

一种线性可插拔光模块及针对线性可插拔光模块的高稳定性低功耗实现方法

相关申请的交叉引用

5 本申请要求于 2024 年 04 月 29 日提交中国专利局的申请号为 202410530499.0、名称为 一种针对线性可插拔光模块的高稳定性低功耗实现方法 的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

10 本申请涉及线性可插拔光模块技术领域，具体而言，涉及一种线性可插拔光模块及针对线性可插拔光模块的高稳定性低功耗实现方法。

背景技术

 高速的线性可插拔光模块（LPO）广泛应用于大型数据中心，超级计算和人工智能应用的出现推动了带宽需求，促使大型数据中心运营商探索高密度、低延迟、低功耗的解决方案。LPO 由于不带数字信号处理器（DSP）部件，与常规可插拔光收发器相比，LPO 天然具有低功耗、低成本、低时延，可广泛应用于 AI 和超大型数据中心。

 在一个大型数据中心或大型 AI 应用场景中，使用的高速收发器可能高达数十万个，在这种场景下，各收发器之间会互相影响，进而可能会影响到系统的供电，进而导致系统的供电产生噪声。另外当一些外部环境因素发生改变，例如温度、湿度、雷电等也可能导致系统供电产生噪声。常规高速光模块在应用 DSP 芯片时，会使用直流转换器（DC-DC）对各路供电电源进行隔离，LPO 模块由于没有 DSP 芯片，无法对供电噪声进行隔离，因此系统噪声会直接加载到 LPO 模块的供电，使得其性能受到影响，严重时可能会导致整个系统无法正常工作。

申请内容

 本申请的目的在于提供一种线性可插拔光模块及针对线性可插拔光模块的高稳定性低功耗实现方法，其可以节能、降低噪声并提升稳定性。

 本申请的实施例通过以下技术方案实现：

30 本申请实施例的一方面，提供一种针对线性可插拔光模块的高稳定性低功耗实现方

法,包括:在线性可插拔光模块的供电输入口设置 Buck-Boost 型 DC-DC 转换模块, Buck-Boost 型 DC-DC 转换模块将 Host 侧的系统供电和线性可插拔光模块的供电进行隔离;在 Buck-Boost 型 DC-DC 转换模块的输出端设置至少一个 DC-DC 转换模块,DC-DC 转换模块为大功率激光器供电。

- 5 可选地,在 Buck-Boost 型 DC-DC 转换模块的输出端设置的 DC-DC 转换模块包括三个,三个 DC-DC 转换模块分别为硅光 MZ 调制器供电、为光电转换模块供电和为大功率激光器供电。

- 可选地,线性可插拔光模块的金手指模块的电源输出端连接缓启动模块的输入端,缓启动模块的输出端连接主控模块的电源端和 Buck-Boost 型 DC-DC 转换模块的输入端,
- 10 Buck-Boost 型 DC-DC 转换模块的输出端连接第一 DC-DC 转换模块的输入端、第二 DC-DC 转换模块的输入端、第三 DC-DC 转换模块的输入端、线性驱动器的电源端和线性 TIA 模块的电源端;第一 DC-DC 转换模块的输出端、第二 DC-DC 转换模块的输出端、第三 DC-DC 转换模块的输出端分别连接大功率激光器供电、硅光 MZ 调制器和光电转换模块的电源端;线性可插拔光模块的金手指模块的 RF 信号输出端连接线性驱动
- 15 器的 RF 信号输入端,线性驱动器的输出端连接硅光 MZ 调制器的 RF 信号输入端;光电转换模块的 RF 信号输出端连接线性 TIA 模块的 RF 信号输入端,线性 TIA 模块的 RF 信号输出端连接线性可插拔光模块的金手指模块的 RF 信号输入端;主控模块的低频信号输出端连接到 Buck-Boost 型 DC-DC 转换模块的低频信号输入端和第一 DC-DC 转换模块的低频信号输入端,大功率激光器的低频信号输出端连接到硅光 MZ 调制器的低频
- 20 信号输入端。

可选地,线性驱动器具有 shut down 功能,Buck-Boost 型 DC-DC 转换模块分别为线性 TIA 模块和线性驱动器供电。

- 可选地,本申请实施例的实现方法中,在线性可插拔光模块中还设置有第四 DC-DC 转换模块,Buck-Boost 型 DC-DC 转换模块的输出端还连接第四 DC-DC 转换模块的输入
- 25 端,Buck-Boost 型 DC-DC 转换模块的输出端连接线性驱动器的电源端,线性驱动器通过第一开关连接线性 TIA 模块的电源端,第四 DC-DC 转换模块的输出端通过第二开关连接线性 TIA 模块的电源端;主控模块的低频信号输出端还连接到第四 DC-DC 转换模块的低频信号输入端。

可选地,第一开关和第二开关不同时关闭或开启;第一开关关闭且第二开关开启时,

线性 TIA 模块通过第四 DC-DC 转换模块供电,或者,第一开关开启且第二开关关闭时,线性 TIA 模块通过 Buck-Boost 型 DC-DC 转换模块供电。

可选地,DC-DC 转换模块通过第一运算放大器为大功率激光器供电;第一运算放大器根据设置的电压调节流过大功率激光器的电流大小。

- 5 本申请实施例的另一方面,提供一种线性可插拔光模块,配置成以前述任意一项的针对线性可插拔光模块的高稳定性低功耗实现方法工作。

本申请实施例的再一方面,提供另一种针对线性可插拔光模块的高稳定性低功耗实现方法,包括:在线性可插拔光模块的供电输入口设置 Buck-Boost 型 DC-DC 转换模块,Buck-Boost 型 DC-DC 转换模块将 Host 侧的系统供电和线性可插拔光模块的供电进行隔
10 离;在线性可插拔光模块的供电输入口还设置有至少一个 DC-DC 转换模块,DC-DC 转换模块为大功率激光器供电。

可选地,DC-DC 转换模块包括三个,三个 DC-DC 转换模块分别为硅光 MZ 调制器供电、为光电转换模块供电和为大功率激光器供电。

可选地,线性可插拔光模块的金手指模块的电源输出端连接缓启动模块的输入端,
15 缓启动模块的输出端连接主控模块的电源端、Buck-Boost 型 DC-DC 转换模块的输入端、第一 DC-DC 转换模块的输入端、第二 DC-DC 转换模块的输入端和第三 DC-DC 转换模块的输入端,Buck-Boost 型 DC-DC 转换模块的输出端连接线性驱动器的电源端,并与线性 TIA 模块的电源端连接;第一 DC-DC 转换模块的输出端、第二 DC-DC 转换模块的输出端、第三 DC-DC 转换模块的输出端分别连接大功率激光器、硅光 MZ 调制器和
20 光电转换模块的电源端;线性可插拔光模块的金手指模块的 RF 信号输出端连接线性驱动器的 RF 信号输入端,线性驱动器的输出端连接硅光 MZ 调制器的 RF 信号输入端;光电转换模块的 RF 信号输出端连接线性 TIA 模块的 RF 信号输入端,线性 TIA 模块的 RF 信号输出端连接线性可插拔光模块的金手指模块的 RF 信号输入端;主控模块的低频信号输出端连接到 Buck-Boost 型 DC-DC 转换模块的低频信号输入端和第一 DC-DC 转
25 换模块的低频信号输入端,大功率激光器的低频信号输出端连接到硅光 MZ 调制器的低频信号输入端。

可选地,线性驱动器具有 shut down 功能,Buck-Boost 型 DC-DC 转换模块分别为线性 TIA 模块和线性驱动器供电。

可选地,本申请实施例的实现方法中,在线性可插拔光模块中还设置有第四 DC-DC

转换模块；缓启动模块的输出端还连接第四 DC-DC 转换模块的输入端，Buck-Boost 型 DC-DC 转换模块的输出端连接线性驱动器的电源端，且通过第一开关连接线性 TIA 模块的电源端，第四 DC-DC 转换模块的输出端通过第二开关连接线性 TIA 模块的电源端；主控模块的低频信号输出端还连接到第四 DC-DC 转换模块的低频信号输入端。

- 5 可选地，第一开关和第二开关不同时关闭或开启；第一开关关闭且第二开关开启时，线性 TIA 模块通过第四 DC-DC 转换模块供电，或者，第一开关开启且第二开关关闭时，线性 TIA 模块通过 Buck-Boost 型 DC-DC 转换模块供电。

本申请实施例的又一方面，提供另一种线性可插拔光模块，配置成以前述任意一项的另一种针对线性可插拔光模块的高稳定性低功耗实现方法工作。

- 10 本申请实施例的技术方案至少具有如下优点和有益效果：

本申请实施例的线性可插拔光模块的实现方法中，通过在线性可插拔光模块的供电输入口设置的 Buck-Boost 型 DC-DC 转换模块，能够将 Host 侧的系统供电和线性可插拔光模块的供电进行隔离，实现了隔离系统端供电噪声的作用，进而提高了线性可插拔光模块的应用的稳定性。通过设置的 DC-DC 转换模块直接给大功率激光器提供电流，消
15 除了电流型数模转换器的净空，降低了线性可插拔光模块的功耗。通过主控模块进行微控制工作，只需保证数字低电平电压在 0 到 0.8V，数字高电平电压在 VCC-0.8V 到 VCC 范围内，即可使得 MCU 正常工作，因此 MCU 不受噪声的影响，进一步加强了系统稳定性。

20 附图说明

图 1 为本申请实施例提供的 Buck-Boost 型 DC-DC 转换模块和 DC-DC 转换模块接入线性可插拔光模块的原理示意图之一；

图 2 为本申请实施例提供的 Buck-Boost 型 DC-DC 转换模块和 DC-DC 转换模块接入线性可插拔光模块的原理示意图之二；

- 25 图 3 为本申请实施例提供的 Buck-Boost 型 DC-DC 转换模块和 DC-DC 转换模块接入线性可插拔光模块的原理示意图之三；

图 4 为本申请实施例提供的 Buck-Boost 型 DC-DC 转换模块和 DC-DC 转换模块接入线性可插拔光模块的原理示意图之四；

图 5 为本申请实施例提供的 5 角测试 TDECQ 性能结果示意图；

- 30 图 6 为本申请实施例提供的 DC-DC 转换模块为大功率激光器供电采用的电路示意

图。

图标：R1-第一电阻，R2-第二电阻，R3-第三电阻，R4-第四电阻，R5-第五电阻，R6-第六电阻，R7-第七电阻，R8-第八电阻，C1-第一电容，C2-第二电容，C3-第三电容，C4-第四电容，C5-第五电容，A1-第一运算放大器，L1-第一电感，U1-DC-DC 转换模块。

5

具体实施方式

为使本申请实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本申请实施例中的附图，对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例是本申请一部分实施例，而不是全部的实施例。通常在此处附图中描述和示出的本申请

10 实施例的组件可以以各种不同的配置来布置和设计。

本申请实施例提供一种针对线性可插拔光模块的高稳定性低功耗实现方法，包括在线性可插拔光模块的供电输入口设置 Buck-Boost 型 DC-DC 转换模块，Buck-Boost 型 DC-DC 转换模块将 Host 侧的系统供电和线性可插拔光模块的供电进行隔离，由线性可插拔光模块的金手指模块输出的电源供电经缓启动实现缓上电的调制，经过 Buck-Boost

15 型 DC-DC 转换模块后再分别送至发射端或接收端的对应光器件，一方面，经过 Buck-Boost 型 DC-DC 转换模块后对电源电压进行稳定，另一方面，由于 Buck-Boost 型 DC-DC 转换模块的隔离，将金手指模块供电带来的系统噪声隔离在一侧，降低了供电带来的噪声的干扰，增强了系统的稳定性。在 Buck-Boost 型 DC-DC 转换模块的输出端设置至少一个 DC-DC 转换模块，DC-DC 转换模块为大功率激光器供电。采用 DC-DC

20 转换模块为大功率激光器供电的方式可以消除采用电流型数模转换器（IDAC）的净空（headroom），节省功耗。

在一些实施方式中，示例的，可以在本申请实施例的线性可插拔光模块的供电输入侧设置三个 DC-DC 转换模块，三个 DC-DC 转换模块分别为硅光 MZ 调制器、光电转换模块和大功率激光器供电。其中，DC-DC 转换模块可以采用降压型 DC-DC 转换模块或者升压型 DC-DC 转换模块等，根据 DC-DC 转换模块接入的器件功能实现的需求进行选择。

25

在本示例中，为接收端的光电转换模块供电的 DC-DC 转换模块采用升压型 DC-DC 转换模块，能够提供光电转换模块较佳的性能实现支持。为发射端的硅光 MZ 调制器和大功率激光器供电的 DC-DC 转换模块采用降压型 DC-DC 转换模块。由于硅光 MZ 调制器和大功率激光器供电所需的电压较低，而可插拔光模块的系统供电的电压较高，即使

30

经过 Buck-Boost 型 DC-DC 转换模块后仍然保持为较高的电压，因此，系统供电通过降压型的 DC-DC 转换模块降压后，再分别为硅光 MZ 调制器和大功率激光器供电，降低功耗损耗的同时，保证硅光 MZ 调制器和大功率激光器的工作稳定。

具体的，以下以一种对系统的具体连线和功能实现过程进一步说明。

- 5 参阅图 1 ,线性可插拔光模块的金手指模块的电源输出端连接缓启动模块的输入端，缓启动模块的输出端连接主控模块的电源端和 Buck-Boost 型 DC-DC 转换模块的输入端，Buck-Boost 型 DC-DC 转换模块的输出端连接第一 DC-DC 转换模块的输入端、第二 DC-DC 转换模块的输入端、第三 DC-DC 转换模块的输入端、线性驱动器的电源端和线性 TIA 模块的电源端；第一 DC-DC 转换模块的输出端、第二 DC-DC 转换模块的输出端、第三 DC-DC 转换模块的输出端分别连接大功率激光器、硅光 MZ 调制器和光电转换模块的电源端。
- 10

线性可插拔光模块的金手指模块的 RF 信号输出端连接线性驱动器的 RF 信号输入端，线性驱动器的输出端连接硅光 MZ 调制器的 RF 信号输入端。

- 光电转换模块的 RF 信号输出端连接线性 TIA 模块的 RF 信号输入端，线性 TIA 模块的 RF 信号输出端连接线性可插拔光模块的金手指模块的 RF 信号输入端。
- 15

主控模块的低频信号输出端连接到 Buck-Boost 型 DC-DC 转换模块的低频信号输入端和 DC-DC 转换模块的低频信号输入端，大功率激光器的低频信号输出端连接到硅光 MZ 调制器的低频信号输入端。

- 在本实施例中，当系统供电受到干扰后，噪声会随着系统电源线走线来到 LPO 的金手指上，而缓启动模块是一个 MOS 芯片，用于实现后续器件的缓上电效果，缓启动模块本身并不能对噪声进行隔离，因此噪声会随着缓启动模块来到 Buck-Boost 型 DC-DC 转换模块的输入级。主控模块部分是进行微控制工作的，只需保证数字低电平电压在 0 到 0.8V，数字高电平电压在 VCC-0.8V 到 VCC 范围内，即可使得主控模块正常工作，因此主控模块不受噪声的影响，可直接使用缓启动模块之后的电源供电。由于 DC/DC 转换模块的工作原理主要基于电感器的储能和释放原理，以及开关管的开关控制，并在输出级提供充足的滤波电容，因此输入级噪声会在充电阶段也转换成的能量存储起来，此时噪声就消失了，当开关管处于截止状态时，输入电压和电感共同向输出电容充电，此时电感释放之前吸收的能量，进而可以维持输出电压的稳定。基于这种工作原理，在 DC-DC 转换模块的输出端就没有输入端的噪声影响了，相当于 DC-DC 转换模块对输入
- 20
- 25

噪声进行了隔离。因此 DC-DC 转换模块输出供电的各个部件都是干净的供电电源，系统端的供电噪声无法影响到 LPO 内各个部件的工作状态，提高了 LPO 工作的稳定性，提升了 LPO 的性能。

由于 LPO 模块中很多部件所需要的供电电压是 3.3V，若使用 Buck 型 DC-DC 转换模块时，输入供电可能会低于或等于 3.3V，此时 Buck 型 DC-DC 转换模块无法正常工作，因此，为了确保 LPO 能在输入电压低于或等于 3.3V 时仍然具有噪声隔离的能力且能正常工作，本实施例中采用了 Buck-Boost 型 DC-DC 转换模块。

另一方面，本实施例采用的调制器是硅光 MZ 调制器，也称为硅光马赫曾德尔调制器，因为对于 LPO 来说，模块的线性度是评价其整体性能的重要指标。目前市面上大量使用的调制器仍然是电吸收调制器（EML），其线性范围受负压的影响很大，环境温度的变化，也会影响 EML 调制器的线性度。相比较而言，硅光 MZ 调制器在整个工作范围内，线性度都非常好。因此使用硅光 MZ 调制器能显著提升模块性能。

此外，本实施例使用大功率激光器给硅光 MZ 调制器提供光源，硅光 MZ 调制器才能将 RF 电信号转化成光信号。大功率激光器需要提供足够的电流，才能使得输出光功率满足要求。提供电流的常规方式为采用专用 IDAC 器件，但 IDAC 器件都存在净空，会使得部分能量被 IDAC 器件消耗掉了。例如，某现有技术中常使用的 IDAC 器件在 150mA 电流输出时，净空达 0.3V，相当于 LPO 模块有 $4 \times 0.3 \times 0.15 = 0.18W$ 的功耗被浪费在了 IDAC 器件上。当模块工作在高温环境时，需要的电流更大，净空消耗掉的功耗更多。因此本实施例中直接使用 DC-DC 转换模块输出给大功率激光器提供电流，DC-DC 转换模块的输出直接完全加载到大功率激光器上，可以完全消除净空，节省功耗。

在本申请实施例的一种可实现的实施方式中，参阅图 2，在可插拔光模块中还设置有第四 DC-DC 转换模块，线性 TIA 模块通过第四 DC-DC 转换模块或 Buck-Boost 型 DC-DC 转换模块供电。因为若所有部件都通过 Buck-Boost 型 DC-DC 转换器再进行供电的话，可能会导致 LPO 的整机功耗增加。因为 DC-DC 转换模块自身会存在一定的转换效率，DC-DC 转换模块输出供给的所有部件，都会受到该转换效率的影响，所降低的功耗可能并不突出，因此，可基于进一步降低功耗的目标进行优化。

示例的，线性驱动器具有 shut down 功能的时候，通过 Buck-Boost 型 DC-DC 转换模块为线性 TIA 模块供电，若线性驱动器不具有 shut down 功能，则通过第四 DC-DC 转换模块为线性 TIA 模块供电。

请参照图 2，在本申请实施例的可插拔光模块中设置有第四 DC-DC 转换模块时，线性可插拔光模块的金手指模块的电源输出端连接缓启动模块的输入端，缓启动模块的输出端连接 Buck-Boost 型 DC-DC 转换模块的输入端和主控模块的电源端，Buck-Boost 型 DC-DC 转换模块的输出端分别连接第一 DC-DC 转换模块的输入端、第二 DC-DC 转换模块的输入端、第三 DC-DC 转换模块的输入端、第四 DC-DC 转换模块的输入端和线性驱动器的电源端，Buck-Boost 型 DC-DC 转换模块的输出端还通过第一开关连接线性 TIA 模块的电源端，第四 DC-DC 转换模块的输出端通过第二开关连接线性 TIA 模块的电源端；第一 DC-DC 转换模块的输出端、第二 DC-DC 转换模块的输出端、第三 DC-DC 转换模块的输出端分别连接所述大功率激光器供电、所述硅光 MZ 调制器和光电转换模块的电源端。线性可插拔光模块的金手指模块的 RF 信号输出端连接线性驱动器的 RF 信号输入端，线性驱动器的输出端连接硅光 MZ 调制器的 RF 信号输入端。光电转换模块的 RF 信号输出端连接线性 TIA 模块的 RF 信号输入端，线性 TIA 模块的 RF 信号输出端连接线性可插拔光模块的金手指模块的 RF 信号输入端。主控模块的低频信号输出端连接到 Buck-Boost 型 DC-DC 转换模块的低频信号输入端、第四 DC-DC 转换模块的低频信号输入端和第一 DC-DC 转换模块的低频信号输入端，大功率激光器的低频信号输出端连接到硅光 MZ 调制器的低频信号输入端。

在一些可行的实施方式中，参照图 3 所示，本申请实施例还能够提供一种针对线性可插拔光模块的高稳定性低功耗实现方法，包括在线性可插拔光模块的供电输入口设置 Buck-Boost 型 DC-DC 转换模块，Buck-Boost 型 DC-DC 转换模块将 Host 侧的系统供电和线性可插拔光模块的供电进行隔离，在线性可插拔光模块的供电输入口还设置有至少一个 DC-DC 转换模块，DC-DC 转换模块为大功率激光器供电。由线性可插拔光模块的金手指模块输出的电源供电经缓启动实现缓上电的调制，经过 Buck-Boost 型 DC-DC 转换模块后再分别送至发射端的线性驱动器和接收端的线性 TIA 模块供电。发射端的大功率激光器供电或接收端的器件供电则通过 DC-DC 转换模块输出。一方面，经过 Buck-Boost 型 DC-DC 转换模块后对电源电压进行稳定，另一方面，由于 Buck-Boost 型 DC-DC 转换模块的隔离，将金手指模块供电带来的系统噪声隔离在一侧，降低了供电带来的噪声的干扰，增强了系统的稳定性。在线性可插拔光模块的供电输入口经缓启动后还设置的至少一个 DC-DC 转换模块为大功率激光器供电。采用 DC-DC 转换模块为大功率激光器供电的方式可以稳定电压，并消除采用电流型数模转换器（IDAC）的净空

(headroom), 节省功耗。

在一些实施方式中, 示例的, 线性可插拔光模块的供电输入经缓启动后还设置的至少一个 DC-DC 转换模块具体包括三个, 三个 DC-DC 转换模块分别为硅光 MZ 调制器、光电转换模块和大功率激光器供电。

5 具体的, 以下以一种对系统的具体连线和功能实现过程进一步说明。

参阅图 3, 线性可插拔光模块的金手指模块的电源输出端连接缓启动模块的输入端, 缓启动模块的输出端连接主控模块的电源端、Buck-Boost 型 DC-DC 转换模块的输入端、第一 DC-DC 转换模块的输入端、第二 DC-DC 转换模块的输入端和第三 DC-DC 转换模块的输入端, Buck-Boost 型 DC-DC 转换模块的输出端连接线性驱动器的电源端和线性
10 TIA 模块的电源端; 第一 DC-DC 转换模块的输出端、第二 DC-DC 转换模块的输出端、第三 DC-DC 转换模块的输出端分别连接大功率激光器、硅光 MZ 调制器和光电转换模块的电源端。

线性可插拔光模块的金手指模块的 RF 信号输出端连接线性驱动器的 RF 信号输入端, 线性驱动器的输出端连接硅光 MZ 调制器的 RF 信号输入端。光电转换模块的 RF
15 信号输出端连接线性 TIA 模块的 RF 信号输入端, 线性 TIA 模块的 RF 信号输出端连接线性可插拔光模块的金手指模块的 RF 信号输入端。

主控模块的低频信号输出端连接到 Buck-Boost 型 DC-DC 转换模块的低频信号输入端和第一 DC-DC 转换模块的低频信号输入端, 大功率激光器的低频信号输出端连接到硅光 MZ 调制器的低频信号输入端。

20 当系统供电受到干扰后, 噪声会随着系统电源线走线来到 LPO 的金手指上, 噪声随着缓启动模块来到 Buck-Boost 型 DC-DC 转换模块的输入级。由于 DC/DC 转换模块的工作原理主要基于电感器的储能和释放原理, 以及开关管的开关控制, 并在输出级提供充足的滤波电容, 因此输入级噪声会在充电阶段也转换成的能量存储起来, 此时噪声就消失了, 当开关管处于截止状态时, 输入电压和电感共同向输出电容充电, 此时电感
25 释放之前吸收的能量, 进而可以维持输出电压的稳定。基于这种工作原理, 在 DC-DC 转换模块的输出端就没有输入端的噪声影响了, 相当于 DC-DC 转换模块对输入噪声进行了隔离。因此 DC-DC 转换模块输出供电的各个部件都是干净的供电电源, 系统端的供电噪声无法影响到 LPO 内各个部件的工作状态, 提高了 LPO 工作的稳定性, 提升了 LPO 的性能。可知, 连接于 Buck-Boost 型 DC-DC 转换模块的输出端的器件, 能够通过

Buck-Boost 型 DC-DC 转换模块有效的隔离噪声 ,而 DC-DC 转换模块也能够对其输出端接入的发射端或接收端器件起到稳压的作用。

参阅图 4 ,在本申请实施例的一种可实现的实施方式中 ,在可插拔光模块中还设置有第四 DC-DC 转换模块 ,线性 TIA 模块通过第四 DC-DC 转换模块或 Buck-Boost 型 DC-DC 转换模块供电。

示例的 ,线性驱动器具有 shut down 功能的时候 ,通过 Buck-Boost 型 DC-DC 转换模块为线性 TIA 模块供电 ,若线性驱动器不具有 shut down 功能 ,则通过第四 DC-DC 转换模块为线性 TIA 模块供电。

请参照图 4 ,在本申请实施例的可插拔光模块中设置有第四 DC-DC 转换模块时 ,缓启动模块的输出端连接第四 DC-DC 转换模块的输入端 ,Buck-Boost 型 DC-DC 转换模块的输出端连接线性驱动器 ,还通过第一开关连接线性 TIA 模块的电源端 ,第四 DC-DC 转换模块的输出端通过第二开关连接线性 TIA 模块的电源端。主控模块的低频信号输出端还连接到第四 DC-DC 转换模块的低频信号输入端。如此 ,同样能够实现选择性的通过 Buck-Boost 型 DC-DC 转换模块或者通过第四 DC-DC 转换模块为线性 TIA 模块供电。

如图 1 所示的连接方式和如图 3 所示的连接方式的不同之处在于 ,采用如图 1 的连接方式的情况下 ,除主控模块外的其余部件都有 DC-DC 转换模块对其供电进行隔离 ,其中光电转换模块供电所使用的第三 DC-DC 转换模块是 Boost 型升压转换器。线性 TIA 模块的供电的第四 DC-DC 转换模块则有 Buck 型和 Buck-Boost 型两种转换器可供选择 ,分别对应如下两种情形 :

1.当所使用的线性驱动器具有 shut down 功能时 ,选择 Buck-Boost 型 DC-DC 转换模块给线性 TIA 模块供电 ,即第一开关 A 闭合 ,第二开关 B 断开。由于 LPO 模块最主要耗能的部分就是线性驱动器和线性 TIA 模块 ,这两个部件能耗占到了 LPO 整机功耗的 70%。此种情形下 ,降低 LPO 整机功耗的方法是将 Buck-Boost 型 DC-DC 转换模块的输出电压降低到线性驱动器和线性 TIA 模块均能正常工作的极限。

表 1 的线性驱动器和线性 TIA 模块数据展示的是在实际应用中 ,常用的线性驱动器和线性 TIA 模块数据的手册中记载的其能正常工作的电压范围。

表 1 线性驱动器和线性 TIA 模块数据

类型	最小工作电压	典型工作电压	最大工作电压	单位
Driver	3.135	3.3	3.465	V

TIA	2.9	3.3	3.5	V
-----	-----	-----	-----	---

由上表可知 ,至少可以将 Buck-Boost 型 DC-DC 转换模块的电压输出设置到 3.135V。但芯片厂商在制定数据手册时 ,一般都会留有余量 ,想要挖掘其极限工作能力 ,可以通过实验的方式最终选定 DC-DC 转换模块的输出电压。例如 ,在表 1 所示的 LPO 模块中 ,
5 最终选定的 DC-DC 转换模块工作电压为 2.97V ,相较于正常供电电压而言 ,该方法可以使得 LPO 整机有 10%的功耗降低。

2. 当所使用的线性驱动器不具备 shut down 功能时 ,此时应选择 Buck 型 DC-DC 转换模块给线性 TIA 模块供电 ,即第一开关 A 断开 ,第二开关 B 闭合。这样做的目的是使得封装耦合生产时 ,提升响应度 ,减小反射。因为当对光电转换模块进行耦合时 ,无法对 PCB 板温度进行有效散热 ,若线性 TIA 模块和线性驱动器同时工作 ,则此时 PCB
10 板的温度会快速上升 ,进行导致 PCB 板及放到 PCB 板上的光学部件产生微小的形变。在有形变量的条件下耦合得到的最佳光学位置 ,在正常工作时却不是最佳光学位置 ,因此会导致 RX 端响应度发生变化 ,反射增加等问题。唯一的解决办法就是将光电转换模块耦合过程中的整机功耗降低 ,将 PCB 板温度降下来。因此 ,在此情形下 ,需要将线性
15 性 TIA 模块和线性驱动器的供电分开 ,在进行光电转换模块耦合时 ,将线性驱动器的供电关掉 ,使得线性驱动器不工作 ,降低功耗和 PCB 板温度。另外 ,在其他特定的工作场景下 ,同样可以根据需求用实验的方法分别寻找线性 TIA 模块和线性驱动器的最低极限工作电压 ,降低整机功耗。

而采用如图 3 所示的连接方式的情况下 ,能够使得系统的连接方式更为灵活。不必
20 将所有部件都通过 Buck-Boost 型 DC-DC 转换器后再进行供电的话 ,一些发射端或接收端的器件还可能依次通过 Buck-Boost 型 DC-DC 转换器和 DC-DC 转换器后再供电 ,导致 LPO 的整机功耗在一定程度上有所增加。这种方式能够根据需要将器件灵活的连接 Buck-Boost 型 DC-DC 转换器或者 DC-DC 转换器 ,进一步降低系统功耗。此外 ,本申请实施例的连接方式并不限于上述的举例 ,事实上 ,本领域技术人员根据实际需要 ,
25 依据前述的工作思路进行的其他合理变型方案都在本申请的涵盖范围内。

本申请实施例的可插拔光模块除了能隔离系统端噪声以及降低 LPO 整机功耗这些优点外 ,还有另外一个重要的优点是 LPO 模块工作会非常稳定 ,不会存在随着系统端供电电压发生变化而导致性能发生变化的情况。若未采用本实施例的供电方式为 LPO 模块供电 ,在应用过程中会存在如下情况 :厂家 A 设备的系统供电为 3.3V ,此时按照

3.3V 将 LPO 模块的各部件工作点调试到最佳；但厂家 B 设备的系统供电为 3.15V，此时 LPO 模块某些部件的最佳工作点就发生了变化，导致 LPO 性能受到影响。例如当 LPO 模块使用硅光解决方案时，3.3V 和 3.15V 供电会使得调制器的 Heater 点处于不同的工作点，表现出来的现象是眼图的线性度发生变化，发射机色散眼图闭合代价（TDECQ）发生变化，从而影响 LPO 的性能表现。

但当使用本申请实施例中的方法时，由于所有关键部件的工作电压都是恒定的，不会随着系统供电电压的变化而产生变化，因此能大大提高 LPO 模块工作的稳定性。图 5 是采用本优化实施例后的 5 角测试 TDECQ 性能结果，展示了 LPO 模块在 5 角测试中的 TDECQ 表现，可以看出其非常稳定，几乎不受供电电压的影响。

10 本申请实施例的线性可插拔光模块的实现方法的前述表述说明中，主要对为大功率激光器供电的 DC-DC 转换模块的相关电路做进一步说明。

其中，在一些可行的实施方式中，DC-DC 转换模块通过第一运算放大器为大功率激光器供电。第一运算放大器根据设置的电压调节流过大概率激光器的电流大小。

作为一个具体实施的案例，在本实施例中，参阅图 6，DC-DC 转换模块为大功率激光器供电采用的电路包括输出电压调节模块、多个电阻、多个电容、电感和第一运算放大器 A1。

20 第一电容 C1 的一端、第一电阻 R1 的一端、DC-DC 转换模块 U1 的 PVIN 端和 AVIN 端连接直流源；第一电阻 R1 的另一端接 DC-DC 转换模块 U1 的 MODE/PG 端，第二电阻 R2 的一端接 DC-DC 转换模块 U1 的 EN 端，第二电阻 R2 的另一端、第一电容 C1 的另一端和 DC-DC 转换模块 U1 的 GND 端、AGNG 端以及 PGND 端接地。

DC-DC 转换模块的 SW 端连接第一电感 L1 的一端，第一电感 L1 的另一端连接第五电阻 R5 的一端、第二电容 C2 的一端、第三电容 C3 的一端、第四电容 C4 的一端、第六电阻 R6 的一端、第七电阻 R7 的一端和第一运算放大器 A1 的反相输入端，第五电阻 R5 的另一端、第二电容 C2 的另一端、第三电阻 R3 的一端和第四电阻 R4 的一端连接 DC-DC 转换模块的 FB 端，第四电阻 R4 的另一端连接输出电压调节模块，第三电容 C3 的另一端、第四电容 C4 的另一端和第三电阻 R3 的另一端接地，第五电容 C5 的一端、第六电阻 R6 的另一端、第七电阻 R7 的另一端连接 DC-DC 模块 U1 的同相输入端，第五电容 C5 的另一端接地。

第一运算放大器 A1 的输出端通过第八电阻 R8 输出电压并连接到大功率激光器。

示例的，DC-DC 转换模块 U1 的型号可以采用 TPS62065。

在申请本实施例的一种可实现的实施方式中，DC-DC 转换模块 U1 输出的电压直接供给大功率激光器的阳极，激光器阴极接地。第六电阻 R6 和第七电阻 R7 一起接入第一运算放大器 A1，通过第一运算放大器 A1 将第六电阻 R6 和第七电阻 R7 两端的电压
5 差放大 50 倍，微控制器通过采集放大后的电压，并通过一定的运算，即可检测到流过大功率激光器的电流。再通过电压调节模块 DAC_SET 设置不同的输出电压，即可调节流过大功率激光器的电流大小。

以上仅为本申请的优选实施例而已，并不用于限制本申请，对于本领域的技术人员来说，本申请可以有各种更改和变化。凡在本申请的精神和原则之内，所作的任何修改、
10 等同替换、改进等，均应包含在本申请的保护范围之内。

权利要求书

1. 一种针对线性可插拔光模块的高稳定性低功耗实现方法，其特征在于，包括：
在所述线性可插拔光模块的供电输入口设置 Buck-Boost 型 DC-DC 转换模块，所述
5 Buck-Boost 型 DC-DC 转换模块将 Host 侧的系统供电和所述线性可插拔光模块的供电进行隔离；

在所述 Buck-Boost 型 DC-DC 转换模块的输出端设置至少一个 DC-DC 转换模块，
所述 DC-DC 转换模块为大功率激光器供电。

2. 根据权利要求 1 所述的一种针对线性可插拔光模块的高稳定性低功耗实现方法，
10 其特征在于，在所述 Buck-Boost 型 DC-DC 转换模块的输出端设置的所述 DC-DC 转换模块包括三个，三个所述 DC-DC 转换模块分别为硅光 MZ 调制器供电、为光电转换模块供电和为所述大功率激光器供电。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的一种针对线性可插拔光模块的高稳定性低功耗实现方法，其特征在于，所述线性可插拔光模块的金手指模块的电源输出端连接缓启动模块的
15 输入端，所述缓启动模块的输出端连接主控模块的电源端和所述 Buck-Boost 型 DC-DC 转换模块的输入端，所述 Buck-Boost 型 DC-DC 转换模块的输出端连接第一 DC-DC 转换模块的输入端、第二 DC-DC 转换模块的输入端、第三 DC-DC 转换模块的输入端、线性驱动器的电源端和线性 TIA 模块的电源端；第一 DC-DC 转换模块的输出端、第二 DC-DC 转换模块的输出端、第三 DC-DC 转换模块的输出端分别连接所述大功率激光器、
20 所述硅光 MZ 调制器和光电转换模块的电源端；

所述线性可插拔光模块的金手指模块的 RF 信号输出端连接所述线性驱动器的 RF 信号输入端，所述线性驱动器的输出端连接所述硅光 MZ 调制器的 RF 信号输入端；

- 所述光电转换模块的 RF 信号输出端连接所述线性 TIA 模块的 RF 信号输入端，所述线性 TIA 模块的 RF 信号输出端连接所述线性可插拔光模块的金手指模块的 RF 信号
25 输入端；

所述主控模块的低频信号输出端连接到所述 Buck-Boost 型 DC-DC 转换模块的低频信号输入端和所述第一 DC-DC 转换模块的低频信号输入端，所述大功率激光器的低频信号输出端连接到所述硅光 MZ 调制器的低频信号输入端。

4.根据权利要求 2 或 3 所述的一种针对线性可插拔光模块的高稳定性低功耗实现方法，其特征在于，所述线性驱动器具有 shut down 功能，所述 Buck-Boost 型 DC-DC 转换模块分别为所述线性 TIA 模块和所述线性驱动器供电。

- 5 5. 根据权利要求 3 或 4 所述的一种针对线性可插拔光模块的高稳定性低功耗实现方法，其特征在于，还设置有第四 DC-DC 转换模块；

所述 Buck-Boost 型 DC-DC 转换模块的输出端还连接第四 DC-DC 转换模块的输入端，所述 Buck-Boost 型 DC-DC 转换模块的输出端连接线性驱动器的电源端，所述线性驱动器通过第一开关连接线性 TIA 模块的电源端，第四 DC-DC 转换模块的输出端通过第二开关连接线性 TIA 模块的电源端；

- 10 所述主控模块的低频信号输出端还连接到第四 DC-DC 转换模块的低频信号输入端。

- 6.根据权利要求 5 所述的一种针对线性可插拔光模块的高稳定性低功耗实现方法，其特征在于，所述第一开关和所述第二开关不同时关闭或开启；所述第一开关关闭且所述第二开关开启时，所述线性 TIA 模块通过所述第四 DC-DC 转换模块供电，或者，所述第一开关开启且所述第二开关关闭时，所述线性 TIA 模块通过所述 Buck-Boost 型 DC-DC 转换模块供电。
- 15

7.根据权利要求 1-6 任意一项所述的一种针对线性可插拔光模块的高稳定性低功耗实现方法，其特征在于，所述 DC-DC 转换模块通过第一运算放大器为所述大功率激光器供电；所述第一运算放大器根据设置的电压调节流过所述大功率激光器的电流大小。

- 8.一种线性可插拔光模块，其特征在于，配置成以如权利要求 1-7 任意一项的针对线性可插拔光模块的高稳定性低功耗实现方法工作。
- 20

9.一种针对线性可插拔光模块的高稳定性低功耗实现方法，其特征在于，包括：

在所述线性可插拔光模块的供电输入口设置 Buck-Boost 型 DC-DC 转换模块，所述 Buck-Boost 型 DC-DC 转换模块将 Host 侧的系统供电和所述线性可插拔光模块的供电进行隔离；

- 25 在所述线性可插拔光模块的供电输入口还设置有至少一个 DC-DC 转换模块，所述 DC-DC 转换模块为大功率激光器供电。

10. 根据权利要求 9 所述的一种针对线性可插拔光模块的高稳定性低功耗实现方法，其特征在于，所述 DC-DC 转换模块包括三个，三个所述 DC-DC 转换模块分别为硅光 MZ 调制器供电、为光电转换模块供电和为所述大功率激光器供电。

11. 根据权利要求 9 或 10 所述的一种针对线性可插拔光模块的高稳定性低功耗实现方法，其特征在于，所述线性可插拔光模块的金手指模块的电源输出端连接缓启动模块的输入端，所述缓启动模块的输出端连接主控模块的电源端、所述 Buck-Boost 型 DC-DC 转换模块的输入端、第一 DC-DC 转换模块的输入端、第二 DC-DC 转换模块的输入端和第三 DC-DC 转换模块的输入端，所述 Buck-Boost 型 DC-DC 转换模块的输出端连接线性驱动器的电源端，并与线性 TIA 模块的电源端连接；第一 DC-DC 转换模块的输出端、第二 DC-DC 转换模块的输出端、第三 DC-DC 转换模块的输出端分别连接所述大功率激光器、所述硅光 MZ 调制器和光电转换模块的电源端；

所述线性可插拔光模块的金手指模块的 RF 信号输出端连接所述线性驱动器的 RF 信号输入端，所述线性驱动器的输出端连接所述硅光 MZ 调制器的 RF 信号输入端；

所述光电转换模块的 RF 信号输出端连接所述线性 TIA 模块的 RF 信号输入端，所述线性 TIA 模块的 RF 信号输出端连接所述线性可插拔光模块的金手指模块的 RF 信号输入端；

所述主控模块的低频信号输出端连接到所述 Buck-Boost 型 DC-DC 转换模块的低频信号输入端和所述第一 DC-DC 转换模块的低频信号输入端，所述大功率激光器的低频信号输出端连接到所述硅光 MZ 调制器的低频信号输入端。

12. 根据权利要求 10 或 11 所述的一种针对线性可插拔光模块的高稳定性低功耗实现方法，其特征在于，所述线性驱动器具有 shut down 功能，所述 Buck-Boost 型 DC-DC 转换模块分别为所述线性 TIA 模块和所述线性驱动器供电。

13. 根据权利要求 11 或 12 所述的一种针对线性可插拔光模块的高稳定性低功耗实现方法，其特征在于，还设置有第四 DC-DC 转换模块；所述缓启动模块的输出端还连接第四 DC-DC 转换模块的输入端，所述 Buck-Boost 型 DC-DC 转换模块的输出端连接所述线性驱动器的电源端，且通过第一开关连接所述线性 TIA 模块的电源端，所述第四 DC-DC 转换模块的输出端通过第二开关连接所述线性 TIA 模块的电源端；

所述主控模块的低频信号输出端还连接到第四 DC-DC 转换模块的低频信号输入端。

14. 根据权利要求 13 所述的一种针对线性可插拔光模块的高稳定性低功耗实现方法，其特征在于，所述第一开关和所述第二开关不同时关闭或开启；所述第一开关关闭且所述第二开关开启时，所述线性 TIA 模块通过所述第四 DC-DC 转换模块供电，或者，所述
5 所述第一开关开启且所述第二开关关闭时，所述线性 TIA 模块通过所述 Buck-Boost 型 DC-DC 转换模块供电。

15. 一种线性可插拔光模块，其特征在于，配置成以如权利要求 9-14 任意一项的针对线性可插拔光模块的高稳定性低功耗实现方法工作。