

一种极化码编码方法、译码方法及装置

相关申请的交叉引用

本申请要求在2021年06月11日提交中国专利局、申请号为202110653044.4、申请名称为“一种极化码编码方法、译码方法及装置”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本申请实施例涉及通信技术领域，尤其涉及一种极化码编码方法、译码方法及装置。

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。极化码（Polar Codes）在第五代（5th generation，5G）标准中被选作控制信道编码方式。极化码是现有已知的一种能够被严格证明“达到”信道容量的信道编码方案，具有高性能和较低复杂度等特点。

虽然极化码最初是作为一种信道编码被提出的，但研究表明，极化码用于信源编码同样具有可达理论界的性能。

如何在信源编码译码中应用极化码，是需要考虑的问题。

发明内容

本申请实施例提供一种极化码编码方法、译码方法及装置，以期在信源编码译码中应用极化码，以提高信源编码译码的性能。

第一方面，提供一种极化码编码方法，该方法可以由编码装置执行，也可以由编码装置的部件（例如处理器、芯片、电路或芯片系统等）执行。该编码装置可以是终端设备，也可以是网络设备。该方法可以通过以下步骤实现：获取待编码信源比特；对待编码信源比特进行第一极化编码，得到编码后信源比特；其中，第一极化编码包括第一变换和第二变换，第一变换为极化变换，第一变换对应的母码码长为 N_s ，待编码信源比特经过极化变换后得到第一信源比特；第一信源比特经过第二变换后得到编码后信源比特；根据第一信源比特确定辅助信息；输出信源编码码字，信源编码码字包括编码后信源比特和辅助信息。通过在信源编码的结果中加入根据原始信源比特的信息，能够辅助信源译码，从而提高信源极化码的性能。

在一个可能的设计中，第二变换包括以下一种或多种操作：卷积操作、上三角变换操作、压缩操作或交织操作。卷积操作可以使得极化后的比特之间产生了一定程度额外的关联，相比不经过卷积操作的方法来说，该方法能够在同样的压缩率下保留更多原始信息，达到更低的译码错误率。上三角操作可以使得极化后的比特之间产生了一定程度额外的关联，相比不经过上三角操作的方法来说，该方法能够在同样的压缩率下保留更多原始信息，达到更低的译码错误率。

在一个可能的设计中，根据第一信源比特确定辅助信息，可以通过以下方式实现：对

第一信源比特进行校验编码, 获得校验比特; 其中, 校验比特为辅助信息。通过将校验比特包含在编码结果中, 可以在译码时利用校验比特筛选正确的译码结果, 可以有助于提高信源极化码的性能。尤其针对有限码长的场景下, 能够提高信源极化码的短码性能。

5 在一个可能的设计中, 根据第一信源比特确定辅助信息, 可以通过以下方式实现: 对编码后信源比特进行第一译码, 获得至少一个候选译码结果; 确定该至少一个候选译码结果中与第一信源比特相符的第一译码结果; 确定第一译码结果的指示信息为辅助信息。可选的, 对编码后信源比特进行第一译码, 获得至少一个候选译码结果, 可以通过以下方式实现: 对编码后信源比特进行第一译码, 获得 L 个候选向量, L 为正整数。确定至少一个候选译码结果中与第一信源比特相符的第一译码结果, 可以通过以下方式实现: 将 L 个候选向量与第一信源比特进行比较; 确定 L 个候选向量中与第一信源比特相同的第一向量; 其中, 第一向量在 L 个候选向量中的序号的信息为指示信息。这样, 可以通过在编码时根据编码结果进行一次译码, 来判断编码是否成功。并且将译码成功的正确结果生成辅助信息, 辅助信息在信源编码码字中, 这样在信源译码时可以输出辅助信息指示的译码结果, 有助于提高信源极化码的性能。尤其针对有限码长的场景下, 能够提高信源极化码的短码性能。相比没有辅助信息的译码方法, 在达到相同误码率所需的译码列表大小可以大幅度降低, 即译码复杂度可以大幅度降低。

10 在一个可能的设计中, 方法还包括: 对信源编码码字进行第二极化编码, 得到信道编码码字, 第二极化编码对应的母码码长为 N_c ; 输出信道编码码字。在有限码长下, 联合信源信道编码严格优于分离信源信道编码。

20 在一个可能的设计中, 信源编码码字中的 m 个比特为标记比特, m 为正整数; 对信源编码码字进行第二极化编码, 可以通过以下方式实现: 按照映射规则, 将信源编码码字映射到第二极化编码的极化子信道的信息子信道中, 得到待编码信道比特; 其中, 映射规则包括交织映射, 交织映射为: 按照自然顺序, 依次将信源编码码字映射到信息子信道中, 获得信道信息比特序列; 将序号为 x_i 的信息子信道和序号为 x_j 的信息子信道上映射的比特进行交换, 得到待编码信道比特, 其中, x_i 为 m 个标记比特中的第 i 个标记比特映射的信息子信道在信道信息比特序列中的序号, x_j 为序号范围为 $[x_i, x_{i+1})$ 的信息子信道中可靠度最低的信息子信道在信道信息比特序列中的序号, x_{i+1} 为 m 个标记比特中的第 $i+1$ 个标记比特映射的信息子信道在信道信息比特序列中的序号, i 和 j 均为正整数, $i=1, 2, \dots, m$; 对信道待编码比特进行第二极化编码。这样可以使得当信道译码时遇到可靠性较低的信息比特时, 利用可靠性较高的信源比特的软信息来为其提供额外的帮助, 最终可以实现更好的译码性能。

30 在一个可能的设计中, 标记比特的可靠度高于编码后信源比特中除 m 个标记比特之外的其余比特的可靠度。

35 第二方面, 提供一种极化码译码方法, 该方法可以由译码装置执行, 也可以由译码装置的部件 (例如处理器、芯片、电路或芯片系统等) 执行。该译码装置可以是终端设备, 也可以是网络设备。该方法可以通过以下步骤实现: 获取待译码信源信息, 待译码信源信息包括辅助信息; 对待译码信源信息进行第一译码, 获得 L 个候选向量, L 为正整数; 基于辅助信息, 确定 L 个候选向量中的第一向量, 辅助信息为校验比特或指示信息, 指示信息用于指示第一向量在 L 个候选向量中的序号; 对第一向量进行极化变换, 得到信源译码结果; 输出信源译码结果。通过辅助信息进行信源译码, 能够提高信源极化码的译码性能。

40

在一个可能的设计中, 辅助信息为校验比特; 基于辅助信息, 确定 L 个候选向量中的第一向量, 可以通过以下方式实现: 根据校验比特, 按照可靠度从大到小的顺序依次对 L 个候选向量进行校验, 在校验通过时确定校验通过的候选向量为第一向量。在进行信源译码时, 按照编码端编码获得的校验比特进行译码, 可以在译码时利用校验比特筛选正确的译码结果, 可以有助于提高信源极化码的性能。尤其针对有限码长的场景下, 能够提高信源极化码的短码性能。

在一个可能的设计中, 辅助信息为指示信息, 指示信息用于指示第一向量在 L 个候选向量中的序号; 基于辅助信息, 确定 L 个候选向量中的第一向量, 可以通过以下方式实现: 根据指示信息, 确定 L 个候选向量中指示信息所指示的序号对应的第一向量。这样, 可以通过在编码时根据编码结果进行一次译码, 来判断编码是否成功。并且将译码成功的正确结果生成辅助信息, 辅助信息在信源编码码字中, 这样在信源译码时可以输出辅助信息指示的译码结果, 有助于提高信源极化码的性能。尤其针对有限码长的场景下, 能够提高信源极化码的短码性能。相比没有辅助信息的译码方法, 在达到相同误码率所需的译码列表大小可以大幅度降低, 即译码复杂度可以大幅度降低。

在一个可能的设计中, 获取待译码信源信息, 可以通过以下方式实现: 对待译码信道信息进行第二译码, 获得信道译码结果, 信道译码结果中包括 $L1$ 个可靠度从大到小的候选待译码信源向量, 待译码信源信息为 $L1$ 个候选待译码信源向量中的一个。在有限码长下, 联合信源信道译码优于分离信源信道译码的性能。

第三方面, 提供一种极化码译码方法, 该方法可以由译码装置执行, 也可以由译码装置的部件 (例如处理器、芯片、电路或芯片系统等) 执行。该译码装置可以是终端设备, 也可以是网络设备。该方法可以通过以下步骤实现: 获取待译码信道信息; 对待译码信道信息进行第二译码, 获得信道译码结果; 其中, 第 $n1$ 个信道信息比特对应的路径度量值根据以下信息确定: 第 $n1-1$ 个信道信息比特对应的路径度量值; 第 $n1$ 个信道信息比特的路径度量增量; 以及在对待译码信源信息进行第一译码译至第 $n2$ 个信源固定比特时, 获得的第 $n2$ 个信源固定比特对应的度量值; $n1$ 、 $n2$ 均为正整数。在信道译码的过程中, 当译码至部分比特时, 根据部分比特的信道译码结果进行部分比特的信源译码, 将部分比特的信源译码的值反馈到信道译码的下一个比特的译码中, 这样能够使得信源译码的软信息辅助信道信息比特的译码。

在一个可能的设计中, 对待译码信源信息进行第二译码获得的第 $n2$ 个信源固定比特的度量值, 可以通过以下方式实现: 在对待译码信源信息进行第二译码译至第 $n2$ 个信源固定比特时, 得到的第 1 至 $n2$ 个信源固定比特对应的路径度量值。

在一个可能的设计中, 对待译码信源信息进行第二译码获得的第 $n2$ 个信源固定比特的度量值, 可以通过以下方式实现: 在对待译码信源信息进行第二译码译至第 $n2$ 个信源固定比特时, 得到的第 $n2$ 个信源固定比特对应的路径度量增量。

在一个可能的设计中, 第 $n1$ 个信道信息比特所在的信息子信道与待译码信源信息中的第 $n2$ 个信源固定比特具有映射关系。

在一个可能的设计中, 映射关系为交织映射, 交织映射为: 按照自然顺序, 依次将编码后信源比特映射到信息子信道中, 获得信道信息比特序列, 其中, 编码后信源比特中的 m 个比特为标记比特, m 为正整数; 将序号为 x_i 的信息子信道和序号为 x_j 的信息子信道上映射的比特进行交换, 得到待编码信道比特, 其中, x_i 为 m 个标记比特中的第 i 个标记比

特映射的信息子信道在信道信息比特序列中的序号, x_j 为序号范围为 $[x_i, x_{i+1})$ 的信息子信道中可靠度最低的信息子信道在信道信息比特序列中的序号, x_{i+1} 为 m 个标记比特中的第 $i+1$ 个标记比特映射的信息子信道在信道信息比特序列中的序号, i 和 j 均为正整数, $i=1, 2, \dots, m$ 。这样可以使得当信道译码时遇到可靠性较低的信息比特时, 利用可靠性较高的信源比特的软信息来为其提供额外的帮助, 最终可以实现更好的译码性能。

在一个可能的设计中, 第 $n1$ 个信道信息比特对应的路径度量值为以下三者之和: 第 $n1-1$ 个信道信息比特对应的路径度量值; 第 $n1$ 个信道信息比特的路径度量增量; 以及在对译码信源信息进行第二译码译至第 $n2$ 个信源固定比特时, 获得的第 $n2$ 个信源固定比特对应的度量值。

在一个可能的设计中, 根据第 $1 \sim (n1-1)$ 个信道信息比特的信息, 确定待译码信源信息中的第 $1 \sim (n2-1)$ 个信源固定比特的信息; 根据待译码信源信息中的第 $1 \sim (n2-1)$ 个信源固定比特的信息, 确定第 $n2$ 个信源固定比特的度量值。

在一个可能的设计中, 根据信道译码结果确定待译码信源信息; 对待译码信源信息进行第一译码, 获得 L 个候选向量, L 为正整数; 基于辅助信息, 确定 L 个候选向量中的第一向量, 辅助信息为校验比特或指示信息, 指示信息用于指示第一向量在 L 个候选向量中的序号; 对第一向量进行极化变换, 得到信源译码结果; 输出信源译码结果。

通过上述几种可能的设计, 能够利用信源比特的信息来辅助信道译码, 这样信道译码更准确, 基于得到的信道译码结果去信源译码就能够得到更准确的信源译码结果, 从而能够提升译码性能。

在一个可能的设计中, 辅助信息为校验比特; 基于辅助信息, 确定 L 个候选向量中的第一向量, 包括: 根据校验比特, 按照可靠度从大到小的顺序依次对 L 个候选向量进行校验, 在校验通过时确定校验通过的第一向量。在进行信源译码时, 按照编码端编码获得的校验比特进行译码, 可以在译码时利用校验比特筛选正确的译码结果, 可以有助于提高信源极化码的性能。尤其针对有限码长的场景下, 能够提高信源极化码的短码性能。

在一个可能的设计中, 辅助信息为指示信息, 指示信息用于指示第一向量在 L 个候选向量中的序号; 基于辅助信息, 确定 L 个候选向量中的第一向量, 包括: 根据指示信息, 确定 L 个候选向量中指示信息所指示的序号对应的第一向量。这样, 可以通过在编码时根据编码结果进行一次译码, 来判断编码是否成功。并且将译码成功的正确结果生成辅助信息, 辅助信息在信源编码码字中, 这样在信源译码时可以输出辅助信息指示的译码结果, 有助于提高信源极化码的性能。尤其针对有限码长的场景下, 能够提高信源极化码的短码性能。相比没有辅助信息的译码方法, 在达到相同误码率所需的译码列表大小可以大幅度降低, 即译码复杂度可以大幅度降低。

第四方面, 提供一种极化码编码装置, 该装置可以是极化码编码装置, 也可以是位于极化码编码装置中的装置 (例如, 芯片, 或者芯片系统, 或者电路), 或者是能够与极化码编码装置匹配使用的装置。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的方法的功能。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。硬件或软件包括一个或多个与上述功能相对应的模块。一种设计中, 该装置可以包括处理模块和输入输出模块。示例性地: 处理模块, 用于获取待编码信源比特; 对待编码信源比特进行第一极化编码, 得到编码后信源比特; 其中, 第一极化编码包括第一变换和第二变换, 第一变换为极化变换, 第一变换对应的母码码长为 N_s , 待编码信源比特经过极化变换后得

到第一信源比特；第一信源比特经过第二变换后得到编码后信源比特；根据第一信源比特确定辅助信息；输入输出模块，用于输出信源编码码字，信源编码码字包括编码后信源比特和辅助信息。

5 在一个可能的设计中，第二变换包括以下一种或多种操作：卷积操作、上三角变换操作、压缩操作或交织操作。

在一个可能的设计中，在根据第一信源比特确定辅助信息时，处理模块用于：对第一信源比特进行校验编码，获得校验比特；其中，校验比特为辅助信息。

10 在一个可能的设计中，在根据第一信源比特确定辅助信息时，处理模块用于：对编码后信源比特进行第一译码，获得至少一个候选译码结果；确定该至少一个候选译码结果中与第一信源比特相符的第一译码结果；确定第一译码结果的指示信息为辅助信息。

15 在一个可能的设计中，在对编码后信源比特进行第一译码，获得至少一个候选译码结果时，处理模块用于：对编码后信源比特进行第一译码，获得 L 个候选向量， L 为正整数；在确定至少一个候选译码结果中与第一信源比特相符的第一译码结果时，处理模块用于：将 L 个候选向量与第一信源比特进行比较；确定 L 个候选向量中与第一信源比特相同的第一向量；其中，第一向量在 L 个候选向量中的序号的信息为指示信息。

在一个可能的设计中，处理模块还用于：对信源编码码字进行第二极化编码，得到信道编码码字，第二极化编码对应的母码码长为 N_c ；输入输出模块，还用于输出信道编码码字。

20 在一个可能的设计中，信源编码码字中的 m 个比特为标记比特， m 为正整数；在对信源编码码字进行第二极化编码时，处理模块用于：按照映射规则，将信源编码码字映射到第二极化编码的极化子信道的信息子信道中，得到待编码信道比特；其中，映射规则包括交织映射，交织映射为：按照自然顺序，依次将信源编码码字映射到信息子信道中，获得信道信息比特序列；将序号为 x_i 的信息子信道和序号为 x_j 的信息子信道上映射的比特进行交换，得到待编码信道比特，其中， x_i 为 m 个标记比特中的第 i 个标记比特映射的信息子信道在信道信息比特序列中的序号， x_j 为序号范围 $[x_i, x_{i+1})$ 的信息子信道中可靠度最低的信息子信道在信道信息比特序列中的序号， x_{i+1} 为 m 个标记比特中的第 $i+1$ 个标记比特映射的信息子信道在信道信息比特序列中的序号， i 和 j 均为正整数， $i=1, 2, \dots, m$ ；对信道待编码比特进行第二极化编码。

30 在一个可能的设计中，标记比特的可靠度高于编码后信源比特中除 m 个标记比特之外的其余比特的可靠度。

第四方面以及各个可能的设计的有益效果可以参考第一方面对应部分的描述，在此不再赘述。

35 第五方面，提供一种极化码译码装置，该装置可以是极化码译码装置，也可以是位于极化码译码装置中的装置（例如，芯片，或者芯片系统，或者电路），或者是能够与极化码译码装置匹配使用的装置。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的方法的功能。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。硬件或软件包括一个或多个与上述功能相对应的模块。一种设计中，该装置可以包括处理模块和输入输出模块。示例性地：处理模块，用于获取待译码信源信息，待译码信源信息包括辅助信息；对待译码信源信息进行第一译码，获得 L 个候选向量， L 为正整数；基于辅助信息，确定 L 个候选向量中的第一向量，辅助信息为校验比特或指示信息，指示信息用于

40

指示第一向量在 L 个候选向量中的序号；对第一向量进行极化变换，得到信源译码结果；输入输出模块，用于输出信源译码结果。

在一个可能的设计中，辅助信息为校验比特；在基于辅助信息，确定 L 个候选向量中的第一向量时，处理模块用于：根据校验比特，按照可靠度从大到小的顺序依次对 L 个候选向量进行校验，在校验通过时确定校验通过的候选向量为第一向量。

在一个可能的设计中，辅助信息为指示信息，指示信息用于指示第一向量在 L 个候选向量中的序号；在基于辅助信息，确定 L 个候选向量中的第一向量时，处理模块用于：根据指示信息，确定 L 个候选向量中指示信息所指示的序号对应的第一向量。

在一个可能的设计中，在获取待译码信源信息时，处理模块用于：对待译码信道信息进行第二译码，获得信道译码结果，信道译码结果中包括 $L1$ 个可靠度从大到小的候选待译码信源向量，待译码信源信息为 $L1$ 个候选待译码信源向量中的一个。

第五方面以及各个可能的设计的有益效果可以参考第二方面对应部分的描述，在此不再赘述。

第六方面，提供一种极化码译码装置，该装置可以是极化码译码装置，也可以是位于极化码译码装置中的装置（例如，芯片，或者芯片系统，或者电路），或者是能够与极化码译码装置匹配使用的装置。该装置具有实现上述第三方面和第三方面的任一种可能的设计中的方法的功能。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。硬件或软件包括一个或多个与上述功能相对应的模块。一种设计中，该装置可以包括处理模块和输入输出模块。示例性地：输入输出模块，用于获取待译码信道信息；处理模块，用于对待译码信道信息进行第二译码，获得信道译码结果；其中，第 $n1$ 个信道信息比特对应的路径度量值根据以下信息确定：第 $n1-1$ 个信道信息比特对应的路径度量值；第 $n1$ 个信道信息比特的路径度量增量；以及在对待译码信源信息进行第一译码译至第 $n2$ 个信源固定比特时，获得的第 $n2$ 个信源固定比特对应的度量值； $n1$ 、 $n2$ 均为正整数。

在一个可能的设计中，在对待译码信源信息进行第二译码获得的第 $n2$ 个信源固定比特的度量值时，处理模块用于：在对待译码信源信息进行第二译码译至第 $n2$ 个信源固定比特时，得到的第 1 至 $n2$ 个信源固定比特对应的路径度量值。

在一个可能的设计中，在对待译码信源信息进行第二译码获得的第 $n2$ 个信源固定比特的度量值时，处理模块用于：在对待译码信源信息进行第二译码译至第 $n2$ 个信源固定比特时，得到的第 $n2$ 个信源固定比特对应的路径度量增量。

在一个可能的设计中，第 $n1$ 个信道信息比特所在的信息子信道与待译码信源信息中的第 $n2$ 个信源固定比特具有映射关系。

在一个可能的设计中，映射关系为交织映射，交织映射为：按照自然顺序，依次将编码后信源比特映射到信息子信道中，获得信道信息比特序列，其中，编码后信源比特中的 m 个比特为标记比特， m 为正整数；将序号为 x_i 的信息子信道和序号为 x_j 的信息子信道上映射的比特进行交换，得到待编码信道比特，其中， x_i 为 m 个标记比特中的第 i 个标记比特映射的信息子信道在信道信息比特序列中的序号， x_j 为序号范围为 $[x_i, x_{i+1})$ 的信息子信道中可靠度最低的信息子信道在信道信息比特序列中的序号， x_{i+1} 为 m 个标记比特中的第 $i+1$ 个标记比特映射的信息子信道在信道信息比特序列中的序号， i 和 j 均为正整数， $i=1, 2, \dots, m$ 。

在一个可能的设计中，第 $n1$ 个信道信息比特对应的路径度量值为以下三者之和：第

$n1-1$ 个信道信息比特对应的路径度量值；第 $n1$ 个信道信息比特的路径度量增量；以及在对待译码信源信息进行第二译码译至第 $n2$ 个信源固定比特时，获得的第 $n2$ 个信源固定比特对应的度量值。

5 在一个可能的设计中，处理模块还用于：根据信道译码结果确定待译码信源信息；对待译码信源信息进行第一译码，获得 L 个候选向量， L 为正整数；基于辅助信息，确定 L 个候选向量中的第一向量，辅助信息为校验比特或指示信息，指示信息用于指示第一向量在 L 个候选向量中的序号；对第一向量进行极化变换，得到信源译码结果；输出信源译码结果。

10 第六方面以及各个可能的设计的有益效果可以参考第三方面对应部分的描述，在此不再赘述。

第七方面，本申请实施例提供一种极化码编码装置，该装置包括存储器和处理器，存储器用于存储程序、指令或代码，处理器用于调用存储器存储的程序、指令或代码，执行上述第一方面、第一方面各个可能的设计所描述的方法。所述装置还可以包括输入输出接口，用于与其他装置通信。所述存储器可以是物理上独立的单元，也可以与所述处理器耦合，或者所述处理器包括所述存储器。

15 第八方面，本申请实施例提供一种极化码译码装置，该装置包括存储器和处理器，存储器用于存储程序、指令或代码，处理器用于调用存储器存储的程序、指令或代码，执行上述第二方面、第三方面、第二方面各个可能的设计或第三方面各个可能的设计所描述的方法。所述装置还可以包括输入输出接口，用于与其他装置通信。所述存储器可以是物理上独立的单元，也可以与所述处理器耦合，或者所述处理器包括所述存储器。

20 第九方面，本申请实施例提供一种极化码编码装置，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，该装置包括：输入输出接口电路，用于获取待编码信源比特；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；输入输出接口电路，用于输出信源编码码字，信源编码码字包括所述编码后信源比特和所述辅助信息。

25 可选的，所述排序装置可以是芯片或者集成电路。

第十方面，本申请实施例提供一种排序装置，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，该装置包括：输入输出接口电路，用于获取待译码信源信息，所述待译码信源信息包括辅助信息；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；输入输出接口电路，用于输出所述信源译码结果。

30 可选的，所述排序装置可以是芯片或者集成电路。

35 第十一方面，本申请实施例提供一种排序装置，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，该装置包括：输入输出接口电路，用于获取待译码信道信息；逻辑电路，用于执行上述第三方面和第三方面的任一种可能的设计中所述的行为。

40 可选的，所述排序装置可以是芯片或者集成电路。

第十二方面，本申请实施例提供一种计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质中存储有计算机可读指令，当所述计算机可读指令在计算机上运行时，使得如第一方面或第一方面各个可能的设计中所述的方法被执行。

第十三方面，本申请实施例提供一种计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质中存储有计算机可读指令，当所述计算机可读指令在计算机上运行时，使得如第二方面或第二方面各个可能的设计中所述的方法被执行，或者，使得如第三方面或第三方面各个可能的设计中所述的方法被执行。

第十四方面，本申请实施例提供了一种芯片系统，该芯片系统包括处理器，还可以包括存储器。存储器用于存储程序、指令或代码；处理器用于调用存储器存储的程序、指令或代码，以实现上述第一方面或第一方面各个可能的设计中所述的方法。该芯片系统可以由芯片构成，也可以包含芯片和其他分立器件。

第十五方面，本申请实施例提供了一种芯片系统，该芯片系统包括处理器，还可以包括存储器。存储器用于存储程序、指令或代码；处理器用于调用存储器存储的程序、指令或代码，以实现上述第二方面或第二方面各个可能的设计中所述的方法，或者，以实现上述第三方面或第三方面各个可能的设计中所述的方法。该芯片系统可以由芯片构成，也可以包含芯片和其他分立器件。

第十六方面，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，使得如第一方面或第一方面各个可能的设计中所述的方法被执行。

第十七方面，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，使得如第二方面或第二方面各个可能的设计中所述的方法被执行，或者，使得如第三方面或第三方面各个可能的设计中所述的方法被执行。

附图说明

- 图 1a 为本申请实施例中通信系统架构示意图之一；
- 图 1b 为本申请实施例中通信系统架构示意图之二；
- 图 2a 为本申请实施例中 SC 译码计算过程示意图；
- 图 2b 为本申请实施例中 SCL 算法中的译码路径示意图；
- 图 3 为本申请实施例中极化码信源极化示意图之一；
- 图 4 为本申请实施例中极化码编码方法的流程示意图；
- 图 5 为本申请实施例中极化码编码的过程示意图之一；
- 图 6 为本申请实施例中极化码译码方法的流程示意图之一；
- 图 7a 为本申请实施例中应用场景 1 编译码方法的过程示意图；
- 图 7b 为本申请实施例中应用场景 2 编译码方法的过程示意图；
- 图 7c 为本申请实施例中应用场景 3 编译码方法的过程示意图；
- 图 7d 为本申请实施例中应用场景 4 编译码方法的过程示意图；
- 图 8 为本申请实施例中极化码信源极化示意图之二；
- 图 9 为本申请实施例中交织映射示意图；
- 图 10 为本申请实施例中极化码译码方法的流程示意图之二；
- 图 11a 为本申请实施例中极化码编码的过程示意图之一；
- 图 11b 为本申请实施例中极化码译码的过程示意图之一；

- 图 12 为本申请实施例中极化码译码方法的流程示意图之二；
图 13 为本申请实施例中极化码译码的过程示意图之二；
图 14a 为本申请实施例中编码过程中比特的变化和映射关系示意图之一；
图 14b 为本申请实施例中编码过程中比特的变化和映射关系示意图之二；
5 图 15 为本申请实施例中极化码编码装置结构示意图之一；
图 16 为本申请实施例中极化码译码装置结构示意图之一；
图 17 为本申请实施例中极化码编码装置结构示意图之二；
图 18 为本申请实施例中极化码译码装置结构示意图之二；
图 19 为本申请实施例中通信装置结构示意图；
10 图 20 为本申请实施例中通信系统架构示意图。

具体实施方式

本申请实施例提供一种极化码编码方法、译码方法及装置，方法和装置是基于同一发明构思的，由于方法及装置解决问题的原理相似，因此装置与方法的实施可以相互参见，重复之处不再赘述。

本申请实施例的描述中，“和/或”，描述关联对象的关联关系，表示可以存在三种关系，例如，A 和/或 B，可以表示：单独存在 A，同时存在 A 和 B，单独存在 B 这三种情况。本申请中所涉及的多个是指两个或两个以上。另外，需要理解的是，在本申请的描述中，“第一”、“第二”等词汇，仅用于区分描述的目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性，也不能理解为指示或暗示顺序。

下面将结合附图，对本申请实施例进行详细描述。

本申请实施例提供的极化码编码方法、译码方法可以应用于 5G 通信系统，例如 5G 新空口（new radio, NR）系统，也可以应用于未来演进的各种通信系统，例如第六代（6th generation, 6G）通信系统、或者空天海地一体化通信系统。

本申请实施例提供的极化码编码方法、译码方法可以应用的一种无线通信系统的架构如图 1a 所示，无线通信系统 100 中包括发送端 110 和接收端 120。其中，发送端 110 可以为网络设备，接收端 120 为终端设备；或者，发送端 110 为终端设备，接收端 120 为网络设备。在无线通信系统中包括网络设备和终端设备时，该无线通信系统架构也可以如图 1b 所示，包括网络设备 101 和终端设备 102。

以下对网络设备 101 和终端设备 102 的可能实现形式和功能进行举例介绍。

网络设备 101 为覆盖范围内的终端设备 102 提供服务。例如，参见图 1a 所示，网络设备 101 为网络设备 101 覆盖范围内的一个或多个终端设备 102 提供无线接入。

网络设备 101 为无线接入网（radio access network, RAN）中的节点，又可以称为基站，还可以称为 RAN 节点（或设备）。目前，一些网络设备 101 的举例为：下一代基站（next generation nodeB, gNB）、下一代演进的基站（next generation evolved nodeB, Ng-eNB）、传输接收点（transmission reception point, TRP）、演进型节点 B（evolved Node B, eNB）、无线网络控制器（radio network controller, RNC）、节点 B（Node B, NB）、基站控制器（base station controller, BSC）、基站收发台（base transceiver station, BTS）、家庭基站（例如，home evolved NodeB，或 home Node B, HNB）、基带单元（base band unit, BBU），或无线保真（wireless fidelity, Wifi）接入点（access point, AP），网络设备 101 还可以是卫星，卫星

还可以称为高空平台、高空飞行器、或卫星基站。网络设备 101 还可以是其他具有网络设备功能的设备,例如,网络设备 101 还可以是设备到设备(device to device, D2D)通信、车联网或机器到机器(machine to machine, M2M)通信中担任网络设备功能的设备。网络设备 101 还可以是未来通信系统中任何可能的网络设备。

- 5 终端设备 102, 又称之为用户设备(user equipment, UE)、移动台(mobile station, MS)、移动终端(mobile terminal, MT)等, 是一种向用户提供语音和/或数据连通性的设备。例如, 终端设备 102 包括具有无线连接功能的手持式设备、车载设备等。目前, 终端设备 102 可以是: 手机(mobile phone)、平板电脑、笔记本电脑、掌上电脑、移动互联网设备(mobile internet device, MID)、可穿戴设备(例如智能手表、智能手环、计步器等)、
10 车载设备(例如, 汽车、自行车、电动车、飞机、船舶、火车、高铁等)、虚拟现实(virtual reality, VR)设备、增强现实(augmented reality, AR)设备、工业控制(industrial control)中的无线终端、智能家居设备(例如, 冰箱、电视、空调、电表等)、智能机器人、车间设备、无人驾驶(self driving)中的无线终端、远程手术(remote medical surgery)中的无线终端、智能电网(smart grid)中的无线终端、运输安全(transportation safety)中的无线终端、智慧城市(smart city)中的无线终端, 或智慧家庭(smart home)中的无线终端、
15 飞行设备(例如, 智能机器人、热气球、无人机、飞机)等。终端设备 102 还可以是其他具有终端设备功能的设备, 例如, 终端设备 102 还可以是设备到设备(device to device, D2D)通信、车联网或机器到机器(machine-to-machine, M2M)通信中担任终端设备功能的设备。特别地, 在网络设备间进行通信的时候, 担任终端设备功能的网络设备也可以看作是
20 终端设备。

为方便对本申请实施例的理解, 下面先对本申请涉及的概念或术语作解释说明, 以便于本领域技术人员理解。

1) 极化码(Polar 码)

- Polar 码也是一种线性块码, 生成矩阵为 G_N , 生成矩阵也可以记为 G , 生成矩阵也可以称为编码矩阵。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 , N 为 Polar 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。其中
- $$F_2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}。$$

2) 极化码信道编码

- Polar 码的信道编码过程中, u_1^N 中的一部分比特用来携带信息, 携带信息的比特称为信息比特, 用来携带信息的这部分比特形成信息比特集合, 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, 称之为固定比特集合或冻结比特集合(frozen bits), 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 ; u_{A^c} 为 u_1^N 中的固定比特集合, 其数量为 $(N-K)$, 是已知比特。这些固定比特通常被设置为 0, 但是只要接收端和发送端预先约定, 固定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 为信息块大小或者 K 为信息比特的数目, 或者 K 为信息比特集合的大小, $G_N(A)$ 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。

5 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 个极化信道, 分别对应生成矩阵的 N 个行, 计算极化信道可靠度, 将可靠度较高的前 K 个极化信道的索引作为集合 A 的元素, 剩余 $(N-K)$ 个极化信道对应的索引作为固定比特的索引集合 A^c 的元素。集合 A 决定了信息比特的位置, 集合 A^c 决定了固定比特的位置。

2) 极化码信道译码

10 SC 译码方法是一种有效的 Polar 码的译码算法。译码设备接收到信号后, 逐个计算信息比特的对数似然比 (Log Likelihood Ratio, LLR), 若信息比特的 $LLR > 0$, 则译码结果为 0, 若信息比特的 $LLR < 0$, 则译码结果为 1, 固定比特无论 LLR 为多少译码结果都置为 0。图 2a 为 SC 译码计算过程示意图, 以译码比特为 4 个为例, 图 2a 中共有 8 个计算节点, 其中有 4 个 F 节点, 4 个 G 节点, F 节点和 G 节点分别对应 F 函数和 G 函数。F 节点的计算需要其右侧 2 项 LLR 输入, G 节点的计算需要其右侧 2 项 LLR 输入以及上一级的输出也作为输入, 只有输入项计算完成后, 才能计算输出。按照上述计算规则, 图 2a 中从右侧接收信号开始, 按序计算 8 个节点, 获得的译码比特依次为 ① $\rightarrow$ ② $\rightarrow$ ③ $\rightarrow$ ④, 至此译码完成。

SC 译码方法的性能较差, 前一个译码比特的结果作为后一个译码比特计算的一个输入, 一旦判错, 会导致错误扩散, 且没有机会挽回, 因此译码性能不高。为解决这一问题, 在逐次消除列表算法 (successive cancellation list, SCL) 中, SCL 算法在译码每个信息比特时, 将 0 和 1 对应的译码结果都保存作为 2 个分支译码路径 (简称路径分裂), 图 2b 为 SCL 算法中的译码路径示意图, 如图 2b 所示, 每一层代表 1 个译码比特, 若译码结果为 0, 则沿着左子树发展路径, 若译码结果为 1, 则沿着右子树发展路径, 当译码路径的总数超过预设的路径宽度 L (一般 L 为 2 的整数次幂) 时, 选择出 PM 值最佳的 L 条路径保存并继续发展路径以译出后续的译码比特, 其中的 PM 值用于判断路径的好坏, PM 值通过 LLR 计算得出。对于每一级的译码比特, 对 L 条路径的 PM 值按照从小到大排序, 并通过 PM 值筛选出正确的路径, 如此反复, 直到译完最后一个比特。

3) 信源极化码

30 以两个信源比特进行极化为例, 来说明二元信源熵是如何发生极化的。如图 3 所示, 假设 X_1 和 X_2 为两个独立的 $Ber(q)$ 信源。 $Ber(q)$ 是指分布概率为 q 的伯努利 (Bernoulli, Ber) 分布。 X_1 和 X_2 的信源熵 $H(x_1) = H(x_2) = H(q) = -q \log_2 q - (1-q) \log_2 (1-q)$ 。经过极化矩阵 $\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}$, 得到关系 $u_1 = x_1 \oplus x_2, u_2 = x_2$ 。

由于极化矩阵为可逆矩阵, 经过如图 3 所示的极化操作后的熵总和保持不变。即

$$H(x_1 x_2) = H(u_1 u_2) = H(u_1) + H(u_2 | u_1)$$

35 又因为 $u_2 = x_2$, 所以 $H(u_2 | u_1) \leq H(x_2) = H(x_1)$ 。由于经过极化操作后的熵总和保持不变, 所以 $H(u_1) \geq H(x_1)$ 。可以看出, 经过极化操作后, 两个独立同分布的 Bernoulli 信源, 变成了一个信源熵更大的信源以及一个信源熵更小的信源。这就是信源极化的基本原理。

如果将上述过程重复下去, 将两个独立同分布的信源 (对应于熵 $H(u_1)$ 和 $H(u_2 | u_1)$) 进行下一步极化, 可以将信源熵进一步极化, 此时对应的极化矩阵为 $G_N = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}^{\otimes n}$, 其中

⊗为张量操作 (tensor product)。而极化过程由 $u_N = x_N \times G_N$ 得到。

根据熵的链式公式, 得到 $H(u_N) = \sum_{i=1}^N H(u_i|u_1^{i-1})$ 。

再根据信源极化理论, $H(u_i|u_1^{i-1})$ 随着 N 的增大不断极化, 但存在范围 $0 \leq H(u_i|u_1^{i-1}) \leq 1$ 。所以当极限情况下 $N \rightarrow \infty$, $H(u_i|u_1^{i-1})$ 要么极化成 1 要么极化成 0, 而由于总熵守恒,

$$H(u_N) = H(x_N) = NH(x)$$

5 可以得出极化后 $H(u_i|u_1^{i-1})$ 为 1 的部分所占比例为 $H(x)$, 即:

$$\lim_{N \rightarrow \infty} \frac{|i \in [N]: H(u_i|u_1^{i-1}) = 1|}{N} = H(x)$$

且

$$\lim_{N \rightarrow \infty} \frac{|i \in [N]: H(u_i|u_1^{i-1}) = 0|}{N} = 1 - H(x)$$

10 这样对 x_1^N 信号的压缩可以转换成对 u_1^N 的压缩, u_1^N 中的部分比特 $H(u_i|u_1^{i-1}) = 0$, 可以完全由其他比特 u_1^{i-1} 决定, 其本身不需要存下来。只需要将另一部分 $H(u_i|u_1^{i-1}) = 1$ 的部分存下来即可。

15 总之, 信源极化码编码过程的第一步为极化变换, 即 $u_1^N = x_1^N G_N$, 其中, $x_1^N = \{x_1, x_2, \dots, x_N\}$ 是一个长度为 N 的非均匀分布的二进制信源序列。根据信源极化理论, 随着 N 的增大, 条件熵 $H(u_i|u_1^{i-1})$ ($i = 1, 2, \dots, N$)一部分趋向于 0 (即 u_i 在给定了 u_1^{i-1} 之后就能基本确定), 另一部分趋向于 1 (即 u_i 在给定了 u_1^{i-1} 之后仍然完全无法确定)。根据这一原理, u_1^N 被分成两个部分, 一部分称作冗余比特 (即条件熵接近于 0 的比特); 另外一部分称作固定比特, 这些比特的索引集合记作 F 。本申请实施例中, 关于信源编码和信源译码中, 固定比特又可以称为信源固定比特, 冗余比特又可以称作信源冗余比特。信源比特包括信源固定比特和信源冗余比特。

20 在已知固定比特之后, 冗余比特即可以很高的概率正确恢复。信源极化码编码过程的第二步为删除冗余比特。因此, 信源极化码的整个编码过程可以简化为 $u_F = x_1^N G_N[F]$, $G_N[F]$ 是 G_N 中由集合 F 中的索引对应的列组成的子矩阵。

根据信源和信道编码的对偶性, 信源极化码译码与信道极化码译码基本相同。将输入信道极化码译码器的信道对数似然比 $\ln \frac{P(y_i|x_i=0)}{P(y_i|x_i=1)}$ ($i = 1, 2, \dots, N$)全部设为 $\ln \frac{P(0)}{1-P(0)}$, 其中 $P(0)$ 是信源比特为 0 的概率, 即可直接利用信道极化码译码器来进行信源极化码译码。

25 采用常规的信源极化码的编码方案, 在有限码长的场景下采用 SC 译码时的性能并不是很好, 采用 SCL 译码时的性能得到一定提高, 但依旧不理想。一方面译码列表中的一部分候选结果的路径度量完全相同, 另一方面正确的译码结果可能并不是概率最大的。

本申请提供一种极化码编码方法, 以期提高信源极化码的性能。

30 如图 4 所示, 极化码编码方法的流程如下所述。该方法的执行主体为发送端或者编码端, 发送端或编码端可以是终端设备, 也可以是网络设备。发送端按照下述方法进行极化码编码, 可以将输出的信源编码码字发送给接收端。或者说, 编码端按照下述方法进行极化码编码, 可以将输出的信源编码码字发送给译码端。如果发送端或编码端为终端设备, 接收端或译码端可以为网络设备。如果发送端或编码端为网络设备, 接收端或译码端可以为终端设备。

35 S401.获取待编码信源比特。

S402.对待编码信源比特进行第一极化编码, 得到编码后信源比特。

其中，第一极化编码包括第一变换和第二变换，第一变换为极化变换，第一变换对应的母码码长为 N_s ，待编码信源比特经过极化变换后得到第一信源比特；第一信源比特经过第二变换后得到编码后信源比特。 N_s 可以为 2 的整数次幂。

S403.根据第一信源比特确定辅助信息。

5 S404.输出信源编码码字，信源编码码字包括编码后信源比特和辅助信息。

可以将编码后信源比特与辅助信息进行组合或合并 (combine)，得到信源编码码字。例如，将辅助信息拼接在编码后信源比特之后，或者将编码后信源比特拼接在辅助信息之后，又或者将辅助信息按照预设位置穿插在编码后信源比特之间。

通过在信源编码的结果中加入根据原始信源比特的信息，能够辅助信源译码，从而提高信源极化码的性能。

如图 5 所示，展示了上述极化码编码的过程示意图。

其中，第二变换包括以下一种或多种操作：卷积操作、上三角变换操作、压缩操作或交织操作。

例如，第二变换可以是压缩操作。待编码信源比特经过极化变化后得到第一信源比特；15 第一信源比特经过压缩操作，即保留第一信源比特中的固定比特集合 F 所对应的比特，删除冗余比特；得到编码后信源比特。

又例如，第二变换可以是卷积操作和压缩操作。待编码信源比特经过极化变化后得到第一信源比特；第一信源比特经过卷积操作后，再经过压缩操作，其中压缩操作为：针对20 第一信源比特经过卷积操作后的比特，保留固定比特集合 F 所对应的比特，删除冗余比特；得到编码后信源比特。卷积操作可以使得极化后的比特之间产生了一定程度额外的关联，相比不经过卷积操作的方法来说，该方法能够在同样的压缩率下保留更多原始信息，达到更低的译码错误率。卷积操作将信源固定比特和信源信息比特之间产生了关系，卷积操作后的比特，每个比特的值可能会发生变化。保留固定比特集合 F 所对应的比特这个操作，其中：固定比特集合 F 所对应的比特，可以是指卷积操作后的比特中的与原来 F 中信源固25 定比特对应的比特。

又例如，第二变换可以是上三角变换操作和压缩操作。待编码信源比特经过极化变化后得到第一信源比特；第一信源比特经过上三角操作后，再经过压缩操作，其中压缩操作30 为：针对第一信源比特经过上三角操作后的比特，保留固定比特集合 F 所对应的比特，删除冗余比特；得到编码后信源比特。上三角操作即第一信源比特乘以一个上三角矩阵。上三角操作可以使得极化后的比特之间产生了一定程度额外的关联，相比不经过上三角操作的方法来说，该方法能够在同样的压缩率下保留更多原始信息，达到更低的译码错误率。

根据第一信源比特确定辅助信息，可以通过以下方式实现。

方式 1：辅助信息为校验比特。可选的，对第一信源比特进行校验编码，获得校验比特；其中，校验比特即辅助信息。输出信源编码码字中包括编码后信源比特和校验比特。35 通过将校验比特包含在编码结果中，可以在译码时利用校验比特筛选正确的译码结果，可以有助于提高信源极化码的性能。尤其针对有限码长的场景下，能够提高信源极化码的短码性能。

方式 2：辅助信息为指示信息，该指示信息用于指示一个候选向量，例如，该指示信息用于指示一个候选向量的序号。可选的，可以对编码后信源比特进行第一译码，获得至少40 一个候选译码结果，确定该至少一个候选译码结果中与第一信源比特相符的第一译码结

果，确定第一译码结果的指示信息为辅助信息。

例如，第一译码为 SCL 译码，对编码后信源比特进行 SCL 译码，获得 L 个候选向量，L 为正整数，L 可以为译码路径宽度。将 L 个候选向量与第一信源比特进行比较，确定 L 个候选向量中与第一信源比特相同的第一向量；其中，第一向量在 L 个候选向量中的序号的信息为指示信息。指示信息可以是候选向量的序号的二进制表示。

这样，可以通过在编码时根据编码结果进行一次译码，来判断编码是否成功。并且将译码成功的正确结果生成辅助信息，辅助信息在信源编码码字中，这样在信源译码时可以输出辅助信息指示的译码结果，有助于提高信源极化码的性能。尤其针对有限码长的场景下，能够提高信源极化码的短码性能。相比没有辅助信息的译码方法，在达到相同误码率所需的译码列表大小可以大幅度降低，即译码复杂度可以大幅度降低。

图 4 实施例介绍了极化码的编码方法。本申请实施例还提供一种极化码译码方法，以期提高信源极化码的性能。该极化码译码方法为本申请实施例单独保护的方案，也可以基于图 4 提供的极化码的编码方案结合，形成本申请实施例需要保护的方案。当结合时，

如图 6 所示，本申请实施例提供的极化码译码方法的流程如下所述。该方法的执行主体为接收端或者译码端，接收端或者译码端可以是终端设备，也可以是网络设备。接收端接收来自发送端的待译码信源信息，按照下述方法进行极化码译码。或者说，译码端接收来自编码端的待译码信源信息，按照下述方法进行极化码译码。如果接收端或者译码端为终端设备，发送端或编码端可以为网络设备。如果接收端或译码端为网络设备，发送端或者编码端可以为终端设备。

S601. 获取待译码信源信息。

其中，该待译码信源信息包括辅助信息。

S602. 对待译码信源信息进行第一译码，获得 L 个候选向量，L 为正整数。

第一译码可以是 SCL 译码或者其他译码，例如，PAC 码的列表译码。L 为译码路径宽度 L，L 可以为 2 的整数次幂。

S603. 基于辅助信息，确定 L 个候选向量中的第一向量。

S604. 对第一向量进行极化变换，得到信源译码结果。

S605. 输出信源译码结果。

通过辅助信息进行信源译码，能够提高信源极化码的译码性能。

下面对图 6 实施例的一些可选的实现方式进行说明。

以下介绍一些辅助信息的可能的实现方式。

方式 a: 辅助信息为校验比特。可选的，可以根据校验比特，按照权值的顺序依次对 L 个候选向量进行校验，在校验通过时确定校验通过的候选向量为第一向量。例如，对待译码信源信息进行第一译码，获得 L 个候选向量。L 个候选向量分别具有权值，L 个候选向量的权值可以确定出 L 个候选向量的顺序，例如按照权值由大到小的顺序，或者按照权值由小到大的顺序。例如，权值为 PM 值，可以根据 L 个候选向量的 PM 值的顺序，依次对候选向量按照校验比特进行校验。例如，按照 L 个候选向量的 PM 值绝对值从大到小的顺序，依次选择一个候选向量按照校验比特对该候选向量进行校验。如果校验通过，则该校验通过的向量为第一向量。如果校验不通过，则继续对下一个选择的候选向量按照校验比特进行校验，若校验通过，则该校验通过的向量为第一向量。如此，选出第一向量。

方式 a 可以与上文中信源极化码编码方案的方式 1 结合，编码端第一信源比特进行校

验编码, 获得校验比特, 校验比特即辅助信息。输出信源编码码字中包括编码后信源比特和校验比特。译码端在进行信源译码时, 按照编码端编码获得的校验比特进行译码, 可以在译码时利用校验比特筛选正确的译码结果, 可以有助于提高信源极化码的性能。尤其针对有限码长的场景下, 能够提高信源极化码的短码性能。

5 方式 b: 辅助信息为指示信息, 该指示信息用于指示一个候选向量。例如, 该指示信息用于指示一个候选向量的序号。可选的, 根据指示信息, 确定 L 个候选向量中指示信息所指示的序号对应的第一向量。这里的指示信息可以指示 L 个候选向量中的一个向量。例如, 该指示信息可以指示第一向量的序号, 指示信息可以是第一向量的序号的二进制表示。假设 $L=32$, 指示信息为 2 的二进制表示, 则译码端可以根据 2 的二进制表示确定序号 2

10 对应的第一向量。
方式 b 可以与上文中信源极化码编码方案的方式 2 结合。那么, 编码端对编码后信源比特进行 SCL 译码, 获得 L 个候选向量, 将 L 个候选向量与第一信源比特进行比较, 确定 L 个候选向量中与第一信源比特相同的第一向量, 第一向量在 L 个候选向量中的序号的信息为指示信息。译码端可以根据指示信息, 确定 L 个候选向量中指示信息所指示的序号

15 对应的第一向量。这样, 可以通过在编码时根据编码结果进行一次译码, 来判断编码是否成功。并且将译码成功的正确结果生成辅助信息, 辅助信息在信源编码码字中, 这样在信源译码时可以输出辅助信息指示的译码结果, 有助于提高信源极化码的性能。尤其针对有限码长的场景下, 能够提高信源极化码的短码性能。相比没有辅助信息的译码方法, 在达到相同误码率所需的译码列表大小可以大幅度降低, 即译码复杂度可以大幅度降低。

20 以上描述了极化码译码方法, 基于同一技术构思, 第一译码在基于 SC 译码的基础上, 对待译码信源信息进行 SC 译码, 获得一个向量。辅助信息为校验比特, 基于辅助信息 (即基于校验比特), 对该向量进行校验, 如果通过, 则基于对该向量进行极化变化, 得到信源译码结果。如果不通过, 则返回信源译码的上一层, 比如返回信道译码, 按照信道译码的规则选择信道译码的下一个结果, 进行信源译码, 信源译码即重复上述过程: 对待译码

25 信源信息进行 SC 译码, 获得一个向量, 基于校验比特对该向量进行校验, 如果通过, 则基于对该向量进行极化变化, 得到信源译码结果。

基于图 4 实施例的极化码编码方法和图 6 所示的极化码译码方法, 下面结合具体的应用场景进行进一步详细说明。下面具体应用场景下的实施例将编码方法和译码方法结合在一起描述, 可以理解的是, 编码方法和译码方法也可以独立使用。

30 应用场景 1:

假设辅助信息为校验比特, 第二变换为压缩操作, 编译码方法的过程示意图如图 7a 所示。具体过程可以如下所述。

编码过程: 待编码信源比特 s 通过极化变换得到 u ; 对 u 进行压缩操作, 即保留 u 中固定比特集合 F 所对应的比特 u^F , 删除冗余比特; 对 u 进行校验编码生成校验比特 c , 例如, 可以对 u 进行 CRC 编码生成 CRC 校验比特 c ; 将 u^F 与校验比特 c 进行合并 (combine),

35 得到信源编码码字 s_{comp} 。

译码过程: 根据 u^F 进行列表大小为 L 的信源 SCL 译码, 得到候选译码结果列表 $\mathcal{L} = \{\hat{u}_i, i = 1, 2, \dots, L\}$;

40 对 $\mathcal{L}$ 中的候选结果按照可靠度或者概率从大到小依次进行 CRC 校验, 如果某个 $\hat{u}_i$ 通过了校验, 则停止校验, 输出 $\hat{u} = \hat{u}_i$; 如果全部通不过校验, 则输出 $\hat{u} = \hat{u}_1$;

对 $\hat{\mathbf{u}}$ 进行极化变换, 得到信源译码结果 $\hat{\mathbf{s}}$ 。

应用场景 2:

假设辅助信息为校验比特, 第二变换为卷积操作 (或上三角变换操作)、以及压缩操作, 编译码方法的过程示意图如图 7b 所示。具体过程可以如下所述。

5 编码过程: 待编码信源比特 s 通过极化变换得到 v ; 对 v 进行一次卷积操作 (或上三角变换操作), 得到 u ; 保留 u 中固定比特集合 F 所对应的比特 $\mathbf{u}^F$, 删除冗余比特; 对 u 进行 CRC 编码, 生成 CRC 校验比特 c ; 将 $\mathbf{u}^F$ 与校验比特 c 进行合并 (combine), 得到信源编码码字 $\mathbf{s}_{comp}$ 。

译码过程: 根据 $\mathbf{u}^F$ 进行列表大小为 L 的信源译码, 可以用极化调节卷积 (polarization-adjusted convolutional, PAC) 码的列表译码器进行信源译码, 得到候选译码结果列表 $\mathcal{L} = \{\hat{\mathbf{u}}_i\}, i = 1, 2, \dots, L$;

对 $\mathcal{L}$ 中的候选结果按照可靠度从大到小依次进行 CRC 校验, 如果某个 $\hat{\mathbf{u}}_i$ 通过了校验, 则停止校验, 输出 $\hat{\mathbf{u}} = \hat{\mathbf{u}}_i$; 如果全部通不过校验, 则输出 $\hat{\mathbf{u}} = \hat{\mathbf{u}}_1$;

对 $\hat{\mathbf{u}}$ 进行极化变换, 得到信源译码结果 $\hat{\mathbf{s}}$ 。

15 可以看出, 本申请实施例中, 如果在第二变换中包括卷积操作或者上三角变换操作, 译码时就可以使用 PAC 码的列表译码器, PAC 码的列表译码器与极化码的 SCL 译码器类似, 只是在译码过程中需要将卷积的影响考虑进去。

应用场景 3:

20 假设辅助信息为指示信息, 第二变换为压缩操作, 编译码方法的过程示意图如图 7c 所示。具体过程可以如下所述。

编码过程: 待编码信源比特 s 通过极化变换得到 u ; 保留 u 中固定比特集合 F 所对应的比特 $\mathbf{u}^F$, 删除冗余比特; 利用 $\mathbf{u}^F$ 进行列表大小为 L 的列表译码, 得到候选结果列表, 候选结果列表包括 L 个候选向量; 将 L 个候选向量与第一信源比特 $\mathbf{u}^F$ 进行比较, 确定 L 个候选向量中与第一信源比特 $\mathbf{u}^F$ 相同的第一向量。第一向量为正确路径, 将第一向量的二进制表示 i_s 放进编码结果中。 i_s 为 $1 \sim L$ 的序号的其中一个序号的二进制表示, i_s 的大小为 $\log_2(L)$ 个比特。如果 L 个候选向量中没有与第一信源比特 $\mathbf{u}^F$ 相同的向量, 则可知编码失败, 这种情况下, 可以令 $i_s = 0$; 将 $\mathbf{u}^F$ 与 i_s 合并成 $\mathbf{s}_{comp}$, 得到信源编码码字。可选的, 当编码失败时, 也可以增大 L 继续尝试编码, 直到成功。由于用二进制数表征 $1 \sim L$ 需要 $\log_2(L)$ 个比特, 采用这种策略时, 该方案可以变成一种无损的变长码方案。

30 译码过程:

根据 $\mathbf{u}^F$ 进行列表大小为 L 的信源 SCL 译码, 得到候选译码结果列表 $\mathcal{L} = \{\hat{\mathbf{u}}_i\}, i = 1, 2, \dots, L$;

输出 $\hat{\mathbf{u}} = \hat{\mathbf{u}}_{i_s}$;

对 $\hat{\mathbf{u}}$ 进行极化变换, 得到信源译码结果 $\hat{\mathbf{s}}$ 。

35 应用场景 4:

假设辅助信息为指示信息, 第二变换为卷积操作 (或上三角变换操作)、以及压缩操作, 编译码方法的过程示意图如图 7d 所示。具体过程可以如下所述。

40 编码过程: 待编码信源比特 s 通过极化变换得到 v ; 对 v 进行一次卷积操作 (或上三角变换操作), 得到 u ; 保留 u 中固定比特集合 F 所对应的比特 $\mathbf{u}^F$, 删除冗余比特; 利用 $\mathbf{u}^F$ 进行列表大小为 L 的列表译码, 得到候选结果列表, 候选结果列表包括 L 个候选向量; 将 L

个候选向量与第一信源比特 $\mathbf{u}^F$ 进行比较,确定L个候选向量中与第一信源比特 $\mathbf{u}^F$ 相同的第一向量。第一向量为正确路径,将第一向量的二进制表示 i_s 放进编码结果中。 i_s 为1~L的序号的其中一个序号的二进制表示, i_s 的大小为 $\log_2(L)$ 个比特。如果L个候选向量中没有与第一信源比特 $\mathbf{u}^F$ 相同的向量,则可知编码失败,这种情况下,可以令 $i_s = 0$;将 $\mathbf{u}^F$ 与 i_s 合并成 $\mathbf{s}_{comp}$,得到信源编码码字。可选的,当编码失败时,也可以增大L继续尝试编码,直到成功。由于用二进制数表征1~L需要 $\log_2(L)$ 个比特,采用这种策略时,该方案可以变成一种无损的变长码方案。

译码过程:

根据 $\mathbf{u}^F$ 进行列表大小为L的PAC码的列表译码,得到候选译码结果列表 $\mathcal{L} = \{\hat{\mathbf{u}}_i, i = 1, 2, \dots, L$;
输出 $\hat{\mathbf{u}} = \hat{\mathbf{u}}_{i_s}$;
对 $\hat{\mathbf{u}}$ 进行极化变换,得到信源译码结果 $\hat{\mathbf{s}}$ 。

信息论中的信源、信道编码定理所给出的信源、信道编码所能达到的极限速率都要求码长趋于无穷。在有限码长下,两者都不可能达到各自的极限速率。码长越短,实际所能达到的速率距离理论极限越远。因此,分离的信源和信道编码只有当码长非常长时才是最优的。在实际应用中,受复杂度、时延等因素的约束,通信所用的码长往往受到限制。此时,原始信息即使经过信源编码压缩后还是会存在部分残留的冗余。信道译码器利用这部分信源冗余去辅助译码,系统的译码错误概率可以得到极大降低。因此,在有限码长下,联合信源信道编码严格优于分离信源信道编码。

下面介绍本申请实施例提供的另一种极化码编码方法,该方法为联合信源信道编码的方法。该方法可以结合上述实施例提供的信源编码的方法,在此基础上增加信道编码的方法。

如图8所示,极化码编码方法的具体流程如下所述。

S801~S804: 同S401~S404。

S805.对信源编码码字进行第二极化编码,得到信道编码码字。

第二极化编码对应的母码码长为 N_c , N_c 可以为2的整数次幂。第二极化编码可以为极化码信道编码。

S806.输出信道编码码字。

如上述第2)点极化码信道编码的描述,在进行极化码信道编码时,可靠度较高的前K个极化信道为待编码比特的位置,其余位置为固定比特的位置。极化信道也可以称为极化子信道,母码码长为 N_c , N_c 个极化子信道中可靠度较高的前K个极化子信道可以称为信息子信道。图8实施例中,待编码比特包括信源编码码字,将信源编码码字映射到信息子信道中。可选的,可以对信源编码码字进行校验编码,得到校验编码码字。例如对信源编码码字进行CRC编码,得到CRC校验编码码字。待编码比特包括信源编码码字和该校验编码码字,将信源编码码字和该校验编码码字映射到信息子信道中。

在实现映射之后,得到待编码信道比特;再对待编码信道比特进行第二极化编码,得到上述信道编码码字,输出该信道编码码字。

下面给出将信源编码码字映射到信息子信道中的可选实现方式,可以理解的是,当对信源编码码字进行校验编码时,需要将信源编码码字和该校验编码码字映射到信息子信道中。对映射方式的描述,本文以不对信源编码码字进行校验编码为例,即将信源编码码字

映射到信息子信道中。所描述方法可以应用到将信源编码码字和该校验编码码字映射到信息子信道中的场景。

映射规则 A:

映射规则 A 为自然映射。按照自然顺序, 依次将信源编码码字映射到信息子信道中, 得到待编码信道比特。

映射规则 B:

映射规则 B 为交织映射。

按照映射规则 B, 将信源编码码字映射到信息子信道中, 得到待编码信道比特。其中, 信源编码码字中包括 m 个标记比特。 m 个标记比特的可靠度要高于信源编码码字中其余比特的可靠度。标记比特还可以有其它称呼, 本申请不作限定。

编码端在信源编码时, 可以将 m 个标记比特标记出来, 供信道编码的交织映射过程中作参考。受有限码长影响, 极化后的信源比特中存在部分有一定可靠性 (即条件熵较小接近于 0) 但不足以能够删除掉的比特。可以利用这部分比特来为信道译码提供额外的软信息。在信源码构造时, 可靠度高 (即条件熵低) 的 m 个固定比特被标记为标记比特。

交织映射为: 首先按照自然顺序, 依次将信源编码码字映射到信息子信道中, 获得信道信息比特序列; 将序号为 x_i 的信息子信道和序号为 x_j 的信息子信道上映射的比特进行交换, 得到待编码信道比特, 其中, x_i 为 m 个标记比特中的第 i 个标记比特映射的信息子信道在信道信息比特序列中的序号, x_j 为序号范围为 $[x_i, x_{i+1})$ 的信息子信道中可靠度最低的信息子信道在信道信息比特序列中的序号, x_{i+1} 为 m 个标记比特中的第 $i+1$ 个标记比特映射的信息子信道在信道信息比特序列中的序号, i 和 j 均为正整数, $i=1, 2, \dots, m$ 。

N_c 个极化子信道中可靠度较高的前 K 个极化子信道为信息子信道, 即信息子信道的数目为 K 。如图 9 所示, 信源编码码字中包括 m 个标记比特, m 个标记比特的序号用 i 表示, $i=1, 2, \dots, m$ 。标记比特用阴影示意。将信源编码码字按照自然顺序映射到信息子信道中, 得到信道信息比特序列。按照自然顺序映射即: 信源编码码字的第 1 个比特映射到第 1 个信息子信道中, 信源编码码字的第 2 个比特映射到第 2 个信息子信道中, 以此类推, 信源编码码字的第 K 个比特映射到第 K 个信息子信道中。

在按照自然顺序依次将信源编码码字映射到信息子信道后, m 个标记比特对应的映射到 m 个信息子信道中, m 个标记比特中的第 i 个标记比特映射的信息子信道在信道信息比特序列中的序号为 x_i , m 个标记比特中的第 $i+1$ 个标记比特映射的信息子信道在信道信息比特序列中的序号为 x_{i+1} 。序号范围 $[x_i, x_{i+1})$ 表示从 m 个标记比特中的第 i 个标记比特映射的信息子信道开始, 到 m 个标记比特中的第 $i+1$ 个标记比特映射的信息子信道的前一个信息子信道结束。

举例来说, 如图 9 所示, m 个标记比特中的第 1 个标记比特映射的信息子信道在信道信息比特序列中的序号为 x_1 , m 个标记比特中的第 2 个标记比特映射的信息子信道在信道信息比特序列中的序号为 x_2 , 将序号为 x_1 的信息子信道和序号范围 $[x_1, x_2)$ 之间可靠度最低的信息子信道上映射的比特进行交换。与 m 个标记比特中的第 1 个标记比特类似的方法, 确定 m 个标记比特中第 i 个标记比特映射的信息子信道。

可以理解的是, 在确定 m 个标记比特中第 m 个标记比特映射的信息子信道时, 如果在按照自然顺序映射后, 第 m 个标记比特映射的信息子信道后还有其他的信息子信道, 则将序号为 x_m 的信息子信道和该其他的信息子信道之间可靠度最低的信息子信道上映射的

比特进行交换；当然也可以不对序号为 x_m 的信息子信道上的比特进行交换，图 9 中以这种方式进行示意。如果第 m 个标记比特映射的信息子信道后没有其他的信息子信道，则不对序号为 x_m 的信息子信道上的比特进行交换，即按照原来自然顺序映射的方式。

可以理解的是，上文中为了使得本领域技术人员更便于理解，将交织映射的过程分成了自然顺序映射以及交换两个步骤来执行，实际应用中，可以按照相同的映射规则省略自然映射的步骤，将信源编码码字直接映射到信息子信道中，得到待编码信道比特。两种方式得到的结果是一样的。例如，仍以图 9 为例，按照自然顺序将信源编码码字的比特逐次映射到信息子信道中，当遇到第 1 个标记比特时，将第 1 个标记比特直接映射到 $[x_1, x_2)$ 之间可靠度最低的信息子信道上。当遇到 $[x_1, x_2)$ 之间可靠度最低的信息子信道对应的信源编码码字的比特时，将该比特映射到第 1 个标记比特对应的信息子信道上。

当然，可以按照映射规则，进行并行映射。例如，按照映射规则对应的映射图样，将信源编码码字并行映射到信息子信道中。

图 8 实施例提供的极化码编码方法为联合信源信道编码的方法。本申请实施例还提供一种极化码译码方法，可以称为联合信源信道译码的方法，以期提高信源极化码的性能。该极化码译码方法为本申请实施例单独保护的方案，也可以基于图 8 提供的极化码的编码方案结合，形成本申请实施例需要保护的方案。以下分别对两种可能的极化码译码方法进行介绍。

如图 10 所示，本申请实施例提供的一种极化码译码方法的流程如下所述。

该方法的执行主体为接收端或者译码端，接收端或者译码端可以是终端设备，也可以是网络设备。接收端接收来自发送端的待译码信源信息，按照下述方法进行极化码译码。或者说，译码端接收来自编码端的待译码信源信息，按照下述方法进行极化码译码。如果接收端或者译码端为终端设备，发送端或编码端可以为网络设备。如果接收端或译码端为网络设备，发送端或者编码端可以为终端设备。

S1001.对待译码信道信息进行第二译码，获得信道译码结果。

S1002.根据信道译码结果确定待译码信源信息。

该步骤可以对应于 S601 获取待译码信源信息的步骤。例如，信道译码结果为包括 L_1 个可靠度从大到小的候选待译码信源向量，待译码信源信息为 L_1 个候选待译码信源向量中的一个。可以按照路径度量值或者可靠度选择一个候选待译码信源向量作为待译码信源信息。

S1003.对待译码信源信息进行第一译码，得到并输出信源译码结果。

对待译码信源信息进行第一译码的方法可以参考图 6 实施例的译码过程，或者也可以采用其他译码方法，例如 SC 译码。

图 10 实施例采用信道信源联合译码，先进行信道译码，输出候选的信道译码路径，例如，输出 L 条信道译码路径， L 为译码路径宽度。按照路径度量值，选择可靠性最高的信道译码路径，对该可靠性最高的信道译码路径进行第一译码，即信源译码，得到信源译码结果。

如果编码端在进行信道编码时采用了校验编码，例如 CRC 校验编码，则在译码时，译码端还可以按照下述方法译码：先进行信道译码，输出候选的信道译码路径，例如，输出 L 条信道译码路径， L 为译码路径宽度。按照路径度量值，从可靠性最高的信道译码路径开始，对该可靠性最高的信道译码路径进行第一译码，即信源译码，并对信源译码结果

进行校验,若校验通过,则输出信源译码结果。若不过,则返回对可靠性次高的信道译码路径进行第一译码,对得到的可靠性次高的信道译码路径的信源译码结果进行校验,若校验通过,则输出信源译码结果,若不过则继续返回进行第一译码,直到校验通过输出信源译码结果,或者直到遍历完所有信道译码路径。如果遍历完所有信道译码路径,也不存在校验成功的信源译码结果,则可以输出对可靠性最高的信道译码路径的信源译码结果。

下面结合具体的应用场景,对图 8 实施例和图 10 实施例进行进一步详细说明。

例如针对图 8 实施例信源编码码字按照映射规则 A 的方式映射到信息子信道的场景,编码过程和译码过程如下所述。编码过程如图 11a 所示:包括信源编码的过程和信道编码的过程。

10 信源编码的过程为:待编码信源比特 s 经过第一极化编码,得到并输出得到信源编码码字 s_{comp} 。其中,信源编码的过程可以参考上文中应用场景 1 至应用场景 4 中任一种应用场景中的编码过程,在此不再赘述。

信道编码的过程为:对输出的信源编码码字 s_{comp} 进行校验编码,例如 CRC 编码,得到校验编码码字 c_c ;将 s_{comp} 和 c_c 按照自然顺序映射在信息子信道上,即将 s_{comp} 和 c_c 自然映射的方式放置在信道极化码编码器的输入序列 u 的信息位上;对 u 进行极化变换,得到最终的码字 x 。

译码过程如图 11b 所示,译码方法可以为列表译码方法。

S1101.对待译码信道信息 y 进行信道译码,得到 L 个候选向量。

20 S1102. L 个候选向量可以按照可靠性或者概率从大到小排列,得到候选译码结果列表 $\mathcal{L} = \{\hat{u}_i, i = 1, 2, \dots, L\}$ 。

S1103.对该候选译码结果列表中的第 i 个候选结果,进行信道 CRC 校验,如果校验通过,则进入 S1104;否则,返回 S1103,对该候选译码结果列表中的第 $(i+1)$ 个候选结果进行信道 CRC 校验。候选译码结果列表 $\mathcal{L}$ 中各个候选结果已是按照可靠性或者概率从大到小排列, i 的取值可以从 1 开始,即从可靠性或者概率最大的候选结果开始。

25 S1104.对校验通过的候选译码结果进行信源译码,如果能够确定出信源译码结果,则输出信源译码结果;否则返回 S1103,对该候选译码结果列表中的第 $(i+1)$ 个候选结果进行信道 CRC 校验。如果遍历候选译码结果列表中所有的候选结果,在进行到 S1104 时,都不能确定出信源译码结果,则选择候选译码结果列表中可靠性最高的候选结果进行信源译码,并输出信源译码结果即可。

30 可以理解的是,S1104.对校验通过的候选译码结果进行信源译码的过程可以参考上文中应用场景 1 至应用场景 4 中任一种应用场景中的编码过程,在此不再赘述。可选的,当图 11a 的编码方法与图 11b 的译码方法结合使用时,图 11a 与图 11b 使用的方法的应用场景一致,例如,图 11a 的编码方法采用应用场景 1 的编码过程,对应地,图 11b 的译码方法采用应用场景 1 的译码过程。

35 当采用应用场景 1 的译码过程时,S1104.对校验通过的候选译码结果进行信源译码,如果存在能够通过信源 CRC 的结果,则认为能够确定出信源译码结果,进一步对通过信源 CRC 的结果进行极化变换,得到信源译码结果。如果不存在能够通过信源 CRC 的结果,则返回 S1103。

40 图 10 实施例的极化码译码方法是一种信源信道联合译码,在信道译码的所有比特译码结束后,再进行信源译码。

如图 12 所示, 本申请实施例提供的另一种极化码译码方法的流程如下所述。

该方法的执行主体为接收端或者译码端, 接收端或者译码端可以是终端设备, 也可以是网络设备。接收端接收来自发送端的待译码信源信息, 按照下述方法进行极化码译码。或者说, 译码端接收来自编码端的待译码信源信息, 按照下述方法进行极化码译码。如果接收端或者译码端为终端设备, 发送端或编码端可以为网络设备。如果接收端或译码端为网络设备, 发送端或者编码端可以为终端设备。

S1201. 获取待译码信道信息。

S1202. 对待译码信道信息进行第二译码, 获得信道译码结果。

其中, 第 $n1$ 个信道信息比特对应的路径度量值根据以下信息确定: 第 $n1-1$ 个信道信息比特对应的路径度量值; 第 $n1$ 个信道信息比特的路径度量增量; 以及在对待译码信源信息进行第一译码译至第 $n2$ 个信源固定比特时, 获得的第 $n2$ 个信源固定比特对应的度量值; $n1$ 、 $n2$ 均为正整数。

图 12 实施例提供的极化码译码方法, 在信道译码的过程中, 当译码至部分比特时, 根据部分比特的信道译码结果进行部分比特的信源译码, 将部分比特的信源译码的值反馈到信道译码的下一个比特的译码中, 这样能够使得信源译码的软信息辅助信道信息比特的译码。

下面对图 12 实施例的可选实现方式进行说明。

其中, 第 $n1$ 个信道信息比特对应的路径度量值, 需要考虑第 $n1$ 个信道信息比特之前所有的比特的路径, 包括信道信息比特和信道固定比特。

对待译码信道信息进行第二译码, 第二译码可以称为信道译码。常规的信道译码方法, 在译码至第 x 个信息比特 u_x 时, 得到的第 x 个信息比特对应的路径度量值, 为译码至第 $(x-1)$ 个信息比特对应的路径度量值与第 x 个信息比特的路径度量增量。可以用以下公式表示:

$$PM_1^x = PM_1^{x-1} + \Delta PM(u_x).$$

本申请实施例中, 在信道译码进行至一些特殊比特时, 进行信源译码, 并基于信源译码辅助得到特殊比特的信道译码结果。除这些特殊比特之外的其它信息比特, 按照常规的信道译码方法进行信道译码即可。

例如, 信道信息比特共 K 个, 序号为 1、2、……、 K , 特殊比特为 K 个信道信息比特中的序号为 $n1$ 。 $n1$ 可以是 1~ K 中的序号。在译码至第 $n1$ 个信道信息比特时, 对待译码信源信息进行第一译码, 即信源译码。并且译码至第 $n2$ 个信源固定比特时, 获得第 $n2$ 个信源固定比特对应的度量值。根据获得的第 $n2$ 个信源固定比特对应的度量值, 辅助得到第 $n1$ 个信道信息比特对应的路径度量值。第 $n1$ 个信道信息比特所在的信息子信道与待译码信源信息中的第 $n2$ 个信源固定比特具有映射关系。在译码至第 $n1$ 个信道信息比特时, 已经获得第 1~ $(n1-1)$ 个信道信息比特的信息。根据第 1~ $(n1-1)$ 个信道信息比特的信息, 可以确定第 $n2$ 个信源固定比特之前所有的信源比特的信息, 信源比特包括信源固定比特和信源冗余比特, 例如通过 1~ $(n1-1)$ 个信道信息比特, 得到 1~ $(n2-1)$ 个信源固定比特, 在已知 1~ $(n2-1)$ 个信源固定比特的前提下, 信源译码可以译码到第 $n2$ 个信源固定比特的前一个信源冗余比特, 即得到第 $n2$ 个信源固定比特之前所有的信源比特的信息。根据第 $n2$ 个信源固定比特之前所有的信源比特的信息, 可以确定第 $n2$ 个信源固定比特的对应的度量值。例如, 根据第 1~ $(n1-1)$ 个信道信息比特的信息, 就可以确定第 1~ $(n2-1)$ 个信源固定比特的信息, 根据第 1~ $(n2-1)$ 个信源固定比特的信息, 能够获知第 $n2$ 个信源固

定比特之前信源冗余比特的信息,也就可以获得第 n_2 个信源固定比特之前所有信源比特的信息。然后根据第 n_2 个信源固定比特之前所有信源比特的信息,确定第 n_2 个信源固定比特的对应的度量值。可选的,可以先根据第 n_2 个信源固定比特之前所有信源比特的信息,确定第 n_2 个信源固定比特的软信息,根据第 n_2 个信源固定比特的软信息,确定第 n_2 个信源固定比特对应的度量值。

如果按照常规信道译码方法,第 n_1 个信道信息比特对应的路径度量值,可以根据译码至第 (n_1-1) 个信息比特对应的路径度量值与第 n_1 个信息比特的路径度量增量确定即可。本申请实施例中,第 n_1 个信道信息比特对应的路径度量值,根据以下三者确定:译码至第 (n_1-1) 个信息比特对应的路径度量值、第 n_1 个信息比特的路径度量增量、以及第 n_2 个信源固定比特对应的度量值。一种可选的实现方式中,第 n_1 个信道信息比特对应的路径度量值,为三者之和。

以下对特殊比特的可能情况进行举例说明。

一:特殊比特可以是标记比特,标记比特即上文编码实施例中映射规则 B 中所述的标记比特。在编码端,信源编码码字中包括标记比特,并且按照映射规则 B 将信源编码码字映射到信息子信道中,得到待编码信道比特。与此对应地,在译码端,可以将标记比特作为特殊比特,基于标记比特进行信道译码。 n_1 的取值可以是每个标记比特对应的信息子信道在 K 个信息子信道中的序号。

对待译码信道信息进行信道译码,在译码至标记比特时,返回对待译码信源信息进行信源译码,在信源译码至标记比特对应的信源比特时,获得与该标记比特对应的信源比特对应的路径度量增量。标记比特所在的信息子信道与某个信源比特具有映射关系,映射关系的确定可以参考上文中的映射规则 B。即映射关系为交织映射,交织映射为:按照自然顺序,依次将编码后信源比特映射到信息子信道中,获得信道信息比特序列,其中,编码后信源比特中的 m 个比特为标记比特, m 为正整数;将序号为 x_i 的信息子信道和序号为 x_j 的信息子信道上映射的比特进行交换,得到待编码信道比特,其中, x_i 为 m 个标记比特中的第 i 个标记比特映射的信息子信道在信道信息比特序列中的序号, x_j 为序号范围为 $[x_i, x_{i+1})$ 的信息子信道中可靠度最低的信息子信道在所述信道信息比特序列中的序号,所述 x_{i+1} 为所述 m 个标记比特中的第 $i+1$ 个标记比特映射的信息子信道在所述信道信息比特序列中的序号, i 和 j 均为正整数, $i=1, 2, \dots, m$ 。也就是说,编码端按照映射规则 B 进行编码,译码端在译码时也可以按照映射规则 B 确定标记比特对应的信源比特,并按照信源比特的路径度量增量辅助确定标记比特的译码结果。编码端和译码端可以事先协商好映射规则 B,或者映射规则 B 按照协议规定好。

当特殊比特为标记比特时,第 n_2 个信源固定比特对应的度量值为第 n_2 个信源固定比特对应的路径度量增量。第 n_1 个信道信息比特对应的路径度量值可以用以下公式表示: $PM_1^{n_1} = PM_1^{n_1-1} + \Delta PM(u_{n_1}) + \Delta PMs(v_s(n_2))$ 。其中, ΔPMs 表示信源译码时各个信源比特的路径度量增量。 $v_s(n_2)$ 表示第 n_2 个信源固定比特。 $\Delta PMs(v_s(n_2))$ 表示第 n_2 个信源固定比特对应的路径度量增量。 $PM_1^{n_1}$ 表示第 n_1 个信道信息比特对应的路径度量值。 $PM_1^{n_1-1}$ 表示译码至第 (n_1-1) 个信息比特对应的路径度量值。 $\Delta PM(u_{n_1})$ 表示第 n_1 个信息比特的路径度量增量。

在信道译码至标记比特(第 n_1 个信息比特)时,返回对待译码信源信息进行第一译码,即信源译码。其中,可以使用获得信道译码的信息进行信源译码。

二：特殊比特可以是任意比特，举例来说，特殊比特可以是信道固定比特位置的前一个信息比特，记为第 n_1 个信道信息比特。信道固定比特即信道冻结比特这种场景下，第 n_1 个信道信息比特所在的信息子信道与待译码信源信息中的第 n_2 个信源固定比特具有的映射关系可以是自然顺序映射，也可以是交织映射，本申请实施例不作限定。 n_1 的取值可以是每一个固定比特位置的前一个信息比特对应的序号。

对待译码信道信息进行信道译码，在译码至固定比特位置的前一个信息比特（ K 个信息比特中的第 n_1 个信息比特）时，返回对待译码信源信息进行信源译码。第 n_1 个信息比特对应的信源比特为第 n_2 个信源固定比特。在信源译码至第 n_2 个信源固定比特时，获得与该第 1 至 n_2 个信源固定比特对应的路径度量值。

当特殊比特为任意比特时，第 n_2 个信源固定比特对应的度量值为第 1 至 n_2 个信源固定比特对应的路径度量值。需要注意的是，第 1 至 n_2 个信源固定比特对应的路径度量值，不需要考虑第 n_2 个信源固定比特之前的信源信息比特的路径，只需要考虑信源固定比特的路径。

第 n_1 个信道信息比特对应的路径度量值可以用以下公式表示： $PM_1^{n_1} = PM_1^{n_1-1} + \Delta PM(u_{n_1}) + PMs(1:n_2)$ 。其中， PMs 表示信源译码时各个信源比特对应的路径度量值。 $PMs(1:n_2)$ 表示第 1 到 n_2 个信源固定比特对应的路径度量值。 $PM_1^{n_1}$ 表示第 n_1 个信道信息比特对应的路径度量值。 $PM_1^{n_1-1}$ 表示译码至第 (n_1-1) 个信息比特对应的路径度量值。 $\Delta PM(u_{n_1})$ 表示第 n_1 个信息比特的路径度量增量。

在信道译码至标记比特（第 n_1 个信息比特）时，返回对待译码信源信息进行第一译码，即信源译码。其中，可以使用获得信道译码的信息进行信源译码。

图 12 实施例提供的译码方法给出了信道译码的过程，可以理解的是，当信源信道联合译码时，在 S1202 对待译码信道信息进行第二译码获得信道译码结果之后，还可以进行信源译码。可选的，在 S1202 之后，还包括以下步骤。

S1203.根据信道译码结果确定待译码信源信息。

S1204.对待译码信源信息进行第一译码，得到并输出信源译码结果。

对待译码信源信息进行第一译码的方法可以参考图 6 实施例的译码过程，或者也可以采用其他译码方法，例如 SC 译码。

在图 12 实施例包括第一译码的过程最终输出信源译码结果的情况下，图 12 实施例的信源信道联合译码的方案可以与图 8 实施例结合时，编码端用图 8 实施例进行编码，译码端用图 12 实施例进行译码。

以下结合具体的应用场景，对图 12 实施例包括第一译码的过程最终输出信源译码结果的情况进行举例说明。当与图 8 实施例结合时，编码过程如图 11a 所示：包括信源编码的过程和信道编码的过程。信源编码的过程为：待编码信源比特 s 经过第一极化编码，得到并输出得到信源编码码字 s_{comp} 。其中，信源编码的过程可以参考上文中应用场景 1 至应用场景 4 中任一种应用场景中的编码过程，在此不再赘述。信道编码的过程为：对输出的信源编码码字 s_{comp} 进行校验编码，例如 CRC 编码，得到校验编码码字 c_c ；将 s_{comp} 和 c_c 按照自然顺序映射在信息子信道上，即将 s_{comp} 和 c_c 自然映射的方式放置在信道极化码编码器的输入序列 u 的信息位上；对 u 进行极化变换，得到最终的码字 x 。

译码过程如图 13 所示。

S1301.对待译码信息 y 进行常规的信道译码。信道译码方法可以为列表译码方法。

S1302.在译码至第 j 个信道信息比特 $u(j)$ 时, 计算 $u(j)=0$ 和 $u(j)=1$ 对应的各条信道译码路径的路径度量增量。判断当前译码的第 j 个信道信息比特 $u(j)$ 是否为特殊比特, 如果是, 则进入 S1303, 否则进入 S1304。

5 S1303.并对待译码信源信息进行信源译码。在信源译码至 $u(j)$ 对应的信源固定比特时, 获得 $u(j)$ 对应的信源固定比特的度量值。如果特殊比特为标记比特, 则 $u(j)$ 对应的信源固定比特的值为 $u(j)$ 对应的信源固定比特的路径度量增量。如果特殊比特为任意比特例如信道固定比特位置的前一个信息比特, 则 $u(j)$ 对应的信源固定比特的值为 $u(j)$ 对应的信源固定比特的路径度量值。

S1304.进行路径选择。

10 如果第 j 个信道信息比特 $u(j)$ 不是特殊比特, 则针对 $u(j)=0$ 和 $u(j)=1$ 对应的各条信道译码路径, 可以根据 $u(j)$ 的路径度量增量以及第 $j-1$ 个信道信息比特 $u(j-1)$ 对应的路径度量值, 确定各条信道译码路径 $u(j)$ 对应的路径度量值。并根据各条信道译码路径 $u(j)$ 对应的路径度量值进行路径选择。

15 如果第 j 个信道信息比特 $u(j)$ 是特殊比特, 则针对 $u(j)=0$ 和 $u(j)=1$ 对应的各条信道译码路径, 可以根据 $u(j)$ 的路径度量增量、第 $j-1$ 个信道信息比特 $u(j-1)$ 对应的路径度量值、以及 S1303 获得的 $u(j)$ 对应的信源固定比特的度量值, 三者来确定各条信道译码路径 $u(j)$ 对应的路径度量值。并根据各条信道译码路径 $u(j)$ 对应的路径度量值进行路径选择。

20 S1305.判断是否为最后一个信道译码比特, 如果是, 则得到 L 个候选向量并进入 S1306, 否则返回 S1301, 继续对下一个信道译码比特进行译码。S1306 之后的过程为信源译码的过程, 可以参考图 12 中信源译码的方法描述。

S1306. L 个候选向量可以按照可靠性或者概率从大到小排列, 得到候选译码结果列表 $\mathcal{L} = \{\hat{u}_i\}, i = 1, 2, \dots, L$ 。

25 S1307.对该候选译码结果列表中的第 i 个候选结果, 进行信道 CRC 校验, 如果校验通过, 则进入 S1308; 否则, 返回 S1307, 对该候选译码结果列表中的第 $(i+1)$ 个候选结果进行信道 CRC 校验。候选译码结果列表 $\mathcal{L}$ 中各个候选结果已是按照可靠性或者概率从大到小排列, i 的取值可以从 1 开始, 即从可靠性或者概率最大的候选结果开始。

30 S1308.对校验通过的候选译码结果进行信源译码, 如果能够确定出信源译码结果, 则输出信源译码结果; 否则返回 S1307, 对该候选译码结果列表中的第 $(i+1)$ 个候选结果进行信道 CRC 校验。如果遍历候选译码结果列表中所有的候选结果, 在进行到 S1308 时, 都不能确定出信源译码结果, 则选择候选译码结果列表中可靠性最高的候选结果进行信源译码, 并输出信源译码结果即可。

可以理解的是, S1308.对校验通过的候选译码结果进行信源译码的过程可以参考上文中的应用场景 1 至应用场景 4 中任一种应用场景中的编码过程, 在此不再赘述。

35 结合上述实施例, 如图 14a 和图 14b 所示, 下面对编码过程中比特的变化和映射关系进行说明。待编码信源比特为 $s(i), i = 1, 2, \dots, N_s$, 待编码信源比特进行第一极化编码后, 得到编码后信源比特 $v_s = \{v_s(1), v_s(2), \dots, v_s(N_s)\}$ 。 v_s 中的比特包括信源固定比特和冗余比特。删除冗余比特, 冗余比特在图 14a 和图 14b 中信源编码中用虚线框框出。如果有对编码后信源比特进行校验编码例如 CRC 校验编码, 则在删除冗余比特后在末尾添加 v_s 的 CRC 校验编码码字, 信源编码输出信源编码码字 $s' = \{s'(1), s'(2), \dots, s'(K_s)\}$, 然后进入信道编

40

码。

信道编码的输入比特为 $u_c = \{u_c(1), u_c(2), \dots, u_c(N_c)\}$, u_c 包括信道固定比特与信道信息比特。信道固定比特在图 14a 和图 14b 中信源编码中用虚线框框出。信源编码码字 $s' = \{s'(1), s'(2), \dots, s'(K_s)\}$ 被映射到 u_c 中的信息子信道上。

5 映射方式可以采用映射规则 A, 在图 14a 中示意; 映射方式可以采用映射规则 B, 以图 14b 中示意。

映射完毕后, u_c 经过第二极化编码, 得到信道编码码字 $x = \{x(1), x(2), \dots, x(N_c)\}$ 。

需要说明的是, 本申请中的各个应用场景中的举例仅仅表现了一些可能的实现方式, 是为了对本申请的方法更好的理解和说明。本领域技术人员可以根据申请提供的参考信号的指示方法, 得到一些演变形式的举例。

上述对本申请实施例提供的方法进行了介绍。为了实现上述本申请实施例提供的方法中的各功能, 本申请实施例还提供的极化码编码装置和极化码译码装置, 极化码编码装置和极化码译码装置可以包括硬件结构和/或软件模块, 以硬件结构、软件模块、或硬件结构加软件模块的形式来实现上述各功能。上述各功能中的某个功能以硬件结构、软件模块、
15 还是硬件结构加软件模块的方式来执行, 取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。

如图 15 所示, 基于同一技术构思, 本申请实施例还提供了一种极化码编码装置 1500, 该极化码编码装置 1500 可以是极化码编码装置, 也可以是极化码编码装置中的装置, 或者是能够与极化码编码装置匹配使用的装置。极化码编码装置 1500 可以是终端设备或网络设备。一种设计中, 该极化码编码装置 1500 可以包括执行上述方法实施例中极化码编码方法所涉及的方法/操作/步骤/动作所一一对应的模块, 该模块可以是硬件电路, 也可是软件, 也可以是硬件电路结合软件实现。一种设计中, 该极化码编码装置 1500 可以包括
20 处理模块 1501 和输入输出模块 1502。

处理模块 1501, 用于获取待编码信源比特; 对待编码信源比特进行第一极化编码, 得到编码后信源比特; 其中, 第一极化编码包括第一变换和第二变换, 第一变换为极化变换, 第一变换对应的母码码长为 N_s , 待编码信源比特经过极化变换后得到第一信源比特; 第一信源比特经过第二变换后得到编码后信源比特; 根据第一信源比特确定辅助信息;

输入输出模块 1502, 用于输出信源编码码字, 信源编码码字包括编码后信源比特和辅助信息。

30 可选的, 第二变换包括以下一种或多种操作: 卷积操作、上三角变换操作、压缩操作或交织操作。

可选的, 在根据第一信源比特确定辅助信息时, 处理模块 1501 用于: 对第一信源比特进行校验编码, 获得校验比特; 其中, 校验比特为辅助信息。

可选的, 在根据第一信源比特确定辅助信息时, 处理模块 1501 用于: 对编码后信源比特进行第一译码, 获得至少一个候选译码结果; 确定至少一个候选译码结果中与第一信源比特相符的第一译码结果; 确定第一译码结果的指示信息为辅助信息。
35

可选的, 在对编码后信源比特进行第一译码, 获得至少一个候选译码结果时, 处理模块 1501 用于: 对编码后信源比特进行第一译码, 获得 L 个候选向量, L 为正整数; 在确定至少一个候选译码结果中与第一信源比特相符的第一译码结果时, 处理模块 1501 用于: 将 L 个候选向量与第一信源比特进行比较; 确定 L 个候选向量中与第一信源比特相同的第一向量; 其中, 第一向量在 L 个候选向量中的序号的信息为指示信息。
40

可选的, 处理模块 1501 还用于: 对信源编码码字进行第二极化编码, 得到信道编码码字, 第二极化编码对应的母码码长为 N_c ; 输入输出模块, 还用于输出信道编码码字。

可选的, 信源编码码字中的 m 个比特为标记比特, m 为正整数; 在对信源编码码字进行第二极化编码时, 处理模块 1501 用于: 按照映射规则, 将信源编码码字映射到第二极化编码的极化子信道的信息子信道中, 得到待编码信道比特; 其中, 映射规则包括交织映射, 交织映射为: 按照自然顺序, 依次将信源编码码字映射到信息子信道中, 获得信道信息比特序列; 将序号为 x_i 的信息子信道和序号为 x_j 的信息子信道上映射的比特进行交换, 得到待编码信道比特, 其中, x_i 为 m 个标记比特中的第 i 个标记比特映射的信息子信道在信道信息比特序列中的序号, x_j 为序号范围为 $[x_i, x_{i+1})$ 的信息子信道中可靠度最低的信息子信道在信道信息比特序列中的序号, x_{i+1} 为 m 个标记比特中的第 $i+1$ 个标记比特映射的信息子信道在信道信息比特序列中的序号, i 和 j 均为正整数, $i=1, 2, \dots, m$; 对信道待编码比特进行第二极化编码。

可选的, 标记比特的可靠度高于编码后信源比特中除 m 个标记比特之外的其余比特的可靠度。

处理模块 1501 还可以执行上述方法实施例中编码方法的其它操作, 在此不再一一赘述。

如图 16 所示, 基于同一技术构思, 本申请实施例还提供了一种极化码译码装置 1600, 该极化码译码装置 1600 可以是极化码译码装置, 也可以是极化码译码装置中的装置, 或者是能够与极化码译码装置匹配使用的装置。极化码译码装置 1600 可以是终端设备或网络设备。一种设计中, 该极化码译码装置 1600 可以包括执行上述方法实施例中极化码译码方法所涉及的方法/操作/步骤/动作所一一对应的模块, 该模块可以是硬件电路, 也可以是软件, 也可以是硬件电路结合软件实现。一种设计中, 该极化码译码装置 1600 可以包括处理模块 1601 和输入输出模块 1602。

在一个实施例中, 处理模块 1601, 用于获取待译码信源信息, 待译码信源信息包括辅助信息; 对待译码信源信息进行第一译码, 获得 L 个候选向量, L 为正整数; 基于辅助信息, 确定 L 个候选向量中的第一向量, 辅助信息为校验比特或指示信息, 指示信息用于指示第一向量在 L 个候选向量中的序号; 对第一向量进行极化变换, 得到信源译码结果;

输入输出模块 1602, 用于输出信源译码结果。

可选的, 辅助信息为校验比特; 在基于辅助信息, 确定 L 个候选向量中的第一向量时, 处理模块 1601 用于: 根据校验比特, 按照可靠度从大到小的顺序依次对 L 个候选向量进行校验, 在校验通过时确定校验通过的候选向量为第一向量。

可选的, 辅助信息为指示信息, 指示信息用于指示第一向量在 L 个候选向量中的序号; 在基于辅助信息, 确定 L 个候选向量中的第一向量时, 处理模块 1601 用于: 根据指示信息, 确定 L 个候选向量中指示信息所指示的序号对应的第一向量。

可选的, 在获取待译码信源信息时, 处理模块 1601 用于: 对待译码信道信息进行第二译码, 获得信道译码结果, 信道译码结果中包括 $L1$ 个可靠度从大到小的候选待译码信源向量, 待译码信源信息为 $L1$ 个候选待译码信源向量中的一个。

在另一个实施例中, 输入输出模块 1602, 用于获取待译码信道信息;

处理模块 1601, 用于对待译码信道信息进行第二译码, 获得信道译码结果; 其中, 第 $n1$ 个信道信息比特对应的路径度量值根据以下信息确定: 第 $n1-1$ 个信道信息比特对应的

路径度量值；第 $n1$ 个信道信息比特的路径度量增量；以及在对待译码信源信息进行第一译码译至第 $n2$ 个信源固定比特时，获得的第 $n2$ 个信源固定比特对应的度量值； $n1$ 、 $n2$ 均为正整数。

5 可选的，在对待译码信源信息进行第二译码获得的第 $n2$ 个信源固定比特的度量值时，处理模块 1601 用于：在对待译码信源信息进行第二译码译至第 $n2$ 个信源固定比特时，得到的第 1 至 $n2$ 个信源固定比特对应的路径度量值。

可选的，在对待译码信源信息进行第二译码获得的第 $n2$ 个信源固定比特的度量值时，处理模块 1601 用于：在对待译码信源信息进行第二译码译至第 $n2$ 个信源固定比特时，得到的第 $n2$ 个信源固定比特对应的路径度量增量。

10 可选的，第 $n1$ 个信道信息比特所在的信息子信道与待译码信源信息中的第 $n2$ 个信源固定比特具有映射关系。

可选的，映射关系为交织映射，交织映射为：按照自然顺序，依次将编码后信源比特映射到信息子信道中，获得信道信息比特序列，其中，编码后信源比特中的 m 个比特为标记比特， m 为正整数；将序号为 x_i 的信息子信道和序号为 x_j 的信息子信道上映射的比特进行交换，得到待编码信道比特，其中， x_i 为 m 个标记比特中的第 i 个标记比特映射的信息子信道在信道信息比特序列中的序号， x_j 为序号范围为 $[x_i, x_{i+1})$ 的信息子信道中可靠度最低的信息子信道在信道信息比特序列中的序号， x_{i+1} 为 m 个标记比特中的第 $i+1$ 个标记比特映射的信息子信道在信道信息比特序列中的序号， i 和 j 均为正整数， $i=1, 2, \dots, m$ 。

20 可选的，第 $n1$ 个信道信息比特对应的路径度量值为以下三者之和：第 $n1-1$ 个信道信息比特对应的路径度量值；第 $n1$ 个信道信息比特的路径度量增量；以及在对待译码信源信息进行第二译码译至第 $n2$ 个信源固定比特时，获得的第 $n2$ 个信源固定比特对应的度量值。

可选的，处理模块 1601 还用于：根据信道译码结果确定待译码信源信息；对待译码信源信息进行第一译码，获得 L 个候选向量， L 为正整数；基于辅助信息，确定 L 个候选向量中的第一向量，辅助信息为校验比特或指示信息，指示信息用于指示第一向量在 L 个候选向量中的序号；对第一向量进行极化变换，得到信源译码结果；

输入输出模块 1602 用于输出信源译码结果。

处理模块 1601 还可以执行上述方法实施例中译码方法的其它操作，在此不再一一赘述。

30 本申请实施例中对模块的划分是示意性的，仅仅为一种逻辑功能划分，实际实现时可以有另外的划分方式，另外，在本申请各个实施例中的各功能模块可以集成在一个处理器中，也可以是单独物理存在，也可以两个或两个以上模块集成在一个模块中。上述集成的模块既可以采用硬件的形式实现，也可以采用软件功能模块的形式实现。

如图 17 所示为本申请实施例提供的极化码编码装置 1700，用于实现本申请提供的极化码编码方法。极化码编码装置 1700 可以是位于极化码编码装置中的装置，也可以是极化码编码装置，或者是能够与极化码编码装置匹配使用的装置。极化码编码装置 1700 可以是终端设备也可以是网络设备。其中，该极化码编码装置 1700 可以为芯片系统或芯片。本申请实施例中，芯片系统可以由芯片构成，也可以包含芯片和其他分立器件。极化码编码装置 1700 包括至少一个处理器 1720，用于实现本申请实施例提供的极化码编码方法。

40 极化码编码装置 1700 还可以包括输入输出接口 1710。在本申请实施例中，输入输出接口

1710 用于通过传输介质和其它装置进行通信。例如，极化码编码装置 1700 是芯片时，通过输入输出接口 1710 与其他芯片或器件进行传输。处理器 1720 用于实现上述方法实施例所述的方法。

5 处理器 1720，用于获取待编码信源比特；对待编码信源比特进行第一极化编码，得到编码后信源比特；其中，第一极化编码包括第一变换和第二变换，第一变换为极化变换，第一变换对应的母码码长为 N_s ，待编码信源比特经过极化变换后得到第一信源比特；第一信源比特经过第二变换后得到编码后信源比特；根据第一信源比特确定辅助信息；

输入输出接口 1710，用于输出信源编码码字，信源编码码字包括编码后信源比特和辅助信息。

10 处理器 1720 还可以执行上述方法实施例中编码方法的其它操作，在此不再一一赘述。

极化码编码装置 1700 还可以包括至少一个存储器 1730，用于存储程序指令和/或数据。存储器 1730 和处理器 1720 耦合。本申请实施例中的耦合是装置、单元或模块之间的间接耦合或通信连接，可以是电性，机械或其它的形式，用于装置、单元或模块之间的信息交互。处理器 1720 可能和存储器 1730 协同操作。处理器 1720 可能执行存储器 1730 中存储的程序指令。所述至少一个存储器中的至少一个可以与处理器集成在一起。

15 在本申请实施例中，存储器 1730 可以是非易失性存储器，比如硬盘（hard disk drive，HDD）或固态硬盘（solid-state drive，SSD）等，还可以是易失性存储器（volatile memory），例如随机存取存储器（random-access memory，RAM）。存储器是能够用于携带或存储具有指令或数据结构形式的期望的程序代码并能够由计算机存取的任何其他介质，但不限于此。本申请实施例中的存储器还可以是电路或者其它任意能够实现存储功能的装置，用于存储程序指令和/或数据。

在本申请实施例中，处理器 1720 可以是通用处理器、数字信号处理器、专用集成电路、现场可编程门阵列或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件，可以实现或者执行本申请实施例中的公开的各方法、步骤及逻辑框图。通用处理器可以是微处理器或者任何常规的处理器等。结合本申请实施例所公开的方法的步骤可以直接体现为硬件处理器执行完成，或者用处理器中的硬件及软件模块组合执行完成。

25 如图 18 所示为本申请实施例提供的极化码译码装置 1800，用于实现本申请提供的极化码编码方法。极化码译码装置 1800 可以是位于极化码译码装置中的装置，也可以是极化码译码装置，或者是能够和极化码译码装置匹配使用的装置。极化码译码装置 1800 可以是终端设备也可以是网络设备。其中，该极化码译码装置 1800 可以为芯片系统或芯片。本申请实施例中，芯片系统可以由芯片构成，也可以包含芯片和其他分立器件。极化码译码装置 1800 包括至少一个处理器 1820，用于实现本申请实施例提供的极化码译码方法。极化码译码装置 1800 还可以包括输入输出接口 1810。在本申请实施例中，输入输出接口 1810 用于通过传输介质和其它装置进行通信。例如，极化码译码装置 1800 是芯片时，通过输入输出接口 1810 与其他芯片或器件进行传输。处理器 1820 用于实现上述方法实施例所述的方法。

35 在一个实施例中，处理器 1820，用于获取待译码信源信息，待译码信源信息包括辅助信息；对待译码信源信息进行第一译码，获得 L 个候选向量， L 为正整数；基于辅助信息，确定 L 个候选向量中的第一向量，辅助信息为校验比特或指示信息，指示信息用于指示第一向量在 L 个候选向量中的序号；对第一向量进行极化变换，得到信源译码结果；

输入输出接口 1810, 用于输出信源译码结果。

在另一个实施例中, 输入输出接口 1810, 用于获取待译码信道信息;

处理器 1820, 用于对待译码信道信息进行第二译码, 获得信道译码结果; 其中, 第
5 n1 个信道信息比特对应的路径度量值根据以下信息确定: 第 n1-1 个信道信息比特对应的
路径度量值; 第 n1 个信道信息比特的路径度量增量; 以及在对待译码信源信息进行第一
译码译至第 n2 个信源固定比特时, 获得的第 n2 个信源固定比特对应的度量值; n1、n2 均
为正整数。

处理器 1820 还可以执行上述方法实施例中译码方法的其它操作, 在此不再一一赘述。

极化码译码装置 1800 还可以包括至少一个存储器 1830, 用于存储程序指令和/或数据。
10 存储器 1830 和处理器 1820 耦合。本申请实施例中的耦合是装置、单元或模块之间的间接
耦合或通信连接, 可以是电性, 机械或其它的形式, 用于装置、单元或模块之间的信息交
互。处理器 1820 可能和存储器 1830 协同操作。处理器 1820 可能执行存储器 1830 中存储
的程序指令。所述至少一个存储器中的至少一个可以与处理器集成在一起。

在本申请实施例中, 存储器 1830 可以是非易失性存储器, 比如硬盘 (hard disk drive,
15 HDD) 或固态硬盘 (solid-state drive, SSD) 等, 还可以是易失性存储器 (volatile memory),
例如随机存取存储器 (random-access memory, RAM)。存储器是能够用于携带或存储具有
指令或数据结构形式的期望的程序代码并能够由计算机存取的任何其他介质, 但不限于此。
本申请实施例中的存储器还可以是电路或者其它任意能够实现存储功能的装置, 用于存储
程序指令和/或数据。

在本申请实施例中, 处理器 1820 可以是通用处理器、数字信号处理器、专用集成电
路、现场可编程门阵列或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件
组件, 可以实现或者执行本申请实施例中的公开的各方法、步骤及逻辑框图。通用处理器
可以是微处理器或者任何常规的处理器等。结合本申请实施例所公开的方法的步骤可以直
接体现为硬件处理器执行完成, 或者用处理器中的硬件及软件模块组合执行完成。

25 如图 19 所示为本申请实施例提供的通信装置 1900, 用于实现本申请提供的方法。通
信装置 1900 可以用于实现本申请实施例提供的编码方法, 也可以用于实现本申请实施例
提供的译码方法。当实现编码方法时, 通信装置 1900 可以是编码装置, 也可以是位于编
码装置中的装置, 也可以是能够和编码装置匹配的装置。当实现译码方法时, 通信装置 1900
可以是译码装置, 也可以是位于译码装置中的装置, 也可以是能够和译码装置匹配的装置。

30 其中, 该通信装置 1900 可以为芯片系统或芯片。本申请实施例中, 芯片系统可以由
芯片构成, 也可以包含芯片和其他分立器件。上述实施例提供的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, 当通过硬件实现时, 通信装置 1900 包括: 输入
接口电路 1901、逻辑电路 1902 和输出接口电路 1903。

当通信装置 1900 用于实现编码方法时,

35 输入接口电路 1901, 用于获取待编码信源比特; 逻辑电路 1902 用于对待编码信源比
特进行第一极化编码, 得到编码后信源比特; 其中, 第一极化编码包括第一变换和第二变
换, 第一变换为极化变换, 第一变换对应的母码码长为 N_s , 待编码信源比特经过极化变换
后得到第一信源比特; 第一信源比特经过第二变换后得到编码后信源比特; 根据第一信源
比特确定辅助信息; 输出接口电路 1903, 用于输出信源编码码字, 信源编码码字包括编码
40 后信源比特和辅助信息。

当通信装置 1900 用于实现译码方法时, 在一个实施例中, 输入接口电路 1901, 用于获取待译码信源信息, 待译码信源信息包括辅助信息; 逻辑电路 1902 用于对待译码信源信息进行第一译码, 获得 L 个候选向量, L 为正整数; 基于辅助信息, 确定 L 个候选向量中的第一向量, 辅助信息为校验比特或指示信息, 指示信息用于指示第一向量在 L 个候选向量中的序号; 对第一向量进行极化变换, 得到信源译码结果; 输出接口电路 1903, 用于输出信源译码结果。

当通信装置 1900 用于实现译码方法时, 在另一个实施例中, 输入接口电路 1901, 用于获取待译码信道信息; 逻辑电路 1902, 用于对待译码信道信息进行第二译码, 获得信道译码结果; 其中, 第 n1 个信道信息比特对应的路径度量值根据以下信息确定: 第 n1-1 个信道信息比特对应的路径度量值; 第 n1 个信道信息比特的路径度量增量; 以及在对待译码信源信息进行第一译码译至第 n2 个信源固定比特时, 获得的第 n2 个信源固定比特对应的度量值; n1、n2 均为正整数。

可选的, 排序装置 1900 在具体实现时可以是芯片或者集成电路。

逻辑电路 1902 还可以执行上述方法实施例中编码方法或译码方法的其它操作, 在此不再一一赘述。

本申请实施例中, 当用于实现编码方法的装置为终端设备、用于实现译码方法的装置为网络设备, 或者当用于实现编码方法的装置为网络设备、用于实现译码方法的装置为终端设备时, 本申请实施例提供的编码方法和/或译码方法可以应用到通信系统中, 通信系统的架构包括网络设备和终端设备。通信系统可以是 5G 通信系统, 例如 5G 新空口 (new radio, NR) 系统, 也可以应用于未来演进的各种通信系统, 例如第六代 (6th generation, 6G) 通信系统、或者空天海地一体化通信系统。

终端设备和网络设备的可能实现形式和功能进行如下举例介绍。网络设备 2001 为覆盖范围内的终端设备 2002 提供服务。例如, 参见图 20 所示, 网络设备 2001 为网络设备 2001 覆盖范围内的一个或多个终端设备 2002 提供无线接入。

网络设备 2001 为无线接入网 (radio access network, RAN) 中的节点, 又可以称为基站, 还可以称为 RAN 节点 (或设备)。目前, 一些网络设备 2001 的举例为: 下一代基站 (next generation nodeB, gNB)、下一代演进的基站 (next generation evolved nodeB, Ng-eNB)、传输接收点 (transmission reception point, TRP)、演进型节点 B (evolved Node B, eNB)、无线网络控制器 (radio network controller, RNC)、节点 B (Node B, NB)、基站控制器 (base station controller, BSC)、基站收发台 (base transceiver station, BTS)、家庭基站 (例如, home evolved NodeB, 或 home Node B, HNB)、基带单元 (base band unit, BBU), 或无线保真 (wireless fidelity, Wifi) 接入点 (access point, AP), 网络设备 2001 还可以是卫星, 卫星还可以称为高空平台、高空飞行器、或卫星基站。网络设备 2001 还可以是具有网络设备功能的设备, 例如, 网络设备 2001 还可以是设备到设备 (device to device, D2D) 通信、车联网或机器到机器 (machine to machine, M2M) 通信中担任网络设备功能的设备。网络设备 2001 还可以是未来通信系统中任何可能的网络设备。

终端设备 2002, 又称之为用户设备 (user equipment, UE)、移动台 (mobile station, MS)、移动终端 (mobile terminal, MT) 等, 是一种向用户提供语音和/或数据连通性的设备。例如, 终端设备 2002 包括具有无线连接功能的手持式设备、车载设备等。目前, 终端设备 2002 可以是: 手机 (mobile phone)、平板电脑、笔记本电脑、掌上电脑、移动互联

网设备 (mobile internet device, MID)、可穿戴设备 (例如智能手表、智能手环、计步器等)、车载设备 (例如, 汽车、自行车、电动车、飞机、船舶、火车、高铁等)、虚拟现实 (virtual reality, VR) 设备、增强现实 (augmented reality, AR) 设备、工业控制 (industrial control) 中的无线终端、智能家居设备 (例如, 冰箱、电视、空调、电表等)、智能机器人、车间设备、无人驾驶 (self driving) 中的无线终端、远程手术 (remote medical surgery) 中的无线终端、智能电网 (smart grid) 中的无线终端、运输安全 (transportation safety) 中的无线终端、智慧城市 (smart city) 中的无线终端, 或智慧家庭 (smart home) 中的无线终端、飞行设备 (例如, 智能机器人、热气球、无人机、飞机) 等。终端设备 2002 还可以是其他具有终端设备功能的设备, 例如, 终端设备 2002 还可以是设备到设备(device to device, D2D)通信、车联网或机器到机器 (machine-to-machine, M2M) 通信中担任终端设备功能的设备。特别地, 在网络设备间进行通信的时候, 担任终端设备功能的网络设备也可以看作是终端设备。

本申请上述方法实施例描述的编码装置、译码装置和通信装置所执行的操作和功能中的部分或全部, 可以用芯片或集成电路来完成。

本申请实施例提供了一种计算机可读存储介质, 存储有计算机程序, 该计算机程序包括用于执行上述方法实施例的指令。

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方法实施例。

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。

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实施例进行各种改动和变型而不脱离本申请实施例的范围。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

- 1.一种极化码编码方法,其特征在于,包括:
获取待编码信源比特;
对所述待编码信源比特进行第一极化编码,得到编码后信源比特;其中,所述第一极化编码包括第一变换和第二变换,所述第一变换为极化变换,所述第一变换对应的母码码长为 N_s ,所述待编码信源比特经过所述极化变换后得到第一信源比特;所述第一信源比特经过所述第二变换后得到所述编码后信源比特;
根据所述第一信源比特确定辅助信息;
输出信源编码码字,所述信源编码码字包括所述编码后信源比特和所述辅助信息。
- 2.如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述第二变换包括以下一种或多种操作:卷积操作、上三角变换操作、压缩操作或交织操作。
- 3.如权利要求1或2所述的方法,其特征在于,根据所述第一信源比特确定辅助信息,包括:
对所述第一信源比特进行校验编码,获得校验比特;其中,所述校验比特为所述辅助信息。
- 4.如权利要求1或2所述的方法,其特征在于,根据所述第一信源比特确定辅助信息,包括:
对所述编码后信源比特进行第一译码,获得至少一个候选译码结果;
确定所述至少一个候选译码结果中与所述第一信源比特相符的第一译码结果;
确定所述第一译码结果的指示信息为所述辅助信息。
- 5.如权利要求4所述的方法,其特征在于,对所述编码后信源比特进行第一译码,获得至少一个候选译码结果,包括:对所述编码后信源比特进行第一译码,获得 L 个候选向量, L 为正整数;
确定所述至少一个候选译码结果中与所述第一信源比特相符的第一译码结果,包括:将所述 L 个候选向量与所述第一信源比特进行比较;确定所述 L 个候选向量中与所述第一信源比特相同的第一向量;其中,所述第一向量在所述 L 个候选向量中的序号的信息为所述指示信息。
- 6.如权利要求1~5任一项所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:
对所述信源编码码字进行第二极化编码,得到信道编码码字,所述第二极化编码对应的母码码长为 N_c ;
输出所述信道编码码字。
- 7.如权利要求6所述的方法,其特征在于,所述信源编码码字中的 m 个比特为标记比特, m 为正整数;
对所述信源编码码字进行第二极化编码,包括:
按照映射规则,将所述信源编码码字映射到所述第二极化编码的极化子信道的信息子信道中,得到待编码信道比特;其中,所述映射规则包括交织映射,所述交织映射为:按照自然顺序,依次将所述信源编码码字映射到所述信息子信道中,获得信道信息比特序列;将序号为 x_i 的信息子信道和序号为 x_j 的信息子信道上映射的比特进行交换,得到所述待编码信道比特,其中,所述 x_i 为 m 个标记比特中的第 i 个标记比特映射的信息子信道在所述

信道信息比特序列中的序号, 所述 x_j 为序号范围为 $[x_i, x_{i+1})$ 的信息子信道中可靠度最低的信息子信道在所述信道信息比特序列中的序号, 所述 x_{i+1} 为所述 m 个标记比特中的第 $i+1$ 个标记比特映射的信息子信道在所述信道信息比特序列中的序号, i 和 j 均为正整数, $i=1, 2, \dots, m$;

5 对所述信道待编码比特进行第二极化编码。

8.如权利要求 7 所述的方法, 其特征在于, 所述标记比特的可靠度高于所述编码后信源比特中除所述 m 个标记比特之外的其余比特的可靠度。

9.一种极化码译码方法, 其特征在于, 包括:

获取待译码信源信息, 所述待译码信源信息包括辅助信息;

10 对所述待译码信源信息进行第一译码, 获得 L 个候选向量, L 为正整数;

基于所述辅助信息, 确定所述 L 个候选向量中的第一向量, 所述辅助信息为校验比特或指示信息, 所述指示信息用于指示所述第一向量在所述 L 个候选向量中的序号;

对所述第一向量进行极化变换, 得到信源译码结果;

输出所述信源译码结果。

15 10.如权利要求 9 所述的方法, 其特征在于, 所述辅助信息为校验比特;

基于所述辅助信息, 确定所述 L 个候选向量中的第一向量, 包括:

根据所述校验比特, 按照可靠度从大到小的顺序依次对所述 L 个候选向量进行校验, 在校验通过时确定所述校验通过的候选向量为所述第一向量。

20 11.如权利要求 9 所述的方法, 其特征在于, 所述辅助信息为指示信息, 所述指示信息用于指示所述第一向量在所述 L 个候选向量中的序号;

基于所述辅助信息, 确定所述 L 个候选向量中的第一向量, 包括:

根据所述指示信息, 确定所述 L 个候选向量中所述指示信息所指示的序号对应的第一向量。

25 12.如权利要求 9~11 任一项所述的方法, 其特征在于, 所述获取待译码信源信息, 包括:

对待译码信道信息进行第二译码, 获得信道译码结果, 所述信道译码结果中包括 $L1$ 个可靠度从大到小的候选待译码信源向量, 所述待译码信源信息为所述 $L1$ 个候选待译码信源向量中的一个。

13.一种极化码译码方法, 其特征在于, 包括:

30 获取待译码信道信息;

对所述待译码信道信息进行第二译码, 获得信道译码结果; 其中, 第 $n1$ 个信道信息比特对应的路径度量值根据以下信息确定: 第 $n1-1$ 个信道信息比特对应的路径度量值; 第 $n1$ 个信道信息比特的路径度量增量; 以及在对待译码信源信息进行第一译码译至第 $n2$ 个信源固定比特时, 获得的第 $n2$ 个信源固定比特对应的度量值; $n1$ 、 $n2$ 均为正整数。

35 14.如权利要求 13 所述的方法, 其特征在于, 所述对待译码信源信息进行第二译码获得的第 $n2$ 个信源固定比特的度量值, 包括: 在对待译码信源信息进行第二译码译至第 $n2$ 个信源固定比特时, 得到的所述第 1 至 $n2$ 个信源固定比特对应的路径度量值。

40 15.如权利要求 13 所述的方法, 其特征在于, 所述对待译码信源信息进行第二译码获得的第 $n2$ 个信源固定比特的度量值, 包括: 在对待译码信源信息进行第二译码译至第 $n2$ 个信源固定比特时, 得到的所述第 $n2$ 个信源固定比特对应的路径度量增量。

16.如权利要求 13 或 15 所述的方法,其特征在于,所述第 $n1$ 个信道信息比特所在的信息子信道与所述待译码信源信息中的所述第 $n2$ 个信源固定比特具有映射关系。

17.如权利要求 16 所述的方法,其特征在于,所述映射关系为交织映射,所述交织映射为:按照自然顺序,依次将编码后信源比特映射到信息子信道中,获得信道信息比特序列,其中,所述编码后信源比特中的 m 个比特为标记比特, m 为正整数;将序号为 x_i 的信息子信道和序号为 x_j 的信息子信道上映射的比特进行交换,得到待编码信道比特,其中,所述 x_i 为 m 个标记比特中的第 i 个标记比特映射的信息子信道在信道信息比特序列中的序号,所述 x_j 为序号范围为 $[x_i, x_{i+1})$ 的信息子信道中可靠度最低的信息子信道在所述信道信息比特序列中的序号,所述 x_{i+1} 为所述 m 个标记比特中的第 $i+1$ 个标记比特映射的信息子信道在所述信道信息比特序列中的序号, i 和 j 均为正整数, $i=1, 2, \dots, m$ 。

18.如权利要求 13~17 任一项所述的方法,其特征在于,所述第 $n1$ 个信道信息比特对应的路径度量值为以下三者之和:所述第 $n1-1$ 个信道信息比特对应的路径度量值;所述第 $n1$ 个信道信息比特的路径度量增量;以及所述在对待译码信源信息进行第二译码译至第 $n2$ 个信源固定比特时,获得的第 $n2$ 个信源固定比特对应的度量值。

19.如权利要求 13~18 任一项所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:
根据信道译码结果确定所述待译码信源信息;
对所述待译码信源信息进行第一译码,获得 L 个候选向量, L 为正整数;
基于辅助信息,确定所述 L 个候选向量中的第一向量,所述辅助信息为校验比特或指示信息,所述指示信息用于指示所述第一向量在所述 L 个候选向量中的序号;
对所述第一向量进行极化变换,得到信源译码结果;
输出所述信源译码结果。

20.一种极化码编码装置,其特征在于,包括:
处理模块,用于获取待编码信源比特;对所述待编码信源比特进行第一极化编码,得到编码后信源比特;其中,所述第一极化编码包括第一变换和第二变换,所述第一变换为极化变换,所述第一变换对应的母码码长为 N_s ,所述待编码信源比特经过所述极化变换后得到第一信源比特;所述第一信源比特经过所述第二变换后得到所述编码后信源比特;根据所述第一信源比特确定辅助信息;

输入输出模块,用于输出信源编码码字,所述信源编码码字包括所述编码后信源比特和所述辅助信息。

21.如权利要求 20 所述的装置,其特征在于,所述第二变换包括以下一种或多种操作:卷积操作、上三角变换操作、压缩操作或交织操作。

22.如权利要求 20 或 21 所述的装置,其特征在于,在根据所述第一信源比特确定辅助信息时,所述处理模块用于:

对所述第一信源比特进行校验编码,获得校验比特;其中,所述校验比特为所述辅助信息。

23.如权利要求 20 或 21 所述的装置,其特征在于,在根据所述第一信源比特确定辅助信息时,所述处理模块用于:

对所述编码后信源比特进行第一译码,获得至少一个候选译码结果;
确定所述至少一个候选译码结果中与所述第一信源比特相符的第一译码结果;
确定所述第一译码结果的指示信息为所述辅助信息。

24.如权利要求 23 所述的装置,其特征在于,在对所述编码后信源比特进行第一译码,获得至少一个候选译码结果时,所述处理模块用于:对所述编码后信源比特进行第一译码,获得 L 个候选向量, L 为正整数;

5 在确定所述至少一个候选译码结果中与所述第一信源比特相符的第一译码结果时,所述处理模块用于:将所述 L 个候选向量与所述第一信源比特进行比较;确定所述 L 个候选向量中与所述第一信源比特相同的第一向量;其中,所述第一向量在所述 L 个候选向量中的序号的信息为所述指示信息。

25.如权利要求 20~24 任一项所述的装置,其特征在于,所述处理模块还用于:

10 对所述信源编码码字进行第二极化编码,得到信道编码码字,所述第二极化编码对应的母码码长为 N_c ;

所述输入输出模块,还用于输出所述信道编码码字。

26.如权利要求 25 所述的装置,其特征在于,所述信源编码码字中的 m 个比特为标记比特, m 为正整数;

在对所述信源编码码字进行第二极化编码时,所述处理模块用于:

15 按照映射规则,将所述信源编码码字映射到所述第二极化编码的极化子信道的信息子信道中,得到待编码信道比特;其中,所述映射规则包括交织映射,所述交织映射为:按照自然顺序,依次将所述信源编码码字映射到所述信息子信道中,获得信道信息比特序列;将序号为 x_i 的信息子信道和序号为 x_j 的信息子信道上映射的比特进行交换,得到所述待编码信道比特,其中,所述 x_i 为 m 个标记比特中的第 i 个标记比特映射的信息子信道在所述信道信息比特序列中的序号,所述 x_j 为序号范围为 $[x_i, x_{i+1})$ 的信息子信道中可靠度最低的信息子信道在所述信道信息比特序列中的序号,所述 x_{i+1} 为所述 m 个标记比特中的第 $i+1$ 个标记比特映射的信息子信道在所述信道信息比特序列中的序号, i 和 j 均为正整数, $i=1, 2, \dots, m$;

对所述信道待编码比特进行第二极化编码。

25 27.如权利要求 26 所述的装置,其特征在于,所述标记比特的可靠度高于所述编码后信源比特中除所述 m 个标记比特之外的其余比特的可靠度。

28.一种极化码译码装置,其特征在于,包括:

30 处理模块,用于获取待译码信源信息,所述待译码信源信息包括辅助信息;对所述待译码信源信息进行第一译码,获得 L 个候选向量, L 为正整数;基于所述辅助信息,确定所述 L 个候选向量中的第一向量,所述辅助信息为校验比特或指示信息,所述指示信息用于指示所述第一向量在所述 L 个候选向量中的序号;对所述第一向量进行极化变换,得到信源译码结果;

输入输出模块,用于输出所述信源译码结果。

29.如权利要求 28 所述的装置,其特征在于,所述辅助信息为校验比特;

35 在基于所述辅助信息,确定所述 L 个候选向量中的第一向量时,所述处理模块用于:根据所述校验比特,按照可靠度从大到小的顺序依次对所述 L 个候选向量进行校验,在校验通过时确定所述校验通过的候选向量为所述第一向量。

30.如权利要求 28 所述的装置,其特征在于,所述辅助信息为指示信息,所述指示信息用于指示所述第一向量在所述 L 个候选向量中的序号;

40 在基于所述辅助信息,确定所述 L 个候选向量中的第一向量时,所述处理模块用于:

根据所述指示信息，确定所述 L 个候选向量中所述指示信息所指示的序号对应的第一向量。

31.如权利要求 28~30 任一项所述的装置，其特征在于，在获取待译码信源信息时，所述处理模块用于：

5 对待译码信道信息进行第二译码，获得信道译码结果，所述信道译码结果中包括 L1 个可靠度从大到小的候选待译码信源向量，所述待译码信源信息为所述 L1 个候选待译码信源向量中的一个。

32.一种极化码译码装置，其特征在于，包括：

输入输出模块，用于获取待译码信道信息；

10 处理模块，用于对所述待译码信道信息进行第二译码，获得信道译码结果；其中，第 n1 个信道信息比特对应的路径度量值根据以下信息确定：第 n1-1 个信道信息比特对应的路径度量值；第 n1 个信道信息比特的路径度量增量；以及在对待译码信源信息进行第一译码译至第 n2 个信源固定比特时，获得的第 n2 个信源固定比特对应的度量值；n1、n2 均为正整数。

15 33.如权利要求 32 所述的装置，其特征在于，在对待译码信源信息进行第二译码获得的第 n2 个信源固定比特的度量值时，所述处理模块用于：在对待译码信源信息进行第二译码译至第 n2 个信源固定比特时，得到的所述第 1 至 n2 个信源固定比特对应的路径度量值。

20 34.如权利要求 32 所述的装置，其特征在于，在对待译码信源信息进行第二译码获得的第 n2 个信源固定比特的度量值时，所述处理模块用于：在对待译码信源信息进行第二译码译至第 n2 个信源固定比特时，得到的所述第 n2 个信源固定比特对应的路径度量增量。

35.如权利要求 32 或 34 所述的装置，其特征在于，所述第 n1 个信道信息比特所在的信息子信道与所述待译码信源信息中的所述第 n2 个信源固定比特具有映射关系。

25 36.如权利要求 35 所述的装置，其特征在于，所述映射关系为交织映射，所述交织映射为：按照自然顺序，依次将编码后信源比特映射到信息子信道中，获得信道信息比特序列，其中，所述编码后信源比特中的 m 个比特为标记比特，m 为正整数；将序号为 x_i 的信息子信道和序号为 x_j 的信息子信道上映射的比特进行交换，得到待编码信道比特，其中，所述 x_i 为 m 个标记比特中的第 i 个标记比特映射的信息子信道在信道信息比特序列中的序号，所述 x_j 为序号范围为 $[x_i, x_{i+1})$ 的信息子信道中可靠度最低的信息子信道在所述信道信息比特序列中的序号，所述 x_{i+1} 为所述 m 个标记比特中的第 i+1 个标记比特映射的信息子信道在所述信道信息比特序列中的序号，i 和 j 均为正整数， $i=1, 2, \dots, m$ 。

30 37.如权利要求 32~36 任一项所述的装置，其特征在于，所述第 n1 个信道信息比特对应的路径度量值为以下三者之和：所述第 n1-1 个信道信息比特对应的路径度量值；所述第 n1 个信道信息比特的路径度量增量；以及所述在对待译码信源信息进行第二译码译至第 n2 个信源固定比特时，获得的第 n2 个信源固定比特对应的度量值。

35 38.如权利要求 32~37 任一项所述的装置，其特征在于，所述处理模块还用于：根据信道译码结果确定所述待译码信源信息；对所述待译码信源信息进行第一译码，获得 L 个候选向量，L 为正整数；基于辅助信息，确定所述 L 个候选向量中的第一向量，所述辅助信息为校验比特或指示信息，所述指示信息用于指示所述第一向量在所述 L 个候选向量中的序号；对所述第一向量进行极化变换，得到信源译码结果；

输出所述信源译码结果。

- 39.一种计算机可读存储介质,其特征在于,所述计算机存储介质中存储有计算机可读指令,当所述计算机可读指令运行时,如权利要求 1~8 任一项所述的方法被执行,或者如权利要求 9~12 任一项所述的方法被执行,或者如权利要求 13~19 任一项所述的方法被执行。
- 5 40.一种计算机程序产品,其特征在于,所述计算机程序产品中存储有计算机可读指令,当所述计算机可读指令运行时,如权利要求 1~8 任一项所述的方法被执行,或者如权利要求 9~12 任一项所述的方法被执行,或者如权利要求 13~19 任一项所述的方法被执行。