

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H04L 1/06 (2006.01)

H04L 27/26 (2006.01)

H04B 7/06 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710145160.5

[43] 公开日 2009年2月25日

[11] 公开号 CN 101374036A

[22] 申请日 2007.8.23

[21] 申请号 200710145160.5

[71] 申请人 中兴通讯股份有限公司

地址 518057 广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦法律部

[72] 发明人 李 斌 秦洪峰

[74] 专利代理机构 北京安信方达知识产权代理有限公司

代理人 许志勇 颜 涛

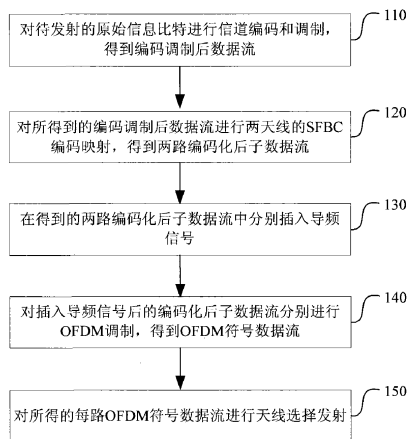
权利要求书 3 页 说明书 9 页 附图 3 页

[54] 发明名称

多入多出正交频分复用系统的发射分集方法与系统

[57] 摘要

本发明公开了一种多入多出正交频分复用系统的发射分集方法与系统，包括步骤，首先对原始信息比特进行信道编码和调制后，进行两天线的空频块码编码映射，得到两路编码化后子数据流；然后在两路编码化后子数据流中插入导频信号后，进行正交频分复用调制得到正交频分复用符号数据流，对所得的每路正交频分复用符号数据流进行天线选择发射。应用本发明，使得 MIMO + OFDM 通信系统能在保证系统传输速率的基础上利用空间分集技术提高系统的性能；并且可以具体应用时采用多根天线共用一套射频单元，有效降低系统成本和功耗。



- 1、一种多入多出正交频分复用系统的发射分集方法，包括以下步骤，
 - a、对原始信息比特进行信道编码和调制后，进行两天线的空频块码编码映射，得到两路编码化后子数据流；
 - b、在两路编码化后子数据流中插入导频信号后，进行正交频分复用调制得到正交频分复用符号数据流，对所得的每路正交频分复用符号数据流进行天线选择发射。
- 2、如权利要求1所述的方法，其特征在于，所述步骤a中，所述对原始信息比特进行信道编码和调制，包括以下步骤，
 - 对数据流进行信道编码，获得编码数据流；
 - 对所述编码数据流进行信道交织，获得交织数据流；
 - 将所述交织数据流进行星座图映射，得到编码调制后数据流。
- 3、如权利要求2所述的方法，其特征在于，所述信道编码为码率卷积编码、Turbo编码、或者低密度奇偶校验码编码。
- 4、如权利要求1所述的方法，其特征在于，所述步骤a中，所述发射天线数目大于等于2。
- 5、如权利要求1所述的方法，其特征在于，所述步骤b中，对插入导频信号后的每路编码化后子数据流分别进行正交频分复用调制，包括以下步骤，
 - 进行串并变换，每路编码化后子数据流得到 N_{FFT} 个并行的低速子数据流，其中 N_{FFT} 为正交频分复用调制中子载波的数目；
 - 对低速子数据流进行逆快速傅里叶变换，得到正交频分复用符号数据流；
 - 对正交频分复用符号数据流加入循环前缀，完成正交频分复用调制过程。
- 6、如权利要求1所述的方法，其特征在于，所述步骤b中，在开环情况下，对所得的每路正交频分复用符号数据流进行天线交替发射；在闭环情

况下对所得的每路正交频分复用符号数据流根据信道反馈信息通过天线选择算法进行天线选择发射。

7、如权利要求6所述的方法，其特征在于，所述天线选择算法包括接收机信干噪比最大、和/或信道容量最大和/或信道质量最优的天线选择算法。

8、一种多入多出正交频分复用系统的发射分集系统，其特征在于，包括编码调制单元、空频块码编码单元、插入导频成帧单元、正交频分复用调制单元、天线选择单元，其中，

编码调制单元，用于对原始信息比特进行信道编码和调制，得到编码调制后数据流，传输给空频块码编码单元；

空频块码编码单元，用于对编码调制单元传输的编码调制后数据流进行两天线的空频块码编码映射，得到两路编码化后子数据流，传输给插入导频成帧单元；

插入导频成帧单元，用于对空频块码编码单元传输的每路编码化后子数据流中插入导频信号，传输给正交频分复用调制发射单元；

正交频分复用调制发射单元，用于对插入导频成帧单元传输的插入导频信号后每路编码化后子数据流进行正交频分复用调制，得到正交频分复用调制符号数据流，传输给天线选择发射单元；

天线选择发射单元，用于对正交频分复用调制发射单元传输的每路正交频分复用符号数据流进行天线选择发射。

9、如权利要求8所述的系统，其特征在于，所述编码调制单元首先对原始信息比特进行信道编码，得到编码数据流；再对编码数据流进行信道交织得到交织数据流；然后对交织数据流进行星座映射，得到编码调制后数据流。

10、如权利要求8所述的系统，其特征在于，所述正交频分复用调制发射单元对插入导频信号后每路编码化后子数据流依次独立地进行串并变换、逆快速傅里叶变换以及加循环前缀，得到正交频分复用调制符号数据流，传输给天线选择发射单元。

11、如权利要求8所述的系统，其特征在于，所述天线选择发射单元在

闭环情况下根据信道反馈信息通过天线选择算法进行天线选择发射;所述天线选择发射单元在开环情况下进行天线交替发射。

12、如权利要求 11 所述的系统,其特征在于,所述天线选择算法包括接收机信干噪比最大、和/或信道容量最大和/或信道质量最优的天线选择算法。

13、如权利要求 11 所述的系统,其特征在于,在闭环情况下,包括反馈信息单元,用于在频分双工系统中根据接收端的反馈信息为所述天线选择单元提供无线空间信道的信息;或在时分双工系统中根据上下行信道间好的对称性为天线选择单元提供无线空间信道的信息。

多入多出正交频分复用系统的发射分集方法与系统

技术领域

本发明涉及无线通信系统，更具体涉及一种多入多出（MIMO）、正交频分复用（OFDM）无线通信系统的发射分集（Transmit Diversity）方法与系统。

背景技术

随着数字信号处理技术和高速器件的发展，最初实现 OFDM 技术的障碍已不复存在，OFDM 已经在 DAB（数字音频广播）、DVB（数字视频广播）和 WLAN（无线局域网）等系统中取得了成功的应用。OFDM 利用各个子载波之间的正交性，允许子信道的频谱相互重叠，可以很大程度地利用频谱资源。它把高速数据流通过串并转换，使得每个子载波上的数据符号持续长度相对增加，从而有效地减少了无线信道的时间弥散所带来的符号间串扰（ISI），同时由于各子信道的带宽相对较窄，均衡便可以对每个子载波分别进行，这样就减少了接收机内均衡的复杂度。由于上述特点，这项技术在近几年来得到广泛的应用。

在未来的通信系统中，高速业务和用户数的激增使得对频谱的需求量急剧增加，而频谱资源是有限的，所以结合 MIMO 和 OFDM 这两项先进的技术，一方面可以提高频谱利用率，另一方面可以有效抵抗频率选择性衰落。

MIMO 是指在发射端和接收端，分别使用多个发射天线和接收天线。MIMO 的基本思想是在发射、接收或收发双端采用多个天线，通过空时处理技术，充分利用信道之间的独立衰落特性，提高频谱利用率，通信质量和系统容量。

MIMO 技术包括分集和空间复用两种，其中空间复用技术主要利用由无线信道的多径传播所带来的 MIMO 系统的自由度，若各对收发天线路径的衰落相互独立，则可利用这些并行通道传输独立的信息流，从而提高系统的数据传输率。例如 BLAST 方案等。然而单纯的空间复用方案并非最优方案。因为在给定的天线配置下 MIMO 系统的自由度是有限的，BLAST 等方案对

于信道的独立性要求较高，在独立性较低的信道环境中其系统性能较差。

分集技术主要以空时（空频）码分集为代表，其主要利用空时编码而增加传输的冗余信息，从而提高无线传输的稳定性。其中空频块码（Space Frequency Block Coding, SFBC）相比于只能在低速衰落环境下才能保证其性能的空时块码（Space Time Block Coding, STBC）在衰落环境中更为稳健，而且 SFBC 这种应用于相邻子信道或相邻载波的多载波技术更适合应用在 OFDM 这种多载波调制系统中。但与采用两根发射天线在不牺牲数据率的基础上获得分集增益的情况不同，通过 4 个或更多的发送天线的发射复合码元时对于 N 个码元需要 $2N$ 个子载波，从而导致数据率的降低。为了在通过三个或更多的发送天线而发送信号的 MIMO + OFDM 系统中实现满速率发射，因此必须考虑其它发射分集方案。

综上所述，当前需要一种能够同时保证数据传输速率和分集增益的多入多出正交频分复用无线通信系统的发射分集的技术方案。

发明内容

本发明所要解决的技术问题是提供一种多入多出正交频分复用系统的发射分集方法与系统，即提供一种 MIMO + OFDM 通信系统中包括开环和闭环情况下的 SFBC 与天线选择结合的发射分集方案，从而使得 MIMO + OFDM 通信系统在多天线情况下能够保证全速率发射数据，并且保证相应的分集增益。

为了解决上述问题，本发明提供了一种多入多出正交频分复用系统的发射分集方法，包括以下步骤，

a、对原始信息比特进行信道编码和调制后，进行两天线的空频块码编码映射，得到两路编码化后子数据流；

b、在两路编码化后子数据流中插入导频信号后，进行正交频分复用调制得到正交频分复用符号数据流，对所得的每路正交频分复用符号数据流进行天线选择发射。

进一步地，上述方法还可包括，所述步骤 a 中，所述对原始信息比特进

行信道编码和调制，包括以下步骤，

对数据流进行信道编码，获得编码数据流；

对所述编码数据流进行信道交织，获得交织数据流；

将所述交织数据流进行星座图映射，得到编码调制后数据流。

进一步地，上述方法还可包括，所述信道编码为码率卷积编码、Turbo编码、或者低密度奇偶校验码编码。

进一步地，上述方法还可包括，所述步骤 a 中，所述发射天线数目大于等于 2。

进一步地，上述方法还可包括，所述步骤 b 中，对插入导频信号后的每路编码化后子数据流分别进行正交频分复用调制，包括以下步骤，

进行串并变换，每路编码化后子数据流得到 N_{FFT} 个并行的低速子数据流，其中 N_{FFT} 为正交频分复用调制中子载波的数目；

对低速子数据流进行逆快速傅里叶变换，得到正交频分复用符号数据流；

对正交频分复用符号数据流加入循环前缀，完成正交频分复用调制过程。

进一步地，上述方法还可包括，所述步骤 b 中，在开环情况下，对所得的每路正交频分复用符号数据流进行天线交替发射；在闭环情况下对所得的每路正交频分复用符号数据流根据信道反馈信息通过天线选择算法进行天线选择发射。

进一步地，上述方法还可包括，所述天线选择算法包括接收机信干噪比最大、和/或信道容量最大和/或信道质量最优的天线选择算法。

本发明还提供了一种多入多出正交频分复用系统的发射分集系统，包括编码调制单元、空频块码编码单元、插入导频成帧单元、正交频分复用调制单元、天线选择单元，其中，

编码调制单元，用于对原始信息比特进行信道编码和调制，得到编码调制后数据流，传输给空频块码编码单元；

空频块码编码单元,用于对编码调制单元传输的编码调制后数据流进行两天线的空频块码编码映射,得到两路编码化后子数据流,传输给插入导频成帧单元;

插入导频成帧单元,用于对空频块码编码单元传输的每路编码化后子数据流中插入导频信号,传输给正交频分复用调制发射单元;

正交频分复用调制发射单元,用于对插入导频成帧单元传输的插入导频信号后每路编码化后子数据流进行正交频分复用调制,得到正交频分复用调制符号数据流,传输给天线选择发射单元;

天线选择发射单元,用于对正交频分复用调制发射单元传输的每路正交频分复用符号数据流进行天线选择发射。

进一步地,上述系统还可包括,所述编码调制单元首先对原始信息比特进行信道编码,得到编码数据流;再对编码数据流进行信道交织得到交织数据流;然后对交织数据流进行星座映射,得到编码调制后数据流。

进一步地,上述系统还可包括,所述正交频分复用调制发射单元对插入导频信号后每路编码化后子数据流依次独立地进行串并变换、逆快速傅里叶变换以及加循环前缀,得到正交频分复用调制符号数据流,传输给天线选择发射单元。

进一步地,上述系统还可包括,所述天线选择发射单元在闭环情况下根据信道反馈信息通过天线选择算法进行天线选择发射;所述天线选择发射单元在开环情况下进行天线交替发射。

进一步地,上述系统还可包括,所述天线选择算法包括接收机信噪比最大、和/或信道容量最大和/或信道质量最优的天线选择算法。

进一步地,上述系统还可包括,在闭环情况下,包括反馈信息单元,用于在频分双工系统中根据接收端的反馈信息为所述天线选择单元提供无线空间信道的信息;或在时分双工系统中根据上下行信道间好的对称性为天线选择单元提供无线空间信道的信息。

与现有技术相比,本发明通过首先对原始信息比特进行 SFBC 编码,进而利用信道或时间信息选择天线发射信号,从而使得 MIMO + OFDM 通信

系统能在保证系统传输速率的基础上利用空间分集技术提高系统的性能;并且可以具体应用时采用多根天线共用一套射频单元,有效降低系统成本和功耗。

附图说明

图 1 是本发明具体实施方式中一种多入多出正交频分复用系统的发射分集方法流程图;

图 2 是本发明具体实施方式中多入多出正交频分复用系统的分集发射的原理框图;

图 3 是本发明具体实施方式中发射分集方法在天线数目 $N=4$ 的情况下的开环模式下的发射分集系统框图;

图 4 是本发明具体实施方式中发射分集方法在天线数目 $N=4$ 的情况下的闭环模式下的发射分集系统框图;

图 5 是本发明具体实施方式中系统从编码调制到天线选择发射的流程图。

具体实施方式

下面结合附图对本发明具体实施方式作进一步说明。

本发明的主要构思是,对原始信息比特编码调制;对调制后数据进行两天线的 SFBC 编码分为两个数据流;在每路子数据流插入导频符号;对每个数据流进行 OFDM 调制;对所得的每路 OFDM 符号流根据信道反馈信息进行天线选择或根据不同时间天线交替发射。

如图 1 所示,一种多入多出正交频分复用无线通信系统的发射分集方法,包括如下步骤,

步骤 110、对待发射的原始信息比特进行信道编码和调制,得到编码调制后数据流;

该过程包括以下 3 步:

① 对数据流进行信道编码，获得编码数据流；

信道编码可以包括各种码率卷积编码、Turbo 编码、LDPC(低密度奇偶校验码)编码等的任何一种或任意多种。

② 对所述编码数据流进行信道交织，获得交织数据流；

③ 将所述交织数据流进行星座图映射，得到编码调制后数据流。

步骤 120、对所得到的编码调制后数据流进行两天线的 SFBC 编码映射，得到两路编码化后子数据流 s^1 和 s^2 ，其中要求发射天线数目 $N \geq 2$ ；

映射矩阵如下所示：

$$S = \begin{bmatrix} s_1 & -s_2^* \\ s_2 & s_1^* \end{bmatrix}$$

其中 s_1, s_2 表示调制后的待发射不同频率上的数据符号， $[]^*$ 表示共轭转置操作，则编码之后经过两个数据流在不同的频率上发射的两路编码化后子数据流分别为 $s^1 = \{s_1, -s_2^*\}$ 与 $s^2 = \{s_2, s_1^*\}$ 。

步骤 130、在得到的两路编码化后子数据流中分别插入导频信号；

步骤 140、对插入导频信号后的每路编码化后子数据流分别进行 OFDM 调制，得到 OFDM 符号数据流；

该过程包括以下 3 步：

进行串并变换，每个编码化后子数据流得到 N_{FFT} 个并行的低速子数据流，其中 N_{FFT} 为 OFDM 调制中子载波的数目；

对低速子数据流进行 IFFT 变换（逆快速傅里叶变换），得到 OFDM 符号数据流；

对 OFDM 符号数据流加入循环前缀 CP，完成 OFDM 调制过程。

步骤 150、对所得的每路 OFDM 符号数据流进行天线选择发射。

其中在开环情况下进行天线交替发射；在闭环情况下根据信道反馈信息进行天线选择发射。

在开环情况下在每个子数据流对应的 2 根发射天线中依次选择交替发射；而在闭环情况下，根据反馈的信道信息在每个子数据流对应的 2 根发射

天线中利用天线选择算法进行选择发射,具体的算法包括以接收机信干噪比最大、和/或信道容量最大和/或信道质量最优为选择原则等天线选择算法。

图 2 是本发明具体实施方式中多入多出正交频分复用系统的分集发射的原理框图,为了实现该分集发射方案,本发明具体实施方式中提供一种多入多出、正交频分复用系统的分集发射系统,系统包括编码调制单元 1、SFBC 编码单元 2、插入导频成帧单元 3、OFDM 调制单元 4、天线选择单元 5,以及仅在闭环情况下存在的信息反馈单元 6,其中,

编码调制单元 1,用于对原始信息比特依次独立地进行信道编码、交织以及调制处理,得到编码调制后数据流,传输给 SFBC 编码单元 2;

本发明的具体实施方式中,编码调制单元 1 首先对原始信息比特 b 进行信道编码,信道编码可以包括各种码率卷积编码、Turbo 编码或者 LDPC 编码等,得到编码数据流 d ;再对编码数据流 d 进行信道交织得到交织数据流 e ;然后对交织数据流 e 进行星座映射,得到编码调制后数据流 s 。

SFBC 编码单元 2,用于对编码调制单元 1 传输的编码调制后数据流进行两天线的 SFBC 编码映射,得到两路编码化后子数据流 s^1 和 s^2 ,传输给插入导频成帧单元 3,其中要求发射天线数目 $N \geq 2$;

两天线 SFBC 编码的映射矩阵如下所示:

$$S = \begin{bmatrix} s_1 & -s_2^* \\ s_2 & s_1^* \end{bmatrix}$$

其中 s_1, s_2 表示调制后的待发射不同频率上的数据符号, $[]^*$ 表示共轭转置操作。则编码之后经过两个数据流在不同的频率上发射的两路编码化后子数据流分别为 $s^1 = \{s_1, -s_2^*\}$ 与 $s^2 = \{s_2, s_1^*\}$ 。

插入导频成帧单元 3,用于对 SFBC 编码单元 2 传输的每路编码化后子数据流 s^1 和 s^2 中插入导频信号,传输给 OFDM 调制发射单元 4;

本发明的具体实施方式中, MUX 单元 3 为即插入导频成帧单元;各个数据流的导频信号用相互间的位置差异加以区分。

OFDM 调制发射单元 4,用于对插入导频成帧单元 3 传输的插入导频信号后每路编码化后子数据流 s^1 和 s^2 依次独立地进行 OFDM 调制, OFDM 调

制包括串并变换 S/P、IFFT 变换以及加循环前缀 CP, 则每路编码化后子数据流得到 OFDM 调制符号数据流 $X^m = \text{IFFT}(S^m)$, 传输给天线选择发射单元 5;

天线选择发射单元 5, 用于对 OFDM 调制发射单元 4 传输的每路 OFDM 符号数据流进行天线选择发射; 其中在闭环情况下根据信道反馈信息通过天线选择算法进行天线选择发射; 在开环情况下进行天线交替发射 (轮发);

天线选择算法包括以接收机信噪比最大、和/或信道容量最大和/或信道质量最优为选择原则等天线选择算法。

反馈信息单元 6, 该单元仅在闭环模式下存在, 用于在 FDD (频分双工) 系统中根据接收端的反馈信息或在 TDD (时分双工) 系统中根据上下行信道间良好的对称性为天线选择单元 5 提供无线空间信道的信息。

图 3 和图 4 描述了本发明具体实施方式中发射分集方法在天线数目 $N=4$ 的情况下的一种具体实例的系统框图, 其中图 3 为开环模式下的发射分集系统框图; 图 4 为闭环模式下的发射分集系统框图。

在该实例中, 将天线数目分为两组, 对编码调制后的数目进行 2 天线的 SFBC 编码, 从而得到 2 组子数据流, 在对其分别进行插入导频和 OFDM 调制操作后, 在开环情况下在每个子数据流对应的 2 根发射天线中依次选择交替发射; 而在闭环情况下, 根据反馈的信道信息在每个子数据流对应的 2 根发射天线中利用天线选择算法进行选择发射, 具体的算法包括以接收机信噪比最大、信道容量最大及信道质量最优为选择原则等天线选择算法。

下面结合具体实例对本发明作进一步说明。

图 5 描述了本发明的方法流程, 其包括了系统从编码调制到天线选择发射的整个流程, 具体如下:

步骤 501 中, 对原始信息比特进行调制编码; 对于原始信息比特的数据依次进行信道编码、交织以及调制处理, 从而得到编码调制后数据流 s 。

步骤 502 中, 对所得到的编码调制后数据流进行多天线的 SFBC 编码映射, 得到两路编码化后子数据流 s^1 和 s^2 , 其中要求发射天线数目 $N \geq 2$ 。

步骤 503 中, 在两路编码化后子数据流中分别插入导频信号 p^1 和 p^2 构成帧后信号 s^1 和 s^2 ; 各个数据流的导频信号用相互间的位置差异加以区分。

步骤 504 中, 对每路插入导频信号后的编码化后子数据流进行 OFDM 调制; 对于 S^1 和 S^2 依次独立地进行串并变换 S/P、IFFT 变换以及加循环前缀 CP 步骤, 得到 OFDM 调制符号数据流 x^1 和 x^2 , 其中

$$x^m = \text{IFFT}(S^m) = \frac{1}{N_{\text{FFT}}} \sum_{i=1}^{N_{\text{FFT}}} S^m e^{j2\pi fi}。$$

步骤 505 中, 对所得的每路 OFDM 符号数据流进行天线选择发射, 即从 N 根发射天线中选择其中 2 根进行发射。

其中在闭环情况下根据信道反馈信息进行天线选择发射; 在开环情况下进行天线交替发射。

总之, 本发明所公开的一种无线 MIMO + OFDM 无线通信系统的分集发射方法, 其中包括开环和闭环两种情况, 同已有的方法来比, 本发明的发射分集方法在 SFBC 编码后得到多路子数据流后, 在闭环模式下根据信道信息进行多根天线选择发射或在开环模式下利用时间信息进行天线交替发射, 以此在保证传输速率的基础上进一步提高系统的性能, 并且可以具体应用时采用多根天线共用一套射频单元, 有效降低系统成本和功耗, 非常利于工程实现。

以上所述, 仅为本发明较佳的具体实施方式, 但本发明的保护范围并不局限于此, 任何熟悉该技术的人在本发明所揭露的技术范围内, 可轻易想到的变化或替换, 都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此, 本发明的保护范围应该以权利要求的保护范围为准。

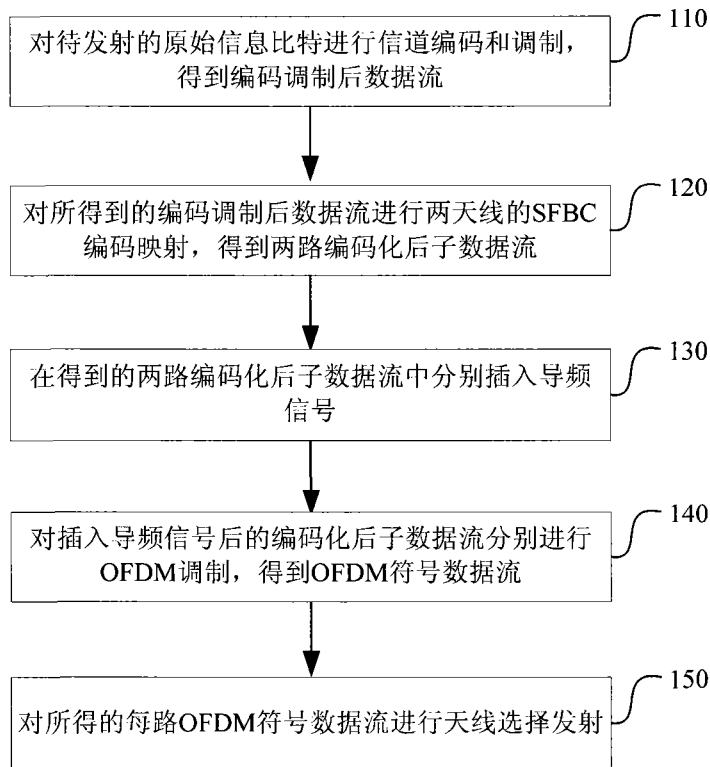


图 1

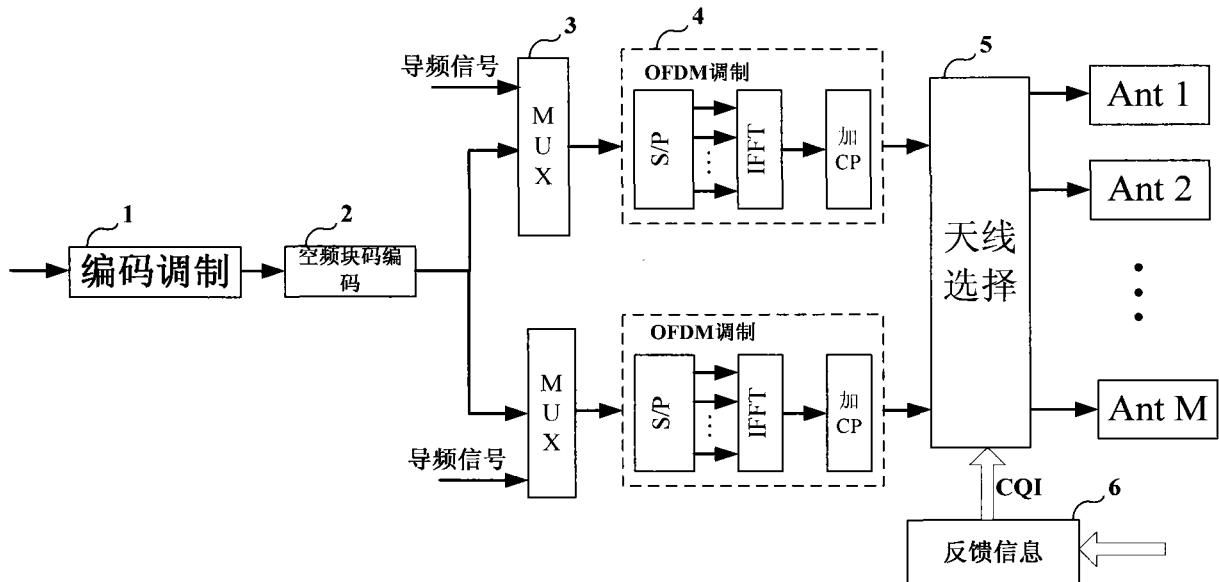


图 2

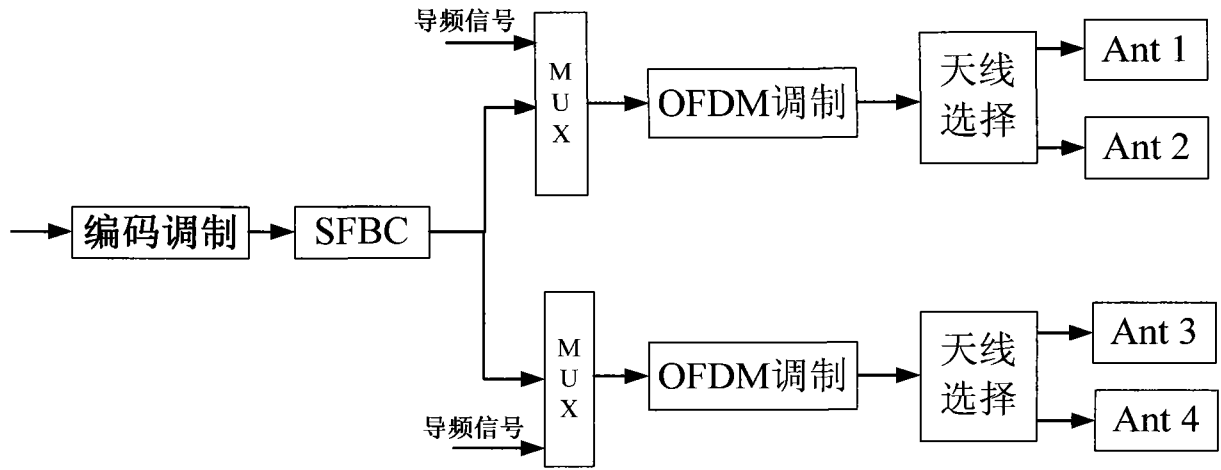


图 3

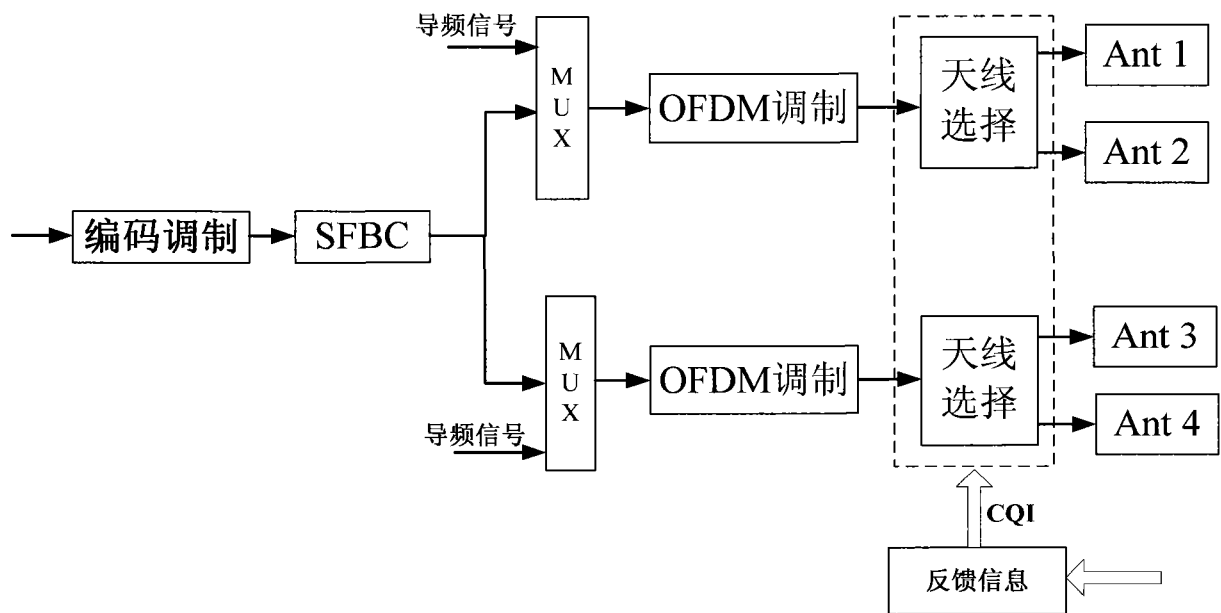


图 4

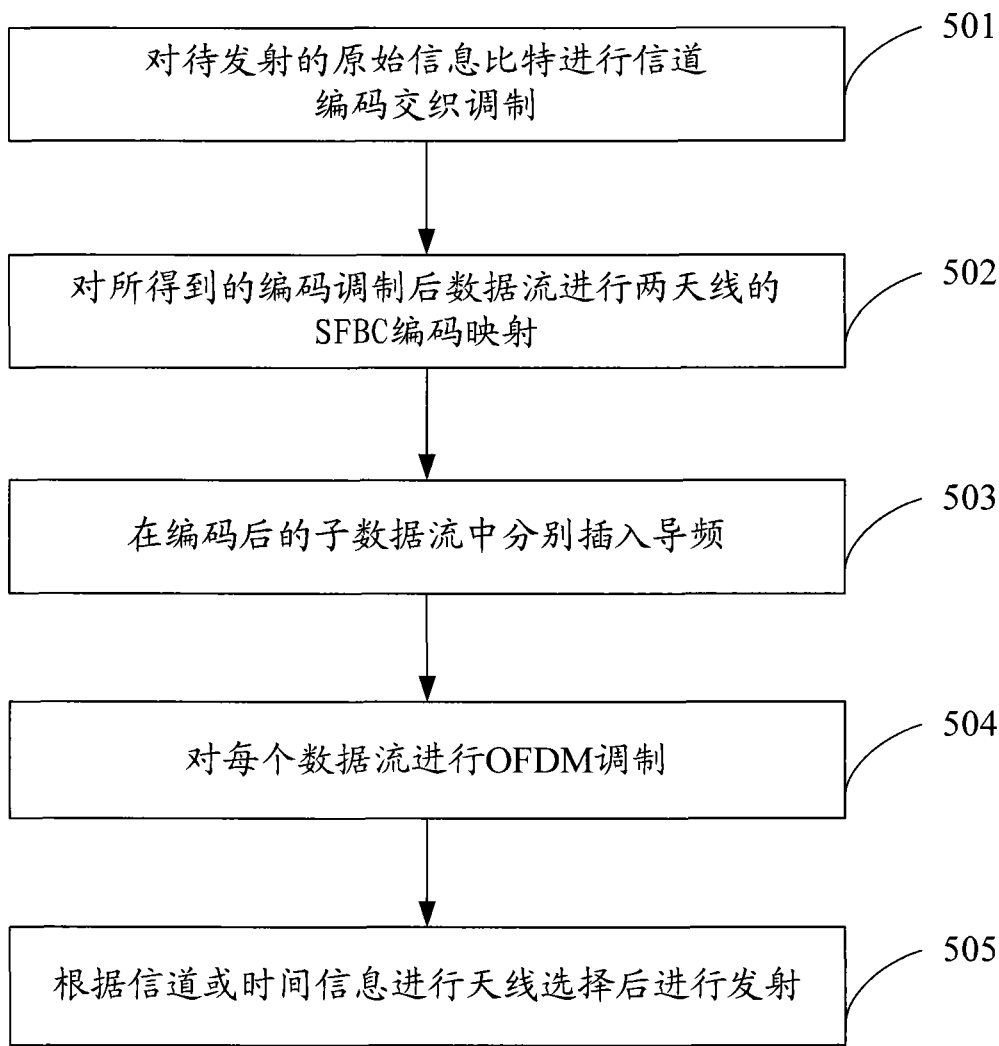


图 5