



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104104428 A

(43) 申请公布日 2014. 10. 15

(21) 申请号 201310156968. 9

(22) 申请日 2013. 04. 15

(71) 申请人 昂纳信息技术(深圳)有限公司
地址 518118 广东省深圳市坪山新区翠景路
西侧 35 号

(72) 发明人 孔猛 黄必昌 虞爱华

(51) Int. Cl.

H04B 10/032(2013. 01)

H04B 10/071(2013. 01)

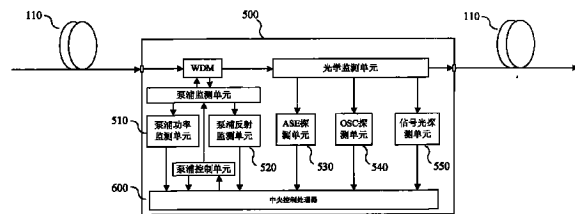
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

一种应用在分布式拉曼光纤放大器中的激光安全保护装置及方法

(57) 摘要

本发明提供一种应用在分布式拉曼光纤放大器中的激光安全保护装置及方法,包括泵浦激光器监控装置、反向泵浦光探测装置、OSC 监控信号探测装置,带外 ASE 探测装置和带内信号探测装置;其中,上述的功率探测器、上述反射功率探测器、上述 OSC 探测器、上述 ASE 带探测器及上述信号光探测器均连接于分布式拉曼光纤放大器的中央微处理器,降低分布式拉曼光纤放大器中的激光传输的强光功率对通信系统操作、维护人员的安全隐患。



1. 一种应用在分布式拉曼光纤放大器中的激光安全保护装置,其特征在于:包括一泵浦激光器监控装置、一反向泵浦光探测装置、一 OSC 监控信号探测装置,一带外 ASE 探测装置和一带内信号探测装置;上述泵浦激光器监控装置包括一功率探测器;上述反向泵浦光探测装置包括一反射功率探测器;上述 OSC 监控信号的探测装置包括一 OSC 探测器;上述带外 ASE 探测装置包括一 ASE 带探测器;上述带内信号探测装置包括一信号光探测器;其中,上述的功率探测器、上述反射功率探测器、上述 OSC 探测器、上述 ASE 带探测器及上述信号光探测器均连接于分布式拉曼光纤放大器的中央微处理器。

2. 如权利要求 1 所述的应用在分布式拉曼光纤放大器中的激光安全保护装置,其特征在于:上述功率探测器通过 RFA 的 WDM 连接于 RFA 的功率耦合器。

3. 如权利要求 1 所述的应用在分布式拉曼光纤放大器中的激光安全保护装置,其特征在于:上述反射功率探测器连接于 RFA 的功率耦合器。

4. 一种应用在分布式拉曼光纤放大器中的激光安全保护方法,其特征在于:首先,功率探测器探测功率耦合器分离出的部分泵浦光的功率值并传送至中央微处理器,从而计算泵浦光的实际输出功率值;其次,WDM 滤出反向泵浦光并通过功率耦合器传输至上述反射功率探测器,上述反射功率探测器探测出反射泵浦光功率并传送至中央微处理器;再次,OSC 探测器探测出通过功率耦合器和 WDM 抽离出的 OSC 信号的部分能量并传送至中央处理器;再次,带外 ASE 探测装置利用功率耦合器和滤波器将部分信号带宽之外的 ASE 光功率抽离,传输至 ASE 带探测器,ASE 带探测器将功率值传送至中央微处理器,计算出实际系统中的带宽范围内的 ASE 功率值;最后,信号光探测器探测出信号光功率值,并传送至中央微处理器。

5. 一种应用在分布式拉曼光纤放大器中的激光安全保护方法,其特征在于:包括:功率探测器探测功率耦合器分离出的部分泵浦光的功率值并传送至中央微处理器,从而计算泵浦光的实际输出功率值;WDM 滤出反向泵浦光并通过功率耦合器传输至上述反射功率探测器,上述反射功率探测器探测出反射泵浦光功率并传送至中央微处理器;探测的反射泵浦功率达到设定反射阈值,启动泵浦反射功率监控激光安全保护机制。

6. 一种应用在分布式拉曼光纤放大器中的激光安全保护方法,其特征在于:包括:OSC 探测器探测出通过功率耦合器和 WDM 抽离出的 OSC 信号的部分能量并传送至中央处理器,探测的 OSC 信号功率达到设定 OSC 阈值,启动 OSC 功率监控激光安全保护机制。

7. 一种应用在分布式拉曼光纤放大器中的激光安全保护方法,其特征在于:传输线近端异常激光保护方法包括:带外 ASE 探测装置利用功率耦合器和滤波器将部分信号带宽之外的 ASE 光功率抽离,传输至 ASE 带探测器;泵浦功率监测单元监测泵浦输出功率,ASE 带探测器和泵浦功率探测器将功率值传送至中央微处理器,计算出实际系统中的带宽范围内的 ASE 功率值和泵浦输出功率之间的函数关系,判断传输线损耗,若达到 RFA 设定损耗阈值,启动传输线近端异常激光保护机制。

8. 一种应用在分布式拉曼光纤放大器中的激光安全保护方法,其特征在于:传输线远端异常激光保护方法包括:带外 ASE 探测装置利用功率耦合器和滤波器将部分信号带宽之外的 ASE 光功率抽离,传输至 ASE 带探测器;泵浦功率监测单元监测泵浦输出功率,ASE 带探测器和泵浦功率探测器将功率值传送至中央微处理器,计算出实际系统中的带宽范围内的 ASE 功率值和泵浦输出功率之间的函数关系,判断传输线损耗,同时 OSC 探测器和信号带

探测器探测出 OSC 功率和信号功率；若达到 RFA 设定 LOS 报警阈值，启动传输线远端异常激光保护机制。

一种应用在分布式拉曼光纤放大器中的激光安全保护装置 及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及光纤通信领域中的光放大器的安全保护领域,特别涉及一种应用在分布式拉曼光纤放大器中的激光安全保护装置及方法。

背景技术

[0002] 激光具有单色性好、相干性好、方向性好、亮度高的特点,在通信系统中的应用日益广泛。激光的方向性好,发散角小,能量在空间高度集中,因此,在激光的输出方向上的能量强度特别高,对人体的辐射特别是眼睛的危害较大。在现代光通信系统中大量使用的激光光源,光波长一般分布在可见光范围之外的 1310nm 和 1550nm 附近,肉眼无法直接看到光束,因而给人眼造成伤害的可能性很大。

[0003] 随着大容量超长距离光传输通信系统的迅速发展和应用,对系统的信噪比 (OSNR) 的要求更高,开始广泛使用非线性光纤放大器,特别是分布式拉曼光纤放大器 (Raman Fiber Amplifier 简称 RFA)。如图 1 所示,RFA100 将高强度的激光直接泵浦进入传输光纤 110 中,因此系统中的光纤所承载的光信号功率达到或者超过 30dBm,这样的强光功率对通信系统操作、维护人从的安全存在很大的安全隐患。同时,由于 RFA 泵浦激光 P_1 和信号光 M_1 在传输光纤 110 中同时传输的工作特点,因此在设计和使用时须考虑激光的安全问题。

[0004] 请参照图 1。以采用后向泵浦方式的分布式拉曼光纤放大器 (RFA) 为例,图中 RFA 的泵浦光 P_1 为强激光,功率约为 500mw;正向传输的为信号光 S_1 。其中,信号光 S_1 从远端发射,经过长距离的传输光纤 110 传输至 RFA 输入端 I_1 ,经 RFA 输出端 O_1 输出,其中,RFA 的输入端 I_1 既是信号光 S_1 的输入端,同时也是 RFA 泵浦光 P_1 的输出端,由于光纤的非线性光学效应,信号光 S_1 与泵浦光 P_1 在同一传输光纤 110 中相向传输并相互作用,由于受激拉曼散射 (SRS) 泵浦光 P_1 能量将转移至波长相邻的信号光 S_1 中,使信号光 S_1 的强度得到放大。由于通信系统的光纤传输距离一般在 100km 以上,且泵浦光 P_1 会存在于系统的整段传输光纤 110 中,一旦在此超长距离传输中传输光纤 110 的某处发生破损或者断裂,将会造成强激光的泄漏,造成极大的安全危害。

发明内容

[0005] 本发明的发明目的之一为解决在分布式拉曼光纤放大器中的激光传输的强光功率对通信系统操作、维护人员的安全保护,本发明提供应用在分布式拉曼光纤放大器中的激光安全保护装置及方法。

[0006] 本发明的发明目的之一为判断和保护通信系统在超长距离传输中传输光纤某处发生破损或者断裂造成强激光的泄漏的情况。

[0007] 本发明提供一种应用在分布式拉曼光纤放大器中的激光安全保护装置包括一泵浦激光器监控装置、一反向泵浦光探测装置、一 OSC 监控信号探测装置,一带外 ASE 探测装

置和一带内信号探测装置；上述泵浦激光器监控装置包括一功率探测器；上述反向泵浦光探测装置包括一反射功率探测器；上述 OSC 监控信号的探测装置包括一 OSC 探测器；上述带外 ASE 探测装置包括一 ASE 带探测器；上述带内信号探测装置包括一信号光探测器；其中，上述的功率探测器、上述反射功率探测器、上述 OSC 探测器、上述 ASE 带探测器及上述信号光探测器均连接于分布式拉曼光纤放大器的中央微处理器。

[0008] 其中，优先实施方式之一为：上述功率探测器通过 RFA 的 WDM 连接于 RFA 的功率耦合器。

[0009] 其中，优先实施方式之一为：上述反射功率探测器连接于 RFA 的功率耦合器。

[0010] 本发明提供一种应用在分布式拉曼光纤放大器中的激光安全保护方法：首先，功率探测器探测耦合器分离出的部分泵浦光的功率值并传送至中央微处理器，从而计算泵浦光的实际输出功率值；其次，WDM 滤出反向泵浦光并通过功率耦合器传输至上述反射功率探测器，上述反射功率探测器探测出反射泵浦光功率并传送至中央微处理器；再次，OSC 探测器探测出通过功率耦合器和 WDM 抽离出的 OSC 信号的部分能量并传送至中央处理器；再次，带外 ASE 探测装置利用功率耦合器和滤波器将部分信号带宽之外的 ASE 光功率抽离，传输至 ASE 带探测器，ASE 带探测器将功率值传送至中央微处理器，计算出实际系统中的带宽范围内的 ASE 功率值；最后，信号光探测器探测出信号光功率值，并传送至中央微处理器。

[0011] 本发明提供一种应用在分布式拉曼光纤放大器中的激光安全保护方法：功率探测器探测功率耦合器分离出的部分泵浦光的功率值并传送至中央微处理器，从而计算泵浦光的实际输出功率值。

[0012] 本发明提供一种应用在分布式拉曼光纤放大器中的激光安全保护方法：WDM 滤出反向泵浦光并通过功率耦合器传输至上述反射功率探测器，上述反射功率探测器探测出反射泵浦光功率并传送至中央微处理器。

[0013] 本发明提供一种应用在分布式拉曼光纤放大器中的激光安全保护方法：OSC 探测器探测出通过功率耦合器和 WDM 抽离出的 OSC 信号的部分能量并传送至中央处理器。

[0014] 本发明提供一种应用在分布式拉曼光纤放大器中的激光安全保护方法：带外 ASE 探测装置利用功率耦合器和滤波器将部分信号带宽之外的 ASE 光功率抽离，传输至 ASE 带探测器，ASE 带探测器将功率值传送至中央微处理器，计算出实际系统中的带宽范围内的 ASE 功率值。

[0015] 本发明提供一种应用在分布式拉曼光纤放大器中的激光安全保护方法：信号光探测器探测出信号光 S_1 功率值，并传送至中央微处理器。

[0016] 与现有技术相比，本发明具有下述优点：首先，在实际的工作中，若传输光纤中某处发生破损、断裂或者断开，光纤中信号光丢失，泵浦能量不转移至信号光中，光纤中的激光强度将会大量增加，并且在断面处发生反射，反射泵浦光达到设定阈值，中央微处理器将会关闭泵浦激光器，或者减小泵浦激光器输出强度；其次，上述激光保护装置的五部分既可以单独判断也可以综合判断控制；再次，激光保护装置设置于 RFA 模块中，由 RFA 模块控制并上报，激光安全的判断处理与传输系统中的其他设备无关，也不依附于信号中的特殊编码，在更换光放模块和系统升级时，不需要对系统的软件和硬件调整；最后，本发明的激光保护装置可以应用于反向泵浦式 RFA、正向泵浦式 RFA 和双向泵浦式 RFA 中。

附图说明

- [0017] 图 1 为向泵浦方式 RFA 应用于通信系统的示意图。
- [0018] 图 2 为本发明的应用在分布式拉曼光纤放大器中的激光安全保护装置的结构示意图。
- [0019] 图 3 为泵浦激光器监控装置和反向泵浦光探测装置的结构图。
- [0020] 图 4 为 OSC 监控信号的探测装置、带外 ASE 探测装置和带内信号探测装置的结构图。
- [0021] 图 5 为不同传输线损耗下泵浦功率和 ASE 的数学关系。
- [0022] 图 6 为传输线异常激光安全保护判断机制。

具体实施方式

[0023] 下面结合附图和具体实施方式对本发明的应用在分布式拉曼光纤放大器中的激光安全保护装置及方法做更进一步详细说明。

[0024] 请同时参照图 2。图 2 为本发明的应用在分布式拉曼光纤放大器中的激光安全保护装置的结构示意图。激光安全保护装置 500 由五部分构成,分别为泵浦激光器监控装置 510、反向泵浦光探测装置 520、OSC 监控信号探测装置 530,带外 ASE 探测装置 540 和带内信号探测装置 550。

[0025] 请同时参考图 3。图 3 为泵浦激光器监控装置 510 和反向泵浦光探测装置 520 的结构图。其中,泵浦激光器监控装置 510 包括功率探测器 5140,功率探测器 5140 通过 WDM5130 连接于功率耦合器 5120,且通信系统的泵浦激光器 5110 与功率探测器 5140 均连接于中央微处理器 600 形成反馈光路。其中,反向泵浦光探测装置 520 包括反射功率探测器 5240,与泵浦激光器监控装置 510 共同连接于功率耦合器 5120,且反射功率探测器 5240 连接于中央微处理器 600。

[0026] 请同时参照图 4。图 4 为 OSC 监控信号的探测装置 530、带外 ASE 探测装置 540 和带内信号探测装置 550 的结构图。其中,OSC 监控信号的探测装置 530 包括 OSC 探测器 5320,OSC 信号通过 WDM1 输出至 OSC 探测器 5320,且 OSC 探测器 5320 连接至中央微处理器 600。其中,带外 ASE 探测装置 540 包括 ASE 带探测器 5420,其中 ASE 信号通过 WDM2 输出至 ASE 带探测器 5420,且 ASE 带探测器 5420 连接至中央微处理器 600。其中,带内信号探测装置 550 包括信号光探测器 5520,带内信号探测装置 550 探测通过耦合器 5410 抽离的部分信号光 S_2 ,且连接至中央微处理器 600。

[0027] 以下对本发明的应用在分布式拉曼光纤放大器中的激光安全保护方法进行详细说明。

[0028] 请同时参考图 3。首先,中央微处理器 600 控制泵浦激光器 5110 输出泵浦光 P_1 ,功率耦合器 5120 将部分泵浦光 P_1 分离再经由 WDM5130 滤波后,由功率探测器 5140 探测出部分泵浦光 P_1 的功率值并传送至中央微处理器 600,从而计算出泵浦光 P_1 的实际输出功率值,使泵浦激光器 5110 和功率探测器 5140 形成反馈调节机制。

[0029] 其中,泵浦光 P_1 在传输光纤 110 中传输时,由于光的散射和反射,会形成反向泵浦光 P_2 ,反向泵浦光 P_2 和信号光 S_1 同向传输,并传输至 RFA 模块输入端 I_1 ,通过图 3 中波分复用器 (WDM) 滤出反向泵浦光 P_2 再通过耦合器 5120,分离出部分反向泵浦光 P_2 传输至反射

功率探测器 5240, 反射功率探测器 5240 将信号传输至中央微处理器 600, 计算出实际反向泵浦光 P_2 的功率。

[0030] 请同时参考图 6, 若传输线 110 与 RFA100 连接器异常或传输线 110 近段光纤破损, 探测的反向泵浦光 P_2 的功率在短时间内快速上升, 并超出 RFA100 设定的反射阈值, RFA100 则会启动激光安全保护机制, 关闭或者降低泵浦输出功率至安全值范围。

[0031] 请同时参照图 4。其中, OSC 信号为通信系统中自带的具有一定带宽的监测信号, 由通信系统的发射端发出。其次, RFA 利用功率耦合器 5120 和 WDM1 抽离出 OSC 信号的部分能量传输至 OSC 探测器 5320, OSC 探测器 5320 将数值传送至中央微处理器 600, 再由中央微处理器 600 计算出通信系统中实际的 OSC 光功率值。

[0032] 请同时参照图 5, RFA 正常工作时, 强激光在传输光纤 110 中传输便会激发出拉曼自发辐射噪声 (ASE), ASE 的功率值与泵浦光 P_1 强度和拉曼增益强度有关。请同时参考图 5, RFA 在泵浦开启工作状态时, 不同的泵浦的强度 P_1 在传输光纤 110 中产生的 ASE 功率不同, 同时传输光纤 110 以及传输线的损耗可以通过探测泵浦功率 P_1 和 ASE 功率的数学关系确定。

[0033] 再次, RFA 中的 ASE 带宽远大于信号光 S_1 的带宽, 带外 ASE 探测装置 540 利用耦合器 5410 和滤波器将部分信号带宽之外的 ASE 光功率抽离, 传输至 ASE 带探测器 5420, ASE 带探测器 5420 将功率值传送至中央微处理器 600, 计算出实际系统中的带宽范围内的 ASE 功率值。耦合器 5410 抽离出部分主光路中内信号光 S_1 传输至信号光探测器 5520, 信号光探测器 5520 探测出信号光 S_1 功率值, 并传送至中央微处理器 600。

[0034] 请同时参照图 6, 若传输光纤 110 近段发生破损, 反射泵浦的探测功率 P_2 快速上升, ASE 功率值会随之发生变化, RFA100 通过探测的泵浦功率 P_1 和 ASE 功率值计算出泵浦强度和 ASE 的数学关系, 据此判读传输线的损耗情况, 若如达到 RFA100 设定的传输线损耗阈值时, 中央微处理器 600 将会关闭泵浦激光器 5110, 或者减小泵浦激光器 5110 输出强度。

[0035] 请同时参照图 4。其中, OSC 信号为通信系统中自带的具有一定带宽的监测信号, 由通信系统的发射端发出。其次, RFA 利用耦合器 5120 和 WDM1 抽离出 OSC 信号的部分能量传输至 OSC 探测器 5320, OSC 探测器 5320 将数值传送至中央微处理器 600, 再由中央微处理器 600 计算出通信系统中实际的 OSC 光功率值。

[0036] 请同时参照图 6, 若传输光纤 110 远端发生破损, 信号光 S_1 和 OSC 丢失, 低于 LOS 报警阈值, 此时会启动传输线远端异常激光安全保护机制, 中央微处理器 600 将会关闭泵浦激光器 5110, 或者减小泵浦激光器 5110 输出强度。

[0037] 与现有技术相比, 本发明具有下述优点: 首先, 在实际的工作中, 若传输光纤中某处发生破损、断裂或者断开, 光纤中信号光丢失, 泵浦能量不转移至信号光中, 光纤中的激光强度将会大量增加, 并且在断面处发生反射, 反射泵浦光达到设定阈值, 中央微处理器将会关闭泵浦激光器, 或者减小泵浦激光器输出强度; 其次, 上述激光保护装置的五部分既可以单独判断也可以综合判断控制, 单独控制时激光安全保护机制判断迅速准确, 综合判断时激光安全保护机制能够判断出传输线的具体异常点: RFA 模块连接异常, 传输光纤近段异常, 传输光纤远端异常。当 RFA 模块采用综合判断控制时, 对传输线路进行实时监控, 并依据多个判断条件逐级判断上报异常点, 能够有效减小 RFA 模块误报的可能性; 再次, 激光保护装置设置于 RFA 模块中, 由 RFA 模块控制并上报, 激光安全的判断处理与传输系统中的

其他设备无关,也不依附于信号中的特殊编码,在更换光放模块和系统升级时,不需要对系统的软件和硬件调整;最后,本发明的激光保护装置可以应用于反向泵浦式 RFA、正向泵浦式 RFA 和双向泵浦式 RFA 中。

[0038] 以上所述,仅为本发明最佳实施例而已,并非用于限制本发明的范围,凡依本发明申请专利范围所作的等效变化或修饰,皆为本发明所涵盖。

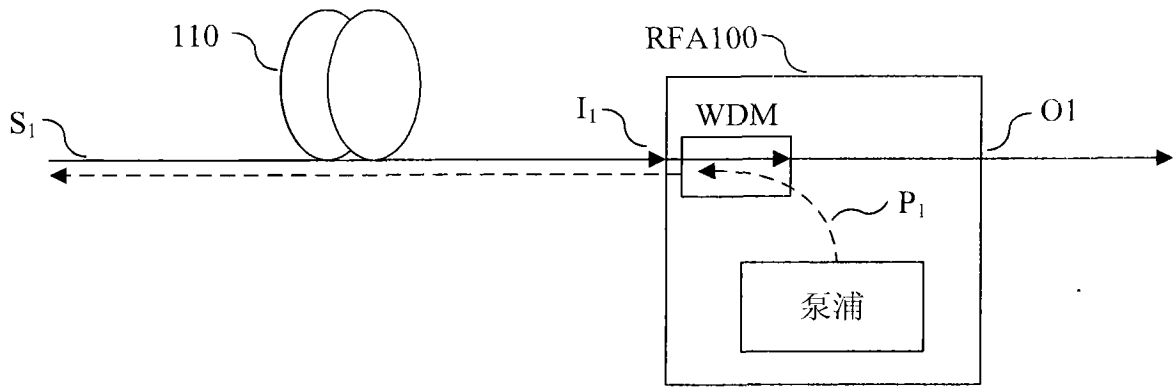


图 1

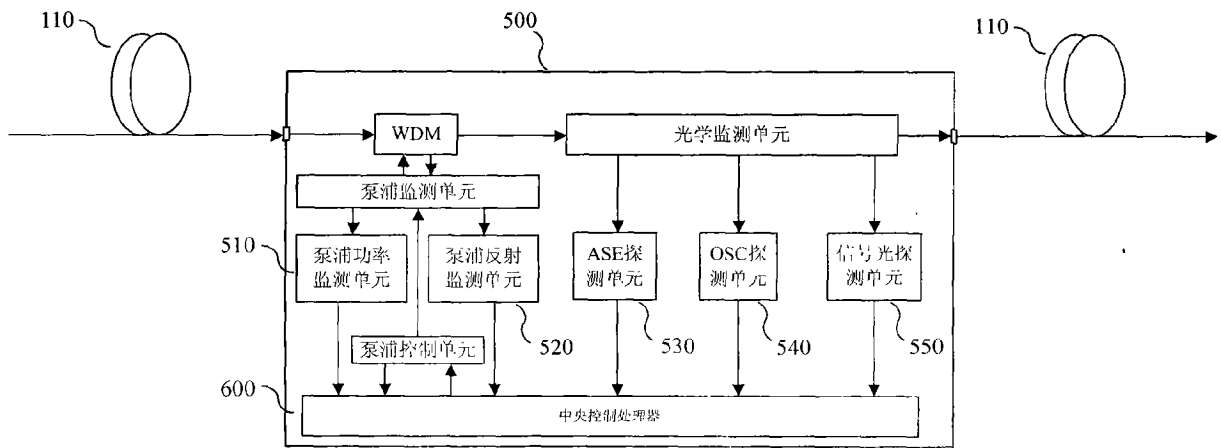


图 2

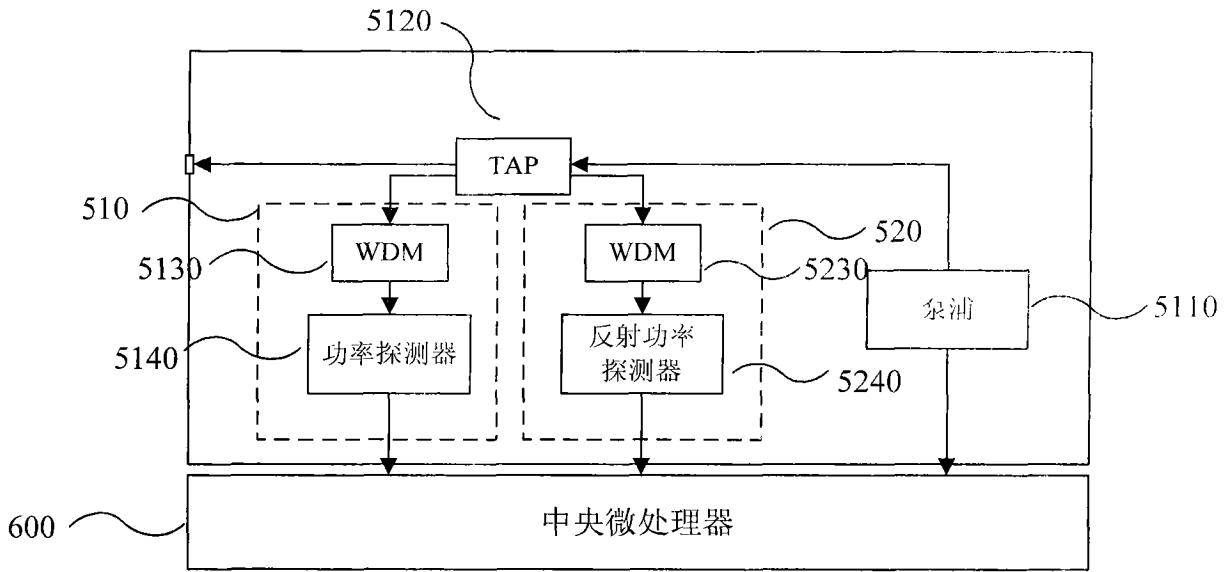


图 3

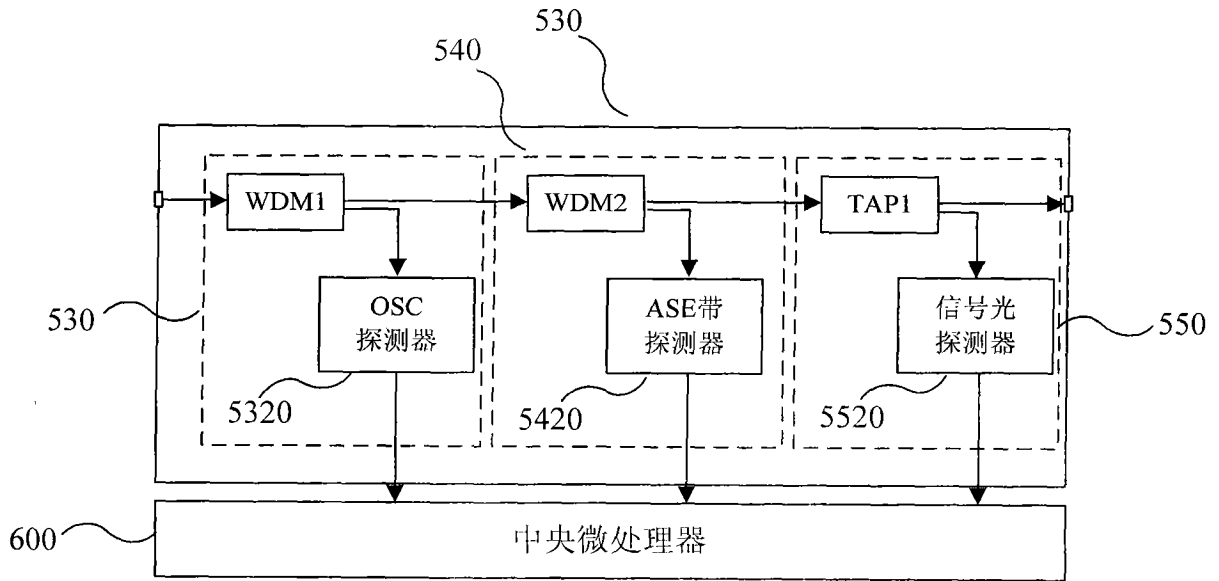


图 4

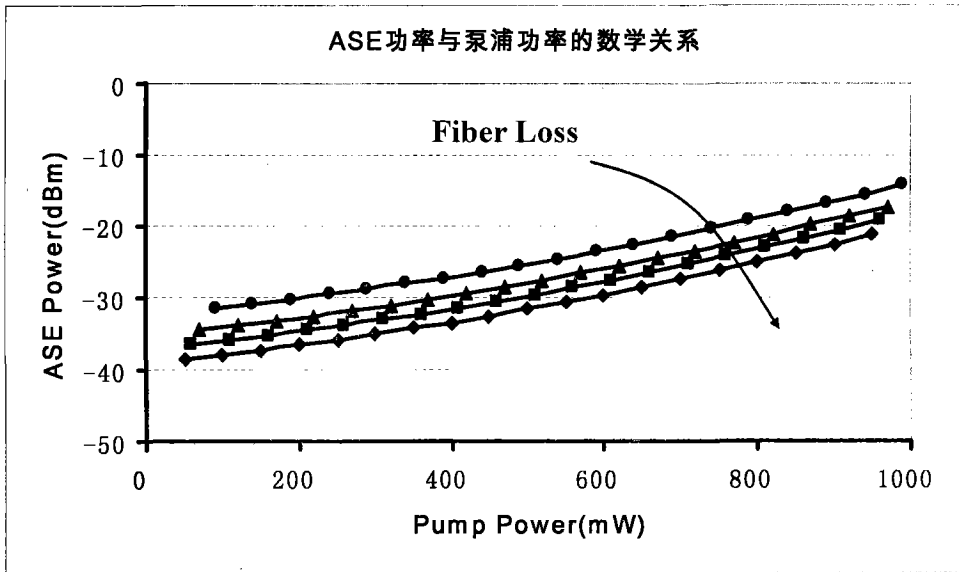


图 5

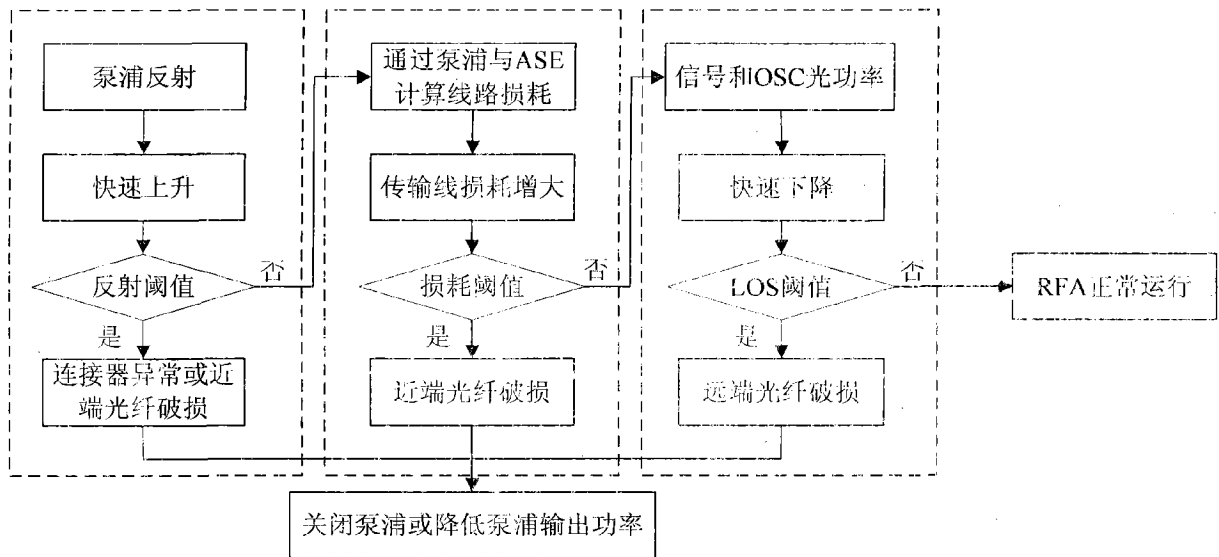


图 6