(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
2017 年 9 月 21 日 (21.09.2017)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2017/157105 A1

(51) 国际专利分类号:
H04L 1/00 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2017/071926

(22) 国际申请日: 2017 年 1 月 20 日 (20.01.2017)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201610143878.X 2016 年 3 月 14 日 (14.03.2016) 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: **严茜 (YAN, Xi)**; 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 **马会肖 (MA, Huixiao)**; 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 **梁伟光 (LEUNG, Wai Kong Raymond)**; 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 **罗龙 (LUO, Long)**; 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 **崔岩 (CUI, Yan)**; 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明，要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, 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, 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, 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))。

(54) **Title**: MODULATION METHOD AND DEVICE

(54) **发明名称** : 一种调制方法和装置

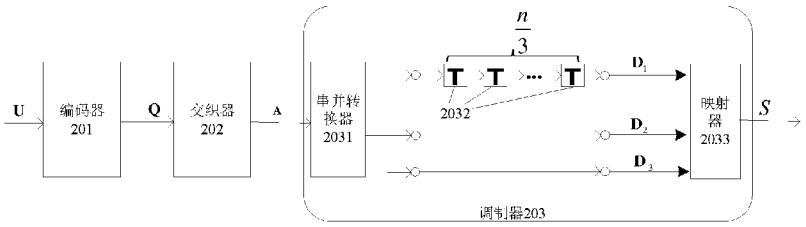


图 2A

201 ENCODER
202 INTERLEAVER
203 MODULATOR
2031 PARALLEL AND SERIAL CONVERTER
2033 MAPPER

(57) **Abstract**: An embodiment of the present application provides a modulation method and a device, the method comprising: receiving a codeword sequence, each codeword comprising N bits, and each of the codeword sequences minimally comprising a first codeword; mapping the codeword sequence as M channel sequences, each of the channel sequence comprising N/M bits derived from the first codeword; mapping the M channel sequences onto a symbol sequence, each of the symbols corresponding to M bits, wherein the M bits are derived the M channel sequences, wherein a first bit corresponding to N/M first symbols is derived from the first codeword, and a second bit corresponding to N/M second symbols is derived from the first codeword. A first bit corresponding to the second symbol must be derived from a codeword other than the first codeword. Information of the first codeword can be used to demodulate another codeword in the second symbol, thereby improving a bit demodulation accuracy in the other codeword of the second symbol and lowering a signal-to-noise ratio requirement of a high-order modulation.

(57) **摘要**:

[见续页]

WO 2017/157105 A1

本申请实施例提供一种调制方法和装置，该方法包括：接收码字序列，每个码字包括 N 个比特，所述码字序列至少包括第一码字；将所述码字序列映射为 M 路序列,每路序列包括 N/M 个来自于第一码字的比特；将 M 路序列映射为符号序列，每个符号对应 M 个比特，所述 M 个比特分别来自于所述 M 路序列，其中 N/M 个第一类符号对应的的第一比特来自于所述第一码字，N/M 个第二类符号对应的第二比特来自于所述第一码字。因此对于第二类符号，其对应的第一比特一定是来自第一码字外的其它码字，可以使用第一码字的信息对第二类符号的其它码字的比特进行解调，可以提高第二类符号中其它码字的比特的解调正确率，从而可以降低高阶调制对信噪比的要求。

一种调制方法和装置

技术领域

本申请涉及通信技术领域，尤其涉及一种调制方法和装置。

背景技术

随着通信技术的发展，通信系统需要的传输速率呈指数增长趋势，而通信频谱的资源匮乏的问题越来越严重，需要全面提升系统的频谱利用率，各个通信系统都在研究各种提升系统频谱效率的方式，如微波回传系统、铜线系统、卫星通信系统、无线通信系统、光纤通信系统等。

高阶调制是通信系统往高频谱效率发展的第一途径。高阶调制虽然能很大的提升系统的频谱效率，但是要求系统可以提供更大的信噪比（signal to Noise Ratio，SNR）值，换句话说，在相同的SNR下，调制阶数越高，系统的误码率越高。

发明内容

本申请实施例公开了一种调制方法和装置，可以解决高阶调制需要提供更大信噪比的问题。

第一方面，本申请的实施例提供一种调制方法，该方法可以由发送端的调制器来实现，用于将码字调制为符号， 首先接收码字序列中每个码字包括N个比特，码字序列至少包括第一码字，然后将码字序列映射为M路序列，每路序列包括N/M个来自于第一码字的比特，最后将M路序列映射为符号序列，每个符号对应M个比特，所述M个比特分别来自于所述M路序列，其中N/M个第一类符号对应的的第一比特来自于所述第一码字，N/M个第二类符号对应的第二比特来自于所述第一码字。因为每一路包括N/M个来自于第一码字的比特，因此对于第二类符号，其对应的第一比特一定是来自第一码字外的其它码字，因此可以使用第一码字的信息对第二类符号的其它码字的比特进行解调，可以提高第二类符号中其它码字的比特的解调正确率，从而可以降低高阶调制对信噪比的要求。

在一个可能的设计中，符号对应2^m星座图中2^m 个星座点中的一个星座点，所述2^m星座图中星座点之间的最小欧式距离为第一欧式距离；所述第一类符号在来自于第一码字的比特确定后在2^m星座图中可能对应的星座点之间的最小欧式距离为第二欧式距离，所述第二欧式距离大于所述第一欧式距离。因为第一码字的比特确定后的可能星座点的最小欧式距离为变大，因此可以更准确的进行解调，从而更好地降低高阶调制对信噪比的要求。

在另一个可能的设计中，所述将所述码字序列映射为M路序列，可以包括：将所述码字序列进行串并转换，得到M路序列，每路序列包括N/M个来自于第一码字的比特；对M路序列中的至少一路序列进行延时处理，延时比特数为X*（N/M）个，X为大于等于1的整数。采用串并转换加延时器来实现的方案简单容易实现。

在另一个可能的设计中，所述将所述码字序列映射为M路序列，包括：将所述码字序列进行交织处理，得到M路序列，每路序列包括N/M个来自于第一码字的比特。采

用交织器来实现的方案需要设计交织器的交织规则，对设计人员的要求较高，但是可能降低系统成本。

在另一个可能的设计中，M等于3时，将所述码字序列映射为M路序列，具体包括：将所述码字序列进行串并转换，得到3路序列，每路序列包括N/3个来自于第一码字的比特；对第一序列进行延时处理，延时比特数为N/3个。

在另一个可能的设计中，M等于3时，将所述码字序列映射为M路序列，具体包括：将所述码字序列进行串并转换，得到3路序列，每路序列包括N/3个来自于第一码字的比特；对第一序列进行延时处理，延时比特数为N/3个；对第二序列进行延时处理，延时比特数为N/3个。

在另一个可能的设计中，M等于3时，将所述码字序列映射为M路序列，具体包括：将所述码字序列进行串并转换，得到3路序列，每路序列包括N/3个来自于第一码字的比特；对第一序列进行延时处理，延时比特数为2（N/3）个；对第二序列进行延时处理，延时比特数为N/3个。

第二方面，本申请实施例提供一种接收方法，用于接收端的解调器接收第一方面提供的调制方法产生的符号序列，首先接收经过信道传输的符号序列，对第一类符号进行解调处理，得到来自于第一码字的比特的对数似然比；对第二类符号进行解调处理，得到来自于第一码字的比特的对数似然比；根据所有来自于第一码字的比特的对数似然比进行译码，得到第一外信息；利用所述第一外信息对所述第二类符号进行解调处理，得到来自于其它码字的比特的对数似然比。可以利用第一码字相关的第一外信息对第二类符号进行解调处理，从而提高第二类符号中来自于其它码字的比特的解调正确率。

在一个可能的设计中，所述第一类符号还包括来自第二码字的比特，所述对第一类符号进行解调处理，得到来自于第一码字的比特的对数似然比之前还包括：根据所有来自于第二码字的比特的对数似然比进行译码，得到第二外信息；所述对第一类符号进行解调处理，得到来自于第一码字的比特的对数似然比包括：利用所述第二外信息对所述第一类符号进行解调处理，得到来自于第一码字的比特的对数似然比。

在一个可能的设计中，所述第一外信息为译码得到的后验信息减去译码的先验信息得到的信息；或者所述第一外信息为译码得到的后验信息。

第三方面，本申请的实施例提供一种调制装置，例如可以使调制器，包括：第一映射器，用于接收码字序列，每个码字包括N个比特，所述码字序列至少包括第一码字；还用于将所述码字序列映射为M路序列，每路序列包括N/M个来自于第一码字的比特；第二映射器，用于将M路序列映射为符号序列，每个符号对应M个比特，所述M个比特分别来自于所述M路序列，其中N/M个第一类符号对应的的第一比特来自于所述第一码字，N/M个第二类符号对应的第二比特来自于所述第一码字。

在一个可能的设计中，所述符号对应2^m星座图中2^m个星座点中的一个星座点，所述2^m星座图中星座点之间的最小欧式距离为第一欧式距离；所述第一类符号在来自于第一码字的比特确定后在2^m星座图中可能对应的星座点之间的最小欧式距离为第二欧式距离，所述第二欧式距离大于所述第一欧式距离。

在一个可能的设计中，所述第一映射器包括串并转换器和延时器，所述串并转换器，用于接收码字序列，每个码字包括N个比特，所述码字序列至少包括第一码字；还用于将所述码字序列进行串并转换，得到M路序列，每路序列包括N/M个来自于第一码字的比特；所述延时器，用于对M路序列中的至少一路序列进行延时处理，延时比特数为X*（N/M）个，X为大于等于1的整数。

在一个可能的设计中，所述第一映射器包括交织器，所述交织器，用于接收码字序列，每个码字包括N个比特，所述码字序列至少包括第一码字；还用于将所述码字序列进行交织处理，得到M路序列，每路序列包括N/M个来自于第一码字的比特。

在一个可能的设计中，所述第一映射器包括串并转换器和延时器，所述串并转换器，用于接收码字序列，每个码字包括N个比特，所述码字序列至少包括第一码字；还用于将所述码字序列进行串并转换，得到3路序列，每路序列包括N/3个来自于第一码字的比特；所述延时器，用于对第一序列进行延时处理，延时比特数为N/3个。

在一个可能的设计中，所述第一映射器包括串并转换器和延时器，所述串并转换器，用于接收码字序列，每个码字包括N个比特，所述码字序列至少包括第一码字；还用于将所述码字序列进行串并转换，得到3路序列，每路序列包括N/3个来自于第一码字的比特；所述延时器，用于对第一序列进行延时处理，延时比特数为N/3个；对第二序列进行延时处理，延时比特数为N/3个。

在一个可能的设计中，所述第一映射器包括串并转换器和延时器，所述串并转换器，用于接收码字序列，每个码字包括N个比特，所述码字序列至少包括第一码字；还用于将所述码字序列进行串并转换，得到3路序列，每路序列包括N/3个来自于第一码字的比特；所述延时器，用于对第一序列进行延时处理，延时比特数为2（N/3）个；对第二序列进行延时处理，延时比特数为N/3个。

第四方面，本申请的实施例提供一种接收装置，包括：解调器，用于接收经过信道传输的符号序列，所述符号序列为权利要求11-17任一项权利要求产生的符号序列，对第一类符号进行解调处理，得到来自于第一码字的比特的对数似然比，对第二类符号进行解调处理，得到来自于第一码字的比特的对数似然比；译码器，用于根据所有来自于第一码字的比特的对数似然比进行译码，得到第一外信息；所述解调器，还用于接收经过信道传输的所述符号序列，还用于利用所述第一外信息对所述第二类符号进行解调处理，得到来自于其它码字的比特的对数似然比。

在一个可能的设计中，所述第一类符号还包括来自第二码字的比特，所述译码器，还用于根据所有来自于第二码字的比特的对数似然比进行译码，得到第二外信息；所述解调器用于对第一类符号进行解调处理，得到来自于第一码字的比特的对数似然比包括：所述解调器，用于利用所述第二外信息对所述第一类符号进行解调处理，得到来自于第一码字的比特的对数似然比。

在一个可能的设计中，所述第一外信息为译码得到的后验信息减去译码的先验信息得到的信息；或者所述第一外信息为译码得到的后验信息。

本申请实施提供的调制方法中，M路序列中每路序列包括N/M个来自于第一码字的比特，符号序列中有N/M个第一类符号对应的的第一比特来自于所述第一码字，N/M个第二类符号对应的第二比特来自于所述第一码字。因此对于第二类符号，其对应

的第一比特一定是来自第一码字外的其它码字，因此可以使用第一码字的信息对第二类符号的其它码字的比特进行解调，可以提高第二类符号中其它码字的比特的解调正确率，从而可以降低高阶调制对信噪比的要求。

附图说明

图 1A 是本申请实施例提供的一种信息发送的网络结构图；

图 1B 是本申请实施例提供的一种星座图；

图 2A 为本申请实施例提供的一种发送端设备结构图；

图 3A 为本申请实施例提供的一种映射器的输入比特流示意图；

图 2B 为本申请实施例提供的另一种发送端设备结构图；

图 3B 为本申请实施例提供的另一种映射器的输入比特流示意图；

图 2C 为本申请实施例提供的再一种发送端设备结构图；

图 3C 为本申请实施例提供的再一种映射器的输入比特流示意图；

图 2D 为本申请实施例提供的再一种发送端设备结构图；

图 3D 为本申请实施例提供的再一种映射器的输入比特流示意图；

图 4A 为本申请实施例提供的一种 8QAM 星座图；

图 4B 为本申请实施例提供的另一种 8QAM 星座图；

图 2E 为本申请实施例提供的再一种发送端设备结构图；

图 5A 为本申请实施例提供的一种接收端设备结构图；

图 5B 为本申请实施例提供的另一种接收端设备结构图；

图 6 为本申请实施例提供的一种接收端设备处理流程图；

图 7A 为本申请实施例提供的 m=4 时 NUM_i 的参数配置示意图；

图 7B 为本申请实施例提供的 m=5 时 NUM_i 的参数配置示意图；

图 7C 为本申请实施例提供的 m=6 时 NUM_i 的参数配置示意图；

图 7D 为本申请实施例提供的 m=7 时 NUM_i 的参数配置示意图；

图 7E 为本申请实施例提供的 m=8 时 NUM_i 的参数配置示意图；

图 7F 为本申请实施例提供的 m=9 时 NUM_i 的参数配置示意图；

图 7G 为本申请实施例提供的 m=10 时 NUM_i 的参数配置示意图；

图 7H 为本申请实施例提供的 m=11 时 NUM_i 的参数配置示意图；

图 7I 为本申请实施例提供的 m=12 时 NUM_i 的参数配置示意图。

具体实施方式

下面将结合本申请实施例中的附图，对本申请实施例中的技术方案进行描述。

本申请实施例的应用场景比较广泛，可以是微波回传系统、铜线系统、卫星通信系统、无线通信系统、光纤通信系统等等。本申请实施例主要应用于设备之间信息的发送，如图1A所示为一种典型的信息发送的网络结构图，包括发送端设备101和接收端设备102，发送端设备101和接收端设备102之间的链路103可以是微波链路、铜线链路、卫星链路、无线通信链路、光纤链路等，发送端设备101发送信号到接收端设备102，发送端设备101发送信号之前需要对将要发送的信息比特进行编码、调

制等处理。

为了下面描述的方便，首先介绍几个概念：

信息比特流，为U={{$u_{1,1}, u_{1,2}, \cdots, u_{1,k}$} {$u_{2,1}, u_{2,2}, \cdots, u_{2,k}$}, {$u_{3,1}, u_{3,2}, \cdots, u_{3,k}$} …}，其中{$u_{1,1}, u_{1,2}, \cdots, u_{1,k}$}为一个信息序列。

编码，本申请实施例中的编码指的是信道编码，其本质是增加通信的可靠性，降低传输的误码率。信道编码的过程是在一定长度的源数据比特流中插入一些冗余比特，从而达到在接收端利用这些冗余比特和源数据比特的关系检查和纠正源数据比特中的错误，从而达到纠错的目的。通常，源数据比特称之为信息比特，冗余比特称之为校验比特。例如，信息比特流U={{$u_{1,1}, u_{1,2}, \cdots, u_{1,k}$}, {$u_{2,1}, u_{2,2}, \cdots, u_{2,k}$}, {$u_{3,1}, u_{3,2}, \cdots, u_{3,k}$} …}进入编码器，每k个比特组成一个信息序列，记为U_i，利用同一个编码规则对每个信息序列进行编码，在每个信息子序列中添加p个校验比特，组成长度为n的码字。输出编码比特流Q={{$q_{1,1}, q_{1,2}, \cdots, q_{1,n}$} {$q_{2,1}, q_{2,2}, \cdots, q_{2,n}$}, {$q_{3,1}, q_{3,2}, \cdots, q_{3,n}$…}，其中{$q_{i,1}, q_{i,2}, \cdots, q_{i,n}$}称之为一个码字，记为$Q_i$.

码字，经过编码处理后可以得到码字，例如上面提到的码字Q_i={$q_{i,1}, q_{i,2}, \cdots, q_{i,n}$}，其长度为n，即包括n个比特，这n个比特满足校验关系。在一些场景下，可以对这些码字进行处理得到新的码字，例如将满足校验关系的n个比特进行缩短或打孔后生成的新码字；将满足校验关系的n个比特中填充已知比特生成的新码字；将多个码字合并成的新码字；将满足校验关系的n个比特码字进行交织处理，得到新码字等。

调制，2^mQAM调制器将输入的m路比特流映射为一路符号流。对于2^mQAM的调制模式，共有2^m种调制符号$\{s^1, s^2, ..., s^{2^m}\}$，对应调制星座图中的$2^m$个复数星座点，每个复数星座点由I分量和Q分量组成，每一个调制符号s^j都由m个比特$(b_1, b_2, ...b_m)$映射而成。例如8QAM调制器，星座图中共有8个星座点，对应于8个调制符号。且每个符号由3个比特映射而成，如图1B所示8QAM星座图，其中比特与符号间的映射关系如表1所示。将符号调制到载波上可以使用多种方案，例如可以将每个符号的I，Q分量采用幅度调制，分别对应调制在相互正交的两个载波上进行发送，这里的载波可以是电载波、光载波等。

比特	I	Q
000	-1	-1
001	3	-1
011	1	-3
010	-3	-3
110	-1	3
111	3	3
101	1	1
100	-3	1

表1 8QAM的符号与比特映射关系

本申请实施例对待调制的码字序列进行处理，使得调制后的符号和待调制的码字之间存在一定的对应关系。具体的，待调制的码字序列中每个码字包括N个比特，待调制的码字序列至少包括第一码字；将码字序列映射为M路序列，每路序列包括N/M个来自于第一码字的比特；将M路序列映射为符号序列，每个符号对应M个比特，所述M个比特分别来自于所述M路序列，其中N/M个第一类符号对应的第一比特来自于所述第一码字，N/M个第二类符号对应的第二比特来自于所述第一码字。

为了补偿高阶调制带来的SNR代价，本申请提出一种编码映射调制比特的方法，使得映射为同一个高阶调制符号的比特来自于两个或两个以上的码字。这样，在解调时，来自于前一个码字的比特来完成译码后，获得更准确的信息，来帮助来自于第二个码字的比特进行解调，解调后的比特进行第二个码字的译码，获得准确的信息后，帮助来自第三个码字的比特进行解调，以此类推，完成所有比特的解调。

下面以8QAM调制为例进行说明，8QAM星座图中共有8个星座点，对应于8个调制符号，每个调制符号由3个比特映射而成。

如图2A所示，为本申请实施例提供的一种发送端设备结构图，包括：编码器201、交织器202、调制器203。

其中编码器201用于实现上面提到的编码功能，例如信息比特流$U=\{\{u_{1,1}, u_{1,2}, \cdots, u_{1,k}\}, \{u_{2,1}, u_{2,2}, \cdots, u_{2,k}\}, \{u_{3,1}, u_{3,2}, \cdots, u_{3,k}\} \cdots\}$进入编码器，每k个比特组成一个信息序列，记为$U_i$，利用同一个编码规则对每个信息序列进行编码，在每个信息子序列中添加p个校验比特，组成长度为n的码字。输出编码比特流$Q=\{\{q_{1,1}, q_{1,2}, \cdots, q_{1,n}\} \{q_{2,1}, q_{2,2}, \cdots, q_{2,n}\}, \{q_{3,1}, q_{3,2}, \cdots, q_{3,n} \cdots\}$，其中$\{q_{i,1}, q_{i,2}, \cdots, q_{i,n}\}$称之为一个码字，记为$Q_i$。

交织器202可以对编码器201输出的编码比特流进行比特级交织处理，输出交织后的编码比特流，例如可以记为$A=\{\{A_{1,1}, A_{1,2}, \cdots, A_{1,n}\} \{A_{2,1}, A_{2,2}, \cdots, A_{2,n}\}, \{A_{3,1}, A_{3,2}, \cdots, A_{3,n}\} \cdots\}$，其中$A_i=\{A_{1,1}, A_{1,2}, \cdots, A_{1,n}\}$记为交织后的一个码字，当然交织后的码字长度可以和交织前的码字长度不同。本申请实施例中，交织202并不是必须的，可以直接将编码器201输出的编码比特流发送到调制器203中。

调制器203包括串并转换器2031、延时器2032、映射器2033。

其中串并转换器2031将交织后的编码比特流进行串并转换，转换为3路序列，其中每个码字$A_i=\{A_{i,1}, A_{i,2}, \cdots, A_{i,n}\}$被等分为3份。如果码字$A_i=\{A_{i,1}, A_{i,2}, \cdots, A_{i,n}\}$不能被等分，可以在串并转换前对码字进行处理得到新的码字，新的码字能够被等分为3份。例如可以将码字$A_i=\{A_{i,1}, A_{i,2}, \cdots, A_{i,n}\}$进行缩短或打孔后生成新的码字；可以对码字$A_i=\{A_{i,1}, A_{i,2}, \cdots, A_{i,n}\}$进行填充已知比特生成新的码字；将多个码字$A_i=\{A_{i,1}, A_{i,2}, \cdots, A_{i,n}\}$进行合并处理得到新的码字等等。当然，如果没有交织器202，调制器从编码器201接收编码比特流，则可以对$Q_i=\{q_{i,1}, q_{i,2}, \cdots, q_{i,n}\}$进行处理得到新的码字。

对$A=\{\{A_{1,1}, A_{1,2}, \cdots, A_{1,n}\} \{A_{2,1}, A_{2,2}, \cdots, A_{2,n}\}, \{A_{3,1}, A_{3,2}, \cdots, A_{3,n}\} \cdots\}$进行串并转换，可以以比特为单位进行串并转换，例如$A_{1,1}$在第一路，$A_{1,1}, A_{1,2}$在第二路，…；也可以以n/m比特为单位进行串并转换，例如$A_{1,1}, A_{1,2}, \cdots, A_{1,n/m}$在第一路，$A_{1,(n/m)+1}, A_{1,(n/m)+2}, \cdots, A_{1,2(n/m)}$在第二路，当然也可以采用其它转换方法，甚至码字$A_1$和$A_2$的比特在

一路中可以交替出现，只要满足一个码字被均分为n/m份即可，在本实施例中，只要满足一个码字被均分为n/3份即可。

如图2A所示，本申请实施例的第一路序列上包括n/3个延时器3032，由T来标示，延时比特数为n/3个。当然，在其他实施例中，可以是第二路序列或第三路序列上包括n/3个延时器3032。

映射器2032用于将输入的3路比特序列映射为符号序列S，为描述方便，输入的3路比特序列中，每3个并行比特叫做一个调制序列，每个调制序列可以映射为一个符号。

映射器 2032 的输入比特流如图 3A 所示，其中 X 表示 0 或 1，可以由用户自行设定，A_i表示该比特来自于码字 A_i。例如，虚线圈中所示的第 n 个调制序列，$d_{1,n}$来自于码字 A_2，其他 $d_{2,n}$，$d_{3,n}$比特来自于码字 A_3，即第 n 个调制序列对应的的输入比特分别来自于码字 A_2 和码字 A_3。只要满足有 n/3 个第一类符号对应的的第一比特来自于所述第一码字，同时有 n/3 个第二类符号对应的第二比特也来自于所述第一码字。例如如图 3A 所示，第 1 到$\frac{n}{3}$共$\frac{n}{3}$个符号为第一类符号，它们对应的第二比特来自于码字 A_1，第$\frac{n}{3}+1$到$\frac{2n}{3}$共$\frac{n}{3}$个符号为第二类符号，它们对应的第一比特也来自于码字 A_1。

如图2B所示，为本申请实施例提供的一种发送端设备结构图，其和图2A的区别为第二路序列也包括n/3个延时器3032。

映射器2032的输入比特流如图3B所示，其中X表示0或1，可以由用户自行设定，A_i表示该比特来自于码字A_i，$d_{i,j}$表示比特流D_i在调制序列j输入的比特。例如，虚线圈中所示的第n个调制序列，$d_{1,n}$和$d_{2,n}$来自于码字A_2，$d_{3,n}$比特来自于码字A_3，即第n个调制序列对应的输入比特分别来自于码字A_2 和码字A_3。

如图2C所示，为本申请实施例提供的一种发送端设备结构图，其和图2B的区别为第一路序列也包括2（n/3）个延时器3032。

映射器2032的输入比特流如图3C所示，其中X表示0或1，可以由用户自行设定，A_i表示该比特来自于码字A_i，$d_{i,j}$表示比特流D_i在调制序列j输入的比特。例如，虚线圈中所示的第n个调制序列，$d_{1,n}$来自于码字A_1，$d_{2,n}$来自于码字A_2，$d_{3,n}$比特来自于码字A_3，即第n个调制序列对应的输入比特分别来自于码字A_1，码字A_2 和码字A_3。

在其它实施例中， 可以采用 8QAM 调制之外的其它调制模式，对于 2^mQAM 调制，m 可以为 3 以上的其它值。

如图2D所示，为本申请实施例提供的一种发送端设备结构图，其和图2A的区别主要为以下几个地方。

串并转换器 2031 直接从编码器 201 接收编码比特流，例如可以为 $Q=\{\{q_{1,1}, q_{1,2}, \cdots, q_{1,n}\}\{q_{2,1}, q_{2,2}, \cdots, q_{2,n}\}, \{q_{3,1}, q_{3,2}, \cdots, q_{3,n}\cdots\}$。

串并转换器 2031 将接收到的编码比特流进行串并转换，转换为 m 路序列，其中每个码字 $Q_i=\{q_{i,1}, q_{i,2}, \cdots, q_{i,n}\}$被等分为 m 份，分别对应 m 路序列。

如图 2D 所示，有 NUM_i路序列上均包括 x_i*（n/m）个延时器 3032，NUM_i为大于等于 1 的整数，x_i为大于等于 0 的整数，例如有 NUM_1路序列上均包括 x_1*（n/m）个延

时器 3032；有 NUM_2 路序列上均包括 $x_2*(n/m)$ 个延时器 3032，有 NUM_z 路序列上均包括 $x_z*(n/m)$ 个延时器 3032，优选的，可以设置 $x_i \rangle x_{i+1}$。

映射器2032用于将输入的m路比特序列映射为符号序列，为描述方便，输入的m路比特序列中，每m个并行比特叫做一个调制序列，每个调制序列可以映射为一个符号 s^j。2^mQAM调制中，共有 2^m 个调制符号 $\{s^1, s^2, ..., s^{2^m}\}$，每一个调制符号 s^j 都由m个比特 $(b^1, b^2, ...b^m)$ 映射而成。

映射器2032的输入比特流如图3D所示，其中X表示0或1，可以由用户自行设定，A_i 表示该比特来自于码字 A_i。例如，虚线圈中所示的第 $(x_1+1)*(n/m)$ 个调制序列，$d_{1,(x1+1)*(n/m)}$，$d_{2,(x1+1)*(n/m)}$，… $d_{NUM1,(x1+1)*(n/m)}$ 来自于码字 A_1，$d_{NUM1+1,(x1+1)*(n/m)}$，$d_{NUM1+2,x1*(n/m)}$，… $d_{NUM1+NUM2,x1*(n/m)}$ 来自于码字 A_2，$d_{m-NUMZ+1,(x1+1)*(n/m)}$，$d_{m-NUMZ+2,(x1+1)*(n/m)}$，… $d_{m,(x1+1)*(n/m)}$ 来自于码字 A_Z，即第 $(x_1+1)*(n/m)$ 个调制序列对应的输入比特分别来自于码字 A_1，A_2…A_Z。即第 $(x_1+1)*(n/m)$ 个调制序列对应的比特来自于Z个码字，即是从Z个码字 A_1，A_2，…，A_Z 中分别提取 NUM_1，NUM_2，…NUM_Z 个比特组成的，其中 NUM_i 为大于等于1，小于等于m的整数，Z为大于1，小于等于m的整数，且 $\sum_{i=1}^{Z} NUM_i = m$。

当m=3时，一个 2^3QAM符号所映射比特数为3，分别来自于Z个码字，分别为 A_i，$0<i\leq Z$，且属于码字 A_i 的比特数记为 NUM_i。对于图2D所示的实施例，如果m=3，Z=2，NUM_1=1，NUM_2=2，则可以得到图2A的实施例，如果m=3，Z=2，NUM_1=2，NUM_2=1，则可以得到图2B的实施例，m=3，Z=3，NUM_1=1，NUM_2=1，NUM_3=1，则可以得到图2C的实施例。

对于m=4至12时，当Z取不同值时，其中 NUM_i 的参数取值有较优的配置方式，该配置方式中 $x_i>x_{i+1}$。

例如，针对m=4，其中 NUM_i 的参数取值可以如图7A所示，针对图7A中每一行所示的情况，NUM_i 的参数取值还可以为所示取值的其它排列组合。

针对m=5，其中 NUM_i 的参数取值可以如图7B所示，针对图7B中每一行所示的情况，NUM_i 的参数取值还可以为所示取值的其它排列组合。

针对m=6，其中 NUM_i 的参数取值可以如图7C所示，针对图7C中每一行所示的情况，NUM_i 的参数取值还可以为所示取值的其它排列组合。

针对m=7，其中 NUM_i 的参数取值可以如图7D所示，针对图7D中每一行所示的情况，NUM_i 的参数取值还可以为所示取值的其它排列组合。

针对m=8，其中 NUM_i 的参数取值可以如图7E所示，针对图7E中每一行所示的情况，NUM_i 的参数取值还可以为所示取值的其它排列组合。

针对m=9，其中 NUM_i 的参数取值可以如图7F所示，针对图7F中每一行所示的情况，NUM_i 的参数取值还可以为所示取值的其它排列组合。

针对m=10，其中 NUM_i 的参数取值可以如图7G所示，针对图7G中每一行所示的情况，NUM_i 的参数取值还可以为所示取值的其它排列组合。

针对m=11，其中 NUM_i 的参数取值可以如图7H所示，针对图7H中每一行所示的情况，NUM_i 的参数取值还可以为所示取值的其它排列组合。

针对m=12，其中 NUM_i 的参数取值可以如图7I所示，针对图7I中每一行所示的情况，NUM_i 的参数取值还可以为所示取值的其它排列组合。

对于m大于12时，当Z取不同值时，也可以有类似的配置方式，再此不再赘述。

本申请实施例中，对于2^mQAM调制，映射出的符号对应2^m星座图中2^m个星座点中的一个星座点，所述2^m星座图中星座点之间的最小欧式距离为第一欧式距离；优选的，所述第一类符号在来自于第一码字的比特确定后在2^m星座图中可能对应的星座点之间的最小欧式距离为第二欧式距离，所述第二欧式距离大于所述第一欧式距离。

对于2^mQAM的调制模式，共有2^m个调制符号$\{s^1, s^2, ..., s^{2^m}\}$，对应调制星座图中的$2^m$个星座点，每一个调制符号$s^j$都由m个比特$(b^1, b^2, ...b^m)$映射而成。

设m个比特$(b^1, b^2, ...b^m)$可以映射为2^m个符号，记为集合为S_0，符号之间的最小欧式距离为W_0。

第一次分割：

当集合中的$b^1 = b^2 = .. = b^{NUM1} = 0$时，所对应的符号组成集合$S_{0,0}$，为$S_0$的子集，且子集中符号之间的最小距离为$W_{1,0}$。，即$b^1, b^2, .., b^{NUM1}$为来自于第一码字的比特，确定为0后，可能的星座点之间的最小欧式距离为$W_{1,0}$。

当集合中的$b^1 = b^2 = .. = b^{NUM1} = 1$时，所对应的符号组成集合$S_{0,1}$，为$S_0$的子集，且子集中符号之间的最小距离为$W_{1,1}$，即$b^1, b^2, .., b^{NUM1}$为来自于第一码字的比特，确定为1后，可能的星座点之间的最小欧式距离为$W_{1,1}$。

且$W_1 = \min(W_{1,0}, W_{1,1})$，优选的，$W_1 > W_0$

进一步的，第二次分割：

当集合中的$b^1 = b^2 = .. = b^{NUM_1} = 0$且$b^{NUM_1+1} = b^{NUM_1+2} = .. = b^{NUM_2} = 0$时，所对应的符号组成集合$S_{1,0,0}$，，为$S_{1,0}$的子集，且子集中符号之间的最小距离为$W_{2,0,0}$。

当集合中的$b^1 = b^2 = .. = b^{NUM_1} = 0$且$b^{NUM_1+1} = b^{NUM_1+2} = .. = b^{NUM_2} = 1$时，所对应的符号组成集合$S_{1,0,1}$，为$S_{1,0}$的子集，且子集中符号之间的最小距离为$W_{2,0,1}$。

当集合中的$b^1 = b^2 = .. = b^{NUM_1} = 1$且$b^{NUM_1+1} = b^{NUM_1+2} = .. = b^{NUM_2} = 0$时，所对应的符号组成集合$S_{1,0,0}$，为$S_{1,0}$的子集，且子集中符号之间的最小距离为$W_{2,1,0}$。

当集合中的$b^1 = b^2 = .. = b^{NUM_1} = 1$且$b^{NUM_1+1} = b^{NUM_1+2} = .. = b^{NUM_2} = 1$时，所对应的符号组成集合$S_{1,0,1}$，为$S_{1,0}$的子集，且子集中符号之间的最小距离为$W_{2,1,1}$。

且$W_2 = \min(W_{2,0,0}, W_{2,0,1}, W_{2,1,0}, W_{2,1,1})$，优选的，$W_2 > W_1$。

...

第z-1次分割：

集合S_0经过z次分割后，共产生2^z个集合，且每个集合都是S_0的一部分。且将记为z-1次分割后，集合内的最小欧式距离记为W_{z-1}。

优选的，有$W_z > W_{z-1}$.

下面以8QAM调制为例进行说明，假设$Z=2$，$NUM_1=1$，$NUM_2=2$，即图2A和图3A所示的情形。

对于8QAM的调制模式，共有8个调制符号$\{s_1, ..., s_6, s_8\}$，对应调制星座图中的8个星座点，每一个调制符号s_j都由3个数据比特(d_1, d_2, d_3)映射而成。

表2给出了一种将3个比特映射为复数的符号s=I+jQ的方法，根据表1映射为的星座图如图4A所示。

比特	I	Q

000	-2	0
001	0	2
011	2	0
010	0	-2
110	3	-3
111	3	3
101	-3	3
100	-3	-3

表2 8QAM的星座点映射

从图中可以看出，在第一个比特确定时，符号可能对应的星座点可以视为QPSK星座图。例如当第一个比特为0时，符号可能对应的星座点为内圈所示的4个星座点，可以视为QPSK星座图。当第一个比特为1时，符号可能对应的星座点为外圈中的4个星座点，也可以视为QPSK星座图。众所周知，QPSK星座点的最小欧式距离大于8QAM星座点的最小欧式距离。当第一个比特已知时，等价于将欧式距离进行放大。

表3给出了另外一种将3个比特映射为复数的符号s=I+jQ的方法，根据表2映射为的星座图如图4B所示。

比特	I	Q
000	3	-1
001	1	-3
010	3	3
011	-3	-3
100	1	1
101	-1	-1
110	-1	3
111	-3	1

表3 8QAM的星座点映射

从图4B中可以看出，在第一个比特确定后，符号可能对应的星座点也可以视为QPSK星座图。第一个比特为0时，符号可能对应的星座点为右上图所示的方形星座图（实线部分）。当第一个比特为1时，符号可能对应的星座点为右下所示的星座图（实线部分）。右边两个星座图中星座点的欧式距离大于左图中八个点之间的欧式距离。当第一个比特已知时，等价于将欧式距离进行放大。

如图2E所示，为本申请实施例提供的一种发送端设备结构图，其和图2A的区别为调制器包括交织器2034和映射器2033，不包括交织器202。

交织器 2032 将接收到的编码比特流进行交织处理，例如接收到的编码比特流为 $Q=\{\{q_{1,1}, q_{1,2}, \cdots, q_{1,n}\}\{q_{2,1}, q_{2,2}, \cdots, q_{2,n}\}, \{q_{3,1}, q_{3,2}, \cdots, q_{3,n}\cdots\}$，假设 n=12。

假设 $A=\{a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, a_7, a_8, a_9 a_{10}, a_{11}, a_{12} \ \ldots\ \}=\{\{Q_{1,1}, Q_{1,2}, Q_{1,3}, Q_{1,4}, Q_{1,5}, Q_{1,6}, Q_{1,7}, Q_{1,8}, Q_{1,9}, Q_{1,10}, Q_{1,11}, Q_{1,12}\}, \{Q_{2,1}, Q_{2,2}, Q_{2,3}, Q_{2,4}, Q_{2,5}, Q_{2,6}, Q_{2,7}, Q_{2,8}, Q_{2,9}, Q_{2,10}, Q_{2,11}, Q_{2,12}\} \ldots\}$，即 $\{a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, a_6, a_7, a_8, a_9 a_{10}, a_{11}, a_{12}\}$ 对应于码字 $Q1=\{Q_{1,1}, Q_{1,2}, Q_{1,3}, Q_{1,4}, Q_{1,5}, Q_{1,6}, Q_{1,7}, Q_{1,8}, Q_{1,9}, Q_{1,10}, Q_{1,11}, Q_{1,12}\}$，比特 a_{13}-比特 a_{24} 对应于码字 A2。

下面说明交织器 2034 对序列 A 的处理，处理后输出 m 个序列，下面说明两种典型的交织规则，

规则一，输出的 m 个序列分别为：

$$\mathbf{D}_1 = \{\overbrace{X, X, X, \ldots\ldots, X}^{x_1 \times \frac{n}{m}}, a_1, a_{m+1}, a_{2m+1}, \ldots\ldots\}$$

$$\vdots$$

$$\mathbf{D}_{NUM_1} = \{\overbrace{X, X, X, \ldots\ldots, X}^{x_1 \times \frac{n}{m}}, a_{NUM_1}, a_{m+NUM_1}, a_{2m+NUM_1}, \ldots\ldots\}$$

$$\mathbf{D}_{NUM_1+1} = \{\overbrace{X, X \ldots\ldots, X}^{x_2 \times \frac{n}{m}}, a_{NUM_1+1}, a_{m+NUM_1+1}, a_{2m+NUM_1+1}, \ldots\ldots\}$$

$$\vdots$$

$$\mathbf{D}_{NUM_1+NUM_2} = \{\overbrace{X, X \ldots\ldots, X}^{x_2 \times \frac{n}{m}}, a_{NUM_1+NUM_2}, a_{m+NUM_1+NUM_2}, a_{2m+NUM_1+NUM_2}, \ldots\ldots\}$$

$$\vdots$$

$$\mathbf{D}_{m-NUM_Z+1} = \{\overbrace{X, \ldots X}^{x_Z \times \frac{n}{m}}, a_{m-NUM_Z+1}, a_{2m-NUM_Z+1}, a_{3m-NUM_Z+1}, \ldots\ldots\}$$

$$\vdots$$

$$\mathbf{D}_m = \{\overbrace{X, \ldots X}^{x_Z \times \frac{n}{m}}, a_m, a_{2m}, a_{3m}, \ldots\ldots\}$$

此时交织器的交织规则为：输出 m 路序列，比特比特 a_L 经过交织后在第 $row = L\%m$ 行的 $col = \lfloor L/m \rfloor + 1 + DY_L$ 列输出，其中 $L\%m$ 为 L/m 的取余数，$\lfloor L/m \rfloor$ 为 L/m 取整数。可知当 $row=NUM_{i-1}+1$，$NUM_{i-1}+2$，$\ldots NUM_i$，时，$DY_L = x_i \times \left(\frac{n}{m}\right)$。

对于此交织规则，如果 $m=3$，$x_1=2, x_2=1, x_3=0$，则

$D1=\{X, X, X, X, X, X, X, X, a_1, a_4, a_7, a_{10}, a_{13}, a_{16}, a_{19}, a_{22}..\}$；

$D2=\{X, X, X, X, a_2, a_5, a_8, a_{11}, a_{14}, a_{17}, a_{20}, a_{23}...\}$；

$D3=\{ a_3, a_6, a_9, a_{12}, a_{15}, a_{18}, a_{21}, a_{24}\ldots\}$

即：

$D1=\{X, X, X, X, X, X, X, X, Q_{1,1}, Q_{1,4}, Q_{1,7}, Q_{1,10}, Q_{2,1}, Q_{2,4}, Q_{2,7}, Q_{2,10}\ldots\}$；

$D2=\{X, X, X, X , Q_{1,2}, Q_{1,5} , Q_{1,8} , Q_{1,11}, Q_{2,2}, Q_{2,5}, Q_{2,8} , Q_{2,11}...\}$；

$D3=\{ Q_{1,3}, Q_{1,6}, Q_{1,9}, Q_{1,12}, Q_{2,3}, Q_{2,6}, Q_{2,9}, Q_{2,12}...\}$

规则二，输出的 m 个序列分别为：

$$\mathbf{D}_1 = \{\overbrace{X,X,X,.....,X}^{x_1\times\frac{n}{m}}, a_1, a_2, .., a_{n/m}.....\}$$

$$\vdots$$

$$\mathbf{D}_{NUM_1} = \{\overbrace{X,X,X,.....,X}^{x_1\times\frac{n}{m}}, a_{(NUM_1-1)\times n/m+1}, a_{(NUM_1-1)\times n/m+2}, ..., a_{NUM_1\times n/m}, ...\}$$

$$\mathbf{D}_{NUM_1+1} = \{\overbrace{X,X....,X}^{x_2\times\frac{n}{m}}, a_{NUM_1\times n/m+1}, a_{NUM_1\times n/m+2}, ..., a_{(NUM_1+1)\times n/m}, ...\}$$

$$\vdots$$

$$\mathbf{D}_{NUM_1+NUM_2} = \{\overbrace{X,X....,X}^{x_2\times\frac{n}{m}}, a_{(NUM_1+NUM_2-1)\times n/m+1}, a_{(NUM_1+NUM_2-1)\times n/m+2}, ..., a_{(NUM_1+NUM_2)\times n/m}, ...\}$$

$$\vdots$$

$$\mathbf{D}_{m-NUM_Z+1} = \{\overbrace{X,...X}^{x_Z\times\frac{n}{m}}, a_{(m-NUM_Z)\times n/m+1}, a_{(m-NUM_Z)\times n/m+2}, ..., a_{(m-NUM_Z+1)\times n/m}, ...\}$$

$$\vdots$$

$$\mathbf{D}_m = \{\overbrace{X,...X}^{x_Z\times\frac{n}{m}}, a_{(m-1)\times n/m+1}, a_{(m-1)\times n/m+2}, ..., a_{m\times n/m}, ...\}$$

此时交织器的交织规则为：输出 m 路序列，比特比特 a_L 经过交织后在第 $row=\left(L-\lfloor L/n\rfloor\times n\right)/\left(n/m\right)+1$ 行的 $col=\lfloor L/n\rfloor\times\left(n/m\right)+L\%\left(n/m\right)+DY_L$ 列输出，其中 $L\%\left(n/m\right)$ 为 $L/\left(n/m\right)$ 的取余数，$\lfloor L/m\rfloor$ 为 L/m 取整数。可知当 row=NUM_{i-1}+1, NUM_{i-1}+2，…NUM_i，时，$DY_L=x_i\times\left(\frac{n}{m}\right)$。

对于此交织规则，如果 m=3，x_1=2，x_2=1，x_3=0，则

D1={X, X, X, X, X, X, X, X, a_1, a_2, a_3, a_4, a_{13}, a_{14}, a_{15}, a_{16}..};

D2={X, X, X, X, a_5, a_6, a_7, a_8, a_{17}, a_{18}, a_{19}, a_{20}...};

D3={ a_9, a_{10}, a_{11}, a_{12}, a_{21}, a_{22}, a_{23}, a_{24}...}

即：

D1={X, X, X, X, X, X, X, X, $Q_{1,1}$, $Q_{1,2}$, $Q_{1,3}$, $Q_{1,4}$, $Q_{2,1}$, $Q_{2,2}$, $Q_{2,3}$, $Q_{2,4}$…};

D2={X, X, X, X , $Q_{1,5}$, $Q_{1,6}$, $Q_{1,7}$, $Q_{1,8}$, $Q_{2,5}$, $Q_{2,6}$, $Q_{2,7}$, $Q_{2,8}$...};

D3={ $Q_{1,9}$, $Q_{1,10}$, $Q_{1,11}$, $Q_{1,12}$, $Q_{2,9}$, $Q_{2,10}$, $Q_{2,11}$, $Q_{2,12}$...}

在实际应用中，可以有很多种交织规则，只要满足 M 路序列中每路序列包括 N/M 个来自于第一码字的比特，最终映射出的符号满足 N/M 个第一类符号对应的的第一比特来自于所述第一码字，N/M 个第二类符号对应的第二比特来自于所述第一码字即可。比特之间的顺序可以打乱交织，码字和码字之间的比特也可以打乱交织。

本申请实施例中将码字序列映射为 M 路序列，每路序列包括 N/M 个来自于第一码字的比特；将 M 路序列映射为符号序列，每个符号对应 M 个比特，所述 M 个比特分别来自于所述 M 路序列，其中 N/M 个第一类符号对应的的第一比特来自于所述第一

码字，N/M 个第二类符号对应的第二比特来自于所述第一码字。也就是说，M 路序列中的第一码字相关比特之间产生错位。对于第一类符号，其对应的 M 个比特中有些比特来自于第一码字，有些比特来自于其它码字，对于第二类符号，其对应的 M 个比特中有些比特来自于第一码字，有些比特来自于其它码字。

接收端接收到第一类符号后，可以对第一类符号进行第一次解调，对第二类符号进行第一次解调，对第一码字相关比特完成译码后，可以对第一类符号或第二类符号进行再次解调，因为第一类符号中来自于第一码字的比特已经确定，所以可以提高第一类符号中来自于其它码字的比特的解调准确率。

如图5A所示，为本申请实施例提供的一种接收端设备结构图，包括：解调器501、译码器502。

其中，解调器 501，用于接收经过信道传输的符号序列，所述符号序列为权利要求 1-8 任一项权利要求产生的符号序列，对第一类符号进行解调处理，得到来自于第一码字的比特的对数似然比，对第二类符号进行解调处理，得到来自于第一码字的比特的对数似然比；

译码器 502，用于根据所有来自于第一码字的比特的对数似然比进行译码，得到第一外信息；

解调器 501，还用于接收经过信道传输的所述符号序列，还用于利用所述第一外信息对所述第二类符号进行解调处理，得到来自于其它码字的比特的对数似然比。

如果所述第一类符号还包括来自第二码字的比特，

所述译码器 502，还可以用于根据所有来自于第二码字的比特的对数似然比进行译码，得到第二外信息；

所述解调器 501 用于对第一类符号进行解调处理，得到来自于第一码字的比特的对数似然比包括：

所述解调器 501，用于利用所述第二外信息对所述第一类符号进行解调处理，得到来自于第一码字的比特的对数似然比。

接收端设备进行接收可以采用很多种方案，只要使用第一码字的信息对第二类符号的其它码字的比特进行解调即可。下面给出一种具体的实现装置和实现方案。

如图5B所示，为本申请实施例提供的另一种接收端设备结构图，包括：解调器501、并串转换器503，解交织器504、译码器502、交织器505，所述解调器501具体包括解调子模块5011、缓存器5012、解调子模块5013、选择器5014。

以8QAM为例说明图5B的接收端设备的接收方法。根据前面图2A和图3A相关的实施例对发送端的介绍，8QAM的每一个调制符号 s^j 都由3个数据比特 (d_1,d_2,d_3) 映射而成。d_1来自于前一个码字，d_2，d_3来自于第二个码字。

假设编码后码字通过调制得到调制符号 s。s经过信道后的接收信号为：

$$y=s+n \qquad (1)$$

其中，n为信道的加性噪声，其各维均服从均值为0方差为σ^2的复高斯分布。

接收符号 y_f，设 y_f由3个比特映射而成，记为 $\{d_1,d_2,d_3\}$，比特 d_1 来自码字A_i，d_2,d_3来自码字A_{i+1}

图 6 为本申请实施例提供的一种接收端设备处理流程图。具体为：

对于f=1到n/3，和图3A对应。

（1）接收符号 y_f 进行解调子模块5011的第一解调，得到来自于码字A_1映射在D2和D3序列中的比特的对数似然比，将比特的对数似然比缓存等待码字A_1的剩余比特完成解调。

对于f=1+3/n到2*n/3，

（2）接收符号 y_f 进行解调子模块5011的第一解调，得到码字A_1映射在D1序列中的比特的对数似然比，同时缓存器5012缓存符号 y_f 的信息，至此码字A_1的所有比特完成解调。

（3）并串转换器503将解调后的比特的对数似然比进行并串转换为一路信息后，解交织器504进行解交织，解交织规则为发送端交织的逆向过程。

（4）将解交织后的比特对数似然比送入译码器502进行译码，得到硬判决信息和外信息。硬判决信息为接收端译码得到的最终信息。

（5）交织器505将译码得到的外信息重新进行交织，交织过程与发送端交织过程相同。

（6）解调子模块5013利用步骤（4）得到的外信息对 y_f（f=3/n到2*n/3）中来自码字A_2的比特进行第二解调，得到码字A_2映射在D2和D3序列中的比特的对数似然比，将比特的对数似然比缓存等待码字A_2的剩余比特完成解调。

对于f=1+2*n/3到n，

（7）解调子模块5011对接收符号 y_f 进行第一解调，得到码字A_2映射在D1序列中的比特的对数似然比，同时缓存器5012缓存符号 y_f 的信息，至此码字A_2的所有比特完成解调.

（8）执行步骤（3）-（6），得到码字A_2的硬判决信息和外信息，并利用外信息得到接收符号 y_f（f=2*n/3到 n）中来自码字A_3映射在D2和D3序列中的比特的对数似然比。

当f等于其他值时，重复步骤（7）和步骤（8），对接收符号进行解调和译码。

下面对解调子模块5011的第一解调进行说明：

计算接收符号与各星座点的欧式距离。对于比特di的比特LLR为该符号到di=1的星座点的欧式距离之和减去该符号到di=0的星座点的欧式距离之和。 也可进一步简化为，比特di的比特LLR为该符号到di=1的星座点的欧式距离的最小值减去该符号到di=0的星座点的欧式距离的最小值。

具体可以用公式（1）-（4）表示。

则有根据接收信号得到发送符号 s_i 为 s^j 的符号概率为：

$$p\left(s_i = s^j \mid y_i\right) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left(-\frac{\left|y_i - s^i\right|^2}{2\sigma^2}\right) \qquad (1)$$

其中y_i为接收系统在第i个时刻接收到的符号，s_i为与y_i对应的发送端发送的符号。

$p\left(s_i = s^j \mid y_i\right)$ 表示在已知接收信号y_i时，发送端发送的符号s_i为s^j的概率。 σ 为高斯信道的标准差，exp为指数操作。

每个比特的对数似然比为：

$$LLR(d_k)=\ln\left(\frac{p(d_k=0|y_i)}{p(d_k=1|y_i)}\right)$$

$$=\ln\left(\frac{\sum_{j=1}^{M}I\left(d_k=0|s^j\right)\exp\left(-\frac{\left|y_i-s^j\right|^2}{2\sigma^2}\right)}{\sum_{j=1}^{M}I\left(d_k=1|s^j\right)\exp\left(-\frac{\left|y_i-s^j\right|^2}{2\sigma^2}\right)}\right) \quad (2)$$

$$I\left(d_k=a|s^j\right)=\begin{cases}1 & \text{符号}s^j\text{对应的第}k\text{个比特}d_k=a\\0 & \text{符号}s^j\text{对应的第}k\text{个比特}d_k\neq a\end{cases} \quad (3)$$

其中y_i接收系统在时刻i接收到的符号，s_i为与y_i对应的发送端发送的符号。$LLR(d_k)$为第k个比特的对数似然比，ln为自然对数。

$p(d_k=0|y_i)$表示在已知接收信号y_i时，发送端发送的符号s_i的第k个比特为0的概率。 $p(d_k=1|y_i)$为表示在已知接收信号y_i时，发送端发送的符号s_i的第k个比特为1的概率。 σ为高斯信道的标准差。exp表示指数操作。

实际使用时可以只取求和项中的最大值，这时每个码字比特的对数似然比可以简化为：

$$LLR(d_k)\approx\ln\left(\frac{\max_{j=1,2,..,M}\left\{I\left(d_k=0|s^j\right)\exp\left(-\frac{\left|y_i-s^j\right|^2}{2\sigma^2}\right)\right\}}{\max_{j=1,2,..,M}\left\{I\left(d_k=1|s^j\right)\exp\left(-\frac{\left|y_i-s^j\right|^2}{2\sigma^2}\right)\right\}}\right) \quad (4)$$

其中y_i接收系统在时刻i接收到的符号，s_i为与y_i对应的发送端发送的符号。$LLR(d_k)$为第k个比特的对数似然比，ln为自然对数。

$p(d_k=0|y_i)$表示在已知接收信号y_i时，发送端发送的符号s_i的第k个比特为0的概率。 $p(d_k=1|y_i)$为表示在已知接收信号y_i时，发送端发送的符号s_i的第k个比特为1的概率。 σ为高斯信道的标准差。exp表示指数操作。

下面对解调子模块5013的第二解调进行说明：.

（1）计算接收符号与各星座点的欧式距离。其中接收符号到d=0的星座点的欧式距离更新为原始的欧式距离叠加译码器输出的外信息。 到d_1=1的星座点的欧式距离保持不变。

（2）对于比特d_k的比特LLR为该符号到d_k=1的星座点的欧式距离之和减去该符号到d_k=0的星座点的欧式距离之和。 也可进一步简化为，比特d_k的比特LLR为该符号到d_k=1的星座点的欧式距离的最小值减去该符号到d_k=0 的星座点的欧式距离的最小值。

具体可用公式（5）

对于d_1=0的符号，其符号概率的计算方式更新为：

$$p\left(s=s^j \mid y_i\right)=\frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}}\exp\left(-\frac{\left|y_i-s^j\right|^2}{2\sigma^2}\right)\times\exp^{Ex(d_{0,i-1})}$$
$$=\frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}}\exp\left(-\frac{\left|y_i-s^j\right|^2}{2\sigma^2}+Ex(d_{0,i-1})\right) \quad (5)$$

对于d_1=1的符号，其符号概率的计算方式保持公式（1）不变

然后按照解调操作1计算每个d_2,d_3的对数似然比（参考公式(2)(3)(4)）。

其中y_i接收系统在时刻i接收到的符号，s_i为与y_i对应的发送端发送的符号。$p\left(s_i=s^j \mid y_i\right)$表示在已知接收信号$y_i$时，发送端发送的符号$s_i$为$s^j$的概率。$\sigma$为高斯信道的标准差。exp表示指数操作。

作为一种实施例，上文提到的外信息可以有三种取值方式，分别为

（1）外信息为译码器得到的后验信息减去输入译码器的先验信息。

（2）外信息为译码器得到的后验信息。

（3）将（1）或（2）中的值保持符号不变，如果译码正确，则将值设为无穷大，否则值设为0。

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

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

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

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

尽管已描述了本申请的优选实施例，但本领域内的技术人员一旦得知了基本创造性概念，则可对这些实施例作出另外的变更和修改。所以，所附权利要求意欲解

释为包括优选实施例以及落入本申请范围的所有变更和修改。

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

权 利 要 求 书

1、一种调制方法，其特征在于，包括:

接收码字序列，每个码字包括 N 个比特，所述码字序列至少包括第一码字;

将所述码字序列映射为 M 路序列,每路序列包括 N/M 个来自于第一码字的比特;

将 M 路序列映射为符号序列，每个符号对应 M 个比特，所述 M 个比特分别来自于所述 M 路序列，其中 N/M 个第一类符号对应的的第一比特来自于所述第一码字，N/M 个第二类符号对应的第二比特来自于所述第一码字。

2、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述符号对应 2^m 星座图中 2^m 个星座点中的一个星座点，所述 2m 星座图中星座点之间的最小欧式距离为第一欧式距离;所述第一类符号在来自于第一码字的比特确定后在 2^m 星座图中可能对应的星座点之间的最小欧式距离为第二欧式距离，所述第二欧式距离大于所述第一欧式距离。

3、根据权利要求 1 或 2 所述的方法，其特征在于，所述将所述码字序列映射为 M 路序列，包括:

将所述码字序列进行串并转换,得到 M 路序列,每路序列包括 N/M 个来自于第一码字的比特;

对 M 路序列中的至少一路序列进行延时处理，延时比特数为 X*（N/M）个，X 为大于等于 1 的整数。

4、根据权利要求 1 或 2 所述的方法，其特征在于，所述将所述码字序列映射为 M 路序列，包括:

将所述码字序列进行交织处理,得到 M 路序列,每路序列包括 N/M 个来自于第一码字的比特。

5、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，M 等于 3 时，将所述码字序列映射为 M 路序列，具体包括:

将所述码字序列进行串并转换,得到 3 路序列,每路序列包括 N/3 个来自于第一码字的比特;

对第一序列进行延时处理，延时比特数为 N/3 个。

6、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，M 等于 3 时，将所述码字序列映射为 M 路序列，具体包括:

将所述码字序列进行串并转换,得到 3 路序列,每路序列包括 N/3 个来自于第一码字的比特;

对第一序列进行延时处理，延时比特数为 N/3 个;

对第二序列进行延时处理，延时比特数为 N/3 个。

7、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，M 等于 3 时，将所述码字序列映射为 M 路序列，具体包括:

将所述码字序列进行串并转换,得到 3 路序列,每路序列包括 N/3 个来自于第一码字的比特;

对第一序列进行延时处理，延时比特数为 2（N/3）个;

对第二序列进行延时处理，延时比特数为 N/3 个。

8、一种接收方法，其特征在于，包括:

接收经过信道传输的符号序列，所述符号序列为权利要求 1-7 任一项权利要求产生的符号序列；

对第一类符号进行解调处理，得到来自于第一码字的比特的对数似然比；

对第二类符号进行解调处理，得到来自于第一码字的比特的对数似然比；

根据所有来自于第一码字的比特的对数似然比进行译码，得到第一外信息；

利用所述第一外信息对所述第二类符号进行解调处理，得到来自于其它码字的比特的对数似然比。

9、根据权利要求 8 所述的方法，其特征在于，所述第一类符号还包括来自第二码字的比特，所述对第一类符号进行解调处理，得到来自于第一码字的比特的对数似然比之前还包括：

根据所有来自于第二码字的比特的对数似然比进行译码，得到第二外信息；

所述对第一类符号进行解调处理，得到来自于第一码字的比特的对数似然比包括：

利用所述第二外信息对所述第一类符号进行解调处理，得到来自于第一码字的比特的对数似然比。

10、根据权利要求 8 所述的方法，其特征在于，所述第一外信息为译码得到的后验信息减去译码的先验信息得到的信息；或者所述第一外信息为译码得到的后验信息。

11、一种调制装置，其特征在于，包括：

第一映射器，用于接收码字序列，每个码字包括 N 个比特，所述码字序列至少包括第一码字；还用于将所述码字序列映射为 M 路序列，每路序列包括 N/M 个来自于第一码字的比特；

第二映射器，用于将 M 路序列映射为符号序列，每个符号对应 M 个比特，所述 M 个比特分别来自于所述 M 路序列，其中 N/M 个第一类符号对应的的第一比特来自于所述第一码字，N/M 个第二类符号对应的第二比特来自于所述第一码字。

12、根据权利要求 11 所述的装置，其特征在于，所述符号对应 2^m 星座图中 2^m 个星座点中的一个星座点，所述 2^m 星座图中星座点之间的最小欧式距离为第一欧式距离；所述第一类符号在来自于第一码字的比特确定后在 2^m 星座图中可能对应的星座点之间的最小欧式距离为第二欧式距离，所述第二欧式距离大于所述第一欧式距离。

13、根据权利要求 11 或 12 所述的装置，其特征在于，所述第一映射器包括串并转换器和延时器，

所述串并转换器，用于接收码字序列，每个码字包括 N 个比特，所述码字序列至少包括第一码字；还用于将所述码字序列进行串并转换，得到 M 路序列，每路序列包括 N/M 个来自于第一码字的比特；

所述延时器，用于对 M 路序列中的至少一路序列进行延时处理，延时比特数为 X*（N/M）个，X 为大于等于 1 的整数。

14、根据权利要求 11 或 12 所述的装置，其特征在于，所述第一映射器包括交织器，所述交织器，用于接收码字序列，每个码字包括 N 个比特，所述码字序列至少包括第一码字；还用于将所述码字序列进行交织处理，得到 M 路序列，每路序列包括 N/M 个来自于第一码字的比特。

15、根据权利要求 11 所述的装置，其特征在于，所述第一映射器包括串并转换器

和延时器，

所述串并转换器，用于接收码字序列，每个码字包括 N 个比特，所述码字序列至少包括第一码字；还用于将所述码字序列进行串并转换，得到 3 路序列，每路序列包括 N/3 个来自于第一码字的比特；

所述延时器，用于对第一序列进行延时处理，延时比特数为 N/3 个。

16、根据权利要求 11 所述的装置，其特征在于，所述第一映射器包括串并转换器和延时器，

所述串并转换器，用于接收码字序列，每个码字包括 N 个比特，所述码字序列至少包括第一码字；还用于将所述码字序列进行串并转换，得到 3 路序列，每路序列包括 N/3 个来自于第一码字的比特；

所述延时器，用于对第一序列进行延时处理，延时比特数为 N/3 个；对第二序列进行延时处理，延时比特数为 N/3 个。

17、根据权利要求 11 所述的装置，其特征在于，所述第一映射器包括串并转换器和延时器，

所述串并转换器，用于接收码字序列，每个码字包括 N 个比特，所述码字序列至少包括第一码字；还用于将所述码字序列进行串并转换，得到 3 路序列，每路序列包括 N/3 个来自于第一码字的比特；

所述延时器，用于对第一序列进行延时处理，延时比特数为 2（N/3）个；对第二序列进行延时处理，延时比特数为 N/3 个。

18、一种接收装置，其特征在于，包括：

解调器，用于接收经过信道传输的符号序列，所述符号序列为权利要求 11-17 任一项权利要求产生的符号序列，对第一类符号进行解调处理，得到来自于第一码字的比特的对数似然比，对第二类符号进行解调处理，得到来自于第一码字的比特的对数似然比；

译码器，用于根据所有来自于第一码字的比特的对数似然比进行译码，得到第一外信息；

所述解调器，还用于接收经过信道传输的所述符号序列，还用于利用所述第一外信息对所述第二类符号进行解调处理，得到来自于其它码字的比特的对数似然比。

19、根据权利要求 18 所述的装置，其特征在于，所述第一类符号还包括来自第二码字的比特，

所述译码器，还用于根据所有来自于第二码字的比特的对数似然比进行译码，得到第二外信息；

所述解调器用于对第一类符号进行解调处理，得到来自于第一码字的比特的对数似然比包括：

所述解调器，用于利用所述第二外信息对所述第一类符号进行解调处理，得到来自于第一码字的比特的对数似然比。

20、根据权利要求 18 所述的装置，其特征在于，所述第一外信息为译码得到的后验信息减去译码的先验信息得到的信息；或者所述第一外信息为译码得到的后验信息。

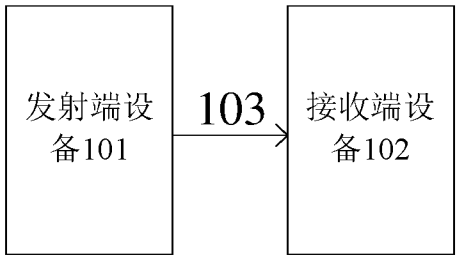


图 1A

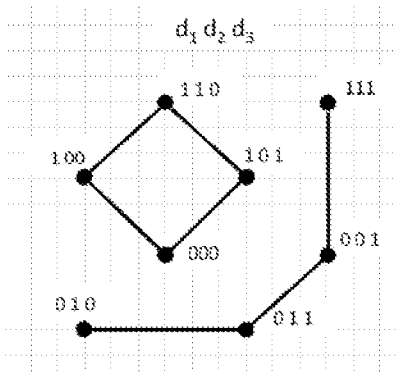


图 1B

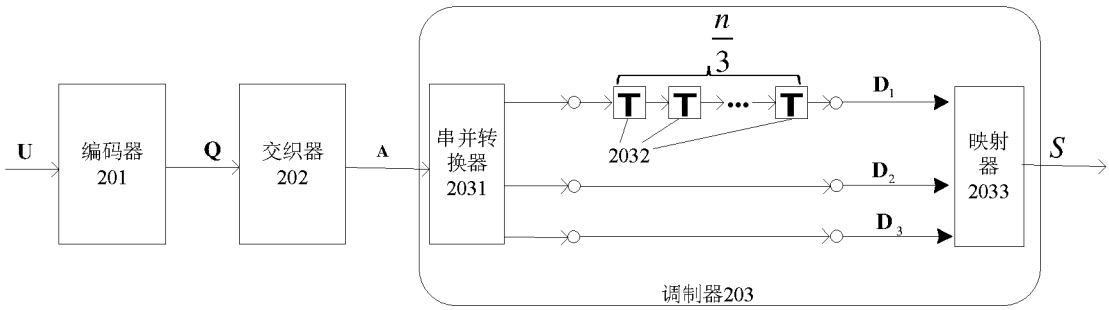


图 2A

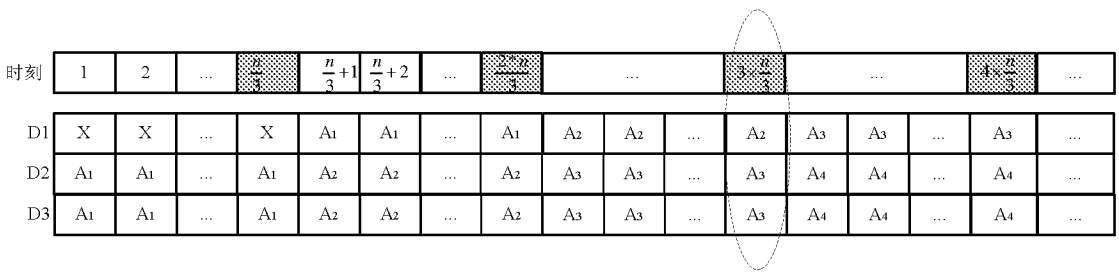


图 3A

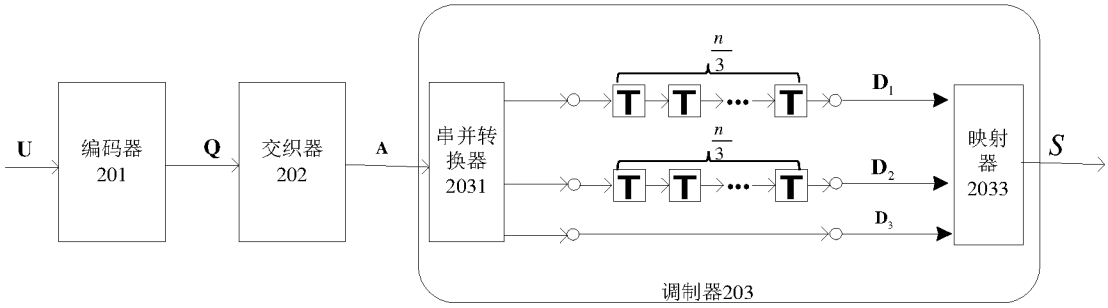


图 2B

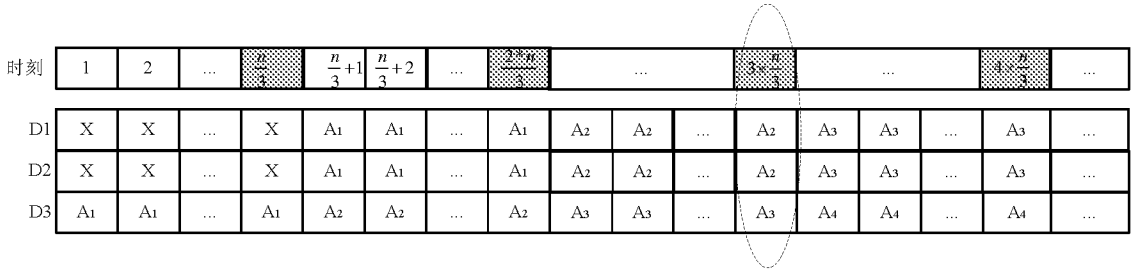


图 3B

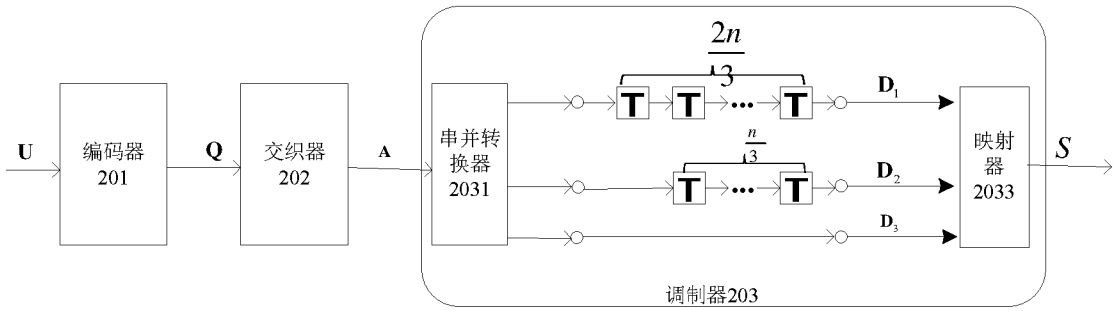


图 2C

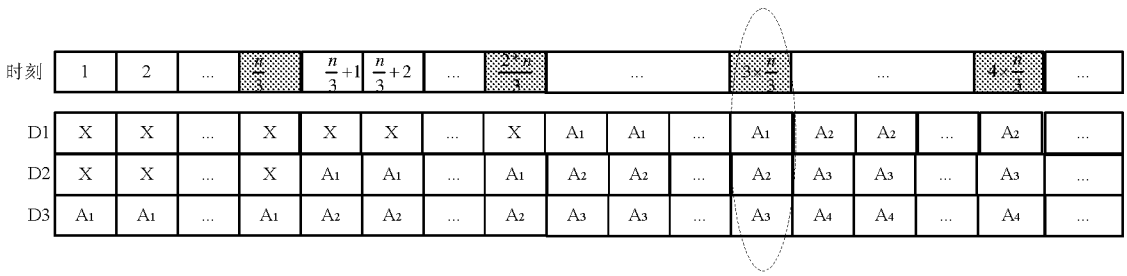


图 3C

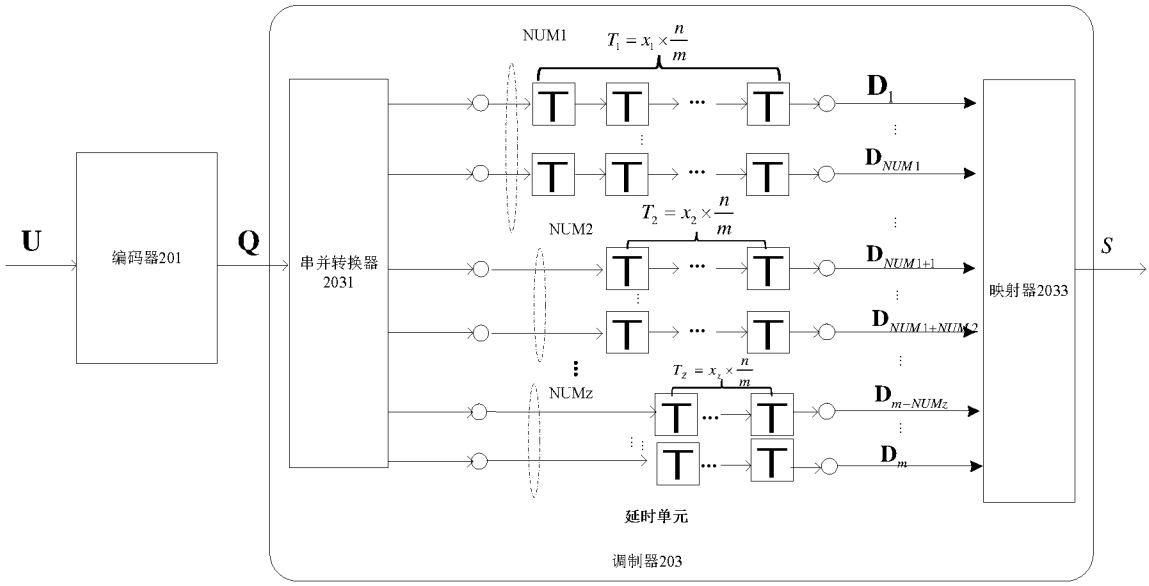

U
编码器201
Q
串并转换器
2031
NUM1
$T_1 = x_1 \times \frac{n}{m}$
NUM2
$T_2 = x_2 \times \frac{n}{m}$
NUMz
$T_z = x_z \times \frac{n}{m}$
D_1
D_{NUM1}
D_{NUM1+1}
$D_{NUM1+NUM2}$
D_{m-NUMz}
D_m
延时单元
调制器203
映射器2033
S

图 2D

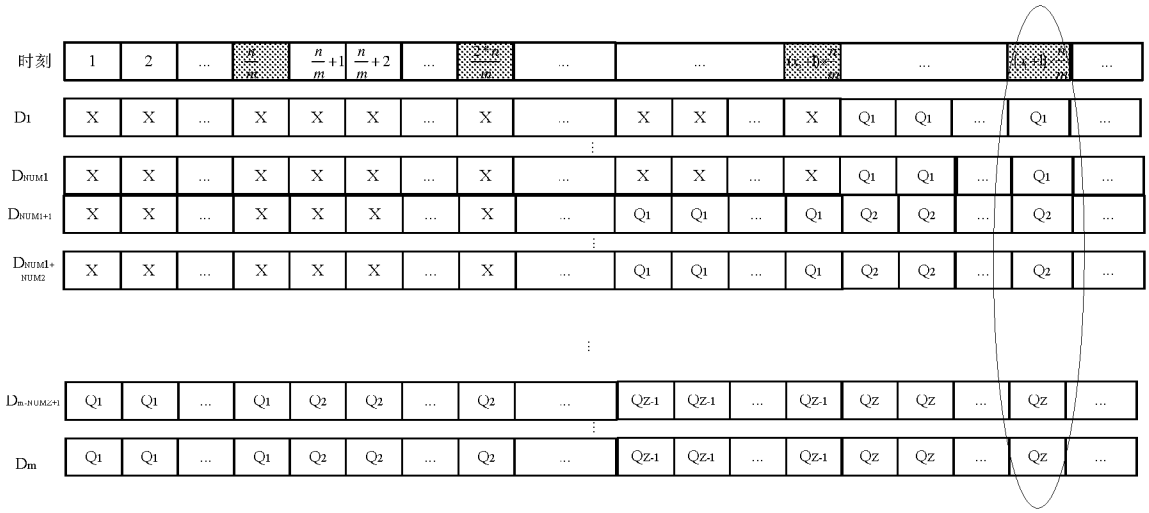

时刻
D1
DNUM1
DNUM1+1
DNUM1+NUM2
Dm-NUMz+1
Dm

图 3D

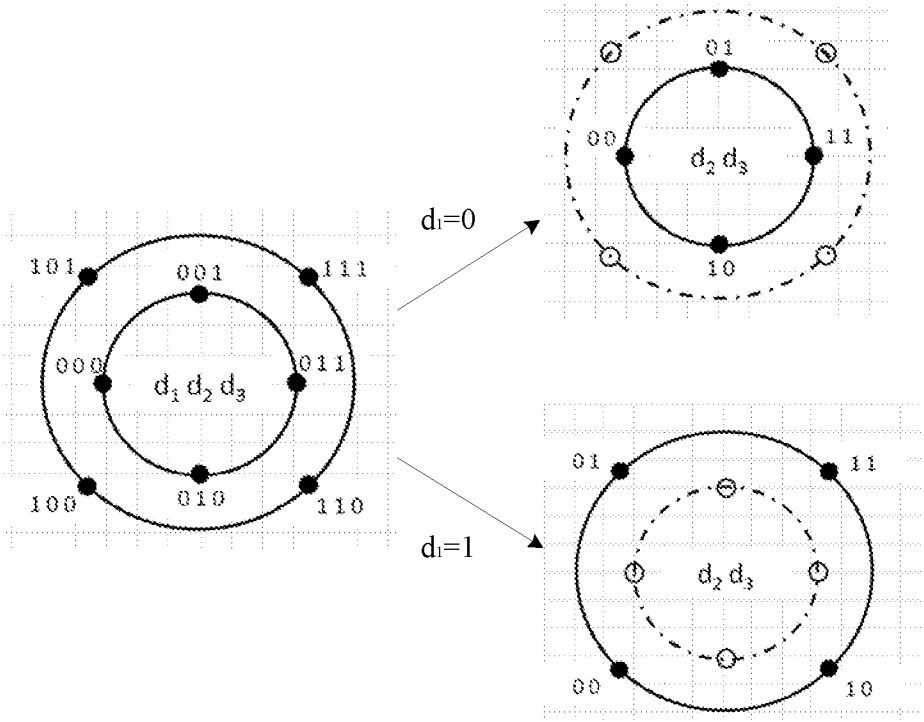

101
001
111
000
d1 d2 d3
011
100
010
110
d1=0
d1=1
01
00
11
d2 d3
10

图 4A

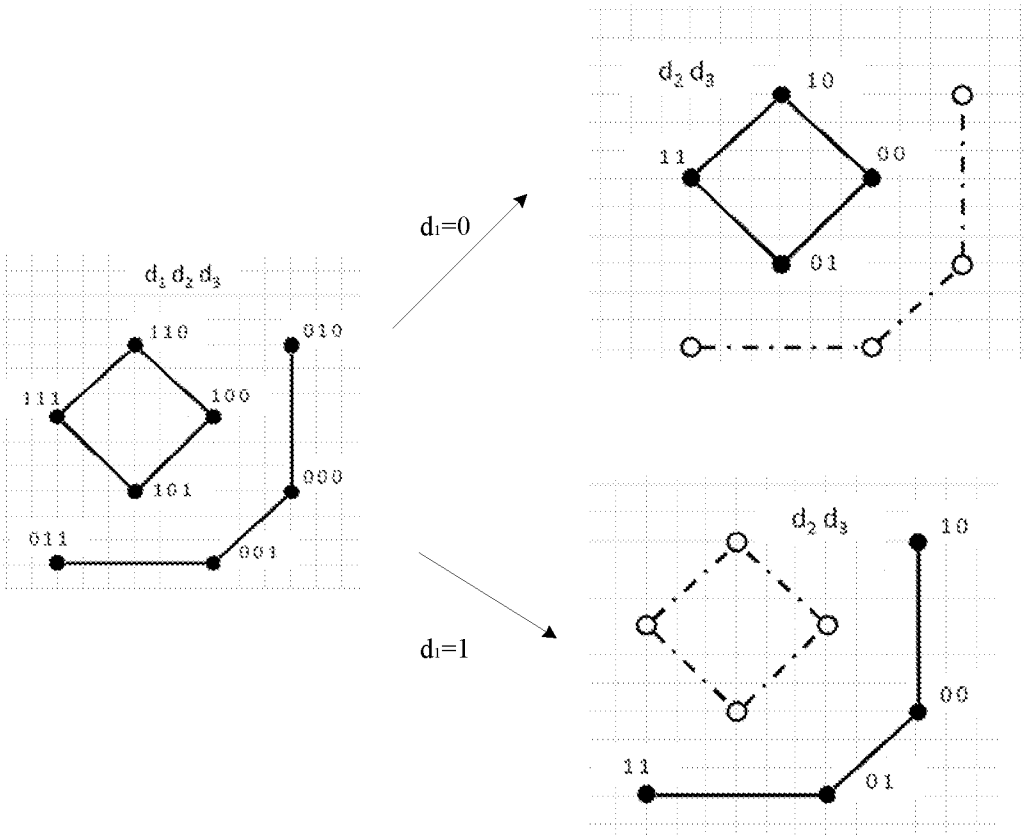

d1 d2 d3
110
010
111
100
101
000
011
001
d1=0
d1=1
d2 d3
10
11
00
01

图 4B

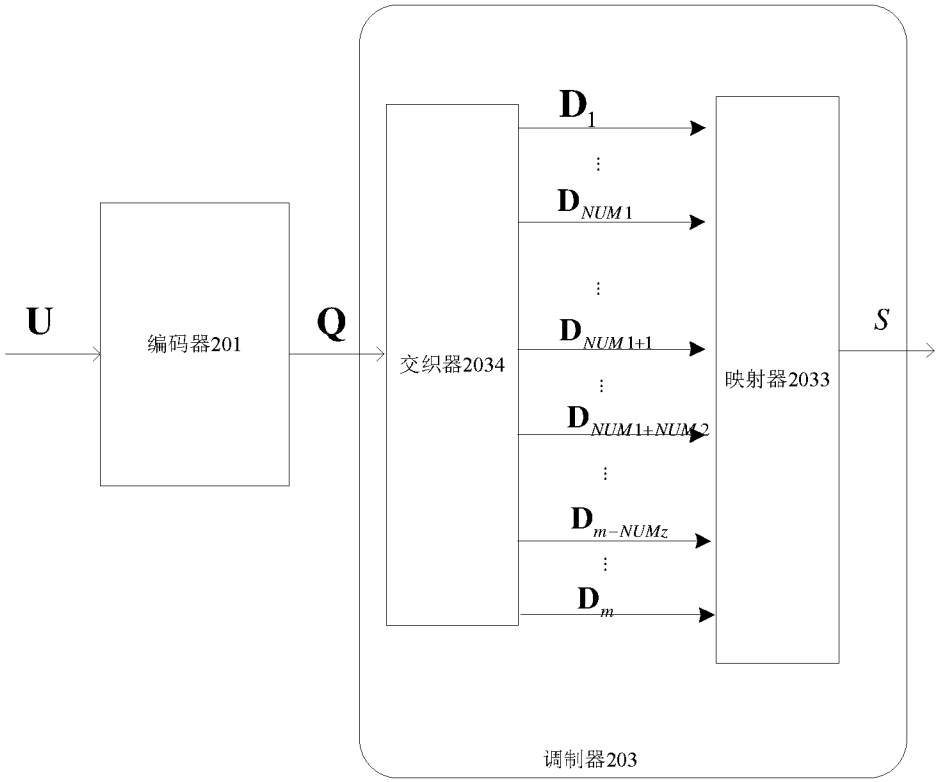

U
编码器201
Q
交织器2034
D1
DNUM1
DNUM1+1
DNUM1+NUM2
Dm−NUMz
Dm
映射器2033
S
调制器203

图 2E

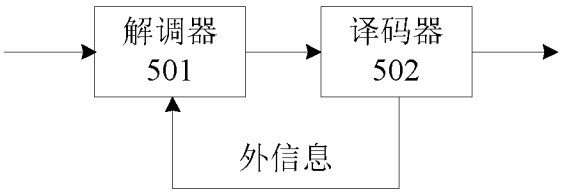

解调器
501
译码器
502
外信息

图 5A

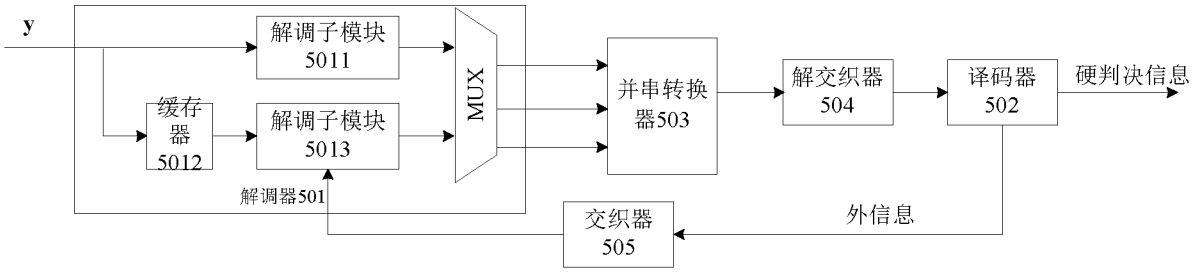

y
解调子模块
5011
缓存
器
5012
解调子模块
5013
MUX
解调器501
并串转换
器503
解交织器
504
译码器
502
硬判决信息
交织器
505
外信息

图 5B

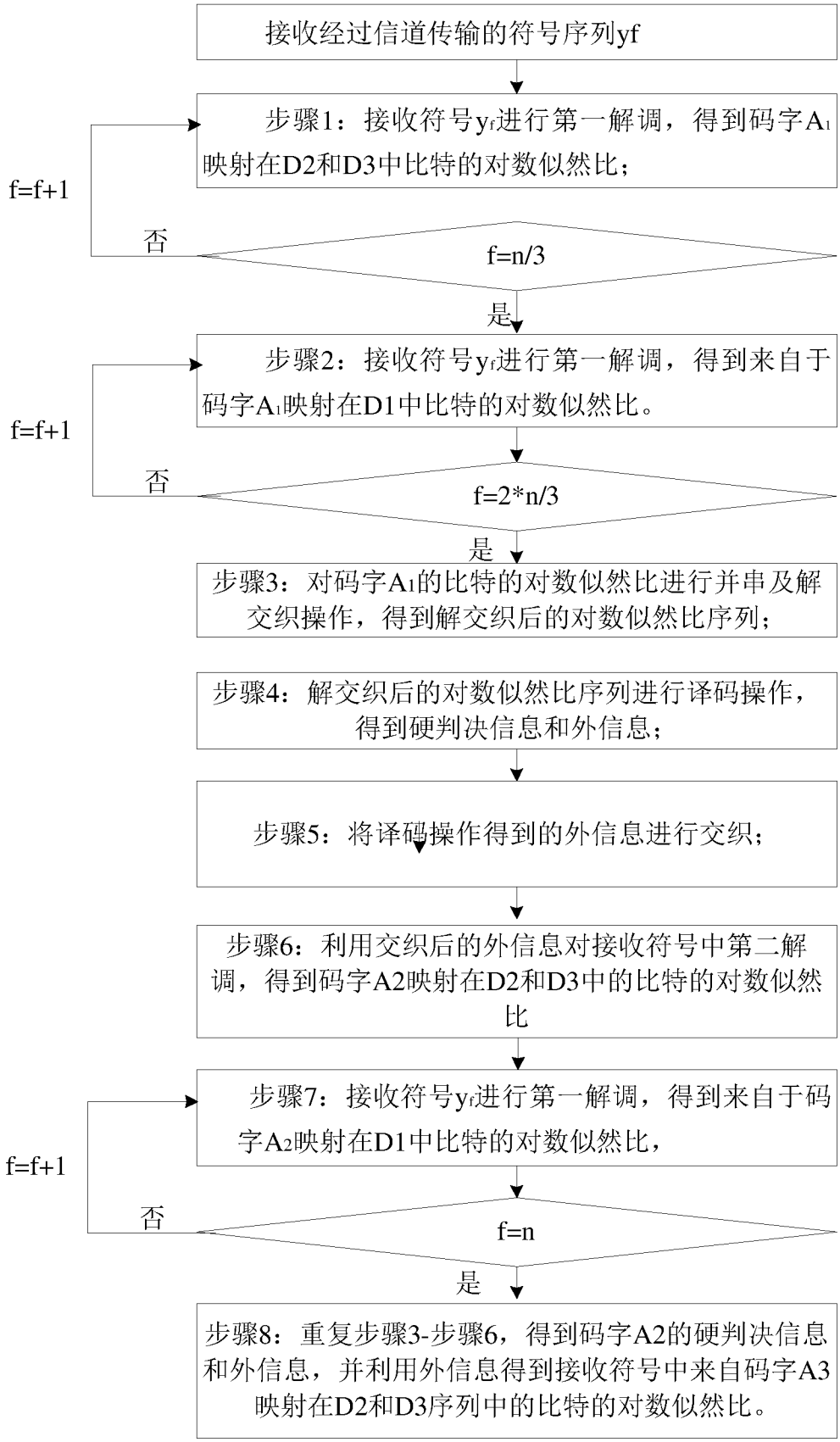

接收经过信道传输的符号序列yf
步骤1：接收符号yf进行第一解调，得到码字A1映射在D2和D3中比特的对数似然比；
f=f+1
否
f=n/3
是
步骤2：接收符号yf进行第一解调，得到来自于码字A1映射在D1中比特的对数似然比。
f=f+1
否
f=2*n/3
是
步骤3：对码字A1的比特的对数似然比进行并串及解交织操作，得到解交织后的对数似然比序列；
步骤4：解交织后的对数似然比序列进行译码操作，得到硬判决信息和外信息；
步骤5：将译码操作得到的外信息进行交织；
步骤6：利用交织后的外信息对接收符号中第二解调，得到码字A2映射在D2和D3中的比特的对数似然比
步骤7：接收符号yf进行第一解调，得到来自于码字A2映射在D1中比特的对数似然比，
f=f+1
否
f=n
是
步骤8：重复步骤3-步骤6，得到码字A2的硬判决信息和外信息，并利用外信息得到接收符号中来自码字A3映射在D2和D3序列中的比特的对数似然比。

图 6

m=4				
Z	NUM_1	NUM_2	NUM_3	NUM_4
2	1	3		
2	2	2		
3	1	1	2	
4	1	1	1	1

图 7A

m=5					
Z	NUM_1	NUM_2	NUM_3	NUM_4	NUM_5
2	1	4			
2	2	3			
3	1	1	3		
3	1	2	2		
4	1	1	1	2	
5	1	1	1	1	1

图 7B

m=6						
Z	NUM_1	NUM_2	NUM_3	NUM_4	NUM_5	NUM_6
2	1	5				
2	2	4				
2	3	3				
3	1	1	4			
3	1	2	3			
3	2	2	2			
4	1	1	1	3		
4	1	1	2	2		
5	1	1	1	1	2	
6	1	1	1	1	1	1

图 7C

m=7							
Z	NUM_1	NUM_2	NUM_3	NUM_4	NUM_5	NUM_6	NUM_7
2	1	6					
2	2	5					
2	3	4					
3	1	1	5				
3	1	2	4				
3	1	3	3				
3	2	2	3				
4	1	1	1	4			
4	1	1	2	3			
4	1	2	2	2			
5	1	1	1	1	3		
5	1	1	1	2	2		
6	1	1	1	1	1	2	
7	1	1	1	1	1	1	1

图 7D

m=8								
Z	NUM_1	NUM_2	NUM_3	NUM_4	NUM_5	NUM_6	NUM_7	NUM_8
2	1	7						
2	2	6						
2	3	5						
2	4	4						
3	1	1	6					
3	1	2	5					
3	1	3	4					
3	2	2	4					
3	2	3	3					
4	1	1	1	5				
4	1	1	2	4				
4	1	1	3	3				
4	1	2	2	3				
4	2	1	2	3				
4	2	2	2	2				
5	1	1	1	1	4			
5	1	1	1	2	3			
5	1	1	2	2	2			
6	1	1	1	1	1	3		
6	1	1	1	1	2	2		
7	1	1	1	1	1	1	2	
8	1	1	1	1	1	1	1	1

图 7E

m=9									
Z	NUM_1	NUM_2	NUM_3	NUM_4	NUM_5	NUM_6	NUM_7	NUM_8	NUM_9
2	1	8							
2	2	7							
2	3	6							
2	4	5							
3	1	1	7						
3	1	2	6						
3	1	3	5						
3	1	4	4						
3	2	2	5						
3	2	3	4						
3	3	3	3						
4	1	1	1	6					
4	1	1	2	5					
4	1	1	3	4					
4	1	2	2	4					
4	1	2	3	3					
4	2	2	2	3					
5	1	1	1	1	5				
5	1	1	1	2	4				
5	1	1	1	3	3				
5	1	1	2	2	3				
5	1	2	2	2	2				
6	1	1	1	1	1	4			
6	1	1	1	1	2	3			
6	1	1	1	2	2	2			
7	1	1	1	1	1	1	3		
7	1	1	1	1	1	2	2		
8	1	1	1	1	1	1	1	2	
9	1	1	1	1	1	1	1	1	1

图 7F

m=10										
Z	NUM_1	NUM_2	NUM_3	NUM_4	NUM_5	NUM_6	NUM_7	NUM_8	NUM_9	NUM_{10}
2	1	9								
2	2	8								
2	3	7								
2	4	6								
2	5	5								
3	1	1	8							
3	1	2	7							
3	1	3	6							
3	1	4	5							
3	2	2	6							
3	2	3	5							
3	2	4	4							
3	3	3	4							
4	1	1	1	7						
4	1	1	2	6						
4	1	1	3	5						
4	1	1	4	4						
4	1	2	2	5						
4	1	2	3	4						
4	1	3	3	3						
4	2	2	2	4						
4	2	2	3	3						
5	1	1	1	1	6					
5	1	1	1	2	5					
5	1	1	1	3	4					
5	1	1	2	2	4					
5	1	1	2	3	3					
5	1	2	2	2	3					
5	2	2	2	2	2					
6	1	1	1	1	1	5				
6	1	1	1	1	2	4				
6	1	1	1	1	3	3				
6	1	1	1	2	2	3				
6	1	1	2	2	2	2				
7	1	1	1	1	1	1	4			
7	1	1	1	1	1	2	3			
7	1	1	1	1	2	2	2			
8	1	1	1	1	1	1	1	3		
8	1	1	1	1	1	1	2	2		
9	1	1	1	1	1	1	1	1	2	
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

图 7G

m=11											
Z	NUM_1	NUM_2	NUM_3	NUM_4	NUM_5	NUM_6	NUM_7	NUM_8	NUM_9	NUM_{10}	NUM_{11}
2	1	10									
2	2	9									
2	3	8									
2	4	7									
2	5	6									
3	1	1	9								
3	1	2	8								
3	1	3	7								
3	1	4	6								
3	1	5	5								
3	2	2	7								
3	2	3	6								
3	2	4	5								
3	3	3	5								
3	3	4	4								
4	1	1	1	8							
4	1	1	2	7							
4	1	1	3	6							
4	1	1	4	5							
4	1	2	2	6							
4	1	2	3	5							
4	1	2	4	4							
4	1	3	3	4							
4	2	2	2	5							
4	2	2	3	4							
4	2	3	3	3							
5	1	1	1	1	7						
5	1	1	1	2	6						
5	1	1	1	3	5						
5	1	1	1	4	4						
5	1	1	2	2	5						
5	1	1	2	3	4						
5	1	1	3	3	3						
5	1	2	2	2	4						
5	1	2	2	3	3						
5	2	2	2	2	3						
6	1	1	1	1	1	6					
6	1	1	1	1	2	5					
6	1	1	1	1	3	4					
6	1	1	1	2	2	4					
6	1	1	1	2	3	3					
6	1	1	2	2	2	3					
6	1	2	2	2	2	2					
7	1	1	1	1	1	1	5				
7	1	1	1	1	1	2	4				
7	1	1	1	1	1	3	3				
7	1	1	1	1	2	2	3				
7	1	1	1	2	2	2	2				
8	1	1	1	1	1	1	1	4			
8	1	1	1	1	1	1	2	3			
8	1	1	1	1	1	2	2	2			
9	1	1	1	1	1	1	1	1	3		
9	1	1	1	1	1	1	1	2	2		
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	
11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

图 7H

m=12												
Z	NUM_1	NUM_2	NUM_3	NUM_4	NUM_5	NUM_6	NUM_7	NUM_8	NUM_9	NUM_{10}	NUM_{11}	NUM_{12}
2	1	11										
2	2	10										
2	3	9										
2	4	8										
2	5	7										
2	6	6										
3	1	1	10									
3	1	2	9									
3	1	3	8									
3	1	4	7									
3	1	5	6									
3	2	2	8									
3	2	3	7									
3	2	4	6									
3	2	5	5									
3	3	3	6									
3	3	4	5									
3	4	4	4									
4	1	1	1	9								
4	1	1	2	8								
4	1	1	3	7								
4	1	1	4	6								
4	1	1	5	5								
4	1	2	2	7								
4	1	2	3	6								
4	1	2	4	5								
4	1	3	3	5								
4	1	3	4	4								
4	2	2	2	6								
4	2	2	3	5								
4	2	2	4	4								
4	2	3	3	4								
4	3	3	3	3								
5	1	1	1	1	8							
5	1	1	1	2	7							
5	1	1	1	3	6							
5	1	1	1	4	5							
5	1	1	2	2	6							
5	1	1	2	3	5							
5	1	1	2	4	4							
5	1	1	3	3	4							
5	1	2	2	2	5							
5	1	2	2	3	4							
5	1	2	3	3	3							
5	2	2	2	2	4							
5	2	2	2	3	3							
6	1	1	1	1	1	7						
6	1	1	1	1	2	6						
6	1	1	1	1	3	5						
6	1	1	1	1	4	4						
6	1	1	1	2	2	5						
6	1	1	1	2	3	4						
6	1	1	1	3	3	3						
6	1	1	2	2	2	4						
6	1	1	2	2	3	3						
6	1	2	2	2	2	3						
6	2	2	2	2	2	2						
7	1	1	1	1	1	1	6					
7	1	1	1	1	1	2	5					
7	1	1	1	1	1	3	4					
7	1	1	1	1	2	2	4					
7	1	1	1	1	2	3	3					
7	1	1	1	2	2	2	3					
8	1	1	2	2	2	2	2					
8	1	1	1	1	1	1	1	5				
8	1	1	1	1	1	1	2	4				
8	1	1	1	1	1	1	3	3				
8	1	1	1	1	1	2	2	3				
8	1	1	1	1	2	2	2	2				
9	1	1	1	1	1	1	1	1	4			
9	1	1	1	1	1	1	1	2	3			
9	1	1	1	1	1	1	2	2	2			
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3		
10	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2		
11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	
12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

图 7I

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2017/071926

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04L 1/00 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04L, H04W, H04Q

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)

CNKI, CNPAT, WPI, EPODOC, 3GPP: N channel, multi channel, first class, series-parallel, correspond, multi, bit, sequence, symbol, code word, mapping, parallel, serial, switch, convert, modulate, demodulate

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 103209053 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.), 17 July 2013 (17.07.2013), description, paragraphs [0028]-[0069]	1-20
A	CN 101286773 A (ZTE CORP.), 15 October 2008 (15.10.2008), the whole document	1-20
A	CN 105376025 A (SHANGHAI NATIONAL ENGINEERING RESEARCH CENTER OF DIGITAL TELEVISION CO., LTD.), 02 March 2016 (02.03.2016), the whole document	1-20
A	CN 103312456 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.), 18 September 2013 (18.09.2013), the whole document	1-20
A	WO 2010006469 A1 (ALCATEL-LUCENT SHANGHAI BELL CO., LTD. et al.), 21 January 2010 (21.01.2010), the whole document	1-20
A	WO 2015180186 A1 (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.), 03 December 2015 (03.12.2015), the whole document	1-20

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
23 March 2017 (23.03.2017)	**17 April 2017 (17.04.2017)**
Name and mailing address of the ISA/CN: 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 **CHEN, Wenjing** Telephone No.:(86-10) **61648264**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2017/071926

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 103209053 A	17 July 2013	None	
CN 101286773 A	15 October 2008	None	
CN 105376025 A	02 March 2016	None	
CN 103312456 A	18 September 2013	None	
WO 2010006469 A1	21 January 2010	US 2011107174 A1	05 May 2011
		EP 2302855 A1	30 March 2011
		CN 102017557 A	13 April 2011
WO 2015180186 A1	03 December 2015	CN 105723673 A	29 June 2016

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2017/071926

A. 主题的分类

H04L 1/00(2006.01)i

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)

H04L，H04W，H04Q

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））

CNKI,CNPAT,WPI,EPODOC,3GPP: N路，多路，比特，第一类，序列，符号，码字，串并，并行，转换，变换，映射，对应，调制，解调，multi，bit，sequence，symbol，code word，mapping，parallel，serial，switch，convert，modulate，demodulate

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
A	CN 103209053 A (华为技术有限公司) 2013年 7月 17日 (2013-07-17) 说明书第[0028]-[0069]段	1-20
A	CN 101286773 A (中兴通讯股份有限公司) 2008年 10月 15日 (2008-10-15) 全文	1-20
A	CN 105376025 A (上海数字电视国家工程研究中心有限公司) 2016年 3月 2日 (2016-03-02) 全文	1-20
A	CN 103312456 A (华为技术有限公司) 2013年 9月 18日 (2013-09-18) 全文	1-20
A	WO 2010006469 A1 (上海贝尔阿尔卡特股份有限公司 等) 2010年 1月 21日 (2010-01-21) 全文	1-20
A	WO 2015180186 A1 (华为技术有限公司) 2015年 12月 3日 (2015-12-03) 全文	1-20

☐ 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	国际检索报告邮寄日期
2017年 3月 23日	2017年 4月 17日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN) 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 陈文静 电话号码 (86-10)61648264

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2017/071926

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	103209053	A	2013年 7月 17日	无			
CN	101286773	A	2008年 10月 15日	无			
CN	105376025	A	2016年 3月 2日	无			
CN	103312456	A	2013年 9月 18日	无			
WO	2010006469	A1	2010年 1月 21日	US	2011107174	A1	2011年 5月 5日
				EP	2302855	A1	2011年 3月 30日
				CN	102017557	A	2011年 4月 13日
WO	2015180186	A1	2015年 12月 3日	CN	105723673	A	2016年 6月 29日