

一种重传方法及装置

技术领域

本申请实施例涉及通信技术领域，尤其涉及一种重传方法及装置。

背景技术

信道编码作为最基本的无线接入技术，在保证数据的可靠性传输方面起到至关重要的作用。在现有的无线通信系统中，一般采用 Turbo 码、低密度奇偶校验码 (low density parity check, LDPC) 和极化 (Polar) 码进行信道编码。Turbo 码不能够支持过低或过高码率的信息传输。而对于中短包传输，Turbo 码和 LDPC 码也由于自身编译码的特点，在有限码长下很难达到理想的性能。在实现方面，Turbo 码和 LDPC 码在编译码实现过程中具有较高的计算复杂度。Polar 码是理论上证明可以取得香农容量，且具有相对简单的编译码复杂度的好码，因而得到了越来越广泛的应用。在第五代 (5th generation, 5G) 通信系统中，将 Polar 码确定为控制信道的编码方式。因此在标准中详细的规定了 Polar 码的编码流程，包括分段、确定速率匹配方式、信息比特和校验比特 (包括循环冗余校验比特和/或奇偶校验比特) 在极化信道上的映射、编码、速率匹配等具体的过程。

但也正因为 5G 标准中 Polar 码只用于控制信道，因此不涉及混合自动重传请求 (Hybrid Automatic Repeat reQuest, HARQ) 的机制设计。而在数据信道中，HARQ 的引入将有效的增强传输的可靠性并进而增大系统的吞吐量。所以如何针对 Polar 码的编码机制，设计合适的 HARQ 方案，就成为将 Polar 码应用到数据信道传输这一课题亟需解决的问题。

发明内容

本申请实施例提供一种应用于无线通信的重传方法及装置，具有实现简单的优点。

本申请实施例提供的具体技术方案如下：

第一方面，提供一种重传方法，其特征在于，包括：

发送装置获取包括 K 待编码比特的待编码比特序列，K 为正整数；

对所述待编码序列进行极化编码，得到编码后的第一比特序列，所述第一比特序列的长度为 N_0 ，确定初传版本 RV0；

确定重传版本 RV1 的长度 E_1 ；

根据初传码率 R_0 确定重传版本 RV1；

发送所述 RV1。

通过这样的实施方法，一方面尽量复用了现有标准中的设计，另一方面又吸纳了现有 HARQ 机制的优点，因此实现简单，性能也能满足需求。

在一种可能的设计中，所述根据初传码率 R_0 确定重传版本 RV1 包括：

当 R_0 小于或等于预设的码率门限 $R_{\text{threshold}}$ 时，所述 RV1 为从初传的第一循环缓存中读取的 E_1 个比特；或者

当 R_0 大于 $R_{\text{threshold}}$ 时，采用增量冗余 IR 的方式生成编码后的第二比特序列，根据所述第二比特序列获取 RV1，所述第二比特序列长度为 N_1 ， $N_1=2*N_0$ 。

在一种可能的设计中，所述根据所述第二比特序列获取 RV1 为：

获取子信道集合 Q1, 所述 Q1 中包括 K 个元素, 所述 K 个元素是初传中用于放置所述 K 个待编码比特的 K 个子信道的序号;

获取子信道集合 Q2, 其中 $Q2(i)=Q1(i)+N0$, 其中 $i=0,1,\dots,K-1$, 其中 N0 为初传时采用的极化码的母码长度;

获取子信道集合 Q3, 其中 $Q3(i)<N0$ 或者 $Q3(i)\in Q2$ 其中 $i=0,1,\dots,K-1$;

确定扩展待编码比特集合 Qext, 其中的元素为所述 Q3 中小于 N0 的元素;

确定复制比特集合 Qchk= $Q2\setminus(Q3\setminus Qext)$;

根据所述 Q2、所述 Q3、所述 Qext、所述 Qchk 对所述 K 个待编码比特进行母码长度为 N1 的 Polar 码编码, 得到所述第二比特序列。

在一种可能的设计中, 所述 Q3 是根据长度为 N1 的可靠度排序序列以及重传的速率匹配方式确定的。

在一种可能的设计中, 所述根据所述 Q2、所述 Q3、所述 Qext、所述 Qchk 对所述 K 个待编码比特进行母码长度为 N1 的 Polar 码编码包括:

选取部分或全部 Qchk 中的子信道上的比特值逐个复制到对应的 Qext 的子信道上。

在一种可能的设计中, 所述根据所述第二比特序列获取 RV1 为:

根据重传的速率匹配方式从第二比特序列的前 N0 个比特中得到 RV1。

在一种可能的设计中, 在所述发送装置获取包括 K 待编码比特的待编码比特序列前, 还包括:

根据传输块大小 TBS 进行分段。

在一种可能的设计中,

所述分段的段数 C 为:

$$C = \begin{cases} \lceil (TBS + TB_{crc}) / K_{threshold} \rceil & TBS > K_{threshold} \\ 1 & \text{else} \end{cases}$$

其中 TB_{crc} 为传输块 TB 级的循环冗余校验 CRC 比特个数, K_{threshold} 为预设的第一门限。

在一种可能的设计中,

$$K = \begin{cases} \lceil (TBS + TB_{crc}) / C \rceil + CB_{crc} & C > 1 \\ TBS + TB_{crc} & C = 1 \end{cases}$$

其中 CB_{crc} 为码块 CB 级的 CRC 比特个数。

在一种可能的设计中,

$$TBS = 2^{n2} * C * \left\lceil (N'_{info} + TB_{crc}) / (2^{n2} * C) \right\rceil - TB_{crc}$$

其中 2^{n2} 为量化单位, $n2$ 为正整数, N'_{info} 为可传输的数据量 N_{info} 根据量化级别进行的调整。

在一种可能的设计中, 所述 N'_{info} 为:

$$N'_{info} = \max(TBS_{min}, 2^n * \text{round}((N_{info} - TB_{crc}) / 2^n))$$

$$n = \max(n_{min}, \lceil \log_2(N_{info} - TB_{crc}) \rceil - n0)$$

其中: TBS_{min} 为指最小的传输块大小, round 为四舍五入取整操作, n 为待传输的传输块的量化级别, n_{min} 为最小量化级别, n0 为量化调整量, $\lceil \cdot \rceil$ 为下取整操作。

在一种可能的设计中, 所述方法还包括:

所述发送装置将 RV0 和 RV1 级联输入第二循环缓存;

所述发送装置根据 RV0 和 RV1 进行重传。

第二方面, 提供一种重传方法, 其特征在于:

接收装置接收包含 K 个待编码比特的信息的接收信号, 所述接收信号对应的母

码长度 N_0 ，确定初传版本 RV0；

确定重传版本 RV1 的长度 E1；

根据初传码率 R_0 确定重传版本 RV1；

根据所述 RV0 和 RV1 进行解码。

在一种可能的设计中，所述根据初传码率 R_0 确定重传版本 RV1 包括：

当 R_0 小于或等于预设的码率门限 $R_threshold$ 时，所述 RV1 为从初传的第一循环缓存中读取的 E1 个比特；或者

当 R_0 大于 $R_threshold$ 时，采用增量冗余 IR 的方式生成编码后的第二比特序列，根据所述第二比特序列获取 RV1，所述第二比特序列长度为 N_1 ， $N_1=2*N_0$ 。

在一种可能的设计中，所述根据所述第二比特序列获取 RV1 为：

获取子信道集合 Q1，所述 Q1 中包括 K 个元素，所述 K 个元素是初传中用于放置所述 K 个待编码比特的 K 个子信道的序号；

获取子信道集合 Q2，其中 $Q2(i)=Q1(i)+N_0$ ，其中 $i=0,1,\dots,K-1$ ，其中 N_0 为初传时采用的极化码的母码长度；

获取子信道集合 Q3，其中 $Q3(i)<N_0$ 或者 $Q3(i)\in Q2$ 其中 $i=0,1,\dots,K-1$ ；

确定扩展待编码比特集合 Qext，其中的元素为所述 Q3 中小于 N_0 的元素；

确定复制比特集合 Qchk= $Q2 \setminus (Q3 \setminus Qext)$ ；

根据所述 Q2、所述 Q3、所述 Qext、所述 Qchk 对所述 K 个待编码比特进行母码长度为 N_1 的 Polar 码编码，得到所述第二比特序列。

在一种可能的设计中，所述 Q3 是根据长度为 N_1 的可靠度排序序列以及重传的速率匹配方式确定的。

在一种可能的设计中，所述根据所述 Q2、所述 Q3、所述 Qext、所述 Qchk 对所述 K 个待编码比特进行母码长度为 N_1 的 Polar 码编码包括：

选取部分或全部 Qchk 中的子信道上的比特值逐个复制到对应的 Qext 的子信道上。

在一种可能的设计中，所述根据所述第二比特序列获取 RV1 为：

根据重传的速率匹配方式从第二比特序列的前 N_0 个比特中得到 RV1。

在一种可能的设计中，还包括对接收的待解码传输块根据传输块大小 TBS 进行分段。

在一种可能的设计中，

所述分段的段数 C 为：

$$C = \begin{cases} \lceil (TBS + TB_{crc}) / K_threshold \rceil & TBS > K_threshold \\ 1 & \text{else} \end{cases}$$

其中 TB_{crc} 为传输块 TB 级的循环冗余校验 CRC 比特个数， $K_threshold$ 为预设的第一门限。

在一种可能的设计中，

$$K = \begin{cases} \lceil (TBS + TB_{crc}) / C \rceil + CB_{crc} & C > 1 \\ TBS + TB_{crc} & C = 1 \end{cases}$$

其中 CB_{crc} 为码块 CB 级的 CRC 比特个数。

在一种可能的设计中，

$$TBS = 2^{n_2} * C * \left\lceil (N'_{info} + TB_{crc}) / (2^{n_2} * C) \right\rceil - TB_{crc}$$

其中 2^{n_2} 为量化单位， n_2 为正整数， N'_{info} 为可传输的数据量 N_{info} 根据量化级别进行的调整。

在一种可能的设计中，所述 N'_{info} 为：

$$N'_{info} = \max(TBS_{min}, 2^n * \text{round}((N_{info} - TB_{crc}) / 2^n))$$

$$n = \max(n_{\min}, \lceil \log_2(N_{\text{info}} - TB_{\text{crc}}) \rceil - n_0)$$

其中：TBS_{min} 为指最小的传输块大小，round 为四舍五入取整操作，n 为待传输的传输块的量化级别，n_{min} 为最小量化级别，n₀ 为量化调整量， $\lceil \cdot \rceil$ 为下取整操作。

在一种可能的设计中，所述方法还包括：

所述发送装置将 RV0 和 RV1 级联输入第二循环缓存；

所述发送装置根据 RV0 和 RV1 进行重传。

第三方面，提供一种发送装置，该装置具有实现上述第一方面和第一方面的任一种可能的设计中所述的方法的功能。所述功能可以通过硬件实现，也可以通过硬件执行相应的软件实现。所述硬件或软件包括一个或多个与上述功能相对应的模块。

在一个可能的设计中，当所述功能的部分或全部通过硬件实现时，所述发送装置包括：输入接口电路，用于获取待传传输块；逻辑电路，用于执行上述第一方面和第一方面的任一种可能的设计中所述的行为；输出接口电路，用于输出编码后的序列或者重传的序列。

可选的，所述发送装置可以是芯片或者集成电路。

在一个可能的设计中，当所述功能的部分或全部通过软件实现时，所述发送装置包括：存储器，用于存储程序；处理器，用于执行所述存储器存储的所述程序，当所述程序被执行时，所述发送装置可以实现如上述第一方面和第一方面的任一种可能的设计中所述的方法。

可选的，上述存储器可以是物理上独立的单元，也可以与处理器集成在一起。

在一个可能的设计中，当所述功能的部分或全部通过软件实现时，所述发送装置包括处理器。用于存储程序的存储器位于所述发送装置之外，处理器通过电路/电线与存储器连接，用于读取并执行所述存储器中存储的程序。

在一个可能的设计中，所述装置为网络设备或终端。

第四方面，提供一种接收装置，该装置具有实现上述第二方面和第二方面的任一种可能的设计中所述的方法的功能。所述功能可以通过硬件实现，也可以通过硬件执行相应的软件实现。所述硬件或软件包括一个或多个与上述功能相对应的模块。

在一个可能的设计中，当所述功能的部分或全部通过硬件实现时，所述接收装置包括：输入接口电路，用于获取接收信号；逻辑电路，用于执行上述第二方面和第二方面的任一种可能的设计中所述的行为；输出接口电路，用于输出解码结果。

可选的，所述接收装置可以是芯片或者集成电路。

在一个可能的设计中，当所述功能的部分或全部通过软件实现时，所述接收装置包括：存储器，用于存储程序；处理器，用于执行所述存储器存储的所述程序，当所述程序被执行时，所述发送装置可以实现如上述第一方面和第一方面的任一种可能的设计中所述的方法。

可选的，上述存储器可以是物理上独立的单元，也可以与处理器集成在一起。

在一个可能的设计中，当所述功能的部分或全部通过软件实现时，所述接收装置包括处理器。用于存储程序的存储器位于所述接收装置之外，处理器通过电路/电线与存储器连接，用于读取并执行所述存储器中存储的程序。

在一个可能的设计中，所述装置为网络设备或终端。

第五方面，提供了一种计算机存储介质，存储有计算机程序，该计算机程序包括用于

执行第一方面和第一方面的任一可能设计中任一种所述的方法的指令。

第六方面，提供了一种计算机存储介质，存储有计算机程序，该计算机程序包括用于执行第二方面和第二方面的任一可能设计中任一种所述的方法的指令。

第七方面，本申请实施例提供了一种包含指令的计算机程序产品，当其在计算机上运行时，使得计算机执行上述各方面所述的方法。

第八方面，提供了一种无线设备，包括用于实施第一方面和第一方面的任一可能设计的发送装置和收发器，

所述收发器用于接收或发送信号。

在一个可能的设计中，所述无线设备为终端或者网络设备。

第九方面，提供了一种无线设备，包括用于实施第二方面和第二方面的任一可能设计的接收装置和收发器，

所述收发器用于接收或发送信号。

在一个可能的设计中，所述无线设备为终端或者网络设备。

附图说明

图 1 为本申请实施例中应用的通信系统架构示意图；

图 2 为本申请实施例中分段方法的流程示意图；

图 3 为本申请实施例中 RV 版本确认的流程示意图；

图 4 为本申请实施例中 RV1 版本确认的流程示意图；

图 5 为本申请实施例中比特复制示意图；

图 6 为本申请实施例中发送装置结构示意图之一；

图 7 为本申请实施例中发送装置结构示意图之二；

图 8 为本申请实施例中发送设备示意图；

图 9 为本申请实施例中接收装置结构示意图之一；

图 10 为本申请实施例中接收装置结构示意图之二；

图 11 为本申请实施例中接收设备示意图。

具体实施方式

下面将结合附图，对本申请实施例进行详细描述。

在考虑将 Polar 码推广到数据信道时，一个合理的想法是尽量复用现有 5G 标准中的 Polar 码编码方法，例如不同长度的母码序列之间的嵌套特性，速率匹配方式的选取原则等等，当然在本申请中，对此也并不限制。

本申请实施例提供一种 Polar 码编码方法，具体地，包括新型的数据分段和 HARQ 方法。

为方便对本申请实施例的理解，下面对 Polar 码作简单介绍。

Polar 码的编码策略利用无噪信道传输用户有用的信息，全噪信道传输约定的信息或者不传信息。Polar 码也是一种线性块码，其编码矩阵为 G_N ，编码过程为 $x_1^N = u_1^N G_N$ ，其中 $u_1^N = (u_1, u_2, \dots, u_N)$ 是一个二进制的行矢量，长度为 N （即码长，可以看到，编码前后的序列 x 和 u 的长度均为 N ， N 也称为母码码长）； G_N 是一个 $N \times N$ 的矩阵，且 $G_N = F_2^{\otimes (\log_2(N))}$ 。

$F_2^{\otimes(\log_2(N))}$ 定义为 $\log_2 N$ 个矩阵 F_2 的克罗内克 (Kronecker) 乘积。上述矩阵 $F_2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}$ 。在有些实施方案中, G_N 中还包括一个转置矩阵 B_N , 不过不影响 Polar 编码的实质, 因此不做限定, 本申请还是以不引入 B_N 的方案为例。

Polar 码的编码过程中, u_1^N 中的一部分比特用来携带信息, 称为信息比特集合, 这些比特的索引的集合记作 A ; 另外的一部分比特设置为接收端和发送端预先约定的固定值, 称之为冻结比特集合或冻结比特 (frozen bits) 集合, 其索引的集合用 A 的补集 A^c 表示。Polar 码的编码过程相当于: $x_1^N = u_A G_N(A) \oplus u_{A^c} G_N(A^c)$, 这里, $G_N(A)$ 是 G_N 中由集合 A 中的索引对应的那些行得到的子矩阵, $G_N(A^c)$ 是 G_N 中由集合 A^c 中的索引对应的那些行得到的子矩阵。 u_A 为 u_1^N 中的信息比特集合, 数量为 K , 一般地, 包括但不限于循环冗余校验 (Cyclic Redundancy Check, 简称 CRC) 比特、奇偶校验 (Parity Check, 简称 PC) 比特在内的各类校验比特中的一种或多种也可以都包括在信息比特集合中; u_{A^c} 为 u_1^N 中的冻结比特集合, 其数量为 $(N-K)$, 是已知比特。这些冻结比特通常被设置为 0, 但是只要接收端和发送端预先约定, 冻结比特可以被任意设置。从而, Polar 码的编码输出可简化为: $x_1^N = u_A G_N(A)$, 这里 u_A 为 u_1^N 中的信息比特集合, u_A 为长度 K 的行矢量, 即 $|A|=K$, $|\cdot|$ 表示集合中元素的个数, K 为信息块大小, $G_N(A)$ 是矩阵 G_N 中由集合 A 中的索引对应的那些行得到的子矩阵, $G_N(A)$ 是一个 $K \times N$ 的矩阵。

在确定母码码长 N 后, Polar 码的构造过程即集合 A 的选取过程, 决定了 Polar 码的性能。Polar 码的构造过程通常是, 根据母码码长 N 确定共存在 N 个极化子信道, 分别对应编码矩阵的 N 个行, 在不考虑速率匹配的情况下, 将可靠度较高的前 K 个极化子信道的索引作为集合 A 的元素, 剩余 $(N-K)$ 个极化子信道对应的索引作为冻结比特的索引集合 A^c 的元素。集合 A 决定了信息比特的位置, 集合 A^c 决定了冻结比特的位置。极化子信道的序号即为信息比特或者冻结比特的的位置索引, 也即在 u_1^N 中的位置索引。

当考虑速率匹配的时候, 主要是考虑打孔 (puncture) 或缩短 (shorten) 的时候, 一般是先确定需要打孔或缩短 (即删除) 的 $N-E$ 个极化子信道, 这里 E 是目标码长, 即速率匹配后的比特序列长度, 这里选出的 $N-E$ 个极化子信道用于放置冻结比特, 在 5G 新空口 (New Radio, NR) 标准中, 针对打孔的情形, 还额外确定了一些称为预冻结的极化子信道, 也用于放置冻结比特, 这里不妨将预冻结的极化子信道数量定义为 P , P 大于或者等于 0 (对于缩短的情形, P 显然为 0, 这时候是可以不需要考虑 P 的), 然后在剩下的 $E-P$ 个极化子信道中按照可靠度挑选其中可靠度较高的 K 个极化子信道用于放置 K 个信息比特。当然, 也可以先选择可靠度较低的 $E-P-K$ 个子信道用于放置冻结比特, 而余下的 K 个子信道则用于放置信息比特。放置 K 个信息比特的 K 个极化子信道中的任意一个极化子信道的可靠度都高于用于放置冻结比特的 $E-P-K$ 个子信道中的任意一个子信道的可靠度。在本申请中, 对 P 的取值不做限制, 即使对于打孔的情形, P 也可以为 0, 即使对于缩短的情形, P 也可以取为大于 0, 并不影响本申请技术方案的实施, 无论是编码端还是解码端, 确认 K 个子信道用于放置 K 个信息比特的原则和方法是一致的。同时, 5G NR 标准中, 对于 $N-E$ 个极化子信道

的选取,是将子块交织(例如分成 32 个子块)后的序列放到循环缓存(英文为 circular buffer, 相当于速率匹配序列)上,如果是打孔,则在循环缓存上从第 N-E 个位置开始读取,丢弃从 0 到 N-E-1 位置上的比特,如果是缩短,则在循环缓存上从第 0 个位置开始读取直至第 E-1 个位置,而丢弃从第 E 到 N-1 位置上的比特。这种方式并未考虑不同母码长度之间的速率匹配序列之间的关系。

需要说明的是,这里说的可靠度的相对关系是基于一个给定的可靠度的计算方式,不同的可靠度计算方式可能会导致极化子信道的可靠度相对关系发生变化,但选择放置信息比特的极化子信道的方法是一样的。在 5G NR 标准之外,信息比特也可以考虑放置于最后被打孔或者缩短的极化子信道。本申请并不限制必须按照 5G NR 的标准选择放置信息比特的极化子信道。

当数据信道的传输块大小(Transport Block Size, TBS)过大时,需要将传输块分段,以上的介绍涉及的方案可以认为是对每一个分段进行 Polar 编码的实施方案。

图 1 为本发明实施例无线通信网络的结构示意图。图 1 只是一种示例,其它能用到本发明实施例的分段、重传方法或装置的无线网络也都在本发明的保护范围内。

如图 1 所示,无线通信网络 100 包括网络设备 110,和终端 112。当无线通信网络 100 包括核心网 102 时,该网络设备 110 还可以与核心网 102 相连。网络设备 110 还可以与 IP 网络 104 进行通信,例如,因特网(internet),私有的 IP 网,或其它数据网等。网络设备为覆盖范围内的终端提供服务。例如,参见图 1 所示,网络设备 110 为网络设备 110 覆盖范围内的一个或多个终端 112 提供无线接入。除此之外,网络设备之间的覆盖范围可以存在重叠的区域,例如网络设备 110 和 120。网络设备之间还可以互相通信,例如,网络设备 110 可以与网络设备 120 之间进行通信。

上述网络设备可以是用于与终端设备进行通信的设备。例如,可以是 LTE 系统中的演进型基站(Evolved Node B, eNB 或 eNodeB),还可以是 5G 网络中的 gNB,还可以是卫星通信中的卫星,或者未来通信系统中的网络侧设备等。或者该网络设备还可以是中继站、接入点、车载设备等。在设备对设备(Device to Device, D2D)通信系统、机器对机器(Machine to Machine, M2M)通信系统和车联网系统中,该网络设备还可以是担任基站功能的终端。

上述终端可以指用户设备(User Equipment, UE)、接入终端、用户单元、移动站、远方站、远程终端、移动设备、用户终端、无线通信设备、用户代理或用户装置。接入终端可以是蜂窝电话、无绳电话、会话启动协议(Session Initiation Protocol, SIP)电话、无线本地环路(Wireless Local Loop, WLL)站、个人数字处理(Personal Digital Assistant, PDA)、具有无线通信功能的手持设备、计算设备或连接到无线调制解调器的其它处理设备、车载设备、可穿戴设备,未来通信网络中的终端设备等。

基于图 1 所示的通信系统架构,本申请实施例中,执行 Polar 码编码方法的执行主体可以为上述网络设备或终端,当网络设备或终端作为发送端发送数据或信息时,均可以采用此 Polar 码编码方法。相应的,当网络设备或终端作为接收端接收数据或信息时,也需要根据本发明所述的方法确认分段和 HARQ 机制以进行相应的解码。下面将对本申请实施例提供的分段和/或重传方法做详细介绍。

基于图 1 所示的通信系统架构,如图 2 所示,本申请首先提供了一种如何判断及进行

数据分段的机制。

步骤 210: 确定实际传输的数据量 N_{info} ;

根据系统调度的资源数量 N_{RE} (Resource Element, 资源单元)、码率(R)、调制阶数(Q_m)、流数(v), 确定空口可传输的数据量为 $N_{info} = N_{RE} * R * Q_m * v$, 需要注意的是, 实际应用中 N_{info} 也可以通过其他方式确认, 例如在多输入多输出系统中, 有可能支持的多个流支持不同的调制方式, 那么这种情况下的计算方式就是各个流可传输的数据量之和而不再是乘积。本申请不作限定;

步骤220: 确定分段数目;

令:

$$N'_{info} = \max(TBSmin, 2^n * \text{round}((N_{info} - TBcrc)/2^n))$$

$$\text{其中 } n = \max(n_{min}, \lfloor \log_2(N_{info} - TBcrc) \rfloor - n_0) \quad (\text{公式一})$$

TBSmin是指最小的传输块大小, 通常可取为24比特;

round为四舍五入取整操作, 实际应用中该操作也可以改为上取整或下取整, 对后续的操作有一定的影响, 比如上取整得到的 N'_{info} 不小于round操作得到的 N'_{info} , 而round操作得到的 N'_{info} 不小于下取整得到的 N'_{info} , 这样就使得上取整方式会使得最终的分段数目大于或等于round操作得到的分段数目, 而round操作得到的分段数目大于或者等于下取整方式得到的分段数目;

TBcrc表示用于传输块 (Transport Block, TB) 级的CRC校验的比特数, 典型的可以取16、24、32等值, 如果TB不进行CRC校验, TBcrc还可以为0;

n 为当前传输块的量化级别, n_{min} 为传输块的最小量化级别, 这里的量化指的是传输块包括的数据单元数, 一般取 $n_{min}=3$, 表示一个数据单元包括2的3次方个比特, 即8个比特, 相当于一个字节, 如果 $n=3$, 所谓量化就可以指传输块包括了多少个字节。 n_0 为量化调整量, 典型的可以取4,5,6等值;

$\lfloor \cdot \rfloor$ 为下取整操作, 这里也可以改成round操作或者上取整, 对系统的影响主要看是导致 N'_{info} 变大还是变小;

$\log_2(\cdot)$ 表示2为底的对数操作。

从上述描述可以看成, N'_{info} 可以看成 N_{info} 根据量化级别进行的调整, 从而确保包括数据单元的数量是整数。

设 $K_threshold$ 为预设的分段门限, 则分段段数 C 的取值为:

$$C = \begin{cases} \lceil (N'_{info} + TBcrc) / K_threshold \rceil & N'_{info} > K_threshold \\ 1 & \text{else} \end{cases} \quad (\text{公式二})$$

其中为 $\lceil \cdot \rceil$ 上取整操作, 注意这里只能是上取整操作, 而不能用round操作或者下取

整操作, else表示其他。另外, 其中的“>”也可以为“≥”, 表示在取到门限值时 also 进行分段, 在具体应用中可根据需要确定是否将之分段, 这里不做限制。

$$K_threshold = Kcb - CBcrc \quad (公式三)$$

Kcb为一个信道编码编码块所能包括的最多待编码比特数, 其中也包括码块(Code Block, CB)级CRC的比特数CBcrc, CBcrc的典型取值为6,8,16,24,32等值。一个较为常用的取法是

$$K_{cb} = [(Nmax * R) / 2^{n1}] * 2^{n1} \quad (公式四)$$

其中Nmax为单次可传输的最大比特数, 当应用于Polar码编码时, Nmax数值上正好等于初次传输时支持的最大母码长度, 2^{n1} 表示量化单位, 可以对应上述的最小量化级别, 例如n1=3, 即按字节为单位进行量化, 因此 2^{n1} 也可以直接写成8。至于其中的上取整也可以换成round操作或者下取整, 从上述公式可以看出, Kcb越大, 则意味着分段的可能性变小或者段数趋向于变小。

步骤230: 确定TBS和每一段的待编码比特数量

确定段数C后, 就可以得到实际应传的TBS为:

$$TBS = 2^{n2} * C * \left\lceil (N'_{info} + TBcrc) / (2^{n2} * C) \right\rceil - TBcrc \quad (公式五)$$

由上式可以看出TBS可以看成是 N'_{info} 根据分段情况进一步调整的结果。注意这里的TBS是尚未进行CRC校验的数据载荷大小, 2^{n2} 表示量化单位, 一般地取n2=n1, 因此n2也可以取为3, 2^{n2} 也可以直接写成8。

相应地, 每一段中包括的待编码比特数K为:

$$K = \begin{cases} [(TBS + TBcrc) / C] + CBcrc & C > 1 \\ TBS + TBcrc & C = 1 \end{cases} \quad (公式六)$$

注意C=1的时候, 由于没有分段, 也即TB等于CB, 因此只需进行一次CRC校验即可。公式六中采用了TB级CRC, 实际应用中也可以根据规定改为CBcrc, 只需收发两端统一即可。

虽然如图2中以分开的多个步骤多个公式进行分段的判断和TBS的计算, 实际应用中可以合并其中的部分甚至全部公式及步骤或者在不影响最终结果的前提下对计算的前后顺序做出改变。

以上如图2所示的方法是基于尚未确定TBS的情况下, 如果已经明确知道TBS的大小, 那么判断是否分段就更简单了, 分段数目C可以是:

$$C = \begin{cases} [(TBS + TBcrc) / K_threshold] & TBS > K_threshold \\ 1 & else \end{cases} \quad (公式七)$$

类似的, 其中的“>”也可以为“≥”, 表示在取到门限值时 also 进行分段, 这里不做限制。

至于每一段中包括的待编码比特数K同样可以采用公式六计算。

需要指出的是,上述的分段方式适用于包括Polar编码、LDPC编码在内的多种信道编码。

由于分段后的每一段传输块的处理原则和方法都一致,因此以下实施例均按 $C=1$ 的情况进行叙述,其中涉及到CRC时也是指CB级的CRC。也即,发送端在获取传输块后进行分段,然后在每一段中对K个待编码比特进行编码得到编码后的序列或者重传的序列然后发送,而在接收端则接收待解码传输块,其中相应的每一段为包含K个待编码比特的信息的接收信号(即编码后的序列或者重传的序列),并进行相应的解码。

那么,在采用Polar码作为数据信道的信道编码方式时,如果在初次传输(简称初传)出错后,又如何进行重传呢?在现有的3GPP协议中并未规定Polar码的HARQ方案,因此,一方面,数据信道的初次传输方案可以考虑复用现有3GPP技术,包括速率匹配方案的选择,信息比特的选取原则,但由于数据信道支持的传输块较大,因此 N_{max} 肯定要提,相应的可靠度排序序列也要设计,不过这并非本发明的涉及范围,所以不作限制。另一方面,这里首先提供一种重传的方法:即初次传输出错的时候,第一次重传采用增量冗余(incremental redundancy, IR)的方式,而之后的重传则采用追逐合并(chase combining, CC)的方式。这个方式既可以利用到IR方式的优点,又可以简化设计,是个比较好的折中。

如图3所示,揭示了一种如何构造冗余版本(redundancy version, RV)用于HARQ传输的重传方法的实施例。

操作310:发送端对获取待编码比特序列进行Polar编码,得到编码后的第一比特序列,并根据速率匹配方式获取初传版本RV0。

本步骤可以采用现有技术。例如,按照3GPP的标准,编码后的第一比特序列经过交织后写入第一循环缓存,当初传码率 R_0 小于或等于 $7/16$ 的时候,采用打孔的速率匹配方式,这时RV0就是第一循环缓存中的后 E_0 个比特;而当 R_0 大于 $7/16$ 的时候,则采用缩短的速率匹配方式,这时RV0就是第一循环缓存中的前 E_0 个比特。其中 $R_0=K/E_0$, E_0 为初传中空口实际传输的比特数量。

操作320:确定重传版本RV1的长度 E_1 。

E_1 为第一次重传的空口可以传输的比特数量,具体的取值方法和确定 E_0 的方法一致。

操作330:根据初传码率 R_0 和重传的速率匹配方式确定RV1。

当 R_0 小于或等于预设的码率门限 $R_{threshold}$ (即 $R_0 \leq R_{threshold}$)时,可以直接从初传的第一循环缓存中直接读取长度为 E_1 的RV1版本。其中 $R_{threshold}$ 可以采用在 $1/4$ 和 $1/2$ 之间的任意一个值,例如 $1/4$ 、 $3/8$ 、 $7/16$ 、 $15/32$ 、 $1/2$ 等等。RV1可以是第一循环缓存中的前 E_1 个比特或者说是从第一循环缓存的起点顺时针依次读取的 E_1 个比特,这种取法可以把初传中未传的比特优先放入RV1。也可以用与初传类似的方式根据重传的速率匹配方式确定如何从第一循环缓存中读取RV1。这里并不限定。

而当 R_0 大于 $R_{threshold}$ (即 $R_0 > R_{threshold}$)时,可以采用IR的方式生成编码后的第二比特序列,并根据包括但不限于码率、 N_{max} 、初传编码所采用的母码长度 N_0 、 E_0 、 E_1 等参数中的一个或多个来进行速率匹配,从而获得RV1。

具体而言,若 $E_1 \geq N_0$,则重传的速率匹配方式为重复,否则当 R_0 小于或等于预设的码率门限 $R_{threshold_initial}$ 时,重传的速率匹配方式就是打孔,而 R_0 大于预设的码率门限

$R_threshold_initial$ 时, 重传的速率匹配方式为缩短。其中 $R_threshold_initial$ 为初传时判断速率匹配方式的门限, 在 5G NR 标准中其取值为 7/16, 当然也可以是其他预先设定的值。为了简便起见, 可以令 $R_threshold_initial = R_threshold$ 。当然, $R0 = R_threshold$ 的时候也可以采用和 $R0 > R_threshold$ 的时候一样的方式, 具体看收发两端约定。

在一种可能的设计中, 若 $E1 \geq N0$, 则重传的速率匹配方式为重复, 否则当 $R0$ 大于预设的码率门限 $R_threshold_initial$ 且重传版本 $RV1$ 的长度 $E1$ 小于初传版本 $RV0$ 的长度 $E0$ 时, 重传的速率匹配方式可以为缩短, 打孔, 或两者的组合。

可选的, 当初传的速率匹配方式为缩短时, 重传时速率匹配比特由打孔比特和缩短比特两部分组成, 其中缩短比特数量和位置与初传速率匹配时缩短比特数量和位置相同; 打孔比特数量为 $E0 - E1$, 打孔比特位置可以根据 NR 速率匹配的打孔方式确定。

可选的, 当初传的速率匹配方式为重复时, 重传时速率匹配比特由打孔比特组成, 其中打孔比特数量为 $N0 - E1$, 打孔比特位置可以根据 NR 速率匹配的打孔方式确定。

可选的, 在确定打孔比特的位置后, 还可以预冻结部分比特位置, 但与现有 NR 协议确定预冻结比特位置的方式不同, 本申请提出一种新的确定预冻结比特位置的方法, 具体如下:

1. 第 i 个子块中被打孔的比特数量 P_i 超过预设值, 则将该子块对应的其它极化子信道确定为预冻结极化子信道, 其中, 所述预设值可以是常数, 例如 0、1、10、16 等; 或者
2. 第 i 个子块中被打孔的比特数量 P_i 超过该子块对应的极化子信道总数的预设比例, 则将该子块对应的其它极化子信道确定为预冻结极化子信道, 其中, 所述预设比例可以是 1/16, 1/8, 1/4, 1/2 等。

当然, 若某一子块对应的所有极化子信道均被打孔, 则该子块中不存在预冻结的极化子信道。

具体来说, 如图 4 所示实施例, 可采用如下的操作:

操作 330a: 获取子信道集合 $Q1$, $Q1$ 中包括 K 个元素, 这些元素是初传中用于放置 K 个待编码比特的 K 个子信道的序号, 这可以在操作 310 一并获取;

操作 330b: 将 $Q1$ 中的所有子信道序号增加 $N0$, 获取子信道集合 $Q2$, 其中, $Q2(i) = Q1(i) + N0$, 其中 $i = 0, 1, \dots, K-1$; 不失一般性, 本申请中还是以子信道序号从 0 开始编号为例说明。如果是从 1 开始编号, 相应加 1 即可, 不再赘述;

操作 330c: 根据长度为 $N1 = 2 * N0$ 的可靠度排序序列以及重传的速率匹配方式确定在母码长度为 $N1$ 时 $K1$ 个待编码比特的子信道集合 $Q3$ 。 $Q3$ 中的元素满足: $Q3(i) < N0$ 或者 $Q3(i) \in Q2$ 其中 $i = 0, 1, \dots, K1-1$, 这里 $K1 = K + K_adjust$, K_adjust 为新增的待编码比特, 其值为 0 或 $CBrc1$, $CBrc1$ 可以为 0 也可以不为 0, 不为 0 的原因是考虑到重传的时候有可能需要重新进行一些 CRC 校验以提高重传的可靠性, $CBrc1$ 取值可以由如下任一方式确定:

- 方式一: 设置为 0;
- 方式二: 基于条件判断, 当 $N0 = 4096$, 设置为第一预设值, 例如 6, 8, 16, 24 等, 否则设置为 0;
- 方式三: 基于条件判断, 当 $N0 = 4096$, 且 $E1 \geq \text{Alpha} * E0$, 设置为第一预设值, 第一预设值可以设置例如 6, 8, 16, 24 等, 否则设置为 0, 其中 Alpha 取值可以为 $[1/2, 1]$ 区间内任一值, 例如 1/2, 3/4, 7/8, 1 等;

CBcrc1 可以和初传的 CRC 采用相同的方式, 也可以用短一些的 CRC 多项式, 例如, 初传用 24 比特的 CRC, 重传则采用 8 比特的 CRC (即 CBcrc1=8);

操作 330d: 确定扩展待编码比特集合 Qext, 其中的元素为 Q3 中小于 N0 的元素;

当 CBcrc1 取值方式为上述的方式二且取值不为 0 时, 还需要执行如下的操作 330e0 (图中未示出)。需要指出的是, CBcrc1 为 0 的时候当然也可以执行操作 330e0, 但对结果没有影响, 因此一般建议当 CBcrc1 为 0 时不执行操作 330e0。

操作 330e0:

当 $|Qchk|=0$ (也即 $|Qext|=CBcrc1$), 则 CBcrc1 的取值调整为 0, 否则不调整;

可选的, 当 $|Qchk|\neq 0$, CBcrc1 的取值还可以进行进一步的判断调整, 例如:

- $0<|Qchk|\leq Chk_threshold$ (Chk_threshold 为 预设的门限值, 典型取值可以为 10, 50 等), 则 CBcrc1 的取值调整为第二预设值, 第二预设值小于第一预设值, 例如由 8 调整为 6 或者调整为 3 等等;

操作 330e: 确定复制比特集合 $Qchk=Q2\setminus(Q3\setminus Qext)$, 其中的 “\” 代表的是集合的差运算, 即 $A\setminus B$ 表示所有属于 A 且不属于 B 的元素;

操作 330f: 选取部分或全部 Qchk 中的子信道上的比特值逐个复制到对应的 Qext 的子信道上。图 5 给出了一个示意图: 在 Qext 中先选出 CBcrc1 个子信道用于放置 CRC 比特 (CBcrc1=0 的时候此步骤省略), 从 Qchk 中选取 $|Qext|-CBcrc1$ 个子信道上的比特复制到 Qext 中余下的 $|Qext|-CBcrc1$ 个子信道, 这 CBcrc1 个 CRC 比特即用于对这 $|Qext|-CBcrc1$ 个复制比特进行 CRC 校验, 其中操作 $|A|$ 表示取集合 A 的元素个数。Qext 中先选出 CBcrc1 个子信道以及从 Qchk 中选取 $|Qext|-CBcrc1$ 个子信道的方法可以是按自然序从前到后或从后到前依次选取, 也可以是按照这些子信道的可靠度从前到后或从后到前依次选取的, 它们的取法可以一致也可以不一致, 这里不做限定; 当 $|Qext|$ 较大而 $|Qchk|$ 较小时, 也需要在 Qext 中选取 $|Qchk|$ 个位置用于放置复制比特时, 选取的方法也是类似的, 即既可以是按自然序从前到后或从后到前依次选取, 也可以是按照这些子信道的可靠度从前到后或从后到前依次选取的。无论是哪种选取方法, 只需发送端和接收端约定统一即可。

操作 330g: 根据上述确定的位置和取值对 K 个待编码比特进行母码长度为 N1 的 Polar 码重传编码, 得到极化编码后的第二比特序列, 然后根据重传的速率匹配方式从第二比特序列的前 N0 个比特中得到 RV1。具体从这前 N0 个比特中得到 RV1 的方式与从第一比特序列中得到 RV0 的方式可以一致。

为更好的说明上述步骤, 下面举一个具体的例子。

假设 $N0=64$, $N1=128$, 不妨直接采用 3GPP 5G NR 标准中的可靠度排序序列:

$N0=64$: $S0=[0, 1, 2, 4, 8, 16, 32, 3, 5, 9, 6, 17, 10, 18, 12, 33, 20, 34, 24, 36, 7, 11, 40, 19, 13, 48, 14, 21, 35, 26, 37, 25, 22, 38, 41, 28, 42, 49, 44, 50, 15, 52, 23, 56, 27, 39, 29, 43, 30, 45, 51, 46, 53, 54, 57, 58, 60, 31, 47, 55, 59, 61, 62, 63]$;

$N1=128$: $S1=[0, 1, 2, 4, 8, 16, 32, 3, 5, 64, 9, 6, 17, 10, 18, 12, 33, 65, 20, 34, 24, 36, 7, 66, 11, 40, 68, 19, 13, 48, 14, 72, 21, 35, 26, 80, 37, 25, 22, 38, 96, 67, 41, 28, 69, 42, 49, 74, 70, 44, 81, 50, 73, 15, 52, 23, 76, 82, 56, 27, 97, 39, 84, 29, 43, 98, 88, 30, 71, 45, 100, 51, 46, 75, 104, 53, 77, 54, 83, 57, 112, 78, 85, 58, 99, 86, 60, 89, 101, 31, 90, 102, 105, 92, 47, 106, 55, 113, 79, 108, 59, 114, 87, 116, 61, 91, 120, 62, 103, 93, 107, 94, 109, 115, 110, 117, 118, 121, 122, 63, 124,$

95, 111, 119, 123, 125, 126, 127]。

假设 $E_0=60$, $K=50$, 因此 $R=5/6$, $R_{\text{threshold}}=7/16$, 因此需要用 IR 方式构造 RV1, 初传采用缩短的速率匹配方式。

$Q_1=[6 \ 7 \ 10 \ 11 \ 12 \ 13 \ 14 \ 15 \ 17 \ 18 \ 19 \ 20 \ 21 \ 22 \ 23 \ 24 \ 25$
 $26 \ 27 \ 28 \ 29 \ 30 \ 31 \ 33 \ 34 \ 35 \ 36 \ 37 \ 38 \ 39 \ 40 \ 41 \ 42 \ 43 \ 44$
 $45 \ 46 \ 47 \ 48 \ 49 \ 50 \ 51 \ 52 \ 53 \ 54 \ 55 \ 56 \ 57 \ 58 \ 59];$

相应的:

$Q_2=[70 \ 71 \ 74 \ 75 \ 76 \ 77 \ 78 \ 79 \ 81 \ 82 \ 83 \ 84 \ 85 \ 86 \ 87 \ 88 \ 89$
 $90 \ 91 \ 92 \ 93 \ 94 \ 95 \ 97 \ 98 \ 99 \ 100 \ 101 \ 102 \ 103 \ 104 \ 105 \ 106 \ 107$
 $108 \ 109 \ 110 \ 111 \ 112 \ 113 \ 114 \ 115 \ 116 \ 117 \ 118 \ 119 \ 120 \ 121 \ 122 \ 123];$

假设 E_1 正好等于 E_0 , 也等于 60, 在子信道 64~127 中也同样采用缩短的速率匹配方式, 因此所有缩短的子信道为 $Q_{RM}=[60 \ 61 \ 62 \ 63 \ 124 \ 125 \ 126 \ 127];$

K_{adjust} 为 0 时:

$Q_3=[31 \ 46 \ 47 \ 51 \ 53 \ 54 \ 55 \ 57 \ 58 \ 59 \ 75 \ 77 \ 78 \ 79 \ 83 \ 85 \ 86$
 $87 \ 89 \ 90 \ 91 \ 92 \ 93 \ 94 \ 95 \ 99 \ 100 \ 101 \ 102 \ 103 \ 104 \ 105 \ 106 \ 107$
 $108 \ 109 \ 110 \ 111 \ 112 \ 113 \ 114 \ 115 \ 116 \ 117 \ 118 \ 119 \ 120 \ 121 \ 122 \ 123];$
 $Q_{\text{ext}}=[31 \ 46 \ 47 \ 51 \ 53 \ 54 \ 55 \ 57 \ 58 \ 59];$
 $Q_{\text{chk}}=[70 \ 71 \ 74 \ 76 \ 81 \ 82 \ 84 \ 88 \ 97 \ 98];$

若 $CB_{\text{crc1}}=0$, 则将 Q_{chk} 中的子信道的比特复制到 Q_{ext} 中, 可以就按上述的顺序依次复制, 也可以在考虑译码顺序的前提下将 Q_{chk} 中较大序号的子信道的比特复制到 Q_{ext} 中序号比较小的子信道, 即子信道 98 的比特复制到子信道 31, 子信道 97 的比特复制到子信道 46, 依次类推, 子信道 70 的比特复制到子信道 59。

若 $CB_{\text{crc1}}=8$, 则可将 Q_{ext} 中除 31、46 之外的 8 个子信道用于承载新增的 CRC 比特。而 Q_{chk} 中选取子信道 70 和 71 的值分别复制到子信道 46 和 31 即可。这 8 个 CRC 比特即用于对这 2 个比特进行 CRC 校验。可以看出, 在这种情况下 8 个 CRC 比特显然冗余了, 所以实际应用中, 还有一种可能, 即待编码比特的数量在第一区间时不需要新增 CRC 比特, 而在第二区间则需要新增 CRC 比特, 或者在第三区间时新增较少的 CRC 比特, 而在第四区间则新增较多的 CRC 比特。具体区间划分、是否新增 CRC 以及到底新增多少 CRC 比特, 只需要发送端和接收端统一即可。

K_{adjust} 为 8 时, Q_3 可取为:

$Q_3=[29 \ 30 \ 31 \ 43 \ 45 \ 46 \ 47 \ 51 \ 53 \ 54 \ 55 \ 57 \ 58 \ 59 \ 71 \ 75 \ 77 \ 78 \ 79 \ 83 \ 84 \ 85 \ 86 \ 87 \ 88 \ 89 \ 90 \ 91$
 $92 \ 93 \ 94 \ 95 \ 98 \ 99 \ 100 \ 101 \ 102 \ 103 \ 104 \ 105 \ 106 \ 107 \ 108 \ 109 \ 110 \ 111 \ 112 \ 113 \ 114 \ 115 \ 116 \ 117$
 $118 \ 119 \ 120 \ 121 \ 122 \ 123];$

相应的, 相应的 Q_2 、 Q_{ext} 、 Q_{chk} 为:

$Q_2=[70 \ 71 \ 74 \ 75 \ 76 \ 77 \ 78 \ 79 \ 81 \ 82 \ 83 \ 84 \ 85 \ 86 \ 87 \ 88$
 $89 \ 90 \ 91 \ 92 \ 93 \ 94 \ 95 \ 97 \ 98 \ 99 \ 100 \ 101 \ 102 \ 103 \ 104 \ 105 \ 106$
 $107 \ 108 \ 109 \ 110 \ 111 \ 112 \ 113 \ 114 \ 115 \ 116 \ 117 \ 118 \ 119 \ 120 \ 121 \ 122$
 $123];$
 $Q_{\text{ext}}=[29 \ 30 \ 31 \ 43 \ 45 \ 46 \ 47 \ 51 \ 53 \ 54 \ 55 \ 57 \ 58 \ 59];$

$Qchk = [70\ 74\ 76\ 81\ 82\ 97]$ 。

可将 Qext 这个 47、51、53、54、55、57、58、59 这 8 个子信道用于承载新增的 CRC 比特，而将 Qchk 中 6 个子信道上的比特复制到 29、30、31、43、45、46 这 6 个子信道上，具体地，子信道 70 的比特复制到子信道 46，子信道 74 的比特复制到子信道 45，依次类推，子信道 97 的比特复制到子信道 29。

可以看到，即使对于相同的 CBcrc1，K_adjust 的取值不同也会影响到最后的结果。因此必须在发送端和接收端统一。

操作 340：将 RV0 和 RV1 级联输入第二循环缓存；

操作 350：进一步重传。

若第一次重传发送的 RV1 已经正确解码，则无需进行操作 340、350，因此以虚线表示，若第一次重传还是未能正确解码，则还需进一步重传，如前所述，这时候采用 CC 重传，这时发送端可直接从第二循环缓存中读取相应的版本发送即可。例如，第 x 次传输的比特可以是上一次传输的最后一个比特位置之后的第一个比特位开始读取的 E_x 个比特（空口传输的比特数），也可以是上一次传输所用 RV 版本（RV0 或者 RV1）的最后一个比特位置之后的第一个比特位开始读取的 E_x 个比特， x 大于 1。

在实际应用中，为了简化操作，确定 RV1 的步骤 330（330 方案一）还可以通过另一种方式实现：

330 方案二：当初传码率 R_0 小于或等于预设的码率门限 $R_threshold$ （即 $R_0 \leq R_threshold$ ， $R_threshold$ 的取值可以和前述的各取值示例一致，例如 7/16）时，RV1 由第一循环缓存中的第 $\text{mod}(N_0 - (E_0 + E_1), N_0)$ 个位置到第 $\text{mod}(N_0 - E_0 - 1, N_0)$ 个位置上的比特按照它们在第一循环缓存中的顺序排列组成，其中 mod 表示取模操作，注意这里的位置编号是从 0 开始的；或者，当初传码率 R_0 大于 $R_threshold$ 时，RV1 由第一循环缓存中的第 $\text{mod}(\min(E_0, N_0) - E_1, \min(E_0, N_0))$ 个位置到第 $\text{mod}(\min(E_0, N_0) - 1, \min(E_0, N_0))$ 个位置上的比特按照它们在第一循环缓存中的顺序排列组成。

可以看到，330 方案二在重传的时候优先考虑传输初传的时候没有参与传输的比特，流程上有所简化。因此在实践中既可以采用 330 方案一所示的重传方式，也可以采用 330 方案二所示的重传方式。特别地，还可以同时支持这两种方式，以适应不同的需求，在这种情况下，可以通过下行控制信令 DCI 或者无线资源控制信令 RRC 或者其他控制信令显式或者隐式的告知具体的重传方式，使得接收端和发送端统一明确采用的重传方式到底是 330 方案一还是 330 方案二。

无论是初传还是重传，为克服信道影响，还可以对经过速率匹配后的发送比特进行信道交织的操作，具体的可以将待发送比特输入信道交织器然后发送交织后的比特，一般可选该交织器为行列交织器，按行写入、按列读出，或者按列写入、按行读出；为了让发送比特在交织器中分布更均匀、保证随机性能，所述行列交织器的行数可以是 14，则第 x 次传输的列数为 $\lceil Ex/14 \rceil$ ，其中 x 为大于或等于 0 的整数， $x=0$ 的时候表示是初传， x 为其他值的时候表示是第几次重传。

虽然如图 3 中以分开的多个步骤确定 RV1，实际应用中可以合并其中的部分步骤或者在不影响最终结果的前提下对计算的前后顺序做出改变。

以上对图 3 的实施例描述是针对发送端的，但事实上，接收端的操作也极其类似，区

别在于操作 310 中不是进行编码，而是进行解码，得到的是解码后的第一比特序列，其余确定 RV0 和 RV1 的方法和原则都是完全一致的，只是将 RV0 和 RV1 在各次重传中用于 IR 合并或 CC 合并，从而得到并输出解码结果。当然操作 350 中的发送也要相应改为接收。因此不再赘述。

如图 6 所示，本申请实施例中还提供一种发送装置 600。图 2 所示的分段方法和图 3、图 4 所示的重传方法中的部分或全部可以通过硬件来实现也可以通过软件来实现。

对于发送装置 600，基于图 2-5 所示的分段、重传方法的同一发明构思，该发送装置 600 用于执行图 2-5 所示的分段、重传方法。当通过硬件实现时，发送装置 600 包括：输入接口电路 601，用于获取待传传输块；逻辑电路 602，用于执行上述图 2-5 所示的分段、重传方法，具体请见前面方法实施例中的描述，此处不再赘述；输出接口电路 603，用于输出编码后的序列或者重传的序列。进一步地，编码后的序列或者重传的序列输出给收发器 620，收发器 620 对编码后的序列或者重传的序列进行相应处理（包括但不限于数模变换和/或变频等处理）后通过天线 630 发送出去。可选的，发送装置 600 在具体实现时可以是芯片或者集成电路。

可选的，当上述实施例的分段、重传方法中的部分或全部通过软件来实现时，如图 7 所示，发送装置 700 包括：存储器 701，用于存储程序；处理器 702，用于执行存储器 701 存储的程序，当程序被执行时，使得发送装置 700 可以实现上述实施例提供的分段、重传方法。

可选的，上述存储器 701 可以是物理上独立的单元，也可以与处理器 702 集成在一起。

可选的，当上述实施例的分段、重传方法中的部分或全部通过软件实现时，发送装置 700 也可以只包括处理器 702。用于存储程序的存储器 701 位于发送装置 700 之外，处理器 702 通过电路/电线与存储器 701 连接，用于读取并执行存储器 701 中存储的程序。

基于图 2-5 所示的分段、重传方法，如图 8 所示，本申请实施例还提供了一种发送设备 800，用于执行图 2-5 所示的分段、重传方法，发送设备 800 包括：

获取单元 801，用于获取待传传输块；

分段单元 802，用于对按照如图 2 所示实施例的分段方法所述待传传输块分段；

编码单元 803，用于对分段后的每一段传输块进行编码或者重传编码；

确定单元 804，用于按照如图 3-5 所示实施例的重传方法确定 RV0 版本和 RV1 版本。

与发送端相对应，接收端的装置也可以进行类似的设计。

如图 9 所述，接收装置 900 包括：输入接口电路 901 用于输入接收信号，逻辑电路 902 用于执行前述的分段、重传方法用于解码，以获取解码结果；输出接口电路 903 用于输出解码结果。接收装置 900 还可以包括收发器 920 通过天线 930 获取接收信号。在具体实现时可以是芯片或者集成电路。

可选的，当上述实施例的分段、重传方法中的部分或全部通过软件来实现时，如图 10 所示，接收装置 1000 包括：存储器 1001，用于存储程序；处理器 1002，用于执行存储器 1001 存储的程序，当程序被执行时，使得接收装置 1000 可以实现上述实施例提供的分段、重传方法。

可选的，上述存储器 1001 可以是物理上独立的单元，也可以与处理器 1002 集成在一起。

可选的，当上述实施例的分段、重传方法中的部分或全部通过软件实现时，接收 1000

也可以只包括处理器 1002。用于存储程序的存储器 1001 位于接收装置 1000 之外，处理器 1002 通过电路/电线与存储器 1001 连接，用于读取并执行存储器 1001 中存储的程序。

处理器 702 和/或处理器 1002 可以是中央处理器 (central processing unit, CPU)，网络处理器 (network processor, NP) 或者 CPU 和 NP 的组合。

处理器 702 和/或处理器 1002 还可以进一步包括硬件芯片。上述硬件芯片可以是专用集成电路 (application-specific integrated circuit, ASIC)，可编程逻辑器件 (programmable logic device, PLD) 或其组合。上述 PLD 可以是复杂可编程逻辑器件 (complex programmable logic device, CPLD)，现场可编程逻辑门阵列 (field-programmable gate array, FPGA)，通用阵列逻辑 (generic array logic, GAL) 或其任意组合。

上述实施例中的存储器可以包括易失性存储器 (volatile memory)，例如随机存取存储器 (random-access memory, RAM)；存储器也可以包括非易失性存储器 (non-volatile memory)，例如快闪存储器 (flash memory)，硬盘 (hard disk drive, HDD) 或固态硬盘 (solid-state drive, SSD)；存储器还可以包括上述种类的存储器的组合。

基于上述的分段、重传方法，如图 11 所示，本申请实施例还提供了一种接收设备 1100，接收装置 1100 用于执行前述的分段、重传方法，接收装置 1100 包括：

获取单元 1101，用于获取接收信号；

分段单元 1102，用于对按照如图 2 所示实施例的分段方法所述待传传输块分段；

确定单元 1103，用于按照如图 3-5 所示实施例的重传方法确定 RV0 版本和 RV1 版本；

解码单元 1104，用于对接收到的每一段传输块进行解码。

本申请实施例还提供了一种计算机存储介质，存储有计算机程序指令，该计算机程序指令由计算机执行时，使得前述的分段、重传方法被执行。

本申请实施例还提供了一种包含指令的计算机程序产品，当其在计算机上运行时，使得前述的分段、重传方法被执行。

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

本申请是参照根据本申请实施例的方法、设备（系统）、和计算机程序产品的流程图和/或方框图来描述的。应理解可由计算机程序指令实现流程图和/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设备的处理器以产生一个机器，使得通过计算机或其他可编程数据处理设备的处理器执行的指令产生用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的装置。

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设备以特定方式工作的计算机可读存储器中，使得存储在该计算机可读存储器中的指令产生包括指令装置的制造品，该指令装置实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能。

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设备上，使得在计算机

或其他可编程设备上执行一系列操作步骤以产生计算机实现的处理，从而在计算机或其他可编程设备上执行的指令提供用于实现在流程图一个流程或多个流程和 / 或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的步骤。

在本申请实施例之外，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实施例进行各种改动和变型而不脱离本申请实施例的精神和范围。这样，倘若本申请实施例的这些修改和变型属于本申请权利要求及其等同技术的范围之内，则本申请也意图包含这些改动和变型在内。

权 利 要 求 书

- 1、一种重传方法，其特征在于，包括：
发送装置获取包括 K 待编码比特的待编码比特序列，K 为正整数；
对所述待编码序列进行极化编码，得到编码后的第一比特序列，所述第一比特序列的长度为 N_0 ，确定初传版本 RV0；
确定重传版本 RV1 的长度 E_1 ；
根据初传码率 R_0 确定重传版本 RV1；
发送所述 RV1。
- 2、如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述根据初传码率 R_0 确定重传版本 RV1 包括：
当 R_0 小于或等于预设的码率门限 $R_threshold$ 时，所述 RV1 为从初传的第一循环缓存中读取的 E_1 个比特；或者
当 R_0 大于 $R_threshold$ 时，采用增量冗余 IR 的方式生成编码后的第二比特序列，根据所述第二比特序列获取 RV1，所述第二比特序列长度为 N_1 ， $N_1=2*N_0$ 。
- 3、如权利要求 2 所述的方法，其特征在于，所述根据所述第二比特序列获取 RV1 为：
获取子信道集合 Q1，所述 Q1 中包括 K 个元素，所述 K 个元素是初传中用于放置所述 K 个待编码比特的 K 个子信道的序号；
获取子信道集合 Q2，其中 $Q2(i)=Q1(i)+N_0$ ，其中 $i=0,1,\dots,K-1$ ，其中 N_0 为初传时采用的极化码的母码长度；
获取子信道集合 Q3，其中 $Q3(i)<N_0$ 或者 $Q3(i)\in Q2$ 其中 $i=0,1,\dots,K-1$ ；
确定扩展待编码比特集合 Qext，其中的元素为所述 Q3 中小于 N_0 的元素；
确定复制比特集合 Qchk= $Q2 \setminus (Q3 \setminus Qext)$ ；
根据所述 Q2、所述 Q3、所述 Qext、所述 Qchk 对所述 K 个待编码比特进行母码长度为 N_1 的 Polar 码编码，得到所述第二比特序列。
- 4、如权利要求 3 所述的方法，所述 Q3 是根据长度为 N_1 的可靠度排序序列以及重传的速率匹配方式确定的。
- 5、如权利要求 3 或 4 所述的方法，其特征在于，所述根据所述 Q2、所述 Q3、所述 Qext、所述 Qchk 对所述 K 个待编码比特进行母码长度为 N_1 的 Polar 码编码包括：
选取部分或全部 Qchk 中的子信道上的比特值逐个复制到对应的 Qext 的子信道上。
- 6、如权利要求 2-5 中任意一项所述的方法，其特征在于，所述根据所述第二比特序列获取 RV1 为：
根据重传的速率匹配方式从第二比特序列的前 N_0 个比特中得到 RV1。
- 7、如权利要求 1-6 中任意一项所述的方法，其特征在于，在所述发送装置获取包括 K 待编码比特的待编码比特序列前，还包括：
根据传输块大小 TBS 进行分段。
- 8、如权利要求 7 所述的方法，其特征在于，
所述分段的段数 C 为：

$$C = \begin{cases} \lfloor (TBS + TBcrc)/K_threshold \rfloor & TBS > K_threshold \\ 1 & \text{else} \end{cases}$$

其中 TBcrc 为传输块 TB 级的循环冗余校验 CRC 比特个数, K_threshold 为预设的第一门限。

- 9、如权利要求 8 所述的方法, 其特征在于,

$$K = \begin{cases} \lfloor (TBS + TBcrc)/C \rfloor + CBcrc & C > 1 \\ TBS + TBcrc & C = 1 \end{cases}$$

其中 CBcrc 为码块 CB 级的 CRC 比特个数。

- 10、如权利要求 8 或 9 所述的方法, 其特征在于,

$$TBS = 2^{n2} * C * \left\lceil (N'_{info} + TBcrc) / (2^{n2} * C) \right\rceil - TBcrc$$

其中 2^{n2} 为量化单位, $n2$ 为正整数, N'_{info} 为可传输的数据量 N_{info} 根据量化级别进行的调整。

- 11、如权利要求 10 所述的方法, 其特征在于, 所述 N'_{info} 为:

$$N'_{info} = \max(TBSmin, 2^n * \text{round}((N_{info} - TBcrc)/2^n))$$

$$n = \max(n_{min}, \lfloor \log_2(N_{info} - TBcrc) \rfloor - n0)$$

其中: TBSmin 为指最小的传输块大小, round 为四舍五入取整操作, n 为待传输的传输块的量化级别, n_{min} 为最小量化级别, n0 为量化调整量, $\lfloor \cdot \rfloor$ 为下取整操作。

- 12、如权利要求 1~11 所述的方法, 其特征在于, 所述方法还包括:

所述发送装置将 RV0 和 RV1 级联输入第二循环缓存;

所述发送装置根据 RV0 和 RV1 进行重传。

- 13、一种发送设备, 其特征在于, 包括:

获取单元, 用于获取包括 K 待编码比特的待编码比特序列, K 为正整数;

编码单元, 对所述待编码序列进行极化编码, 得到编码后的第一比特序列, 所述第一比特序列的长度为 N0;

确定单元, 用于确定初传版本 RV0、重传版本 RV1 的长度 E1, 以及根据初传码率 R0 确定重传版本 RV1。

- 14、如权利要求 13 所述的设备, 其特征在于, 所述根据初传码率 R0 确定重传版本 RV1 包括:

当 R0 小于或等于预设的码率门限 R_threshold 时, 所述 RV1 为从初传的第一循环缓存中读取的 E1 个比特; 或者

当 R0 大于 R_threshold 时, 采用增量冗余 IR 的方式生成编码后的第二比特序列, 根据所述第二比特序列获取 RV1, 所述第二比特序列长度为 N1, $N1 = 2 * N0$ 。

- 15、如权利要求 14 所述的设备, 其特征在于, 所述根据所述第二比特序列获取 RV1 为:

获取子信道集合 Q1, 所述 Q1 中包括 K 个元素, 所述 K 个元素是初传中用于放置所述 K 个待编码比特的 K 个子信道的序号;

获取子信道集合 Q2, 其中 $Q2(i) = Q1(i) + N0$, 其中 $i = 0, 1, \dots, K-1$, 其中 N0 为初传时采用的极化码的母码长度;

获取子信道集合 Q3, 其中 $Q3(i) < N0$ 或者 $Q3(i) \in Q2$ 其中 $i = 0, 1, \dots, K-1$;

确定扩展待编码比特集合 Qext, 其中的元素为所述 Q3 中小于 N0 的元素;

确定复制比特集合 Qchk= Q2\ (Q3\ Qext);

根据所述 Q2、所述 Q3、所述 Qext、所述 Qchk 对所述 K 个待编码比特进行母码长度为 N1 的 Polar 码编码, 得到所述第二比特序列。

16、如权利要求 15 所述的设备, 其特征在于, 所述 Q3 是根据长度为 N1 的可靠度排序序列以及重传的速率匹配方式确定的。

17、如权利要求 15 或 16 所述的设备, 其特征在于, 所述根据所述 Q2、所述 Q3、所述 Qext、所述 Qchk 对所述 K 个待编码比特进行母码长度为 N1 的 Polar 码编码包括:

选取部分或全部 Qchk 中的子信道上的比特值逐个复制到对应的 Qext 的子信道上。

18、如权利要求 14-17 中任意一项所述的设备, 其特征在于, 所述根据所述第二比特序列获取 RV1 为:

根据重传的速率匹配方式从第二比特序列的前 N0 个比特中得到 RV1。

19、如权利要求 13-18 中任意一项所述的设备, 其特征在于, 所述设备还包括: 分段单元, 用于根据传输块大小 TBS 进行分段。

20、如权利要求 19 所述的设备, 其特征在于,

所述分段的段数 C 为:

$$C = \begin{cases} \lfloor (TBS + TB_{crc}) / K_{threshold} \rfloor & TBS > K_{threshold} \\ 1 & \text{else} \end{cases}$$

其中 TB_{crc} 为传输块 TB 级的循环冗余校验 CRC 比特个数, K_{threshold} 为预设的第一门限。

21、如权利要求 20 所述的设备, 其特征在于,

$$K = \begin{cases} \lfloor (TBS + TB_{crc}) / C \rfloor + CB_{crc} & C > 1 \\ TBS + TB_{crc} & C = 1 \end{cases}$$

其中 CB_{crc} 为码块 CB 级的 CRC 比特个数。

22、如权利要求 20 或 21 所述的设备, 其特征在于,

$$TBS = 2^{n2} * C * \left\lceil (N'_{info} + TB_{crc}) / (2^{n2} * C) \right\rceil - TB_{crc}$$

其中 2ⁿ² 为量化单位, n2 为正整数, N'_{info} 为可传输的数据量 N_{info} 根据量化级别进行的调整。

23、如权利要求 22 所述的设备, 其特征在于, 所述 N'_{info} 为:

$$N'_{info} = \max(TBS_{min}, 2^n * \text{round}((N_{info} - TB_{crc}) / 2^n))$$

$$n = \max(n_{min}, \lfloor \log_2(N_{info} - TB_{crc}) \rfloor - n0)$$

其中: TBS_{min} 为指最小的传输块大小, round 为四舍五入取整操作, n 为待传输的传输块的量化级别, n_{min} 为最小量化级别, n0 为量化调整量, $\lfloor \cdot \rfloor$ 为下取整操作。

24、如权利要求 13~23 所述的设备, 其特征在于, 所述确定单元还用于:

将 RV0 和 RV1 级联输入第二循环缓存。

25、一种发送装置, 其特征在于, 包括:

输入接口电路, 用于获取待传传输块;

逻辑电路, 用于基于所述待传传输块按照如权利要求 1~12 中任意一项所述的方法

得到编码后的序列或者重传的序列；

输出接口电路，用于输出所述编码后的序列或者重传的序列。

26、一种重传方法，其特征在于：

接收装置接收包含 K 个待编码比特的信息的接收信号，所述接收信号对应的母码长度 N0，确定初传版本 RV0；

确定重传版本 RV1 的长度 E1；

根据初传码率 R0 确定重传版本 RV1；

根据所述 RV0 和 RV1 进行解码。

27、如权利要求 26 所述的方法，其特征在于，所述根据初传码率 R0 确定重传版本 RV1 包括：

当 R0 小于或等于预设的码率门限 R_threshold 时，所述 RV1 为从初传的第一循环缓存中读取的 E1 个比特；或者

当 R0 大于 R_threshold 时，所述 RV1 为根据采用增量冗余 IR 的方式生成编码后的第二比特序列获取的，所述第二比特序列长度为 N1， $N1=2*N0$ 。

28、如权利要求 27 所述的方法，其特征在于，所述第二比特序列通过以下方式得到：

获取子信道集合 Q1，所述 Q1 中包括 K 个元素，所述 K 个元素是初传中用于放置所述 K 个待编码比特的 K 个子信道的序号；

获取子信道集合 Q2，其中 $Q2(i)=Q1(i)+N0$ ，其中 $i=0,1,\dots,K-1$ ，其中 N0 为初传时采用的极化码的母码长度；

获取子信道集合 Q3，其中 $Q3(i)<N0$ 或者 $Q3(i)\in Q2$ 其中 $i=0,1,\dots,K-1$ ；

确定扩展待编码比特集合 Qext，其中的元素为所述 Q3 中小于 N0 的元素；

确定复制比特集合 Qchk= $Q2 \setminus (Q3 \setminus Qext)$ ；

根据所述 Q2、所述 Q3、所述 Qext、所述 Qchk 对所述 K 个待编码比特进行母码长度为 N1 的 Polar 码编码，得到所述第二比特序列。

29、如权利要求 28 所述的方法，其特征在于，所述 Q3 是根据长度为 N1 的可靠度排序序列以及重传的速率匹配方式确定的。

30、如权利要求 28 或 29 所述的方法，其特征在于，所述根据所述 Q2、所述 Q3、所述 Qext、所述 Qchk 对所述 K 个待编码比特进行母码长度为 N1 的 Polar 码编码包括：

选取部分或全部 Qchk 中的子信道上的比特值逐个复制到对应的 Qext 的子信道上。

31、如权利要求 27-30 中任一项所述的方法，其特征在于，所述 RV1 为根据采用增量冗余 IR 的方式生成编码后的第二比特序列获取为：

根据重传的速率匹配方式从第二比特序列的前 N0 个比特中得到 RV1。

32、如权利要求 26-31 中任一项所述的方法，其特征在于，还包括对接收的待解码传输块根据传输块大小 TBS 进行分段。

33、如权利要求 32 所述的方法，其特征在于，

所述分段的段数 C 为：

$$C = \begin{cases} \lfloor (TBS + TB_{crc}) / K_{threshold} \rfloor & TBS > K_{threshold} \\ 1 & \text{else} \end{cases}$$

其中 TB_{crc} 为传输块 TB 级的循环冗余校验 CRC 比特个数，K_{threshold} 为预设的第一门限。

34、如权利要求 33 所述的方法，其特征在于，

$$K = \begin{cases} [(TBS + TBcrc)/C] + CBcrc & C > 1 \\ TBS + TBcrc & C = 1 \end{cases}$$

其中 CBcrc 为码块 CB 级的 CRC 比特个数。

35、如权利要求 33 或 34 所述的方法，其特征在于，

$$TBS = 2^{n2} * C * \left\lceil (N'_{info} + TBcrc) / (2^{n2} * C) \right\rceil - TBcrc$$

其中 2^{n2} 为量化单位， $n2$ 为正整数， N'_{info} 为可传输的数据量 N_{info} 根据量化级别进行的调整。

36、如权利要求 35 所述的方法，其特征在于，所述 N'_{info} 为：

$$N'_{info} = \max(TBSmin, 2^n * \text{round}((N_{info} - TBcrc) / 2^n))$$

$$n = \max(n_{min}, \lceil \log_2(N_{info} - TBcrc) \rceil - n_0)$$

其中：TBSmin 为指最小的传输块大小，round 为四舍五入取整操作，n 为待传输的传输块的量化级别， n_{min} 为最小量化级别， n_0 为量化调整量， $\lceil \cdot \rceil$ 为下取整操作。

37、一种接收设备，其特征在于，包括：

获取单元，用于接收包含 K 个待编码比特的信息的接收信号，所述接收信号对应的母码长度 N_0 ，确定初传版本 RV0；

确定单元，用于确定重传版本 RV1 的长度 E1；以及根据初传码率 R_0 确定重传版本 RV1；

解码单元，用于根据所述 RV0 和 RV1 进行解码。

38、如权利要求 37 所述的设备，其特征在于，所述根据初传码率 R_0 确定重传版本 RV1 包括：

当 R_0 小于或等于预设的码率门限 $R_{threshold}$ 时，所述 RV1 为从初传的第一循环缓存中读取的 E1 个比特；或者

当 R_0 大于 $R_{threshold}$ 时，所述 RV1 为根据采用增量冗余 IR 的方式生成编码后的第二比特序列获取的，所述第二比特序列长度为 N_1 ， $N_1 = 2 * N_0$ 。

39、如权利要求 37 所述的设备，其特征在于，所述第二比特序列通过以下方式得到：

获取子信道集合 Q1，所述 Q1 中包括 K 个元素，所述 K 个元素是初传中用于放置所述 K 个待编码比特的 K 个子信道的序号；

获取子信道集合 Q2，其中 $Q2(i) = Q1(i) + N_0$ ，其中 $i = 0, 1, \dots, K-1$ ，其中 N_0 为初传时采用的极化码的母码长度；

获取子信道集合 Q3，其中 $Q3(i) < N_0$ 或者 $Q3(i) \in Q2$ 其中 $i = 0, 1, \dots, K-1$ ；

确定扩展待编码比特集合 Qext，其中的元素为所述 Q3 中小于 N_0 的元素；

确定复制比特集合 Qchk = $Q2 \setminus (Q3 \setminus Qext)$ ；

根据所述 Q2、所述 Q3、所述 Qext、所述 Qchk 对所述 K 个待编码比特进行母码长度为 N_1 的 Polar 码编码，得到所述第二比特序列。

40、如权利要求 39 所述的设备，其特征在于，所述 Q3 是根据长度为 N_1 的可靠度排序序列以及重传的速率匹配方式确定的。

41、如权利要求 39 或 40 所述的设备，其特征在于，所述根据所述 Q2、所述 Q3、所述 Qext、所述 Qchk 对所述 K 个待编码比特进行母码长度为 N_1 的 Polar 码编码包括：

选取部分或全部 Qchk 中的子信道上的比特值逐个复制到对应的 Qext 的子信道上。

42、如权利要求 37-41 中任一项所述的方法，其特征在于，所述 RV1 为根据采用增

量冗余 IR 的方式生成编码后的第二比特序列获取为：

根据重传的速率匹配方式从第二比特序列的前 N0 个比特中得到 RV1。

- 43、如权利要求 37-42 中任一项所述的设备，其特征在于，还包括分段单元，用于对接收的待解码传输块根据传输块大小 TBS 进行分段。

- 44、如权利要求 43 所述的设备，其特征在于，

所述分段的段数 C 为：

$$C = \begin{cases} \lceil (TBS + TBcrc)/K_threshold \rceil & TBS > K_threshold \\ 1 & \text{else} \end{cases}$$

其中 TBcrc 为传输块 TB 级的循环冗余校验 CRC 比特个数，K_threshold 为预设的第一门限。

- 45、如权利要求 44 所述的设备，其特征在于，

$$K = \begin{cases} \lceil (TBS + TBcrc)/C \rceil + CBcrc & C > 1 \\ TBS + TBcrc & C = 1 \end{cases}$$

其中 CBcrc 为码块 CB 级的 CRC 比特个数。

- 46、如权利要求 44 或 45 所述的设备，其特征在于，

$$TBS = 2^{n2} * C * \left\lceil \frac{(N'_{info} + TBcrc)}{(2^{n2} * C)} \right\rceil - TBcrc$$

其中 2^{n2} 为量化单位， $n2$ 为正整数， N'_{info} 为可传输的数据量 N_{info} 根据量化级别进行的调整。

- 47、如权利要求 46 所述的设备，其特征在于，所述 N'_{info} 为：

$$N'_{info} = \max(TBSmin, 2^n * \text{round}((N_{info} - TBcrc)/2^n))$$

$$n = \max(n_{min}, \lceil \log_2(N_{info} - TBcrc) \rceil - n0)$$

其中：TBSmin 为指最小的传输块大小，round 为四舍五入取整操作，n 为待传输的传输块的量化级别， n_{min} 为最小量化级别，n0 为量化调整量， $\lceil \rceil$ 为下取整操作。

- 48、一种接收装置，其特征在于，包括：

输入接口电路，用于获取接收信号；

逻辑电路，用于基于所述接收信号按照如权利要求 26-36 中任意一项所述的方法获取解码结果；

输出接口电路，用于输出所述解码结果。

- 49、一种通信装置，其特征在于，包括：处理器，用于在执行程序指令时执行如权利要求 1-12 中任意一项或者如权利要求 26-36 中任意一项所述的方法。

- 50、如权利要求 49 所述的装置，其特征在于，还包括：存储器，用于存储所述程序指令。

- 51、一种计算机可读介质，其特征在于，存储有计算机程序指令，当所述计算机程序指令由计算机执行时，使得如权利要求 1-12 中任意一项所述的方法或者如权利要求 26-36 中任意一项所述的方法被执行。

- 52、一种计算机程序产品，其特征在于，包含指令，当所述指令由计算机执行时，使得如权利要求 1-12 中任意一项所述的方法或者如权利要求 26-36 中任意一项所述的方法被执行。