

信道状态信息 CSI 编码方法及装置、存储介质和处理器

技术领域

本公开涉及通信领域，具体而言，涉及一种信道状态信息 CSI 编码的方法及装置、存储介质和处理器。

5

背景技术

5G NR (New Radio, 新无线) 中控制信道采用的是极化(Polar)码编码方法，对于 Polar 码的编码过程为 $x=u \cdot G$ ，其中 u 中包括信息比特和校验比特， x 为编码后比特序列， G 为 Polar 码的生成矩阵 (Generator Matrix)，生成矩阵 G 的维度为 $N \times N$ ，其中 N 为 2 的幂次。

10 对于 Polar 码而言，不同输入比特索引(bit index, 0~N-1)的可靠度(reliability)和 BER(Bit Error Ratio, 误比特率)不一样，为提高极化码的性能，通常需要将极化码输入比特比特序列映射到可靠度高或 BER 小的索引位置。

5G NR (New Radio, 新无线) 中对部分 CSI (Channel State Information, 信道状态信息) 上报 (reporting) 采用联合编码(Joint coding)机制，也就是将不同内容信息(例如，CRI (CSI-RS Resource Index, 信道测量导频资源索引)，RI(rank indicator, 秩指示)，PMI(Precoding Matrix Indicator, 预编码矩阵指示)和 CQI (Channel Quality Indicator, 信道质量指示) 等一起编码，而 CSI 信息长度在不同情形下，可能会不一样，为减少(避免)盲检(blind detection)，对不同情形下，将 CSI 信息填充(padding)到相同长度，为确定不同情形下填充比特(padding bits)的长度和各类信息的内容，或提高 CSI 上报的整体性能，需要合理安排 CSI 上报中各类信息的位置。而相关技术中，还未存在合理安排 CSI 上报中各类信息的位置的方式。

15 20

针对相关技术中的上述问题，目前尚未存在有效的解决方案。

发明内容

本公开实施例提供了一种信道状态信息 CSI 编码的方法及装置、存储介质和处理器，以

25 至少解决相关技术中无法合理安排 CSI 上报中各类信息的位置的问题。

根据本公开的一个实施例，提供了一种信道状态信息 CSI 编码的方法，包括：根据在位置索引集合中的索引对信道状态信息 CSI 和第四类信息比特进行排列，其中，信道状态信息 CSI 包括：第一类信息比特、第二类信息比特和第三类信息比特所述排列的方式为：将所述 CSI 中的第一类信息比特放置在所述位置索引集合的第一类位置索引上，并从所述位置索引集合中除所述第一类信息比特所确定的第一类位置索引之外的索引中确定所述 CSI 的第二类信息比特、第三类信息比特以及第四类信息比特在所述索引集合的索引；或，排列的方式为：将所述第四类信息比特放置于所述索引集合的第四类位置索引上，从所述位置索引集合中除所述第四类信息比特所确定的第四类位置索引之外的索引中确定所述 CSI 的第一类信息比特、第二类信息比特和第三类信息比特在所述索引集合的索引；将排列后的所述 CSI 和

30

第四类信息比特进行极化码编码得到编码后比特序列。

根据本公开的另一个实施例，提供了一种信道状态信息 CSI 编码的装置，包括：排列模块，设置为根据在位置索引集合中的索引对信道状态信息 CSI 和第四类信息比特进行排列，其中，信道状态信息 CSI 包括第一类信息比特、第二类信息比特和第三类信息比特，所述排列的方式为：将所述 CSI 中的第一类信息比特放置在所述位置索引集合的第一类位置索引上，并从所述位置索引集合中除所述第一类信息比特所确定的第一类位置索引之外的索引中确定所述 CSI 的第二类信息比特、第三类信息比特以及第四类信息比特在所述索引集合的索引；或，排列的方式为：将所述第四类信息比特放置于所述索引集合的第四类位置索引上，从所述位置索引集合中除所述第四类信息比特所确定的第四类位置索引之外的索引中确定所述 CSI 的第一类信息比特、第二类信息比特和第三类信息比特在所述索引集合的索引；编码模块，设置为将排列后的所述 CSI 和第四类信息比特进行极化码编码得到编码后比特序列。

根据本公开的又一个实施例，还提供了一种存储介质，所述存储介质包括存储的程序，其中，所述程序运行时执行上述信道状态信息 CSI 编码的方法。

根据本公开的又一个实施例，还提供了一种处理器，所述处理器用于运行程序，其中，所述程序运行时执行上述信道状态信息 CSI 编码的方法。

根据本公开的又一个实施例，还提供了一种通信设备，包括：存储器，用于存储信道状态信息 CSI 和第四类信息比特；以及极化码编码器，用于对所述信道状态信息 CSI 和第四类信息比特进行极化码编码得到编码后比特序列；

其中，所述信道状态信息 CSI 包括：第一类信息比特、第二类信息比特和第三类信息比特，且所述信道状态信息 CSI 和第四类信息比特是按照以下顺序排列的：第一类信息比特、第二类信息比特、第三类信息比特和第四类信息比特是按照极化码的位置索引大小的顺序或者按照索引可靠度高低的顺序依次排列的。

根据本公开的又一个实施例，还提供了一种通信设备，包括：极化码编码器，用于对信道状态信息 CSI 和第四类信息比特进行极化码编码得到编码后比特序列；以及极化码译码器，用于极化码译码；

其中，所述信道状态信息 CSI 包括：第一类信息比特、第二类信息比特和第三类信息比特，且所述信道状态信息 CSI 和第四类信息比特是按照以下顺序排列的：第一类信息比特、第二类信息比特、第三类信息比特和第四类信息比特是按照极化码的位置索引大小的顺序或者按照索引可靠度高低的顺序依次排列的。

通过本公开，将 CSI 中的第一类信息比特放置在位置索引集合的第一类位置索引上，并从位置索引集合中除第一类信息比特所确定的第一类位置索引之外的索引中确定 CSI 的第二类信息比特、第三类信息比特以及第四类信息比特在索引集合的索引；或，将第四类信息比特放置于索引集合的第四类位置索引上，从位置索引集合中除第四类信息比特所确定的第四类位置索引之外的索引中确定 CSI 的第一类信息比特、第二类信息比特和第三类信息比特在索引集合的索引，可见，通过上述方式确定 CSI 上报联合编码中各类信息比特的索引，提

高了 CSI 上报的 BLER 性能，从而解决了相关技术中无法合理安排 CSI 上报中各类信息的位置的问题。

附图说明

5 此处所说明的附图用来提供对本公开的进一步理解，构成本申请的一部分，本公开的示意性实施例及其说明用于解释本公开，并不构成对本公开的不当限定。在附图中：

图 1 是本公开实施例的信道状态信息 CSI 编码的方法的设备的硬件结构框图；

图 2 是根据本公开实施例的信道状态信息 CSI 编码的流程图；

图 3(a)是根据本公开实施例的索引与 BER 关系仿真示意图；

10 图 3(b)是根据本公开实施例的性能仿真示意图；

图 4 是根据本公开实施例的信道状态信息 CSI 编码的装置的结构框图；

图 5 是根据本公开实施例的一种通信设备的结构框图；

图 6 是根据本公开实施例的另一种通信设备的结构框图。

15 具体实施方式

下文中将参考附图并结合实施例来详细说明本公开。需要说明的是，在不冲突的情况下，本申请中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

需要说明的是，本公开的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”等是用于区别类似的对象，而不必用于描述特定的顺序或先后次序。

20 实施例 1

本申请实施例 1 所提供的方法实施例可以在设备、计算机终端或者类似的运算装置中执行。以运行在设备上为例，图 1 是本公开实施例的信道状态信息 CSI 编码的方法的设备的硬件结构框图。如图 1 所示，设备 10 可以包括一个或多个（图中仅示出一个）处理器 102（处理器 102 可以包括但不限于微处理器 MCU 或可编程逻辑器件 FPGA 等的处理装置）、用于存储数据的存储器 104、以及用于通信功能的传输装置 106。本领域普通技术人员可以理解，图 1 所示的结构仅为示意，其并不对上述电子装置的结构造成限定。例如，设备 10 还可包括比图 1 中所示更多或者更少的组件，或者具有与图 1 所示不同的配置。

25 存储器 104 可用于存储应用程序的软件程序以及模块，如本公开实施例中的信道状态信息 CSI 编码的方法对应的程序指令/模块，处理器 102 通过运行存储在存储器 104 内的软件程序以及模块，从而执行各种功能应用以及数据处理，即实现上述的方法。存储器 104 可包括高速随机存储器，还可包括非易失性存储器，如一个或者多个磁性存储装置、闪存、或者其他非易失性固态存储器。在一些实例中，存储器 104 可进一步包括相对于处理器 102 远程设置的存储器，这些远程存储器可以通过网络连接至设备 10。上述网络的实例包括但不限于互联网、企业内部网、局域网、移动通信网及其组合。

35 传输装置 106 用于经由一个网络接收或者发送数据。上述的网络具体实例可包括设备 10 的通信供应商提供的无线网络。在一个实例中，传输装置 106 包括一个网络适配器（Network

Interface Controller, NIC), 其可通过基站与其他网络设备相连从而可与互联网进行通讯。在一个实例中, 传输装置 106 可以为射频 (Radio Frequency, RF) 模块, 其用于通过无线方式与互联网进行通讯。

在本实施例中提供了一种运行于上述设备的信道状态信息 CSI 编码的方法, 图 2 是根据本公开实施例的信道状态信息 CSI 编码的流程图, 如图 2 所示, 该流程包括如下步骤:

步骤 S202, 根据在位置索引集合中的索引对信道状态信息 CSI 和第四类信息比特, 其中, 信道状态信息 CSI 包括第一类信息比特、第二类信息比特和第三类信息比特, 所述排列的方式为: 将第一类信息比特放置在位置索引集合的第一类位置索引上, 并从位置索引集合中除第一类信息比特所确定的第一类位置索引之外的索引中确定第二类信息比特、第三类信息比特以及第四类信息比特在索引集合的索引; 或, 排列的方式为: 将第四类信息比特放置于索引集合的第四类位置索引上, 从位置索引集合中除第四类信息比特所确定的第四类位置索引之外的索引中确定第一类信息比特、第二类信息比特和第三类信息比特在索引集合的索引;

步骤 S204, 将排列后的 CSI 和第四类信息比特进行极化码编码得到编码后比特序列。

通过上述步骤 S202 和步骤 S204, 能够对 CSI 中的各类信息比特在索引集合中进行排列, 具体可以为将 CSI 中的第一类信息比特放置在位置索引集合的第一类位置索引上, 并从位置索引集合中除第一类信息比特所确定的第一类位置索引之外的索引中确定 CSI 的第二类信息比特、第三类信息比特以及第四类信息比特在索引集合的索引; 或, 将第四类信息比特放置于索引集合的第四类位置索引上, 从位置索引集合中除第四类信息比特所确定的第四类位置索引之外的索引中确定 CSI 的第一类信息比特、第二类信息比特和第三类信息比特在索引集合的索引。

需要说明的是, 对于极化码而言, 不同比特索引(bit index, 0~N-1)的可靠度(reliability)和 BER(Bit Error Ratio, 误比特率)不一样, 为提高极化码的性能, 通常需要将极化码输入比特比特序列映射到可靠度高或 BER 小的索引位置。对于 CSI 信息编码, 就是将 CSI 信息和由 CSI 信息编码得到的校验比特映射到可靠度高或 BER 小的索引位置, 其中可靠度可以由密度演进(density evolution)或高斯近似(Gaussian approximation)计算或由索引在预定义序列中位置得到; 而 BER 可以通过计算机仿真得到。具体地, 图 3(a)示出了索引与 BER 关系仿真关系。

由于 CSI 信息长度在不同情形下, 可能会不一样, 为减少(避免)盲检, 对不同情形下, 将 CSI 信息填充(padding)到相同长度。而在 CSI 上报中, PMI 和 CQI 的长度与 RI 有关, 为此, 若能将 RI (和 CRI, 在 LTE 中 CRI 和 RI 是联合编码的) 放置在某些特定位置, 从而可以首先确定 RI, 则有利于确定填充比特长度和其他信息的内容。另一方面, 由于校验比特比特长度与 CSI 信息长度相关, 所以在 CSI 上报中, 若能将校验信息放置在某些特定位置后, 再将 RI 放置在其他特定位置上, 从而在极化码译码后, 也能较方便确定 RI, 从而再确定填充比特长度和其他信息的内容。进一步地, 在确定填充比特长度和位置后, 可以在译码过程中将其当作已知比特(或者, 冻结比特), 提升译码性能, 图 3(b)中为不同冻结比特数量时

性能曲线。

所以上述方式可以确定 CSI 上报联合编码中各类信息比特的索引，提高了 CSI 上报的 BLER 性能，从而解决了相关技术中无法合理安排 CSI 上报中各类信息的位置的问题。

在本实施例的具体实施方式中，本实施例中涉及到的第一类信息比特包括以下至少之一：
5 一：信道测量导频资源索引 CRI、秩指示 RI。

此外，本实施例中涉及到的第一类信息比特也可以包括以下至少之一：根据第一编码方式对 CRI 进行编码得到的比特序列；根据第一编码方式对 RI 进行编码得到的比特序列；根据第一编码方式对 CRI 和 RI 进行编码得到的比特序列。

需要说明的是，由于 CSI 信息中，CRI 可能影响 RI 的比特数，RI 可能影响 PMI 比特数，
10 而 RI 和 PMI 可能影响 CQI 比特数，所以在 CSI 编码之前可以先将 CRI 和 RI(也就是第一类信息比特)利用第一编码方式进行编码，然后再将编码后比特序列与 CSI 中其他信息一起进行极化码编码，从而可以提高 CRI 和 RI 的性能。

例如，分别用 3 个比特代表 CRI 和 RI，则第一类信息比特长度为 6 比特，利用第一编码方式将 6 比特的第一类信息比特编码为 7 比特或者 9 比特或者 12 比特；

15 例如，利用第一编码方式将 K 比特的第一类信息比特编码为长度为 $\text{floor}(K/R)$ 或 $\text{ceil}(K/R)$ 比特，其中 R 为码率，且 $0 < R < 1$ ， $\text{floor}(\cdot)$ 代表向下取整运算符， $\text{ceil}(\cdot)$ 代表向上取整运算符，

而第一编码方式可以是里德穆勒编码(Reed-Muller Code, RM code)，奇偶校验码，循环冗余校验编码，BCH 编码，汉明码编码，卷积编码，生成矩阵编码，Turbo 编码，低密度奇偶校验编码，哈希编码。
20

在本实施例的可选实施方式中，本实施例中涉及到的第二类信息比特为填充比特。第三类信息比特至少包括以下之一：预编码矩阵指示 PMI、信道质量指示 CQI。第四类信息比特为校验比特。

基于上述可选实施方式中 CSI 的具体信息比特，在本实施例中第四类信息比特由以下至少之一的信息比特通过第二编码方式进行编码得到：第一类信息比特、第二类信息比特、第三类信息比特。
25

需要说明的是，第一编码方式或第二编码方式包括以下至少之一：

里德穆勒编码(Reed-Muller Code, RM 码)，奇偶校验码，循环冗余校验编码，BCH (Bose, Ray-Chaudhuri, & Hocquenghem) 编码，汉明码编码，卷积编码，生成矩阵编码，Turbo 编码，
30 低密度奇偶校验编码，哈希编码。

对于本实施例中的上述步骤 S202 中涉及到的排列方式，按照极化码的位置索引大小的顺序或者按照索引可靠度高低的顺序依次排列第一类信息比特、第二类信息比特、第三类信息比特和第四类信息比特。

对于本实施例中的上述步骤 S202 中涉及到的排列方式，在先确定第一类信息比特的索引的情况下，本实施例中涉及到的第一类位置索引为位置索引中序号最小且数量与第一类信息比特相同的索引。
35

需要说明的是,根据图 3(a)中计算机仿真结果,位置索引中序号小的比特 BER 较小,所以将第一类比特信息(CRI 和 RI)放置于序号最小的索引处可以提高 CSI 上报性能。

基于上述第一类位置索引,对于本实施例的步骤 S202 中的从位置索引集合中除第一类信息比特所确定的第一类位置索引之外的索引中确定 CSI 的第二类信息比特、第三类信息比特以及第四类信息比特在索引集合的索引的方式可以包括:

步骤 S202-1: 将位置索引集合中与第四类信息比特的数量等同且索引最大的索引确定为第四类信息比特的索引;

步骤 S202-2: 按照位置索引大小的排列以及第二类信息比特和第三类信息比特各自的数量,依次从位置索引集合未被确定的索引中确定第二类信息比特和第三类信息比特的索引,或,依次从位置索引集合未被确定的索引中确定第三类信息比特和第二类信息比特的索引;或,按照位置索引可靠度的高低排列,以及第二类信息比特和第三类信息比特各自的数量,依次从位置索引集合未被确定的索引中确定第二类信息比特和第三类信息比特的索引,或,依次从位置索引集合未被确定的索引中确定第三类信息比特和第二类信息比特的索引。

基于上述第一类位置索引,对于本实施例的步骤 S202 中的从位置索引集合中除第一类信息比特所确定的第一类位置索引之外的索引中确定第二类信息比特、第三类信息比特和第四类信息比特在索引集合的索引的方式可以包括:

步骤 S202-3: 将位置索引集合中除所述第一类信息比特所确定的第一类位置索引之外的索引中与第二类信息比特的数量等同且可靠度最低的索引确定为第二类信息比特的索引;

步骤 S202-4: 按照位置索引大小的排列,以及第三类信息比特和第四类信息比特各自的数量,依次从位置索引集合未被确定的索引中确定第三类信息比特和第四类信息比特,或依次从位置索引集合未被确定的索引中确定第四类信息比特和第三类信息比特;或,按照索引可靠度的高低排列,以及第三类信息比特和第四类信息比特各自的数量,依次从索引集合未被确定的索引中确定第三类信息比特和第四类信息比特的索引;或依次从索引集合未被确定的索引中确定第四类信息比特和第三类信息比特的索引。

在本实施例的另一个可选实施方式中,在先确定第一类信息比特的索引的情况下,第一类位置索引为位置索引中可靠度最高且数量与第一类信息比特相同的索引集合。

需要说明的是,根据极化码自身属性,位置索引中可靠度高,则 BER 小,所以将第一类比特信息(CRI 和 RI)放置于序号中可靠度最高的索引处可以提高 CSI 上报性能。

基于上述第一类位置索引,对于本实施例的步骤 S202 中的从位置索引集合中除第一类信息比特所确定的第一类位置索引之外的索引中确定 CSI 的第二类信息比特、第三类信息比特以及第四类信息比特在索引集合的索引的方式可以包括:

步骤 S202-5: 将索引集合中除第一类信息比特所确定的第一类位置索引之外的索引中与第四类信息比特的数量等同且序号最大的索引确定为第四类信息比特的索引;

步骤 S202-6: 按照位置索引大小的排列以及第二类信息比特和第三类信息比特各自的数量,依次从位置索引集合未被确定的索引中确定第二类信息比特和第三类信息比特的索引,或,依次从位置索引集合未被确定的索引中确定第三类信息比特和第二类信息比特的索引;

或，

步骤 S202-7：按照位置索引可靠度的高低排列，以及第二类信息比特和第三类信息比特各自的数量，依次从位置索引集合未被确定的索引中确定第二类信息比特和第三类信息比特的索引，或，依次从位置索引集合未被确定的索引中确定第三类信息比特和第二类信息比特的索引。

基于上述第一类位置索引，对于本实施例的步骤 S202 中的从位置索引集合中除第一类信息比特所确定的第一类位置索引之外的索引中确定 CSI 的第二类信息比特、第三类信息比特以及第四类信息比特在索引集合的索引的方式可以包括：

步骤 S202-8：将索引集合中除第一类信息比特所确定的第一类位置索引之外的索引中与第二类信息比特的数量等同且可靠度最低的索引确定为第二类信息比特的索引；

步骤 S202-9：按照位置索引大小的排列以及第三类信息比特和第四类信息比特各自的数量，依次从位置索引集合未被确定的索引中确定第三类信息比特和第四类信息比特的索引，或，依次从位置索引集合未被确定的索引中确定第四类信息比特和第三类信息比特的索引；或，按照位置索引可靠度的高低排列，以及第三类信息比特和第四类信息比特各自的数量，依次从位置索引集合未被确定的索引中确定第三类信息比特和第四类信息比特的索引，或，依次从位置索引集合未被确定的索引中确定第三类信息比特和第四类信息比特的索引。

在本实施例的另一个可选实施方式中，在先确定第四类信息比特的索引的情况下，第四类位置索引为位置索引中序号最大且数量与第四类信息比特相同的索引集合。

基于上述第四类位置索引，对于本实施例的步骤 S202 中的从位置索引集合中除第四类信息比特所确定的第四类位置索引之外的索引中确定第一类信息比特、第二类信息比特和第三类信息比特在索引集合的索引的方式可以包括：

步骤 S202-10：将位置索引集合中除第四类信息比特所确定的第四类位置索引之外的索引中与第一类信息比特的数量等同且索引最大的索引确定为第一类信息比特的索引；

步骤 S202-11：按照位置索引大小的排列以及第二类信息比特和第三类信息比特各自的数量，依次从位置索引集合未被确定的索引中确定第二类信息比特和第三类信息比特的索引，或，依次从位置索引集合未被确定的索引中确定第三类信息比特和第二类信息比特的索引；或，按照位置索引可靠度的高低排列，以及第二类信息比特和第三类信息比特各自的数量，依次从位置索引集合未被确定的索引中确定第二类信息比特和第三类信息比特的索引，或，依次从位置索引集合未被确定的索引中确定第三类信息比特和第二类信息比特的索引。

基于上述第四类位置索引，对于本实施例的步骤 S202 中的从位置索引集合中除第四类信息比特所确定的第四类位置索引之外的索引中确定第一类信息比特、第二类信息比特和第三类信息比特在索引集合的索引的包括：

步骤 S202-12：将位置索引集合中除第四类信息比特所确定的第四类位置索引之外的索引中与第一类信息比特的数量等同且可靠度最高的索引确定为第一类信息比特的索引；

步骤 S202-13：按照位置索引大小的排列以及第二类信息比特和第三类信息比特各自的数量，依次从位置索引集合未被确定的索引中确定第二类信息比特和第三类信息比特的索引。

引，或，依次从位置索引集合未被确定的索引中确定第三类信息比特和第二类信息比特的索引；或，按照位置索引可靠度的高低排列，以及第二类信息比特和第三类信息比特各自的数量，依次从位置索引集合未被确定的索引中确定第二类信息比特和第三类信息比特的索引，或，依次从位置索引集合未被确定的索引中确定第三类信息比特和第二类信息比特的索引。

5 需要说明的是，在第一类信息比特中 CRI 和 RI 的位置关系为：CRI 的位置在 RI 的位置的前面；或，RI 的位置在 CRI 的位置的前面；或，根据第一编码方式对 CRI 进行编码得到的比特序列的位置在根据第一编码方式对 RI 进行编码得到的比特序列的位置的前面；或，根据第一编码方式对 CRI 进行编码得到的比特序列的位置在根据第一编码方式对 RI 进行编码得到的比特序列的位置的后面。

10 其中由于 CRI 取值可能会影响 RI 比特数，例如，若 CRI 取值对应的 CSI-RS 的端口数为 2，则 RI 的比特数可以为 1，所以可以将 CRI 的位置在 RI 的位置的前面，或根据第一编码方式对 CRI 进行编码得到的比特序列的位置在根据第一编码方式对 RI 进行编码得到的比特序列的位置的前面。

此外，在第三类信息比特中 PMI 和 CQI 的位置关系为：PMI 的位置在 CQI 的位置的前面；或，CQI 的位置在 PMI 位置的前面。

15 其中由于 PMI 取值可能会影响 CQI 比特数，所以可以将 PMI 的位置设置在 CQI 的位置的前面。

需要说明的是，如果 CSI 上报过程中，不包括第一类信息比特或第二类信息比特或第三类信息比特或第四类信息比特，则在确定各类信息比特过程中，跳过该步骤，继续其后续步骤。

下面结合本实施例的具体实施方式对本公开进行举例说明；

在 CSI 上报中，PMI 和 CQI 的长度与 RI 有关，为此，若能将 RI（和 CRI，在 LTE 中 CRI 和 RI 是联合编码的）放置在某些特定位置，从而可以首先确定 RI，则有利于确定填充比特长度和其他信息的内容。

25 另一方面，由于第四类信息比特即校验比特比特长度与 CSI 信息长度相关，所以在 CSI 上报中，若能将校验信息放置在某些特定位置后，再将 RI 放置在其他特定位置上，从而在极化码译码后，也能较方便确定 RI，从而再确定填充比特长度和其他信息的内容。

基于此，假设 CRI, RI, PMI, CQI, 校验比特和填充比特的长度分别为 L_CRI , L_RI , L_PMI , L_CQI , L_A 和 L_Pad 。

图 3(a)是根据本公开实施例的索引与 BER 关系仿真示意图。

可选实施方式一

如图 3(a)所示，索引序号小的位置对应的 BER 也小，因此，在本实施方式中，在位置索引集合中放置 CSI 的方式为：

- 35 (1)将第一类信息比特放置于位置索引中序号最小的($L_CRI + L_RI$)个索引处；
(2)将第四类信息比特放置于位置索引中索引最大的 L_A 个索引处；

(3.1)依次将第二类信息比特, 第三类信息比特按照索引大小(由小到大或由大到小)放置到其余位置;

此时, CSI 上报中各类信息的排列顺序为:

第一类信息比特	第二类信息比特	第三类信息比特	第四类信息比特
---------	---------	---------	---------

或者,

第一类信息比特	第三类信息比特	第二类信息比特	第四类信息比特
---------	---------	---------	---------

5 需要说明的是, 通过上述实施方式, 在极化码译码时可以最早译码得到第一类信息比特, 从而可以推断出第二类信息比特和第三类信息比特的长度及位置。进一步地, 可以将第二类信息比特, 也就是填充比特, 当做已知比特(或者是冻结比特(Frozenbit)), 从而可以提高译码性能。具体可以参照图 3(b)和参考文献[1] (3GPP, RAN1 #91 会议, R1-1719520)

10 具体的, 假设 CSI 上报联合编码情况下, CRI 比特长度 $L_CRI=3$, RI 比特长度 $L_RI=3$, CSI(包括 CRI, RI, PMI 和 CQI)信息比特长度最小为 14, 最大为 23, 将联合编码情况下 CSI 信息比特均填充到 24 比特, 校验比特长度为 11, 位置索引集合为 1~35。

(1)将 CRI 和 RI 放置于位置索引中序号最小的($L_CRI+ L_RI$)个索引处, 也就是将 CRI 和 RI 放置于位置索引中序号为 1~6 的索引处;

15 (2)将校验比特放置于位置索引中索引最大的 L_A 个索引处, 也就是将校验比特放置于位置索引中序号为 25~35 的索引处;

(3.1)依次将填充比特, PMI 和 CQI 按照索引大小(由小到大或由大到小)放置到其余位置; 或者,

(3.2)依次将第二类信息比特, 第三类信息比特按照索引的可靠度(由小到大或由大到小)放置到其余位置。

20

可选实施方式二

如图 3(a)所示, 索引序号小的位置对应 BER 也小, 因此, 在本实施方式中, 在索引集合中放置 CSI 的方式为:

25 (1)将第一类信息比特放置于位置索引中序号最小的($L_CRI+ L_RI$)个索引处;

(2)将第二类信息比特放置于位置索引中可靠度最低的 L_Pad 个索引处;

(3.1)依次将第三类信息比特和第四类信息比特按照索引大小(由小到大或由大到小)放置到其余位置; 或者,

(3.2)依次将第三类信息比特和第四类信息比特按照索引可靠度(由小到大或由大到小)放置到其余位置。

30

可选实施方式三

如图 3(a)所示, 可靠度高的索引对应的 BER 小, 因此, 在本实施方式中, 在索引集合中放置 CSI 的方式为:

将第一类信息比特放置于位置索引中可靠度最高的($L_CRI+ L_RI$)个索引处;

具体的,假设 CSI 上报联合编码情况下, CRI 比特长度 $L_{CRI}=3$, RI 比特长度 $L_{RI}=3$, CSI(包括 CRI, RI, PMI 和 CQI)信息比特长度最小为 14, 最大为 23, 校验比特长度为 11。若将联合编码情况下 CSI 信息比特均填充到 23 或 24, 比特位置索引集合为 1~34 或 1~35, 通过计算机计算得到,不同码率下第一类信息比特(也就是 CRI 和 RI)的索引位置如表 1 所示。

5 表 1: 不同码率下第一类信息比特索引位置

码率(R)	CSI 信息比特长度为 23	CSI 信息比特长度为 24
2/3	9,13,17,31,33,34	9,15,16,17,31,35
1/2	1,3,5,9,19,34	1,3,10,20,27,35
1/3	7,8,10,12,13,34	7,8,9,13,14,35
1/6	3,4,8,9,10,14	1,2,3,8,9,14
1/12	3,4,7,8,9,14	1,2,3,4,8,9

(2)将第四类信息比特放置于位置索引中其余序号最大的 L_A 个索引处;

(3.1)依次将第二类信息比特, 第三类信息比特按照索引大小(由小到大或由大到小)放置到其余位置; 或者,

(3.2)依次将第二类信息比特, 第三类信息比特按照索引的可靠度(由小到大或由大到小)放置到其余位置。

可选实施方式四

如图 3(a)所示,可靠度高的索引对应的 BER 小, 因此, 在本实施方式中, 在索引集合中放置 CSI 的方式为:

15 (1)将第一类信息比特放置于位置索引中可靠度最高的($L_{CRI}+L_{RI}$)个索引处;

(2)将第二类信息比特放置于位置索引其余索引中可靠度最低的 L_{Pad} 个索引处;

(3.1)依次将第三类信息比特, 第四类信息比特按照索引大小(由小到大或由大到小)放置到其余位置; 或者,

(3.2)依次将第三类信息比特, 第四类信息比特按照索引的可靠度(由小到大或由大到小)放置到其余位置。

可选实施方式五

由于校验比特比特长度与 CSI 信息长度相关, 所以在 CSI 上报中, 若能将校验信息放置在某些特定位置后, 再将 RI 放置在其他特定位置上, 从而在极化码译码后, 也能较方便确定 RI, 从而再确定填充比特长度和其他信息的内容, 因此, 在本实施方式中, 在索引集合中放置 CSI 的方式为:

(1)将第四类信息比特放置到位置索引中序号最大的 L_A 个索引处;

(2)将第一类信息比特放置于位置索引中其余索引中可靠度最高的($L_{CRI}+L_{RI}$)个索引处;

(3.1)依次将第二类信息比特, 第三类信息比特按照索引大小(由小到大或由大到小)放置

到其余位置；或者，

(3.2)依次将第二类信息比特，第三类信息比特按照索引的可靠度(由小到大或由大到小)放置到其余位置。

5 可选实施方式六

由于校验比特比特长度与 CSI 信息长度相关，所以在 CSI 上报中，若能将校验信息放置在某些特定位置后，再将 RI 放置在其他特定位置上，从而在极化码译码后，也能较方便确定 RI，从而再确定填充比特长度和其他信息的内容，因此，在本实施方式中，在索引集合中放置 CSI 的方式为：

10 (1)将第四类信息比特放置到位置索引中序号最大的 L_A 个索引处；

(2)将第一类信息比特放置于位置索引中其余索引中序号最大的 $(L_{CRI} + L_{RI})$ 个索引处；

(3.1)依次将第二类信息比特，第三类信息比特按照索引大小(由小到大或由大到小)放置到其余位置；或者，

15 (3.2)依次将第二类信息比特，第三类信息比特按照索引的可靠度(由小到大或由大到小)放置到其余位置。

对于上述可选实施方式一至六，第一类信息比特可以是 CRI 和/或 RI，或者，可以是利用 CRI 和/或 RI 信息进行编码后的比特，编码方式可以为里德穆勒编码(Reed-Muller Code, RM 码)，奇偶校验码，循环冗余校验编码，BCH (Bose, Ray-Chaudhuri, & Hocquenghem) 编码，汉明码编码，卷积编码，生成矩阵编码，Turbo 编码，低密度奇偶校验编码，哈希编码等。

需要说明的是，接收端可以在极化码译码后，通过 CRI 和 RI 的内容，得到填充比特的长度和位置，将 CRI, RI 和填充比特当做已知比特，再次进行极化码译码，从而可以提供其余信息的性能。具体地，性能曲线如图 3(b)所示。

25 通过以上的实施方式的描述，本领域的技术人员可以清楚地了解到根据上述实施例的方法可借助软件加必需的通用硬件平台的方式来实现，当然也可以通过硬件，但很多情况下前者是更佳的实施方式。基于这样的理解，本公开的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分可以以软件产品的形式体现出来，该计算机软件产品存储在一个存储介质（如 ROM/RAM、磁碟、光盘）中，包括若干指令用以使得一台终端设备（可以是手机，计算机，服务器，或者网络设备等）执行本公开各个实施例所述的方法。

30 实施例 2

在本实施例中还提供了一种信道状态信息 CSI 编码的装置，该装置用于实现上述实施例及优选实施方式，已经进行过说明的不再赘述。如以下所使用的，术语“模块”可以实现预定功能的软件和/或硬件的组合。尽管以下实施例所描述的装置较佳地以软件来实现，但是硬件，或者软件和硬件的组合的实现也是可能并被构想的。

图 4 是根据本公开实施例的信道状态信息 CSI 编码的装置的结构框图，如图 4 所示，该

装置包括：

排列模块 42，用于根据在位置索引集合中的索引对信道状态信息 CSI 和第四类信息比特进行排列；

其中，信道状态信息 CSI 包括：第一类信息比特、第二类信息比特和第三类信息比特，
5 排列的方式为：将第一类信息比特放置在位置索引集合的第一类位置索引上，并从位置索引集合中除第一类信息比特所确定的第一类位置索引之外的索引中确定第二类信息比特、第三类信息比特以及第四类信息比特在索引集合的索引；或，排列的方式为：将第四类信息比特放置于索引集合的第四类位置索引上，从位置索引集合中除第四类信息比特所确定的第四类位置索引之外的索引中确定第一类信息比特、第二类信息比特和第三类信息比特在索引集合
10 的索引；

编码模块 44，与排列模块 42 耦合连接，用于将排列后的 CSI 和第四类信息比特进行极化码编码得到编码后比特序列。

需要说明的是，上述各个模块是可以通过软件或硬件来实现的，对于后者，可以通过以下方式实现，但不限于此：上述模块均位于同一处理器中；或者，上述各个模块以任意组合
15 的形式分别位于不同的处理器中。

本公开的实施例还提供了一种存储介质，该存储介质包括存储的程序，其中，上述程序运行时执行上述任一项所述的方法。

可选地，在本实施例中，上述存储介质可以被设置为存储用于执行以下步骤的程序代码：
20 S1，根据在位置索引集合中的索引对信道状态信息 CSI 进行排列；

其中，排列的方式为：将 CSI 中的第一类信息比特放置在位置索引集合的第一类位置索引上，并从位置索引集合中除第一类信息比特所确定的第一类位置索引之外的索引中确定 CSI 的第二类信息比特、第三类信息比特以及第四类信息比特在索引集合的索引；或，排列的方式为：将第四类信息比特放置于索引集合的第四类位置索引上，从位置索引集合中除第四类信息比特所确定的第四类位置索引之外的索引中确定 CSI 的第一类信息比特、第二类信息比特和第三类信息比特在索引集合的索引；
25

S2，将排列后的 CSI 和第四类信息比特进行极化码编码得到编码后比特序列；

可选地，在本实施例中，上述存储介质可以包括但不限于：U 盘、只读存储器（Read-Only Memory，简称为 ROM）、随机存取存储器（Random Access Memory，简称为 RAM）、移动硬盘、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。
30

本公开的实施例还提供了一种处理器，该处理器用于运行程序，其中，该程序运行时执行上述任一项方法中的步骤。

可选地，在本实施例中，上述程序用于执行以下步骤：

S1，根据在位置索引集合中的索引对信道状态信息 CSI 进行排列；
35 其中，排列的方式为：将 CSI 中的第一类信息比特放置在位置索引集合的第一类位置索引上，并从位置索引集合中除第一类信息比特所确定的第一类位置索引之外的索引中确定

CSI 的第二类信息比特、第三类信息比特以及第四类信息比特在索引集合的索引；或，排列的方式为：将第四类信息比特放置于索引集合的第四类位置索引上，从位置索引集合中除第四类信息比特所确定的第四类位置索引之外的索引中确定 CSI 的第一类信息比特、第二类信息比特和第三类信息比特在索引集合的索引；；

5 S2，将排列后的 CSI 和第四类信息比特进行极化码编码得到编码后比特序列；

可选地，本实施例中的具体示例可以参考上述实施例及可选实施方式中所描述的示例，本实施例在此不再赘述。

10 可选地，本公开的实施例还提供了一种通信设备，包括：存储器，用于存储信道状态信息 CSI 和第四类信息比特；以及极化码编码器，用于对所述信道状态信息 CSI 和第四类信息比特进行极化码编码得到编码后比特序列。

其中，信道状态信息 CSI 包括：第一类信息比特、第二类信息比特和第三类信息比特。所述信道状态信息 CSI 和第四类信息比特是按照以下顺序排列的：第一类信息比特、第二类信息比特、第三类信息比特和第四类信息比特是按照极化码的位置索引大小的顺序或者按照索引可靠度高低的顺序依次排列的。

15 具体地，如图 5 所示，该通信设备 200 包括一个编码器 206、一个译码器 212 和一个收发器 214，它通过通信信道传输和/或接收极化码编码后的码字。编码器 206 包括存储器 202 和极化（polar）码编码器 204。存储器 202 可用于存储被极化码编码器 204 编码的数据（信道状态信息 CSI 和第四类信息比特）。极化码编码器 204 用于对所述的存储器 202 中的信道状态信息 CSI 和第四类信息比特进行极化码编码得到编码后比特序列，并将其传输到另一个设备。

20 可选地，本实施例中的具体示例可以参考上述实施例及可选实施方式中所描述的示例，本实施例在此不再赘述。

25 可选地，本公开的实施例还提供了一种通信设备，包括：极化码编码器，用于对信道状态信息 CSI 和第四类信息比特进行极化码编码得到编码后比特序列；以及极化码译码器，用于极化码译码。

其中，信道状态信息 CSI 包括：第一类信息比特、第二类信息比特和第三类信息比特。所述信道状态信息 CSI 和第四类信息比特是按照以下顺序排列的：第一类信息比特、第二类信息比特、第三类信息比特和第四类信息比特是按照极化码的位置索引大小的顺序或者按照索引可靠度高低的顺序依次排列的。

30 具体地，如图 6 所示，通信设备 314 包括一个收发器 302、一个处理器 304 和存储器 306。收发器 302 可用于通信设备 314 的数据收/发。例如，收发器 302 可以接收和/或传输通信设备 314 和 CPU 之间的信息比特。收发器（编码器接口）302 还可以在通信设备 314 和网络中的另一个通信设备之间输出和/或接收极化码码字。存储器 306 可包括数据存储 308，它可以用作本地缓存来存储接收到的信息比特和/或码字。此外，存储器 306 还可包括非瞬时计算机可读存储介质（例如，一个或多个非易失性内存元素，如 EPROM，eepm，Flash 内存，硬盘，等等），可以存储以下软件模块：极化码编码模块 310，通过极化码编码方式进行编码；以及

极化码译码模块 312，用于对极化码码字进行译码。

可选地，本实施例中的具体示例可以参考上述实施例及可选实施方式中所描述的示例，本实施例在此不再赘述。

- 显然，本领域的技术人员应该明白，上述的本公开的各模块或各步骤可以用通用的计算装置来实现，它们可以集中在单个的计算装置上，或者分布在多个计算装置所组成的网络上，可选地，它们可以用计算装置可执行的程序代码来实现，从而，可以将它们存储在存储装置中由计算装置来执行，并且在某些情况下，可以以不同于此处的顺序执行所示出或描述的步骤，或者将它们分别制作成各个集成电路模块，或者将它们中的多个模块或步骤制作成单个集成电路模块来实现。这样，本公开不限制于任何特定的硬件和软件结合。
- 10 以上所述仅为本公开的优选实施例而已，并不用于限制本公开，对于本领域的技术人员来说，本公开可以有各种更改和变化。凡在本公开的原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本公开的保护范围之内。

工业实用性

- 本公开适用于通信领域，用以提高 CSI 上报的 BLER 性能，从而解决了相关技术中无法合理安排 CSI 上报中各类信息的位置的问题。
- 15