

说明书

一种光信号传送方法及装置

5 本申请要求于 2021 年 11 月 12 日提交中国国家知识产权局、申请号 202111340909.8、申请名称为“一种光信号传送方法及装置”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

本申请涉及光通信技术领域，特别涉及一种光信号传送方法及装置。

10 背景技术

光传送网(optical transport network, OTN)作为下一代传送网的核心技术，具有高带宽，大容量，高可靠，低时延等特性。目前光传送网络技术正在进一步向接入网扩展。为了使得 OTN 技术具备低至几兆比特每秒的传送能力，可以采用光业务单元（optical service unit 或者 optical sub1G service unit, OSU）帧提供速率低至 2.6M 的传送容器。具体可以将承载业务数据 15 的 OSU 帧映射到光数据单元(optical data unit, ODU) k/flex 传送。而具体如何划分 ODUk/flex 使得最大化带宽利用率的同时降低处理复杂度有待讨论。

发明内容

20 本申请实施例提供一种光信号传送方法及装置，用于在最大化带宽利用率的同时降低处理复杂度。

第一方面，本申请实施例提供一种光信号传送方法。该方法包括：将 OSU 帧映射到光净荷单元 OPUk 复用帧，OPUk 复用帧的比特速率大于 1.25Gbps。OPUk 复用帧包括 M1*N 个 OPUk 帧，OPUk 复用帧的净荷区包括 P 个净荷块，P 是 P₀ 的 N 倍。其中，P₀ 是 OPU0 复用帧包括的净荷块的数量，OPU0 复用帧包括 M1 个 OPU0 帧。或者，P₀ 是 OPU0 复用帧包括的净荷块的数量 1/M2，OPU0 复用帧由 M1*M2 个 OPU0 帧构成。N 为大于 1 的整数，M1 为大于或者等于 1 的整数，M2 为大于 1 的整数。进一步地将 M1*N 个 OPUk 帧一一映射到 M1*N 个 ODUk 帧；发送 M1*N 个 ODUk 帧。

30 本申请实施例中，通过 OPU0 复用帧的结构来构造比特速率大于 1.25Gbps 的 OPUk 复用帧，使得 OPUk 复用帧的结构复用 OPU0 复用帧的结构，从而与 OPU0 复用帧的结构对齐。OPUk 复用帧由整数倍 OPUk 帧组成，保持 OPUk 复用帧和 OPUk 帧边界对齐。进一步 OTN 设备在映射 OSU 帧时，可以基于重用的 OPU0 复用帧的结构映射 OSU 帧到 OPUk 复用帧中，针对每个传送周期可以较快速获取净荷块的位置，从而可以降低处理复杂度。

在一种可能的设计中，所述 OPUk 复用帧包括的净荷块的数量 P 满足如下公式：

$$P = \text{floor} \left[\frac{R_{\text{OPU_PLD}} * (1-x \text{ ppm})}{R_{\text{ref}} * P_0} \right] * P_0。$$

其中, P_0 表示所述 OPU0 复用帧包括的净荷块的数量, floor表示向下取整, $R_{\text{OPU_PLD}}$ 表示所述 OPUk 的净荷区的比特速率, x 表示频偏, ppm表示百万分之一, R_{ref} 表示净荷块的基准速率。上述设计中, 分母直接采用 OPU0 的净荷区比特速率 $R_{\text{OPU0_PLD}}$, 实现简单。

5 在一种可能的设计中, 所述 OPUk 复用帧包括的净荷块的数量满足如下公式:

$$P = \text{floor} \left[\frac{R_{\text{OPU_PLD}} * (1-x \text{ ppm})}{R_{\text{ref}} * P_0 * (1+y \text{ ppm})} \right] * P_0。$$

其中, P_0 表示所述 OPU0 复用帧包括的净荷块的数量, floor表示向下取整, $R_{\text{OPU_PLD}}$ 表示所述 OPUk 的净荷区的比特速率, x 和 y 均表示频偏, ppm表示百万分之一, R_{ref} 表示净荷块的基准速率。上述设计中, 分母考虑频偏 y ppm, 进一步提高计算精度, 使得计算的 P 值

10 准确度更高。其中, x 为 OPUk 的频偏, y 为基准速率的频偏。

在一种可能的设计中, 所述 R_{ref} 为 2.6Mbit/s。

在一种可能的设计中, 所述 OPUk 复用帧包括的净荷块的数量满足如下公式:

$$P = \text{floor} \left[\frac{R_{\text{OPU_PLD}} * (1-x \text{ ppm})}{R_{\text{OPU0_PLD}}} \right] * P_0。$$

其中, P_0 表示所述 OPU0 复用帧包括的净荷块的数量, floor表示向下取整, $R_{\text{OPU_PLD}}$ 表示所述 OPUk 的净荷区的比特速率, $R_{\text{OPU0_PLD}}$ 表示所述 OPU0 的净荷区的比特速率, x 表示频偏。上述设计中, 分母中采用 $R_{\text{ref}} * P_0$, 可以进一步提高带宽利用效率。

在一种可能的设计中, 所述 OPUk 复用帧包括的净荷块的数量满足如下公式:

$$P = \text{floor} \left[\frac{R_{\text{OPU_PLD}} * (1-x \text{ ppm})}{R_{\text{OPU0_PLD}} * (1+y \text{ ppm})} \right] * P_0;$$

其中, P_0 表示所述 OPU0 复用帧包括的净荷块的数量, floor表示向下取整, $R_{\text{OPU_PLD}}$ 表示所述 OPUk 的净荷区的比特速率, $R_{\text{OPU0_PLD}}$ 表示所述 OPU0 的净荷区的比特速率, x 和 y 均表示频偏。上述设计中, 分母考虑频偏 y ppm, 进一步提高计算精度, 使得计算的 P 值准确度更高。

在一种可能的设计中, 所述 OPUk 复用帧包括的净荷块的数量满足如下:

$$P = \text{floor} \left[\frac{R_{\text{OPU_PLD}} * (1-x \text{ ppm})}{(1/M2) * R_{\text{OPU0_PLD}}} \right] * P_0。$$

25 其中, P_0 表示所述 OPU0 复用帧包括的净荷块的数量, floor表示向下取整, $R_{\text{OPU_PLD}}$ 表示所述 OPUk 的净荷区的比特速率, $R_{\text{OPU0_PLD}}$ 表示所述 OPU0 的净荷区的比特速率, x 表示频偏。上述设计中, 分母直接采用 OPU0 的净荷区比特速率 $R_{\text{OPU0_PLD}}$ 和 $M2$, 实现简单。

在一种可能的设计中, 所述 OPUk 复用帧包括的净荷块的数量满足如下公式:

30
$$P = \text{floor} \left[\frac{R_{\text{OPU_PLD}} * (1-x \text{ ppm})}{(1/M2) * R_{\text{OPU0_PLD}} * (1+y \text{ ppm})} \right] * P_0;$$

其中, P_0 表示所述 OPU0 复用帧包括的净荷块的数量, floor表示向下取整,

R_{OPU_PLD} 表示所述 OPUk 的净荷区的比特速率, R_{OPU0_PLD} 表示所述 OPU0 的净荷区的比特速率, x 和 y 均表示频偏。上述设计中, 分母考虑频偏 y ppm, 进一步提高计算精度, 使得计算的 P 值准确度更高。

5 在一种可能的设计中, 所述 $M1*N$ 个 ODUk 帧的开销区分别包括复帧指示, 其中 $M1*N$ 个复帧指示间接指示 (或者隐含地指示) 所述 $M1*N$ 个 OPUk 帧中每个 OPUk 帧的净荷区包括的净荷块的比特位置; 或者, 所述 $M1*N$ 个 OPUk 的开销区分别包括所述复帧指示。上述设计中, 复帧指示在指示 OPUk 帧的位置以外, 还间接指示所述 $M1*N$ 个 OPUk 帧中每个 OPUk 帧的净荷区包括的净荷块的比特位置。可以减少其它的比特开销。

10 在一种可能的设计中, 所述 $M1*N$ 个 OPUk 帧的开销区分别包括第一复帧指示和第二复帧指示。其中, 所述 $M1*N$ 个 OPUk 帧包括 N 个 OPUk 组, 每个 OPUk 组包括连续 $M1$ 个 OPUk 帧。所述 OPUk 组包括的 $M1$ 个第一复帧指示间接指示所述 OPUk 组中每个 OPUk 帧包括的净荷块的比特位置。所述 OPUk 组中每个 OPUk 帧包括的第二复帧指示用于指示所述 OPUk 组在所述 N 个 OPUk 组的位置。或者, 所述 $M1*N$ 个 ODUk 帧的开销区分别包括所述第一复帧指示和所述第二复帧指示。上述设计中, 通过两级复帧指示在指示 OPUk 帧的位置以外, 还间接指示所述 $M1*N$ 个 OPUk 帧中每个 OPUk 帧的净荷区包括的净荷块的比特位置。可以减少其它的比特开销。

在一种可能的设计中, 所述 OPUk 为 OPU2、OPU2e、OPU3、OPU4、OPU25、OPU25u、OPU50、OPU50u、OPUCn 或者 OPUflex。

20 在一种可能的设计中, 所述 P_0 是 OPU0 复用帧包括的净荷块的数量, 所述 $P_0=476$ 。
在一种可能的设计中, 所述 P_0 是 OPU0 复用帧包括的净荷块的数量, 所述 $P_0=238$ 。

第二方面, 本申请实施例提供了一种光信号传送装置。该装置包括处理器以及存储器, 其中: 所述存储器, 用于存储程序代码; 所述处理器, 用于读取并执行所述存储器存储的程序代码, 以实现第一方面或第一方面的任一种设计所述的方法。

25 第三方面, 本申请实施例提供一种光信号传送装置。所述装置包括处理器和光收发器。所述处理器与光收发器通过线路连接, 用于执行如第一方面或第一方面的任一种设计所述的方法。处理器可以通过光收发器发送 OTN 帧。

第四方面, 本申请实施例中还提供一种计算机存储介质。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第一方面的任意一种设计提供的方法。

30 第五方面, 本申请实施例提供了一种包含指令的计算机程序产品, 当其在计算机上运行时, 使得计算机执行上述第一方面的任一设计提供的方法。

第六方面, 本申请实施例提供了一种芯片, 所述芯片包括通信接口和处理器。处理器和通信接口通过线路连接, 用于执行第一方面的任意一种设计提供的方法。

一种可能的设计中, 芯片与存储器相连, 用于读取并执行所述存储器中存储的软件程序, 以实现第一方面的任意一种设计提供的方法。

35 一种可能的设计中, 芯片还可以与光收发器相连, 芯片通过光收发器收发 OTN 帧。

第七方面, 本申请实施例提供一种 OPUk 复用帧, 所述 OPUk 复用帧的比特速率大于 1.25Gbps, 所述 OPUk 复用帧是由 $M1*N$ 个 OPUk 帧构成, 所述 OPUk 复用帧的净荷区包括 P 个净荷块, 所述 P 是 P_0 的 N 倍; 其中, 所述 P_0 是 OPU0 复用帧包括的净荷块的数量, 所

述 OPU0 复用帧由 M1 个 OPU0 帧构成；或者，所述 P₀ 是 OPU0 复用帧包括的净荷块的数量
的 1/M2，所述 OPU0 复用帧由 M1*M2 个 OPU0 帧构成，N 为大于 1 的整数，M1 为大于或
者等于 1 的整数，M2 为大于 1 的整数。

应当理解的是，本申请的第二至第七方面与本申请的第一方面的技术方案相同或者类似，
5 各方面及对应的可行实施方式所取得的有益效果相似，不再赘述。

附图说明

为了更清楚地说明本申请实施例中的技术方案，下面将对实施例描述中所需要使用的附
图作简要介绍。

- 10 图 1 为本申请的一种网络架构的示意图；
图 2 为本申请的一种 OTN 设备的硬件结构示意图；
图 3 为一种 OPUk 帧的帧结构示意图；
图 4 为一种 OPUk 复用帧的结构示意图；
图 5 为本申请实施例提供的一种 OPU0 复用帧与 OPUk 复用帧结构关系示意图；
15 图 6 为本申请实施例中 OPU0 复用帧结构示意图；
图 7 为本申请实施例中一种 OPUk 复用帧结构示意图；
图 8 为本申请实施例提供的另一种 OPUk 复用帧的结构示意图；
图 9 为本申请实施例提供的又一种 OPUk 复用帧结构示意图；
图 10 为本申请实施例提供的光信号传送方法流程示意图；
20 图 11 为本申请实施例提供的一种光信号传送装置结构示意图；
图 12 为本申请实施例提供的另一种光信号传送装置结构示意图。

具体实施方式

下面将结合本申请实施例中的附图，对本申请实施例中的技术方案进行描述。

- 25 本申请实施例描述的网络架构和业务场景是为了更清楚地说明本申请实施例的技术方案，
并不构成对本申请实施例提供的技术方案的限制。本领域普通技术人员可知，随着网络架构
的演变和新业务场景的出现，本申请实施例提供的技术方案对于类似技术问题同样适用。

本申请实施例提供的技术方案可适用于光网络，例如：OTN。一个 OTN 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、环形和网状等不同的拓扑类型。

- 30 图 1 所示为本申请的一种网络架构的示意图。如图 1 所示的 OTN 包括两个 OTN 网络(分
别为 OTN 网络 1 和 OTN 网络 2)。每一个 OTN 网络包括一定数量的 OTN 设备(图 1 中用 N
表示)，OTN 网络内的设备之间的链路为域内链路，OTN 网络间的设备之间的链路为域间链
路。根据实际需要，一个 OTN 设备可能具备一种或多种功能。一般来说，OTN 设备分为光
层设备、电层设备以及光电混合设备。光层设备指的是能够处理光层信号的设备，例如：光
35 放大器(optical amplifier, OA)。电层设备指的是能够处理电层信号的设备，例如：能够处理
ODU 信号的设备。光电混合设备指的是具备处理光层信号和电层信号能力的设备。需要说明
的是，根据具体的集成需要，一台 OTN 设备可以集合多种不同的功能。本申请提供的技术方

案适用于不同形态和集成度的 OTN 设备。参见图 1 所示, OTN 网络还可以连接客户端设备, 比如图 1 中 N1 和 N5 连接的客户端设备。OTN 网络连接的客户端设备的数量本申请实施例不作具体限定。OTN 网络中的 OTN 设备用于传送客户端设备的业务数据。比如, OTN 设备可以接收客户端设备的业务数据, 然后将业务数据映射到 OSU 帧中, 进一步地再将 OSU 帧映射到 OTN 帧中, 并发送给其它的 OTN 设备等。例如, 业务数据可以是固定比特率 (constant bit rate, CBR) 业务的数据, 包或者分组 (packet, PKT) 类型业务的数据, 同步传输模块 (synchronous transport module - N, STM-N) 业务的数据。示例性地, 客户端设备可以是路由器、交换机或者同步数字体系 (synchronous digital hierarchy, SDH) 设备, 本申请对此不作具体限定。

图 2 所示为本申请的一种 OTN 设备的硬件结构示意图。具体地, 一个 OTN 设备包括电源、风扇、辅助类单板, 还可能包括支路板、线路板、交叉板, 以及系统控制和通信类单板, 其中, 线路板也可包括光层处理单板。需要说明的是, 根据具体的需要, 每个设备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。作为边缘节点的网络设备可能有多个支路板。其中, 电源用于为 OTN 设备供电, 可能包括主用和备用电源。风扇用于为设备散热。辅助类单板用于提供外部告警或者接入外部时钟等辅助功能。支路板、交叉板和线路板主要是用于处理 OTN 的电层信号(后续称为 OTN 帧)。其中, 支路板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, 支路板可以划分为客户侧光模块和信号处理器。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。信号处理器用于实现对客户信号到 OTN 帧的映射和解映射处理。交叉板用于实现 OTN 帧的交换, 完成一种或多种类型的 OTN 帧的交换。线路板主要实现线路侧 OTN 帧的处理。具体地, 线路板可以划分为线路侧光模块和信号处理器。其中, 线路侧光模块可以为线路侧光收发器, 用于接收和/或发送 OTN 帧。信号处理器用于实现对线路侧的 OTN 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。除非特殊说明, 具体的组件(例如支路板)可以是一个或多个, 本申请不做任何限制。需要说明的是, 本申请实施例对设备包含的单板类型, 以及单板具体的功能设计和数量不做限制。

如下先对本申请实施例中使用的部分术语和技术做简要介绍。

(1) OTN 帧:

在电层上, OTN 设备所处理的 OTN 帧可以采用国际电信联盟-电信标准分部(International Telecommunication Union-Telecommunication standard sector, ITUT)定义的帧格式。例如, G.709 标准和 G.709.1 标准等, 以实现设备之间的互通。现有的标准中已经定义了多种速率的 OTN 帧, 比如 OPUk 帧、ODUK 帧以及 OTUk 帧。其中, $k=0、1、2、2e、3、4、25、25u、50、50u、Cn$ 和 flex。参见表 1 示例描述 k 取不同值时, 对应的 OPU 净荷比特速率 (kbit/s)。此外, $k=Cn$ 时, OPU 净荷比特速率近似为 $n*100\text{Gbit/s}$, $k=flex$ 时, OPU 净荷比特速率近似为 $n*1.25\text{Gbit/s}$ 。应理解的是, ODUk 净荷比特速率与 OPUk 的净荷比特速率近似相同, 比如 ODU2 的净荷比特速率与 OPU2 的净荷比特速率近似相同。

表 1

OPU 类型	OPU 净荷比特速率 (kbit/s)
OPU0	1 238 954.310
OPU1	2 488 320.000
OPU2	9 995 276.962
OPU2e	10 356 012.658
OPU3	40 150 519.322
OPU4	104 355 975.330
OPU25	26 299 210.130
OPU25u	24 991 818.732
OPU50	52 598 420.261
OPU50u	49 983 637.464

图 3 所示为 OPU_k 帧的帧结构示意图, $k \neq Cn$ 。一个 OTU_k 帧有 4 行*4080 列。OPU_k 净荷区和 OPU_k 开销区(即 OPU_k OH)构成了 OPU_k 帧, OPU_k 帧和 ODU_k 开销区(即 ODU_k OH)构成了 ODU_k 帧, ODU_k 帧、OTU_k 开销区(即 OTU_k OH)、帧对齐信号(frame alignment signal, FAS)和前向错误纠正(forward error correction, FEC)校验区构成了 OTU_k 帧。具体地, OTU_k 帧中的第 1 行的 1~7 列为 FAS 和复帧对齐信号(multiframe alignment signal, MFAS), 第 1 行的 8~14 列为 OTU_k OH, 第 2~4 行的 1~14 列为 ODU_k OH, 第 1~4 行的 15~16 列为 OPU_k OH, 第 1~4 行的 17~3824 列为 OPU_k 净荷区, 第 1~4 行的 3825~4080 列为 FEC 校验区。其中, OPU_k OH 和 OPU_k 净荷区构成 OPU_k 的帧结构。

针对 $k=Cn$ 的情况, OTUC_n 帧由 n 个 OTUC 实例帧组成, C 表示比特速率为 100Gbit/s。OTUC 实例帧不包括 FEC 校验区。OTUC_n 帧包括 OPUC_n 帧(即 OTUC_n 帧中的第 15~3824 列), OPUC_n 帧由 n 个 OPUC 实例帧(即一个 OTUC 实例帧中的第 15~3824 列)组成。其中, OPUC_n 帧的净荷区可以由 n 个 OPUC 实例帧的净荷区按照一定字节数间插组成。需要说明的是, OTUC 实例帧指的是构成 OTUC_n 帧的基本帧单位, 也可以称为 OTUC 基础帧或其他名称, 本申请对此不作任何限定。

(2) 净荷块:

净荷块, 位于 OPU_k 帧的净荷区, 由一个字节或连续的多个字节构成, 或者连续的多个比特构成。具体地, 一个净荷块的大小可以是字节的整数倍, 也可以是 8 字节的整数倍。如 16 字节、32 字节、64 字节、128 字节、192 字节或 256 字节等。可选地, 不同净荷块的大小相等, 下文中的具体示例均以此为例进行说明。净荷块也可以被称作时隙 (time slot 或者 Tributary slot)、时隙块 (time slot block 或者 Tributary slot block)、时间片 (time slice 或者 Tributary slice)、逻辑时隙 (logical time slot 或者 Logical Tributary slot) 或其他名字, 本申请对此不做限定。

本申请实施中提及的连续的两个字节, 可以是一个 OPU_k 帧的净荷区的同一行中相邻的两个字节。或者, 也可以是一个 OPU_k 帧的净荷区的一行中的最后一个字节和该行的下一行中的第一个字节。或者, 还可以是一个 OPU_k 帧的净荷区中的最后一个字节和该 OPU_k 帧的下一个 OPU_k 帧的净荷区中的第一个字节。“字节”可以替换为“比特”。也就是说, 一个净荷块可以位于一个 OPU_k 帧的净荷区中的同一行, 也可以跨行; 还可以跨 OPU_k 帧的净荷区。

(3) 复用帧 (multiplexing frame):

一个传送周期可以包括 P 个连续的净荷块。P 个连续的净荷块可以位于多个 OPUk 帧的净荷区。一些实施例中，该多个 OPUk 帧可以称为 OPUk 复用帧或者 OPUk 的传送帧，还可以采用其它的称呼，例如时隙复用帧（time slot multiplexing frame 或者 tributary slot multiplexing frame），传送周期帧（transport period frame），P 帧（P-frame），本申请实施例对此

5 不作具体限定。另一些实施例中，P 个连续的净荷块可以称为 OPUk 复用帧或者 OPUk 的传送帧，还可以采用其它的称呼。本申请实施例中传送周期也可以称为承载周期、发送周期、映射周期等。一些实施例中，每个传送周期所包括的净荷块的数量相同。为了便于描述，在本申请实施例中，每个 OPUk 复用帧中的净荷块的编号(或索引)使用 1~P。在附图中标记为 #1~#P 为例进行说明，在此统一说明，下文不再赘述。

10 （4）本申请实施例中，可以用 OSU 帧承载业务的数据，以便发送端对业务的数据进行处理和发送。示例性地，OSU 帧可以包括开销区和净荷区。其中，开销区可以用于承载业务相关的标识。OSU 帧的净荷区可以用于承载业务数据。例如，净荷区中可以提供 8 字节，16 字节，32 字节，64 字节，128 字节，196 字节，240 字节，256 字节或 512 字节等大小的存储空间来存储业务数据。一些实施例中，OSU 的大小可以等于净荷块大小的整数倍。

15 （5）发送端和接收端：

本申请实施例中，发送端是指 OTN 中发送业务数据的设备，接收端是指 OTN 中接收业务数据的设备。该发送端和接收端均可以是上文中描述的 OTN 设备。

（6）本申请实施例中涉及的多个指两个或两个以上。本申请实施例中的术语“至少一个(种)”包括一个(种)或多个(种)。“多个(种)”是指两个(种)或两个(种)以上。例如，A、B 和 C 中的至少一种，包括：单独存在 A、单独存在 B、同时存在 A 和 B、同时存在 A 和 C、同时存在 B 和 C，以及同时存在 A、B 和 C。在本申请的描述中，除非另有说明，“/”表示或的意思，例如，A/B 可以表示 A 或 B。“和/或”，描述关联对象的关联关系，表示可以存在三种关系，例如，A 和/或 B，可以表示：单独存在 A，同时存在 A 和 B，单独存在 B 这三种情况。另外，需要理解的是，在本申请的描述中，“第一”、“第二”等词汇，仅用于区分描述的目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性，也不能理解为指示或暗示顺序。本申请实施例中涉及到的数学符号“*”表示乘号。本申请涉及到的 floor 表示向下取整，向下取整也可以由数据符号“[]”来表示。

20

25

为了最大化带宽利用率，一种可能的方式是根据 OPU 的净荷速率和净荷块的基准速率来确定 OPUk 复用帧包括的净荷块的数量。例如，OPUk 复用帧包括的净荷块数量 P 可以通过

30 如下公式（1）来确定。

$$P = \text{floor} \left[\frac{R_{\text{OPU_PLD}} * (1 - T_{\text{OPU}})}{R_{\text{ref}} * (1 + 1000 \text{ ppm})} \right] \quad \text{公式 (1)}$$

其中， $R_{\text{OPU_PLD}}$ 表示 OPUk 的净荷比特速率。 T_{OPU} 表示 OPUk 的频偏。 R_{ref} 表示净荷块的基准速率。ppm 表示百万分之一。在计算 P 值时，净荷块的基准速率预留 1000 ppm 正频偏，这样线路上净荷块的速率高于净荷块的基准速率，保证了线路预留足够的冗余带宽来满足业务承载。 T_{OPU} 取值为 +/-20 ppm。

35

结合上述公式（1），在 k 取不同值时，计算得到的 P 值可以参见表 2 所示。

表 2

ODU 类型	OPU 净荷速率(kbit/s)	ODU 频偏 (ppm)	P 值
ODU0	1 238 954.310	+/-20	476
ODU1	2 488 320.000	+/-20	956
ODU2	9 995 276.962	+/-20	3840
ODU2e	10 356 012.658	+/-100	3978
ODU3	40 150 519.322	+/-20	15426
ODU4	104 355 975.330	+/-20	40096
ODU25	26 299 210.130	+/-20	10104
ODU25u	24 991 818.732	+/-20	9602
ODU50	52 598 420.261	+/-20	20209
ODU50u	49 983 637.464	+/-20	19204

图 4 所示为一种 OPU_k 复用帧结构示意图。从图 4 可以看出，由于不同的 OPU_k 复用帧之间 P 值之间没有规则，比如图 4 黑框示例的 OPU_k 复用帧中净荷块#1 的位置与相邻的另一个 OPU_k 复用帧的净荷块#1 的位置不同，从而导致 OPU_k 复用帧结构杂乱，复用帧的净荷块的布局之间无法重用，从而增加额外处理复杂度。

本申请实施例提供另一种 $k \neq 0$ 的 OPU_k 的复用帧的结构。 $k \neq 0$ ，即 OPU_k 的净荷区的比特速率大于 1.25Gbps。本申请基于 OPU₀ 复用帧来构建比特速率大于 1.25 Gbps 的 OPU_k 复用帧结构，用于承载 OSU 帧。该 OPU_k 复用帧的结构规则，能够与 OPU₀ 复用帧的结构对齐，重用 OPU₀ 复用帧结构，降低实现处理复杂度。

可以结合 OPU₀ 复用帧的完整结构构建 OPU_k 复用帧。以 OPU_k 复用帧由 $M1 \times N$ 个 OPU_k 帧构成为例。OPU_k 复用帧的净荷区包括 P 个净荷块，则 P 是 P_0 的 N 倍。 $P_0 = ((\text{OPU}_k \text{ 帧净荷区的大小和净荷块大小的最小公倍数}) / \text{净荷块大小})$ 的整数倍。示例性地，净荷块大小为字节整数倍，或者 8 字节的整数倍等，例如 16 字节，32 字节，64 字节，128 字节，192 字节，256 字节等。示例性地，OPU_k 帧净荷区的大小为 15232 字节。以净荷块大小为 192 字节为例，则 15232 与 192 的最小公倍数为 45696，按照前述公式，则 P_0 取值可以为 238 的倍数，比如 238 或者 476 等。

第一种可能的方式，可以结合 OPU₀ 复用帧的完整结构构建 OPU_k 复用帧。以 OPU_k 复用帧由 $M1 \times N$ 个 OPU_k 帧构成为例。OPU_k 复用帧的净荷区包括 P 个净荷块，则 P 是 P_0 的 N 倍。为了便于与前面公式 (1) 中 P 进行区分，此处将 P 称为 P_1 。 P_0 是 OPU₀ 复用帧包括的净荷块的数量。为了便于区分，在描述第一种可能的方式时将 P_0 称为 P_{0-1} 。OPU₀ 复用帧包括 $M1$ 个 OPU₀ 帧或者 OPU₀ 复用帧包括 $M1$ 个 OPU₀ 帧的净荷区。N 为大于 1 的整数， $M1$ 为大于或者等于 1 的整数。

第二种可能的方式，可以结合 OPU₀ 复用帧的部分结构构建 OPU_k 复用帧。比如，OPU₀ 复用帧可以分成多个部分，多个部分的结构相同，则可以结合部分结构构建 OPU_k 复用帧。还以 OPU_k 复用帧由 $M1 \times N$ 个 OPU_k 帧构成为例。OPU_k 复用帧的净荷区包括 P_1 个净荷块，则 P_1 是 P_0 的 N 倍。 P_0 是 OPU₀ 复用帧包括的净荷块的数量的 $1/M2$ 。为了便于与第一种可能的方式中的 P_0 进行区分，此处将 P_0 称为 P_{0-2} 。所述 OPU₀ 复用帧包括 $M1 \times M2$ 个 OPU₀ 帧，N 为大于 1 的整数， $M1$ 为大于或者等于 1 的整数， $M2$ 为大于 1 的整数。一些实施例中，OPU₀ 复用帧可以划分为 $M2$ 个部分， $M2$ 个部分的结构相同， $M2$ 个部分包括的净荷块的数量相同。

下面结合附图对第一种可能的方式进行描述。

图 5 所示为申请实施例提供的一种 OPU0 复用帧与 OPUk 复用帧结构关系示意图。如图 5 所示, OPU0 复用帧由 M1 个 OPU0 帧构成, 分别为 OPU0 帧#1-#M1。OPU0 复用帧包括的净荷块的数量是 P_{0-1} 。OPUk 复用帧由 $M1*N$ 个 OPUk 帧构成, 分别为 OPUk 帧#1-#M1*N。

- 5 OPUk 复用帧的净荷区包括 P_1 个净荷块, 则 $P_1=N*P_{0-1}$ 。OPUk 复用帧包括的净荷块分别为#1-# $N*P_{0-1}$ 。

在一些实施例中, OPUk 复用帧包括的净荷块的数量可以通过如下任一种方式来确定。
方式一, OPUk 复用帧包括的净荷块的数量满足如下公式 (2) 所示条件。

$$P_1 = \text{floor} \left[\frac{R_{OPU_PLD} * (1-x \text{ ppm})}{R_{OPU0_PLD}} \right] * P_{0-1} \quad \text{公式 (2)}$$

- 10 其中, P_{0-1} 表示 OPU0 复用帧包括的净荷块的数量, floor 表示向下取整, R_{OPU_PLD} 表示 OPUk 的净荷区的比特速率, R_{OPU0_PLD} 表示 OPU0 的净荷区的比特速率, x 表示频偏。例如, x 取值可以为 0、20 或者 100 等。方式一中, 分母直接采用 OPU0 的净荷区比特速率 R_{OPU0_PLD} , 计算简单。

示例性地, 基于方式一确定 $N = \text{floor} \left[\frac{R_{OPU_PLD} * (1-x \text{ ppm})}{R_{OPU0_PLD}} \right]$ 。

- 15 方式二, OPUk 复用帧包括的净荷块的数量满足如下公式 (3) 所示条件。

$$P_1 = \text{floor} \left[\frac{R_{OPU_PLD} * (1-x \text{ ppm})}{R_{OPU0_PLD} * (1+y \text{ ppm})} \right] * P_{0-1} \quad \text{公式 (3)}$$

- 其中, P_{0-1} 表示 OPU0 复用帧包括的净荷块的数量, floor 表示向下取整, R_{OPU_PLD} 表示 OPUk 的净荷区的比特速率, R_{OPU0_PLD} 表示 OPU0 的净荷区的比特速率, x 和 y 均表示频偏。例如, x 取值可以为 0、20 或者 100 等。一些实施例中, y 为设定值, 可以表示基准速率的频偏。方式二中分母考虑频偏 y ppm, 进一步增加计算精度, 计算结果 P_1 值更加精确。

- 20 示例性地, 基于方式二确定 $N = \text{floor} \left[\frac{R_{OPU_PLD} * (1-x \text{ ppm})}{R_{OPU0_PLD} * (1+y \text{ ppm})} \right]$ 。

方式三, OPUk 复用帧包括的净荷块的数量满足如下公式 (4) 所示条件。

$$P_1 = \text{floor} \left[\frac{R_{OPU_PLD} * (1-x \text{ ppm})}{R_{ref} * P_{0-1}} \right] * P_{0-1} \quad \text{公式 (4)}$$

- 其中, P_{0-1} 表示 OPU0 复用帧包括的净荷块的数量, floor 表示向下取整, R_{OPU_PLD} 表示 OPUk 的净荷区的比特速率, x 表示频偏, R_{ref} 表示净荷块的基准速率。作为一种举例, R_{ref} 为 2.6Mbit/s (兆比特每秒)。方式三中分母中采用 $R_{ref} * P_{0-1}$, 相比方式一来讲, 可以进一步提高带宽利用效率。

示例性地, 基于方式三确定 $N = \text{floor} \left[\frac{R_{OPU_PLD} * (1-x \text{ ppm})}{R_{ref} * P_{0-1}} \right]$ 。

方式四, OPUk 复用帧包括的净荷块的数量满足如下公式 (5) 所示条件。

$$P_1 = \text{floor} \left[\frac{R_{\text{OPU_PLD}} * (1-x \text{ ppm})}{R_{\text{ref}} * P_{0-1} * (1+y \text{ ppm})} \right] * P_{0-1} \quad \text{公式 (5)}$$

其中, P_{0-1} 表示 OPU0 复用帧包括的净荷块的数量, floor 表示向下取整, $R_{\text{OPU_PLD}}$ 表示 OPUk 的净荷区的比特速率, x 和 y 均表示频偏, R_{ref} 表示净荷块的基准速率。作为一种举例, R_{ref} 为 2.6Mbit/s (兆比特每秒)。方式四中分母考虑频偏 y ppm, 进一步增加计算精度, 计算结果 P_1 值更加精确。

示例性地, 基于方式四确定 $N = \text{floor} \left[\frac{R_{\text{OPU_PLD}} * (1-x \text{ ppm})}{R_{\text{ref}} * P_{0-1} * (1+y \text{ ppm})} \right]$ 。

本申请实施例中为了完成该 OPUk 复用帧包括的 $M1 * N$ 个 OPUk 帧的指示, 可以定义复帧指示开销。一些实施例中, 复帧指示开销可以位于 ODUk 的开销区, 在将 OPUk 帧映射到 ODUk 帧中时, 在 ODUk 帧的开销区添加复帧指示。 $M1 * N$ 个 OPUk 帧一一映射到 $M1 * N$ 个 ODUk 帧中, $M1 * N$ 个 ODUk 帧中每个 ODUk 帧的开销区均添加复帧指示。复帧指示不仅用于指示 OPUk 帧在 OPUk 复用帧中的位置, 还间接指示 (或者说隐含地指示) 所述 $M1 * N$ 个 OPUk 帧中每个 OPUk 帧的净荷区包括的净荷块的比特位置。可以根据每个 ODUk 帧的开销区的复帧指示, 对 ODUk 帧进行计数, 从 0 依次计数到 $M1 * N - 1$, 或者从 1 计数到 $M1 * N$ 。

上述复帧指示开销也可以位于 OTUk 的开销区, 也可以利用 OTN 帧中原有的 MFAS 进行构造。

另一些实施例中, 复帧指示开销也可以位于 OPUk 的开销区, 即位于 OTUk 帧的第 15 列或 16 列。 $M1 * N$ 个 OPUk 帧中每个 OPUk 帧的开销区均包括复帧指示。复帧指示不仅用于指示 OPUk 帧在 OPUk 复用帧中的位置, 还间接指示 (或者说隐含地指示) 所述 $M1 * N$ 个 OPUk 帧中每个 OPUk 帧的净荷区包括的净荷块的比特位置。可以根据每个 OPUk 帧的开销区的复帧指示, 对 OPUk 帧进行计数, 从 0 依次计数到 $M1 * N - 1$, 或者从 1 计数到 $M1 * N$ 。

上述复帧指示开销也可以位于 OTUk 的开销区, 也可以利用 OTN 帧中原有的 MFAS 进行构造。

又一些实施例中, 可以通过两级复帧指示来指示每个 OPUk 帧的净荷区包括的净荷块的比特位置。为了便于描述, 将两级复帧指示分别称为第一复帧指示和第二复帧指示。 $M1 * N$ 个 OPUk 帧的开销区分别包括第一复帧指示和第二复帧指示。 $M1 * N$ 个 OPUk 帧中每连续 $M1$ 个 OPUk 帧构成一个 OPUk 组。OPUk 组可以称为 OPUk 复帧, 也可以采用其它的称呼, 例如“ $M1$ 帧复帧”, 本申请对此不作具体限定。 $M1 * N$ 个 OPUk 帧包括 N 个 OPUk 组。每个 OPUk 组包括的 $M1$ 个第一复帧指示不仅用于指示 $M1$ 个 OPUk 帧, 还间接指示 OPUk 组中每个 OPUk 帧包括的净荷块的比特位置, OPUk 组中每个 OPUk 帧包括的第二复帧指示用于指示 OPUk 组在 N 个 OPUk 组的位置。第二复帧指示用于对 OPUk 组进行累加计数, 比如从 0 开始指示, 依次计数到 $N - 1$ 。

示例性地, 两级复帧指示可以均位于 OPUk 帧的开销区, 也可以位于 ODUk 帧的开销区, 也可以位于 OTUk 的开销区, 也可以利用 OTN 帧中原有的 MFAS 进行构造。也可以其中一级复帧指示位于 OPUk 帧的开销区, 另一级复帧指示位于 ODUk 帧的开销区。比如, 第一复帧指示位于 OPUk 帧的开销区, 第二复帧指示位于 ODUk 帧的开销区。

作为一种举例，以净荷块大小为 192 字节为例。OPU0 复用帧包括 6 个 OPU0 帧。OPU0 复用帧包括的净荷块数量 $P_{0-1}=476$ 。图 6 所示为本申请实施例中 OPU0 复用帧结构示意图。参见图 6 所示，OPU0 复用帧的净荷区由 476 个 192 字节的净荷块构成。此时可以理解 $M1=6$ 。

图 7 所示为本申请实施例中 OPUk 复用帧结构示意图。OPUk 复用帧由 6N 个 OPUk 帧组成。例如，每连续 6 个 OPUk 帧可以理解为一个 OPUk 组，则 OPUk 复用帧包括 N 个 OPUk 组。OPUk 组也可以理解为由 6 个 OPUk 帧组成的复帧，也可以称为 OPUk 复帧或者 OPUk 的 6 帧复帧。每个 OPUk 复帧的净荷区划分为 476 个 192 字节净荷块。参见图 7 所示，从第 1 帧 OPUk 第 1 个净荷块开始依次标记为净荷块#1，净荷块#2，...，净荷块#P1，其中净荷块大小为 192 字节。

作为一种举例，参见表 3 所示，为 OPUk 复用帧中在 k 取不同值时， P_1 的值。表 3 中以净荷块的大小为 192 字节为例。表 3 中以 x 取值为 20 ppm 为例。表 3 中 P_1 的值以 ODU 的比特速率来确定的。ODU 净荷比特速率和 OPU 净荷比特速率关系为：ODU 净荷比特速率=OPU 净荷比特速率*239/238。

表 3

	ODU 净荷比特速率 (bit/s)	频偏 (ppm)	帧数 量	复用帧包含的 192 字节净荷块 数量 (P_1)	192 字节净荷 块周期(ns)	192 字节净荷块比 特速率(bit/s)
ODU0	1,244,160,000.000	20	6	476	1234.568	2,602,845.188
ODU1	2,498,775,126.050	20	12	952	614.701	2,613,781.513
ODU2	10,037,273,924.051	20	48	3,808	153.030	2,624,810.127
ODU25u	25,096,826,373.626	20	120	9,520	61.203	2,625,191.043
ODU25	26,409,711,013.216	20	126	9,996	58.160	2,630,973.402
ODU3	40,319,218,983.051	20	192	15,232	38.096	2,635,932.203
ODU50u	50,193,652,747.253	20	240	19,040	30.601	2,625,191.043
ODU50	52,819,422,026.432	20	252	19,992	29.080	2,630,973.402
ODU4	104,794,445,814.978	20	504	39,984	14.657	2,609,943.361
.....		20				
ODUflex(OSU,n)	1,244,160,000.00000	20	6	476	1234.568	2,602,845.188
ODUflex(OSU,n)	2,488,320,000.00000	20	12	952	617.284	2,602,845.188
ODUflex(OSU,n)	3,732,480,000.00000	20	18	1,428	411.523	2,602,845.188
ODUflex(OSU,n)	4,976,640,000.00000	20	24	1,904	308.642	2,602,845.188
ODUflex(OSU,n)	6,220,800,000.00000	20	30	2,380	246.914	2,602,845.188
ODUflex(OSU,n)	7,464,960,000.00000	20	36	2,856	205.761	2,602,845.188
ODUflex(OSU,n)	8,709,120,000.00000	20	42	3,332	176.367	2,602,845.188
ODUflex(OSU,n)	9,953,280,000.00000	20	48	3,808	154.321	2,602,845.188
ODUflex(OSU,n)	11,197,440,000.00000	20	54	4,284	137.174	2,602,845.188

下面结合附图对第二种可能的方式进行描述。

图 8 所示为本申请实施例提供的另一种 OPUk 复用帧的结构示意图。如图 8 所示，OPU0 复用帧由 $M1*M2$ 个 OPU0 帧构成，分别为 OPU0 帧#1-# $M1*M2$ 。OPU0 复用帧包括的净荷块的数量为 $1/M2$ 通过 P_{0-2} 表示。OPU0 复用帧包括的净荷块的数量可以为 $M2*P_{0-2}$ 。OPUk 复用帧由 $M1*N$ 个 OPUk 帧构成，分别为 OPUk 帧#1-# $M1*N$ 。OPUk 复用帧的净荷区包括 P_1 个净荷块，则 $P_1=N*P_{0-2}$ 。

在一些实施例中，OPUk 复用帧包括的净荷块的数量可以通过如下任一种方式来确定。
第一方式，OPUk 复用帧包括的净荷块的数量满足如下公式 (6) 所示条件。

$$P_1 = \text{floor} \left[\frac{R_{\text{OPU_PLD}} * (1-x \text{ ppm})}{(1/M2) * R_{\text{OPU0_PLD}}} \right] * P_{0-2} \quad \text{公式 (6)}$$

其中, P_{0-2} 表示 OPU0 复用帧包括的净荷块的数量 的 $1/M2$, floor 表示向下取整, $R_{\text{OPU_PLD}}$ 表示 OPUk 帧的净荷区的比特速率, $R_{\text{OPU0_PLD}}$ 表示 OPU0 帧的净荷区的比特速率, x 表示频偏。例如, x 取值可以为 0、20 或者 100 等。

$$\text{示例性地, 基于第一方式确定 } N = \text{floor} \left[\frac{R_{\text{OPU_PLD}} * (1-x \text{ ppm})}{R_{\text{OPU0_PLD}}} \right]。$$

第二方式, OPUk 复用帧包括的净荷块的数量满足如下公式 (7) 所示条件。

$$P_1 = \text{floor} \left[\frac{R_{\text{OPU_PLD}} * (1-x \text{ ppm})}{(1/M2) * R_{\text{OPU0_PLD}} * (1+y \text{ ppm})} \right] * P_{0-2} \quad \text{公式 (7)}$$

其中, P_{0-2} 表示 OPU0 复用帧包括的净荷块的数量 的 $1/M2$, floor 表示向下取整, $R_{\text{OPU_PLD}}$ 表示 OPUk 帧的净荷区的比特速率, $R_{\text{OPU0_PLD}}$ 表示 OPU0 帧的净荷区的比特速率, x 和 y 均表示频偏。例如, x 取值可以为 0、20 或者 100 等。一些实施例中, y 为设定值, 可以表示基准速率的频偏。

一些实施例中, 可以将公式 (2) - 公式 (7) 中 $R_{\text{OPU_PLD}}$ 替换为 $R_{\text{ODU_PLD}}$, 将 $R_{\text{OPU0_PLD}}$ 替换为 $R_{\text{ODU0_PLD}}$, 以对公式 (2) - 公式 (7) 进行变形获得 P_1 值。 $R_{\text{ODU_PLD}}$ 表示 ODUk 净荷比特速率, $R_{\text{ODU0_PLD}}$ 表示 ODU0 净荷比特速率。另一些实施例中, 也可以基于前面描述的 ODU 净荷比特速率和 OPU 净荷比特速率关系对上述公式 (2) - 公式 (7) 进行变形, 本申请不再展开描述。

在第二种可能的方式中, 复帧指示开销的配置方式与第一种可能的方式类似, 此处不再赘述。

20 作为一种举例, 以净荷块大小为 192 字节为例。OPU0 复用帧包括 6 个 OPU0 帧。OPU0 复用帧包括的净荷块数量为 476。如图 6 所示, OPU0 复用帧包括的 6 个 OPU0 帧中每 3 帧由 238 个净荷块组成。可以根据 OPU0 复用帧包括的 238 个净荷块来构建 OPUk 复用帧。则该举例中, $P_{0-2}=238$, $M2=2$, $M1=3$ 。

25 图 9 所示为本申请实施例提供的又一种 OPUk 复用帧结构示意图。OPUk 复用帧由 $3N$ 个 OPUk 帧组成。例如, 每连续 3 个 OPUk 帧可以理解为一个 OPUk 组, 则 ODUk 复用帧包括 N 个 OPUk 组。OPUk 组也可以理解为由 3 个 OPUk 帧组成的复帧, 也可以称为 OPUk 复帧或者 OPUk 的 3 帧复帧。每个 OPUk 复帧的净荷区划分为 238 个 192 字节净荷块。因此 OPUk 复用帧总共由 $N*238$ 个净荷块组成。参见图 9 所示, 从第 1 帧 OPUk 第 1 个净荷块开始依次标记为净荷块#1, 净荷块#2, ..., 净荷块# P_1 , 其中净荷块大小为 192 字节。

30 通过上述第二种可能的方式确定的 OPUk 复用帧中在 k 取不同值时, P_1 的值与基于第一种可能的方式确定的 P_1 的值相同, 作为一种举例, 以净荷块的大小为 192 字节为例, OPUk 复用帧中在 k 取不同值时, P_1 的值可以参见前述表 3 所示。

基于此, 本申请实施例提供了一种光信号传送方法及装置, 通过 OPU0 复用帧的结构来

构造比特速率大于 1.25Gbps 的 OPUk 复用帧,使得 OPUk 复用帧的结构复用 OPU0 复用帧的结构,能够与 OPU0 复用帧的结构对齐,同时 OPUk 复用帧由整数倍的 OPUk 帧组成,从而可以降低处理复杂度。其中,方法和装置是基于同一发明构思的,由于方法及装置解决问题的原理相似,因此装置与方法的实施可以相互参见,重复之处不予赘述。

- 5 图 10 所示为本申请实施例提供的光信号传送方法流程示意图。光信号传送方法可以由 OTN 设备执行,例如,可以由图 2 所示的 OTN 设备中的支路板和/或线路板实现。还可以由设置在 OTN 设备中的一个处理模块执行,或者由一个处理芯片执行。

1001,OTN 设备将 OSU 帧映射到 OPUk 复用帧,OPUk 复用帧的比特速率大于 1.25Gbps,OPUk 复用帧是由 $M1*N$ 个 OPUk 帧构成,OPUk 复用帧的净荷区包括 P 个净荷块,P 是 P_0 的 N 倍。 P_0 取值如前述,此处不再赘述。

1002,OTN 设备将 $M1*N$ 个 OPUk 帧一一映射到 $M1*N$ 个 ODUk 帧。

1003,OTN 设备发送 $M1*N$ 个 ODUk 帧。

- 本申请实施例中,通过 OPU0 复用帧的结构来构造比特速率大于 1.25Gbps 的 OPUk 复用帧,使得 OPUk 复用帧的结构复用 OPU0 复用帧的结构,从而与 OPU0 复用帧的结构对齐。
- 15 OPUk 复用帧包括由整数倍 OPUk 帧,保持 OPUk 复用帧和 OPUk 帧边界对齐。进一步 OTN 设备在映射 OSU 时,可以基于重用的 OPU0 复用帧结构映射 OSU 到 OPUk 复用帧中,针对每个传送周期可以更快速获取净荷块的位置,从而可以降低处理复杂度。

- 本申请实施例还提供了一种光信号传送装置。方法、装置及系统是基于同一发明构思的,由于方法及装置、系统解决问题的原理相似,因此装置与方法的实施例可以相互参见,重复之处不再赘述。该装置可以用于 OTN 设备,该装置具体可以是 OTN 设备中的处理器、芯片、芯片系统,或是处理器中的一个模块等。该装置可以由图 2 中的支路板和/或线路板实现。图 11 为本申请实施例中一种可能的光信号传送装置的结构示意图。如图 11 所示,装置包括处理单元 1101 和发送单元 1102。处理单元 1101 用于执行步骤 1001 和步骤 1002,发送单元 1102 用于执行 1003。

- 25 可选地,上述两个单元还可以执行前述任一实施例提及的 OTN 设备执行的其他相关可选步骤,此处不再赘述。

- 本申请实施例中对单元的划分是示意性的,仅为一种逻辑功能划分,实际实现时可以有另外的划分方式。另外,在本申请各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理器中,也可以是单独物理存在,也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中。上述集成的单元既可以采用硬件的形式实现,也可以采用软件功能单元的形式实现。

图 12 为本申请实施例的另一种可能的光信号传送装置的结构示意图。如图 12 所示,装置 1200 包括通信接口 1210、处理器 1220。该装置 1200 可以应用于 OTN 设备。该装置 1200 还可以包括存储器 1230。

- 图 12 所示的处理单元 1201 和发送单元 1202 均可以由处理器 1220 实现。示例性地,处理器 1202 可以为图 2 所示的线路板中的信号处理器和/或支路板中的信号处理器。处理器 1220 通过通信接口 1210 发送 OTN 帧(例如前述实施例提及的 OTUk 帧或者 ODUk 帧),用于实现图 10 中的 OTN 设备执行的方法。在实现过程中,处理流程的各步骤可以通过处理器 1220 中的硬件的集成逻辑电路或软件形式的指令完成图 10 中的 OTN 设备所执行的方法。

通信接口 1210 可以是电路、总线、收发器或其它任意可以用于进行信息交互的装置。其

中，示例性地，该其它装置可以是与该装置 1200 相连的设备，比如其它装置可以是客户端设备或者其它 OTN 设备。

处理器 1220 可以是通用处理器、数字信号处理器、专用集成电路、现场可编程门阵列或其他可编程逻辑器件、分立门或晶体管逻辑器件、分立硬件组件。通用处理器可以是微处理器或任何常规的处理器等。结合本申请实施例所公开的方法的步骤可以直接体现为硬件处理器执行完成，或用处理器中的硬件及软件单元组合执行完成。处理器 1220 用于实现上述方法所执行的程序代码可以存储在存储器 1230 中。存储器 1230 和处理器 1220 耦合。本申请实施例中的耦合是装置、单元或模块之间的间接耦合或通信连接，可以是电性、机械或其它的形式，用于装置、单元或模块之间的信息交互。处理器 1220 可能和存储器 1230 协同操作。存储器 1230 可以是非易失性存储器，比如硬盘（hard disk drive, HDD）或固态硬盘（solid-state drive, SSD）等，还可以是易失性存储器（volatile memory），例如随机存取存储器（random-access memory, RAM）。存储器 1230 是能够用于携带或存储具有指令或数据结构形式的程序代码并能够由计算机存取的任何其他介质，但不限于此。

本申请实施例中不限定上述通信接口 1210、处理器 1220 以及存储器 1230 之间的具体连接介质。本申请实施例在图 12 中以存储器 1230、处理器 1220 以及通信接口 1210 之间通过总线连接。总线在图 12 中以粗线表示，其它部件之间的连接方式，仅是进行示意性说明，并不引以为限。所述总线可以分为地址总线、数据总线、控制总线等。为便于表示，图 12 中仅用一条粗线表示，但并不表示仅有一根总线或一种类型的总线。

基于以上实施例，本申请实施例还提供了一种计算机存储介质，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、随机存取存储器等各种可以存储程序代码的介质。

基于以上实施例，本申请实施例还提供了一种芯片。该芯片包括处理器，用于实现上述任意一个或多个实施例所涉及的功能，例如获取或处理上述方法中所涉及的 OPUk 帧或者 ODUk 帧。可选地，所述芯片还包括存储器，所述存储器，用于处理器所执行必要的程序指令和数据。该芯片，可以由芯片构成，也可以包含芯片和其他分立器件。

本领域内的技术人员应明白，本申请的实施例可提供为方法、系统、或计算机程序产品。因此，本申请可采用完全硬件实施例、完全软件实施例、或结合软件和硬件方面的实施例的形式。而且，本申请可采用在一个或多个其中包含有计算机可用程序代码的计算机可用存储介质（包括但不限于磁盘存储器、CD-ROM、光学存储器等）上实施的计算机程序产品的形式。

本申请是参照根据本申请实施例的方法、设备（系统）、和计算机程序产品的流程图和/或方框图来描述的。应理解可由计算机程序指令实现流程图和/或方框图中的每一流程和/或方框、以及流程图和/或方框图中的流程和/或方框的结合。可提供这些计算机程序指令到通用计算机、专用计算机、嵌入式处理机或其他可编程数据处理设备的处理器以产生一个机器，使得通过计算机或其他可编程数据处理设备的处理器执行的指令产生用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的装置。

这些计算机程序指令也可存储在能引导计算机或其他可编程数据处理设备以特定方式工作的计算机可读存储器中，使得存储在该计算机可读存储器中的指令产生包括指令装置的制

造品，该指令装置实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能。

5 这些计算机程序指令也可装载到计算机或其他可编程数据处理设备上，使得在计算机或其他可编程设备上执行一系列操作步骤以产生计算机实现的处理，从而在计算机或其他可编程设备上执行的指令提供用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的步骤。

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。

10

15

权 利 要 求 书

1.一种光信号传送方法,其特征在于,包括:

将光业务单元帧映射到光净荷单元 OPUk 复用帧,所述 OPUk 复用帧的比特速率大于 1.25Gbps,所述 OPUk 复用帧是由 $M1*N$ 个 OPUk 帧构成,所述 OPUk 复用帧的净荷区包括 P 个净荷块,所述 P 是 P_0 的 N 倍;

其中,所述 P_0 是 OPU0 复用帧包括的净荷块的数量,所述 OPU0 复用帧包括 $M1$ 个 OPU0 帧;或者,所述 P_0 是 OPU0 复用帧包括的净荷块的数量的 $1/M2$,所述 OPU0 复用帧包括 $M1*M2$ 个 OPU0 帧, N 为大于 1 的整数, $M1$ 为大于或者等于 1 的整数, $M2$ 为大于 1 的整数;

10 将所述 $M1*N$ 个 OPUk 帧一一映射到 $M1*N$ 个光数据单元 ODUk 帧;

发送所述 $M1*N$ 个 ODUk 帧。

2.如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述 OPUk 复用帧包括的净荷块的数量 P 满足如下公式:

$$P = \text{floor} \left[\frac{R_{\text{OPU_PLD}} * (1-x \text{ ppm})}{R_{\text{ref}} * P_0} \right] * P_0; \text{ 或者,}$$

$$15 \quad P = \text{floor} \left[\frac{R_{\text{OPU_PLD}} * (1-x \text{ ppm})}{R_{\text{ref}} * P_0 * (1+y \text{ ppm})} \right] * P_0;$$

其中, P_0 表示所述 OPU0 复用帧包括的净荷块的数量, floor 表示向下取整, $R_{\text{OPU_PLD}}$ 表示所述 OPUk 的净荷区的比特速率, x 和 y 均表示频偏, ppm 表示百万分之一, R_{ref} 表示净荷块的基准速率。

3.如权利要求 2 所述的方法,其特征在于,所述 R_{ref} 为 2.6Mbit/s。

20 4.如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述 OPUk 复用帧包括的净荷块的数量满足如下公式:

$$P = \text{floor} \left[\frac{R_{\text{OPU_PLD}} * (1-x \text{ ppm})}{R_{\text{OPU0_PLD}}} \right] * P_0; \text{ 或者,}$$

$$P = \text{floor} \left[\frac{R_{\text{OPU_PLD}} * (1-x \text{ ppm})}{R_{\text{OPU0_PLD}} * (1+y \text{ ppm})} \right] * P_0;$$

25 其中, P_0 表示所述 OPU0 复用帧包括的净荷块的数量, floor 表示向下取整, $R_{\text{OPU_PLD}}$ 表示所述 OPUk 的净荷区的比特速率, $R_{\text{OPU0_PLD}}$ 表示所述 OPU0 的净荷区的比特速率, x 和 y 均表示频偏。

5.如权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述 OPUk 复用帧包括的净荷块的数量满足如下公式:

$$P = \text{floor} \left[\frac{R_{\text{OPU_PLD}} * (1-x \text{ ppm})}{(1/M2) * R_{\text{OPU0_PLD}}} \right] * P_0; \text{ 或者,}$$

$$30 \quad P = \text{floor} \left[\frac{R_{\text{OPU_PLD}} * (1-x \text{ ppm})}{(1/M2) * R_{\text{OPU0_PLD}} * (1+y \text{ ppm})} \right] * P_0;$$

其中, P_0 表示所述 OPU0 复用帧包括的净荷块的数量的 $1/M2$, floor 表示向下取整, $R_{\text{OPU_PLD}}$ 表示所述 OPUk 的净荷区的比特速率, $R_{\text{OPU0_PLD}}$ 表示所述 OPU0 的净荷区的比特速率, x 和 y 均表示频偏。

35 6.如权利要求 1-5 任一项所述的方法,其特征在于,所述 $M1*N$ 个 ODUk 帧的开销区分别包括复帧指示,其中 $M1*N$ 个复帧指示间接指示所述 $M1*N$ 个 OPUk 帧中每个 OPUk 帧的净荷区包括的净荷块的比特位置;或者,

所述 $M1 \times N$ 个 OPU_k 的开销区分别包括所述复帧指示。

7.如权利要求 1-5 任一项所述的方法,其特征在于,所述 $M1 \times N$ 个 OPU_k 帧的开销区分别包括第一复帧指示和第二复帧指示,其中,所述 $M1 \times N$ 个 OPU_k 帧包括 N 个 OPU_k 组,每个 OPU_k 组包括连续 M1 个 OPU_k 帧,所述 OPU_k 组包括的 M1 个第一复帧指示间接指示
5 所述 OPU_k 组中每个 OPU_k 帧包括的净荷块的比特位置,所述 OPU_k 组中每个 OPU_k 帧包括的第二复帧指示用于指示所述 OPU_k 组在所述 N 个 OPU_k 组的位置;或者,

所述 $M1 \times N$ 个 ODU_k 帧的开销区分别包括所述第一复帧指示和所述第二复帧指示。

8.如权利要求 1-7 任一项所述的方法,其特征在于,所述 OPU_k 为 OPU2、OPU2e、OPU3、OPU4、OPU25、OPU25u、OPU50、OPU50u、OPUCn 或者 OPUflex。
10 9.如权利要求 1-8 任一项所述的方法,其特征在于,所述 P_0 是 OPU0 复用帧包括的净荷块的数量,所述 $P_0=476$ 。

10.如权利要求 1-8 任一项所述的方法,其特征在于,所述 P_0 是 OPU0 复用帧包括的净荷块的数量数量的 $1/M2$, 所述 $P_0=238$ 。

11.一种芯片,其特征在于,包括处理器和通信接口,所述处理器与所述通信接口通过
15 线路连接,用于执行如权利要求 1-10 中任一项所述的方法。

12.一种光信号传送装置,其特征在于,包括处理器和光收发器,所述处理器,用于执行如权利要求 1 至 10 任一项所述的方法,并通过所述光收发器发送光传送网 OTN 帧。