

数据传输方法、装置、系统及计算机可读存储介质

本申请要求于 2023 年 1 月 10 日提交的申请号为 202310037983.5、发明名称为“数据传输方法、装置、系统及计算机可读存储介质”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本申请涉及通信技术领域，尤其涉及一种数据传输方法、装置、系统及计算机可读存储介质。

背景技术

随着通信技术的发展，在数据的发送端按照前向纠错（forward error correction, FEC）码对数据进行编码，在数据的接收端采用相同的 FEC 码对接收到的数据进行解码，成为一种较为广泛的数据传输方式。在解码过程中，数据的接收端对接收到的数据进行纠错，以纠正数据中的误码（bit error）。由于误码在数据中的分布情况不同，在纠错前的误码率（bit error rate, BER）相同的情况下，纠错后的 BER 可能不同。

例如，按照分布情况，误码包括随机误码（random error）和非随机误码（non-random error），非随机误码表现为在较短的数据序列上集中出现多个误码。通常，基于相同的纠错前的 BER，非随机误码会导致比随机误码更高的纠错后的 BER。因此，需要一种数据传输方法，在结合 FEC 的基础上，通过在数据的发送端以交织的方式对数据位置进行调换，在数据的接收端以解交织的方式恢复数据位置，使得非随机误码在解交织后分布趋近于随机误码，从而降低纠错后的 BER。

发明内容

本申请提出一种数据传输方法、装置、系统及计算机可读存储介质，用于在 FEC 的基础上结合卷积交织，实现数据传输。

第一方面，提供了一种数据传输方法，该方法包括：第一模块对获取的多个第一码字包括的符号进行卷积交织，得到交织结果，第一码字为采用第一 FEC 码对第一数据进行编码的码字；然后，第一模块根据交织结果获取包括标识信息的第二数据，向第二模块传输第二数据，在第二数据包括第二码字的情况下，标识信息包括第二码字的码字边界信息。

该方法中，通过对多个第一码字包括的符号进行卷积交织，后续第二数据中出现突发误码时，突发误码将被分散到多个符号中，从而降低第二数据在纠错后的 BER。再有，在第二数据包括第二码字的情况下，标识信息为第二码字的码字边界信息，无需额外插入用于指示对多个第一码字包括的符号进行卷积交织的起始交织位置的标识信息，从而数据传输成本较低，对于带宽或锁相环频点受限的数据传输场景的适用性较高，用于执行该方法的数据传输系统的实现复杂度较低。

在一种可能的实现方式中，对获取的多个第一码字包括的符号进行卷积交织，得到交织结果，包括：将多个第一码字包括的符号输入卷积交织器的多个第一延时单元，通过多个第一延时单元对轮询到的多个第一码字包括的符号进行卷积交织，得到多个第一延时单元轮询输出的多个第一比特组，将多个第一延时单元轮询输出的多个第一比特组作为交织结果，其中，一个第一比特组包括多个第一延时单元轮询一次输出的符号。该方法在卷积交织得到交织结果的过程中，对多个第一码字包括的符号进行卷积交织，未引入额外的数据。从而执行卷积交织的数据量较少，卷积交织的效率较高。

在一种可能的实现方式中，交织结果包括多个第一延时单元轮询 n 次输出的 n 个第一比特组，根据交织结果获取包括标识信息的第二数据，包括：按照第二 FEC 码，对多个第一延时单元轮询 n 次输出的 n 个第一比特组进行编码，得到 m 个第二码字，根据 m 个第二码字得到第二数据；其中， n 个第一比特组对应的比特数量等于 m 个第二 FEC 码的码字的信息位包括的比特数量， m 和 n 均为正整数， m 小于或者等于 n 。

此种实现方式中，通过按照第二 FEC 码对 n 个第一比特组进行编码，得到 m 个第二码字，接收端可通过获取第二码字的码字边界信息获取对多个第一码字包括的符号进行卷积交织的起始交织位置，进而根据起始交织位置执行卷积解交织，由于无需额外插入标识信息，此种实现方式的数据传输成本较低，且对

于带宽或锁相环频点受限的数据传输场景的适用性较高。

在一种可能的实现方式中，第二数据不包括第二码字，交织结果包括多个第一延时单元轮询 n 次输出的 n 个第一比特组，根据交织结果获取包括标识信息的第二数据，包括：按照参考数据帧的格式，基于多个第一延时单元轮询 n 次输出的 n 个第一比特组获取 k 个目标数据帧，根据 k 个目标数据帧得到第二数据；其中，目标数据帧包括帧同步信息，帧同步信息用于作为标识信息， n 个第一比特组对应的比特数量小于或者等于 k 个目标数据帧包括的比特数量， k 和 n 均为正整数， k 小于或者等于 n 。在第二数据不包括第二码字的情况下，意味着该方法可以适用于非级联编码的场景，该方法的适用场景较为灵活。

在一种可能的实现方式中，第二数据不包括第二码字，对获取的多个第一码字包括的符号进行卷积交织，得到交织结果，包括：将至少一个标识信息和多个第一码字包括的符号输入卷积交织器的多个第一延时单元，通过多个第一延时单元对轮询到的至少一个标识信息和多个第一码字包括的符号进行卷积交织，得到多个第一延时单元轮询输出的多个第二比特组，将多个第一延时单元轮询输出的多个第二比特组作为交织结果；其中，至少一个第二比特组包括多个第一延时单元轮询一次输出的符号，或者，至少一个第二比特组包括多个第一延时单元轮询一次输出的标识信息和符号，标识信息用于指示对多个第一码字包括的符号进行卷积交织的起始交织位置。在通过此种实现方式得到交织结果的情况下，标识信息的具体形式可以根据经验或实际需求进行设置，标识信息能够指示对多个第一码字包括的符号进行卷积交织的起始交织位置即可，标识信息的类型较为灵活。

在一种可能的实现方式中，多个第一码字包括的符号进行卷积交织的起始交织位置位于多个第一延时单元中的任意一个第一延时单元，起始交织位置所处的位置较为灵活。

在一种可能的实现方式中，多个第一码字包括的符号以第一数据流的方式输入卷积交织器的多个第一延时单元，第一数据流的传输速率大于或等于 100 吉比特每秒 (gigabit per second, Gbps)，多个第一码字包括的符号输入卷积交织器的多个第一延时单元的速率较高。

在一种可能的实现方式中，第一数据流通过连接单元接口 (attachment unit interface, AUI) 的至少一条通道向卷积交织器的多个第一延时单元传输，传输第一数据流的方式较为灵活。

第二方面，提供了一种数据传输方法，该方法包括：第二模块接收由第一模块传输的包括标识信息的第二数据，第二数据是根据对多个第一码字包括的符号进行卷积交织得到的交织结果获取的，第一码字为采用第一 FEC 码对第一数据进行编码的码字，在第二数据包括第二码字的情况下，标识信息包括第二码字的码字边界信息；根据标识信息获取对所述多个第一码字包括的符号进行卷积交织的起始交织位置和第二数据中的待解交织数据；基于起始交织位置对待解交织数据进行卷积解交织，获取多个第一码字。

该方法中，由于第二数据是基于对多个第一码字包括的符号进行卷积交织得到的交织结果获取的，第二数据中出现突发误码时，突发误码将被分散到多个符号中，从而能够降低第二数据在纠错后的 BER。再有，在第二数据包括第二码字的情况下，标识信息为第二码字的码字边界信息，第二数据中无需额外插入用于指示对多个第一码字包括的符号进行卷积交织的起始交织位置的标识信息，从而数据传输成本较低，对于带宽或锁相环频点受限的数据传输场景的适用性较高，用于执行该方法的数据传输系统的实现复杂度较低。

在一种可能的实现方式中，根据标识信息获取对多个第一码字包括的符号进行卷积交织的起始交织位置和第二数据中的待解交织数据，包括：根据第二码字的码字边界信息获取第二数据包括的至少一个第二码字；获取至少一个第二码字的起始位置，将起始位置作为对多个第一码字包括的符号进行卷积交织的起始交织位置；对至少一个第二码字进行解码，得到待解交织数据。此种实现方式可适用于级联编码的场景。

在一种可能的实现方式中，在第二数据不包括第二码字的情况下，标识信息为帧同步信息，根据标识信息获取对多个第一码字包括的符号进行卷积交织的起始交织位置和第二数据中的待解交织数据，包括：根据帧同步信息获取第二数据包括的至少一个目标数据帧；获取至少一个目标数据帧的帧数据的起始位置，将起始位置作为对多个第一码字包括的符号进行卷积交织的起始交织位置；将至少一个目标数据帧包括的帧数据作为待解交织数据。此种实现方式可适用于非级联编码的场景，且第二数据包括目标数据帧的情况。

在一种可能的实现方式中，待解交织数据包括多个第三比特组，一个第三比特组包括卷积交织器的多个第一延时单元轮询一次输出的第一码字的符号；基于起始交织位置对待解交织数据进行卷积解交织，获取多个第一码字，包括：获取卷积解交织器的多个第二延时单元中起始交织位置对应的起始解交织位置；将多个第三比特组从起始解交织位置输入多个第二延时单元，通过多个第二延时单元对轮询到的多个第三

比特组包括的符号进行卷积解交织；获取多个第二延时单元轮询输出的多个第一码字包括的符号，根据多个第一码字包括的符号获取多个第一码字。在此种实现方式下，第三比特组不包括标识信息，执行卷积解交织的效率较高。

在一种可能的实现方式中，在第二数据不包括第二码字的情况下，标识信息用于指示对多个第一码字包括的符号进行卷积交织的起始交织位置；根据标识信息获取对多个第一码字包括的符号进行卷积交织的起始交织位置和第二数据中的待解交织数据，包括：获取标识信息指示的对多个第一码字包括的符号进行卷积交织的起始交织位置；将第二数据中位于起始交织位置的数据和起始交织位置之后的数据作为待解交织数据。此种实现方式可适用于非级联编码的场景，且第二数据不包括目标数据帧的情况。

在一种可能的实现方式中，待解交织数据包括多个第四比特组，至少一个第四比特组包括卷积交织器的多个第一延时单元轮询一次输出的第一码字的符号，或者，至少一个第四比特组包括多个第一延时单元轮询一次输出的标识信息和符号；基于起始交织位置对待解交织数据进行卷积解交织，获取多个第一码字，包括：获取卷积解交织器的多个第二延时单元中起始交织位置对应的起始解交织位置；将多个第四比特组从起始解交织位置输入多个第二延时单元，通过多个第二延时单元对轮询到的多个第四比特组包括的符号，或者多个第四比特组包括的标识信息和符号进行卷积解交织；获取多个第二延时单元轮询输出的多个第一码字包括的符号和标识信息，根据多个第一码字包括的符号获取多个第一码字。此种实现方式可适用于对包括标识信息的第四比特组进行卷积解交织。

在一种可能的实现方式中，起始解交织位置位于多个第二延时单元中的任意一个第二延时单元，起始解交织位置所处的位置较为灵活。

在一种可能的实现方式中，卷积解交织器的多个第二延时单元以第二数据流的方式输出多个第一码字包括的符号，第二数据流的传输速率大于或等于 100Gbps。多个第二延时单元输出多个第一码字包括的符号的速率较高。

在一种可能的实现方式中，卷积解交织器的多个第二延时单元通过 AUI 的至少一条通道输出第二数据流，传输第二数据流的方式较为灵活。

第三方面，提供了一种数据传输装置，该装置应用于第一模块，该装置包括：

交织单元，用于对获取的多个第一码字包括的符号进行卷积交织，得到交织结果，第一码字为采用第一 FEC 码对第一数据进行编码的码字；

获取单元，用于根据交织结果获取包括标识信息的第二数据，在第二数据包括第二码字的情况下，标识信息包括第二码字的码字边界信息；

传输单元，用于向第二模块传输第二数据。

在一种可能的实现方式中，交织单元，用于将多个第一码字包括的符号输入卷积交织器的多个第一延时单元，通过多个第一延时单元对轮询到的多个第一码字包括的符号进行卷积交织，得到多个第一延时单元轮询输出的多个第一比特组，一个第一比特组包括多个第一延时单元轮询一次输出的符号；将多个第一延时单元轮询输出的多个第一比特组作为交织结果。

在一种可能的实现方式中，交织结果包括多个第一延时单元轮询 n 次输出的 n 个第一比特组，获取单元，用于按照第二 FEC 码，对多个第一延时单元轮询 n 次输出的 n 个第一比特组进行编码，得到 m 个第二码字， n 个第一比特组对应的比特数量等于 m 个第二 FEC 码的码字的信息位包括的比特数量， m 和 n 均为正整数， m 小于或者等于 n ；根据 m 个第二码字得到第二数据。

在一种可能的实现方式中，第二数据不包括第二码字，交织结果包括多个第一延时单元轮询 n 次输出的 n 个第一比特组，获取单元，用于按照参考数据帧的格式，基于多个第一延时单元轮询 n 次输出的 n 个第一比特组获取 k 个目标数据帧，目标数据帧包括帧同步信息，帧同步信息用于作为标识信息， n 个第一比特组对应的比特数量小于或者等于 k 个目标数据帧包括的比特数量， k 和 n 均为正整数， k 小于或者等于 n ；根据 k 个目标数据帧得到第二数据。

在一种可能的实现方式中，第二数据不包括第二码字，交织单元，用于将至少一个标识信息和多个第一码字包括的符号输入卷积交织器的多个第一延时单元，通过多个第一延时单元对轮询到的至少一个标识信息和多个第一码字包括的符号进行卷积交织，得到多个第一延时单元轮询输出的多个第二比特组，至少一个第二比特组包括多个第一延时单元轮询一次输出的符号，或者，至少一个第二比特组包括多个第一延时单元轮询一次输出的标识信息和符号，标识信息用于指示对多个第一码字包括的符号进行卷积交织的起

始交织位置；将多个第一延时单元轮询输出的多个第二比特组作为交织结果。

在一种可能的实现方式中，多个第一码字包括的符号进行卷积交织的起始交织位置位于多个第一延时单元中的任意一个第一延时单元。

在一种可能的实现方式中，多个第一码字包括的符号以第一数据流的方式输入卷积交织器的多个第一延时单元，第一数据流的传输速率大于或等于 100Gbps。

在一种可能的实现方式中，第一数据流通过 AUI 的至少一条通道向卷积交织器的多个第一延时单元传输。

第四方面，提供了一种数据传输装置，该装置应用于第二模块，该装置包括：

获取单元，用于接收由第一模块传输的包括标识信息的第二数据，第二数据是根据对多个第一码字包括的符号进行卷积交织得到的交织结果获取的，第一码字为采用第一 FEC 码对第一数据进行编码的码字，在第二数据包括第二码字的情况下，标识信息包括第二码字的码字边界信息；

获取单元，还用于根据标识信息获取对多个第一码字包括的符号进行卷积交织的起始交织位置和第二数据中的待解交织数据；

解交织单元，用于基于起始交织位置对待解交织数据进行卷积解交织，获取多个第一码字。

在一种可能的实现方式中，获取单元，用于根据第二码字的码字边界信息获取第二数据包括的至少一个第二码字；获取至少一个第二码字的起始位置，将起始位置作为对多个第一码字包括的符号进行卷积交织的起始交织位置；对至少一个第二码字进行解码，得到待解交织数据。

在一种可能的实现方式中，在第二数据不包括第二码字的情况下，标识信息为帧同步信息，获取单元，用于根据帧同步信息获取第二数据包括的至少一个目标数据帧；获取至少一个目标数据帧的帧数据的起始位置，将起始位置作为起始交织位置；将至少一个目标数据帧包括的帧数据作为待解交织数据。

在一种可能的实现方式中，待解交织数据包括多个第三比特组，一个第三比特组包括卷积交织器的多个第一延时单元轮询一次输出的第一码字的符号；解交织单元，用于获取卷积解交织器的多个第二延时单元中起始交织位置对应的起始解交织位置；将多个第三比特组从起始解交织位置输入多个第二延时单元，通过多个第二延时单元对轮询到的多个第三比特组包括的符号进行卷积解交织；获取多个第二延时单元轮询输出的多个第一码字包括的符号，根据多个第一码字包括的符号获取多个第一码字。

在一种可能的实现方式中，在第二数据不包括第二码字的情况下，标识信息用于指示对多个第一码字包括的符号进行卷积交织的起始交织位置；获取单元，用于获取标识信息指示的对多个第一码字包括的符号进行卷积交织的起始交织位置；将第二数据中位于起始交织位置的数据和起始交织位置之后的数据作为待解交织数据。

在一种可能的实现方式中，待解交织数据包括多个第四比特组，至少一个第四比特组包括卷积交织器的多个第一延时单元轮询一次输出的第一码字的符号，或者，至少一个第四比特组包括多个第一延时单元轮询一次输出的标识信息和符号；解交织单元，用于获取卷积解交织器的多个第二延时单元中起始交织位置对应的起始解交织位置；将多个第四比特组从起始解交织位置输入多个第二延时单元，通过多个第二延时单元对轮询到的多个第四比特组包括的符号，或者多个第四比特组包括的标识信息和符号进行卷积解交织；获取多个第二延时单元轮询输出的多个第一码字包括的符号和标识信息，根据多个第一码字包括的符号获取多个第一码字。

在一种可能的实现方式中，起始解交织位置位于多个第二延时单元中的任意一个第二延时单元。

在一种可能的实现方式中，卷积解交织器的多个第二延时单元以第二数据流的方式输出多个第一码字包括的符号，第二数据流的传输速率大于或等于 100Gbps。

在一种可能的实现方式中，卷积解交织器的多个第二延时单元通过 AUI 的至少一条通道输出第二数据流。

第五方面，提供了一种数据传输系统，该系统包括第一模块和第二模块，第一模块用于执行上述第一方面中任一的数据传输方法，第二模块用于执行上述第二方面中任一的数据传输方法。

第六方面，提供了一种计算机系统，计算机系统包括处理器，处理器包括第一模块或者第二模块，在处理器包括第一模块的情况下，当处理器执行程序指令或代码时，计算机系统实现第一方面中任一的数据传输方法，在处理器包括第二模块的情况下，当处理器执行程序指令或代码时，计算机系统实现第二方面中任一的数据传输方法。示例性地，计算机系统还包括存储器，存储器用于存储上述程序指令或代码。

第七方面,提供了一种计算机可读存储介质,计算机可读存储介质中存储有至少一条程序指令或代码,程序指令或代码由计算机执行,计算机包括第一模块或者第二模块;在计算机包括第一模块的情况下,程序指令或代码由计算机执行时以使计算机实现第一方面中任一的数据传输方法,在计算机包括第二模块的情况下,程序指令或代码由计算机执行时以使计算机实现第二方面中任一的数据传输方法。

第八方面,提供了一种通信装置,该装置包括:收发器、存储器和处理器。其中,收发器、存储器和处理器通过内部连接通路互相通信,存储器用于存储指令,处理器用于执行存储器存储的指令,以控制收发器收发信号,处理器包括第一模块或者第二模块。在处理器包括第一模块的情况下,当处理器执行存储器存储的指令时,使得处理器执行第一方面中任一的数据传输方法,在处理器包括第二模块的情况下,当处理器执行存储器存储的指令时,使得处理器执行第二方面中任一的数据传输方法。

示例性地,处理器为一个或多个,存储器为一个或多个。

示例性地,存储器可以与处理器集成在一起,或者存储器与处理器分离设置。

在具体实现过程中,存储器可以为非瞬态性(non-transitory)存储器,例如只读存储器(read only memory, ROM),其可以与处理器集成在同一块芯片上,也可以分别设置在不同的芯片上,本申请对存储器的类型以及存储器与处理器的设置方式不做限定。

第九方面,提供了一种计算机程序或者计算机程序产品,计算机程序或者计算机程序产品包括:计算机程序指令或代码,计算机程序指令或代码由计算机运行,计算机包括第一模块或者第二模块;在计算机包括第一模块的情况下,当计算机程序指令或代码被计算机运行时,使得计算机执行第一方面中任一的数据传输方法,在计算机包括第二模块的情况下,当计算机程序指令或代码被计算机运行时,使得计算机执行第二方面中任一的数据传输方法。

第十方面,提供了一种芯片,该芯片包括处理器,处理器包括第一模块或者第二模块,处理器用于运行程序指令或代码,在处理器包括第一模块的情况下,包含该芯片的设备执行第一方面中任一的数据传输方法,在处理器包括第二模块的情况下,包含该芯片的设备执行第二方面中任一的数据传输方法。

示例性地,该芯片还包括:输入接口、输出接口和上述存储器,输入接口、输出接口、处理器以及存储器之间通过内部连接通路相连,存储器用于存储上述程序指令或代码。

应当理解的是,本申请的第三方面至第十方面的技术方案及其对应的可能的实现方式所取得的有益效果可以参见上述第一方面和第二方面及其对应的可能的实现方式的技术效果,此处不再赘述。

附图说明

图1是本申请实施例提供的一种随机误码和突发误码的示意图;

图2是本申请实施例提供的一种交织器和解交织器的使用过程示意图;

图3是本申请实施例提供的一种交织过程的示意图;

图4是本申请实施例提供的一种起始交织位置的示意图;

图5是本申请实施例提供的一种实施场景的示意图;

图6是本申请实施例提供的另一种实施场景的示意图;

图7是本申请实施例提供的又一种实施场景的示意图;

图8是本申请实施例提供的一种数据传输方法的流程图;

图9是本申请实施例提供的一种获取第二数据的过程示意图;

图10是本申请实施例提供的另一种获取第二数据的过程示意图;

图11是本申请实施例提供的又一种获取第二数据的过程示意图;

图12是本申请实施例提供的再一种获取第二数据的过程示意图;

图13是本申请实施例提供的一种数据传输装置的结构示意图;

图14是本申请实施例提供的另一种数据传输装置的结构示意图;

图15是本申请实施例提供的一种计算机系统的结构示意图;

图16是本申请实施例提供的另一种计算机系统的结构示意图。

具体实施方式

本申请的实施方式部分使用的术语仅用于对本申请的实施例进行解释,而非旨在限定本申请。下面结

合附图，对本申请的实施例进行描述。

在数据传输的过程中，由于环境干扰和系统误差的存在，误码一直是不可避免的问题。误码即为数据的接收端接收到的数据与数据的发送端发出的数据中不一致的比特。数据中的误码可能会导致数据传输系统崩溃和数据损失，再有，误码的出现也可能对通信时延以及用户的视频、游戏、通话等体验造成影响，因此接收到的数据中误码的多少，也即数据的误码率（BER）大小，一直是通信系统性能的一项衡量指标。

由于数据的 BER 越小，数据传输的可靠性越高。因此，通过限制接收到的数据的 BER，能够保证数据传输系统的可靠性。比如电气与电子工程师协会（Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE）802.3 400 吉比特以太网（gigabit Ethernet, GE）标准要求接收端的数据进入媒体接入控制（media access control, MAC）层时的 BER 低于 $1e-13$ ， $1e-13$ 与 1×10^{-13} 含义相同。由于数据在经由链路传输进入接收端时的 BER 约为 $2e-4$ ，其中， $2e-4$ 与 2×10^{-4} 含义相同，因此，在数据的发送端采用 FEC 码对数据进行编码，在数据的接收端采用相同的 FEC 码对接收到的数据进行解码，从而对接收到的数据中的误码进行纠正，成为一种消除数据传输过程中出现的误码的方式。在基于 FEC 码对数据中的误码进行纠错后，接收到的数据的 BER 较低。

其中，按照分布情况，误码包括随机误码和非随机误码，非随机误码也可以称为突发误码（burst error）。图 1 是本申请实施例提供的一种随机误码和突发误码的场景示意图，在图 1 中，b 表示正确的数据，y 表示误码。图 1 中的（1）表示随机误码的分布情况，图 1 中的（2）表示突发误码的分布情况，图 1 中的（1）和（2）示出的数据的 BER 相同。

由于误码在数据中的分布情况不同，在纠错前的 BER 相同的情况下，纠错后的 BER 可能不同。在大多数的数据传输条件下，基于相同的纠错前的 BER，突发误码会导致比随机误码更高的纠错后的 BER。因此，通过交织器对数据进行交织，可针对突发误码来进一步降低纠错后的 BER。

图 2 是本申请实施例提供的一种交织器和解交织器的使用过程示意图。在数据的发送端通过交织对数据位置进行调换，数据的接收端通过解交织再恢复数据位置，使得数据在经由传输信道传输时出现的突发误码被分散，从而解交织后突发误码的分布趋近于随机误码，从而降低纠错后的 BER。如图 2 所示，数据的发送端可以在交织之前通过 FEC 编码器对数据进行 FEC 编码，通过交织器对 FEC 编码后的数据进行交织。通过信道将交织后的数据向接收端传输，接收端可以通过解交织器对接收到的数据进行解交织，在解交织之后通过 FEC 解码器对数据进行 FEC 解码，发送端的 FEC 编码器与接收端的 FEC 解码器采用的 FEC 码相同，比如该 FEC 码为里德-所罗门（Reed-Solomon, RS）码、博斯-乔赫里-霍克文黑姆（Bose-Chaudhuri-Hocquenghem, BCH）码、扩展 BCH 码、汉明码、扩展汉明码、阶梯（staircase）码、低密度奇偶校验（low-density parity-check, LDPC）码、涡轮（turbo）码或涡轮乘积码（turbo product code, TPC）。本申请中其他部分提到的 FEC 码也可以是里德-所罗门（Reed-Solomon, RS）码、博斯-乔赫里-霍克文黑姆（Bose-Chaudhuri-Hocquenghem, BCH）码、扩展 BCH 码、汉明码、扩展汉明码、阶梯（staircase）码、低密度奇偶校验（low-density parity-check, LDPC）码、涡轮（turbo）码或涡轮乘积码（turbo product code, TPC）。

在一些实施例中，交织器可以包括分组交织器（block interleaver）和卷积交织器（convolution interleaver）。图 3 是本申请实施例提供的一种交织过程的示意图，其中，图 3 中的（1）为分组交织器对数据进行交织的示意图，图 3 中的（2）为卷积交织器对数据进行交织的示意图。以图 3 中的（1）为例，在数据的发送侧（transmitter, Tx）将按照第一 FEC 码编码的码字（codeword, cw）A 至码字 D 排成四行，再以 FEC 码字的符号为粒度按列输出形成交织后的数据。在图 3 中的（1）中，a 表示 cwA 包括的符号，b 表示 cwB 包括的符号，c 表示 cwC 包括的符号，d 表示 cwD 包括的符号。

以图 3 中的（2）为例，卷积交织器包括多个延时单元，延时单元可以对应图 3 中的（2）示出的延时行（delay line），根据各个延时行的延时块长度（delay block length）和延时块数量（delay block number）确定各个延时行对应的延时长度。如图 3 中的（2）所示，延时行数为 4，按照从上到下的顺序，四个延时行可以为延时行 0、延时行 1、延时行 2 和延时行 3。延时块可以由线性反馈移位寄存器（linear-feedback shift register, LFSR）实现，延时块可存储数据。示例性地，在每个延时行的延时块的大小相同的情况下，每个延时行的延时块数量不同；在每个延时行的延时块的大小不同的情况下，每个延时行的延时块的数量相同。卷积交织器的输入侧和输出侧各有一个可切换的连线开关，这两个连线开关用于同时连接某个延时行。如图 3 中的（2）所示，FEC 码字的符号可以按列进入卷积交织器。每从输入侧进入一个符号，输出侧会输出一个符号，之后两侧的连线开关将切换到下一个延时行。多个延时行可以按照编号为 0, 1, 2, 3,

0, 1, 2, 3, 0, 1, ...的顺序轮询。在图3的(2)中,延时块通过D表示,延时块存储的cwA至cwD之前的数据通过x表示。

由于卷积交织器包括多个延时单元,各个延时单元的延时长度的不同,因此,数据的接收端在进行解交织时,需要确定对符号进行交织的起始交织位置以获取正确的数据。在本申请实施例中,起始交织位置也可以称为同步位置。由于多个延时单元是以轮询的方式输入和输出符号,起始交织位置在卷积交织后的数据流中周期性的出现。图4是本申请实施例提供的一种起始交织位置的示意图,图4示出的数据流可以为图3中的(2)示出的卷积交织后的数据流,在该数据流中,起始交织位置为图4中的圆圈位置。图4还示出了对交织后的数据流进行卷积解交织的过程,参见图4,将通过信道接收到的多个符号轮询输入卷积解交织器的多个延时单元,通过卷积解交织器的多个延时单元对多个符号进行卷积解交织,根据卷积解交织器的多个延时单元轮询输出的符号得到cwA至cwD。

本申请实施例提供了一种数据传输方法,用于在FEC的基础上结合卷积交织,实现数据传输。该方法可以应用于图5示出的实施场景,参见图5,该实施场景包括第一模块101和第二模块102,第一模块101和第二模块102之间通信连接。示例性地,第一模块101包括在第一设备中,第二模块102包括在第二设备中,第一模块101和第二模块102也可以包括在同一个设备中。其中,第一模块101和第二模块102所在的设备可以是网络设备,也可以是其他基于以太网接口的设备。

图5示出的实施场景可以与级联编码的场景结合,也就是说,该方法的实施环境可以如图6所示。参见图6,第一模块101可以执行按照第一FEC码编码、卷积交织和按照第二FEC码编码,通过信道向第二模块102传输按照第二FEC码编码得到的数据,第二模块102可以执行按照第二FEC码解码、卷积解交织和按照第一FEC码解码。在一种可能的实施方式中,第一模块101执行按照第二FEC码编码得到数据之后,还可以对数据进行交织,通过信道向第二模块102传输交织后的第二FEC码编码的数据。相应地,第二模块102还可以对交织后的第二FEC码编码的数据进行解交织得到第二FEC码编码的数据,再执行后续按照第二FEC码解码等操作。其中,对按照第二FEC码编码得到的数据进行交织的方式包括但不限于分组交织和卷积交织。在交织的方式为分组交织的情况下,第二模块102对交织后的按照第二FEC码编码的数据进行解交织的方式为分组解交织。在交织的方式为卷积交织的情况下,第二模块102对交织后的按照第二FEC码编码的数据进行解交织的方式为卷积解交织。

此外,上述以图6中的第一模块101采用两次交织,且第一次交织为卷积交织,第二次交织为卷积交织或者分组交织为例进行说明,在一种可能的实施方式中,本申请实施例提供的方法还可以支持第一模块101第一次交织采用分组交织,第二次交织采用卷积交织的方式。相应地,第二模块102进行两次解交织,第一次解交织的方式为分组解交织,第二次解交织的方式为卷积解交织。其中,无论卷积交织或卷积解交织是按照上述哪种顺序执行,均可参考本申请实施例提供的卷积交织和卷积解交织的方式。

图5示出的实施场景还可以与非级联编码的场景结合,也就是说,该方法的实施环境可以如图7所示。参见图7,第一模块101可以执行按照第一FEC码编码、卷积交织和获取数据帧,通过信道向第二模块102传输获取到的数据帧,第二模块102可以执行接收数据帧、卷积解交织和按照第一FEC码解码。图5至图7示出的实施场景中还可以包括其他模块,本申请实施例对此不加以限定。

本申请实施例提供的数据传输方法可如图8所示,接下来,结合图5示出的实施场景,对本申请实施例提供的数据传输方法进行说明。如图8所示,该方法包括S801至S803。

S801,第一模块对获取的多个第一码字包括的符号进行卷积交织,得到交织结果,第一码字为采用第一FEC码对第一数据进行编码的码字。

本申请实施例不对第一模块获取第一码字的方式进行限定,例如,第一模块可以接收其他模块传输的多个第一码字,或者,第一模块通过按照第一FEC码对第一数据进行编码,得到多个第一码字。第一数据可以是第一模块接收由其他模块传输的数据,或者是第一模块生成的数据。

示例性地,用于执行卷积交织的多个第一码字的符号可以经过分发处理,例如,第一模块对各个第一码字包括的符号进行分发处理,得到多路数据,任一路数据包括来自多个第一码字的符号,进而将各路数据包括的符号分别作为用于执行卷积交织的符号。当然,第一模块也可以不对多个第一码字包括的符号进行分发处理,直接将多个第一码字包括的符号作为用于执行卷积交织的符号。

在本申请实施例中,用于执行卷积交织的符号包括的比特数量可以与第一FEC码相关或者无关。例如,用于执行卷积交织的符号包括的比特数量等于第一FEC码的码字的符号包括的比特数量,或者,用于

执行卷积交织的符号包括的比特数量可以根据经验或者实际需求确定，本申请实施例不对用于执行卷积交织的符号包括的比特数量进行限定。

在一种可能的实现方式中，对获取的多个第一码字包括的符号进行卷积交织，得到交织结果包括如下方式一和方式二。

方式一，将多个第一码字包括的符号输入卷积交织器的多个第一延时单元，通过多个第一延时单元对轮询到的多个第一码字包括的符号进行卷积交织，得到多个第一延时单元轮询输出的多个第一比特组，一个第一比特组包括多个第一延时单元轮询一次输出的符号；将多个第一延时单元轮询输出的多个第一比特组作为交织结果。

在通过卷积交织器的多个第一延时单元执行卷积交织的情况下，对多个第一码字包括的符号进行卷积交织的起始交织位置可以指轮询输入第一码字的符号时的轮询起始位置。例如，卷积交织器包括四个第一延时单元，四个第一延时单元分别编号为第一延时单元 0 至第一延时单元 3。在第一码字的符号从第一延时单元 0 开始轮询输入的情况下，起始交织位置位于第一延时单元 0。在第一码字的符号从第一延时单元 1 开始轮询输入的情况下，起始交织位置位于第一延时单元 1。第一码字的符号从第一延时单元 2 或第一延时单元 3 开始轮询输入的情况下，起始交织位置所处的位置原理相同，此处不再赘述。结合上述内容可知，在本申请实施例中，对多个第一码字包括的符号进行卷积交织的起始交织位置可以位于多个第一延时单元中的任意一个第一延时单元。

示例性地，多个第一延时单元轮询一次输出的符号作为一个第一比特组，则多个第一延时单元轮询 n 次输出的符号作为 n 个第一比特组， n 个第一比特组用于作为交织结果， n 为正整数。在延时单元为延时行的情况下，多个延时行可以按列输出符号。从而，如果起始交织位置位于多个延时行中的第一个延时行，多个延时行轮询一次输出的符号位于同一列；如果起始交织位置位于多个延时行中除第一个延时行以外的其他延时行，多个延时行轮询一次输出的符号位于不同列。

上述方式一在卷积交织得到交织结果的过程中，仅对多个第一码字包括的符号进行卷积交织，未引入额外的数据。从而执行卷积交织的数据量较少，卷积交织的效率较高。在本申请实施例中，对于非级联编码的场景，第一模块还可以获取标识信息，标识信息用于指示对多个第一码字包括的符号进行卷积交织的起始交织位置，将标识信息与多个第一码字包括的符号共同进行卷积交织。在此情况下，得到的交织结果中包括指示起始交织位置的标识信息。将标识信息与多个第一码字包括的符号共同进行卷积交织的过程可参见下方的方式二。

方式二，将至少一个标识信息和多个第一码字包括的符号输入卷积交织器的多个第一延时单元，通过多个第一延时单元对轮询到的至少一个标识信息和多个第一码字包括的符号进行卷积交织，得到多个第一延时单元轮询输出的多个第二比特组，至少一个第二比特组包括多个第一延时单元轮询一次输出的符号，或者，至少一个第二比特组包括多个第一延时单元轮询一次输出的标识信息和符号；将多个第一延时单元轮询输出的多个第二比特组作为交织结果。

标识信息包括的比特数量可以等于符号包括的比特数量。在通过方式二得到交织结果的情况下，标识信息的具体形式可以根据经验或实际需求进行设置，标识信息能够指示起始交织位置即可，本申请实施例对此不加以限定。

在方式二中，起始交织位置也可以位于多个第一延时单元中的任意一个第一延时单元，本申请实施例对此不加以限定。由于方式二中将标识信息与第一码字的符号共同进行卷积交织，多个第一延时单元轮询一次输出的一个第二比特组可能仅包括符号，也可能既包括符号又包括标识信息。示例性地，多个第一延时单元轮询一次输出一个第二比特组，在多个第一延时单元轮询输出 t 次的情况下，多个第一延时单元输出 t 个第二比特组， t 个第二比特组用于作为交织结果， t 为正整数。

示例性地，多个第一码字包括的符号以第一数据流的方式输入卷积交织器的多个第一延时单元，第一数据流的传输速率大于或等于 100Gbps。当然，第一数据流的传输速率也可以为更高的速率，例如第一数据流的传输速率大于或等于 200Gbps。在一种可能的实施方式中，第一数据流可以通过 AUI 的至少一条通道向卷积交织器的多个第一延时单元传输。由于本申请实施例中可以将至少一个标识信息和多个第一码字包括的符号共同进行卷积交织，在此情况下，至少一个标识信息和多个第一码字包括的符号也可以采用数据流的方式输入卷积交织器的多个第一延时单元，也即，第一数据流可以包括至少一个标识信息和多个第一码字包括的符号。在本申请实施例中，第一数据流中的符号或者标识信息以轮询的方式输入多个第一延

时单元。

S802, 第一模块根据交织结果获取包括标识信息的第二数据。

结合上述 S801 的内容, 标识信息可以用于指示对多个第一码字包括的符号进行卷积交织的起始交织位置。由于通过上述方式一获取到的交织结果中不包括标识信息, 第一模块可以在根据交织结果获取第二数据时引入标识信息。例如, 第二数据包括第二码字的情况下, 标识信息包括第二码字的码字边界信息, 也即第二码字的码字边界信息可以用于指示对多个第一码字包括的符号进行卷积交织的起始交织位置。由于通过上述方式二获取到的交织结果中包括标识信息, 第一模块可以直接将获取到的交织结果作为第二数据, 从而提高获取第二数据的效率。在直接将交织结果作为第二数据的情况下, 第二数据不包括第二码字。在本申请实施例, 第二码字可以为按照第二 FEC 码对交织结果进行 FEC 编码得到的码字, 获取第二码字的内容请参见下述方式 A1 中的内容, 此处暂不展开说明。在第二数据不包括第二码字的情况下, 意味着该方法可以适用于非级联编码的场景。

示例性地, 在通过上述方式一获取交织结果的情况下, 交织结果包括多个第一延时单元轮询 n 次输出的 n 个第一比特组。在该方法应用于级联编码的场景的情况下, 可通过下述方式 A1 获取第二数据。

方式 A1, 按照第二 FEC 码, 对多个第一延时单元轮询 n 次输出的 n 个第一比特组进行编码, 得到 m 个第二码字, n 个第一比特组对应的比特数量等于 m 个第二 FEC 码的码字的信息位包括的比特数量, m 和 n 均为正整数, m 小于或者等于 n ; 根据 m 个第二码字得到第二数据。

在第二数据包括第二码字的情况下, 标识信息包括第二码字的码字边界信息。第二码字包括信息位和校验位, 第二码字的码字边界信息可以包括相邻的两个第二码字中, 前一个第二码字的校验位和后一个第二码字的信息位的分界位置。

本申请实施例不对第二 FEC 码进行限定, 第二 FEC 码可以根据经验或实际需求确定。例如, 将某一种 FEC 码作为第二 FEC 码的情况下, 一个第一比特组对应的比特数量等于一个第二 FEC 码的码字的信息位包括的比特数量, 也即对 n 个第一比特组进行编码得到 n 个第二码字, m 等于 n 。又例如, 将某一种 FEC 码作为第二 FEC 码字的情况下, 多个第一比特组对应的比特数量等于一个第二 FEC 码的码字的信息位包括的比特数量, 也即对 n 个第一比特组进行编码得到 m 个第二码字, m 小于 n 。

n 个第一比特组包括的比特数量取决于卷积交织器包括的延时单元的个数以及符号包括的比特数量, 符号包括的比特数量可以根据延时单元的延时块对应的延时长度确定, 也就是说, n 个第一比特组包括的比特数量可以根据卷积交织器的结构确定。在 n 个第一比特组对应的比特数量等于 m 个第二 FEC 码的码字的信息位包括的比特数量的情况下, 由于 m 与 n 的大小关系较为灵活, 意味着卷积交织器与第二 FEC 码的适配关系较为灵活。在 m 和 n 均大于 2, 且 m 和 n 不相等的情况下, 多个第二码字的码字边界信息中的至少两个码字边界信息不同, 本申请实施例提供的方法在根据交织结果获取包括标识信息的第二数据时, 可以在交织结果的基础上插入额外的数据用于作为标识信息, 通过该标识信息来指示起始交织位置。

仍以图 4 的示意图为例, 如果 $n=3$, $m=2$, 也即对 3 个第一比特组进行编码得到 2 个第二码字, 该种情况下, 第二码字的码字边界信息有两种, 则可以在得到的交织结果的基础上插入额外的数据用于作为标识信息, 来指示起始交织位置, 以使得解交织时可以基于插入的该标识信息确定起始交织位置, 避免由于不同的码字边界信息导致无法正确进行解交织的问题, 从而确保解交织的准确性。

图 9 是本申请实施例提供的一种获取第二数据的过程示意图。在图 9 示出的获取第二数据的过程中, m 等于 n , 也即, 按照第二 FEC 码对 n 个比特组进行编码, 得到 n 个第二码字, 一个第一比特组对应的比特数量等于一个第二 FEC 码的码字的信息位包括的比特数量。图 9 示出的对 cwA 至 cwD 进行卷积交织的过程与图 3 中的 (2) 示出的卷积交织的过程原理相同, 此处不再赘述。

图 10 是本申请实施例提供的另一种获取第二数据的过程示意图。在图 10 示出的获取第二数据的过程中, m 小于 n , 两个第一比特组对应的比特数量等于一个第二 FEC 码的码字的信息位包括的比特数量。图 10 示出的对 cwA 至 cwD 进行卷积交织的过程与图 3 中的 (2) 示出的卷积交织的过程原理相同, 此处不再赘述。

图 9 和图 10 均以在一个延时单元中 cwA 至 cwD 包括的符号连续出现为例进行说明, 该方法还可以适用于一个延时单元中来自一个码字的多个符号连续出现的场景。图 11 是本申请实施例提供的又一种获取第二数据的过程示意图。参见图 11, 第一码字包括 320 比特, 也即 cwA 至 cwD 均包括 320 比特, 第二 FEC 码的码字的信息位包括 160 比特。图 11 中对 cwA 至 cwD 包括的符号进行卷积交织, 卷积交织器的延

时行的数量等于第一码字的数量,也即卷积交织器包括四个延时行。在图 11 中, a 表示 cwA 包括的符号, b 表示 cwB 包括的符号, c 表示 cwC 包括的符号, d 表示 cwD 包括的符号。在卷积交织器每列输出的符号用于获取一个按照第二 FEC 码编码的第二码字的情况下, cwA 至 cwD 包括的各个符号均包括 40 比特, 各个延时行包括的延时块对应的比特数量也为 40 比特。由于一个第一码字包括 320 比特, 各个延时行包括的延时块的差异数量等于 $(320/40)/4=2$ 。从而如图 11 所示, D 表示延时块, 延时行 0 可以包括 6 个延时块, 延时行 1 可以包括 4 个延时块, 延时行 2 可以包括 2 个延时块, 延时行 3 可以包括 0 个延时块。

请继续参见图 11, 在通过延时行对多个第一码字包括的符号进行卷积交织后, 输出的相邻的四个符号均来自不同的第一码字。从而, 如果第二数据中出现长度为 160 比特的突发误码, 突发误码包括的比特将被分散至四个符号中, 且四个符号来自不同的第一码字, 从而实现对突发误码的分散。再有, 如图 11 所示, 一列输出的四个符号用于获取一个第二 FEC 码字编码的码字, 也就是说, 在图 11 中, 对四个延时行轮询一次输出的四个符号按照第二 FEC 码进行编码得到一个第二码字。

通过按照第二 FEC 码对 n 个第一比特组进行编码, 得到 m 个第二码字, 接收端可以通过获取第二码字的码字边界信息获取起始交织位置, 进而根据起始交织位置执行卷积解交织, 无需插入用于指示起始交织位置的标识信息。额外插入标识信息的方式将使得链路传输速率升高, 数据传输所需的传输带宽升高, 带来更高的数据传输成本, 再有, 由于额外插入标识信息的方式将导致链路传输速率升高, 对于带宽或锁相环频点受限的数据传输场景, 额外插入标识信息的方式的适用性较差。而方式 A1 中, 由于无需额外插入标识信息, 第二码字的码字边界信息可以直接作为标识信息, 该方法的数据传输成本较低, 且对于带宽或锁相环频点受限的数据传输场景的适用性较高。

在本申请实施例提供的方法应用于非级联编码的场景的情况下, 可通过下述方式 A2 获取第二数据。

方式 A2, 按照参考数据帧的格式, 基于多个第一延时单元轮询 n 次输出的 n 个第一比特组获取 k 个目标数据帧, 目标数据帧包括帧同步信息, 帧同步信息用于作为标识信息, n 个第一比特组对应的比特数量小于或者等于 k 个目标数据帧包括的比特数量, k 和 n 均为正整数, k 小于或者等于 n; 根据 k 个目标数据帧得到第二数据。

也就是说, 在非级联编码的场景下, 可以通过根据 n 个第一比特组获取 k 个目标数据帧方式来获取第二数据。在此情况下, 第二数据不包括第二码字。示例性地, 帧同步信息包括但不限于相干传输中的帧对齐字 (frame alignment word) 或者用于帧同步的其他数据。参考数据帧的格式可以根据数据传输所需要使用的帧格式确定, 本申请实施例对此不加以限定。示例性地, 将 k 个目标数据帧作为第二数据。

图 12 是本申请实施例提供的再一种获取第二数据的过程示意图。在图 12 示出的获取第二数据的过程中, k 小于 n, 四个第一比特组用于获取一个目标数据帧。图 12 示出的对 cwA 至 cwD 进行卷积交织的过程与图 3 中的 (2) 示出的卷积交织的过程原理相同, 此处不再赘述。

S803, 第一模块向第二模块传输第二数据。

本申请实施例不对第一模块向第二模块传输第二数据的方式进行限定, 例如, 第一模块通过信道向第二模块传输第二数据。

本申请实施例提供的方法中, 通过对多个第一码字包括的符号进行卷积交织, 后续第二数据中出现突发误码时, 突发误码将被分散到多个符号中, 从而降低第二数据在纠错后的 BER。再有, 在第二数据包括第二码字的情况下, 标识信息为第二码字的码字边界信息, 无需额外插入用于指示起始交织位置的标识信息, 从而数据传输成本较低, 对于带宽或锁相环频点受限的数据传输场景的适用性较高, 用于执行该方法的数据传输系统的实现复杂度较低。

以上以第一模块侧为例, 对本申请实施例提供的数据传输方法进行了说明, 接下来, 以第二模块侧为例, 对该数据传输方法进行说明。如图 8 所示, 该数据传输方法包括 S804 至 S806。

S804, 第二模块接收由第一模块传输的包括标识信息的第二数据。

本申请实施例不对第二模块接收第二数据的方式进行限定, 与第一模块向第二模块传输第二数据的方式适配即可。结合上述 S802 中的内容可知, 第二数据是根据对多个第一码字包括的符号进行卷积交织得到的交织结果获取的, 第一码字为采用第一 FEC 码对第一数据进行编码的码字。在第二数据包括第二码字的情况下, 标识信息包括第二码字的码字边界信息。

S805, 第二模块根据标识信息获取对多个第一码字包括的符号进行卷积交织的起始交织位置和第二数

据中的待解交织数据。

根据第二数据的不同情况，第二模块可以通过不同的方式执行根据标识信息获取对多个第一码字包括的符号进行卷积交织的起始交织位置和第二数据中的待解交织数据的操作。

情况 B1，第二数据包括第二码字。

在第二数据包括第二码字的情况下，第二模块根据第二码字的码字边界信息获取第二数据包括的至少一个第二码字；获取至少一个第二码字的起始位置，将起始位置作为对多个第一码字包括的符号进行卷积交织的起始交织位置；对至少一个第二码字进行解码，得到待解交织数据。

示例性地，第二码字的码字边界信息可以通过码字自同步的方式获取，从而第二模块根据第二码字的边界信息能够获取第二数据包括的至少一个第二码字。例如，第二模块通过码字自同步的方式获取第二码字的码字边界信息的过程包括：获取本地的第二 FEC 码的码字，根据本地的第二 FEC 码的码字识别第二码字的码字边界信息。在第二数据包括对齐标志（alignment marker, AM）的情况下，AM 的位置与第二码字的位置相关联，从而第二模块可以通过确定第二数据中 AM 的位置获取到第二码字的码字边界信息。

由于第二码字是通过对 n 个第一比特组按照第二 FEC 码编码得到的，而 n 个第一比特组是从对多个第一码字包括的符号进行卷积交织的起始交织位置获取的，从而第二码字的起始位置可以作为对多个第一码字包括的符号进行卷积交织的起始交织位置。第二模块对第二码字进行解码的方式与编码得到第二码字的方式对应即可，也即，第二模块可以按照第二 FEC 码对至少一个第二码字进行解码，得到待解交织数据。

情况 B2，第二数据不包括第二码字。

在第二数据不包括第二码字的情况下，如果第二数据包括至少一个目标数据帧，标识信息为帧同步信息，第二模块可以通过下述方式 C1 执行根据标识信息获取对多个第一码字包括的符号进行卷积交织的起始交织位置和第二数据中的待解交织数据的操作。

方式 C1，根据帧同步信息获取第二数据包括的至少一个目标数据帧；获取至少一个目标数据帧的帧数据的起始位置，将起始位置作为对多个第一码字包括的符号进行卷积交织的起始交织位置；将至少一个目标数据帧包括的帧数据作为待解交织数据。

例如，第二模块根据帧同步信息对第二数据进行划分，得到第二数据包括的至少一个目标数据帧，目标数据帧的数量可以为 k 。再有，在获取至少一个目标数据帧之后，则可以获取各个目标数据帧的帧数据的起始位置。由于 k 个目标数据帧是根据 n 个第一比特组获取到的，而 n 个第一比特组是从对多个第一码字包括的符号进行卷积交织的起始交织位置获取的，从而目标数据帧的帧数据的起始位置可以作为对多个第一码字包括的符号进行卷积交织的起始交织位置。

如果第二数据不包括第二码字也不包括目标数据帧，标识信息用于指示对多个第一码字包括的符号进行卷积交织的起始交织位置；第二模块可以通过下述方式 C2 执行根据标识信息获取对多个第一码字包括的符号进行卷积交织的起始交织位置和第二数据中的待解交织数据的操作。

方式 C2，获取标识信息指示的对多个第一码字包括的符号进行卷积交织的起始交织位置；将第二数据中位于起始交织位置的数据和起始交织位置之后的数据作为待解交织数据。

也即，标识信息可以直接指示对多个第一码字包括的符号进行卷积交织的起始交织位置，进而第二模块将第二数据中位于起始交织位置的数据和起始交织位置之后的数据作为待解交织数据。

S806，第二模块基于起始交织位置对待解交织数据进行卷积解交织，获取多个第一码字。

示例性地，在采用上述情况 B1 中的方式或者情况 B2 中的方式 C1 获取待解交织数据的情况下，待解交织数据包括多个第三比特组，一个第三比特组包括卷积交织器的多个第一延时单元轮询一次输出的第一码字的符号。由于数据传输过程中可能出现误码，因此，第三比特组中可能存在误码。

在待解交织数据包括多个第三比特组的情况下，从起始交织位置对待解交织数据进行卷积解交织，获取多个第一码字，可以包括：获取卷积解交织器的多个第二延时单元中起始交织位置对应的起始解交织位置；将多个第三比特组从起始解交织位置输入多个第二延时单元，通过多个第二延时单元对轮询到的多个第三比特组包括的符号进行卷积解交织；获取多个第二延时单元轮询输出的多个第一码字包括的符号，根据多个第一码字包括的符号获取多个第一码字。

起始交织位置可以与起始解交织位置相同，第二模块获取起始交织位置之后可以将起始交织位置作为起始解交织位置。与起始解交织位置可以位于多个第一延时单元中的任意一个第一延时单元类似，起始解

交织位置可以位于多个第二延时单元中的任意一个第二延时单元。在获取多个第一码字包括的符号之后，可以基于各个第一码字包括的符号得到各个第一码字。

示例性地，在采用上述情况 B2 中的方式 C2 获取待解交织数据的情况下，待解交织数据包括多个第四比特组，至少一个第四比特组包括卷积交织器的多个第一延时单元轮询一次输出的第一码字的符号，或者，至少一个第四比特组包括多个第一延时单元轮询一次输出的标识信息和符号。由于数据传输过程中可能出现误码，因此第四比特组中可能存在误码。

在待解交织数据包括多个第四比特组的情况下，从起始交织位置对待解交织数据进行卷积解交织，获取多个第一码字，可以包括：获取卷积解交织器的多个第二延时单元中起始交织位置对应的起始解交织位置，将多个第四比特组从起始解交织位置输入多个第二延时单元，通过多个第二延时单元对轮询到的多个第四比特组包括的符号，或者多个第四比特组包括的标识信息和符号进行卷积解交织；获取多个第二延时单元轮询输出的多个第一码字包括的符号和标识信息，根据多个第一码字包括的符号获取多个第一码字。

在此情况下，第二模块获取起始解交织位置的内容、执行卷积解交织以及获取多个第一码字的方式与上述待解交织数据包括多个第三比特组的情况中的相关内容原理相同，此处不再赘述。

示例性地，卷积解交织器的多个第二延时单元以第二数据流的方式输出多个第一码字包括的符号，第二数据流的传输速率大于或等于 100Gbps。当然，第二数据流的传输速率也可以为更高的速率，例如第二数据流的传输速率大于或等于 200Gbps。在第二数据基于标识信息和多个第一码字的符号共同进行卷积交织的情况下，第二数据流还可以包括标识信息，在此情况下，卷积解交织器的多个第二延时单元以第二数据流的方式输出标识信息和多个第一码字包括的符号。示例性地，卷积解交织器的多个第二延时单元通过 AUI 的至少一条通道输出第二数据流。多个第二延时单元可以按照轮询的方式将第二数据流输入 AUI 的至少一条通道，从而通过 AUI 的至少一条通道输出第二数据流。

本申请实施例提供的方法中，由于第二数据是基于对多个第一码字包括的符号进行卷积交织得到的，第二数据中出现突发误码时，突发误码将被分散到多个符号中，从而能够降低第二数据在纠错后的 BER。再有，在第二数据包括第二码字的情况下，标识信息为第二码字的码字边界信息，第二数据中无需额外插入用于指示起始交织位置的标识信息，从而数据传输成本较低，对于带宽或锁相环频点受限的数据传输场景的适用性较高，用于执行该方法的数据传输系统的实现复杂度较低。

本申请实施例还提供了一种数据传输装置。图 13 是本申请实施例提供的一种数据传输装置的结构示意图。基于图 13 所示的多个单元，图 13 所示的数据传输装置能够执行第一模块执行的全部或部分操作。应理解到，该装置可以包括比所示单元更多的附加单元或者省略其中所示的一部分单元，本申请实施例对此并不进行限制。如图 13 所示，该装置包括：

交织单元 1301，用于对获取的多个第一码字包括的符号进行卷积交织，得到交织结果，第一码字为采用第一 FEC 码对第一数据进行编码的码字；

获取单元 1302，用于根据交织结果获取包括标识信息的第二数据，在第二数据包括第二码字的情况下，标识信息包括第二码字的码字边界信息；

传输单元 1303，用于向第二模块传输第二数据。

在一种可能的实现方式中，交织单元 1301，用于将多个第一码字包括的符号输入卷积交织器的多个第一延时单元，通过多个第一延时单元对轮询到的多个第一码字包括的符号进行卷积交织，得到多个第一延时单元轮询输出的多个第一比特组，一个第一比特组包括多个第一延时单元轮询一次输出的符号；将多个第一延时单元轮询输出的多个第一比特组作为交织结果。

在一种可能的实现方式中，交织结果包括多个第一延时单元轮询 n 次输出的 n 个第一比特组，获取单元 1302，用于按照第二 FEC 码，对多个第一延时单元轮询 n 次输出的 n 个第一比特组进行编码，得到 m 个第二码字， n 个第一比特组对应的比特数量等于 m 个第二 FEC 码的码字的信息位包括的比特数量， m 和 n 均为正整数， m 小于或者等于 n ；根据 m 个第二码字得到第二数据。

在一种可能的实现方式中，第二数据不包括第二码字，交织结果包括多个第一延时单元轮询 n 次输出的 n 个第一比特组，获取单元 1302，用于按照参考数据帧的格式，基于多个第一延时单元轮询 n 次输出的 n 个第一比特组获取 k 个目标数据帧，目标数据帧包括帧同步信息，帧同步信息用于作为标识信息， n 个第一比特组对应的比特数量小于或者等于 k 个目标数据帧包括的比特数量， k 和 n 均为正整数， k 小于或

者等于 n ；根据 k 个目标数据帧得到第二数据。

在一种可能的实现方式中，第二数据不包括第二码字，交织单元 1301，用于将至少一个标识信息和多个第一码字包括的符号输入卷积交织器的多个第一延时单元，通过多个第一延时单元对轮询到的至少一个标识信息和多个第一码字包括的符号进行卷积交织，得到多个第一延时单元轮询输出的多个第二比特组，至少一个第二比特组包括多个第一延时单元轮询一次输出的符号，或者，至少一个第二比特组包括多个第一延时单元轮询一次输出的标识信息和符号，标识信息用于指示对多个第一码字包括的符号进行卷积交织的起始交织位置；将多个第一延时单元轮询输出的多个第二比特组作为交织结果。

在一种可能的实现方式中，多个第一码字包括的符号进行卷积交织的起始交织位置位于多个第一延时单元中的任意一个第一延时单元。

在一种可能的实现方式中，多个第一码字包括的符号以第一数据流的方式输入卷积交织器的多个第一延时单元，第一数据流的传输速率大于或等于 100Gbps。

在一种可能的实现方式中，第一数据流通过 AUI 的至少一条通道向卷积交织器的多个第一延时单元传输。

本申请实施例提供的装置中，通过对多个第一码字包括的符号进行卷积交织，后续第二数据中出现突发误码时，突发误码将被分散到多个符号中，从而降低第二数据在纠错后的 BER。再有，在第二数据包括第二码字的情况下，标识信息为第二码字的码字边界信息，无需额外插入用于指示起始交织位置的标识信息，从而数据传输成本较低，对于带宽或锁相环频点受限的数据传输场景的适用性较高，包括该装置的数据传输系统的实现复杂度较低。

图 14 是本申请实施例提供的另一种数据传输装置的结构示意图。基于图 14 所示的多个单元，该图 14 所示的数据传输装置能够执行第二模块所执行的全部或部分操作。应理解到，该装置可以包括比所示单元更多的附加单元或者省略其中所示的一部分单元，本申请实施例对此并不进行限制。如图 14 所示，该装置包括：

获取单元 1401，用于接收由第一模块传输的包括标识信息的第二数据，第二数据是根据对多个第一码字包括的符号进行卷积交织得到的交织结果获取的，第一码字为采用第一 FEC 码对第一数据进行编码的码字；其中，在第二数据包括第二码字的情况下，标识信息包括第二码字的码字边界信息；

获取单元 1401，还用于根据标识信息获取对多个第一码字包括的符号进行卷积交织的起始交织位置和第二数据中的待解交织数据；

解交织单元 1402，用于基于起始交织位置对待解交织数据进行卷积解交织，获取多个第一码字。

在一种可能的实现方式中，获取单元 1401，用于根据第二码字的码字边界信息获取第二数据包括的至少一个第二码字；获取至少一个第二码字的起始位置，将起始位置作为对多个第一码字包括的符号进行卷积交织的起始交织位置；对至少一个第二码字进行解码，得到待解交织数据。

在一种可能的实现方式中，在第二数据不包括第二码字的情况下，标识信息为帧同步信息，获取单元 1401，用于根据帧同步信息获取第二数据包括的至少一个目标数据帧；获取至少一个目标数据帧的帧数据的起始位置，将起始位置作为对多个第一码字包括的符号进行卷积交织的起始交织位置；将至少一个目标数据帧包括的帧数据作为待解交织数据。

在一种可能的实现方式中，待解交织数据包括多个第三比特组，一个第三比特组包括卷积交织器的多个第一延时单元轮询一次输出的第一码字的符号；解交织单元 1402，用于获取卷积解交织器的多个第二延时单元中起始交织位置对应的起始解交织位置；将多个第三比特组从起始解交织位置输入多个第二延时单元，通过多个第二延时单元对轮询到的多个第三比特组包括的符号进行卷积解交织；获取多个第二延时单元轮询输出的多个第一码字包括的符号，根据多个第一码字包括的符号获取多个第一码字。

在一种可能的实现方式中，在第二数据不包括第二码字的情况下，标识信息用于指示对多个第一码字包括的符号进行卷积交织的起始交织位置；获取单元 1401，用于获取标识信息指示的对多个第一码字包括的符号进行卷积交织的起始交织位置；将第二数据中位于起始交织位置的数据和起始交织位置之后的数据作为待解交织数据。

在一种可能的实现方式中，待解交织数据包括多个第四比特组，至少一个第四比特组包括卷积交织器的多个第一延时单元轮询一次输出的第一码字的符号，或者，至少一个第四比特组包括多个第一延时单元轮询一次输出的标识信息和符号；解交织单元 1402，用于获取卷积解交织器的多个第二延时单元中起始交

织位置对应的起始解交织位置；将多个第四比特组从起始解交织位置输入多个第二延时单元，通过多个第二延时单元对轮询到的多个第四比特组包括的符号，或者多个第四比特组包括的标识信息和符号进行卷积解交织；获取多个第二延时单元轮询输出的多个第一码字包括的符号和标识信息，根据多个第一码字包括的符号获取多个第一码字。

在一种可能的实现方式中，起始解交织位置位于多个第二延时单元中的任意一个第二延时单元。

在一种可能的实现方式中，卷积解交织器的多个第二延时单元以第二数据流的方式输出多个第一码字包括的符号，第二数据流的传输速率大于或等于 100Gbps。

在一种可能的实现方式中，卷积解交织器的多个第二延时单元通过 AUI 的至少一条通道输出第二数据流。

本申请实施例提供的装置中，由于第二数据是基于对多个第一码字包括的符号进行卷积交织得到的，第二数据中出现突发误码时，突发误码将被分散到多个符号中，从而能够降低第二数据在纠错后的 BER。再有，在第二数据包括第二码字的情况下，标识信息为第二码字的码字边界信息，第二数据中无需额外插入用于指示起始交织位置的标识信息，从而数据传输成本较低，对于带宽或锁相环频点受限的数据传输场景的适用性较高，包括该装置的数据传输系统的实现复杂度较低。

应理解的是，上述图 13-14 提供的装置在实现其功能时，仅以上述各功能单元的划分进行举例说明，实际应用中，可以根据需要而将上述功能分配由不同的功能单元完成，即将设备的内部结构划分成不同的功能单元，以完成以上描述的全部或者部分功能。另外，上述实施例提供的装置与方法实施例属于同一构思，其具体实现过程详见方法实施例，这里不再赘述。

参见图 15，图 15 为本申请实施例提供的一种计算机系统的结构示意图。示例性地，如图 15 所示，该计算机系统为计算机系统 2000。计算机系统 2000 可以为网络设备、路由设备或者交换设备。图 15 所示的计算机系统 2000 用于执行上述图 8 所示的数据传输方法中第一模块所涉及的操作或者第二模块所涉及的操作。该计算机系统 2000 例如是服务器等，该计算机系统 2000 可以由一般性的总线体系结构来实现。

如图 15 所示，计算机系统 2000 包括至少一个处理器 2001、存储器 2003 以及至少一个通信接口 2004。

处理器 2001 例如是中央处理器 (central processing unit, CPU)、数字信号处理器 (digital signal processor, DSP)、网络处理器 (network processor, NP)、图形处理器 (graphics processing unit, GPU)、神经网络处理器 (neural-network processing units, NPU)、数据处理单元 (data processing unit, DPU)、微处理器或者一个或多个用于实现本申请方案的集成电路。例如，处理器 2001 包括专用集成电路 (application-specific integrated circuit, ASIC)、可编程逻辑器件 (programmable logic device, PLD) 或者其他可编程逻辑器件、晶体管逻辑器件、硬件部件或者其任意组合。PLD 例如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。其可以实现或执行结合本申请实施例公开内容所描述的各种逻辑方框、模块和电路。处理器也可以是实现计算功能的组合，例如包括一个或多个微处理器组合，DSP 和微处理器的组合等等。

可选的，计算机系统 2000 还包括总线。总线用于在计算机系统 2000 的各组件之间传送信息。总线可以是外设部件互连标准 (peripheral component interconnect, PCI) 总线或扩展工业标准结构 (extended industry standard architecture, EISA) 总线等。总线可以分为地址总线、数据总线、控制总线等。为便于表示，图 15 中仅用一条粗线表示，但并不表示仅有一根总线或一种类型的总线。

存储器 2003 例如是只读存储器 (read-only memory, ROM) 或可存储静态信息和指令的其它类型的静态存储设备，又如是随机存取存储器 (random access memory, RAM) 或者可存储信息和指令的其它类型的动态存储设备，又如是电可擦可编程只读存储器 (electrically erasable programmable read-only memory, EEPROM)、只读光盘 (compact disc read-only memory, CD-ROM) 或其它光盘存储、光碟存储 (包括压缩光碟、激光碟、光碟、数字通用光碟、蓝光光碟等)、磁盘存储介质或其它磁存储设备，或者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它介质，但不限于此。存储器 2003 例如是独立存在，并通过总线与处理器 2001 相连接。存储器 2003 也可以和处理器 2001 集成在一起。

通信接口 2004 使用任何收发器一类的装置，用于与其它设备或通信网络通信，通信网络可以为以太

网、无线接入网（radio access network, RAN）或无线局域网（wireless local area networks, WLAN）等。通信接口 2004 可以包括有线通信接口，还可以包括无线通信接口。具体的，通信接口 2004 可以为以太网（Ethernet）接口、快速以太网（fast Ethernet, FE）接口、千兆以太网（gigabit Ethernet, GE）接口、异步传输模式（asynchronous transfer mode, ATM）接口、WLAN 接口、蜂窝网络通信接口或其组合。以太网接口可以是光接口，电接口或其组合。在本申请实施例中，通信接口 2004 可以用于计算机系统 2000 与其他设备进行通信。

在具体实现中，作为一种实施例，处理器 2001 可以包括一个或多个 CPU，如图 15 中所示的 CPU0 和 CPU1。这些处理器中的每一个可以是一个单核（single-CPU）处理器，也可以是一个多核（multi-CPU）处理器。这里的处理器可以指一个或多个设备、电路、和/或用于处理数据（例如计算机程序指令）的处理核。

在具体实现中，作为一种实施例，计算机系统 2000 可以包括多个处理器，如图 15 中所示的处理器 2001 和处理器 2005。这些处理器中的每一个可以是一个单核处理器（single-CPU），也可以是一个多核处理器（multi-CPU）。这里的处理器可以指一个或多个设备、电路、和/或用于处理数据（如计算机程序指令）的处理核。

在具体实现中，作为一种实施例，计算机系统 2000 还可以包括输出设备和输入设备。输出设备和处理器 2001 通信，可以以多种方式来显示信息。例如，输出设备可以是液晶显示器（liquid crystal display, LCD）、发光二极管（light emitting diode, LED）显示设备、阴极射线管（cathode ray tube, CRT）显示设备或投影仪（projector）等。输入设备和处理器 2001 通信，可以以多种方式来接收用户的输入。例如，输入设备可以是鼠标、键盘、触摸屏设备或传感设备等。

在一些实施例中，存储器 2003 用于存储执行本申请方案的程序代码 2010，处理器 2001 可以执行存储器 2003 中存储的程序代码 2010。程序代码 2010 中可以包括一个或多个软件模块。可选地，处理器 2001 自身也可以存储执行本申请方案的程序代码或指令。

在具体实施例中，本申请实施例的计算机系统 2000 可包括上述各个方法实施例中的第一模块，计算机系统 2000 中的处理器 2001 读取存储器 2003 中的程序代码 2010 或处理器 2001 自身存储的程序代码或指令，使图 15 所示的计算机系统 2000 能够执行第一模块所执行的全部或部分操作。

在具体实施例中，本申请实施例的计算机系统 2000 可包括上述各个方法实施例中的第二模块，计算机系统 2000 中的处理器 2001 读取存储器 2003 中的程序代码 2010 或处理器 2001 自身存储的程序代码或指令，使图 15 所示的计算机系统 2000 能够执行第二模块所执行的全部或部分操作。

该计算机系统 2000 还可以对应于上述图 13、14 所示的装置，图 13、14 所示的装置中的每个功能单元采用计算机系统 2000 的软件实现。换句话说，图 13、14 所示的装置包括的功能单元为计算机系统 2000 的处理器 2001 读取存储器 2003 中存储的程序代码 2010 后生成的。

其中，图 8 所示的数据传输方法的各步骤通过计算机系统 2000 的处理器中的硬件的集成逻辑电路或者软件形式的指令完成。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。软件模块可以位于随机存储器，闪存、只读存储器，可编程只读存储器或者电可擦写可编程存储器、寄存器等本领域成熟的存储介质中。该存储介质位于存储器，处理器读取存储器中的信息，结合其硬件完成上述方法的步骤，为避免重复，这里不再详细描述。

图 16 是本申请实施例提供的另一种计算机系统的结构示意图，该计算机系统用于执行上述图 8 所示的数据传输方法中第一模块所涉及的操作或者第二模块所涉及的操作。示例性地，该计算机系统为服务器，服务器可因配置或性能不同而产生比较大的差异。该计算机系统可以包括一个或多个处理器 1601 和一个或多个存储器 1602，其中，该一个或多个存储器 1602 中存储有至少一条计算机程序，该至少一条计算机程序由该一个或多个处理器 1601 加载并执行。示例性地，该处理器 1601 为 CPU。当然，该计算机系统还可以具有有线或无线网络接口、键盘以及输入输出接口等部件，以便进行输入输出，该计算机系统还可以包括其他用于实现设备功能的部件，在此不做赘述。

本申请实施例还提供了一种计算机系统，该计算机系统包括处理器，处理器包括第一模块或者第二模块，处理器用于从存储器中调用并运行存储器中存储的指令；在处理器包括第一模块的情况下，该计算机系统实现上述第一模块执行的数据传输方法，在处理器包括第二模块的情况下，该计算机系统实现上述第二模块执行的数据传输方法。

在一种可能的实现方式中，该计算机系统还包括：输入接口、输出接口和上述存储器，输入接口、输

出接口、处理器以及存储器之间通过内部连接通路相连。

本申请实施例还提供了一种数据传输系统，该数据传输系统包括第一模块和第二模块。该第一模块用于执行图8所示的第一模块所执行的方法，第二模块用于执行图8所示的第二模块所执行的方法。该数据传输系统的第一模块和第二数据模块各自的功能可参考上述图8所示的相关描述，此处不再一一赘述。

本申请实施例还提供了一种通信装置，该装置包括：收发器、存储器和处理器。其中，该收发器、该存储器和该处理器通过内部连接通路互相通信，该存储器用于存储指令，该处理器用于执行该存储器存储的指令，以控制收发器收发信号，处理器包括第一模块或者第二模块。在处理器包括第一模块的情况下，当处理器执行存储器存储的指令时，使得处理器执行第一模块执行的数据传输方法。在处理器包括第二模块的情况下，当处理器执行存储器存储的指令时，使得处理器执行第二模块执行的数据传输方法。

应理解的是，上述处理器可以是CPU，还可以是其他通用处理器、DSP、ASIC、FPGA或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件等。通用处理器可以是微处理器或者是任何常规的处理器等。值得说明的是，处理器可以是支持进阶精简指令集机器（advanced RISC machines, ARM）架构的处理器。

进一步地，在一种可选的实施例中，上述存储器可以包括只读存储器和随机存取存储器，并向处理器提供指令和数据。存储器还可以包括非易失性随机存取存储器。例如，存储器还可以存储设备类型的信息。

该存储器可以是易失性存储器或非易失性存储器，或可包括易失性和非易失性存储器两者。其中，非易失性存储器可以是ROM、可编程只读存储器（programmable ROM, PROM）、可擦除可编程只读存储器（erasable PROM, EPROM）、电可擦除可编程只读存储器（electrically EPROM, EEPROM）或闪存。易失性存储器可以是RAM，其用作外部高速缓存。通过示例性但不是限制性说明，许多形式的RAM可用。例如，静态随机存取存储器（static RAM, SRAM）、动态随机存取存储器（dynamic random access memory, DRAM）、同步动态随机存取存储器（synchronous DRAM, SDRAM）、双倍数据速率同步动态随机存取存储器（double data rate SDRAM, DDR SDRAM）、增强型同步动态随机存取存储器（enhanced SDRAM, ESDRAM）、同步连接动态随机存取存储器（synchlink DRAM, SLDRAM）和直接内存总线随机存取存储器（direct rambus RAM, DR RAM）。

本申请实施例还提供了一种计算机可读存储介质，计算机可读存储介质中存储有至少一条程序指令或代码，程序指令或代码由计算机执行，计算机包括第一模块或者第二模块。在计算机包括第一模块的情况下，程序指令或代码由计算机执行时以使计算机实现第一模块执行的数据传输方法。在计算机包括第二模块的情况下，程序指令或代码由计算机执行时以使计算机实现第二模块执行的数据传输方法。

本申请实施例还提供了一种计算机程序或者计算机程序产品，计算机程序或者计算机程序产品包括：计算机程序指令或代码，计算机程序指令或代码由计算机运行，计算机包括第一模块或者第二模块。在计算机包括第一模块的情况下，当计算机程序指令或代码被计算机运行时，使得计算机执行第一模块执行的数据传输方法。在计算机包括第二模块的情况下，当计算机程序指令或代码被计算机运行时，使得计算机执行第二模块执行的数据传输方法。

本申请实施例还提供了一种芯片，包括处理器，处理器包括第一模块或者第二模块，处理器用于运行程序指令或代码。在处理器包括第一模块的情况下，包含该芯片的设备执行第一模块执行的数据传输方法。在处理器包括第二模块的情况下，包含该芯片的设备执行第二模块执行的数据传输方法。

示例性地，该芯片还包括：输入接口、输出接口和存储器，输入接口、输出接口、处理器以及存储器之间通过内部连接通路相连，存储器包含上述程序指令或代码。

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

数字通用光盘 (digital video disc, DVD))、或者半导体介质 (例如固态硬盘 (solid state disk, SSD)) 等。

以上实施例中, 传输速率的单位 Gb/s, 也可以简称为 G, 如速率 400Gb/s 也可以简称为 400G。

为了清楚地说明硬件和软件的可互换性, 在上述说明中已经按照功能一般性地描述了各实施例的步骤及组成。这些功能究竟以硬件还是软件方式来执行, 取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。本领域普通技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能, 但是这种实现不应认为超出本申请的范围。

用于实现本申请实施例的方法的计算机程序代码可以用一种或多种编程语言编写。这些计算机程序代码可以提供给通用计算机、专用计算机或其他可编程的数据传输装置的处理器的, 使得程序代码在被计算机或其他可编程的数据传输装置执行的时候, 引起在流程图和/或框图中规定的功能/操作被实施。程序代码可以完全在计算机上、部分在计算机上、作为独立的软件包、部分在计算机上且部分在远程计算机上或完全在远程计算机或服务器上执行。

在本申请实施例的上下文中, 计算机程序代码或者相关数据可以由任意适当载体承载, 以使得设备、装置或者处理器能够执行上文描述的各种处理和操作。载体的示例包括信号、计算机可读介质等等。信号的示例可以包括电、光、无线电、声音或其它形式的传播信号, 诸如载波、红外信号等。

所属领域的技术人员可以清楚地了解到, 为了描述的方便和简洁, 上述描述的系统、设备和模块的具体工作过程, 可以参见前述方法实施例中的对应过程, 在此不再赘述。

在本申请所提供的几个实施例中, 应该理解到, 所揭露的系统、设备和方法, 可以通过其它的方式实现。例如, 以上所描述的设备实施例仅仅是示意性的, 例如, 该模块的划分, 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, 例如多个模块或组件可以结合或者可以集成到另一个系统, 或一些特征可以忽略, 或不执行。另外, 所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些接口、设备或模块的间接耦合或通信连接, 也可以是电的, 机械的或其它的形式连接。

该作为分离部件说明的模块可以是或者也可以不是物理上分开的, 作为模块显示的部件可以是或者也可以不是物理模块, 即可以位于一个地方, 或者也可以分布到多个网络模块上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部模块来实现本申请实施例方案的目的。

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模块中, 也可以是各个模块单独物理存在, 也可以是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。

本申请中术语“第一”、“第二”等字样用于对作用和功能基本相同的相同项或相似项进行区分, 应理解, “第一”、“第二”、“第 n”之间不具有逻辑或时序上的依赖关系, 也不对数量和执行顺序进行限定。还应理解, 尽管以下描述使用术语第一、第二等来描述各种元素, 但这些元素不应受术语的限制。这些术语只是用于将一元素与另一元素区别分开。例如, 在不脱离各种示例的范围的情况下, 第一模块可以被称为第二模块, 并且类似地, 第二模块可以被称为第一模块。

还应理解, 在本申请的各个实施例中, 各个过程的序号的大小并不意味着执行顺序的先后, 各过程的执行顺序应以其功能和内在逻辑确定, 而不应对本申请实施例的实施过程构成任何限定。

本申请中术语“至少一个”的含义是指一个或多个, 本申请中术语“多个”的含义是指两个或两个以上, 例如, 多个模块是指两个或两个以上的模块。本文中术语“系统”和“网络”经常可互换使用。

应理解, 在本文中对各种示例的描述中所使用的术语只是为了描述特定示例, 而并非旨在进行限制。如在对各种示例的描述和所附权利要求书中所使用的那样, 单数形式“一个 (“a”, “an”)”和“该”旨在也包括复数形式, 除非上下文另外明确地指示。

还应理解, 术语“包括” (也称“includes”、“including”、“comprises”和/或“comprising”) 当在本说明书中使用指定存在所陈述的特征、整数、步骤、操作、元素、和/或部件, 但是并不排除存在或添加一个或多个其他特征、整数、步骤、操作、元素、部件、和/或其分组。

还应理解, 根据上下文, 短语“若确定...”或“若检测到[所陈述的条件或事件]”可被解释为意指“在确定...时”或“响应于确定...”或“在检测到[所陈述的条件或事件]时”或“响应于检测到[所陈述的条件或事件]”。

应理解, 根据 A 确定 B 并不意味着仅仅根据 A 确定 B, 还可以根据 A 和/或其它信息确定 B。

还应理解, 说明书通篇中提到的“一个实施例”、“一实施例”、“一种可能的实现方式”意味着与实施

例或实现方式有关的特定特征、结构或特性包括在本申请的至少一个实施例中。因此，在整个说明书各处出现的“在一个实施例中”或“在一实施例中”、“一种可能的实现方式”未必一定指相同的实施例。此外，这些特定的特征、结构或特性可以任意适合的方式结合在一个或多个实施例中。

权 利 要 求 书

1.一种数据传输方法，其特征在于，所述方法包括：

第一模块对获取的多个第一码字包括的符号进行卷积交织，得到交织结果，所述第一码字为采用第一前向纠错 FEC 码对第一数据进行编码的码字；

根据所述交织结果获取包括标识信息的第二数据，在所述第二数据包括第二码字的情况下，所述标识信息包括所述第二码字的码字边界信息；

向第二模块传输所述第二数据。

2.根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述对获取的多个第一码字包括的符号进行卷积交织，得到交织结果，包括：

将所述多个第一码字包括的符号输入卷积交织器的多个第一延时单元，通过所述多个第一延时单元对轮询到的所述多个第一码字包括的符号进行卷积交织，得到所述多个第一延时单元轮询输出的多个第一比特组，一个第一比特组包括所述多个第一延时单元轮询一次输出的符号；

将所述多个第一延时单元轮询输出的多个第一比特组作为所述交织结果。

3.根据权利要求 2 所述的方法，其特征在于，所述交织结果包括所述多个第一延时单元轮询 n 次输出的 n 个第一比特组，所述根据所述交织结果获取包括标识信息的第二数据，包括：

按照第二 FEC 码，对所述多个第一延时单元轮询 n 次输出的 n 个第一比特组进行编码，得到 m 个第二码字，所述 n 个第一比特组对应的比特数量等于 m 个所述第二 FEC 码的码字的信息位包括的比特数量，所述 m 和所述 n 均为正整数，所述 m 小于或者等于所述 n ；

根据所述 m 个第二码字得到所述第二数据。

4.根据权利要求 2 所述的方法，其特征在于，所述第二数据不包括第二码字，所述交织结果包括所述多个第一延时单元轮询 n 次输出的 n 个第一比特组，所述根据所述交织结果获取包括标识信息的第二数据，包括：

按照参考数据帧的格式，基于所述多个第一延时单元轮询 n 次输出的 n 个第一比特组获取 k 个目标数据帧，所述目标数据帧包括帧同步信息，所述帧同步信息用于作为所述标识信息，所述 n 个第一比特组对应的比特数量小于或者等于所述 k 个目标数据帧包括的比特数量，所述 k 和所述 n 均为正整数，所述 k 小于或者等于所述 n ；

根据所述 k 个目标数据帧得到所述第二数据。

5.根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述第二数据不包括第二码字，所述对获取的多个第一码字包括的符号进行卷积交织，得到交织结果，包括：

将至少一个标识信息和所述多个第一码字包括的符号输入卷积交织器的多个第一延时单元，通过所述多个第一延时单元对轮询到的所述至少一个标识信息和所述多个第一码字包括的符号进行卷积交织，得到所述多个第一延时单元轮询输出的多个第二比特组，至少一个第二比特组包括所述多个第一延时单元轮询一次输出的符号，或者，所述至少一个第二比特组包括所述多个第一延时单元轮询一次输出的标识信息和符号，所述标识信息用于指示对所述多个第一码字包括的符号进行卷积交织的起始交织位置；

将所述多个第一延时单元轮询输出的多个第二比特组作为所述交织结果。

6.根据权利要求 2-5 任一所述的方法，其特征在于，所述多个第一码字包括的符号进行卷积交织的起始交织位置位于所述多个第一延时单元中的任意一个第一延时单元。

7.根据权利要求 2-6 任一所述的方法，其特征在于，所述多个第一码字包括的符号以第一数据流的方式输入所述卷积交织器的多个第一延时单元，所述第一数据流的传输速率大于或等于 100 吉比特每秒。

8.根据权利要求7所述的方法,其特征在于,所述第一数据流通过连接单元接口AUI的至少一条通道向所述卷积交织器的多个第一延时单元传输。

9.一种数据传输方法,其特征在于,所述方法包括:

第二模块接收由第一模块传输的包括标识信息的第二数据,所述第二数据是根据对多个第一码字包括的符号进行卷积交织得到的交织结果获取的,所述第一码字为采用第一前向纠错FEC码对第一数据进行编码的码字,在所述第二数据包括第二码字的情况下,所述标识信息包括所述第二码字的码字边界信息;

根据所述标识信息获取对所述多个第一码字包括的符号进行卷积交织的起始交织位置和所述第二数据中的待解交织数据;

基于所述起始交织位置对所述待解交织数据进行卷积解交织,获取所述多个第一码字。

10.根据权利要求9所述的方法,其特征在于,所述根据所述标识信息获取对所述多个第一码字包括的符号进行卷积交织的起始交织位置和所述第二数据中的待解交织数据,包括:

根据所述第二码字的码字边界信息获取所述第二数据包括的至少一个第二码字;

获取所述至少一个第二码字的起始位置,将所述起始位置作为对所述多个第一码字包括的符号进行卷积交织的起始交织位置;

对所述至少一个第二码字进行解码,得到所述待解交织数据。

11.根据权利要求9所述的方法,其特征在于,在所述第二数据不包括第二码字的情况下,所述标识信息为帧同步信息,所述根据所述标识信息获取对所述多个第一码字包括的符号进行卷积交织的起始交织位置和所述第二数据中的待解交织数据,包括:

根据所述帧同步信息获取所述第二数据包括的至少一个目标数据帧;

获取所述至少一个目标数据帧的帧数据的起始位置,将所述起始位置作为对所述多个第一码字包括的符号进行卷积交织的起始交织位置;

将所述至少一个目标数据帧包括的帧数据作为所述待解交织数据。

12.根据权利要求10或11所述的方法,其特征在于,所述待解交织数据包括多个第三比特组,一个第三比特组包括卷积交织器的多个第一延时单元轮询一次输出的所述第一码字的符号;所述基于所述起始交织位置对所述待解交织数据进行卷积解交织,获取所述多个第一码字,包括:

获取卷积解交织器的多个第二延时单元中所述起始交织位置对应的起始解交织位置;

将所述多个第三比特组从所述起始解交织位置输入所述多个第二延时单元,通过所述多个第二延时单元对轮询到的所述多个第三比特组包括的所述符号进行卷积解交织;

获取所述多个第二延时单元轮询输出的所述多个第一码字包括的符号,根据所述多个第一码字包括的符号获取所述多个第一码字。

13.根据权利要求9所述的方法,其特征在于,在所述第二数据不包括第二码字的情况下,所述标识信息用于指示对所述多个第一码字包括的符号进行卷积交织的起始交织位置;

所述根据所述标识信息获取对所述多个第一码字包括的符号进行卷积交织的起始交织位置和所述第二数据中的待解交织数据,包括:

获取所述标识信息指示的对所述多个第一码字包括的符号进行卷积交织的起始交织位置;

将所述第二数据中位于所述起始交织位置的数据和所述起始交织位置之后的数据作为所述待解交织数据。

14.根据权利要求13所述的方法,其特征在于,所述待解交织数据包括多个第四比特组,至少一个第四比特组包括卷积交织器的多个第一延时单元轮询一次输出的所述第一码字的符号,或者,所述至少一个第四比特组包括所述多个第一延时单元轮询一次输出的标识信息和所述符号;

所述基于所述起始交织位置对所述待解交织数据进行卷积解交织,获取所述多个第一码字,包括:

获取卷积解交织器的多个第二延时单元中所述起始交织位置对应的起始解交织位置;

将所述多个第四比特组从所述起始解交织位置输入所述多个第二延时单元,通过所述多个第二延时单元对轮询到的所述多个第四比特组包括的所述符号,或者所述多个第四比特组包括的标识信息和所述符号进行卷积解交织;

获取所述多个第二延时单元轮询输出的所述多个第一码字包括的符号和所述标识信息,根据所述多个第一码字包括的符号获取所述多个第一码字。

15.根据权利要求12或14所述的方法,其特征在于,所述起始解交织位置位于所述多个第二延时单元中的任意一个第二延时单元。

16.根据权利要求12、14-15任一所述的方法,其特征在于,所述卷积解交织器的多个第二延时单元以第二数据流的方式输出所述多个第一码字包括的符号,所述第二数据流的传输速率大于或等于100吉比特每秒。

17.根据权利要求16所述的方法,其特征在于,所述卷积解交织器的多个第二延时单元通过连接单元接口AUI的至少一条通道输出所述第二数据流。

18.一种数据传输装置,其特征在于,所述装置应用于第一模块,所述装置包括:

交织单元,用于对获取的多个第一码字包括的符号进行卷积交织,得到交织结果,所述第一码字为采用第一前向纠错FEC码对第一数据进行编码的码字;

获取单元,用于根据所述交织结果获取包括标识信息的第二数据,在所述第二数据包括第二码字的情况下,所述标识信息包括所述第二码字的码字边界信息;

传输单元,用于向第二模块传输所述第二数据。

19.根据权利要求18所述的装置,其特征在于,所述交织单元,用于将所述多个第一码字包括的符号输入卷积交织器的多个第一延时单元,通过所述多个第一延时单元对轮询到的所述多个第一码字包括的符号进行卷积交织,得到所述多个第一延时单元轮询输出的多个第一比特组,一个第一比特组包括所述多个第一延时单元轮询一次输出的符号;将所述多个第一延时单元轮询输出的多个第一比特组作为所述交织结果。

20.根据权利要求19所述的装置,其特征在于,所述交织结果包括所述多个第一延时单元轮询n次输出的n个第一比特组,所述获取单元,用于按照第二FEC码,对所述多个第一延时单元轮询n次输出的n个第一比特组进行编码,得到m个第二码字,所述n个第一比特组对应的比特数量等于m个所述第二FEC码的码字的信息位包括的比特数量,所述m和所述n均为正整数,所述m小于或者等于所述n;根据所述m个第二码字得到所述第二数据。

21.根据权利要求19所述的装置,其特征在于,所述第二数据不包括第二码字,所述交织结果包括所述多个第一延时单元轮询n次输出的n个第一比特组,所述获取单元,用于按照参考数据帧的格式,基于所述多个第一延时单元轮询n次输出的n个第一比特组获取k个目标数据帧,所述目标数据帧包括帧同步信息,所述帧同步信息用于作为所述标识信息,所述n个第一比特组对应的比特数量小于或者等于所述k个目标数据帧包括的比特数量,所述k和所述n均为正整数,所述k小于或者等于所述n;根据所述k个目标数据帧得到所述第二数据。

22.根据权利要求18所述的装置,其特征在于,所述第二数据不包括第二码字,所述交织单元,用于将至少一个标识信息和所述多个第一码字包括的符号输入卷积交织器的多个第一延时单元,通过所述多个第一延时单元对轮询到的所述至少一个标识信息和所述多个第一码字包括的符号进行卷积交织,得到所述

多个第一延时单元轮询输出的多个第二比特组，至少一个第二比特组包括所述多个第一延时单元轮询一次输出的符号，或者，所述至少一个第二比特组包括所述多个第一延时单元轮询一次输出的标识信息和符号，所述标识信息用于指示对所述多个第一码字包括的符号进行卷积交织的起始交织位置；将所述多个第一延时单元轮询输出的多个第二比特组作为所述交织结果。

23.根据权利要求 19-22 任一所述的装置，其特征在于，所述多个第一码字包括的符号进行卷积交织的起始交织位置位于所述多个第一延时单元中的任意一个第一延时单元。

24.根据权利要求 19-23 任一所述的装置，其特征在于，所述多个第一码字包括的符号以第一数据流的方式输入所述卷积交织器的多个第一延时单元，所述第一数据流的传输速率大于或等于 100 吉比特每秒。

25.根据权利要求 24 所述的装置，其特征在于，所述第一数据流通过连接单元接口 AUI 的至少一条通道向所述卷积交织器的多个第一延时单元传输。

26.一种数据传输装置，其特征在于，所述装置应用于第二模块，所述装置包括：

获取单元，用于接收由第一模块传输的包括标识信息的第二数据，所述第二数据是根据对多个第一码字包括的符号进行卷积交织得到的交织结果获取的，所述第一码字为采用第一前向纠错 FEC 码对第一数据进行编码的码字，在所述第二数据包括第二码字的情况下，所述标识信息包括所述第二码字的码字边界信息；

所述获取单元，还用于根据所述标识信息获取对所述多个第一码字包括的符号进行卷积交织的起始交织位置和所述第二数据中的待解交织数据；

解交织单元，用于基于所述起始交织位置对所述待解交织数据进行卷积解交织，获取所述多个第一码字。

27.根据权利要求 26 所述的装置，其特征在于，所述获取单元，用于根据所述第二码字的码字边界信息获取所述第二数据包括的至少一个第二码字；获取所述至少一个第二码字的起始位置，将所述起始位置作为对所述多个第一码字包括的符号进行卷积交织的起始交织位置；对所述至少一个第二码字进行解码，得到所述待解交织数据。

28.根据权利要求 26 所述的装置，其特征在于，在所述第二数据不包括第二码字的情况下，所述标识信息为帧同步信息，所述获取单元，用于根据所述帧同步信息获取所述第二数据包括的至少一个目标数据帧；获取所述至少一个目标数据帧的帧数据的起始位置，将所述起始位置作为对所述多个第一码字包括的符号进行卷积交织的起始交织位置；将所述至少一个目标数据帧包括的帧数据作为所述待解交织数据。

29.根据权利要求 27 或 28 所述的装置，其特征在于，所述待解交织数据包括多个第三比特组，一个第三比特组包括卷积交织器的多个第一延时单元轮询一次输出的所述第一码字的符号；所述解交织单元，用于获取卷积解交织器的多个第二延时单元中所述起始交织位置对应的起始解交织位置；将所述多个第三比特组从所述起始解交织位置输入所述多个第二延时单元，通过所述多个第二延时单元对轮询到的所述多个第三比特组包括的所述符号进行卷积解交织；获取所述多个第二延时单元轮询输出的所述多个第一码字包括的符号，根据所述多个第一码字包括的符号获取所述多个第一码字。

30.根据权利要求 26 所述的装置，其特征在于，在所述第二数据不包括第二码字的情况下，所述标识信息用于指示对所述多个第一码字包括的符号进行卷积交织的起始交织位置；所述获取单元，用于获取所述标识信息指示的对所述多个第一码字包括的符号进行卷积交织的起始交织位置；将所述第二数据中位于所述起始交织位置的数据和所述起始交织位置之后的数据作为所述待解交织数据。

31.根据权利要求 30 所述的装置，其特征在于，所述待解交织数据包括多个第四比特组，至少一个第

四比特组包括卷积交织器的多个第一延时单元轮询一次输出的所述第一码字的符号，或者，所述至少一个第四比特组包括所述多个第一延时单元轮询一次输出的标识信息和所述符号；所述解交织单元，用于获取卷积解交织器的多个第二延时单元中所述起始交织位置对应的起始解交织位置；将所述多个第四比特组从所述起始解交织位置输入所述多个第二延时单元，通过所述多个第二延时单元对轮询到的所述多个第四比特组包括的所述符号，或者所述多个第四比特组包括的标识信息和所述符号进行卷积解交织；获取所述多个第二延时单元轮询输出的所述多个第一码字包括的符号和所述标识信息，根据所述多个第一码字包括的符号获取所述多个第一码字。

32.根据权利要求 29 或 31 所述的装置，其特征在于，所述起始解交织位置位于所述多个第二延时单元中的任意一个第二延时单元。

33.根据权利要求 29、31-32 任一所述的装置，其特征在于，所述卷积解交织器的多个第二延时单元以第二数据流的方式输出所述多个第一码字包括的符号，所述第二数据流的传输速率大于或等于 100 吉比特每秒。

34.根据权利要求 33 所述的装置，其特征在于，所述卷积解交织器的多个第二延时单元通过连接单元接口 AUI 的至少一条通道输出所述第二数据流。

35.一种数据传输系统，其特征在于，所述数据传输系统包括第一模块和第二模块，所述第一模块用于执行如权利要求 1-8 中任一所述的方法，所述第二模块用于执行如权利要求 9-17 中任一所述的方法。

36.一种计算机系统，其特征在于，所述计算机系统包括：处理器，所述处理器包括第一模块或者第二模块，在所述处理器包括所述第一模块的情况下，当所述处理器执行程序指令或代码时，所述计算机系统实现如权利要求 1-8 中任一所述的方法，在所述处理器包括所述第二模块的情况下，当所述处理器执行程序指令或代码时，所述计算机系统实现如权利要求 9-17 中任一所述的方法。

37.根据权利要求 36 所述的计算机系统，其特征在于，所述计算机系统还包括：存储器，所述存储器用于存储所述程序指令或代码。

38.一种计算机可读存储介质，其特征在于，所述计算机可读存储介质中存储有至少一条程序指令或代码，所述程序指令或代码由计算机执行，所述计算机包括第一模块或者第二模块；在所述计算机包括所述第一模块的情况下，所述程序指令或代码由计算机执行时以使所述计算机实现如权利要求 1-8 中任一所述的方法，在所述计算机包括所述第二模块的情况下，所述程序指令或代码由计算机执行时以使所述计算机实现如权利要求 9-17 中任一所述的方法。

39.一种计算机程序产品，其特征在于，所述计算机程序产品包括计算机程序指令或代码，所述计算机程序指令或代码由计算机运行，所述计算机包括第一模块或者第二模块；在所述计算机包括所述第一模块的情况下，当所述计算机程序指令或代码被所述计算机运行时，使得所述计算机实现如权利要求 1-8 中任一所述的方法，在所述计算机包括所述第二模块的情况下，当所述计算机程序指令或代码被所述计算机运行时，使得所述计算机实现如权利要求 9-17 中任一所述的方法。

40.一种芯片，其特征在于，所述芯片包括处理器，所述处理器包括第一模块或者第二模块，所述处理器用于运行程序指令或代码，在所述处理器包括所述第一模块的情况下，包含所述芯片的设备执行如权利要求 1-8 中任一所述的方法，在所述处理器包括所述第二模块的情况下，包含所述芯片的设备执行如权利要求 9-17 中任一所述的方法。

41.根据权利要求 40 所述的芯片，其特征在于，所述芯片还包括：输入接口、输出接口和存储器，所

述输入接口、所述输出接口、所述处理器以及所述存储器之间通过内部连接通路相连，所述存储器包含所述程序指令或代码。