

**(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  
2023 年 5 月 4 日 (04.05.2023)



(10) 国际公布号

**WO 2023/071711 A1**

**(51) 国际专利分类号:**  
**H04L 1/00** (2006.01)      **H03M 13/11** (2006.01)  
**H03M 13/09** (2006.01)

**(21) 国际申请号:** PCT/CN2022/123378

**(22) 国际申请日:** 2022 年 9 月 30 日 (30.09.2022)

**(25) 申请语言:** 中文

**(26) 公布语言:** 中文

**(30) 优先权:**  
 202111278393.9      2021 年 10 月 30 日 (30.10.2021) CN

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

**(72) 发明人:** 李佳徽 (LI, Jiahui); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 马梦瑶 (MA, Mengyao); 中国广东省深

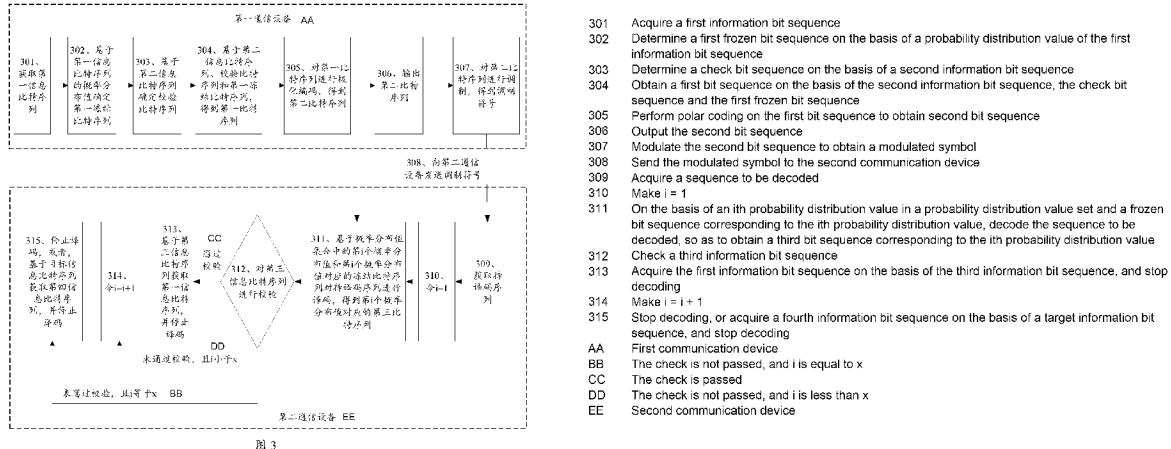
圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 顾佳琦 (GU, Jiaqi); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 唐子涵 (TANG, Zihan); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 林伟 (LIN, Wei); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 张华滋 (ZHANG, Huazi); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 杨讯 (YANG, Xun); 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:** 广州三环专利商标代理有限公司 (SCIHEAD IP LAW FIRM); 中国广东省广州市越秀区先烈中路 80 号汇华商贸大厦 1508 室, Guangdong 510070 (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,

**(54) Title:** CODING METHOD, DECODING METHOD AND COMMUNICATION APPARATUS

**(54) 发明名称:** 一种编码方法、译码方法及通信装置



**(57) Abstract:** Provided in the present application are a coding method, a decoding method and a communication apparatus. The coding method comprises: acquiring a first information bit sequence; determining a first frozen bit sequence on the basis of a probability distribution value  $P_1$  of the first information bit sequence; determining a check bit sequence on the basis of a second information bit sequence, wherein the second information bit sequence is the first information bit sequence or a sequence obtained after a pre-conversion operation is performed on the first information bit sequence; obtaining a first bit sequence on the basis of the second information bit sequence, the check bit sequence and the first frozen bit sequence, wherein the first bit sequence comprises bits in the second information bit sequence, bits in the check bit sequence and bits in the first frozen bit sequence; performing polar coding on the first bit sequence to obtain a second bit sequence; and outputting the second bit sequence. On the basis of the method, the reduction of an error detection probability on a decoding side is facilitated.



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, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, 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, 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)。

**本国际公布:**

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(57) 摘要: 本申请提供了一种编码方法、译码方法及通信装置, 该编码方法包括: 获取第一信息比特序列; 基于第一信息比特序列的概率分布值 $P_1$ 确定第一冻结比特序列; 基于第二信息比特序列确定校验比特序列, 该第二信息比特序列为第一信息比特序列或者为第一信息比特序列经过预变换操作后得到的序列; 基于第二信息比特序列、校验比特序列和第一冻结比特序列, 得到第一比特序列, 该第一比特序列包括第二信息比特序列中的比特、校验比特序列中的比特以及第一冻结比特序列中的比特; 对第一比特序列进行极化编码, 得到第二比特序列; 输出第二比特序列。基于该方法, 有利于降低译码侧的错误检测概率。

## 一种编码方法、译码方法及通信装置

本申请要求于 2021 年 10 月 30 日提交中国专利局、申请号为 202111278393.9、申请名称为“一种编码方法、译码方法及通信装置”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

本申请涉及通信技术领域，尤其涉及一种编码方法、译码方法及通信装置。

### 背景技术

现有蜂窝、无线保真(wireless-fidelity, WiFi)等通信系统基于分离的信源信道编码(SSCC)方案，首先会对待发送的信源数据进行信源编码(压缩)处理，然后对压缩后的数据进行信道编码，加入一定冗余以提高信息传输的可靠性。其中，信源编码一般在应用层完成，信道编码一般在物理层完成。对于物理层而言，其假设上层已完成理想信源编码，得到了近似等概的序列。但是在实际应用中，物理层可能会处理到一些没有经过充分压缩的数据，例如，来自链路层或物理层的控制信息、待反馈的信道状态信息、部分上层应用数据等。为了充分利用物理层存在的信源冗余，提升传输性能，信源信道联合编码(JSCC)是一种潜在的解决方案，它可以同时完成对信源的压缩和信道保护操作。

图 1 是基于系统 Polar(极化) 的 JSCC 方案的流程示意图。编码侧先基于信息比特序列得到待编码比特序列，再对待编码比特序列进行系统极化编码，并将极化编码后的比特序列经过调制后发送给译码侧。并且编码侧将信息比特序列的概率分布值(即信息比特序列中 0 或 1 的比例)通过控制信令发送给译码侧。译码侧基于接收到的概率分布值和默认全 0 的冻结比特序列对待译码序列进行译码。现有的基于系统 Polar 的 JSCC 方案中，译码时需要发送端发送控制信令告知接收端当前信息比特序列的概率分布值，增加了控制信令开销。如果编码侧不向译码侧发送信息比特序列的概率分布值。译码侧在对待译码序列进行译码时，依次尝试不同的概率分布值以及结合默认全 0 的冻结比特序列对待译码序列进行译码，会导致错误检测概率高。错误检测概率是指译码侧使用错误的概率分布值尝试译码，得到了错误的译码结果，但错误的译码结果通过了校验，如循环冗余码校验(cyclic redundancy check, CRC)或者奇偶校验(parity check, PC)。

### 发明内容

本申请提供了一种编码方法、译码方法及通信装置，有利于降低译码侧的错误检测概率。

第一方面，本申请提供了一种编码方法，应用于第一通信设备，该方法包括：获取第一信息比特序列；基于第一信息比特序列的概率分布值  $P_1$  确定第一冻结比特序列；基于第二信息比特序列确定校验比特序列，该第二信息比特序列为第一信息比特序列或者为第一信息比特序列经过预变换操作后得到的序列；基于第二信息比特序列、校验比特序列和第一冻结比特序列，得到第一比特序列，该第一比特序列包括第二信息比特序列中的比特、校验比特序列中的比特以及第一冻结比特序列中的比特；对第一比特序列进行极化编码，得到第二比特序列；输出第二比特序列。

基于第一方面所描述的方法，通过使第一冻结比特序列的取值基于第一信息比特序列的概率分布值来确定，而不是将第一冻结比特序列的取值默认设置为全 0，这样译码侧在对待译码序列进行译码时，可依次尝试概率分布值集合中不同的概率分布值以及概率分布值对应的冻结比特序列进行译码，译码侧可以更好地区分不同概率分布值，降低错误检测概率。

并且，在本申请中，第一通信设备可以先对第一信息比特序列进行预变换操作，再基于预变换操作得到的第二信息比特序列确定校验比特序列，这样译码侧只需要对译码得到的通过校验的第三信息比特序列进行极化操作，得到第一通信设备发送的第一信息比特序列，这样有利于减小译码侧的功耗以及提高译码效率。如果第一通信设备先基于第一信息比特序列确定校验比特序列，再对第一信息比特序列进行预变换操作，译码侧需要对每个概率分布值译码得到的第三信息比特序列均进行极化操作，再对极化操作后得到的信息比特序列进行校验（如 CRC 或 PC），这样的译码侧的功耗较大且译码效率低。

并且，在本申请中，第一通信设备可以直接基于第一信息比特序列来确定校验比特序列，即第一通信设备可以不对第一信息比特序列进行预变换操作，这样译码侧也不需要对译码得到的第三信息比特序列进行极化操作，译码侧可以直接将第三信息比特序列确定为第一信息比特序列，可以节省第一通信设备和译码侧的处理开销。

在一种可能的实现中，若概率分布值  $P_1$  不为等概分布，第二信息比特序列为第一信息比特序列经过预变换操作后得到的序列；或者若概率分布值  $P_1$  为等概分布，第二信息比特序列为第一信息比特序列。基于该可能的实现方式，可以在系统中合理兼容对第一信息比特序列进行预变换操作和不对第一信息比特序列进行预变换操作这两种实现方式。对第一信息比特序列进行预变换操作是利用第一信息比特序列的稀疏性来提高译码的性能。第一信息比特序列的概率分布值远离等概分布时表示第一信息比特序列很稀疏。由于第一信息比特序列的概率分布值为等概分布时表示第一信息比特序列不稀疏，所以第一信息比特序列的概率分布值为等概分布时不用对第一信息比特序列进行预变换操作，以便节省第一通信设备和译码侧的处理开销。

在一种可能的实现中，若  $|P_1 - 0.5| \leq \epsilon$ ，则概率分布值  $P_1$  为等概分布， $\epsilon$  为预设值。该  $\epsilon$  可以是一个较小值，例如可以是 0.001、0.01、0.02、0.03、0.04 或 0.05 等。

在一种可能的实现中，第一比特序列中的校验比特位置为  $\mathbf{G}(\mathbf{a})$  中求和为 1 的行对应的比特位置， $\mathbf{G}(\mathbf{a})$  为取极化矩阵  $\mathbf{G}$  中集合  $\mathbf{a}$  的行和列组成的矩阵，极化矩阵  $\mathbf{G}$  为进行极化编码使用的极化矩阵，集合  $\mathbf{a}$  为信息位集合，该信息位集合包括第一比特序列中的信息比特位置以及校验比特位置。基于该可能的实现方式，在编码侧可以使第一信息比特序列的预变换操作与基于第二信息比特序列确定校验比特序列这一操作进行解耦，进而可以使得预变换操作在确定校验比特序列之前进行，以便减小译码侧的功耗以及提高译码效率。

在一种可能的实现中，校验比特序列中的至少一个校验比特位于第二信息比特序列包括的比特中间。这样该至少一个校验比特就可用于校验其位置之前的信息比特，这样有利于实现译码早停的功能。译码早停是指译码侧对待译码序列译码出部分信息比特时，就可通过校验比特对已译码出的部分信息比特进行校验，如果该部分信息比特未通过校验，则提前终止译码，从而节省译码侧的功耗。

在一种可能的实现中，校验比特序列的至少一个校验比特的译码顺序位于第二信息比特序列包括的比特的译码顺序中间。这样该至少一个校验比特就可用于校验其译码顺序之前的信息比特，实现译码早停的功能，节省译码侧的功耗。

在一种可能的实现中，基于第一信息比特序列的概率分布值  $P_1$  确定第一冻结比特序列，

包括：根据第一信息比特序列的概率分布值 $P_1$ 选取概率分布值集合 **P** 中的概率分布值 $P_0$ ，概率分布值 $P_0$ 为概率分布值集合 **P** 中与概率分布值 $P_1$ 最接近的概率分布值；概率分布值集合 **P** 中的一种概率分布值对应一种冻结比特序列映射方式；根据与概率分布值 $P_0$ 对应的冻结比特序列映射方式，确定第一冻结比特序列。基于该可能的实现方式，概率分布值集合 **P** 中的不同的概率分布值可以对应不同的冻结比特序列映射方式，这样译码侧在依次尝试概率分布值集合中不同的概率分布值以及概率分布值对应的冻结比特序列进行译码时，译码侧可以更好地区分不同概率分布值，降低错误检测概率。

在一种可能的实现中，第一冻结比特序列基于概率分布值 $P_0$ 对应的基础序列确定，该基础序列基于概率分布值集合 **P** 包括的概率分布值的数量确定。这样编译码侧只需要存储若干个基础序列和第一冻结比特序列与基础序列的关系，有利于降低存储开销，同时保证不同第一冻结比特序列具有一定的正交性，降低错误检测概率。

在一种可能的实现中，第一冻结比特序列基于概率分布值 $P_0$ 对应的 m 序列或 Gold 序列或伪随机序列确定。这样编译码侧只需要存储第一冻结比特序列与 m 序列或 Gold 序列或伪随机序列的映射关系，有利于降低存储开销，同时保证不同第一冻结比特序列具有一定的正交性，降低错误检测概率。

在一种可能的实现中，每隔 N 个信息比特序列向第二通信设备发送概率分布参考值范围或概率分布参考值，N 为大于 1 的整数。通过每隔 N 个信息比特序列向第二通信设备发送一次概率分布参考值范围或概率分布参考值，这样译码侧就可优先从概率分布值集合中选择概率分布参考值范围或概率分布参考值对应的概率分布值进行译码，有利于减小译码侧尝试译码的次数，降低译码功耗。

在一种可能的实现中，校验比特包括循环冗余码校验 CRC 比特和/或奇偶校验 PC 比特。

第二方面，本申请提供了一种译码方法，应用于第二通信设备，该方法包括：

步骤 1，获取待译码序列；

步骤 2，令 i=1；

步骤 3，基于概率分布值集合 **P** 中的第 i 个概率分布值和第 i 个概率分布值对应的冻结比特序列对待译码序列进行译码，得到第 i 个概率分布值对应的第三比特序列，该第三比特序列包括第三信息比特序列中的比特、校验比特以及第 i 个概率分布值对应的冻结比特序列中的比特；

步骤 4，对第三信息比特序列进行校验；

步骤 5，如果第三信息比特序列通过校验，则基于该第三信息比特序列获取第一信息比特序列，并停止译码，该第一信息比特序列为第三信息比特序列，或者，该第一信息比特序列为第三信息比特序列经过极化编码后得到的序列；

步骤 6，如果第三信息比特序列未通过校验，且 i 小于 x，则令 i=i+1，并回到步骤 3，x 为概率分布值集合 **P** 包括的概率分布值的数量；

步骤 7，如果第三信息比特序列未通过校验，且 i 等于 x，则停止译码，或者，基于目标信息比特序列获取第四信息比特序列，并停止译码；该目标信息比特序列为概率分布值集合 **P** 对应的 x 个第三信息比特序列中的一个，该第四信息比特序列为目标信息比特序列或者为目标信息比特序列经过极化编码后得到的序列。

基于第二方面所描述的方法，译码侧在对待译码序列进行译码时，可依次尝试概率分布值集合中不同的概率分布值以及概率分布值对应的冻结比特序列进行译码，译码侧可以更好地区分不同概率分布值，降低错误检测概率。

并且，在本申请中，译码侧可以只对译码得到的通过校验的第三信息比特序列进行极化操作，得到第一通信设备发送的第一信息比特序列，这样有利于减小译码侧的功耗以及提高译码效率。或者，在本申请中，第二通信设备可以直接将第三信息比特序列确定为第一信息比特序列，即第二通信设备可以不对第三信息比特序列进行极化编码来得到第一信息比特序列，这样可以节省第二通信设备的处理开销。

在一种可能的实现中，若第  $i$  个概率分布值不为等概分布，第一信息比特序列为第三信息比特序列经过极化编码后得到的序列；或者若第  $i$  个概率分布值为等概分布，该第一信息比特序列为第三信息比特序列。基于该可能的实现方式，可以在系统中合理兼容将第三信息比特序列确定为第一信息比特序列，以及将第三信息比特序列经过极化编码后得到的序列确定为第一信息比特序列两种实现方式。

在一种可能的实现中，若  $|P_{i,r} - 0.5| \leq \epsilon$ ，则第  $i$  个概率分布值为等概分布，该  $\epsilon$  为预设值，该  $P_{i,r}$  为所述第  $i$  个概率分布值。该  $\epsilon$  可以是一个较小的值，例如可以是 0.001、0.01、0.02、0.03、0.04 或 0.05 等。

在一种可能的实现中，概率分布值集合  $\mathbf{P}$  中的概率分布值的译码顺序基于概率分布值集合中的概率分布值对应的信息熵确定。信息熵越大的概率分布值越不稀疏，信息熵越小的概率分布值越稀疏，对于求和为 1 的两个概率分布值（如  $P' + P'' = 1$ ），它们的信息熵相等，稀疏度一致。基于概率分布值集合中的概率分布值对应的信息熵确定概率分布值集合  $\mathbf{P}$  中的概率分布值的译码顺序，有利于降低错误检测概率。

在一种可能的实现中，第  $i$  个概率分布值对应的信息熵大于或等于第  $i+1$  个概率分布值对应的信息熵。也就是说，第二通信设备可以优先使用信息熵较大的概率分布值进行译码。由于信息熵较大的概率分布值，能够供译码侧利用的先验信息较少，优先尝试这些概率分布值，可以减少译码侧通过引入错误先验信息，对译码效果带来的负面影响，降低错误检测概率。

在一种可能的实现中，概率分布值集合  $\mathbf{P}$  中的概率分布值的译码顺序基于发送端历史的概率分布值确定。基于该可能的实现方式，有利于减小译码侧尝试译码的次数，降低译码功耗。

在一种可能的实现中，接收第一通信设备每隔  $N$  个信息比特序列发送的概率分布参考值范围或概率分布参考值， $N$  为大于 1 的整数；其中，概率分布值集合  $\mathbf{P}$  中的概率分布值的译码顺序基于概率分布参考值范围或概率分布参考值确定。基于该可能的实现方式，有利于减小译码侧尝试译码的次数，降低译码功耗。

在一种可能的实现中，目标信息比特序列为概率分布值集合  $\mathbf{P}$  中的等概分布对应的第三信息比特序列。由于第二通信设备不知道真实的概率分布值是多少，在所有概率分布值对应的第三信息比特序列均未通过校验时，基于等概分布对应的第三信息比特序列获取第四信息比特序列是一种保守方案，可以避免因为错误使用概率分布值引入的负面效果。

在一种可能的实现中，第三比特序列中的校验比特位置为  $\mathbf{G}(a)$  中求和为 1 的行对应的比特位置， $\mathbf{G}(a)$  为取极化矩阵  $\mathbf{G}$  中集合  $a$  的行和列组成的矩阵，极化矩阵  $\mathbf{G}$  为进行极化编码使用的极化矩阵，集合  $a$  为信息位集合，信息位集合包括第三比特序列中的信息比特位置以及校验比特位置。基于该可能的实现方式，在编码侧可以使第一信息比特序列的预变换操作与基于第二信息比特序列确定校验比特序列这一操作进行解耦，进而可以使得预变换操作在确定校验比特序列之前进行，这样译码侧只需要对译码得到的通过校验的第三信息比特序列进行极化操作，得到编码侧发送的第一信息比特序列，以便减小译码侧的功耗以及提高译码效率。

在一种可能的实现中，校验比特中的至少一个校验比特位于第三信息比特序列包括的比特中间。这样该至少一个校验比特就可用于校验其位置之前的信息比特，这样有利于实现译码早停的功能。译码早停是指译码侧对待译码序列译码出部分信息比特时，就可通过校验比特对已译码出的部分信息比特进行校验，如果该部分信息比特未通过校验，则提前终止译码，从而节省译码的功耗。

在一种可能的实现中，校验比特的至少一个校验比特的译码顺序位于第三信息比特序列包括的比特的译码顺序中间。这样该至少一个校验比特就可用于校验其译码顺序之前的信息比特，实现译码早停的功能。

在一种可能的实现中，概率分布值集合  $\mathbf{P}$  中的一种概率分布值对应一种冻结比特序列映射方式，第二通信设备还可根据与第  $i$  个概率分布值对应的冻结比特序列映射方式，确定第  $i$  个概率分布值对应的冻结比特序列。基于该可能的实现方式，概率分布值集合  $\mathbf{P}$  中的不同的概率分布值可以对应不同的冻结比特序列映射方式，这样译码侧在依次尝试概率分布值集合中不同的概率分布值以及概率分布值对应的冻结比特序列进行译码时，译码侧可以更好地区分不同概率分布值，降低错误检测概率。

在一种可能的实现中，第  $i$  个概率分布值对应的冻结比特序列基于概率分布值对应的基础序列确定，基础序列基于概率分布值集合  $\mathbf{P}$  包括的概率分布值的数量确定。

在一种可能的实现中，第  $i$  个概率分布值对应的冻结比特序列基于概率分布值对应的  $m$  序列或 Gold 序列或伪随机序列确定。

在一种可能的实现中，校验比特包括循环冗余码校验 CRC 比特和/或奇偶校验 PC 比特。

第三方面，本申请提供了一种通信装置，该通信装置包括：处理单元，用于获取第一信息比特序列；以及还用于基于第一信息比特序列的概率分布值  $P_1$  确定第一冻结比特序列；以及还用于基于第二信息比特序列确定校验比特序列，该第二信息比特序列为第一信息比特序列或者为第一信息比特序列经过预变换操作后得到的序列；以及还用于基于第二信息比特序列、校验比特序列和第一冻结比特序列，得到第一比特序列，该第一比特序列包括第二信息比特序列中的比特、校验比特序列中的比特以及第一冻结比特序列中的比特；以及还用于对第一比特序列进行极化编码，得到第二比特序列；以及还用于输出第二比特序列。

在一种可能的实现中，若概率分布值  $P_1$  不为等概分布，第二信息比特序列为第一信息比特序列经过预变换操作后得到的序列；或者若概率分布值  $P_1$  为等概分布，第二信息比特序列为第一信息比特序列。

在一种可能的实现中，若  $|P_1 - 0.5| \leq \epsilon$ ，则概率分布值  $P_1$  为等概分布， $\epsilon$  为预设值。该  $\epsilon$  可以是一个较小值，例如可以是 0.001、0.01、0.02、0.03、0.04 或 0.05 等。

在一种可能的实现中，第一比特序列中的校验比特位置为  $\mathbf{G}(a)$  中求和为 1 的行对应的比特位置， $\mathbf{G}(a)$  为取极化矩阵  $\mathbf{G}$  中集合  $a$  的行和列组成的矩阵，极化矩阵  $\mathbf{G}$  为进行极化编码使用的极化矩阵，该集合  $a$  为信息位集合，该信息位集合包括第一比特序列中的信息比特位置以及校验比特位置。

在一种可能的实现中，校验比特序列中的至少一个校验比特位于第二信息比特序列包括的比特中间。

在一种可能的实现中，处理单元基于第一信息比特序列的概率分布值  $P_1$  确定第一冻结比特序列的方式具体为：根据第一信息比特序列的概率分布值  $P_1$  选取概率分布值集合  $\mathbf{P}$  中的概率分布值  $P_0$ ，该概率分布值  $P_0$  为概率分布值集合  $\mathbf{P}$  中与概率分布值  $P_1$  最接近的概率分布值；该概率分布值集合  $\mathbf{P}$  中的一种概率分布值对应一种冻结比特序列映射方式；根据与概率分布

值 $P_0$ 对应的冻结比特序列映射方式，确定第一冻结比特序列。

在一种可能的实现中，第一冻结比特序列基于概率分布值 $P_0$ 对应的基础序列确定，该基础序列基于概率分布值集合 **P** 包括的概率分布值的数量确定。

在一种可能的实现中，第一冻结比特序列基于概率分布值 $P_0$ 对应的 m 序列或 Gold 序列或伪随机序列确定。

在一种可能的实现中，该通信装置还包括通信单元，该通信单元用于每隔 N 个信息比特序列向第二通信设备发送概率分布参考值范围或概率分布参考值，N 为大于 1 的整数。

在一种可能的实现中，校验比特包括循环冗余码校验 CRC 比特和/或奇偶校验 PC 比特。

第四方面，本申请提供了一种通信装置，该通信装置包括：

处理单元，用于获取待译码序列；

处理单元，还用于令 i=1；

处理单元，还用于基于概率分布值集合 **P** 中的第 i 个概率分布值和第 i 个概率分布值对应的冻结比特序列对待译码序列进行译码，得到第 i 个概率分布值对应的第三比特序列，该第三比特序列包括第三信息比特序列中的比特、校验比特以及第 i 个概率分布值对应的冻结比特序列中的比特；

处理单元，还用于对第三信息比特序列进行校验；

处理单元，还用于如果第三信息比特序列通过校验，则基于第三信息比特序列获取第一信息比特序列，并停止译码，该第一信息比特序列为第三信息比特序列，或者，该第一信息比特序列为第三信息比特序列经过极化编码后得到的序列；

处理单元，还用于如果第三信息比特序列未通过校验，且 i 小于 x，则令 i=i+1，并执行所述基于概率分布值集合 **P** 中的第 i 个概率分布值和第 i 个概率分布值对应的冻结比特序列对待译码序列进行译码，得到第 i 个概率分布值对应的第三比特序列的步骤，x 为概率分布值集合 **P** 包括的概率分布值的数量；

处理单元，还用于如果第三信息比特序列未通过校验，且 i 等于 x，则停止译码，或者，基于目标信息比特序列获取第四信息比特序列，并停止译码；该目标信息比特序列为概率分布值集合 **P** 对应的 x 个第三信息比特序列中的一个，该第四信息比特序列为目标信息比特序列，或者，该第四信息比特序列为目标信息比特序列经过极化编码后得到的序列。

在一种可能的实现中，若第 i 个概率分布值不为等概分布，第一信息比特序列为第三信息比特序列经过极化编码后得到的序列；或者若第 i 个概率分布值为等概分布，第一信息比特序列为第三信息比特序列。

在一种可能的实现中，若  $|P_{i,r} - 0.5| \leq \epsilon$ ，则第 i 个概率分布值为等概分布， $\epsilon$  为预设值， $P_{i,r}$  为第 i 个概率分布值。该  $\epsilon$  可以是一个较小值，例如可以是 0.001、0.01、0.02、0.03、0.04 或 0.05 等。

在一种可能的实现中，概率分布值集合 **P** 中的概率分布值的译码顺序基于概率分布值集合 **P** 中的概率分布值对应的信息熵确定。

在一种可能的实现中，第 i 个概率分布值对应的信息熵大于或等于第 i+1 个概率分布值对应的信息熵。

在一种可能的实现中，概率分布值集合 **P** 中的概率分布值的译码顺序基于发送端历史的概率分布值确定。

在一种可能的实现中，通信装置还包括通信单元，该通信单元，用于接收第一通信设备每隔 N 个信息比特序列发送的概率分布参考值范围或概率分布参考值，N 为大于 1 的整数；

其中，概率分布值集合  $\mathbf{P}$  中的概率分布值的译码顺序基于概率分布参考值范围或概率分布参考值确定。

在一种可能的实现中，目标信息比特序列为所述概率分布值集合  $\mathbf{P}$  中的等概分布对应的第三信息比特序列。

在一种可能的实现中，第三比特序列中的校验比特位置为  $\mathbf{G}(a)$  中求和为 1 的行对应的比特位置， $\mathbf{G}(a)$  为取极化矩阵  $\mathbf{G}$  中集合  $a$  的行和列组成的矩阵，该极化矩阵  $\mathbf{G}$  为进行极化编码使用的极化矩阵，该集合  $a$  为信息位集合，该信息位集合包括第三比特序列中的信息比特位置以及校验比特位置。

在一种可能的实现中，校验比特中的至少一个校验比特位于第三信息比特序列包括的比特中间。

在一种可能的实现中，概率分布值集合  $\mathbf{P}$  中的一种概率分布值对应一种冻结比特序列映射方式，处理单元，还用于根据与第  $i$  个概率分布值对应的冻结比特序列映射方式，确定第  $i$  个概率分布值对应的冻结比特序列。

在一种可能的实现中，第  $i$  个概率分布值对应的冻结比特序列基于概率分布值对应的基础序列确定，该基础序列基于概率分布值集合  $\mathbf{P}$  包括的概率分布值的数量确定。

在一种可能的实现中，第  $i$  个概率分布值对应的冻结比特序列基于概率分布值对应的  $m$  序列或 Gold 序列或伪随机序列确定。

在一种可能的实现中，校验比特包括循环冗余码校验 CRC 比特和/或奇偶校验 PC 比特。

第五方面，本申请提供了一种通信装置，所述通信装置包括处理器，当所述处理器调用存储器中的计算机程序时，如第一方面或第二方面所述的方法被执行。

第六方面，本申请提供了一种通信装置，通信装置包括处理器和存储器，处理器和存储器耦合；处理器用于实现如第一方面或第二方面所述的方法。

第七方面，本申请提供了一种通信装置，通信装置包括处理器、存储器和收发器，处理器和存储器耦合；收发器用于收发数据，处理器用于实现如第一方面或第二方面所述的方法。

第八方面，本申请提供了一种通信装置，通信装置包括处理器和接口，该接口用于接收或输出信号，处理器用于通过逻辑电路或执行代码指令实现如第一方面或第二方面所述的方法。

第九方面，本申请提供了一种计算机可读存储介质，存储介质中存储有计算机程序或指令，当计算机程序或指令被通信装置执行时，实现如第一方面或第二方面所述的方法。

第十方面，本申请提供一种包括指令的计算机程序产品，当计算机读取并执行计算机程序产品时，使得计算机执行如第一方面或第二方面所述的方法。

## 附图说明

图1是现有的一种编译码方法的流程示意图；

图2是本申请实施例提供的一种通信系统的示意图；

图3是本申请实施例提供的一种编译码方法的流程示意图；

图4本申请实施例提供的另一种编译码方法的流程示意图；

图5是本申请实施例提供的一种嵌套关系的示意图；

图6本申请实施例提供的又一种编译码方法的流程示意图；

图7是本申请实施例提供的一种通信装置的结构示意图；

图8是本申请实施例提供的另一种通信装置的结构示意图；

图9是本申请实施例提供的一种芯片的结构示意图。

## 具体实施方式

本申请的说明书、权利要求书及附图中的术语“第一”和“第二”等是用于区别不同对象，而不是用于描述特定顺序。此外，术语“包括”和“具有”以及它们任何变形，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。

为了能够更好地理解本申请，下面对本申请实施例提供的通信系统进行介绍：

图2是本申请的实施例应用的通信系统2000的示意图。如图2所示，该通信系统2000包括无线接入网100和核心网200，可选的，通信系统2000还可以包括互联网300。其中，无线接入网100可以包括至少一个无线接入网设备（如图2中的110a和110b），还可以包括至少一个终端设备（如图2中的120a-120j）。终端设备通过无线的方式与无线接入网设备相连，无线接入网设备通过无线或有线方式与核心网连接。核心网设备与无线接入网设备可以是独立的不同的物理设备，也可以是将核心网设备的功能与无线接入网设备的逻辑功能集成在同一个物理设备上，还可以是一个物理设备上集成了部分核心网设备的功能和部分的无线接入网设备的功能。终端设备和终端设备之间以及无线接入网设备和无线接入网设备之间可以通过有线或无线的方式相互连接。图2只是示意图，该通信系统中还可以包括其它网络设备，如还可以包括无线中继设备和无线回传设备，在图2中未画出。

无线接入网设备可以是基站（base station）、演进型基站（evolved NodeB, eNodeB）、发送接收点（transmission reception point, TRP）、第五代（5th generation, 5G）移动通信系统中的下一代基站（next generation NodeB, gNB）、第六代（6th generation, 6G）移动通信系统中的下一代基站、未来移动通信系统中的基站或 WiFi 系统中的接入节点等；也可以是完成基站部分功能的模块或单元，例如，可以是集中式单元（central unit, CU），也可以是分布式单元（distributed unit, DU）。这里的 CU 完成基站的无线资源控制协议和分组数据汇聚层协议（packet data convergence protocol, PDCP）的功能，还可以完成业务数据适配协议（service data adaptation protocol, SDAP）的功能；DU 完成基站的无线链路控制层和媒体接入控制（medium access control, MAC）层的功能，还可以完成部分物理层或全部物理层的功能，有关上述各个协议层的具体描述，可以参考第三代合作伙伴计划（3rd generation partnership project, 3GPP）的相关技术规范。无线接入网设备可以是宏基站（如图2中的110a），也可以是微基站或室内站（如图2中的110b），还可以是中继节点或施主节点等。本申请的实施例对无线接入网设备所采用的具体技术和具体设备形态不做限定。在本申请的实施例中，无线接入网设备可以简称为网络设备，为了便于描述，下文将无线接入网设备简称为网络设备进行描述。

终端设备也可以称为终端、用户设备（user equipment, UE）、移动台、移动终端等。终端设备可以广泛应用于各种场景，例如，设备到设备（device-to-device, D2D）、车物（vehicle to everything, V2X）通信、机器类通信（machine-type communication, MTC）、物联网（internet of things, IOT）、虚拟现实、增强现实、工业控制、自动驾驶、远程医疗、智能电网、智能家居、智能办公、智能穿戴、智能交通、智慧城市等。终端可以是手机、平板电脑、带无线收发功能的电脑、可穿戴设备、车辆、无人机、直升机、飞机、轮船、机器人、机械臂、智能

家居设备等。本申请的实施例对终端设备所采用的具体技术和具体设备形态不做限定。

网络设备和终端设备可以是固定位置的，也可以是可移动的。网络设备和终端设备可以部署在陆地上，包括室内或室外、手持或车载；也可以部署在水面上；还可以部署在空中的飞机、气球和人造卫星上。本申请的实施例对网络设备和终端设备的应用场景不做限定。

网络设备和终端设备的角色可以是相对的，例如，图2中的直升机或无人机120i可以被配置成移动网络设备，对于那些通过120i接入到无线接入网100的终端设备120j来说，终端设备120i是网络设备；但对于网络设备110a来说，120i是终端设备，即110a与120i之间是通过无线空口协议进行通信的。当然，110a与120i之间也可以是通过网络设备与网络设备之间的接口协议进行通信的，此时，相对于110a来说，120i也是网络设备。因此，网络设备和终端设备都可以统一称为通信装置，图2中的110a和110b可以称为具有网络设备功能的通信装置，图2中的120a-120j可以称为具有终端设备功能的通信装置。

网络设备和终端设备之间、网络设备和网络设备之间、终端设备和终端设备之间可以通过授权频谱进行通信，也可以通过免授权频谱进行通信，也可以同时通过授权频谱和免授权频谱进行通信；可以通过6千兆赫(gigahertz, GHz)以下的频谱进行通信，也可以通过6GHz以上的频谱进行通信，还可以同时使用6GHz以下的频谱和6GHz以上的频谱进行通信。本申请的实施例对无线通信所使用的频谱资源不做限定。

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

本申请实施例中，编码侧的第一通信设备可以是终端设备，译码侧的第二通信设备可以是网络设备。或者，编码侧的第一通信设备可以是网络设备，译码侧的第二通信设备可以是终端设备。

下面对出本申请实施例所使用的一些名词或术语进行解释说明。

### 一、概率分布值

信息比特序列的概率分布值是指信息比特序列中0或1所占的比例。例如，以概率分布值为信息比特序列中1所占的比例为例。假设信息比特序列为0000000011，则该信息比特序列的概率分布值为0.2。

### 二、对数似然比(log likelihood ratio, LLR)

一个比特的对数似然比是指该比特为1的概率和该比特为0的概率的比值取自然对数。若将该比特为1的概率记为 $P(1)$ ，将该比特为0的概率记为 $P(0)$ ，则该比特的对数似然比为 $\ln[P(0)/P(1)]$ 。

### 三、编码码长

编码码长是指编码之后的比特序列中的比特数。在信息比特数固定的情况下，若采用编码码长越长的编码方式进行编码，则编码之后的比特序列中的冗余比特越多，数据传输的可靠性越高。

### 四、编码码率

编码码率是指编码之前的信息比特在编码之后的比特中的占比。一个比特序列，若采用编码码率越低的编码方式进行编码，则编码之后的比特序列中的冗余比特越多，数据传输的可靠性越高。

## 五、伪随机序列

可以预先确定并且可以重复实现的序列称为确定序列；既不能预先确定又不能重复实现的序列称随机序列；不能预先确定但可以重复产生的序列称伪随机序列。

## 六、m 序列

m 序列是最长线性移位寄存器序列的简称，是一种伪随机序列、伪噪声(PN)码或伪随机码或伪随机序列。在所有的伪随机序列中，m 序列是最重要、最基本的一种伪随机序列。

## 七、Gold (戈尔德) 序列

Gold 序列是由一对优先的 m 序列模 2 加生成的序列，一对优先的 m 序列，使得不同的 Gold 序列的互相关较小。

下面进一步对本申请实施例提供的编码方法、译码方法及通信装置进行详细描述。

图 3 是本申请实施例提供的一种编译码方法的流程示意图。如图 3 所示，该编译码方法包括如下步骤 301~步骤 315。图 3 所示的方法执行主体可以为第一通信设备和第二通信设备。或者，图 3 所示的方法执行主体可以为第一通信设备中的芯片和第二通信设备中的芯片。图 3 以第一通信设备和第二通信设备为方法的执行主体为例进行说明。

**301、第一通信设备获取第一信息比特序列。**

**302、第一通信设备基于第一信息比特序列的概率分布值 $P_1$ 确定第一冻结比特序列。**

本申请实施例中，第一通信设备基于第一信息比特序列的概率分布值 $P_1$ 确定第一冻结比特序列是指：第一通信设备基于第一信息比特序列的概率分布值 $P_1$ 确定第一冻结比特序列的取值。也就是说，第一冻结比特序列的取值不是默认为全 0，第一冻结比特序列的取值与第一信息比特序列的概率分布值 $P_1$ 有关。

在一种可能的实现中，第一通信设备基于第一信息比特序列的概率分布值 $P_1$ 确定第一冻结比特序列的具体实施方式为：第一通信设备根据第一信息比特序列的概率分布值 $P_1$ 选取概率分布值集合 P 中的概率分布值 $P_0$ ，该概率分布值 $P_0$ 为概率分布值集合 P 中与概率分布值 $P_1$ 最接近的概率分布值；概率分布值集合 P 中的一种概率分布值对应一种冻结比特序列映射方式；根据与概率分布值 $P_0$ 对应的冻结比特序列映射方式，确定第一冻结比特序列。

其中，概率分布值集合 P 是预先在编码侧和译码侧设置的集合。概率分布值集合 P 中包括多个概率分布值，且不同的概率分布值对应不同的冻结比特序列映射方式。也就是说，概率分布值集合 P 中的不同概率分布值对应不同的冻结比特序列取值。

例如，假设概率分布值集合 P 中包括{0.2、0.4、0.5、0.7}。概率分布值 0.2 对应冻结比特序列映射方式 1，概率分布值 0.4 对应冻结比特序列映射方式 2，概率分布值 0.5 对应冻结比特序列映射方式 3，概率分布值 0.7 对应冻结比特序列映射方式 4。假设概率分布值 $P_1$ 为 0.48，则第一通信设备从概率分布值集合 P 中获取概率分布值 0.5，并基于概率分布值 0.5 对应的冻结比特序列映射方式 3 来确定第一冻结比特序列的取值。

基于该可能的实现方式，概率分布值集合 P 中的不同的概率分布值可以对应不同的冻结比特序列映射方式，这样译码侧在依次尝试概率分布值集合中不同的概率分布值以及概率分布值对应的冻结比特序列进行译码时，译码侧可以更好地区分不同概率分布值，降低错误检测概率。

可选的，概率分布值 $P_0$ 对应的冻结比特序列映射方式具体可以包括以下四种方式：

方式一：第一冻结比特序列基于概率分布值 $P_0$ 对应的基础序列确定，该基础序列基于所述概率分布值集合 P 包括的概率分布值的数量确定。

其中，概率分布值集合 P 中不同的概率分布值对应不同的基础序列。

例如，假设概率分布值集合  $\mathbf{P}$  中包括{0.2、0.4、0.5、0.7}，概率分布值集合  $\mathbf{P}$  中的概率分布值个数为 4。那么可以通过 2 个比特来表示这 4 个概率分布值。概率分布值 0.2 通过基础序列 00 表示，概率分布值 0.4 通过基础序列 01 表示，概率分布值 0.5 通过基础序列 10 表示，概率分布值 0.7 通过基础序列 11 表示。

概率分布值 0.2 对应的冻结比特序列映射方式 1 为：基于基础序列 00 确定冻结比特序列。概率分布值 0.4 对应的冻结比特序列映射方式 2 为：基于基础序列 01 确定冻结比特序列。概率分布值 0.5 对应的冻结比特序列映射方式 3 为：基于基础序列 10 确定冻结比特序列。概率分布值 0.7 对应的冻结比特序列映射方式 4 为：基于基础序列 11 确定冻结比特序列。

可选的，通过对概率分布值  $P_0$  对应的基础序列进行直接拓展或交叉拓展来得到第一冻结比特序列的取值。

例如，以直接拓展为例。假设第一冻结比特序列的长度为 4。如果概率分布值  $P_0$  为 0.2，则可将基础序列 00 直接拓展得到第一冻结比特序列 0000。如果概率分布值  $P_0$  为 0.4，则可将基础序列 01 直接拓展得到第一冻结比特序列 0101。如果概率分布值  $P_0$  为 0.5，则可将基础序列 10 直接拓展得到第一冻结比特序列 1010。如果概率分布值  $P_0$  为 0.7，则可将基础序列 11 直接拓展得到第一冻结比特序列 1111。

再如，以交叉拓展为例。如果概率分布值  $P_0$  为 0.2，则可将基础序列 00 交叉拓展得到第一冻结比特序列 0000。如果概率分布值  $P_0$  为 0.4，则可将基础序列 01 交叉拓展得到第一冻结比特序列 0011。如果概率分布值  $P_0$  为 0.5，则可将基础序列 10 交叉拓展得到第一冻结比特序列为 1100。如果概率分布值  $P_0$  为 0.7，则可将基础序列 11 交叉拓展得到第一冻结比特序列为 1111。

通过使用方式一描述的冻结比特序列映射方式，编译码侧只需要存储若干个基础序列和第一冻结比特序列与基础序列的关系，有利于降低存储开销，同时保证不同第一冻结比特序列具有一定的正交性，降低错误检测概率。

方式二：第一冻结比特序列基于概率分布值  $P_0$  对应的 m 序列确定。

其中，概率分布值集合  $\mathbf{P}$  中不同的概率分布值对应不同的 m 序列。

例如，假设概率分布值集合  $\mathbf{P}$  中包括{0.2、0.4、0.5、0.7}。概率分布值 0.2 对应 m 序列 1，概率分布值 0.4 对应 m 序列 2，概率分布值 0.5 对应 m 序列 3，概率分布值 0.7 对应 m 序列 4。

概率分布值 0.2 对应的冻结比特序列映射方式 1 为：基于 m 序列 1 确定冻结比特序列。概率分布值 0.4 对应的冻结比特序列映射方式 2 为：基于 m 序列 2 确定冻结比特序列。概率分布值 0.5 对应的冻结比特序列映射方式 3 为：基于 m 序列 3 确定冻结比特序列。概率分布值 0.7 对应的冻结比特序列映射方式 4 为：基于 m 序列 4 确定冻结比特序列。

在一种可能的实现中，如果概率分布值  $P_0$  对应的 m 序列的长度大于第一冻结比特序列的长度  $N_f$ ，则可从该 m 序列中选择前  $N_f$  个比特作为第一冻结比特序列的取值。如果概率分布值  $P_0$  对应的 m 序列的长度小于第一冻结比特序列的长度  $N_f$ ，则可对超过该 m 序列长度部分的冻结比特赋值为 0。例如，概率分布值  $P_0$  为 0.2，如果 m 序列 1 的长度为 7，m 序列 1 为 1010101，第一冻结比特序列的长度  $N_f$  为 5，那么第一冻结比特序列的取值为 10101。如果 m 序列 1 的长度为 7，m 序列 1 为 1010101，第一冻结比特序列的长度  $N_f$  为 10。那么第一冻结比特序列的取值为 1010101000。

通过使用方式二描述的冻结比特序列映射方式，编译码侧只需要存储第一冻结比特序列与 m 序列的映射关系，有利于降低存储开销，同时保证不同第一冻结比特序列具有一定的正

交性，降低错误检测概率。

方式三：第一冻结比特序列基于概率分布值 $P_0$ 对应的 Gold 序列确定。

方式三和方式二的实现方式相同，方式三的具体实现方式，可参见方式二的具体实现方式，在此不赘述。

方式四：第一冻结比特序列基于概率分布值 $P_0$ 对应的伪随机序列确定。

方式四和方式二的实现方式相同，方式四的具体实现方式，可参见方式二的具体实现方式，在此不赘述。其中，该伪随机序列是第一通信设备基于随机种子确定的，随机种子可以第一通信设备和第二通信设备之间通过信令双方约定，或者，随机种子可以是协议预先规定的。

在一种可能的实现中，协议也可以预先直接定义出不同概率分布值和冻结比特序列的长度对应的冻结比特序列取值。第一通信设备基于概率分布值 $P_0$ 和第一冻结比特序列的长度，从协议预先定义的多个冻结比特序列取值中确定第一冻结比特序列的取值。例如，协议可以预先定义概率分布值为 0.2 以及冻结比特序列长度为 2 时，对应的冻结比特序列取值为 00；概率分布值为 0.2 以及冻结比特序列长度为 4 时，对应的冻结比特序列取值为 0000；概率分布值为 0.4 以及冻结比特序列长度为 2 时，对应的冻结比特序列取值为 10；概率分布值为 0.4 以及冻结比特序列长度为 4 时，对应的冻结比特序列取值为 1010。概率分布值为 0.5 以及冻结比特序列长度为 2 时，对应的冻结比特序列取值为 01；概率分布值为 0.5 以及冻结比特序列长度为 4 时，对应的冻结比特序列取值为 0101。概率分布值为 0.7 以及冻结比特序列长度为 2 时，对应的冻结比特序列取值为 11；概率分布值为 0.7 以及冻结比特序列长度为 4 时，对应的冻结比特序列取值为 1111。

### 303、第一通信设备基于第二信息比特序列确定校验比特序列。

其中，该第二信息比特序列为第一信息比特序列或者为第一信息比特序列经过预变换操作后得到的序列。经过预变换操作之后的第二信息比特序列的长度与第一信息比特序列的长度相同。步骤 302 可以在步骤 303 之前执行或之后执行。

可选的，第一通信设备可以基于第一冻结比特序列来对第一信息比特序列进行预变换操作，得到第二信息比特序列。例如，第二信息比特序列可以满足以下公式（1）：

$$\mathbf{u}(\text{src}) = [\mathbf{x}(\text{src}) - \mathbf{u}(\text{chk}) * \mathbf{G}(\text{chk}, \text{src}) - \mathbf{u}(\text{frz}) * \mathbf{G}(\text{frz}, \text{src})] * \mathbf{G}(\text{src})^{-1} \quad (1)$$

其中， $\mathbf{u}(\text{src})$  为第二信息比特序列。 $\mathbf{x}(\text{src})$  为第一信息比特序列。 $\mathbf{u}(\text{chk})$  为基于第二信息比特序列得到的校验比特序列，例如， $\mathbf{u}(\text{chk}) = \text{CRC}(\mathbf{u}(\text{src}))$  或  $\text{PC}(\mathbf{u}(\text{src}))$ 。 $\mathbf{G}(\text{chk}, \text{src})$  表示取极化矩阵  $\mathbf{G}$  对应集合  $\text{chk}$  的行和对应集合  $\text{src}$  的列。 $\mathbf{u}(\text{frz})$  为第一冻结比特序列。 $\mathbf{G}(\text{frz}, \text{src})$  表示取极化矩阵  $\mathbf{G}$  对应集合  $\text{frz}$  的行和对应集合  $\text{src}$  的列。 $\mathbf{G}(\text{src})$  表示取极化矩阵  $\mathbf{G}$  对应集合  $\text{src}$  的行和列。集合  $\text{src}$  表示信息比特位置集合，集合  $\text{chk}$  表示校验比特位置集合，集合  $\text{frz}$  表示冻结位集合。为了使对第一信息比特序列进行预变换操作与基于第二信息比特序列确定校验比特序列解耦，使得预变换操作后的  $\mathbf{u}(\text{src})$  只与第一信息比特序列  $\mathbf{x}(\text{src})$  和第一冻结比特序列  $\mathbf{u}(\text{frz})$  有关，进而可以使得预变换操作在确定校验比特序列之前进行，需要寻找集合  $\text{chk}$  和  $\text{src}$  使得约束  $\mathbf{G}(\text{chk}, \text{src}) = 0$  成立。

在一种可能的实现中，校验比特包括循环冗余码校验（cyclic redundancy check，CRC）和/或者奇偶校验（parity check，PC）。

304、第一通信设备基于第二信息比特序列、校验比特序列和第一冻结比特序列，得到第一比特序列。

其中，该第一比特序列包括第二信息比特序列中的比特、校验比特序列中的比特以及第

一冻结比特序列中的比特。

在一种可能的实现中，第一通信设备基于第二信息比特序列、校验比特序列和第一冻结比特序列，得到第一比特序列的具体实施方式为：第一通信设备将第二信息比特序列中的比特映射到信息位集合中的信息比特位置，以及将校验比特序列中的比特映射到信息位集合中的校验比特位置，以及将第一冻结比特序列中的比特映射到冻结位集合中的冻结比特位置，得到第一比特序列。其中，信息位集合包括第一比特序列中的信息比特位置和校验比特位置，冻结位集合包括第一比特序列中的冻结比特位置。信息位集合和冻结位集合可以基于第二信息比特序列的长度和校验比特序列的长度之和以及编码码长得到。

举例来说，以(16, 12)码为例。编码码长为16，信息位长度为12，信息位长度为第二信息比特序列的长度和校验比特序列的长度之和。第一通信设备可以基于信息位长度12和编码码长16获取信息位集合和冻结位集合。其中，信息位集合包括{4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16}，信息位集合中的信息比特位置包括{8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16}，信息位集合中的校验比特位置包括{4, 6, 7, 9}。冻结位集合包括{1, 2, 3, 5}。第一通信设备将第二信息比特序列中的8个比特映射至信息比特位置{8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16}，将校验比特序列中的4个比特映射至校验比特位置{4, 6, 7, 9}，将第一冻结比特序列中的4个比特映射至冻结位集合{1, 2, 3, 5}，就得到第一比特序列。

在一种可能的实现中，第一比特序列中的校验比特位置为**G(a)**中求和为1的行对应的比特位置，**G(a)**为取极化矩阵**G**中集合a的行和列组成的矩阵，极化矩阵**G**为进行极化编码使用的极化矩阵，该集合a为信息位集合，该信息位集合包括第一比特序列中的信息比特位置以及校验比特位置。基于该可能的实现方式，可以使上述**G(chk, src) = 0**，从而使对第一信息比特序列进行预变换操作与基于第二信息比特序列确定校验比特序列进行解耦，使得预变换操作可以在确定校验比特序列之前进行，以便减小译码侧的功耗以及提高译码效率。

举例来说，以(16, 12)码为例。编码码长为16，信息位长度为12，冻结位长度为4。第二信息比特序列的长度为8，校验比特序列的长度为4。该编码码长下对应的极化矩阵**G**如下表1所示：

表 1

比特位置序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
5	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
6	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
7	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
8	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
9	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
10	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	
11	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	
12	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	
13	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	
14	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	
15	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	
16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

各比特位置的译码可靠度排序可以为{1, 2, 3, 5, 9, 4, 6, 7, 10, 11, 13, 8, 12, 14, 15, 16}，选择可靠度最高的12个比特位置作为信息位集合。例如，可选择{4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16}作为信息位集合。假设译码时按照比特逆序进行，对应顺

序为{1, 9, 5, 13, 3, 11, 7, 15, 2, 10, 6, 14, 4, 12, 8, 16}。其中信息位的译码顺序为  $\text{info\_sorted} = \{9, 13, 11, 7, 15, 10, 6, 14, 4, 12, 8, 16\}$ 。按照译码顺序得到  $\mathbf{G}(\text{info\_sorted})$ , 即取  $\mathbf{G}$  矩阵的第 9、13、11、7、15、10、6、14、4、12、8、16 行和列出来, 得到一个 12\*12 的矩阵如下表 2 所示:

表 2

info_sorted 序号	9	13	11	7	15	10	6	14	4	12	8	16
9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
15	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
10	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
14	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
12	1	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0
8	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0
16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

为了满足约束  $\mathbf{G}(\text{chk}, \text{src}) = 0$ , 可统计  $\mathbf{G}(\text{info\_sorted})$  中求和为 1 的行 (即上表 2 中粗体的行), 一共有 4 个比特位置{9, 7, 6, 4}。这 4 个比特位置{9, 7, 6, 4}就为校验比特位置。

在一种可能的实现中, 校验比特序列中的至少一个校验比特位于第二信息比特序列包括的比特中间。如果译码时按照非比特逆序进行译码, 则该至少一个校验比特就可用于校验其之前的信息比特, 实现译码早停的功能。译码早停是指译码侧对待译码序列译码出部分信息比特时, 就可通过校验比特对已译码出的部分信息比特进行校验, 如果该部分信息比特未通过校验, 则提前终止译码, 从而节省译码的功耗。

例如, 假设按照非比特逆序进行译码, 信息位集合为{4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16}, 译码顺序也为{4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16}。假设校验比特位置包括{4, 9, 13, 14}。校验比特位置{4, 9}对应的校验比特用于校验信息比特位置{6, 7, 8}对应的信息比特。校验比特位置{13, 14}对应的校验比特用于校验信息比特位置{10, 11, 12, 15, 16}对应的信息比特。如果信息比特位置{6, 7, 8}对应的信息比特未通过校验, 则译码侧可以提前停止译码, 实现译码早停。

在一种可能的实现中, 校验比特序列的至少一个校验比特的译码顺序位于第二信息比特序列包括的比特的译码顺序中间。这样该至少一个校验比特就可用于校验其译码顺序之前的信息比特, 实现译码早停的功能。

例如, 假设按照比特逆序进行译码, 信息位的译码顺序为{9, 13, 11, 7, 15, 10, 6, 14, 4, 12, 8, 16}。校验比特位置包括{9, 7, 6, 4}。校验比特位置{9, 7}对应的校验比特用于校验信息比特位置{13, 11}对应的信息比特。校验比特位置{6, 4}对应的校验比特用于校验信息比特位置{8, 10, 12, 14, 15, 16}对应的信息比特。如果信息比特位置{13, 11}对应的信息比特未通过校验, 则译码侧可以提前停止译码, 实现译码早停。

**305、第一通信设备对第一比特序列进行极化编码, 得到第二比特序列。**

本申请实施例中, 第一通信设备确定第一比特序列之后, 可通过极化矩阵  $\mathbf{G}$  对第一比特序列进行极化编码, 得到第二比特序列。

可选的, 对第一比特序列中的校验比特进行极化编码后得到的比特满足以下公式 (2):

$$\mathbf{x}(\text{chk}) = \mathbf{u}(\text{src}) * \mathbf{G}(\text{src}, \text{chk}) + \mathbf{u}(\text{chk}) * \mathbf{G}(\text{chk}) + \mathbf{u}(\text{frz}) * \mathbf{G}(\text{frz}, \text{chk}) \quad (2)$$

其中,  $\mathbf{x}(\text{chk})$  为对第一比特序列中的校验比特进行极化编码后得到的比特。 $\mathbf{u}(\text{src})$  为第

二信息比特序列。 $\mathbf{G}(src, chk)$ 表示取极化矩阵  $\mathbf{G}$  对应集合  $src$  的行和对应集合  $chk$  的列。 $\mathbf{u}(chk)$  为校验比特序列。 $\mathbf{G}(chk)$  表示取极化矩阵  $\mathbf{G}$  对应集合  $chk$  的行和列。 $\mathbf{u}(frz)$  为第一冻结比特序列。 $\mathbf{G}(frz, chk)$  表示取极化矩阵  $\mathbf{G}$  对应集合  $frz$  的行和对应集合  $chk$  的列。集合  $src$  表示信息比特位置集合，集合  $chk$  表示校验比特位置集合，集合  $frz$  表示冻结位集合。

可选的，对第一比特序列中的冻结比特进行极化编码后得到的比特满足以下公式 (3)：

$$\mathbf{x}(frz) = \mathbf{u}(src) * \mathbf{G}(src, frz) + \mathbf{u}(chk) * \mathbf{G}(chk, frz) + \mathbf{u}(frz) * \mathbf{G}(frz) \quad (3)$$

其中， $\mathbf{x}(frz)$  为对第一比特序列中的冻结比特进行极化编码后得到的比特。 $\mathbf{u}(src)$  为第二信息比特序列。 $\mathbf{G}(src, frz)$  表示取极化矩阵  $\mathbf{G}$  对应集合  $src$  的行和对应集合  $frz$  的列。 $\mathbf{u}(chk)$  为校验比特序列。 $\mathbf{G}(chk, frz)$  表示取极化矩阵  $\mathbf{G}$  对应集合  $chk$  的行和对应集合  $frz$  的列。 $\mathbf{u}(frz)$  为第一冻结比特序列。 $\mathbf{G}(frz)$  表示取极化矩阵  $\mathbf{G}$  对应集合  $frz$  的行和列。集合  $src$  表示信息比特位置集合，集合  $chk$  表示校验比特位置集合，集合  $frz$  表示冻结位集合。

**306**、第一通信设备输出第二比特序列。

**307**、第一通信设备对第二比特序列进行调制，得到调制符号。

**308**、第一通信设备向第二通信设备发送调制符号。

**309**、第二通信设备获取待译码序列。

本申请实施例中，第二通信设备接收第一通信设备发送的调制符号之后，对调制符号进行解调，得到待译码序列。该待译码序列可以是 LLR 序列，该 LLR 序列中包括三个部分，分别为集合  $src$  对应的 LLR 序列、集合  $chk$  对应的 LLR 序列和集合  $frz$  对应的 LLR 序列。集合  $src$  表示信息比特位置集合，集合  $chk$  表示校验比特位置集合，集合  $frz$  表示冻结位集合。或者该待译码序列可以是其他的比特序列或符号序列。

**310**、第二通信设备令  $i=1$ 。

**311**、第二通信设备基于概率分布值集合  $\mathbf{P}$  中的第  $i$  个概率分布值和第  $i$  个概率分布值对应的冻结比特序列对待译码序列进行译码，得到第  $i$  个概率分布值对应的第三比特序列。该第三比特序列包括第三信息比特序列中的比特、校验比特以及第  $i$  个概率分布值对应的冻结比特序列中的比特。

**312**、第二通信设备对该第三信息比特序列进行校验。

**313**、如果第三信息比特序列通过校验，则第二通信设备基于第三信息比特序列获取第一信息比特序列，并停止译码。其中，第一信息比特序列为第三信息比特序列，或者，第一信息比特序列为第三信息比特序列经过极化编码后得到的序列。

**314**、如果第三信息比特序列未通过校验，且  $i$  小于  $x$ ，则第二通信设备令  $i=i+1$ ，并回到步骤 311。其中， $x$  为概率分布值集合  $\mathbf{P}$  包括的概率分布值的数量。

**315**、如果第三信息比特序列未通过校验，且  $i$  等于  $x$ ，则第二通信设备停止译码，或者，基于目标信息比特序列获取第四信息比特序列，并停止译码。其中，该目标信息比特序列为概率分布值集合  $\mathbf{P}$  对应的  $x$  个第三信息比特序列中的一个，该第四信息比特序列为所述目标信息比特序列，或者，该第四信息比特序列为所述目标信息比特序列经过极化编码后得到的序列。

本申请实施例中， $i$  表示概率分布值集合  $\mathbf{P}$  中概率分布值的译码顺序。第  $i$  个概率分布值表示概率分布值集合  $\mathbf{P}$  中第  $i$  个用来对待译码序列进行译码的概率分布值。第二通信设备令  $i=1$ ，表示从概率分布值集合  $\mathbf{P}$  中选择第一个用来对待译码序列进行译码的概率分布值。第二通信设备令  $i=1+1$ ，表示从概率分布值集合  $\mathbf{P}$  中选择下一个用来对待译码序列进行译码的概率分布值。

举例来说，假设概率分布值集合  $\mathbf{P}$  包括 {0.2、0.5、0.7}。第二通信设备可以先基于概率分布值 0.2 和概率分布值 0.2 对应的冻结比特序列对待译码序列进行译码，得到概率分布值 0.2 对应的第三比特序列 1。第三比特序列 1 包括第三信息比特序列 1 中的比特、校验比特 1 以及概率分布值 0.2 对应的冻结比特序列中的比特。如果第三信息比特序列 1 通过校验，则第二通信设备基于第三信息比特序列 1 获取第一信息比特序列，并停止译码，该第一信息比特序列为第三信息比特序列 1，或者，该第一信息比特序列为第三信息比特序列 1 经过极化编码后得到的序列。

如果第三信息比特序列 1 未通过校验，则第二通信设备基于概率分布值 0.5 和概率分布值 0.5 对应的冻结比特序列对待译码序列进行译码，得到概率分布值 0.5 对应的第三比特序列 2。第三比特序列 2 包括第三信息比特序列 2 中的比特、校验比特 2 以及概率分布值 0.5 对应的冻结比特序列中的比特。如果第三信息比特序列 2 通过校验，则第二通信设备基于第三信息比特序列 2 获取第一信息比特序列，并停止译码，该第一信息比特序列为第三信息比特序列 2，或者，该第一信息比特序列为第三信息比特序列 2 经过极化编码后得到的序列。

如果第三信息比特序列 2 未通过校验，则第二通信设备基于概率分布值 0.7 和概率分布值 0.7 对应的冻结比特序列对待译码序列进行译码，得到概率分布值 0.7 对应的第三比特序列 3。第三比特序列 3 包括第三信息比特序列 3 中的比特、校验比特 3 以及概率分布值 0.7 对应的冻结比特序列中的比特。如果第三信息比特序列 3 通过校验，则第二通信设备基于第三信息比特序列 3 获取第一信息比特序列，并停止译码，该第一信息比特序列为第三信息比特序列 3，或者，该第一信息比特序列为第三信息比特序列 3 经过极化编码后得到的序列。

如果第三信息比特序列 3 未通过校验，则第二通信设备可以停止译码，或者，从第三信息比特序列 1~第三信息比特序列 3 中选择一个第三信息比特序列来确定第四信息比特序列。例如，选择第三信息比特序列 2 来确定第四信息比特序列，那么第四信息比特序列可以是第三信息比特序列 2，或者，该第四信息比特序列为第三信息比特序列 2 经过极化编码后得到的序列。

下面以待译码序列为 LLR 序列为例，对第二通信设备基于第  $i$  个概率分布值和第  $i$  个概率分布值对应的冻结比特序列对待译码序列进行译码，得到第  $i$  个概率分布值对应的第三比特序列的可能的实施方式进行介绍：

第二通信设备可基于第  $i$  个概率分布值对待译码序列中集合  $src$  对应的 LLR 序列的取值进行修正，得到修正后的集合  $src$  对应的 LLR 序列。例如，修正后的集合  $src$  对应的 LLR 序列满足以下公式（4）：

$$LLR'(src) = LLR(src) + \log((1 - P_{i,r})/P_{i,r}) \quad (4)$$

其中， $LLR(src)$  为集合  $src$  对应的 LLR 序列， $LLR'(src)$  为基于第  $i$  个概率分布值对集合  $src$  对应的 LLR 序列进行修正后的集合  $src$  对应的 LLR 序列。 $P_{i,r}$  为第  $i$  个概率分布值。第二通信设备基于第  $i$  个概率分布值对应的冻结比特序列对修正后的待译码序列进行译码，得到第  $i$  个概率分布值对应的第三比特序列。修正后的待译码序列包括三个部分，分别为集合  $chk$  对应的 LLR 序列、集合  $frz$  对应的 LLR 序列和修正后的集合  $src$  对应的 LLR 序列。

可选的，第二通信设备可基于第  $i$  个概率分布值对应的冻结比特序列、信息位集合和冻结位集合对修正后的待译码序列进行译码，得到第  $i$  个概率分布值对应的第三比特序列。其中，该信息位集合包括第三比特序列中的信息比特位置和校验比特位置，该冻结位集合包括第三比特序列中的冻结比特位置。第二通信设备可以基于第三信息比特序列的长度和校验比特序列的长度之和以及编码码长得到该信息位集合和该冻结位集合。第二通信设备进行译码

使用的信息位集合和冻结位集合与第一通信设备进行编码使用的信息位集合和冻结位集合相同。也就是说，第三比特序列中的信息比特位置与第一比特序列中的信息比特位置相同，第三比特序列中的校验比特位置与第一比特序列中的校验比特位置相同，第三比特序列中的冻结比特位置与第一比特序列中的冻结比特位置相同。

可选的，第二通信设备可将第  $i$  个概率分布值对应的冻结比特序列、信息位集合、冻结位集合和修正后的待译码序列输入 CRC 辅助的串行抵消列表（CRC-aided successive cancellation list, CA-SCL）译码器或奇偶校验的串行抵消列表（parity check successive cancellation list, PC-SCL）译码器或其他 Polar 译码器进行译码，得到第  $i$  个概率分布值对应的第三比特序列。

在一种可能的实现中，概率分布值集合  $\mathbf{P}$  中的一种概率分布值对应一种冻结比特序列映射方式，第二通信设备还可根据与第  $i$  个概率分布值对应的冻结比特序列映射方式，确定第  $i$  个概率分布值对应的冻结比特序列。

可选的，第  $i$  个概率分布值对应的冻结比特序列映射方式具体可以包括以下四种方式：

方式一：第  $i$  个概率分布值对应的冻结比特序列基于第  $i$  个概率分布值对应的基础序列确定，该基础序列基于概率分布值集合  $\mathbf{P}$  包括的概率分布值的数量确定。

方式二：第  $i$  个概率分布值对应的冻结比特序列基于第  $i$  个概率分布值对应的  $m$  序列确定。

方式三：第  $i$  个概率分布值对应的冻结比特序列基于第  $i$  个概率分布值对应的 Gold 序列确定。

方式四：第  $i$  个概率分布值对应的冻结比特序列基于第  $i$  个概率分布值对应的伪随机序列确定。

第二通信设备根据与第  $i$  个概率分布值对应的冻结比特序列映射方式，确定第  $i$  个概率分布值对应的冻结比特序列的具体实施方式可参见前文中第一通信设备根据与概率分布值  $P_0$  对应的冻结比特序列映射方式，确定第一冻结比特序列的具体实施方式，在此不赘述。

在一种可能的实现中，协议也可以预先直接定义出不同概率分布值和冻结比特序列的长度对应的冻结比特序列取值。第二通信设备基于概率分布值和冻结比特序列的长度，从协议预先定义的多个冻结比特序列取值中确定概率分布值对应的冻结比特序列的取值。

在一种可能的实现中，第三比特序列中的校验比特位置为  $\mathbf{G}(a)$  中求和为 1 的行对应的比特位置， $\mathbf{G}(a)$  为取极化矩阵  $\mathbf{G}$  中集合  $a$  的行和列组成的矩阵，极化矩阵  $\mathbf{G}$  为进行极化编码使用的极化矩阵，该集合  $a$  为信息位集合，该信息位集合包括第三比特序列中的信息比特位置以及校验比特位置。基于该可能的实现方式，在编码侧可以使第一信息比特序列的预变换操作与基于第二信息比特序列确定校验比特序列这一操作进行解耦，进而可以使得预变换操作在确定校验比特序列之前进行，这样译码侧只需要对译码得到的通过校验的信息比特序列进行极化操作，得到编码侧发送的第一信息比特序列，以便减小译码侧的功耗以及提高译码效率。

在一种可能的实现中，校验比特中的至少一个校验比特位于第三信息比特序列包括的比特中间。这样该至少一个校验比特就可用于校验其位置之前的信息比特，这样有利于实现译码早停的功能。

在一种可能的实现中，校验比特的至少一个校验比特的译码顺序位于第三信息比特序列包括的比特的译码顺序中间。这样该至少一个校验比特就可用于校验其译码顺序之前的信息比特，实现译码早停的功能。

本申请实施例中，如果第一通信设备侧的第二信息比特序列为第一信息比特序列，则若第三信息比特序列通过校验，第二通信设备确定第三信息比特序列为第一信息比特序列。也就是说，第一通信设备可以不对第一信息比特序列进行预变换操作。相应地，第二通信设备也无需对第三信息比特序列进行极化编码。可见，这样可以节省第一通信设备和第二通信设备的处理开销。

本申请实施例中，如果第一通信设备侧的第二信息比特序列为第一信息比特序列经过预变换操作后得到的序列，则若第三信息比特序列通过校验，第二通信设备确定三信息比特序列经过极化编码后得到的序列为第一信息比特序列。也就是说，第一通信设备可以先对第一信息比特序列进行预变换操作，再基于预变换操作得到的第二信息比特序列确定校验比特序列。第二通信设备只需要对译码得到的通过校验的第三信息比特序列进行极化编码，得到第一通信设备发送的第一信息比特序列，这样有利于减小译码侧的功耗以及提高译码效率。如果第一通信设备先基于第一信息比特序列确定校验比特序列，再对第一信息比特序列进行预变换操作，第二通信设备需要对每个概率分布值译码得到的第三信息比特序列均进行极化编码，再对极化操作后得到的信息比特序列进行校验（如 CRC 或 PC），这样的译码侧的功耗较大且译码效率低。

在一种可能的实现中，若概率分布值  $P_1$  不为等概分布，第二信息比特序列为第一信息比特序列经过预变换操作后得到的序列；或者，若概率分布值  $P_1$  为等概分布，第二信息比特序列为第一信息比特序列。相应地，若第  $i$  个概率分布值不为等概分布，第一信息比特序列为第三信息比特序列经过极化编码后得到的序列；或者若第  $i$  个概率分布值为等概分布，第一信息比特序列为第三信息比特序列。

也就是说，概率分布值  $P_1$  不为等概分布时，第一通信设备需要对第一信息比特序列进行预变换操作。概率分布值  $P_1$  为等概分布时，第一通信设备不需要对第一信息比特序列进行预变换操作。若第  $i$  个概率分布值不为等概分布，第二通信设备需要对第三信息比特序列进行极化编码，以得到第一信息比特序列；或者若第  $i$  个概率分布值为等概分布，第二通信设备不需要对第三信息比特序列进行极化编码，第二通信设备直接将第三信息比特序列确定为第一信息比特序列。例如，如图 4 的步骤 402~步骤 405 以及步骤 415~步骤 416 所示。其中，图 4 中其他步骤的具体实现方式与图 3 中对应步骤的具体实现方式相同，在此不赘述。

可见，基于该可能的实现方式，可以在系统中合理兼容对第一信息比特序列进行预变换操作和不对第一信息比特序列进行预变换操作这两种实现方式，以及可以合理兼容将第三信息比特序列确定为第一信息比特序列，以及将第三信息比特序列经过极化编码后得到的序列确定为第一信息比特序列两种实现方式。对第一信息比特序列进行预变换操作是利用第一信息比特序列的稀疏性来提高译码的性能。第一信息比特序列的概率分布值远离等概分布时表示第一信息比特序列很稀疏。由于第一信息比特序列的概率分布值为等概分布时表示第一信息比特序列不稀疏，所以第一信息比特序列的概率分布值为等概分布时不用对第一信息比特序列进行预变换操作，以便节省第一通信设备和第二通信设备的处理开销。

在一种可能的实现中，若  $|P_1 - 0.5| \leq \epsilon$ ，则概率分布值  $P_1$  为等概分布， $\epsilon$  为预设值。若  $|P_{i,r} - 0.5| \leq \epsilon$ ，则第  $i$  个概率分布值为等概分布， $\epsilon$  为预设值， $P_{i,r}$  为第  $i$  个概率分布值。该  $\epsilon$  可以是一个较小值，例如可以是 0.001、0.01、0.02、0.03、0.04 或 0.05 等。

需要注意的是，概率分布值集合  $\mathbf{P}$  中概率分布值的译码顺序与概率分布值本身可以无关，即并不一定以概率分布值的大小按从大到小或者从小到大的顺序进行译码。下面对概率分布值集合  $\mathbf{P}$  中概率分布值的译码顺序的几种确定方式进行介绍：

方式一：概率分布值集合  $\mathbf{P}$  中的概率分布值的译码顺序基于概率分布值集合中的概率分布值对应的信息熵确定。

信息熵越大的概率分布值越不稀疏，信息熵越小的概率分布值越稀疏，对于求和为 1 的两个概率分布值（如  $P' + P'' = 1$ ），它们的信息熵相等，稀疏度一致。概率分布值为 0.5 时，信息熵最大，即信息熵为 1，表示信源比特完全不稀疏。基于概率分布值集合中的概率分布值对应的信息熵确定概率分布值集合  $\mathbf{P}$  中的概率分布值的译码顺序，有利于降低错误检测概率。

在一种可能的实现中，第  $i$  个概率分布值对应的信息熵大于或等于第  $i+1$  个概率分布值对应的信息熵。也就是说，第二通信设备可以优先使用信息熵较大的概率分布值进行译码。由于信息熵较大的概率分布值，能够供译码侧利用的先验信息较少，优先尝试这些概率分布值，可以减少译码侧通过引入错误先验信息，对译码效果带来的负面影响，降低错误检测概率。

例如，如果概率分布值集合  $\mathbf{P}$  中包括概率分布值 1、概率分布值 2 和概率分布值 3，概率分布值 1 的信息熵大于概率分布值 2 的信息熵，概率分布值 2 的信息熵大于概率分布值 3 的信息熵。第二通信设备先基于概率分布值 1 对待译码序列进行译码。如果译码结果未通过校验，则第二通信设备先基于概率分布值 2 对待译码序列进行译码。如果译码结果未通过校验，则第二通信设备先基于概率分布值 3 对待译码序列进行译码。

可选的，如果有两个概率分布值对应的信息熵相等，则先尝试这两个概率分布值中小于 0.5 的概率分布值。或者，如果有两个概率分布值对应的信息熵相等，则先尝试这两个概率分布值中大于 0.5 的概率分布值。

方式二：概率分布值集合  $\mathbf{P}$  中的概率分布值的译码顺序基于发送端历史的概率分布值确定。

例如，如果概率分布值集合  $\mathbf{P}$  中包括概率分布值 1、概率分布值 2 和概率分布值 3，发送端对概率分布值 1 的历史使用率高于对概率分布值 2 的历史使用率，发送端对概率分布值 2 的历史使用率高于对概率分布值 3 的历史使用率。第二通信设备先基于概率分布值 1 对待译码序列进行译码。如果译码结果未通过校验，则第二通信设备先基于概率分布值 2 对待译码序列进行译码。如果译码结果未通过校验，则第二通信设备先基于概率分布值 3 对待译码序列进行译码。

基于方式二，有利于减小译码侧尝试译码的次数，降低译码功耗。

方式三：第一通信设备还可每隔  $N$  个信息比特序列向第二通信设备发送概率分布参考值范围或概率分布参考值，该  $N$  为大于 1 的整数。第二通信设备还可接收第一通信设备每隔  $N$  个信息比特序列发送的概率分布参考值范围或概率分布参考值；其中，概率分布值集合  $\mathbf{P}$  中的概率分布值的译码顺序基于概率分布参考值范围或概率分布参考值确定。

例如，第一通信设备可以每隔 5 个信息比特序列，向第二通信设备发送一次概率分布参考值范围或概率分布参考值。假设当前周期内第一通信设备发送的概率分布参考值为 0.5，则第二通信设备优先使用概率分布值 0.5 对待译码序列进行译码。假设当前周期内第一通信设备发送的概率分布参考值范围为 0.3~0.5，则第二通信设备优先使用概率分布值集合  $\mathbf{P}$  中处于概率分布参考值范围 0.3~0.5 内的概率分布值对待译码序列进行译码。

基于方式三，有利于减小译码侧尝试译码的次数，降低译码功耗。

在一种可能的实现中，如果第一通信设备侧的第二信息比特序列为第一信息比特序列，则第四信息比特序列为目标信息比特序列。如果第一通信设备侧的第二信息比特序列为第一信息比特序列经过预变换操作后得到的序列，则第四信息比特序列为目标信息比特序列经过

极化编码后得到的序列。

在一种可能的实现中，目标信息比特序列为所述概率分布值集合 **P** 中的等概分布对应的第三信息比特序列。由于第二通信设备不知道真实的概率分布值是多少，在所有概率分布值对应的第三信息比特序列均未通过校验时，基于等概分布对应的第三信息比特序列获取第四信息比特序列是一种保守方案，可以避免因为错误使用概率分布值引入的负面效果。

在一种可能的实现中，第一通信设备还可对编码码率进行调整。例如，第一通信设备可基于系统的传输资源对编码码率进行调整，这样可以使编码码率更加灵活。

可选的，如果第一通信设备对编码码率进行调整，第一通信设备可以基于调整后的编码码率确定第一码。第一码可以是基于打孔位集合或缩短位集合对母码进行打孔或缩短得到。第一通信设备可基于母码确定第一码的信息位集合和冻结位集合。第一通信设备基于第一信息比特序列、校验比特序列和第一冻结比特序列、第一码的信息位集合和冻结位集合确定第一比特序列。第一通信设备对第一比特序列进行极化编码之后，基于打孔位集合/缩短位集合对极化编码之后得到的比特序列进行打孔或缩短，以便得到第二比特序列。

在一种可能的实现中，对于对编码码率进行调整的场景，可以首先在母码中选择第一码对应的打孔位/缩短位，然后在母码中的剩余位置选定第一码的信息位。以第一码为(30, 20)码为例，其对应母码长度为 32。如果以比特逆序打孔，需打掉{1, 17}位置；根据剩余位置{2~16, 18~32}译码可靠度，选择最可靠的 20 个位置作为信息位，得到第一码的信息位集合为  $info = \{4, 6, 7, 8, 10, 12, 14, 15, 16, 20, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32\}$ ，其中计算  $\mathbf{G}(info)$  中求和为 1 的行（满足  $\mathbf{G}(chk, src) = 0$  约束）得到 6 个信息位位置，分别为 {4, 6, 7, 10, 27, 29}，即第一码的校验位集合包括 {4, 6, 7, 10, 27, 29}。

在一种可能的实现中，针对同一个母码，可以在不同码长和码率下构建校验比特位置的嵌套关系，方便系统保存不同码长和码率下的可选校验比特位置。

1、(N, K)码下的可选校验比特集合假设为  $chk_{(N,K)}$ 。

2、(N, K)码—>(N, K - 1)码：将(N, K)码的 K 个信息位中译码可靠度最低的信息位 i 变为冻结位。

a) (N, K-1)码下的可选校验比特集合  $chk_{(N,K-1)} = chk_{(N,K)} \setminus \{i\}$ 。

b) 找到  $\mathbf{G}(info \setminus \{i\}, i)$  中的非 0 位置（记为  $Idx'$ ），评估  $\mathbf{G}(Idx', info \setminus \{i\})$  中求和为 1 的行（记为  $Idx''$ ），更新  $chk_{(N,K-1)} = chk_{(N,K-1)} \cup Idx''$ （耦合关系解除的信息位可放置校验比特）。其中， $\mathbf{G}(a, b)$  表示取极化矩阵  $\mathbf{G}$  对应集合 a 的行和对应集合 b 的列。

3、(N, K)码—>(N - 1, K)码：

a) 如果被打孔/缩短的是冻结位，则可选校验位集合不变，(N - 1, K)码下的可选校验比特集合  $chk_{(N-1,K)} = chk_{(N,K)}$ 。

b) 如果被打孔/缩短的是信息位，则需在 (N - K) 个冻结位中，将译码可靠度最高的冻结位 f 变为信息位；

b1) 评估  $\mathbf{G}(f, info \cup \{f\})$ ，如果求和为 1 则有  $chk_{(N-1,K)} = chk_{(N,K)} \cup \{f\}$ ，否则  $chk_{(N-1,K)} = chk_{(N,K)}$ ；

b2) 找到  $\mathbf{G}(chk_{(N,K)}, f)$  中的非 0 位置（记为  $Idx'$ ），这些位置会产生耦合关系，需要从校验位集合中去掉， $chk_{(N-1,K)} = chk_{(N-1,K)} \setminus Idx'$ 。

4、(N, K)码—>(N - 1, K - 1)码：

a) 如果被打孔/缩短的是信息位，则重复 2 中的 a) 和 b) 操作得到 (N - 1, K - 1) 码下的可选校验位集合  $chk_{(N-1,K-1)}$ 。

b) 如果被打孔/缩短的是冻结位，则 (N - 1, K - 1) 码下的可选校验位集合  $chk_{(N-1,K-1)}$  与 (N, K - 1) 码下的可选校验位集合  $chk_{(N,K-1)}$  一致。

基于上述 1~4 操作，以母码( $N_m, K_m$ )为基准 ( $K_m/N_m$  对应最高码率)，依次完成打孔/缩

短下的各种码长、码率组合构造，存储时采用二维链表结构，分码长和信息位长度两个维度。如图 5 所示，只有母码( $N_m, K_m$ )需要存储完整的可选校验比特集合，其余组合只需存储可选校验比特集合的变化量。

以母码(32, 20)为例，其信息位长度为 20，冻结位长度为 12。根据译码可靠度，选择最可靠的 20 个位置作为信息位，得到信息位集合为  $info=\{4, 6, 7, 8, 10, 12, 14, 15, 16, 20, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32\}$ ，其中计算  $\mathbf{G}(info)$  中求和为 1 的行（满足  $\mathbf{G}(chk, src) = 0$  约束）得到 6 个信息位位置，分别为  $\{4, 6, 7, 10, 27, 29\}$ ，即最多可以安排 6 个校验比特。

然后考虑利用(32, 20)码的可选校验比特集合  $chk_{(32,20)}=\{4, 6, 7, 10, 27, 29\}$ ，分别得到(32, 19)码、(31, 20)码和(31, 19)码的集合：

1、(32, 19)码：

a) 将可靠度最低的信息位 7 变为冻结位，更新后的信息位集合为  $info'=\{4, 6, 8, 10, 12, 14, 15, 16, 20, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32\}$ ；

b) 更新得到  $chk_{(32,19)}=chk_{(32,20)} \setminus \{7\} = \{4, 6, 10, 27, 29\}$ 。

c) 找到  $\mathbf{G}(info' \setminus \{7\}, 7)$  中的非 0 位置（记为  $Idx'$ ），即有  $Idx' = \{8, 15, 16, 23, 24, 31, 32\}$ ，评估  $\mathbf{G}(Idx', info' \setminus \{7\})$  中求和为 1 的行（记为  $Idx''$ ），即有  $Idx'' = \{15, 23\}$ ，进一步更新得到  $chk_{(32,19)}=chk_{(32,19)} \cup Idx'' = \{4, 6, 10, 15, 23, 27, 29\}$ ；

d) 记录  $chk_{(32,19)}$  与  $chk_{(32,20)}$  的变化值集合  $\{7, 15, 23\}$ 。

2、(31, 20)码：以比特逆序打孔为例，需要打掉{1}位置，由于该位置为冻结位，所以可选校验位集合不变，即  $chk_{(31,20)}=chk_{(32,20)}$ ，记录  $chk_{(31,20)}$  与  $chk_{(32,20)}$  的变化值集合  $\emptyset$ 。

3、(31, 19)码：以比特逆序打孔为例，需要打掉{1}位置，由于该位置为冻结位，可以直接得到  $chk_{(31,19)}=chk_{(32,19)}$ ，记录  $chk_{(31,19)}$  与  $chk_{(32,20)}$  的变化值集合  $\{7, 15, 23\}$ 。

在一种可能的实现中，当概率分布值  $P_1$  不是等概分布时，第一通信设备可以对第二比特序列打孔系统位，得到打孔系统位后的比特序列，从而实现信息比特的压缩。第一通信设备对第二比特序列打孔系统位之后，对打孔系统位后的比特序列进行调制，并向第二通信设备发送得到的调制符号。当概率分布值  $P_1$  为等概分布时，第一通信设备可以对第二比特序列进行调制，并向第二通信设备发送得到的调制符号。例如，如图 6 的步骤 607 所示。图 6 中其他步骤的具体实现方式与图 3 中对应步骤的具体实现方式相同，在此不赘述。

可见，基于图 3 所描述的方法，通过使第一冻结比特序列的取值基于第一信息比特序列的概率分布值来确定，而不是将第一冻结比特序列的取值默认设置为全 0，这样译码侧在对待译码序列进行译码时，可依次尝试概率分布值集合中不同的概率分布值以及概率分布值对应的冻结比特序列进行译码，译码侧可以更好地区分不同概率分布值，降低错误检测概率。

请参见图 7，图 7 示出了本申请实施例的一种通信装置的结构示意图。图 7 所示的通信装置可以用于执行上述图 3、图 4 或图 6 所描述的方法实施例中第一通信设备的部分或全部功能。该装置可以是第一通信设备，也可以是第一通信设备中的装置，或者是能够和第一通信设备匹配使用的装置。其中，该通信装置还可以为芯片系统。图 7 所示的通信装置可以包括通信单元 701 和处理单元 702。其中，处理单元 702，用于进行数据处理。通信单元 701 集成有接收单元和发送单元。通信单元 701 也可以称为收发单元。或者，也可将通信单元 701 拆分为接收单元和发送单元。其中：

处理单元 702，用于获取第一信息比特序列；处理单元 702，还用于基于第一信息比特序列的概率分布值  $P_1$  确定第一冻结比特序列；处理单元 702，还用于基于第二信息比特序列确定校验比特序列，该第二信息比特序列为第一信息比特序列或者为第一信息比特序列经过预变换操作后得到的序列；处理单元 702，还用于基于第二信息比特序列、校验比特序列和第

一冻结比特序列，得到第一比特序列，该第一比特序列包括第二信息比特序列中的比特、校验比特序列中的比特以及第一冻结比特序列中的比特；处理单元 702，还用于对第一比特序列进行极化编码，得到第二比特序列；处理单元 702，还用于输出第二比特序列。

在一种可能的实现中，若概率分布值 $P_1$ 不为等概分布，第二信息比特序列为第一信息比特序列经过预变换操作后得到的序列；或者若概率分布值 $P_1$ 为等概分布，第二信息比特序列为第一信息比特序列。

在一种可能的实现中，若 $|P_1 - 0.5| \leq \epsilon$ ，则概率分布值 $P_1$ 为等概分布， $\epsilon$ 为预设值。

在一种可能的实现中，第一比特序列中的校验比特位置为  $\mathbf{G}(a)$  中求和为 1 的行对应的比特位置， $\mathbf{G}(a)$  为取极化矩阵  $\mathbf{G}$  中集合  $a$  的行和列组成的矩阵，极化矩阵  $\mathbf{G}$  为进行极化编码使用的极化矩阵，该集合  $a$  为信息位集合，该信息位集合包括第一比特序列中的信息比特位置以及校验比特位置。

在一种可能的实现中，校验比特序列中的至少一个校验比特位于第二信息比特序列包括的比特中间。

在一种可能的实现中，处理单元 702 基于第一信息比特序列的概率分布值 $P_1$ 确定第一冻结比特序列的方式具体为：根据第一信息比特序列的概率分布值 $P_1$ 选取概率分布值集合  $\mathbf{P}$  中的概率分布值 $P_0$ ，该概率分布值 $P_0$ 为概率分布值集合  $\mathbf{P}$  中与概率分布值 $P_1$ 最接近的概率分布值；该概率分布值集合  $\mathbf{P}$  中的一种概率分布值对应一种冻结比特序列映射方式；根据与概率分布值 $P_0$ 对应的冻结比特序列映射方式，确定第一冻结比特序列。

在一种可能的实现中，第一冻结比特序列基于概率分布值 $P_0$ 对应的基础序列确定，该基础序列基于概率分布值集合  $\mathbf{P}$  包括的概率分布值的数量确定。

在一种可能的实现中，第一冻结比特序列基于概率分布值 $P_0$ 对应的 m 序列或 Gold 序列或伪随机序列确定。

在一种可能的实现中，每隔 N 个信息比特序列向第二通信设备发送概率分布参考值范围或概率分布参考值，N 为大于 1 的整数。

在一种可能的实现中，校验比特包括循环冗余码校验 CRC 比特和/或奇偶校验 PC 比特。

请参见图 7，图 7 示出了本申请实施例的一种通信装置的结构示意图。图 7 所示的通信装置可以用于执行上述图 3、图 4 或图 6 所描述的方法实施例中第二通信设备的部分或全部功能。该装置可以是第二通信设备，也可以是第二通信设备中的装置，或者是能够和第二通信设备匹配使用的装置。其中，该通信装置还可以为芯片系统。图 7 所示的通信装置可以包括通信单元 701 和处理单元 702。其中，处理单元 702，用于进行数据处理。通信单元 701 集成有接收单元和发送单元。通信单元 701 也可以称为收发单元。或者，也可将通信单元 701 拆分为接收单元和发送单元。其中：

处理单元 702，用于获取待译码序列；

处理单元 702，还用于令 i=1；

处理单元 702，还用于基于概率分布值集合  $\mathbf{P}$  中的第 i 个概率分布值和第 i 个概率分布值对应的冻结比特序列对待译码序列进行译码，得到第 i 个概率分布值对应的第三比特序列，该第三比特序列包括第三信息比特序列中的比特、校验比特以及第 i 个概率分布值对应的冻结比特序列中的比特；

处理单元 702，还用于对第三信息比特序列进行校验；

处理单元 702，还用于如果第三信息比特序列通过校验，则基于第三信息比特序列获取

第一信息比特序列，并停止译码，该第一信息比特序列为第三信息比特序列，或者，该第一信息比特序列为第三信息比特序列经过极化编码后得到的序列；

处理单元 702，还用于如果第三信息比特序列未通过校验，且  $i < x$ ，则令  $i=i+1$ ，并执行所述基于概率分布值集合  $\mathbf{P}$  中的第  $i$  个概率分布值和第  $i$  个概率分布值对应的冻结比特序列对待译码序列进行译码，得到第  $i$  个概率分布值对应的第三比特序列的步骤， $x$  为概率分布值集合  $\mathbf{P}$  包括的概率分布值的数量；

处理单元 702，还用于如果第三信息比特序列未通过校验，且  $i = x$ ，则停止译码，或者，基于目标信息比特序列获取第四信息比特序列，并停止译码；该目标信息比特序列为概率分布值集合  $\mathbf{P}$  对应的  $x$  个第三信息比特序列中的一个，该第四信息比特序列为目标信息比特序列，或者，该第四信息比特序列为目标信息比特序列经过极化编码后得到的序列。

在一种可能的实现中，若第  $i$  个概率分布值不为等概分布，第一信息比特序列为第三信息比特序列经过极化编码后得到的序列；或者若第  $i$  个概率分布值为等概分布，第一信息比特序列为第三信息比特序列。

在一种可能的实现中，若  $|P_{i,r} - 0.5| \leq \epsilon$ ，则第  $i$  个概率分布值为等概分布， $\epsilon$  为预设值， $P_{i,r}$  为第  $i$  个概率分布值。

在一种可能的实现中，概率分布值集合  $\mathbf{P}$  中的概率分布值的译码顺序基于概率分布值集合  $\mathbf{P}$  中的概率分布值对应的信息熵确定。

在一种可能的实现中，第  $i$  个概率分布值对应的信息熵大于或等于第  $i+1$  个概率分布值对应的信息熵。

在一种可能的实现中，概率分布值集合  $\mathbf{P}$  中的概率分布值的译码顺序基于发送端历史的概率分布值确定。

在一种可能的实现中，通信单元 701，用于接收第一通信设备每隔  $N$  个信息比特序列发送的概率分布参考值范围或概率分布参考值， $N$  为大于 1 的整数；其中，概率分布值集合  $\mathbf{P}$  中的概率分布值的译码顺序基于概率分布参考值范围或概率分布参考值确定。

在一种可能的实现中，目标信息比特序列为所述概率分布值集合  $\mathbf{P}$  中的等概分布对应的第三信息比特序列。

在一种可能的实现中，第三比特序列中的校验比特位置为  $\mathbf{G}(a)$  中求和为 1 的行对应的比特位置， $\mathbf{G}(a)$  为取极化矩阵  $\mathbf{G}$  中集合  $a$  的行和列组成的矩阵，该极化矩阵  $\mathbf{G}$  为进行极化编码使用的极化矩阵，该集合  $a$  为信息位集合，该信息位集合包括第三比特序列中的信息比特位置以及校验比特位置。

在一种可能的实现中，校验比特中的至少一个校验比特位于第三信息比特序列包括的比特中间。

在一种可能的实现中，概率分布值集合  $\mathbf{P}$  中的一种概率分布值对应一种冻结比特序列映射方式，处理单元 702，还用于根据与第  $i$  个概率分布值对应的冻结比特序列映射方式，确定第  $i$  个概率分布值对应的冻结比特序列。

在一种可能的实现中，第  $i$  个概率分布值对应的冻结比特序列基于概率分布值对应的基础序列确定，该基础序列基于概率分布值集合  $\mathbf{P}$  包括的概率分布值的数量确定。

在一种可能的实现中，第  $i$  个概率分布值对应的冻结比特序列基于概率分布值对应的  $m$  序列或 Gold 序列或伪随机序列确定。

在一种可能的实现中，校验比特包括循环冗余码校验 CRC 比特和/或奇偶校验 PC 比特。

图 8 给出了一种通信装置的结构示意图。所述通信装置 800 可以是上述方法实施例中的第一通信设备，也可以是上述方法实施例中的第二通信设备，还可以是支持第一通信设备实现上述方法的芯片、芯片系统、或处理器等，还可以是支持第二通信设备实现上述方法的芯片、芯片系统、或处理器等，还可以是支持服务器实现上述方法的芯片、芯片系统、或处理器等。该通信装置可用于实现上述方法实施例中描述的方法，具体可以参见上述方法实施例中的说明。

所述通信装置 800 可以包括一个或多个处理器 801。所述处理器 801 可以是通用处理器或者专用处理器等。例如可以是基带处理器或中央处理器。基带处理器可以用于对通信协议以及通信数据进行处理，中央处理器可以用于对通信装置（如，基站、基带芯片，终端、终端芯片，DU 或 CU 等）进行控制，执行软件程序，处理软件程序的数据。

可选的，所述通信装置 800 中可以包括一个或多个存储器 802，其上可以存有指令 804，所述指令可在所述处理器 801 上被运行，使得所述通信装置 800 执行上述方法实施例中描述的方法。可选的，所述存储器 802 中还可以存储有数据。所述处理器 801 和存储器 802 可以单独设置，也可以集成在一起。

可选的，所述通信装置 800 还可以包括收发器 805、天线 806。所述收发器 805 可以称为收发单元、收发机、或收发电路等，用于实现收发功能。收发器 805 可以包括接收器和发送器，接收器可以称为接收机或接收电路等，用于实现接收功能；发送器可以称为发送机或发送电路等，用于实现发送功能。其中，图 7 所示的处理单元 702 可以为处理器 801。通信单元 701 可以为收发器 805。

所述通信装置 800 为第一通信设备：处理器 801 用于执行上述方法实施例中第一通信设备的数据处理操作。收发器 805 用于执行上述方法实施例中第一通信设备的数据收发操作。例如，收发器 805 可用于执行图 3、图 4 或图 6 中第一通信设备的数据收发操作。例如，收发器 805 可发送调制符号。处理器 801 可用于执行图 3、图 4 或图 6 中第一通信设备的数据处理操作。例如，处理器 801 可执行图 3 中的步骤 301~步骤 305 以及步骤 307。或者，处理器 801 可执行图 4 中的步骤 401~步骤 407 以及步骤 409。或者，处理器 801 可执行图 6 中的步骤 601~步骤 605 以及步骤 607 和步骤 608。

所述通信装置 800 为第二通信设备：处理器 801 用于执行上述方法实施例中第二通信设备的数据处理操作。收发器 805 用于执行上述方法实施例中第二通信设备的数据收发操作。例如，收发器 805 可用于执行图 3、图 4 或图 6 中第二通信设备的数据收发操作。例如，收发器 805 可接收调制符号。处理器 801 可用于执行图 3、图 4 或图 6 中第二通信设备的数据处理操作。例如，处理器 801 可执行图 3 中的步骤 309~步骤 315。或者，处理器 801 可执行图 4 中的步骤 411~步骤 418。或者，处理器 801 可执行图 6 中的步骤 610~步骤 616。

另一种可能的设计中，处理器 801 中可以包括用于实现接收和发送功能的收发器。例如该收发器可以是收发电路，或者是接口，或者是接口电路。用于实现接收和发送功能的收发电路、接口或接口电路可以是分开的，也可以集成在一起。上述收发电路、接口或接口电路可以用于代码/数据的读写，或者，上述收发电路、接口或接口电路可以用于信号的传输或传递。

又一种可能的设计中，可选的，处理器 801 可以存有指令 803，指令 803 在处理器 801 上运行，可使得所述通信装置 800 执行上述方法实施例中描述的方法。指令 803 可能固化在处理器 801 中，该种情况下，处理器 801 可能由硬件实现。

又一种可能的设计中，通信装置 800 可以包括电路，所述电路可以实现前述方法实施例

中发送或接收或者通信的功能。本申请实施例中描述的处理器和收发器可实现在集成电路 (integrated circuit, IC)、模拟 IC、射频集成电路 RFIC、混合信号 IC、专用集成电路(application specific integrated circuit, ASIC)、印刷电路板 (printed circuit board, PCB)、电子设备等上。该处理器和收发器也可以用各种 IC 工艺技术来制造，例如互补金属氧化物半导体 (complementary metal oxide semiconductor, CMOS)、N 型金属氧化物半导体 (nMetal-oxide-semiconductor, NMOS)、P 型金属氧化物半导体 (positive channel metal oxide semiconductor, PMOS)、双极结型晶体管 (Bipolar Junction Transistor, BJT)、双极 CMOS (BiCMOS)、硅锗 (SiGe)、砷化镓 (GaAs) 等。

以上实施例描述中的通信装置可以是第一通信设备、第二通信设备，但本申请实施例中描述的通信装置的范围并不限于此，而且通信装置的结构可以不受图 8 的限制。通信装置可以是独立的设备或者可以是较大设备的一部分。例如所述通信装置可以是：

- (1) 独立的集成电路 IC，或芯片，或，芯片系统或子系统；
- (2) 具有一个或多个 IC 的集合，可选的，该 IC 集合也可以包括用于存储数据，指令的存储部件；
- (3) ASIC，例如调制解调器 (MSM)；
- (4) 可嵌入在其他设备内的模块；
- (5) 接收机、终端、智能终端、蜂窝电话、无线设备、手持机、移动单元、车载设备、网络设备、云设备、人工智能设备等等；
- (6) 其他等等。

对于通信装置可以是芯片或芯片系统的情况，可参见图 9 所示的芯片的结构示意图。图 9 所示的芯片 900 包括处理器 901、接口 902。可选的，还可包括存储器 903。其中，处理器 901 的数量可以是一个或多个，接口 902 的数量可以是多个。

一种设计中，对于芯片用于实现本申请实施例中第一通信设备的功能的情况：

所述接口 902，用于接收或输出信号；例如，接口 902 可用于执行图 3、图 4 或图 6 中第一通信设备的信号接收或输出操作。例如，接口 902 可输出第二比特序列以及输出调制符号。

所述处理器 901，用于执行第一通信设备的数据处理操作。例如，处理器 901 可用于执行图 3、图 4 或图 6 中第一通信设备的数据处理操作。例如，处理器 901 可执行图 3 中的步骤 301~步骤 305 以及步骤 307。或者，处理器 901 可执行图 4 中的步骤 401~步骤 407 以及步骤 409。或者，处理器 901 可执行图 6 中的步骤 601~步骤 605 以及步骤 607 和步骤 608。

另一种设计中，对于芯片用于实现本申请实施例中第二通信设备的功能的情况：

所述接口 902，用于接收或输出信号；例如，接口 902 可用于执行图 3、图 4 或图 6 中第二通信设备的信号接收或输出操作。例如，接口 902 可接收调制符号。

所述处理器 901，用于执行第二通信设备的数据处理操作。例如，处理器 901 可用于执行图 3、图 4 或图 6 中第二通信设备的数据处理操作。例如，处理器 901 可执行图 3 中的步骤 309~步骤 315。或者，处理器 901 可执行图 4 中的步骤 411~步骤 418。或者，处理器 901 可执行图 6 中的步骤 610~步骤 616。

可以理解的是，本申请实施例中的一些可选的特征，在某些场景下，可以不依赖于其他特征，比如其当前所基于的方案，而独立实施，解决相应的技术问题，达到相应的效果，也可以在某些场景下，依据需求与其他特征进行结合。相应的，本申请实施例中给出的通信装置也可以相应的实现这些特征或功能，在此不予赘述。

应理解，本申请实施例中的处理器可以是一种集成电路芯片，具有信号的处理能力。在

实现过程中，上述方法实施例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。上述的处理器可以是通用处理器、数字信号处理器（digital signal processor, DSP）、专用集成电路（application specific integrated circuit, ASIC）、现场可编程门阵列（field programmable gate array, FPGA）或者其它可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件。

可以理解，本申请实施例中的存储器可以是易失性存储器或非易失性存储器，或可包括易失性和非易失性存储器两者。其中，非易失性存储器可以是只读存储器（read-only memory, ROM）、可编程只读存储器（programmable ROM, PROM）、可擦除可编程只读存储器（erasable PROM, EPROM）、电可擦除可编程只读存储器（electrically EPROM, EEPROM）或闪存。易失性存储器可以是随机存取存储器（random access memory, RAM），其用作外部高速缓存。通过示例性但不是限制性说明，许多形式的RAM可用，例如静态随机存取存储器（static RAM, SRAM）、动态随机存取存储器（dynamic RAM, DRAM）、同步动态随机存取存储器（synchronous DRAM, SDRAM）、双倍数据速率同步动态随机存取存储器（double data rate SDRAM, DDR SDRAM）、增强型同步动态随机存取存储器（enhanced SDRAM, ESDRAM）、同步连接动态随机存取存储器（synchlink DRAM, SDRAM）和直接内存总线随机存取存储器（direct rambus RAM, DR RAM）。应注意，本文描述的系统和方法的存储器旨在包括但不限于这些和任意其它适合类型的存储器。

本申请还提供了一种计算机可读介质，存储介质中存储有计算机程序或指令，当计算机程序或指令被通信装置执行时，实现上述任一方法实施例的功能。

本申请还提供了一种包括指令的计算机程序产品，当计算机读取并执行计算机程序产品时，使得计算机实现上述任一方法实施例的功能。

上述实施例中，可以全部或部分地通过软件、硬件、固件或者其任意组合来实现。当使用软件实现时，可以全部或部分地以计算机程序产品形式实现。所述计算机程序产品包括一个或多个计算机指令。在计算机上加载和执行所述计算机指令时，全部或部分地产生按照本申请实施例所述的流程或功能。所述计算机可以是通用计算机、专用计算机、计算机网络、或者其他可编程装置。所述计算机指令可以存储在计算机可读存储介质中，或者从一个计算机可读存储介质向另一个计算机可读存储介质传输，例如，所述计算机指令可以从一个网站站点、计算机、服务器或数据中心通过有线（例如同轴电缆、光纤、数字用户线（digital subscriber line, DSL））或无线（例如红外、无线、微波等）方式向另一个网站站点、计算机、服务器或数据中心进行传输。所述计算机可读存储介质可以是计算机能够存取的任何可用介质或者是包含一个或多个可用介质集成的服务器、数据中心等数据存储设备。所述可用介质可以是磁性介质（例如，软盘、硬盘、磁带）、光介质（例如，高密度数字视频光盘（digital video disc, DVD））、或者半导体介质（例如，固态硬盘（solid state disk, SSD））等。

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，可轻易想到变化或替换，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所述权利要求的保护范围为准。

## 权 利 要 求 书

1. 一种编码方法，其特征在于，应用于第一通信设备，所述方法包括：

获取第一信息比特序列；

基于所述第一信息比特序列的概率分布值 $P_1$ 确定第一冻结比特序列；

基于第二信息比特序列确定校验比特序列，所述第二信息比特序列为所述第一信息比特序列或者为所述第一信息比特序列经过预变换操作后得到的序列；

基于第二信息比特序列、所述校验比特序列和所述第一冻结比特序列，得到第一比特序列，所述第一比特序列包括所述第二信息比特序列中的比特、所述校验比特序列中的比特以及所述第一冻结比特序列中的比特；

对所述第一比特序列进行极化编码，得到第二比特序列；

输出所述第二比特序列。

2. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，

若所述概率分布值 $P_1$ 不为等概分布，所述第二信息比特序列为所述第一信息比特序列经过预变换操作后得到的序列；或者

若所述概率分布值 $P_1$ 为等概分布，所述第二信息比特序列为所述第一信息比特序列。

3. 根据权利要求 2 所述的方法，其特征在于，若 $|P_1 - 0.5| \leq \epsilon$ ，则所述概率分布值 $P_1$ 为等概分布，所述 $\epsilon$ 为预设值。

4. 根据权利要求 1~3 中任意一项所述的方法，其特征在于，所述第一比特序列中的校验比特位置为  $\mathbf{G}(\mathbf{a})$  中求和为 1 的行对应的比特位置，所述  $\mathbf{G}(\mathbf{a})$  为取极化矩阵  $\mathbf{G}$  中集合  $\mathbf{a}$  的行和列组成的矩阵，所述极化矩阵  $\mathbf{G}$  为进行所述极化编码使用的极化矩阵，所述集合  $\mathbf{a}$  为信息位集合，所述信息位集合包括所述第一比特序列中的信息比特位置以及校验比特位置。

5. 根据权利要求 1~4 中任意一项所述的方法，其特征在于，所述校验比特序列中的至少一个校验比特位于所述第二信息比特序列包括的比特中间。

6. 根据权利要求 1~5 中任意一项所述的方法，其特征在于，所述基于所述第一信息比特序列的概率分布值 $P_1$ 确定第一冻结比特序列，包括：

根据所述第一信息比特序列的概率分布值 $P_1$ 选取概率分布值集合  $\mathbf{P}$  中的概率分布值 $P_0$ ，所述概率分布值 $P_0$ 为所述概率分布值集合  $\mathbf{P}$  中与所述概率分布值 $P_1$ 最接近的概率分布值；所述概率分布值集合  $\mathbf{P}$  中的一种概率分布值对应一种冻结比特序列映射方式；

根据与概率分布值 $P_0$ 对应的冻结比特序列映射方式，确定第一冻结比特序列。

7. 根据权利要求 6 所述的方法，其特征在于，所述第一冻结比特序列基于所述概率分布值 $P_0$ 对应的基础序列确定，所述基础序列基于所述概率分布值集合  $\mathbf{P}$  包括的概率分布值的数量确定。

8.根据权利要求 6 所述的方法，其特征在于，所述第一冻结比特序列基于所述概率分布值 $P_0$ 对应的 m 序列或 Gold 序列或伪随机序列确定。

9.根据权利要求 1~8 中任意一项所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

每隔 N 个信息比特序列向第二通信设备发送概率分布参考值范围或概率分布参考值，所述 N 为大于 1 的整数。

10.根据权利要求 1~9 中任意一项所述的方法，其特征在于，所述校验比特包括循环冗余码校验 CRC 比特和/或奇偶校验 PC 比特。

11.一种译码方法，其特征在于，应用于第二通信设备，所述方法包括：

步骤 1，获取待译码序列；

步骤 2，令 i=1；

步骤 3，基于概率分布值集合 P 中的第 i 个概率分布值和所述第 i 个概率分布值对应的冻结比特序列对所述待译码序列进行译码，得到所述第 i 个概率分布值对应的第三比特序列，所述第三比特序列包括第三信息比特序列中的比特、校验比特以及所述第 i 个概率分布值对应的冻结比特序列中的比特；

步骤 4，对所述第三信息比特序列进行校验；

步骤 5，如果所述第三信息比特序列通过校验，则基于所述第三信息比特序列获取第一信息比特序列，并停止译码，所述第一信息比特序列为所述第三信息比特序列，或者，所述第一信息比特序列为所述第三信息比特序列经过极化编码后得到的序列；

步骤 6，如果所述第三信息比特序列未通过校验，且所述 i 小于 x，则令 i=i+1，并回到步骤 3，所述 x 为所述概率分布值集合 P 包括的概率分布值的数量；

步骤 7，如果所述第三信息比特序列未通过校验，且所述 i 等于所述 x，则：

停止译码；或者，

基于目标信息比特序列获取第四信息比特序列，并停止译码；所述目标信息比特序列为所述概率分布值集合 P 对应的 x 个第三信息比特序列中的一个，所述第四信息比特序列为所述目标信息比特序列或者为所述目标信息比特序列经过极化编码后得到的序列。

12.根据权利要求 11 所述的方法，其特征在于，

若所述第 i 个概率分布值不为等概分布，所述第一信息比特序列为所述第三信息比特序列经过极化编码后得到的序列；或者

若所述第 i 个概率分布值为等概分布，所述第一信息比特序列为所述第三信息比特序列。

13.根据权利要求 12 所述的方法，其特征在于，若  $|P_{i,r} - 0.5| \leq \epsilon$ ，则所述第 i 个概率分布值为等概分布，所述  $\epsilon$  为预设值，所述  $P_{i,r}$  为所述第 i 个概率分布值。

14.根据权利要求 11~13 中任意一项所述的方法，其特征在于，所述概率分布值集合 P 中的概率分布值的译码顺序基于所述概率分布值集合 P 中的概率分布值对应的信息熵确定。

15.根据权利要求 14 所述的方法，其特征在于，所述第 i 个概率分布值对应的信息熵大于

或等于第  $i+1$  个概率分布值对应的信息熵。

16. 根据权利要求 11~13 中任意一项所述的方法，其特征在于，所述概率分布值集合  $\mathbf{P}$  中的概率分布值的译码顺序基于发送端历史的概率分布值确定。

17. 根据权利要求 11~13 中任意一项所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

接收第一通信设备每隔  $N$  个信息比特序列发送的概率分布参考值范围或概率分布参考值，所述  $N$  为大于 1 的整数；

其中，所述概率分布值集合  $\mathbf{P}$  中的概率分布值的译码顺序基于所述概率分布参考值范围或所述概率分布参考值确定。

18. 根据权利要求 11~17 中任意一项所述的方法，其特征在于，所述目标信息比特序列为所述概率分布值集合  $\mathbf{P}$  中的等概分布对应的第三信息比特序列。

19. 根据权利要求 11~18 中任意一项所述的方法，其特征在于，所述第三比特序列中的校验比特位置为  $\mathbf{G}(a)$  中求和为 1 的行对应的比特位置，所述  $\mathbf{G}(a)$  为取极化矩阵  $\mathbf{G}$  中集合  $a$  的行和列组成的矩阵，所述极化矩阵  $\mathbf{G}$  为进行所述极化编码使用的极化矩阵，所述集合  $a$  为信息位集合，所述信息位集合包括所述第三比特序列中的信息比特位置以及校验比特位置。

20. 根据权利要求 11~19 中任意一项所述的方法，其特征在于，所述校验比特中的至少一个校验比特位于所述第三信息比特序列包括的比特中间。

21. 根据权利要求 11~20 中任意一项所述的方法，其特征在于，所述概率分布值集合  $\mathbf{P}$  中的一种概率分布值对应一种冻结比特序列映射方式，所述方法还包括：

根据与所述第  $i$  个概率分布值对应的冻结比特序列映射方式，确定所述第  $i$  个概率分布值对应的冻结比特序列。

22. 根据权利要求 21 所述的方法，其特征在于，所述第  $i$  个概率分布值对应的冻结比特序列基于所述概率分布值对应的基础序列确定，所述基础序列基于所述概率分布值集合  $\mathbf{P}$  包括的概率分布值的数量确定。

23. 根据权利要求 21 所述的方法，其特征在于，所述第  $i$  个概率分布值对应的冻结比特序列基于所述概率分布值对应的  $m$  序列或 Gold 序列或伪随机序列确定。

24. 根据权利要求 11~23 中任意一项所述的方法，其特征在于，所述校验比特包括循环冗余码校验 CRC 比特和/或奇偶校验 PC 比特。

25. 一种通信装置，其特征在于，包括用于执行如权利要求 1~10 中任一项所述方法的单元，或包括用于执行如权利要求 11~24 中任一项所述方法的单元。

26. 一种通信装置，其特征在于，包括处理器和存储器，所述处理器和所述存储器耦合，

所述处理器用于实现如权利要求 1~10 中任一项所述的方法，或所述处理器用于实现如权利要求 11~24 中任一项所述的方法。

27. 一种芯片，其特征在于，包括处理器和接口，所述处理器和所述接口耦合；

所述接口用于接收或输出信号，所述处理器用于执行代码指令，以使权利要求 1~10 中任一项所述的方法被执行，或以使权利要求 11~24 中任一项所述的方法被执行。

28. 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中存储有计算机可执行指令，所述计算机可执行指令在被所述计算机调用时用于使所述计算机执行上述权利要求 1~10 中任一项所述的方法，或，所述计算机可执行指令在被所述计算机调用时用于使所述计算机执行上述权利要求 11~24 中任一项所述的方法。

29. 一种计算机程序产品，其特征在于，所述计算机程序产品包括：计算机程序代码，所述计算机程序代码被计算机运行时，使得所述计算机执行如权利要求 1~10 中任一项所述的方法，或使得所述计算机执行如权利要求 11~24 中任一项所述的方法。

30. 一种通信系统，其特征在于，包括执行如权利要求 1~10 中任一项所述的方法的第一通信设备和执行如权利要求 11~24 中任一项所述的方法第二通信设备。

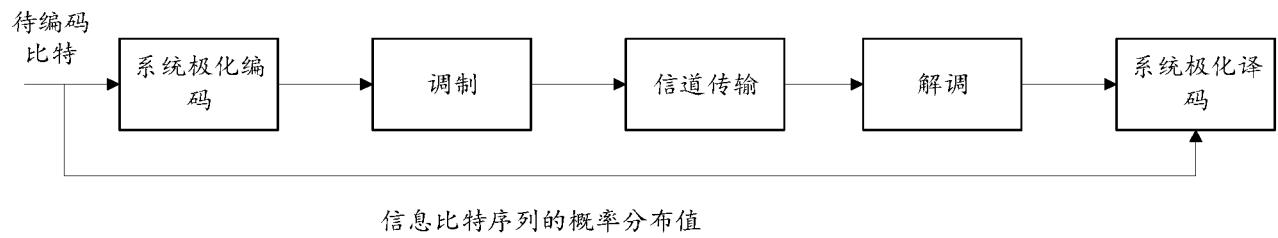


图 1

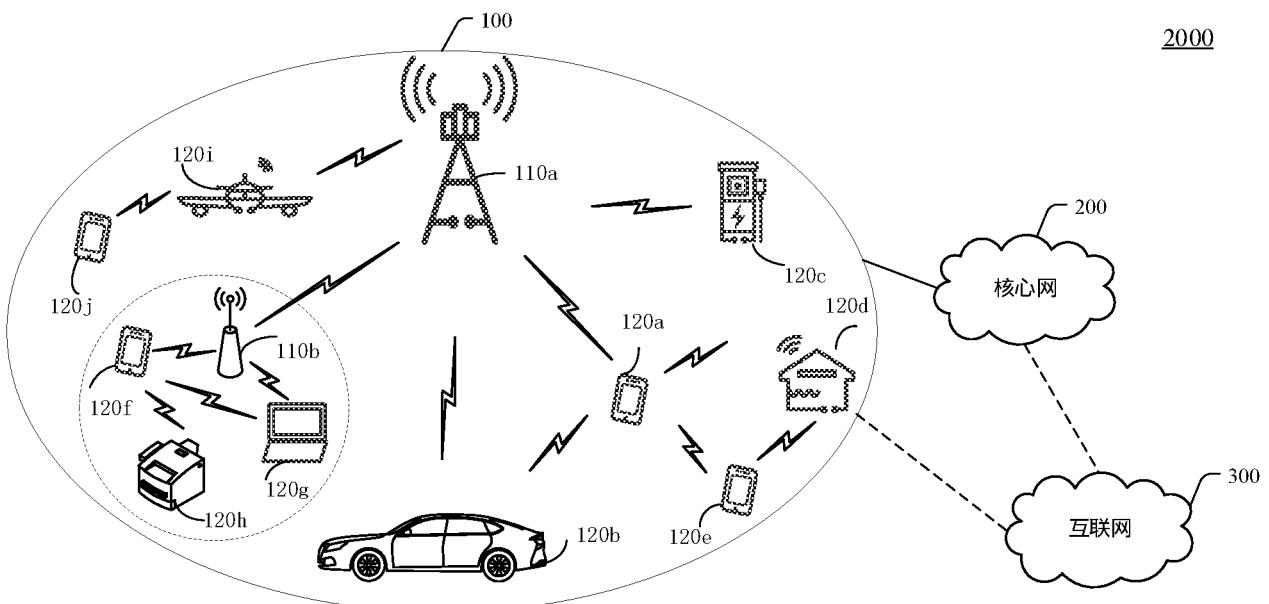
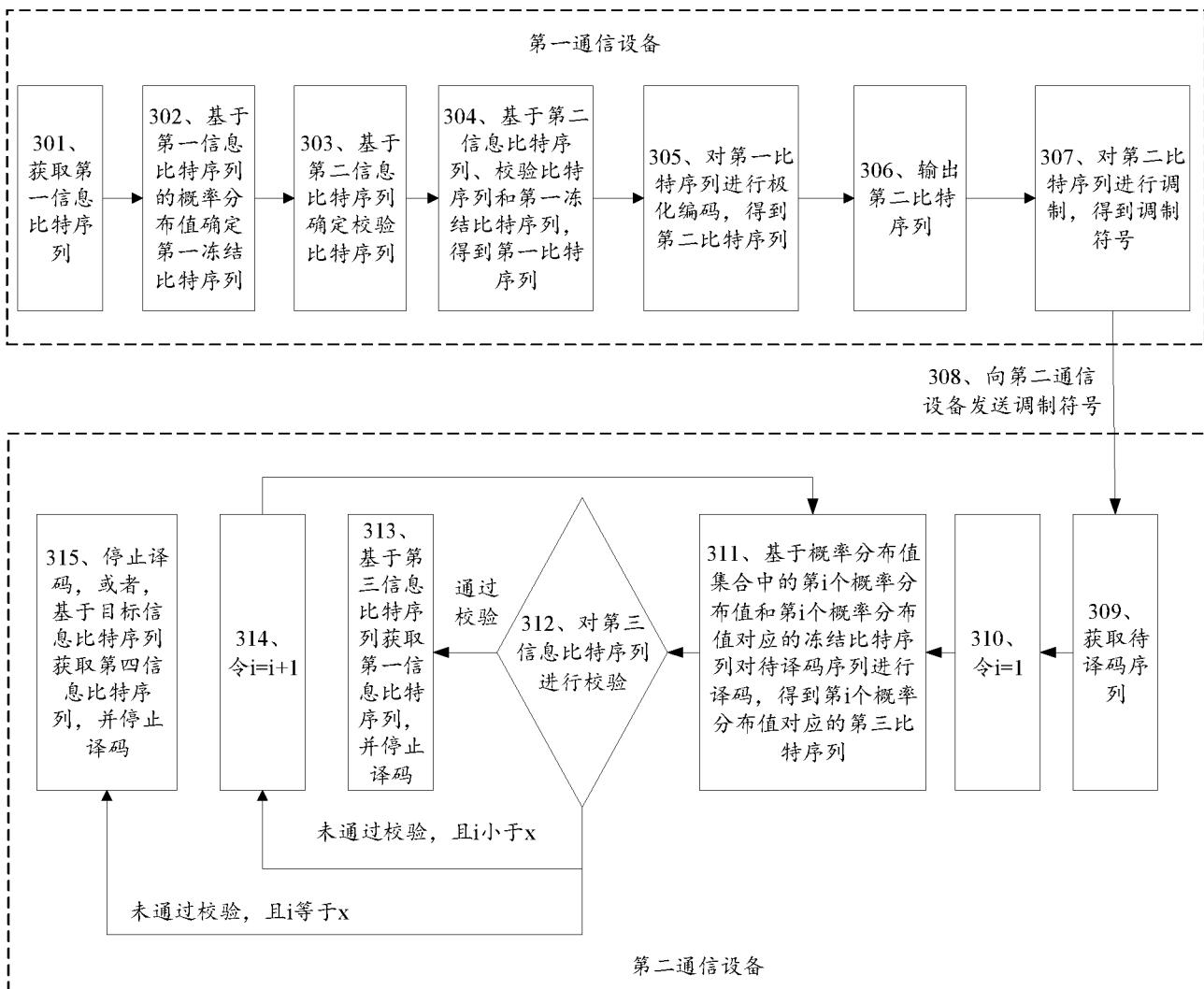


图 2



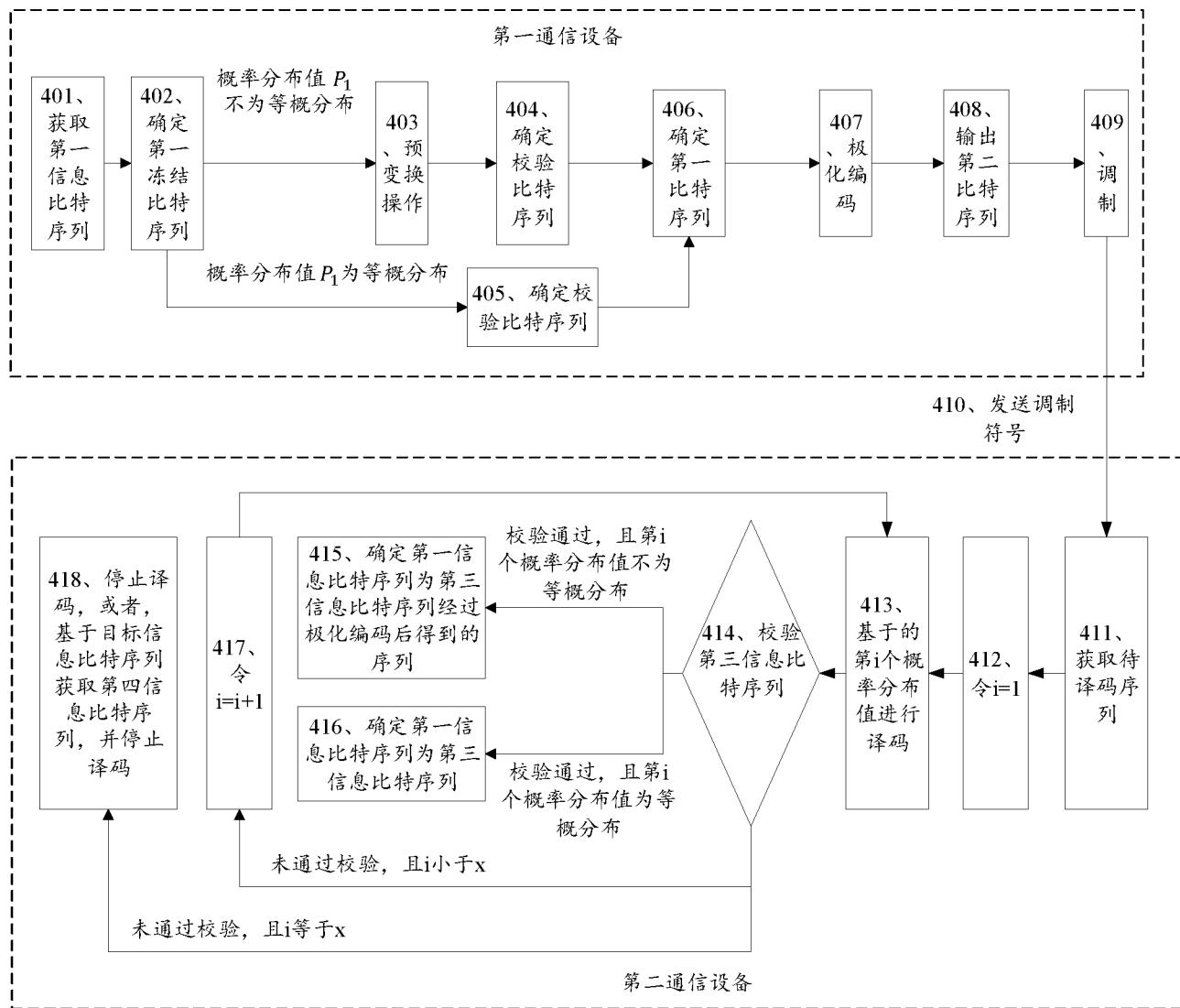


图 4

嵌套关系：二维链表结构

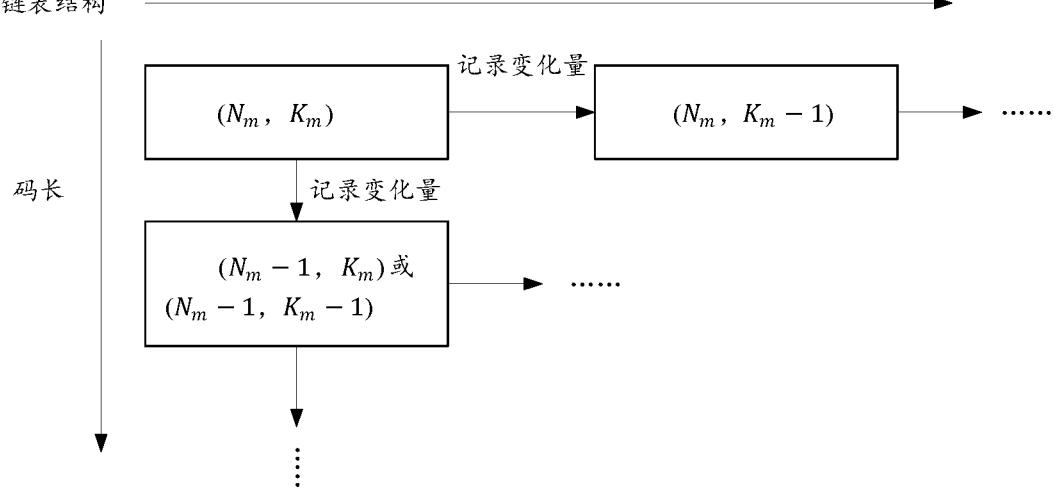


图 5

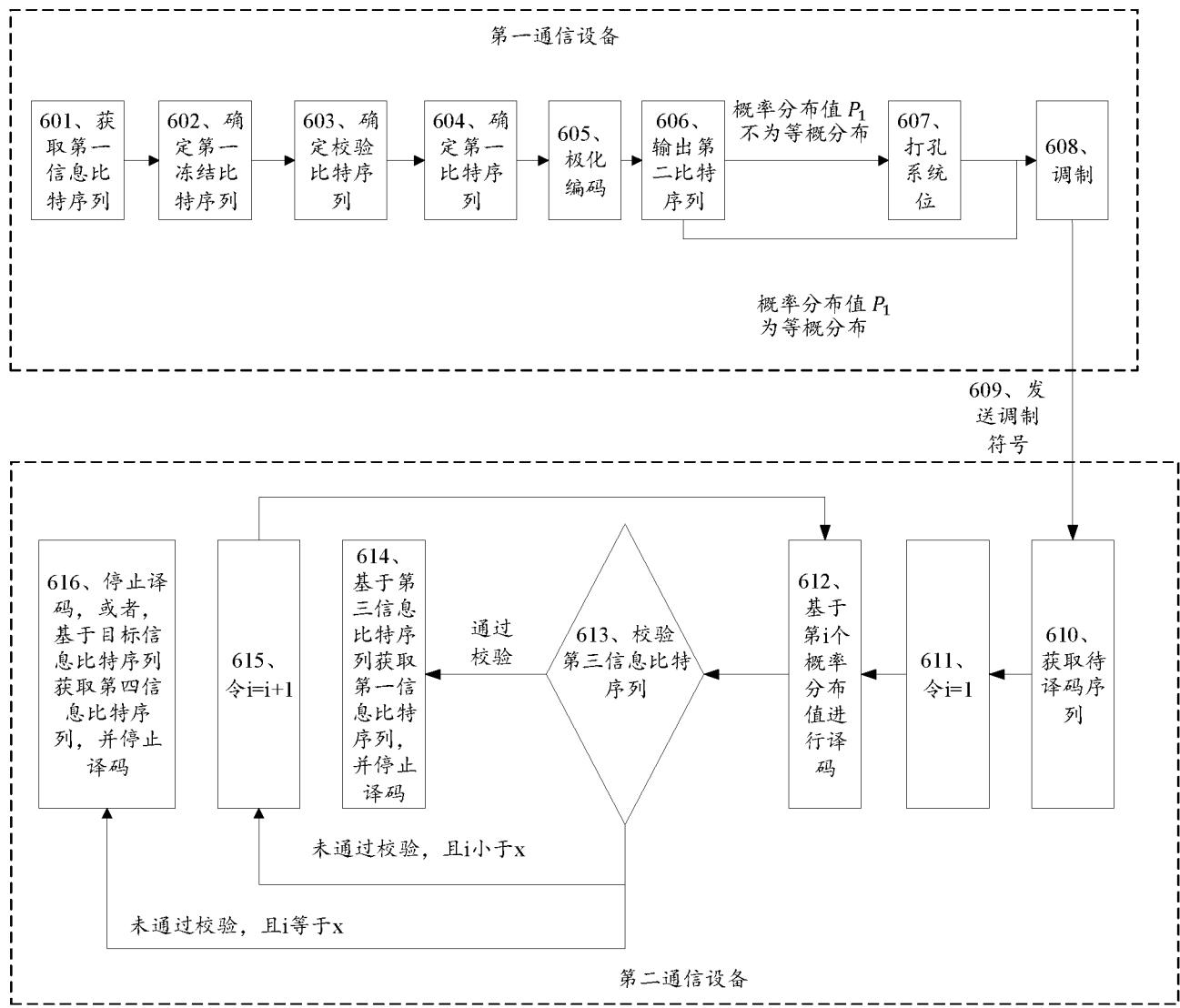


图 6

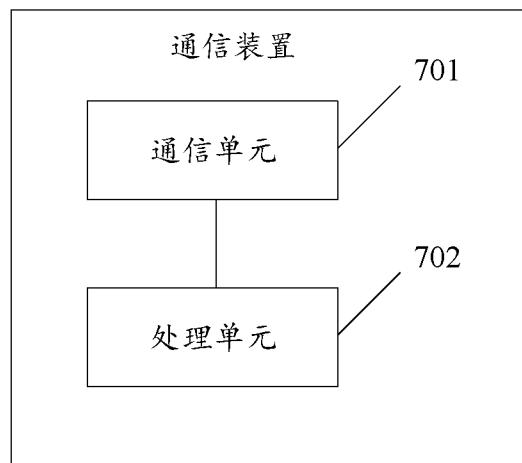


图 7

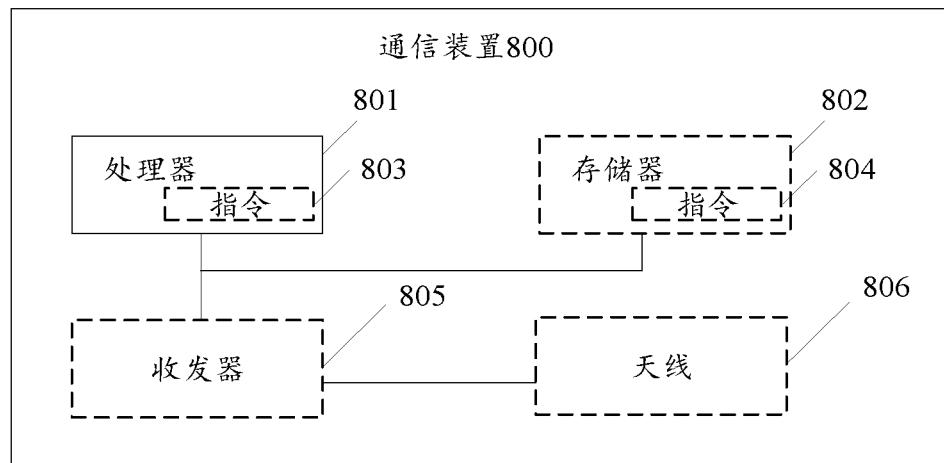


图 8

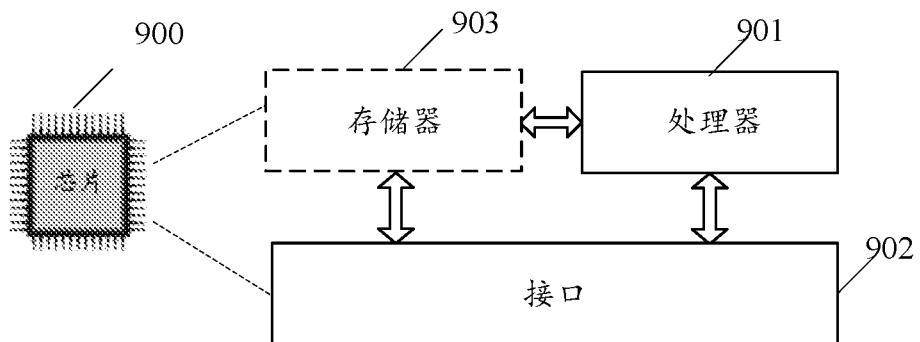


图 9