

信号传输方法及装置

技术领域

本申请涉及通信技术领域，尤其涉及一种信号传输方法及装置。

背景技术

射频光子技术是一种将无线射频技术和光子技术结合的技术。射频光子技术中采用光子技术实现无线射频信号的产生、传输、检测和处理，能够实现无线射频信号的直接光纤传输，可避免数模转换/模数转换以及复杂的数据处理，提高传输效率。特别是在射频光子技术中可采用光电二极管(photoelectric diode, PD)直驱天线，能够拓展工作频段和带宽。

在PD直驱天线架构中，天线的射频辐射功率和覆盖范围由PD输入天线的电信号功率决定。为了提高天线的射频辐射功率，可通过提高无线前传下行链路的传输光功率以提高输入PD的光功率，从而提高PD输入天线的电信号功率。而较高的传输光功率会导致由严重的光纤传输非线性效应引起的信号严重畸变以及链路中光器件功耗的急剧增加。如何在保证较高射频辐射功率的情况下降低传输光功率，是需要解决的技术问题。

发明内容

本申请实施例提供一种信号传输方法及装置，能够降低传输光功率，有利于降低光器件功耗以及光纤传输非线性效应，还有利于以较低的传输光功率实现天线较高的射频辐射功率。

第一方面，本申请实施例提供一种信号传输方法，该方法可应用于第一通信装置，也可以应用于第一通信装置中的芯片，还可以应用于能实现第一通信装置全部或部分功能的逻辑模块或软件，下面以第一通信装置为例进行描述。该信号传输方法包括：第一通信装置生成全波射频电信号；第一通信装置将全波射频电信号转换为半波射频光信号，该半波射频光信号是具有全波射频电信号的正半幅度或负半幅度的射频光信号；第一通信装置发送半波射频光信号。

可见，第一通信装置和第二通信装置之间传输的半波射频光信号具有全波射频电信号的正半幅度或负半幅度：相较于具有全波射频电信号全部幅度的射频光信号，半波射频光信号的平均光功率更低，从而可以降低第一通信装置和第二通信装置之间的传输光功率，进而有利于降低光器件功耗。另外，在第一通信装置和第二通信装置之间采用光纤传输光信号的场景中，传输光功率的降低还有利于降低光纤传输非线性效应，从而减少光纤传输非线性效应所引起的信号失真。在第二通信装置还将全波射频电信号输出至天线进行信号辐射的场景下，该信号传输方法有利于以较低的传输光功率实现天线较高的射频辐射功率。

在一种可选的实施方式中，半波射频光信号是对全波射频电信号相对于直流分量的正半幅度信号进行光调制得到的，或者，半波射频光信号是对全波射频电信号相对于直流分量的负半幅度信号取反后进行光调制得到的。

在一种可选的实施方式中，第一通信装置将全波射频电信号转换为半波射频光信号，包括：第一通信装置对全波射频电信号叠加第一偏置电信号，第一偏置电信号是第一偏置电压信号或第一偏置电流信号；第一通信装置对叠加第一偏置电信号后的全波射频电信号进行光调制，得到半波射频光信号。也就是说，第一通信装置可通过将全波射频电信号和第一偏置

电信号叠加后进行光调制，来实现将全波射频电信号转换为平均光功率较低的半波射频光信号，从而有利于降低第一通信装置和第二通信装置之间的传输光功率。

在一种可选的实施方式中，第一偏置电信号是第一偏置电压信号。第一通信装置对叠加第一偏置电信号后的全波射频电信号进行光调制，得到半波射频光信号，包括：第一通信装置通过电吸收调制激光器，对叠加第一偏置电压信号后的全波射频电信号进行光调制，得到半波射频光信号。

在一种可选的实施方式中，电吸收调制激光器包括激光二极管和电吸收调制器；第一通信装置通过电吸收调制激光器对叠加第一偏置电压信号后的全波射频电信号进行光调制，得到半波射频光信号，包括：第一通信装置通过激光二极管，产生连续光波信号；第一通信装置通过电吸收调制器，将叠加第一偏置电压信号后的全波射频电信号调制到连续光波信号上，得到半波射频光信号。可见，在电吸收调制激光器中，由激光二极管产生光源，由电吸收调制器实现光调制，也就是说，光源产生和光调制是解耦的，有利于在第一偏置电压信号对应的电压较低时减少光源带宽对高频调制的影响。

在一种可选的实施方式中，第一偏置电信号是第一偏置电流信号。第一通信装置对叠加第一偏置电信号后的全波射频电信号进行光调制，得到半波射频光信号，包括：第一通信装置通过直调激光器，对叠加第一偏置电流信号后的全波射频电信号进行光调制，得到半波射频光信号；第一偏置电流信号对应的电流大于或等于直调激光器的阈值电流，且第一偏置电流信号对应的电流与阈值电流之间的差值在第一范围内。

在一种可选的实施方式中，第一偏置电信号满足：对第一光信号进行光电转换得到的电信号所对应的多个频谱分量之间的系数比例满足第一比例；第一光信号是对叠加第一偏置电信号后的偏置点检测电信号进行光调制得到的光信号。也就是说，在对全波射频电信号叠加的第一偏置电信号满足该实施方式所述的条件时，有利于实现将全波射频电信号转换为平均光功率较低的半波射频光信号，从而降低第一通信装置和第二通信装置之间的传输光功率。

在一种可选的实施方式中，偏置点检测电信号是低频正弦波信号；对第一光信号进行光电转换得到的电信号所对应的直流分量对应的系数、1阶谐波分量对应的系数、2阶谐波分量对应的系数和3阶谐波分量对应的系数之间的比例与0.32:0.5:0.21:0之间的误差在第二范围内。

在一种可选的实施方式中，该方法还包括：第一通信装置生成偏置点检测电信号；第一通信装置对偏置点检测电信号叠加第二偏置电信号；第一通信装置对叠加第二偏置电信号后的偏置点检测电信号进行光调制，得到第二光信号；如果对第二光信号进行光电转换得到的电信号所对应的多个频谱分量之间的系数比例满足第一比例，第一通信装置确定第一偏置电信号为第二偏置电信号；否则，第一通信装置调整第二偏置电信号，对偏置点检测电信号叠加调整后的第二偏置电信号。可见，第一通信装置可以调整对偏置点检测电信号叠加的偏置电信号，以确定满足前述比例条件时的偏置电信号，也就是确定能够实现将全波射频电信号转换为半波射频光信号的第一偏置电信号，进而有利于降低第一通信装置和第二通信装置之间的传输光功率。

在一种可选的实施方式中，第一通信装置将全波射频电信号转换为半波射频光信号，包括：第一通信装置将全波射频电信号转换为第一半波射频电信号，第一半波射频电信号是具有全波射频电信号在模拟域的正半幅度或负半幅度的射频电信号；第一通信装置通过调制激光器，对第一半波射频电信号叠加第三偏置电信号，并对叠加第三偏置电信号后的第一半波射频电信号进行光调制，得到半波射频光信号。可见，第一通信装置可通过将全波射频电信号转换为半波射频电信号再将半波射频电信号转换为半波射频光信号，来实现将全波射频电

信号转换为平均光功率较低的半波射频光信号，从而有利于降低第一通信装置和第二通信装置之间的传输光功率。

在一种可选的实施方式中，第一半波射频电信号是全波射频电信号在模拟域相对于直流分量的正半幅度信号，或者，第一半波射频电信号是对全波射频电信号在模拟域相对于直流分量的负半幅度信号进行取反得到的。

在一种可选的实施方式中，全波射频电信号是模拟信号。第一通信装置将全波射频电信号转换为第一半波射频电信号，包括：第一通信装置通过低噪声功率放大器，将全波射频电信号转换为第一半波射频电信号；低噪声功率放大器为B类低噪声功率放大器或C类低噪声功率放大器或AB类低噪声功率放大器。可见，第一通信装置可通过低噪声功率放大器，在模拟域将全波射频电信号转换为平均光功率较低的半波射频电信号。

在一种可选的实施方式中，全波射频电信号是数字信号。第一通信装置将全波射频电信号转换为第一半波射频电信号，包括：第一通信装置将全波射频电信号转换为第二半波射频电信号；第二半波射频电信号是具有全波射频电信号在数字域的正半幅度或负半幅度的射频电信号；第一通信装置对第二半波射频电信号进行数模转换，得到第一半波射频电信号。可见，第一通信装置可在数字域将全波射频电信号转换为平均光功率较低的半波射频电信号。

在一种可选的实施方式中，第二半波射频电信号是全波射频电信号在数字域相对于直流分量的正半幅度信号，或者，第二半波射频电信号是对全波射频电信号在数字域相对于直流分量的负半幅度信号进行取反得到的。

在一种可选的实施方式中，该方法还包括：第一通信装置采用滤波函数对第一半波射频电信号进行频谱调节。第一通信装置对第一半波射频电信号叠加第三偏置电信号，并对叠加第三偏置电信号后的第一半波射频电信号进行光调制，得到半波射频光信号，包括：第一通信装置对频谱调节后的第一半波射频电信号叠加第三偏置电信号，并对频谱调节且叠加第三偏置电信号后的第一半波射频电信号进行光调制，得到半波射频光信号。该实施方式通过对第一半波射频电信号进行频谱调节，能够调整第一半波射频电信号中各阶频谱分量的幅度，以优化第一半波射频电信号的波形，有利于提高光调制效果。

在一种可选的实施方式中，调制激光器为直调激光器，第三偏置电信号是第二偏置电流信号，第二偏置电流信号对应的电流大于或等于直调激光器的阈值电流。或者，调制激光器为电吸收调制激光器，第三偏置电信号是第二偏置电压信号，第二偏置电压信号对应的电压大于第一电压。

在一种可选的实施方式中，第二偏置电流信号是多个第三光信号中信噪比最大的第三光信号对应的第三偏置电流信号；多个第三光信号与多个第三偏置电流信号一一对应；多个第三光信号中每个第三光信号是：对叠加该第三光信号对应的第三偏置电流信号后的第一半波射频电信号进行光调制得到的；多个第三偏置电流信号分别对应的电流互不相同，且多个第三偏置电流信号分别对应的电流均大于或等于阈值电流。可见，通过该实施方式确定的第二偏置电流信号有利于提高半波射频光信号的信噪比，有利于提高通信质量。

在一种可选的实施方式中，第二偏置电压信号是多个第四光信号中邻道泄露功率比最小的第四光信号对应的第三偏置电压信号；多个第四光信号与多个第三偏置电压信号一一对应；多个第四光信号中每个第四光信号是：对叠加该第四光信号对应的第三偏置电压信号后的第一半波射频电信号进行光调制得到的；多个第三偏置电压信号分别对应的电压互不相同，且多个第三偏置电压信号分别对应的电压均大于或等于第一电压。可见，通过该实施方式确定的第二偏置电压信号有利于降低半波射频光信号的邻道泄露功率比，有利于提高通信质量。

在一种可选的实施方式中，全波射频电信号是经过数字预失真处理的信号。数字预失真处理有利于矫正光调制产生的非线性效应，减少该非线性效应引起的信号失真。另外，在第一通信装置与第二通信装置之间通过光纤传输光信号的场景中，数字预失真处理还有利于矫正光纤的非线性效应，从而减少光纤传输非线性效应所引起的信号失真。

第二方面，本申请实施例提供一种信号传输方法，该方法可应用于第二通信装置，也可以应用于第二通信装置中的芯片，还可以应用于能实现第二通信装置全部或部分功能的逻辑模块或软件，下面以第二通信装置为例进行描述。该信号传输方法包括：第二通信装置接收半波射频光信号，半波射频光信号是具有全波射频电信号的正半幅度或负半幅度的射频光信号；第二通信装置将半波射频光信号转换为全波射频电信号。

可见，第二通信装置与第一通信装置之间传输的半波射频光信号具有全波射频电信号的正半幅度或负半幅度：相较于具有全波射频电信号全部幅度的射频光信号，半波射频光信号的平均光功率更低，从而可以降低第二通信装置和第一通信装置之间的传输光功率，进而有利于降低光器件功耗。另外，在第二通信装置和第一通信装置之间采用光纤传输光信号的场景中，传输光功率的降低还有利于降低光纤传输非线性效应，从而减少光纤传输非线性效应所引起的信号失真。并且，第二通信装置还将平均光功率较低的半波射频光信号恢复为功率较高的全波射频电信号，在第二通信装置还需将全波射频电信号输出至天线进行信号辐射的场景下，该信号传输方法能够以较低的传输光功率实现天线较高的射频辐射功率。

在一种可选的实施方式中，半波射频光信号是对全波射频电信号相对于直流分量的正半幅度信号进行光调制得到的，或者，半波射频光信号是对全波射频电信号相对于直流分量的负半幅度信号取反后进行光调制得到的。

在一种可选的实施方式中，第二通信装置将半波射频光信号转换得到的全波射频电信号是：对半波射频光信号进行光电转换得到的电信号中的基频信号。

在一种可选的实施方式中，第二通信装置将半波射频光信号转换为全波射频电信号，包括：第二通信装置通过光电探测器对半波射频光信号进行光电转换，得到第一电信号，光电探测器的通带覆盖基频信号的频谱；第二通信装置通过带通滤波器对第一电信号进行滤波处理，得到全波射频电信号，带通滤波器的通带只包含基频信号的频谱。可见，第二通信装置可通过光电探测器和带通滤波器实现将半波射频光信号恢复为全波射频电信号，而可以不进行复杂的算法处理，简化了恢复全波射频电信号的方式。

在一种可选的实施方式中，第二通信装置将半波射频光信号转换为全波射频电信号，包括：第二通信装置通过光电探测器对半波射频光信号进行光电转换，得到第一电信号，并从第一电信号中确定全波射频电信号；光电探测器的通带只包含基频信号的频谱。可见，在光电探测器除了具有光电转换的功能，还具有直接滤出基频信号的功能时，第二通信装置可直接通过光电探测器实现将半波射频光信号恢复为全波射频电信号，而可以不进行复杂的算法处理，简化了恢复全波射频电信号的方式。

第三方面，本申请实施例提供一种信号传输方法，该方法从第一通信装置和第二通信装置交互的角度进行阐述。该方法包括：第一通信装置生成全波射频电信号；第一通信装置将全波射频电信号转换为半波射频光信号，半波射频光信号是具有全波射频电信号的正半幅度或负半幅度的射频光信号；第一通信装置发送半波射频光信号；第二通信装置接收半波射频光信号；第二通信装置将半波射频光信号转换为全波射频电信号。

可见，第一通信装置与第二通信装置之间传输的半波射频光信号具有全波射频电信号的正半幅度或负半幅度：相较于具有全波射频电信号全部幅度的射频光信号，半波射频光信号

的平均光功率更低，从而可以降低第一通信装置和第二通信装置之间的传输光功率，进而有利于降低光器件功耗。另外，在第一通信装置和第二通信装置之间采用光纤传输光信号的场景中，传输光功率的降低还有利于降低光纤传输非线性效应，从而减少光纤传输非线性效应所引起的信号失真。并且，第二通信装置还将平均光功率较低的半波射频光信号恢复为功率较高的全波射频电信号，在第二通信装置还需将全波射频电信号输出至天线进行信号辐射的场景下，该信号传输方法能够以较低的传输光功率实现天线较高的射频辐射功率。

在一种可选的实施方式中，半波射频光信号是第一通信装置对全波射频电信号相对于直流分量的正半幅度信号进行光调制得到的，或者，半波射频光信号是第一通信装置对全波射频电信号相对于直流分量的负半幅度信号取反后进行光调制得到的。

在一种可选的实施方式中，第一通信装置将全波射频电信号转换为半波射频光信号，包括：第一通信装置对全波射频电信号叠加第一偏置电信号，第一偏置电信号是第一偏置电压信号或第一偏置电流信号；第一通信装置对叠加第一偏置电信号后的全波射频电信号进行光调制，得到半波射频光信号。

在一种可选的实施方式中，第一偏置电信号是第一偏置电压信号。第一通信装置对叠加第一偏置电信号后的全波射频电信号进行光调制，得到半波射频光信号，包括：第一通信装置通过电吸收调制激光器，对叠加第一偏置电压信号后的全波射频电信号进行光调制，得到半波射频光信号。

在一种可选的实施方式中，电吸收调制激光器包括激光二极管和电吸收调制器。第一通信装置通过电吸收调制激光器对叠加第一偏置电压信号后的全波射频电信号进行光调制，得到半波射频光信号，包括：第一通信装置通过激光二极管，产生连续光波信号；第一通信装置通过电吸收调制器，将叠加第一偏置电压信号后的全波射频电信号调制到连续光波信号上，得到半波射频光信号。

在一种可选的实施方式中，第一偏置电信号是第一偏置电流信号。第一通信装置对叠加第一偏置电信号后的全波射频电信号进行光调制，得到半波射频光信号，包括：第一通信装置通过直调激光器，对叠加第一偏置电流信号后的全波射频电信号进行光调制，得到半波射频光信号；第一偏置电流信号对应的电流大于或等于直调激光器的阈值电流，且第一偏置电流信号对应的电流与阈值电流之间的差值在第一范围内。

在一种可选的实施方式中，第一偏置电信号满足：第一通信装置对第一光信号进行光电转换得到的电信号所对应的多个频谱分量之间的系数比例满足第一比例；第一光信号是第一通信装置对叠加第一偏置电信号后的偏置点检测电信号进行光调制得到的光信号。

在一种可选的实施方式中，偏置点检测电信号是低频正弦波信号。第一通信装置对第一光信号进行光电转换得到的电信号所对应的直流分量对应的系数、1阶谐波分量对应的系数、2阶谐波分量对应的系数和3阶谐波分量对应的系数之间的比例与0.32:0.5:0.21:0之间的误差在第二范围内。

在一种可选的实施方式中，该方法还包括：第一通信装置生成偏置点检测电信号；第一通信装置对偏置点检测电信号叠加第二偏置电信号；第一通信装置对叠加第二偏置电信号后的偏置点检测电信号进行光调制，得到第二光信号；如果第一通信装置对第二光信号进行光电转换得到的电信号所对应的多个频谱分量之间的系数比例满足第一比例，第一通信装置确定第一偏置电信号为第二偏置电信号；否则，第一通信装置调整第二偏置电信号，对偏置点检测电信号叠加调整后的第二偏置电信号。

在一种可选的实施方式中，第一通信装置将全波射频电信号转换为半波射频光信号，包

括：第一通信装置将全波射频电信号转换为第一半波射频电信号，第一半波射频电信号是具有全波射频电信号在模拟域的正半幅度或负半幅度的射频电信号；第一通信装置通过调制激光器，对第一半波射频电信号叠加第三偏置电信号，并对叠加第三偏置电信号后的第一半波射频电信号进行光调制，得到半波射频光信号。

在一种可选的实施方式中，第一半波射频电信号是全波射频电信号在模拟域相对于直流分量的正半幅度信号，或者，第一半波射频电信号是对全波射频电信号在模拟域相对于直流分量的负半幅度信号进行取反得到的。

在一种可选的实施方式中，全波射频电信号是模拟信号。第一通信装置将全波射频电信号转换为第一半波射频电信号，包括：第一通信装置通过低噪声功率放大器，将全波射频电信号转换为第一半波射频电信号；低噪声功率放大器为B类低噪声功率放大器或C类低噪声功率放大器或AB类低噪声功率放大器。

在一种可选的实施方式中，全波射频电信号是数字信号。第一通信装置将全波射频电信号转换为第一半波射频电信号，包括：第一通信装置将全波射频电信号转换为第二半波射频电信号，第二半波射频电信号是具有全波射频电信号在数字域的正半幅度或负半幅度的射频电信号；第一通信装置对第二半波射频电信号进行数模转换，得到第一半波射频电信号。

在一种可选的实施方式中，第二半波射频电信号是全波射频电信号在数字域相对于直流分量的正半幅度信号，或者，第二半波射频电信号是对全波射频电信号在数字域相对于直流分量的负半幅度信号进行取反得到的。

在一种可选的实施方式中，该方法还包括：第一通信装置采用滤波函数对第一半波射频电信号进行频谱调节。第一通信装置对第一半波射频电信号叠加第三偏置电信号，并对叠加第三偏置电信号后的第一半波射频电信号进行光调制，得到半波射频光信号，包括：第一通信装置对频谱调节后的第一半波射频电信号叠加第三偏置电信号，并对频谱调节且叠加第三偏置电信号后的第一半波射频电信号进行光调制，得到半波射频光信号。

在一种可选的实施方式中，调制激光器为直调激光器，第三偏置电信号是第二偏置电流信号，第二偏置电流信号对应的电流大于或等于直调激光器的阈值电流。或者，调制激光器为电吸收调制激光器，第三偏置电信号是第二偏置电压信号，第二偏置电压信号对应的电压大于第一电压。

在一种可选的实施方式中，第二偏置电流信号是多个第三光信号中信噪比最大的第三光信号对应的第三偏置电流信号；多个第三光信号与多个第三偏置电流信号一一对应；多个第三光信号中每个第三光信号是：第一通信装置对叠加该第三光信号对应的第三偏置电流信号后的第一半波射频电信号进行光调制得到的；多个第三偏置电流信号分别对应的电流互不相同，且多个第三偏置电流信号分别对应的电流均大于或等于阈值电流。

在一种可选的实施方式中，第二偏置电压信号是多个第四光信号中邻道泄露功率比最小的第四光信号对应的第三偏置电压信号；多个第四光信号与多个第三偏置电压信号一一对应；多个第四光信号中每个第四光信号是：对叠加该第四光信号对应的第三偏置电压信号后的第一半波射频电信号进行光调制得到的；多个第三偏置电压信号分别对应的电压互不相同，且多个第三偏置电压信号分别对应的电压均大于或等于第一电压。

在一种可选的实施方式中，第一通信装置生成的全波射频电信号是经过第一通信装置进行数字预失真处理的信号。

在一种可选的实施方式中，第二通信装置将半波射频光信号转换得到的全波射频电信号是：第二通信装置对半波射频光信号进行光电转换得到的电信号中的基频信号。

在一种可选的实施方式中，第二通信装置将半波射频光信号转换为全波射频电信号，包括：第二通信装置通过光电探测器对半波射频光信号进行光电转换，得到第一电信号，光电探测器的通带覆盖基频信号的频谱；第二通信装置通过带通滤波器对第一电信号进行滤波处理，得到全波射频电信号，带通滤波器的通带只包含基频信号的频谱。

在一种可选的实施方式中，第二通信装置将半波射频光信号转换为全波射频电信号，包括：第二通信装置通过光电探测器对半波射频光信号进行光电转换，得到第一电信号，并从第一电信号中确定全波射频电信号；光电探测器的通带只包含基频信号的频谱。

另外，该方面中，上述各种可选的实施方式的有益效果可参见第一方面和第二方面中相关实施方式的有益效果，不再赘述。

第四方面，本申请实施例提供一种通信装置，该装置包括射频信号产生模块、偏置点控制模块和调制激光器。其中，射频信号产生模块，用于生成全波射频电信号，并将全波射频电信号输出至调制激光器。偏置点控制模块，用于将第一偏置电信号输出至调制激光器。调制激光器，用于对叠加第一偏置电信号后的全波射频电信号进行光调制，得到半波射频光信号；半波射频光信号是具有全波射频电信号的正半幅度或负半幅度的射频光信号。调制激光器，还用于发送半波射频光信号。

可见，第一通信装置可通过将全波射频电信号和第一偏置电信号叠加后进行光调制，实现将全波射频电信号转换为平均光功率较低的半波射频光信号，从而可以降低第一通信装置和第二通信装置之间的传输光功率，进而有利于降低光器件功耗。另外，在第一通信装置和第二通信装置之间采用光纤传输光信号的场景中，传输光功率的降低还有利于降低光纤传输非线性效应，从而减少光纤传输非线性效应所引起的信号失真。

在一种可选的实施方式中，半波射频光信号是对全波射频电信号相对于直流分量的正半幅度信号进行光调制得到的，或者，半波射频光信号是对全波射频电信号相对于直流分量的负半幅度信号取反后进行光调制得到的。

在一种可选的实施方式中，调制激光器为电吸收调制激光器，第一偏置电信号是第一偏置电压信号。或者，调制激光器为直调激光器，第一偏置电信号是第一偏置电流信号。

在一种可选的实施方式中，电吸收调制激光器包括激光二极管和电吸收调制器。电吸收调制激光器对叠加第一偏置电压信号后的全波射频电信号进行光调制，得到半波射频光信号，具体用于：通过激光二极管，产生连续光波信号；通过电吸收调制器，将叠加第一偏置电压信号后的全波射频电信号调制到连续光波信号上，得到半波射频光信号。

在一种可选的实施方式中，第一偏置电流信号对应的电流大于或等于直调激光器的阈值电流，且第一偏置电流信号对应的电流与阈值电流之间的差值在第一范围内。

在一种可选的实施方式中，第一偏置电信号满足：对第一光信号进行光电转换得到的电信号所对应的多个频谱分量之间的系数比例满足第一比例；第一光信号是对叠加第一偏置电信号后的偏置点检测电信号进行光调制得到的光信号。

在一种可选的实施方式中，偏置点检测电信号是低频正弦波信号。对第一光信号进行光电转换得到的电信号所对应的直流分量对应的系数、1阶谐波分量对应的系数、2阶谐波分量对应的系数和3阶谐波分量对应的系数之间的比例与0.32:0.5:0.21:0之间的误差在第二范围内。

在一种可选的实施方式中，偏置点控制模块，还用于生成偏置点检测电信号，并将偏置点检测电信号输出至调制激光器。偏置点控制模块，还用于将第二偏置电信号输出至调制激光器。调制激光器，还用于对叠加第二偏置电信号后的偏置点检测电信号进行光调制，得到第二光信号，并将第二光信号输出至偏置点控制模块。偏置点控制模块，还用于：如果对第

二光信号进行光电转换得到的电信号所对应的多个频谱分量之间的系数比例满足第一比例，确定第一偏置电信号为第二偏置电信号；否则，调整第二偏置电信号，并将调整后的第二偏置电信号输出至调制激光器。

在一种可选的实施方式中，射频信号产生模块包括数字预失真模块。全波射频电信号是经过了数字预失真模块进行数字预失真处理的信号。

另外，该方面中，上述各种可选的实施方式的有益效果可参见第一方面中相关实施方式的有益效果，不再赘述。

第五方面，本申请实施例提供一种通信装置，该装置包括射频信号产生模块、低噪声功率放大器和调制激光器。其中，射频信号产生模块，用于生成全波射频电信号，并将全波射频电信号输出至低噪声功率放大器，全波射频电信号是模拟信号。低噪声功率放大器，用于将全波射频电信号转换为第一半波射频电信号，并将第一半波射频电信号输出至调制激光器；第一半波射频电信号是具有全波射频电信号在模拟域的正半幅度或负半幅度的射频电信号；低噪声功率放大器为B类低噪声功率放大器或C类低噪声功率放大器或AB类低噪声功率放大器。调制激光器，用于对第一半波射频电信号叠加第三偏置电信号，并对叠加第三偏置电信号后的第一半波射频电信号进行光调制，得到半波射频光信号；半波射频光信号是具有全波射频电信号的正半幅度或负半幅度的射频光信号。调制激光器，还用于发送半波射频光信号。

可见，低噪声功率放大器在模拟域将全波射频电信号转换为功率更低的半波射频电信号，再由调制激光器将半波射频电信号转换为半波射频光信号。相较于具有全波射频电信号全部幅度的射频光信号，半波射频光信号的平均光功率更低，从而可以降低第一通信装置和第二通信装置之间的传输光功率，进而有利于降低光器件功耗。另外，在第一通信装置和第二通信装置之间采用光纤传输光信号的场景中，传输光功率的降低还有利于降低光纤传输非线性效应，从而减少光纤传输非线性效应所引起的信号失真。

在一种可选的实施方式中，射频信号产生模块包括数字预失真模块；全波射频电信号是经过了数字预失真模块进行数字预失真处理的信号。

在一种可选的实施方式中，第一半波射频电信号是全波射频电信号在模拟域相对于直流分量的正半幅度信号，或者，第一半波射频电信号是对全波射频电信号在模拟域相对于直流分量的负半幅度信号进行取反得到的。

在一种可选的实施方式中，半波射频光信号是对全波射频电信号相对于直流分量的正半幅度信号进行光调制得到的，或者，半波射频光信号是对全波射频电信号相对于直流分量的负半幅度信号取反后进行光调制得到的。

在一种可选的实施方式中，该装置还包括：波形调节模块，用于采用滤波函数对第一半波射频电信号进行频谱调节，并将频谱调节后的第一半波射频电信号输出至调制激光器。调制激光器对第一半波射频电信号叠加第三偏置电信号，并对叠加第三偏置电信号后的第一半波射频电信号进行光调制，得到半波射频光信号，具体用于：对频谱调节后的第一半波射频电信号叠加第三偏置电信号，并对频谱调节且叠加第三偏置电信号后的第一半波射频电信号进行光调制，得到半波射频光信号。

在一种可选的实施方式中，调制激光器为直调激光器，第三偏置电信号是第二偏置电流信号，第二偏置电流信号对应的电流大于或等于直调激光器的阈值电流。或者，调制激光器为电吸收调制激光器，第三偏置电信号是第二偏置电压信号，第二偏置电压信号对应的电压大于第一电压。

在一种可选的实施方式中，第二偏置电流信号是多个第三光信号中信噪比最大的第三光信号对应的第三偏置电流信号；多个第三光信号与多个第三偏置电流信号一一对应；多个第三光信号中每个第三光信号是：对叠加该第三光信号对应的第三偏置电流信号后的第一半波射频电信号进行光调制得到的；多个第三偏置电流信号分别对应的电流互不相同，且多个第三偏置电流信号分别对应的电流均大于或等于阈值电流。

在一种可选的实施方式中，第二偏置电压信号是多个第四光信号中邻道泄露功率比最小的第四光信号对应的第三偏置电压信号；多个第四光信号与多个第三偏置电压信号一一对应；多个第四光信号中每个第四光信号是：对叠加该第四光信号对应的第三偏置电压信号后的第一半波射频电信号进行光调制得到的；多个第三偏置电压信号分别对应的电压互不相同，且多个第三偏置电压信号分别对应的电压均大于或等于第一电压。

另外，该方面中，上述各种可选的实施方式的有益效果可参见第一方面中相关实施方式的有益效果，不再赘述。

第六方面，本申请实施例提供一种通信装置，该装置包括半波射频信号产生模块和调制激光器。其中，半波射频信号产生模块，用于将全波射频电信号转换为第二半波射频电信号，并对第二半波射频电信号进行数模转换，得到第一半波射频电信号。全波射频电信号和第二半波射频电信号是数字信号，第二半波射频电信号是具有全波射频电信号在数字域的正半幅度或负半幅度的射频电信号，第一半波射频电信号是具有全波射频电信号在模拟域的正半幅度或负半幅度的射频电信号。半波射频信号产生模块，还用于将第一半波射频电信号输出至调制激光器。调制激光器，用于对第一半波射频电信号叠加第三偏置电信号，并对叠加第三偏置电信号后的第一半波射频电信号进行光调制，得到半波射频光信号；半波射频光信号是具有全波射频电信号的正半幅度或负半幅度的射频光信号。调制激光器，还用于发送半波射频光信号。

可见，半波射频信号产生模块在数字域将全波射频电信号转换为功率较低的半波射频电信号，再由调制激光器将半波射频电信号转换为半波射频光信号。相较于具有全波射频电信号全部幅度的射频光信号，半波射频光信号的平均光功率更低，从而可以降低第一通信装置和第二通信装置之间的传输光功率，进而有利于降低光器件功耗。另外，在第一通信装置和第二通信装置之间采用光纤传输光信号的场景中，传输光功率的降低还有利于降低光纤传输非线性效应，从而减少光纤传输非线性效应所引起的信号失真。

在一种可选的实施方式中，第二半波射频电信号是全波射频电信号在数字域相对于直流分量的正半幅度信号，或者，第二半波射频电信号是对全波射频电信号在数字域相对于直流分量的负半幅度信号进行取反得到的。

在一种可选的实施方式中，半波射频信号产生模块包括数字预失真模块；全波射频电信号是经过数字预失真模块进行数字预失真处理的信号。

在一种可选的实施方式中，第一半波射频电信号是全波射频电信号在模拟域相对于直流分量的正半幅度信号，或者，第一半波射频电信号是对全波射频电信号在模拟域相对于直流分量的负半幅度信号进行取反得到的。

在一种可选的实施方式中，半波射频光信号是对全波射频电信号相对于直流分量的正半幅度信号进行光调制得到的，或者，半波射频光信号是对全波射频电信号相对于直流分量的负半幅度信号取反后进行光调制得到的。

在一种可选的实施方式中，该装置还包括：波形调节模块，用于采用滤波函数对第一半波射频电信号进行频谱调节，并将频谱调节后的第一半波射频电信号输出至调制激光器。调

制激光器对第一半波射频电信号叠加第三偏置电信号，并对叠加第三偏置电信号后的第一半波射频电信号进行光调制，得到半波射频光信号，具体用于：对频谱调节后的第一半波射频电信号叠加第三偏置电信号，并对频谱调节且叠加第三偏置电信号后的第一半波射频电信号进行光调制，得到半波射频光信号。

在一种可选的实施方式中，调制激光器为直调激光器，第三偏置电信号是第二偏置电流信号，第二偏置电流信号对应的电流大于或等于直调激光器的阈值电流。或者，调制激光器为电吸收调制激光器，第三偏置电信号是第二偏置电压信号，第二偏置电压信号对应的电压大于第一电压。

在一种可选的实施方式中，第二偏置电流信号是多个第三光信号中信噪比最大的第三光信号对应的第三偏置电流信号；多个第三光信号与多个第三偏置电流信号一一对应；多个第三光信号中每个第三光信号是：对叠加该第三光信号对应的第三偏置电流信号后的第一半波射频电信号进行光调制得到的；多个第三偏置电流信号分别对应的电流互不相同，且多个第三偏置电流信号分别对应的电流均大于或等于阈值电流。

在一种可选的实施方式中，第二偏置电压信号是多个第四光信号中邻道泄露功率比最小的第四光信号对应的第三偏置电压信号；多个第四光信号与多个第三偏置电压信号一一对应；多个第四光信号中每个第四光信号是：对叠加该第四光信号对应的第三偏置电压信号后的第一半波射频电信号进行光调制得到的；多个第三偏置电压信号分别对应的电压互不相同，且多个第三偏置电压信号分别对应的电压均大于或等于第一电压。

另外，该方面中，上述各种可选的实施方式的有益效果可参见第一方面中相关实施方式的有益效果，不再赘述。

第七方面，本申请实施例提供一种通信装置，该装置包括光电探测器和带通滤波器。其中，光电探测器，用于接收半波射频光信号；半波射频光信号是具有全波射频电信号的正半幅度或负半幅度的射频光信号。光电探测器，还用于对半波射频光信号进行光电转换，得到第一电信号，并将第一电信号输出至带通滤波器；光电探测器的通带覆盖基频信号的频谱。带通滤波器，用于对第一电信号进行滤波处理，得到全波射频电信号；带通滤波器的通带只包含基频信号的频谱，全波射频电信号是第一电信号中的基频信号。

可见，第二通信装置与第一通信装置之间传输的半波射频光信号具有全波射频电信号的正半幅度或负半幅度；相较于具有全波射频电信号全部幅度的射频光信号，半波射频光信号的平均光功率更低，从而可以降低第二通信装置和第一通信装置之间的传输光功率，进而有利于降低光器件功耗。在第二通信装置和第一通信装置之间采用光纤传输光信号的场景中，传输光功率的降低还有利于降低光纤传输非线性效应，从而减少光纤传输非线性效应所引起的信号失真。另外，光电探测器和带通滤波器实现了将平均光功率较低的半波射频光信号恢复为功率较高的全波射频电信号，简化了恢复全波射频电信号的方式，并且在第二通信装置需将全波射频电信号输出至天线进行信号辐射的场景下，能够以较低的传输光功率实现天线较高的射频辐射功率。

在一种可选的实施方式中，半波射频光信号是对全波射频电信号相对于直流分量的正半幅度信号进行光调制得到的，或者，半波射频光信号是对全波射频电信号相对于直流分量的负半幅度信号取反后进行光调制得到的。

第八方面，本申请实施例提供一种通信装置，该装置包括光电探测器。光电探测器，用于接收半波射频光信号；半波射频光信号是具有全波射频电信号的正半幅度或负半幅度的射频光信号。光电探测器，还用于对半波射频光信号进行光电转换，得到第一电信号，并从第

一电信号中确定全波射频电信号；光电探测器的通带只包含第一电信号中的基频信号的频谱，全波射频电信号是第一电信号中的基频信号。

可见，第二通信装置与第一通信装置之间传输的半波射频光信号具有全波射频电信号的正半幅度或负半幅度：相较于具有全波射频电信号全部幅度的射频光信号，半波射频光信号的平均光功率更低，从而可以降低第二通信装置和第一通信装置之间的传输光功率，进而有利于降低光器件功耗。在第二通信装置和第一通信装置之间采用光纤传输光信号的场景中，传输光功率的降低还有利于降低光纤传输非线性效应，从而减少光纤传输非线性效应所引起的信号失真。另外，光电探测器实现了将平均光功率较低的半波射频光信号恢复为功率较高的全波射频电信号，简化了恢复全波射频电信号的方式，并且在第二通信装置需将全波射频电信号输出至天线进行信号辐射的场景下，能够以较低的传输光功率实现天线较高的射频辐射功率。

在一种可选的实施方式中，半波射频光信号是对全波射频电信号相对于直流分量的正半幅度信号进行光调制得到的，或者，半波射频光信号是对全波射频电信号相对于直流分量的负半幅度信号取反后进行光调制得到的。

第九方面，本申请还提供一种通信装置。该通信装置可以是第一通信装置或第一通信装置，也可以是第一通信装置或第一通信装置中的芯片，还可以是能够实现全部或部分第一通信装置或第一通信装置功能的逻辑模块或软件。该通信装置具有实现上述第一方面所述的部分或全部实施方式的功能，或者具有实现上述第二方面所述的部分或全部功能实施方式的功能。所述功能可以通过硬件实现，也可以通过硬件执行相应的软件实现。所述硬件或软件包括一个或多个与上述功能相对应的单元或模块。

在一种可能的设计中，该通信装置的结构中可包括处理单元和通信单元，所述处理单元被配置为支持通信装置执行上述方法中相应的功能。所述通信单元用于支持该通信装置与其他通信装置之间的通信。所述通信装置还可以包括存储单元，所述存储单元用于与处理单元和通信单元耦合，其保存通信装置必要的程序指令和数据。

一种实施方式中，所述通信装置包括：处理单元和通信单元；处理单元用于控制通信单元进行数据/信令收发。

处理单元，用于生成全波射频电信号。

处理单元，还用于将全波射频电信号转换为半波射频光信号；半波射频光信号是具有全波射频电信号的正半幅度或负半幅度的射频光信号。

通信单元，用于发送半波射频光信号。

另外，该方面中，通信装置其他可选的实施方式可参见上述第一方面的相关内容，此处不再详述。

另一种实施方式中，通信装置包括：通信单元和处理单元；处理单元用于控制通信单元进行数据/信令收发。

通信单元，用于接收半波射频光信号；半波射频光信号是具有全波射频电信号的正半幅度或负半幅度的射频光信号。

处理单元，用于将半波射频光信号转换为全波射频电信号。

另外，该方面中，通信装置其他可选的实施方式可参见上述第二方面的相关内容，此处不再详述。

作为示例，通信单元可以为收发器或通信接口，存储单元可以为存储器，处理单元可以为处理器。处理器与存储器耦合，存储器用于存储程序或指令处理器，处理器可用于当程序

或指令被处理器执行时使得通信装置执行上述第一方面或第二方面所述的方法，收发器或通信接口可用于收发信号和/或数据。

一种实施方式中，所述通信装置包括：处理器和收发器。

处理器，用于生成全波射频电信号。

处理器，还用于将全波射频电信号转换为半波射频光信号；半波射频光信号是具有全波射频电信号的正半幅度或负半幅度的射频光信号。

收发器，用于发送半波射频光信号。

另外，该方面中，通信装置其他可选的实施方式可参见上述第一方面的相关内容，此处不再详述。

另一种实施方式中，所述通信装置包括：处理器和收发器。

收发器，用于接收半波射频光信号；半波射频光信号是具有全波射频电信号的正半幅度或负半幅度的射频光信号。

处理器，用于将半波射频光信号转换为全波射频电信号。

另外，该方面中，通信装置其他可选的实施方式可参见上述第二方面的相关内容，此处不再详述。

另一种实施方式中，该通信装置为芯片或芯片系统。所述处理单元也可以体现为处理电路或逻辑电路；所述收发单元可以是该芯片或芯片系统上的输入/输出接口、接口电路、输出电路、输入电路、管脚或相关电路等。

在实现过程中，处理器可用于进行，例如但不限于，基带相关处理，收发器或通信接口可用于进行，例如但不限于，射频收发。上述器件可以分别设置在彼此独立的芯片上，也可以至少部分的或者全部的设置在同一块芯片上。例如，处理器可以进一步划分为模拟基带处理器和数字基带处理器。其中，模拟基带处理器可以与收发器（或通信接口）集成在同一块芯片上，数字基带处理器可以设置在独立的芯片上。随着集成电路技术的不断发展，可以在同一块芯片上集成的器件越来越多。例如，数字基带处理器可以与多种应用处理器（例如但不限于图形处理器，多媒体处理器等）集成在同一块芯片之上。这样的芯片可以称为系统芯片（System on a Chip, SoC）。将各个器件独立设置在不同的芯片上，还是整合设置在一个或者多个芯片上，往往取决于产品设计的需要。本申请实施例对上述器件的实现形式不做限定。

第十方面，本申请还提供一种处理器，用于执行上述各种方法。在执行这些方法的过程中，上述方法中有关发送上述信号和接收上述信号的过程，可以理解为由处理器输出上述信号的过程，以及处理器输入的上述信号的过程。在输出上述信号时，处理器将该上述信号输出给收发器，以便由收发器（或通信接口）进行发射。该上述信号在由处理器输出之后，还可能需要进行其他的处理，然后才到达收发器（或通信接口）。类似的，处理器接收输入的上述信号时，收发器（或通信接口）接收该上述信号，并将其输入处理器。更进一步的，在收发器（或通信接口）收到该上述信号之后，该上述信号可能需要进行其他的处理，然后才输入处理器。

对于处理器所涉及的发送和接收等操作，如果没有特殊说明，或者，如果未与其在相关描述中的实际作用或者内在逻辑相抵触，则均可以更加一般性的理解为处理器输出和接收、输入等操作，而不是直接由射频电路和天线所进行的发送和接收操作。

在实现过程中，上述处理器可以是专门用于执行这些方法的处理器，也可以是执行存储器中的计算机指令来执行这些方法的处理器，例如通用处理器。上述存储器可以为非瞬态性（non-transitory）存储器，例如只读存储器（Read Only Memory, ROM），其可以与处理器集

成在同一块芯片上，也可以分别设置在不同的芯片上，本申请实施例对存储器的类型以及存储器与处理器的设置方式不做限定。

第十一方面，本申请还提供了一种通信系统，该系统包括上述方面的第一通信装置和第一通信装置。在另一种可能的设计中，该系统还可以包括本申请提供的方案中与第一通信装置和/或第一通信装置进行交互的其他设备。

第十二方面，本申请提供了一种计算机可读存储介质，计算机可读存储介质存储有计算机程序，当计算机程序被运行时，使得上述第一方面或第二方面任一项所述的方法被执行。

第十三方面，本申请还提供了一种包括指令的计算机程序产品，计算机程序产品包括：计算机程序代码，当计算机程序代码并运行时，使得上述第一方面或第二方面任一项所述的方法被执行。

第十四方面，本申请提供了一种芯片系统，该芯片系统包括处理器和接口，所述接口用于获取程序或指令，所述处理器用于调用所述程序或指令以实现第一方面所涉及的功能，或者用于调用所述程序或指令以实现第二方面所涉及的功能。在一种可能的设计中，所述芯片系统还包括存储器，所述存储器，用于保存终端必要的程序指令和数据。该芯片系统，可以由芯片构成，也可以包括芯片和其他分立器件。

附图说明

图1是本申请实施例提供的一种系统架构的示意图；

图2是本申请实施例提供的一种EML光调制的示意图；

图3是本申请实施例提供的一种DML光调制的示意图；

图4是本申请实施例提供的一种射频电信号的示意图；

图5是本申请实施例提供的一种通信系统的结构示意图；

图6是本申请实施例提供的一种信号传输方法的流程示意图；

图7是本申请实施例提供的一种半波射频光信号的示意图；

图8是本申请实施例提供的一种电吸收调制激光器进行光调制的示意图；

图9是本申请实施例提供的一种直调激光器进行光调制的示意图；

图10是本申请实施例提供的另一种直调激光器进行光调制的示意图；

图11是本申请实施例提供的另一种电吸收调制激光器进行光调制的示意图；

图12是本申请实施例提供的一种频谱调节的示意图；

图13a是本申请实施例提供的一种对第一半波射频电信号进行频谱调节的示意图；

图13b是本申请实施例提供的另一种直调激光器进行光调制的示意图；

图13c是本申请实施例提供的另一种直调激光器进行光调制的示意图；

图14a是本申请实施例提供的另一种对第一半波射频电信号进行频谱调节的示意图；

图14b是本申请实施例提供的另一种直调激光器进行光调制的示意图；

图14c是本申请实施例提供的另一种直调激光器进行光调制的示意图；

图15是本申请实施例提供的一种滤波处理的示意图；

图16是本申请实施例提供的一种第一通信装置1600的示意图；

图17是本申请实施例提供的一种偏置点控制模块1602的示意图；

图18是本申请实施例提供的另一种第一通信装置1600的示意图；

图19是本申请实施例提供的另一种第一通信装置1600的示意图；

图20是本申请实施例提供的一种第一通信装置2000的示意图；

图 21 是本申请实施例提供的另一种第一通信装置 2000 的示意图；
图 22 是本申请实施例提供的另一种第一通信装置 2000 的示意图；
图 23 是本申请实施例提供的另一种第一通信装置 2000 的示意图；
图 24 是本申请实施例提供的另一种第一通信装置 2000 的示意图；
图 25 是本申请实施例提供的一种第一通信装置 2500 的示意图；
图 26 是本申请实施例提供的另一种第一通信装置 2500 的示意图；
图 27 是本申请实施例提供的另一种第一通信装置 2500 的示意图；
图 28 是本申请实施例提供的另一种第一通信装置 2500 的示意图；
图 29 是本申请实施例提供的另一种第一通信装置 2500 的示意图；
图 30 是本申请实施例提供的一种第二通信装置 3000 的示意图；
图 31 是本申请实施例提供的一种第二通信装置 3100 的示意图；
图 32 是本申请实施例提供的一种通信装置的结构示意图；
图 33 是本申请实施例提供的另一种通信装置的结构示意图；
图 34 是本申请实施例提供的另一种通信装置的结构示意图。

具体实施方式

下面结合本申请实施例中的附图对本申请实施例进行描述。

首先，为了更好的理解本申请实施例公开的信号传输方法，对本申请实施例适用的通信系统进行描述。

本申请实施例的技术方案可应用于各种通信系统中。例如，全球移动通信系统、长期演进(long term evolution, LTE)系统、通用移动通信系统、第四代移动通信技术(4th generation, 4G)系统、下一代无线接入网(next-generation radio access network, NG-RAN)、新空口技术(new radio, NR)系统、第五代移动通信技术(5th generation mobile networks, 5G)系统，以及随着通信技术的不断发展，本申请实施例的技术方案还可用于后续演进的通信系统，如第六代移动通信技术(6th generation mobile networks, 6G)系统、第七代移动通信技术(7th generation mobile networks, 7G)系统，等等。

本申请实施例的技术方案可应用于基于射频光传输的无线接入场景中，例如，可应用于无线前传系统、无线基站系统、无线接入点系统、射频光传输系统的高光功率下行链路中，等等。本申请实施例提供的技术方案还可应用于光纤入户(fiber to the room, FTTR)的集中式无线保真(wireless fidelity, Wi-Fi)接入网络(centralized Wi-Fi access network, C-WAN)中或光纤到无线电(fiber to the radio)的 C-WAN 中。另外，本申请实施例提供的技术方案不仅可以支持用于通信的射频信号传输，还可以支持用于感知的射频信号传输。

请参阅图 1，图 1 是本申请实施例提供的一种系统架构的示意图，该系统架构可包括中心端、光纤传输段和天线端。其中，中心端可用于产生射频电信号、将射频电信号转换为射频光信号以及射频通道的波分复用；光纤传输段可用于实现射频光信号的传输和放大；天线端可用于实现波分解复用、将射频光信号转换成射频电信号以及通过天线发射射频电信号。

示例性地，中心端可包括电光转换器件、波分复用器(wavelength division multiplexing, WDM)，光纤传输段可包括光放大器(optical parametric amplifier, OPA)、光纤，天线端可包括波分解复用器(dense wavelength division multiplexing, DWDM)、光电二极管(photoelectric diode, PD)和天线。其中，电光转换器件可用于将射频电信号转换为射频光信号，电光转换器件例如可以是直调激光器(directly modulated laser, DML)、电吸收调制激光器

(electroabsorption-modulated laser, EML) 或马赫-曾德尔调制器 (Mach-Zehnder modulator, MZM) 等。WDM 可用于对不同波长的光信号进行合波, DWDM 可用于对多波长的光信号进行分波。光放大器可用于实现光信号的光功率放大。光纤可连接中心端和天线端, 用于实现射频光信号的长距离低损传输。PD 可用于将射频光信号转换为射频电信号。天线可用于实现射频电信号的空间辐射与接收。

其中, EML 是通过电压改变来实现光调制, DML 是通过电流改变来实现光调制。以输入 EML 或 DML 的射频电信号的直流分量为 0 为例, 本申请实施例提供一种 EML 光调制的示意图如图 2, 以及一种 DML 光调制的示意图如图 3。在图 2 中, 功率-电压曲线表征了 EML 的工作电压与光功率之间的关系, 电压-时间曲线表征了输入 EML 的射频电信号叠加偏置电压信号 (偏置电压信号对应的电压为 V_{bias}) 后的电信号, 功率-时间曲线表征了 EML 对叠加偏置电压信号后的射频电信号进行光调制得到的射频光信号。在图 3 中, 功率-电流曲线表征了 DML 的工作电流与光功率之间的关系, 电流-时间曲线表征了输入 DML 的射频电信号叠加偏置电流信号 (偏置电流信号对应的电流为 I_{bias}) 后的电信号, 功率-时间曲线表征了 DML 对叠加偏置电流信号后的射频电信号进行光调制得到的射频光信号。

下面以图 2 所示的 EML 光调制为例进行说明, DML 光调制与之类似, 不再赘述。结合图 2, 将偏置电压信号作用于 EML 可使得 EML 的偏置电压为偏置电压信号所对应的电压, 那么, EML 进行光调制时其工作电压会按照如图 2 中电压-时间曲线所表示的电信号 (即偏置电压信号与输入 EML 的射频电信号叠加后的电信号) 进行设置, 可得到如图 2 中功率-时间曲线所表示的射频光信号。如果将偏置电压信号对应的电压设置为合适的值 (也就是将 EML 的偏置电压设置为合适的值), 使得 EML 的工作电压位于功率-电压曲线中的线性区, 那么, EML 可进行线性的光调制且光调制得到的光信号与输入 EML 的完整射频电信号可以具有相同的波形。例如, 将如图 4 所示的射频电信号输入 EML, 并将 EML 的偏置电压设置为功率-电压曲线中线性区的中间电压, 那么 EML 进行光调制可得到波形与图 4 所示射频电信号的完整波形相同或基本相同的射频光信号。

请参阅图 5, 图 5 是本申请实施例提供的一种通信系统的结构示意图, 该通信系统包括第一通信装置和第二通信装置。其中, 第一通信装置可用于将全波射频电信号转换为半波射频光信号以及发送半波射频光信号; 第二通信装置可用于接收半波射频光信号, 以及将半波射频光信号转换为全波射频电信号。该通信系统还可以包括第一通信装置与第二通信装置之间用于传输半波射频光信号的信道, 例如光纤、空间等传输媒介; 其中, 基于光纤传输光信号的光纤传输链路可采用单波传输或波分复用传输, 其可包含光纤、光放大器、波分复用器、波分解复用器等。另外, 本申请实施例中, 第一通信装置还可以称为半波射频光产生模块, 第二通信装置还可以称为波形恢复模块。

示例性地, 第一通信装置可安装于基带处理单元 (building baseband unit, BBU) 或集中单元 (centralized unit, CU) 或分布单元 (distributed unit, DU) 中, 第二通信装置可安装于射频拉远单元 (remote radio unit, RRU) 或射频拉远头 (remote radio head, RRH) 中。或者, 第一通信装置可安装于 RRU 或 RRH 中, 第二通信装置可安装于 BBU 或 DU 或 CU 中。又或者, 第一通信装置可安装于 BBU 中, 第二通信装置可安装于有源天线单元 (active antenna unit, AAU) 中。又或者, 第一通信装置可安装于 AAU 中, 第二通信装置可安装于 BBU 中。

本申请实施例中, 全波信号是波形相对于直流分量呈包络对称的信号, 例如图 4 所示的信号相对于黑色虚线所示的直流分量呈包络对称, 因此图 4 所示的信号为全波信号。半波信号是具有全波信号相对于直流分量的正半幅度或负半幅度的信号。其中, 全波信号相对于直

流分量的正半幅度也就是全波信号相对于直流分量的上半部分幅度，其大于或等于该直流分量的幅度。全波信号相对于直流分量的负半幅度也就是全波信号相对于直流分量的下半部分幅度，其小于或等于该直流分量的幅度。本申请实施例中涉及的全波射频电信号为全波信号，半波射频光信号、第一半波射频电信号和第二半波射频电信号均为半波信号。

以下结合附图对本申请实施例进行详细阐述。本申请中的流程示意图以第一通信装置和第二通信装置作为该交互示意的执行主体为例来示意相应的方法，但本申请并不限制交互示意的执行主体。例如，图中的第一通信装置也可以是支持该第一通信装置实现相应方法的芯片或芯片系统或处理器，还可以是能实现全部或部分第一通信装置功能的逻辑模块或软件；图中的第二通信装置也可以是支持该第二通信装置实现相应方法的芯片或芯片系统或处理器，还可以是能实现全部或部分第二通信装置功能的逻辑模块或软件。

请参阅图 6，图 6 是本申请实施例提供的一种信号传输方法的流程示意图，该信号传输方法从第一通信装置和第二通信装置交互的角度进行阐述，该信号传输方法包括以下步骤：

S101、第一通信装置生成全波射频电信号。例如，该全波射频电信号可以是交流耦合、直流分量为 0 的射频电信号。

可选的，全波射频电信号可以是经过了数字预失真（digital pre-distortion, DPD）处理的信号。数字预失真处理有利于对后续执行的光调制这一操作所产生的非线性效应进行矫正，从而减少调制的非线性效应所引起的信号失真。另外，在第一通信装置与第二通信装置之间通过光纤传输光信号这一场景中，数字预失真处理还有利于对光纤的非线性效应进行矫正，从而减少光纤传输非线性效应所引起的信号失真。其中，光纤传输非线性效应例如为受激布里渊散射（stimulated brillouin scattering, SBS）、自相位调制（self-phase modulation, SPM）、交叉相位调制（cross-phase modulation, XPM）、四波混频（four-wave mixing, FWM）。

在一种可选的实施方式中，全波射频电信号可以是经过基带信号调制、数字预失真处理、数模转换、本振混频以及放大处理得到的模拟信号。该实施方式下，第一通信装置生成全波射频电信号，可包括：第一通信装置对基带信号进行调制并对调制后的基带信号进行数字预失真处理；再对数字预失真处理得到的数字信号进行数模转换，得到中频的模拟信号；接着，将该模拟信号与本振进行混频，并将混频得到的电信号进行放大处理，得到全波射频电信号。

另一种可选的实施方式中，全波射频电信号可以是经过基带信号调制、数字预失真处理、数模转换以及本振混频得到的模拟信号。该实施方式下，第一通信装置生成全波射频电信号，可包括：第一通信装置对基带信号进行调制，并对调制后的基带信号进行数字预失真处理；再对数字预失真处理得到的数字信号进行数模转换，得到中频的模拟信号；接着，将该模拟电信号与本振进行混频，得到全波射频电信号。

又一种可选的实施方式中，全波射频电信号可以是经过基带信号调制、射频调制以及数字预失真处理得到的数字信号。该实施方式下，第一通信装置生成全波射频电信号，可包括：第一通信装置对基带信号进行调制，并对调制后的基带信号进行射频调制；接着，对射频调制得到的电信号进行数字预失真处理，得到全波射频电信号。

又一种可选的实施方式中，全波射频电信号可以是第一通信装置通过天线接收到的模拟信号经过放大处理得到的电信号。该实施方式下，第一通信装置可将通过天线接收到的模拟信号进行放大处理，得到全波射频电信号。示例性地，该实施方式可应用于第一通信装置安装于 RRU 或 RRH 或 AAU 的场景中。

又一种可选的实施方式中，全波射频电信号可以是第一通信装置通过天线接收到的模拟

信号经过放大处理以及本振混频得到的电信号。该实施方式下，第一通信装置可将通过天线接收到的模拟信号进行放大处理，再将放大处理得到的电信号与本振进行混频，得到全波射频电信号。示例性地，该实施方式可应用于第一通信装置安装于RRU或RRH或AAU的场景中。

S102、第一通信装置将全波射频电信号转换为半波射频光信号：半波射频光信号是具有全波射频电信号的正半幅度或负半幅度的射频光信号。

其中，全波射频电信号的正半幅度是指全波射频电信号相对于直流分量的正半幅度，其大于或等于该直流分量的幅度；全波射频电信号的负半幅度是指全波射频电信号相对于直流分量的负半幅度，其小于或等于该直流分量的幅度。可见，相比于具有全波射频电信号全部幅度的射频光信号，半波射频光信号的平均光功率更低，从而可以降低第一通信装置和第二通信装置之间的传输光功率，进而有利于降低光器件功耗。另外，在第一通信装置和第二通信装置之间采用光纤传输光信号的场景中，传输光功率的降低还有利于降低光纤传输非线性效应，从而减少光纤传输非线性效应所引起的信号失真。

另外，本申请实施例并不限制半波射频光信号具有全波射频电信号相对于直流分量绝对的正半幅度或绝对的负半幅度。可理解地，半波射频光信号除了可以是具有全波射频电信号相对于直流分量的全部正半幅度或全部负半幅度之外，也可以是具有全波射频电信号相对于直流分量的大部分正半幅度或大部分负半幅度；还可以是具有全波射频电信号相对于直流分量的全部正半幅度以及小部分负半幅度，或是具有全波射频电信号相对于直流分量的全部负半幅度以及小部分正半幅度；还可以是具有全波射频电信号相对于直流分量的大部分正半幅度以及小部分负半幅度，或是具有全波射频电信号相对于直流分量的大部分负半幅度以及小部分正半幅度。

例如，以全波射频电信号为图4所示的射频电信号为例，半波射频光信号有可能的波形例如图7中(A)部分至(D)部分所示，图7中(A)部分至(D)部分中虚线表示了图4所示射频电信号对应的直流分量进行光调制后的功率。图7中，(A)部分所示半波射频光信号具有全波射频电信号相对于直流分量的全部正半幅度，(B)部分所示半波射频光信号具有全波射频电信号相对于直流分量的全部正半幅度以及小部分负半幅度，(C)部分所示半波射频光信号具有全波射频电信号相对于直流分量的大部分正半幅度，(D)部分所示半波射频光信号具有全波射频电信号相对于直流分量的大部分正半幅度和小部分负半幅度。

可选的，半波射频光信号是对全波射频电信号相对于直流分量的正半幅度信号进行光调制得到的，或者，半波射频光信号是对全波射频电信号相对于直流分量的负半幅度信号取反后进行光调制得到的。其中，全波射频电信号相对于直流分量的正半幅度信号是：具有全波射频电信号相对于直流分量的正半幅度的射频电信号；全波射频电信号相对于直流分量的负半幅度信号是：具有全波射频电信号相对于直流分量的负半幅度的射频电信号。

在一种可选的实施方式中，第一通信装置将全波射频电信号转换为半波射频光信号，可包括：第一通信装置对全波射频电信号叠加第一偏置电信号，第一偏置电信号是第一偏置电压信号或第一偏置电流信号；第一通信装置对叠加第一偏置电信号后的全波射频电信号进行光调制，得到半波射频光信号。该实施方式可应用于全波射频电信号是经过基带信号调制、数字预失真处理、数模转换、本振混频以及放大处理得到的模拟信号这一情况中，还可应用于全波射频电信号是第一通信装置通过天线接收到的模拟信号经过放大处理得到的电信号这一情况中，还可应用于全波射频电信号是第一通信装置通过天线接收到的模拟信号经过放大处理以及本振混频得到的电信号这一情况中。可选的，第一通信装置对全波射频电信号叠加

第一偏置电信号可以是第一通信装置采用耦合器实现的。

在第一偏置电信号是第一偏置电压信号、第一偏置电信号是第一偏置电流信号这两种情况下，第一通信装置对叠加第一偏置电信号后的全波射频电信号进行光调制得到半波射频光信号这一操作的具体方式可能有所不同。下面针对第一偏置电信号是第一偏置电压信号、第一偏置电信号是第一偏置电流信号这两种情况分别进行阐述，如下述可选的实施方式 1.1 和实施方式 1.2 所述。

实施方式 1.1，第一偏置电信号是第一偏置电压信号的情况。这一情况下，第一通信装置对叠加第一偏置电信号后的全波射频电信号进行光调制，得到半波射频光信号，可包括：第一通信装置通过电吸收调制激光器，对叠加第一偏置电压信号后的全波射频电信号进行光调制，得到半波射频光信号。

可理解地，第一偏置电压信号作用于电吸收调制激光器，可使得电吸收调制激光器的偏置电压为第一偏置电压信号对应的电压。电吸收调制激光器对叠加第一偏置电压信号后的全波射频电信号进行光调制，也就是：偏置电压为第一偏置电压信号对应电压的电吸收调制激光器对全波射频电信号进行光调制，这一光调制的过程中，电吸收调制激光器的工作电压按照叠加第一偏置电压信号后的全波射频电信号进行设置。其中，电吸收调制激光器是通过电压改变来实现光调制的激光器，例如，电吸收调制激光器可以是 EML。

示例性地，以全波射频电信号对应的直流分量为 0 为例，结合图 8，在图 8 中，功率-电压曲线表征了电吸收调制激光器的工作电压与光功率之间的关系，电压-时间曲线表征了叠加第一偏置电压信号后的全波射频电信号，功率-时间曲线表征了半波射频光信号。可见，电吸收调制激光器的工作电压越小，电吸收调制激光器进行光调制得到的光功率越大；电吸收调制激光器的工作电压越大，电吸收调制激光器进行光调制得到的光功率越小。基于电吸收调制激光器的这一特性，将电吸收调制激光器的偏置电压设置于第一偏置电压信号对应的低输出光功率点（高电压），使得电吸收调制激光器的工作电压按照第一偏置电压信号和全波射频电信号叠加后的电信号进行设置，从而电吸收调制激光器进行光调制可得到半波射频光信号。

可选的，电吸收调制激光器可以包括激光二极管和电吸收调制器。第一通信装置可通过激光二极管，产生连续光波信号；通过电吸收调制器，将叠加第一偏置电压信号后的全波射频电信号调制到连续光波信号上，得到半波射频光信号。可见，第一通信装置可通过激光二极管产生光源，通过电吸收调制器实现光调制，也就是说，光源产生和光调制是解耦的，有利于在第一偏置电压信号对应的电压较大时减少光源带宽对高频调制的影响。另外，电吸收调制激光器包括的激光二极管例如可以是相对强度噪声（relative intensity noise, RIN）较低的激光二极管（laser diode, LD），电吸收调制器例如可以是电吸收调制器（electroabsorption-modulated laser, EAM）。

实施方式 1.2，第一偏置电信号是第一偏置电流信号的情况。这一情况下，第一通信装置对叠加第一偏置电信号后的全波射频电信号进行光调制，得到半波射频光信号，可包括：第一通信装置通过直调激光器，对叠加第一偏置电流信号后的全波射频电信号进行光调制，得到半波射频光信号；第一偏置电流信号对应的电流大于或等于直调激光器的阈值电流，且第一偏置电流信号对应的电流与阈值电流之间的差值在第一范围内。

可理解地，第一偏置电流信号作用于直调激光器，可使得直调激光器的偏置电流为第一偏置电流信号对应的电流。直调激光器对叠加第一偏置电流信号后的全波射频电信号进行光调制，也就是：偏置电流为第一偏置电流信号对应电流的直调激光器对全波射频电信号进行光调制，这一光调制的过程中，直调激光器的工作电流按照叠加第一偏置电流信号后的全波

射频电信号进行设置。其中，直调激光器是通过电流改变来实现光调制的激光器，例如，直调激光器可以是 DML。

其中，第一范围满足：第一偏置电流信号对应的电流与阈值电流之间的差值在第一范围内时，叠加第一偏置电流信号后的全波射频电信号中存在对应电流小于阈值电流的射频电信号；能够保证直调激光器进行光调制时能够截断对应电流小于阈值电流的这部分射频电信号，从而得到半波射频光信号。第一范围可以是预定义的，也可以是基于直调激光器的性能确定的，不作限制。另外，第一范围可以设置得较小，也就是第一偏置电流信号对应的电流等于阈值电流或略大于阈值电流，有利于第一通信装置通过直调激光器对叠加第一偏置电流信号后的全波射频电信号进行光调制，能够得到平均光功率更低的半波射频光信号。

示例性地，以全波射频电信号对应的直流分量为 0 为例，结合图 9，在图 9 中，功率-电流曲线表征了直调激光器的工作电流与光功率之间的关系，电流-时间曲线表征了叠加第一偏置电流信号后的全波射频电信号，功率-时间曲线表征了半波射频光信号。可见，直调激光器的工作电流小于或等于阈值电流时，直调激光器进行光调制得到的光功率为零；针对直调激光器的工作电流大于阈值电流的情况，直调激光器的工作电流越大，直调激光器进行光调制得到的光功率越大。基于直调激光器的这一特性，将全波射频电信号和对应电流与阈值电流之间的差值在第一范围内的第一偏置电流信号进行叠加，使得直调激光器的工作电流按照第一偏置电流信号和全波射频电信号叠加后的电信号进行设置，从而直调激光器可以截断叠加第一偏置电流信号后的全波射频电信号中对应电流小于阈值电流的射频电信号，而对叠加第一偏置电流信号后的全波射频电信号中对应电流大于阈值电流的射频电信号进行光调制，从而得到半波射频光信号。

下面对第一偏置电信号进一步阐述，以下对第一偏置电信号的阐述既适用于第一偏置电信号是第一偏置电压信号的情况，也适用于第一偏置电信号是第一偏置电流信号的情况：

可选的，第一偏置电信号满足：对第一光信号进行光电转换得到的电信号所对应的多个频谱分量之间的系数比例满足第一比例，该第一光信号是对叠加第一偏置电信号后的偏置点检测电信号进行光调制得到的光信号。其中，对第一光信号进行光电转换得到的电信号所对应的多个频谱分量中每个频谱分量的系数可以是：第一通信装置对第一光信号进行光电转换，再对该光电转换得到的电信号依次进行滤波处理、放大处理、模数转换和频谱分析得到的。另外，第一比例可以是基于偏置点检测电信号的类型确定的，采用不同类型的偏置点检测电信号时第一比例可能不同。

示例性地，偏置点检测电信号可以是低频正弦波信号，该低频正弦波信号的频率远小于全波射频电信号的频率，例如该低频正弦波信号可以是低频的单频正弦波信号。在偏置点检测电信号是低频正弦波信号这一情况下，第一偏置电信号满足：对第一光信号进行光电转换得到的电信号所对应的直流分量对应的系数、1 阶谐波分量对应的系数、2 阶谐波分量对应的系数和 3 阶谐波分量对应的系数之间的比例与 0.32:0.5:0.21:0 之间的误差在第二范围内。也就是说，第一通信装置可对叠加第一偏置电信号后的低频正弦波信号进行光调制，得到第一光信号；再对第一光信号进行光电转换，并对该光电转换后的电信号依次进行滤波处理、放大处理、模数转换和频谱分析，获得对第一光信号进行光电转换得到的电信号所对应的各频谱分量对应的系数，其中，直流分量对应的系数、1 阶谐波分量对应的系数、2 阶谐波分量对应的系数和 3 阶谐波分量对应的系数之间的比例与 0.32:0.5:0.21:0 之间的误差在第二范围内。

该第二范围可以是预定义的，也可以是基于对第一通信装置的性能要求确定的。可选的，该第二范围可以设置得较小，从而对第一光信号进行光电转换得到的电信号所对应的直流分

量对应的系数、1阶谐波分量对应的系数、2阶谐波分量对应的系数和3阶谐波分量对应的系数之间的比例与0.32:0.5:0.21:0之间的误差较小。对第一光信号进行光电转换得到的电信号所对应的直流分量对应的系数、1阶谐波分量对应的系数、2阶谐波分量对应的系数和3阶谐波分量对应的系数之间的比例与0.32:0.5:0.21:0之间的误差越小,基于第一偏置电流信号得到的半波射频光信号的波形越接近于全波射频电信号相对于直流分量的全部正半幅度或全部负半幅度的波形,从而可获得平均光功率越低的半波射频光信号,那么第一通信装置与第二通信装置之间的传输光功率越低,可以更有效地降低光器件功耗,以及在第一通信装置和第二通信装置之间采用光纤传输光信号的场景中更有效地降低光纤传输非线性效应。

可选的,第一通信装置可通过以下操作确定第一偏置电信号:第一通信装置生成偏置点检测电信号,该偏置点检测电信号是经过数模转换的模拟信号。第一通信装置对偏置点检测电信号叠加第二偏置电信号,对叠加第二偏置电信号后的偏置点检测电信号进行光调制,得到第二光信号。如果对第二光信号进行光电转换得到的电信号所对应的多个频谱分量之间的系数比例满足第一比例,第一通信装置可确定第一偏置电信号为第二偏置电信号;否则,第一通信装置可调整第二偏置电信号,对偏置点检测电信号叠加调整后的第二偏置电信号,并对叠加了调整后的第二偏置电信号的偏置点检测电信号进行光调制,第一通信装置判断对光调制得到的光信号进行光电转换得到的电信号所对应的多个频谱分量之间的系数比例是否满足第一比例。在满足时,第一通信装置可确定第一偏置电信号为调整后的第二偏置电信号。

在不满足时,第一通信装置再次执行调整第二偏置电信号、对偏置点检测电信号叠加调整后的第二偏置电信号、对叠加了调整后的第二偏置电信号的偏置点检测电信号进行光调制、判断对光调制得到的光信号进行光电转换得到的电信号所对应的多个频谱分量之间的系数比例是否满足第一比例这些操作:直至调整后的第二偏置电信号可实现:第一通信装置对光调制得到的光信号进行光电转换得到的电信号所对应的多个频谱分量之间的系数比例满足第一比例时,第一通信装置将该调整后的第二偏置电信号确定为第一偏置电信号,而不再执行调整第二偏置电信号、对偏置点检测电信号叠加调整后的第二偏置电信号、对叠加了调整后的第二偏置电信号的偏置点检测电信号进行光调制、判断对光调制得到的光信号进行光电转换得到的电信号所对应的多个频谱分量之间的系数比例是否满足第一比例这些操作。

另外,在时分双工(time division duplexing, TDD)模式中,第一通信装置通过上述操作确定第一偏置电信号这一过程可以在第一通信装置不产生全波射频电信号这一空闲时间中执行的,在这一空闲时间中,第一通信装置可以持续或周期性地产生偏置点检测电信号,直至第一通信装置产生全波射频电信号这一非空闲时间或者第一通信装置确定了第一偏置电信号时,第一通信装置可停止产生偏置点检测电信号。

另外,第一通信装置对叠加了第二偏置电信号的偏置点检测电信号进行光调制、第一通信装置对叠加了调整后的第二偏置电信号的偏置点检测电信号进行光调制这些操作,与第一通信装置对叠加第一偏置电信号后的全波射频电信号进行光调制这一操作类似,具体阐述可参考前述的相关阐述,不再赘述。

下面以第一偏置电信号是第一偏置电压信号这一情况为例对第一通信装置确定第一偏置电信号进行举例阐述,第一偏置电信号是第一偏置电流信号的情况与之类似,不再赘述。

例如,第一通信装置产生偏置点检测电信号。第一通信装置对偏置点检测电信号叠加电压信号#1(电压信号#1对应的电压为 V_1),并对叠加电压信号#1后的偏置点检测电信号进行光调制,得到光信号#1。第一通信装置对光信号#1进行光电转换得到的电信号所对应的多个频谱分量之间的系数比例不满足第一比例,因此,第一通信装置可将待与偏置点检测电信号

叠加的偏置电压信号调整为电压信号#2（电压信号#2 对应的电压为 V_2 ）。然后，第一通信装置对偏置点检测电信号叠加电压信号#2，并对叠加电压信号#2 后的偏置点检测电信号进行光调制，得到光信号#2。第一通信装置对光信号#2 进行光电转换得到的电信号所对应的多个频谱分量之间的系数比例依然不满足第一比例，因此，第一通信装置可再将待与偏置点检测电信号叠加的偏置电压信号调整为电压信号#3（电压信号#3 对应的电压为 V_3 ）。接着，第一通信装置对偏置点检测电信号叠加电压信号#3，并对叠加电压信号#3 后的偏置点检测电信号进行光调制，得到光信号#3。第一通信装置对光信号#3 进行光电转换得到的电信号所对应的多个频谱分量之间的系数比例满足了第一比例，那么，第一通信装置可确定电压信号#3 即为第一偏置电压信号。

另一种可选的实施方式中，第一通信装置将全波射频电信号转换为半波射频光信号，可包括：第一通信装置将全波射频电信号转换为第一半波射频电信号，第一半波射频电信号是具有全波射频电信号在模拟域的正半幅度或负半幅度的射频电信号；第一通信装置通过调制激光器，对第一半波射频电信号叠加第三偏置电信号，并对叠加第三偏置电信号后的第一半波射频电信号进行光调制，得到半波射频光信号。可见，第一通信装置可通过先将作为全波信号的全波射频电信号转换为作为半波信号的第一半波射频电信号，再将作为半波信号的第一半波射频电信号转换为作为半波信号的半波射频光信号，来实现将全波射频电信号转换为半波射频光信号。

其中，全波射频电信号在模拟域的正半幅度是指全波射频电信号在模拟域相对于直流分量的正半幅度，全波射频电信号在模拟域的负半幅度是指全波射频电信号在模拟域相对于直流分量的负半幅度。另外，本申请实施例并不限制第一半波射频电信号具有全波射频电信号在模拟域相对于直流分量绝对的正半幅度或绝对的负半幅度，与半波射频光信号类似，具体阐述可参考前述对半波射频光信号的相关阐述，此处不再赘述。

可选的，第一半波射频电信号是全波射频电信号在模拟域相对于直流分量的正半幅度信号，或者，第一半波射频电信号是对全波射频电信号在模拟域相对于直流分量的负半幅度信号进行取反得到的。

下面针对全波射频电信号是模拟信号、全波射频电信号是数字信号这两种情况，分别对第一通信装置将全波射频电信号转换为第一半波射频电信号这一操作进行阐述，如下述可选的实施方式 2.1 和实施方式 2.2 所述。

实施方式 2.1，全波射频电信号是模拟信号的情况，例如，全波射频电信号是经过基带信号调制、数字预失真处理、数模转换以及本振混频得到的模拟信号，或者，全波射频电信号是第一通信装置通过天线接收到的模拟信号经过放大处理得到的电信号，或者，全波射频电信号是第一通信装置通过天线接收到的模拟信号经过放大处理以及本振混频得到的电信号。这一情况下，第一通信装置将全波射频电信号转换为第一半波射频电信号，可包括：第一通信装置通过低噪声功率放大器，将全波射频电信号转换为第一半波射频电信号。可见，通过低噪声功率放大器，第一通信装置可在模拟域将全波射频电信号转换为第一半波射频电信号。其中，低噪声功率放大器可用于对作为全波信号的射频电信号进行处理以获得作为半波信号的射频电信号，该低噪声功率放大器例如可以是低噪声放大器（low noise amplifier, LNA）。

例如，低噪声功率放大器可以是 B 类低噪声功率放大器（如 B 类 LNA），该 B 类低噪声功率放大器具有较小的邻道泄漏功率比（adjacent channel leakage power ratio, ACLR）。B 类低噪声功率放大器所产生的第一半波射频电信号可以准确地截取到全波射频电信号的幅度中点（即全波射频电信号对应的直流分量的位置），也就是说，采用 B 类低噪声功率放大器得

到的第一半波射频电信号可具有全波射频电信号相对于直流分量的全部正半幅度或全部负半幅度。又例如，在 ACLR 性能要求允许的情况下，低噪声功率放大器也可以是 AB 类低噪声功率放大器（如 AB 类 LNA）或 C 类低噪声功率放大器（如 C 类 LNA），AB 类低噪声功率放大器的 ACLR 和 C 类低噪声功率放大器的 ACLR 均略高于 B 类低噪声功率放大器的 ACLR。

实施方式 2.2，全波射频电信号是数字信号的情况，例如，全波射频电信号是经过基带信号调制、射频调制以及数字预失真处理得到的数字信号。这一情况下，第一通信装置将全波射频电信号转换为第一半波射频电信号，可包括：第一通信装置将全波射频电信号转换为第二半波射频电信号；第二半波射频电信号是具有全波射频电信号在数字域的正半幅度或负半幅度的射频电信号；第一通信装置对第二半波射频电信号进行数模转换，得到第一半波射频电信号。可见，第二半波射频电信号是数字信号。第一通信装置可在数字域将全波射频电信号转换为第二半波射频电信号，再对作为数字信号的第二半波射频电信号进行数模转换，以得到作为模拟信号的第一半波射频电信号。

其中，全波射频电信号在数字域的正半幅度是指全波射频电信号在数字域相对于直流分量的正半幅度，全波射频电信号在数字域的负半幅度是指全波射频电信号在数字域相对于直流分量的负半幅度。另外，本申请实施例并不限制第二半波射频电信号具有全波射频电信号在数字域相对于直流分量绝对的正半幅度或绝对的负半幅度，与半波射频光信号类似，具体阐述可参考前述对半波射频光信号的相关阐述，此处不再赘述。

可选的，第二半波射频电信号是全波射频电信号在数字域相对于直流分量的正半幅度信号，或者，第二半波射频电信号是对全波射频电信号在数字域相对于直流分量的负半幅度信号进行取反得到的。

下面针对调制激光器为直调激光器、调制激光器为电吸收调制激光器这两种情况，分别对第一通信装置通过调制激光器对第一半波射频电信号叠加第三偏置电信号，并对叠加第三偏置电信号后的第一半波射频电信号进行光调制得到半波射频光信号这一操作进行阐述，如下述可选的实施方式 3.1 和实施方式 3.2 所述。

实施方式 3.1，调制激光器为直调激光器的情况。这一情况下，第三偏置电信号是第二偏置电流信号，第二偏置电流信号对应的电流大于或等于直调激光器的阈值电流。第一通信装置可通过直调激光器，对第一半波射频电信号叠加第二偏置电流信号，并对叠加第二偏置电流信号后的第一半波射频电信号进行光调制，得到半波射频光信号。

示例性地，以全波射频电信号对应的直流分量为 0 为例，结合图 10，在图 10 中，功率-电流曲线表征了直调激光器的工作电流与光功率之间的关系，直调激光器的工作电流与光功率之间的关系可参见前述对直调激光器的相关阐述，此处不再赘述；电流-时间曲线表征了叠加第二偏置电流信号后的第一半波射频电信号，功率-时间曲线表征了半波射频光信号。基于直调激光器的工作电流与光功率之间的关系，将第一半波射频电信号与对应电流大于或等于阈值电流的第二偏置电流信号进行叠加，使得直调激光器的工作电流按照叠加第二偏置电流信号后的第一半波射频电信号进行设置，从而直调激光器进行光调制可得到半波射频光信号。

可选的，第二偏置电流信号是多个第三光信号中信噪比最大的第三光信号对应的第三偏置电流信号。该多个第三光信号与多个第三偏置电流信号一一对应，多个第三光信号中每个第三光信号是：对叠加该第三光信号对应的第三偏置电流信号后的第一半波射频电信号进行光调制得到的。多个第三偏置电流信号分别对应的电流互不相同，且多个第三偏置电流信号分别对应的电流均大于或等于阈值电流。可理解的，第一通信装置可设置对应不同电流的多个第三偏置电流信号，第一通信装置针对该多个第三偏置电流信号中每个第三偏置电流信号，

对叠加该第三偏置电流信号后的第一半波射频电信号进行光调制，从而可得到多个第三光信号，得到该多个第三光信号中信噪比最大的第三光信号所采用的第三偏置电流信号即可作为第二偏置电流信号。

可选的，多个第三偏置电流信号分别对应的电流除了均大于或等于阈值电流之外，还均小于或等于第一电流，相应的，多个第三光信号的平均光功率均小于或等于直调激光器在工作电流为第一电流时进行光调制得到的光功率。其中，第一电流可以预定义的，还可以是基于预定义的光功率确定的（第一电流可以是直调激光器进行光调制得到预定义的光功率所需的工作电流）。

示例性地，可基于直调激光器的相对强度噪声和调制带宽特性，确定第二偏置电流信号。具体地，可将直调激光器的偏置电流从阈值电流开始往增大方向进行扫描，由于偏置电流在不断变化，与偏置电流对应的第三偏置电流信号也不断变化；直调激光器会持续对叠加第三偏置电流信号后的第一半波射频电信号进行光调制，得到第三光信号；在得到的第三光信号具有最大信噪比时，与直调激光器当前的偏置电流对应的第三偏置电流信号即可为第二偏置电流信号。可选的，在确定了第一电流的情况下，可以将直调激光器的偏置电流在阈值电流与第一电流这一范围内，从阈值电流开始往增大方向进行扫描。

另外，在信噪比性能要求允许的情况下，第二偏置电流信号也可以是多个第三光信号中信噪比大于第一值的第三光信号所对应的第三偏置电流信号，该第一值可以根据信噪比性能要求预定义的。

实施方式 3.2，调制激光器为电吸收调制激光器的情况。这一情况下，第三偏置电信号是第二偏置电压信号，第二偏置电压信号对应的电压大于第一电压。第一通信装置可通过电吸收调制激光器，对第一半波射频电信号叠加第二偏置电压信号，并对叠加第二偏置电压信号后的第一半波射频电信号进行光调制，得到半波射频光信号。

示例性地，以全波射频电信号对应的直流分量为 0 为例，结合图 11，在图 11 中，功率-电压曲线表征了电吸收调制激光器的工作电压与光功率之间的关系，电吸收调制激光器的工作电压与光功率之间的关系可参见前述对电吸收调制激光器的相关阐述，此处不再赘述：电压-时间曲线表征了叠加第二偏置电压信号后的第一半波射频电信号，功率-时间曲线表征了半波射频光信号。基于电吸收调制激光器的工作电压与光功率之间的关系，将第一半波射频电信号与对应电压大于第一电压的第二偏置电压信号进行叠加，使得电吸收调制激光器的工作电压按照叠加第二偏置电压信号后的第一半波射频电信号进行设置，从而电吸收调制激光器进行光调制可以得到半波射频光信号。

其中，第一电压可以是预定义的，还可以是基于预定义的光功率确定的（第一电压可以是电吸收调制激光器进行光调制得到预定义的光功率所需的工作电压）。例如，第一电压大于功率-电压曲线中线性区的中间电压。另外，第二偏置电压信号对应的电压可以设置在低输出光功率点（高电压），有利于获得平均光功率更低的半波射频光信号，从而更有效地降低光器件功耗，以及在第一通信装置和第二通信装置之间采用光纤传输光信号的场景中，更有效地降低光纤传输非线性效应。

可选的，第二偏置电压信号是多个第四光信号中邻道泄露功率比最小的第四光信号对应的第三偏置电压信号：多个第四光信号与多个第三偏置电压信号一一对应：多个第四光信号中每个第四光信号是：对叠加该第四光信号对应的第三偏置电压信号后的第一半波射频电信号进行光调制得到的。其中，多个第三偏置电压信号分别对应的电压互不相同，且多个第三偏置电压信号分别对应的电压均大于或等于第一电压，相应的，多个第四光信号的平均光功

率均小于或等于电吸收调制激光器在工作电压为第一电压时进行光调制得到的光功率。可理解的，第一通信装置可设置对应不同电压的多个第三偏置电压信号，第一通信装置针对该多个第三偏置电压信号中每个第三偏置电压信号，对叠加该第三偏置电压信号后的第一半波射频电信号进行光调制，从而可得到多个第四光信号，得到该多个第四光信号中 ACLR 最小的第四光信号所采用的第三偏置电压信号即可作为第二偏置电压信号。

示例性地，可将电吸收调制激光器的偏置电压从第一电压开始往增大方向进行扫描，由于偏置电压在不断变化，与偏置电压对应的第三偏置电压信号也不断变化；电吸收调制激光器会持续对叠加第三偏置电压信号后的第一半波射频电信号进行光调制，得到第四光信号；在得到的第四光信号具有最小 ACLR 时，与电吸收调制激光器当前的偏置电压对应的第三偏置电压信号即可为第二偏置电压信号。

另外，在 ACLR 性能要求允许的情况下，第二偏置电压信号也可以是多个第四光信号中邻道泄露功率比小于第二值的第四光信号所对应的第三偏置电压信号，该第二值可以是根据 ACLR 性能要求预定义的。

另外，实施方式 3.1、实施方式 3.2 与实施方式 2.1、实施方式 2.2 可任意组合，例如，第一通信装置可采用实施方式 2.1 将全波射频电信号转换为第一半波射频电信号，采用实施方式 3.1 得到半波射频光信号；或者，第一通信装置可采用实施方式 2.1 将全波射频电信号转换为第一半波射频电信号，采用实施方式 3.2 得到半波射频光信号；或者，第一通信装置可采用实施方式 2.2 将全波射频电信号转换为第一半波射频电信号，采用实施方式 3.1 得到半波射频光信号；或者，第一通信装置可采用实施方式 2.2 将全波射频电信号转换为第一半波射频电信号，采用实施方式 3.2 得到半波射频光信号。

可选的，该方法还可以包括：第一通信装置采用滤波函数对第一半波射频电信号进行频谱调节。那么，第一通信装置可通过调制激光器，对频谱调节后的第一半波射频电信号叠加第三偏置电信号，并对频谱调节且叠加第三偏置电信号后的第一半波射频电信号进行光调制，得到半波射频光信号。该实施方式通过对第一半波射频电信号进行频谱调节，能够对第一半波射频电信号中各频谱分量（如直流分量、基带分量、谐波分量）的幅度进行调整，如图 12 所示，从而优化第一半波射频电信号的波形。可选的，滤波函数可以由基频为全波射频电信号的中心频点（即全波射频电信号的载波频率）的带通滤波器实现，第一通信装置可以通过基频为中心频点的带通滤波器对第一半波射频电信号进行频谱调节。示例性地，第一通信装置可通过设计带通滤波器的滚降系数来调节第一半波射频电信号中直流分量、基带分量和谐波分量的幅度比值，以实现第一半波射频电信号进行频谱调节。

示例性地，针对第一半波射频电信号中幅度小于直流分量对应幅度的这部分信号，在这部分信号的幅度与直流分量对应幅度之间的差值较大这一情况下，第一通信装置可采用滤波函数对第一半波射频电信号中基带分量和谐波分量的幅度进行调节，以减小这部分信号的幅度与直流分量对应幅度之间的差值。在调制激光器为直调激光器时该方式可以减少叠加第二偏置电压信号后的第一半波射频电信号中对应电流小于阈值电流的信号，从而减少直流激光器进行光调制时截断的对应电流小于阈值电流的信号，进而减小直流激光器截断信号对 ACLR 的劣化影响。

例如，以全波射频电信号对应的直流分量为 0 为例。如图 13a 所示，图 13a 中 (A) 部分所示为第一通信装置对全波射频电信号转换得到的第一半波射频电信号，该第一半波射频电信号中存在部分信号的幅度小于直流分量对应幅度且与直流分量对应幅度之间的差值较大，第一通信装置可采用滤波函数对该第一半波射频电信号进行频谱调节，得到如图 13a 中 (B)

部分所示的频谱调节后的第一半波射频电信号；可见，针对第一半波射频电信号中幅度小于直流分量对应幅度的这部分信号，图 13a 中 (B) 部分所示的频谱调节后的第一半波射频电信号中这部分信号的幅度与直流分量对应幅度之间的差值，小于 (A) 部分所示的频谱调节前的第一半波射频电信号中这部分信号的幅度与直流分量对应幅度之间的差值。

图 13b 中电流-时间曲线表征了图 13a 中 (A) 部分所示的第一半波射频电信号叠加第二偏置电流信号得到的电信号，功率-时间曲线表征了直调激光器对图 13b 中电流-时间曲线所示的电信号进行光调制得到的光信号。图 13c 中电流-时间曲线表征了图 13a 中 (B) 部分所示的频谱调节后的第一半波射频电信号叠加第二偏置电流信号得到的电信号，功率-时间曲线表征了直调激光器对图 13c 中电流-时间曲线所示的电信号进行光调制得到的光信号。可见，相比于图 13b 所示，直调激光器基于图 13c 所示进行光调制时所截断的信号更少，直流激光器截断信号对 ACLR 的劣化影响更小。

示例性地，在调制激光器为直调激光器，且为了提高直调激光器的调制带宽和降低 RIN 噪声而使得第二偏置电流信号对应的电流大于阈值电流这一场景中，第一通信装置可采用滤波函数降低第一半波射频电信号中基带分量和谐波分量的幅度，从而将第一半波射频电信号的部分幅度调整为小于直流分量对应幅度，以使得频谱调节后的第一半波射频电信号的波形更好地适配直调激光器的功率-电流曲线，有利于提高阈值电流与第二偏置电流信号对应电流之间的这段电流的利用率。

例如，以全波射频电信号对应的直流分量为 0 为例。如图 14a 所示，图 14a 中 (A) 部分所示为第一通信装置对全波射频电信号转换得到的第一半波射频电信号，(B) 部分所示为第一通信装置采用滤波函数降低第一半波射频电信号中基带分量和谐波分量的幅度后得到的第一半波射频电信号。图 14b 中电流-时间曲线表征了图 14a 中 (A) 部分所示的第一半波射频电信号叠加第二偏置电流信号得到的电信号，可见，直调激光器进行光调制的过程中其工作电流位于阈值电流与第二偏置电流信号对应电流之间的时间相对较少，也就是说，在光调制的过程中阈值电流与第二偏置电流信号对应电流之间的这段电流使用得较少。图 14c 中电流-时间曲线表征了图 14a 中 (B) 部分所示的频谱调制后的第一半波射频电信号叠加第二偏置电流信号得到的电信号，可见，第一通信装置采用滤波函数降低第一半波射频电信号中基带分量和谐波分量的幅度，能够增加直调激光器进行光调制的过程中其工作电流位于阈值电流与第二偏置电流信号对应电流之间的时间，从而增加了光调制的过程中阈值电流与第二偏置电流信号对应电流之间的这段电流的使用，即增加了阈值电流与第二偏置电流信号对应电流之间的这段电流的利用率。

S103、第一通信装置发送半波射频光信号；相应的，第二通信装置接收半波射频光信号。

S104、第二通信装置将半波射频光信号转换为全波射频电信号。

在一种可选的实施方式中，第二通信装置将半波射频光信号转换得到的全波射频电信号是：对半波射频光信号进行光电转换得到的电信号中的基频信号。该基频信号的中心频率与第一通信装置生成的全波射频电信号的载波频率相同。可选的，第一通信装置生成的全波射频电信号的载波频率可以是第一通信装置发送给第二通信装置的。

可选的一种方式中，第二通信装置将半波射频光信号转换为全波射频电信号，可包括：第二通信装置通过光电探测器对半波射频光信号进行光电转换，得到第一电信号，光电探测器的通带覆盖基频信号的频谱；第二通信装置通过带通滤波器对第一电信号进行滤波处理，得到全波射频电信号，带通滤波器的通带只包含基频信号的频谱。其中，光电探测器例如可以是 PD。可见，第二通信装置将半波射频光信号转换为全波射频电信号可以通过光电探测器

和带通滤波器实现，而可以不采用复杂的算法处理，简化了恢复全波射频电信号的方式。

其中，带通滤波器的通带只包含基频信号的频谱是说明带通滤波器的通带只包含基频信号的射频频谱，不包含直流分量、基带分量、二阶及二阶以上的谐波分量的射频频谱。后文的光电探测器的通带只包含基频信号的频谱与之类似，后文不再赘述。

可理解地，如图 15 所示，通过光电探测器对半波射频光信号进行光电转换得到的第一电信号可能包括：直流分量、基带分量、基频分量、二阶及二阶以上的谐波分量，由于带通滤波器的通带只包含基频信号的频谱，而不含直流分量、基带分量和二阶及二阶以上的谐波分量，因此带通滤波器能够过滤出第一电信号中的基频信号，从而获得全波射频电信号。

可选的另一种方式中，第二通信装置将半波射频光信号转换为全波射频电信号，可包括：第二通信装置通过光电探测器，对半波射频光信号进行光电转换，得到第一电信号，并从第一电信号中确定全波射频电信号；光电探测器的通带只包含基频信号的频谱。其中，光电探测器例如可以是 PD。可见，光电探测器除了具有光电转换的功能，还能够过滤出第一电信号中的基频信号，从而获得全波射频电信号。第二通信装置将半波射频光信号转换为全波射频电信号可以直接通过光电探测器实现，而可以不采用复杂的算法处理，简化了恢复全波射频电信号的方式。

综上所述，该信号传输方法中，第一通信装置生成全波射频电信号，并将全波射频电信号转换为半波射频光信号，该半波射频光信号是具有全波射频电信号的正半幅度或负半幅度的射频光信号；第一通信装置发送半波射频光信号。第二通信装置接收半波射频光信号，并将半波射频光信号转换为全波射频电信号。可见，第二通信装置与第一通信装置之间传输的半波射频光信号具有全波射频电信号的正半幅度或负半幅度；相较于具有全波射频电信号全部幅度的射频光信号，半波射频光信号的平均光功率更低，从而可以降低第二通信装置和第一通信装置之间的传输光功率，进而有利于降低光器件功耗，提高功率转换效率。

例如，在第二通信装置和第一通信装置之间采用光纤传输光信号，且第一通信装置与第二通信装置之间的光纤传输链路包括光放大器这一场景中，第二通信装置和第一通信装置之间的传输光功率的降低有利于减少该光放大器的功耗，并且，传输光功率的降低还有利于减少光放大器易进入增益饱和区而导致的信号失真。又例如，在第二通信装置通过光电探测器对半波射频光信号进行光电转换的场景中，第二通信装置和第一通信装置之间的传输光功率的降低有利于减小该光电探测器的直流电流，从而降低该光电探测器的功耗，提高该光电探测器的功率转换效率。

在第二通信装置和第一通信装置之间采用光纤传输光信号的场景中，传输光功率的降低还有利于降低光纤传输非线性效应，从而减少光纤传输非线性效应所引起的信号失真。在第二通信装置还需将全波射频电信号输出至天线进行信号辐射的场景下，平均光功率更低的半波射频光信号还有利于使得光纤的传输光功率能够低于产生光纤传输非线性效应的功率阈值，那么，半波射频光信号的平均光功率与功率阈值之间的这一范围可作为传输光功率的放大空间，有利于在减少光纤传输非线性效应的同时可获得光调制幅度更大的光信号，从而有利于提高天线的射频辐射功率和信号质量。

另外，第二通信装置还将平均光功率较低的半波射频光信号恢复为功率较高的全波射频电信号，在第二通信装置需将全波射频电信号输出至天线进行信号辐射的场景下，该信号传输方法能够以较低的传输光功率实现天线较高的射频辐射功率。

可以理解的是，为了实现上述方法中功能，第一通信装置或第二通信装置包括了执行各

个功能相应的硬件结构和/或软件模块。本领域技术人员应该很容易意识到，结合本申请中所公开的实施例描述的各示例的单元及方法步骤，本申请能够以硬件或硬件和计算机软件相结合的形式来实现。某个功能究竟以硬件还是计算机软件驱动硬件的方式来执行，取决于技术方案的特定应用场景和设计约束条件。

下面结合附图对本申请实施例提供的第一通信装置和第二通信装置可能的结构进行阐述。

请参阅图 16，图 16 是本申请实施例提供的一种第一通信装置 1600 的结构示意图，该第一通信装置 1600 包括射频信号产生模块 1601、偏置点控制模块 1602 和调制激光器 1603。

其中，射频信号产生模块 1601 用于生成全波射频电信号，并将全波射频电信号输出至调制激光器 1603。偏置点控制模块 1602 用于将第一偏置电信号输出至调制激光器 1603。调制激光器 1603 用于对叠加第一偏置电信号后的全波射频电信号进行光调制，得到半波射频光信号；半波射频光信号是具有全波射频电信号的正半幅度或负半幅度的射频光信号。调制激光器 1603 还用于发送半波射频光信号。

在一种可选的实施方式中，射频信号产生模块 1601 可以包括：基带信号调制模块、数字预失真模块、数模转换器、混频器和 A 类低噪声功率放大器（例如：A 类 LNA）。其中，基带信号调制模块可用于对基带信号进行调制，并将调制后的基带信号输出至数字预失真模块。数字预失真模块可用于对调制后的基带信号进行数字预失真处理，并将该数字预失真处理得到的数字信号输出至数模转换器。数模转换器可用于将数字预失真处理得到的数字信号转换为模拟信号，并将该模拟信号输出至混频器，该数模转换器例如可以是数字模拟转换器(digital to analog converter, DAC)。混频器可用于将接收到的模拟信号与本振进行混频，并将混频得到的电信号输出至 A 类低噪声功率放大器。A 类低噪声功率放大器可用于对接收到的电信号进行放大处理，得到全波射频电信号。可见，该实施方式下，射频信号产生模块 1601 生成的全波射频电信号是经过基带信号调制、数字预失真处理、数模转换、本振混频以及放大处理得到的模拟信号。

另一种可选的实施方式中，射频信号产生模块 1601 可以包括 A 类低噪声功率放大器（例如：A 类 LNA），第一通信装置 1600 还可包括天线。其中，天线可用于接收模拟信号，并将该模拟信号输出至射频信号产生模块 1601 中的 A 类低噪声功率放大器。A 类低噪声功率放大器可用于将来自天线的模拟信号进行放大处理，得到全波射频电信号。可见，该实施方式下，射频信号产生模块 1601 生成的全波射频电信号是天线接收到的模拟信号经过放大处理得到的电信号。

又一种可选的实施方式中，射频信号产生模块 1601 可以包括 A 类低噪声功率放大器（例如：A 类 LNA）和混频器，第一通信装置 1600 还可包括天线。其中，天线可用于接收模拟信号，并将该模拟信号输出至射频信号产生模块 1601 中的 A 类低噪声功率放大器。A 类低噪声功率放大器可用于将来自天线的模拟信号进行放大处理，并将放大处理得到的电信号输出至混频器。混频器可用于将放大处理得到的电信号与本振进行混频，得到全波射频电信号。可见，该实施方式下，射频信号产生模块 1601 生成的全波射频电信号是天线接收到的模拟信号经过放大处理以及本振混频得到的电信号。

在一种可选的实施方式中，调制激光器 1603 可以为电吸收调制激光器（例如：EML），相应的，第一偏置电信号是第一偏置电压信号。可选的，这一情况下，调制激光器 1603 可以包括激光二极管（例如：LD）和电吸收调制器（例如：EAM）。其中，激光二极管可用于产生连续光波信号，并将连续光波信号输出至电吸收调制器。电吸收调制器可用于将叠加第一偏置电压信号后的全波射频电信号调制到连续光波信号上，得到半波射频光信号。射频信号

产生模块 1601 将第一偏置电信号输出至调制激光器 1603，具体为：射频信号产生模块 1601 将第一偏置电信号输出至调制激光器 1603 中的电吸收调制器。

另一种可选的实施方式中，调制激光器 1603 可以为直调激光器（例如：DML），相应的，第一偏置电信号是第一偏置电流信号。可选的，这一情况下，调制激光器 1603 可以包括激光二极管（例如：LD），该激光器二极管可用于对叠加第一偏置电流信号后的全波射频电信号进行光调制，得到半波射频光信号。射频信号产生模块 1601 将第一偏置电信号输出至调制激光器 1603，具体为：射频信号产生模块 1601 将第一偏置电信号输出至调制激光器 1603 中的激光二极管。

在一种可选的实施方式中，偏置点控制模块 1602 还用于生成偏置点检测电信号，并将偏置点检测电信号输出至调制激光器 1603；偏置点控制模块 1602 还用于将第二偏置电信号输出至调制激光器 1603。调制激光器 1603 还用于对叠加第二偏置电信号后的偏置点检测电信号进行光调制，得到第二光信号，并将第二光信号输出至偏置点控制模块 1602。偏置点控制模块 1602 还用于：如果对第二光信号进行光电转换得到的电信号所对应的多个频谱分量之间的系数比例满足第一比例，确定第一偏置电信号为第二偏置电信号；否则，调整第二偏置电信号，并将调整后的第二偏置电信号输出至调制激光器 1603。

调制激光器 1603 还用于在接收来自偏置点控制模块 1602 的调整后的第二偏置电信号之后，对叠加了调整后的第二偏置电信号的偏置点检测电信号进行光调制，并将该光调制得到的光信号输出至偏置点控制模块 1602。偏置点控制模块 1602 还用于判断对接收到的该光信号进行光电转换得到的电信号所对应的多个频谱分量之间的系数比例是否满足第一比例。在满足时，偏置点控制模块 1602 还用于将调整后的第二偏置电信号确定为第一偏置电信号。

在不满足时，偏置点控制模块 1602 还用于再次执行调整第二偏置电信号、对偏置点检测电信号叠加调整后的第二偏置电信号、将叠加了调整后的第二偏置电信号的偏置点检测电信号输出至调制激光器 1603 这些操作，调制激光器 1603 还用于再次执行对叠加了调整后的第二偏置电信号的偏置点检测电信号进行光调制、并将光调制得到的光信号输出至偏置点控制模块 1602 这些操作；直至偏置点控制模块 1602 确定对接收到的光信号进行光电转换得到的电信号所对应的多个频谱分量之间的系数比例满足第一比例时，将当前的调整后的第二偏置电信号确定为第一偏置电信号，而不再执行调整第二偏置电信号、对偏置点检测电信号叠加调整后的第二偏置电信号、将叠加了调整后的第二偏置电信号的偏置点检测电信号输出至调制激光器 1603 这些操作。

可选的，在 TDD 模式中，偏置点控制模块 1602 向调制激光器 1603 发送偏置点检测电信号这一操作是在射频信号产生模块 1601 不向调制激光器 1603 发送全波射频电信号这一空闲时间执行的。也就是说，在射频信号产生模块 1601 向调制激光器 1603 发送全波射频电信号的时间内，偏置点控制模块 1602 不向调制激光器 1603 发送偏置点检测电信号；在射频信号产生模块 1601 不向调制激光器 1603 发送全波射频电信号的时间内，偏置点控制模块 1602 可向调制激光器 1603 发送偏置点检测电信号，直至射频信号产生模块 1601 开始向调制激光器 1603 发送全波射频电信号或者偏置点控制模块 1602 确定了第一偏置电信号，偏置点控制模块 1602 可停止向调制激光器 1603 发送偏置点检测电信号。

可选的，如图 17 所示，偏置点控制模块 1602 可以包括：光电二极管（例如：PD）、滤波器、A 类低噪声功率放大器（例如：A 类 LNA）、模数转换器、处理器、第一数模转换器（例如：DAC）和第二数模转换器（例如：DAC），该模数转换器例如可以模拟数字转换器（analog to digital converter, ADC）。其中，光电二极管可用于对输入该光电二极管的光信号

进行光电转换，并将光电转换得到的电信号输出至滤波器。滤波器可用于对光电转换得到的电信号进行滤波处理，并将滤波处理得到的电信号输出至A类低噪声功率放大器。A类低噪声功率放大器可用于对滤波处理得到的电信号进行放大处理，并将放大处理得到的电信号输出至模数转换器。模数转换器可用于将滤波处理得到的电信号（模拟信号）转换为数字信号，并将该数字信号输出至处理器。

处理器可用于对接收到的数字信号进行频谱分析，并判断频谱分析得到的多个频谱分量之间的系数比例是否满足第一比例；处理器还可用于：在不满足第一比例时调整第二偏置电信号并将调整后的第二偏置电信号输出至第一数模转换器，在满足第一比例时将第二偏置电信号（或调整后的第二偏置电信号）确定为第一偏置电信号并将第一偏置电信号输出至第一数模转换器。另外，处理器还可用于产生数字域的偏置点检测电信号，并将数字域的偏置点检测电信号输出至第二数模转换器。

第一数模转换器可用于将数字域的第二偏置电信号（或调整后的第二偏置电信号）转换为模拟域的第二偏置电信号（或调整后的第二偏置电信号），并将模拟域的第二偏置电信号（或调整后的第二偏置电信号）输出至调制激光器1603。第一数模转换器还可用于将数字域的第一偏置电信号转换为模拟域的第一偏置电信号，并将模拟域的第一偏置电信号输出至调制激光器1603。第二数模转换器可用于将数字域的偏置点检测电信号转换为模拟域的偏置点检测电信号，并将模拟域的偏置点检测电信号输出至调制激光器1603。

在一种可选的实施方式中，第一通信装置1600还可以包括一个具有两个输入端和一个输出端的器件（例如：耦合器）。该器件的一个输入端与射频信号产生模块1601的一个输出端连接，其可用于接收来自射频信号产生模块1601的全波射频电信号；另一个输入端与偏置点控制模块1602的一个输出端连接，其可用于接收来自偏置点控制模块1602的偏置点检测电信号。该器件的一个输出端与调制激光器1603的一个输入端连接，其可用于将全波射频电信号或偏置点检测电信号输出至调制激光器1603。

可选的，在偏置点控制模块1602输出偏置点检测电信号这一操作，是在射频信号产生模块1601不输出全波射频电信号这一空闲时间执行的情况下，该器件在同一时刻可接收到全波射频电信号或偏置点检测电信号，而不会同时接收到全波射频电信号和偏置点检测电信号；相应的，该器件在同一时刻输出至调制激光器1603的是全波射频电信号或偏置点检测电信号，而不会同时将全波射频电信号和偏置点检测电信号输出至调制激光器1603。

在一种可选的实施方式中，第一通信装置1600还可以包括一个具有一个输入端和两个输出端的器件（例如：光分支器）。该器件的一个输入端与调制激光器1603连接，其可用于接收来自调制激光器1603的半波射频光信号、或第二光信号、或对叠加了调整后的第二偏置电信号的偏置点检测电信号进行光调制得到的光信号。该器件的一个输出端可用于输出半波射频光信号以实现向第二通信装置发送半波射频光信号；另一个输出端与偏置点控制模块1602连接，其可用于将第二光信号输出至偏置点控制模块1602，或者可用于将对叠加了调整后的第二偏置电信号的偏置点检测电信号进行光调制得到的光信号输出至偏置点控制模块1602。

可选的，在偏置点控制模块1602输出偏置点检测电信号这一操作，是在射频信号产生模块1601不输出全波射频电信号这一空闲时间执行的情况下，调制激光器1603不会同时执行对叠加了第一偏置电信号的全波射频电信号进行光调制、对叠加了第二偏置电信号的偏置点检测电信号进行光调制，也不会同时执行对叠加了第一偏置电信号的全波射频电信号进行光调制、对叠加了调整后的第二偏置电信号的偏置点检测电信号进行光调制，因此调制激光器1603不会同时输出半波射频光信号和第二光信号，也不会同时输出半波射频光信号和对叠加

了调整后的第二偏置电信号的偏置点检测电信号进行光调制得到的光信号。该具有一个输入端和两个输出端的器件在接收到半波射频光信号时，通过其中一个输出端输出半波射频光信号；在接收到第二光信号或对叠加了调整后的第二偏置电信号的偏置点检测电信号进行光调制得到的光信号时，通过另一个输出端将其输出至偏置点控制模块 1602。

示例性地，基于图 16 所示的第一通信装置 1600，针对调制激光器 1603 为电吸收调制激光器的情况，本申请实施例提供另一种第一通信装置 1600 如图 18 所示；针对调制激光器 1603 为直调激光器的情况，本申请实施例提供另一种第一通信装置 1600 如图 19 所示。图 18 和图 19 所示的第一通信装置 1600 均包括射频信号产生模块 1601、偏置点控制模块 1602、调制激光器 1603、耦合器和光分支器。

其中，图 18 和图 19 所示的第一通信装置 1600 中射频信号产生模块 1601 均包括：基带信号调制模块、数字预失真模块、数模转换器、混频器和 A 类低噪声功率放大器。在耦合器中，与射频信号产生模块 1601 连接的输入端用于接收来自射频信号产生模块 1601 的全波射频电信号，与偏置点控制模块 1602 连接的输入端用于接收来自偏置点控制模块 1602 的偏置点检测电信号，与调制激光器 1603 连接的输出端用于将全波射频电信号或偏置点检测电信号输出至调制激光器 1603。在光分支器中，与调制激光器 1603 连接的输入端用于接收来自调制激光器 1603 的半波射频光信号、或第二光信号、或对叠加了调整后的第二偏置电信号的偏置点检测电信号进行光调制得到的光信号，与偏置点控制模块 1602 连接的输出端用于将第二光信号或对叠加了调整后的第二偏置电信号的偏置点检测电信号进行光调制得到的光信号输出至偏置点控制模块 1602，另一输出端用于输出半波射频光信号。

图 18 所示的第一通信装置 1600 中调制激光器 1603 为：包括激光二极管和电吸收调制器的电吸收调制激光器。耦合器中与调制激光器 1603 连接的输出端具体为与电吸收调制器连接。光分支器中与调制激光器 1603 连接的输入端具体为与电吸收调制器连接。偏置点控制模块 1602 中除了与耦合器连接的输出端之外的另一输出端与调制激光器 1603 中的电吸收调制器连接，以用于实现将第二偏置电信号或调整后的第二偏置电信号输出至调制激光器 1603 中的电吸收调制器。

图 19 所示的第一通信装置 1600 中调制激光器 1603 为：包括激光二极管的直调激光器。耦合器中与调制激光器 1603 连接的输出端具体为与激光二极管连接。光分支器中与调制激光器 1603 连接的输入端具体为与激光二极管连接。偏置点控制模块 1602 中除了与耦合器连接的输出端之外的另一输出端与调制激光器 1603 中的激光二极管连接，以用于实现将第二偏置电信号或调整后的第二偏置电信号输出至调制激光器 1603 中的激光二极管。

关于图 18 和图 19 中各模块/器件的具体阐述可参见前述的相关阐述，不再赘述。

另外，上述各实施方式的具体阐述还可以参考前述信号传输方法中的相关阐述，图 16、图 18 和图 19 所示的第一通信装置 1600 还可用于实现前述信号传输方法中第一通信装置的功能，也具有相应的有益效果，此处不再赘述。

请参阅图 20，图 20 是本申请实施例提供的一种第一通信装置 2000 的结构示意图，该第一通信装置 2000 包括射频信号产生模块 2001、低噪声功率放大器 2002 和调制激光器 2003。

其中，射频信号产生模块 2001 用于生成全波射频电信号，并将全波射频电信号输出至低噪声功率放大器 2002，全波射频电信号是模拟信号。

低噪声功率放大器 2002 用于将全波射频电信号转换为第一半波射频电信号，并将第一半波射频电信号输出至调制激光器 2003；第一半波射频电信号是具有全波射频电信号在模拟域

的正半幅度或负半幅度的射频电信号；低噪声功率放大器为 B 类低噪声功率放大器或 C 类低噪声功率放大器或 AB 类低噪声功率放大器。

调制激光器 2003 用于对第一半波射频电信号叠加第三偏置电信号，并对叠加第三偏置电信号后的第一半波射频电信号进行光调制，得到半波射频光信号：半波射频光信号是具有全波射频电信号的正半幅度或负半幅度的射频光信号。调制激光器 2003 还用于发送半波射频光信号。

在一种可选的实施方式中，射频信号产生模块 2001 可以包括：基带信号调制模块、数字预失真模块、数模转换器（例如：DAC）和混频器。其中，基带信号调制模块可用于对基带信号进行调制，并将调制后的基带信号输出至数字预失真模块。数字预失真模块可用于对调制后的基带信号进行数字预失真处理，并将该数字预失真处理得到的数字信号输出至数模转换器。数模转换器可用于对数字预失真处理得到的数字信号进行数模转换，并将数模转换得到的模拟信号输出至混频器。混频器可用于将接收到的模拟信号与本振进行混频，得到全波射频电信号。可见，该实施方式下，射频信号产生模块 2001 生成的全波射频电信号是经过基带信号调制、数字预失真处理、数模转换以及本振混频得到的模拟信号。

另一种可选的实施方式中，射频信号产生模块 2001 可以包括 A 类低噪声功率放大器（例如：A 类 LNA），第一通信装置 2000 还可包括天线。其中，天线可用于接收模拟信号，并将该模拟信号输出至射频信号产生模块 2001 中的 A 类低噪声功率放大器。A 类低噪声功率放大器可用于将来自天线的模拟信号进行放大处理，得到全波射频电信号。可见，该实施方式下，射频信号产生模块 2001 生成的全波射频电信号是天线接收到的模拟信号经过放大处理得到的电信号。

又一种可选的实施方式中，射频信号产生模块 2001 可以包括 A 类低噪声功率放大器（例如：A 类 LNA）和混频器，第一通信装置 2000 还可包括天线。其中，天线可用于接收模拟信号，并将该模拟信号输出至射频信号产生模块 2001 中的 A 类低噪声功率放大器。A 类低噪声功率放大器可用于将来自天线的模拟信号进行放大处理，并将放大处理得到的电信号输出至混频器。混频器可用于将放大处理得到的电信号与本振进行混频，得到全波射频电信号。可见，该实施方式下，射频信号产生模块 2001 生成的全波射频电信号是天线接收到的模拟信号经过放大处理以及本振混频得到的电信号。

在一种可选的实施方式中，调制激光器 2003 为直调激光器（例如：DML），第三偏置电信号是第二偏置电流信号，第二偏置电流信号对应的电流大于或等于直调激光器的阈值电流。这一情况下，调制激光器 2003 可以包括激光二极管（例如：LD），该激光器二极管可用于对第一半波射频电信号叠加第二偏置电流信号，并对叠加第二偏置电流信号后的第一半波射频电信号进行光调制，得到半波射频光信号。低噪声功率放大器 2002 将第一半波射频电信号输出至调制激光器 2003，具体为：低噪声功率放大器 2002 将第一半波射频电信号输出至调制激光器 2003 中的激光二极管。

另一种可选的实施方式中，调制激光器 2003 为电吸收调制激光器（例如：EML），第三偏置电信号是第二偏置电压信号，第二偏置电压信号对应的电压大于第一电压。这一情况下，调制激光器 2003 可以包括激光二极管（例如：LD）和电吸收调制器（例如：EAM）。其中，激光二极管可用于产生连续光波信号，并将连续光波信号输出至电吸收调制器。电吸收调制器可用于将叠加第二偏置电压信号后的第一半波射频电信号调制到连续光波信号上，得到半波射频光信号。低噪声功率放大器 2002 将第一半波射频电信号输出至调制激光器 2003，具体为：低噪声功率放大器 2002 将第一半波射频电信号输出至调制激光器 2003 中的电吸收调

制器。

示例性地，基于图 20 所示的第一通信装置 2000，针对调制激光器 2003 为直调激光器的情况，本申请实施例提供另一种第一通信装置 2000 如图 21 所示；针对调制激光器 2003 为电吸收调制激光器的情况，本申请实施例提供另一种第一通信装置 2000 如图 22 所示。图 21 和图 22 所示的第一通信装置 2000 均包括射频信号产生模块 2001、低噪声功率放大器 2002 和调制激光器 2003。其中，图 21 和图 22 所示的第一通信装置 2000 中射频信号产生模块 2001 均包括：基带信号调制模块、数字预失真模块、数模转换器和混频器。图 21 所示的第一通信装置 2000 中调制激光器 2003 包括激光二极管。图 22 所示的第一通信装置 2000 中调制激光器 2003 包括激光二极管和电吸收调制器。关于图 21 和图 22 中各模块/器件的具体阐述可参见前述的相关阐述，不再赘述。

在一种可选的实施方式中，第一通信装置 2000 还可以包括波形调节模块 2004，该波形调节模块 2004 可用于采用滤波函数对第一半波射频电信号进行频谱调节。也就是说，低噪声功率放大器 2002 将全波射频电信号转换为第一半波射频电信号之后可将第一半波射频电信号输出至波形调节模块 2004，由波形调节模块 2004 采用滤波函数对第一半波射频电信号进行频谱调节之后，将频谱调节后的第一半波射频电信号输出至调制激光器 2003。那么，调制激光器 2003 可用于对频谱调节后的第一半波射频电信号叠加第三偏置电信号，并对频谱调节且叠加第三偏置电信号后的第一半波射频电信号进行光调制，得到半波射频光信号。

示例性地，针对调制激光器 2003 为直调激光器的情况，本申请实施例提供另一种第一通信装置 2000 如图 23 所示；针对调制激光器 2003 为电吸收调制激光器的情况，本申请实施例提供另一种第一通信装置 2000 如图 24 所示。相比于图 21 所示的第一通信装置 2000，图 23 所示的第一通信装置 2000 中还包括波形调节模块 2004。相比于图 22 所示的第一通信装置 2000，图 24 所示的第一通信装置 2000 中还包括波形调节模块 2004。

另外，上述各实施方式的具体阐述还可以参考前述信号传输方法中的相关阐述，图 20 至图 24 所示的第一通信装置 2000 还可用于实现前述信号传输方法中第一通信装置的功能，也具有相应的有益效果，此处不再赘述。

请参阅图 25，图 25 是本申请实施例提供的一种第一通信装置 2500 的结构示意图，该第一通信装置 2500 包括半波射频信号产生模块 2501 和调制激光器 2502。

其中，半波射频信号产生模块 2501 用于将全波射频电信号转换为第二半波射频电信号，并对第二半波射频电信号进行数模转换，得到第一半波射频电信号。全波射频电信号和第二半波射频电信号是数字信号，第二半波射频电信号是具有全波射频电信号在数字域的正半幅度或负半幅度的射频电信号，第一半波射频电信号是具有全波射频电信号在模拟域的正半幅度或负半幅度的射频电信号。半波射频信号产生模块 2501 还用于将第一半波射频电信号输出至调制激光器 2502。

调制激光器 2502 用于对第一半波射频电信号叠加第三偏置电信号，并对叠加第三偏置电信号后的第一半波射频电信号进行光调制，得到半波射频光信号：半波射频光信号是具有全波射频电信号的正半幅度或负半幅度的射频光信号。调制激光器 2502 还用于发送半波射频光信号。

在一种可选的实施方式中，半波射频信号产生模块 2501 可以包括：基带信号调制模块、射频调制模块、数字预失真模块、半波处理模块和数模转换器（例如：DAC）。其中，基带信号调制模块可用于对基带信号进行调制，并将调制后的基带信号输出至射频调制模块。射频

调制模块可用于对调制后的基带信号进行射频调制，并将射频调制得到的电信号输出至数字预失真模块。数字预失真模块可用于对射频调制得到的电信号进行数字预失真处理，得到全波射频电信号，并将全波射频电信号输出至半波处理模块。半波处理模块可用于将全波射频电信号转换为第二半波射频电信号，并将第二射频电信号输出至数模转换器。数模转换器可用于对第二半波射频电信号进行数模转换，得到第一半波射频电信号，并将第一半波射频电信号输出至调制激光器 2502。可见，该实施方式下，全波射频电信号是经过基带信号调制、射频调制、数字预失真处理和数模转换得到的数字信号。

在一种可选的实施方式中，调制激光器 2502 为直调激光器（例如：DML），第三偏置电信号是第二偏置电流信号，第二偏置电流信号对应的电流大于或等于直调激光器的阈值电流。这一情况下，调制激光器 2502 可以包括激光二极管（例如：LD），该激光器二极管可用于对第一半波射频电信号叠加第二偏置电流信号，并对叠加第二偏置电流信号后的第一半波射频电信号进行光调制，得到半波射频光信号。半波射频信号产生模块 2501 将第一偏置电信号输出至调制激光器 2502，具体为：半波射频信号产生模块 2501 将第一偏置电信号输出至调制激光器 2502 中的激光二极管。

另一种可选的实施方式中，调制激光器 2502 为电吸收调制激光器（例如：EML），第三偏置电信号是第二偏置电压信号，第二偏置电压信号对应的电压大于第一电压。这一情况下，调制激光器 2502 可以包括激光二极管（例如：LD）和电吸收调制器（例如：EAM）。其中，激光二极管可用于产生连续光波信号，并将连续光波信号输出至电吸收调制器；电吸收调制器可用于对第一半波射频电信号叠加第二偏置电压信号，并对叠加第二偏置电压信号后的第一半波射频电信号进行光调制，得到半波射频光信号。半波射频信号产生模块 2501 将第一偏置电信号输出至调制激光器 2502，具体为：半波射频信号产生模块 2501 将第一偏置电信号输出至调制激光器 2502 中的电吸收调制器。

示例性地，基于图 25 所示的第一通信装置 2500，针对调制激光器 2502 为直调激光器的情况，本申请实施例提供另一种第一通信装置 2500 如图 26 所示；针对调制激光器 2502 为电吸收调制激光器的情况，本申请实施例提供另一种第一通信装置 2500 如图 27 所示。图 26 和图 27 所示的第一通信装置 2500 均包括半波射频信号产生模块 2501 和调制激光器 2502。其中，图 26 和图 27 所示的第一通信装置 2500 中半波射频信号产生模块 2501 均包括：基带信号调制模块、射频调制模块、数字预失真模块、半波处理模块和数模转换器。图 26 所示的第一通信装置 2500 中调制激光器 2502 包括激光二极管。图 27 所示的第一通信装置 2500 中调制激光器 2502 包括激光二极管和电吸收调制器。关于图 26 和图 27 中各模块/器件的具体阐述可参见前述的相关阐述，不再赘述。

在一种可选的实施方式中，第一通信装置 2500 还可以包括波形调节模块 2503，波形调节模块 2503 可用于采用滤波函数对第一半波射频电信号进行频谱调节。也就是说，半波射频信号产生模块 2501 可在将全波射频电信号转换为第一半波射频电信号之后，将第一半波射频电信号输出至波形调节模块 2503，由波形调节模块 2503 采用滤波函数对第一半波射频电信号进行频谱调节且将频谱调节后的第一半波射频电信号输出至调制激光器 2502。那么，调制激光器 2502 可用于对频谱调节后的第一半波射频电信号叠加第三偏置电信号，并对频谱调节且叠加第三偏置电信号后的第一半波射频电信号进行光调制，得到半波射频光信号。

示例性地，针对调制激光器 2502 为直调激光器的情况，本申请实施例提供另一种第一通信装置 2500 如图 28 所示；针对调制激光器 2502 为电吸收调制激光器的情况，本申请实施例提供另一种第一通信装置 2500 如图 29 所示。相比于图 26 所示的第一通信装置 2500，图 28

所示的第一通信装置 2500 中还包括波形调节模块 2503。相比于图 27 所示的第一通信装置 2500，图 29 所示的第一通信装置 2500 中还包括波形调节模块 2503。

另外，上述各实施方式的具体阐述还可以参考前述信号传输方法中的相关阐述，图 25 至图 29 所示的第一通信装置 2500 还可用于实现前述信号传输方法中第一通信装置的功能，也具有相应的有益效果，此处不再赘述。

请参阅图 30，图 30 是本申请实施例提供的一种第二通信装置 3000 的结构示意图，该第二通信装置 3000 包括光电探测器 3001 和带通滤波器 3002。其中，光电探测器 3001 用于接收半波射频光信号；半波射频光信号是具有全波射频电信号的正半幅度或负半幅度的射频光信号。光电探测器 3001 还用于对半波射频光信号进行光电转换，得到第一电信号，并将第一电信号输出至带通滤波器；光电探测器的通带覆盖基频信号的频谱。带通滤波器 3002 用于对第一电信号进行滤波处理，得到全波射频电信号；带通滤波器的通带只包含基频信号的频谱，全波射频电信号是第一电信号中的基频信号。

请参阅图 31，图 31 是本申请实施例提供的一种第二通信装置 3100 的结构示意图，该第二通信装置 3100 包括光电探测器 3101。其中，光电探测器 3101 用于接收半波射频光信号；半波射频光信号是具有全波射频电信号的正半幅度或负半幅度的射频光信号。光电探测器 3101 还用于对半波射频光信号进行光电转换，得到第一电信号，并从第一电信号中确定全波射频电信号；光电探测器的通带只包含第一电信号中的基频信号的频谱，全波射频电信号是第一电信号中的基频信号。

可选的，第二通信装置 3000 或第二通信装置 3100 还可以包括天线，该天线可用于将全波射频电信号进行信号辐射。

另外，图 30 和图 31 所示的第二通信装置可用于实现前述信号传输方法中第二通信装置的功能，也具有相应的有益效果，其具体阐述可参见前述的相关阐述，此处不再赘述。

第一通信装置除了可以具有前述图 16、图 18 至图 29 中任一项所示的结构，第二通信装置除了可以具有前述图 30 或图 31 所示的结构，第一通信装置和第二通信装置还可以具有图 32 至图 34 中任一项所示的结构。

如图 32 所示，本申请实施例提供了一种通信装置 3200。该通信装置 3200 可以是第一通信装置或第二通信装置；该通信装置 3200 也可以是第一通信装置的部件（例如，集成电路，芯片等等），或是第二通信装置的部件（例如，集成电路，芯片等等），用于实现本申请方法实施例中的方法。该通信装置 3200 可以包括：通信单元 3201 和处理单元 3202。其中，处理单元 3202 用于控制通信单元 3201 进行数据/信令收发。可选的，通信装置 3200 还可以包括存储单元 3203。

一种可能的设计中，通信装置 3200 用于实现本申请实施例中第一通信装置的功能的情况：

通信单元 3201 可以具有图 16、图 18 和图 19 中任一项所示的第一通信装置 1600 中调制激光器 1603 发送半波射频光信号的功能，处理单元 3202 可以具有图 16、图 18 和图 19 中任一项所示的第一通信装置 1600 中射频信号产生模块 1601 的功能、偏置点控制模块 1602 的功能以及调制激光器 1603 除发送半波射频光信号之外的其他功能。

或者，通信单元 3201 可以具有图 20 至图 24 中任一项所示的第一通信装置 2000 中调制激光器 2003 发送半波射频光信号的功能，处理单元 3202 可以具有图 20 至图 24 中任一项所示的第一通信装置 2000 中射频信号产生模块 2001 的功能、低噪声功率放大器 2002 的功能以

及调制激光器 2003 除发送半波射频光信号之外的其他功能。

或者，通信单元 3201 可以具有图 25 至图 29 中任一项所示的第一通信装置 2500 中调制激光器 2502 发送半波射频光信号的功能，处理单元 3202 可以具有图 25 至图 29 中任一项所示的第一通信装置 2500 中半波射频信号产生模块 2501 的功能以及调制激光器 2502 除发送半波射频光信号之外的其他功能。

另一种可能的设计中，通信装置 3200 用于实现本申请实施例中第二通信装置的功能的情况：

通信单元 3201 可以具有图 30 中光电探测器 3101 接收半波射频光信号的功能，处理单元 3202 可以具有图 30 所示的第二通信装置 3000 中光电探测器 3001 除接收半波射频光信号之外的其他功能以及带通滤波器 3002 的功能。

或者，通信单元 3201 可以具有图 31 中光电探测器 3101 接收半波射频光信号的功能，处理单元 3202 可以具有图 31 所示的第二通信装置 3100 中光电探测器 3101 的除接收半波射频光信号之外的其他功能。

另一种可能的设计中，通信装置 3200 用于实现本申请实施例中第一通信装置的功能的情况：

处理单元 3202，用于生成全波射频电信号。处理单元 3202，还用于将全波射频电信号转换为半波射频光信号：半波射频光信号是具有全波射频电信号的正半幅度或负半幅度的射频光信号。通信单元 3201，用于发送半波射频光信号。

在一种可选的实施方式中，半波射频光信号是对全波射频电信号相对于直流分量的正半幅度信号进行光调制得到的，或者，半波射频光信号是对全波射频电信号相对于直流分量的负半幅度信号取反后进行光调制得到的。

在一种可选的实施方式中，处理单元 3202 将全波射频电信号转换为半波射频光信号，具体用于：对全波射频电信号叠加第一偏置电信号，第一偏置电信号是第一偏置电压信号或第一偏置电流信号；对叠加第一偏置电信号后的全波射频电信号进行光调制，得到半波射频光信号。

在一种可选的实施方式中，第一偏置电信号是第一偏置电压信号。处理单元 3202 对叠加第一偏置电信号后的全波射频电信号进行光调制，得到半波射频光信号，具体用于：通过电吸收调制激光器，对叠加第一偏置电压信号后的全波射频电信号进行光调制，得到半波射频光信号。

在一种可选的实施方式中，电吸收调制激光器包括激光二极管和电吸收调制器。处理单元 3202 通过电吸收调制激光器对叠加第一偏置电压信号后的全波射频电信号进行光调制，得到半波射频光信号，具体用于：通过激光二极管，产生连续光波信号；通过电吸收调制器，将叠加第一偏置电压信号后的全波射频电信号调制到连续光波信号上，得到半波射频光信号。

在一种可选的实施方式中，第一偏置电信号是第一偏置电流信号。处理单元 3202 对叠加第一偏置电信号后的全波射频电信号进行光调制，得到半波射频光信号，具体用于：通过直调激光器，对叠加第一偏置电流信号后的全波射频电信号进行光调制，得到半波射频光信号；第一偏置电流信号对应的电流大于或等于直调激光器的阈值电流，且第一偏置电流信号对应的电流与阈值电流之间的差值在第一范围内。

在一种可选的实施方式中，第一偏置电信号满足：对第一光信号进行光电转换得到的电信号所对应的多个频谱分量之间的系数比例满足第一比例；第一光信号是对叠加第一偏置电信号后的偏置点检测电信号进行光调制得到的光信号。

在一种可选的实施方式中，偏置点检测电信号是低频正弦波信号。对第一光信号进行光电转换得到的电信号所对应的直流分量对应的系数、1阶谐波分量对应的系数、2阶谐波分量对应的系数和3阶谐波分量对应的系数之间的比例与0.32:0.5:0.21:0之间的误差在第二范围内。

在一种可选的实施方式中，处理单元3202，还用于生成偏置点检测电信号。处理单元3202，还用于对偏置点检测电信号叠加第二偏置电信号。处理单元3202，还用于对叠加第二偏置电信号后的偏置点检测电信号进行光调制，得到第二光信号。处理单元3202，还用于：如果对第二光信号进行光电转换得到的电信号所对应的多个频谱分量之间的系数比例满足第一比例，确定第一偏置电信号为第二偏置电信号；否则，调整第二偏置电信号，对偏置点检测电信号叠加调整后的第二偏置电信号。

在一种可选的实施方式中，处理单元3202将全波射频电信号转换为半波射频光信号，具体用于：将全波射频电信号转换为第一半波射频电信号；第一半波射频电信号是具有全波射频电信号在模拟域的正半幅度或负半幅度的射频电信号；通过调制激光器，对第一半波射频电信号叠加第三偏置电信号，并对叠加第三偏置电信号后的第一半波射频电信号进行光调制，得到半波射频光信号。

在一种可选的实施方式中，第一半波射频电信号是全波射频电信号在模拟域相对于直流分量的正半幅度信号，或者，第一半波射频电信号是对全波射频电信号在模拟域相对于直流分量的负半幅度信号进行取反得到的。

在一种可选的实施方式中，全波射频电信号是模拟信号。处理单元3202将全波射频电信号转换为第一半波射频电信号，具体用于：通过低噪声功率放大器，将全波射频电信号转换为第一半波射频电信号；低噪声功率放大器为B类低噪声功率放大器或C类低噪声功率放大器或AB类低噪声功率放大器。

在一种可选的实施方式中，全波射频电信号是数字信号。处理单元3202将全波射频电信号转换为第一半波射频电信号，具体用于：将全波射频电信号转换为第二半波射频电信号，第二半波射频电信号是具有全波射频电信号在数字域的正半幅度或负半幅度的射频电信号；对第二半波射频电信号进行数模转换，得到第一半波射频电信号。

在一种可选的实施方式中，第二半波射频电信号是全波射频电信号在数字域相对于直流分量的正半幅度信号，或者，第二半波射频电信号是对全波射频电信号在数字域相对于直流分量的负半幅度信号进行取反得到的。

在一种可选的实施方式中，处理单元3202，还用于采用滤波函数对第一半波射频电信号进行频谱调节。处理单元3202对第一半波射频电信号叠加第三偏置电信号，并对叠加第三偏置电信号后的第一半波射频电信号进行光调制，得到半波射频光信号，具体用于：对频谱调节后的第一半波射频电信号叠加第三偏置电信号，并对频谱调节且叠加第三偏置电信号后的第一半波射频电信号进行光调制，得到半波射频光信号。

在一种可选的实施方式中，调制激光器为直调激光器，第三偏置电信号是第二偏置电流信号，第二偏置电流信号对应的电流大于或等于直调激光器的阈值电流。或者，调制激光器为电吸收调制激光器，第三偏置电信号是第二偏置电压信号，第二偏置电压信号对应的电压大于第一电压。

在一种可选的实施方式中，第二偏置电流信号是多个第三光信号中信噪比最大的第三光信号对应的第三偏置电流信号；多个第三光信号与多个第三偏置电流信号一一对应；多个第三光信号中每个第三光信号是：处理单元3202对叠加该第三光信号对应的第三偏置电流信号后的第一半波射频电信号进行光调制得到的；多个第三偏置电流信号分别对应的电流互不相

同，且多个第三偏置电流信号分别对应的电流均大于或等于阈值电流。

在一种可选的实施方式中，第二偏置电压信号是多个第四光信号中邻道泄露功率比最小的第四光信号对应的第三偏置电压信号；多个第四光信号与多个第三偏置电压信号一一对应；多个第四光信号中每个第四光信号是：对叠加该第四光信号对应的第三偏置电压信号后的第一半波射频电信号进行光调制得到的；多个第三偏置电压信号分别对应的电压互不相同，且多个第三偏置电压信号分别对应的电压均大于或等于第一电压。

在一种可选的实施方式中，全波射频电信号是经过了数字预失真处理的信号。

另一种可能的设计中，通信装置 3200 用于实现本申请实施例第二通信装置的功能的情况：

通信单元 3201，用于接收半波射频光信号，半波射频光信号是具有全波射频电信号的正半幅度或负半幅度的射频光信号。处理单元 3202，用于将半波射频光信号转换为全波射频电信号。

在一种可选的实施方式中，半波射频光信号是对全波射频电信号相对于直流分量的正半幅度信号进行光调制得到的，或者，半波射频光信号是对全波射频电信号相对于直流分量的负半幅度信号取反后进行光调制得到的。

在一种可选的实施方式中，将半波射频光信号转换得到的全波射频电信号是：对半波射频光信号进行光电转换得到的电信号中的基频信号。

在一种可选的实施方式中，处理单元 3202 将半波射频光信号转换为全波射频电信号，具体用于：通过光电探测器对半波射频光信号进行光电转换，得到第一电信号；光电探测器的通带覆盖基频信号的频谱；通过带通滤波器对第一电信号进行滤波处理，得到全波射频电信号；带通滤波器的通带只包含基频信号的频谱。

在一种可选的实施方式中，处理单元 3202 将半波射频光信号转换为全波射频电信号，具体用于：通过光电探测器对半波射频光信号进行光电转换，得到第一电信号，并从第一电信号中确定全波射频电信号；光电探测器的通带只包含基频信号的频谱。

本申请实施例和上述所示方法实施例基于同一构思，其带来的技术效果也相同，具体原理请参照上述所示实施例的描述，不再赘述。

本申请实施例还提供一种通信装置 3300，如图 33 所示。通信装置 3300 可以是第一通信装置或第二通信装置，也可以是支持第一通信装置实现上述方法的芯片、芯片系统、或处理器等，还可以是支持第二通信装置实现上述方法的芯片、芯片系统、或处理器等。该装置可用于实现上述方法实施例中描述的方法，具体可以参见上述方法实施例中的说明。

其中，通信装置 3300 可以包括处理器 3301。所述处理器 3301 可以是通用处理器或者专用处理器等。处理器 3301 例如可以是基带处理器、数字信号处理器、专用集成电路、现场可编程门阵列或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件或中央处理器 (central processing unit, CPU)。基带处理器可以用于对通信协议以及通信数据进行处理，中央处理器可以用于对通信装置（如，基站、基带芯片，终端、终端芯片，DU 或 CU 等）进行控制，执行软件程序，处理软件程序的数据。通信装置 3300 还可以包括收发器 3302，收发器 3302 可以包括通信接口，或者，收发器 3302 可以包括通信接口和射频处理模块；通信接口可以是输入输出接口或输入接口或输出接口。通信装置 3300 还可包括存储器 3303。

一种可能的设计中，通信装置 3300 用于实现本申请实施例中如图 18 或图 19 所示第一通信装置的功能的情况：

处理器 3301 具有射频信号产生模块 1601 中基带信号调制模块、数字预失真模块和数模转换器的功能。收发器 3302 包括射频处理模块和通信接口，射频处理模块具有射频信号产生模块 1601 中混频器和 A 类低噪声功率放大器的功能，通信接口具有耦合器、偏置点控制模块 1602、调制激光器 1603、光分支器的功能。

另一种可能的设计中，通信装置 3300 用于实现本申请实施例中如图 21 至图 24 任一项所示第一通信装置的功能的情况：

处理器 3301 具有射频信号产生模块 2001 中基带信号调制模块、数字预失真模块和数模转换器的功能。收发器 3302 包括射频处理模块和通信接口，射频处理模块具有射频信号产生模块 2001 中混频器、低噪声功率放大器 2002 的功能，通信接口具有调制激光器 2003 的功能。另外，在通信装置 3300 用于实现本申请实施例中如图 23 或图 24 所示第一通信装置的功能这一情况中，射频处理模块还具有波形调节模块 2004 的功能。

另一种可能的设计中，通信装置 3300 用于实现本申请实施例中如图 26 至图 29 任一项所示第一通信装置的功能的情况：

处理器 3301 具有半波射频信号产生模块 2501 的功能。收发器 3302 包括通信接口，通信接口具有调制激光器 2502 的功能。另外，在通信装置 3300 用于实现本申请实施例中如图 28 或图 29 所示第一通信装置的功能这一情况中，收发器 3302 还包括射频处理模块，射频处理模块具有波形调节模块 2503 的功能。

另一种可能的设计中，通信装置 3300 用于实现本申请实施例中如图 30 所示第二通信装置的功能的情况：收发器 3302 包括通信接口和射频处理模块，通信接口具有光电探测器 3001 的功能，射频处理模块具有带通滤波器 3002 的功能。

另一种可能的设计中，通信装置 3300 用于实现本申请实施例中如图 31 所示第二通信装置的功能的情况：收发器 3302 包括通信接口，通信接口具有光电探测器 3001 的功能。

本申请实施例还提供一种通信装置 3400，如图 34 所示。通信装置 3400 可以包括收发器 3401、天线 3402。通信装置 3400 可以具有上述方法实施例中第一通信装置或第二通信装置的功能。

一种可能的设计中，通信装置 3400 用于实现本申请实施例中如图 16 或图 20 所示第一通信装置的功能的情况：

天线 3402 可用于接收模拟信号。收发器 3401 包括射频处理模块和通信接口。其中，天线 3402 可与射频处理模块连接；射频处理模块可具有射频信号产生模块中 A 类低噪声功率放大器的功能，用于将天线 3402 接收到的模拟信号进行放大处理，得到全波射频电信号。或者，射频处理模块可具有射频信号产生模块中 A 类低噪声功率放大器和混频器的功能，用于将天线 3402 接收到的模拟信号进行放大处理，并将放大处理得到的电信号与本振进行混频，得到全波射频电信号。

其中，在通信装置 3400 用于实现本申请实施例中如图 16 所示第一通信装置的功能的情况中，通信接口具有偏置点控制模块 1602、调制激光器 1603 的功能。在通信装置 3400 用于实现本申请实施例中如图 20 所示第一通信装置的功能的情况中，射频处理模块还具有低噪声功率放大器 2002 的功能，通信接口具有调制激光器 2003 的功能。

另一种可能的设计中，通信装置 3400 用于实现本申请实施例中如图 30 所示第二通信装置的功能的情况：收发器 3401 包括通信接口和射频处理模块，通信接口具有光电探测器 3001 的功能，射频处理模块具有带通滤波器 3002 的功能。收发器 3401 还可用于将得到的全波射频电信号输出至天线 3402。

另一种可能的设计中，通信装置 3400 用于实现本申请实施例中如图 31 所示第二通信装置的功能的情况：收发器 3401 包括通信接口，通信接口具有光电探测器 3001 的功能。可选的，收发器 3401 还可用于将得到的全波射频电信号输出至天线 3402。

另外，所述通信装置 3400 还可以包括处理器 3403，其上可以存有指令 3404，指令 3404 可被运行，使得所述通信装置 3400 执行上述方法实施例中描述的方法。指令 3404 可能固化在处理器 3403 中，该种情况下，处理器 3403 可能由硬件实现。

可选的，通信装置 3400 中可以包括一个或多个存储器 3405，其上可以存有指令 3406，所述指令可被运行，使得通信装置 3400 执行上述方法实施例中描述的方法。可选的，存储器 3405 中还可以存储有数据。处理器 3403 和存储器 3405 可以单独设置，也可以集成在一起。

存储器 3405 可包括但不限于硬盘 (hard disk drive, HDD) 或固态硬盘 (solid-state drive, SSD) 等非易失性存储器，随机存储记忆体 (random access memory, RAM)、可擦除可编程只读存储器 (erasable programmable ROM, EPROM)、ROM 或便携式只读存储器 (compact disc read-only memory, CD-ROM) 等等。

可选的，通信装置 3300 或通信装置 3400 还可以包括电路，所述电路可以实现前述方法实施例中发送或接收或者通信的功能。本申请实施例中描述的处理器和收发器可实现在集成电路 (integrated circuit, IC)、模拟 IC、射频集成电路 (radio frequency integrated circuit, RFIC)、混合信号 IC、专用集成电路 (application specific integrated circuit, ASIC)、印刷电路板 (printed circuit board, PCB)、电子设备等上。该处理器和收发器也可以用各种 IC 工艺技术来制造，例如互补金属氧化物半导体 (complementary metal oxide semiconductor, CMOS)、N 型金属氧化物半导体 (nMetal-oxide-semiconductor, NMOS)、P 型金属氧化物半导体 (positive channel metal oxide semiconductor, PMOS)、双极结型晶体管 (bipolar junction transistor, BJT)、双极 CMOS (BiCMOS)、硅锗 (SiGe)、砷化镓 (GaAs) 等。

本领域技术人员还可以了解到本申请实施例列出的各种说明性逻辑块 (illustrative logical block) 和步骤 (step) 可以通过电子硬件、电脑软件，或两者的结合进行实现。这样的功能是通过硬件还是软件来实现取决于特定的应用和整个系统的设计要求。本领域技术人员可以对于每种特定的应用，可以使用各种方法实现所述的功能，但这种实现不应被理解为超出本申请实施例保护的范围。

本申请实施例和上述的信号传输方法基于同一构思，其带来的技术效果也相同，具体原理请参照上述信号传输方法中的描述，不再赘述。

本领域技术人员还可以了解到本申请实施例列出的各种说明性逻辑块 (illustrative logical block) 和步骤 (step) 可以通过电子硬件、电脑软件，或两者的结合进行实现。这样的功能是通过硬件还是软件来实现取决于特定的应用和整个系统的设计要求。本领域技术人员可以对于每种特定的应用，可以使用各种方法实现所述的功能，但这种实现不应被理解为超出本申请实施例保护的范围。

本申请还提供了一种计算机可读存储介质，用于储存计算机软件指令，当所述指令被通信装置执行时，实现上述任一方法实施例的功能。

本申请还提供了一种计算机程序产品，用于储存计算机软件指令，当所述指令被通信装置执行时，实现上述任一方法实施例的功能。

本申请还提供了一种计算机程序，当其在计算机上运行时，实现上述任一方法实施例的功能。

本申请还提供了一种通信系统，该系统包括上述方面的第一通信装置和第二通信装置。

在另一种可能的设计中，该系统还可以包括本申请提供的方案中与第一通信装置和/或第二通信装置进行交互的其他设备。

上述实施例中，可以全部或部分地通过软件、硬件、固件或者其任意组合来实现。当使用软件实现时，可以全部或部分地以计算机程序产品的形式实现。所述计算机程序产品包括一个或多个计算机指令。在计算机上加载和执行所述计算机指令时，全部或部分地产生按照本申请实施例所述的流程或功能。所述计算机可以是通用计算机、专用计算机、计算机网络、或者其他可编程装置。所述计算机指令可以存储在计算机可读存储介质中，或者从一个计算机可读存储介质向另一个计算机可读存储介质传输，例如，所述计算机指令可以从一个网站站点、计算机、服务器或数据中心通过有线（例如同轴电缆、光纤、数字用户线（digital subscriber line, DSL））或无线（例如红外、无线、微波等）方式向另一个网站站点、计算机、服务器或数据中心进行传输。所述计算机可读存储介质可以是计算机能够存取的任何可用介质或者是包含一个或多个可用介质集成的服务器、数据中心等数据存储设备。所述可用介质可以是磁性介质（例如，软盘、硬盘、磁带）、光介质（例如，高密度数字视频光盘（digital video disc, DVD））、或者半导体介质（例如，SSD）等。

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。

在本申请的各个实施例中，如果没有特殊说明以及逻辑冲突，不同的实施例之间的术语和/或描述具有一致性、且可以相互引用，不同的实施例中的技术特征根据其内在的逻辑关系可以组合形成新的实施例。

本申请中，“至少一个”是指一个或者多个，“多个”是指两个或两个以上。“和/或”，描述关联对象的关联关系，表示可以存在三种关系，例如，A 和/或 B，可以表示：单独存在 A，同时存在 A 和 B，单独存在 B 的情况，其中 A、B 可以是单数或者复数。在本申请的文字描述中，字符“/”，一般表示前后关联对象是一种“或”的关系；在本申请的公式中，字符“/”，表示前后关联对象是一种“相除”的关系。

可以理解的是，在本申请的实施例中涉及的各种数字编号仅为描述方便进行的区分，并不用来限制本申请的实施例的范围。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。

权 利 要 求 书

1.一种信号传输方法，其特征在于，所述方法包括：

生成全波射频电信号；

将所述全波射频电信号转换为半波射频光信号；所述半波射频光信号是具有所述全波射频电信号的正半幅度或负半幅度的射频光信号；

发送所述半波射频光信号。

2.根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述半波射频光信号是对所述全波射频电信号相对于直流分量的正半幅度信号进行光调制得到的，或者，所述半波射频光信号是对所述全波射频电信号相对于直流分量的负半幅度信号取反后进行光调制得到的。

3.根据权利要求1或2所述的方法，其特征在于，所述将所述全波射频电信号转换为半波射频光信号，包括：

对所述全波射频电信号叠加第一偏置电信号；所述第一偏置电信号是第一偏置电压信号或第一偏置电流信号；

对叠加所述第一偏置电信号后的所述全波射频电信号进行光调制，得到所述半波射频光信号。

4.根据权利要求3所述的方法，其特征在于，所述第一偏置电信号是所述第一偏置电压信号；所述对叠加所述第一偏置电信号后的所述全波射频电信号进行光调制，得到所述半波射频光信号，包括：

通过电吸收调制激光器，对叠加所述第一偏置电压信号后的所述全波射频电信号进行光调制，得到所述半波射频光信号。

5.根据权利要求4所述的方法，其特征在于，所述电吸收调制激光器包括激光二极管和电吸收调制器；所述通过电吸收调制激光器对叠加所述第一偏置电压信号后的所述全波射频电信号进行光调制，得到所述半波射频光信号，包括：

通过所述激光二极管，产生连续光波信号；

通过所述电吸收调制器，将叠加所述第一偏置电压信号后的所述全波射频电信号调制到所述连续光波信号上，得到所述半波射频光信号。

6.根据权利要求3所述的方法，其特征在于，所述第一偏置电信号是所述第一偏置电流信号；所述对叠加所述第一偏置电信号后的所述全波射频电信号进行光调制，得到所述半波射频光信号，包括：

通过直调激光器，对叠加所述第一偏置电流信号后的所述全波射频电信号进行光调制，得到所述半波射频光信号；

所述第一偏置电流信号对应的电流大于或等于所述直调激光器的阈值电流，且所述第一偏置电流信号对应的电流与所述阈值电流之间的差值在第一范围内。

7.根据权利要求3至6任一项所述的方法，其特征在于，

所述第一偏置电信号满足：对第一光信号进行光电转换得到的电信号所对应的多个频谱分量之间的系数比例满足第一比例；所述第一光信号是对叠加所述第一偏置电信号后的偏置点检测电信号进行光调制得到的光信号。

8.根据权利要求7所述的方法，其特征在于，所述偏置点检测电信号是低频正弦波信号；

对所述第一光信号进行光电转换得到的电信号所对应的直流分量对应的系数、1阶谐波分量对应的系数、2阶谐波分量对应的系数和3阶谐波分量对应的系数之间的比例与0.32:0.5:0.21:0之间的误差在第二范围内。

9.根据权利要求3至8任一项所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

生成偏置点检测电信号;

对所述偏置点检测电信号叠加第二偏置电信号;

对叠加所述第二偏置电信号后的所述偏置点检测电信号进行光调制,得到第二光信号;

如果对所述第二光信号进行光电转换得到的电信号所对应的多个频谱分量之间的系数比例满足第一比例,确定所述第一偏置电信号为所述第二偏置电信号;

否则,调整所述第二偏置电信号,对所述偏置点检测电信号叠加调整后的所述第二偏置电信号。

10.根据权利要求1或2所述的方法,其特征在于,所述将所述全波射频电信号转换为半波射频光信号,包括:

将所述全波射频电信号转换为第一半波射频电信号;所述第一半波射频电信号是具有所述全波射频电信号在模拟域的正半幅度或负半幅度的射频电信号;

通过调制激光器,对所述第一半波射频电信号叠加第三偏置电信号,并对叠加所述第三偏置电信号后的所述第一半波射频电信号进行光调制,得到所述半波射频光信号。

11.根据权利要求10所述的方法,其特征在于,所述第一半波射频电信号是所述全波射频电信号在模拟域相对于直流分量的正半幅度信号,或者,所述第一半波射频电信号是对所述全波射频电信号在模拟域相对于直流分量的负半幅度信号进行取反得到的。

12.根据权利要求10或11所述的方法,其特征在于,所述全波射频电信号是模拟信号;所述将所述全波射频电信号转换为第一半波射频电信号,包括:

通过低噪声功率放大器,将所述全波射频电信号转换为所述第一半波射频电信号;

所述低噪声功率放大器为B类低噪声功率放大器或C类低噪声功率放大器或AB类低噪声功率放大器。

13.根据权利要求10或11所述的方法,其特征在于,所述全波射频电信号是数字信号;所述将所述全波射频电信号转换为第一半波射频电信号,包括:

将所述全波射频电信号转换为第二半波射频电信号;所述第二半波射频电信号是具有所述全波射频电信号在数字域的正半幅度或负半幅度的射频电信号;

对所述第二半波射频电信号进行数模转换,得到所述第一半波射频电信号。

14.根据权利要求13所述的方法,其特征在于,所述第二半波射频电信号是所述全波射频电信号在数字域相对于直流分量的正半幅度信号,或者,所述第二半波射频电信号是对所述全波射频电信号在数字域相对于直流分量的负半幅度信号进行取反得到的。

15.根据权利要求10至14任一项所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:采用滤波函数对所述第一半波射频电信号进行频谱调节;

所述对所述第一半波射频电信号叠加第三偏置电信号,并对叠加所述第三偏置电信号后的所述第一半波射频电信号进行光调制,得到所述半波射频光信号,包括:

对频谱调节后的所述第一半波射频电信号叠加所述第三偏置电信号,并对频谱调节且叠加所述第三偏置电信号后的所述第一半波射频电信号进行光调制,得到所述半波射频光信号。

16.根据权利要求10至15任一项所述的方法,其特征在于,

所述调制激光器为直调激光器,所述第三偏置电信号是第二偏置电流信号,所述第二偏置电流信号对应的电流大于或等于所述直调激光器的阈值电流;或者,

所述调制激光器为电吸收调制激光器,所述第三偏置电信号是第二偏置电压信号,所述第二偏置电压信号对应的电压大于第一电压。

17.根据权利要求 16 所述的方法，其特征在于，

所述第二偏置电流信号是多个第三光信号中信噪比最大的第三光信号对应的第三偏置电流信号；

所述多个第三光信号与多个第三偏置电流信号一一对应；所述多个第三光信号中每个第三光信号是：对叠加该第三光信号对应的第三偏置电流信号后的所述第一半波射频电信号进行光调制得到的；

所述多个第三偏置电流信号分别对应的电流互不相同，且所述多个第三偏置电流信号分别对应的电流均大于或等于所述阈值电流。

18.根据权利要求 16 所述的方法，其特征在于，

所述第二偏置电压信号是多个第四光信号中邻道泄露功率比最小的第四光信号对应的第三偏置电压信号；

所述多个第四光信号与多个第三偏置电压信号一一对应；所述多个第四光信号中每个第四光信号是：对叠加该第四光信号对应的第三偏置电压信号后的所述第一半波射频电信号进行光调制得到的；

所述多个第三偏置电压信号分别对应的电压互不相同，且所述多个第三偏置电压信号分别对应的电压均大于或等于所述第一电压。

19.根据权利要求 1 至 18 任一项所述的方法，其特征在于，

所述全波射频电信号是经过数字预失真处理的信号。

20.一种信号传输方法，其特征在于，所述方法包括：

接收半波射频光信号；所述半波射频光信号是具有全波射频电信号的正半幅度或负半幅度的射频光信号；

将所述半波射频光信号转换为所述全波射频电信号。

21.根据权利要求 20 所述的方法，其特征在于，所述半波射频光信号是对所述全波射频电信号相对于直流分量的正半幅度信号进行光调制得到的，或者，所述半波射频光信号是对所述全波射频电信号相对于直流分量的负半幅度信号取反后进行光调制得到的。

22.根据权利要求 20 或 21 所述的方法，其特征在于，

将所述半波射频光信号转换得到的所述全波射频电信号是：对所述半波射频光信号进行光电转换得到的电信号中的基频信号。

23.根据权利要求 22 所述的方法，其特征在于，所述将所述半波射频光信号转换为所述全波射频电信号，包括：

通过光电探测器对所述半波射频光信号进行光电转换，得到第一电信号；所述光电探测器的通带覆盖所述基频信号的频谱；

通过带通滤波器对所述第一电信号进行滤波处理，得到所述全波射频电信号；所述带通滤波器的通带只包含所述基频信号的频谱。

24.根据权利要求 22 所述的方法，其特征在于，所述将所述半波射频光信号转换为所述全波射频电信号，包括：

通过光电探测器对所述半波射频光信号进行光电转换，得到第一电信号，并从所述第一电信号中确定所述全波射频电信号；所述光电探测器的通带只包含所述基频信号的频谱。

25.一种信号传输方法，其特征在于，所述方法包括：

第一通信装置生成全波射频电信号；

所述第一通信装置将所述全波射频电信号转换为半波射频光信号；所述半波射频光信号

是具有所述全波射频电信号的正半幅度或负半幅度的射频光信号：

所述第一通信装置发送所述半波射频光信号；

第二通信装置接收所述半波射频光信号；

所述第二通信装置将所述半波射频光信号转换为所述全波射频电信号。

26.根据权利要求 25 所述的方法，其特征在于，所述半波射频光信号是所述第一通信装置对所述全波射频电信号相对于直流分量的正半幅度信号进行光调制得到的，或者，所述半波射频光信号是所述第一通信装置对所述全波射频电信号相对于直流分量的负半幅度信号取反后进行光调制得到的。

27.根据权利要求 25 或 26 所述的方法，其特征在于，所述第一通信装置将所述全波射频电信号转换为半波射频光信号，包括：

所述第一通信装置对所述全波射频电信号叠加第一偏置电信号；所述第一偏置电信号是第一偏置电压信号或第一偏置电流信号；

所述第一通信装置对叠加所述第一偏置电信号后的所述全波射频电信号进行光调制，得到所述半波射频光信号。

28.根据权利要求 27 所述的方法，其特征在于，所述第一偏置电信号是所述第一偏置电压信号；所述第一通信装置对叠加所述第一偏置电信号后的所述全波射频电信号进行光调制，得到所述半波射频光信号，包括：

所述第一通信装置通过电吸收调制激光器，对叠加所述第一偏置电压信号后的所述全波射频电信号进行光调制，得到所述半波射频光信号。

29.根据权利要求 28 所述的方法，其特征在于，所述电吸收调制激光器包括激光二极管和电吸收调制器；所述第一通信装置通过电吸收调制激光器对叠加所述第一偏置电压信号后的所述全波射频电信号进行光调制，得到所述半波射频光信号，包括：

所述第一通信装置通过所述激光二极管，产生连续光波信号；

所述第一通信装置通过所述电吸收调制器，将叠加所述第一偏置电压信号后的所述全波射频电信号调制到所述连续光波信号上，得到所述半波射频光信号。

30.根据权利要求 27 所述的方法，其特征在于，所述第一偏置电信号是所述第一偏置电流信号；所述第一通信装置对叠加所述第一偏置电信号后的所述全波射频电信号进行光调制，得到所述半波射频光信号，包括：

所述第一通信装置通过直调激光器，对叠加所述第一偏置电流信号后的所述全波射频电信号进行光调制，得到所述半波射频光信号；

所述第一偏置电流信号对应的电流大于或等于所述直调激光器的阈值电流，且所述第一偏置电流信号对应的电流与所述阈值电流之间的差值在第一范围内。

31.根据权利要求 27 至 30 任一项所述的方法，其特征在于，

所述第一偏置电信号满足：所述第一通信装置对第一光信号进行光电转换得到的电信号所对应的多个频谱分量之间的系数比例满足第一比例；所述第一光信号是所述第一通信装置对叠加所述第一偏置电信号后的偏置点检测电信号进行光调制得到的光信号。

32.根据权利要求 31 所述的方法，其特征在于，所述偏置点检测电信号是低频正弦波信号；

所述第一通信装置对所述第一光信号进行光电转换得到的电信号所对应的直流分量对应的系数、1 阶谐波分量对应的系数、2 阶谐波分量对应的系数和 3 阶谐波分量对应的系数之间的比例与 0.32:0.5:0.21:0 之间的误差在第二范围内。

33.根据权利要求 27 至 32 任一项所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

所述第一通信装置生成偏置点检测电信号；

所述第一通信装置对所述偏置点检测电信号叠加第二偏置电信号；

所述第一通信装置对叠加所述第二偏置电信号后的所述偏置点检测电信号进行光调制，得到第二光信号；

如果所述第一通信装置对所述第二光信号进行光电转换得到的电信号所对应的多个频谱分量之间的系数比例满足第一比例，所述第一通信装置确定所述第一偏置电信号为所述第二偏置电信号；

否则，所述第一通信装置调整所述第二偏置电信号，对所述偏置点检测电信号叠加调整后的所述第二偏置电信号。

34.根据权利要求 25 或 26 所述的方法，其特征在于，所述第一通信装置将所述全波射频电信号转换为半波射频光信号，包括：

所述第一通信装置将所述全波射频电信号转换为第一半波射频电信号；所述第一半波射频电信号是具有所述全波射频电信号在模拟域的正半幅度或负半幅度的射频电信号；

所述第一通信装置通过调制激光器，对所述第一半波射频电信号叠加第三偏置电信号，并对叠加所述第三偏置电信号后的所述第一半波射频电信号进行光调制，得到所述半波射频光信号。

35.根据权利要求 34 所述的方法，其特征在于，所述第一半波射频电信号是所述全波射频电信号在模拟域相对于直流分量的正半幅度信号，或者，所述第一半波射频电信号是对所述全波射频电信号在模拟域相对于直流分量的负半幅度信号进行取反得到的。

36.根据权利要求 34 或 35 所述的方法，其特征在于，所述全波射频电信号是模拟信号；所述第一通信装置将所述全波射频电信号转换为第一半波射频电信号，包括：

所述第一通信装置通过低噪声功率放大器，将所述全波射频电信号转换为所述第一半波射频电信号；

所述低噪声功率放大器为 B 类低噪声功率放大器或 C 类低噪声功率放大器或 AB 类低噪声功率放大器。

37.根据权利要求 34 或 35 所述的方法，其特征在于，所述全波射频电信号是数字信号；所述第一通信装置将所述全波射频电信号转换为第一半波射频电信号，包括：

所述第一通信装置将所述全波射频电信号转换为第二半波射频电信号；所述第二半波射频电信号是具有所述全波射频电信号在数字域的正半幅度或负半幅度的射频电信号；

所述第一通信装置对所述第二半波射频电信号进行数模转换，得到所述第一半波射频电信号。

38.根据权利要求 37 所述的方法，其特征在于，所述第二半波射频电信号是所述全波射频电信号在数字域相对于直流分量的正半幅度信号，或者，所述第二半波射频电信号是对所述全波射频电信号在数字域相对于直流分量的负半幅度信号进行取反得到的。

39.根据权利要求 34 至 38 任一项所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：所述第一通信装置采用滤波函数对所述第一半波射频电信号进行频谱调节；

所述第一通信装置对所述第一半波射频电信号叠加第三偏置电信号，并对叠加所述第三偏置电信号后的所述第一半波射频电信号进行光调制，得到所述半波射频光信号，包括：

所述第一通信装置对频谱调节后的所述第一半波射频电信号叠加所述第三偏置电信号，并对频谱调节且叠加所述第三偏置电信号后的所述第一半波射频电信号进行光调制，得到所

述半波射频光信号。

40.根据权利要求 34 至 39 任一项所述的方法，其特征在于，

所述调制激光器为直调激光器，所述第三偏置电信号是第二偏置电流信号，所述第二偏置电流信号对应的电流大于或等于所述直调激光器的阈值电流；或者，

所述调制激光器为电吸收调制激光器，所述第三偏置电信号是第二偏置电压信号，所述第二偏置电压信号对应的电压大于第一电压。

41.根据权利要求 40 所述的方法，其特征在于，

所述第二偏置电流信号是多个第三光信号中信噪比最大的第三光信号对应的第三偏置电流信号；

所述多个第三光信号与多个第三偏置电流信号一一对应；所述多个第三光信号中每个第三光信号是：所述第一通信装置对叠加该第三光信号对应的第三偏置电流信号后的所述第一半波射频电信号进行光调制得到的；

所述多个第三偏置电流信号分别对应的电流互不相同，且所述多个第三偏置电流信号分别对应的电流均大于或等于所述阈值电流。

42.根据权利要求 40 所述的方法，其特征在于，

所述第二偏置电压信号是多个第四光信号中邻道泄露功率比最小的第四光信号对应的第三偏置电压信号；

所述多个第四光信号与多个第三偏置电压信号一一对应；所述多个第四光信号中每个第四光信号是：对叠加该第四光信号对应的第三偏置电压信号后的所述第一半波射频电信号进行光调制得到的；

所述多个第三偏置电压信号分别对应的电压互不相同，且所述多个第三偏置电压信号分别对应的电压均大于或等于所述第一电压。

43.根据权利要求 25 至 42 任一项所述的方法，其特征在于，

所述第一通信装置生成的所述全波射频电信号是经过所述第一通信装置进行数字预失真处理的信号。

44.根据权利要求 25 或 43 所述的方法，其特征在于，

所述第二通信装置将所述半波射频光信号转换得到的所述全波射频电信号是：所述第二通信装置对所述半波射频光信号进行光电转换得到的电信号中的基频信号。

45.根据权利要求 44 所述的方法，其特征在于，所述第二通信装置将所述半波射频光信号转换为所述全波射频电信号，包括：

所述第二通信装置通过光电探测器对所述半波射频光信号进行光电转换，得到第一电信号；所述光电探测器的通带覆盖所述基频信号的频谱；

所述第二通信装置通过带通滤波器对所述第一电信号进行滤波处理，得到所述全波射频电信号；所述带通滤波器的通带只包含所述基频信号的频谱。

46.根据权利要求 44 所述的方法，其特征在于，所述第二通信装置将所述半波射频光信号转换为所述全波射频电信号，包括：

所述第二通信装置通过光电探测器对所述半波射频光信号进行光电转换，得到第一电信号，并从所述第一电信号中确定所述全波射频电信号；所述光电探测器的通带只包含所述基频信号的频谱。

47.一种通信装置，其特征在于，所述装置包括：

射频信号产生模块，用于生成全波射频电信号，并将所述全波射频电信号输出至调制激

光器；

偏置点控制模块，用于将第一偏置电信号输出至所述调制激光器；

所述调制激光器，用于对叠加所述第一偏置电信号后的所述全波射频电信号进行光调制，得到半波射频光信号；所述半波射频光信号是具有所述全波射频电信号的正半幅度或负半幅度的射频光信号；

所述调制激光器，还用于发送所述半波射频光信号。

48.根据权利要求 47 所述的装置，其特征在于，所述半波射频光信号是对所述全波射频电信号相对于直流分量的正半幅度信号进行光调制得到的，或者，所述半波射频光信号是对所述全波射频电信号相对于直流分量的负半幅度信号取反后进行光调制得到的。

49.根据权利要求 47 或 48 所述的装置，其特征在于，

所述调制激光器为电吸收调制激光器，所述第一偏置电信号是第一偏置电压信号；或者，所述调制激光器为直调激光器，所述第一偏置电信号是第一偏置电流信号。

50.根据权利要求 49 所述的装置，其特征在于，所述电吸收调制激光器包括激光二极管和电吸收调制器；所述电吸收调制器对叠加所述第一偏置电压信号后的所述全波射频电信号进行光调制，得到所述半波射频光信号，具体用于：

通过所述激光二极管，产生连续光波信号；

通过所述电吸收调制器，将叠加所述第一偏置电压信号后的所述全波射频电信号调制到所述连续光波信号上，得到所述半波射频光信号。

51.根据权利要求 49 所述的装置，其特征在于，

所述第一偏置电流信号对应的电流大于或等于所述直调激光器的阈值电流，且所述第一偏置电流信号对应的电流与所述阈值电流之间的差值在第一范围内。

52.根据权利要求 47 至 51 任一项所述的装置，其特征在于，

所述第一偏置电信号满足：对第一光信号进行光电转换得到的电信号所对应的多个频谱分量之间的系数比例满足第一比例；所述第一光信号是对叠加所述第一偏置电信号后的偏置点检测电信号进行光调制得到的光信号。

53.根据权利要求 52 所述的装置，其特征在于，所述偏置点检测电信号是低频正弦波信号；

对所述第一光信号进行光电转换得到的电信号所对应的直流分量对应的系数、1 阶谐波分量对应的系数、2 阶谐波分量对应的系数和 3 阶谐波分量对应的系数之间的比例与 0.32:0.5:0.21:0 之间的误差在第二范围内。

54.根据权利要求 47 至 53 任一项所述的装置，其特征在于，

所述偏置点控制模块，还用于生成偏置点检测电信号，并将所述偏置点检测电信号输出至所述调制激光器；

所述偏置点控制模块，还用于将第二偏置电信号输出至所述调制激光器；

所述调制激光器，还用于对叠加所述第二偏置电信号后的所述偏置点检测电信号进行光调制，得到第二光信号，并将所述第二光信号输出至所述偏置点控制模块；

所述偏置点控制模块，还用于：如果对所述第二光信号进行光电转换得到的电信号所对应的多个频谱分量之间的系数比例满足第一比例，确定所述第一偏置电信号为所述第二偏置电信号；否则，调整所述第二偏置电信号，并将调整后的所述第二偏置电信号输出至所述调制激光器。

55.根据权利要求 47 至 54 任一项所述的装置，其特征在于，所述射频信号产生模块包括

数字预失真模块；

所述全波射频电信号是经过所述数字预失真模块进行数字预失真处理的信号。

56.一种通信装置，其特征在于，所述装置包括：

射频信号产生模块，用于生成全波射频电信号，并将所述全波射频电信号输出至低噪声功率放大器，所述全波射频电信号是模拟信号；

所述低噪声功率放大器，用于将所述全波射频电信号转换为第一半波射频电信号，并将所述第一半波射频电信号输出至调制激光器；所述第一半波射频电信号是具有所述全波射频电信号在模拟域的正半幅度或负半幅度的射频电信号；所述低噪声功率放大器为B类低噪声功率放大器或C类低噪声功率放大器或AB类低噪声功率放大器；

所述调制激光器，用于对所述第一半波射频电信号叠加第三偏置电信号，并对叠加所述第三偏置电信号后的所述第一半波射频电信号进行光调制，得到半波射频光信号；所述半波射频光信号是具有所述全波射频电信号的正半幅度或负半幅度的射频光信号；

所述调制激光器，还用于发送所述半波射频光信号。

57.根据权利要求56所述的装置，其特征在于，所述射频信号产生模块包括数字预失真模块；

所述全波射频电信号是经过所述数字预失真模块进行数字预失真处理的信号。

58.一种通信装置，其特征在于，所述装置包括：

半波射频信号产生模块，用于将全波射频电信号转换为第二半波射频电信号，并对所述第二半波射频电信号进行数模转换，得到第一半波射频电信号；

所述全波射频电信号和所述第二半波射频电信号是数字信号，所述第二半波射频电信号是具有所述全波射频电信号在数字域的正半幅度或负半幅度的射频电信号，所述第一半波射频电信号是具有所述全波射频电信号在模拟域的正半幅度或负半幅度的射频电信号；

所述半波射频信号产生模块，还用于将所述第一半波射频电信号输出至调制激光器；

所述调制激光器，用于对所述第一半波射频电信号叠加第三偏置电信号，并对叠加所述第三偏置电信号后的所述第一半波射频电信号进行光调制，得到半波射频光信号；所述半波射频光信号是具有所述全波射频电信号的正半幅度或负半幅度的射频光信号；

所述调制激光器，还用于发送所述半波射频光信号。

59.根据权利要求58所述的装置，其特征在于，所述第二半波射频电信号是所述全波射频电信号在数字域相对于直流分量的正半幅度信号，或者，所述第二半波射频电信号是对所述全波射频电信号在数字域相对于直流分量的负半幅度信号进行取反得到的。

60.根据权利要求58或59任一项所述的装置，其特征在于，所述半波射频信号产生模块包括数字预失真模块；

所述全波射频电信号是经过所述数字预失真模块进行数字预失真处理的信号。

61.根据权利要求56至60任一项所述的装置，其特征在于，

所述第一半波射频电信号是所述全波射频电信号在模拟域相对于直流分量的正半幅度信号，或者，所述第一半波射频电信号是对所述全波射频电信号在模拟域相对于直流分量的负半幅度信号进行取反得到的。

62.根据权利要求56至61任一项所述的装置，其特征在于，

所述半波射频光信号是对所述全波射频电信号相对于直流分量的正半幅度信号进行光调制得到的，或者，所述半波射频光信号是对所述全波射频电信号相对于直流分量的负半幅度信号取反后进行光调制得到的。

63.根据权利要求 56 至 62 任一项所述的装置，其特征在于，所述装置还包括：

波形调节模块，用于采用滤波函数对所述第一半波射频电信号进行频谱调节，并将频谱调节后的所述第一半波射频电信号输出至所述调制激光器；

所述调制激光器对所述第一半波射频电信号叠加第三偏置电信号，并对叠加所述第三偏置电信号后的所述第一半波射频电信号进行光调制，得到所述半波射频光信号，具体用于：

对频谱调节后的所述第一半波射频电信号叠加所述第三偏置电信号，并对频谱调节且叠加所述第三偏置电信号后的所述第一半波射频电信号进行光调制，得到所述半波射频光信号。

64.根据权利要求 56 至 63 任一项所述的装置，其特征在于，

所述调制激光器为直调激光器，所述第三偏置电信号是第二偏置电流信号，所述第二偏置电流信号对应的电流大于或等于所述直调激光器的阈值电流；或者，

所述调制激光器为电吸收调制激光器，所述第三偏置电信号是第二偏置电压信号，所述第二偏置电压信号对应的电压大于第一电压。

65.根据权利要求 64 所述的装置，其特征在于，

所述第二偏置电流信号是多个第三光信号中信噪比最大的第三光信号对应的第三偏置电流信号；

所述多个第三光信号与多个第三偏置电流信号一一对应；所述多个第三光信号中每个第三光信号是：对叠加该第三光信号对应的第三偏置电流信号后的所述第一半波射频电信号进行光调制得到的；

所述多个第三偏置电流信号分别对应的电流互不相同，且所述多个第三偏置电流信号分别对应的电流均大于或等于所述阈值电流。

66.根据权利要求 64 所述的装置，其特征在于，

所述第二偏置电压信号是多个第四光信号中邻道泄露功率比最小的第四光信号对应的第三偏置电压信号；

所述多个第四光信号与多个第三偏置电压信号一一对应；所述多个第四光信号中每个第四光信号是：对叠加该第四光信号对应的第三偏置电压信号后的所述第一半波射频电信号进行光调制得到的；

所述多个第三偏置电压信号分别对应的电压互不相同，且所述多个第三偏置电压信号分别对应的电压均大于或等于所述第一电压。

67.一种通信装置，其特征在于，所述装置包括：

光电探测器，用于接收半波射频光信号；所述半波射频光信号是具有全波射频电信号的正半幅度或负半幅度的射频光信号；

所述光电探测器，还用于对所述半波射频光信号进行光电转换，得到第一电信号，并将所述第一电信号输出至带通滤波器；所述光电探测器的通带覆盖所述第一电信号中基频信号的频谱；

所述带通滤波器，用于对所述第一电信号进行滤波处理，得到所述全波射频电信号；所述带通滤波器的通带只包含所述基频信号的频谱，所述全波射频电信号是所述第一电信号中的所述基频信号。

68.一种通信装置，其特征在于，所述装置包括：

光电探测器，用于接收半波射频光信号；所述半波射频光信号是具有全波射频电信号的正半幅度或负半幅度的射频光信号；

所述光电探测器，还用于对所述半波射频光信号进行光电转换，得到第一电信号，并从

所述第一电信号中确定所述全波射频电信号；所述光电探测器的通带只包含所述第一电信号中的基频信号的频谱，所述全波射频电信号是所述第一电信号中的所述基频信号。

69.根据权利要求 67 或 68 所述的装置，其特征在于，

所述半波射频光信号是对所述全波射频电信号相对于直流分量的正半幅度信号进行光调制得到的，或者，所述半波射频光信号是对所述全波射频电信号相对于直流分量的负半幅度信号取反后进行光调制得到的。

70.一种通信装置，其特征在于，所述装置包括：

处理单元，用于生成全波射频电信号；

所述处理单元，还用于将所述全波射频电信号转换为半波射频光信号；所述半波射频光信号是具有所述全波射频电信号的正半幅度或负半幅度的射频光信号；

通信单元，用于发送所述半波射频光信号。

71.根据权利要求 70 所述的装置，其特征在于，所述半波射频光信号是对所述全波射频电信号相对于直流分量的正半幅度信号进行光调制得到的，或者，所述半波射频光信号是对所述全波射频电信号相对于直流分量的负半幅度信号取反后进行光调制得到的。

72.根据权利要求 70 或 71 所述的装置，其特征在于，所述处理单元将所述全波射频电信号转换为半波射频光信号，具体用于：

对所述全波射频电信号叠加第一偏置电信号；所述第一偏置电信号是第一偏置电压信号或第一偏置电流信号；

对叠加所述第一偏置电信号后的所述全波射频电信号进行光调制，得到所述半波射频光信号。

73.根据权利要求 72 所述的装置，其特征在于，所述第一偏置电信号是所述第一偏置电压信号；所述处理单元对叠加所述第一偏置电信号后的所述全波射频电信号进行光调制，得到所述半波射频光信号，具体用于：

通过电吸收调制激光器，对叠加所述第一偏置电压信号后的所述全波射频电信号进行光调制，得到所述半波射频光信号。

74.根据权利要求 73 所述的装置，其特征在于，所述电吸收调制激光器包括激光二极管和电吸收调制器；所述处理单元通过电吸收调制激光器对叠加所述第一偏置电压信号后的所述全波射频电信号进行光调制，得到所述半波射频光信号，具体用于：

通过所述激光二极管，产生连续光波信号；

通过所述电吸收调制器，将叠加所述第一偏置电压信号后的所述全波射频电信号调制到所述连续光波信号上，得到所述半波射频光信号。

75.根据权利要求 72 所述的装置，其特征在于，所述第一偏置电信号是所述第一偏置电流信号；所述处理单元对叠加所述第一偏置电信号后的所述全波射频电信号进行光调制，得到所述半波射频光信号，具体用于：

通过直调激光器，对叠加所述第一偏置电流信号后的所述全波射频电信号进行光调制，得到所述半波射频光信号；

所述第一偏置电流信号对应的电流大于或等于所述直调激光器的阈值电流，且所述第一偏置电流信号对应的电流与所述阈值电流之间的差值在第一范围内。

76.根据权利要求 72 至 75 任一项所述的装置，其特征在于，

所述第一偏置电信号满足：对第一光信号进行光电转换得到的电信号所对应的多个频谱分量之间的系数比例满足第一比例；所述第一光信号是对叠加所述第一偏置电信号后的偏置

点检测电信号进行光调制得到的光信号。

77.根据权利要求 76 所述的装置，其特征在于，所述偏置点检测电信号是低频正弦波信号；

对所述第一光信号进行光电转换得到的电信号所对应的直流分量对应的系数、1 阶谐波分量对应的系数、2 阶谐波分量对应的系数和 3 阶谐波分量对应的系数之间的比例与 0.32:0.5:0.21:0 之间的误差在第二范围内。

78.根据权利要求 72 至 77 任一项所述的装置，其特征在于，

所述处理单元，还用于生成偏置点检测电信号；

所述处理单元，还用于对所述偏置点检测电信号叠加第二偏置电信号；

所述处理单元，还用于对叠加所述第二偏置电信号后的所述偏置点检测电信号进行光调制，得到第二光信号；

所述处理单元，还用于：如果对所述第二光信号进行光电转换得到的电信号所对应的多个频谱分量之间的系数比例满足第一比例，确定所述第一偏置电信号为所述第二偏置电信号；否则，调整所述第二偏置电信号，对所述偏置点检测电信号叠加调整后的所述第二偏置电信号。

79.根据权利要求 70 或 71 所述的装置，其特征在于，所述处理单元将所述全波射频电信号转换为半波射频光信号，具体用于：

将所述全波射频电信号转换为第一半波射频电信号；所述第一半波射频电信号是具有所述全波射频电信号在模拟域的正半幅度或负半幅度的射频电信号；

通过调制激光器，对所述第一半波射频电信号叠加第三偏置电信号，并对叠加所述第三偏置电信号后的所述第一半波射频电信号进行光调制，得到所述半波射频光信号。

80.根据权利要求 79 所述的装置，其特征在于，所述第一半波射频电信号是所述全波射频电信号在模拟域相对于直流分量的正半幅度信号，或者，所述第一半波射频电信号是对所述全波射频电信号在模拟域相对于直流分量的负半幅度信号进行取反得到的。

81.根据权利要求 79 或 80 所述的装置，其特征在于，所述全波射频电信号是模拟信号；所述处理单元将所述全波射频电信号转换为第一半波射频电信号，具体用于：

通过低噪声功率放大器，将所述全波射频电信号转换为所述第一半波射频电信号；

所述低噪声功率放大器为 B 类低噪声功率放大器或 C 类低噪声功率放大器或 AB 类低噪声功率放大器。

82.根据权利要求 79 或 80 所述的装置，其特征在于，所述全波射频电信号是数字信号；所述处理单元将所述全波射频电信号转换为第一半波射频电信号，具体用于：

将所述全波射频电信号转换为第二半波射频电信号；所述第二半波射频电信号是具有所述全波射频电信号在数字域的正半幅度或负半幅度的射频电信号；

对所述第二半波射频电信号进行数模转换，得到所述第一半波射频电信号。

83.根据权利要求 82 所述的装置，其特征在于，所述第二半波射频电信号是所述全波射频电信号在数字域相对于直流分量的正半幅度信号，或者，所述第二半波射频电信号是对所述全波射频电信号在数字域相对于直流分量的负半幅度信号进行取反得到的。

84.根据权利要求 79 至 83 任一项所述的装置，其特征在于，

所述处理单元，还用于采用滤波函数对所述第一半波射频电信号进行频谱调节；

所述处理单元对所述第一半波射频电信号叠加第三偏置电信号，并对叠加所述第三偏置电信号后的所述第一半波射频电信号进行光调制，得到所述半波射频光信号，具体用于：

对频谱调节后的所述第一半波射频电信号叠加所述第三偏置电信号，并对频谱调节且叠加所述第三偏置电信号后的所述第一半波射频电信号进行光调制，得到所述半波射频光信号。

85.根据权利要求 79 至 84 任一项所述的装置，其特征在于，

所述调制激光器为直调激光器，所述第三偏置电信号是第二偏置电流信号，所述第二偏置电流信号对应的电流大于或等于所述直调激光器的阈值电流；或者，

所述调制激光器为电吸收调制激光器，所述第三偏置电信号是第二偏置电压信号，所述第二偏置电压信号对应的电压大于第一电压。

86.根据权利要求 85 所述的装置，其特征在于，

所述第二偏置电流信号是多个第三光信号中信噪比最大的第三光信号对应的第三偏置电流信号；

所述多个第三光信号与多个第三偏置电流信号一一对应；所述多个第三光信号中每个第三光信号是：所述处理单元对叠加该第三光信号对应的第三偏置电流信号后的所述第一半波射频电信号进行光调制得到的；

所述多个第三偏置电流信号分别对应的电流互不相同，且所述多个第三偏置电流信号分别对应的电流均大于或等于所述阈值电流。

87.根据权利要求 85 所述的装置，其特征在于，

所述第二偏置电压信号是多个第四光信号中邻道泄露功率比最小的第四光信号对应的第三偏置电压信号；

所述多个第四光信号与多个第三偏置电压信号一一对应；所述多个第四光信号中每个第四光信号是：对叠加该第四光信号对应的第三偏置电压信号后的所述第一半波射频电信号进行光调制得到的；

所述多个第三偏置电压信号分别对应的电压互不相同，且所述多个第三偏置电压信号分别对应的电压均大于或等于所述第一电压。

88.根据权利要求 70 至 87 任一项所述的装置，其特征在于，

所述全波射频电信号是经过数字预失真处理的信号。

89.一种通信装置，其特征在于，所述装置包括：

通信单元，用于接收半波射频光信号；所述半波射频光信号是具有全波射频电信号的正半幅度或负半幅度的射频光信号；

处理单元，用于将所述半波射频光信号转换为所述全波射频电信号。

90.根据权利要求 89 所述的装置，其特征在于，所述半波射频光信号是对所述全波射频电信号相对于直流分量的正半幅度信号进行光调制得到的，或者，所述半波射频光信号是对所述全波射频电信号相对于直流分量的负半幅度信号取反后进行光调制得到的。

91.根据权利要求 89 或 90 所述的装置，其特征在于，

将所述半波射频光信号转换得到的所述全波射频电信号是：对所述半波射频光信号进行光电转换得到的电信号中的基频信号。

92.根据权利要求 91 所述的装置，其特征在于，所述处理单元将所述半波射频光信号转换为所述全波射频电信号，具体用于：

通过光电探测器对所述半波射频光信号进行光电转换，得到第一电信号；所述光电探测器的通带覆盖所述基频信号的频谱；

通过带通滤波器对所述第一电信号进行滤波处理，得到所述全波射频电信号；所述带通滤波器的通带只包含所述基频信号的频谱。

93.根据权利要求 91 所述的装置，其特征在于，所述处理单元将所述半波射频光信号转换为所述全波射频电信号，具体用于：

通过光电探测器对所述半波射频光信号进行光电转换，得到第一电信号，并从所述第一电信号中确定所述全波射频电信号：所述光电探测器的通带只包含所述基频信号的频谱。

94.一种通信装置，其特征在于，包括存储器和处理器：

所述存储器，用于存储指令或计算机程序；

所述处理器，用于执行所述存储器所存储的计算机程序或指令，以使所述通信装置执行权利要求 1 至 19 任一项所述的方法，或者，以使所述通信装置执行权利要求 20 至 24 任一项所述的方法。

95.一种通信系统，所述通信系统包括第一通信装置和第二通信装置：

所述第一通信装置用于执行权利要求 1 至 19 任一项所述的方法；

所述第二通信装置用于执行权利要求 20 至 24 任一项所述的方法。

96.一种计算机可读存储介质，其特征在于，所述计算机可读存储介质存储有计算机程序，当所述计算机程序被运行时，实现如权利要求 1 至 19 任一项所述的方法，或者，实现如权利要求 20 至 24 任一项所述的方法。

97.一种计算机程序产品，所述计算机程序产品包括：计算机程序代码，当所述计算机程序代码并运行时，实现如权利要求 1 至 19 任一项所述的方法，或者，实现如权利要求 20 至 24 任一项所述的方法。