通信网络中的数据发送的方法和设备

技术领域

本申请涉及光通信技术领域，尤其涉及一种通信网络中的数据发送的方法和设备。

背景技术

无源光网络（passive opticaloptical network，PON）是一种采用点到多点拓扑结构的光接入技术，图1为一种PON系统的结构示意图。如图1所示，PON系统100包括光线路终端（Optical Line Termination，OLT）104、光分配网络（Optical Distribution Network，ODN）102、和光网络单元（Optical Network unit，ONU）或光网络终端（Optical Network Terminal，ONT）101。其中，OLT 104提供网络侧接口，OLT 104连接上层的网络侧设备（如交换机、路由器等），下层连接一个或者多个ODN 102。一般地，OLT 104通常位于中心机房（center office，CO），ONU/ONT 101位于用户家中或家附近。ONU提供用户侧接口，同时与ODN 102相连。如果ONU同时提供用户接口功能，如提供Ethernet用户接口或者传统电话业务（plain old telephone service，POTS）用户接口，则称为ONT。其中，ODN为无源分光器件，ODN分为三部分：无源光分路器（Splitter）102-2、主干光纤106和分支光纤107。在PON系统中，ODN 102把一路光纤分成多路，ONU/ONT共享带宽。从OLT 104到ONU/ONT 101方向的传输称为下行，从ONU/ONT 101到OLT 104方向的传输称为上行传输。上行业务传输采用时分复用（time division multiplexing，TDM）方式实现接入，其原理是将上行传输时间分为若干时隙Ti (i=1,2,3,……32,……)，在每个时隙内只安排一个ONU/ONT 101将数据以分组的方式向OLT 104发送，各ONU/ONT 101按OLT 104规定的顺序依次发送。TDM要求OLT 104测定与各ONU/ONT 101的距离后对各ONU/ONT 101进行严格的发送定时，各ONU/ONT 101从OLT 104设备发送的下行信号中获取定时信息，并在OLT 104规定的时隙内发送上行分组数据，从而避免各ONU/ONT 101之间产生冲突。即每个ONU/ONT 101只能在OLT 104分配的时隙上发送自身的上行数据。下行业务传输采用广播的方式发送给各ONU/ONT 101业务数据。ODN 102将OLT 104下行的数据传输到各个ONU/ONT 101，同时将多个ONU/ONT 101的上行数据汇总传输到OLT 104。

光传送网络（Optical transport network，OTN）作为下一代传送网的核心技术，包括电层和光层的技术规范，具备丰富的操作管理维护（Operation Administration Maintenance，OAM）、强大的串联连接监视（Tandem Connection Monitoring，TCM）能力和带外前向错误纠正（Forward Error Correction，FEC）能力，能够实现大容量业务的灵活调度和管理，日益成为骨干传送网的主流技术。

现有基于OTN技术演进的小颗粒管道技术有光业务单元（optical service unit，OSU）技术和小颗粒OTN（fine-grain Optical Transport Network，fgOTN）两种，这两种技术能够提供更细的时隙颗粒度、更简洁的带宽无损调整机制，并支持2M至10Gbps速率客户业务的高效承载。因此，实现小颗粒管道技术下沉到PON具有重大意义。

发明内容

本申请提供一种通信网络中的数据发送的方法和设备，能够实现OTN帧在PON系统中的传输，从而达到降低时延，提升系统性能的目的。

第一方面，本申请实施例提供一种处理业务信号的方法。该方法可以由发送节点或者由发送节点的部件（如芯片或芯片系统等）执行，本申请对此不作限定。该方法包括：将业务数据映射到光传送网络OTN帧中；将所述OTN帧映射到第一传输帧中，所述第一传输帧包括m个X字节，m满足：$m=\lceil R1/R2\rceil+1$，其中，R1为所述OTN帧的速率，R2为所述X字节对应的速率，所述第一传输帧的速率为m*R2，$\lceil\ \rceil$表示向上取整；发送所述第一传输帧，X为大于1的整数。

基于上述方案，本申请提供的第一传输帧的结构可以随映射的OTN帧的速率进行调整，增强了第一传输帧结构设计的灵活性，确保分配对应的固定带宽进行传输。当本申请的方案应用于PON系统时，可以实现PON系统和OTN系统的互联互通或集成。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，X 为 16，对应的速率为 8.192Mbit/s。

在一些实施例中，第一传输帧也可以用 m 个 Y 比特表示，其中 Y 比特不一定恰好对应整数个字节。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，所述将所述 OTN 帧映射到第一传输帧中，包括：

将所述 OTN 帧映射到所述第一传输帧的净荷区的（m-1）个所述 X 字节，所述 OTN 帧的映射粒度为所述 X 字节。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，所述第一传输帧的净荷区还包括所述 OTN 帧映射到所述（m-1）个所述 X 字节时生成的开销，所述第一传输帧的帧头与所述开销共同占用 1 个所述 X 字节。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，所述开销包括所述第一传输帧承载的所述 OTN 帧的数据量 Cm。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，所述开销还包括所述第一传输帧的序列号 SQ。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，所述将所述 OTN 帧映射到第一传输帧，包括：将所述 OTN 帧映射到中间帧的净荷区的（m-1）个所述 X 字节，所述 OTN 帧的映射粒度为所述 X 字节，所述 OTN 帧映射到所述（m-1）个所述 X 字节时生成的开销承载在所述中间帧的开销区中；将所述中间帧映射到所述第一传输帧的净荷区，所述中间帧的映射粒度为所述 X 字节，所述第一传输帧的净荷区的（m-1）个所述 X 字节用于承载所述中间帧的净荷，所述第一传输帧的帧头与所述开销共同占用 1 个所述 X 字节。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，所述开销包括所述中间帧承载的所述 OTN 帧的数据量 Cm。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，所述开销还包括所述中间帧的序列号 SQ。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，所述发送所述第一传输帧包括：将所述第一传输帧映射到第二传输帧中；在发送时长内周期性发送所述第二传输帧，所述第二传输帧的发送周期包括 n 个时隙，所述 n 个时隙的每个时隙占用的字节数为所述 X 字节，所述第一传输帧承载在所述 n 个时隙中连续的 m 个时隙上，n 和 m 为大于 1 的整数。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，所述发送时长为 125μs，所述发送时长内包括 8 个发送周期，所述每个发送周期为 15.625μs。

基于上述方案，本申请的方案应用于 PON 系统或集成 OTN 系统的上行传输时，能够提供更小的发送周期，从而能够达到降低时延和降低时延抖动的目的。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，所述发送所述第一传输帧包括：将所述第一传输帧映射到第三传输帧中；发送所述第三传输帧，所述第三传输帧的净荷区包括多个发送周期，所述多个发送周期的每个发送周期包括 n 个时隙，所述 n 个时隙的每个时隙占用的字节数为所述 X 字节，所述第一传输帧承载在所述 n 个时隙中连续的 m 个时隙上，n 和 m 为大于 1 的整数。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，所述第三传输帧的发送时长为 125μs，所述第三传输帧的净荷区包括 8 个发送周期，所述每个发送周期为 15.625μs。

基于上述方案，本申请的方案应用于 PON 系统的下行传输时，能够提供更为精细的发送周期，从而能够达到降低时延和传输抖动的目的。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，所述 OTN 帧为细粒度灵活光数据单元 fgODUflex 帧。

通过上述方案，可以实现 OTN 帧在 PON 系统中的传输，由于 fgODU 帧具备能够提供小颗粒业务的硬管道传输能力，因此，本申请的方案能够使得 PON 系统具备端到端的 TDM 硬管道能力，实现了 OTN 帧在 PON 系统中的传输。

第二方面，本申请实施例提供一种处理业务信号的方法。该方法可以由接收节点或者由接收节点的部件（如芯片或芯片系统等）执行，本申请对此不作限定。该方法包括：接收第一传输帧，所述第一传输帧包括 m 个 X 字节，m 满足：$m=\lceil R1/R2 \rceil+1$，其中，R1 为光传送网络 OTN 帧的速率，R2 为所述 X 字节对应的速率，所述第一传输帧的速率为 m*R2，$\lceil\ \rceil$ 表示向上取整；从所述第一传输帧中解映射出所述 OTN 帧；从所述 OTN 帧中解映射出业务数据，X 为大于 1 的整数。

结合第二方面，在第二方面的某些实现方式中，X 为 16，对应的速率为 8.192Mbit/s。

结合第二方面，在第二方面的某些实现方式中，所述从所述第一传输帧中解映射出所述 OTN 帧，包括：从所述第一传输帧的净荷区的（m-1）个所述 X 字节中，以所述 X 字节解映射出所述 OTN 帧。

结合第二方面，在第二方面的某些实现方式中，所述第一传输帧的净荷区还包括所述 OTN 帧映射到

所述（m-1）个所述 X 字节时生成的开销，所述第一传输帧的帧头与所述开销共同占用 1 个所述 X 字节。

结合第二方面，在第二方面的某些实现方式中，所述开销包括所述第一传输帧承载的所述 OTN 帧的数据量 Cm。

结合第二方面，在第二方面的某些实现方式中，所述开销还包括所述第一传输帧的序列号 SQ。

结合第二方面，在第二方面的某些实现方式中，所述从所述第一传输帧中解映射出所述 OTN 帧，包括：从所述第一传输帧中，以所述 X 字节解映射出中间帧，所述第一传输帧的净荷区的（m-1）个所述 X 字节用于承载所述中间帧的净荷；从所述中间帧的净荷区的（m-1）个所述 X 字节中，以所述 X 字节解映射出所述 OTN 帧，其中，所述 OTN 帧映射到所述中间帧时生成的开销承载在所述中间帧的开销区中，所述第一传输帧的帧头与所述开销共同占用 1 个所述 X 字节。

结合第二方面，在第二方面的某些实现方式中，所述开销包括所述中间帧承载的所述 OTN 帧的数据量 Cm。

结合第二方面，在第二方面的某些实现方式中，所述开销还包括所述中间帧的序列号 SQ。

结合第二方面，在第二方面的某些实现方式中，所述接收所述第一传输帧包括：

在接收时长内周期性接收第二传输帧，所述第二传输帧的接收周期包括 n 个时隙，所述 n 个时隙的每个时隙占用的字节数为所述 X 字节，所述第一传输帧承载在所述 n 个时隙中连续的 m 个时隙上，n 和 m 为大于 1 的整数；从所述第二传输帧中解映射出所述第一传输帧。

结合第二方面，在第二方面的某些实现方式中，所述接收时长为 125μs，所述接收时长内包括 8 个接收周期，所述每个接收周期为 15.625μs。

结合第二方面，在第二方面的某些实现方式中，所述接收所述第一传输帧包括：接收第三传输帧，所述第三传输帧的净荷区包括多个接收周期，所述多个接收周期的每个接收周期包括 n 个时隙，所述 n 个时隙的每个时隙占用的字节数为所述 X 字节，所述第一传输帧承载在所述 n 个时隙中连续的 m 个时隙上，n 和 m 为大于 1 的整数；从所述第三传输帧中解映射出所述第一传输帧。

结合第二方面，在第二方面的某些实现方式中，所述第三传输帧的接收时长为 125μs，所述第三传输帧的净荷区包括 8 个接收周期，所述每个接收周期为 15.625μs。

结合第二方面，在第二方面的某些实现方式中，所述 OTN 帧为细粒度灵活光数据单元 fgODUflex 帧

第三方面，本申请实施例提供了一种处理业务信号的装置。该装置用于执行上述第一方面提供的方法。具体地，该处理业务信号的装置可以包括用于执行第一方面或第一方面的上述任意一种实现方式提供的方法的单元和/或模块，如处理模块和收发模块。

在一种实现方式中，该处理业务信号的装置可以包括用于执行第一方面或第一方面的上述任意一种实现方式提供的方法的单元和/或模块，为发送设备或者发送节点。收发模块可以是收发器，或，输入/输出接口。处理模块可以是至少一个处理器。可选地，收发器可以为收发电路。可选地，输入/输出接口可以为输入/输出电路。

在另一种实现方式中，该处理业务信号的装置为发送设备或者发送节点中的芯片、芯片系统或电路。收发模块可以是该芯片、芯片系统或电路上的输入/输出接口、接口电路、输出电路、输入电路、管脚或相关电路等。处理模块可以是至少一个处理器、处理电路或逻辑电路等。

第四方面，本申请实施例提供一种处理业务信号的装置。该装置用于执行上述第二方面提供的方法。具体地，该处理业务信号的装置可以包括用于执行第二方面提供的方法的单元和/或模块，如处理模块和收发模块。

在一种实现方式中，该处理业务信号的装置为接收设备或者接收节点。收发可以是收发器，或，输入/输出接口。处理模块可以是至少一个处理器。可选地，收发器可以为收发电路。可选地，输入/输出接口可以为输入/输出电路。

在另一种实现方式中，该处理业务信号的装置为接收设备或者接收节点中的芯片、芯片系统或电路。收发模块可以是该芯片、芯片系统或电路上的输入/输出接口、接口电路、输出电路、输入电路、管脚或相关电路等。处理模块可以是至少一个处理器、处理电路或逻辑电路等。

第五方面，本申请实施例提供一种处理器，用于执行上述各方面提供的方法。

对于处理器所涉及的发送和获取/接收等操作，如果没有特殊说明，或者，如果未与其在相关描述中的实际作用或者内在逻辑相抵触，则可以理解为处理器输出和接收、输入等操作，也可以理解为由射频电路和天线所进行的发送和接收操作，本申请对此不做限定。

第六方面，本申请实施例提供了一种计算机可读存储介质。该计算机可读存储介质存储用于设备执行的程序代码，该程序代码包括用于执行上述第一方面或第二方面的任意一种实现方式提供的方法。

第七方面，本申请实施例提供一种包含指令的计算机程序产品。当该计算机程序产品在计算机上运行时，使得计算机执行上述第一方面或第二方面的任意一种实现方式提供的方法。

第八方面，本申请实施例提供一种芯片，芯片包括处理器与通信接口，处理器通过通信接口读取存储器上存储的指令，执行上述第一方面或第二方面的任意一种实现方式提供的方法。

可选地，作为一种实现方式，芯片还包括存储器，存储器中存储有计算机程序或指令，处理器用于执行存储器上存储的计算机程序或指令，当计算机程序或指令被执行时，处理器用于执行上述第一方面或第二方面的任意一种实现方式提供的方法。

第九方面，本申请实施例提供一种网络设备，网络设备包括：处理器和输入输出接口，用于执行上述第一方面或第二方面的任意一种实现方式提供的方法，其中，所述输入输出接口，用于收发所述 OTN 帧和所述第一传输帧，所述处理器，用于对所述 OTN 帧和所述第一传输帧进行处理。

第十方面，本申请实施例提供一种光模块，光模块包括：信号处理器和光发射组件，其中，所述信号处理器，执行上述第一方面的任意一种实现方式提供的方法；所述光发射组件，用于将第一传输帧转换为光信号，并发送所述光信号。

第十一方面，本申请实施例提供一种光模块，光模块包括：信号处理器和光发射组件，其中，所述光发射组件，用于接收光信号，并将所述光信号转换为所述第一传输帧；所述信号处理器，用于执行上述第二方面的任意一种实现方式提供的方法。

第十二方面，本申请实施例提供一种通信系统，包括上述至少一个第三方面和第四方面所述的处理业务信号的装置。

第十三方面，本申请实施例提供一种通信网络中的数据发送方法，该方法包括：将第一数据帧映射到第一传输帧，所述第一传输帧的长度与所述第一数据帧的速率相关，所述第一数据帧的速率在 10 Mbit/s 到 1250 Mbit/s 之间；发送所述第一传输帧。

一种可能的实现方式中，所述第一传输帧的长度还与所述通信网络的传输周期相关。

一种可能的实现方式中，所述通信网络的传输周期为 15.625μs。该通信网络可以为 PON 网络，例如 GPON、10G PON、50G PON 或者 200G PON 等。

一种可能的实现方式中，所述第一数据帧具有 p 个速率等级，所述速率等级大于 1 时，所述第一数据帧的速率越大，所述第一传输帧的长度越长。

一种可能的实现方式中，所述第一传输帧的长度包括 q 个 16 字节，所述 q= $ceiling\left(\frac{R_{fgODU(p)}}{8.192}\right)+1$，或者 q= $ceiling\left(\frac{R_{fgODU(p)}\pm 20ppm}{8.192}\right)+1$，$ceiling$表示向上取整，$R_{fgODU(p)}$表示所述第一数据帧的速率。

一种可能的实现方式中，所述将第一数据帧映射到第一传输帧，包括：将所述第一数据帧映射到中间帧，所述中间帧的长度与所述第一数据帧的速率相关；将所述中间帧映射到所述第一传输帧。

一种可能的实现方式中，所述第一数据帧为细粒度灵活光数据单元 fgODUflex 帧，所述第一传输帧为无源光网络 PON 帧。例如，该 PON 帧为 GEM 帧，可以是 GPON、10G PON、50G PON 等网络中使用的 GEM 帧。

上述第二方面至第十三方面带来的有益效果具体可以参考第一方面中有益效果的描述，此处不再赘述。

附图说明

图 1 为一种 PON 系统的结构示意图。

图 2 为本申请实施例提供的一种 PON 系统的架构示意图。

图 3 为适用于本申请实施例的一种可能的网络设备 300 的硬件结构示意图。

图 4 为本申请实施例提供的一种处理业务信号的方法的示意性流程图。

图 5 为本申请实施例提供的 OTN 帧映射到第一传输帧的实现方式示意图。

图 6 为适用于本申请实施例的四种不同 JCOH 的结构示意图。

图 7 为本申请实施例提供的在 PON 系统中的上行方向上处理业务信号的方法示意图。

图 8 为本申请实施例提供的另一种处理业务信号的方法的示意性流程图。

图 9 为本申请实施例提供的在 PON 系统中的下行方向上处理业务信号的方法示意图。

图 10 为本申请实施例提供的一种处理业务信号的装置 1000 的示意性框图。

图 11 为本申请实施例提供的一种可能的处理业务信号的设备的结构示意图。

图 12 为本申请实施例提供一种芯片系统 1200 的示意图。

图 13 为本申请提供的一种系统 13 的结构示意图。

具体实施方式

下面将结合附图，对本申请中的技术方案进行描述。

为了便于理解本申请实施例，作出以下说明。

第一、在下文示出的本申请实施例中的文字说明或者附图中的术语，“第一”、“第二”等以及各种数字编号仅为描述方便进行的区分，并不用来限制本申请实施例的范围。例如，区分不同的传输帧等。

第二、下文示出的本申请实施例中的术语“包括”和“具有”以及它们的任何变形，意图在于覆盖不排他的包含，例如，包含了一系列单元的系统、产品或设备不必限于清楚地列出的那些单元，而是可以包括没有清楚地列出的或对于这些产品或设备固有的其他单元。

第三、在本申请实施例中，“示例性地”或者“例如”等词用于表示例子、例证或说明，被描述为“示例性地”或者“例如”的实施例或设计方案不应被解释为比其它实施例或设计方案更优选或更具优势。使用“示例性地”或者“例如”等词旨在以具体方式呈现相关概念，便于理解。

第四、除非另外限定，否则本申请中使用的所有用语（包括技术用语和科学用语）均具有与本申请所属领域普通技术人员通常理解的相同的含义。

第五、本申请实施例是以细粒度灵活光数据单元（fine-grain flexible optical data unit，fgODUflex）映射到 10 吉比特无源光网络（XGSPON）封装模式（XGSPON encapsulation mode，XGEM）中进行说明的，但本申请的方案并不限定于此，其中，fgODUflex 帧也可以称为 fgODU 或者 fgODU 帧。本申请提供的处理业务信号的方法还可以应用于 25GPON、50GPON 以及超 50GPON 等 PON 系统中。本申请提供的处理业务信号的方法可以扩展应用于其他小颗粒协议的帧结构，例如 OSU（也可以称为 OSU 帧、OSU 数据帧，或者灵活光业务单元（flexible optical service unit，OSUflex）等），实现 OSU over PON 系统。

第六、在本申请中，“发送”和“接收”，表示信号传递的走向。例如，“接收来自 YY 的信息”可以理解为该信息的源端是 YY，可以包括通过通信接口直接从 YY 接收，也可以包括通过通信接口从其他单元或模块间接地从 YY 接收。“发送”也可以理解为芯片接口的“输出”，“接收”也可以理解为芯片接口的“输入”。换言之，发送和接收可以是在设备之间进行的，例如，OLT 设备和 ONU 设备之间进行的，也可以是在设备内进行的，例如，通过总线、走线或接口在设备内的部件之间、模组之间、芯片之间、软件模块或者硬件模块之间发送或接收。

第七、在本申请文件提供的方案中，光网络单元和光网络终端之间可以互换。

第八、本申请的技术方案应用于 PON 系统中，尤其可以用于具有代表性的吉比特无源光网络（Gigabit Passive Optical Network，GPON）和以太网无源光网络 （Ethernet Passive Optical Network，EPON），XG(S)-PON （10G（symmetric）Passive Optical Network）， 10G EPON （10G Ethernet Passive Optical Network），25G EPON、 40G EPON、 50G EPON、100G EPON。其中，XG(S)-PON、10G EPON、25G EPON、 40G EPON、50G EPON、100G EPON 可以统称为 10G PON，也可称为 XGPON。需要说明的是，本申请提供的方案不局限于 PON 系统，即本申请的方案能够应用于点到多点的光网络中，在本文的示例性说明中，仅是以 PON 网络为例进行说明的。

第九、在本申请文件提供的方案中，发送节点可以称为发送端节点、发送设备或者发送端设备等，类似地，接收节点可以称为接收端节点、接收设备或者接收端设备等。此外，在上行传输中，发送节点还可以称为终端节点，表示点到多点网络中的分支末端节点。接收节点还可以称为局端节点，表示为点到多点网络中的汇聚端节点。反之，在下行传输中，发送节点还可以称为局端节点，表示为点到多点网络中的汇聚端节点。接收节点还可以称为终端节点，表示点到多点网络中的分支末端节点。

当前 fgODUflex 已经完成标准定义，能够支持小颗粒业务的端到端的传输。然而在点到多点（Point to Multi-Point，P2MP）的场景中，需要在分发节点处进行 fgODUflex 电调度，并通过不同方向的光模块进行 fgODUflex 的发送，带来过高的成本。本申请提供一种业务信号处理方法及设备，将 fgODUflex 和 PON 系统进行结合，在 PON 系统中基于 ODN 的 P2MP 的树形网络结构，利用 PON 已有光分发网络实现

fgODUflex 在 P2MP 场景中的应用。本申请的方案能够将电分发转向光分发，实现节约大量光纤以及光模块的目的，从而达到降低成本的效果。

下面结合附图详细说明本申请的技术方案。

图 2 为本申请实施例提供的一种 PON 系统的架构示意图。如图 2 所示，多个 ONU 210（图中仅示出一个）通过分光器 220 和 OLT 230 进行通信。ONU 210 可以包括 OTN Framer（成帧器）216，ONU 媒体接入控制（media access control，MAC）211，ONU 光物理层（physical layer，PHY）212，激光器 213 和光电探测器 214。在发送方向，OTN Framer 216 将 OTN 信号映射（或封装）到 PON 信号（例如 GEM 或 GTC）。例如，在本申请中， OTN Framer 216 将 OTN 帧映射到第一传输帧中，其中，第一传输帧为 PON 帧，即 PON 信号。在本申请的一些场景中，OTN Framer 216 还可以将第一传输帧映射到第二传输帧中，其中，第二传输帧为 PON 帧。或者，在本申请的一些场景中，将第一传输帧映射到第二传输帧由 ONU MAC 211 实现。ONU MAC 211 可以向 ONU 光 PHY 212 发送业务数据。ONU 光 PHY 212 又称为激光器 213 的驱动器，用于根据 ONU MAC 211 的指令驱动激光器产生光信号。激光器 213 在 ONU 光 PHY 212 的控制下将业务数据调制到光信号中，并将携带业务数据的上行光信号通过光纤发送给 OLT 230。在接收方向，光电探测器 214 接收到来自 OLT 230 的下行光信号，并将下行光信号转换为电信号。ONU 光 PHY 212 对电信号进行透传，ONU MAC 211 对电信号进行解析，得到 PON 信号。OTN Framer 216 将 PON 信号解映射为 OTN 信号。例如，在本申请中， OTN Framer 216 从第一传输帧中解映射出 OTN 帧。此外，在本申请的一些场景中，OTN Framer 216 还可以从第二传输帧中解映射出第一传输帧。或者，在本申请的一些场景中，从第二传输帧中解映射出第一传输帧由 ONU MAC 211 实现。ONU 210 还可以包括波分复用器 215，用于将激光器 213 产生的上行光信号发送到光纤中，以及将从光纤中接收的下行光信号发送给光电探测器 214。

OLT 230 可以包括 OTN Framer 237，OLT MAC 231，信号处理模块 232，OLT 光 PHY 233，光电探测器 234 和激光器 235。在接收方向，光电探测器 234 接收来自 ONU 210 的上行光信号，将上行光信号转换为电信号。该电信号可以为模拟电信号，或者数字电信号。信号处理模块 232 可以采用模拟器件（如放大器）实现或数字器件（如数字信号处理器）实现，因此，信号处理模块 232 可以进行模拟相关处理或者数字电信号进行处理。OLT MAC 231 对经过信号处理模块 232 的电信号进行解析，得到 PON 信号。OTN Framer 237 将 PON 信号解映射为 OTN 信号。例如，在本申请中， OTN Framer 237 从第一传输帧中解映射出 OTN 帧。此外，在本申请的一些场景中，OTN Framer 237 还可以从第二传输帧中解映射出第一传输帧。或者，在本申请的一些场景中，从第二传输帧中解映射出第一传输帧由 OLT MAC 231 实现。在发送方向，OTN Framer 237 将 OTN 信号映射（或封装）到 PON 信号（例如 GEM 或 GTC）。例如，在本申请中， OTN Framer 237 将 OTN 帧映射到第一传输帧中。在本申请的一些场景中，OTN Framer 237 还可以将第一传输帧映射到第二传输帧中。或者，在本申请的一些场景中，将第一传输帧映射到第二传输帧由 OLT MAC 231 实现。OLT MAC 231 产生业务数据，信号处理模块 232 对业务数据进行模拟或数字相关处理。激光器 235 在 OLT 光 PHY 233 的控制下将业务数据调制到光信号中，并将携带业务数据的下行光信号通过光纤发送给 ONU 210。OLT 230 还可以包括波分复用器 236，用于将激光器 235 产生的下行光信号发送到光纤中，以及将从光纤中接收的上行光信号发送给光电探测器 234。

图 3 为适用于本申请实施例的一种可能的网络设备 300 的硬件结构示意图，具体地，为 OTN 设备。该图 3 所示的网络设备可以与 PON 系统中的 OLT 设备进行通信。OLT 设备可以将 ONU 设备的报文发送给网络设备 300，并经过对端的另一个网络设备发送到对端的 ONU 上。OLT 设备还可以接收网络设备 300 发送的报文，并将接收到的报文通过 ODN 网络发送给 ONU 设备。OTN 可以作为 PON 的承载网络，用于提升 PON 业务的传输距离或者提供更好的业务保护。具体地，网络设备 300 包括支路板 301、交叉板 302、线路板 303、光层处理单板（图中未示出）以及系统控制和通信类单板 304。根据具体的需要，网络设备 300 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没有支路板 301。又如，作为边缘节点的网络设备有多个支路板 301，或者没有光交叉板 302。再如，只支持电层功能的网络设备 300 可能没有光层处理单板。

支路板 301、交叉板 302 和线路板 303 用于处理 OTN 的电层信号。其中，支路板 301 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 301 可以划分为客户侧光收发模块和信号处理器。其中，客户侧光收发模块也可以称为光收发器，用于接收和/或发送业务数据。信号处理器用于实现对业务数据

到数据帧的映射和解映射处理。交叉板 302 用于实现数据帧的交换，完成一种或多种类型的数据帧的交换。线路板 303 主要实现线路侧数据帧的处理。具体地，线路板 303 可以划分为线路侧光模块和信号处理器。其中，线路侧光模块可以称为光收发器，用于接收和/或发送数据帧。信号处理器用于实现对线路侧的数据帧的复用和解复用，或者映射和解映射处理。系统控制和通信类单板 304 用于实现系统控制。具体地，可以从不同的单板收集信息，或将控制指令发送到对应的单板上去。需要说明的是，除非特殊说明，具体的组件（例如信号处理器）可以是一个或多个，本申请不做限制。还需要说明的是，对设备包含的单板类型以及单板的功能设计和数量，本申请不做任何限制。需要说明的是，在具体的实现中，上述两个单板也可能设计为一个单板。此外，网络设备还可能包括用于备用的电源、用于散热的风扇等。

图 4 为本申请实施例提供的一种处理业务信号的方法的示意性流程图。其中，发送节点可以是终端节点，或者为终端节点的内部部件（如芯片或芯片系统等），代表 P2MP 系统中分支末端节点，例如 PON 系统中的 ONU 设备，或者为 ONU 设备的内部部件。接收节点可以是局端节点，或者为局端节点的内部部件（如芯片或芯片系统等），代表 P2MP 系统中的汇聚端节点，例如 PON 系统中的 OLT 设备。其中，发送节点可以称为发送端节点、发送端设备、发送设备等。同样地，接收节点可以称为接收端节点、接收端设备、接收设备等，本申请不做限定。

需要说明的是，图 4 所示的方法可以理解为上行方向上的数据传输，例如，发送节点为 ONU 设备，接收节点为 OLT 设备时，为 ONU 设备向 OLT 设备发送业务数据。

具体的，该方法包括如下多个步骤。

S401，发送节点将业务数据映射到 OTN 帧中。

S402，发送节点将 OTN 帧映射到第一传输帧中，该第一传输帧包括 m 个 X 字节，m 满足：$m=\lceil R1/R2\rceil+1$，其中，R1 为 OTN 帧的速率，R2 为 X 字节对应的速率，第一传输帧的速率为 m*R2，$\lceil\ \rceil$表示向上取整，X 为大于 1 的整数。

在本申请方案中，发送节点映射到 OTN 帧中的业务数据对应的业务可以为企业业务，例如银行，宽带运营商等，对业务传输有高品质要求（例如硬管道、硬隔离、固定低时延等）。其中，业务数据也可以称为业务信号、客户数据或者客户业务数据等，例如可以是以太业务信号，E1 业务信号，数据同步体系（Synchronous Digital Hierarchy，SDH）业务信号等。

可选地，在本申请方案中，OTN 帧可以为 fgODUflex 或者 OSU 等。

需要说明的是，fgODUflex 还可以称为 fgODUflex 帧、fgODUflex 数据帧、fgODUflex 信号等，类似地，OSU 还可以称为 OSU 帧、OSU 数据帧、OSU 信号等。需要说明的是，当用于说明承载业务数据的数据结构时，fgODUflex 或者 OSU 通常理解为“帧”，此时 fgODUflex 或者 OSU 可以分别称为 fgODUflex 帧或者 OSU 帧。当用于说明承载业务数据的载体或者用于说明业务数据的传输时，fgODUflex 或者 OSU 通常理解为“信号”，此时 fgODUflex 或者 OSU 可以分别称为 fgODUflex 信号或者 OSU 信号。在下文的说明中，本申请不对“帧”和“信号”作特别区分。

在本申请方案中，传输帧（包括第一传输帧和第二传输帧）是指传输层中的数据帧。应理解，OTN 帧用于承载业务数据，业务数据映射到 OTN 帧中后，OTN 帧还需要映射到传输层中。示例性地，在 fgODUflex over PON 系统中，用于承载业务数据的 OTN 帧为 fgODUflex，fgODUflex 完成业务数据映射后，fgODUflex 再一次映射至 GEM 帧中。需要说明的是，当本申请方案应用于 PON 系统中时，第一传输帧不限定为 GEM 帧，例如，XGEM 帧（有时也表示为[X]GEM，或者(x)GEM，本申请不做特别区分），或者未来 PON 系统中与 GEM 帧作用相同或者类似的传输帧等。

在本申请方案中，第一传输帧的结构设计为包括 m 个 X 字节，具体地，若 OTN 帧的速率设定为 R1，X 字节对应的速率为 R2 时，第一传输帧的速率为 m*R2，$m=\lceil R1/R2\rceil+1$，其中，$\lceil\ \rceil$表示向上取整，X 为大于 1 的整数，m 为大于 1 的整数。其中，R2 可以理解为传输 X 字节时的传输速率，即 R2 可以理解为 X 字节的传输速率，R2 的取值与 X、L 和 M 相关，R2=(8*X) bit/(L/M)μs。其中，L 为上行传输或者下行传输中第二传输帧（可见下文说明，此处不赘述）的发送时长，M 为上行传输或者下行传输中发送周期的数量，为发送时长与发送周期的长度的比值。需要说明的是，本申请不限定上行传输或者下行传输的发送时长，例如，当本申请的方案应用于 PON 系统时，L 可以为 125μs（在本申请中，μs 为微秒，其他不再赘述）。此外，发送周期的长度也可以根据不同的应用需求或者场景进行选择，例如为 15.625μs。示例性地，在上行中，若 X 等于 16，上行发送时长为 125μs，当发送周期的长度选择 15.625μs 时，上行的发送时长内包括的发送周期的数量为 8 个，此时，R2=(8*16) bit/(125/8) μs=8.192Mbit/s。

还需要说明的是，在本方案中，第一传输帧的结构以及下文中的中间帧的净荷区的说明，均是以字节为例进行说明的，在一些实施例中，还可以使用比特作为单位说明第一传输帧的结构或者中间帧的净荷区，例如，第一传输帧的结构为包括 m*Y 比特。需要说明的是，当采用比特作为单位说明第一传输帧的结构或者中间帧的净荷区的结构时，本申请对于 Y 比特是否对应整数个字节不做限定，即 Y 比特可以为整数个字节，或者不为整数个字节。可以理解的是，当 Y 比特对应整数个字节时，第一传输帧的结构或者中间帧的净荷区的结构既可以采用字节表示，也可以采用比特表示。例如，第一传输帧包括为 m*X 字节，同样可以表述为第一传输帧包括为 m*8*X 比特，其中 Y=8*X；类似地，中间帧的净荷区包括（m-1）* X 字节。当 Y 比特对应非整数个字节时，第一传输帧的结构或者中间帧的净荷区的结构一般采用比特表示，此时 Y 不等于 8*X。需要说明的是，本申请对于 X 的取值不做限定，例如可以为 8、16、32 等，当 X 取值为 16 时，16 字节（byte，B）对应的速率 R2 例如可以是 8.192Mbit/s。根据上述 m 满足的关系可知，m 与映射在第一传输帧中的 OTN 帧的速率（有时也称为比特速率，也可以理解为带宽）相关，对于第一传输帧来讲，m 可以理解为以 X 字节划分第一传输帧时，第一传输帧的长度（或者理解为大小）为 m。也即对于第一传输帧来讲，其速率和大小均与 OTN 帧的速率相关（X 为固定取值的情况下）。可以理解的是，若固定 X 字节的取值时，对于不同速率的 OTN 帧，映射的第一传输帧的长度（即 m 的大小）是不同。换句话说，在本申请方案中，对于特定速率的 OTN 帧，其映射的第一传输帧的长度是固定的，与这些特定速率的 OTN 帧承载的业务是否相同无关。而对于不同速率的 OTN 帧，其映射的第一传输帧的长度是不相同的，即在本申请的方案中，第一传输帧的大小是可变化的。示例性地，当 X 为 16，OTN 帧为 fgODUflex 帧，第一传输帧为[X]GEM 帧时，表 1 示出了不同速率的 fgODUflex 帧对应的[X]GEM 帧所包含的 16 字节的数量（即 m 的取值），以及不同速率的 fgODUflex 帧与不同速率的[X]GEM 帧之间的对应关系。fgODUflex 帧也可以表示为 fgODUflex(p)，可以分为 p 个速率等级，例如，p 为 119。p=1 时，fgODUflex(1)的速率最小，为 10.4092031 Mbit/s，该速率也可以看作是 fgODUflex 帧的基准速率。p=n 时，fgODUflex(n)的速率为 n ×10.4092031 Mbit/s。

表 1

	fgODUflex 的速率（Mbit/s）	[X]GEM 中 16 字节的数量，m 的取值	[X]GEM 的长度（字节）	[X]GEM 的速率（Mbit/s）
fgODUflex(1)	10.409203	3	3 × 16 = 48	24.576
fgODUflex(2)	20.818406	4	4 × 16 = 64	32.768
fgODUflex(3)	31.227609	5	5 × 16 = 80	40.96
fgODUflex(5)	52.046015	8	8 × 16 = 128	65.536
fgODUflex(10)	104.09203	14	14 × 16 = 224	114.688
fgODUflex(20)	208.18406	27	27 × 16 = 432	221.184
fgODUflex(30)	312.27609	40	40 × 16 = 640	327.68
fgODUflex(40)	416.36812	52	52 × 16 = 832	425.984
fgODUflex(50)	520.46015	65	65 × 16 = 1040	532.48
fgODUflex(100)	1040.9203	129	129 × 16 = 2064	1056.768
fgODUflex(119)	1238.69517	153	153 × 16 = 2448	1253.376

特别地，考虑到 MAC 帧的最小长度为 64 字节，当 p=1 时，fgODUflex(1)对应的[X]GEM 的长度可以设计为 64 字节，即在 48 字节的基础上增加 16 字节的冗余。

需要说明的是，在本申请方案中，将 OTN 帧映射到第一传输帧中可以包括两种实现方式。具体地，在一种可实现的方式中，OTN 帧直接映射到第一传输帧。或者，在另一种可实现的方式中，OTN 帧先映射到中间帧后，再将中间帧映射到第一传输帧。接下来，针对这两种方式，分别进行说明。

方式一：OTN 帧直接映射到第一传输帧。

具体地，当 OTN 帧映射到第一传输帧中时，是将 OTN 帧以 X 字节为映射粒度映射到第一传输帧的（m-1）个 X 字节中，其中（m-1）个 X 字节为第一传输帧的净荷区的一部分，同时，第一传输帧的净荷区还承载有 OTN 帧映射（m-1）个 X 字节过程中产生的开销。即对于第一传输帧来说，其净荷区承载的内容为 OTN 帧的所有字节（即全部 OTN 帧），和 OTN 帧映射到第一传输帧过程中产生的开销。

示例性地，结合图 5 说明 OTN 帧直接映射到第一传输帧的实现方式。在图 5 中，是以 16 字节为映射

粒度将速率为 p*10.409Mbit/s 的 fgODUflex（也可以称为 fgODUflex 信号）映射至 xGEM 帧中。具体地，fgODUflex 信号映射至 xGEM 帧时，映射在 xGEM 帧的净荷区，xGEM 帧的结构为 m*16 字节，每个 16 字节对应的速率为 8.192Mbit/s。xGEM 帧的开销区为 8 字节，净荷区为 m*16 字节-8 字节。其中，xGEM 帧的净荷区中（m-1）个 16 字节承载 fgODUflex 信号，其余 8 字节用于承载映射过程产生的调整控制（justification control，JC）开销（overhead，OH）。也即在图 5 所示的 xGEM 帧结构中，xGEM 帧的开销区的 8 字节和 xGEM 帧的净荷区预留的 8 字节共同占用一个完整的 16B，xGEM 帧总共包括的 16B 的数目为 m，其中，m 满足：$m=\lceil p*10.409\text{Mbit}/s/8.192Mbit/s\rceil+1$，p 的取值可以为 1 到 119。或者，m 满足：$m=ceiling\left(\frac{R_{fgODU(p)}}{8.192}\right)+1$。又或者，m 满足：$m=ceiling\left(\frac{R_{fgODU(p)\pm 20ppm}}{8.192}\right)+1$。示例性地，当 p 等于 1 时，m 等于 3；当 p 等于 5 时，m 等于 8。即 xGEM 帧大小及速率和 fgODUflex 信号的速率相关。在图 5 中，映射方式为通用映射规程（generic mapping procedure，GMP）映射，可以理解的是，在图 5 所示的映射过程中，是将 fgODUflex 信号通过 GMP 映射到 xGEM 帧净荷区中，通过 GMP 完成了速率适配，将 p*10.409Mbit/s 的 fgODUflex 信号适配到(m-1)*8.192Mbit/s 的 xGEM 净荷区，同时将映射信息承载到净荷区中预留的 JCOH 中。其中，xGEM 帧的头域（即 xGEM 帧的开销）与现有的 xGEM 头域一致，本申请实施例在此不再详述。

示例性地，当 X 为 16，OTN 帧为 fgODUflex 帧，第一传输帧为 xGEM 帧时，表 2 示出了不同速率的 fgODUflex 帧对应的一个 xGEM 帧中承载 fgODUflex 所需要的净荷中所包含的 16 字节的数量（即 m-1 的取值），以及不同速率的 fgODUflex 帧与 xGEM 帧的净荷速率之间的对应关系。

表 2

	fgODUflex 的速率（Mbit/s）	每个 xGEM 帧的净荷区中用于承载 fgODUflex 所占用的 16 字节的数量	xGEM 帧的净荷速率（Mbit/s）
fgODUflex(1)	10.409203	2	16.384
fgODUflex(2)	20.818406	3	24.576
fgODUflex(3)	31.227609	4	32.768
fgODUflex(5)	52.046015	7	57.344
fgODUflex(10)	104.09203	13	106.496
fgODUflex(20)	208.18406	26	212.992
fgODUflex(30)	312.27609	39	319.488
fgODUflex(40)	416.36812	51	417.792
fgODUflex(50)	520.46015	64	524.288
fgODUflex(100)	1040.9203	128	1048.576
fgODUflex(119)	1238.69517	152	1245.184

方式二：OTN 帧先映射到中间帧后，再将中间帧映射到第一传输帧。

具体地，当 OTN 帧映射到映射到中间帧中时，是将 OTN 帧以 X 字节为映射粒度映射到中间帧的（m-1）个 X 字节中，其中（m-1）个 X 字节构成该中间帧的净荷区，同时，OTN 帧映射到中间帧的净荷区（（m-1）个 X 字节）过程中产生的开销承载在中间帧的开销区。即对于中间帧来说，其净荷区承载的内容为 OTN 帧的所有字节（即全部 OTN 帧），其开销区承载的内容为 OTN 帧映射过程中产生的开销。当 OTN 帧映射完成，生成中间帧后，该中间帧的全部映射到第一传输帧的净荷区中。可以理解的，该中间帧的大小等于第一传输帧的净荷区的大小，该中间帧的净荷区所包含的 m-1 个 X 字节与 OTN 帧的速率相关，这是因为 m 是基于 OTN 帧的速率计算得到的。也即对于中间帧来讲，其速率和大小均与 OTN 帧的速率相关（X 为固定取值的情况下），其中，中间帧的速率为(m-1)*R2，R2 为 X 字节对应的速率。即在本申请方案中，对于固定的 X 字节，当 OTN 帧的速率改变时，中间帧的大小也随之改变；而对于特定速率的 OTN 帧，其对应的中间帧的大小是固定的。

由上述说明可知，中间帧的净荷区承载 OTN 帧的全部有效数据，中间帧的开销区承载 OTN 帧映射中间帧时生成的开销，同时，中间帧的全部字节（即整个中间帧）承载在第一传输帧的净荷区。也就是说，当 OTN 帧为先映射到中间帧时，中间帧为直接承载 OTN 有效数据的帧，即中间帧的净荷区全部由 OTN 帧的有效数据占用。可以理解的是，在本申请中，中间帧的名称只是示例性地，还可以使用其他名称，例如，业务数据单元（Service Data Unit，SDU）帧等，本申请对此不做限定。

示例性地，结合图 5 说明 OTN 帧直接映射到中间帧后，再映射至第一传输帧的实现方式。在图 5 中，是以 16 字节为映射粒度将速率为 p*10.409Mbit/s 的 fgODUflex 映射至 SDU 帧后，再将 SDU 帧映射至 xGEM 帧中。具体地，将 fgODUflex 信号通过 GMP 映射到一个固定大小的 SDU 帧中，该 SDU 帧包括 JCOH 和 SDU 净荷区，即 SDU 帧大小等于 JCOH 大小（图 5 中为预留 8 字节）与 SDU 净荷区大小（为（m-1）*16 字节）之和。即 SDU 帧的大小=（m-1）*16 字节+JCOH 大小。由于 m 的取值与 fgODUflex 的速率相关，因此，SDU 帧的大小和 fgODUflex 的速率相关。如图 5 所示，该 SDU 帧大小等于 xGEM 帧的净荷区大小。换句话说，该过程为将 fgODUflex 信号通过 GMP 映射到 SDU 帧的（m-1）*16 字节的净荷区中，同时将映射信息放置到 SDU 帧预留的 JCOH 中。之后将该 SDU 帧映射到 xGEM 帧的净荷区，使一个 xGEM 帧净荷区承载一个 SDU 帧。即 SDU 帧的大小和速率与 fgODUflex 信号的速率相关，例如，表 1 中的 xGEM 帧的净荷速率为 SDU 的净荷速率。可见，不同的 fgODUflex 速率等级对应不同的 SDU 净荷速率。需要说明的是，本申请方案对于 OTN 帧映射到第一传输帧，或者映射到中间帧的映射方式不做限定，例如，可以是上述图 5 中所示的 GMP 等。

还需要说明的是，本申请对于 JCOH 占用的比特数或者字节数不做限制。换句话说，在上述图 5 所示的映射流程中，是以 JCOH 占用 8 字节为例示出的，但本申请并不限定于此，JCOH 和 xGEM 帧的头域可共同组合占用 1 个 16 字节。

可选地，在本申请方案中，OTN 帧映射到第一传输帧或者中间帧过程中产生的开销包括 Cm 值，该 Cm 值可以代表当前的第一传输帧或当前的中间帧中承载的 OTN 帧的数据量（为单个或者多个字节的数量，或者为比特数），即 OTN 帧本身包含的字节数；或者该 Cm 值也可以代表下一个第一传输帧或下一个中间帧中承载的 OTN 帧的数据量。可以理解的是，该 Cm 值承载在 JCOH 中。

示例性地，当 fgODUflex 信号映射到 xGEM 帧或 SDU 帧中时产生的开销包括 Cm 值，代表当前 xGEM 帧或当前 SDU 帧中承载的 fgODUflex 信号的数据量，即 fgODUflex 信号本身的字节数（单个或者多个字节的数量，或者是比特数）；或者也可以代表下一 xGEM 帧或下一 SDU 帧中承载的 fgODUflex 信号的数据量，该 Cm 值放置在 JCOH 位置。

可选地，JCOH 开销中除了包括 Cm 值，还可以包括帧序列指示（sequence indicator，SQ），以及有效数据量 Cm-1 值和 Cm-2 值，其中，Cm-1 值和 Cm-2 值与 Cm 值的含义相关。具体地，当 Cm 值代表当前的第一传输帧或当前的中间帧中承载的 OTN 帧的数据量时，Cm-1 值和 Cm-2 值为当前的第一传输帧之前的两个第一传输帧，或者当前的中间帧之前的两个中间帧中携带的数据量。其中，Cm-1 表示前两个第一传输帧中与当前第一传输帧相邻的第一传输帧携带的数据量，即以当前第一数据帧为参考进行倒数时，当前第一传输帧为倒数第一个，Cm-1 为当前第一传输帧的前一个第一传输帧携带的数据量，即为倒数第二个第一传输帧携带的数据量，Cm-2 为当前第一传输帧的前第二个第一传输帧携带的数据量，即为倒数第三个第一传输帧的数据量；或者，对于中间帧，Cm-1 为倒数第二个中间帧携带的数据量，Cm-2 为倒数第三个中间帧携带的数据量。当 Cm 值代表下一个第一传输帧或下一个中间帧中承载的 OTN 帧的数据量，Cm-1 值和 Cm-2 值为下一个第一传输帧之前的两个第一传输帧，或者下一个中间帧之前的两个中间帧中携带的数据量。其中，Cm-1 表示当前的第一传输帧携带的数据量，Cm-2 为当前第一传输帧的前一个第一传输帧携带的数据量；或者，对于中间帧，Cm-1 为表示当前中间帧携带的数据量，Cm-2 为当前中间帧的前一个中间帧携带的数据量。

可以理解的是，收端节点可以根据 SQ 识别承载的 OTN 帧是否部分丢失，或者根据 SQ 识别承载了 OTN 帧的中间帧是否有丢失，或者根据 SQ 识别第一传输帧是否有丢失。当出现 OTN 帧部分丢失或中间帧丢失，则可以根据 JCOH 携带的前两帧中承载的有效数据量 Cm-1 和 Cm-2，恢复丢失的中间帧或第一传输帧所承载的 OTN 帧的数据量，从而提高业务数据传输的可靠性。示例性地，当 OTN 帧为 fgODUflex 时，收端节点可以通过 SQ 识别承载的 fgODUflex 是否部分丢失，或者根据 SQ 识别承载了 fgODUflex 的 SDU 帧是否有丢失，或者根据 SQ 识别承载了 fgODUflex 的第一传输帧是否有丢失。当出现 fgODUflex 部分丢失或 SDU 帧丢失或第一传输帧丢失，则可以根据 JCOH 携带的前两帧中携带的有效数据量 Cm，整取恢复对应的 fgODUflex 数据量，从而提高 fgODUflex 传输可靠性。

示例性地，图 6 为适用于本申请实施例的四种不同 JCOH 的结构示意图。具体地，在图 6 中的（a）示出的第一种 JCOH 中，JCOH 为 3 字节的结构，包括 SQ 和当前第一传输帧或者当前中间帧的 Cm 值，其中，承载 SQ 的字节数为 1，承载当前第一传输帧或者当前中间帧的 Cm 值的比特数为 10 比特，剩余 6 比特用于承载循环冗余校验（cyclic redundancy check， CRC）码（即图 6 中的 CRC-6）。在图 6 中的（b）

示出的第二种 JCOH 中，JCOH 为 3 字节的结构，包括 SQ 和当前第一传输帧或者当前中间帧的 Cm 值，其中，承载 SQ 的字节数为 1，承载当前第一传输帧或者当前中间帧的 Cm 值的字节数为 2，剩余 1 字节用于承载 CRC 码（即图 6 中的 CRC-8）。在图 6 中的（c）示出的第三种 JCOH 中，JCOH 为 7 字节的结构，包括 SQ、当前第一传输帧或者当前中间帧的 Cm 值，以及当前第一传输帧或者当前中间帧之前的两帧的 Cm 值（包括 Cm-1 值和 Cm-2 值），其中，承载 SQ 的字节数为 1，承载当前第一传输帧或者当前中间帧的 Cm 值的比特数为 10 比特，该 10 比特通过相邻的 6 比特 CRC 码校验（即图 6 中与 Cm 值相邻的 CRC-6），共同占用 2 字节。承载 Cm-1 值的比特数为 10 比特，通过相邻的 6 比特 CRC 码校验（即图 6 中与 Cm-1 值相邻的 CRC-6），并共同占用 2 字节。承载 Cm-2 值的比特数为 10 比特，通过相邻的 6 比特 CRC 码校验（即图 6 中与 Cm-2 值相邻的 CRC-6），并共同占用剩余的 2 字节。在图 6 中的（d）示出的第四种 JCOH 中，JCOH 为 8 字节的结构，包括 SQ、当前第一传输帧或者当前中间帧的 Cm 值，以及当前第一传输帧或者当前中间帧之前的两帧的 Cm 值（包括 Cm-1 值和 Cm-2 值），其中，承载 SQ 的字节数为 1，承载当前第一传输帧或者当前中间帧的 Cm 值的字节数为 2 字节，承载 Cm-1 值的字节数为 2 字节，同样地，承载 Cm-2 值的字节数为 2 字节，其中，Cm 值、Cm-1 值和 Cm-2 值通过 1 字节的 CRC 码（即图 6 中的 CRC-8）进行校验。

需要说明的是，在图 6 中，是以 Cm 值代表当前帧（当前第一传输帧或者当前中间帧）为例示出的 JCOH，其中的 Cm-1 值和 Cm-2 值的含义可以参考上述 Cm 值为当前帧携带的 OTN 帧的数据量的说明，此处不再赘述。可以理解的是，当 JCOH 中承载的 Cm 值为当前帧的下一帧携带的 OTN 帧的数据量时，图 6 中的当前帧的 Cm 需要替换为下一帧的 Cm 值，前第一帧 Cm-1 替换为当前帧 Cm-1，前第二帧 Cm-2 替换为前第一帧 Cm-2。

需要说明的是，JCOH 开销中的 Cm 值也可以通过 CmT 表示，其中，Cm = CmBase+CmT，CmBase 为基准值，不同速率的 OTN 帧对应不同的 CmBase 值，JCOH 中仅承载 CmT 值即可。例如对于不同速率的 fgODUflex，针对 CmBase 值进行如下说明：

（1）对于 fgODUflex(1)映射到 xGEM，其 CmBase 值可以设为 1；

（2）对于 fgODUflex(2)映射到 xGEM，其 CmBase 值可以设为 2；

（3）对于 fgODUflex(3)映射到 xGEM，其 CmBase 值可以设为 3；

（4）对于 fgODUflex(5)映射到 xGEM，其 CmBase 值可以设为 6。

示例性地，表 3 为本申请实施例提供的以 16B 为映射粒度映射时，不同速率的 fgODUflex 帧和不同速率的 xGEM 帧的对应关系，以及不同速率的 fgODUflex 帧在映射过程中产生的开销 Cm 的值。其中，$C_{128,nom}$ 代表正常的数据量，其中 128 代表单位大小，也即 128 比特（也即 16 字节）；$C_{128,max}$ 代表数据量的最大值，$C_{128,min}$ 代表数据量的最小值。

表 3

	fgODUflex 的速率（Mbit/s）	xGEM 的速率（Mbit/s）	$C_{128,\ nom}$	$C_{128,\ min}$	$C_{128,\ max}$
fgODUflex(1)	10.4092031	24.576	1.270654675	1	2
fgODUflex(2)	20.8184062	32.768	2.541309351	2	3
fgODUflex(3)	31.2276093	40.96	3.811964026	3	4
fgODUflex(5)	52.0460155	65.536	6.353273376	6	7
fgODUflex(10)	104.092031	114.688	12.70654675	12	13
fgODUflex(20)	208.184062	221.184	25.41309351	25	26
fgODUflex(30)	312.276093	327.68	38.11964026	38	39
fgODUflex(40)	416.368124	425.984	50.82618701	50	51
fgODUflex(50)	520.460155	532.48	63.53273376	63	64
fgODUflex(100)	1040.92031	1056.768	127.0654675	127	128
fgODUflex(119)	1238.695169	1253.376	151.2079064	151	152

以上，对 OTN 帧映射到第一传输帧进行了详细说明。需要说明的是，当发送节点完成 OTN 帧映射到第一传输帧后，发送节点发送该第一传输帧。其中，发送节点发送第一传输帧可以理解为发送节点将

第一传输帧发往发送节点内部的模块（该可以进一步将第一传输帧映射至第二传输帧，或者，对第一传输帧进行调制、光电转换等处理，不做限定）；或者，也可以理解为发送节点直接将第一传输帧发往发送节点的外部设备，即将第一传输帧转换为光信号（可以包括将第一传输帧映射至第二传输帧后进行的转换），向对端节点发送。具体地，发送节点将第一传输帧发送光模块，进行光电转换，随后生成发往接收节点的第二传输帧，该第二传输帧中映射有第一传输帧。示例性地，在 GPON 系统中，若第一传输帧为 GEM 帧，当完成业务数据的映射后，GEM 帧被发送至吉比特无源光网络传输汇聚（GPON Transmission Convergence，GTC）层，即 GTC 适应子层中的 GEM 适应模块，并生成 GTC 帧（也可以称为 XGTC 帧，本申请不做限定）。

因此，方法 400 还包括如下步骤：

S403，发送节点将第一传输帧映射至第二传输帧。

S404，发送节点在发送时长内向接收节点周期性发送第二传输帧，第二传输帧的发送周期包括 n 个时隙，n 个时隙的每个时隙占用的字节数为 X 字节，第一传输帧承载在 n 个时隙中连续的 m 个时隙上，n 为大于 1 的整数。

S405，接收节点从第二传输帧中解映射出第一传输帧，并从第一传输帧中解映射出的 OTN 帧中解映射出业务数据。

需要说明的是，本申请对于每个周期发送的第二传输帧的数量不做限定，可以是一个或者多个。可以理解的是，当一个发送周期发送多个第二传输帧时，每个第二传输帧占用 n 个时隙中的 m 个时隙。示例性地，图 7 为本申请实施例提供的在 PON 系统中的上行方向上处理业务信号的方法示意图，可以理解的是，在上行方向上传输时，fgODUflex 是从 ONU 设备传输到 OTN 设备上的。具体地，fgODUflex 以 16 字节为映射粒度映射至 xGEM 帧后，xGEM 帧的结构为 m*16B，随后，xGEM 再次映射到 xGTC 帧的净荷区，生成 xGTC 帧，其中，xGTC 帧的头域（Header）与现有的 xGTC 头域一致，本申请实施例在此不再详述。如图 7 所示，上行 xGTC 帧的发送周期（也称为突发间隔，或者通信网络的传输周期）为 15.625μs，该发送周期是通过将 125 μs 划分为 8 个发送周期得到的。其中，每个发送周期包括 n 个时隙，每路 m*16B 的 xGEM 帧映射生成的一路 xGTC 帧在一个发送周期内分配的固定时隙资源（即连续的 m 个时隙）上发送。其中，每个时隙为 16B，对应的速率为 8.192Mbit/s。当每个发送周期上发送多个 xGTC 帧时，该多个 xGTC 帧为多个 GEM 帧映射生成的，此时，多个 GEM 帧共享同一个发送周期 15.625μs，换句话说，每个 15.625μs 中的 n 个时隙，被多个 GEM 帧占用。

可以理解的是，当发送节点在发送时长内周期性发送第二传输帧时，对于接收节点来讲，发送时长对应其接收时长，发送周期为接收节点的接收周期，接收节点可以在第二传输帧中解映射出第一传输帧，并从第一传输帧中解映射出 OTN 帧，从而获取到 OTN 帧中的业务数据。还可以理解的是，接收节点从第一传输帧中解映射出 OTN 帧的方式可以对应上述 OTN 帧映射到第一传输帧中的两种方式，即接收节点从第一传输帧中直接解映射出 OTN 帧，或者，接收节点从第一传输帧中先解映射出中间帧后，再从中间帧解映射出 OTN 帧。

需要说明的是，当本申请的方案应用于 PON 系统中时，相较于当前 PON 系统的 125 μs 突发间隔，本申请提供的方案中，上行突发间隔（即发送周期）变短，从而降低了 PON 系统的时延和抖动。

图 8 为本申请实施例提供的另一种处理业务信号的方法的示意性流程图。其中，发送节点可以是局端节点，或者为局端节点的内部部件（如芯片或芯片系统等），代表 P2MP 系统中的汇聚端节点，例如 PON 系统中的 OLT 设备。接收节点可以是终端节点，或者为终端节点的内部部件（如芯片或芯片系统等），代表 P2MP 系统中分支末端节点，例如 PON 系统中的 ONU 设备，或者为 ONU 设备的内部部件。其中，发送节点可以称为发送端节点、发送端设备、发送设备等。同样地，接收节点可以称为接收端节点、接收端设备、接收设备等，本申请不做限定。

需要说明的是，图 8 所示的方法可以理解为下行方向上的数据传输，例如，发送节点为 OLT 设备，发送节点为 ONU 设备时，为 OLT 设备向 ONU 设备发送业务数据。

具体的，该方法包括如下多个步骤。

S801，发送节点将业务数据映射到 OTN 帧中。

S802，发送节点将 OTN 帧映射到第一传输帧中，该第一传输帧包括 m 个 X 字节，m 满足：$m=\lceil R1/R2\rceil+1$，其中，R1 为 OTN 帧的速率，R2 为 X 字节对应的速率，第一传输帧的速率为 m*R2，$\lceil\ \rceil$表示向上取整，X 为大于 1 的整数。

具体地，S801 和 S802 可以参考上述图 4 中关于业务数据映射，以及第一传输帧的相关说明，此处不再赘述。

S803，发送节点将第一传输帧映射至第三传输帧。

当发送节点将 OTN 帧映射至第一传输帧后，将第一传输帧发送到光模块后，发送节点再将多个第一传输帧映射到第三数据帧中。

S804，发送节点向接收节点发送第三传输帧，该第三传输帧的净荷区包括多个发送周期，多个发送周期的每个发送周期包括 n 个时隙，n 个时隙的每个时隙占用的字节数为 X 字节，第一传输帧承载在 n 个时隙中连续的 m 个时隙上，n 和 m 为大于 1 的整数。

S805，接收节点从第三传输帧中解映射出第一传输帧，并从第一传输帧中解映射出的 OTN 帧中解映射出业务数据。

需要说明的是，本申请对于每个周期中发送的第一传输帧的数量不做限定，可以是一个或者多个。由于第一传输帧的结构为 m*X 字节，因此，当每个时隙包括的字节数为 X 时，每个第一传输帧承载的时隙数为连续的 m 个时隙。示例性地，图 9 为本申请实施例提供的在 PON 系统中的下行方向上处理业务信号的方法示意图，可以理解的是，在下行方向上传输时，fgODUflex 是从 OLT 设备传输到 ONU 设备上的。具体地， fgODUflex 以 16 字节为映射粒度映射至 xGEM 帧后，xGEM 帧的结构为 m*16B，随后，多路 xGEM 再次映射到 xGTC 帧的净荷区，生成 xGTC 帧。如图 9 所示，下行 xGTC 帧的突发间隔为 125μs ，每个突发间隔中包括 8 个固定发送周期，每个发送周期包括 n 个时隙，对应 15.625μs。每路 m*16B 的 xGEM 帧映射 n 个时隙中的连续的 m 个时隙上，也即对应承载一路 fgODUflex 信号。其中，每个时隙为 16B，对应的速率为 8.192Mbit/s。当每个发送周期上承载多个 xGEM 帧时，多个 GEM 帧将在同一个发送周期上被发送，换句话说，每个 15.625μs 中的 n 个时隙，被多个 GEM 帧占用。

可以理解的是，当发送节点在发送时长内发送第三传输帧时，对于接收节点来讲，发送时长对应其接收时长，发送周期为接收节点的接收周期，接收节点可以在第三传输帧中解映射出第一传输帧，并从第一传输帧中解映射出 OTN 帧，从而获取到 OTN 帧中的业务数据。还可以理解的是，接收节点从第一传输帧中解映射出 OTN 帧的方式可以对应上述 OTN 帧映射到第一传输帧中的两种方式，即接收节点从第一传输帧中直接解映射出 OTN 帧，或者，接收节点从第一传输帧中先解映射出中间帧后，再从中间帧解映射出 OTN 帧。

图 10 为本申请实施例提供的一种处理业务信号的装置 1000 的示意性框图。处理业务信号的装置 1000 包括接收模块 1001，接收模块 1001 可以用于实现相应的接收功能。接收模块 1001 还可以称为接收单元。

处理业务信号的装置 1000 还包括处理模块 1002，处理模块 1002 可以用于实现相应的处理功能。

处理业务信号的装置 1000 还包括发送模块 1003，发送模块 1003 可以用于实现相应的发送功能，发送模块 1003 还可以称为发送单元。

可选地，处理业务信号的装置 1000 还包括存储单元，该存储单元可以用于存储指令和/或数据，处理单元 1002 可以读取存储单元中的指令和/或数据，以使得装置实现前述各个方法实施例中的相关节点的动作。

处理业务信号的装置 1000 可以用于执行上文各个方法实施例中发送节点或接收节点所执行的动作，这时，处理业务信号的装置 1000 可以为发送节点或者接收节点的组成部件，接收模块 1001 用于执行上文方法实施例中发送节点或者接收节点的接收相关的操作，处理模块 1002 用于执行上文方法实施例中发送节点或者接收节点的处理相关的操作，发送模块 1003 用于执行上文方法实施例中发送节点或者接收节点的发送相关的操作。

作为一种设计，处理业务信号的装置 1000 用于执行上文各个方法实施例中的任意节点所执行的动作。在一个实施例中，处理业务信号的装置 1000 可用于执行上述图 4 或图 8 中发送节点的操作。例如：

处理模块 1002，用于将业务数据映射到 OTN 帧中，以及将 OTN 帧映射到第一传输帧中。其中，第一传输帧包括 m 个 X 字节，m 满足：$m=\lceil R1/R2 \rceil+1$。R1 为 OTN 帧的速率，R2 为 X 字节对应的速率，第一传输帧的速率为 m*R2，$\lceil \ \rceil$ 表示向上取整。

发送模块 1003，用于发送第一传输帧。

应理解，各模块执行上述相应步骤的具体过程在上述方法实施例中已经详细说明，为了简洁，在此不再赘述。

此外，处理业务信号的装置 1000 中的接收模块 1001、处理模块 1002 和发送模块 1003 还可实现上述方法中接收节点的其他操作或功能，此处不再赘述。

在另一个实施例中，该装置可用于执行上述图 4 或图 8 中接收节点的操作。例如：

接收模块 1001，用于接收第一传输帧，该第一传输帧包括 m 个 X 字节，m 满足：$m=\lceil R1/R2 \rceil+1$，其中，R1 为 OTN 帧的速率，R2 为 X 字节对应的速率，第一传输帧的速率为 m*R2，$\lceil\ \rceil$表示向上取整。

处理模块 1002，用于从第一传输帧中解映射出 OTN 帧，以及从 OTN 帧中解映射出业务数据。

应理解，各模块执行上述相应步骤的具体过程在上述方法实施例中已经详细说明，为了简洁，在此不再赘述。

接下来，结合图 11 详细说明本申请实施例提供的处理业务信号的装置。应理解，装置实施例的描述与方法实施例的描述相互对应。因此，未详细描述的内容可以参见上文方法实施例，为了简洁，部分内容不再赘述。

图 11 为本申请实施例提供的一种可能的处理业务信号的设备的结构示意图，该通信设备为发送节点或者接收节点。如图 11 所示，该通信设备 1100 包括处理器 1101、光收发器 1102 和存储器 1103。其中，存储器 1103 是可选的。通信设备 1100 既可以应用于发送侧设备（如，发送节点），也应用于接收侧设备（如，上述的接收节点）。

在应用于发送侧设备时，处理器 1101 和光收发器 1102 用于实现图 4 或图 8 所示的发送节点所执行的方法。在实现过程中，处理流程的各步骤可以通过处理器 1101 中的硬件的集成逻辑电路或软件形式的指令完成上述附图的发送节点所执行的方法。光收发器 1102 用于接收处理发送的数据帧，以发送给对端节点（亦称为接收节点）。

在应用于接收侧设备时，处理器 1101 和光收发器 1102 用于实现图 4 或图 8 所示的接收节点所执行的方法。在实现过程中，处理流程的各步骤可以通过处理器 1101 中的硬件的集成逻辑电路或者软件形式的指令完成前述附图中所述的接收节点所执行的方法。光收发器 1102 用于接收对端设备（亦称为发送节点）发送的数据帧，以发送给处理器 1101 使其进行后续的处理。

存储器 1103 可以用于存储指令，以使得处理 1101 可以用于执行如上述图中提及的步骤。或者，存储 1103 也可以用于存储其他指令，以配置处理器 1101 的参数以实现对应的功能。

需要说明的是，处理器 1101 和存储器 1103 在图 3 所述的网络设备硬件结构图中，可能位于支路板中，也可能位于支路和线路合一的单板中。或者，处理器 1101 和存储器 1103 都包括多个，分别位于支路板和线路板，两个板配合完成前述的方法步骤。

需要说明的是，图 11 所述的装置也可以用于执行前述提及的附图所示的实施例变形所涉及的方法步骤，在此不再赘述。

图 12 为本申请实施例提供一种芯片系统 1200 的示意图。该芯片系统 1200（或者也可以称为处理系统）包括逻辑电路 1210 以及输入/输出接口（input/output interface）1220。

其中，逻辑电路 1210 可以为芯片系统 1200 中的处理电路。逻辑电路 1210 可以耦合连接存储单元，调用存储单元中的指令，使得芯片系统 1200 可以实现本申请各实施例的方法和功能。输入/输出接口 1220，可以为芯片系统 1200 中的输入输出电路，将芯片系统 1200 处理好的信息输出，或将待处理的数据或信令信息输入芯片系统 1200 进行处理。

可选地，逻辑电路 1210 可以由一个或多个处理器实现，包括该一个或多个处理器或该一个或多个处理器中的处理部分。

可选地，输入/输出接口 1220 可以包括收发电路，收发器，输入输出电路或通信接口。

作为一种方案，该芯片系统 1200 用于实现上文各个方法实施例中由发送节点或接收节点执行的操作。

具体地，逻辑电路 1210 用于实现上文方法实施例中由发送节点或接收节点执行的处理相关的操作；输入/输出接口 1220 用于实现上文方法实施例中由发送节点或接收节点执行的发送和/或接收相关的操作。

图 13 为本申请提供的一种系统 13 的结构示意图。该系统包括上述 OLT 134，以及 ONU 131。其中，当系统进行上行传输时，ONU 131 可以执行上述实施例图 4 中发送节点执行的任何步骤。OLT 134 可以执行上述实施例图 4 中接收节点执行的任何步骤。或者，当系统进行下行传输时，OLT 134 可以执行上述实施例图 8 中发送节点执行的任何步骤。ONU 131 可以执行上述实施例图 8 中接收节点执行的任何步骤。本申请实施例在此不做详述。

本申请实施例还提供一种计算机可读存储介质，其上存储有用于实现上述各方法实施例中由第一设

备或 ONU 设备执行的方法的计算机指令。

例如，该计算机程序被计算机执行时，使得该计算机可以实现上述方法各实施例中由第一设备或 ONU 设备执行的方法。

基于以上实施例，本申请实施例还提供了一种计算机可读存储介质。该存储介质中存储软件程序，该软件程序在被一个或多个处理器读取并执行时可实现上述任意一个或多个实施例提供的方法。所述计算机可读存储介质可以包括：U 盘、移动硬盘、只读存储器、随机存取存储器、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

显然，本领域的技术人员可以对本申请实施例进行各种改动和变型而不脱离本申请实施例的范围。这样，倘若本申请实施例的这些修改和变型属于本申请权利要求及其等同技术的范围之内，则本申请也意图包含这些改动和变型在内。

应理解，本申请实施例中提及的处理器可以是中央处理单元(central processing unit，CPU)，还可以是其他通用处理器、数字信号处理器(digital signal processor，DSP)、专用集成电路（application specific integrated circuit，ASIC）、现成可编程门阵列（field programmable gate array，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该处理器也可以是任何常规的处理器等。

还应理解，本申请实施例中提及的存储器可以是易失性存储器和/或非易失性存储器。其中，非易失性存储器可以是只读存储器(read-only memory，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随机存取存储器（random access memory，RAM）。例如，RAM 可以用作外部高速缓存。作为示例而非限定，RAM 可以包括如下多种形式：静态随机存取存储器（static RAM，SRAM）、动态随机存取存储器（dynamic RAM，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）。

需要说明的是，当处理器为通用处理器、DSP、ASIC、FPGA 或其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件时，存储器（存储模块）可以集成在处理器中。

本领域普通技术人员可以意识到，结合本文中所公开的实施例描述的各示例的单元及步骤，能够以电子硬件、或计算机软件和电子硬件的结合来实现。这些功能究竟以硬件还是软件方式执行，取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用使用不同方法来实现所描述的功能；这种实现不应认为超出本申请的保护范围。

在本申请所提供的几个实施例中，应该理解到，所揭露的装置和方法，可以通过其它的方式实现。例如，以上所描述的装置实施例仅是示意性的，例如，所述单元的划分，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，例如多个单元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。此外，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，装置或单元的间接耦合或通信连接，可以是电性，机械或其它的形式。

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产品的形式实现。所述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所述计算机程序指令时，全部或部分地产生按照本申请实施例所述的流程或功能。所述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。例如，所述计算机可以是个人计算机，服务器，或者网络设备等。所述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，所述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（DSL））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。所述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。所述可用介质可以是磁性介质(例如，软盘、硬盘、磁带)、光介质(例如，DVD)、或者半导体介质（例如固态硬盘（solid state disk，SSD）等。例如，前述的可用介质可以包括但不限于：U 盘、移动硬盘、只读存储器（read-only memory，ROM）、随机存取存储器（random access

memory，RAM）、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

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. 一种通信网络中的数据发送方法，其特征在于，所述方法包括：

将第一数据帧映射到第一传输帧，所述第一传输帧的长度与所述第一数据帧的速率相关，所述第一数据帧的速率在 10 Mbit/s 到 1250 Mbit/s 之间；

发送所述第一传输帧。

2. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述第一传输帧的长度还与所述通信网络的传输周期相关。

3. 根据权利要求 2 所述的方法，其特征在于，所述通信网络的传输周期为 15.625μs。

4. 根据权利要求 1-3 任一所述的方法，其特征在于，所述第一数据帧具有 p 个速率等级，所述速率等级大于 1 时，所述第一数据帧的速率越大，所述第一传输帧的长度越长。

5. 根据权利要求 1-4 任一所述的方法，其特征在于，所述第一传输帧的长度包括 q 个 16 字节，所述 q= $ceiling\left(\frac{R_{fgODU(p)}}{8.192}\right)+1$，或者 q= $ceiling\left(\frac{R_{fgODU(p)}\pm 20ppm}{8.192}\right)+1$，$ceiling$ 表示向上取整，$R_{fgODU(p)}$表示所述第一数据帧的速率。

6. 根据权利要求 1-5 任一所述的方法，其特征在于，所述将第一数据帧映射到第一传输帧，包括：

将所述第一数据帧映射到中间帧，所述中间帧的长度与所述第一数据帧的速率相关；

将所述中间帧映射到所述第一传输帧。

7. 根据权利要求 1-6 任一所述的方法，其特征在于，所述第一数据帧为细粒度灵活光数据单元 fgODUflex 帧，所述第一传输帧为无源光网络 PON 帧。

8. 一种通信网络中的数据接收方法，其特征在于，所述方法包括：

接收第一传输帧；

从所述第一传输帧中解映射得到第一数据帧，所述第一传输帧的长度与所述第一数据帧的速率相关，所述第一数据帧的速率在 10 Mbit/s 到 1250 Mbit/s 之间。

9. 根据权利要求 8 所述的方法，其特征在于，所述第一传输帧的长度还与所述通信网络的传输周期相关。

10. 根据权利要求 9 所述的方法，其特征在于，所述通信网络的传输周期为 15.625μs。

11. 根据权利要求 8-10 任一所述的方法，其特征在于，所述第一数据帧具有 p 个速率等级，所述速率等级大于 1 时，所述第一数据帧的速率越大，所述第一传输帧的长度越长。

12. 根据权利要求 8-11 任一所述的方法，其特征在于，所述第一传输帧的长度包括 q 个 16 字节，所述 q= $ceiling\left(\frac{R_{fgODU(p)}}{8.192}\right)+1$，或者 q= $ceiling\left(\frac{R_{fgODU(p)}\pm 20ppm}{8.192}\right)+1$，$ceiling$ 表示向上取整，$R_{fgODU(p)}$表示所述第一数据帧的速率。

13. 根据权利要求 8-12 任一所述的方法，其特征在于，所述从所述第一传输帧中解映射得到第一数据帧，包括：

从所述第一传输帧解映射得到中间帧，所述中间帧的长度与所述第一数据帧的速率相关；

从所述中间帧解映射到所述第一数据帧。

14. 根据权利要求 8-13 任一所述的方法，其特征在于，所述第一数据帧为细粒度灵活光数据单元 fgODUflex 帧，所述第一传输帧为无源光网络 PON 帧。

15. 一种网络设备，其特征在于，包括：处理器和输入输出接口，用于执行如权利要求 1 至 7 中任一项所述的方法，或者执行如权利要求 8 至 14 中任一项所述的方法。

16. 一种光模块，其特征在于，包括：信号处理器和光发射组件，其中，

所述信号处理器，用于执行如权利要求 1 至 7 中任一项所述的方法；

所述光发射组件，用于将所述第一传输帧转换为光信号，并发送所述光信号。

17. 一种光模块，其特征在于，包括：信号处理器和光发射组件，其中，

所述光接收组件，用于接收光信号，并将所述光信号转换为所述第一传输帧；

所述信号处理器，用于执行如权利要求 8 至 14 中任一项所述的方法。

18. 一种芯片，其特征在于，包括：处理器和通信接口，用于执行如权利要求 1 至 7 中任一项所述的方法，或者执行如权利要求 8 至 14 中任一项所述的方法。