DMRS序列容量，因此提高传输性能。

下面对本申请中第一序列的指示信息进行介绍。

在本申请中，第一序列的指示信息可用于确定第一序列。例如，第一序列的指示信息可包含与第一序列有关的参数，例如，该指示信息用于指示以上第一序列的二次项系数和/或三次项系数。又如，该指示信息可用于指示第一序列在序列码本中的索引。又如，该指示信息可以包含第一序列，即指示信息包含第一序列的完整序列。下文将通过举例对第一序列的指示信息的实现方式进行介绍。

可选的，在上行传输和/或下行传输中，可以由网络设备向终端设备发送第一序列的指示信息，即可以由网络设备向终端设备指示第一序列。其中，第一序列的指示信息可以包含在网络设备向终端设备发送的无线资源控制（radio resource control, RRC）消息、介质访问控制（media access control, MAC）控制单元（control element, CE）或者是下行控制信息（downlink control information, DCI）中。

本申请中，第一通信装置可以是终端设备，第二通信装置可以是网络设备，因此可以由第二通信装置向第一通信装置发送第一序列的指示信息。或者，第一通信装置可以是网络设备，第二通信装置可以是终端设备，因此可以由第一通信装置向第二通信装置发送第一序列的指示信息。

作为一种示例，在上行传输中，可以由网络设备向终端设备发送第一序列的指示信息。此时，终端设备可以作为第一通信装置，网络设备可以作为第二通信装置，第一序列的指示信息可以是网络设备向终端设备发送的。因此在上行传输中，第一通信装置获得第一序列的指示信息可以是指：第一通信装置接收来自于第二通信装置的第一序列的指示信息。第二通信装置获得第一序列的指示信息可以是指：第二通信装置在为第一通信装置分配第一序列后生成第一序列的指示信息，或者，网络设备读取已生成的

第一序列的指示信息。

作为另一种示例,在下行传输中,仍然可以由网络设备向终端设备发送第一序列的指示信息。此时,网络设备可以作为第一通信装置,终端设备可以作为第二通信装置。因此在下行传输中,第一通信装置获得第一序列的指示信息可以是指:第一通信装置在为第二通信装置分配第一序列后生成用于指示第一序列的指示信息,或者,网络设备读取已生成的第一序列的指示信息;第二通信装置获得第一序列的指示信息可以是指:第二通信装置接收来自于第一通信装置的第一序列的指示信息。

另外,在终端设备与终端设备之间的通信中,第一通信装置与第二通信装置可以是不同的终端设备。此时可以由第一通信装置向第二通信装置发送第一序列的指示信息,或者,可以由第二通信装置向第一通信装置发送第一序列的指示信息。此外,在终端设备与终端设备的通信中,也可以由网络设备配置第一序列,此时作为 S101 的一种实现方式,第一通信装置与第二通信装置可以分别接收来自于网络设备的指示信息。

下面对第一序列的指示信息的实现方式进行举例说明。

(1) 作为一种可能的实现方式,第一序列的指示信息可用于指示第一序列有关的参数。与第一序列有关的参数可用于指示第一序列和/或用于传输第一序列对应的第一信号,或者,与第一序列有关的参数可用于确定第一序列和/或用于传输第一序列对应的第一信号。比如说,与第一序列有关的参数可以包括第一序列的表达式中的一个或多个参数,如频域正交覆盖码索引、时延域循环移位索引、传输梳齿索引、频分复用索引、多普勒域循环移位索引、所述三次多项式的三次项系数索引或时域正交覆盖码索引中的至少一项。因此第一通信装置和/或第二通信装置可以基于第一序列的指示信息确定第一序列和/或传输第一信号。其中,频域正交覆盖码索引可用于指示频域正交覆盖码。时域正交覆盖码索引可用于指示时域正交覆盖码。

具体的,第一序列的指示信息可以指示天线端口,例如,指示信息包含天线端口号。天线端口号与第一序列有关的参数相对应,因此当第一通信装置和/或第二通信装置获得天线端口号,可查询天线端口号与第一序列有关的参数的对应关系,以确定天线端口号对应的与第一序列有关的参数。

可选的,该实现方式中,网络设备可以通过 RRC 消息发送天线端口号与序列有关的参数之间的对应关系。因此第一通信装置和/或第二通信装置可以获知天线端口与序列有关的参数之间的对应关系,其中,包括第一序列对应的天线端口号和与第一序列有关的参数之间的对应关系。另外,网络设备还可以针对第一信号的传输发送第一序列的指示信息,用于指示第一序列对应的端口号。因此第一通信装置和/或第二通信装置可以根据天线端口号查询,获得与第一序列有关的参数。

(2) 作为另一种可能的实现方式,第一序列的指示信息可以是第一序列在序列码本中的索引。其中,序列码本可以由网络设备通过配置信息指示,相应的,当需要指示第一序列时,网络设备可以通过第一序列的指示信息指示第一序列在序列码本中的索引。

举例来说,网络设备可以通过 RRC 消息或 MAC CE 向终端设备配置序列码本,并通过 DCI 向终端设备发送第一序列的指示信息,此时第一序列的指示信息可以是序列的索引,用于从序列码本中指示序列。又如,第一序列的指示信息可以指示与第一序列有关的参数,例如,与第一序列有关的参数包括用于指示频域正交覆盖码索引、时延域循环移位索引、传输梳齿索引、频分复用索引、多普勒域循环移位索引、所述三次多项式的三次项系数索引或时域正交覆盖码索引中的至少一项;相应的,终端设备可以根据第一序列的指示信息获知第一序列的参数,并根据本申请中第一序列的表达式和相应的参数确定第一序列,并进行第一信号的传输。

(3) 作为另一种可能的实现方式,第一序列的指示信息中可以包含第一序列。相应的,第一通信装置和/或第二通信装置可以根据第一序列的指示信息获得第一序列。

下面结合实施例 1 和实施例 2 对本申请中第一序列进行说明。其中,实施例 1 提供了频域梳齿映射的 DMRS 序列构造方法,当循环移位数为 2、传输梳齿数为 2 时,实施例 1 对应 NR DMRS 配置类型 1。实施例 2 提供了频分复用映射的 DMRS 序列构造方法,当频域正交覆盖码长度为 2、频分复用数为 3 时,实施例 2 对应 NR DMRS 配置类型 2。

实施例 1,在采用频域梳齿映射的情况下,第一序列的三次项系数为 $\frac{\lambda}{P}$,第一序列的二次项系数为 $\frac{3\lambda[(KM+m)\Delta_F-m]}{MP}$,

其中, P 可以是不超过序列长度 N 的最大质数。其中,若资源分配以资源块(包含 12 个子载波)

为粒度，第一序列的序列长度 N 通常为合数；本申请不限制资源分配必须以资源块为粒度，实际应用中可以采用更大或更小的资源分配粒度。 M 表示传输梳齿数， Δ_F 表示最大多普勒扩展， λ 表示第一序列的三次多项式的三次项系数索引， k 表示多普勒域循环移位索引， m 表示传输梳齿索引。

可选的，第一序列 $s_{\lambda,k,l,m}(n)$ 的表达式满足：

$$s_{\lambda,k,l,m}(n) = e^{-j2\pi\left\{\frac{\lambda}{P}n^3 + \frac{3\lambda[(kM+m)\Delta_F - m]}{MP}n^2 + \frac{l\Delta_T}{N}n\right\}}, n = 0, 1, \dots, N-1;$$

其中， N 表示所述第一序列的序列长度， Δ_T 表示最大时延扩展， n 表示第一序列的时域资源索引， l 表示时延域循环移位索引。本申请中，第一序列的时域资源索引例如是第一序列的符号位置或符号以外的其他粒度的时域位置。

可选的， λ, k, l, m 的取值范围可以满足：

$$\lambda \in \{1, 2, \dots, P-1\}, (k \in \{0, 1, \dots, \lfloor P/\Delta_F \rfloor - 1\}, m \in \{0, 1, \dots, M-1\}) \vee (k \in \{P/\Delta_F\}, m \in \{0, 1, \dots, \lfloor MP/\Delta_F \rfloor - M\lfloor P/\Delta_F \rfloor - 1\}), l \in \{0, 1, \dots, \lfloor N/\Delta_T \rfloor - 1\}, \text{ 其中, } \vee \text{ 表示逻辑或。} \lfloor \cdot \rfloor \text{ 表示向下取整。在一些应用中, 向下取整也可以替换为向上取整或四舍五入等取值方式。}$$

在实施例 1 中，第一通信装置可根据传输梳齿索引 m 对第一序列进行频域资源映射得到第一信号，即第一信号是根据传输梳齿索引 m 对第一序列进行频域资源映射得到的。

示例性的，第一信号 $\bar{s}_{\lambda,k,l,m}(i)$ 的表达式可以满足：

$$\bar{s}_{\lambda,k,l,m}(i) = \sum_{n=0}^{N-1} s_{\lambda,k,l,m}(n) \delta(i - nM + m), i = 1 - M, 2 - M, \dots, M(N-1);$$

其中， N 表示所述第一序列的序列长度， M 表示传输梳齿数， n 表示第一序列的时域资源位置， λ 表示所述三次多项式的三次项系数索引， k 表示多普勒域循环移位索引， l 表示时延域循环移位索引， m 表示所述传输梳齿索引， $\delta(i)$ 表示冲激函数， i 表示频域资源索引。本申请中，若以子载波为频域资源的粒度，则频域资源索引可以是子载波号，另外，本申请也不限制频域资源只能以子载波为粒度，比如，可以采用更大或更小的频域资源粒度。

可见，若以子载波为频域资源的粒度，第一信号共占用 $M \cdot N$ 个子载波。

可选的，若第一序列的模糊函数适用于指数和定理，所述最大多普勒扩展 Δ_F 和所述传输梳齿数 M 可以满足：

$$3(\Delta_F - 1)/M \in \mathbb{Z}, \text{ 其中, } \mathbb{Z} \text{ 表示整数。}$$

相应的，对于时延扩展 τ 和多普勒扩展 ν 满足： $\forall \tau \in [0, \Delta_T - 1], \forall \nu \in [0, \Delta_F - 1]$ ，所述第一信号可以包括 $\bar{s}_{\lambda_1, k_1, l_1, m_1}(i)$ 和 $\bar{s}_{\lambda_2, k_2, l_2, m_2}(i)$ 两个信号。即 $\bar{s}_{\lambda_1, k_1, l_1, m_1}(i)$ 和 $\bar{s}_{\lambda_2, k_2, l_2, m_2}(i)$ 两个信号均可以作为第一信号。其中， $\bar{s}_{\lambda_1, k_1, l_1, m_1}(i)$ 和 $\bar{s}_{\lambda_2, k_2, l_2, m_2}(i)$ 的互模糊函数 $A_{\bar{s}_{\lambda_1, k_1, l_1, m_1}, \bar{s}_{\lambda_2, k_2, l_2, m_2}}(\tau, \nu)$ 满足：

$$A_{\bar{s}_{\lambda_1, k_1, l_1, m_1}, \bar{s}_{\lambda_2, k_2, l_2, m_2}}(\tau, \nu) = \begin{cases} N & \lambda_1 = \lambda_2, k_1 = k_2, l_1 = l_2, m_1 = m_2, \tau = 0, \nu = 0 \\ 0 & [\lambda_1 = \lambda_2, k_1 = k_2, m_1 = m_2, \nu = 0, (l_1 \neq l_2) \vee (\tau \neq 0)] \vee [\nu \neq (m_2 - m_1) \bmod M] \\ \cong \sqrt{N} & \lambda_1 = \lambda_2, (k_1 \neq k_2) \vee (m_1 \neq m_2) \vee (\nu \neq 0), \nu = (m_2 - m_1) \bmod M \\ \lesssim 2\sqrt{N} & \lambda_1 \neq \lambda_2, \nu = (m_2 - m_1) \bmod M \end{cases}.$$

可见，若第一序列的模糊函数适用于指数和定理，在基于第一序列构造 DMRS 端口时，DMRS 端口的序列容量为 $\lfloor N/\Delta_T \rfloor \cdot \lfloor M \cdot P/\Delta_F \rfloor \cdot (P-1)$ 。其中， $\lfloor N/\Delta_T \rfloor$ 为时延域循环移位索引提供的正交序列容量， M 为传输梳齿索引提供的正交序列容量， $\lfloor P/\Delta_F \rfloor$ 为二次项系数索引提供的非正交序列容量，二次项系数索引也可以是多普勒域循环移位索引， $P-1$ 为三次项系数索引提供的非正交序列容量。

图 4 示出了当 $N = 12, P = 11, M = 2, \Delta_T = 2, \Delta_F = 3$ 时，第一序列低模糊区复用的示意图，图中的矩形表示模糊区，圆形表示峰值坐标。任一模糊区和/或峰值坐标对应于一个序列。其中，图 4 中不同行的模糊区对应于不同的 k ，例如，原点所在的行对应于 $k = 0$ 。

示例性的，模糊区的尺寸可以设置为： $\Delta_T \times \Delta_F = 2 \times 3$ 。

其中，模糊函数峰值坐标表示为：

$$\begin{cases} \tau = \{3\lambda N[(kM + m)\Delta_F - m]^2 / M^2 P - l\Delta_T\} \bmod N \\ \nu = (kM + m)\Delta_F \end{cases}.$$

从图 4 可以看出，时延域循环移位索引、传输梳齿索引和多普勒域循环移位索引中的至少一项的复

用,可最多支持42个 DMRS 端口复用。不同 DMRS 端口对应的模糊区相邻且互不重叠。需要说明的是,根据第一序列的表达式,不同传输梳齿索引对应的 DMRS 端口的数量可以不同。例如,图 4 中梳齿索引0对应的 DMRS 端口为24个,梳齿索引1对应的 DMRS 端口为18个。

- 表 1 所示为 NR OFDM 波形 DMRS 采用的 Gold 序列、NR DFT-s-OFDM 波形 DMRS 采用的 ZC (Zadoff-Chu) 序列和本实施例 1 所示的第一序列,在复用方案、序列容量、相关性和模糊性的比较。可以看出,第一序列改善了正交 DMRS 端口抗频偏性能,降低非正交 DMRS 端口间的干扰,显著提高 DMRS 序列容量。

表 1

序列		正交 DMRS		非正交 DMRS	
		第1级	第2级	第3级	第4级
Gold 序列	复用方案	循环移位	传输梳齿	加扰标识	/
	序列容量	$\lfloor N/\Delta_T \rfloor$	M	$\geq N$	/
	相关函数	0	0	$\geq 2\sqrt{N}$	/
	模糊函数	$\geq 2\sqrt{N}$	$\geq 2\sqrt{N}$	$\geq 2\sqrt{N}$	/
ZC 序列	复用方案	循环移位	传输梳齿	根序列号	/
	序列容量	$\lfloor N/\Delta_T \rfloor$	M	$P-1$	/
	相关函数	0	0	$\sqrt{N}$	/
	模糊函数	N	N	$\sqrt{N}$	/
第一序列	复用方案	循环移位	传输梳齿	二次项系数	三次项系数
	序列容量	$\lfloor N/\Delta_T \rfloor$	M	$\lfloor P/\Delta_F \rfloor$	$P-1$
	相关函数	0	0	$\sqrt{N}$	$2\sqrt{N}$
	模糊函数	$\sqrt{N}$	$\sqrt{N}$	$\sqrt{N}$	$2\sqrt{N}$

- 表 1 中,第 1 级至第 4 级分别表示不同的复用长度。级数越低表示复用程度越低即 DMRS 端口数量越少,也就是序列容量越小;级数越高表示复用程度越高,即 DMRS 端口数量越多,也就是序列容量越大。可见,当采用第一序列时可以实现 DMRS 序列容量的扩展。

- 对于时域2个 OFDM 符号的 DMRS 映射类型,表 2 示出了当 $N=12, P=11, M=2, \Delta_T=6, \Delta_F=3$ 时,第一序列频域梳齿映射的天线端口参数配置表格,第一通信装置和/或第二通信装置可基于天线端口号查询表 2 以确定与第一序列有关的参数,并根据相应参数基于第一序列的表达式确定第一序列,和/或基于第一信号的表达式确定第一序列。其中,传输梳齿索引称作码分复用组 (code division multiplexing group, CDM group)。可以理解,表 2 中 14~27 所示的天线端口号及其对应的参数,表示天线端口号 14~27 三次项系数索引取值 $\lambda=1$,时域正交覆盖码取值 $(++)$,依次遍历 $l=\{0,1\}, m=\{0,1\}, k=\{0,1,2,3\}$ 参数。天线端口号 28~41 等可以参照实施。

表 2

天线端口号	时延域循环移位索引 l	频分复用索引 m	多普勒域循环移位索引 k	三次多项式的三次项系数索引 λ	时域正交覆盖码	天线端口号	时延域循环移位索引 l	频分复用索引 m	多普勒域循环移位索引 k	三次多项式的三次项系数索引 λ	时域正交覆盖码
0	0	0	0	0	$(++)$	140	0	0	0	0	$(+-)$
1	1	0	0	0	$(++)$	141	1	0	0	0	$(+-)$
2	0	1	0	0	$(++)$	142	0	1	0	0	$(+-)$
3	1	1	0	0	$(++)$	143	1	1	0	0	$(+-)$
4	0	0	1	0	$(++)$	144	0	0	1	0	$(+-)$
5	1	0	1	0	$(++)$	145	1	0	1	0	$(+-)$
6	0	1	1	0	$(++)$	146	0	1	1	0	$(+-)$
7	1	1	1	0	$(++)$	147	1	1	1	0	$(+-)$
8	0	0	2	0	$(++)$	148	0	0	2	0	$(+-)$
9	1	0	2	0	$(++)$	149	1	0	2	0	$(+-)$
10	0	1	2	0	$(++)$	150	0	1	2	0	$(+-)$
11	1	1	2	0	$(++)$	151	1	1	2	0	$(+-)$
12	0	0	3	0	$(++)$	152	0	0	3	0	$(+-)$
13	1	0	3	0	$(++)$	153	1	0	3	0	$(+-)$
14~27	0~1	0~1	0~3	1	$(++)$	154~167	0~1	0~1	0~3	1	$(+-)$

28~41	0~1	0~1	0~3	2	<+ +>	168~181	0~1	0~1	0~3	2	<+ ->
42~55	0~1	0~1	0~3	3	<+ +>	182~195	0~1	0~1	0~3	3	<+ ->
56~69	0~1	0~1	0~3	4	<+ +>	196~209	0~1	0~1	0~3	4	<+ ->
70~83	0~1	0~1	0~3	5	<+ +>	210~213	0~1	0~1	0~3	5	<+ ->
84~97	0~1	0~1	0~3	6	<+ +>	224~237	0~1	0~1	0~3	6	<+ ->
98~111	0~1	0~1	0~3	7	<+ +>	238~251	0~1	0~1	0~3	7	<+ ->
112~125	0~1	0~1	0~3	8	<+ +>	252~265	0~1	0~1	0~3	8	<+ ->
126~139	0~1	0~1	0~3	9	<+ +>	266~279	0~1	0~1	0~3	9	<+ ->

以上表 2 仅为一种示例, 本申请中的天线端口、时延域循环移位索引 l 、频分复用索引 m 、多普勒域循环移位索引 k 、三次多项式的三次项系数索引 λ 和时域正交覆盖码之间的对应关系不以此为限。

可选的, 在实施例 1 中, 第一通信装置与第二通信装置可以获得第一指示, 第一指示对应于传输梳齿索引。或者说, 第一指示对应于根据传输梳齿索引进行序列映射。例如, 第一指示可以是 NR DMRS 配置类型 1 的指示信息。

其中, 在上行传输和/或下行传输中, 可以由网络设备向终端设备发送第一指示, 即可以由网络设备向终端设备指示序列映射方式或 NR DMRS 配置类型。其中, 第一指示可以包含在网络设备向终端设备发送的 RRC 消息、MAC CE 或者 DCI 中。

实施例 2, 在采用频域梳齿映射的情况下, 第一序列的三次项系数为 $\frac{\lambda}{P}$, 第一序列的二次项系数为 $\frac{3\lambda[(kMQ+mQ+q)\Delta_F-(mQ+q)]}{MQP}$;

其中, P 为不超过所述第一序列的序列长度的最大质数, M 表示频分复用数, Q 表示频域正交覆盖码长度, Δ_F 表示最大多普勒扩展, q 表示频域正交覆盖码的符号位置, q 的取值范围为大于或等于 0 且小于或等于 $Q-1$ 的整数, λ 表示所述三次多项式的三次项系数索引, k 表示多普勒域循环移位索引, m 表示所述频分复用索引。

可选的, 第一序列 $s_{\lambda,k,l,r,m}(n,q)$ 的表达式满足:

$$s_{\lambda,k,l,r,m}(n,q) = e^{-j2\pi\left\{\frac{\lambda}{P}n^2 + \frac{3\lambda[(kMQ+mQ+q)\Delta_F-(mQ+q)]}{MQP}n^2 + \frac{l\Delta_T}{N}n + \frac{rq}{Q}\right\}}, n=0,1,\dots,N-1, q=0,1,\dots,Q-1;$$

其中, N 表示所述第一序列的序列长度, Δ_T 表示最大时延扩展, n 表示第一序列的时域位置 (如符号位置), l 表示时延域循环移位索引, r 表示频域正交覆盖码索引。

实施例 2 中, λ, k, l, m, r 的取值范围可以满足:

$$\lambda \in \{1,2,\dots,P-1\}, (k \in \{0,1,\dots,[P/\Delta_F]-1\}, m \in \{0,1,\dots,M-1\}) \\ \vee (k \in \{[P/\Delta_F]\}, m \in \{0,1,\dots,[MP/\Delta_F]-M[P/\Delta_F]-1\}),$$

$l \in \{0,1,\dots,[N/\Delta_T]-1\}, r \in \{1,2,\dots,Q-1\};$

其中, $\vee$ 表示逻辑或。

在实施例 2 中, 第一通信装置可根据频分复用索引 m 和频域正交覆盖码的符号位置 q 对第一序列进行频域资源映射得到第一信号, 即第一信号是根据频分复用索引 m 和频域正交覆盖码的符号位置 q 对第一序列进行频域资源映射得到的。

示例性的, 第一信号 $\bar{s}_{\lambda,k,l,r,m}(i)$ 的表达式可以满足:

$$\bar{s}_{\lambda,k,l,r,m}(i) = \sum_{q=0}^{Q-1} \sum_{n=0}^{N-1} s_{\lambda,k,l,r,m}(n,q) \delta(i - nMQ + mQ + q), i = 1 - MQ, 2 - MQ, \dots, MQ(N-1);$$

其中, N 表示所述第一序列的序列长度, M 表示频分复用数, Q 表示频域正交覆盖码长度, $s_{\lambda,k,l,r,m}(n,q)$ 表示第一序列, n 表示第一序列的符号位置, q 表示频域正交覆盖码的符号位置, λ 表示所述三次多项式的三次项系数索引, k 表示多普勒域循环移位索引, l 表示时延域循环移位索引, m 表示所述频分复用索引, $\delta(i)$ 表示冲激函数, i 表示频域资源索引。

可见, 若以子载波为频域资源的粒度, 第一信号共占用 $M \cdot N \cdot Q$ 个子载波。

可选的, 若第一序列的模糊函数适用于指数和定理, 所述最大多普勒扩展 Δ_F 和所述传输梳齿数 M 可以满足:

$$3(\Delta_F - 1)/MQ \in \mathbb{Z}, \text{ 其中, } \mathbb{Z} \text{ 表示整数。}$$

相应的, 对于时延扩展 τ 和多普勒扩展 ν 满足: $\forall \tau \in [0, \Delta_T - 1], \forall \nu \in [0, \Delta_F - 1]$, 所述第一信号可以包括 $\bar{s}_{\lambda_1,k_1,l_1,r_1,m_1}(i)$ 和 $\bar{s}_{\lambda_2,k_2,l_2,r_2,m_2}(i)$ 两个信号。即 $\bar{s}_{\lambda_1,k_1,l_1,r_1,m_1}(i)$ 和 $\bar{s}_{\lambda_2,k_2,l_2,r_2,m_2}(i)$ 这两个信号可以分别作为第一信号。 $\bar{s}_{\lambda_1,k_1,l_1,r_1,m_1}(i)$ 和 $\bar{s}_{\lambda_2,k_2,l_2,r_2,m_2}(i)$ 的互模糊函数 $A_{\bar{s}_{\lambda_1,k_1,l_1,r_1,m_1}, \bar{s}_{\lambda_2,k_2,l_2,r_2,m_2}}(\tau, \nu)$ 满足:

$$|A_{\tilde{s}_{\lambda_1, k_1, l_1, r_1, m_1}, \tilde{s}_{\lambda_2, k_2, l_2, r_2, m_2}}(\tau, v)| = \begin{cases} QN & \lambda_1 = \lambda_2, k_1 = k_2, l_1 = l_2, r_1 = r_2, m_1 = m_2, \tau = 0, v = 0 \\ 0 & [\lambda_1 = \lambda_2, k_1 = k_2, m_1 = m_2, v = 0, (l_1 \neq l_2) \vee (r_1 \neq r_2) \vee (\tau \neq 0)] \vee [v \notin U(m_2Q - m_1Q, Q) \bmod MQ] \\ \leq Q\sqrt{N} & \lambda_1 = \lambda_2, (k_1 \neq k_2) \vee (m_1 \neq m_2) \vee (v \neq 0), v \in U(m_2Q - m_1Q, Q) \bmod MQ \\ \leq 2Q\sqrt{N} & \lambda_1 \neq \lambda_2, v \in U(m_2Q - m_1Q, Q) \bmod MQ \end{cases};$$

其中, $U(m_2Q - m_1Q, Q)$ 表示开区间 $(m_2Q - m_1Q - Q, m_2Q - m_1Q + Q)$ 。

可见, 若第一序列的模糊函数适用于指数和定理, 在基于第一序列构造 DMRS 端口时, DMRS 端口的序列容量为 $Q \cdot \lfloor N/\Delta_T \rfloor \cdot \lfloor M \cdot P/\Delta_F \rfloor \cdot (P-1)$, 其中, Q 为频域正交覆盖码提供的正交序列容量, $\lfloor N/\Delta_T \rfloor$ 为循环移位提供的正交序列容量, M 为频分复用提供的正交序列容量, $\lfloor P/\Delta_F \rfloor$ 为二次项系数提供的非正交序列容量, $P-1$ 为三次项系数提供的非正交序列容量。图 6 示出了当 $N=8, P=7, M=3, Q=2, \Delta_T=2, \Delta_F=3$ 时, W 序列低模糊区复用的示意图, 其中, 模糊函数峰值坐标表示为:

$$\begin{cases} \tau = \{3\lambda N[(kMQ + mQ + q)\Delta_F - (mQ + q)]^2 / M^2 Q^2 P - l\Delta_T\} \bmod N \\ v = (kMQ + mQ + q)\Delta_F \end{cases}$$

从图 5 可以看出, 基于对频域正交覆盖码、时延域循环移位索引、频分复用索引和多普勒域循环移位索引中的至少一项的复用, 第一序列可最多支持 48 个 DMRS 端口复用。不同 DMRS 端口对应的模糊区互不重叠。与实施例 1 类似, 根据第一序列的表达式, 不同频分复用索引对应的 DMRS 端口的数量可以不同。例如, 图 5 中频分复用索引 0 对应的 DMRS 端口为 24 个, 频分复用索引 1 对应的 DMRS 端口为 16 个, 频分复用索引 2 对应的 DMRS 端口为 16 个。

其中, 图 5 中的矩形表示模糊区, 圆形表示峰值坐标。任一模糊区和/或峰值坐标对应于一个序列。示例性的, 模糊区的尺寸可以设置为: $\Delta_T \times \Delta_F = 2 \times 3$ 。

表 3 所示为 NR OFDM 波形 DMRS 采用的 Gold 序列、NR DFT-s-OFDM 波形 DMRS 采用的 ZC 序列和本实施例 2 所示的第一序列, 在复用方案、序列容量、相关性和模糊性的比较。可以看出, 第一序列改善了正交 DMRS 端口抗频偏性能, 降低非正交 DMRS 端口间的干扰, 显著提高 DMRS 序列容量。

表 3

序列		正交 DMRS			非正交 DMRS	
		第 1 级	第 2 级	第 3 级	第 4 级	第 5 级
Gold 序列	复用方案	频域正交覆盖码	循环移位	频分复用	加扰	/
	序列容量	Q	$\lfloor N/\Delta_T \rfloor$	M	$\geq QN$	/
	相关函数	0	0	0	$\geq 2Q\sqrt{N}$	/
	模糊函数	$\geq 2Q\sqrt{N}$	$\geq 2Q\sqrt{N}$	$\geq 2Q\sqrt{N}$	$\geq 2Q\sqrt{N}$	/
ZC 序列	复用方案	频域正交覆盖码	循环移位	频分复用	根序列号	/
	序列容量	Q	$\lfloor N/\Delta_T \rfloor$	M	$P-1$	/
	相关函数	0	0	0	$Q\sqrt{N}$	/
	模糊函数	QN	QN	QN	$Q\sqrt{N}$	/
第一序列	复用方案	频域正交覆盖码	循环移位	频分复用	二次项系数	三次项系数
	序列容量	Q	$\lfloor N/\Delta_T \rfloor$	M	$\lfloor P/\Delta_F \rfloor$	$P-1$
	相关函数	0	0	0	$Q\sqrt{N}$	$2Q\sqrt{N}$
	模糊函数	$Q\sqrt{N}$	$Q\sqrt{N}$	$Q\sqrt{N}$	$Q\sqrt{N}$	$2Q\sqrt{N}$

表 3 中, 第 1 级至第 5 级分别表示不同的复用长度。级数越低表示复用程度越低即 DMRS 端口数量越少, 也就是序列容量越小; 级数越高表示复用程度越高, 即 DMRS 端口数量越多, 也就是序列容量越大。可见, 当采用第一序列时可以实现 DMRS 序列容量的扩展。

对于时域 2 个 OFDM 符号的 DMRS 映射类型, 表 4 示出了当 $N=8, P=7, M=3, \Delta_T=4, \Delta_F=3$ 时, 第一序列频分复用映射的天线端口参数配置表格, 第一通信装置和/或第二通信装置可基于天线端口号查询表 4 以确定与第一序列有关的参数, 并根据相应参数基于第一序列的表达式确定第一序列, 和/或基于第一信号的表达式确定第一序列。其中, 频分复用索引称作码分复用组。可以理解, 表 4 中 28~55 所示的天线端口号及其对应的参数, 表示天线端口号 28~55 三次项系数索引取值 $\lambda=1$, 时域正交覆盖码 $(++)$, 依次遍历 $q = \{(+), (+-)\}$, $l = \{0, 1\}$, $m = \{0, 1, 2\}$, $k = \{0, 1, 2\}$ 参数。天线端口号 56~83 等可以参照实施。

表 4

天线端 口号	频 域 正 交 覆 盖 码	时 延 循 环 移 位 索 引 l	频 分 复 用 索 引 m	多 普 勒 域 循 环 移 位 索 引 k	三 次 多 项 式 的 三 次 系 数 索 引 λ	时 域 正 交 覆 盖 码	天线端 口号	频 域 正 交 覆 盖 码	时 延 循 环 移 位 索 引 l	频 分 复 用 索 引 m	多 普 勒 域 循 环 移 位 索 引 k	三 次 多 项 式 的 三 次 系 数 索 引 λ	时 域 正 交 覆 盖 码
0	$\langle + \rangle$	0	0	0	0	$\langle + \rangle$	168	$\langle + \rangle$	0	0	0	0	$\langle + \rangle$
1	$\langle + \rangle$	0	0	0	0	$\langle + \rangle$	169	$\langle + \rangle$	0	0	0	0	$\langle + \rangle$
2	$\langle + \rangle$	1	0	0	0	$\langle + \rangle$	170	$\langle + \rangle$	1	0	0	0	$\langle + \rangle$
3	$\langle + \rangle$	1	0	0	0	$\langle + \rangle$	171	$\langle + \rangle$	1	0	0	0	$\langle + \rangle$
4	$\langle + \rangle$	0	1	0	0	$\langle + \rangle$	172	$\langle + \rangle$	0	1	0	0	$\langle + \rangle$
5	$\langle + \rangle$	0	1	0	0	$\langle + \rangle$	173	$\langle + \rangle$	0	1	0	0	$\langle + \rangle$
6	$\langle + \rangle$	1	1	0	0	$\langle + \rangle$	174	$\langle + \rangle$	1	1	0	0	$\langle + \rangle$
7	$\langle + \rangle$	1	1	0	0	$\langle + \rangle$	175	$\langle + \rangle$	1	1	0	0	$\langle + \rangle$
8	$\langle + \rangle$	0	2	0	0	$\langle + \rangle$	176	$\langle + \rangle$	0	2	0	0	$\langle + \rangle$
9	$\langle + \rangle$	0	2	0	0	$\langle + \rangle$	177	$\langle + \rangle$	0	2	0	0	$\langle + \rangle$
10	$\langle + \rangle$	1	2	0	0	$\langle + \rangle$	178	$\langle + \rangle$	1	2	0	0	$\langle + \rangle$
11	$\langle + \rangle$	1	2	0	0	$\langle + \rangle$	179	$\langle + \rangle$	1	2	0	0	$\langle + \rangle$
12	$\langle + \rangle$	0	0	1	0	$\langle + \rangle$	180	$\langle + \rangle$	0	0	1	0	$\langle + \rangle$
13	$\langle + \rangle$	0	0	1	0	$\langle + \rangle$	181	$\langle + \rangle$	0	0	1	0	$\langle + \rangle$
14	$\langle + \rangle$	1	0	1	0	$\langle + \rangle$	182	$\langle + \rangle$	1	0	1	0	$\langle + \rangle$
15	$\langle + \rangle$	1	0	1	0	$\langle + \rangle$	183	$\langle + \rangle$	1	0	1	0	$\langle + \rangle$
16	$\langle + \rangle$	0	1	1	0	$\langle + \rangle$	184	$\langle + \rangle$	0	1	1	0	$\langle + \rangle$
17	$\langle + \rangle$	0	1	1	0	$\langle + \rangle$	185	$\langle + \rangle$	0	1	1	0	$\langle + \rangle$
18	$\langle + \rangle$	1	1	1	0	$\langle + \rangle$	186	$\langle + \rangle$	1	1	1	0	$\langle + \rangle$
19	$\langle + \rangle$	1	1	1	0	$\langle + \rangle$	187	$\langle + \rangle$	1	1	1	0	$\langle + \rangle$
20	$\langle + \rangle$	0	2	1	0	$\langle + \rangle$	188	$\langle + \rangle$	0	2	1	0	$\langle + \rangle$
21	$\langle + \rangle$	0	2	1	0	$\langle + \rangle$	189	$\langle + \rangle$	0	2	1	0	$\langle + \rangle$
22	$\langle + \rangle$	1	2	1	0	$\langle + \rangle$	190	$\langle + \rangle$	1	2	1	0	$\langle + \rangle$
23	$\langle + \rangle$	1	2	1	0	$\langle + \rangle$	191	$\langle + \rangle$	1	2	1	0	$\langle + \rangle$
24	$\langle + \rangle$	0	0	2	0	$\langle + \rangle$	192	$\langle + \rangle$	0	0	2	0	$\langle + \rangle$
25	$\langle + \rangle$	0	0	2	0	$\langle + \rangle$	193	$\langle + \rangle$	0	0	2	0	$\langle + \rangle$
26	$\langle + \rangle$	1	0	2	0	$\langle + \rangle$	194	$\langle + \rangle$	1	0	2	0	$\langle + \rangle$
27	$\langle + \rangle$	1	0	2	0	$\langle + \rangle$	195	$\langle + \rangle$	1	0	2	0	$\langle + \rangle$

	→					+		→					→
28~55	⟨+ ±⟩	0~1	0~2	0~2	1	⟨+ +⟩	196~223	⟨+ ±⟩	0~1	0~2	0~2	1	⟨+ -⟩
56~83	⟨+ ±⟩	0~1	0~2	0~2	2	⟨+ +⟩	224~251	⟨+ ±⟩	0~1	0~2	0~2	2	⟨+ -⟩
84~111	⟨+ ±⟩	0~1	0~2	0~2	3	⟨+ +⟩	252~279	⟨+ ±⟩	0~1	0~2	0~2	3	⟨+ -⟩
112~139	⟨+ ±⟩	0~1	0~2	0~2	4	⟨+ +⟩	280~307	⟨+ ±⟩	0~1	0~2	0~2	4	⟨+ -⟩
140~167	⟨+ ±⟩	0~1	0~2	0~2	5	⟨+ +⟩	308~335	⟨+ ±⟩	0~1	0~2	0~2	5	⟨+ -⟩

以上表 4 仅为一种示例，本申请中的天线端口、频域正交覆盖码、时延域循环移位索引 l 、频分复用索引 m 、多普勒域循环移位索引 k 、三次多项式的三次项系数索引 λ 和时域正交覆盖码之间的对应关系不以此为限。

- 在本申请的各个实施例中，对于多小区多用户的多层（layer）传输时的同一个终端设备的多个层、同一小区的多个终端设备或对于不同小区的多个用户，可以采用不同的序列进行传输。以两个序列（例如第一序列和第二序列）为例，第一序列与第二序列对应的频域正交覆盖码索引 r 、时延域循环移位索引 l 、传输梳齿索引 m 、频分复用索引 m 、时域正交覆盖码索引、多普勒域循环移位索引 k 、或三次项系数索引 λ 中的至少一项不同。其中，第二序列与第一序列可以具有相同的表达式，但表达式中频域正交覆盖码索引 r 、时延域循环移位索引 l 、传输梳齿索引 m 、频分复用索引 m 、多普勒域循环移位索引 k 、或三次项系数索引 λ 中的至少一项参数的取值可以不同。第一序列和第二序列也可以作为两个第一序列： $s_{\lambda_1, k_1, l_1, r_1, m_1}(n, q)$ 和 $s_{\lambda_2, k_2, l_2, r_2, m_2}(n, q)$ 。

- 当采用频域梳齿映射时，即在实施例 1 中，基于表 2，对于多小区多用户多层传输，同一终端设备的多层可通过时延域循环移位索引 l 、时域正交覆盖码索引和传输梳齿索引 m 复用，即不同的层可以使用不同的时延域循环移位索引 l 、时域正交覆盖码索引和传输梳齿索引 m 复用中的至少一项。同一小区的多个终端设备可通过多普勒域循环移位索引 k 复用，即不同的终端设备可以采用不同的多普勒域循环移位索引 k 。不同小区的多个终端设备可通过三次项系数索引 λ 复用，即不同的用户可以使用不同的三次项系数索引 λ 。

- 例如，对于一个采用 4 层传输的终端设备，网络设备可以为其分配表 2 中的天线端口号 0、1、140 和 141，这 4 个天线端口号分别对应于终端设备的 4 个流，终端设备的层 1 至层 4 可以实现正交，因此降低同一个终端设备的层间干扰。

- 当采用频分复用映射时，即在实施例 2 中，基于表 4，对于多小区多用户多层传输，同一终端设备的多层可通过频域正交覆盖码、时延域循环移位索引 l 、时域正交覆盖码索引和频分复用索引 m 复用，即不同的层可以使用不同的频域正交覆盖码、时延域循环移位索引 l 、时域正交覆盖码索引和频分复用索引 m 复用中的至少一项。同一小区的多个终端设备可通过多普勒域循环移位索引 k 复用，即不同的终端设备可以使用不同的多普勒域循环移位索引 k 。不同小区的多个终端设备可通过三次项系数索引 λ 复用，即不同的终端设备可以使用不同的三次项系数索引 λ 。

- 以上示例中，第一序列的指示信息和第二序列的指示信息可以是不同的指示信息。其中，第一序列和第二序列可以是属于同一个序列集合的不同序列，序列集合可以参照本申请中的描述。第二序列的指示信息可以参见第一序列的指示信息的描述。可以认为，第一序列的指示信息用于指示一个序列，第二序列的指示信息用于指示一个序列，也就是说，不同的指示信息用于指示不同的序列。另外，对于一个序列集合包含多个序列的情况，本申请不限制通过更多的指示信息指示更多的序列情形。

- 其中，第一序列和第二序列可以由同一个网络设备分配。例如，网络设备分配第一序列和第二序列，并确定第一序列的指示信息和第二序列的指示信息。例如，第一序列与第二序列可以分别适用于同一个终端设备的不同的层，其中，一个层可对应于一个信号流。又如，第一序列与第二序列可以分别适用于不同的终端设备。其中，第一序列适用的终端设备和第二适用的终端设备可以属于同一个小区或属于不同的小区。

对于第一序列和第二序列适用于同一个终端设备的不同层的情况，可以参照 S101，由该终端设备获得第一序列的指示信息和第二序列的指示信息。其中，第一序列的指示信息与第二序列的指示信息可以分别对应于不同的层。终端设备在获得第一序列的指示信息和第二序列的指示信息后，可根据第一序

列的指示信息确定第一序列,并基于第一序列通过第一层传输信号,此外,终端设备还可以根据第二序列的指示信息获得第二序列并基于第二序列通过第二层传输信号。终端设备的第一层和/或第二层可以包含一个或多个层。终端设备的第一层和第二层分别包括不同的层。

5 可选的,若第一序列和第二序列适用于同一个终端设备的不同层,第一序列与第二序列可以使用不同的时延域循环移位索引 l 、时域正交覆盖码索引和传输梳齿索引 m 复用中的至少一项。

其中,若第一序列和第二序列适用于同一个终端设备的不同层,第一序列的指示信息和第二序列的指示信息可以承载于同一个 RRC 消息、MAC CE 或 DCI 中。

10 对于第一序列和第二序列适用于不同终端设备的不同层的情况,可以参照 S101,由多个终端设备分别获得第一序列的指示信息和第二序列的指示信息。例如,第一终端设备和第二终端设备可以分别获得第一序列的指示信息和第二序列的指示信息。第一终端设备在获得第一序列的指示信息后,可根据第一序列的指示信息确定第一序列,并基于第一序列传输信号;第二终端设备在获得第二序列的指示信息后,可根据第二序列的指示信息确定第二序列,并基于第二序列传输信号。

15 可选的,若第一终端设备和第二终端设备属于同一个小区,第一序列与第二序列可以使用不同的多普勒域循环移位索引 k 。若第一终端设备和第二终端设备属于不同的小区,第一序列与第二序列可以使用不同的三次项系数索引 λ 。

可以理解,对于多个终端设备均支持多层传输的情况,网络设备可以分别针对多个终端设备的多个层分配序列,并通过相应序列的指示信息向终端设备指示序列。

20 可选的,本申请中的终端设备可以接收同组的其他终端设备采用的序列的指示信息。例如,当第一序列(或第一序列的指示信息)对应于第一终端设备时,第三序列(或第三序列的指示信息)对应于第二终端设备,则第一终端设备还可以获取第二终端设备对应的第三序列的指示信息,其中,第一终端与所述第二终端属于同一个终端设备组。第一序列与第三序列可以是同一个序列集合中的不同序列,即本申请对于第一序列的描述可以是用于该第三序列;或者可以是不同序列集合中的序列,不具体限定。同组的终端设备可以是多用户多输入多输出(multi-user multiple-input multiple-output, MU-MIMO)的多个终端设备。例如, MU-MIMO 组内的多个终端设备均可获得基站配置给组内所有终端的序列的指示信息,用于估计干扰链路的信道状态信息,从而降低多终端设备之间的传输干扰。

25 可以理解,本申请中的第一序列不仅可用于 DMRS 的传输,还可以用于包括探测参考信号(sounding reference signal, SRS)在内的其它参考信号的传输。其他参考信号的传输过程可以参照本申请所示的 DMRS 的传输过程,不再赘述。

30 需要说明的是,本申请提供的第一序列表达式不以本申请中所举例的表达式为限,例如,将本申请中介绍的第一序列的表达式中的多项式系数稍作改动,如进行添加常数和/或系数等操作,正交 DMRS 端口和非正交 DMRS 端口也可达到与本申请相同或相似的技术效果,因此相应改动的表达式也属于本申请的保护范围。

35 可以理解的是,为了实现上述实施例功能,本申请提供的通信装置可包括执行所述第一通信装置和/或第二通信装置的各个功能相应的硬件结构和/或软件模块。本领域技术人员应该很容易意识到,结合本申请中所公开的实施例描述的各示例的单元及方法步骤,本申请能够以硬件或硬件和计算机软件相结合的方式来实现。某个功能究竟以硬件还是计算机软件驱动硬件的方式来执行,取决于技术方案的特

40 定应用场景和设计约束条件。

图 6 和图 7 为本申请的实施例提供的可能的通信装置的结构示意图。这些通信装置可以用于实现上述方法实施例中第一通信装置和/或第二通信装置的功能,因此也能实现上述方法实施例所具备的有益效果。其中,第一通信装置和/或第二通信装置可以分别作为终端或网络设备。在本申请的实施例中,通信装置可以是如图 1 所示的终端或网络设备,还可以是应用于终端或网络设备的模块(如芯片)。

如图 6 所示,通信装置 600 包括处理单元 610 和收发单元 620。通信装置 600 用于实现上述图 3 中所示的方法实施例中发送端或接收端的功能。

45 当通信装置 600 用于实现图 3 所示的方法实施例中第一通信装置或第二通信装置的功能时:处理单元 610 或收发单元 620 可用于获取第一序列的指示信息。收发单元 620 可用于传输第一信号。

有关上述处理单元 610 和收发单元 620 涉及动作的更详细的描述可以参考图 3 所示的方法实施例中相关描述。

如图 7 所示,通信装置 700 包括处理器 710 和接口电路 720。处理器 710 和接口电路 720 之间相互

耦合。可以理解的是，接口电路 720 可以为收发器或输入输出接口。可选的，通信装置 700 还可以包括存储器 730，用于存储处理器 710 执行的指令或存储处理器 710 运行指令所需要的输入数据或存储处理器 710 运行指令后产生的数据。

5 当通信装置 700 用于实现图 3 所示的方法时，处理器 710 用于实现上述处理单元 610 的功能，接口电路 720 用于实现上述收发单元 620 的功能。

当上述通信装置为应用于第一通信装置或第二通信装置的模块或芯片时，该模块或芯片实现上述方法实施例中第一通信装置或第二通信装置的功能。该模块或芯片通过其它模块（如射频模块或天线）接收信息，该信息可以是其它模块通过空口接收后向该模块或芯片传输的；或者，该模块或芯片向其它模块（如射频模块或天线）发送信息，用于其它模块通过空口发送该信息。

10 当上述通信装置为应用于接入网设备（如基站）的模块或芯片时，该通信装置实现上述方法实施例中第一通信装置或第二通信装置的功能。该模块或芯片可用于从其它模块（如射频模块或天线）接收信息，该信息是其它模块通过空口接收的；或者，该模块或芯片向其它模块（如射频模块或天线）发送信息，用于其它模块通过空口发送该信息。这里的模块或芯片可以是基带芯片，也可以是 CU、DU 或其他模块，也可以是 O-RAN 架构下的装置，例如开放式 CU、开放式 DU 等装置。

15 可以理解的是，本申请的实施例中的处理器可以是中央处理单元（central processing unit, CPU），还可以是其它通用处理器、数字信号处理器（digital signal processor, DSP）、专用集成电路（application specific integrated circuit, ASIC）、现场可编程门阵列（field programmable gate array, FPGA）或者其它可编程逻辑器件、晶体管逻辑器件，硬件部件或者其任意组合。通用处理器可以是微处理器，也可以是任何常规的处理器。

20 本申请的实施例中的方法步骤可以在硬件中实现，也可以在可由处理器执行的软件指令中实现。软件指令可以由相应的软件模块组成，软件模块可以被存放于随机存取存储器、闪存、只读存储器、可编程只读存储器、可擦除可编程只读存储器、电可擦除可编程只读存储器、寄存器、硬盘、移动硬盘、CD-ROM 或者本领域熟知的任何其它形式的存储介质中。一种示例性的存储介质耦合至处理器，从而使处理器能够从该存储介质读取信息，且可向该存储介质写入信息。存储介质也可以是处理器的组成部分。处理器和存储介质可以位于 ASIC 中。另外，该 ASIC 可以位于基站或 O-RAN 中。处理器和存储介质也可以作为分立组件存在于基站或 O-RAN 中。

25 本申请实施例还提供一种计算机可读存储介质，计算机可读存储介质存储有指令，指令还可称为计算机程序、计算机程序代码等。所述指令在计算机上运行，使得计算机执行上述方法实施例中图 3 及本申请中各个实施例所示的方法。

30 本申请实施例还提供一种计算机程序产品，包括计算机程序或指令，当计算机程序或指令在计算机上运行时，使得图 3 及本申请中各个实施例所示的方法被实现。

35 本申请实施例还提供一种芯片，该芯片包括处理器，处理器与存储器耦合，处理器用于执行存储器中存储的计算机程序或指令，使得图 3 及本申请中各个实施例所示的方法被实现。例如，以芯片实现接入网设备的功能为例，该芯片可以从接入网设备的其它模块（如射频或天线等）接收信息，该信息可以是终端发送给接入网设备的。或者，该芯片可以向接入网设备中的其它模块（如射频或天线等）发送信息，该信息是接入网设备发送终端的等。

本申请实施例还提供一种通信系统，包括第一通信装置和第二通信装置。第一通信装置和第二通信装置可分别用于实施本申请中第一通信装置和第二通信装置的功能。

40 在上述实施例中，可以全部或部分地通过软件、硬件、固件或者其任意组合来实现。当使用软件实现时，可以全部或部分地以计算机程序产品的形式实现。所述计算机程序产品包括一个或多个计算机程序或指令。在计算机上加载和执行所述计算机程序或指令时，全部或部分地执行本申请实施例所述的流程或功能。所述计算机可以是通用计算机、专用计算机、计算机网络、网络设备、用户设备或其它可编程装置。所述计算机程序或指令可以存储在计算机可读存储介质中，或者从一个计算机可读存储介质向另一个计算机可读存储介质传输，例如，所述计算机程序或指令可以从一个网站站点、计算机、服务器或数据中心通过有线或无线方式向另一个网站站点、计算机、服务器或数据中心进行传输。所述计算机可读存储介质可以是计算机能够存取的任何可用介质或者是集成一个或多个可用介质的服务器、数据中心等数据存储设备。所述可用介质可以是磁性介质，例如，软盘、硬盘、磁带；也可以是光介质，例如，数字视频光盘；还可以是半导体介质，例如，固态硬盘。该计算机可读存储介质可以是易失性或非

易失性存储介质，或可包括易失性和非易失性两种类型的存储介质。

在本申请的各个实施例中，如果没有特殊说明以及逻辑冲突，不同的实施例之间的术语和/或描述具有一致性、且可以相互引用，不同的实施例中的技术特征根据其内在的逻辑关系可以组合形成新的实施例。

- 5
- 10
- 本申请中，“至少一个”是指一个或者多个，“多个”是指两个或两个以上。“和/或”，描述关联对象的关联关系，表示可以存在三种关系，例如，A 和/或 B，可以表示：单独存在 A，同时存在 A 和 B，单独存在 B 的情况，其中 A、B 可以是单数或者复数。在本申请的文字描述中，字符“/”，一般表示前后关联对象是一种“或”的关系；在本申请的公式中，字符“/”，表示前后关联对象是一种“相除”的关系。“包括 A，B 和 C 中的至少一个”可以表示：包括 A；包括 B；包括 C；包括 A 和 B；包括 A 和 C；包括 B 和 C；包括 A、B 和 C。

可以理解的是，在本申请的实施例中涉及的各种数字编号仅为描述方便进行的区分，并不用来限制本申请的实施例的范围。上述各过程的序号的大小并不意味着执行顺序的先后，各过程的执行顺序应以其功能和内在逻辑确定。

权 利 要 求

1.一种序列指示方法，其特征在于，包括：

获取第一序列的指示信息，所述第一序列为三次多项式指数序列，所述三次多项式的三次项系数与
所述三次多项式的二次项系数相关联，所述三次多项式的二次项系数与所述第一序列的频域位置相关联；

5 传输第一信号，所述第一信号是所述第一序列经过频域资源映射得到的。

2.如权利要求1所述的方法，其特征在于，所述三次多项式的三次项系数与所述三次多项式的二次
项系数相关联，包括：

所述三次多项式的三次项系数与 λ 有关，所述三次多项式的二次项系数与 λ 的倍数有关；

10 其中， λ 的取值范围为大于或等于1且小于或等于 $P-1$ 的整数，其中， P 为不超过所述第一序列的
序列长度的最大质数。

3.如权利要求1或2所述的方法，其特征在于，所述三次多项式的二次项系数为 λ 的整数倍。

4.如权利要求1-3中任一所述的方法，其特征在于，所述第一序列包括基序列和辅助序列，所述三
次多项式指数序列的三次项是根据所述基序列确定的，所述三次多项式指数序列的二次项、一次项和常
数项中的至少一项是根据所述辅助序列确定的；其中，

15 所述基序列的自模糊函数的最大值为 $\sqrt{N}$ ，所述基序列的互模糊函数的最大值不超过 $2\sqrt{N}$ ，所述基
序列的序列个数与序列长度正相关；

所述辅助序列在最大时延扩展和最大多普勒扩展范围内的互模糊函数的最大值为 $\sqrt{N}$ ，所述辅助序
列的序列个数与序列长度的平方正相关；

其中， N 表示所述第一序列的序列长度。

20 5.如权利要求1-4中任一所述的方法，其特征在于，所述频域位置对应传输梳齿索引。

6.如权利要求5所述的方法，其特征在于，所述三次多项式的三次项系数为 $\frac{\lambda}{P}$ ，所述三次多项式的
二次项系数为 $\frac{3\lambda[(kM+m)\Delta_F-m]}{MP}$ ；

其中， P 为不超过所述第一序列的序列长度的最大质数， M 表示传输梳齿数， Δ_F 表示最大多普勒扩
展， λ 表示所述三次多项式的三次项系数索引， k 表示多普勒域循环移位索引， m 表示所述传输梳齿索引。

25 7.如权利要求6所述的方法，其特征在于，所述第一序列 $s_{\lambda,k,l,m}(n)$ 满足：

$$s_{\lambda,k,l,m}(n) = e^{-j2\pi\left\{\frac{\lambda}{P}n^3 + \frac{3\lambda[(kM+m)\Delta_F-m]}{MP}n^2 + \frac{l\Delta_T}{N}n\right\}}, n = 0, 1, \dots, N-1;$$

其中， N 表示所述第一序列的序列长度， Δ_T 表示最大时延扩展， n 表示第一序列的符号位置， l 表示
时延域循环移位索引。

8.如权利要求7所述的方法，其特征在于， $\lambda \in \{1, 2, \dots, P-1\}$, ($k \in \{0, 1, \dots, \lfloor P/\Delta_F \rfloor - 1\}$, $m \in$
30 $\{0, 1, \dots, M-1\}) \vee (k \in \{P/\Delta_F\}$, $m \in \{0, 1, \dots, \lfloor MP/\Delta_F \rfloor - M\lfloor P/\Delta_F \rfloor - 1\}$), $l \in \{0, 1, \dots, \lfloor N/\Delta_T \rfloor - 1\}$ ，其中，
 $\vee$ 表示逻辑或。

9.如权利要求7或8所述的方法，其特征在于，所述最大多普勒扩展 Δ_F 和所述传输梳齿数 M 满足：

$3(\Delta_F - 1)/M \in \mathbb{Z}$ ，其中， $\mathbb{Z}$ 表示整数。

10.如权利要求5-9中任一所述的方法，其特征在于，所述第一信号是根据所述传输梳齿索引对所
35 述第一序列进行频域资源映射得到的。

11.如权利要求10所述的方法，其特征在于，所述第一信号 $\bar{s}_{\lambda,k,l,m}(i)$ 满足：

$$\bar{s}_{\lambda,k,l,m}(i) = \sum_{n=0}^{N-1} s_{\lambda,k,l,m}(n) \delta(i - nM + m), i = 1 - M, 2 - M, \dots, M(N-1);$$

40 其中， N 表示所述第一序列的序列长度， M 表示传输梳齿数， n 表示第一序列的符号位置， λ 表示所
述三次多项式的三次项系数索引， k 表示多普勒域循环移位索引， l 表示时延域循环移位索引， m 表示所
述传输梳齿索引， $\delta(i)$ 表示冲激函数， i 表示子载波号。

12.如权利要求11所述的方法，其特征在于，对于时延扩展 τ 和多普勒扩展 ν 满足： $\forall \tau \in [0, \Delta_T -$
1], $\forall \nu \in [0, \Delta_F - 1]$ ，所述第一信号包括 $\bar{s}_{\lambda_1,k_1,l_1,m_1}(i)$ 和 $\bar{s}_{\lambda_2,k_2,l_2,m_2}(i)$ ， $\bar{s}_{\lambda_1,k_1,l_1,m_1}(i)$ 和 $\bar{s}_{\lambda_2,k_2,l_2,m_2}(i)$ 的互模
糊函数 $A_{\bar{s}_{\lambda_1,k_1,l_1,m_1}, \bar{s}_{\lambda_2,k_2,l_2,m_2}}(\tau, \nu)$ 满足：

$$\left| A_{\bar{s}_{\lambda_1, k_1, l_1, m_1}, \bar{s}_{\lambda_2, k_2, l_2, m_2}}(\tau, \nu) \right| = \begin{cases} N & \lambda_1 = \lambda_2, k_1 = k_2, l_1 = l_2, m_1 = m_2, \tau = 0, \nu = 0 \\ 0 & [\lambda_1 = \lambda_2, k_1 = k_2, m_1 = m_2, \nu = 0, (l_1 \neq l_2) \vee (\tau \neq 0)] \vee [\nu \neq (m_2 - m_1) \bmod M] \\ \cong \sqrt{N} & \lambda_1 = \lambda_2, (k_1 \neq k_2) \vee (m_1 \neq m_2) \vee (\nu \neq 0), \nu = (m_2 - m_1) \bmod M \\ \lesssim 2\sqrt{N} & \lambda_1 \neq \lambda_2, \nu = (m_2 - m_1) \bmod M \end{cases}.$$

13.如权利要求 5-12 中任一所述的方法, 其特征在于, 所述方法还包括:

获取第一指示, 所述第一指示对应于所述传输梳齿索引。

5 14.如权利要求 1-4 中任一所述的方法, 其特征在于, 所述频域位置对应频分复用索引。

15.如权利要求 14 所述的方法, 其特征在于, 所述三次多项式的三次项系数为 $\frac{\lambda}{P}$, 所述三次多项式的二次项系数为 $\frac{3\lambda[(kMQ+mQ+q)\Delta_F-(mQ+q)]}{MQP}$;

其中, P 为不超过所述第一序列的序列长度的最大质数, M 表示频分复用数, Q 表示频域正交覆盖码长度, Δ_F 表示最大多普勒扩展, q 表示频域正交覆盖码的符号位置, q 的取值范围为大于或等于 0 且小于或等于 $Q-1$ 的整数, λ 表示所述三次多项式的三次项系数索引, k 表示多普勒域循环移位索引, m 表示所述频分复用索引。

16.如权利要求 15 所述的方法, 其特征在于, 所述第一序列 $s_{\lambda, k, l, r, m}(n, q)$ 满足:

$$s_{\lambda, k, l, r, m}(n, q) = e^{-j2\pi\left\{\frac{\lambda}{P}n^3 + \frac{3\lambda[(kMQ+mQ+q)\Delta_F-(mQ+q)]}{MQP}n^2 + \frac{l\Delta_T}{N}n + \frac{rq}{Q}\right\}}, n = 0, 1, \dots, N-1, q = 0, 1, \dots, Q-1;$$

其中, N 表示所述第一序列的序列长度, Δ_T 表示最大时延扩展, n 表示第一序列的符号位置, l 表示时延域循环移位索引, r 表示频域正交覆盖码索引。

17.如权利要求 16 所述的方法, 其特征在于, $\lambda \in \{1, 2, \dots, P-1\}$, $(k \in \{0, 1, \dots, [P/\Delta_F]-1\}, m \in \{0, 1, \dots, M-1\}) \vee (k \in \{[P/\Delta_F]\}, m \in \{0, 1, \dots, [MP/\Delta_F]-M[P/\Delta_F]-1\})$, $l \in \{0, 1, \dots, [N/\Delta_T]-1\}$, $r \in \{1, 2, \dots, Q-1\}$, 其中, $\vee$ 表示逻辑或。

18.如权利要求 17 所述的方法, 其特征在于, 所述最大多普勒扩展 Δ_F 、所述频分复用数 M 和所述频域正交覆盖码长度 Q 满足:

$$3(\Delta_F - 1)/MQ \in \mathbb{Z}, \text{ 其中, } \mathbb{Z} \text{ 表示整数。}$$

19.如权利要求 14-18 中任一所述的方法, 其特征在于, 所述第一信号是根据所述频分复用索引和频域正交覆盖码的符号位置对所述第一序列进行频域资源映射得到的。

20.如权利要求 19 所述的方法, 其特征在于, 所述第一信号 $\bar{s}_{\lambda, k, l, r, m}(i)$ 满足:

$$25 \quad \bar{s}_{\lambda, k, l, r, m}(i) = \sum_{q=0}^{Q-1} \sum_{n=0}^{N-1} s_{\lambda, k, l, r, m}(n, q) \delta(i - nMQ + mQ + q), i = 1 - MQ, 2 - MQ, \dots, MQ(N-1);$$

其中, N 表示所述第一序列的序列长度, M 表示频分复用数, Q 表示频域正交覆盖码长度, $s_{\lambda, k, l, r, m}(n, q)$ 表示第一序列, n 表示第一序列的符号位置, q 表示频域正交覆盖码的符号位置, λ 表示所述三次多项式的三次项系数索引, k 表示多普勒域循环移位索引, l 表示时延域循环移位索引, m 表示所述频分复用索引, $\delta(i)$ 表示冲激函数, i 表示子载波号。

30 21.如权利要求 17 所述的方法, 其特征在于, 对于时延扩展 τ 和多普勒扩展 ν 满足: $\forall \tau \in [0, \Delta_T - 1], \forall \nu \in [0, \Delta_F - 1]$, 第一信号包括 $\bar{s}_{\lambda_1, k_1, l_1, r_1, m_1}(i)$ 和 $\bar{s}_{\lambda_2, k_2, l_2, r_2, m_2}(i)$, 所述 $\bar{s}_{\lambda_1, k_1, l_1, r_1, m_1}(i)$ 和 $\bar{s}_{\lambda_2, k_2, l_2, r_2, m_2}(i)$ 的互模糊函数 $A_{\bar{s}_{\lambda_1, k_1, l_1, r_1, m_1}, \bar{s}_{\lambda_2, k_2, l_2, r_2, m_2}}(\tau, \nu)$ 满足:

$$\left| A_{\bar{s}_{\lambda_1, k_1, l_1, r_1, m_1}, \bar{s}_{\lambda_2, k_2, l_2, r_2, m_2}}(\tau, \nu) \right| = \begin{cases} QN & \lambda_1 = \lambda_2, k_1 = k_2, l_1 = l_2, r_1 = r_2, m_1 = m_2, \tau = 0, \nu = 0 \\ 0 & [\lambda_1 = \lambda_2, k_1 = k_2, m_1 = m_2, \nu = 0, (l_1 \neq l_2) \vee (r_1 \neq r_2) \vee (\tau \neq 0)] \vee [\nu \notin U(m_2Q - m_1Q, Q) \bmod MQ] \\ \leq Q\sqrt{N} & \lambda_1 = \lambda_2, (k_1 \neq k_2) \vee (m_1 \neq m_2) \vee (\nu \neq 0), \nu \in U(m_2Q - m_1Q, Q) \bmod MQ \\ \lesssim 2Q\sqrt{N} & \lambda_1 \neq \lambda_2, \nu \in U(m_2Q - m_1Q, Q) \bmod MQ \end{cases};$$

35 其中, $U(m_2Q - m_1Q, Q)$ 表示开区间 $(m_2Q - m_1Q - Q, m_2Q - m_1Q + Q)$ 。

22.如权利要求 14-21 中任一所述的方法, 其特征在于, 所述方法还包括:

获取第二指示, 所述第二指示对应于所述频分复用索引。

23.如权利要求 1-22 中任一所述的方法, 其特征在于, 所述方法还包括:

获取第三指示, 所述第三指示用于指示序列的指示信息和对应的频域正交覆盖码索引、时延域循环

移位索引、传输梳齿索引、频分复用索引、多普勒域循环移位索引、所述三次多项式的三次项系数索引或时域正交覆盖码索引中的至少一项，所述序列包括所述第一序列。

24.如权利要求 1-23 中任一所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

5 获取第二序列的指示信息，所述第一序列的指示信息和所述第二序列的指示信息满足以下中的至少一项：

所述第一序列的指示信息对应的频域正交覆盖码索引与第二序列的指示信息对应的频域正交覆盖码索引不同；

所述第一序列的指示信息对应的时延域循环移位索引与第二序列的指示信息对应的时延域循环移位索引不同；

10 所述第一序列的指示信息对应的时域正交覆盖码索引与第二序列的指示信息对应的时域正交覆盖码索引不同；

所述第一序列的指示信息对应的传输梳齿索引与第二序列的指示信息对应的传输梳齿索引不同；

所述第一序列的指示信息对应的频分复用索引与第二序列的指示信息对应的频分复用索引不同；

15 所述第一序列的指示信息对应的多普勒域循环移位索引与第二序列的指示信息对应的多普勒域循环移位索引不同；

所述第一序列的指示信息对应的三次多项式的三次项系数索引与第二序列的指示信息对应的三次多项式的三次项系数索引不同。

25.如权利要求 1-24 中任一所述的方法，其特征在于，所述第一信号对应于第一终端设备，所述方法还包括：

20 获取第二终端设备对应的第三序列的指示信息，所述第一终端与所述第二终端属于同一个终端设备组。

26.一种通信装置，其特征在于，包括用于执行如权利要求 1-25 中任一项所述方法的单元或模块。

27.一种通信装置，其特征在于，包括处理器，所述处理器用于执行计算机程序或指令，以实现如权利要求 1-25 中任一所述的方法。

25 28.一种芯片，其特征在于，所述芯片包括逻辑电路，所述逻辑电路用于执行如权利要求 1-25 中任一项所述方法。

29.一种计算机可读存储介质，其特征在于，所述存储介质中存储有计算机程序或指令，当所述计算机程序或指令被通信装置执行时，如权利要求 1-25 中任一项所述的方法被实现。

30 30.一种计算机程序产品，其特征在于，当计算机程序产品被计算机执行时，收到所述计算机执行如权利要求 1-25 中任一项所述的方法。