

多波长无源光网络的波长协商方法、系统和装置

· 技术领域

本申请主要涉及光通信技术，特别地，涉及一种多波长无源光网络(Passive Optical Network, PON)的波长协商方法、系统和装置。

5 · 背景技术

无源光网络(PON)技术是目前一种主要的宽带接入技术。传统的PON系统是一种基于时分复用(Time Division Multiplexing, TDM)机制的点到多点网络系统，请参阅图1，通常PON系统包括位于局侧的光线路终端(Optical Line Terminal, OLT)、位于用户侧的多个光网络单元(Optical Network Unit, 10 ONU)以及连接在所述OLT和ONU之间的光分配网络(Optical Distributing Network, ODN)。其中，所述ODN用于分发或复用OLT和ONU之间的数据信号，以使所述多个ONU可以共享光传输通道。在上述基于TDM机制的PON系统中，从OLT到ONU的方向称为下行，由OLT按照TDM方式将下行数据流广播到所有ONU，各个ONU只接收带有自身标识的数据；从ONU到OLT 15 的方向为上行，由于各个ONU共享光传输通道，为了保证各个ONU的上行数据不发生冲突，所述PON系统在上行方向采用时分多址(Time Division Multiple Access, TDMA)方式，即由OLT为每个ONU分配时隙，各个ONU严格按照所述OLT分配的时隙发送上行数据。

不过，上述PON系统受TDM机制的时分特性的影响，用户的可用带 20 宽通常会受到限制，且另一方面又无法有效利用光纤自身的可用带宽，因此无法满足不断出现的宽带网络应用业务的需求。为解决上述问题，同时考虑兼容现有的PON系统，业界提出了融合波分复用(Wavelength Division Multiplexing, WDM)技术和TDM技术的混合PON系统，在所述混合PON中，局端OLT与用户侧ONU之间采用多个波长通道进行数据收发，即所述混合PON系统是一种多波长PON系统。 25

在所述多波长 PON 系统中,所述 OLT 支持同时以多个波长通道进行数据发送和接收,每个 ONU 分别工作在其中一个波长通道,在下行方向,所述 OLT 采用每一个波长通道分别对应的下行波长将下行数据广播给工作在所述波长通道的多个 ONU;而在上行方向,每一个波长通道的 ONU 可以在所述 OLT 分配的时隙中采用该波长通道的上行波长向所述 OLT 发送上行数据。为了降低仓储成本,通常所述 ONU 采用波长可调光收发组件,因此在初始化时需要所述 ONU 需要通过波长协商与所述 OLT 协商出一对工作波长。

现有的多波长 PON 系统在所述 ONU 初始化时波长协商过程中,通常是由所述 ONU 随机选择工作波长,所述 OLT 再检测所述 ONU 选择的工作波长是否会与其他 ONU 产生波长冲突。如果存在波长冲突,所述 OLT 向所述 ONU 下发冲突指示,所述 ONU 在接收到所述冲突指示之后,随机延时一段时间,再选择其他工作波长。不过,上述方法完全依靠所述 ONU 自身选择波长与所述 OLT 进行协商,如果出现波长冲突再重新选择波长进行协商,此不仅会导致所述 ONU 的注册时间较长,还可能干扰其他 ONU 的正常通信。

·发明内容

本申请提供一种可以有效缩短 ONU 注册上线时间并避免干扰其他 ONU 通信的多波长 PON 系统的波长协商方法。并且,基于所述波长协商方法,本申请还提供一种多波长无源光网络系统和波长协商装置。

一方面,一种多波长无源光网络的波长协商方法,包括:接收 OLT 在多波长 PON 系统各个下行波长通道广播的波长状态表,所述波长状态表用于指示多波长 PON 系统的可用波长信息以及相应波长通道已注册 ONU 的统计信息;根据所述波长状态表,选择上行发射波长和下行接收波长;将上行发射波长信息和下行接收波长信息上报给所述 OLT,以供所述 OLT 刷新所述波长状态表。

作为所述波长协商方法的一种改进，所述波长状态表包括当前可用上行波长列表和可用下行波长列表，以及所述可用上行波长列表和可用下行波长列表的每个波长所对应的波长通道的已注册 ONU 数量。

5 作为所述波长协商方法的一种改进，所述波长状态表包括当前可用上下行收发波长绑定关系列表，以及所述当前可用上下行收发波长绑定关系列表的每个上下行收发波长对所对应的波长通道的已注册 ONU 数量。

作为所述波长协商方法的一种改进，所述根据波长状态表，选择上行发射波长和下行接收波长包括：根据所述波长状态表记录的各个上下行波长或上下行收发波长对所对应的波长通道的已注册 ONU 数量，并结合自身
10 支持的收发波长能力，选择已注册 ONU 数量较少的上行发射波长和下行接收波长，或者选择已注册 ONU 数量较少的上下行收发波长对。

作为所述波长协商方法的一种改进，所述波长协商方法还包括：在发送注册请求之前进行波长初始化，并配置临时下行接收波长；其中，所述波长状态表是通过所述临时下行接收波长从相应的下行波长通道接收到的。
15

作为所述波长协商方法的一种改进，所述在发送注册请求之前进行波长初始化，并配置临时下行接收波长包括：在发送注册请求之前通过逐渐调整下行接收波长来搜索来自所述 OLT 的下行数据，在发现当前调整到的下行接收波长可接收到来自所述 OLT 的下行光信号，并且所述下行光信号
20 可解析出正确的下行数据帧，则将当前下行接收波长配置为临时下行接收波长，并停止下行接收波长的调整。

作为所述波长协商方法的一种改进，所述波长协商方法还包括：所述 OLT 在接收到携带有所述上行发射波长信息和下行接收波长信息的上行数据帧或者上行消息之后，生成相应的波长映射关系表项，所述波长映射关系表项可以包括 ONU 标识信息以及所述 ONU 的上行发射波长信息和下行接收波长信息；所述 OLT 根据所述波长映射关系表项，刷新所述波长状态
25

表中与所述上行发射波长信息和下行发射波长信息相对应的波长通道的已注册 ONU 的统计信息。

作为所述波长协商方法的一种改进，所述波长协商方法还包括：所述 OLT 在检测到信号丢失告警，根据所述信号丢失告警所对应的波长映射表项，刷新所述波长状态表；所述 OLT 检测到其收发器件发生故障时，清除所述波长状态表的相应波长状态信息。

作为所述波长协商方法的一种改进，所述波长协商方法还包括：在发送注册请求时或者注册成功之后向所述 OLT 上报 ONU 波长能力集；接收所述 OLT 在判断出所述 ONU 选择的上行发射波长或下行接收波长不符合预期波长要求时重新构造并通过单播方式返回的波长状态子表，并根据所述波长状态子表重新选择上行发射波长和下行接收波长；其中，所述波长状态子表包括所述 ONU 支持的收发波长的可用波长信息以及相应波长通道已注册 ONU 的统计信息。

另一方面，一种多波长无源光网络的波长协商装置，包括：光接收器，用于接收 OLT 在多波长 PON 系统各个下行波长通道广播的波长状态表，所述波长状态表用于指示多波长 PON 系统的可波长信息以及相应波长通道已注册 ONU 的统计信息；处理器，用于根据所述波长状态表选择上行发射波长和下行接收波长；光发射器，将上行发射波长信息和下行接收波长信息上报给所述 OLT，以供所述 OLT 刷新所述波长状态表。

作为所述波长协商装置的一种改进，所述波长状态表包括当前可用上行波长列表和可用下行波长列表，以及所述可用上行波长列表和可用下行波长列表的每个波长所对应的波长通道的已注册 ONU 数量。

作为所述波长协商装置的一种改进，所述处理器包括：波长信息获取模块，用于从所述当前可用上行波长列表和可用下行波长列表获取可用上行波长信息和可用下行波长信息，以及各个可用上行波长和可用下行波长所对应的波长通道的已注册 ONU 数量；波长选择模块，用于选择已注册

ONU 数量较少的波长通道所对应的可用上行波长和可用下行波长，分别作为上行发射波长和下行接收波长。

作为所述波长协商装置的一种改进，所述波长状态表包括当前可用上下行收发波长绑定关系列表，以及所述当前可用上下行收发波长绑定关系列表的每个上下行收发波长对所对应的波长通道的已注册 ONU 数量。

作为所述波长协商装置的一种改进，所述处理器包括：波长信息获取模块，用于从所述可用上下行收发波长绑定关系列表获取可用上下行收发波长对信息，以及各个可用上下行收发波长对信息所对应的波长通道的已注册 ONU 数量；波长选择模块，用于选择已注册 ONU 数量较少的波长通道所对应的可用上下行收发波长对作为上行发射波长和下行接收波长。

作为所述波长协商装置的一种改进，所述处理器，还用于在发送注册请求之前进行波长初始化，并配置临时下行接收波长，所述临时下行接收波长用于作为接收所述波长状态表的接收波长。

作为所述波长协商装置的一种改进，所述处理器包括：波长调整模块，用于在发送注册请求之前通过逐渐调整下行接收波长来搜索来自所述 OLT 的下行数据；临时波长配置模块，用于在发现当前调整到的下行接收波长可接收到来自所述 OLT 的下行光信号，并且所述下行光信号可解析出正确的下行数据帧，将当前下行接收波长配置为临时下行接收波长，并停止下行接收波长的调整。

作为所述波长协商装置的一种改进，所述光发送器，还用于在发送注册请求时或者注册成功之后向所述 OLT 上报 ONU 波长能力集；所述光接收器，还用于接收所述 OLT 在判断出所述选择的上行发射波长或下行接收波长不符合预期波长要求时重新构造并通过单播方式返回的波长状态子表；所述处理器，还用于根据所述波长状态子表重新选择上行发射波长和下行接收波长；其中，所述波长状态子表包括 ONU 支持的收发波长的可用波长信息以及相应波长通道已注册 ONU 的统计信息。

又一方面，一种多波长无源光网络系统，包括：至少一个 OLT 和多个 ONU，所述至少一个 OLT 通过光分配网络以点到多点的方式连接到所述多个 ONU，其中，所述 ONU 包括如上所述的多波长无源光网络的波长协商装置。

5 在本申请提供的多波长PON的波长协商方法、系统和装置中，通过接收OLT广播的波长状态表，ONU可以获知所述多波长PON系统各个波长通道的波长状态信息，并结合自身波长能力选择合适的工作波长，从而可以避免所述ONU选择的波长出现波长冲突而需要重新协商，此一方面可以缩短注册时间，另一方面可以避免对其他正常工作的ONU的通信造成干扰。

10 另外，所述ONU根据各个波长通道的波长状态信息选择工作波长，还可以实现各个波长通道的负载均衡，提高所述多波长PON系统的整体性能。

·附图说明

为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

图1是一种基于时分复用机制的无源光网络系统的网络架构示意图。

图2是本申请提供的多波长无源光网络系统一种实施例的网络架构示意图。

20 图3是本申请提供的多波长无源光网络的波长协商方法一种实施例的流程图。

图4是图3所示的多波长无源光网络的波长协商方法中采用XGTC帧承载波长信息的示意图。

图5是本申请提供的多波长无源光网络的波长协商方法另一种实施例的流程图。

图6是本申请提供的多波长无源光网络的波长切换装置一种实施例的

结构示意图。

·具体实施方式

下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

请参阅图2，本申请一种实施例提供的多波长无源光网络系统的网络架构示意图。所述多波长PON系统100包括至少一个光线路终端(OLT) 110、多个光网络单元(ONU)120和一个光分配网络(ODN)130，其中，所述OLT 110通过所述ODN 130以点到多点的方式连接到所述多个ONU 120，其中所述多个ONU 120共享所述ODN 130的光传输介质。所述ODN 130可以包括主干光纤131、光分路模块132和多个分支光纤133，其中所述光分路模块132可以设置在远端节点(Remote Node, RN)，其一方面通过所述主干光纤131连接到所述OLT 110，另一方面通过所述多个分支光纤133分别连接至所述多个ONU 120。

在所述多波长PON系统100中，所述OLT 110和所述多个ONU 120之间的通信链路可以包括多个上行波长通道和多个下行波长通道。在下行方向，所述多个下行波长通道同样通过波分复用(WDM)方式共享所述ODN的光传输介质，且每个ONU 120可以工作在所述多波长PON系统100的其中一个下行波长通道，每个下行波长通道可以承载一个或多个ONU 120的下行业务；并且，工作在同一个下行波长通道的ONU 120可以通过时分多址(TDM)方式共享所述下行波长通道。在上行方向，所述多个上行波长通道通过WDM方式共享所述ODN 130的光传输介质，且每个ONU 120可以工作在所述多波长PON系统100的其中一个上行波长通道，每个上行波长通道可以承载一个或多个ONU 120的上行业务；并且，工作在同一个上行波长通道的ONU 120

可以通过时分多址(TDMA)方式共享所述上行波长通道。

在本实施例中，如图2所示，以所述多波长PON系统100具有四个上行波长通道和下行波长通道为例进行介绍，应当理解，在实际应用时，所述多波长PON系统100的上下行波长通道的数量还可以根据网络需要而定。为便于描述，在本实施例中将所述多波长PON系统100的四个上行波长通道分别命名为上行波长通道1(采用第一上行波长 λ_{u1})、上行波长通道2(采用第二上行波长 λ_{u2})、上行波长通道3(采用第三上行波长 λ_{u3})和上行波长通道4(采用第四上行波长 λ_{u4})，将其四个下行波长通道分别命名为下行波长通道1(采用第一下行波长 λ_{d1})、下行波长通道2(采用第二下行波长 λ_{d2})、下行波长通道3(采用第三下行波长 λ_{d3})和下行波长通道4(采用第四下行波长 λ_{d4})。

每个上行波长通道和下行波长通道可以分别具有对应的波长通道标识(比如，通道号)，也即是说，所述上行波长通道标识与其标识的上行波长通道的上行波长具有匹配关系，所述OLT 110和所述ONU 120可以根据所述上行波长通道标识获悉所述上行波长通道的上行波长；相类似地，所述下行波长通道标识与其标识的下行波长通道的下行波长同样具有匹配关系，所述OLT 110和所述ONU 120可以根据所述下行波长通道标识获悉所述下行波长通道的下行波长。

在一种实施例中，请参阅图2，所述OLT 110可以包括光耦合器111、第一波分复用器112、第二波分复用器113、多个下行光发射器Tx1~Tx4、多个上行光接收器Rx1~Rx4和处理模块114。其中，所述多个下行光发射器Tx1~Tx4通过所述第一波分复用器112连接到所述光耦合器111，所述多个上行光接收器Rx1~Rx4通过所述第二波分复用器113连接到所述光耦合器111，所述耦合器111进一步连接到所述ODN 130的主干光纤131。

所述多个下行光发射器Tx1~Tx4的发射波长各不相同，其中，每一个下行光发射器Tx1~Tx4可以分别对应所述多波长PON系统100的其中一个下行波长通道，比如所述多个下行光发射器Tx1~Tx4的发射波长可以分别

$\lambda_{d1} \sim \lambda_{d4}$ 。所述下行光发射器Tx1~Tx4可以分别利用其发射波长 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{d4}$ 将下行数据发射到对应的下行波长通道，以便被工作在所述下行波长通道的ONU 120所接收。相对应地，所述多个上行光接收器Rx1~Rx4的接收波长可以各不相同，其中每一个上行光接收器Rx1~Rx4同样分别对应所述多波长无源光网络系统100的其中一个上行波长通道，比如，所述多个上行光接收器Rx1~Rx4的发射波长可以分别 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{u4}$ 。所述上行光接收器Rx1~Rx4可以分别利用其接收波长 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{u4}$ 接收工作在对应上行波长通道的ONU 120发送的上行数据。

所述第一波分复用器112用于将所述多个下行光发射器Tx1~Tx4发射的波长分别为 $\lambda_{d1} \sim \lambda_{d4}$ 的下行数据进行波分复用处理形成一路多波长下行光信号，并通过所述光耦合器111将所述多波长上行光信号发送到所述ODN 130的主干光纤131，以通过所述ODN 130将所述下行数据提供给所述ONU 120。并且，所述光耦合器111还可以用于将来自所述多个ONU 120的多波长上行光信号(包含波长分别为 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{u4}$ 的上行数据)提供给所述第二波分复用器113，所述第二波分复用器113可以将所述多波长上行光信号进行波分解复用处理形成到波长分别为 $\lambda_{u1} \sim \lambda_{u4}$ 的上行数据，并将所述上行数据分别提供给所述上行光接收器Rx1~Rx4进行数据接收。

所述处理模块114可以为媒介接入控制(Media Access Control, MAC)模块或MAC芯片，其一方面可以根据某个ONU 120工作的下行波长通道，将待发送给所述ONU 120的下行数据提供给与所述下行波长通道相对应的下行光发射器，以便所述下行光发射器将所述下行数据发射到所述波长通道，另一方面，所述处理模块114还可以对各个上行光接收器Rx1~Rx4接收到的上行数据进行处理。

所述ONU 120的工作波长(包括上行发射波长和下行接收波长)是可调的，在具体实施例中，所述ONU 120可以包括光耦合器121、下行光接收器122、上行光发射器123和处理模块124。其中，所述下行光接收器122和所

述上行光发射器123均为波长可调器件，二者可以通过所述光耦合器121连接到所述ONU 120对应的分支光纤。所述光耦合器121可以一方面将所述上行光发射器123发送的上行数据提供到所述ODN 130的分支光纤133，以通过所述ODN 130发送给所述OLT 110；另一方面，所述光耦合器121还可以将所述OLT 110通过所述ODN 130发送的下行数据提供给所述下行光接收器122进行数据接收。

所述处理模块124可以是MAC模块或MAC芯片，其可以与所述OLT 110的处理模块114进行波长协商以确定所述ONU 120的工作波长。并且，所述处理模块124还可以在指定时隙将待发送给所述OLT 110的上行数据提供给所述上行光发射器123，以通过所述上行光发射器123通过相应的上行波长通道发送给所述OLT 110，并对所述下行光接收器122接收到的下行数据进行处理。

在所述多波长PON系统中，由于所述OLT 110支持多个上下行波长通道且所述ONU 120的工作波长可调，为实现正常注册，所述ONU 120在初始化时首先需要与所述OLT 110进行波长协商。本发明实施例提供一种多波长PON系统的波长协商方法，可以保证ONU快速注册并避免对其他ONU的正常通信造成干扰。

图3为本申请一种实施例提供的多波长无源光网络的波长协商方法的流程图。所述波长协商方法可以包括：

步骤S11，ONU在发送注册请求之前进行波长初始化，并配置临时下行接收波长。

ONU在第一次接入到所述多波长PON系统时，在向OLT发注册请求之前可以先进行波长初始化。比如，所述ONU可以通过逐渐调整其下行接收波长来搜索来自所述OLT的下行数据，如果在某个时刻所述ONU发现其下行光接收器当前调整到的下行接收波长可以接收到来自所述OLT的下行光信号，并且其MAC模块可以从所述下行光信号中解析出正确的下行数据帧，

则所述ONU可以认为当前调整到的下行接收波长为所述多波长PON系统的某个波长通道的下行波长。此时，所述ONU可以将当前下行接收波长配置为临时下行接收波长，并停止下行接收波长的调整。

5 步骤S12，OLT在多波长PON系统的各个下行波长通道分别周期性广播波长状态表。

所述波长状态表主要记录所述多波长PON系统的各个波长通道的波长状态信息，比如，所述波长状态表可以指示所述多波长PON系统的可用波长信息以及相应波长通道已注册的ONU的统计信息。所述波长状态表的字段格式(如主要字段的取值和字段长度等)与排列顺序，可根据具体实施情况
10 而定。

在一种实施例中，所述波长状态表可以包括当前可用上行波长列表和可用下行波长列表，以及所述可用上行波长列表和可用下行波长列表的每个波长所对应的波长通道已注册ONU的统计信息，比如已在所述波长通道注册的ONU数量。在另一种实施例中，所述波长状态表可以包括当前可用
15 上下行收发波长绑定关系列表(即所述OLT将可用上行波长和下行波长进行绑定形成上下行收发波长对)，以及所述当前可用上下行收发波长绑定关系列表的每个上下行收发波长对所对应的波长通道已注册ONU的统计信息。

步骤S13，所述ONU根据波长状态表，选择上行发射波长和下行接收波长。

20 由于所述OLT将所述波长状态表广播至各个波长通道，所述ONU可以通过上述临时下行接收波长接收来自所述OLT的波长状态表。根据所述波长状态表记录的各个波长通道的波长状态信息，并结合自身支持的收发波长能力，所述ONU可以便可以进行其上下行波长选择。

比如，在一种实施例中，所述ONU可以在所述波长状态表的可用上行
25 波长列表中选择一个可用上行波长作为其上行工作波长，即作为所述ONU的上行发射波长。相类似地，所述ONU可以在所述波长状态表的可用下行

波长列表选择一个可用下行波长作为其下行工作波长，即作为所述ONU的下行接收波长。可替代地，在另一种实施例中，所述ONU也可以在所述波长状态表的当前可用上下行波长绑定关系列表中选择其中一对上下行收发波长对作为上下行工作波长，即作为所述ONU的上行发射波长和下行接收波长。

基于负载均衡因素考虑，所述ONU在根据所述波长状态表进行波长选择时，可以按照各个上下行波长或上下行收发波长对所对应的波长通道的已注册ONU数量，选择已注册ONU数量较少的波长或者波长对，据此设置自身的上行发射波长和下行接收波长。

进一步地，所述ONU可以根据其选择的上行发送波长和下行接收波长，设置其内部相应的可调收发器件，比如可调光发射机和可调光接收机。

步骤S14，所述ONU将其选择的上行发射波长信息和下行接收波长信息上报给所述OLT。

所述ONU可以对当前其选择的上行发射波长和下行接收波长进行标识记录，将上行发射波长信息和下行接收波长信息添加在发送给所述OLT的上行数据帧或者其他上行消息中，并通过所述上行数据帧或者上行消息上报给所述OLT。

在具体实施例中，所述上行发射波长信息和下行接收波长信息可以通过XGPON传输汇聚(XGPON Transmission Conversion, XGTC)帧、GPON传输汇聚(GPON Transmission Conversion, GTC)帧或者带逻辑链路标识(Logic Link Identifier, LLID)的以太网帧(即EPON帧)来承载。

以采用XGTC帧来承载所述上行发射波长和下行接收波长信息为例，请参阅图4，所述XGTC帧包括XGTC帧头和XGTC净荷，其中XGTC帧头包括光网络单元标识(ONU-ID)字段、指示(Ind)字段、混合纠错(Hybrid Error Correction, HEC)字段和上行物理层操作管理和维护(Physical Layer Operations, Administration and Maintenance upstream, PLOAMu)字段，其中，

所述下行波长信息和上行波长信息可以通过所述Ind字段进行承载。比如，现有XGPON标准定义的XGTC帧头的Ind字段预留有9个比特的保留(Reserve)域，在本实施例中，所述下行波长信息和上行波长信息可以利用在XGTC帧头的Ind字段的保留域进行承载，如图4所示。

5 可替代地，在其他实施例中，所述上行发射波长信息和下行接收波长信息可以通过物理层操作管理和维护(Physical Layer Operations, Administration and Maintenance, PLOAM)消息、光网络终端管理和控制接口(ONT Management and Control Interface, OMCI)消息、多点控制协议(Multi-Point Control Protocol, MPCP)消息或者操作管理和维护(Operation
10 Administration and Maintenance, OAM)消息进行承载，具体消息格式如字段取值和字段长度可以根据实际需要而定。

步骤S15，所述OLT根据所述ONU上报的上行发射波长信息和下行接收波长信息，生成所述ONU的波长映射关系表项，并根据所述波长映射关系表项刷新所述波长状态表。

15 所述OLT在接收到所述ONU发送的携带有所述上行发射波长信息和下行接收波长信息的数据帧或者上行消息之后，可以从所述上行数据帧或者所述上行消息提取出所述ONU的标识信息(比如ONU-ID)以及所述上行发射波长信息和下行接收波长信息，并生成波长映射关系表项，即，所述
20 波长映射关系表项可以包括所述ONU的标识信息以及所述ONU的上行发射波长信息和下行接收波长信息。并且，各个ONU对应的波长映射关系表项可以组成一个波长映射关系表。

根据所述波长映射关系表项，所述OLT可进一步刷新其内部的波长状态表。所述OLT可以根据所述ONU的波长映射关系表项的上行发射波长信息，更新其波长状态表的可用上行波长列表中相应上行波长的已注册ONU
25 数量；根据所述ONU的波长映射关系表项的下行接收波长信息，更新其波长状态表的可用下行波长列表中相应下行波长的已注册ONU数量。或者，

所述OLT可以根据所述ONU的波长映射关系表项的上行发射波长信息，更新其波长状态表的可用上下行收发波长绑定关系列表中相应的上下行收发波长对的已注册ONU数量。

- 此后，所述ONU便可采用上述选择的上行发射波长和下行接收波长，
- 5 进入正常的注册流程，向所述OLT发送注册请求，并完成注册。

进一步地，在具体实施例中，所述ONU在注册成功之后可以在其本地记录当前上下行工作波长，如果根据OLT下发的命令成功改变其工作波长后，需及时刷新所述上下行工作波长记录。基于所述上下行工作记录，在下

10 次重注册时，所述ONU可以直接读取的所述上下行工作波长来进行上行发射波长和下行接收波长的设置，而不必重新进行步骤S11中的调整下行接收波长搜索来自所述OLT的下行数据。如果所述ONU在重注册过程中进行上述波长设置之后，在特定时间内收不到来自所述OLT的下行数据，则所述ONU可以重新进入步骤S11，调整下行接收波长搜索来自所述OLT的下行数据。在步骤S11中，当所述ONU遍历其所支持的所有下行接收波长都无法

15 收到所述OLT发送的下行数据时，则可认为此时出现光纤故障、OLT收发器件故障或与OLT波长能力不匹配。

可选地，在具体实施例中，所述波长协商方法还可以包括：

步骤S16，所述OLT在所述ONU下线时根据所述ONU的波长映射表项刷新所述波长状态表。

- 20 在所述ONU下线时，所述OLT会检测到与所述ONU相关的LOSi(Loss of signal，信号丢失)告警，此时，所述OLT可以根据所述波长映射表中与所述ONU相关的波长映射表项获知所述ONU的上行发射波长信息和下行接收波长信息，并据此更新所述波长状态表的上行波长列表和下行波长列表中相应波长的已注册ONU数量，或者更新所述波长状态表的可用上下行收发波
- 25 长绑定关系列表中相应的上下行收发波长对的已注册ONU数量。

步骤S17，所述OLT在检测到其收发器件发生故障时，清除所述波长状

态表的相应波长状态信息。

所述OLT在工作过程中还可以检测其收发器件(比如上行光接收器或下行光发射器)的性能参数, 如果检测到所述收发器件发生故障时, 则意味着所述收发器件所工作的波长通道由于故障而暂时不可用, 因此, 所述OLT
5 可以根据所述收发器件所采用的工作波长(比如上行接收波长或者下行发射波长), 清除所述波长状态表的相应波长状态信息。比如, 所述OLT可以清除所述波长状态表的上行波长列表和下行波长列表中相应波长表项, 或者清除所述波长状态表的可用上下行收发波长绑定关系列表中相应的上下行收发波长对表项。

10 在本实施例提供的多波长PON的波长协商方法中, 通过接收OLT广播的波长状态表, ONU可以获知所述多波长PON系统各个波长通道的波长状态信息, 并结合自身波长能力选择合适的工作波长, 从而可以避免所述ONU选择的波长出现波长冲突而需要重新协商, 此一方面可以缩短注册时间, 另一方面可以避免对其他正常工作的ONU的通信造成干扰。另外, 所述ONU
15 根据各个波长通道的波长状态信息选择工作波长, 还可以实现各个波长通道的负载均衡, 提高所述多波长PON系统的整体性能。

在具体实现上, 网络运营商从运营维护角度考虑, 可能需要位于指定区域的多个ONU共享特定的一个或者多个波长, 或者, 为实现开放式接入, 可能需要某个运营商的用户侧ONU只使用特定的波长或者波长集合。也即
20 是说, 在实际的多波长PON系统中, 运营商可能需要ONU满足特定的波长要求的。然而, 在上述实施例中, 所述ONU在注册之前根据所述OLT提供的波长状态表选择的上下行工作波长对于所述OLT而言是不可预期的, 所述ONU选择的上下行工作波长可能并不能满足上述特定的波长要求。为解决上述问题, 本申请的另一种实施例在上述实施例的基础上增加了若干波
25 长确认步骤, 以保证所述ONU和所述OLT协商的工作波长满足预期的波长要求。

请参阅图5，其为本申请另一种实施例的多波长PON的波长协商方法的流程图示意图。本实施例的波长协商方法相较于图3所示的波长协商方法，主要增加以下步骤：

步骤S51，所述ONU向所述OLT上报其自身的波长能力集。

5 所述ONU在发送注册请求时或者注册成功之后向所述OLT上报其自身的波长能力集，且所述ONU的波长能力集可以主要包括但不限于所述ONU是否支持上下行收发波长调节的指示信息、所述ONU支持的上行波长和下行波长列表或上下行收发波长对列表、所述ONU的波长调节时间等信息。

10 步骤S52，所述OLT判断所述ONU选择的工作波长是否满足预期波长要求，如果不满足，所述OLT根据所述ONU的预期波长要求，结合所述ONU上报的波长能力集，重新构造波长状态子表并以单播方式发送给所述ONU。

15 具体而言，所述OLT可以根据所述ONU通过上述上行数据帧或者上行消息上报的上行发射波长信息和下行接收波长信息进行波长裁决，判断所述ONU选择的工作波长(即上行发射波长或下行接收波长)是否满足预期波长要求。如果满足所述ONU的预期波长要求，所述OLT可以完成所述ONU的注册过程。如果不满足所述ONU的预期波长要求，所述OLT可以根据所述ONU预期波长要求，结合所述ONU上报的波长能力集，重新确定所述ONU的可用上行波长和下行波长，或者可用上下行收发波长对，以及所述可用上行波长和下行波长或者可用上下行收发波长对所对应的波长通道的
20 已注册ONU统计信息，从而构造出关于所述ONU的波长状态子表。

步骤S53，所述ONU根据所述波长状态子表，重新选择上行发射波长和下行接收波长，并将新上行发射波长信息和新下行接收波长信息上报给所述OLT。

25 此后，所述OLT可以根据所述ONU上报的新上行发射波长信息和新下行接收波长信息更新所述ONU的波长映射关系表项，并刷新所述波长状态表。此后所述ONU便可采用上述重新选择的上行发射波长和下行接收波长，

进入正常的注册流程，重新向所述OLT发送注册请求，并完成注册。

基于以上实施例描述的波长协商方法，本申请还提供一种多波长PON的波长协商装置，所述波长协商装置可以应用到在图2所示的多波长PON系统100的ONU 120。请参阅图6，其为本申请提供的多波长PON的波长协商装置一种实施例的结构示意图，所述波长协商装置600可以包括：

光接收器 610，用于接 OLT 在多波长 PON 系统各个下行波长通道广播的波长状态表，所述波长状态表用于指示多波长 PON 系统的可用波长信息以及相应波长通道已注册光网络单元 ONU 的统计信息；

处理器 620，用于根据所述波长状态表选择上行发射波长和下行接收波长；

光发射器 630，将上行发射波长信息和下行接收波长信息上报给所述 OLT，以供所述 OLT 刷新所述波长状态表。

在一种实施例中，所述波长状态表包括当前可用上行波长列表和可用下行波长列表，以及所述可用上行波长列表和可用下行波长列表的每个波长所对应的波长通道的已注册 ONU 数量。并且，所述处理器 620 可以包括：

波长信息获取模块 621，用于从所述当前可用上行波长列表和可用下行波长列表获取可用上行波长信息和可用下行波长信息，以及各个可用上行波长和可用下行波长所对应的波长通道的已注册 ONU 数量；

波长选择模块 622，用于选择已注册 ONU 数量较少的波长通道所对应的可用上行波长和可用下行波长，分别作为上行发射波长和下行接收波长。

在另一种实施例中，所述波长状态表包括当前可用上下行收发波长绑定关系列表，以及所述当前可用上下行收发波长绑定关系列表的每个上下行收发波长对所对应的波长通道的已注册 ONU 数量；并且，所述处理器 620 可以包括：

波长信息获取模块 621，用于从所述可用上下行收发波长绑定关系列表获取可用上下行收发波长对信息，以及各个可用上下行收发波长对信息所

对应的波长通道的已注册 ONU 数量；

波长选择模块 622，用于选择已注册 ONU 数量较少的波长通道所对应的可用上下行收发波长对作为上行发射波长和下行接收波长。

在一种实施例中，所述处理器 620，还可以用于在发送注册请求之前进行波长初始化，并配置临时下行接收波长，所述临时下行接收波长用于作为接收所述波长状态表的接收波长。比如，所述处理器 620 还可以包括：

波长调整模块 623，用于在发送注册请求之前通过逐渐调整下行接收波长来搜索来自所述 OLT 的下行数据；

临时波长配置模块 624，用于在发现当前调整到的下行接收波长可接收到来自所述 OLT 的下行光信号，并且所述下行光信号可解析出正确的下行数据帧，将当前下行接收波长配置为临时下行接收波长，并停止下行接收波长的调整。

在一种实施例中，所述光发射器 630，还可以用于在发送注册请求时或者注册成功之后向所述 OLT 上报 ONU 波长能力集；所述光接收器 610，还用于接收所述 OLT 在判断出所述选择的上行发射波长或下行接收波长不符合预期波长要求时重新构造并通过单播方式返回的波长状态子表；所述处理器 620，还可以用于根据所述波长状态子表重新选择上行发射波长和下行接收波长；其中，所述波长状态子表包括 ONU 支持的收发波长的可用波长信息以及相应波长通道已注册 ONU 的统计信息。另外，所述光发射器 630 还可以用于将重新选择的上行发射波长和下行接收波长上报给所述 OLT，以供所述 OLT 进一步刷新当前的波长状态表。

应当理解，以上仅是简单概括所述波长协商装置 600 各个功能模块的主要功能，所述功能模块具体工作过程可以参阅上述实施例所述的波长协商方法。

并且，上述各个功能模块的主要是在波长协商时的具体功能进行划分，在具体实施例中，当所述波长协商装置 600 应用到在图 2 所示的多波长无

源光网络系统 100 的 ONU 120 时,所述光接收器 610 可以通过所述 ONU 120 的下行光接收器 122 及相关的驱动模块来实现,所述光发射器 630 可以通过所述 ONU 120 的上行光发射器 123 及相关的驱动模块来实现,所述处理器 620 可以通过所述 ONU 120 的 MAC 芯片 124 来实现,具体地,所述处
5 理器 620 的各个功能模块,比如所述波长信息获取模块 621、波长选择模块 622、波长调整模块 623 和临时波长配置模块 624,均可以通过所述 MAC 芯片 124 的软件模块来实现。当然,可替代地,所述波长协商装置 600 的各个功能模块还可以通过其他硬件实体来实现。

另外,在其他替代实施例中,所述波长协商装置 600 也可以在处理器
10 芯片内部实现,即上述实施例提供的波长协商方法可以作为软件程序在处理器芯片内部执行。

通过以上的实施方式的描述,本领域的技术人员可以清楚地了解到本发明可借助软件加必需的硬件平台的方式来实现,当然也可以全部通过硬件来实施。基于这样的理解,本发明的技术方案对背景技术做出贡献的全部或者部分可以以软件产品的形式体现出来,该计算机软件产品
15 可以存储在存储介质中,如 ROM/RAM、磁碟、光盘等,包括若干指令用以使得一台计算机设备(可以是个人计算机,服务器,或者网络设备等)执行本发明各个实施例或者实施例的某些部分所述的方法。

以上所述,仅为本申请较佳的具体实施方式,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披露的技术范
20 围内,可轻易想到的变化或替换,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该以权利要求的保护范围为准。

权 利 要 求

1、一种多波长无源光网络 PON 的波长协商方法，其特征在于，包括：
接收光线路终端 OLT 在多波长 PON 系统各个下行波长通道广播的波长
5 状态表，所述波长状态表用于指示多波长 PON 系统的可用波长信息以及相应波长通道已注册光网络单元 ONU 的统计信息；

根据所述波长状态表，选择上行发射波长和下行接收波长；

将上行发射波长信息和下行接收波长信息上报给所述 OLT，以供所述
OLT 刷新所述波长状态表。

10 2、如权利要求 1 所述的波长协商方法，其特征在于，所述波长状态表包括当前可用上行波长列表和可用下行波长列表，以及所述可用上行波长列表和可用下行波长列表的每个波长所对应的波长通道的已注册 ONU 数量。

3、如权利要求 1 所述的波长协商方法，其特征在于，所述波长状态表
15 包括当前可用上下行收发波长绑定关系列表，以及所述当前可用上下行收发波长绑定关系列表的每个上下行收发波长对所对应的波长通道的已注册 ONU 数量。

4、如权利要求 2 或 3 所述的波长协商方法，其特征在于，所述根据波长状态表，选择上行发射波长和下行接收波长包括：

20 根据所述波长状态表记录的各个上下行波长或上下行收发波长对所对应的波长通道的已注册 ONU 数量，并结合自身支持的收发波长能力，选择已注册 ONU 数量较少的上行发射波长和下行接收波长，或者选择已注册 ONU 数量较少的上下行收发波长对。

5、如权利要求 1 所述的波长协商方法，其特征在于，还包括：

25 在发送注册请求之前进行波长初始化，并配置临时下行接收波长；

其中，所述波长状态表是通过所述临时下行接收波长从相应的下行波

长通道接收到的。

6、如权利要求 5 所述的波长协商方法，其特征在于，所述在发送注册请求之前进行波长初始化，并配置临时下行接收波长包括：

在发送注册请求之前通过逐渐调整下行接收波长来搜索来自所述 OLT
5 的下行数据，在发现当前调整到的下行接收波长可接收到来自所述 OLT 的下行光信号，并且所述下行光信号可解析出正确的下行数据帧，则将当前下行接收波长配置为临时下行接收波长，并停止下行接收波长的调整。

7、如权利要求 1 所述的波长协商方法，其特征在于，还包括：

所述 OLT 在接收到携带有所述上行发射波长信息和下行接收波长信息
10 的上行数据帧或者上行消息之后，生成相应的波长映射关系表项，所述波长映射关系表项可以包括 ONU 标识信息以及所述 ONU 的上行发射波长信息和下行接收波长信息；

所述 OLT 根据所述波长映射关系表项，刷新所述波长状态表中与所述
上行发射波长信息和下行发射波长信息相对应的波长通道的已注册 ONU
15 的统计信息。

8、如权利要求 7 所述的波长协商方法，其特征在于，还包括：

所述 OLT 在检测到信号丢失告警，根据所述信号丢失告警所对应的波长映射表项，刷新所述波长状态表；

所述 OLT 检测到其收发器件发生故障时，清除所述波长状态表的相应
20 波长状态信息。

9、如权利要求 1 所述的波长协商方法，其特征在于，还包括：

在发送注册请求时或者注册成功之后向所述 OLT 上报 ONU 波长能力集；

接收所述 OLT 在判断出所述 ONU 选择的上行发射波长或下行接收波
25 长不符合预期波长要求时重新构造并通过单播方式返回的波长状态子表，并根据所述波长状态子表重新选择上行发射波长和下行接收波长；

其中,所述波长状态子表包括所述 ONU 支持的收发波长的可用波长信息以及相应波长通道已注册 ONU 的统计信息。

10、一种多波长无源光网络 PON 的波长协商装置,其特征在于,包括:

光接收器,用于接收光线路终端 OLT 在多波长 PON 系统各个下行波长
5 通道广播的波长状态表,所述波长状态表用于指示多波长 PON 系统的可用波长信息以及相应波长通道已注册光网络单元 ONU 的统计信息;

处理器,用于根据所述波长状态表选择上行发射波长和下行接收波长;

光发射器,将上行发射波长信息和下行接收波长信息上报给所述 OLT,以供所述 OLT 刷新所述波长状态表。

10 11、如权利要求 10 所述的波长协商装置,其特征在于,所述波长状态表包括当前可用上行波长列表和可用下行波长列表,以及所述可用上行波长列表和可用下行波长列表的每个波长所对应的波长通道的已注册 ONU 数量。

12、如权利要求 11 所述的波长协商装置,其特征在于,所述处理器包
15 括:

波长信息获取模块,用于从所述当前可用上行波长列表和可用下行波长列表获取可用上行波长信息和可用下行波长信息,以及各个可用上行波长和可用下行波长所对应的波长通道的已注册 ONU 数量;

波长选择模块,用于选择已注册 ONU 数量较少的波长通道所对应的可
20 用上行波长和可用下行波长,分别作为上行发射波长和下行接收波长。

13、如权利要求 10 所述的波长协商装置,其特征在于,所述波长状态表包括当前可用上下行收发波长绑定关系列表,以及所述当前可用上下行收发波长绑定关系列表的每个上下行收发波长对所对应的波长通道的已注册 ONU 数量。

25 14、如权利要求 13 所述的波长协商装置,其特征在于,所述处理器包括:

波长信息获取模块，用于从所述可用上下行收发波长绑定关系列表获取可用上下行收发波长对信息，以及各个可用上下行收发波长对信息所对应的波长通道的已注册 ONU 数量；

5 波长选择模块，用于选择已注册 ONU 数量较少的波长通道所对应的可用上下行收发波长对作为上行发射波长和下行接收波长。

15、如权利要求 10 所述的波长协商装置，其特征在于，

所述处理器，还用于在发送注册请求之前进行波长初始化，并配置临时下行接收波长，所述临时下行接收波长用于作为接收所述波长状态表的接收波长。

10 16、如权利要求 15 所述的波长协商装置，其特征在于，所述处理器包括：

波长调整模块，用于在发送注册请求之前通过逐渐调整下行接收波长来搜索来自所述 OLT 的下行数据；

15 临时波长配置模块，用于在发现当前调整到的下行接收波长可接收到来自所述 OLT 的下行光信号，并且所述下行光信号可解析出正确的下行数据帧，将当前下行接收波长配置为临时下行接收波长，并停止下行接收波长的调整。

17、如权利要求 10 所述的波长协商装置，其特征在于，

20 所述光发送器，还用于在发送注册请求时或者注册成功之后向所述 OLT 上报 ONU 波长能力集；

所述光接收器，还用于接收所述 OLT 在判断出所述选择的上行发射波长或下行接收波长不符合预期波长要求时重新构造并通过单播方式返回的波长状态子表；

25 所述处理器，还用于根据所述波长状态子表重新选择上行发射波长和下行接收波长；

其中，所述波长状态子表包括 ONU 支持的收发波长的可用波长信息以

及相应波长通道已注册 ONU 的统计信息。

- 18、一种多波长无源光网络 PON 系统，其特征在于，包括至少一个光线路终端 OLT 和多个光网络单元 ONU，所述至少一个 OLT 通过光分配网络以点到多点的方式连接到所述多个 ONU，其中，所述 ONU 包括如权利
- 5 要求 10-17 中任一项所述的多波长 PON 的波长协商装置。