基于无源变频的单路四流覆盖系统、能耗控制方法及介质

相关申请的交叉引用

本公开基于申请号为202410235269.1、申请日为2024年03月01日的中国专利申请提出，并要求该中国专利申请的优先权，该中国专利申请的全部内容在此引入本公开作为参考。

技术领域

本公开涉及通信领域，具体涉及一种基于无源变频的单路四流覆盖系统、能耗控制方法及介质。

背景技术

现有的错层覆盖技术方案包括：1、申请号为202210089069.0的一种5G室分末端天线监控装置；2、申请号为202211440707.5的一种支持5G近远端无线移频装置及方法；3、申请号为202210056024.3的一种单根馈线走双MIMO的5G移频系统。

方案1仅使用了一种5G单路有源移频设备，对天线末端进行监控。有源移频需要在远端供电，设备更加复杂、不具备实施效益性，近端还需要多增加近端机，进一步增加成本；

方案2中变频信号传输过程是在自由空间中进行无线传输，所用元器件更多、成本更高；

方案3所述的2×2MIMO实质上是指两路1.1GHz信号与两路1.3GHz，实际上要在远端进行1.1GHz信号与1.3GHz混频，最后远端天线实质上只能发出两路信号，终端也只能接收两路信号。

由此可见，上述现有错层覆盖技术方案存在成本高、且稳定可靠性差的问题。

发明内容

本公开实施例提供一种基于无源变频的单路四流覆盖系统、能耗控制方法及介质，用以解决现有错层覆盖技术方案存在的成本高和不稳定可靠的技术问题。

第一方面，本公开实施例提供一种基于无源变频的单路四流覆盖系统，包括功率控制器、第一射频拉远单元RRU、第二RRU、三端口多频合路器、耦合器、两端口多频合路器以及无源变频天线，其中：

所述功率控制器与所述第一RRU连接，所述第一RRU用于输出带有数据信息的信号，所述功率控制器用于控制所述第一RRU的信号输出功率；

所述第一RRU与所述三端口多频合路器之间通过三通道连接，所述三端口多频合路器用于对通过所述三通道发射的信号进行合路；

所述三端口多频合路器与所述两端口多频合路器之间通过所述耦合器连接，所述耦合器用于对接收到的信号进行均分而得到均分信号，所述两端口多频合路器用于对所述耦合器发送的各所述均分信号进行合路而得到合路信号；

所述两端口多频合路器与所述无源变频天线连接，所述无源变频天线用于向外界输出所述两端口多频合路器发送的所述合路信号；

所述第二RRU与所述耦合器之间通过单通道连接；

通过所述三通道、所述单通道、所述三端口多频合路器、所述耦合器以及所述两端口多频合路器，将所述第一RRU生成的三路信号和所述第二RRU生成的一路信号传送至所述无源变频天线。

在一个实施例中，所述功率控制器包括变频RRU监测器、变频RRU通道功率调节器、RRU状态读取装置、初始条件输入单元以及计算单元；所述变频RRU通道功率调节器分别与所述第一RRU和所述计算单元连接；所述变频RRU监测器分别与所述RRU状态读取装置和所述计算单元连接，其中，所述变频RRU监测器包括变频RRU流量监测器、变频RRU能耗监测器以及变频RRU用户数监测器；所述RRU状态读取装置与所述第一RRU连接；所述初始条件输入单元与所述计算单元连接；其中：

所述RRU状态读取装置，用于读取所述第一RRU的运行信息；

所述变频RRU监测器，用于提取所述运行信息中的连接用户数、能耗信息和上下行流量速率和；

所述初始条件输入单元，用于获取用户历史状态信息；

所述计算单元，用于基于所述连接用户数、所述能耗信息、所述上下行流量速率和以及所述用户历史状态信息，控制所述第一RRU在各通道的信号输出功率。

在一个实施例中，所述第一RRU包括高速接口模块、目标信号收发装置、功率放大器PA、低噪声放大器LNA、环形器、射频模块RF开关、驻波监测电路、大功率负载、第一接地器、第二接地器、非移频滤波器以及移频滤波器，其中：

所述高速接口模块与所述三端口多频合路器之间通过目标信号收发装置连接，所述目标信号收

发装置包括非移频信号收发装置和移频信号收发装置；

所述目标信号收发装置与所述三端口多频合路器之间依次通过所述 PA、所述环形器以及所述非移频滤波器或所述移频滤波器进行连接；

所述目标信号收发装置与所述驻波监测电路之间依次通过所述 LNA 和所述 RF 开关进行连接；

所述目标信号收发装置与所述第一接地器之间依次通过所述 LNA、所述 RF 开关以及所述大功率负载进行连接；

所述移频信号收发装置与所述第二接地器之间依次通过所述 PA、所述环形器、所述 RF 开关以及所述大功率负载进行连接。

在一个实施例中，所述三端口多频合路器包括信号输入接收器、合路装置和信号输出器，其中：

所述合路装置的一端与所述信号输入接收器连接，另一端与所述信号输出器连接；

所述合路装置用于将所述信号输入接收器发射的非同频信号进行合路，并将合路后的信号通过所述信号输出器发出。

在一个实施例中，所述基于无源变频的单路四流覆盖系统还包括分布系统，其中：

所述分布系统的一端与所述两端口多频合路器连接，另一端与所述无源变频天线连接；

所述分布系统用于将所述两端口多频合路器发送的信号传送至所述无源变频天线。

在一个实施例中，所述耦合器用于将接收到的信号均匀地分成两路频率相同，功率减半的信号。

在一个实施例中，所述无源变频天线包括信号输入端口、移频模块、垂直极化辐射单元以及水平极化辐射单元，其中：

所述信号输入端口分别与所述两端口多频合路器和所述移频模块连接；

所述垂直极化辐射单元和所述水平极化辐射单元均与所述移频模块连接。

在一个实施例中，所述信号输入端口用于对各路信号进行分类；

所述移频模块，用于对各路信号中的一部分信号进行直通，对各路信号中的另一部分信号进行叠加移频；

所述垂直极化辐射单元，用于对直通的信号进行输出；

所述水平极化辐射单元，用于对叠加移频的信号进行输出。

第二方面，本公开实施例提供一种能耗控制方法，应用于第一方面所述的基于无源变频的单路四流覆盖系统，能耗控制方法包括：

基于所述连接用户数、所述能耗信息、所述上下行流量速率和以及所述用户历史状态信息，确定目标功率值；以及

基于所述目标功率值与功率阈值的对比结果，调整所述第一 RRU 在各通道的信号输出功率，所述功率阈值是基于所述用户历史状态信息确定的。

第三方面，本公开实施例提供一种非暂态计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，所述计算机程序被处理器执行时实现第一方面所述的基于无源变频的单路四流覆盖系统。

本公开实施例提供的基于无源变频的单路四流覆盖系统包括功率控制器、第一射频拉远单元 RRU、第二 RRU、三端口多频合路器、耦合器、两端口多频合路器以及无源变频天线，其中：第一 RRU 用于输出带有数据信息的信号，功率控制器用于控制第一 RRU 的信号输出功率；三端口多频合路器用于对所述三通道发射的信号进行合路；耦合器用于对接收到的信号进行均分，两端口多频合路器用于对耦合器发送的各均分信号进行合路；无源变频天线用于向外界输出两端口多频合路器发送的合路信号。通过以上系统中的各个元器件将第一 RRU 生成的三路信号和第二 RRU 生成的一路信号传送至无源变频天线，即通过单路馈线分布系统可以实现四流覆盖的效果。

附图说明

为了更清楚地说明本公开或现有技术中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作一简单地介绍。下面描述中的附图是本公开的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

图 1 是本公开实施例提供的基于无源变频的单路四流覆盖系统的结构示意图。

图 2 是本公开实施例提供的基于无源变频的单路四流覆盖系统的整体系统及信号示意图。

图 3 是本公开实施例提供的功率控制器的结构示意图。

图 4 是本公开实施例提供的第一 RRU 的结构示意图。

图 5 是本公开实施例提供的无源变频天线的结构示意图。

图 6 是本公开实施例提供的能耗控制方法的流程示意图。

具体实施方式

为使本公开的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本公开实施例中的附图，对本公开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公开一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本公开中的实施例，本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本公开保护的范围。

参照图 1，图 1 是本公开实施例中基于无源变频的单路四流覆盖系统的结构示意图。本公开实施例提供的基于无源变频的单路四流覆盖系统，可以包括功率控制器、第一射频拉远单元（Remote Radio Unit，RRU）、第二 RRU、三端口多频合路器、耦合器、两端口多频合路器以及无源变频天线，其中：

所述功率控制器与所述第一 RRU 连接，所述第一 RRU 用于输出带有数据信息的信号，所述功率控制器用于控制所述第一 RRU 的信号输出功率；

所述第一 RRU 与所述三端口多频合路器之间通过三通道连接，所述三端口多频合路器用于对通过所述三通道发射的信号进行合路；

所述三端口多频合路器与所述两端口多频合路器之间通过所述耦合器连接，所述耦合器用于对接收到的信号进行均分而得到均分信号，所述两端口多频合路器用于对所述耦合器发送的各均分信号进行合路而得到合路信号；

所述两端口多频合路器与所述无源变频天线连接，所述无源变频天线用于向外界输出所述两端口多频合路器发送的所述合路信号；

所述第二 RRU 与所述耦合器之间通过单通道连接；

通过所述三通道、所述单通道、所述三端口多频合路器、所述耦合器以及所述两端口多频合路器，将所述第一 RRU 生成的三路信号和所述第二 RRU 生成的一路信号传送至所述无源变频天线。

具体地，参照图 1，本公开实施例给出一种解决四层楼的错层覆盖技术问题的系统示例。所述系统包括 4 个远端的无源变频天线、1 个功率控制器、1 个 5G 变频 RRU（即本实施例中的第一 RRU）、1 个 2G/4G RRU（即本实施例中的第二 RRU）、2 个三端口多频合路器、4 个两端口多频合路器、4 个耦合器以及 4 个分布系统。5G 变频 RRU 和 4 个无源变频天线之间依次通过 2 个三端口多频合路器、4 个耦合器、4 个两端口多频合路器以及 4 个分布系统相连接。

如图 1 所示，本实施例提供的基于无源变频的单路四流覆盖系统中，整体信号传输路径如下：信号发射端口 1（图 1 中的通道 1）、信号发射端口 2（图 1 中的通道 2）、信号发射端口 3（图 1 中的通道 3）分别与三端口多频合路器 1 的输入端连接，三端口多频合路器 1 的输出端与耦合器 1 相连接，耦合器 1 分出两路相同的信号，分别发送至位于第 4 层的两端口多频合路器 1 和位于第 2 层的两端口多频合路器 3。两端口多频合路器 1 接收来自耦合器 1 传来的一路信号以及来自于耦合器 3 传来的一路信号，将这两路信号进行合路后传至第 4 层的分布系统 1，由分布系统 1 将合路后的信号传送至远端无源变频天线 1，此时无源变频天线 1 共接收来自通道 1、通道 2、通道 3 以及通道 A 传来的四路信号。其中，通道 A 为原 2G/4G RRU 的第 A 路 2G/4G 信号。两端口多频合路器 3 接收来自耦合器 1 传来的一路信号与来自于耦合器 4 传来的一路信号，将这两路信号进行合路后传至第 2 层的分布系统 3，由分布系统 3 将合路后的信号传送至远端无源变频天线 3，此时无源变频天线 3 共接收来自通道 1、通道 2、通道 3 以及通道 A 传来的四路信号；

信号发射端口 4（图 1 中的通道 4）、信号发射端口 5（图 1 中的通道 5）以及信号发射端口 6（图 1 中的通道 6）分别与三端口多频合路器 2 的输入端连接，三端口多频合路器 2 的输出端与耦合器 2 相连接，耦合器 2 分出两路相同的信号，分别发送至位于第 3 层的两端口多频合路器 2 与位于第 1 层的两端口多频合路器 4。两端口多频合路器 2 接收来自耦合器 2 传来的一路信号与来自于耦合器 4 传来的一路信号，将这两路信号进行合路后传至 3 层的分布系统 2，由分布系统 2 将合路后的信号传送至远端无源变频天线 2，此时，无源变频天线共接收来自通道 4、通道 5、通道 6 以及通道 B 传来的四路信号，其中，通道 B 为原 2G/4G RRU 的第 B 路 2G/4G 信号。两端口多频合路器 4 接收来自耦合器 2 传来的一路信号与来自于耦合器 4 传来的一路信号，进行合路后传至第 1 层的分布系统 4，由分布系统 4 将合路后的信号传送至远端无源变频天线 4，此时无源变频天线 4 共接收来自通道 4、通道 5、通道 6 以及通道 B 传来的四路信号。

如图 2 所示，本实施例进一步给出实现单路四流方案的信号接收流程：

当功率控制器处于满载状态时，5G 变频 RRU 满载输出功率，此时通道 1-6 均满载输出。例如，通道 1 传输一路频率为 2.6GHz、带宽为 100M 的带有数据信息的信号 S1；通道 2 传输一路频率为 1.4GHz、带宽为 100M 的带有数据信息的信号 SA2；通道 3 传输一路频率为 1.2GHz、带宽为 100M 的带有数据信息的信号 SB2；信号 S1、SA2、SB2 分别输入三端口多频合路器 1，由三端口多频合路器 1 对这三路信号进行合路，三端口多频合路器 1 将合路后的信号 S1+SA2+SB2 发送至耦合器 1，由耦合器 1 将信号 S1+SA2+SB2 分成两路功率减半、频率不变的信号，由于分出的两路信号频率及所携带信息不变，而功率仅会影响末端覆盖范围但不影响频率与信息，因此可将分出的两路信号继续视为 S1+SA2+SB2，进一步

的，耦合器 1 将两路信号 S1+SA2+SB2 分别输出至两端口多频合路器 1 的第二端口，以及两端口多频合路器 3 的第一端口；

通道 4 传输一路频率为 2.6GHz、带宽为 100M 的信号 S3、通道 5 传输一路频率为 1.4GHz、带宽为 100M 的信号 SA4、通道 6 传输一路频率为 1.2GHz、带宽为 100M 的信号 SB4；信号 S3、SA4、SB4 分别输入三端口多频合路器 2，三端口多频合路器 2 将这三路信号进行合路，并将合路后的信号 S3+SA4+SB4 发送至耦合器 2，耦合器 2 将两路信号 S3+SA4+SB4 分别输出至两端口多频合路器 2 的第一端口，以及两端口多频合路器 4 的第一端口；

原有分布系统 2G/4G RRU 的通道 A 向耦合器 3 发出一路非 2.6GHz、1.4GHz 以及 1.2GHz 的信号 A，由耦合器 3 将信号 A 耦合后分成两路功率减半、频率不变的信号，耦合器 3 将两路信号 A 分别发送至两端口多频合路器 1 的第一端口，以及两端口多频合路器 3 的第二端口；

2G/4G RRU 的通道 B 向耦合器 4 发出一路非 2.6GHz、1.4GHz 以及 1.2GHz 的信号 B，由耦合器 4 将信号 B 耦合后分成两路功率减半频率不变的信号，耦合器 4 将信号 B 发送至两端口多频合路器 2 的第二端口，以及两端口多频合路器 4 的第二端口。

进一步的，两端口多频合路器 1 将信号 A 与信号 S1+SA2+SB2 合路，得到信号 A+S1+SA2+SB2，并将信号 A+S1+SA2+SB2 发送至分布系统 1，分布系统 1 接收信号后将信号传送至无源变频天线 1，无源变频天线 1 对信号 A+S1+SA2+SB2 进行信号识别，经过天线内部滤波器，滤出 1.4GHz 频率的信号 SA2 与 1.2GHz 频率的信号 SB2 后由混频器将其进行混频成信号 S2，并将信号 S2 发送至无源变频天线的垂直阵子，由垂直阵子发送至自由空间；天线内部的滤波器还可识别信号 2.6GHz 频率的 S1 与信号 2G/4G 信号 A，并将信号 S1 与信号 A 发送至无源变频天线的垂直阵子，由垂直阵子发送至自由空间，因此，无源变频天线 1 最终将会发出 2.6GHz 信号 S1、2.6GHz 信号 S2 以及 2G/4G 信号 A，即 S1+S2+A。

进一步的，两端口多频合路器 2 将信号 B 与信号 S3+SA4+SB4 合路，得到信号 B+S3+SA4+SB4，并将信号发送至分布系统 2，分布系统 2 接收信号后将信号传送至无源变频天线 2，无源变频天线 2 对信号 B+S3+SA4+SB4 进行信号识别，经过天线内部滤波器，滤出 1.4GHz 频率的信号 SA4 与 1.2GHz 频率的信号 SB4 后由混频器将其进行混频成信号 S4，并将信号 S4 发送至无源变频天线的垂直阵子，由垂直阵子发送至自由空间；天线内部的滤波器还会识别信号 2.6GHz 频率的 S3 与信号 2G/4G 信号 B，并将信号 S3 与信号 B 发送至无源变频天线的垂直阵子，因此，无源变频天线 2 最终将会发出 2.6GHz 信号 S3、2.6GHz 信号 S4 以及 2G/4G 信号 B，即 S3+S4+B。

进一步的，两端口多频合路器 3 将信号 A 与信号 S1+SA2+SB2 合路，得到信号 A+S1+SA2+SB2，并将信号 A+S1+SA2+SB2 发送至分布系统 3，分布系统 3 接收信号后将信号传送至无源变频天线 3，无源变频天线 3 对信号 A+S1+SA2+SB2 进行信号识别，经过天线内部滤波器，滤出 1.4GHz 频率的信号 SA2 与 1.2GHz 频率的信号 SB2 后由混频器将其进行混频成信号 S2，并将信号 S2 发送至无源变频天线的垂直阵子，由垂直阵子发送至自由空间；天线内部的滤波器还可识别信号 2.6GHz 频率的 S1 与信号 2G/4G 信号 A，并将信号 S1 与信号 A 发送至无源变频天线的垂直阵子，由垂直阵子发送至自由空间，因此无源变频天线 3 最终将会发出 2.6GHz 信号 S1、2.6GHz 信号 S2 以及 2G/4G 信号 A，即 S1+S2+A。

进一步的，两端口多频合路器 4 将信号 B 与信号 S3+SA4+SB4 合路，得到信号 B+S3+SA4+SB4，并将信号发送至分布系统 4，分布系统 4 接收信号后将信号传送至无源变频天线 4，无源变频天线 4 对信号 B+S3+SA4+SB4 进行信号识别，经过天线内部滤波器，滤出 1.4GHz 频率的信号 SA4 与 1.2GHz 频率的信号 SB4 后由混频器将其进行混频成信号 S4，并将信号 S4 发送至无源变频天线的垂直阵子，由垂直阵子发送至自由空间；天线内部的滤波器还会识别信号 2.6GHz 频率的 S3 与信号 2G/4G 信号 B，并将信号 S3 与信号 B 发送至无源变频天线的垂直阵子，因此无源变频天线 4 最终将会发出 2.6GHz 信号 S3、2.6GHz 信号 S4 以及 2G/4G 信号 B，即 S3+S4+B。

由于无源变频天线 1 所发出信号可以从第 4 层穿过一层楼板发送至第 3 层，无源变频天线 2 所发出信号可以从第 3 层穿过一层楼板发送至第 2 层，无源变频天线 3 所发出信号可以从第 2 层穿过一层楼板发送至第 1 层。因此，位于第 4 层的终端既可以接收到无源变频天线 1 发送的信号 S1、S2 和 A，又可以接收到无源变频天线 2 发送的信号 S3、S4 和 B；位于第 1 层、第 2 层与第 3 层（即非顶层，第 4 层）的终端即可接收到 5G 信号 S1、S2、S3 和 S4 共四路信号，由此本实施例提供的单路馈线分布系统可以实现四流覆盖效果。

本实施例通过单路馈线分布系统可以实现四流覆盖效果。

在一个实施例中，本公开实施例提供的功率控制器包括变频 RRU 监测器、变频 RRU 通道功率调节器、RRU 状态读取装置、初始条件输入单元以及计算单元；所述变频 RRU 通道功率调节器分别与所述第一 RRU 和所述计算单元连接；所述变频 RRU 监测器分别与所述 RRU 状态读取装置和所述计算单元连接，其中，所述变频 RRU 监测器包括变频 RRU 流量监测器、变频 RRU 能耗监测器以及变频 RRU 用户数监测器；所述 RRU 状态读取装置与所述第一 RRU 连接；所述初始条件输入单元与所述计算单元连接；

其中：

所述 RRU 状态读取装置，用于读取所述第一 RRU 的运行信息；

所述变频 RRU 监测器，用于提取所述运行信息中的连接用户数、能耗信息和上下行流量速率和；

所述初始条件输入单元，用于获取用户历史状态信息；

所述计算单元，用于基于所述连接用户数、所述能耗信息、所述上下行流量速率和以及所述用户历史状态信息，控制所述第一 RRU 在各通道的信号输出功率。

具体地，如图 3 所示，功率控制器包括变频 RRU 通道功率调节器、变频 RRU 用户数监测器、变频 RRU 流量监测器、变频 RRU 能耗监测器、计算单元以及初始条件输入单元。RRU 状态读取装置在外部与 5G 变频 RRU 相连接，RRU 状态读取装置在内部与变频 RRU 用户数监测器、变频 RRU 流量监测器及变频 RRU 能耗监测器分别连接，变频 RRU 用户数监测器、变频 RRU 流量监测器及变频 RRU 能耗监测器与计算单元相连接，计算单元还与初始条件输入单元连接，计算单元外部与 5G 变频 RRU 相连接。

其中，RRU 状态读取装置用于读取 5G 变频 RRU 的当前运行信息记录，由变频 RRU 用户数监测器从当前运行信息记录中读取 5G 变频 RRU 实时的连接用户数 N、由变频 RRU 能耗监测器从当前运行信息记录中读取 5G 变频 RRU 实时的能耗信息 W、由变频 RRU 流量监测器从当前运行信息记录中读取 5G 变频 RRU 实时的上下行流量速率之和 G，由初始条件输入单元获取用户输入的初始状态的信息及前一段时间当天的状态信息。由计算单元结合上述获取的信息计算出参数，该参数可以确定如何控制第一 RRU 在各通道的信号输出功率。

本实施例通过功率控制器调整第一 RRU 在各通道的信号输出功率，进而实现能耗的节约。

在一个实施例中，本公开实施例提供的第一 RRU 包括高速接口模块、目标信号收发装置、功率放大器 PA、低噪声放大器 LNA、环形器、射频模块 RF 开关、驻波监测电路、大功率负载、第一接地器、第二接地器、非移频滤波器以及移频滤波器，其中：

所述高速接口模块与所述三端口多频合路器之间通过目标信号收发装置连接，所述目标信号收发装置包括非移频信号收发装置和移频信号收发装置；

所述目标信号收发装置与所述三端口多频合路器之间依次通过所述 PA、所述环形器以及所述非移频滤波器（或所述移频滤波器）进行连接；

所述目标信号收发装置与所述驻波监测电路之间依次通过所述 LNA 和所述 RF 开关进行连接；

所述目标信号收发装置与所述第一接地器之间依次通过所述 LNA、所述 RF 开关以及所述大功率负载进行连接；

所述移频信号收发装置与所述第二接地器之间依次通过所述 PA、所述环形器、所述 RF 开关以及所述大功率负载进行连接。

具体地，如图 4 所示，5G 变频 RRU 包括高速接口模块、非移频信号收发装置、移频信号收发信装置、功率放大器 PA、低噪声放大器 LPA、环形器、射频模块 RF 开关、驻波监测电路、大功率负载、接地器、非移频滤波器、移频滤波器、电源模块以及扩展接口。本实施例提供的 5G 变频 RRU 有别于现有 5G 变频 RRU 的地方在于：本实施例提供的 5G 变频 RRU 为 6 通道 RRU，因此，高速接口模块分别与 2 个非移频信号收发装置及 2 个移频信号收发装置相连接。

具体的，非移频信号收发装置 1 与 PA1 相连接，PA1 与环形器 1 连接，环形器 1 与非移频滤波器 1 连接，非移频滤波器 1 与外部三端口多频合路器 1 相连接。具体的，非移频信号收发装置 1 还与 LNA1 相连接；LNA1 与 RF 开关 1 连接；RF 开关 1 还分别与环形器 1、驻波监测电路 1 以及大功率负载 1 相连接；大功率负载 1 与接地器 1 连接。

具体的，移频信号收发装置 1 分别与 PA2、PA3 以及 LNA2 相连接；PA2 与环形器 2 连接；环形器 2 与 RF 开关 2 相连接；RF 开关 2 与大功率负载 2 相连接；大功率负载 2 与接地器 2 相连接；环形器 2 还与移频滤波器 1 连接；移频滤波器 1 与外部三端口多频合路器 1 相连接；PA3 与环形器 3 连接；环形器 3 与 RF 开关 3 连接；环形器 3 还与移频滤波器 2 连接；移频滤波器 2 与外部三端口多频合路器 1 相连接；LNA2 与 RF 开关 3 连接；RF 开关 3 还分别与驻波监测电路 2 以及大功率负载 3 相连接；大功率负载 3 与接地器 3 连接。

具体的，非移频信号收发装置 2 与 PA4 相连接；PA4 与环形器 4 连接；环形器 4 与非移频滤波器 2 连接；非移频滤波器 2 与外部三端口多频合路器 2 相连接。具体的，非移频信号收发装置 2 还与 LNA3 相连接；LNA3 与 RF 开关 4 连接；RF 开关 4 还分别与环形器 4、驻波监测电路 3、大功率负载 4 相连接；大功率负载 4 与接地器 4 连接。

具体的，移频信号收发装置 2 分别与 PA5、PA6 以及 LNA4 相连接；PA5 与环形器 5 连接；环形器 5 与 RF 开关 5 相连接；RF 开关 5 与大功率负载 5 相连接；大功率负载 5 与接地器 5 相连接；环形器 5 还与移频滤波器 3 连接；移频滤波器 3 与外部三端口多频合路器 2 相连接；PA6 与环形器 6 连接；环形器 6 与 RF 开关 6 连接；环形器 6 还与移频滤波器 4 连接；移频滤波器 4 与外部三端口多频合路器 2 相连接；

LNA4 与 RF 开关 6 连接；RF 开关 6 还分别与驻波监测电路 4 以及大功率负载 6 相连接；大功率负载 6 与接地器 6 连接。

本实施例通过有别于现有 5G 变频 RRU 的 6 通道 RRU，实现四流覆盖效果。

在一个实施例中，本公开实施例提供的三端口多频合路器包括信号输入接收器、合路装置和信号输出器，其中：

所述合路装置的一端与所述信号输入接收器连接，另一端与所述信号输出器连接；

所述合路装置用于将所述信号输入接收器发射的非同频信号进行合路，并将合路后的信号通过所述信号输出器发出。

具体地，三端口多频合路器包括信号输入接收器 1、信号输入接收器 2、信号输入接收器 3、合路装置以及信号输出器。信号输入接收器 1、信号输入接收器 2 与信号输入接收器 3 分别与合路装置一端相连接，并向合路装置发送 3 个不同频率的信号，合路装置的另一端与信号输出器相连接，合路装置的作用是将 3 个不同的信号进行合路后、输入给信号输出器，由信号输出器再将信号发射至外界。信号输入接收器 1 可接收频率在 2515Hz-2675Hz 频率范围的信号；信号输入接收器 2 可接收频率在 1370Hz-1470Hz 频率范围的信号；信号输入接收器 3 可接收频率在 1145Hz-1245Hz 频率范围的信号；信号输出器可输出 800Hz-2700Hz 频率范围的信号。

与三端口多频合路器相似的是，两端口多频合路器包括信号输入接收器 A、信号输入接收器 B、合路装置以及信号输出器。信号输入接收器 A 与信号输入接收器 B 分别与合路装置一端相连接，并向合路装置发射多个不同频率的信号，合路装置的另一端与信号输出器相连接，由信号输出器再将信号发射至外界。信号输入接收器 A 和信号输入接收器 B 均可以接收 800Hz-2700Hz 频率范围的信号，信号输出器可发射 800Hz-2700Hz 频率范围的信号。

本实施例通过三端口多频合路器和两端口多频合路器，实现多路信号的合路。

在一个实施例中，本公开实施例提供的基于无源变频的单路四流覆盖系统，还可以包括分布系统，其中：

所述分布系统的一端与所述两端口多频合路器连接，另一端与所述无源变频天线连接；

所述分布系统用于将所述两端口多频合路器发送的信号传送至所述无源变频天线。

具体地，如图 1 所示，分布系统 1 的一侧连接两端口多频合路器 1，另一侧连接无源变频天线 1，分布系统 1 将两端口多频合路器 1 发送的信号传送至无源变频天线 1；分布系统 2 的一侧连接两端口多频合路器 2，另一侧连接无源变频天线 2，分布系统 2 将两端口多频合路器 2 发送的信号传送至无源变频天线 2；分布系统 3 的一侧连接两端口多频合路器 3，另一侧连接无源变频天线 3，分布系统 3 将两端口多频合路器 3 发送的信号传送至无源变频天线 3；分布系统 4 的一侧连接两端口多频合路器 4，另一侧连接无源变频天线 4，分布系统 4 将两端口多频合路器 4 发送的信号传送至无源变频天线 4。

本实施例通过分布系统将两端口多频合路器发送的信号传送至无源变频天线。

在一个实施例中，本公开实施例提供的耦合器用于将接收到的信号均匀地分成两路频率相同，功率减半的信号。

具体地，如上所述，耦合器用于将接收到的信号均匀地分成两路频率相同，功率减半的信号。在上述实施例仅给出四层建筑的错层覆盖的情况下，通过在图 1 提供的基于无源变频的单路四流覆盖系统的结构示意图的基础上增加耦合器，实现更高楼层的错层覆盖。

本实施例通过耦合器的作用实现更高楼层的错层覆盖。

在一个实施例中，本公开实施例提供的无源变频天线包括信号输入端口、移频模块、垂直极化辐射单元以及水平极化辐射单元，其中：

所述信号输入端口分别与所述两端口多频合路器和所述移频模块连接；

所述垂直极化辐射单元和所述水平极化辐射单元均与所述移频模块连接。

所述信号输入端口用于对各路信号进行分类；

所述移频模块，用于对各路信号中的一部分信号进行直通，对各路信号中的另一部分信号进行叠加移频；

所述垂直极化辐射单元，用于对直通的信号进行输出；

所述水平极化辐射单元，用于对叠加移频的信号进行输出。

具体地，如图 5 所示，无源变频天线 1-4 的内外部功能及结构完全一致，包括信号输入端口，移频模块、垂直极化辐射单元以及水平极化辐射单元。信号输入端口用于接收分布系统所发来的信号，并将接收到的信号进行分类。移频模块将信号输入端口传输来的多路信号进行直通或移频处理，由 5G RRU 通道 1 或通道 2 发送而来的 2.6GHz 信号以及 2/4G RRU 通道 A 或通道 B 发来的信号维持不变，并由垂直极化辐射单元向外界进行输出；对由 5G RRU 通道 2+通道 3 或 5G RRU 通道 5+通道 6 发来的信号进行叠加移频，将频率移至 2.6GHz 后，由水平极化辐射单元发出。

本实施例通过源变频天线对接收的多路信号发送到外界，以供终端接收。

参照图 6，图 6 是本公开实施例中能耗控制方法的流程示意图。本公开实施例提供的能耗控制方法，可以包括：

步骤 100，基于所述连接用户数、所述能耗信息、所述上下行流量速率和以及所述用户历史状态信息，确定目标功率值；

步骤 200，基于所述目标功率值与功率阈值的对比结果，调整所述第一 RRU 在各通道的信号输出功率，所述功率阈值是基于所述用户历史状态信息确定的。

具体地，上述由初始条件输入单元获取的用户输入的初始状态信息及前一段时间当天的状态信息包括高峰时段 T1、普通时段 T2、谷值时段 T3、最大用户数 N-max、比例系数 K、比例系数 L-low、分时段平均用户数、分时段平均能耗数据以及前一段时间各小时平均流量等。设定用户 QoS 函数 G/N×K，根据通信运营商实际情况进行初始设置。设置 QoS 不得低于服务值下限 L-low（即上述比例系数 L-low）。

基于历史数据学习的人工智能优化算法，根据历史数据特征及相应 QoS 比例对 5G 变频 RRU 功率进行动态调节。初次启动算法时，算法的训练样本为遍历所有状态参数的数据，运行一周后，算法的训练样本应通过获取前一周的部分历史数据进行再训练。具体用的是随机森林模型，其算法主要包括以下步骤：

1 从样本集中有放回地随机采样选出 n 个样本。

2 从所有特征值中随机选择 k 个特征，对选出的样本利用这些特征建立决策树（一般是 CART 方法生成的，且每个树都不进行剪枝）。

3 重复以上两步 m 次，即生成 m 棵决策树，形成随机森林。

4 对于新数据，经过每棵树决策，最后投票确认分到哪一类。

当实时连接用户数 N=0 时，5G 变频 RRU 通道 1 与通道 4 半功率输出，通道 2、3、5、6 关闭以节约能源；当实时连接用户数 N>0 时，5G 变频 RRU 通道 1 与通道 4 满功率输出，以保证用户 QoS 体验，通道 2、3、5、6 依据基于历史数据学习的人工智能优化算法所得出的实时动态变化的阈值 Y1、Y2 和 Y3 调节功率。基于历史数据学习的人工智能优化算法可表示为 Y=F(N、W、G、N-max、K、L-low),并且函数受到分时段平均用户数、分时段平均能耗、前一段时间每个小时平均流量等历史数据影响。函数 Y2>Y>=Y1 时，关闭通道 2 和 3，打开通道 1、4、5、6 并全功率输出；当函数 Y3>Y>=Y2 时，打开通道 1-6，保持通道 1 和通道 2 全功率输出，但通道 2、3、5、6 的功率输出为 max[50%，(Y-Y2)/(Y3-Y2)]；当 Y>=Y3 时，打开通道 1-6 并保持满载输出。

本实施例通过基于历史数据学习的人工智能优化算法实现了单路四流覆盖系统的能耗节约。

另一方面，本公开实施例还提供一种非暂态计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，且所述计算机程序被处理器执行时，计算机能够执行上述各实施例所提供的能耗控制方法的步骤。

本公开的实施例在没有发生冲突的情况下可以任意组合以形成新的实施例，本公开对此不做限制。

以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的，其中所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的，作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元，即可以位于一个地方，或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部模块来实现本实施例方案的目的。本领域普通技术人员在不付出创造性的劳动的情况下，即可以理解并实施。

通过以上的实施方式的描述，本领域的技术人员可以清楚地了解到各实施方式可借助软件加必需的通用硬件平台的方式来实现，当然也可以通过硬件。基于这样的理解，上述技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分可以以软件产品的形式体现出来，该计算机软件产品可以存储在计算机可读存储介质中，如 ROM/RAM、磁碟、光盘等，包括若干指令用以使得一台计算机设备（可以是个人计算机，服务器，或者网络设备等）执行各个实施例或者实施例的某些部分所述的基于无源变频的单路四流覆盖系统。

最后应说明的是：以上实施例仅用以说明本公开的技术方案，而非对其限制；尽管参照前述实施例对本公开进行了详细的说明，本领域的普通技术人员应当理解：其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改，或者对其中部分技术特征进行等同替换；而这些修改或者替换，并不使相应技术方案的本质脱离本公开各实施例技术方案的精神和范围。

权利要求书

1、一种基于无源变频的单路四流覆盖系统，所述基于无源变频的单路四流覆盖系统包括功率控制器、第一射频拉远单元 RRU、第二 RRU、三端口多频合路器、耦合器、两端口多频合路器以及无源变频天线，其中：

所述功率控制器与所述第一 RRU 连接，所述第一 RRU 用于输出带有数据信息的信号，所述功率控制器用于控制所述第一 RRU 的信号输出功率；

所述第一 RRU 与所述三端口多频合路器之间通过三通道连接，所述三端口多频合路器用于对通过所述三通道发射的信号进行合路；

所述三端口多频合路器与所述两端口多频合路器之间通过所述耦合器连接，所述耦合器用于对接收到的信号进行均分而得到均分信号，所述两端口多频合路器用于对所述耦合器发送的各所述均分信号进行合路而得到合路信号；

所述两端口多频合路器与所述无源变频天线连接，所述无源变频天线用于向外界输出所述两端口多频合路器发送的所述合路信号；

所述第二 RRU 与所述耦合器之间通过单通道连接；

通过所述三通道、所述单通道、所述三端口多频合路器、所述耦合器以及所述两端口多频合路器，将所述第一 RRU 生成的三路信号和所述第二 RRU 生成的一路信号传送至所述无源变频天线。

2、根据权利要求 1 所述的系统，其中，所述功率控制器包括变频 RRU 监测器、变频 RRU 通道功率调节器、RRU 状态读取装置、初始条件输入单元以及计算单元；所述变频 RRU 通道功率调节器分别与所述第一 RRU 和所述计算单元连接；所述变频 RRU 监测器分别与所述 RRU 状态读取装置和所述计算单元连接，其中，所述变频 RRU 监测器包括变频 RRU 流量监测器、变频 RRU 能耗监测器以及变频 RRU 用户数监测器；所述 RRU 状态读取装置与所述第一 RRU 连接；所述初始条件输入单元与所述计算单元连接；其中：

所述 RRU 状态读取装置，用于读取所述第一 RRU 的运行信息；

所述变频 RRU 监测器，用于提取所述运行信息中的连接用户数、能耗信息和上下行流量速率和；

所述初始条件输入单元，用于获取用户历史状态信息；

所述计算单元，用于基于所述连接用户数、所述能耗信息、所述上下行流量速率和以及所述用户历史状态信息，控制所述第一 RRU 在各通道的信号输出功率。

3、根据权利要求 1 所述的系统，其中，所述第一 RRU 包括高速接口模块、目标信号收发装置、功率放大器 PA、低噪声放大器 LNA、环形器、射频模块 RF 开关、驻波监测电路、大功率负载、第一接地器、第二接地器、非移频滤波器以及移频滤波器，其中：

所述高速接口模块与所述三端口多频合路器之间通过目标信号收发装置连接，所述目标信号收发装置包括非移频信号收发装置和移频信号收发装置；

所述目标信号收发装置与所述三端口多频合路器之间依次通过所述 PA、所述环形器以及所述非移频滤波器或所述移频滤波器进行连接；

所述目标信号收发装置与所述驻波监测电路之间依次通过所述 LNA 和所述 RF 开关进行连接；

所述目标信号收发装置与所述第一接地器之间依次通过所述 LNA、所述 RF 开关以及所述大功率负载进行连接；

所述移频信号收发装置与所述第二接地器之间依次通过所述 PA、所述环形器、所述 RF 开关以及所述大功率负载进行连接。

4、根据权利要求 1 所述的系统，其中，所述三端口多频合路器包括信号输入接收器、合路装置和信号输出器，其中：

所述合路装置的一端与所述信号输入接收器连接，另一端与所述信号输出器连接；

所述合路装置用于将所述信号输入接收器发射的非同频信号进行合路，并将合路后的信号通过所述信号输出器发出。

5、根据权利要求 1 所述的系统，其中，所述基于无源变频的单路四流覆盖系统还包括分布系统，其中：

所述分布系统的一端与所述两端口多频合路器连接，另一端与所述无源变频天线连接；

所述分布系统用于将所述两端口多频合路器发送的信号传送至所述无源变频天线。

6、根据权利要求 1 所述的系统，其中，所述耦合器用于将接收到的信号均匀地分成两路频率相同，功率减半的信号。

7、根据权利要求 1 所述的系统，其中，所述无源变频天线包括信号输入端口、移频模块、垂直极化辐射单元以及水平极化辐射单元，其中：

所述信号输入端口分别与所述两端口多频合路器和所述移频模块连接；

所述垂直极化辐射单元和所述水平极化辐射单元均与所述移频模块连接。

8、根据权利要求 7 所述的系统，其中，所述信号输入端口用于对各路信号进行分类；

所述移频模块，用于对各路信号中的一部分信号进行直通，对各路信号中的另一部分信号进行叠加移频；

所述垂直极化辐射单元，用于对直通的信号进行输出；

所述水平极化辐射单元，用于对叠加移频的信号进行输出。

9、一种能耗控制方法，应用于如权利要求 1-8 任一项所述的基于无源变频的单路四流覆盖系统，所述能耗控制方法包括：

基于所述连接用户数、所述能耗信息、所述上下行流量速率和以及所述用户历史状态信息，确定目标功率值；以及

基于所述目标功率值与功率阈值的对比结果，调整所述第一 RRU 在各通道的信号输出功率，所述功率阈值是基于所述用户历史状态信息确定的。

10、一种非暂态计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，其中，所述计算机程序被处理器执行时实现如权利要求 9 所述能耗控制方法。