

一种 APR 保护方法、装置及计算机存储介质

相关申请的交叉引用

本申请基于申请号为 202010209910.6、申请日为 2020 年 03 月 23 日的中国专利申请提出，并要求该中国专利申请的优先权，该中国专利申请的全部内容在此引入本申请作为参考。

技术领域

本申请涉及光通信技术领域，尤其涉及一种 APR 保护方法、装置及计算机存储介质。

背景技术

在光通信系统中，光纤通信线路中的光功率上限对人眼会构成伤害，假如系统中的光功率很大，一旦光纤意外断裂或连接器被拔出，泄露的光会直接伤害人眼，产生很大的危险，因此设备需启动自动光功率降低（Automatic Power Reduction，APR）机制，来降低光纤线路中的光功率到安全范围，从而起到护眼作用。

常规的 APR 功能实现方案中大多使用光功率放大器（Optical Amplifier，OA）单元检测光功率并发送激活脉冲这一手段作为 APR 功能的激活方法。但该激活方法存在以下缺陷：

1）如果使用者意外关闭 OA 单元中的泵浦激光器的输出，会直接触发 APR 功能，从而造成误激发。

2）对于多级 OA 单元系统来说，如果某一级 OA 单元的 APR 功能被激活，由于 OA 单元具有将接收光放大再发送的特性，当前级 OA 单元收到的激活脉冲会传递到下游的每一级 OA 单元，从而激活下游每一级 OA 单元的

APR 功能，产生连锁反应，这对于整个系统的状态管理造成了诸多的不便。

鉴于此，克服上述现有技术所存在的缺陷是本技术领域亟待解决的问题。

发明内容

5 有鉴于此，本申请实施例为解决现有技术中存在的至少一个问题而提供一种 APR 保护方法、装置及计算机存储介质。

为达到上述目的，本申请实施例的技术方案是这样实现的：

第一方面，本申请实施例提供一种 APR 保护方法，对于传输线路两端的两个光放单元，所述两个光放单元中的每个光放单元的前置放大器
10 (Pre-Amplifier, PA) 与另一个光放单元的功率光放大器 (Booster Amplifier, BA) 之间通过光纤连接，所述方法包括：

所述两个光放单元中的至少一个光放单元的 PA 的接收状态为信号丢失 (Loss of Signal, LOS) 状态，且本光放单元的交换芯片探测到链路中断信号的情况下，激活本光放单元的 APR 保护状态；其中，所述 APR 保护状态
15 态为关断本光放单元的 BA 输出；

所述两个光放单元中的至少一个光放单元的交换芯片探测到链路导通信号的情况下，去激活本光放单元的 APR 保护状态，使本光放单元的 BA 的状态恢复至 APR 保护状态被激活前的状态。

在一种可选的实施方式中，所述两个光放单元之间还包括 N 个中继光
20 放单元，N 为正整数；

所述 N 个中继光放单元中的至少一个中继光放单元的第一光线路放大器 (Line Amplifier, LA) 的接收状态为 LOS 状态，且本中继光放单元的交换芯片探测到链路中断信号的情况下，激活中继本光放单元的 APR 保护状态；其中，所述 APR 保护状态为关断本中继光放单元的第二 LA 输出；

25 所述 N 个中继光放单元中的至少一个中继光放单元的交换芯片探测到

链路导通信号的情况下，去激活本中继光放单元的 APR 保护状态，使本中继光放单元的第二 LA 的状态恢复至 APR 保护状态被激活前的状态。

在一种可选的实施方式中，在所述激活本光放单元的 APR 保护状态之后，所述方法还包括：

- 5 触发本光放单元的 BA 按照预设周期发送持续时间为第一时长的编码脉冲信号给另一光放单元的 PA；所述两个光放单元中的至少一个光放单元的 PA 探测到编码脉冲信号的情况下，将本光放单元的 PA 的接收状态标记为无 LOS 状态；所述两个光放单元中的至少一个光放单元的 PA 的有光状态持续第二时长的情况下，去激活本光放单元的 APR 保护状态；和/或，所述 N 个中继光放单元中的至少一个中继光放单元的第一 LA 探测到编码脉冲信号的情况下，将本中继光放单元的第二 LA 的接收状态标记为无 LOS 状态；所述 N 个中继光放单元中的至少一个中继光放单元的第一 LA 的有光状态持续第二时长的情况下，去激活本中继光放单元的 APR 保护状态；

其中，所述第二时长为所述第一时长的两倍。

- 15 在一种可选的实施方式中，所述方法还包括：

所述两个光放单元中的至少一个光放单元的 PA 的接收状态为无 LOS 状态的情况下，触发本光放单元的 BA 降低输出功率至预设功率以下；和/或，所述 N 个中继光放单元中的至少一个中继光放单元的第一 LA 的接收状态为无 LOS 状态的情况下，触发本中继光放单元的第二 LA 降低输出功率至预设功率以下；以及，

20

所述两个光放单元中的至少一个光放单元的 PA 的接收状态为 LOS 状态的情况下，触发本光放单元的 BA 根据发送的编码脉冲信号的预设周期控制泵浦激光器；和/或，所述 N 个中继光放单元中的至少一个中继光放单元的第一 LA 的接收状态为 LOS 状态的情况下，触发本中继光放单元的第二 LA 根据发送的编码脉冲信号的预设周期控制泵浦激光器。

25

在一种可选的实施方式中，所述方法还包括：

所述两个光放单元中的至少一个光放单元的 PA 探测到持续时间为第三时长的有光信号的情况下，去激活本光放单元的 APR 保护状态；和/或，

所述 N 个中继光放单元中的至少一个中继光放单元的第一 LA 探测到
5 持续时间为第三时长的有光信号的情况下，去激活本中继光放单元的 APR 保护状态。

在一种可选的实施方式中，所述交换芯片为具有远端故障通知功能的芯片；

所述两个光放单元中的至少一个光放单元的交换芯片探测到链路中断
10 信号和/或所述 N 个中继光放单元中的至少一个中继光放单元的交换芯片探测到链路中断信号的情况下，经由本光放单元的光监控信道（Optical Supervisory Channel，OSC）模块将链路中断信号转换为光信号后输出至所述本光放单元以外的其他光放单元或中继光放单元，其中，所述链路中断信号为电信号。

15 在一种可选的实施方式中，所述编码脉冲信号通过以下方式生成：按照预设周期开关泵浦激光器使 BA 产生所述编码脉冲信号。

第二方面，本申请实施例提供一种 APR 保护装置，包括：两个放大器模块、逻辑控制模块、OSC 模块和交换芯片，所述逻辑控制模块、OSC 模块和交换芯片位于两个放大器模块之间；其中，所述放大器模块包括以下
20 放大器：PA 和 BA；或者，PA、BA 和 LA；

所述 PA 和 LA 用于探测光信号进而基于探测光信号的情况标记接收状态；

所述交换芯片用于探测是否存在链路中断情况；

所述 OSC 模块用于将所述交换芯片输出的电信号转换成光信号后输出；
25 出；

所述逻辑控制模块用于基于所述 PA 和/或 LA 的接收状态和链路中断情况进行逻辑处理，触发所述放大器模块中的放大器完成第一方面所述的 APR 保护方法。

第三方面，本申请实施例提供一种 APR 保护装置，包括：存储器、处理器及存储在所述存储器上且由处理器执行的计算机程序；

所述处理器，用于通过执行所述计算机程序实现第一方面所述的 APR 保护方法。

第四方面，本申请实施例提供一种计算机存储介质，所述计算机存储介质存储有计算机程序，所述计算机程序被处理器执行后，能够实现第一方面所述的 APR 保护方法。

本申请实施例提供了一种 APR 保护方法、装置和计算机存储介质，对于传输线路两端的两个光放单元，所述两个光放单元中的每个光放单元的前置放大器 PA 与另一个光放单元的功率光放大器 BA 之间通过光纤连接，所述方法包括：所述两个光放单元中的至少一个光放单元的 PA 的接收状态为信号丢失 LOS 状态，且本光放单元的交换芯片探测到链路中断信号的情况下，激活本光放单元的 APR 保护状态；其中，所述 APR 保护状态为关断本光放单元的 BA 输出；所述两个光放单元中的至少一个光放单元的交换芯片探测到链路导通信号的情况下，去激活本光放单元的 APR 保护状态，使本光放单元的 BA 的状态恢复至 APR 保护状态被激活前的状态。本申请实施例中通过交换芯片判断链路是否中段，并基于交换芯片的判断信息和放大器模块的接收状态确定是否激活 APR 保护状态，这种复合型激活条件可以避免因光放单元中模块故障导致的 APR 保护状态误激活以及连锁激活。

附图说明

图 1 为本申请实施例提供的一种 APR 保护方法的实现流程示意图；

图 2 为仅有两端的光放单元的开放光传输线路系统；

图 3 为仅有两端的光放单元的开放光传输线路系统;

图 4 为两端的光放单元之间还设有一个中级光放单元的开放光传输线路系统;

图 5 为两端的光放单元之间还设有一个中级光放单元的开放光传输线路系统;

图 6 为本申请实施例提供的一种 APR 保护装置的具体硬件结构示意图。

具体实施方式

下面将参照附图更详细地描述本申请公开的示例性实施方式。虽然附图中显示了本申请的示例性实施方式, 然而应当理解, 可以以各种形式实现本申请, 而不应被这里阐述的具体实施方式所限制。相反, 提供这些实施方式是为了能够更透彻地理解本申请, 并且能够将本申请公开的范围完整的传达给本领域的技术人员。

在下文的描述中, 给出了大量具体的细节以便提供对本申请更为彻底的理解。然而, 对于本领域技术人员而言显而易见的是, 本申请可以无需一个或多个这些细节而得以实施。在其他的例子中, 为了避免与本申请发生混淆, 对于本领域公知的一些技术特征未进行描述; 即, 这里不描述实际实施例的全部特征, 不详细描述公知的功能和结构。

在附图中, 为了清楚, 层、区、元件的尺寸以及其相对尺寸可能被夸大。自始至终相同附图标记表示相同的元件。

应当明白, 空间关系术语例如“在……下”、“在……下面”、“下面的”、“在……之下”、“在……之上”、“上面的”等, 在这里可为了方便描述而被使用从而描述图中所示的一个元件或特征与其它元件或特征的关系。应当明白, 除了图中所示的取向以外, 空间关系术语意图还包括使用和操作中的器件的不同取向。例如, 如果附图中的器件翻转, 然后, 描述为“在

其它元件下面”或“在其之下”或“在其下”元件或特征将取向为在其它元件或特征“上”。因此，示例性术语“在……下面”和“在……下”可包括上和下两个取向。器件可以另外地取向（旋转 90 度或其它取向）并且在此使用的空间描述语相应地被解释。

- 5 在此使用的术语的目的仅在于描述具体实施例并且不作为本申请的限制。在此使用时，单数形式的“一”、“一个”和“所述/该”也意图包括复数形式，除非上下文清楚指出另外的方式。还应明白术语“组成”和/或“包括”，当在该说明书中使用时，确定所述特征、整数、步骤、操作、元件和/或部件的存在，但不排除一个或更多其它的特征、整数、步骤、操作、元
10 件、部件和/或组的存在或添加。在此使用时，术语“和/或”包括相关所列项目的任何及所有组合。

本申请实施例提供了一种 APR 保护方法，图 1 为本申请实施例提供的一种 APR 保护方法的实现流程示意图，对于传输线路两端的两个光放单元，所述两个光放单元中的每个光放单元的前置放大器 PA 与另一个光放单元
15 的功率光放大器 BA 之间通过光纤连接，该方法主要包括以下步骤：

步骤 101、所述两个光放单元中的至少一个光放单元的 PA 的接收状态为信号丢失 LOS 状态，且本光放单元的交换芯片探测到链路中断信号的情况下，激活本光放单元的 APR 保护状态；其中，所述 APR 保护状态为关断本光放单元的 BA 输出。

- 20 在本申请实施例中，一条传输线路可以包括两端的两个光放单元，以及两端的两个光放单元之间的 N 个中继光放单元，N 为正整数。对于传输线路两端的两个光放单元，所述两个光放单元中的每个光放单元的 PA 与另一个光放单元的 BA 之间通过光纤连接。对于 N 个中继光放单元，每个中继光放单元均包括两个 LA。需要说明的是，传输线路两端的两个光放单元
25 也可以称之为端点光放单元。

在本申请实施例中，针对传输线路两端的两个光放单元，所述两个光放单元中的至少一个光放单元的 PA 的接收状态为 LOS 状态，且本光放单元的交换芯片探测到链路中断信号的情况下，激活本光放单元的 APR 保护状态；其中，所述 APR 保护状态为关断本光放单元的 BA 输出。所述交换芯片为具有远端故障通知功能的芯片；所述两个光放单元中的至少一个光放单元的交换芯片探测到链路中断信号的情况下，经由本光放单元的 OSC 模块将链路中断信号转换为光信号后输出至所述本光放单元以外的其他光放单元，其中，所述链路中断信号为电信号。需要说明的是，本申请实施例中所述交换芯片可以判断出传输线路故障的原因是因为泵浦激光器被关闭还是因为链路中断（光纤断裂）。

在本申请实施例中，针对传输线路两端的两个光放单元之间的 N 个中继光放单元，所述 N 个中继光放单元中的至少一个中继光放单元的第一 LA 的接收状态为 LOS 状态，且本中继光放单元的交换芯片探测到链路中断信号的情况下，激活本中继光放单元的 APR 保护状态；其中，所述 APR 保护状态为关断本中继光放单元的第二 LA 输出。所述交换芯片为具有远端故障通知功能的芯片；所述 N 个中继光放单元中的至少一个中继光放单元的交换芯片探测到链路中断信号的情况下，经由本中继光放单元的光监控信道 OSC 模块将链路中断信号转换为光信号后输出至所述本中继光放单元以外的其他光放单元或中继光放单元，其中，所述链路中断信号为电信号。需要说明的是，本申请实施例中的第一 LA 和第二 LA 并非为指定的 LA，第一 LA 和第二 LA 仅用于区分一个中继光放单元中的两个 LA。

步骤 102、所述两个光放单元中的至少一个光放单元的交换芯片探测到链路导通信号的情况下，去激活本光放单元的 APR 保护状态，使本光放单元的 BA 的状态恢复至 APR 保护状态被激活前的状态。

在本申请实施例中，针对传输线路两端的两个光放单元，所述两个光

放单元中的至少一个光放单元的交换芯片探测到链路导通信号的情况下，去激活本光放单元的 APR 保护状态，使本光放单元的 BA 的状态恢复至 APR 保护状态被激活前的状态。其中，链路导通可以为光纤导通。

在本申请实施例中，针对传输线路两端的两个光放单元之间的 N 个中
5 继光放单元，所述 N 个中继光放单元中的至少一个中继光放单元的交换芯片探测到链路导通信号的情况下，去激活本中继光放单元的 APR 保护状态，使本中继光放单元的第二 LA 的状态恢复至 APR 保护状态被激活前的状态。

需要说明的是，在实际应用中，光放单元或中继光放单元中的 OSC 模块很容易发生故障或损坏，那么在 APR 保护状态被激活的情况下，即使链
10 路恢复导通状态时，但是由于本光放单元或中继光放单元 OSC 模块损坏，导致交换芯片无法收到其他光放单元或中继光放单元发送的远端故障通知信息，从而本光放单元或中继光放单元会一直处于 APR 保护状态被激活的状态，这种情况称之为 APR 死锁。为了解决上述问题，本申请实施例还提供了一种带 APR 防死锁机制的 APR 保护方法。

15 该方法的实现过程为：在激活本光放单元或本中继光放单元的 APR 保护状态之后，触发本光放单元的 BA 按照预设周期发送持续时间为第一时长的编码脉冲信号给另一光放单元的 PA；所述两个光放单元中的至少一个光放单元的 PA 探测到编码脉冲信号的情况下，将本光放单元的 PA 的接收状态标记为无 LOS 状态；所述两个光放单元中的至少一个光放单元的 PA 的
20 有光状态持续第二时长的情况下，去激活本光放单元的 APR 保护状态；和/或，所述 N 个中继光放单元中的至少一个中继光放单元的第一 LA 探测到编码脉冲信号的情况下，将本中继光放单元的第二 LA 的接收状态标记为无 LOS 状态；所述 N 个中继光放单元中的至少一个中继光放单元的第一 LA 的有光状态持续第二时长的情况下，去激活本中继光放单元的 APR 保护状
25 态；其中，所述第二时长为所述第一时长的两倍。在实际应用时，所述预

设周期可以为 150s、所述持续时间可以为 15s、所述第一时长可以为 15s，但需要说明的是，这些时间可由操作人员预先写入放大单元中，也可以由操作人员根据实际需要而进行更改。

在本申请实施例中，所述编码脉冲信号通过以下方式生成：按照预设
5 周期开关泵浦激光器使 BA 产生所述编码脉冲信号。

在本申请实施例中，处于 APR 防死锁机制中时，BA 会基于 PA 的接收状态而进行泵浦激光器调整，具体地：所述两个光放单元中的至少一个光放单元的 PA 的接收状态为无 LOS 状态的情况下，触发本光放单元的 BA 降低输出功率至预设功率以下；和/或，所述 N 个中继光放单元中的至少一个中继光放单元的第一 LA 的接收状态为无 LOS 状态的情况下，触发本中
10 继光放单元的第二 LA 降低输出功率至预设功率以下；以及，所述两个光放单元中的至少一个光放单元的 PA 的接收状态为 LOS 状态的情况下，触发本光放单元的 BA 根据发送的编码脉冲信号的预设周期控制泵浦激光器；和/或，所述 N 个中继光放单元中的至少一个中继光放单元的第一 LA 的接收
15 状态为 LOS 状态的情况下，触发本中继光放单元的第二 LA 根据发送的编码脉冲信号的预设周期控制泵浦激光器。在实际应用时，还可以对 PA 或 LA 的无 LOS 状态加以时间限制，例如，在两个光放单元中的至少一个光放单元的 PA 的无 LOS 状态持续预设时间的情况下，触发本光放单元的 BA 降低输出功率至预设功率以下；和/或，所述 N 个中继光放单元中的至少一个中继光放单元的第一 LA 的无 LOS 状态持续预设时间的情况下，触发本
20 中继光放单元的第二 LA 降低输出功率至预设功率以下。其中，预设时间可以为 1s，也可以为其他时间。需要说明的是，所述预设功率可以为护眼功率，所述护眼功率为不伤害人眼的安全功率。BA 和 LA 降低输出功率的方式为调整泵浦激光器的输出，且使其输出的功率小于预设功率。

25 在本申请实施例中，处于 APR 防死锁机制中时，若 OSC 模块恢复正常

(链路恢复导通状态的情况下), 则交换芯片可以接收其他光放单元或中继光放单元发送的远端故障通知信息, 那么在所述两个光放单元中的至少一个光放单元的 PA 探测到持续时间为第三时长的有光信号的情况下, 也可以实现去激活本光放单元的 APR 保护状态; 和/或, 在所述 N 个中继光放单元中的至少一个中继光放单元的第一 LA 探测到持续时间为第三时长的有光信号的情况下, 也可以实现去激活本中继光放单元的 APR 保护状态。在实际应用时, 所述第三时长可以为 1s, 但需要说明的是, 该时间可由操作人员预先写入放大单元中, 也可以由操作人员根据实际需要而进行更改。本申请实施例中即使处于 APR 防死锁机制中, 如若 OSC 模块恢复正常, 链路也恢复导通状态, 那么 PA 和 LA 能够持续探测到有光信号, 在这种情况下, 也可以立即去激活 APR 保护状态。换言之, 可以立即退出 APR 防死锁机制并立即去激活 APR 保护状态。

以下结合图 2-图 5 对本申请实施例提供的一种 APR 保护方法进行详细阐述。需要说明的是, 图 2-图 5 中 SW 为交换芯片, MCU 为逻辑控制模块。

图 2 为仅有两端的光放单元的开放光传输线路系统, 如图 2 所示, 传输线路无中继光放单元且单纤断裂, 记断裂处为 1。

(1) 1 处光纤断裂后, 光放单元 B 无法收到 OSC1 模块发送的光信号, 交换芯片 SW1 探测到链路中断信号 (OSC2 模块 LINKDOWN), 且 PA2 的接收状态为 LOS 状态, 则光放单元 B 的 APR 保护状态被激活, 关断 BA2 输出。需要说明的是, 本申请实施例中交换芯片探测到的链路中断信号 (电信号) 需要经过 OSC 模块转换成光信号后发出。因此, 可以将交换芯片和 OSC 模块共同视为链路检测模块, 用于检测链路状态, 并发送链路状态信号。其中, 链路状态信号包括链路中断信号和链路导通信号。以下描述中均以 OSC 模块转换后的光信号 (交换芯片探测到的链路状态信号) 为例进行说明。

(2) 由于关断 BA2 输出, 则 PA1 的接收状态为 LOS 状态, 且 OSC1 模块 LINKDOWN, 光放单元 A 的 APR 保护状态被激活, 关断 BA1 输出。

(3) 若 1 处光纤恢复导通, 并且 OSC1 模块和/或 OSC2 模块在光纤恢复前的某一时刻损坏, 此时即使线路通畅, 但是交换芯片 SW 无法收到对
5 端光放单元发送的远端故障通知信息, 则光放单元 A 和光放单元 B 将一直处于 APR 保护状态被激活的状态。系统发生了 APR 死锁。

(4) APR 防死锁机制在 APR 保护状态被激活后 300s 启动, BA1 以 150s 为周期发送持续时间为 15s 的编码脉冲信号。需要说明的是, 操作人员可以根据实际需要而改变 APR 防死锁机制的启动时间、编码脉冲信号的
10 周期和持续时间。

(5) PA2 收到 BA1 发送的编码脉冲信号后, 将自身的接收状态标记为无 LOS 状态, PA2 的无 LOS 状态持续 1s 后, 触发泵浦激光器开启, 使 BA2 发送光信号, 但是该光信号的输出功率小于预设功率。由于 BA2 发送光信号, 使得 PA1 的 LOS 状态消失, PA1 也将自身的接收状态标记为无 LOS
15 状态。PA1 的无 LOS 状态持续 1s 后, 触发泵浦激光器开启, 使 BA1 发送光信号, 但是该光信号的输出功率小于预设功率。

(6) 上述 (5) 的一系列控制会使得 BA1 发送编码脉冲信号结束后, BA1 仍然处于泵浦激光器开启的状态, PA2 的 LOS 状态因此持续性消失, PA1 的 LOS 状态也会持续性消失。

20 (7) PA2 的 LOS 状态消失持续 30s 后 (即无 LOS 状态持续 30s), 光放单元 B 去激活 APR 保护状态, 使得 BA2 的泵浦激光器的输出状态恢复为 APR 保护状态被激活前的状态。

(8) PA1 的 LOS 状态消失持续 30s 后 (即无 LOS 状态持续 30s), 光放单元 A 去激活 APR 保护状态, 使得 BA1 的泵浦激光器的输出状态恢复
25 为 APR 保护状态被激活前的状态。

图 3 为仅有两端的光放单元的开放光传输线路系统，如图 3 所示，传输线路无中继光放单元且双纤断裂，记断裂处为 1 和 2。

(1) 断裂处 1 光纤断裂后，光放单元 B 无法收到 OSC1 模块发送的光信号，OSC2 模块 LINKDOWN，且 PA2 的接收状态为 LOS 状态，则光放
5 单元 B 的 APR 保护状态被激活，关断 BA2 输出。

(2) 断裂处 2 光纤断裂，则 PA1 的接收状态为 LOS 状态，且 OSC1 模块 LINKDOWN，光放单元 A 的 APR 保护状态被激活，关断 BA1 输出。

(3) 假设断裂处 1 光纤首先恢复导通，并且断裂处 1 光纤恢复前，发生了 APR 死锁。防死锁机制在 APR 保护状态被激活后 300s 启动，BA1 以
10 150s 为周期发送持续时间为 15s 的编码脉冲信号。

(4) PA2 收到 BA1 发送的编码脉冲信号后，将自身的接收状态标记为无 LOS 状态，PA2 的无 LOS 状态持续 1s 后，触发泵浦激光器开启，使 BA2 发送光信号，但是该光信号的输出功率小于预设功率。由于断裂处 2 光纤并未恢复导通，PA1 仍然处于 LOS 状态。

15 (5) BA1 发送的持续 15s 的编码脉冲信号结束后，PA2 将自身的接收状态标记为 LOS 状态，触发泵浦激光器关闭，BA2 无法发送光信号。

(6) 假设随后 2 处光纤恢复导通。与前述 (1) 至 (5) 过程类似，150s 的周期到时，BA1 发送持续时间为 15s 的编码脉冲信号。PA2 收到 BA1 发送的编码脉冲信号后，将自身的接收状态标记为无 LOS 状态，PA2 的无
20 LOS 状态持续 1s 后，触发泵浦激光器开启，使 BA2 发送光信号，但是该光信号的输出功率小于预设功率。

(7) 由于 BA2 发送光信号，使得 PA1 的 LOS 状态消失，PA1 也将自身的接收状态标记为无 LOS 状态。PA1 的无 LOS 状态持续 1s 后，触发泵浦激光器开启，使 BA1 发送光信号，但是该光信号的输出功率小于预设功
25 率。

(8) 上述的 (6) 和 (7) 一系列控制会使得 BA1 发送编码脉冲信号结束后, 仍然处于泵浦激光器开启的状态, PA2 的 LOS 状态因此持续性消失, PA1 的 LOS 状态也会持续性消失。

(9) PA2 的 LOS 状态消失持续 30s 后 (即无 LOS 状态持续 30s), 光放单元 B 去激活 APR 保护状态, 使得 BA2 的泵浦激光器的输出状态恢复为 APR 保护状态被激活前的状态。

(10) PA1 的 LOS 状态消失持续 30s 后 (即无 LOS 状态持续 30s), 光放单元 A 去激活 APR 保护状态, 使得 BA1 的泵浦激光器的输出状态恢复为 APR 保护状态被激活前的状态。

图 4 为两端的光放单元之间还设有一个中级光放单元的开放光传输线路系统, 如图 4 所示, 传输线路设有一个中继光放单元且同一级内双纤断裂, 记断裂处为 1 和 2。

(1) 断裂处 1 光纤断裂后, 光放单元 B 无法收到 OSC1 模块发送的光信号, OSC3 模块 LINKDOWN, 且 LA1 的接收状态为 LOS 状态, 则光放单元 B 的 WEST 侧的 APR 保护状态被激活, 关断 LA2 输出。

需要注意的是: LA1 的接收状态为 LOS 状态的同时 LA1 的输出关断 (LA1 的工作模式为关闭泵浦激光器模式), 会导致光放单元 C 的 PA2 的接收状态为 LOS 状态, 但由于光放单元 B、C 间的光纤线路完好, 光放单元 C 的交换芯片无法探测到链路中断信号, 从而不会出现 OSC2 模块 LINKDOWN, 因此光放单元 B 的 EAST 侧和光放单元 C 的 APR 保护状态不会被激活, 也就避免了一级光放单元的 APR 保护状态的激活影响到没有出现光纤断裂状况的下一级光放单元, 不会出现连锁反应。

(2) 断裂处 2 光纤断裂, 则 PA1 的接收状态为 LOS 状态, 且 OSC1 模块 LINKDOWN, 光放单元 A 的 APR 保护状态被激活, 关断 BA1 输出。

(3) 假设断裂处 1 光纤首先恢复导通, 并且断裂处 1 光纤恢复前, 发

生了 APR 死锁。防死锁机制在 APR 保护状态被激活后 300s 启动, BA1 以 150s 为周期发送持续时间为 15s 的编码脉冲信号。

(4) LA1 收到 BA1 发送的编码脉冲信号后, 将自身的接收状态标记为无 LOS 状态, LA1 的无 LOS 状态持续 1s 后, 触发泵浦激光器开启, 使
5 LA2 发送光信号, 但是该光信号的输出功率小于预设功率。由于断裂处 2 光纤并未恢复导通, PA1 仍然处于 LOS 状态。

(5) BA1 发送的持续 15s 的编码脉冲信号结束后, LA1 将自身的接收状态标记为 LOS 状态, 触发泵浦激光器关闭, LA2 无法发送光信号。

(6) 假设随后断裂处 2 光纤恢复导通。与前述 (1) 至 (5) 过程类似,
10 150s 的周期到时时, BA1 发送持续时间为 15s 的编码脉冲信号。LA1 收到 BA1 发送的编码脉冲信号后, 将自身的接收状态标记为无 LOS 状态, LA1 的无 LOS 状态持续 1s 后, 触发泵浦激光器开启, 使 LA2 发送光信号, 但是该光信号的输出功率小于预设功率。

(7) 由于 LA2 发送光信号, 使得 PA1 的 LOS 状态消失, PA1 也将自
15 身的接收状态标记为无 LOS 状态。PA1 的无 LOS 状态持续 1s 后, 触发泵浦激光器开启, 使 BA1 发送光信号, 但是该光信号的输出功率小于预设功率。

(8) 上述的 (6) 和 (7) 一系列控制会使得 BA1 发送编码脉冲信号结束后, 仍然处于泵浦激光器开启的状态, LA1 的 LOS 状态因此持续性消失,
20 PA1 的 LOS 状态也会持续性消失。

(9) LA1 的 LOS 状态消失持续 30s 后 (即无 LOS 状态持续 30s), 光放单元 BWEST 去激活 APR 保护状态, 使得 LA2 的泵浦激光器的输出状态恢复为 APR 保护状态被激活前的状态。

(10) PA1 的 LOS 状态消失持续 30s 后 (即无 LOS 状态持续 30s), 光
25 放单元 A 去激活 APR 保护状态, 使得 BA1 的泵浦激光器的输出状态恢复

为 APR 保护状态被激活前的状态。

图 5 为两端的光放单元之间还设有一个中级光放单元的开放光传输线路系统，如图 5 所示，传输线路设有一个中继光放单元且两级各有一光纤断裂，记断裂处为 1 和 2。

5 (1) 断裂处 1 光纤断裂后，光放单元 B 无法收到 OSC1 模块发送的光信号，OSC3 模块 LINKDOWN，且 LA1 的接收状态为 LOS 状态，则光放单元 B 的 WEST 侧的 APR 保护状态被激活，关断 LA2 输出。

 (2) 断裂处 2 光纤断裂，LA2 的接收状态为 LOS 状态，且 OSC4 模块 LINKDOWN，则光放单元 B 的 EAST 侧的 APR 保护状态被激活，关断
10 LA2 输出。LA1 的关断导致 PA2 的接收状态为 LOS 状态，且 OSC2 模块 LINKDOWN，则光放单元 C 的 APR 保护状态被激活，关断 BA2 输出。

 (3) 假设断裂处 1 光纤首先恢复导通，并且断裂处 1 光纤恢复前，发生了 APR 死锁。防死锁机制在 APR 保护状态被激活后 300s 启动，BA1 以 150s 为周期发送持续时间为 15s 的编码脉冲信号。

15 (4) LA1 收到 BA1 发送的编码脉冲信号后，将自身的接收状态标记为无 LOS 状态，LA1 的无 LOS 状态持续 1s 后，触发泵浦激光器开启，使 LA2 发送光信号，但是该光信号的输出功率小于预设功率。

 (5) LA2 持续发光会使 PA1 的 LOS 状态消失，PA1 也将自身的接收状态标记为无 LOS 状态。PA1 的无 LOS 状态持续 1s 后，触发泵浦激光器
20 开启，使 BA1 发送光信号，但是该光信号的输出功率小于预设功率。

 (6) 上述 (5) 的一系列控制会使得 BA1 发送编码脉冲信号结束后，BA1 仍然处于泵浦激光器开启的状态，PA2 的 LOS 状态因此持续性消失，PA1 的 LOS 状态也会持续性消失。

 (7) LA1 的 LOS 状态消失持续 30s 后 (即无 LOS 状态持续 30s)，光
25 放单元 B 的 WEST 侧去激活 APR 保护状态，使得 LA2 的泵浦激光器的输

出状态恢复为 APR 保护状态被激活前的状态。

(8) PA1 的 LOS 状态消失持续 30s 后 (即无 LOS 状态持续 30s), 光放单元 A 去激活 APR 保护状态, 使得 BA1 的泵浦激光器的输出状态恢复为 APR 保护状态被激活前的状态。

5 (9) 假设随后断裂处 2 光纤恢复导通。并且断裂处 2 光纤恢复前, 发生了 APR 死锁。防死锁机制在 APR 保护状态被激活后 300s 启动, LA1 以 150s 为周期发送持续时间为 15s 的编码脉冲信号。

(10) PA2 收到 LA1 发送的编码脉冲信号后, 将自身的接收状态标记为无 LOS 状态, PA2 的无 LOS 状态持续 1s 后, 触发泵浦激光器开启, 使
10 BA2 发送光信号, 但是该光信号的输出功率小于预设功率。

(11) BA2 持续发光会使得 LA2 的 LOS 状态消失, LA2 也将自身的接收状态标记为无 LOS 状态。LA2 的无 LOS 状态持续 1s 后, 触发泵浦激光器开启, 使 LA1 发送光信号, 但是该光信号的输出功率小于预设功率。

(12) 上述 (11) 的一系列控制会使得 LA1 发送编码脉冲信号结束后,
15 LA1 仍然处于泵浦激光器开启的状态, PA2 的 LOS 状态因此持续性消失, LA2 的 LOS 状态也会持续性消失。

(13) LA2 的 LOS 状态消失持续 30s 后, 光放单元 B 的 EAST 侧去激活 APR 保护状态, 得 LA1 的泵浦激光器的输出状态恢复为 APR 保护状态被激活前的状态。

20 (14) PA2 的 LOS 状态消失持续 30s 后, 光放单元 C 去激活 APR 保护状态, 使得 BA2 的泵浦激光器的输出状态恢复为 APR 保护状态被激活前的状态。

需要说明的是, 断裂处 1 和 2 位于不同级, 由于两级之间互不干扰, 因此先恢复断裂处 1 或者先恢复断裂处 2 并不存在必然的先后顺序。

25 基于前述 APR 保护方法相同的技术构思, 本申请实施例提供一种 APR

保护装置，所述一种 APR 保护装置包括：

两个放大器模块、逻辑控制模块、OSC 模块和交换芯片，所述逻辑控制模块、OSC 模块和交换芯片位于两个放大器模块之间；其中，所述放大器模块包括以下放大器：PA 和 BA；或者，PA、BA 和 LA；

5 所述 PA 和 LA 用于探测光信号进而基于探测光信号的情况标记接收状态；

所述交换芯片用于探测是否存在链路中断情况；

所述 OSC 模块用于将所述交换芯片输出的电信号转换成光信号后输出；

10 所述逻辑控制模块用于基于所述 PA 和/或 LA 的接收状态和链路中断情况进行逻辑处理，触发所述放大器模块中的放大器完成前述的 APR 保护方法。

在本申请实施例中的各组成部分可以集成在一个处理单元中，也可以是各个单元单独物理存在，也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中。

15 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模块的形式实现。

所述集成的单元如果以软件功能模块的形式实现并非作为独立的产品进行销售或使用时，可以存储在一个计算机可读取存储介质中，基于这样的理解，本申请实施例的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的全部或部分可以以软件产品的形式体现出来，该计算机软件产品存储在一个存储介质中，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）或 processor（处理器）
20 执行本申请实施例所述方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括：U 盘、移动硬盘、只读存储器（ROM，Read Only Memory）、随机存取存储器（RAM，Random Access Memory）、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码
25

的介质。

因此，本申请实施例提供了一种存储介质，该存储介质存储有计算机程序，所述计算机程序被至少一个处理器执行时实现上述实施例所述的步骤。

5 参见图 6，示出了本申请实施例提供的一种 APR 保护装置 600 的具体硬件结构，包括：网络接口 601、存储器 602 和处理器 603；各个组件通过总线系统 604 耦合在一起。可理解，总线系统 604 用于实现这些组件之间的连接通信。总线系统 604 除包括数据总线之外，还包括电源总线、控制总线和状态信号总线。但是为了清楚说明起见，在图 6 中将各种总线都标
10 为总线系统 604。

其中，所述网络接口 601，用于在与其他外部网元之间进行收发信息过程中，信号的接收和发送；

存储器 602，用于存储能够在处理器 603 上运行的计算机程序；

处理器 603，用于在运行所述计算机程序时，执行：

15 所述两个光放单元中的至少一个光放单元的 PA 的接收状态为信号丢失 LOS 状态，且本光放单元的交换芯片探测到链路中断信号的情况下，激活本光放单元的 APR 保护状态；其中，所述 APR 保护状态为关断本光放单元
的 BA 输出；

所述两个光放单元中的至少一个光放单元的交换芯片探测到链路导通
20 信号的情况下，去激活本光放单元的 APR 保护状态，使本光放单元的 BA 的状态恢复至 APR 保护状态被激活前的状态。

所述处理器 603 还用于运行所述计算机程序时，执行：

所述两个光放单元之间还包括 N 个中继光放单元，N 为正整数；

所述 N 个中继光放单元中的至少一个中继光放单元的第一光线路放大
25 器 LA 的接收状态为 LOS 状态，且本中继光放单元的交换芯片探测到链路

中断信号的情况下，激活中继本光放单元的 APR 保护状态；其中，所述 APR 保护状态为关断本中继光放单元的第二 LA 输出；

所述 N 个中继光放单元中的至少一个中继光放单元的交换芯片探测到链路导通信号的情况下，去激活本中继光放单元的 APR 保护状态，使本中
5 继光放单元的第二 LA 的状态恢复至 APR 保护状态被激活前的状态。

所述处理器 603 还用于运行所述计算机程序时，执行：

在所述激活本光放单元的 APR 保护状态之后，所述方法还包括：

触发本光放单元的 BA 按照预设周期发送持续时间为第一时长的编码脉冲信号给另一光放单元的 PA；所述两个光放单元中的至少一个光放单元
10 的 PA 探测到编码脉冲信号的情况下，将本光放单元的 PA 的接收状态标记为无 LOS 状态；所述两个光放单元中的至少一个光放单元的 PA 的有光状态持续第二时长的情况下，去激活本光放单元的 APR 保护状态；和/或，所述 N 个中继光放单元中的至少一个中继光放单元的第一 LA 探测到编码脉冲信号的情况下，将本中继光放单元的第二 LA 的接收状态标记为无 LOS
15 状态；所述 N 个中继光放单元中的至少一个中继光放单元的第一 LA 的有光状态持续第二时长的情况下，去激活本中继光放单元的 APR 保护状态；

其中，所述第二时长为所述第一时长的两倍。

所述处理器 603 还用于运行所述计算机程序时，执行：

所述两个光放单元中的至少一个光放单元的 PA 的接收状态为 LOS 状态的情况下，触发本光放单元的 BA 降低输出功率至预设功率以下；和/或，
20 所述 N 个中继光放单元中的至少一个中继光放单元的第一 LA 的接收状态为无 LOS 状态的情况下，触发本中继光放单元的第二 LA 降低输出功率至预设功率以下；以及，

所述两个光放单元中的至少一个光放单元的 PA 的接收状态为无 LOS
25 状态的情况下，触发本光放单元的 BA 根据发送的编码脉冲信号的预设周期

控制泵浦激光器；和/或，所述 N 个中继光放单元中的至少一个中继光放单元的第一 LA 的接收状态为 LOS 状态的情况下，触发本中继光放单元的第二 LA 根据发送的编码脉冲信号的预设周期控制泵浦激光器。

所述处理器 603 还用于运行所述计算机程序时，执行：

5 所述两个光放单元中的至少一个光放单元的 PA 探测到持续时间为第三时长的有光信号的情况下，去激活本光放单元的 APR 保护状态；和/或，

所述 N 个中继光放单元中的至少一个中继光放单元的第一 LA 探测到持续时间为第三时长的有光信号的情况下，去激活本中继光放单元的 APR 保护状态。

10 所述处理器 603 还用于运行所述计算机程序时，执行：

所述交换芯片为具有远端故障通知功能的芯片；

所述两个光放单元中的至少一个光放单元的交换芯片探测到链路中断信号和/或所述 N 个中继光放单元中的至少一个中继光放单元的交换芯片探测到链路中断信号的情况下，经由本光放单元的光监控信道 OSC 模块将链
15 路中断信号转换为光信号后输出至所述本光放单元以外的其他光放单元或中继光放单元，其中，所述链路中断信号为电信号。

所述处理器 603 还用于运行所述计算机程序时，执行：

所述编码脉冲信号通过以下方式生成：按照预设周期开关泵浦激光器使 BA 产生所述编码脉冲信号。

20 可以理解，本申请实施例中的存储器 602 可以是易失性存储器或非易失性存储器，或可包括易失性和非易失性存储器两者。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）
25 或闪存。易失性存储器可以是随机存取存储器（Random Access Memory,

RAM), 其用作外部高速缓存。通过示例性但不是限制性说明, 许多形式的 RAM 可用, 例如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, DDRSDRAM)、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 (Sync Link DRAM, SLDRAM) 和直接内存总线随机存取存储器 (Direct Rambus RAM, DRRAM)。本文描述的方法的存储器 602 旨在包括但不限于这些和任意其它适合类型的存储器。

而处理器 603 可能是一种集成电路芯片, 具有信号的处理能力。在实现过程中, 上述方法的各步骤可以通过处理器 603 中的硬件的集成逻辑电路或者软件形式的指令完成。上述的处理器 603 可以是通用处理器、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。可以实现或者执行本申请实施例中的公开的各方法、步骤及逻辑框图。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。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译码处理器执行完成, 或者用译码处理器中的硬件及软件模块组合执行完成。软件模块可以位于随机存储器, 闪存、只读存储器, 可编程只读存储器或者电可擦写可编程存储器、寄存器 etc 本领域成熟的存储介质中。该存储介质位于存储器, 处理器读取存储器中的信息, 结合其硬件完成上述方法的步骤。

可以理解的是, 本文描述的这些实施例可以用硬件、软件、固件、中间件、微码或其组合来实现。对于硬件实现, 处理单元可以实现在一个或

多个专用集成电路 (Application Specific Integrated Circuits, ASIC)、数字信号处理器 (Digital Signal Processing, DSP)、数字信号处理设备 (DSP Device, DSPD)、可编程逻辑设备 (Programmable Logic Device, PLD)、现场可编程门阵列 (Field-Programmable Gate Array, FPGA)、通用处理器、控制器、
5 微控制器、微处理器、用于执行本申请所述功能的其它电子单元或其组合中。

对于软件实现, 可通过执行本文所述功能的模块 (例如过程、函数等) 来实现本文所述的技术。软件代码可存储在存储器中并通过处理器执行。存储器可以在处理器中或在处理器外部实现。

10 应理解, 说明书通篇中提到的“一个实施例”或“一实施例”意味着与实施例有关的特定特征、结构或特性包括在本申请的至少一个实施例中。因此, 在整个说明书各处出现的“在一个实施例中”或“在一实施例中”未必一定指相同的实施例。此外, 这些特定的特征、结构或特性可以任意适合的方式结合在一个或多个实施例中。应理解, 在本申请的各种实施例中,
15 中, 上述各过程的序号的大小并不意味着执行顺序的先后, 各过程的执行顺序应以其功能和内在逻辑确定, 而不对本申请实施例的实施过程构成任何限定。上述本申请实施例序号仅仅为了描述, 不代表实施例的优劣。

需要说明的是, 在本文中, 术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含, 从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者装置不仅包括那些要素, 而且还包括没有明确列出的其他要素, 或者
20 是还包括为这种过程、方法、物品或者装置所固有的要素。在没有更多限制的情况下, 由语句“包括一个...”限定的要素, 并不排除在包括该要素的过程、方法、物品或者装置中还存在另外的相同要素。

在本申请所提供的几个实施例中, 应该理解到, 所揭露的方法和装置,
25 可以通过其它的方式实现。以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的, 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，如：多个单元或组件可以结合，或可以集成到另一个系统，或一些特征可以忽略，或不执行。另外，所显示或讨论的各组成部分相互之间的耦合、或直接耦合、或通信连接可以是通过一些接口，设备或单元
5 的间接耦合或通信连接，可以是电性的、机械的或其它形式的。

上述作为分离部件说明的单元可以是、或也可以不是物理上分开的，作为单元显示的部件可以是、或也可以不是物理单元，即可以位于一个地方，也可以分布到多个网络单元上；可以根据实际的需要选择其中的部分或全部单元来实现本实施例方案的目的。

10 另外，在本申请各实施例中的各功能单元可以全部集成在一个处理模块中，也可以是各单元分别单独作为一个单元，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，也可以采用硬件加软件功能单元的形式实现。本领域普通技术人员可以理解：实现上述方法实施例的全部或部分步骤可以通过程序指令相关的
15 硬件来完成，前述的程序可以存储于一计算机可读取存储介质中，该程序在执行时，执行包括上述方法实施例的步骤；而前述的存储介质包括：移动存储设备、只读存储器（ROM，Read-Only Memory）、随机存取存储器（RAM，Random Access Memory）、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

20 本申请所提供的几个方法实施例中所揭露的方法，在不冲突的情况下可以任意组合，得到新的方法实施例。

本申请所提供的几个产品实施例中所揭露的特征，在不冲突的情况下可以任意组合，得到新的产品实施例。

本申请所提供的几个方法或设备实施例中所揭露的特征，在不冲突
25 的情况下可以任意组合，得到新的方法实施例或设备实施例。

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、一种自动光功率降低 APR 保护方法，对于传输线路两端的两个光放单元，所述两个光放单元中的每个光放单元的前置放大器 PA 与另一个光放单元的功率光放大器 BA 之间通过光纤连接，所述方法包括：

5 所述两个光放单元中的至少一个光放单元的 PA 的接收状态为信号丢失 LOS 状态，且本光放单元的交换芯片探测到链路中断信号的情况下，激活本光放单元的 APR 保护状态；其中，所述 APR 保护状态为关断本光放单元的 BA 输出；

 所述两个光放单元中的至少一个光放单元的交换芯片探测到链路导通信号的情况下，去激活本光放单元的 APR 保护状态，使本光放单元的 BA 的状态恢复至 APR 保护状态被激活前的状态。

2、根据权利要求 1 所述的 APR 保护方法，其中，所述两个光放单元之间还包括 N 个中继光放单元，N 为正整数；

 所述 N 个中继光放单元中的至少一个中继光放单元的第一光线路放大器 LA 的接收状态为 LOS 状态，且本中继光放单元的交换芯片探测到链路中断信号的情况下，激活本中继光放单元的 APR 保护状态；其中，所述 APR 保护状态为关断本中继光放单元的第二 LA 输出；

 所述 N 个中继光放单元中的至少一个中继光放单元的交换芯片探测到链路导通信号的情况下，去激活本中继光放单元的 APR 保护状态，使本中继光放单元的第二 LA 的状态恢复至 APR 保护状态被激活前的状态。

3、根据权利要求 2 所述的 APR 保护方法，其中，在所述激活本光放单元的 APR 保护状态之后，所述方法还包括：

 触发本光放单元的 BA 按照预设周期发送持续时间为第一时长的编码脉冲信号给另一光放单元的 PA；所述两个光放单元中的至少一个光放单元的 PA 探测到编码脉冲信号的情况下，将本光放单元的 PA 的接收状态标记

为无 LOS 状态；所述两个光放单元中的至少一个光放单元的 PA 的有光状态持续第二时长的情况下，去激活本光放单元的 APR 保护状态；和/或，所述 N 个中继光放单元中的至少一个中继光放单元的第一 LA 探测到编码脉冲信号的情况下，将本中继光放单元的第二 LA 的接收状态标记为无 LOS 状态；所述 N 个中继光放单元中的至少一个中继光放单元的第一 LA 的有光状态持续第二时长的情况下，去激活本中继光放单元的 APR 保护状态；其中，所述第二时长为所述第一时长的两倍。

4、根据权利要求 3 所述的 APR 保护方法，其中，所述方法还包括：

所述两个光放单元中的至少一个光放单元的 PA 的接收状态为无 LOS 状态的情况下，触发本光放单元的 BA 降低输出功率至预设功率以下；和/或，所述 N 个中继光放单元中的至少一个中继光放单元的第一 LA 的接收状态为无 LOS 状态的情况下，触发本中继光放单元的第二 LA 降低输出功率至预设功率以下；以及，

所述两个光放单元中的至少一个光放单元的 PA 的接收状态为 LOS 状态的情况下，触发本光放单元的 BA 根据发送的编码脉冲信号的预设周期控制泵浦激光器；和/或，所述 N 个中继光放单元中的至少一个中继光放单元的第一 LA 的接收状态为 LOS 状态的情况下，触发本中继光放单元的第二 LA 根据发送的编码脉冲信号的预设周期控制泵浦激光器。

5、根据权利要求 2 所述的 APR 保护方法，其中，所述方法还包括：

所述两个光放单元中的至少一个光放单元的 PA 探测到持续时间为第三时长的有光信号的情况下，去激活本光放单元的 APR 保护状态；和/或，

所述 N 个中继光放单元中的至少一个中继光放单元的第一 LA 探测到持续时间为第三时长的有光信号的情况下，去激活本中继光放单元的 APR 保护状态。

6、根据权利要求 1 所述的 APR 保护方法，其中，

所述交换芯片为具有远端故障通知功能的芯片；

所述两个光放单元中的至少一个光放单元的交换芯片探测到链路中断信号和/或所述N个中继光放单元中的至少一个中继光放单元的交换芯片探测到链路中断信号的情况下，经由本光放单元的光监控信道OSC模块将链
5 路中断信号转换为光信号后输出至所述本光放单元以外的其他光放单元或中继光放单元，其中，所述链路中断信号为电信号。

7、根据权利要求3所述的APR保护方法，其中，所述编码脉冲信号通过以下方式生成：按照预设周期开关泵浦激光器使BA产生所述编码脉冲信号。

10 8、一种APR保护装置，包括：两个放大器模块、逻辑控制模块、OSC模块和交换芯片，所述逻辑控制模块、OSC模块和交换芯片位于两个放大器模块之间；其中，所述放大器模块包括以下放大器：PA和BA；或者，PA、BA和LA；

15 所述PA和LA用于探测光信号进而基于探测光信号的情况标记接收状态；

所述交换芯片用于探测是否存在链路中断情况；

所述OSC模块用于将所述交换芯片输出的电信号转换成光信号后输出；

20 所述逻辑控制模块用于基于所述PA和/或LA的接收状态和链路中断情况进行逻辑处理，触发所述放大器模块中的放大器完成所述权利要求1至7任一项所述的APR保护方法。

9、一种APR保护装置，包括：存储器、处理器及存储在所述存储器上且由处理器执行的计算机程序；

25 所述处理器，用于通过执行所述计算机程序实现权利要求1至7任一项所述的APR保护方法。

10、一种计算机存储介质，所述计算机存储介质存储有计算机程序，所述计算机程序被处理器执行后，能够实现权利要求 1 至 7 任一项所述的 APR 保护方法。