



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 215420247 U

(45) 授权公告日 2022.01.04

(21) 申请号 202121811355.0

(22) 申请日 2021.08.04

(73) 专利权人 北京凯博无线科技有限公司  
地址 100029 北京市朝阳区裕民路12号E1  
座二层218室

(72) 发明人 周强 杨宝义 刘光华

(74) 专利代理机构 成都极纬知识产权代理有限公司 51320  
代理人 李凌峰

(51) Int. Cl.  
H04B 1/04 (2006.01)  
H04B 1/16 (2006.01)

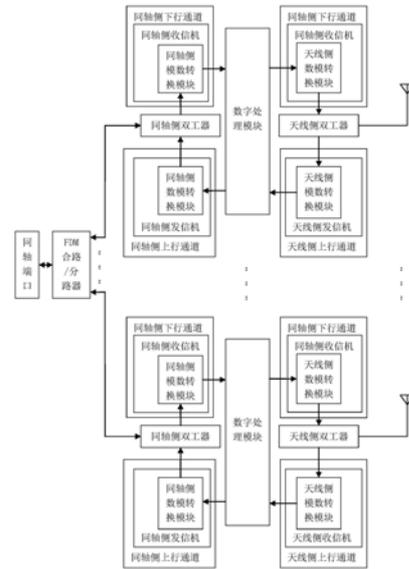
权利要求书4页 说明书14页 附图5页

(54) 实用新型名称

数字化多通道信号远端变频装置

(57) 摘要

本实用新型涉及通信技术。本实用新型的目的是要提供一种数字化多通道信号远端变频装置,使其在加入了相应数字处理软件后,能够解决目前远端变频单元采用模拟方式实现导致的问题,提供了一种数字化多通道信号远端变频装置,其技术方案可概括为:包括FDM合路/分路器、同轴端口、至少两根天线及与天线相同数量的通信通道,针对任一通信通道,其包括同轴侧双工器、同轴侧下行通道、同轴侧上行通道、数字处理模块、天线侧下行通道、天线侧上行通道及天线侧双工器。本实用新型的有益效果是,远端变频单元数字化带来的灵活、便捷和性能改进,适用于远端变频单元。



1. 数字化多通道信号远端变频装置,包括FDM合路/分路器、同轴端口、至少两根天线及与天线相同数量的通信通道,所述同轴端口与FDM合路/分路器的合路端连接,FDM合路/分路器各分路端分别与一个通信通道一一对应连接,各通信通道分别与各天线一一对应连接,所述同轴端口用于与近端主单元连接,其特征在于,针对任一通信通道,其包括同轴侧双工器、同轴侧下行通道、同轴侧上行通道、数字处理模块、天线侧下行通道、天线侧上行通道及天线侧双工器,所述数字处理模块包括同轴侧输入接口、同轴侧输出接口、天线侧输入接口及天线侧输出接口,所述同轴侧双工器的公共端与FDM合路/分路器对应的分路端连接,其输出端与同轴侧下行通道的输入端连接,其输入端与同轴侧上行通道的输出端连接,同轴侧下行通道的输出端与数字处理模块的同轴侧输入接口连接,同轴侧上行通道的输入端与数字处理模块的同轴侧输出接口连接,天线侧双工器的公共端与对应的天线连接,其输出端与天线侧上行通道的输入端连接,其输入端与天线侧下行通道的输出端连接,天线侧下行通道的输入端与数字处理模块的天线侧输出接口连接,天线侧上行通道的输出端与数字处理模块的天线侧输入接口连接;

所述同轴侧下行通道至少包括同轴侧收信机,所述同轴侧收信机的输入端及输出端分别作为同轴侧下行通道的输入端及输出端,所述同轴侧收信机至少包括同轴侧模数转换模块,所述同轴侧模数转换模块的输入端及输出端分别作为同轴侧收信机的输入端及输出端;所述同轴侧上行通道至少包括同轴侧发信机,所述同轴侧发信机的输入端及输出端分别作为同轴侧上行通道的输入端及输出端,所述同轴侧发信机至少包括同轴侧数模转换模块,所述同轴侧数模转换模块的输入端及输出端分别作为同轴侧上行通道的输入端及输出端;所述天线侧下行通道至少包括天线侧发信机,所述天线侧发信机的输入端及输出端分别作为天线侧下行通道的输入端及输出端,所述天线侧发信机至少包括天线侧数模转换模块,所述天线侧数模转换模块的输入端及输出端分别作为天线侧下行通道的输入端及输出端;所述天线侧上行通道至少包括天线侧收信机,所述天线侧收信机的输入端及输出端分别作为天线侧上行通道的输入端及输出端,所述天线侧收信机至少包括天线侧模数转换模块,所述天线侧模数转换模块的输入端及输出端分别作为天线侧上行通道的输入端及输出端。

2. 如权利要求1所述的数字化多通道信号远端变频装置,其特征在于,所述同轴侧下行通道还包括同轴侧低噪放模块,所述同轴侧低噪放模块的输入端作为同轴侧下行通道的输入端,同轴侧低噪放模块的输出端与同轴侧收信机的输入端连接,同轴侧收信机的输出端作为同轴侧下行通道的输出端;

所述天线侧下行通道还包括天线侧功放模块,所述天线侧发信机的输入端作为天线侧下行通道的输入端,天线侧发信机的输出端与天线侧功放模块的输入端连接,天线侧功放模块的输出端作为天线侧下行通道的输出端;

所述天线侧上行通道还包括天线侧低噪放模块,所述天线侧低噪放模块的输入端作为天线侧上行通道的输入端,天线侧低噪放模块的输出端与天线侧收信机的输入端连接,天线侧收信机的输出端作为天线侧上行通道的输出端;

所述同轴侧上行通道还包括同轴侧功放模块,所述同轴侧发信机的输入端作为同轴侧上行通道的输入端,同轴侧发信机的输出端与同轴侧功放模块的输入端连接,同轴侧功放模块的输出端作为同轴侧上行通道的输出端。

3. 如权利要求1-2任一项所述的数字化多通道信号远端变频装置,其特征在于,所述同轴侧收信机还包括同轴侧下变频器,所述同轴侧下变频器的输入端作为同轴侧收信机的输入端,同轴侧下变频器的输出端与同轴侧模数转换模块的输入端连接,同轴侧模数转换模块的输出端作为同轴侧收信机的输出端;所述天线侧发信机还包括天线侧上变频器,所述天线侧数模转换模块的输入端作为天线侧发信机的输入端,所述天线侧数模转换模块的输出端与天线侧上变频器的输入端连接,天线侧上变频器的输出端作为天线侧发信机的输出端;所述天线侧收信机还包括天线侧下变频器,所述天线侧下变频器的输入端作为天线侧收信机的输入端,天线侧下变频器的输出端与天线侧模数转换模块的输入端连接,天线侧模数转换模块的输出端作为天线侧收信机的输出端;所述同轴侧发信机还包括同轴侧上变频器,所述同轴侧数模转换模块的输入端作为同轴侧发信机的输入端,同轴侧数模转换模块的输出端与同轴侧上变频器的输入端连接,同轴侧上变频器的输出端作为同轴侧发信机的输出端。

4. 如权利要求1-2任一项所述的数字化多通道信号远端变频装置,其特征在于,所述同轴侧收信机、天线侧发信机、天线侧收信机及同轴侧发信机均采用零中频架构。

5. 如权利要求1-2任一项所述的数字化多通道信号远端变频装置,其特征在于,所述同轴侧收信机还包括可变增益放大器一,所述同轴侧模数转换模块采用同轴侧模数转换器,所述可变增益放大器一与同轴侧模数转换器组成同轴侧射频直采收信机,所述同轴侧模数转换器的输出端作为同轴侧射频直采收信机的输出端,同轴侧模数转换器的输入端与可变增益放大器一的输出端连接,可变增益放大器一的输入端作为同轴侧射频直采收信机的输入端;

所述同轴侧发信机还包括可变增益放大器二,所述同轴侧数模转换模块采用同轴侧数模转换器,所述可变增益放大器二与同轴侧数模转换器组成同轴侧射频直采发信机,所述同轴侧数模转换器的输入端作为同轴侧射频直采发信机的输入端,同轴侧数模转换器的输出端与可变增益放大器二的输入端连接,可变增益放大器二的输出端作为同轴侧射频直采发信机的输出端;

所述天线侧发信机还包括可变增益放大器三,所述天线侧数模转换模块采用天线侧数模转换器,所述可变增益放大器三与天线侧数模转换器组成天线侧射频直采发信机,所述天线侧数模转换器的输入端作为天线侧射频直采发信机的输入端,天线侧数模转换器的输出端与可变增益放大器三的输入端连接,可变增益放大器三的输出端作为天线侧射频直采发信机的输出端;

所述天线侧收信机还包括可变增益放大器四,所述天线侧模数转换模块采用天线侧模数转换器,所述可变增益放大器四与天线侧模数转换器组成天线侧射频直采收信机,所述天线侧模数转换器的输出端作为天线侧射频直采收信机的输出端,天线侧模数转换器的输入端与可变增益放大器四的输出端连接,可变增益放大器四的输入端作为天线侧射频直采收信机的输入端。

6. 数字化多通道信号远端变频装置,其特征在于,包括同轴端口、同轴侧通信通道、数字处理单元、至少两根天线及与天线数量相同的天线侧通信通道,所述数字处理单元包括同轴侧输入接口、同轴侧输出接口及至少与天线数量相同的天线侧通信接口,所述天线侧通信接口包括天线侧输入接口及天线侧输出接口,所述同轴侧通信通道包括同轴侧双工

器、同轴侧下行通道及同轴侧上行通道；

所述同轴端口用于与近端主单元连接，同轴端口与同轴侧双工器的公共端连接，同轴侧双工器的输出端通过同轴侧下行通道与数字处理单元的同轴侧输入接口连接，数字处理单元的同轴侧输出接口通过同轴侧上行通道与同轴侧双工器的输入端连接，数字处理单元的各天线侧通信接口与各天线侧通信通道及各天线一一对应，数字处理单元的各天线侧通信接口分别通过与其对应的各天线侧通信通道与对应的各天线一一对应连接；

所述同轴侧下行通道至少包括全捕获收信机，全捕获发信机的输入端及输出端分别作为同轴侧下行通道的输入端及输出端，所述全捕获收信机至少包括全捕获模数转换模块，全捕获模数转换模块的输入端及输出端分别作为全捕获收信机的输入端及输出端；所述同轴侧上行通道至少包括全频谱发信机，全频谱收信机的输入端及输出端分别作为同轴侧上行通道的输入端及输出端，所述全频谱发信机至少包括全频谱数模转换模块，全频谱数模转换模块的输入端及输出端分别作为全频谱发信机的输入端及输出端；

针对任一天线侧通信通道，其包括天线侧下行通道、天线侧上行通道及天线侧双工器，所述天线侧双工器的公共端与对应天线连接，天线侧下行通道的输入端与数字处理单元中对应的天线侧通信端的天线侧输出接口连接，天线侧下行通道的输出端与天线侧双工器的输入端连接，天线侧上行通道的输出端与数字处理单元中对应的天线侧通信端的天线侧输入接口连接，天线侧上行通道的输入端与天线侧双工器的输出端连接；

所述天线侧下行通道至少包括天线侧发信机，天线侧发信机的输入端及输出端分别作为天线侧下行通道的输入端及输出端，所述天线侧发信机至少包括天线侧数模转换模块，天线侧数模转换模块的输入端及输出端分别作为天线侧发信机的输入端及输出端；所述天线侧上行通道至少包括天线侧收信机，天线侧收信机的输入端及输出端分别作为天线侧上行通道的输入端及输出端，所述天线侧收信机至少包括天线侧模数转换模块，天线侧模数转换模块的输入端及输出端分别作为天线侧收信机的输入端及输出端。

7. 如权利要求6所述的数字化多通道信号远端变频装置，其特征在于，所述同轴侧下行通道还包括同轴侧低噪放模块，所述同轴侧低噪放模块的输入端作为同轴侧下行通道的输入端，同轴侧低噪放模块的输出端与全捕获收信机的输入端连接，全捕获发信机的输出端作为同轴侧下行通道的输出端；

所述同轴侧上行通道还包括同轴侧功放模块，所述同轴侧功放模块的输出端作为同轴侧上行通道的输出端，同轴侧功放模块的输入端与全频谱收信机的输出端连接，全频谱发信机的输入端作为同轴侧上行通道的输入端；

所述天线侧下行通道还包括天线侧功放模块，所述天线侧发信机的输入端作为天线侧下行通道的输入端，天线侧发信机的输出端与天线侧功放模块的输入端连接，天线侧功放模块的输出端作为天线侧下行通道的输出端；

所述天线侧上行通道还包括天线侧低噪放模块，所述天线侧低噪放模块的输入端作为天线侧上行通道的输入端，天线侧低噪放模块的输出端与天线侧收信机的输入端连接，天线侧收信机的输出端作为天线侧上行通道的输出端。

8. 如权利要求6-7任一项所述的数字化多通道信号远端变频装置，其特征在于，所述天线侧发信机还包括天线侧上变频器，所述天线侧数模转换模块的输入端作为天线侧发信机的输入端，所述天线侧数模转换模块的输出端与天线侧上变频器的输入端连接，天线侧上

变频器的输出端作为天线侧发信机的输出端；

所述天线侧收信机还包括天线侧下变频器，所述天线侧下变频器的输入端作为天线侧收信机的输入端，天线侧下变频器的输出端与天线侧模数转换模块的输入端连接，天线侧模数转换模块的输出端作为天线侧收信机的输出端。

9. 如权利要求6-7任一项所述的数字化多通道信号远端变频装置，其特征在于，所述天线侧发信机及天线侧收信机采用零中频架构。

10. 如权利要求6-7任一项所述的数字化多通道信号远端变频装置，其特征在于，所述天线侧发信机还包括可变增益放大器三，所述天线侧数模转换模块采用天线侧数模转换器，所述可变增益放大器三与天线侧数模转换器组成天线侧射频直采发信机，所述天线侧数模转换器的输入端作为天线侧射频直采发信机的输入端，天线侧数模转换器的输出端与可变增益放大器三的输入端连接，可变增益放大器三的输出端作为天线侧射频直采发信机的输出端；

所述天线侧收信机还包括可变增益放大器四，所述天线侧模数转换模块采用天线侧模数转换器，所述可变增益放大器四与天线侧模数转换器组成天线侧射频直采收信机，所述天线侧模数转换器的输出端作为天线侧射频直采收信机的输出端，天线侧模数转换器的输入端与可变增益放大器四的输出端连接，可变增益放大器四的输入端作为天线侧射频直采收信机的输入端。

## 数字化多通道信号远端变频装置

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及通信技术,特别涉及移动基站借用同轴线缆将天线单元进行拉远的场景中的远端设备的技术。

### 背景技术

[0002] 在专利号为“201911236246.8”的专利中公开了一种信号传送系统和信号传送方法,其采用了频分复用的方式,可利用现有的同轴DAS(分布式天线系统)或者现有的有线电视同轴网络,实现无线移动通信信号特别是5G信号对室内环境的深度覆盖,并能够在所谓的“单线”同轴上实现MIMO的功能。其包括近端主单元(MU设备)和远端变频单元(FCU设备),MU设备和FCU设备之间依靠DAS或有线的同轴网络连接,MU设备可与多个FCU设备连接。其中,涉及到远端变频单元,该专利公开了一种以模拟变频方式实现的远端变频单元的实施例,参见其说明书附图6,为其远端变频单元FCU的结构示意图,支持m个发射通道和m个接收通道,其功能是:对于下行的方向(图中从左至右),首先从同轴端口接收到来自于近端主单元MU设备所发送的一组频分复用中频下行合路信号 $\Sigma(S_{IF1-DL}, S_{IF2-DL}, \dots, S_{IFm-DL})$ ,FCU中位于同轴侧的FDM(频分复用)合路/分路器将其中各自通道的中频下行信号 $S_{IFi-DL}$ (i为通道号; $i=1,2,\dots,m$ )各自分离出来,经各自的放大与混频,转换为运营商所指定的射频频率及所在通道上的射频下行信号 $S_{(RF-DL)i}$ (i为通道号; $i=1,2,\dots,m$ ),并经由各自通道的天线单元发射到空间;而在上行方向(图中从右至左),则是将各自通道的天线单元所接收到的射频上行信号 $S_{(RF-UL)i}$ (i为通道号; $i=1,2,\dots,m$ ),经放大和混频之后,转换为下述的频分复用中频上行合路信号组别中各自通道所对应的不同频率的中频上行信号 $S_{IFi-UL}$ (i为通道号; $i=1,2,\dots,m$ ),经由合路装置(即上述FDM合路/分路器)形成完整的频分复用中频上行合路信号 $\Sigma(S_{IF1-UL}, S_{IF2-UL}, \dots, S_{IFm-UL})$ 送往同轴系统,由位于近端的MU接收。

[0003] 对于各自通道上行和下行的合路则需要相应的双工器,对于FDD(频分双工),双工器一般由一对滤波器制成;对于TDD(时分双工),双工器由电子开关制成。当系统工作于FDD模式时,各通道中频频率 $f_{IFi-DL} \neq f_{IFi-UL}$ ( $i=1,2,\dots,m$ ),射频频率 $f_{RF-DL} \neq f_{RF-UL}$ ;当系统工作于TDD模式时,各通道中频频率 $f_{IFi-DL} = f_{IFi-UL}$ ( $i=1,2,\dots,m$ ),射频频率 $f_{RF-DL} = f_{RF-UL}$ 。

[0004] 为了保障信号传输和变频后信号的质量,采用模拟方式实现的远端变频单元FCU需要做到以下几个方面的考量:

[0005] 1. 必须配置多个性能优越的带通滤波器,用来抑制相邻频道的泄漏和干扰;

[0006] 2. 对本振的谐波和杂散抑制提出了较高的要求,防止这些谐波和杂散在混频之后落入工作频带内,影响通信信号;

[0007] 3. 需要复杂的电路实现对增益的控制和平坦度的修正。

[0008] 即便能够做到上述考量,模拟的多路变频方式依然存在着如下明显的缺陷:

[0009] 1. 频分复用合路的各中频之间必须留有保护带,造成同轴系统频率资源浪费;

[0010] 2. 滤波器频率固定,无法灵活配置频分复用合路信号的各中频频点;

[0011] 3. 滤波器的带外抑制与带内平坦度构成一对矛盾,难于兼顾;

- [0012] 4.本振信号质量的影响；
- [0013] 5.需要复杂的均衡电路和匹配电路方可获得满意的平坦度和驻波性能；
- [0014] 6.动态范围较小。
- [0015] 这就使得生产厂家不得不针对于特定的运营商和使用场景设计特定的硬件版本，给降低成本带来困难，使得产品缺乏灵活性和广泛适应性。

### 实用新型内容

[0016] 本实用新型的目的是要提供一种数字化多通道信号远端变频装置，使其在加入了相应数字处理软件后，能够解决目前远端变频单元FCU采用模拟方式实现导致的问题。

[0017] 本实用新型解决上述技术问题采用的一种技术方案是，数字化多通道信号远端变频装置，包括FDM合路/分路器、同轴端口、至少两根天线及与天线相同数量的通信通道，所述同轴端口与FDM合路/分路器的合路端连接，FDM合路/分路器各分路端分别与一个通信通道一一对应连接，各通信通道分别与各天线一一对应连接，所述同轴端口用于与近端主单元连接，针对任一通信通道，其包括同轴侧双工器、同轴侧下行通道、同轴侧上行通道、数字处理模块、天线侧下行通道、天线侧上行通道及天线侧双工器，所述数字处理模块包括同轴侧输入接口、同轴侧输出接口、天线侧输入接口及天线侧输出接口，所述同轴侧双工器的公共端与 FDM合路/分路器对应的分路端连接，其输出端与同轴侧下行通道的输入端连接，其输入端与同轴侧上行通道的输出端连接，同轴侧下行通道的输出端与数字处理模块的同轴侧输入接口连接，同轴侧上行通道的输入端与数字处理模块的同轴侧输出接口连接，天线侧双工器的公共端与对应的天线连接，其输出端与天线侧上行通道的输入端连接，其输入端与天线侧下行通道的输出端连接，天线侧下行通道的输入端与数字处理模块的天线侧输出接口连接，天线侧上行通道的输出端与数字处理模块的天线侧输入接口连接；

[0018] 所述同轴侧下行通道至少包括同轴侧收信机，所述同轴侧收信机的输入端及输出端分别作为同轴侧下行通道的输入端及输出端，所述同轴侧收信机至少包括同轴侧模数转换模块，所述同轴侧模数转换模块的输入端及输出端分别作为同轴侧收信机的输入端及输出端；所述同轴侧上行通道至少包括同轴侧发信机，所述同轴侧发信机的输入端及输出端分别作为同轴侧上行通道的输入端及输出端，所述同轴侧发信机至少包括同轴侧数模转换模块，所述同轴侧数模转换模块的输入端及输出端分别作为同轴侧上行通道的输入端及输出端；所述天线侧下行通道至少包括天线侧发信机，所述天线侧发信机的输入端及输出端分别作为天线侧下行通道的输入端及输出端，所述天线侧发信机至少包括天线侧数模转换模块，所述天线侧数模转换模块的输入端及输出端分别作为天线侧下行通道的输入端及输出端；所述天线侧上行通道至少包括天线侧收信机，所述天线侧收信机的输入端及输出端分别作为天线侧上行通道的输入端及输出端，所述天线侧收信机至少包括天线侧模数转换模块，所述天线侧模数转换模块的输入端及输出端分别作为天线侧上行通道的输入端及输出端。

[0019] 具体的，为了改善系统信噪比及得到所期望的发射功率，则所述同轴侧下行通道还包括同轴侧低噪放模块，所述同轴侧低噪放模块的输入端作为同轴侧下行通道的输入端，同轴侧低噪放模块的输出端与同轴侧收信机的输入端连接，同轴侧收信机的输出端作为同轴侧下行通道的输出端；

[0020] 所述天线侧下行通道还包括天线侧功放模块,所述天线侧发信机的输入端作为天线侧下行通道的输入端,天线侧发信机的输出端与天线侧功放模块的输入端连接,天线侧功放模块的输出端作为天线侧下行通道的输出端;

[0021] 所述天线侧上行通道还包括天线侧低噪放模块,所述天线侧低噪放模块的输入端作为天线侧上行通道的输入端,天线侧低噪放模块的输出端与天线侧收信机的输入端连接,天线侧收信机的输出端作为天线侧上行通道的输出端;

[0022] 所述同轴侧上行通道还包括同轴侧功放模块,所述同轴侧发信机的输入端作为同轴侧上行通道的输入端,同轴侧发信机的输出端与同轴侧功放模块的输入端连接,同轴侧功放模块的输出端作为同轴侧上行通道的输出端。

[0023] 进一步的,当同轴侧模数转换模块及天线侧模数转换模块采样率较低时,则所述同轴侧收信机还包括同轴侧下变频器,所述同轴侧下变频器的输入端作为同轴侧收信机的输入端,同轴侧下变频器的输出端与同轴侧模数转换模块的输入端连接,同轴侧模数转换模块的输出端作为同轴侧收信机的输出端;所述天线侧收信机还包括天线侧下变频器,所述天线侧下变频器的输入端作为天线侧收信机的输入端,天线侧下变频器的输出端与天线侧模数转换模块的输入端连接,天线侧模数转换模块的输出端作为天线侧收信机的输出端。当数模转换模块一及数模转换模块二采用的是较低速率的数模转换时,则所述天线侧发信机还包括天线侧上变频器,所述天线侧数模转换模块的输入端作为天线侧发信机的输入端,所述天线侧数模转换模块的输出端与天线侧上变频器的输入端连接,天线侧上变频器的输出端作为天线侧发信机的输出端;所述同轴侧发信机还包括同轴侧上变频器,所述同轴侧数模转换模块的输入端作为同轴侧发信机的输入端,同轴侧数模转换模块的输出端与同轴侧上变频器的输入端连接,同轴侧上变频器的输出端作为同轴侧发信机的输出端。

[0024] 具体的,为提供一种较易实现的数字化多通道信号远端变频装置,则所述同轴侧收信机、天线侧发信机、天线侧收信机及同轴侧发信机均采用零中频架构。

[0025] 再进一步的,为提供一种较为简单的同轴侧收信机、同轴侧发信机、天线侧收信机及天线侧发信机,可采用更为高速的模数/数模转换技术,进而简化整个数字化多通道信号远端变频装置的结构,则所述同轴侧收信机还包括可变增益放大器一,所述同轴侧模数转换模块采用同轴侧模数转换器,所述可变增益放大器一与同轴侧模数转换器组成同轴侧射频直采收信机,所述同轴侧模数转换器的输出端作为同轴侧射频直采收信机的输出端,同轴侧模数转换器的输入端与可变增益放大器一的输出端连接,可变增益放大器一的输入端作为同轴侧射频直采收信机的输入端;

[0026] 所述同轴侧发信机还包括可变增益放大器二,所述同轴侧数模转换模块采用同轴侧数模转换器,所述可变增益放大器二与同轴侧数模转换器组成同轴侧射频直采发信机,所述同轴侧数模转换器的输入端作为同轴侧射频直采发信机的输入端,同轴侧数模转换器的输出端与可变增益放大器二的输入端连接,可变增益放大器二的输出端作为同轴侧射频直采发信机的输出端;

[0027] 所述天线侧发信机还包括可变增益放大器三,所述天线侧数模转换模块采用天线侧数模转换器,所述可变增益放大器三与天线侧数模转换器组成天线侧射频直采发信机,所述天线侧数模转换器的输入端作为天线侧射频直采发信机的输入端,天线侧数模转换器的输出端与可变增益放大器三的输入端连接,可变增益放大器三的输出端作为天线侧射频

直采发信机的输出端；

[0028] 所述天线侧收信机还包括可变增益放大器四，所述天线侧模数转换模块采用天线侧模数转换器，所述可变增益放大器四与天线侧模数转换器组成天线侧射频直采收信机，所述天线侧模数转换器的输出端作为天线侧射频直采收信机的输出端，天线侧模数转换器的输入端与可变增益放大器四的输出端连接，可变增益放大器四的输入端作为天线侧射频直采收信机的输入端。

[0029] 本实用新型解决上述技术问题采用的另一技术方案是，数字化多通道信号远端变频装置，包括同轴端口、同轴侧通信通道、数字处理单元、至少两根天线及与天线数量相同的天线侧通信通道，所述数字处理单元包括同轴侧输入接口、同轴侧输出接口及至少与天线数量相同的天线侧通信接口，所述天线侧通信接口包括天线侧输入接口及天线侧输出接口，所述同轴侧通信通道包括同轴侧双工器、同轴侧下行通道及同轴侧上行通道；

[0030] 所述同轴端口用于与近端主单元连接，同轴端口与同轴侧双工器的公共端连接，同轴侧双工器的输出端通过同轴侧下行通道与数字处理单元的同轴侧输入接口连接，数字处理单元的同轴侧输出接口通过同轴侧上行通道与同轴侧双工器的输入端连接，数字处理单元的各天线侧通信接口与各天线侧通信通道及各天线一一对应，数字处理单元的各天线侧通信接口分别通过与其对应的各天线侧通信通道与对应的各天线一一对应连接；

[0031] 所述同轴侧下行通道至少包括全捕获收信机，全捕获发信机的输入端及输出端分别作为同轴侧下行通道的输入端及输出端，所述全捕获收信机至少包括全捕获模数转换模块，全捕获模数转换模块的输入端及输出端分别作为全捕获收信机的输入端及输出端；所述同轴侧上行通道至少包括全频谱发信机，全频谱收信机的输入端及输出端分别作为同轴侧上行通道的输入端及输出端，所述全频谱发信机至少包括全频谱数模转换模块，全频谱数模转换模块的输入端及输出端分别作为全频谱发信机的输入端及输出端；

[0032] 针对任一天线侧通信通道，其包括天线侧下行通道、天线侧上行通道及天线侧双工器，所述天线侧双工器的公共端与对应天线连接，天线侧下行通道的输入端与数字处理单元中对应的天线侧通信端的天线侧输出接口连接，天线侧下行通道的输出端与天线侧双工器的输入端连接，天线侧上行通道的输出端与数字处理单元中对应的天线侧通信端的天线侧输入接口连接，天线侧上行通道的输入端与天线侧双工器的输出端连接；

[0033] 所述天线侧下行通道至少包括天线侧发信机，天线侧发信机的输入端及输出端分别作为天线侧下行通道的输入端及输出端，所述天线侧发信机至少包括天线侧数模转换模块，天线侧数模转换模块的输入端及输出端分别作为天线侧发信机的输入端及输出端；所述天线侧上行通道至少包括天线侧收信机，天线侧收信机的输入端及输出端分别作为天线侧上行通道的输入端及输出端，所述天线侧收信机至少包括天线侧模数转换模块，天线侧模数转换模块的输入端及输出端分别作为天线侧收信机的输入端及输出端。

[0034] 具体的，为了改善系统信噪比及得到所期望的发射功率，则所述同轴侧下行通道还包括同轴侧低噪放模块，所述同轴侧低噪放模块的输入端作为同轴侧下行通道的输入端，同轴侧低噪放模块的输出端与全捕获收信机的输入端连接，全捕获发信机的输出端作为同轴侧下行通道的输出端；

[0035] 所述同轴侧上行通道还包括同轴侧功放模块，所述同轴侧功放模块的输出端作为同轴侧上行通道的输出端，同轴侧功放模块的输入端与全频谱收信机的输出端连接，全频

谱发信机的输入端作为同轴侧上行通道的输入端；

[0036] 所述天线侧下行通道还包括天线侧功放模块，所述天线侧发信机的输入端作为天线侧下行通道的输入端，天线侧发信机的输出端与天线侧功放模块的输入端连接，天线侧功放模块的输出端作为天线侧下行通道的输出端；

[0037] 所述天线侧上行通道还包括天线侧低噪放模块，所述天线侧低噪放模块的输入端作为天线侧上行通道的输入端，天线侧低噪放模块的输出端与天线侧收信机的输入端连接，天线侧收信机的输出端作为天线侧上行通道的输出端。

[0038] 进一步的，当全捕获模数转换模块采样率较低时，则所述全捕获收信机还包括同轴侧下变频器，所述同轴侧下变频器的输入端作为全捕获收信机的输入端连接，同轴侧下变频器的输出端与全捕获模数转换模块的输入端连接，全捕获模数转换模块的输出端作为全捕获收信机的输出端；当全频谱数模转换模块采用的是较低速率的数模转换时，则所述全频谱发信机还包括同轴侧上变频器，所述同轴侧上变频器的输出端作为全频谱发信机的输出端，同轴侧上变频器的输入端与全频谱数模转换模块的输出端连接，全频谱数模转换模块的输入端作为全频谱发信机的输入端。

[0039] 具体的，当天线侧模数转换模块采样率较低时，则所述天线侧发信机还包括天线侧上变频器，所述天线侧数模转换模块的输入端作为天线侧发信机的输入端，所述天线侧数模转换模块的输出端与天线侧上变频器的输入端连接，天线侧上变频器的输出端作为天线侧发信机的输出端；当天线侧数模转换模块采用的是较低速率的数模转换时，则天线侧收信机还包括天线侧下变频器，所述天线侧下变频器的输入端作为天线侧收信机的输入端，天线侧下变频器的输出端与天线侧模数转换模块的输入端连接，天线侧模数转换模块的输出端作为天线侧收信机的输出端。

[0040] 具体的，为提供一种全捕获收信机的结构，则所述全捕获收信机还包括可变增益放大器一，全捕获模数转换模块采用模数转换器，所述可变增益放大器一的输入端作为全捕获收信机的输入端，可变增益放大器一的输出端与模数转换器的输入端连接，模数转换器的输出端作为全捕获收信机的输出端；为提供一种全频谱发信机的结构，则全频谱发信机还包括可变增益放大器二，所述全频谱数模转换模块采用数模转换器，所述可变增益放大器二的输出端作为全频谱发信机的输出端，数模转换器的输入端作为全频谱发信机的输入端，数模转换器的输出端与可变增益放大器二的输入端连接。

[0041] 再进一步的，为提供一种较易实现的天线侧通信通道，则所述天线侧发信机及天线侧收信机采用零中频架构。

[0042] 具体的，为简化天线侧通信通道的结构，可采用更为高速的模数/数模转换技术，进而简化整个数字化多通道信号远端变频装置的结构，则所述天线侧发信机还包括可变增益放大器三，所述天线侧数模转换模块采用天线侧数模转换器，所述可变增益放大器三与天线侧数模转换器组成天线侧射频直采发信机，所述天线侧数模转换器的输入端作为天线侧射频直采发信机的输入端，天线侧数模转换器的输出端与可变增益放大器三的输入端连接，可变增益放大器三的输出端作为天线侧射频直采发信机的输出端；所述天线侧收信机还包括可变增益放大器四，所述天线侧模数转换模块采用天线侧模数转换器，所述可变增益放大器四与天线侧模数转换器组成天线侧射频直采收信机，所述天线侧模数转换器的输出端作为天线侧射频直采收信机的输出端，天线侧模数转换器的输入端与可变增益放大器

四的输出端连接,可变增益放大器四的输入端作为天线侧射频直采收信机的输入端。

[0043] 本实用新型的有益效果是,在本实用新型方案中,提供了一种数字化多通道信号远端变频装置,其采用现有高速模数转换及数模转换的技术,在加入了相应处理软件后,可实现数字化的从同轴侧频分复用中频下行/上行信号向天线侧MIMO发射/接收进行转换的过程,数字化以后有如下优势:1、不再完全依赖于硬件滤波器本身的性能,可以充分利用数字滤波技术对邻频和杂波干扰进行抑制;2、频分复用的各中频之间不必预留过多的保护带,可以大幅度节省同轴传输中的频率资源;3、可以灵活配置同轴中频分复用所使用的各个通道的频点,不再局限于硬件滤波器频点固定的限制;4、除了两侧的收发信机(天线或同轴端口到对应模数转换模块之间的部分)可能使用到模拟方式的变频以外,数字域的变频避免了模拟本振信号质量带来的负面影响;5、可采用数字域的算法实现平坦度修正和增益调整,从而避开采用复杂的硬件电路实现的技术难度;6、简化了匹配电路和分路、合路器件;7、在数字处理模块或数字处理单元中可以使用数字预失真(DPD)及削峰(CFR)等,提高后续使用功放模块的效率及功放模块输出的能力。

[0044] 另外,无论是在射频还是在中频,市面上有很多非常成熟的各种架构的单路和多路收发信机的芯片产品可直接使用。这些芯片可以依据工作电平的大小调整通道增益,实施高速模数转换和数模转换,并提供与数字处理模块或数字处理单元的接口。目前这些商用的收发信机芯片可工作的频率范围极宽,通常可以从100MHz开始,涵盖整个Sub-6(即<6GHz)甚至超过Sub-6频带,达到7、8GHz;其工作频宽也已经达到了100MHz以上,完全适合目前5G系统的商用。这类芯片的大规模商用也促进了其成本的降低。设计者使用这些芯片不但可以大大简化数字化多通道信号远端变频装置的设计工作,还可以充分利用其批量优势,降低数字化多通道信号远端变频装置的整机成本。

[0045] 目前,大约80%业已部署的室分系统都还是同轴介质,而广电网络则更是拥有几乎100%的同轴入户和社区传输资源。采用专利ZL 2019 1 1236246.8技术以及本实用新型的数字化多通道信号远端变频装置,就能够充分利用原有的同轴资源,解决诸如商场、写字楼、地下车库、工地临时搭建基站、封闭社区等5G的覆盖盲区的问题。

## 附图说明

[0046] 图1是本实用新型数字化多通道信号远端变频装置的原理示意图。

[0047] 图2是本实用新型另一数字化多通道信号远端变频装置的原理示意图。

[0048] 图3是本实用新型实施例1中数字化多通道信号远端变频装置的原理示意图。

[0049] 图4是本实用新型实施例2数字化多通道信号远端变频装置的原理示意图。

[0050] 图5是本实用新型实施例3数字化多通道信号远端变频装置的原理示意图。

## 具体实施方式

[0051] 下面结合实施例及附图,详细描述本实用新型的技术方案。

[0052] 本实用新型所述的数字化多通道信号远端变频装置,其原理示意图参见图1,包括FDM 合路/分路器、同轴端口、至少两根天线及与天线相同数量的通信通道,其中,同轴端口与FDM 合路/分路器的合路端连接,FDM合路/分路器各分路端分别与一个通信通道一一对应连接,各通信通道分别与各天线一一对应连接,同轴端口用于与近端主单元连接,针对任

一通信通道,其包括同轴侧双工器、同轴侧下行通道、同轴侧上行通道、数字处理模块、天线侧下行通道、天线侧上行通道及天线侧双工器,这里,数字处理模块包括同轴侧输入接口、同轴侧输出接口、天线侧输入接口及天线侧输出接口,则有:同轴侧双工器的公共端与FDM合路/分路器对应的分路端连接,其输出端与同轴侧下行通道的输入端连接,其输入端与同轴侧上行通道的输出端连接,同轴侧下行通道的输出端与数字处理模块的同轴侧输入接口连接,同轴侧上行通道的输入端与数字处理模块的同轴侧输出接口连接,天线侧双工器的公共端与对应的天线连接,其输出端与天线侧上行通道的输入端连接,其输入端与天线侧下行通道的输出端连接,天线侧下行通道的输入端与数字处理模块的天线侧输出接口连接,天线侧上行通道的输出端与数字处理模块的天线侧输入接口连接;

[0053] 同轴侧下行通道至少包括同轴侧收信机,同轴侧收信机的输入端及输出端分别作为同轴侧下行通道的输入端及输出端,而同轴侧收信机至少包括同轴侧模数转换模块,同轴侧模数转换模块的输入端及输出端分别作为同轴侧收信机的输入端及输出端;同轴侧上行通道至少包括同轴侧发信机,同轴侧发信机的输入端及输出端分别作为同轴侧上行通道的输入端及输出端,而同轴侧发信机至少包括同轴侧数模转换模块,同轴侧数模转换模块的输入端及输出端分别作为同轴侧上行通道的输入端及输出端;天线侧下行通道至少包括天线侧发信机,天线侧发信机的输入端及输出端分别作为天线侧下行通道的输入端及输出端,而天线侧发信机至少包括天线侧数模转换模块,天线侧数模转换模块的输入端及输出端分别作为天线侧下行通道的输入端及输出端;天线侧上行通道至少包括天线侧收信机,天线侧收信机的输入端及输出端分别作为天线侧上行通道的输入端及输出端,而天线侧收信机至少包括天线侧模数转换模块,天线侧模数转换模块的输入端及输出端分别作为天线侧上行通道的输入端及输出端。

[0054] 为了改善系统信噪比及得到所期望的发射功率,则同轴侧下行通道还可包括同轴侧低噪放模块,同轴侧低噪放模块的输入端作为同轴侧下行通道的输入端,同轴侧低噪放模块的输出端与同轴侧收信机的输入端连接,同轴侧收信机的输出端作为同轴侧下行通道的输出端;天线侧下行通道还可包括天线侧功放模块,天线侧发信机的输入端作为天线侧下行通道的输入端,天线侧发信机的输出端与天线侧功放模块的输入端连接,天线侧功放模块的输出端作为天线侧下行通道的输出端;天线侧上行通道还可包括天线侧低噪放模块,天线侧低噪放模块的输入端作为天线侧上行通道的输入端,天线侧低噪放模块的输出端与天线侧收信机的输入端连接,天线侧收信机的输出端作为天线侧上行通道的输出端;同轴侧上行通道还可包括同轴侧功放模块,同轴侧发信机的输入端作为同轴侧上行通道的输入端,同轴侧发信机的输出端与同轴侧功放模块的输入端连接,同轴侧功放模块的输出端作为同轴侧上行通道的输出端。其中,同轴侧低噪放模块及天线侧低噪放模块(统称为低噪放模块,是指具备较低噪声系数的小信号放大器),可以对微弱信号进行放大,并压低整个同轴侧接收机及天线侧接收机的噪声,从而改善系统的信噪比;而同轴侧功放模块及天线侧功放模块(统称为功放模块),可将输入信号进行功率放大,得到所期望的发射功率(或发送功率)。

[0055] 当同轴侧模数转换模块及天线侧模数转换模块采样率较低时,则同轴侧收信机还可包括同轴侧下变频器,则同轴侧下变频器的输入端作为同轴侧收信机的输入端,同轴侧下变频器的输出端与同轴侧模数转换模块的输入端连接,同轴侧模数转换模块的输出端作

为同轴侧收信机的输出端,这样,可将输入至同轴侧模数转换模块的信号搬移至更低频率以适配同轴侧模数转换模块的采样率;天线侧收信机还可包括天线侧下变频器,则天线侧下变频器的输入端作为天线侧收信机的输入端,天线侧下变频器的输出端与天线侧模数转换模块的输入端连接,天线侧模数转换模块的输出端作为天线侧收信机的输出端,同理,可将输入至天线侧模数转换模块的信号搬移至更低频率以适配天线侧模数转换模块的采样率。

[0056] 当天线侧数模转换模块及同轴侧数模转换模块采用的是较低速率的数模转换时,则天线侧发信机还可包括天线侧上变频器,则天线侧数模转换模块的输入端作为天线侧发信机的输入端,天线侧数模转换模块的输出端与天线侧上变频器的输入端连接,天线侧上变频器的输出端作为天线侧发信机的输出端,这样,可将天线侧数模转换模块所生成的频率较低的模拟信号搬移至射频载波频率以得到射频信号;同轴侧发信机还可包括同轴侧上变频器,则同轴侧数模转换模块的输入端作为同轴侧发信机的输入端,同轴侧数模转换模块的输出端与同轴侧上变频器的输入端连接,同轴侧上变频器的输出端作为同轴侧发信机的输出端,同理,可将同轴侧数模转换模块所生成的频率较低的模拟信号搬移至射频载波频率以得到射频信号。

[0057] 由于为了降低对模数转换模块采样速率的要求及数模转换模块速率的要求,现有通信技术中发展出了零中频架构的接收机和发射机并得到了广泛的应用,各芯片厂商也研制出大量的高度集成化的零中频收发信机投放市场方便使用,因此为提供一种较易实现的数字化多通道信号远端变频装置,则同轴侧收信机、天线侧发信机、天线侧收信机及同轴侧发信机均可采用零中频架构。

[0058] 鉴于目前高速模数/数模转换技术的飞速发展,在频率很高的射频频率上也可以实现直接采样,则为提供一种较为简单的同轴侧收信机、同轴侧发信机、天线侧收信机及天线侧发信机,进而简化整个数字化多通道信号远端变频装置的结构,则同轴侧收信机还可包括可变增益放大器一,同轴侧模数转换模块采用同轴侧模数转换器,则可变增益放大器一与同轴侧模数转换器组成同轴侧射频直采收信机,同轴侧模数转换器的输出端作为同轴侧射频直采收信机的输出端,同轴侧模数转换器的输入端与可变增益放大器一的输出端连接,可变增益放大器一的输入端作为同轴侧射频直采收信机的输入端;同轴侧发信机还可包括可变增益放大器二,同轴侧数模转换模块采用同轴侧数模转换器,则可变增益放大器二与同轴侧数模转换器组成同轴侧射频直采发信机,同轴侧数模转换器的输入端作为同轴侧射频直采发信机的输入端,同轴侧数模转换器的输出端与可变增益放大器二的输入端连接,可变增益放大器二的输出端作为同轴侧射频直采发信机的输出端;天线侧发信机还可包括可变增益放大器三,天线侧数模转换模块采用天线侧数模转换器,则可变增益放大器三与天线侧数模转换器组成天线侧射频直采发信机,天线侧数模转换器的输入端作为天线侧射频直采发信机的输入端,天线侧数模转换器的输出端与可变增益放大器三的输入端连接,可变增益放大器三的输出端作为天线侧射频直采发信机的输出端;天线侧收信机还可包括可变增益放大器四,天线侧模数转换模块采用天线侧模数转换器,则可变增益放大器四与天线侧模数转换器组成天线侧射频直采收信机,天线侧模数转换器的输出端作为天线侧射频直采收信机的输出端,天线侧模数转换器的输入端与可变增益放大器四的输出端连接,可变增益放大器四的输入端作为天线侧射频直采收信机的输入端。该方案中一般情况

下不需要再加入同轴侧上变频器和/或同轴侧下变频器和/或天线侧上变频器和/或天线侧下变频器,若在极个别情况需要时,则将下变频器(同轴侧下变频器或天线侧下变频器)的输入端作为同轴侧收信机或天线侧收信机的输入端,下变频器的输出端连接对应的可变增益放大器(可变增益放大器一或可变增益放大器四)的输入端,将上变频器(同轴侧上变频器或天线侧上变频器)的输出端作为同轴侧发信机或天线侧发信机的输出端,上变频器的输入端连接对应的可变增益放大器(可变增益放大器二或可变增益放大器三)的输出端。

[0059] 本实用新型所述的另一数字化多通道信号远端变频装置,其原理示意图参见图2,包括同轴端口、同轴侧通信通道、数字处理单元、至少两根天线及与天线数量相同的天线侧通信通道,其中,数字处理单元包括同轴侧输入接口、同轴侧输出接口及至少与天线数量相同的天线侧通信接口,天线侧通信接口包括天线侧输入接口及天线侧输出接口,同轴侧通信通道包括同轴侧双工器、同轴侧下行通道及同轴侧上行通道;其中,同轴端口用于与近端主单元连接,同轴端口与同轴侧双工器的公共端连接,同轴侧双工器的输出端通过同轴侧下行通道与数字处理单元的同轴侧输入接口连接,数字处理单元的同轴侧输出接口通过同轴侧上行通道与同轴侧双工器的输入端连接,数字处理单元的各天线侧通信接口与各天线侧通信通道及各天线一一对应,数字处理单元的各天线侧通信接口分别通过与其对应的各天线侧通信通道与对应的各天线一一对应连接;

[0060] 同轴侧下行通道至少包括全捕获收信机,全捕获发信机的输入端及输出端分别作为同轴侧下行通道的输入端及输出端,所述全捕获收信机至少包括全捕获模数转换模块,全捕获模数转换模块的输入端及输出端分别作为全捕获收信机的输入端及输出端;所述同轴侧上行通道至少包括全频谱发信机,全频谱收信机的输入端及输出端分别作为同轴侧上行通道的输入端及输出端,所述全频谱发信机至少包括全频谱数模转换模块,全频谱数模转换模块的输入端及输出端分别作为全频谱发信机的输入端及输出端;

[0061] 针对任一天线侧通信通道,其包括天线侧下行通道、天线侧上行通道及天线侧双工器,则有天线侧双工器的公共端与对应天线连接,天线侧下行通道的输入端与数字处理单元中对应的天线侧通信端的天线侧输出接口连接,天线侧下行通道的输出端与天线侧双工器的输入端连接,天线侧上行通道的输出端与数字处理单元中对应的天线侧通信端的天线侧输入接口连接,天线侧上行通道的输入端与天线侧双工器的输出端连接;

[0062] 天线侧下行通道至少包括天线侧发信机,天线侧发信机的输入端及输出端分别作为天线侧下行通道的输入端及输出端,而天线侧发信机至少包括天线侧数模转换模块,天线侧数模转换模块的输入端及输出端分别作为天线侧发信机的输入端及输出端;天线侧上行通道至少包括天线侧收信机,天线侧收信机的输入端及输出端分别作为天线侧上行通道的输入端及输出端,而天线侧收信机至少包括天线侧模数转换模块,天线侧模数转换模块的输入端及输出端分别作为天线侧收信机的输入端及输出端。

[0063] 为了改善系统信噪比及得到所期望的发射功率,则同轴侧下行通道还可包括同轴侧低噪放模块,同轴侧低噪放模块的输入端作为同轴侧下行通道的输入端,同轴侧低噪放模块的输出端与全捕获收信机的输入端连接,全捕获发信机的输出端作为同轴侧下行通道的输出端;同轴侧上行通道还可包括同轴侧功放模块,同轴侧功放模块的输出端作为同轴侧上行通道的输出端,同轴侧功放模块的输入端与全频谱收信机的输出端连接,全频谱发信机的输入端作为同轴侧上行通道的输入端;天线侧下行通道还可包括天线侧功放模块,

天线侧发信机的输入端作为天线侧下行通道的输入端,天线侧发信机的输出端与天线侧功放模块的输入端连接,天线侧功放模块的输出端作为天线侧下行通道的输出端;天线侧上行通道还可包括天线侧低噪放模块,天线侧低噪放模块的输入端作为天线侧上行通道的输入端,天线侧低噪放模块的输出端与天线侧收信机的输入端连接,天线侧收信机的输出端作为天线侧上行通道的输出端。其中,同轴侧低噪放模块及天线侧低噪放模块(统称为低噪放模块,是指具备较低噪声系数的小信号放大器),可以对微弱信号进行放大,并压低整个同轴侧接收机及天线侧接收机的噪声,从而改善系统的信噪比;而同轴侧功放模块及天线侧功放模块(统称为功放模块),可将输入信号进行功率放大,得到所期望的发射功率(或发送功率)。

[0064] 当全捕获模数转换模块采样率较低时,则全捕获收信机还可包括同轴侧下变频器,同轴侧下变频器的输入端作为全捕获收信机的输入端连接,同轴侧下变频器的输出端与全捕获模数转换模块的输入端连接,全捕获模数转换模块的输出端作为全捕获收信机的输出端,这样,可将输入至全捕获模数转换模块的信号(频分复用中频下行合路信号)搬移至更低的频率以便进行模数转换;当全频谱数模转换模块采用的是较低速率的数模转换时,则全频谱发信机还可包括同轴侧上变频器,同轴侧上变频器的输出端作为全频谱发信机的输出端,同轴侧上变频器的输入端与全频谱数模转换模块的输出端连接,全频谱数模转换模块的输入端作为全频谱发信机的输入端,这样,可将全频谱数模转换模块输出的信号(较低频率的频分复用中频上行合路信号)搬移至同轴传输所规定的中频频率。

[0065] 当天线侧模数转换模块采样率较低时,则天线侧发信机还可包括天线侧上变频器,天线侧数模转换模块的输入端作为天线侧发信机的输入端,天线侧数模转换模块的输出端与天线侧上变频器的输入端连接,天线侧上变频器的输出端作为天线侧发信机的输出端,这样,可将天线侧数模转换模块生成的频率较低的模拟信号搬移至射频载波频率以得到射频信号;当天线侧数模转换模块采用的是较低速率的数模转换时,则天线侧收信机还可包括天线侧下变频器,天线侧下变频器的输入端作为天线侧收信机的输入端,天线侧下变频器的输出端与天线侧模数转换模块的输入端连接,天线侧模数转换模块的输出端作为天线侧收信机的输出端,这样,可将输入至天线侧模数转换模块的信号搬移至更低频率以适应天线侧模数转换模块的输入。

[0066] 为提供一种全捕获收信机的结构,则全捕获收信机还可包括可变增益放大器一,全捕获模数转换模块采用模数转换器,其中,可变增益放大器一的输入端作为全捕获收信机的输入端,可变增益放大器一的输出端与模数转换器的输入端连接,模数转换器的输出端作为全捕获收信机的输出端,这样,可通过可变增益放大器一将接收到的信号调整到适合模数转换器的电平。为提供一种全频谱发信机的结构,则全频谱发信机还可包括可变增益放大器二,全频谱数模转换模块采用数模转换器,其中,可变增益放大器二的输出端作为全频谱发信机的输出端,数模转换器的输入端作为全频谱发信机的输入端,数模转换器的输出端与可变增益放大器二的输入端连接,这样,可通过可变增益放大器二提供给其后续同轴侧功放模块以合适的驱动电平或合适的输出电平。

[0067] 为提供一种较易实现的天线侧通信通道,则天线侧发信机及天线侧收信机可采用零中频架构。

[0068] 鉴于目前高速模数/数模转换技术的飞速发展,在频率很高的射频频率上也可以

实现直接采样,因此为简化天线侧通信通道的结构,进而简化整个数字化多通道信号远端变频装置的结构,则天线侧发信机还可包括可变增益放大器三,天线侧数模转换模块采用天线侧数模转换器,其中,可变增益放大器三与天线侧数模转换器组成天线侧射频直采发信机,天线侧数模转换器的输入端作为天线侧射频直采发信机的输入端,天线侧数模转换器的输出端与可变增益放大器三的输入端连接,可变增益放大器三的输出端作为天线侧射频直采发信机的输出端;天线侧收信机还可包括可变增益放大器四,天线侧模数转换模块采用天线侧模数转换器,其中,可变增益放大器四与天线侧模数转换器组成天线侧射频直采收信机,天线侧模数转换器的输出端作为天线侧射频直采收信机的输出端,天线侧模数转换器的输入端与可变增益放大器四的输出端连接,可变增益放大器四的输入端作为天线侧射频直采收信机的输入端。

[0069] 本实用新型中,同轴侧及天线侧是指以数字处理模块或数字处理单元为界限,靠近同轴端口的那一部分为同轴侧,靠近天线部分的为天线侧。

[0070] 实施例1

[0071] 本实用新型实施例1中的数字化多通道信号远端变频装置,其原理示意图参见图3。

[0072] 如图3所示,对于下行(即发射方向,下同),经FDM合路/分路器(此时是分路作用)、同轴侧双工器分离出来的各下行通道中频下行信号 $S_{\text{IFi-DL}}$  ( $i=1,2,\dots,m$ ) 首先经过同轴侧低噪放模块放大,然后进入同轴侧收信机的采样过程;同轴侧收信机的采样采用了一种零中频接收机的架构,包括一个可变增益的放大器对信号强度进行调整,然后经过正交混频形成所在通道的下行I、Q信号,随后进行低通滤波,然后进行模数转换ADC采样(从可变增益的放大器至模数转换ADC部分构成了同轴侧的下行“零中频收信机”,通常使用一颗高度集成的商用芯片完成,即同轴侧收信机);经模数转换ADC之后,所在通道数字化的下行I、Q信号进入数字处理模块进行数字域处理,包含数字滤波、平坦度修正及增益调节等(可选的,对于大功率天线口输出的场景,还可以增加预失真运算和削峰运算以提高后级天线侧功放模块的效率);经过上述数字域处理后的所在通道下行I、Q数字信号传送给天线侧数模转换DAC进行数模转化,形成模拟的下行I、Q信号;类似地,天线侧发信机也采用一种零中频发射机架构,模拟的下行I、Q信号分别经过低通滤波,进行正交混频,然后将I、Q信号合路输出为需要发射的所在通道射频信号 $S_{\text{(RF-DL)}i}$  ( $i=1,2,\dots,m$ ) 并加以可变增益的放大器驱动放大(从数模转换DAC到可变增益的放大器驱动放大部分构成了天线侧的下行“零中频发信机”,即天线侧发信机);之后再经天线侧功放模块及天线侧双工器发送到该通道所对应的天线。

[0073] 对于上行(即接收方向,下同),第 $i$ 个通道收到来自于天线的射频信号 $S_{\text{(RF-UL)}i}$  ( $i=1,2,\dots,m$ ) 以后,经该通道的天线侧双工器和天线侧低噪放模块放大,进入到模数转换ADC采样过程;模数转换ADC的采样亦采用了零中频接收机的架构,包括一个可变增益的放大器对信号强度进行调整,然后经过正交混频形成所在通道的上行I、Q信号,之后进行低通滤波,然后进行模数转换ADC采样(从可变增益的放大器至模数转换ADC部分构成了天线侧的上行“零中频收信机”,通常使用一颗高度集成的商用芯片完成,即天线侧收信机);经ADC之后,所在通道数字化的上行I、Q进入数字处理模块进行数字域处理,包含滤波、平坦度修正及增益调节等(可选的,对于大功率同轴口输出的场景,还可以增加预失真运算和削峰运算以提高后级同轴侧功放模块的效率);经过上述数字域处理的所在通道上行I、Q信号传送

给同轴侧数模转换DAC进行数模转化,形成模拟的上行I、Q信号;类似地,同轴侧发信机也采用的是零中频发射机架构,模拟的上行I、Q信号分别经过低通滤波之后,进行正交混频,然后合路输出为所需要的该通道中频上行信号 $S_{\text{IF}i\text{-UL}}$  ( $i=1,2,\dots,m$ )并加以可变增益的放大器驱动放大(从数模转换DAC到I、Q正交混频合路部分构成了同轴侧的下行“零中频发信机”,即同轴侧发信机),则各接收通道的中频上行信号经各自通道的同轴侧功放模块、同轴侧双工器发送到FDM合路/分路器(此时是合路作用)形成频分复用中频上行合路信号 $\Sigma(S_{\text{IF}1\text{-UL}}, S_{\text{IF}2\text{-UL}}, \dots, S_{\text{IF}m\text{-UL}})$ 。

[0074] 采用零中频,本振信号与各自中频和射频频率的关系为:

$$[0075] \quad f_{\text{IF}i\text{-DL}} = f_{\text{LO}i\text{-IF-DL}}, (i=1,2,\dots,m)$$

$$[0076] \quad f_{\text{RF-DL}} = f_{\text{LO-RF-DL}}$$

$$[0077] \quad f_{\text{IF}i\text{-UL}} = f_{\text{LO}i\text{-IF-UL}}, (i=1,2,\dots,m)$$

$$[0078] \quad f_{\text{RF-UL}} = f_{\text{LO-RF-UL}}$$

[0079] 如果通信系统为TDD工作模式,则

$$[0080] \quad f_{\text{IF}i\text{-DL}} = f_{\text{IF}i\text{-UL}} = f_{\text{LO}i\text{-IF-DL}} = f_{\text{LO}i\text{-IF-UL}}, (i=1,2,\dots,m)$$

$$[0081] \quad f_{\text{RF-DL}} = f_{\text{RF-UL}} = f_{\text{LO-RF-DL}} = f_{\text{LO-RF-UL}}$$

[0082] 其中,上下行的同侧(同轴侧、天线侧)本振源可以共用。

[0083] 实施例2

[0084] 在大多数情况下,由于在同轴侧的所谓频分复用中频下行合路信号 $\Sigma(S_{\text{IF}1\text{-DL}}, S_{\text{IF}2\text{-DL}}, \dots, S_{\text{IF}m\text{-DL}})$ 以及频分复用中频上行合路信号 $\Sigma(S_{\text{IF}1\text{-UL}}, S_{\text{IF}2\text{-UL}}, \dots$ 和 $S_{\text{IF}m\text{-UL}})$ 的所有工作频点都会使用较低的频率,依照目前的模数转换技术,可以较为容易地实现对下行合路信号的“全捕获”方式的模数转换采样,以及对上行合路信号的“全频谱”数模转换。在同轴侧采用“全捕获”模数转换和“全频谱”数模转换可以在一定程度上实现数字FCU的简化。则本实用新型实施例2中的数字化多通道信号远端变频装置,其原理示意图参见图4,提供了一种在同轴侧采用全捕获模数转换方式而天线侧采用零中频架构的数字化多通道信号远端变频装置。

[0085] 如图4所示,对于下行,同轴侧所接收到的频分复用中频下行合路信号 $\Sigma(S_{\text{IF}1\text{-DL}}, S_{\text{IF}2\text{-DL}}, \dots, S_{\text{IF}m\text{-DL}})$ 经同轴侧低噪放模块放大后,进入同轴侧的下行“全捕获收信机”,其中包括一个可变增益放大器—将接收到的信号调整到模数转换器ADC所适合的电平,然后进行模数转换器ADC采样,将频分复用中频下行合路信号进行数字化;之后的数字处理单元对该数字化的中频下行合路信号进行数字域处理,首先采用数字滤波技术将各自通道的中频信号 $S_{\text{IF}i\text{-DL}}$  ( $i=1,2,\dots,m$ )分离出来;鉴于天线侧的射频收发信机为零中频架构,数字处理单元需将分离出的各通道数字化的中频下行信号 $S_{\text{IF}i\text{-DL}}$  ( $i=1,2,\dots,m$ )进行数字域正交下变频,得到本通道的下行I、Q数字信号,再进行必要的数字滤波、平坦度修正及增益调整等,将该I、Q数字信号发送给天线侧的射频发信机(由于此时采用零中频架构,则其处理方式可参见实施例1中天线侧的零中频发信机)。该射频发信机负责将该下行I、Q数字信号变为模拟射频载波信号 $S_{\text{(RF-DL)}i}$ , ( $i=1,2,\dots,m$ )。

[0086] 注:在进行数字域正交下变频之前,也可以对中频信号 $S_{\text{IF}i\text{-DL}}$  ( $i=1,2,\dots,m$ )进行数字域平坦度修正及增益调整。

[0087] 对于上行,鉴于天线侧的射频收信机为零中频架构(由于此时采用零中频架构,则

其处理方式可参见实施例1中天线侧的零中频收信机), 射频收信机将所在通道的射频上行信号  $S_{(RF-UL) i}$ , ( $i=1, 2, \dots, m$ ) 转化为零中频上行I、Q数字信号, 并传送给数字处理单元; 数字处理单元对其进行必要的滤波、平坦度修正及增益调整后进行数字域正交上变频, 得到所在通道的数字化中频上行信号  $S_{IFi-UL}$  ( $i=1, 2, \dots, m$ ); 随后数字处理单元将各通道的中频上行信号汇聚起来进行合路, 得到数字化的频分复用中频上行合路信号  $\Sigma (S_{IF1-UL}, S_{IF2-UL}, \dots, S_{IFm-UL})$ , 并送给同轴侧的全频谱发信机的数模转换器DAC进行数模转换, 将其转换为模拟形式的频分复用中频上行合路信号  $\Sigma (S_{IF1-UL}, S_{IF2-UL}, \dots, S_{IFm-UL})$ ; 全频谱发信机中还会有一个可变增益放大器二, 用以提供给其后续的同轴侧功放模块合适的驱动电平。同轴侧功放模块的输出, 将放大后的频分复用中频上行合路信号经同轴侧双工器馈送给同轴端口。

[0088] 注: 在进行数字域正交上变频之后, 也可以对中频信号  $S_{IFi-UL}$  ( $i=1, 2, \dots, m$ ) 进行平坦度修正及增益调整。

[0089] 在本实施例中, 数字处理单元中NCO信号与各自中频频率的关系为:

$$[0090] \quad f_{IFi-DL} = f_{NCOi-IF-DL}, (i=1, 2, \dots, m)$$

$$[0091] \quad f_{IFi-UL} = f_{NCOi-IF-UL}, (i=1, 2, \dots, m)$$

[0092] 天线侧本振信号和射频频率的关系为:

$$[0093] \quad f_{RF-DL} = f_{LO-RF-DL}$$

$$[0094] \quad f_{RF-UL} = f_{LO-RF-UL}$$

[0095] 如果通信系统为TDD工作模式, 则

$$[0096] \quad f_{IFi-DL} = f_{IFi-UL} = f_{NCOi-IF-DL} = f_{NCOi-IF-UL}, (i=1, 2, \dots, m)$$

$$[0097] \quad f_{RF-DL} = f_{RF-UL} = f_{LO-RF-DL} = f_{LO-RF-UL}。$$

[0098] 实施例3

[0099] 鉴于目前高速模数/数模转换技术的飞速发展, 在频率很高的射频频率上也可以实现直接采样。因此在本实用新型实施例2的基础上, 将天线侧的射频下行发射机和上行接收机(即天线侧发信机及天线侧收信机)都改为“直采(直接采样)型”, 可进一步实现数字化多通道信号远端变频装置的简化。则本实用新型实施例3中的数字化多通道信号远端变频装置, 其原理示意图参见图5, 提供了一种在同轴侧采用全捕获模数转换方式而天线侧采用射频直采收发信机的数字化多通道信号远端变频装置。

[0100] 本实用新型实施例3在同轴侧采用了与本实用新型实施例2相同的全捕获收信机及全频谱发信机, 其工作原理与本实用新型实施例2中完全相同, 此处不再赘述。

[0101] 对于下行, 频分复用中频下行合路信号  $\Sigma (S_{IF1-DL}, S_{IF2-DL}, \dots, S_{IFm-DL})$  经同轴侧的全捕获收信机将其进行数字化后进入数字处理单元; 数字处理单元依然是首先采用数字滤波技术将各自通道的中频信号  $S_{IFi-DL}$  ( $i=1, 2, \dots, m$ ) 提取出来, 但鉴于天线侧采用了直采型收发信机, 所以其数字域对该数字化的中频信号  $S_{IFi-DL}$  的处理方式将有所不同。

[0102] 由于天线侧的射频收发信机为“射频直接采样”架构, 发射通道是将数字化的射频载波直接进行数模转换而得到模拟的射频载波。因此, 数字处理单元在分离出各通道中频信号  $S_{IFi-DL}$  ( $i=1, 2, \dots, m$ ) 后, 要进行数字混频, 将频率为  $f_{IFi-DL}$  ( $i=1, 2, \dots, m$ ) 的中频信号, 搬移到频率为  $f_{RF-DL}$  的射频载波上, 再进行必要的滤波、平坦度修正及增益调整, 发送给天线侧的射频直采发信机进行数模转换, 将其转换为模拟射频载波信号  $S_{(RF-DL) i}$ , ( $i=1,$

2, ..., m)。

[0103] 注:在数字混频之前,也可以对中频信号 $S_{\text{IF}i\text{-DL}}$  ( $i=1,2,\dots,m$ ) 进行平坦度修正及增益调整。

[0104] 同样道理,对于上行,天线侧的射频直采收信机将所在通道的射频上行信号 $S_{\text{(RF-DL)}i}$ , ( $i=1,2,\dots,m$ ) 直接进行模数采样而得到所在通道的数字化射频上行信号;数字处理单元对其进行数字混频,将频率为 $f_{\text{RF-DL}}$ 的数字化射频上行信号,搬移到 $f_{\text{IF}i\text{-DL}}$  ( $i=1,2,\dots,m$ ) 中频频率上,形成数字化的中频上行信号 $S_{\text{IF}i\text{-UL}}$  ( $i=1,2,\dots,m$ );经过必要的滤波、平坦度修正及增益调整后,数字处理单元将各通道的数字化中频上行信号汇聚起来进行合路,得到数字化的频分复用中频上行合路信号 $\Sigma(S_{\text{IF}1\text{-UL}}, S_{\text{IF}2\text{-UL}}, \dots, S_{\text{IF}m\text{-UL}})$ ,并送给同轴侧的全频谱发信机进行数模转换,将其转换为模拟形式的频分复用中频上行合路信号 $\Sigma(S_{\text{IF}1\text{-UL}}, S_{\text{IF}2\text{-UL}}, \dots, S_{\text{IF}m\text{-UL}})$ ;再经同轴侧功放模块和同轴侧双工器之后馈送给同轴端口。

[0105] 注:在数字混频之前,也可以对射频信号 $S_{\text{(RF-DL)}i}$ , ( $i=1,2,\dots,m$ ) 进行平坦度修正及增益调整。

[0106] 参见上述技术内容可见,本实用新型所采用的相应处理软件及方法可由本领域技术人员根据本实用新型的数字化多通道信号远端变频装置的具体结构合理的推导得出,且属于现有技术(例如“平坦度修正及增益调整”等均为现有较为成熟的技术,甚至在采购所需芯片时芯片厂商会附赠相应软件),其并非为本实用新型的保护范围。

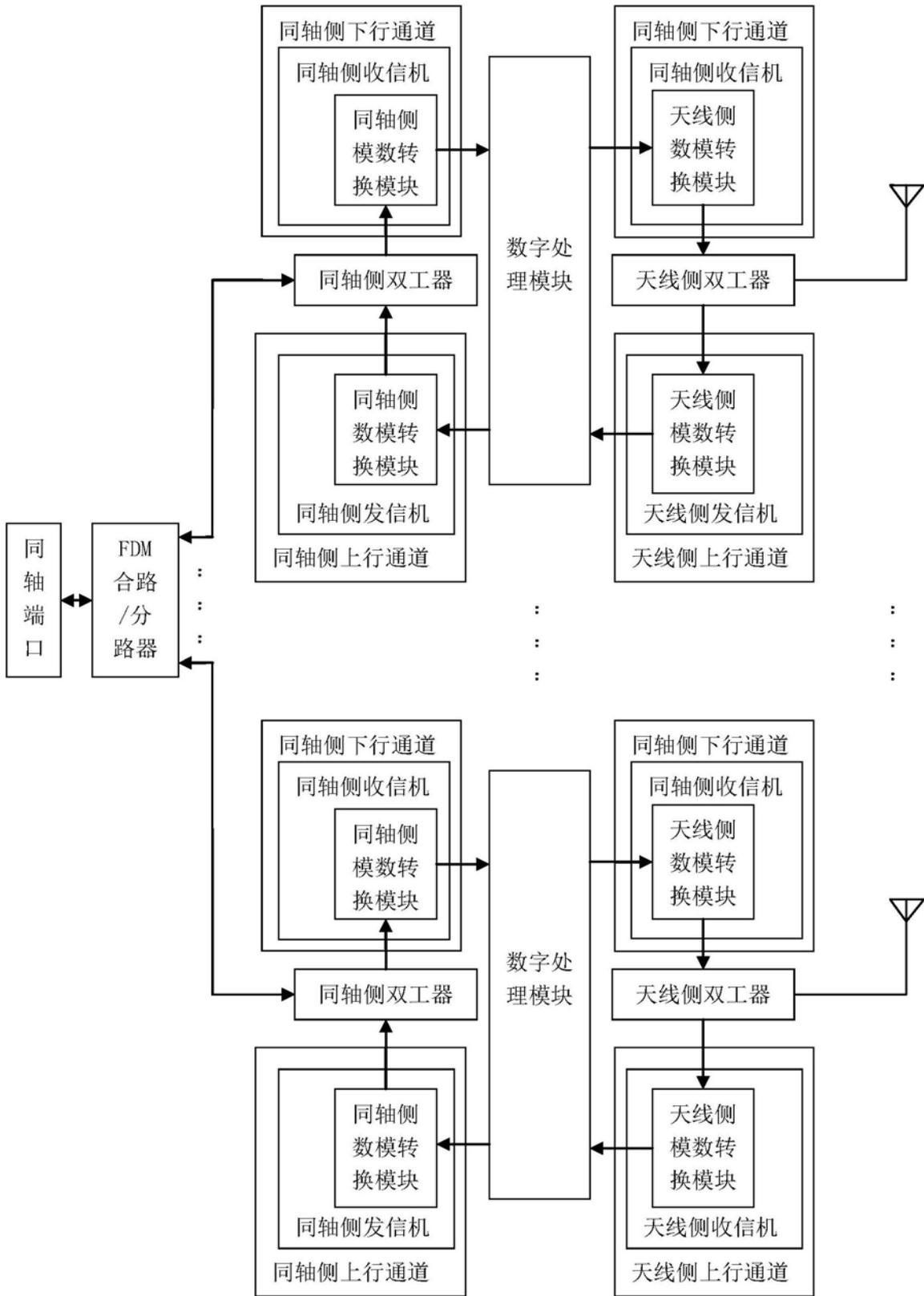


图1

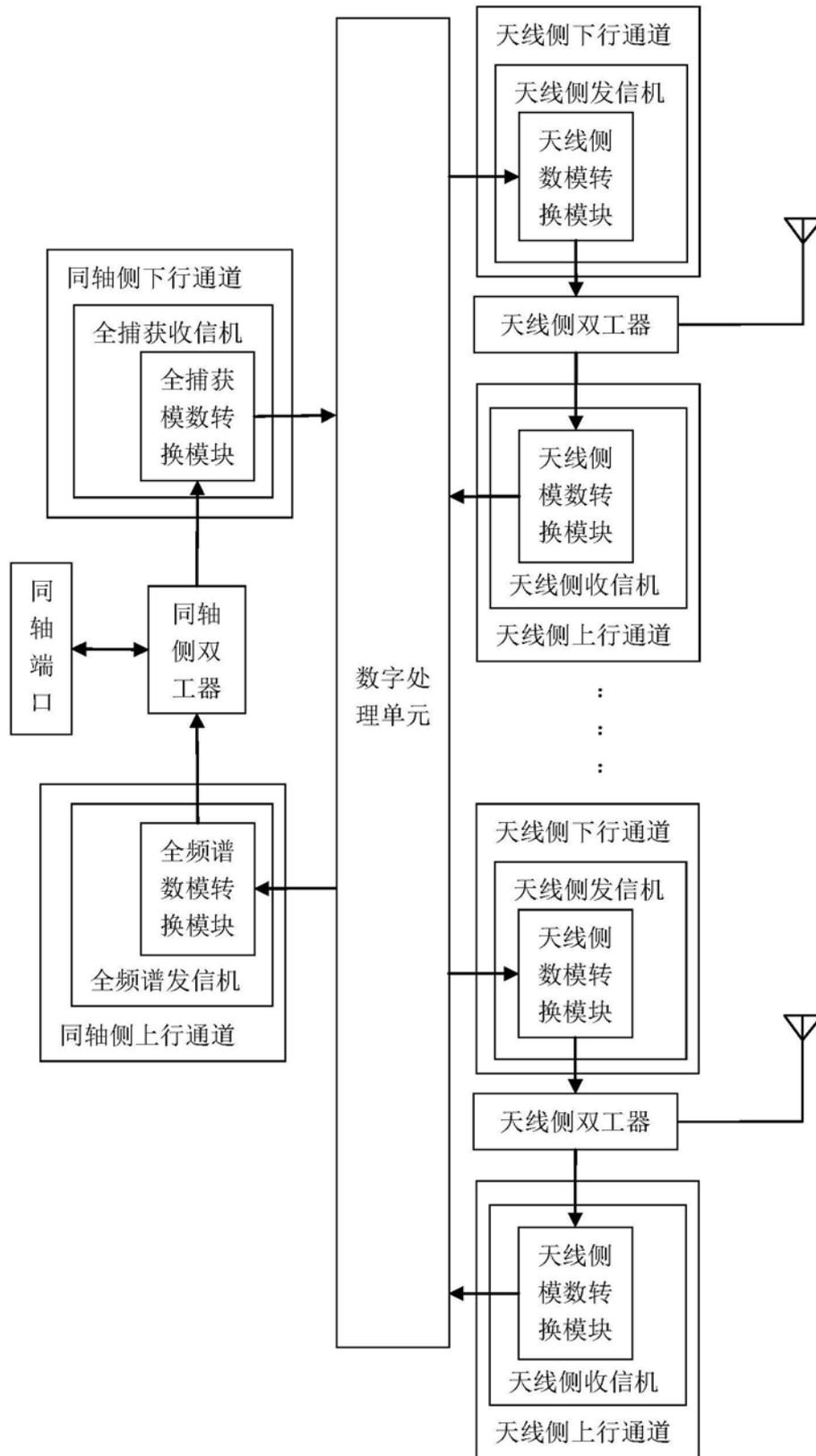


图2

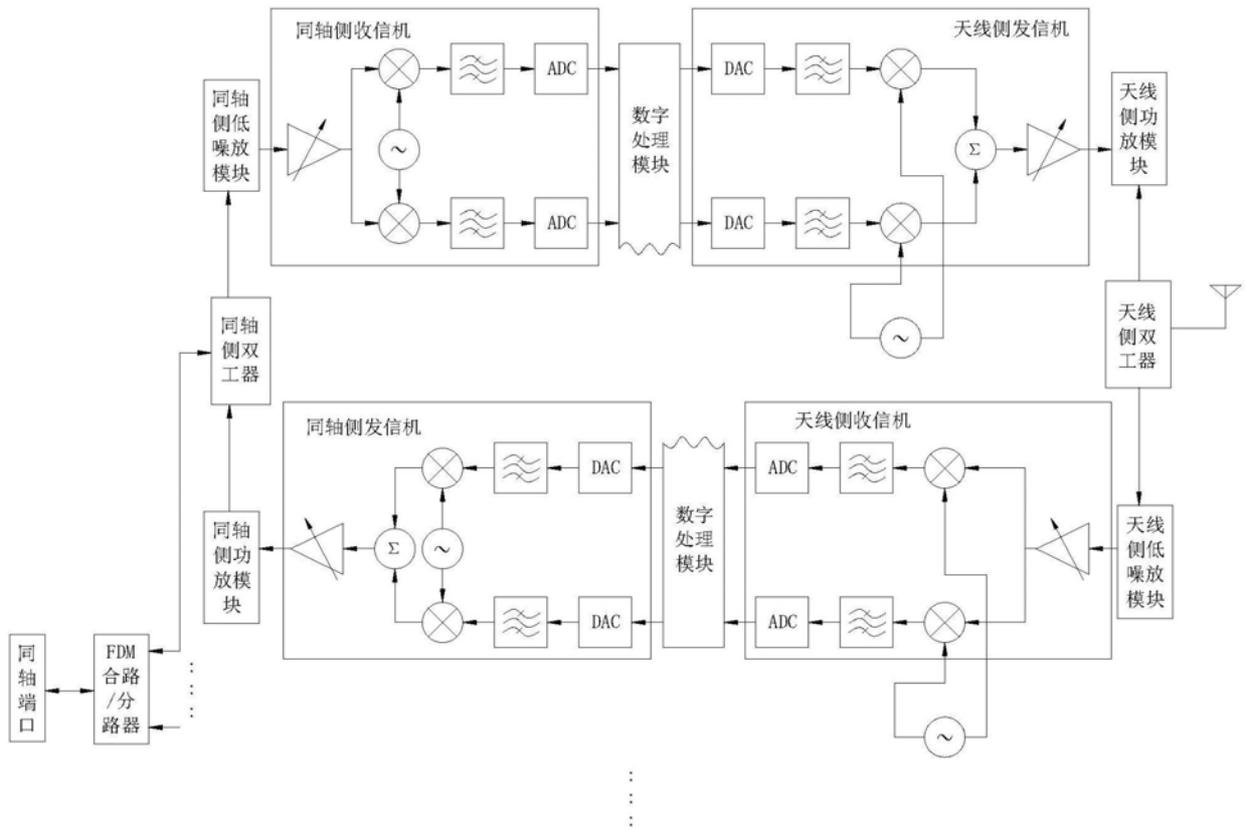


图3

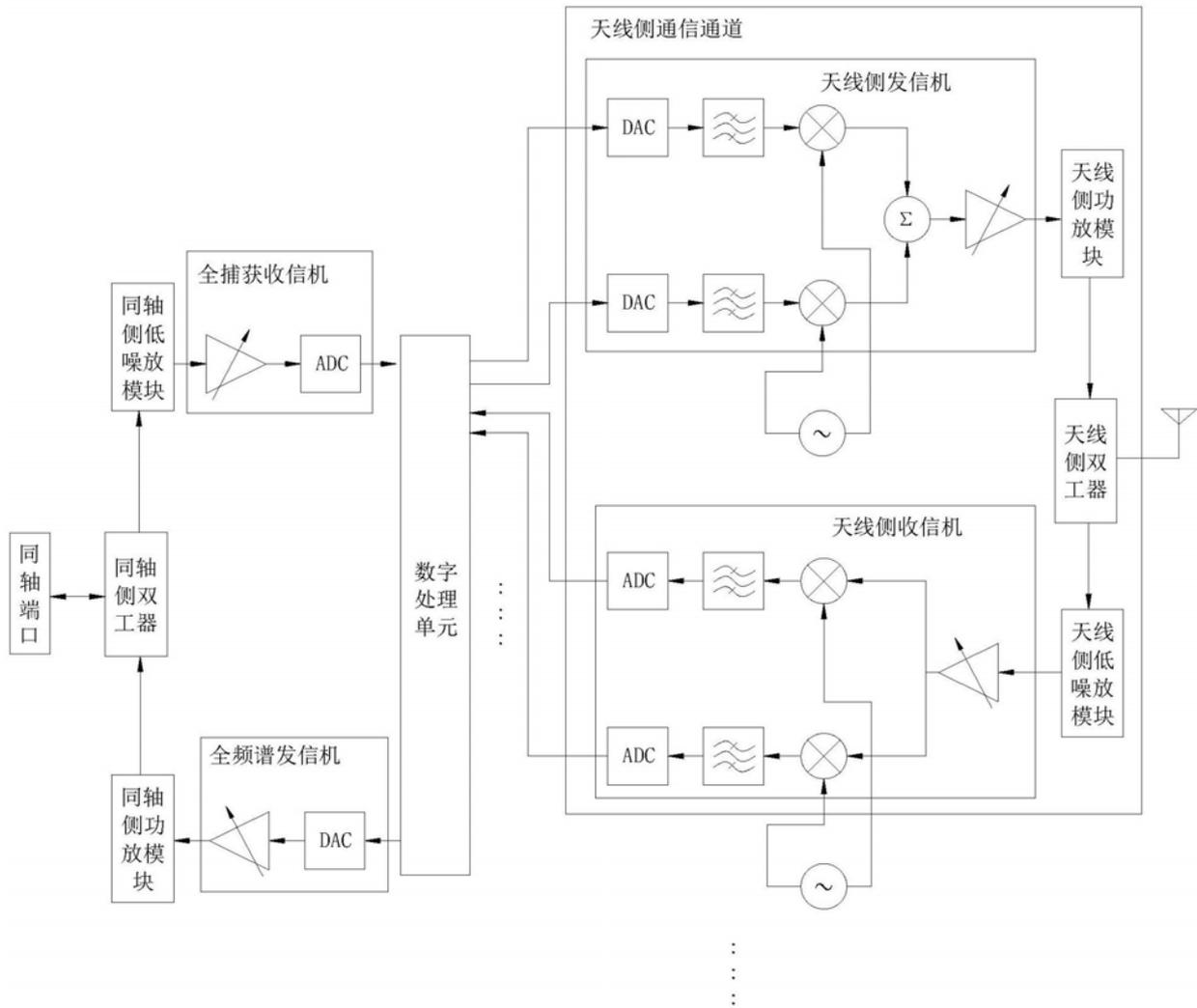


图4

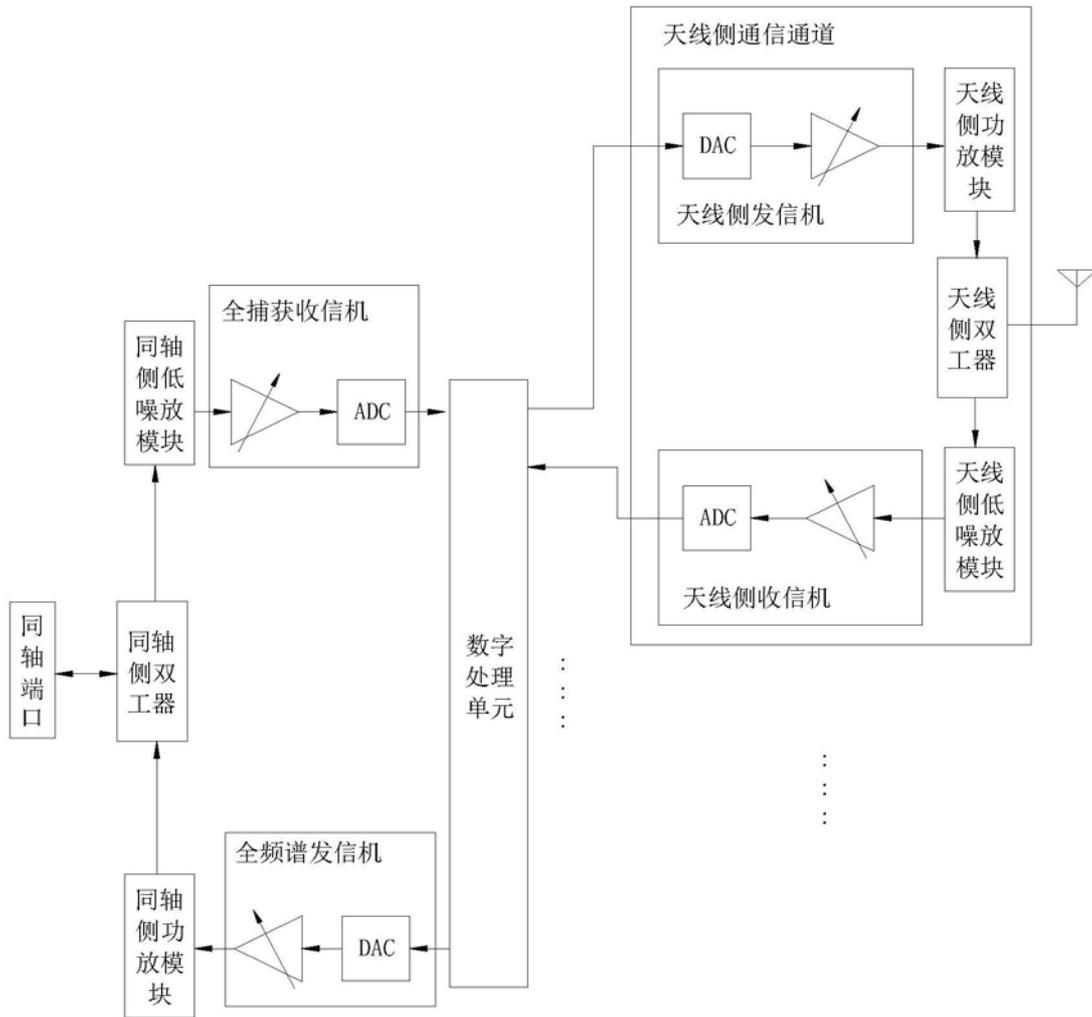


图5