

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2024年5月16日 (16.05.2024)



(10) 国际公布号
WO 2024/098301 A1

(51) 国际专利分类号:
H04L 27/00 (2006.01) **H04J 13/00** (2011.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2022/130960

(22) 国际申请日: 2022年11月9日 (09.11.2022)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

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

(72) 发明人: 冯奇 (**FENG, Qi**); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。汪凡 (**WANG, Fan**); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。张长 (**ZHANG, Zhang**); 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: 北京同立钧成知识产权代理有限公司 (**LEADER PATENT & TRADEMARK FIRM**);

中国北京市海淀区西直门北大街32号枫蓝国际A座8F-6, Beijing 100082 (CN)。

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

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

(54) Title: SIGNAL TRANSMISSION METHOD AND APPARATUS

(54) 发明名称: 信号传输方法和装置

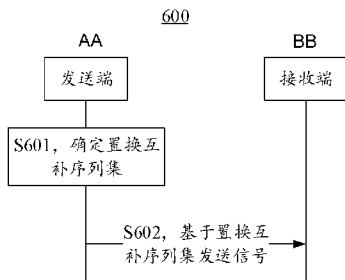


图 6

- S601 Determine a permutation-complement sequence set
S602 Send a signal on the basis of the permutation-complement sequence set
AA Sending end
BB Receiving end

(57) Abstract: The present application provides a signal transmission method and apparatus, capable of reducing time-frequency resource overhead of signal transmission and improving spectral efficiency, thereby improving system performance. The method comprises: determining a permutation-complement sequence set, wherein the permutation-complement sequence set comprises M member sequences, the member sequences comprise N member symbols, M and N are integers greater than 1, the member symbols are obtained by performing a permutation operation on parameters of the permutation-complement sequence set, the permutation operation is a single mapping operation in a finite field, and the permutation-complement sequence set satisfies aperiodic correlation; and sending a signal on the basis of the permutation-complement sequence set.

(57) 摘要: 本申请提供了一种信号传输方法和装置, 能够降低信号传输的时频资源开销, 提高频谱效率, 从而提高系统性能。该包括: 确定置换互补序列集, 该置换互补序列集包括M个成员序列, 成员序列包括N个成员符号, M和N均是大于1的整数, 成员符号是对置换互补序列集的参数进行置换操作得到的, 置换操作作为有限域内的单一映射操作, 置换互补序列集满足非周期相关性; 基于该置换互补序列集发送信号。

本国际公布:

- 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

信号传输方法和装置

5 技术领域

本申请涉及通信技术领域，尤其涉及一种信号传输方法和装置。

背景技术

随着无线通信的迅速发展，无线通信过程中面临着海量用户接入干扰问题，无线通信系统要有更高的频谱效率来支持海量用户接入。序列设计在无线通信系统中是一项关键的技术，序列的理想自相关和理想互相关特性在无线通信中有非常重要的应用。理想自相关特性是指序列与其任意非零移位的相关值均为零，理想互相关特性是指两个序列任意移位的相关值均为零。

序列的相关性包括两种形式：周期相关和非周期相关。周期相关是指序列的循环移位相关，序列的交叠部分始终等于序列长度。非周期相关是指序列的补零移位相关，序列的交叠部分通常小于序列长度。对于周期相关序列，存在具有理想自相关特性的序列，存在具有理想互相关特性的序列，但不存在同时具有理想自相关和理想互相关特性的序列。目前的非周期相关序列，不存在具有理想自相关特性的序列，也不存在具有理想互相关特性的序列。

在现有的标准协议中，上行随机接入利用 Zadoff-Chu 序列(也可以称为 ZC 序列)的周期相关特性，采用 ZC 序列添加循环前缀实现理想自相关。但是，这样会带来较大的时频资源开销，导致频谱效率低。

发明内容

本申请实施例提供一种信号传输方法和装置，能够降低信号传输的时频资源开销，提高频谱效率，从而提高系统性能。

第一方面，提供了一种信号传输方法，包括：确定置换互补序列集，该置换互补序列集包括 M 个成员序列，该成员序列包括 N 个成员符号， M 和 N 均是大于 1 的整数，成员符号是对置换互补序列集的参数进行置换操作得到的，该置换操作为有限域内的单一映射操作，置换互补序列集满足非周期相关性；基于置换互补序列集发送信号。

本申请提供的信号传输方法，通过对置换互补序列集中的参数进行有限域内的单一映射操作，得到置换互补序列集的成员符号，根据成员符号得到置换互补序列集的成员序列，再根据成员序列确定置换互补序列集，该置换互补序列集满足非周期相关性。由于该置换互补序列集满足非周期相关性，通过该置换互补序列集发送信号，发送端在确定待发送信号时无需添加循环前缀，能够降低信号传输的时频资源开销，提高频谱效率，从而提高系统性能。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，置换互补序列集的参数包括下列至少一个：置换互补序列集中成员序列的长度 N 、成员序列的个数 M 、以及置换互补

序列集中零相关区的长度 Z , Z 是大于或等于 1 的整数。

结合第一方面, 在第一方面的某些实现方式中, 置换互补序列集的个数为 $\left(\frac{N \times M}{Z}\right) \times (Z-1)$, 其中, 第 k 组置换互补序列集中第 l 个置换互补序列集 $\mathbf{s}^{[k][l]}$ 表示为:

$$\mathbf{s}^{[k][l]} = \begin{bmatrix} \mathbf{s}_0^{[k][l]} \\ \vdots \\ \mathbf{s}_{M-1}^{[k][l]} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} s_{0,0}^{[k][l]} & \cdots & s_{0,N-1}^{[k][l]} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ s_{M-1,0}^{[k][l]} & \cdots & s_{M-1,N-1}^{[k][l]} \end{bmatrix},$$

5 其中, N 大于或等于 M , M 大于或等于 Z , M 能被 Z 整除, $k \in \{1, 2, \dots, Z-1\}$, $l \in \left\{0, 1, \dots, \frac{N \times M}{Z} - 1\right\}$; 置换互补序列集 $\mathbf{s}^{[k][l]}$ 中第 m 个成员序列的第 n 个成员符号 $s_{m,n}^{[k][l]}$ 表示为:

$$s_{m,n}^{[k][l]} = e^{j \times \left[\frac{2\pi}{N} \times n \times \Gamma \left(\left\lfloor \frac{l \times Z}{M} \right\rfloor \right) + \frac{2\pi}{M} \times Z \times p \times \Xi \left(l \bmod \frac{M}{Z} \right) + \frac{2\pi}{Z} \times k \times q \times \Pi(n \bmod Z) \right]},$$

其中, $m = p \times Z + q$, $p \in \left\{0, 1, \dots, \frac{M}{Z} - 1\right\}$, $q \in \{0, 1, \dots, Z-1\}$, $n \in \{0, 1, \dots, N-1\}$,

10 $\Gamma: \mathbb{Z}_N \rightarrow \mathbb{Z}_N$ 表示有限域 \mathbb{Z}_N 中的置换操作, $\Xi: \mathbb{Z}_{\frac{M}{Z}} \rightarrow \mathbb{Z}_{\frac{M}{Z}}$ 表示有限域 $\mathbb{Z}_{\frac{M}{Z}}$ 中的置换操作, $\Pi: \mathbb{Z}_Z \rightarrow \mathbb{Z}_Z$ 表示有限域 \mathbb{Z}_Z 中的置换操作。

本申请实施例得到的置换互补序列集满足非周期相关性, 通过该置换互补序列集发送信号, 发送端在确定待发送信号时无需添加循环前缀, 能够降低信号传输的时频资源开销, 提高频谱效率, 从而提高系统性能。

15 结合第一方面, 在第一方面的某些实现方式中, $N = M = Z$ 。

本申请实施例得到的置换互补序列集相较于 ZC 序列, 无需添加循环前缀, 在降低开销、提升频谱效率的同时, 还提高了序列容量。

结合第一方面, 在第一方面的某些实现方式中, $N > M = Z$ 。

20 该实现方式得到的序列, 在降低开销、提升频谱效率的同时, 还提高了序列容量, 可以在噪声较大的场景或者接收端对信号检测性能要求高的场景下, 提高接收端的信号检测能力。

结合第一方面, 在第一方面的某些实现方式中, $N > M > Z$ 。

该实现方式得到的序列, 在降低开销、提升频谱效率的同时, 适用于多用户接入的场景。

25 结合第一方面, 在第一方面的某些实现方式中, 置换互补序列集是候选置换互补序列集中的部分序列集, 该候选置换互补序列集的个数为 $\left(\frac{N \times M}{Z}\right) \times (Z-1)$, 其中, 第 k

组置换互补序列集中第 l 个置换互补序列集 $\mathbf{s}^{[k][l]}$ 表示为:

$$\mathbf{s}^{[k][l]} = \begin{bmatrix} \mathbf{s}_0^{[k][l]} \\ \vdots \\ \mathbf{s}_{M-1}^{[k][l]} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} s_{0,0}^{[k][l]} & \cdots & s_{0,N-1}^{[k][l]} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ s_{M-1,0}^{[k][l]} & \cdots & s_{M-1,N-1}^{[k][l]} \end{bmatrix},$$

其中, $N > M > Z$, M 能被 Z 整除, $k \in \{1, 2, \dots, Z-1\}$, $l \in \left\{0, 1, \dots, \frac{N \times M}{Z} - 1\right\}$; 置换

互补序列集 $s^{[k][l]}$ 中第 m 个成员序列的第 n 个成员符号 $s_{m,n}^{[k][l]}$ 表示为：

$$s_{m,n}^{[k][l]} = e^{j \times \left[\frac{2\pi}{N} \times n \times \Gamma \left(\left\lfloor \frac{l \times Z}{M} \right\rfloor \right) + \frac{2\pi}{M} \times Z \times p \times \Xi \left(l \bmod \frac{M}{Z} \right) + \frac{2\pi}{Z} \times k \times q \times \Pi(n \bmod Z) \right]}$$

其中， $m = p \times Z + q$ ， $p \in \left\{ 0, 1, \dots, \frac{M}{Z} - 1 \right\}$ ， $q \in \{0, 1, \dots, Z - 1\}$ ， $n \in \{0, 1, \dots, N - 1\}$ ，

$\Gamma: \mathbb{Z}_N \rightarrow \mathbb{Z}_N$ 表示有限域 \mathbb{Z}_N 中的置换操作， $\Xi: \mathbb{Z}_{\frac{M}{Z}} \rightarrow \mathbb{Z}_{\frac{M}{Z}}$ 表示有限域 $\mathbb{Z}_{\frac{M}{Z}}$ 中的置换操作，

5 $\Pi: \mathbb{Z}_Z \rightarrow \mathbb{Z}_Z$ 表示有限域 \mathbb{Z}_Z 中的置换操作。

本申请实施例通过限制候选置换互补序列集的组内序列索引号得到的置换互补序列集，发送端可以无需添加循环前缀，在降低开销、提升频谱效率的同时，还提高了序列容量，适用于高速移动的通信场景中。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，置换互补序列集为候选置换互补序列集中 l 属于下列集合的序列集：

$$l \in \left\{ \left\lfloor \frac{(2f+1) \times M}{Z} \times i + j \right\rfloor \mid i = 0, 1, \dots, \frac{N}{2f+1} - 1, j = 0, 1, \dots, \frac{M}{Z} - 1 \right\},$$

其中， f 是正整数。

本申请实施例得到的置换互补序列集，组内的置换互补序列集的个数接近候选置换互补序列集的个数的 $1/3$ ，相较于 ZC 序列的限制集，有利于提升有效序列集的个数，提高了序列容量，且适用于高速移动的通信场景中。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，基于置换互补序列集发送信号，包括：从置换互补序列集中确定目标置换互补序列集；将该目标置换互补序列集映射到 N 个成员符号和 M 个子载波上，生成上述信号，并发送该信号。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，基于置换互补序列集发送信号，包括：终端设备基于置换互补序列集向网络设备发送随机接入信号。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，成员序列长度 N 和成员序列个数 M 是网络设备向终端设备发送的，或者，是协议约定的。

第二方面，提供了一种信号传输装置，该装置可以是终端设备或网络设备，也可以是终端设备或网络设备中的装置（例如，芯片，或者芯片系统，或者电路），或者是能够和终端设备或网络设备匹配使用的装置。

一种可能的实现中，该装置可以包括执行第一方面中所描述的方法/操作/步骤/动作所一一对应的模块或单元，该模块或单元可以是硬件电路，也可是软件，也可以是硬件电路结合软件实现。

一种可能的实现中，该装置包括：处理单元，用于确定置换互补序列集，该置换互补序列集包括 M 个成员序列，该成员序列包括 N 个成员符号， M 和 N 均是大于 1 的整数，上述成员符号是对置换互补序列集的参数进行置换操作得到的，置换操作为有限域内的单一映射操作，置换互补序列集满足非周期相关性；收发单元，用于基于置换互补序列集发送信号。

结合第二方面，在第二方面的某些实现方式中，置换互补序列集的参数包括下列至少一个：置换互补序列集中成员序列的长度 N 、成员序列的个数 M 、以及置换互补序列集中零相关区的长度 Z ， Z 是大于或等于 1 的整数。

结合第二方面，在第二方面的某些实现方式中，置换互补序列集的个数为 $\left(\frac{N \times M}{Z}\right) \times (Z-1)$ ，其中，第 k 组置换互补序列集中第 l 个置换互补序列集 $\mathbf{s}^{[k][l]}$ 表示为：

$$\mathbf{s}^{[k][l]} = \begin{bmatrix} \mathbf{s}_0^{[k][l]} \\ \vdots \\ \mathbf{s}_{M-1}^{[k][l]} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} s_{0,0}^{[k][l]} & \cdots & s_{0,N-1}^{[k][l]} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ s_{M-1,0}^{[k][l]} & \cdots & s_{M-1,N-1}^{[k][l]} \end{bmatrix},$$

其中， N 大于或等于 M ， M 大于或等于 Z ， M 能被 Z 整除， $k \in \{1, 2, \dots, Z-1\}$ ，

5 $l \in \left\{0, 1, \dots, \frac{N \times M}{Z} - 1\right\}$ ；置换互补序列集 $\mathbf{s}^{[k][l]}$ 中第 m 个成员序列的第 n 个成员符号 $s_{m,n}^{[k][l]}$ 表示为：

$$s_{m,n}^{[k][l]} = e^{j \times \left[\frac{2\pi}{N} \times n \times \Gamma \left(\left\lfloor \frac{l \times Z}{M} \right\rfloor \right) + \frac{2\pi}{M} \times Z \times p \times \Xi \left(l \bmod \frac{M}{Z} \right) + \frac{2\pi}{Z} \times k \times q \times \Pi(n \bmod Z) \right]},$$

其中， $m = p \times Z + q$ ， $p \in \left\{0, 1, \dots, \frac{M}{Z} - 1\right\}$ ， $q \in \{0, 1, \dots, Z-1\}$ ， $n \in \{0, 1, \dots, N-1\}$ ，

$\Gamma: \mathbb{Z}_N \rightarrow \mathbb{Z}_N$ 表示有限域 \mathbb{Z}_N 中的置换操作， $\Xi: \mathbb{Z}_{\frac{M}{Z}} \rightarrow \mathbb{Z}_{\frac{M}{Z}}$ 表示有限域 $\mathbb{Z}_{\frac{M}{Z}}$ 中的置换操作，

10 $\Pi: \mathbb{Z}_Z \rightarrow \mathbb{Z}_Z$ 表示有限域 \mathbb{Z}_Z 中的置换操作。

结合第二方面，在第二方面的某些实现方式中， $N = M = Z$ 。

结合第二方面，在第二方面的某些实现方式中， $N > M = Z$ 。

结合第二方面，在第二方面的某些实现方式中， $N > M > Z$ 。

结合第二方面，在第二方面的某些实现方式中，置换互补序列集是候选置换互补

15 序列集中的部分序列集，该候选置换互补序列集的个数为 $\left(\frac{N \times M}{Z}\right) \times (Z-1)$ ，其中，第 k 组置换互补序列集中第 l 个置换互补序列集 $\mathbf{s}^{[k][l]}$ 表示为：

$$\mathbf{s}^{[k][l]} = \begin{bmatrix} \mathbf{s}_0^{[k][l]} \\ \vdots \\ \mathbf{s}_{M-1}^{[k][l]} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} s_{0,0}^{[k][l]} & \cdots & s_{0,N-1}^{[k][l]} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ s_{M-1,0}^{[k][l]} & \cdots & s_{M-1,N-1}^{[k][l]} \end{bmatrix},$$

其中， $N > M > Z$ ， M 能被 Z 整除， $k \in \{1, 2, \dots, Z-1\}$ ， $l \in \left\{0, 1, \dots, \frac{N \times M}{Z} - 1\right\}$ ；置换

互补序列集 $\mathbf{s}^{[k][l]}$ 中第 m 个成员序列的第 n 个成员符号 $s_{m,n}^{[k][l]}$ 表示为：

20
$$s_{m,n}^{[k][l]} = e^{j \times \left[\frac{2\pi}{N} \times n \times \Gamma \left(\left\lfloor \frac{l \times Z}{M} \right\rfloor \right) + \frac{2\pi}{M} \times Z \times p \times \Xi \left(l \bmod \frac{M}{Z} \right) + \frac{2\pi}{Z} \times k \times q \times \Pi(n \bmod Z) \right]},$$

其中， $m = p \times Z + q$ ， $p \in \left\{0, 1, \dots, \frac{M}{Z} - 1\right\}$ ， $q \in \{0, 1, \dots, Z-1\}$ ， $n \in \{0, 1, \dots, N-1\}$ ，

$\Gamma: \mathbb{Z}_N \rightarrow \mathbb{Z}_N$ 表示有限域 \mathbb{Z}_N 中的置换操作， $\Xi: \mathbb{Z}_{\frac{M}{Z}} \rightarrow \mathbb{Z}_{\frac{M}{Z}}$ 表示有限域 $\mathbb{Z}_{\frac{M}{Z}}$ 中的置换操作，

$\Pi: \mathbb{Z}_Z \rightarrow \mathbb{Z}_Z$ 表示有限域 \mathbb{Z}_Z 中的置换操作。

结合第二方面，在第二方面的某些实现方式中，置换互补序列集为候选置换互补

25 序列集中 l 属于下列集合的序列集：

$$l \in \left\{ \frac{(2f+1) \times M}{Z} \times i + j \mid i = 0, 1, \dots, \frac{N}{2f+1} - 1, j = 0, 1, \dots, \frac{M}{Z} - 1 \right\},$$

其中， f 是正整数。

结合第二方面，在第二方面的某些实现方式中，处理单元还用于：从置换互补序列集中确定目标置换互补序列集；将目标置换互补序列集映射到 N 个成员符号和 M 个子载波上，生成信号；收发单元还用于：发送信号。

5 结合第二方面，在第二方面的某些实现方式中，收发单元还用于：基于置换互补序列集向网络设备发送随机接入信号。

结合第二方面，在第二方面的某些实现方式中，成员序列长度 N 和成员序列个数 M 是网络设备向装置发送的，或者，是协议约定的。

10 第三方面，提供了一种信号传输装置，该装置包括：处理器，处理器与存储器耦合，存储器用于存储计算机程序，当处理器调用计算机程序时，使得装置执行上述第一方面的任一种可能实现方式中的方法。

可选地，处理器为一个或多个，存储器为一个或多个。

可选地，存储器可以与处理器集成在一起，或者存储器与处理器分离设置。

15 在具体实现过程中，存储器可以为非瞬时性（non-transitory）存储器，例如只读存储器（read only memory, ROM），其可以与处理器集成在同一块芯片上，也可以分别设置在不同的芯片上，本申请实施例对存储器的类型以及存储器与处理器的设置方式不做限定。

20 应理解，相关的数据交互过程例如发送接续数据请求信息可以为从处理器输出指示信息的过程，接收能力信息可以为处理器接收输入能力信息的过程。具体地，处理输出的数据可以输出给发射器，处理器接收的输入数据可以来自接收器。其中，发射器和接收器可以统称为收发器。

25 上述第三方面中的装置可以是一个芯片，该处理器可以通过硬件来实现也可以通过软件来实现，当通过硬件实现时，该处理器可以是逻辑电路、集成电路等；当通过软件来实现时，该处理器可以是一个通用处理器，通过读取存储器中存储的软件代码来实现，该存储器可以集成在处理器中，可以位于该处理器之外，独立存在。

第四方面，提供了一种计算机可读存储介质，该计算机可读存储介质存储有计算机程序（也可以称为代码，或指令），当其在计算机上运行时，使得计算机执行上述第一方面中的任一种可能实现方式中的方法。

30 第五方面，提供了一种计算机程序产品，计算机程序产品包括：计算机程序（也可以称为代码，或指令），当计算机程序被运行时，使得计算机执行上述第一方面中的任一种可能实现方式中的方法。

第六方面，提供了一种通信系统，包括终端设备和网络设备，该终端设备或网络设备用于实现上述第一方面或第一方面的任一种可能实现的方法。

35 附图说明

图 1 是本申请实施例所应用的通信系统的示意图；

图 2 是本申请实施例提供的周期相关的序列的示意图；

图 3 是本申请实施例提供的非周期相关的序列的示意图；

图 4 是本申请实施例提供的一种物理随机接入信道时频资源配置格式的示意图；

图 5 是本申请实施例提供的另一物理随机接入信道时频资源配置格式的示意图；

图 6 是本申请实施例提供的信号传输方法的示意性流程图；

图 7 是本申请实施例提供的一种置换互补序列集的互相关特性的示意图；

图 8 是本申请实施例提供的另一置换互补序列集的互相关特性的示意图；

5 图 9 是本申请实施例提供的再一置换互补序列集的互相关特性的示意图；

图 10 是本申请实施例提供的 ZC 序列和候选置换互补序列集采用限制集抗频偏比较的示意图；

图 11 是本申请实施例提供的一种信号传输装置的示意性框图；

图 12 是本申请实施例提供的另一种信号传输装置的示意性框图。

10

具体实施方式

下面将结合附图，对本申请中的技术方案进行描述。

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

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

20 本申请实施例中，“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。字符“/”一般表示前后关联对象是一种“或”的关系。“以下至少一项（个）”或其类似表达，是指的这些项中的任意组合，包括单项（个）或复数项（个）的任意组合。例如，a，b，或 c 中的至少一项（个），可以表示：a，b，c，a-b，a--c，b-c，或 a-b-c，其中 a，b，c 可以是单个，也可以是多个。

30 本申请提供的技术方案可以应用于各种通信系统，例如：长期演进（long term evolution, LTE）系统、LTE 频分双工（frequency division duplex, FDD）系统、LTE 时分双工（time division duplex, TDD）系统、第五代（5th generation, 5G）移动通信系统、新无线（new radio, NR）系统或者其他演进的通信系统，以及 5G 通信系统的下一代移动通信系统等。

本申请实施例中的终端设备也可以称为：用户设备（user equipment, UE）、移动台（mobile station, MS）、移动终端（mobile terminal, MT）、接入终端、用户单元、用户站、移动站、移动台、远方站、远程终端、移动设备、用户终端、终端、无线通
35 信设备、用户代理或用户装置等。

终端设备可以是一种向用户提供语音/数据连通性的设备，例如，具有无线连接功能的手持式设备、车载设备等。目前，一些终端设备的举例包括：手机（mobile phone）、平板电脑、笔记本电脑、掌上电脑、移动互联网设备（mobile internet device, MID）、可穿戴设备、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)、虚拟现实(virtual reality, VR)设备、增强现实(augmented reality, AR)设备、工业控制(industrial control)中的无线终端、无人驾驶(self driving)中的无线终端、远程手术(remote medical surgery)中的无线终端、智能电网(smart grid)中的无线终端、运输安全(transportation safety)中的无线终端、智慧城市(smart city)中的无线终端、智慧家庭(smart home)中的无线终端、蜂窝电话、无绳电话、会话启动协议(session initiation protocol, SIP)电话、无线本地环路(wireless local loop, WLL)站、个人数字助理(personal digital assistant, PDA)、具有无线通信功能的手持设备、计算设备或连接到无线调制解调器的其它处理设备、车载设备、可穿戴设备, 5G 网络中的终端设备或者未来演进的公用陆地移动通信网络(public land mobile network, PLMN)中的终端设备等, 本申请对此并不限定。

作为示例而非限定, 在本申请中, 终端设备可以是物联网(internet of things, IoT)系统中的终端设备。物联网是未来信息技术发展的重要组成部分, 其主要技术特点是将物品通过通信技术与网络连接, 从而实现人机互连, 物物互连的智能化网络。示例性地, 本申请实施例中的终端设备可以是可穿戴设备。可穿戴设备也可以称为穿戴式智能设备, 是应用穿戴式技术对日常穿戴进行智能化设计、开发出可以穿戴的设备的总称, 如眼镜、手套、手表、服饰及鞋等。可穿戴设备是可以直接穿在身上, 或是整合到用户的衣服或配件的一种便携式设备。可穿戴设备不仅仅是一种硬件设备, 更可以通过软件支持以及数据交互、云端交互来实现强大的功能。广义穿戴式智能设备包括功能全、尺寸大、可不依赖智能手机实现完整或者部分的功能, 例如: 智能手表或智能眼镜等, 以及只专注于某一类应用功能, 需要和其它设备如智能手机配合使用, 如各类进行体征监测的智能手环、智能首饰等。

作为示例而非限定, 在本申请实施例中, 终端设备还可以是机器类型通信(machine type communication, MTC)中的终端设备。此外, 终端设备还可以是作为一个或多个部件或者单元而内置于车辆的车载模块、车载模组、车载部件、车载芯片或者车载单元等, 车辆通过内置的所述车载模块、车载模组、车载部件、车载芯片或者车载单元等可以实施本申请提供的方法。因此, 本申请实施例也可以应用于车联网, 例如车辆外联(vehicle to everything, V2X)、车间通信长期演进技术(long term evolution-vehicle, LTE-V)、车到车(vehicle-to-vehicle, V2V)技术等。

本申请涉及的网络设备可以是与终端设备通信的设备, 该网络设备也可以称为接入网设备或无线接入网设备, 它可以是传输接收点(transmission reception point, TRP), 还可以是LTE系统中的演进型基站(evolved NodeB, eNB或eNodeB), 还可以是家庭基站(例如, home evolved NodeB, 或home NodeB, HNB)、基带单元(base band unit, BBU), 还可以是云无线接入网络(cloud radio access network, CRAN)场景下的无线控制器, 或者该网络设备可以为中继站、接入点、车载设备、可穿戴设备以及5G网络中的网络设备或者未来演进的PLMN网络中的网络设备等, 还可以是WLAN中的接入点(access point, AP), 还可以是NR系统中的gNB, 上述网络设备还可以是城市基站、微基站、微微基站、毫微微基站等等, 本申请对此不做限定。

在一种网络结构中, 网络设备可以包括集中单元(centralized unit, CU)节点、或分布单元(distributed unit, DU)节点、或是包括CU节点和DU节点的无线接入网络

(radio access network, RAN) 设备、或者是包括控制面 CU 节点 (CU-CP 节点) 和用户面 CU 节点 (CU-UP 节点) 以及 DU 节点的 RAN 设备。

5 网络设备为小区提供服务, 终端设备通过网络设备分配的传输资源 (例如, 频域资源, 或者说, 频谱资源) 与小区进行通信, 该小区可以属于宏基站 (例如, 宏 eNB 或宏 gNB 等), 也可以属于小小区 (small cell) 对应的基站, 这里的小小区可以包括: 城市小区 (metro cell)、微小区 (micro cell)、微微小区 (pico cell)、毫微微小区 (femto cell) 等, 这些小小区具有覆盖范围小、发射功率低的特点, 适用于提供高速率的数据传输服务。

10 在本申请实施例中, 终端设备或网络设备可以包括硬件层、运行在硬件层之上的操作系统层、以及运行在操作系统层上的应用层。该硬件层包括中央处理器 (central processing unit, CPU)、内存管理单元 (memory management unit, MMU) 和内存 (也称为主存) 等硬件。该操作系统可以是任意一种或多种通过进程 (process) 实现业务处理的计算机操作系统, 例如, Linux 操作系统、Unix 操作系统、Android 操作系统、iOS 操作系统或 windows 操作系统等。该应用层包含浏览器、通讯录、文字处理软件、
15 即时通信软件等应用。并且, 本申请实施例并未对本申请实施例提供的方法的执行主体的具体结构特别限定, 只要能够根据本申请实施例提供的方法进行通信即可, 例如, 本申请实施例提供的方法的执行主体可以是终端设备或网络设备, 或者, 是终端设备或网络设备中能够执行程序的功能模块。

20 另外, 本申请实施例的各个方面或特征可以实现成方法、装置或使用标准编程和/或工程技术的制品。本申请中使用的术语“制品”涵盖可从任何计算机可读器件、载体或介质访问的计算机程序。例如, 计算机可读介质可以包括, 但不限于: 磁存储器件 (例如, 硬盘、软盘或磁带等), 光盘 (例如, 压缩盘 (compact disc, CD)、数字通用盘 (digital versatile disc, DVD) 等), 智能卡和闪存器件 (例如, 可擦写可编程只读存储器 (erasable programmable read-only memory, EPROM)、卡、棒或钥匙驱动器
25 等)。另外, 本文描述的各种存储介质可代表用于存储信息的一个或多个设备和/或其它机器可读介质。术语“机器可读介质”可包括但不限于, 能够存储、包含和/或承载指令和/或数据的各种其它介质。

为便于理解本申请实施例, 首先结合图 1 对适用于本申请实施例的通信系统进行详细说明。

30 图 1 示出了本申请实施例可以应用的通信系统 100。如图 1 所示, 该通信系统 100 可以包括至少一个网络设备, 例如图 1 所示的网络设备 110; 该通信系统 100 还可以包括至少一个终端设备, 例如图 1 所示的终端设备 120。网络设备 110 与终端设备 120 可以通过无线链路通信。各通信设备, 如网络设备 110 或终端设备 120, 可以配置多个天线, 该多个天线可以包括至少一个用于发送信号的发射天线和至少一个用于接收信号的接收天线。另外, 各通信设备还附加地包括发射机链和接收机链, 本领域普通
35 技术人员可以理解, 它们均可以包括与信号发送和信号接收相关的多个部件 (例如处理器、调制器、复用器、解调器、解复用器或天线等)。因此, 网络设备 110 与终端设备 120 可以通过多天线技术通信。

图 1 示例性地示出了一个网络设备和两个终端设备, 可选地, 该通信系统 100 可

以包括多个网络设备并且每个网络设备的覆盖范围内可以包括其它数量的终端设备，本申请实施例对此不做限定。

为便于理解，首先对本申请实施例所涉及的术语进行简单介绍。

1、周期相关：指序列的循环移位相关，序列的交叠部分始终等于序列长度。序列 u 和序列 v 是长度为 N 的序列， $u = [u_0, u_1, \dots, u_{N-1}]$ ， $v = [v_0, v_1, \dots, v_{N-1}]$ ，序列 u 和序列 v 的周期相关函数为：

$$R_{uv}(\tau) = \sum_{t=0}^{N-1} u_t v_{(t+\tau) \bmod N}^*$$

其中， \bmod 为取模运算， v^* 为复数 v 的共轭， τ 是序列 v 的时延。

图 2 为周期相关的序列的示意图，如图 2，序列 $u = [u_0, u_1, u_2, u_3, u_4, u_5, u_6, u_7]$ ，序列 $v = [v_0, v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, v_7]$ ，两个序列长度 N 为 8，序列 v 的时延为 3。序列 u 和序列 v 的交叠部分始终等于序列长度 8，序列 u 与序列 v 的周期相关函数为：

$$R_{uv}(3) = \sum_{t=0}^7 u_t v_{(t+3) \bmod 8}^*$$

其中， \bmod 为取模运算， v^* 为复数 v 的共轭， τ 是序列 v 的时延。

2、非周期相关：指序列的补零移位相关，序列的交叠部分通常小于序列长度。序列 u 和序列 v 是长度为 N 的序列， $u = [u_0, u_1, \dots, u_{N-1}]$ ， $v = [v_0, v_1, \dots, v_{N-1}]$ ，序列 u 和 v 序列的周期相关函数为：

$$R_{uv}(\tau) = \begin{cases} \sum_{t=0}^{N-1-\tau} u_t v_{t+\tau}^* & , \quad 0 \leq \tau \leq N-1 \\ \sum_{t=0}^{N-1+\tau} u_{t-\tau} v_t^* & , \quad -N+1 \leq \tau < 0 \end{cases}$$

其中， \bmod 为取模运算， v^* 为复数 v 的共轭， τ 是序列 v 的时延。

图 3 为非周期相关的序列的示意图，如图 3，序列 $u = [u_0, u_1, u_2, u_3, u_4, u_5, u_6, u_7]$ ，接收序列 $v = [v_0, v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, v_7]$ ，两个序列长度 N 为 8，序列 v 的时延为 3。序列 u 和序列 v 的交叠部分始终小于序列长度 8，序列 u 与序列 v 的非周期相关函数为：

$$R_{uv}(3) = \sum_{t=0}^4 u_t v_{t+3}^*$$

3、理想自相关特性：指序列与其任意非零移位的相关值均为零。

4、理想互相关特性：指两个序列任意移位的相关值均为零。

5、互补序列集：指序列集中所有成员序列自相关函数的和满足理想自相关特性。

随着无线通信的迅速发展，无线通信过程中面临着海量用户接入干扰问题，无线通信系统要有更高的频谱效率来支持海量用户接入。序列设计在无线通信系统中是一项比较关键的技术，序列的理想自相关和理想互相关特性在无线通信中有非常重要的应用。对于周期相关序列，存在具有理想自相关特性的序列，存在具有理想互相关特性的序列，但不存在同时具有理想自相关和理想互相关特性的序列。目前的非周期相关序列，不存在具有理想自相关特性的序列，也不存在具有理想互相关特性的序列。

在现有的标准协议中，上行随机接入利用 ZC 序列的周期相关特性，采用 ZC 序列添加循环前缀实现理想自相关。但是，这样会带来较大的时频资源开销，导致频谱效

率低。

具体而言，当终端设备想要在某个小区中与网络设备进行数据传输时，该终端设备需要接入该网络设备。在现有的标准协议中，上行随机接入利用 ZC 序列的周期相关特性，采用 ZC 序列添加循环前缀实现理想自相关。

5 图 4 和图 5 示出了物理随机接入信道（physical random access channel, PRACH）时频资源配置格式（简称为 PRACH 格式）。图 4 和图 5 的第一行为发送端的 PRACH 格式，发送端发送信号，对应地，接收端接收信号，第二行表示发送信号经过一段时间到达接收端。终端设备通过 PRACH 信道发送包含前导序列的上行信号，不同的前导序列通过不同配置格式的 PRACH 时频资源传输，即不同的前导序列对应不同的
10 PRACH 时频资源配置格式。前导序列在 PRACH 时频资源配置上包括循环前缀、ZC 序列部分、以及保护间隔。不同的前导序列，在 PRACH 时频资源配置的循环前缀的大小不同，小区的覆盖半径也不同。

示例性地，小区覆盖半径 r 的计算方式为：

$$r = \frac{t_{CP} \times c}{2},$$

15 其中， t_{CP} 为循环前缀的开销， c 为光速。

当小区半径大于或等于预设值时，为了保证 ZC 序列的理想自相关的特性，且接收端在接收信号时，接收端的序列和发送端的序列交叠的部分保证周期相关，接收端的序列部分与其他数据符号不产生干扰，采用循环前缀较大的 PRACH 格式实现随机接入。极端情况下，需要将接入前导的循环前缀、ZC 序列部分、以及保护间隔三部分的
20 的时频资源设置成相等的。

示例性地，图 4 所示的 PRACH 格式为 PRACH 格式 0，PRACH 格式 0 对应的随机接入前导序列的循环前缀 t_{CP} 为 0.1ms。图 5 所示的 PRACH 格式为 PRACH 格式 1，PRACH 格式 1 对应的随机接入前导序列的循环前缀 t_{CP} 为 0.68ms。通过上述小区覆盖半径的计算公式，可以得出，循环前缀 t_{CP} 为 0.1ms 对应的小区半径为 15km，即小区半径的预设值为 15km。当小区覆盖半径大于或等于 15km 时，需要采用循环前缀较大的
25 PRACH 格式 1 实现随机接入。此时，随机接入前导序列的循环前缀 t_{CP} 为 0.68ms，循环前缀占用开销大，这样会带来较大的时频资源开销，导致频谱效率低频谱效率低。

为了解决上述技术问题，本申请提出了一种信号传输方法和装置，对置换互补序列集中的参数进行有限域内的单一映射操作，得到置换互补序列集的成员符号，根据
30 成员符号得到置换互补序列集的成员序列，再根据成员序列确定置换互补序列集，该置换互补序列集满足非周期相关性。由于该置换互补序列集满足非周期相关性，通过该置换互补序列集发送信号，发送端在确定待发送信号时无需添加循环前缀，能够降低信号传输的时频资源开销，提高频谱效率，从而提高系统性能。

下面以具体的实施例对本申请的技术方案以及本申请的技术方案如何解决上述技术
35 问题进行详细说明。下面这几个具体的实施例可以独立实现，也可以相互结合，对于相同或相似的概念或过程可能在某些实施例中不再赘述。

本申请实施例可以应用于多个不同的场景下，包括图 1 所示的场景，但并不限于该场景。示例性地，对于上行传输，终端设备可以作为发送端，网络设备可以作为接收端；对于下行传输，网络设备可以作为发送端，终端设备可以作为接收端；对于其

他传输场景，例如，终端设备和终端设备之间的数据传输，其中一个终端设备可以作为发送端，另一个终端设备可以作为接收端；又例如，网络设备和网络设备之间的上行传输，其中一个网络设备可以作为发送端，另一个网络设备可以作为接收端。因此，下面按照发送端和接收端对本申请实施例进行描述。

5 应理解，发送端可以替换为能够实现与发送端类似功能的装置或芯片，接收端也可以替换为能够实现与接收端类似功能的装置或芯片，本申请实施例对其名称不作限定。

10 图6为本申请实施例提供的信号传输方法600的示意性流程图。该方法600可以应用于图1所示的通信系统100，但本申请实施例不限于此。如图6所示，该方法600可以包括下列步骤：

S601，发送端确定置换互补序列集，该置换互补序列集包括 M 个成员序列， M 个成员序列的每个成员序列包括 N 个成员符号， M 和 N 均是大于1的整数。 N 个成员符号的每个成员符号是对置换互补序列集的参数进行置换操作得到的，置换操作为有限域内的单一映射操作，置换互补序列集满足非周期相关性。

15 可选地，置换互补序列集的参数包括下列至少一个：置换互补序列集中成员序列的长度 N 、成员序列的个数 M 、以及置换互补序列集中零相关区的长度 Z ， Z 是大于或等于1的整数。

上述置换互补序列集的个数可以为一个，也可以为多个，本申请实施例对此不作限定。

20 一种可能的实现中，发送端具体可以通过下列方式确定置换互补序列集：发送端对置换互补序列集的参数进行置换操作确定一个成员符号，发送端可以执行该确定方式 N 次，得到 N 个成员符号；发送端根据 N 个成员符号确定一个成员序列，发送端可以执行该确定方式 M 次，得到 M 个成员序列；最后，发送端可以根据 M 个成员序列确定一个置换互补序列集。

25 应理解，上述置换互补序列集是发送端确定的。在一些可能的实现中，该置换互补序列集也可以是协议中约定的，或者预先存储的，或者接收端预先发送给发送端的，本申请对此不作限制。

S602，发送端基于置换互补序列集发送信号。对应地，接收端接收来自发送端的信号。

30 可选地，上述基于置换互补序列集发送信号，包括：从置换互补序列集中确定目标置换互补序列集；将目标置换互补序列集映射到 N 个成员符号和 M 个子载波上，生成信号，并发送信号。其中，置换互补序列集的 M 个成员序列采用频分复用，成员序列的 N 个成员符号采用时分复用。

35 示例性地，在该置换互补序列集为多个的情况下，发送端可以从置换互补序列集中选择一个置换互补序列集，将该置换互补序列集确定为目标置换互补序列集，利用该目标置换互补序列集生成信号并发送。

应理解，接收端可以按照与发送端相同的方式，确定多个置换互补序列集。在接收端接收到来自发送端的信号之后，接收端可以从多个置换互补序列集中查找，通过将接收到的信号与本地多个置换互补序列集进行非周期相关处理，确定出发送端发送

该信号所采用的目标置换互补序列集。

5 本申请实施例的信号传输方法，通过对置换互补序列集中的参数进行有限域内的单一映射操作，得到置换互补序列集的成员符号，根据成员符号得到置换互补序列集的成员序列，再根据成员序列确定置换互补序列集，该置换互补序列集满足非周期相关性。由于该置换互补序列集满足非周期相关性，通过该置换互补序列集发送信号，发送端在确定待发送信号时无需添加循环前缀，能够降低信号传输的时频资源开销，提高频谱效率，从而提高系统性能。

可选地，上述置换互补序列集的个数为 $\left(\frac{N \times M}{Z}\right) \times (Z-1)$ ，共包括 $Z-1$ 组，每组有 $\frac{N \times M}{Z}$ 个。其中，第 k 组置换互补序列集中第 l 个置换互补序列集 $s^{[k][l]}$ 表示为：

$$10 \quad s^{[k][l]} = \begin{bmatrix} s_0^{[k][l]} \\ \vdots \\ s_{M-1}^{[k][l]} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} s_{0,0}^{[k][l]} & \cdots & s_{0,N-1}^{[k][l]} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ s_{M-1,0}^{[k][l]} & \cdots & s_{M-1,N-1}^{[k][l]} \end{bmatrix},$$

其中， N 为置换互补序列集的成员序列的长度， M 为置换互补序列集的成员序列的个数， Z 为置换互补序列集的零相关区的长度， l 为置换互补序列集的组内成员个数的索引号。 N 大于或等于 M ， M 大于或等于 Z ， M 能被 Z 整除， $k \in \{1, 2, \dots, Z-1\}$ ， $l \in \left\{0, 1, \dots, \frac{N \times M}{Z} - 1\right\}$ 。

15 一种可能的映射中，将目标置换互补序列集映射到 M 个子载波上具体可以为：将矩阵 $s^{[k][l]}$ 中的 M 行元素映射到 M 个子载波上，例如，子载波的索引（或编号）为 $0 \sim M-1$ ，上述映射具体可以为将第 0 行元素映射到第 0 个子载波上，将第 1 行元素映射到第 1 个子载波上，以此类推，将第 $M-1$ 行元素映射到第 $M-1$ 个子载波上。上述将目标置换互补序列集映射到 N 个成员符号具体可以为：将矩阵 $s^{[k][l]}$ 中的 N 列元素映射到 N 个成员符号上，例如，成员符号的索引（或编号）为 $0 \sim N-1$ ，上述映射具体可以为将第 0 列元素映射到第 0 个成员符号上，将第 1 列元素映射到第 1 个成员符号上，以此类推，将第 $N-1$ 列元素映射到第 $N-1$ 个成员符号上。

20 上述置换互补序列集 $s^{[k][l]}$ 中第 m 个成员序列的第 n 个成员符号 $s_{m,n}^{[k][l]}$ 可以在有限域 \mathbb{Z}_N 中对参数 $\left\lfloor \frac{l \times Z}{M} \right\rfloor$ 、在有限域 $\mathbb{Z}_{\frac{M}{Z}}$ 中对参数 $l \bmod \frac{M}{Z}$ 、以及在有限域 \mathbb{Z}_Z 中对参数 $n \bmod Z$ 分别进行置换操作得到的，具体可以通过下述公式表示：

$$25 \quad s_{m,n}^{[k][l]} = e^{j \times \left[\frac{2\pi}{N} \times n \times \Gamma \left(\left\lfloor \frac{l \times Z}{M} \right\rfloor \right) + \frac{2\pi}{M} \times Z \times p \times \Xi \left(l \bmod \frac{M}{Z} \right) + \frac{2\pi}{Z} \times k \times q \times \Pi(n \bmod Z) \right]},$$

其中， $m = p \times Z + q$ ， $p \in \left\{0, 1, \dots, \frac{M}{Z} - 1\right\}$ ， $q \in \{0, 1, \dots, Z-1\}$ ， $n \in \{0, 1, \dots, N-1\}$ ，

$\Gamma: \mathbb{Z}_N \rightarrow \mathbb{Z}_N$ 表示有限域 \mathbb{Z}_N 中的置换操作， $\Xi: \mathbb{Z}_{\frac{M}{Z}} \rightarrow \mathbb{Z}_{\frac{M}{Z}}$ 表示有限域 $\mathbb{Z}_{\frac{M}{Z}}$ 中的置换操作，

$\Pi: \mathbb{Z}_Z \rightarrow \mathbb{Z}_Z$ 表示有限域 \mathbb{Z}_Z 中的置换操作。 \mathbb{Z}_N 表示 N 阶有限域 $\{0, 1, 2, \dots, N-1\}$ ， $\mathbb{Z}_{\frac{M}{Z}}$ 表示

30 $\frac{M}{Z}$ 阶有限域 $\left\{0, 1, 2, \dots, \frac{M}{Z} - 1\right\}$ ， \mathbb{Z}_Z 表示 Z 阶有限域 $\{0, 1, 2, \dots, Z-1\}$ 。

一种可能的实现方式中，置换操作为有限域内的映射操作，该映射操作可以通过函数来实现。

示例性地，上述置换操作中置换函数可以为： $\Gamma\left(\left\lfloor\frac{l \times Z}{M}\right\rfloor\right)=\left\lfloor\frac{l \times Z}{M}\right\rfloor^d$ ， $\gcd(d, N-1)=1$ ，

$\Xi\left(n \bmod \frac{M}{Z}\right)=l \bmod \frac{M}{Z}+c$ ， $\Pi(n \bmod Z)=a \times(n \bmod Z)+b$ 。其中， \gcd 表示两个数的最大公约数， \bmod 表示取模运算， $l \in \mathbb{Z}_{\frac{N \times M}{Z}}$ ， $d, n \in \mathbb{Z}_N$ ， $a, b \in \mathbb{Z}_Z$ ， $c \in \mathbb{Z}_{\frac{M}{Z}}$ 。置换函数

5 $\Gamma\left(\left\lfloor\frac{l \times Z}{M}\right\rfloor\right)=\left\lfloor\frac{l \times Z}{M}\right\rfloor^d$ 表示：将有限域 $\mathbb{Z}_N=\{0,1,2,\dots,N-1\}$ 中的 $\left\lfloor\frac{l \times Z}{M}\right\rfloor$ 置换为有限域

$\mathbb{Z}_N=\{0,1,2,\dots,N-1\}$ 中的 $\left\lfloor\frac{l \times Z}{M}\right\rfloor^d$ 。置换函数 $\Xi\left(n \bmod \frac{M}{Z}\right)=l \bmod \frac{M}{Z}+c$ 表示：将有限域

$\mathbb{Z}_{\frac{M}{Z}}=\left\{0,1,2,\dots,\frac{M}{Z}-1\right\}$ 中的 $n \bmod \frac{M}{Z}$ 置换为有限域 $\mathbb{Z}_{\frac{M}{Z}}=\left\{0,1,2,\dots,\frac{M}{Z}-1\right\}$ 中 $l \bmod \frac{M}{Z}+c$ 。

$\Pi(n \bmod Z)=a \times(n \bmod Z)+b$ 表示：将有限域 $\mathbb{Z}_Z=\{0,1,2,\dots,Z-1\}$ 中的 $n \bmod Z$ 置换为有

10 限域 $\mathbb{Z}_Z=\{0,1,2,\dots,Z-1\}$ 中的 $a \times(n \bmod Z)+b$ 。

本申请实施例中的成员序列的长度 N 、成员序列的个数 M 、以及零相关区的长度 Z 可以具有不同的配置，在不同的配置情况下，发送端可以生成不同的置换互补序列集，将置换互补序列集应用到不同的场景下，可以在降低开销、提升频谱效率的同时，满足当前场景下的系统性能要求。

15 下面，将结合置换互补序列集的参数 N 、 M 、以及 Z 的不同的配置情况，介绍不同的置换互补序列集。

情况 1， $N=M=Z$ ，置换互补序列集的个数为 $N \times(N-1)$ ，其中，第 k 组置换互补序列集中第 l 个置换互补序列集 $\mathbf{s}^{[k][l]}$ 表示为：

$$\mathbf{s}^{[k][l]}=\begin{bmatrix} \mathbf{s}_0^{[k][l]} \\ \vdots \\ \mathbf{s}_{N-1}^{[k][l]} \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} s_{0,0}^{[k][l]} & \dots & s_{0,N-1}^{[k][l]} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ s_{N-1,0}^{[k][l]} & \dots & s_{N-1,N-1}^{[k][l]} \end{bmatrix},$$

20 其中， N 为成员序列的长度， M 为成员序列的个数， Z 为零相关区的长度， $k \in\{1,2,\dots,N-1\}$ ， $l \in\{0,1,\dots,N-1\}$ 。

置换互补序列集 $\mathbf{s}^{[k][l]}$ 第 m 个成员序列的第 n 个成员符号 $s_{m,n}^{[k][l]}$ 表示为：

$$s_{m,n}^{[k][l]}=e^{j \times\left[\frac{2 \pi}{N} \times n \times \Gamma(l)+\frac{2 \pi}{N} \times k \times m \times \Pi(n)\right]},$$

25 其中， $m \in\{0,1,\dots,N-1\}$ ， $n \in\{0,1,\dots,N-1\}$ ， $\Gamma: \mathbb{Z}_N \rightarrow \mathbb{Z}_N$ 表示有限域 \mathbb{Z}_N 中的置换操作， $\Pi: \mathbb{Z}_N \rightarrow \mathbb{Z}_N$ 表示有限域 \mathbb{Z}_N 中的置换操作。

示例性地，上述置换操作中的置换函数可以为： $\Gamma(l)=l^d$ ， $\gcd(d, N-1)=1$ ， $\Pi(n)=a \times n+b$ ，其中， \gcd 表示两个数的最大公约数， $d, l, a, b, n \in \mathbb{Z}_N$ 。置换函数 $\Gamma(l)=l^d$

表示：将有限域 $\mathbb{Z}_N=\{0,1,2,\dots,N-1\}$ 中的 l 置换为有限域 $\mathbb{Z}_N=\{0,1,2,\dots,N-1\}$ 中的 l^d 。

$\Pi(n)=a \times n+b$ 表示：将有限域 $\mathbb{Z}_Z=\{0,1,2,\dots,Z-1\}$ 中的 n 置换为有限域

30 $\mathbb{Z}_Z=\{0,1,2,\dots,Z-1\}$ 中的 $a \times n+b$ 。

下面对参数配置方案为 $N=M=Z$ 的置换互补序列集的非周期相关性进行分析：

(1) 任意序列集 $\mathbf{s}^{[k][l]}$ 的非周期自相关函数为：

$$R_{\mathbf{s}^{[k][l]}}(\tau) = \sum_{n=0}^{N-1-\tau} e^{-j \frac{2\pi}{N} \times \tau \times \Gamma(l)} \times \sum_{m=0}^{N-1} e^{j \frac{2\pi}{N} \times k \times m \times [\Pi(n) - \Pi(n+\tau)]} = 0,$$

当时延 $\tau \neq 0$ 时， $\Pi(n) - \Pi(n+\tau) \neq 0$ ，第二个求和项的物理含义表示：复平面的单位圆上等间隔采样的 N 个点的和，因此，第二个求和项等于 0。

示例性地，当 $\Pi(n) = a \times n + b$ 时，第二个求和项具体为：

$$\sum_{m=0}^{N-1} e^{j \frac{2\pi}{N} \times k \times m \times [a \times n + b - (a \times (n+\tau) + b)]} = \sum_{m=0}^{N-1} e^{j \frac{2\pi}{N} \times k \times m \times (-a\tau)},$$

其中， $e^{j \frac{2\pi}{N} \times k \times m \times (-a\tau)}$ 表示在复平面的单位圆上的一个点， $\sum_{m=0}^{N-1} e^{j \frac{2\pi}{N} \times k \times m \times (-a\tau)}$ 表示：对复

平面的单位圆上等间隔采样的 N 个点求和，对这 N 个复数相加，可以得到

$$\sum_{m=0}^{N-1} e^{j \frac{2\pi}{N} \times k \times m \times (-a\tau)} = 0.$$

因此，任意置换互补序列集 $\mathbf{s}^{[k][l]}$ 均具有理想的非周期自相关特性。

(2) 组内序列集 $\mathbf{s}^{[k][l]}$ 和 $\mathbf{s}^{[k][\ell]}$ 的非周期互相关函数：

$$R_{\mathbf{s}^{[k][l]}\mathbf{s}^{[k][\ell]}}(\tau) = \sum_{n=0}^{N-1-\tau} e^{j \frac{2\pi}{N} \times [n \times \Gamma(l) - (n+\tau) \times \Gamma(\ell)]} \times \sum_{m=0}^{N-1} e^{j \frac{2\pi}{N} \times k \times m \times [\Pi(n) - \Pi(n+\tau)]} = 0,$$

当时延 $\tau \neq 0$ 时，第二个求和项等于 0；当时延 $\tau = 0$ 时，第一个求和项等于 0。也即 l 在 $l \in \{0, 1, \dots, N-1\}$ 的 N 个取值中，组内序列集的非周期互相关函数都等于 0。

因此，置换互补序列集 $\mathbf{s}^{[k][l]}$ 具有理想的组内非周期互相关特性，组内共存在 N 个零相关序列集。

(3) 组间序列集 $\mathbf{s}^{[k][l]}$ 和 $\mathbf{s}^{[\kappa][\ell]}$ 的非周期互相关函数：

$$R_{\mathbf{s}^{[k][l]}\mathbf{s}^{[\kappa][\ell]}}(\tau) = \sum_{n=0}^{N-1-\tau} e^{j \frac{2\pi}{N} \times [n \times \Gamma(l) - (n+\tau) \times \Gamma(\ell)]} \times \sum_{m=0}^{N-1} e^{j \frac{2\pi}{N} \times m \times [k \times \Pi(n) - \kappa \times \Pi(n+\tau)]} \in \{0, N\},$$

对于置换操作 $\Pi: \mathbb{Z}_N \rightarrow \mathbb{Z}_N$ ，有且只有一个 $\tilde{n} \in \mathbb{Z}_N$ 使得 $k \times \Pi(\tilde{n}) = \kappa \times \Pi(\tilde{n} + \tau)$ ，此时第二个求和项等于 N 。当 $\tilde{n} \geq N - \tau$ 时，第一个求和项等于 0；当 $\tilde{n} \leq N - 1 - \tau$ 时，第一个求和项等于 1。也即 k 在 $k \in \{1, 2, \dots, N-1\}$ 的 $N-1$ 个取值中，组间序列集的非周期互相关最大值为 N ，非周期自相关的峰值为 N^2 ，互相关最大值仅为峰值的 $\frac{1}{N}$ ，可以有效抑制非周期相关的旁瓣。

因此，如图 7 所示的置换互补序列集的互相关特性示意图，在 $N=M=Z$ 的情况下，置换互补序列集 $\mathbf{s}^{[k][l]}$ 具有理想的非周期自相关特性、理想的组内非周期互相关特性、以及低组间非周期互相关特性；组内存在 N 个零相关序列集，共存在 $N-1$ 个低相关组，组间序列集的非周期互相关最大值为 N 。

在 $N=M=Z$ 的情况下，置换互补序列集的成员序列长度 N 、成员序列个数 M 、以及零相关区 Z 构成三元组 (N, N, N) 。在相同的时频资源下，ZC 序列的成员序列长度为 $N \times M$ ，零相关区为 $M \times Z$ ，构成二元组 (N^2, N^2) 。通过对置换互补序列集和 ZC 序列的评价指标进行分析，得到置换互补序列集 (N, N, N) 和 ZC 序列 (N^2, N^2) 成员的评价指

标情况，如表一所示。其中，置换互补序列集 (N, N, N) 是通过上述置换互补序列集的非周期相关性分析得到的，ZC序列 (N^2, N^2) 的评价指标分析与现有技术相同，此处不再赘述。

表一

| 序列类别 | 置换互补序列集 (N, N, N) | | ZC序列 (N^2, N^2) | |
|------|---------------------|------|-------------------|------|
| 评价参数 | 序列容量 | 互相关值 | 序列容量 | 互相关值 |
| 零相关区 | N | 0 | 0 | 0 |
| 低相关区 | $N \times (N-1)$ | N | N^2-1 | N |

5 从表一可以看出，在相同的时频资源条件下，置换互补序列集 (N, N, N) 在零相关区的序列容量 N 大于ZC序列 (N^2, N^2) 在零相关区的序列容量0，置换互补序列集 (N, N, N) 在低相关区的序列容量 $N \times (N-1)$ 小于ZC序列 (N^2, N^2) 在低相关区的序列容量 N^2-1 。

发送端在确定了置换互补序列集后，当配置小区所需的置换互补序列集的数目大小于或等于组内置换互补序列集的个数时，可以从零相关区确定目标置换互补序列集；当配置小区所需的置换互补序列集的数目大于组内置换互补序列集的个数时，需要从低相关区确定目标置换互补序列集。即虽然置换互补序列集在低相关区的序列容量小于ZC序列在低相关区的序列容量，但对发送信号的影响较小。因此，当配置 $N=M=Z$ 时，置换互补序列集相较于ZC序列，无需添加循环前缀，在降低开销、提升频谱效率的同时，还提高了序列容量。

情况2， $N > M = Z$ ，置换互补序列集的个数为 $(M-1) \times N$ ，其中，第 k 组置换互补序列集中第 l 个置换互补序列集 $s^{[k][l]}$ 表示为：

$$s^{[k][l]} = \begin{bmatrix} s_0^{[k][l]} \\ \vdots \\ s_{M-1}^{[k][l]} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} s_{0,0}^{[k][l]} & \cdots & s_{0,N-1}^{[k][l]} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ s_{M-1,0}^{[k][l]} & \cdots & s_{M-1,N-1}^{[k][l]} \end{bmatrix},$$

其中， N 为成员序列的长度， M 为成员序列的个数， Z 为零相关区的长度， $k \in \{1, 2, \dots, M-1\}$ ， $l \in \{0, 1, \dots, N-1\}$ ；

置换互补序列集 $s^{[k][l]}$ 中第 m 个成员序列的第 n 个符号 $s_{m,n}^{[k][l]}$ 表示为：

$$s_{m,n}^{[k][l]} = e^{j \left[\frac{2\pi}{N} \times n \times \Gamma(l) + \frac{2\pi}{M} \times k \times m \times \Pi(n \bmod M) \right]},$$

其中， $m \in \{0, 1, \dots, M-1\}$ ， $n \in \{0, 1, \dots, N-1\}$ ， $\Gamma: \mathbb{Z}_N \rightarrow \mathbb{Z}_N$ 表示有限域 \mathbb{Z}_N 中的置换操作， $\Pi: \mathbb{Z}_M \rightarrow \mathbb{Z}_M$ 表示有限域 \mathbb{Z}_M 中的置换操作。

25 示例性地，上述置换操作的置换函数可以为： $\Gamma(l) = l^d$ ， $\gcd(d, N-1) = 1$ ， $\Pi(n \bmod M) = a \times (n \bmod M) + b$ 。其中， \gcd 表示两个数的最大公约数， \bmod 表示取模运算， $d, l, n \in \mathbb{Z}_N$ ， $a, b \in \mathbb{Z}_M$ 。置换函数 $\Gamma(l) = l^d$ 表示：将有限域 $\mathbb{Z}_N = \{0, 1, 2, \dots, N-1\}$ 中的 l 置换为有限域 $\mathbb{Z}_N = \{0, 1, 2, \dots, N-1\}$ 中的 l^d 。置换函数 $\Pi(n \bmod M) = a \times (n \bmod M) + b$ 表示：将有限域 $\mathbb{Z}_M = \{0, 1, 2, \dots, M-1\}$ 中的 $n \bmod M$ 置换为有限域 $\mathbb{Z}_M = \{0, 1, 2, \dots, M-1\}$ 中的 $a \times (n \bmod M) + b$ 。

下面，我们对置换互补序列集的非周期相关性进行分析：

(1) 任意序列集 $s^{[k][l]}$ 的非周期自相关函数为：

$$R_{s^{[k][l]}}(\tau) = \sum_{n=0}^{N-1-\tau} e^{-j \times \frac{2\pi}{N} \times \tau \times \Gamma(l)} \times \sum_{m=0}^{M-1} e^{j \times \frac{2\pi}{M} \times k \times m \times [\Pi(n \bmod M) - \Pi((n+\tau) \bmod M)]} = 0,$$

当时延 $\tau \neq 0$ 时，第二个求和项等于 0。

5 因此，任意置换互补序列集 $s^{[k][l]}$ 均具有理想的非周期自相关特性。

(2) 组内序列集 $s^{[k][l]}$ 和 $s^{[k][\ell]}$ 的非周期互相关函数：

$$R_{s^{[k][l]}s^{[k][\ell]}}(\tau) = \sum_{n=0}^{N-1-\tau} e^{j \times \frac{2\pi}{N} \times [n \times \Gamma(l) - (n+\tau) \times \Gamma(\ell)]} \times \sum_{m=0}^{M-1} e^{j \times \frac{2\pi}{M} \times k \times m \times [\Pi(n \bmod M) - \Pi((n+\tau) \bmod M)]} = 0,$$

当时延 $\tau \neq 0$ 时，第二个求和项等于 0；当时延 $\tau = 0$ 时，第一个求和项等于 0。也即 l 在 $l \in \{0, 1, \dots, N-1\}$ 的 N 个取值中，组内序列集的非周期互相关函数都等于 0。

10 因此，置换互补序列集 $s^{[k][l]}$ 具有理想的组内非周期互相关特性，组内共存在 N 个零相关序列集。

(3) 组间序列集 $s^{[k][l]}$ 和 $s^{[k][\ell]}$ 的非周期互相关函数：

$$R_{s^{[k][l]}s^{[k][\ell]}}(\tau) = \sum_{n=0}^{N-1-\tau} e^{j \times \frac{2\pi}{N} \times [n \times \Gamma(l) - (n+\tau) \times \Gamma(\ell)]} \times \sum_{m=0}^{M-1} e^{j \times \frac{2\pi}{M} \times m \times [k \times \Pi(n \bmod M) - \kappa \times \Pi((n+\tau) \bmod M)]} \leq M \times \left\lceil \frac{N}{M} \right\rceil,$$

15 对于置换操作 $\Pi: \mathbb{Z}_M \rightarrow \mathbb{Z}_M$ ，有且只有一个 $\tilde{n} \in \mathbb{Z}_M$ ，使得 $k \times \Pi(\tilde{n} \bmod M) = \kappa \times \Pi((\tilde{n} + \tau) \bmod M)$ ，此时第二个求和项等于 M 。在此基础上，

$\forall \tilde{n} \in \mathbb{Z}_{N-1-\tau}$ ，使得 $k \times \Pi(\tilde{n} \bmod M) = \kappa \times \Pi((\tilde{n} + \tau) \bmod M)$ ，第一个求和项不超过 $\left\lceil \frac{N}{M} \right\rceil$ 。也

即 k 在 $k \in \{1, 2, \dots, M-1\}$ 的 $M-1$ 个取值中，组间序列集的非周期互相关最大值为 $M \times \left\lceil \frac{N}{M} \right\rceil$ ，可以有效抑制非周期相关的旁瓣。

20 因此，如图 8 所示的另一置换互补序列集的互相关特性示意图，在 $N > M = Z$ 的情况下，置换互补序列集 $s^{[k][l]}$ 具有理想的非周期自相关特性、理想的组内非周期互相关特性、以及低组间非周期互相关特性，组内存在 N 个零相关序列集，共存在 $M-1$ 个低相关组，组间序列集的非周期互相关最大值为 $M \times \left\lceil \frac{N}{M} \right\rceil$ 。

25 在 $N > M = Z$ 的情况下，置换互补序列集的成员序列长度 N 、成员序列个数 M 、以及零相关区 Z 构成三元组 (N, M, M) ，在相同时频资源下，ZC 序列的成员序列长度为 $N \times M$ ，零相关区为 $M \times Z$ ，构成二元组 $(N \times M, M^2)$ 。通过对置换互补序列集和 ZC 序列的评价指标进行分析，得到置换互补序列集 (N, M, M) 和 ZC 序列 $(N \times M, M^2)$ 的评价指标情况，如表二所示。其中，置换互补序列集 (N, M, M) 是通过上述置换互补序列集的非周期相关性分析得到的，ZC 序列 $(N \times M, M^2)$ 的评价指标分析与现有技术相同，此处不再赘述。

30

表二

| 序列类别 | 置换互补序列集 (N, M, M) | | ZC 序列 $(N \times M, M^2)$ | |
|------|---------------------|------|---------------------------|------|
| 评价参数 | 序列容量 | 互相关值 | 序列容量 | 互相关值 |

| | | | | |
|------|------------------|---|--|---------------------|
| 零相关区 | N | 0 | $\left\lfloor \frac{N}{M} \right\rfloor$ | 0 |
| 低相关区 | $N \times (M-1)$ | $M \times \left\lfloor \frac{N}{M} \right\rfloor$ | $N \times M - 1$ | $\sqrt{N \times M}$ |

从表二可以看出，在相同的时频资源条件下，置换互补序列集 (N, M, M) 的在零相关区的序列容量 N 大于ZC序列 $(N \times M, M^2)$ 在零相关区的序列容量 $\left\lfloor \frac{N}{M} \right\rfloor$ 。因此，当配置

$N > M = Z$ 时，置换互补序列集相较于ZC序列，无需添加循环前缀，在降低开销、提升频谱效率的同时，还提高了序列容量，可以在噪声较大的场景或者接收端对信号检测性能要求高的场景下，提高接收端的信号检测能力。

5 情况3， $N > M > Z$ ，置换互补序列集的个数为 $\left(\frac{N \times M}{Z}\right) \times (Z-1)$ ，其中，第 k 组置换互补序列集中第 l 个置换互补序列集 $\mathbf{s}^{[k][l]}$ 表示为：

$$\mathbf{s}^{[k][l]} = \begin{bmatrix} \mathbf{s}_0^{[k][l]} \\ \vdots \\ \mathbf{s}_{M-1}^{[k][l]} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} s_{0,0}^{[k][l]} & \cdots & s_{0,N-1}^{[k][l]} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ s_{M-1,0}^{[k][l]} & \cdots & s_{M-1,N-1}^{[k][l]} \end{bmatrix},$$

其中， N 为成员序列的长度， M 为成员序列的个数， Z 为零相关区的长度，

$$10 \quad k \in \{1, 2, \dots, Z-1\}, \quad l \in \left\{0, 1, \dots, \frac{N \times M}{Z} - 1\right\};$$

置换互补序列集 $\mathbf{s}^{[k][l]}$ 中第 m 个成员序列的第 n 个成员符号 $s_{m,n}^{[k][l]}$ 表示为：

$$s_{m,n}^{[k][l]} = e^{j \times \left[\frac{2\pi}{N} \times n \times \Gamma\left(\left\lfloor \frac{l \times Z}{M} \right\rfloor\right) + \frac{2\pi}{M} \times Z \times p \times \Xi\left(l \bmod \frac{M}{Z}\right) + \frac{2\pi}{Z} \times k \times q \times \Pi(n \bmod Z) \right]},$$

其中， $m = p \times Z + q$ ， $p \in \left\{0, 1, \dots, \frac{M}{Z} - 1\right\}$ ， $q \in \{0, 1, \dots, Z-1\}$ ， $n \in \{0, 1, \dots, N-1\}$ ，

$\Gamma: \mathbb{Z}_N \rightarrow \mathbb{Z}_N$ 表示有限域 \mathbb{Z}_N 中的置换操作， $\Xi: \mathbb{Z}_{\frac{M}{Z}} \rightarrow \mathbb{Z}_{\frac{M}{Z}}$ 表示有限域 $\mathbb{Z}_{\frac{M}{Z}}$ 中的置换操作，

15 $\Pi: \mathbb{Z}_Z \rightarrow \mathbb{Z}_Z$ 表示有限域 \mathbb{Z}_Z 中的置换操作。

示例性地，上述置换操作中置换函数可以为： $\Gamma\left(\left\lfloor \frac{l \times Z}{M} \right\rfloor\right) = \left\lfloor \frac{l \times Z}{M} \right\rfloor^d$ ， $\gcd(d, N-1) = 1$ ，

$\Xi\left(n \bmod \frac{M}{Z}\right) = l \bmod \frac{M}{Z} + c$ ， $\Pi(n \bmod Z) = a \times (n \bmod Z) + b$ 。其中， \gcd 表示两个数的最大公约数， \bmod 表示取模运算， $l \in \mathbb{Z}_{\frac{N \times M}{Z}}$ ， $d, n \in \mathbb{Z}_N$ ， $a, b \in \mathbb{Z}_Z$ ， $c \in \mathbb{Z}_{\frac{M}{Z}}$ 。置换函数

$\Gamma\left(\left\lfloor \frac{l \times Z}{M} \right\rfloor\right) = \left\lfloor \frac{l \times Z}{M} \right\rfloor^d$ 表示：将有限域 $\mathbb{Z}_N = \{0, 1, 2, \dots, N-1\}$ 中的 $\left\lfloor \frac{l \times Z}{M} \right\rfloor$ 置换为有限域

20 $\mathbb{Z}_N = \{0, 1, 2, \dots, N-1\}$ 中的 $\left\lfloor \frac{l \times Z}{M} \right\rfloor^d$ 。置换函数 $\Xi\left(n \bmod \frac{M}{Z}\right) = l \bmod \frac{M}{Z} + c$ 表示：将有限域

$\mathbb{Z}_{\frac{M}{Z}} = \left\{0, 1, 2, \dots, \frac{M}{Z} - 1\right\}$ 中的 $n \bmod \frac{M}{Z}$ 置换为有限域 $\mathbb{Z}_{\frac{M}{Z}} = \left\{0, 1, 2, \dots, \frac{M}{Z} - 1\right\}$ 中 $l \bmod \frac{M}{Z} + c$ 。

置换函数 $\Pi(n \bmod Z) = a \times (n \bmod Z) + b$ 表示：将有限域 $\mathbb{Z}_Z = \{0, 1, 2, \dots, Z-1\}$ 中的 $n \bmod Z$ 置换为有限域 $\mathbb{Z}_Z = \{0, 1, 2, \dots, Z-1\}$ 中的 $a \times (n \bmod Z) + b$ 。

下面,我们对参数配置方案为 $N > M > Z$ 的置换互补序列集的非周期相关性进行分析:

(1) 任意序列集 $\mathbf{s}^{[k][l]}$ 的非周期自相关函数为:

$$R_{\mathbf{s}^{[k][l]}}(\tau) = \frac{M}{Z} \times \sum_{n=0}^{N-1-\tau} e^{-j \times \frac{2\pi}{N} \times \tau \times \Gamma\left(\left\lfloor \frac{l \times Z}{M} \right\rfloor\right)} \times \sum_{q=0}^{Z-1} e^{j \times \frac{2\pi}{Z} \times k \times q \times [\Pi(n \bmod Z) - \Pi((n+\tau) \bmod Z)]} = 0,$$

5 当时延 $\tau \neq 0$ 时, 第二个求和项等于 0。

因此, 任意置换互补序列集 $\mathbf{s}^{[k][l]}$ 均具有理想的非周期自相关特性。

(2) 组内序列集 $\mathbf{s}^{[k][l]}$ 和 $\mathbf{s}^{[k][\ell]}$ 的非周期互相关函数:

$$R_{\mathbf{s}^{[k][l]}\mathbf{s}^{[k][\ell]}}(\tau) = \sum_{n=0}^{N-1-\tau} e^{j \times \frac{2\pi}{N} \times \left[n \times \Gamma\left(\left\lfloor \frac{l \times Z}{M} \right\rfloor\right) - (n+\tau) \times \Gamma\left(\left\lfloor \frac{\ell \times Z}{M} \right\rfloor\right) \right]} \times \sum_{p=0}^{\frac{M}{Z}-1} e^{j \times \frac{2\pi}{M} \times Z \times p \times \left[\Xi\left(l \bmod \frac{M}{Z}\right) - \Xi\left(\ell \bmod \frac{M}{Z}\right) \right]} \times \sum_{q=0}^{Z-1} e^{j \times \frac{2\pi}{Z} \times k \times q \times [\Pi(n \bmod Z) - \Pi((n+\tau) \bmod Z)]},$$

$$= 0$$

10 当时延 $\tau \neq 0$ 时, 第三个求和项等于 0; 当 $\Xi\left(l \bmod \frac{M}{Z}\right) \neq \Xi\left(\ell \bmod \frac{M}{Z}\right)$ 时, 第二个求和项等于 0; 当 $\tau = 0$ 且 $\Gamma\left(\left\lfloor l \times \frac{Z}{M} \right\rfloor\right) \neq \Gamma\left(\left\lfloor \ell \times \frac{Z}{M} \right\rfloor\right)$ 时, 第一个求和项等于 0。也即 l 在 $l \in \left\{0, 1, \dots, \frac{N \times M}{Z} - 1\right\}$ 的 $\frac{N \times M}{Z}$ 个取值中, 组内序列集的非周期互相关函数都等于 0。

因此, 置换互补序列集 $\mathbf{s}^{[k][l]}$ 具有理想的组内非周期互相关特性, 组内共存在 $\frac{N \times M}{Z}$ 个零相关序列集。

(3) 组间序列集 $\mathbf{s}^{[k][l]}$ 和 $\mathbf{s}^{[k][\ell]}$ 的非周期互相关函数:

$$R_{\mathbf{s}^{[k][l]}\mathbf{s}^{[k][\ell]}}(\tau) = \sum_{n=0}^{N-1-\tau} e^{j \times \frac{2\pi}{N} \times \left[n \times \Gamma\left(\left\lfloor \frac{l \times Z}{M} \right\rfloor\right) - (n+\tau) \times \Gamma\left(\left\lfloor \frac{\ell \times Z}{M} \right\rfloor\right) \right]} \times \sum_{p=0}^{\frac{M}{Z}-1} e^{j \times \frac{2\pi}{M} \times Z \times p \times \left[\Xi\left(l \bmod \frac{M}{Z}\right) - \Xi\left(\ell \bmod \frac{M}{Z}\right) \right]} \times \sum_{q=0}^{Z-1} e^{j \times \frac{2\pi}{Z} \times q \times \left[k \times \Pi(n \bmod Z) - \kappa \times \Pi((n+\tau) \bmod Z) \right]},$$

$$\leq M \times \left\lfloor \frac{N}{Z} \right\rfloor$$

对于置换操作 $\Pi: \mathbb{Z}_Z \rightarrow \mathbb{Z}_Z$, 有且只有一个 $\tilde{n} \in \mathbb{Z}_Z$, 使得 $k \times \Pi(\tilde{n} \bmod Z) = \kappa \times \Pi((\tilde{n} + \tau) \bmod Z)$, 此时第三个求和项等于 Z 。

$\Xi\left(l \bmod \frac{M}{Z}\right) \neq \Xi\left(\ell \bmod \frac{M}{Z}\right)$, 第二个求和项等于 $\frac{M}{Z}$; 在此基础上, $\forall \tilde{n} \in \mathbb{Z}_{N-1-\tau}$, 使得

20 $k \times \Pi(\tilde{n} \bmod Z) = \kappa \times \Pi((\tilde{n} + \tau) \bmod Z)$, 第一个求和项不超过 $\left\lfloor \frac{N}{Z} \right\rfloor$ 。也即 k 在 $k \in \{1, 2, \dots, Z-1\}$ 的 $Z-1$ 个取值中, 组间序列集的非周期互相关最大值为 $M \times \left\lfloor \frac{N}{Z} \right\rfloor$, 可以有效抑制非周期相关的旁瓣。

因此, 如图 9 所示的再一置换互补序列集的互相关特性示意图, 在 $N > M > Z$ 的情

况下，置换互补序列集 $\mathbf{s}^{[k][l]}$ 具有理想的非周期自相关特性、理想的组内非周期互相关特性、以及低组间非周期互相关特性，组内存在 $\frac{N \times M}{Z}$ 个零相关序列集，共存在 $Z-1$

个低相关组，互相关最大值为 $M \times \left\lceil \frac{N}{Z} \right\rceil$ 。

在 $N > M > Z$ 的情况下，置换互补序列集的成员序列长度 N 、成员序列个数 M 、以及零相关区 Z 构成三元组 (N, M, Z) 。在相同时频资源下，ZC 序列的成员序列长度为 $N \times M$ ，零相关区为 $M \times Z$ ，构成二元组 $(N \times M, M \times Z)$ 。通过对置换互补序列集和 ZC 序列的评价指标进行分析，得到置换互补序列集 (N, M, Z) 和 ZC 序列 $(N \times M, M \times Z)$ 评价指标的评价指标情况，如表三所示。其中，置换互补序列集 (N, M, Z) 是通过上述置换互补序列集的非周期相关性分析得到的，ZC 序列 $(N \times M, M \times Z)$ 的评价指标分析与现有技术相同，此处不再赘述。

表三

| 序列类别 | 置换互补序列集 (N, M, Z) | | ZC 序列 $(N \times M, M \times Z)$ | |
|------|-------------------------------------|---|--|---------------------|
| 评价参数 | 序列容量 | 互相关值 | 序列容量 | 互相关值 |
| 零相关区 | $\frac{N \times M}{Z}$ | 0 | $\left\lceil \frac{N}{Z} \right\rceil$ | 0 |
| 低相关区 | $\frac{N \times M \times (Z-1)}{Z}$ | $M \times \left\lceil \frac{N}{Z} \right\rceil$ | $N \times M - 1$ | $\sqrt{N \times M}$ |

从表三可以看出，在相同的时频资源条件下，置换互补序列集 (N, M, Z) 在零相关区的序列容量 $\frac{N \times M}{Z}$ 大于 ZC 序列 $(N \times M, M \times Z)$ 在零相关区的序列容量 $\left\lceil \frac{N}{Z} \right\rceil$ 。因此，当配置 $N > M > Z$ 时，置换互补序列集相较于 ZC 序列，无需添加循环前缀，在降低开销、提升频谱效率的同时，适用于多用户接入的场景。

一种可能的实现中，置换互补序列集是候选置换互补序列集中的部分序列集，候选置换互补序列集的个数为 $\left(\frac{N \times M}{Z}\right) \times (Z-1)$ ，其中，第 k 组置换互补序列集中第 l 个置换互补序列集 $\mathbf{s}^{[k][l]}$ 表示为：

$$\mathbf{s}^{[k][l]} = \begin{bmatrix} \mathbf{s}_0^{[k][l]} \\ \vdots \\ \mathbf{s}_{M-1}^{[k][l]} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{s}_{0,0}^{[k][l]} & \cdots & \mathbf{s}_{0,N-1}^{[k][l]} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \mathbf{s}_{M-1,0}^{[k][l]} & \cdots & \mathbf{s}_{M-1,N-1}^{[k][l]} \end{bmatrix},$$

其中， N 为成员序列的长度， M 为成员序列的个数， Z 为零相关区的长度， $N > M > Z$ ， M 能被 Z 整除， $k \in \{1, 2, \dots, Z-1\}$ ， $l \in \left\{0, 1, \dots, \frac{N \times M}{Z} - 1\right\}$ 。

置换互补序列集 $\mathbf{s}^{[k][l]}$ 中第 m 个成员序列的第 n 个成员符号 $s_{m,n}^{[k][l]}$ 表示为：

$$s_{m,n}^{[k][l]} = e^{j \times \left[\frac{2\pi}{N} \times n \times \Gamma \left(\frac{l \times Z}{M} \right) + \frac{2\pi}{M} \times Z \times p \times \Xi \left(l \bmod \frac{M}{Z} \right) + \frac{2\pi}{Z} \times k \times q \times \Pi(n \bmod Z) \right]},$$

其中， $m = p \times Z + q$ ， $p \in \left\{0, 1, \dots, \frac{M}{Z} - 1\right\}$ ， $q \in \{0, 1, \dots, Z-1\}$ ， $n \in \{0, 1, \dots, N-1\}$ ，

$\Gamma: \mathbb{Z}_N \rightarrow \mathbb{Z}_N$ 表示有限域 \mathbb{Z}_N 中的置换操作， $\Xi: \mathbb{Z}_{\frac{M}{Z}} \rightarrow \mathbb{Z}_{\frac{M}{Z}}$ 表示有限域 $\mathbb{Z}_{\frac{M}{Z}}$ 中的置换操作，

$\Pi: \mathbb{Z}_Z \rightarrow \mathbb{Z}_Z$ 表示有限域 \mathbb{Z}_Z 中的置换操作。

具体地，置换互补序列集是候选置换互补序列集中的部分序列集，也可以称为对候选置换互补序列集进行限制所得到的限制集。

示例性地，上述置换操作中的置换函数可以为： $\Gamma\left(\left\lfloor \frac{l \times Z}{M} \right\rfloor\right) = \left\lfloor \frac{l \times Z}{M} \right\rfloor^d$ ，

5 $\gcd(d, N-1) = 1$ ， $\Xi\left(n \bmod \frac{M}{Z}\right) = l \bmod \frac{M}{Z} + c$ ， $\Pi(n \bmod Z) = a \times (n \bmod Z) + b$ 。其中， \gcd 表示两个数的最大公约数， \bmod 表示取模运算， $l \in \mathbb{Z}_{\frac{N \times M}{Z}}$ ， $d, n \in \mathbb{Z}_N$ ， $a, b \in \mathbb{Z}_Z$ ， $c \in \mathbb{Z}_{\frac{M}{Z}}$ 。置

换函数 $\Gamma\left(\left\lfloor \frac{l \times Z}{M} \right\rfloor\right) = \left\lfloor \frac{l \times Z}{M} \right\rfloor^d$ 表示：将有限域 $\mathbb{Z}_N = \{0, 1, 2, \dots, N-1\}$ 中的 $\left\lfloor \frac{l \times Z}{M} \right\rfloor$ 置换为有限域 $\mathbb{Z}_N = \{0, 1, 2, \dots, N-1\}$ 中的 $\left\lfloor \frac{l \times Z}{M} \right\rfloor^d$ 。置换函数 $\Xi\left(n \bmod \frac{M}{Z}\right) = l \bmod \frac{M}{Z} + c$ 表示：将有限域 $\mathbb{Z}_{\frac{M}{Z}} = \left\{0, 1, 2, \dots, \frac{M}{Z}-1\right\}$ 中的 $n \bmod \frac{M}{Z}$ 置换为有限域 $\mathbb{Z}_{\frac{M}{Z}} = \left\{0, 1, 2, \dots, \frac{M}{Z}-1\right\}$ 中 $l \bmod \frac{M}{Z} + c$ 。

10 置换函数 $\Pi(n \bmod Z) = a \times (n \bmod Z) + b$ 表示：将有限域 $\mathbb{Z}_Z = \{0, 1, 2, \dots, Z-1\}$ 中的 $n \bmod Z$ 置换为有限域 $\mathbb{Z}_Z = \{0, 1, 2, \dots, Z-1\}$ 中的 $a \times (n \bmod Z) + b$ 。

可选地，置换互补序列集是对候选置换互补序列集中的索引号 l 根据对抗多普勒频移的子载波间隔数进行限制得到的。示例性地， l 可以属于下列集合：

$$l \in \left\{ \frac{(2f+1) \times M}{Z} \times i + j \mid i = 0, 1, \dots, \frac{N}{2f+1} - 1, j = 0, 1, \dots, \frac{M}{Z} - 1 \right\},$$

15 其中， f 是对抗多普勒频移的子载波间隔数，属于正整数。 i 取遍 $\left\{0, 1, \dots, \frac{N}{2f+1} - 1\right\}$ ，

j 取遍 $\left\{0, 1, \dots, \frac{M}{Z} - 1\right\}$ ，上述集合 l 中元素的数量有 $\left(\frac{M}{Z}\right) \times \left(\frac{N}{2f+1}\right)$ 个。

应理解，该置换互补序列集，还可以称为限制置换互补序列集或者置换互补序列集的限制集，本申请对此不做限定。

具体地， $\forall l \neq \ell$ ，使得 $\left[\Gamma\left(\frac{l \times Z}{M}\right) - \Gamma\left(\frac{\ell \times Z}{M}\right) \right] \bmod N \neq \mathcal{F}$ ，

20 $\mathcal{F} = \{1, 2, \dots, f, N-f, N-f+1, \dots, N-1\}$ ，即置换互补序列集满足理想的组内非周期互相关

特性，组内共存在 $\frac{M \times \left\lfloor \frac{N}{2f+1} \right\rfloor}{Z}$ 个零相关序列集。如果不限制组内序列集索引号的集合，

即 $l \in \left\{0, 1, \dots, \frac{N \times M}{Z} - 1\right\}$ ，此时频偏可能会导致候选置换互补序列集的组内非周期互相关值不为 0。

25 示例性地，在高速移动（例如，高铁）的通信场景中，频偏不超过一个子载波的间隔。通过限制候选置换互补序列集的组内序列集索引号得到置换互补序列集，即置换互补序列集为候选置换互补序列集中 l 属于下列集合的序列集：

$$l \in \left\{ \frac{3M}{Z} \times i + j \mid i = 0, 1, \dots, \frac{N}{3} - 1, j = 0, 1, \dots, \frac{M}{Z} - 1 \right\}.$$

图 10 示出了 ZC 序列和候选置换互补序列集采用限制集抗频偏比较的示意图。如图 10 所示，“0”表示有效的序列/置换互补序列集，“+1”表示序列正向偏移了一个子载波，“-1”表示序列负向偏移了一个子载波。可以看出，ZC 序列采用限制集对抗不超过一个子载波间隔的频偏时，限制集中可用循环移位个数是非限制集的序列个数的一部分，一般情况下，考虑到图中所示的虚线框空白区的序列个数可以为一个或多个，所以，限制集中可用循环移位个数是非限制集的序列个数的 1/6~1/3。在相同的时频资源条件下，通过置换互补序列集对抗不超过一个子载波间隔的频偏时，该置换互

补序列集满足理想的组内非周期互相关特性，组内共存在 $\frac{M \times \lfloor \frac{N}{3} \rfloor}{Z}$ 零相关序列集置换

互补序列集，组内序列集索引号的个数接近候选置换互补序列集中索引号个数的 1/3，也即以组为单位，组内的置换互补序列集的个数接近候选置换互补序列集的个数的 1/3。

因此，在配置 $N > M > Z$ 的情况下，通过限制候选置换互补序列集的组内序列索引号得到的置换互补序列集，发送端可以无需添加循环前缀，在降低开销、提升频谱效率的同时，还提高了序列容量，且适用于高速移动的通信场景中。

一种可能的实现中，在随机接入场景下，上述发送端为终端设备，上述接收端为网络设备，上述基于置换互补序列集发送信号，包括：终端设备基于置换互补序列集向网络设备发送随机接入信号。

可选地，成员序列长度 N 和成员序列个数 M 是网络设备向终端设备发送的，或者，是协议约定的。

可选地，零相关区的长度 Z 、置换互补序列集的组索引号的起始值 k ，置换互补序列集的组内序列索引号的起始值 l 是网络设备向终端设备发送的，或者，是协议约定的。

网络设备和终端设备根据组索引号的起始值 k 确定置换互补序列集，终端设备从置换互补序列集中随机选择一个置换互补序列集发送信号。

可选地，上述组索引号和组序号之间存在对应关系，该对应关系为协议约定的或网络侧预配置的。

在一种可能的实现方式中，网络设备和终端设备可以根据成员序列的长度 N 、成员序列的个数 M 、以及零相关区的长度 Z 计算组内序列集的个数 $\frac{N \times M}{Z}$ 。然后，网络

设备和终端设备可以根据小区所需的置换互补序列集的数目和组内序列集的个数的商向上取整，得到置换互补序列集的组数 C 。接着，网络设备和终端设备可以根据组索引号的起始值 k ，确定该组索引号对应的组序号，按照组序号的顺序依次确定 C 组置换互补序列集，其中，前 $C-1$ 组置换互补序列集中，每组置换互补序列集的个数为 $\frac{N \times M}{Z}$ ，第 C 组置换互补序列集的个数为小区所需的置换互补序列集的数目除以组内

序列集的个数 $\frac{N \times M}{Z}$ 得到的余数。

上述小区所需的置换互补序列集的数目为正整数，可以是协议约定的或者网络设备通过信令为终端设备指示的。

示例性地，上述小区所需的置换互补序列集的数目为 64。协议约定了置换互补序列集的组索引号和组序号对应关系为：组序号为 1 时，组索引号为 $k=3$ ，组序号为 2 时，组索引号为 $k=1$ ，组序号为 3 时，组索引号为 $k=5$ ，组序号为 $Z-1$ 时，组索引号为 $k=4$ 。组索引号和组序号对应关系可以如表四所示。

5

表四

| 组序号 | 组索引号 |
|-------|-------|
| 1 | $k=3$ |
| 2 | $k=1$ |
| 3 | $k=5$ |
| ... | ... |
| $Z-1$ | $k=4$ |

当 $\frac{N \times M}{Z}$ 大于或等于小区所需的置换互补序列集的数目 64，置换互补序列集的组索引号的起始值 $k=3$ 时，即组内置换互补序列集的个数大于或等于小区所需的置换互补序列集的数目 64 时，发送端可以从组序号为 1 的置换互补序列集中随机选出一个置换互补序列集发送信号。当组内置换互补序列集的个数 $\frac{N \times M}{Z}$ 小于小区所需的置换互

10 补序列集的数目 64 时，则发送端在确定 $k=3$ 组的置换互补序列集后，接着可以确定 $k=1$ 组的置换互补序列集，直至选出 64 个置换互补序列集。发送端可以从该 64 个置换互补序列集中随机选出一个置换互补序列集发送信号。表五列出了组索引号的起始值 $k=3$ 时，发送端确定的置换互补序列集。

表五

| 组序号 | 组索引号 | 组内索引号 | | | |
|-----|-------|-------|-------|-----|--------|
| 1 | $k=3$ | $l=0$ | $l=1$ | ... | $l=30$ |
| 2 | $k=1$ | $l=0$ | $l=1$ | ... | $l=30$ |
| 3 | $k=5$ | $l=0$ | $l=1$ | | |

15 如表五所示， $\frac{N \times M}{Z}$ 等于 31，发送端可以确定 $k=3$ 组的置换互补序列集、 $k=1$ 组的置换互补序列集和 $k=5$ 组的置换互补序列集中的前两个置换互补序列集。

应理解，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，而不应对本申请实施例的实施过程构成任何限定。

20 上文中结合图 1 至图 10，详细描述了根据本申请实施例的信号传输方法，下面将结合图 11 至图 12，详细描述根据本申请实施例的信号传输装置。

图 11 示出了本申请实施例提供的装置 1100。该装置 1100 可以是发送端，也可以是支持发送端实现其功能的装置，例如是可以用于发送端中的芯片或芯片系统。该装置 1100 包括：处理单元 1110 和收发单元 1120。

25 处理单元 1110 用于：确定置换互补序列集，置换互补序列集包括 M 个成员序列，成员序列包括 N 个成员符号， M 和 N 均是大于 1 的整数，成员符号是对置换互补序列集的参数进行置换操作得到的，置换操作为有限域内的单一映射操作，置换互补序列集满足非周期相关性；

收发单元 1120 用于：基于置换互补序列集发送信号。

可选地，置换互补序列集的参数包括下列至少一个：置换互补序列集中成员序列的长度 N 、成员序列的个数 M 、以及置换互补序列集中零相关区的长度 Z ， Z 是大于或等于 1 的整数。

可选地，置换互补序列集的个数为 $\left(\frac{N \times M}{Z}\right) \times (Z-1)$ ，其中，第 k 组置换互补序列

5 集中第 l 个置换互补序列集 $\mathbf{s}^{[k][l]}$ 表示为：

$$\mathbf{s}^{[k][l]} = \begin{bmatrix} \mathbf{s}_0^{[k][l]} \\ \vdots \\ \mathbf{s}_{M-1}^{[k][l]} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} s_{0,0}^{[k][l]} & \cdots & s_{0,N-1}^{[k][l]} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ s_{M-1,0}^{[k][l]} & \cdots & s_{M-1,N-1}^{[k][l]} \end{bmatrix},$$

其中， N 大于或等于 M ， M 大于或等于 Z ， M 能被 Z 整除， $k \in \{1, 2, \dots, Z-1\}$ ， $l \in \left\{0, 1, \dots, \frac{N \times M}{Z} - 1\right\}$ ；

置换互补序列集 $\mathbf{s}^{[k][l]}$ 中第 m 个成员序列的第 n 个成员符号 $s_{m,n}^{[k][l]}$ 表示为：

10
$$s_{m,n}^{[k][l]} = e^{j \times \left[\frac{2\pi}{N} \times n \times \Gamma \left(\left\lfloor \frac{l \times Z}{M} \right\rfloor \right) + \frac{2\pi}{M} \times Z \times p \times \Xi \left(l \bmod \frac{M}{Z} \right) + \frac{2\pi}{Z} \times k \times q \times \Pi(n \bmod Z) \right]},$$

其中， $m = p \times Z + q$ ， $p \in \left\{0, 1, \dots, \frac{M}{Z} - 1\right\}$ ， $q \in \{0, 1, \dots, Z-1\}$ ， $n \in \{0, 1, \dots, N-1\}$ ，

$\Gamma: \mathbb{Z}_N \rightarrow \mathbb{Z}_N$ 表示有限域 \mathbb{Z}_N 中的置换操作， $\Xi: \mathbb{Z}_{\frac{M}{Z}} \rightarrow \mathbb{Z}_{\frac{M}{Z}}$ 表示有限域 $\mathbb{Z}_{\frac{M}{Z}}$ 中的置换操作，

$\Pi: \mathbb{Z}_Z \rightarrow \mathbb{Z}_Z$ 表示有限域 \mathbb{Z}_Z 中的置换操作。

可选地， $N = M = Z$ 。

15 可选地， $N > M > Z$ 。

可选地， $N > M > Z$ 。

可选地，置换互补序列集是候选置换互补序列集中的部分序列集，候选置换互补序列集的个数为 $\left(\frac{N \times M}{Z}\right) \times (Z-1)$ ，其中，第 k 组置换互补序列集中第 l 个置换互补序列集 $\mathbf{s}^{[k][l]}$ 表示为：

20
$$\mathbf{s}^{[k][l]} = \begin{bmatrix} \mathbf{s}_0^{[k][l]} \\ \vdots \\ \mathbf{s}_{M-1}^{[k][l]} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} s_{0,0}^{[k][l]} & \cdots & s_{0,N-1}^{[k][l]} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ s_{M-1,0}^{[k][l]} & \cdots & s_{M-1,N-1}^{[k][l]} \end{bmatrix},$$

其中， $N > M > Z$ ， M 能被 Z 整除， $k \in \{1, 2, \dots, Z-1\}$ ， $l \in \left\{0, 1, \dots, \frac{N \times M}{Z} - 1\right\}$ ；

置换互补序列集 $\mathbf{s}^{[k][l]}$ 中第 m 个成员序列的第 n 个成员符号 $s_{m,n}^{[k][l]}$ 表示为：

$$s_{m,n}^{[k][l]} = e^{j \times \left[\frac{2\pi}{N} \times n \times \Gamma \left(\left\lfloor \frac{l \times Z}{M} \right\rfloor \right) + \frac{2\pi}{M} \times Z \times p \times \Xi \left(l \bmod \frac{M}{Z} \right) + \frac{2\pi}{Z} \times k \times q \times \Pi(n \bmod Z) \right]},$$

其中， $m = p \times Z + q$ ， $p \in \left\{0, 1, \dots, \frac{M}{Z} - 1\right\}$ ， $q \in \{0, 1, \dots, Z-1\}$ ， $n \in \{0, 1, \dots, N-1\}$ ，

25 $\Gamma: \mathbb{Z}_N \rightarrow \mathbb{Z}_N$ 表示有限域 \mathbb{Z}_N 中的置换操作， $\Xi: \mathbb{Z}_{\frac{M}{Z}} \rightarrow \mathbb{Z}_{\frac{M}{Z}}$ 表示有限域 $\mathbb{Z}_{\frac{M}{Z}}$ 中的置换操作，

$\Pi: \mathbb{Z}_Z \rightarrow \mathbb{Z}_Z$ 表示有限域 \mathbb{Z}_Z 中的置换操作。

可选地，置换互补序列集为候选置换互补序列集中 l 属于下列集合的序列集：

$$l \in \left\{ \frac{(2f+1) \times M}{Z} \times i + j \mid i = 0, 1, \dots, \frac{N}{2f+1} - 1, j = 0, 1, \dots, \frac{M}{Z} - 1 \right\},$$

其中， f 是正整数。

5 可选地，处理单元 1110 还用于：从置换互补序列集中确定目标置换互补序列集；将目标置换互补序列集映射到 N 个成员符号和 M 个子载波上，生成信号；收发单元 1120 还用于：发送信号。

可选地，收发单元 1120 还用于：基于置换互补序列集向网络设备发送随机接入信号。

10 可选地，成员序列长度 N 和成员序列个数 M 是网络设备向该装置发送的，或者是协议约定的。

应理解，这里的装置 1100 以功能单元的形式体现。这里的术语“单元”可以指应用特有集成电路（application specific integrated circuit, ASIC）、电子电路、用于执行一个或多个软件或固件程序的处理器（例如共享处理器、专有处理器或组处理器等）和存储器、合并逻辑电路和/或其它支持所描述的功能的合适组件。在一个可选例子中，15 本领域技术人员可以理解，装置 1100 可以具体为上述实施例中的发送端，可以用于执行上述方法实施例中与发送端对应的各个流程和/或步骤，为避免重复，在此不再赘述。

上述各个方案的装置 1100 具有实现上述方法中发送端所执行的相应步骤的功能。所述功能可以通过硬件实现，也可以通过硬件执行相应的软件实现。所述硬件或软件包括一个或多个与上述功能相对应的模块；例如收发单元具体可以包括接收单元和发送单元，接收单元和/或发送单元可以由收发机替代（例如，发送单元可以由发送机替代，接收单元可以由接收机替代），其它单元，如处理单元等可以由处理器替代，分别执行各个方法实施例中的收发操作以及相关的处理操作。

25 此外，上述收发单元还可以是收发电路（例如可以包括接收电路和发送电路），处理单元可以是处理电路。在本申请的实施例中，图 11 中的装置可以是前述实施例中的发送端，也可以是芯片或者芯片系统，例如：片上系统（system on chip, SoC）。其中，收发单元可以是输入输出电路、通信接口；处理单元为该芯片上集成的处理器或者微处理器或者集成电路。在此不做限定。

30 图 12 示出了本申请实施例提供的另一信号传输装置 1200。该装置 1200 包括处理器 1210、收发器 1220 和存储器 1230。其中，处理器 1210、收发器 1220 和存储器 1230 通过内部连接通路互相通信，该存储器 1230 用于存储指令，该处理器 1210 用于执行该存储器 1230 存储的指令，以控制该收发器 1220 发送信号和/或接收信号。

35 应理解，装置 1200 可以具体为上述实施例中的发送端，并且可以用于执行上述方法实施例中与发送端的各个步骤和/或流程。可选地，该存储器 1230 可以包括只读存储器和随机存取存储器，并向处理器提供指令和数据。存储器的一部分还可以包括非易失性随机存取存储器。例如，存储器还可以存储设备类型的信息。该处理器 1210 可以用于执行存储器中存储的指令，并且当该处理器 1210 执行存储器中存储的指令时，该处理器 1210 用于执行上述与该第一终端设备或网络设备对应的方法实施例的各个步骤和/或流程。该收发器 1220 可以包括发射器和接收器，该发射器可以用于实现上

述收发器对应的用于执行发送动作的各个步骤和/或流程，该接收器可以用于实现上述收发器对应的用于执行接收动作的各个步骤和/或流程。

5 应理解，在本申请实施例中，上述装置的处理器可以是中央处理单元（central processing unit, CPU），该处理器还可以是其他通用处理器、数字信号处理器（DSP）、专用集成电路（ASIC）、现场可编程门阵列（FPGA）或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件等。通用处理器可以是微处理器或者该处理器也可以是任何常规的处理器等。

10 在实现过程中，上述方法的各步骤可以通过处理器中的硬件的集成逻辑电路或者软件形式的指令完成。结合本申请实施例所公开的方法的步骤可以直接体现为硬件处理器执行完成，或者用处理器中的硬件及软件单元组合执行完成。软件单元可以位于随机存储器，闪存、只读存储器，可编程只读存储器或者电可擦写可编程存储器、寄存器本领域成熟的存储介质中。该存储介质位于存储器，处理器执行存储器中的指令，结合其硬件完成上述方法的步骤。为避免重复，这里不再详细描述。

15 本申请实施还提供了一种通信系统，该通信系统可以包括上述发送端和接收端。根据本申请实施例提供的方法，本申请还提供一种计算机可读存储介质，该计算机可读存储介质用于存储计算机程序，该计算机程序用于实现上述实施例中发送端所执行的各个步骤或流程。

20 根据本申请实施例提供的方法，本申请还提供一种计算机程序产品，该计算机程序产品包括计算机程序（也可以称为代码，或指令），当该计算机程序在计算机上运行时，该计算机可以执行上述实施例中发送端所执行的各个步骤或流程。

25 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中描述的各方法步骤和单元，能够以电子硬件、计算机软件或者二者的结合来实现，为了清楚地说明硬件和软件的可互换性，在上述说明中已经按照功能一般性地描述了各实施例的步骤及组成。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。本领域普通技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能，但是这种实现不应认为超出本申请的范围。

30 所属领域的技术人员可以清楚地了解到，为了描述的方便和简洁，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。

35 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。另外，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，也可以是电的，机械的或其它的形式连接。

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申请实施例方案的目的。

另外，在本申请各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理单元中，也可以是各个单元单独物理存在，也可以是两个或两个以上单元集成在一个单元中。上述集成的单元既可以采用硬件的形式实现，也可以采用软件功能单元的形式实现。

5 所述集成的单元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时，
可以存储在一个计算机可读取存储介质中。基于这样的理解，本申请的技术方案本质上
或者说对现有技术做出贡献的部分，或者该技术方案的全部或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
10 一台计算机设备（可以是个人计算机，服务器，或者网络设备等等）执行本申请各个实
施例所述方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括：U 盘、移动硬盘、只读存
储器（read-only memory， ROM）、随机存取存储器（random access memory， RAM）、
磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

15 以上所述，仅为本申请的具体实施方式，但本申请的保护范围并不局限于此，任
何熟悉本技术领域的技术人员在本申请揭露的技术范围内，可轻易想到各种等效的修
改或替换，这些修改或替换都应涵盖在本申请的保护范围之内。因此，本申请的保护
范围应以权利要求的保护范围为准。

权 利 要 求 书

1. 一种信号传输方法，其特征在于，包括：

5 确定置换互补序列集，所述置换互补序列集包括 M 个成员序列，所述成员序列包括 N 个成员符号， M 和 N 均是大于 1 的整数，所述成员符号是对所述置换互补序列集的参数进行置换操作得到的，所述置换操作为有限域内的单一映射操作，所述置换互补序列集满足非周期相关性；

基于所述置换互补序列集发送信号。

10 2. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述置换互补序列集的参数包括下列至少一个：

所述置换互补序列集中成员序列的长度 N 、所述成员序列的个数 M 、以及所述置换互补序列集中零相关区的长度 Z ， Z 是大于或等于 1 的整数。

3. 根据权利要求 2 所述的方法，其特征在于，所述置换互补序列集的个数为 $\left(\frac{N \times M}{Z}\right) \times (Z-1)$ ，其中，第 k 组置换互补序列集中第 l 个置换互补序列集 $\mathbf{s}^{[k][l]}$ 表示为：

$$15 \quad \mathbf{s}^{[k][l]} = \begin{bmatrix} \mathbf{s}_0^{[k][l]} \\ \vdots \\ \mathbf{s}_{M-1}^{[k][l]} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} s_{0,0}^{[k][l]} & \cdots & s_{0,N-1}^{[k][l]} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ s_{M-1,0}^{[k][l]} & \cdots & s_{M-1,N-1}^{[k][l]} \end{bmatrix},$$

其中， N 大于或等于 M ， M 大于或等于 Z ， M 能被 Z 整除， $k \in \{1, 2, \dots, Z-1\}$ ， $l \in \left\{0, 1, \dots, \frac{N \times M}{Z} - 1\right\}$ ；

所述置换互补序列集 $\mathbf{s}^{[k][l]}$ 中第 m 个成员序列的第 n 个成员符号 $s_{m,n}^{[k][l]}$ 表示为：

$$s_{m,n}^{[k][l]} = e^{j \times \left[\frac{2\pi}{N} \times n \times \Gamma \left(\frac{l \times Z}{M} \right) + \frac{2\pi}{M} \times Z \times p \times \Xi \left(l \bmod \frac{M}{Z} \right) + \frac{2\pi}{Z} \times k \times q \times \Pi \left(n \bmod Z \right) \right]},$$

20 其中， $m = p \times Z + q$ ， $p \in \left\{0, 1, \dots, \frac{M}{Z} - 1\right\}$ ， $q \in \{0, 1, \dots, Z-1\}$ ， $n \in \{0, 1, \dots, N-1\}$ ，

$\Gamma: \mathbb{Z}_N \rightarrow \mathbb{Z}_N$ 表示有限域 \mathbb{Z}_N 中的置换操作， $\Xi: \mathbb{Z}_{\frac{M}{Z}} \rightarrow \mathbb{Z}_{\frac{M}{Z}}$ 表示有限域 $\mathbb{Z}_{\frac{M}{Z}}$ 中的置换操作，

$\Pi: \mathbb{Z}_Z \rightarrow \mathbb{Z}_Z$ 表示有限域 \mathbb{Z}_Z 中的置换操作。

4. 根据权利要求 3 所述的方法，其特征在于， $N = M = Z$ 。

5. 根据权利要求 3 所述的方法，其特征在于， $N > M = Z$ 。

25 6. 根据权利要求 3 所述的方法，其特征在于， $N > M > Z$ 。

7. 根据权利要求 2 所述的方法，其特征在于，所述置换互补序列集是候选置换互补序列集中的部分序列集，所述候选置换互补序列集的个数为 $\left(\frac{N \times M}{Z}\right) \times (Z-1)$ ，其中，

第 k 组置换互补序列集中第 l 个置换互补序列集 $\mathbf{s}^{[k][l]}$ 表示为：

$$\mathbf{s}^{[k][l]} = \begin{bmatrix} \mathbf{s}_0^{[k][l]} \\ \vdots \\ \mathbf{s}_{M-1}^{[k][l]} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} s_{0,0}^{[k][l]} & \cdots & s_{0,N-1}^{[k][l]} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ s_{M-1,0}^{[k][l]} & \cdots & s_{M-1,N-1}^{[k][l]} \end{bmatrix},$$

其中, $N > M > Z$, M 能被 Z 整除, $k \in \{1, 2, \dots, Z-1\}$, $l \in \left\{0, 1, \dots, \frac{N \times M}{Z} - 1\right\}$;

所述置换互补序列集 $\mathbf{s}^{[k][l]}$ 中第 m 个成员序列的第 n 个成员符号 $s_{m,n}^{[k][l]}$ 表示为:

$$s_{m,n}^{[k][l]} = e^{j \times \left[\frac{2\pi}{N} \times n \times \Gamma \left(\left\lfloor \frac{l \times Z}{M} \right\rfloor \right) + \frac{2\pi}{M} \times Z \times p \times \Xi \left(l \bmod \frac{M}{Z} \right) + \frac{2\pi}{Z} \times k \times q \times \Pi(n \bmod Z) \right]},$$

其中, $m = p \times Z + q$, $p \in \left\{0, 1, \dots, \frac{M}{Z} - 1\right\}$, $q \in \{0, 1, \dots, Z-1\}$, $n \in \{0, 1, \dots, N-1\}$,

5 $\Gamma: \mathbb{Z}_N \rightarrow \mathbb{Z}_N$ 表示有限域 \mathbb{Z}_N 中的置换操作, $\Xi: \mathbb{Z}_{\frac{M}{Z}} \rightarrow \mathbb{Z}_{\frac{M}{Z}}$ 表示有限域 $\mathbb{Z}_{\frac{M}{Z}}$ 中的置换操作,

$\Pi: \mathbb{Z}_Z \rightarrow \mathbb{Z}_Z$ 表示有限域 \mathbb{Z}_Z 中的置换操作。

8. 根据权利要求 7 所述的方法, 其特征在于, 所述置换互补序列集为所述候选置换互补序列集中 l 属于下列集合的序列集:

$$l \in \left\{ \frac{(2f+1) \times M}{Z} \times i + j \mid i = 0, 1, \dots, \frac{N}{2f+1} - 1, j = 0, 1, \dots, \frac{M}{Z} - 1 \right\},$$

10 其中, f 是正整数。

9. 根据权利要求 1 至 8 任一项所述的方法, 其特征在于, 所述基于所述置换互补序列集发送信号, 包括:

从所述置换互补序列集中确定目标置换互补序列集;

15 将所述目标置换互补序列集映射到 N 个成员符号和 M 个子载波上, 生成所述信号, 并发送所述信号。

10. 根据权利要求 1 至 9 任一项所述的方法, 其特征在于, 所述基于所述置换互补序列集发送信号, 包括:

终端设备基于所述置换互补序列集向网络设备发送随机接入信号。

20 11. 根据权利要求 10 所述的方法, 其特征在于, 所述成员序列长度 N 和成员序列个数 M 是所述网络设备向所述终端设备发送的, 或者, 是协议约定的。

12. 一种信号传输装置, 其特征在于, 包括:

25 处理单元, 用于确定置换互补序列集, 所述置换互补序列集包括 M 个成员序列, 所述成员序列包括 N 个成员符号, M 和 N 均是大于 1 的整数, 所述成员符号是对所述置换互补序列集的参数进行置换操作得到的, 所述置换操作为有限域内的单一映射操作, 所述置换互补序列集满足非周期相关性;

收发单元, 用于基于所述置换互补序列集发送信号。

13. 根据权利要求 12 所述的装置, 其特征在于, 所述置换互补序列集的参数包括下列至少一个:

30 所述置换互补序列集中成员序列的长度 N 、所述成员序列的个数 M 、以及所述置换互补序列集中零相关区的长度 Z 。

14. 根据权利要求 13 所述的装置, 其特征在于, 所述置换互补序列集的个数为 $\left(\frac{N \times M}{Z}\right) \times (Z-1)$, 其中, 第 k 组置换互补序列集中第 l 个置换互补序列集 $\mathbf{s}^{[k][l]}$ 表示为:

$$\mathbf{s}^{[k][l]} = \begin{bmatrix} \mathbf{s}_0^{[k][l]} \\ \vdots \\ \mathbf{s}_{M-1}^{[k][l]} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} s_{0,0}^{[k][l]} & \cdots & s_{0,N-1}^{[k][l]} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ s_{M-1,0}^{[k][l]} & \cdots & s_{M-1,N-1}^{[k][l]} \end{bmatrix},$$

其中， N 大于或等于 M ， M 大于或等于 Z ， M 能被 Z 整除， $k \in \{1, 2, \dots, Z-1\}$ ， $l \in \left\{0, 1, \dots, \frac{N \times M}{Z} - 1\right\}$ ；

所述置换互补序列集 $\mathbf{s}^{[k][l]}$ 中第 m 个成员序列的第 n 个成员符号 $s_{m,n}^{[k][l]}$ 表示为：

$$s_{m,n}^{[k][l]} = e^{j \times \left[\frac{2\pi}{N} \times n \times \Gamma \left(\left\lfloor \frac{l \times Z}{M} \right\rfloor \right) + \frac{2\pi}{M} \times Z \times p \times \Xi \left(l \bmod \frac{M}{Z} \right) + \frac{2\pi}{Z} \times k \times q \times \Pi(n \bmod Z) \right]},$$

其中， $m = p \times Z + q$ ， $p \in \left\{0, 1, \dots, \frac{M}{Z} - 1\right\}$ ， $q \in \{0, 1, \dots, Z-1\}$ ， $n \in \{0, 1, \dots, N-1\}$ ，

$\Gamma: \mathbb{Z}_N \rightarrow \mathbb{Z}_N$ 表示有限域 \mathbb{Z}_N 中的置换操作， $\Xi: \mathbb{Z}_{\frac{M}{Z}} \rightarrow \mathbb{Z}_{\frac{M}{Z}}$ 表示有限域 $\mathbb{Z}_{\frac{M}{Z}}$ 中的置换操作，

$\Pi: \mathbb{Z}_Z \rightarrow \mathbb{Z}_Z$ 表示有限域 \mathbb{Z}_Z 中的置换操作。

15. 根据权利要求 14 所述的装置，其特征在于， $N = M = Z$ 。

10 16. 根据权利要求 14 所述的装置，其特征在于， $N > M = Z$ 。

17. 根据权利要求 14 所述的装置，其特征在于， $N > M > Z$ 。

18. 根据权利要求 13 所述的装置，其特征在于，所述置换互补序列集是候选置换

互补序列集中的部分序列集，所述候选置换互补序列集的个数为 $\left(\frac{N \times M}{Z}\right) \times (Z-1)$ ，其中，第 k 组置换互补序列集中第 l 个置换互补序列集 $\mathbf{s}^{[k][l]}$ 表示为：

$$\mathbf{s}^{[k][l]} = \begin{bmatrix} \mathbf{s}_0^{[k][l]} \\ \vdots \\ \mathbf{s}_{M-1}^{[k][l]} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} s_{0,0}^{[k][l]} & \cdots & s_{0,N-1}^{[k][l]} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ s_{M-1,0}^{[k][l]} & \cdots & s_{M-1,N-1}^{[k][l]} \end{bmatrix},$$

其中， $N > M > Z$ ， M 能被 Z 整除， $k \in \{1, 2, \dots, Z-1\}$ ， $l \in \left\{0, 1, \dots, \frac{N \times M}{Z} - 1\right\}$ ；

所述置换互补序列集 $\mathbf{s}^{[k][l]}$ 中第 m 个成员序列的第 n 个成员符号 $s_{m,n}^{[k][l]}$ 表示为：

$$s_{m,n}^{[k][l]} = e^{j \times \left[\frac{2\pi}{N} \times n \times \Gamma \left(\left\lfloor \frac{l \times Z}{M} \right\rfloor \right) + \frac{2\pi}{M} \times Z \times p \times \Xi \left(l \bmod \frac{M}{Z} \right) + \frac{2\pi}{Z} \times k \times q \times \Pi(n \bmod Z) \right]},$$

其中， $m = p \times Z + q$ ， $p \in \left\{0, 1, \dots, \frac{M}{Z} - 1\right\}$ ， $q \in \{0, 1, \dots, Z-1\}$ ， $n \in \{0, 1, \dots, N-1\}$ ，

20 $\Gamma: \mathbb{Z}_N \rightarrow \mathbb{Z}_N$ 表示有限域 \mathbb{Z}_N 中的置换操作， $\Xi: \mathbb{Z}_{\frac{M}{Z}} \rightarrow \mathbb{Z}_{\frac{M}{Z}}$ 表示有限域 $\mathbb{Z}_{\frac{M}{Z}}$ 中的置换操作，

$\Pi: \mathbb{Z}_Z \rightarrow \mathbb{Z}_Z$ 表示有限域 \mathbb{Z}_Z 中的置换操作。

19. 根据权利要求 18 所述的装置，其特征在于，所述置换互补序列集为所述候选置换互补序列集中 l 属于下列集合的序列集：

$$l \in \left\{ \frac{(2f+1) \times M}{Z} \times i + j \mid i = 0, 1, \dots, \frac{N}{2f+1} - 1, j = 0, 1, \dots, \frac{M}{Z} - 1 \right\},$$

25 其中， f 是正整数。

20. 根据权利要求 12 至 19 任一项所述的装置，其特征在于，所述处理单元还用

于：

从所述置换互补序列集中确定目标置换互补序列集；

将所述目标置换互补序列集映射到 N 个成员符号和 M 个子载波上，生成所述信号；

5 所述收发单元还用于：发送所述信号。

21. 根据权利要求 12 至 20 任一项所述的装置，其特征在于，所述收发单元还用于：

基于所述置换互补序列集向网络设备发送随机接入信号。

10 22. 根据权利要求 21 所述的装置，其特征在于，所述成员序列长度 N 和成员序列个数 M 是所述网络设备向所述装置发送的，或者，是协议约定的。

23. 一种信号传输装置，其特征在于，包括：处理器，所述处理器与存储器耦合，所述存储器用于存储计算机程序，当所述处理器调用所述计算机程序时，使得所述装置执行如权利要求 1 至 11 中任一项所述的方法。

15 24. 一种计算机可读存储介质，其特征在于，用于存储计算机程序，所述计算机程序包括用于实现如权利要求 1 至 11 中任一项所述的方法的指令。

25. 一种计算机程序产品，其特征在于，包括计算机程序，当所述计算机程序被运行时，使得计算机执行如权利要求 1 至 11 中任一项所述的方法。

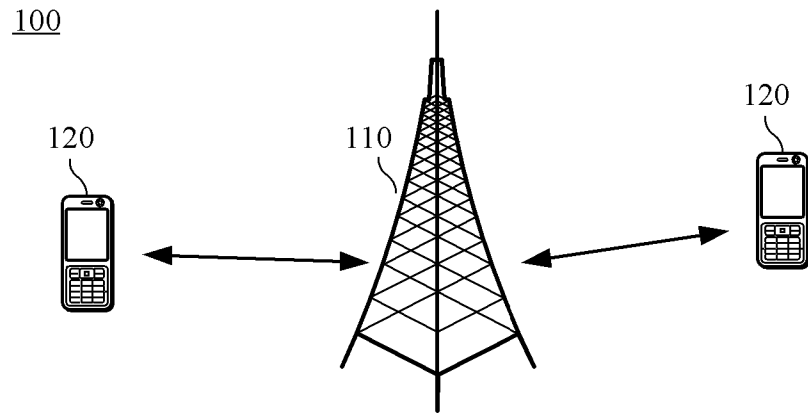


图 1

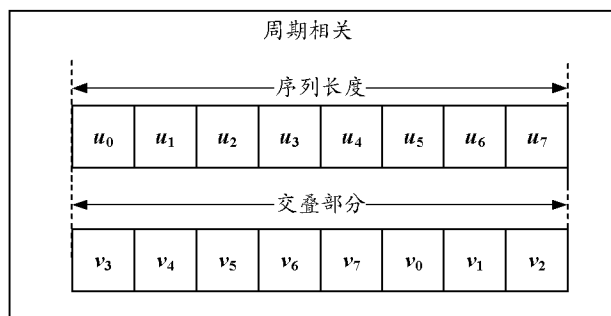


图 2

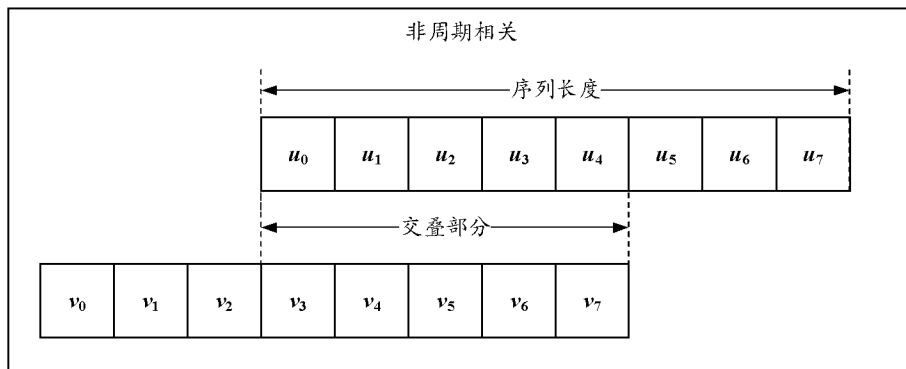


图 3

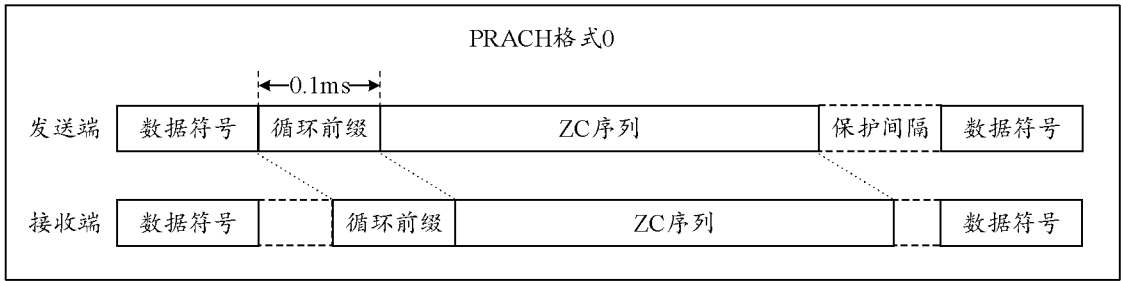


图 4

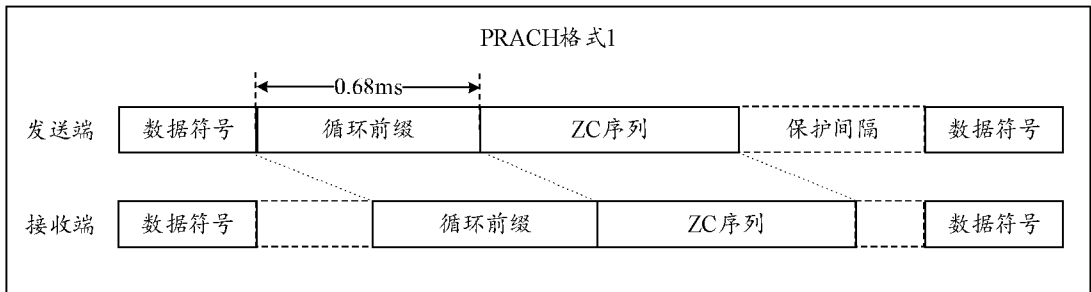


图 5

600

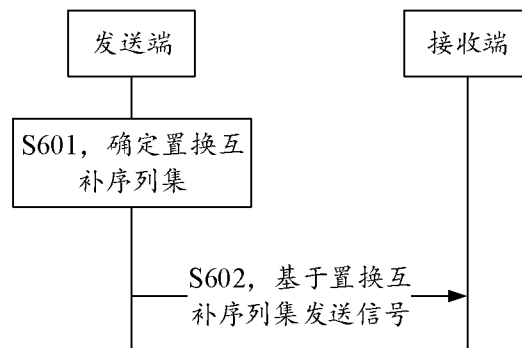


图 6

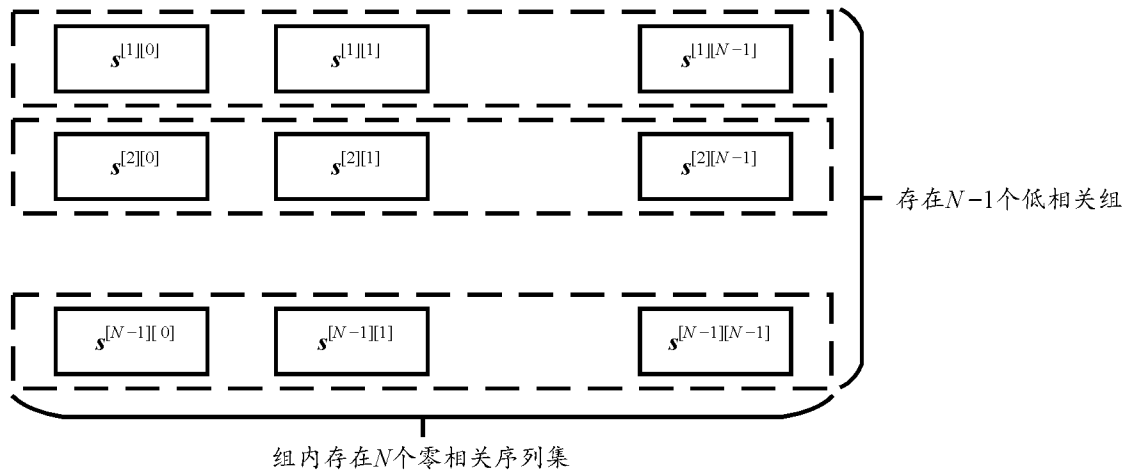


图 7

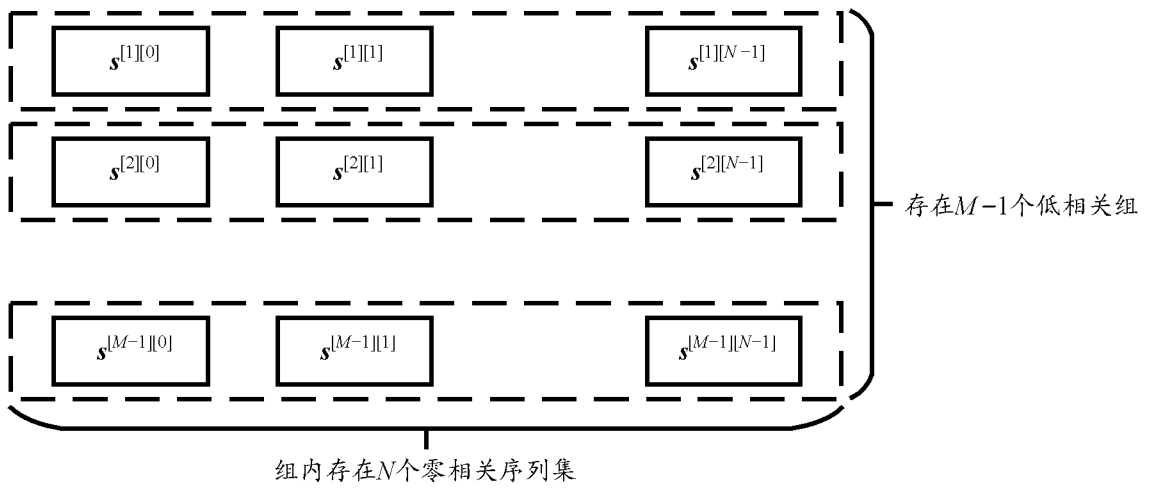


图 8

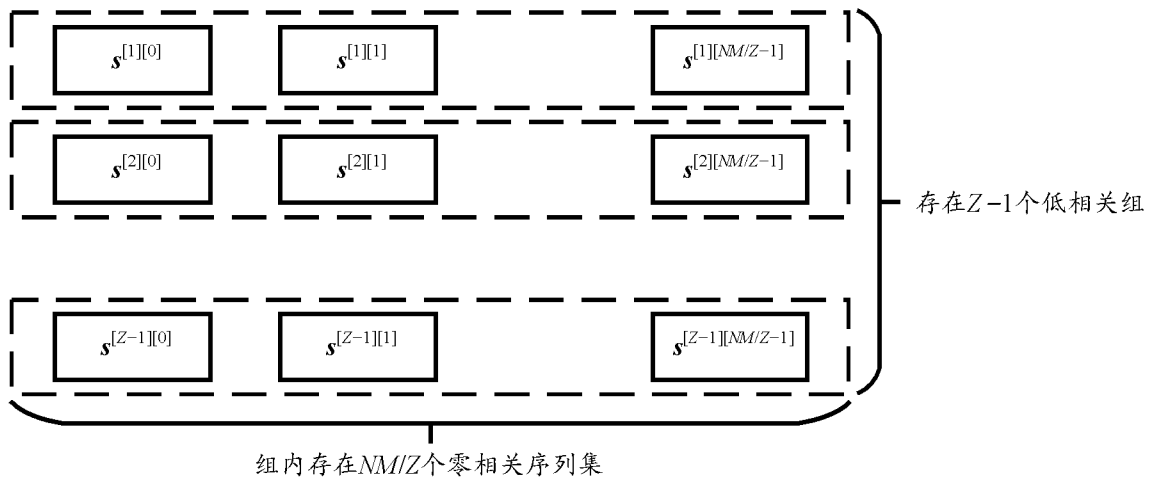


图 9

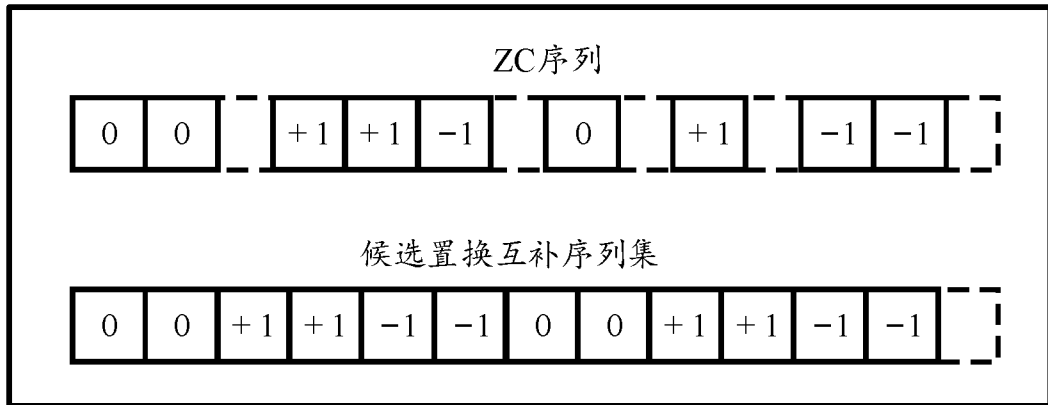


图 10

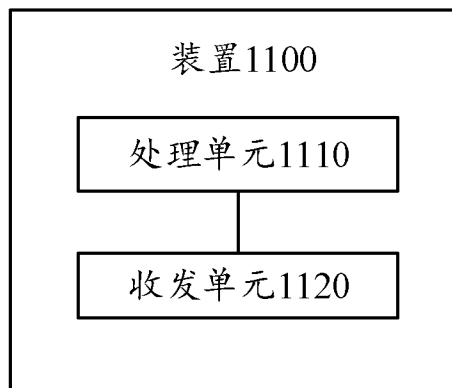


图 11

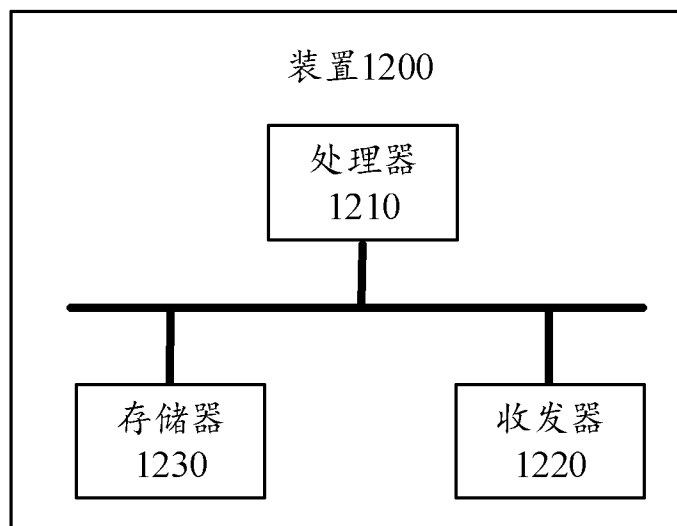


图 12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2022/130960

| A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER | | |
|--|--|--|
| H04L27/00(2006.01)i; H04J13/00(2011.01)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 H04J | | |
| 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) | | |
| USTXT; EPTXT; WOTXT; CNTXT; CNABS; VEN; CNKI; IEEE: 非周期相关, 非周期性相关, 互补序列集, 序列集, 映射, 置换, 置换互补序列, complementary sequence set?, aperiodic+, correlated, correlation, mapped, mapping, permutation | | |
| C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT | | |
| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
| A | CN 101355374 A (CHONGQING WIRELESS OASIS COMMUNICATION TECHNOLOGY CO., LTD.) 28 January 2009 (2009-01-28) description, page 4, line 12 to page 6, line 13 | 1-25 |
| A | CN 102291197 A (CHONGQING UNIVERSITY) 21 December 2011 (2011-12-21) description, paragraphs [0045]-[0054] | 1-25 |
| A | US 2020136697 A1 (FUDAN UNIVERSITY) 30 April 2020 (2020-04-30) entire document | 1-25 |
| <input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex. | | |
| * Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "D" document cited by the applicant in the international application "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family | | |
| Date of the actual completion of the international search | | Date of mailing of the international search report |
| 23 May 2023 | | 03 June 2023 |
| Name and mailing address of the ISA/CN | | Authorized officer |
| China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088 | | Telephone No. |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2022/130960

| Patent document cited in search report | | | Publication date (day/month/year) | Patent family member(s) | | | Publication date (day/month/year) |
|--|------------|----|-----------------------------------|-------------------------|-----------|---|-----------------------------------|
| CN | 101355374 | A | 28 January 2009 | CN | 101355374 | B | 22 August 2012 |
| CN | 102291197 | A | 21 December 2011 | CN | 102291197 | B | 08 July 2015 |
| US | 2020136697 | A1 | 30 April 2020 | CN | 109495142 | A | 19 March 2019 |
| | | | | CN | 109495142 | B | 22 January 2021 |

| <p>A. 主题的分类</p> <p>H04L27/00(2006.01)i; H04J13/00(2011.01)i</p> <p>按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类</p> | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|------------|---------------------------------|-------------------|---------|---|---|------|---|--|------|---|---|------|
| <p>B. 检索领域</p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>IPC: H04L H04J</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))</p> <p>USTXT;EPTXT;WOTXT;CNTXT;CNABS;VEN;CNKI;IEEE: 非周期相关, 非周期性相关, 互补序列集, 序列集, 映射, 置换, 置换互补序列, complementary sequence set?, aperiodic+, correlated, correlation, mapped, mapping, permutation</p> | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>C. 相关文件</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>CN 101355374 A (重庆无线绿洲通信技术有限公司) 2009年1月28日 (2009 - 01 - 28) 说明书第4页第12行至第6页第13行</td> <td>1-25</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 102291197 A (重庆大学) 2011年12月21日 (2011 - 12 - 21) 说明书第[0045]-[0054]段</td> <td>1-25</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2020136697 A1 (UNIV FUDAN) 2020年4月30日 (2020 - 04 - 30) 全文</td> <td>1-25</td> </tr> </tbody> </table> <p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p> <p>* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “D” 申请人在国际申请中引证的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件</p> | | | 类型* | 引用文件, 必要时, 指明相关段落 | 相关的权利要求 | A | CN 101355374 A (重庆无线绿洲通信技术有限公司) 2009年1月28日 (2009 - 01 - 28) 说明书第4页第12行至第6页第13行 | 1-25 | A | CN 102291197 A (重庆大学) 2011年12月21日 (2011 - 12 - 21) 说明书第[0045]-[0054]段 | 1-25 | A | US 2020136697 A1 (UNIV FUDAN) 2020年4月30日 (2020 - 04 - 30) 全文 | 1-25 |
| 类型* | 引用文件, 必要时, 指明相关段落 | 相关的权利要求 | | | | | | | | | | | | |
| A | CN 101355374 A (重庆无线绿洲通信技术有限公司) 2009年1月28日 (2009 - 01 - 28) 说明书第4页第12行至第6页第13行 | 1-25 | | | | | | | | | | | | |
| A | CN 102291197 A (重庆大学) 2011年12月21日 (2011 - 12 - 21) 说明书第[0045]-[0054]段 | 1-25 | | | | | | | | | | | | |
| A | US 2020136697 A1 (UNIV FUDAN) 2020年4月30日 (2020 - 04 - 30) 全文 | 1-25 | | | | | | | | | | | | |
| 国际检索实际完成的日期 | 2023年5月23日 | 国际检索报告邮寄日期 | 2023年6月3日 | | | | | | | | | | | |
| ISA/CN的名称和邮寄地址 | 中国国家知识产权局 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 | 授权官员 | 高胜凯 电话号码 (+86) 0512-88996426 | | | | | | | | | | | |

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2022/130960

| 检索报告引用的专利文件 | | | 公布日 (年/月/日) | 同族专利 | | | 公布日 (年/月/日) |
|-------------|------------|----|----------------|------|-----------|---|----------------|
| CN | 101355374 | A | 2009年1月28日 | CN | 101355374 | B | 2012年8月22日 |
| CN | 102291197 | A | 2011年12月21日 | CN | 102291197 | B | 2015年7月8日 |
| US | 2020136697 | A1 | 2020年4月30日 | CN | 109495142 | A | 2019年3月19日 |
| | | | | CN | 109495142 | B | 2021年1月22日 |