

链路监控方法及装置

本申请要求于 2021 年 07 月 26 日提交的申请号为 202110846541.6、发明名称为“链路监控方法及装置”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

本申请涉及数据传输技术领域，特别涉及一种链路监控方法及装置。

背景技术

在 5G、云计算、大数据和人工智能等持续推动下，光通信系统及光传输网(optical transport network, OTN)正朝着大容量、超高速的方向发展。光通信系统及光传输网中传输的光信号在传输过程中会因一些原因出现信号失真，且随着以太网传输速率的提升，其传输误码率会随之增大。采用前向纠错编码(forward error correction, FEC)对传输的数据进行纠错，能够解决传输误码，从接收数据中恢复出发送端发送的原始数据。并且，利用 FEC 译码还可协助进行链路监控。其中，链路监控是指监测用于传输数据的链路的质量。

但是，目前没有有效的对链路质量进行监控的方法。

发明内容

本申请提供了一种链路监控方法及装置。本申请能够有效的对链路质量进行监控。本申请提供的技术方案如下：

第一方面，本申请提供了一种链路监控方法，该方法包括：接收经过外码编码的数据；对经过外码编码的数据进行内码编码，并输出经过内码编码的数据；对经过外码编码的数据进行外码译码；根据对经过外码编码的数据进行外码译码的情况，确定用于传输经过外码编码的数据的链路的质量。

在该链路监控方法中，通过接收经过外码编码的数据，对经过外码编码的数据进行内码编码并输出，同时对经过外码编码的数据进行外码译码，并根据对经过外码编码的数据进行外码译码的情况，确定用于传输经过外码编码的数据的链路的质量，能够对链路的质量进行有效的监控。

并且，在该链路监控方法中，由于需要对经过外码编码的数据进行内码编码并输出，也需要对经过外码编码的数据进行外码译码，并根据外码译码的情况确定链路质量，且这两个过程会分两路执行，使得对数据进行外码译码并确定链路质量的过程不会对对数据进行内码编码并输出的过程造成影响，因此不会因进行外码译码并确定链路质量的过程额外增加数据的整体传输时延，使得该链路监控方法能够应用于较多的传输场景，尤其适用于对传输时延具有较低要求的传输场景。

在一种实现方式中，由于码字序列的误符号个数能够体现码字序列受到链路的影响，因此发端处理模块能够根据码字序列的误符号个数，确定链路的质量。则根据对经过外码编码的数据进行外码译码的情况，确定用于传输经过外码编码的数据的链路的质量，包括：根据对经过外码编码的数据中 P1 个码字序列进行外码译码的情况，确定 P1 个码字序列中每个码

字序列的误符号个数，P1 为正整数；根据 P1 个码字序列的误符号个数，确定链路的质量。

发端处理模块可以根据该经过外码编码的数据中一个或多个（即 P1 个）码字序列的误符号个数，确定用于传输经过外码编码的数据的链路的质量。此时，发端处理模块需要分别确定该 P1 个码字序列中每个码字序列的误符号个数。且当根据经过外码编码的数据中多个码字序列的误符号个数确定链路的质量时，由于多个码字序列的误符号个数能够更加全面的反映码字序列受到链路的影响，能够对链路质量进行更准确的监控。

在另一种实现方式中，根据对经过外码编码的数据进行外码译码的情况，确定用于传输经过外码编码的数据的链路的质量，包括：根据对经过外码编码的数据中码字序列进行外码译码的情况，确定码字序列对应的指示参数；根据经过外码编码的数据中 P2 个码字序列对应的指示参数，确定链路的质量，P2 为正整数。

当根据经过外码编码的数据中多个码字序列的误符号个数确定链路的质量时，由于多个码字序列的误符号个数能够更加全面的反映码字序列受到链路的影响，能够对链路质量进行更准确的监控。

可选的，根据不同的应用场景，被外码译码的数据的具体实现方式不同。下面以以下几种情况为例进行说明：

在一种情况中，被外码译码的数据是经过包括外码编码和纠偏处理的数据。例如，发端处理模块接收到经过外码编码的数据后，可以先对经过外码编码的数据进行纠偏处理，然后对经过纠偏处理的数据进行外码译码。通过先对经过外码编码的数据进行纠偏处理，然后对经过纠偏处理的数据进行外码译码，再根据外码译码的情况，确定用于传输经过外码编码的数据的链路的质量，由于用于确定链路的质量的数据为经过纠偏处理的数据，能够有效保证根据该数据确定的链路的质量的准确性。

在另一种情况中，被外码译码的数据是经过包括外码编码、通道重排序处理和第一解交织处理的数据。例如，发端处理模块接收到经过外码编码的数据后，可以先对经过外码编码的数据进行纠偏处理和通道重排序处理，然后对经过通道重排序的数据进行第一解交织处理，然后对经过第一解交织处理的数据进行外码译码。

在又一种情况中，被外码译码的数据是经过包括外码编码和数据提取的数据。例如，发端处理模块接收到经过外码编码的数据后，可以先对经过外码编码的数据进行数据提取，然后对经过数据提取的数据进行外码译码。当数据提取后的数据相对于数据提取前的数据的数据量减小时，经过数据提取得到的数据速率能够小于发端处理模块进行内码编码的数据速率，能够实现对经过纠偏处理的信号的降速，能够实现低功耗监控。

可选的，根据不同的应用场景，被内码编码的数据的具体实现方式不同。下面以以下几种情况为例进行说明：

在一种情况中，被内码编码的数据是经过外码编码的数据。例如，发端处理模块接收到经过外码编码的数据后，可以直接对经过外码编码的数据进行内码编码。

在另一种情况中，被内码编码的数据是经过包括外码编码和纠偏处理的数据。当被内码编码的数据是经过包括外码编码和纠偏处理的数据，且被外码译码的数据是经过包括外码编码和纠偏处理的数据时，该纠偏处理可以在发端处理模块接收到经过外码编码的数据后执行，并在执行完该纠偏处理后，经过纠偏处理的数据可以进行两路处理，一路被发端处理模块进行内码编码并输出，另一路被发端处理模块进行外码译码。

在再一种情况中，被内码编码的数据是经过包括外码编码、纠偏处理和通道重排序处理的数据。这样一来，无论发端处理模块得到的多个通道的数据以什么顺序排序，通过该数据对该数据进行通道重排序处理，再对经过通道重排序的数据进行内码编码，则发端处理模块输出的经过内码编码的数据均是按照通道重排序指定的顺序排序的，能够使得对发端处理模块进行性能测试时，同类型的不同发端处理模块在相同输入数据下具有相同的输出数据，有利于对发端处理模块的性能测试。另外，若在对数据进行内码编码前还需要对数据进行第一交织处理，由于经过通道重排序的数据都能够按照通道重排序指定的顺序排序，使得第一交织处理的数据的顺序固定，能够便于第一交织处理单元的设计。

在又一种情况中，被内码编码的数据是经过包括外码编码、纠偏处理、通道重排序处理和第一解交织处理的数据。并且，经过纠偏处理、通道重排序和第一解交织处理的数据可以分成两路，一路用于内码编码，另一路用于外码译码。

在再一种情况中，被内码编码的数据是经过包括外码编码和数据处理的的数据，数据处理包括：第一交织处理。例如，发端处理模块接收到经过外码编码的数据后，可以先对经过外码编码的数据进行纠偏处理，然后对经过纠偏处理的数据进行第一交织处理，再对经过第一交织处理的数据进行内码编码。又例如，发端处理模块接收到经过外码编码的数据后，一方面可以对经过外码编码的数据进行纠偏处理，另一方面对经过外码编码的数据进行第一交织处理，再对经过第一交织处理的数据进行内码编码。

第二方面，本申请提供了一种链路监控方法，该方法包括：接收经过外码编码和内码编码的数据；对经过外码编码和内码编码的数据进行内码译码，并输出经过内码译码的数据；对经过内码译码的数据进行外码译码；根据对经过内码译码的数据进行外码译码的情况，确定用于传输经过外码编码和内码编码的数据的链路的质量。

在该链路监控方法中，通过接收经过外码编码和内码编码的数据，对经过外码编码和内码编码的数据进行内码译码并输出，同时对经过内码译码的数据进行外码译码，并根据对经过内码译码的数据进行外码译码的情况，确定用于传输经过外码编码和内码编码的数据的链路的质量，能够对链路的质量进行有效的监控。

并且，在该链路监控方法中，由于需要输出经过内码译码的数据，也需要对经过内码译码的数据进行外码译码，并根据外码译码的情况确定链路质量，且这两个过程会分两路执行，使得对数据进行外码译码并确定链路质量的过程不会对输出经过内码译码的数据的过程造成影响，因此不会因进行外码译码并确定链路质量的过程额外增加数据的整体传输时延，使得该链路监控方法能够应用于较多的传输场景，尤其适用于对传输时延具有较低要求的传输场景。

在一种可实现方式中，由于码字序列的误符号个数能够体现码字序列受到链路的影响，因此收端处理模块能够根据码字序列的误符号个数，确定链路的质量。则根据对经过内码译码的数据进行外码译码的情况，确定用于传输经过外码编码和内码编码的数据的链路的质量，包括：根据对经过内码译码的数据中 $P3$ 个码字序列进行外码译码的情况，确定 $P3$ 个码字序列中每个码字序列的误符号个数， $P3$ 为正整数；根据 $P3$ 个码字序列的误符号个数，确定链路的质量。

收端处理模块可以根据经过内码译码的数据中一个或多个（即 $P3$ 个）码字序列的误符号个数，确定用于传输经过外码编码和内码编码的数据的链路的质量。此时，收端处理模块需

要分别确定该 P3 个码字序列中每个码字序列的误符号个数。且当根据经过内码译码的数据中多个码字序列的误符号个数确定链路的质量时，由于多个码字序列的误符号个数能够更加全面的反映码字序列受到链路的影响，能够对链路质量进行更准确的监控。

在另一种可实现方式中，根据对经过内码译码的数据进行外码译码的情况，确定用于传输经过外码编码和内码编码的数据的链路的质量，包括：根据对经过内码译码的数据中码字序列进行外码译码的情况，确定码字序列对应的指示参数；根据经过内码译码的数据中 P4 个码字序列对应的指示参数，确定链路的质量，P4 为正整数。

当根据经过内码译码的数据中多个码字序列的误符号个数确定链路的质量时，由于多个码字序列的误符号个数能够更加全面的反映码字序列受到链路的影响，能够对链路质量进行更准确的监控。

可选的，根据不同的应用场景，被外码译码的数据的具体实现方式不同。下面以以下几种情况为例进行说明：

在一种情况中，被外码译码的数据是经过包括内码译码和纠偏处理的数据。例如，收端处理模块接收到经过内码译码的数据后，可以先对经过内码译码的数据进行纠偏处理，然后对经过纠偏处理的数据进行外码译码。

在另一种情况中，被外码译码的数据是经过包括内码译码、通道重排序处理和第一解交织处理的数据。例如，收端处理模块接收到经过内码译码的数据后，可以先对经过内码译码的数据进行通道重排序处理，然后对经过通道重排序处理的数据进行第一解交织处理，然后对经过第一解交织处理的数据进行外码译码。

在再一种情况中，当经过外码编码和内码编码的数据是经过通道重排序处理的数据时，被外码译码的数据是经过包括内码译码和第一解交织处理的数据。

在又一种情况中，被外码译码的数据是经过包括内码译码和数据提取的数据。例如，收端处理模块接收到经过内码译码的数据后，可以先对经过内码译码的数据进行数据提取，然后对经过数据提取的数据进行外码译码。当数据提取后的数据相对于数据提取前的数据的数据量减小时，经过数据提取得到的数据速率能够小于发端处理模块进行内码编码的数据速率，能够实现对经过纠偏处理的信号的降速，能够实现低功耗监控。

在再一种情况中，经过内码译码的数据为经过数据处理的数据，被外码译码的数据是经过包括内码译码和数据处理的逆处理的数据，数据处理包括：第一交织处理，逆处理包括：第二解交织处理。例如，收端处理模块接收到经过内码译码的数据后，可以先对经过内码译码的数据进行第二解交织处理，然后对经过第二解交织处理的数据进行外码译码。并且，当被收端处理模块输出的数据是经过包括内码译码和数据处理的逆处理的数据，且被外码译码的数据是经过包括内码译码和数据处理的逆处理的数据时，该逆处理可以在收端处理模块接收到经过内码译码的数据后执行，且在执行完该逆处理后，经过逆处理的数据可以分为两路，一路被收端处理模块输出，另一路被收端处理模块进行外码译码。这样一来，对数据进行外码译码并检测链路质量的过程不会对收端处理模块输出数据的过程造成影响，因此不会因对数据进行外码译码并检测链路质量的过程额外增加数据的传输时延，能够有效降低数据的整体传输时延。

可选的，根据不同的应用场景，被输出的数据的具体实现方式不同。下面以以下几种情况为例进行说明：

在一种情况中，被输出的数据是经过内码译码的数据。例如，收端处理模块对经过外码编码和内码编码的数据进行内码译码后，可以直接输出经过内码译码的数据。

在另一种情况中，经过内码译码的数据为经过数据处理的数据，被输出的数据是经过包括内码译码和数据处理的逆处理的数据，数据处理包括：第一交织处理，逆处理包括：第二解交织处理。例如，收端处理模块接收到经过外码编码和内码编码的数据后，可以先对经过外码编码和内码编码的数据进行内码译码，然后对经过内码译码的数据进行第二解交织处理，然后输出经过第二解交织处理的数据。

第三方面，本申请提供了一种链路监控装置，该装置包括：输入单元，用于接收经过外码编码的数据；编码单元，用于对经过外码编码的数据进行内码编码；输出单元，用于输出经过内码编码的数据；译码单元，用于对经过外码编码的数据进行外码译码；译码单元，还用于根据对经过外码编码的数据进行外码译码的情况，确定用于传输经过外码编码的数据的链路的质量。

可选的，译码单元，具体用于：根据对经过外码编码的数据中 P1 个码字序列进行外码译码的情况，确定 P1 个码字序列中每个码字序列的误符号个数，P1 为正整数；根据 P1 个码字序列的误符号个数，确定链路的质量。

可选的，译码单元，具体用于：根据对经过外码编码的数据中码字序列进行外码译码的情况，确定码字序列对应的指示参数；根据经过外码编码的数据中 P2 个码字序列对应的指示参数，确定链路的质量，P2 为正整数。

可选的，被外码译码的数据是经过包括外码编码和纠偏处理的数据。

可选的，被外码译码的数据是经过包括外码编码、通道重排序处理和第一解交织处理的数据。

可选的，被外码译码的数据是经过包括外码编码和数据提取的数据。

可选的，被内码编码的数据是经过外码编码的数据。

可选的，被内码编码的数据是经过包括外码编码和纠偏处理的数据。

可选的，被内码编码的数据是经过包括外码编码、纠偏处理和通道重排序处理的数据。

可选的，被内码编码的数据是经过包括外码编码、纠偏处理、通道重排序处理和第一解交织处理的数据。

可选的，被内码编码的数据是经过包括外码编码和数据处理的数据，数据处理包括：第一交织处理。

第四方面，本申请提供了一种链路监控装置，该装置包括：输入单元，用于接收经过外码编码和内码编码的数据；第一译码单元，用于对经过外码编码和内码编码的数据进行内码译码；输出单元，用于输出经过内码译码的数据；第二译码单元，用于对经过内码译码的数据进行外码译码；第二译码单元，还用于根据对经过内码译码的数据进行外码译码的情况，确定用于传输经过外码编码和内码编码的数据的链路的质量。

可选的，第二译码单元，具体用于：根据对经过内码译码的数据中 P3 个码字序列进行外码译码的情况，确定 P3 个码字序列中每个码字序列的误符号个数，P3 为正整数；根据 P3 个码字序列的误符号个数，确定链路的质量。

可选的，第二译码单元，具体用于：根据对经过内码译码的数据中码字序列进行外码译码的情况，确定码字序列对应的指示参数；根据经过内码译码的数据中 P4 个码字序列对应的

指示参数，确定链路的质量，P4 为正整数。

可选的，被外码译码的数据是经过包括内码译码和纠偏处理的数据。

可选的，被外码译码的数据是经过包括内码译码和第一解交织处理的数据。

可选的，被外码译码的数据是经过包括内码译码、通道重排序处理和第一解交织处理的数据。

可选的，被外码译码的数据是经过包括内码译码和数据提取的数据。

可选的，经过内码译码的数据为经过数据处理的数据，被外码译码的数据是经过包括内码译码和数据处理的逆处理的数据，数据处理包括：第一交织处理，逆处理包括：第二解交织处理。

可选的，被输出的数据是经过内码译码的数据。

可选的，经过内码译码的数据为经过数据处理的数据，被输出的数据是经过包括内码译码和数据处理的逆处理的数据，数据处理包括：第一交织处理，逆处理包括：第二解交织处理。

第五方面，本申请提供了一种计算机设备，包括存储器和处理器，存储器存储有程序指令，处理器运行程序指令以执行本申请第一方面、第二方面以及其任一种可能的实现方式中提供的方法。

第六方面，本申请提供了一种计算机可读存储介质，该计算机可读存储介质为非易失性计算机可读存储介质，该计算机可读存储介质包括程序指令，当程序指令在计算机设备上运行时，使得计算机设备执行本申请第一方面、第二方面以及其任一种可能的实现方式中提供的方法。

第七方面，本申请提供了一种包含指令的计算机程序产品，当计算机程序产品在计算机上运行时，使得计算机执行本申请第一方面、第二方面以及其任一种可能的实现方式中提供的方法。

附图说明

图 1 是本申请实施例提供的链路监控方法涉及的一种实施环境的示意图；

图 2 是本申请实施例提供的图 1 所示的实施环境中一种传输数据的过程示意图；

图 3 是本申请实施例提供的一种应用于发端处理模块的链路监控方法的流程图；

图 4 是本申请实施例提供的一种发端处理模块的结构示意图；

图 5 是本申请实施例提供的另一种发端处理模块的结构示意图；

图 6 是本申请实施例提供的又一种发端处理模块的结构示意图；

图 7 是本申请实施例提供的再一种发端处理模块的结构示意图；

图 8 是本申请实施例提供的又一种发端处理模块的结构示意图；

图 9 是本申请实施例提供的再一种发端处理模块的结构示意图；

图 10 是本申请实施例提供的又一种发端处理模块的结构示意图；

图 11 是本申请实施例提供的再一种发端处理模块的结构示意图；

图 12 是本申请实施例提供的又一种发端处理模块的结构示意图；

图 13 是本申请实施例提供的再一种发端处理模块的结构示意图；

图 14 是本申请实施例提供的又一种发端处理模块的结构示意图；

图 15 是本申请实施例提供的再一种发端处理模块的结构示意图；

图 16 是本申请实施例提供的一种数据提取的示意图；

图 17 是本申请实施例提供的一种发端处理模块根据外码译码的情况，确定链路的质量的方法流程图；

图 18 是本申请实施例提供的另一种发端处理模块根据外码译码的情况，确定链路的质量的方法流程图；

图 19 是本申请实施例提供的一种应用于收端处理模块的链路监控方法的流程图；

图 20 是本申请实施例提供的一种收端处理模块的结构示意图；

图 21 是本申请实施例提供的另一种收端处理模块的结构示意图；

图 22 是本申请实施例提供的又一种收端处理模块的结构示意图；

图 23 是本申请实施例提供的再一种收端处理模块的结构示意图；

图 24 是本申请实施例提供的又一种收端处理模块的结构示意图；

图 25 是本申请实施例提供的再一种收端处理模块的结构示意图；

图 26 是本申请实施例提供的又一种收端处理模块的结构示意图；

图 27 是本申请实施例提供的再一种收端处理模块的结构示意图；

图 28 是本申请实施例提供的又一种收端处理模块的结构示意图；

图 29 是本申请实施例提供的再一种收端处理模块的结构示意图；

图 30 是本申请实施例提供的又一种收端处理模块的结构示意图；

图 31 是本申请实施例提供的再一种收端处理模块的结构示意图；

图 32 是本申请实施例提供的又一种收端处理模块的结构示意图；

图 33 是本申请实施例提供的一种收端处理模块根据外码译码的情况，确定链路的质量的方法流程图；

图 34 是本申请实施例提供的另一种收端处理模块根据外码译码的情况，确定链路的质量的方法流程图；

图 35 是本申请实施例提供的另一种应用于发端处理模块的链路监控方法的流程图；

图 36 是本申请实施例提供的又一种应用于收端处理模块的链路监控方法的流程图；

图 37 是本申请实施例提供的链路监控方法适用于发端光模块具有单波长 800G 相干线路接口，发端设备具有 2×400G 接口的应用场景的一种示意图；

图 38 是本申请实施例提供的链路监控方法适用于发端光模块具有单波长 800G 相干线路接口，发端设备具有 2×400G 接口的应用场景的另一种示意图；

图 39 是本申请实施例提供的链路监控方法适用于发端光模块具有单波长 800G 相干线路接口，发端设备具有 2×400G 接口的应用场景的又一种示意图；

图 40 是本申请实施例提供的链路监控方法适用于收端光模块具有单波长 800G 相干线路接口，收端设备具有 2×400G 接口的应用场景的一种示意图；

图 41 是本申请实施例提供的链路监控方法适用于收端光模块具有单波长 800G 相干线路接口，收端设备具有 2×400G 接口的应用场景的另一种示意图；

图 42 是本申请实施例提供的链路监控方法适用于收端光模块具有单波长 800G 相干线路接口，收端设备具有 2×400G 接口的应用场景的又一种示意图；

图 43 是本申请实施例提供的链路监控方法适用于发端光模块具有单波长 800G 相干线路

接口，发端设备具有4×200G接口的应用场景的示意图；

图44是本申请实施例提供的链路监控方法适用于收端光模块具有单波长800G相干线路接口，收端设备具有4×200G接口的应用场景的示意图；

图45是本申请实施例提供的一种链路监控装置的结构示意图；

图46是本申请实施例提供的又一种链路监控装置的结构示意图；

图47是本申请实施例提供的一种计算机设备的结构示意图。

具体实施方式

为使本申请的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合附图对本申请实施方式作进一步地详细描述。

在5G、云计算、大数据和人工智能等持续推动下，光通信系统及光传输网（optical transport network, OTN）正朝着大容量、超高速方向发展。光通信系统通常利用光波的幅度，相位，偏振或频率来承载数据。在传输过程中，光信号会因色散、偏振相关损伤、噪声、非线性效应及其它因素导致信号失真。而且，光网络的组件磨损和老化会导致传输系统性能劣化。采用前向纠错编码（forward error correction, FEC）对传输的数据进行纠错，能够解决传输误码，从接收数据中恢复出发送端发送的原始数据。并且，利用FEC译码还可协助进行链路同步和链路性能监控。其中，链路性能监控是指监测用于传输数据的链路的质量。

但是，目前没有有效的对链路质量进行监控的方法。

本申请实施例提供了一种链路监控方法。该链路监控方法可以应用于发端处理模块，该链路监控方法用于监控用于传输数据的链路的质量。在该链路监控方法中，通过接收经过外码编码的数据，对经过外码编码的数据进行内码编码并输出，同时对经过外码编码的数据进行外码译码，并根据对经过外码编码的数据进行外码译码的情况，确定用于传输经过外码编码的数据的链路的质量，能够对链路的质量进行有效的监控。

并且，在该链路监控方法中，由于需要对经过外码编码的数据进行内码编码并输出，也需要对经过外码编码的数据进行外码译码，并根据外码译码的情况确定链路质量，且这两个过程会分两路执行，使得对数据进行外码译码并确定链路质量的过程不会对对数据进行内码编码并输出的过程造成影响，因此不会因进行外码译码并确定链路质量的过程额外增加数据的整体传输时延，使得该链路监控方法能够应用于较多的传输场景，尤其适用于对传输时延具有较低要求的传输场景。

本申请实施例提供了另一种链路监控方法。该链路监控方法可以应用于收端处理模块，该链路监控方法用于监控用于传输数据的链路的质量。在该链路监控方法中，通过接收经过外码编码和内码编码的数据，对经过外码编码和内码编码的数据进行内码译码并输出，同时对经过内码译码的数据进行外码译码，并根据对经过内码译码的数据进行外码译码的情况，确定用于传输经过外码编码和内码编码的数据的链路的质量，能够对链路的质量进行有效的监控。

并且，在该链路监控方法中，由于需要输出经过内码译码的数据，也需要对经过内码译码的数据进行外码译码，并根据外码译码的情况确定链路质量，且这两个过程会分两路执行，

使得对数据进行外码译码并确定链路质量的过程不会对输出经过内码译码的数据的过程造成影响，因此不会因进行外码译码并确定链路质量的过程额外增加数据的整体传输时延，使得该链路监控方法能够应用于较多的传输场景，尤其适用于对传输时延具有较低要求的传输场景。

本申请实施例提供了又一种链路监控方法。该链路监控方法可以应用于发端处理模块，即位于发送端的处理模块。该链路监控方法用于监控经过纠偏处理的数据是否达到处理标准，并根据监控是否达到处理标准的结果，确定后续进行纠偏处理使用的方法。在该链路监控方法中，通过接收经过外码编码的数据，对经过外码编码的数据进行纠偏处理，对经过外码编码的数据进行内码编码并输出，同时检测经过纠偏处理的数据是否达到处理标准，并当经过纠偏处理的数据未达到处理标准时，调整纠偏处理使用的纠偏方法。

在该链路监控方法中，由于需要对经过外码编码的数据进行内码编码并输出，也需要检测经过纠偏处理的数据是否达到处理标准，且这两个过程会分两路执行，使得检测经过纠偏处理的数据是否达到处理标准的过程不会对数据进行内码编码并输出的过程造成影响，因此不会因该检测过程额外增加数据的整体传输时延，使得该链路监控方法能够应用于较多的传输场景，尤其适用于对传输时延具有较低要求的传输场景。

本申请实施例提供了再一种链路监控方法。该链路监控方法可以应用于收端处理模块，即位于接收端的处理模块。该链路监控方法用于监控经过纠偏处理的数据是否达到处理标准，并根据监控是否达到处理标准的结果，确定后续进行纠偏处理使用的方法。在该链路监控方法中，通过接收经过外码编码和内码编码的数据，对经过外码编码和内码编码的数据进行内码译码并输出，同时对经过内码译码的数据进行纠偏处理，并检测经过纠偏处理的数据是否达到处理标准，当经过纠偏处理的数据未达到处理标准时，调整纠偏处理使用的纠偏方法。

在该链路监控方法中，由于需要输出经过内码译码的数据，也需要检测经过纠偏处理的数据是否达到处理标准，且这两个过程会分两路执行，使得检测经过纠偏处理的数据是否达到处理标准的过程不会对输出经过内码译码的数据的过程造成影响，因此不会因该检测过程额外增加数据的整体传输时延，使得该链路监控方法能够应用于较多的传输场景，尤其适用于对传输时延具有较低要求的传输场景。

图 1 是本申请实施例提供的链路监控方法涉及的一种实施环境的示意图。如图 1 所示，该实施环境包括：发端设备 01、发端处理模块 02、信道传输媒介 03、收端处理模块 04 和收端设备 05。在数据中心网络中，发端设备 01 和收端设备 05 可以为交换机或路由器等设备，且发端设备 01 也称为位于发端的客户侧芯片（host chip），收端设备 05 也称为位于收端的客户侧芯片，信道传输媒介 03 可以为光纤。其中，发端设备 01 与发端处理模块 02 之间可以通过连接单元接口（attachment unit interface, AUI）连接，收端设备 05 与收端处理模块 04 之间可以通过 AUI 连接。处理模块可以为光模块（optical module）、电模块或其他在数据发送过程中对数据进行处理的模块。例如，该处理模块可以为 800LR 模块（800LR module，一种相干光模块）。并且，该应用场景中的发端设备 01、发端处理模块 02、信道传输媒介 03、收端处理模块 04 和收端设备 05，均可以支持双向传输，也可以支持单向传输，本申请实施

例对其不做具体限定。

图 2 是本申请实施例提供的图 1 所示的实施环境中一种传输数据的过程示意图。如图 2 所示,在从发端设备 01 向收端设备 05 传输数据的过程中,发端设备 01 用于对该数据进行外码编码,然后向发端处理模块 02 传输经过外码编码的数据。发端处理模块 02 用于对经过外码编码的数据进行内码编码,得到经过外码编码和内码编码的数据,并将经过外码编码和内码编码的数据传输至信道传输媒介 03。信道传输媒介 03 用于将经过外码编码和内码编码的数据传输至收端处理模块 04。收端处理模块 04 用于对经过外码编码和内码编码的数据进行内码译码,并向收端设备 05 传输经过内码译码的数据(即待进行外码译码的数据)。收端设备 05 用于对经过内码译码的数据进行外码译码。其中,发端处理模块 02 和收端处理模块 04 还均用于监控用于传输数据的链路的质量。以及,发端处理模块 02 和收端处理模块 04 还均用于对信号进行纠偏处理,并监控经过纠偏处理的数据是否达到处理标准,根据监控是否达到处理标准的结果,确定后续进行纠偏处理使用的方法。

其中,内码中的“内”和外码中的“外”指示对数据进行操作的执行主体相对于信道传输媒介 03 的距离的远近,对内码进行操作的执行主体较靠近信道传输媒介,对外码进行操作的执行主体较远离信道传输媒介。在本申请实施例中,由于数据从发端设备 01 发出后经过发端处理模块 02 传输至信道传输媒介 03,然后从信道传输媒介 03 经过收端处理模块 04 传输至收端设备 05,经发端设备 01 编码的数据相对于经发端处理模块 02 编码的数据离信道传输媒介 03 较远,经收端设备 05 译码的数据相对于经收端处理模块 04 译码的数据离信道传输媒介 03 较远,因此经发端设备 01 编码的数据称为经过外码编码的数据,经发端处理模块 02 编码的数据称为经过内码编码的数据,经收端设备 05 译码的数据称为经过外码译码的数据,经收端处理模块 04 译码的数据称为经过内码译码的数据。

应当理解的是,以上内容是对本申请实施例提供的链路监控方法的应用场景的示例性说明,并不构成对于链路监控方法的应用场景的限定,本领域普通技术人员可知,随着业务需求的变化,其应用场景可以根据应用需求进行调整,本申请实施例对其不做一一列举。

接下来对本申请实施例提供的链路监控方法的实现过程进行介绍。下面先对应用于发端处理模块的一种链路监控方法进行介绍。该链路监控方法用于监控用于传输数据的链路的质量。如图 3 所示,该链路监控方法的实现过程包括以下步骤:

步骤 301、发端处理模块接收经过外码编码的数据。

在一种可实现方式中,如图 4 所示,发端处理模块 02 中设置有物理媒体附加(physical medium attachment, PMA)子层 021。发端处理模块接收经过外码编码的数据,实质是 PMA 子层通过发端处理模块与发端设备之间的接口(如 AUI),接收经过发端设备外码编码的数据。并且,PMA 子层接收到经过外码编码的数据后,可以对该经过外码编码的数据进行解复用处理,得到 n 条物理编码子层通道(physical coding sublayer lane, PCSL)数据流,以便于对该 n 条 PCSL 数据流进行纠偏(de-skew)处理。

步骤 302、发端处理模块对经过外码编码的数据进行内码编码,并输出经过内码编码的数据。

发端处理模块接收到经过外码编码的数据后,可对该经过外码编码的数据进行内码编码,并输出经过内码编码的数据,以便于通过信道传输媒介(如光纤)向收端处理模块传输经过

内码编码的数据。这里，数据因在发端处理模块与发端设备之间的接口传输引起的误码并不做外码译码消除就送入内码编码。如图4所示，发端处理模块02中设置有内码编码单元022，该内码编码单元022用于进行内码编码。其中，发端处理模块对经过外码编码的数据进行内码编码，实质是使用内码编码方式，得到经过外码编码的数据的内码校验数据，并在经过外码编码的数据中添加该内码校验数据。发端处理模块输出经过内码编码的数据，实质是输出添加有校验数据的经过外码编码的数据，也称为输出经过外码编码和内码编码的数据。

可选的，根据不同的应用场景，发端处理模块进行内码编码的对象（即被内码编码的数据）的具体实现方式不同。在一种情况中，被内码编码的数据可以是经过包括外码编码和纠偏处理的数据。在一种可实现方式中，如图4所示，发端处理模块02中设置有标识锁定和通道纠偏处理（alignment lock and lane de-skew）单元023。该标识锁定和通道纠偏处理单元023用于对数据进行纠偏处理。例如，如图4所示，发端处理模块02接收到经过外码编码的数据后，可以先对经过外码编码的数据进行纠偏处理，然后对经过纠偏处理的数据进行内码编码。在另一种情况中，被内码编码的数据可以直接是经过外码编码的数据。例如，如图5所示，发端处理模块02接收到经过外码编码的数据后，可以直接对经过外码编码的数据进行内码编码。在再一种情况中，被内码编码的数据可以是经过包括外码编码和数据处理的数据。在一种可实现方式中，数据处理包括：第一交织处理。例如，如图6所示，发端处理模块02接收到经过外码编码的数据后，可以先对经过外码编码的数据进行纠偏处理，然后对经过纠偏处理的数据进行第一交织处理，再对经过第一交织处理的数据进行内码编码。又例如，如图7所示，发端处理模块02接收到经过外码编码的数据后，一方面可以对经过外码编码的数据进行纠偏处理，另一方面对经过外码编码的数据进行第一交织处理，再对经过第一交织处理的数据进行内码编码。并且，如图6和图7所示，发端处理模块02中设置有第一交织处理单元024，该第一交织处理单元024用于进行第一交织处理。

需要说明的是，经过纠偏处理的数据通常包括多个通道的数据。当纠偏处理的过程在内码编码并输出的过程之前执行时，在纠偏处理和内码编码之间，发端处理模块还可以对数据进行通道重排序（lane reorder）处理。即被内码编码的数据可以是经过包括外码编码、纠偏处理和通道重排序处理的数据。通道重排序处理是指根据多个通道的数据的对齐标识，对多个通道的数据进行重排序，使得多个通道的数据能够按照指定的顺序排列。并且，经过纠偏处理和通道重排序的数据可以分成两路，一路用于内码编码，另一路用于外码译码。其中，如图8所示，发端处理模块02中设置有通道重排序单元025。该通道重排序单元025用于对数据进行通道重排序处理。

这样一来，无论发端处理模块得到的多个通道的数据以什么顺序排序，通过对该数据进行通道重排序处理，再对经过通道重排序的数据进行内码编码，则发端处理模块输出的经过内码编码的数据均是按照通道重排序指定的顺序排序的，能够使得对发端处理模块进行性能测试时，同类型的不同发端处理模块在相同输入数据下具有相同的输出数据，有利于对发端处理模块的性能测试。另外，若在对数据进行内码编码前还需要对数据进行第一交织处理，由于经过通道重排序的数据都能够按照通道重排序指定的顺序排序，使得第一交织处理的数据的顺序固定，能够便于第一交织处理单元的设计。

并且，发端处理模块对数据进行通道重排序之后，还可以先对数据进行第一解交织（de-interleave）处理。即被内码编码的数据是经过包括外码编码、纠偏处理、通道重排序处

理和第一解交织处理的数据。并且，经过纠偏处理、通道重排序和第一解交织处理的数据可以分成两路，一路用于内码编码，另一路用于外码译码。其中，发端设备在对数据进行外码编码后会对经过外码编码的数据进行第二交织处理，然后将经过第二交织处理的数据输出，该第一解交织处理为该第二交织处理的逆处理。通过对数据进行第一解交织处理，能够根据多个通道的数据得到码字流。若经过外码编码的数据是经过 RS 编码的数据时，该码字流为 RS 码字流（stream of Reed-solomon codewords）。在一种可实现方式中，发端处理模块可以先对经过纠偏的数据进行通道重排序处理，然后对经过通道重排序的数据进行第一解交织处理，然后对经过第一解交织处理的数据进行内码编码。或者，发端处理模块可以先对经过纠偏的数据进行通道重排序处理，然后对经过通道重排序的数据进行第一解交织处理，然后对经过第一解交织处理的数据进行第一交织处理，然后对经过第一交织处理的数据进行内码编码。如图 9 所示，发端处理模块中设置有第一解交织处理单元 026，该第一解交织处理单元 026 用于对数据进行第一解交织处理。

另外，在向信道传输媒介传输经过内码编码的数据之前，发端处理模块还可以对经过内码编码的数据进行一些数据处理。例如，可以先对经过内码编码的数据执行调制映射或信道交织等数据处理，再向信道传输媒介传输经过数据处理的数据。

在一种可实现方式中，对该 n 条 PCSL 数据流进行纠偏处理的实现过程可以包括：获取 n 条 PCSL 数据流的对齐标识（alignment marker, AM），根据 n 条 PCSL 数据流的对齐标识对 n 条 PCSL 数据流进行标识锁定，并在确定 n 条 PCSL 数据流的对齐标识均合法后，根据 n 条 PCSL 数据流的对齐标识对该 n 条 PCSL 数据流进行纠偏处理。

其中，对于不同传输场景，通信标准中定义了对应传输场景中 $n1$ 条 PCSL 数据流的标准对齐标识，则确定 $n1$ 条 PCSL 数据流的标识均合法的实现方式包括：将发端处理模块接收的 $n1$ 条 PCSL 数据流的对齐标识与通信标准中定义的 $n1$ 条 PCSL 数据流的标准对齐标识进行匹配，当发端处理模块接收的 $n1$ 条 PCSL 数据流的对齐标识与 $n1$ 条 PCSL 数据流的标准对齐标识一一匹配时，确定 $n1$ 条 PCSL 数据流的标识均合法。其中，当发端处理模块与发端设备之间的接口（如 AUI）是 p 路并行的接口时，处理模块可将 n 条 PCSL 数据流划分为 p 路数据流，每路包含 $n1$ 条 PCSL 数据流，其中 $n=n1*p$ ， p 为正整数， $n1$ 是正整数。每路数据流分别按上述描述确定其 $n1$ 条 PCSL 数据流的对齐标识均合法。然后根据所有 n 条 PCSL 数据流的对齐标识对该 n 条 PCSL 数据流进行纠偏处理，或者，分别对 p 路数据流进行纠偏处理。

需要说明的是，为了保证能够对数据进行有效的纠偏，发端处理模块可以根据一些策略确定用于对数据进行纠偏处理使用的纠偏方法。例如，发端处理模块可以先对数据进行纠偏处理，然后检测经过纠偏处理的数据是否达到处理标准，并在经过纠偏处理的数据未达到处理标准时，发端处理模块调整纠偏处理使用的纠偏方法，直至经过纠偏处理的数据达到处理标准，并采用达到处理标准对应的纠偏方法对数据进行纠偏处理。为提高本申请实施例的可读性，此处先不对该过程的实现过程进行详细说明，该过程的实现过程可以相应参考后面内容中的步骤 3201 至步骤 3205 的相关描述。

步骤 303、发端处理模块对经过外码编码的数据进行外码译码。

发端处理模块可以对经过外码编码的数据进行外码译码，并根据外码译码的情况确定用于传输经过外码编码的数据的链路的质量。并且，由于发端处理模块一方面要对经过外码编码的数据进行内码编码并输出，另一方面要对经过外码编码的数据进行外码译码，然后根据

外码译码的情况确定链路质量。也即是，发端处理模块对经过外码编码的数据进行内码编码并输出，与发端处理模块对经过外码编码的数据进行外码译码并确定链路质量，分别在两条处理通道上执行。这样一来，对经过外码编码的数据进行外码译码并确定链路质量的过程，不会对经过外码编码的数据进行内码编码并输出的过程造成影响，因此不会因外码译码并确定链路质量的过程额外增加数据的传输时延，能够有效降低数据的整体传输时延。可选的，如图 4 至图 9 所示，发端处理模块 02 中设置有外码译码单元 027，该外码译码单元 027 用于对经过外码编码的数据进行外码译码，根据对经过外码编码的数据进行外码译码的情况，确定用于传输经过外码编码的数据的链路的质量。

可选的，根据不同的应用场景，被外码译码的数据的具体实现方式不同。在一种情况中，被外码译码的数据可以是经过包括外码编码和纠偏处理的数据。例如，如图 4 至图 9 所示，发端处理模块 02 接收到经过外码编码的数据后，可以先对经过外码编码的数据进行纠偏处理，然后对经过纠偏处理的数据进行外码译码。并且，当被内码编码的数据是经过包括外码编码和纠偏处理的数据，且被外码译码的数据是经过包括外码编码和纠偏处理的数据时，该纠偏处理可以在发端处理模块接收到经过外码编码的数据后执行，且在执行完该纠偏处理后，经过纠偏处理的数据可以进行两路处理，一路被发端处理模块进行内码编码并输出，另一路被发端处理模块进行外码译码。其中，通过先对经过外码编码的数据进行纠偏处理，然后对经过纠偏处理的数据进行外码译码，再根据外码译码的情况，确定用于传输经过外码编码的数据的链路的质量，由于用于确定链路的质量的数据为经过纠偏处理的数据，能够有效保证根据该数据确定的链路的质量的准确性。

在另一种情况中，被外码译码的数据可以是经过包括外码编码、通道重排序处理和第一解交织处理的数据。例如，如图 9、图 10、图 11 和图 12 所示，发端处理模块 02 接收到经过外码编码的数据后，可以先对经过外码编码的数据进行纠偏处理和通道重排序处理，然后对经过通道重排序的数据进行第一解交织处理，然后对经过第一解交织处理的数据进行外码译码。

在再一种情况中，被外码译码的数据可以是经过包括外码编码和数据提取的数据。例如，如图 13、图 14 和图 15 所示，发端处理模块 02 接收到经过外码编码的数据后，可以先对经过外码编码的数据进行数据提取，然后对经过数据提取的数据进行外码译码。

其中，对数据进行纠偏处理，对数据进行通道重排序处理，对数据进行第一解交织处理的实现方式，可以相应参考前述内容中的相关描述，此处不再赘述。并且，被外码译码的数据还可以是经过纠偏处理，经过数据提取，经过通道重排序处理，经过第一解交织处理等处理的数据，且纠偏处理、数据提取、通道重排序处理和第一解交织处理等多种处理的执行顺序，可以根据应用需求进行调整。

对数据进行数据提取，是指根据预设规则从数据中提取部分数据流。在一种可实现方式中，如图 13、图 14 和图 15 所示，发端处理模块 02 中设置有数据提取单元 028。该数据提取单元 028 能够按照预设规则从数据中提取部分数据流，并输出经过数据提取的数据流。

可选的，数据提取使用的预设规则可以为：在数据中每间隔 T 个符号选取其中 T_0 个符号，且为了保证能够对经过数据提取的数据流进行译码，需要保证 T_0 个符号至少包括一个完整的码字序列。其中， $T \geq T_0$ ，且 T 和 T_0 均为正整数。 T 和 T_0 的取值可以根据应用需求确定。例如，如图 16 所示是具有 16 条 PCSL 数据流的数据。考虑外码的码长是 544 个符号，

数据流中符号 A0, A1, A2 等表示来自一个码字数据流, 且 A0, A1, ..., A543 构成一个码字; 数据流中符号 B0, B1, B2 等表示来自另一个码字数据流, 且 B0, B1, ..., B543 构成一个码字。在数据提取前, 每个数据通道中传输的符号按照图 16 中虚线框 1 所示的方式排布, 则 T 可以为 2176, T0 可以为 1088, 按照该 T 和 T0 的取值进行数据提取后, 提取得到的数据包括图 16 中虚线框 2 中的符号。

需要说明的是, 当 $T > T_0$ 时, 经过数据提取得到的数据速率能够小于发端处理模块进行内码编码的数据速率, 能够实现对经过纠偏处理的信号的降速, 能够实现低功耗监控。当 $T = T_0$ 时, 由于数据提取单元的输入数据和输出数据基本相同, 此时可视为没有设置数据提取单元, 相应的, 这种情况下也可以去掉该数据提取单元。

步骤 304、发端处理模块根据对经过外码编码的数据进行外码译码的情况, 确定用于传输经过外码编码的数据的链路的质量。

在一种可实现方式中, 如图 17 所示, 步骤 304 的实现过程包括:

步骤 3041a、发端处理模块根据对经过外码编码的数据中 P1 个码字序列进行外码译码的情况, 确定 P1 个码字序列中每个码字序列的误符号个数, P1 为正整数。

发端处理模块可以根据对经过外码编码的数据中码字序列进行译码的情况, 确定码字序列的误符号个数。在一种可实现方式中, 若根据外码译码情况确定码字序列能够正确译码 (即可纠), 此时可以将该码字序列在译码过程中被纠正的符号的总数, 记为该码字序列的误符号个数。若根据外码译码情况确定码字序列不能够正确译码 (即不可纠 (uncorrectable)), 可以认为该码字序列的误符号个数超过译码的最大纠错能力对应的误符号个数 t, 此时可以将该码字序列的误符号个数记为 $t+1$ 。例如, 当外码采用 KP4 RS(544,514) 码时, 其译码的最大纠错能力对应的误符号个数为 15, 若接收到的码字序列可纠, 则该码字序列在译码过程中被纠正的符号的总数可记为该码字序列的误符号个数, 若接收到的码字序列不可纠, 则该码字序列的误符号个数可记为 16。

发端处理模块可以根据该经过外码编码的数据中一个或多个 (即 P1 个) 码字序列的误符号个数, 确定用于传输经过外码编码的数据的链路的质量。此时, 发端处理模块需要分别确定该 P1 个码字序列中每个码字序列的误符号个数。且当根据经过外码编码的数据中多个码字序列的误符号个数确定链路的质量时, 由于多个码字序列的误符号个数能够更加全面的反映码字序列受到链路的影响, 能够对链路质量进行更准确的监控。

需要说明的是, 上述描述中所说的“码字序列的误符号个数”, 是指译码器检测到的码字序列的误符号个数, 其可能等于该码字序列中真正存在的误符号个数, 也可能不等于该码字序列中真正存在的误符号个数。

步骤 3042a、发端处理模块根据 P1 个码字序列的误符号个数, 确定链路的质量。

由于码字序列的误符号个数能够体现码字序列受到链路的影响, 因此发端处理模块能够根据码字序列的误符号个数, 确定链路的质量。在一种可实现方式中, 发端处理模块可以计算经过外码编码的数据中 P1 个码字序列的误符号个数的总和, 然后根据该总和确定链路的质量。例如, 可以将该总和与预设的门限值进行比较, 并在该总和大于门限值 (exceed the threshold) 时, 确定链路的质量发生了降级, 即链路出现了链路降级 (link degrade), 在该总和小于或等于门限值时, 确定链路的质量没有发生降级。其中, 该门限值可以根据应用需求确定。并且, 还可以为链路的质量划分多个等级, 并为该多个等级分别设置对应的门限值,

当该总和位于某个门限值限定的范围内时，确定链路的质量为该门限值对应的质量等级。

在另一种可实现方式中，如图 18 所示，步骤 304 的实现过程包括：

步骤 3041b、发端处理模块根据对经过外码编码的数据中码字序列进行外码译码的情况，确定码字序列对应的指示参数。

该步骤 3041b 的实现过程包括：发端处理模块根据外码译码的情况，确定经过外码编码的数据中码字序列的误符号个数，然后根据接收到的码字序列的误符号个数，确定该码字序列的指示参数。其中，发端处理模块根据外码译码的情况确定码字序列的误符号个数的实现方式，请相应参考步骤 3041a 中的相关描述。在一种可实现方式中，根据码字序列的误符号个数，确定码字序列的指示参数的实现方式包括：将码字序列的误符号个数与预设的第一门限值进行比较，当码字序列的误符号个数小于或等于第一门限值时，将码字序列对应的指示参数设置为 Q0，当码字序列的误符号个数大于第一门限值时，将码字序列对应的指示参数设置为 Q1。其中，Q0 的取值小于 Q1 的取值，且第一门限值、Q0 和 Q1 的取值均可以根据应用需求确定。例如，Q0 的取值可以为 0，Q1 的取值可以为 1。

步骤 3042b、发端处理模块根据经过外码编码的数据中 P2 个码字序列对应的指示参数，确定链路的质量，P2 为正整数。

在一种可实现方式中，发端处理模块可以计算经过外码编码的数据中 P2 个码字序列对应的指示参数的总和，然后根据该总和确定链路的质量。例如，可以将该总和与预设的第二门限值进行比较，并在该总和大于第二门限值时，确定链路的质量发生了降级，即链路出现了链路降级，在该总和小于或等于第二门限值时，确定链路的质量没有发生降级。其中，该第二门限值可以根据应用需求确定。并且，还可以为链路的质量划分多个等级，并为该多个等级分别设置对应的门限值，当该总和位于某个门限值限定的范围内时，确定链路的质量为该门限值对应的质量等级。并且，P2 可以为大于 1 的正整数，当根据经过外码编码的数据中多个码字序列的误符号个数确定链路的质量时，由于多个码字序列的误符号个数能够更加全面的反映码字序列受到链路的影响，能够对链路质量进行更准确的监控。

综上所述，在该链路监控方法中，通过对经过外码编码的数据进行外码译码，并根据对经过外码编码的数据进行外码译码的情况，确定用于传输经过外码编码的数据的链路的质量，能够对链路的质量进行有效的监控。

并且，由于需要对经过外码编码的数据进行内码编码并输出，也需要对经过外码编码的数据进行外码译码，并根据外码译码的情况确定链路质量，且这两个过程会分两路执行，使得对数据进行外码译码并确定链路质量的过程不会对对数据进行内码编码并输出的过程造成影响，因此不会因进行外码译码并确定链路质量的过程额外增加数据的传输时延，使得该链路监控方法能够应用于较多的传输场景，尤其适用于对传输时延具有较低要求的传输场景。

下面对应用于收端处理模块的一种链路监控方法进行介绍。该链路监控方法用于监控用于传输数据的链路的质量。如图 19 所示，该链路监控方法的实现过程包括以下步骤：

步骤 1901、收端处理模块接收经过外码编码和内码编码的数据。

收端处理模块通过信道传输媒介（如光纤）与发端处理模块连接，发端处理模块输出经过外码编码和内码编码的数据后，收端处理模块可以从该信道传输媒介接收该经过外码编码和内码编码的数据。并且，收端处理模块接收到经过外码编码和内码编码的数据后，可以对

该数据进行处理（如对数据进行信道解交织和解调处理等）得到数据流，以便于针对该数据流进行进一步的处理。

步骤 1902、收端处理模块对经过外码编码和内码编码的数据进行内码译码，并输出经过内码译码的数据。

收端处理模块接收经过外码编码和内码编码的数据后，可以对该数据进行内码译码，以至少部分消除该数据中因在信道传输媒介中传输引起的误码，并输出经过内码译码的数据，完成数据在该收端处理模块中的处理和传输。在一种可实现方式中，如图 20 所示，收端处理模块 04 中设置有内码译码单元 041 和 PMA 子层 042。内码译码单元 041 用于对经过外码编码和内码编码的数据进行内码译码。收端处理模块输出经过内码译码的数据，实质是 PMA 子层 042 通过收端处理模块与收端设备之间的接口（如 AUI），向收端设备传输经过内码译码的数据。

可选的，根据不同的应用场景，被收端处理模块输出的数据（即被输出的数据）的具体实现方式不同。在一种情况中，被收端处理模块输出的数据可以直接是经过内码译码的数据。例如，如图 20 所示，收端处理模块 04 对经过外码编码和内码编码的数据进行内码译码后，可以直接输出经过内码译码的数据。

在另一种情况中，由于发端处理模块在对数据进行内码编码前还可以对数据进行数据处理，使得经过外码编码和内码编码的数据可以是经过数据处理的数据，则被收端处理模块输出的数据可以是经过包括内码译码和数据处理的逆处理的数据。在一种可实现方式中，数据处理可以包括：第一交织处理，则该数据处理的逆处理可以包括：第二解交织处理。例如，如图 21 所示，收端处理模块 04 接收到经过外码编码和内码编码的数据后，可以先对经过外码编码和内码编码的数据进行内码译码，然后对经过内码译码的数据进行第二解交织处理，然后输出经过第二解交织处理的数据。并且，如图 21 所示，收端处理模块 04 中设置有第二解交织处理单元 043。第二解交织处理单元 043 用于对经过内码译码的数据进行解交织处理。其中，对数据进行第二解交织处理的实现方式，可以相应参考前述内容中解交织处理的相关描述，此处不再赘述。

步骤 1903、收端处理模块对经过内码译码的数据进行外码译码。

收端处理模块可以对经过内码译码的数据进行外码译码，并根据外码译码的情况确定用于传输经过外码编码和内码编码的数据的链路的质量。并且，由于收端处理模块一方面要输出经过内码译码的数据，另一方面要对经过内码译码的数据进行外码译码，并根据外码译码确定链路质量。也即是，收端处理模块输出经过内码译码的数据，与收端处理模块进行外码译码并确定链路质量，分别在两条处理通道上执行。这样一来，外码译码并确定链路质量的过程，不会对输出经过内码译码的数据的过程造成影响，因此不会因外码译码并确定链路质量的过程额外增加数据的整体传输时延，能够有效降低数据的整体传输时延。其中，如图 20 和图 21 所示，收端处理模块 04 中设置有外码译码单元 044，该外码译码单元 044 用于对数据进行外码译码。

可选的，根据不同的应用场景，被外码译码的数据的具体实现方式不同。在一种情况中，如图 20 所示，被外码译码的数据可以是经过内码译码的数据。在另一种情况中，被外码译码的数据可以是经过包括内码译码和纠偏处理的数据。例如，如图 22 和图 23 所示，收端处理模块 04 接收到经过内码译码的数据后，可以先对经过内码译码的数据进行纠偏处理，然后对

经过纠偏处理的数据进行外码译码。其中，收端处理模块 04 中设置有标识锁定和通道纠偏处理单元 045，该标识锁定和通道纠偏处理单元 045 用于对数据进行纠偏处理。在再一种情况中，被外码译码的数据可以是经过包括内码译码、通道重排序处理和第一解交织处理的数据。例如，如图 24、图 25 和图 26 所示，收端处理模块 04 接收到经过内码译码的数据后，可以先对经过内码译码的数据进行通道重排序处理，然后对经过通道重排序处理的数据进行第一解交织处理，然后对经过第一解交织处理的数据进行外码译码。其中，收端处理模块 04 中设置有通道重排序单元 046 和第一解交织处理单元 047，通道重排序单元 046 用于对数据进行通道重排序处理，第一解交织处理单元 047 用于对数据进行第一解交织处理。在又一种情况中，当经过外码编码和内码编码的数据是经过通道重排序处理的数据时，被外码译码的数据可以是经过包括内码译码和第一解交织处理的数据，即收端处理模块无需再对经过外码编码和内码编码的数据进行通道重排序处理。此时，若经过内码译码的数据为经过第二交织处理的数据，则收端处理模块可以先对经过内码译码的数据进行第一解交织处理，然后对经过第一解交织处理的数据进行外码译码。例如，如图 27 和图 28 所示。在再一种情况中，被外码译码的数据可以是经过包括内码译码和数据提取的数据。例如，如图 29 和图 30 所示，收端处理模块 04 接收到经过内码译码的数据后，可以先对经过内码译码的数据进行数据提取，然后对经过数据提取的数据进行外码译码。其中，如图 29、图 30、图 31 和图 32 所示，收端处理模块 04 中设置有数据提取单元 048，该数据提取单元 048 用于对数据进行数据提取。在又一种情况中，经过内码译码的数据可以为经过数据处理的数据，则被外码译码的数据可以是经过包括内码译码和该数据处理的逆处理的数据。可选的，该数据处理包括：第一交织处理，该逆处理包括：第二解交织处理。例如，如图 28 至图 32 所示，收端处理模块 04 接收到经过内码译码的数据后，可以先对经过内码译码的数据进行第二解交织处理，然后对经过第二解交织处理的数据进行外码译码。并且，当被收端处理模块输出的数据是经过包括内码译码和数据处理的逆处理的数据，且被外码译码的数据是经过包括内码译码和数据处理的逆处理的数据时，该逆处理可以在收端处理模块接收到经过内码译码的数据后执行，且在执行完该逆处理后，经过逆处理的数据可以分为两路，一路被收端处理模块输出，另一路被收端处理模块进行外码译码。这样一来，对数据进行外码译码并检测链路质量的过程不会对收端处理模块输出数据的过程造成影响，因此不会因对数据进行外码译码并检测链路质量的过程额外增加数据的传输时延，能够有效降低数据的整体传输时延。

其中，对数据进行纠偏处理，对数据进行通道重排序处理，对数据进行第一解交织处理，对数据进行数据提取，对数据进行第二解交织处理的实现方式，可以相应参考前述内容中的相关描述，此处不再赘述。并且，被外码译码的数据还可以是经过纠偏处理，经过数据提取，经过通道重排序处理，经过第一解交织处理等处理的数据，且纠偏处理、数据提取、通道重排序处理和第一解交织处理等多种处理的执行顺序，可以根据应用需求进行调整。

步骤 1904、收端处理模块根据对经过内码译码的数据进行外码译码的情况，确定用于传输经过外码编码和内码编码的数据的链路的质量。

在一种可实现方式中，如图 33 所示，该步骤 1904 的实现过程包括：

步骤 19041a、收端处理模块根据对经过内码译码的数据中 P3 个码字序列进行外码译码的情况，确定 P3 个码字序列中每个码字序列的误符号个数，P3 为正整数。

该步骤 19041a 的实现过程请相应参考步骤 3041a 的实现过程。

步骤 19042a、收端处理模块根据 P3 个码字序列的误符号个数，确定链路的质量。

该步骤 19042a 的实现过程请相应参考步骤 3042a 的实现过程。

在另一种可实现方式中，如图 34 所示，该步骤 1904 的实现过程包括：

步骤 19041b、收端处理模块根据对经过内码译码的数据中码字序列进行外码译码的情况，确定码字序列对应的指示参数。

该步骤 19041b 的实现过程请相应参考步骤 3041b 的实现过程。

步骤 19042b、收端处理模块根据经过内码译码的数据中 P4 个码字序列对应的指示参数，确定链路的质量，P4 为正整数。

该步骤 19042b 的实现过程请相应参考步骤 3042b 的实现过程。

综上所述，在该链路监控方法中，通过对经过外码编码的数据进行外码译码，并根据对经过外码编码的数据进行外码译码的情况，确定用于传输经过外码编码的数据的链路的质量，能够对链路的质量进行有效的监控。

并且，由于需要输出经过内码译码的数据，也需要对经过内码译码的数据进行外码译码，并根据外码译码的情况确定链路质量，且这两个过程会分两路执行，使得对数据进行外码译码并确定链路质量的过程不会对输出经过内码译码的数据的过程造成影响，因此不会因进行外码译码并确定链路质量的过程额外增加数据的整体传输时延，使得该链路监控方法能够应用于较多的传输场景，尤其适用于对传输时延具有较低要求的传输场景。

下面对应用于发端处理模块的一种链路监控方法进行介绍。该链路监控方法用于监控经过纠偏处理的数据是否达到处理标准，并根据监控是否达到处理标准的结果，确定后续进行纠偏处理使用的方法。如图 35 所示，该链路监控方法的实现过程包括以下步骤：

步骤 3201、发端处理模块接收经过外码编码的数据。

该步骤 3201 的实现过程可以相应参考步骤 301 的实现过程，此处不再赘述。

步骤 3202、发端处理模块对经过外码编码的数据进行内码编码，并输出经过内码编码的数据。

发端处理模块对经过外码编码的数据进行内码编码的实现过程，可以相应参考步骤 302 的相关描述，此处不再赘述。

可选的，发端处理模块对经过外码编码的数据进行内码编码前，还可以先对经过外码编码的数据进行数据处理，然后再对经过数据处理的数据进行内码编码。此时，发端处理模块进行内码编码的对象（即被发端处理模块进行内码编码的数据，也称被内码编码的数据）是经过包括外码编码和数据处理的的数据。在一种可实现方式中，如图 6 所示，该数据处理包括：第一交织处理。

另外，在向信道传输媒介传输经过内码编码的数据之前，发端处理模块还可以对经过内码编码的数据进行一些数据处理。例如，可以先对经过内码编码的数据执行调制映射或信道交织等数据处理，并向信道传输媒介传输经过数据处理的数据。

步骤 3203、发端处理模块对经过外码编码的数据进行纠偏处理。

可选的，在不同的传输场景中，发端处理模块对经过外码编码的数据进行纠偏处理的过程的执行时机，可以根据传输场景的需求进行调整。并且，在传输过程中，发端处理模块接收到经过外码编码的数据后，还需要对经过外码编码的数据进行内码编码，并输出经过内码

编码的数据。下面以对经过外码编码的数据进行纠偏处理过程，相对于发端处理模块对经过外码编码的数据进行内码编码并输出的过程的不同执行顺序为例，对其执行时机进行说明：

在一种可实现方式中，如图 4、图 6、图 8、图 9、图 10、图 11、图 13 和图 15 所示，发端处理模块对经过外码编码的数据进行纠偏处理的过程，可以在发端处理模块对经过外码编码的数据进行内码编码并输出的过程之前执行。也即是，发端处理模块进行内码编码的对象（即被内码编码的数据）是经过包括外码编码和纠偏处理的数据。此时，发端处理模块对经过外码编码的数据进行内码编码的过程包括：对经过纠偏处理的数据进行内码编码。需要说明的是，在一些传输场景中，在经过纠偏处理的数据未达到处理标准时，发端处理模块也会对数据进行内码编码，并输出经过内码编码的数据。在另一些传输场景中，在经过纠偏处理的数据未达到处理标准时，发端处理模块会先对数据中某些数据进行修改标注该数据为未达到处理标准，再进行内码编码，并输出经过内码编码的数据。

需要说明的是，经过纠偏处理的数据通常包括多个通道的数据。当纠偏处理的过程在内码编码并输出的过程之前执行时，在纠偏处理和内码编码之间，发端处理模块还可以对数据进行通道重排序处理，例如，如图 8、图 9、图 10 和图 15 所示。

并且，发端处理模块对数据进行通道重排序之后，还可以先对数据进行第一解交织处理。即被内码编码的数据是经过包括外码编码、纠偏处理、通道重排序处理和第一解交织处理的数据，例如，如图 9 和图 15 所示。在一种可实现方式中，发端处理模块可以先对经过纠偏的数据进行通道重排序处理，然后对经过通道重排序的数据进行第一解交织处理，然后对经过第一解交织处理的数据进行内码编码。或者，发端处理模块可以先对经过纠偏的数据进行通道重排序处理，然后对经过通道重排序的数据进行第一解交织处理，然后对经过第一解交织处理的数据进行第一交织处理，然后对经过第一交织处理的数据进行内码编码。其中，通道重排序处理和第一解交织处理的实现方式，可以相应参考前述内容中的相关描述，此处不再赘述。

在另一种可实现方式中，如图 5、图 7、图 12 和图 14 所示，发端处理模块可以一方面对经过外码编码的数据进行纠偏处理，另一方面对经过外码编码的数据进行内码编码并输出。也即是，发端处理模块对经过外码编码的数据进行纠偏处理的过程，可以与发端处理模块对经过外码编码的数据进行内码编码并输出的过程分两路执行。此时，发端处理模块接收到经过外码编码的数据后，会对该经过外码编码的数据进行两路处理，一路处理用于对经过外码编码的数据进行纠偏处理，另一路处理用于对经过外码编码的数据进行内码编码，并输出经过内码编码的数据。此时，发端处理模块进行内码编码的对象不是经过纠偏处理的数据，而是接收到的经过外码编码的数据。这样一来，对经过外码编码的数据进行纠偏处理的过程，不会对经过外码编码的数据进行内码编码并输出的过程造成影响，因此不会因进行纠偏处理额外增加数据的整体传输时延，能够进一步降低数据的整体传输时延。

步骤 3204、发端处理模块检测经过纠偏处理的数据是否达到处理标准。

由于发端处理模块一方面要对经过外码编码的数据进行内码编码并输出，另一方面要对经过外码编码的数据进行纠偏处理，然后检测经过纠偏处理的数据是否达到处理标准。也即是，发端处理模块对经过外码编码的数据进行内码编码并输出，与发端处理模块检测经过纠偏处理的数据是否达到处理标准，分别在两条处理通道上执行。这样一来，检测经过纠偏处理的数据是否达到处理标准的过程，不会对经过外码编码的数据进行内码编码并输出的过程

造成影响，因此不会因检测过程额外增加数据的整体传输时延，能够有效降低数据的整体传输时延。

在一种可实现方式中，发端处理模块可以根据对经过纠偏处理的数据的外码译码的情况，辅助确认经过纠偏处理的数据是否达到处理标准。相应的，发端处理模块检测经过纠偏处理的数据是否达到处理标准，包括：发端处理模块对经过纠偏处理的数据进行外码译码，根据外码译码的情况，确定经过纠偏处理的数据是否达到处理标准。如图4至图15所示，发端处理模块02中设置有外码译码单元027，该外码译码单元027用于对经过纠偏处理的数据进行外码译码，根据外码译码的情况，确定经过纠偏处理的数据是否达到处理标准。其中，图4至图15中由外码译码单元027指向标识锁定和通道纠偏处理单元023的箭头用于指示经过纠偏处理的数据是否达到处理标准。

可选的，发端处理模块可以在确定经过纠偏处理的数据能够正确译码时，确定经过纠偏处理的数据达到处理标准。其中，判断经过纠偏处理的数据是否能够正确译码有多种可实现方式。本申请实施例以以下两种实现方式为例对其进行说明。

在一种可实现方式中，当完成对经过纠偏处理的数据的译码过程时，发端处理模块确定经过纠偏处理的数据能够正确译码。也即是，发端处理模块可以对经过纠偏处理的数据执行完整的译码过程，并在对经过纠偏处理的数据执行完完整的译码过程后，若确定完成了对经过纠偏处理的数据的译码过程，则确定经过纠偏处理的数据能够正确译码。例如，当外码为里德所罗门码，发端处理模块可以对经过纠偏处理的数据中的接收到的码字序列计算校正子（syndrome），然后根据校正子计算错误位置多项式（error-location polynomial）并求解关键方程（key-equation），以获得出现误码的错误位置，接着根据错误位置确定误码的错误值译出码字，从而实现了对经过纠偏处理的数据的译码。

其中，对于包括多个码字序列的经过纠偏处理的数据，若在译码过程中发现该经过纠偏处理的数据中出现连续N1个码字序列译码失败时，则可以确定该经过纠偏处理的数据不能够正确译码。相应的，可以确定经过纠偏处理的数据未达到处理标准。该N1为大于1的正整数，且该N1的取值可以根据应用场景进行调整。例如，当外码采用RS码，且该RS码使用的是KP4 RS(544,514)码时，N1的取值可以为3。需要说明的是，当译码器接收的码字数据流可划分为q路码字数据流且采用q个子译码器分别进行译码时，上述“经过纠偏处理的数据中出现连续N1个码字序列译码失败”可以是任意一路码字数据流中出现连续N1个码字序列译码失败。其中，q为大于1的正整数。也就是，对于包括多个码字序列的经过纠偏处理的数据且其可划分为q路码字数据流并采用q个子译码器分别进行译码时，若在译码过程中发现任意一路数据中出现连续N1个码字序列译码失败时，则可以确定该经过纠偏处理的数据达不到处理标准。

或者，对于经过纠偏处理的数据包括一个或多个包括M1个码字序列的集合的情况，若任一M1个码字序列中存在N2个码字序列译码失败时，则可以确定该经过纠偏处理的数据不能够正确译码。相应的，可以确定经过纠偏处理的数据未达到处理标准。该N2为大于1的正整数，M1为大于N2的正整数，且该M1和N2的取值可以根据应用场景进行调整。

需要说明的是，上述描述中所说的“经过纠偏处理的数据中出现连续N1个码字序列译码失败”和“M1个码字序列中存在N2个码字序列译码失败”，是指译码器检测到对应数量个码字序列译码失败。

在另一种可实现方式中，可以针对经过纠偏处理的数据中的每个码字序列计算校正子，当经过纠偏处理的数据中码字序列的校正子指示经过纠偏处理的数据能够正确译码时，发端处理模块确定经过纠偏处理的数据能够正确译码。其中，码字序列的校正子能够直接指示码字序列能否正确译码。并且，根据校正子直接判断码字序列能否正确译码时，对于包括多个码字序列的经过纠偏处理的数据，若根据校正子确定经过纠偏处理的数据中连续出现 N1 个码字序列无法正确译码，则可以确定该码字流不能够正确译码。或者，对于经过纠偏处理的数据包括一个或多个包括 M1 个码字序列的集合的情况，若根据校正子确定经过纠偏处理的数据中任一 M1 个码字序列中存在 N2 个码字序列译码失败，则可以确定该码字流不能够正确译码。

其中，根据经过纠偏处理的数据中码字序列的校正子判断经过纠偏处理的数据能否正确译码，使得无需对经过纠偏处理的数据执行完整的译码过程，能够减小发端处理模块的功耗和计算复杂度。

可选的，被检测是否达到处理标准的数据还可以是经过一些处理，并经过纠偏处理的数据。并且，根据传输场景的不同，对数据进行的处理可能不同。本申请实施例以以下几种情况为例对其进行说明。

在第一种情况中，被检测是否达到处理标准的数据（即经过纠偏处理的数据）可以是经过纠偏处理，且经过数据提取的数据，例如，如图 13 至图 15 所示。

在第二种情况中，根据前面描述可知，此时，被检测是否达到处理标准的数据可以是经过纠偏处理，且经过通道重排序处理和第一解交织处理的数据，例如，如图 9、图 10、图 11、图 12、图 13、图 14 和图 15 所示。并且，当纠偏处理的过程在内码编码并输出的过程之前执行时，该通道重排序处理和第一解交织处理可以在纠偏处理和内码编码之间执行，例如，如图 9 和图 15 所示。当纠偏处理的过程与内码编码并输出的过程分两路执行时，该通道重排序处理和第一解交织处理可以纠偏处理之后执行，例如，如图 12、图 13 和图 14 所示。

在第三种情况中，被检测是否达到处理标准的数据可以是经过纠偏处理，经过数据提取，经过通道重排序处理，经过第一解交织处理等处理的数据。其中，纠偏处理、数据提取、通道重排序处理和第一解交织处理等多种处理的执行顺序，可以根据应用需求进行调整。例如，可以先对数据进行数据提取，然后对经过数据提取的数据进行通道重排序处理，然后对经过通道重排序的数据进行第一解交织处理。或者，可以先对数据进行通道重排序处理，然后对经过通道重排序处理的数据进行第一解交织处理，然后对经过第一解交织处理的数据进行数据提取，本申请实施例对其不做具体限定。另外，数据提取的过程和对数据进行纠偏处理的过程的执行顺序也可以根据应用需求进行调整。例如，可以按照前面描述，先对数据进行纠偏处理，然后对经过纠偏处理的数据进行数据提取。或者，也可以先对数据进行数据提取，然后对经过数据提取的数据进行纠偏处理，本申请实施例对其也不做具体限定。

步骤 3205、当经过纠偏处理的数据未达到处理标准时，发端处理模块调整纠偏处理使用的纠偏方法。

当经过纠偏处理的数据未达到处理标准时，说明前述对经过外码编码的数据进行纠偏处理未达到纠偏要求，此时发端处理模块需要调整纠偏处理使用的纠偏方法，以便于对数据进行有效的纠偏。当经过纠偏处理的数据达到处理标准时，则无需调整纠偏处理使用的纠偏方

法。在一种可实现方式中，对数据进行纠偏处理可以通过状态机实现，则调整纠偏处理使用的纠偏方法，可以通过对状态机进行重启（restart）实现。

综上所述，在该链路监控方法中，由于需要对经过外码编码的数据进行内码编码并输出，也需要检测经过纠偏处理的数据是否达到处理标准，且这两个过程会分两路执行，使得检测经过纠偏处理的数据是否达到处理标准的过程不会对对数据进行内码编码并输出的过程造成影响，因此不会因该检测过程额外增加数据的整体传输时延，使得该链路监控方法能够应用于较多的传输场景，尤其适用于对传输时延具有较低要求的传输场景。

下面对应用于收端处理模块的一种链路监控方法进行介绍。该链路监控方法用于监控经过纠偏处理的数据是否达到处理标准，并根据监控是否达到处理标准的结果，确定后续进行纠偏处理使用的方法。如图 36 所示，该链路监控方法的实现过程包括以下步骤：

步骤 3301、收端处理模块接收经过外码编码和内码编码的数据。

该步骤 3301 的实现过程可以相应参考步骤 1901 的实现过程。

步骤 3302、收端处理模块对经过外码编码和内码编码的数据进行内码译码，并输出经过内码译码的数据。

该步骤 3302 的实现过程可以相应参考步骤 1902 的实现过程。

步骤 3303、收端处理模块对经过内码译码的数据进行纠偏处理，并检测经过纠偏处理的数据是否达到处理标准。

收端处理模块对经过内码译码的数据进行纠偏处理的实现过程，可以相应参考前述内容中发端处理模块对经过外码编码的数据进行纠偏处理的实现过程，此处不再赘述。

收端处理模块检测经过纠偏处理的数据是否达到处理标准的实现过程，也可以相应参考前述内容中发端处理模块检测经过纠偏处理的数据是否达到处理标准的实现过程。例如，收端处理模块可以对经过纠偏处理的数据进行外码译码，并根据外码译码的情况，确定经过纠偏处理的数据是否达到处理标准。可选的，当经过纠偏处理的数据能够正确译码时，可以确定经过纠偏处理的数据达到处理标准。且当完成对经过纠偏处理的数据的译码过程时，收端处理模块可以确定经过纠偏处理的数据能够正确译码。或者，当经过纠偏处理的数据中码字序列的校正子指示经过纠偏处理的数据能够正确译码时，收端处理模块可以确定经过纠偏处理的数据能够正确译码。进一步地，当经过纠偏处理的数据中出现连续 $N3$ 个码字序列译码失败时，可以确定经过纠偏处理的数据未达到处理标准。其中， $N3$ 为大于 1 的正整数。或者，若经过纠偏处理的数据包括 $M2$ 个码字序列，则当 $M2$ 个码字序列中存在 $N4$ 个码字序列译码失败时，经过纠偏处理的数据未达到处理标准。其中， $N4$ 为大于 1 的正整数， $M2$ 为大于 $N4$ 的正整数。

如图 22 至图 30 所示，收端处理模块 04 中设置有外码译码单元 044 和标识锁定和通道纠偏处理单元 045。标识锁定和通道纠偏处理单元 045 用于对信号进行纠偏处理。外码译码单元 044 用于对经过纠偏处理的数据进行外码译码，根据外码译码的情况，确定经过纠偏处理的数据是否达到处理标准。其中，图 22 至图 30 中由外码译码单元 044 指向标识锁定和通道纠偏处理单元 045 的箭头用于指示经过纠偏处理的数据是否达到处理标准。

由于收端处理模块一方面要输出经过内码译码的数据，另一方面要对经过内码译码的数据进行纠偏处理，然后检测经过纠偏处理的数据是否达到处理标准。也即是，收端处理模块

输出经过内码译码的数据，与收端处理模块检测经过纠偏处理的数据是否达到处理标准，分别在两条处理通道上执行。这样一来，检测经过纠偏处理的数据是否达到处理标准的过程，不会对输出经过内码译码的数据的过程造成影响，因此不会因检测过程额外增加数据的整体传输时延，能够有效降低数据的整体传输时延。

可选的，经过外码编码和内码编码的数据可以为经过数据处理的数据。相应的，经过内码译码的数据可以为经过数据处理的数据。则经过纠偏处理的数据可以是经过包括内码译码和数据处理的逆处理的数据。在一种可实现方式中，数据处理包括：第一交织处理，逆处理包括：第二解交织处理。此时，收端处理模块对经过内码译码的数据进行纠偏处理，包括：收端处理模块对经过内码译码的数据进行数据处理的逆处理，收端处理模块对经过逆处理的数据进行纠偏处理，例如，如图 21、图 23、图 25、图 28、图 29 和图 30 所示。当收端处理模块输出经过内码译码的数据前需要对数据进行逆处理，且收端处理模块对数据进行纠偏处理前需要对数据进行逆处理时，该逆处理过程可以在收端处理模块对经过外码编码和内码编码的数据进行内码译码后执行，且在执行完该逆处理后，经过逆处理的数据可以分为两路，一路被收端处理模块输出，另一路被收端处理模块执行纠偏处理。这样一来，由于纠偏处理不在输出经过内码译码的数据的传输通路上执行，使得纠偏处理和检测是否达到处理标准的过程不会对输出经过内码译码的数据的过程造成影响，因此不会因该检测过程额外增加数据的整体传输时延，能够有效降低数据的整体传输时延。

需要说明的是，被检测是否达到处理标准的数据（即经过纠偏处理的数据）还可以是经过一些处理和纠偏处理的数据。例如，经过纠偏处理的数据可以是经过包括纠偏处理和数据提取数据。此时，收端处理模块检测经过纠偏处理的数据是否达到处理标准，包括：收端处理模块对经过纠偏处理的数据进行数据提取，然后检测经过数据提取的数据是否达到处理标准。在一种可实现方式中，如图 29 和图 30 所示，收端处理模块 04 中设置有数据提取单元 048，可以通过该数据提取单元 048 对数据进行数据提取。其中，数据提取的实现过程请相应参考前述内容中的相关描述。

又例如，经过纠偏处理的数据包括多个通道的数据，则经过纠偏处理的数据可以是经过包括纠偏处理、通道重排序处理和第一解交织处理的数据。此时，收端处理模块检测经过纠偏处理的数据是否达到处理标准，包括：收端处理模块对经过纠偏处理的多个通道的数据进行通道重排序处理，对经过通道重排序处理的数据进行第一解交织处理，然后检测经过第一解交织处理的数据是否达到处理标准，例如，如图 24、图 25 和图 29 所示。其中，通道重排序处理和第一解交织处理的实现过程请相应参考前述内容中的相关描述。

又例如，经过纠偏处理的数据还可以是经过纠偏处理，经过数据提取，经过通道重排序处理，经过第一解交织处理等处理的数据。其中，纠偏处理、数据提取、通道重排序处理和第一解交织处理等多种处理的执行顺序，可以根据应用需求进行调整。例如，可以先对数据进行数据提取，然后对经过数据提取的数据进行通道重排序处理和第一解交织处理。或者，可以先对数据进行通道重排序处理和第一解交织处理，然后对经过通道重排序处理和第一解交织处理的数据进行数据提取，本申请实施例对其不做具体限定。另外，数据提取的过程和对数据进行纠偏处理的过程的执行顺序也可以根据应用需求进行调整。例如，可以按照前面描述，先对数据进行纠偏处理，然后对经过纠偏处理的数据进行数据提取。或者，也可以先对数据进行数据提取，然后对经过数据提取的数据进行纠偏处理，本申请实施例对其也不做

具体限定。

步骤 3304、当经过纠偏处理的数据未达到处理标准时，收端处理模块调整纠偏处理使用的纠偏方法。

综上所述，在该链路监控方法中，由于需要输出经过内码译码的数据，也需要检测经过纠偏处理的数据是否达到处理标准，且这两个过程会分两路执行，使得检测经过纠偏处理的数据是否达到处理标准的过程不会对输出经过内码译码的数据的过程造成影响，因此不会因该检测过程额外增加数据的传输时延，使得该链路监控方法能够应用于较多的传输场景，尤其适用于对传输时延具有较低要求的传输场景。

本申请实施例提供的链路监控方法能够适用于多种数据中心互联(data center interconnect, DCI)应用场景。

例如，如图 37 所示，本申请实施例提供的链路监控方法能够适用于发端处理模块具有单波长 800G 相干线路接口，发端设备具有 2×400G 接口的应用场景。此时，发端设备可以通过 AUI 的 8 个同步的物理通道（其中每 4 个物理通道属于一个 400GAUI-4 接口），向发端处理模块传输数据。发端处理模块的 PMA 子层对该数据进行解复用处理后，可以得到 32 条 PCSL 数据流。该 32 条 PCSL 数据流可以分成 2 路数据流，每路数据流包括 16 条 PCSL 数据流，发端处理模块可以分别对该 2 路数据流执行纠偏处理和检测经过纠偏处理的数据是否达到处理标准，以根据经过纠偏处理的数据是否达到处理标准的结果确定发端处理模块进行纠偏处理使用的纠偏方法，且发端处理模块可以对经过纠偏处理的 2 路数据流进行第一交织处理，并对经过第一交织处理的数据进行内码编码并输出。

需要说明的是，在一些场景中，发端处理模块将 32 条 PCSL 数据流分成 2 路数据流，每路数据流根据其 16 条 PCSL 数据流的对齐标识对 16 条 PCSL 数据流进行标识锁定，并确定 16 条 PCSL 数据流的对齐标识是否合法。然后，在确认 2 路数据流中 32 条 PCSL 数据流的对齐标识合法后，再根据 32 条 PCSL 数据流的对齐标识对该 32 条 PCSL 数据流进行纠偏处理。然后再继续分别对 2 路数据流检测经过纠偏处理的数据是否达到处理标准。

其中，发端处理模块检测经过纠偏处理的数据是否达到处理标准可以通过对经过纠偏处理的数据进行外码译码实现，且发端处理模块对数据进行纠偏处理后，还可以对经过纠偏处理的数据依次进行数据提取、通道重排序处理和第一解交织处理，然后再对经过第一解交织处理后的数据进行外码译码。同时，发端处理模块还可以根据对数据进行外码译码的情况，确定向发端处理模块传输数据的链路的质量，即 AUI 的质量。如图 37 所示，图 37 中每个虚线框用于指示对 1 路数据流的处理。并且，由于发端处理模块将 32 条 PCSL 数据流分成 2 路数据流进行处理，若该处理包括对数据流进行数据提取，且数据提取使用的 $T > T_0$ ，则对每个数据流进行处理的吞吐率，可以为对经过第一交织处理的数据进行内码编码前的吞吐率的 $T_0 / (2 \times T)$ 。可选的，如图 38 所示，发端处理模块也可以不对数据进行数据提取。另外，如图 39 所示，对数据进行通道重排序处理的过程，可以在对数据进行纠偏处理和对数据进行内码编码之间进行。其中，图 39 示出了先对数据进行纠偏处理，然后对数据进行通道重排序处理，然后，经过通道重排序处理的数据会分成两路，一路对经过通道重排序处理的数据依次进行第一交织处理和内码编码并输出，另一路对经过通道重排序处理的数据依次进行数据提取、第一解交织处理和外码译码。且在该过程中也可以根据应用需求选择是否对数据进行数据提取。

类似地,在该应用场景中,如图 40 所示,收端处理模块在接收到数据后,通过对数据进行第二解交织处理,会得到 32 条 PCSL 数据流。收端处理模块一方面会通过 PMA 子层将该 32 条 PCSL 数据流输出,另一方面,收端处理模块也会将该 32 条 PCSL 数据流分成 2 路数据流,每路数据流包括 16 条 PCSL 数据流,并对每路数据流进行外码译码,并根据外码译码情况确定链路的质量,即光纤链路的质量。且发端处理模块对数据流进行外码译码前,还可以依次对数据流进行数据提取、通道重排序处理和第一解交织处理。可选的,如图 41 所示,收端处理模块也可以不对数据进行数据提取。并且,当发端处理模块对数据进行通道重排序处理的过程,在对数据进行纠偏处理和对数据进行内码编码之间进行时,如图 42 所示,收端处理模块无需对数据流进行通道重排序处理。且在该过程中也可以根据应用需求选择是否对数据进行数据提取。

又例如,如图 43 所示,本申请实施例提供的链路监控方法能够适用于发端处理模块具有单波长 800G 相干线路接口,发端设备具有 $4 \times 200\text{G}$ 接口的应用场景。此时,发端设备可以通过 AUI 的 8 个同步的物理通道(其中每 2 个物理通道属于一个 200GAUI-2 接口),向发端处理模块传输数据。发端处理模块的 PMA 子层对该数据进行解复用处理后,可以得到 32 条 PCSL 数据流。该 32 条 PCSL 数据流可以分成 4 路数据流,每路数据流包括 8 条 PCSL 数据流,发端处理模块可以分别对该 4 路数据流执行纠偏处理和检测经过纠偏处理的数据是否达到处理标准,以根据经过纠偏处理的数据是否达到处理标准的结果确定发端处理模块进行纠偏处理使用的纠偏方法,且发端处理模块可以对经过纠偏处理的 4 路数据流进行第一交织处理,并对经过第一交织处理的数据进行内码编码并输出。

需要说明的是,在一些场景中,发端处理模块将 32 条 PCSL 数据流分成 4 路数据流,每路数据流根据其 8 条 PCSL 数据流的对齐标识对 8 条 PCSL 数据流进行标识锁定,并确定 8 条 PCSL 数据流的对齐标识是否合法。然后,在确认 4 路数据流中 32 条 PCSL 数据流的对齐标识合法后,再根据 32 条 PCSL 数据流的对齐标识对该 32 条 PCSL 数据流进行纠偏处理。然后再继续分别对 4 路数据流检测经过纠偏处理的数据是否达到处理标准。

其中,发端处理模块检测经过纠偏处理的数据是否达到处理标准可以通过对经过纠偏处理的数据进行外码译码实现,且发端处理模块对数据进行纠偏处理后,还可以对经过纠偏处理的数据依次进行数据提取、通道重排序处理和第一解交织处理,然后再对经过第一解交织处理后的数据进行外码译码。同时,发端处理模块还可以根据对数据进行外码译码的情况,确定向发端处理模块传输数据的链路的质量,即 AUI 的质量。如图 43 所示,图 43 中每个虚线框用于指示对 1 路数据流的处理。并且,由于发端处理模块将 32 条 PCSL 数据流分成 4 路数据流进行处理,若该处理包括对数据流进行数据提取,且数据提取使用的 $T > T_0$,则对每个数据流进行处理的吞吐率,可以为对经过第一交织处理的数据进行内码编码前的吞吐率的 $T_0 / (4 \times T)$ 。

类似地,在该应用场景中,如图 44 所示,收端处理模块在接收到数据后,通过对数据进行第二解交织处理,会得到 32 条 PCSL 数据流。收端处理模块一方面会通过 PMA 子层将该 32 条 PCSL 数据流输出,另一方面,收端处理模块也会将该 32 条 PCSL 数据流分成 4 路数据流,每路数据流包括 8 条 PCSL 数据流,并对每路数据流进行外码译码,并根据外码译码情况确定链路的质量,即光纤链路的质量。且发端处理模块对数据流进行外码译码前,还可以依次对数据流进行数据提取、通道重排序处理和第一解交织处理。

又例如,如图13所示,本申请实施例提供的链路监控方法能够适用于发端处理模块具有单波长800G相干线路接口,发端设备具有1×800G接口的应用场景。此时,发端设备可以通过AUI的8个同步的物理通道,该8个物理通道属于一个800GAUI-8接口,向发端处理模块传输数据。发端处理模块的PMA子层对该数据进行解复用处理后,可以得到32(即图13中的 $n=32$)条PCSL数据流。该32条PCSL数据流作为1路数据流(包含32条PCSL数据流),发端处理模块可以对该1路数据流执行纠偏处理和检测经过纠偏处理的数据是否达到处理标准,以根据经过纠偏处理的数据是否达到处理标准的结果确定发端处理模块进行纠偏处理使用的纠偏方法,且发端处理模块可以对经过纠偏处理的1路数据流进行第一交织处理,并对经过第一交织处理的数据进行内码编码并输出。其中,发端处理模块检测经过纠偏处理的数据是否达到处理标准可以通过对经过纠偏处理的数据进行外码译码实现,且发端处理模块对数据进行纠偏处理后,还可以对经过纠偏处理的数据依次进行数据提取、通道重排序处理和第一解交织处理,然后再对经过第一解交织处理后的数据进行外码译码。同时,发端处理模块还可以根据对数据进行外码译码的情况,确定向发端处理模块传输数据的链路的质量,即AUI的质量。如图13所示,图13中虚线框用于指示对1路数据流的处理。并且,由于发端处理模块将32条PCSL数据流作为1路数据流进行处理,若该处理包括对数据流进行数据提取,且数据提取使用的 $T>T_0$,则对每个数据流进行处理的吞吐率,可以为对经过第一交织处理的数据进行内码编码前的吞吐率的 T_0/T 。

类似地,在该应用场景中,如图31所示,收端处理模块在接收到数据后,通过对数据进行解交织处理,会得到32(即图31中的 $n=32$)条PCSL数据流。收端处理模块一方面会通过PMA子层将该32条PCSL数据流输出,另一方面,收端处理模块也会将该32条PCSL数据流当作1路数据流,并对该1路数据流进行外码译码,并根据外码译码情况确定链路的质量,即光纤链路的质量。且发端处理模块对数据流进行外码译码前,还可以依次对数据流进行数据提取、通道重排序处理和第一解交织处理。

又例如,如图13所示,本申请实施例提供的链路监控方法能够适用于发端处理模块具有单波长400G相干线路接口,发端设备具有1×400G接口的应用场景。此时,发端设备可以通过AUI的8个同步的物理通道,该8个物理通道属于一个400GAUI-8接口,向发端处理模块传输数据。发端处理模块的PMA子层对该数据进行解复用处理后,可以得到16(即图13中的 $n=16$)条PCSL数据流。该16条PCSL数据流可以分成1路数据流,发端处理模块可以对该1路数据流执行纠偏处理和检测经过纠偏处理的数据是否达到处理标准,以根据经过纠偏处理的数据是否达到处理标准的结果确定发端处理模块进行纠偏处理使用的纠偏方法,然后对经过纠偏处理的1路数据流进行第一交织处理,并对经过第一交织处理的数据进行内码编码并输出。其中,发端处理模块检测经过纠偏处理的数据是否达到处理标准可以通过对经过纠偏处理的数据进行外码译码实现,且发端处理模块对数据进行纠偏处理后,还可以对经过纠偏处理的数据依次进行数据提取、通道重排序处理和第一解交织处理,然后再对经过数据提取后的数据进行外码译码。同时,发端处理模块还可以根据对数据进行外码译码的情况,确定向发端处理模块传输数据的链路的质量,即AUI的质量。如图13所示,图13中虚线框用于指示对1路数据流的处理。并且,由于发端处理模块将16条PCSL数据流作为1路数据流进行处理,若该处理包括对数据流进行数据提取,且数据提取使用的 $T>T_0$,则对每个数据流进行处理的吞吐率,可以为对经过第一交织处理的数据进行内码编码前的吞吐率的 T_0/T 。

类似地,在该应用场景中,如图 31 所示,收端处理模块在接收到数据后,通过对数据进行第二解交织处理,会得到 16 (即图 31 中的 $n=16$) 条 PCSL 数据流。收端处理模块一方面会通过 PMA 子层将该 16 条 PCSL 数据流输出,另一方面,收端处理模块也会将该 16 条 PCSL 数据流当作 1 路数据流,并对该 1 路数据流进行外码译码,并根据外码译码情况确定链路的质量,即光纤链路的质量。且发端处理模块对数据流进行外码译码前,还可以依次对数据流进行数据提取、通道重排序处理和第一解交织处理。

除了以上举例的应用场景,本申请实施例提供的链路监控方法还能够适用于其他应用场景,例如适用于其他 400G、600G、800G 甚至 1.6T 和 3.2T 等更高速的传输场景。此时,以适用于 800G 或 1.6T 速率为例,该链路监控方法还可以应用于本申请实施例提供的其他发端处理模块,发端设备可以通过包含 m 个物理通道的 800GAUI- m /1600GAUI- m 接口向发端处理模块传输数据。发端处理模块的 PMA 子层对该数据进行解复用处理后,可以得到 n 条 PCSL 数据流。然后对该 n 条 PCSL 数据流执行纠偏处理和检测经过纠偏处理的数据是否达到处理标准,以根据经过纠偏处理的数据是否达到处理标准的结果确定发端处理模块进行纠偏处理使用的纠偏方法,然后对经过纠偏处理的 n 条 PCSL 数据流进行第一交织处理,并对经过第一交织处理的数据进行内码编码并输出。同时,发端处理模块还可以根据对数据进行外码译码的情况,确定向发端处理模块传输数据的链路的质量。其中, n 的取值可以为 8、16、32 或 64 等, m 的取值可以为 4、8、16 或 32 等。

类似地,该链路监控方法还可以应用于本申请实施例提供的其他收端处理模块,收端处理模块在接收到数据后,通过对数据进行解交织处理,会得到 n 条 PCSL 数据流。收端处理模块一方面会通过 PMA 子层将该 n 条 PCSL 数据流输出,另一方面,收端处理模块也会对 n 条 PCSL 数据流进行外码译码,并根据外码译码情况确定链路的质量。

需要说明的是,上述对本申请实施例提供的链路监控方法的应用场景的说明,均是以发端处理模块的部分实现方式,和收端处理模块的部分实现方式为例进行说明,但并不排除本申请实施例提供的链路监控方法的应用场景也能应用于本申请实施例提供的其他结构的处理模块,此处对其实现过程不再一一赘述。

还需要说明的是,本申请实施例提供的链路监控方法的步骤先后顺序可以进行适当调整,步骤也可以根据情况进行相应增减。任何熟悉本技术领域的技术人员在本申请揭露的技术范围内,可轻易想到变化的方法,都应涵盖在本申请的保护范围之内,因此不再赘述。

本申请实施例还提供了一种链路监控装置。如图 45 所示,该链路监控装置 450 包括:

输入单元 4501,用于接收经过外码编码的数据。

编码单元 4502,用于对经过外码编码的数据进行内码编码。

输出单元 4503,用于输出经过内码编码的数据。

译码单元 4504,用于对经过外码编码的数据进行外码译码。

译码单元 4504,还用于根据对经过外码编码的数据进行外码译码的情况,确定用于传输经过外码编码的数据的链路的质量。

可选的,译码单元 4504,具体用于:根据对经过外码编码的数据中 $P1$ 个码字序列进行外码译码的情况,确定 $P1$ 个码字序列中每个码字序列的误符号个数, $P1$ 为正整数;根据 $P1$ 个码字序列的误符号个数,确定链路的质量。

可选的，译码单元 4504，具体用于：根据对经过外码编码的数据中码字序列进行外码译码的情况，确定码字序列对应的指示参数；根据经过外码编码的数据中 P2 个码字序列对应的指示参数，确定链路的质量，P2 为正整数。

可选的，被外码译码的数据是经过包括外码编码和纠偏处理的数据。

可选的，被外码译码的数据是经过包括外码编码、通道重排序处理和第一解交织处理的数据。

可选的，被外码译码的数据是经过包括外码编码和数据提取的数据。

可选的，被内码编码的数据是经过外码编码的数据。

可选的，被内码编码的数据是经过包括外码编码和纠偏处理的数据。

可选的，被内码编码的数据是经过包括外码编码、纠偏处理和通道重排序处理的数据。

可选的，被内码编码的数据是经过包括外码编码、纠偏处理、通道重排序处理和第一解交织处理的数据。

可选的，被内码编码的数据是经过包括外码编码和数据处理的数据，数据处理包括：第一交织处理。

综上所述，在该链路监控装置中，通过接收经过外码编码的数据，对经过外码编码的数据进行内码编码并输出，同时对经过外码编码的数据进行外码译码，并根据对经过外码编码的数据进行外码译码的情况，确定用于传输经过外码编码的数据的链路的质量，能够对链路的质量进行有效的监控。

并且，在该链路监控装置中，由于需要对经过外码编码的数据进行内码编码并输出，也需要对经过外码编码的数据进行外码译码，并根据外码译码的情况确定链路质量，且这两个过程会分两路执行，使得对数据进行外码译码并确定链路质量的过程不会对对数据进行内码编码并输出的过程造成影响，因此不会因进行外码译码并确定链路质量的过程额外增加数据的整体传输时延，使得该链路监控装置能够应用于较多的传输场景，尤其适用于对传输时延具有较低要求的传输场景。

本申请实施例还提供了一种链路监控装置。如图 46 所示，该链路监控装置 460 包括：

输入单元 4601，用于接收经过外码编码和内码编码的数据。

第一译码单元 4602，用于对经过外码编码和内码编码的数据进行内码译码。

输出单元 4603，用于输出经过内码译码的数据。

第二译码单元 4604，用于对经过内码译码的数据进行外码译码。

第二译码单元 4604，还用于根据对经过内码译码的数据进行外码译码的情况，确定用于传输经过外码编码和内码编码的数据的链路的质量。

可选的，第二译码单元 4604，具体用于：根据对经过内码译码的数据中 P3 个码字序列进行外码译码的情况，确定 P3 个码字序列中每个码字序列的误符号个数，P3 为正整数；根据 P3 个码字序列的误符号个数，确定链路的质量。

可选的，第二译码单元 4604，具体用于：根据对经过内码译码的数据中码字序列进行外码译码的情况，确定码字序列对应的指示参数；根据经过内码译码的数据中 P4 个码字序列对应的指示参数，确定链路的质量，P4 为正整数。

可选的，被外码译码的数据是经过包括内码译码和纠偏处理的数据。

可选的，被外码译码的数据是经过包括内码译码和第一解交织处理的数据。

可选的，被外码译码的数据是经过包括内码译码、通道重排序处理和第一解交织处理的数据。

可选的，被外码译码的数据是经过包括内码译码和数据提取的数据。

可选的，经过内码译码的数据为经过数据处理的数据，被外码译码的数据是经过包括内码译码和数据处理的逆处理的数据，数据处理包括：第一交织处理，逆处理包括：第二解交织处理。

可选的，被输出的数据是经过内码译码的数据。

可选的，经过内码译码的数据为经过数据处理的数据，被输出的数据是经过包括内码译码和数据处理的逆处理的数据，数据处理包括：第一交织处理，逆处理包括：第二解交织处理。

综上所述，在本申请实施例提供的链路监控装置中，通过接收经过外码编码和内码编码的数据，对经过外码编码和内码编码的数据进行内码译码并输出，同时对经过内码译码的数据进行外码译码，并根据对经过内码译码的数据进行外码译码的情况，确定用于传输经过外码编码和内码编码的数据的链路的质量，能够对链路的质量进行有效的监控。

并且，在该链路监控装置中，由于需要输出经过内码译码的数据，也需要对经过内码译码的数据进行外码译码，并根据外码译码的情况确定链路质量，且这两个过程会分两路执行，使得对数据进行外码译码并确定链路质量的过程不会对输出经过内码译码的数据的过程造成影响，因此不会因进行外码译码并确定链路质量的过程额外增加数据的整体传输时延，使得该链路监控装置能够应用于较多的传输场景，尤其适用于对传输时延具有较低要求的传输场景。

所属领域的技术人员可以清楚地了解到，为描述的方便和简洁，上述描述的装置和单元的具体工作过程，可以参考前述方法实施例中的对应内容，在此不再赘述。

本申请实施例提供了一种计算机设备。图 47 示例性的提供了计算机设备的一种可能的架构图。如图 47 所示，该计算机设备 470 可以包括处理器 4701、存储器 4702、通信接口 4703 和总线 4704。在计算机设备中，处理器 4701 的数量可以是一个或多个，图 47 仅示意了其中一个处理器 4701。可选的，处理器 4701 可以是中央处理器（central processing unit, CPU）。若计算机设备具有多个处理器 4701，多个处理器 4701 的类型可以不同，或者可以相同。可选的，计算机设备的多个处理器还可以集成为多核处理器。

存储器 4702 存储计算机指令和数据，存储器 4702 可以存储实现本申请提供的方法所需的计算机指令和数据。存储器 4702 可以是以下存储介质的任一种或任一种组合：非易失性存储器（如只读存储器（read-only memory, ROM）、固态硬盘（solid state disk, SSD）、硬盘（hard disk drive, HDD）、光盘等、易失性存储器。

通信接口 4703 可以是以下器件的任一种或任一种组合：网络接口（如以太网接口）、无线网卡等具有网络接入功能的器件。

通信接口 4703 用于计算机设备与其他节点或者其他计算机设备进行数据通信。

图 47 还示例性地绘制出总线 4704。总线 4704 可以将处理器 4701 与存储器 4702、通信接口 4703 连接。这样，通过总线 4704，处理器 4701 可以访问存储器 4702，还可以利用通信

接口 4703 与其他节点或者其他计算机设备进行数据交互。

在本申请中, 计算机设备执行存储器 4702 中的计算机指令, 可以实现本申请提供的方法。例如, 接收经过外码编码的数据; 对经过外码编码的数据进行内码编码, 并输出经过内码编码的数据; 对经过外码编码的数据进行外码译码; 根据对经过外码编码的数据进行外码译码的情况, 确定用于传输经过外码编码的数据的链路的质量。并且, 计算机设备通过执行存储器 4702 中的计算机指令, 执行本申请提供的方法的步骤的实现过程可以相应参考上述方法实施例中对应的描述。

本申请实施例还提供了一种计算机可读存储介质, 该计算机可读存储介质为非易失性计算机可读存储介质, 该计算机可读存储介质包括程序指令, 当程序指令在计算机设备上运行时, 使得计算机设备执行如本申请实施例提供的方法。

本申请实施例还提供了一种包含指令的计算机程序产品, 当计算机程序产品在计算机上运行时, 使得计算机执行本申请实施例提供的方法。

本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例的全部或部分步骤可以通过硬件来完成, 也可以通过程序来指令相关的硬件完成, 所述的程序可以存储于一种计算机可读存储介质中, 上述提到的存储介质可以是只读存储器, 磁盘或光盘等。

在本申请实施例中, 术语“第一”、“第二”和“第三”仅用于描述目的, 而不能理解为指示或暗示相对重要性。术语“至少一个”是指一个或多个, 术语“多个”指两个或两个以上, 除非另有明确的限定。

本申请中术语“和/或”, 仅仅是一种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。另外, 本文中字符“/”, 一般表示前后关联对象是一种“或”的关系。

以上所述仅为本申请的可选实施例, 并不用以限制本申请, 凡在本申请的构思和原则之内, 所作的任何修改、等同替换、改进等, 均应包含在本申请的保护范围之内。

权利要求书

- 1.一种链路监控方法，其特征在于，所述方法包括：
接收经过外码编码的数据；
对所述经过外码编码的数据进行内码编码，并输出经过内码编码的数据；
对所述经过外码编码的数据进行外码译码；
根据对所述经过外码编码的数据进行外码译码的情况，确定用于传输所述经过外码编码的数据的链路的质量。
- 2.根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述根据对所述经过外码编码的数据进行外码译码的情况，确定用于传输所述经过外码编码的数据的链路的质量，包括：
根据对所述经过外码编码的数据中P1个码字序列进行外码译码的情况，确定所述P1个码字序列中每个码字序列的误符号个数，所述P1为正整数；
根据所述P1个码字序列的误符号个数，确定所述链路的质量。
- 3.根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述根据对所述经过外码编码的数据进行外码译码的情况，确定用于传输所述经过外码编码的数据的链路的质量，包括：
根据对所述经过外码编码的数据中码字序列进行外码译码的情况，确定所述码字序列对应的指示参数；
根据所述经过外码编码的数据中P2个码字序列对应的指示参数，确定所述链路的质量，所述P2为正整数。
- 4.根据权利要求1至3任一所述的方法，其特征在于，被外码译码的数据是经过包括外码编码和纠偏处理的数据。
- 5.根据权利要求1至4任一所述的方法，其特征在于，被外码译码的数据是经过包括外码编码、通道重排序处理和第一解交织处理的数据。
- 6.根据权利要求1至5任一所述的方法，其特征在于，被外码译码的数据是经过包括外码编码和数据提取的数据。
- 7.根据权利要求1至6任一所述的方法，其特征在于，被内码编码的数据是所述经过外码编码的数据。
- 8.根据权利要求1至6任一所述的方法，其特征在于，被内码编码的数据是经过包括外码编码和纠偏处理的数据。
- 9.根据权利要求1至6任一所述的方法，其特征在于，被内码编码的数据是经过包括外码编码、纠偏处理和通道重排序处理的数据。
- 10.根据权利要求1至6任一所述的方法，其特征在于，被内码编码的数据是经过包括外码编码、纠偏处理、通道重排序处理和第一解交织处理的数据。
- 11.根据权利要求1至10任一所述的方法，其特征在于，被内码编码的数据是经过包括外码编码和数据处理的数据，所述数据处理包括：第一交织处理。
- 12.一种链路监控方法，其特征在于，所述方法包括：
接收经过外码编码和内码编码的数据；
对所述经过外码编码和内码编码的数据进行内码译码，并输出经过内码译码的数据；

对经过内码译码的数据进行外码译码；

根据对所述经过内码译码的数据进行外码译码的情况，确定用于传输所述经过外码编码和内码编码的数据的链路的质量。

13.根据权利要求 12 所述的方法，其特征在于，所述根据对所述经过内码译码的数据进行外码译码的情况，确定用于传输所述经过外码编码和内码编码的数据的链路的质量，包括：

根据对所述经过内码译码的数据中 P3 个码字序列进行外码译码的情况，确定所述 P3 个码字序列中每个码字序列的误符号个数，所述 P3 为正整数；

根据所述 P3 个码字序列的误符号个数，确定所述链路的质量。

14.根据权利要求 12 所述的方法，其特征在于，所述根据对所述经过内码译码的数据进行外码译码的情况，确定用于传输所述经过外码编码和内码编码的数据的链路的质量，包括：

根据对所述经过内码译码的数据中码字序列进行外码译码的情况，确定所述码字序列对应的指示参数；

根据所述经过内码译码的数据中 P4 个码字序列对应的指示参数，确定所述链路的质量，所述 P4 为正整数。

15.根据权利要求 12 至 14 任一所述的方法，其特征在于，被外码译码的数据是经过包括内码译码和纠偏处理的数据。

16.根据权利要求 12 至 15 任一所述的方法，其特征在于，被外码译码的数据是经过包括内码译码和第一解交织处理的数据。

17.根据权利要求 12 至 16 任一所述的方法，其特征在于，被外码译码的数据是经过包括内码译码、通道重排序处理和第一解交织处理的数据。

18.根据权利要求 12 至 17 任一所述的方法，其特征在于，被外码译码的数据是经过包括内码译码和数据提取的数据。

19.根据权利要求 12 至 18 任一所述的方法，其特征在于，所述经过内码译码的数据为经过数据处理的数据，被外码译码的数据是经过包括内码译码和所述数据处理的逆处理的数据，所述数据处理包括：第一交织处理，所述逆处理包括：第二解交织处理。

20.根据权利要求 12 至 19 任一所述的方法，其特征在于，被输出的数据是所述经过内码译码的数据。

21.根据权利要求 12 至 19 任一所述的方法，其特征在于，所述经过内码译码的数据为经过数据处理的数据，被输出的数据是经过包括内码译码和所述数据处理的逆处理的数据，所述数据处理包括：第一交织处理，所述逆处理包括：第二解交织处理。

22.一种链路监控装置，其特征在于，所述装置包括：

输入单元，用于接收经过外码编码的数据；

编码单元，用于对所述经过外码编码的数据进行内码编码；

输出单元，用于输出经过内码编码的数据；

译码单元，用于对所述经过外码编码的数据进行外码译码；

所述译码单元，还用于根据对所述经过外码编码的数据进行外码译码的情况，确定用于传输所述经过外码编码的数据的链路的质量。

23.根据权利要求 22 所述的装置，其特征在于，所述译码单元，具体用于：

根据对所述经过外码编码的数据中 P1 个码字序列进行外码译码的情况，确定所述 P1 个

码字序列中每个码字序列的误符号个数, 所述 P1 为正整数;

根据所述 P1 个码字序列的误符号个数, 确定所述链路的质量。

24. 根据权利要求 22 所述的装置, 其特征在于, 所述译码单元, 具体用于:

根据对所述经过外码编码的数据中码字序列进行外码译码的情况, 确定所述码字序列对应的指示参数;

根据所述经过外码编码的数据中 P2 个码字序列对应的指示参数, 确定所述链路的质量, 所述 P2 为正整数。

25. 根据权利要求 22 至 24 任一所述的装置, 其特征在于, 被外码译码的数据是经过包括外码编码和纠偏处理的数据。

26. 根据权利要求 22 至 25 任一所述的装置, 其特征在于, 被外码译码的数据是经过包括外码编码、通道重排序处理和第一解交织处理的数据。

27. 根据权利要求 22 至 26 任一所述的装置, 其特征在于, 被外码译码的数据是经过包括外码编码和数据提取的数据。

28. 根据权利要求 22 至 27 任一所述的装置, 其特征在于, 被内码编码的数据是所述经过外码编码的数据。

29. 根据权利要求 22 至 27 任一所述的装置, 其特征在于, 被内码编码的数据是经过包括外码编码和纠偏处理的数据。

30. 根据权利要求 22 至 27 任一所述的装置, 其特征在于, 被内码编码的数据是经过包括外码编码、纠偏处理和通道重排序处理的数据。

31. 根据权利要求 22 至 27 任一所述的装置, 其特征在于, 被内码编码的数据是经过包括外码编码、纠偏处理、通道重排序处理和第一解交织处理的数据。

32. 根据权利要求 22 至 31 任一所述的装置, 其特征在于, 被内码编码的数据是经过包括外码编码和数据处理的的数据, 所述数据处理包括: 第一交织处理。

33. 一种链路监控装置, 其特征在于, 所述装置包括:

输入单元, 用于接收经过外码编码和内码编码的数据;

第一译码单元, 用于对所述经过外码编码和内码编码的数据进行内码译码;

输出单元, 用于输出经过内码译码的数据;

第二译码单元, 用于对经过内码译码的数据进行外码译码;

所述第二译码单元, 还用于根据对所述经过内码译码的数据进行外码译码的情况, 确定用于传输所述经过外码编码和内码编码的数据的链路的质量。

34. 根据权利要求 33 所述的装置, 其特征在于, 所述第二译码单元, 具体用于:

根据对所述经过内码译码的数据中 P3 个码字序列进行外码译码的情况, 确定所述 P3 个码字序列中每个码字序列的误符号个数, 所述 P3 为正整数;

根据所述 P3 个码字序列的误符号个数, 确定所述链路的质量。

35. 根据权利要求 33 所述的装置, 其特征在于, 所述第二译码单元, 具体用于:

根据对所述经过内码译码的数据中码字序列进行外码译码的情况, 确定所述码字序列对应的指示参数;

根据所述经过内码译码的数据中 P4 个码字序列对应的指示参数, 确定所述链路的质量, 所述 P4 为正整数。

36.根据权利要求 33 至 35 任一所述的装置，其特征在于，被外码译码的数据是经过包括内码译码和纠偏处理的数据。

37.根据权利要求 33 至 36 任一所述的装置，其特征在于，被外码译码的数据是经过包括内码译码和第一解交织处理的数据。

38.根据权利要求 33 至 37 任一所述的装置，其特征在于，被外码译码的数据是经过包括内码译码、通道重排序处理和第一解交织处理的数据。

39.根据权利要求 33 至 38 任一所述的装置，其特征在于，被外码译码的数据是经过包括内码译码和数据提取的数据。

40.根据权利要求 33 至 39 任一所述的装置，其特征在于，所述经过内码译码的数据为经过数据处理的数据，被外码译码的数据是经过包括内码译码和所述数据处理的逆处理的数据，所述数据处理包括：第一交织处理，所述逆处理包括：第二解交织处理。

41.根据权利要求 33 至 40 任一所述的装置，其特征在于，被输出的数据是所述经过内码译码的数据。

42.根据权利要求 33 至 40 任一所述的装置，其特征在于，所述经过内码译码的数据为经过数据处理的数据，被输出的数据是经过包括内码译码和所述数据处理的逆处理的数据，所述数据处理包括：第一交织处理，所述逆处理包括：第二解交织处理。

43.一种计算机设备，其特征在于，包括存储器和处理器，所述存储器存储有程序指令，所述处理器运行所述程序指令以执行权利要求 1 至 21 任一所述的方法。

44.一种计算机可读存储介质，其特征在于，包括程序指令，当所述程序指令在计算机设备上运行时，使得所述计算机设备执行如权利要求 1 至 21 任一所述的方法。

45.一种计算机程序产品，其特征在于，当所述计算机程序产品在计算机上运行时，使得所述计算机执行如权利要求 1 至 21 任一所述的方法。