

光纤放大器控制方法、装置、系统、传输节点和存储介质

本公开要求于 2021 年 08 月 06 日提交中国专利局、申请号为 CN202110899560.5、
5 申请名称为“光纤放大器控制方法、装置、系统、传输节点和存储介质”的中国专利申请
的优先权，其全部内容通过引用结合在本公开中。

技术领域

本公开涉及光纤通信技术领域，尤其涉及一种光纤放大器控制方法、装置、系统、
传输节点和存储介质。

10 背景技术

随着云计算的发展，互联带宽的需求迅速增长，诸如数据中心（Digital Center，
简称 DC）等通信主体之间的互联一般会采用一个或多个波分复用（Wavelength
Division Multiplexing，简称 WDM）传输系统来实现，以提供大容量的互联。目前比
较广泛采用的是密集波分复用（Dense Wavelength Division Multiplexing，简称 DWDM）

15 传输系统。

采用 WDM 传输系统为了满足长距离传输的需要，将通过光纤放大器，比如掺铒光
纤放大器（Erbium Doped Fiber Amplifier，简称 EDFA）放大光信号。在满负载的时
候通常传输线路上的光纤的光功率较高，当光纤发生中断的时候如果激光直接辐射到环
境中会造成人员伤害，产生安全问题，因此，在光纤发生中断的时候，需要 WDM 传输
20 系统能够自动触发光纤放大器的关闭。相应的，当光纤中断被恢复时，也能够自动打
开光纤放大器。

但是，如果在人工修复中断的光纤的过程中，将连接不同通信主体的光纤错误地
连接在一起，这个时候光纤放大器会被打开，但是由于光纤的连接错误，会导致数据
传输发生错误，引发流量黑洞、数据安全问题。

25 发明内容

本公开实施例提供一种光纤放大器控制方法、装置、系统、传输节点和存储介质，
用以实现不同 WDM 传输系统中光纤放大器的准确开关控制。

第一方面，本公开实施例提供一种光纤放大器控制方法，应用于光纤通信系统中，
所述光纤通信系统中包括第一通信端和第二通信端，所述第一通信端和所述第二通信
30 端之间部署有多个波分复用传输系统，所述多个波分复用传输系统包括至少一个目标
波分复用传输系统，所述目标波分复用传输系统中包括第一传输节点和第二传输节点；
所述方法包括：

响应于所述第一传输节点与所述第二传输节点之间已中断光纤的修复，所述第一
传输节点通过光监控信道接收所述第二传输节点发送的第一控制信号，所述第一控制
35 信号中包括所述第二传输节点的标识；

所述第一传输节点若确定所述第一控制信号是预设的正常控制信号以及所述第二传输节点的标识与预先存储的第一参考节点标识匹配，则开启所述第一传输节点中已关闭的发送端光纤放大器；

- 5 所述第一传输节点通过所述光监控信道向所述第二传输节点发送第二控制信号，
所述第二控制信号中包括所述第一传输节点的标识，以使所述第二传输节点在确定所述第二控制信号为预设的正常控制信号以及所述第一传输节点的标识与其预先存储的第二参考节点标识匹配时，开启所述第二传输节点中已关闭的发送端光纤放大器。

- 第二方面，本公开实施例提供一种光纤放大器控制装置，应用于光纤通信系统中，
所述光纤通信系统中包括第一通信端和第二通信端，所述第一通信端和所述第二通信
10 端之间部署有多个波分复用传输系统，所述多个波分复用传输系统包括至少一个目标波分复用传输系统，所述目标波分复用传输系统中包括第一传输节点和第二传输节点，
所述装置位于所述第一传输节点，包括：

- 接收模块，用于响应于所述第一传输节点与所述第二传输节点之间已中断光纤的
修复，通过光监控信道接收所述第二传输节点发送的第一控制信号，所述第一控制信
15 号中包括所述第二传输节点的标识；

处理模块，用于若确定所述第一控制信号是预设的正常控制信号以及所述第二传输节点的标识与预先存储的第一参考节点标识匹配，则开启所述第一传输节点中已关闭的发送端光纤放大器；

- 发送模块，用于通过所述光监控信道向所述第二传输节点发送第二控制信号，所
20 述第二控制信号中包括所述第一传输节点的标识，以使所述第二传输节点在确定所述第二控制信号为预设的正常控制信号以及所述第一传输节点的标识与其预先存储的第二参考节点标识匹配时，开启所述第二传输节点中已关闭的发送端光纤放大器。

- 第三方面，本公开实施例提供一种传输节点，包括：存储器、处理器、通信接口；
其中，所述存储器上存储有可执行代码，当所述可执行代码被所述处理器执行时，使
25 所述处理器执行如第一方面所述的光纤放大器控制方法。

第四方面，本公开实施例提供了一种非暂时性机器可读存储介质，所述非暂时性机器可读存储介质上存储有可执行代码，当所述可执行代码被处理器执行时，使所述处理器至少可以实现如第一方面所述的光纤放大器控制方法。

- 第五方面，本公开实施例提供一种光纤通信系统，包括：
30 第一通信端、第二通信端，以及所述第一通信端和所述第二通信端之间部署的多个波分复用传输系统；所述多个波分复用传输系统包括至少一个目标波分复用传输系统，所述目标波分复用传输系统中包括第一传输节点和第二传输节点；

- 所述第一传输节点，用于通过光监控信道接收所述第二传输节点发送的第一控制信号，所述第一控制信号中包括所述第二传输节点的标识；若确定所述第一控制信号
35 是预设的正常控制信号以及所述第二传输节点的标识与预先存储的第一参考节点标识

匹配，则开启所述第一传输节点中已关闭的发送端光纤放大器；通过所述光监控信道向所述第二传输节点发送第二控制信号，所述第二控制信号中包括所述第一传输节点的标识；

5 所述第二传输节点，用于通过光监控信道向所述第一传输节点发送所述第一控制信号；以及若确定所述第二控制信号为预设的正常控制信号以及所述第一传输节点的标识与其预先存储的第二参考节点标识匹配，则开启所述第二传输节点中已关闭的发送端光纤放大器。

第六方面，本公开实施例提供一种电子设备，所述电子设备包括：

处理器；用于存储处理器可执行指令的存储器；

10 所述处理器被配置为执行如第一方面所述的光纤放大器控制方法。

第七方面，本公开实施例提供一种计算机程序产品，当所述计算机程序产品中的指令由电子设备的处理器执行时，使得电子设备能够执行如第一方面所述的光纤放大器控制方法。

本公开实施例提供的方案应用于如下的光纤通信系统中：该光纤通信系统中包括
15 第一通信端和第二通信端，两个通信端之间部署有多个波分复用传输系统，可选地，多个波分复用传输系统共用一根光缆，即其中每个波分复用传输系统使用这根光缆中的至少一对光纤，不同波分复用传输系统使用的光纤对是不同的。以多个波分复用传输系统中的一个波分复用系统（称为目标波分复用传输系统）为例来说，目标波分复用传输系统中包括第一传输节点和第二传输节点，当该目标波分复用传输系统使用的
20 位于其第一传输节点与第二传输节点之间的光纤中断时，第一传输节点和第二传输节点中的发送端光纤放大器会被控制关闭。而若第一传输节点与第二传输节点之间已中断光纤被修复，首先第一传输节点可以通过光监控信道接收第二传输节点发送的第一控制信号，其中第一控制信号中包括第二传输节点的标识。接着，第一传输节点若确定第一控制信号是预设的正常控制信号且第二传输节点标识与预先存储的第一参考节点标识匹配，则开启第一传输节点中已关闭的发送端光纤放大器。然后，第一传输节点通过光监控信道向第二传输节点发送第二控制信号，第二控制信号中包括第一传输节点的标识，以使第二传输节点在确定第二控制信号为预设的正常控制信号且第一传输节点的标识与其预先存储的第二参考节点标识匹配时，开启第二传输节点中已关闭的发送端光纤放大器。

30 由此可见，在本公开的实施例中，在中断光纤修复后，第一传输节点和第二传输节点分别校验第一控制信号和第二控制信号，即确定对方发送的控制信号中所携带的节点标识是否是自身本应该的对端，在确定中断光纤连接的通信主体正确的情况下，打开光纤放大器，恢复目标波分复用传输系统的数据传输。通过该方案，实现了不同WDM传输系统中光纤放大器的准确开关控制，保证了数据安全。

35 附图说明

为了更清楚地说明本公开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一简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图是本公开的一些实施例，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。

- 5 图 1 为本公开实施例提供的一种光纤通信系统的示意图；
图 2 为本公开实施例提供的一个 WDM 传输系统中一组传输节点的示意图；
图 3 为本公开实施例提供的两个 WDM 平面正常连接和交叉连接的结构示意图；
图 4 为本公开实施例提供的一种光纤放大器控制方法的交互流程图；
图 5 为本公开实施例提供的一种光纤中断情形的示意图；
10 图 6 为本公开实施例提供的一种光纤放大器控制装置的结构示意图；
图 7 为本公开实施例提供的一种传输节点的结构示意图。

具体实施方式

- 为使本公开实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本公开实施例中的附图，对本公开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
15 施例是本公开一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本公开中的实施例，本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本公开保护的范围。

另外，下述各方法实施例中的步骤时序仅为一种举例，而非严格限定。

- 以数据中心为例，当数据中心之间的互联带宽超过一个 WDM 传输系统（即一个 WDM
20 平面）的承载能力时，可以建设多个 WDM 传输系统来承载该带宽需求。在一种实现情形下，此时可能出现多个 WDM 传输系统共用一根光缆的情况，这根光缆中包括多个 WDM 传输系统各自使用的光纤。为便于理解，结合图 1 来示例性说明本公开实施例提供的包含多个 WDM 传输系统的光纤通信系统。当然，需要说明的是，即使这多个 WDM 传输系统并不共用一根光缆，也适应于本公开实施例提供的方案。

- 25 如图 1 中所示，该光纤通信系统包括：第一通信端、第二通信端，以及第一通信端和第二通信端之间部署的多个 WDM 传输系统。其中，可选地，这多个 WDM 传输系统共用一根光缆。

- 其中，如图 1 中所示，第一通信端和第二通信端之间部署的多个 WDM 传输系统属于并列关系，即在第一通信端和第二通信端之间并列（或者说平行）地部署多个 WDM
30 传输系统。

- 具体地，如图 1 中所示，假设第一通信端和第二通信端分别是数据中心（不以此
为限），在第一通信端中会包含很多网络设备，同样，在第二通信端中也会包含很多网络设备。在实际应用中，可以对第一通信端和第二通信端中包含的网络设备进行分组，一组中包含一个或多个网络设备。在第一通信端和第二通信端中具有通信交互需
35 求的一组网络设备间搭建一个 WDM 传输系统，这样，如图 1 中所示，可以形成 n 个 WDM

传输系统， n 大于或等于 1。

另外，如图 1 中所示，这里假设一个 WDM 传输系统会使用一对光纤进行数据传输，分别对应于收、发两个方向。这样， n 个 WDM 传输系统会使用到 $2n$ 条光纤，即 n 对光纤，可选地，这 n 对光纤被包裹在同一个光缆中，从而实现了多个 WDM 传输系统共用一根光缆。

如图 1 中所示，每个 WDM 传输系统中可以包含一对合分波器、至少一对传输节点。比如，WDM 传输系统 1 中包括传输节点 a1 和传输节点 b1，WDM 传输系统 n 中包括传输节点 an 和传输节点 bn。

其中，合分波器用于实现其所连接的多个网络设备发出的不同波长的光信号的合并，以及实现从合并后的光信号中分离出不同波长的光信号。其中，传输节点，相当于是传输链路上的中继点，可以实现光信号放大、监控、收发等功能。

实际应用中，根据第一通信端和第二通信端的通信距离，可以适当地在两者之间部署一对或多对传输节点，由于相邻的两个传输节点之间的信号处理过程都是相似的，因此，本公开实施例中为描述方便，仅示意在一个 WDM 传输系统中包含一对传输节点的情形。

可以理解的是，实际上，WDM 传输系统中还会包含很多其他的组成单元，可以参考现有相关技术，本文中不展开介绍。

下面结合图 2 来示例性说明传输节点的内部组成。具体结合图 1 中示意的传输节点 a1 和传输节点 b1 来说明。

如图 2 中所示，传输节点 a1 与传输节点 b1 之间连接有一对光纤，传输节点 a1 中包括发送端光纤放大器 A、接收端光纤放大器 D、以及连接在接收端光纤放大器 D 的输入端的光探测器（Photo Detector，简称 PD）。实际应用中，传输节点 a1 与传输节点 b1 之间传输的信号除了包含数据面的光信号外，还包括控制面的光信号，而控制面的光信号所采用的波长与数据面的光信号所采用的波长是不同的，控制面的光信号具体是通过光监控信道（Optical Supervisory Channel，简称 OSC）来传输，因此，在传输节点 a1 中还包括与光监控信道对应的收发器件：以图中示意的带有 OSC 字样的矩形框来表示，其中，TX 和 RX 分别表示发送接口和接收接口。PD 用于检测数据面的光信号，下文中称为光数据信号；将控制面的光信号称为控制信号。

上述对传输节点 a1 的内部组成进行了介绍，传输节点 b1 的组成与之相似。传输节点 b1 中包括发送端光纤放大器 C、接收端光纤放大器 B、连接在接收端光纤放大器 B 的输入端的 PD，以及与光监控信道对应的收发器件。

其中，传输节点 a1 和传输节点 b1 中的发送端光纤放大器 A 和发送端光纤放大器 C 用于放大光数据信号的功率，使光数据信号能够在 WDM 传输系统中长距离传输，传输节点 a1 和传输节点 b1 中的接收端光纤放大器 D 和接收端光纤放大器 B 用于补偿光数据信号在光纤线路中传输时产生的损耗，光纤放大器的种类包含但不限于 EDFA。

实际应用中，当在第一通信端与第二通信端之间部署了多个 WDM 传输系统，且这多个 WDM 传输系统共用一根光缆时，如果这根光缆发生了中断情况，那么多个 WDM 传输系统中的全部或部分也会发生光纤中断。或者，在这多个 WDM 传输系统被承载在不
5 止一根光缆中时，某些光缆中断，也会导致多个 WDM 传输系统中的全部或部分发生光纤中断。当某个 WDM 传输系统发生了光纤中断时，会自动关闭该 WDM 传输系统中传输节点中的发送端光纤放大器，自动关闭过程下文中会详细说明。之后，维修人员会对中断的光纤进行修复，在修复过程中可能存在这样的问题：由于人为疏忽将不同 WDM 传输系统的光纤交叉连接在一起。这个时候，由于中断的光纤都被修复，便可能会触发自动开启已经关闭的光纤放大器的处理过程。但是，客观结果是：由于人为错误地
10 接错了光纤，会导致不同 WDM 传输系统交叉连接，基于错误连接的 WDM 传输系统进行数据传输，会导致流量黑洞，引发数据安全问题。其中，所述流量黑洞，简单来说就是原本应该从 x 发给 y 的数据，由于将 x 连接到了 z 上，将数据错误的持续发往 z。其中，x、y、z 指代光纤所连接的通信主体，比如图 1 中示意的网络设备组。

为便于理解，结合图 3 来示例性说明。在图 3 中，假设有两个 WDM 传输系统共用
15 一根光缆，这两个 WDM 传输系统分别是连接网络设备 1 和网络设备 2 的 WDM 传输系统 1，以及连接网络设备 3 和网络设备 4 的 WDM 传输系统 2。当光缆发生中断被修复时，假设如图中所示，维修人员错误地将原本应该连接网络设备 1 和网络设备 2 的光纤连接在了网络设备 1 和网络设备 4 上，将原本应该连接网络设备 3 和网络设备 4 的光纤连接在了网络设备 2 和网络设备 3 上，即出现了 WDM 传输系统 1 与 WDM 传输系统 2 交叉连接的情况。由此可见，如果基于该光纤修复结果而将两个 WDM 传输系统中各传输
20 节点的光纤放大器都开启，那么网络设备 1 发出的数据将会错误地发到网络设备 4 中，网络设备 2 和网络设备 3 同理。

因此，在上述情形下，需要在中断的光纤被修复后之后，能够自动而准确地完成光纤放大器的开启。以共用一根光缆的多个 WDM 传输系统中的任一 WDM 传输系统为例
25 来说，假设该 WDM 传输系统中包括第一传输节点和第二传输节点，为实现该功能，响应于第一传输节点与第二传输节点之间已中断光纤的修复，第一传输节点和第二传输节点分别需要执行图 4 所示实施例中的步骤：

401、第二传输节点通过光监控信道向第一传输节点发送第一控制信号，第一控制信号中包括第二传输节点的标识。

30 402、第一传输节点若确定第一控制信号是预设的正常控制信号以及第二传输节点的标识与预先存储的第一参考节点标识匹配，则开启第一传输节点中已关闭的发送端光纤放大器。

403、第一传输节点通过光监控信道向第二传输节点发送第二控制信号，第二控制信号中包括第一传输节点的标识。

35 404、第二传输节点若确定第一控制信号是预设的正常控制信号以及第一传输节点

的标识与预先存储的第二参考节点标识匹配，则开启第二传输节点中已关闭的发送端光纤放大器。

为便于理解，结合图 5 所示意的情形，对上述实施例的执行过程进行示例性说明。在图 5 中，假设上述第一传输节点为传输节点 b1，上述第二传输节点为传输节点 a1，上述光监控信道在下文中表示为 OSC 信道。

在本公开实施例中，连接在同一光纤上的传输节点 a1 和传输节点 b1 中，预先存储有对方的节点标识，即传输节点 a1 中预先存储有传输节点 b1 的节点标识（即上文中的第二参考节点标识），传输节点 b1 中预先存储有传输节点 a1 的节点标识（即上文中的第一参考节点标识）。参考节点标识可以是在构建完毕 WDM 传输系统后人为配置到相应传输节点中的，也可以由连接在同一光纤的相邻传输节点之间通过预设的配置信息相互告知的。

如图 5 中所示，假设传输节点 a1 和传输节点 b1 之间图中示意的一根光纤中断了，当这根光纤被修复好之后，传输节点 a1 通过 OSC 信道向传输节点 b1 发送第一控制信号，其中，第一控制信号包括传输节点 a1 的标识，表明该第一控制信号是传输节点 a1 发出的。传输节点 b1 接收到第一控制信号后，若确定第一控制信号是预设的正常控制信号且传输节点 a1 的标识与预先存储的第一参考节点标识匹配，则说明传输节点 a1 确实是自己本应该通过这条光纤连接的对端节点，则传输节点 b1 开启已关闭的发送端光纤放大器 C。

其中，如上文所述，对于传输节点 b1 来说，其存储的第一参考节点标识为传输节点 a1 的标识。传输节点 b1 在解析出第一控制信号中包含的传输节点 a1 的标识后，确定其是否与第一参考节点标识匹配。

其中，对于第一控制信号是否是预设的正常控制信号的判断，实际应用中，在光纤连接正常的情形下，根据相应通信协议的规定，在不同时机规定了传输节点之间应该传输什么样的控制信号，因此，如果传输节点 b1 接收到的第一控制信号是光纤连接正常情况下的某个预设控制信号，则确定该第一控制信号为正常的控制信号。或者，换个角度来说，正常控制信号也可以理解为是不含设定的错误指示符的控制信号，因此，传输节点 b1 若确定第一控制信号中未携带设定的错误指示符，则确定第一控制信号是预设的正常控制信号。

至此，传输节点 b1 中此前因光纤中断而被关闭的发送端光纤放大器 C 被开启。

类似地，也可以实现传输节点 a1 中此前因光纤中断而被关闭的发送端光纤放大器 A 的开启。具体地，传输节点 b1 通过 OSC 信道向传输节点 a1 发送第二控制信号，第二控制信号中包括传输节点 b1 的标识，以使传输节点 a1 在确定第二控制信号为预设的正常控制信号以及传输节点 b1 的标识与其预先存储的第二参考节点标识匹配时，开启传输节点 a1 中已关闭的发送端光纤放大器 A。

在上述方案中，当共用一根光缆的多个 WDM 传输系统在中断的光纤被修复好后，

通过在上述控制信号中携带节点标识，可以让一条光纤连接的两个传输节点自动判断出这条光纤的连接是否正确，只有在连接无误时才会开启相应光纤放大器，而在连接有误情况下不会启动相应光纤放大器，从而避免了由于光纤连接错误导致的数据传输安全问题。

5 以上介绍了中断的光纤被修复后的光纤放大器开启过程，下面介绍下光纤中断后光纤放大器的自动关闭过程。仍以第一传输节点与第二传输节点为例来说：

10 响应于第一传输节点与第二传输节点之间光纤的中断，第一传输节点若通过 OSC 信道未接收第二传输节点发送的预设的正常控制信号，并且未检测到第二传输节点发送的光数据信号，则关闭第一传输节点中的发送端光纤放大器。第一传输节点通过 OSC 信道向第二传输节点发送第三控制信号，第三控制信号中包括预设的错误指示符，以使第二传输节点根据该错误指示符关闭第二传输节点中的发送端光纤放大器。

15 仍以图 5 中示意的光纤中断情形为例来说明。在传输节点 a1 与传输节点 b1 之间的一条光纤中断后，原本（是指光纤未中断时）传输节点 a1 通过 OSC 信道向传输节点 b1 发送的正常控制信号将不能正常发出，传输节点 b1 便不能通过 OSC 信道接收到正常控制信号。此时，传输节点 b1 通过 OSC 信道可能检测到诸如信号丢失（loss of signal，简称 LOS）、帧丢失（loss of frame，简称 LOF）、信号失锁（loss of lock，简称 LOL）等异常控制信号。除了控制信号外，如果传输节点 b1 也未检测到传输节点 a1 发出的光数据信号，则此时传输节点 b1 确定发生了光纤中断情形，将发送端光纤放大器 C 关闭。

20 之后，传输节点 b1 会通过 OSC 信道向传输节点 a1 发送第三控制信号，第三控制信号中包括预设的错误指示符，错误指示符包括但不限于远端故障指示（Remote defect indicator，简称 RDI）。传输节点 a1 接收到第三控制信号并从中解析出 RDI 后，得知光纤发生了中断，关闭发送端光纤放大器 A。

25 以下将详细描述本公开的一个或多个实施例的光纤放大器控制装置。本领域技术人员可以理解，这些装置均可使用市售的硬件组件通过本方案所教导的步骤进行配置来构成。

30 图 6 为本公开实施例提供的一种光纤放大器控制装置的结构示意图，该装置位于第一传输节点，应用于光纤通信系统中，所述光纤通信系统中包括第一通信端和第二通信端，所述第一通信端和所述第二通信端之间部署有多个波分复用传输系统，所述多个波分复用传输系统包括至少一个目标波分复用传输系统，所述目标波分复用传输系统中包括第一传输节点和第二传输节点。如图 6 所示，该装置包括：接收模块 11、处理模块 12、发送模块 13。

35 接收模块 11，用于响应于所述第一传输节点与所述第二传输节点之间已中断光纤的修复，通过光监控信道接收所述第二传输节点发送的第一控制信号，所述第一控制信号中包括所述第二传输节点的标识。

处理模块 12，用于若确定所述第一控制信号是预设的正常控制信号以及所述第二传输节点的标识与预先存储的第一参考节点标识匹配，则开启所述第一传输节点中已关闭的发送端光纤放大器。

发送模块 13，用于通过所述光监控信道向所述第二传输节点发送第二控制信号，
5 所述第二控制信号中包括所述第一传输节点的标识，以使所述第二传输节点在确定所述第二控制信号为预设的正常控制信号以及所述第一传输节点的标识与其预先存储的第二参考节点标识匹配时，开启所述第二传输节点中已关闭的发送端光纤放大器。

可选地，所述处理模块 12 还用于：若确定所述第一控制信号中未携带设定的错误指示符，则确定所述第一控制信号是预设的正常控制信号。

10 可选地，所述处理模块 12 还用于：响应于所述第一传输节点与所述第二传输节点之间光纤的中断，若通过所述光监控信道未接收所述第二传输节点发送的预设的正常控制信号，并且未检测到所述第二传输节点发送的光数据信号，则关闭所述第一传输节点中的所述发送端光纤放大器。此时，所述发送模块 13 还用于：通过所述光监控信道向所述第二传输节点发送第三控制信号，所述第三控制信号中包括预设的错误指示
15 符，以使所述第二传输节点根据所述错误指示符关闭所述第二传输节点中的发送端光纤放大器。

图 6 所示装置可以执行前述实施例中的第一传输节点执行的步骤，详细的执行过程和技术效果参见前述实施例中的描述，在此不再赘述。

图 7 为本公开实施例提供了一种传输节点的结构示意图，该传输节点包括：存储器 21、处理器 22、通信接口 23；其中，所述存储器 21 上存储有可执行代码，当所述
20 可执行代码被所述处理器 22 执行时，使所述处理器 22 执行如前述实施例中的光纤放大器控制方法。

另外，本公开实施例提供了一种非暂时性机器可读存储介质，所述非暂时性机器可读存储介质上存储有可执行代码，当所述可执行代码被传输节点的处理器执行时，
25 使所述处理器至少可以实现如前述实施例中的提供的光纤放大器控制方法。

另外，本公开实施例提供了一种电子设备，所述电子设备包括：

处理器；用于存储处理器可执行指令的存储器；

所述处理器被配置为执行如前述实施例中的提供的光纤放大器控制方法。

另外，本公开实施例提供了一种计算机程序产品，当所述计算机程序产品中的指令由电子设备的处理器执行时，使得电子设备能够执行如如前述实施例中的提供的光纤
30 放大器控制方法。

以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的，其中所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部模块来实现本实施例方案的目的。本领域普通技术人员在不付出创造性的劳动的情况下，
35 即可以理解并实施。

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各实施方式可借助加必需的通用硬件平台的方式来实现，当然也可以通过硬件和软件结合的方式来实现。基于这样的理解，上述技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分可以以计算机产品的形式体现出来，本公开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。

最后应说明的是：以上实施例仅用以说明本公开的技术方案，而非对其限制；尽管参照前述实施例对本公开进行了详细的说明，本领域的普通技术人员应当理解：其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改，或者对其中部分技术特征进行等同替换；而这些修改或者替换，并不使相应技术方案的本质脱离本公开各实施例技术方案的精神和范围。

权 利 要 求 书

1、一种光纤放大器控制方法，其特征在于，应用于光纤通信系统中，所述光纤通信系统中包括第一通信端和第二通信端，所述第一通信端和所述第二通信端之间部署有多个波分复用传输系统，所述多个波分复用传输系统包括至少一个目标波分复用传输系统，所述目标波分复用传输系统中包括第一传输节点和第二传输节点；

5 所述方法包括：

响应于所述第一传输节点与所述第二传输节点之间已中断光纤的修复，所述第一传输节点通过光监控信道接收所述第二传输节点发送的第一控制信号，所述第一控制信号中包括所述第二传输节点的标识；

10 所述第一传输节点若确定所述第一控制信号是预设的正常控制信号以及所述第二传输节点的标识与预先存储的第一参考节点标识匹配，则开启所述第一传输节点中已关闭的发送端光纤放大器；

所述第一传输节点通过所述光监控信道向所述第二传输节点发送第二控制信号，所述第二控制信号中包括所述第一传输节点的标识，以使所述第二传输节点在确定所述第二控制信号为预设的正常控制信号以及所述第一传输节点的标识与其预先存储的第二参考节点标识匹配时，开启所述第二传输节点中已关闭的发送端光纤放大器。

15 2、根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述第一传输节点确定所述第一控制信号是预设的正常控制信号，包括：

第一传输节点若确定所述第一控制信号中未携带设定的错误指示符，则确定所述第一控制信号是预设的正常控制信号。

20 3、根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

响应于所述第一传输节点与所述第二传输节点之间光纤的中断，所述第一传输节点若通过所述光监控信道未接收所述第二传输节点发送的预设的正常控制信号，并且未检测到所述第二传输节点发送的光数据信号，则关闭所述第一传输节点中的所述发送端光纤放大器。

25 4、根据权利要求3所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

所述第一传输节点通过所述光监控信道向所述第二传输节点发送第三控制信号，所述第三控制信号中包括预设的错误指示符，以使所述第二传输节点根据所述错误指示符关闭所述第二传输节点中的发送端光纤放大器。

30 5、一种光纤放大器控制装置，其特征在于，应用于光纤通信系统中，所述光纤通信系统中包括第一通信端和第二通信端，所述第一通信端和所述第二通信端之间部署有多个波分复用传输系统，所述多个波分复用传输系统包括至少一个目标波分复用传输系统，所述目标波分复用传输系统中包括第一传输节点和第二传输节点，所述装置位于所述第一传输节点，包括：

35 接收模块，用于响应于所述第一传输节点与所述第二传输节点之间已中断光纤的

修复，通过光监控信道接收所述第二传输节点发送的第一控制信号，所述第一控制信号中包括所述第二传输节点的标识；

处理模块，用于若确定所述第一控制信号是预设的正常控制信号以及所述第二传输节点的标识与预先存储的第一参考节点标识匹配，则开启所述第一传输节点中已关闭的发送端光纤放大器；

发送模块，用于通过所述光监控信道向所述第二传输节点发送第二控制信号，所述第二控制信号中包括所述第一传输节点的标识，以使所述第二传输节点在确定所述第二控制信号为预设的正常控制信号以及所述第一传输节点的标识与其预先存储的第二参考节点标识匹配时，开启所述第二传输节点中已关闭的发送端光纤放大器。

6、一种传输节点，其特征在于，包括：存储器、处理器、通信接口；其中，所述存储器上存储有可执行代码，当所述可执行代码被所述处理器执行时，使所述处理器执行如权利要求1至4中任一项所述的光纤放大器控制方法。

7、一种非暂时性机器可读存储介质，其特征在于，所述非暂时性机器可读存储介质上存储有可执行代码，当所述可执行代码被处理器执行时，使所述处理器执行如权利要求1至4中任一项所述的光纤放大器控制方法。

8、一种光纤通信系统，其特征在于，包括：

第一通信端、第二通信端，以及所述第一通信端和所述第二通信端之间部署的多个波分复用传输系统；所述多个波分复用传输系统包括至少一个目标波分复用传输系统，所述目标波分复用传输系统中包括第一传输节点和第二传输节点，所述目标波分复用传输系统是所述多个波分复用传输系统中任一个；

所述第一传输节点，用于通过光监控信道接收所述第二传输节点发送的第一控制信号，所述第一控制信号中包括所述第二传输节点的标识；若确定所述第一控制信号是预设的正常控制信号以及所述第二传输节点的标识与预先存储的第一参考节点标识匹配，则开启所述第一传输节点中已关闭的发送端光纤放大器；通过所述光监控信道向所述第二传输节点发送第二控制信号，所述第二控制信号中包括所述第一传输节点的标识；

所述第二传输节点，用于通过光监控信道向所述第一传输节点发送所述第一控制信号；以及若确定所述第二控制信号为预设的正常控制信号以及所述第一传输节点的标识与其预先存储的第二参考节点标识匹配，则开启所述第二传输节点中已关闭的发送端光纤放大器。

9、根据权利要求8所述的系统，其特征在于，所述第一传输节点还用于：响应于所述第一传输节点与所述第二传输节点之间光纤的中断，若通过所述光监控信道未接收所述第二传输节点发送的预设的正常控制信号，并且未检测到所述第二传输节点发送的光数据信号，则关闭所述第一传输节点中的所述发送端光纤放大器。

10、根据权利要求9所述的系统，其特征在于，所述第一传输节点还用于：通过

所述光监控信道向所述第二传输节点发送第三控制信号，所述第三控制信号中包括预设的错误指示符；

所述第二传输节点还用于：根据所述错误指示符关闭所述第二传输节点中的发送端光纤放大器。

5 11、一种电子设备，所述电子设备包括：

处理器；用于存储处理器可执行指令的存储器；

所述处理器被配置为执行如权利要求 1 至 4 中任一项所述的光纤放大器控制方法。

12、一种计算机程序产品，当所述计算机程序产品中的指令由电子设备的处理器
10 执行时，使得电子设备能够执行如权利要求 1 至 4 中任一项所述的光纤放大器控制方法。