

(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
2013年1月10日 (10.01.2013)



(10) 国际公布号
WO 2013/004090 A1

- (51) 国际专利分类号:
H04L 1/00 (2006.01) H03M 13/11 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2012/072413
- (22) 国际申请日: 2012年3月16日 (16.03.2012)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201110189200.2 2011年7月6日 (06.07.2011) CN
201110260661.4 2011年9月5日 (05.09.2011) CN
201210033174.9 2012年2月14日 (14.02.2012) CN
- (71) 申请人 (对除美国外的所有指定国): 北京新岸线无线技术有限公司 (BEIJING NUFRONT WIRELESS TECH. CO., LTD.) [CN/CN]; 中国北京市海淀区中关村东路1号院清华科技园8号楼科技大厦A座16层王剑, Beijing 100084 (CN)。
- (72) 发明人; 及
- (75) 发明人/申请人 (仅对美国): 鲍东山 (BAO, Dongshan) [CN/CN]; 中国北京市海淀区中关村东路1号院清华科技园8号楼科技大厦A座16层, Beijing

100084 (CN)。王加庆 (WANG, Jiaqing) [CN/CN]; 中国北京市海淀区中关村东路1号院清华科技园8号楼科技大厦A座16层, Beijing 100084 (CN)。

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

[见续页]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR TRANSMITTING DATA

(54) 发明名称: 一种用于数据传输的方法及装置

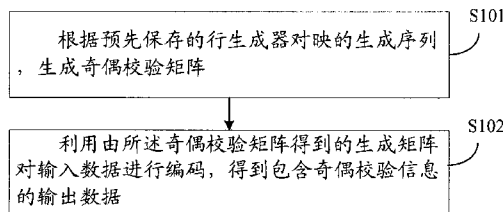


图1 / Fig. 1

S101 ACCORDING TO GENERATED SEQUENCES CORRESPONDING TO THE PRESERVED ROW GENERATOR, GENERATING A PARITY-CHECK MATRIX

S102 CODING INPUT DATA BY USING A GENERATED MATRIX OBTAINED FROM THE PARITY-CHECK MATRIX, AND OBTAINING OUTPUT DATA COMPRISING PARITY-CHECK INFORMATION

(57) Abstract: A method for transmitting data is provided by the present invention, which comprises: according to generated sequences corresponding to the preserved row generator, generating a parity-check matrix; coding input data by using the generated matrix obtained from the parity-check matrix, and obtaining output data comprising parity-check information. A device for transmitting data is also provided by the present invention. The application of the method and device of the present invention enables the storage space required for storing the parity-check matrix to be minimized.

(57) 摘要: 本发明公开了一种用于数据传输的方法, 包括: 根据预先保存的行生成器对应的生成序列, 生成奇偶校验矩阵; 利用由所述奇偶校验矩阵得到的生成矩阵对输入数据进行编码, 得到包含奇偶校验信息的输出数据。本发明还公开了一种用于数据传输的装置。采用本发明的方法和装置, 可使存储奇偶校验矩阵所需的存储空间达到了最小化。



WO 2013/004090 A1

本国际公布:

- 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

一种用于数据传输的方法及装置

本申请要求申请日为 2011 年 7 月 6 日，申请号为 201110189200.2，发明名称为“一种用于数据传输的方法及装置”的在先申请的优先权，该在先申请的全部内容均已在本申请中体现。

本申请要求申请日为 2011 年 9 月 5 日，申请号为 201110260661.4，发明名称为“一种用于数据传输的方法及装置”的在先申请的优先权，该在先申请的全部内容均已在本申请中体现。

本申请要求申请日为 2012 年 2 月 14 日，申请号为 201210033174.9，发明名称为“一种用于数据传输的方法及装置”的在先申请的优先权，该在先申请的全部内容均已在本申请中体现。

技术领域

本发明属于通信技术，尤其涉及一种用于数据传输的方法及装置。

背景技术

由于随机噪声、无线传输中的多径衰落等因素的影响，使得通信系统中的数据传输经常发生各种差错，通常，采用信道编码的方法来确保在有噪声的通信信道中提供可靠的通信。现有实现方法中，低密度奇偶校验 (LDPC) 码因其优异的性能，高效的译码算法，被广泛认为是最好的纠错编码实现方法之一。

LDPC 码是一种基于稀疏奇偶校验矩阵 H 的线性纠错码， H 中的元素除了 0 就是 1。若以 N 表示 LDPC 码的码长、 K 表示信息位长度、 M 表示校验位长度、 γ 表示列重、 λ 表示行重、 R 表示码率，可以将该 LDPC 码表示为 (N,K) LDPC 码。若 γ 与 λ 为常数，则该 LDPC 码为规则 LDPC 码 (regular LDPC)，否则，为非规则 LDPC 码 (Irregular LDPC)。

LDPC 码码字是其校验矩阵 H 的零空间，编码过程描述如下。首先，奇偶校验矩阵构造单元根据预先设定的 LDPC 编码参数，构造奇偶校验矩阵 H ；然后，由生成矩阵构造单元根据校验矩阵 H 得到生成矩阵 G ，这里生成矩阵 G 和相应的校验矩阵 H 是对偶矩阵；最后，编码单元用生成矩阵 G 对输入数据 s 进行编码，得到输出的 LDPC 码的码字 c 。

从实用性角度来看，制约 LDPC 码广泛应用的一个重要因素是：稀疏的奇偶校验矩阵和非稀疏的生成矩阵的存储量过大，导致在使用 LDPC 码进行编码时所需要的存储空间非常大。此外，传统的 LDPC 码编码复杂度过高也是制约其广泛应用的一个比较重要的因素。由于上述缺点的存在，导致 LDPC 码尚未被广泛地投入实际应用中。

发明内容

有鉴于此，本发明所要解决的技术问题是提供一种用于数据传输的方法，以降低存储奇偶校验矩阵所需的存储空间。为了对披露的实施例的一些方面有一个基本的理解，下面给出了简单的概括。该概括部分不是泛泛评述，也不是要确定关键/重要组成元素或描绘这些实施例的保护范围。其唯一目的是用简单的形式呈现一些概念，以此作为后面的详细说明确定的序言。

本发明的目的在于提供一种用于数据传输的方法，包括：

根据预先保存的行生成器对应的生成序列，生成奇偶校验矩阵；

利用由所述奇偶校验矩阵得到的生成矩阵对输入数据进行编码，得到包含奇偶校验信息的输出数据。

本发明的目的在于还提供一种用于数据传输的装置，该装置包括：存储模块、校验矩阵生成模块和码字生成模块；

所述存储模块，用于保存行生成器对应的生成序列，并向所述校验矩阵生成模块提供所述生成序列；

所述校验矩阵生成模块，用于根据所述存储模块提供的所述生成序列，生成奇偶校验矩阵，并将所述奇偶校验矩阵发送给所述码字生成模块；

所述码字生成模块，用于接收来自于所述校验矩阵生成模块的所述奇偶校验矩阵，并利用由所述奇偶校验矩阵得到的生成矩阵对输入数据进行编码。

由上述技术方案可见，本发明的一种用于数据传输的方法及装置采用了以行生成器对应的生成序列表示奇偶校验矩阵、并对行生成器循环移位或直接寻址得到奇偶校验矩阵的方式，使得存储奇偶校验矩阵所需的存储空间达到了最小化。

为了上述以及相关的目的，一个或多个实施例包括后面将详细说明并在权利要求中特别指出的特征。下面的说明以及附图详细说明某些示例性方面，并且其指示的仅仅是各个实施例的原则可以利用的各种方式中的一些方式。其它的益处和新颖性特征将随着下面的详细说明结合附图考虑而变得明显，所公开的实施例是要包括所有这些方面以及它们的等同。

附图说明

- 图 1 是本发明一实施例提供的一种用于数据传输的方法的流程示意图；
- 图 2 是本发明实施例一提供的(1344,672) LDPC code 性能的示意图；
- 图 3 是本发明实施例二提供的(1344,840) LDPC code 性能的示意图；
- 图 4 是本发明实施例三提供的(1344,1008) LDPC code 性能的示意图；
- 图 5 是本发明实施例四提供的(1344,1176) LDPC code 性能的示意图；
- 图 6 是本发明实施例五提供的(2688, 1344) LDPC code 性能的示意图；
- 图 7 是本发明实施例六提供的(2688, 1680) LDPC code 性能的示意图；
- 图 8 是本发明实施例七提供的(2688, 2016) LDPC code 性能的示意图；
- 图 9 是本发明实施例八提供的(2688, 2240) LDPC code 性能的示意图；
- 图 10 是本发明实施例九提供的(5376, 2688) LDPC code 性能的示意图；
- 图 11 是本发明实施例十提供的(5376, 3360) LDPC code 性能的示意图；
- 图 12 是本发明实施例十一提供的(5376, 4032) LDPC code 性能的示意图；
- 图 13 是本发明实施例十二提供的(5376, 4704) LDPC code 性能的示意图；
- 图 14 是本发明实施例十三提供的一种用于数据传输的装置的结构示意图；
- 图 15 是本发明实施例十四提供的另一种用于数据传输的装置的结构示意图。

具体实施方式

以下描述和附图充分地示出本发明的具体实施方案，以使本领域的技术人员能够实践它们。其他实施方案可以包括结构的、逻辑的、电气的、过程的以及其他的改变。实施例仅代表可能的变化。除非明确要求，否则单独的组件和功能是可选的，并且操作的顺序可以变化。一些实施方案的部分和特征可以被包括在或替换其他实施方案的部分和特征。本发明的实施方案的范围包括权利要求书的整个范围，以及权利要求书的所有可获得的等同物。在本文中，本发明的这些实施方案可以被单独地或总地用术语“发明”来表示，这仅仅是为了方便，并且如果事实上公开了超过一个的发明，不是要自动地限制该应用的范围为任何单个发明或发明构思。

虽然下文中描述的方法和系统的各种原理和特征可以应用于多种通信系统，但

是出于例证目的，在下文将会在无线通信系统的环境中描述这些实施例。尽管如此，在用不同通信协议工作的其他通信系统的情况下，下文描述的一般原理也是适用的。当然，本发明的范围是有随附于此的权利要求书限定，并且该范围是不受下文描述的特定实施例限制的。

本发明的目的在于通过根据预先保存的行生成器对应的生成序列，生成奇偶校验矩阵；利用由奇偶校验矩阵得到的生成矩阵对输入数据进行编码，如此，只需用非常少量的存储空间存储行生成器对应的生成序列，即可解决奇偶校验矩阵存储量过大的问题。

图 1 为本发明提供的一种用于数据传输的方法的示例性流程图，参见图 1，该方法包括以下步骤：

步骤 101、根据预先保存的行生成器对应的生成序列，生成奇偶校验矩阵 H。

本示例中，根据预先设定的码长、码率及子矩阵的维数，确定本示例将要构造的奇偶校验矩阵的行数和列数，并且将所述奇偶校验矩阵划分为以子矩阵为单位的阵列。其中，列数为 LDPC 码的码长，表示为 N；行数为校验位长度，表示为 M，信息位的长度 $K=N-M$ 。 γ 表示列重、 λ 表示行重、R 表示码率、 ρ 表示行生成器的个数，可以将该 LDPC 码表示为(N,K) LDPC 码，并假设所构造的本发明实施例 LDPC 码的奇偶校验矩阵 H 可以表示为如下形式：

$$H = \begin{bmatrix} A_{0,0} & A_{0,1} & \cdots & A_{0,c-1} \\ A_{1,0} & A_{1,1} & \cdots & A_{1,c-1} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ A_{\rho-1,0} & A_{\rho-1,1} & \cdots & A_{\rho-1,c-1} \end{bmatrix}$$

其中 $A_{i,j}$ 是一个行重量为 0 或者 1 的 $t \times t$ 矩阵，称为奇偶校验矩阵 H 的子矩阵，H 为 $M \times N$ 的满秩矩阵。

矩阵 H 表征的码字称为(N, K) LDPC 码，其中 $N=c \times t$ 为码长， $K=(c-\rho) \times t$ 表示编码信息比特的长度，其编码码率为 $R=K/N$ 。 $A_i=[A_{i,0}, A_{i,1}, \dots, A_{i,c-1}]$, $i=0, 2, \dots, \rho-1$ 的第一行称为 H 的第 i 个行生成器，则 H 共有 ρ 个行生成器。

其中，共有 $\rho = M/t$ 行子矩阵，每行子矩阵中子矩阵的个数 $c = N/t$ 。

奇偶校验矩阵由 ρ 行 c 列子矩阵构成，每个子矩阵的维数为 $t \times t$ ，则奇偶校验矩阵 H 的维数为 $(\rho \cdot t) \times (c \cdot t)$ 。其中奇偶校验矩阵列数对应 LDPC 码的码长，即码长 $N=c \cdot t$ 。

然后，根据各个行生成器对应的生成序列及行重确定每一行子矩阵中的第一行元素，具体为：

奇偶校验矩阵的第 i 行子矩阵（其中， $0 \leq i < \rho$ ），可由第 i 行子矩阵的第一行生成，故称第 i 行子矩阵的第一行为矩阵 H 的第 i 个行生成器，则 H 共有 ρ 个行生成器。第 $i, 0 \leq i < \rho$ 个行生成器中元素 1 所处的列数（范围：0~N-1）称为矩阵 H 的第

i 个生成序列，则矩阵 H 的 ρ 个行生成器对应 ρ 个生成序列。

对于规则 LDPC 码以及非规则 LDPC 码，若以 λ 表示行重、 ρ 表示校验矩阵中子矩阵的行数，由于该行生成序列中的每 λ 个数字代表一行子矩阵的第一行中元素 1 所处的列数，因此，该行生成序列由 $\lambda \times \rho$ 个数字组成，相对于 $M \times N$ 来说，所需的存储空间得以极大地减少；对于行重不相同的非规则 LDPC 码，虽然其行重不确定，但是，该行生成序列中所包含的数字个数最多为行重最大值与 ρ 之积，因此，相对于 $M \times N$ 来说，其所需的存储空间也将得以极大地减少。

之后，将已确定第一行取值的每行子矩阵按列均匀划分为 c 个子矩阵；这里，由于本实施例中奇偶校验矩阵的子矩阵是 $t \times t$ 的矩阵，而码长为 N ，因此，每行子矩阵中子矩阵的个数 $c = N/t$ 个；经划分之后，本实施例的奇偶校验矩阵将被划分为 ρ 行 $\times (N/t)$ 列个 $t \times t$ 的子矩阵，且每个子矩阵的第一行元素的取值已经确定。

最后，根据每个子矩阵的第一行元素，采用循环移位的方式或直接寻址的方式得到整个子矩阵中其他行的元素，从而生成整个奇偶校验矩阵 H 。

循环移位的方式具体为：

子矩阵的每行皆由其上一行循环右移一位得到，其中第一行是最后一行的循环右移。针对每个子矩阵，采用将其第一行元素循环移位的方式得到该循环子矩阵中其他行元素的取值。例如，可以对第 1 行元素循环右移 w 位，得到第 2 行元素；对第 2 行元素循环右移 w 位，得到第 3 行元素，依此类推，即可得到从第 2 行到第 t 行的所有元素的取值。这里，当然也可以采取循环左移或者其他循环移位方式进行移位。

直接寻址的方式具体为：

码长为 N ，码率为 R 的生成序列，共有 ρ 个生成序列对应 ρ 行子矩阵，每行子矩阵中子矩阵的个数为 N/t 。则码长为 N 、码率为 R 的奇偶校验矩阵共包含个 $\rho \times (N/t)$ 维数为 $t \times t$ 的子矩阵。

首先，取第 $i+1$ 个生成序列 $x_i^{(1)} = [x_{i,0}^{(1)}, x_{i,1}^{(1)}, \dots, x_{i,t-1}^{(1)}]$, $0 \leq i < \rho$ 的第 j 个元素 $x_{i,j-1}^{(1)}$,

则可以生成第 $i+1$ 行，第 $n+1$ 列子矩阵 $A_{i,n}$ ，其中 $n = \text{floor}(x_{i,j-1}^{(1)}/t)$ ， i 表示生成序列的标号，表示第 $i+1$ 个生成序列； j 表示每个生成序列中元素的序号， l_i 表示第 i 个生成序列中元素的个数。子矩阵 $A_{i,n} = [a_{l,m}]$, $0 \leq l < t$; $0 \leq m < t$ 的第一行 $[a_{0,0}, a_{0,1}, \dots, a_{0,t-1}] = [a_0, a_1, \dots, a_{t-1}]$ 中只有第 $\text{mod}(x_{i,j-1}^{(1)}, t) + 1$ 个位置为 1，其余 $t-1$ 个位置皆为 0。

然后，根据第一行 $[a_0, a_1, \dots, a_{t-1}]$ 可以产生整个矩阵 $A_{i,n}$ ，计算方法如下：

$a_{l,m} = a_{\text{mod}(m-l,t)}$, $0 \leq l < t$; $0 \leq m < t$ ， l 表示在每个子矩阵中的元素所在的行数， m 表示在每个子矩阵中的元素所在的列数。生成序列中每个非零元素都对应一个非零矩阵，其余的子矩阵，都是维数为 $t \times t$ 的零矩阵。

上述计算方法可以理解为：根据码长、码率和行重，确认子矩阵的维数，取生成序列中的任意一个元素可以生成子矩阵，且生成的子矩阵中的第一行元素中只有一个位置为 1，其余位置为 0；元素为 1 的位置根据生成序列中的数字按照以下规律

确定：数字根据整除原则，获取元素为 1 的位置信息，因此子矩阵第一行信息可以确定，子矩阵中除第一行之外的其他行的元素为 1 的位置都可以根据第一行元素直接寻址得到，即子矩阵中除第一行之外的其他行的元素为 1 的位置都可与第一行对应，其对应关系为：除第一行的任意行的列值减去行值后，对维数取模的结果与第一行中的列值相等。生成序列中每个非零元素都对应一个非零矩阵，其余的子矩阵，都是零矩阵。

经过上述过程，得到奇偶校验矩阵。假设所设置的用于生成奇偶校验矩阵的行生成器对应的生成序列包含 y 个数字，所得到的校验矩阵中包含 y 个含有元素 1 的子矩阵，由矩阵的性质可知，这些含有元素 1 的子矩阵是置换单位阵。

本步骤中，得到奇偶校验矩阵之后，可以对其进行各种角度的旋转、行置换、列置换或改变子矩阵位置的任何变换。

步骤 102、利用由奇偶校验矩阵得到的生成矩阵对所述输入数据进行编码。

由所述奇偶校验矩阵 H 可以按照与现有技术相同的方式得到对应的生成矩阵 G，其中所述生成矩阵 G 和相应的奇偶校验矩阵 H 是对偶矩阵。

所述生成矩阵 G 和相应的奇偶校验矩阵 H 是对偶矩阵。

较佳地，可以采用如下方式得到生成矩阵 G：

校验矩阵 H 对应的生成矩阵 G 可以表示为：

$G = [I|P]$ ，其中 I 是单位阵，矩阵 P 可以如下表示：

$$P = \begin{bmatrix} P_{0,0} & P_{0,1} & \cdots & P_{0,\rho-1} \\ P_{1,0} & P_{1,1} & \cdots & P_{1,\rho-1} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ P_{\rho-1,0} & P_{\rho-1,1} & \cdots & P_{\rho-1,\rho-1} \end{bmatrix}$$

其中 $P_{i,j}$ 是一个 $t \times t$ 循环矩阵，该矩阵的各列皆由其前一列循环下移一位得到，

其中第一列是最后一列的循环下移。 $P_j = [P_{0,j}, P_{1,j}, \dots, P_{\rho-1,j}]^T, j = 0, 1, \dots, \rho-1$ 的第一列称为生成矩阵 G 的第 j+1 个列生成器，则 G 共有 ρ 个列生成器。

本实施例仅列举了上述一种生成矩阵 G 的表示方式，但本发明不限于上述表示方式，其它由 H 矩阵得到的 G 矩阵的方式及 G 矩阵也在本发明保护范围之内。

本步骤中，得到生成矩阵 G 之后，对输入数据进行编码，将输入数据变换为 LDPC 码字，得到包含奇偶校验信息的输出数据。

较佳地，LDPC 码是线性分组码，其编码过程可以表示为：

$$c = \tilde{b} \cdot G$$

其中， $\tilde{b} = (\tilde{b}_0, \tilde{b}_1, \dots, \tilde{b}_{K-1})$ 为 K 个编码信息比特， $c = (\tilde{b}_0, \tilde{b}_1, \dots, \tilde{b}_{K-1}, v_0, v_1, \dots, v_{N-K-1})$ 为长度为 N 的码字， $v = (v_0, \dots, v_{N-K-1})$ 为 N-K 个校验比特，且编码码字满足校验方程 $H \cdot c^T = 0$ 。

较佳地，LDPC 码编码过程还可以表示为：

$$x = u \cdot G$$

其中， $\mathbf{u}=(u_0, u_1, \dots, u_{K-1})$ 为 K 个编码信息比特， $\mathbf{x}=(u_0, u_1, \dots, u_{K-1}, v_0, v_1, \dots, v_{N-K-1})$ 为长度为 N 的码字， $\mathbf{v}=(v_1, \dots, v_{N-K-1})$ 为 N-K 个校验比特，且编码码字满足校验方程 $\mathbf{H} \cdot \mathbf{x}^T = 0$ 。

或者可以按照与现有技术相同的方式对输入数据进行编码。

至此，结束本发明一种用于数据传输的方法的示例性流程。

上述方法是针对已经选择好的 LDPC 码码长、码率与子矩阵的维数的情况下确定预先保存好与码长、码率和子矩阵的维数所匹配的行生成器对应的生成序列。另外，对于多码率 LDPC 码码长与码率的选择包括很多方法，其中一种可行的方法，可以根据上层指示传输包的长度，利用频谱效率最高的原则确定所采用何种码长，一旦码长确定，首先采用该码长下码率最高的码字，根据 PER 的度量准则，判断该码率是否适用，一旦传输 PER 高于 PER 门限值，则码率降为与其相邻的较低码率，直到抵达最低码率。以上只是一种选择方法的示例，本发明不限于上述选择方法，通过其他方法来实现选择 LDPC 码码长、码率与子矩阵的维数均在本发明所要求保护的范围之内。

在实际应用中，将经过本发明数据传输方法之后的数据进行交织、调制之后，即可向外发射。这里，调制方式可以包括：正交幅度调制 (QAM)、相移键控 (PSK)、幅度相移键控 (APSK)、差分相移键控 (DPSK)、绝对相移键控 (BPSK)、差分幅度相移键控 (DAPSK) 和正交频分复用 (OFDM) 等。调制信号可以通过各种通信系统来传输，包括支持移动多媒体广播的地面链路等，例如：可以通过地面移动多媒体广播系统 (T-MMB: Terrestrial Mobile Multimedia Broadcasting) 来传输。

LDPC 码长、码率、信息比特长度、循环子矩阵的大小如表 1 所示。

表 1

N	K	R	t
1344	672	1/2	42
1344	840	5/8	42
1344	1008	3/4	42
1344	1176	7/8	42
2688	1344	1/2	112
2688	1680	5/8	112
2688	2016	3/4	112
2688	2240	5/6	112
5376	2688	1/2	112
5376	3360	5/8	112
5376	4032	3/4	112
5376	4704	7/8	112

本发明可以适用于规则 LDPC 码和非规则 LDPC 码，以下通过十二个实施例，对本发明技术方案进行详细说明。

【实施例一】

本实施例以(1344,672) 非规则 LDPC 码为例进行说明。本实施例将要实现的非规则 LDPC 码的码长 N 为 1344, 信息位长度 K 为 672, 行重 $\lambda=7$, 码率为 $\nu=1/2$ 。由码率、码长以及校验方程个数之间的对应关系可知, 本实施例校验矩阵中校验方程个数 $M = 1344 - 672 = 672$ 。另外, 本实施例中, 将以 42 行 \times 42 列的子矩阵为最小单位为例说明 LDPC 码的实现过程。

本实施例方法流程图与图 1 所示本发明示范性方法流程图类似, 参见图 1, 本实施例中 LDPC 码的实现方法包括以下步骤:

在步骤 101 中, 根据预先保存的行生成器对应的生成序列, 生成奇偶校验矩阵。

(1344,672)LDPC 码的行生成器如表 2 所示, 表中第 $(i+1)$ 行) 对应第 $(i+1)$ 个行生成器的生成序列 ($0 \leq i < 16$)。

表 2

156 326 342 444 575 898 1005
55 85 167 486 617 1047 1307
410 821 873 927 982 1106 1191
10 61 139 251 468 773 915
52 103 324 400 612 743 792
26 70 145 195 502 718 1108
31 68 112 187 544 578 1313
73 110 229 307 337 681 1192
18 196 271 379 806 1168 1267
60 121 262 391 421 548 1088
25 163 355 433 652 712 1067
96 144 505 618 632 1172 1251
5 109 138 186 320 517 846
35 47 151 228 671 716 1256
0 89 270 367 713 1032 1298
20 42 119 131 235 264 956

首先, 根据预先设定的码长和码率及子矩阵的维数, 确定要构造的所述奇偶校验矩阵的行数和列数, 并且将所述奇偶校验矩阵划分为以子矩阵为单位的阵列;

码长为 1344, 码率为 1/2 的奇偶校验矩阵, 共有 16 个行生成器, 每个行生成器对应 1 行子矩阵, 每行子矩阵中子矩阵的个数为 32。则码长为 1344、码率为 1/2 的奇偶校验矩阵共包含 16×32 个维数为 42×42 的子矩阵。

然后根据所述行生成器对应的生成序列以及行重确定每个子矩阵中的第一行元素。

参见表 2, 该表 2 中的每一行为一个生成器对应的生成序列, 每个行生成器对应的生成序列代表一行子矩阵的第一行中元素 1 所处的列数 (范围: $0 \sim N-1$, $N=1344$)。

由于本实施例中 LDPC 码的行重为 7, 因此, 每一行子矩阵的第一行中存在 7 个元素 1, 即存在 7 个取值为 1 的列; 另外, 由于本实施例中奇偶校验矩阵的子矩阵是 42×42 的矩阵, 而校验方程的个数为 672, 因此, 奇偶校验矩阵中子矩阵的行数 $P = 672/42 = 16$ 个, 所以, 本实施例中的 16 个行生成器对应的所有生成序列共包括 $16 \text{ 行} \times 7 \text{ 列} = 192$ 个数字组成的序列。其中, 每 7 个数字为一组生成序列, 代表了一行子矩阵的第一行中元素 1 所处的列数。

表 2 包括多个包含行重个数字的生成序列, 并以表 2 中的每一行生成序列的数

字作为相应每行子矩阵的第一行中元素 1 所处的列数。即，以表 2 中的第一行生成序列中的数字作为第一行子矩阵的第一行中元素 1 所处的列数，以表 2 中的第二行生成序列中的数字作为第二行子矩阵的第一行中元素 1 所处的列数，依此类推，直至以表 2 中的最后一个行生成序列中的数字作为最后一行子矩阵的第一行中元素 1 所处的列数。

具体而言，将表 2 均匀划分为多个包含 7 个数字的生成序列，根据所得到的每一行生成序列中的数字，即如表 2 所示的每一行中的数字，得到奇偶校验矩阵的每行子矩阵的第一行元素。

例如，如表 2 所示，其第一行生成序列为 156, 326, 342, 444, 575, 898 和 1005，表示奇偶校验矩阵中第一行子矩阵的第一行，即奇偶校验矩阵的第一行中的第 157 列、第 327 列、第 343 列、第 445 列、第 576 列、第 899 列和第 1006 列的取值为 1，第一行子矩阵的第一行中的其余列为 0；

其第二行生成序列为 55, 85, 167, 486, 617, 1047 和 1307，表示奇偶校验矩阵的第二行子矩阵的第一行，即奇偶校验矩阵的第 43 行中的第 56 列、第 86 列、第 168 列、第 487 列、第 618 列、第 1048 列和第 1308 列的取值为 1，第二行子矩阵的第一行中的其余列为 0，对于其他行子矩阵的第一行的取值，可以参照举例类推得到，在此不再赘述。

将已确定第一行取值的每行子矩阵按列均匀划分为 c 个子矩阵；这里，由于本实施例中奇偶校验矩阵的子矩阵是 42×42 的矩阵，而码长为 1344，因此，每行子矩阵中子矩阵的个数 $c = 1344/42 = 32$ 个；经划分之后，本实施例的奇偶校验矩阵将被划分为 $16 \text{ 行} \times 32 \text{ 列} = 512$ 个 42×42 的子矩阵，且每个子矩阵的第一行元素的取值已经确定。

最后，根据每个子矩阵的第一行元素，可以采用循环移位或直接寻址两种实现方式得到该子矩阵中其他行的元素。

具体实现与步骤 101 中相同，不再赘述。

经过上述操作之后，即可得到本实施例中奇偶校验矩阵 H 。由于本实施列表 1 中的生成序列中存在 $16 \text{ 行} \times 7 \text{ 列} = 112$ 个数字。本实施例所得到的奇偶校验矩阵中将存在 112 个置换单位矩阵。

本步骤中，得到奇偶校验矩阵之后，可以对其进行各种角度的旋转、行置换、列置换或改变子矩阵位置的任何变换。

在步骤 102 中，利用由奇偶校验矩阵 H 得到的生成矩阵 G 对所述输入数据进行编码，变换为 LDPC 码字，得到包含奇偶校验信息的输出数据。

至此，结束本发明实施例一中用于数据传输方法的示例性流程。

由上述实施例可见，本发明采用了以行生成器对应的生成序列表示奇偶校验矩阵、并对行生成器循环移位或直接寻址得到奇偶校验矩阵的方式，使得存储奇偶校验矩阵所需的存储空间达到了最小化。

下面通过与现有技术的仿真对比，说明本发明实施例一中所提供的(1344,672)非规则 LDPC 码的性能。图 2 为实施例一中采用 BPSK 调制的(1344,672) LDPC 码在 AWGN 信道的 BER/BLER 性能及其与 Shannon Limit、未编码 BPSK 的性能比较的示意图。本次仿真中，译码采用 sum-product 算法，最大迭代次数为 50。

参见图 2，其中，直线 201 表示香农限；

曲线 202 表示采用本发明(1344,672)非规则 LDPC 码进行编码、BPSK 方式进行调制、然后在加性高斯白噪声 (AWGN) 信道中传输、并采用和积译码算法 (SPA: Sum-Product Arithmetic) 进行译码的信号的误比特率 (BER) 曲线；

曲线 203 表示采用本发明(1344,672)非规则 LDPC 码进行编码、BPSK 方式进行调制、然后在 AWGN 信道中传输、并采用 SPA 算法进行译码的信号的误帧率 (BLER)

曲线;

曲线 204 表示未经编码, 直接采用 BPSK 调制, 再经 AWGN 信道传输的信号的性能曲线。

【实施例二】

本实施例以(1344,840)非规则 LDPC 码为例进行说明。本实施例将要实现的非规则 LDPC 码的码长 N 为 1344, 信息位长度 K 为 672, 行重 $\lambda=10$, 码率为 $\nu=5/8$ 。由码率、码长以及校验方程个数之间的对应关系可知, 本实施例校验矩阵中校验方程个数 $M=1344-840=504$ 。另外, 本实施例中, 将以 42 行 x42 列的子矩阵为最小单位为例说明 LDPC 码的实现过程。

本实施例方法流程图与图 1 所示本发明示例性方法流程图类似, 参见图 1, 本实施例中 LDPC 码的实现方法包括以下步骤:

在步骤 101 中, 根据预先保存的行生成器对应的生成序列, 生成奇偶校验矩阵。

(1344,840)LDPC 码的行生成器如表 3 所示, 表中第 (i+1 行) 对应第 (i+1) 个行生成器的生成序列 ($0 \leq i < 12$)。

表 3

265 295 377 408 422 544 578 696 722 1176
122 201 244 279 307 337 450 464 885 1295
164 243 321 349 379 461 492 916 927 1015
120 262 363 391 421 503 548 720 765 958
8 185 280 304 355 576 712 762 1190 1229
24 50 204 278 322 447 618 804 1042 1108
66 283 320 364 388 439 660 899 1257 1313
134 289 325 406 430 531 838 1004 1137 1316
150 214 367 404 448 523 601 880 983 1073
40 90 264 409 615 643 786 862 1088 1276
277 306 354 415 532 607 657 685 828 1130
64 319 348 396 457 493 574 727 870 1172

首先, 根据预先设定的码长和码率及子矩阵的维数, 确定要构造的所述奇偶校验矩阵的行数和列数, 并且将所述奇偶校验矩阵划分为以子矩阵为单位的阵列;

码长为 1344, 码率为 5/8 的奇偶校验矩阵, 共有 12 个行生成器, 每个行生成器对应 12 行子矩阵, 每行子矩阵中子矩阵的个数为 32。则码长为 1344、码率为 5/8 的奇偶校验矩阵共包含 12×32 个维数为 42×42 的子矩阵。

然后根据所述行生成器对应的生成序列以及行重确定每个子矩阵中的第一行元素。

参见表 3, 该表 3 中的每一行为一个生成器对应的生成序列, 每个行生成器对应的生成序列代表一行子矩阵的第一行中元素 1 所处的列数 (范围: $0 \sim N-1$, $N=1344$)。

由于本实施例中 LDPC 码的行重为 10, 因此, 每一行子矩阵的第一行中存在 10 个元素 1, 即存在 10 个取值为 1 的列; 另外, 由于本实施例中奇偶校验矩阵的子矩阵是 42×42 的矩阵, 而校验方程的个数为 504, 因此, 奇偶校验矩阵中分矩阵的个数 $P=504/42=12$ 个, 所以, 本实施例中的表 3 为 12 行 \times 10 列 = 120 个数字组成的数字组。

表 3 包括多个包含行重个数字的生成序列, 并以表 3 中的每一行生成序列的数字作为相应每行子矩阵的第一行中元素 1 所处的列数。即, 以表 3 中的第一行生成序列中的数字作为第一行子矩阵的第一行中元素 1 所处的列数, 以表 3 中的第二行

生成序列中的数字作为第二行子矩阵的第一行中元素 1 所处的列数，依此类推，直至以表 3 中的最后一个行生成序列中的数字作为最后一行子矩阵的第一行中元素 1 所处的列数。

具体而言，将表 3 均匀划分为多个包含 10 个数字的生成序列，根据所得到的每一行生成序列中的数字，即如表 3 所示的每一行中的数字，得到奇偶校验矩阵的每一行子矩阵的第一行元素。

例如，如表 3 所示，其第一行生成序列为 265, 295, 377, 408, 422, 544, 578, 696, 722, 1176，表示奇偶校验矩阵中第一行子矩阵的第一行，即奇偶校验矩阵的第一行中的第 266 列、第 296 列、第 378 列、第 409 列、第 423 列、第 545 列、第 579 列、第 697 列、第 723 列和第 1177 列的取值为 1，第一行子矩阵的第一行中的其余列为 0；对于其他行子矩阵的第一行的取值，可以参照举例类推得到，在此不再赘述。

将已确定第一行取值的每行子矩阵按列均匀划分为 c 个子矩阵；这里，由于本实施例中奇偶校验矩阵的子矩阵是 42×42 的矩阵，而码长为 1344，因此，每行子矩阵中子矩阵的个数 $c = 1344/42 = 32$ 个；经划分之后，本实施例的奇偶校验矩阵将被划分为 $12 \text{ 行} \times 32 \text{ 列} = 384$ 个子矩阵，且每个子矩阵的第一行元素的取值已经确定。

最后，根据每个子矩阵的第一行元素，可以采用循环移位或直接寻址两种实现方式得到该子矩阵中其他行的元素。

具体实现与步骤 101 中相同，不再赘述。

经过上述操作之后，即可得到本实施例中奇偶校验矩阵 H 。由于本实施例生成序列中存在 $12 \text{ 行} \times 10 \text{ 列} = 120$ 个数字，因此，本实施例所得到的奇偶校验矩阵中将存在 120 个置换单位矩阵。

本步骤中，得到奇偶校验矩阵之后，可以对其进行各种角度的旋转、行置换、列置换或改变子矩阵位置的任何变换。

在步骤 102 中，利用由奇偶校验矩阵 H 得到的生成矩阵 G 对所述输入数据进行编码，变换为 LDPC 码字，得到包含奇偶校验信息的输出数据。

至此，结束本发明实施例二中用于数据传输方法的示例性流程。

由上述实施例可见，本发明采用了以行生成器对应的生成序列表示奇偶校验矩阵、并对行生成器循环移位或直接寻址得到奇偶校验矩阵的方式，使得存储奇偶校验矩阵所需的存储空间达到了最小化。

下面通过与现有技术的仿真对比，说明本发明实施例二中所提供的(1344,840)非规则 LDPC 码的性能。图 3 为实施例二中采用 BPSK 调制的(1344,840) LDPC 码在 AWGN 信道的 BER/BLER 性能及其与 Shannon Limit、未编码 BPSK 的性能比较的示意图。本次仿真中，译码采用 sum-product 算法，最大迭代次数为 50。

参见图 3，其中，直线 301 表示香农限；

曲线 302 表示采用本发明(1344,840)非规则 LDPC 码进行编码、BPSK 方式进行调制、然后在加性高斯白噪声 (AWGN) 信道中传输、并采用和积译码算法 (SPA: Sum-Product Arithmetic) 进行译码的信号的误比特率 (BER) 曲线；

曲线 303 表示采用本发明(1344,840)非规则 LDPC 码进行编码、BPSK 方式进行调制、然后在 AWGN 信道中传输、并采用 SPA 算法进行译码的信号的误帧率 (BLER) 曲线；

曲线 304 表示未经编码，直接采用 BPSK 调制，再经 AWGN 信道传输的信号的 BER 性能曲线。

【实施例三】

本实施例以(1344,1008)非规则 LDPC 码为例进行说明。本实施例将要实现的非规则 LDPC 码的码长 N 为 1344,信息位长度 K 为 1008,行重 $\lambda=15$,码率为 $\nu=3/4$ 。由码率、码长以及校验方程个数之间的对应关系可知,本实施例校验矩阵中校验方程个数 $M=1344-1008=336$ 。另外,本实施例中,与实施例一相同,将以 42 行 x42 列的子矩阵为最小单位为例说明 LDPC 码的实现过程。

本实施例方法流程图与图 1 所示本发明示范性方法流程图类似,参见图 1,本实施例中 LDPC 码的实现方法包括以下步骤:

在步骤 101 中,根据预先保存的行生成器对应的生成序列,生成奇偶校验矩阵。

(1344,1008)LDPC 码的行生成器如表 4 所示,表中第 (i+1 行)对应第 (i+1) 个行生成器的生成序列 ($0 \leq i < 8$)。

表 4

3 91 140 223 253 335 366 502 536 680 718 785 1089 1103 1253
34 165 237 265 295 377 408 422 544 594 899 989 1106 1295 1307
76 87 279 337 419 450 464 586 681 764 918 1004 1031 1066 1145
207 220 271 321 379 568 628 662 806 960 1053 1099 1148 1187 1302
238 262 313 363 391 503 534 548 720 765 822 848 953 1025 1173
80 236 280 304 355 405 433 463 576 590 652 890 928 1044 1232
36 159 171 241 278 322 346 397 447 475 505 632 754 849 1274
78 101 202 247 320 364 388 439 517 547 674 830 846 974 1192

首先,根据预先设定的码长和码率及子矩阵的维数,确定要构造的所述奇偶校验矩阵的行数和列数,并且将所述奇偶校验矩阵划分为以子矩阵为单位的阵列;

码长为 1344,码率为 3/4 的奇偶校验矩阵,共有 8 个行生成器,每个行生成器对应 8 行子矩阵,每行子矩阵中子矩阵的个数为 32。则码长为 1344、码率为 3/4 的奇偶校验矩阵共包含 8×32 个维数为 42×42 的子矩阵。

然后根据所述行生成器对应的生成序列以及行重确定每个子矩阵中的第一行元素。

参见表 4,该表 4 中的每一行为一个生成器对应的生成序列,每个行生成器对应的生成序列代表一行子矩阵的第一行中元素 1 所处的列数(范围: $0 \sim N-1$, $N=1344$)。

由于本实施例中 LDPC 码的行重为 15,因此,每一行子矩阵的第一行中存在 15 个元素 1,即存在 15 个取值为 1 的列;另外,由于本实施例中奇偶校验矩阵的子矩阵是 42×42 的矩阵,而校验方程的个数为 336,因此,奇偶校验矩阵中子矩阵的行数 $P=336/42=8$ 个,所以,本实施例中的表 4 为 8 行 \times 15 列 = 120 个数字组成的序列。

表 4 包括多个包含行重个数字的生成序列,并以表 4 中的每一行生成序列的数字作为相应每行子矩阵的第一行中元素 1 所处的列数。即,以表 4 中的第一行生成序列中的数字作为第一行子矩阵的第一行中元素 1 所处的列数,以表 4 中的第二行生成序列中的数字作为第二行子矩阵的第一行中元素 1 所处的列数,依此类推,直至以表 4 中的最后一个行生成序列中的数字作为最后一行子矩阵的第一行中元素 1 所处的列数。

具体而言,将表 4 均匀划分为多个包含 15 个数字的生成序列,根据所得到的每一个生成序列中的数字,即如表 4 所示的每一行中的数字,得到奇偶校验矩阵的每行子矩阵的第一行元素:

例如,如表 4 所示,其第一个生成序列为 3, 91, 140, 223, 253, 335, 366, 502, 536, 680, 718, 785, 1089, 1103 和 1253,表示奇偶校验矩阵中第一行子矩阵的第一行,即奇偶校验矩阵的第一行中的第 4 列、第 92 列、第 141 列、第 224

列、第 254 列、第 336 列、第 367 列、第 503 列、第 537 列、第 681 列、第 719 列、第 786 列、第 1090 列、第 1104 列和第 1254 列的取值为 1，第一行子矩阵的第一行中的其余列为 0；对于其他行子矩阵的第一行的取值，可以参照举例类推得到，在此不再赘述。

将已确定第一行取值的每行子矩阵按列均匀划分为 c 个子矩阵；这里，由于本实施例中奇偶校验矩阵的子矩阵是 42×42 的矩阵，而码长为 1344，因此，每行子矩阵中子矩阵的个数 $c = 1344/42 = 32$ 个；经划分之后，本实施例的奇偶校验矩阵将被划分为 $8 \text{ 行} \times 15 \text{ 列} = 120$ 个 42×42 的子矩阵，且每个子矩阵的第一行元素的取值已经确定。

最后，根据每个子矩阵的第一行元素，可以采用循环移位或直接寻址两种实现方式得到该子矩阵中其他的行元素。

具体实现与步骤 101 中相同，不再赘述。

经过上述操作之后，即可得到本实施例中奇偶校验矩阵 H 。由于本实施例行生成器中存在 $8 \text{ 行} \times 15 \text{ 列} = 120$ 个数字，因此，本实施例所得到的奇偶校验矩阵中将存在 120 个置换单位矩阵。

本步骤中，得到奇偶校验矩阵之后，可以对其进行各种角度的旋转、行置换、列置换或改变子矩阵位置的任何变换。

在步骤 102 中，利用由奇偶校验矩阵 H 得到的生成矩阵 G 对所述输入数据进行编码，变换为 LDPC 码字，得到包含奇偶校验信息的输出数据。

至此，结束本发明实施例三中用于数据传输方法的示例性流程。

由上述实施例可见，本发明采用了以行生成器对应的生成序列表示奇偶校验矩阵、并对行生成器循环移位或直接寻址得到奇偶校验矩阵的方式，使得存储奇偶校验矩阵所需的存储空间达到了最小化。

下面通过与现有技术的仿真对比，说明本发明实施例三中所提供的(1344,1008)非规则 LDPC 码的性能。图 4 为实施例三中采用 BPSK 调制的(1344,1008) LDPC 码在 AWGN 信道的 BER/BLER 性能及其与 Shannon Limit、未编码 BPSK 的性能比较的示意图。本次仿真中，译码采用 sum-product 算法，最大迭代次数为 50。

参见图 4，其中，直线 401 表示香农限；

曲线 402 表示采用本发明(1344,1008)非规则 LDPC 码进行编码、BPSK 方式进行调制、然后在加性高斯白噪声(AWGN)信道中传输、并采用和积译码算法(SPA: Sum-Product Arithmetic)进行译码的信号的误比特率(BER)曲线；

曲线 403 表示采用本发明(1344,1008)非规则 LDPC 码进行编码、BPSK 方式进行调制、然后在 AWGN 信道中传输、并采用 SPA 算法进行译码的信号的误帧率(BLER)曲线；

曲线 404 表示未经编码，直接采用 BPSK 调制，再经 AWGN 信道传输的信号的 BER 性能曲线。

【实施例四】

本实施例以(1344,1176)非规则 LDPC 码为例进行说明。本实施例将要实现的非规则 LDPC 码的码长 N 为 1344，信息位长度 K 为 1176，行重 $\lambda = 28$ ，码率为 $\nu = 7/8$ 。由码率、码长以及校验方程个数之间的对应关系可知，本实施例校验矩阵中校验方程个数 $M = 1344 - 1176 = 168$ 。另外，本实施例中，与实施例一相同，将以 $42 \text{ 行} \times 42 \text{ 列}$ 的子矩阵为最小单位为例说明 LDPC 码的实现过程。

本实施例方法流程图与图 1 所示本发明示例性方法流程图类似，参见图 1，本实施例中 LDPC 码的实现方法包括以下步骤：

在步骤 101 中，根据预先保存的行生成器对应的生成序列，生成奇偶校验矩阵。

(1344,1176)LDPC 码的行生成器如表 5 所示，表中第 (i+1 行) 对应第 (i+1) 个行生成器的生成序列 ($0 \leq i < 4$)。

表 5

55 85 167 198 212 274 334 368 384 429 486 512 550 617 666 689 752 779 874 885 940 973 1047 1064 1103 1149 1253 1265
20 69 97 127 209 240 254 316 376 410 426 471 528 554 592 659 708 731 794 821 873 927 982 1015 1089 1145 1191 1307
15 61 111 139 169 251 282 296 358 418 452 468 513 570 596 634 701 750 773 836 863 915 969 1131 1148 1187 1238 1260
11 52 103 153 181 211 293 324 338 400 460 494 510 555 612 638 676 743 792 815 905 957 1011 1066 1099 1190 1233 1302

首先，根据预先设定的码长和码率及子矩阵的维数，确定要构造的所述奇偶校验矩阵的行数和列数，并且将所述奇偶校验矩阵划分为以子矩阵为单位的阵列；

码长为 1344，码率为 7/8 的奇偶校验矩阵，共有 4 个行生成器，每个行生成器对应 4 行子矩阵，每行子矩阵中子矩阵的个数为 32。则码长为 1344、码率为 7/8 的奇偶校验矩阵共包含 4×28 个维数为 42×42 的子矩阵。

然后根据所述行生成器对应的生成序列以及行重确定每个子矩阵中的第一行元素。

参见表 5，该表 5 中的每一行为一个生成器对应的生成序列，每个行生成器对应的生成序列代表一行子矩阵的第一行中元素 1 所处的列数（范围：0~N-1，N=1344）。

由于本实施例中 LDPC 码的行重为 28，因此，每一行子矩阵的第一行中存在 28 个元素 1，即存在 28 个取值为 1 的列；另外，由于本实施例中奇偶校验矩阵的子矩阵是 42×42 的矩阵，而校验方程的个数为 168，因此，奇偶校验矩阵中子矩阵的行数 $P = 168/42 = 4$ 个，所以，本实施例中的生成序列四为 $4 \text{ 行} \times 28 \text{ 列} = 112$ 个子行生成器成的序列。

表 5 包括多个包含行重个数字的生成序列，并以表 5 中的每一行生成序列的数字作为相应每行子矩阵的第一行中元素 1 所处的列数。即，以表 5 中的第一行生成序列中的数字作为第一行子矩阵的第一行中元素 1 所处的列数，以表 5 中的第二行生成序列中的数字作为第二行子矩阵的第一行中元素 1 所处的列数，依此类推，直至以表 5 中的最后一个行生成序列中的数字作为最后一行子矩阵的第一行中元素 1 所处的列数。

具体而言，将表 5 均匀划分为多个包含 28 个数字的生成序列，根据所得到的每一行生成序列中的数字，即如表 5 所示的每一行中的数字，得到奇偶校验矩阵的每行子矩阵的第一行元素。

例如，如表 5 所示，其第一行生成序列为 55, 85, 167, 198, 212, 274, 334, 368, 384, 429, 486, 512, 550, 617, 666, 689, 752, 779, 874, 885, 940, 973, 1047, 1064, 1103, 1149, 1253 和 1265，表示奇偶校验矩阵中第一行子矩阵的第一行，即奇偶校验矩阵的第一行中的第 56 列、第 86 列、第 168 列、第 199 列、第 213 列、第 275 列、第 335 列、第 369 列、第 385 列、第 430 列、第 487 列、第 513 列、第 551 列、第 618 列、第 667 列、第 690 列、第 753 列、第 780 列、第 875 列、第 886 列、第 941 列、第 974 列、第 1048 列、第 1065 列、第 1104 列、第 1150, 1254, 1266 列的取值为 1，第一行子矩阵的第一行中的其余列为 0；对于其他行子矩阵的第一行的取值，可以参照举例类推得到，在此不再赘述。

将已确定第一行取值的每行子矩阵按列均匀划分为 c 个子矩阵；这里，由于本实施例中奇偶校验矩阵的子矩阵是 42×42 的矩阵，而码长为 1344，因此，每行子

矩阵中子矩阵的个数 $c = 672/42 = 16$ 个；经划分之后，本实施例的奇偶校验矩阵将被划分为 $4 \text{ 行} \times 28 \text{ 列} = 112$ 个子矩阵，且每个子矩阵的第一行元素的取值已经确定。

最后，根据每个子矩阵的第一行元素，可以采用循环移位或直接寻址两种实现方式得到该子矩阵中其他行的元素。

具体实现与步骤 101 中相同，不再赘述。

经过上述操作之后，即可得到本实施例中奇偶校验矩阵 H。由于本实施例行生成器中存在 $4 \text{ 行} \times 28 \text{ 列} = 112$ 个数字，因此，本实施例所得到的奇偶校验矩阵中将存在 112 个置换单位矩阵。

本步骤中，得到奇偶校验矩阵之后，可以对其进行各种角度的旋转、行置换、列置换或改变子矩阵位置的任何变换。

在步骤 102 中，利用由奇偶校验矩阵 H 得到的生成矩阵 G 对所述输入数据进行编码，变换为 LDPC 码字，得到包含奇偶校验信息的输出数据。

至此，结束本发明实施例四中用于数据传输方法的示例性流程。

由上述实施例可见，本发明采用了以行生成器对应的生成序列表示奇偶校验矩阵、并对行生成器循环移位或直接寻址得到奇偶校验矩阵的方式，使得存储奇偶校验矩阵所需的存储空间达到了最小化。

下面通过与现有技术的仿真对比，说明本发明实施例四中所提供的(1344,1176)非规则 LDPC 码的性能。图 5 为实施例四中采用 BPSK 调制的(1344,1176) LDPC 码在 AWGN 信道的 BER/BLER 性能及其与 Shannon Limit、未编码 BPSK 的性能比较的示意图。本次仿真中，译码采用 sum-product 算法，最大迭代次数为 50。

参见图 5，其中，直线 501 表示香农限；

曲线 502 表示采用本发明(1344,1176)非规则 LDPC 码进行编码、BPSK 方式进行调制、然后在加性高斯白噪声 (AWGN) 信道中传输、并采用和积译码算法 (SPA: Sum-Product Arithmetic) 进行译码的信号的误比特率 (BER) 曲线；

曲线 503 表示采用本发明(1344,1176)非规则 LDPC 码进行编码、BPSK 方式进行调制、然后在 AWGN 信道中传输、并采用 SPA 算法进行译码的信号的误帧率 (BLER) 曲线；

曲线 504 表示未经编码，直接采用 BPSK 调制，再经 AWGN 信道传输的信号的 BER 性能曲线。

【实施例五】

本实施例以(2688,1344)非规则 LDPC 码为例进行说明。本实施例将要实现的非规则 LDPC 码的码长 N 为 2688，信息位长度 K 为 1344，行重 $\lambda = 7$ ，码率为 1/2。由码率、码长以及校验方程个数之间的对应关系可知，本实施例校验矩阵中校验方程个数 $M = 2688 - 1344 = 1344$ 。另外，本实施例中，将以 112 行 \times 112 列的子矩阵为最小单位为例说明 LDPC 码的实现过程。

本实施例方法流程图与图 1 所示本发明示例性方法流程图类似，参见图 1，本实施例中 LDPC 码的实现方法包括以下步骤：

在步骤 101 中，根据预先保存的行生成器对应的生成序列，生成奇偶校验矩阵。

(2688,1344)LDPC 码的行生成器如表 6 所示，表中，其中第 (i+1 行) 对应第 (i+1) 个行生成器的生成序列 ($0 \leq i < 12$)。

表 6

417 582 1113 1518 2328 2388 2544
112 343 529 607 844 1405 1861
61 176 302 393 455 641 2054
259 414 505 753 918 1706 2166

248 371 526 943 1030 1257 1680
91 328 483 729 1292 1792 2390
440 595 841 1561 1613 1904 2502
265 434 552 707 1279 1547 2302
22 273 377 546 1127 1659 2645
134 283 489 808 931 1949 2077
256 497 770 888 920 1198 1351
278 368 1032 1155 1401 2173 2602

首先，根据预先设定的码长和码率及子矩阵的维数，确定要构造的所述奇偶校验矩阵的行数和列数，并且将所述奇偶校验矩阵划分为以子矩阵为单位的阵列；

码长为 2688、码率为 1/2 的奇偶校验矩阵，共有 12 个行生成器，每个行生成器对应 12 行子矩阵，每行子矩阵中子矩阵的个数为 24。则码长为 2688、码率为 1/2 的奇偶校验矩阵共包含 12×24 个维数为 112×112 的子矩阵。

然后根据所述行生成器对应的生成序列以及行重确定每个子矩阵中的第一行元素。

参见表 6，该表 6 中的每一行为一个生成器对应的生成序列，每个行生成器对应的生成序列代表一行子矩阵的第一行中元素 1 所处的列数（范围：0~N-1，N=2688）。

由于本实施例中 LDPC 码的行重为 7，因此，每一行子矩阵的第一行中存在 7 个元素 1，即存在 7 个取值为 1 的列；另外，由于本实施例中奇偶校验矩阵的子矩阵是 112×112 的矩阵，而校验方程的个数为 1344，因此，奇偶校验矩阵中子矩阵的行数 $P = 1344/112 = 12$ 个，所以，本实施例中的行生成器为 $12 \text{ 行} \times 7 \text{ 列} = 84$ 个数字组成的序列。

表 6 包括多个包含行重个数字的生成序列，并以表 6 中的每一行生成序列的数字作为相应每行子矩阵的第一行中元素 1 所处的列数。即，以表 6 中的第一行生成序列中的数字作为第一行子矩阵的第一行中元素 1 所处的列数，以表 6 中的第二行生成序列中的数字作为第二行子矩阵的第一行中元素 1 所处的列数，依此类推，直至以表 6 中的最后一个行生成序列中的数字作为最后一行子矩阵的第一行中元素 1 所处的列数。

具体而言，将表 6 均匀划分为多个包含 7 个数字的生成序列，根据所得到的每一行生成序列中的数字，即如表 6 所示的每一行中的数字，得到奇偶校验矩阵的每行子矩阵的第一行元素。

例如，如表 6 所示，其第一个生成序列为 417, 582, 1113, 1518, 2328, 2388 和 2544，表示奇偶校验矩阵中第一行子矩阵的第一行，即奇偶校验矩阵的第一行中的第 418 列、第 583 列、第 1114 列、第 1519 列、第 2329 列、第 2389 列、第 2545 列的取值为 1，第一行子矩阵的第一行中的其余列为 0；

其第二行生成序列为 112, 343, 529, 607, 844, 1405 和 1861，表示奇偶校验矩阵的第二行子矩阵的第一行，即奇偶校验矩阵的第 113 行中的第 113 列、第 344 列、第 530 列、第 608 列、第 845 列、第 1406 列和第 1862 列的取值为 1，第二行子矩阵的第一行中的其余列为 0，对于其他行子矩阵的第一行的取值，可以参照举例类推得到，在此不再赘述。

对于其他行子矩阵的第一行的取值，可以参照举例类推得到，在此不再赘述。

将已确定第一行取值的每行子矩阵按列均匀划分为 c 个子矩阵；这里，由于本实施例中奇偶校验矩阵的子矩阵是 112×112 的矩阵，而码长为 2688，因此，每行子矩阵中子矩阵的个数 $c = 2688/112 = 24$ 个；经划分之后，本实施例的奇偶校验矩阵将被划分为 $12 \text{ 行} \times 24 \text{ 列} = 288$ 个子矩阵，且每个子矩阵的第一行元素的取值已经

确定。

最后，根据每个子矩阵的第一行元素，可以采用循环移位或直接寻址两种实现方式得到该子矩阵中其他行的元素的取值。

具体实现与步骤 102 中相同，不再赘述。

经过上述操作之后，即可得到本实施例中奇偶校验矩阵 H。由于本实施例生成器中存在 12 行 × 7 列 = 84 个数字，因此，本实施例所得到的奇偶校验矩阵中将存在 84 个置换单位矩阵。

本步骤中，得到奇偶校验矩阵之后，可以对其进行各种角度的旋转、行置换、列置换或改变子矩阵位置的任何变换。

在步骤 102 中，利用由奇偶校验矩阵 H 得到的生成矩阵 G 对所述输入数据进行编码，变换为 LDPC 码字，得到包含奇偶校验信息的输出数据。

至此，结束本发明实施例五中用于数据传输方法的示例性流程。

由上述实施例可见，本发明采用了以行生成器对应的生成序列表示奇偶校验矩阵、并对行生成器循环移位或直接寻址得到奇偶校验矩阵的方式，使得存储奇偶校验矩阵所需的存储空间达到了最小化。

下面通过与现有技术的仿真对比，说明本发明实施例五中所提供的(2688,1344)非规则 LDPC 码的性能。图 6 为实施例五中采用 BPSK 调制的(2688,1344) LDPC 码在 AWGN 信道的 BER/BLER 性能及其与 Shannon Limit、未编码 BPSK 的性能比较的示意图。本次仿真中，译码采用 sum-product 算法，最大迭代次数为 50。

参见图 6，其中，直线 601 表示香农限；

曲线 602 表示采用本发明(2688,1344)非规则 LDPC 码进行编码、BPSK 方式进行调制、然后在加性高斯白噪声 (AWGN) 信道中传输、并采用和积译码算法 (SPA: Sum-Product Arithmetic) 进行译码的信号的误比特率 (BER) 曲线；

曲线 603 表示采用本发明(2688,1344)非规则 LDPC 码进行编码、BPSK 方式进行调制、然后在 AWGN 信道中传输、并采用 SPA 算法进行译码的信号的误帧率 (BLER) 曲线；

曲线 604 表示未经编码，直接采用 BPSK 调制，再经 AWGN 信道传输的信号的 BER 性能曲线。

【实施例六】

本实施例以(2688,1680)非规则 LDPC 码为例进行说明。本实施例要实现的非规则 LDPC 码的码长 N 为 2688，信息位长度 K 为 1680，行重 $\lambda=10$ ，码率为 5/8。由码率、码长以及校验方程个数之间的对应关系可知，本实施例校验矩阵中校验方程个数 $M=2688-1680=1008$ 。另外，在本实施例中，将以 112 行 x112 列的子矩阵为最小单位为例说明 LDPC 码的实现过程。

本实施例方法流程图与图 1 所示本发明示例性方法流程图类似，参见图 1，本实施例中 LDPC 码的实现方法包括以下步骤：

在步骤 101 中，根据预先保存的行生成器对应的生成序列，生成奇偶校验矩阵。

(2688,1680)LDPC 码的行生成器如表 7 所示，表中第 (i+1 行) 对应第 (i+1) 个行生成器的生成序列 ($0 \leq i < 9$)

表 7

7 193 271 358 508 941 1069 1232 1830 2544
57 119 305 383 470 875 1482 1630 1710 1861
78 169 231 417 582 732 987 1456 1594 2427
35 190 281 343 529 607 1099 1405 1520 2085
24 147 302 393 641 806 1211 1680 2197 2278

104 136 259 414 1145 1323 1449 1744 2309 2646
98 216 248 371 526 943 1257 1904 2190 2502
41 210 328 360 729 1055 1142 1673 2382 2614
49 153 322 440 595 750 841 1404 1965 2080

首先，根据预先设定的码长和码率及子矩阵的维数，确定要构造的所述奇偶校验矩阵的行数和列数，并且将所述奇偶校验矩阵划分为以子矩阵为单位的阵列；

码长为 2688，码率为 5/8 的奇偶校验矩阵，共有 9 个行生成器，每个行生成器对应 9 行子矩阵，每行子矩阵中子矩阵的个数为 24。则码长为 2688、码率为 5/8 的奇偶校验矩阵共包含 9×24 个维数为 112×112 的子矩阵。

然后根据所述行生成器对应的生成序列以及行重确定每个子矩阵中的第一行元素。

参见表 7，该表 7 中的每一行为一个生成器对应的生成序列，每个行生成器对应的生成序列代表一行子矩阵的第一行中元素 1 所处的列数（范围：0~N-1，N=2688）。

由于本实施例中 LDPC 码的行重为 10，因此，每一行子矩阵的第一行中存在 10 个元素 1，即存在 10 个取值为 1 的列；另外，由于本实施例中奇偶校验矩阵的子矩阵是 112×112 的矩阵，而校验方程的个数为 1008，因此，奇偶校验矩阵中子矩阵的行数 $P = 1008/112 = 9$ 个，所以，本实施例中的生成序列为 9 行 \times 10 列 = 90 个数字组成的序列。

表 7 包括多个包含行重个数字的生成序列，并以表 7 中的每一行生成序列的数字作为相应每行子矩阵的第一行中元素 1 所处的列数。即，以表 7 中的第一行生成序列中的数字作为第一行子矩阵的第一行中元素 1 所处的列数，以表 7 中的第二行生成序列中的数字作为第二行子矩阵的第一行中元素 1 所处的列数，依此类推，直至以表 7 中的最后一个行生成序列中的数字作为最后一行子矩阵的第一行中元素 1 所处的列数。

具体而言，将表 7 均匀划分为多个包含 10 个数字的生成序列，根据所得到的每一行生成序列中的数字，即如表 7 所示的每一行中的数字，得到奇偶校验矩阵的每行子矩阵的第一行元素。

例如，如表 7 所示，其第一行生成序列为 7, 193, 271, 358, 508, 941, 1069, 1232, 1830, 2544，表示奇偶校验矩阵中第一行子矩阵的第一行，即奇偶校验矩阵的第一行中的第 8 列、第 194 列、第 272 列、第 359 列、第 509 列、第 942 列、第 1070 列、第 1233 列、第 1831 列、第 2545 列的取值为 1，第一行子矩阵的第一行中的其余列为 0；对于其他行子矩阵的第一行的取值，可以参照举例类推得到，在此不再赘述。

将已确定第一行取值的每行子矩阵按列均匀划分为 c 个子矩阵；这里，由于本实施例中奇偶校验矩阵的子矩阵是 112×112 的矩阵，而码长为 2688，因此，每行子矩阵中子矩阵的个数 $c = 2688/112 = 24$ 个；经划分之后，本实施例的奇偶校验矩阵将被划分为 9 行 \times 24 列 = 216 个子矩阵，且每个子矩阵的第一行元素的取值已经确定。

最后，根据每个子矩阵的第一行元素，可以采用循环移位或直接寻址两种实现方式得到该子矩阵中其他行元素的取值。

具体实现与步骤 101 中相同，不再赘述。

经过上述操作之后，即可得到本实施例中奇偶校验矩阵 H。由于本实施例生成序列存在 9 行 \times 10 列 = 90 个数字，因此，本实施例所得到的奇偶校验矩阵中将存在 90 个置换单位矩阵。

本步骤中，得到奇偶校验矩阵之后，可以对其进行各种角度的旋转、行置换、

列置换或改变子矩阵位置的任何变换。

在步骤 102 中，利用由奇偶校验矩阵 H 得到的生成矩阵 G 对所述输入数据进行编码，变换为 LDPC 码字，得到包含奇偶校验信息的输出数据。

至此，结束本发明实施例六中用于数据传输方法的示例性流程。

由上述实施例可见，本发明采用了以行生成器对应的生成序列表示奇偶校验矩阵、并对行生成器循环移位或直接寻址得到奇偶校验矩阵的方式，使得存储奇偶校验矩阵所需的存储空间达到了最小化。

下面通过与现有技术的仿真对比，说明本发明实施例六中所提供的(2688,1680)非规则 LDPC 码的性能。图 7 为实施例六中采用 BPSK 调制的(2688,1680) LDPC 码在 AWGN 信道的 BER/BLER 性能及其与 Shannon Limit、未编码 BPSK 的性能比较的示意图。本次仿真中，译码采用 sum-product 算法，最大迭代次数为 50。

参见图 7，其中，直线 701 表示香农限；

曲线 702 表示采用本发明(2688,1680)非规则 LDPC 码进行编码、BPSK 方式进行调制、然后在加性高斯白噪声 (AWGN) 信道中传输、并采用和积译码算法 (SPA: Sum-Product Arithmetic) 进行译码的信号的误比特率 (BER) 曲线；

曲线 703 表示采用本发明(2688,1680)非规则 LDPC 码进行编码、BPSK 方式进行调制、然后在 AWGN 信道中传输、并采用 SPA 算法进行译码的信号的误帧率 (BLER) 曲线；

曲线 704 表示未经编码，直接采用 BPSK 调制，再经 AWGN 信道传输的信号的 BER 性能曲线。

【实施例七】

本实施例以(2688,2016)非规则 LDPC 码为例进行说明。本实施例将要实现的非规则 LDPC 码的码长 N 为 2688，信息位长度 K 为 2016，行重 $\lambda=15$ ，码率为 3/4。由码率、码长以及校验方程个数之间的对应关系可知，本实施例校验矩阵中校验方程个数 $M = 2688 - 2016 = 672$ 。另外，本实施例中，将以 112 行 x112 列的子矩阵为最小单位为例说明 LDPC 码的实现过程。

本实施例方法流程图与图 1 所示本发明示例性方法流程图类似，参见图 1，本实施例中 LDPC 码的实现方法包括以下步骤：

在步骤 101 中，根据预先保存的行生成器对应的生成序列，生成奇偶校验矩阵。

(2688,2016)LDPC 码的行生成器如表 8 所示，表中第 (i+1 行) 对应第 (i+1) 个行生成器的生成序列 ($0 \leq i < 6$)。

表 8

62 293 374 514 679 865 943 1030 1180 1257 1435 1613 1904 2203 2388
26 626 729 791 977 1055 1142 1292 1369 1547 1725 1853 1968 2016 2500
138 598 750 841 903 1089 1167 1404 1659 1785 1837 1965 2080 2310 2552
112 398 707 862 953 1015 1201 1279 1366 1516 1593 1897 1949 2306 2664
61 176 224 362 510 590 696 819 974 1065 1127 1478 1628 1705 2197
288 474 776 808 931 1086 1177 1239 1503 1740 1817 2121 2158 2390 2646

首先，根据预先设定的码长和码率及子矩阵的维数，确定要构造的所述奇偶校验矩阵的行数和列数，并且将所述奇偶校验矩阵划分为以子矩阵为单位的阵列；

码长为 2688，码率为 3/4 的奇偶校验矩阵，共有 6 个行生成器，每个行生成器对应 6 行子矩阵，每行子矩阵中子矩阵的个数仍为 24。则码长为 2688、码率为 3/4 的奇偶校验矩阵共包含 6×24 个维数为 112×112 的子矩阵。

然后根据所述行生成器对应的生成序列以及行重确定每个子矩阵中的第一行元素。

参见表 8，该表 8 中的每一行为一个生成器对应的生成序列，每个行生成器对应的生成序列代表一行子矩阵的第一行中元素 1 所处的列数（范围：0~N-1，N=2688）。

由于本实施例中 LDPC 码的行重为 15，因此，每一行子矩阵的第一行中存在 15 个元素 1，即存在 15 个取值为 1 的列；另外，由于本实施例中奇偶校验矩阵的子矩阵是 112×112 的矩阵，而校验方程的个数为 672，因此，奇偶校验矩阵中子矩阵的行数 $P = 672/112 = 6$ 个，所以，本实施例中的生成序列为 6 行 \times 15 列 = 90 个数字组成的序列。

表 8 包括多个包含行重个数字的生成序列，并以表 8 中的每一行生成序列的数字作为相应每行子矩阵的第一行中元素 1 所处的列数。即，以表 8 中的第一行生成序列中的数字作为第一行子矩阵的第一行中元素 1 所处的列数，以表 8 中的第二行生成序列中的数字作为第二行子矩阵的第一行中元素 1 所处的列数，依此类推，直至以表 8 中的最后一个行生成序列中的数字作为最后一行子矩阵的第一行中元素 1 所处的列数。

具体而言，将表 8 均匀划分为多个包含 15 个数字的生成序列，根据所得到的每一行生成序列中的数字，即如表 8 所示的每一行中的数字，得到奇偶校验矩阵的每行子矩阵的第一行元素。

例如，如表 8 所示，其第一行生成序列为 62, 293, 374, 514, 679, 865, 943, 1030, 1180, 1257, 1435, 1613, 1904, 2203 和 2388，表示奇偶校验矩阵中第一行子矩阵的第一行，即奇偶校验矩阵的第一行中的第 63 列、第 294 列、第 375 列、第 515 列、第 680 列、第 866 列、第 944 列、第 1031 列、第 1181 列、第 1258 列、第 1436 列、第 1614 列、第 1905 列、第 2204 列、第 2389 列的取值为 1，第一行子矩阵的第一行中的其余列为 0；对于其他行子矩阵的第一行的取值，可以参照举例类推得到，在此不再赘述。

将已确定第一行取值的每行子矩阵按列均匀划分为 c 个子矩阵；这里，由于本实施例中奇偶校验矩阵的子矩阵是 112×112 的矩阵，而码长为 2688，因此，每行子矩阵中子矩阵的个数 $c = 2688/112 = 24$ 个；经划分之后，本实施例的奇偶校验矩阵将被划分为 6 行 \times 24 列 = 144 个子矩阵，且每个子矩阵的第一行元素的取值已经确定。

最后，根据每个子矩阵的第一行元素，可以采用循环移位或直接寻址两种实现方式得到该子矩阵中其他行的元素的取值。

具体实现与步骤 101 中相同，不再赘述。

经过上述操作之后，即可得到本实施例中奇偶校验矩阵 H。由于本实施例生成序列中存在 6 行 \times 15 列 = 90 个数字，因此，本实施例所得到的奇偶校验矩阵中将存在 90 个置换单位矩阵。

本步骤中，得到奇偶校验矩阵之后，可以对其进行各种角度的旋转、行置换、列置换或改变子矩阵位置的任何变换。

在步骤 102 中，利用由奇偶校验矩阵 H 得到的生成矩阵 G 对所述输入数据进行编码，变换为 LDPC 码字，得到包含奇偶校验信息的输出数据。

至此，结束本发明实施例八中用于数据传输方法的示例性流程。

由上述实施例可见，本发明采用了以行生成器对应的生成序列表示奇偶校验矩阵、并对行生成器循环移位或直接寻址得到奇偶校验矩阵的方式，使得存储奇偶校验矩阵所需的存储空间达到了最小化。

下面通过与现有技术的仿真对比，说明本发明实施例七中所提供的(2688,2016)非规则 LDPC 码的性能。图 8 为实施例七中采用 BPSK 调制的(2688,2016) LDPC 码在 AWGN 信道的 BER/BLER 性能及其与 Shannon Limit、未编码 BPSK 的性能比较

的示意图。本次仿真中，译码采用 sum-product 算法，最大迭代次数为 50。

参见图 8，其中，直线 801 表示香农限；

曲线 802 表示采用本发明(2688,2016)非规则 LDPC 码进行编码、BPSK 方式进行调制、然后在加性高斯白噪声 (AWGN) 信道中传输、并采用和积译码算法 (SPA: Sum-Product Arithmetic) 进行译码的信号的误比特率 (BER) 曲线；

曲线 803 表示采用本发明(2688,2016)非规则 LDPC 码进行编码、BPSK 方式进行调制、然后在 AWGN 信道中传输、并采用 SPA 算法进行译码的信号的误帧率 (BLER) 曲线；

曲线 804 表示未经编码，直接采用 BPSK 调制，再经 AWGN 信道传输的信号的 BER 性能曲线。

【实施例八】

本实施例以(2688,2240)非规则 LDPC 码为例进行说明。本实施例将要实现的非规则 LDPC 码的码长 N 为 2688，信息位长度 K 为 2240，行重 $\lambda = 28$ ，码率为 7/8。由码率、码长以及校验方程个数之间的对应关系可知，本实施例校验矩阵中校验方程个数 $M = 2688 - 2240 = 448$ 。另外，本实施例中，将以 112 行 x112 列的子矩阵为最小单位为例说明 LDPC 码的实现过程。

本实施例方法流程图与图 1 所示本发明示例性方法流程图类似，参见图 1，本实施例中 LDPC 码的实现方法包括以下步骤：

在步骤 101 中，根据预先保存的行生成器对应的生成序列，生成奇偶校验矩阵。

(2688,2240)LDPC 码的行生成器如表 9 所示，表中第 (i+1 行) 对应第 (i+1) 个行生成器的生成序列 ($0 \leq i < 4$)。

表 9

7 193 271 358 508 585 763 889 941 1069 1184 1232 1370 1518 1598 1749 1830 1970 2086 2203 2544
57 119 305 383 470 620 697 875 1001 1053 1181 1296 1344 1482 1630 1861 1942 2198 2315 2440 2500
78 169 231 417 495 582 732 809 987 1113 1165 1293 1408 1456 1594 1742 1822 2054 2194 2310 2612
35 190 281 343 529 607 694 844 921 1099 1225 1277 1405 1520 1568 1706 1934 2085 2306 2422 2664

首先，根据预先设定的码长和码率及子矩阵的维数，确定要构造的所述奇偶校验矩阵的行数和列数，并且将所述奇偶校验矩阵划分为以子矩阵为单位的阵列；

码长为 2688、码率为 7/8 的奇偶校验矩阵，共有 4 个行生成器，每个行生成器对应 4 行子矩阵，每行子矩阵中子矩阵的个数为 24。则码长为 2688、码率为 7/8 的奇偶校验矩阵共包含 4×24 个维数为 112×112 的子矩阵。

然后根据所述行生成器对应的生成序列以及行重确定每个子矩阵中的第一行元素。

参见表 9，该表 9 中的每一行为一个生成器对应的生成序列，每个行生成器对应的生成序列代表一行子矩阵的第一行中元素 1 所处的列数 (范围：0~N-1，N=2688)。

由于本实施例中 LDPC 码的行重为 21，因此，每一行子矩阵的第一行中存在 21 个元素 1，即存在 21 个取值为 1 的列；另外，由于本实施例中奇偶校验矩阵的子矩阵是 112×112 的矩阵，而校验方程的个数为 448，因此，奇偶校验矩阵中子矩阵的行数 $P = 448/112 = 4$ 个，所以，本实施例中的生成序列为 4 行 \times 21 列 = 84 个数字组成的序列。

表 9 包括多个包含行重个数字的生成序列，并以表 9 中的每一行生成序列的数字作为相应每行子矩阵的第一行中元素 1 所处的列数。即，以表 9 中的第一行生成序列中的数字作为第一行子矩阵的第一行中元素 1 所处的列数，以表 9 中的第二行生成序列中的数字作为第二行子矩阵的第一行中元素 1 所处的列数，依此类推，直至以表 9 中的最后一个行生成序列中的数字作为最后一行子矩阵的第一行中元素 1 所处的列数。

具体而言，将表 9 均匀划分为多个包含 21 个数字的生成序列，根据所得到的每一行生成序列中的数字，即如表 9 所示的每一行中的数字，得到奇偶校验矩阵的每行子矩阵的第一行元素。

例如，如表 9 所示，其第一行生成序列为 7, 193, 271, 358, 508, 585, 763, 889, 941, 1069, 1184, 1232, 1370, 1518, 1598, 1749, 1830, 1970, 2086, 2203 和 2544，表示奇偶校验矩阵中第一行子矩阵的第一行，即奇偶校验矩阵的第一行中的第 8 列、第 194 列、第 272 列、第 359 列、第 509 列、第 586 列、第 764 列、第 890 列、第 942 列、第 1070 列、第 1185 列、第 1233 列、第 1371 列、第 1519 列、第 1599 列、第 1750 列、第 1831 列、第 1971 列、第 2087 列、第 2204 列、第 2545 列的取值为 1，第一行子矩阵的第一行中的其余列为 0；对于其他行子矩阵的第一行的取值，可以参照举例类推得到，在此不再赘述。

将已确定第一行取值的每行子矩阵按列均匀划分为 c 个子矩阵；这里，由于本实施例中奇偶校验矩阵的子矩阵是 112×112 的矩阵，而码长为 2688，因此，每行子矩阵中子矩阵的个数 $c = 2688/112 = 24$ 个；经划分之后，本实施例的奇偶校验矩阵将被划分为 $4 \text{ 行} \times 21 \text{ 列} = 84$ 个子矩阵，且每个子矩阵的第一行元素的取值已经确定。

最后，根据每个子矩阵的第一行元素，可以采用循环移位或直接寻址两种实现方式得到该子矩阵中其他行的元素。

具体实现与步骤 101 中相同，不再赘述。

经过上述操作之后，即可得到本实施例中奇偶校验矩阵 H 。由于本实施例生成序列中存在 $4 \text{ 行} \times 21 \text{ 列} = 84$ 个数字，因此，本实施例所得到的奇偶校验矩阵中将存在 112 个置换单位矩阵。

本步骤中，得到奇偶校验矩阵之后，可以对其进行各种角度的旋转、行置换、列置换或改变子矩阵位置的任何变换。

在步骤 102 中，利用由奇偶校验矩阵 H 得到的生成矩阵 G 对所述输入数据进行编码，变换为 LDPC 码字，得到包含奇偶校验信息的输出数据。

至此，结束本发明实施例八中用于数据传输方法的示例性流程。

由上述实施例可见，本发明采用了以行生成器对应的生成序列表示奇偶校验矩阵、并对行生成器循环移位或直接寻址得到奇偶校验矩阵的方式，使得存储奇偶校验矩阵所需的存储空间达到了最小化。

下面通过与现有技术的仿真对比，说明本发明实施例八中所提供的(2688, 2240)非规则 LDPC 码的性能。图 9 为实施例八中采用 BPSK 调制的(2688, 2240) LDPC 码在 AWGN 信道的 BER/BLER 性能及其与 Shannon Limit、未编码 BPSK 的性能比较的示意图。本次仿真中，译码采用 sum-product 算法，最大迭代次数为 50。

参见图 9，其中，直线 901 表示香农限；

曲线 902 表示采用本发明(2688,2240)非规则 LDPC 码进行编码、BPSK 方式进行调制、然后在加性高斯白噪声(AWGN)信道中传输、并采用和积译码算法(SPA: Sum-Product Arithmetic)进行译码的信号的误比特率(BER)曲线；

曲线 903 表示采用本发明(2688,2240)非规则 LDPC 码进行编码、BPSK 方式进行调制、然后在 AWGN 信道中传输、并采用 SPA 算法进行译码的信号的误帧率

(BLER) 曲线;

曲线 904 表示未经编码, 直接采用 BPSK 调制, 再经 AWGN 信道传输的信号的 BER 性能曲线。

【实施例九】

本实施例以(5376,2688)行重不相同的非规则 LDPC 码为例进行说明。本实施例将要实现的非规则 LDPC 码的码长 N 为 5376, 信息位长度 K 为 2688, 行重 $\lambda=7$, 码率为 1/2。由码率、码长以及校验方程个数之间的对应关系可知, 本实施例校验矩阵中校验方程个数 $M=5376-2688=2688$ 。另外, 在本实施例中, 将以 112 行 x112 列的子矩阵为最小单位为例说明 LDPC 码的实现过程。

本实施例方法流程图与图 1 所示本发明示例性方法流程图类似, 参见图 1, 本实施例中 LDPC 码的实现方法包括以下步骤:

在步骤 101 中, 根据预先保存的行生成器对应的生成序列, 生成奇偶校验矩阵。

(5376,2688)LDPC 码的行生成器如表 10 所示, 表中第 (i+1 行) 对应第 (i+1) 个行生成器的生成序列 ($0 \leq i < 24$)。

表 10

147 281 1109 1381 2089 4658 5232
98 607 826 1108 1813 2024 4398
1220 1333 1605 2406 3031 4661 4998
248 526 1445 1906 2238 2248 4854
880 968 1092 1162 1557 2149 3494
322 718 827 992 1080 1274 4317
434 1316 1668 3048 3214 3305 5109
377 765 815 1216 2354 3417 3743
1163 1610 1686 1892 2005 2466 3591
658 1039 1166 1275 2117 2808 3967
1101 1151 2501 2682 2985 4079 4571
796 1019 1213 2341 2613 3083 3865
502 706 908 1325 1776 2802 4795
37 818 991 1020 1487 2933 5213
614 930 1300 1835 3682 4764 5325
357 558 946 1244 2394 2676 4953
751 886 1356 1773 1823 2059 2949
100 764 1468 2336 3321 4168 4537
213 876 975 1378 1580 2730 3433
688 835 988 1692 2159 2560 2772
783 1199 1334 2760 3750 4081 4472
912 1311 1504 1916 2884 3952 4193
699 1024 1171 1999 2196 5097 5345
184 771 3221 3474 3816 4315 4840

首先, 根据预先设定的码长和码率及子矩阵的维数, 确定要构造的所述奇偶校验矩阵的行数和列数, 并且将所述奇偶校验矩阵划分为以子矩阵为单位的阵列;

码长为 5376、码率为 1/2 的奇偶校验矩阵, 共有 24 个行生成器, 每个行生成器对应 24 行子矩阵, 每行子矩阵中子矩阵的个数仍为 48。则码长为 5376、码率为 1/2 的奇偶校验矩阵共包含 24×48 个维数为 112×112 的子矩阵。

然后根据所述行生成器对应的生成序列以及行重确定每个子矩阵中的第一行元素。

参见表 10, 该表 10 中的每一行为一个生成器对应的生成序列, 每个行生成器对应的生成序列代表一行子矩阵的第一行中元素 1 所处的列数 (范围: $0 \sim N-1$, $N=5376$)。

由于本实施例中 LDPC 码的行重为 7, 因此, 每一行子矩阵的第一行中存在 7 个元素 1, 即存在 7 个取值为 1 的列; 另外, 由于本实施例中奇偶校验矩阵的子矩阵是 112×112 的矩阵, 而校验方程的个数为 2688, 因此, 奇偶校验矩阵中子矩阵的行数 $P = 2688/112 = 24$ 个, 所以, 本实施例中的生成序列为 24 行 \times 48 列 = 1152 个数字组成的序列。

表 10 包括多个包含行重个数字的生成序列, 并以表 10 中的每一行生成序列的数字作为相应每行子矩阵的第一行中元素 1 所处的列数。即, 以表 10 中的第一行生成序列中的数字作为第一行子矩阵的第一行中元素 1 所处的列数, 以表 10 中的第二行生成序列中的数字作为第二行子矩阵的第一行中元素 1 所处的列数, 依此类推, 直至以表 10 中的最后一个行生成序列中的数字作为最后一行子矩阵的第一行中元素 1 所处的列数。

具体而言, 将表 10 均匀划分为多个包含 7 个数字的生成序列, 根据所得到的每一行生成序列中的数字, 即如表 10 所示的每一行中的数字, 得到奇偶校验矩阵的每行子矩阵的第一行元素。

例如, 如表 10 所示, 其第一行生成序列为 147, 281, 1109, 1381, 2089, 4658, 5232, 表示奇偶校验矩阵中第一行子矩阵的第一行, 即奇偶校验矩阵的第一行中的第 148 列、第 282 列、第 1110 列、第 1382 列、第 2090 列、第 4659 列和第 5233 列的取值为 1, 第一行子矩阵的第一行中的其余列为 0; 对于其他行子矩阵的第一行的取值, 可以参照举例类推得到, 在此不再赘述。

将已确定第一行取值的每行子矩阵按列均匀划分为 c 个子矩阵; 这里, 由于本实施例中奇偶校验矩阵的子矩阵是 112×112 的矩阵, 而码长为 5376, 因此, 每行子矩阵中子矩阵的个数 $c = 5376/112 = 48$ 个; 经划分之后, 本实施例的奇偶校验矩阵将被划分为 24 行 \times 48 列 = 1152 个子矩阵, 且每个子矩阵的第一行元素的取值已经确定。

最后, 根据每个子矩阵的第一行元素, 可以采用循环移位或直接寻址两种实现方式得到该子矩阵中其他行的元素。

具体实现与步骤 101 中相同, 不再赘述。

经过上述的操作之后, 即可得到本实施例中奇偶校验矩阵 H。由于本实施例生成序列存在 24 行 \times 7 列 = 168 个数字, 因此, 本实施例所得到的奇偶校验矩阵中将存在 168 个置换单位矩阵。

本步骤中, 得到奇偶校验矩阵之后, 可以对其进行各种角度的旋转、行置换、列置换或改变子矩阵位置的任何变换。

在步骤 102 中, 利用由奇偶校验矩阵 H 得到的生成矩阵 G 对所述输入数据进行编码, 变换为 LDPC 码字, 得到包含奇偶校验信息的输出数据。

至此, 结束本发明实施例九中用于数据传输方法的示例性流程。

由上述实施例可见, 本发明采用了以行生成器对应的生成序列表示奇偶校验矩阵、并对行生成器循环移位或直接寻址得到奇偶校验矩阵的方式, 使得存储奇偶校验矩阵所需的存储空间达到了最小化。

下面通过与现有技术的仿真对比, 说明本发明实施例九中所提供的(5376,2688)非规则 LDPC 码的性能。图 10 为实施例九中采用 BPSK 调制的(5376,2688) LDPC 码在 AWGN 信道的 BER/BLER 性能及其与 Shannon Limit、未编码 BPSK 的性能比

较的示意图。本次仿真中，译码采用 sum-product 算法，最大迭代次数为 50。

参见图 10，其中，直线 1001 表示香农限；

曲线 1002 表示采用本发明(5376,2688)非规则 LDPC 码进行编码、BPSK 方式进行调制、然后在加性高斯白噪声 (AWGN) 信道中传输、并采用和积译码算法 (SPA: Sum-Product Arithmetic) 进行译码的信号的误比特率 (BER) 曲线；

曲线 1003 表示采用本发明(5376,2688)非规则 LDPC 码进行编码、BPSK 方式进行调制、然后在 AWGN 信道中传输、并采用 SPA 算法进行译码的信号的误帧率 (BLER) 曲线；

曲线 1004 表示未经编码，直接采用 BPSK 调制，再经 AWGN 信道传输的信号的 BER 性能曲线。

【实施例十】

本实施例以(5376,3360)行重不相同的非规则 LDPC 码为例进行说明。本实施例将要实现的非规则 LDPC 码的码长 N 为 5376，信息位长度 K 为 3360，行重 $\lambda=10$ ，码率为 5/8。由码率、码长以及校验方程个数之间的对应关系可知，本实施例校验矩阵中校验方程个数 $M=5376-3360=2016$ 。另外，在本实施例中，将以 112 行 x112 列的子矩阵为最小单位为例说明 LDPC 码的实现过程。

本实施例方法流程图与图 1 所示本发明示范性方法流程图类似，参见图 1，本实施例中 LDPC 码的实现方法包括以下步骤：

在步骤 101 中，根据预先保存的行生成器对应的生成序列，生成奇偶校验矩阵。

(5376,3360)LDPC 码的行生成如表 11 所示，表中第 (i+1 行) 对应第 (i+1) 个行生成器的生成序列 ($0 \leq i < 18$)。

表 11

60 773 981 1045 1226 1234 1576 1846 2969 4437
22 566 772 1093 2048 2289 3329 3984 4318 5344
315 408 532 678 1977 2070 2505 2792 3494 4742
432 520 714 790 996 1570 2936 3214 3305 3367
826 1221 1429 1493 1674 2024 2201 3016 4654 5222
382 491 744 868 938 1786 2313 4137 4189 4997
119 367 603 1126 1445 1470 2238 2747 3395 4301
479 715 968 1444 1557 1765 2350 3234 3830 4413
347 1080 1204 1877 1941 2130 2472 2832 4653 4816
459 653 703 830 939 1462 3662 3703 4585 4765
302 571 942 1216 1428 1918 3056 3195 3815 5040
431 628 877 1054 1163 1328 1686 2458 3307 5290
210 370 543 572 740 1039 1166 2389 2570 4973
153 386 655 907 1101 2682 2821 3998 4907 5085
498 796 1213 1263 1664 2613 3531 3625 4110 4527
438 879 908 1076 1864 2453 2661 3045 4222 5257
550 608 818 1020 1188 1243 2773 2837 3368 3526
8 527 662 720 834 930 1103 3130 3616 3745

首先，根据预先设定的码长和码率及子矩阵的维数，确定要构造的所述奇偶校验矩阵的行数和列数，并且将所述奇偶校验矩阵划分为以子矩阵为单位的阵列；

码长为 5376、码率为 5/8 的奇偶校验矩阵，共有 18 个行生成器，每个行生成器对应 24 行子矩阵，每 24 行子矩阵中子矩阵的个数仍为 48。则码长为 5376、码率为

5/8 的奇偶校验矩阵共包含 18×48 个维数为 112×112 的子矩阵。

然后根据所述行生成器对应的生成序列以及行重确定每个子矩阵中的第一行元素。

参见表 11, 该表 11 中的每一行为一个生成器对应的生成序列, 每个行生成器对应的生成序列代表一行子矩阵的第一行中元素 1 所处的列数 (范围: $0 \sim N-1$, $N=5376$)。

由于本实施例中 LDPC 码的行重为 10, 因此, 每一行子矩阵的第一行中存在 10 个元素 1, 即存在 10 个取值为 1 的列; 另外, 由于本实施例中奇偶校验矩阵的子矩阵是 112×112 的矩阵, 而校验方程的个数为 2016, 因此, 奇偶校验矩阵中子矩阵的行数 $P = 2016/42 = 18$ 个, 所以, 本实施例中的行生成器十为 $18 \text{ 行} \times 10 \text{ 列} = 180$ 个数字组成的序列。

表 11 包括多个包含行重个数字的生成序列, 并以表 11 中的每一行生成序列的数字作为相应每行子矩阵的第一行中元素 1 所处的列数。即, 以表 11 中的第一行生成序列中的数字作为第一行子矩阵的第一行中元素 1 所处的列数, 以表 11 中的第二行生成序列中的数字作为第二行子矩阵的第一行中元素 1 所处的列数, 依此类推, 直至以表 11 中的最后一个行生成序列中的数字作为最后一行子矩阵的第一行中元素 1 所处的列数。

具体而言, 将表 11 均匀划分为多个包含 10 个数字的生成序列, 根据所得到的每一行生成序列中的数字, 即如表 11 所示的每一行中的数字, 得到奇偶校验矩阵的每行子矩阵的第一行元素。

例如, 如表 11 所示, 其第一行生成序列为 60, 773, 981, 1045, 1226, 1234, 1576, 1846, 2969, 4437, 表示奇偶校验矩阵中第一行子矩阵的第一行, 即奇偶校验矩阵的第一行中的第 61 列、第 774 列、第 982 列、第 1046 列、第 1227 列、第 1235 列、第 1577 列、第 1847 列、第 2970 列、第 4438 列的取值为 1, 第一行子矩阵的第一行中的其余列为 0; 对于其他行子矩阵的第一行的取值, 可以参照举例类推得到, 在此不再赘述。

将已确定第一行取值的每行子矩阵按列均匀划分为 c 个子矩阵; 这里, 由于本实施例中奇偶校验矩阵的子矩阵是 112×112 的矩阵, 而码长为 5376, 因此, 每行子矩阵中子矩阵的个数 $c = 5376/112 = 48$ 个; 经划分之后, 本实施例的奇偶校验矩阵将被划分为 $18 \text{ 行} \times 48 \text{ 列} = 846$ 个子矩阵, 且每个子矩阵的第一行元素的取值已经确定。

最后, 根据每个子矩阵的第一行元素, 可以采用循环移位或直接寻址两种实现方式得到该子矩阵中其他行的元素。

具体实现与步骤 101 中相同, 不再赘述。

经过上述操作之后, 即可得到本实施例中奇偶校验矩阵。由于本实施例生成序列中存在 $18 \text{ 行} \times 10 \text{ 列} = 180$ 个数字, 因此, 本实施例所得到的奇偶校验矩阵中将存在 180 个置换单位矩阵。

本步骤中, 得到奇偶校验矩阵之后, 可以对其进行各种角度的旋转、行置换、列置换或改变子矩阵位置的任何变换。

在步骤 102 中, 利用由奇偶校验矩阵 H 得到的生成矩阵 G 对所述输入数据进行编码, 变换为 LDPC 码字, 得到包含奇偶校验信息的输出数据。

至此, 结束本发明实施例中用于数据传输方法的示例性流程。

由上述实施例可见, 本发明采用了以行生成器对应的生成序列表示奇偶校验矩阵、并对行生成器循环移位或直接寻址得到奇偶校验矩阵的方式, 使得存储奇偶校验矩阵所需的存储空间达到了最小化。

下面通过与现有技术的仿真对比, 说明本发明实施例十中所提供的(5376,3360)

非规则 LDPC 码的性能。图 11 为实施例十中采用 BPSK 调制的(5376,3360) LDPC 码在 AWGN 信道的 BER/BLER 性能及其与 Shannon Limit、未编码 BPSK 的性能比较的示意图。本次仿真中，译码采用 sum-product 算法，最大迭代次数为 50。

参见图 11，其中，直线 1101 表示香农限；

曲线 1102 表示采用本发明(5376,3360)非规则 LDPC 码进行编码、BPSK 方式进行调制、然后在加性高斯白噪声 (AWGN) 信道中传输、并采用和积译码算法 (SPA: Sum-Product Arithmetic) 进行译码的信号的误比特率 (BER) 曲线；

曲线 1103 表示采用本发明(5376,3360)非规则 LDPC 码进行编码、BPSK 方式进行调制、然后在 AWGN 信道中传输、并采用 SPA 算法进行译码的信号的误帧率 (BLER) 曲线；

曲线 1104 表示未经编码，直接采用 BPSK 调制，再经 AWGN 信道传输的信号的 BER 性能曲线。

【实施例十一】

本实施例以(5376,4032)非规则 LDPC 码为例进行说明。本实施例将要实现的非规则 LDPC 码的码长 N 为 5376，信息位长度 K 为 4032，行重 $\lambda=15$ ，码率 3/4。由码率、码长以及校验方程个数之间的对应关系可知，本实施例校验矩阵中校验方程个数 $M = 5376 - 4032 = 1344$ 。另外，在本实施例中，将以 112 行 112 列的子矩阵为最小单位为例说明 LDPC 码的实现过程。

本实施例方法流程图与图 1 所示本发明示例性方法流程图类似，参见图 1，本实施例中 LDPC 码的实现方法包括以下步骤：

在步骤 101 中，根据预先保存的行生成器对应的生成序列，生成奇偶校验矩阵。

(5376,4032)LDPC 码的行生成器如表 12 所示，表中第 (i+1 行) 对应第 (i+1) 个行生成器的生成序列 ($0 \leq i < 12$)。

表 12

0 181 342 661 686 869 933 1963 2919 3105 3183 3270 4398 4518 5076
64 308 378 660 773 1365 2177 2450 2568 2723 2878 3532 4144 4770 5344
296 490 566 772 885 1477 1678 1688 2562 2680 3721 4077 4256 4661 5240
320 532 602 884 997 1022 1450 1458 1589 1790 1800 3193 4011 4205 4854
267 432 644 714 790 1134 1317 1381 1562 1902 2089 3367 3868 4506 4966
379 544 632 826 902 1246 1674 1682 2014 2294 2729 2898 3016 3048 4846
382 491 656 744 868 1014 2126 2136 2313 2406 2496 3438 3942 4361 4730
60 157 317 367 494 768 856 1050 1126 1906 2608 3641 3889 4054 4990
235 429 479 606 715 1162 1238 1444 1557 1582 1765 3352 3507 3662 5102
292 347 541 827 1080 1204 1274 2742 2832 3464 3774 3927 4316 5214 5294
236 459 703 939 1806 2053 2234 2242 3083 3185 3576 3608 3886 4428 4697
319 348 516 571 765 815 1893 1918 2354 2686 2966 3297 3720 4089 4225

首先，根据预先设定的码长和码率及子矩阵的维数，确定要构造的所述奇偶校验矩阵的行数和列数，并且将所述奇偶校验矩阵划分为以子矩阵为单位的阵列；

码长为 5376、码率为 3/4 的奇偶校验矩阵，共有 12 个行生成器，每个行生成器对应 12 行子矩阵，每行子矩阵中子矩阵的个数为 48。则码长为 5376、码率为 3/4 的奇偶校验矩阵共包含 12×48 个维数为 112×112 的子矩阵。

然后根据所述行生成器对应的生成序列以及行重确定每个子矩阵中的第一行元素。

参见表 12，该表 12 中的每一行为一个生成器对应的生成序列，每个行生成器对应的生成序列代表一行子矩阵的第一行中元素 1 所处的列数 (范围: 0~N-1,

N=5376)。

由于本实施例中 LDPC 码的行重为 15，因此，每一行子矩阵的第一行中存在 15 个元素 1，即存在 15 个取值为 1 的列；另外，由于本实施例中奇偶校验矩阵的子矩阵是 112×112 的矩阵，而校验方程的个数为 1344，因此，奇偶校验矩阵中子矩阵的行数 $P = 1344/112 = 12$ 个，所以，本实施例中的生成序列为 12 行 \times 15 列 = 180 个数字组成的序列。

表 12 包括多个包含行重个数字的生成序列，并以表 12 中的每一行生成序列的数字作为相应每行子矩阵的第一行中元素 1 所处的列数。即，以表 12 中的第一行生成序列中的数字作为第一行子矩阵的第一行中元素 1 所处的列数，以表 12 中的第二行生成序列中的数字作为第二行子矩阵的第一行中元素 1 所处的列数，依此类推，直至以表 12 中的最后一个行生成序列中的数字作为最后一行子矩阵的第一行中元素 1 所处的列数。

具体而言，将表 12 均匀划分为多个包含 15 个数字的生成序列，根据所得到的每一行生成序列中的数字，即如表 12 所示的每一行中的数字，得到奇偶校验矩阵的每行子矩阵的第一行元素。

例如，如表 12 所示，其第一行生成序列为 0, 181, 342, 661, 686, 869, 933, 1963, 2919, 3105, 3183, 3270, 4398, 4518, 5076，表示奇偶校验矩阵中第一行子矩阵的第一行，即奇偶校验矩阵的第一行中的第 1 列、第 182 列、第 343 列、第 662 列、第 687 列、第 870 列、第 934 列、第 1964 列、第 2920 列、第 3106 列、第 3184 列、第 3271 列、第 4399 列、第 4519 列、第 5077 列的取值为 1，第一行子矩阵的第一行中的其余列为 0；对于其他行子矩阵的第一行的取值，可以参照举例类推得到，在此不再赘述。

将已确定第一行取值的每行子矩阵按列均匀划分为 c 个子矩阵；这里，由于本实施例中奇偶校验矩阵的子矩阵是 112×112 的矩阵，而码长为 5376，因此，每行子矩阵中子矩阵的个数 $c = 5376/112 = 48$ 个；经划分之后，本实施例的奇偶校验矩阵将被划分为 12 行 \times 48 列 = 576 个子矩阵，且每个子矩阵的第一行元素的取值已经确定。

最后，根据每个子矩阵的第一行元素，可以采用循环移位或直接寻址两种实现方式得到该子矩阵中其他行的元素。

具体实现与步骤 101 中相同，不再赘述。

经过上述操作之后，即可得到本实施例中奇偶校验矩阵 H。由于本实施例生成序列中存在 12 行 \times 15 列 = 180 个数字，因此，本实施例所得到的奇偶校验矩阵中将存在 180 个置换单位矩阵。

本步骤中，得到奇偶校验矩阵之后，可以对其进行各种角度的旋转、行置换、列置换或改变子矩阵位置的任何变换。

在步骤 102 中，利用由奇偶校验矩阵 H 得到的生成矩阵 G 对所述输入数据进行编码，变换为 LDPC 码字，得到包含奇偶校验信息的输出数据。

至此，结束本发明实施例十一中用于数据传输方法的示例性流程。

由上述实施例可见，本发明采用了以行生成器对应的生成序列表示奇偶校验矩阵、并对行生成器循环移位或直接寻址得到奇偶校验矩阵的方式，使得存储奇偶校验矩阵所需的存储空间达到了最小化。

下面通过与现有技术的仿真对比，说明本发明实施例十一中所提供的(5376,4032)非规则 LDPC 码的性能。图 12 为实施例十一中采用 BPSK 调制的(5376,4032) LDPC 码在 AWGN 信道的 BER/BLER 性能及其与 Shannon Limit、未编码 BPSK 的性能比较的示意图。本次仿真中，译码采用 sum-product 算法，最大迭代次数为 50。

参见图 12，其中，直线 1201 表示香农限；

曲线 1202 表示采用本发明(5376,4032)非规则 LDPC 码进行编码、BPSK 方式进行调制、然后在加性高斯白噪声 (AWGN) 信道中传输、并采用和积译码算法 (SPA: Sum-Product Arithmetic) 进行译码的信号的误比特率 (BER) 曲线;

曲线 1203 表示采用本发明(5376,4032)非规则 LDPC 码进行编码、BPSK 方式进行调制、然后在 AWGN 信道中传输、并采用 SPA 算法进行译码的信号的误帧率 (BLER) 曲线;

曲线 1204 表示未经编码, 直接采用 BPSK 调制, 再经 AWGN 信道传输的信号的 BER 性能曲线。

【实施例十二】

本实施例以 (5376,4704)行重不相同的非规则 LDPC 码为例进行说明。本实施例将要实现的非规则 LDPC 码的码长 N 为 5376, 信息位长度 K 为 4704, 行重 $\lambda=28$, 码率为 7/8。由码率、码长以及校验方程个数之间的对应关系可知, 本实施例校验矩阵中校验方程个数 $M=5376-4704=672$ 。另外, 在本实施例中, 将以 112 行 x112 列的子矩阵为最小单位为例说明 LDPC 码的实现过程。

在步骤 101 中, 根据预先保存的行生成器对应的生成序列, 生成奇偶校验矩阵。

(5376,4704)LDPC 码的行生成器如表 13 所示, 表中第 (i+1 行) 对应第 (i+1) 个行生成器的生成序列 ($0 \leq i < 6$), 如下所示:

表 13

70 154 230 436 549 574 757 821 1002 1010 1141 1342 1352 1953 2226 2499 2745 2807 2993 3071 3308 3563 3869 4398 4549 4770 4891 5232
196 266 342 548 661 686 869 1122 1253 1464 1824 1963 2065 2338 2456 2611 2766 2857 3105 3183 3675 3801 3981 4096 4430 4510 4661 5003
184 308 378 454 660 773 798 981 1226 1753 1846 1936 2075 2450 2568 2878 2969 3217 3295 3382 3532 3609 3787 4093 4208 4542 4773 4882
208 296 420 490 566 772 885 910 1093 1157 1346 1477 1678 1688 1865 2187 2680 2990 3081 3494 4077 4320 4368 4654 4734 4994 5110 5352
30 155 320 408 532 602 678 884 1022 1269 1450 1458 1589 2160 2299 2792 3193 3255 3441 3756 3833 4011 4189 4317 4618 4885 4966 5106
62 158 267 432 520 644 714 790 996 1109 1317 1381 1570 1701 2089 2272 2411 2513 2617 3367 3631 3868 3945 4249 4301 5078 5218 5334

首先, 根据预先设定的码长和码率及子矩阵的维数, 确定要构造的所述奇偶校验矩阵的行数和列数, 并且将所述奇偶校验矩阵划分为以子矩阵为单位的阵列;

码长为 5376、码率为 7/8 的奇偶校验矩阵, 共有 6 个行生成器, 每个行生成器对应 6 行子矩阵, 每行子矩阵中子矩阵的个数为 48。则码长为 5376、码率为 7/8 的奇偶校验矩阵共包含 6×48 个维数为 112×112 的子矩阵。

然后根据所述行生成器对应的生成序列以及行重确定每个子矩阵中的第一行元素。

参见表 13, 该表 13 中的每一行为一个生成器对应的生成序列, 每个行生成器对应的生成序列代表一行子矩阵的第一行中元素 1 所处的列数 (范围: $0 \sim N-1$, $N=5376$)。

由于本实施例中 LDPC 码的行重为 28, 因此, 每一行子矩阵的第一行中存在 28 个元素 1, 即存在 28 个取值为 1 的列; 另外, 由于本实施例中奇偶校验矩阵的子矩阵是 112×112 的矩阵, 而校验方程的个数为 672, 因此, 奇偶校验矩阵中子矩阵的行数 $P=672/112=6$ 个, 所以, 本实施例中的生成序列为 $6 \text{ 行} \times 28 \text{ 列} = 168$ 个数字组成的序列。

表 13 包括多个包含行重个数字的生成序列, 并以表 13 中的每一行生成序列的数字作为相应每行子矩阵的第一行中元素 1 所处的列数。即, 以表 13 中的第一行生成序列中的数字作为第一行子矩阵的第一行中元素 1 所处的列数, 以表 13 中的第二行生成序列中的数字作为第二行子矩阵的第一行中元素 1 所处的列数, 依此类推, 直至以表 13 中的最后一个行生成序列中的数字作为最后一行子矩阵的第一行中元素 1 所处的列数。

具体而言, 将表 13 均匀划分为多个包含 28 个数字的生成序列, 根据所得到的每一行生成序列中的数字, 即如表 13 所示的每一行中的数字, 得到奇偶校验矩阵的每行子矩阵的第一行元素。

例如, 如表 2 所示, 其第一行生成序列为 55, 85, 167, 198, 212, 274, 334, 368, 384, 429, 486, 512, 550, 617, 666, 689, 752, 779, 874, 885, 940, 973, 1047, 1064, 1103, 1149, 1253 和 1265, 表示奇偶校验矩阵中第一行子矩阵的第一行, 即奇偶校验矩阵的第一行中的第 56 列、第 86 列、第 168 列、第 199 列、第 213 列、第 275 列、第 335 列、第 369 列、第 385 列、第 430 列、第 487 列、第 513 列、第 551 列、第 618 列、第 667 列、第 690 列、第 753 列、第 780 列、第 875 列、第 886 列、第 941 列、第 974 列、第 1048 列、第 1065 列、第 1104 列、第 1150, 1254, 1266 列的取值为 1, 第一行子矩阵的第一行中的其余列为 0; 对于其他行子矩阵的第一行的取值, 可以参照举例类推得到, 在此不再赘述。

将已确定第一行取值的每行子矩阵按列均匀划分为 c 个子矩阵; 这里, 由于本实施例奇偶校验矩阵的子矩阵是 112×112 的矩阵, 而码长为 5376, 因此, 每行子矩阵中子矩阵的个数 $c = 5376/112 = 48$ 个; 经划分之后, 本实施例的奇偶校验矩阵将被划分为 $6 \text{ 行} \times 28 \text{ 列} = 168$ 个子矩阵, 且每个子矩阵的第一行元素的取值已经确定。

最后, 根据每个子矩阵的第一行元素, 可以采用循环移位或直接寻址两种实现方式得到该子矩阵中其他行的元素。

具体实现与步骤 101 中相同, 不再赘述。

经过上述操作之后, 即可得到本实施例中奇偶校验矩阵 H 。由于本实施例生成序列中存在 $6 \text{ 行} \times 28 \text{ 列} = 168$ 个数字, 因此, 本实施例所得到的奇偶校验矩阵中将存在 168 个置换单位矩阵。

本步骤中, 得到奇偶校验矩阵之后, 可以对其进行各种角度的旋转、行置换、列置换或改变子矩阵位置的任何变换。

在步骤 102 中, 利用由奇偶校验矩阵 H 得到的生成矩阵 G 对所述输入数据进行编码, 变换为 LDPC 码字, 得到包含奇偶校验信息的输出数据。

至此, 结束本发明实施例十二中用于数据传输方法的示例性流程。

由上述实施例可见, 本发明采用了以行生成器对应的生成序列表示奇偶校验矩阵、并对行生成器循环移位或直接寻址得到奇偶校验矩阵的方式, 使得存储奇偶校验矩阵所需的存储空间达到了最小化。

下面通过与现有技术的仿真对比, 说明本发明实施例十二中所提供的(5376,4704)非规则 LDPC 码的性能。图 13 为实施例十二中采用 BPSK 调制的(5376,4704) LDPC 码在 AWGN 信道的 BER/BLER 性能及其与 Shannon Limit、未编码 BPSK 的性能比较的示意图。本次仿真中, 译码采用 sum-product 算法, 最大迭代次数为 50。

参见图 13, 其中, 直线 1301 表示香农限;

曲线 1302 表示采用本发明(5376,4704)非规则 LDPC 码进行编码、BPSK 方式进行调制、然后在加性高斯白噪声(AWGN)信道中传输、并采用和积译码算法(SPA: Sum-Product Arithmetic)进行译码的信号的误比特率(BER)曲线;

曲线 1303 表示采用本发明(5376,4704)非规则 LDPC 码进行编码、BPSK 方式进

行调制、然后在 AWGN 信道中传输、并采用 SPA 算法进行译码的信号的误帧率 (BLER) 曲线;

曲线 1304 表示未经编码, 直接采用 BPSK 调制, 再经 AWGN 信道传输的信号的 BER 性能曲线。

【实施例十三】

图 14 为本发明实施例十三中用于数据传输的装置的结构示意图。参见图 14, 该装置包括: 存储模块 1410、校验矩阵生成模块 1420、码字生成模块 1430, 其中, 校验矩阵生成模块 1420 中进一步包括: 生成序列分析单元 1421 和循环移位单元 1422。

图 14 所示装置中,

存储模块 1410, 用于存储生成序列, 并向校验矩阵生成模块 1420 中的生成序列分析单元 1421 提供其所存储的生成序列;

校验矩阵生成模块 1420 中的生成序列分析单元 1421, 用于根据预先设定的码长和码率及子矩阵的维数, 确定要构造的所述奇偶校验矩阵的行数和列数, 并且将所述奇偶校验矩阵划分为以子矩阵为单位的阵列: 根据所述行生成器对应的生成序列以及行重确定每个子矩阵中的第一行元素; 根据所述每个子矩阵的第一行元素, 得到每个子矩阵中其他行的元素, 将所得到的已确定第一行元素的每一行子矩阵发送给所述循环移位单元 1422;

校验矩阵生成模块 1420 中的循环移位单元 1422, 用于根据每一个子矩阵的第一行元素、采用循环移位的方式得到每一个子矩阵, 这里, 每一个子矩阵即构成了本实施例中的奇偶校验矩阵, 将该奇偶校验矩阵发送给码字生成模块 1430;

码字生成模块 1430, 用于接收来自于校验矩阵生成模块 1420 中的循环移位单元 1422 的奇偶校验矩阵, 并利用由所述奇偶校验矩阵得到的生成矩阵对输入数据进行编码。

在图 14 所示装置中, 可以进一步包括: 校验矩阵变换单元, 该校验矩阵变换单元, 可以用于对循环移位单元 1422 得到的奇偶校验矩阵进行各种角度的旋转、行置换、列置换或改变子矩阵位置等各种变换, 然后将经过变换所得到的奇偶校验矩阵发送给码字生成模块 1430。

该校验矩阵变换单元可以单独设置于本实施例的实现装置中, 也可以设置于校验矩阵生成模块 1420 中, 或者也可以设置于其他模块之中。

由上述实施例可见, 本发明采用了以行生成器对应的生成序列表示奇偶校验矩阵、并对生成序列循环移位得到奇偶校验矩阵的方式, 使得存储奇偶校验矩阵所需的存储空间达到了最小化。

【实施例十四】

图 15 为本发明实施例十三中用于数据传输的装置的结构示意图。参见图 15, 该装置包括: 存储模块 1510、校验矩阵生成模块 1520、码字生成模块 1530, 其中, 校验矩阵生成模块 1520 中进一步包括: 生成序列分析单元 1521 和直接寻址单元 1522。

图 15 所示装置中, 存储模块 1510, 用于存储生成序列, 并向校验矩阵生成模块 1520 中的生成序列分析单元 1521 提供其所存储的生成序列;

校验矩阵生成模块 1520 中的生成序列分析单元 1521, 用于根据预先设定的码长和码率及子矩阵的维数, 确定要构造的所述奇偶校验矩阵的行数和列数, 并且将所述奇偶校验矩阵划分为以子矩阵为单位的阵列: 根据所述行生成器对应的生成序列以及行重确定每个子矩阵中的第一行元素; 根据所述每个子矩阵的第一行元素,

得到每个子矩阵中其他行的元素，将所得到的已确定第一行元素的每一行子矩阵发送给所述直接寻址单元 422；

校验矩阵生成模块 1520 中的直接寻址单元 1522，用于根据每一个子矩阵的第一行元素、采用直接寻址的方式得到每一个子矩阵，这里，每一个子矩阵即构成了本实施例中的奇偶校验矩阵，将该奇偶校验矩阵发送给码字生成模块 1530；

码字生成模块 1530，用于接收来自于校验矩阵生成模块 1520 中的直接寻址单元 1522 的奇偶校验矩阵，并利用该奇偶校验矩阵，将输入数据变换为 LDPC 码字。

在图 15 所示装置中，可以进一步包括：校验矩阵变换单元，该校验矩阵变换单元，可以用于对直接寻址单元 1522 得到的奇偶校验矩阵进行各种角度的旋转、行置换、列置换或改变子矩阵位置等各种变换，然后将经过变换所得到的奇偶校验矩阵发送给码字生成模块 1530。

该校验矩阵变换单元可以单独设置于本实施例的实现装置中，也可以设置于校验矩阵生成模块 1520 中，或者也可以设置于其他模块之中。

本发明实施例十三和十四提供的用于数据传输的装置，其工作原理及相关操作流程与前述用于实现数据传输的方法实施方案中基本相同，在此不再赘述。

由上述实施例可见，本发明采用了以行生成器对应的生成序列表示奇偶校验矩阵、并对生成序列直接寻址得到奇偶校验矩阵的方式，使得存储奇偶校验矩阵所需的存储空间达到了最小化。

应该明白，公开的过程中的步骤的特定顺序或层次是示例性方法的实例。基于设计偏好，应该理解，过程中的步骤的特定顺序或层次可以在不脱离本公开的保护范围的情况下得到重新安排。所附的方法权利要求以示例性的顺序给出了各种步骤的要素，并且不是要限于所述的特定顺序或层次。

在上述的详细描述中，各种特征一起组合在单个的实施方案中，以简化本公开。不应该将这种公开方法解释为反映了这样的意图，即，所要求保护的主题的实施方案需要比清楚地每个权利要求中所陈述的特征更多的特征。相反，如所附的权利要求书所反映的那样，本发明处于比所公开的单个实施方案的全部特征少的状态。因此，所附的权利要求书特此清楚地被并入详细描述中，其中每项权利要求独自作为本发明单独的优选实施方案。

上文的描述包括一个或多个实施例的举例。当然，为了描述上述实施例而描述部件或方法的所有可能的结合是不可能的，但是本领域普通技术人员应该认识到，各个实施例可以做进一步的组合和排列。因此，本文中描述的实施例旨在涵盖落入所附权利要求书的保护范围内的所有这样的改变、修改和变型。此外，就说明书或权利要求书中使用的术语“包含”，该词的涵盖方式类似于术语“包括”，就如同“包括”在权利要求中用作衔接词所解释的那样。此外，使用在权利要求书的说明书中的任何一个术语“或者”是要表示“非排它性的或者”。

权利要求书

1.一种用于数据传输的方法，其特征在于，包括：

根据预先保存的行生成器对应的生成序列，生成奇偶校验矩阵；

利用由所述奇偶校验矩阵得到的生成矩阵对输入数据进行编码，得到包含奇偶校验信息的输出数据。

2.如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述根据预先保存的行生成器对应的生成序列，生成奇偶校验矩阵，具体包括：

根据预先设定的码长和码率及子矩阵的维数，确定要构造的所述奇偶校验矩阵的行数和列数，并且将所述奇偶校验矩阵划分为以子矩阵为单位的阵列：

根据所述行生成器对应的生成序列以及行重确定每个子矩阵中的第一行元素；

根据所述每个子矩阵的第一行元素，得到每个子矩阵中其他行的元素。

3.如权利要求 2 所述的方法，其特征在于，根据所述每个子矩阵的第一行元素，采用循环移位的方式得到每个子矩阵中其他行的元素。

4.如权利要求 2 所述的方法，其特征在于，根据所述每个子矩阵的第一行元素，采用直接寻址的方式得到每个子矩阵中其他行的元素，所述直接寻址方式具体为：

取第 $i+1$ 个生成序列 $x_i^{(1)}$ 的第 j 个元素 $x_{i,j-1}^{(1)}$ ，生成第 $i+1$ 行、第 $n+1$ 列子矩阵 $A_{i,n}$ ；

其中，所述子矩阵 $A_{i,n}=[a_{i,m}], 0 \leq l < t; 0 \leq m < t$ 的第一行 $[a_{i,0}, a_{i,1}, \dots, a_{i,t-1}] = [a_0, a_1, \dots, a_{t-1}]$ 中，只有第 $\text{mod}(x_{i,j-1}^{(1)}, t)+1$ 个位置为 1，其余 $t-1$ 个位置皆为 0；

根据第一行 $[a_0, a_1, \dots, a_{t-1}]$ 产生整个矩阵 $A_{i,n}$ ，计算方法如下：

$$a_{i,m} = a_{\text{mod}(m-l,t)}, 0 \leq l < t; 0 \leq m < t;$$

所述生成序列中每个非零元素都对应一个非零矩阵，其余的子矩阵，都是维数为 $t \times t$ 的零矩阵；

其中，所述生成序列 $x_i^{(1)} = [x_{i,0}^{(1)}, x_{i,1}^{(1)}, \dots, x_{i,l_i-1}^{(1)}], 0 \leq i < \rho$ ；

$$n = \text{floor}(x_{i,j-1}^{(1)} / t);$$

ρ 表示子行生成器的个数；

i 表示行生成序列的标号；

j 表示行生成序列中元素的序号；

l_i 表示第 i 个行生成序列中元素的个数；

t 表示维数。

5.如权利要求 1 至 4 任一项所述的方法，其特征在于，当所述码长为 1344，所述码率为 1/2，所述行重为 7 时，所述行生成器由生成序列表示，所述生成序列如下

所示:

第一行: 156, 326, 342, 444, 575, 898, 1005;
 第二行: 55, 85, 167, 486, 617, 1047, 1307;
 第三行: 410, 821, 873, 927, 982, 1106, 1191;
 第四行: 10, 61, 139, 251, 468, 773, 915;
 第五行: 52, 103, 324, 400, 612, 743, 792;
 第六行: 26, 70, 145, 195, 502, 718, 1108;
 第七行: 31, 68, 112, 187, 544, 578, 1313;
 第八行: 73, 110, 229, 307, 337, 681, 1192;
 第九行: 18, 196, 271, 379, 806, 1168, 1267;
 第十行: 60, 121, 262, 391, 421, 548, 1088;
 第十一行: 25, 163, 355, 433, 652, 712, 1067;
 第十二行: 96, 144, 505, 618, 632, 1172, 1251;
 第十三行: 5, 109, 138, 186, 320, 517, 846;
 第十四行: 35, 47, 151, 228, 671, 716, 1256;
 第十五行: 0, 89, 270, 367, 713, 1032, 1298;
 第十六行: 20, 42, 119, 131, 235, 264, 956;

其中, 第 $(i+1)$ 行) 对应第 $(i+1)$ 个行生成器的生成序列 ($0 \leq i < 16$);

16 行子矩阵, 每行子矩阵中子矩阵的个数为 32;

所述子矩阵为 42 行 \times 42 列的方阵;

所述奇偶校验矩阵中包含 112 个置换单位矩阵。

6. 如权利要求 1 至 4 任一项所述的方法, 其特征在于, 当所述码长为 1344, 所述码率为 $5/8$, 所述行重为 10 时, 所述行生成器由生成序列表示, 所述生成序列如下所示:

第一行: 265, 295, 377, 408, 422, 544, 578, 696, 722, 1176;
 第二行: 122, 201, 244, 279, 307, 337, 450, 464, 885, 1295;
 第三行: 164, 243, 321, 349, 379, 461, 492, 916, 927, 1015;
 第四行: 120, 262, 363, 391, 421, 503, 548, 720, 765, 958;
 第五行: 8, 185, 280, 304, 355, 576, 712, 762, 1190, 1229;
 第六行: 24, 50, 204, 278, 322, 447, 618, 804, 1042, 1108;
 第七行: 66, 283, 320, 364, 388, 439, 660, 899, 1257, 1313;
 第八行: 134, 289, 325, 406, 430, 531, 838, 1004, 1137, 1316;
 第九行: 150, 214, 367, 404, 448, 523, 601, 880, 983, 1073;
 第十行: 40, 90, 264, 409, 615, 643, 786, 862, 1088, 1276;
 第十一行: 277, 306, 354, 415, 532, 607, 657, 685, 828, 1130;
 第十二行: 64, 319, 348, 396, 457, 493, 574, 727, 870, 1172;

其中, 第 $(i+1)$ 行) 对应第 $(i+1)$ 个行生成器的生成序列 ($0 \leq i < 12$);

12 行子矩阵, 每行子矩阵中子矩阵的个数为 32;

所述子矩阵为 42 行 \times 42 列的方阵;

所述奇偶校验矩阵中包含 120 个置换单位矩阵。

7. 如权利要求 1 至 4 任一项所述的方法, 其特征在于, 当所述码长为 1344, 所述码率为 $3/4$, 所述行重为 15 时, 所述行生成器由生成序列表示, 所述生成序列如下所示:

第一行: 3, 91, 140, 223, 253, 335, 366, 502, 536, 680, 718, 785, 1089, 1103, 1253;

第二行: 34, 165, 237, 265, 295, 377, 408, 422, 544, 594, 899, 989, 1106, 1295, 1307;

第三行: 76, 87, 279, 337, 419, 450, 464, 586, 681, 764, 918, 1004, 1031, 1066, 1145;

第四行: 207, 220, 271, 321, 379, 568, 628, 662, 806, 960, 1053, 1099, 1148, 1187, 1302;

第五行: 238, 262, 313, 363, 391, 503, 534, 548, 720, 765, 822, 848, 953, 1025, 1173;

第六行: 80, 236, 280, 304, 355, 405, 433, 463, 576, 590, 652, 890, 928, 1044, 1232;

第七行: 36, 159, 171, 241, 278, 322, 346, 397, 447, 475, 505, 632, 754, 849, 1274;

第八行: 78, 101, 202, 247, 320, 364, 388, 439, 517, 547, 674, 830, 846, 974, 1192;

其中, 第 $(i+1)$ 行) 对应第 $(i+1)$ 个行生成器的生成序列 ($0 \leq i < 8$);

8 行子矩阵, 每行子矩阵中子矩阵的个数为 32;

所述子矩阵为 42 行 \times 42 列的方阵;

所述奇偶校验矩阵中包含 120 个置换单位矩阵。

8. 如权利要求 1 至 4 任一项所述的方法, 其特征在于, 当所述码长为 1344, 所述码率为 7/8, 所述行重为 28 时, 所述行生成器由生成序列表示, 所述生成序列如下所示:

第一行: 55, 85, 167, 198, 212, 274, 334, 368, 384, 429, 486, 512, 550, 617, 666, 689, 752, 779, 874, 885, 940, 973, 1047, 1064, 1103, 1149, 1253, 1265;

第二行: 20, 69, 97, 127, 209, 240, 254, 316, 376, 410, 426, 471, 528, 554, 592, 659, 708, 731, 794, 821, 873, 927, 982, 1015, 1089, 1145, 1191, 1307;

第三行: 15, 61, 111, 139, 169, 251, 282, 296, 358, 418, 452, 468, 513, 570, 596, 634, 701, 750, 773, 836, 863, 915, 969, 1131, 1148, 1187, 1238, 1260;

第四行: 11, 52, 103, 153, 181, 211, 293, 324, 338, 400, 460, 494, 510, 555, 612, 638, 676, 743, 792, 815, 905, 957, 1011, 1066, 1099, 1190, 1233, 1302;

其中, 第 $(i+1)$ 行) 对应第 $(i+1)$ 个行生成器的生成序列 ($0 \leq i < 4$);

4 行子矩阵, 每行子矩阵中子矩阵的个数为 32;

所述子矩阵为 42 行 \times 42 列的方阵;

所述奇偶校验矩阵中包含 112 个置换单位矩阵。

9. 如权利要求 1 至 4 任一项所述的方法, 其特征在于, 当码长为 2688, 所述码率为 1/2, 所述行重为 7 时, 所述行生成器由生成序列表示, 所述生成序列如下所示:

第一行: 417, 582, 1113, 1518, 2328, 2388, 2544;

第二行: 112, 343, 529, 607, 844, 1405, 1861;

第三行: 61, 176, 302, 393, 455, 641, 2054;
 第四行: 259, 414, 505, 753, 918, 1706, 2166;
 第五行: 248, 371, 526, 943, 1030, 1257, 1680;
 第六行: 91, 328, 483, 729, 1292, 1792, 2390;
 第七行: 440, 595, 841, 1561, 1613, 1904, 2502;
 第八行: 265, 434, 552, 707, 1279, 1547, 2302;
 第九行: 22, 273, 377, 546, 1127, 1659, 2645;
 第十行: 134, 283, 489, 808, 931, 1949, 2077;
 第十一行: 256, 497, 770, 888, 920, 1198, 1351;
 第十二行: 278, 368, 1032, 1155, 1401, 2173, 2602;
 12 行子矩阵, 每行子矩阵中子矩阵的个数为 24;
 所述子矩阵为 112 行 \times 112 列的方阵;
 所述奇偶校验矩阵中包含 84 个置换单位矩阵。

10. 如权利要求 1 至 4 任一项所述的方法, 其特征在于, 当码长为 2688, 所述码率为 $5/8$, 所述行重为 10 时, 所述行生成器由生成序列表示, 所述生成序列如下所示:

第一行: 7, 193, 271, 358, 508, 941, 1069, 1232, 1830, 2544;
 第二行: 57, 119, 305, 383, 470, 875, 1482, 1630, 1710, 1861;
 第三行: 78, 169, 231, 417, 582, 732, 987, 1456, 1594, 2427;
 第四行: 35, 190, 281, 343, 529, 607, 1099, 1405, 1520, 2085;
 第五行: 24, 147, 302, 393, 641, 806, 1211, 1680, 2197, 2278;
 第六行: 104, 136, 259, 414, 1145, 1323, 1449, 1744, 2309, 2646;
 第七行: 98, 216, 248, 371, 526, 943, 1257, 1904, 2190, 2502;
 第八行: 41, 210, 328, 360, 729, 1055, 1142, 1673, 2382, 2614;
 第九行: 49, 153, 322, 440, 595, 750, 841, 1404, 1965, 2080;
 其中, 第 $(i+1)$ 行) 对应第 $(i+1)$ 个行生成器的生成序列 ($0 \leq i < 9$);
 9 行子矩阵, 每行子矩阵中子矩阵的个数为 24;
 所述子矩阵为 112 行 \times 112 列的方阵;
 所述奇偶校验矩阵中包含 90 个置换单位矩阵。

11. 如权利要求 1 至 4 任一项所述的方法, 其特征在于, 当所述码长为 2688, 所述码率为 $3/4$, 所述行重为 15 时, 所述行生成器由生成序列表示, 所述生成序列如下所示:

第一行: 62, 293, 374, 514, 679, 865, 943, 1030, 1180, 1257, 1435, 1613, 1904, 2203, 2388;
 第二行: 26, 626, 729, 791, 977, 1055, 1142, 1292, 1369, 1547, 1725, 1853, 1968, 2016, 2500;
 第三行: 138, 598, 750, 841, 903, 1089, 1167, 1404, 1659, 1785, 1837, 1965, 2080, 2310, 2552;
 第四行: 112, 398, 707, 862, 953, 1015, 1201, 1279, 1366, 1516, 1593, 1897, 1949, 2306, 2664;
 第五行: 61, 176, 224, 362, 510, 590, 696, 819, 974, 1065, 1127, 1478, 1628, 1705, 2197;
 第六行: 288, 474, 776, 808, 931, 1086, 1177, 1239, 1503, 1740, 1817,

2121, 2158, 2390, 2646;

其中, 第 $(i+1)$ 行) 对应第 $(i+1)$ 个行生成器的生成序列 ($0 \leq i < 6$);

6 行子矩阵, 每行子矩阵中子矩阵的个数为 24;

所述子矩阵为 112 行 \times 112 列的方阵;

所述奇偶校验矩阵中包含 90 个置换单位矩阵。

12. 如权利要求 1 至 4 任一项所述的方法, 其特征在于, 当所述码长为 2688, 所述码率为 7/8, 所述行重为 21 时, 所述行生成器由生成序列表示, 所述生成序列如下所示:

第一行: 7, 193, 271, 358, 508, 585, 763, 889, 941, 1069, 1184, 1232, 1370, 1518, 1598, 1749, 1830, 1970, 2086, 2203, 2544;

第二行: 57, 119, 305, 383, 470, 620, 697, 875, 1001, 1053, 1181, 1296, 1344, 1482, 1630, 1861, 1942, 2198, 2315, 2440, 2500;

第三行: 78, 169, 231, 417, 495, 582, 732, 809, 987, 1113, 1165, 1293, 1408, 1456, 1594, 1742, 1822, 2054, 2194, 2310, 2612;

第四行: 35, 190, 281, 343, 529, 607, 694, 844, 921, 1099, 1225, 1277, 1405, 1520, 1568, 1706, 1934, 2085, 2306, 2422, 2664;

4 行子矩阵, 所行子矩阵中子矩阵的个数为 24;

所述子矩阵为 112 行 \times 112 列的方阵;

所述奇偶校验矩阵中包含 84 个置换单位矩阵。

13. 如权利要求 1 至 4 任一项所述的方法, 其特征在于, 当所述码长为 5376, 所述码率为 1/2, 所述行重为 7 时, 所述行生成器由生成序列表示, 所述生成序列如下所示:

第一行: 147, 281, 1109, 1381, 2089, 4658, 5232;

第二行: 98, 607, 826, 1108, 1813, 2024, 4398;

第三行: 1220, 1333, 1605, 2406, 3031, 4661, 4998;

第四行: 248, 526, 1445, 1906, 2238, 2248, 4854;

第五行: 880, 968, 1092, 1162, 1557, 2149, 3494;

第六行: 322, 718, 827, 992, 1080, 1274, 4317;

第七行: 434, 1316, 1668, 3048, 3214, 3305, 5109;

第八行: 377, 765, 815, 1216, 2354, 3417, 3743;

第九行: 1163, 1610, 1686, 1892, 2005, 2466, 3591;

第十行: 658, 1039, 1166, 1275, 2117, 2808, 3967;

第十一行: 1101, 1151, 2501, 2682, 2985, 4079, 4571;

第十二行: 796, 1019, 1213, 2341, 2613, 3083, 3865;

第十三行: 502, 706, 908, 1325, 1776, 2802, 4795;

第十四行: 37, 818, 991, 1020, 1487, 2933, 5213;

第十五行: 614, 930, 1300, 1835, 3682, 4764, 5325;

第十六行: 357, 558, 946, 1244, 2394, 2676, 4953;

第十七行: 751, 886, 1356, 1773, 1823, 2059, 2949;

第十八行: 100, 764, 1468, 2336, 3321, 4168, 4537;

第十九行: 213, 876, 975, 1378, 1580, 2730, 3433;

第二十行: 688, 835, 988, 1692, 2159, 2560, 2772;

第二十一行: 783, 1199, 1334, 2760, 3750, 4081, 4472;

第二十二行: 912, 1311, 1504, 1916, 2884, 3952, 4193;
 第二十三行: 699, 1024, 1171, 1999, 2196, 5097, 5345;
 第二十四行: 184, 771, 3221, 3474, 3816, 4315, 4840;
 其中, 第 $(i+1)$ 行) 对应第 $(i+1)$ 个行生成器的生成序列 ($0 \leq i < 24$);
 24 行子矩阵, 每行子矩阵中子矩阵的个数为 48;
 所述子矩阵为 112 行 \times 112 列的方阵;
 所述奇偶校验矩阵中包含 168 个置换单位矩阵。

14. 如权利要求 1 至 4 任一项所述的方法, 其特征在于, 当所述码长为 5376, 所述码率为 5/8, 所述行重为 10 时, 所述行生成器由生成序列表示, 所述生成序列如下所示:

第一行: 60, 773, 981, 1045, 1226, 1234, 1576, 1846, 2969, 4437;
 第二行: 22, 566, 772, 1093, 2048, 2289, 3329, 3984, 4318, 5344;
 第三行: 315, 408, 532, 678, 1977, 2070, 2505, 2792, 3494, 4742;
 第四行: 432, 520, 714, 790, 996, 1570, 2936, 3214, 3305, 3367;
 第五行: 826, 1221, 1429, 1493, 1674, 2024, 2201, 3016, 4654, 5222;
 第六行: 382, 491, 744, 868, 938, 1786, 2313, 4137, 4189, 4997;
 第七行: 119, 367, 603, 1126, 1445, 1470, 2238, 2747, 3395, 4301;
 第八行: 479, 715, 968, 1444, 1557, 1765, 2350, 3234, 3830, 4413;
 第九行: 347, 1080, 1204, 1877, 1941, 2130, 2472, 2832, 4653, 4816;
 第十行: 459, 653, 703, 830, 939, 1462, 3662, 3703, 4585, 4765;
 第十一行: 302, 571, 942, 1216, 1428, 1918, 3056, 3195, 3815, 5040;
 第十二行: 431, 628, 877, 1054, 1163, 1328, 1686, 2458, 3307, 5290;
 第十三行: 210, 370, 543, 572, 740, 1039, 1166, 2389, 2570, 4973;
 第十四行: 153, 386, 655, 907, 1101, 2682, 2821, 3998, 4907, 5085;
 第十五行: 498, 796, 1213, 1263, 1664, 2613, 3531, 3625, 4110, 4527;
 第十六行: 438, 879, 908, 1076, 1864, 2453, 2661, 3045, 4222, 5257;
 第十七行: 550, 608, 818, 1020, 1188, 1243, 2773, 2837, 3368, 3526;
 第十八行: 8, 527, 662, 720, 834, 930, 1103, 3130, 3616, 3745;
 其中, 第 $(i+1)$ 行) 对应第 $(i+1)$ 个行生成器的生成序列 ($0 \leq i < 18$);
 18 行子矩阵, 每行子矩阵中子矩阵的个数为 48;
 所述子矩阵为 112 行 \times 112 列的方阵;
 所述奇偶校验矩阵中包含 180 个置换单位矩阵。

15. 如权利要求 1 至 4 任一项所述的方法, 其特征在于, 当所述码长为 5376, 所述码率为 3/4, 所述行重为 15 时, 所述行生成器由生成序列表示, 所述生成序列如下所示:

第一行: 0, 181, 342, 661, 686, 869, 933, 1963, 2919, 3105, 3183, 3270, 4398, 4518, 5076;
 第二行: 64, 308, 378, 660, 773, 1365, 2177, 2450, 2568, 2723, 2878, 3532, 4144, 4770, 5344;
 第三行: 296, 490, 566, 772, 885, 1477, 1678, 1688, 2562, 2680, 3721, 4077, 4256, 4661, 5240;
 第四行: 320, 532, 602, 884, 997, 1022, 1450, 1458, 1589, 1790, 1800, 3193, 4011, 4205, 4854;

第五行: 267, 432, 644, 714, 790, 1134, 1317, 1381, 1562, 1902, 2089, 3367, 3868, 4506, 4966;

第六行: 379, 544, 632, 826, 902, 1246, 1674, 1682, 2014, 2294, 2729, 2898, 3016, 3048, 4846;

第七行: 382, 491, 656, 744, 868, 1014, 2126, 2136, 2313, 2406, 2496, 3438, 3942, 4361, 4730;

第八行: 60, 157, 317, 367, 494, 768, 856, 1050, 1126, 1906, 2608, 3641, 3889, 4054, 4990;

第九行: 235, 429, 479, 606, 715, 1162, 1238, 1444, 1557, 1582, 1765, 3352, 3507, 3662, 5102;

第十行: 292, 347, 541, 827, 1080, 1204, 1274, 2742, 2832, 3464, 3774, 3927, 4316, 5214, 5294;

第十一行: 236, 459, 703, 939, 1806, 2053, 2234, 2242, 3083, 3185, 3576, 3608, 3886, 4428, 4697;

第十二行: 319, 348, 516, 571, 765, 815, 1893, 1918, 2354, 2686, 2966, 3297, 3720, 4089, 4225;

其中, 第 $(i+1)$ 行) 对应第 $(i+1)$ 个行生成器的生成序列 ($0 \leq i < 12$);

12 行子矩阵, 所行子矩阵中子矩阵的个数为 48;

所述子矩阵为 112 行 \times 112 列的方阵;

所述奇偶校验矩阵中包含 180 个置换单位矩阵。

16. 如权利要求 1 至 4 任一项所述的方法, 其特征在于, 当所述码长为 5376, 所述码率为 $7/8$, 所述行重为 28 时, 所述行生成器由生成序列表示, 所述生成序列如下所示:

第一行: 70, 154, 230, 436, 549, 574, 757, 821, 1002, 1010, 1141, 1342, 1352, 1953, 2226, 2499, 2745, 2807, 2993, 3071, 3308, 3563, 3869, 4398, 4549, 4770, 4891, 5232;

第二行: 196, 266, 342, 548, 661, 686, 869, 1122, 1253, 1464, 1824, 1963, 2065, 2338, 2456, 2611, 2766, 2857, 3105, 3183, 3675, 3801, 3981, 4096, 4430, 4510, 4661, 5003;

第三行: 184, 308, 378, 454, 660, 773, 798, 981, 1226, 1753, 1846, 1936, 2075, 2450, 2568, 2878, 2969, 3217, 3295, 3382, 3532, 3609, 3787, 4093, 4208, 4542, 4773, 4882;

第四行: 208, 296, 420, 490, 566, 772, 885, 910, 1093, 1157, 1346, 1477, 1678, 1688, 1865, 2187, 2680, 2990, 3081, 3494, 4077, 4320, 4368, 4654, 4734, 4994, 5110, 5352;

第五行: 30, 155, 320, 408, 532, 602, 678, 884, 1022, 1269, 1450, 1458, 1589, 2160, 2299, 2792, 3193, 3255, 3441, 3756, 3833, 4011, 4189, 4317, 4618, 4885, 4966, 5106;

第六行: 62, 158, 267, 432, 520, 644, 714, 790, 996, 1109, 1317, 1381, 1570, 1701, 2089, 2272, 2411, 2513, 2617, 3367, 3631, 3868, 3945, 4249, 4301, 5078, 5218, 5334;

其中, 第 $(i+1)$ 行) 对应第 $(i+1)$ 个行生成器的生成序列 ($0 \leq i < 6$);

6 行子矩阵, 每行子矩阵中子矩阵的个数为 48;

所述子矩阵为 112 行 × 112 列的方阵；

所述奇偶校验矩阵中包含 168 个置换单位矩阵。

17. 一种用于数据传输的装置，其特征在于，该装置包括：存储模块、校验矩阵生成模块和码字生成模块；

所述存储模块，用于保存行生成器对应的生成序列，并向所述校验矩阵生成模块提供所述生成序列；

所述校验矩阵生成模块，用于根据所述存储模块提供的所述生成序列，生成奇偶校验矩阵，并将所述奇偶校验矩阵发送给所述码字生成模块；

所述码字生成模块，用于接收来自于所述校验矩阵生成模块的所述奇偶校验矩阵，并利用由所述奇偶校验矩阵得到的生成矩阵对输入数据进行编码。

18. 根据权利要求 17 所述的装置，其特征在于，所述校验矩阵生成模块进一步包括：生成序列分析单元和循环移位单元；

所述存储模块，进一步用于向所述生成序列分析单元提供所述生成序列；

所述生成序列分析单元，用于根据预先设定的码长和码率及子矩阵的维数，确定要构造的所述奇偶校验矩阵的行数和列数，并且将所述奇偶校验矩阵划分为以子矩阵为单位的阵列：根据所述行生成器对应的生成序列以及行重确定每个子矩阵中的第一行元素；根据所述每个子矩阵的第一行元素，得到每个子矩阵中其他行的元素，将所得到的已确定第一行元素的每一行子矩阵发送给所述循环移位单元；

所述循环移位单元，用于根据所述每一个子矩阵的第一行元素、采用循环移位的方式得到所述每一个子矩阵，所述每一个子矩阵构成所述奇偶校验矩阵，将所述奇偶校验矩阵发送给所述码字生成模块。

19. 根据权利要求 17 所述的装置，其特征在于，所述校验矩阵生成模块进一步包括：生成序列分析单元和直接寻址单元；

所述存储模块，进一步用于向所述生成序列分析单元提供所述生成序列；

所述生成序列分析单元，用于根据预先设定的码长和码率及子矩阵的维数，确定要构造的所述奇偶校验矩阵的行数和列数，并且将所述奇偶校验矩阵划分为以子矩阵为单位的阵列：根据所述行生成器对应的生成序列以及行重确定每个子矩阵中的第一行元素；根据所述每个子矩阵的第一行元素，得到每个子矩阵中其他行的元素，将所得到的已确定第一行元素的每一行子矩阵发送给所述直接寻址单元；

所述直接寻址单元，用于根据所述每一个子矩阵的第一行元素、采用直接寻址的方式得到所述每一个子矩阵，所述每一个子矩阵构成所述奇偶校验矩阵，将所述奇偶校验矩阵发送给所述码字生成模块。

20. 如权利要求 19 所述的装置，其特征在于，所述直接寻址单元采用的所述直接寻址方式具体为：

取第 $i+1$ 个生成序列 $x_i^{(1)}$ 的第 j 个元素 $x_{i,j-1}^{(1)}$ ，生成第 $i+1$ 行、第 $n+1$ 列子矩阵 $A_{i,n}$ ；

其中，所述子矩阵 $A_{i,n}=[a_{i,m}], 0 \leq l < t; 0 \leq m < t$ 的第一行 $[a_{0,0}, a_{0,1}, \dots, a_{0,t-1}] = [a_0, a_1, \dots, a_{t-1}]$ 中，只有第 $\text{mod}(x_{i,j-1}^{(1)}, t)+1$ 个位置为 1，其余 $t-1$ 个位置皆为 0；

根据第一行 $[a_0, a_1, \dots, a_{t-1}]$ 产生整个矩阵 $A_{i,n}$ ，计算方法如下：

$$a_{i,m} = a_{\text{mod}(m-l,t)}, 0 \leq l < t; 0 \leq m < t;$$

生成序列中每个非零元素都对应一个非零矩阵，其余的子矩阵，都是维数为 $t \times t$ 的零矩阵；

$$\text{其中，所述生成序列 } x_i^{(1)} = [x_{i,0}^{(1)}, x_{i,1}^{(1)}, \dots, x_{i,l_i-1}^{(1)}], 0 \leq i < \rho;$$

$$n = \text{floor}(x_{i,j-1}^{(1)} / t);$$

ρ 表示子行生成器的个数；

i 表示行生成序列的标号；

j 表示行生成序列中元素的序号；

l_i 表示第 i 个行生成序列中元素的个数；

t 表示维数。

21. 如权利要求 17 至 20 任一项所述的装置，其特征在于，当所述码长为 1344，所述码率为 1/2，所述行重为 7 时，所述行生成器由生成序列表示，所述存储模块保存的所述生成序列如下所示：

第一行：156, 326, 342, 444, 575, 898, 1005；

第二行：55, 85, 167, 486, 617, 1047, 1307；

第三行：410, 821, 873, 927, 982, 1106, 1191；

第四行：10, 61, 139, 251, 468, 773, 915；

第五行：52, 103, 324, 400, 612, 743, 792；

第六行：26, 70, 145, 195, 502, 718, 1108；

第七行：31, 68, 112, 187, 544, 578, 1313；

第八行：73, 110, 229, 307, 337, 681, 1192；

第九行：18, 196, 271, 379, 806, 1168, 1267；

第十行：60, 121, 262, 391, 421, 548, 1088；

第十一行：25, 163, 355, 433, 652, 712, 1067；

第十二行：96, 144, 505, 618, 632, 1172, 1251；

第十三行：5, 109, 138, 186, 320, 517, 846；

第十四行：35, 47, 151, 228, 671, 716, 1256；

第十五行：0, 89, 270, 367, 713, 1032, 1298；

第十六行：20, 42, 119, 131, 235, 264, 956；

其中，第 $(i+1)$ 行) 对应第 $(i+1)$ 个行生成器的生成序列 ($0 \leq i < 16$)；

16 行子矩阵，每行子矩阵中子矩阵的个数为 32；

所述子矩阵为 42 行 \times 42 列的方阵；

所述奇偶校验矩阵中包含 112 个置换单位矩阵。

22. 如权利要求 17 至 20 任一项所述的装置，其特征在于，当所述码长为 1344，所述码率为 5/8，所述行重为 10 时，所述行生成器由生成序列表示，所述存储模块保存的所述生成序列如下所示：

第一行：265, 295, 377, 408, 422, 544, 578, 696, 722, 1176；

第二行：122, 201, 244, 279, 307, 337, 450, 464, 885, 1295；

第三行: 164, 243, 321, 349, 379, 461, 492, 916, 927, 1015;
 第四行: 120, 262, 363, 391, 421, 503, 548, 720, 765, 958;
 第五行: 8, 185, 280, 304, 355, 576, 712, 762, 1190, 1229;
 第六行: 24, 50, 204, 278, 322, 447, 618, 804, 1042, 1108;
 第七行: 66, 283, 320, 364, 388, 439, 660, 899, 1257, 1313;
 第八行: 134, 289, 325, 406, 430, 531, 838, 1004, 1137, 1316;
 第九行: 150, 214, 367, 404, 448, 523, 601, 880, 983, 1073;
 第十行: 40, 90, 264, 409, 615, 643, 786, 862, 1088, 1276;
 第十一行: 277, 306, 354, 415, 532, 607, 657, 685, 828, 1130;
 第十二行: 64, 319, 348, 396, 457, 493, 574, 727, 870, 1172;
 其中, 第 $(i+1)$ 行) 对应第 $(i+1)$ 个行生成器的生成序列 ($0 \leq i < 12$);
 12 行子矩阵, 每行子矩阵中子矩阵的个数为 32;
 所述子矩阵为 42 行 \times 42 列的方阵;
 所述奇偶校验矩阵中包含 120 个置换单位矩阵。

23. 如权利要求 17 至 20 任一项所述的装置, 其特征在于, 当所述码长为 1344, 所述码率为 $3/4$, 所述行重为 15 时, 所述行生成器由生成序列表示, 所述生成序列如下所示:

第一行: 3, 91, 140, 223, 253, 335, 366, 502, 536, 680, 718, 785, 1089, 1103, 1253;
 第二行: 34, 165, 237, 265, 295, 377, 408, 422, 544, 594, 899, 989, 1106, 1295, 1307;
 第三行: 76, 87, 279, 337, 419, 450, 464, 586, 681, 764, 918, 1004, 1031, 1066, 1145;
 第四行: 207, 220, 271, 321, 379, 568, 628, 662, 806, 960, 1053, 1099, 1148, 1187, 1302;
 第五行: 238, 262, 313, 363, 391, 503, 534, 548, 720, 765, 822, 848, 953, 1025, 1173;
 第六行: 80, 236, 280, 304, 355, 405, 433, 463, 576, 590, 652, 890, 928, 1044, 1232;
 第七行: 36, 159, 171, 241, 278, 322, 346, 397, 447, 475, 505, 632, 754, 849, 1274;
 第八行: 78, 101, 202, 247, 320, 364, 388, 439, 517, 547, 674, 830, 846, 974, 1192;

其中, 第 $(i+1)$ 行) 对应第 $(i+1)$ 个行生成器的生成序列 ($0 \leq i < 8$);
 8 行子矩阵, 每行子矩阵中子矩阵的个数为 32;
 所述子矩阵为 42 行 \times 42 列的方阵;
 所述奇偶校验矩阵中包含 120 个置换单位矩阵。

24. 如权利要求 17 至 20 任一项所述的装置, 其特征在于, 当所述码长为 1344, 所述码率为 $7/8$, 所述行重为 28 时, 所述行生成器由生成序列表示, 所述存储模块保存的所述生成序列如下所示:

第一行: 55, 85, 167, 198, 212, 274, 334, 368, 384, 429, 486, 512, 550, 617, 666, 689, 752, 779, 874, 885, 940, 973, 1047, 1064, 1103, 1149, 1253, 1265;

第二行: 20, 69, 97, 127, 209, 240, 254, 316, 376, 410, 426, 471, 528, 554, 592, 659, 708, 731, 794, 821, 873, 927, 982, 1015, 1089, 1145, 1191, 1307;

第三行: 15, 61, 111, 139, 169, 251, 282, 296, 358, 418, 452, 468, 513, 570, 596, 634, 701, 750, 773, 836, 863, 915, 969, 1131, 1148, 1187, 1238, 1260;

第四行: 11, 52, 103, 153, 181, 211, 293, 324, 338, 400, 460, 494, 510, 555, 612, 638, 676, 743, 792, 815, 905, 957, 1011, 1066, 1099, 1190, 1233, 1302;

其中, 第 $(i+1)$ 行) 对应第 $(i+1)$ 个行生成器的生成序列 ($0 \leq i < 4$);

4 行子矩阵, 每行子矩阵中子矩阵的个数为 32;

所述子矩阵为 42 行 \times 42 列的方阵;

所述奇偶校验矩阵中包含 112 个置换单位矩阵。

25. 如权利要求 17 至 20 任一项所述的装置, 其特征在于, 当所述码长为 2688, 所述码率为 1/2, 所述行重为 7 时, 所述行生成器由生成序列表示, 所述存储模块保存的所述生成序列如下所示:

第一行: 417, 582, 1113, 1518, 2328, 2388, 2544;

第二行: 112, 343, 529, 607, 844, 1405, 1861;

第三行: 61, 176, 302, 393, 455, 641, 2054;

第四行: 259, 414, 505, 753, 918, 1706, 2166;

第五行: 248, 371, 526, 943, 1030, 1257, 1680;

第六行: 91, 328, 483, 729, 1292, 1792, 2390;

第七行: 440, 595, 841, 1561, 1613, 1904, 2502;

第八行: 265, 434, 552, 707, 1279, 1547, 2302;

第九行: 22, 273, 377, 546, 1127, 1659, 2645;

第十行: 134, 283, 489, 808, 931, 1949, 2077;

第十一行: 256, 497, 770, 888, 920, 1198, 1351;

第十二行: 278, 368, 1032, 1155, 1401, 2173, 2602;

12 行子矩阵, 每行子矩阵中子矩阵的个数为 24;

所述子矩阵为 112 行 \times 112 列的方阵;

所述奇偶校验矩阵中包含 84 个置换单位矩阵。

26. 如权利要求 17 至 20 任一项所述的装置, 其特征在于, 当所述码长为 2688, 所述码率为 5/8, 所述行重为 10 时, 所述行生成器由生成序列表示, 所述存储模块保存的所述生成序列如下所示:

第一行: 7, 193, 271, 358, 508, 941, 1069, 1232, 1830, 2544;

第二行: 57, 119, 305, 383, 470, 875, 1482, 1630, 1710, 1861;

第三行: 78, 169, 231, 417, 582, 732, 987, 1456, 1594, 2427;

第四行: 35, 190, 281, 343, 529, 607, 1099, 1405, 1520, 2085;

第五行: 24, 147, 302, 393, 641, 806, 1211, 1680, 2197, 2278;

第六行: 104, 136, 259, 414, 1145, 1323, 1449, 1744, 2309, 2646;

第七行: 98, 216, 248, 371, 526, 943, 1257, 1904, 2190, 2502;

第八行: 41, 210, 328, 360, 729, 1055, 1142, 1673, 2382, 2614;

第九行: 49, 153, 322, 440, 595, 750, 841, 1404, 1965, 2080;

其中，第 $(i+1)$ 行) 对应第 $(i+1)$ 个行生成器的生成序列 ($0 \leq i < 9$);
 9 行子矩阵，每行子矩阵中子矩阵的个数为 24;
 所述子矩阵为 112 行 \times 112 列的方阵;
 所述奇偶校验矩阵中包含 90 个置换单位矩阵。

27. 如权利要求 17 至 20 任一项所述的装置，其特征在于，当所述码长为 2688，所述码率为 $3/4$ ，所述行重为 15 时，所述行生成器由生成序列表示，所述存储模块保存的所述生成序列如下所示：

第一行：62, 293, 374, 514, 679, 865, 943, 1030, 1180, 1257, 1435, 1613, 1904, 2203, 2388;

第二行：26, 626, 729, 791, 977, 1055, 1142, 1292, 1369, 1547, 1725, 1853, 1968, 2016, 2500;

第三行：138, 598, 750, 841, 903, 1089, 1167, 1404, 1659, 1785, 1837, 1965, 2080, 2310, 2552;

第四行：112, 398, 707, 862, 953, 1015, 1201, 1279, 1366, 1516, 1593, 1897, 1949, 2306, 2664;

第五行：61, 176, 224, 362, 510, 590, 696, 819, 974, 1065, 1127, 1478, 1628, 1705, 2197;

第六行：288, 474, 776, 808, 931, 1086, 1177, 1239, 1503, 1740, 1817, 2121, 2158, 2390, 2646;

其中，第 $(i+1)$ 行) 对应第 $(i+1)$ 个行生成器的生成序列 ($0 \leq i < 6$);
 6 行子矩阵，每行子矩阵中子矩阵的个数为 24;
 所述子矩阵为 112 行 \times 112 列的方阵;
 所述奇偶校验矩阵中包含 90 个置换单位矩阵。

28. 如权利要求 17 至 20 任一项所述的装置，其特征在于，当所述码长为 2688，所述码率为 $7/8$ ，所述行重为 21 时，所述行生成器由生成序列表示，所述存储模块保存的所述生成序列如下所示：

第一行：7, 193, 271, 358, 508, 585, 763, 889, 941, 1069, 1184, 1232, 1370, 1518, 1598, 1749, 1830, 1970, 2086, 2203, 2544;

第二行：57, 119, 305, 383, 470, 620, 697, 875, 1001, 1053, 1181, 1296, 1344, 1482, 1630, 1861, 1942, 2198, 2315, 2440, 2500;

第三行：78, 169, 231, 417, 495, 582, 732, 809, 987, 1113, 1165, 1293, 1408, 1456, 1594, 1742, 1822, 2054, 2194, 2310, 2612;

第四行：35, 190, 281, 343, 529, 607, 694, 844, 921, 1099, 1225, 1277, 1405, 1520, 1568, 1706, 1934, 2085, 2306, 2422, 2664;

4 行子矩阵，所行子矩阵中子矩阵的个数为 24;
 所述子矩阵为 112 行 \times 112 列的方阵;
 所述奇偶校验矩阵中包含 84 个置换单位矩阵。

29. 如权利要求 17 至 20 任一项所述的装置，其特征在于，当所述码长为 5376，所述码率为 $1/2$ ，所述行重为 7 时，所述行生成器由生成序列表示，所述生成序列如下所示：

第一行：147, 281, 1109, 1381, 2089, 4658, 5232;

第二行：98, 607, 826, 1108, 1813, 2024, 4398;

第三行：1220, 1333, 1605, 2406, 3031, 4661, 4998;

第四行: 248, 526, 1445, 1906, 2238, 2248, 4854;
 第五行: 880, 968, 1092, 1162, 1557, 2149, 3494;
 第六行: 322, 718, 827, 992, 1080, 1274, 4317;
 第七行: 434, 1316, 1668, 3048, 3214, 3305, 5109;
 第八行: 377, 765, 815, 1216, 2354, 3417, 3743;
 第九行: 1163, 1610, 1686, 1892, 2005, 2466, 3591;
 第十行: 658, 1039, 1166, 1275, 2117, 2808, 3967;
 第十一行: 1101, 1151, 2501, 2682, 2985, 4079, 4571;
 第十二行: 796, 1019, 1213, 2341, 2613, 3083, 3865;
 第十三行: 502, 706, 908, 1325, 1776, 2802, 4795;
 第十四行: 37, 818, 991, 1020, 1487, 2933, 5213;
 第十五行: 614, 930, 1300, 1835, 3682, 4764, 5325;
 第十六行: 357, 558, 946, 1244, 2394, 2676, 4953;
 第十七行: 751, 886, 1356, 1773, 1823, 2059, 2949;
 第十八行: 100, 764, 1468, 2336, 3321, 4168, 4537;
 第十九行: 213, 876, 975, 1378, 1580, 2730, 3433;
 第二十行: 688, 835, 988, 1692, 2159, 2560, 2772;
 第二十一行: 783, 1199, 1334, 2760, 3750, 4081, 4472;
 第二十二行: 912, 1311, 1504, 1916, 2884, 3952, 4193;
 第二十三行: 699, 1024, 1171, 1999, 2196, 5097, 5345;
 第二十四行: 184, 771, 3221, 3474, 3816, 4315, 4840;
 其中, 第 $(i+1)$ 行) 对应第 $(i+1)$ 个行生成器的生成序列 $(0 \leq i < 24)$;
 24 行子矩阵, 每行子矩阵中子矩阵的个数为 48;
 所述子矩阵为 112 行 \times 112 列的方阵;
 所述奇偶校验矩阵中包含 168 个置换单位矩阵。

30. 如权利要求 17 至 20 任一项所述的装置, 其特征在于, 当所述码长为 5376, 所述码率为 $5/8$, 所述行重为 10 时, 所述行生成器由生成序列表示, 所述生成序列如下所示:

第一行: 60, 773, 981, 1045, 1226, 1234, 1576, 1846, 2969, 4437;
 第二行: 22, 566, 772, 1093, 2048, 2289, 3329, 3984, 4318, 5344;
 第三行: 315, 408, 532, 678, 1977, 2070, 2505, 2792, 3494, 4742;
 第四行: 432, 520, 714, 790, 996, 1570, 2936, 3214, 3305, 3367;
 第五行: 826, 1221, 1429, 1493, 1674, 2024, 2201, 3016, 4654, 5222;
 第六行: 382, 491, 744, 868, 938, 1786, 2313, 4137, 4189, 4997;
 第七行: 119, 367, 603, 1126, 1445, 1470, 2238, 2747, 3395, 4301;
 第八行: 479, 715, 968, 1444, 1557, 1765, 2350, 3234, 3830, 4413;
 第九行: 347, 1080, 1204, 1877, 1941, 2130, 2472, 2832, 4653, 4816;
 第十行: 459, 653, 703, 830, 939, 1462, 3662, 3703, 4585, 4765;
 第十一行: 302, 571, 942, 1216, 1428, 1918, 3056, 3195, 3815, 5040;
 第十二行: 431, 628, 877, 1054, 1163, 1328, 1686, 2458, 3307, 5290;
 第十三行: 210, 370, 543, 572, 740, 1039, 1166, 2389, 2570, 4973;
 第十四行: 153, 386, 655, 907, 1101, 2682, 2821, 3998, 4907, 5085;
 第十五行: 498, 796, 1213, 1263, 1664, 2613, 3531, 3625, 4110, 4527;

第十六行: 438, 879, 908, 1076, 1864, 2453, 2661, 3045, 4222, 5257;

第十七行: 550, 608, 818, 1020, 1188, 1243, 2773, 2837, 3368, 3526;

第十八行: 8, 527, 662, 720, 834, 930, 1103, 3130, 3616, 3745;

其中, 第 $(i+1)$ 行) 对应第 $(i+1)$ 个行生成器的生成序列 ($0 \leq i < 18$);

18 行子矩阵, 每行子矩阵中子矩阵的个数为 48;

所述子矩阵为 112 行 \times 112 列的方阵;

所述奇偶校验矩阵中包含 180 个置换单位矩阵。

31. 如权利要求 17 至 20 任一项所述的装置, 其特征在于, 当所述码长为 5376, 所述码率为 $3/4$, 所述行重为 15 时, 所述行生成器由生成序列表示, 所述生成序列如下所示:

第一行: 0, 181, 342, 661, 686, 869, 933, 1963, 2919, 3105, 3183, 3270, 4398, 4518, 5076;

第二行: 64, 308, 378, 660, 773, 1365, 2177, 2450, 2568, 2723, 2878, 3532, 4144, 4770, 5344;

第三行: 296, 490, 566, 772, 885, 1477, 1678, 1688, 2562, 2680, 3721, 4077, 4256, 4661, 5240;

第四行: 320, 532, 602, 884, 997, 1022, 1450, 1458, 1589, 1790, 1800, 3193, 4011, 4205, 4854;

第五行: 267, 432, 644, 714, 790, 1134, 1317, 1381, 1562, 1902, 2089, 3367, 3868, 4506, 4966;

第六行: 379, 544, 632, 826, 902, 1246, 1674, 1682, 2014, 2294, 2729, 2898, 3016, 3048, 4846;

第七行: 382, 491, 656, 744, 868, 1014, 2126, 2136, 2313, 2406, 2496, 3438, 3942, 4361, 4730;

第八行: 60, 157, 317, 367, 494, 768, 856, 1050, 1126, 1906, 2608, 3641, 3889, 4054, 4990;

第九行: 235, 429, 479, 606, 715, 1162, 1238, 1444, 1557, 1582, 1765, 3352, 3507, 3662, 5102;

第十行: 292, 347, 541, 827, 1080, 1204, 1274, 2742, 2832, 3464, 3774, 3927, 4316, 5214, 5294;

第十一行: 236, 459, 703, 939, 1806, 2053, 2234, 2242, 3083, 3185, 3576, 3608, 3886, 4428, 4697;

第十二行: 319, 348, 516, 571, 765, 815, 1893, 1918, 2354, 2686, 2966, 3297, 3720, 4089, 4225;

其中, 第 $(i+1)$ 行) 对应第 $(i+1)$ 个行生成器的生成序列 ($0 \leq i < 12$);

12 行子矩阵, 所行子矩阵中子矩阵的个数为 48;

所述子矩阵为 112 行 \times 112 列的方阵;

所述奇偶校验矩阵中包含 180 个置换单位矩阵。

32. 如权利要求 17 至 20 任一项所述的装置, 其特征在于, 当所述码长为 5376, 所述码率为 $7/8$, 所述行重为 28 时, 所述行生成器由生成序列表示, 所述存储模块保存的所述生成序列如下所示:

第一行: 70, 154, 230, 436, 549, 574, 757, 821, 1002, 1010, 1141, 1342, 1352, 1953, 2226, 2499, 2745, 2807, 2993, 3071, 3308, 3563, 3869, 4398,

4549, 4770, 4891, 5232;

第二行: 196, 266, 342, 548, 661, 686, 869, 1122, 1253, 1464, 1824, 1963, 2065, 2338, 2456, 2611, 2766, 2857, 3105, 3183, 3675, 3801, 3981, 4096, 4430, 4510, 4661, 5003;

第三行: 184, 308, 378, 454, 660, 773, 798, 981, 1226, 1753, 1846, 1936, 2075, 2450, 2568, 2878, 2969, 3217, 3295, 3382, 3532, 3609, 3787, 4093, 4208, 4542, 4773, 4882;

第四行: 208, 296, 420, 490, 566, 772, 885, 910, 1093, 1157, 1346, 1477, 1678, 1688, 1865, 2187, 2680, 2990, 3081, 3494, 4077, 4320, 4368, 4654, 4734, 4994, 5110, 5352;

第五行: 30, 155, 320, 408, 532, 602, 678, 884, 1022, 1269, 1450, 1458, 1589, 2160, 2299, 2792, 3193, 3255, 3441, 3756, 3833, 4011, 4189, 4317, 4618, 4885, 4966, 5106;

第六行: 62, 158, 267, 432, 520, 644, 714, 790, 996, 1109, 1317, 1381, 1570, 1701, 2089, 2272, 2411, 2513, 2617, 3367, 3631, 3868, 3945, 4249, 4301, 5078, 5218, 5334;

其中, 第 $(i+1)$ 行) 对应第 $(i+1)$ 个行生成器的生成序列 ($0 \leq i < 6$);

6 行子矩阵, 每行子矩阵中子矩阵的个数为 48;

所述子矩阵为 112 行 \times 112 列的方阵;

所述奇偶校验矩阵中包含 168 个置换单位矩阵。

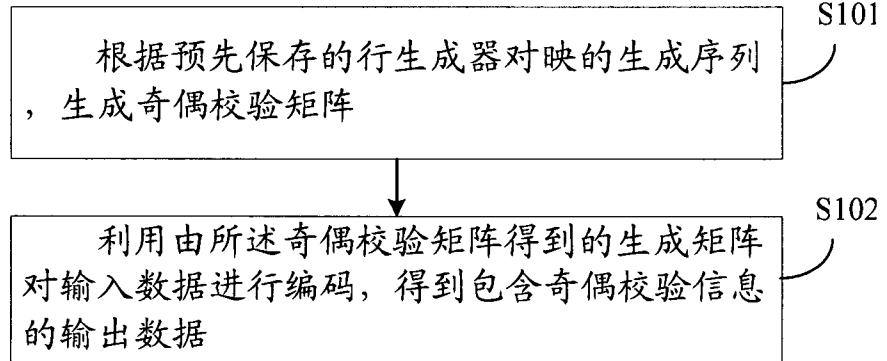


图 1

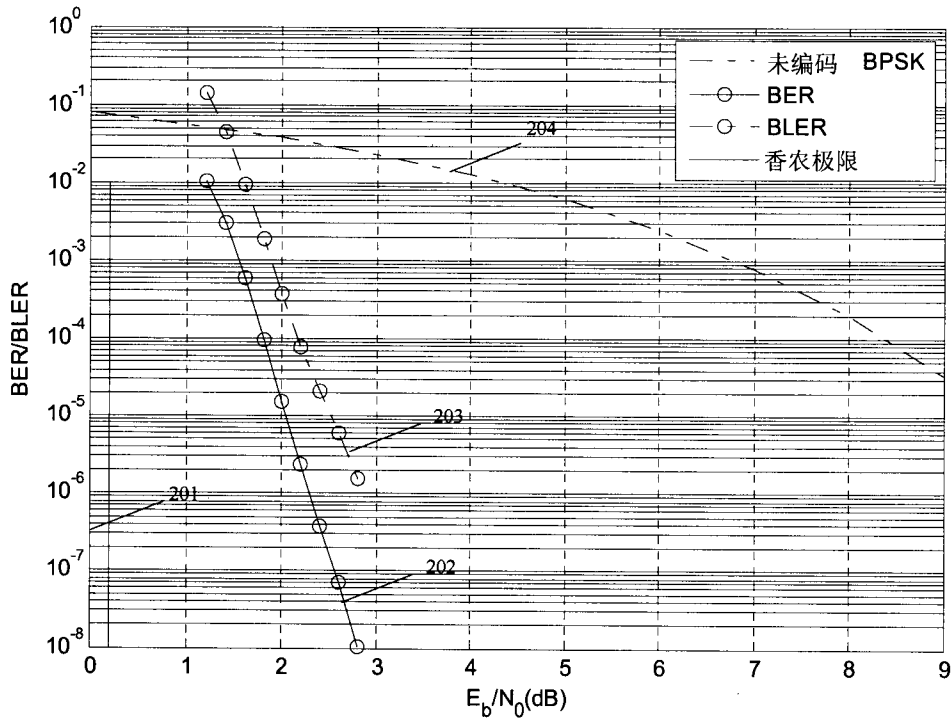


图 2

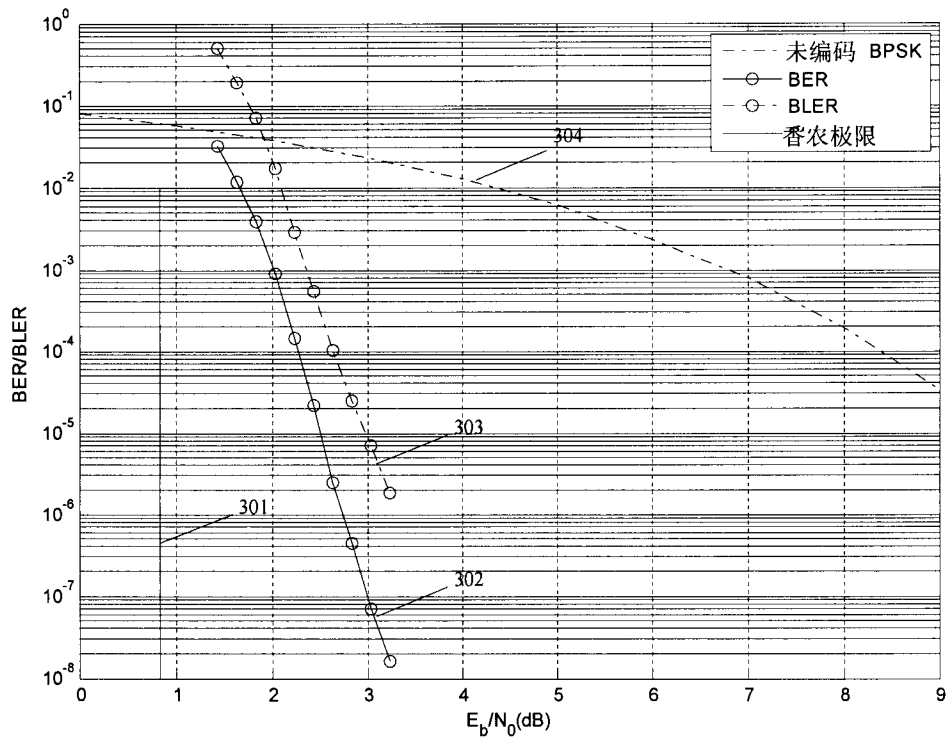


图 3

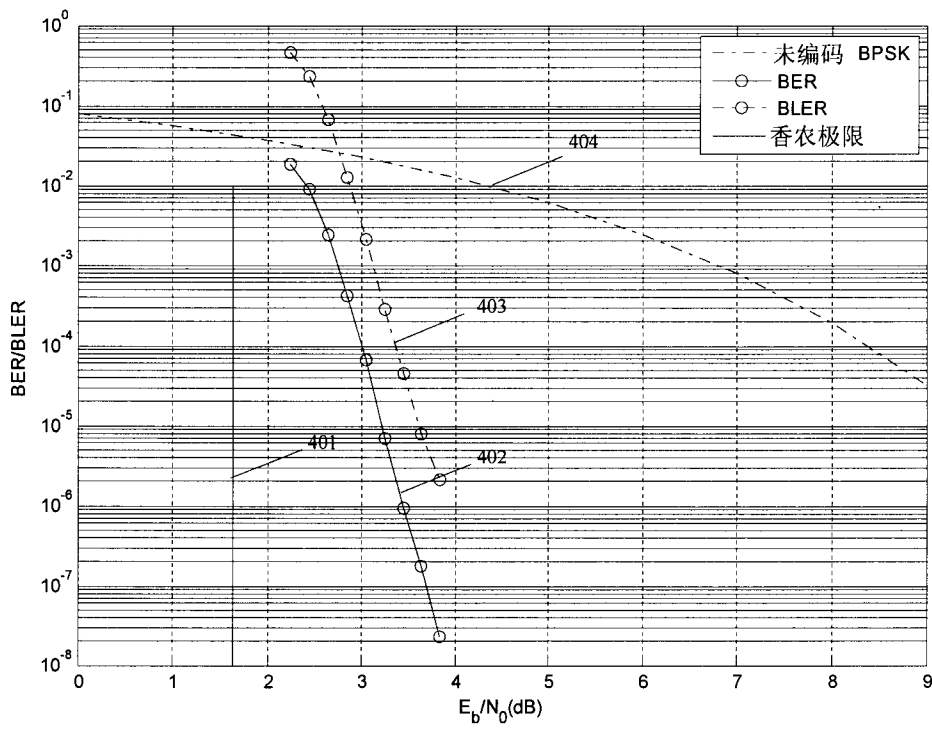


图 4

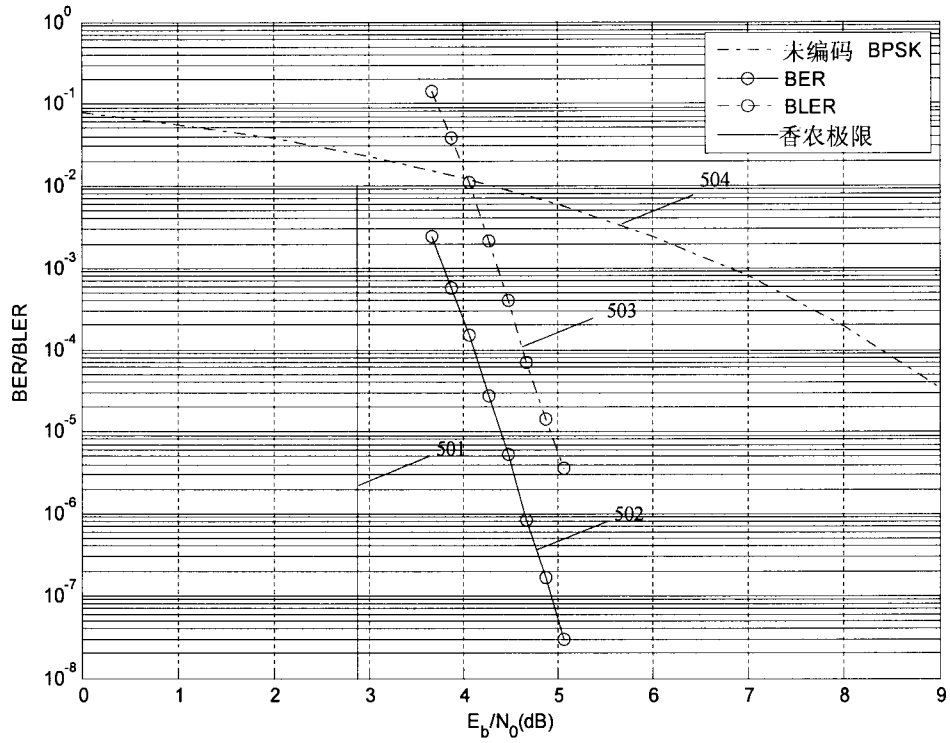


图 5

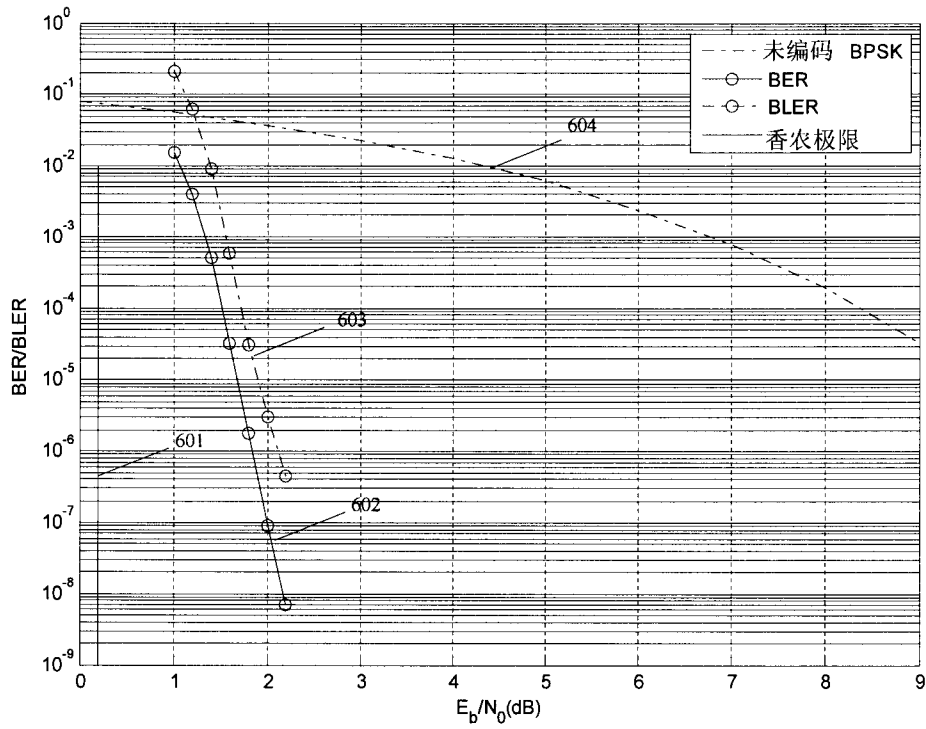


图 6

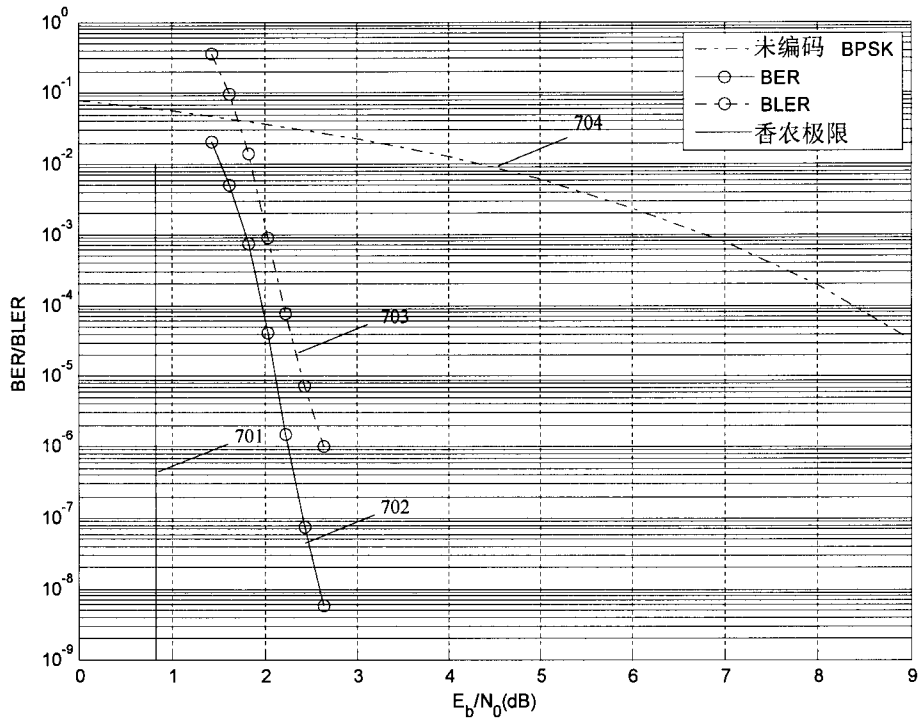


图 7

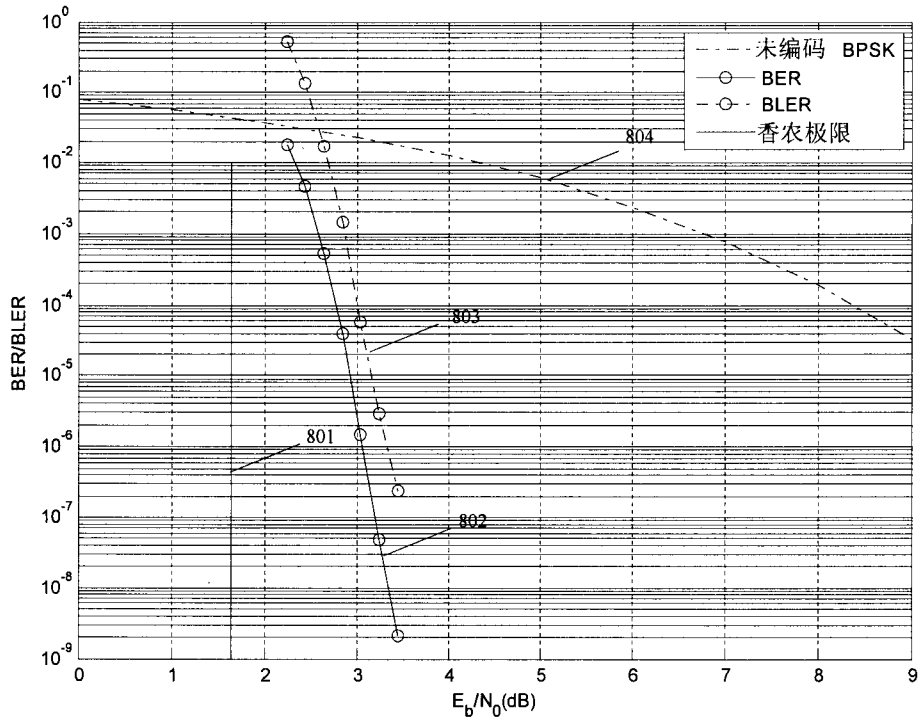


图 8

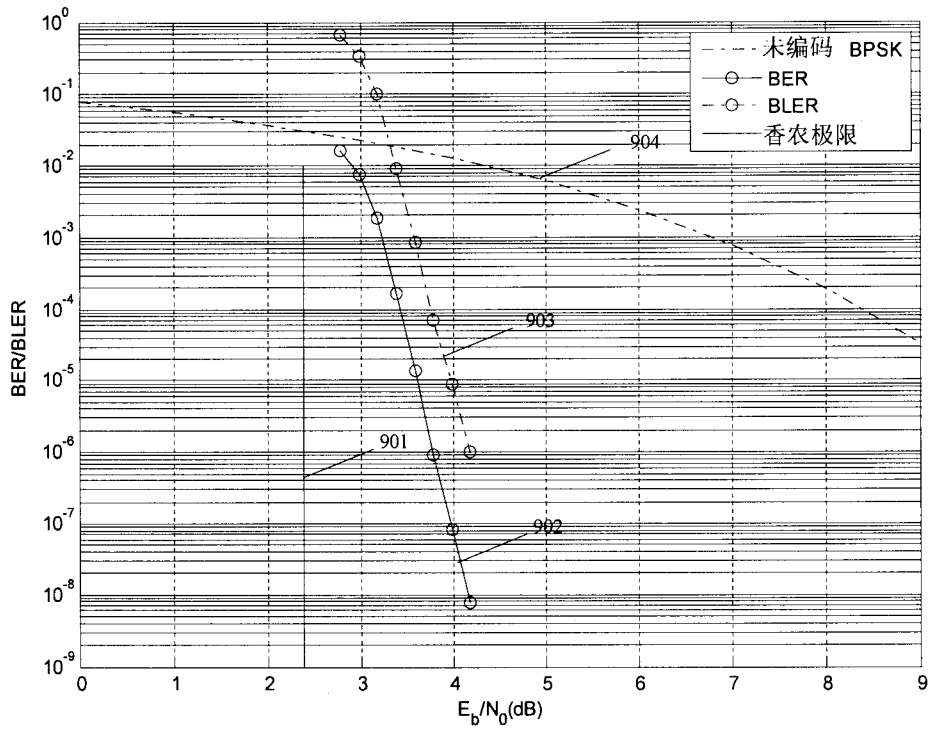


图 9

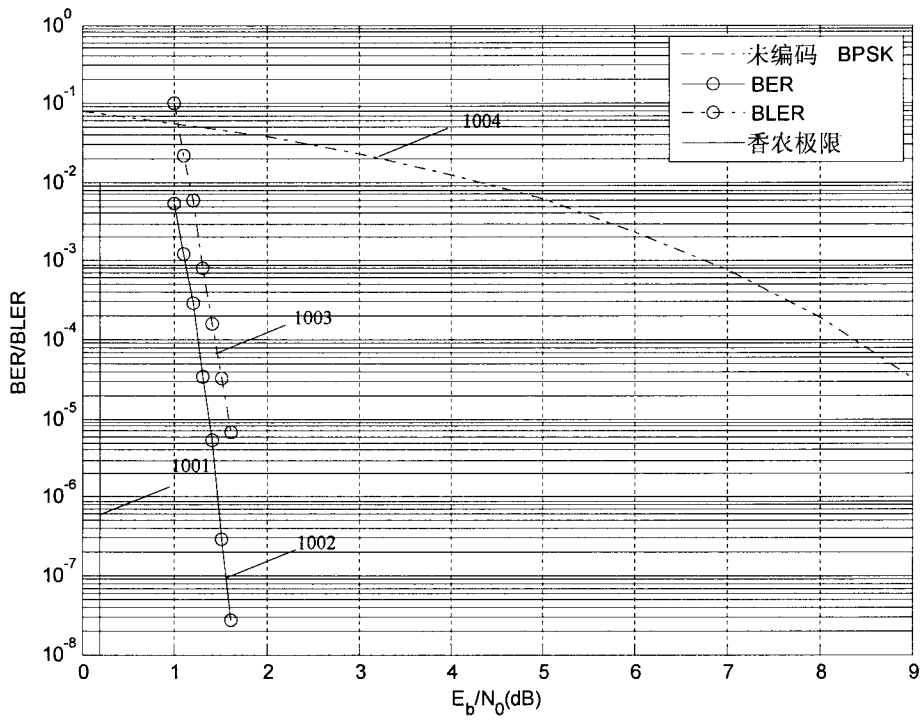


图 10

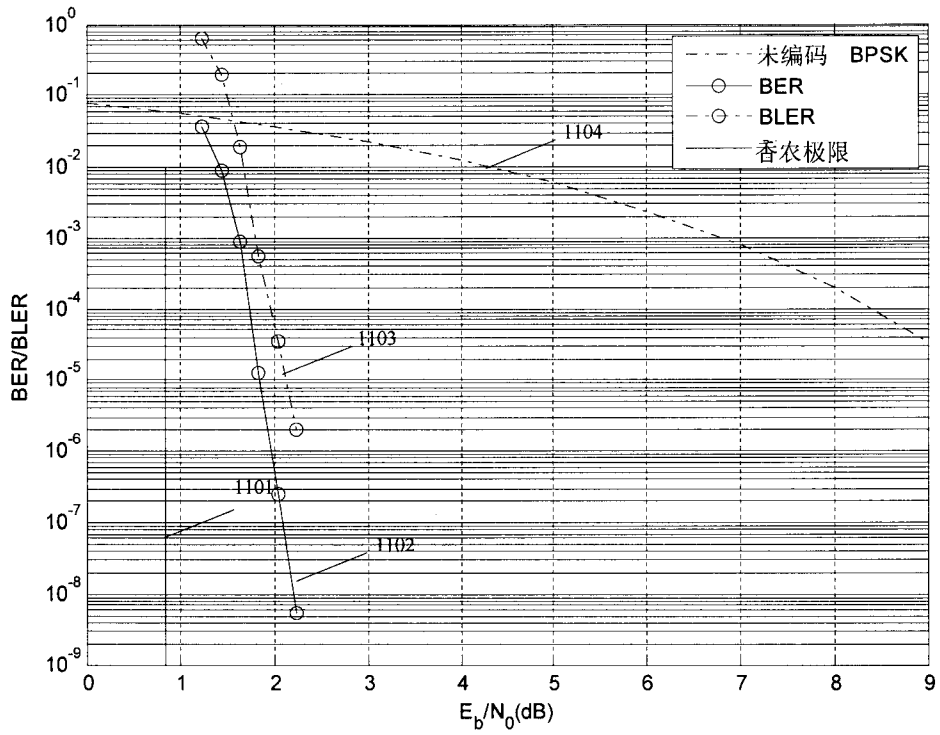


图 11

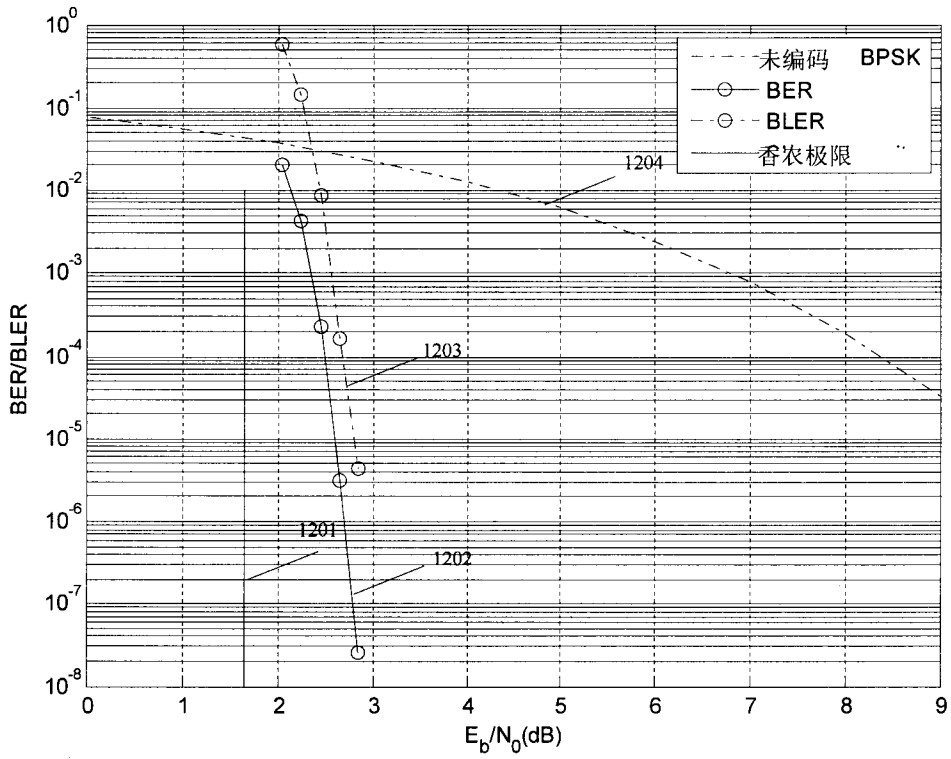


图 12

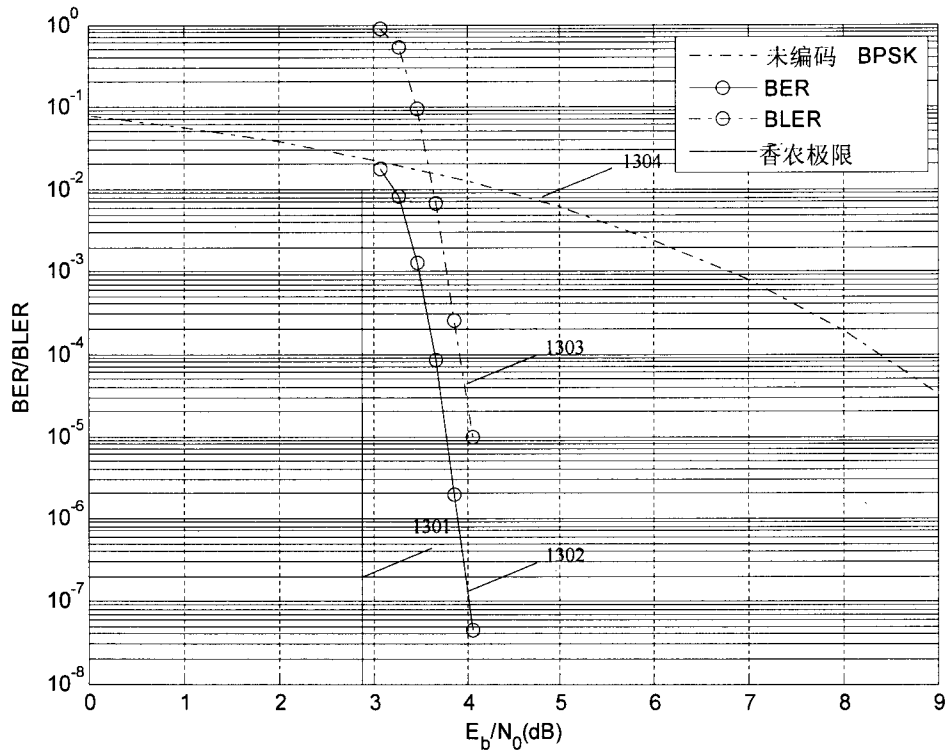


图 13

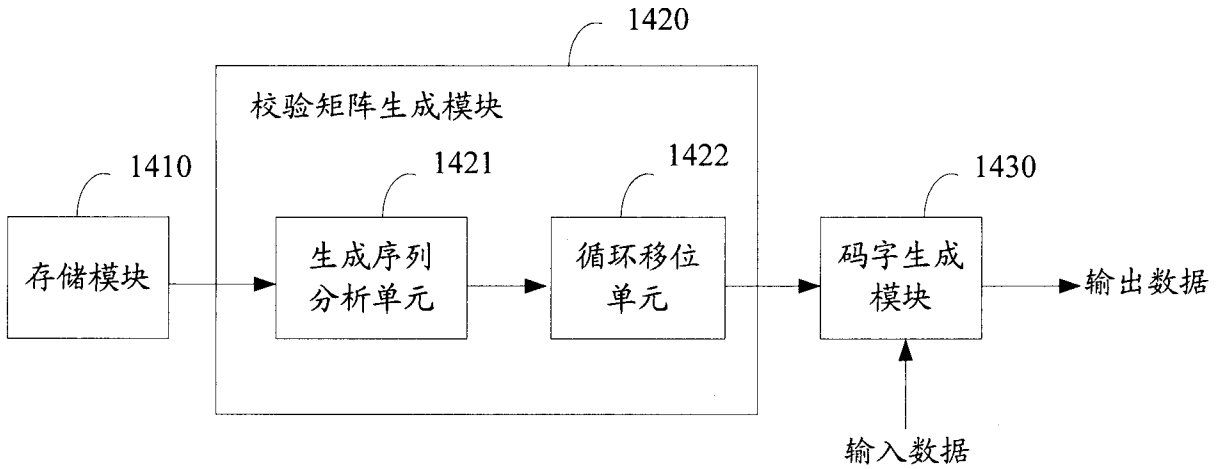


图 14

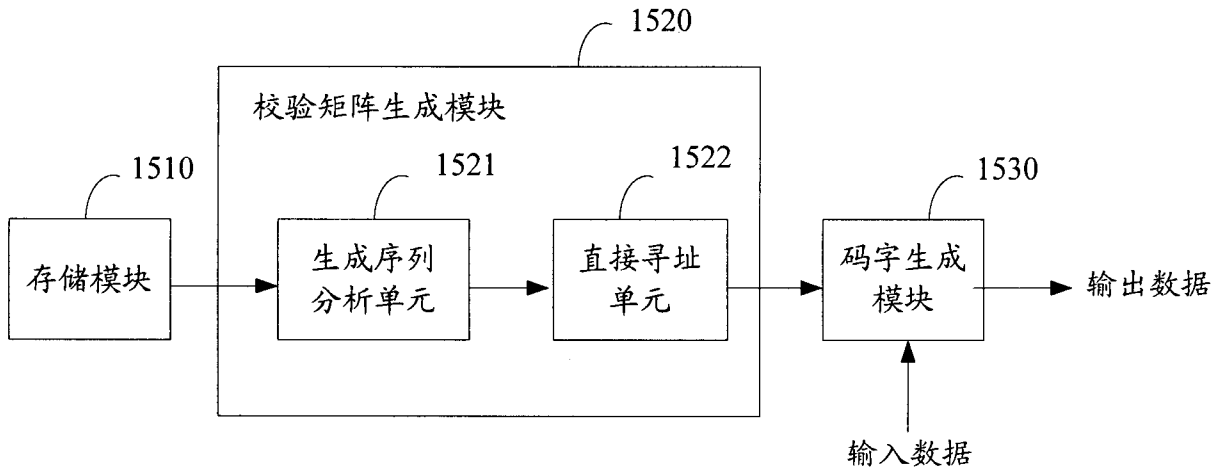


图 15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2012/072413

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER				
See the extra sheet				
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC				
B. FIELDS SEARCHED				
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)				
IPC: H04L, H03M				
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched				
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)				
CNABS, VEN, CNKI: LDPC, low 1w density 1w parity, matrix, parity w check w matrix, generator w matrix				
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT				
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.		
X	CN1960188A (BEIJING TIMI TECHNOLOGIES CO LTD) 09 May 2007 (09.05.2007) The description, page 3, lines 9-13, page 7, line 1- page 9, line 1, page 12, lines 1-10	1-32		
A	CN101047391A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO LTD et al.) 03 Oct. 2007 (03.10.2007) The whole document	1-32		
A	EP2178213A1 (THOMSON LICENSING) 21.Apr. 2010 (21.04.2010) The whole document	1-32		
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.				
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none;"> * Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed </td> <td style="width: 50%; border: none;"> "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family </td> </tr> </table>			* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family			
Date of the actual completion of the international search 04 Jun.2012 (04.06.2012)	Date of mailing of the international search report 28 Jun. 2012 (28.06.2012)			
Name and mailing address of the ISA State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10)62019451	Authorized officer XIE, Lin Telephone No. (86-10)62412020			

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2012/072413

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN1960188A	09.05.2007	US2009100311A1	16.04.2009
		WO2007124627A1	08.11.2007
		US8176383B2	08.05.2012
		CN100546205C	30.09.2009
CN101047391A	03.10.2007	CN100592639C	24.02.2010
EP2178213A1	21.04.2010	WO2010043569A2	22.04.2010
		WO2010043569A3	30.09.2010

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2012/072413

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04L1/00(2006.01)i

H03M13/11(2006.01)i

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2012/072413

A. 主题的分类

参见附加页

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

IPC: H04L, H03M

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNABS, VEN, CNKI: LDPC, 低密度奇偶校验, 奇偶校验矩阵, 生成矩阵, 产生, 生成, low 1w density 1w parity, matrix, parity w check w matrix, generator w matrix

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
X	CN1960188A(北京泰美世纪科技有限公司)09.5 月 2007(09.05.2007) 说明书第 3 页 9-13 行、第 7 页 1 行-第 9 页 1 行、第 12 页 1-10 行	1-32
A	CN101047391A(华为技术有限公司 等)03.10 月 2007(03.10.2007) 全文	1-32
A	EP2178213A1(THOMSON LICENSING)21.4 月 2010(21.4.2010) 全文	1-32

其余文件在 C 栏的续页中列出。

见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期
04.6 月 2012(04.06.2012)

国际检索报告邮寄日期
28.6 月 2012 (28.06.2012)

ISA/CN 的名称和邮寄地址:
中华人民共和国国家知识产权局
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088
传真号: (86-10)62019451

受权官员
谢琳
电话号码: (86-10) **62412020**

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2012/072413

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN1960188A	09.05.2007	US2009100311A1	16.04.2009
		WO2007124627A1	08.11.2007
		US8176383B2	08.05.2012
		CN100546205C	30.09.2009
CN101047391A	03.10.2007	CN100592639C	24.02.2010
EP2178213A1	21.4.2010	WO2010043569A2	22.04.2010
		WO2010043569A3	30.09.2010

A. 主题的分类

H04L1/00(2006.01)i

H03M13/11(2006.01)i