

编码方法、译码方法以及通信装置

相关申请的交叉引用

本申请要求在2021年03月27日提交中华人民共和国知识产权局、申请号为202110329082.4、申请名称为“编码方法、译码方法以及通信装置”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

本申请实施例涉及通信技术领域，尤其涉及一种编码方法、译码方法以及通信装置。

背景技术

通信系统通常采用信道编码提高数据传输的可靠性，保证通信的质量。多入多出（multiple input multiple output, MIMO）技术中，在发送端进行信道编码的码流，经过MIMO信道传输至接收端，接收端进行相应的信道译码。

目前，通常针对一个长码流进行信道编码，信道编码的码率使用MIMO信道的平均信噪比（signal noise ratio, SNR）进行适配；编码后的码字交织后分成多个子码流在MIMO信道进行传输。但实际上MIMO信道每一层的SNR各不相同，这样的方式会造成一些编译码性能损失。

发明内容

本申请实施例提供一种编码方法、译码方法以及通信装置，以期提升编译码性能。

第一方面，本申请实施例提供一种编码方法，包括：获取 n 个信息比特序列；其中， n 为天线端口的数目， n 为大于1的正整数；对 n 个信息比特序列进行第一信道编码，得到 n 个第一编码序列， n 个第一编码序列的长度相同；根据极化编码矩阵和 n 个第一编码序列，生成 n 个第二编码序列；输出 n 个第二编码序列。采用两级编码方式，首先对不同的信息比特序列进行独立的第一信道编码，然后对第一信道编码后的多个编码序列进行极化操作，能够提升编码性能。

在一种可选的实现方式中，第一信道编码可以采用低密度奇偶校验（low density parity check, LDPC），并行级联卷积码（Turbo code），BCH 码（bose - chaudhuri - hocquenghem codes, BCH）等编码方式。

在一种可选的实现方式中，极化编码矩阵为 $2^m \times 2^m$ 的矩阵， n 小于或者等于 2^m ， m 为正整数。可选的， m 的取值可以满足如下条件： $2^{m-1} \leq n \leq 2^m$ 。

在一种可选的实现方式中，根据极化编码矩阵和 n 个第一编码序列，生成 n 个第二编码序列，包括：若 n 等于 2^m ，则根据极化编码矩阵，对 n 个第一编码序列进行基于比特块的极化编码，生成 n 个第二编码序列；或者，若 n 小于 2^m ，则根据极化编码矩阵的子矩阵和 n 个第一编码序列，生成 n 个第二编码序列；其中，子矩阵为 $n \times n$ 的矩阵。其中，根据极化编码矩阵的子矩阵和 n 个第一编码序列，包括：通过极化编码矩阵的子矩阵，对 n 个第一编码序列进行基于比特块的极化编码。

本申请实施例不限定进行比特块极化编码的序列个数即 n 为 2 的幂次, 能够扩大适应场景, 实现更加灵活的信道编码。

在一种可选的实现方式中, 极化编码矩阵中每一行对应一个极化信道; 若 n 小于 2^m , 子矩阵对应的 n 个极化信道可靠度高于 2^m 个极化信道中剩余的 $2^m - n$ 个极化信道的可靠度。
5 按照极化信道可靠度对相应的极化编码矩阵进行变形, 保留可靠度较高的极化信道, 有利于提升编码性能。

在一种可选的实现方式中, 第二编码序列对应的多入多出 MIMO 层的信道质量越好, 第二编码序列对应的极化信道的可靠度越好。令极化操作后相应的码流和具有不同信道质量水平的 MIMO 层进行适配, 能够尽可能的实现达到最大信道容量的传输。

10 在一种可选的实现方式中, 方法还包括: 在获取 n 个信息比特序列之前, 获取 n 个 MIMO 层对应的信道质量。

在一种可选的实现方式中, 方法还包括: 发送第一信道编码的参数。第一信道编码的参数可用于接收端侧的译码, 有助于提升接收端侧的译码效率。

在一种可选的实现方式中, 第一信道编码的参数包括以下至少一个: 第一编码序列的长度、 n 个信息比特序列中各个信息比特序列的长度、 n 个信息比特序列中各个信息比特序列进行第一信道编码的编码码率。
15

第二方面, 本申请实施例提供一种译码方法, 包括: 获取 n 个天线端口上的待译码的序列, n 个待译码的序列的长度相同, 其中, n 为天线端口的数目, n 为大于 1 的正整数; 根据第一信道编码和极化编码矩阵, 对 n 个待译码的序列进行译码, 得到 n 个信息比特序列。
20 对应编码设备即发送端侧的两级编码方案, 译码设备即接收端侧基于第一信道编码和极化编码矩阵逆向完成译码, 有助于提升译码性能。

在一种可选的实现方式中, 第一信道编码可以采用低密度奇偶校验 (low density parity check, LDPC), 并行级联卷积码 (Turbo code), BCH 码 (bose - chaudhuri - hocquenghem codes, BCH) 等编码方式。

25 在一种可选的实现方式中, 极化编码矩阵为 $2^m \times 2^m$ 的矩阵, n 小于或者等于 2^m , m 为正整数。可选的, m 的取值可以满足如下条件: $2^{m-1} \leq n \leq 2^m$ 。

在一种可选的实现方式中, 根据第一信道编码和极化编码矩阵, 对 n 个待译码的序列进行译码, 包括: 若 n 等于 2^m , 则根据第一信道编码和极化编码矩阵, 对 n 个待译码的序列进行译码; 或者, 若 n 小于 2^m , 则根据第一信道编码和极化编码矩阵的子矩阵, 对 n 个待译码的序列进行译码, 其中, 子矩阵为 $n \times n$ 的矩阵。
30

本申请实施例不限定待译码的序列个数即 n 为 2 的幂次, 能够扩大适应场景, 实现更加灵活的信道译码。

在一种可选的实现方式中, 极化编码矩阵中每一行对应一个极化信道; 若 n 小于 2^m , 子矩阵对应的 n 个极化信道可靠度高于 2^m 个极化信道中剩余的 $2^m - n$ 个极化信道的可靠度。

35 在一种可选的实现方式中, 待译码的序列对应的多入多出 MIMO 层的信道质量越好, 待译码的序列对应的极化信道的可靠度越好。

在一种可选的实现方式中, 方法还包括: 发送 n 个 MIMO 层对应的信道质量。有利于发送端侧输出第二编码序列对于 MIMO 层的适配操作, 尽可能的实现达到最大信道容量的传输。

40 在一种可选的实现方式中, 方法还包括: 获取第一信道编码的参数。有助于提升接收

端侧的译码效率。

在一种可选的实现方式中，第一信道编码的参数包括以下至少一个：n 个信息比特序列中各个信息比特序列的长度、n 个信息比特序列中各个信息比特序列进行第一信道编码的编码码率、n 个信息比特序列中各个信息比特序列进行第一信道编码的编码长度。

5 第三方面，本申请实施例提供一种通信装置，包括：处理模块，用于获取 n 个信息比特序列；其中，n 为天线端口的数目，n 为大于 1 的正整数；对 n 个信息比特序列进行第一信道编码，得到 n 个第一编码序列，n 个第一编码序列的长度相同；根据极化编码矩阵和 n 个第一编码序列，生成 n 个第二编码序列；通信模块，用于输出 n 个第二编码序列。

10 采用两级编码方式，首先对不同的信息比特序列进行独立的第一信道编码，然后对第一信道编码后的多个编码序列进行极化操作，能够提升编码性能。

在一种可选的实现方式中，第一信道编码可以采用低密度奇偶校验（low density parity check, LDPC），并行级联卷积码（Turbo code），BCH 码（bose - chaudhuri - hocquenghem codes, BCH）等编码方式。

15 在一种可选的实现方式中，极化编码矩阵为 $2^m \times 2^m$ 的矩阵，n 小于或者等于 2^m ，m 为正整数。可选的，m 的取值可以满足如下条件： $2^{m-1} \leq n \leq 2^m$ 。

在一种可选的实现方式中，处理模块，还用于：若 n 等于 2^m ，则根据极化编码矩阵，对 n 个第一编码序列进行基于比特块的极化编码，生成 n 个第二编码序列；或者，若 n 小于 2^m ，则根据极化编码矩阵的子矩阵和 n 个第一编码序列，生成 n 个第二编码序列；其中，子矩阵为 $n \times n$ 的矩阵。

20 本申请实施例不限定进行比特块极化编码的序列个数即 n 为 2 的幂次，能够扩大适应场景，实现更加灵活的信道编码。

25 在一种可选的实现方式中，极化编码矩阵中每一行对应一个极化信道；若 n 小于 2^m ，子矩阵对应的 n 个极化信道可靠度高于 2^m 个极化信道中剩余的 $2^m - n$ 个极化信道的可靠度。按照极化信道可靠度对相应的极化编码矩阵进行变形，保留可靠度较高的极化信道，有利于提升编码性能。

在一种可选的实现方式中，第二编码序列对应的多入多出 MIMO 层的信道质量越好，第二编码序列对应的极化信道的可靠度越好。令极化操作后相应的码流和具有不同信道质量水平的 MIMO 层进行适配，能够尽可能的实现达到最大信道容量的传输。

30 在一种可选的实现方式中，处理模块，还用于：在获取 n 个信息比特序列之前，通过通信模块获取 n 个 MIMO 层对应的信道质量。

在一种可选的实现方式中，通信模块，还用于发送第一信道编码的参数。第一信道编码的参数可用于接收端侧的译码，有助于提升接收端侧的译码效率。

35 在一种可选的实现方式中，第一信道编码的参数包括以下至少一个：第一编码序列的长度、n 个信息比特序列中各个信息比特序列的长度、n 个信息比特序列中各个信息比特序列进行第一信道编码的编码码率。

40 第四方面，本申请实施例提供一种通信装置，包括：通信模块，用于获取 n 个待译码的序列，n 个待译码的序列的长度相同；其中，n 为天线端口的数目，n 为大于 1 的正整数；处理模块，用于根据第一信道编码和极化编码矩阵，对 n 个待译码的序列进行译码，得到 n 个信息比特序列。对应编码设备即发送端侧的两级编码方案，译码设备即接收端侧基于第一信道编码和极化编码矩阵逆向完成译码，有助于提升译码性能。

在一种可选的实现方式中，第一信道编码可以采用低密度奇偶校验（low density parity check, LDPC），并行级联卷积码（Turbo code），BCH 码（bose - chaudhuri - hocquenghem codes, BCH）等编码方式。

5 在一种可选的实现方式中，极化编码矩阵为 $2^m \times 2^m$ 的矩阵， n 小于或者等于 2^m ， m 为正整数。可选的， m 的取值可以满足如下条件： $2^{m-1} \leq n \leq 2^m$ 。

在一种可选的实现方式中，处理模块，还用于：若 n 等于 2^m ，则根据第一信道编码和极化编码矩阵，对 n 个待译码的序列进行译码；或者，若 n 小于 2^m ，则根据第一信道编码和极化编码矩阵的子矩阵，对 n 个待译码的序列进行译码，其中，子矩阵为 $n \times n$ 的矩阵。

10 本申请实施例不限定待译码的序列个数即 n 为 2 的幂次，能够扩大适应场景，实现更加灵活的信道译码。

在一种可选的实现方式中，极化编码矩阵中每一行对应一个极化信道；若 n 小于 2^m ，子矩阵对应的 n 个极化信道可靠度高于 2^m 个极化信道中剩余的 $2^m - n$ 个极化信道的可靠度。

在一种可选的实现方式中，待译码的序列对应的多入多出 MIMO 层的信道质量越好，待译码的序列对应的极化信道的可靠度越好。

15 在一种可选的实现方式中，通信模块，还用于获取第一信道编码的参数。有助于提升接收端侧的译码效率。

在一种可选的实现方式中，第一信道编码的参数包括以下至少一个： n 个信息比特序列中各个信息比特序列的长度、 n 个信息比特序列中各个信息比特序列进行第一信道编码的编码码率、 n 个信息比特序列中各个信息比特序列进行第一信道编码的编码长度。

20 第五方面，本申请实施例提供一种通信装置，包括处理器，处理器和存储器耦合，存储器用于存储计算机程序或指令，处理器用于执行计算机程序或指令，以执行上述第一方面或第二方面的各实现方法。该存储器可以位于该装置之内，也可以位于该装置之外。该处理器的数量为一个或多个。

25 第六方面，本申请实施例提供一种通信装置包括：逻辑电路和输入输出接口；逻辑电路，用于获取 n 个信息比特序列，对 n 个信息比特序列进行第一信道编码，得到 n 个第一编码序列， n 个第一编码序列的长度相同；其中， n 为天线端口的数目， n 为大于 1 的正整数；逻辑电路，还用于根据极化编码矩阵和 n 个第一编码序列，生成 n 个第二编码序列；输入输出接口，用于输出 n 个第二编码序列。

30 第七方面，本申请实施例提供一种通信装置包括：逻辑电路和输入输出接口；输入输出接口，用于获取 n 个待译码的序列， n 个待译码的序列的长度相同其中， n 为天线端口的数目， n 为大于 1 的正整数；逻辑电路，用于根据第一信道编码和极化编码矩阵，对 n 个待译码的序列进行译码，得到 n 个信息比特序列。

第八方面，本申请提供一种通信装置，包括：处理器和接口电路，接口电路用于与其它装置通信，处理器用于上述第一方面或第二方面的各实现方法。

35 第九方面，本申请提供一种通信系统，包括：用于执行上述第一方面或者第二方面各实现方法的网络设备，和用于执行上述第二方面或者第一方面各实现方法的终端设备。

第十方面，本申请还提供一种芯片系统，包括：处理器，用于执行上述第一方面或第二方面的各实现方法。

40 第十一方面，本申请还提供一种计算程序产品，包括计算机执行指令，当计算机执行指令在计算机上运行时，使得上述第一方面或第二方面的各实现方法被执行。

第十二方面，本申请还提供一种计算机可读存储介质，计算机可读存储介质中存储有计算机程序或指令，当指令在计算机上运行时，实现上述第一方面或第二方面的各实现方法。

上述第五方面至第十二方面可以达到的技术效果请参照上述第一方面至第二方面中相应技术方案可以带来的技术效果，此处不再重复赘述。

附图说明

- 图 1 为一种 polar 码编码过程示意图；
图 2 为一种 MIMO 信道的通信架构示意图；
图 3 为一种编译码方案流程示意图；
图 4 为另一种编译码方案流程示意图；
图 5 为本申请实施例提供的一种通信系统架构示意图；
图 6 为本申请实施例提供的一种发送端和接收端之间的交互示意图；
图 7 为本申请实施例提供的一种编码方法和译码方法的流程示意图；
图 8a 为本申请实施例提供编译码流程示意图之一；
图 8b 为本申请实施例提供的 MIMO 不同层级极化示意图之一；
图 9a 为本申请实施例提供编译码流程示意图之二；
图 9b 为本申请实施例提供的 MIMO 不同层级极化示意图之二；
图 10 为本申请实施例提供的 MIMO 不同层级极化示意图之三；
图 11 为本申请实施例提供的一种误诊率对比示意图；
图 12 为本申请实施例提供的通信装置结构示意图之一；
图 13 为本申请实施例提供的通信装置结构示意图之二；
图 14 为本申请实施例提供的通信装置结构示意图之三。

具体实施方式

本申请实施例可应用于无线通信网络，例如第 4 代（4th generation, 4G）网络、第 5 代（5th generation, 5G）网络或者未来网络等，下面将结合附图对本申请作进一步地详细描述。

首先对本申请中提供的部分用语进行解释说明，方便本领域技术人员理解：

（1）polar 码

极化（polar）码编码是一种能够被严格证明达到信道容量的信道编码方案，具有高性能，较低复杂度，匹配方式灵活等特点。目前已经被第三代合作计划（3rd generation partnership project, 3GPP）确定成为 5G 控制信道增强移动宽带（enhanced mobile broadband, eMBB）场景控制信道编码方案。

参见图 1，示意一种典型的长度为 8 的 polar 码编码过程。待编码比特根据其各自的可靠度分为固定比特（frozen）和信息比特（data）两类。一般地，可靠度较高的比特设置为信息比特（data），可靠度较低的比特设置为固定比特（frozen），固定比特的值通常设置为 0，在实际传输中发送端和接收端均已知。图 1 对应的编码码长为 8 比特（bits），示意出了 $\{u_0, u_1, u_2, u_4\}$ 为固定比特的位置， $\{u_3, u_5, u_6, u_7\}$ 为信息比特的位置。每一行中的每一个圆圈表

示圆圈所在行的比特与圆圈所达行之间的一次异或运算（或称，模二加），圆圈右侧的比特即为求和结果。

（2）极化编码矩阵

极化编码矩阵，也可以称为生成矩阵 G_N ，或者记为 G 。 G_N 是一个 $N \times N$ 的矩阵，且
 $G_N = F_2^{\otimes (\log_2(N))}$ 。 $F_2^{\otimes (\log_2(N))}$ 定义为 $\log_2 N$ 个矩阵 F_2 的克罗内克（Kronecker）乘积。
 上述矩阵 $F_2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}$ 。极化编码的过程也可以通过如下方式表示： $x_1^N = u_1^N G_N$ 。 u_1^N 为一个
 $1 \times N$ 的行向量，在公式表示中可用 $N \times 1$ 的列向量的转置来表示该行向量。 $u_1^N =$
 $(u_1, u_2, \dots, u_N)$ ， N 为码长， N 为大于或等于1的整数。

一种方式中， u_i 为编码前的比特， i 为1至 N 之间的整数。 u_1^N 中包括信息比特和/或固
 定比特，即， u_i 可以为信息比特或者固定比特。示例性的，对应前述图1示意的polar编码
 过程，可以表示为：

$$x_1^8 = u_1^8 G_8 = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ u_3 \\ 0 \\ u_5 \\ u_6 \\ u_7 \end{bmatrix}^T \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

其中， u_1^8 为 1×8 的行向量，在公式表示中用 8×1 的列向量的转置来表示该行向量。

另一种方式中， u_i 也可以为编码前的比特序列（或者，比特块）， i 为1至 N 之间的整
 数。一个比特序列可以包括一个或多个比特。前述另一种方式也可以被称作基于比特块的
 极化编码。或者说该另一种方式可以实现基于比特块的极化编码。

（3）多入多出（multiple input multiple output, MIMO）技术

MIMO是一种用来描述多天线无线通信的抽象数学模型，在发送端和接收端均布置多
 根天线，使信号通过发送端与接收端的多个天线传送和接收，即在发送端利用多个天线各
 自独立的发射信号，同时在接收端用多个天线接收并恢复原始信息。MIMO技术能够极大
 的提高信道容量，可以有效的提高频谱效率。MIMO也可以理解为一种多天线技术，设 M_t 为
 发射天线数目， M_r 为接收天线数目，信道矩阵 H 也是 $M_r \times M_t$ 的矩阵，常见的天线配置有
 1×2 ， 2×2 ， 2×4 ， 4×2 ， 4×4 等等，构成如 1×2 ， 2×2 ， 2×4 ， 4×2 ， 4×4 的MIMO
 信道。本申请实施例中，发射天线数目 M_t 也可以被理解为发送端的天线端口数目，接收天
 线数目 M_r 也可以被理解为接收端的天线端口数目。其中，天线端口是逻辑概念，一个天线
 端口（antenna port）可以是一个物理天线，也可以是多个物理天线的合并。此外，广义上
 来说，单输入单输出（single input single output, SISO）、单输入多输出（single input multiple
 output, SIMO）、多输入单输出（multiple input single output, MISO）也可以算是MIMO
 的特例。

发送端输出多个码流至天线端口，多个码流在MIMO信道传输，接收端在天线端口上
 接收码流。不同码流可以对应不同的MIMO层，可以理解的是MIMO层的数量与码流的数
 量有关，码流的数量与发送端侧需进行信道编码的信息比特序列的数量一致，码流的数
 量小于或者等于发送端侧天线端口数目和接收端侧天线端口数目中的较小值。示例性的，以
 4×2 的MIMO信道为例，码流的数目可以是2或者1，MIMO层的数量可以与码流的数量保
 持一致，均为2或者1；以 2×4 的MIMO信道为例，码流的数目可以是2或者1，MIMO层的
 数量可以与码流的数量保持一致，均为2或者1。本申请实施例中，码流也可以理解为相关
 的编码序列，例如发送端侧的发送序列即第二编码序列、接收端侧的接收序列即待译码的

序列等。示例性的，参见图2示意的一个2×2 MIMO信道的通信架构，其中Tx表示发送端，Rx表示接收端，该2×2的MIMO数学模型如下所示：

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} \\ h_{21} & h_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \end{bmatrix} \quad (1)$$

5 其中, $x = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix}$ 为发送信息向量, $y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \end{bmatrix}$ 为接收信息向量, $n = \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \end{bmatrix}$ 为噪声向量
 $H = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} \\ h_{21} & h_{22} \end{bmatrix}$ 为2×2的信道矩阵, h_{ij} 表示为从发射天线i到接收天线j之间的信道衰落系数。
 接收数据和发送数据之间的关系可以表示为:

$$y = Hx + n \quad (2)$$

10 (4) 多用户检测 (multi-user detection, MUD)

MUD 技术是一种能够有效消除多址干扰 (multiple access interference, MAI), 又可以抵抗远近效应, 提高系统性能的方案。传统的接收端进行的都是单一用户的检测, 缺点在与对一个用户进行检测时, 没有利用到已知的其它用户的信息, 而 MUD 技术主要解决的基本问题就是在传统检测技术基础上, 充分利用造成相互干扰的所有用户的信息, 即把当前用户以外的其它用户的信号当作有用信号而不是干扰信号处理, 从而提高对特定的用户进行检测的性能。

15 最佳多用户检测器是最大似然检测器 (maximum likelihood, ML), 这种方法虽然有极好的性能, 但是却有巨大的复杂度, 这在实际工程中是无法实现的, 因此, MUD 的主要研究方向主要是集中在次优多用户检测器, 常见的多用户检测器有: 迫零 (zero forcing, ZF) 检测器, 最小均方误差 (minimum mean square error, MMSE) 检测器, 连续干扰消除 (successive interference cancellation, SIC) 检测器, 并行干扰抵消 (parallel interference cancellation, PIC) 检测器, 最小均方误差-连续干扰消除 MMSE-SIC 检测器, 最小均方误差-并行干扰消除 MMSE-PIC 检测器等等。

25 (5) 本申请实施例中涉及的多个, 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 这三种情况。字符“/”一般表示前后关联对象是一种“或”的关系。另外, 应当理解, 尽管在本发明实施例中可能采用术语第一、第二等来描述各对象、但这些对象不应限于这些术语。这些术语仅用来将各对象彼此区分开。

30 (6) 本申请实施例的描述中所提到的术语“包括”和“具有”以及它们的任何变形, 意图在于覆盖不排他的包含。例如包含了一系列步骤或单元的过程、方法、系统、产品或设备没有限定于已列出的步骤或单元, 而是可选地还包括其他没有列出的步骤或单元, 或可选地还包括对于这些过程、方法、产品或设备固有的其它步骤或单元。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。本申请实施例中被描述为“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它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。

以下对相关编译码的技术进行简单介绍。

技术方案一: 参见图3示意的一种编译码方案流程图。在发送端, 对一个完整的长码流进行信道编码 (channel encoder), 编码后的码字交织 (interleave) 后分成多个子码

流,并将这些子码流送入 MIMO 信道(图 3 示意为 4×4 的 MIMO 信道)传输。在接收端,首先经过 MIMO 检测器(decoder)的检测,然后再对各个码流检测之后的序列进行合并,将合并后的码流解交织(de-interleave)后送入信道译码器(channel decoder)中。

5 由于是针对完整长码流进行的信道编码,信道编码时相应的码率选取一种 SNR 进行适配,通常是使用 MIMO 信道的平均 SNR 来进行适配。而实际上各个 MIMO 层的 SNR 又是不相同的,来自于同一个大码(即前述完整的长码流)的子码流在所有 MIMO 层传输,会使得编译码性能损失。

技术方案二:参见图 4 示意的另一种编译码方案流程图。在发送端,对长码流划分出的多个子码流分别独立的进行信道编码,然后将多个编码后的码字送入 MIMO 信道传
10 输。在接收端,首先经过 MIMO 检测器(decoder)的检测,再将经过检测的各个流送入相应的信道译码器进行译码,得到相应译码后的子码流。

其中,对多个子码流进行信道编码时,不同子码流对应的信道编码的码率可以使用 MIMO 信道不同层的 SNR 进行适配,如 SNR 高的码流可以对应高的码率;SNR 低的码流可以对应低的码率。这样的方案相较于技术方案一虽然可以避免采用平均 SNR 适配码率造成的编译码性能损失,但各个码流的码长较短,会带来其它方面的性能损失,如编码增益
15 较差。

基于此,本申请实施例提供一种编码方法和译码方法,通过在发送端,对多个码流独立进行第一信道编码,并结合极化编码矩阵对第一信道编码后的多个码字再次编码后传输,在接收端进行相应的信道译码,能够提升编译码性能。

20 本申请实施例可以应用于多种需要信道编码的无线通信领域,例如前述无线通信领域可以包括但不限于 5G 通信系统、未来的通信系统(如 6G 通信系统)、卫星通信系统、设备到设备(device-to-device, D2D)通信系统、机器到机器(machine to machine, M2M)通信系统、物联网(internet of things, IoT)、无人机通信系统、窄带物联网系统(narrow band-internet of things, NB-IoT)、全球移动通信系统(global system for mobile
25 communications, GSM)、增强型数据速率 GSM 演进系统(enhanced data rate for GSM evolution, EDGE)、宽带码分多址系统(wideband code division multiple access, WCDMA)、码分多址 2000 系统(code division multiple access, CDMA2000)、时分同步码分多址系统(time division-synchronization code division multiple access, TD-SCDMA)、长期演进系统(long term evolution, LTE)以及 5G 移动通信系统的三大应用场景 eMBB, 超高可靠与低
30 延迟的通信(ultra reliable low latency communication, URLLC)以及大规模机器通信(massive machine-type communications, mMTC)。

下面结合图 5,介绍本申请实施例提供的编码和译码方法所适用的通信系统。参见图 5 示意的一种通信系统架构,该通信系统包括发送端 501 和接收端 502。其中,发送端 501 可以是网络设备或者可以是终端设备,接收端 502 可以是网络设备也可以是终端设备。可
35 选的,当发送端 501 是网络设备时,接收端 502 可以是终端设备;当接收端 502 是网络设备时,发送端 501 可以是终端设备。示例性的,图 5 示意出了发送端 501 为终端设备、接收端 502 为网络设备。

其中,终端设备也可以称作用户设备(user equipment, UE)、站点(station, STA)、接入终端、终端单元、终端站、移动站、移动台、远方站、远程终端、移动设备、移动终
40 端、终端、无线通信设备、终端代理或终端装置等。示例性的,终端设备可以是蜂窝电话、

无绳电话、会话启动协议 (session initiation protocol, SIP) 电话、无线本地环路 (wireless local loop, WLL) 站、个人数字处理 (personal digital assistant, PDA)、具有无线通信功能的手持设备、计算设备或连接到无线调制解调器的其它处理设备、汽车整车、车载设备或者车载模块、5G 网络中的终端设备或者未来演进的 PLMN 网络中的终端设备等。终端设备也可以是：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、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，或智慧家庭 (smart home) 中的无线终端，无人机、气球、飞机、卫星等。

网络设备也可以称作接入网设备、基站、中继站或接入节点 (access node, AN)、无线接入点 (access point, AP) 等。示例性的，网络设备可以是全球移动通信系统 (global system for mobile communication, GSM) 或码分多址 (code division multiple access, CDMA) 网络中的基站收发信台 (base transceiver station, BTS)，也可以是宽带码分多址 (wideband code division multiple access, WCDMA) 网络中的 NB (NodeB)，还可以是长期演进 (long term evolution, LTE) 系统中的 eNB 或 eNodeB (evolutional NodeB)。网络设备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。网络设备还可以是 5G 网络中的基站设备或者未来演进的 PLMN 网络中的网络设备。网络设备还可以是可穿戴设备或车载设备。

进一步，参见图 6 示意一种发送端和接收端之间的交互示意图，发送端的信源依次经过信源编码、信道编码、速率匹配和调制后在信道上发出。接收端收到信号后依次经过解调及解速率匹配、信道解码和信源解码后获得信宿。本申请实施例涉及的信道为 MIMO 信道，本申请实施例所提供的编码方法可以部署于发送端侧的信道编码阶段，本申请实施例提供的解码方法可以部署于接收端侧的信道解码阶段。下面对本申请提供的编码方法和译码方法进行详细说明。

参见图 7，示意一种编码方法和译码方法流程，在发送端执行编码方法，在接收端执行译码方法。该流程主要包括如下步骤。

S701，发送端获取 n 个信息比特序列。

其中，信息比特序列也可以被称为待编码的序列，或者码流等。不同的信息比特序列的长度可以相同也可以不相同。或者也可以理解为，每个信息比特序列可以包括一个或多个比特，不同信息比特序列所包括的比特数目可以相同也可以不相同。

可选的， n 个信息比特序列中各信息比特序列包括的比特数可以由各个 MIMO 层对应的信道质量所决定。一种可选的实施方式中，可以设定各个 MIMO 层 SNR 与信息比特序列的对应关系，基于此对应关系确定不同的信息比特序列的长度，其中，SNR 低对应的信息比特序列长度短，SNR 高对应的信息比特序列的长度长。另一种可选的实施方式中，可以根据各个 MIMO 层 SNR 之间的差异，确定 n 个信息比特序列的长度之间的差异，并基于此差异配置各信息比特序列的长度，例如基于各个 MIMO 层 SNR 之间的差异，配置 n 个信息比特序列的长度之间的比例等。

可选的，前述 MIMO 各层对应的信道质量可以是接收端基于 MIMO 检测过程确定的。

例如接收端经 MIMO 检测得到多个码流 (或称, 序列), 基于多个码流确定各码流对应 MIMO 层的 SNR。接收端可以将其确定的 MIMO 各层 (或称各子信道) 对应的信道质量 (如 SNR) 反馈给发送端。则一种可选的实施方式中, 发送端在获取 n 个信息比特序列之前, 可先获取来自接收端所反馈的信道质量, 进而根据接收端所反馈的信道质量, 确定各个信息比特序列的长度。

S702, 发送端对 n 个信息比特序列进行第一信道编码, 得到 n 个第一编码序列, n 个第一编码序列的长度相同; 其中, n 为大于 1 的正整数。

可选的, 第一信道编码的方式可以是低密度奇偶校验 (low density parity check, LDPC), 并行级联卷积码 (Turbo code), BCH 码 (bose - chaudhuri - hocquenghem codes, BCH) 等编码方式。

可选的, 发送端还可以向接收端发送第一信道编码的参数, 例如发送端向接收端发送相关消息, 该相关消息可以包括第一信道编码的参数的消息, 或者该相关消息包括用于指示第一信道编码的参数的指示信息。第一信道编码的参数可以用于接收端侧的译码。

可选的, 第一信道编码的参数包括以下至少一个: n 个信息比特序列中各个信息比特序列的长度、 n 个信息比特序列中各个信息比特序列进行第一信道编码的编码码率、 n 个信息比特序列中各个信息比特序列进行第一信道编码的编码长度。此外, 第一信道编码的参数还可以包括其他能够表征第一信道编码方式的参数, 本申请实施例对此并不进行限定。

S703, 发送端根据极化编码矩阵和 n 个第一编码序列, 生成 n 个第二编码序列。

可选的, 极化编码矩阵可以表示尺寸为 $2^m \times 2^m$ 的矩阵, n 小于或者等于 2^m , m 为正整数。进一步, 还可以设定 n 大于 2^{m-1} 。示例性的, 若 n 不是一个 2 的幂次方的正整数, 则 m 的取值可以满足以下条件: $n < 2^m$, 或者 $2^{m-1} < n < 2^m$, 或者 $m \geq \lceil \log_2 n \rceil$ 。若 n 是一个 2 的幂次方的正整数, 则 $n = 2^m$, 或者说 $m = \log_2 n$ 。此外可选的, 换一种说法, 极化编码矩阵也可以表示尺寸为 $2^{\lceil \log_2 n \rceil} \times 2^{\lceil \log_2 n \rceil}$ 的矩阵, 其中, $\lceil \cdot \rceil$ 表示向上取整运算符。

则可选的, 发送端生成 n 个第二编码序列可参照如下方式一或者方式二实施:

方式一: 若 n 等于 2^m , 则发送端根据极化编码矩阵, 对 n 个第一编码序列进行基于比特块的极化编码, 生成 n 个第二编码序列。

方式二: 若 n 小于 2^m , 则发送端根据极化编码矩阵的子矩阵和 n 个第一编码序列, 生成 n 个第二编码序列; 其中, 子矩阵为 $n \times n$ 的矩阵。

可选的, 在方式二中, 极化编码矩阵中每一行对应一个极化信道; 若 n 小于 2^m , 子矩阵对应的 n 个极化信道可靠度高于 2^m 个极化信道中剩余的 $2^m - n$ 个极化信道的可靠度。

可选的, 方式二中发送端生成 n 个第二编码序列的方式可以是: 发送端根据极化编码矩阵的子矩阵, 对 n 个第一编码序列进行基于比特块的极化编码, 生成 n 个第二编码序列。

可选的, 发送端侧可部署编码器, 如可称作类极化编码器 (polar-type codes), 该编码器包括外码编码器 (outer codes) 和内码编码器 (inner codes)。外码编码器负责实现前述第一信道编码, 对应 n 个信息比特序列外码编码器内可包含 n 个信道编码器, 实现对 n 个信息比特序列独立地进行第一信道编码。 n 个信道编码器分别输出第一编码序列至内编码器, 内编码器负责实现对 n 个第一编码序列, 进行基于比特块的极化编码以生成 n 个第二编码序列。以上有关基于比特块的极化编码的实施方式将在后续示例一至示例三中进行详细说明。

S704, 发送端将 n 个第二编码序列发往发送端和接收端之间的 MIMO 信道进行传输。

可选的,发送端和接收端之间的 MIMO 信道可以表示为 $M_t \times M_r$ 的 MIMO 信道。其中, M_t 可以发送端的天线数目(天线端口), M_r 可以表示接收端的天线数目(天线端口);其中, M_t 、 M_r 均为正整数。可选的, M_t 和 M_r 的取值可以相同或者不同。

则一种可选的实施方式中,若, n 等于 M_t ,发送端可以将 n 个第二编码序列输出到 n 个天线端口。

另一种可选的实施方式中,若 n 不等于 M_t ,发送端可对 n 个第二编码序列进行预编码处理成 M_t 个第三编码序列,再将 M_t 个第三编码序列输出到 M_t 个天线端口。其中,预编码处理可以基于预编码矩阵实现。

示例性的,图 S704 示意出了 n 等于 M_t 的情况,也即示意出的 S704:发送端输出 n 个第二编码序列, n 个第二编码序列经由 MIMO 信道传输到接收端。

可选的,每个 MIMO 码流(如前述第二编码序列)可以采用相同或者不同的速率匹配方案,本申请实施例对此不进行限定。每个 MIMO 信道对应的码流(如前述第二编码序列),其码率不得超过该信道的最大容量。

可选的,针对 n 个第二编码序列中各个第二编码序列而言:第二编码序列对应的 MIMO 层的信道质量越好,该第二编码序列对应的极化信道的可靠度越好。

S705,接收端可以获取 M_r 个待译码的序列,如通过 M_r 个天线端口获取待译码的序列。其中, M_r 可以为 n 或者不为 n , M_r 可以与 M_t 的取值相同或者不相同。 M_r 个待译码的序列的长度相同。如图 7 示意, M_r 为 n 时,接收端具体是获取 n 个待译码的序列。

其中,接收端在天线端口获取的待译码的序列也可以被称作是接收序列,待译码的序列还可以被理解为接收端基于天线端口接收到的第二编码序列。需要说明的是,接收端基于天线端口接收到的第二编码序列的数目和发送端输出至天线端口的第二编码序列的数目可以相同或者不相同,这取决于发送端和接收端的天线端口数目是否相同,或者说是取决于 MIMO 信道对应的发射天线数目和接收天线数目是否相同。例如若发送端和接收端的天线端口数目相同,接收端基于天线端口接收到的第二编码序列的数目和发送端输出至天线端口的第二编码序列的数目相同;若发送端和接收端的天线端口数目不相同,接收端基于天线端口接收到的第二编码序列的数目和发送端输出至天线端口的第二编码序列的数目不相同。

S706,根据第一信道编码和极化编码矩阵,对 M_r 个待译码的序列进行译码,得到 n 个信息比特序列。如图 7 示意, M_r 为 n 时,接收端具体是对 n 个待译码的序列进行译码,得到 n 个信息比特序列。

一种可选的实施方式中,对 M_r 个待译码的序列进行译码的方式可以是:首先对 M_r 个待译码的序列进行检测,检测出 n 个待译码的序列(对应发送端侧 n 个第二编码序列),然后再根据第一信道编码和极化编码矩阵对 n 个待译码的序列进行译码得到 n 个信息比特序列。另一种可选的实施方式中,对 M_r 个待译码的序列进行译码的方式可以是,将检测及译码过程结合在一起,根据第一信道编码和极化编码矩阵,对 n 个第二编码序列进行检测和译码,从而得到 n 个信息比特序列。

如上述两种实施方式,可选的,接收端侧可以部署 MIMO 检测器(detector)和联合译码器(joint detector),其中,MIMO 检测器负责对获取的待译码的序列进行检测,联合译码器负责实现前述译码过程,如根据第一信道编码和极化编码矩阵,对 n 个待译码的序列进行译码或者根据第一信道编码和极化编码矩阵的子矩阵,对 n 个待译码的序列进行译

码。另外需要说明的是, MIMO 检测器也可能与联合译码器连同工作, 即不区分先后顺序, 并不限于将获取的待译码的序列全部检测完再进行译码, 也可以采用例如 MMSE-SIC 等方式检测译码结合进行。

5 可选的, 针对 n 个待译码序列中各个待译码的序列, 待译码序列对应的 MIMO 层的信道质量越好, 该待译码的序列对应的极化信道的可靠度越好。需要说明的是, 这里的 n 个待译码的序列是经由 MIMO 检测后的 n 个待译码的序列。

进一步, 关于第一信道编码:

10 可选的, 第一信道编码的方式可以是低密度奇偶校验 (low density parity check, LDPC), 并行级联卷积码 (Turbo code), BCH 码 (bose - chaudhuri - hocquenghem codes, BCH) 等编码方式。需要说明的是发送端和接收端采用相同的第一信道编码的方式, 该方式可以是发送端和接收端预先协商或者说约定好的, 该方式也可以是预定义指定的某种方式。

15 可选的, 接收端可以在发送端还可以向接收端发送第一信道编码的参数, 例如发送端向接收端发送相关消息, 该相关消息可以包括第一信道编码的参数的消息, 或者该相关消息包括用于指示第一信道编码的参数的指示信息。第一信道编码的参数可以用于接收端侧的译码。

20 可选的, 第一信道编码的参数包括以下至少一个: n 个信息比特序列中各个信息比特序列的长度、 n 个信息比特序列中各个信息比特序列进行第一信道编码的编码码率、 n 个信息比特序列中各个信息比特序列进行第一信道编码的编码长度。此外, 第一信道编码的参数还可以包括其他能够表征第一信道编码方式的参数, 本申请实施例对此并不进行限定。

进一步, 关于极化编码矩阵:

25 可选的, 极化编码矩阵可以表示尺寸为 $2^m \times 2^m$ 的矩阵, n 小于或者等于 2^m , m 为正整数。进一步, 还可以设定 n 大于 2^{m-1} 。示例性的, 若 n 不是一个 2 的幂次方的正整数, 则 m 的取值可以满足以下条件: $n < 2^m$, 或者 $2^{m-1} < n < 2^m$, 或者 $m \geq \lceil \log_2 n \rceil$ 。若 n 是一个 2 的幂次方的正整数, 则 $n = 2^m$, 或者说 $m = \log_2 n$ 。此外可选的, 换一种说法, 极化编码矩阵也可以表示尺寸为 $2^{\lceil \log_2 n \rceil} \times 2^{\lceil \log_2 n \rceil}$ 的矩阵, 其中, $\lceil \cdot \rceil$ 表示向上取整运算符。

则可选的, 接收端译码得到 n 个信息比特序列可参照如下方式三或者方式四实施:

方式三: 若 n 等于 2^m , 则接收端根据第一信道编码和极化编码矩阵, 对 n 个待译码的序列进行译码。

30 方式四: 若 n 小于 2^m , 则接收端根据第一信道编码和极化编码矩阵的子矩阵, 对 n 个待译码的序列进行译码; 其中, 子矩阵为 $n \times n$ 的矩阵。

可选的, 在方式四中, 极化编码矩阵中每一行对应一个极化信道; 若 n 小于 2^m , 子矩阵对应的 n 个极化信道可靠度高于 2^m 个极化信道中剩余的 $2^m - n$ 个极化信道的可靠度。

35 本申请实施例提供的上述编码和译码方法, 在发送端编码时采用两级编码方式, 首先对不同的信息比特序列进行独立的外码编码, 然后将外码编码的输出继续进行极化操作 (内码编码), 提升编译码性能。且令极化操作后相应的码流和 MIMO 具有不同 SNR 水平的层进行适配, 能够尽可能的实现达到最大信道容量的传输。

以下结合示例一至示例二, 对本申请实施例提供的编码方法和译码方法进一步进行详细说明。需要说明的是, 以下示例一和示例二中的方式可以相互结合应用。

40 示例一: $n = M_t = M_r$, n 为 2 的幂次方的正整数。

示例性的, 以 n 为 2, 参见图 8a 示意的一种编译码流程。在发送端侧, 2 个长度分别为 K_1 和 K_2 的信息比特序列 U_1, U_2 , 分别独立进行第一信道编码 (外码编码操作), 编码后相应的信道编码器均输出长度为 N 个比特的第一编码序列, 如图示意信道编码器 1 输出第一编码序列 X_1 , 信道编码器 2 输出第一编码序列 X_2 , X_1, X_2 的长度均为 N 个比特。 X_1, X_2 经过内码编码操作得到 2 个第二编码序列即 C_1, C_2 , 其中 $C_1 = X_1 \oplus X_2$, $C_2 = X_2$ 。

图 8a 示意出了内码编码操作, 也即如 S703 中方式一的方案。发送端在内码编码操作过程是根据 2×2 的极化编码矩阵和 2 个第一编码序列, 生成 2 个第二编码序列。该过程也可通过如下方式表示:

$$x_1^2 = u_1^2 G_2 = u_1^2 F_2 = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix}^T \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_1 \\ C_2 \end{bmatrix}$$

另外需要说明的是, 图 8a 示意的内码编码操作也可以等效理解为 N 个码长为 2, 码率为 1 的 polar 码编码操作。

然后发送端将 C_1 和 C_2 送入 2×2 的 MIMO 信道进行传输。在接收端, 首先通过 MIMO 检测器对其进行检测, 然后通过联合译码器译码 (或称解码) 得到信息比特序列 $\hat{U}_1$ 和 $\hat{U}_2$ 。

进一步可选的, 若此前接收端侧经过 MIMO 检测之后的码流, 不同码流之间所对应 MIMO 层的 SNR 不同。接收端可将不同的 SNR 反馈给发送端, 则发送端在将多个第二编码序列 (如 C_1 和 C_2) 发往 MIMO 信道时, 可遵循如下规则: 可靠度低的极化信道对应 SNR 低的 MIMO 层, 可靠度高的极化信道对应 SNR 高的信道层。参见图 8b 示意的一种 MIMO 不同层级极化示意图。假设 2×2 的 MIMO 信道中, 经接收端 MIMO 检测确定各 MIMO 层的 SNR 符合: $SNR_1 \leq SNR_2$, 则 C_1 对应的极化信道的可靠度 $\leq C_2$ 对应的极化信道的可靠度。有关前述 K_1, K_2 的取值可参照 SNR_1, SNR_2 之间的关系设定, 如设置 $K_1 \leq K_2$ 。

示例性的, 以 n 为 4, 参见图 9a 示意的一种编译码流程。在发送端侧, 4 个长度分别为 K_1, K_2, K_3, K_4 的信息比特序列 U_1, U_2, U_3, U_4 , 分别独立进行第一信道编码 (外码编码操作), 编码后相应的信道编码器均输出长度为 N 个比特的第一编码序列, 如图 9a 示意信道编码器 1 输出第一编码序列 X_1 , 信道编码器 2 输出第一编码序列 X_2 , 信道编码器 3 输出第一编码序列 X_3 , 信道编码器 4 输出第一编码序列 X_4 , X_1, X_2, X_3, X_4 的长度均为 N 个比特。 X_1, X_2, X_3, X_4 经过内码编码操作得到 4 个第二编码序列即 C_1, C_2, C_3, C_4 , 其中:

$$C_1 = X_1 + X_2 + X_3 + X_4$$

$$C_2 = X_2 + X_4$$

$$C_3 = X_3 + X_4$$

$$C_4 = X_4$$

图 9a 示意出了内码编码操作, 也即如 S703 中方式一的方案。发送端在内码编码操作过程是根据 4×4 的极化编码矩阵和 4 个第一编码序列, 生成 4 个第二编码序列。该过程也可通过如下方式表示:

$$x_1^4 = u_1^4 G_4 = u_1^4 F_2^{\otimes (\log_2(4))} = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \\ X_4 \end{bmatrix}^T \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_1 \\ C_2 \\ C_3 \\ C_4 \end{bmatrix}$$

另外需要说明的是, 图 9a 示意的内码编码操作也可以等效理解为 N 个码长为 4, 码率为 1 的 polar 码编码操作。

然后发送端将 C_1, C_2, C_3, C_4 送入 4×4 的 MIMO 信道进行传输。在接收端, 首先通

过 MIMO 检测器对其进行检测, 然后通过联合译码器译码 (或称解码) 得到 4 个信息比特序列, 记作 $\hat{U}_1, \hat{U}_2, \hat{U}_3, \hat{U}_4$ 。

可选的, 前述 MIMO 检测器可以采用例如 MMSE, MMSE-SIC, ZF, 垂直-贝尔实验室分层空时 (vertical bell laboratories layered space-time, V-BLAST) 等多用户检测器, 例如当采用 MMSE 检测器时, 首先需要对接收的码流进行检测, 得到多个码流的检测后软信息, 并将其送入联合译码器进行译码。需要指出的是, 当采用 MMSE-SIC 时, MIMO 系统能够实现达到信道容量的传输。

进一步可选的, 若此前接收端侧经过 MIMO 检测之后的码流, 不同码流之间所对应 MIMO 层的 SNR 不同。接收端可将不同的 SNR 反馈给发送端, 则发送端在将多个第二编码序列 (如 C_1, C_2, C_3, C_4) 发往 MIMO 信道时, 可遵循如下规则: 极化信道可靠度低的信道层对应 SNR 低的 MIMO 层, 极化信道可靠度高的信道层对应 SNR 高的信道层。参见图 9b 示意的另一种 MIMO 不同层级极化示意图。假设 4×4 的 MIMO 信道场景中, 经接收端 MIMO 检测确定 MIMO 层的 $\text{SNR}_1 \leq \text{SNR}_2 \leq \text{SNR}_3 \leq \text{SNR}_4$, C_1 对应的极化信道的可靠度 $\leq C_2$ 对应的极化信道的可靠度 $\leq C_3$ 对应的极化信道的可靠度 $\leq C_4$ 对应的极化信道的可靠度。

可选的, 有关前述 K_1, K_2, K_3, K_4 的取值可参照 $\text{SNR}_1, \text{SNR}_2, \text{SNR}_3, \text{SNR}_4$ 之间的关系设定, 如设置 $K_1 \leq K_2 \leq K_3 \leq K_4$ 。相比于传统 MIMO 技术中的信道编码方案, 能实现码流的码率和 MIMO 各层的 SNR 进行适配, 进一步提升系统性能。

示例二: $n = M_t = M_r$, n 不为 2 的幂次方。

示例性的, 以 n 为 3, 参见图 10 示意的一种编译码流程。在发送端侧, 3 个长度分别为 K_1, K_2, K_3 的信息比特序列 U_1, U_2, U_3 , 分别独立进行第一信道编码 (外码编码操作), 编码后相应的信道编码器均输出长度为 N 个比特的第一编码序列, 如图 9a 示意信道编码器 1 输出第一编码序列 X_1 , 信道编码器 2 输出第一编码序列 X_2 , 信道编码器 3 输出第一编码序列 X_3 , X_1, X_2, X_3 的长度均为 N 个比特。 X_1, X_2, X_3 经过内码编码操作得到 3 个第二编码序列即 C_1, C_2, C_3 。

可选的, 对于 3×3 MIMO 信道的场景, 本申请实施例选取了尺寸为 4×4 的极化编码矩阵进行变形, 假设通过极化信道的可靠度排序, 4×4 的极化编码矩阵中第一行对应的极化信道可靠度最差, 则可将如图 10 示意 4×4 的极化编码矩阵中的第一行第一列的元素 (也即图 10 中以虚线标注出的元素) 删除, 留下的元素构成该 4×4 的极化编码矩阵的一个尺寸为 3×3 的子矩阵。发送端在内码编码操作可具体根据该 3×3 的子矩阵, 进行的基于比特块的极化编码操作。其中,

$$\begin{aligned} C_1 &= X_1 + X_3 \\ C_2 &= X_2 + X_3 \\ C_3 &= X_3 \end{aligned}$$

图 10 示意出的内码编码操作, 也即如 S703 中方式一的方案。发送端在内码编码操作过程是根据 4×4 的极化编码矩阵的子矩阵 (3×3) 和 3 个第一编码序列, 生成 3 个第二编码序列。该过程也可通过如下方式表示:

$$x_1^4 = u_1^4 G_4 = u_1^4 F' = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{bmatrix}^T \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_1 \\ C_2 \\ C_3 \end{bmatrix}$$

其中, F' 表示对于 $F_2^{\otimes (\log_2(4))}$ 的变形, 为 $F_2^{\otimes (\log_2(4))}$ 的子矩阵。另外需要说明的是, 图 10 示意的内码编码操作也可以等效理解为 N 个码长为 3, 码率为 1 的 polar 码编码操作。

然后发送端将 C_1 、 C_2 、 C_3 送入 3×3 的 MIMO 信道进行传输。在接收端, 首先通过 MIMO 检测器对其进行检测, 然后通过联合译码器译码 (或称解码) 得到 3 个信息比特序列, 记作 $\hat{U}_1$, $\hat{U}_2$, $\hat{U}_3$ 。

可选的, 前述 MIMO 检测器可以采用例如 MMSE, MMSE-SIC, ZF, V-BLAST 等多用户检测器, 例如当 MMSE 检测器时, 首先需要对接收的码流进行检测, 得到多个码流的检测后软信息, 并将其送入联合译码器进行译码。需要指出的是, 当采用 MMSE-SIC 时, MIMO 系统能够实现达到信道容量的传输。

进一步可选的, 若此前接收端侧经过 MIMO 检测之后的码流, 不同码流之间所对应 MIMO 层的 SNR 不同。接收端可将不同的 SNR 反馈给发送端, 则发送端在将多个第二编码序列 (如 C_1 、 C_2 、 C_3) 发往 MIMO 信道时, 可遵循如下规则: 极化信道可靠度低的信道层对应 SNR 低的 MIMO 层, 极化信道可靠度高的信道层对应 SNR 高的信道层。参见图 8b 示意的一种 MIMO 不同层级极化示意图。具体可参照图 8b/图 9b 描述的方式实施, 本申请实施例对此不再进行赘述。

本申请实施例中, 不将内码编码输入的码流个数局限于 2 的幂次, 而是按照极化信道可靠度对相应的极化编码矩阵进行变形, 能够扩大适应场景, 实现更加灵活的信道编码。

此外, 参见图 11, 本申请实施例还提供一种误帧率对比示意图, 示意出了本申请实施例提供的上述两级编码方法 (外编码操作即第一信道编码和内编码操作即极化编码), 应用于 MIMO 系统, 相较于传统 MIMO 系统的编码方案 (如前述技术方案一和技术方案二), 能够提升编译码性能, 带来更好的性能增益, 降低相应的误帧率 (frame error rate, FER)。

基于同一构思, 参见图 12, 本申请实施例提供了一种通信装置 1200, 该装置 1200 包括处理模块 1201 和通信模块 1202。该通信装置 1200 可以是发送端, 也可以是应用于发送端, 能够支持发送端执行编码方法的装置, 或者, 该通信装置 1200 可以是接收端, 也可以是应用于接收端, 能够支持接收端执行译码方法的装置。

其中, 通信模块也可以称为收发模块、收发器、收发机、收发装置等。处理模块也可以称为处理器, 处理单板, 处理单元、处理装置等。可选的, 可以将通信模块中用于实现接收功能的器件视为接收单元, 应理解, 通信模块用于执行上述方法实施例中发送端侧或接收端侧的发送操作和接收操作, 将通信模块中用于实现发送功能的器件视为发送单元, 即通信模块包括接收单元和发送单元。该装置 1200 应用于发送端时, 其通信模块 1202 包括的接收单元用于执行发送端侧的接收操作, 例如接收来自接收端的 n 个 MIMO 层的信道质量; 其通信模块 1202 包括的发送单元用于执行发送端侧的发送操作, 例如向接收端发送第一信道编码的参数。该装置 1200 应用于接收端时, 其通信模块 1202 包括的接收单元用于执行接收端侧的接收操作, 例如接收来自发送端的第一信道编码的参数。其通信模块 1202 包括的发送单元用于执行接收端侧的发送操作, 例如向发送端发送 n 个 MIMO 层的信道质量。此外需要说明的是, 若该装置采用芯片/芯片电路实施, 通信模块 1202 可以是输入输出电路和/或通信接口, 执行输入操作 (对应前述接收操作)、输出操作 (对应前述发送操作); 处理模块 1201 为集成的处理器或者微处理器或者集成电路。

以下对该装置 1200 应用于发送端的实施方式进行详细说明。该装置 1200 包括:

处理模块 1201, 用于获取 n 个信息比特序列; 对 n 个信息比特序列进行第一信道编码, 得到 n 个第一编码序列, n 个第一编码序列的长度相同; 其中, n 为天线端口的数目, n 为大于 1 的正整数, 处理模块 1201, 还用于根据极化编码矩阵和 n 个第一编码序列, 生成 n 个第二编码序列; 通信模块 1202, 用于输出 n 个第二编码序列。

5 采用两级编码方式, 首先对不同的信息比特序列进行独立的第一信道编码, 然后对第一信道编码后的多个编码序列进行极化操作, 能够提升编码性能。

在一种可选的实施方式中, 第一信道编码可以采用低密度奇偶校验 (low density parity check, LDPC), 并行级联卷积码 (Turbo code), BCH 码 (bose - chaudhuri - hocquenghem codes, BCH) 等编码方式。

10 在一种可选的实施方式中, 极化编码矩阵为 $2^m \times 2^m$ 的矩阵, n 小于或者等于 2^m , m 为正整数。可选的, m 的取值可以满足如下条件: $2^{m-1} \leq n \leq 2^m$ 。

在一种可选的实施方式中, 处理模块 1201, 还用于: 若 n 等于 2^m , 则根据极化编码矩阵, 对 n 个第一编码序列进行基于比特块的极化编码, 生成 n 个第二编码序列; 或者, 若 n 小于 2^m , 则根据极化编码矩阵的子矩阵和 n 个第一编码序列, 生成 n 个第二编码序列; 15 其中, 子矩阵为 $n \times n$ 的矩阵。

本申请实施例不限定进行比特块极化编码的序列个数即 n 为 2 的幂次, 能够扩大适应场景, 实施更加灵活的信道编码。

在一种可选的实施方式中, 极化编码矩阵中每一行对应一个极化信道; 若 n 小于 2^m , 子矩阵对应的 n 个极化信道可靠度高于 2^m 个极化信道中剩余的 $2^m - n$ 个极化信道的可靠度。 20 按照极化信道可靠度对相应的极化编码矩阵进行变形, 保留可靠度较高的极化信道, 有利于提升编码性能。

在一种可选的实施方式中, 第二编码序列对应的多入多出 MIMO 层的信道质量越好, 第二编码序列对应的极化信道的可靠度越好。令极化操作后相应的码流和具有不同信道质量水平的 MIMO 层进行适配, 能够尽可能的实施达到最大信道容量的传输。

25 在一种可选的实施方式中, 处理模块 1201, 还用于: 在获取 n 个信息比特序列之前, 通过通信模块 1202 获取 n 个 MIMO 层对应的信道质量。

在一种可选的实施方式中, 通信模块 1202, 还用于发送第一信道编码的参数。第一信道编码的参数可用于接收端侧的译码, 有助于提升接收端侧的译码效率。

在一种可选的实施方式中, 第一信道编码的参数包括以下至少一个: 第一编码序列的长度、 n 个信息比特序列中各个信息比特序列的长度、 n 个信息比特序列中各个信息比特序列进行第一信道编码的编码码率。 30

以下对该装置 1200 应用于接收端的实施方式进行详细说明。该装置 1200 包括:

通信模块 1202, 用于获取 n 个待译码的序列, n 个待译码的序列的长度相同; 其中, n 为天线端口的数目, n 为大于 1 的正整数; 处理模块 1201, 用于根据第一信道编码和极化编码矩阵, 对 n 个待译码的序列进行译码, 得到 n 个信息比特序列。对应编码设备即发送端侧的两级编码方案, 译码设备即接收端侧基于第一信道编码和极化编码矩阵逆向完成译码, 有助于提升译码性能。 35

在一种可选的实施方式中, 第一信道编码可以采用低密度奇偶校验 (low density parity check, LDPC), 并行级联卷积码 (Turbo code), BCH 码 (bose - chaudhuri - hocquenghem codes, BCH) 等编码方式。 40

在一种可选的实施方式中，极化编码矩阵为 $2^m \times 2^m$ 的矩阵， n 小于或者等于 2^m ， m 为正整数。可选的， m 的取值可以满足如下条件： $2^{m-1} \leq n \leq 2^m$ 。

在一种可选的实施方式中，处理模块 1201，还用于：若 n 等于 2^m ，则根据第一信道编码和极化编码矩阵，对 n 个待译码的序列进行译码；或者，若 n 小于 2^m ，则根据第一信道编码和极化编码矩阵的子矩阵，对 n 个待译码的序列进行译码，其中，子矩阵为 $n \times n$ 的矩阵。

本申请实施例不限定待译码的序列个数即 n 为 2 的幂次，能够扩大适应场景，实施更加灵活的信道译码。

在一种可选的实施方式中，极化编码矩阵中每一行对应一个极化信道；若 n 小于 2^m ，子矩阵对应的 n 个极化信道可靠度高于 2^m 个极化信道中剩余的 2^m-n 个极化信道的可靠度。

在一种可选的实施方式中，待译码的序列对应的多入多出 MIMO 层的信道质量越好，待译码的序列对应的极化信道的可靠度越好。

在一种可选的实施方式中，通信模块 1202，还用于获取第一信道编码的参数。有助于提升接收端侧的译码效率。

在一种可选的实施方式中，第一信道编码的参数包括以下至少一个： n 个信息比特序列中各个信息比特序列的长度、 n 个信息比特序列中各个信息比特序列进行第一信道编码的编码码率、 n 个信息比特序列中各个信息比特序列进行第一信道编码的编码长度。

基于同一构思，如图 13 所示，本申请实施例提供一种通信装置 1300，该通信装置 1300 可以是芯片或者芯片系统。可选的，在本申请实施例中芯片系统可以由芯片构成，也可以包含芯片和其他分立器件。

通信装置 1300 可以包括至少一个处理器 1310，该处理器 1310 与存储器耦合，可选的，存储器可以位于该装置之内，存储器可以和处理器集成在一起，存储器也可以位于该装置之外。例如，通信装置 1300 还可以包括至少一个存储器 1320。存储器 1320 保存实施上述任一实施例中必要计算机程序、配置信息、计算机程序或指令和/或数据；处理器 1310 可能执行存储器 1320 中存储的计算机程序，完成上述任一实施例中的方法。

本申请实施例中的耦合是装置、单元或模块之间的间接耦合或通信连接，可以是电性、机械或其它的形式，用于装置、单元或模块之间的信息交互。处理器 1310 可能和存储器 1320 协同操作。本申请实施例中不限定上述收发器 1330、处理器 1310 以及存储器 1320 之间的具体连接介质。

通信装置 1300 中还可以包括收发器 1330，通信装置 1300 可以通过收发器 1330 和其它设备进行信息交互。收发器 1330 可以是电路、总线、收发器或者其它任意可以用于进行信息交互的装置，或称为信号收发单元。如图 13 所示，该收发器 1330 包括发射机 1331、接收机 1332 和天线 1333。此外，当该通信装置 1300 为芯片类的装置或者电路时，该装置 1300 中的收发器也可以是输入输出电路和/或通信接口，可以输入数据（或称，接收数据）和输出数据（或称，发送数据），处理器为集成的处理器或者微处理器或者集成电路，处理器可以根据输入数据确定输出数据。

在一种可能的实施方式中，该通信装置 1300 可以应用于发送端，具体通信装置 1300 可以是发送端，也可以是能够支持发送端，实现上述涉及的任一实施例中发送端的功能的装置。存储器 1320 保存实现上述任一实施例中的发送端的功能的必要计算机程序、计算

机程序或指令和/或数据。处理器 1310 可执行存储器 1320 存储的计算机程序,完成上述任一实施例中发送端执行的方法。应用于发送端,该通信装置 1300 中的发射机 1331 可以用于通过天线 1333 向接收端发送传输控制配置信息,接收机 1332 可以用于通过天线 1333 接收接收端发送的传输信息。

5 在另一种可能的实施方式中,该通信装置 1300 可以应用于接收端,具体通信装置 1300 可以是接收端,也可以是能够支持接收端,实现上述涉及的任一实施例中接收端的功能的装置。存储器 1320 保存实现上述任一实施例中的接收端的功能的必要计算机程序、计算机程序或指令和/或数据。处理器 1310 可执行存储器 1320 存储的计算机程序,完成上述任一实施例中接收端执行的方法。应用于接收端,该通信装置 1300 中的接收机 1332 可以用于通过天线 1333 接收发送端发送的传输控制配置信息,发射机 1331 可以用于通过天线 1333 向发送端发送传输信息。

由于本实施例提供的通信装置 1300 可应用于发送端,完成上述发送端执行的方法,或者应用于接收端,完成接收端执行的方法。因此其所能获得的技术效果可参考上述方法实施例,在此不再赘述。

15 在本申请实施例中,处理器可以是通用处理器、数字信号处理器、专用集成电路、现场可编程门阵列或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件,可以实施或者执行本申请实施例中的公开的各方法、步骤及逻辑框图。通用处理器可以是微处理器或者任何常规的处理器等。结合本申请实施例所公开的方法的步骤可以直接体现为硬件处理器执行完成,或者用处理器中的硬件及软件模块组合执行完成。

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

30 基于以上实施例,参见图 14,本申请实施例还提供另一种通信装置 1400,包括:输入输出接口 1410 和逻辑电路 1420;输入输出接口 1410,用于接收代码指令并传输至逻辑电路 1420;逻辑电路 1420,用于运行代码指令以执行上述任一实施例中发送端执行的方法或者接收端执行的方法。

35 该通信装置 1400 可应用于发送端,执行上述发送端所执行的方法。逻辑电路 1420,用于获取 n 个信息比特序列;对 n 个信息比特序列进行第一信道编码,得到 n 个第一编码序列, n 个第一编码序列的长度相同;其中, n 为天线端口的数目, n 为大于 1 的正整数;根据极化编码矩阵和 n 个第一编码序列,生成 n 个第二编码序列;输入输出接口 1410,用于输出 n 个第二编码序列。

该通信装置 1400 可应用于接收端,执行上述接收端所执行的方法。一种可选的实施方式中,输入输出接口 1410,用于获取 n 个待译码的序列, n 个待译码的序列的长度相同;其中, n 为天线端口的数量, n 为大于 1 的正整数;逻辑电路 1420,用于根据第一信道编码和极化编码矩阵,对 n 个待译码的序列进行译码,得到 n 个信息比特序列。

40 由于本实施例提供的通信装置 1400 可应用于发送端,执行上述发送端所执行的方法,

或者应用于接收端，执行接收端所执行的方法。因此其所能获得的技术效果可参考上述方法实施例，在此不再赘述。

5 基于以上实施例，本申请实施例还提供一种通信系统，该通信系统包括至少一个应用于发送端的通信装置和至少一个应用于接收端的通信装置。所能获得的技术效果可参考上述方法实施例，在此不再赘述。

基于以上实施例，本申请实施例还提供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或指令，当指令被执行时，使上述任一实施例中发送端执行的方法被实施或者接收端执行的方法被实施。该计算机可读存储介质可以包括：U 盘、移动硬盘、只读存储器、随机存取存储器、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

10 为了实现上述图 13~图 14 的通信装置的功能，本申请实施例还提供一种芯片，包括处理器，用于支持该通信装置实现上述方法实施例中发送端或者接收端所涉及的功能。在一种可能的设计中，该芯片与存储器连接或者该芯片包括存储器，该存储器用于保存该通信装置必要的计算机程序或指令和数据。

本领域内的技术人员应明白，本申请的实施例可提供为方法、系统、或计算机程序产品。因此，本申请可采用完全硬件实施例、完全软件实施例、或结合软件和硬件方面的实施例的形式。而且，本申请可采用在一个或多个其中包含有计算机可用程序代码的计算机可用存储介质（包括但不限于磁盘存储器、CD-ROM、光学存储器等）上实施的计算机程序产品的形式。

20 本申请是参照根据本申请实施例的方法、设备（系统）、和计算机程序产品的流程图和/或方框图来描述的。应理解可由计算机程序或指令实现流程图和/或方框图中的每一流程和/或方框、以及流程图和/或方框图中的流程和/或方框的结合。可提供这些计算机程序或指令到通用计算机、专用计算机、嵌入式处理机或其他可编程数据处理设备的处理器以产生一个机器，使得通过计算机或其他可编程数据处理设备的处理器执行的指令产生用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的装置。

25 这些计算机程序或指令也可存储在能引导计算机或其他可编程数据处理设备以特定方式工作的计算机可读存储器中，使得存储在该计算机可读存储器中的指令产生包括指令装置的制造品，该指令装置实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能。

30 这些计算机程序或指令也可装载到计算机或其他可编程数据处理设备上，使得在计算机或其他可编程设备上执行一系列操作步骤以产生计算机实现的处理，从而在计算机或其他可编程设备上执行的指令提供用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的步骤。

35 显然，本领域的技术人员可以对本申请实施例进行各种改动和变型而不脱离本申请实施例的范围。这样，倘若本申请实施例的这些修改和变型属于本申请权利要求及其等同技术的范围之内，则本申请也意图包含这些改动和变型在内。

权利要求

- 1.一种编码方法，其特征在于，包括：
获取 n 个信息比特序列，其中， n 为天线端口的数目， n 为大于 1 的正整数；
对所述 n 个信息比特序列进行第一信道编码，得到 n 个第一编码序列，所述 n 个第一
5 编码序列的长度相同；
根据极化编码矩阵和所述 n 个第一编码序列，生成 n 个第二编码序列；
输出所述 n 个第二编码序列。
- 2.如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述极化编码矩阵为 $2^m \times 2^m$ 的矩阵， n 小
于或者等于 2^m ， m 为正整数。
- 10 3.如权利要求 2 所述的方法，其特征在于，所述根据极化编码矩阵和所述 n 个第一编
码序列，生成 n 个第二编码序列，包括：
若 n 等于 2^m ，则根据所述极化编码矩阵，对所述 n 个第一编码序列进行基于比特块的
极化编码，生成所述 n 个第二编码序列；或者，
若 n 小于 2^m ，则根据所述极化编码矩阵的子矩阵和所述 n 个第一编码序列，生成所述
15 n 个第二编码序列；其中，所述子矩阵为 $n \times n$ 的矩阵。
- 4.如权利要求 3 所述的方法，其特征在于，所述极化编码矩阵中每一行对应一个极化
信道；若 n 小于 2^m ，所述子矩阵对应的 n 个极化信道的可靠度高于 2^m 个极化信道中剩余
的 $2^m - n$ 个极化信道的可靠度。
- 5.如权利要求 4 所述的方法，其特征在于，所述第二编码序列对应的多入多出 MIMO
20 层的信道质量越好，所述第二编码序列对应的极化信道的可靠度越好。
- 6.如权利要求 5 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：
在获取所述 n 个信息比特序列之前，获取 n 个 MIMO 层对应的信道质量。
- 7.如权利要求 1-6 任一项所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：
发送所述第一信道编码的参数。
- 25 8.如权利要求 7 所述的方法，其特征在于，所述第一信道编码的参数包括以下至少一个：
所述第一编码序列的长度、所述 n 个信息比特序列中各个信息比特序列的长度、所述
 n 个信息比特序列中各个信息比特序列进行所述第一信道编码的编码码率。
- 9.一种译码方法，其特征在于，包括：
获取 n 个待译码的序列，所述 n 个待译码的序列的长度相同；其中， n 为天线端口的数
30 目， n 为大于 1 的正整数；
根据第一信道编码和极化编码矩阵，对所述 n 个待译码的序列进行译码，得到 n 个信
息比特序列。
- 10.如权利要求 9 所述的方法，其特征在于，所述极化编码矩阵为 $2^m \times 2^m$ 的矩阵， n
小于或者等于 2^m ， m 为正整数。
- 35 11.如权利要求 10 所述的方法，其特征在于，所述根据第一信道编码和极化编码矩阵，
对所述 n 个待译码的序列进行译码，包括：
若 n 等于 2^m ，则根据所述第一信道编码和所述极化编码矩阵，对所述 n 个待译码的序
列进行译码；或者，
若 n 小于 2^m ，则所述根据所述第一信道编码和所述极化编码矩阵的子矩阵，对所述 n

个待译码的序列进行译码, 其中, 所述子矩阵为 $n \times n$ 的矩阵。

12.如权利要求 11 所述的方法, 其特征在于, 所述极化编码矩阵中每一行对应一个极化信道; 若 n 小于 2^m , 所述子矩阵对应的 n 个极化信道可靠度高于 2^m 个极化信道中剩余的 2^m-n 个极化信道的可靠度。

5 13.如权利要求 12 所述的方法, 其特征在于, 所述待译码的序列对应的多入多出 MIMO 层的信道质量越好, 所述待译码的序列对应的极化信道的可靠度越好。

14.如权利要求 12 所述的方法, 其特征在于, 所述方法还包括:

发送 n 个 MIMO 层对应的信道质量。

10 15.如权利要求 9-14 任一项所述的方法, 其特征在于, 所述方法还包括:
获取所述第一信道编码的参数。

16.如权利要求 15 所述的方法, 其特征在于, 所述第一信道编码的参数包括以下至少一个: 所述 n 个信息比特序列中各个信息比特序列的长度、所述 n 个信息比特序列中各个信息比特序列进行所述第一信道编码的编码码率、所述 n 个信息比特序列中各个信息比特序列进行所述第一信道编码的编码长度。

15 17.如权利要求 2-6 以及 10-14 中任一项所述的方法, 其特征在于, m 的取值满足如下条件: $2^{m-1} \leq n \leq 2^m$ 。

18.如权利要求 1-17 任一项所述的方法, 其特征在于, 所述第一信道编码包括低密度奇偶校验 LDPC 码, 并行级联卷积码或者 BCH 码。

19.一种通信装置, 其特征在于, 包括:

20 处理模块, 用于获取 n 个信息比特序列, 对所述 n 个信息比特序列进行第一信道编码, 得到 n 个第一编码序列, 所述 n 个第一编码序列的长度相同; 其中, n 为天线端口的数目, n 为大于 1 的正整数;

所述处理模块, 还用于根据极化编码矩阵和所述 n 个第一编码序列, 生成 n 个第二编码序列;

25 通信模块, 用于输出所述 n 个第二编码序列。

20.如权利要求 19 所述的通信装置, 其特征在于, 所述极化编码矩阵为 $2^m \times 2^m$ 的矩阵, n 小于或者等于 2^m , m 为正整数。

21.如权利要求 20 所述的通信装置, 其特征在于, 所述处理模块, 还用于:

30 若 n 等于 2^m , 则根据所述极化编码矩阵, 对所述 n 个第一编码序列进行基于比特块的极化编码, 生成所述 n 个第二编码序列; 或者,

若 n 小于 2^m , 则根据所述极化编码矩阵的子矩阵和所述 n 个第一编码序列, 生成所述 n 个第二编码序列; 其中, 所述子矩阵为 $n \times n$ 的矩阵。

35 22.如权利要求 21 所述的通信装置, 其特征在于, 所述极化编码矩阵中每一行对应一个极化信道; 若 n 小于 2^m , 所述子矩阵对应的 n 个极化信道可靠度高于 2^m 个极化信道中剩余的 2^m-n 个极化信道的可靠度。

23.如权利要求 22 所述的通信装置, 其特征在于, 所述第二编码序列对应的多入多出 MIMO 层的信道质量越好, 所述第二编码序列对应的极化信道的可靠度越好。

24.如权利要求 23 所述的通信装置, 其特征在于, 所述处理模块, 还用于:

40 在获取所述 n 个信息比特序列之前, 通过所述通信模块获取 n 个 MIMO 层对应的信道质量。

25.如权利要求 19-24 任一项所述的通信装置,其特征在于,所述通信模块,还用于发送所述第一信道编码的参数。

26.如权利要求 25 所述的通信装置,其特征在于,所述第一信道编码的参数包括以下至少一个:所述第一编码序列的长度、所述 n 个信息比特序列中各个信息比特序列的长度、
5 所述 n 个信息比特序列中各个信息比特序列进行所述第一信道编码的编码码率。

27.一种通信装置,其特征在于,包括:

通信模块,用于获取 n 个待译码的序列,所述 n 个待译码的序列的长度相同;其中,
 n 为天线端口的数目, n 为大于 1 的正整数;

10 处理模块,用于根据第一信道编码和极化编码矩阵,对所述 n 个待译码的序列进行译码,得到 n 个信息比特序列。

28.如权利要求 27 所述的通信装置,其特征在于,所述极化编码矩阵为 $2^m \times 2^m$ 的矩阵,
 n 小于或者等于 2^m , m 为正整数。

29.如权利要求 28 所述的通信装置,其特征在于,所述处理模块,还用于:

15 若 n 等于 2^m ,则根据所述第一信道编码和所述极化编码矩阵,对所述 n 个待译码的序列进行译码;或者,

若 n 小于 2^m ,则所述根据所述第一信道编码和所述极化编码矩阵的子矩阵,对所述 n 个待译码的序列进行译码,其中,所述子矩阵为 $n \times n$ 的矩阵。

30.如权利要求 29 所述的通信装置,其特征在于,所述极化编码矩阵中每一行对应一个极化信道;若 n 小于 2^m ,所述子矩阵对应的 n 个极化信道可靠度高于 2^m 个极化信道中
20 剩余的 $2^m - n$ 个极化信道的可靠度。

31.如权利要求 29 所述的通信装置,其特征在于,所述待译码的序列对应的多入多出 MIMO 层的信道质量越好,所述待译码的序列对应的极化信道的可靠度越好。

32.如权利要求 30 所述的通信装置,其特征在于,所述通信模块,还用于发送所述 n 个 MIMO 层对应的信道质量。

25 33.如权利要求 27-32 任一项所述的通信装置,其特征在于,所述通信模块,还用于获取所述第一信道编码的参数。

34.如权利要求 33 所述的通信装置,其特征在于,所述第一信道编码的参数包括以下至少一个:所述 n 个信息比特序列中各个信息比特序列的长度、所述 n 个信息比特序列中各个信息比特序列进行所述第一信道编码的编码码率、所述 n 个信息比特序列中各个信息
30 比特序列进行所述第一信道编码的编码长度。

35.如权利要求 20-24 以及 28-32 中任一项所述的通信装置,其特征在于, m 的取值满足如下条件: $2^{m-1} \leq n \leq 2^m$ 。

36.如权利要求 19-35 任一项所述的通信装置,其特征在于,所述第一信道编码包括低密度奇偶校验 LDPC 码,并行级联卷积码或者 BCH 码。

35 37.一种通信装置,其特征在于,包括:

处理器,所述处理器和存储器耦合,所述存储器用于存储计算机程序或指令,所述处理器用于执行所述计算机程序或指令,以实现权利要求 1-8 任一项所述的方法或者权利要求 9-18 任一项所述的方法。

38.一种通信装置,其特征在于,包括:逻辑电路和输入输出接口;

40 所述逻辑电路,用于获取 n 个信息比特序列;对所述 n 个信息比特序列进行第一信道

编码,得到 n 个第一编码序列,所述 n 个第一编码序列的长度相同;其中, n 为天线端口的数目, n 为大于 1 的正整数;

所述逻辑电路,还用于根据极化编码矩阵和所述 n 个第一编码序列,生成 n 个第二编码序列;

5 所述输入输出接口,用于输出所述 n 个第二编码序列。

39.一种通信装置,其特征在于,包括:逻辑电路和输入输出接口;

所述输入输出接口,用于获取 n 个待译码的序列,所述 n 个待译码的序列的长度相同;其中, n 为天线端口的数目, n 为大于 1 的正整数;

10 所述逻辑电路,用于根据第一信道编码和极化编码矩阵,对所述 n 个待译码的序列进行译码,得到 n 个信息比特序列。

40.一种通信装置,其特征在于,包括处理器,所述处理器和存储器耦合,所述存储器用于存储计算机程序或指令,所述处理器用于执行所述计算机程序或所述指令,以实现如权利要求 1-8 任一项所述的方法,或者如权利要求 9-18 任一项所述的方法。

15 41.一种通信装置,其特征在于,包括处理器和接口电路,所述接口电路用于与其它装置通信,所述处理器用于执行所述计算机程序或所述指令,以实现如权利要求 1-8 任一项所述的方法,或者如权利要求 9-18 任一项所述的方法。

20 42.一种通信系统,其特征在于,包括用于执行如权利要求 1-8 任一项所述的方法的终端设备和用于执行如权利要求 9-18 任一项所述的方法的网络设备;或者,包括用于执行如权利要求 1-8 任一项所述的方法的网络设备和用于执行如权利要求 9-18 任一项所述的方法的终端设备。

43.一种计算机可读存储介质,其特征在于,所述计算机可读存储介质上存储有计算机程序或指令,当所述指令在计算机上运行时,实现权利要求 1-8 任一项所述的方法或者权利要求 9-18 任一项所述的方法。

25 44.一种计算机程序产品,其特征在于,包括计算机执行指令,当所述计算机执行指令在计算机上运行时,使得所述计算机执行如权利要求 1-8 或权利要求 9-18 任一项所述的方法。