

一种传输帧的映射和解映射方法以及相关设备

本申请要求于 2022 年 12 月 26 日提交国家知识产权局、申请号为 CN202211674929.3、发明名称为“一种传输帧的映射和解映射方法以及相关设备”的中国专利申请的优先权并于 2023 年 03 月 15 日提交国家知识产权局、申请号为 CN202310288308.X、发明名称为“一种传输帧的映射和解映射方法以及相关设备”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

本申请涉及光通信领域，尤其涉及一种传输帧的映射和解映射方法以及相关设备。

背景技术

光传送网络 (Optical Transport Network, OTN) 由于其高带宽，大容量，高可靠，低时延等特性，已经成为传送网采用的主流技术，广泛应用于骨干、城域核心及汇聚等网络。

电气与电子工程师协会 (Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE) 802.3 初步完成 800GE 物理编码子层 (Physical Coding Sublayer, PCS) 的定义，结合以以太网联盟提出的 2*400GE PCS 结构进行了适当优化，从 PCS 到物理媒体附加子层 (Physical Medium Attachment, PMA) 的 4:1 比特复用，允许两路 400G 数据流复用。当前业界还未设计出 800GE 业务的映射方法，而现有的 400GE 业务的映射方法基于 66 比特码块流进行映射，映射的处理过程较为复杂。

发明内容

本申请实施例提供了一种传输帧的映射和解映射方法以及相关设备。以码块为颗粒度对多个码块流依次间插，再将间插后的一个码块流映射到传输帧。相较于对每个码块流分别进行映射的方式，本申请提供的方案简化了映射的方式。

第一方面，本申请实施例提供了一种传输帧的映射方法。首先，获取多个第一码块流。其中，多个第一码块流属于同一业务，多个第一码块流的每一个包括多个码块。之后，对多个第一码块流基于码块进行间插，以得到一个第二码块流。接下来，将第二码块流映射到传输帧中，并将指示信息插入传输帧中。其中，指示信息用于确定第二码块流在传输帧的位置。进而，发送传输帧。

在该实施方式中，以码块为颗粒度对多个码块流依次间插，再将间插后的一个码块流映射到传输帧。相较于对每个码块流分别进行映射的方式，本申请提供的方案简化了映射的方式。并且，传输帧中承载有指示信息，可以指示传输帧中码块的位置，便于对传输帧进行解映射时可以快速识别码块的位置。

在一些可能的实施方式中，第一码块流中码块的大小为 257 比特。即本申请采用 257b 码块流，区别于 66b 码块流，257b 码块流的承载效率更高。并且，66b 码块中起始的 2 个比特为同步头，即每个 66b 码块都需要进行同步处理，处理复杂度较高。而本申请在传输帧中插入了指示信息，通过指示信息即可确定传输帧中码块的位置，避免了码块同步的复杂处理。

在一些可能的实施方式中，映射方法还包括：对多个第一码块流进行同步处理，从而实现多个第一码块流保持对齐。

在一些可能的实施方式中，将指示信息插入传输帧中包括：将指示信息插入传输帧的开销区中。应理解，插入到开销区的指示信息也可以称之为“码块边界指示 (block boundary Indication)”，通过指示信息即可直接确定净荷区中码块的位置或边界。这样一来，整个净荷区可全部用于承载第二码块流中的码块，使得传输帧可以承载尽可能多的码块。

在一些可能的实施方式中，传输帧为光数据单元 (Optical Data Unit, ODU) 帧，将指示信息插入传输帧的开销区中包括：将指示信息插入开销区中第 1 行至第 3 行的第 15 列和第 16 列，或第 4 行的第 15 列和第 16 列。

在一些可能的实施方式中，将指示信息插入传输帧中包括：将指示信息插入传输帧的净荷区中，净荷区承载的码块的数量为整数。应理解，由于净荷区承载了整数个码块，且净荷区插入了固定比特的指

示信息。因此，在确定了帧边界的基础上再结合指示信息的插入位置即可间接确定码块的位置，扩展了本申请的实现方式。

在一些可能的实施方式中，传输帧为 ODU 帧，指示信息的大小为 38 比特，净荷区承载 474 个大小为 257 比特的码块。

5 在一些可能的实施方式中，方法还包括：对传输帧中的码块进行校验得到校验信息，并将校验信息插入净荷区。应理解，校验信息可用于保护净荷区中承载的有效数据，提高了传输可靠性。

10 在一些可能的实施方式中，传输帧为 ODU 帧，净荷区承载 474 个大小为 257 比特的码块。指示信息包括大小为 3 比特的第一指示信息和大小为 3 比特的第二指示信息。对传输帧中的码块进行校验得到校验信息包括：对净荷区中第 1 行和第 2 行承载的码块进行校验得到第一循环冗余校验-16 (Cyclic Redundancy Check, CRC-16)，对净荷区中第 3 行和第 4 行承载的码块进行校验得到第二 CRC-16。

在一些可能的实施方式中，将指示信息插入传输帧中包括：将指示信息插入传输帧的开销区中。方法还包括：对传输帧中的码块进行校验得到校验信息，并将校验信息插入净荷区，开销区和净荷区承载的码块的数量为整数。在该实施方式中，由于净荷区插入了校验信息，净荷区的空间不足以承载整数个码块。因此借用开销区的部分空间来共同承载码块，提高了本方案的灵活性。

15 在一些可能的实施方式中，传输帧为 ODU 帧，开销区的第 16 列和净荷区承载 474 个大小为 257 比特的码块。指示信息包括大小为 3 比特的第一指示信息和大小为 3 比特的第二指示信息。对传输帧中的码块进行校验得到校验信息包括：对净荷区和开销区中每一行承载的码块进行校验得到对应的 CRC-16。在该实施方式中，对每一行的码块都进行校验，降低了缓存和时延。

20 在一些可能的实施方式中，将第二码块流映射到传输帧中包括：采用比特同步映射规程 (Bit synchronous mapping procedure, BMP) 将第二码块流映射到传输帧中。也就是说，本申请提供的映射方法可以适配固定比特率 (Constant Bit Rate, CBR) 承载。

25 在一些可能的实施方式中，获取多个第一码块流包括：获取第三码块流，第三码块流中码块的大小为 257 比特；对第三码块流进行转码得到第四码块流，第四码块流中码块的大小为 66 比特。对第四码块流进行速率适配得到第五码块流。对第五码块流进行分发得到多个第六码块流。对多个第六码块流分别进行转码得到多个第一码块流。也就是说，本申请提供的映射方法可以适配分组业务 (Packet, PKT) 承载。

在一些可能的实施方式中，业务的速率为 800GE 或 1.6TE。

30 第二方面，本申请实施例提供了一种传输帧的映射方法。首先，获取码块流。之后，将码块流映射到传输帧中，并将指示信息分别插入传输帧中。其中，指示信息用于确定码块流在传输帧的位置。传输帧从起始位置开始依次包括第一开销区、第一净荷区、第二开销区和第二净荷区。进而，发送传输帧。

在该实施方式中，传输帧包括两个开销区，相当于扩展了开销区，加快了开销信息的传递速率，有利于提升性能。并且，在传输帧中插入了指示信息，通过指示信息即可确定传输帧中码块的位置。便于对传输帧进行解映射时可以快速识别码块的位置，避免了码块同步的复杂处理。

在一些可能的实施方式中，码块流中码块的大小为 66 比特或 257 比特。

35 在一些可能的实施方式中，传输帧包括 4 行 3824 列个字节。传输帧中第 1 列至第 16 列为第一开销区，传输帧中第 17 列至第 1904 列为第一净荷区，传输帧中第 1905 列至第 1920 列为第二开销区，传输帧中第 1921 列至第 3824 列为第二净荷区。

40 在一些可能的实施方式中，将指示信息插入传输帧中包括：将指示信息插入第一开销区和/或第二开销区。这样一来，第一净荷区和第二净荷区可全部用于承载码块流中的码块，使得传输帧可以承载尽可能多的码块。

在一些可能的实施方式中，将指示信息插入第一开销区包括：将指示信息插入第一开销区中第 1 行至第 3 行的第 15 列和/或第 16 列。

45 在一些可能的实施方式中，指示信息包括 3 个指示子信息，3 个指示子信息的取值相同。将指示信息插入第一开销区中第 1 行至第 3 行的第 15 列和/或第 16 列包括：将 3 个指示子信息分别插入第一开销区中第 1 行至第 3 行的第 15 列。或者，将 3 个指示子信息分别插入第一开销区中第 1 行至第 3 行的第 16 列。或者，将 3 个指示子信息分别插入第一开销区中第 1 行至第 3 行的第 15 列至第 16 列。在该

实施方式中，3 个指示子信息都用于指示码块的位置。接收端可以接收到 3 个指示子信息，就算其中 1 个指示子信息发生了传输错误，也可以通过大数判决确定有效的指示子信息，从而确定码块准确的位置。

在一些可能的实施方式中，传输帧的数量为多个，且每连续 N 个传输帧为一组。每一组 N 个传输帧中 N 个指示信息的取值依次递增。任意一组 N 个传输帧中 N 个指示信息的取值与任意另一组 N 个传输帧中 N 个指示信息的取值相同。N 为大于 1 的整数。

在一些可能的实施方式中，指示信息包括 4 个指示子信息，4 个指示子信息的取值依次递增。将指示信息插入第一开销区或第二开销区包括：按照取值从小到大的顺序将 4 个指示子信息依次插入第一开销区的第 1 行至第 4 行或第二开销区的第 1 行至第 4 行。

在一些可能的实施方式中，将指示信息插入传输帧中包括：将指示信息插入第二净荷区。其中，第一净荷区和第二净荷区承载的码块的数量为整数。应理解，由于第一净荷区和第二净荷区承载了整数个码块，且第二净荷区插入了固定比特的指示信息。因此，在确定了帧边界的基础上再结合指示信息的插入位置即可间接确定码块的位置，扩展了本申请的实现方式。

在一些可能的实施方式中，方法还包括：对传输帧中的码块进行校验得到校验信息，并将校验信息插入第二净荷区。应理解，校验信息可用于保护净荷区中承载的有效数据，提高了传输可靠性。

第三方面，本申请实施例提供了一种传输帧的解映射方法。首先，接收传输帧。其中，传输帧中承载有第二码块流和指示信息。指示信息用于确定第二码块流在传输帧的位置。第二码块流由多个第一码块流基于码块进行间插得到。多个第一码块流属于同一业务，多个第一码块流的每一个包括多个码块。进而，对传输帧中的码块进行解映射得到第二码块流。

在一些可能的实施方式中，方法还包括：对第二码块流进行分发得到多个第一码块流。

在一些可能的实施方式中，方法还包括：对多个第一码块流分别进行转码得到多个第三码块流。其中，第一码块流中码块的大小为 257 比特，第三码块流中码块的大小为 66 比特。对多个第三码块流进行重组得到第四码块流。对第四码块流进行速率适配得到第五码块流。对第五码块流进行分发得到多个第六码块流。对第六码块流分别进行转码得到多个第七码块流，第七码块流中码块的大小为 257 比特。

第四方面，本申请实施例提供了一种传输帧的解映射方法。首先，接收传输帧。其中，传输帧中承载有码块流和指示信息。指示信息用于确定码块流在传输帧的位置。传输帧从起始位置开始依次包括第一开销区、第一净荷区、第二开销区和第二净荷区。进而，对传输帧中的码块进行解映射得到码块流。

第五方面，本申请实施例提供了一种发送设备。该发送设备包括：处理器和收发器。处理器用于控制收发器进行信号收发。处理器具体用于执行如第一方面或第二方面任一实施方式介绍的方法。

第六方面，本申请实施例提供了一种接收设备。该接收设备包括：处理器和收发器。处理器用于控制收发器进行信号收发。处理器具体用于执行如第三方面或第四方面任一实施方式介绍的方法。

第七方面，本发明实施例提供了一种数字处理芯片。数字处理芯片包括处理器和存储器，存储器和处理器通过线路相互连接。存储器中存储有指令，处理器用于执行如上述第一方面至第四方面任一实施方式介绍的方法。

本申请实施例中，以码块为颗粒度对多个码块流依次间插，再将间插后的一个码块流映射到传输帧。相较于对每个码块流分别进行映射的方式，本申请提供的方案简化了映射的方式。并且，传输帧中承载有指示信息，可以指示传输帧中码块的位置，便于对传输帧进行解映射时可以快速识别码块的位置。

附图说明

图 1 为 OTN 设备的一种硬件结构示意图；

图 2 为本申请实施例中一种传输帧的映射方法的实施例示意图；

图 3 为本申请实施例中对多个第一码块流基于码块进行间插的实施方式示意图；

图 4 为本申请实施例中一种传输帧的映射方法的应用场景示意图；

图 5 为本申请实施例中传输帧的第一种结构示意图；

图 6 为本申请实施例中传输帧的第二种结构示意图；

图 7 为本申请实施例中传输帧的第三种结构示意图；

图 8 为本申请实施例中传输帧的第四种结构示意图；

图 9 为本申请实施例中一种传输帧的映射方法的实施例示意图；
图 10 为本申请实施例中一种传输帧的解映射方法的应用场景示意图；
图 11 为本申请实施例中另一种传输帧的映射方法的实施例示意图；
图 12 为本申请实施例中传输帧的第五种结构示意图；
5 图 13 为本申请实施例中传输帧的第六种结构示意图；
图 14 为本申请实施例中传输帧的第七种结构示意图；
图 15 为本申请实施例中传输帧的第八种结构示意图；
图 16 为本申请实施例中传输帧的第九种结构示意图；
图 17 为一种可能的发送设备的结构示意图；
10 图 18 为一种可能的接收设备的结构示意图。

具体实施方式

本申请实施例提供了一种传输帧的映射和解映射方法以及相关设备。以码块为颗粒度对多个码块流依次间插，再将间插后的一个码块流映射到传输帧。相较于对每个码块流分别进行映射的方式，本申请提供的方案简化了映射的方式。

需要说明的是，本申请说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”和“第二”等用于区别类似的对象，而非限定特定的顺序或先后次序。应该理解，上述术语在适当情况下可以互换，以便在本申请描述的实施例能够以除了在本申请描述的内容以外的顺序实施。此外，术语“包括”以及其任何变形，意图在于覆盖不排除的包含。例如，包含了一系列步骤或单元的过程、方法、系统、产品或设备不必限于清楚地列出的那些步骤或单元，而是可包括没有清楚地列出的或对于这些过程、方法、产品或设备固有的其它步骤或单元。

本申请的实施例适用于光网络，例如：光传送网络（Optical transport Network， OTN）。一个光网络通常由多个 OTN 设备通过光纤连接而成，可以根据具体需要组成如线型、环形或网状等不同的拓扑类型。

图 1 为 OTN 设备的一种硬件结构示意图。具体地，该设备 10 包括电源 101、风扇 102、辅助类单板 103，还可能包括支路板 104、线路板 105、交叉板 106、光层处理单板（图中未示出）以及系统控制和通信类单板 107。需要说明的是，根据具体的需要，一个设备 10 具体包含的单板类型和数量可能不相同。例如，作为核心节点的网络设备可能没有支路板 104。作为边缘节点的网络设备可能有多个支路板 104。其中，电源 101 用于为设备供电，可能包括主用和备用电源。风扇 102 用于为设备散热。辅助类单板 103 用于提供外部告警或者接入外部时钟等辅助功能。支路板 104、交叉板 106 和线路板 105 主要是用于处理光网络的电层信号，例如，OTN 中的传输帧。其中，支路板 104 用于实现各种客户业务的接收和发送，例如同步数字体系（Synchronous Digital Hierarchy， SDH）业务、分组业务、以太网业务和前传业务等。更进一步地，支路板 104 可以划分为客户侧光模块和处理器。其中，客户侧光模块可以为光收发器，用于接收和/或发送客户信号。处理器用于实现对客户信号到传输帧的映射和解映射处理。交叉板 106 用于实现传输帧的交换，完成一种或多种类型的传输帧的交换。线路板 105 主要实现线路侧传输帧的处理。具体地，线路板 105 可以划分为线路侧光模块和处理器。其中，线路侧光模块可以为线路侧光收发器，用于接收和/或发送传输帧。处理器用于实现对线路侧的传输帧的复用和解复用，或者映射和解映射处理。系统控制和通信类单板 107 用于实现系统控制和通信。具体地，可以通过背板从不同的单板收集信息，或者将控制指令发送到对应的单板上。需要说明的是，除非特殊说明，具体的组件（例如：处理器）可以是一个或多个，本申请不做任何限制。还需要说明的是，本申请实施例不对设备包含的单板类型，以及单板具体的功能设计和数量做任何限制。需要说明的是，本申请的传输帧的映射方法具体可以在线路板 105 上实现，又或者，支路板 104 与线路板 105 可以集成在一起用于实现本申请的传输帧的映射方法。

需要说明的是，本申请不限定传输帧的具体类型，例如，传输帧可以是光净荷单元 k（Optical Payload Unit k， OPuk）帧、光数据单元 k（Optical Data Unit k， ODUk）帧或光传输单元 k（Optical Transport Unit k， OTUk）帧等。为了便于介绍，下文都以传输帧是 ODUk 帧为例进行介绍。

图 2 为本申请实施例中一种传输帧的映射方法的实施例示意图。在该示例中，传输帧的映射方法包括如下步骤。

201、获取多个第一码块流。

本实施例中，多个第一码块流属于同一业务，每个第一码块流包括多个码块。例如，若业务的速率为 800GE，即 800GE 的 PCS 层包括 2 路 400GE 的 PCS 结构，则获取 2 个第一码块流。又例如，若业务的速率为 1.6TE，即 1.6TE 的 PCS 层包括 4 路 400GE 的 PCS 结构，则获取 4 个第一码块流。

202、对多个第一码块流基于码块进行间插，以得到一个第二码块流。

以码块为粒度对多个第一码块流进行轮询间插得到一个间插后的码块流，即第二码块流。在一些可能的实施方式中，对多个第一码块流基于码块进行间插之前，还需要对多个第一码块流进行同步处理，以使得多个第一码块流保持对齐。

图 3 为本申请实施例中对多个第一码块流基于码块进行间插的实施方式示意图。如图 3 所示，以 2 个第一码块流为例，分别记为码块流 1 和码块流 2。码块流 1 中的码块按顺序依次记为码块 1-1、码块 1-2、...、码块 1-M。码块流 2 中的码块按顺序依次记为码块 2-1、码块 2-2、...、码块 2-M。可以看出，间插后的码块流中码块按顺序依次为码块 1-1、码块 2-1、码块 1-2、码块 2-2、...、码块 1-M、码块 2-M。

203、将第二码块流映射到传输帧中，并将指示信息插入传输帧中。

具体地，将第二码块流中的码块按顺序映射到传输帧中，其中，码块通常映射到传输帧的净荷区中。在一些可能的实施方式中，如果净荷区不够承载指定数量的码块，也可以将部分码块映射到传输帧的开销区中，后面会结合具体实施例进行详细介绍。应理解，指示信息用于确定映射到传输帧中的码块的位置。例如，指示信息可以插入到传输帧的开销区，又例如，指示信息也可以插入到传输帧的净荷区，后面会分别结合具体实施例进行详细介绍。

需要说明的是，本申请采用的帧映射方式可以是比特同步映射规程（Bit synchronous mapping procedure, BMP）、通用映射规程（Generic Mapping Procedure, GMP）、空闲映射规程（Idle mapping Procedure, IMP）或通用成帧规程（Generic Framing Procedure, GFP）等，具体此处不做限定。

还需要说明的是，针对业务速率为 1.6TE 的场景，可以采用直接对 4 个第一码块流先间插后映射的实施方式。或者，也可以将 4 个第一码块流先分为两组，每一组包括 2 个第一码块流，每一组的 2 个第一码块流再进行先间插后映射。

在一种可能的实施方式中，第一码块流中码块的大小为 257 比特，该第一码块流也可以称之为“257b 码块流”或“257B 码块流”。应理解，区别于码块大小为 66 比特的 66b 码块流，257b 码块流的承载效率更高。并且，66b 码块中起始的 2 个比特为同步头，即每个 66b 码块都需要进行同步处理，处理复杂度较高。而本申请在传输帧中插入了指示信息，通过指示信息即可确定传输帧中码块的位置，避免了码块同步的复杂处理。

204、发送传输帧。

需要说明的是，本申请提供的传输帧的映射方法可以适配多种不同的业务承载，例如，固定比特率（Constant Bit Rate, CBR）承载或分组业务（Packet, PKT）承载。对于 CBR 承载，是通过在码块流中插入速率补偿（Rate Compensation, RC）块实现速率适配。对于 PKT 承载，是基于空闲码块增删对码块流进行速率适配。

下面介绍一种传输帧的映射方法的具体应用场景。

图 4 为本申请实施例中一种传输帧的映射方法的应用场景示意图。如图 4 所示，以 800GE 的业务速率为例，PCS 或 PMA 对来自客户侧的数据流进行处理。之后，进行对齐标识锁定（Alignment Lock）和通道纠偏（Lane Deskew）得到对齐的多条通道数据流，例如得到 32 条对齐的通道数据流。进而，进行通道重排序（lane reorder）使得多条通道数据流按指定顺序排列。其中，经过通道重排序后的多条通道数据流可以划分为 2 路 400G 数据流，分别记为 400G 数据流 0 和 400G 数据流 1。例如，400G 数据流 0 包括通道数据流 0-通道数据流 15，400G 数据流 1 包括通道数据流 16-通道数据流 31。具体地，每一路 400G 数据流依次进行解交织（De-interleave）、前向纠错（Forward Error Correction, FEC）译码、FEC 译码后交织（Post-FEC interleave）、对齐标识删除（Alignment Removal）、解扰（Descramble）和反向转码（Reverse Transcode）。接下来，2 路 400G 数据流经过 66b 码块汇聚（66b Block Collection）

得到 66b 码块流。进而，对 66b 码块流进行 64b/66b 译码和速率适配 (64b/66b Decode and Rate Match)。

在图 4 所示的场景中，对于 CBR 承载，2 路 400G 数据流在对齐标识删除的操作结束后可以得到 2 个 257b 码块流。进而，对 2 个 257b 码块流先进行间插，再将间插后的 257b 码块流映射到传输帧。应理解，在该实施方式中，对齐标识删除后无需再进行解扰和反向转码等后续其他操作。

5 在图 4 所示的场景中，对于 PKT 承载，2 个 257b 码块流分别进行反向转码后得到 2 个 66b 码块流，2 个 66b 码块流经过 66b 码块汇聚得到一个 66b 码块流。接下来，对 66b 码块流先进行速率适配，再进行码块分发得到 2 个 66b 码块流。之后，对 2 个 66b 码块流分别进行 257b 转码得到 2 个 257b 码块流，再对 2 个 257b 码块流分别进行扰码。2 个 257b 码块流在转码和扰码处理时保持同步，也即保持相同的处理节奏，或者说保持相同的处理时间。进而，对 2 个 257b 码块流先进行间插，再将间插后的 257b 码块流映射到传输帧。应理解，在该实施方式中，66b 码块汇聚后无需再进行 64b/66b 译码的操作。

10 在一种可能的实施方式中，对于 PKT 承载，在对 66b 码块流进行速率适配之后也可以不进行分发，而是将 66b 码块流转码为 257b 码块流。进而，对 257b 码块流先进行扰码，再映射到传输帧。也就是说，考虑到经过 66b 码块汇聚得到的是一个 66b 码块流，也可以将 66b 码块流转码为 257b 码块流再映射到传输帧，而不用再执行对多个 257b 码块流进行间插的操作。

15 需要说明的是，在图 4 所示的场景中，关于间插和映射的具体实现方式可以参考上述图 2 所示实施例的相关介绍，此处不再赘述。

下面对本申请中传输帧可能的多种结构进行介绍。

图 5 为本申请实施例中传输帧的第一种结构示意图。如图 5 所示，第二码块流中的码块映射到传输帧的净荷区，指示信息插入在传输帧的开销区。可以看出，第二码块流中的码块按顺序逐行映射到传输帧的净荷区。其中，以 2 个第一码块流基于码块进行间插为例，净荷区的任一行中每连续的 2 个码块分别来自 2 个第一码块流。应理解，插入到开销区的指示信息也可以称之为“码块边界指示 (block boundary Indication)”，通过指示信息即可直接确定净荷区中码块的位置或边界。需要说明的是，在图 5 所示的传输帧结构中，整个净荷区全部用于承载第二码块流中的码块。如果净荷区不能刚好承载整数个码块，则净荷区剩余的空间可以承载一个码块中的其中部分比特，而该码块的另一部分则映射到下一个传输帧中。例如，图 5 所示的净荷区可以承载 474 个 257b 码块，净荷区剩余的空间还可以承载一个 257b 码块的其中 38 比特。

25 在一种可能的实施方式中，可以将指示信息插入开销区第 1 行至第 3 行的第 15 列和第 16 列，或第 4 行的第 15 列和第 16 列。作为一个示例，指示信息包括 9 个比特，指示信息的高 5 比特插入开销区第 1 行的第 16 列，指示信息的低 4 比特插入开销区第 2 行的第 16 列。作为另一个示例，指示信息可以通过 9 比特的开销复帧指示器 (overhead multiframe indicator, OMFI) 实现，该 9 比特的指示信息位于开销区第 4 行第 15 列的低 1 比特和第 16 列的 8 比特。

30 图 6 为本申请实施例中传输帧的第二种结构示意图。如图 6 所示，第二码块流中的码块映射到传输帧的净荷区，指示信息插入在传输帧的净荷区。应理解，插入到开销区的指示信息也可以称之为“固定填充”。其中，净荷区承载的码块数量为整数。以两个 257b 码块流先间插后映射为例，每个 257b 码块流中有 237 个 257b 码块映射到净荷区，即净荷区承载 474 个 257b 码块。因此，可以在净荷区的尾部插入 38 个比特的指示信息。需要说明的是，由于净荷区承载了整数个码块，且净荷区插入了固定比特的指示信息，因此，在确定了帧边界的基础上再结合指示信息的插入位置即可间接确定码块的位置。还应理解，本申请不限定指示信息的具体形式，例如，38 个比特的指示信息可以全为 0。

40 图 7 为本申请实施例中传输帧的第三种结构示意图。如图 7 所示，第二码块流中的码块映射到传输帧的净荷区，指示信息插入在传输帧的净荷区。区别于图 6 所示的传输帧结构，图 7 所示的传输帧的净荷区中还承载有校验信息，校验信息可用于保护净荷区中承载的有效数据，提高了传输可靠性。例如，校验信息具体可以是如图 7 所示的循环冗余校验-16 (Cyclic Redundancy Check, CRC-16)。其中，净荷区承载的码块数量为整数。以两个 257b 码块流先间插后映射为例，每个 257b 码块流中有 237 个 257b 码块映射到净荷区，即净荷区承载 474 个 257b 码块。具体地，净荷区中第 1 行和第 2 行承载的 257b 码块进行校验得到位于第 2 行尾部的 CRC-16，净荷区中第 3 行和第 4 行承载的 257b 码块进行校验得到位于第 4 行尾部的 CRC-16。并且，在位于第 2 行尾部的 CRC-16 旁边插入 3 个比特的指示信息，在位于第

4 行尾部的 CRC-16 旁边再插入 3 个比特的指示信息。

图 8 为本申请实施例中传输帧的第四种结构示意图。如图 8 所示，第二码块流中的码块映射到传输帧的净荷区和开销区，指示信息插入在传输帧的开销区。其中，净荷区和开销区承载的码块数量为整数。以两个 257b 码块流先间插后映射为例，每个 257b 码块流中有 237 个 257b 码块映射到净荷区和开销区，即净荷区和开销区承载 474 个 257b 码块。具体地，以图 8 为例，开销区的第 16 列可用于承载 257b 码块。开销区中第 2 行和第 4 行的第 16 列的高 3 比特承载指示信息，图 8 所示的斜线区域刚好可以承载 474 个 257b 码块。此外，净荷区中还承载有校验信息。例如，对开销区和净荷区中每一行承载的码块进行校验得到对应的 CRC-16，CRC-16 位于每一行的尾部。应理解，相较于图 7 所示实施例基于帧进行校验，图 8 所示的实施例对每一行的码块都进行校验，降低了缓存和时延。进而，由于每一行的尾部都插入了 CRC-16，净荷区的空间不足以承载 474 个 257b 码块，因此借用开销区的第 16 列来共同承载 257b 码块。

通过上面的介绍可知，本申请以码块为颗粒度对多个码块流依次间插，再将间插后的一个码块流映射到传输帧。相较于对每个码块流分别进行映射的方式，本申请提供的方案简化了映射的方式。另外，本申请采用 257b 码块流，区别于 66b 码块流，257b 码块流的承载效率更高。并且，66b 码块中起始的 2 个比特为同步头，即每个 66b 码块都需要进行同步处理，处理复杂度较高。而本申请在传输帧中插入了指示信息，通过指示信息即可确定传输帧中码块的位置，便于对传输帧进行解映射时可以快速识别码块的位置，避免了码块同步的复杂处理。

图 9 为本申请实施例中一种传输帧的映射方法的实施例示意图。在该示例中，传输帧的解映射方法包括如下步骤。

901、接收传输帧。

本实施例中，传输帧的结构可以参考图 2 所示实施例中的相关介绍，此处不再赘述。

902、对传输帧中的码块进行解映射得到码块流。

应理解，对传输帧进行解映射是图 2 所示实施例中对码块流进行映射的逆操作。进而，对解映射后的码块流再进行分发得到多个码块流，即得到图 2 所示实施例中进行间插之前的多个码块流。

下面介绍一种传输帧的解映射方法的具体应用场景。

图 10 为本申请实施例中一种传输帧的解映射方法的应用场景示意图。如图 10 所示，以 800GE 的业务速率为例。对数据进行 66b 码块速率适配（66b BlockRateMatch）得到 66b 码块流。之后，再对 66b 码块流进行 66b 码块分发（66b Block Distribution）得到 2 路 400G 数据流，分别记为 400G 数据流 0 和 400G 数据流 1。具体地，每一路 400G 数据流依次进行 256b/257b 转码（256b/257b Transcode）、扰码（Scramble）、对齐标识插入（Alignment Insertion）、FEC 编码前分发（Pre-FEC Distribution）、FEC 编码（FEC Encode）、分发和交织（Distribution and Interleave）。进而，2 路 400G 数据流经过 PCS 或 PMA 传输到客户侧。

在图 10 所示的场景中，对于 CBR 承载，先对传输帧进行解映射再进行码块分发得到 2 个 257b 码块流。进而，对每个 257b 码块流依次进行对齐标识插入、FEC 编码前分发、FEC 编码、分发和交织。

在图 10 所示的场景中，对于 PKT 承载，先对传输帧进行解映射再进行码块分发得到 2 个 257b 码块流。接下来，对 2 个 257b 码块流分别进行解扰和 66b 转码得到 2 个 66b 码块流。之后，对 2 个 66b 码块流进行 66b 码块重组得到 1 个 66b 码块流，再对该 66b 码块流进行速率适配。然后，对速率适配后的 66b 码块流进行 66b 码块分发得到 2 个 66b 码块流。进而，对每个 66b 码块流依次进行 256b/257b 转码、扰码、对齐标识插入、FEC 编码前分发、FEC 编码、分发和交织。

在一种可能的实施方式中，对于 PKT 承载，对传输帧进行解映射之后也可以不进行码块分发，而是对解映射后的 257b 码块流进行解扰和 66b 转码得到 1 个 66b 码块流。进而，对该 66b 码块流进行速率适配等操作，此处不再赘述。也就是说，如果映射前没有进行间插，解映射后也可以不进行码块分发。

需要说明的是，本申请实施例还提供了另一种传输帧的映射方法，下面进行详细介绍。

图 11 为本申请实施例中另一种传输帧的映射方法的实施例示意图。在该示例中，传输帧的映射方法包括如下步骤。

301、获取码块流。

本实施例中，码块流包括多个码块。作为一个示例，码块流中码块的大小为 66 比特，该码块流可以称之为“66b 码块流”或“66B 码块流”。作为另一个示例，码块流中码块的大小为 257 比特，该码块流可以称之为“257b 码块流”或“257B 码块流”。

302、将码块流映射到传输帧中，并将指示信息插入到传输帧中。

5 图 12 为本申请实施例中传输帧的第五种结构示意图。如图 12 所示，传输帧从起始位置开始依次包括第一开销区、第一净荷区、第二开销区和第二净荷区。在一种可能的实施方式中，传输帧包括 4 行 3824 列个字节。传输帧中第 1 列至第 16 列为第一开销区，传输帧中第 17 列至第 1904 列为第一净荷区，传输帧中第 1905 列至第 1920 列为第二开销区，传输帧中第 1921 列至第 3824 列为第二净荷区。其中，码块流中的码块按顺序逐行映射到第一净荷区和第二净荷区。也就是说，码块流按顺序依次映射到第一净荷区的第一行、第二净荷区的第一行、第一净荷区的第二行、第二净荷区的第二行、第一净荷区的第三行、第二净荷区的第三行、第一净荷区的第四行、第二净荷区的第四行。

应理解，指示信息用于确定映射到传输帧中的码块的位置。例如，指示信息可以插入到传输帧的开销区，又例如，指示信息也可以插入到传输帧的净荷区，后面会分别结合具体实施例进行详细介绍。

需要说明的是，本申请采用的帧映射方式可以是比特同步映射规程（Bit synchronous mapping procedure, BMP）、通用映射规程（Generic Mapping Procedure, GMP）、空闲映射规程（Idle mapping Procedure, IMP）或通用成帧规程（Generic Framing Procedure, GFP）等，具体此处不做限定。

303、发送传输帧。

下面结合承载指示信息的具体方式介绍几种传输帧的具体结构。

20 图 13 为本申请实施例中传输帧的第六种结构示意图。指示信息可以插入第一开销区和/或第二开销区，图 13 以指示信息插入第一开销区为例进行展示，通过指示信息可以直接确定码块的位置或边界。在一种可能的实施方式中，码块流中码块的大小为 66 比特，可以将指示信息插入第一开销区中第 1 行至第 3 行的第 15 列和/或第 16 列。指示信息的取值范围可以是 0-32，分别用于指示码块 i 在传输帧中 33 个可能的起始位置。其中，码块 i 可以是预先设定的码块，例如，码块 i 是第一净荷区中第 4 行的第 1 个完整码块。通过确定码块 i 的起始位置，也就相当于确定了传输帧中其他每个码块的位置。

25 在一种可能的场景中，指示信息包括 3 个指示子信息，3 个指示子信息的取值相同。也就是说，3 个指示子信息都用于指示码块 i 的起始位置。接收端可以接收到 3 个指示子信息，就算其中 1 个指示子信息发生了传输错误，也可以通过大数判决确定有效的指示子信息，从而确定码块 i 准确的起始位置。作为一个示例，如图 13 所示，3 个指示子信息分别插入第一开销区中第 1 行至第 3 行的第 16 列。作为另一个示例，3 个指示子信息分别插入第一开销区中第 1 行至第 3 行的第 15 列。作为又一个示例，3 个指示子信息分别插入第一开销区中第 1 行至第 3 行的第 15 列至第 16 列。

30 图 14 为本申请实施例中传输帧的第七种结构示意图。指示信息可以插入第一开销区和/或第二开销区，图 14 以指示信息插入第一开销区为例进行展示。在一种可能的实施方式中，码块流中码块的大小为 66 比特，以每连续 N 个传输帧为一组，每一组 N 个传输帧中 N 个指示信息的取值依次递增。并且，任意一组 N 个传输帧中 N 个指示信息的取值与任意另一组 N 个传输帧中 N 个指示信息的取值相同。作为一个示例，N=11，码块流按照顺序依次映射到多个传输帧中，每隔 11 个传输帧码块在传输帧中的位置相同。例如，码块 i 是第一净荷区中第 1 行的第 1 个完整码块或第 4 行的第 1 个完整码块。码块在 i 在第 1 个传输帧中的起始位置与码块在 i 在第 12 个传输帧的起始位置相同，码块在 i 在第 2 个传输帧中的起始位置与码块在 i 在第 13 个传输帧的起始位置相同，以此类推。因此，指示信息可以指示码块 i 的起始位置，也就相当于确定了传输帧中其他每个码块的位置。

40 在一种可能的场景中，以图 14 为例，该指示信息可以插入第一开销区的第 4 行第 16 列。应理解，若 N=11，则指示信息共有 11 个取值，分别用于指示码块 i 在不同传输帧中 11 个可能的起始位置。

45 图 15 为本申请实施例中传输帧的第八种结构示意图。如图 15 所示，在另一种可能的场景中，指示信息包括 4 个指示子信息，4 个指示子信息的取值依次递增。4 个指示子信息按照从下到大的顺序依次插入第一开销区的第 1 行至第 4 行或第二开销区的第 1 行至第 4 行。作为一个示例，如图 15 所示，4 个指示子信息依次插入第一开销区中第 1 行至第 4 行的第 14 列。具体地，指示信息可以采用复帧指示的方式，每个指示子信息包括 6 个比特。其中，每个传输帧中 4 个指示子信息的高 4 比特相同，每个传

传输帧中 4 个指示子信息的低 2 比特依次递增。例如，指示子信息 1 的取值为 xxxx00，指示子信息 2 的取值为 xxxx01，指示子信息 3 的取值为 xxxx10，指示子信息 4 的取值为 xxxx11。在此基础上，指示子信息的高 4 比特基于传输帧进行递增。例如，第 1 个传输帧中指示子信息的高 4 比特取值为 0，第 2 个传输帧中指示子信息的高 4 比特取值为 1，…，第 11 个传输帧中指示子信息的高 4 比特取值为 11。因此，指示信息共有 44 个取值。

作为一个示例，下面的表 1 和表 2 给出了指示子信息的高 4 比特取值与码块 i 的起始位置的对应关系。其中，表 1 中码块 i 为当前传输帧中第 4 行的第 1 个完整码块，表 2 中码块 i 为下一个传输帧中第 1 行的第 1 个完整码块。例如表 1 所示，当前传输帧中指示子信息的高 4 比特取值为 0 时，码块 i 的起始位置为当前传输帧中第 4 行的第 31 比特。例如表 2 所示，当前传输帧中指示子信息的高 4 比特取值为 0 时，码块 i 的起始位置为下一个传输帧中第 1 行的第 1 比特。

表 1

当前传输帧的指示子信息中高 4 比特取值	码块 i 在当前传输帧的第一净荷区中的起始位置
0	31
1	61
2	25
3	55
4	19
5	49
6	13
7	43
8	7
9	37
10	1

表 2

当前传输帧的指示子信息中高 4 比特取值	码块 i 在下一个传输帧的第一净荷区中的起始位置
0	1
1	31
2	61
3	25
4	55
5	19
6	49
7	13
8	43
9	7
10	37

图 16 为本申请实施例中传输帧的第九种结构示意图。如图 16 所示，指示信息插入在第二净荷区，该指示信息也可以称之为“固定填充”。其中，第一净荷区和第二净荷区承载的码块数量为整数。以图 16 为例，第一净荷区和第二净荷区承载了 1838 个 66b 码块。第二净荷区尾部还剩余 36 个比特可用于插入指示信息，例如，该指示信息可以是全 0 或全 1。需要说明的是，由于第一净荷区和第二净荷区承载了整数个码块，且第二净荷区插入了固定比特的指示信息，因此，在确定了帧边界的基础上再结合指示信息的插入位置即可间接确定码块的位置。

在一种可能的实施方式中，如图 16 所示，第二净荷区还承载有校验信息。例如，校验信息具体可以是循环冗余校验-32（Cyclic Redundancy Check，CRC-32）。通过对第一净荷区和第二净荷区承载的码块进行校验可以得到占用 32 个比特的 CRC-32。因此，在位于第二净荷区尾部的 CRC-32 旁边还可以插入 4 个比特的指示信息。

通过上面图 11 所示实施例的介绍可知，本申请提供了一种新的传输帧结构，该传输帧从起始位置开始依次包括第一开销区、第一净荷区、第二开销区和第二净荷区。相当于扩展了开销区，加快了开销信息的传递速率，有利于提升性能。并且，在传输帧中插入了指示信息，通过指示信息即可确定传输帧中码块的位置。便于对传输帧进行解映射时可以快速识别码块的位置，避免了码块同步的复杂处理。

基于上述图 11 所示实施例，本申请还提供了一种传输帧的解映射方法。该传输帧的解映射方法与图 9 所示实施例的方法步骤类似。具体地，先接收来自发送端的传输帧。其中，传输帧的结构可以参考图 11 所示实施例中的相关介绍，此处不再赘述。进而，对传输帧中的码块进行解映射得到码块流。应理解，对传输帧进行解映射是图 11 所示实施例中对码块流进行映射的逆操作，此处不再赘述。

图 17 为一种可能的发送设备的结构示意图。如图 17 所示，该发送设备包括处理器 1101 和收发器 1102。具体地，处理器 1101 用于执行图 2 所示实施例中的步骤 201-步骤 203。收发器 1102 用于执行图 2 所示实施例中的步骤 204。或者，处理器 1101 用于执行图 11 所示实施例中的步骤 301-步骤 302。收发器 1102 用于执行图 11 所示实施例中的步骤 303。

图 18 为一种可能的接收设备的结构示意图。如图 18 所示，该接收设备包括处理器 1201 和收发器 1202。具体地，收发器 1202 用于执行图 9 所示实施例中的步骤 901。处理器 1201 用于执行图 9 所示实施例中的步骤 902。

本申请实施例还提供一种数字处理芯片。该数字处理芯片中集成了用于实现上述处理器 1101 或处理器 1201 的功能的电路和一个或者多个接口。当该数字处理芯片中集成了存储器时，该数字处理芯片可以完成前述实施例中的任一个或多个实施例的方法步骤。当该数字处理芯片中未集成存储器时，可以通过接口与外置的存储器连接。该数字处理芯片根据外置的存储器中存储的程序代码来实现上述实施例中光传输设备执行的动作。

最后应说明的是：以上所述，仅为本申请的具体实施方式，但本申请的保护范围并不局限于此，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，可轻易想到变化或替换，都应涵盖在本申请的保护范围之内。因此，本申请的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

权 利 要 求 书

1. 一种传输帧的映射方法，其特征在于，包括：
获取多个第一码块流，所述多个第一码块流属于同一业务，所述多个第一码块流的每一个包括多个码块；
- 5 对所述多个第一码块流基于码块进行间插，以得到一个第二码块流；
 将所述第二码块流映射到传输帧中，并将指示信息插入所述传输帧中，所述指示信息具有固定的比特数量，所述传输帧承载的码块的数量为整数；
 发送所述传输帧。
2. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述第一码块流中码块的大小为 257 比特。
- 10 3. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法，其特征在于，将所述指示信息插入所述传输帧中包括：
 将所述指示信息插入所述传输帧的净荷区中，所述净荷区承载的码块的数量为整数。
4. 根据权利要求 3 所述的方法，其特征在于，所述传输帧为 OPU 帧，所述指示信息的大小为 38 比特，所述净荷区承载 474 个大小为 257 比特的码块。
5. 根据权利要求 1 至 4 任一项所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：
- 15 对所述传输帧中的码块进行校验得到校验信息，并将所述校验信息插入所述净荷区。
6. 根据权利要求 5 所述的方法，其特征在于，
 所述对所述传输帧中的码块进行校验得到校验信息包括：
 对所述净荷区中承载的码块进行校验得到 32 个比特的 CRC-32。
7. 根据权利要求 1 至 6 中任一项所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：
- 20 对所述多个第一码块流进行同步处理。
8. 根据权利要求 1 至 7 中任一项所述的方法，其特征在于，将所述第二码块流映射到传输帧中包括：
 采用比特同步映射规程 BMP 将所述第二码块流映射到传输帧中。
9. 根据权利要求 1 至 8 中任一项所述的方法，其特征在于，所述业务的速率为 800GE 或 1.6TE。
10. 一种传输帧的映射方法，其特征在于，包括：
- 25 获取码块流，所述码块流包括多个码块；
 将所述码块流映射到传输帧中，并将指示信息插入所述传输帧中，所述指示信息用于确定所述码块流在所述传输帧的码块起始位置，所述传输帧依次包括第一开销区、第一净荷区、第二开销区和第二净荷区；
 发送所述传输帧。
- 30 11. 根据权利要求 10 所述的方法，其特征在于，所述码块流中码块的大小为 66 比特或 257 比特。
12. 根据权利要求 11 所述的方法，其特征在于，所述码块起始位置为所述第一净荷区中第一行的第一个 66 比特码块的位置。
13. 根据权利要求 10 至 12 任一项所述的方法，其特征在于，所述传输帧以 N 个子帧为一组，所述指示信息有 N 个值，所述 N 个值分别用于指示所述 N 个子帧中的码块起始位置，所述 N 为大于 0 的整数。
- 35 14. 根据权利要求 10 至 12 任一项所述的方法，其特征在于，所述传输帧包括第一组传输帧和第二组传输帧，所述第一组传输帧和所述第二组传输帧均包括 N 个子帧，所述第一组传输帧中的第 i 个子帧的码块起始位置与所述第二组传输帧中的第 i 个子帧的码块起始位置相同，所述 N、i 均为大于 0 的整数。
15. 根据权利要求 13 或 14 所述的方法，其特征在于，所述 N 为 11。
- 40 16. 根据权利要求 13 至 15 任一项所述的方法，其特征在于，所述指示信息的 N 个值依次递增。
17. 根据权利要求 10 至 16 任一项所述的方法，其特征在于，所述指示信息为开销复帧指示器 OMFI。
18. 根据权利要求 10 至 17 任一项所述的方法，其特征在于，所述传输帧包括 4 行 3824 列个字节，所述传输帧中第 1 列至第 16 列为所述第一开销区，所述传输帧中第 17 列至第 1904 列为所述第一净荷区，所述传输帧中第 1905 列至第 1920 列为所述第二开销区，所述传输帧中第 1921 列至第 3824 列为所述第二净荷区。
- 45 所述第二净荷区。

19. 根据权利要求 10 至 18 中任一项所述的方法, 其特征在于, 将指示信息插入所述传输帧中包括:
将所述指示信息插入所述第一开销区和/或所述第二开销区。
20. 根据权利要求 19 所述的方法, 其特征在于, 将所述指示信息插入所述第一开销区包括:
将所述指示信息插入所述第一开销区中第 16 列。
- 5 21. 根据权利要求 10 至 20 中任一项所述的方法, 其特征在于, 将指示信息插入所述传输帧中包括:
所述第一净荷区和所述第二净荷区承载的码块的数量为整数。
22. 一种传输帧的解映射方法, 其特征在于, 包括:
接收传输帧, 所述传输帧中承载有第二码块流和指示信息, 所述指示信息具有固定的比特数量, 所
述传输帧承载的码块的数量为整数, 所述第二码块流由多个第一码块流基于码块进行间插得到, 所述多
10 个第一码块流属于同一业务, 所述多个第一码块流的每一个包括多个码块;
对所述传输帧中的码块进行解映射得到所述第二码块流。
23. 根据权利要求 22 所述的方法, 其特征在于, 所述方法还包括:
对所述第二码块流进行分发得到所述多个第一码块流。
24. 一种传输帧的解映射方法, 其特征在于, 包括:
- 15 接收传输帧, 所述传输帧中承载有码块流和指示信息, 所述码块流包括多个码块, 所述指示信息用
于确定所述码块流在所述传输帧的码块起始位置, 所述传输帧依次包括第一开销区、第一净荷区、第二
开销区和第二净荷区;
根据所述指示信息对所述传输帧中的码块进行解映射得到所述码块流。
25. 一种发送设备, 其特征在于, 包括: 处理器和收发器, 所述处理器用于控制所述收发器进行信
20 号收发, 所述处理器用于执行如权利要求 1 至 9 中任一项所述的方法。
26. 一种接收设备, 其特征在于, 包括: 处理器和收发器, 所述处理器用于控制所述收发器进行信
号收发, 所述处理器用于执行如权利要求 1 至 9 中任一项所述的方法。
27. 一种发送设备, 其特征在于, 包括: 处理器和收发器, 所述处理器用于控制所述收发器进行信
号收发, 所述处理器用于执行如权利要求 10 至 21 中任一项所述的方法。
- 25 28. 一种接收设备, 其特征在于, 包括: 处理器和收发器, 所述处理器用于控制所述收发器进行信
号收发, 所述处理器用于执行如权利要求 10 至 21 中任一项所述的方法。
29. 一种数字处理芯片, 其特征在于, 所述芯片包括处理器和存储器, 所述存储器和所述处理器通
过线路互相连接, 所述存储器中存储有指令, 所述处理器用于执行如权利要求 1 至 9 中任一项所述的方
法。
- 30 30. 一种数字处理芯片, 其特征在于, 所述芯片包括处理器和存储器, 所述存储器和所述处理器通
过线路互相连接, 所述存储器中存储有指令, 所述处理器用于执行如权利要求 10 至 21 中任一项所述的
方法。