

说明书

发明名称: 自动增益控制方法、微控制器单元和自动增益控制系统

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本公开要求于2024年09月11日提交中国专利局的申请号为CN202411271448.7、名称为“可插拔光模块自动增益控制方法、系统及双路输出峰值检测电路”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

[0003] 本公开涉及通信技术领域，具体涉及一种自动增益控制方法、微控制器单元和自动增益控制系统。

背景技术

[0004] 在当前的数据中心架构中，随着超级计算与人工智能（AI）技术的发展，对于高带宽的需求日益增长。这推动了数据中心运营商向更高密度、更低延迟且更节能的网络解决方案迈进。在这一背景下，低功耗可插拔光学（LPO）收发器因其具备低功耗、低成本和低时延的优势而受到广泛关注。然而，随着数据中心内使用的高速交换机等网络设备的端口密度不断增加，对于LPO收发器的要求也随之提高。由于单个交换机通常只配备一个串行化/解串器（SerDes）芯片，端口密度的增加会导致不同端口之间的电气插入损耗（IL）显著变化。靠近交换机中心位置的端口通常拥有较短的射频（RF）走线，因而插损较小；相反，位于边缘位置的端口由于较长的RF走线而导致较高的插损。这种插损的变化会导致相同的输入信号在不同端口产生不同的输出幅度，从而影响光域中的消光比（ER），特别是高插损（HL）端口，可能会因消光比不足而无法满足通信标准，进而影响接收端的判决性能。鉴于此，当LPO收发器插入到不同插损特性的端口时，若线性驱动器的增益固定不变，则会导致各端口间输出信号幅度的不一致性。

[0005] 目前，实现自动增益控制（AGC）功能的一种做法是，通过单路峰值检测（PKD）电路来监测线性驱动器的输出信号强度。具体实施时，利用一个PKD电路来检测驱动器输出端的信号强度，然后，由微控制器单元（MCU）实时读取这

些PKD值，并据此动态调整线性驱动器的增益（Gain），以维持PKD值的稳定性，从而确保驱动器输出的一致性。

- [0006] 然而，这种方法存在一定的局限性，举例来说，插损对于不同频率的信号的影响并不相同，例如，高频信号遭受的衰减往往大于低频信号。在高速数据传输环境中，信号包含了从低频到高频的多个成分。因此，仅依赖一个频段（如20GHz）的PKD值，并不能准确反映实际的插损情况。这意味着，如果AGC系统单纯依靠一个频段的PKD值来调整增益，那么在面对不同插损特性的端口时，系统的消光比（ER）仍可能表现出显著差异，导致了在不同插损条件下，即使经过AGC调整，信号质量仍然无法达到理想的一致性。

发明内容

- [0007] 有鉴于此，本公开的目的在于提供一种自动增益控制方法、微控制器单元和自动增益控制系统，以改善各通道消光比的一致性相对不高的问题。
- [0008] 为实现上述目的，本公开采用如下技术方案：
- [0009] 一种自动增益控制方法，应用于自动增益控制系统中的微控制器单元，所述自动增益控制系统还包括峰值检测装置，所述自动增益控制方法包括：
- [0010] 在配置并初始化光模块中的峰值检测装置，且将所述光模块插入网络设备的目标端口之后，获取所述峰值检测装置在预设频率下的峰值，其中，该预设频率下的峰值包括两个频率下的峰值；
- [0011] 根据所述预设频率下的峰值，计算插损值；
- [0012] 基于所述插损值，计算所述目标端口的自动增益控制目标值；
- [0013] 以匹配所述自动增益控制目标值为目标，调整线性驱动器的增益。
- [0014] 在本公开的一种选择中，在上述自动增益控制方法中，所述峰值检测装置包括第一峰值检测单元和第二峰值检测单元，所述在配置并初始化光模块中的峰值检测装置，且将所述光模块插入网络设备的目标端口之后，获取所述峰值检测装置在预设频率下的峰值的步骤，包括：
- [0015] 在配置并初始化光模块中的峰值检测装置，且将所述光模块插入网络设备的目标端口之后，获取所述第一峰值检测单元检测低频信号得到第一峰值，并获取所述第二峰值检测单元检测高频信号得到的第二峰值。

- [0016] 在本公开的一种选择中，在上述自动增益控制方法中，所述第一峰值检测单元的滤波器频率为1G Hz，其中，所述获取所述第一峰值检测单元检测低频信号得到第一峰值的步骤，包括：
- [0017] 获取所述第一峰值检测单元检测1G Hz的低频信号得到第一峰值。
- [0018] 在本公开的一种选择中，在上述自动增益控制方法中，所述第二峰值检测单元的滤波器频率为20G Hz，其中，所述获取所述第二峰值检测单元检测高频信号得到的第二峰值的步骤，包括：
- [0019] 获取所述第二峰值检测单元检测20GHz的高频信号得到第二峰值。
- [0020] 在本公开的一种选择中，在上述自动增益控制方法中，所述根据所述预设频率下的峰值，计算插损值的步骤，包括：
- [0021] 确定所述预设频率下的峰值包括的两个频率下的峰值之间的差异值；
- [0022] 基于所述差异值，确定插损值。
- [0023] 在本公开的一种选择中，在上述自动增益控制方法中，所述确定所述预设频率下的峰值包括的两个频率下的峰值之间的差异值的步骤，包括：
- [0024] 确定所述预设频率下的峰值包括的两个频率下的峰值之间的差值；
- [0025] 确定所述差值与所述预设频率下的峰值包括的两个频率下的峰值中的较大频率下的峰值之间的比值，得到两个频率下的峰值之间的差异值。
- [0026] 在本公开的一种选择中，在上述自动增益控制方法中，所述基于所述插损值，计算所述目标端口的自动增益控制目标值的步骤，包括：
- [0027] 获取预先确定的自动增益控制参考值；
- [0028] 基于所述自动增益控制参考值和所述插损值，确定所述目标端口的自动增益控制目标值。
- [0029] 在本公开的一种选择中，在上述自动增益控制方法中，所述基于所述自动增益控制参考值和所述插损值，确定所述目标端口的自动增益控制目标值的步骤，包括：
- [0030] 基于预先确定的第一调整系数、预先确定的第二调整系数和所述插损值，确定目标参数，其中，所述第一调整系数和所述第二调整系数分别作为所述插损值的权重因子和偏置因子，以计算得到所述目标参数；

- [0031] 基于所述自动增益控制参考值和所述目标参数，确定所述目标端口的自动增益控制目标值，其中，所述目标参数作为所述自动增益控制参考值的权重因子，以计算得到所述自动增益控制目标值。
- [0032] 在本公开的一种选择中，在上述自动增益控制方法中，所述以匹配所述自动增益控制目标值为目标，调整线性驱动器的增益的步骤，包括：
- [0033] 基于所述自动增益控制目标值，调整线性驱动器的增益；
- [0034] 获取所述峰值检测装置在所述预设频率下的新的峰值；
- [0035] 根据所述预设频率下的新的峰值，计算新的插损值；
- [0036] 基于所述新的插损值，确定所述线性驱动器的增益调整是否完成。
- [0037] 在上述基础上，本公开还提供了一种微控制器单元，所述微控制器单元配置为执行上述的自动增益控制方法。
- [0038] 在上述基础上，本公开还提供了一种自动增益控制系统，所述自动增益控制系统包括微控制器单元和峰值检测装置，其中，所述峰值检测装置配置为检测目标端口在两个频率下的峰值，所述微控制器单元配置为基于该两个频率下的峰值执行上述的自动增益控制方法。
- [0039] 在本公开的一种选择中，在上述自动增益控制系统中，所述峰值检测装置包括光电转换器、第一峰值检测单元和第二峰值检测单元；
- [0040] 其中，所述第一峰值检测单元和所述第二峰值检测单元的输入端分别与所述光电转换器的输出端电连接，所述第一峰值检测单元配置为检测所述光电转换器对所述目标端口的光信号进行转换输出的电信号中的低频信号，以得到第一峰值，所述第二峰值检测单元配置为检测所述光电转换器对所述目标端口的光信号进行转换输出的电信号中的高频信号，以得到的第二峰值。
- [0041] 在本公开的一种选择中，在上述自动增益控制系统中，所述第一峰值检测单元包括低通滤波器和第一检测芯片；
- [0042] 其中，所述低通滤波器配置为通过低频信号，所述第一检测芯片配置为检测低频信号的峰值。
- [0043] 在本公开的一种选择中，在上述自动增益控制系统中，所述第二峰值检测单元包括带通滤波器和第二检测芯片；

[0044] 其中，所述带通滤波器配置为通过高频信号，所述第二检测芯片配置为检测高频信号的峰值。

附图说明

[0045] 图1为本公开实施例提供的峰值检测装置的电路原理图。

[0046] 图2为本公开实施例提供的自动增益控制方法的流程示意图。

[0047] 图3为某交换机使用本公开实施例提供的自动增益控制方法后所有端口的消光比数据的示意图。

[0048] U1—光电转换器；PKD1—第一检测芯片；PKD2—第二检测芯片；A1—低通滤波器；A2—带通滤波器；R1—第一电阻；R2—第二电阻；C1—第一电容；C2—第二电容；R3—第三电阻；R4—第四电阻；C3—第三电容；C4—第四电容。

本发明的实施方式

[0049] 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，所描述的实施例只是本公开的一部分实施例，而不是全部的实施例。通常在此处附图中描述和示出的本公开实施例的组件可以以各种不同的配置来布置和设计。

[0050] 因此，以下对在附图中提供的本公开的实施例的详细描述并非旨在限制要求保护的本公开的范围，而是仅仅表示本公开的选定实施例。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。

[0051] 本公开实施例提供了一种自动增益控制系统。其中，自动增益控制系统可以包括控制器单元和峰值检测装置。

[0052] 详细地，峰值检测装置配置为检测目标端口在两个频率下的峰值，微控制器单元配置为基于该两个频率下的峰值执行自动增益控制方法，以调整线性驱动器的增益。其中，目标端口可以为交换机等网络设备的端口。

[0053] 可以选择的是，在一种可以替代的实施方式中，如图1所示，峰值检测装置可以包括光电转换器U1、第一峰值检测单元和第二峰值检测单元。

- [0054] 详细地，第一峰值检测单元和第二峰值检测单元的输入端分别与光电转换器U1的输出端电连接，第一峰值检测单元配置为检测光电转换器U1对目标端口的光信号进行转换输出的电信号中的低频信号，得到第一峰值，第二峰值检测单元配置为检测光电转换器U1对目标端口的光信号进行转换输出的电信号中的高频信号，得到第二峰值。
- [0055] 也就是说，在光电转换器U1将目标端口的光信号转换为电信号之后，第一峰值检测单元对电信号中的低频信号的峰值进行检测，得到第一峰值，第二峰值检测单元对电信号中的高频信号的峰值进行检测，得到第二峰值。
- [0056] 可以选择的是，在一种可以替代的实施方式中，第一峰值检测单元可以包括低通滤波器A1和第一检测芯片PKD1。
- [0057] 详细地，低通滤波器A1可以配置为通过低频信号，第一检测芯片PKD1可以配置为检测低频信号的峰值。也就是说，对于光电转换器U1输出的电信号，低通滤波器A1进行滤波后输出低频信号至第一检测芯片PKD1，第一检测芯片PKD1检测低频信号的峰值，得到第一峰值。
- [0058] 可以选择的是，在一种可以替代的实施方式中，第二峰值检测单元可以包括带通滤波器A2和第二检测芯片PKD2。
- [0059] 详细地，带通滤波器A2可以配置为通过高频信号，第二检测芯片PKD2可以配置为检测高频信号的峰值。也就是说，对于光电转换器U1输出的电信号，带通滤波器A2进行滤波后输出高频信号至第二检测芯片PKD2，第二检测芯片PKD2检测高频信号的峰值，得到第二峰值。另外，需要说明的是，第一检测芯片PKD1和第二检测芯片PKD2可以是任意一种可以检测信号的峰值的芯片或电路，在此不做具体的限定和描述。
- [0060] 可以选择的是，在一种可以替代的实施方式中，低通滤波器A1可以包括第一电阻R1、第二电阻R2、第一电容C1和第二电容C2。
- [0061] 详细地，第一电阻R1的第一端与光电转换器U1的第一输出端连接，第一电阻R1的第二端与第一检测芯片PKD1的第一输入端连接。第二电阻R2的第一端与光电转换器U1的第二输出端连接，第二电阻R2的第二端与第一检测芯片PKD1的第二输入端连接。第一电容C1的第一端与第一电阻R1的第二端连接，第一电

容C1的第二端接地。第二电容C2的第一端与第二电阻R2的第二端连接，第二电容C2的第二端接地。

[0062] 可以选择的是，在一种可以替代的实施方式中，第一电阻R1、第二电阻R2、第一电容C1和第二电容C2可以配置为允许1G Hz附近的低频信号通过，抑制高于1GHz的高频信号。相应地，第一检测芯片PKD1配置为检测输出1G Hz附近的低频信号的峰值。

[0063] 可以选择的是，在一种可以替代的实施方式中，带通滤波器A2可以包括第三电阻R3、第四电阻R4、第三电容C3和第四电容C4。

[0064] 详细地，第三电阻R3的第一端与光电转换器U1的第一输出端连接，第三电阻R3的第二端与第二检测芯片PKD2的第一输入端连接。第四电阻R4的第一端与光电转换器U1的第二输出端连接，第四电阻R4的第二端与第二检测芯片PKD2的第二输入端连接。第三电容C3的第一端与第三电阻R3的第二端连接，第三电容C3的第二端接地。第四电容C4的第一端与第四电阻R4的第二端连接，第四电容C4的第二端接地。

[0065] 可以选择的是，在一种可以替代的实施方式中，第三电阻R3、第四电阻R4、第三电容C3和第四电容C4可以配置为允许20G Hz附近的高频信号通过，抑制低于1G Hz和高于20G Hz的信号。相应地，第二检测芯片PKD2配置为检测输出20G Hz附近的高频信号的峰值。

[0066] 本公开实施例还提供了一种微控制器单元。其中，微控制器单元可以应用于上述的自动增益控制系统，并且，自动增益控制系统可以配置为执行自动增益控制方法，以实现线性驱动器的增益的调整。示例性地，微控制器单元可以获取自动增益控制系统包括的峰值检测装置检测目标端口得到的在两个频率下的峰值，以及，基于两个频率下的峰值，确定自动增益控制目标值，再以匹配自动增益控制目标值为目标，调整线性驱动器的增益，从而完成增益的自动控制。

[0067] 结合图2，本公开实施例还提供了一种自动增益控制方法。其中，自动增益控制方法可以应用于上述的微控制器单元，如此，自动增益控制方法包括的各步骤可以通过微控制器单元实现，各步骤的详细内容如下所述。

- [0068] 步骤S110, 在配置并初始化光模块中的峰值检测装置, 且将光模块插入网络设备的目标端口之后, 获取峰值检测装置在预设频率下的峰值。
- [0069] 在本公开实施例中, 在配置并初始化光模块中的峰值检测装置, 且将光模块插入网络设备(如交换机等)的目标端口之后, 微控制器单元可以获取峰值检测装置在预设频率下的峰值。其中, 该预设频率下的峰值包括两个频率下的峰值, 该两个频率下的峰值是指, 峰值检测装置在两个频率下分别对目标端口的信号进行检测得到的峰值。另外, 需要说明的是, 光模块可以包括上述的自动增益控制系统。另外, 在将光模块插入网络设备的目标端口时, 需要保障光模块与目标端口之间的电气连接正常。
- [0070] 步骤S120, 根据预设频率下的峰值, 计算插损值。
- [0071] 在本公开实施例中, 在获取到预测频率下的峰值之后, 微控制器单元可以根据预设频率下的峰值, 计算插损值。也就是说, 可以根据两个频率下的峰值来计算插损值。
- [0072] 步骤S130, 基于插损值, 计算目标端口的自动增益控制目标值。
- [0073] 在本公开实施例中, 在计算得到插损值之后, 微控制器单元可以基于插损值, 计算目标端口的自动增益控制目标值, 其中, 自动增益控制目标值是指增益的目标值。
- [0074] 步骤S140, 以匹配自动增益控制目标值为目标, 调整线性驱动器的增益。
- [0075] 在本公开实施例中, 在计算得到自动增益控制目标值之后, 微控制器单元可以以匹配自动增益控制目标值为目标, 调整线性驱动器的增益。
- [0076] 对于上述的步骤S110需要说明的是, 获取峰值检测装置在预设频率下的峰值的具体方式不受限制, 可以根据实际需求进行选择。
- [0077] 例如, 在一种可以替代的实施方式中, 峰值检测装置可以包括第一峰值检测单元和第二峰值检测单元, 基于此, 上述的步骤S110可以包括以下内容:
- [0078] 在配置并初始化光模块中的峰值检测装置, 且将光模块插入网络设备的目标端口之后, 可以获取第一峰值检测单元检测低频信号得到第一峰值, 并获取第二峰值检测单元检测高频信号得到的第二峰值, 如此, 可以得到两个频率下分别具有的峰值, 包括第一峰值和第二峰值。

- [0079] 可以选择的是，在一种可以替代的实施方式中，第一峰值检测单元的滤波器频率可以为1G Hz，基于此，获取第一峰值检测单元检测低频信号得到第一峰值的步骤，可以包括以下内容：
- [0080] 获取第一峰值检测单元检测1G Hz的低频信号得到第一峰值；示例性地，第一峰值检测单元包括的低通滤波器A1在滤波输出低频信号之后，第一峰值检测单元包括的第一检测芯片PKD1检测低频信号的峰值，得到第一峰值，如此，微控制器单元可以从第一检测芯片PKD1的输出端获取到第一峰值。
- [0081] 需要说明的是，在其它实施方式中，第一峰值检测单元的滤波器频率也可以是其它的低频值，如2GHz、3GHz等。
- [0082] 可以选择的是，在一种可以替代的实施方式中，第二峰值检测单元的滤波器频率可以为20G Hz，基于此，获取第二峰值检测单元检测高频信号得到的第二峰值的步骤，可以包括以下内容：
- [0083] 获取第二峰值检测单元检测20GHz的高频信号得到第二峰值；示例性地，第二峰值检测单元包括的带通滤波器A2在滤波输出高频信号之后，第二峰值检测单元包括的第二检测芯片PKD2检测高频信号的峰值，得到第二峰值，如此，微控制器单元可以从第二检测芯片PKD2的输出端获取到第二峰值。
- [0084] 需要说明的是，在其它实施方式中，第二峰值检测单元的滤波器频率也可以是其它的高频值，如19GHz、21GHz等。
- [0085] 对于上述的步骤S120需要说明的是，根据预设频率下的峰值计算插损值的具体方式不受限制，可以根据实际需求进行选择。
- [0086] 例如，在一种可以替代的实施方式中，考虑到不同频率的信号在传输路径上的损耗不同，如此，可以通过两个不同频域的峰值之间的差异来反映插损的变化情况，使得基于峰值确定的插损具有较高的可靠度，基于此，上述的步骤S120包括以下内容：
- [0087] 首先，可以确定预设频率下的峰值包括的两个频率下的峰值之间的差异值；
- [0088] 其次，可以基于差异值，确定插损值；示例性地，可以将差异值作为插损值。
- [0089] 可以选择的是，在一种可以替代的实施方式中，确定预设频率下的峰值包括的两个频率下的峰值之间的差异值的步骤，进一步可以包括以下内容：

[0090] 首先，可以确定预设频率下的峰值包括的两个频率下的峰值之间的差值；示例性地，可以计算预设频率下的峰值包括的两个频率下的峰值中的较大频率下的峰值与较小频率下的峰值之间的差值，如上述的第二峰值与第一峰值之间的差值；

[0091] 其次，可以确定差值与预设频率下的峰值包括的两个频率下的峰值中的较大频率下的峰值之间的比值，得到两个频率下的峰值之间的差异值。

[0092] 可以选择的是，在一种可以替代的实施方式中，上述的差异值（或插损值）的计算方式可以为：

$$[0093] \quad IL = \frac{20G\ PKD - 1G\ PKD}{20G\ PKD};$$

[0094] 其中，IL表示差异值（或插损值）；20G PKD表示20G Hz频率下的信号峰值检测值（如上述的第二峰值）；1G PKD表示1GHz频率下的信号峰值检测值（如上述的第一峰值）。

[0095] 需要说明的是，在高频下，信号更容易受到传输路径的损耗影响，因此，插损较大；在低频下，信号受到的损耗较小，因此，插损相对较小。插损值反映了高频信号相对于其自身强度的衰减程度，由于1G PKD在插损变化时相对稳定，因此，这个比值可以较好地反映插损的变化；根据高频信号和低频信号的峰值差异来判断插损的情况，并据此调整线性驱动器的增益，使得在不同插损条件下都能获得一致的信号质量。

[0096] 对于上述的步骤S130需要说明的是，基于插损值计算目标端口的自动增益控制目标值的具体方式不受限制，可以根据实际需求进行选择。

[0097] 例如，在一种可以替代的实施方式中，为了保障确定出的自动增益控制目标值的可靠度，上述的步骤S130可以进一步包括以下内容：

[0098] 首先，可以获取预先确定的自动增益控制参考值；示例性地，自动增益控制参考值可以是预先通过测试确定的最佳增益值，例如，可以根据消光比大小来确定；

- [0099] 其次，可以基于自动增益控制参考值和插损值，确定目标端口的自动增益控制目标值；也就是说，可以通过计算出的插损值来对表征最佳增益的自动增益控制参考值进行调整或映射，从而得到自动增益控制目标值。
- [0100] 可以选择的是，在一种可以替代的实施方式中，基于自动增益控制参考值和插损值，确定目标端口的自动增益控制目标值的步骤，进一步可以包括以下内容：
- [0101] 首先，可以基于预先确定的第一调整系数、预先确定的第二调整系数和插损值，确定目标参数，其中，第一调整系数和第二调整系数分别作为插损值的权重因子和偏置因子，以计算得到目标参数，例如，可以将插损值和第一调整系数相乘，再将相乘的结果与第二调整系数相加，得到目标参数；
- [0102] 其次，可以基于自动增益控制参考值和目标参数，确定目标端口的自动增益控制目标值，其中，目标参数作为自动增益控制参考值的权重因子，以计算得到自动增益控制目标值，例如，可以将目标参数和自动增益控制参考值相乘，得到自动增益控制目标值。
- [0103] 可以选择的是，在一种可以替代的实施方式中，上述的自动增益控制目标值的计算方式可以为；
- [0104] $AGC_{target} = AGC_{ref} * (1 + k * IL)$ ；
- [0105] 其中， AGC_{target} 表示自动增益控制目标值； AGC_{ref} 表示自动增益控制参考值； k 表示第一调整系数， 1 表示第二调整系数； IL 表示插损值。需要说明的是， k 的具体数值可以通过实验数据拟合得出，因此，针对不同品牌的交换机只需要写入不同的 k 值，就可以适应不同的交换机，例如，对于Tomahawk5交换机， k 的具体数值可以为0.85。
- [0106] 对于上述的步骤S140需要说明的是，以匹配自动增益控制目标值为目标调整线性驱动器的增益的具体方式不受限制，可以根据实际需求进行选择。
- [0107] 例如，在一种可以替代的实施方式中，为了能够实现对增益的有效调整控制，上述的步骤S140可以进一步包括以下内容：
- [0108] 首先，可以基于自动增益控制目标值，调整线性驱动器的增益；
- [0109] 其次，可以获取峰值检测装置在预设频率下的新的峰值；

- [0110] 然后，可以根据预设频率下的新的峰值，计算新的插损值；
- [0111] 进一步地，可以基于新的插损值，确定线性驱动器的增益调整是否完成，例如，若新的插损值与自动增益控制目标值之间的差值小于一个设定阈值，可以认为实际增益已经接近自动增益控制目标值，因此，可以确定增益调整完成；反之，若新的插损值与自动增益控制目标值之间的差值不小于设定阈值，可以认为实际增益未接近自动增益控制目标值，因此，可以确定增益调整未完成，如此，还可以继续对线性驱动器的增益进行调整，直到当前的插损值与自动增益控制目标值之间的差值小于设定阈值。
- [0112] 也就是说，基于自动增益控制目标值，调整线性驱动器的增益，并通过连续的峰值检测和反馈机制，反复调整，直至实际增益与自动增益控制目标值匹配，即实际增益与目标值的差异在规定的阈值范围内。
- [0113] 举例来说，根据自动增益控制目标值，通过控制信号调整线性驱动器的增益，可以通过向线性驱动器发送一个调整命令，使其增益设置接近自动增益控制目标值，然后，再次启动峰值检测装置，对高频信号和低频信号的峰值进行连续监测，将新的峰值检测结果与自动增益控制目标值进行比较，如果实际增益与自动增益控制目标值不匹配，通过不断的峰值检测和反馈调整，逐步逼近自动增益控制目标值，直到实际增益与自动增益控制目标值匹配为止。
- [0114] 在本公开的实施例中，由于自动增益控制目标值是根据插损值动态调整的，因此，能够避免固定的自动增益控制目标值在不同插损的端口的消光比表现不一致的现象，自动适应不同的插损环境，无需手动干预，进而使得各个端口的消光比基本保持一致。请参见图3，图3中记载了某交换机使用上述的自动增益控制方法后所有端口的消光比数据，图3中的CH1-CH8表示不同的通道端口，从图3中可知，该交换机采用本公开实施例所提供的自动增益控制方法后，在该交换机的所有端口上，各通道的消光比误差都能保持在1dB以内，且所有端口的消光比值都大于3.5dB，满足协议要求。
- [0115] 另外，使用上述的峰值检测装置，能够针对不同插损的端口（通道），对该端口的输出信号的高频峰值（20G PKD）和低频峰值（1G PKD）分别进行检测，

然后，可以根据不同频率的峰值在不同插损端口的数据规律，表征不同端口的插损值，如表1：

[0116]

通道	插损(dB)	驱动器增益	消光比(dB)	1G PKD (V)	20G PKD (V)
CH1	6.42	S880	4.559	0.3248	2.1274
	8.66	SCE0	4.506	0.3152	1.7516
	11.53	SDE0	4.362	0.2965	1.3414
CH2	6.42	SD40	4.551	0.3317	2.1174
	8.66	SEA0	4.523	0.3144	1.8228
	11.53	SFE0	4.536	0.3059	1.4763
CH3	6.42	S880	4.5	0.3327	2.2177
	8.66	SCE0	4.56	0.3217	1.9473
	11.53	SDE0	4.379	0.3071	1.4386
CH4	6.42	SD40	4.496	0.3323	2.2231
	8.66	SEA0	4.555	0.312	1.9285
	11.53	SFE0	4.654	0.3051	1.4788
CH5	6.42	SC40	4.543	0.3439	2.1245
	8.66	SDA0	4.498	0.3233	1.8351
	11.53	SEEO	4.565	0.3187	1.5325

[0117] 表1：某交换机不同插损对应高频PKD测试值及低频PKD测试值。

[0118] 表1中记载了某交换机在不同插损端口下，保持消光比一致而得到的实验数据，根据表1可知，1G PKD的读数基本不随插损的变化而变化，20G PKD的读数随着插损增大而减小，1G PKD与20G PKD读数的比值随插损增大而增大，因此，可以作为插损大小的表征值。

工业实用性

[0119] 本公开提供的自动增益控制方法、微控制器单元和自动增益控制系统，通过在光模块内部集成峰值检测装置，分别配置为检测两种不同频率的信号峰值，并且，基于峰值检测装置检测的峰值计算插损值、自动增益控制目标值，最终以匹配自动增益控制目标值为目标，调整线性驱动器的增益，使得在不同插损的环境中，都可以通过调整增益来补偿插损带来的信号衰减，进而提升可插拔光模块各通道消光比的一致性。

权利要求书

- [权利要求 1] 一种自动增益控制方法，其特征在于，应用于自动增益控制系统中的微控制器单元，所述自动增益控制系统还包括峰值检测装置，所述自动增益控制方法包括：
- 在配置并初始化光模块中的峰值检测装置，且将所述光模块插入网络设备的目标端口之后，获取所述峰值检测装置在预设频率下的峰值，其中，该预设频率下的峰值包括两个频率下的峰值；
- 根据所述预设频率下的峰值，计算插损值；
- 基于所述插损值，计算所述目标端口的自动增益控制目标值；
- 以匹配所述自动增益控制目标值为目标，调整线性驱动器的增益。
- [权利要求 2] 如权利要求1所述的自动增益控制方法，其特征在于，所述峰值检测装置包括第一峰值检测单元和第二峰值检测单元，所述在配置并初始化光模块中的峰值检测装置，且将所述光模块插入网络设备的目标端口之后，获取所述峰值检测装置在预设频率下的峰值的步骤，包括：
- 在配置并初始化光模块中的峰值检测装置，且将所述光模块插入网络设备的目标端口之后，获取所述第一峰值检测单元检测低频信号得到第一峰值，并获取所述第二峰值检测单元检测高频信号得到的第二峰值。
- [权利要求 3] 如权利要求2所述的自动增益控制方法，其特征在于，所述第一峰值检测单元的滤波器频率为1G Hz，其中，所述获取所述第一峰值检测单元检测低频信号得到第一峰值的步骤，包括：
- 获取所述第一峰值检测单元检测1G Hz的低频信号得到第一峰值。
- [权利要求 4] 如权利要求2或3所述的自动增益控制方法，其特征在于，所述第二峰值检测单元的滤波器频率为20G Hz，其中，所述获取所述第二峰值检测单元检测高频信号得到的第二峰值的步骤，包括：
- 获取所述第二峰值检测单元检测20GHz的高频信号得到第二峰值。

- [权利要求 5] 如权利要求1-4任意一项所述的自动增益控制方法，其特征在于，所述根据所述预设频率下的峰值，计算插损值的步骤，包括：
确定所述预设频率下的峰值包括的两个频率下的峰值之间的差异值；
基于所述差异值，确定插损值。
- [权利要求 6] 如权利要求5所述的自动增益控制方法，其特征在于，所述确定所述预设频率下的峰值包括的两个频率下的峰值之间的差异值的步骤，包括：
确定所述预设频率下的峰值包括的两个频率下的峰值之间的差值；
确定所述差值与所述预设频率下的峰值包括的两个频率下的峰值中的较大频率下的峰值之间的比值，得到两个频率下的峰值之间的差异值。
- [权利要求 7] 如权利要求1-6任意一项所述的自动增益控制方法，其特征在于，所述基于所述插损值，计算所述目标端口的自动增益控制目标值的步骤，包括：
获取预先确定的自动增益控制参考值；
基于所述自动增益控制参考值和所述插损值，确定所述目标端口的自动增益控制目标值。
- [权利要求 8] 如权利要求7所述的自动增益控制方法，其特征在于，所述基于所述自动增益控制参考值和所述插损值，确定所述目标端口的自动增益控制目标值的步骤，包括：
基于预先确定的第一调整系数、预先确定的第二调整系数和所述插损值，确定目标参数，其中，所述第一调整系数和所述第二调整系数分别作为所述插损值的权重因子和偏置因子，以计算得到所述目标参数；
基于所述自动增益控制参考值和所述目标参数，确定所述目标端口的自动增益控制目标值，其中，所述目标参数作为所述自动增益控制参考值的权重因子，以计算得到所述自动增益控制目标值。

- [权利要求 9] 如权利要求1-8任意一项所述的自动增益控制方法，其特征在于，所述以匹配所述自动增益控制目标值为目标，调整线性驱动器的增益的步骤，包括：
基于所述自动增益控制目标值，调整线性驱动器的增益；
获取所述峰值检测装置在所述预设频率下的新的峰值；
根据所述预设频率下的新的峰值，计算新的插损值；
基于所述新的插损值，确定所述线性驱动器的增益调整是否完成。
- [权利要求 10] 一种微控制器单元，其特征在于，所述微控制器单元配置为执行权利要求1-9任意一项所述的自动增益控制方法。
- [权利要求 11] 一种自动增益控制系统，其特征在于，所述自动增益控制系统包括微控制器单元和峰值检测装置，其中，所述峰值检测装置配置为检测目标端口在两个频率下的峰值，所述微控制器单元配置为基于该两个频率下的峰值执行权利要求1-9任意一项所述的自动增益控制方法。
- [权利要求 12] 如权利要求11所述的自动增益控制系统，其特征在于，所述峰值检测装置包括光电转换器、第一峰值检测单元和第二峰值检测单元；其中，所述第一峰值检测单元和所述第二峰值检测单元的输入端分别与所述光电转换器的输出端电连接，所述第一峰值检测单元配置为检测所述光电转换器对所述目标端口的光信号进行转换输出的电信号中的低频信号，以得到第一峰值，所述第二峰值检测单元配置为检测所述光电转换器对所述目标端口的光信号进行转换输出的电信号中的高频信号，以得到的第二峰值。
- [权利要求 13] 如权利要求11所述的自动增益控制系统，其特征在于，所述第一峰值检测单元包括低通滤波器和第一检测芯片；其中，所述低通滤波器配置为通过低频信号，所述第一检测芯片配置为检测低频信号的峰值。
- [权利要求 14] 如权利要求12或13所述的自动增益控制系统，其特征在于，所述第二峰值检测单元包括带通滤波器和第二检测芯片；

其中，所述带通滤波器配置为通过高频信号，所述第二检测芯片配置为检测高频信号的峰值。